

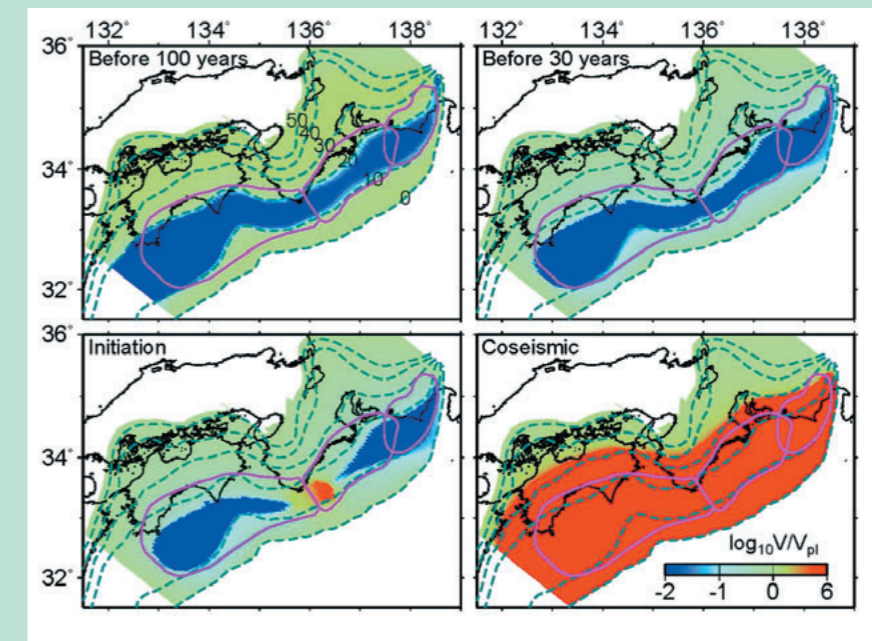
# 気象研究所年報

(平成20年度)

Annual Report of MRI  
April 2008–March 2009



気象研究所年報(平成20年度)



気象庁  
気象研究所

気象庁 気象研究所

Meteorological Research Institute  
Japan Meteorological Agency

## 表紙の図

地震発生シミュレーションで再現された南海トラフ沿い連動型巨大地震。巨大地震の100年前（左上の図）、30年前（右上の図）、地震開始時“震源断層の破壊が始まった時点”（左下の図）、地震時“断層破壊がほぼ終わった時点”（右下の図）の各時点におけるフィリピン海プレート境界面上のすべり速度（プレート収束速度で正規化）分布を示している。青い領域は陸のプレートとフィリピン海プレートが固着している領域、赤い領域はすべっている領域を表す。紫実線で囲まれた領域は、東から東海地震・東南海地震・南海地震の各想定震源域。青破線はフィリピン海プレートの等深線で、南東端は南海トラフを示す。フィリピン海プレートの3次元形状をより現実に近いと考えられる形状に設定することで、紀伊半島沖を破壊開始点として南海トラフ全域を破壊した1707年宝永地震タイプの巨大地震を再現することができた。

## ま え が き

わが国では古来より、集中豪雨・竜巻・台風・地震・火山噴火等による自然災害がしばしば発生し、多くの被害を被ってきている。これらの自然災害を防止し、被害の軽減を図り、安全・安心な社会を実現することが、国としての重要かつ緊急の課題である。このためには、防災活動に資する情報の高度化が不可欠である。

さらに、地球温暖化・オゾン層破壊・酸性雨・砂漠化など、地球規模での気候変動・地球環境問題の解決が人類共通の緊急の課題となっている。

気象庁の任務は、気象・地震・火山活動・海洋現象等を科学的に観測・監視・予測することにより、社会の防災活動、経済活動等に必要な情報の発信や、地球温暖化などの地球環境問題への基盤的情報の提供を行うことにある。このような任務を果たすためには、これらの現象の解明や予測精度の向上が極めて重要であり、そのためには、新しい科学技術の活用や独自の技術開発を行い、技術の高度化を図る必要がある。

この気象庁の技術開発の基盤を支えているのが気象研究所であり、気象業務の技術に関する研究を行う国の唯一の研究機関として、安全・安心な社会の実現、地球環境問題の解決に向けて、気象・地象・水象に関する現象の解明及び予測の研究、ならびに関連技術の開発を行い、気象業務の技術基盤の構築や科学技術の発展に積極的に貢献している。

このような研究・技術開発を一層効率的・効果的に推進するため、独立の法人格をもち業務の質の向上や活性化、効率性の向上、自律的な運営、透明性の向上を図る独立行政法人への移行を視野に入れており、平成 20 年度には、平成 21 年度から開始する行政的な要望に早急に応える必要がある課題及び、中長期的な気象業務の発展に向けた課題などを対象とした、新たな研究計画・研究課題を設定するため、気象研究所評価委員会（分科会）による外部評価を受けた。

また、気象研究所は、国内、国外の関係機関と連携・協力して研究活動を推進するという基本方針のもと、世界気象機関（WMO）と国連環境計画（UNEP）による気候変動に関する政府間パネル（IPCC）の活動や、WMO などが推進する「世界気候研究計画（WCRP）」などの国際的な取り組みにも積極的に参画し、関連する研究を積極的に推進しており、IPCC 第 5 次報告書への貢献を行うとともに、国内の温暖化対策のための基礎資料として日本付近の地域気候変化予測についても「特別研究」として実施している。

さらに、研究活動のみならず開発途上国への支援の一環として、独立行政法人国際協力機構などと協力して、海外からの研修生に対しての研修実施などを引き続き行っているが、近年は各地域ごとでの温暖化対策が必要とされており、世界でも随一の高解像度の全球モデルで温暖化予測を行っている気象研究所の研究結果が注目され、東南アジアのみならず中南米等の各国の研究者と連携が進んできている。

一方、昨年はアジア、ヨーロッパ、北米地域の研究者が参加した台風特別観測や、北京オリンピックの開催に合わせて、各国の気象機関が北京周辺の天気を予測する国際比較実験などにも積極的に参画しており、その成果については論文・学会等で発表されている。

「気象研究所年報」には研究成果のほか、当該年度の研究所の活動のトピックス、研究所の概要、研究評価活動、普及・広報活動、研究交流（外国出張、受入れ研究員）、職員の研究論文・講演、職員の国内外における委員会活動等、気象研究所の研究活動を総合的に掲載している。気象研究所の研究活動によって得られた多くの知見と成果が、気象業務はもとより国の施策や多くの関連する分野において広く活用されていることをこの一冊でご覧頂くことができるように努めた。

あわせて、この年報を通じて、気象研究所の活動についてより深くご理解頂くとともに、今後の一層のご支援をお願いする。

平成 21 年 10 月

気 象 研 究 所 長  
佐藤 信夫



# 目 次

まえがき		
トピックス	1	
1. 気象研究所の概要		
1. 1. 業務概要	7	
1. 2. 沿革	8	
1. 3. 組織・定員	8	
1. 4. 職員一覧	9	
1. 5. 予算	11	
2. 研究報告		
2. 1. 研究課題	13	
▪ 特別研究	13	
▪ 経常研究	13	
▪ 地方共同研究	14	
▪ 他省庁予算による研究	14	
▪ 共同研究	16	
▪ 公募型共同利用による研究	17	
▪ 科学研究費補助金による研究	18	
2. 2. 研究年次報告	21	
▪ 特別研究	22	
▪ 融合型経常研究	26	
▪ 一般経常研究	42	
▪ 地方共同研究	49	
▪ 他省庁予算による研究	53	
2. 3. 研究終了報告	68	
▪ 特別研究	69	
▪ 融合型経常研究	79	
▪ 一般経常研究	165	
▪ 地方共同研究	190	
3. 研究評価		
3. 1. 気象研究所評議委員会	201	
3. 2. 気象研究所評価委員会	203	

トピックス

気象研究所の概要

研究報告

研究評価

刊行物・主催会議等

普及・広報活動

成果発表

受賞等

研究交流

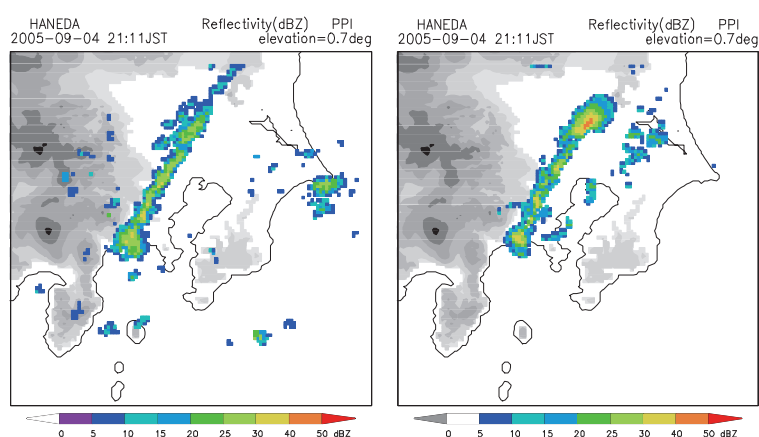
委員・専門家

4. 刊行物、主催会議等	
4. 1. 刊行物	205
4. 2. 発表会、主催会議等	206
5. 普及・広報活動	
5. 1. ホームページ	209
5. 2. 施設公開等	209
▪ 一般公開、施設見学	209
▪ 普及・教育制度との連携	211
5. 3. 報道発表	212
5. 4. 国際的な技術協力	213
5. 5. その他	213
6. 成果発表	
6. 1. 論文等	215
6. 2. 口頭発表	227
7. 受賞等	
7. 1. 受賞	243
8. 研究交流	
8. 1. 外国出張	245
8. 2. 受入研究員等	251
8. 3. 海外研究機関等からの来訪者等	255
9. 委員・専門家	
9. 1. 国際機関の委員・専門家	259
9. 2. 国内機関の委員・専門家	261

## 豪雨の予測に向けたデータ同化とメソアンサンブル予報技術の開発

平成 20 年度（昨年度）は、夏季に豪雨がたびたび発生し、各地に浸水害や土砂災害をもたらし、鉄道など交通機関にも深刻な影響が出ました。特に、7 月末の神戸市灘区や 8 月上旬の東京都豊島区、8 月末の岡崎市などでは、人命の損失を伴う被害が発生し、社会的にも大きな問題となりました。こうした豪雨の特徴として、湿った気流や上空の寒気の影響により発生した積乱雲が短時間に激しい雨をもたらすことが知られています。現在の技術水準では、数百キロ程度の範囲に対して積乱雲が発達しやすい気象条件になることについてはある程度予測可能になっており、またレーダーなどの観測網の展開とそれを用いた監視技術により、すでに発生している大雨については、ある程度正確に把握できるようになっています。しかしながら、場所と時間と強度を特定して、豪雨を事前に予測することは、必ずしも成功しておらず、特に局地的な大雨については、一般に予測が困難であるとされています。

最新の数値モデルでは、豪雨をもたらす積乱雲などを表現できるもの（非静力学モデル）が開発されており、シミュレーション実験なども行われていますが、その一方で、そのようなモデルを実際の予測に役立てるためには、水蒸気や風・気温・気圧などの大気状態を物理法則に整合した形で 3 次元的に決め、数値モデルの全ての格子点に初期値として与える必要があります。豪雨予測のためには、さまざまな観測データを、有効に初期値に取り込む技術（データ同化技術）の開発が不可欠です。物理法則に整合した形で異なる時刻の観測データを取り込む数学的な手法として 4 次元変分法データ同化があり、現在の天気予報にも利用されていますが、現業的な天気予報で用いられているものは、積乱雲を直接表現できるほど高解像にはなっていません。気象研究所では、ドップラーレーダーや衛星による観測、GPS 電波の遅れなどから、風や水蒸気、雨や雪など降水に関する情報が得られることを利用して、それらにより高解像度非静力学モデルの初期値を改善する研究を行っています。従来困難とされてきた局地的な大雨を再現・予測する実験にも取り組んでおり、実況に近い降水がモデルで得られる例も出てきています。



雲物理過程を含む水平解像度 2km の 4 次元変分法データ同化によりドップラーレーダーや GPS データを非静力学モデルに取り込んで、2005 年 9 月 4 日の首都圏豪雨を再現した例。観測されたレーダー反射率(左)と非静力学モデルから計算したレーダー反射率(右)。

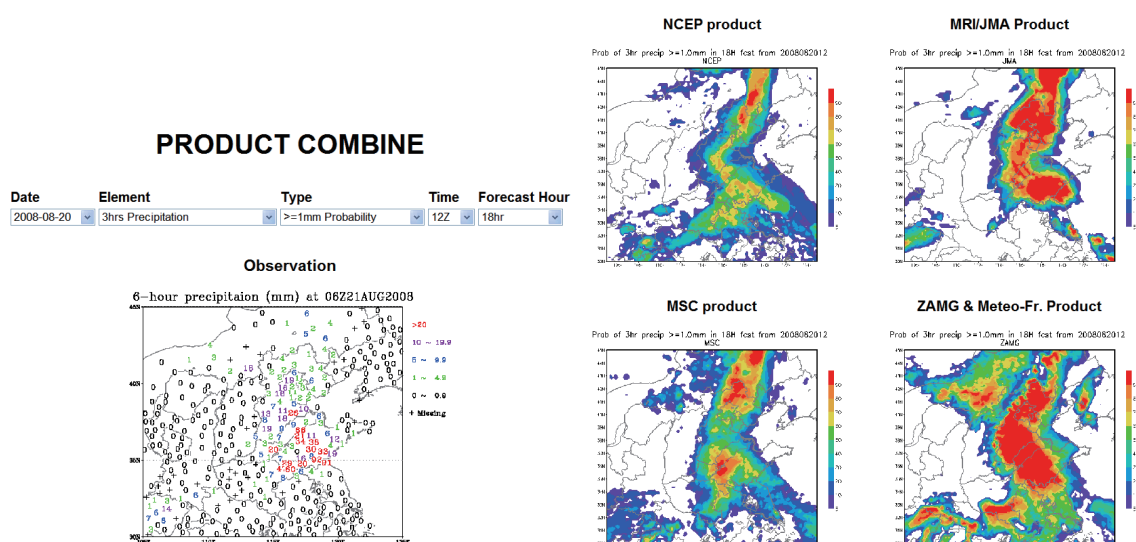


豪雨の予測が難しい理由の一つとして、対流性の降水は大気的不安定による現象で初期値の僅かな違いによっても、降水の場所や雨量など計算結果が大きく変わる場合があることが挙げられます。豪雨がモデルで予測された（されない）時にその予測がどの程度信頼できるかは、適切な防災情報を出す上で大変重要ですが、現在は客観的な判断材料が殆どないのが実情です。また積乱雲の寿命は1時間程度と時間スケールが短く、半日以上前から個々の積乱雲の消長を完全に予測するのは本質的に不可能と考えられています。

僅かに異なる多数の初期値を用意して複数の予測計算を行い、結果のちらばり具合で予報誤差（信頼性）を評価し現象の発生を確率的に予測する手法としてアンサンブル予報があります。アンサンブル予報は、予測可能性が低下する週間予報や季節予報では実用化されていますが、近年、メソスケールの予報にもアンサンブル予報の手法を適用する「メソアンサンブル予報」の試みが国内外で始まっています。

メソアンサンブル予報に関して、2008年8月の北京オリンピックの開催に合わせて、各国の気象機関が北京周辺の天気を予測する国際比較実験が行われました。世界気象機関（WMO）の世界天気研究計画（WWRP）の研究開発プロジェクトとして実施されたもので、日本からは気象研究所が気象庁予報部の協力を得て実験に参加しました。比較実験は7月24日から8月24日の1ヶ月間を対象に行われ、気象研究所では、水平格子間隔15kmの非静力学モデル11メンバーを用いた36時間先までのアンサンブル予報を期間中毎日実行して、計算結果を準リアルタイム送信しました。4次元変分法を用いた初期値の改善を行うとともに、アンサンブル予報の手法について新しい方法を試すなど、様々な工夫を行いました。2009年4月に中国広州市で行われた国際ワークショップなどで、気象研究所の予報は、比較的良好な成績だったことが確認されています。

将来的には、メソアンサンブル予報を局地的な大雨の予報にも適用して、強雨の定量的な（場所と時間と強度を特定して）確率予測を行うことが目標になります。そのためには、より高解像度なモデルによるアンサンブル予測が必要です。またアンサンブル予報によって得られる予報誤差の情報は、データ同化にも利用できると期待されています。



WWRP 北京オリンピック 2008 研究開発プロジェクトによる 2008 年 8 月 20 日 12UTC を初期値とする 18 時間予報による 3 時間に 1mm 以上の降水がある確率の各国の予想図(右)。気象研究所は MRI/JMA。左図は 8 月 21 日午後 3 時の前 6 時間降水量。プロジェクトウェブサイトから。



## 台風の特別観測実験（T-PARC2008）

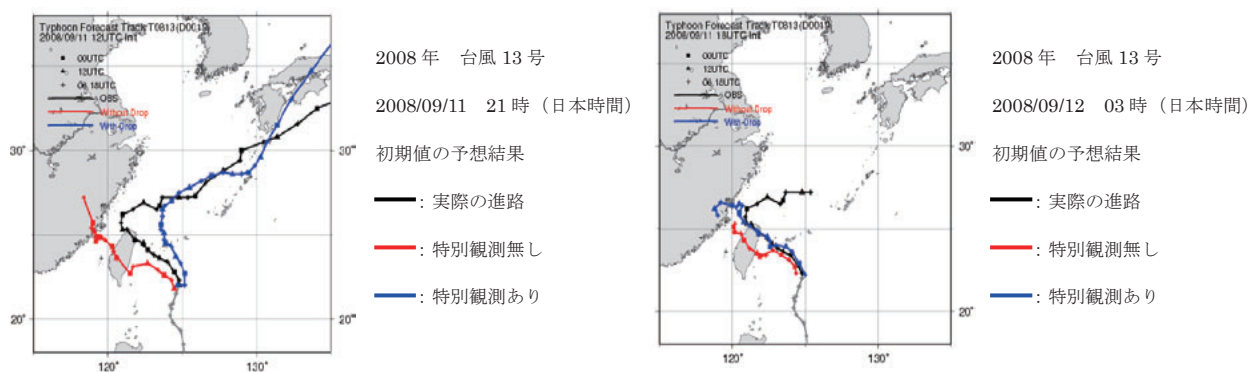
気象研究所では、台風の予測精度向上に関する研究を実施しています。平成20年度は、世界気象機関（WMO）で実施している、2週間先までの社会的に影響が大きい大気現象の予測精度向上をめざす国際研究計画 THORPEX（観測システム研究・予測可能性実験計画）の地域観測計画の一つとして、アジア、ヨーロッパ、北米の地域委員会が共同で T-PARC と呼ばれる台風に関する特別観測を実施しました。気象研究所は、アジア地域委員会のメンバーとして台風の特別観測実験（T-PARC2008）を気象庁とともに実施し、研究にとって貴重な観測データを得ました。

この特別実験で対象とした台風は、日本の南海上を北西進ってきて、東向きに進路を変える「転向」するか、しないかの予測が難しい台風でした。我が国で台風災害を防止・軽減するにあたっては、この「転向」という現象を精度よく予測することが、日本列島に台風が近づくかどうかを判断する上で重要です。しかしながら現在の技術では、「転向」を精度よく予測できない事例があります。そこで、「双方向予報システム」と呼ばれる研究段階の予測技術についての有効性を確かめるため、T-PARC2008 の中で行われた観測を通して検証を行いました。

まず、初期値を少しずつ変化させて予報を行うアンサンブル予報の手法を応用し、数値予報の結果を詳細に調べて、予報誤差が時間とともに大きくなる領域（高感度領域）を求めます。その領域で観測を行えば、予測精度の向上につながる可能性があることを示しています。「双方向予報システム」とは、予報結果から導かれる高感度領域で集中的に観測を行うこと（最適観測と呼ぶ）により、次の台風予報の精度を向上させようというものです。

T-PARC2008 では、台風12号、13号、15号について、高感度領域でのドロップゾンデ観測、静止気象衛星ひまわりによるラピッドスキャン観測、高頻度のレーウィンゾンデ観測等の特別観測を実施しました。その結果、通常の予報では「転向」を予測できなかった場合でも予測できた事例と、予測精度にそれほど変わりはない事例とがありました。

本観測実験の一部は、科学研究費補助金（研究課題名：航空機を用いた力学・熱力学場の直接観測による台風の予測可能性に関する研究）の助成を受けて行ったものです。気象研究所では、今回得られた観測データをもとに、関係機関と協力して、台風の力学・熱力学場の三次元空間構造から台風の構造変化と進路の関係解明、最適観測におけるインパクト実験等の研究を進めており、どのような観測が実際の計算結果に影響を与えているかなどの詳細な解析について実施しているところです。今後詳細な解析結果については気象学会等での発表を通して、公表していく予定です。



## 気候変動予測・解析技術能力向上に関する国際貢献

気象研究所では、平成 19 年に発行された、気候変動に関する政府間パネル（IPCC）第 4 次評価報告書（AR4）において、気候変動予測結果を提出し報告書の一部を執筆、また、気候変動に関する国際連合枠組条約締約国会議（COP）の下の科学技術上の助言に関する補助機関会合に研究官を派遣し、議論を行うなど、これまでも気候変動に係る国際活動に積極的に参加してきました。

平成 20 年度は、平成 20 年 7 月に開催された北海道洞爺湖サミットにおいて気候変動問題が取り上げられ、また、12 月に開催された COP14（第 14 回会合）では各国の気候変動問題に積極的に取り組んでいくという認識の下で議論が行われるなど、地球温暖化に対する予測と適応策については世界的な課題として認識され、各国で取り組まれています。

このような中で各国では、気候変動予測技術やその解析技術の能力向上が求められるようになってきました。そこで気象研究所では、（独）国際協力機構（以下「JICA」）が実施する気候変動解析に係る技術能力の支援事業等に積極的に協力しています。その例として平成 20 年 11～12 月に実施したアジア気候変動適応能力強化研修を中心に紹介します。

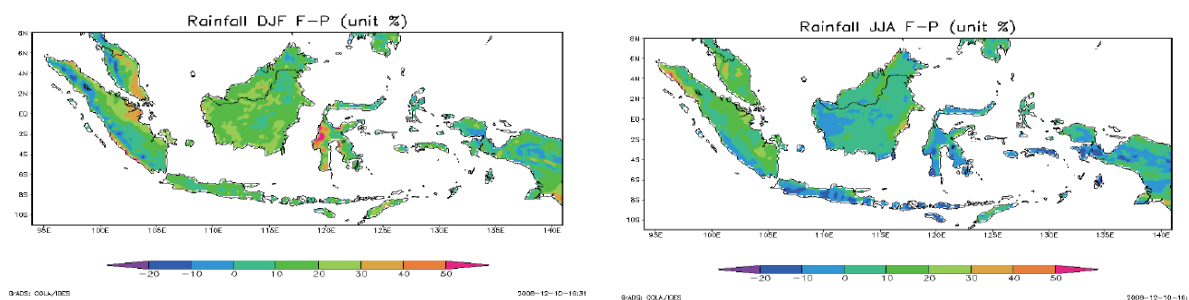
### 研修の概要

平成 20 年 11 月 25 日（火）から 12 月 18 日（木）まで、JICA による技術協力（研修員受入事業）の一環として、バングラデシュ、インドネシア、フィリピン、タイ、ベトナムの気候変動予測に係る業務・研究に携わる専門家 5 名を受け入れ、気候変動予測データの解析技術に関する研修を行いました。

気象研究所は、地球シミュレータを活用した温暖化予測研究プロジェクト（注）において、「超高解像度大気モデルによる将来の極端現象の変化予測に関する研究」を行っており、研修では、研究で開発している、高解像で精緻な、全球気候モデルによる最新の成果や知見を活用しました。

モデルが精緻になっても、予測結果には物理過程を十分には表現できない等に起因する誤差がつきものであり、研修においては、こうした誤差を含む予測結果を的確に理解、解析し、評価する技術の習得を目指しました。

参考に、研修員による解析結果の一例を示します。



（図）20km 格子大気大循環モデルによる 21 世紀末の気候変動予測データと現在気候シミュレーションによる降水量の差を現在気候値との比（%単位）で示したもの（左：雨季、右：乾季）

（注）文部科学省により実施されている「21 世紀気候変動予測革新プログラム」の一環研究。

平成 20 年度は他にも、アルゼンチンなど他国に対する研修も実施しています。

また、こうした研修のフォローアップとして、各国で開催されたセミナーやワークショップに研究官を派遣し、基調講演や議論を行っています。

例えば、平成 21 年 2 月にアルゼンチンで開催されたセミナー「気候変動への適応 ―気象シナリオと適応策―」では、鬼頭気候研究部長から、アルゼンチン中・北部では降水量の増加による洪水被害の増加の可能性があること等について、気象研究所大気大循環モデルによる南米の気候変化予測の結果に基づいて講演を行いました。このセミナーには、アルゼンチンの他、ボリビア、ブラジル、チリ、コロンビア、パラグアイ、ペルー、ウルグアイから、政府機関関係者や研究者、約 100 名の参加者があり、気候変動予測研究と影響評価研究との橋渡しが重要である等、鬼頭部長をはじめとして活発な議論が行われました。

また、平成 21 年 3 月にベトナムで開催されたワークショップ「気候変化シナリオの開発に関する南西アジア地域ワークショップ」では、楠気候研究部第一研究室長から IPCC/AR4



による将来の気温、降水、海面水位の変化予測の結果等を紹介しました。ベトナムの他、バングラデシュ、カンボジア、インドネシア、ラオス、ミャンマー、パキスタン、フィリピン、タイ、そしてイギリスから、政府機関関係者や研究者、約 100 名の参加者があり、楠室長が議長を務めた総合討論では、今後、アジア地域でも気候変動予測と影響評価分野の研究の連携が重要であることを確認しました。

研修を実施したアジアの 5 カ国も、気候変動枠組条約の第 2 次国別報告書（非附属書 I 締約国）の提出に向けた準備を進めているところであり、研修による気候変動予測及び解析に係る技術移転はこれを支えるものになります。

気象研究所では今後も、研究活動の傍らでこうした国際貢献にも寄与していく考えです。

気候変化シナリオの開発に関する南西アジア地域ワークショップ（2009 年 3 月 16 日、ハノイ市、ヴェトナム）における総合討論の様子

左から右へ順に、Anond SNIDVONGS 氏（タイ、チュラロンコン大学教授）、楠昌司（総合討論議長、気象研究所）、Tran THUC 氏（ヴェトナム、気象水理環境研究所所長）、





# 1. 気象研究所の概要

## 1.1. 業務概要

気象庁の施設等機関である気象研究所では、気象庁が発表する警報や情報の精度向上を通じて国民の安全・安心に資するよう、集中豪雨・台風の機構解明、地震及び火山噴火の解析・予知、地球温暖化の監視・予測等の気象・地象・水象に関する現象の研究、並びに広範な関連技術の研究を行っている。

甚大な被害をもたらすことがあり、国民の関心も高い局地的な大雨については、現在の技術では予測は困難な状況にある。気象研究所では、雲の生成過程の表現も可能な高解像度で高品質な非静力学モデルの開発や、4次元変分法等の、観測データを予測モデルに順次取り込みながら予測を行う手法の改良を進め、もってメソスケールでの大雨等の現象に対する予測精度の向上を図ってきた。さらに、メソアンサンブル予報技術の開発により、局地的大雨等の顕著な現象に対する予測結果の誤差や信頼度を定量的に見積もる研究等を実施している。その他、顕著な現象の代表例としては突風があげられる。気象研究所ではレーダーなどによるリモートセンシングデータから、竜巻や突風を伴う現象を検出するアルゴリズムの開発を行うなど、突風による被害軽減につながる研究を実施しており、平成18年度に甚大な被害をもたらした宮崎県延岡市や北海道佐呂間町で発生した竜巻について研究を行い、数値モデルによる再現実験に成功した。これらを通じて、気象庁の発表する防災気象情報の質の向上を目指している。

切迫性が高く甚大な被害が見込まれている東海地震、東南海・南海地震に対応するため、南海トラフとその周辺域を対象地域とした地震発生数値シミュレーションの実施や、地殻活動観測技術・解析手法の向上を図る研究、海底地震計の緊急地震速報への利用技術の研究等を行っている。これらの研究において、地震発生前の地殻変動を明らかにするとともに地震発生に至るメカニズムの解明等を進め、東海地震の地震予知情報の精度向上、巨大地震の監視・観測技術の向上、緊急地震速報の迅速化と精度向上、津波警報の精度向上を目指している。

火山の地殻変動等の観測データや数値シミュレーション等により、火山体地下のマグマの動きを定量的に把握あるいは評価することで火山活動の活発さをよりの確に判断する手法に関する研究等を実施し、火山噴火予知研究を推進するとともに、噴火警報の精度向上を目指している。

全球気候モデルの開発や地球温暖化による日本付近の詳細な気候変化予測を行うための地域気候モデルの開発を通じて、地球温暖化予測研究に取り組んでいる。温暖化予測では予測結果の不確実性の低減が急務とされており、気候モデルの改良に加え、大気化学環境やエアロゾルが気候変動に与える影響や予測結果の誤差の範囲等を見積もる研究、エアロゾルや温室効果気体の観測研究を実施している。また、気候変動に関する政府間パネル（IPCC）の第1次評価報告書から気象研究所の研究成果が盛り込まれるなどIPCCの活動に積極的に参画しており、次の第5次評価報告書にも貢献していく計画である。なお、季節予報・海況予報業務においては、気象研究所がこれまで開発してきたエルニーニョ予測システム・海洋同化システムが、平成19年度末に気象庁で現業化され業務に大きく貢献している。

国際的な研究活動の連携として、世界気象機関（WMO）の「世界気候研究計画（WCRP）」に参画し、「全球エネルギー・水循環実験計画（GEWEX）」、「気候の変動性と予測可能性に関する研究計画（CLIVAR）」や、「地球圏・生物圏国際共同研究計画（IGBP）」といった国際的な共同研究及び、「大気科学委員会（CAS）」のワーキンググループの活動に参画している。さらに、WMO/CASによって開始された世界天気研究計画（WWRP）の重要な計画である、観測システム研究・予測可能性実験（THORPEX）計画にアジアのリーダーとして参画している。

その他、関係機関との連携の下、外国からの研究員や研修員を受け入れ、気候変動予測・解析や気象観測に関する技術指導を行い、国際的な気象業務の能力向上に貢献している。

1.2. 沿革

(前身) 中央気象台に研究課を設置。(昭和17. 1)

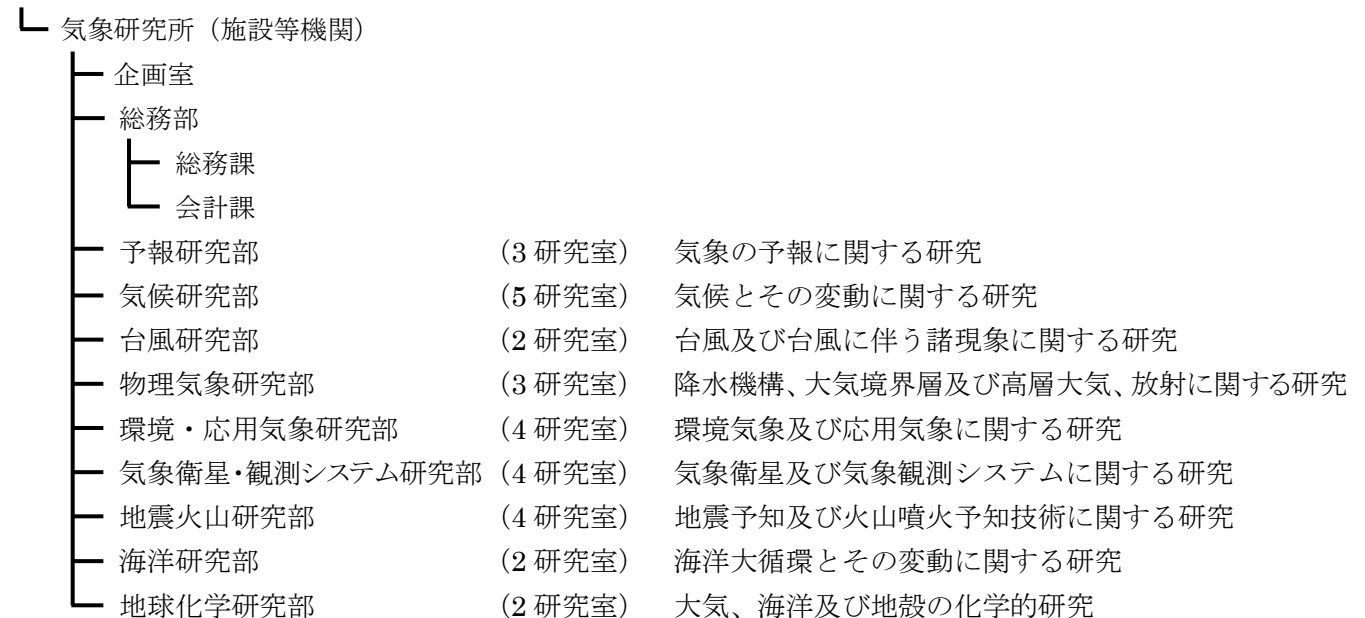
- 昭和 21. 2 中央気象台分掌規程の改正に伴い、東京都杉並区において中央気象台研究部として再発足(気象研究所創立)。
- 22. 4 中央気象台気象研究所と改称。
- 31. 7 運輸省設置法の改正により、中央気象台が気象庁に昇格したのに伴い、1課9研究部で構成される気象庁気象研究所となる。
- 33. 10 総務部を新設し、会計課と研究業務課を設置。
- 35. 4 高層気象研究部を台風研究部に、地球電磁気研究部を高層物理研究部に改組。
- 46. 4 気象測器研究部を気象衛星研究部に改組。
- 47. 5 研究業務課を廃止し、総務部の外に企画室を設置。
- 49. 4 地震研究部を地震火山研究部に改組。
- 55. 6 筑波研究学園都市に移転。
- 62. 5 高層物理研究部と気象衛星研究部を廃止し、気候研究部と気象衛星・観測システム研究部を新設。
- 平成 9. 4 応用気象研究部を環境・応用気象研究部に改組。
- 13. 1 中央省庁の再編に伴って国土交通省が設置され、気象庁は同省の外局となる。

1.3. 組織・定員

気象研究所は、「気象業務に関する技術の開発を行う(国土交通省組織令第235条)」ことを任務として設置されている気象庁の施設等機関である。気象研究所の内部組織として、9研究部が設置されており、各研究部は2~5の研究室で構成されている。また、研究を側面から支援する部門として総務部と企画室が設置されている。

平成20年度における気象研究所の定員は、指定職1名、行政職33名、研究職140名の計174名である。

気象庁





## 1.4. 職員一覧

(平成20年4月1日現在)

所長： 柏木啓一

企画室 室長： 横手嘉二  
 研究評価官： 田中恵信  
 課長補佐： 西宮隆仁  
 調査官： 逆井幸久、風間千尋  
 管理係長： 渡辺 剛  
 評価係長： 桜井敏之  
 業務係長： 島崎貴仁

総務部 部長： 眞境名武巳

総務課 課長： 高松 茂  
 課長補佐： 飯野 悟  
 調査官： 嶋貫秀明  
 庶務係長： 大塚正志  
 人事係長： 吉田好作

会計課 課長： 齋藤誠一郎

課長補佐： 山下 毅  
 調査官： 原田敏文  
 主計係長： 岡本ゆかり  
 出納係長： 若松国博  
 用度係長： 岩田裕樹  
 施設係長： 綿井正典

予報研究部 部長： 杉 正人

第一研究室： 中村誠臣（室長）、大泉三津夫、加藤輝之、永戸久喜、橋本明弘、林 修吾

第二研究室： 齊藤和雄（室長）、青梨和正、原 昌弘、小司禎教、瀬古 弘、川畑拓矢

第三研究室： 藤部文昭（室長）、武田重夫、柳野 健、清野直子

気候研究部 部長： 鬼頭昭雄

第一研究室： 楠 昌司（室長）、保坂征宏、上口賢治、足立恭将、坂見智法、新藤永樹

第二研究室： 尾瀬智昭（室長）、黒田友二、安田珠幾、仲江川敏之、吉村裕正

第三研究室： 内山明博（室長）、山崎明宏、古林絵里子、工藤 玲

第四研究室： 行本誠史（室長）、小畑 淳、吉村 純、遠藤洋和

第五研究室： 千葉 長（室長）、田中 実、釜堀弘隆、石原幸司、稲葉守生

台風研究部 部長： 富樫正明〔平成20年8月10日まで〕〔8月20日以降、柏木啓一事務取扱〕

第一研究室： 上野 充（室長）、村田昭彦、和田章義、益子 渉、國井 勝

第二研究室： 中澤哲夫（室長）、北畠尚子、楠 研一、別所康太郎、星野俊介

物理気象研究部 部長： 平 隆介

第一研究室： 村上正隆（室長）、折笠成宏、齋藤篤思、田尻拓也

第二研究室： 三上正男（室長）、萩野谷成徳、毛利英明、北村祐二

第三研究室： 青木輝夫（室長）、朽木勝幸、庭野匡思

環境・応用気象研究部 部長： 牧 廣篤

第一研究室： 柴田清孝（室長）、忠鉢 繁、直江寛明、関山 剛、田中泰宙、出牛 真

第二研究室： 高橋俊二（室長）、栗田 進、日谷道夫、青柳曉典

第三研究室： 栗原和夫（室長）、馬淵和雄、高薮 出、佐々木秀孝、村崎万代、内山貴雄

第四研究室： 柴田 彰（室長）、財前祐二、高橋 宙

気象衛星・観測システム研究部 部長： 石原正仁

第一研究室： 増田一彦（室長）、石元裕史、佐々木政幸

第二研究室： 鈴木 修（室長）、山内 洋、猪上華子

第三研究室： 真野裕三（室長）、永井智広、酒井 哲

第四研究室： 小林隆久（室長）、小野木茂、足立アホロ、中里真久

地震火山研究部 部長： 吉川澄夫

第一研究室： 前田憲二（室長）、平田賢治、林 豊

第二研究室： 勝間田明男（室長）、小林昭夫、吉田康宏、山本剛靖、山崎 明、岩切一宏

第三研究室： 山里 平（室長）、福井敬一、高木朗充、坂井孝行、安藤 忍

第四研究室： 干場充之（室長）、高山博之〔平成20年9月30日まで〕、青木重樹〔10月1日以降〕、  
大竹和生、弘瀬冬樹

海洋研究部 部長： 石崎 廣

第一研究室： 本井達夫（室長）、山中吾郎、平原幹俊、辻野博之、中野英之

第二研究室： 蒲地政文（室長）、藤井陽介、碓氷典久、松本 聡、鳥山暁人

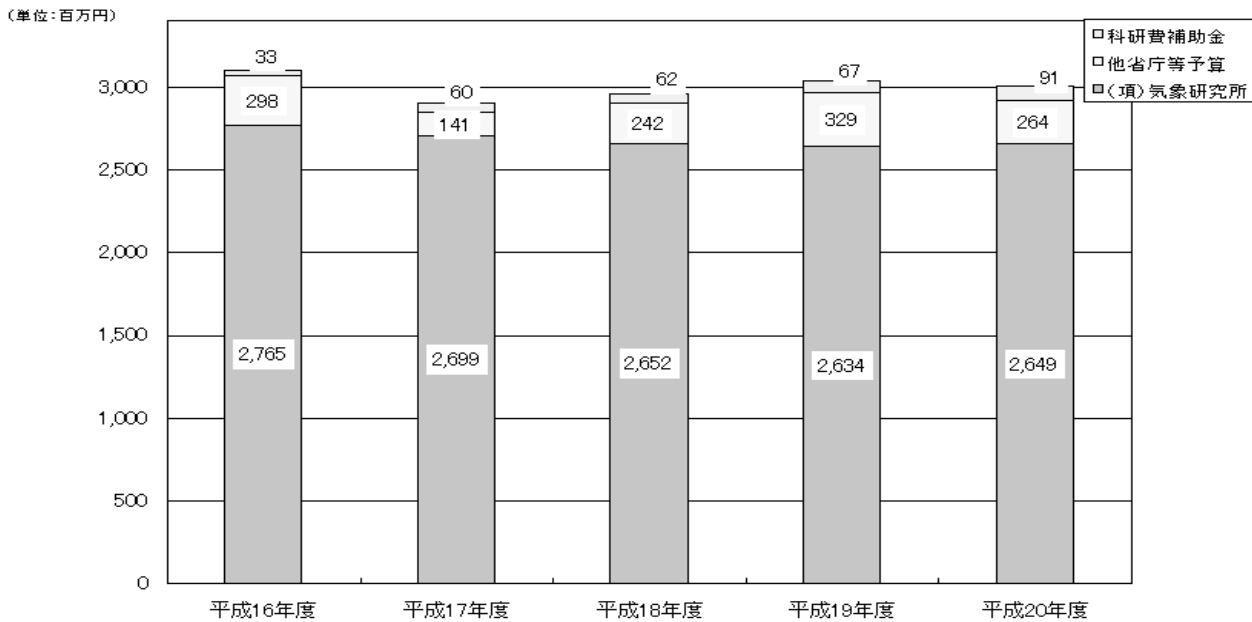
地球化学研究部 部長： 廣瀬勝己

第一研究室： 松枝秀和（室長）、石井雅男、斉藤 秀、時枝隆之、澤 庸介

第二研究室： 緑川 貴（室長）、青山道夫、五十嵐康人、笹野大輔

1.5. 予算

平成 20 年度における気象研究所予算の総額は約 30 億円であり、このうち国土交通省予算によるものは約 26 億 4 千 9 百万円である。



研究経費の予算別内訳と最近 5 年間(平成 16 年度～20 年度)の推移

平成 20 年度においては、他省庁予算として、文部科学省の放射能調査研究費（64 百万円）および科学技術振興調整費（139 百万円）、環境省の地球環境保全等試験研究費（3 百万円）および地球環境研究総合推進費（58 百万円）による研究を実施した。（下表：研究の区分参照）

なお、平成 14 年度からは日本学術振興会の科学研究費補助金（平成 20 年度 91 百万円）の交付を受けている。

研究の区分

特別研究	特別研究費による研究	2 課題
	気候変動予測研究費による研究	1 課題
経常研究	融合型経常研究	13 課題
	一般経常研究	7 課題
地方共同研究		6 課題
他省庁予算による研究	文部科学省	
	放射能調査研究費による研究	2 課題
	科学技術振興調整費による研究	2 課題
	環境省	
	地球環境保全等試験研究費による研究	2 課題
	地球環境研究総合推進費による研究	3 課題
共同研究		38 課題
公募型共同利用による研究		9 課題
科学研究費補助金による研究（研究代表者として実施している分のみ）		21 課題



## 2. 研究報告

### 2.1. 研究課題

本節には、気象研究所が平成 20 年度に実施したすべての研究について、研究区分（または外部資金）ごとに分類し、研究課題名を掲載している。

#### 特別研究

特別研究は、国土交通行政において、特に重点的または緊急に行う必要のある研究であり、特別研究費または気候変動予測研究費により実施している。

平成 20 年度は、特別研究として次の 3 課題を実施した。

#### (1) 特別研究費による研究

- ・東海地震の予測精度向上及び東南海・南海地震の発生準備過程の研究（H16～H20）
- ・マグマ活動の定量的把握技術の開発とそれに基づく火山活動度判定の高度化に関する研究（H18～H22）

#### (2) 気候変動予測研究費による研究

- ・温暖化による日本付近の詳細な気候変化予測に関する研究（H17～H21）

#### 経常研究

経常研究は、研究機関等の所掌事項に関する基礎研究・応用研究であり、基礎研究費により実施している。

気象業務推進のための重点研究は、広範囲な科学的知見の融合が必要となることから、所内の各研究部・研究室が横断的に協力して実施する融合型経常研究を平成 16 年度より開始した。また、基盤的研究については一般経常研究として実施した。なお、気象研究所は独立行政法人への移行が予定されていることから、その準備のため、平成 20 年度はフィージビリティスタディとして単年度での研究を実施した。

平成 20 年度は、融合型経常研究として次の 13 課題、一般経常研究として次の 7 課題を実施した。

#### (1) 融合型経常研究

- ・非静力学モデルによるメソ現象の予測と解明に関する研究（H19～H21）  
（予報研究部、台風研究部、気象衛星・観測システム研究部）
- ・日本の異常気象の実態及び気候変動との関連に関する研究（H17～H20）  
（予報研究部、気候研究部、台風研究部、物理気象研究部、環境・応用気象研究部）
- ・大気海洋結合季節予測モデルとそのアンサンブル手法の開発に関する研究（H19～H21）  
（気候研究部、海洋研究部、環境・応用気象研究部）
- ・物質循環モデルの開発改良と地球環境への影響評価に関する研究（H16～H20）  
（環境・応用気象研究部）
- ・エアロゾルと放射過程の観測及びモデル化のための研究（H19～H21）  
（気候研究部、環境・応用気象研究部、物理気象研究部）
- ・シビア現象の監視及び危険度診断技術の高度化に関する研究（H19～H21）  
（気象衛星・観測システム研究部、予報研究部）
- ・地震・地殻変動観測データの高度利用に関する研究（H16～H20）（地震火山研究部）

- ・海洋における炭素循環の変動に関する観測的研究Ⅱ（H19～H20）（地球化学研究部）
- ・アジア大陸の影響による大気微量気体・エアロゾル・降水降下塵の化学組成変動に関する研究（H17～H20）（地球化学研究部、気候研究部、環境・応用気象研究部）
- ・火山観測データの気象補正等による高精度化に関する研究（H18～H20）（地震火山研究部、予報研究部）
- ・津波の予測精度向上に関する研究（H18～H20）（地震火山研究部）
- ・台風強度推定手法とその外的要因の評価に関する研究（H20）（台風研究部、海洋研究部）
- ・海洋環境モデル・同化システムの開発と海洋環境変動機構の解明に関する研究（H20）（海洋研究部、気候研究部、台風研究部、地球化学研究部）

## (2) 一般経常研究

### 気候研究部

- ・気候システムとその変動特性のモデルによる研究（H15～H20）

### 物理気象研究部

- ・接地境界層における水蒸気と熱の乱流輸送に関する研究（H18～H20）
- ・意図的・非意図的気象変化に関する研究（H20）

### 環境・応用気象研究部

- ・都市気象モデルを用いた都市気象の再現・予測のための基礎研究（H19～H21）

### 気象衛星・観測システム研究部

- ・能動型リモートセンサーによる大気観測技術の高度化に関する研究（H19～H21）
- ・リモートセンシングを用いた下層大気の物理量抽出手法に関する研究（H19～H21）
- ・衛星データの解析処理技術の高度化に関する研究（H19～H21）

## 地方共同研究

地方共同研究は、気象業務の現場において取り組むべき研究課題について、気象研究所と気象官署が共同して行なう研究であり、基礎研究費により実施している。

平成 20 年度は、地方共同研究として次の 6 課題を実施した。

- ・強雨をもたらす線状降水帯の形成機構等の解明及び降水強度・移動速度の予測に関する研究（H19～H20）（大阪管区気象台）
- ・九州に接近した台風の構造変化とそれに伴う諸現象に関する研究（H19～H20）（福岡管区気象台）
- ・非降水エコーの出現状況の把握と利用可能性に関する研究（H19～H20）（新千歳航空測候所、成田航空地方気象台、中部航空地方気象台、福岡航空測候所）
- ・都市域に強雨をもたらす降水系の構造と環境の調査（H20～H21）（東京管区気象台）
- ・北海道東方沖における震源決定のための走時計算法改良の検討（H20～H21）（札幌管区気象台）
- ・ウィンドプロファイラを用いた台風の立体構造に関する解析的研究（H20～H21）（鹿児島地方気象台、沖縄気象台、南大東島地方気象台、宮古島地方気象台）

## 他省庁予算による研究

他省庁予算による研究は、国土交通省以外の省庁が運用する制度のもとで実施する研究である。

平成 20 年度は、他省庁予算による研究として、次の 9 課題を実施した。



**(1) 放射能調査研究費による研究（文部科学省）**

放射能・放射線に対する国民の安全を確保し、安心感を醸成するため、環境中の天然放射能、及び核爆発実験、原子力施設、投棄された放射性廃棄物等からの人工放射能の環境放射能レベルに関する調査研究を目的とする研究。

- ・放射能降下物の長期変動と再浮遊に関する研究（H18～H22）
- ・海洋環境における放射性核種の長期挙動に関する研究（H18～H22）

**(2) 科学技術振興調整費による研究（文部科学省）**

科学技術振興調整費は、総合科学技術会議の方針に沿って科学技術の振興に必要な重要事項の総合推進調整を行うための経費であり、“優れた成果の創出・活用のための科学技術システム改革”、“将来性が見込まれる分野・領域への戦略的対応等”、“科学技術活動の国際化の推進”の施策であって、各府省の施策の先鞭となるもの、各府省毎の施策では対応できていない境界的なもの、複数機関の協力により相乗効果が期待されるもの、機動的に取り組むべきもの等で、政策誘導効果が高いものに活用されるものである。

- ・渇水対策のための人工降雨・降雪に関する総合的研究（H18～H22）
  - 人工降雨・降雪による水資源確保・渇水被害軽減の可能性評価に関する研究
  - リモートセンシング技術を用いた人工降雨・降雪に関する研究
  - 航空機等の直接観測手法を用いた人工降雨・降雪に関する研究
  - 数値モデルを用いた人工降雨・降雪に関する研究
- ・東南アジア地域の気象災害軽減国際共同研究（H19～H21）
  - 実用モデル開発・応用実験

**(3) 地球環境保全等試験研究費による研究（環境省）**

地球環境問題のうち、地球温暖化分野を対象として、各府省が中長期的視点から計画的かつ着実に関係研究機関において実施すべき研究。

- ・民間航空機を活用したアジア太平洋域上空における温室効果気体の観測に関する研究（H18～H22）
- ・親生物気体の同時連続観測による生態系監視技術の開発（H20～H22）

**(4) 地球環境研究総合推進費による研究（環境省）**

研究活動による科学的知見の集積や科学的側面からの支援等を通じ、オゾン層の破壊や地球温暖化など、数々の地球環境問題を解決に導くための政策に貢献・反映を図ることを目的とした研究。

- ・アジアの水資源への温暖化影響評価のための日降水量グリッドデータの作成（H18～H20）
  - 日降水量グリッドデータによる気候モデル降水量の評価
- ・地球温暖化に係る政策支援と普及啓発のための気候変動シナリオに関する総合的研究（H19～H23）
  - マルチ気候モデルにおける諸現象の再現性比較とその将来変化に関する研究
  - 季節予測に係わる短期気候変動の再現性とその将来予測

- 温暖化予測評価のためのマルチモデルアンサンブルとダウンスケーリングの研究
- ・海洋酸性化の実態把握と微生物構造・機能への影響評価に関する研究（H20～H22）

### 共同研究

共同研究は、気象研究所が、その所掌事務と密接に関連する事項について、気象庁以外の者と共同して行う調査及び研究であり、平成 20 年度は、次の 38 課題を実施した。

#### (1) 戦略的創造研究推進制度による共同研究（科学技術振興機構）

- ・人口急増地域の持続的な流域水政策シナリオーモンスーン・アジア地域等における地球規模水循環変動への対応戦略ー
- ・熱帯モンスーンアジアにおける降水変動が熱帯雨林の水循環・生態系に与える影響  
     全球気象モデルによる陸面植生のエネルギー収支、水収支、炭素収支に与える影響研究
- ・全球雲解像モデルによる熱帯気象予測研究:衛星観測データによるシミュレーション結果の検証

#### (2) 21 世紀気候変動予測革新プログラムによる共同研究

- ・超高解像度大気モデルによる将来の極端現象の変化予測に関する研究  
     (地球科学技術総合推進機構)
- ・海洋モデルの高精度化による気候変動予測の向上に関する研究  
     (東京大学気候システム研究センター)
- ・モデル相互比較による温暖化予測不確実性の評価研究  
     (高度情報科学技術研究機構)

#### (3) 地球観測システム構築推進プランによる共同研究

- ・SKYNET 観測網によるエアロゾルの気候影響モニタリング  
     (千葉大学環境リモートセンシング研究センター)

#### (4) その他

- ・地球環境変動観測ミッション (GCOM) 人工衛星プロジェクトに関する共同研究 (宇宙航空研究開発機構)
  - ・ AMSR-E/AMSR2 を用いた海面水温・海上風速算出アルゴリズムの開発
  - ・ AMSR2 用のマイクロ波降水リトリーバルアルゴリズムの開発
- ・熱帯降雨観測衛星 (TRMM) 解析研究プロジェクトに関する共同研究 (宇宙航空研究開発機構)
  - ・ TRMM データと気象庁予報データを使ったマダン＝ジュリアン振動の更なる理解に向けて
  - ・降水のマイクロ波特性の物理的検証
  - ・ TRMM 降雨レーダと可視・赤外放射計による降水と雲・エアロゾルの相互作用に関する研究
- ・運輸分野における基礎的研究推進制度による共同研究 (鉄道建設・運輸施設整備支援機構)
  - ・小型ドップラー気象レーダーによる鉄道安全運航のための突風探知システムの基礎的研究 (気象じょう乱解明と突風アルゴリズム開発)
- ・熱帯インド洋・西太平洋における対流活動に関する共同研究 (海洋研究開発機構)
- ・雲生成チェンバーおよび詳細雲物理ボックスモデルを用いた吸湿性粒子シーディング実験  
     (海洋研究開発機構)
- ・長期気候変動の機構解明に関する研究 (海洋研究開発機構)
- ・対流圏オゾンライダーと化学輸送モデルを用いた、対流圏オゾンの実態解明及びモデルの検

- 証・高度化に関する研究 (海洋研究開発機構)
- ・熱帯表面ブイ網データの同化および予測への有効性に関する研究 (海洋研究開発機構)
- ・海洋中・深層の溶存物質の高精度測定に関わる研究 (海洋研究開発機構)
- ・鉛直座標系の違いによる海洋データ同化解析の比較・改良に関する共同研究 (海洋研究開発機構)
- ・極東地域の気候・雪氷環境とその変動に係わる諸過程の研究 (富山大学 理学部)
- ・モンスーンの気候・水循環とその変動に係わる諸過程の研究 (筑波大学)
- ・アジアモンスーンの形成と長期変化に係わる諸過程の研究 (名古屋大学 地球水循環研究センター)
- ・複雑地形上の風況予測技術及び乱気流に対する航空機の安全性評価技術に関する研究 (宇宙航空研究開発機構、東京工業大学)
- ・気候モデルを用いた子午面循環の研究 (東北大学 大学院理学研究科)
- ・3次元数値モデルを応用した山岳域の降雪量分布の推定と水資源管理手法に関する研究 (関東地方整備局 利根川ダム統合管理事務所)
- ・総合的水資源管理システムを用いた人工降雨・降雪の有効性評価 (東北大学)
- ・渇水年天気パターン解析のアルゴリズム開発・改良 (富山大学)
- ・四国地方における下記降水雲に関する研究 (高知大学 理学部)
- ・オホーツク海の海氷変動に関する研究 (北海道大学大学院)
- ・地域気候モデルによる温暖化予測結果の富山県領域へのダウンスケーリングに関する研究 (富山県環境科学センター)
- ・降雪粒子測定技術の高度化に関する研究 (防災科学技術研究所)
- ・人工放射性核種の大気降下および大陸における広域的分布に関する調査 (農業環境技術研究所)
- ・草地上の熱収支に関する研究 (筑波大学)
- ・大規模積乱雲がもたらすシビア現象と大電荷雷放電に関する研究 (電気通信大学)
- ・緊急地震速報の高度化に関する研究 (気象庁地震火山部、防災科学技術研究所、鉄道総合技術研究所)

### 公募型共同利用による研究

大学及び研究機関の教官または研究者が研究代表者となり、他の研究機関の研究者とともに、特定の研究課題について当該研究所の施設、設備、データ等を利用して共同で行う研究。

東京大学地震研究所:特定共同研究(A)

- ・地震活動度変化から応力変化を推定する手法に関する研究 (H20)

東京大学地震研究所:特定共同研究(B)

- ・地殻変動観測機器の設置環境評価 (H18～H20)
- ・数値予報データおよび有限要素法を用いた火山地域における干渉 SAR データの高度解析 (H18～H20)

東京大学気候システム研究センター:特定共同研究

- ・CCSR/気象研究所の世界海洋大循環モデルのパフォーマンスの相互作用 (H19～H20)

東京大学海洋研究所:共同利用

- ・台風と海洋の相互作用に関する研究 (H20)

- ・台風内部における風分布の微細構造に関する研究 (H20)

#### 国立極地研究所:一般共同研究

- ・リモートセンシングデータを用いた南極域における水蒸気・雲変動の研究 (H18~H20)
- ・リーセルラルセン山地域ナピア岩体の放射年代測定、および岩石磁気・地球電磁気的研究 (H20~H22)

#### 国立極地研究所:プロジェクト研究

- ・極域大気-海洋-雪氷圏における物質循環の解明 (H16~H21)
- ・氷床コアによる氷期サイクルの気候・環境変動の研究 (H16~H21)
- ・時系列観測による南極海の生物生産過程と地球温暖化ガス生成過程の研究 (H16~H21)
- ・極地の過去から「地球システム」のメカニズムに迫る (H20~H24)

#### 千葉大学環境リモートセンシング研究センター:プロジェクト研究

- ・多波長マイクロ波放射計データを用いた水物質リトリバルの研究 (H16~H20)

#### 北海道大学低温科学研究所:特定共同研究

- ・環オホーツク地域における気候変動・環境変動のモデリングと予測可能性の研究 (H19~H20)

#### 北海道大学低温科学研究所:一般共同研究

- ・積雪アルベド陸面モデル改良のための積雪物理量及び熱収支に関する観測的研究 (2) (H19~H20)
- ・積雪および熱収支観測による吹雪モデルの検証手法に関する研究 (2) (H19~H20)
- ・日本独自の積雪変質モデルの開発と研究 (H19~H20)

#### 京都大学防災研究所:一般共同研究

- ・東アジア域の異常気象発生に対する成層圏突然昇温の影響評価とその予測可能性 (H19~H20)

#### 京都大学防災研究所:共同研究(研究集会)

- ・台風災害を防ぐ-気象学・風工学・土木学・災害情報額の間を橋を架ける- (H20)

#### 鳥取大学乾燥地研究センター:一般共同研究

- ・乾燥地における大気-陸面相互作用に関する研究 (H20)

### 科学研究費補助金による研究

科学研究費補助金(科研費)は、人文・社会科学から自然科学まであらゆる分野で、独創的・先駆的な研究を進展させることを目的として文部科学省、日本学術振興会により制度化されている研究助成費。研究者が計画する学術研究に対して、ピア・レビュー(専門分野の近い複数の研究者による審査)が行われ、重要と認められた計画に助成される「競争的研究資金」。

なお、科研費は個人としての研究者に交付されるものであるが、研究者が所属する研究機関が、科研費について管理・諸手続を研究者に代わって行うことと定められている。

#### 【研究代表者として実施している研究課題】

##### 基盤研究 (A)

- ・航空機を用いた力学・熱力学場の直接観測による台風の予測可能性に関する研究 (H19~H21)

- ・ 全球ダスト動態解明のための観測・解析・モデルインタラクション (H20～H22)

#### 基盤研究 (B)

- ・ 海洋における炭素・栄養塩変動把握のための国際標準物質の研究 (H17～H20)
- ・ 豪雨の力学的予測のための初期値解析と予測信頼性の評価に関する研究 (H17～H20)
- ・ マルチトレーサーデータセットと海洋大循環モデルの結合による海洋物質循環変動の研究 (H18～H20)
- ・ 極端な気象現象の発生頻度とその長期変動に関する研究 (H18～H20)
- ・ 衛星データによる積雪物理量抽出アルゴリズムの精度向上と地上検証手法についての研究 (H18～H20)
- ・ 新しい計測法によるエアロゾルの光学特性の測定と実証観測 (H19～H20)
- ・ 熱帯準二年振動が中高緯度の大気場・化学場の年々変動に及ぼす影響 (H20～H23)
- ・ 二酸化炭素の鉛直分布測定のための実用ライダー技術の開発 (H20～H22)
- ・ 太陽紫外線とオゾン変化の力学的上下結合と気候変動に果たす役割の解明 (H20～H23)

#### 基盤研究 (C)

- ・ 能動型衛星センサーによる雲・エアロゾルの相互作用に関する研究 (H18～H20)
- ・ 同化技術を用いた初期状態制御による黒潮大蛇行の形成・解消条件の定量的評価 (H18～H20)
- ・ 北太平洋の溶存酸素時系列データによる物質循環変動の解析 (H19～H20)
- ・ 黄砂の変質による吸湿特性の変化と、その光散乱・雲生成への影響についての研究 (H19～H20)
- ・ 20世紀後半における全球海洋熱塩分膨張トレンドとその要因の解明 (H19～H20)
- ・ 大気結合モデルを用いた ENSO におけるバリエーション振動モードの役割の解明 (H19～H20)
- ・ 宇宙からの津波監視は可能か?-人工衛星観測による津波検出とその検知力評価- (H20～H22)
- ・ 山岳・海峡地形がモンスーンと海洋環境変動に及ぼす影響のメカニズムの解明 (H20～H22)

#### 若手研究 (B)

- ・ 高緯度データ同化システムの開発による大気微量成分の濃度予測可能性の検証 (H20～H22)
- ・ 数値実験と風洞観測の融合による新しい大気乱流パラメタリゼーションの提案 (H20～H22)

#### 【研究分担者として実施している研究課題】

##### 基盤研究 (S)

- ・ 世界の水資源の持続可能性評価のための総合型水循環モデルの構築 (H19～H23)

##### 基盤研究 (A)

- ・ 気候変化における成層圏の影響の評価および力学的役割の解明 (H20～H23)
- ・ 最新の全球大気再解析データを活用した対流圏循環の形成と変動に関する総合的研究 (H18～H21)
- ・ ラドンを用いた複雑地形を含む安定大気境界層中の物質輸送の研究 (H17～H20)

##### 基盤研究 (A) 海外

- ・ 巨大積乱雲ヘクター理解のためのダーウィーン総合観測網の構築 (H18～H21)

##### 基盤研究 (B)

- ・ 金星大気モデリングによるスーパーローテーションの解明 (H20～H23)
- ・ 南極海の二酸化炭素吸収に関する研究 (H20～H23)
- ・ 西南日本背弧の下部地殻・マンツルの電気伝導度構造の解明 (H19～H21)
- ・ 黒潮続流前線-亜寒帯前線間海域の混合層形成過程の実態解明 (H19～H22)
- ・ 衛星搭載雲レーダー・ライダー・赤外サウンダーを用いた上層雲生成・消滅機構の研究

(H19～H21)

- ・成層圏過程を通じた太陽活動の地域気候への影響 (H19～H21)
- ・イメージング・ウィンドプロファイラーの開発による下層大気乱流の超微細構造の研究 (H19～H21)
- ・海洋腐植物質の動態とその海洋炭素循環における意義 (H19～H21)

基盤研究 (B) 海外

- ・タクラマカン砂漠上の局地循環と黄砂の発生機構の解明 (H20～H22)

基盤研究 (C)

- ・力学的アプローチによる海洋大循環強流域の変動解明研究 (H20～H22)
- ・海洋表層の短時間変動が大気に与える影響の解明 (H19～H21)

萌芽研究

- ・石英の種々の物理特性を指標とした日本へ投下する風送ダストの大陸起源変動の解明 (H20～H22)



## 2.2. 研究年次報告

本節には、気象研究所が平成20年度に実施した研究課題について、課題毎に当該年度の研究計画と研究成果等を掲載した。(下表)ただし、他省庁予算による研究を除き、平成20年度に終了した研究課題については、2.3節で研究期間全体について報告するので本節では掲載していない。

### 「研究年次報告掲載 研究課題と掲載ページ」

#### 特別研究

- ・ マグマ活動の定量的把握技術の開発とそれに基づく火山活動度判定の高度化に関する研究 …… 22
- ・ 温暖化による日本付近の詳細な気候変化予測に関する研究 …… 24

#### 融合型経常研究

- ・ 非静力学モデルによるメソ現象の予測と解明に関する研究 …… 26
- ・ 大気海洋結合季節予測モデルとそのアンサンブル手法の開発に関する研究 …… 33
- ・ エーロゾルと放射過程の観測及びモデル化のための研究 …… 36
- ・ シビア現象の監視及び危険度診断技術の高度化に関する研究 …… 39

#### 一般経常研究

- ・ 都市気象モデルを用いた都市気象の再現・予測のための基礎研究 …… 42
- ・ 能動型リモートセンサーによる大気観測技術の高度化に関する研究 …… 44
- ・ リモートセンシングを用いた下層大気の物理量抽出手法に関する研究 …… 46
- ・ 衛星データの解析処理技術の高度化に関する研究 …… 47

#### 地方共同研究

- ・ 都市域に強雨をもたらす降水系の構造と環境の調査 …… 49
- ・ 北海道東方沖における震源決定のための走時計算法改良の検討 …… 50
- ・ ウインドプロファイラを用いた台風の立体構造に関する解析的研究 …… 51

#### 他省庁予算による研究

##### 放射能調査研究費による研究

- ・ 放射性降下物の長期変動と再浮遊に関する研究 …… 53
- ・ 海洋環境における放射性核種の長期挙動に関する研究 …… 54

##### 科学技術振興調整費による研究

- ・ 渇水対策のための人工降雨・降雪に関する総合的研究 …… 56
- ・ 東南アジア地域の気象災害軽減国際共同研究 …… 60

##### 地球環境保全等試験研究費による研究

- ・ 民間航空機を活用したアジア太平洋域上空における温室効果気体の観測に関する研究 …… 62
- ・ 親生物気体の同時連続測定による生態系監視技術の開発 …… 63

##### 地球環境研究総合推進費による研究

- ・ アジアの水資源への温暖化影響評価のための日降水量グリッドデータの作成  
日降水量グリッドデータによる気候モデル降水量の評価 …… 64
- ・ 地球温暖化に係る政策支援と普及啓発のための気候変動シナリオに関する総合的研究  
マルチ気候モデルにおける諸現象の再現性比較とその将来変化に関する研究  
季節予測に係わる短期気候変動の再現性とその将来予測 …… 65  
温暖化予測影響評価のためのマルチモデルアンサンブルとダウンスケーリングの研究 …… 67
- ・ 海洋酸性化の実態把握と微生物構造・機能への影響評価に関する研究 …… 68

## マグマ活動の定量的把握技術の開発とそれに基づく火山活動度判定の高度化に関する研究

研究年次： 3年目（平成18年度～平成22年度）

研究代表者： 吉川澄夫（地震火山研究部長）

### 研究の目的

地殻変動をより効果的に検知する観測手法を導入し、それによって得られる観測データにこれまでに開発した有限要素法による数値シミュレーション手法を適用することにより、地殻変動を物理的に評価し、地下のマグマの動きを定量的に把握することで、噴火警戒レベルの判断に資する火山活動度の判定（注）の高度化を図り、防災に貢献する。

（注）火山活動の評価を定量的に行うこと。

### （副課題1）地殻変動に基づく火山活動度判定手法の開発

#### 副課題の研究担当者

吉川澄夫、山里 平、福井敬一、高木朗充、坂井孝行、安藤 忍（地震火山研究部）、加藤幸司（気象庁地震火山部火山課）

#### 副課題の本年度の計画

- ① 有限要素モデルによる地殻変動のモデリング（伊豆大島）
- ② GPS連続観測の強化（伊豆大島）
- ③ GPS、光波測距、傾斜、重力観測、地震観測（伊豆大島）
- ④ 有限要素モデルの作成（他火山）
- ⑤ SARのデータ収集、解析
- ⑥ 地震による火山内部の圧力変化推定

#### 副課題の本年度の成果

- ① 地殻変動の時間変動パターンから、時間発展を考慮した圧力源パラメータを推定する手法を開発して伊豆大島に適用した。その結果、伊豆大島深部で長期的に膨張する圧力源と、それよりやや浅い増圧源と収縮源があることがわかり、それらはこれまで推定されていた単独圧力源よりもやや深いところに存在することがわかった。有限要素モデルを用いたモデリングは来年度行う予定である。
- ② 島内の繰り返しGPS観測点について、主にカルデラ内の観測点を中心に、連続観測化、テレメータ化を行った。
- ③ 伊豆大島の静穏期の地殻変動の詳細を知るため、GPS、傾斜及び光波測距（EDM）の連続観測に加え、GPS、光波、精密重力の繰り返し観測を実施し、データを蓄積している。
- ④ 浅間山について現在作成済の地形を取り込んだ有限要素法モデルに地下の構造を取り込むため、火山体構造探査の研究成果の収集を行った。
- ⑤ 浅間山2009年噴火活動に伴う地殻変動をGPS及び光波測距観測で捉え、客観解析数値気象データを用いた詳細な補正処理により、火山活動に起因する正味の地殻変動を明らかにした。その解析結果から、北西山麓下と火口直下浅部のふたつの圧力源が存在する可能性を示した。
- ⑥ 全国の92火山を対象に、陸域観測技術衛星「だいち」のSARデータを用いた干渉画像解析を行い、そのうち10火山において火山性地殻変動をとらえた。
- ⑦ 伊豆大島で発生する火山性地震の初動メカニズム推定のため、伊豆大島内の3か所に臨時の地震観測点を追加し、6点の臨時観測を継続するとともに、気象庁の地震波形データの初動データの読み取りを継続し、平成20年10月までのデータベースを完成させた。

### （副課題2）マグマ上昇シナリオに基づく火山活動評価手法の開発

#### 副課題の研究担当者

吉川澄夫、山里 平、福井敬一、高木朗充、坂井孝行、安藤 忍（地震火山研究部）、加藤幸司（気象

庁地震火山部火山課)

#### 副課題の本年度の計画

- ① 様々な火山におけるマグマ上昇に伴う地殻変動等の調査
- ② 理論的なマグマモデルによるマグマの上昇シナリオの検討を継続
- ③ 重力探査 (霧島山)

#### 副課題の本年度の成果

- ① 国内で近年観測された様々な火山性地殻変動について、その変動量や深さ等について系統的に整理した。その結果、変動量や変動レートには $10^6$ もの幅があり、変動レートの大きい事象のほとんどが、マグマ貫入によると考えられる現象であって、同時に発生する地震活動規模とよい相関があることがわかった。
- ② マグマ内の揮発性物質の気泡成長に起因する浮力によるマグマ上昇計算を行った。マグマ上昇速度は、粘性などのマグマの物理的性質、ダイクの厚みなどの上昇形態によって、きわめて多様に変化することがわかった。
- ③ 霧島山新燃岳のGPS繰り返し観測により捉えられた地殻変動について有限要素法による3次元モデリングを行い、火口地形の影響を評価したところ、変動源は帯水層上部であり2008年8月噴火時に発生した群発地震の震源域の上部に位置することがわかった。さらに、霧島山の地下構造を推定するための重力探査を3月に実施し、46地点の重力値を取得したが、一部に空白域を残した。

## 温暖化による日本付近の詳細な気候変化予測に関する研究

研究年次： 4年目（平成17年度～平成21年度）

研究代表者： 鬼頭昭雄（気候研究部長）

### 研究の目的

わが国における地球温暖化対策を推進するため、特に、水資源、河川管理、治山・治水、防災、農業、水産業や、保健・衛生などの分野など気候の変化に敏感で脆弱な分野を考慮した温暖化予測情報を提供できるように、地域的温暖化予測を総合的に行う数値モデルを開発し、日本付近の地域気候変化予測を行う。

### （副課題1）温暖化予測地球システムモデルの開発

#### 副課題の研究担当者

鬼頭昭雄、行本誠史、小畑 淳、吉村 純、遠藤洋和、楠 昌司、尾瀬智昭、保坂征宏、足立恭将、坂見智法（気候研究部）、柴田清孝、直江寛明、田中泰宙、出牛 真（環境・応用気象研究部）、石崎 廣、本井達夫、平原幹俊、辻野博之、中野英之（海洋研究部）、諸岡浩子（気象庁気候情報課）

#### 副課題の本年度の計画

- ① 陸域生態系炭素循環過程の精緻化、および氷床モデルの組み込みを行う。
- ② モデル国際相互比較実験に参加し、モデルの改良を行う。

#### 副課題の本年度の成果

- ① 陸域生態系炭素循環過程モデルの高度化を行った。気候変動に対する陸域生態系の応答をより正確に表現することを目的として、特に純一次生産（植物による正味の大气からの二酸化炭素吸収）に関する部分について、観測経験式により簡略に表現していた従来の方法を一新し、生物化学の見地から葉の光合成における酵素、光、気孔のはたらきを考慮した精緻なモデルを開発した。このモデルを大循環モデル（CGCM2）に組み込み、純一次生産や葉面積指数を全球規模でほぼ再現することを確認した。これにより、気温が大きく上昇した気候において、植物の光合成より呼吸の増大が卓越し炭素吸収が抑制される効果が表現できるようになった。
- ② グリーンランド氷床モデルを作成した。氷床は気候モデルが扱う現象と時間スケールが大きく異なるため、地球システムモデルへの組み込みはオンラインの結合でなく、境界値ファイルを介して行うこととした。
- ③ 気候モデル相互比較実験計画（CMIP5）の実験設定等が策定されつつある状況の中、実験計画への参加を表明した。また、実験計画に適合するモデルの準備を進めた。
- ④ CORE（Coordinated Ocean Reference Experiments; Griffies et al., 2009）に準拠した実験を行った。適切な外力を与えるとき、北大西洋子午面循環や南極周極流などの主要な海洋循環を現実的な範囲で再現可能であることを確認した。また、予備的に行われた結合実験の結果と比較したところ、結合モデルの海洋では亜熱帯循環・亜寒帯循環境界が低緯度側へシフトする誤差が見られた。海面西風応力が過大であることがこの誤差の原因と考えられる。
- ⑤ エアロゾル輸送モデル（MASINGAR; Tanaka et al, 2003）に対応したエアロゾル-雲相互作用を表現するために、従来の Tiedtke(1993)による雲スキームに対して、計算効率上必要最低限の拡張を行うことによって、雲水、雲氷に関する2モーメント雲スキームを構成・実装した。
- ⑥ カップラーScup にコンポーネントの機能を追加し、モデル内の複数のコンポーネント（例えば大気と河川）がそれぞれ別の時間ループ・タイムステップを持つ場合に対応可能にした。

### （副課題2）精緻な地域気候モデルの開発

#### 副課題の研究担当者

栗原和夫、佐々木秀孝、高藪出、村崎万代、内山貴雄（環境・応用気象研究部）、石崎廣、本井達夫、平

原幹俊、辻野博之（海洋研究部）、北島俊行（気象庁気候情報課）

#### 副課題の本年度の計画

- ① 雲解像モデルによる現在気候再現実験を行い、モデルの改良を行う。
- ② 領域大気海洋結合モデルによる現在気候再現実験および温暖化予測実験を行い、結果の解析を行う。

#### 副課題の本年度の成果

- ① 雲解像モデルによる現在気候再現実験を行い、モデルの改良を行う。
  - ・夏季の雲解像モデルによる現在気候再現実験結果の検討を行い、降水が観測に比べて過多であることがわかった。これは境界条件を与えた領域大気海洋結合モデルが全球モデルの特性を強く引き継ぎ太平洋高気圧の日本南方海上での張り出しが弱いことによると考えられる。
  - ・雲解像モデルの長期積分のための境界条件作成、海面水温の内挿・時間変化、時間積分の制御などのプログラムの検討と整備を行った。
  - ・雲解像モデルの精度を検討するために不可欠な、AMeDAS（アメダス）観測点のない山岳における降水の特性を、国土交通省の観測データを用いて、特に夏季の降水について考察した。その結果、山岳における降水は標高とともに増加する傾向があることが分かった。また、雲解像モデルはこの特性をよく再現していることが確認された。
- ② 領域大気海洋結合モデルによる現在気候再現実験および温暖化予測実験を行い、結果の解析を行う。
  - ・領域大気海洋結合モデルによる、全球気候モデルを境界条件とする現在気候再現実験および温暖化予測実験を行い、結果を解析した。計算では夏季の降水量が過剰であったが、これは夏季の太平洋高気圧の西への張り出しが弱いという全球気候モデルの特性を引きついでいるためであると考えられる。
  - ・高解像度化した海洋モデルのスピンアップを行った。

## 非静力学モデルによるメソ現象の予測と解明に関する研究

研究年次： 2年目（平成19年度～平成21年度）

研究代表者： 中村誠臣（予報研究部 第一研究室長）

### 研究の目的

高解像度非静力学モデル、メソ観測データ同化手法、アンサンブル予測手法を開発・改良し、豪雨・豪雪、台風などのメソ現象の予測精度向上を図る。また、これらのメソ現象の発現機構を解明し、得られた科学的知見を通じて防災技術の高度化に貢献する。

### （副課題1）メソ現象予測のためのモデルの高度化とメカニズム解明

#### 副課題の研究担当者

中村誠臣、大泉三津夫、加藤輝之、永戸久喜、林修吾、橋本明弘、斉藤和雄、清野直子（予報研究部）、上野充、村田昭彦、和田章義、國井勝、益子渉（台風研究部）、高野洋雄（気象庁海洋気象情報室）

#### 副課題の本年度の計画

- ① 非静力学大気モデルの高度化
  - ・ 250m～5km 格子の NHM による夏季および冬季の再現実験を行い、LNB と積乱雲の発達高度、境界層の構造等について比較、検証を行い、NHM の問題点を調べる。
  - ・ 顕著現象の再現実験および観測データとの比較を通して、改良した雲物理過程の検証を行い、改良の効果を調査するとともに、引き続き雲物理過程の高度化を進める。
  - ・ 梅雨期及び冬季の降水事例について、リモートセンシングデータを用いて NHM の予想した雲微物理量の検証を行い、その特性を把握して、雲物理過程の改良や調整を行う。
  - ・ 前年に引き続き積雪サブモデルの層数を増やすためのソース検討を行い、テスト版を作成してオフラインで実行し、そのインパクトを確認する。
  - ・ NHM による発雷予測モデルの結果を観測データを用いて検証する。発雷のメカニズムを解明し、発雷予測手法改善のための知見を提供する。
  - ・ NHM の利用促進と高度化のために、さまざまな全球モデルデータを NHM で利用するためのツールの整備、および、モデルの高速化を行う。
- ② 台風予測に関わる諸過程の高度化
  - ・ 乱流混合過程と海面境界過程を改良した NHM-海洋混合層結合モデルで再現された海面水温変動が台風や顕著現象に与える影響を調査する。
  - ・ 引き続き混相流直接計算モデルの開発を行う。
  - ・ 既存の積雲パラメタリゼーションを用いた数値実験結果と雲解像数値実験結果を比較する。後者を参照データとして扱い前者の性能を検証すると共に、パラメタリゼーション内の物理量に対する感度を調べてその最適値を明らかにする。
  - ・ 台風初期値に最大風速半径の情報を取り込めるように台風ボーガス作成法を改良する。
  - ・ アンサンブルカルマンフィルタを用いた台風同化実験を行うとともに、4次元変分法との比較検証を行う。
- ③ メソ現象のメカニズム解明
  - ・ 過去、および新たに発生する豪雨・豪雪、竜巻、突風や降雹などの顕著なメソ現象について、NHM による再現実験を通じてメカニズム解明を行う。
  - ・ 過去の台風に伴う顕著現象に対し、超高解像度非静力学モデルを実行することにより、顕著現象そのもの（数百～数 km スケール）の構造や環境場との関係を含めて発生メカニズムの解明を行う。
  - ・ 台風により甚大な風害をもたらす顕著現象が発生した場合には可能な限り高解像度非静力学モデルを実行し、現象の解析を行う。

#### 副課題の本年度の成果

### ①非静力学大気モデルの高度化

2008年4月～8月における四国・中国地方を対象に、水平分解能5kmと1kmのNHM(5km-NHM、1km-NHM)を実行し、LNB(浮力がゼロとなるレベル)と積乱雲の発達高度との関係を調査した。4～6月は深い対流に対応するLNBのピークは存在せず、7・8月にはLNBと雲頂高度により関係がみられた。2007/2008年の梅雨期における四国・中国地方を対象に、1km-NHMによる非断熱加熱鉛直分布との違いから5km-NHMの問題点を分析し、5km-NHMでは7～8kmの非断熱加熱が小さいことがわかった。関東地方での夏季不安定降水の5km-NHMによる再現性の検証を行い、西部山岳域の夜間を中心に降水の頻度が過多であるとともに水平分布に問題のあることがわかった。これらの問題は水平数値拡散の影響が大きいことから生じ、エネルギースペクトル密度の高波数域での波数依存性が妥当な範囲内で拡散係数を通常使用されている値より小さく設定することで改善できることがわかった。

2006～2008年の夏季(6～9月)の関東域を対象とする1km-NHM実験結果をもとに夏季固体降水の再現性を調べた。気象庁気象災害報告をもとに、雹害報告事例を関東甲信地方の各都県ごとに集計すると、CAPEが大きな値をとる時に雹害報告件数が多いことが分かった。この関係は1km-NHM実験結果でも整合的に現れていた。モデルが予測した固体降水の頻繁に起きる地域は内陸の山岳を含む各県にわたっており、これも雹害報告の多い地域と整合的だった。さらに実際の発雷数とモデルの固体降水量の予測値を比較すると、発雷数が多い(すなわち、大気中の固体降水粒子が多いとみなせる)場合に固体降水量予測値も大きくなっていった。

2004年6月に沖縄付近で発生した梅雨前線に伴うメソ降水系について、マイクロ波輝度温度やレーダ反射強度との比較によってNHMの雲微物理量の予測特性を引き続き調査した。問題となっている固体降水粒子予測特性をより明らかにするために、これまで用いていた89GHz帯に加えてより大きい降水粒子に対する感度が高い36GHz帯の輝度温度を用いた。またこれまで調査してきた2モーメントスキーム(2M)に加えて1モーメントスキーム(1M)についての特性を調べて両者の比較を行った。その結果、1Mは2Mと比べて雪の量の過大評価は小さかったが、雪の粒径をさらに過大評価していることや、2Mでは粒径の小さい雪の量をより過大評価していることなどが示唆された。この結果は昨年度までの結果と合わせて論文としてまとめ、気象集誌特別号に投稿した。これに加えて、台風の事例についても同様の調査に着手した。

地域気候モデルとしてNHMを利用する(積分時間間隔が概ね30秒以上となる)際に、SiBが計算不安定を起こす場合のあることがわかった。大気最下層とSiBを結合させる際の陰解法においてイクスプリシットからの寄与を大きくすること、および、考慮する境界層の厚さを厚くすることで時間積分時の大気最下層の気温変動を小さくしてキャノピー温度の変動を軽減することにより、安定に積分ができるようになった。JRA25を境界値として20km解像度で2002～2004年の3ヶ年走らせ、県単位(あるいは1級河川流域単位)で降雪・積雪特性を調べた。その結果、中部地方と北海道東部を除いてNHMの降雪が過小であり、そのため積雪深も小さくなっていることが明らかになった。

雷観測データから得られた落雷分布とモデルの予測結果との比較を行い、モデルの雲物理過程から得られる情報が、発雷予測に有効であることがわかった。

NCEP-全球モデルの結果からNHMを実行できるツールを作成して日本域および東南アジア域でモデルを実行し、その予報精度を統計的に検証した。またモデルの計算速度向上のため雲物理過程での計算量を削減する改良を行った。全球気候モデルの出力(GrADS形式)からNHM-SiBの初期値を作成するツールが完成し、これにより全球気候モデルのSiB出力がNHMの初期値に直接反映できるようになる。

### ②台風予測に関わる諸過程の高度化

クロロフィル濃度に応じて日射の透過・吸収率が変化する効果を取り入れることにより、海面水温日変化を再現し得る海面境界スキームを開発した。このスキームの単体試験を実施し、海面水温日変化の計算結果の振幅が風速と日射量により変化することを確認した。この海面境界スキームを非静力学大気海洋結合モデルに組み込み、水平一様な大気、海洋場での理想実験を実施した。海面水温日変化の影響は大気境界層内、高度100m付近で、特に風速において顕著に見られた。このスキームを取り込んだ非静力学大気海洋結合モデルを用いて、2004年梅雨期の数値実験を実施した結果、観測と同程度の海面水温日変化を再現することができた。また、この海面水温日変化が梅雨期の降水の日変化に与える影響は海洋混合層モデル結合/非結合の影響に比べて小さいことが分かった。同結合モデルを水平解像度6kmの設定で2005年の台風Hai-tangの事例に適用した結果、台風の経路に沿った海面水温低下は良好に再現されたものの、台風の急発達には十分に再現されず、大気モデルの改善の必要性が示唆された。

数値波浪水槽の検証の一環として、計算された波浪の特性を調べ、振幅を増大した場合に波浪に非線



形が付加される事、砕波によるwave set-up等の現象が妥当に再現されていること等を確認した。

Kain-Fritschスキームを使用した水平格子間隔5kmのNHMによる積雲のシミュレーション結果を水平格子間隔200mのNHMによる結果と比較して検証を行った。両結果を領域平均値で比較したとき、高度1km以下での相当温位の差が大きく、前者が後者よりも大きな値を示した。これは温度よりはむしろ水蒸気量の差に起因することが分かった。また、積雲対流パラメタリゼーションにおける雲の占有率（雲量）を無視する近似に伴う湿潤静的エネルギーの誤差を、水平格子間隔200mのNHMによる結果を用いて検証した。その結果、この誤差は負の値でかつ雲量に比例し格子サイズへの依存性はなかった。関連して、格子スケールの上昇流を無視する近似について評価したところ、逆に正の誤差を示し、雲量に起因する誤差を軽減していることが分かった。

台風ボーガスに最大風速半径の情報を取り込むために地上気圧分布を与える経験式を現行のFujitaの式からHollandの式に変えたボーガス作成法を開発した。

局所アンサンブル変換カルマンフィルタ（LETKF）により、実観測データを用いた台風同化実験を実施した。サイクル内で境界摂動は考慮していないため、境界付近ではスプレッドの成長は大きくならないものの、解析誤差情報を付した解析値を算出することができた。

### ③メソ現象のメカニズム解明

2008年梅雨明け後の豪雨・熱雷の発生要因を調査した。豪雨・熱雷の発生地域は下層の気圧配置（暖湿気の供給関係）に強く依存していたことが分かった。また、上空の低温化は気圧の谷前面の上昇流による断熱冷却によるケースが多いことがわかり、これは平年の現象には見られない特徴であった。

再解析データを用いて、竜巻をもたらす積乱雲の発生環境場の気候学的変動を調査した。東北・中国・九州北部を除き、竜巻が発生しやすい環境場が現れやすくなっていること、特に沖縄地方でそれが顕著であることがわかった。

2006年延岡竜巻の事例に関して、気象庁NHMを用いて水平解像度を50mにした実験を行い、詳細な解析を行った。トラジェクトリーに沿った過度収支解析等から、ミニスーパーセルに伴う竜巻の発生には、Rear-flank downdraft内のサージが重要であることが分かった。

## （副課題2）メソ現象予測のための初期値解析技術の高度化

### 副課題の研究担当者

斉藤和雄・青梨和正・瀬古 弘・小司禎教・川畑拓矢・武田重夫・柳野 健（予報研究部）、國井 勝（台風研究部）、中里真久（気象衛星・観測システム研究部）、本田有機（気象庁予報部数値予報課）

### 副課題の本年度の計画

#### ① メソデータ同化技術の開発と高度化

- ・ NHM-4DVARの開発：地上観測値同化のために地面温度、地表面過程などのアジョイントモデルを作成する。雲氷、雪に関する摂動の必要性について検討する。
- ・ アンサンブルカルマンフィルタの開発：雲解像モデルのデータ同化システムを開発し、シミュレーションデータ、実データを使ったデータ同化実験を行う。日本周辺を対象とする局所変換カルマンフィルタ方による同化実験を行う。

#### ② メソ観測データ利用手法の高度化

- ・ GPSデータの同化：地上GPS視線遅延量同化手法を開発し、同化実験を行う。掩蔽データ下層負バイアスの補正手法の評価を行う。
- ・ 衛星マイクロ波放射計データの同化：観測演算子開発とアンサンブルカルマンフィルタを用いた同化実験を行う。
- ・ 地上マイクロ波放射計データの同化：観測演算子開発を行う。NHM-4DVARを用いた同化実験を追加する。観測部等と協力し、1D-Varでリトリブした気温・湿度の同化実験を行う。
- ・ プロファイラーデータの同化：COSMICデータやGPS可降水量などと一緒にデータ同化を行った結果をまとめる。
- ・ 地上降水データ等を北京域を対象として同化する実験を行う。

#### ③ 大気場の客観的解析技術の高度化

- ・ 3次元レーダーデータの解析の改善：3次元レーダーデータの解析技術を改善する。

- ・ 対流現象に関連する力学的・熱力学的な基礎解析：数値モデルによる力学的・熱力学的な基礎解析について湿潤過程の扱いに関する吟味を行う。
- ・ 流出雨量モデルの開発：流出雨量モデルを開発し、応答特性を調べる。モデルパラメータを逐次修正する数学的手法を研究する。
- ・ 顕著現象発生時の3次元解析：ドップラーレーダー、ドップラーライダー、数値モデルなどを用いた顕著現象の解析技術の開発に着手する。

### 副課題の本年度の成果

#### ①メソデータ同化技術の開発と高度化

NHM-4DVR にインクリメント法を導入し、インパクトを調べた。その結果、非線形性が強い場合には、インクリメント法は有用でないことが確認された。

雲解像モデルのデータ同化システムの開発のため、マイクロ波放射計輝度温度データと雲解像モデルのアンサンブル予報物理量の比較を行った。その結果、両者の関係は非線形であり、降水域が 100 km 以上ずれることも多くあることが分かった。この降水位置ずれ誤差に対処するため、アンサンブルに基づくデータ同化のときに周囲の地点での予報誤差共分散を使う方法 (Neighboring Ensemble; NE 法) を考案し、マイクロ波放射計輝度温度データと雲解像モデルのアンサンブル予報物理量のアンサンブル平均から計算した輝度温度の違いからデータ同化のときにつかう地点を求めるプログラムを作成した。またこの地点の雲解像モデルのアンサンブル予報を用いた、マイクロ波放射計輝度温度データに対するアンサンブルに基づく変分法的同化手法(最尤アンサンブルフィルタ)のプログラムを作成した。

NHM の局所アンサンブル変換カルマンフィルタに気圧や運動量など予報変数の扱いを厳密化する改良を加え、2008 年夏季の神戸・岡崎などの豪雨事例に対して、地上や高層データ、GPS 可降水量を同化する実験を行った。神戸の事例では可降水量を同化すると、広域的に見れば神戸を含む領域の降水帯の表現が良くなること、岡崎の事例ではアンサンブルメンバーの情報を用いると豪雨の要因が議論できることが分かった。

#### ②メソ観測データ利用手法の高度化

地上 GPS 視線遅延量同化手法の改良を行い、データ端での精度劣化を従来手法の 2/3 から 1/2 程度に軽減することに成功した。GPS 掩蔽データの下層負バイアスの評価を行い、下層負バイアスが低緯度の海洋上で頻度が多かつ高度が高いことが分かり、境界層上端高度との関連を考察した。地上マイクロ波放射計を含めた同化に関して、気象庁観測部等と協力し 1D-Var でリトリブした気温・湿度の同化実験データの同化に着手した。

マイクロ波放射計データの同化のため、非球形の固体降水粒子についてのマイクロ波放射計輝度温度の観測演算子を開発した。精巧な放射伝達モデルでの非球形の固体降水粒子の散乱特性を計算するとともに、Liu(2004)の近似を使った簡単な放射伝達モデルのパラメータ補正を加えた。これを用いたマイクロ波放射計降水リトリバルアルゴリズムを開発した。この観測演算子を、NE 法と最尤アンサンブルフィルタを組み合わせたデータ同化法に適用して、冬季の温帯低気圧事例について、同化実験を行った。その結果、100 km 以上の降水域のずれが補正され、データ同化のインパクトがより長時間持続することがわかった。

NHM-4DVAR を用いた同化実験として、情報通信総合研究機構大宜味観測所の RASS 観測データの同化実験に着手し、降水予報へ良いインパクトがあることを確認した。

2004 年 7 月の北陸地方の大雨の事例について、プロファイラーデータの屈折率の鉛直勾配、CHAMP の掩蔽データ、GPS 可降水量、視線水蒸気量などを同化し、それぞれの解析値を比較した。この事例については、プロファイラーデータの屈折率の鉛直勾配を同化しても、インパクトは小さく、降水分布の再現を改善することができなかった。水蒸気量の鉛直分布を確認すると、可降水量などの他のデータでは降水量を強化するように改善しているのに対し、プロファイラーの屈折率の鉛直勾配のデータは、やや改悪していたことが分かった。

WWRP 北京オリンピック予報実証研究開発プロジェクトに参加し、北京域を対象として、中国地上降水データ、北京周辺の解析雨量等を同化する準リアルタイム実験を行った。この際、遅延して入る中国域高層観測データも取り込めるように改良を行った。検証の結果、降水データの同化が有効であったことを確認した。

#### ③大気場の客観的解析技術の高度化

気象庁の流出雨量モデルを改善するため、流出予測が実測と大きく異なる渡良瀬川について、原因探

求の現地調査を行い、原因が上流にある草木ダムの放流調節にあるという可能性を得た。流出雨量モデルのモデルパラメータを適切なものに修正し、草木ダムの放流量を考慮に入れた計算法に改善することで、流出予測が実測と合うようになることを確認した。また3段タンクモデルの最適パラメータを、パラメータにアприオリには何も与えない状態から出発して自動計算で同定できるような最適化アルゴリズムを研究した。さらに、進化戦略アルゴリズムを用いて、短期間の降水量と流量データに見合う最適パラメータを計算することに成功した。

顕著現象発生時の3次元解析として、メソスケール現象の観測に適したウインドプロファイラーを数理解析で調べた。ウインドプロファイラーの一般理論を得るために、任意の3次元空間領域の平均風を算定する定式化からスタートし、ウインドプロファイラーの観測状況に制約して、18個の未知数の方程式を得た。この過剰条件方程式の列ベクトルは相互に従属しているため、一次独立になるように未知数の結合を行うと、独立な7個の未知数群の方程式を得た。得られた方程式の特異値解析を行って、未知数群と誤差拡大の関係を明らかにした。また現行のウインドプロファイラーでメソスケール現象を観測するとき、誤差増幅が生じる原因を明らかにし、メソスケール現象観測に適した改善例を提示した。

### (副課題3) メソ現象の予測可能性に関する研究

#### 副課題の研究担当者

柳野 健、原 昌弘、斉藤和雄、瀬古 弘 (予報研究部)、國井 勝、中澤哲夫、北島尚子、別所康太郎 (台風研究部)

#### 副課題の本年度の計画

- ① メソアンサンブル予報技術の開発
  - ・ メソモデルを用いた特異ベクトル法：特異ベクトル算出時のノルムについて調査を行うとともに、解析誤差の利用について検討を行う。
  - ・ メソモデルによる BGM 法とアンサンブルカルマンフィルタの応用：BGM アンサンブルアップデートへの局所アンサンブル変換カルマンフィルタの適用を試みる。境界値摂動の影響を調べる。
  - ・ 日本域を対象としたメソアンサンブル予報の特性調査：初期値摂動法、境界値摂動、物理過程摂動の有効性の調査を行う。予報実験を種々のケースについて行い、特性を調べる。
  - ・ カオス系のメカニズムに関する研究：カオス挙動を引き起こすメカニズム解明の研究を行う。
- ② メソ現象予測のための観測手法と予測信頼度の評価  
(THORPEX 太平洋アジア地域観測実験 (T-PARC) への参加)
  - ・ アンサンブル予報を用いた台風発生予測・強度傾向の研究：個々のアンサンブルメンバーの分布傾向などから予測の不確定度を推定するのに有効なインデックス抽出を試みる。
  - ・ アンサンブル予報を用いた台風の温帯低気圧化過程の研究：アンサンブル予報資料を用いて、台風や温帯化過程の台風について、予測の不確定性に寄与する環境場の条件の特定を試みる。
  - ・ T-PARC 実験期間中領域を対象にメソアンサンブル予報を実行し、予測感度実験をサポートするとともに、台風進路・強度予報へのメソアンサンブル予報の性能を調べる。
 (WWRP 北京オリンピック予報実証研究開発プロジェクトへの参加)
  - ・ 北京域を対象とするアンサンブル予報本実験の実施。
  - ・ 初期値摂動法・境界値摂動の検討を行った上で、北京域を対象とするアンサンブル予報本実験を行う。
  - ・ 予報実験についての検証を行う。

#### 副課題の本年度の成果

##### ① メソアンサンブル予報技術の開発

全球ターゲット特異ベクトル法において、700hPa 以下に水蒸気のエネルギーピークがくるように700hPa~500hPa にかけて水蒸気の項のみに減衰をかけるようにし、また気温などの摂動が上層で大きくなりすぎないように約300hPa 以上で全体に減衰をかける改良を加えた。

メソ特異ベクトル算出時に、LETKF によって得られる解析誤差分散を用いたノルムを利用できるように改良を行った。トータルエネルギーノルムを用いた場合と比較すると、水蒸気摂動の占める割合が大きくなり過ぎてしまい、初期振幅が過小評価されてしまう傾向が見られた。また、基本

場の計算に用いる非線形モデルに **KF** スキームを導入した。これにより、降水の過度な集中が緩和され、より安定した計算を行えるようになった。

メソモデルによる **BGM** 法の改良として、これまでのブリーディングサイクルを 6 時間にし、摂動を計算するインナーモデルの解像度を 40km にするインクリメンタル法を導入した。

摂動生成に局所アンサンブル変換カルマンフィルタ (**LETKF**) のアンサンブル変換によるアップデートを用いる手法を開発した。

上記 4 つの摂動手法に気象庁週間アンサンブル予報の摂動を用いる方法を加えた 5 つの初期値摂動手法を、北京オリンピック予報実証研究開発プロジェクトの 15km アンサンブル実験に対して適用し、地上と上層の気象要素に対して、予報誤差に対するスプレッドの比と変化傾向、アンサンブル平均 24 時間予報対初期値 **RMSE** の大きさ、降水のアンサンブル平均のスコアとブライアスコア、を客観的に比較した。全ての手法でアンサンブル平均がコントロールランを改善すること、全球ターゲット特異ベクトル法、メソ特異ベクトル法、メソ **BGM** 法の 3 つが、週間アンサンブル予報の摂動を用いる方法よりも優れていることを確認した。

日本域 (**MSM** 領域) を対象とする 15km アンサンブル予報実験を 9 月 1 日-28 日にかけて行った。12UTC のルーチンメソ解析をコントロールランの初期値とし日本域 (25N-40N, 125E-145E) をターゲットとする全球特異ベクトル法を用い、各メンバーの予報や強度別降水確率を実況と比較した。弱い降水についての予報は概ね良好だったが、強雨の捕捉については課題が残った。

境界摂動として、全球ターゲット特異ベクトル法から低解像度 (**T63L40**) 全球モデルのアンサンブル予報を実行し摂動成分をインクリメントとして加える手法を作成した。また週間アンサンブル予報 p 面予報値から摂動成分を時空間内挿してインクリメントとする手法を作成した。アンサンブル予報に境界摂動を入れることにより予報後半のスプレッドが大きく改善することを確認した。

**BGM** 法と **LETKF** のブリーディング/同化サイクルにおいて境界摂動の有無の影響を調べた。ブリーディング/同化サイクルにおいて境界摂動を入れることがメンバー間の違いの維持と摂動の成長に重要であることが分かった。

フレネ座標系を修正した局所座標系により、摂動の発展を詳細に表現して調べた。局所的な増幅率を把握できるようにするために、指標として誤差のノルム自乗の時間変化率を用いて調べた。真の解に相当するものとして非常に高精度な数値解を用いることによって、カオス系は計算スキーム敏感性も持っていることが分かった。予報誤差拡大は、数値積分の初期ステージでは計算スキーム敏感性による誤差成長が主要であり、予報限界を決定する要因のひとつであることが分かった。

カオス挙動が、なぜどのようにして生起するのかを方程式論の立場で調べた。ローレンツシステムを不動点周りに、超高精度の最適アフィン変換を施した。最適アフィン変換された方程式系に内在する運動を分離抽出した。指数関数的に膨張する楕円運動 (線形) と原点・沈点を持つ円運動 (非線形) というシンプルな運動の相互作用によって、カオス挙動が生成されることが分かった。

## ② メソ現象予測のための観測手法と予測信頼度の評価

(**THORPEX** 太平洋アジア地域観測実験 (**T-PARC**) への参加)

2008 年 4 月末のインド洋での **Nargis** の発生/進路の気象庁週間アンサンブル予報結果を調べた。その結果、9 日予報 (4 月 23 日初期値) の 2 割ほどのメンバーが 5 月 2 日の **Nargis** のミャンマー上陸の予測に成功していたことがわかった。**GSM** の予報が 6 日予報 (4 月 26 日初期値) からでしか **Nargis** のミャンマー上陸の予測に成功していないこと、予報初期時刻が新しくなるにつれて、上陸を予測しているメンバーが増えていることから、このアンサンブル予報データが **Nargis** の予測に有用な情報を含んでいることがわかった。

週間アンサンブル予報データを用いて、**T0418** 号の温低化前後の振る舞いを調べたところ、中緯度トラフの強さと台風自体の転向のタイミングにより、台風周辺の渦度移流や温度移流の分布が変わることで、台風の進路・構造変化・強度変化に影響することがわかった。

北京のプロジェクトで開発されたメソアンサンブル予測システムを **THORPEX** 太平洋アジア地域観測実験 (**T-PARC**) 支援のため、9 月一ヶ月間、領域を日本域に移してアンサンブル予報を継続的に実施した。全球 **SV** による高感度域を計算したほか、ルーチン高解像度 **GSM** の 24 時間予報場に対するメソ **SV** による高感度域を別途計算した。高感度域の影響についての同化実験の準備に着手した。

(WWRP 北京オリンピック予報実証研究開発プロジェクトへの参加)

2008年7月24日から8月24日にかけて行われたWWRP北京オリンピック予報実証研究開発プロジェクトの15kmアンサンブル予報準リアルタイム国際比較実験に参加した。摂動手法としては全球ターゲット特異ベクトル法を用い、境界値摂動を新たに導入した。また2007年実験で見られた対流性降水の過少、猛暑日気温の低温バイアスを軽減するためのモデルパラメータ調整を行った。

他の国際機関のセンターの予測との比較において、コントロールの降水・気温予測で参加機関中1位の成績を得た。アンサンブル予報の成績としては、3mm/6時間以下の弱い降水の確率予報でカナダについて2位、気温の予測はほぼ1位の成績だったが、降水捕捉率や強い降水の予測に課題が残り、物理過程摂動の必要性が示唆された。

## 大気海洋結合季節予測モデルとそのアンサンブル手法の開発に関する研究

研究年次： 2年目（平成19年度～平成21年度）

研究代表者： 尾瀬智昭（気候研究部 第二研究室長）

### 研究の目的

季節予報システムを高度化し、現業における力学的季節予報、特に暖寒候期予報の精度向上を図る。また、地球システムモデルや非静力学モデルによる季節予測技術に関する研究を行い、将来の高度化の方向性を検討する。

### （副課題1）季節予測のための大気海洋結合モデル・アンサンブル及び同化技術の高度化

#### 副課題の研究担当者

蒲地政文、山中吾郎、藤井陽介、松本聡（海洋研究部）、尾瀬智昭、仲江川敏之、安田珠幾、稲葉守生（気候研究部）、新保明彦（気象庁地球環境・海洋部）

#### 副課題の本年度の計画

- ① 1年目で開発された海洋アンサンブル手法と他の手法を比較する。その結果手法の改良を行う。
- ② LAF法と今回の摂動法による海洋初期値アンサンブルメンバーを用いて季節予報実験を行い、現業で使用されているLAF法によるスキルとの比較を行う。
- ③ 準結合同化システムを用いて再解析実験を行い、気候変動の再現性について検討する。その結果、システムを改良する。
- ④ 日変化と入射角を考慮した短波放射を取り扱うスキームを導入したモデルを用いて長期積分を行い、気候状態へのインパクトを評価する。
- ⑤ 既存のマルチモデルアンサンブル実験データを元に、マルチモデルを用いた予測・解析システムの統計開発手法を開発する。
- ⑥ 前年度に引き続きマルチモデルを用いた予測・解析システムの統計開発手法を開発する。また、次期季節予報モデルを用いて、様々なマルチアンサンブル実験を実施し（マルチSST、摂動パラメータ、マルチ物理過程等）、新しいアンサンブル手法を開発する。次期季節予報モデルを用いた実験は、3月までに実施予定。

#### 副課題の本年度の成果

- ① 1年目で開発された海洋アンサンブルの作成法では、大気ブリーディングで作成した擾乱の風応力のみを用いて海洋アンサンブルを作成していたが、本年度の研究では、風応力に加えて海上気温、海上風速などの要素も用いて海洋アンサンブルを作成する方法を開発した。また、1年目の方法では海洋アンサンブルを作成するために1996年まで遡って同化計算を行っていたが、遡る期間を10日程度に短縮する方法を開発した。
- ② 上記の方法、及び、LAF法で海洋アンサンブルメンバーを作成し、エルニーニョ指数やインド洋の海面水温の予報スキルについて比較したところ、上記の方法で予報スキルが改善することが確認された。
- ③ 準結合同化システムのシミュレーション結果について解析したところ、大気の大気対流活動と海面水温との関係が、大気モデル単体によるシミュレーションと比べてより適切に表現されていて、その結果として熱帯全域の降水の再現性が向上していることがわかった。また、太平洋赤道域東部の海洋表層水温に負のバイアスがあったため、バイアス補正スキームの改良を行った。
- ④ 日変化と入射角を考慮した短波放射を取り扱うスキームを大気海洋結合モデル（MRI-CGCM3）に導入して長期積分を行い、気候状態へのインパクトを評価した。その結果、新スキームを用いた場合、赤道域を中心に結合モデルの気候場（海面水温、降水量、暖水プール）の改善が見られた。
- ⑤ CMIP3の結果を用いて、ベイズ統計手法に基づく、マルチモデル予測・解析システムの統計手法の開発し、複数のベイズ統計手法比較を行った。ベイズ統計手法比較では、ベイズ統計理論に基づいていても、手法の違いに異なる結果をもたらすことを明らかにした。
- ⑥ マルチアンサンブル実験のうち、摂動パラメータ実験を実施した。分散分析手法を適用して、結果

を解析したところ、摂動パラメータと結果の間に、線形な関係を見出すことができた。

### (副課題2) 地球システムにおける季節予測可能性の研究

#### 副課題の研究担当者

仲江川敏之、保坂征宏、足立恭将、坂見智法、新藤永樹、尾瀬智昭、黒田友二、安田珠幾、稲葉守生（気候研究部）、柴田清孝、田中泰宙、出牛真（環境・応用気象研究部）

#### 副課題の本年度の計画

- ① ペースメーカー実験を解析する。
- ② 前年度に引き続いて、地球システムモデルを軽量化し、長期ランとモデルチューニングを実施する。
- ③ 河川流量の年々変動を調査する。
- ④ 海氷の年々変動を調べる。
- ⑤ 成層圏と対流圏の関連性を調査する。
- ⑥ エアロゾルの影響実験を行う。
- ⑦ 2005/06年寒冬の予測可能性実験をまとめる。

#### 副課題の本年度の成果

- ① モデル実験を比較する場合に利用するスコアの検討を行ったところ以下のことが分かった。
  - ・ 季節予測実験結果を各種スコアで比較したところ、定義どおりの MSSS スコアはモデルの平均バイアスに支配されて利用不可である。
  - ・ モデルの平均バイアスを消去した場合でも、地域などによってはモデルの標準偏差バイアスに影響されるため、季節予測としてモデル実験結果を評価するスコアとして MSSS は不適切と思われる。従来から利用されている相関係数は、確率的な評価スコアである ROC と結果が類似している。
- ② 大気海洋結合モデルによる季節予測実験結果を用いて、エルニーニョ現象後のインド洋昇温の解析を行った結果、エルニーニョ期間中の大気大循環の変化とインド洋海洋の応答や、エルニーニョ後の風系の変化などが現実的に再現されていることが明らかとなった。
- ③ モデル長期ランの結果を検証するためのデータとして、JRA-25 の河川流量気候値について再現性を調査し、その結果、依然として年平均値のバイアスが大きい流域が多いこと、北極海へ注ぐ河川で流量の振幅が小さいことなどが明らかとなり、モデルを改良する上で、数多くの示唆が得られた。
- ④ 北極点付近（北緯 85 度以北）における年平均氷厚の 1970-1999 年の 30 年間の変動を、CMIP3 モデルと観測結果とで比較した。年々変動の標準偏差は、モデル平均で 22cm、小さいモデルで 10cm 前後、大きいモデルは 40cm 以上である。モデル間の標準偏差は 11cm でモデル間のばらつきは小さくないことがわかった。
- ⑤ 最近の各年冬季における NAM の予測可能性を気象研究所の大気大循環モデルの LAF 法によるアンサンブル実験から調べた。その結果、一般に成層圏突然昇温直前を初期値とするような予報は一般に高い予測可能性を示すことがわかった。特に、2004 年 1 月の大昇温直前を初期値とした場合は 2 か月にもわたる対流圏 AO に対し、極めて高い予測可能性を示した。この高い予測可能性は成層圏力学（極夜ジェット振動）の効果であることが示唆された。
- ⑥ 2005/06 年寒冬の予測可能性実験結果について、英文論文にまとめた。

### (副課題3) 非静力学モデルを用いた季節予測技術の開発

#### 副課題の研究担当者

保坂征宏、新藤永樹、吉村裕正（気候研究部）

#### 副課題の本年度の計画

- ① 東南アジア域等（予定）での力学的ダウンスケーリング実験を行う。
- ② 全球スペクトルモデルに非静力学の力学過程を導入する。

#### 副課題の本年度の成果



- ① 領域非静力モデルにおいて、陸面過程として簡易植生モデル (SiB) を用いる場合の初期・境界条件の与え方について必要な改良を実施し、東南アジアにおける力学的ダウンスケーリング実験の準備を進めた。
- ② 非静力全球スペクトルモデルの基盤モデルとして本庁ルーチンの短期予報モデル GSAM の最新版を本庁から入手し、気象研で利用可能なように Makefile と実行用スクリプトの修正を行なった。現在、モニタシステム MOMO を導入中。その後、今年度中をめどに二重フーリエ級数のオプションを導入する。なお、非静力オプションの導入は来年度中に延期する予定である。

## エアロゾルと放射過程の観測及びモデル化のための研究

研究年次： 2年目（平成19年度～平成21年度）

研究代表者： 内山明博（気候研究部 第三研究室長）

### 研究の目的

気候形成にとって重要な放射フラックスがエアロゾルの特性や雪氷面の特性とどのような関係にあるかを実験室や野外での観測によって調べ、それらの放射効果の評価と放射フラックス計算の精度向上を図ることによって、温暖化予測の不確実性低減に寄与する。

### （副課題1）大気エアロゾル粒子の組成と吸湿特性に関する研究

#### 副課題の研究担当者

財前祐二、高橋宙、直江寛明（環境・応用気象研究部）

#### 副課題の本年度の計画

- ① 2台のDMA（微分型電気易動度分析器）を用いた大気エアロゾル粒子の湿度による粒径変化と積分式ネフェロメータによるエアロゾル光散乱係数の湿度特性の測定。これらと同時に採集された個々の大気エアロゾル粒子の組成・混合状態と吸湿特性の測定。
- ② 黄砂、煤粒子の吸湿特性と組成・混合状態の分析。
- ③ エアロゾル粒子の雲粒形成に関する数値モデルの改良。
- ④ 電子顕微鏡による既存試料の分析。

#### 副課題の本年度の成果

- ① 2台のDMAによる湿度特性測定装置を製作し、人工的に発生させた硫酸塩と塩化ナトリウムを用いて動作試験を行なった。装置は相対湿度25-95%の範囲で十分な測定性能があることがわかった。ただし、不純物や外気の混入、凝集の評価等に課題があることがわかった。
- ② 能登での黄砂イベントについて、採取した黄砂粒子を用いて、粒子の混合状態について量的評価を行なったところ、ほとんどの黄砂粒子は、硫酸などの吸湿性成分を含んでいることがわかった。また、福岡で採取した黄砂サンプルについて、個別エアロゾルの吸湿特性（形状変化）を調べて、EDX分析で得られる組成との対応関係を得た。また、この分析により、環境調節型SEMの有効性を確認した。その結果、すす粒子については体積混合比率が粒径に依存しないこと、内部混合の形態にはいくつかの種類があり、特に硫酸塩の表面をすすが覆う形態があること、などがわかった。なお、特殊なTEM用グリッドを用いて、EDX分析で炭素含有量を定量と、加熱時の粒子の形態変化観察を試みたが、膜が破れやすいことから成功していない。
- ③ ビン法を用いた硫酸エアロゾルによる雲生成パーセルモデルを作成した。モデルの動作試験を行ったところ、初期エアロゾル粒径分布の違いにより、雲粒数が異なる結果が算出された。
- ④ つくば、福岡で採取したエアロゾルのサンプルを分析した。福岡の黄砂イベント期間では海塩、銻物が多いという特徴があるが、そのほかの期間は、硫酸塩とすすが支配的であり、一部有機物が存在することがわかった。硫酸塩とすすの内部混合形態は、硫酸塩の湿度による相変化と対応して変化することが示唆された。

### （副課題2）エアロゾルの特性が地表面放射に与える影響に関する研究

#### 副課題の研究担当者

内山明博、山崎明宏、古林絵里子、工藤玲（気候研究部）

#### 副課題の本年度の計画

- ① 各種放射計の改良、検定方法の確立、データの解析法の改良
- ② エアロゾルの光学特性（散乱係数）を測定する装置の改良、データの解析法の改良
- ③ 放射強制力評価のための放射量データを整備
- ④ 解析データをもとに、日本付近におけるエアロゾルの光学特性を推定
- ⑤ エアロゾル光学特性データと放射量データを用いて地表面放射への影響を評価

- ⑥ 得られた光学特性データを解析して、地域特性、時間変動特性を解明

### 副課題の本年度の成果

- ① スカイラジオメーターの比較検定の精度を調べるため準器としている直達分光日射計とスカイラジオメーター (POM-01,POM-02) の比較を行った。その結果、両方のセンサー出力の比には季節変化があることが分かった。冬季期間 (1~3月) でのセンサー出力の比は安定しており、当面は冬季の比較検定のみ行うのが妥当と思われる。さらに、準器およびスカイラジオメーターの出力の温度依存性を調べた。
- スカイラジオメーターの解析法にエアロゾルの非球形を考慮する効果を取り入れるため、回転楕円体の散乱特性を利用する解析方法を導入した。新しい解析法のプログラムで、ダストエアロゾルモデルのシミュレーションや黄砂飛来時の実際のデータを解析した結果、従来のエアロゾル粒子に球形を仮定する方法に比べて、光学的厚さ等のエアロゾルの光学特性の推定が改善され、黄砂などの非球形のエアロゾルを含む大気放射データの解析には新しい解析法が有効であることが分かった。
- 可視・近赤外の2波長域に分光した日射計の直達・散乱光からエアロゾルの光学的厚さ・一次散乱アルベドを推定する手法を開発した。さらに、分光していない日射計の直達・散乱光からの推定法についても開発に着手し、感度実験を行った。その結果、光学的厚さ・一次散乱アルベドは、概ね推定可能であることが分かった。
- ② エアロゾル散乱係数測定装置で測定した値 (極前方への散乱光が測定できていない) を補正するために3波長の散乱係数と吸収係数の測定値から粒径分布、複素屈折率を推定して補正する方法を開発し、シミュレーションデータで精度評価を行った。すべての場合でうまくいく訳ではないものの、多くの場合で一次散乱アルベドが改善された。
- ③ つくば (気象研究所構内)、宮古島、南鳥島で連続観測を実施しデータを蓄積した。宮古島の放射計については2009年1月に比較検定観測を実施し精度の維持に努めた。南鳥島での放射観測は、日射計用防塩装置の故障、スカイラジオメーターの故障のためデータを十分には取得することができなかった。
- 日射量の観測精度を維持するため気象庁の直達日射計部内検定観測に参加し、直達日射計を絶対放射計 (WMO 地区準器) と比較した。また、その後コリメーションチューブを用いて全天日射計の検定を行った。
- 直達分光日射計の精度維持のためにGOSAT 検証グループおよびGEOS/ SKYNET の支援でマウナ・ロア観測所において検定観測を実施した。
- ④ 狭帯域分光日射計の4年分の観測結果から、つくばのエアロゾルの光学的厚さ・一次散乱アルベド・非対称因子の季節変化を推定した。光学的厚さは、春・夏に大きく、冬に小さい。一次散乱アルベドは、夏に大きく、冬に小さい。非対称因子は、春に大きく、夏に小さい。これらの結果は、他の研究による日本国内の他地域 (札幌、新潟、仙台、東京) で得られた特性と概ね一致した結果であり、日本の都市部を代表する値を得た。
- つくば、宮古島、南鳥島、北京で測定した散乱係数の湿度依存性について、取得しているデータをもとに解析を行った。Backward trajectory 解析を行って、黄砂粒子を多く含むエアロゾル、都市域エアロゾル、海洋性のエアロゾルを多く含む大気条件を選び、それぞれに対応した散乱係数及び粒径半径の湿度依存性をパラメータ化し、エアロゾル輸送モデル等での光学特性計算で使いやすいようにまとめた。
- ⑤ 過去10年間のつくばでの広帯域日射計観測から、エアロゾルの光学特性と地表面放射への影響量を評価した。その結果、快晴時に地表面に到達する日射は、過去10年で増加傾向にあり、増分のほとんどはエアロゾルの放射強制力の減少に起因していた。また、エアロゾル放射強制力の減少傾向の主要因は、一次散乱アルベドの増加であった。
- ⑥ ⑤で得られた結果から、東アジア大陸と日本のエアロゾルの光学特性と放射強制力を比較した。日本のエアロゾルの光学的厚さ・一次散乱アルベド・非対称因子・放射強制力は、大陸と似た季節変化を示していたが、一年を通して小さい値であった。
- 2008年3月~5月に福岡で行った観測で採取した資料の炭素成分分析を行い元素状炭素 EC と有機性炭素 OC の比率を調べた。森林火災の気塊で OC/EC 比が大きくなることや5月以降 OC/EC 比が大きくなることが分かった。

### (副課題3) 雪氷面放射過程の高度化と検証に関する研究

## 副課題の研究担当者

青木輝夫、朽木勝幸、庭野匡思（物理気象研究部）

## 副課題の本年度の計画

- ① 積雪アルベド陸面完全物理モデルの開発、気候モデルへの移植、札幌における放射・雪氷・エアロゾル観測データ解析
- ② 札幌、芽室等で採集した積雪中の黒色炭素濃度の分析
- ③ 北海道東部で取得した放射・雪氷観測データ解析と積雪物理量のリモートセンシング結果の検証とアルゴリズム改良
- ④ 気候モデルにおける大気エアロゾル光学モデルを改良し、異なったエアロゾル相互の混合状態の違いのモデル化

## 副課題の本年度の成果

- ① 氷の複素屈折率データベースの改訂に伴い、積雪アルベド及び透過率に対する影響を評価した結果、波長 0.2-0.4  $\mu\text{m}$  の紫外域でアルベド・透過率共に増加させる効果が大きいことが分かった。特に、粒径が大きく不純物の少ない条件で顕著であった。しかし、積雪アルベド物理モデルで用いる広波長帯域のモデルに対するインパクトは小さかった。  
札幌において放射・雪氷・エアロゾルの観測を継続するとともに、将来的な陸面モデル改良を視野に入れて地表面熱収支を診断する精緻なプロセスモデルを開発した。このモデルでは、地表面温度を未知数として設定し、それを数値的に解いて求める。ここで得られた地表面温度を、放射温度計による観測値と比較することで、本モデルを評価することができる。そこで過去に得られた観測データを用いて冬季間の積雪面熱収支を評価したところ、そのパフォーマンスが全冬期間を通じて概ね良好となることが確認された。
- ② 札幌における 2003 年以降 5 冬期間に積雪サンプルの濾過フィルタの重量測定とカーボン分析装置測定結果から得られた、積雪中の元素炭素、有機炭素、ダスト濃度について分析を行った。この結果、ダストと有機炭素は各年共に涵養期に低濃度、融雪期に高濃度となる一方、元素炭素は融雪期に高濃度にならない年もあることが分かった。ダストと有機炭素の相関が非常に高く、両者の起源に何らかの関係が示唆された。
- ③ 全天分光日射計から積雪中不純物濃度と積雪粒径を推定するアルゴリズムに、入射光の非等方性の効果を導入し推定精度の向上を図った。北海道の札幌と芽室において検証観測を行ったところ、全天分光日射計によって衛星よりも高精度で積雪物理量を推定できることが分かった。  
南極点における Terra 衛星 MODIS センサー衛星の解析から、雪面の反射率が積雪粒径リモートセンシングの誤差要因のひとつであるサスツルギ（風によってできた雪面の凹凸）の影響で 1 日に 2 回の周期的で変化することがわかった。この反射率の変化を、サスツルギの構造を考慮した 3 次元の放射伝達モデルによって再現できるようになった。
- ④ 全球エアロゾル輸送モデルで用いるエアロゾル光学（一次散乱量）モデルの種類、湿度依存性、混合状態を拡張した。光学モデルの種類はダスト、海塩、硫酸、黒色炭素、有機炭素で、ダストと海塩は粒径分布を 10 分割した各 bin に対する一次散乱量を計算し、その他は複数の典型的な粒径分布を仮定した。湿度依存性は全てのエアロゾルに対して考慮し、エアロゾルの核の周囲に水の膜が覆っている形態（coated sphere）で計算した。また、黒色炭素と有機炭素の混合エアロゾル特性は発生起源毎（熱帯雨林火災、熱帯雨林以外の森林火災、化石燃料消費、薪燃料消費、農業廃棄物燃焼）に成分比を変化させ、これにより発生起源による炭素系エアロゾルタイプを選択できるようになった。

## シビア現象の監視及び危険度診断技術の高度化に関する研究

研究年次： 2年目（平成19年度～平成21年度）

研究代表者： 鈴木 修（気象衛星・観測システム研究部 第二研究室長）

### 研究の目的

ドップラーレーダーを含む各種の観測データを用いて、シビア現象の発生可能性をポテンシャル予測する手法、現象の前兆（竜巻のメソサイクロン等）を用いて実況監視する手法を高度化し、「突風等に対する短時間予測情報」の提供に貢献する。

### （副課題1）シビア現象の観測・解析手法の高度化

#### 副課題の研究担当者

鈴木 修、中里真久、山内 洋（気象衛星・観測システム研究部）

#### 副課題の本年度の計画

- ① レーダーデータ（強度、ドップラー速度）とアメダスデータを併用し、晴天下の収束線自動検出能力の改善をはかる。
- ② 複数の事例についてドップラーレーダーで自動検出した晴天下の収束線の強さ・位置を地上観測データで検証する。
- ③ 3次元的なデータを用いるドップラー速度折返し補正アルゴリズムを開発し、その検証及び改良を行う。
- ④ セルトラッキング・アルゴリズムを改良し、検証を行う。

#### 副課題の本年度の成果

- ① ドップラー速度場の局所的な連続性と Dual-PRF データを利用した既存のドップラー速度の折返し補正手法の問題点であるノイズや Dual-PRF の折返し補正限界の影響を軽減するため、上空の風向風速データを用いるようアルゴリズムを改良した。上空の風向風速データとして、局所 VAD 法による推定値（VAD 風）を用いるようプログラムを試作し、実データにより評価したところ、風の鉛直シアが弱くかつレーダーエコーが広範囲に分布する場合は補正精度が高く、逆の場合は、VAD 風の精度の悪化のために補正ミスが増大する結果となった。精度良い上空の風向風速データを得ることの重要性を確認した。
- ② セルトラッキング・アルゴリズムの一部として、高層データや数値予報モデル出力により得られる環境場からセルの移動速度と移動方向を推定するアルゴリズムを作成した。顕著な突風があった数事例の現象でレーダーエコーの時間変化と推定した移動速度・方向を検証した結果、定性的な有効性を示す結果が得られた。鉛直方向の風向シアが大きい場合は、「セルの移動方向」として単一の移動ベクトルを仮定する手法では、レーダーエコーの時間変化は適切にとらえきれないことがあることが分かった。また、エコーのトラッキング手法についての検討を行ったところ、単一高度面のレーダー反射強度データのみを用いるよりも鉛直積算雨量データを用いるほうが良いこと、その場合の鉛直積算雨量としては風の鉛直シアの影響を考慮して（例えば対流の軸の傾きに沿って）鉛直積算することが合理的であること、などの結果を得つつある。

### （副課題2）シビア現象の解析と前兆現象の抽出

#### 副課題の研究担当者

鈴木 修、中里真久、山内 洋、小林隆久、小野木茂、猪上華子（気象衛星・観測システム研究部）、加藤輝之（予報研究部）、高谷 美正（気象衛星・観測システム研究部客員研究員）

#### 副課題の本年度の計画

- ① 関東地方でシビア現象発生のおそれのある場合に観測（レーダー、ゾンデ等）する。
- ② 過去の突風等の複数事例について、数値シミュレーションを行い、レーダー、ウィンドプロファイラ、アメダス、地上気象観測データ等のデータも用いて解析する。

- ③ 顕著なシビア現象が発生した場合は、現地調査、各種の観測データの収集等を行い、事例解析をする。
- ④ 事例解析の結果から、シビア現象の前兆現象として利用可能な特徴を抽出する。

### 副課題の本年度の成果

- ① 暖候期の雷雨発生が予測された日の午後について、計6回ゾンデ観測を行い（2008年5月26日、6月9日、7月4日、7月11日、7月14日、7月28日）、大気不安定時の上空の観測データを得た。
- ②
  - ・2006年4月20日に神奈川県藤沢市で寒冷前線上のNCFR（Narrow cold frontal rainband）の通過に伴い竜巻が発生した事例について、気象庁非静力学モデルによる水平解像度250mのシミュレーション結果を用いて、親雲の構造、積乱雲内の渦度の時間変化を解析中である。
  - ・2008年1月1日に関東地方南部で発生したダウンバーストの事例を、レーダーデータ、写真、地上気象観測データ、気象衛星画像を用いて解析した。また、発生した環境場を調査するために数値シミュレーションを行った。
- ③
  - ・2008年8月28日につくば市および土浦市で発生した突風被害の現地調査を当日および翌日に行い、被害が竜巻であることを明らかにした。東京レーダーのドップラー速度データを用いた解析により、両事例とも突風発生時に被害地上空の下層に渦のパターンがあったこと、渦のパターンの発生は突風発生とほぼ同時であったことがわかった。また、前兆現象として使える可能性がある「渦のパターンの発生に先立つ下層のドップラー速度場中の強い収束パターン」が認められた。
  - ・2008年7月27日の近畿地方・関東地方・東北地方で発生した複数の突風事例について、現地官署の調査に加えて地上観測データの解析を行い、敦賀市の突風被害はガストフロントの通過によるもの、小松市と郡山市ではダウンバーストであったことなどを示した。
  - ・主として海上竜巻を対象に、デジタルカメラによる写真をもとに、発生位置・発生時刻等を1分、1km程度の精度で推定する手法を確立した。2008年1月4日の北海道イタンキ岬沖、3月14日の愛知県の伊良湖岬付近、3月25日の神奈川県相模湾、5月19日愛知県伊良湖岬付近、9月21日新潟県村上市沖、10月1日の秋田県入道崎付近等の例に適用した。この結果、10個以上の海上竜巻で、レーダー等との正確な位置合わせが可能な事例が得られた。
  - ・2008年度に発生した竜巻等突風イベントの約150件のほとんどについて、気象庁の現業データと現地調査等で得られた写真の解析・分析を本庁・現地官署と共同して行った。その結果の多くは、公開されている気象庁の竜巻等突風データベースに反映された。
  - ・シビア現象の危険度診断アルゴリズムの検証のため、羽田空港、成田空港の空港気象ドップラーレーダーの過去データを収集し、データサーバーへの登録を行った。
- ④
  - ・2008年にドップラーレーダーから近距離で発生した竜巻事例について、レーダーのデータを調べたところ、スーパーセル的ではない事例においても、ドップラー速度場中に渦のパターン、反射強度場中に特有の形状（中心が弱いドーナツ状又はフック的な分布）を有するものを複数（5/19, 7/8, 8/12, 10/15, 11/19など）見いだすことができ、前兆または同時現象としての利用可能性があることが分かった。
  - ・竜巻の渦の形成メカニズムについて、従来のダイナミックパイプ効果では説明が難しい、竜巻渦の鉛直プロファイルの形成メカニズムを説明しうる新たな説を提案した。この説では、竜巻渦形成時における渦内空気の分布と中層の鉛直シアが重要な役割を果たし、より単純な物理過程で説明される。また、環境場のデータから、竜巻渦の空間的分布の変化を推定できることから、危険度診断手法におけるレーダー観測の最適化に応用可能である。
  - ・提案した説に基づき、地上～中層における竜巻渦の3次元形状と、この渦付近にある降水粒子の軌跡を計算し、等高度面のレーダー反射強度分布を求めた。計算結果は、レーダー観測で得られた反射強度分布と整合的であった。この結果を用いて、スーパーセル又は竜巻発生時に見られるフックエコーやBWER（Bounded Weak Echo Region）などのレーダー反射強度の特徴が現れるメカニズムに関する説を提案した。
  - ・事例解析や理論的検討により、前兆現象の候補として、フックエコーやBWERといったレーダー反射強度場の特徴、渦に対応すると考えられる下層の局所的な収束域が得られた。

### （副課題3）危険度診断手法の高度化

**副課題の研究担当者**

鈴木 修、中里真久、山内 洋、小林隆久、小野木茂、猪上華子（気象衛星・観測システム研究部）

**副課題の本年度の計画**

- ① ダウンバースト、落雷の危険度診断のためのプログラムを作成する。
- ② ポテンシャル予報及び実況監視（レーダー等の観測データ）を組みあわせた危険度診断手法を開発する。
- ③ 事例解析等から得られた前兆現象について、危険度診断手法に組み入れる。
- ④ 危険度診断手法に、セルトラッキングを取り入れた改良を行い、事例により検証を行う。

**副課題の本年度の成果**

- ① 局所的な発散域・収束域を検出し、ダウンバーストかの判定を行うアルゴリズムのプロトタイプをメソサイクロン検出アルゴリズムを改良して作成し、プログラム化した。
- ② メソサイクロン検出アルゴリズムについて、高速化とともに、実データを用いての検出パラメータの最適化を行った。
- ③ 竜巻の風速推定に関する平成 19 年度までの成果と共に、サブ課題 2 で行った地上～中層の竜巻渦直径の高度分布に関する成果を利用して、竜巻の接線風速、藤田スケール、直径、想定被害幅、回転周期、見かけの高さを推定する手法を確立した。
- ④ 過去の研究で、ダウンバースト発生時に中層のレーダー反射強度が大きな値を取ることが分かっている（中層の降水コア）。中層の降水コアの発生を推定するため、パーセル法と粒径分布等を仮定して、環境場のデータからレーダー反射強度の高度分布を推定するアルゴリズムを作った。



## 都市気象モデルを用いた都市気象の再現・予測のための基礎研究

研究年次： 2年目（平成19年度～平成21年度）  
研究代表者： 高橋俊二（環境・応用気象研究部 第二研究室長）  
研究担当者： 栗田進、日谷道夫、青柳暁典（環境・応用気象研究部）  
清野直子（予報研究部）  
萱場互起（気象庁地球環境・海洋部気候情報課）

### 研究の目的

都市圏のヒートアイランド効果を顕わに入れた都市気象モデルを開発し、都市気象の予測を可能とする技術基盤を確立する。

### 本年度の計画

- ① キャノピー過程計算部の並列化効率の向上を目指す。
- ② 長期計算による計算安定性を確認する。
- ③ 本庁での放射観測を継続すると共に、都市キャノピーモデルとの比較のためのデータ解析を行う。
- ④ 1km都市気象モデルによる関東域のシミュレーションを行う。
- ⑤ 観測データとの比較検討を行う。

### 本年度の成果

- ① 開発初年度の単層都市キャノピースキームを全面的に見直し、MPI 実行の効率の向上が実現した。これにより、計算時間が短縮され、関東甲信越全体をカバーする並列計算を容易に実施することが可能になった。このスキームの改修にあわせ、ビル群の屋上面・壁面を別々に取り扱えるよう、スキーム自体の改良を行った。また、平成19年度に検討を終えた、ビル表面とキャノピー層内大気との潜熱輸送過程についても新たに実装した。屋上面・壁面のパラメータを独立に設定でき、それらの面における潜熱輸送も表現されるので、ヒートアイランド対策として注目されている、屋上緑化や高反射塗装等の効果についての試験的な評価にも使えるモデルとなった。
- ② 2002年～2004年の6月～8月、2005年～2007年の8月について、日々の12UTCを初期値とした72時間積分のタイムスライス計算を実施した。また、ある期間においては、人工排熱の有無や建物による天空率減少、粗度の増加による気象場の変化を調査するために、それぞれ条件を変えた計算も実施した。これらにおいて、安定して計算が行えることを確認した。ただし、これらの計算は夏季の事例であり、冬季の計算の安定性については、ビル面のパラメータ設定や降積雪の取り扱いも含め、今後の課題である。
- ③ 都市キャノピーモデルとの比較・検証に利用可能な都市域の放射データを取得する目的で、2007年から東京管区気象台の協力の下に東京大手町の気象庁本庁舎屋上において放射収支の観測を行っている。短波放射の下向き成分（全天日射量）・上向き成分（反射日射量）、および長波の同2成分の計4成分をそれぞれ計測し、これらから正味放射量も見積もられる。まず、短波について、気象庁のルーチン地上気象観測における全天日射量が同じ屋上の観測塔で計測されていた期間（2007年10月まで）を対象に、ルーチンデータと本研究の観測値を比較した。計測場所の違いから、近隣の建物の日陰になる早朝に100 w/m<sup>2</sup>前後の差が出る時間帯があるものの、その他の時間では両者の差は30 w/m<sup>2</sup>以内であり良い精度で一致することを確認した。また、2007年のデータについて館野（つくば）における観測との比較を行った。その結果、下向き長波放射については、東京のほうが館野よりわずかに大きいこと、上向き放射量は東京での観測値のほうが大きい傾向があり、日中には50 w/m<sup>2</sup>以上の差が見られる場合もあることがわかった。上向き放射量は測定場所が草地であるか、ビル表面であるかに大きく依存し場所による変動が大きい。都市では建物の占める面積割合が大きいことから、この測定結果は都市域と郊外での差を論じる際の基礎的なデータとなりうる。また、下向き放射量の違いは、都市上空では下層大気も都市の影響を受けていることを示唆するもので、その影響を今後定量的に議論する予定である。さらに、都市キャノピーモデルで見積もられる放射量をこれらの観測結果と比較することで、モデルを検証し都市大気の特徴を明らかにすることが期待される。一方、上記平均的な放射収支以外に、特に（薄）曇天下における下向き日射

が継続的に急激な変動を繰り返す事例が観測から得られた。このような場合の蒸発散を精度良く扱うために、応答の早い物理過程を扱う 2次元モデルを開発した。

- ④ 気象庁メソ解析データを初期値境界値として 2km 格子都市キャノピーモデルへのネスティング計算を行い、降水事例における都市の影響について解析を行った。その結果、都市キャノピースキームの適用による放射・熱バランスの変化によって、従来スキームでは表現されなかった都市の降水域が弱いながらも表現される場合があることがわかった。ただし、現実場との比較を行うには、放射、乱流など他の過程の影響も合わせて考察する必要がある。さらに、1km 格子モデルでの計算も試験的に実施した。1km 格子へのネスティングにおいては多段ネストが必要となるが、都市ビル群の変数値の受け渡し方に工夫がいること、また、格子が細かくなればなるほど建物の種別・高さ情報などの分布をより現実的に表す必要があるなど、検討を要する課題が多い。現在、建物の高さ分布情報などの整備も含め、多段ネスティングの環境を整備中である。
- ⑤ 2005年～2007年の8月について実施したタイムスライス計算結果に対し、アメダス観測による地上気温の比較を行った。その結果、全体としてバイアスは改善される傾向にあるが、計算された夜間気温が高すぎる例も見られた。二乗平均平方根誤差 (RMSE) は晴天日に関して改善、全体としてはほとんど変化なし、という結果が得られた。地表面の変数は短波・長波の再現精度に影響されやすく、曇りや雨の日については放射や雲物理など、他のスキームの再現精度を含めた解析が重要である。今後は都市域における放射観測データも利用しつつ更なる解析を行う予定である。

## 能動型リモートセンサーによる大気観測技術の高度化に関する研究

研究年次： 2年目（平成19年度～平成21年度）

研究代表者： 真野裕三（気象衛星・観測システム研究部 第三研究室長）

研究担当者： 真野裕三、永井智広、中里真久、酒井 哲（気象衛星・観測システム研究部）

### 研究の目的

ライダー等能動型リモートセンシングを用いたエアロゾル・雲・オゾン等の大気観測手法の高度化を行い、まだ不確かさの多いエアロゾル、オゾンの動態解明やエアロゾル間接効果の評価また気候・環境の監視強化に資する。

### 本年度の計画

- ① 実験室でエアロゾル特性を観測し、そのデータを用いてライダー解析手法を高度化する。
- ② エアロゾルの観測を行い、実データで解析アルゴリズムをテストする。アルゴリズムの改善を続ける。
- ③ 対流圏オゾンライダーの精度を検証する。対流圏オゾンライダーによるオゾン高度分布を観測し、その特性を明らかにする。

### 本年度の成果

- ① ライダーデータをエアロゾル微物理量に変換する手法を開発するために、地表付近のエアロゾルについて、ライダーによる観測と、直接にサンプリングしてパーティクルカウンターで観測した結果を用いて、光学特性と微物理特性の対応を調べた。その結果、エアロゾル後方散乱係数と質量濃度は、ほぼ比例関係にあることがわかり、具体的な比例係数については、2008年5月7-8日（黄砂が飛来、非球形の鉱物粒子を検出）が  $37 \text{ gm}^{-2}\text{sr}$ 、9月3-4日（海洋気団が流入、球形の海塩・硫酸塩粒子が卓越）が  $6.2 \text{ gm}^{-2}\text{sr}$  であった。偏光解消度は、5月7-8日は14-18%、9月3-4日は6-7%であり、偏光解消度が非球形粒子の指標となることを確認した。黄砂飛来時の高度0.4～10 kmにおける偏光解消度は、気球搭載パーティクルカウンタで観測した粗大粒子（半径0.7 $\mu\text{m}$ 以上）の面積分率とほぼ比例関係にあったことから、偏光解消度から粗大粒子の割合を推定できる可能性が示唆された。しかし、高度0.4 km以下では比例関係が無いことが分かった。この原因の一つとして、黄砂と人為起源物質や海塩等が内部混合し、黄砂の偏光解消度が変化していたことが考えられる。今後の課題は、エアロゾルチャンバー等を用いて、単一成分のエアロゾルの光学特性と微物理特性を測定し、その対応を定量的に明らかにすることである。
- ② ラマンライダーによるエアロゾル粒径分布の推定に関して、従来の方法では黄砂のような非球形エアロゾルへの適用が難しいことが平成19年度の考察から明らかになっていた。このため、本年度は非球形エアロゾルに適用可能なアルゴリズムを新たに開発した。アルゴリズムでは、鉱物性粒子の現実的な形状を考慮した非球形散乱問題の厳密解を積分方程式の積分核に採用した。さらに、問題の悪条件性を緩和するために解空間に現実的な制約を加えた。具体的には二山型対数正規分布を仮定し、その6個のパラメータを制約条件付き最適化問題の解として求めるものである。このような扱いにより、従来の手法では発散するような場合でも安定して解が得られることがシミュレーションによって示された。  
2008年5月7日20h31m-21h32mの黄砂出現時に多波長ラマンライダーで観測を行い、消散係数（波長=355nm, 532nm）と後方散乱係数（波長=355nm, 532nm, 1064nm）の鉛直分布を得た。この観測データに上述の新規開発アルゴリズムを適用し、エアロゾルのサイズ分布を得た（図1）。黄砂およびバックグラウンドエアロゾルのサイズからみて、得られたサイズ分布は妥当な範囲内であった。また、解が一義的であることも示された。しかし、観測が夜間であるため地上放射測器（サンフォトメーター、スカイラジオメーター）との比較ができず、結果の検証は今後の課題として残された。
- ③ 観測データが不足していた梅雨時の対流圏オゾン観測データを取得した。これまでの観測で、6月上旬まで春季オゾン極大に対応する高濃度オゾンが存在し、8月頃には高濃度オゾンが消失することが分かっていたが、この間のデータが取得されていなかった。解析の結果、オゾン濃度は気象

の影響を受けつつも、緩やかに減少していくことが分かった。この結果は、降雨による清浄効果や梅雨明けによる太平洋からの清浄空気塊の影響も重要であるが、それ以外に遠方にあるオゾン発生源による影響を、8月上旬まで継続的に受けている可能性もあることを示している。

Nd:YAG レーザーで生成可能な3波長のレーザーを用い、6種類の気体（水素、重水素、メタン、窒素、酸素、二酸化炭素）のいずれかを使用して、誘導ラマン散乱によって波長変換する多波長ライダーの可能性とその特性について調べた。その結果、第3ストークス線までの波長が利用できる場合、合計57波長が生成可能であることが分かった。第4ストークス線から第2反ストークス線までが利用可能であると仮定すると117波長が生成可能である。これらの波長の中には、二酸化硫黄と二酸化窒素の観測に利用できるものが存在する。これらの気体を差分吸収法で測定する場合に最適な波長組を決定した。二酸化硫黄については、対流圏オゾンとの同時観測が可能であり、火山噴火時に人の臭気検出限界の10分の1の濃度でも検出できると見込まれ、また、二酸化窒素の観測では、レーザーが2台必要となるものの、都市大気汚染程度の濃度でも検出可能と見込まれ、さらに、この多波長生成技術は、エアロゾルの粒径観測にも利用可能であると考えられることが分かった。

インドネシアの熱帯圏界面付近（高度18km前後）を中心に、高度30km付近までのオゾン濃度を測定できる差分吸収ライダーの最適波長と装置構成について計算機シミュレーションを行った。Nd:YAG レーザー（第4高調波）2台（水素及び重水素によるラマンシフト波長：289nm、299nm、316nm、341nm）、又はXeClエキシマレーザー（波長：308nm）とNd:YAG レーザー（第3高調波：355nm）各1台、の2つの構成が有力であることが分かった。これらは、固体レーザーである点と系統誤差の点では前者が優れており、送信エネルギーの点では後者が優れているという特徴を有している。ただし、実際に観測する場合には、3時間程度の積算が必要となる。

国立環境研究所が行った温室効果気体の航空機観測に合わせて、エアロゾル、対流圏オゾン、水蒸気の同時観測を行い、比較データを取得した。

## リモートセンシングを用いた下層大気の物理量抽出手法に関する研究

研究年次： 2年目（平成19年度～平成21年度）

研究代表者： 小野木茂（気象衛星・観測システム研究部 第四研究室 主任研究官）

研究担当者： 小野木茂、小林隆久、中里真久、足立アホロ（気象衛星・観測システム研究部）

### 研究の目的

下層大気の風向・風速を高分解能・低コストで観測する技術を開発し、予報精度の向上や突風やダウンバースト、ヒートアイランド現象などの監視技術の開発に貢献する。また、ウィンドプロファイラーの測定機能を向上させることにより、低層観測性能の向上、降水粒子（当面は雨粒子）の対気落下速度の検出を図る。

### 本年度の計画

- ① 変調型ライダー復調部作成
- ② ウィンドプロファイラー観測性能の高度化
- ③ 他の観測データの取得及び比較検証など

### 本年度の成果

- ① 昨年度の変調型ライダーの光学系（レーザー発信器、マッハツェンダー干渉計及び受光器など）の製作に続き、本年度は復調部を製作した。昨年度は、光の周波数（400THz）の領域で起きているドップラーシフトの現象を、光変調器と受光器によって80MHzという比較的高い周波数の領域に変換して確認することができていた。本年度の復調部の製作によってこの80MHzのドップラーシフトの信号が、ドップラーシフト0（ゼロ）のときに0Hzとなる非常に扱いやすいベースバンドの信号（IQ信号）として得られるようになった。

一定速度で鏡を移動させて、この反射信号を復調しAD変換する実験では、鏡の移動速度に見合った周波数の信号が得られることが確認できた。これに続いて、白い散乱体を移動させる実験を行い、現在得られたデータを解析中である。

また、レーザー光を既設の望遠鏡に導くための光ファイバーと接続アダプタを製作した。これにより、精密な光学機器から離れた場所における対象物のドップラーシフトを測定する環境が整った。

- ② 昨年のウィンドプロファイラーの機器性能の調査結果を元に、ビット数、変換速度、データ転送速度、外部クロックに対する対応性などのAD変換に必要な性能を検討し、高速AD変換器（ボード）及び付属器具・ソフトを購入した。また、AD変換で得られたデータを処理し、上空の大気や降水粒子のドップラー速度などを算出するプログラムを作成した。このプログラムは、ウィンドプロファイラー本体のデータ処理装置内でブラックボックス化して処理されている、データの平均方法やノイズ除去、フーリエ変換のための窓関数の設定などを任意に設定できる自由度の高いものである。

- ③ 降雨時を中心にウィンドプロファイラー本体の観測データ取得と併行して設備したAD変換器によるデータ取得を行うとともに、ディストロメーター（降水粒子の粒径と落下速度を連続的に測定する機器）のデータを取得した。

これらのデータを解析した結果、従来のウィンドプロファイラーで行っている10ビットAD変換によるデータ処理では理論的に検出不可能であった、降雨強度6mm/hにおける、降水粒子からの受信信号と大気からの受信信号を分離することに成功した。

## 衛星データの解析処理技術の高度化に関する研究

研究年次： 2年目（平成19年度～平成21年度）

研究代表者： 増田一彦（気象衛星・観測システム研究部 第一研究室長）

研究担当者： 石元裕史、佐々木政幸、真野裕三（気象衛星・観測システム研究部）

### 研究の目的

放射伝達モデルを充実させるなど衛星データ解析の技術基盤の高度化を図り、予報精度の向上や気候・環境の監視強化に資することを目的とする。

### 本年度の計画

#### ① サウンダの利用技術に関する研究

- ・多波長赤外サウンダ IASI とマイクロ波サウンダ AMSU との複合利用のためのチャンネル選択手法の開発を開始する。
- ・多波長赤外サウンダ AIRS/Aqua データを利用して、水蒸気鉛直分布（特に過飽和度）の導出を行う。
- ・数値予報課で AIRS/Aqua のデータ同化に利用している放射伝達モデル RTTOV について、係数ファイルを最新のラインバイラインモデルを使って再計算することにより精度の向上を図る。
- ・METOP 直接受信データ（IASI, AMSU, AVHRR など）の利用環境整備とデータ蓄積を行い、気温・水蒸気の鉛直分布導出アルゴリズム開発（一次元変分法）を開始する。

#### ② 雲・エアロゾルの光学パラメータ推定技術に関する研究

- ・中程度の大きさ（サイズパラメータで 50 から 100）の非球形粒子の散乱分布関数を計算する手法の開発を行う。
- ・地球観測衛星等を利用した巻雲の光学的厚さや有効半径等のパラメータ導出事例を増やし、アルゴリズムの改善を行う。
- ・陸域での、気象衛星による黄砂などの光学的厚さの導出手法の開発・改良を継続する。

### 本年度の成果

#### ① サウンダの利用技術に関する研究

- ・多波長赤外サウンダIASIを、数値予報モデルで気温プロファイルの初期値作成に利用しているマイクロ波サウンダAMSUと、複合利用する場合の最適チャンネルを選択するためのプログラムのプロトタイプを作成した。
- ・多波長赤外サウンダAIRSを利用して下層雲上の気温・水蒸気プロファイルを推定できる条件を導出し、解析を実施した。対流圏上部（200hPa-400hPa）における相対湿度が導出できる領域が拡大し、その高度における氷過飽和度の水平分布がより高精度に描けるようになった。
- ・AIRSの2378チャンネルのうち数値予報センターに配信されている324チャンネルについて、最新のラインバイラインモデルを使ってRTTOV-8での係数ファイルを試作し、輝度温度の計算精度について既存のRTTOV-8と比較した。水蒸気チャンネルの一部に計算誤差が大きくなるものがあったがそれ以外についてはRTTOV-8よりも精度が改善された。また、同様の手法によりIASIに対する係数ファイルが作成できる見通しを得た。
- ・METOP に搭載されている多波長赤外サウンダなどのデータ処理に利用するためのパッケージ（AAPP）をインストールし動作確認を行った。
- ・多波長赤外サウンダの新しいチャンネル選択手法として、情報量を最大にするような合成チャンネルを構成する手法（MICC）を提案し、その性能をテストした。MICCは、1）チャンネル数を十分の一程度に減らすことができる、2）広範囲の大気プロファイルについて同一の合成チャンネルで対応できる、3）計算効率は既存の手法よりも優れている、等の結果を得た。

#### ② 雲・エアロゾルの光学パラメータ推定技術に関する研究

- ・Yang and Liouの定式化による改良型幾何光学手法を使ったプログラムの開発を行い、サイズパラメータが50から100程度の大きさの正六角柱氷晶粒子の消散係数・吸収係数・散乱分布関数が、従来の幾何光学手法に比べて高精度で計算できるようになった。

- ・熱帯降雨観測衛星（TRMM）の可視・近赤外波長を利用して、熱帯域の対流雲の雲頂付近の氷晶粒子の有効半径を求めた。有効半径の平均値は15 $\mu\text{m}$ 程度であり、降雨域での氷晶粒子の有効半径は非降水域での有効半径に比べて1~2 $\mu\text{m}$ 大きかった。
- ・静止気象衛星ひまわり（MTSAT-1R）の可視・赤外データを使って、雲の光学的厚さと有効半径を求めるためのアルゴリズム開発を開始した。
- ・気象研究所で開発し気象衛星センターで昨年度から現業化された陸域エアロゾルの光学的厚さの衛星リモートセンシングに関して、地上観測データ（AERONET）を用いて検証を行った。結果は概ね良好であったが、誤差要因として 1) 黄砂の吸収率の過大評価、2) エアロゾル種別（黄砂、gray haze）を考慮していないこと、3) バックグラウンドの光学的厚さ（特に中国大陸での大気汚染）を取り入れていないこと、が見いだされ、今後の精度向上のための具体的目標が明確になった。



## 都市域に強雨をもたらす降水系の構造と環境の調査

研究年次： 1年目（平成20年度～平成21年度）

研究代表者： 中村直治（東京管区気象台 気候・調査課）

研究担当者： 藤部文昭（予報研究部）、中村直治、木下信好、村規子、山根彩子（東京管区気象台）、近田忠宏、武野康弘、肆矢朗久、高瀬真治、谷善典、吉村香、岡野潔、松浪岳司、渡邊進、山田卓、岸伸恵、藤井博徳、林真由（名古屋地方気象台）

### 研究の目的

都市域における豪雨の発生過程や降水系の内部構造・環境場を調査し、あわせて数値予報モデルにより再現実験・感度実験を行い、降水系の内部構造と環境場の相互作用を把握する。また、GPS可降水量から豪雨の発生や継続時間の予測可能性を調査する。これらから、防災上注目すべき要素を抽出して、予報現業作業における実況把握や予報のシナリオ作成に資することを目的とする。

### 本年度の計画

- ① ドップラーレーダーデータを用いた三次元事例解析
- ② GPS気象学による可降水量と雨量との関係把握
- ③ 数値実験による再現実験・感度実験
- ④ 東海地方の極値統計手法による強雨再現期間の把握

### 本年度の成果

- ① 都市域に発生した短時間強雨の発生過程や強雨をもたらす降水系の内部構造と環境場の相互作用を把握するため、ドップラーレーダーデータを用いた3次元事例解析などを行った。2008年7月29日夜、都心部に局地的強雨をもたらした降水系を対象に解析した結果、都心部にヒートアイランドと見られる高温域が存在し、下層では高温域に吹き込むように複数の気流が収束していたことがわかった。都心部での高温による静的安定度の減少及び気圧低下による下層風の収束強化が強雨の一因となった可能性がある。また、強エコー域において降水系下層に水蒸気を供給する東京湾からの南東風と、その上を滑昇する相模湾からの南西風が降水系北側の冷たい気流と収束する内部構造が確認できた。2007年8月20日夜間に名古屋市周辺で雷雲が再発達した事例では、三重県北部からの一般風を含む陸風（西風）と濃尾平野に吹き込む海風（南風）による収束が発達のトリガーとなったことがわかった。ウインドプロファイラやデュアルドップラー解析などから、濃尾平野に流れ込む海風は上空1.0～1.5km付近にまで達しており、このことから一般に通常考えられるよりも強い収束が生じたことが示唆される。以上のように、これらの降水系の発達には海風などのその地方特有な複数の風系が大きく寄与しており、これら風系が収束することによって上昇流が強化され、降水系が発達していることが確認できた。また、都市部の高温域が水平収束強化を助長していることも推測される。
- ② GPS気象学による可降水量と雨量との関係を調査し、都市域における強雨発生を予測する上での指標となるか検討するため、東京都および周辺県において短時間強雨をもたらした事例について、強雨発生前後の水蒸気変動について調査した。2008年7月29日夜、都心部を中心に発生した局地的短時間強雨の事例では、降水現象に先行して、地上風の水平収束に対応する領域で可降水量の増加が見られた。また、降水が発生する領域では、可降水量の極大域に向かう大気遅延量の勾配パラメータが見られた。GPS気象観測から得られる可降水量及び勾配パラメータが短時間強雨の先行指標として有効であることを確認した。2008年7月4日や2008年8月31日の事例においても、GPS可降水量や可降水量FLUXの収束・発散域を監視することが、メソ対流系の発達・衰弱や雨量の予測に有効であることを示唆していた。
- ③ 愛知県のアメダスデータを用いて、2006年までの30年間の10年ごとの3期間に分けて強雨再現期間の変化を調査した。L積率法を用いて求めた1時間降水量50mmの再現期間は、夏は1977-1986年に比べ1997-2006年は長くなっている地点が多く、強雨の発生頻度が少なくなっている。秋は全地点で1977-1986年に比べ1997-2006年は短くなっており、強雨の発生頻度が多くなっている。都市域以外でも再現期間が短くなっており、都市化が原因とは特定できなかった。

## 北海道東方沖における震源決定のための走時計算法改良の検討

研究年次： 1年目（平成20年度～平成21年度）

研究代表者： 勝間田明男（地震火山研究部 第二研究室長）

研究担当者： 勝間田明男（地震火山研究部）、札幌管区気象台地震火山課

### 研究の目的

北海道東方沖における地震波速度構造の不均質性を考慮した走時計算手法を用いた震源決定手法を開発し、同地域に発生する地震に対して新手法による震源決定精度および処理速度について検証を行い、改善点や問題点を明らかにする。

### 本年度の計画

- ① 3次元震源計算用PCを整備し、ソフトウェアの移植・開発を行う。
- ② 3次元速度構造を計算し、震源再計算を実施する。
- ③ 従来の震源と、3次元速度構造に基づく震源を比較し、結果を評価する。
- ④ 他機関（USGS等）の震源と3次元速度構造に基づく震源を比較し、結果を評価する。

### 本年度の成果

- ① 計算機（PC）に速度構造推定プログラムを移植し、試験を行った。その結果、気象研究所の計算機で行っている計算の約半分程度の数の変数の計算が、整備した計算機で可能であることがわかった。また、誤差行列の計算の並列化を行い、約40%の計算時間短縮が可能であることが判明した。
- ② 計算機（PC）に震源計算プログラムの移植を行い、検討材料とするため1997年10月以降の震源の再計算を行った。推定した構造で、問題なく震源計算可能であることを確認した。
- ③ 3次元速度構造を導入することにより、2003年十勝沖地震の震源深さがより浅く決定されることを確認した。この結果は自己浮上式海底地震計による観測結果などとも整合的であった。
- ④ 千島列島沖における3次元速度構造による震央の推定位置が、1次元速度構造による結果と比較して、USGSの震央に部分的にはより整合的であることを確認したが、この領域では両震源とも深さ精度が低いなど、観測網の粗さに起因する限界が認められた。

## ウインドプロファイラを用いた台風の立体構造に関する解析的研究

研究年次： 1年目（平成20年度～平成21年度）

研究代表者： 楠 研一（台風研究部 第二研究室 主任研究官）

研究担当者： 木下仁、西郷雅典、平山久貴、仮屋崎純、金澤健一郎（鹿児島地方気象台）  
 新屋 盛進、金城 盛男、山田 崇、久保 直紀（沖縄気象台予報課）、栽 吉信（同業務課）、  
 照屋 学、出原幸志郎（同気候・調査室）  
 川門 義治、嶺井 幸雄、大城 隆、大城正巳（南大東島地方気象台）  
 友利 健、阿波連正（宮古島地方気象台）  
 島袋 秀樹、岩間 陽介（下地島空港出張所）

### 研究の目的

ウインドプロファイラを中心に台風の立体構造を把握し、現業 NHM モデルのプロダクトとの比較により、NHM モデルの問題点を抽出する。

### 本年度の計画

- ① 解析すべき事例を選定する。<sup>1)</sup>
- ② データ収集を行なう。<sup>2)</sup>  
 ウインドプロファイラ、他の気象データ、現業（ドップラー）レーダー、ゾンデ、空港気象ドップラーレーダー、地上気象、NHM 予報プロダクト
- ③ 代表事例についてウインドプロファイラデータによる初期解析を行う。<sup>1)</sup>

### 本年度の成果

- ① 解析すべき事例を選定する。<sup>1)</sup>  
 以下の事例を選定した。  
 2007 年台風第 4 号、2007 年台風第 5 号、2007 年台風第 11 号、2007 年台風第 20 号
- ② データ収集を行なう。<sup>2)</sup>  
 上記 4 台風について、以下のデータの収集を行った。  
 WPR データ、高層観測データ、地上気象観測原簿・地上気象観測 1 分値データ、衛星画像、  
 現業レーダー画像、空港気象ドップラーレーダーデータ、各種数値予報プロダクト
- ③ 代表事例についてウインドプロファイラデータによる初期解析を行う。<sup>1)</sup>

上記 4 台風についての初期解析を以下のとおり実施した。さらに MSM データを用いて、2007 年台風第 05 号、2008 年台風第 13 号の九州通過時における気流構造などについて MSM モデルの問題点を抽出した。

- (a) 2007 年台風第 5 号: 延岡 WPR データから、台風接近時は高度 1km 付近に風速の極大 (49m/s: 中心から 70km)、離反時には高度 4.5km 付近に極大 (37m/s: 中心から 15km) が見られた。また約 100~400km の高度 2~4km 付近にも弱い極大域 (約 20m/s) があつた。また台風前面の下層では吹き込みの風が強く中上層で吹き出しの風がみられた一方、後面では中層付近の吹き出しの風が比較的顕著であつた。この違いは RSM モデルもほぼ示唆していたが、より定量的な比較と、後面での比較的顕著な吹き出しの風と上陸後の衰弱との関連性を、さらに多くの事例解析を行なって明らかにしていく予定である。
- (b) 2008 年台風第 13 号: 屋久島 WPR データから、台風接近時は高度 4km 付近に風速の極大 (49m/s: 中心から 30km)、離反時には高度 4km 付近に極大 (46m/s: 中心から 30km) が見られ、種子島ドップラーレーダーでも観測された。また台風前面の下層では吹き込みの風が強く中上層で吹き出しの風がみられた一方、後面ではほとんど吹き込みの風となっており、この違いは GSM、MSM モデルもほぼ示唆していた。より定量的な比較と、屋久島付近の中上層で卓越していた

Sub-H 縁辺の西寄りの風との関連性を、今後さらに多くの事例解析を行なって明らかにしていく予定である。

- (c) 2007 年台風第 4 号:NICT のウインドプロファイラから、台風の最接近時（13 日 12 時頃）に高度 1km 以下に風速 60m/s 以上の強風核と思われる風の分布が確認できた。また、高度 4km 以下で風速 45m/s 以上の風が約 30 分周期で出現しており、名護特別地域観測所の観測値で得られた風速偏差の周期解析で 32 分のピークと合う結果となった。今後 MSM や他の調査研究の成果との比較を行い本事例の特徴について考察していく必要がある。
- (d) 2007 年台風第 20 号:南大東島 WPR の風速時系列図から強風核が高度 1km 付近に存在し、その時間変化に周期性が見られた。しかし明瞭な眼を持たない台風であること、最接近時でも南大東島から 100km 程度は離れていたため、地上データの周期解析との関係を議論することはできなかった。

なお、プロファイラデータを用いた解析ではないが、2007 年台風第 11 号について、那覇の空港気象ドップラーレーダーデータにより台風内部における風速分布推定を試みた。この試みは、今後推定法を高度化して行くことで、台風の最大風速のモデルとの比較など、当該共同研究に役立つプロダクトが得られるものと思われる。

---

1) 気象研究所と気象官署との共同、2) 気象官署

## 放射性降下物の長期変動と再浮遊に関する研究

研究年次： 3年目（平成18年度～平成22年度）

研究代表者： 五十嵐康人（地球化学研究部 第二研究室 主任研究官）

研究担当者： 青山道夫、広瀬勝己（地球化学研究部）、高橋 宙、財前祐二（環境・応用気象研究部）

### 研究の目的

大気中に放出された放射能は、人間環境に直接・間接に影響を及ぼすことが予想される。そこで、大気中の放射能レベルを把握するため、国内の複数地点において降下物の人工放射能を測定し、この測定結果をもとに、大気環境における放射性物質の長期的動態の把握と、近年主要なプロセスとなっている再浮遊について解明する。

### 本年度の計画

- ① 引き続き、粒子状中長半減期人工放射性核種（ $^{90}\text{Sr}$ 、 $^{137}\text{Cs}$ 、Pu 同位体）の降下量を精密観測し、バックグラウンドレベルとなるベースラインデータを求める。
- ② Pu 降下量についてとりまとめを行う。
- ③ 引き続き、パーティクルカウンタによる粒子個数の観測をつくばと山岳地点で行う。
- ④ 引き続き、大陸表土試料を空気力学的に分粒して核種分析を行う。

### 本年度の成果

- ① 平地のつくば市および山岳地点の榛名山において人工放射性核種（ $^{90}\text{Sr}$ 、 $^{137}\text{Cs}$  等）、天然放射性核種および超ウラン元素等についての月間降下量の精密観測を継続した。昨年度に引き続き、2007年春季の4つの降水事象による黄砂および人工放射性核種の輸送と沈着、さらに、1990年代、2000年代のつくばにおける $^{90}\text{Sr}$ 、 $^{137}\text{Cs}$ 降下量の時系列変動を詳細に調べた。2000年代以降、気候変動・砂漠化の進行によって、従来は草原などより温和な気候条件にあった地域が砂漠化し、ダストが新たに発生している（「新型黄砂」）証拠をさらに集めて示した。とりまとめた結果について論文投稿を進め、受理された。また、環境放射能調査成果論文抄録集にデータを報告した。
- ② 1957年から2006年まで気象研究所で観測されたPu降下量についてとりまとめを行い、論文化を進めた。過去50年間を大気圏内核実験、チェルノブイリ事故、再浮遊がそれぞれ主体となった時期に分けて解析し、その特徴を明らかにした。特に再浮遊が主体となった1990年代以降について、比放射能の観点から $^{90}\text{Sr}$ 、 $^{137}\text{Cs}$ と比較して解析した。 $^{137}\text{Cs}$ 、Puについては1-5月のダストの生成・輸送が活発な時季の比放射能が、それ以外の時季の比放射能に対して上昇した。一方、 $^{90}\text{Sr}$ ではそうした特徴は見られなかった。すなわち、Puと $^{137}\text{Cs}$ の風送ダストによる長距離輸送について貴重な知見が得られた。
- ③ つくば市および榛名山にエアロゾル観測機器を設置し、粒径別個数濃度の観測を実施したが、途中、機器故障が発生して欠測が生じていた。2009年初に機器を再設置して観測を継続している。引き続きデータの解析を進める。
- ④ 昨年度、長距離輸送される再浮遊成分の発生源情報を得るため、モンゴル気象水文学研究所からの協力を得て風送ダストの発生地域のアジア大陸で表層土壌試料を採取し、気象研究所へ持ち帰っている。本年度はこのサンプルの一部の分析を行った。その結果、モンゴル表層土中の $^{137}\text{Cs}$ 比放射能は $^{90}\text{Sr}/^{137}\text{Cs}$ 放射能比とよく相関することがわかった。 $^{137}\text{Cs}$ がたくさん降下した地域では、 $^{90}\text{Sr}/^{137}\text{Cs}$ 放射能比が高くなる傾向を示し、両核種の土壌カラムでの分別が進んでいることが実証されつつある。今後、これらの表層土試料から分粒装置を用いて数 $\mu\text{m}$ 径の粒子を分離し、その放射能を測定して、実際に大気中へ浮遊して長距離輸送される画分の組成を知る予定であり、そのためにサイクロンを利用した分粒装置の性能試験を開始した。

## 海洋環境における放射性核種の長期挙動に関する研究

研究年次： 3年目（平成18年度～平成22年度）  
 研究代表者： 青山道夫（地球化学研究部 第二研究室 主任研究官）  
 研究担当者： 廣瀬勝己、緑川貴、五十嵐康人（地球化学研究部）  
 本井達夫、中野英之（海洋研究部）

### 研究の目的

太平洋の海水中の人工放射性核種の分布を立体的に調査すると共に、それらの時間変動を調べ、海洋環境における人工放射能の実態の把握を行うとともに内部輸送過程についての知見を得る。この中で、特に1960年代の大規模核実験に由来する人工放射能が海洋表面に降下したのち、50年間にどのような挙動をしたかを知る。

人工及び天然の放射性核種を指標として用い、海水中の放射性核種の物理的・生物地球化学的挙動の解明を行う。

### 本年度の計画

- ① 北太平洋での試料採取および試料の前処理をおこなう。
- ② 深層水の極低バックグラウンドでの精密測定を継続する。
- ③ HAM データベースの改訂版を公表する。
- ④ 海洋大循環モデルによる人工放射性核種の長期挙動計算
- ⑤ 粒子状物質によるプルトニウムの輸送過程についての研究のとりまとめ
- ⑥ 1945年からの時空間変動の再解析（内部輸送過程の検討）

### 本年度の成果

- ① 太平洋海水試料 350 検体を処理し、計測を行った。
- ② 上記の試料のうち 150 検体について精密測定を行い、深層での  $^{137}\text{Cs}$  濃度を従来より一桁高い精度で決定できた。その結果、南太平洋深層 2000m から 6000m では、 $^{137}\text{Cs}$  濃度は一立方メートルあたり  $7 \pm 4$  ミリベクレルから  $25 \pm 11$  ミリベクレルの範囲にあることを世界で初めて明らかにした。
- ③ HAM データベースを IAEA (国際原子力機関) の協力を得て改訂し、全球をカバーする HAMglobal として完成させた。 $^{137}\text{Cs}$  のレコード数は 7737 から 31378 と飛躍的に増加し、 $^{90}\text{Sr}$  のレコード数は 3972 から 7062 へ、Pu 同位体は 2666 から 3871 に増えた。これにより  $^{137}\text{Cs}$  については全海洋での挙動の解析が可能となった。全球での表層海水中的  $^{137}\text{Cs}$  の時空間変動について、全海洋を 33 の海域に分けて解析をおこない、変動の特徴を抽出するとともに、見かけの半減時間の空間分布を求めた。その結果、表層海水中的  $^{137}\text{Cs}$  の見かけの半減時間は、1970 年から 2005 年の期間について 4.5 年から 36.8 年であり、赤道域は高緯度側より見かけの半減時間が長いことが明らかになった。さらに、影響評価やモデルシミュレーション結果との比較検討に使うため、表層海水中的  $^{137}\text{Cs}$  の 0.5 年毎の濃度のグリッド値を作成した。
- ④ OGCM として気象研究所共用海洋モデル (MRI.COM) と粒子追跡法を用いて太平洋域での  $^{137}\text{Cs}$  の挙動を解析した。具体的な解析方法は以下のとおり。
  - ・ TRIPOAR-grid を用いることで全球を扱っている。
  - ・ モデルの北緯 64 度以南の格子点配置は緯度経度で、解像度は経度 1 度、緯度 0.5 度である。
  - ・ 海面境界条件として JRA の再解析値から作成した気候値を用いる。
  - ・  $^{137}\text{Cs}$  を passive tracer として流す以外は Nakano et al., (2008) における Coarse-JRA run とおなじ設定を用いる。
  - ・  $^{137}\text{Cs}$  の海面へのフラックスは Aoyama et al., (2006) による全球への  $^{137}\text{Cs}$  の降下量を再構成したものをを用いる。

その結果、東経 165 度線に沿う  $^{137}\text{Cs}$  の断面で見られた亜熱帯循環南側の中央モード水に相当する  $^{137}\text{Cs}$  の濃度極大 (Aoyama et al., 2008, GRL) の形成域は、モデルによる逆追跡により中央モード水形成域の東端であることが解った。

- ⑤  $^{239,240}\text{Pu}/^{137}\text{Cs}$  放射能比が海洋中での生物地球化学プロセスの良い指標となることについて議論した。 $^{239,240}\text{Pu}/^{137}\text{Cs}$  放射能比は深度 1000-1000mの範囲で深さと共に指数関数的に増加することを見出した。このことは、 $^{239,240}\text{Pu}/^{137}\text{Cs}$  放射能比の鉛直分布が、直接水柱内での生物地球化学プロセスの反映であることを示唆していることを見出した。
- ⑥ 2007年の観測で得られた北緯24度線に沿う $^{137}\text{Cs}$ の鉛直分布においても、すでに報告した東経165度線に沿う $^{137}\text{Cs}$ の断面で見られた濃度極大の特徴と同様に (Aoyama et al., 2008, GRL)、日付変更線西側の西部北太平洋、深さにして400-600m、密度にして $\sigma_\theta=26.0-26.5$ 付近に濃度の極大が見出された。これらの極大は、東経165度線での北緯20度付近の深さ400-500mに見られる極大とつながっており、中央モード水による $^{137}\text{Cs}$ の海洋内部の輸送経路を明瞭に捉えることができた。これは世界で初めて $^{137}\text{Cs}$ の海洋内部での3次元分布を捉えたものである。

また、本課題で作成したHAMglobal versionを用いて、全球での表層海水中の $^{137}\text{Cs}$ の50年間の時空間変動について、全海洋を33の海域に分けて解析をおこない、変動の特徴を抽出するとともに、見かけの半減時間の空間分布を求めた。その結果、表層海水中の $^{137}\text{Cs}$ の見かけの半減時間は、1970年から2005年の期間について4.5年から36.8年であり、赤道域は高緯度側より見かけの半減時間が長いことが明らかになった。

## 渇水対策のための人工降雨・降雪に関する総合的研究

研究年次： 3年目（平成18年度～平成22年度）

研究代表者： 村上正隆（物理気象研究部 第一研究室長）

### 研究の目的

国連は2025年までに世界の2/3の人口が水不足に直面すると指摘している。日本でも人口集中域では潜在的な水不足の状態にある。地球温暖化が進むと、少雨・渇水や豪雨・洪水などの異常気象が頻発することも指摘されている。今後予想される渇水等の災害軽減対策を早急に講じる必要がある。本研究では、安定的水資源確保や即効的渇水対策のための人工降雨・降雪技術を確立する。

### （副課題1）人工降雨・降雪による水資源確保・渇水被害軽減の可能性評価に関する研究

#### 副課題の研究担当者

藤部文昭（予報研究部）、釜堀弘隆、仲江川敏之（気候研究部）、高橋清利（気象庁気候情報課）

#### 副課題の本年度の計画

- ・渇水要因と渇水被害軽減の可能性解析および渇水年天気パターン解析のアルゴリズム開発・改良
- ① 渇水時の大規模循環場について、メソスケールの気象現象との関連を実際の渇水事例について解析する。また、数年以上の長期的な渇水発生傾向と気候レジームシフトとの関係を全球大気モデル実験に基づいて調査する（富山大学の協力による）。
- ② 観測データの解析と大気・海洋結合モデルによる季節予報実験から得られる確率的予測結果を利用して、渇水傾向の予測可能性について調査する。さらに、確率的予測を用いたコストロスモデルを用いて、人工降雨の採算性について調査する。

#### 副課題の本年度の成果

- ・渇水要因と渇水被害軽減の可能性解析および渇水年天気パターン解析のアルゴリズム開発・改良
- ① 2008年夏季の四国地方の渇水の要因を調べた。四国地方の渇水の多くは太平洋高気圧が大きく張り出す全国渇水の一部として起きているが、2008年渇水は7月は太平洋高気圧の張り出しによるものであったが、8月には循環場が大きく変わり、四国沖の太平洋上に形成された低圧部のために暖湿流の流入がおもに東海～関東へ向かい、四国地方への流入が少ないと言う、7月と8月で大きく異なる原因のためであることが分かった。また、2008年夏季の沖縄地方の渇水の要因と特徴について解析に着手し、6月以降の季節進行が速く、梅雨前線の影響を受ける期間が短かったという予備的な結果を得た。  
暖候期アメダス月降水量による回転 EOF 解析を継続し、固有モードに対する地上気温・気圧場とのラグ相関解析を行った。梅雨モードは SST よりはユーラシア大陸北部における気温偏差と関連し、第2モードの台風モードは逆の特性を示すことを確認した。また、暖冬少雪の原因となる、冬季東アジアモンスーンの変動メカニズムについて研究を実施した。モンスーンの変動要因としては、亜熱帯ジェットと寒帯前線ジェットの二つの導波管を伝播するテレコネクションの影響があげられ、その動態を明らかにした。
- ② 過去28年間の季節予報実験を元に、利根川上流域の渇水対策に対する力学的季節予報情報の経済価値評価をコストロスモデルを用いて調べた。現状の予測成績は低いものの、適切な力学的予報情報を用いれば、予報情報に経済価値を見いだすことができた。

### （副課題2）リモートセンシング技術を用いた人工降雨・降雪に関する研究

#### 副課題の研究担当者

石原正仁、増田一彦、真野裕三、石元裕史、永井智広、酒井哲、山内洋、中里真久、足立アホロ、猪上華子（気象衛星・観測システム研究部）

#### 副課題の本年度の計画



- ・多波長レーダー・二波長ライダー・多波長マイクロ波放射計などを用いた有効雲モニタリング・シーディング効果検出法に関する研究
- ① 暖候期に X バンドレーダー、多波長マイクロ波放射計、マイクロレインレーダー、衛星を用いた降雨雲の集中観測を実施し、暖候期の雲構造観測手法の開発に 必要な観測資料を収集する。観測結果を解析し、人工降雨に適した有効雲の選定方法の知見を得る。
- ② 暖候期の観測時に、MTSAT の 30 分間隔のデータから、雲物理パラメータの変動をモニタする。
- ③ 暖候期の観測に使用するライダーを完成させる。暖候期のモニタリング観測・集中観測に使用し、雲観測手法の改良を行う。

### 副課題の本年度の成果

- ・多波長レーダー・二波長ライダー・多波長マイクロ波放射計などを用いた有効雲モニタリング・シーディング効果検出法に関する研究
- ① 暖候期に 3 週間程度の集中観測を、また引き続いてモニタリング観測を実施し、サブ課題 2「リモートセンシング技術を用いた人工降雨・降雪に関する研究」の他の参加研究機関により開発された雲構造観測手法の検証を行った。  
走査型 X バンドレーダーについては、取得したレーダー画像をプロジェクトメンバーにリアルタイムで配信する仕組みを作成した。観測サイト周辺の地形、気象条件に合わせて基本的な観測シーケンスを設定し、走査型 Ka バンドレーダーとの同期観測を行えるようにした。航空機によるシーディング実験時に同期観測を行ってデータを収集したが、夏季におけるシーディング実験そのものがプロジェクトにとって初の試みであるため調整段階であり、レーダーによってシーディングの効果を検出するには至らなかった。  
天頂観測用 FMCW 型 Ka バンドレーダーについて、その反射強度、ドップラー速度(最大 $\pm 3.2\text{ms}^{-1}$ )、ドップラースペクトルの算出を可能にした。ドップラー速度の測定範囲を 2 倍に拡張する手法について、試行を開始した。天頂観測用 X バンドレーダーと組み合わせた二波長レーダーによる物理量の算出に関連して、DWR（二波長反射強度比）の算出を可能にした。また、二波長のドップラー速度比からの粒径情報の導出について検討を開始した。  
多波長マイクロ波放射計については、温度プロファイルの導出精度を改善するため、従来の鉛直上向き計測に加えてアングル・スキャン計測を実施した。アングル・スキャンデータを計測アルゴリズムに加えることで大気下層でのプロファイル分解能が向上することを確認した。
- ② 衛星による雲物理パラメータ抽出アルゴリズムの改良を図った。MTSAT の可視・熱赤外・ $3.7\mu\text{m}$  の 3 チャンネルから雲物理量を求めるプログラムを作成し、30 分間隔で雲物理量の時間変化を出せるようにした。集中観測期間のデータの一部を処理した結果、系統的な誤差が生じている可能性が分かったため、これら 3 チャンネルのキャリブレーションについて調査を始めた。
- ③ 既存ライダーについて、光路を増設した近赤外チャンネルに波長分離ミラー、干渉フィルター、検出器、データ処理部を追加整備し、2 波長ライダーとして完成させ、集中観測、モニタリング観測、連続観測を行った。連続観測データから一次解析のデータベース（後方散乱信号強度、全偏光解消度、2 波長後方散乱信号強度比のクイックルック図）を作成し、本研究に参加する研究者に逐次提供を行った。集中観測のデータ解析をおこなった結果、フレアシーディングの必要条件である雲底高度 0.4~2 km の雲の出現頻度は約 40%であることが分かった。

### （副課題 3）航空機等の直接観測手法を用いた人工降雨・降雪に関する研究

#### 副課題の研究担当者

村上正隆、折笠成宏、斎藤篤思（物理気象研究部）、大竹秀明（物理気象研究部客員研究員）

#### 副課題の本年度の計画

- ・航空機を用いた雲の内部構造の直接観測とシーディング実験に関する研究
- ① 5 月から 7 月の観測期間中に、吸湿性粒子・ドライアイスを用いた航空機による小規模シーディング実験と航空機・地上からの雲・降水の直接観測も含めた 3 週間程度の集中観測を実施する。人工降雨に適した雲の出現の有無やシーディング効果の有無を明らかにする。
- ② 地上からのシーディング実験の予備的実験を行う。  
3 月までに実施できる見込み。

- ③ 降水量決定因子を用いた S/N 比の高い統計的手法によるシーディング効果評価法の開発・改良を行う。

#### 副課題の本年度の成果

・航空機を用いた雲の内部構造の直接観測とシーディング実験に関する研究

- ① 5月から7月までの一夏を通じた観測期間で、6月後半～7月初めの3週間、早明浦ダム周辺で地上からのリモセン観測・ゾンデ観測等と同期した航空機による吸湿性粒子及びドライアイスシーディング実験と雲の直接観測を含めた集中観測を実施した。  
大気中エアロゾルの CCN 特性や雲粒数濃度から、観測した雲は人工降雨に適した大陸性あるいは汚染海洋性の特徴を示すものが多く含まれることが示された。吸湿性粒子シーディングでは雲底付近で雨粒の芽となる大粒の雲粒生成が、ドライアイスシーディングでは $-5^{\circ}\text{C}$ 前後の比較的高い気温域でも十分な数の氷晶生成が、それぞれ確認された。
- ② 地上からの液体炭酸シーディング装置、着氷モニタリング装置を整備し、予備実験を行った。
- ③ 観測データや3次元モデルの結果を用いて、風上側の気象要素や雲物理量の中からダム集水域の降水量を決定する因子を引き続き調査した。この物理的予測因子を用いてシーディング効果の有意性を抽出できることが確認された。

#### (副課題4) 数値モデルを用いた人工降雨・降雪に関する研究数値モデルを用いた人工降雨・降雪に関する研究

##### 副課題の研究担当者

加藤輝之、大泉三津夫、永戸久喜、林修吾、橋本明弘（予報研究部）、田尻拓也（物理気象研究部）  
財前祐二（環境・応用気象研究部）、山下克也、佐竹晋輔（物理気象研究部客員研究員）

##### 副課題の本年度の計画

- ① 非静力学モデルを用いた人工降雨・降雪実験に関する研究
- ・ダム集水域（暖候期：早明浦ダム周辺域、冬季：北陸～新潟）における 1km-NHM の数値実験を継続して行い、5月～7月の観測期間には準ルーティンの 1km-NHM を実行する。
  - ・観測データを用いて 1km-NHM の予報精度を検証し、NHM の改良を行う。
  - ・長期シーディング実験を引き続き行うことにより、シーディング効果と広域にわたる影響を評価するとともに最適シーディング法の確立をめざす。
  - ・NHM へのビン法の組み込みを引き続き行い、バルク法 NHM 向け吸湿性シーディングスキームの開発を行う。
  - ・2006年度の12～3月を対象に地表面過程に Sib を用いて、NHM を実行する。
- ② 雲生成チェンバーおよび詳細雲物理ボックスモデルを用いた吸湿性粒子シーディング実験に関する研究
- ・引き続き、雲生成チェンバーや詳細雲物理ボックスモデルを用いて、いろいろな大気中エアロゾルの分布状態における最も有効なシーディング物質（粒子）の物理化学的特性を固定する。

##### 副課題の本年度の成果

- ① 非静力学モデルを用いた人工降雨・降雪実験に関する研究
- ダム集水域における水平分解能 1km の非静力学モデル（1km-NHM）の数値実験を 2008 年 4～5 月および 2008 年 10 月～2009 年 3 月の期間を対象に日本海側を中心に人工降雪の基礎資料とするために実行した。また、2008 年 4～8 月には四国・九州地方を中心として人工降雨を対象に実行した。実行結果はサブ課題 4「数値モデルを用いた人工降雨・降雪に関する研究数値モデルを用いた人工降雨・降雪に関する研究」に参加する他の研究機関（チーム 2）に提供した。2008 年のサブ課題 3「航空機等の直接観測手法を用いた人工降雨・降雪に関する研究」の人工降雨・降雪実験と同期して、シーディング評価も含めて 1km-NHM を準ルーティンの実行し、観測支援資料を提供した。
- ヨウ化銀・液体炭酸を用いた地上シーディングを行えるスキームを 1km-NHM に導入し、その効果を数値実験を実施して検討した。吸湿性エアロゾル（雲核）から雲粒子・降水粒子までをカバーするビン法雲物理モデルを NHM へ導入するための検討を行い、NHM に組み込んだ。
- ② 雲生成チェンバーおよび詳細雲物理ボックスモデルを用いた吸湿性粒子シーディング実験に関する研究

### る研究

室内実験では、標準的な大気状態にマイクロパウダーを付加することにより初期雲粒粒径分布に顕著な変化が現れることを確認し、その効果の定量化を進めた。野外実験における多湿な環境下での吸湿性粒子散布を可能にするため、固結防止剤の配合を検討し、その雲粒生成への影響評価を行った。結果をもとに、次年度観測に使用するマイクロパウダーの仕様を決定した。フレア法による実験では、雲生成チェンバー実験用の小型発炎筒を入手するとともに、燃焼による生成物の粒径分布データを取得した。この生成粒子を付加した雲生成実験を実施し、初期雲粒粒径分布を取得した。

数値モデルについては、地球環境フロンティア研究センターと協力し、吸湿性エアロゾルに対する雲・降水過程の依存性調査として、ハイブリッド雲微物理モデルによる巨大凝結核撒布の影響評価実験を多数行った。これにより、降水効率を高める有効な撒布粒子の半径、数密度、タイミングに関する知見を得、期待される増雨効果を評価した。より現実的なシーディング効果を評価するためにマイクロパウダー法及びフレア法で使用する吸湿性粒子に近似した粒径分布を用いた計算を進めた。

## 東南アジア地域の気象災害軽減国際共同研究

研究年次： 2年目（平成19年度～平成21年度）  
 参画機関代表者： 斉藤和雄（予報研究部 第二研究室長）  
 研究担当者： 斉藤和雄・林修吾・瀬古弘・小司禎教・川畑拓矢（予報研究部）、上野充・國井勝（台風研究部）

### 研究の目的

近年、東南アジア域においても、地球規模の気候変動との関連や経済活動高度化に伴う社会の脆弱化によって、熱帯低気圧やスコールラインなどに伴う暴風雨災害が増加しつつあり、このような社会的経済的に影響の大きい気象災害の予測・低減が急務となっている。

本研究では、東南アジア地域での高分解能なダウンスケール数値天気予報実験を国際的連携の下に継続実施して、気象災害、特に集中豪雨災害の軽減に資する対策判断支援システムを構築することを目的とする。

本研究は、東南アジア諸国における我々の大気科学研究の協力・連携を強化し、オープンで対等な官・学の多層的パートナーシップの構築を通して、東南アジア域さらには熱帯域、全地球的な気象災害軽減に資するための「東南アジア地域気象災害軽減国際共同研究推進ネットワーク」の立上げを行う。

### 本年度の計画

- ① 気象庁メソモデルの精緻化と検証予報実験
  - ・ エアロゾルを予報変数化したスキームによる予報実験とその検証
  - ・ bin モデルを組み込んだ雲物理過程による予報実験とその検証
  - ・ 熱帯域実験の検証に基づくモデル特性の把握と積雲パラメタリゼーションの最適化
  - ・ メソアンサンブル実験の熱帯域適用と結果の検証
- ② メソモデル国際共同研究のための環境整備
  - ・ 前年に引き続き、モデルのドキュメント及び周辺ツールを整備するとともに、国外の計算機環境でモデルを実行するテストを行う。
  - ・ メソアンサンブル予報を熱帯域に適用するためのツールの整備
- ③ メソモデル用データ同化システムを用いた熱帯域同化実験
  - ・ GPS データや衛星データを含めた同化実験の実施
  - ・ 台風ボーガスデータの検証とパラメータの調整
  - ・ 非静力学4次元変分法の熱帯域への適用について検討

### 本年度の成果

- ① 気象庁メソモデルの精緻化と検証予報実験
 

気象庁メソモデル（NHM）を20km解像度にして2007年7月と2008年1月の各15日間に対して、日本域と東南アジア域でNCEP全球解析を初期値とする36時間予報を行い、レーダーアメダス解析雨量（日本域のみ）、衛星マイクロ波放射計による全球降水雨量（CMORPH）、ゾンデ観測との比較による検証を行うとともに、米国コミュニティモデルWRFと比較した。日本域ではNHMとWRFは降水予測精度的に殆ど差が無くスレットスコアはほぼ同等だったが、東南アジア域では乾季（7月）はWRFが、雨季（1月）はNHMが僅かに良かった。全般にWRFでは降水をNHMより多めに予報する傾向があり、NHMの方がバイアスコアは1に近かった。ゾンデ検証でも大きな差は無かったが風のRMSEは僅かにNHMの方が良かった。東南アジア域での降水の予測精度は日本域より低く、初期値解析やモデルの物理過程に改善すべき余地が大きいことが分かった。

これらの実験に際して、積雲対流パラメタリゼーションにおける降水転換率や数値拡散の大きさなどを、20km解像度向けに調整した。

2008年5月にミャンマーを襲ったサイクロンNargisについて、気象庁高分解能全球解析を初期値にした10kmNHMによる予報実験をおこない、サイクロンのミャンマー南部への上陸と上陸前の発達をシミュレートした。気象庁海面水温解析とNCEP海面水温解析を用いた場合の比較、および海面水温に関する感度実験を行い、サイクロンの発達に海面水温の高温度域の存在が重要だったことがわかった。予報地表風を用いて、プリンストン海洋モデルによる高潮シミュレーションを行い、イラワジ川河口付近で3.2mの最大潮位を得た。一方、高解像度全球モデルの予報結果を用いた高潮シミ

ュレーションでは、最大潮位は 90cm にとどまった。これにより、NHM を用いたダウンスケール予報によりこの地域の高潮が 2 日前に予測可能だったことが分かった。

気象庁週間アンサンブル予報の初期値と境界値の摂動を用いた NHM によるメソアンサンブル予報システムを構築し、熱帯域に適用した。2008 年 5 月にミャンマーを襲ったサイクロン Nargis についてのアンサンブル予報実験を行い、アンサンブル予報により 2 日後のサイクロンの位置が 200-300km ばらつき、気象庁の北西太平洋における台風進路予報の予報精度程度のスプレッドが得られた。その位置は進行方向に長軸を持つ楕円の範囲にばらつき、上陸時間の予測が難しいケースであったことが分かった。週間アンサンブル予報と NHM によるメソアンサンブル予報の各メンバーの予報について、高潮シミュレーションを行い、週間アンサンブル予報からでは高潮は予報されないこと、メソアンサンブル予報では 4m 近い潮位偏差が予測されることを確認した。

2005 年 7 月にインド、ムンバイで発生した記録的豪雨について、気象庁全球解析を初期値に用いて 5kmNHM で再現実験を行い、ほぼ実況に対応する 17 時間で 1,100mm を超える降水を得た。5kmNHM にネストとした 1kmNHM による実験を行い、降水システムの気流構造の詳細や豪雨の要因を調べた。このケースでは、降水が山脈域でブロックされたコールドプールに、ベンガル湾側から湿った西風が乗り上げるにより生じており、降水域の北側から入る別の下層風による水蒸気供給が降水を強化していることが分かった。

## ② メソモデル国際共同研究のための環境整備

NHM を東南アジア域で走らせるための周辺ツールを整備し、1.25 度気象庁全球解析、20km 全球モデル面ガウス格子、週間 EPS 予報値ファイルからのネストを可能にした。土壌温度気候値を作成するツールを整備した。地表面気圧の計算において、モデル地形の違いを補正する手法を従来より精度の良いものに変更した。ユーザーズガイドとして、和文マニュアルの英訳を進めた。NHM 利用申請のあった国外機関（インドネシア、シンガポール、ベトナム）での計算機環境でモデルの動作を確認した。

メソアンサンブル予報を熱帯域に適用するためのツールとして、気象庁週間 EPS の気圧面予報値ファイルから摂動成分を取り出して、初期値境界値にインクリメントとして加える仕組みを作成した。

## ③ メソモデル用データ同化システムを用いた熱帯域同化実験

ミャンマーを襲ったサイクロン Nargis を対象として、メソ 4 次元変分法を熱帯域に適用して、台風ボーガスや GPS 掩蔽データを同化する同化予報実験を行った。台風ボーガスを用いない場合に比べて、強度予報が大きく改善することを確認した。東南アジアの地上 GPS データのリアルタイム解析とメソ 4 次元変分法による同化実験を行った。地上 GPS データの同化により台風の強度が改善することが分かった。ムンバイ豪雨の事例について、NHM を用いる局所アンサンブルカルマンフィルタを用いる同化実験に着手した。

## 民間航空機を活用したアジア太平洋域上空における温室効果気体の観測に関する研究

研究年次： 3年目(平成18年度～平成22年度)

研究担当者： 松枝秀和、澤 庸介(地球化学研究部)

### 研究の目的

民間航空機を利用したアジア太平洋域上空を中心とする高頻度と広領域にわたる温室効果気体の時間・空間分布観測を実施して、大量のデータを収集する。収集された観測データのデータベース化を通して、全球の炭素循環の解析的研究に利用すると同時に、インバースモデルや温室効果気体観測衛星の精度向上に役立てる。

### 本年度の計画

- ① JAL 所有の 5 機に航空機用観測装置 CME と ASE を搭載し、観測データを収集する。
- ② 前年度に確立された品質評価手法を適応して、過去 2 年間の測定データの品質を向上させる。
- ③ 解析に必要な観測データの抽出とその図化の高度化を図るために、データベース化の手法を確立する。

### 本年度の成果

- ① JAL 所有の B747-400 型機に ASE を搭載した観測については、豪州と日本を結ぶ路線において実施することとし、本年度はほぼ計画通り合計 23 回の観測フライトが行われた。一方、B747-400 型機と B777-200ER 型機に CME を搭載した CO<sub>2</sub> 観測については、2008 年の 3 月から 6 月にかけて制御ソフトウェア改修のため一時休止したが、その間、米国航空局の改修承認を取得することに成功し、様々な運航状況に対応できる観測が可能となった。この新ソフトウェアを搭載した CME 観測を 2008 年 7 月から再開し、その後は計画通り観測が継続され、アジア・欧州・北米路線で膨大な CO<sub>2</sub> 濃度の観測データを収集した。
- ② 前年度に確立された品質評価手法に基づいて、自動処理を行うための解析アルゴリズムを構築し、その処理ソフトウェアを開発した。これを適応して、2005 年 11 月から 2008 年 3 月までの 117 万個の大量のデータに対する品質評価を行った。この評価結果を詳細にチェックした結果、自動処理手順に問題がないことが確認された。但し、自動処理が困難な若干のデータに関しては手動による識別を行った。これら一連の品質評価を通して、2008 年 3 月までに取得されたすべての観測値について、測定精度のランク付けによるデータ選別が完了した。
- ③ 航空機の 3 次元的な観測データを時系列解析するに当たっては、フライト時の気象状態が毎回変化するため、データを適切に分別しておく必要があるが、データを取得した位置情報(緯度・経度・高度)による分別では不適切であることが認められた。これに対して、観測場に適した気象パラメーター(渦位・温位・境界層高度・等価緯度等)を用いたデータ分別が CO<sub>2</sub> の濃度変動解析において有効であることが分かった。そこで、気象庁の再解析データ(JCDAS)を利用した CO<sub>2</sub> 観測値に対応する気象パラメーターの計算と、そのデータベースを作成するための手法を確立した。同時に、データベースを確認するための図化ソフトウェアの開発も行った。試験用のデータベースを作成し、対流圏界面付近の観測データを調べた結果、気象パラメーターによる成層圏/対流圏の選別が良好であることが検証された。

## 親生物気体の同時連続測定による生態系監視技術の開発

研究年次： 1年目(平成20年度～平成22年度)

研究代表者： 松枝秀和(地球化学研究部 第一研究室長)

研究担当者： 松枝秀和、澤庸介(地球化学研究部)

### 研究の目的

環境汚染や森林破壊等の人間活動により陸域生態系が受ける影響を監視するために、生態系内の大気・植生・土壌の間で循環する親生物気体(二酸化炭素やメタン等)の動態変化を監視する技術を開発し、それを指標とした新たな生態系診断のための評価手法の確立を目的とする。

### 本年度の計画

- ① 多成分濃度同時測定分析計の分析部の設計のために、測定に適した吸収線波長を検討し、構成部品の選定を行う。
- ② 分析計の製作のために、標準ガス導入実験を含めた各構成部品の性能・耐久性に関する基礎試験を行う。
- ③ 生態系内の親生物気体成分の濃度変動範囲の情報を収集するため、高山の森林観測サイトにおいて、空気試料の採取と分析による予備的調査を行う。

### 本年度の成果

- ① 大気微量成分の測定については、安価で長期計測が可能であるという、モニタリングに適した点を重視して、分散型赤外分析の手法を採用することとし、まず、その概念設計を行った。装置の主要部品は光源部、試料部及び検出部からなり、各主要部で用いるデバイスの仕様検討と選定を行った結果、光源には長寿命の冷却型赤外発光ダイオードを用い、光源強度の経時変化に対してフィードバック機構を装備することとした。複数の発光ダイオードから射出された光は、積分球において混合した後、試料部に導入することとなり、試料部は多重反射光路セルを利用し、気体成分濃度に応じて全光路長を調整することとした。検出部では回折格子により波長毎に分光し、多数のフォトダイオードを組み合わせた集合体(フォトダイオードアレイ)構造にすることで検出感度を大幅に向上できることが分かった。
- ② 概念設計に基づいて選定した各部のデバイスについて性能試験を実施した結果、メーカー仕様をほぼ満たしていることが確認された。電源を使用するデバイスについては安定化のために精密なAC/DC変換電源の利用が不可欠であった。さらに、個々のデバイスについて環境特性試験を行った。光源の発光波長及び検出器は温度依存性があり、厳密に温度を制御する必要性が認められた。また、多重反射光路セルは感度に応じてミラーの位置を変更できる可動型の導入を検討すると同時に、セル内の温調・圧力制御機能が精度向上に必要であることが分かった。これら性能向上のための付属部を追加して試作器を製作した。
- ③ 高山の森林観測サイトにおける森林内の大気採取を年4回実施すると同時に、土壌チャンバー実験で得られる空気試料の採取も行った。これらの試料空気について、多成分分析計の測定対象と想定している二酸化炭素(CO<sub>2</sub>)、一酸化二窒素(N<sub>2</sub>O)、及びメタン(CH<sub>4</sub>)の濃度を測定した結果、微量気体の濃度は季節や時間帯によって変動することが認められた。また、チャンバー実験の空気分析から、高山の森林土壌はCO<sub>2</sub>とN<sub>2</sub>Oの放出源であるのに対して、CH<sub>4</sub>は弱い吸収源として働いていることが見出された。

## アジアの水資源への温暖化影響評価のための日降水量グリッドデータの作成 サブテーマ：日降水量グリッドデータによる気候モデル降水量の評価

研究年次： 3年目(平成18年度～平成22年度)

研究担当者： 鬼頭昭雄、上口賢治(気候研究部)

### 研究の目的

アジア地域の水資源・水循環への温暖化影響評価のためには、空間解像度が高くかつ地形を考慮した日降水量グリッドデータが必要であり、本研究では、雨量計や衛星の各データを組み合わせることで、地形効果を反映した新たな高解像度降水グリッドデータを作成することを目的とする。

### 本年度の計画

- ① 中央アジア、ロシアの日降水量検証を行う。
- ② 衛星結合プロダクトにより、内陸湖や付近の海域を含めた降水量分布の検証を行う。
- ③ 気象研究所のモデルによる現在ランと温暖化ランを比較し、温暖化による降水の変化を解析する。

### 本年度の成果

平成21年度から22年度までの2年間の研究延長が決定したため、当初の計画にあったモデル降水量の検証などの応用研究は先送りし、本年度は降水データの精度向上とデータの期間を過去に延ばすことに注力することとした。

これまで収集した大量の雨量データを入力データとして使えるように編集し、降水量内挿システムの大幅な刷新を行った。品質チェック(QC)プログラムでは大量の地点降水量データを扱うことから、リレーショナルデータベースを用いた領域時系列解析などの新しい手法を開発した。これによって、GHCNやGSODといった、広く使われている公開データセットにも、ミリインチ変換ミスなどのデータが数多く存在することを発見した。これらのエラー情報は、今後公開するプロダクトに順次反映される予定である。

内挿については、Xie et al. (2007)が採用したマウンテンマップパー法(MM法：雨量そのものではなく、参照気候値からの雨量の比を内挿する方法)の効果を確認するため、クロスバリデーションを行った。その結果、MM法は短期間降水量の補正にはほとんど効果がなかったが、雨量計の空間密度が低い場所での長期雨量については、地形性降水のバイアス補正に効果があることが確認された。また、現在採用しているShepardタイプの内挿法では、空間分布が滑らかになりすぎるため、重み関数に山岳による降水遮蔽などの地形効果を加味した新手法を開発した。これによって、ヒマラヤ、西ガーツ、ボルネオなど地形が急峻な場所での降水分布パターンが著しく改善された。

雨量計の特性として、雪のような固体降水の場合、風によって捕捉率が低下することが知られている。その影響は非常に大きく、山岳や高緯度地域の水収支を正しく評価するためには、捕捉率補正が必須と言われている。それにもかかわらず、捕捉率補正をした日降水量データセットは存在しないため、WMOが公開している各国の雨量計機器の捕捉率関数と、JRA25再解析の大気データを用いた汎用性の高い捕捉率補正スキームを開発した。

以上の開発により、本プロジェクトの主目的である日降水グリッドデータ(APHRO\_V0902)を計画通りに作成することができた。

また実行計画には無かったが、他プロジェクトからの要請があったため、日本域での高解像度日降水データ(APHRO\_JP)の試作を行い、レーダーアメダスとの比較を行った。その結果、気候値で比較した場合、APHRO\_JPの方がレーダーアメダスより、気象庁メッシュ気候値に近いことが分かった。またレーダーアメダスでは解析手法が変わった2001年を境に大きく性質が変化しており(2001年以前は正、以降は負のバイアス)、トレンド解析に使えないことが分かった。以上の結果からレーダーアメダスに対するAPHRO\_JPの優位性を示すことができた。

日本については既に1900年から2008年までの日降水量、及び1978年から2000年までの1時間降水量データについても試作しており、今後検証を行う予定である。



## 地球温暖化に係る政策支援と普及啓発のための気候変動シナリオに関する総合的研究(サブテーマ: マルチ気候モデルにおける諸現象の再現性比較とその将来変化に関する研究)(サブサブテーマ名) (3) 季節予測に係わる短期気候変動の再現性とその将来予測

研究年次: 2年目(平成19年度~平成23年度)

研究担当者: 尾瀬智昭・鬼頭昭雄・楠昌司・保坂征宏・足立恭将・安田珠幾・行本誠史・遠藤洋和・石原幸司(以上気候研究部)、柴田清孝(環境・応用気象研究部)

### 研究の目的

気候変動シナリオに関し、将来気候に関する重要な現象をできる限りカバーするように個別現象についてサブテーマを設定し、PCMDI に集約されている気候モデルの現在気候再現性および将来予測を比較評価することとなっている。そのために、焦点を当てる各現象に対して豊富な知見を持つ研究者によってサブテーマを分担することとなっている。

サブサブテーマ(3)においては、20世紀結合実験における、地上気温の時間的空間的変動およびその季節予測に係わるエルニーニョ南方振動・夏冬モンスーン・北半球環状モード・雪氷などの短期気候変動の再現性を、観測データ・再解析データを用いて比較・評価することにより、その将来変化の不確実性・信頼性に関する知見を得る。

### 本年度の計画

- ① 既存の地上気象観測データおよび降水量等の補助観測データを収集・整理し、地上気温など地上要素の時間的・空間的な再現性の評価を行う上での指標を作成する。
- ② 大気再解析データ・海洋同化データ・降水量データなどの解析データおよび解析ツールを整理し、エルニーニョ南方振動・夏冬モンスーン・北半球環状モードの変動特性の表現方法およびモデル間で比較する方法を検討し、適切な指標を作成する。
- ③ 積雪・海氷被覆率について、観測と20世紀結合実験のマルチモデル相互比較を行い、スキルスコアの指標を作成する。  
スキルスコアの作成については来年度実施する予定。

### 本年度の成果

- ① 14の全球モデルデータの20世紀末(20C3M実験)と21世紀末(SRES A1B実験)の各20年間の日地上気温データを使用して、月平均地上気温の年々変動および日平均気温の月ごとの日々変動の現在気候再現精度および将来変化を調べた。特に、モデルの現在気候での地上気温日々変動は再解析データと比べて過小評価となっていたことが分かった。21世紀末のものについては、モデル間の差は大きいものの、その差は中緯度の夏季の陸上では増加、他の季節の陸上と海上では一年を通して減少する傾向が見られた。  
IPCC・CMIP3各モデルにおける全球平均や帯状平均した地上気温の経年変化を、気象庁による観測統計値と比較することで、モデルごとの再現性やモデル間の違いを把握した。
- ② CMIP3マルチモデルデータセットにおけるA1Bシナリオ実験について、20世紀から21世紀にかけてのENSO周期・振幅の変化を表層貯熱量に着目して調べた。20世紀のENSO周期と振幅の間には関係は見られず、また、21世紀でのENSO周期と振幅の変化傾向は、モデルによって異なっていた。21世紀でのENSO振幅の変化は、熱帯太平洋表層の平均的成層構造の変化と関係があることが明らかとなった。さらに、21世紀でのENSO周期の変化は、熱帯太平洋表層の平均的成層構造の変化とは関係が見られなかった一方で、温暖化におけるENSO周期の変化と西部赤道太平洋での暖水の蓄積時間の変化には関係があることが示唆された。  
CMIP3マルチモデルデータセットの20世紀再現実験について、20の気候モデルにおける海洋第一変形半径を計算し、観測水温塩分資料から計算した第一変形半径との比較を行った。モデルの第一変形半径は、観測結果をうまく再現しているモデルもあるが、モデルによって大きく異なることが明らかとなった。また、波長の長い傾圧ロスビー波の位相速度に関して2つのモデルを比較したところ、水温偏差の西方伝播の速さが異なり、十年規模変動の周期についても異なることがわかつ

た。このことは、モデルにおけるロスビー波の位相速度と十年規模変動の周期に関係があることを示唆するものである。

24 個の CMIP3 モデルによる 20 世紀現在気候実験において、エルニーニョに伴う西太平洋降水分布の再現性を調査した。赤道上の日付変更線以東において一定程度の降水変動があることが観測されるが、冬季にスコアの低いモデルは共通して、この変動が再現されていないことがわかった。再解析データを用いた循環場の評価を行い、夏冬アジアモンスーンなどのモデル再現性を評価するアジアメトリックを作成した。このメトリックを利用して、ヤマセに関連した大規模循環場の将来変化について 11 個の IPCC-AR4 に提出された気候モデルを対象に調べた。多くのモデルでは、盛夏期に、日本の東海上で亜熱帯ジェットが北上しにくくなり、日本の東海上では地上気圧が低下し、北日本東海上の地表風は北～東風偏差となることが分かった。

梅雨期の 6～7 月を対象に CMIP3 に参加した 16 個の大気海洋結合モデルの降水強度の再現性を調査した。モデルの降水量の気候値の再現性が良いほど、降水強度の再現性も良いことがわかった。現在気候の再現性の良いモデルについて、地球温暖化時の変化について調査したところ、降水強度が増加するという結果となることがわかった。

22 個の CMIP3 モデルの 20 世紀再現実験の 1980-1999 年を対象として解析したところ、ほとんどのモデルは、帯状平均東西風の気候値や NAM の構造について、かなりよい再現性を持っていることがわかった。

CMIP3 参加にしている 22 個のモデルについて ENSO の影響が中層大気に及ぼす影響について解析した。期間は 1950-1999、multiple linear regression を用いて ENSO のシグナルを抽出した。ERA40 でも同じ解析を行い(ただし、期間は 1980-2001)、観測とモデルの比較を行った。年平均で見ると、観測では両半球で亜熱帯ジェットの赤道側の強化、下部成層圏では熱帯で降温、中緯度で昇温が見られるが、モデルによって応答はかなり異なっていることがわかった。

- ③ 20 世紀後半の CMIP3 結合モデルの北極点付近(北緯 85 度以北)の海氷厚を解析した。モデル平均の年平均氷厚は 2.6m で、観測値の 3m 前後と近い値となった。モデル間では 1.2-4.9m の幅があり観測値よりもやや薄いモデルが多かった。1970-1999 年の 30 年間トレンドはどのモデルでも負であり、モデル平均で約 34cm/30 年間という値を得た。また、氷厚の季節変化はほぼ全てのモデルで一致しており、5 月に最大、9 月に最少となった。季節変化の振幅もモデル間でばらつきが小さく、モデル平均で約 1m であった。年平均氷厚と海水表面フラックスとの相関は、冬季は小さいが、夏季は高く、表面の融解やアルベドがモデルの平均氷厚決定に大きく寄与していることが示唆される。

## 地球温暖化に係る政策支援と普及啓発のための気候変動シナリオに関する総合的研究(サブテーマ:温暖化予測影響評価のためのマルチモデルアンサンブルとダウンスケーリングの研究)

研究年次: 2年目(平成19年度~平成23年度)

研究代表者: 高藪 出(環境・応用気象研究部 第三研究室主任研究官)

研究担当者: 栗原和夫、佐々木秀孝、村崎万代、内山貴雄、青柳曉典(環境・応用気象研究部)、清野直子、大泉三津夫(予報研究部)、石原浩司(気候研究部)

### 研究の目的

将来気候予測モデルの結果を影響評価研究へ繋ぐために、まずマルチモデルアンサンブルにより信頼性の高い日本域の20km格子の将来気候予測シナリオを作成する。次にこれを更にダウンスケールし、日本域の詳細な影響評価モデルに載せるデータを不確実性の幅をもって提供できるようにすることを目指す。また、このプロセスの中で地域気候モデルの精度向上、地域気候モデルのマルチモデルアンサンブル手法の開発、精度の高いダウンスケーリング手法の開発を行う。そして国内の地方・県レベルでの流域での検証を通じて手法の高度化を行い、広くアジア域への適用を目指す。

### 本年度の計画

- ① 20kmRCMによる現在気候再現実験を行う。
- ② 都市気候モデルによる関東域再現実験を行う。
- ③ MME手法を改良し、20kmRCM現在気候再現の結果に適用する。

### 本年度の成果

- ① 20kmRCMによる現在気候再現実験に着手した。

前年度に実施された2002-2004年の再現計算結果をアメダスデータにより検証した。その結果を参考に20kmRCMのチューニングを実施し、改良版により再び2002-2004年の再現計算を行った。その結果を再検討してチューニングの効果を確認後再チューニングを実施し、再改良版による20年再現実験の計算を開始した。3月末までに計算を終了する予定である。
- ② 都市気候モデルによる関東域再現実験を行った。都市域ビル群の屋上面と壁面の変数を独立に定義するとともに、ビル表面からの潜熱輸送過程を表現可能となった都市気候モデルを用いて、前年度に実施された20kmRCMによる2002-2004年の再現計算結果を初期値/境界値とし、夏季の関東甲信越地域を対象とした4km格子へのダウンスケーリング計算を行った。今後、アメダスデータや前年度に収集した東京都環境局による地上気象観測データを用いた比較検証を実施する予定である。
- ③ MME手法を改良し、20kmRCM現在気候再現の結果への適用に着手した。

前年度に収集した統計的手法に基づき、ベイズ統計を用いた複数のMME手法の開発を進めた。この手法相互の検討を全球モデルデータにより行った。参画各機関により得られた各種20kmRCMの計算結果を収集し、MME手法適用の準備としてデータの整備並びに結果の再現性比較を開始した。比較結果は県別に視覚化した。

## 海洋酸性化の実態把握と微生物構造・機能への影響評価に関する研究 (サブテーマ名)太平洋における海洋 pH の高精度各層観測による酸性化の実測

研究年次： 1年目(平成20年度～平成22年度)

研究代表者： 緑川 貴(地球化学研究部 第二研究室長)

研究担当者： 石井雅男、斉藤 秀、時枝隆之、笹野大輔、松枝秀和、澤 庸介(地球化学研究部)  
本井達夫、中野 英之(海洋研究部)

### 研究の目的

本研究では、化石燃料の消費による二酸化炭素(CO<sub>2</sub>)の排出に起因して起こる海洋酸性化の実態を把握し、酸性化が海洋生態系に及ぼす影響予測に資するため、酸性化に伴う微生物群集の構造や機能の変化に関する知見を得ることを目的とする。

### 本年度の計画

- ① 気象研究所で開発した分光光度法による高精度の pH 測定装置を、さらに小型化・効率化した自動海水 pH 分析装置を製作する。
- ② 国際会議 "Second Symposium on the Ocean in a High-CO<sub>2</sub> World" へ参加し、北太平洋のデータ統合を促進させるとともに、サブテーマ(2)「海洋炭酸系データの統合に基づく海洋酸性化の実態評価」のデータ収集に協力する。
- ③ サブテーマ(3)「海洋酸性化が微生物群集構造と機能に及ぼす影響」の培養システムの確立に、pH や CO<sub>2</sub> 濃度等の測定や制御の面から支援する。

### 本年度の成果

- ① pH 測定装置の設計・製作では、従来の石英製分光光度セルに替えて、光ファイバーを利用した長光路・低体積の分光光度測定セルを組み合わせるとともに、近年に開発された小型・高性能の分光光度計を利用することで、小型化・高精度化を図った。このシステムの改良によって、同時に海水試料や発色試薬の少量化及び分析時間の短縮など、測定効率の向上も実現される見込みである。装置は、2月上旬に納入され、その後、最適な指示薬添加量と光路長の設定、指示薬と海水の均一な混合に向けた流速と時間の調整、ランプからの光量調整など、最適な測定条件の検討を行った。
- ② 北太平洋西部における過去の観測成果を整理して、海洋酸性化の進行状況に関して取りまとめ、その成果を上記国際会議及び日本海洋学会において報告した。過去 25 年間の pH の長期的な低下傾向を評価し、それが主に大気 CO<sub>2</sub> の吸収に起因することや、海洋表層の温暖化が酸性化を加速させていることも分かった。また、PICES-CCS(北太平洋海洋科学機関炭素気候部会)の枠組みで進められている、太平洋の海洋内 CO<sub>2</sub> データ統合活動の打ち合わせ会合を、国際会議に合わせて開催し、今後の作業方針や作業担当の原案について各国の関連研究者 7 名と議論してまとめることができた。
- ③ サブテーマ(3)が中心となって10月下旬と1月下旬に行われた微生物培養実験に参加し、pH や CO<sub>2</sub> 濃度等の条件設定に協力して酸性化実験を成功させることができた。また、酸性化の影響評価のために採取した試料の pH と全炭酸濃度の精密測定を分担して実施し、経時変化の結果を報告することができた。

## 2.3. 研究終了報告

本節には、気象研究所が実施し、平成 20 年度に終了した研究課題のうち気象研究所予算による下記課題について、課題毎に計画と研究成果等を掲載した。

## 「研究年次報告掲載 研究課題と掲載ページ」

## 特別研究

- ・東海地震の予測精度向上及び東南海・南海地震の発生準備過程の研究……………70

## 融合型経常研究

- ・物質循環モデルの開発改良と地球環境への影響評価に関する研究……………79
- ・地震・地殻変動観測データの高度利用に関する研究……………93
- ・日本の異常気象の実態及び気候変動との関連に関する研究……………107
- ・アジア大陸の影響による大気微量気体・エアロゾル・降水降下塵の  
化学組成変動に関する研究……………121
- ・火山観測データの気象補正等による高精度化に関する研究……………131
- ・津波の予測精度向上に関する研究……………135
- ・海洋における炭素循環の変動に関する観測的研究Ⅱ……………141
- ・台風強度推定手法とその外的要因の評価に関する研究……………148
- ・海洋環境モデル・同化システムの開発と海洋環境変動機構の解明に関する研究……………156

## 一般経常研究

- ・気候システムとその変動特性のモデルによる研究……………165
- ・接地境界層における水蒸気と熱の乱流輸送に関する研究……………181
- ・意図的・非意図的気象変化に関する研究……………186

## 地方共同研究

- ・九州に接近した台風の構造変化とそれに伴う諸現象に関する研究……………190
- ・強雨をもたらす線状降水帯の形成機構等の解明及び降水強度・移動速度の予測に関する研究……………193
- ・非降水エコーの出現状況の把握と利用可能性に関する研究……………198

## 東海地震の予測精度向上及び東南海・南海地震の発生準備過程の研究

研究期間：平成16年度～平成20年度

研究代表者：濱田信生<sup>1)</sup>、伊藤秀美<sup>2)</sup>、森滋男<sup>3)</sup>、吉川澄夫<sup>4)</sup>（地震火山研究部長）

研究担当者：

（副課題1）地震活動によるプレートの詳細構造の解明

濱田信生<sup>1)</sup>、伊藤秀美<sup>2)</sup>、森滋男<sup>3)</sup>、吉川澄夫<sup>1,4)</sup>、勝間田明男<sup>5)</sup>、小林昭夫、吉田康宏、山崎 明、山本剛靖、青木重樹<sup>6)</sup>、岩切一宏<sup>7)</sup>、前田憲二、干場充之<sup>4)</sup>、高山博之、中村雅基<sup>1)</sup>、弘瀬冬樹<sup>5)</sup>（地震火山研究部）、中村浩二<sup>1)</sup>、森脇健<sup>2)</sup>（気象庁地震火山部地震予知情報課）

（副課題2）地殻活動モニタリング手法の開発

濱田信生<sup>1)</sup>、伊藤秀美<sup>2)</sup>、森滋男<sup>3)</sup>、吉川澄夫<sup>1,4)</sup>、勝間田明男<sup>5)</sup>、小林昭夫、吉田康宏、山崎 明、山本剛靖、青木重樹<sup>6)</sup>、岩切一宏<sup>7)</sup>、前田憲二<sup>5)</sup>、干場充之<sup>4)</sup>、高山博之<sup>5)</sup>（地震火山研究部）、高濱聡<sup>8)</sup>、西政樹<sup>9)</sup>（気象庁地震火山部地震予知情報課）、山崎一郎<sup>6)</sup>（気象庁地震火山部地震津波監視課）

（副課題3）新地殻変動観測手法の開発

濱田信生<sup>1)</sup>、伊藤秀美<sup>2)</sup>、森滋男<sup>3)</sup>、吉川澄夫<sup>1,4)</sup>、勝間田明男<sup>5)</sup>、小林昭夫、山本剛靖、青木重樹<sup>6)</sup>、岩切一宏<sup>7)</sup>、前田憲二<sup>5)</sup>、干場充之<sup>4)</sup>、高山博之<sup>5)</sup>（地震火山研究部）、小山卓三（気象庁地震火山部地震津波監視課）、菅沼一成<sup>10)</sup>（気象庁地震火山部地震予知情報課）

（副課題4）三次元数値モデルによる巨大地震発生シミュレーション

濱田信生<sup>1)</sup>、伊藤秀美<sup>2)</sup>、森滋男<sup>3)</sup>、吉川澄夫<sup>1,4)</sup>、前田憲二、干場充之<sup>4)</sup>、高山博之、中村雅基<sup>1)</sup>、大竹和生<sup>9)</sup>、青木重樹<sup>4)</sup>、黒木英州<sup>8)</sup>、弘瀬冬樹<sup>5)</sup>、勝間田明男<sup>5)</sup>、小林昭夫、山本剛靖、林 豊<sup>5)</sup>（地震火山研究部）、甲斐（青木）玲子<sup>8)</sup>、木村一洋<sup>9)</sup>（気象庁地震火山部地震予知情報課）

### 研究の目的

東海地震の予測ならびに東南海・南海地震に対する観測業務に役立てるため、これまでの特別研究の成果を土台に、数値シミュレーションの対象地域をさらに南海トラフとその周辺域に拡大するとともに、地殻活動観測技術の適用範囲を広げ観測・解析手法の向上を図る。

### 研究の到達目標

数値シミュレーションの対象地域を東海地域から南海トラフとその周辺域に拡大することにより、東海地震の予測精度を向上させるためのシナリオの改良を図ると共に巨大地震相互の連動性を評価できるようにシミュレーション手法を改良する。このため地殻・プレートの詳細構造を明らかにすると共に、地殻活動をより広範かつ詳細に観測するための新たな観測・解析手法を導入する。

### 研究計画の概要

- ・東海地域に適用した3次元摩擦構成則に基づく物理モデルを南海トラフ沿いに拡張し数値シミュレーションを行って巨大地震相互の影響評価により連動の可能性を探る。また現実に近いスロースリップの再現実験を行う。
- ・精密な力学モデルを得るため東南海・南海地域の地殻・プレート構造調査を進める。
- ・地殻活動をモニターする手法として、精密制御震源（アクロス）からの信号を既存の地震観測網により観測し連続的な物性値の変化を解析する。さらに上下変動については、潮位、GPSなどを中心に推定精度の向上を図る。
- ・水平地殻変動に関しては、スロースリップなどの現象を的確に観測するため、GPS、体積歪計など地殻変動測器との中間の時空間分解能を持つレーザー変位計の技術開発を進める。

### 主な研究成果

南海トラフ沿いのフィリピン海プレート沈み込み域について地震発生シミュレーションモデルを作

<sup>1)</sup> 平成16年、<sup>2)</sup> 平成17～18年、<sup>3)</sup> 平成19年、<sup>4)</sup> 平成20年、<sup>5)</sup> 平成17～20年、<sup>6)</sup> 平成16～17年、

<sup>7)</sup> 平成18～20年、<sup>8)</sup> 平成16～18年、<sup>9)</sup> 平成19～20年、<sup>10)</sup> 平成18年

成し、地震発生に関わるプレート形状効果・摩擦パラメーターの等のいくつかの条件について明らかにした。また、東海地域におけるスロースリップに関するシミュレーションモデルを開発し、数値実験を通じて、スロースリップが繰り返された後に東海地震の発生に至る可能性があることを明らかにした。

東海地域の長期的スロースリップについて、潮位変化の長期間の変動データを解析し、同様な現象が約10年間隔で繰り返して発生している可能性を明らかにした。

GPSなどがとらえる長期にわたる地殻変動の変化と歪計などがとらえる短時間の地殻変動の両方をリアルタイムで精度よく観測できるようにレーザー式変位計による観測手法を開発し、数か月という長周期から秒単位の短周期にわたる広い帯域での地殻変動を、高いS/N比をもって観測することに成功した。

プレート境界付近の状態変化を捉えるための準備として精密制御震源による信号の反射波をモニターする手法を開発し、地殻等の状態変化に際して生じると考えられる地震波の走時の変化を、ミリ秒単位という高い精度で捉える事が可能になった。

### 今後に残された問題点

数値シミュレーションにより、長期的スロースリップを繰り返した後に東海地震に至る可能性があることが明らかになったが、長期的スロースリップの発生場所が実際のものとは位置が若干ずれている、計算領域の端から徐々に移動するなど、再現精度には課題が残った。東海地震の発生領域やスロースリップの発生領域は、東南海・南海地震の発生領域と同じプレートの境界面にあり、スロースリップは東南海・南海地震の発生準備過程に伴う歪の蓄積や広域での応力変化にも影響を受けるのではないかと考えられ、その場合、シミュレーションにおいて計算領域が東海地域のみであるなどその影響を十分取り込めていないこと等が再現精度の悪化につながっているものと推察される。東海地震の予知に結びつけるべく東海地震の発生とスロースリップとの関連性を明確にするためには、地震発生シミュレーションにおいてスロースリップの発生場所や周期などの再現性を向上させることが必要であり、そのためには今後、東南海・南海地震の発生領域の状態を考慮するなど広域応力場が精密に反映されたシミュレーションモデルの構築、シミュレーションでの計算パラメーターのさらなる精査、等が必要と見込まれる。

長基線でのレーザー式変位計の観測は始まったばかりで観測期間が短く、長期的スロースリップのより確実な検出のためには、年周変化など長期的なノイズレベルの評価が必要である。短期的スロースリップに伴い観測される複数項目の地殻変動から、その発生場所や規模を速やかに推定する技術は確立できておらず、これらの的確な監視に向けて課題が残っている。また、精密制御震源装置の信号においては、プレート境界からの信号を同定し、プレート境界の状態変化として信号を取り出す技術の開発が今後の課題である。

### 成果の活用に対する意見（事後評価の総合所見）

平成21年度 評価委員会で評価を実施予定

### 成果発表状況

- ・印刷発表件数 20件
- ・口頭発表件数 54件

### （副課題1）地震活動によるプレートの詳細構造の解明

#### 副課題の到達目標

地震発生シミュレーションモデル開発のため地殻・プレートの詳細構造を明らかにする

#### 副課題の概要

自己浮上式海底地震計を用いた自然地震観測により、東南海・南海地域の地殻・プレート構造調査を進める。

#### 副課題の成果

## (フィリピン海プレートに関わる地震活動の観測)

- ・気象庁と共同で自己浮上式海底地震計を用いた観測を行い、それに基づき、平成 16 年 9 月に紀伊半島南東沖において発生した地震の高精度の余震分布を得た。深さ 30km から 50km であった気象庁一元化震源に比較して、余震の震源決定精度、特に深さの決定精度が格段に改良され、余震の深さは概ね 30km 以浅であると、プレート構造と比較しても矛盾のない結果が得られた。余震分布はいくつかのクラスターに分かれており、単純な 1 枚の断層面ではなく、深さ 5~10km の比較的浅い地震群と深さ 15~30km の比較的深い地震群に分かれ、浅い地震群は主として付加帯内に分布し、深い地震群は前震・本震の破壊域とみられる海溝軸下の上部マントル内に分布していることが判明した。
- ・紀伊半島南方沖の南海トラフ軸の周辺海域において気象庁と共同で海底地震観測を実施し、観測の結果、南海トラフの軸に沿って約 150km にわたり、比較的顕著な微小地震活動が存在することが見出された。この地震活動は気象庁一元化震源にはなく、海底地震観測によって初めて明らかにされた地震活動と言える。また地震活動の分布は、活動の活発な領域と静穏な領域のセグメント構造を形成しているらしいことがわかった。震源の深さは 10km~25km に分布し、これより深い場所では地震はほとんど起こっておらず、地震が起こりにくい物理状態になっているものと推定される。この南海トラフ軸沿いの地震活動はプレートを下方に折り曲げる応力が地震を引き起こしているものと考えられるが、東南海・南海地震との関連性において注目される。

## (速度構造推定に基づくプレート形状の推定)

- ・二重走時差 (Double Difference, DD) トモグラフィ法を用いて速度分布からプレートの構造調査を行った。速度構造の  $V_p/V_s$  比が大きな領域がフィリピン海プレートの海洋性地殻にあたるとして、プレート上面を推定し、新たな構造モデルとして学会等に提示した。

## (副課題 2) 地殻活動モニタリング手法の開発

## 副課題の到達目標

地殻活動をより広範かつ詳細に観測するための新たな観測・解析手法を導入する。

## 副課題の概要

地殻活動をモニターする手法として、精密制御震源 (アクロス) からの信号を既存の地震観測網により観測し連続的な物性値の変化を解析する。さらに上下変動については、潮位、GPS などを中心に推定精度の向上を図る。

## 副課題の成果

## (精密制御震源装置からの信号解析)

- ・静岡県森町に設置した精密制御震源装置 (弾性波アクロス: Accurately Controlled Routinely Operated Signal System, ACROSS) により、信号の連続モニターを行った。その結果、精密制御震源装置から震央距離 100km に及ぶ範囲での地震計において、複数の波群からなる信号を確認した。波群には P 波・S 波に相当する波群などとともに、それに後続する複雑な波群が認められた。そこで、地殻等について地震波速度構造モデルを仮定して走時解析を行い、主な波群を識別した。
- ・異なった時期に得られた信号間の波形の相関をとり、地震波の走時について、0.1ms~数 ms という非常にわずかな変化を検出することに成功した。この走時の変化は観測点毎に異なっていることから、精密制御震源装置近傍の何らかの変化に起因するものではないと結論付けられた。また、単一の観測点において観測された複数の波群において波群毎に異なった走時変化をしていることから、観測点直下の同じ場所の状態変化によるのではなく、さらに深い部分の地震波の伝播経路での状態変化が走時に影響を与えているものと結論付けられた。なお、一部の観測点における走時の変化は、降雨の有無と相関があることが分かった。
- ・複数の波群の中からプレート境界からの信号を同定するため、信号の到来方向を調査するため臨時アレイ観測を行い、地殻の深い部分からの反射波と見られる、みかけ伝播速度が比較的速い波群を確認した。

## (潮位観測)

- ・舞阪における潮位記録を解析し、2000 年秋から発生していた東海地域の長期的スロースリップに伴う地盤の隆起に対応する潮位の変化が見られることを確認した。これをもとに過去の潮位記録を解析したところ、同様の変化が 1980~82 年と 1988~90 年にも見られ、東海地域において過去にも繰り返



返し長期的スロースリップが発生していた可能性を明らかにした。

- ・潮位記録から地殻上下変動を推定するための津村（1963）の区分についてクラスター分析手法を用いて検証を行い、一部を除きほとんどの地点で区分が適切であることを確認した。各検潮所間の相関係数の高い地点を用いた海況補正の方が、津村の区分を用いるより補正効果が向上することを確認した。

### （副課題3）新地殻変動観測手法の開発

#### 副課題の到達目標

水平地殻変動に関して、スロースリップなどの現象を的確に観測する装置を開発する。

#### 副課題の概要

GPS、埋込式歪計など地殻変動測器との中間の時空間分解能を持つレーザー式変位計の技術開発を進める。

#### 副課題の成果

（レーザー式変位計）

- ・静岡県浜松市天竜船明観測点において、地殻変動観測用としては日本最長である基線長 400m のレーザー式変位計を構築し、試験観測に成功した。測定方法としてマイケルソン干渉計を用いることとし、開発にあたっては、長基線を実現するための光学設計・温度による影響をより小さくするための材質・気体の影響を抑えるための高真空光路などを取り入れた。
- ・2008年8月から9月にかけて発生した短期的スロースリップによる地殻変動を検知し、その記録が他の地殻変動機器の記録と整合的であることを確認した。
- ・精密地殻変動にとって障害となる降雨の影響が、レーザー式変位計においては既存の多成分歪計に比較して小さいことを確認した。
- ・ノイズレベルの解析に基づき、多成分歪計・GPS・レーザー式変位計の異常現象検知レベルについて評価した。1年程度からより短時間での範囲の地殻変動に対しては、レーザー式変位計が既存の観測機器よりも小さな変動をとらえる能力を持つとみられる結果を得た。これはレーザー式変位計により、長期的スロースリップをより早期に検知できる可能性を示している。

（GPS等の解析）

- ・GPS解析値について観測時間とばらつきとの関係を検討し、中でも6時間解析値が、地殻変動の監視の上で精度と速報性の両立に相当であることを確認した。また、観測時間が短い場合に頻発する突発的な誤差（外れ値）が生じて、地殻変動の監視への影響を抑え、空間的に異常を識別できる面的監視手法を開発し、気象庁のEPOSシステムに導入した。

### （副課題4）三次元数値モデルによる巨大地震発生シミュレーション

#### 副課題の到達目標

数値シミュレーションの対象地域を東海地域から南海トラフとその周辺域に拡大することにより、東海地震の予測精度を向上させるためのシナリオの改良を図ると共に巨大地震相互の連動性を評価できるようにシミュレーション手法を改良する。

#### 副課題の概要

東海地域に適用した三次元摩擦構成則に基づく物理モデルを南海トラフ沿いに拡張し数値シミュレーションを行って巨大地震相互の影響評価により連動の可能性を探る。また現実に近いスロースリップの再現実験を行う。

#### 副課題の成果

（シミュレーション手法の改良）

- ・シミュレーションの対象領域に応じたメッシュサイズの設定を可能とするため、メッシュサイズを細分化（東海・東南海・南海地震の連動モデルは10kmから5kmへ、東海地域のスロースリップモデルは5kmから3kmへ）できるようプログラム改良を行った。実際の計算は、計算資源の能力も考慮し、研究効率の良い10km、5kmのメッシュサイズで主に行った。また、東海・東南海・南海地震の

連動性の評価を可能とするため、アприオリに与える拘束条件の少ないシミュレーションが行えるように手法を改良したプログラムを開発した。

(東海地震のシナリオの改良)

- ・シミュレーションを用いて、東海地震の想定震源域近傍で比較的規模が大きな地震が発生した場合の東海地震の発生に与える影響について調査したところ、東海地震の発生時期に与える影響の幅は数日から数年程度であり、その地震が発生する場所により、東海地震を早める場合も遅らせる場合もあることを明らかにした。
- ・東海地域のスロースリップのモデルを改良することにより、観測されているスロースリップの領域、すべり量と整合的なモデルを他の研究に先駆けて作成するとともに、スロースリップを繰り返しながら東海地震に至る可能性があることを明らかにした。

(南海トラフ沿いの巨大地震のシミュレーション)

主に巨大地震の発生順序と破壊開始点に関する調査のためのシミュレーションを行い、以下の成果を得た。

- ・東海・東南海・南海地震の連動モデルを用いて、プレート境界の性質を表現するパラメーターを変化させながら実施し、また、仮定するプレート形状を平面としたり、3次元に変えたりしながら、地震発生シミュレーションを複数行った。その結果、アスペリティが小さい場合の方が、また、摩擦パラメーター $|a-b|$  ( $a-b$  はすべり速度の変化による摩擦力の変化量に相当する) が小さい場合の方が、より早く地震が発生するという特徴を明らかにした。
- ・また、フィリピン海プレートと大陸側のプレートとの境界について、複数の形状ですべり応答関数を用いてシミュレーションを行ったところ、DD トモグラフィーの解析結果などから新たに作成した、より現実に近いと考えられるプレート境界の形状 (3次元) を用いると、過去の南海トラフ沿い巨大地震の破壊開始点と概ね整合した地震発生結果を得ることが分かった。3次元のすべり応答関数を用い、破壊開始点を概ね再現したシミュレーションとしては初めてのものである。
- ・さらにプレート境界に異なる摩擦特性を与えてシミュレーションを行い、東南海・南海地震の連動について調査したところ、場合によってはプレートの沈み込みの速度の影響がプレート形状による影響よりも大きくなり、それぞれの地震の発生順序が変わることがある例があることが分かった。また、GPS による地殻変動の観測データとシミュレーションによる結果を比較することにより、より適切なモデルパラメーターを推定することを他の研究に先駆けて行った。その結果、摩擦パラメーター $a-b$  の負の領域が従来考えられていた 10-30km の深さの範囲より狭い可能性があることを示した。

## 成果発表一覧

### 研究成果リスト

#### 1. 査読論文

##### 1) 地震活動によるプレートの詳細構造の解明

1. Wiemer, S., A. Yoshida, K. Hosono, S. Noguchi, and H. Takayama, 2005: Correlating seismicity parameters and subsidence in the Tokai region, central Japan. *J. Geophys. Res.* **110**, B10303.
2. 弘瀬冬樹, 中島淳一, 長谷川 昭, 2007: Double-Difference Tomography 法による西南日本の3次元地震波速度構造およびフィリピン海プレートの形状の推定. *地震* **2**, **60**, 1-20.
3. 山崎 明, 青木 重樹, 吉田 康宏, 小林 昭夫, 勝間田 明男, 阿部 正雄, 森脇 健, 大河原 斉揚, 長田 芳一, 松岡 英俊, 吉田 知央, 関谷 博, 新納 孝壽, 平松 秀行, 2007: 海底地震計を用いた 2004 年紀伊半島南東沖地震の余震観測. *気象研究所研究報告*, **59**, 65-82.

##### 2) 地殻活動モニタリング手法の開発

1. 小林昭夫, 吉田明夫, 2004: 舞阪の潮位変化から推定される東海スロースリップの繰り返し発生. *測地学会誌* **50** (3), 209-212.
2. Yoshida, Y., H. Ueno, S. Takahama, Y. Ishikawa, S. Yoshikawa, A. Katsumata, T. Kunitomo and M. Kumazawa, 2007: Characteristics of ACROSS signals transmitted from the Tono

transmitting station and observed by Hi-net. Elsevier, submitted.

3. 小林昭夫, 2008: 潮位記録を用いた地殻上下変動推定のための津村による海域区分の検証. *験震時報*, **71**, 1-17.

#### 3) 新地殻変動観測手法の開発

1. 小林昭夫, 2005: GPS 東海地域 3 時間解析値の面的監視. *験震時報*, **69**, 99-104.
2. Kobayashi, A., Akio Yoshida, Takeyasu Yamamoto, and Hiromi Takayama, 2005: Slow slip in the focal region of the anticipated Tokai earthquake following the seismo-volcanic event in the northern Izu Islands in 2000. *Earth Planets Space*, **57**, 507-513.
3. 小林昭夫, 2006: GPS 東海地域 6 時間解析値の面的監視. *験震時報*, **70**, 67-72.
4. Yamamoto, T., A. Kobayashi, A. Katsumata, and S. Mori, 2008: Evaluation of detection level of crustal deformation observation in the time domain through power spectrum analysis. *Journal of the Geodetic Society of Japan*, **54**, 2, 81-91.

#### 4) 三次元数値モデルによる巨大地震発生シミュレーション

1. Kuroki, H., Hidemi M. Ito, H. Takayama, and A. Yoshida, 2004: 3-D Simulation of the Occurrence of Slow Slip Events in the Tokai Region with a Rate- and State-Dependent Friction Law. *Bulletin of the Seismological Society of America*, **94**, 2037 - 2050.
2. 高山博之, 黒木英州, 前田憲二, 2007: シミュレーションを用いた東南海・南海地震の発生順序について. *気象研究所研究報告*, **58**, 127-134.
3. 高山博之, 前田憲二, 弘瀬冬樹, 2008: 南海トラフ沿い大地震の開始位置に与えるプレート境界の形状の効果. *地震*, **60**, 279-284.
4. 甲斐玲子, 前田憲二, 高山博之, 2008: 想定震源域付近で地震が発生した場合の東海地震への影響. *験震時報*, **71**, 79-87.
5. 弘瀬冬樹, 前田憲二, 高山博之, 東海地域の長期的スロースリップイベントおよび地震サイクルの再現の試み, *地震*, (印刷中).

#### 2. 査読論文以外の著作物 (翻訳、著書、解説)

##### 2) 地殻活動モニタリング手法の開発

1. 吉田康宏, 上野寛, 松岡英俊, 石川有三, 國友孝洋, 熊澤峰夫, 2004: 気象庁・Hi-net 観測点で受信した東濃弾性波アクロス信号の特性. *月刊地球号外 No.47 地球内部のアクティブ・モニタリングー4D地球内部診断を目指してー*, 124-131.
2. 笠原順三, 鶴我佳代子, 羽佐田葉子, 山岡耕春, 藤井直之, 吉田康宏, 國友孝洋, 熊澤峰夫, 2004: アクティブ・モニタリングによるプレート沈み込みのプレート境界イメージングの提案. *月刊地球号外 No.47 地球内部のアクティブ・モニタリングー4D地球内部診断を目指してー*, 141-147.
3. 吉田康宏, 勝間田明男, 岩切一宏, 高濱聡, 國友孝洋, 熊澤峰夫, 増田 俊明, 2007: 低周波アクロスによる東海監視—静岡県森町—. *月刊地球*, **29 (8)**, 498-505.

##### 3) 新地殻変動観測手法の開発

1. 気象庁気象研究所. 2009: レーザー式変位計によってとらえた短期的スロースリップ (2008 年 8~9 月) による地殻変動. 地震予知連絡会会報, 印刷中.

##### 4) 三次元数値モデルによる巨大地震発生シミュレーション

1. 弘瀬冬樹, 前田憲二, 高山博之, 南海トラフ沿い巨大地震の破壊開始点および発生時期の推定—フィリピン海スラブの 3 次元沈み込み形状を用いた地震発生シミュレーション—. *月刊地球*, **31 (5)**, 255-263.

#### 3. 口頭発表

- 1) 国際会議・学会等での口頭発表件数: 12 件
- 2) 国内会議・学会等での口頭発表件数: 42 件

Abstract, Proceeding などに掲載があるものは下記に記載。

- 1) 地震活動によるプレートの詳細構造の解明

1. 青木 元, 山崎 明, 吉田康宏, 石川有三, 阿部正雄, 眞坂精一, 竹内新, 2004:自己浮上式海底地震計の繰り返し観測による東海沖の地震活動---過去5年間の観測結果とフィリピン海スラブ沈みこみ形状の推定---. *地球惑星科学関連学会 2004 年合同大会予稿集*, S045-P016.
  2. 濱田信生, 小林昭夫, 吉川一光, 2004: 1944 年東南海地震発生前の紀伊半島周辺の地震活動の特徴について. *日本地震学会 2004 年秋季大会予稿集*, A038.
  3. 山崎 明, 青木重樹, 吉田康宏, 小林昭夫, 阿部正雄, 長田芳一, 森脇健, 関谷博, 2005:海底地震計による「2004 年 9 月 5 日東海道沖の地震 (Mj=7.4)」の余震観測. *地球惑星科学関連学会 2005 年合同大会予稿集*, S045-P010.
  4. 山崎 明, 青木重樹, 吉田康宏, 小林昭夫, 阿部正雄, 長田芳一, 森脇健, 関谷博, 2005: 海底地震計による「2004 年 9 月 5 日東海道沖の地震 (Mj=7.4)」の余震観測. *地球惑星科学関連学会 2005 年合同大会*, S045-P010.
  5. 山崎明, 青木重樹, 吉田康宏, 小林昭夫, 勝間田明男, 長田芳一, 阿部正雄, 松岡英俊, 森脇健, 吉田知央, 大河原斉揚, 関谷博, 新納孝寿, 平松秀行, 2006: 海底地震計による「2004 年 9 月 5 日東海道沖の地震」の余震観測 (2). *日本地球惑星科学連合 2006 年大会予稿集*, S110-P008.
  6. 丹下豪, 中村雅基, 三上直也, 山崎明, 2006: 海底地震計による臨時観測データを用いた 2004 年紀伊半島沖地震 (前震・本震・余震) の震源再決定. *日本地震学会 2006 年秋季大会予稿集*, P210.
  7. 山崎明, 岩切一宏, 弘瀬冬樹, 吉田康宏, 青木重樹, 田中昌之, 久保田勲, 森脇健, 松岡英俊, 大河原斉揚, 甲斐玲子, 阿部正雄, 西新三郎, 関谷博, 2007: 紀伊半島南方沖の南海トラフ軸周辺における地震活動. *日本地球惑星科学連合 2007 年大会予稿集*, S144-P011.
  8. Yamazaki, A., 2008: Aftershock observation of the 2004 off the Kii Peninsula earthquake using ocean bottom seismometers. *Proceeding of the 7th General Assembly of Asian Seismological Commission and the 2008 Fall meeting of Seismological Society of Japan*, X2-029.
  9. Yamazaki, A., 2008: Seismic activity around the Nankai trough axis south off the Kii Peninsula obtained by ocean bottom seismometers. *Proceeding of the 7th General Assembly of Asian Seismological Commission and the 2008 Fall meeting of Seismological Society of Japan*, X2-030.
- 2) 地殻活動モニタリング手法の開発
1. Yoshida, Y., H. Ueno, Y. Ishikawa, T. Kunitomo and M. Kumazawa, 2004: The observation and analysis of ACROSS signals by seismic networks - Determination of the transfer function -. *Proceedings of 1st international workshop on active monitoring in the solid earth geophysics*, 258-261 (S5-P01) .
  2. Kasahara, J., K. Tsuruga, Y. Hasada, K. Yamaoka, N. Fujii, Y. Yoshida, T. Kunitomo and M. Kumazawa, 2004: A proposal of imaging of the plate boundary using the active monitoring method -. *Proceedings of 1st international workshop on active monitoring in the solid earth geophysics*, 44-48 (S2-03) .
  3. 吉田康宏, 上野寛, 石川有三, 國友孝洋, 熊澤峰夫, 2004:広域地震観測網によるアクロス信号観測とその解析 (その 2) -伝達関数の決定-. *地球惑星科学関連学会 2004 年合同大会予稿集*, J084-P004.
  4. 吉田康宏, 高濱聡, 針生義勝, 國友孝洋, 熊澤峰夫, 2004: 広域地震観測網によるアクロス信号観測とその解析 (その 3) -第 5 回試験送信の解析結果-. *日本地震学会 2004 年度秋期大会予稿集*, B061
  5. 笠原順三, 鶴我佳代子, 羽佐田葉子, 山岡耕春, 國友孝洋, 渡辺俊樹, 吉田康宏, 藤井直之, 熊澤峰夫, 2004: 沈み込むプレート境界の連続的アクティブ・モニタリングの提案. *日本地震学会 2004 年度秋期予稿集*, B062.
  6. 小林昭夫, 吉田明夫, 2004: 東海スロースリップ現象に対応した舞阪の潮位及び地震活動の変化. *地球惑星科学関連学会 2004 年合同大会予稿集*, D007-005.
  7. 吉田康宏, 吉川澄夫, 高濱聡, 國友孝洋, 熊澤峰夫, 2005: 広域地震観測網によるアクロス信号観測とその解析 (その 4) -伝達関数の時間変化-. *地球惑星科学関連学会 2005 年合同大会予稿集*, S080P-003.

8. 吉田康宏, 吉川澄夫, 2005: 気象研究所におけるアクロス信号観測とその解析. *地球惑星科学関連学会 2005 年合同大会予稿集*, S088-008.
  9. 吉田康宏, 勝間田明男, 青木重樹, 高濱聡, 國友孝洋, 増田俊明, 熊澤峰夫, 2006: 静岡県森町における弾性波アクロス送信装置の設置—東海地震震源域の能動的監視を目指して—. *日本地球惑星科学連合 2006 年大会予稿集*, S207-P001.
  10. 吉田康宏, 勝間田明男, 岩切一宏, 高濱聡, 國友孝洋, 熊澤峰夫, 増田俊明, 2007: 静岡県森町におけるアクロス信号送信. *日本地球惑星科学連合 2007 年大会予稿集*, S231-P005.
  11. 小林昭夫, 2007: 潮位記録による地殻上下変動推定～津村による区分の確認と新たな提案～. 第 42 回海岸昇降検知センター総会.
  12. 吉田康宏, 勝間田明男, 岩切一宏, 國友孝洋, 熊澤峰夫, 増田俊明, 2008: 静岡県森町から送信されているアクロス信号の解析—伝達関数の特徴—. *日本地球惑星科学連合 2008 年大会*, O135-009.
  13. 吉田康宏, 岩切一宏, 勝間田明男, 2008: 天竜船明トンネルに設置した地震アレイによる森町アクロス送信信号の解析. *日本地球惑星科学連合 2008 年大会予稿集*, O135-002.
  14. 勝間田明男, 吉田康宏, 岩切一宏, 2008: 弾性波アクロス送信波のフィリピン海プレート境界反射点. *日本地球惑星科学連合 2008 年大会予稿集*, O135-003.
  15. 小林昭夫, 2008: 潮位記録を用いた地殻上下変動推定のための津村による海域区分の検証. *日本地球惑星科学連合 2008 年大会予稿集*, D107-P001.
  16. Yoshida, Y., A. Katsumata, K. Iwakiri, M. Nishi, T. Kunitomo, M. Kumazawa and T. Masuda, 2008: The temporal change in travel time detected by seismic ACROSS transmitter at Mori-machi. *Proceeding of the 7th General Assembly of Asian Seismological Commission and the 2008 Fall meeting of Seismological Society of Japan*, X3-080.
  17. Iwakiri, K., Y. Yoshida, A. Katsumata, H. Itoh, N. Fujii, M. Kumazawa, T. Kunitomo, M. Satomura, 2008: Analysis of seismic ACROSS signal at Morimachi using seismic array installed near Mt. Fuji Shizuoka Airport. *Proceeding of the 7th General Assembly of Asian Seismological Commission and the 2008 Fall meeting of Seismological Society of Japan*, X3-078.
  18. Kobayashi, A., 2008: Long-term slow slip events in the Bungo Channel deduced from tide gauge data. *Proceeding of the 7th General Assembly of Asian Seismological Commission and the 2008 Fall meeting of Seismological Society of Japan*, Y4-204.
- 3) 新地殻変動観測手法の開発
1. 小林昭夫, 山本剛靖, 吉川澄夫, 2004: GPS 東海地域 3 時間解析値の面的監視. *地球惑星科学関連学会 2004 年合同大会予稿集*, D008-013.
  2. 吉田明夫, 小林昭夫, 2004: 2000 年伊豆諸島北部地震火山活動時の地殻変動から推定される伊豆半島北部境界. *地球惑星科学関連学会 2004 年合同大会予稿集*, T054-007.
  3. 山本剛靖, 小林昭夫, 吉川澄夫, 2004: 東海, 南関東地域における GPS 観測. *地球惑星科学関連学会 2004 年合同大会予稿集*, D008-014.
  4. 吉川澄夫, 2004: スロースリップとプレート間地震の発生への影響. *地球惑星科学関連学会 2004 年合同大会予稿集*, D007-004.
  5. 吉川澄夫, 2004: スロースリップの発生とプレート間巨大地震への影響. *日本測地学会 2004 年度秋季大会予稿集*, P91.
  6. Kobayashi, A., 2004: Loosening of the interplate coupling in the focal region of the anticipated Tokai earthquake induced by the 2000 seismo-volcanic event in the northern Izu Islands. *Proceeding of The 5th Joint Meeting of the UJNR Panel on Earthquake Research*.
  7. 勝間田明男, 山本剛靖, 吉川澄夫, 濱田信生, 2005: 波長スイープ式マイケルソン干渉計による絶対長測定に関する検討. *日本地震学会 2005 年度秋季大会予稿集*, C093.
  8. 小林昭夫, 山本剛靖, 吉田明夫, 2005: 2004 年伊豆半島南東沖地震 (M7.1 及び M7.4) 後に観測された地殻変動. *地球惑星科学関連学会 2005 年合同大会予稿集*, D007-010.
  9. Katsumata, A., T. Yamamoto, N. Hamada, and S. Yoshikawa, 2006: Laser Interferometer for

- detection of slow-slip events. *Proceeding of The 6<sup>th</sup> Joint Meeting of the UJNR Panel on Earthquake Research*, P20.
10. 勝間田明男, 山本剛靖, 2007: レーザー干渉計のデータ処理と波長スイープ制御. *日本地球惑星科学連合 2007 年大会予稿集*, S147-002.
  11. 勝間田 明男, 山本 剛靖, 浜田 信生, 吉川 澄夫, 2008: スロースリップ検知のための長基線レーザー伸縮計の開発. *日本地球惑星科学連合 2008 年大会予稿集*, S144-010.
- 4) 三次元数値モデルによる巨大地震発生シミュレーション
1. 黒木英州, 伊藤秀美, 高山博之, 吉田明夫, 2004: 3次元シミュレーションによる東南海・東海地震の連動性の評価 (序報). *地球惑星科学関連学会 2004 年合同大会予稿集*, S044-019.
  2. 高山博之, 伊藤秀美, 黒木英州, 吉田明夫, 2004: 東南海・南海地震の連動性の3次元シミュレーション (序報). *地球惑星科学関連学会 2004 年合同大会予稿集*, S044-020.
  3. 黒木英州, 高山博之, 前田憲二, 伊藤秀美, 吉田明夫, 2004: 2つのアスペリティの連動的破壊に関する数値実験 - 東南海・南海地震の発生をモデルとした場合 -. *日本地震学会 2004 年度秋季大会予稿集*, A11.
  4. 黒木英州, 前田憲二, 高山博之, 伊藤秀美, 2004: 東海道沖の地震 (2004/9/5 M7.4) が想定東海地震に及ぼす影響 - 3次元シミュレーションモデルによる検討 -. *日本地震学会 2004 年度秋季大会*, PK16.
  5. 青木玲子, 黒木英州, 前田憲二, 高山博之, 伊藤秀美, 2005: 想定震源域内で地震が発生した場合の東海地震への影響. *地球惑星科学関連学会 2005 年合同大会予稿集*, S044P-007.
  6. 高山博之, 前田憲二, 弘瀬冬樹, 伊藤秀美, 2006: 地震時の取り扱いの違いによるシミュレーション結果の比較. *日本地球惑星科学連合 2006 年大会予稿集*, S109-003.
  7. 弘瀬冬樹, 高山博之, 前田憲二, 黒木英州, 伊藤秀美, 2006: 地震波放射減衰係数の変化が東海地震のシミュレーションに与える影響. *日本地球惑星科学連合 2006 年大会予稿集*, S109-P010.
  8. 弘瀬冬樹, 高山博之, 前田憲二, 伊藤秀美, 2006: 東海地域のスロースリップイベントの再現. *日本地震学会 2006 年度秋季大会予稿集*, P095.
  9. 甲斐玲子, 前田憲二, 高山博之, 弘瀬冬樹, 2006: スロースリップに相当する応力解放が発生した場合の東海地震の発生時期の変化. *日本地震学会 2006 年度秋季大会予稿集*, P096.
  10. 高山博之, 弘瀬冬樹, 前田憲二, 伊藤秀美, 2007: プレート境界の形状の違いによる南海トラフ沿いの大地震シミュレーションへの影響について. *日本地球惑星科学連合 2007 年大会予稿集*, S143-012.
  11. 弘瀬冬樹, 高山博之, 前田憲二, 伊藤秀美, 2007: 東海地域の長期的スロースリップイベントの再現 - その 2 -. *日本地球惑星科学連合 2007 年大会予稿集*, S143-P008.
  12. 高山博之, 前田憲二, 弘瀬冬樹, 2008: シミュレーションと GPS 観測による南海トラフ沿いの地域の地殻変動の比較. *日本地球惑星科学連合 2008 年大会予稿集*, S142-015.
  13. 弘瀬冬樹, 前田憲二, 高山博之, 2008: 東海地域の長期的スロースリップイベントの再現 - その 3 -. *日本地球惑星科学連合 2008 年大会予稿集*, S142-P010.
  14. Hirose F., K. Maeda, and H. Takayama, 2008: Simulation of the Recurrence of Long-term Slow Slip Events in the Tokai Region with Locally Elevated Pore Pressure. *Proceeding of the 7th General Assembly of Asian Seismological Commission and the 2008 Fall meeting of Seismological Society of Japan*, X3-053.
  15. Takayama H., K. Maeda, and F. Hirose, 2008: Estimation of a-b Value by Comparing Simulated Crustal Movement with GPS Observation. *Proceeding of the 7th General Assembly of Asian Seismological Commission and the 2008 Fall meeting of Seismological Society of Japan*, X3-062.
  16. Maeda K., Hirose F., and H. Takayama, 2008: Simulated Seismicity Rate Variation Related to the Long-term Tokai Slow Slip. *Proceeding of the 7th General Assembly of Asian Seismological Commission and the 2008 Fall meeting of Seismological Society of Japan*, X3-063.

## 物質循環モデルの開発改良と地球環境への影響評価に関する研究

研究期間：平成16年度～平成20年度

研究代表者：柴田清孝（環境・応用気象研究部 第一研究室長）

### 研究担当者

（副課題1）オゾン化学輸送モデルの開発・改良とオゾンの将来予測に関する研究

柴田清孝、忠鉢繁、関山剛、出牛真（環境・応用気象研究部）

（副課題2）エアロゾル化学輸送モデルの開発・改良とエアロゾルの影響評価に関する研究

柴田清孝、財前祐二<sup>1)</sup>、高橋宙<sup>1)</sup>、千葉長<sup>1)</sup>、直江寛明<sup>2)</sup>、田中泰宙<sup>2)</sup>（環境・応用気象研究部）

（副課題3）炭素循環モデルの開発・改良と大気中二酸化炭素濃度の将来予測に関する研究

栗原和夫、馬淵和雄（環境・応用気象研究部）、小畑淳（気候研究部）、増田真次<sup>3)</sup>（気象庁地球環境・海洋部海洋気象課）

### 研究の目的

大気中のオゾンや二酸化炭素等の化学種、エアロゾルなどの微量物質濃度の将来予測やそれらが放射強制力に及ぼす影響の評価を行う。

### 研究の到達目標

大気中の化学種、エアロゾルなどの微量物質についての挙動を監視・予測するための数値モデルの開発・改良を行い、数値モデルによるこれらの影響評価を行う。

### 研究計画の概要

① オゾン化学輸送モデルの開発・改良とオゾンの将来予測に関する研究

- ・既存の成層圏化学輸送モデルをベースにして、最初是对流圏化学輸送モデルを開発し、次に両モデルをマージさせる。そのためモデルトップを低くする代わりに化学種の数を増やし、対流圏の物理過程が化学種に及ぼす影響のパラメタリゼーションの精度を上げる。
- ・化学輸送モデルの検証のため、それぞれの達成段階において、観測値を解析してモデル結果と比較し、モデルの改良へと繋げる。さらに、観測の時空間の不連続を解消するツールとしてモデル結果を補完的に使い、オゾンに関わる現象の解明（成層圏オゾン減少の機構、化学的要因、力学的要因、対流圏オゾンの変動要因、全オゾン変動への寄与）を進めると同時に、オゾンの将来予測に役立てていく。

② エアロゾル化学輸送モデルの開発・改良とエアロゾルの影響評価に関する研究

- ・既存のエアロゾル輸送モデルをベースにして、水酸基等の基幹となる化学種の与え方を改良するとともに、それぞれのエアロゾルの放射の一次散乱量のルックアップテーブル作成し、モデルに組み込んで多重散乱や大気場との相互作用をとおしてエアロゾル自身の放射効果（直接効果）を調べる。
- ・エアロゾルが雲に与える影響も調べられる過程を開発する。最初は雲生成過程での粒径に及ぼす効果（第一種間接効果）を表現するスキームを作り、次に雲粒子成長過程での滞留時間に及ぼす効果（第二種間接効果）を表現するスキームを作り、最終的には雲のライフサイクルである生成・維持・消滅過程のすべてを精度良く表現できるようにする。
- ・エアロゾル輸送モデルの検証のため、それぞれの達成段階において、観測値を解析してモデル結果と比較し、それをモデルの改良へと繋げる。さらに、観測の時空間の不連続を解消するツールとしてモデル結果を補完的に使い、エアロゾルの影響評価の精度を上げる。

③ 二酸化炭素モデルの開発・改良と大気中濃度の将来予測に関する研究

- ・炭素循環過程を組み込んだ大気海洋結合大循環モデル（炭素循環気候モデル）を開発・改良する。特に、現在のところ不確実性の大きい炭素循環モデルの陸域生態系部分については、精巧な陸域生態系モデルBAIMを組み込んだ気候モデルの長時間積分を実施して様々な変動機構を調べ、その結果を炭素循環気候モデルの調整・改良に役立てる。

<sup>1)</sup> 平成16～17年度、<sup>2)</sup> 平成18～20年度、<sup>3)</sup> 平成17年度

- ・国内初の試みとして、炭素循環気候モデルを用いた温暖化予測実験を行い、気候要素や炭素分布の変動を明らかにする。また、海洋や陸域の炭素循環を含まない場合の実験も幾つか行うことにより、温暖化における海洋や陸域の炭素循環の役割を明らかにする。

### 主な研究成果

- ・100年以上にわたって安定に積分できる成層圏オゾン化学輸送モデルを開発し、オゾン層の将来予測の評価も行うことが出来た。また、地表付近の大気環境の影響評価のために、化学種の数約2倍の対流圏化学輸送モデルも開発し、数年の積分を安定に行うことができた。このモデルは引き続いて積分を継続しており、安定な長期積分の目安となる10年程度の積分が期間内に行える予定である。
- ・種々の組成（ダスト、海塩、硫酸系、炭素質系）のエロゾルをエロゾル化学輸送モデルに組み込んで取り扱えるようになり、長期積分を行いその放射強制力を評価することができた。ただし、エロゾルの間接効果については、第一種間接効果は比較的簡単な旧バージョンの気象研究所気候モデル（MRI・JMA98）で行った。
- ・炭素循環モデルの開発と、その大気海洋結合モデルへの組み込み（気候炭素循環モデル）を行い、モデルを用いた平均場の再現と歴史及び将来予測実験、各種変動実験を順序立てて実施した。これらにより、温暖化における海洋や陸域の炭素循環の役割を、特に気温と二酸化炭素が負の相関になり得る現象を、現実的に再現することができた。また、精巧な陸域生態系モデル BAIM（Biosphere-Atmosphere Interaction Model）を組み込んだ気候モデルの長時間積分を実施して様々な変動機構を調べた。
- ・対流圏から中層大気まで包括的に予測できる化学気候モデルを開発し、気象庁紫外線予測のためのモデルとして提供し、また光化学オキシダント予測支援のためのプロトタイプモデルとして運用できるように開発を行った。
- ・化学-気候モデル検証（CCMVal）への参加を通して成層圏オゾンの将来予測データ提供する予定。これは2010年のオゾン層科学アセスメントに使われる予定である。
- ・気象庁へ紫外線予測情報提供のためのモデルを提供した。
- ・気象庁へ光化学オキシダント予測用プロトタイプモデルを提供した。
- ・気象庁へ黄砂予測モデルの各プロセスの改良版を提供した。
- ・本研究で開発された炭素循環モデルは今後精緻化等の改良を施され、地球システムモデルの一部として地球環境監視・予測業務やIPCC（気候変動に関する政府間パネル）に貢献する予定である。

### 今後に残された問題点

- ・エロゾルの第二種間接効果については雲から雨への変換スキームが入ってくるため、雲が予報変数である新しい気象研究所統一気候モデルで行うしか方法がなく、適切な影響評価は行えなかった。今後は大気モデル側と歩調を合わせ、影響評価について研究を進める必要がある。

### 成果の活用に対する意見（事後評価の総合所見）

気候システム・気候変動に関わる大気物質循環についてのモデルをオゾン、エロゾル、二酸化炭素についてそれぞれ構築し、今後の地球システムモデルの高度化に向けての重要な基盤作成を行ったことは評価に値する。また、紫外線・光化学オキシダント予測等の気象庁業務への貢献、WMO 等国际機関への連携・貢献、各種マスコミへのアウトリーチ活動等、研究以外にも多くの活動が行われている。研究活動自体についても、開発・改良されたモデルの性能や査読論文数などから十分評価され得ると考えられる。ただ、エロゾルの第二種間接効果については大気モデル側の進捗と位相が合わず残念であるが、今後の発展に期待する。

### 成果発表状況

- ・印刷発表件数 44 件
- ・口頭発表件数 113 件



### (副課題1) オゾン化学輸送モデルの開発・改良とオゾンの将来予測に関する研究

#### 副課題の到達目標

- ・観測データの時間的・空間的制約を補うツールとして成層圏オゾンや対流圏オゾンを精度良く表現できるモデルを開発・改良し、そのモデルによる長期ランデータと観測データの解析を併せてオゾンの変動機構を明らかにする。

#### 副課題の概要

既存の成層圏化学輸送モデルをベースにして、最初是对流圏化学輸送モデルを開発し、次に両モデルをマージさせていく。そのため、モデルトップを低くする代わりに化学種の数を増やし、対流圏の物理過程が化学種に及ぼす影響のパラメタリゼーションの精度を上げる。

化学輸送モデルの検証のため、それぞれの達成段階において、観測値を解析してモデル結果と比較し、それをモデルの改良へと繋げる。さらに、観測の時空間の不連続を解消するツールとしてモデル結果を補完的に使い、オゾンに関わる現象の解明（成層圏オゾン減少の機構、化学的要因、力学的要因、対流圏オゾンの変動要因、全オゾン変動への寄与）を進めると同時に、オゾンの将来予測に役立てる。

#### 副課題の成果

- ・成層圏オゾン化学輸送モデルを用いたオゾン全量の短期予測精度検証を行った。
- ・対流圏から中層大気まで包括的に予測できる化学-気候モデルを開発し、気象庁紫外線予測のためのモデルとして提供し、また光化学オキシダント予測支援のためのプロトタイプモデルとして運用できるように開発を行った。
- ・WCRP（世界気候研究計画）の SPARC（成層圏過程とその気候への影響に関する研究計画）のコアプロジェクト Chemistry-Climate Model Validation Activity（CCMVal）に参加して、成層圏オゾンの過去再現（1980-2004年）と将来予測（1980-2099年）の長期積分を行い、4年ごとに刊行される「オゾン層の科学アセスメント 2006 (WMO Scientific Assessment of Ozone Depletion: 2006)」に貢献した。
- ・成層圏オゾンの長期モデルシミュレーションを行い、太陽周期変動現象の詳細な解析を行った。
- ・成層圏オゾン化学輸送モデルおよびエロゾル化学輸送モデルを用いたデータ同化システムの開発を行った。

### (副課題2) エロゾル化学輸送モデルの開発・改良とエロゾルの影響評価に関する研究

#### 副課題の到達目標

- ・エロゾル化学輸送モデルを改良し、さらにエアロゾルの雲へ及ぼす影響（間接効果）を新たに組み込んで、エロゾルが放射強制力へ及ぼす影響評価を行う。

#### 副課題の概要

既存のエロゾル輸送モデルをベースにして、水酸基等の基幹となる化学種の与え方を改良するとともに、それぞれのエロゾルの放射の一次散乱量のルックアップテーブル作成し、モデルに組み込んで多重散乱や大気場との相互作用をとおしてエロゾル自身の放射効果（直接効果）を調べる。

エロゾルが雲に与える影響も調べられる過程を開発する。最初は雲生成過程での粒径に及ぼす効果（第一種間接効果）を表現するスキームを作り、次に雲粒子成長過程での滞留時間に及ぼす効果（第二種間接効果）を表現するスキームを作り、最終的には雲のライフサイクルである生成・維持・消滅過程のすべてを精度良く表現できるようにする。

エロゾル輸送モデルの検証のため、それぞれの達成段階において、観測値を解析してモデル結果と比較し、それをモデルの改良へと繋げていく。さらに、観測の時空間の不連続を解消するツールとしてモデル結果を補完的に使い、エロゾルの影響評価の精度を上げていく。

#### 副課題の成果

- ・エロゾル粒子内における液相反応ならびに微物理過程における硫黄化合物の取り込みをモデル化し

た。

- ・黄砂予測モデルの大気境界層過程・地表面過程の改善を行った。
- ・エーロゾル化学輸送モデルを開発し、エーロゾルの直接効果、および、(第一種) 間接効果(雲アルベド効果) の評価を行った。
- ・成層圏硫酸エーロゾル過程を開発し、エーロゾルと大気光化学との相互作用の影響評価を行った。

### (副課題3) 炭素循環モデルの開発・改良と大気中二酸化炭素濃度の将来予測に関する研究

#### 副課題の到達目標

- ・炭素循環過程の陸域生態系部分に調整・改良を加え、炭素循環過程を大気海洋結合大循環モデルに組み込み炭素循環モデルを開発し、改良する。炭素循環モデルを用いて温暖化予測実験を行い、気候要素や炭素分布の変動を明らかにする。

#### 副課題の概要

炭素循環過程を組み込んだ大気海洋結合大循環モデル(炭素循環気候モデル)を開発・改良する。特に、現在のところ不確実性の大きい炭素循環モデルの陸域生態系部分については、精巧な陸域生態系モデル BAIM を組み込んだ気候モデルの長時間積分を実施して様々な変動機構を調べ、その結果を炭素循環気候モデルの調整・改良に役立てる。

国内初の試みとして、炭素循環気候モデルを用いた温暖化予測実験を行い、気候要素や炭素分布の変動を明らかにする。また、海洋や陸域の炭素循環を含まない場合の実験も幾つか行うことにより、温暖化における海洋や陸域の炭素循環の役割を明らかにする。

#### 副課題の研究成果

- ・陸域と海洋の炭素循環モデルを開発し、気象研究所大気海洋結合大循環モデル(MRI-CGCM2)へ組み込み、気候炭素循環モデルを作成し、産業革命以前に相当する定常状態を再現した。
- ・産業革命以後の化石燃料消費による二酸化炭素排出量をモデルに与えて歴史実験を行い、現代までの温暖化と大気二酸化炭素増加を再現した。
- ・化石燃料炭素排出シナリオによる21世紀予測実験を行い、温暖化と大気二酸化炭素増加について各国研究機関の同様なモデルによる予測範囲に入る妥当な結果を得た。
- ・モデルの北大西洋に淡水を与えた実験(氷床融水を想定)では、北大西洋熱塩循環停止による北半球の寒冷化で陸域生態系が衰退、大気二酸化炭素が10ppm未満増加し、約13000年前の古気候記録とほぼ一致した。
- ・将来の化石燃料炭素排出の場合の淡水流入実験では、深層への輸送の弱まりによって海洋の化石燃料炭素吸収が減少するため、大気二酸化炭素は淡水流入無しの実験に比べて増加した。これらの実験により、通常は相関の良い気温と大気二酸化炭素濃度も、分離した振る舞い(寒冷化と二酸化炭素増加)を示し得る事が明らかになった。
- ・陸域生態系モデル Biosphere-Atmosphere Interaction Model (BAIM) の植物生態モデルとしての特性をより高め、植物内及び土壌中炭素蓄積量をモデル内変数として取り入れた BAIM Ver.2 (BAIM2) を開発した。
- ・全球気候モデルおよび地域気候モデルの陸域生態過程を BAIM2 にバージョンアップすることにより、物理的気象要素及び大気中二酸化炭素濃度の時間的・空間的変動と、陸域植生の物理的形状及び植生・土壌内炭素蓄積量の時間的・空間的変動の相互作用が full-couple で再現できるモデルを開発した。
- ・全球気候モデルについて検証を行った結果、大気中二酸化炭素濃度の南北半球における季節変化の違い、および年々増加の特徴などを再現できていることが分かった。また、植生タイプごとの炭素収支についても、その特徴を再現できていることが分かった。
- ・全球気候モデルによる数値実験を行った結果、アジア域熱帯林における植生変動は、地域的なエネルギー収支・炭素収支に有意な変動をもたらすことが明らかとなり、森林植生変動と気候変動・炭素循

環変動との関係に関する新たな科学的な知見が得られた。

- ・ 東アジア域を対象とした地域気候モデルによる数値実験を行った結果、東アジアにおける陸域生態系が介在した炭素循環と気候要因の変動の間には、地域ごとの典型的な関係があることが分かった。

#### 成果発表一覧

##### 1. 査読論文

1. Austin, J., K. Tourpali, E. Rozanov, H. Akiyoshi, S. Bekki, G. Bodeker, C. Bruhl, N. Butchart, M. Chipperfield, M. Deushi, V. I. Fomichev, M. A. Giorgetta, L. Gray, K. Kodera, F. Lott, E. Manzini, D. Marsh, K. Matthes, T. Nagashima, K. Shibata, R. S. Stolarski, H. Struthers, W. Tian, 2008: Coupled chemistry climate model simulations of the solar cycle in ozone and temperature, *J. Geophys. Res.*, **113**, D11306, doi:10.1029/2007JD009391.
2. Gettelman, A., T. Birner, V. Eyring, H. Akiyoshi, D. A. Plummer, M. Dameris, S. Bekki, F. Lefevre, F. Lott, C. Bruhl, K. Shibata, E. Rozanov, E. Mancini, G. Pitari, H. Struthers, W. Tian, and D. E. Kinnison, 2008: The tropical tropopause layer 1960-2100, *Atmos. Chem. Phys. Discuss.*, **8**, 1367-1413.
3. Mabuchi, K., K. Takahashi and K. N. Nasahara, 2008: Numerical investigation of climate factors impact on carbon cycle in the east Asian terrestrial ecosystem. *J. Meteor. Soc. Japan*. (accepted).
4. Naoe, H., S. Hasegawa, J. Heintzenberg, K. Okada, A. Uchiyama, Y. Zaizen, E. Kobayashi, A. Yamazaki, 2008: State of mixture of atmospheric submicrometer black carbon particles and its effect on particulate light absorption. *Atmospheric Environment*, (in press).
5. Shibata, K. and M. Deushi, 2008: Long-term variations and trends in the simulation of the middle atmosphere 1980-2004 by the chemistry-climate model of the Meteorological Research Institute, *Annales Geophysicae*, **26**, 1299-1326.
6. Son, S.-W., L. M. Polvani, D. W. Waugh, H. Akiyoshi, R. Garcia, D. Kinnison, S. Pawson, E. Rozanov, T. G. Shepherd, K. Shibata, 2008: The impact of stratospheric ozone recovery on the southern hemisphere westerly jet, *Science*, **320**, 1486-1489, doi:10.1126/science.1155939.
7. Tourpali, K., Bais, A. F., Kazantzidis, A., Zerefos, C. S., Akiyoshi, H., Austin, J., Bruhl, C., Butchart, N., Chipperfield, M. P., Dameris, M., Deushi, M., Eyring, V., Giorgetta, M. A., Kinnison, D. E., Mancini, E., Marsh, D. R., Nagashima, T., Pitari, G., Plummer, D. A., Rozanov, E., Shibata, K., and Tian, W., 2008: Clear sky UV simulations in the 21st century based on ozone and temperature projections from chemistry-climate models, *Atmos. Chem. Phys. Discuss.*, **8**, 13043-13062.
8. Charlton, J. A., L. M. Polvani, J. Perlwitz, F. Sassi, E. Manzini, K. Shibata, S. Pawson, J. E. Nielsen, and D. Rind, 2007: A new look at stratospheric sudden warmings. Part II. Evaluation of numerical model simulations, *J. Clim.*, **20**, 470-488, doi:10.1175/JCLI3994.1.
9. Eyring, V., D. W. Waugh, G. E. Bodeker, E. Cordero, H. Akiyoshi, J. Austin, S. R. Beagley, B. A. Boville, P. Braesicke, C. Bruhl, N. Butchart, M. P. Chipperfield, M. Dameris, R. Deckert, M. Deushi, S. M. Frith, R. R. Garcia, A. Gettelman, M. A. Giorgetta, D. E. Kinnison, E. Mancini, E. Manzini, D. R. Marsh, S. Matthes, T. Nagashima, P. A. Newman, J. E. Nielsen, S. Pawson, G. Pitari, D. A. Plummer, E. Rozanov, M. Schraner, J. F. Scinocca, K. Semeniuk, T. G. Shepherd, K. Shibata, B. Steil, R. S. Stolarski, W. Tian, and M. Yoshiki, 2007: Multimodel projections of stratospheric ozone in the 21st century, *J. Geophys. Res.*, **112**, D16303, doi:10.1029/2006JD008332.
10. Kodama, C., T. Iwasaki, K. Shibata, and S. Yukimoto, 2007: Changes in the stratospheric mean meridional circulation due to increased CO<sub>2</sub>: Radiation- and sea surface temperature-induced effects, *J. Geophys. Res.*, **112**, D16103, doi:10.1029/2006JD008219.

11. Kuroda, Y. and K. Shibata, 2007: Simulation of solar-cycle modulation of the Southern Annular Mode using a chemistry-climate model, *Geophys. Res. Lett.*, **33**, L05703, doi:10.1029/2005GL025095.
12. Kuroda, Y., M. Deushi, and K. Shibata, 2007: Role of solar activity in the troposphere-stratosphere coupling in the southern hemisphere winter, *Geophys. Res. Lett.*, L21704, doi:10.1029/2007GL030983.
13. Obata, A., 2007: Climate-carbon cycle model response to freshwater discharge into the North Atlantic. *Journal of Climate*, **20**, 5962-5976. DOI: 10.1175/2007JCLI1808.1.
14. Tanaka, T. Y., Te. Aoki, H. Takahashi, K. Shibata, A. Uchiyama and M. Mikami, 2007: Sensitivity study of the optical properties of mineral dust on the direct aerosol radiative perturbation using a global aerosol transport model, *SOLA*, **3**, 033-036, doi:10.2151/sola.2007-009.
15. Butchart, N., A. A. Scaife, M. Bourqui, J. de Grandpre, S. H. E. Hare, J. Kettleborough, U. Langematz, E. Manzini, F. Sassi, K. Shibata, D. Shindell, and M. Sigmond, 2006: Simulation of anthropogenic change in the strength of the Brewer-Dobson circulation, *Climate Dynamics*, **27**, doi:10.1007/s00382-006-0162-4, 727-741.
16. Chubachi, S., K. Miyagawa and Y. Makino, 2005: A case study of the low total ozone event over Europe on 14 February, 2001, *International Journal of Remote Sensing*, **Vol. 26**, 3423-3431, DOI:10.1080/01431160500076459.
17. Eyring, V., N. Butchart, D. W. Waugh, H. Akiyoshi, J. Austin, S. Bekki, G. E. Bodeker, B. A. Boville, C. Bruhl, M. P. Chipperfield, E. Cordero, M. Dameris, M. Deushi, V. E. Fioletov, S. M. Frith, R. R. Garcia, A. Gettelman, M. A. Giorgetta, V. Grewe, L. Jourdain, D. E. Kinnison, E. Mancini, E. Manzini, M. Marchand, D. R. Marsh, T. Nagashima, P. A. Newman, J. E. Nielsen, S. Pawson, G. Pitari, D. A. Plummer, E. Rozanov, M. Schraner, T. G. Shepherd, K. Shibata, R. S. Stolarski, H. Struthers, W. Tian, and M. Yoshiki, 2006: Assessment of temperature, trace species and ozone in chemistry-climate model simulations of the recent past, *J. Geophys. Res.*, **111**, D22308, doi:10.1029/2006JD007327.
18. Kodera, K. and K. Shibata, 2006: Solar influence on the tropical stratosphere and troposphere in the northern summer, *Geophys. Res. Lett.*, **33**, L19704, doi:10.1029/2006GL026659.
19. Li, J. and K. Shibata, 2006: On the effective solar pathlength, *J. Atmos. Sci.*, **63**, 1365-1373.
20. Mabuchi, K. and H. Kida, 2006: On-line climate model simulation of the global carbon cycle and verification using the in situ observation data. In: Voinov, A., Jakeman, A., Rizzoli, A. (eds). Proceedings of the iEMSs Third Biennial Meeting: "Summit on Environmental Modelling and Software". *International Environmental Modelling and Software Society*, Burlington, USA, July 2006. CD-ROM.
21. Naoe, H., K. Okada, 2006: Modification of sea-salt particles in the remote marine atmosphere in the North Pacific. *Papers in Meteorology and Geophysics*, **57**, 47-54. doi:10.2467/mripapers.57.47.
22. Tanaka, T. Y. and M. Chiba, 2006: A numerical study of the contributions of dust source regions to the global dust budget, *Global and Planetary Change*, **52**, 88-104, doi:10.1016/j.gloplacha.2006.02.002.
23. Yukimoto, S., A. Noda, A. Kitoh, M. Hosaka, H. Yoshimura, T. Uchiyama, K. Shibata, O. Arakawa, and S. Kusunoki, 2006: Present-day climate and climate sensitivity in the Meteorological Research Institute coupled GCM version 2.3 (MRI-CGCM2.3), *Journal of Meteorological Society of Japan*, **84**, 333-363.
24. Chubachi, S., K. Miyagawa and Y. Makino, 2005: A case study of the low total ozone event over Europe on 14 February, 2001, *International Journal of Remote Sensing*, **Vol. 26**, 3423-3431, DOI:10.1080/01431160500076459.
25. Hirota, M., K. Miyagawa, K. Nagata, K. Shibata, T. Nagai, T. Fujimoto, Y. Makino, O. Uchino, and H. Fast, 2005: Apparent stratospheric ozone loss rate over Eureka in 1994/95, 1995/96, and 1996/97 inferred from ECC ozonesondes observations, *Polar*

- Meteorology and Glaciology*, **19**, 67-81.
26. Mabuchi, K., Y. Sato and H. Kida, 2005a: Climatic impact of vegetation change in the Asian tropical region Part I: Case of the Northern Hemisphere summer. *J. of Climate*, **18**, 410-428.
  27. Mabuchi, K., Y. Sato and H. Kida, 2005b: Climatic impact of vegetation change in the Asian tropical region Part II: Case of the Northern Hemisphere winter and impact on the extratropical circulation. *J. of Climate*, **18**, 429-446.
  28. Miyazaki, K., T. Iwasaki, K. Shibata and M. Deushi, 2005: Roles of transport in the seasonal variation of the total ozone amount, *J. Geophys. Res.*, **110**, D18309, doi:10.1029/2005JD005900.
  29. Miyazaki, K., T. Iwasaki, K. Shibata, M. Deushi and T. Sekiyama, 2005: The impact of changing meteorological variables to be assimilated into GCM on ozone simulation with MRI CTM, *J. Meteor. Soc. Japan*, **83**, 909-918.
  30. Sekiyama, T. T. and K. Shibata, 2005: Predictability of total ozone using a global three-dimensional chemical transport model coupled with the MRI/JMA98 GCM, *Mon. Wea. Rev.*, **133**, 2262-2274.
  31. Shibata, K. and M. Deushi, 2005: Partitioning between resolved wave forcing and unresolved gravity wave forcing to the quasi-biennial oscillation as revealed with a coupled chemistry-climate model, *Geophys. Res. Lett.*, **32**, L12820, doi:10.1029/2005GL022885.
  32. Shibata, K. and M. Deushi, 2005: Radiative effect of ozone on the quasi-biennial oscillation in the equatorial stratosphere, *Geophys. Res. Lett.*, **32**, L24802, doi:10.1029/2005GL023433.
  33. Shibata, K., M. Deushi, T. T. Sekiyama, and H. Yoshimura, 2005: Development of an MRI chemical transport model for the study of stratospheric chemistry, *Papers in Meteorology and Geophysics*, **55**, 75-119.
2. 査読論文以外の著作物（翻訳、著書、解説）
1. Alexandrov, G. A., D. Chan, M. Chen, K. Gurney, K. Higuchi, A. Ito, C. D. Jones, A. Komarov, K. Mabuchi, D. M. Matross, F. Veroustraete, and W. W. Verstraeten, 2008: Model-data fusion in studies of the terrestrial carbon sink. In A. J. Jakeman, A. A. Voinov, A. E. Rizzoli and S. H. Chen (eds.) *Developments in Integrated Environmental Assessment*, Vol. 3. **Environmental Modeling**, Software and Decision Support. Amsterdam: Elsevier, 329-344.
  2. Shibata, K. and M. Deushi, 2008: Simulation of the stratospheric circulation and ozone during the recent past (1980-2004) with the MRI chemistry-climate model, *CGER's Supercomputer Monograph Report Vol.13*, National Institute for Environmental Studies, Japan, 154 pp.
  3. 馬淵和雄, 2007: 物理気候モデルへの陸域生態システムの導入とそれによる圏間相互作用研究。京都大学基礎物理学研究所「物性研究」88-4、507-512.
  4. Matthes, K., K. Kodera, L. Gray, J. Austin, A. Kubin, U. Langematz, D. Marsh, J. McCormack, K. Shibata, D. Shindell, 2007: Report on the first SOLARIS workshop, *SPARC Newsletter*, **28**, 19-22.
  5. Shibata, K. and M. Deushi, 2007: Solar signals of 11-year cycles in temperature and ozone in the middle atmosphere simulated with a chemistry-climate model of Meteorological Research Institute, *CGER's Supercomputer Activity Report Vol.14-2005*, 19-24, National Institute for Environmental Studies, Japan.
  6. 田中泰宙, 2007: エーロゾル輸送モデルの開発と現業黄砂予報への応用, *日本風工学会誌*, **32** (3), 379-388.
  7. Alexandrov, G. A., D. Chan, M. Chen, K. Gurney, K. Higuchi, A. Ito, C. D. Jones, A. Komarov, K. Mabuchi, D. M. Matross, F. Veroustraete, W. W. Verstraeten, 2006:

- Model-data fusion in the studies of terrestrial carbon sink. The iEMSs Third Biennial Meeting: "Summit on Environmental Modelling and Software". *International Environmental Modelling and Software Society*, Burlington, USA, July 2006. CD-ROM.
8. 忠鉢繁、2006；共同監修、*南極大図鑑*、小学館、PP208.
  9. Shibata, K. and M. Deushi, 2006: Radiative effect of ozone on the relation between dynamical field and ozone in the QBO: Simulation by the stratospheric chemical transport model of Meteorological Research Institute, *CGER's Supercomputer Activity Report Vo1.13-2004*, 19-24, National Institute for Environmental Studies, Japan.
  10. Tanaka T. Y., 2006: Current status of yellow sand forecasting research. *TCC News*, **5**, 6–7 Tokyo Climate Center.
  11. Shibata, K. and M. Deushi, 2005: Ozone QBO simulated by the stratospheric chemical transport model of Meteorological Research Institute (MJ98-CTM), *CGER's Supercomputer Activity Report Vo1.12-2003*, 41-50, National Institute for Environmental Studies, Japan,.
3. 口頭発表
1. Chubachi S. 2008: Total ozone amounts over the Antarctic in the polar night period, *QOS2008* アブストラクト、CDROM.
  2. 出牛真・柴田清孝, 2008: 気象研究所全球化学気候モデルを用いた 2007 年 5 月 8 日、9 日の広域的な光化学オキシダント汚染の再現実験 *日本気象学会 2008 年度春季大会講演予稿集*, P345.
  3. Deushi, M., and K. Shibata, 2008: Effects of the Eruption of Mount Pinatubo on the Quasi-Biennial Oscillation as Revealed with MRI Chemistry-Climate Model, *SPARC 2008 4th General Assembly Programme and Abstracts*, ID: 00411.
  4. 出牛真・柴田清孝・眞木貴史, 2008: 成層圏・対流圏の化学－気候研究および大気汚染予測に向けた成層圏・対流圏の化学－気候研究および大気汚染予測に向けた気象研究所化学気候モデルの構築, *第 14 回大気化学討論会*, P-02
  5. 馬淵和雄, 2008: アジア域熱帯林減少の地域的な水・炭素収支への影響に関する新たな数値実験について. *日本気象学会 2008 年度春季大会講演予稿集*, 54.
  6. 馬淵和雄, 2008: アジア域熱帯林減少の地域的なエネルギー・炭素収支への影響 (II). *日本気象学会 2008 年度秋季大会講演予稿集*, 258.
  7. 直江寛明, 2008: 気液平衡を仮定した液相化学反応モデルの開発. *日本気象学会 2008 年度春季大会講演予稿集*, C207.
  8. 直江寛明・長田和雄, 2008: 遠洋大気中における海塩粒子と低濃度 SO<sub>2</sub> について. *第 14 回大気化学討論会*, K-9.
  9. 直江寛明, 2008: 気液平衡を仮定した液相化学反応モデルの開発. *日本気象学会 2008 年度春季大会講演予稿集*, C207.
  10. 直江寛明・柴田清孝, 2008: 北半球冬季に QBO が中高緯度へ与える力学的な影響. *日本気象学会 2008 年度秋季大会講演予稿集*, D166.
  11. 直江寛明・長田和雄, 2008: 遠洋大気中における海塩粒子と低濃度 SO<sub>2</sub> について. *第 14 回大気化学討論会*, K-9.
  12. 直江寛明・柴田清孝, 2008: 北半球冬季に QBO が中高緯度へ与える力学的な影響. *日本気象学会 2008 年度秋季大会講演予稿集*, D166.
  13. 小畑淳, 2008: 北大西洋への淡水流入に対する気候炭素循環モデルの応答, *日本地球惑星科学連合 2008 年大会*.
  14. Sekiyama, T. T., T. Y. Tanaka, and T. Miyoshi, 2008: Assimilation of Asian dust aerosol using a 4-dimensional local ensemble transform Kalman filter, *IGAC Conference*

*2008 Abstracts.*

15. Sekiyama, T. T., M. Deushi, and T. Miyoshi, 2008: Assimilation of total ozone using a local ensemble transform Kalman filter, *SPARC 2008 4th General Assembly Programme and Abstracts*.
16. Sekiyama, T. T., A. Smith, D. Marsh, and K. Matthes, 2008: Simulation of ozone and temperature responses to the 27-day solar variation: The influence of the quasi-biennial oscillation and the 11-year sunspot cycle, *Proceeding of the Quadrennial Ozone Symposium 2008 in Tromso*.
17. 関山剛・田中泰宙・三好建正, 2008: 4次元アンサンブル・カルマン・フィルタを用いた CALIPSO エアロゾル観測のデータ同化, 第14回大気化学討論会.
18. Tanaka, T. Y., 2008: Dust emission and deposition in global models, *Third international workshop on mineral dust*, Leipzig, Germany.
19. Tanaka, T. Y., 2008: Climatic effects of aerosols using the MRI Earth System Model. *JSPS-DFG Round Table on 'Climate System Research - Status and Perspective'*, Hamburg, Germany.
20. 田中泰宙, 出牛真, 坂見智法, 行本誠史, 他 温暖化特研グループ, 2008: 火山起源硫酸塩エアロゾルのシミュレーション: 20世紀の火山起源エアロゾルによる放射収支への影響, 日本気象学会 2008年度秋季大会講演予稿集, P194.
21. 忠鉢繁, 2007: 南極オゾンホール開始時期, 日本気象学会 2007年度春季大会講演予稿集, P206.
22. 忠鉢繁, 2007: 南極上空の極夜期間のオゾン全量, 日本気象学会 2007年度秋季大会講演予稿集, P310.
23. 出牛真・柴田清孝, 2007: 全球化学気候モデルで再現された火山性エアロゾルが成層圏赤道準二年振動に与える影響について. 日本地球惑星科学連合 2007年大会, F207-P006.
24. 出牛真・柴田清孝, 2007: 気象研究所対流圏—成層圏化学気候モデルの開発 —モデル概要と予備実験結果—. 日本気象学会 2007年度秋季大会講演予稿集, P317.
25. Deushi, M., and K. Shibata, 2007: Effects of volcanic eruptions on the quasi-biennial oscillation as revealed with MRI chemistry-climate model. *Second International Conference on Earth System Modelling*, A-00152.
26. Mabuchi, K., 2007: On-line simulation of global carbon cycle and regional carbon balance in the Asian tropical region using a terrestrial ecosystem model integrated into a global climate model. *Proceedings of The Second International Conference on Earth System Modeling*. Hamburg, Germany. CD-ROM.
27. 馬淵和雄, 高橋清利, 西田顕郎, 2007: BAIM2を導入した地域気候モデルにより再現された陸域植生 LAI の年々変動と衛星 NDVI による検証. 日本気象学会 2007年度秋季大会講演予稿集, 348.
28. 馬淵和雄, 2007: 陸域生態系モデルを導入した気候モデルによる3次元炭素循環数値実験と大気中 CO<sub>2</sub> 観測データ利用の可能性. 第2回「航空機による大気観測データ利用小委員会」.
29. Mabuchi, K., 2007: Estimating components of the terrestrial carbon sink using BAIM. 国立環境研究所 OGED セミナー.
30. 直江寛明, 2007: DMS サイクルにおける海塩粒子への捕捉消失過程, 日本気象学会 2007年度春季大会講演予稿集, P111.
31. 直江寛明, 2007: 海塩エアロゾルが液相化学反応によって変質するメカニズム 日本気象学会 2007年度秋季大会講演予稿集, D216.
32. 小畑淳, 2007: 北大西洋への淡水流入に対する気候炭素循環モデルの応答—産業革命以後の温暖化実験について, 日本気象学会 2007年度春季大会講演予稿集.
33. 小畑淳, 2007: 気候炭素循環モデルによる地球環境変動評価, 気象庁・地球環境フロンティア研究センター研究懇談会第3回会合.

34. 関山剛・出牛真・三好建正, 2007: アンサンブル・カルマン・フィルタによるオゾン全量のデータ同化, 第13回大気化学討論会.
35. 関山剛・Anne Smith・Dan Marsh・Katja Matthes, 2007: 太陽活動の27日周期変動が中層大気に及ぼす影響: QBO及び太陽11年周期変動の影響を含んだシミュレーション, 第17回大気化学シンポジウム研究集会講演集.
36. 柴田清孝・出牛真, 2007: 気象研究所大気大循環モデルにおける突然昇温について(気候値ランと強制力ランの大昇温の比較) 日本気象学会, 2007年度秋季大会講演予稿集, D308.
37. 柴田清孝・出牛真, 2007: 赤道成層圏準二年振動(QBO)の子午面構造(化学-気候モデル過去再現実験と観測との比較), 2007年度春季大会講演予稿集, D304.
38. Tanaka, T. Y., T. Aoki, and M. Hosaka, 2007: Climatic role of dust aerosol deposition on snow surface, *Third China-Korea-Japan joint conference on meteorology abstract collection*, 261.
39. Tanaka, T. Y., M. Deushi, T. Sakami, S. Yukimoto, and A. Noda, 2007: Simulation of the Aerosols produced by Mt. Pinatubo Eruption using MRI Earth System Model, *Second International Conference on Earth System Modelling*, ICESM2007-A-00114.
40. 田中泰宙, 出牛真, 坂見智法, 行本誠史, 他 温暖化特研グループ, 2007: 気象研究所地球システムモデルによるピナツボ火山起源エアロゾルのシミュレーション(その2): エアロゾルとオゾン光化学, 大気放射の相互作用, 日本気象学会 2007年度秋季大会講演予稿集, P118.
41. 田中泰宙, 出牛真, 坂見智法, 行本誠史, 野田彰, 他 温暖化特研グループ, 2007: エアロゾルモデルの気象研究所地球システムモデルへの結合と火山性エアロゾルによるエアロゾル・放射結合実験, 日本気象学会 2007年度春季大会講演予稿集, C105.
42. 田中泰宙, 2007: エアロゾル輸送モデルの開発について, 気象庁・FRCGC 第2回研究懇談会, 2007年1月, 海洋研究開発機構東京事務所.
43. 忠鉢 繁, 2006, 南極極夜域のオゾン濃度の高度分布(南極オゾンホール開始時期), 日本気象学会 2006年度春季大会講演予稿集, P307.
44. 忠鉢 繁, 2006, 南極オゾンホール開始時期, 第29回極域気水圏・生物圏合同シンポジウムプログラム講演要旨, P16.
45. 忠鉢 繁, 2006, 平成18年度研究集会講演要旨集, 南極オゾンホール開始時期(ドブソン分光光度計によるオゾン全量データの解析), 第17回大気化学シンポジウム.
46. 出牛真・柴田清孝, 2006: 化学気候モデルバリデーション(CCMVal)シナリオに基づいたオゾン層の再現および将来予測実験のトレンドを含む長期変動の解析. 日本気象学会 2006年度春季大会講演予稿集, B109.
47. 出牛真・柴田清孝, 2006: 成層圏化学気候モデルによる塩素リザーバーの長期的な濃度変動の再現精度の向上について. 日本気象学会 2006年度秋季大会講演予稿集, D103.
48. Deushi, M., and K. Shibata, 2006: Impacts of assimilation towards observed wind on the long-term trends of inorganic chlorine in the CCMVal REF1 simulation with MRI chemistry-climate model. *2006 AGU Fall Meeting*, A51B-0065.
49. 出牛真・柴田清孝, 2006: 気象研究所化学輸送モデルで再現された極渦内オゾン場の精度向上について. 日本気象学会 2005年度春季大会講演予稿集, P321.
50. 馬淵和雄, 木田秀次, 2006: アジア熱帯域森林植生変動が炭素循環に与える影響について—BAIM2を導入した全球気候モデルによる数値実験—. 日本気象学会 2006年度春季大会講演予稿集, 68.
51. 馬淵和雄, 高橋清利, 木田秀次, 2006: 近年の東アジア陸域における炭素収支変動の特徴—BAIM2を導入した地域気候モデルによる数値実験—. 日本気象学会 2006年度秋季大会講演予稿集, 134.
52. Mabuchi, K. and H. Kida, 2006: Numerical experiment of the relationship between the carbon balance and the climate under deforestation conditions in the Asian tropical region. *Proceedings of The AGU 2006 Fall Meeting*, San Francisco, USA. CD-ROM.



53. 馬淵和雄、2006: 物理気候モデルへの陸域生態システムの導入とそれによる圏間相互作用研究. 「環境物理学—先端境界領域の創出へ向けて」研究会議
54. Mabuchi, K., H. Kida, 2006: On-line climate model simulation of the global carbon cycle and verification using the in situ observation data. *Third Biennial Meeting of International Environmental Modelling and Software Society*.
55. 直江寛明・柴田清孝・出牛真・田中泰宙, 2006: 対流圏硫酸塩エアロゾルモデルの開発. 日本気象学会 2006 年度春季大会講演予稿集, B107.
56. 直江寛明, 2006: 海洋大気中における硫黄サイクル. 日本気象学会 2006 年度秋季大会講演予稿集, D158.
57. 直江寛明, 2006: 海洋大気中における硫黄サイクル. 日本気象学会 2006 年度秋季大会講演予稿集, D158.
58. 小畑淳, 2006: 北大西洋への淡水流入に対する気候炭素循環モデルの応答. 日本気象学会 2006 年度秋季大会講演予稿集.
59. 田中泰宙, 青木輝夫, 高橋宙, 柴田清孝, 内山明博, 三上正男, 2006: 鉍物ダストが放射収支に及ぼす直接効果の光学特性による違い. 日本気象学会 2006 年度春季大会講演予稿集, P229.
60. 田中泰宙, 青木輝夫, 保坂征宏, 2006: エアロゾル沈着による雪氷面アルベド変化の感度実験. 日本気象学会 2006 年度秋季大会講演予稿集, D151.
61. 忠鉢繁, 宮川幸治, 牧野行雄, 2005: 北半球オゾン「ミニ」ホールの統計的考察. 日本気象学会 2005 年度春季大会講演予稿集, B104.
62. 忠鉢繁, 宮川幸治, 牧野行雄, 2005: 北半球中高緯度に出現する小さなオゾン全量の統計的調査. 第 28 回極域気水圏シンポジウム予稿集, 88.
63. 出牛真・柴田清孝, 2005: 全球化学輸送モデルにおける中緯度成層圏—対流圏物質交換の再現精度の検証. 日本気象学会 2005 年度秋季大会講演予稿集, P145.
64. 出牛真・柴田清孝, 2005: モデルで再現される成層圏—対流圏物質交換の鉛直解像度依存性. 第 16 回大気化学シンポジウム研究集会講演集, 229-231.
65. 馬淵和雄, 木田秀次, 2005: 陸面植生モデル BAIM Ver.2 (BAIM2) とそれを組み込んだ気候モデルによる数値実験 (II). 日本気象学会 2005 年度春季大会講演予稿集, 219.
66. Mabuchi, K. and H. Kida, 2005: On-line simulation study of the carbon cycle between land surface and the atmosphere using 3-D. global climate model. *Extended abstracts of The 7th International carbon dioxide conference*. CD-ROM.
67. 馬淵和雄, 木田秀次, 2005: 炭素循環システムの理解に向けた植生—大気 on-line 結合 3 次元気候モデルの開発. 炭素循環および温室効果ガス観測ワークショップ講演要旨集, 138-139.
68. 馬淵和雄, 木田秀次, 2005: 陸面植生モデル BAIM2 を組み込んだ全球気候モデルによる炭素循環数値実験. 日本気象学会 2005 年度秋季大会講演予稿集, 124.
69. 馬淵和雄, 2005: 全球気候モデルを用いた植生と気候の相互作用に関する数値実験. 第 5 回名古屋大学地球水循環研究センター公開講演会講演要旨集, 32-40.
70. 馬淵和雄, 佐藤康雄, 木田秀次, 2005: アジア域熱帯林変動が気候に及ぼす影響について. 気候植生フォーラム.
71. 馬淵和雄, 2005: 陸面モデル BAIM2 を組み込んだ 3 次元気候モデルによるアジアモンスーン域大気—陸面相互作用・水循環システムの解明. ポスト GAME 計画立案のための国内ワークショップ.
72. 馬淵和雄, 2005: 植生モデル BAIM2 を導入した気候モデルによる炭素循環実験. 京都大学理学部セミナー.
73. 直江寛明・柴田清孝・出牛真, 2005: 気象研究所対流圏エアロゾルモデルの開発—大気硫黄サイクリング—. 日本気象学会 2005 年度秋季大会講演予稿集, P151.
74. 直江寛明・岡田菊夫・内山明博・古林絵里子・山崎明宏・松瀬光太郎, 2005: 大気煤粒子の混合状態と光吸収特性について. 日本気象学会 2005 年度春季大会講演予稿集, B302.

75. 小畑淳,2005:気候と炭素循環の相互作用－気象研モデルによる評価, 日本気象学会 2005 年度秋季大会講演予稿集.
76. 小畑淳,2005:陸域二酸化炭素施肥効果の不確定性が温暖化予測に及ぼす影響, 日本気象学会 2006 年度春季大会講演予稿集.
77. 関山剛・柴田清孝・出牛真・小寺邦彦・J. L. Lean, 2005: 成層圏オゾンの 11 年周期太陽シグナル: 応答遅延のコンポジット解析, 第 11 回大気化学討論会.
78. 関山剛・柴田清孝・出牛真・小寺邦彦・J. L. Lean, 2005: 中層大気における微量化学成分の太陽周期変動シミュレーション, 第 15 回大気化学シンポジウム研究集会講演集.
79. 柴田清孝・出牛真, 2005: 熱帯成層圏準 2 年振動 (QBO) のシミュレーション: その 3 QBO の中高緯度への影響 (於 Interactive オゾンラン), 日本気象学会 2005 年度春季大会予稿集, D107.
80. 柴田清孝・出牛真, 2005: 太陽黒点 11 年周期の放射強制力, 日本気象学会 2005 年度秋季大会予稿集, D203.
81. 柴田清孝, 2005: Connection between the solar sunspot cycle and the middle atmosphere CAUSES workshop 2005 (第 6 回宇宙天気/気候シンポジウム).
82. 高橋 宙・柴田清孝・田中泰宙・今井宏治・千葉 長, 2005: 鉱物ダストの放射強制力～年々変動とその要因～, 日本気象学会 2005 年度秋季大会予稿集, P346
83. Deushi, M. and K. Shibata, 2004: Sensitivity of Age-of-air and Ozone to Vertical Resolution in Chemical Transport Model Coupled With a GCM, *Abstract of 2004 AGU Fall Meeting*.
84. 出牛真・柴田清孝, 2004: 気象研究所化学輸送モデルにおける熱帯下部成層圏オゾン場の精度向上について, 日本気象学会 2004 年度春季大会講演予稿集, P336.
85. 出牛真・柴田清孝, 2004: 気象研究所化学輸送モデルにおける輸送過程の精度評価, 日本気象学会 2004 年度春季大会講演予稿集, P379.
86. 出牛真・柴田清孝, 2004: モデルで再現された QBO の 2 次子午面循環とオゾン場の関係, 第 15 回大気化学シンポジウム研究集会講演集, 278-281.
87. Dokiya, Y., Y. Igarashi, Y. Sawa, H. Takahashi, N. Kaneyasu, K. Yoshioka, Y. Katayama, T. Akagai, Atmospheric Chemistry Observation at the Summit of Mt. Fuji, 2004: A Proposal for a Permanent Ground Base Platform of Free Troposphere, *IGOS International Workshop "Towards the implementation of the Integrated Global Observing Strategy (IGOS)"*, Tokyo.
88. Dokiya, Y., Y. Igarashi, Y. Sawa, H. Takahashi, N. Kaneyasu, K. Yoshioka, Y. Katayama, T. Akagi, 2004: Mt. Fuji - A proposal for permanent ground base platform in the free tropospheric *8th International Global Atmospheric Chemistry (IGAC) Conference*, Christchurch NZ.
89. 五十嵐康人, 吉岡勝廣, 澤庸介, 小村和久, 高橋宙, 堤之智, 土器屋由紀子, 松枝秀和, 2004:  $^{7}\text{Be}$  と  $^{222}\text{Rn}$  を大気トレーサーとして利用した富士山頂での大気化学観測, 第 5 回「環境放射能」研究会, つくば.
90. Igarashi, Y., Y. Sawa, K. Yoshioka, H. Takahashi, H. Matsueda, K. Fujii, Y. Dokiya, Monitoring of  $\text{SO}_2$  concentration at the summit of Mt. Fuji, 2004: *8th International Global Atmospheric Chemistry (IGAC) Conference*, Christchurch NZ.
91. 五十嵐康人, 澤庸介, 吉岡勝廣, 藤井憲治, 高橋宙, 松枝秀和, 土器屋由紀子, 2004: 富士山頂における  $\text{SO}_2$  濃度季節変動, 第 10 回大気化学討論会, 東京.
92. M. Deushi and K. Shibata, 2004: Sensitivity of Age-of-air and Ozone to Vertical Resolution in Chemical Transport Model Coupled With a GCM, *2004 AGU Fall Meeting*, A21B-0723.
93. 馬淵和雄, 木田秀次, 2004: 陸面植生モデル BAIM Ver.2 (BAIM2) とそれを組み込んだ地域気候モデルによる予備的数値実験. 日本気象学会 2004 年度秋季大会講演予稿集. 119.
94. Mabuchi, K., Y. Sato, and H. Kida, 2004: Climatic impact of vegetation change in the

- Asian tropical region. *Extended abstracts of The 6th International Study Conference on GEWEX in Asia and GAME*. CD-ROM.
95. 馬淵和雄、2004: BAIM を導入した気候モデルによる数値実験. 「熱帯モンスーンアジアにおける降水変動が熱帯林の水循環・生態系に与える影響」全体会議.
  96. 小畑淳、2004: 炭素循環気候モデルによる温暖化予測, 日本気象学会 2004 年度春季大会講演予稿集.
  97. 小畑淳、2004: 地球温暖化における陸と海の炭素循環の役割, 日本気象学会 2004 年度秋季大会講演予稿集.
  98. Sakane, Y., I. Suzuki, T. Akagi, S. Hatakeyama, H. Takahashi, Y. Sawa, Y. Igarashi and Y. Dokiya, 2004: Concentration of H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> at the Summit of Mt. Fuji: Summer-Autumn Campaigns '99, 01 and 02, *16th International Conference on Nucleation and Atmospheric Aerosols (ICNAA)*, Kyoto, 789.
  99. Sekiyama, T. T., K. Shibata, M. Deushi, K. Kodera, and J. L. Lean, 2004: Stratospheric Ozone Variation Induced by the 11-Year Solar Cycle: Recent 40-Year Simulation using 3-D Chemical Transport Model with Reanalysis Data, *Eos Trans. AGU 2004 fall meeting*.
  100. Sekiyama, T. T., K. Shibata, M. Deushi, K. Kodera, and J. L. Lean, 2004: Stratospheric Ozone Variation Induced by the 11-Year Solar Cycle: Recent 40-Year Simulation with 3-D Chemical Transport Model Using Reanalysis Data, *Proceeding of the Quadrennial Ozone Symposium 2004 in Kos*.
  101. 関山剛・柴田清孝・出牛真・小寺邦彦・J. L. Lean, 2004: 成層圏におけるオゾンと気温の 11 年太陽周期変動: 3 次元化学輸送モデルと ECMWF 再解析値を用いた 40 年シミュレーション, 日本気象学会 2004 年度秋季大会講演予稿集, C120.
  102. Shibata, K. M. Deushi, and T. Sekiyama, 2004: Simulation of the response of stratospheric ozone and circulation to the 11-year solar cycle with 3-D CTM, *Proceedings of the Quadrennial Ozone Symposium 2004 in the island of Kos, Greece*, 787.
  103. Shibata, K. and M. Deushi, 2004: Effect of nudging and vertical resolution on ozone profiles simulated with MJ98-CTM, *Abstract of 8th International Global Atmospheric Chemistry Conference*, 71.
  104. 柴田清孝・出牛真、2004: 熱帯成層圏準 2 年振動 (QBO) のシミュレーション: その 1 Non-interactive オゾン、気象学会 2004 年度秋季大会予稿集, D156.
  105. 柴田清孝・出牛真、2004: 熱帯成層圏準 2 年振動 (QBO) のシミュレーション: その 2 Interactive オゾン、気象学会 2004 年度秋季大会予稿集, P342.
  106. 柴田清孝・出牛真、2004: 気象研究所化学輸送モデルにおける CTM と GCM の疎結合について、第 14 回大気化学シンポジウム研究集会講演集、110-111.
  107. Takahashi, H., Y. Igarashi, T. Tanaka, K. Yoshioka, N. Kaneyasu, K. Watanabe, Y. Dokiya, 2004: Mineral dust and black carbon at the summit of Mt. Fuji, *Abstract of 8th International Global Atmospheric Chemistry Conference*, 121.
  108. 高橋宙、五十嵐康人、田中泰宙、土器屋由紀子、渡辺幸一、2004: 富士山頂における LPC 観測とモデルによる再現～その 2 2003 年春期黄砂～、第 14 回大気化学シンポジウム研究集会講演集、133.
  109. 高橋宙、五十嵐康人、田中泰宙、土器屋由紀子、2004: 富士山頂における LPC 観測とモデルによる再現～その 2 2003 年春期ロシア森林火災～、第 14 回大気化学シンポジウム研究集会講演集、134.
  110. 高橋宙、田中泰宙、今井宏治、千葉長、柴田清孝、2004: 気象研エアロゾルモデル MASINGAR による鉱物ダストの放射強制力, 2004 年度日本気象学会秋季大会, 福岡, 198.
  111. Watanabe, K., Y. Takebe, N. Sode, H. Takahashi, Y. Igarashi and Y. Dokiya, 2004: Sea-Salt Components and Magnesium Loss in Rain Water at a High Elevation Site,

*16th International Conference on Nucleation and Atmospheric Aerosols (ICNAA), Kyoto.*

112. 財前祐二、田中泰宙、岡田菊夫、柴田清孝、2004 : エアロゾル輸送モデルを用いた PACE-7 観測結果の再現、*2004 年秋季気象学会予稿集* p337
113. 栗原和夫、馬淵和雄、佐々木秀孝、高藪出、小畑淳、村崎万代、山本哲、清野直子、三上正男、佐藤康雄、長友利晴、石原幸司、真木貴史、増田真次、日本の地域気候変動予測をめざして、気象研究所、*研究成果発表会発表用要旨集*.

## 地震・地殻変動観測データの高度利用に関する研究

研究期間：平成16年度～平成20年度

研究代表者：濱田信生<sup>1)</sup>、伊藤秀美<sup>2)</sup>、森滋男<sup>3)</sup>、吉川澄夫<sup>4)</sup>（地震火山研究部長）

### 研究担当者

（副課題1）不均質な場を考慮に入れた震源パラメータ及び地震活動パラメータの推定手法に関する研究  
前田憲二、干場充之<sup>4)</sup>、高山博之、中村雅基<sup>1)</sup>、大竹和生<sup>5)</sup>、青木重樹<sup>4)</sup>、黒木英州<sup>6)</sup>、弘瀬冬樹<sup>7)</sup>、高山寛美<sup>2)</sup>、勝間田明男<sup>8)</sup>、林 豊<sup>9)</sup>、岩切一宏<sup>5)</sup>（地震火山研究部）、細野耕司<sup>1)</sup>、西 政樹<sup>9)</sup>（気象庁地震火山部）中村雅基<sup>7)</sup>（気象大学校）

### （副課題2）地震発生機構に関する研究

吉川澄夫<sup>1)</sup>、勝間田明男<sup>7)</sup>、吉田康宏、山崎 明、青木重樹<sup>10)</sup>、岩切一宏<sup>8)</sup>、高山寛美<sup>11)</sup>、前田憲二<sup>8)</sup>、林 豊（地震火山研究部）、青木重樹<sup>12)</sup>（気象庁地震火山部）、藤井郁子<sup>5)</sup>（地磁気観測所）、勝間田明男<sup>1)</sup>（気象大学校）

### （副課題3）地震サイクルの中で様々な時空間的特徴をもつ地殻変動に関する研究

吉川澄夫<sup>1)</sup>、勝間田明男<sup>7)</sup>、小林昭夫、山本剛靖、高山寛美<sup>11)</sup>、林 豊（地震火山研究部）

### 研究の目的

近年地震・地殻変動関係の全国基盤観測網の観測データが公開される体制が整備された結果、プレート間のスロースリップや、地殻底部での低周波地震（微動）の発生など今まで予想されなかったような興味深い現象が次々と発見されている。このような新しい観測データの有効利用がすすめば、さらに色々な知見が得られることが期待されることから、今後の研究を効率よく進めるため、これら観測データの有機的に結合し、一層の有効利用のための手法の開発を進める。

### 研究の到達目標

地殻構造の不均質性については、内陸部の地殻については10kmメッシュの三次元構造モデルの確立と、その震源決定精度向上への応用技術の開発を目指す。地震活動については、高密度高感度の観測データを活用した巨大地震などの破壊過程の解析や地震発生準備過程の評価手法の改善を図る。地殻変動に関しては解析技術の向上によるS/N比の向上により、スロースリップなど各種変動の検出レベルの改善と、変動要因の分析による知見の蓄積をはかる。

### 研究計画の概要

下記の3つのサブ課題に沿って研究を行い、観測データの有効利用のための手法の開発を進める。

- ① 不均質な場を考慮に入れた震源パラメータ及び地震活動パラメータの推定手法に関する研究
- ② 地震発生機構と地殻構造に関する基礎的研究
- ③ 地震サイクルの中で様々な時空間的特徴をもつ地殻変動に関する研究

### 主な研究成果

- ・3次元不均質速度構造モデルを構築し、それを用いた詳細な震源分布の解析や、プレート形状の把握を行うことができた。
- ・地震波速度の不連続面の推定手法の改良により地殻構造の推定精度を向上させることができた。
- ・地震活動評価に関しては、物理モデルに基づく地震活動の変化の定量的予測の可能性を示すと共に、相似地震を1つのモデルとして、統計的地震発生予測における地震活動パラメータの推定方法の改良を行うなど、今後の地震活動の予測研究につながる研究成果をあげた。
- ・研究期間内に発生した大地震及び過去のいくつかの大地震の破壊過程の解析を行った。

<sup>1)</sup>平成16年度、<sup>2)</sup>平成17～18年度、<sup>3)</sup>平成19年度、<sup>4)</sup>平成20年度、<sup>5)</sup>平成19～20年度、<sup>6)</sup>平成16～18年度、<sup>7)</sup>平成17～20年度、<sup>8)</sup>平成18～20年度、<sup>9)</sup>平成17年度、<sup>10)</sup>平成16～17年度、<sup>11)</sup>平成16～19年度、<sup>12)</sup>平成18～19年度

- ・それぞれの地震の余震活動の解析により地殻内の複雑な断層構造の存在を明らかにし、地震ごとの余震活動度の違いを解明した。
- ・地震発生に至る過程の評価手法の改善については、規模の大きな地震でも同じ破壊を繰り返していることの確認・地殻変動に対応した地震活動等の変化の検知などの関連研究成果をあげた。
- ・地殻変動解析技術の向上による S/N 比の向上については、歪変化に対する降水・地下水水位の影響の除去手法の研究を進め、数ヶ月から数年程度における変動検出レベルの改善が図られた。
- ・地殻変動の要因分析による知見の蓄積については、愛知県下の短期的スロースリップを中心に、変動源推定手法の改善を行い、その結果、それにより現象の解明が進んだ。
- ・海域の地殻変動観測技術の開発については、資料調査による既存技術・データ精度の検討にとどまった。
- ・気象庁および各管区气象台で実施予定の地震活動のレベル化に向けた準備の業務において、地震活動の推移を評価するための予備的処理ツールとして開発した「デクラスター処理プログラム」が使用されている。
- ・メカニズム解の自動決定手法、各種地震活動パラメータの推定プログラム（気象庁と共同開発）が気象庁業務に使用開始された。
- ・本研究で改良した近地加速度記録を利用する破壊過程解析プログラムの気象庁業務での使用が開始された。
- ・3次元震源計算手法による震源分布を用いて地震火山部が作成した資料等が、地震防災対策強化地域判定会・地震調査委員会・地震予知連絡会等に提示され、地震活動の評価や東海地震の検討に利用された。
- ・近年発生した大地震の破壊過程解析や余震活動の詳細な調査を気象庁地震火山部と共同で実施した。これらの成果は地震調査委員会、地震予知連絡会等に提出され、地震活動の評価に利用された。
- ・愛知県および長野県南部の短期的スロースリップに関する解析結果について、地震防災対策強化地域判定会・地震調査委員会・地震予知連絡会等に報告した。
- ・東北大学と協力して、東北日本の沿岸で発生する相似地震の確率予測実験を開始した。
- ・DD トモグラフィーを用いた詳細なフィリピン海プレートの形状は当所の特別研究「東海地震の予測精度向上及び東南海・南海地震の発生準備過程の研究」に活用された。

#### 今後に残された問題点

- ・大地震の破壊過程解析今後も精度や迅速性など更なる解析技術の向上が必要である。特に海域では陸域に比べて震源決定に必要な精度が得られていないことから、自己浮上式海底地震計の機動観測による構造モデルの改良などを通じ観測精度向上が求められる。
- ・海底地殻変動観測技術の開発が十分な成果を上げられなかった点については、海域の地殻変動を早期に捕捉することは重要な課題であるので今後も検討をおこなう。

#### 成果の活用に対する意見（事後評価の総合所見）

地震および地殻変動の分野の多岐にわたる研究項目を含んでおり研究目標も多かったが、各目標について一定の成果を上げていることは評価できる。

3次元構造モデルが確立できたことにより、気象庁ルーチン業務で1次元モデルに基づき行っている震源決定の精度を今後飛躍的に向上させる可能性がある。この成果は地震活動評価の精度にも直結するものであり、ルーチン業務への早期導入が望まれる。大地震の破壊過程解析は、地震発生直後に緊急に開催される地震調査委員会や地震予知連絡会などの提出資料に使用されており気象庁業務に大きく貢献している。今後も精度や迅速性など更なる解析技術の向上が必要である。特に海域では陸域に比べて震源決定に必要な精度が得られていないことから、自己浮上式海底地震計の機動観測による構造モデルの改良などを通じ観測精度向上が求められる。

東海地域の歪計で初めて確認された短期的スロースリップについての本研究の事例解析の結果は、想定震源域周辺の現象として東海地震との関連性を位置づけるものであり、監視業務に貢献した業績は大きい。海底地殻変動観測技術の開発が十分な成果を上げられなかった点については体制が不十分であったということも原因と考えられるが、海域の地殻変動を早期に捕捉することは重要な課題であるので今後も検討の継続を期待する。

3つのサブ課題相互の関連性については他分野の研究者からは分かりにくい面もあったかもしれない。今後は地震と地殻変動の広い帯域の現象を説明できる物理モデルの確立に期待したい。

#### 成果発表状況

- ・印刷発表件数 48件
- ・口頭発表件数 116件

### (副課題1) 不均質な場を考慮に入れた震源パラメータ及び地震活動パラメータの推定手法に関する研究

#### 副課題の到達目標

- ・全国を対象とした内陸浅部10km、その他20kmメッシュの3次元速度構造モデルの確立と、それを用いた震源パラメータと地震活動パラメータの精度向上への応用技術の開発を目指す。また、火山等観測点分布の密な地域におけるより詳細なメッシュの3次元速度構造モデルを確立し、震源パラメータと地震活動パラメータの精度向上を目指す。さらに、3次元速度構造をはじめとする不均質な場と、求められた震源パラメータや地震活動パラメータとの関連について明らかにする。

#### 副課題の概要

- ・全国規模で3次元速度構造を内陸浅部10km、その他20kmメッシュで求める。また、代表的な火山を対象として、より細かなメッシュで3次元速度構造を求める。
- ・求められた3次元速度構造に基づいた震源、発震機構の決定手法を開発する。また、3次元速度構造をはじめとする不均質な場と、求められた震源パラメータとの関連について明らかにする。
- ・3次元速度構造を用いて決定された震源パラメータを基に、群発地震活動等を対象にして時空間不均質性を考慮した地震活動パラメータの推定手法を開発する。また、3次元速度構造をはじめとする不均質な場と、求められた地震活動パラメータとの関連について明らかにする。

#### 副課題の成果

(3次元速度構造および地殻構造の推定)

- ①日本全国を対象とした3次元速度構造について、気象庁一元化業務で得られたデータや海底地震計のデータ、さらには、屈折法探査の結果を用いて、当初の目標どおり、陸域については10km、それ以外については20kmの高解像度のモデルを構築し、さらに、改良を重ねた。この3次元速度構造モデルを用いることにより、プレート形状に整合的な沖合の地震の震源分布が得られるようになるとともに、内陸の地震でもクラスター構造の識別が可能となるなどの改善が見られた。さらに、富士山付近・霧島山付近の詳細な3次元速度構造モデルを構築した。
- ②関東地方に沈み込むフィリピン海プレートの詳細な3次元構造を求め、この地域でのプレート形状モデルを構築した。さらに、微小地震までのメカニズム解を求めた。これらにより、関東直下に沈み込むプレートの凹凸がわかり、さらにはフィリピン海プレートばかりでなく、太平洋プレートも局所的に窪んでいることが新たに分かった。
- ③走時データを用いて不連続面の深さを推定する手法を改良し、これまで一例しかなかった日本列島域にわたるコンラッド面・モホ面の深さ分布推定結果を得た。
- ④鳥取沖および島根沖の測線において海底電磁気観測を実施した。得られた観測データを陸上での観測データと併せて解析することにより、深さ約100kmまでの信頼度の高い比抵抗構造を得ることができた。

(地震活動パラメータの推定)

- ⑤応力変化と地震活動度変化を関連付ける地震発生の物理モデルに基づき、大地震の周辺における地震活動の変化を定量的に再現することを試みた。その結果、大地震による静的応力変化だけでなく、動的効果(地震動による影響)をも加味したモデルにより、実際の地震活動の変化をよく説明できることが分かった。
- ⑥地震活動パラメータの1つであるb値(規模別頻度分布の傾き係数)を詳細に調査し、海域でのアス

- ペリティ分布、長期的スロースリップの発生領域、プレート間カップリングの強弱、内陸大地震の発生域などとの関連性を示唆する結果を得た。また、地震発生層の深さを調査し、それが深くなると標高が高くなるという関係を見出した。これは、地下の温度構造の影響を反映したものと推定される。
- ⑦地震の長期確率予測について 40 余りの予測モデルを用いた予測実験を行い、ベイズ統計や小標本論（精密標本論）による予測モデルの予測成績が良いことを明らかにした。また、相似地震について種々の予測方式を検証し、予測手法のプロトタイプを作成した。
- ⑧P波やS波の初動の押し引きを自動的に読み取るアルゴリズムを開発し、また、実際のデータに対して適用することを行った。これにより、発震機構解を求める作業の効率化に結びついた。
- ⑨地震活動の評価をするために、地震活動の中で代表的な地震だけを抽出（デクラスター）する処理手法を開発した。  
（緊急地震速報の技術改良）
- ⑩緊急地震速報の震源決定手法の1つであるテリトリ法の改良を行ない、そのプロトタイプを作成した。B-Δ法の海底地震計のデータへ適用の可否について解析を進め、おおむね適用できることを明らかにした。また、震度からマグニチュードを推定する手法として提案されている「震度マグニチュード」の適用を吟味し、その有効性を確認した。震度予測において、震度観測点に補正值を加えることを検討し、誤差を10%程度軽減できることを確認した。さらに、現在の緊急地震速報で用いられている方法で、震度の予測誤差をどの程度まで小さくできるのか、について調査し、誤差として0.4以下にすることが極めて難しいことを示した。

## （副課題2）地震発生機構と地殻構造に関する基礎的研究

### 副課題の到達目標

- 地震データ等を用いて大地震の震源過程と地震活動の時空間変化にどのような関連性があるかを調べる。同時に地球物理データを用いて詳細な地殻内構造を明らかにし、地震活動との関連性について定量的な評価を行い、大地震の発生までに至る物理過程の解明を目指す。

### 副課題の概要

- 既存の国内外の地震データ等を用い、震源過程と地震活動を解析する手法の高度化を行う。これらの手法を用いて従来よりも詳細な震源過程を求め、地震活動や応力降下量などとの関連性について調査を行う。
- 地震学的手法等を用いて、地殻内不連続面等の構造を求める手法の高度化を図る。これらの手法を実際の観測データに適用し、構造や地殻物性の時空間分布を求め、震源過程や地震活動との関連性の解明を目指す。

### 副課題の成果

（大地震の破壊過程に関する事例解析）

- ①気象庁加速度計等の加速度記録を用いて、2003年に起きた宮城県沖の地震（M7.1）と宮城県北部の地震（M6.4）・2004年11月29日に起きた釧路沖の地震（M7.1）・2005年8月16日に起きた宮城県沖の地震（M7.1）・平成19年（2007年）能登半島地震（M6.9）等の破壊過程を明らかにした。
- ②2004年11月29日の釧路沖の地震（M7.1）と1961年8月12日に同地域で起きた地震（M7.2）の強震計の波形を比較し、良く似た波形をした相似地震であることを明らかにした。
- ③遠地実体波を利用して、2006年および2007年に発生した千島列島東方の地震の破壊過程や応力降下量を明らかにした。
- ④2005年福岡県西方沖の地震（M7.0）の初期破壊過程、地震動の面的な分布を調べた結果、通常より遅い速度で初期破壊が伝搬したことを明らかにするとともに、大規模な平野・盆地では長周期地震動が生じ、建物被害が集中した場所では建物の固有周期付近の地震動が卓越し、それが局所的に励起されたものであることを明らかにした。
- ⑤破壊過程を複数の断層面上で推定する手法を開発し、2007年中越沖地震（M6.8）が、共役な2つの断層面にわたり破壊が進行した可能性があることを明らかにした。



(大地震の余震活動調査)

- ⑥2004年新潟県中越地震の余震分布を詳細に調査し、その複雑な断層配置を明らかにした。
- ⑦1945年三河地震(M6.8)等の余震域周辺の現在の地震活動を詳細に調べ、それらの断層配置の推定を行った結果、断層配置が余震の活動度に関連していることが分かった。
- ⑧自己浮上式海底地震計観測により2007年中越沖地震(M6.8)の詳細な余震分布を得た。

### (副課題3) 地震サイクルの中で様々な時空間的特徴をもつ地殻変動に関する研究

#### 副課題の到達目標

- ・地殻変動データの解析技術の向上により、スロースリップなど各種変動の検出レベルの改善と、変動要因の分析による知見の蓄積をはかる。連続観測が困難とされる海域の地殻変動観測技術の開発を進める。

#### 副課題の概要

- ・既存の地殻変動観測点における観測を継続し、観測データのS/N比改善のための手法を高度化すると共に、広域の地殻変動観測データを総合的に処理解析するための解析手法を高度化する。これらの解析手法を用いて地震サイクルの中で様々な時空間的特徴を有する変動要因の分析・解明をはかる。
- ・地震に関連する海底下の地殻変動をリアルタイムに捉えるための手法として、音響学的手法、光学的手法など様々な測定技術を原理的側面と実用的側面から検討し、実現の可能性の高いものを見出す。

#### 副課題の成果

(短期的スロースリップと低周波微動の活動調査)

- ①気象庁歪観測データや国土地理院GPSデータの調査・解析を行い、愛知県東部の短期的スロースリップ活動や富士山直下の地震活動と関連づけられる地殻変動を明らかにした。愛知県の短期的スロースリップによる歪変化の過去調査を行い、1984年7月から1999年8月までの約15年間に11回、1999年9月から2005年8月までの6年間に20回の歪変化を検出した。また、20年以上の長期間にわたる短期的スロースリップの活動度変化を世界で初めて明らかにし、長期的スロースリップ発生期間には、短期的スロースリップが活発化していたことを明らかにした。
- ②深部低周波微動の発生間隔とスロースリップの発生の関係に注目して解析し、地殻変動として観測されているスロースリップに先行する微動活動の変化を明らかにした。深部低周波微動・地震発生要因として新たにプレート境界付近における脱水モデルを提案した。
- ③大域的最適化手法を利用し、観測データ以外の事前情報が少ない条件下において地殻変動源を推定するソフトウェアの開発を行い、短期的スロースリップによる歪観測データに適用した結果、事前情報が少なくても活動領域の違いを反映して異なる変動源も区別して推定できることを確認した。また、時間的に遷移する地殻変動源を推定するソフトウェアの開発を行い、2007年9月から10月に発生した歪変化に適用した結果、短期的スロースリップが遷移的に移動したことを推定できることができた。  
(地殻変動観測に及ぼす環境ノイズ除去手法の開発)
- ④歪観測に及ぼす降水・地下水位影響の除去手法の開発を行った。敦賀観測点の降水-歪関係について地下水流出過程を考慮することにより、数ヶ月から1年程度の周期における歪観測データへの降水の影響を概ね除去できることを示した。湯河原観測点の降水-地下水位-歪関係について同じ手法を適用することにより、観測点周辺の帯水層が多層構造をもつことが推定でき、さらに降水の影響の大半が除去できることを明らかにした。また、三ヶ日体積歪観測点で観測された人工的な歪・水位変化が、近くの地下水の汲み上げに伴うことを明らかにし、歪・水位変化の特徴を透水係数の場所による違いを用いて説明しうることを明らかにした。
- ⑤海水中の測距技術について資料調査等を行い、ケーブル方式の距離変化測定法・水温影響等の改良法・データ精度等について検討を行った。房総沖ケーブル式海底圧力計データを利用して水温影響除去手法の適用を試みたが、房総沖のスロースリップに伴う地殻の上下変動の変化の検出には至らなかった。

## 成果発表一覧

## 1. 査読論文

1. Nakamura, M., 2004, Automatic determination of focal mechanism solutions using initial motion polarities of P and S waves, *Physics of the Earth and Planetary Interiors*, **146**, 531-549.
2. 高山博之・吉田明夫、2005、クラスター活動の中で続いてさらに大きな地震が発生する現象を用いた M5 以上の地震の発生予測、*地震* **2**, **57**, 409-418.
3. 細野耕司・西 政樹・吉田明夫、2006: 内陸大地震の余震活動域の深さの時間変化, *地震* **2**, **59**, 29-37.
4. 明田川 保・伊藤秀美・弘瀬冬樹、2006: X Window System を用いた地震検索・地震活動解析プログラム (REASA) の開発, *験震時報* **70**, 51-66.
5. 伊藤秀美・明田川 保、2006: 余震活動解析プログラムの改良, *験震時報*, **70**, 15-28.
6. Yamamoto, J., H. Kagi, Y. Kawakami, N. Hirano, M. Nakamura, 2006: Paleo-Moho depth determined from the pressure of CO<sub>2</sub> fluid inclusions: Raman spectroscopic barometry of mantle- and crust-derived rocks. *Earth Planet. Sci. Lett.*, **253**, 369-377, DOI: 10.1016/j.epsl.2006.10.038.
7. Katsumata, A., 2007: Magnitude determination of deep-focus earthquakes in and around Japan with regional velocity-amplitude data, *Pap. Met. Geophys*, **58**, 31-61.
8. 勝間田明男、2007: 機械式地震計の周波数特性を持つ再帰型デジタルフィルター, *験震時報*, **71**, 85-87.
9. 弘瀬冬樹・中島淳一・長谷川 昭、2007, Double-Difference Tomography 法による関東地方の 3 次元地震波速度構造およびフィリピン海プレートの形状の推定, *地震* **2**, **60**, 123-138.
10. 岡田正実・高山博之・弘瀬冬樹・内田直希、2007: 地震長期発生確率予測に使用する更新過程対数正規分布モデルのパラメータ事前分布, *地震* **2**, **60**, 85-100.
11. Hirose, F., J. Nakajima, and A. Hasegawa, 2008, Three-dimensional seismic velocity structure and configuration of the Philippine Sea slab in southwestern Japan estimated by double-difference tomography, *J. Geophys. Res.*, **113**, B09315, doi:10.1029/2007JB005274.
12. Nakamura, M. et al. 2008: Three-dimensional P- and S-wave velocity structures beneath Japan, *Phys. Earth Planet. Inter*, **168**, 49-70.
13. 岡田正実: 繰り返し地震および余震の確率予測, 2008: *地震第2輯 60 周年記念特集号*, 投稿中.
14. Yoshida, Y. and D. Suetsugu, 2004: Lithospheric thickness beneath the Pitcairn hot spot trail as inferred from Rayleigh wave dispersion, *Phys. Earth Planet. Int.*, **146**, 75-85, doi:10.1016/j.pepi.2004.03.001.
15. 浜田信生・吉川一光・近藤さや・鎌谷紀子・明田川保・松浦律子・鈴木保典、2004: 日本の震源カタログの改善—1923年～1925年部分の新規作成と1926年以降の改善—, *験震時報*, **68**, 1-24.
16. Aoki, S., M. Nishi, K. Nakamura, T. Hashimoto, S. Yoshikawa, and H. M. Ito, 2005: Multi-planar structures in the aftershock distribution of the Mid Niigata prefecture Earthquake in 2004, *Earth Planets Space*, **57**, 411-416.
17. 岩切一宏・増田与志郎、2006: 2005年福岡県西方沖の地震による地震動の特徴, *験震時報*, **70**, 1-14.
18. Shinohara, M., T. Kanazawa, T. Yamada, K. Nakahigashi, S. Sakai, R. Hino, Y. Murai, A. Yamazaki, K. Obana, Y. Ito, K. Iwakiri, R. Miura, Y. Machida, K. Mochizuki, K. Uehira, M. Tahara, A. Kuwano, S. Amamiya, S. Kodaira, T. Takanami, Y. Kaneda, and T. Iwasaki, 2008: Precise aftershock distribution of the 2007 Chuetsu-oki Earthquake obtained by using an ocean bottom seismometer network, *Earth Planets Space*, **60**, 1121-1126.
19. 青木重樹・吉田知央、2008: 震源過程, 「2006年11月15日及び2007年1月13日の千島列島東方の地震」, *験震時報*, **71**, 114-119.

20. Ide, S., K. Imanishi, Y. Yoshida, C. Beroza and D. R. Shelly, 2008: Bridging the gap between seismically and geodetically detected slow earthquakes, *Geophys. Res. Lett.*, **35**, L10305, doi: 10.1029/2008GL034014.
  21. 鎌谷紀子・勝間田明男, 2004: 火山から離れた地域で発生している深部低周波微動・地震—その分布と発生原因—, *地震*, **57**, 11-28.
  22. 吉田明夫・小林昭夫・塚越利光, 2006: 富士山直下の低周波地震活動は2000年秋になぜ活発化したか?, *地震*, **58**, 401-406.
  23. 小林昭夫・山本剛靖・中村浩二・木村一洋, 2006: 歪計により観測された東海地域の短期スローリップ(1984~2005年), *地震*, **59**, 19-27.
  24. Takayama, H. and A. Yoshida, 2007: Crustal deformation in Kyushu derived from GEONET data, *Journal of Geophysical Research*, **112**, B06413, doi:10.1029/2006JB004690.
  25. Yamamoto, T., 2007: Continuous observation of crustal movement by the Japan Meteorological Agency, *Journal of the Geodetic Society of Japan*, **53**, 147-156.
  26. 吉田康宏・迫田浩司, 2009: 震源過程, 「平成19年(2007年)能登半島地震」, *験震時報*, **72**, 31-33.
  27. 林豊・前田憲二, 2009: 日本の主要活断層帯の古地震発生履歴を説明する更新過程の統計モデルの比較, *活断層研究*, **30**, 27-36.
2. 査読論文以外の著作物(翻訳、著書、解説)
1. 気象庁気象研究所・東京大学地震研究所, 2006: 硫黄島島の熱映像観測結果(2006年7月5日), *第105回火山噴火予知連絡会会報*.
  2. 長谷川 昭・中島淳一・弘瀬冬樹, 2007: スラブ地殻内の相転移の深さと上面地震帯—短期的ゆっくり滑り・深部低周波微動の発生を規定?—, *月刊地球*, **29**, 364-375.
  3. 岡田正実, 2007: 津波予警報システムの歴史. *津波の事典*, 朝倉書店, 309-312.
  4. Hoshiya, M., 2008: Nationwide earthquake early warning in Japan: Information before strong ground shaking, *UJNR Panel on Wind and Seismic Effects, Newsletter* (<http://www.pwri.go.jp/eng/ujnr/ujnr.htm>), **Vol.6**, No.3.
  5. 前田憲二, 2008: 大地震によって励起される地震活動の評価, 地震活動のモデルと予測に関する研究, *共同研究レポート*, 統計数理研究所, **211**, 99-106
  6. 山崎 明・重野伸昭・山本輝明・熊谷佳子・伊藤信和, 鹿屋の絶対観測室内の磁気異常とその経年的安定性について, *2008: Conductivity Anomaly 研究会2008年論文集*, 106-111.
  7. 藤 浩明・笠谷貴史・下泉政志・新貝雅文・大志万直人・吉村令慧・塩崎一郎・山崎 明・藤井郁子・村上英記・山口 覚・上嶋 誠, *2008: 西南日本背弧の海底電磁気観測, Conductivity Anomaly 研究会2008年論文集*, 27-34.
  8. 青木重樹・西政樹・中村浩二・橋本徹夫・伊藤秀美, 2004: 日本地震学会ニュースレター表紙(平成16年(2004年)新潟県中越地震とその余震の震源分布図等), *日本地震学会ニュースレター*, **16**, 1-2.
  9. 伊藤秀美・弘瀬冬樹・中村浩二・吉田康宏・吉田明夫, 2005: 2003年宮城県沖地震(M7.1)—断層モデルと前後の地震活動—, *月刊地球*, **27**, 8-16.
  10. 気象研究所地震火山研究部・気象庁地震予知情報課(青木重樹・西政樹・中村浩二・橋本徹夫・伊藤秀美), 2005: 平成16年(2004年)新潟県中越地震の余震分布に見られる二重の地震面, *地震予知連絡会会報*, **73**, 341-345.
  11. 青木重樹・西政樹・中村浩二・橋本徹夫・伊藤秀美, 2005: 平成16年(2004年)新潟県中越地震の全体像, *月刊地球*, **53**, 34-41.
  12. 青木重樹, 2005: 余震分布の詳細構造, *気象庁技術報告「平成16年(2004年)新潟県中越地震調査報告」*, **127**, 14-20.
  13. 伊藤秀美・弘瀬冬樹・中村浩二・吉田康宏・吉田明夫, 2005: 2003年宮城県北部地震(M6.4)—断層モデルと前後の地震活動—, *月刊地球*, **27**, 92-99.
  14. 吉田康宏, 2005: 平成15年(2003年)十勝沖地震調査報告, 1.3 近地地震波形解析による震

源過程, 気象庁技術報告, **126**, 9-14.

15. 吉田康宏, 2005: 平成 16 年 (2004 年) 新潟県中越地震調査報告, 1.3 震源過程, 気象庁技術報告, **127**, 7-11.
16. 気象庁・気象研究所, 2006: 歪計により観測された東海地域の短期的スロースリップ, 地震予知連絡会会報, **75**, 431-437.
17. 気象研究所(小林昭夫), 2007: 歪計により観測された東海地域の短期的スロースリップ(1984~2005 年), 地震予知連絡会会報, **77**, 498-503.
18. 鎌谷紀子・勝間田明男, 2007: 東海地域のスロースリップと深部低周波微動および地震活動変化, 月刊地球, **29**, 6, 397-405.
19. 吉田康宏・青木重樹・迫田浩司, 2008: 近地地震波形解析による震源過程, 気象庁技術報告「平成 19 年 (2007 年) 新潟県中越沖地震調査報告」, **131**, 18-22.
20. 干場充之・松森敏幸, 2009: 地震の揺れの前に警報を —緊急地震速報—, 中国科学技術月報, ([http://www.spc.jst.go.jp/trend/hottopics/r0901\\_hoshiba.html](http://www.spc.jst.go.jp/trend/hottopics/r0901_hoshiba.html)), 2009 年 1 月号, 27.
21. 干場充之・松森敏幸, 2009: 地震の揺れの前に警報を —緊急地震速報—, 中国・日本科学最前線 —研究の現場から—, 2009 年版, 231-234.

### 3. 口頭発表

1. 中村雅基, 2004: 3次元速度構造を用いた震源決定, 地球惑星科学関連学会 2004 年合同大会予稿集, S045-001.
2. 中村雅基, 2004: 3次元速度構造を用いた発震機構解の決定, 地球惑星科学関連学会 2004 年合同大会予稿集, S045-002.
3. 中村雅基・高木朗充・藤原健治, 2004: 富士山付近の P 波および S 波の 3次元速度構造, 地球惑星科学関連学会 2004 年合同大会予稿集, V055-P012.
4. 鍵 裕之・川上曜子・山本順司・中村雅基, 2004: マントル捕獲岩に含まれる二酸化炭素含有物の残留圧力測定によるモホ面の決定, 地球惑星科学関連学会 2004 年合同大会予稿集, K038-007.
5. 高山博之・細野耕司・吉田明夫, 2004: 気象庁震源データによる地殻内地震の深さ分布 (第 2 報), 地球惑星科学関連学会 2004 年合同大会予稿集, S045-P003.
6. 高山博之・吉田明夫, 2004: クラスターの活動の中で更に大きな地震の発生は予測できるか? (改訂震源カタログを用いた場合), 地球惑星科学関連学会 2004 年合同大会予稿集, S049-003.
7. 細野耕司・高山博之・吉田明夫, 2004: 地殻内地震発生層の深さとプレートの沈み込み, 地球惑星科学関連学会 2004 年合同大会予稿集, S053-002.
8. 細野耕司・吉田明夫, 2004: 2003 年宮城県沖地震に先行した震源域とその周辺の地震活動の変化, 地球惑星科学関連学会 2004 年合同大会予稿集, S045-010.
9. 野口伸一・吉田明夫・細野耕司, 2004: 関東地域下に沈み込むフィリピン海プレートの形状と地震テクトニクス, 地球惑星科学関連学会 2004 年合同大会予稿集, S045-013.
10. 安藤利彦・竹中博士・村越 匠・大財綾子・高山博之・仲底克彦・小河原隆広, 2004: レシーバ関数解析による松代直下に沈み込むスラブの検出, 地球惑星科学関連学会 2004 年合同大会予稿集, I021-P023.
11. 勝間田明男, 2004: 走時データ解析による日本列島下のモホ不連続面の深さの推定, 地球惑星科学関連学会 2004 年合同大会予稿集, S053-P006.
12. Yamazaki, A., Y. Kumagai, N. Shigeno, and T. Ookawa, 2004: On the magnetic anomaly in the Kanoya's absolute observation room caused by dug the ground for setting up stable pillars, *XIth IAGA Workshop on Geomagnetic Observatory Instruments, Data Acquisition and Processing proceedings*, 157.
13. Yamazaki, A., S. Nakajima, and T. Ookawa, 2004: An investigation of anomalous magnetic secular changes caused by the falling of thunderbolts: A case study at Kusatsu-Shirane Volcano, *XIth IAGA Workshop on Geomagnetic Observatory*

- Instruments, Data Acquisition and Processing proceedings*, 240.
14. Ookawa, T., K. Koike, T. Tokumoto, S. Nakajima, T. Owada, and A. Yamazaki, 2004: The artificial disturbance monitoring observation with the urban development around the observatory, *XIth IAGA Workshop on Geomagnetic Observatory Instruments, Data Acquisition and Processing proceedings*, 252-255.
  15. 高木朗充・高山博之・前田憲二・中村雅基・黒木英州・卜部 卓, 2004: 硫黄島火山の地震活動, *日本火山学会 2004 年秋季大会予稿集*, B12.
  16. 細野耕司, 2004: 2004 年 9 月東海道沖の地震前にフィリピン海プレート内で見られた広域的な前駆的地震活動変化, *日本地震学会 2004 年秋季大会講演予稿集*, PK35.
  17. 勝間田明男, 2004: 走時データ解析による日本列島下のモホ不連続面の深さの推定(2), *日本地震学会 2004 年度秋季大会講演予稿集*, P129.
  18. Maruyama, T., K. Hosono, and A. Yoshida, 2004: LURR method and Seismic Quiescence: A Case study of the LURR method: To investigate change in the Y value before the 2000 western Tottori earthquake of M7.3 in Japan, *4th ACES Workshop in China*.
  19. 前田憲二, 2005: 応力ステップと地震活動度変化に基づく摩擦構成則パラメータ  $A\sigma$  の推定—2003 年十勝沖地震により誘発された内陸地震の例—, *地球惑星科学関連学会 2005 年合同大会予稿集*, S044-005.
  20. 高山博之・前田憲二・吉田明夫, 2005: 地殻内地震のリアルタイム分離と活動の自動監視, *地球惑星科学関連学会 2005 年合同大会予稿集*, S045-P015.
  21. 高山博之・卜部卓・前田憲二・中村雅基・黒木英州・辻 浩, 2005: 硫黄島における地震観測, *地球惑星科学関連学会 2005 年合同大会予稿集*, S048-004.
  22. 中村雅基・坂井孝行・鍵山恒臣・増谷文雄, 2005: 霧島火山群の P 波および S 波の 3 次元速度構造, *地球惑星科学関連学会 2005 年合同大会予稿集*, V055-P027.
  23. 前田憲二, 2005: 地震活動度の応力ステップ応答に基づく応力蓄積率の推定, *日本地震学会 2005 年秋季大会*, C034.
  24. Maeda, K., 2006: Estimation of the fault constitutive parameter  $A\sigma$  and stress accumulation rate from seismicity response to a large earthquake, *The 4th International Workshop on Statistical Seismology, proceedings*.
  25. 弘瀬冬樹・高山博之・前田憲二, 2006: 日本周辺の  $b$  値の空間分布, *日本地球惑星科学連合 2006 年大会予稿集*, S110-P015.
  26. 弘瀬冬樹・中島淳一・長谷川昭, 2006: Double-Difference Tomography 法によるフィリピン海スラブの速度構造の推定, *日本地球惑星科学連合 2006 年大会予稿集*, S113-P009.
  27. 勝間田明男, 2006: 三次元不均質構造における震源計算の高速化(2), *日本地球惑星科学連合 2006 年大会予稿集*, S113-P008.
  28. 前田憲二, 2006: 2003 年宮城県沖地震の誘発地震活動による応力蓄積率の推定, *日本地震学会 2006 年度秋季大会講演予稿集*, D057.
  29. 弘瀬冬樹・中島淳一・長谷川昭, 2006: Double-Difference Tomography 法によるフィリピン海スラブの速度構造の推定—その 2—, *日本地震学会 2006 年度秋季大会講演予稿集*, P178.
  30. 丹下豪・中村雅基・三上直也・山崎明, 2006: 海底地震計による臨時観測データを用いた 2004 年伊半島沖地震(前震・本震・余震)の震源再決定, *日本地震学会 2006 年度秋季大会講演予稿集*, P210.
  31. 勝間田明男, 2006: 震源計算のための三次元速度構造, *日本地震学会 2006 年度秋季大会講演予稿集*, C034.
  32. 勝間田明男, 2007: 三次元速度構造を用いた Double-Difference 震源決定による新潟県中越沖地震の余震分布, *日本地震学会 2007 年度秋季大会講演予稿集*, D31-12.
  33. 勝間田 明男, 2007: 1977 年以後の変位マグニチュードと速度マグニチュードの比較, *日本地震学会 2007 年秋季大会予稿集*, P3-31.
  34. 外勢康貴・中村雅基・笹部忠司, 2007: 布田川・日奈久断層帯周辺の 3 次元速度構造, *日本地*

- 球惑星科学連合 2007 年大会予稿集, S152-P030.
35. 笹部忠司・中村雅基・外勢康貴, 2007: 鈴鹿東縁断層帯および養老一桑名一四日市断層帯における 3 次元速度構造, *日本地球惑星科学連合 2007 年大会予稿集*, S152-P012.
  36. 弘瀬冬樹・中島淳一・長谷川昭, 2007, Double-Difference Tomography 法による関東～九州下の 3 次元地震波速度構造およびフィリピン海スラブの形状の推定, *日本地球惑星科学連合 2007 年大会*, S152-P018.
  37. 中島淳一・長谷川昭・弘瀬冬樹, 2007, フィリピン海スラブ内の地震活動: 上面地震帯と起震応力場, *日本地球惑星科学連合 2007 年大会*, S152-005.
  38. 長谷川昭・中島淳一・弘瀬冬樹, 2007, フィリピン海スラブ地殻内の上面地震帯と相転移の深さ, *日本地球惑星科学連合 2007 年大会*, S152-006.
  39. 内田直希・松澤 暢・中島淳一・長谷川昭・弘瀬冬樹, 2007, 小繰り返し地震からの変換波による関東地方のフィリピン海プレートの形状推定, *日本地震学会 2007 年度秋季大会*, B21-01.
  40. Uchida, N., T. Matsuzawa, J. Nakajima, A. Hasegawa and F. Hirose, 2007, Configuration of the Philippine Sea plate in the Kanto district, Japan, estimated from SP and PS converted waves, *AGU Fall Meeting*.
  41. 前田憲二, 2007: 静的および動的応力変化による地震活動度変化の評価, *日本地震学会 2007 年度講演予稿集*, D32-08.
  42. 前田憲二, 2007: 大地震によって励起される地震活動の評価, *統計数理研究所共同研究集会「地震活動のモデルと予測に関する研究」講演予稿集*, 155-166.
  43. 青木重樹, 2007: P 波初動極性を用いた発震機構解の動きうる範囲の評価について, *日本地球惑星科学連合 2007 年度大会予稿集*, S151-P010.
  44. 吉田明夫・細野耕司・高山寛美・前田憲二, 2007: 地震活動と地殻変動が示す和歌山群発地震活動域の下の熱い物質の存在, *日本地球惑星科学連合 2007 年大会予稿集*, T154-P001.
  45. 高山博之・細野耕司・吉田明夫, 2007: 地震発生層の深さと地形高度, *日本地球惑星科学連合 2007 年大会予稿集*, S144-005.
  46. 吉田明夫・細野耕司・高山博之, 2007: 中央構造線は熱いか?, *日本地球惑星科学連合 2007 年大会予稿集*, T154-002.
  47. 岡田正実・内田直希・高山博之・弘瀬冬樹・前田憲二, 2007: 北海道・東北東方沖で発生する相似波形地震の発生確率予測, *日本地球惑星科学連合 2007 年大会予稿集*, S148-006.
  48. 大竹和生・中村浩二・清本真司・渡邊幸弘・上垣内 修・齋藤 誠・長谷部大輔, 2007: 緊急地震速報に用いられるテリトリ法の改良, *日本地震学会 2007 年度秋季大会講演予稿集*, A22-07.
  49. 岩切一宏・大竹和生・清本真司・堀内茂木, 2007: 震度観測点への震度マグニチュードの適用, *日本地球惑星科学連合 2007 年大会予稿集*, S145-P003.
  50. Hoshiba, M., S. Takahama, Y. Ishikawa, S. Mori, H.M. Ito, 2007: Comparison of hypocenters determined using Jeffreys-Bullen and AK135 velocity models for Earthquakes in Japan, *IUGG2007, Abstract No.12791*.
  51. 笠谷貴史・大志万直人・藤 浩明・下泉政志・塩崎一郎・吉村令慧・藤井郁子・山口覚・村上英記, 2007: 山陰地方における海域・陸域電磁気観測, *地球電磁気・地球惑星圏学会第 122 回講演会予稿集*, A003-11.
  52. Oshiman, N., H. Toh, T. Kasaya, R. Yoshimura, M. Shimoizumi, I. Shiozaki, I. Fujii, M. Shingai, S. Yamaguchi, H. Murakami, A. Yamazaki and M. Uyeshima, 2007: Preliminary Report on Seafloor Electromagnetic Observations off Tottori in the Sea of Japan, *AGU Fall meeting*, GP33B-1255.
  53. 森 滋男・干場充之・高濱 聡・石川有三・伊藤秀美, 2007: わが国とその周辺の地震についての ISC 震源の評価—ISC で利用を検討している速度構造モデル—, *日本地震学会 2007 年度秋季大会講演予稿集*, P03-33.
  54. 干場充之・澤田純男・岩田知孝, 2008: 地震波散乱理論を背景とした統計的グリーン関数のエ

- ンベロープ表現とその地域性、*日本地球惑星科学連合 2008 年大会*,S146-P008.
55. 岩切一宏・中村浩二・山田安之, 2008: 最大速度の距離減衰式を利用した震度観測点の地盤増幅特性の検討、*日本地球惑星科学連合 2008 年大会*,S146-P028.
  56. 前田憲二・弘瀬冬樹・高山博之, 2008: 地震サイクルシミュレーションによる東海地震震源域および周辺における地震活動度変化の評価、*日本地球惑星科学連合 2008 年大会予稿集*, S142-016.
  57. 岡田正実・内田直希・前田憲二・高山博之, 2008: 種々の統計モデルによる相似地震の確率予測とその成績、*日本地球惑星科学連合 2008 年大会予稿集*, S145-006.
  58. 中島淳一・長谷川 昭・弘瀬冬樹, 2008: 太平洋スラブとフィリピン海スラブの衝突による変形と関東地方の地震テクトニクス、*日本地球惑星科学連合 2008 年大会予稿集*, J248-004.
  59. 細野耕司・弘瀬冬樹, 2008: 九州地方のフィリピン海スラブ内 b 値分布、*日本地球惑星科学連合 2008 年大会予稿集*, S143-P020.
  60. 長谷川 昭・中島淳一・弘瀬冬樹・辻 優介・北 佐枝子・岡田知己・松澤 暢, 2008: スラブの衝突に起因する関東下のスラブ内地震の特異な分布と相転移の深さ、*日本地球惑星科学連合 2008 年大会予稿集*, S147-006.
  61. 笠谷貴史・大志万直人・藤 浩明・下泉政志・塩崎一郎・吉村令慧・藤井郁子・山口 覚・村上英記・山崎 明, 2008: 海域・陸域データを用いた山陰地方の比抵抗構造、*日本地球惑星科学連合 2008 年大会予稿集*, E110-011.
  62. 山崎 明・重野伸昭・山本輝明・伊藤信和, 2008: 絶対観測室内の磁気異常とその時間変化について、*日本地球惑星科学連合 2008 年大会予稿集*, E111-P003.
  63. 勝間田 明男, 2008: 走時データ解析による日本列島下のモホ不連続面深さ推定(3) , *日本地球惑星科学連合 2008 年大会予稿集*, S147-001.
  64. Iman Suardi・勝間田 明男・上垣内 修, 2008: インドネシアにおける津波警報のための早期震源パラメーター決定、*日本地球惑星科学連合 2008 年大会*, S144-P010.
  65. 干場充之・大竹和生・岩切一宏・明田川 保・中村洋光・山本俊六, 2008: どこまで震度は正確に予測できるか?—現在の緊急地震速報の方法における予測震度のばらつきに関する一考察—、*日本地震工学会大会 2008 梗概集*, 198-199.
  66. Hoshiaba, M., K. Ohtake, K. Iwakiri, T. Aketagawa, H. Nakamura, S. Yamamoto, 2008: How precise can we anticipate seismic intensities? -A study of fluctuation of anticipated seismic intensities by the method of current Earthquake Early Warning -, Programme and abstracts. *The 7 th general assembly of Asian Seismological Commission and the 2008 fall meeting of seismological society of Japan*, A32-01.
  67. Ohtake, K., K. Nakamura, Y. Yamada, T. Aketagawa, T. Matsumori, 2008: A preliminary study of applying the B-delta method to OBSs, Programme and abstracts. *The 7 th general assembly of Asian Seismological Commission and the 2008 fall meeting of seismological society of Japan*, A32-11.
  68. Hoshiaba, M., 2008: Tsunami Warning, Earthquake Information, and Earthquake Early Warning in Japan -Development of recent 15 years-, *World Observatories Forum of 140th anniversary of Kandilli Observatory*, Turkey. proceedings.
  69. Maeda, K., 2008: Seismicity Rate Change Jointly Triggered by Static Stress Step and Dynamic Effect, *Evison Symposium on Seismogenesis and Earthquake Forecasting*, in Wellington, Proceedings, p.26.
  70. Maeda, K., F. Hirose, and H. Takayama, 2008: Simulated Seismicity Rate Variation Related to the Long-term Tokai Slow Slip, *The 7th General Assembly of Asian Seismological Commission and the 2008 Fall meeting of Seismological Society of Japan*, X3-063.
  71. Okada, M., N. Uchida, H. Takayama, and K. Maeda, 2008: A statistical prediction experiment and its testing for interplate small repeating earthquakes by renewal

- models. *Programme and Abstract of 7th General Assembly of Asian Seismological Commission and 2008 Fall Meeting of Seismological Society of Japan*, 336.
72. 岡田正実・内田直希・前田憲二・高山博之, 2008: 相似地震の確率予測実験－統計モデルの成績と展望－. *地震・火山噴火予知研究計画シンポジウム*. 公開ホームページ <http://www.eri.u-tokyo.ac.jp/YOTIKYO/nenji/2008PPT/okada.pdf>
  73. 岡田正実・内田直希・高山博之, 2008: 相似地震の確率予測実験と成績検証. *研究集会「地震活動の物理・統計モデルと発生予測」*, 公開ホームページ <http://www.eic.eri.u-tokyo.ac.jp/viewdoc/ZISINyosoku/18okada.pdf>.
  74. 青木重樹, 2004: 平成 16 年(2004 年)新潟県中越地震の余震分布に見られる二重の地震面, *平成 16 年度気象研究所研究成果発表会要旨集*, 6.
  75. 青木重樹・西政樹・中村浩二・橋本徹夫・吉川澄夫・伊藤 秀美, 2005: 平成 16 年新潟県中越地震の余震分布に見られる複数の地震面, *地球惑星科学関連学会 2005 年合同大会予稿集*, S101-003.
  76. 青木重樹・浜田信生・吉田康宏, 2005: 一元化震源でみる余震活動度の高い過去の内陸地震の痕跡－1945 年三河地震(MJMA6.8)と 1943 年鳥取地震(MJMA7.2)－, *日本地震学会 2005 年度秋季大会講演予稿集*, P052.
  77. 吉田康宏・吉田知央・中村浩二・明田川保, 2005: 2004 年 11 月 29 日に起きた釧路沖地震の余震活動と震源過程, *地球惑星科学関連学会 2005 年合同大会予稿集*, S052-007.
  78. 青木重樹, 2006: 活発な余震活動を伴った内陸地震の複雑な断層配置－平成 16 年(2004 年)新潟県中越地震と 1945 年三河地震の解析結果－, *北淡活断層シンポジウム 2006 講演要旨集*, 63-66.
  79. 青木重樹・浜田信生, 2006: 国内の内陸地震の断層配置とその最大余震, *日本地球惑星科学連合 2006 年大会予稿集*, S110-P011.
  80. 鎌谷紀子・弘瀬冬樹・山田安之・西政樹・林元直樹・碓井勇二・吉川澄夫・勝間田明男, 2007: 東海地震の想定震源域地殻内の地震活動変化とその意味, *日本地震学会 2007 年秋季大会予稿集*, B11-05.
  81. 鎌谷紀子・勝間田明男, 2007: 東海長期的スロースリップの進行に伴うスラブ内静穏化領域の拡大, *日本地球惑星科学連合 2007 年度大会予稿集*, S231-002.
  82. 平田直・佐藤比呂志・金沢敏彦・酒井慎一・岩崎貴哉・篠原雅尚・望月公廣・山田知朗・高波鉄夫・村井芳夫・日野亮太・伊藤喜宏・植平賢司・小平秀一・山崎明, 2007: 2007 年新潟県中越沖地震の余震活動と本震震源断層, *日本地震学会 2007 年秋季大会予稿集*, A11-05.
  83. 篠原雅尚・金沢敏彦・山田知朗・望月公廣・中東和夫・桑野亜佐子・橋本信一・八木健夫・村井芳夫・町田裕弥・三浦亮・雨宮晋一郎・高波鉄夫・日野亮太・伊藤喜宏・植平賢司・内田和也・田原道崇・尾鼻浩一郎・小平秀一・金田義行・山崎明・岩切一宏, 2007 海底地震計を用いた 2007 年新潟県中越沖地震の余震観測, *日本地震学会 2007 年秋季大会予稿集*, P1-058.
  84. 鎌谷紀子・明田川 保・阿南恒明・福満修一郎・林元直樹・吉田知央・青木重樹・五十嵐陽子・菅沼一成・森脇健・太田健治・林 幹太・浦田紀子・桑山辰夫・吉川澄夫, 2007: 2006 年 11 月と 2007 年 1 月の千島列島東方の地震について, *日本地球惑星科学連合 2007 年度大会予稿集*, S144-P016.
  85. 井出 哲・今西和俊・吉田康宏: 100 秒程度のゆっくり地震広帯域微動解析による検証, *日本地震学会 2007 年秋季大会*, C21-02.
  86. Ide, S., K. Imanishi and Y. Yoshida, 2007: *Slow earthquakes with duration of about 100 s suggested by the scaling law, AGU Fall Meeting*, T13F-06.
  87. 篠原雅尚・金沢敏彦・山田知朗・中東和夫・酒井慎一・加藤愛太郎・平田 直・岩崎貴哉・高波鉄夫・村井芳夫・日野亮太・伊藤喜宏・植平賢司・小平秀一・山崎 明, 2008: 海陸高密度地震観測網による余震分布から推定した平成 19 年新潟県中越沖地震の断層面, *日本地球惑星科学連合 2008 年大会予稿集*,



88. M. Shinohara, T. Kanazawa, T. Yamada, A. Kuwano, K. Nakahigashi, K. Mochizuki, S. Sakai, A. Kato, N. Hirata, T. Iwasaki, T. Takanami, Y. Murai, R. Hino, Y. Ito, K. Uehira, S. Kodaira, A. Yamazaki, and Group for the aftershock observation of the 2007 Niigataken Chuetsu-oki Earthquake, 2008: Velocity structure and aftershock distribution of the Chuetsu-oki Earthquake by a dense marine and seismic network, *The 7th general assembly of Asian seismological commission*,
89. 中橋正樹・勝間田明男・鎌谷紀子, 2004: S波振動方向とP/S振幅比による深部低周波地震・微動の発震機構の推定, *2004年地球惑星科学関連学会予稿集*, S045-P007.
90. 石垣祐三・鎌谷紀子・勝間田明男・小沢慎三郎, 2004: 東海スロースリップと低周波微動活動の同期について, *2004年地球惑星科学関連学会予稿集*, S045-016.
91. 勝間田明男・鎌谷紀子, 2004: デコンボリューションを用いた深部低周波微動の震源決定, *日本地震学会2004年度秋季大会講演予稿集*, A006.
92. 勝間田明男・鎌谷紀子, 2004: 深部低周波地震の発生機構について, *日本地震学会2004年度秋季大会講演予稿集*, P166.
93. Katsumata, A., 2004: Low-frequency tremor and slow slip around the probable source region of the Tokai earthquake: *A indicator for the Tokai earthquake prediction provided by unified seismic networks in Japan*, UJNR2004.
94. 山本剛靖・小林昭夫・吉川澄夫, 2004: 近畿地方北部における地殻変動連続観測, *日本測地学会第102回講演会要旨*, 189-190.
95. 勝間田明男・鎌谷紀子, 2005: 深部低周波微動の活動間隔とスロースリップイベントの予知, *2005年地球惑星科学関連学会予稿集*, S045-002.
96. 鎌谷紀子・勝間田明男, 2005: 連続波形の解析で見えてきた1999年以前の深部低周波微動活動—愛知県東部—, *2005年地球惑星科学関連学会予稿集*, S045-001.
97. 勝間田明男・鎌谷紀子, 2005: 深部低周波微動の活動間隔とスロースリップイベントの予知(2), *日本地震学会2005年秋季大会講演予稿集*, P041.
98. 鎌谷紀子・勝間田明男, 2005: 深部低周波微動発生の新モデル—歪計でとらえた愛知県東部の短期的スロースリップと深部低周波微動活動の同期が示唆するもの—, *日本地震学会2005年秋季大会講演予稿集*, C022.
99. 中村浩二・吉川澄夫・橋本徹夫・竹中潤・木村一洋・青木玲子・露木貴裕・菅沼一成・高野淳・小林昭夫・山本剛靖, 2005: 2005年7月東海地域で観測された短期的スロースリップ, *日本地震学会2005年秋季大会講演予稿集*, P019.
100. 小林昭夫・山本剛靖・中村浩二・吉川澄夫・橋本徹夫・竹中潤・木村一洋・青木玲子・露木貴裕・菅沼一成・高野淳, 2005: 東海地域で歪計により観測された短期的スロースリップ, *日本測地学会第104回講演会要旨*, 70.
101. 小林昭夫・山本剛靖・中村浩二・木村一洋, 2006: 愛知県短期的スロースリップの歪計による過去調査, *日本地球惑星科学連合2006年大会予稿集*, J241-P001.
102. 小林昭夫・吉田明夫, 2006: 2000年以降の東海・中部地域における地殻変動, *日本地球惑星科学連合2006年大会予稿集*, D124-P004.
103. 山本剛靖・小林昭夫, 2006: 敦賀観測点における歪の季節変化について, *日本地球惑星科学連合2006年大会予稿集*, D124-P016.
104. 勝間田明男・鎌谷紀子, 2006: 深部低周波微動・地震の発生機構, *日本地球惑星科学連合2006年大会予稿集*, J241-013.
105. 鎌谷紀子・勝間田明男, 2006: 深部低周波微動活動とフィリピン海プレート内地震の静穏化, *日本地球惑星科学連合2006年大会予稿集*, J241-012.
106. 山本剛靖・小林昭夫, 2006: 大域的最適化手法による断層パラメータの推定, *日本測地学会第106回講演会要旨*, 68.
107. 鎌谷紀子・勝間田明男, 2006: 東海長期的スロースリップに伴う地震活動の変化とテクトニクスモデル, *日本地震学会2006年度秋季大会講演予稿集*, A005.
108. 小林昭夫, 2007: 愛知県短期的スロースリップの過去調査～低周波地震の確認～, *日本地球惑*

- 星科学連合 2007 年大会予稿集, S229-P006.
109. 勝間田明男・鎌谷紀子, 2007: 深部低周波地震発生域のマントル上部速度構造, *日本地球惑星科学連合 2007 年度大会予稿集*, S229-008.
110. 山本剛靖・小林昭夫, 2007: 敦賀観測点における地殻変動観測への JR 北陸線直流化の影響, *日本地球惑星科学連合 2007 年大会予稿集*, D107-P001.
111. 山本剛靖・小林昭夫, 2007: 湯河原観測点における降水量・地下水位・歪の関係, *日本地球惑星科学連合 2007 年大会予稿集*, D107-P002.
112. 小林昭夫・吉田明夫, 2007: 2000 年伊豆イベント後の伊豆諸島間の距離変化とそのテクトニックな意義, *日本地球惑星科学連合 2007 年大会予稿集*, D107-P003.
113. 小林昭夫・山本剛靖・近澤 心・木村一洋・吉田明夫, 2008: 三ヶ日観測点における地下水の汲み上げによる体積歪変化, *日本地球惑星科学連合 2008 年大会予稿集*, D107-P002.
114. 山本剛靖・小林昭夫, 2008: 愛知県東部における短期的ゆっくりすべりの時間発展インバージョン, *日本地球惑星科学連合 2008 年大会予稿集*, D107-P003.
115. Katsumata, A. and N. Kamaya, 2008: Deep tremor activity before and after the Tokai long-term slow-slip event, *The 7th general assembly of Asian seismological commission*, D31-04.
116. Katsumata, A. and N. Kamaya, 2008: Quiescent period variation of deep tremor prior to slow-slip events in southwest Japan, *AGU 2008 Fall Meeting*, U33A-0032.

## 日本の異常気象の実態及び気候変動との関連に関する研究

研究期間：平成17年度～平成20年度

研究代表者：藤部文昭（予報研究部 第三研究室長）

### 研究担当者

#### （副課題1）日本の異常気象の実態とその長期変動に関する研究

藤部文昭、清野直子<sup>7)</sup>（予報研究部）、山崎信雄<sup>1)</sup>、千葉長<sup>5)</sup>（気候研究部）、栗原和夫、馬淵和雄<sup>4)</sup>、佐々木秀孝、高藪出、小畑淳<sup>3)</sup>、村崎万代、内山貴雄<sup>5)</sup>（環境・応用気象研究部）

#### （副課題2）日本の異常気象と大気循環場との関連に関する研究

山崎信雄<sup>1)</sup>、千葉長<sup>5)</sup>、高橋清利<sup>3)</sup>、田中実、釜堀弘隆<sup>4)</sup>、石原幸司<sup>5)</sup>、仲江川敏之、鬼頭昭雄<sup>2)</sup>、新藤永樹<sup>6)</sup>（気候研究部）、萩野谷成徳（物理気象研究部）、栗原和夫<sup>6)</sup>、高藪出<sup>6)</sup>（環境・応用気象研究部）、中澤哲夫<sup>3)</sup>（台風研究部）

### 研究の目的

2004年の猛暑や豪雨、相次ぐ台風の上陸に象徴されるように、近年日本では異常気象の多発に対する社会的関心が高まり、気象庁として情報を提供していくことが求められている。本研究はこのような情報提供に資するよう、日本の異常気象（豪雨、異常高温、台風の接近・上陸数など）について詳細な実態把握を行うとともに、気候変動との関連を明らかにすることを目的とする。

### 研究の到達目標

日本の異常気象（豪雨、異常高温等）の長期変動を明らかにするとともに、都市化の寄与や東アジア域の異常気象及び大規模循環場の変動との関連についての解明を目指す。得られた研究成果を、日本の異常気象の実態と気候変動との関連に関する科学的知見として取りまとめる。

### 研究計画の概要

日本における過去100年間の異常気象（豪雨、異常高温等）の変動を解析し、それらの地域的、時間的特性を明らかにするとともに、長期変動における大規模場の変動と都市化の寄与を分離する。また、地域気候モデルを用いて日本域の気候変動研究に利用できる高解像度データセットを作成する。

長期再解析データ等を利用して、大気循環場の変動とりわけ東アジアの異常気象の時間空間的特性を解析し、その結果に基づいて日本の異常気象の広域的特徴を見出す。また、台風の移動経路と循環場との関係を調べ、その長期変動特性を明らかにする。

### 主な研究成果

日本の異常気象の長期変動について、降水（大雨・少雨）については100余年、気温（高・低温）については75年間にわたる変動実態を明らかにした。加えて、降水についてはその空間的集中度の変化、気温については都市効果の寄与の評価を行った。一方、20km解像度の地域気候モデルにより、再解析データ（JRA-25）のダウンスケーリングが可能であることを確認し、それに基づく日本域のダウンスケーリングデータ作成を完了するとともに、その精度の検証を実施した。これにより、JRA-25の全期間にわたる20km解像度のデータセットが作成できた。

アジア地域の降水分布について、JRA-25と地点観測・衛星観測から導出されたものとの比較検証を行い、おおむねJRA-25が、観測された降水を再現していること、特に日本に近い東アジア域での再現性が良いことを確認した。また、アジア地域の気温、気圧の観測データを収集・整理し、冬季及び夏季について気温、気圧の長期的変動を明らかにした。数値実験を通じた夏の気温変動に及ぼす海面水温の影響評価の実験においては、観測に見出される冷夏、暑夏の特徴が再現され、異常気象のメカニズム解明につながるものと期待できる結果が得られるとともに、直接的な海の影響の定量化についての道筋を与える結果が得られた。加えて、蒸発散量の推定に関して長年にわたって使われているNDVIから求

<sup>1)</sup> 平成17年度、<sup>2)</sup> 平成17-18年度、<sup>3)</sup> 平成17-19年度、<sup>4)</sup> 平成17、20年度、<sup>5)</sup> 平成18-20年度、

<sup>6)</sup> 平成19-20年度、<sup>7)</sup> 平成20年度。

める方法を開発し、台風の移動経路と中緯度および熱帯の循環場との関係に関して再解析データを用いて台風経路の長期変動特性を明らかにすることができた。

#### 今後に残された問題点

- ・異常気象をもたらす顕著現象の長期変動の実態が統計的な観点から明らかにされたが、その変化の気象学的実態はまだよく理解されていない。個々の顕著現象に対する分析的な研究など、よりきめ細かい解析が求められる。また、大規模場の変動と都市化によるものとの分離については、もっと長期間を対象にした解析が望まれる。データ整備をさらに進めることによってそのような研究を行うことが求められる。また、近年はスケールの小さい微気候的効果が気候変動に与える影響が問題視されており、これについての評価を併せて進めていく必要がある。
- ・日本の気候変動、特に異常気象に関する研究のためには高解像度のダウンスケーリングデータが有用である。本研究で解像度 20km の約 25 年間のデータを作成したが、観測と比較しながら背景場の長期的な変動を調べるためには、より長期間のデータが必要である。特に異常気象に関しては現象の水平スケールが小さい場合が多く、また地形の効果も重要であるなど、20km の解像度では必ずしも十分でないため、数 km の解像度で、対流を陽に取り扱えるモデルによるダウンスケーリングを行う必要がある、このためのモデルや、ダウンスケーリング手法の開発、結果に関する精度評価手法の検討などが課題となる。また日本の気候変動にはより広い範囲での気候状況が影響を及ぼしている花王製があり、このためにアジア域におけるダウンスケーリングデータ作成の可能性も検討する必要がある。
- ・日本及びアジアにおける降水量の観測に基づくデータベースの整備が進められ、JRA-25 再解析データとの比較検証がより簡便に且つ高精度で行えるようになってきている。再解析データはおおむね観測の様子を再現しているが、なお解析方法や衛星データの導入などによる影響が大きく、次期再解析の精度向上にこれまでの解析結果を踏まえながら貢献することが求められる。
- ・日本及びその周辺の気温変動は冬季は PDO の影響が大ききようであるが、ENSO との関係も含めた長期的な解析が必要であり、そのためのデータの整備をさらに進めていくべきである。温暖化の指標となる世界の平均気温の算出においても、データ（まだ利用されていないデータ）の掘り起しが重要である。
- ・蒸発散量の分布図作成に使用した地表面被覆状態のデータセットは、耕作地が 1 種類の分類になっている。実際には無次元蒸発量が水田で 0.8、畑で 0.6 と大きく異なる。地表面被覆状態において耕作地を水田と畑の 2 種類に分類したのを用い、蒸発量マップを作成するとともに、得られたマップと JRA-25 などの既存の結果との比較を行うことが求められる。
- ・数値モデルを用いた実験から、気温や大気循環が海面水温だけでは一義的に決まらないことも明らかにされた。しかしながら実験結果の中には、観測に見出されるような気温や降雨の変動が再現されており、発生のメカニズムに踏み込んだ実験結果の解析を深めることが必要と考えられる。

#### 成果の活用に対する意見（事後評価の総合所見）

日本の異常気象の実態解明については、豪雨、異常高温など異常気象が多発したことや、温暖化との関連で社会的関心も高く時期を得た研究である。

各サブ課題においては、日本及び東アジア域において各種気象観測の長期データセットを整備したこと、その中から強雨/少雨の有意な頻度増加の長期傾向を示したことや、チベット域での蒸発散データから気候湿度度の分布傾向について示したこと、JRA-25 を外部境界条件とする 20km ダウンスケーリングデータを作成したことなどの成果が生み出されており、概ね目標を達成しているものと評価できる。しかしながら、各サブ課題相互の連携については残念ながら不十分であったと言える。例えば、サブ課題 1 の②地域気候モデルによるダウンスケーリングの検証、サブ課題 1 の①の日本の異常気象の長期変動、サブ課題 2 の①の長期再解析の検証の比較検討などが不十分である。また、サブ課題の中でも、例えばサブ課題 2 の①で取り上げている項目は相互に関連が乏しく、結果として、自己評価にある通り掘り下げが不足という感が否めない。東アジアの蒸発量については、マップを完成させ観測データで検証するとともに、再解析データと比較検討するなど成果の活用が必要である。サブ課題 2 の②の台風経路の年々変動についても、一定の成果が得られてはいるが、掘り下げ不足の印象が残る。観測データのデジタル化、再解析データの利用というのは画期的な研究環境の変化であり、今後は融合型研究の利点を活かし、さらなる研究の発展に努めてほしい。また、20km ダウンスケーリングデータのアジア他地域への拡張を行うことも今後の研究の発展方向の 1 つと言える。

研究成果の発表については、論文としてだけでなく、各種のシンポジウムや講演会で発表されてお

り、マスコミにも注目、掲載されたものも多く、アウトリーチの面では高く評価できる。社会的関心が高い研究であることから、学会向けの英文の論文だけでなく、和文の報告や解説などによる成果の発信も引き続き取り組んでほしい。

#### 成果発表状況

- ・印刷発表件数 49 件
- ・口頭発表件数 85 件

#### (副課題 1) 日本の異常気象の実態とその長期変動に関する研究

##### 副課題の到達目標

- ・日本における豪雨・干魃・異常高温等の異常気象について、過去 100 年間の変動実態とその地域的・時間的特性を明らかにする。また、気温の長期変動について大規模場の変動に伴うものと都市化によるものとを分離する。
- ・再解析データ等の大規模場の情報を地域気候モデルによりダウンスケーリングし、高分解能（分解能 20km）データセットを作成する。

##### 副課題の概要

日本における過去 100 年間の豪雨・干魃、異常高温等の地域的・時間的特性を、新たにデジタル化された日・時別データ等を利用して解析する。また、気温の長期変動を解析することにより、大規模場の変動の寄与と都市化の寄与を分離する。

日本域について、再解析データ等の大規模場の情報を地域気候モデルによりダウンスケーリングし、日本域の気候変動研究に用いられる分解能 20km のデータセットを作成し、陸面状態を含めて検証する。

以上の研究成果と副課題 2 の成果を、日本の異常気象の実態及び気候変動との関連に関する科学的知見として取りまとめる。

##### 副課題の成果

###### ① 日本の異常気象の変動実態の解析

- (1) 気象庁観測部で品質チェックされた国内 51 地点の 1901 年以降の日降水量データを利用して、大雨と少雨状態の頻度の長期変化を調べた。大雨については、日降水量 100mm 以上の日数、年間最大日降水量、累年の上位 100 事例等の各指標とも、過去 100 年間に有意に増加していることが見出された。地域的に見ると、増加傾向は西日本で著しい。少雨については、日降水量 1mm 未満の日数、31 日間降水量の下位 1% 事例などを調べた結果、これらの日数や回数はいずれも有意に増加しており、後者の増加率は 10%/10 年に及ぶことが分かった。
- (2) 上記 51 地点の資料を利用し、降水の空間的集中度の経年変化を調べた。集中度の尺度として、周囲の地点の平均降水量からの偏差を使った。その結果、弱～中程度の降水について、空間集中度の増加傾向が認められた。同様のことは、5 日～31 日降水量についても得られた。
- (3) 国内の顕著な大雨・強風事例の再現期間を算出し、再現期間が極端に大きい 1896 年の近畿地方の豪雨について、過去の資料からその特徴と発生環境を取りまとめた。
- (4) 日本における極端な高低温の長期・短期変動を、75 年間（1931～2005）の 17 地点の日最高・最低気温等を使って調べた。その結果、日最高気温については月間最高値・最低値・平均値がほぼ並行して上昇し、上昇率は近年ほど大きいこと、日々変動幅にはほとんど長期変化がないことが見出された。日最低気温は月間最低値の上昇率が大きく、日々変動幅は減少していた。また、極端な高低温には短期的な変動があり、それは平均値と日々変動幅の双方の変動と対応していること、後者は数ヶ月～1 年程度の継続性があり、南北温度傾度の変動と対応関係があることが見出された。
- (5) 日本の近年の気温変化に対する都市効果の寄与を、561 地点の 27 年間の資料を使って解析した。各地点は半径 3km 以内の人口密度によって分類した。人口密度の低い地点（100 人/km<sup>2</sup> 未満）に比べ、最も人口密度の高い群（3000 人/km<sup>2</sup> 以上）は昇温率が 0.12°C/10 年大きかった。人口密度がさほど大きくない群（100～300 人/km<sup>2</sup>）でも、それ以下の群に比べて昇温率が 0.04°C/10 年大きかった。この結果は、日本の気候変動の解析に当たって都市効果に注意すべきことを示している。また、各地点の風速の経年変化率と気温変化率との関係を調べた結果、年平均風速が大きい地点（1.5m/s 以上）では昼間に、年平均風速が小さい地点（1.0m/s 未満）では夕方に負の相関が認められ、観測所周辺の

環境変化に伴う開放度の長期変化が、気温に影響を与えていることが示唆された。

## ② 地域気候モデルを用いた背景場の長期変動の解析

- (1) ダウンスケーリングに用いるための地域気候モデルについて、側面境界条件、陸面過程、放射過程などの改良とチューニングを行った。このモデルを使い、JRA-25 データをまず 60km 解像度地域気候モデル (RCM60) を使ってダウンスケーリングし、さらに、20km 解像度モデル (RCM20) をネスティングする手法を実施したが、RCM60 の気候再現性が十分ではなく、JRA-25 に RCM20 を直接ネスティングする方法に変更した。これにより、20km 解像度でも日本周辺の気候がよく再現できることがわかった。
- (2) RCM20 により、JRA-25 の全期間にわたる長期積分を実施し、日本周辺の解像度 20km のダウンスケーリングデータを作成した。このデータセットは、日本周辺の異常気象の長期変動解明のために有用であることが期待される。
- (3) 計算されたデータセットの気候再現精度の検証を行い、日本を7分割した地域ごとの月平均気温、月降水量が十分な精度で再現されること、日降水量の時系列がよく再現されること、過去の強い降水などの事例についても再現できていることが確認された。
- (4) 日本を1度×1度のBOXに分割し、ダウンスケーリングの結果と観測データとを比較した。降水量、強い降水の発生頻度、それらの長期変動などが観測とよく一致することが確認された。
- (5) JRA-25 の期間中に、冬季については降水量および強い降水頻度の増加が実際の観測値及びダウンスケーリングしたデータの両方で見られ、特に JRA-25 期間の後半で、降水量の増加は関東以西の南岸、および北陸以北の日本海側で見られることが分かった。冬型指数との相関をとると、日本海側では冬型における降水量の増加、本州南岸では冬型指数と逆相関となっていることが分かった。本州南岸では JRA-25 期間後半で風の変動が大きいことから、今回分かったこれらのことは、南岸低気圧の活発化によるものであることが示唆される。また、南岸での降水量の増加はこれに関連していると考えられる。
- (6) JRA-25 期間の夏季の変動を調べるために、夏季について期間の前半と後半の降水量の差を調べた。後半で降水量の増加している領域は、太平洋高気圧をめぐる縁辺流の北辺周辺に対応しており、太平洋側からの水蒸気補給の大きい場所であると考えられる。6月から8月の季節変化において、太平洋高気圧が次第に北上し、それに特徴的な降水の増減パターンが月とともに北上している傾向が見られることが分かった。
- (7) 雲解像モデルによる再解析データの分解能数 km へのダウンスケーリング手法についての検討を行った。その結果、再解析データあるいは今回作成した 20km ダウンスケーリングデータには雲粒や雨粒などの水成分量の情報がないために、分解能数 km へのダウンスケーリングのためには雲解像モデルでもって多重ネスティングを行う必要性を認識した。
- (8) 東アジアにおけるダウンスケーリングの可能性を、陸面植物生態モデル BAIM2 を組み込んだ地域気候モデルの結果をもとに検討した。これによると、東アジアの結果を観測値と比較すると、降水量についてよい一致が見られ、東アジアのスケールでのダウンスケーリングの可能性が示唆された。

## (副課題2) 日本の異常気象と大気循環場との関連に関する研究

### 副課題の到達目標

- ・日本の異常気象の広域的特徴やそれをもたらす大気循環場の特徴を知るため、東アジア域の異常気象(豪雨・干魃、異常高低温等)の実態及びそれとアジアモンスーンの長期トレンドの関係、亜熱帯高気圧変動などの大気循環場との関連、太平洋数十年変動・エルニーニョ等の関係とその長期的変化を明らかにする。
- ・台風の移動経路と中緯度および熱帯の循環場との関係を調べ、再解析データ及び全球気候モデルを用いて台風経路の長期変動特性を明らかにする。

### 副課題の概要

日本の異常気象の広域的特徴やそれをもたらす大気循環場の特徴を知るため、東アジア域の異常気象(豪雨・干魃、異常高低温等)や気温・海面水温・気候湿潤度変動の地域的・時間的特性を明らかにする。また、これらとアジアモンスーンの長期トレンドの関係、亜熱帯高気圧変動などの大気循環場との

関連、太平洋数十年変動・エルニーニョ等の関係とその長期的変化を明らかにする。得られた結果に基づき、日本の異常気象の広域的特徴を見出す。

台風の移動経路と中緯度および熱帯の循環場との関係を調べ、再解析データ、全球気候モデルを用いてその長期変動特性を明らかにする。

### 副課題の成果

#### ① 東アジア域の異常気象と大気循環場の変動の解析

##### (1) 降水量

- ・1979年～2001年の期間について、GPCP、CMAPの5日平均降水量データと長期再解析データの5日平均降水量データに対してグリッド毎に全降水量を基準にした降水強度毎の降水階級10クラスを定義し、解析を行った。その結果、陸域では明瞭な変化傾向は見られないが、海上ではCMAPを除くすべてのデータに1980年代末からクラス10の強雨が増加する傾向が見られた。また、GPCPも含め、SSM/Iデータを利用したプロダクトにはSSM/I導入前後で降雨特性に不連続が見られることを確認した
- ・Xie and Yatagaiにより作成された東アジア域高分解能日降水量データ、インド気象局によって作成されたインド域高分解能日降水量データおよびアメリカ気象局で作成された北アメリカ日降水量データ等の地上観測に基づくグリッド化日降水量データを利用して、各種再解析データにおける豪雨の再現性を調べた。手法は5日平均の場合と同じ手法を日データに対して適用し、解析は1979～2001年の23年間について行った。年降水量の年々変動については概ね良く再現されており、特に日本に近い中国東北部での再現性が良いことが確認されたが、中緯度に比べ、低緯度で再現性が悪くなる傾向が見られた。特にインドの降水を見ると領域全体としての年々変動は非常に良い精度で観測と一致しているが、南部と北部に分けて比較すると一致していない年代のあることが明らかになった。強雨クラス10の降水量の年々変動も降水量自体よりは落ちるもののよく再現されており、豪雨発現の気候的解析において再解析データが使用に十分耐え得ることがわかった。しかし、トレンドの評価に関しては使用されている衛星観測データのインパクトが大きく、再解析データの利用に当たってはその影響を除く工夫が必要であることがわかった。
- ・南シナ海の夏期降水量と熱帯太平洋の海面水温との間に正相関のある時期と負相関のある時期とがあり、南シナ海モンスーンとENSOとの関係が数十年スケールで変動していることを見出した。JRA-25再解析データから台風周辺の降水量を抽出し、台風による年間降水量データを作成し、その年々変動を調べた。その結果、北西太平洋においては、台風による降水量はENSOと高い相関を示すものの、年々変動が無いことを見出した。

##### (2) 気温の変動

- ・日本付近における冬(1・2月)の気温の変動は1914年から2006年までの93年間についてみると、1914年から1986年までの期間はシベリア高気圧(SH)とアリューシャン低気圧(AL)はシーソーのような変動をしており、宮古の気温は、SH、ALがともに発達しているときに低温となっていること、1987年以降はSHとALの西半分は弱く、この期間の宮古の気温は非常に高くなっていることを見出した。
- ・1916年から2006年の91年間のアジア地域の月平均気温、海面気圧、海面水温データに基づき、日本付近における夏の気温変動とアジアモンスーン(20N付近のモンスーントラフ)、太平洋高気圧(日本付近の強さ)との関連を10年スケールの変動を中心に解析した。1916年から1945年まではアジアモンスーンが強く、P-Jパターンにより太平洋高気圧が強いこと、高気圧(モンスーントラフ)に近い北・東日本(西日本・南西諸島)で高温(低温)となること、1947年～1976年はモンスーンは年々の変動が大きくなったが太平洋高気圧はまだ強く北・東日本で高温が続いていること、西日本・南西諸島では気温の変動が目立っていること、を見出した。また、1977年～2006年はモンスーン・太平洋高気圧共に弱く、北・東日本(西日本・南西諸島)で低温(高温)が観測されており、したがって北・東日本では1916年から2006年までの91年間に夏(7・8月)の気温の寒冷化があったことを見出された。
- ・世界の平均気温の算出において、格子内における観測データ数などを考慮して、算出された平均気温の不確実性の評価を進めた。推計の不確実性にもっとも大きな影響を与えるのは観測点の密度および欠測の大小であったことが分かった。
- ・日本及び東アジアにおける夏と冬の気温、気圧変動の長期変動を比較すると、冬(1・2月)はアリューシャン低気圧とPDOの十年スケールの変動により気温が変化し、夏は数十年スケールの海陸の

温度差の変化によるモンスーンの強弱の変動により気温が変化していたことを見出だした。

- ・世界の平均気温の変動とその ENSO との関係性について、基礎的な統計解析を行った。その結果、ENSO のピーク時より 3 か月程度遅れてインド洋に同じ位相の偏差域が現れることで、海面水温の変動、さらに遅れて陸上の気温偏差が生じていることが分かった。

### (3) 蒸発散

- ・気候湿潤度の長期変動：チベットを含む中国域の気象台データから、 $P = (\text{降水量 } Pr, \text{ポテンシャル蒸発量 } Ep, \text{気候湿潤度 } WI)$  の空間分布やそのトレンド、および 1951 年から 10 年毎に計算した  $P$  の変動の大きさ（標準偏差）やその 10 年トレンドの空間分布の特徴を調べた。なお、ここで考えている降水量などは通年積算値または数ヶ月積算値である。その結果、ポテンシャル蒸発量の空間分布は西高東低、その長期変動傾向は内陸部で増加、周辺部で減少傾向であることが分かった。この特徴は、小型 Pan 蒸発計（直径 20cm）蒸発量と同じ傾向であった。気候湿潤度の空間分布は降水量と同じ東高西低、その長期変動傾向は内陸部で減少、周辺部で増加傾向であることが分かった。10 年毎の気候湿潤度の変動の大きさのトレンド（標準偏差のトレンドを標準偏差で規格化した量）は周辺部で増加傾向、中央部で減少傾向、東北部は増加傾向と減少傾向が混在、トレンドの大きさは西側と東北部で顕著であった。

比較のため日本域について同様な解析を行った。日本ではポテンシャル蒸発量は増加傾向、一方気候湿潤度は減少傾向であった。ポテンシャル蒸発量は大型 Pan 蒸発計（直径 1.2m）蒸発量の長期変動と逆の傾向であった。大型 Pan 蒸発計蒸発量はその近傍での温度や風速に強く依存するので、この傾向は局所的な観測環境の変化によるものと考えられる。そこで観測所である気象台周辺の建物などの粗度要素の高度や密度に関係する粗度長  $z_0$  を突風率と境界層理論から推定したところ、大部分の観測所で粗度長の増加傾向が認められた。

- ・気候湿潤度と NDVI との関係：チベット高原上の正規化植生指数 NDVI と気候湿潤度の間には 1 対 1 の対応関係が見出されている。そこで気象台データのないところでの気候湿潤度を把握するために、NDVI と気候湿潤度との間に成り立つ実験的關係を求めて、NDVI から気候湿潤度を推定した。更にその結果と気候湿潤度と無次元蒸発量の関係を用いて、広域の熱収支を推定する手法について検討した。本手法をまずチベット高原上に適用し、有効であることを確認した。引き続きチベット以外の中国域の NDVI と気候湿潤度との関係を求めた。その結果、乾燥域から半湿潤域に属す地域 ( $WI < 1$ ) では、NDVI と気候湿潤度が 1 対 1 に対応し、NDVI から地表面フラックスを求め易いことが判明した。他方、湿潤地域 ( $WI > 1$ 、中国南東部地域) では、NDVI と気候湿潤度の間には 1 対 1 の対応関係は見られず、NDVI からフラックスを求めるのは容易ではないことが分かった。
- ・蒸発量推定：気候湿潤度と無次元蒸発量との間には数ヶ月以上の積算値について、土壌条件や土地利用形態に対応した実験的關係が得られている。今回得られた気候湿潤度の空間分布から蒸発量の空間分布と経年変化をチベット域について求めた。また中国域では 195 地点の気象台観測地点において、土地利用条件を仮定した蒸発量マップを作成した。 $WI > 1$  の湿潤地域では無次元蒸発量が頭打ちになり、ポテンシャル蒸発量も一定値になる傾向であるので、蒸発量の年々変動は小さく、 $WI < 0.1$  の乾燥地域では、降水量が蒸発量にほぼ等しくなるので蒸発量は降水量の変動そのものになること、 $0.1 < WI < 1$  では、気候湿潤度の増加に伴い、流出量も増加するので無次元蒸発量の増加傾向が緩やかになること、その大きさは土壌条件や土地利用形態に大きく依存すること、が分かった。
- ・中国国内の 200 箇所弱の気象台地点の観測データを使用して、数ヶ月単位から通年の蒸発量マップを作成した。作成手順は以下の通り。まず、中国域を  $WI < 1$  と  $WI \geq 1$  の領域に分ける。前者は NDVI から  $WI$  を推定、後者は気象台地点から一定の距離以内の領域は、その気象台の  $WI$  がその領域を代表するとして使用。次に、各領域内の地表面被覆状態を特定する。最後に、地表面被覆状態毎に得られている、 $WI$  と無次元蒸発量の関係を使って蒸発量を推定する。なお、今回使用した地表面被覆状態のデータセットでは、耕作地は 1 種類の分類である。現実には無次元蒸発量が水田で 0.8、畑で 0.6 と大きく異なる。蒸発量マップでは、両方の場合を作成した。得られた結果を JRA-25 の再解析データと比較したところ、蒸発量の地理的分布は南東部で大きく、北西部で小さい。JRA-25 による結果と全体的な傾向は類似している、チベット高原の南西部における蒸発量は JRA-25 に比べて過小評価である、との結果を得た。

### (4) モデル実験

- ・年最大月降水量の推定におけるアンサンブル実験の有効性について全球大気モデルを用いて調べた。観測 SST を与えた 20 世紀気候再現実験を、全球大気モデルを用いて 6 メンバーで行い、各メンバーを 1 つの実現値の標本と見なし、メンバー毎に年確率年最大月降水量を推定した結果と 6 メンバーを



コンポジットして1つの標本と見なし、同様に推定した結果を比較した。まず、モデルによる極値の再現性を調べるために、50年確率年最大月降水量をグリッド化された観測値から得られた推定値とモデルから得られた推定値を比較したところ、おおまかな地理分布は良く再現されていた。ただし、年平均気候値が過大評価となっている地域は、50年確率年最大月降水量でも過大評価となった。河川計画などで使われる200年確率年最大月降水量を推定したところ、基本的には地理分布をよく再現していたが、過大、過小評価となる地域は50年確率年最大月降水量で同様の評価となる地域と一致した。日本の領域については、観測値と比較して、北海道、東北、西日本のコントラストをよく再現していた。

- ・歴史的全球観測海面水温を与えるAMIP型大気モデル実験、ならびに熱帯太平洋では海面水温観測値を与え、他海域では海洋混合層スラブモデルで海面水温を予測するpacemaker実験を2005年12月分まで延長した。計算はTL95(200km)モデルを用いて行っており、1948年1月以降の58年間について各10例のアンサンブルデータを整備した。TL95(200km)モデルとTL959(20km)モデルによるAMIP実験の東アジア気候再現性について調査し、20kmモデルの方が、夏季平均降水量のバイアスが小さいこと、梅雨前線帯の構造の再現が優れていることが分かった。
- ・AMIP実験、Pacemaker実験で再現される北半球夏(7月)の解析を行った。観測に比べ梅雨に相当する降雨帯が両者共に日本の南のほうに位置し、観測とは大きく異なり、観測された850hPaの日本付近の気温とモデル実験の結果の比較ではAMIP実験が比較的良く対応しているものの、Pacemaker実験ではほとんど実況を再現しておらず、エルニーニョ海域の海面水温変動が夏の気温変動の支配的要因ではないという結果を得た。
- ・モデルに再現される合成図を見ると、冷夏の時にはオホーツク海高気圧、梅雨トラフの発達、降水帯が赤道域で多雨偏差、亜熱帯で少雨、日本付近で多雨、オホーツク海域で少雨の4極構造が見出された。対応して偏西風も日本付近で南北方向に強弱の偏差が東西の帯状に分布していた。モデルのオホーツク海高気圧の発達する原因として、日本の西方においてWAF(ロスビー波の活動度フラックス)が北東向きの成分が現れ、これがオホーツク海付近で砕波することが考えられる。
- ・全球モデルに1945年から2005年までの観測された海面水温、海氷密接度を境界条件として10例のアンサンブル実験をおこなった。この結果を用い日本の夏(8月)の冷夏猛暑の再現特性についての解析を行った。JRA-25再解析データ、GPCP降水量データと比較すると発現する年は一致しないものの、全球モデルにおいても冷夏猛暑が現れた。猛暑と冷夏のときの海面更正気圧、200hPaの東西風に注目してみると全球モデルの結果と解析との間には猛暑のときにはオホーツク海高気圧は弱く、日本付近の200hPaのジェットは北で強く、南で弱いという結果となった。また、フィリピン東方の降水が増すなどの共通の特徴も見られた。しかしながらユーラシア大陸全般にわたるジェット気流の北上や太平洋高気圧の日本の南方での強化などの観測に見られる特徴は見えていない。

## ② 台風経路の長期変動と循環場との関係の解析

- (1) ERA-40及びJRA-25の全球再解析データを用いて、6月から10月までの平均循環場と、台風の接近・上陸数との関連について調査を行った。主成分解析を行った結果、ENSOモードの他に、台風上陸(TCLF)モードの存在を見いだした。すなわち、日本への台風の接近・上陸数が少なかった年(64、73、77、80、84、83、87年)は、太平洋高気圧の西端が中国大陸付近まで西に大きく張り出しており、台風は高気圧にブロックされて北上できず、中国大陸南部や南シナ海へ向かっていた一方、多い年(58、60、62、65、66、78、90、97年)は、太平洋高気圧の西端が台湾付近にとどまり、西への張り出しが弱かったことが分かった。また、フィリピン付近に、上昇気流を生み出し、台風が中国大陸方向に進むのをブロックするモンスーントラフが強い傾向が見られた。

さらに、台風シーズン(6~10月)の日本への台風の接近数、上陸数とエルニーニョ/ラニーニャ年との関連を調べた。その結果、ENSOモードの時間変化係数と台風接近数との散布図をすべての年で調べると、ほとんど相関はないのに、台風接近数が多かった年と少なかった年だけを選んで、その中でエルニーニョ年、ラニーニャ年を調べたところ、エルニーニョ年には台風接近数が多く、逆にラニーニャ年には少ないことがわかった。ラニーニャ(エルニーニョ)年には、偏東風偏差が強まる(弱まる)こととなるので、TCLFモードで偏東風偏差が強まる(弱まる)時と似たような状況になるものと推測される。さらに、エルニーニョ(ラニーニャ)年には、日本の南海上、北緯30度、東経140~150度付近に、対流圏下層で、高気圧(低気圧)偏差が見られ、それらの西にあたる九州の南海上に、気圧の谷が南北に解析されている。この高度偏差が、台風の日本上陸と関わっている可能性が高い。

- (2) 気象庁と JTWC のベストトラックの比較を行ったところ、北西太平洋における飛行機観測が中止された 1987 年以降両者に顕著な差があることが分かった。台風の気候学的研究を行う際には、ベストトラックの再解析が必要と考えられる。
- (3) 亜熱帯低気圧の解析  
西太平洋 (120~180E) 地域で亜熱帯低気圧 (熱帯と温帯低気圧の両方の性質があり上空の寒冷渦と下層の対流雲がある) の発生と経路の調査を 1978 年から 2006 年までの 29 年間について行った。発生する期間と場所は 4 月から 10 月まで 25~38N であった。発生は 40~50N 付近に背の高い高気圧が形成されその南方の東風領域に寒冷渦が南下することが前兆として認められた。寒冷渦が亜熱帯西風ジェットより南方に南下し、海面水温が 18°C 以上であると対流が発生し亜熱帯低気圧が寒冷渦の下に形成され、また、東部 (160~180E) の発生は 50N 180E 付近のブロッキング高気圧が形成されたときに亜熱帯低気圧が多く発生していた。

### 成果発表一覧

#### 1. 査読論文

1. Fujibe, F., N. Yamazaki, M. Katsuyama, K. Kobayashi, 2005: The increasing trend of intense precipitation in Japan based on four-hourly data for a hundred years. *SOLA*, **1**, 41-44, doi: 10.2151/sola.2005-012.
2. 藤部文昭・山崎信雄・勝山 税, 2005: 日本における雷頻度の時刻別経年変化. *天気*, **52**, 235-239.
3. Hayashi, M., T. Hitota, Y. Iwata, I. Takayabu, 2005: Snowmelt energy balance and its relation to Foehn events in Tokachi, Japan. *J. Meteorol. Soc. Jpn.*, **83**, 783-798.
4. Kurihara, K., K. Ishihara, H. Sasaki, Y. Fukuyama, H. Saitou, I. Takayabu, K. Murazaki, S. Yukimoto, A. Noda, 2005: Projection of climatic change over Japan due to global warming by high-resolution regional climate model in MRI. *SOLA*, **1**, 97-100, doi: 10.2151/sola.2005-026.
5. Murazaki, K., H. Sasaki, H. Tsujino, I. Takayabu, Y. Sato, H. Ishizaki, K. Kurihara, 2005: Climatic change projection for the ocean around Japan using a high-resolution coupled atmosphere-ocean regional climate model. *SOLA*, **1**, 101-104, doi: 10.2151/sola.2005-027.
6. Sasaki, H., K. Kurihara, I. Takayabu, 2005: Comparison of climate reproducibility between a super-high resolution atmosphere general circulation model and a Meteorological Research Institute regional climate model. *SOLA*, **1**, 81-84, doi: 10.2151/sola.2005-022.
7. Sasaki, H., K. Kurihara, I. Takayabu, K. Murazaki, Y. Sato, H. Tsujino, 2006: Preliminary results from the coupled atmosphere-ocean Regional Climate Model at the Meteorological Research Institute. *J. Meteorol. Soc. Jpn.*, **84**, 389-403
8. Fujibe, F., N. Yamazaki, K. Kobayashi, 2006: Long-term changes in the diurnal precipitation cycles in Japan for 106 years (1898-2003). *J. Meteorol. Soc. Jpn.*, **84**, 311-317.
9. Fujibe, F., N. Yamazaki, K. Kobayashi, 2006: Long-term changes of heavy precipitation and dry weather in Japan (1901-2004). *J. Meteorol. Soc. Jpn.*, **84**, 1033-1046.
10. 藤部文昭, 2006: 本州~九州の梅雨入りに先立つ 5 月末ごろの少雨期. *天気*, **53**, 785-790.
11. Fujibe, F., K. Kobayashi, 2007: Long-term changes in the spatial concentration of daily precipitation in Japan. *SOLA*, **3**, 53-56, doi: 10.2151/sola.2007-014.
12. Fujibe, F., N. Yamazaki, K. Kobayashi, H. Nakamigawa, 2007: Long-term changes of temperature extremes and day-to-day variability in Japan. *Pap. Meteorol. Geophys.*, **58**, 63-72.
13. 藤部文昭, 2008: 強風の極値統計における特異事例と地形要因との関連. *第 20 回風工学シンポジウム論文集*, 19-24.

14. Sasaki, H., K. Kurihara, I. Takayabu, T. Uchiyama, 2008: Preliminary experiments of reproducing the present climate using the Non-hydrostatic Regional Climate Model. *SOLA*, **4**, 25-28, doi: 10.2151/sola.2008-007.
15. Sasaki, H., K. Kurihara, 2008: Relationship between precipitation and elevation in the present climate reproduced by the non-hydrostatic regional climate model. *SOLA*, **4**, 109-112, doi: 10.2151/sola.2008-028.
16. Fujibe, F., H. Togawa, M. Sakata, 2009: Long-term change and spatial anomaly of warm season afternoon precipitation in Tokyo. *SOLA*, **5**, 17-20, doi:10.2151/sola.2009-005.
17. Mouri, H., S. Haginoya, K. Kurihara, A. Hori, Y. Kawashima, 2005: Turbulent diffusion from a patchy surface into the boundary layer. *J. Meteorol. Soc. Jpn.*, **83**, 409-415.
18. Xu, J., S. Haginoya, K. Saito, K. Motoya, 2005: Surface heat balance and pan evaporation trends in Eastern Asia in the period 1971-2000. *Hydrol. Process.*, **19**, 2161-2186.
19. Xu, J., S. Haginoya, K. Masuda, R. Suzuki, 2005: Heat and water balance estimates over the Tibetan Plateau in 1997-1998. *J. Meteorol. Soc. Jpn.*, **83**, 577-593.
20. Wang, K., Z. Wan, P. Wang, M. Sparrow, J. Liu, X. Zhou, S. Haginoya, 2005: Estimation of surface long wave radiation and broadband emissivity using Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer (MODIS) land surface temperature/emissivity products. *J. Geophys. Res.*, **110**, D11109.
21. Wang, K., P. Wang, J. Liu, M. Sparrow, S. Haginoya, X. Zhou, 2005: Variation of surface albedo and soil thermal parameters with soil moisture content at a semi-desert site on the western Tibetan Plateau. *Bound.-Layer Meteorol.*, **116**, 117-129.
22. Takahashi, K., N. Yamazaki, H. Kamahori, 2006: Trends of heavy precipitation events in global observation and reanalysis datasets. *SOLA*, **2**, 96-99, doi:10.2151/sola.2006-025.
23. Nakazawa, T., 2006: Madden-Julian oscillation activity and typhoon landfall on Japan in 2004. *SOLA*, **2**, 136-139, doi:10.2151/sola.2006-035.
24. Oku, Y., H. Ishikawa, S. Haginoya, Y. Ma, 2006: Recent trends in land surface temperature on the Tibetan Plateau. *J. Climate*, **19**, 2995-3003.
25. Kamahori, H., N. Yamazaki, N. Mannoji, K. Takahashi, 2006: Variability in intense tropical cyclone days in the western North Pacific. *SOLA*, **2**, 104-107, doi:10.2151/sola.2006-027.
26. Nakazawa, T., K. Rajendran, 2007: Relationship between tropospheric circulation over the western North Pacific and tropical cyclone approach/landfall on Japan. *J. Meteorol. Soc. Jpn.*, **85**, 437-454.
27. 仲江川敏之, 2007: アンサンブル実験に基づく東アジア地域の確率年最大月降水量の推定. *水工学論文集*, **51**, 295-300.
28. Wang, K., Z. Wan, P. Wang, M. Sparrow, J. Liu, S. Haginoya, 2007: Evaluation and improvement of the MODIS land surface temperature/emissivity products using ground-based measurements at a semi-desert site on the western Tibetan Plateau. *Int. J. Remote Sensing*, **28**, 2549-2565.
29. Kim, K-Y., A. Kitoh, K.-J. Ha, 2008: The SST-forced predictability of the sub-seasonal mode over East Asia with an atmospheric general circulation model. *Int. J. Climatol.*, **28**, 1599-1606.
30. 仲江川敏之, 安田珠幾, 高谷祐平, 2008: 利根川上流域を対象とした渇水対策のための力学的季節予測結果の利用に関する基礎的研究. *水工学論文集*, **52**, 517-522.
31. Kitoh, A., S. Kusunoki, 2008: East Asian summer monsoon simulation by a 20-km mesh AGCM. *Climate Dyn.*, **31**, 389-401, doi: 10.1007/s00382-007-0285-2.

32. Ueno, K., T. Morimoto, S. Sugimoto, J. Asanuma, S. Haginoya, K. Takahashi, N. Okawara, A. Shimizu, K. Dairaku, M. Mano, A. Miyata, 2008: Establishment of CEOP Tsukuba reference site. *Tsukuba Geoenviron. Sci.*, **4**, 17-20.
33. J. Xu, S. Yu, J. Liu, S. Haginoya, Y. Ishigooka, T. Kuwagata, M. Hara, T. Yasunari, 2009: The implication of heat and water balance changes in a lake basin on the Tibetan Plateau. *Hydrol. Res. Lett.*, **3**, 1-5. doi:10.3178/HRL.3.1

2. 査読論文以外の著作物（翻訳、著書、解説）

1. 藤部文昭、2005: 近年の豪雨の実態と長期的傾向. *河川レビュー*, (130)、12-18.
2. 藤部文昭、2005: 気候変化の実態とその検出. *エストレーラ*, (136)、24-29.
3. 藤部文昭、2005: 都市気候はどう変わってきたか—大都市の猛暑と降雨の実態. *科学*, **75**, 1177-1180.
4. 高藪 出、2005: 地域気候モデルの特性と課題について. *水文・水資源学会誌*, **18**, 547-556.
5. 藤部文昭、2006: 日本の大雨と少雨の長期変化. *河川*, (715)、10-14.
6. 藤部文昭、2006: 異常気象の長期変化と都市のヒートアイランド. *21世紀の環境とエネルギーを考える*, (32)、5-18.
7. 藤部文昭、2007: 都市のヒートアイランド. *天気*, **54**, 9-12.
8. 沖 大幹、辻本哲郎、藤部文昭、門松 武、2007: 異常気象と今後の対応. *河川*, (726)、12-24.
9. 藤部文昭、西田 渉、2007: 自然外力の脅威を知る：豪雨は本当に増えているの？. *土木学会誌*, 92(7)、32-33.
10. Fujibe, F., 2007: Long-term changes in precipitation in Japan. *J. Disaster Res.*, **3**, 51-60.
11. 山崎信雄、2005: 東アジアにおける近年の雨の降り方の変化. *国立環境研究所地球環境研究センターニュース*, (16)、11-12.
12. 中澤哲夫、2005: 2004年台風の発生・日本最多上陸に果たした季節内変動の役割. *月刊海洋*, 号外(42)、12-19.
13. 中澤哲夫、経田正幸、山口宗彦、2005: 気象庁週間アンサンブル予報データに見る台風発生. *日本風工学会誌*, **30**, 23-27.
14. 中澤哲夫、K. Rajendran、2006: 北西太平洋の循環場と日本への台風接近・上陸との関係. *月刊海洋*, (436)、678-687.
15. 石原幸司、2008: 二十四節気は本当に日本の季節変化とずれている？. *天気*, **55**, 929-933.
16. 大野木和敏、釜堀弘隆、竹内綾子、海老田綾貴、筒井純一、高橋清利、2008: 第3回 WCRP 再解析国際会議報告. *天気*, **55**, 947-959.

3. 口頭発表

1. 藤部文昭、山崎信雄、小林健二、2005: 日本における降水の日変化形の経年変化（1898～2003年）. *日本気象学会 2005年度春季大会講演予稿集*, A406.
2. 藤部文昭、山崎信雄、小林健二、2005: 日本における1日～31日間降水量・降水頻度の階級別経年変化（1901～2004年）. *日本地理学会 2005年度秋季学術大会講演予稿集*, 503.
3. 藤部文昭、山崎信雄、小林健二、2005: 日本における大雨と少雨の増加傾向：1901～2004年. *日本気象学会 2005年度秋季大会講演予稿集*, B353.
4. 藤部文昭、2005: 日本における猛暑と大雨の実態と長期変動. *第3回環境研究機関連絡会成果発表会梗概集*, 4-5.
5. 高藪 出、佐々木秀孝、村崎万代、栗原和夫、広田知良、2005: 地域気候モデルによるチベット高原の積雪過程のシミュレーション実験. *日本気象学会 2005年度春季大会講演予稿集*, P314.
6. 高藪 出、佐々木秀孝、村崎万代、栗原和夫、広田知良、2005: チベット氷河の涵養メカニズムに関するモデル研究. *日本気象学会 2005年度秋季大会講演予稿集*, B366.

7. 村崎万代、佐々木秀孝、高藪 出、栗原和夫、佐藤康雄、辻野博之、石崎 廣、行本誠史、野田 彰、2005：大気海洋結合地域モデルを用いた温暖化予測実験. *日本気象学会 2005 年度春季大会講演予稿集*, P213.
8. 馬淵和雄、木田秀次、2005：陸面植生モデル BAIM Ver.2 (BAIM2) とそれを組み込んだ気候モデルによる数値実験 (II) . *日本気象学会 2005 年度春季大会講演予稿集*, D202.
9. 小畑 淳、2005：気候と炭素循環の相互作用—気象研モデルによる評価. *日本気象学会 2005 年度秋季大会講演予稿集*, P301.
10. 藤部文昭、山崎信雄、小林健二、中三川 浩、2006：日本における著しい高温・低温の経年変動. *日本気象学会 2006 年度春季大会講演予稿集*, A103.
11. 藤部文昭、2005：本州～九州の梅雨入りに先立つ 5 月末ごろの少雨期. *日本気象学会 2006 年度春季大会講演予稿集*, A105.
12. 藤部文昭、小林健二、2006：日本における降水の空間的集中度の長期変化. *日本気象学会 2006 年度秋季大会講演予稿集*, A103.
13. 藤部文昭、2006：都市温暖化の実態とメカニズム. *第 23 回資源生物科学シンポジウム講演要旨集*, 6-7
14. 藤部文昭、2007：アメダス地点における気温の経年変化率と人口密度との関係. *日本地理学会 2007 年春季学術大会*, 710
15. 藤部文昭、2007：近年の日本の気温上昇傾向における都市効果. *日本気象学会 2007 年度春季大会講演予稿集*, A453.
16. 村崎万代、佐々木秀孝、高藪 出、内山貴雄、栗原和夫、2007：JRA-25 を境界条件とした MRI-RCM による過去の気候の再現実験. *日本気象学会 2007 年度春季大会講演予稿集*, P322.
17. 藤部文昭、2007：都市豪雨の実態と長期変化. *第 42 回地盤工学研究発表会*, 2007 年 7 月 5 日.
18. Fujibe, F., 2007: Detection of urban warming in recent temperature trends in Japan, *10th International Meeting on Statistical Climatology*. Beijing, 21 Aug. 2007.
19. 馬淵和雄、高橋清利、西田顕郎、2007：BAIM2 を導入した地域気候モデルにより再現された陸域植生 LAI の年々変動と衛星 NDVI による検証. *日本気象学会 2007 年度秋季大会講演予稿集*, D368.
20. 村崎万代、栗原和夫、2007：JRA-25 を境界条件とした MRI-RCM による過去の気候の再現実験(その 2). *日本気象学会 2007 年度秋季大会講演予稿集*, P184.
21. Kurihara, K., 2008: Research on Regional Climate Projection at MRI. *Seminar in KORDI (Korea Ocean Research and Development Institute)*
22. Kurihara, K., H. Sasaki, I. Takayabu, K. Murazaki, T. Uchiyama, 2008: Recent development of Regional Climate Models in MRI. *Meeting of Regional Climate Modeling Inter-Comparison Project (RMIP) for Asia (Phase III)*. Beijing.
23. 栗原和夫、2008：地球温暖化と日本の気候変動の予測. *技術交流 in つくば 2008 講演会「あなたの一歩が明るく未来をつくる」予稿集 (つくば研究学園都市交流協議会)*. 3-6.
24. 藤部文昭、2008：日本における極端豪雨の再現期間の評価. *日本気象学会 2008 年度春季大会講演予稿集*, A405.
25. 佐々木秀孝、栗原和夫、2008：地域気候モデル検証用降水データについて. *日本気象学会 2008 年度春季大会講演予稿集*, P326.
26. 村崎万代、栗原和夫、佐々木秀孝、内山貴雄、高藪 出、2008：JRA-25 のダウンスケールリングデータによる冬季の日降水の年々変動. *日本気象学会 2008 年度春季大会講演予稿集*, P428.
27. 高藪 出、2008：地域気候モデルによる温暖化予測. *日本気象学会 2008 年度秋季大会シンポジウム予稿集*, 6-10.
28. 藤部文昭、2008：アメダス地点における気温の経年変化率と風速の経年変化率の関係. *日本気象学会 2008 年度秋季大会講演予稿集*, A204.
29. 藤部文昭、戸川裕樹、阪田正明、2008：東京都心における暖候期午後の短時間降水の増加

- 傾向 —118年間の毎時資料による解析—. 日本気象学会 2008 年度秋季大会講演予稿集、A205.
30. 村崎万代、栗原和夫、佐々木秀孝、内山貴雄、高藪 出、2008: JRA-25 のダウンスケーリングデータによる夏季降水量の変化. 日本気象学会 2008 年度秋季大会講演予稿集、P139.
  31. 藤部文昭、2008: 強風の極値統計における特異事例と地形要因との関連. 第 20 回風工学シンポジウム、4.
  32. Fujibe, F., H. Togawa, M. Sakata, 2009: Long-term change and spatial anomaly of warm season afternoon precipitation in Tokyo. *AMS 89th Annual Meeting*, Phoenix, AZ, J10.4.
  33. 山崎信雄、2005: 東アジアにおける短時間強雨の長期傾向. 日本気象学会 2005 年度春季大会講演予稿集、A407.
  34. 田中 実、2005: 20 世紀におけるアジアモンスーンの長期変動と夏の気温・海面水温の関係. 日本気象学会 2005 年度春季大会講演予稿集、P418.
  35. 田中 実、2005: 20 世紀におけるアジアモンスーンの長期変動と東アジアの夏の気温の関係. 2005 年度月例会 (長期予報と大気大循環).
  36. 中澤哲夫、2005: 台風の発生・日本上陸の機構. 東京大学海洋研究所シンポジウム「台風のライフサイクル: 発生から温低化まで」.
  37. 中澤哲夫、2005: 日本に接近・上陸台風の多かった年と少なかった年での循環場の違いについて. 日本気象学会 2005 年度秋季大会講演予稿集、A355.
  38. 初鹿宏壮、筒井純一、門倉真二、和田浩治、釜堀弘隆、中澤哲夫、2005: JRA-25 長期再解析データによる台風の移動と大規模場の関係. 日本気象学会 2005 年度秋季大会講演予稿集、A362.
  39. Yamazaki, N., 2005: Long-term trend of heavy precipitation in the East Asia and its connection with large-scale circulation. *The 5th International Symposium on Asia Monsoon System*.
  40. 楠 昌司、2005: 日本における初夏の地上気温の再現期間. 日本気象学会 2005 年度秋季大会講演予稿集、B207.
  41. 山崎信雄、2005: 東アジアにおける強雨の長期変動と大規模場の変動との関連. 日本気象学会 2005 年度秋季大会講演予稿集、B354.
  42. 高橋清利、山崎信雄、釜堀弘隆、2005: 再解析データ (JRA-25、ERA40、NCEP1/2) における降水頻度特性. 日本気象学会 2005 年度秋季大会講演予稿集、B360.
  43. 萩野谷成徳、2005: 日本におけるポテンシャル蒸発量の長期変動. 日本気象学会 2005 年度秋季大会講演予稿集、P332.
  44. 山崎信雄、高橋清利、釜堀弘隆、2006: JRA-25 を用いた夏季東アジア周辺の循環場と降水量の年々変動. 日本気象学会 2006 年度春季大会講演予稿集、B453.
  45. 高橋清利、山崎信雄、釜堀弘隆、2006: 再解析データ (JRA-25、ERA40、NCEP1/2) における半月及び日降水特性. 日本気象学会 2006 年度春季大会講演予稿集、B454.
  46. 釜堀弘隆・山崎信雄・高橋清利、2006: 再解析に表現される台風のコンポジット解析 (その 3) —台風場の降水量、加熱量の全球場への寄与—. 日本気象学会 2006 年度春季大会講演予稿集、B457.
  47. 田中 実、2006: 20 世紀における日本付近の冬の気温とシベリア高気圧・アリューシャン低気圧 (PDO)・北極振動の関係. 日本気象学会 2006 年度春季大会講演予稿集、P146.
  48. 萩野谷成徳、2006: 突風率から推定した地表面粗度の長期変化. 日本気象学会 2006 年度春季大会講演予稿集、P244.
  49. Haginoya, S., J. Q. Xu, 2006: A climatological estimate of heat and water fluxes over the Tibetan Plateau. *1st International Workshop on Energy and Water Cycle over the Tibetan Plateau*, 4–6 September, 2006, Lhasa, Tibet, China.
  50. Nakazawa, T., K. Rajendran, 2006: Relationship between tropospheric circulation fields over the western North Pacific and tropical cyclone approach/landfall on Japan.

*The second China-Korea-Japan Joint Conference on Meteorology.*

51. 山崎信雄、高橋清利、釜堀弘隆、2006: 日本付近の冬の階級毎降水量のトレンド. *日本気象学会 2006 年度秋季大会講演予稿集*, B306.
52. 中澤哲夫、K. Rajendran、2006: 台風の日の上陸・接近とエルニーニョ現象との関連について. *日本気象学会 2006 年度秋季大会講演予稿集*, B107.
53. 田中 実、2006: アジア・西太平洋地域における長期気候データベースの作成及び解析の応用. *日本気象学会 2006 年度秋季大会講演予稿集*, P170.
54. 萩野谷成徳、徐 健青、2006: NDVI から推定したチベット高原上の熱収支. *日本気象学会 2006 年度秋季大会講演予稿集*, P373.
55. 田中 実、2007: 北西太平洋地域における亜熱帯低気圧の発生とその地理的分布. *日本気象学会 2007 年春季大会講演予稿集*, P335.
56. 田中 実、2007: 20 世紀における日本付近の冬の気温とシベリア高気圧・アリューシャン低気圧・北極振動・ENSO の関係. *日本気象学会 2007 年度春季大会講演予稿集*, P420.
57. Takahashi, K., H. Kamahori, K. Oonogi, 2007: Status of JRA-25 and JCDAS. *6th CEOP Implementation Planning Meeting, Program and Abstracts volume*, p.29
58. Takahashi, K., M. Chiba, N. Yamazaki, H. Kamahori, 2007: Comparison of intense precipitation variations between gridded observational and reanalysis datasets over the Asia. *21st Pacific Science Congress*.
59. Takahashi, K., N. Yamazaki, M. Chiba, H. Kamahori, 2007: Intense precipitation events in the reanalysis datasets over the Asia. *10th International meeting on Statistical Climatology. Program & Abstracts*, p.128
60. 高橋清利、千葉 長、山崎信雄、釜堀弘隆、2007: 再解析データにおける陸域日降水量特性の検証. *日本気象学会 2007 年度春季大会講演予稿集*, P419.
61. 山崎信雄、千葉 長、高橋清利、釜堀弘隆、2007: 日本付近の冬の強い降水と周辺場の関連. *日本気象学会 2007 年度春季大会講演予稿集*, A454.
62. 釜堀弘隆、尾瀬智昭、高橋清利、千葉 長、山崎信雄、2007: 再解析に表現される陸域降水量と土壌水分量. *日本気象学会 2007 年度春季大会講演予稿集*, P319.
63. 高橋清利、藤部文昭、2007: 日本における暖候期の月降水量分布の変動パターンと大気循環場の関係. *日本気象学会 2007 年度秋季大会講演予稿集*, P383.
64. 高橋清利、中澤哲夫、別所康太郎、2007: GMS IR データによる西太平洋熱帯域における雲量トレンド. *日本気象学会 2007 年度秋季大会講演予稿集*, A301.
65. 山崎信雄、千葉 長、高橋清利、釜堀弘隆、2007: 日本付近における地上気圧の長期傾向と強い降水の関連. *日本気象学会 2007 年度秋季大会講演予稿集*, D362.
66. Haginoya, S., J. Q. Xu, 2007: A climatological estimate of heat and water fluxes over the Tibetan Plateau. *Asia Oceania Geosciences Society 4th Annual Meeting*, 31 July - 4 August, 2007, Bangkok, Thailand.
67. 萩野谷成徳、徐 健青、2007: チベット高原上の広域熱収支解析. *日本気象学会 2007 年度春季大会講演予稿集*, D155.
68. 萩野谷成徳、2007: チベット高原上の広域熱収支の推定 - WI が代表する空間スケール. *日本気象学会 2007 年度秋季大会講演予稿集*, P329.
69. 中澤哲夫、2007: 台風上陸モードの季節推移. *日本気象学会 2007 年度春季大会講演予稿集*, A401.
70. Nakazawa, T., 2007: Typhoon landfall mode on Japan. *International Symposium on Global Change, Asian Monsoon and Extreme Weather and Climate*.
71. Nakazawa, T., M. Kyouda, M. Yamaguchi, 2007: Predictability of typhoon formation in JMA ensemble forecast data. *21st Pacific Science Congress*.
72. Nakazawa, T., 2007: Predictability of tropical cyclogenesis over the western Pacific in 2004. *IUGG*.
73. 中澤哲夫、2007: 東進するスーパークラスターの構造. *日本気象学会 2007 年度秋季大会講演予稿集*, A303.

74. Nakazawa, T., 2007: Eastward-moving cloud clusters in a MJO in January 2007. *MJO Workshop*.
75. Nakazawa, T., M. Yamaguchi, 2007: Predictability of tropical cyclogenesis in the JMA ensemble forecasts – a case study of the 2004 typhoon season. *The third China-Korea-Japan Joint Conference on Meteorology*.
76. 中澤哲夫, 2007: 2004年のMJOと台風発生. 京都大学防災研究所「台風に伴う強風、豪雨などの気象災害の被害軽減に関する研究集会」
77. 釜堀弘隆、高橋清利、山崎信雄、2008：JRA-25に表現される地上気温と衛星導出植生分布との比較. *日本気象学会2008年度春季大会講演予稿集*, P327.
78. 釜堀弘隆、高橋清利、山崎信雄、2008：中国華南地方の夏季降水量変動と熱帯太平洋海面水温との関係. *日本気象学会2008年度秋季大会講演予稿集*, C304.
79. 釜堀弘隆、2008：JRA-25に表現される熱帯低気圧場とその年々変動. *異常気象と長期変動研究会*.
80. 田中 実、2008: 20世紀における日本とアジア地域の夏の気温とアジアモンスーン・太平洋高気圧・PDOの関係. *日本気象学会2008年度春季大会講演予稿集*, P319.
81. 釜堀弘隆、2008：JRA-25再解析に表現されるインド洋熱帯低気圧活動とその変動. *南アジアにおける気象災害と人間活動に関する研究集会*.
82. 萩野谷成徳、2008: 西チベット改則における長期熱収支観測—地表面での地中熱流量推定—. *日本気象学会2008年度春季大会講演予稿集*, P202.
83. 萩野谷成徳、2008: 中国域の蒸発量マップ作成. *日本気象学会2008年度秋季大会講演予稿集*, P133.
84. 石原幸司、2009: 地球温暖化の最新情報. *NPO 気象キャスターネットワーク2009年度定例総会*.
85. 石原幸司、2009: 地球温暖化について考えよう. *日本科学未来館友の会 DAY*.



## アジア大陸の影響による大気微量気体・エアロゾル・降水降下塵の化学組成変動に関する研究

研究期間：平成17年度～平成20年度

研究代表者：松枝秀和（地球化学研究部 第一研究室長）

### 研究担当者

#### （副課題1）アジア大陸起源の汚染気塊の化学組成とその輸送に関する研究

松枝秀和、澤庸介、石井雅男、時枝隆之、斉藤秀（地球化学研究部）、内山明博、山崎明宏、古林絵里子、工藤玲（気候研究部）、岡田菊夫<sup>1)</sup>、柴田清孝、財前祐二、直江寛明（環境・応用研究部）

#### （副課題2）大気化学環境変動と海洋環境変動との関連に関する研究

五十嵐康人、青山道夫、篠田佳宏<sup>2)</sup>、緑川貴、広瀬勝己（地球化学研究部）、千葉長（気候研究部）

### 研究の目的

地上観測所、気象鉄塔、海洋気象観測船並びに航空機等を利用して、西部北太平洋域における温暖化ガスを含む大気微量気体の分布や変動の長期観測とエアロゾル・降水降下塵の放射・化学的特徴に関する予備的観測を実施すると同時に、この地域における既存の定常観測データも統合して総合解析に必要なデータセットを作成し、アジア大陸からの影響による大気化学環境変動の実態を詳細に把握すると共に、その変動を支配する輸送過程や大陸の人為発生源との関係を解明する。

また、モデル実験の結果と観測データを比較することによって、アジア大陸の微量気体発生源を特定し、発生源を定量的に評価すると同時に、降水・エアロゾルによって大陸から海洋に供給される微量化学成分が海水中の物質循環に与える影響についての知見を得る。

### 研究の到達目標

アジア大陸から西太平洋へのアウトフローによる大気微量気体・エアロゾル・降水降下塵の化学組成変動の実態を観測とデータ解析を通して解明すると同時に、モデル実験を通してその影響を定量的に評価する。

### 研究計画の概要

アジア大陸は人口の密集地帯であり、今後の経済発展による人間活動の増大が見込まれている。このため、アジア地域で発生する大気汚染気体や汚染煙霧及び酸性雨などが、西太平洋地域の気候、陸上・海洋生態系並びに人体の健康に深刻な影響を及ぼすことが懸念されている。この地域の大気化学組成変動の実態解明とその影響を評価するために、副課題1では特にラドン観測を重点においた汚染気塊の化学組成とその輸送の側面からアプローチする一方、副課題2では窒素収支に重点をおいてエアロゾル観測と新規手法の開発の側面から研究を進める。これら2つの副課題で得られた観測結果と解析を基礎にして、モデル実験による比較を行い、両課題の結果を合せてアジア大陸の発生源が西太平洋の大気質や海洋環境に与える影響を総合的に評価する。

### 主な研究成果

西部北太平洋の広域を対象とした大気微量気体・エアロゾル・降水降下塵の化学組成変動に関連した観測データを収集し、時系列データベースを作成した。このデータベースを利用して、微量気体やエアロゾルの時・空間変動を解析し、アジア大陸からの影響が西部北太平洋地域へと広域拡散している実態とその出現パターンの特徴を把握した。特に、本研究における重点研究の一つとして計画した、大気中ラドンの高精度観測を与那国島、南鳥島及び綾里の3箇所の大気観測所において開始した。これによって、大陸を起源とする化学トレーサーとして有効なラドン変動のデータを収集することに成功した。このラドン観測データと微量気体濃度の短周期変動の対応関係を詳細に解析することによって、アジア大陸の人類活動や陸域生態系からの影響による現象を明瞭に捉えることができた。さらに、気象解析、流跡線解析、3次元モデルを利用した診断解析を実施し、アジア大陸の発生源地域の特定と大陸からの物

<sup>1)</sup> 平成17～19年度、<sup>2)</sup>平成17～18年度

質流出を導く長距離輸送メカニズムが明らかになった。

#### 今後に残された問題点

本研究で得られたアジア大陸影響の観測データやその輸送メカニズムの知見は、化学輸送モデルの検証とその精緻化に極めて有用な情報であるため、今後、モデルを利用した越境汚染や黄砂等の環境変動予測情報の精度向上に資する実用化研究へと発展させることが必要である。また、今後のアジアの人類活動の増大とその地球環境への影響を監視するために、観測データを長期的かつ広域に収集するための観測研究を強化していくことが重要な課題である。

#### 成果の活用に対する意見（事後評価の総合所見）

日本でも西日本を中心に都市域以外の場所でも光化学スモッグが発生する等、アジア地域の発展による大気化学環境への影響が懸念されている。このようにアジア大陸からの越境汚染について社会的にも関心が高まっている中、越境汚染や黄砂飛来の問題を正面から取り上げ、種々の大気微量化学成分等の観測にモデル実験も加味して変動の実態とメカニズムの解明にまで研究を進めたことは、時宜を得た目標設定であり、また、科学的にも社会的にも十分に意義のある研究成果を含むものと評価する。着実に論文も出版されていることも高く評価できる。

高精度ラドン計の開発による低濃度変動の検出、気象庁・他の機関の微量気体標準ガス・オゾン計測器との比較実験により観測データの標準化を進めたことや地域規模のデータベースを構築したことなど今後の発展の基礎となる成果である。特に南鳥島のラドン観測は想定以上の成果をあげ今後に期待できる。高精度ラドン計と TEOM は気象研究所の研究推進費によって整備した機器であり、それらを有効に使用し、アジア大陸の影響と考えられる現象を観測できたことは、研究推進費のモデルケースとしても評価できる。

また、モデルによる再現実験で、ある程度観測結果の再現に成功しており、実態把握とメカニズムの解明に向けた重要なステップとして評価できる。しかし、研究目標では、微量気体の発生源の特定と定量的評価までを行うとしており、研究の成果を効果的に活用するには、正確な発生源の特定と定量化を図ることが必要と考えられる。今後は、モデル研究との連携をいっそう強化して、3次元的な分布とその変動の詳細な実態解明に向けて研究を発展させていくことを期待したい。

生物トレーサの研究は新規性も高く、越境汚染等への研究への応用性もあるものと考えられるが、まだこれからの課題と言える。他機関との共同をより進め、今後とも継続して研究することを期待する。一方、残念な点としては、成果が単発的な解析成果であり有機的な統合の効果が不足している印象が否めない。融合型研究としてサブ課題毎の成果を融合した研究成果が生まれることを希望する。また、衛星観測や外国の観測との連携など他の研究とどう結びつけ科学的成果を出していくかの観点についても検討してほしい。

#### 成果発表状況

- ・印刷発表件数 30 件
- ・口頭発表件数 60 件

#### (副課題 1) アジア大陸起源の汚染気塊の化学組成とその輸送に関する研究

##### 副課題の到達目標

- ① 微量気体及びエアロゾルの長期観測データの収集  
これまで気象研究所で実施してきた観測の継続と新たな観測項目を追加するため、地上大気観測所、海洋気象観測船、気象鉄塔、及び定期航空機を利用した観測を実施し、広範囲に西太平洋の長期観測データを収集する。また、南鳥島大気観測所におけるエアロゾル観測システムの構築と試験観測を実施する。
- ② 観測データの統合とそれを利用したアジア大陸の影響による変動の解析  
本研究で収集された観測データとともに、気象庁の定常観測や他の機関の研究並びに定常観測で得られたデータを統合するために、観測データの基準となる標準ガス及び分析計の比較実験を実施し、高精度のデータセットを作成する。このデータセットを基に、西太平洋地域における汚染気塊の広域分布とその化学組成の特徴を解析し、アジア大陸の影響による汚染気塊の実態を把握する。
- ③ 3次元の全球化学輸送モデルによる影響の定量的評価

3次元の全球化学輸送モデル実験を実施し、モデルと観測結果を比較することによって、汚染気塊の発生源地域や輸送過程を定量的に評価する。

### 副課題の概要

地上大気観測所、気象鉄塔、及び定期航空機等を利用して、大気微量気体とエアロゾルの観測を継続実施し、3次元的な観測データを収集する。特に、ラドンを新たに重点観測項目に追加し、綾里、与那国、南鳥島の3箇所の大気観測所において高精度ラドン観測を実施する。これらの観測データを統合してデータベース化し、アジア大陸の影響による変動の解析を行う。さらに、気象データや3次元全球化学輸送モデルによる発生源の特定とその輸送過程の解明を行う。

### 副課題の成果

#### ① 微量気体及びエアロゾルの長期観測データの収集

- ・与那国島における大気中ラドンの観測は2006年3月から本格的に開始し、長期的に観測データを収集した結果、季節変動と同時に、数日スケールで起こる大陸性空気塊の流入による濃度上昇イベントを明瞭に捉えることができた。一方、南鳥島ではラドン濃度が極めて低く、従来型のラドン計では正確な濃度変動を観測できないことがわかった。このため、新規に開発された高感度ラドン計を2007年9月に南鳥島に導入した結果、低レベルのラドン濃度の変動を明瞭に観測することに成功した。さらに、綾里大気環境観測所にもラドン計を設置して観測を開始した。
- ・露場及び鉄塔を利用して微量気体濃度(CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, CO, H<sub>2</sub>等)の連続観測を継続した結果、陸域の人為及び自然発生源が引き起こす微量気体組成変動の違いが明らかになった。また、2006年11月に鉄塔を利用した短期集中観測を実施し、ラドン濃度や温度・風速などの鉛直分布の日周変動を観測し、夜間の接地境界層内における微量気体濃度の上昇現象を数種のパターンに分類し、そのメカニズムの違いを解析した。
- ・南鳥島にエアロゾル観測用の空気取り入れ口を新設し、2006年10月からPSAP装置による粒子の光吸収係数の連続観測を本格的に開始した。また、2007年5月からはネフェロメーターによる粒子の光散乱係数の連続観測を開始し、エアロゾルの放射特性の時間変動に関するデータを収集した。

#### ② 観測データの統合とそれを利用したアジア大陸の影響による変動の解析

- ・気象研究所における微量気体標準ガスとオゾン計を用いた気象庁の観測との比較実験を年2回の頻度で定期的実施し、濃度スケールの違いや長期安定性を検証した。この結果と他の研究機関との相互比較実験結果に基づいて微量気体の観測データの標準化を進め、アジア・西部北太平洋地域に展開されている多数の観測地点のデータを収集・統合し、地域規模の解析に必要なデータベースを構築した。
- ・統合データベースを利用して、2005年3月から4月に実施されたABC・アジア国際共同観測で見出された3つの一酸化炭素(CO)濃度上昇イベントについて解析を行った結果、西部北太平洋への汚染空気塊の広域拡散とその詳細な時間変動の実態を把握することができた。また、気象解析を通して、それらの汚染イベントが寒冷前線の発達とその東進によって引き起こされていることを明らかにした。
- ・南鳥島における定常観測で得られた二酸化炭素濃度(CO<sub>2</sub>)の長期変動記録を詳細に調査した結果、夏季にCO<sub>2</sub>濃度が異常低下する興味深い現象が見出された。この時の微量気体組成の変化と流跡線解析の結果、陸上植生の強いCO<sub>2</sub>吸収を受けた大陸性空気塊が、特異的な気象条件の下で急速に南北輸送されていることが明らかになった。

#### ③ 3次元の全球輸送モデルによる発生源とその影響の定量的評価

- ・西部北太平洋域における汚染イベントを対象にモデルを利用した数値実験を実施し、その現象をほぼ再現することができた。これによって、汚染空気塊の空間構造とその時間変化のメカニズムを詳細に解析することができた。また、モデルを利用した領域別の放出実験を実施し、様々な地域の発生源の寄与率を定量的に評価した。
- ・夏季のCO<sub>2</sub>異常低下現象についてモデルを利用した数値実験を実施した結果、その現象をほぼ再現することができ、シベリア、中国北方及び東南アジアの陸上生態系によるCO<sub>2</sub>吸収の影響であることが明らかになった。また、モデルの再現分布から、低濃度CO<sub>2</sub>の境界層内における急速南北輸送はITCZによってブロックされ、その一部は上空へと急速に輸送されることが示された。

## (副課題2) 大気化学環境変動と海洋環境変動との関連に関する研究

### 副課題の到達目標

降水、エアロゾルなどに含まれる硝酸やアンモニア、関連する化合物、風送ダストなどを研究対象として、高所、平地、海洋で観測し、全球輸送モデルとの比較を行い、その影響を定量的に評価する。特に海洋への窒素、リンの降下とその影響について評価を試みる。物理・化学的なアプローチに加えて、生物・化学的な新規トレーサーなどに関する基礎的な研究を行い、標準的手法の確立を行う。将来的に問題となる可能性のある微量物質等についても予備的に調査を進める。

### 副課題の概要

降水、エアロゾルに含まれる窒素と関連化合物、風送ダストの観測を実施する。また、ダスト輸送に関連した生物・化学的な新規トレーサーに関する基礎技術の開発を行う。さらに、アジア大陸からのエアロゾル降下による窒素リンの海洋への供給量と栄養塩変動、基礎生産変動との関連性を評価する。

### 副課題の成果

#### ① 降水・エアロゾルの窒素とその関連物質と風送ダストの観測

- 降水、エアロゾルなどに含まれる  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{NH}_4^+$ 、リン、微生物、その他の微量物質等の運搬体（キャリアー）として重要である風送ダストなどの発生、輸送、沈着過程を研究するため、大気中のエアロゾル重量濃度を連続的に測定できる装置、TEOM（粒子状浮遊物質モニター装置）を導入し、観測を行った。
- 春季に観測した黄砂および近傍からの風塵と考えられるダストイベントについて、大気中ダストTEOMで得た重量濃度およびOPCで得たダスト粒径分布の解析を行った。その結果、黄砂と近傍からの風塵ではその粒径別の分布に差が見られ、風塵では大粒径粒子の増加が主であることを見出すことができた。また、イオン成分の分析で黄砂は風塵に比べ、 $\text{nss-Ca}^{2+}$ および $\text{SO}_4^{2-}$ 濃度が高いという特徴が明らかとなった。
- 物質輸送の活発な春季に着目して2007年から、気象研究所において、湿性及び乾性沈着物の採取を行い、水溶性化学成分を測定した。3月中旬の乾性降水量は、その前後の期間と比較して少ない傾向が認められ、この期間の相対湿度は前後の期間と比較して低かった。それは、JCDAS再解析データによると、日本はアジア大陸北西部（中国東北地方、朝鮮半島）を通過した乾燥した大気に覆われていたことを示している。一方、その前後の相対湿度の高い期間には、アジア大陸西部（中国）上空からの湿った大気が日本に到達していたことが分かった。このことから、空気塊の履歴の変動に伴い、水溶性成分の乾性沈着物の降水量が変動していることが示唆された。

#### ② 生物・化学的な新規トレーサーの有効性

- 新規に生物・化学的なトレーサーについて研究し、その応用の可能性について検討するため、微生物を中心にして所内で検討を継続した。しかし、微生物種の同定やトレーサーとしての使用種選定の困難性などが明らかとなり、微生物種を用いた場合の新たな新規トレーサーについては、確立するには至らなかった。
- 視点を変えて植物（真核生物）に着目し、富士山頂で黄砂時期に採取し保管していたダスト試料を産業技術総合研究所・ヒューマンストレスシグナル研究センターとともに生物化学的に分析した。その結果、コケ類、カビ類およびトマトの遺伝子を検出・同定することが出来た。トマトをはじめ植物は、生育・栽培されている地域、領域が比較的良好にわかっていて、ダストの生物トレーサーとして微生物よりも適している可能性があり、新規トレーサーの候補になりうるということが分かった。しかし、なぜトマトの遺伝子だけが検出されて、他の植物遺伝子が検出されなかったかについては不明な点があり、今後も考察・検討を続ける必要がある。具体的には、たとえば、杉のような裸子植物により適したプライマーを用いた実験などが考えられる。

#### ③ 窒素とリンの海洋への供給と基礎生産との関連性

- 降水中のリン化合物の濃度観測については、通常の方法では下限値以下になってしまうため、試料を変質させずに濃縮する方法について検討を行い、降水中のリンの濃縮法として冷蔵庫を利用する方法を確立した。数点の試料につき分析値を得たが、まだ海洋へのリン化合物の降水量評価などに繋げる段階には至っていない。

- ・気象研のMASINGARモデルを用いて窒素の海洋への供給量を評価できないか、検討した。観測で得た沈着物中のNO<sub>3</sub>およびNH<sub>4</sub><sup>+</sup>の重量濃度とモデルのダスト沈着量から、海洋学的に興味の持たれる日本周辺海域への窒素化合物の沈着量の予備的な評価を行ったが、実測値との比較や再現性の検討などの課題が残った。
- ④ 全球輸送モデルによる窒素とダスト輸送の観測結果との比較
- ・全世界の風送ダスト発生域から日本へのダスト輸送及び沈着量について、CTM（化学輸送モデル）によるモデル計算結果と観測結果とを比較した。その結果、領域別に評価した計算では、サハラ領域からの輸送、沈着の寄与もあることと、中央アジア、西アジア、中近東などからの寄与が大きいことが示唆された。
  - ・気象研のMASINGARモデルにより、降水事象を含めた気象場の再現特性、黄砂の時空間分布の妥当性について詳しい解析を進め、これに基づいたモデルの改良をおこない、2007年、2008年について湿性および乾性ダスト沈着量を計算したところ、つくばでの実測値とかなりよい一致をみた。この結果を元にして、黄砂頻発年と非頻発年との大陸での黄砂発生条件の違い、日本への輸送ルートの違いなどにつき検討を行った。また、黄砂頻発年であった2007年と非頻発年であった2008年とで乾性沈着量を比較したところ、大きな差がみられないことから、つくばの乾性沈着量は、ローカル発生源に大きな影響を受けていると推定された。一方、湿性沈着量は、黄砂による影響を大きく受けることがわかった。

### 成果発表一覧

#### 1. 査読論文

1. Tanimoto, H., Y. Sawa, H. Matsueda, I. Uno, T. Ohara, K. Yamaji, J. Kurokawa, S. Yonemura, 2005: Significant latitudinal gradient in the surface ozone spring maximum over East Asia. *Geophysical Research Letters*, **32**, L21805, doi:10.1029/2005GL023514.
2. Inoue, H. Y., H. Matsueda, Y. Igarashi, Y. Sawa, A. Wada, K. Nemoto, H. Sartorius, C. Schlosser, 2006: Seasonal and long-term variations in atmospheric CO<sub>2</sub> and <sup>85</sup>Kr in Tsukuba, Central Japan. *Journal of the Meteorological Society of Japan*, **84**(6), 959-968.
3. Igarashi, Y., Y. Sawa, K. Yoshioka, H. Takahashi, H. Matsueda, Y. Dokiya, 2006: Seasonal change of SO<sub>2</sub> plume transport over Japan: Observations at the summit of Mt. Fuji from winter to summer. *Atmospheric Environment*, **40**, 7018-7033.
4. Lee, H. N., Y. Igarashi, M. Chiba, M. Aoyama, K. Hirose, T. Tanaka, 2006: Global model simulation of the transport of Asia and Sahara dust: Total deposition of dust mass in Japan. *Water, Air and Soil Pollution*, **169**, 137-166, DOI: 10.1007/s11270-006-1895-8.
5. Kaneyasu, N., Y. Igarashi, Y. Sawa, H. Takahashi, H. Takada, H. Kumata, R. Höller, 2007: Chemical and optical properties of 2003 Siberian forest fire smoke observed at the summit of Mt. Fuji, Japan, *Journal of Geophysical Research*, **112**, D13214, doi:10.1029/2007JD008544.
6. Wada, A., Y. Sawa, H. Matsueda, S. Taguchi, S. Murayama, S. Okubo, Y. Tsutsumi, 2007: Influence of continental air mass transport on atmospheric CO<sub>2</sub> in the western North Pacific. *Journal of Geophysical Research*, **112**, D07311, doi:10.1029/2006JD007552.
7. Sawa, Y., T. Tanimoto, S. Yonemura, H. Matsueda, A. Wada, S. Taguchi, T. Hayasaka, H. Tsuruta, Y. Tohjima, H. Mukai, N. Kikuchi, S. Katagiri, K. Tsuboi, 2007: Widespread pollution events of carbon monoxide observed over the western North Pacific during the East Asian Regional Experiment (EAREX) 2005 campaign. *Journal of Geophysical Research*, **112**, D22S26, doi:10.1029/2006JD008055.
8. Yonemura, S., S. Kawashima, H. Matsueda, Y. Sawa, S. Inoue, H. Tanimoto, 2008: Characteristics of temporal variations in ozone concentrations derived from principal component analysis. *Theoretical and Applied Climatology*, **92**, 47-58.
9. Tanimoto, H., Y. Sawa, H. Matsueda, S. Yonemura, A. Wada, H. Mukai, T. Wang, S. Poon, A. Wong, G. Lee, K. R. Kim, M. H. Lee, N. H. Lin, J. L. Wang, C. F. Ou-Yang, C. F. Wu, 2007:

- Evaluation of standards and methods for continuous measurements of carbon monoxide at ground-based sites in Asia. *Papers in Meteorology and Geophysics*, **58**, 85-93.
10. Tanimoto H., H. Mukai, Y. Sawa, H. Matsueda, S. Yonemura, T. Wang, S. Poon, A. Wong, G. Lee, J. Y. Jung, K. R. Kim, M. H. Lee, N. H. Lin, J. L. Wang, C. F. Ou-Yang, C. F. Wu, H. Akimoto, P. Pochanart, K. Tsuboi, H. Doi, C. Zellweger, J. Klausen, 2007: Direct assessment of international consistency of standards for ground-level ozone: Strategy and implementation toward metrological traceability network in Asia. *Journal of Environmental Monitoring*, **9**, 1183-1193.
  11. Miyazaki, Y., Y. Kondo, S. Han, D. Kodama, M. Koike, Y. Komazaki, H. Tanimoto, H. Matsueda, 2007: Chemical characteristics of water-soluble organic carbon in the Asian outflow. *Journal of Geophysical Research*, **112**, D22S30, doi:10.1029/2007JD009116.
  12. Miyaoka, Y., H. Y. Inoue, Y. Sawa, H. Matsueda, S. Taguchi, 2007: Diurnal and seasonal variations in atmospheric CO<sub>2</sub> in Sapporo, Japan: Anthropogenic sources and biogenic sinks. *Geochemical Journal*, **41**, 429-436.
  13. Matsueda, H., T. Machida, Y. Sawa, 2007: Evaluation of atmospheric CO<sub>2</sub> measurements from new air sampling of JAL airliner observation. *Papers in Meteorology and Geophysics*, **59**, 1-17.
  14. Nakajima, T, S. C. Yoon, V. Ramanathan, G. Y. Shi, T. Takemura, A. Higurashi, Tamio Takamura, Kazuma Aoki, Byung-Ju Sohn, Sang-Woo Kim, H. Tsuruta, N. Sugimoto, A. Shimizu, H. Tanimoto, Y. Sawa, N. H. Lin, C. T. Lee, D. Goto, N. Schutgens, 2007: Overview of the Atmospheric Brown Cloud East Asian Regional Experiment 2005 and a study of the aerosol direct radiative forcing in east Asia. *Journal of Geophysical Research*, **112**, D24S91(1-23).
  15. Inoue, H.Y., Y. Fukazawa, H. Tanimoto, H. Matsueda, Y. Sawa, A. Wada, 2008: Atmospheric CO<sub>2</sub> and O<sub>3</sub> observed on Rishiri Island from December 2006 to March 2008. *Papers in Meteorology and Geophysics*, **59**, 31-38.
  16. Kuwata, M., Y. Kondo, Y. Miyazaki, Y. Komazaki, J. H. Kim, S. S. Yum, H. Tanimoto, H. Matsueda, 2008: Cloud condensation nuclei activity at Jeju Island, Korea in spring 2005. *Atmospheric Chemistry and Physics Discussion*, **8**, 2933-2948.
  17. Tanimoto, H., Y. Sawa, S. Yonemura, K. Yumimoto, H. Matsueda, I. Uno, T. Hayasaka, H. Mukai, Y. Tohjima, K. Tsuboi, and L. Zhang, 2008: Diagnosing recent CO emissions and ozone evolution in East Asia using coordinated surface observations, and a joint inverse modeling, and MOPITT satellite data. *Atmospheric Chemistry and Physics*, **8**, 3867-3880
  18. Suzuki, I, K. Hayashi, Y. Igarashi, H. Takahashi, Y. Sawa, N. Ogura, T. Akagi, Y. Dokiya, 2008: Seasonal variation of water-soluble ion species in the atmospheric aerosols at the summit of Mt. Fuji. *Atmospheric Environment*, **42**, 8027-8035.
  19. Sahu, L. K., Y. Kondo, Y. Miyazaki, M. Kuwata, M. Koike, N. Takegawa, H. Tanimoto, H. Matsueda, S. C. Yoon, Y. J. Kim, 2008: Anthropogenic aerosols observed in Asian continental outflow at Jeju Island, Korea, in spring 2005. *Journal of Geophysical Research*, (in press).
  20. Wada, A., S. Murayama, H. Kondo, H. Matsueda, Y. Sawa, 2008. Development of a compact and sensitive Radon-222 measuring system for use in atmospheric observation. *Journal of Atmospheric and Oceanic Technology*, (submitted).
  21. Saito, T., K. Kawamura, U. Tsunogai, T. Y. Chen, H. Matsueda, T. Nakatsuka, T. Gamo, M. Uematsu, B. J. Huebert, 2008: The effect of mixing and OH oxidation on non-methane hydrocarbon compositions and their stable carbon isotope ratios in air masses over East Asia. *Journal of Geophysical Research*, (submitted).
  22. 五十嵐康人・猪股弥生・高橋宙・篠田佳宏・田中泰宙・青山道夫・千葉長, 2009: 2006年春季に

つくばで観測したダスト事象の解析－黄砂と近傍からの風塵－. 天気 (7月号印刷中)

23. Inomata, Y., Y. Igarashi, M. Chiba, Y. Shinoda, H. Takahashi, 2009: Dry and wet deposition of water-insoluble dust and water-soluble chemical species during spring 2007 in Tsukuba, Japan, *Atmospheric Environment* (in press).
24. Inomata, Y., Y. Igarashi, M. Mikami, T. Y. Tanaka, M. Chiba, 2009: Seasonal and yearly variations of dust deposition in Tsukuba: Linked to variations of dust emission over the Asian continent. *SOLA* (submitted).
25. Inomata, Y., Y. Igarashi, K. Yoshioka, T. Y. Tanaka, M. Chiba, 2009: Temporal variation of  $^{222}\text{Rn}$  at the summit of Mt. Fuji associated with the Asian continental outflow. *Journal of Geophysical Research* (submitted).

## 2. 査読論文以外の著作物 (翻訳、著書、解説、講演発表の要旨集など)

1. 松枝秀和, 2005: 旅客機を利用した大気中微量気体の長期観測. *ぶんせき*, **No. 9**, 490-495.
2. 松枝秀和, 2005: 地球温暖化を監視する旅客機. *PILOT*, **No.2**, 6-11.
3. 松枝秀和・石井雅男, 2007: 気象研究所における二酸化炭素の研究観測. *気象研究ノート*, **215号**, 34-35.
4. 五十嵐康人, 2008: *大気と微粒子の話－エアロゾルと地球環境*, (笠原三紀夫, 東野達監修, 太田幸雄, 大原利眞, 奥山喜久夫, 畠山史郎編集, 分担執筆), 京都大学出版会.
5. 五十嵐康人, 2008: *新化学小事典*. (池田長生・小熊幸一監修, 三省堂編集所編, 分担執筆) 三省堂.

## 3. 口頭発表

(1)国際会議・学会等での口頭発表件数: 13件

(2)国内会議・学会等での口頭発表件数: 46件

1. 松枝秀和・澤庸介・田口彰一・五十嵐康人, 2005: 富士山山頂で2003年春季に観測されたシベリア森林火災による顕著なCO濃度上昇. *日本気象学会2005年度春季大会講演予稿集*, P428.
2. 大久保沙貴・和田晃・松枝秀和・澤庸介・田口彰一・村山・堤之智, 2005: 南鳥島における大気中CO<sub>2</sub>濃度の顕著な低下現象について. *日本気象学会2005年度春季大会講演予稿集*, P129.
3. 澤庸介・松枝秀和・田口彰一・五十嵐康人・堤之智・関山剛, 2005: 富士山山頂で冬季に観測された顕著なCO濃度上昇. *日本気象学会2005年度春季大会講演予稿集*, B201.
4. Sawa, Y., H. Matsueda, S. Taguchi, Y. Igarashi, Y. Tsutsumi, 2005: Variations and transport of carbon monoxide over the Western Pacific. *The First International Symposium by the China, Korea, and Japan Meteorological Societies*.
5. Matsueda, H., Y. Sawa, A. Wada, S. Taguchi, 2005: Interannual variations of carbon dioxide in the upper troposphere observed over the western Pacific from 1993 to 2005. *Proceeding of 7th International Carbon Dioxide Conference*, FF-177.
6. Sawa, Y., H. Matsueda, S. Taguchi, Y. Igarashi, Y. Tsutsumi, 2005: Episodic enhancements of CO<sub>2</sub> and CO at the summit of Mt. Fuji (3776m), Japan. *Proceeding of 7th International Carbon Dioxide Conference*, EC-178.
7. 谷本浩志・澤庸介・松枝秀和・鶴野伊津志・大原利眞・米村正一郎・山地一代・黒川純一, 2005: 北東アジアにおける地表オゾンの季節・年々変動: 観測事実とモデル解析. *第11回大気化学討論会*.
8. Tanimoto, H., Y. Sawa, H. Matsueda, S. Yonemura, I. Uno, T. Ohara, 2005: Interannual variations and recent trends of ground-level ozone over East Asia. *2005 Gordon Research Conference*.
9. 松枝秀和, 2005: 定期航空機による上部対流圏の温室効果気体観測. *炭素循環および温室効果ガス観測ワークショップ*.
10. 篠田佳宏・五十嵐康人, 2006: 2006年春季につくばで観測した黄砂および風塵現象の解析. *日本気象学会2006年度秋季大会講演予稿集*, P305.

11. 萩谷聡・和田晃・澤庸介・松枝秀和, 2006: 北西太平洋上における大気中二酸化炭素濃度の不連続とその要因. *日本気象学会 2006 年度春季大会講演予稿集*, P250.
12. 松枝秀和・町田敏暢・澤庸介・中川由紀夫・近藤直人・石川和敏・中澤高清・小川利紘・末永民樹, 2006: 定期航空機によるフラスコサンプリングで観測される二酸化炭素濃度の変動. *日本気象学会 2006 年度春季大会講演予稿集*, P401.
13. 澤庸介・谷本浩志・米村正一郎・田口彰一・松枝秀和・早坂忠裕・鶴田治雄・遠嶋康徳・向井人史・菊地信行・片桐秀一郎・和田晃, 2006: ABC-EAREX2005 期間中に観測された CO 濃度の上昇. *日本気象学会 2006 年度春季大会講演予稿集*, P301.
14. 松枝秀和・村山昌平・和田晃・澤庸介・近藤裕昭, 2006: 大気中ラドンの測定装置の改良. *第 12 回大気化学討論会大会講演要旨集*, P55.
15. 佐伯田鶴・松枝秀和・中澤高清・青木周司・菅原敏, 2006: 日本上空及び西太平洋上空のメタン濃度変動要因の考察. *第 12 回大気化学討論会大会講演要旨集*, P32.
16. 松枝秀和, 2007: 大気と海洋における地球温暖化原因物質の長期変動に関する観測研究. *平成 18 年度気象研究所活動報告会後援要旨集*, P4-5.
17. 澤庸介・谷本浩志・米村正一郎・田口彰一・松枝秀和・早坂忠裕・鶴田治雄・遠嶋康徳・向井人史・和田晃, 2006: ABC-EAREX2005 期間中に観測された CO 濃度の上昇. *第 12 回大気化学討論会大会講演要旨集*, P23.
18. 和田晃・澤庸介・松枝秀和・堤之智・坪井一寛, 2007: 与那国島および南鳥島における大気中ラドンの濃度変動について. *第 17 回大気化学シンポジウム大会講演要旨集*, P-52.
19. 宮崎雄三・近藤豊・韓盛喜・児玉大輔・小池真・駒崎雄一・谷本浩志・松枝秀和, 2007: 韓国済州島における水溶性有機エアロゾルの化学特性. *日本気象学会 2007 年度春季大会講演予稿集*, C102.
20. 近藤裕昭・菅原広史・澤庸介・村山昌平・松枝秀和・石島健太郎・和田晃・三枝信子・飯塚悟, 2007: 気象研鉄塔で観測された夜間の安定成層状態と乱流輸送. *日本気象学会 2007 年度春季大会講演予稿集*, P212.
21. 近藤裕昭・村山昌平・澤庸介・松枝秀和・和田晃・菅原広史・石島健太郎・三枝信子・飯塚悟, 2007: 安定大気境界層中の物質輸送の研究—ラドンをトレーサとして—. *日本気象学会 2007 年度春季大会講演予稿集*, C206.
22. 松田結・大久保沙貴・和田晃・松枝秀和・澤庸介・坪井一寛・堤之智, 2007: 気象庁の大気バックグラウンド汚染観測所における一酸化炭素濃度変動の解析. *日本気象学会 2007 年度春季大会講演予稿集*, P101.
23. 石島健太郎・村山昌平・近藤裕昭・松枝秀和・澤庸介・和田晃・三枝信子・菅原広史, 2007: 冷温帯落葉広葉樹林と気象研究所構内における土壌水分量及びラドンフラックスの測定—2006 年集中観測結果—. *日本気象学会 2007 年度春季大会講演予稿集*, P213.
24. 村山昌平・澤庸介・松枝秀和・和田晃・近藤裕昭・菅原広史・石島健太郎・三枝信子・飯塚悟, 2007: 気象研究所鉄塔で観測された大気中ラドンと CO<sub>2</sub> 濃度の日々の変動. *日本気象学会 2007 年度春季大会講演予稿集*, P211.
25. 和田晃・村山昌平・松枝秀和・澤庸介・石島健太郎・菅原広史・三枝信子・飯塚悟・近藤裕昭, 2007: 高時間分解能をもつラドン濃度測定法の改良. *日本気象学会 2007 年度春季大会講演予稿集*, P210.
26. 丹羽洋介・今須良一・佐藤正樹・町田敏暢・下山宏・松枝秀和, Shamil Maksyutov, 2007: NICAM を用いた CO<sub>2</sub> 地表面フラックスのインバージョン解析. *日本気象学会 2007 年度春季大会講演予稿集*, P107.
27. 宮崎雄三・近藤豊・児玉大輔・小池真・駒崎雄一・谷本浩志・松枝秀和, 2007: 韓国・済州島で観測された水溶性有機エアロゾルの化学特性. *日本地球惑星科学連合 2007 年大会予稿集*, F118-006.
28. 丹羽洋介・今須良一・佐藤正樹・松枝秀和・町田敏暢・下山宏・Maksyutov Shamil, 2007: インバージョン解析を用いた上空における CO<sub>2</sub> 濃度変動の解析. *日本地球惑星科学連合 2007 年大会予稿集*, F118-024.



29. 和田晃・松枝秀和・澤庸介・坪井一寛・堤之智, 2007: 与那国島における大気中ラドンおよび微量気体の濃度変動について. *第13回大気化学討論会講演要旨集*, P-01.
30. 和田晃・村山昌平・松枝秀和・澤庸介・近藤裕昭・石島健太郎・菅原広史・三枝信子・飯塚悟, 2007: 大気中ラドン測定装置の改良と気象研究所鉄塔における微量気体の観測. *第13回大気化学討論会講演要旨集*, P-02.
31. 篠田佳宏・五十嵐康人・高橋宙・田中泰宙・猪股弥生・青山道夫・千葉長, 2007: 2006年春季につくばで観測したダストイベントの解析. *日本気象学会 2007年度春季大会講演予稿集*, P112.
32. 猪股弥生・高橋宙・五十嵐康人・篠田佳宏・千葉長, 2007: 春季におけるダスト現象について. *第27回酸性雨問題研究会シンポジウム - 「越境大気汚染と山岳観測」 -*.
33. 五十嵐康人, 2007: 日本での観測で風送ダストをどう紐解くかー私見. *環日本海域の環境シンポジウム: 地球環境地域学の創成を目指して*.
34. 岩橋均・北河恵美子・五十嵐康人, 2008: 黄砂試料に含まれる真核生物由来遺伝子の解析. *第2回バイオエアロゾルシンポジウム*
35. 近藤裕昭・石島健太郎・滝川雅之・村山昌平・澤庸介・松枝秀和・和田晃・菅原広史, 2008: 気象研タワー観測における Rn, CO, CO<sub>2</sub> 濃度日変化の数値シミュレーション. *日本気象学会 2008年度春季大会講演予稿集*, C102.
36. 松枝秀和・澤庸介・村山昌平・近藤裕昭・石島健太郎・和田晃, 2008: 接地境界層内の大気ラドン観測による生態系呼吸量の評価. *日本気象学会 2008年度秋季大会講演予稿集*, C360.
37. 和田晃・村山昌平・近藤裕昭・松枝秀和・澤庸介・坪井一寛, 2008: 高精度ラドン計による南鳥島での大気中ラドンの連続観測. *日本気象学会 2008年度春季大会講演予稿集*, P438.
38. 松枝秀和・澤庸介・坪井一寛・工藤則安, 2008: 世界気象機関(WMO)における標準ガスの濃度スケールについて. *第3回(平成19年度)標準ガスクラブ*.
39. 江崎雄治・松枝秀和・澤庸介, 2009: 気象庁における全球大気監視校正センター業務. *第4回(平成20年度)標準ガスクラブ*.
40. Matsueda, H., Y. Sawa, S. Murayama, H. Kondo, A. Wada, 2008: Trace gases variations in the surface boundary layer observed by MRI meteorological tower in Tsukuba, Japan. *Proceeding of Integrating and scaling processes for plot to landscape ecosystem study*, P41.
41. Wada, A., S. Murayama, H. Kondo, H. Matsueda, Y. Sawa, K. Tsuboi, 2008: Development of an electrostatic Radon-222 measuring system for ground based observation. *Proceeding of Integrating and scaling processes for plot to landscape ecosystem study*, P40.
42. Murayama, S., A Wada, H. Matsueda, Y. Sawa, H. Kondo K. Tsuboi, 2008: Development of new electrostatic radon monitor for ground based observation. *Asia-Pacific Workshop on Carbon Cycle Observations*.
43. Wada, A., Y. Sawa, H. Matsueda, S. Taguchi, S. Murayama, S. Okubo, Y. Tsutsumi, 2008: Influence of continental air mass transport on atmospheric CO<sub>2</sub> in the Western North Pacific. *Asia-Pacific Workshop on Carbon Cycle Observations*.
44. Sawa, Y., H. Tanimoto, S. Yonemura, S. Taguchi, H. Matsueda, T. Hayasaka, H. Tsuruta, Y. Tohjima, H. Mukai, A. Wada, N. Kikuchi, S. Katagiri, K. Tsuboi, 2008: Widespread pollution events of CO observed over the western North Pacific during the ABC-EAREX2005. *Asia-Pacific Workshop on Carbon Cycle Observations*.
45. 和田晃・村山昌平・澤庸介・松枝秀和・近藤裕昭・田口彰一・坪井一寛, 2008: 南鳥島における大気中ラドンの観測と輸送過程の解析. *第14回大気化学討論会講演要旨集*, P-19.
46. 猪股弥生・吉岡勝廣・五十嵐康人・田中泰宙・千葉長, 2008: 富士山頂で観測されたラドンの濃度変動と大気循環場との関係—MASINGARによる解析—. *日本気象学会 2008年度春季大会講演予稿集*, P340
47. 三浦和彦・永野勝裕・小林拓・藤田慎一・速水洋・兼保直樹・高橋宙・五十嵐康人, 2008: 富士山周辺の自由空間の気温と山頂の気温の違い. *日本気象学会 2008年度春季大会講演予稿集*,

P248

48. 鈴木一成・五十嵐康人・高橋 宙・土器屋由紀子・赤木 右, 2008: バックグラウンド黄砂の化学的特徴. 日本地球惑星科学連合大会.
49. Igarashi, Y., H. Takahashi, Y. Shinoda, S. Fujita, H. Hayami, S. Kato, 2008: Sulfur oxide observed at Mt. Fuji during summer seasons. *The 25th Symposium on Aerosol Science & Technology in conjunction with International Aerosol Symposium 2008*.
50. Miura, K., D. Okamoto, H. Kobayashi, Y. Igarashi, H. Furutani, Y. Iwamoto, Y. Narita, M. Uematsu, H. Fukuda, A. Takami, 2008: Size distribution of nano particles in marine and mountain atmosphere (2), *The 25th Symposium on Aerosol Science & Technology in conjunction with International Aerosol Symposium 2008*.
51. Takemura, N., H. Okochi, T. Funakura, Y. Minami, Y. Igarashi, 2008: Study of fog water chemistry and wet deposition in Mt. Fuji (3), *The 25th Symposium on Aerosol Science & Technology in conjunction with International Aerosol Symposium 2008*.
52. Takahashi, H., Y. Igarashi, H. Naoe, H. Kobayashi, O. Nagahuchi, K. Yokota, 2008: Diurnal wind circulation and properties of aerosol particles at isolated mountain. *The 25th Symposium on Aerosol Science & Technology in conjunction with International Aerosol Symposium 2008*.
53. 三浦和彦・小林 拓・速水 洋・藤田慎一・五十嵐康人, 2008: 富士山頂におけるエアロゾルの粒径分布の特徴. 第49回大気環境学会年会.
54. 船倉崇弘・大河内博・竹村尚樹・皆巳幸也・五十嵐康人, 2008: 富士山におけるガスおよびエアロゾル濃度の観測とその濃度支配要因(1). 第49回大気環境学会年会.
55. 松延明典・大河内博・名古屋俊士・皆巳幸也・五十嵐康人・稲津晃司, 2008: 大気中フミン様物質の定量と化学特性の解明(4). 第49回大気環境学会年会.
56. 前島幸司・大河内博・名古屋俊士・稲津晃司・久松由東・皆巳幸也・五十嵐康人, 2008: 富士山における大気中 PAHs の動態とその濃度支配要因. 第49回大気環境学会年会.
57. 兼保直樹・五十嵐康人・永野勝裕, 2008: 夏季の富士山頂で観測された黒色炭素粒子の発生源. 第49回大気環境学会年会.
58. 藤代恵史・三浦和彦・室崎将史・小林拓・速水洋・藤田慎一・五十嵐康人, 2008: 日本気象学会 2008 年度秋季大会講演予稿集, P388.
59. 五十嵐康人, 2008: 頭を雲の上にも、下にも出して—富士山で眺めた大気エアロゾル—. わかる科学・技術市民講座 (第1回) 「海、山、極地から見た地球環境の変化」.
60. 猪股弥生・五十嵐康人, 2008: つくばで観測した Wet/Dry deposition. ダストの動態解明に関する研究集会 (科研費基盤 A (代表: 三上正男) 第2回研究集会).

## 火山観測データの気象補正等による高精度化に関する研究

研究期間：平成18年度～平成20年度

研究代表者：山里平（地震火山研究部 第3研究室長）

### 研究担当者

山里平、福井敬一、北川貞之<sup>1)</sup>、高木朗充、坂井孝行、安藤忍<sup>2)</sup>（地震火山研究部）、小司禎教（予報研究部）青木輝夫<sup>2)</sup>、朽木勝幸<sup>2)</sup>（物理気象研究部）

### 研究の目的

火山活動の監視のために、マグマ活動や熱水活動に伴う地殻変動を捉えることは有効かつ重要である。そのため、活動的な火山ではGPS観測や光波測距などの地殻変動観測が行われている。

火山監視・情報センターによる常時観測火山でのGPS連続観測は、開始されて約4年が経過した。この間、火山監視への活用と観測データの蓄積が進められた。それらのデータについては、観測点間の標高差が比較的小さい国土地理院のGEONETによるものと比較して、測位データのバラツキや年周変化の振幅が大きいなど、観測精度が高くないことが指摘されている。

火山体の観測では観測点間の比高が大きくなるために、大気的空間的、時間的不均質性に強く影響を受け、地殻変動データの測定誤差が大きくなり、的確な活動評価を容易に行うことができない場合がある。

気象庁のGPS観測網は火山監視に特化したものであり、火山体周辺に設置されている。火山体近傍での地殻変動監視の遂行上、的確な活動評価を行うためには、大気の補正を行い、観測データの測位・解析精度を向上させる必要がある。

このようなことから、対流圏の大気などに関する気象データ等を活用し、火山観測データの精度を改善する手法を研究開発する。この研究により、地殻変動の観測結果からの的確な活動評価を迅速・的確に行うことが可能になり、火山監視の高度化に資するものである。

地殻変動の観測データに加え、紫外線を利用した火山ガス放出量観測や、噴火地点に相当する空振源の決定においても、気象データ利用による補正手法に関する研究を行う。

### 研究の到達目標

GPS観測では、上下成分の測位・解析精度は水平成分に比べて1桁近く悪い。そのためこれまでは、おもに水平成分の変動分布から地殻変動をもたらす圧力源の位置等を評価していた。山体付近では、地殻変動の上下成分が火山活動の状況を的確に示すと考えられるため、上下成分の測位・解析精度が向上すれば、活動評価の精度も向上することになる。

これまで気象庁が実施してきた火山監視のためのGPS観測では、上下成分について、基準観測点との標高差にしたがって最大8cmほどの季節変動があり、噴火準備過程や噴火直前におけるマグマの蓄積を評価する妨げとなっている。2004年に浅間山で発生した中規模噴火の噴出物は約 $2 \times 10^6 \text{m}^3$ であり、本研究では、深さ5kmのマグマ溜まりが $10^6 \text{m}^3$ 程度膨張したときの地殻変動を検出可能にすることを目指す。

気象要素によるGPS測位データの補正は、統計処理を行うことで約5割程度減じることが可能との報告もある。しかしこの研究成果は地殻変動がない期間のデータをサンプルとするものである。本研究では、物理学的アプローチによる補正手法の開発によって、GPS観測の上下成分の季節変動を半減することを目標とする。

また、火山ガス放出量観測データに含まれる誤差を定量的に評価するとともに、気象の影響を加味した空振源の正確な決定手法を開発する。

### 研究計画の概要

- ・気象学的知見等を利用した火山観測データの高精度解析手法の開発を行う。火山体で地殻変動観測を

<sup>1)</sup> 平成18年度、<sup>2)</sup>平成19～20年度、

行い、測位・解析精度の高いデータに向上させるため、気象データ等を用いた解析・補正処理技術の開発を実施する。

- ・浅間山で、GPS 及び光波測距等の地殻変動と気象要素の連続観測を行う。
- ・実況の客観解析、あるいは数値予報モデルによる格子点データを用い、人工衛星からのシグナル経路で生じる伝搬遅延の時間・空間的に詳細な推定モデルを構築し、適切な対流圏ノイズ除去が可能な補正手法を検討・開発する。
- ・大気補正等による精度向上から期待される、時間分解能の改善について検証をおこなう。
- ・浅間山での気象観測データによる補正と、格子点データを用いた補正との比較・検証を行う。
- ・大気補正を行った GPS 観測データ及び光波測距観測データの比較検証を行う。
- ・電離層が測位精度へ及ぼす影響の評価を行う。
- ・紫外域放射伝達モデルを利用して、火山ガス放出量観測データに含まれる対象物までの距離や太陽高度、オゾン量、雲などの影響について評価する。また、風速データ等を用いた補正により、空振源を高精度に決定する手法を開発する。

### 研究成果

- ・火山観測用の 1 周波 GPS データに対して、周辺の 2 周波 GPS データを用いた解析から電離層遅延補正值を推定する電離層マッピング補正手法を適用してみたところ電離層の影響を軽減することができ、結果として水平成分に見られるみかけの年周変動を従来の処理手法に比べておおむね 1/3 以下までに減少させることができた。
- ・また、対流圏における水蒸気の影響を補正する手法を適用することによって、上下成分のみかけの年周変動を、従来手法に比べ、1/5 程度にまで軽減できた。
- ・上記の手法を、2007 年の御嶽山のごく小規模噴火前後の GPS データに適用することによって、地下深部のマグマと浅部の熱水によると思われる膨張を初めて定量的に捉えることができた。
- ・さらに、気象庁のメソ数値予報モデル (MSM) 客観解析値によって GPS 電波の伝搬遅延量を推定するサブルーチンを開発した。それを浅間山の基線に適用することによって、長周期の年周変動ノイズが除去でき、標高差の大きい基線においても 1cm 未満の上下変化を検出できるまで地殻変動の観測精度の向上に成功した。
- ・一方、観測点近傍での気象観測の実測データを用いて計算した伝搬遅延量を用いた補正解析では、精度の向上は見られなかった。
- ・空振計のデータと噴火強度との関係を整理するとともに、空振の伝搬が上層風の影響を受けることを明らかにした。そして、空振源の位置の推定において、気象観測データを用いた位置補正手法を開発し、近接した異なる火口においてもどちらで噴火したかの判定がより明瞭にできるようにした。
- ・紫外域リモートセンシング手法を用いた火山ガス放出量観測データに含まれる、種々の誤差要因 (噴煙高度、太陽高度、オゾン量、雲、噴煙と太陽との水平角など) について、紫外域放射伝達モデルを利用して定量的に評価した。パニング法における距離依存性をほぼ再現出来た。パニング法を利用する場合、観測視野と太陽との方位角の違いによって 30% 以上の誤差が生じることがあること、トラバース法では太陽高度の違いが最も大きな影響を与え、条件によっては数十% 過大に見積もられる可能性があることを明らかにした。
- ・1 周波 GPS 地殻変動観測処理の障害となっていた電離層の影響、対流圏における水蒸気の影響を軽減する、これらの手法は、特別研究「マグマ活動の定量的把握技術の開発とそれに基づく火山活動度判定の高度化に関する研究」においても活用し、それらにより、地殻変動の観測結果からの的確な活動評価をより迅速かつ的確に行い得るようになった。
- ・MSM 客観解析値を利用した補正手法は、1 周波 GPS のみならず、火山観測においても展開が図られてきている 2 周波 GPS においても、標高差の大きい観測点間の基線解析には有効な手法であると考えられる。さらには、干渉 SAR (合成開口レーダー) による地殻変動解析等、他の手法における大気圏の影響による誤差についても、MSM 客観解析値の利用によって軽減できる可能性を示している。
- ・電離層マッピング補正及び対流圏補正手法は、すでに気象庁火山監視・情報センターにおいてオフラインでの地殻変動評価には利用されている。近々、オンライン系においても同様の処理ができるシステムの導入により利用が開始され、リアルタイムでの監視に用いられる予定である。MSM 客観解析値を利用した補正解析が導入できれば、さらなる監視の強化に結びつく可能性がある。
- ・本研究において得られた空振計のデータの活用法は、各火山監視・情報センターにおいて、噴火検知等の基準として利用される予定である。

### 今後に残された問題点

- ・火山ガス放出量観測における誤差要因についての定量的評価結果は、火山ガス放出量の時間変化の有意性の評価に活用できるが、より正確な評価を行うためには三次元放射伝達モデルを使用する必要がある。今後は、新しい測定器に対応した精度の高いSO<sub>2</sub>推定法の開発、自動連続観測システムの開発などが必要である。

### 成果の活用に対する意見（事後評価の総合所見）

国土地理院によって展開された2周波型GPS観測点は全国で約1300カ所に上るが、個々の火山の地殻変動を監視するには1周波型GPSの多点展開が不可欠である。1周波型GPSは2周波型に比べて観測精度が格段に低いと言われていたが、本研究では1周波型GPSデータに含まれる電離層遅延の補正手法を開発し、2周波GPSと遜色のない地殻変動観測を可能にした。加えて、対流圏での影響を補正するため、メソ数値予報モデル客観解析値を利用した手法を新たに開発し、測位精度を向上させることに成功した。今後、他の火山の監視に適用される可能性があると共に、通常の間山地における地殻変動観測にも利用できる可能性があり、適用範囲の広い補正手法を開発したことは特筆に値する。なお、機会があれば、客観解析値を用いた場合と異なり、実測データを用いた伝搬遅延量の補正では測位精度が向上しなかった理由を、数値予報課の専門家等と協力して、調査してもらいたい。

また空振観測による噴火位置の判定精度やSO<sub>2</sub>の観測精度向上についても進歩が認められ次期研究課題の成果も期待できる。

研究成果がすでに気象庁で業務化されている点でも意義が大き。まさに実用化研究・応用開発であるので、オリジナル性の高い論文ではなくとも、各サブ課題の技術開発・改良を詳細に記述した査読論文としてまとめることが必要であろう。

最新の大気モデルの成果の活用、気象の専門家との連携をとりやすい当研究所のメリットを活かした研究としても評価できる。

### 成果発表状況

- ・印刷発表件数 6件
- ・口頭発表件数 18件

### 成果発表一覧

- 査読論文
  - 山本哲也・高木朗充・福井敬一・大和田毅, 2008: 安達太良山の火山活動の総合的観測と推定される熱水活動. *気象研究所研究報告*, **59**, 39-64.
- 査読論文以外の著作物（翻訳、著書、解説）
  - 高木朗充, 噴火活動後の低周波地震活動. *気象庁技術報告*, **128**, 「平成12年(2000年)三宅島噴火及び新島・神津島近海の地震活動調査報告」, 81-88.
  - 福井敬一, 2006: 放熱量観測. *気象庁技術報告*, **128**, 「平成12年(2000年)三宅島噴火及び新島・神津島近海の地震活動調査報告」, 115-121.
  - 福井敬一・尾台正信・飯野英樹・宮下 誠・中堀康弘・篠原宏志・風早康平・斉藤元治・A. J. Sutton, 2006: 火山ガス組成比(CO<sub>2</sub>/SO<sub>2</sub>)観測. *気象庁技術報告*, **128**, 「平成12年(2000年)三宅島噴火及び新島・神津島近海の地震活動調査報告」, 161-166.
  - 鍵山恒臣・藤原 智・門脇俊弘・濱崎秀夫・西谷忠師・山崎 明・福井史雄・山本哲也・北川貞之・田中良和・橋本武志・坂中伸也・長谷英彰・谷口宏充・長谷中利昭・後藤章夫・大場 司・中川光弘・佐々木実・三品正明, 2006: 臨時観測点による岩手山における全磁力連続観測. *1999年岩手山集中総合観測報告*, 103-109.
  - 高木朗充, 2008: 気象格子点データを用いた光波測距データの補正手法. *気象研究所技術報*

告, 53, 216-222.

3. 口頭発表

1. Yamasato, H., T. Sakai, Y. Fujiwara, 2007: Infrasonic observation near active volcanoes in Japan. 61-62, *Infrasound Technology Workshop 2007 (ITW2007)*, Ikebukuro.
2. Yamasato, H., 2007: Volcano-acoustic monitoring in Japan. *Second International Workshop on Acoustic Remote Sensing of Volcanoes (IWARs)*, Shimabara.
3. Yamasato, H., T. Sakai, Y. Fujiwara, 2007: Infrasonic observation near active volcanoes and its results in Japan. 12-O-08, *Cities on Volcanoes 5 Conference*, Shimabara.
4. Kazahaya, K., M. Ohwada, T. Mori, J. Hirabayashi, H. Yamasato, M. Miyashita, Y. Ueda, S. Onizawa, T. Mori, T. Shuto, H. Kagesawa, 2007: Monitoring of sulfur dioxide flux from Asama volcano, Japan. 12-P-53, *Cities on Volcanoes 5 Conference*, Shimabara.
5. Yamasato, H., 2007: Monitoring of volcanic activity and advisory information in volcano crises -case histories of Usu and Miyake in 2000-. 21a-P-19. *Cities on Volcanoes 5 Conference*, Shimabara
6. Andou, S., S. Chikasawa, A. Kaziya, N. Sakuma, M. Odai, 2007: Investigation of effect of meteorological factors to the volcano thermal observation data using infrared thermal camera. 12-P-74, *Cities on Volcanoes 5 Conference*, Shimabara.
7. 千葉 長・藤原善明・坂井孝行・山里 平, 2006: 浅間山噴火に伴う空振現象のレイトレーシング. *日本地球惑星科学連合 2006 年大会*, V101-016.
8. 藤原善明・山里 平・坂井孝行・坂戸宏敏・大塚仁大・安藤忍・山際芳雄・小山 寛・加藤幸司, 2006: 三宅火口近傍における空振観測. *日本地球惑星科学連合 2006 年大会*, V101-P024.
9. 藤原善明・山里 平・坂井孝行, 2006: 空振計ネットを用いた空振源決定について—桜島および三宅島での場合—. *日本火山学会 2006 年秋季大会*, 160.
10. 菅井 明・稲葉博明・末峯宏一・平松秀行・坂井孝行・山里 平, 2006: エネルギー積算から見た最近の桜島の火山活動. *日本火山学会 2006 年秋季大会*, 199.
11. 道端秀和・宮村淳一・藤原善明・山里 平, 2007: 三宅島で観測される空振を伴う低周波地震とそれに先駆する地震活動. *日本地球惑星科学連合 2007 年大会*, V156-30.
12. 藤原善明・山里 平・坂井孝行・北川貞之・棚田理絵, 2007: 高層風が空振走時に与える影響について—桜島南岳爆発的噴火の場合—. *日本地球惑星科学連合 2007 年大会*, V156-032.
13. 尾台正信・近澤 心・安藤 忍・西田 誠・前川和宏・中村清隆・宮坂 聡・久保田竜, 2007: 口永良部島における航空機を用いた熱調査について. *日本地球惑星科学連合 2007 年大会*, V237-P004.
14. 尾台正信・安藤 忍・近澤 心・西田 誠・松村智之・井口泰志・飯島 聖・上田義浩, 2007: 航空機による火山熱活動の定量的評価に向けて. *日本地球惑星科学連合 2007 年大会*, V237-P006.
15. 坂井孝行・山里 平・中村清隆・稲葉博明・藤原善明, 2008: 桜島昭和火口 2008 年噴火で発生した爆発的噴火に伴う空振. *日本地球惑星科学連合 2008 年大会*, V151-P025.
16. 山里 平・坂井孝行・加藤幸司, 2008: 空気振動及び地震動から推定する噴火の強度. *日本地球惑星科学連合 2008 年大会*, V151-P026.
17. 加藤 幸司・山里 平・増田与志郎, 2008: 桜島昭和火口の噴火活動と噴火に伴う震動波形について. *日本火山学会 2008 年秋季大会*, P38,
18. 山里 平, 高木朗充, 福井敬一, 坂井孝行, 安藤 忍, 藤原善明, 北川貞之, 2009, 火山観測データの気象補正等による高精度化に関する研究—ノイズの中から火山活動を抽出する—, *気象研究所研究成果発表会*.

## 津波の予測精度向上に関する研究

研究期間：平成18年度～平成20年度

研究代表者：高山 寛美<sup>1)</sup> 前田 憲二<sup>2)</sup> (地震火山研究部 第1研究室長)

### 研究担当者

高山寛美<sup>1)</sup>、前田憲二<sup>2)</sup>、平田賢治<sup>3)</sup>、長谷川洋平<sup>4)</sup>、林 豊、吉田康宏 (地震火山研究部)、中田健嗣 (地震火山部地震津波監視課)

### 研究の目的

日本海溝や千島海溝での発生の可能性が指摘されている津波地震に対して、地震波形を用いて推定された震源位置と規模に基づいて予測する現行の津波予報では過小評価となる可能性があるため、沖合の津波観測データを用いて津波予報をキャリブレーションすることによって沿岸での津波予測の精度を向上させる。また、歪計や広帯域地震計の観測波形データを用いて破壊様式を推定し、津波地震を含む津波予測の精度向上に寄与する。津波予報のために作成されたデータベースに含まれる誤差について、種々の要因による誤差を定量的に解明することによって、津波予報システムの改善に寄与する。

### 研究の到達目標

- ・沖合の津波観測データを用いて沿岸での津波波高を予測する手法の検討・開発
- ・歪計や広帯域地震計の観測波形データから破壊様式を推定する手法の開発
- ・津波予測における誤差要因についての定量的な解明

### 研究計画の概要

- ・沖合津波観測手法の調査と過去事例のデータ収集を行う。
- ・沖合に設置された津波計の波形データから、地震動・海中音波等によるノイズを分離し、津波成分を抽出する手法の開発を行う。
- ・津波数値シミュレーション技術を用いて、沖合データと沿岸データとの関係を分析・解明し、それに基づいてより精度の高い沿岸での津波予測を行う手法を開発する。
- ・地震の規模をより正確に推定することにより津波予報の精度を向上させるために、歪計や広帯域地震計の観測波形データから破壊様式を推定する手法を開発する。
- ・震源位置、地震規模、断層破壊過程、海底地形、海岸地形などの津波予測における誤差要因について、数値シミュレーション手法を用いて、それぞれの要因による誤差を評価し、沿岸に現れる津波の様相・特徴に影響を与えると考えられる因子を定量的に解明する。

### 研究成果

#### ①沖合の津波観測データを利用した沿岸での津波予測

- ・気象庁、防災科学技術研究所、東京大学・東北大学、海洋研究開発機構等が開発・設置している沖合の津波観測施設について観測手法を調査し、現在の観測状況を整理・把握した。気象庁の東海沖・房総沖および海洋研究開発機構の室戸沖・釧路沖の海底津波計の観測データを収集し、フィルター処理を適用することにより、良好に津波成分を抽出することができた。これによって得られた沖合の津波計による津波波高と沿岸の津波観測施設での津波波高との統計的関係を調べ、震央距離による補正を行うか否か、振幅あるいは震央距離の関数と仮定するか否かの場合について比較し、沖合と沿岸の津波波高の関係を表現する回帰モデルを国内で初めて得た。非線形長波式に基づく数値計算法と単純な震源モデルを用いて、津波観測波形の再現の可能性について検討を行い、沖合での津波観測データと一部の沿岸でのデータについては特徴を再現できることがわかった。また、沿岸でのデータの再現性の向上のためには沿岸地形の詳細なデータや計算手法の改善などが必要であることもわかった。
- ・衛星海面高度計による2004年インド洋津波時の観測値から海洋変動成分を除去して津波成分の抽出を行い、沖合における巨大津波実測値として得ることに成功した。また、その際の誤差を評価したところ、外洋の衛星軌道直下で10cm程度以上の津波であれば、衛星海面高度計の観測値から津波を検

1) 平成18～19年度、2) 平成20年度、3) 平成19～20年度、4) 平成18年度

知できる可能性があることが分かった。一般に、海岸線から遠い外洋での津波観測が実現すれば、海岸付近での複雑な津波挙動の影響を受けない観測が可能となることから、津波波源の解明に有益な情報を含む高品質な津波観測値が得られることが分かっている。このため、衛星海面高度計は今後、日本周辺域の巨大津波においても活用が期待される。

#### ②歪計・広帯域地震計の観測波形データによる破壊様式の推定

- ・スマトラ島西方沖の地震の解析を行うために開発した、歪計データにより破壊域の時空間分布を求める手法を2006年と2007年の千島列島東方の地震に適用した結果、両者の震源時間関数の違いを見いだすことができた。また、水平成層を仮定して、多成分歪計の理論記象を計算する手法を開発した。
- ・地震破壊の伝播速度と津波振幅の関係については、一様水深の海と単純な形状の津波波源を仮定した、理論的な研究が既になされており、地震の破壊伝播速度が遅くなればなるほど津波の振幅が大きくなること等が判明している。ここでは、2004年スマトラ島西方沖の地震を例に、実際の海および現実的な津波波源を想定し、数値シミュレーションを実行、地震の破壊伝播速度と津波振幅の関係を再検討した。その結果、一様水深の海を仮定する方法では予想できない現象、例えば、インド東岸で振幅が増大する海岸と、振幅が減少する海岸が交互に出現するなど、あることがわかった。このことは、将来、地震の破壊伝播効果を考慮した津波予測システムを構築する場合に、現実的な津波波源形状を考えること等の重要性を示唆している。

#### ③津波の予測誤差発生要因の調査

- ・津波予測誤差を定量的に評価するため、典型的な海溝型巨大地震によるものであり、多数の津波実測データが存在している2003年十勝沖地震に伴う津波について調査を行った。予測誤差要因のうち断層水平位置及び深さについて、これらの要因を少しずつ変化させた多数の津波数値計算を実施したところ、海溝に平行する方向に断層位置が変化する場合に比べ、海溝に直交する、沖から岸への方向に断層位置が変化の方が誤差が大きくなることがわかった。また、深さ方向に断層位置が変化する場合も誤差が大きくなることがわかった。
- ・海溝型巨大地震である2004年12月のスマトラ島沖地震(M9.2)の際に、もっとも大きな津波発生源となったスマトラ北西沖の海底で、どのような海底変動が発生したかについて検討を行い、プレート境界の運動以外に、海溝より陸側の外縁隆起帯の分岐断層が連動した可能性があることを示した。
- ・千島海溝南部の大地震が繰り返し発生する区域について、これまでの津波研究の成果を統合し、同じ地震発生区域において繰り返し発生する地震についても、地震毎に破壊領域が、海溝と平行方向のみならず、海溝と直交方向にも変化していることを明らかにした。
- ・2006年11月の千島列島東方の地震による津波では、第一波の到達から数時間経って、顕著な後続相が太平洋岸の検潮所で観測された。後続相は、北太平洋中央部に連なる天皇海山列南端の欽明海山を起源とする散乱波であることを、観測波形のスペクトル時系列解析と散乱波理論による考察等から明らかにした。
- ・2006年11月の千島列島東方の地震による津波の後続相について、長周期成分をほとんど含まないこと、波高の出現頻度を非定常のレイリー分布で表現できること、減衰率が太平洋側の各検潮所ではほぼ共通であるといった特徴を明らかにした。
- ・当初の研究計画にはなかったが、本研究では、人工衛星による海面高度観測値を解析し、2004年インド洋津波時の外洋での高品質な津波観測値の抽出に成功した。これにより、インド洋大津波を解析対象とした国内外の研究で広く活用されると期待される基礎的なデータを提供した。また、リモートセンシング技術により外洋での津波を検知できる可能性を示せたことは重要であり、将来の発展が期待される。そして、人工衛星によるリアルタイムの津波検知の実現可能性については、平成20年度に、本研究に参加した研究官が行う、科学研究費補助金による研究課題として認められるに至った。
- ・既知の津波波源から沿岸の津波高を予測する数値計算技術は、津波警報や浸水ハザードマップ作成などさまざまな津波防災対策に利用されており、実用的に十分な計算精度を有するものと考えられている。一方、計算の初期条件として与えられる津波波源は、単純な矩形一様すべり断層モデルから計算したり、震源決定誤差に起因する破壊範囲推定の不確定さを含んだりしており、初期値に内在するこれらの誤差が計算結果に及ぼす影響の評価は重要である。本研究では、初期値の誤差要因のいくつかについて、多数の数値計算を行うことで初期設定をほぼ連続的に変化させ、定量的な評価を行うことができたことは意義深い。



### 今後に残された問題点

- ・大地震の破壊過程解析今後も精度や迅速性など更なる解析技術の向上が必要である。特に海域では陸域に比べて震源決定に必要な精度が得られていないことから、自己浮上式海底地震計の機動観測による構造モデルの改良などを通じ観測精度向上が求められる。
- ・海底地殻変動観測技術の開発が十分な成果を上げられなかった点については、海域の地殻変動を早期に捕捉することは重要な課題であるので今後も検討をおこなう。
- ・沖合と沿岸の津波の比較は、これまで事例研究的なものはあったものの、統計的に関係を調査したものはなかった。本研究では、事例数は限られてはいるものの、統計的手法による回帰モデルをはじめで作成することができた。また、シミュレーションによる数値予測を行い、過去の津波波高を一部再現するまでに至った。今後、実用化レベルまで精度を高めるため、更なる研究が必要である。
- ・従来の津波予測において分岐断層は全く考慮されていない。本研究では海溝型巨大地震における分岐断層の可能性とその津波に及ぼす影響を示し、分岐断層が津波を予測する上で考慮すべき大きな誤差要因であることを指摘した。このことは、今後の津波予測において非常に重要である。
- ・本研究期間中に発生した 2006 年千島列島東方の地震による津波では、第一波の到達から数時間も遅れて顕著な散乱波が到達し、従来の津波予測において想定されていない現象を観測した。当初の研究計画にはなかったが、観測された散乱波の起源や減衰の特徴を本研究で明らかにし、この現象の重要性を認識することができたことは意義深い。散乱波など津波の後続波について、過去の観測事例から減衰過程の一般的な特性などを明らかにする研究は、津波注警報の解除・継続の判断の適切化に資するものであり、今後も継続して行う必要がある。

### 成果の活用に対する意見（事後評価の総合所見）

本研究は、津波に関して、沖合いデータによる沿岸予測の精度向上、長周期波形を用いた予測精度向上、及び予測誤差の解明、を中心とするものであり、詳細地形データの不備による数値計算の沿岸部での精度下落は止むを得ないものの、各サブ課題において計画に沿ったそれぞれの成果を達成しているものと考えられる。特に、2006 年 11 月に発生した千島列島東方の地震による津波について、迅速に研究に取り組み、海山の散乱波の効果を再現できたことは大きな成果である。また、衛星海面高度計データから沖合いでの津波信号の抽出に成功したことは想定外の成果であり、今後の発展が期待される。本課題は全般に防災に直結したものであり、社会的意義は大きく、また、分岐断層や海底地形による散乱が津波予測に大きな影響を及ぼすこと等、新たな知見も得られており、優れた研究であったと考えられる。

### 成果発表状況

- ・印刷発表件数 18 件
- ・口頭発表件数 34 件

### 成果発表一覧

1. 査読論文
1. Li, W., Y. Harry, K. Hirata, and T. Baba, 2007, Ocean-bottom pressure variations during the 2003 Tokachi-oki earthquake, *Phillip Liu Symposium Proceedings*, World Scientific, accepted.
2. Tanioka, Y, K. Satake, and K. Hirata, 2007, Recurrence of recent large earthquakes along the Southernmost Kurile-Kamchatka Subduction Zone, *Geophysical Monograph Series 172*, American Geophysical Union, 145-152.
3. 平田賢治・佐竹健治・山木滋・谷岡勇市郎・山中佳子・西村卓也, 2007, 目撃証言報告に基づく 1952 年十勝沖地震の津波波源の北東縁の検討, *地震*, **60**, 21-42.
4. Seno, T., and K. Hirata, 2007, Did the 2004 Sumatra-Andaman Earthquake involve a component of tsunami earthquakes? *Bull. Seismol. Soc. Am.*, **97**, S296-S306, doi: 10.1785/0120050615.
5. Hirata, K. , 2008, Tsunami amplification along the eastern coast of India and Sri Lanka due to propagating tsunami sources, *Journal of Earthquake and Tsunami*, accepted.

6. Hirata, K., K. Satake, Y. Tanioka, and Y. Hasegawa, 2008, Variable tsunami sources and seismic gap in the southernmost Kuril Trench (review), *Pure and Applied Geophysics*, accepted.
  7. Namegaya, Y., Y. Tanioka, K. Abe, K. Satake, K. Hirata, M. Okada, and A. R. Gusman, 2008, In situ measurements of tide gauge response along the southwestern coast of the northern Honshu, Japan -- Corrections of tsunami waveforms of the 2007 Niigataken Chuetsu-oki earthquake tsunami --, *Pure and Applied Geophysics*, accepted.
  8. Hayashi, Y., K. Hirata, T. Kuragano, T. Sakurai, H. Takayama, Y. Hasegawa, and N. Hamada, 2007, Feasibility study on potential of satellite altimetry for detecting seismic geoid changes due to the 2004 Sumatra-Andaman earthquake, *submitted to Earth Planets and Space*, **59**, 1149-1153.
  9. Hayashi, Y., 2008, Extracting the 2004 Indian Ocean tsunami signals from the sea surface height data observed by satellite altimetry., *Journal of Geophysical Research*, **113**, C01001, doi:10.1029/2007JC004177.
  10. Koshimura, S., Y. Hayashi, K. Munemoto, and F. Imamura, 2008, Effect of Emperor seamounts on trans-oceanic propagation of the 2006 Kuril Island earthquake tsunami, *Geophysical Research Letters*, **35**, L02611, doi:10.1029/2007GL032129.
  11. 高山寛美, 2008: 沖合と沿岸の津波の最大波高の統計的關係. *気象研究所研究報告*, **59**, 83-95.
  12. Yoshida, Y., 2008, The rupture process of the 2004 Sumatra-Andaman earthquake viewed from strainmeter data, accepted to *Journal of Earthquake and Tsunami*.
  13. 中田健嗣・西前裕司・浦田紀子, 2008: 2006年11月15日及び2007年1月13日の千島列島東方の地震, *験震時報*, **71**, 125-135.
2. 査読論文以外の著作物 (翻訳、著書、解説)
1. 平田賢治・倉賀野 連・林 豊・佐竹健治・谷岡勇市郎・長谷川洋平・濱田信生, 2006: 宇宙から観た津波と地震断層モデル, *月刊地球 号外* **56**, 12-18.
  2. 林 豊・濱田信生・倉賀野 連・桜井敏之・高山寛美・長谷川洋平・平田賢治, 2006: スマトラ島沖地震に伴うジオイド高変化の衛星海面高度計による検出, *月刊地球 号外* **56**, 32-37.
  3. Hirata, K., K. Satake, Y. Tanioka, and Y. Hasegawa, 2007: A Review on recent studies of tsunamis in the southernmost Kuril Trench, Proceedings of International Workshop on Tsunami - Wave Propagation, Theory, *Numerical Approach and Data Inversion*, Keio Univ., 221-235.
  4. 平田賢治, 岩崎伸一 (共同執筆), 2007: 第2章第4節「津波の観測」, *津波の辞典* (編) 首藤伸夫, 佐竹健治, 松富英夫, 今村文彦, 越村俊一, 朝倉書店.
  5. 谷岡勇市郎, 行谷佑一, 阿部邦昭, 佐竹健治, 平田賢治, 岡田正実, 2008: 2007年新潟県中越沖地震津波の検潮記録, *津波工学研究報告*, 東北大学.
3. 口頭発表
1. 長谷川洋平, 2006: 津波数値計算における初期値の誤差と計算結果との関係について—断層すべり分布の空間位置変化と津波高さ—, *日本地震学会 2006年度秋季大会予稿集*, C008, 82.
  2. 平田賢治・倉賀野連・林 豊・佐竹健治・谷岡勇市郎・長谷川洋平・濱田信生, 2006: 2004年インド洋津波の津波波源はどのくらい北まで延びていたか?, *日本地球惑星科学連合 2006年大会要旨集*, S117-005.
  3. 林 豊・濱田信生・倉賀野 連・桜井敏之・高山寛美・長谷川洋平・平田賢治, 2006: スマトラ島沖地震に伴うジオイド高変化の衛星海面高度計による検出, *日本地球惑星科学連合 2006年大会要旨集*, S108-P002.

4. 林 豊, 2006: 衛星海面高度計による2004年インド洋津波観測値からの海洋変動成分の除去, *日本地球惑星科学連合 2006年大会要旨集*, S108-P003.
5. Hirata, K., T. Kuragano, Y. Hayashi, K. Satake, Y. Tanioka, Y. Hasegawa, and N. Hamada, 2006: On the Northern Limit of the Tsunami Source of the 2004 Indian Ocean Tsunami, *Abstracts of Asia Oceania Geosciences Society 3rd Annual Meeting*, SE27/O4-A2-06.
6. Hayashi, Y., N. Hamada, T. Kuragano, T. Sakurai, H. Takayama, Y. Hasegawa, and K. Hirata, 2006: Detection of Seismic Geoid Changes by the 2004 Sumatra-Andaman Earthquake from Satellite Altimetry, *Abstracts of Asia Oceania Geosciences Society 3rd Annual Meeting*, SE27/O4-A1-08.
7. Hayashi, Y., 2006: Reducing Oceanographical Backgrounds in Sea Surface Height Data on 2004 Indian Ocean Tsunami from Satellite Altimetry, *Abstracts of Asia Oceania Geosciences Society 3rd Annual Meeting*, SE27/O4-P1-01.
8. Yoshida, Y. and H. Ito, 2006: The rupture process of 2004 Sumatra-Andaman earthquake viewing from the data obtained by the strainmeters of JMA, *Abstracts of Asia Oceania Geosciences Society 3rd Annual Meeting*, SE-A0881.
9. Hayashi, Y., 2006: Detection of the 2004 Indian Ocean tsunami by satellite altimetry, *Abstracts of the 6th Joint Meeting of the UJNR Panel on Earthquake Research*, P09.
10. 長谷川洋平・高山寛美・林 豊, 2007: (特別報告)太平洋をUターンした津波—千島列島付近の地震による津波の数値解析結果—, *平成 18 年度気象研究所研究成果発表会要旨集*, 10-11.
11. 高山寛美・林 豊・中田健嗣, 2007: 沖合の海底津波計と沿岸の検潮所での津波の高さの関係, *地球惑星科学連合 2007年大会要旨集*, S142-P001.
12. Hayashi, Y., S. Koshimura, and F. Imamura, 2007: Convergence process of the 2006 Kuril Island earthquake tsunami observed along the Pacific coast of Japan, *Program & Abstracts of EASTEC Symposium 2007 "Dynamic Earth - its origin and future -"*, 217-220.
13. 林 豊・越村俊一・今村文彦, 2007: 太平洋沿岸で観測された 2006 年千島列島沖地震津波の減衰過程, *日本地震学会 2007 年秋季大会予稿集*, 289.
14. 平田賢治, 徐垣, 町山栄章, 山口はるか, 富士原敏也, 金松敏也, 荒木英一郎, 尾鼻浩一郎, 末廣潔, 荒井晃作, 瀬野徹三, 2007, スマトラ北西沖海域調査の国際的な取り組みと3つの断層モデル仮説, *日本地震学会 2007 年度秋季大会予稿集*, D31-04.
15. 行谷佑一, 佐竹健治, 谷岡勇市郎, 阿部邦昭, 平田賢治, 岡田正美, 2007, 津波からみた平成 19(2007)年新潟県中越沖地震の震源像, *日本地震学会 2007 年度秋期大会予稿集*, P1-092.
16. Satake, K., and K. Hirata, 2007, Review of source models of the 2004 Sumatra-Andaman earthquake, AOGS2007, IWG07-D4-AM1-BR3-002.
17. Yoshida, Y., 2007: Kuril Island earthquakes viewing from strainmeters, *Abstracts of Asia Oceania Geosciences Society 4th Annual Meeting*, SE19-A0011.
18. 佐竹健治, 平田賢治, 2007, 2004 年スマトラアンダマン地震の断層モデル, *日本地球惑星科学連合 2007 年大会予稿集*, T235-002.
19. 平田賢治, 2007, 断層の破壊伝播が津波の振幅に及ぼす影響, *日本地球惑星連合 2007 年大会予稿集*, T235-018.
20. Fabrizio Romano, Stefano Lorito, Alessio Piatanesi, Andrea Antonioli, David L. George, and Kenji Hirata, 2008: The September 25, 2003 Tokachi-Oki Mw 8.3 Earthquake: Rupture Process From Joint Inversion of Tsunami Waveform, GPS, and Pressure Gages Data, *2008 AGU Fall Meeting*.
21. Hirata, K., 2008: A tsunami early warning system based on realistic tsunami source propagation, *2008 AOGS meeting*.

22. Hirata, K.1,4, Jeffrey.A.Hanson2, Eric L.Geist3, Tetsuzo Seno4, Wonn Soh5, Toshiya Fujiwara5, Christian Müller6, Hideaki Machiyama5, Ei'ichiro Araki5, Kohsaku Arai7, Kazuki Watanabe8, Leonardo Seeber9, Yusuf.S.Djajadihardia10, Safri Burhanuddin11, Badrul M.Kemal12, Nugroho D.Hananto13, Hananto Kurnio14, Yudi Anantasena10, Kiyoshi Suyehiro, 2008: A new model for the unusual tsunami generation off northwest Sumatra during the 2004 Sumatra-Andaman earthquake, SE81-D5-AM1-102-001, *2008 AOGS meeting*.
23. 平田賢治, 2008, 津波波源の形成伝播(地震の破壊伝播)を考慮した津波予測システムの展望, *日本地球惑星連合 2008 年大会予稿集*.
24. 平田賢治, 佐竹健治, 谷岡勇市郎, 長谷川洋平, 2008, 千島海溝最南部の海溝型大地震の震源域の空間分布に関する最新の解釈, *日本地球惑星連合 2008 年大会予稿集*.
25. 平田賢治, Jeffrey. A. Hanson, Eric. L. Geist, 瀬野徹三, 徐垣, 富士原敏也, Christian Müller, 町山栄章, 荒木英一郎, 荒井晃作, Yusuf. S. Djajadihardia, Safri Burhanuddin, 末廣潔, 2008: 2004 年インド洋大津波波源域南部(スマトラ北西沖)における津波発生メカニズムに関する 5 番目のモデル仮説, *日本地球惑星連合 2008 年大会予稿集*, T228-P002.
26. 谷岡勇市郎・行谷佑一・阿部邦昭・佐竹健治・平田賢治・岡田正実・Aditya R. Gusman, 2008, 2007 年新潟県中越沖地震震源域周辺の驗潮井戸応答調査ならびに津波波形補正, *日本地球惑星連合 2008 年大会予稿集*, S148-008.
27. Yuichiro Tanioka, Yuichi Namegaya, Kuniaki Abe, Kenji Satake, Kenji Hirata, Masami Okada, and Aditia R. Gusman, 2008: In situ Measurements of Tide Gauge Response and Corrections of Tsunami Waveforms from the 2007 Niigataken Chuetsu-oki Earthquake, *2008 AOGS meeting*.
28. Hirata, K., 2008, Unusual tsunami generation off northern Sumatra by the 2004 Sumatra-Andaman earthquake : review, *International Workshop on Geodynamics of South-East Asia*, Nagoya University.
29. Hirata, K., 2008: Should the effect of earthquake rupture propagation be included in tsunami forecast/warning systems?, Program and Abstracts, *International Symposium on the Restoration Program from Giant Earthquakes and Tsunamis*, S3-1-8, 121-123, Phuket, Thailand.
30. Yoshida, Y., 2008: The rupture process of giant earthquakes viewing from strainmeter data obtained by JMA, Program and Abstracts, *International Symposium on the Restoration Program from Giant Earthquakes and Tsunamis*, S1-2-13, Phuket, Thailand.
31. Romano, F., S. Lorito, A. Piatanesi, A. Antonioli, D. L. George, and K. Hirata, 2008: Rupture process of the September 25, 2003 Tokachi-Oki (Hokkaido, Japan) Mw 8.3 earthquake from joint inversion of tsunami waveform and GPS data, *Geophys. Res. Abstract*, vol.10, EGU2008-A-09629.
32. 林 豊・越村俊一・今村文彦, 2008: 日本沿岸で観測された 2006 年千島列島沖地震津波のコーダ部の挙動特性, *日本地球惑星連合 2008 年大会予稿集*, S148-P005.
33. Hayashi, Y., S. Koshimura, and F. Imamura, 2008: Characteristics of tsunami Coda observed in Japan due to the 2006 Kuril Island earthquake, *Abstracts of AOGS 5th Annual Meeting 2008*, OS18-A005.
34. Nakata, K., Y. Nishimae, K. Hirano, Y. Igarashi, Y. Hasegawa, 2008: Utilization of GPS buoy data for Tsunami Information of JMA, Programme and abstracts, *The 7th General Assembly of Asian Seismological Commission and The 2008 Fall meeting of Seismological Society of Japan*, Y3-238.

## 海洋における炭素循環の変動に関する観測的研究 II

研究期間： 平成 19 年度～平成 20 年度  
 研究代表者： 緑川 貴（地球化学研究部 第 2 研究室長）

### 研究担当者

（副課題 1）海洋表層における炭酸系の季節・経年変動の解明に関する研究  
 石井雅男、斉藤 秀、時枝隆之、笹野大輔、緑川 貴、松枝秀和

（副課題 2）海洋内部の生元素の変動の研究  
 廣瀬勝己、緑川 貴、青山道夫

### 研究の目的

本研究では、海洋による CO<sub>2</sub> 吸収の動向を把握し、ひいては温暖化予測の精度向上に資するため、海洋における炭素循環の変動の実態と要因に関する知見を得ることを目的とする。

国際的な研究分担として、北太平洋西部などの海域における炭酸系および関連物質（栄養塩や溶存酸素など）の時空間変動を観測により把握し、気候変動に伴う海洋炭素循環の変動、人為起源 CO<sub>2</sub> の蓄積状況、海洋表層の酸性化、および炭素循環に密接に関連する物質循環の変動の解明に重点を置いて研究する。

### 研究の到達目標

第 I 期（平成 16～18 年度）に引き続き、北太平洋西部などの海域で炭酸系および関連する栄養塩等の各層観測を実施して高品質データを取得し、季節変動や数年スケールの気候変動に伴う海洋炭酸系の変動の実態を正確に把握するとともに、その変動の原因となる気候要素や生物地球化学あるいは生態学的な要因を解明することを目標とする。

### 研究計画の概要

- ・第 I 期（平成 16～18 年度）に引き続き、北太平洋西部の東経 137 度や東経 165 度などの観測点において、炭酸系および関連物質の各層観測を実施して高品質データを取得し、他機関データも加え、海洋表層における炭酸系の季節変動およびその経年変動の実態を把握する。また、水温・塩分および CFCs データの解析から海洋循環の変動の寄与を、溶存酸素、栄養塩、pH およびアルカリ度等のデータの解析から生物活動の変動の寄与を評価して、炭酸系の変動との関連を調査するとともに、様々な海域における人為起源 CO<sub>2</sub> の蓄積速度を評価する。
- ・P1 (49N) および P14 (175E) の世界海洋循環実験 (WOCE) 再観測において、標準物質の使用により comparability (コンパラビリティ) を確保した栄養塩の観測を実施し、これまでの観測結果との比較解析を行う。また、2006 年に実施した国際比較実験の結果を取りまとめ、標準に関する国際会議『第 11 回生物・環境標準に関する国際シンポジウム』で公表等を行い、栄養塩国際スケールの確立に向けた国際活動を行う。

### 主な研究成果・目標の達成状況

本研究では、炭酸系の研究グループと生元素（栄養塩や生物起源の粒子など炭酸系に関連する要素）の研究グループが協力して海洋観測を実施し、取得した観測データの解析にあたった。本研究の 2 年間で取得した炭酸系および栄養塩などの観測データと過去データも活用して、各要素の季節変動、年々変動および長期的変動のシグナルを検出し、その変動と気候要素との関連性について検討することができた。特に、人為起源 CO<sub>2</sub> 蓄積の見積りにおいて地球温暖化予測にとって不確実性の原因となる「自然的要因による海洋 CO<sub>2</sub> 変動」を溶存酸素濃度の変動に基づいて評価するための、全炭酸と溶存酸素の変動の関係を明らかにすることができた。これらの解析結果を活用して、炭素循環変動の診断的解析手法の開発につなげて行く道筋ができた。

各航海での海洋観測の実施およびデータの取得を計画どおりに行い、過去データに遡って品質評価を実施して、順次データセットの公開を進めている。これまでの各層時系列観測データの解析から、海洋表層における全炭酸インベントリの季節・経年変動の評価を行い、窒素固定の寄与について定量

的な見積りを行うことができた。また、海洋表層の酸性化の状況を把握するなど、当初設定した研究目標は概ね達成された。

海水中栄養塩データのコンパラビリティを確保するための研究の一環として、栄養塩標準の第2回国際共同実験の結果を取りまとめて出版するとともに、第3回国際共同実験の実施を計画通りに進めることができた。さらに、北太平洋深層水中の栄養塩濃度変動について取りまとめ、国際シンポジウムで発表するなど、研究目標は順調に達成されつつある

文部科学省地球観測システム構築推進プラン「海洋中二酸化炭素の次世代分析装置の開発」(H17-19)で開発し、本研究でさらに改良を進めてきた二酸化炭素分析システムが、平成21年度に気象庁観測船凌風丸と啓風丸両船に装備され、現業観測にも活用されることになった。

東経137度、東経165度それぞれ南北に長い観測線に沿った海洋各層の二酸化炭素の高頻度な定期観測は世界的に類を見ず、海洋内におけるCO<sub>2</sub>増加を季節スケールの分解能の時系列データによって示すことができた意義は大きい。

国内では連携拠点(温暖化分野)、国際的には北太平洋海洋科学機関(PICES)の炭素・気候部会を通じて、海洋研究開発機構や米国海洋大気局はじめ内外の機関と太平洋の海洋内CO<sub>2</sub>データの統合活動を開始しており、統合したデータベースは、IPCC第5次評価報告書などの作成に貢献すべく、過去10年~20年の海洋におけるCO<sub>2</sub>動態の解析や数値モデルの検証と改良に役立てられる。

本研究による標準に関する国際会議(第11回生物・環境標準標準に関する国際シンポジウム)でワークショップを開催して、栄養塩の標準物質調製や分析法のマニュアルの作成、栄養塩標準物質の長期保存性のチェック体制や大西洋版標準物質の調製などに関する協力の枠組みを構築できた。

本研究における国際比較実験の実施などの成果が認められて、ユネスコ/政府間海洋学委員会(IOC)の第25回総会(平成21年6月開催)に対して、「栄養塩の国際的なcomparabilityを確立するための研究グループ」を設立する提案を行なうことがIOCの事務総長の決定により承認され、議論されることとなった。承認されれば、本研究グループの活動において気象研究所は中心的な役割を担うこととなる。本研究における国際比較実験の実施などの活動が契機となって、産業技術総合研究所の計量標準総合センターは、海水ベースの栄養塩標準認証を平成20年度に行うことを決定した。

過去に国際的な海洋学の分野(例:IOC-IAEA-UNEPの1991,1992年のワークショップ)で必要だと認識されていたが実現できていなかった「栄養塩の国際スケールと実体標準」が、本研究の成果で実現可能になろうとしている。このことは、気候変動研究において人為起源CO<sub>2</sub>の海水中の蓄積等を評価するための大きな進歩である。

### 成果の活用に対する意見(事後評価の総合所見)

海洋の全炭酸、栄養塩濃度について世界で最も高精度のデータを提供することができた点は高い評価に値する。全炭酸については、海洋の中層にも人為起源の炭素が蓄積されていることを直接観測から明らかにした点、海水の酸性化に関してpHの直接測定で、海洋の酸性化の兆候を検知することを可能にした点、さらに栄養塩に関しては世界の海洋化学を先導して、標準物質の開発に目処をつけた点が高く評価できる。

観測・測定結果をデータセットとして取りまとめるだけに終わりやすい分野であって、対象とする物質の変動を解析し、その要因を解明して優れた成果を上げるとともに、気象業務や国際共同実験に貢献したことは極めて高く評価できる。

また、研究成果が査読論文として適切にまとめられている点も、本研究は非常に優れた研究であった判断する。

今後の取り組みとしては、海洋内部の物質の変動のモニタリングは地球観測連携拠点(温暖化分野)やPICESを通じて今後も継続すべきでもであり、他の観測研究グループ、モデル研究グループとより一層の連携・協力をはかり、海洋炭酸系の経年変動のプロセス解明や気候変動との関連についての研究を進め、普遍性を高めるとともに、品質管理のマニュアル化・自動化を推進してもらいたい。

### 成果発表状況

- ・印刷発表件数 12件
- ・口頭発表件数 18件

### (副課題1) 海洋表層における炭酸系の季節・経年変動の解明に関する研究

#### 副課題の到達目標

##### ①各層時系列観測データの取得と公開

- ・季節変動およびその経年変動を把握するため、北太平洋西部、赤道域等において炭酸系および関連物質の各層時系列観測を継続して実施し、データを取得する。国際的な海洋 CO<sub>2</sub> データの統合と全球的なデータベース構築に貢献するため、観測データを品質管理した上でデータセットにまとめて公開し、データの相互利用を促進すると共に、将来のモデル化の基礎に資する。

##### ②海洋炭酸系の経年変動プロセスの解明

- ・海洋内部の炭素循環は、表層の物理過程の変動とこれに関連した生物地球化学的諸過程の変動に伴って年々大きく変動することから、こうした短期的な変動の要因を解析して、より長期的な変動の把握とその要因の解明に重点を置いて研究する。

#### 副課題の概要

##### ①時系列各層観測データの取得と公開

- ・第 I 期 (平成 16~18 年度) に引き続き、北太平洋西部の東経 137 度や東経 165 度などの観測点において、炭酸系および関連物質の各層観測を実施して高品質データを取得する。
- ・上記の時系列各層観測データを品質管理した上でデータセットにまとめて公開するとともに、他機関のデータを収集して変動の解析に資する。

##### ②海洋炭酸系の変動の実態把握と要因の評価

- ・上記時系列データを用いて、海洋表層における炭酸系の季節変動およびその経年変動の実態を把握する。
- ・各時間スケールの変動について、水温・塩分および CFCs データの解析から海洋循環の変動の寄与を、溶存酸素、栄養塩、pH およびアルカリ度等のデータの解析から生物活動の変動の寄与を評価して、炭酸系の変動との関連を調査する。
- ・上記の解析結果に基づき、様々な海域における人為起源 CO<sub>2</sub> の蓄積速度を評価する。

#### 副課題の成果

##### ①各層時系列観測データの取得と公開

- ・季節ごとの各航海で海洋観測を計画どおりに実施し、データを取得した。
- ・平成 4 年以後に取得した炭酸系、溶存酸素及び栄養塩等の観測データについて、統計的手法や海洋学的考察を駆使して品質評価を実施した。
- ・平成 4 年から 17 年度までに気象研が気象庁観測船で採水した全炭酸濃度や pH の高精度データを含むデータセットを完成させて温室効果ガス世界資料センターに送付した。これにより、同センターから公開できるようになった。

##### ②海洋炭酸系の経年変動プロセスの解明

- ・東経 137 度及び東経 165 度の各層観測点における溶存酸素及び全炭酸濃度の鉛直分布の季節変動とその年々変動の変動幅を把握し、両者の関係を明らかにすることができた。
- ・亜熱帯域北西部における海水中全炭酸濃度の変動の解析から、人為起源 CO<sub>2</sub> の蓄積による濃度増加の寄与分と生物分解による寄与分を溶存酸素濃度の変動データに基づいて分別することができた。一方、溶存酸素と全炭酸の両分布の季節変動に不自然な対応も見出され、今後、溶存酸素濃度の変動に関するこれまでの定説を検証する必要があることがわかった。
- ・東経 137 度・北緯 30 度の解析では、海水中の炭素蓄積に関して表層の窒素固定細菌の活動や、亜表層 125-150m 付近における有機物分解が重要であることがわかった。
- ・過去の観測データとの比較から、大気に応答した海洋表層炭酸系の長期的な増加傾向や海洋酸性化の進行状況に関して取りまとめることができた。
- ・時系列 CFCs データに基づいて、東経 165 度の亜表層・中層水の水塊年齢とその変動について評価し、各層の水塊形成量の増減に関する知見を得た。

## (副課題2) 海洋内部の生元素の変動の研究

### 副課題の到達目標

- ① 栄養塩標準の国際比較実験の取りまとめと国際スケールの確立
  - ・ 海中の生元素の観測データにおける **comparability** を確保し、海洋中の生元素の変動を理解するために、栄養塩測定標準試料による国際スケールの確立を目指すとともに標準試料の世界的な普及に寄与する。
- ② 海盆規模での物質循環の長期的変動の解明
  - ・ 北太平洋における生元素（栄養塩など）の時空間変動を明らかにし、その変動要因についての知見を得ることを目標とする。

### 副課題の概要

- ① 栄養塩標準の国際共同実験の取りまとめと国際スケールの確立
  - ・ 気象研究所等で開発した栄養塩標準試料を用いて 2006 年に実施した国際比較実験の結果を取りまとめ、標準に関する国際会議（第 11 回生物・環境標準標準に関する国際シンポジウム）で公表するとともに、技術報告として出版する。
  - ・ 日本海洋学会、分析化学会などでの学会発表を通しての情宣活動や国際的なワークショップ等において国際スケール確立のための提言を行う。
- ② 海盆規模での物質循環の長期的変動の解明
  - ・ 2007 年に計画されている P1 (49N) および P14 (175E) の WOCE 再観測において、標準物質の使用により **comparability** を確保した栄養塩の観測を実施し、1985、2002 年 (P1) もしくは 1992 年 (P14) の観測結果との比較解析を行う。
  - ・ サブ課題 1 の炭酸系の時系列観測において、標準物質を用いた栄養塩の観測を実施し、サブ課題 1 におけるデータ解析のために **comparability** の取れた栄養塩の分析値を提供するとともに、本サブ課題での解析に使用する。
  - ・ これらの結果とこれまでに北太平洋で 5~15 年間隔で行われた縦・横断面の観測結果を総合的に解析して、栄養塩などの物質循環の時空間変動を明らかにし、検出した物質循環の変動と海洋循環との関連性などについて検討する。

### 副課題の成果

- ① 栄養塩標準の国際共同実験の取りまとめと国際スケールの確立
  - ・ 2006 年に実施した栄養塩標準国際共同実験の結果について気象研究所技術報告に取りまとめ、2008 年 12 月に出版することができた。
  - ・ 栄養塩標準の第 3 回国際共同実験を計画通りに実施することができた。国際共同実験のデータは集まり、解析を行なっている。
- ② 海盆規模での物質循環の長期的変動の解明
  - ・ P1 (49N) および P14 (175E) の WOCE 再観測において、標準物質の使用により **comparability** を確保した栄養塩の観測を計画通りに実施することができた。
  - ・ 1980 年代および 1990 年代の航海と 2000 年代の航海で取得された栄養塩データを統合して、航海間の補正を行って太平洋全体の整合性を計り、各年代間の比較可能なデータセットを作成することができた。
  - ・ 南北太平洋の深層水における 1980-1990 年代から 2000 年代にかけての硝酸塩及びケイ酸塩の年平均変化率を見積もり、深層水の流れの上流側と下流側で正反対の濃度の変化傾向を検出することができた。
  - ・ 上記解析から、栄養塩濃度の南北勾配の低下傾向を検出し、長期的に南極海から北太平洋への栄養塩の輸送量が低下している可能性を見出した。
  - ・ 海洋における生物生産を制限する微量金属元素（特に鉄）について、化学モデルに基づき海洋にお



ける溶存状態と銅イオンとの競争反応との関連から、生物に対する役割を議論した結果、海洋表層では、銅イオンとの競争反応により、鉄が低濃度になっている可能性があることを明らかにすることができた。

#### 成果発表一覧

##### 1. 査読論文

1. Lee, S., T. Hama, M. Ishii, S. Saito, K. Yanagi, 2008: Spatial and temporal changes in the concentration of various phosphorus pools and their possible biogeochemical roles in the oligotrophic subtropical western North Pacific, *Journal of Geophysical Research*, **113**, C03017, doi:10.1029/2007JC004330.
  2. Christian, J. R., R. A. Feely, M. Ishii, R. Murtugudde, X. Wang, 2008: Testing an ocean carbon model with observed sea surface pCO<sub>2</sub> and DIC in the tropical Pacific Ocean, *Journal of Geophysical Research*, **113**, C07047, doi:10.1029/2007JC004428.
  3. Nemoto, K., T. Midorikawa, A. Wada, K. Ogawa, S. Takatani, H. Kimoto, M. Ishii, H. Y. Inoue, 2009: Continuous observations of atmospheric and oceanic CO<sub>2</sub> using a moored buoy in the East China Sea: Variations during the passage of typhoons. *Deep-Sea Research II*, **56**, 542-553.
  4. Ishii, M., H.Y. Inoue, T. Midorikawa, S. Saito, T. Tokieda, D. Sasano, A. Nakadate, K. Nemoto, K., N.Metzl, C.S. Wong, R.A. Feely, 2009: Spatial variability and decadal trend of the oceanic CO<sub>2</sub> in the western equatorial Pacific warm/fresh water. *Deep-Sea Research II*, **56**, 591-606.
  5. Takahashi, T., S.C. Sutherland, R. Wanninkhof, C. Sweeney, R.A. Feely, D.W. Chipman, B. Hales, G. Friederich, F. Chavez, C. Sabine, A. Watson, D.C.E. Bakker, U. Schuster, N. Metzl, H.Y. Inoue, M. Ishii, T. Midorikawa, Y. Nojiri, A. Körtzinger, T. Steinhoff, M. Hoppema, J. Olafsson, T.S. Arnarson, B. Tilbrook, T. Johannessen, A. Olsen, R. Bellerby, C.S. Wong, B. Delille, N.R. Bates, H.J.W. de Baar, 2009: Climatological mean and decadal change in surface ocean pCO<sub>2</sub>, and net sea-air CO<sub>2</sub> flux over the global oceans, *Deep-Sea Research II*, **56**, 554-577.
  6. Aoyama, M., H. Goto, H. Kamiya, I. Kaneko, S. Kawae, H. Kodama, Y. Konishi, K. Kusumoto, H. Miura, E. Moriyama, K. Murakami, T. Nakano, F. Nozaki, D. Sasano, T. Shimizu, H. Suzuki, Y. Takatsuki, A. Toriyama, 2008: Marine biogeochemical response to a rapid warming in the main stream of the Kuroshio in the western North Pacific. *Fisheries Oceanography*, **17**(3), 206-218, doi: 10.1111/j.1365-2419.2008.00473.x.
  7. Aoyama, M., S. Becker, M. Dai, H. Daimon, L. I. Gordon, H. Kasai, R. Kerouel, N. Kress, D. Masten, A. Murata, N. Nagai, H. Ogawa, H. Ota, H. Saito, K. Saito, T. Shimizu, H. Takano, A. Tsuda, K. Yokouchi, A. Youenou, 2007: Recent comparability of Oceanographic Nutrients Data: Results of a 2003 Intercomparison Exercise using Reference Materials. *Analytical Science*, **23**, 1151-1154.
  8. Hirose, K., 2007: metal-organic matter interaction: ecological roles of ligands in oceanic DOM. *Applied Geochem.*, **22**, 1636-1645.
2. 査読論文以外の著作物（翻訳、著書、解説）
1. 松枝秀和・石井雅男, 2007: 気象研究所における二酸化炭素の研究観測. *気象研究ノート*, **215**, 34-35.
  2. 石井雅男, 2008: 二酸化炭素を吸収する海、その酸性化について. *船と海上気象*, **52**(1), 12-13.
  3. Saito, S., M. Ishii, T. Midorikawa, H. Y. Inoue: Precise Spectrophotometric Measurement

- of Seawater pHT with an Automated Apparatus using a Flow Cell in a Closed Circuit, *Technical Reports of the Meteorological Research Institute*, in press.
4. Aoyama, M., J. Barwell-Clarke, S. Becker, M. Blum, E.S. Braga, S. C. Coverly, E. Czobik, I. Dahllöf, M. H. Dai, G. O. Donnell, C. Engelke, G. C. Gong, Gi-Hoon Hong, D. J. Hydes, M. M. Jin, H. Kasai, R. Kerouel, Y. Kiyomono, M. Knockaert, N. Kress, K. A. Kroglund, M. Kumagai, S. Leterme, Yarong Li, S. Masuda, T. Miyao, T. Moutin, A. Murata, N. Nagai, G. Nausch, M. K. Ngirchchol, A. Nybakk, H. Ogawa, J. van Ooijen, H. Ota, J. M. Pan, C. Payne, O. Pierre-Duplessix, M. Pujo-Pay, T. Raabe, K. Saito, K. Sato, C. Schmidt, M. Schuett, T. M. Shammon, J. Sun, T. Tanhua, L. White, E.M.S. Woodward, P. Worsfold, P. Yeats, T. Yoshimura, A. Youénou, J. Z. Zhang, 2008: 2006 Inter-comparison Study of a Reference Material for Nutrients in Seawater, *Technical Reports of the Meteorological Research Institute*, No.58, pp104, Tsukuba.
3. 口頭発表
1. Ishii, M., 2007: National Activity Report of Japan, IOC/UNESCO Surface Ocean CO<sub>2</sub> Variability and Vulnerability Workshop report, *IOCCP report*, 7, 84-88.
  2. 緑川貴, 石井雅男, 中野俊也, 根本和宏, 神谷ひとみ, 中舘明, 吉川久幸, 2007: 北太平洋西部熱帯域における CO<sub>2</sub>分圧の変動要因. *2007年度日本海洋学会秋季大会講演要旨集*, 315.
  3. 高村友海, 石井雅男, 緑川貴, 吉川久幸, 2007: 北太平洋中緯度域における pCO<sub>2</sub>変動及び CO<sub>2</sub>フラックス. *2007年度日本海洋学会秋季大会講演要旨集*, 316.
  4. 時枝隆之, 石井雅男, 斎藤秀, 笹野大輔, 緑川貴, 中舘明, 2007: CFC 年齢による西部北太平洋の海洋循環変動と人為起源二酸化炭素蓄積量の評価. *2007年度日本海洋学会秋季大会講演要旨集*, 318.
  5. 大森裕子, 濱健夫, 石井雅男, 斎藤秀, 2007: 西部北太平洋域における海洋腐植物質の分子量分布の鉛直プロファイル. *2007年度日本海洋学会秋季大会講演要旨集*, 332.
  6. 吉川久幸・高村友海, 石井雅男・緑川貴, 中舘明, 村田昌彦, 2007: 亜熱帯海域における表層炭酸系の時間変動について. *2007年度日本海洋学会秋季大会講演要旨集シンポジウム「太平洋亜熱帯海域の大気組成と海洋起源物質」—島嶼大気定点観測と海洋観測との接点を探る—*.
  7. 石井雅男, 斎藤秀, 時枝隆之, 笹野大輔, 緑川貴, 中舘明, 神谷ひとみ, 高村友美, 吉川久幸, 小野智志, 大森裕子, 李相均, 濱健夫, 2007: 本州南方の亜熱帯域表層における炭素循環の季節変化とその要因. *2007年度日本海洋学会秋季大会シンポジウム「太平洋亜熱帯海域の大気組成と海洋起源物質」—島嶼大気定点観測と海洋観測との接点を探る—*.
  8. Tokieda, T., M. Ishii, S. Saito, D. Sasano, T. Midorikawa, A. Nakadate, 2007: Evaluation of changes in ocean circulation and anthropogenic CO<sub>2</sub> storage based on CFCs age in the western North Pacific. *Marine Science Organization Sixteenth Annual Meeting Program abstract*, 28-29.
  9. Ishii, M., T. Tokieda, S. Saito, D. Sasano, T. Nakano, T. Midorikawa, A. Nakadate, H. Kamiya, 2008: Trend of DIC increase in the western North Pacific along P9 and P13, *Abstract of 2008 Ocean Sciences Meeting*.
  10. Ishii, M., T. Midorikawa, S. Saito, T. Tokieda, D. Sasano, A. Nakadate, H. Y. Inoue, 2008: Trend of Acidification in the western North Pacific. *2nd Abstract of the Symposium on the Ocean in High-CO<sub>2</sub> World*, 62.
  11. 緑川貴, 和田章義, 根本和宏, 小川完, 高谷祐吉, 石井雅男, 吉川久幸, 2008: 台風の通過が引き起こす海洋表層炭素循環の変動. *2008年度日本海洋学会春季大会講演要旨集*, 324.
  12. 緑川貴, 石井雅男, 斎藤秀, 時枝隆之, 笹野大輔, 中舘明, 吉川久幸, 2008: 北太平洋西部における海洋表層炭酸系の変化傾向. *2008年度日本地球化学会第55回年会講演要旨集*, 2F08.
  13. 時枝隆之, 石井雅男, 斎藤秀, 緑川貴, 中舘明, 2008: 北太平洋移行領域の直接通気層の経

- 年変動性. *2008年度日本地球化学会第55回年会講演要旨集*, 2F11.
14. 斉藤 秀, 石井雅男, 緑川貴, 笹野大輔, 中舘 明, 齊藤一浩, 2008: 西部北太平洋亜熱帯域のpH減少傾向. *2008年度日本海洋学会秋季大会講演要旨集*, 342.
  15. 緑川貴, 石井雅男, 斉藤 秀, 時枝隆之, 笹野大輔, 中舘 明, 吉川久幸, 2008: 炭酸系データに基づいた海洋表層の酸性化の推定. *2008年度日本海洋学会秋季大会講演要旨集*, 343.
  16. Ota, H., M. Aoyama, A. Murata, Y. Arii, K. Fukuda, K. Sato, J. Hamanaka, 2007: Reference Material for Nutrients in Seawater (RMNS) on the Seawater Base. *BERM 11th International Symposium on Biological and Environmental Reference Materials*, TU-B06.
  17. Aoyama, M., T. Midorikawa, K. Hirose, 2007: Recent Comparability of the Nutrients Data in the world Ocean: Results of 2003 and 2006 RMNS Intercomparisons and an "International Nutrients Scale System (INSS) in Sea Water". *BERM 11 11th International Symposium on Biological and Environmental Reference Materials*, TU-B07.
  18. Aoyama, M., M. Fukasawa, T. Kawano, S. Kouketsu, Y. Kumamoto, A. Murata, K. Sato, H. Uchida, 2008: An increase of silicic acid and nitrate concentrations along the pathway of Lower Circumpolar Deep Water in the Pacific Ocean: results of snapshot comparisons. *International Symposium of Effects of Climate Changes on the World's Oceans*, S2.1-4601.

## 台風強度推定手法とその外的要因の評価に関する研究

研究期間：平成20年度

研究代表者：富樫正明<sup>1)</sup>（台風研究部長）、上野充<sup>2)</sup>（台風研究部 第一研究室長）

研究担当者

（副課題1）衛星データを用いた台風の強度推定法の高度化

別所康太郎、星野俊介（台風研究部）

（副課題2）台風の最適観測法の検討

中澤哲夫、別所康太郎、星野俊介（台風研究部）

（副課題3）日本に接近する台風の強雨・強風の実態解明

北畠尚子、楠研一、村田昭彦、益子渉、星野俊介（台風研究部）

（副課題4）台風初期値の改善と熱帯での実験環境の構築

上野充、國井勝（台風研究部）

（副課題5）波浪、海洋モデルの結合等による非静力学モデルの高度化

和田章義（台風研究部）、碓氷典久（海洋研究部）、高野洋雄（地球環境・海洋部 海洋気象情報室）

### 研究の目的

台風の進路予想は、近年の数値予報の向上により改善されつつあるものの、国民の生命、財産を台風による災害から守り、減災するためには、台風の進路予報の改善に加えて、台風の強度（強風、強雨）などに関する地域に即したきめ細かい防災情報が望まれている。

数年後には、計算機資源等の発達により、現状より数倍の高分解能の次期メソ数値予報モデルの運用が考えられている。その中で、台風に関する進路予報の改善及び台風強度の精度向上に資するため、特に台風の強度（強風、強雨）についてより高精度で的確な防災情報を国民に提供することができるように、独法後の中期計画では、台風強度に及ぼす外的要因に関する研究を進める。

このため、

- （1）観測点の少ない海洋上の台風予報の初期値改善のため、台風の強度について、その推定手法の高度化
- （2）台風を含む初期環境場の改善のために、台風の最適観測法の検討
- （3）台風に伴う強雨・強風構造の実態解明を行うことにより、モデルの問題点を抽出
- （4）台風の初期値改善手法そのものについての調査
- （5）波浪、海洋モデルの結合等による非静力学モデルの高度化

を行い、台風の強度予測の向上を図る。

このように、台風に関わる観測・解析・予報モデルの高度化を一体的に行うことにより、台風の予報精度向上のための両輪ともいえるべき初期値改善・モデル高度化という研究テーマが効率的に進めることができ、台風強度予測の向上が可能となる。

### 研究の到達目標

台風強度推定手法とその外的要因の評価に関する研究としてフェージビリティスタディを行い、今後数年間にわたる台風強度の精度向上に関する研究の礎とする。

### 研究計画の概要

- （1）観測点の少ない海洋上の台風予報の初期値改善のため、台風の強度について、その推定手法の高度化
- （2）台風を含む初期環境場の改善のために、台風の最適観測法の検討
- （3）台風に伴う強雨・強風構造の実態解明を行うことにより、モデルの問題点を抽出

<sup>1)</sup> 平成20年4月～8月、<sup>2)</sup> 平成20年8月～平成21年3月

- (4) 台風の初期値改善手法そのものについての調査  
 (5) 波浪、海洋モデルの結合等による非静力学モデルの高度化を行う。

### 主な研究成果

日本 (JMA) と米国 (JTWC) の台風の強度推定値の違いを、静止衛星画像から決定される Dvorak パラメータを用いて 1987 年から 2006 年までの 20 年間のデータについて調べた。北西太平洋では GMS 画像を用いることから同じ衛星画像を用いることとなるため、本来であれば Dvorak パラメータは同じ値になるはずであるが、90 年代および 2002 年から 2005 年に有為な差があることが判明した。

THORPEX 太平洋アジア地域観測計画 2008 (T-PARC2008) に参加することにより、台風周辺での環境場の把握を行なうことができた。MTSAT-2 のラピッドスキャンデータから、大気追跡風の解析を行なった。通常、現業で得られるものと比較して、台風の内部構造の情報をより詳細に得られる可能性があることがわかった。

日本本土に上陸した台風について、台風の地上風分布と、環境場と関連した台風の 3 次元構造との関係を明らかにした。また日本に接近した台風についてウインドプロファイラデータを使った解析を行い、壁雲周辺の気流構造を把握した。台風の発達過程を調査するため、非静力学モデルを用いて、熱帯から中緯度領域を含む領域で台風の再現シミュレーションを行った。台風における降水強化の機構について、雲解像モデルを用いたシミュレーションによって、雨水が雲水を捕捉する過程の重要性を確認した。

台風のメソ構造を予測するための数値モデルの出発点であるメソ解析中の台風構造の特徴を調べ、台風ボーガスについて改善すべき点を明らかにした。また、台風が熱帯域にある場合でもメソ同化実験や予報実験が行えるよう環境を整備した。

非静力学大気波浪海洋結合モデルを試験的に構築した。台風 Hai-Tang(2005) に対し、台風強度予測実験を予備実験として実施し、台風通過時に形成される局所的海面水温低下による台風中心気圧低下の抑制が波浪の効果よりも大きいことを確認した。また海洋環境場、暖水渦や冷水渦の分布が発達期における台風強度予測に影響を与えていることを示した。

### 今後に残された問題点

#### 副課題 (1)

日本と米国の台風強度推定値の差異が、Dvorak パラメータにあることが判明した。米国の推定値が大きい場合が多いが、なぜそうなのか、その理由については明確にできていない。両者の差が有意だった 2002 年から 2005 年のデータを用いて、QuikSCAT の海上風データからの推定値やマイクロ波の各周波数からの推定値などとの比較を行い、原因を調査する必要がある。

#### 副課題 (2)

今年度は大規模な観測をようやく終えることができた段階であり、解析はこれからである。今後、航空機観測から得られた台風周辺の環境場のデータが台風の進路予測にどのようなインパクトがあるかを調べる。また、ラピッドスキャンデータを現業の結果と比較する必要がある。

#### 副課題 (3)

台風による災害のほとんどは地上の強風と地上に達した降水によって発生する。しかし例えば上空の気流の構造と地上風分布を関連付けるメカニズムについては、スケールが小さくまた構造が事例によって多様であることもあり、十分解明されていない。これを解決するには、特に境界層を含む詳細な三次元分布の観測データを取得し解析を行って知見の蓄積を行うとともに、再解析データやモデルシミュレーション結果における構造との対比によって、環境場の影響を受けて変化した台風自体の構造とその内部の詳細な風・降水分布との関係を解明する必要がある。

台風のシミュレーションについては、現在は、事例的な調査を行っているが、今後は非静力学モデル (NHM) による台風シミュレーションの統計調査が行える実行環境を整備し、強度、進路、最大風速半径等の調査を行い、観測データ等との比較を行う必要がある。また、典型事例では高解像度化

等の実験も試行し、NHMを用いた台風強度予測の問題点を整理する必要がある。

#### 副課題（4）

ボーガス台風の熱力学構造とメソ解析で得られるものとの間に系統的な差異が存在する。また、現在の台風ボーガス作成法では最大風速半径に関する情報を取り込めない。これらの問題に対処するにはボーガス台風の熱力学構造を決めるパラメータを高解像度モデル用に最適化するとともに海面気圧の動径分布を決める経験式を改定する必要がある。それとともに擬似観測データとしての台風ボーガスの投入点の配置を最適化する必要がある。

#### 副課題（5）

試験的に構築された非静力学大気波浪海洋結合モデルの大気部分の物理過程は、現在気象庁/気象研究所等で幅広く利用されているモデルと比較して古いバージョンのものを使用しているため、今後は新しいバージョンのモデルと波浪・海洋混合層モデルとの結合作業を行う必要がある。大気-波浪間の物理量の交換に関して、海面状態を表す手法により、計算される台風の強度や構造が異なるという問題について、最適な手法を確立する必要があるものの、今年度は未着手であった。理想実験や現実的な台風強度予測実験内での感度実験を通じ、最適な手法を確立する必要がある。海洋環境場が台風強度予測に少なからず影響を与えることを研究成果として示した。このことに関連して、数日間の台風強度予測だけでなく、数年～10年スケールでの海洋環境場の変動と台風活動の関連について、調査を進める必要がある。

#### 成果発表状況

- ・論文発表件数 10件
- ・口頭発表件数 31件

#### （副課題1）衛星データを用いた台風の強度推定法の高度化

##### 副課題の到達目標

関連する各種衛星搭載マイクロ波センサーの観測データを収集し、現存の強度推定手法を適用して、統計解析・事例解析を行い、台風の強度予測の向上を図る。

##### 副課題の概要

- ・マイクロ波放射計・散乱計のデータを収集し、台風強度の指標の一つである台風域内の海上風速を求め、その比較を行う。
- ・マイクロ波センサーを用いた台風の強度推定について、マイクロ波放射計を用いた強度推定法について、これまでに作成した手法における問題点を整理し、その改良を行う。マイクロ波探査計を用いた強度推定法・温帯低気圧化判定法の開発を行う。Dvorak法の補完という観点から、マイクロ波から得られる情報とT数/CI数との関連についても調査する。

##### 副課題の成果

- ・TRMMのデータを用いて作成したマイクロ波放射計による強度推定法をAMSR-Eに拡張し、その精度の検証を気象衛星センターおよび太平洋台風センターと共同で行い、問題点を整理した。
- ・マイクロ波を用いた強度推定法との比較および補完対象としてのDvorak法による強度決定法を検証するため、1987年から2006年の20年間における気象庁とJTWCそれぞれによるDvorak法のパラメータの比較を行った。その結果、90年代半ばおよび2002年から2005年にかけて両者の間に有意な差がみられることがわかった。
- ・マイクロ波放射計・探査計・散乱計のデータを収集し、あわせて衛星による各種の台風強度推定手法の調査を行い、問題点を整理した。

#### （副課題2）台風の最適観測法の検討

##### 副課題の到達目標

台風周辺的环境把握に有効であり、予報改善にも資する最適観測法を機動観測・各種衛星等のデータを用いて検討する。現業用数値予報ルーチンの計算データなどから台風周辺的环境把握に有効なデ

ータを抽出する。20年度は T-PARC に参画することにより、これらについてのフィージビリティスタディを行い、台風の強度予測の向上を図る。

#### 副課題の概要

- ・ T-PARC (THORPEX 太平洋アジア地域観測計画、THORPEX Pacific Asian Regional Campaign) に参画することにより、これらについてのフィージビリティスタディを行う。

#### 副課題の成果

- ・ 8月下旬から10月初めまで北西太平洋で行なわれた T-PARC に参加し、台風第12号、13号、15号の3つの台風周辺で行われた小型ジェット機からのドロップゾンデ観測のデータの解析を通じて、台風周辺の環境場の把握を行なうことができた。
- ・ T-PARC観測期間中に行われたMTSAT2による15分間隔ならびに4分または7分間隔の衛星画像を用いた詳細大気追跡風データを算出し、MTSAT1Rで現業的に行われている大気追跡風データとの比較を行った。また、大気追跡風の計算時のパラメータを変更することによる計算結果の比較を行った。現段階ではまだ比較結果の検証中であるが、台風に特化した設定での風ベクトルの計算によって内部構造を現業データよりも詳細に捉えることができる可能性が示された。

### (副課題3) 日本に接近する台風の強雨・強風の実態解明

#### 副課題の到達目標

日本付近に接近した台風と、地形や季節変化などに依存した環境場との相互作用により生じる強雨・強風の分布に関するフィージビリティスタディを行う。また、可搬型レーダー等による観測を実施し、台風に伴う顕著現象の高解像度データと観測ノウハウの蓄積を行うと共に、現業観測等のデータの収集を行う。さらに、台風に伴う特に顕著な現象について、データ解析及び雲解像モデルを用いたシミュレーションによる雲物理的な降水強化機構などの予備調査を行う。これらにより、台風の強度予測の向上を図る。

#### 副課題の概要

- ・ 再解析データと観測データ等を用いて、日本付近に接近した台風の降水分布の特徴と、それに対する環境場の影響について予備調査を行う。
- ・ 関東周辺において可搬型ドップラー気象レーダーや GPS ゾンデによる台風観測を実施するなど、将来的な台風などの機動観測による観測ノウハウの蓄積を行い、また、現業用ドップラーレーダーやウィンドプロファイラを用いて、台風の詳細な構造に関する予備調査を行う。
- ・ 全球解析値から NHM を用いて台風のシミュレーションが行える環境を整備し、数事例実行する。
- ・ 台風に伴う特に顕著な現象について、データ解析及び雲解像モデルを用いたシミュレーションによる雲物理的な降水強化機構などの予備調査を行う。

#### 副課題の成果

- ・ 日本本土に上陸した70個の台風を観測による地上風分布で5種類に分類し、その三次元構造について再解析データを用いて調べた結果、それぞれのパターンについて台風自体の熱的構造や環境場の特徴が見られた。例えば中心付近で進路右側も含めて強風が吹くパターンは、やや傾圧性を持ち、降水は進路前方に偏る特徴を持っていた。また地上風の左右の非対称が強いパターンは、軸対称性が強い成熟期の台風の構造か、または傾圧性が強い温帯低気圧化末期の構造で非対称な降水分布を特徴としていた。
- ・ 台風の詳細な構造に関する予備調査として、延岡 WPR, 屋久島 WPR, 南大東島 WPR, 独立行政法人 情報通信研究機構 (NICT) のウィンドプロファイラを用い、日本付近に接近した複数の台風接近時の気流構造の初期解析を行った結果、壁雲周辺の気流構造を把握することができた。
- ・ 台風機動観測のための機動観測車の基本設計を行った。強風下の安定観測のためのレドーム付の可搬型ドップラー気象レーダー、ソーダーを搭載し、台風中心付近の微細構造や降水のない眼の領域の気流構造を捉えることが期待される。
- ・ 2008年台風第05号、2008年台風第15号を対象に、全球客観解析値を初期値・境界値にして、水平解像度5kmのNHMを用いたシミュレーションを行った。台風の発達過程を中心に今後調査してい

くため、熱帯から中緯度を含む領域で実験を行った。910hPaまで発達した2008年台風第15号に関しては、台風が熱帯域で発生する前（熱帯低気圧の段階）を初期値とした、5日積分の実験も行った。

- 雲解像モデルを用いたシミュレーションによってT0421における降水強化機構を明らかにするため、雲物理量を考慮した降水効率の計算を行い、雨水が雲水を捕捉する過程の重要性を確認した。

#### （副課題4）台風初期値の改善と熱帯での実験環境の構築

##### 副課題の到達目標

台風強度予測の観点からメソモデルなど高解像度予報モデルの初期値に表現された台風構造の妥当性を観測データや理論に照らし合わせて予備的に検証するとともに、熱帯域で台風のメソ同化実験および予報実験が行える環境を整備する。

##### 副課題の概要

- メソ解析に表現された台風のコア域構造について観測データや理論との整合性を調べる。
- 熱帯域で台風のメソ同化実験および予報実験が行える環境を整備する。

##### 副課題の成果

メソ解析に表現された台風のコア域構造を調べた。台風強度（中心気圧および最大風速）については台風がメソ解析領域の側面境界に近い所に位置している場合は気象庁ベストトラックに比較して明らかに強度が弱すぎる傾向がある一方、側面境界から十分離れた所では非常に強い台風を除き強度のバイアスは比較的小さいことが分かった。また、ベストトラックに比べ最大風速半径が系統的に大きいことが分かった。台風の中心軸は理論的予測に合致して高度とともに環境風の鉛直シアベクトルの左前方に傾斜しており、上層・下層中心間の距離は多くの場合メソ解析の格子間隔より大きかった。

熱帯域でメソ同化実験が行える環境を整備した。その際、熱帯域を対象とした背景誤差統計量の再計算を行い、中緯度帯で使用される地衡風バランスの仮定が成立しないことがわかったため、制御変数の変更を行った。この同化システムを用いて2008年のサイクロン・Nargisの事例について同化・予報実験を行ったところ、全球解析を初期値とした予報と比較して進路予報、強度予報ともに改善するという結果が得られた。これにより本システムの有効性が確認された。

#### （副課題5）波浪、海洋モデルの結合等による非静力学モデルの高度化

##### 副課題の到達目標

波浪、海洋モデルの結合等による非静力学モデルの高度化に必要な波浪モデルに関する情報と、波浪、海洋が台風強度予測に与える影響に関する知見を整理し、高度化した非静力学モデルによる台風強度予測の実施とその精度向上を図る。

##### 副課題の概要

- 非静力学大気海洋結合モデル、非静力学大気波浪結合モデルによる台風予測実験を実施し、その知見を踏まえて、非静力学大気波浪海洋結合モデルの開発に着手する。
- 非静力学大気波浪海洋結合モデル等による台風予測実験で使用する海洋再解析データを更新する。
- 非静力学大気波浪海洋結合モデルによる台風強度予測に関する知見・情報を整理する。

##### 副課題の成果

波浪・海洋モデルの結合により、非静力学モデル及び台風強度予測の高度化に資するため、以下の作業を実施することにより、非静力学大気モデルに第3世代波浪モデルと海洋混合層モデルを結合した非静力学大気波浪海洋結合モデルの試験版を構築した。

- 波浪モデルの単一モジュール化とMPI並列計算のためのプログラム改良。
  - 海洋混合層モデルにおけるエントレインメント率算出法の改善と、海面水温日変化の再現性向上のための海洋表皮層モデルの導入。
  - 計算速度向上のための最適化及び波浪モデルのNuSDASデータ形式での出力。
- この試験版結合モデルにより、台風Hai-Tang(2005)の発達期に対する数値実験を実施した。台風Hai-Tang通過時に形成される局所的な海面水温低下により、台風中心気圧の深まりは抑制された。一方で波浪モデルの台風中心気圧へのインパクトは、数値実験で使用する海洋初期値及び積分時間に



より、異なった結果となった。また数値実験の結果から、海洋環境場、暖水渦や冷水渦の分布が発達期における台風強度予測に影響を与えていた。台風 Hai-Tang(2005)による海洋への応答は、海洋環境場（初期値となる場）と台風の移動速度により、1次元の応答と3次元の応答に分かれることを海洋再解析データ、Argo データおよび海洋大循環モデルによる数値実験から示した。海洋初期値に関して、大気外力として JRA-25 を使用して、2007 年までの日別海洋再解析データを整備した。国内外における、波浪、海洋が台風強度予測に与える影響を調査した論文を収集し、その情報を整理した。

### 成果発表一覧

#### 1. 査読論文

1. Kitabatake, N., 2008: Extratropical transition of tropical cyclones in the western North Pacific: Their frontal evolution. *Mon. Wea. Rev.*, **136**, 2066-2090.
2. Kitabatake, N., 2008: Extratropical transition of Typhoon Tokage (0423) and associated heavy rainfall on the left side of its track over western Japan. *Papers in Meteorology and Geophysics*, **59**, 97-114.
3. Wada, A., and J. C. L. Chan, 2008 : Relationship between typhoon activity and upper ocean heat content. *Geophys. Res. Lett.*, **35**, L17603, doi:10.1029/2008GL035129.
4. Nakazawa, T. and S. Hoshino, 2009: Intercomparison of Dvorak parameters in the tropical cyclone datasets over the western North Pacific. *SOLA*, **5**, 33-36.
5. Nakazawa, T. and K. Rajendran, 2009: Interannual variability of tropical rainfall characteristics and the impact of the altitude boost from TRMM PR 3A25 data. *J. Meteor. Soc. Japan*, **87A**, in print.
6. Nemoto, K., T. Midorikawa, A. Wada, K. Ogawa, S. Takatani, H. Kimoto, M. Ishii, and H. Y. Inoue, 2009 : Continuous observations of atmospheric and oceanic CO<sub>2</sub> using the moored buoy in the East China Sea: Variations during the passage of typhoons. *Deep-Sea Research II*, in print, DOI: 10.1016/j.dsr2.2008.12.015.
7. Ueno, M., and M. Kunii, 2009: Some aspects of azimuthal wavenumber-one structure of typhoons represented in the JMA operational mesoscale analyses. (*J. Meteor. Soc. Japan*, accepted)
8. Wada, A., K. Sato, N. Usui, Y. Kawai, 2009: Comment on "The importance of pre-existing oceanic conditions to upper ocean response induced by Super Typhoon Hai-Tang" by Zheng Z.-W.C.-R. Ho and N.-J. Kuo. *Geophys. Res. Lett.*, in revision.
9. Wada, A., H. Niino, H. Nakano, 2009: Roles of Vertical Turbulent Mixing in the Ocean Response to Typhoon Rex (1998). *Journal of Oceanography*, in print.
10. Murata, A., 2009: A mechanism for heavy precipitation over the Kii Peninsula accompanying typhoon Meari (2004). *J. Meteor. Soc. Japan*, **87**, 101-117.

#### 2. 査読論文以外の著作物（翻訳、著書、解説）

1. 中澤哲夫, 2008: 台風のための双方向予報システムの構築に向けて, *天気*, 日本気象学会, **55(5)**, 374-378.
2. Ueno, M., 2008: On the phase and amplitude of shear-induced wavenumber-one convective asymmetry in the inner-core region of tropical cyclones, *CAS/JSC WGNE Research Activities in Atmospheric and Oceanic Modeling*, **38**, 5.25-5.26.
3. Wada, A., H. Niino, H. Nakano, 2008: Sensitivity of tuning parameters in a mixed-layer scheme to simulated sea surface cooling caused by a passage of a typhoon. *CAS/JSC WGNE Research Activities in Atmospheric and Oceanic Modeling*, **38**, 8.15-8.16.
4. Wada, A., N. Usui, H. Niino, 2008: The impact of oceanic observations on tropical cyclone intensity prediction in the case of Typhoon Namtheun (2004). *CAS/JSC WGNE Research Activities in Atmospheric and Oceanic Modeling*, **38**, 9.03-9.04.
5. Wada, A., H. Niino, 2008: Numerical experiments of intensification of an idealized typhoon-like vortex under various sea surface temperatures by a nonhydrostatic atmosphere-ocean coupled model. *CAS/JSC WGNE Research Activities in Atmospheric and Oceanic Modeling*, **38**, 9.05-9.06.

#### 3. 口頭発表

(1)国際会議・学会等での口頭発表件数：12 件

1. Nakazawa, T., 2008: 10-year Climatology of Tropical Rainfall Characteristics from TRMM Data. 28th Conference on Hurricane and Tropical Meteorology, *American Met. Soc. May 1*. Orlando, FL. <http://ams.confex.com/ams/pdfpapers/138046.pdf>
  2. Nakazawa, T., 2008: Eastward-moving cloud clusters in a super cloud cluster in January 2007. 28th Conference on Hurricane and Tropical Meteorology, *American Met. Soc. May 1*. Orlando, FL.
  3. Bessho, K., T. Nakazawa, and M. Ueno, 2008: Statistical analysis of surface wind distribution of typhoons on western North Pacific observed by scatterometer for 9-years. 28th Conference on Hurricane and Tropical Meteorology, *American Met. Soc. May 1*. Orlando, FL. 15B.2 <http://ams.confex.com/ams/pdfpapers/137995.pdf>
  4. Wu, C.-C., J. H. Chen, M. S. Peng, S. J. Majumdar, C. A. Reynolds, R. Buizza, M. Yamaguchi, S. D. Aberson, T. Nakazawa, K. H. Chou, S. G. Chen, and P. H. Lin: 2008: Inter-comparison of targeted observation guidances for tropical cyclones in the western North Pacific. 28th Conference on Hurricane and Tropical Meteorology, *American Met. Soc. May 1*. Orlando, FL. 7C.3
  5. Parsons, D., P. Harr, T. Nakazawa, S. Jones, and M. Weissmann: 2008: An overview of the THORPEX-Pacific Asian Regional Campaign (T-PARC) during August-September 2008. 28th Conference on Hurricane and Tropical Meteorology, *American Met. Soc. May 1*. Orlando, FL. 7C.7  
<http://ams.confex.com/ams/pdfpapers/138431.pdf>
  6. Nakazawa, T., 2008: Overview of T-PARC. *International Joint Workshop on Predictability and Observation Experiment in Korea (ProbeX) and NWP*. November 13. Jeju, Republic of Korea.
  7. Nakazawa, T., 2008: Performance of JMA weekly ensemble forecast for Nargis. *The third workshop on high-resolution and cloud modeling - tropical cyclones and climate*. December 4. Honolulu, U. S. A.
  8. Nakazawa, T., 2008: T-PARC: A new direction for typhoon research/forecast. *International workshop on advanced typhoon and flood research*. December 18. Taipei.
  9. Nakazawa, T., 2008: Targeted observation for tropical cyclones during T-PARC 2008. *Collection of Abstracts of The 2nd THORPEX-Asia Science Workshop*, 85.
  10. Ueno, M., 2008: Numerical study on the effect of ambient vertical wind shear on the inner-core asymmetry and vertical tilt of typhoon vortex. *AOGS2008* (16 June, Busan Exhibition & Convention Center, Busan, Korea)
  11. Bessho, K., T. Nakazawa and M. Weissmann, 2009: Operation of Falcon in T-PARC and Its First Results. *Collection of Abstracts of The 2nd THORPEX-Asia Science Workshop*, 85.
  12. Nakazawa, T., D. Parsons and T. Komori, 2009: Weekly ensemble prediction of Nargis at JMA. *The first international conference on Indian Ocean tropical cyclones and climate change*. March 8. Muscat, Oman.
- (2)国内会議・学会等での口頭発表件数：19件
1. 星野俊介・中澤哲夫, 2008: 1987年以降の気象庁とJTWCのドボラック法による台風強度推定の比較. *日本気象学会2008年春季大会予稿集* P123. 5月18日. 横浜.
  2. 中澤哲夫・Kavirajan Rajendran, 2008: TRMM降水変動 高度変更の影響か年々変動か?. *日本気象学会2008年春季大会予稿集* B157. 5月18日. 横浜.
  3. 沖理子・清水収司・可知美佐子・岡本謙一・井口俊夫・中村健治・中澤哲夫, 2008: 熱帯降雨観測衛星 (TRMM) の概要と10年間の成果. *日本気象学会2008年春季大会予稿集* B151. 5月18日. 横浜.
  4. 北島尚子・中澤哲夫, 2008: 週間アンサンブル予報における台風進路に対する環境場の影響. *日本気象学会2008年春季大会予稿集* B301. 5月20日. 横浜.
  5. 山口宗彦・中澤哲夫, 2008: T-PARCにおける台風機動観測と感度解析. *日本気象学会2008年春季大会予稿集* B305. 5月20日. 横浜.
  6. 別所康太郎・中澤哲夫・上野充, 2008: 8年間の散乱計観測による台風域内の海上風分布の統計解析. *日本気象学会2008年春季大会予稿集* B306. 5月20日. 横浜.

7. 本山龍也・佐藤均・新保明彦・徳広貴之・釜堀弘隆・重尚一・高藪縁・尾瀬智昭・中澤哲夫, 2008: 気象庁1ヶ月アンサンブル予報モデルによるMJOに伴う鉛直加熱率とTRMM, JRA-25との比較. 日本気象学会2008年春季大会予稿集 C403. 5月21日. 横浜.
8. 中澤哲夫, 2008: サイクロンNargisの経路の特異性. 日本地球惑星科学連合2008年大会 緊急ポスターセッション 水文/気象-7 5月26日. 幕張.
9. 中澤哲夫・酒井亮太・小森拓也, 2008: 気象庁週間アンサンブル予報データのNargis予報結果について. 日本気象学会2008年秋季大会予稿集 B306. 11月21日. 仙台.
10. 北島尚子, 藤部文昭, 2008: 日本本土に上陸した台風の地上風分布と三次元構造. 日本気象学会2008年度秋季大会講演予稿集, D177.
11. 別所康太郎, 2008: 8年間の散乱計観測による台風域内の海上風分布の統計解析. 日本気象学会2008年度春季大会講演予稿集, B306.
12. Nakazawa, T., 2008: Overview of T-PARC in 2008. 第13回日米気象技術交流会. 11月25日. 東京
13. Bessho, K., 2008: Operation of Falcon in T-PARC and its first results. 第13回日米気象技術交流会. 11月25日. 東京
14. 中澤哲夫・酒井亮太・小森拓也, 2008: サイクロンNargisのミャンマー上陸予測について. 平成20年度京都大学防災研究所一般共同利用研究集会 12月17日. 京都.
15. 別所康太郎, 2008: 台風特別観測実験T-PARC の概要. 平成20年度京都大学防災研究所一般共同利用研究集会 (20K-06) 「台風災害を防ぐ -気象学・風工学・土木学・災害学の間に橋を架ける-」
16. 和田章義, Johnny, C. L. Chan, 碓氷典久: 海洋貯熱量変動に見られる台風活動モードと台風経路の関係. 日本気象学会2008年秋季大会講演予稿集, P198
17. 和田章義, Johnny, C. L. Chan, 松本聡: 北西太平洋海域における海洋貯熱量と台風活動の経年変動・相互作用. 日本海洋学会2008年春季大会講演要旨集, P207
18. 上野充, 2008: 数値モデルで得られた台風中心軸の傾斜と気温変化(続報). 日本気象学会2008年度春季大会講演予稿集, C408.
19. 上野充・國井勝, 2008: 台風検証データとしての気象庁メソ解析利用の試み. 日本気象学会2008年度秋季大会講演予稿集, D110.

## 海洋環境モデル・同化システムの開発と海洋環境変動機構の解明に関する研究 —フィージビリティ・スタディー—

研究期間： 平成 20 年度  
研究代表者： 石崎 廣 (海洋研究部)

### 研究担当者

#### (副課題 1) 海洋環境モデルの開発に関する研究

辻野博之、石崎廣、本井達夫、山中吾郎、平原幹俊、中野英之、松本聡 (海洋研究部)、安田珠幾、小畑 淳 (気候研究部)、緑川 貴、石井雅男、笹野大輔 (地球化学研究部)

#### (副課題 2) 海洋環境同化システムの開発に関する研究

藤井陽介、蒲地政文、碓氷典久、松本聡、鳥山暁人 (海洋研究部)、石崎士郎、今泉孝男 (地球環境・海洋部)

#### (副課題 3) 海洋環境変動機構の解明に関する研究

本井達夫、石崎廣、山中吾郎、平原幹俊、辻野博之、中野英之、蒲地政文、碓氷典久、松本聡 (海洋研究部)、安田珠幾、小畑淳 (気候研究部)、緑川貴、石井雅男、時枝隆之 (地球化学研究部)

#### (副課題 4) 日本近海監視・予測システムに関する研究

蒲地政文、本井達夫、辻野博之、中野英之、碓氷典久、松本聡、和田章義 (台風研究部)、今泉孝男、石崎士郎 (地球環境・海洋部)

### 研究の目的

独法中期計画課題 (研究目的：海洋環境変動の解析・監視・予報体制の強化を行う為に、海洋環境モデル・同化システムの開発、日本近海監視・予測システムの開発、及び海洋環境変動機構の解明を行う。)の為にフィージビリティ・スタディーを行う。

### 研究の到達目標

独法化後 (平成 21 年度以降) 本格的に取り組む中期計画課題に対してフィージビリティ・スタディーとして、課題自体の目的・目標の妥当性を評価して長期展望を模索する。また、各副課題ごとに中心となる研究項目を取り上げ、予備実験・調査及びそれらの初歩的解析を通してスキームの開発・改良を行うことにより、本格的な研究開始に備えるとともに、一部は開始する。

### 研究計画の概要

海洋研究部では、従来、5 年毎の一般経常研究を重ねて、海洋モデル開発と海洋データ同化手法の開発を別課題として継続してきた。しかし、独立行政法人化を一年後に控え、今後とも気象庁の海洋関連業務に貢献し、また、関係する種々の現象の解析研究を継続・発展させるためには、これらを統合してより緊密な研究体制を構築するとともに、関連する他研究部の研究者の参加も仰いでより広範な研究ニーズをカバーする必要性に迫られている。このような状況の下に独法化後の中期計画課題として「海洋環境モデル・同化システムの開発と海洋環境変動機構の解明に関する研究」を立ち上げた。

本研究は、中期計画課題に対するフィージビリティ・スタディーとして、中期計画課題自体の目的・目標の妥当性を評価して長期展望を模索する。また、各副課題ごとに中心となる研究項目を取り上げ、予備実験・調査及びそれらの初歩的解析を通してスキームの開発・改良を行うことにより、本格的な研究開始に備えるものである。サブ課題間の構造は中期計画のものと同じであり、従来に加えて物質循環も含む海洋環境モデル開発と海洋環境データ同化手法の開発はそれぞれサブ課題 1 とサブ課題 2 で行い、それぞれの計算結果や同化結果を用いた解析をサブ課題 3 で、また、沿岸防災関係への展開として日本近海監視・予測システムの基礎を確立することをサブ課題 4 で行う。

### 主な研究成果

各サブ課題毎の具体的な成果は以下に示されるが、全体としてはほぼ予定どおりに実施された。中心課

題としてはサブ課題 1 では 2 つの国際標準実験の予備実験実施、全球渦解像モデル実験の着手、炭素を中心とする物質循環過程並びに物理素過程スキームの開発・改良、サブ課題 2 では一般化座標系に対する同化技術の開発、海氷モデルへの海氷データの同化手法開発、海洋漂流ブイ及び定置ブイデータに対する観測システム評価 (OSE) の実施、サブ課題 3 では上記 2 つのサブ課題によるデータの解析、サブ課題 4 では現在の新総合海洋解析システム (MOVE/MRI.COM-WNP) の高度化、特に、亜寒帯域における低温バイアスの低減、等であった。これらはいずれも実施され、次年度以降本格的に開始される 5 ヶ年計画の研究課題に対して、その目的・目標の妥当性を証明するとともに、以下に示されるような現在ある問題点を明示することにより、今後の追求すべき課題と方向性を明確にした。従って、本研究はフィージビリティ・スタディとして成功裏に終了したと考えられる。

### 今後に残された問題点

各サブ課題の具体的な問題点を以下に示す。

#### サブ課題 1

- ・来年度以降実施予定の実験の予備実験としては十分なものが実施できたものと考えられるが、CORE については、海洋モデル内ではほぼ完全に熱バランスした状態を得る実験を実施するまでには至らなかった。加速手法を用いて数千年分の計算を実施し、早急に熱的にバランスした状態を得られるようにする予定である。
- ・OCMIP については、本年度のスキーム開発により生物地球化学過程に関して 3 つのスキームを選択肢としてもつこととなったが、これらの性能を十分には把握しきれていない面もあるため、今後感度実験等を進めていく。
- ・全球渦解像モデルは計算の高速化を図ることにより、長期間の積分も実施可能にする必要がある。

#### サブ課題 2

- ・一般化座標系に対応した同化システムを完成させるためには、今後、極近傍の計算の効率化の他、緯度経度座標で計算された解析結果を一般化座標のモデル場に反映させるスキームを開発することが不可欠である。
- ・海氷の同化に関しては、今後、水温・塩分の同化と併用したときの効果や、高度な同化スキーム (変分法、アンサンブル計算の利用など) の適応などを検討する必要がある。

#### サブ課題 3

- ・海氷面積変動と熱塩循環強度との関係や、それらの大気・海洋・陸面炭素循環への影響を調べる必要がある。
- ・新たな酸素センサー等高精度測器で観測され、またモデルでも詳細に再現されている 137E 線及び 165E 線での炭素及び酸素分布の海洋物理・化学・生物に関するより定量的なプロセス研究が必要である。
- ・137E の時系列データに関する観測データと気象研を含む各種研究機関でのモデルシミュレーションデータの相互比較を行い、炭素を含む海洋環境の季節変動・経年・10 年変動と長期変化の変動機構の解明を進める必要がある。
- ・渦輸送解析と粒子追跡解析を継続し、北太平洋の諸水塊、特に北太平洋中層水の長期変化傾向における渦による熱と塩分 (淡水) の輸送の役割を調べる必要がある。

#### サブ課題 4

- ・沿岸域での潮位変動を精度よく再現するためには、沿岸親潮や、黒潮より沿岸に近い海域での黒潮反流に関する海況変動を再現する必要がある。
- ・東北沖の親潮と黒潮が混在する海域での非ガウスの誤差統計量を用いた同化手法の開発が、親潮の再現精度を高めるためには必要である。

今後の 5 ヶ年計画ではモデル研究関連は「海洋環境の予測技術の開発」、データ同化研究関連は「全球及び日本近海を対象とした海洋データ同化システムの開発」という 2 つの融合型経常研究に分かれて実施されることになっている。本研究のサブ課題 1、サブ課題 3 のモデル計算データ解析関連、及びサブ課題 4 の日本近海監視・予測システムの基礎となる高解像度モデルとネスティング手法の開発は前者に、サブ課題 2、サブ課題 3 の再計算結果の解析関連、及びサブ課題 4 の、現行の新総合海洋解析システム (MOVE/MRI.COM-WNP) の高度化を通じての日本近海監視・予測システムへの基礎確立は後者にそれぞれ引き継がれて実施される。以上に示されたような問題点を明確に意識しながらそれぞれの研究課題に取り組んでいく。

### 成果発表状況

- ・印刷発表件数 9 件
- ・口頭発表件数 54 件

### (副課題 1) 海洋環境モデルの開発に関する研究

#### 副課題の到達目標

海洋環境モデルを開発して、物質循環・海洋生態系・深層循環を解析し、3次元炭素分布を作成する。そのために、フィージビリティ・スタディとしては、物質循環過程等に関するスキームの開発・改良を行うとともに、国際標準実験や全球高解像度実験の予備実験を行い、計算データを公開するとともに、国内外機関との情報交換を行う。

#### 副課題の概要

- ・海洋モデルに関する2つの国際標準実験 (CORE、OCMIP) の予備実験を実施し、計算データを公開するとともに、国内外機関との情報交換を行う。
  - ① CORE : CLIVAR/WGOMD による標準データを用いた 500 年程度の現在海洋再現実験  
Coordinated Ocean-ice Reference Experiments
  - ② OCMIP : 50 年程度の大気再解析データを循環的に使用し、歴史的な大気 CO<sub>2</sub> 濃度を与えた海洋での炭素循環再現実験 Ocean Carbon-Cycle Model Intercomparison Project
- ・北極域まで含んだ全球渦解像海洋モデル (WOCERM) による気候値強制実験及び歴史的強制実験に着手し、解析用の計算データセットを整備する。
- ・主に炭素に関する物質循環過程、海氷過程、トレーサ移流過程についてのスキームの開発・改良を通して再現精度の高度化を図り、その検証を行う。

#### 副課題の成果

- ① 国際標準実験の実施
  - ・独自開発のモデルを相互比較し各々のモデルの改善点や共通の問題点を明確にすることを目的とした国際標準実験に向けて予備実験を実施した。物理場については CORE、炭素循環場については OCMIP である。海洋研究部としては、地球システムモデルの海洋部分の基本性能の確認を主目的としている。来年度以降の本格実験に備え今年度は以下の予備実験を実施した。
  - ・CORE : CLIVAR/WGOMD による標準データを用いた 500 年程度の現在海洋再現実験  
本実験は典型的な年の大気状態を用いて海洋モデルを現在の水温・塩分気候値から 500 年間駆動するものである。モデルのチューニングの後に実施した結果、他機関の結果と比較してほぼ標準的な結果が得られたが、観測と比較して北大西洋深層水形成に伴う循環が少し弱い、全球平均水温が高い、塩分が低いなどの傾向がみられた。更新された大気データを使用した結果、上記の問題点に改善の傾向がみられたため、モデルのパラメータの設定は大きくは変更せず本格実験を実施する予定である。
  - ・OCMIP : 50 年程度の大気再解析データを循環的に使用し、歴史的な大気 CO<sub>2</sub> 濃度を与えた海洋での炭素循環再現実験  
本実験は経年変動する大気再解析データと大気中二酸化炭素濃度により、海洋炭素循環モデルを駆動するものである。本年度は CLIVAR/WGOMD により提供された標準的な経年変動データを用いて 1958-2006 年の実験を行い、他機関の結果と比較してほぼ標準的な結果を得たが、海面二酸化炭素分圧や全炭酸濃度に正のバイアスなどの傾向がみられた。今後、生物地球化学モデルの高度化により、これらの問題解決の可能性の確認を進める。
- ② 全球渦解像海洋モデルの実施
  - ・北極域まで含んだ全球渦解像海洋モデル (WOCERM) により、JRA-25 の再解析データを用いて、1979-2004 年の気候値強制及び歴史的強制実験を行った。これに併せてパッシブトレーサー (<sup>137</sup>Cs) も計算し、東西流ジェットが存在とそれによるパッシブトレーサーの輸送が確認できた。
- ③ スキームの開発・改良
  - ・炭素に関する物質循環過程：植物・動物プランクトンを陽に表現する、NPZD モデル、及び複数のカテゴリーの植物・動物プランクトンの物質循環が表現可能な NEMURO モデルを、従来の比較的簡略化さ

れた生物地球化学モデルに加えて導入した。国内他機関のモデル結果と比較し、同様の結果が得られることを確認した。

- ・海氷過程：海氷の厚さによりカテゴリー分けして、海氷どうしの乗り上げ（リッジング）なども表現可能な海氷モデルを開発し、観測データとの比較により、海氷存在域などの再現性及び北極圏における海氷の厚さが良好であることが確認された。再解析データにより駆動し、2007年夏季の北極における大規模な海氷域後退の再現に成功した。
- ・トレーサー移流過程：トレーサーの格子内分布を考慮し、数値拡散や分散の少ない Second Order Moment (SOM) 移流スキームを導入した。これにより北太平洋亜熱帯モード水の消散が軽減されて水塊としての性質が維持され、日本海の表層高温バイアスが解消されるなどの効果が得られた。

## （副課題2）海洋環境同化システムの開発に関する研究

### 副課題の到達目標

海洋環境同化システムを開発して、海洋長期再解析データを作成する。そのために、フィージビリティ・スタディとしては、地球システムモデルに対応した一般化座標系に対する同化技術の開発及び海氷モデルへの海氷密接度データの同化手法開発に着手する。また、海洋漂流ブイ及び定置ブイによる観測データに対する観測システム評価（OSE）を実施する。

### 副課題の概要

- ・地球システムモデルに対応した、一般化座標系に対する同化技術の開発に着手し、観測データと比較する。
- ・海氷モデルへの海氷密接度データの同化手法の調査を行い、開発に着手する。
- ・海洋漂流ブイ (Argo) 及び定置ブイ (TAO/TRITON) による観測データに対する観測システム評価 (OSE)、その観測データを同化した場合のインパクトの評価) を実施する。

### 副課題の成果

- ① システムの改良（一般化座標系への対応等）
  - ・一般直交座標系への対応のために必要な、球面距離から背景誤差の相関係数を算出するスキームの開発により、本来、変動の空間スケールが等方的である中・高緯度域で、背景誤差相関を緯度・経度の方向に依存せずに表現することが可能となった。また、これに合わせて背景誤差の計算スキームの高速化を行った。
  - ・長期変動の解析などを通して、従来の同化システムでは 1500m 以深についてデータ同化を行っていないために、海面高度・蓄熱量などの再現性が十分でないことが判明した。そのため、同化に必要な誤差統計量などの再計算を 2000m 以浅とし、全球海洋データ同化システムの改良を行い、1950年代以降の再解析実験を実施した。その結果、インド洋での蓄熱量の再現性等が向上した。
- ② 海氷のデータ同化技術の開発
  - ・海洋・海氷モデルシミュレーションにおけるオホーツク海の海氷の再現性についての調査の結果、海氷分布の季節進行は概ね表現されるが、海氷域が全体に拡がり過ぎる、北海道オホーツク海沿岸への接岸の時期を十分正確に再現できないなどの問題点もあることが判明し、データ同化による海氷の再現性向上の必要性が明らかになった。
  - ・ナッジング法による海氷密接度の同化実験を行い、その有効性の検証を行った結果、このような初歩的な同化手法を用いても、モデルを破綻させることなく、海氷分布の改善を図ることが可能であることが明らかとなった。また、海氷分布の十分な再現には、1日程度の時間スケールの海氷分布の修正が必要であることも判った。
- ③ 観測データのインパクト評価
  - ・全球海洋データ同化システム、及びそれを用いた現行の気象庁季節予報システムを用いて、海洋漂流ブイ (Argo フロート) 及び定置ブイ (TAO/TRITON ブイ) による観測データの、太平洋、及びインド洋熱帯域の海面水温予測に対するインパクト実験を行った。その結果、TAO/TRITON ブイについては、太平洋熱帯域東部海面水温の 0-6 ヶ月先の予報の改善に対して、90%以上の有意な効果があることが判明した。また、Argo フロートについては、太平洋熱帯域東部の他、太平洋熱帯域西部やインド洋の熱帯域についても改善の効果が見られた。
  - ・海洋モデルのアジョイントコードを用いて黒潮大蛇行の形成に関する特異ベクトル解析を行った結果、

大蛇行形成の2ヶ月ほど前の九州南東沖で発生する傾圧不安定が大蛇行流路に大きな影響を与えることがわかった。このことから、この海域における観測が大蛇行の予測に対して重要であることが示唆された。

### (副課題3) 海洋環境変動機構の解明に関する研究

#### 副課題の到達目標

全球から日本近海・沿岸の海洋環境構造と変動を解析する。そのために、フィージビリティ・スタディとしては、副課題1で実施した予備実験の結果を解析し、観測や他のモデル結果との比較を通して検証を行う。また、同化実験結果を用いた塩分場の気候変動の解析に着手する。

#### 副課題の概要

- ・国際標準実験 (CORE) の予備実験結果に対し、両極域海水分布及び熱塩循環強度に着目し、観測及び他のモデル結果との比較を通じた検証を行う。
- ・国際標準実験 (OCMIP) の予備実験結果に対し、137E 線及び 165E 線での炭素分布に着目し、気象庁の観測結果との比較を通じた検証を行う。
- ・全球渦解像実験 (WOCERM) 結果に対し、北太平洋ばかりでなく他の海域まで拡張して、諸水塊形成に及ぼす渦・擾乱の効果の評価に着手する。
- ・過去の同化実験データを用いた塩分場の経年・10年変動と長期変化の解析に着手する。

#### 副課題の成果

- ① 国際標準実験 (CORE) の予備実験
  - ・CORE 経年変動予備実験において、他のモデルに先駆けて、人工衛星観測で測定されている近年の北極海の海水面積減少傾向が再現された。また、観測から得られた、南極環海の巨大氷湖、ウェッデルポリニヤ内部の熱塩構造と珪酸塩、溶存酸素、二酸化炭素分圧、海面二酸化炭素フラックスについて調べた結果、冬季ウェッデルポリニヤ内で海洋から大気に二酸化炭素が約  $0.5\mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$  放出されていたであろうということが分かった。
- ② 国際標準実験 (OCMIP) の予備実験
  - ・OCMIP 予備実験の結果から、日本近海において海洋に吸収された人為起源二酸化炭素は、日本の南方海域と日本海で多く蓄積されていることが示唆された。日本南方海域での蓄積は、気象庁と気象研究所の観測結果と一致していることが分かった。
- ③ 全球渦解像実験 (WOCERM)
  - ・亜熱帯モード水、北太平洋中層水及び南太平洋の水塊が渦による熱と塩分の輸送効果によってどのように変化しているのかということを知るための渦輸送解析や粒子追跡解析に着手した。また、渦解像モデルの結果を用いて、北太平洋の十年規模の海面水温変動が卓越する海域の一つである、亜熱帯前線域の長期変動について調べた結果、1970 年後半の亜熱帯前線の強化、および 1990 年代前半の亜熱帯前線の弱化は、1970 年代半ばの偏西風の変化に対応したモード水の変動と関連していることが明らかになった。
- ④ 過去の同化実験データ
  - ・全球海洋同化実験結果を用いて、北太平洋中層水 (NPIW) の経年・10年変動と長期低塩化傾向の解析に着手した。NPIW の低塩分水の上流にあたる親潮黒潮混合域でも低塩化傾向が検出された。その低塩化傾向は、親潮水および黒潮水自体の変化によっては説明することができず、その混合比の変化 (親潮水の割合増) によって説明できることが分かった。

### (副課題4) 日本近海監視・予測システムに関する研究

#### 副課題の到達目標

日本近海監視・予測システムの基礎を確立する。そのために、フィージビリティ・スタディとしては、平成 20 年 3 月から現業化された新総合海洋解析システム (MOVE/MRI.COM-WNP) の高度化、特に、日本沿岸の潮位データとの比較を行い再現性の検討を行う。また、亜寒帯域における水温・流速の精度向上のため低温バイアスの低減についての改良を行う。



## 副課題の概要

- 平成 20 年 3 月から現業化される新総合海洋解析システム (MOVE/MRI.COM-WNP) の高度化、特に、日本沿岸の潮位データとの比較を行い再現性の検討を行う。また、亜寒帯域における水温・流速の精度向上のため低温バイアスの低減についての改良を行う。

## 副課題の成果

- ① 潮位データとの比較による再現性の検討
  - 北西太平洋海洋データ同化システム (MOVE/MRI.COM-WNP) の海面高度と、日本沿岸の潮位データとの比較を行った。同化結果の海面高度と検潮記録の対応は良く、特に衛星による海面高度データのあたる 1993 年以降は相関が高く、かつ外洋は高いが、北海道東部の沿岸では、沿岸親潮の再現性が低いため、両データに差があった。また、黒潮の大蛇行時には海面高度と検潮記録に 10cm 程度の差異があり、沿岸側の黒潮反流の再現性を高める必要があることがわかった。
- ② 親潮水の再現性の向上
  - 東北沖の親潮と黒潮が混在する海域で、親潮水の低温バイアスを低減し、水温・流速の精度を向上させた。MOVE で従来使用してきた評価関数では、正規分布を過程した誤差統計量を用いているため、夏季の混乱水域において亜表層の親潮水の水温が低過ぎることが起こることが分かっている。これは、親潮と黒潮が混在し、中規模渦とフロント構造が卓越しているため、従来の正規分布の誤差統計量では、非等方的な現象を再現できないことによるものである。そのため、時空間フィルターの制約条件を付加する手法を開発した結果、観測データのみで作成した客観解析の変動と概ね一致した。しかしながら、非ガウスの確率密度分布関数を取り入れることにより、より精度が上がると期待される。

## 成果発表状況

- 論文発表件数：9 件
- 口頭発表件数：54 件

## 成果発表一覧

## 1. 査読論文

- Fujii, Y., H. Tsujino, N. Usui, H. Nakano, M. Kamachi, 2008: Application of singular vector analysis to the Kuroshio large meander. *Journal of Geophysical Research*, **113**, C07026, doi:10.1029/2007JC004476.
- Nakano, H., H. Tsujino, and R. Furue, 2008: The Kuroshio Current System as a jet and twin “relative” recirculation gyres embedded in the Sverdrup circulation, *Dynamics of Atmospheres and Oceans*, **45**, 135-164, doi:10.1016/j.dynatmoce.2007.09.002.
- Usui, N., H. Tsujino, H. Nakano, Y. Fujii, 2008: Formation process of the Kuroshio large meander in 2004, *Journal of Geophysical Research*, **113**, C08047, doi:10.1029/2007JC004675.
- Yamanaka, G., H. Ishizaki, M. Hirabara, and I. Ishikawa, 2008: Decadal variability of the Subtropical Front of the western North Pacific in an eddy-resolving ocean general circulation model, *Journal of Geophysical Research*, **113**, C12027, doi:10.1029/2008JC005002.
- Balmaseda, M. A., O. J. Alves, A. Arribas, T. Awaji, D. Behringer, N. Ferry, Y. Fujii, T. Lee, M. Rienecker, T. Rosati, D. Stammer, 2009: Ocean initialization for seasonal forecasts. Submitted to *Oceanography*.
- Fujii, Y., S. Mtsumoto, M. Kamachi, 2009: Estimation of the equatorial Pacific salinity field using ocean data assimilation systems. Submitted to *Advances in Geosciences*.
- Ishikawa, I. and H. Ishizaki, 2009: Importance of eddy representation for modeling the intermediate salinity minimum in the North Pacific: in comparison between eddy-resolving and eddy-permitting models, *J. Oceanogr.*, in printing.
- Oke, P. R., M. A. Balmaseda, M. Benkiran, J. A. Cummings, E. Dombrowsky, Y. Fujii, S.

Guinehut, G. Larnicol, P.-Y. Le Traon, and M. J. Martin, 2009: Ocean observing System Evaluation. Submitted to *Oceanography*.

2. 査読論文以外の著作物（翻訳、著書、解説）

1. 蒲地政文, 藤井陽介, 碓氷典久, 松本聡, 増田周平, 淡路敏之, 2008: 海洋現象への最適化法の応用としてのデータ同化: 変動の再現と原因究明. *オペレーションズリサーチ学会第20回RAMPシンポジウム論文集*, 173-182.

3. 口頭発表

1. Balmaseda, M. A., O. Alves, A. Arribas, T. Awaji, D. Behringer, N. Ferry, Y. Fujii, T. Lee, M. Rienecker, T. Rosati, D. Stammer, 2008: Ocean Initialization for Seasonal Forecasts. *Proceedings of GODAE Final Symposium*.
2. Cummings, J.A., L. Bertino, P. Brasseur, I. Fukumori, M. Kamachi, M. Marten, K. Mogensen, P. Oke, C.E. Testut, J. Verron, and A. Weaver 2008: Ocean data assimilation systems for GODAE. *Proceedings of GODAE Final Symposium*.
3. Dombrowsky, E, L. Bertino, G. Brassington, E. Chassignet, F. Davidson, H. Hurlburt, M. Kamachi, T. Lee, M. Martin, S. Mei and M. Tonani 2008: GODAE systems in operation. *Proceedings of GODAE Final Symposium*.
4. Fujii, Y., S. Matsumoto, N. Usui, H. Tsujino, T. Yasuda, M. Kamachi, 2008: OSE-OSSE activities using the ocean data assimilation and prediction system MOVE/MRI.COM. *Proceedings of GODAE Final Symposium*.
5. Fujii, Y., H. Tsujino, N. Usui, H. Nakano, M. Kamachi, 2008: Singular vector analysis of the Kuroshio large meander. *Proceedings of Asia-Oceania Geosciences Society 2008*.
6. Fujii, Y., T. Yasuda, T. Nakaegawa, M. Kamachi, 2008: Coupled Ocean and Atmosphere Analysis by Assimilating Ocean Observation Data to a Coupled Model. *Proceedings of the Third CLIVAR/GODAE Meeting on Ocean Synthesis Evaluation*.
7. 藤井陽介, 2008: MOVE システムの最近の開発と準結合同化による大気解析. *2008年データ同化夏の学校講義録*.
8. 藤井陽介, 蒲地政文, 2008: 背景誤差分散共分散行列の逆行列を必要としない前処理付き降下法 (POpULar) の変分解析への適用. *日本地球惑星科学連合 2008年大会講演要旨集*.
9. 藤井陽介, 蒲地政文, 高山勝巳, 2008: 海洋・気象のデータ同化で用いられる最小値探索アルゴリズム (降下法) について. *第2回統計数理研気象研合同ワークショップ要旨集*.
10. 藤井陽介, 辻野博之, 碓氷典久, 中野英之, 蒲地政文, 2008: 気象庁新海洋解析システム (VIII) - 特異値分解を用いた黒潮大蛇行の形成に関する解析-. *2008年度日本海洋学会春季大会講演要旨集*.
11. 藤井陽介, 松本聡, 安田珠幾, 蒲地政文, 安藤健太郎, 2008: 気象庁エルニーニョ予測システムによる観測システム評価 (OSE) . *2008年度日本海洋学会秋季大会講演要旨集*.
12. Hernandez, F, L. Bertino, G. Brassington, J. A. Cummings, L. Crosnier, F. Davidoson, P. Hacker, M. Kamachi, and M. Martin 2008: Validation and intercomparison of analysis and forecast. *Proceedings of GODAE Final Symposium*.
13. 平原幹俊・石崎廣・中野英之・辻野博之, 2008: 非等方的調和型粘性・拡散スキームと渦許容モデルにおける黒潮流路の再現性. *日本海洋学会 2008年度秋季大会講演要旨集*, P19
14. Imaizumi, T., N. Usui, H. Tsujino, H. Kunimatsu, 2009: Currents of the Okhotsk Sea simulated by MRI/JMA ocean data assimilation system (early results). *Proceedings of the 24th International Symposium on Okhotsk Sea & Sea Ice (Mombetsu-09 Symposium)*.
15. 石崎廣, 山中吾郎, 平原幹俊, 石川一郎, 辻野博之, 2008: 高解像度モデル結果における粒子追跡による相対分散. *日本海洋学会 2008年度秋季大会講演要旨集*, P14
16. Kamachi, M. 2008: Japan national reports - main focus on planned future activities and examples of Demonstrations. *Proceedings of Final IGST Meeting*.

17. Kamachi, M. 2008: Japan GODAE Partners and JMA-MRI MOVE systems. Section6. Progress Report. *Proceedings of the Third CLIVAR/GODAE Meeting on Ocean Synthesis Evaluation*.
18. Kamachi, M., G. Brassington, J. A. Cummings, F. Davidson, Y.-H. Kim, J.-M. Lellouche, D. Storkey, K. Thompson, and J.-H. Yoon 2008: Regional high resolution analyses and forecasts at the mesoscale. *Proceedings of GODAE Final Symposium*.
19. Kamachi M., Y. Fujii, N. Usui and S. Ishizaki 2008: Application of nonlinear constraints in a variational ocean data assimilation system MOVE/MRI.COM. *Proceedings of GODAE Final Symposium*.
20. Kamachi, M., S. Matsumoto, and T. Nakano 2008: Ocean Change Detected From Ocean Analysis/Reanalysis Datasets MOVE/MRI.COM\_RA. *Proceedings of the International Symposium: Sentinel Earth, Detection of Environmental Change*.
21. Kamachi, M., S. Matsumoto, T. Nakano, and T. Yasuda 2008: Ocean Reanalysis, Water Mass Representation and Climate Change systems. Section9. Scientific analysis, including those by CLIVAR basin panels.. *Proceedings of the Third CLIVAR/GODAE Meeting on Ocean Synthesis Evaluation*.
22. Kamachi M., N. Usui, S. Ishizaki, Y. Kanno, and T. Kuragano 2008: Validation of the JMA's operational ocean data assimilation system MOVE/MRI.COM-WNP. *Proceedings of GODAE Final Symposium*.
23. Kamachi, M., N. Usui, H. Tsujino, Y. Fujii, S. Matsumoto and S. Ishizaki 2008: Ocean Data Assimilation and Prediction Experiments in JMA and MRI. *Proceedings of the Special Workshop on Operational Marine Forecasting. Central Weather Bureau 2008 Conference on Weather Analysis and Forecasting*.
24. Kamachi, M., N. Usui, H. Tsujino, Y. Fujii, S. Matsumoto and S. Ishizaki 2008: Operational Ocean Data Assimilation and Prediction System in JMA and MRI. *Proceedings of the International Workshop for Numerical Ocean Modeling and Prediction*.
25. 蒲地政文, 藤井陽介, 碓氷典久, 松本聡, 増田 周平, 淡路敏之, 2008: 海洋現象への最適化法の応用としてのデータ同化: 変動の再現と原因究明. オペレーションズリサーチ学会, 第 20 回 RAMP シンポジウム講演要旨集
26. Matsumoto, S., T. Nakano, Y. Fujii, T. Yasuda and M. Kamachi, 2008: Climate variability of North Pacific Intermediate Water analyzed with ocean reanalysis data of MOVE/MRI.COM, *Proceedings of the GODAE final symposium*.
27. Matsumoto, S., T. Nakano, Y. Fujii, T. Yasuda and M. Kamachi, 2008: Ocean climate and water mass variabilities in the ocean reanalyses. *Proceedings of Asia-Oceania Geosciences Society 2008*.
28. Matsumoto, S., T. Nakano, Y. Fujii, T. Yasuda and M. Kamachi, 2008: Climate variability of North Pacific Intermediate Water analyzed with ocean reanalysis data of MOVE/MRI.COM. *Proceedings of the GODAE final symposium*.
29. 松本聡, 中野俊也, 藤井陽介, 安田珠幾, 蒲地政文, 2008: 海洋再解析データを用いた北太平洋中層における長期変化の解析. 2008 年度日本海洋学会秋季大会講演要旨集, p.p.246
30. 松本聡, 中野俊也, 石川一郎, 辻野博之, 蒲地政文, 2009: 北太平洋中層における長期変化の要因に関する解析. 2009 年度日本海洋学会春季大会講演要旨集
31. 松本聡・藤井陽介・中野俊也・石崎士郎・安田珠幾・高谷祐平・蒲地政文 2008: 気象庁新海洋解析システム (VI) -全球海洋データ同化システムと長期再解析- 2009 年度日本海洋学会春季大会講演要旨集
32. 松本聡, 安田珠幾, 中野俊哉, 藤井陽介, 蒲地政文, 2008: 同化データからみた海洋の長期変動解析. 第 12 回データ同化夏の学校講義録.
33. 本井達夫, 笹井義一, 石井雅男, 緑川貴, 2008: 南極ウエッデルポリニアに伴う深い鉛直対流混合の海洋地球化学的証拠—海洋深層二酸化炭素の大気への冬季大量放出と夏季光合成炭素消

- 費一. 2008年度日本海洋学会秋季大会講演要旨集, P39. Nakano, H. 2008: Mechanism of the Kuroshio Current System. *2008 SCOR 50th Anniversary Symposium*.
35. Nakano, H., 2008: Alternating Zonal Jets in a Series of High-resolution OGCMs. *2008 AGU Fall Meeting*.
36. Nakano, H., H. Tsujino, and R. Furue 2008: Problem of Western Boundary Current Separation. *2008 AGU Fall Meeting*.
37. 中野英之、本井達夫、廣瀬勝己、青山道夫、2008: 海洋大循環モデルと粒子追跡法を用いた太平洋 137Cs の解析: 日本海洋学会 2008 年度秋季大会講演要旨集, P64
38. 中野俊也, 金子郁雄, 曾我太三, 安田珠幾, 辻野博之, 石崎廣, 松本聡, 蒲地政文, 2008: 北太平洋 亜熱帯循環域中層における塩分の長期トレンドについて. *2008 年度日本海洋学会春季大会講演要旨集*.
39. 中野俊也, 松本聡, 石崎廣, 蒲地政文, 2008: 気象庁新海洋解析システム (VII) - 同化再解析結果による北太平洋回帰線水の変動 -. *2008 年度日本海洋学会春季大会講演要旨集*.
40. Oke, O. R., M. A. Balmaseda, J. A. Cummings, E. Dombrowsky, Y. Fujii, S. Guinehut, G. Larnicol, P.-Y. Le Traon, M. J. Martin, 2008: Observing System Evaluation. *Proceedings of GODAE Final Symposium*.
41. Soga, T., I. Ishikawa, S. Matsumoto, Y. Fujii, M. Kamachi, 2008: Operational ocean data assimilation System for monitoring ENSO at Japan Meteorological Agency. *Proceedings of the GODAE final symposium*.
42. 鳥山暁人, 2008: データ同化の基礎. 解答編, 第1 2回データ同化夏の学校講義録.
43. 鳥山暁人, 松本聡, 藤井陽介, 蒲地政文, 2009: 気象研全球海洋データ同化システム MOVE/MRI.COM-G の改良. *2009 年度日本海洋学会春季大会講演予稿集*.
44. 辻野 博之・中野 英之・平原幹俊・本井 達夫, 2008: 気象研究所共用海洋モデルによる現在気候再現実験でシミュレートされた海氷. *日本海洋学会 2008 年度春季大会講演要旨集*, P107
45. 辻野博之, 西川史朗, 坂本圭, 中野英之, 石崎廣 2008: 北太平洋渦解像モデルにおける渦フラックスの評価. *日本海洋学会 2008 年度秋季大会講演要旨集*, P18
46. 榎田 貴郎, 碓氷典久, 大森正雄, 石崎士郎, 2008: 気象庁海洋データ同化システム (MOVE/MRI.COM) における親潮域の表現. *東京大学海洋研究所国際沿岸海洋研究センター研究集会「親潮～混合域の観測研究－「親潮」認識の再確認－」講演要旨集*.
47. Usui, N., S. Ishizaki, Y. Fujii, H. Tsujino, M. Kamachi, 2008 : Reproducibility of currents and water masses in the North Pacific subarctic region in MOVE/MRI.COM. *Proceedings of GODAE Final Symposium*.
48. 碓氷典久, 2008: アジョイント法の基礎. 解答編. *2008 年海洋データ同化夏の学校講義録*.
49. 碓氷典久, 今泉孝男, 辻野博之, 2009: MOVE/MRI.COM への海氷密接度同化の導入に向けて. - オホーツク海を対象とした予備調査と簡易同化実験 -. 平成 20 年度気象庁海洋気象技術検討会講演要旨集.
50. 碓氷典久, 辻野博之, 中野英之, 藤井陽介, 蒲地政文, 2008: 黒潮大蛇行の形成条件. -2004 年大蛇行事例による感度実験-. *2008 年度日本海洋学会春季大会講演要旨集*.
51. 碓氷典久, 辻野博之, 中野英之, 藤井陽介, 蒲地政文, 2008: 2004 年黒潮大蛇行の消滅過程. *2008 年度日本海洋学会秋季大会講演要旨集*.
52. 和田章義, Johnny, C. L. Chan, 松本聡, 2008: 北西太平洋海域における海洋貯熱量と台風活動の経年変動・相互作用. *2008 年度日本海洋学会春季大会講演要旨集*.
53. Yasuda, T., Y. Fujii and S. Matsumoto, 2008: Linear trend of global mean sea level due to thermal expansion during 1960-2001: OGCM experiments. *Proceedings of the 2008 Western Pacific Geophysics Meeting*.
54. 安田 珠幾, 高谷祐平, 松本聡, 2009: 大気海洋結合モデルによる季節予測実験におけるエルニーニョ現象後のインド洋海面水温の上昇. *2009 年度日本海洋学会春季大会講演要旨集*.

## 気候システムとその変動特性のモデルによる研究

**研究期間：** 平成15年度～平成20年度

**研究代表者：** 鬼頭昭雄<sup>1)</sup>、楠 昌司<sup>2)</sup> (気候研究部 第一研究室長)

**研究担当者：** 鬼頭昭雄、楠 昌司<sup>2)</sup>、小寺邦彦<sup>3)</sup>、村上茂教<sup>4)</sup>、上口賢治、足立恭将、行本誠史、保坂征宏、坂見智法<sup>5)</sup>、尾瀬智昭<sup>1)</sup>、本井達夫<sup>6)</sup>、黒田友二<sup>5)</sup>、吉村純<sup>2)</sup>、内山貴雄<sup>7)</sup>、新藤永樹<sup>8)</sup>、馬淵和雄<sup>8)</sup>、小畑淳<sup>9)</sup>、遠藤洋和<sup>9)</sup> (気候研究部)、藪将吉<sup>7)</sup>、川合秀明<sup>10)</sup>、新保明彦<sup>11)</sup> (地球環境・海洋部)

### 研究の目的

これまで主に大気海洋の結合系や対流圏－成層圏間の大気相互作用にとどまっていた気候の理解および気候モデルの範囲を、植生・陸面状態、雪氷・海水分布、大気組成の変化（オゾン、二酸化炭素）に拡大する。

### 研究の到達目標

従来の大気・海洋結合モデルを用いてのメカニズム研究を引き続いて行い、大気・海洋結合系としての気候の理解を深める。また、植生・陸面、雪氷・海水、大気組成に関連するモデルを導入して、気候モデルの高度化を図り、順次高度化した気候モデルを用いてこれらの諸要素が気候システムのなかで果たす役割について研究する。

### 研究の概要

#### (1) 気候システムに関する基礎的研究

従来の大気・海洋結合系モデルを用いてのメカニズム研究は引き続いて行い大気・海洋結合系としての気候の理解を深めるとともに、順次高度化した気候モデルを用いて植生・陸面、雪氷・海水、大気組成が気候システムのなかで果たす役割について研究する。具体的には、インド洋・西太平洋の海洋力学がアジアモンスーンや中高緯度大気に果たす役割、水田の導入等陸面モデルの高度化のインパクト、植生分布の変化がもたらす気候変化の研究、氷床モデルを用いた氷期の氷床の成長維持過程の研究、大気組成変化に伴う大気循環の変化メカニズムの研究を行う。

#### (2) 気候システムのモデル化に関する研究

(1)に必要な植生・陸面、雪氷・海水に関係するモデルを導入して、気候モデルの高度化をはかる。具体的には、陸面モデルへの耕作地・水田の導入や河川網の整備、積雪モデルの改良、氷床モデルの導入を行う。また気候モデルの高分解能化とこれに伴う積雲対流や雲過程、重力波抵抗の過程の改良も継続して行う。

### 研究成果

#### (1) 気候システムに関する基礎的研究

##### ○古気候

- ・大気海洋結合モデル (MRI-CGCM2.2) により、山岳高度を 0% (山なし) から 140% (現状より 40% 高い) まで段階的に変えた実験により、熱帯の気候形成に及ぼす山岳の効果を調べた。山岳高度が高いほど熱帯太平洋の海面水温は低く、エルニーニョ南方振動現象の振幅が小さく、かつ非規則的であることが示された。
- ・最終氷期の始まりとされる約 115,000 年前の地球軌道要素を大気海洋結合モデル (MRI-CGCM2.2) に与え、北半球の高緯度で氷床成長が起こるか否かについて調べた。その結果、カナダ北部の多島海域で越年性の積雪域が現れ、時間積分と共に空間的にも成長を始めることが示された。

<sup>1)</sup> 平成15～16年度、<sup>2)</sup> 平成17～20年度、<sup>3)</sup> 平成15～17年度、<sup>4)</sup> 平成15年度、<sup>5)</sup> 平成16～20年度、

<sup>6)</sup> 平成16～17年度、<sup>7)</sup> 平成17年度、<sup>8)</sup> 平成18～20年度、<sup>9)</sup> 平成20年度、<sup>10)</sup> 平成18年度、

<sup>11)</sup> 平成19～20年度

- ・大気海洋結合モデル (MRI-CGCM2.3.4) により完新世中期 (約 6,000 年前) の再現実験を行なった。完新世中期の北極海の海水は夏から秋にかけて現在より後退し、海面水温・塩分ともに高く、北極点付近の海水は氷厚が現在より 1~2m 薄いという結果となった。このため北極海及びその周辺の気温・湿度ともに高いことがわかった。
- ・大気海洋結合モデル (MRI-CGCM2) による完新世中期 (約 6,000 年前) の再現実験を用いて、平均気候場とエルニーニョ南方振動現象(ENSO)に与える影響について調べた。モデルでフラックス補正を用いる場合と用いない場合の比較を行い、平均気候場についてはフラックス補正有りの方が、ENSO の評価についてはフラックス補正無しの方が、それぞれもっともらしい結果を示した。
- ・完新世中期 (6,000 年前) の気候再現実験において気候・植生オフライン結合実験を行なった。最終氷期最盛期 (21,000 年前) についても同様の気候再現実験と気候・植生オフライン結合実験を行なった。気候・植生オフライン結合実験を、植生変化を含まない実験と比較解析した結果、気候・植生相互作用により完新世中期 (6,000 年前) と現在気候との気温差、最終氷期最盛期 (21,000 年前) と現在気候との気温差がともに大きくなることが分かった。

#### ○陸面過程

- ・海陸分布(陸域増加)の降水への影響を調べる実験を行い、陸の増加する領域では降水が減少することを示した。
- ・陸面モデル・気候モデルを用いて、降水の蒸発散と河川流出への配分比に関してブディコの枠組みで調べた。乾燥域では正味放射が降水を蒸発させるのに十分あり流出はほとんどないレジームにあるのに対し、湿潤域では蒸発散はほぼ飽和状態にあつて降水の変化がほぼそのまま流出の変化になるようなレジームにあること、いわゆる半乾燥域は両レジームの中間にあることがわかった。
- ・シベリアの植生変化が気候に及ぼす影響について調べた。その結果、シベリアの針葉樹林がツンドラ化した場合、その領域では年平均で約 3°C 地上気温が有意に低下し、その影響は晩冬から初夏にかけてみられ、アルベドの変化と対応していると考えられることが分かった。
- ・陸面植生モデルとして開発された BAIM を導入した全球気候モデルを用い、アジア熱帯域森林破壊の影響に関する数値実験を行った。アジア熱帯雨林地域での継続的な森林の減少が、継続的な大気中からの CO<sub>2</sub> 吸収量の減少傾向の持続をもたらし、大気中 CO<sub>2</sub> 濃度の上昇傾向に拍車をかける可能性をもつことが示唆された。熱帯季節林より熱帯雨林における森林破壊の影響の方が大きくなる可能性があることが分かった。

#### ○エルニーニョ・南方振動 (ENSO) 現象

- ・気象研究所の気候モデル (MRI-CGCM2.2) の 1000 年間積分におけるエルニーニョ南方振動とインドモンスーンについて調べた。両者の間には、観測で見られるものと同様に、負相関 (エルニーニョ時にインドモンスーン降水量が負偏差) となる関係が見出されたが、この関係は数十年スケールで変動していた。ENSO の振幅の数十年スケールでの変動に伴い、赤道東西循環が変動しモンスーンへの関与の強弱が変動することが示された。
- ・熱帯太平洋のエルニーニョが南半球高緯度に及ぼす影響を観測とモデルを比較して調べた。その結果、エルニーニョの影響を最も大きく受ける海域は南極ロス・アムンゼン海 (太平洋セクターの東部) であることが確認された。

#### ○太陽活動の影響

- ・太陽活動の変化、ENSO サイクルによる海洋変化の効果が気候循環に与える複合的な影響について調べるために、1958 年から 1999 年の 41 年間について、太陽活動の活発な時期と不活発な時期にデータを二分し、ENSO の状況を調べた結果、ENSO の進行に違いがあることが見いだされた。
- ・太陽活動の変動に伴って成層圏子午面循環が変化し、熱帯赤道域の成層圏界面付近の気温が変化することが知られている。これに伴い対流圏の赤道域の南北循環の他に東西循環が変化し、その影響によって ENSO サイクルやインドモンスーンに影響が及ぶことをデータ解析から示した。
- ・大気海洋結合モデル (MRI-CGCM2) を用いて、太陽活動 (11 年周期) に相当する仮想的な強制を加えた実験を行い、北極振動の変調の可能性を調べた。太陽活動の極大・極小に対応し、観測に見られるような北大西洋振動 (NAO) と成層圏環状モードとの結びつきの違いが現れた。
- ・太陽活動が対流圏成層圏結合に及ぼす影響を調べた。観測データ及び気象研化学気候モデルの実験結果の解析から南半球のアクティブシーズン (現実大気で 11 月) の環状モードについて調べた結果、

一般に紫外線強度が強いほど対流圏成層圏結合が強くなることを見出された。

- ・北半球冬季の平均した北大西洋振動についても観測データから、紫外線強度が強いほど対流圏成層圏結合が強くなることを見出された。観測データ及びモデルで同化したオゾンデータの解析より、太陽活動が高い場合に冬季の北大西洋振動が夏まで持続性する原因は、冬季に形成される下部成層圏のオゾン偏差がメモリーになるためであることが分かった。

#### ○その他

- ・大気海洋境界における淡水フラックスの熱塩循環への影響を調べる感度実験を行い、簡単な理論モデルによる予測と比較した。その結果、大気側の水蒸気輸送のパターンと熱塩循環の循環様式との関係が明確になった。気象研結合モデルの大西洋熱塩循環は熱塩駆動レジームにあることが示唆される。
- ・8種類の異なる海面水温分布を与えた水惑星実験を行い、データを国際比較実験グループに提供した。
- ・成層圏突然昇温および環状モードの予測可能性を調べた。2001年冬季の成層圏突然昇温(SSW)について気象研大気大循環モデルを用いて予測可能性を調べた所、おおよそ2週間前位から予測可能であることが示された。また、SSWの種を調べた所、先行するヨーロッパのブロッキングの発達度(ブロッキングが発達する時ほどSSWが起きやすい)と関係が深いことが分かった。
- ・大気海洋結合モデル(MRI-CGCM2)を用いて、成層圏に北半球環状モード(NAM)的な応答を生じさせる強制を与えた実験を行い、その対流圏への影響および海洋との相互作用を調べた。

#### (2) 気候システムのモデル化に関する研究

##### ○大気海洋結合モデル

- ・結合モデルにとって重要な放射収支の調整を行った。その結果、短波、長波それぞれの緯度別経度平均値はほぼ観測値と一致するようになった。また、降水分布も同時に改善したことが確認できた。

##### ○海面

- ・標準的な大気大循環モデルでは表現されていない海面水温(SST)の日変化を表現できる海面表層スキームを開発、モデルへ導入した。このスキームは、観測されるSSTの日変化をよく再現できていた。また、熱帯西太平洋の夏期の降水再現性が向上した。

##### ○陸面

- ・陸面モデルへ1x1度版河川網および湖面を導入した。
- ・積雪アルベドにAoki et al (2003)の手法を導入した。融雪期が早すぎるバイアスが大きく改善した。
- ・植生モデルとしてBIOME4を導入しオフライン実験を開始した。
- ・モザイク(単一大気格子に複数の陸面格子を割り当てる設定)植生対応の新陸面モデル(HAL)の開発を行った。
- ・モザイク対応しつつ、積雪や土壌の層を任意に細かく切ることのできるような、新しい陸面モデルを開発した。

##### ○海氷

- ・気候モデル(MRI-CGCM3)における海氷過程の改良を行った。北半球の氷縁部の表現には未だ問題があるものの、北極海ではフラックス調整なしでも、100年程度の長期積分で、観測値に近い海氷表現が可能となった。
- ・薄氷を予報変数化したことでより海氷の挙動の安定性が増し、特に、北極海内部の多年氷については、長期の積分でもフラックスコレクション無しでほぼ観測値を再現可能となった。

##### ○氷床

- ・気候モデルに氷床力学モデル(グリーンランド版)の組み込みを行った。
- ・氷床モデルの高解像度化(20km)を行なった。
- ・氷床力学モデルを南極に適用した。

##### ○重力波

- ・重力波抵抗スキームの改良版について長期積分し動作テストを行った。新重力波抵抗スキーム導入に

については、Hines の重力波抵抗スキームを用い、また、準二年振動 (QBO) や半年振動 (SAO) に対応する現象の表現が可能になった。

- ・ Hines の重力波抵抗スキームを確率化することによって、気候モデル用の粗い鉛直解像度でも QBO-like・SAO-like の表現が可能になった。
- ・ 中層大気的气候値の改善を目的として複数の重力波抵抗スキームの組み合わせによる東西平均風と観測値 CIRA86 を比較した。極夜ジェットの再現性に改良の余地があることがわかった。

#### ○炭素循環

- ・ 気候モデル (MRI-CGCM3) 炭素循環過程を導入した。大気中の二酸化炭素濃度を 0 次元、2 次元、または 3 次元で予報、陸面には簡易な生物炭素過程モデルを導入した。また、海面で二酸化炭素フラックスを計算するスキームを組み込んだ。
- ・ 気候変動に対する陸域生態系の応答をより正確に表現することを目的として、特に純一次生産 (植物による正味の大气からの二酸化炭素吸収) に関する部分について、観測経験式により簡略に表現していた従来の方法を一新し、生物化学の見地から葉の光合成における酵素、光、気孔のはたらきを考慮した精緻なモデルを開発した。このモデルを従来の大循環モデル (CGCM2) に組み込み、純一次生産や葉面積指数を全球規模でほぼ再現することを確認した。

#### ○積雲対流と雲過程

- ・ 気候モデルにおける降水の強度の頻度分布を調べ、GPCP 等の観測データと比較した。モデルでは弱い雨の頻度が多く、強い雨の頻度が少ないことがわかった。
- ・ 雲解像モデル (NHM) を参照して、全球モデルの対流パラメタリゼーション改善を目的に、雲解像モデルを世界各地、また初期・境界条件を再解析 (JRA)、気象庁現業解析 (GANAL) や全球モデルを用いて作成する前処理ツールを作成した。これらを用いて、テストケースとして台風 0422 のシミュレーションを雲解像モデルと全球 20km モデルで行い比較したところ、中心気圧や雨の分布についての再現性が異なることがわかった。
- ・ NHM を全球モデル、結合モデルからの力学的ダウンスケーリングするための初期値境界値作成ツールと長期積分に向けた陸面初期値の作成ツールを NHM で利用可能にした。
- ・ NHM の KF 積雲対流スキームのオプションである相対湿度に基づくトリガー関数を全球モデルに導入し、熱帯での KF スキームの特徴と AS スキームとの比較を行なったところ、雨の水平構造が異なることがわかった。

#### 今後に残された問題点

開発してきた各パーツモデルを新しい気候モデル (MRI-CGCM3) に組み込み、正しく現在気候を再現できるか長期積分で確認する必要がある。ある程度、気候の再現性が保証されれば、気候の強制力の変化に対する応答実験や、古気候実験などを行っていきたい。

#### 成果の活用に関する意見 (事後評価の総合所見)

本研究は大気・海洋結合モデルを基本にしてさらに植生・陸面、雪氷・海氷等、種々の気候現象に係る諸過程をモデル化して加えることにより気候モデルとして高度化し、それらの諸要素が気候システムの中で果たす役割を研究したものである。着実にモデルを高度化しており、モデルを用いた数値実験で多くの新しい知見が得られ、その成果は多数の論文として公表されており、優れた研究であったと評価できる。いくつかの成果は IPCC の AR4 にも引用されており高く評価できる。

気候モデルの高度化についてはなかなか最終的なゴールにたどり着けるものではなく、本研究においても、積雲対流と雲過程など、一部重要な部分で未達成のところがあるように思われるが、残された課題を着実に解決し、研究を発展継続させてほしい。

#### 成果発表状況

- ・ 印刷発表件数 66 件 (査読論文+査読論文以外)
- ・ 口頭発表件数 150 件

#### 成果発表一覧



## 1. 査読論文

## 平成15年度

1. Zhong, M., I. Naito, A. Kitoh, 2003: Atmospheric, hydrological, and ocean current contributions to Earth's annual wobble and length-of-day signals based on output from a climate model, *J. Geophys. Res.*, **108**, B1, 2057, doi:10.1029/2001JB000457.
2. Abe, M., A. Kitoh, T. Yasunari, 2003: An evolution of the Asian summer monsoon due to mountain uplift - Simulation with the MRI atmosphere-ocean coupled GCM-, *J. Meteor. Soc. Japan*, **81**, 909-933.
3. Waliser, D.E., K. Jin, I.-S. Kang, W. F. Stern, S. D. Schubert, K.-M. Lau, M.-I. Lee, V. Krishnamurthy, A. Kitoh, G. A. Meehl, V. Y. Galin, V. Satyan, S. K. Mandke, G. Wu, Y. Liu and C.-K. Park, 2003: AGCM simulations of intraseasonal variability associated with the Asian summer monsoon, *Clim. Dyn.*, **21**, 423-446.
4. Rajendran, K., A. Kitoh, O. Arakawa, 2004: Monsoon low-frequency intraseasonal oscillation and ocean-atmosphere coupling over the Indian Ocean, *Geophys. Res. Lett.*, **31**, L02210, doi:10.1029/2003GL019031,
5. Rajendran, K., A. Kitoh, S. Yukimoto, 2004: South and East Asian summer monsoon climate and variation in MRI coupled model (MRI-CGCM2), *J. Climate*, **7**, 763-782.
6. Kitoh, A., 2004: Effect of mountain uplift on East Asian summer climate investigated by a coupled atmosphere-ocean GCM, *J. Climate*, **17**, 783-802.

## 平成16年度

7. Abe, M., T. Yasunari and A. Kitoh, 2004: Effects of large-scale orography on the coupled atmosphere-ocean system in the tropical Indian and Pacific oceans in boreal summer, *J. Meteor. Soc. Japan*, **82**, 745-759.
8. Tanaka, H.L., N. Ishizaki and A. Kitoh, 2004: Trend and interannual variability of Walker, monsoon and Hadley circulations defined by velocity potential in the upper troposphere, *Tellus*, **56A**, 250-269.
9. Arakawa, O. and A. Kitoh, 2004: Comparison of local precipitation-SST relationship between the observation and a reanalysis dataset, *Geophys. Res. Lett.*, **31**, L12206, doi:10.1029/2004GL020283.
10. Kodera, K., 2004: Solar influence on the Indian Ocean Monsoon through dynamical processes, *Geophys. Res. Lett.*, **31**, L24209, doi:10.1029/2004GL020928.
11. Kodera, K., 2005: Possible solar modulation of the ENSO cycle, *Pap. Meteorol. Geophys.*, **55**, 21-32.

## 平成17年度

12. Abe, M., T. Yasunari and A. Kitoh, 2005: Sensitivity of the Central Asian climate to uplift of the Tibetan Plateau in the coupled climate model MRI-CGCM1. *Island Arc* ., 101-121.
13. Ashrit, R.G., A. Kitoh and S. Yukimoto, 2005: Transient response of ENSO-monsoon teleconnection in MRI-CGCM2.2 climate change simulations. *J. Meteor. Soc. Japan*, **83**, 273-291.
14. Braconnot, P., S.P. Harrison, S. Joussaume, C.D. Hewitt, A. Kitoh, J.E. Kutzbach, Z. Liu, B. Otto-Bliesner, J. Syktus and S.L. Weber: Evaluation of PMIP coupled ocean-atmosphere simulations of the Mid-Holocene. In: *Past Climate Variability through Europe and Africa*, R.W. Battarbee et al.(eds), Springer, Dordrecht, *The Netherlands*, 515-533.
15. Gladstone, R.M., I. Ross, P.J. Valdes, A. Abe-Ouchi, P. Braconnot, S. Brewer, M. Kageyama, A. Kitoh, A. Legrande, O. Marti, R. Ohgaito, B. Otto-Bliesner, W.R. Peltier and G. Vettoretti, 2005: Mid-Holocene NAO: A PMIP2 model intercomparison. *Geophys. Res. Lett.*, **32**, L16707, doi:10.1029/2005GL023596.
16. Gregory, J. M., K. W. Dixon, R.J. Stouffer, A. J. Weaver, E. Driesschaert, M. Fichet, H. Hasumi, A. Hu, J. H. Jungclaus, I. V. Kamenkovih, A. Levermann, M. Montoya, S. Murakami, S. Nawrath, A. Oka, A. P. Sokolov, R. B. Thorpe, 2005: A model intercomparison of changes in the Atlantic thermohaline circulation in response to increasing atmospheric CO<sub>2</sub> concentration. *Geophys. Res. Lett.*, **32**, L12703,

- doi:10.1029/2005GL023209.
17. Hosaka, M., D. Nohara and A. Kitoh, 2005: Changes in snow cover and snow water equivalent due to global warming simulated by a 20km-mesh global atmospheric model. *SOLA*, **1**, 93-96.
  18. 川村隆一・鬼頭昭雄・荒川理, 2005: 日本の夏季の異常気象に関連する遠隔伝播パターンの抽出とそのインパクト, 「2003年日本の冷夏」, *気象研究ノート*, **210**, 181-191.
  19. Kitoh, A., 2004: Effect of mountain uplift on East Asian summer climate investigated by a coupled atmosphere-ocean GCM. *J. Climate*, **17**, 783-802.
  20. Kitoh, A., M. Hosaka, Y. Adachi and K. Kamiguchi, 2005: Future projections of precipitation characteristics in East Asia simulated by the MRI CGCM2. *Adv. Atmos. Sci.*, **22**, 467-478.
  21. 鬼頭昭雄, 2005: チベット高原の隆起がアジアモンスーンに及ぼす影響に関する気候モデルシミュレーション, *地質学雑誌*, **111**, 654-667.
  22. Kitoh, A., 2006: Asian Monsoons in the Future. Chapter 17. In: *The Asian Monsoon*, Bin Wang (Ed), *Praxis Springer, Berlin*, pp. 631-649.
  23. Kodera, K., 2005: Possible solar modulation of the ENSO cycle. *Pap. Meteorol. Geophys.*, **55**, 21-32.
  24. Kuroda, Y. and K. Kodera, 2005: Solar cycle modulation of the Southern Annular Mode. *Geophys. Res. Lett.*, **32**, L13802, doi:10.1029/2005GL022516.
  25. Kuroda, Y., 2005: Meridional circulation and the surface pressure change associated with the Southern Annular Mode; Comparison with the Arctic Oscillation. *J. Geophys. Res.*, **110**, D18106, doi:10.1029/2005JD005860.
  26. Kuroda, Y., 2005: On the influence of the meridional circulation and surface pressure change on the Arctic Oscillation. *J. Geophys. Res.*, doi:10.1029/2004JD005743.
  27. Masson-Delmotte, V., M. Kageyama, P. Braconnot, S. Charbit, G. Krinner, C. Ritz, E. Guilyardi, J. Jouzel, A. Abe-Ouchi, M. Crucifix, R.M. Gladstone, C.D. Hewitt, A. Kitoh, A. Legrande, O. Marti, U. Merkel, T. Motoi, R. Ohgaito, B. Otto-Bliesner, W.R. Peltier, I. Ross, P.J. Valdes, G. Vettoretti, S.L. Weber and F. Wolk, 2005: Past and future polar amplification of climate change: climate model intercomparisons and ice-core constraints. *Clim. Dyn.*, **26**, 513-529.
  28. Murakami, S. and A. Kitoh, 2005: Euler-Lagrange equation of the most simple 1-D climate model based on the maximum entropy production hypothesis. *Quart. J. R. Meteorol. Soc.*, **131**, 1529-1538.
  29. Rajendran, K., A. Kitoh and O. Arakawa, 2004: Monsoon low-frequency intraseasonal oscillation and ocean-atmosphere coupling over the Indian Ocean, *Geophys. Res. Lett.*, **31**, L02210, doi:10.1029/2003GL019031.
  30. Rajendran, K., A. Kitoh and S. Yukimoto, 2004: South and East Asian summer monsoon climate and variation in MRI coupled model (MRI-CGCM2), *J. Climate*, **17**, 763-782.
  31. Rajendran, K. and A. Kitoh, 2006: Modulation of tropical intraseasonal oscillations by ocean-atmosphere coupling. *J. Climate*, **19**, 366-391.
  32. Yukimoto, S. and K. Kodera, 2005: Interdecadal Arctic Oscillation in twentieth century climate simulations viewed as internal variability and response to external forcing, *Geophysical Research Letters*, **32**, L03707.
  33. Yukimoto, S., A. Noda, T. Uchiyama, S. Kusunoki and A. Kitoh, 2005: Climate changes of the twentieth through twenty-first centuries simulated by the MRI-CGCM2.3. *Pap. Meteor. Geophys.*, **56**, 9-24.
  34. Zhao, Y., P. Braconnot, O. Marti, S.P. Harrison, C. Hewitt, A. Kitoh, Z. Liu, U. Mikolajewicz, B. Otto-Bliesner and S.L. Weber, 2005: A multi-model analysis of the role of the ocean on the African and Indian monsoon during the mid-Holocene. *Clim. Dyn.*, **25**, 777-800.

## 平成18年度

35. Adachi, Y., and S. Yukimoto, 2006: Influence of sea ice thickness on the atmosphere in the winter Arctic region in an atmospheric general circulation model, *SOLA*, **2**, 076-079, doi:10.2151/sola.2006-020.
36. Kageyama, M., A. Laine, A. Abe-Ouchi, P. Braconnot, E. Cortijo, M. Crucifix, A. de Vernal, J. Guiot, C.D. Hewitt, A. Kitoh, M. Kucera, O. Marti, R. Ohgaito, B. Otto-Bliesner, W.R. Peltier, A. Rosell-Mele, G. Vettoretti, S.L. Weber, Y. Yu and MARGO Project Members, 2006: Last Glacial Maximum temperatures over the North Atlantic, Europe and western Siberia: a comparison between PMIP models, MARGO sea-surface temperatures and pollen-based reconstructions. *Quaternary Science Reviews*, **25**, 2082-2102.
37. Kamiguchi, K., A. Kitoh, T. Uchiyama, R. Mizuta, and A. Noda, 2006: Changes in precipitation-based extremes indices due to global warming projected by a global 20-km-mesh atmospheric model. *SOLA*, **2**, 64-67, doi:10.2151/sola.2006-017.
38. Kitoh, A., 2007: ENSO modulation by mountain uplift. *Clim. Dyn.*, **28**, 781-796.
39. Kitoh, A., 2007: Variability of Indian monsoon-ENSO relationship in a 1000-year MRI-CGCM2.2 simulation. *Natural Hazards*, **42**, 261-272
40. Kitoh, A., 2007: T. Motoi and S. Murakami: El Niño/Southern Oscillation simulation at 6,000 yrs B.P. with the MRI-CGCM2.3: Effect of flux adjustment. *J. Climate*, **20**, 2484-2499
41. Masson-Delmotte, V., M. Kageyama, P. Braconnot, S. Charbit, G. Krinner, C. Ritz, E. Guilyardi, J. Jouzel, A. Abe-Ouchi, M. Crucifix, R.M. Gladstone, C.D. Hewitt, A. Kitoh, A.N. LeGrande, O. Marti, U. Merkel, T. Motoi, R. Ohgaito, B. Otto-Bliesner, W.R. Peltier, I. Ross, P.J. Valdes, G. Vettoretti, S.L. Weber, F. Wolk and Y. Yu, 2006: Past and future polar amplification of climate change: climate model intercomparisons and ice-core constraints. *Clim. Dyn.*, **26**, 513-529.
42. Rajendran, K. and A. Kitoh, 2006: Modulation of tropical intraseasonal oscillations by ocean-atmosphere coupling. *J. Climate*, **19**, 366-391.
43. Kuroda Y. and K. Shibata, 2006: Simulation of solar-cycle modulation of the southern annular mode using a chemistry-climate model. *Geophys. Res. Lett.* **33**, L05703, doi:10.1029/2005GL025095.
44. Matthes K., Y. Kuroda, K. Kodera, and U. Langematz, 2006: Transfer of the solar signal from the stratosphere to the troposphere: northern winter. *J. Geophys. Res.* **111**, D06108, doi:10.1029/2005JD006283.
45. Mabuchi, K., H. Kida, 2006: On-line climate model simulation of the global carbon cycle and verification using the in situ observation data. In: Voinov, A., Jakeman, A., Rizzoli, A. (eds). *Proceedings of the iEMSs Third Biennial Meeting: "Summit on Environmental Modelling and Software"*. International Environmental Modelling and Software Society, Burlington, USA, July 2006. CD-ROM.

## 平成19年度

46. Kitoh, A., 2007: ENSO modulation by mountain uplift. *Clim. Dyn.*, **28**, 781-796
47. Kitoh, A., T. Motoi and S. Murakami, 2007: El Niño/Southern Oscillation simulation at 6,000 yrs B.P. with the MRI-CGCM2.3: Effect of flux adjustment. *J. Climate*, **20**, 2484-2499
48. Braconnot, P., B. Otto-Bliesner, S. Harrison, S. Joussaume, J.-Y. Peterchmitt, A. Abe-Ouchi, M. Crucifix, E. Driesschaert, T. Fichefet, C. D. Hewitt, M. Kageyama, A. Kitoh, A. Laine, M.-F. Loutre, O. Marti, U. Merkel, G. Ramstein, P. Valdes, S. L. Weber, Y. Yu and Y. Zhao, 2007: Results of PMIP2 coupled simulations of the Mid-Holocene and Last Glacial Maximum - Part 1: experiments and large-scale features. *Clim. Past*, **3**, 261-277.
49. Braconnot, P., B. Otto-Bliesner, S. Harrison, S. Joussaume, J.-Y. Peterchmitt, A. Abe-Ouchi, M. Crucifix, E. Driesschaert, T. Fichefet, C.D. Hewitt, M. Kageyama, A. Kitoh, M.-F. Loutre,

O. Marti, U. Merkel, G. Ramstein, P. Valdes, S.L. Weber, Y. Yu and Y. Zhao, 2007: Results of PMIP2 coupled simulations of the Mid-Holocene and Last Glacial Maximum - Part 2: feedbacks with emphasis on the location of the ITCZ and mid- and high latitudes heat budget. *Clim. Past*, **3**, 279-296.

50. Sajani, S., T. Nakazawa, A. Kitoh and K. Rajendran, 2007: Ensemble simulation of Indian summer monsoon rainfall by an atmospheric general circulation model. *J. Meteor. Soc. Japan*, **85**, 213-231.
51. Kitoh, A., 2007: Variability of Indian monsoon-ENSO relationship in a 1000-year MRI-CGCM2.2 simulation. *Natural Hazards*, **42**, 261-272.
52. Kuroda, Y., M. Deushi, and K. Shibata, 2007: Role of solar activity in the troposphere-stratosphere coupling in the southern hemisphere winter, *Geophysical Research Letters*, **34**, L21704, doi:10.1029/207GL030983
53. Kuroda, Y., 2007: Effect of QBO and ENSO on the solar cycle modulation of winter North Atlantic Oscillation, *J. Meteor. Soc. Japan*, **85**, 889-898.

平成20年度

54. Kim, K-Y., A. Kitoh and K.-J. Ha, 2008 : The SST-forced predictability of the sub-seasonal mode over East Asia with an atmospheric general circulation model. *Int. J. Climatol.*, **28**, 1599-1606.
55. Wohlfahrt, J., S.P. Harrison, P. Braconnot, C.D. Hewitt, A. Kitoh, U. Mikolajewicz, B.L. Otto-Bliesner and S.L. Weber, 2008 : valuation of coupled ocean-atmosphere simulations of the mid-Holocene using palaeovegetation data from the northern hemisphere extratropics. *Clim. Dyn.*, **31**, 871-890.

## 2. 査読論文以外の著作物（翻訳、著書、解説）

平成15年度

1. 鬼頭昭雄、平成15年10月 過去のモンスーンと将来のモンスーン、「モンスーン研究の最前線」, *気象研究ノート*, **204**, pp.189-218.

平成16年度

2. Kitoh, A., M. Hosaka, Y. Adachi and K. Kamiguchi, 2004: Future projections of precipitation characteristics in Asia. Proceedings of the 2nd Asia Pacific Association of Hydrology and Water Resources Conference, 5-9 July 2004, *Singapore*, 700-707.
3. Kitoh, A., 2004: ENSO-monsoon relationship in a 1000-yr MRI-CGCM simulation, Proceedings CD-ROM of the 6th International Study Conference on GEWEX in Asia and GAME, December 3-5, 2004, Kyoto, Japan, *GAME CD-ROM Publication No.11*, T4AKJul04172155.

平成17年度

4. 鬼頭昭雄, 2005: 温暖化で大雨は増えるのか. *科学*, **75** (10), 1155-1158.
5. Murakami, S., A. Kitoh, S. Yukimoto and A. Noda, 2005: Simulation of the early stage of the Last Glacial period with a coupled general circulation model. *CGER's Supercomputer Activity Report*, Vol. **12**, 21-30.
6. 行本誠史, 2005: MRI-CGCM2による20世紀の気候再現実験における数十年スケールの北極振動の変動. *グロースベッター*, **43**, 84-92.

平成18年度

7. 鬼頭昭雄, 2006: モデルによる将来の気候変化予測. *エネルギー・資源*, **27**, 108-112.
8. 鬼頭昭雄・中島映至・小池俊雄・花輪公雄・住明正・野田彰, 2006: IPCC第1作業部会第4次評価報告書の現状. *天気*, **53**, 589-596.
9. Alexandrov, G. A., D. Chan, M. Chen, K. Gurney, K. Higuchi, A. Ito, C. D. Jones, A. Komarov, K. Mabuchi, D. M. Matross, F. Veroustraete, W. W. Verstraeten, 2006: Model-data fusion in the studies of terrestrial carbon sink. *Proceedings of the iEMSs Third Biennial Meeting: "Summit on Environmental Modelling and Software". International Environmental*

*Modelling and Software Society, Burlington, USA, July 2006. CD-ROM.*

平成19年度

10. 鬼頭昭雄, 2006: 気候モデルによる気候変化研究—温暖化と古気候の接点—. *低温科学*, **65**, 77-85.
11. 安成哲三・阿部学・鬼頭昭雄, 2007: チベット高原の上昇は新第三紀以降のアジア・太平洋域の気候変化とアジアモンスーンの成立にどのような影響を与えたか?—大気海洋結合大循環モデル(MRI-CGCM)による数値実験結果から—. *天気*, **54**, 421-425.

## 3. 口頭発表

- (1) 国際会議・学会等での論文発表件数: 70 件
  - (2) 国内会議・学会等での口頭発表件数: 79 件
- 計 149 件

平成15年度

1. 荒川理、鬼頭昭雄、観測データと客観解析データにおける降水量と海面水温の時間位相関係、日本気象学会 2003 年度春季大会講演予稿集、P306、つくば・エポカルつくば、平成 15 年 5 月
2. 鬼頭昭雄、山岳上昇の ENSO に対する影響、2003 年日本気象学会春季大会、講演予稿集 P317、つくば・エポカルつくば、平成 15 年 5 月
3. 村上茂教、行本誠史、野田彰、鬼頭昭雄、温暖化に伴う海洋循環の変化に対する熱及び淡水フラックスの役割、2003 年日本気象学会春季大会、講演予稿集 P445、つくば・エポカルつくば、平成 15 年 5 月
4. 西澤誠也、余田成男、鬼頭昭雄、環状変動におよぼす地形の影響 —大気海洋結合モデル実験—、2003 年日本気象学会春季大会、講演予稿集 464、つくば・エポカルつくば、平成 15 年 5 月
5. Kodera, K., Dynamical response to the solar cycle、第 23 回国際測地学・地球物理学連合総会、平成 15 年 6 月
6. Kitoh, A., ENSO modulation by mountain uplift, JSP02, IUGG2003, June 30-July 11, 2003, Sapporo、平成 15 年 6 月
7. Nishizawa, S., S. Yoden, A. Kitoh, A parameter sweep experiment on the effect of topographic height on annular variability with a coupled atmosphere-ocean GCM, MI05, IUGG2003, June 30-July 11, 2003, Sapporo、平成 15 年 6 月
8. Kitoh, A., Coupled GCM study on the effect of mountain uplift on Asian monsoons, MC03, IUGG2003, June 30-July 11, 2003, Sapporo、平成 15 年 6 月～7 月
9. Rajendran, K., A. Kitoh, The structure and propagation characteristics of the MJO in MRI coupled GCM: comparison with observation and atmosphere-alone GCM, MC17, IUGG2003, June 30-July 11, 2003, Sapporo、平成 15 年 6 月～7 月
10. Murakamki, S., A. Kitoh, Energy-entropy balance of the glacial climate, IUGG2003、平成 15 年 6 月～7 月
11. Wohlfarth, J., S.P. Harrison, P. Braconnot, C.D. Hewitt, J.E. Kutzbach, A. Kitoh, U. Mikolajewicz, B. Otto-Bliesner, N. Weber, Evaluation of coupled model simulations of northern hemisphere extratropical climates in the mid-Holocene, INQUA Congress, July 23-31, 2003, Reno, Nevada, USA、平成 15 年 7 月
12. Kitoh, A., ENSO: modulation by orbital change and mountain uplift, International Conference on Earth System Modelling, September 15-19, 2003, Hamburg, Germany、平成 15 年 9 年
13. 村上茂教、鬼頭昭雄、行本誠史、野田彰、気候変化に対する熱塩循環の長期応答 —理論的側面—、第 11 回スーパーコンピューターによる地球環境発表会、平成 15 年 10 月
14. 足立恭将、保坂征宏、鬼頭昭雄、村田泰洋、「陸域拡大」に対する気候モデルのインパクト実験、2003 年日本気象学会秋季大会、講演予稿集 B156、仙台・宮城県民会館、平成 15 年 10 月
15. 村上茂教、鬼頭昭雄、行本誠史、野田彰、温暖化に対する熱塩循環の長期応答と大気水蒸気輸送の役割: 理論的考察、2003 年日本気象学会秋季大会、講演予稿集 B164、仙台・宮城県民会館、平成 15 年 10 月
16. Rajendran, K., A. Kitoh, Asian summer monsoon in MRI CGCM, SIVOM, October 6-10, 2003, Munnar, India、平成 15 年 10 月

17. 村上茂教、鬼頭昭雄、気候変化に対する熱塩循環の長期応答と大気淡水輸送の役割、第26回極域気水圏シンポジウム、平成15年11月
  18. 小寺邦彦、成層圏力学過程を通じた太陽活動の対流圏への影響 京都大学防災研究所特定研究集会「対流圏長周期変動と異常気象」、平成15年11月
  19. Kitoh, A., Mountain uplift and ENSO-monsoon system, IGCP-476 Symposium "Monsoon Evolution and Tectonics-Climate Linkage in Asia", November 21-23, 2003, Hachioji, Japan、平成15年11月
  20. Yasunari, T., M. Abe, A. Kitoh, Impact of uplift of Tibetan Plateau on evolution of Asian monsoon climate - A simulation by MRI-Coupled GCM -, IGCP-476 Symposium "Monsoon Evolution and Tectonics-Climate Linkage in Asia", November 1-23, 2003, Hachioji, Japan、平成15年11月
  21. Ose, T., M. Sugi, A. Kitoh, Successful simulation of the tropical western Pacific precipitation for JJA closely correlated with the tropical SST for the previous DJF, 15th Symposium on Global Change and Climate Variations, January 11-15, 2004, eattle, Washington, USA、平成16年1月
  22. Abe, M., T. Yasunari, A. Kitoh, An evolution of the Asian summer monsoon associated with the mountain uplift - Study with the MRI coupled GCM, nternational Asian Monsoon Symposium, February 18-20, 2004, Honolulu, Hawaii, USA、平成16年2月
  23. Rajendran, K., A. Kitoh, Tropical Pacific SST anomalies and Indian monsoon: A CGCM study, International Asian Monsoon Symposium, February 18-20, 2004, Honolulu, Hawaii, USA、平成16年2月
  24. 村上茂教、鬼頭昭雄、行本誠史、野田彰、MRI-CGCMによるCMIP淡水フラックス実験ー熱塩循環の長期応答と大気水蒸気輸送の役割ー、地球温暖化予測研究ワークショップ、平成16年3月
  25. 尾瀬智昭、鬼頭昭雄、保坂征宏、吉村裕正、長期間TRMMデータによる全球モデルの降水及び放射フラックスの検証、平成15年度TRMM PI研究成果報告会、東京・地球観測利用推進センター、平成16年3月
- (講演)
26. Kitoh, A., Climate modeling at MRI, CAMP-FRSGC Collaboration Workshop, June 10, 2003, Yokohama、平成15年6月
  27. 鬼頭昭雄、気候系と気候変動について、平成15年度気候情報業務研修、東京・気象庁、平成15年6月
  28. 鬼頭昭雄、大規模山岳の上昇に伴う ENSO・モンスーンの変化ー気象研究所大気海洋結合気候モデルによる数値実験、名古屋大学地球水循環研究センター特別セミナー、名古屋・名古屋大学地球水循環研究センター、平成15年9月
  29. Kitoh, A., Climate and its variability、平成15年度JICA 集団研修「気象学」、つくば・気象研究所、平成15年11月
  30. 鬼頭昭雄、気候モデルによる過去・現在・将来のモンスーンシミュレーション、筑波大学陸域環境研究センター年次報告会、つくば・筑波大学陸域環境研究センター、平成16年3月
- 平成16年度
31. 村上茂教、鬼頭昭雄、2004: 大西洋の淡水収支と熱塩循環の循環様式、2004年日本気象学会春季大会、講演予稿集B311、東京・気象庁
  32. 足立恭将、保坂征宏、鬼頭昭雄、村田泰洋、野沢徹、2004: 温暖化による降水特性の変化、2004年日本気象学会春季大会、講演予稿集B410、東京・気象庁
  33. 西森基貴、鬼頭昭雄、2004: 地球温暖化と降水量の変化ー統計的ダウンスケーリング手法を用いた予測の試み、四万十・流域圏学会第4回学術研究発表会、土佐山田・高知工科大学
  34. Kitoh, A. and collaborators, 2004: *Water Resource and Its Variability in Asia in the 21st Century, First International CLIVAR Science Conference "Understanding and Predicting our Climate System"*, June 21-25, 2004, Baltimore, Maryland, USA
  35. Kitoh, A., M. Hosaka, Y. Adachi and K. Kamiguchi, 2004: *Future projections of precipitation characteristics in Asia, 2nd APHW Conference*, July 5-8, 2004, Singapore
  36. Kamiguchi, K., A. Kitoh and M. Hosaka, 2004: *Intercomparison between TRMM, other observation data and MRI-AGCM, 2nd TRMM International Science Conference*, September 6-10, 2004, Nara, Japan
  37. 鬼頭昭雄、2004: チベット高原の隆起がアジアモンスーンに及ぼす影響に関する気候モデルシミュレーション

- ュレーション、日本地質学会 2004 年年会シンポジウム、千葉・千葉大学
38. 川村隆一、若林成治、鬼頭昭雄、荒川理、2004: 東アジア夏季の異常気象に関連する遠隔伝播パターンの動態、2004 年日本気象学会秋季大会、講演予稿集 B105、福岡・アクロス福岡
  39. 村上茂教、鬼頭昭雄、2004: 最大エントロピー生成仮説に基づく最も簡単な一次元気候モデルの Euler-Lanrange 方程式、2004 年日本気象学会秋季大会、講演予稿集 D104、福岡・アクロス福岡
  40. 西森基貴、鬼頭昭雄、2004: 統計的ダウンスケーリング手法による温暖化時の日本域降水予測—降水の頻度と強度—、2004 年日本気象学会秋季大会、講演予稿集 P163、福岡・アクロス福岡
  41. 鬼頭昭雄、2004: 全球気候モデル 1000 年ランにおける ENSO-モンスーン関係の長期変動、2004 年日本気象学会秋季大会、講演予稿集 B217、福岡・アクロス福岡
  42. 上口賢治、鬼頭昭雄、保坂征宏、2004: TRMM 3B42, GPCP1DD, と Radar-AMeDAS の日降水相互比較、2004 年日本気象学会秋季大会、講演予稿集 D304、福岡・アクロス福岡
  43. 足立恭将、保坂征宏、鬼頭昭雄、2004: 海氷の厚さが大気と与える影響、2004 年日本気象学会秋季大会、講演予稿集 P357、福岡・アクロス福岡
  44. 本井達夫、鬼頭昭雄、2004: 気候モデルでシミュレートされた南極ロス・アムンゼン・ベリングスハウゼン海域の経年変動、2004 年日本気象学会秋季大会、講演予稿集 P358、福岡・アクロス福岡
  45. Motoi, T. and A. Kitoh, 2004: Interannual variabilities in the Ross, Amundsen and Bellingshausen Seas in a coupled ocean-atmosphere model, 5th International Workshop on Global Change: Connection to the Arctic (GCCA5), November 15-16, 2004, Tsukuba, Japan
  46. Kitoh, A., 2004: ENSO-monsoon relationship in a 1000-yr MRI-CGCM simulation, The Sixth International Study Conference on GEWEX in Asia and GAME, December 3-5, 2004, Kyoto, Japan
  47. 本井達夫、鬼頭昭雄、2004: 気候モデルでシミュレートされた南極太平洋セクターでの経年変動、第 27 回極域気水圏シンポジウム、東京・国立極地研究所
  48. 村上茂教、鬼頭昭雄、2004: 大気海洋結合モデルによる最終氷期初期のシミュレーション、第 27 回極域気水圏シンポジウム、東京・国立極地研究所
  49. Kodera, K., 2004: Solar influence on troposphere through the polar and the equatorial stratosphere, AGU 2004 Fall Meeting, December 13-17, 2004, San Francisco, USA
  50. 鬼頭昭雄、2004: 気候モデル実験で得られた山岳上昇に伴うアジアモンスーンの変調、IGCP-476 福岡ワークショップ「アジア・モンスーンの進化、変動理解のための統合的研究戦略」、福岡・九州大学国際研究交流プラザ
  51. Kamiguchi, K., A. Kitoh and M. Hosaka, 2005: Intercomparison among TRMM, GPCP1DD and Radar-AMeDAS, Living with a Limited Water Supply, January 9-13, 2005, San Diego, CA, USA
- (講演)
52. 鬼頭昭雄、2004: 気候モデルによるモンスーンシミュレーション、気候コロキウム、つくば・筑波大学
  53. Kitoh, A., 2004: Modeling of present-day monsoon and ENSO, International School on Climate System and Climate Change, August 23-September 1, 2004, China Meteorological Administration, Beijing, China
  54. Kitoh, A., 2004: Large-scale orography and monsoon, International School on Climate System and Climate Change, August 23-September 1, 2004, China Meteorological Administration, Beijing, China
  55. Kitoh, A., 2004: Modeling of paleo-monsoon, International School on Climate System and Climate Change, August 23-September 1, 2004, China Meteorological Administration, Beijing, China
  56. Kitoh, A., 2004: Modeling of future monsoon and ENSO, International School on Climate System and Climate Change, August 23-September 1, 2004, China Meteorological Administration, Beijing, China
  57. 鬼頭昭雄、2004: 21 世紀のアジアの水資源変動予測、第 2 回環境研究機関連絡会成果発表会、つくば・エポカルつくば
  58. 砂田ほか、2004: モンスーン・アジア地域等における水問題とその構造、研究領域「水の循環系モデリングと利用システム」第 1 回領域シンポジウム、東京・コクヨホール
  59. Kitoh, A., 2004: Climate and its variability, 平成 16 年度 JICA 集団研修「気象学」、東京・気象庁

平成17年度

60. Motoi, T. and A. Kitoh, 2005: Paleoclimate simulations by using the MRI CGCM. PMIP2 Workshop, April 3-8, 2005, Giens, France
61. Hosaka, M., 2005: The simulated cryosphere by JMA/MRI atmospheric, land surface, and river flow model. The CliC 1st Scientific Conference, April 11-15, 2005, Beijing, China.
62. 野原大輔・鬼頭昭雄・保坂征宏・上口賢治・沖大幹, 2005: 温暖化に伴う河川流量変動の評価. *日本気象学会 2005 年度春季大会講演予稿集*, A104.
63. 本井達夫・鬼頭昭雄, 2005: 気候モデルによる完新世中期 (6 千年前) の気候再現実験. *日本気象学会 2005 年度春季大会講演予稿集*, A106.
64. 村上茂教・鬼頭昭雄, 2005: 最終氷期の始まりに関する結合モデルシミュレーション. *日本気象学会 2005 年度春季大会講演予稿集*, A107.
65. 安成哲三・阿部学・鬼頭昭雄, 2005: チベット高原の上昇は、新第3紀以降のアジア・太平洋域の気候変化とアジアモンスーンの成立にどのような影響を与えたか? —大気海洋結合大循環モデル(MRI-CGCM)による数値実験から. *日本気象学会 2005 年度春季大会春季大会シンポジウム「地球環境の進化と気候変動」*.
66. 黒田友二・柴田清孝・小寺邦彦, 2005: 南半球環状モードへのオゾンのインパクト —大気・化学結合モデルの解析—. *日本気象学会 2005 年度春季大会講演予稿集*, A302.
67. 保坂征宏, 2005: GCM による極域水循環. *極域・寒冷域研究連絡会*.
68. Kuroda, Y., K. Shibata, K. Kodera, 2005: Solar cycle modulation of the southern annular mode. *AMS meeting*, Boston, JP1.5.
69. Kuroda, Y., K. Shibata, 2005: Solar cycle modulation of the southern annular mode. *IAGA/ICMA 2005 Meeting*, Toulouse.
70. Kuroda, Y., K. Shibata, 2005: Solar modulation of the southern annular mode –observation and model simulation–. *CAWSES workshop*, Nagoya, Japan.
71. Kitoh, A., 2005: 20th century simulations by CGCM and AGCM at MRI. *Workshop on Global Change in 20th Century and Seasonal and Interannual Climate Prediction*, July 4-6, 2005, Prague, Czech Republic.
72. Kim, K.-Y, K.-J. Ha and A. Kitoh, 2005: Interannual variability of East Asian summer monsoon (EASM) rainfall and evolution of subseasonal structure in EASM circulation with AGCM ensemble. *The University Allied Workshop for Climate and Environmental Modeling*, July 11-13, 2005, Busan, Korea.
73. Nohara, D., A. Kitoh, M. Hosaka and T. Oki, 2005: Impact of climate change on river runoff. *IAMAS 2005*, August 2-11, 2005, Beijing, China.
74. Kitoh, A., 2005: Mountain uplift and ENSO-monsoon system. *IAMAS 2005*, August 2-11, 2005, Beijing, China.
75. Kim, K.-Y, K.-J. Ha and A. Kitoh, 2005: Inter-annual variability for ensemble mean precipitation forced by observed SST over East Asian monsoon region. *13th International Conference of Women Engineering & Scientist*, August 26-29, 2005, Seoul, Korea.
76. Motoi, T. and A. Kitoh, 2005: Influence of tectonic events on ENSO and monsoon in a coupled ocean-atmosphere GCM. *IGCP-476 Workshop*, September 20-24, 2005, Vladivostok, Russia.
77. Kim, K.-Y., K.-J. Ha and A. Kitoh, 2005: Predictability of interannual variability of East Asian summer monsoon for different ensemble methods with an AGCM. *The 5th International Symposium on Asian Monsoon System (ISAM5)*, October 11-15, 2005, Yongpyong, Korea.
78. Kitoh, A., 2005: Past and future climate simulations by climate models. *RIHN Pre-Symposium*, October 18-20, 2005, PALULU plaza Kyoto, Kyoto, Japan.
79. Kitoh, A., 2005: Past, present and future Pacific climate associated with ENSO modulation. *国際シンポジウム「島の持続性と資源循環型社会」*、秋田県小坂町・十和田プリンスホテル。



80. Kitoh, A., 2005: Paleoclimate modeling at MRI. *German-Japan Workshop for Numerical Climate Modeling*, October 31-November 1, 2005, CCSR, Kashiwa, Japan.
81. Kitoh, A., 2005: Climate and its variability, 平成 17 年度 JICA 集団研修「気候学」、東京・気象庁.
82. Kitoh, A., 2005: Monsoon-ENSO modulation by mountain uplift. *3rd KAGI21 International Symposium*, November 8-10, 2005, Wuhan, China.
83. 上口賢治, 2005: 20 世紀の降水エクストリームインデックスの経年変化について. *日本気象学会 2005 年度秋季大会講演予稿集*, B103.
84. 野原大輔・鬼頭昭雄・保坂征宏・上口賢治・沖大幹, 2005: 温暖化に伴う河川の洪水・渇水頻度の評価. *日本気象学会 2005 年度秋季大会講演予稿集*, B106.
85. 本井達夫・鬼頭昭雄, 2005: 地球温暖化による海面淡水フラックスと海洋塩分の変化. *日本気象学会 2005 年度秋季大会講演予稿集*, B153.
86. 黒田友二・柴田清孝, 2005: 太陽活動に伴う南半球環状モードの変調-鉛直方向への伸張の違い-. *日本気象学会 2005 年度秋季大会講演予稿集*, D205.
87. 鬼頭昭雄, 2005: 気候モデルによる過去・現在・将来のモンスーンシミュレーション. *極域・寒冷域研究連絡会*, 神戸大学.
88. Nohara, D., M. Hosaka, A. Kitoh and T. Motoi, 2005: Projection of river discharge into the Arctic Ocean using multi-model ensemble. *6th International Workshop on Global Change*, December 12-13, 2005, Tokyo, Japan.
89. Kuroda, Y. and K. Shibata, 2005: Solar cycle modulation of the Southern Annular mode -Simulation with the MRI-chemistry climate model-. *AGU 2005 Fall meeting*, San Francisco, USA, A13A-0900.
90. Murakami, S. and A. Kitoh, 2005: Role of the freshwater forcing on the Atlantic thermohaline circulation in climate changes. *AGU 2005 Fall meeting*, San Francisco, USA.
- 平成 18 年度
91. Kitoh, A., T. Motoi and S. Murakami, 2006: El Nino/Southern Oscillation Simulation at the Mid-Holocene: Effect of Flux Adjustment. *EGU*, April 2-7, 2006, Vienna, Austria.
92. Ha, K.-J., K.-Y. Kim and A. Kitoh, 2006: Interannual variability of East Asian summer monsoon from AGCM ensembles. *Symposium on Asian Winter Monsoon: Winter MONEX: A Quarterly Century and Beyond (WMONEX 25+)*, April 4-7, 2006, Kuala Lumpur, Malaysia.
93. Kuroda Y., and K. Shibata, 2006: On the influence of ultraviolet radiation and ozone on the stratosphere-troposphere coupling. *EGU2006 general assembly EGU06-A-10082*, Wien, Austria, 2-7 April 2006
94. 鬼頭昭雄, 2006: 大規模山岳が気候形成に及ぼす影響に関する気候モデルシミュレーション. *日本地球惑星科学連合 2006 年大会*. 千葉・幕張メッセ国際会議場.
95. 鬼頭昭雄・本井達夫・村上茂教, 2006: 気象研究所気候モデルによる完新世中期のエルニーニョシミュレーション. *2006 年日本気象学会春季大会*. 講演予稿集 A307. つくば・エポカルつくば.
96. 足立恭将・鬼頭昭雄・保坂征宏・本井達夫・小寺邦彦, 2006: シベリア針葉樹林のツンドラ化に対する気候モデルの応答実験. *2006 年日本気象学会春季大会*. 講演予稿集 P436, つくば・エポカルつくば.
97. 上口賢治, 2006: 20km 格子全球大気モデルによる降水エクストリーム-海面水温依存性-, 2006 年 5 月 24 日, *2006 年度気象学会春季大会*, 東京
98. 黒田友二, 2006: 気候モデルで現れた成層圏突然昇温の性質 *2006 年日本気象学会春季大会* A208, 2006 年 5 月
99. 馬淵和雄・木田秀次, 2006: アジア熱帯域森林植生変動が炭素循環に与える影響について - BAIM2 を導入した全球気候モデルによる数値実験 -. *2006 年度日本気象学会春季大会講演予稿集*, 68. 2006 年 5 月

100. 行本誠史・小寺邦彦, 2006: 大気海洋結合モデルによる北極振動の太陽活動による変調の可能性. *日本気象学会 2006 年春季大会講演予稿集*, P346
101. 坂見智法・保坂征宏, 2006: 重力波抵抗パラメタリゼーションと確率過程. *日本気象学会 2006 年度 春季大会講演予稿集*, P234
102. Motoi, T. and A. Kitoh, 2006: Changes in the Asian monsoon system caused by mountain uplift in a climate model. *Workshop on Climate-Tectonic Drilling in Southeast Asia*, June 5-7, 2006, Kochi, Japan.
103. 鬼頭昭雄, 2006: 過去・現在・将来の気候シミュレーション. *日本気象学会夏季特別セミナー (第18回夏の学校)*. 伊勢・伊勢青少年研修センター.
104. 鬼頭昭雄, 2006: ENSO・モンスーンシステムの過去, 現在, 将来. *平成18年度気象研究所研究活動報告会*. 東京・気象庁.
105. Kitoh, A., 2006: Monsoon simulations for the past, present and future by a coupled ocean-atmosphere GCM. *Fourth International Symposium of IGCP-476*, September 3-6, 2006, Pusan National University, Pusan, Korea.
106. Kuroda Y., K. Yamazaki, and K. Shibata, 2006: Role of ozone on the solar cycle modulation of the north Atlantic Oscillation. *SOLARIS meeting 2006* NCAR, Boulder USA, 4-7 Oct. 2006
107. Kim, K.-Y., K.-J. Ha and A. Kitoh, 2006: Potential predictability of optimal-use weight function ensemble and simple ensemble for East Asian summer monsoon. *Korea-Japan-China Second Joint Conference on Meteorology*, October 11-13, 2006, Ilsan, Korea.
108. 馬淵和雄, 2006: 陸域植生モデルBAIM2を導入した地域気候モデルによるアジア域炭素収支数値実験. *環境省S-1プロジェクトワークショップ講演要旨集*, 62.
109. 阿部学・安成哲三・鬼頭昭雄, 2006: アジアモンスーンの季節変化におけるヒマラヤ・山塊の存在の効果: 夏季アジアモンスーンのオンセットー気象研気海洋結合モデルによる数値実験—. *2006 年日本気象学会秋季大会*. 講演予稿集 P366. 名古屋・ウイルあいち.
110. 花田淳司・川村隆一・鬼頭昭雄・荒川理, 2006: 南米大陸の標高変化がもたらすモンスーン及び南大西洋収束帯の変化. *2006 年日本気象学会秋季大会*. ポスター講演予稿集 P368. 名古屋・ウイルあいち.
111. 黒田友二, 2006: 成層圏突然昇温の熱帯上昇流への影響 *2006 年日本気象学会秋季大会* D204, 2006年10月
112. 馬淵和雄・高橋清利・木田秀次, 2006: 近年の東アジア陸域における炭素収支変動の特徴ーBAIM2を導入した地域気候モデルによる数値実験—. *2006 年度日本気象学会秋季大会講演予稿集*, 134. 2006年10月
113. Kitoh, A., 2006: Paleo-monsoon and ENSO simulations by a coupled ocean-atmosphere GCM. *Northeastern Asian Symposium 2006* Climate change and carbon cycle, November 6-9, 2006, Station Hotel Kokura, Kitakyushu, Japan.
114. Kitoh, A., 2006: Asia-Pacific monsoon climate at the Mid-Holocene and the Last Glacial Maximum simulated with the MRI coupled model. *International Symposium on Dynamics of the Ice Age Climate*, November 13-15, 2006, *Symposium Hall of Nagoya University*, Nagoya, Japan.
115. Kitoh, A., 2006: Climate and its variability. *JICA Training Course "Meteorology"*, JMA, Tokyo, Japan.
116. Kuroda Y., 2006: Solar cycle effect on climate -Review and recent works related on the modulation of the Annular Mode-, Department of Atmospheric Sciences, University of Washington, Seattle, USA, 7Dec. 2006
117. Kuroda Y., 2006: Effect of solar cycle on the troposphere-stratosphere coupling in the southern hemisphere winter. *AGU2006* Fall meeting A11B-0871, San Francisco, USA, 11-15 Dec. 2006

118. Kitoh, A., T. Motoi, S. Yukimoto, O. Arakawa and S. Murakami, 2006: Asia-Pacific monsoon climate in the Past, present and future simulated with the MRI coupled model. *AGU*, December 11-15, 2006, San Francisco, USA.
119. Mabuchi, K., H. Kida, 2006: Numerical experiment of the relationship between the carbon balance and the climate under deforestation conditions in the Asian tropical region. *Proceedings of the AGU 2006 Fall Meeting, San Francisco, USA, CD-ROM*.
120. Kitoh, A. and O. Arakawa, 2007: Impact of precipitation characteristics on model's horizontal resolution and orography. *19th Conference on Climate Variability and Change*, January 14-18, 2007, San Antonio, TX, USA.
121. Hosaka, M. and R. Greve, 2007: The change of Greenland ice sheet simulated by SICOPOLIS due to the global warming, *GCCA-7*, 19-20 February 2007, Fairbanks, USA.
122. 馬淵和雄, 2007: 陸域植生モデル BAIM2 を導入した気候モデルの開発およびそれによる近年の東アジア陸域炭素収支変動の特徴. *環境省 S-1 アドバイザリーボード会合講演要旨集*
123. Shibata, K. and Sakami T., 2007: Simulation of the QBO with a semi-operational GCM through tuning of non-orographic gravity wave drag scheme. *International Workshop on Atmospheric Gravity Waves and Their Parameterization*. 2007.2.6-8. Seoul.

平成 19 年度

124. Kuroda, Y., K. Yamazaki, and K. Shibata. ,2007: Role of ozone on the solar cycle modulation of the North Atlantic Oscillation. *EGU2007-A06572.Europian Geophysical Meeting*, Wien, Austria, 15-20 April, 2007.
125. 足立恭将, 行本誠史, 2007: アルベドと海氷厚の取扱の違いによる融解量と結氷量への感度実験. *2007 年日本気象学会春季大会*.2007 年 5 月.
126. 坂見智法, 保坂征宏, 2007: Hines の重力波抵抗パラメタリゼーションにおける鉛直解像度依存性と確率過程の導入. *2007 年日本気象学会春季大会講演予稿集 P232*.つくば・エポカルつくば. 2007 年 5 月 13 日-16 日
127. 堀正岳, 阿部学, 植田宏昭, 安成哲三, 鬼頭昭雄, 2007: チベット高原が冬季から春期のアジアモンスーンの季節進行に果たす役割 ~AOGCM 地形除去実験を通して *日本気象学会 2007 年度春季大会*, 講演予稿集 D101.東京, 国立オリンピック記念青少年総合センター.2007 年 5 月 13 日
128. Abe, M., A. Kitoh, M.E. Hori and T. Yasunari, 2007: Numerical simulation of vegetation change in Asia associated with uplift of the Tibetan Plateau. *日本地球惑星科学連合大会*. 幕張メッセ国際会議場, 2007.5.19-24
129. Hosaka, M. and R. Greve, 2007: Change of Greenland Ice Sheet due to Global Warming Simulated by SICOPOLIS. *IUGG*, July 02-13, 2007, Perugia
130. Kitoh, A. 2007: How robust is the ENSO-monsoon teleconnection? *JMS011: Monsoon Systems, IUGG2007*, July 2-13, 2007, Perugia, Italy.
131. Hosaka, M. and R. Greve 2007: Change of Greenland Ice Sheet due to Global Warming Simulated by SICOPOLIS. *Second International Conference on Earth System Modelling*, August 27-31, 2007, Hamberg
132. Sakami, T., M. Hosaka and K. Shibata,2007: Effect of stochastic processes and vertical model-resolutions on the QBO simulation using the Hines gravity wave parameterization. *Second International Conference on Earth System Modelling*. 2007.8.27-31. Hamburg.
133. 安成哲三, 堀正岳, 阿部学, 鬼頭昭雄, 2007: 最終氷期開始(115Kyr)における日射量変化と「雪」のチベット高原の役割. *2007 年度日本雪氷学会全国大会*, 富山大学, 富山. 9 月 28 日
134. 保坂征宏, 2007: 温暖化シミュレーションに見る雪氷と気候. *気象学会秋季大会*, 札幌, 北海道大学, 10 月 14 日
135. 黒田友二, 2007: 南半球における太陽活動の上下結合に及ぼす影響について. *日本気象学会秋季大会*, 札幌市北海道大学, 10 月 14-16 日

136. Kuroda, Y., M. Deushi, and K. Shibata, 2007: Role of solar activity in the troposphere-stratosphere coupling in the southern hemisphere winter. *CAWSES 2007 symposium*, 京都大学、10月23-27日
137. Rajendran, K., A. Kitoh and J. Srinivasan, 2007: The effect of SST variation on equatorial ITCZ in Aquaplanet General Circulation Models. *APE Workshop*, 13-15 November 2007, Chiba Institute of Science, Choshi, Chiba, Japan.
138. Kitoh, A., 2007: Effect of topographic uplift on monsoon evolution. *IGCP-476 Workshop*, 6-8 December 2007, Tokyo.
139. Kitoh, A., 2007: Effect of mountains on monsoon evolution. *ISAM6 & EAC9*, 10-13 December 2007, Fukuoka, Japan.

## 平成20年度

140. Kitoh, A.141. Murakami S. and A. Kitoh, 2008: A coupled AOGCM simulation of the last glacial inception. *EGU General Assembly 2008*, 2008.4.13-18, Vienna, Austria.
141. 村上茂教・鬼頭昭雄 2008: 大気海洋結合モデルによる最終氷期初期のシミュレーション. *日本地球惑星科学連合 2008年大会*. 2008.5.25-30 (28)、千葉、幕張メッセ国際会議場.
142. 鬼頭昭雄,2008:PMIP 6ka/21ka 実験における ENSO/モンスーン. *PAGES 小委員会*. 2008.7.26-27 (26),札幌, 北海道大学低温科学研究所.
143. Murakami S. and A. Kitoh, 2008: Euler-Lagrange equation of the most simple 1D climate model based on the Maximum Entropy Production Hypothesis. *Workshop on Maximum Entropy Production: Earth, Life and Physical Approaches*, 10-12 September 2008, Kyoto University, Kyoto, Japan.
144. Kitoh, A., and O. Arakawa, 2008: Effect of BIOME interaction on 6ka and 21ka climate in the MRI CGCM2. *PMIP2 Workshop*, 2008.9.14-19 (15), Aspen Lodge, Estes Park, Colorado, USA. [poster]
145. Kitoh, A., 2008: Effect of topographic uplift on monsoon evolution. *Jilin Workshop*, 2008.10.27, Changchun, China.
146. Kitoh, A., 2008: Mid-Holocene climate in the MRI CGCM2 with BIOME interaction. *PAGES Global Monsoon Symposium*, 29-31 October 2008, Shanghai, China.
147. Murakami S. and A. Kitoh, 2008: A coupled AOGCM simulation of the last glacial inception. *EGU General Assembly 2008*, 2008.4.13-18, Vienna, Austria
148. 村上茂教・鬼頭昭雄, 2008:大気海洋結合モデルによる最終氷期初期のシミュレーション. *日本地球惑星科学連合 2008年大会*. 2008.5.25-30 (28), 千葉, 幕張メッセ国際会議場.
149. 小畑淳, 2008:北大西洋への淡水流入に対する気候炭素循環モデルの応答, 2008.5, *日本地球惑星科学連合 2008年大会*.

## 接地境界層における水蒸気と熱の乱流輸送に関する研究

研究期間： 平成 18 年度～平成 20 年度

研究代表者： 中川慎治<sup>1)</sup>、三上正男<sup>2)</sup> (物理気象研究部 第二研究室長)

研究担当者： 中川慎治<sup>1)</sup>、三上正男<sup>2)</sup>、萩野谷成徳、毛利英明、北村祐二<sup>2)</sup> (物理気象研究部)

### 研究の目的

大気-地表面間の程度の熱、水蒸気及びスカラー量（黄砂など）輸送メカニズムの理解と定量的評価は、日々の天気予報精度向上をはじめとして、アジアモンスーンの季節変動や年々変動、ひいては地球規模の気候変動の解明や予測などを行う気候モデルの精度向上にとっても必須不可欠である。本研究は、これらを解決するために観測と実験、そして自主開発した数値乱流モデルを相補的に用いて、大気境界層乱流による熱・水蒸気・スカラー量輸送の物理過程の理解を深める事を目的とする。

- (1) 地表面熱収支項目のうち乱流輸送量を対象として、陸地表面からの水蒸気・熱フラックスの長期変動を各地の気象台観測データを用いて正しく評価する。
- (2) 現実の大気境界層におけるレイノルズ数が非常に高い場合の乱流速度場の振舞を大型気象風洞等を用いた実験から明らかにする。乱流輸送を担う速度場の実態を把握するとともに、大気境界層乱流を対象とする Large Eddy Simulation (LES) あるいは Reynolds-Averaged Navier-Stokes (RANS) 等の数値乱流モデルを開発する際の指針を得る。
- (3) 乱流を顕わに表現することが可能な数値乱流モデルとして LES を自主開発する。数値乱流モデルが完成すれば、観測・実験では得られないような情報が得られるようになる。LES を用いた大気境界層乱流に関する数値計算を行い、輸送過程を明らかにすると同時に従来の気象モデルにおけるパラメタリゼーションの検証を行う。

### 研究の到達目標

- (1) 広域かつ長期間にわたる水・熱収支を求めため、気候湿潤度（降水量／ポテンシャル蒸発量）と無次元蒸発量（実蒸発量／ポテンシャル蒸発量）間の実験的關係を草地上の露場など様々な地表面状態で得られたデータを用いて求める。
- (2) 慣性領域・エネルギー保有領域の各スケール域で、乱流速度場の各種統計量のレイノルズ数依存性を実験的に調べ、高レイノルズ数における普遍的な振舞を明らかにする。
- (3) 数値乱流モデルとして LES を自主開発し、その精度検証を行うと共に、大気境界層乱流に関する数値計算を行い、既存の乱流パラメタリゼーションの比較・検討を行う。さらに実験データとの比較により LES の有効性を検証する。

### 研究の概要

- (1) 陸面蒸発は、地表面の乾燥度合いによって異なり、大気側の条件のみでは決まらない。それゆえ本研究では長期の蒸発量を推定するために大気側の条件を表すポテンシャル蒸発量と地面の乾燥度合を表す降水量の2つのパラメータを用いて推定する。従来の研究で得られている蒸発量、ポテンシャル蒸発量および降水量に関するデータセットを作成するために、既存の熱収支データの収集を行う。また、草地面の代表地点として気象研露場において熱収支観測を実施する。これらのデータから熱収支解析を行い、ポテンシャル蒸発量と実蒸発量および降水量のデータセットを作成する。データセットから様々な地表面状態における気候湿潤度と無次元蒸発量間の実験的關係を明らかにする。更に従来から得られている接地境界層における水蒸気・熱の乱流輸送の観点から本方法の有効性を検討する。
- (2) 気象研風洞で低レイノルズ数から高レイノルズ数までの格子乱流・境界層乱流・噴流を生成し、熱線流速計を用いて速度場の時系列データを取得する。慣性領域・エネルギー保有領域の各スケール域においてモーメント等の各種統計量を算出し、レイノルズ数に依存しないような普遍的な振舞の有無を明らかにする。なお、風洞実験データは課題(3)の検証データとしても活用する。
- (3) LES あるいは RANS 等の大気乱流に関する数値乱流モデルを、気象研内のモデル開発グループと連携をとりつつ自主開発し、気象研風洞で得られた実験結果を用いて検証する。数値モデルか

<sup>1)</sup> 平成 18 年度、平成 19～20 年度

ら得られる平均場や乱流輸送について風洞を用いた実験結果との比較を行い、数値モデルで用いられる乱流パラメタリゼーションスキームの妥当性・一般性について検証するとともに問題点を抽出し、既存の乱流パラメタリゼーションスキームを改善するための指針を得る。

### 研究成果

- ・気象台観測データを用いて広域の蒸発量(E)算定を行う手法を開発した。これは、ポテンシャル蒸発量( $E_p$ )と降水量( $P_r$ )から計算される無次元パラメータ  $P_r/E_p$  と  $E/E_p$  を用いて蒸発量を算定するものである。
- ・この2つの無次元パラメータの関係は、観測で決定する必要があるが、本研究では、チベット高原半乾燥裸地、温暖湿潤草地、熱帯畑地、寒冷地など様々な気候条件・地表面条件で得られたデータを用いてこれを新たに求めた。
- ・得られた関係を用い、中国域における、蒸発量 E の分布図を作成した。
- ・風洞実験から、乱流の小スケール運動を担う空間構造である「渦管」の半径・旋回速度・空間分布に関し、レイノルズ数や流れ場に依らない普遍則を見出した。すなわち LES のサブグリッドスケールのパラメタリゼーションスキームを改良するに資する知見を得た。
- ・風洞実験から、乱流エネルギーが、レイノルズ数や流れ場に関係なく、大スケールで、対数正規分布に従い顕著に揺らいでいることを見出した。このような揺らぎは従来の研究で見過ごされていたもので、境界層乱流における運動量輸送などにも同様の現象が存在することを強く示唆している。
- ・乱流を顕著に表現する事が可能な数値乱流モデルとして LES を独自に開発した。LES を用いた数値実験により、野外観測や室内実験では直接得ることが困難な接地境界層の乱流現象について詳細なデータを取得した。
- ・LES のパラメタリゼーションスキームについて既存のスキームの解析・評価を行った。このため、乱流過程をより正確に表現しうる解像度の非常に細かい LES を用いて、解像度の粗い LES のパラメタリゼーションスキームの評価を行う、という新たな手法を開発した。
- ・本研究で開発した手法を用いれば、気象台の現業データと土地利用状態から数ヶ月～1年の積算蒸発量が推定できる。グローバルな水収支の把握のみならず気候モデルの検証にも寄与すると期待できる。
- ・従来の風洞実験では、自然条件に近い接地境界層乱流におけるような高いレイノルズ数は再現できなかったが、本研究によりそれを達成することが出来た。また同時に、高精度の統計解析が可能であるような、長大なデータを取得することも出来た。今後、これらのデータセットを活用する事により、より自然の大気条件に近い乱流の統計的振舞の研究を進める事が可能となった。
- ・LES を用いた数値実験により、野外観測や室内実験から直接得ることが困難な接地境界層の乱流現象について、詳細なデータを取得することが可能になった。今後は、都市気象モデルやメソモデルで用いられる乱流パラメタリゼーションの妥当性を検証する新たなツールとして、他のグループとの連携も図りつつ、LES モデルを活用することが期待できる。
- ・LES パラメタリゼーションスキームの検証は、当初計画では想定されていなかったが、研究の途上で、その必要性が明らかになったものである。この問題については十分な検討を行い、有効な検証手法を得ることが出来た。この手法を活用することで、LES パラメタリゼーションスキームを改良する研究を進めることが可能になった。

### 今後に残された問題点

- ・広域水熱収支の研究に関して、当初の目標は達成した。気候湿潤度の概念を用いた他機関の類似研究は少なく、独自性は高い。また、既存の気象台データを用いた汎用性の高い手法である事も特徴である。
- ・接地境界層を構成するような高レイノルズ乱流について、風洞実験によりこれまで未解明であった乱流の普遍的性質に関する研究成果が得られた。一方、得られた知見に基づいた気象学的にもっとも重要な運動量輸送などに関する研究までには到達できなかった点が反省点である。今後は、このような運動量輸送など気象学に重要な過程に注目して研究を進める所存である。
- ・LES を用いた新たな数値モデルの開発に関しては当初の予定通り完了した。LES パラメタリゼーション・スキームを検証するための手法については、十分に検討を行い一定の成果が得られたが、このため風洞実験との比較には至らず、課題が残る結果となった。

### 成果の活用に関する意見（事後評価の総合所見）

課題（1）については、蒸発量算定に関して、チベット高原の半乾燥裸地、温暖湿潤草地など様々な気候条件を満たす関係式を導くことができたことから、妥当な研究であったと思われる。課題（2）及び（3）に関して、期間を考えると計画がやや過大であったかもしれないので、自己評価に記載されている残された課題について研究を継続し、特に、境界層乱流における運動量輸送に対する新たな普遍則の確立を期待する。

ただし、個々の研究は基礎的・基盤的な研究として評価できるが、実用化への道筋を明らかにして行く取り組みが必要であり、所内他研究部を含めた研究機関との連携を進め、研究の進展を図っていく必要がある。特に、LESについては、観測、解析、モデル化を体現するモデル研究としての進展を期待するとともに、次期5カ年計画では、都市気象モデル及びメソモデルの改良への目に見える貢献が必須であることを、肝に銘じて取り組んで頂きたい。

### 成果発表状況

- ・印刷発表件数 10 件
- ・口頭発表件数 23 件

### 成果発表一覧

#### 1. 査読論文

1. Kitamura, Y., and Y. Matsuda 2006: The kH-3 and kH-5/3 spectra in stratified turbulence, *Geophys. Res. Lett.*, **33**, L05809.
2. Kitamura, Y., and K. Ishioka 2007: Equatorial jets in decaying shallow-water turbulence on a rotating sphere, *J. Atmos. Sci.*, **64**, 3340-3353.
3. Mouri, H., A. Hori, and Y. Kawashima 2007: Laboratory experiments for intense vortical structures in turbulence velocity fields, *Phys. Fluids*, **19**, 055101
4. Mouri, H., A. Hori, and M. Takaoka 2008: Fluctuations of statistics among subregions of a turbulence velocity fields, *Phys. Fluids*, **20**, 035108.
5. Mouri, H. and A. Hori, 2009: Vortex tubes in turbulence velocity fields at high Reynolds numbers, *Fluid Dynamics Research*, **41**,021402.
6. Oku, Y., H. Ishikawa, S. Haginoya, and Y. Ma 2006: Recent trends in land surface temperature on the Tibetan Plateau, *J. Climate*, **19**, 2995-3003.
7. Takaoka, M., H. Mouri, and A. Hori, Y. Kawashima, 2007: Isotropy and the Karman-Howarth-Kolmogorov relation in experimental and numerical turbulence, *Physical Review E*, **76**, 066312
8. Wang, K., Z. Wan, P. Wang, M. Sparrow, J. Liu, and S. Haginoya 2007: Evaluation and improvement of the MODIS land surface temperature/emissivity products using ground-based measurements at a semi-desert site on the western Tibetan Plateau, *Int. J. Remote Sensing*, **28**, 2549-2565.
9. Xu, J., S. Yu, J. Liu, S. Haginoya, Y. Ishigooka, T. Kuwagata, M. Hara and T. Tasunari 2009: The implication of heat and water balance changes in a lake basin on the Tibetan Plateau", *Hydrological Research Letters*, **3**, 1-5

#### 2. 査読論文以外の著作物（翻訳、著書、解説）

1. 毛利英明・高岡正憲, 2008: 乱流統計量の大スケール揺らぎ、ながれ (*日本流体力学会誌*), **27**, 33-40

#### 3. 口頭発表

1. Arimitsu, T., N. Arimitsu, K. Yoshida, & H. Mouri, 2008: Multifractal PDF analysis of energy dissipation rates in turbulence, *IUTAM symposium on computational physics and new perspectives in turbulence (Springer: IUTAM Bookseries, vol. 4)*, 117-123
2. Haginoya, S., and J. Xu, 2006: A climatological estimate of heat and water fluxes over the

- Tibetan Plateau. *International Workshop on Energy and Water Cycle over the Tibetan Plateau*, 4 September - 6 September, 2006, Lhasa, Tibet, China, 64-67.
3. Haginoya, S., and J. Q. Xu, 2007: A climatological estimate of heat and water fluxes over the Tibetan Plateau, *Asia Oceania Geosciences Society 4th Annual Meeting*, 31 July–4 August, 2007, Bangkok, Thailand, AS07-HS20-D2-PM1-MR4-021.
  4. Haginoya, S., and J. Xu, 2008: Long-term surface heat balance observed in the western Tibet. *5th Annual Meeting AOGS (Asia Oceania Geosciences Society) 2007*, 16 - 20 June, 2008, Busan, Korea, AS23-D3-PM2-103-007.
  5. Kitamura, Y. and Y. Matsuda, 2008: The horizontal energy spectra and cascade processes in rotating stratified turbulence, *IUTAM symposium on computational physics and new perspectives in turbulence (Springer: IUTAM Bookseries, vol. 4)*, 409-414
  6. Kitamura, Y., 2008: An intercomparison and self-consistency verification of subgrid scale parameterization schemes in large-eddy simulation, *International workshop on Rotating Stratified Turbulence and Turbulence in the Atmosphere and Oceans*, Cambridge, UK, Poster Abstracts
  7. Mouri, H., A. Hori, & Y. Kawashima, 2006: Vortex tubes in velocity fields of laboratory turbulence at high Reynolds numbers, *IUTAM Symposium on Elementary Vortices and Coherent Structures: Significance in Turbulence Dynamics (Springer: Fluid Mechanics and its Applications, vol. 79)*, 105-110
  8. Mouri, H., A. Hori, & Y. Kawashima, 2008: Vortex tubes in turbulence velocity fields at high Reynolds numbers, *IUTAM symposium on computational physics and new perspectives in turbulence (Springer: IUTAM Bookseries, vol. 4)*, 221-226
  9. Yoden, S., Y.-Y. Hayashi, K. Ishioka, Y. Kitamura, S. Nishizawa, S. Takehiro and M. Yamada, 2008: Jet formation in decaying two-dimensional turbulence on a rotating sphere, *International workshop on Rotating Stratified Turbulence and Turbulence in the Atmosphere and Oceans*, Cambridge, UK, Programme Abstracts
  10. 北村 祐二 2007: LESにおけるパラメタリゼーションスキームの相互比較, *日本気象学会 2007年 秋季大会講演予稿集*, D110
  11. 北村 祐二 2007: LESにおけるパラメタリゼーションスキームの相互比較, *第9回非静力学モデルに関するワークショップ予稿集*, 50-51
  12. 北村 祐二 2008: Germano の恒等式を用いたサブグリッドスケールのフラックスの評価, *日本気象学会 2008年 秋季大会講演予稿集*, P354
  13. 中川慎治・萩野谷成徳 2007: 牧草地におけるポテンシャル蒸発量と実蒸発量の関係, *日本気象学会 2007年度 春季大会講演予稿集*, P116.
  14. 萩野谷成徳 2006: 突風率から推定した地表面粗度の長期変化, *日本気象学会 2006年度 春季大会 講演予稿集*, P244.
  15. 萩野谷成徳・徐健青 2006: NDVI から推定したチベット高原上の熱収支, *日本気象学会 2006年 秋季大会講演予稿集*, P373.
  16. 萩野谷成徳・徐健青 2007: チベット高原上の広域熱収支解析, *日本気象学会 2007年度 春季大会 講演予稿集*, D155.
  17. 萩野谷成徳 2007: チベット高原上の広域熱収支の推定—WI が代表する空間スケール—, *日本気象学会 2007年度 秋季大会講演予稿集*, P329.
  18. 萩野谷成徳 2008: 西チベット改則における長期熱収支観測—地表面での地中熱流量推定—, *日本気象学会 2008年度 春季大会講演予稿集*, P202.
  19. 萩野谷成徳 2008: 中国域の蒸発量マップ作成, *日本気象学会 2008年度 秋季大会講演予稿集*, P133.
  20. 毛利英明 2006: 高レイノルズ数乱流内の渦管構造に関する実験的研究, *京大数理解析研究所講究録 1496*, 173-180



21. 毛利英明・高岡正憲 2007: 乱流局所統計量の揺らぎについて, *京大数理解析研究所講究録* 1567, 56-62
22. 毛利英明・高岡正憲・堀晃浩 2007: 乱流局所統計量の揺らぎについて, *日本流体力学会年会 2007 講演アブストラクト集*, 75
23. 毛利英明・高岡正憲 2008: 乱流の大スケール変動における対数正規性, *日本物理学会 2008 年秋季大会予稿集*, 20pVB-2

## 意図的・非意図的気象変化に関する研究 -フィージビリティスタディ-

研究期間： 平成20年度  
 研究代表者： 村上正隆（物理気象研究部 第一研究室長）  
 研究担当者： 折笠成宏、斎藤篤思、田尻拓也（物理気象研究部）  
 橋本明弘（予報研究部）  
 永井智広、酒井 哲、中里真久（気象衛星・観測システム研究部）  
 財前祐二（環境・応用気象研究部）

### 研究の目的

日々の天気予報、気候変動予測、そして渇水・降雹・集中豪雨などの顕著現象による被害緩和や水資源管理の一手法としての気象変化などに関する技術の向上に大きな期待が寄せられている。雲・降水に関わる諸過程の多くは、これら天気予報・気候変動・気象変化の分野に共通する重要課題として、早急な解明が求められている。

意図的・非意図的気象変化に関する研究は、その研究手法や対象とする物理過程の共通性から、表裏一体の密接な関係にある。意図的気象変化は非意図的気象変化を理解する上で、準実スケールの実験と見なすことが出来る。一方、非意図的気象変化は大気環境の変調を通して、意図的気象変化（シーディング効果）にも大きな影響を与える可能性がある。

本研究では、エアロゾルの雲・降水過程に及ぼす影響に関する実験・観測的研究に基づいたエアロゾル・雲・降水を統一的に扱う雲物理パラメタリゼーションの開発・改良を中心として、研究手法や対象とする物理過程の観点からも密接な関係にある意図的・非意図的気象変化の研究を総合的に実施し、人工降雨で代表される意図的気象変化技術の確立、および降水短時間予報精度の向上・気候変動の解明に資することを目的とする。

### 研究の到達目標

意図的・非意図的気象変化に関する総合的研究を効率的・効果的に推進するための研究手法・研究体制を検討すると共に、エアロゾルが雲・降水過程に及ぼす影響に関する実験・観測データを用いた予備的研究を通して、エアロゾル・雲・降水を統一的に扱う雲物理パラメタリゼーションの開発・改良に関する5年後、10年後の達成目標を明確にし、そのために必要となる実験・観測的研究のアプローチを検討することを目的とする。

### 研究の概要

- ・人為起源エアロゾルおよびシーディングエアロゾルが雲・降水分布などに及ぼす影響を統計的手法を用いて解明する。
- ・エアロゾルの物理化学特性と雲核・氷晶核の活性化スペクトルの直接測定法の開発・改良を行う。
- ・間接測定法を用いたエアロゾル・雲・降水の微物理構造の導出法の開発・改良を行う。
- ・直接・間接観測データを解析し、色々な雲の条件下におけるエアロゾルから雲粒・氷晶生成過程の解明を図る。
- ・雲生成チェンバーや雲核計・氷晶核計等を用いて、色々な大気環境の下で、エアロゾル粒子の物理化学特性と雲核・氷晶核としての活性化特性の関係を解明する。その結果を用いて詳細雲物理ボックスモデルを開発・改良する。
- ・室内実験の結果と詳細雲物理ボックスモデルの結果の比較から、種々のエアロゾルからの雲粒・氷晶発生過程を定式化する。その結果を取り込んだ、エアロゾル（雲核・氷晶核）・雲・降水を統一的に扱う新しい雲物理過程パラメタリゼーションを組み込んだNHMを開発・改良する。
- ・エアロゾル・雲・降水を統一的に扱う雲物理パラメタリゼーション（バルク法、ビン法）を組み込んだNHMによる数値シミュレーションと観測結果を組み合わせ、人為起源エアロゾルやシーディングエアロゾルが種々の雲の微物理構造・寿命・雲量・地上降水量などに及ぼす影響（エアロゾルの間接効果・シーディング効果）の解明を図る。

### 研究成果

- ・ エーロゾルの物理化学特性と雲核・氷晶核の活性化スペクトルの直接測定を実施するため、エーロゾルスペクトロメータ、OPC、電頭メッシュ用サンプラー、雲核計、自動化した氷晶核計から成る測定システムを構築し、外気の連続モニタリング観測を実施した。0.01～10 ミクロンまでのエーロゾル粒径分布、0.1 ミクロン以上のエーロゾルの元素組成、0.07～2%の過飽和度におけるエーロゾルの雲核能、気温 $-15\sim-35^{\circ}\text{C}$ 、氷飽和 $\sim 10\%$ 水過飽和条件におけるエーロゾルの氷晶核能に関するデータを取得した。
- ・ エーロゾルスペクトロメータ、OPC、電頭メッシュ用サンプラー、雲核計に関しては、高度（気圧）変化にも適応できるように改良し、科学技術振興調整費「渇水対策のための人工降雨・降雪に関する総合的研究」の一環として実施した航空機観測で使用し、エーロゾル・雲・降水に関するデータを取得した。エーロゾルの物理化学特性と雲核能、雲底下のエーロゾルの雲核能と雲底付近の初期雲粒径分布に関する予備的な解析を行った。
  - ・ エーロゾルの氷晶核能と初期氷晶分布の関係を調べるために、航空機搭載用氷晶核計を製作した。今後予定されている航空機観測で使用し、エーロゾルの物理化学特性・雲核能・氷晶核能と雲粒・氷晶発生過程の関係を解明していく予定である。
- ・ 過去に行われた雲粒子ゾンデとエーロゾルゾンデの連結飛揚観測データより、黄砂等のダスト粒子が巻雲の氷晶発生にどの程度寄与しているかを目的として解析を進めた。直接的な同定は現状では困難であるが、今後研究を実施していく上での課題を整理し、各種地上リモートセンシングとの同期観測を実施することによる可能性を検討した。天頂観測用 X バンドレーダー及び FMCW 型 Ka バンドレーダーの観測データを用いて、雲・降水の微物理パラメータ（反射因子・ドップラー速度の波長依存性、消散係数など）の導出を試行した。また、ライダーで観測された2波長後方散乱係数波長依存性と偏光消度、ライダー比データを用いたエーロゾルキャラクタリゼーション方法の検討を行った。
- ・ 雲生成チェンバーを用いた混合雲の氷晶発生過程に関する実験を実施し、上昇速度や持ち上げ凝結温度と氷晶発生温度域や数濃度との関係について解析を進めた。試料空気として外気だけではなく、ダスト粒子のような特定の粒子を用いた実験も実施した。Arizona Test Dust を用いた初期実験では、雲核としての有効性と $-20^{\circ}\text{C}$ 以下での氷晶発生を確認した。
- ・ 人為起源およびシーディングエーロゾルが雲・降水に与える影響を調べるための、バルク法雲物理スキームを開発した。シーディングエーロゾルが冬季山岳性降雪雲に与える影響を調べるための数値実験を行い、シーディングに適した大気条件下では降雪量が増加することを確認した。

### 今後に残された問題点

- ・ 今後5年間で、雲生成チェンバー・氷晶核計を用いた実験・測定精度向上、各種地上リモートセンシング技術を用いたエーロゾルのキャラクタリゼーション手法の改良などを通して、ダスト粒子・炭素系粒子・海塩粒子・硫酸塩粒子を中心としたエーロゾルの物理化学特性と雲核・氷晶核能の関係を解明するとともに、モニタリング観測からその季節変化などを明らかにする。  
数値モデルに関しては、上記の室内実験および詳細雲物理ボックスモデルの結果を組み込んだエーロゾル（雲核・氷晶核）・雲・降水を統一的に扱う雲物理パラメタリゼーション（バルク法、ビン法）を組み込んだNHMを開発する。バルク法を組み込んだNHMを用いた数値シミュレーションと観測結果を組み合わせモデルの検証・改良を行い、人為起源エーロゾルやシーディングエーロゾルが種々の雲の微物理構造・寿命・雲量・地上降水量などに及ぼす影響（エーロゾルの間接効果・シーディング効果）の解明を図る。ビン法を組み込んだNHMによる数値シミュレーションは計算機能力を考慮し、氷粒子の取り扱いを簡略化するなどして狭領域を対象としたケーススタディを実施し、エーロゾル・雲・降水の微物理構造の観測結果との比較・検証を実施する。
- ・ 10年後までには、ダスト粒子・炭素系粒子・海塩粒子・硫酸塩粒子以外のエーロゾルも含め、それらの内部混合・外部混合状態と雲核・氷晶核能の関係を解明するとともに、モニタリング観測からその季節変化などを明らかにする。  
数値モデルに関しては、上記の室内実験および詳細雲物理ボックスモデルの結果を組み込んだエーロゾル（エーロゾル種別の雲核・氷晶核能）・雲・降水を統一的に扱う雲物理パラメタリゼーション（バルク法、ビン法）を組み込んだNHMを開発する。ビン法を組み込んだNHMを用いた数値シミュレーションと観測結果を組み合わせモデルの検証・改良を行い、人為起源エーロゾルやシーディングエーロゾルが種々の雲の微物理構造・寿命・雲量・地上降水量などに及ぼす影響（エーロゾルの間接効果・シーディング効果）の解明を図る。上記ビン法NHMの結果を用いてバルク法NHMの改良を図り、広領域を対象としてエーロゾルの間接効果の解明や各種シーディングによる人工降雨・降

雪の可能性を定量的に評価する。

#### 成果発表状況

- ・印刷発表件数 1 件
- ・口頭発表件数 24 件

#### 成果発表一覧

1. 査読論文 なし

2. 査読論文以外の著作物（翻訳、著書、解説）

1. Hashimoto, A., T. Kato, S. Hayashi, and M. Murakami, 2008: Numerical experiment on the sensitivity of precipitation enhancement to cloud seeding position for the winter orographic cloud in Japan, *CAS/JSC WGNE Res. Activ. Atmos. Oceanic Model*, **38**, 5.09-5.10, (2008)
  
3. 口頭発表
  - (1) 国際会議・学会等での口頭発表件数：9件
1. Oriyasa, N., T. Sakai, M. Murakami, A. Saito, T. Tajiri, K. Yamashita, and T. Nagai, 2008: Balloonborne observation of cirrus cloud particles and aerosols measured with hydrometeor videosonde, Snow White hygrometer, and optical particle counter. *Proceedings of 15th International Conference on Clouds and Precipitation*, July 7-11, Cancun, Mexico.
2. Oriyasa, N., M. Murakami, and A. Saito, 2008: Characteristics of orographic mixed-phase clouds during JCSEPA field campaigns. *Proceedings of 15th International Conference on Clouds and Precipitation*, July 7-11, Cancun, Mexico.
3. Tajiri, T., K. Yamashita, M. Murakami, N. Oriyasa, A. Saito, T. Nagai, T. Sakai, and H. Ishimoto, 2008: Laboratory experiments of mixed-phase cloud formation. *Proceedings of 15th International Conference on Clouds and Precipitation*, Cancun, Mexico, 6.7.
4. Yamashita, K., T. Tajiri, A. Hashimoto, M. Murakami, N. Oriyasa, and A. Saito, 2008: Nucleation and growth of droplets simulated in the dynamic cloud chamber and the microphysical parcel model. *Proceedings of the 15th International Conference on Clouds and Precipitation*, Cancun, Mexico, P12.15.
5. Saito, A., and M. Murakami, 2008: Measurement of natural ice nuclei by continuous-flow thermal-diffusion-chamber type ice nucleus counter. *Proceedings of the 15th International Conference on Clouds and Precipitation*, July 7-11, Cancun, Mexico.
6. Hashimoto, A., T. Kato, S. Hayashi, M. Murakami, 2008: Cloud seeding experiment with three-dimensional cloud resolving model for winter orographic cloud in Japan. *Proceedings of the 15th International Conference on Clouds and Precipitation*, Cancun, Mexico, P9.1.
7. Murakami, M., and N. Oriyasa, 2008: How does Asian dust storm affect the microphysical structures of orographic snow clouds? *Proceedings of 15th International Conference on Clouds and Precipitation*, July 7-11, Cancun, Mexico.
8. Sakai, T., N. Oriyasa, T. Nagai, M. Murakami, T. Tajiri, A. Saito, K. Yamashita, and A. Hashimoto, 2008: Asian dust and cirrus clouds properties as measured by Raman lidar and balloon-borne instruments, *Reviewed and revised papers presented at the 24th International Laser Radar Conference*, 373-376.
9. Sakai, T., T. Nagai, Y. Mano, and M. Murakami, 2008: Dual-wavelength and polarization lidar system for Japanese Cloud Seeding Experiment and Augmentation (JCSEPA), *Reviewed and revised papers presented at the 24th International Laser Radar Conference*, 76-78.

- (2) 国内会議・学会等での口頭発表件数：15 件
10. 折笠成宏・村上正隆・斎藤篤思, 2008: 航空機による山岳性降雪雲の直接観測 (その2) - 雲の相から見た統計的特徴 -. 日本気象学会 2008 年度春季大会講演予稿集, P302.
  11. 田尻拓也・山下克也・石元裕史・村上正隆, 2008: エーロゾル・雲粒子センサーの非球形粒子検出特性について (その2) -MRI 雲生成チャンバー雲物理実験より-. 日本気象学会 2008 年度春季大会講演予稿集, P245.
  12. 山下克也・田尻拓也・村上正隆・折笠成宏・斎藤篤思・財前祐二・岡田菊夫, 2008: MRI 雲生成チャンバーを用いた吸湿性粒子シーディング実験 (その2) . 日本気象学会 2008 年度春季大会講演予稿集, B404.
  13. 村上正隆・橋本明弘・小池克征, 2008: 物理的予測因子を用いたシーディング効果判定法の試み - 2D シーディング数値実験の結果を用いて -. 日本気象学会 2008 年度春季大会講演予稿集, B401.
  14. 三隅良平・村上正隆・加藤輝之・橋本明弘・佐竹晋輔・J.-P. Chen, 2008: 多次元ビン法雲物理モデルの簡略化の検討 - 力学モデルへの導入に向けて -. 2008 年日本気象学会春季大会, P304.
  15. 村上正隆, 2008: 意図的・非意図的気象変化. 日本気象学会夏期特別セミナー.
  16. 村上正隆・JCSEPA 研究グループ, 2008: 人工降雨・降雪研究 (JCSEPA) におけるリモートセンシング技術. 第34回リモートセンシングシンポジウム講演論文集.
  17. 酒井 哲・永井智広・村上正隆・JCSEPA 観測グループ, 2008: 2008 年夏季人工降雨実験における2波長ライダー観測. 第34回リモートセンシングシンポジウム講演論文集, 13-16.
  18. 折笠成宏・村上正隆・斎藤篤思・池田明弘・吉田一全, 2008: ドライアイスシーディングに伴う山岳性降雪雲の微物理構造の変化. 日本気象学会 2008 年度秋季大会講演予稿集, B356.
  19. 田尻拓也・山下克也・村上正隆, 2008: MRI 雲生成チャンバーによる雲物理実験 混合雲における氷晶発生過程について (その2) . 日本気象学会 2008 年度秋季大会講演予稿集, P381.
  20. 村上正隆・科振費「人工降雨・降雪」夏期観測グループ, 2008: 四国における人工降雨実験観測の概要. 日本気象学会 2008 年度秋季大会講演予稿集, P381.
  21. 橋本明弘・佐竹晋輔・加藤輝之・村上正隆, 2008: ヨウ化銀を用いた地上シーディングに関する数値実験. 2008 年日本気象学会秋季大会, B359.
  22. 酒井 哲・永井智広・村上正隆・JCSEPA 観測グループ, 2008: 2008 年夏季人工降雨実験におけるライダー観測 (速報) . 日本気象学会 2008 年度秋季大会講演予稿集, P173.
  23. 斎藤篤思・村上正隆, 2008: 氷晶核測定装置を用いた氷晶核数濃度の測定 (その3) . 日本気象学会 2008 年度春季大会講演予稿集, P150.
  24. 斎藤篤思・村上正隆・折笠成宏・山下克也, 2008: 小規模シーディング実験において散布される吸湿性粒子. 日本気象学会 2008 年度秋季大会講演予稿集, P175.

## 九州に接近した台風の構造変化とそれに伴う諸現象に関する研究

研究期間：平成19年度～平成20年度

研究代表者：出口一（福岡管区気象台技術部予報課）

研究担当者：中西信彦<sup>1)</sup>、折口征二、今藤友紀<sup>2)</sup>（福岡管区気象台）北畠尚子（気象研究所台風研究部）

### 研究の目的

九州に接近した台風について、その温帯低気圧化に伴う3次元構造の変化と、付随して生じた地上風・降水分布の多様性、及びそれによる災害の特徴の関係を明らかにする。

### 研究の到達目標

- ・九州に接近した台風に伴って発生した地上風・降水分布、及びそれによる災害の特徴を整理する。
- ・九州に接近した台風の3次元構造を解析し、傾圧性の影響による成熟期の軸対称構造の台風からの変化の過程を明らかにする。
- ・台風の3次元構造の変化と、それに伴って九州付近で生じた地上風・降水分布の特徴、及びそれによる災害の特徴の関係について、考察を行う。

### 研究の概要

- ・過去に九州に接近した台風に伴って生じた地上風・降水分布、及び災害の発生状況を、後で台風の構造変化過程と関連付けて考察するために、時系列的に整理する。
- ・過去に九州に接近した台風について、観測データ及び数値予報GPVを用いて台風の3次元構造の変化を解析する。主に2004年以降の台風を解析対象とするが、必要に応じてそれ以外の事例も解析し比較を行う。
- ・台風の3次元構造の変化と、その変化の段階に対して九州付近で生じた諸現象（地上風・降水分布など）、及びそれによる災害の特徴の関係について、考察を行う。

### 研究成果

- ・過去3年間の九州接近台風、および過去10年間に顕著な災害をもたらした九州接近台風について調査を行った。過去10年間に突風害を発生させた台風は8個で、そのうち7個が9～10月の台風だった。8個の台風に伴って生じたとされている突風害16事例（竜巻とされているものは14事例）のうち13事例が台風の進行方向の前方右側、3事例が前方左側で発生した。また、台風中心近傍で発生したのは、わずか1事例（北西側15km）であり、その他は全て台風中心から約200km以上離れた地点で発生していた。
- ・九州西海上を北上した台風3個（2006年台風第13号、2006年台風第14号、2004年台風第21号）についてRSM（気象庁領域モデル）のGPV等を用いて三次元構造を解析した。いずれも、九州接近時には構造変化の段階にあったが、以下のように相違点が見られた。
  - ①《2006年台風第13号》上部対流圏起源の乾燥した高渦位空気の流入により台風はやや非対称性を持っていた。進行方向右前方において不安定域が形成され、宮崎県付近には竜巻などの顕著現象の発生に好適な環境が形成されていた。その後、経路右側の降水域が消滅し、経路左側降水域が出現する明瞭な降水シフトがあった。
  - ②《2006年台風第14号》台風はまだ比較的軸対称性が強い段階で、T0613の場合とは異なり、台風北側にあたる九州東岸に北西からではなく東海上から流入した乾燥空気により不安定域が形成されていて、そこで竜巻が発生していた。経路右側の降水域が徐々に消失するとともに、経路左側の降水域も徐々に出現した。
  - ③《2004年台風第21号》台風は非対称性を持ち始めており、北西側からの沈降による中層乾燥空気は台風の南側を大きく回って北東側まで流入し、南側の降水域が消失するだけでなく、東側400～500km付近まで降水域が広範囲に弱まった。突風害は九州では特に報告されていないが、関東地方と東海地方では竜巻があったことが報告されている。
- ・本研究に着手した平成19年度において、気象庁は竜巻注意情報を業務化した。それに伴って「竜巻

<sup>1)</sup>平成19年度、<sup>2)</sup>平成20年度

などの激しい突風に関する予告的気象情報」を発表するための基準策定が全国の気象官署で実施された。福岡管内における基準策定作業は過去事例の突風関連指数の統計的調査に基づいた策定作業だったが、策定した基準の妥当性を検討する際には、本研究の示す台風温低化に関する総観的状况に関する知見が、策定基準の妥当性を示すことに有効だった。このため、突風に関する予告的気象情報の発表基準策定作業に貢献し、大きな効果があった。

- ・本研究では、過去 10 年間の突風発生位置の統計結果と、2006 台風第 13 号の立体構造解析から、九州における台風に伴う突風災害は、構造変化段階の台風の進行方向右前方 200~300km 付近に発生しやすいという知見が得られた。この結果は、台風が九州から遠い南海上にあつて直接的な影響のない段階において、台風と中緯度傾圧帯の中間領域（中心からかなり離れた所）に発生する突風害発生の可能性を予測する技術に結びつくと考えられる。

#### 今後に残された問題点

- ・九州に接近する台風は成熟期の軸対称構造として説明されることが多いが、調査した 3 事例については構造変化の段階にあったということが確認されたことで、一定の成果があった。また台風の構造変化と突風災害の関連を示唆することができたことでも一定の成果があった。一方、今回の研究のうち事例解析では、一般に九州で最も災害が大きくなるとされる「九州西海上を北上した台風」の 3 事例を選定したが、災害と構造変化の関連性を調査するためには、経路の類似した台風事例の比較よりも、災害の類似した台風事例の比較を行ったほうが有効な解析に結びついた可能性があると考えられ、事例選定の考え方に反省点があった。今後は、この反省点を踏まえた台風事例解析を積み重ね、今回の調査を参考に、災害と構造変化の関連性についての一般性を議論するための調査につなげたい。

#### 成果の活用に関する意見（事後評価の総合所見）

台風の非軸対称性にとまなう風、降水、災害分布についてはこれまでに多く議論されてはいたが、統一的・総合的に調査されることが少なかった。この点に着目し、かなりの数の台風について調査し、統一的に結果をまとめようとする取り組みは、予報業務に貢献するとともに、気象学的にも価値が高いものである。したがって、九州に災害をもたらした 14 個の台風について、地上風、降水分布、災害一覧表をイントラ HP 上に整理し、そのうちの 3 事例について詳細な解析を実施したことはある程度評価できる。また、同様な調査を継続する上でのテンプレートを提供したという面も評価できる。

ただし、事前評価の指摘に従い突風災害に絞ったことは良かったと言えるが、台風の構造変化及び分布と災害の特徴の多様性との関係を明らかにするには、解析事例数が十分とは言えない。また、地方が主体の課題ではあるが、気象研究所の力を発揮できる場が限られていたようにみられる。今後、同様の手法で事例解析を蓄積し、予報現場で有効な知見をまとめていくことを目指して、よく組織化された研究に発展させるよう取り組まれることを期待する。

#### 成果発表状況

- ・印刷発表件数 なし
- ・口頭発表件数 4 件

#### 成果発表一覧

1. 査読論文 なし
2. 査読論文以外の著作物（翻訳、著書、解説） なし
3. 口頭発表
  1. 中西信彦・出口一・折口征二, 2007: 九州に接近した台風の構造変化とそれに伴う諸現象. 平成 19 年度福岡県気象研究会.
  2. 中西信彦・出口一・折口征二, 2007: 九州に接近した台風の構造変化とそれに伴う諸現象. 平成 19 年度北部地区気象研究会.
  3. 出口一・中西信彦・折口征二, 2007: 九州に接近した台風に伴う突風害と台風の構造変化. 2007 年度日本気象学会九州支部発表会.

4. 出口一・今藤友紀・折口征二, 2008 : 上層乾燥渦位と下層湿潤渦位の振舞いに着目した台風温帯低気圧化過程の研究. 平成 20 年度福岡県気象研究会.



## 強雨をもたらす線状降水帯の形成機構等の解明及び降水強度・移動速度の予測に関する研究

研究期間：平成19年度～平成20年度

研究代表者：瀬古弘（予報研究部 第二研究室主任研究官）

研究担当者：大阪管区气象台、彦根地方气象台、京都地方气象台、奈良地方气象台、和歌山地方气象台、鳥取地方气象台、松江地方气象台、広島地方气象台、徳島地方气象台、舞鶴海洋气象台、神戸海洋气象台

### 研究の目的

ドップラーレーダなどの観測データを使って解析する“豪雨や強雨をもたらす線状降水帯”の事例数を増やし、降水帯の分類や、それぞれの構造、維持機構を明らかにする。さらに、非静力学モデルや同化システムなどの結果を用いて、降水強度の変化・移動と環境場との関係を調べて整理するとともに、整理した関係を元に、降水強度の変化・移動の予測を試みる。

また、この研究から得られた成果は、平成22年度から始まる市町村を対象とした注意報・警報の発表のための重要な知見となる。

### 研究の到達目標

- (1) これまでに観測された線状降水帯などの複数の事例を選び、ドップラーレーダやウィンドプロファイラー、GPSなどの観測データを使って解析し、個々の降水帯の構造や維持機構を見出す。
- (2) これまでの複数の事例の観測データや数値モデルの結果を使って、降水帯の発達や移動速度と環境場との関係や、降水強度や移動速度の変化に影響を及ぼす要因を見出す。
- (3) 環境を変えた数値実験を行い、(2)で得られた降水帯の降水強度や移動速度と環境場との関係についての知見を評価・検討する。

### 研究の概要

- ・ これまでに観測された事例から、解析する事例を複数選び、観測データを収集する。
- ・ ドップラーレーダやウィンドプロファイラーなどの観測データを用いて、降水帯の構造や維持機構を調べる。
- ・ 非静力学モデルなどを用いて再現実験を行い、降水帯の構造や維持機構を調べる。
- ・ 複数の事例の観測データや数値モデルの再現実験の結果から、降水帯の発達や移動速度の要因を調べる。
- ・ 環境を変えた実験を行い、降水強度や移動の要因を評価する。

### 研究成果

#### (1) 2003年4月8日の線状降水帯（気象研究所）

線状降水帯に対する地形の影響を調べるために、非静力学モデルを用いて、計算領域全体や四国、淡路島等の地形を取り除いた感度実験、領域全体の地形を南北にずらした感度実験を行った。また、線状降水帯の南側から降水帯に供給される気流の風速や湿度などの環境について、模擬観測データを作成し、メソ4次元変分法データ同化システムに適用して同化することによって、降水帯の降水強度や移動に与える線状降水帯周辺の環境の影響を調べた。その結果、紀伊水道の南側の中層の水蒸気量を増やすと線状降水帯の降水が強められることから、この事例では下層のみではなく中層も湿っていることが重要なこと、降水帯周辺の南西風と南風の収束が強い降水帯の形成に重要であり、瀬戸内海と紀伊水道という収束を生じさせやすい地形が降水帯の位置を決めるうえで重要であることがわかった。また、瀬戸内海の西風を強くすると降水帯がより速く東に移動することがわかった。

#### (2) 神戸の雷雨をもたらした線状降水帯（気象研究所・大阪管区气象台・神戸海洋气象台）

2008年7月28日に神戸の河川の急激な増水をもたらした事例について、局所アンサンブル変換カルマンフィルターを用いて、現業の同化システムで用いられた地上と高層データ、新しい観測データであるGPS可降水量を同化し、雷雨を引き起こした降水帯の再現実験を行った。その結果、発生し

た時刻が実況よりも早いものの、兵庫県や岡山地方の内陸部から神戸付近の延びる広域の降水帯や、その降水帯が時間とともに南下していく状況については再現できた。GPS 可降水量を同化しないと強い降水帯が再現できないことから、この降水帯の形成には、下層の水蒸気量が重要であることがわかった。また、豪雨発生時における神戸から±50km 内の降水強度と、2 時間前における同じ領域内の地上気温や中層の気温などの関係を、アンサンブルメンバーの予報値から求めたところ、中層の気温が低いメンバーで降水量が大きいことがわかった。

(3) 隠岐に大雨をもたらした降水帯について (気象研究所・松江地方気象台)

2007 年 8 月 31 日に島根県隠岐に大雨をもたらした降水系について、GPS 掩蔽データをメソ 4 次元変分法システムに適用して同化したが、掩蔽データの位置が隠岐から遠かったため、同化のインパクトが小さく、豪雨をもたらした降水帯が再現できなかった。そのため、局所アンサンブル変換カルマンフィルターを用いて、現業の同化システムで用いられた地上と高層データを同化した再現実験を行った。その結果、気象庁現業レーダで観測された降水帯に似た「西に尖った降水域を持つ降水帯」が再現され、西郷測候所で観測された「急激な気圧の下降」に対応する深くて狭い低圧部も再現することができた。この降水系について、流跡線解析等を行ったところ、南からの湿って暖かい気流が、降水帯の側面に沿って上昇していたこと、降水帯の先端部分周辺の高度 3km 以下に高温域があり、それによって地上の低圧部が形成されていたことがわかった。

(4) 2004 年 5 月 13 日の降水帯 (大阪管区気象台・京都地方気象台)

2004 年 5 月 13 日の大阪府に大雨をもたらした事例について、地上気圧や GPS 可降水量等の変動を詳細に解析した。解析の結果、瀬戸内を速い速度で東進する地上の低圧部があり、瀬戸内を東進して大阪湾に到達すると、紀伊水道を通過して大阪湾付近に流入する暖湿気の強まりにより、大雨を引き起こす低気圧として顕在化したことがわかった。低気圧の顕在化は、非静力学モデルでも確認できた。数値モデルの結果から、日本海から南下する前線の暖域内にある緩やかな傾度をもつ相当温位分布が、低気圧の振る舞いにより相当温位集中帯を形成・強化されること、この相当温位集中帯に沿って紀伊水道から大阪平野へ流入する暖湿気が上昇して凝結し、線状の降水分布を形成していたことがわかった。

(5) 2007 年 8 月 22 日に鳥取県で発生した線状降水帯の事例 (鳥取地方気象台)

岡山県との県境付近に形成されていた海風の収束によって発生した対流セルが次第に組織化して、三国山付近から東に延びる線状降水帯となった。降水帯の最盛期では、対流セルが降水帯の先端の三国山付近で、下層の冷氣塊や地形の効果により発生し、その後、中層の西風によって東に移動していた。対流セルが東に移動している間も、海上からの暖気が降水帯の冷氣外出流と収束し、降水帯に沿って上昇して、降水帯を維持させていた。これらの気流構造から、2007 年 8 月 22 日に鳥取県で発達した線状降水帯は、「バックアンドサイドビルド型」と呼ばれるタイプであることがわかった。

本課題では、GPS 可降水量データなどの観測データ、GPS 掩蔽データを同化した初期値からの予報やアンサンブル予報の結果等を、地方官署の担当者に提供するとともに、ドップラーレーダの動径風を用いた解析法などを大阪管区気象台の地方共同研究のホームページなどに掲載したりして、地方官署の担当者と情報を共有しながら、解析を進めてきた。ドップラーレーダの動径風データや GPS 可降水量データを利用すると、降水帯の 3 次元構造や維持機構を解析することができ、模擬観測データに恣意的な値を与える感度実験の代わりに、アンサンブル予報のメンバーの出力を用いると、より現実に近い状況下での豪雨の要因等を調べることができる。本課題で示したこれらの手法や結果は、今後の地方官署における調査研究の参考になることが期待でき、気象研究所技術報告に投稿するべく作業を進めている。

### 今後に残された問題点

現段階では、個々の事例解析にとどまっており、目的であった「降水強度の変化・移動の予測を試みる」ことが達成できていない。各事例の共通点、相違点、タイプ別分類、これまでの一般論との関係、新しい知見など、全体としてのまとめを行い、得られた知見が予報現場の作業にどのようにインパクトを与えるのかについても議論する必要がある。

### 成果の活用に関する意見 (事後評価の総合所見)

強雨をもたらす線状降水帯の形成機構解明のため、線状降水帯の振る舞いと構造について、最新の観測データ、数値モデル、同化技術、アンサンブル予報技術を用い、多数の事例解析を行っている。ホームページを利用して研究担当者間で情報共有し、NHM シミュレーションの活用など、専門研究者、管区、各地方官署の連携しながら行なった研究であり、多くの解析結果を得ている。すでに1編の論文が日本気象学会誌「天気」にも投稿されているが、さらに多くの事例の解析結果、あるいは総合報告が学術雑誌に掲載されることを期待する。

### 成果発表状況

- ・印刷発表件数 1件
- ・口頭発表件数 38件

### 成果発表一覧

#### 1. 査読論文

1. 栗原佳代子・金森恒雄・瀬古弘、2003年7月18日に広島県で発生した線状降水帯 一気象庁非静力学モデルで解析した気流構造と地形や中層乾燥気塊の効果一、天気、accepted.

#### 2. 査読論文以外の著作物（翻訳、著書、解説） なし

#### 3. 口頭発表

1. 朝原信長・瀬川知則・野村武司・鎌倉和夫、大阪平野における前線南下時にみられる線状降水帯の特徴について、大阪管区气象台、平成19年度大阪管区府県気象研究会誌、平成19年11月
2. 斉藤康博・福原正明・山岡英夫・北村美沙子・西秀紘、強雨をもたらす線状降水帯の形成機構等の解明について（その1）、徳島地方气象台、平成19年度大阪管区府県気象研究会誌、平成19年11月
3. 福原正明・山岡英夫・北村美沙子・西秀紘・斉藤康博、強雨をもたらす線状降水帯の形成機構等の解明について（その2）、徳島地方气象台、平成19年度大阪管区府県気象研究会誌、平成19年11月
4. 原田延明・友田義則・小菅威、2004年5月17日の線状降水帯について、彦根地方气象台、平成19年度大阪管区府県気象研究会誌、平成19年11月
5. 鳥山暁人・濱田岩彦・佐藤兼太郎・石田保明、強雨をもたらす線状降水帯の構造や維持機構について、舞鶴海洋气象台、平成19年度大阪管区府県気象研究会誌、平成19年11月
6. 伏木一朗・井口一・秋山幸三、2007年3月31日の前線南下に伴う線状降水系の構造について（気象庁非静力学モデルを用いた考察）、神戸海洋气象台、平成19年度大阪管区府県気象研究会誌、平成19年11月
7. 西川哲也・佐藤祐一・東克彦、紀伊水道付近のエコーの発達、衰弱について（平成19年度地方共同研究関連）、大阪管区气象台、平成19年度大阪管区調査研究会誌、平成19年11月
8. 金森恒雄・栗原佳代子・瀬古弘、線状降水帯の気流構造、広島地方气象台、平成19年度大阪管区調査研究会誌、平成19年11月
9. 大谷修一・安田亜樹・金森恒雄、広島湾で発達する降水エコー（2006年7月2日）、広島地方气象台、平成19年度大阪管区調査研究会誌、平成19年11月
10. 大谷修一・宇都宮幹也・金森恒雄、広島豪雨の発生メカニズム、広島地方气象台、平成19年度大阪管区調査研究会誌、平成19年11月
11. 金森恒雄・栗原佳代子・瀬古弘、線状降水帯の気流構造 ー2003年7月18日ー、関西支部2007年度第1回例会、平成19年11月
12. 大谷修一・宇都宮幹也・金森恒雄・瀬古弘、広島豪雨の発生メカニズム ー1999年6月29日ー、関西支部2007年度第1回例会、平成19年11月
13. 足立誠・吉村満、2007年8月31日の隠岐の大雨について、大阪管区气象台、平成19年度大阪管区調査研究会誌、平成19年11月

14. 足立誠・吉村満、2007年8月31日の隠岐の大雨について、大阪管区气象台、平成19年度中国地区気象研究会、平成20年1月
15. 加藤伸一・岸本満・小林光昌・谷口秀隆、奈良県に影響する線状降水帯について、奈良地方气象台、平成19年度大阪管区府県気象研究会誌、平成19年11月
16. 古田圭・矢尾信嗣・池田英紀・寺尾克彦・田中滋司・谷俊昭、2007年8月22日の鳥取県東部の線状降水帯について、鳥取地方气象台、平成19年度大阪管区府県気象研究会誌、平成19年11月
17. 河野誠・佐伯準司・新田正明・石山満・一木健史・林哲也・古家隆子、2004年5月13日の線状降水帯について（JMANHMによる感度実験）、京都地方气象台、平成19年度大阪管区府県気象研究会誌、平成19年11月
18. 山下寛・武田寅彦・栗原佳代子・金森恒雄・熊原義正・瀬古弘、近畿地方や中国四国地方の線状降水帯の構造と維持機構、日本気象学会2007年春季大会、平成19年5月
19. 牧田広道・岩本久雄・飯田早苗・朝原信長・濱崎博史・瀬川知則・鎌倉和夫、大阪平野における線状降水帯の発生機構について～2004年5月13日の事例 実況解析編～、大阪管区气象台、平成20年度大阪管区府県気象研究会誌、平成20年11月
20. 瀬川知則・岩本久雄・飯田早苗・朝原信長・濱崎博史・牧田広道・鎌倉和夫、大阪平野における線状降水帯の発生機構について～2004年5月13日の事例 数値実験編～、大阪管区气象台、平成20年度大阪管区府県気象研究会誌、平成20年11月
21. 牧田広道・岩本久雄・飯田早苗・朝原信長・濱崎博史・瀬川知則・鎌倉和夫、線状降水帯の事例解析、日本気象学会関西支部例会（四国地区）、平成20年12月
22. 瀬川知則・岩本久雄・飯田早苗・朝原信長・濱崎博史・牧田広道・鎌倉和夫、大阪平野における線状降水帯の発生機構について～2004年5月13日の事例～、日本気象学会関西支部例会（四国地区）、平成20年12月
23. 熊野繁明・平井明宏・斉藤康博・横田力・奥村賢二・北村美沙子、強雨をもたらす線状降水帯の形成機構等の解明について、徳島地方气象台、平成20年度大阪管区府県気象研究会誌、平成20年11月
24. 石橋正登・中塚賢治・秋山幸三・原田延明・吉田康夫、2008年9月2日の線状降水帯について、彦根地方气象台、平成20年度大阪管区府県気象研究会誌、平成20年11月
25. 佐藤兼太郎・石田保明・佐伯準司、2008年7月28日の線状降水帯について、舞鶴海洋气象台、平成20年度大阪管区府県気象研究会誌、平成20年11月
26. 小山芳太・小西誠二・泉 敏治・金森恒雄、2008年7月28日の大雨、神戸海洋气象台、平成20年度大阪管区府県気象研究会誌、平成20年11月
27. 今野暁・田中秀樹・小山芳太・金森恒雄、2007年3月31日の前線南下に伴う線状降水帯の構造について、神戸海洋气象台、平成20年度大阪管区府県気象研究会誌、平成20年11月
28. 金森恒雄・小山芳太・小西 誠二・根本和宏、2008年7月28日に発生した大雨（速報）-六甲山南麓に位置する都賀川で発生した濁流水難事故について-、日本気象学会関西支部例会（四国地区）、平成20年12月
29. 西川哲也・山本博之・丹治幸子、線状降水帯の形成機構等の解明について（平成20年度地方共同研究関連）、大阪管区气象台、平成20年度東京管区調査研究会誌、平成20年11月
30. 瓜生由明・神例孝典・東克彦・末永和貴・菅原道智、2006年9月16日から17日の大雨について（平成20年度地方共同研究関連）、広島地方气象台、平成20年度大阪管区調査研究会誌、平成20年10月
31. 堀川和久・濱田卓二・足立誠・佐々木啓壮、2007年3月31日の線状降水帯について、大阪管区气象台、平成20年度大阪管区調査研究会誌、平成20年11月
32. 足立 誠・瀬古 弘、2007年8月31日の隠岐の大雨について（第2報）、大阪管区气象台、平成20年度大阪管区調査研究会誌、平成20年11月
33. 山本陽子・岸本満・小林光昌・野中栄作・伊藤晋悟、奈良県に影響する線状降水帯について その2、奈良地方气象台、平成20年度大阪管区府県気象研究会誌、平成20年11月

34. 若狭剛史・矢尾信嗣・長谷川和美・米井達也・河崎浩志・神谷洋輔・寺尾克彦、2007年8月22日の鳥取県東部の線状降水帯について（その2）、鳥取地方気象台、平成20年度大阪管区府県気象研究会誌、平成20年11月
35. 坂本啓・河野誠・石山満・小野善史、2008年6月20日の線状降水帯の事例について、京都地方気象台、平成20年度大阪管区府県気象研究会誌、平成20年11月
36. 瀬古弘・斉藤和雄・國井勝・原昌弘・三好建正・足立誠・金森恒雄、LETKFを用いたB08RDP実験と日本域豪雨実験、日本気象学会2008年秋季大会、平成20年11月
37. 瀬古弘・斉藤和雄・國井勝・原昌弘・三好建正・足立誠・金森恒雄、LETKFを用いた日本域の豪雨再現実験、非静力学モデルに関するワークショップ、平成20年11月
38. 瀬古弘・斉藤和雄・國井勝・原昌弘・三好建正・足立誠・金森恒雄、LETKFを用いた日本域の豪雨再現実験、天気予報研究会、平成21年1月

## 非降水エコーの出現状況の把握と利用可能性に関する研究

研究期間：平成19年度～平成20年度

研究代表者：楠研一（台風研究部）

研究担当者：新千歳航空測候所 成田航空地方气象台 中部航空地方气象台、福岡航空測候所

### 研究の目的

非降水エコーの出現頻度・空間分布・大気環境との関係を明らかにするとともに、ゾンデデータなど真の風と比較してトレーサーとしての精度を評価する。さらに、台風に伴う暖湿気流と積乱雲発生との関連性や海陸風や水平ロール対流などの局地循環を調べる。

### 研究の到達目標

- (1) 非降水エコー出現にかかわるデータベース構築
- (2) 気象現象との関連性の調査と解析
- (3) トレーサーとしての精度評価

### 研究の概要

- (1) 非降水エコー出現にかかわるデータベース構築
  - ①空港気象ドップラーレーダーによる非降水エコー出現の統計調査
    - (a) 日変化、季節変化
    - (b) 鉛直・水平分布
    - (c) 形状、反射強度特性の調査
  - ②ACARS、ゾンデ、地上気象データによる大気環境の調査  
上記①で得られた非降水エコー出現日について、地上気温、地上風、湿度、気圧減率など大気環境を特徴付けるパラメータを抽出する
  - ③データベース  
①②をデータベース化する。
- (2) 気象現象との関連性の調査と解析  
非降水エコーと気象現象との対応（例：海風前線、水平対流ロール、台風に伴う暖湿気流）を調査し、ドップラー速度からわかるウインドシアの状況や降水現象との関連性（例：降水エコーに先行したシアライン、新たな降水雲が発生）を解析する。
- (3) トレーサーとしての精度評価  
真の風（ACARS、ゾンデデータ）と非降水エコーのドップラー速度とを比較し、トレーサーとしての精度評価と行なう。

### 研究成果

#### (1-1) 非降水エコー出現の統計的特徴

全国8箇所にある空港気象ドップラーレーダーのうち、緯度による出現の違いを視野に入れ、北から南まで広く位置するような4か所の空港気象ドップラーレーダー（新千歳・成田・中部・福岡）のデータを用いて調査を行った。空港気象ドップラーレーダーは常時、多仰角PPIスキャンを行なっているが、そのなかで最低仰角の0.7度データを利用した。これは、非降水エコーの厚みは過去の研究からせいぜい高度2kmと言われているため、この仰角のデータが解析には最適と考えたためである。また、このように非降水エコーは地面付近の低層に発生することから、エコーの出現特性は地上気象の条件に大きく影響されるものと考えられる。そのため、非降水エコー出現の大気環境を調査するために、地上気象に着目した。地上風、地上気温、日照時間、湿度について、DRAW官署データや近傍のアメダスデータを用いて、関連性の調査を行なった。その結果、

- ①水平分布：非降水エコーの出現場所の頻度分布を調査した結果、その出現領域は陸上中心であり、海上にはほとんど出現しないことがわかった。
- ②非降水エコーの日変化の特徴：出現した非降水エコーについて、一日あたりの出現頻度を1時間間隔で時刻ごとにまとめた。その結果、非降水エコーは基本的には日中に出現することがわかった。さら

に、その出現は日の出時刻、消滅は日の入時刻とほぼ一致した。また日中の出現とは別に、日の出日の入前後の薄暮期に別な短い出現ピークをもち、日変化全体として2-3峰性の特性をもつこともわかった。

③季節変化の特徴：5月ころから出現が始まり、暖候季には、非降水エコーは非降水時のうち30-80%（日中は80%前後）出現する反面、11月以降はほとんど出現しないことがわかった。

④地上気象との関係

空港気象ドップラーレーダー近傍のアメダスデータおよび、官署データをもとに、非降水エコーの出現と地上気象との関係を調査した。その結果、非降水エコーは気温と風速に大きく依存し、低温時および強風時には出現頻度が減少することがわかった。

(1-2) 現業利用に関する留意事項

①非降水エコーは豊富に出現するため、将来の晴天大気モニターの現業化の潜在的なポテンシャルを持つ。

②出現特性に関連し、現業利用の制限があることが示唆された。

- ・ 利用領域は陸上のみ
- ・ ほぼ日中に限られる
- ・ 風速が強い、あるいは気温が低いと出現しない。従って、空港気象ドップラーレーダーにて、非降水以上、エコーを現業利用する場合は、地上気温や風速などを同時にモニターして品質管理する必要がある。

(1-3) 大気現象との関連性の調査と解析

海風前線に代表される、ウインドシアを示唆するライン状の非降水エコーと大気現象との対応を解析した。選択した事例は2005年6月24日7月22日、8月8日、8月15日で、それらの概要は次のとおりである。

いずれの非降水エコーも、ドップラー速度、各種速度シアで風の急変域を示唆するパターンとなっており、さらにその場所はアメダスで解析される収束域に対応していた。ライン状非降水エコーが通過するタイミングで、地上気象（滑走路）の風の急変が見られた。パイロットレポートによるウインドシア遭遇との対応関係はみられなかったが、非降水エコーのパターンによりウインドシアが捉えられることが示された。またドップラー速度と民間航空機の通報するACARSデータの解析から、非降水エコーが及んでいる領域は、1000-3000ftに及んでいることがわかった。

非降水エコーの解析を通じて、航空機に危険な晴天下における低層ウインドシアおよびそれをもたらす局地循環の構造についての詳細な知見を得ることができた。今回の研究を通じて、航空機の安全運航のための予報精度向上に資することが出来るともに、ドップラーレーダーデータやACARSデータに関する調査・解析能力の向上が見込まれる。

さらに現在は、現業レーダーの急速なドップラー化という観測環境の大きな変革の時期にある。航空官署のみならず、一般現業官署においても調査研究の参考になることが期待される。

#### 今後に残された問題点

・ トレーサーとしての精度評価

空港気象ドップラーレーダーで観測される非降水エコーの原因は昆虫などのバイオ粒子と考えられることから、非降水エコーの風のトレーサーとしての精度評価を行う必要があると考えた。そのため真の風と非降水エコーのドップラー速度とを比較する予定であった。この評価のためにはACARS（民間航空機の通報データ）や高層ゾンデが非降水エコーの存在する領域を偶然通過したデータを統計的に解析する必要がある。現実にはこのようなデータは非常に少ないことがわかり、精度評価はできなかった。この評価をするために、今後、民間航空機の発着頻度の多い成田空港などに着目し、統計期間を十分長く取った大掛かりな調査を実施する必要がある。

#### 成果の活用に関する意見（事後評価の総合所見）

以前から断片的に知られていた空港気象ドップラーレーダー観測における非降水エコーの出現に

ついて、統一かつ総合的に調査した調査研究であり、非降水エコーの利用に関して、その有効性と限界についての基本的事項を明らかにしたことは、非常に有意義な研究であると評価する。また、研究体制における気象研を中心とした連携も高い評価の対象となる。

研究目標のうちの「トレーサーとしての精度評価」が、事例を取れなかったため達成されておらず、事前の目標設定の検討が不十分であったのではないかと考えられる。強風時は出現頻度が低いという結果から、どの程度航空機の安全運航に活用可能か更に見定める必要があるが、航空機の安全運行はもとより運航の快適性にも資する研究と考えられ、航空気象業務からのニーズに応えるポテンシャルを持つ重要な研究と考える。積み残してしまった「トレーサーとしての精度評価」が実現できるよう今後の研究への取り組みを期待する。

本研究の成果は学術的にも価値が高いので、できるだけサーキュレーションのよい報告物、たとえば日本気象学会誌「天気」の「調査ノート」などに掲載することが望ましい。また、国際会議で評価を得られたとのことから、併せて論文の完成も期待したい。

今後、後継の研究が実現される場合は、次の点にも考慮して取り組まれると良いと考えられる。

- ・事例が蓄積できた時、非降水エコーには風向・風速にトレーサーの対気速度が被さっているため、ACARS と一致することに拘りすぎず晴天乱気流の探知に活用できるかの視点で精度評価に取り組むこと。
- ・ACARS だけでなく非降水エコーの発現と近い時刻のラジオゾンデデータやウィンドプロファイラデータ、毎時大気解析データと比較することで一定の精度評価が可能と考えられる。

#### 成果発表状況

- ・印刷発表件数 なし
- ・口頭発表件数 7件

#### 成果発表一覧

1. 査読論文                   なし
2. 査読論文以外の著作物（翻訳、著書、解説）           なし
3. 口頭発表
  1. Kusunoki, K., T. Chagihira, Y. Motodate Yutaka, T. Aoshima, H. Kobayashi, F. Taka, F. Mawashi, Y. Hirakawa, H. Kiyota, 2008: An assessment of clear-air echo occurrences to develop an advanced wind shear detection system for precipitation-free conditions. Preprints, *13th Conf. on Aviation, Range and Aerospace Meteorology*, New Orleans, LA, Amer. Meteor. Soc., P1.21.
  2. 楠研一, 茶木平哲哉, 本館豊, 青嶋忠好, 小林広征, 高不二夫・廻不二夫, 平川佳己, 清田博, 2008: 空港気象ドップラーレーダーを用いた非降水エコー出現特性の調査（序報）. *2008年度日本気象学会春季大会予稿集D309*.
  3. *Chubu DRAW info. NO7*「非降水エコー通過に伴う『風向 60度変化』」, 2007年. 中部航空地方気象台.
  4. *Chubu DRAW info. NO8*「地方共同研究「非降水エコーの出現状況の把握と利用可能性」に関する研究から」, 2007年. 中部航空地方気象台.
  5. 平成19年度東京管区調査研究会誌NO40「中部国際空港気象ドップラーレーダー観測による海風前線」, 2007年. 中部航空地方気象台.
  6. *Chubu DRAW info. NO13*「地方共同研究「非降水エコーの出現状況の把握と利用可能性に関する研究（この二年間のまとめ）」, 2008年. 中部航空地方気象台.
  7. *H19年度九州北部地区気象研究会誌*「非降水エコーの出現特性とその実態」, 2008年. 福岡航空測候所.



## 3. 研究評価

### 3.1. 気象研究所評議委員会

#### 役割

気象研究所評議委員会は、気象研究所長に対し「気象研究所の長期研究計画の策定に関する助言」及び「気象研究所が実施する研究課題の評価に関する報告」を行うため、平成7年12月に設置された委員会であり、気象業務に関する研究について広く、かつ高い見識を有する研究所外の外部有識者により構成されている。

また、特別研究費ならびに気候変動予測研究費による研究課題（特別研究）の外部評価を実施するため、評価対象となる研究の分野にあわせ、評議委員の中から「気象研究所評価委員会」の委員を選出して外部評価を実施している。

#### 平成20年度気象研究所評議委員名簿（所属、役職等は平成20年4月1日現在。五十音順、敬称略）

委員長	田中正之	東北大学 名誉教授
委員	蒲生俊敬	東京大学海洋研究所 教授
	小泉尚嗣	(独) 産業技術総合研究所 地質情報研究部門 地震地下水研究グループ長
	小室広佐子	東京国際大学 国際関係学部 准教授
	佐藤 薫	東京大学大学院理学系研究科 教授
	田中 佐	山口大学大学院理工学研究科 教授
	泊 次郎	元 朝日新聞社 編集委員
	中島映至	東京大学 気候システム研究センター長
	古川信雄	(独) 建築研究所 国際地震工学センター長
	松山優治	東京海洋大学 海洋科学部長
	安成哲三	名古屋大学 地球水循環研究センター 教授
	渡辺秀文	東京大学 地震研究所 教授
	岩崎俊樹	東北大学大学院理学研究科 教授 (平成20年11月～)
	木村富士男	筑波大学大学院生命環境科学研究科 教授 (平成20年11月～)
	藤吉康志	北海道大学低温科学研究所 教授 (平成20年11月～)

#### 平成20年度の開催状況

平成20年度は、次のとおり第28回～第29回の評議委員会を開催した。このうち、第28回は東京で開催し、第29回については書面開催とした。

- ・第28回評議委員会 平成20年9月29日
- ・第29回評議委員会 平成21年3月25日（書面）

#### 第28回評議委員会

日時： 平成20年9月29日（月） 13:30～15:30

場所： 気象庁5階 大会議室

出席者

（評議委員）

田中正之 委員長、蒲生俊敬 委員、小室広佐子 委員、佐藤 薫 委員  
田中 佐 委員、泊 次郎 委員、古川信雄 委員、松山優治 委員、  
安成哲三 委員、渡辺秀文 委員

（気象研究所）

気象研究所長、企画室長、研究評価官、総務部長、各研究部長（7名）、他関係官

## 議事次第

- (1) 気象研究所長挨拶
- (2) 気象研究所評議委員会 委員長挨拶
- (3) 議題 1：独立行政法人気象研究所における研究の実施について（説明）
- (4) 議題 2：独立行政法人の気象研究所の中期目標期間の研究課題の評価について（説明）
- (5) 議題 3：重点的に実施すべき研究課題の事前評価実施について（協議）
- (6) 議題 4：評価委員会の選出について（協議）
- (7) その他

## 会議経過

- ・議題 1 では、平成 21 年度に予定されている独立行政法人化における気象研究所の研究の実施について、特に重点的に実施すべきと考える研究の目標設定の考え方について説明した。
- ・議題 2 では、平成 21 年度から概ね 5 年間で独立行政法人化後の中期目標の期間と想定し、重点的に実施すべきと考える研究課題について、評議委員会の下で行う評価委員会において評価を行うという、基本的な方針を説明した。
- ・議題 3 では、評価委員会で行う、研究課題の事前評価について、実施体制、評価手順、評価票の書式等について協議し、委員からご助言を受けた。
- ・議題 4 では、重点研究課題の事前評価を実施する評価委員会の委員の選出について協議を行った。3つの分科会を設けるとともに、予報分野の分科会には新たな評価委員として専門家を数人補充することを検討することとした。

## 第 29 回評議委員会（書面開催）

報告日：平成 21 年 3 月 25 日

評議委員：田中正之 委員長、蒲生俊敬 委員、小泉尚嗣 委員、小室広佐子 委員、  
佐藤 薫 委員、田中 佐 委員、泊 次郎 委員、中島映至 委員、  
古川信雄 委員、松山優治 委員、安成哲三 委員、渡辺秀文 委員  
岩崎俊樹 委員、木村富士男 委員、藤吉康志 委員

## 議事次第

議題 1：重点的に実施すべき研究課題の事前評価結果について（報告）

- ・独立行政法人化を見据え、今後 5 年間で重点的に実施すべき研究課題について、気象研究所評価委員会分科会（予報分科会、地震火山分科会、地球環境・気候分科会）より事前評価の総合評価をいただいたので、評議委員会へ報告を行った。

### 3.2. 気象研究所評価委員会

#### 役割

気象研究所評価委員会は、気象研究所の実施する研究課題の外部評価を行うために設置されている委員会である。評価委員会の構成員は、評価の対象となる研究課題に応じて、気象研究所評議委員から選出される。

#### 開催状況

平成20年度は、第28回評議委員会で、外部評価の対象とした研究課題の事前評価について、評議委員会の審議を踏まえ、評価委員会の予報分科会、地震火山分科会、地球環境・気候分科会を各1回開催し、計22課題を評価した。各分科会の開催については下記の通り。

#### 評価委員会（予報分科会）

日時：平成21年1月26日（月） 13:30～16:30

場所：気象庁5階 大会議室

出席者：

（評価委員）

田中正之 委員長、岩崎俊樹 委員、小室広佐子 委員、佐藤 薫 委員、藤吉康志 委員

（気象研究所）

気象研究所長、企画室長、研究評価官、予報研究部長、物理気象研究部長、気象衛星・観測システム研究部長、他関係官

#### 議事次第

- (1) 気象研究所長挨拶
- (2) 評価委員長挨拶
- (3) 事前評価資料の説明・質疑応答
- (4) 今後の予定について
- (5) その他

#### 事前評価

次世代非静力学気象予測モデルの開発やメソスケールデータ同化とアンサンブル予報に関する研究、衛星サウンダの数値予報モデルでの利用技術に関する研究、等の6課題について評価を行い、いずれも計画の修正は必要なく、実施すべきとの評価をいただいた。

#### 評価委員会（地震火山分科会）

日時：平成21年1月30日（金） 13:30～16:30

場所：気象研究所 第一共用室

出席者：

（評価委員）

古川俊雄 分科会長、小泉尚嗣 委員、泊 次郎 委員、渡辺秀文 委員

（気象研究所）

気象研究所長、企画室長、研究評価官、地震火山研究部長、他関係官

#### 議事次第

- (1) 気象研究所長挨拶

- (2) 分科会長挨拶
- (3) 事前評価資料の説明・質疑応答
- (4) 今後の予定について
- (5) その他

#### 事前評価

緊急地震速報高度化のための震度等の予測の信頼性向上技術の開発については、社会的要請及び緊急性が高いので研究期間の短縮を行い、実施すべきとの評価をいただいた。その他 5 課題は計画の修正は必要なく、実施すべきとの評価をいただいた。

#### 評価委員会（地球環境・気候分科会）

日時：平成 21 年 2 月 3 日（火） 10:30～16:30

場所：東京管区気象台 第一会議室

出席者：

（評価委員）

田中正之 委員長、蒲生俊敬 委員、田中 佐 委員、中島映至 委員、松山優治 委員

（気象研究所）

気象研究所長、企画室長、研究評価官、予報研究部長、気候研究部長、物理気象研究部長、環境・応用気象研究部長、海洋研究部長、地球化学研究部長、他関係官

#### 議事次第

- (1) 気象研究所長挨拶
- (2) 評価委員長挨拶
- (3) 事前評価資料の説明・質疑応答
- (4) 今後の予定について
- (5) その他

#### 事前評価

全球大気海洋結合モデルを用いた季節予測システムの開発、海洋環境の予測技術の開発、IPCC に関わる地球温暖化予測に関する研究、等の 10 課題について評価を行い、いずれも計画の修正は必要なく、実施すべきとの評価をいただいた。

## 4. 刊行物・主催会議等

気象研究所の研究成果は、気象庁の業務に活用されるほか、研究所の刊行物、研究成果発表会などを通じて社会に還元している。

また、関連する学会や学会誌などで発表することにより、科学技術の発展に貢献している。

### 4.1. 刊行物

#### 気象研究所研究報告 (Papers in Meteorology and Geophysics)

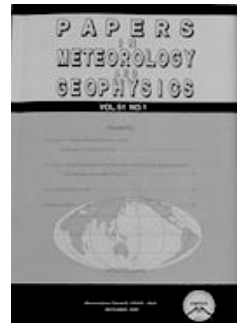
研究成果の学術的な公表を目的とした季刊の論文誌(ISSN 0031-126X)。

気象研究所職員及びその共同研究者による原著論文、短報及び総論(レビュー)を掲載している。主な配布先は、国の内外の研究機関・大学、気象官署などで、国立国会図書館でも閲覧することができる。

平成 17 年度からは 独立行政法人 科学技術振興機構が運営する科学技術情報発信・流通総合システム“J-STAGE”に登録し、オンライン発行とした。

J-STAGE URL: <http://www.jstage.jst.go.jp/browse/mripapers>

平成 20 年度は第 59 巻として計 1 冊を発刊し、次の論文を掲載した。



#### 第 59 巻

- ・ H. Matsueda, T. Machida, Y. Sawa, Y. Nakagawa, K. Hirotsu, H. Ikeda, N. Kondo and K. Goto: Evaluation of atmospheric CO<sub>2</sub> measurements from new flask air sampling of JAL airliner observations
- ・ Hiromasa Yoshimura and Seiji Yukimoto: Development of a Simple Coupler (Scup) for Earth System Modeling
- ・ Hisayuki Y. Inoue, Yuusuke Fukazawa, Hiroshi Tanimoto, Hidekazu Matsueda, Yousuke Sawa and Akira Wada: Atmospheric CO<sub>2</sub> and O<sub>3</sub> observed on Rishiri Island from December 2006 to March 2007
- ・ 山本哲也, 高木朗充, 福井敬一, 大和田毅: 安達太良山の火山活動の総合的観測と推定される熱水活動
- ・ 山崎明, 青木重樹, 吉田康宏, 小林昭夫, 勝間田明男, 阿部正雄, 森脇健, 大河原斉揚, 長田芳一, 松岡秀俊, 吉田知央, 関谷博, 新納孝壽, 平松秀行: 海底地震計を用いた 2004 年伊半島南東沖の地震の余震観測
- ・ 高山寛美: 沖合と沿岸の津波の最大波高の統計的關係
- ・ Naoko Kitabatake: Extratropical Transition of Typhoon Tokage (0423) and Associated Heavy Rainfall on the Left Side of Its Track over Western Japan

#### 気象研究所技術報告 (Technical Reports of the Meteorological Research Institute)

研究を行うなかで開発された実験方法や観測手法などの技術的内容や研究の結果として得られた資料などを著作物としてまとめることを目的とした刊行物 (ISSN 0386-4049)。主な配布先は、国立国会図書館、国内の研究機関・大学、気象官署などで、気象研究所ホームページ (<http://www.mri-jma.go.jp/>) でも閲覧



することができる。

平成 20 年度は、第 55～58 号を発刊した。

第 55 号 「長期係留による 4 種類の流速計観測結果の比較」  
(中野俊也、石崎廣、四竈信行)

第 56 号 「CMIP3 マルチモデルアンサンブル平均を利用した将来の海面水温・海氷分布の推定」  
(水田亮、足立恭将、行本誠史、楠昌司)

第 57 号 「閉流路中のフローセルを用いた分光光度法自動分析装置による海水の高精度 pH<sub>T</sub> 測定」  
(斉藤秀、石井雅男、緑川貴、井上(吉川)久幸)

第 58 号 「栄養塩測定用海水組成標準の 2006 年国際共同実験報告」  
(青山道夫、J. Barwell-Clarke、S. Becker、M. Blum、Braga E.S.、S. C. Coverly、E. Czobik、I. Dahllöf、M. Dai、G. O'Donnell、C. Engelke、Gwo-Ching Gong、Gi-Hoon Hong、D. J. Hydes、Ming-Ming Jin、葛西広海、R. Kerouel、清本容子、M. Knockaert、N. Kress、K. A. Kroglund、熊谷正光、S. Leterme、Yarong Li、増田真次、宮尾孝、T. Moutin、村田昌彦、永井直樹、G. Nausch、A. Nybakk、M. K. Ngirchchol、小川浩史、J. van Ooijen、太田秀和、J. Pan、C. Payne、O. Pierre-Duplessix、M. Pujol-Pay、T. Raabe、齊藤一浩、佐藤憲一郎、C. Schmidt、M. Schuett、T. M. Shammon、J. Sun、T. Tanhua、L. White、E.M.S. Woodward、P. Worsfold、P. Yeats、芳村毅、A. Youenou、Jia-Zhong Zhang)

#### 4.2. 発表会、主催会議等

##### 気象研究所研究成果発表会

気象研究所の研究成果を発表することにより、気象研究所の研究成果を広く一般に紹介し、社会的評価を高めることを目的とした発表会で毎年 1 回開催している。

平成 20 年度は、平成 21 年 1 月 23 日(金)に気象研究所講堂で開催し、研究報告(平成 20 年度終了課題)について計 8 題を発表した。

##### 報告題目

- ・海洋における炭素循環の変動に関する観測的研究Ⅱ・・・・・・・・・・緑川 貴
- ・物質循環モデルの開発改良と地球環境への影響評価に関する研究・・・・・・・・柴田清孝
- ・接地境界層における乱流の構造に関する研究・・・・・・・・・・毛利英明
- ・地震・地殻変動観測データの高度利用に関する研究・・・・・・・・・・前田憲二、小林昭夫
- ・津波の予測精度向上に関する研究・・・・・・・・・・林 豊
- ・火山観測データの気象補正等による高精度化に関する研究  
     ーノイズの中から火山活動を抽出するー・・・・・・・・・・山里 平
- ・新地殻変動観測手法の研究  
     ースロースリップ検知を目指したレーザー式変位計の開発ー・・・・・・・・勝間田明男
- ・3次元数値モデルによる地震発生シミュレーションの研究  
     ー南海トラフ沿い巨大地震および東海地方の長期的スロースリップイベント再現の試みー  
     ・・弘瀬冬樹

### 「渇水対策のための人工降雨・降雪に関する総合的研究」(文部科学省 科学技術振興調整費)

#### 公開シンポジウム

平成 17 年夏に四国・九州など西日本を襲った渇水をきっかけに、平成 18 年度から 5 カ年計画で気象研究所が中心となって産学官の約 10 の研究機関が参加して科学技術振興調整費重要課題解決型研究「渇水対策のための人工降雨・降雪に関する総合的研究」を実施している。平成 20 年度は、この研究課題のアウトリーチ活動の一環として、平成 19 年 3 月東京、平成 19 年 10 月高松に次いで、平成 21 年 3 月 6 日に沖縄県那覇市「おきでんふれあいホール」に於いて 3 回目となる公開シンポジウムを開催した。(主催：気象研究所 共催：内閣府沖縄総合事務局北部ダム事務所、沖縄気象台)

このシンポジウムでは、2 名の気象研究所研究者及び内閣府沖縄総合事務局北部ダム事務所長による講演と地元マスコミ関係者を含めたパネルディスカッションを行った。

#### 【シンポジウム講演】

- ・日本の降水の長期変動と 2008 年夏の渇水・・・・・・・・・・ 釜堀弘隆 (気象研究所)
- ・気候変化と沖縄の水問題・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 板屋英治  
(内閣府沖縄総合事務局北部ダム事務所)
- ・人工降雨研究の最前線・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 村上正隆 (気象研究所)

#### 【パネルディスカッション】

「沖縄の渇水と人工降雨について考える」

司会：永山玲緒奈 (フリーアナウンサー)

パネリスト：花城智子 ((株) いとまんコミュニティエフエム放送)

釜堀弘隆、板屋英治、村上正隆

### 「科学と音楽の饗宴 2008」レクチャー&コンサート

「科学と音楽の饗宴 2008」を、高エネルギー加速器研究機構 (KEK)、つくば市及び (財) つくば都市振興財団とともに平成 20 年 10 月 9 日に開催した。「科学と音楽の饗宴」は KEK が毎年、つくば地域での市民との交流の場として開催、特に研究機関に親近感を持ってもらおうとコンサートと科学の講演で構成される無料イベントであり、平成 20 年度は気象研究所が参加し「地球温暖化を知ろう！」と題して、地球温暖化についての講演を行うこととした。約 800 名の聴衆が集まった。

### 環境研究機関連絡会成果発表会

「環境研究機関連絡会」とは、つくば地域の環境研究に携わる国立及び独立行政法人の研究機関が情報を交互に交換し、環境研究の連携を緊密にするため平成 13 年に設置されたもので、現在、気象研究所を含む他 12 機関が参加している。平成 20 年 11 月 20 日に第 6 回成果発表会を開催し、気象研究所は、以下のポスター発表を行った。

- ①4 次元局所アンサンブル変換カルマンフィルタを用いたダストエアロゾルのデータ同化の研究の紹介
- ②局所アンサンブル変換カルマンフィルタを用いたオゾン全量のデータ同化の研究紹介
- ③20km 格子全球大気モデルで予測された東アジア夏季モンスーンの変化
- ④雲解像 4 次元変分法データ同化システムによる局地豪雨の予測と再現
- ⑤日本近海高解像度海洋シミュレーションと黒潮大蛇行の予測
- ⑥降灰予測に関する研究の紹介
- ⑦都市パラメータが気象に与える影響度評価 -メソ気象モデル JMANHM による感度実験-





## 5. 普及・広報活動

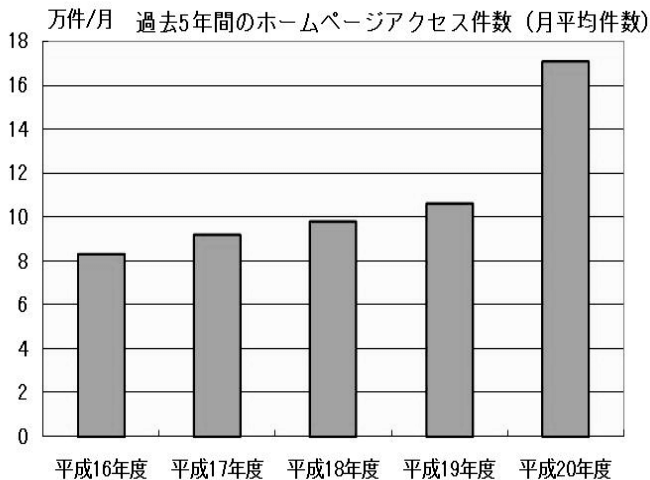
気象研究所では、研究の内容や業務について広く一般の方々の理解を促進するため、気象研究所ホームページやパンフレットなどの媒体を通じて情報を発信している。

また、施設の公開は気象研究所が独自に実施しているもののほか、他省庁の主催する行事への協力や筑波研究機関連絡会、つくば市等の行事と連動し、効果的な普及・広報活動に努めている。

### 5. 1. ホームページ

気象研究所のホームページは、気象研究所の研究活動や内容を内外に向けて積極的に発信することを目的として、平成7年12月から運用している。

気象研究所ホームページは、気象庁のホームページや関連研究機関からもリンクが張られており、平成20年4月から平成21年3月までのアクセス件数は約202万件であった。



ホームページアドレス：<http://www.mri-jma.go.jp>

### 5. 2. 施設公開等

#### 5. 2. 1. 一般公開、施設見学

##### 一般公開（科学技術週間）

気象研究所では、科学技術に関する国民の関心と理解を深めるため、科学技術週間\*の行事の一環として一般公開を行っている。この一般公開では研究・観測施設公開のほか、ビデオ放映やパネル展示による業務紹介を行っている。

平成20年度は4月16日（水）に一般公開を実施し、185名の来場者があった。

\*科学技術週間とは

科学技術に関し、広く一般国民の関心と理解を深め、わが国の科学技術振興を図るために設定されている週間。例年、発明の日（4月18日）を含む週が科学技術週間として設定される。

### お天気フェア

気象研究所では、高層気象台、気象測器検定試験センターと共同で、毎年夏休み期間中に「お天気フェア」を開催している。この「お天気フェア」では、研究・観測施設の公開やビデオ上映のほか、研究部ごとに特徴を生かしたブースを設置し、実験や解説を行っている。さらに、例年天気図講習会として天気図の描き方に関する講習会を行っており、小中学生から好評を得ている。

また、このお天気フェアは、つくば市主催の研究機関スタンプラリー「つくばちびっ子博士」の対象にもなっている。

平成20年度は、8月6日（水）に以下の内容で開催し、2530名の来場者があった。

#### 天気図講習会（予報研究部）

##### 実験・体験コーナー

- ・ 雪の結晶を観察しよう . . . . . 物理気象研究部
- ・ エルニーニョの仕組み . . . . . 海洋研究部
- ・ マグニチュード体験 . . . . . 地震火山研究部
- ・ 雨滴風洞実験装置 . . . . . 環境・応用気象研究部
- ・ 赤外線で温度を測る . . . . . 地震火山研究部
- ・ 海は二酸化炭素を吸収する . . . . . 地球化学研究部
- ・ 空気砲で遊ぼう . . . . . 企画室
- ・ 誕生日の衛星写真 . . . . . 気候研究部
- ・ びっくりお天気上映会 . . . . . 気象衛星・観測システム研究部
- ・ 地震の音を聞いてみよう！ . . . . . 地震火山研究部
- ・ ーパラシュートをつくろうーとばそう . . . . . 高層気象台
- ・ 風船はどうなるの？ . . . . . 高層気象台
- ・ 有害紫外線の測定実験 . . . . . 高層気象台
- ・ オゾンゾンデの実験 . . . . . 高層気象台
- ・ 紫外線をチェックしよう . . . . . 高層気象台
- ・ 放球体験 . . . . . 高層気象台
- ・ 雲の発生装置 . . . . . 環境・応用気象研究部
- ・ どっちが塩水 . . . . . 海洋研究部

#### ビデオ上映（気象研究所概要ほか）

##### 観測・研究施設見学

- ・ 回転実験装置 . . . . . 物理気象研究部
- ・ 低温実験施設 . . . . . 物理気象研究部
- ・ 係留気球 . . . . . 高層気象台
- ・ ラジオゾンデ . . . . . 高層気象台
- ・ 気象測器参考館 . . . . . 気象測器検定試験センター
- ・ 地震体験車 . . . . . （協力）つくば市消防署

### 施設見学など

定期的な一般公開（科学技術週間、お天気フェア）のほか、主として学校教育の一環として行なわれる校外授業や海外からの来訪者などを対象に、必要に応じて施設見学の対応を行なっている。見学内容は、見学の目的や実験の状況などを勘案し、その都度設定している。

平成20年度は43件の見学を受け入れた。

## 5.2.2. 普及・教育制度との連携

### サイエンスキャンプ

サイエンスキャンプは、最先端の研究者による講演や研究現場の見学を通じ、次世代の科学技術の担い手である高校生の「科学技術に関する興味・関心を高め、創造的探求心を育てること」を目的にした、(財)日本科学技術振興財団の事業である。

気象研究所では、平成9年度からサイエンスキャンプに協力し、次世代を担う生徒の芽を育ててきた。平成20年度は、7月28日から7月30日の3日間、全国から18名の高校生を受け入れ、講義や実験などを行った。

#### 講義内容

- ・ 天気予報の基礎・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・柳野 健
- ・ 天気予報の実際・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・中村誠臣
- ・ エマグラムを書いてみる・・・・・・・・・・・・・・・・・・加藤輝之
- ・ 天気予報の実習・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・大泉三津夫、中村誠臣  
加藤輝之、橋本明弘
- ・ 温暖化の講義とガイダンス ・・・・・・・・・・・・・・・・松枝秀和
- ・ CO<sub>2</sub>測定実習 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・澤 庸介、笹野大輔  
和田 晃、松枝秀和
- ・ 地震の震源を求める・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・吉田康宏、山崎明、安藤忍
- ・ マグニチュードを求める・・・・・・・・・・・・・・・・・・吉田康宏、山崎明、安藤忍
- ・ 津波の波源を求める・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・平田賢治、山崎明、安藤忍
- ・ 地震実習 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・勝間田明男、弘瀬冬樹  
安藤忍

#### 見学内容

- ・ 回転実験装置 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・物理気象研究部
- ・ 低温実験室 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・物理気象研究部
- ・ スーパーコンピューター ・・・・・・・・・・・・・・・・・・企画室
- ・ 高層観測（ゾンデ放球） ・・・・・・・・・・・・・・・・・・高層気象台

### スーパーサイエンスハイスクール（SSH）

スーパーサイエンスハイスクール（SSH）は、文部科学省が「理科大好きプラン」の一環として行なっている取り組みで、気象研究所では平成14年度から協力を行なっている。平成20年度はSSHとして指定を受けている8校を受け入れ、研究官による講義、実験、施設の見学などを行った。

- ・ 8月4日 岡山県立玉島高等学校
- ・ 8月6日 学校法人静岡理工科大学静岡北高等学校
- ・ 8月7日 山口県立宇部高等学校
- ・ 9月12日 石川県立七尾高等学校
- ・ 9月26日 熊本県立第二高等学校
- ・ 10月16日 石川県立金沢泉丘高等学校
- ・ 10月22日 岐阜県立岐山高等学校
- ・ 11月7日 群馬県立桐生高等学校

### 5.3. 報道発表

#### ・気象研究所の研究活動の内容を含んだ気象庁の報道発表

平成20年5月9日 次世代台風予報技術の開発を目指して特別観測実験 T-PARC2008 を実施

平成20年6月26日 「平成20年（2008年）岩手・宮城内陸地震」について（第9報）

平成20年7月14日 アルゼンチン気候変動への適応能力強化に関する研修について

平成20年10月16日 台風の特別観測実験 T-PARC2008 について

平成20年11月19日 アジア地域「気候変動への適応にかかる能力強化」研修の実施について

※報道発表資料は気象庁ホームページを通じて公表されている。

#### ・気象研究所の報道発表

平成20年6月13日 成層圏オゾン層の回復が対流圏気候に与える影響

—南極オゾンホールの変化と南半球下層の偏西風強度の変化の相互関係—

((独) 国立環境研究所との共同発表)

概要：CCMVal 研究グループの内のアメリカ、スイス、カナダ及び日本（国立環境研究所、気象研究所）の研究グループによる共同研究によって、南極オゾンホールの動向が南半球対流圏での偏西風の強度に有意な影響を与える可能性のあることを見出した。その成果が *Science* に発表される。

平成20年12月1日 鉄道安全運行のための突風探知システムの開発

～庄内平野の高層ゾンデ観測を公開～

((独)鉄道建設・運輸施設整備支援機構との共同発表)

概要：(独)鉄道建設・運輸施設整備支援機構の基礎的研究制度の一環として、気象庁気象研究所をプロジェクトリーダーとする研究グループが平成19年度から実施している、突風を探知するシステム開発を目指した研究開発において行う、山形県庄内平野における高層ゾンデ観測の気球放球を報道機関向けに公開する。

#### 5.4. 国際的な技術協力

国際連合気候変動枠組条約の非附属書 I 締約国では、第 2 次またはさらに高次の国別報告書の提出に向けた準備を進めているところが多くある。このため、当該国では、気候変動への適応の基盤となる気候変化の将来予測について、的確に行う技術の習得を望んでいる。(独)国際協力機構(以下「JICA」という。)は、気候変動が地球規模の課題であることから、途上国での取り組みは欠かせないと判断し、技術支援として気候変動への適応能力強化に関する研修に取り組み始めた。気象研究所は JICA に協力し、気候変化の将来予測に係る技術支援を行う受け入れ機関として研修を実施した。主なものは以下のとおり。

- ・アルゼンチン気候変動への適応能力強化に関する研修
- ・アジア地域「気候変動への適応にかかる能力強化」研修

また、気象研究所における気象観測研究の知見等を活かした研修受け入れも行っている。主なものは以下のとおり。

- ・日中気象災害協力研究センタープロジェクト「境界層観測」コース (JICA による)

さらに、地震火山分野にあつては、1995 年以来、(独)建築研究所が行う「国際地震工学研修グローバル地震観測コース」において、地震波解析による核実験識別法の講義等を行うことを通じて、包括的核実験禁止条約の枠組み推進に貢献している。

#### 5.5. その他

研究の成果として得られたプログラムを、申請に応じて研究機関、教育機関に提供し、成果の普及に努めた。

- ・地殻変動解析支援プログラム MICAP-G : 日本大学で利用



## 6. 成果発表

気象研究所の職員が平成19年度に発表した論文、口頭発表の一覧を個人別に五十音順で掲載している。論文等には、原著論文のほか、報告書、著書、翻訳、解説などの著作物について、単独・共著の区別なく掲載した。但し、口頭発表に伴う著作物のうち学会予稿集など簡易なものについては、口頭発表と重複するため除いている。

口頭発表には、学会や会議で行った発表・講演のうち、気象研究所職員が筆頭者となっているものを一覧として掲載した。

## 6.1. 論文等

各著作物の情報は、整理番号、著者、刊行年、論文タイトル、掲載誌、掲載巻・頁の順に掲載している。整理番号における左側の番号は、該当職員に割り当てた番号であるため、下記リストでは必ずしも連続して現れない。

また、整理番号の後ろに「\*」を付した著作物は、査読付き論文であることを示している。

- |      |     |  |
|------|-----|--|
| 青木重樹 | 0-1 | *山崎明, 青木重樹, 吉田康宏, 小林昭夫, 勝間田明男, 阿部正雄, 森脇健, 大河原斉揚, 長田芳一, 松岡英俊, 吉田知央, 関谷博, 親納孝嘉, 平松秀行, 2008: 海底地震計を用いた2004年紀伊半島南東沖の地震の余震観測, <i>気象研究所研究報告</i> , <b>第59号</b> , 65-82.   |
| 青木輝夫 | 1-1 | 青木輝夫, 田中泰宙, 2008: 大気エアロゾルの沈着が積雪アルベドに与える影響, <i>天気</i> , <b>55</b> , 538-547.  |
|      | 1-2 | 青木輝夫, 安仁屋政武, 串田圭司, 山内恭, 浮田甚朗, 朽木勝幸, 2008: EARSeL 陸城雪氷リモートセンシングに関する第5回ワークショップ, 及びスイスとの二国間セミナー参加報告, <i>雪氷</i> , <b>70</b> , 441-446.   |
|      | 1-3 | 青木輝夫, 2009: 積雪の光学特性とリモートセンシングに関する研究 - 2008年度日本気象学会賞受賞記念講演 -, <i>天気</i> , <b>56</b> , 5-17.   |
|      | 1-4 | *Teruyuki Nakajima, Hiroshi Murakami, Masahiro Hori, Takashi Y. Nakajima, Hirokazu Yamamoto, Joji Ishizuka, Ryutaro Tateishi, Teruo Aoki, Tamio Takamura, Makoto Kuji, Nguyen Dinh Duong, Akiko Ono, Satoru Fukuda and Kanako Muramatsu, 2009: Overview and science highlights of the ADEOS-II/GLI project, <i>J. Remote Sens. Soc. Japan</i> , <b>29</b> , 11-28. |
|      | 1-5 | *T.Aoki, M.Hori(EORC,JAXA)and K.Stamnes(Stevens Institute of Technology), 2009: ADEOS-II/GLI snow/ice products and the scientific implications, <i>J. Remote Sens. Soc. Japan</i> , <b>29</b> , 124-132.   |
| 青山道夫 | 4-1 | *Hirose, K., M. Aoyama, Y. Igarashi and K. Komura, 2008: Improvement of $^{137}\text{Cs}$ analysis in small volume seawater samples using the Ogoya underground facility, <i>Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry</i> , <b>Vol.276 No.3</b> , 795-798.   |
|      | 4-2 | *Hirose, K., Y. Igarashi and M. Aoyama, 2008: Analysis of the 50-year records of the atmospheric deposition of long-lived radionuclides in Japan, <i>Radioisotopes</i> , <b>58</b> , 1675-1678.  |
|      | 4-3 | *Inomata, Y., M. Aoyama and K. Hirose, 2009: Analysis of 50-y record of surface $^{137}\text{Cs}$ concentrations the global ocean using the HAM-global database, <i>Journal of Environmental Monitoring</i> , <b>11</b> , 116-125, doi:10.1039/b811421h.   |
|      | 4-4 | 猪股弥生, 五十嵐康人, 千葉長, 青山道夫, 廣瀬勝己, 2009: 再現期間を用いた降水時における高ガンマ線線量率の異常値判定, <i>Radioisotopes</i> , <b>58</b> , 37-42.   |
|      | 4-5 | *Yayoi Inomata, Yasuhito Igarasi, Masaru Chiba, Mishio Aoyama, Katsumi Hirose, 2008: Return period of enhanced gamma ray dose rates: regional differences observed in Japan, <i>Journal of Environmental Monitoring</i> , <b>10</b> , 837-841.   |
|      | 4-6 | *Shinya Kouketsu, Masao Fukasawa, Ikuo Kaneko, Takeshi Kawano, Hiroshi Uchida, Toshimasa Doi, Michio Aoyama and Kiyoshi Murakami, 2009: Changes in water properties and transports along 24_N in the North Pacific between 1985 and 2005, <i>Journal of Geophysical Research</i> , <b>114</b> , C01008,  |

- doi:10.1029/2008JC004778.
- 4-7 \*Katsumi Hirose, Michio Aoyama and Pavel P.Povinec, 2009: 239,470Pu/137Cs ratios in the water column of the North Pacific: a proxy of biogeochemical processes, *Journal of Environmental Radioactivity*, **100**, 1-5 .
- 4-8 Michio Aoyama, 2009: Nutrients, *WHP P01, P14 REVISIT DATA BOOK*, 75-88 .
- 足立アホロ 5-1 \*Tsunematsu, N., T. Nagai, T. Murayama, A. Adachi and Y. Murayama, 2008: Volcanic Ash Transport from Mount Asama to the Tokyo Metropolitan Area Influenced by Large-Scale Local Wind Circulation, *Journal of Applied Meteorology and Climatology*, **47**, 12448-1265 , doi:10.1175/2007JAMC1644.1.
- 足立恭将 6-1 \*Mizuta, R., Y. Adachi, S. Yukimoto and S. kusunoki, 2008: Estimation of the Future Distribution of Sea Surface Temperature and Sea Ice Using the CMIP3 Multi-model Ensemble Mean, *Technical Report of the Meteorological Research Institute*, **56**, .
- 五十嵐康人 8-1 \*Hirose, K., M. Aoyama, Y. Igarashi and K. Komura, 2008: Imprvement of 137Cs analysis in small volume seawater samples using the Ogoya underground facility, *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry*, **Vol.276 No.3**, 795-798 .
- 8-2 \*Hirose, K., Y. Igarashi and M. Aoyama, 2008: Analysis of the 50-year records of the atmospheric deposition of long-lived radionuclides in Japan, , **66**, 1675-1678 .
- 8-3 五十嵐康人, 2009: 三省堂 新化学小事典(池田長生・小熊幸一監修、三省堂編集所編) .
- 8-4 \*Suzuki, I., K. Hayashi, Y. Igarashi, H. Takahashi, Y. Sawa, N. Ogura, T. Akagi and Y. Dokiya, 2008: Seasonal variation of water-soluble ion species in the atmospheric aerosols at the summit of Mt. Fuji, *Atmospheric Environment*, **42** 巻, 8027-8035 .
- 8-5 猪股弥生, 五十嵐康人, 千葉長, 青山道夫, 廣瀬勝己, 2009: 再現期間を用いた降水時における高ガンマ線線量率の異常値判定, *Radioisotopes*, **58**, 37-42 .
- 8-6 \*Yayoi Inomata, Yasuhito Igarasi, Masaru Chiba, Mishio Aoyama, Katsumi Hirose, 2008: Return period of enhanced gamma ray dose rates: regional differences observed in Japan, *Journal of Environmental Monitorirng*, **10**, 837-841 .
- 石井雅男 9-1 \*Christian, J. R., Feely, R. A., M. Ishii, Murtugudde, R. and Wang, X., 2008: Testing an ocean carbon model with observed sea surface CO<sub>2</sub> and dissolved inorganic carbon in the tropical Pacific Ocean, *Journal of Geophysical Reseach*, **Vol.113**, C09047 , doi:10.1029/2007JC004428.
- 石崎 廣 10-1 \*Yamanaka, G., H. Ishizaki, M. Hirabara and I. Ishikawa, 2008: Decadal variability of the Subtropical Front of the western North Pacific in an eddy-resolving ocean general circulation model, *Jornal of Geophysical Research - Oceans*, **113**, C12027 , doi:10.1029/2008JC005002.
- 10-2 山中吾郎, 石崎廣, 2009: 入射角を考慮した海洋短波吸収スキームの開発 - 大気海洋結合モデルへの導入 -, *平成 20 年度全国季節予報技術検討会資料(気象研究所)*, 19-27 .
- 石原幸司 11-1 \*石原幸司, 仲江川敏之, 2008: 全国 51 地点におけるノンパラメトリック手法を用いた確率降水量の算出, , **Vol.21, No.6**, 459-463 .
- 11-2 石原幸司, 2008: 二十四節気は本当に日本の季節変化とずれている?, *天気*, **Vol.55, No.11**, 929-933 .
- 猪上華子 15-1 楠研一, 猪上華子, 2008: 突風を探知する, *RRR*, **65**, 8-11 .
- 15-2 \*竹見哲也, 猪上華子, 楠研一, 加藤亘, 鈴木博人, 今井俊昭, 別所康太郎, 中里真久, 星野俊介, 益子涉, 林修吾, 福原隆彰, 柴田徹, 2008: メソ気象擾乱に伴う地上近傍の強風変動に関する高解像度気象モデル解析, , **20**, 25-30 .
- 15-3 \*楠研一, 山内洋, 猪上華子, 別所康太郎, 市山尚, 2008: The MRI portable X-band Doppler radar for severe weather observaations -Status and Applications-, , **20**, 205-210 .
- 上野 充 17-1 Bessho, K., T. Nakazawa and M. Ueno, 2008: Statistical analysis of surface wind



- distribution of typhoons on western North Pacific observed by scatterometer for 9years, *Preprints of 28th Conference on Hurricanes Tropical Meteorology of the American Meteorological Society*, 米国気象学会ホームページ, 15B.2 .
- 17-2 \*Ueno, M., 2008: Effects of Ambient Vertical Wind Shear on the Inner-Core Asymmetries and Vertical Tilt of a Simulated Tropical Cyclone, *Journal of the Meteorological society of Japan*, **86** 巻 4 号, 531-555 .
- 碓氷典久 18-1 \*Norihisa U., H. Tsujino, H. Nakano and Y. Fujii, 2008: Formation process of the Kuroshio large meander in 2004, *Journal of Geophysical Research-Oceans*, **113**, C08047 , doi:10.1029/2007JC004675.
- 18-2 \*Fujii, Y., H. Tsujino, N. Usui, H. Nakano and M. Kamachi, 2008: Application of singular vector analysis to the Kuroshio large meander, *Jornal of Geophysical Research*, **Vol.113**, C07026 .
- 内山明博 19-1 \*Hiroaki Naoe, Shuichi Hasegawa, Jost Heintzenberg, Kikuo Okada, Akihiro Uchiyama, Yuji Zaizen, Eriko Kobayashi and Akihiro Yamazaki, 2009: State of mixture of atmospheric submicrometer black carbon particles and its effect on particulate light absorption, *Atmospheric Environment*, **43**, 1296-1301 .
- 折笠成宏 28-1 Murakami, M. and N. Orikasa, 2008: How dose asian dust storm affect the microphysical structures of orographic snow cloudes?, *15th Internatiional Conference on Clouds and Precipitation*, , .
- 勝間田明男 29-1 \*山崎明, 青木重樹, 吉田康宏, 小林昭夫, 勝間田明男, 阿部正雄, 森脇健, 大河原斉揚, 長田芳一, 松岡英俊, 吉田知央, 関谷博, 親納孝嘉, 平松秀行, 2008: 海底地震計を用いた 2004 年紀伊半島南東沖の地震の余震観測, *気象研究所研究報告*, **第 59 号**, 65-82 .
- 加藤輝之 30-1 Mashiko, W., H. Niino and T. Kato, 2008: Numerical simulation of a tornadogenesis in a mini-supercell associated with Typhoon Shanshan on 17 September 2006, *Preprints , 24th Congerence on Severe Local Storms, Amer; Meteor. Soc.*, 米国気象学会ホームページ, 14.4 .
- 蒲地政文 31-1 Fujii, Y., T. Yasuda, T. Nakaegawa and M. Kamachi, 2008: Coupled Ocean and Atmosphere Simulation by Assimilating Ocean Observation Data to a Coupled Model, *Third WCRP International Conference on Reanalysis Extended Abstract*, , 6pp. .
- 31-2 \*Fujii, Y., H. Tsujino, N. Usui, H. Nakano and M. Kamachi, 2008: Application of singular vector analysis to the Kuroshio large meander, *Jornal of Geophysical Research*, **Vol.113**, C07026 .
- 北畠尚子 35-1 \*北畠 尚子, 2008: Extratropical Transition of Tropical Cyclones in the Western Pacific: Their Frontal Evolution, *Monthly Weather Review*, **Vol.136**, 2066-2090 .
- 鬼頭昭雄 37-1 \*K. -S. Yun, S. -J. Shin, K. -J. Ha, A. Kitoh and S. Kusunoki, 2008: East Asian precipitation change in the global warming climate simulated by a 20-km mesh AGCM, *Asia-Pacific J. Atmos.Sci.*, **44**, 233-247 .
- 37-2 \*K. -Y. Kim, A. Kitoh and K. -J. Ha, 2008: The SST-forced predictability of the sub-seasonal mode over East Asia with an atmospheric general circulation model, *Int. J. Climatol.*, **28**, 1599-1606 .
- 37-3 \*Kitoh, A. and S. Kusunoki, 2008: East Asian summer monsoon simulation by a 20-km mesh AGCM, *Clim. Dyn.*, **31**, 389-401 .
- 37-4 \*K. Ra j endran. A. Kitoh, R. Mizuta, S. Sajani and T. Nakaigawa, 2008: High-resolution simulation of mean convection and its intraseasonal variability over the tropics in the MRI/JMA 20km mesh AGCM, *J. Climate*, **21**, 3722-3739 .
- 37-5 \*Kitoh, A., A. Yatagai and P. Alpert, 2008: Reply to comment by Ben-Zvi and Givati on First super-high-resolution model projection that the ancient "Fertile Crescent" will desappear in this century, *Hydrological Research Letters*, **2**, 46 .
- 37-6 \*J. Wohlfahrt, S. P. Harrison, P. Braconnot, C. D. Hewitt, A. Kitoh, U. Mikolajewicz, B. L. Otto-Bliesner and S. L. Weber, 2008: Evaluation of coupled ocean-atmosphere simulations of the mid-Holocene using palaeovegetation data

- from the northern hemisphere extratropics, *Clim. Dyn.*, **31**, 871-890 .
- 37-7 Zongci, Z., A. Kitoh and D. K. Lee, 2008: Warming in East Asia as a consequence of increasing greenhouse gases, *Changes in the Human-Monsoon System of East Asia in the Context of Global Change.(C. Fu, J. R. Freney and J. W. B. Stewart, Eds.)*, 105-114 .
- 37-8 Bates, B. C., Z. W. Kundzewicz, S. Wu and J. P. Palutikof(Eds.), 2008: Climate Change and Water, *Climate Change and Water. Technical Paper of the Intergovernmental Panel on Climate Change.*, 210pp .
- 37-9 \*Rajendran, K. and A. Kitoh, 2008: Indian summer monsoon in future climate projection by a super high-resolution global model, , **95**, 1560-1569 .
- 37-10 本井達夫, 鬼頭昭雄, 緑川貴, 荒川理, 笹井義一, 陳永利, 2008: 大地形の変遷と気候変動, *地学雑誌*, **Vol.117, No.6**, 1015-1028 .
- 37-11 鬼頭昭雄, 2009: 地球温暖化と異常気象, *理大 科学フォーラム*, **Vol.296**, 27-31 .
- 37-12 鬼頭昭雄, 2009: 気候変動シナリオの実際と将来予測, *水循環 貯留と浸透*, **71**, 6-12 .
- 37-13 A.Kitoh and M.Hosaka, 2009: Projection of River Flow Changes Caused by Climate Change, *Study on Asian River Basin*, , V-1-V-29 .
- 楠 研一 38-1 楠 研一, 2008: 鉄道安全運行のための突風研究, , **13**, 55-59 .
- 38-2 楠研一, 猪上華子, 2008: 突風を探知する, *RRR*, **65**, 8-11 .
- 38-3 \*竹見哲也, 猪上華子, 楠研一, 加藤亘, 鈴木博人, 今井俊昭, 別所康太郎, 中里真久, 星野俊介, 益子渉, 林修吾, 福原隆彰, 柴田徹, 2008: メソ気象擾乱に伴う地上近傍の強風変動に関する高解像度気象モデル解析, , **20**, 25-30 .
- 38-4 \*楠研一, 山内洋, 猪上華子, 別所康太郎, 市山尚, 2008: The MRI portable X-band Doppler radar for severe weather observations -Status and Applications-, , **20**, 205-210 .
- 38-5 楠研一, 2009: 温低化過程の台風における激しい重力波の発生メカニズム, *台風に伴う強風、豪雨などの気象災害の被害軽減に関する研究集会報告書*, **20K-06**, 68-71 .
- 楠 昌司 39-1 Noda, A., S. Kusunoki, J. Yoshimura, H. Yoshimura, K. Oouchi and R. Mizuta, 2008: Global Warming Projection by an atmospheric General circulation model with a 20-km grid, *High resolution Numerical modelling of the atmosphere and ocean*, , 113-128 .
- 39-2 \*K. -S. Yun, S. -J. Shin, K. -J. Ha, A. Kitoh and S. Kusunoki, 2008: East Asian precipitation change in the global warming climate simulated by a 20-km mesh AGCM, *Asia-Pacific J. Atmos.Sci.*, **44**, 233-247 .
- 39-3 \*Kusunoki, S. and R. Mizuta, 2008: Future Changes in the Baiu Rain Band Projected by a 20-km Mesh Global Atmospheric Model : Sea Surface Temperature Dependence, *Science on Line Letter on the Atmosphere (SOLA)* , **4**, 85-88 , doi:10.2151/Sola,2008-022.
- 39-4 \*Kitoh, A. and S. Kusunoki, 2008: East Asian summer monsoon simulation by a 20-km mesh AGCM, *Clim. Dyn.*, **31**, 389-401 .
- 39-5 \*Scaife, A. A., F. Kucharski, C. K. Folland, J. Kinter, S. Brönnimann, D. Fereday, A. M. Fischer, S. Grainger, E. K. Jin, I. S. Kang, J. R. Knight, S. Kusunoki, N. C. Lau, M. J. Nath, T. Nakaegawa, P. Pegion, S. Schubert, P. Sporyshe v, J. s, 2008: The CLIVAR C20C project : Selected twentieth century climate events. , *Climate Dynamics*, , , doi:10.1007/s00382-008-0451-1.
- 39-6 \*Murakami, H., T. Matsumura, R. Sakai, A. Noda and S. Kusunoki., 2008: Verification of typhoon forecasts for a 20km-mesh high-resolution global model, *気象集誌*, **86**, 2680-2696 .
- 39-7 \*Mizuta, R., Y. Adachi. S. Yukimoto and S. kusunoki, 2008: Estmation of the Future Distribution of Sea Surface Temperature and Sea Ice Using the CMIP3 Multi-model Ensemble Mean, *Technical Report of the Meteorological Research Institute*, **56**, .
- 39-8 \*T.Zhou, B.Wu, A.A.Scaife, S.Bronnimann, A.Cherchi, D.Feredy, A.M.Fischer,

- C.K.Folland, K.E.Jin, J.Kinter, J.R.Knight, F.kucharski, S.Kusunoki, N.-C.Lau, Lijuan Li, M.J.Nath, T.Nakaegawa, A.Navarra, P.Pegion, E.Rozanov, S.Schubert, P.Sporyshev, A.Voldoire, 2008: The CLIVAR C20C project: which components of the Asian-Australian monsoon circulation variations are forced and reproducible, *Climate Dynamics*, , doi:10.1007/s00382-008-0501-8.
- 朽木勝幸 40-1 青木輝夫, 安仁屋政武, 串田圭司, 山内恭, 浮田甚朗, 朽木勝幸, 2008: EARSel 陸城雪氷リモートセンシングに関する第5回ワークショップ, 及びスイスとの二国間セミナー参加報告, *雪氷*, **70**, 441-446.
- 小林昭夫 47-1 \*山崎明, 青木重樹, 吉田康宏, 小林昭夫, 勝間田明男, 阿部正雄, 森脇健, 大河原斉揚, 長田芳一, 松岡英俊, 吉田知央, 関谷博, 親納孝嘉, 平松秀行, 2008: 海底地震計を用いた2004年紀伊半島南東沖の地震の余震観測, *気象研究所研究報告*, 第**59**号, 65-82.
- 古林絵里子 48-1 \*Hiroaki Naoe, Shuichi Hasegawa, Jost Heintzenberg, Kikuo Okada, Akihiro Uchiyama, Yuji Zaizen, Eriko Kobayashi and Akihiro Yamazaki, 2009: State of mixture of atmospheric submicrometer black carbon particles and its effect on particulate light absorption, *Atmospheric Environment*, **43**, 1296-1301.
- 小林隆久 49-1 小林隆久, 2008: 気象, 次世代センサハンドブック, .
- 49-2 \*Kobayashi, T. and K. Masuda, 2008: Effects of precipitation on the relationships between cloud optical thickness and drop size derived from space-borne measurements, *Geophysical Research Letters*, **Vol.3**, L24809, doi:10.1029/2008GRL36140.
- 49-3 Kazuhiko Masuda, Takahisa Kobayashi, 2008: Relation between cloud optical thickness and precipitation derived from space-borne measurements, *Proc. of SPIE Remote Sensing of the Atmosphere and Clouds II*, **Vol.7152**, 71520N1-11.
- 財前祐二 50-1 \*Okada, K., M. Ikegami, Y. Zaizen, Y. Tsutsumi, Y. Makino, J. B. Jensen and J. L. Garas, 2008: Submicrometer sulfur-rich particles in the middle troposphere: Aircraft observations from Australia to Japan, *Atmospheric Research*, **Vol.88**, **No.3-4**, 185-198.
- 50-2 \*Hiroaki Naoe, Shuichi Hasegawa, Jost Heintzenberg, Kikuo Okada, Akihiro Uchiyama, Yuji Zaizen, Eriko Kobayashi and Akihiro Yamazaki, 2009: State of mixture of atmospheric submicrometer black carbon particles and its effect on particulate light absorption, *Atmospheric Environment*, **43**, 1296-1301.
- 斉藤和雄 52-1 \*Syugo Hayashi, Kohei Aranami and Kazuo Saito, 2008: Statistical Verification of Short Term NWP by NHM and WRF-ARW with 20 km Horizontal Resolution around Japan and Southeast Asia, *SOLA*, **Vol.4**, 133-136.
- 澤 庸介 60-1 \*Tanimoto, H., Y. Sawa, S. Yonemura, K. Yumimoto, H. Matsueda, I. Uno, T. Hayasaka, H. Mukai, Y. Tohjima, K. Tsuboi and L. Zhang, 2008: Diagnosing recent CO emissions and ozone evolution in East Asia using coordinated surface observations, and a joint inverse modeling and MOPITT satellite data, *Atmospheric Chemistry and Physics*, **8**巻, 3867-3880.
- 60-2 \*Machida, T., H. Matsueda, Y. Sawa, Y. Nakagawa, K. Hirokuni, N. Kondo, K. Goto, T. Nakazawa, K. Ishikawa and T. Ogawa, 2008: Worldwide measurements of atmospheric CO<sub>2</sub> and other trace gas species using commercial airlines, *Journal of Atmospheric and Oceanic Technology*, **25**巻, 1744-1754.
- 60-3 町田敏暢, 松枝秀和, 澤庸介, 2008: 民間航空機を活用したアジア太平洋域上空における温室効果気体の観測, *地球環境研究総合推進費(地球一括計上)平成19年度中間研究成果報告集*, , 317-361.
- 60-4 \*Sawa, Y., T. Machida and H. Matsueda, 2008: Seasonal variations of CO<sub>2</sub> near the tropopause observed by commercial aircraft, , **113**巻, D23301(1-15).
- 60-5 \*Kazuyuki Miyazaki, Toshinobu Machida, Prabir K. Patra, Toshiki Iwasaki, Yousuke Sawa, Hidekazu Matsueda and Takakiyo Nakazawa, 2009: Formation mechanisms of latitudinal CO<sub>2</sub> gradients in the upper troposphere over the subtropics and tropics, *Journal of Geophysical Research*, **114**巻, ,

- doi:10.1029/2008JD010545.
- 柴田 彰 61-1 柴田彰, 2009: 海面水温・海上風速算出アルゴリズムの開発, **29 (no. 1)**, 167-173.
- 柴田清孝 62-1 \*Shibata, K. and M. Deuhsi, 2008: Long-term variations and trends in the simulation of the middle atmosphere 1980-2004 by the chemistry-climate model of the Meteorological Research Institute, *Annales Geophysicae*, **26**, 1299-1326.
- 高藪 出 74-1 \*石崎安洋、仲江川敏之、高藪出, 2009: ベイズ的アプローチによる日本域における地球温暖化に伴う地表気温上層量の予測, *水工学論文集*, **53**, 229-234.
- 田中泰宙 78-1 青木輝夫, 田中泰宙, 2008: 大気エアロゾルの沈着が積雪アルベドに与える影響, *天気*, **55**, 538-547.
- 千葉 長 80-1 千葉 長, 猪股弥生, 2008: 降雨に伴う空間 $\gamma$ 線線量率の上昇—大気中ラドン濃度の評価—化学輸送モデルを用いた空間 $\gamma$ 線線量率の予測可能性について—, *Isotope News*, **11**, 13-16.
- 80-2 猪股弥生, 五十嵐康人, 千葉長, 青山道夫, 廣瀬勝己, 2009: 再現期間を用いた降水時における高ガンマ線線量率の異常値判定, *Radioisotopes*, **58**, 37-42.
- 80-3 \*Yayoi Inomata, Yasuhito Igarasi, Masaru Chiba, Mishio Aoyama, Katsumi Hirose, 2008: Return period of enhanced gamma ray dose rates: regional differences observed in Japan, *Journal of Environmental Monitoring*, **10**, 837-841.
- 辻野博之 82-1 \*Norihisa U., H. Tsujino, H. Nakano and Y. Fujii, 2008: Formation process of the Kuroshio large meander in 2004, *Journal of Geophysical Research-Oceans*, **113**, C08047, doi:10.1029/2007JC004675.
- 82-2 \*Fujii, Y., H. Tsujino, N. Usui, H. Nakano and M. Kamachi, 2008: Application of singular vector analysis to the Kuroshio large meander, *Journal of Geophysical Research*, **Vol.113**, C07026.
- 出牛 真 83-1 \*Shibata, K. and M. Deuhsi, 2008: Long-term variations and trends in the simulation of the middle atmosphere 1980-2004 by the chemistry-climate model of the Meteorological Research Institute, *Annales Geophysicae*, **26**, 1299-1326.
- 直江寛明 87-1 \*Hiroaki Naoe, Shuichi Hasegawa, Jost Heintzenberg, Kikuo Okada, Akihiro Uchiyama, Yuji Zaizen, Eriko Kobayashi and Akihiro Yamazaki, 2009: State of mixture of atmospheric submicrometer black carbon particles and its effect on particulate light absorption, *Atmospheric Environment*, **43**, 1296-1301.
- 永井智広 88-1 \*Tsunematsu, N., T. Nagai, T. Murayama, A. Adachi and Y. Murayama, 2008: Volcanic Ash Transport from Mount Asama to the Tokyo Metropolitan Area Influenced by Large-Scale Local Wind Circulation, *Journal of Applied Meteorology and Climatology*, **47**, 12448-1265, doi:10.1175/2007JAMC1644.1.
- 88-2 \*Daisuke Sakaizawa, Chikao Nagasawa, Tomohiro Nagai, Makoto Abo, Yasukuni Shibata, Masahisa Nakazato, 2009: Development of a 1.6  $\mu$  m differential absorption lidar with a quasi-phase-matching optical parametric oscillator and photon-counting detector for the vertical CO<sub>2</sub> profile, *Applied Optics*, **48** 巻 4 号, 748-757, doi:10.1364/AO.48.000748.
- 仲江川敏之 89-1 Fujii, Y., T. Yasuda, T. Nakaegawa and M. Kamachi, 2008: Coupled Ocean and Atmosphere Simulation by Assimilating Ocean Observation Data to a Coupled Model, *Third WCRP International Conference on Reanalysis Extended Abstract*, 6pp.
- 89-2 \*K. Rajendran, A. Kitoh, R. Mizuta, S. Sajani and T. Nakaigawa, 2008: High-resolution simulation of mean convection and its intraseasonal variability over the tropics in the MRI/JMA 20km mesh AGCM, *J. Climate*, **21**, 3722-3739.
- 89-3 \*Scaife, A. A., F. Kucharski, C. K. Folland, J. Kinter, S. Brönnimann, D. Fereday, A. M. Fischer, S. Grainger, E. K. Jin, I. S. Kang, J. R. Knight, S. Kusunoki, N. C. Lau, M. J. Nath, T. Nakaegawa, P. Pegion, S. Schubert, P. Sporyshev, J. S., 2008: The CLIVAR C20C project: Selected twentieth century climate events., *Climate Dynamics*, , doi:10.1007/s00382-008-0451-1.
- 89-4 \*石原幸司, 仲江川敏之, 2008: 全国 51 地点におけるノンパラメトリック手法を用いた確率降水量の算出, **Vol.21, No.6**, 459-463.

- 89-5 \*仲江川敏之、安田珠幾、高谷裕平 (気象庁), 2008: 利根川上流域を対象とした渇水対策のための力学的季節予測結果の利用に関する基礎的研究, *水工学論文集*, **52**, 517-522.
- 89-6 \*T.Nakaegawa and M.Hosaka, 2008: Effects of calibrated current speeds and groundwater scheme in a globalriver-flow model on river discharge and terrestrial water storage, *Hydrological Research Letters*, **2**, 18-21.
- 89-7 K.Hasegawa(京都大学)、K.Yamamoto(総合地球学研究所)、Y.Fukuda(京都大学) and T.Nakaegawa, 2008: The 2006 Australian drought detected by GRACE satellite gravity mission, *From Headwaters to the Ocean:Hydrological Changes and Watershed Management*, , 363-367.
- 89-8 \*F.Kucharuski, A.A.Scaife, J.H.Yoo, C.K.Folland, J.Kinter, J.Knight, D.Fereday, A.M.Fischer, E.K.Jin, J.Kroger, N.-C.Lau, T.Nakaegawa, M.J.Nath, P.Pegion, E.Rozanov, S.Schubert, P.V.Sporyshev, J.Syktus, A.Voldoire, J.H.Yoon, N.Zeng and T.Zhou, 2008: The CLIVAR C20C project: skill of simulating Indian monsoon rainfall on interannual to decadal timescales. Does GHG forcing play a role?, *Climate Dynamics*, , doi:10.1007/s00382-008-0462-y.
- 89-9 K.Yamamoto, T.Nakaegawa, T.Hasegawa, Y.Fukuda and M.Taniguchi, 2008: Improvement of JLG terrestrial water storage model using GRACE satellite gravity data., *From Headwaters to the Ocean:Hydrological Changes and Watershed Management*, , 369-374.
- 89-10 \*T.Nakaegawa, 2008: Reproducibility of the seasonal cycles of hydrological variables in Japanese 25-year Re-Analysis, *Hydrological Research Letters*, **2**, 56-60.
- 89-11 \*T.Zhou, B.Wu, A.A.Scaife, S.Bronnimann, A.Church, D.Fereday, A.M.Fischer, C.K.Folland, K.E.Jin, J.Kinter, J.R.Knight, F.Kucharski, S.Kusunoki, N.-C.Lau, Lijuan Li, M.J.Nath, T.Nakaegawa, A.Navarra, P.Pegion, E.Rozanov, S.Schubert, P.Sporyshev, A.Voldoire, , 2008: The CLIVAR C20C project: which components of the Asian-Australian monsoon circulation variations are forced and reproducible, *Climate Dynamics*, , doi:10.1007/s00382-008-0501-8.
- 89-12 仲江川敏之, 2009: , *川の百科事典*, .
- 89-13 \*仲江川敏之、安田珠幾、高谷裕平 (ECMWF), 2009: 利根川上流域の渇水対策に対する力学的季節予測情報の経済価値評価, *水工学論文集*, **53**, 547-552.
- 89-14 \*石崎安洋、仲江川敏之、高藪出, 2009: ベイズ的アプローチによる日本域における地球温暖化に伴う地表気温上層量の予測, *水工学論文集*, **53**, 229-234.
- 中里真久 90-1 \*竹見哲也, 猪上華子, 楠研一, 加藤亘, 鈴木博人, 今井俊昭, 別所康太郎, 中里真久, 星野俊介, 益子渉, 林修吾, 福原隆彰, 柴田徹, 2008: メソ気象擾乱に伴う地上近傍の強風変動に関する高解像度気象モデル解析, , **20**, 25-30.
- 90-2 \*Daisuke Sakaizawa, Chikao Nagasawa, Tomohiro Nagai, Makoto Abo, Yasukuni Shibata, Masahisa Nakazato, 2009: Development of a 1.6  $\mu$  m differential absorption lidar with a quasi-phase-matching optical parametric oscillator and photon-counting detector for the vertical CO<sub>2</sub> profile, *Applied Optics*, **48** 巻 4 号, 748-757, doi:10.1364/AO.48.000748.
- 中澤哲夫 91-1 Bessho, K., T. Nakazawa and M. Ueno, 2008: Statistical analysis of surface wind distribution of typhoons on western North Pacific observed by scatterometer for 9 years, *Preprints of 28th Conference on Hurricanes Tropical Meteorology of the American Meteorological Society*, 米国気象学会ホームページ, 15B.2.
- 中野英之 92-1 \*Norihisa U., H. Tsujino, H. Nakano and Y. Fujii, 2008: Formation process of the Kuroshio large meander in 2004, *Journal of Geophysical Research-Oceans*, **113**, C08047, doi:10.1029/2007JC004675.
- 92-2 \*Fujii, Y., H. Tsujino, N. Usui, H. Nakano and M. Kamachi, 2008: Application of singular vector analysis to the Kuroshio large meander, *Journal of Geophysical Research*, **Vol.113**, C07026.
- 萩野谷成徳 95-1 \*神田敬, 杉本孝公, 上野健一, 萩野谷成徳, 堀晃浩, 川島儀英, 2008: 千葉マリンス

- タジアム内に特徴的な風系と強風の要因, *天気*, **55**, 241-250 .
- 95-2 \*Kenichi Ueno, Takehiro Morimoto, Shiori Sugimoto, Jun Asanuma, Shigenori Haginoya, Kiyotoshi Takahashi, Nozomu Okawara, Atsushi Shimizu, Kouji Dairaku, Masayoshi Mano, Akira Miyata, 2008: Establishment of CEOP Tsukuba Reference Site, *Tsukuba Geoenvironmental Sciences*, **4**, 17-20 .
- 林 修吾 97-1 \*竹見哲也, 猪上華子, 楠研一, 加藤亘, 鈴木博人, 今井俊昭, 別所康太郎, 中里真久, 星野俊介, 益子渉, 林修吾, 福原隆彰, 柴田徹, 2008: メソ気象擾乱に伴う地上近傍の強風変動に関する高解像度気象モデル解析, *天気*, **20**, 25-30 .
- 97-2 \*Syugo Hayashi, Kohei Aranami and Kazuo Saito, 2008: Statistical Verification of Short Term NWP by NHM and WRF-ARW with 20 km Horizontal Resolution around Japan and Southeast Asia, *SOLA*, **Vol.4**, 133-136 .
- 林 豊 98-1 \*林豊, 2008: 明治以降の日本の噴火・火山性異常カタログの時間的均質性, *歴史地震*, **23**, 27-32 .
- 98-2 浜田信生, 長谷川洋平, 林豊, 倉賀野連, 佐竹健治, 谷岡勇市郎, 平田賢治, 2008: 衛星高度計データ・数値シミュレーションをもちいたインド洋の津波の伝播過程, *科学技術振興調整費成果報告書 スマトラ島沖大地震及びインド洋津波被害に関する緊急研究報告書*, 196-205 .
- 平田賢治 101-1 浜田信生, 長谷川洋平, 林豊, 倉賀野連, 佐竹健治, 谷岡勇市郎, 平田賢治, 2008: 衛星高度計データ・数値シミュレーションをもちいたインド洋の津波の伝播過程, *科学技術振興調整費成果報告書 スマトラ島沖大地震及びインド洋津波被害に関する緊急研究報告書*, 196-205 .
- 平原幹俊 102-1 \*Yamanaka, G., H. Ishizaki, M. Hirabara and I. Ishikawa, 2008: Decadal variability of the Subtropical Front of the western North Pacific in an eddy-resolving ocean general circulation model, *Journal of Geophysical Research - Oceans*, **113**, C12027, doi:10.1029/2008JC005002.
- 廣瀬勝己 103-1 \*Hirose, K., M. Aoyama, Y. Igarashi and K. Komura, 2008: Improvement of  $^{137}\text{Cs}$  analysis in small volume seawater samples using the Ogoya underground facility, *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry*, **Vol.276 No.3**, 795-798 .
- 103-2 \*Hirose, K., Y. Igarashi and M. Aoyama, 2008: Analysis of the 50-year records of the atmospheric deposition of long-lived radionuclides in Japan, *天気*, **66**, 1675-1678 .
- 103-3 廣瀬 勝己, 2008: 人類起源炭素の行方—海洋の役割, *海の気象*, **54**, 1-9 .
- 103-4 \*Inomata, Y., M. Aoyama and K. Hirose, 2009: Analysis of 50-year record of surface  $^{137}\text{Cs}$  concentrations the global ocean using the HAM-global database, *Journal of Environmental Monitoring*, **11**, 116-125, doi:10.1039/b811421h.
- 103-5 猪股弥生, 五十嵐康人, 千葉長, 青山道夫, 廣瀬勝己, 2009: 再現期間を用いた降水時における高ガンマ線線量率の異常値判定, *Radioisotopes*, **58**, 37-42 .
- 103-6 \*Yayoi Inomata, Yasuhito Igarashi, Masaru Chiba, Mishio Aoyama, Katsumi Hirose, 2008: Return period of enhanced gamma ray dose rates: regional differences observed in Japan, *Journal of Environmental Monitoring*, **10**, 837-841 .
- 103-7 \*Katsumi Hirose, Michio Aoyama and Pavel P. Povinec, 2009:  $^{239,470}\text{Pu}/^{137}\text{Cs}$  ratios in the water column of the North Pacific: a proxy of biogeochemical processes, *Journal of Environmental Radioactivity*, **100**, 1-5 .
- 103-8 K. Hirose, 2009: Temporal and spatial variations of vertical distributions of nutrients in the Kuroshio recirculation region of the western North Pacific, *The Pacific and Arctic Oceans*, 89-111 .
- 藤井陽介 106-1 Soga, T., I. Ishikawa, S. Matusmoto, Y. Fujii and T. Yasuda, 2008: New Ocean Data Assimilation System for monitoring ENSO at Japan Meteorological Agency, *Third WCRP International Conference on Reanalysis Extended Abstract*, 4pp. .
- 106-2 Fujii, Y., T. Yasuda, T. Nakaegawa and M. Kamachi, 2008: Coupled Ocean and Atmosphere Simulation by Assimilating Ocean Observation Data to a Coupled Model, *Third WCRP International Conference on Reanalysis Extended Abstract*, 6pp. .

- 106-3 \*Norihisa U., H. Tsujino, H. Nakano and Y. Fujii, 2008: Formation process of the Kuroshio large meander in 2004, *Journal of Geophysical Research-Oceans*, **113**, C08047, doi:10.1029/2007JC004675.
- 106-4 \*Fujii, Y., H. Tsujino, N. Usui, H. Nakano and M. Kamachi, 2008: Application of singular vector analysis to the Kuroshio large meander, *Journal of Geophysical Research*, **Vol.113**, C07026.
- 藤部文昭 107-1 \*藤部文昭, 村上正隆, 越田智喜, 吉田一全, 2008: 早明浦ダム周辺の降水量とダム貯水量の変動特製, *天気*, **55巻6号**, 469-473.
- 107-2 \*藤部文昭, 2008: 強風の極値統計における特異事例と地形要因との関連, *第20回風工学シンポジウム論文集*, 19-24.
- 107-3 \*F.Fujibe, H.Togawa and M.Sakata, 2009: Long-term change and spatial anomaly of warm season afternoon precipitation in Tokyo, *SOLA*, **Vol.5**, 17-20.
- 別所康太郎 108-1 Bessho, K., T. Nakazawa and M. Ueno, 2008: Statistical analysis of surface wind distribution of typhoons on western North Pacific observed by scatterometer for 9years, *Preprints of 28th Conference on Hurricanes Tropical Meteorology of the American Meteorological Society*, 米国気象学会ホームページ, 15B.2.
- 108-2 \*竹見哲也, 猪上華子, 楠研一, 加藤亘, 鈴木博人, 今井俊昭, 別所康太郎, 中里真久, 星野俊介, 益子渉, 林修吾, 福原隆彰, 柴田徹, 2008: メソ気象擾乱に伴う地上近傍の強風変動に関する高解像度気象モデル解析, **20**, 25-30.
- 108-3 \*楠研一, 山内洋, 猪上華子, 別所康太郎, 市山尚, 2008: The MRI portable X-band Doppler radar for severe weather observations -Status and Applications-, **20**, 205-210.
- 保坂征宏 109-1 \*T.Nakaegawa and M.Hosaka, 2008: Effects of calibrated current speeds and groundwater scheme in a globalriver-flow model on river discharge and terrestrial water storage, *Hydrological Research Letters*, **2**, 18-21.
- 109-2 A.Kitoh and M.Hosaka, 2009: Projection of River Flow Changes Caused by Climate Change, *Study on Asian River Basin*, V-1-V-29.
- 星野俊介 110-1 \*竹見哲也, 猪上華子, 楠研一, 加藤亘, 鈴木博人, 今井俊昭, 別所康太郎, 中里真久, 星野俊介, 益子渉, 林修吾, 福原隆彰, 柴田徹, 2008: メソ気象擾乱に伴う地上近傍の強風変動に関する高解像度気象モデル解析, **20**, 25-30.
- 干場充之 111-1 干場充之, 松森敏幸, 2009: 地震の揺れの前に警報を - 緊急地震速報 -, *中国科学技術月報*, **1月号 (第27号)**, .
- 111-2 Mitsuyuki Hoshiha, 2008: Nationwide earthquake early warning in Japan: information before strong ground motion, *UJNR Panel on Wind and Seismic Effects: Newsletter*, **10月号 (No.3)**, .
- 111-3 干場充之, 松森敏幸, 2009: 地震の揺れの前に警報を - 緊急地震速報 -, *中国・日本科学最前線 - 研究の現場から - 2009年版*, 231-234.
- 益子 渉 114-1 Mashiko, W., H. Niino and T. Kato, 2008: Numerical simulation of a tornadogenesis in a mini-supercell associated with Typhoon Shanshan on 17 September 2006, *Preprints, 24th Congerence on Severe Local Storms, Amer. Meteor. Soc.*, 米国気象学会ホームページ, 14.4.
- 114-2 Mashiko, W., 2008: Numerical simulation of supercell tornadogenesis associated with Typhoon Shanshan(2006), *CAS/JSC WGNE Res. Activities in Atm. and Oceanic Modelling*, **Report No.38**, 5.17-5.18.
- 114-3 \*竹見哲也, 猪上華子, 楠研一, 加藤亘, 鈴木博人, 今井俊昭, 別所康太郎, 中里真久, 星野俊介, 益子渉, 林修吾, 福原隆彰, 柴田徹, 2008: メソ気象擾乱に伴う地上近傍の強風変動に関する高解像度気象モデル解析, **20**, 25-30.
- 増田一彦 115-1 Kazuhiko Masuda, Takahisa Kobayashi, 2008: Relation between cloud optical thickness and precipitation derived from space-borne measurements, *Proc. of SPIE Remote Sensing of the Atmosphere and Clouds II*, **Vol.7152**, 71520N1-11.
- 松枝秀和 116-1 \*Kuwata, M., Y. Kondo, Y. Miyazaki, Y. Komazaki, J. H. Kim, S. S. Yum, H. Tanimoto and H. Matsueda, 2008: Cloud condensation nuclei activity at Jeju

- Island, Korea in spring 2005, *Atmospheric Chemistry and Physics*, **8** 巻, 2933-2948 .
- 116-2 松枝秀和, 2008: 地球観測による二酸化炭素増加の実態と今後の動向, *第22回環境工学連合後援会講演論文集*, 81-86 .
- 116-3 \*Tanimoto, H., Y. Sawa, S. Yonemura, K. Yumimoto, H. Matsueda, I. Uno, T. Hayasaka, H. Mukai, Y. Tohjima, K. Tsuboi and L. Zhang, 2008: Diagnosing recent CO emissions and ozone evolution in East Asia using coordinated surface observations, and a joint inverse modeling and MOPITT satellite data, *Atmospheric Chemistry and Physics*, **8** 巻, 3867-3880 .
- 116-4 \*Machida, T., H. Matsueda, Y. Sawa, Y. Nakagawa, K. Hirokuni, N. Kondo, K. Goto, T. Nakazawa, K. Ishikawa and T. Ogawa, 2008: Worldwide measurements of atmospheric CO<sub>2</sub> and other trace gas species using commercial airlines, *Journal of Atmospheric and Oceanic Technology*, **25** 巻, 1744-1754 .
- 116-5 町田敏暢, 松枝秀和, 澤庸介, 2008: 民間航空機を活用したアジア太平洋域上空における温室効果気体の観測, *地球環境研究総合推進費(地球一括計上)平成19年度中間研究成果報告集*, 317-361 .
- 116-6 \*Sawa, Y., T. Machida and H. Matsueda, 2008: Seasonal variations of CO<sub>2</sub> near the tropopause observed by commercial aircraft, , **113** 巻, D23301(1-15) .
- 116-7 \*Sahu, L.K., Y. Miyazaki, M. Kuwata, M. Koike, N. Takegawa, H. Tanimoto, H. Matsueda, S.C. Yoon and Y.J. Kim, 2009: Anthropogenic aerosols observed in Asian continental outflow at Jeju Island, Korea, in spring 2005, *Journal of Geophysical Research*, **114** 巻 (D03301) , , doi:10.1029/2008JD010306.
- 116-8 \*Kazuyuki Miyazaki, Toshinobu Machida, Prabir K. Patra, Toshiki Iwasaki, Yousuke Sawa, Hidekazu Matsueda and Takakiyo Nakazawa, 2009: Formation mechanisms of latitudinal CO<sub>2</sub> gradients in the upper troposphere over the subtropics and tropics, *Journal of Geophysical Research*, **114** 巻, , doi:10.1029/2008JD010545.
- 松本 聡 117-1 Soga, T., I. Ishikawa, S. Matusmoto, Y. Fujii and T. Yasuda, 2008: New Ocean Data Assimilation System for monitoring ENSO at Japan Meteorological Agency, *Third WCRP International Conference on Reanalysis Extended Abstract*, , 4pp. .
- 馬淵和雄 119-1 Alexandrov, G. A., D. Chan, M. Chan, K. Gurney, K. Higuchi, A. Ito, C. D. Jones, A. Komarov, K. Mabuchi, D. M. Matross, F. Veroustraete and W. W. Verstraeten, 2008: Model-data fusion in studies of the terrestrial carbon sink, *Developments in Integrated Environmental Assessment, Vol. 3. Environmental Modeling, Software and Decision Support*, , 329-344 .
- 緑川 貴 121-1 本井達夫, 鬼頭昭雄, 緑川貴, 荒川理, 笹井義一, 陳永利, 2008: 大地形の変遷と気候変動, *地学雑誌*, **Vol.117, No.6**, 1015-1028 .
- 村上正隆 122-1 \*藤部文昭, 村上正隆, 越田智喜, 吉田一全, 2008: 早明浦ダム周辺の降水量とダム貯水量の変動特製, *天気*, **55** 巻 **6** 号, 469-473 .
- 122-2 Murakami, M. and N. Orikasa, 2008: How dose asian dust storm affect the microphysical structures of orographic snow clouds?, *15th International Conference on Clouds and Precipitation*, , .
- 村田昭彦 124-1 \*Akihiko Murata, 2009: A mechanism for heavy precipitation over the Kii Peninsula accompanying typhoon Meari(2004), *J. Meteor. Soc. Japan*, **87**, 101-117 .
- 毛利英明 125-1 T. Arimitsu, N. Arimitsu, K. Yoshida, H. Mouri, 2008: Multifractal PDF analysis of intermittent systems, *Anomalous Fluctuation Phenomena in Complex Systems: Plasmas, Fluids, and Financial Markets*, , 25-55 .
- 125-2 \*Hideaki Mouri, Akihiro Hori, 2009: Vortex tubes in turbulence velocity fields at high Reynolds numbers, *Fluid Dynamics Research*, **41**, 021402 .
- 本井達夫 126-1 本井達夫, 鬼頭昭雄, 緑川貴, 荒川理, 笹井義一, 陳永利, 2008: 大地形の変遷と気候変動, *地学雑誌*, **Vol.117, No.6**, 1015-1028 .



- 安田珠幾 127-1 Soga, T., I. Ishikawa, S. Matusmoto, Y. Fujii and T. Yasuda, 2008: New Ocean Data Assimilation System for monitoring ENSO at Japan Meteorological Agency, *Third WCRP International Conference on Reanalysis Extended Abstract*, , 4pp. .
- 127-2 Fujii, Y., T. Yasuda, T. Nakaegawa and M. Kamachi, 2008: Coupled Ocean and Atmosphere Simulation by Assimilating Ocean Observation Data to a Coupled Model, *Third WCRP International Conference on Reanalysis Extended Abstract*, , 6pp. .
- 127-3 \*仲江川敏之、安田珠幾、高谷裕平 (気象庁) , 2008: 利根川上流域を対象とした渇水対策のための力学的季節予測結果の利用に関する基礎的研究, *水工学論文集*, **52**, 517-522. .
- 127-4 \*仲江川敏之、安田珠幾、高谷裕平 (ECMWF), 2009: 利根川上流域の渇水対策に対する力学的季節予測情報の経済価値評価, *水工学論文集*, **53**, 547-552. .
- 山内 洋 129-1 \*楠研一, 山内洋, 猪上華子, 別所康太郎, 市山尚, 2008: The MRI portable X-band Doppler radar for severe weather observations -Status and Applications-, , **20**, 205-210. .
- 山崎明宏 130-1 \*Hiroaki Naoe, Shuichi Hasegawa, Jost Heintzenberg, Kikuo Okada, Akihiro Uchiyama, Yuji Zaizen, Eriko Kobayashi and Akihiro Yamazaki, 2009: State of mixture of atmospheric submicrometer black carbon particles and its effect on particulate light absorption, *Atmospheric Environment*, **43**, 1296-1301. .
- 山崎 明 131-1 \*山崎明, 青木重樹, 吉田康宏, 小林昭夫, 勝間田明男, 阿部正雄, 森脇健, 大河原斉揚, 長田芳一, 松岡英俊, 吉田知央, 関谷博, 親納孝嘉, 平松秀行, 2008: 海底地震計を用いた 2004 年紀伊半島南東沖の地震の余震観測, *気象研究所研究報告*, **第 59 号**, 65-82. .
- 131-2 山崎明, 青木伸昭, 山本輝明, 熊谷桂子, 伊藤信和, 2008: 鹿屋の絶対観測室内の磁気異常とその経年的安定性について, *Conductivity Anomaly 研究会 2008 年論文集*, **Web 版**, 107-112. .
- 131-3 \*Shinohara, M., T. Kanazawa, T. Yamada, K. Nakahigashi, S. Sakai, R. Hino, Y. Murai, A. Yamazaki, k. Obana, Y. Ito, k. Iwakiri, R. Miura, Y. Machida, K. Mochizuki, K. Uehira, M. Tahara, A. Kuwano, S. Amamiya, S. Kodaira, T. Takanami, Y. Kaneda, 2008: Precise aftershock distribution of the 2007 Chuetsu-oki Earthquake obtained by using an ocean bottom seismometer network, , **60**, 1121-1126. .
- 山里 平 132-1 山里平, 2008: 日本の火山防災体制 (活火山の定義~火山噴火予知連絡会) 日本の噴火災害資料, *火山の事典 (第 2 版) (下鶴大輔・荒牧重雄・井田善明・中田節也 編集)* , , 417-425、558-562. .
- 山中吾郎 133-1 \*Yamanaka, G., 2008: Discrepancies between observed and ocean general circulation model-simulated anomalies in recent SSTs of the Indian Ocean by apparent trends in atmospheric reanalysis data, *Geophysical Research Letters*, **35**, L18603, doi:10.1029/2008GL034737. .
- 133-2 \*Yamanaka, G., H. Ishizaki, M. Hirabara and I. Ishikawa, 2008: Decadal variability of the Subtropical Front of the western North Pacific in an eddy-resolving ocean general circulation model, *Journal of Geophysical Research - Oceans*, **113**, C12027, doi:10.1029/2008JC005002. .
- 133-3 山中吾郎, 石崎廣, 2009: 入射角を考慮した海洋短波吸収スキームの開発 - 大気海洋結合モデルへの導入 -, *平成 20 年度全国季節予報技術検討会資料 (気象研究所)*, , 19-27. .
- 行本誠史 135-1 \*Mizuta, R., Y. Adachi, S. Yukimoto and S. kusunoki, 2008: Estimation of the Future Distribution of Sea Surface Temperature and Sea Ice Using the CMIP3 Multi-model Ensemble Mean, *Technical Report of the Meteorological Research Institute*, **56**, . .
- 吉田康宏 137-1 \*山崎明, 青木重樹, 吉田康宏, 小林昭夫, 勝間田明男, 阿部正雄, 森脇健, 大河原斉揚, 長田芳一, 松岡英俊, 吉田知央, 関谷博, 親納孝嘉, 平松秀行, 2008: 海底地震計を

- 用いた 2004 年紀伊半島南東沖の地震の余震観測, *気象研究所研究報告*, 第 59 号, 65-82 .
- 吉村 純 138-1 Noda, A., S. Kusunoki, J. Yoshimura, H. Yoshimura, K. Oouchi and R. Mizuta, 2008: Global Warming Projection by an atmospheric General circulation model with a 20-km grid, *High resolution Numerical modelling of the atmospherer and ocean*, , 113-128 .
- 138-2 吉村 純, 2008: 環境辞典, *環境辞典*, 1173 .
- 吉村裕正 139-1 Noda, A., S. Kusunoki, J. Yoshimura, H. Yoshimura, K. Oouchi and R. Mizuta, 2008: Global Warming Projection by an atmospheric General circulation model with a 20-km grid, *High resolution Numerical modelling of the atmospherer and ocean*, , 113-128 .
- 和田章義 140-1 \*Wada, A., Johnny and C. L. Chan, 2008: Relationship between typhoon actibity and upper ocean heat content, *GEOPHYSICAL RESEARCH LETTERS*, **35**, L17603 .

## 6.2. 口頭発表

本節には、気象研究所の職員が筆頭者として行った講演、口頭発表などを個人別に掲載している。各発表の情報は、発表期日の順に並べている。

- 青木輝夫
- ・MODIS データによる東南極氷床域における積雪粒径の抽出, 日本気象学会 2008 年度春季大会
  - ・札幌における 4 冬期間の積雪中 OC, EC, ダスト濃度変動, 日本気象学会 2008 年度春季大会
  - ・紫外一可視域における氷の複素屈折率データ改訂が積雪の光学特性の計算値に与える影響, 日本気象学会 2008 年度秋季大会
- 青梨和正
- ・カルマンフィルタを用いた衛星搭載マイクロ波放射計及び赤外放射計データによる高分解能全球降水マップ (GSMaP\_MVK) の作成と評価, 日本気象学会 2008 年度春季大会
  - ・マイクロ波放射散乱シグナルからの降水強度トリバー: 現状と改良の方向性について, 日本気象学会 2008 年度春季大会
  - ・非静力雲解像モデルの物理量のアンサンブル予報誤差分布と共分散, 日本気象学会 2008 年度春季大会
  - ・非静力雲解像モデル物理量とマイクロ波輝度温度のアンサンブル予報誤差共分散: マイクロ波輝度温度の非静力雲解像モデルへ向けて, 日本気象学会 2008 年度秋季大会
  - ・衛星搭載マイクロ波放射計輝度温度の前方計算法の改良 (その 1), 日本気象学会 2008 年度秋季大会
- 青山道夫
- ・広島原爆による黒い雨地域での放射能降下量の再検討, 日本放射線影響学会第 51 回大会
  - ・An increase of silicic acid and nitrate concentrations along the pathway of Lower Circumpolar Deep Water in the Pacific Ocean: results of snapshot comparisons,
  - ・Chemical tracers in Indian Ocean: results from WHP repeat hydrography in the Indian, South Atlantic, and South Pacific Oceans in 2003/04, MISMO Workshop (Mirai Indian Ocean Cruise for the Study of the MJO-convection Onset)
  - ・Global  $^{137}\text{Cs}$  deposition and long term behavior of  $^{137}\text{Cs}$  in the marine environment, 14th Hiroshima International Symposium
  - ・How do we improve the comparability of nutrient measurements?, 2009 INSS International Workshop
  - ・Comparability of Cruise-to-Cruise Using Reference Material for Nutrients in Seawater, 2009 INSS International Workshop
  - ・International Nutrients Scale System, INSS, in seawater, Proposal, 2009 INSS International Workshop
  - ・Preliminary report of 2008 RMNS inter-laboratory comparison study, 2009 INSS International Workshop
  - ・Development of Seawater Reference Material for Dissolved Oxygen, 2009 INSS International Workshop
  - ・Results of stability test of RMNS for 6 years and improve comparability of nutrients data, 2009 INSS International Workshop
  - ・Nutrient distributions simulated in an Ocean General Circulation model, 2009 INSS International Workshop
- 足立アホロ
- ・ウィンドプロファイラーの低高度の観測特性, 日本気象学会 2008 年度春季大会
- 足立恭将
- ・CMIP3 マルチモデルアンサンブル平均を利用した将来の海面水温・海氷分布の推定, 日本気象学会 2008 年度春季大会
  - ・CMIP3 結合モデルの 20 世紀後半の北極点付近の海氷厚, 日本気象学会 2008 年度秋季大会
- 安藤 忍
- ・干渉 SAR で見た東北地方の活火山周辺における地殻変動, 火山学会秋季大会

- ・ Crustal Deformation of the Iwate-Miyagi Nairiku Earthquake in 2008 Using ALOS/PALSAR Interferometry, The 7th General Assembly of Asian Seismological Commission
- ・ 干渉 SAR でみた全国の活火山, 日本地球惑星科学連合 2008 年大会
- 五十嵐康人
  - ・ 2007 年春季に観測された個別降水中の人工放射能：風送ダストによる輸送, 日本気象学会 2008 年度春季大会
  - ・ Study of fog water chemistry and wet deposition in Mt. Fuji(3), The 25th Symposium of Aerosol Science & Technology in conjunction with International Aerosol Symposium 2008
  - ・ Sulfur oxide observed at Mt. Fuji during summer seasons, The 25th Symposium of Aerosol Science & Technology in conjunction with International Aerosol Symposium 2008
  - ・ Size distribution of nano particles in marine and mountain atmosphere(2), The 25th Symposium of Aerosol Science & Technology in conjunction with International Aerosol Symposium 2008
  - ・ バックグランド黄砂の科学的特徴, バックグランド黄砂の科学的特徴
  - ・ 2007 年春季に観測された個別降水中の人工放射能：風送ダストによる輸送, 日本気象学会 2008 年春季大会
- 石井雅男
  - ・ Trend of Acidification in the western North Pacific, 2nd Symposium on the Ocean in High-CO2 world
  - ・ 西部北太平洋亜熱帯域表層における海洋炭酸系の季節変動・年々変動・長期変動, 東京大学海洋研究所共用利用シンポジウム「亜熱帯海洋学の最前線」
  - ・ Decadal and longer-term changes of the CO2 in the ocean, The second GEOSS Asia-Pacific symposium. The role of Earth observations in tackling climate changes
  - ・ Trend of oceanic CO2 increase in the Pacific shallow meridional overturning circulation domain being investigated by high-frequency observations, International Workshop on the North Pacific Ocean Observation Strategy for Carbon Cycle and Climate Change
  - ・ Development of non-toxic RM for dissolved inorganic carbon, 2009 INSS International Workshop
- 石崎 廣
- 石原幸司
  - ・ 高解像度モデル結果における粒子追跡による相対分散, 2008 年度日本海洋学会秋季大会
  - ・ 都道府県別に適用した地域頻度解析によるアメダス地点の確立降水量, 日本気象学会 2008 年度春季大会
  - ・ 地球温暖化に伴う確立降水量変化の都道府県別評価に向けて, 日本気象学会 2008 年度秋季大会
  - ・ 地球温暖化の最新情報, 2009 年定期総会
  - ・ 地球温暖化について考えよう, 日本科学未来館 友の会 DAY イベント
- 石元裕史
  - ・ 地上設置型多波長マイクロ波放射計を用いた温度・水蒸気の 1D-Var リトリバル, 日本気象学会 2008 年度春季大会
  - ・ AIRS 輝度温度データを用いた上部対流圏の湿度測定, 日本気象学会 2008 年度秋季大会
- 猪上華子
  - ・ 庄内平野に突風をもたらした気象じょう乱—2007 年 12 月 2 日に X バンドドップラーレーダーで観測された misocyclone の特徴—, 日本気象学会 2008 年度春季大会
  - ・ 2007 年 12 月 2 日にドップラーレーダーで観測された misocyclone の構造, 日本気象学会 2008 年度秋季大会
- 岩切一宏
  - ・ Analysis of seismic ACROSS signal at Morimachi using seismic array installed near Mt. Fuji Shizuoka Airport, The 7th General Assembly of Asian Seismological Commission
  - ・ 富士山静岡空港における小規模アレイ観測による森町弾性波アクロス信号の解析結果, 研究会「アスペリティのマッピングとモニタリング (EARS)」シンポジウム 2008 年度集会
- 上野 充
  - ・ 数値モデルで得られた台風中心軸の傾斜と気温変化(続報), 日本気象学会 2008 年度春季大会
  - ・ 台風検証データとしての気象庁メソ解析利用の試み, 日本気象学会 2008 年度秋季大会
- 碓氷典久
  - ・ 基礎 5 (問題 5.1-7) および関連発表—黒潮の消長に関する解析—, 2008 海洋データ同化セ

- ミナー
- ・2004年黒潮大蛇行の消滅過程, 2008年度日本海洋学会秋季大会
  - ・Reproducibility of Currents and water masses in the North Pacific subarctic region in MOVE/MRI. COM,
- 内山明博
- ・Intergraing Nephelometer の改造, 日本気象学会 2008年度春季大会
  - ・福岡での2008年春季エアロゾル光学特性集中観測, 日本気象学会 2008年度秋季大会
- 永戸久喜
- ・衛星搭載マイクロ波放射計による降水リモートセンシングへの適用に向けた雲解像モデルの降水粒子予測特性の検証と改善の検討, 日本気象学会 2008年度春季大会
  - ・Velincation of hydrometeor properties simulated by a cloud resolving model using passive microwave satellite and ground-based radar observations for a rainfall system associated with the Baiu front, 4th Workshop of the Intemational Precipitation WorkingGroup(IPWG)
  - ・Verification of hydrometeor properties simulated by a cloud resolving model using passive microwave satellite and ground-based radar observations for rainfall systems observed around the Okinawa islands, 4th International Workshop on Precipitation Retrieval Algorithms Using Satellite Microwave Radiometer,Radar and IR Data
  - ・Verification of hydrometeor properties simulated by a cloud resolving model using passive microwave radiometer and radar observations, International Workshop on radar and modeling studies of snowfall:Precise observation and modeling of solid precipitation
- 遠藤洋和
- ・ヤマセに関連した大規模循環場の将来変化について, 日本気象学会 2008年度春季大会
  - ・全球大気モデルによる気候値再現性の水平分解能依存性, 日本気象学会 2008年度秋季大会
- 大泉三津夫
- ・NHM 地域気候モデルの降積雪特性, 日本気象学会 2008年度春季大会
  - ・マルチモデルアンサンブル実験での地域気候モデルの高積雪特性, 日本気象学会 2008年度秋季大会
- 尾瀬智昭
- ・エルニーニョに伴う西太平洋降水変動の CMIP3 モデルによる再現性, 日本気象学会 2008年度春季大会
  - ・夏季北西太平洋降水特性の気候モデルによる再現性 (2) , 日本気象学会 2008年度秋季大会
- 小野木茂
- ・1.3Ghz ウィンドプロファイラーによる雨滴粒径の抽出(序報) , 日本気象学会 2008年度秋季大会
- 折笠成宏
- ・航空機による山岳性降雪雲の直接観測 (その2) -雲の相からみた統計的特徴-, 日本気象学会 2008年度春季大会
  - ・ドライアイスシーディングに伴う山岳性降雪雲の微物理構造の変化, 日本気象学会 2008年度秋季大会
- 勝間田明男
- ・スロースリップ検知のための長基線レーザー伸縮計の開発, 日本地球惑星科学連合 2008年大会
  - ・定時データ解析による日本列島下のモホ不連続面深さの推定(3), 日本地球惑星科学連合 2008年大会
  - ・インドネシアにおける津波警報のための早期震源パラメーター決定, 日本地球惑星科学連合 2008年大会
  - ・弾性波アクロス送信波のフィリピン海プレート境界反射点, 日本地球惑星科学連合 2008年大会
- 加藤輝之
- ・水平解像度 5km 非静力学モデルによる領域温暖化予測実験: 完全境界実験による精度評価, 日本気象学会 2008年度春季大会
  - ・2006年11月7日に発生した北海道佐呂間竜巻の雲解像モデルによる再現, 日本気象学会 2008年度春季大会
  - ・暖候期での人工降雨のための有効雲の出現頻度分布調査-水平分解能 1km 雲解像モデルの結果から-, 日本気象学会 2008年度春季大会

- ・雪雲上陸時の降水強度変化とその再現性, 日本気象学会 2008 年度春季大会
- ・竜巻をもたらす積乱雲の発生環境場に関する統計的研究, 日本気象学会 2008 年度春季大会
- ・2008 年梅雨明け後の豪雨・熱雷の発生要因, 日本気象学会 2008 年度秋季大会
- ・竜巻をもたらす積乱雲の発生環境場の気候学的変動, 日本気象学会 2008 年度秋季大会
- 蒲地政文  
釜堀弘隆  
・国内外の動向, 2008 海洋データ同化セミナー
- ・JRA-25 に表現される地上気温と衛星導出植生分布との比較, 日本気象学会 2008 年度春季大会
- ・中国華南地方の降水量変動と熱帯太平洋海面水温との関係, 日本気象学会 2008 年度秋季大会
- ・再解析に表現される台風のコンプジット解析 (その 4) —台風場の降水量の年々変動と、その GPCP-1DD との比較—, 日本気象学会 2008 年度秋季大会
- 上口賢治  
・日降水諸統計量の水平街道度依存性について, 日本気象学会 2008 年度春季大会
- ・雨量計に基づいた高分解能グリッド日降水データの作成—APHRO データセット (0.25 および 0.5 度水平分解能) —, 日本気象学会 2008 年度春季大会
- ・日本における高解像度日降水量グリッドデータ (APHRO-JP) の作成について, 日本気象学会 2008 年度秋季大会
- ・Intercomparison of the relationship between precipitation and mountain heights among gridded precipitation datasets, 23rd Conference on Hydrology
- 川畑拓矢  
・NHM-4DVAR による首都圏豪雨データ同化実験, 日本気象学会 2008 年度春季大会
- ・NHM-4DVAR への increment 法の導入, 日本気象学会 2008 年度秋季大会
- 北島尚子  
・週間アンサンブル予報における台風進路に対する環境場の影響, 日本気象学会 2008 年度春季大会
- ・日本本土に上陸した台風の地上風分布と三次元構造, 日本気象学会 2008 年度秋季大会
- 北村祐二  
・Germano の恒等式を用いたサブグリッドスケールのフラックスの評価, 日本気象学会 2008 年度秋季大会
- 鬼頭昭雄  
・GCM 研究の最前線, 気候変動将来推計情報の水文分野での利用促進シンポジウム
- ・WCRP CMIP3 マルチモデルデータによる地上気温の年々変動と日々変動の将来変化, 日本気象学会 2008 年度春季大会
- ・Impact of climate change on precipitation and river flow, Symposium on Science and Practice of Basin-scale Water Policy for Population Upsurging Asia
- ・Effects of BIOME interaction on 6ka and 21ka climate in the MRI CGCM, PMIP2 Workshop
- ・Climate projections over Amazon with the 20km and 60km mesh AGCM, Assessment for the Prospects and Identification of Implications of Amazon Dieback Induced by Climate Change
- ・地球温暖化の科学的評価, 特集課程「気象業務論」
- ・PMIP 6ka/21ka 実験における ENSO/モンスーン, マルチプロキシ法による寒冷圏の古気候・古環境研究の発展の方向性
- ・Impact of climate change on Asian monsoon characteristics, WMO 4th International Workshop on Monsoons (IWM-IV)
- ・High resolution modeling of Monsoon Workshop(PWM-2), The 2nd Pan-WCRP Monsoon Workshop(PWM-2)
- ・Mid-Holocene climate in the MRI CGCM2 with BIOME interaction, PAGES Gkibak Monsoon Symposium
- ・Projection of the change in future weather extremes using super-high-resolution atmospheric models, The 12th U.S.-Japan Workshop on Global Change
- ・地球温暖化予測の最前線, 国土交通先端技術フォーラム
- ・Resolution dependence of climate change projections of Indian summer monsoon, Asia Oceania Geosciences Society 2008 Conference

- The use of the Earth Simulator in climate projections over Amazon, The risk of climate-induced Amazonian forest dieback in the 21st century
  - The use of the Earth Simulator in climate projections over Amazon, Implementation of adaptation to climate change activities in Latin America
  - Projection of the changes in future weather extremes using super-high-resolution atmospheric models, International Workshop on Anthropogenic Impacts on Asian Monsoon
  - Projection of the changes in future weather extremes, Forum on Climate Change and Science and Technology Innovation
  - The Earth Simulator, capabilities and limitations and Projection of the change in future weather extreme using super-high-resolution atmospheric models, Assessment for the Prospects and Identification of Implications of Amazon Dieback Induced by Climate Change
  - Water cycle projection in Asia by super-high-resolution climate model, The Second GEOSS Asia-Pacific symposium.
  - How is the climate of Japan changing and projected to change, UK-Japan Workshop on Climate Modelling and Business Risk
  - Climate modeling for adaptation to climate change in Asia, The Third GEOSS Asia-Pacific Symposium: Data sharing for a Transverse GEOSS
  - Climate modeling activity in Japan, The Third GEOSS Asia-Pacific Symposium: Data sharing for a Transverse GEOSS
  - Use of a 20-km mesh GCM in climate change projections in Latin America, 9th International Conference on Southern Hemisphere Meteorology and Oceanography
  - Climate change projection in Latin America by global 20-km and 60-km mesh atmospheric model, International Seminar on Adaptation to Climate Change
  - Projection of change in extremes by very high resolution atmospheric models, IPCC Working Group II Scoping Meeting: Possible Special Report on “Extreme Events and Disasters: Managing the Risks”
  - Climate change projections by super-high resolution models for Asian adaptation studies, Climate Projections Seminar: Climate Change Projections and its Impacts Towards Water Sector
  - Projection of the change in future weather extremes using the MRI/JMA super-high-resolution models, Joint IPCC-WCRP-IGBP Workshop: New Science Directions and Activities Relevant to the IPCC AR5
  - MRI Earth System Model, Joint IPCC-WCRP-IGBP Workshop: New Science Directions and Activities Relevant to the IPCC AR5
- 楠 研一
- 庄内平野に突風をもたらした気象じょう乱一事例解析 080108(序報) 一, 日本気象学会 2008 年度春季大会
  - 空港気象ドップラーレーダーを用いた非降水エコー出現特性の調査 (序報), 日本気象学会 2008 年度春季大会
  - 北関東における下記雷雲と雷放電の観測—前橋上空で発生した雷雲の構造変化—, 日本気象学会 2008 年度春季大会
  - 庄内平野で観測された冬季突風と気象じょう乱について—概要—, 日本気象学会 2008 年度秋季大会
  - 2008 年 8 月 14 日に庄内平野付近で観測されたマイソサイクロン, 日本気象学会 2008 年度秋季大会
  - A climatology of clear-air echoes from the operational C-band Doppler radar in Japan. , Fifth European Conference on Radar in Meteorology and Hydrology
  - An overview of the Shonai area railroad weather project and early outcome, Fifth

- European Conference on Radar in Meteorology and Hydrology
- ・ The MRI portable X-band Doppler radar for severe weather observations -Status and Applications-
  - ・ 温暖化過程の台風における激しい重力波の発生メカニズム, 台風に伴う強風、豪雨などの気象災害の被害軽減に関する研究集会
  - ・ 庄内平野で観測された冬季突風と気象じょう乱について, 防災科学技術研究所
  - ・ 庄内平野における突風観測, レーダー研究会
  - ・ 至近距離落雷による雷被害事例について, 日本大気電気学会第 80 回研究発表会
- 楠 昌司
- ・ 20km 格子全球大気モデルによる地球温暖化時の梅雨変化予測, 日本気象学会 2008 年度春季大会
  - ・ CMIP3 大気海洋結合モデルによる梅雨期の降水強度の再現性, 日本気象学会 2008 年度春季大会
  - ・ 60km 格子全球大気モデルによる将来気候実験で再現された熱帯低気圧発生数の SST と初期値依存性について, 日本気象学会 2008 年度秋季大会
  - ・ 60km 格子全球大気モデルのアンサンブル実験による梅雨の変化, 日本気象学会 2008 年度秋季大会
  - ・ STOP! 地球温暖化 今私たちにできること～世界・日本の気候はどうなるの～, 地球温暖化防止講演会
  - ・ 地球温暖化を知ろう!, 化学と音楽の饗宴 2008 レクチャー&コンサート
  - ・ Change in the East Asia summer monsoon projected by an atmospheric global model with 20-km grid size, The Asia Oceania Geosciences Society 5th Annual Meeting
  - ・ Change in the East Asia summer monsoon projected by an atmospheric global model with 20-km grid size, The First International Conference: From Deserts to Monsoons
  - ・ Precipitation intensity of East Asian summer monsoon simulated by CMIP3 models, The European Geosciences Union General Assembly 2008
  - ・ Global Warming Projection by an Atmospheric Global Model with 20-km grid, Seminario Iberoamericano de Escenarios de Cambio Climatico
  - ・ 超高解像度大気モデルによる将来の極端現象の変化予測に関する研究, TX テクノロジー・ショーケース in つくば 2009
  - ・ Future Change in Precipitation Intensity of Baiu Rain Band Simulated by CMIP3 models, the 11th Pacific Science Inter-Congress
  - ・ Climate Change Projections by using Earth Simulator, South East Asian Regional Workshop on Development of Climate Change Scenario
  - ・ Global Climate Change through Super Computer Model, International Seminar on Impact of Climate Change on Irrigation Systems
- 朽木勝幸
- ・ 南極域の衛星リモートセンシングに対するサスツルギの効果, 日本気象学会 2008 年度春季大会
  - ・ 全天分光日射計による積雪物理量の推定, 日本気象学会 2008 年度春季大会
  - ・ MODIS データを用いた南極点における氷床表面ラフネスの推定, 日本気象学会 2008 年度秋季大会
- 工藤 玲
- ・ 地上放射観測から推定したエアロゾル光学特性と地上放射強制力, 日本気象学会 2008 年度春季大会
- 國井 勝
- ・ WWRP 北京オリンピック 2008 予報実証/研究開発プロジェクト (メソ解析の適用と降水同化), 日本気象学会 2008 年度春季大会
  - ・ 気象庁非静力学モデルに対する特異ベクトルの計算 (第 5 報), 日本気象学会 2008 年度秋季大会
  - ・ WWRP 北京オリンピック 2008 年予報実証/研究開発プロジェクト (2008 年本実験、メソ解析の適用と降水同化), 日本気象学会 2008 年度秋季大会
- 栗田 進
- ・ 都市ビル群の風下領域における境界層の 2 層構造, 日本気象学会 2008 年度春季大会



- 栗原和夫 ・ 雲解像領域大気モデルの高解像度化と温暖化による極端現象の変化予測, 日本気象学会 2008 年度春季大会
- 黒田友二 ・ 太陽活動の北大西洋振動変調に及ぼすオゾンの役割, 日本気象学会 2008 年度春季大会  
 ・ 初冬におけるプロッキングと成層圏突然昇温との関連に関する解析, 日本気象学会 2008 年度春季大会  
 ・ 成層圏の変動が季節予報に及ぼす影響について, 日本気象学会 2008 年度秋季大会
- 小林昭夫 ・ Long-term slow slip events in the Bungo Ohannel deduced from tidegauge data, The 7th General Assenbly of Asian Seismological Commission  
 ・ 潮位記録を用いた近く上下変動推定のための津村による海域区分の検証, 日本地球惑星科学連合 2008 年大会  
 ・ 三ヶ日観測点における地下水の汲み上げによる体積歪変化, 日本地球惑星科学連合 2008 年大会
- 小林隆久 ・ 衛星で観測した雲光学的厚さと雲粒サイズに及ぼす降水の影響, 日本気象学会 2008 年度秋季大会  
 ・ Effects of precipitation on cloud optical thickness derived from combined passive and active space-borne sensors, International Radiation Symposium 2008  
 ・ Cloud properties in rain formation process observed by space - Borne active and passive sensors, Fifth European Conference on Radar in Meteorology and Hydrology  
 ・ Relation between cloud optical thickness and precipitation derived from space-borne measurements, SPIE Asia-Pacific Remote Sensing
- 財前祐二 ・ 宝達山 (能登半島) でのエアロゾル混合状態, 日本気象学会 2008 年度秋季大会  
 斉藤和雄 ・ WWRP 北京オリンピック 2008 予報実証/研究開発プロジェクト (その 3 2008 年本実験に向けて), 日本気象学会 2008 年度春季大会  
 ・ 気象庁非静力学モデルによるダウンスケールアンサンブルと BGM 法の開発 (その 3 境界値摂動の導入), 日本気象学会 2008 年度春季大会  
 ・ WWRP 北京オリンピック 2008 年予報実証/研究開発プロジェクト (2008 年本実験、概要), 日本気象学会 2008 年度秋季大会  
 ・ 気象庁メソモデルによる BGM 法の開発と NHM-LETKF への境界値摂動の影響, 日本気象学会 2008 年度秋季大会
- 斉藤 秀 ・ 西部北太平洋亜熱帯域の pH 減少傾向, 2008 年度日本海洋学会秋季大会  
 坂井孝行 ・ 回転楕円体圧力源による変位を表す経験式 (第 2 報) - FE 解析結果に最小二乗法を適用したの係数決定 -, 日本火山学会 2008 年度秋季大会  
 ・ 桜島昭和火口 2008 年噴火で発生し爆発的に伴う空振 (ポスター発表), 日本地球惑星科学連合 2008 年大会
- 酒井 哲 ・ ライダーと直接サンプリングによるエアロゾル比較観測実験, 日本気象学会 2008 年度秋季大会  
 ・ 2008 年夏季人工降雨実験におけるライダー観測(速報), 日本気象学会 2008 年度秋季大会  
 ・ 多波長時代における衛星サウンダーデータの処理長・偏光ライダーによる対流圏エアロゾル観測, 第 25 回レーザーセンシングシンポジウム  
 ・ ライダーと気象搭載パーティクルカウンタ・雲粒子ゾンデを用いた対流圏エアロゾルと上層雲の観測, 第 33 回リモートセンシングシンポジウム  
 ・ Dual-wavelength and polarization-sensitive lidar for japnese cloud seeding experiment for precipitation augmentaiton(JCSEPA), 24th International Laser Radar Conference  
 ・ ライダーと直接サンプリングで測定したエアロゾル光学特製と微物理特性の比較, 第 26 回レーザーセンシングシンポジウム  
 ・ ライダーで観測されるエアロゾル光学特性について, 第 13 回気象リモートセンシング利用研究会  
 ・ 2008 年夏季人工降雨実験における 2 波長ライダー観測, 第 34 回リモートセンシングシンポジウム

- ・ライダーと直接サンプリングによるエアロゾル観測：ライダーパラメータとエアロゾル微物理特性の比較，第34回リモートセンシングシンポジウム
- ・偏光・2波長ライダーによるエアロゾル・雲微物理構造の観測，科振費「人工降雨・降雪」研究発表会
- ・ライダーと直接サンプリングによるエアロゾル質量濃度／後方散乱係数比の観測，2009年第1回ダスト研究会
- ・2008年度人工降雨実験におけるライダー観測，第13回大気ライダー観測研究会
- 坂見智法 ・気象研究所地球システムモデルにおけるエアロゾル-雲相互作用の開発一，日本気象学会2008年度秋季大会
- 佐々木秀孝 ・地域気候モデル検証用降水データについて，日本気象学会2008年度春季大会
- 笹野大輔 ・高精度酸素センサーRINKOによる観測，平成20年度三官庁海洋業務連絡会海洋測器専門委員会
- 澤 庸介 ・定期旅客便CO<sub>2</sub>観測により推察された対流圏から下部成層圏への輸送経路，日本気象学会2008年度春季大会
- ・Seasonal variations of CO<sub>2</sub> mixing ratios in the tropopause region based on frequent observations by commercial airliners, 10th Scientific Conference of the International Global Atmospheric Chemistry Project
- ・定期旅客便CO<sub>2</sub>観測により推察された対流圏から下部成層圏への輸送経路，日本気象学会2008年春季大会
- ・気象研タワー観測におけるRn,CO,CO<sub>2</sub>濃度日変化の数値シミュレーション，日本気象学会2008年春季大会
- 柴田 彰 ・Intercomparison of SST retrieved from AMSR-E and WindSat, International Geoscience and Remote Sensing Symposium
- 小司禎教 ・地上GPS：準リアルタイム解析可降水量の連続同化実験，日本気象学会2008年度春季大会
- ・2008年7月28日のGPSデータ同化実験（序報），日本気象学会2008年度秋季大会
- 新藤永樹 ・全球モデルと領域非静力学モデルを用いた台風発生・発達実験，日本気象学会2008年度春季大会
- ・全球モデルと領域非静力学モデルを用いた台風発生・発達実験（II），日本気象学会2008年度秋季大会
- 杉 正人 ・A possible mechanism of the changes in tropical cyclone frequency and intensity due to global warming as indicated by GCMs, First International Summit on Hurricanes and Climate Change
- ・高解像度再解析データJRA-25を用いた台風の発生過程の解析，日本気象学会2008年度春季大会
- 鈴木 修 ・メソサイクロン検出アルゴリズムの改良—レーダーデータ中の渦パターンの追跡・同定機能の導入—，日本気象学会2008年度春季大会
- ・2008年3月25日に相模湾で発生した海上竜巻-スーパーセルライクストームの解析-，日本気象学会2008年度秋季大会
- 清野直子 ・関東における強雨事例のシミュレーション—都市キャノピースキーム導入のインパクト—，日本気象学会2008年度秋季大会
- ・Regional simulation of dust storm in the Taklimakan Desert, Third International Workshop on Mineral Dust
- 瀬古 弘 ・竜巻の発生パラメータのアンサンブル予報実験，日本気象学会2008年度春季大会
- ・NHM-LETKFを用いた日本域アンサンブル予報実験，日本気象学会2008年度春季大会
- ・LETKFを用いたB08RDP実験と日本域の豪雨再現実験，日本気象学会2008年度秋季大会
- ・非勢力学モデルで再現したムンバイ豪雨，日本気象学会2008年度秋季大会
- 高木朗充 ・GPS時間変化から推定する圧力源パラメータ伊豆大島への適用，日本地球惑星科学連合2008年大会
- 高山博之 ・Estimation of a-b Value by Comparing Simulated Crustal Movement with GPS

- Observation, The 7th General Assembly of Asian Seismological Commission
- A statistical prediction experiment and its testing for interplate small repeating earthquakes by renewal models, The 7th General Assembly of Asian Seismological Commission
  - シミュレーションと GPS 観測による南海トラフ沿いの地域の地殻変動の比較, 日本地球惑星科学連合 2008 年大会
  - 地震波散乱理論を背景とした統計的グリーン関数のエンベロープ表現とその地域性, 日本地球惑星科学連合 2008 年大会
- 田尻拓也
- FMCW 型 Ka-band レーダの開発, 日本気象学会 2008 年度春季大会
  - エロゾル・雲粒子センサーの非球形粒子検出特性について (その 2) -MRI 雲生成チャンバー雲物理実験より-, 日本気象学会 2008 年度春季大会
  - 四国・高知における雲のモニタリング観測 (2008 年) 夏季人工降雨実験観測中の大気環境場について, 日本気象学会 2008 年度秋季大会
  - MRI 雲生成チャンバーによる雲物理実験 混合雲における氷床発生過程について (その 2), 日本気象学会 2008 年度秋季大会
- 田中泰宙
- 火山起源硫酸塩エアロゾルのシミュレーション: 20 世紀の火山起源エアロゾルによる放射収支への影響, 日本気象学会 2008 年度秋季大会
- 田中 実
- 20 世紀における日本とアジア地域の夏の気温とアジアモンスーン・太平洋高気圧・PDO の関係, 日本気象学会 2008 年度春季大会
- 千葉 長
- 気圧の季節変化について, 日本気象学会 2008 年度春季大会
  - 山岳によって誘起された内常内部重力波 (JRA-25 再解析データ 26 年平均場), 日本気象学会 2008 年度秋季大会
- 忠鉢 繁
- Total ozone amounts over the Antarctic in the polar night period. , Quadrennial Ozone Symposium 2008
- 辻野博之
- 北太平洋高解像度モデルにおける渦フラックスの評価, 2008 年度日本海洋学会秋季大会
- 出牛 真
- 気象研究所全球化学気候モデルを用いた 2007 年 5 月 8 日、9 日の広域的な光化学オキシダント汚染の再現実験, 日本気象学会 2008 年度春季大会
- 時枝隆之
- 北太平洋移行領域の直接通気層の経年変動性, 2008 年度日本地球化学会第 55 回年会
- 直江寛明
- 平成 18 年 7 月豪雨をもたらした環境場としての循環場の解析(第 2 報), 日本気象学会 2008 年度春季大会
  - 気液平衡を過程した液相化学反応モデルの開発, 日本気象学会 2008 年度春季大会
  - 北半球冬季に QBO が中高緯度へ与える力学的な影響, 日本気象学会 2008 年度秋季大会
- 永井智広
- 1.6  $\mu$  m 帯二酸化炭素鉛直分布観測 DIAL 用高精度受信部の開発, 日本気象学会 2008 年度秋季大会
  - 二酸化炭素鉛直分布観測ライダーの技術開発 4, 第 68 回応用物理学会学術講演会
  - CO<sub>2</sub> 鉛直分布観測用 DIAL のための 1.6  $\mu$  m OPO レーザーの開発, 第 25 回レーザーセンシングシンポジウム
  - ライダーによる成層圏エアロゾルの長期モニタリング, 第 25 回レーザーセンシングシンポジウム
  - CO<sub>2</sub> 鉛直分布観測用 DIAL のための 1.6  $\mu$  m 用受信系の開発, 第 25 回レーザーセンシングシンポジウム
  - ライダーによる CO<sub>2</sub> 鉛直分布の測定, 第 12 回気象リモートセンシング学会
  - ライダーによる成層圏エアロゾル層の長期観測, 第 33 回リモートセンシングシンポジウム
  - 二酸化炭素鉛直分布観測用 1.6  $\mu$  m 帯差分吸収ライダーの開発 II, 第 33 回リモートセンシングシンポジウム
  - Characteristics of depolarization ratio over the Taklimakan Desert, China, 24 t h International Laser Radar Conference
  - Measurement of the vertical CO<sub>2</sub> profile using 1.6  $\mu$  m DIAL, 24 t h International Laser Radar Conference

- Development of a 1.6  $\mu$  m CO<sub>2</sub> DIAL transmitter using the QPM-OPO, 24th International Laser Radar Conference
- 1.6  $\mu$  m DIAL による CO<sub>2</sub> 鉛直分布観測の観測実験, 第 26 回レーザーセンシングシンポジウム
- CO<sub>2</sub> 鉛直分布観測用 DIAL のための 1.6  $\mu$  m 用受信系 (II), 第 26 回レーザーセンシングシンポジウム
- 人工降雨実験のための 2 波長ライダーの開発—光/電波、電動型/受信型、各種測器を用いたシナジー観測のなかで, 第 26 回レーザーセンシングシンポジウム
- 高精度 CO<sub>2</sub> 濃度と風・気温同時測定ライダーの開発計画, 第 34 回リモートセンシングシンポジウム
- 1.57- $\mu$  m pulsed CO<sub>2</sub> DIAL using photon counting detection, 2nd International Workshop on CO<sub>2</sub> DIAL Remoto sensing
- ラマンライダーを用いた地球温暖化気体の観測可能性の検討, 第 16 回リモートセンシングフォーラム
- 1.6  $\mu$  m CO<sub>2</sub> DIAL の開発と検証計画, 1.6  $\mu$  m CO<sub>2</sub> DIAL の開発と検証計画
- 仲江川敏之
- 早明浦ダム流域における渇水対策のための季節予報の利用可能性, 日本気象学会 2008 年度春季大会
- JRA-25 で解析された陸面水文過程の再現性, 日本気象学会 2008 年度春季大会
- 力学的季節予報決定論的情報の経済価値の評価-利根川上流域の渇水予測を例として-, 日本気象学会 2008 年度秋季大会
- 中里真久
- X バンド及び Ka バンドライダーを用いたシーディング有効雲の観測, 日本気象学会 2008 年度春季大会
- 竜巻予測パラメータの統計的検証, 日本気象学会 2008 年度春季大会
- 竜巻を伴う鉛直渦の引き伸ばしメカニズム, 日本気象学会 2008 年度秋季大会
- X バンド及び Ka バンドライダーを用いたシーディング有効雲の観測—高知県鏡ダム観測サイトにおける夏季集中観測速報—, 日本気象学会 2008 年度秋季大会
- 対流圏オゾン DIAL を用いた南極における地上オゾン急減現象の観測研究, 南極研究観測シンポジウム
- 成層圏オゾンライダーで観測されたオゾン鉛直分布の季節変化, 第 25 回レーザーセンシングシンポジウム
- ライダー観測に基づく対流圏オゾンの起源の識別可能性, 第 33 回リモートセンシングシンポジウム
- ライダーで観測された対流圏オゾンの季節変化の特徴, 第 13 回大気化学討論会
- Seasonal variation of the tropospheric ozone vertical distribution over Tsukuba observed by a DIAL, 24th International Laser Radar Conference
- 誘導ラマン散乱を利用した大気微量成分ライダー計測に関するフィージビリティスタディ, 第 34 回リモートセンシングシンポジウム
- 中澤哲夫
- 熱帯降雨観測衛星 (TRMM) の概要と 10 年間の成果, 日本気象学会 2008 年度春季大会
- TRMM 降水量変動 高度変更の影響が年々変動か?, 日本気象学会 2008 年度春季大会
- 気象庁週間アンサンブル予報データの Nargis 予報結果について, 日本気象学会 2008 年度秋季大会
- 中野英之
- 海洋大循環モデルと粒子追跡法を用いた太平洋 137Cs の解析, 2008 年度日本海洋学会秋季大会
- Mechanism of the Kuroshio Current System, 2008SCOR' s 50TH ANNIVERSARY SYMPOSIUM
- Alternating zonal jets in a series of high-resolution OGCMs, 2008AGU Fall meeting
- Problem of Western Boundary Current Separation, 2008AGU Fall meeting
- 中村誠臣
- 解像度を変えた NHM による夏季関東域での再現実験. その 2, 日本気象学会 2008 年度春季大会

- 萩野谷成徳
  - ・関東域での夏季不安定降水のNHMによる再現性の評価, 日本気象学会 2008 年度秋季大会
  - ・千葉マリスタジアム内に特徴的な風系と強風の要因, 日本気象学会 2008 年度春季大会
  - ・二種類のパン蒸発計蒸発量からみたチベット Yamdrok Yumtso 湖流域の熱・水収支の変化, 日本気象学会 2008 年度春季大会
  - ・西チベット改則における長期熱収支観測-地表面での地中熱流量推定-, 日本気象学会 2008 年度春季大会
  - ・中国域の蒸発量マップ作成, 日本気象学会 2008 年度秋季大会
  - ・A climatological estimate of heat and water fluxes over the Tibetan Plateau, International Conference on Land Surface Radiation and Energy Budget
- 橋本明弘
  - ・雲シーディングの効果と広域影響評価—3次元雲解像モデルを用いた人工降雪実験—, 日本気象学会 2008 年度春季大会
  - ・融階層雲に関する基礎的数値実験, 日本気象学会 2008 年度春季大会
  - ・ヨウ化銀を用いた地上シーディングに関する数値実験, 日本気象学会 2008 年度秋季大会
  - ・3次元雲シーディングモデルによる液体炭酸を用いた冬季地上シーディング実験の増雪効果, 日本気象学会 2008 年度秋季大会
  - ・黄砂エアロゾルと上層雲の関係に関する微物理的粒子追跡モデルを用いた解析, 日本気象学会 2008 年度秋季大会
- 林 修吾
  - ・東南アジア域および日本域における NHM と WRF による予報結果のモデル間相互比較, 日本気象学会 2008 年度春季大会
  - ・NWP Comparison Between NHM and WRF in Southeast Asia, AOGS2008
  - ・Introduction of NHM: JMA operational and research meso-scale model, CSIR/CMMACS Seminar
  - ・Introduction of new interface and visualization tool of NHM, The Second International Workshop on Prevention and Mitigation of Meteorological Disasters in Southeast Asia
  - ・Statistical Verfications of Short Term NWP by NHM and WRF-ARW around Japan and Southeast Asia, The Second International Workshop on Prevention and Mitigation of Meteorological Disasters in Southeast Asia
  - ・熱帯域と日本域における 20km 解像度 NHM と WRF-ARW の統計的予報精度検証, 第 10 回非静力学モデルに関するワークショップ
- 林 豊
  - ・Extraction of the 2004 Indian Ocean tsunami signals from satellite altimetry data and tsunami detectability of the altimetry mission, The 6th International Workshop on Remote Sensing for Disaster Management Applications
  - ・Characteris of tsunami Coda observed in Japan due to the 2006 Kuril Island earthquake, The Asia Oceania Geosciences Society 5th Annual Meetin g
  - ・Extraction of the 2004 Indian Ocean tsunami signals from satellite altimetry data and tsunami detectability of the altimetry mission, The Asia Oceania Geosciences Society 5th Annual Meetin g
  - ・日本沿岸で観測された 2006 年千島列島沖地震津波のコーダ部の挙動特性, 日本地球惑星科学連合 2008 年大会
- 原 昌弘
  - ・WWRP 北京オリンピック 2008 年予報実証/研究開発プロジェクト (全球ターゲット SV による初期値・境界値摂動の作成), 日本気象学会 2008 年度秋季大会
  - ・WWRP 北京オリンピック 2008 年予報実証/研究開発プロジェクト(2008 年本実験の検証、他センターとの比較), 日本気象学会 2008 年度秋季大会
- 平原幹俊
  - ・非等方的調和型粘性・拡散スキームと渦許容モデルにおける黒潮流路の再現性, 2008 年度日本海洋学会秋季大会
- 廣瀬勝己
  - ・つくばと棒名山における降下物中のプルトニウムとトリウム同位体について, 2008 年度日本地球化学会第 55 回年会
  - ・つくばにおける降下物中のプルトニウムとトリウム同位体の長期変更, 2008 年度日本放射化学会年会・第 52 回放射化学討論会

- ・ Anthropogenic radionuclides in the central South Pacific: result of the SHOTS project, South Pacific Environmental Radioactivity Association Conference
  - ・ Deposition behaviors of plutonium and thorium isotopes observed in Japan: comparison between MRI and Mt, Haruna, Seventh International Conference on Nuclear and Radiochemistry
- 弘瀬冬樹
- ・ Simulation of the Recurrence of Long-term Slow Slip Events in the Tokai Region with Locally Elevated Pore Pressure, The 7th General Assembly of Asian Seismological Commission
  - ・ Deepening of low-frequency earthquakes on the Philippine Sea slab at the both ends of belt-like distribution in SW Japan, The 7th General Assembly of Asian Seismological Commission
  - ・ 東海地方の長期的スロースリップイベントの再現-その3-, 日本地球惑星科学連合 2008 年大会
  - ・ 東海地域の深部低周波地震の深さ分布と東海地震震源域, 日本地球惑星科学連合 2008 年大会
  - ・ 太平洋スラブとフィリピン海スラブの衝突による変形と関東地方の地震テクトニクス, 日本地球惑星科学連合 2008 年大会
  - ・ スラブの衝突に起因する関東下のスラブ内地震の特異な分布と相転移の深さ, 日本地球惑星科学連合 2008 年大会
- 福井敬一
- ・ 地殻変動源推定への火口地形の影響—霧島山新燃岳山頂部における GPS 観測を事例に, 火山学会 2008 年秋季大会
  - ・ Volcano deformation detected by GPS observation on the crater rim of Shinmoe-dake, Kirishima Japan and estimation of pressure source by FEM, International Association of Volcanology and Chemistry of the Earth's Interior 2008, General assembly
  - ・ 霧島山新燃岳山頂部における GPS 観測捉えた地殻変動と有限要素法を用いた変動源推定-変動源推定への火口地形の影響, 日本地球惑星科学連合 2008 年大会
- 藤井陽介
- ・ MOVE システムの最近の開発と準結合同化による大気解析, 2008 海洋データ同化セミナー
  - ・ 海洋・気象のデータ同化で用いられる最小値探索アルゴリズム (降下法) について, 第 2 回 気象研究所・統計数理研究所共同ワークショップ
  - ・ 気象庁エルニーニョ予測システムによる観測システム評価 (OSE), 2008 年度日本海洋学会 秋季大会
  - ・ OSE-OEES activities using the ocean data assimilation and prediction system MOVE/MRI. COM, GODAE Final Symposium
  - ・ Ocean Initialization for Seasonal Forecasts, GODAE Final Symposium
  - ・ Singular vector analysis of the Kuroshio large meander, Asia Oceania Geosciences Society 2008
  - ・ Coupled Ocean and Atmosphere Analysis by Assimilating Ocean Observation Data to a Coupled Model., Asia Oceania Geosciences Society 2008
  - ・ 背景誤差分散共分散行列の逆行列を必要としない前処理付き降下法(POpULar)の変分解析への適用, 日本地球惑星科学連合 2008 年大会
- 藤部文昭
- ・ 日本における極端豪雨の再現期間の評価, 日本気象学会 2008 年度春季大会
  - ・ アメダス地点における気温の経年変化率と風速の経年変化率の関係, 日本気象学会 2008 年度秋季大会
  - ・ 東京都心における暖候期午後の短時間降水の増加傾向—118 年間の毎時資料による解析—, 日本気象学会 2008 年度秋季大会
  - ・ 強風の極値系統における特異事例と地形要因との関連, 第 20 回風工学シンポジウム
  - ・ Long-term change and spatial anomaly of warm season afternoon precipitation in Tokyo gauge data, AMS 89th Annual Meeting

- ・最近の我が国における大雨の変化特性, TX テクノロジー・ショーケース in つくば 2009 ミニシンポジウム II 「温暖化と防災」
- 別所康太郎 ・ 8年間の散乱計観測による台風域内の海上風分布の統計解析, 日本気象学会 2008 年度春季大会
- ・ Statistical analysis of surface wind distribution of typhoons western North Pacific observed by scatterometer for 9years, 28th Conference on Hurricanes Tropical Meteorology of the American Meteorological Society
- 星野俊介 ・ 1987 年以降の気象庁と JTWC のドボラック法による台風強度推定の比較, 日本気象学会 2008 年度春季大会
- 干場充之 ・ Tsunami Warning, Earthquake Information and Earthquake Early Warning in Japan -Development of recent 15years-, World Observatories Forum
- ・ How precise can we anticipate seismic intensity?-A study of fluctuation of anticipated seismic intensity by the method of current earthquake early warning-, The 7th General Assembly of Asian Seismological Commission
- ・ どこまで地震は正確に予測できるか? 現在の研究地震速報の方法における予測震度のばらつきに関する一考察, 日本地震工学会 2008 年度大会
- 前田憲二 ・ Simulated Seismicity Rate Variation Related to the Long-term Tokai Slow Slip, The 7th General Assembly of Asian Seismological Commission
- ・ 種々の統計モデルによる相似地震の確率予測とその成績, 日本地球惑星科学連合 2008 年大会
- ・ 地震サイクルシミュレーションによる東海地震震源域および周辺における地震活動度変化の評価, 日本地球惑星科学連合 2008 年大会
- 益子 涉 ・ 2006 年台風第 13 号に伴う竜巻の数値シミュレーション—ミニスーパーセルに伴う竜巻の発生機構—, 日本気象学会 2008 年度春季大会
- ・ Numerical simulations of a tornadogenesis in a mini-supercell associated with typhoon Shanshan on 17 September 2006, 24th Conference on Severe Local storms
- 増田一彦 ・ 能動・受動センサの複合利用による降水域での氷晶雲の特徴抽出, 日本気象学会 2008 年度春季大会
- ・ ハイパースペクトルの赤外サウンダ AIRS の輝度温度の同化 (2) —雲頂高度推定の改良と CloudSat/CPR による検証—, 日本気象学会 2008 年度春季大会
- ・ Ice cloud properties over precipitation area derived from a combined use of active and passive satellite sensors, International Radiation Symposium 2008
- 松枝秀和 ・ 飛騨高山サイトにおける大気中ラドン濃度の連続観測, 日本気象学会 2008 年度春季大会
- ・ 定期航空機によるフラスコサンプリングで観測された一酸化炭素濃度の変動, 日本気象学会 2008 年度春季大会
- ・ 接地境界層内の大気ラドン観測による生態系呼吸量の評価, 日本気象学会 2008 年度秋季大会
- ・ 大気中ラドン濃度の観測による複雑地形における CO<sub>2</sub> の輸送交換過程の推定, 日本気象学会 2008 年度秋季大会
- ・ Vertical and latitudinal difference of CO<sub>2</sub> seasonal variations observed by commercial airliners, 10th Scientific Conference of the International Global Atmospheric Chemistry Project
- ・ 定期航空機を利用した二酸化炭素濃度の観測とその意義, 2008 年度日本地球化学会第 55 回年会
- ・ 大気中ラドン濃度の観測による複雑地形における CO<sub>2</sub> の輸送交換過程の推定, 日本気象学会 2008 年度秋季大会
- ・ CONTRAIL データを用いた CO<sub>2</sub> フラックスの推定, 日本気象学会 2008 年度秋季大会
- ・ 接地境界層内の大気ラドン観測による生態系呼吸量の評価, 日本気象学会 2008 年度秋季大会

- ・キャピリティリングダウン分光法による多成分濃度分析装置の開発計画, 第14回大気化学討論会
- ・定期航空機観測による上空の温室効果気体の濃度変動, 第14回大気化学討論会
- ・Development of an electrostatic Radon-222 measuring system for ground based observation,
- ・Examination of CO<sub>2</sub> transport processes over complex terrain at Tkayama site using atmospheric 222Rn measurements, Integrating and scaling processes for plot to landscape ecosystem study
- ・Trace gases variations in the surface boundary layer observed by MRI meteorological tower in Tsukuba, Japan, Integrating and scaling processes for plot to landscape ecosystem study
- ・民間航空機で観測されたCO<sub>2</sub>濃度の鉛直分布と季節変動, 日本地球惑星科学連合2008年大会
- ・JAL観測の概要, GOSATデータ校正・検証・利用に関するワークショップ
- ・民間航空機で観測されたCO<sub>2</sub>濃度の高度別季節変動, 日本気象学会2008年春季大会
- ・高精度ラドン計による南鳥島での大気中ラドンの連続観測, 日本気象学会2008年春季大会
- ・気象庁二酸化炭素輸送モデル(CDTM)とJAL観測データの比較, 日本気象学会2008年春季大会
- ・地球観測による二酸化炭素増加の実態と今後の動向, 第22回環境工学連合講演会
- 松本 聡
  - ・同化データからみた海洋の長期変動解析, データ同化夏の学校
  - ・Ocean Climate and Water Mass Variabilities in the Ocean Reanalyses, Asia Oceania Geosciences Society 5th annual Meeting
- 真野裕三
  - ・ライダーによる非球形エアロゾル粒径分布の推定, 日本気象学会2008年度春季大会
- 馬淵和雄
  - ・アジア域熱帯林減少の地域的な水・炭素収支への影響に関する新たな数値実験について, 日本気象学会2008年度春季大会
  - ・アジア域熱帯林減少の地域的なエネルギー・炭素収支への影響(11), 日本気象学会2008年度秋季大会
  - ・陸域生態系モデル(BAIM2)を導入した気候モデルにおける衛星データ利用の可能性, JAXA/EORC ASL セミナー
- 緑川 貴
  - ・炭酸系データに雑づいた海洋表層の酸性化の推定, 2008年度日本海洋学会秋季大会
  - ・北太平洋西都における海洋表層炭酸系の変化傾向, 2008年度日本地球化学会第55回年会
- 村上正隆
  - ・物理的予測因子を用いたシーディング効果判定法の試み—2Dシーディング数値実験の結果を用いて—, 日本気象学会2008年度春季大会
  - ・四国における人口降雨実験観測の概要, 日本気象学会2008年度秋季大会
  - ・山岳性降雪雲のシーディング実験のXバンドレーダによる検証, 日本気象学会2008年度秋季大会
  - ・利根川上流域における降雪決定因子の調査と3D非静力学モデルの結果を用いたシーディング判定法の試み, 日本気象学会2008年度秋季大会
  - ・渇水対策のための人工降雨・降雪に関する総合的研究, 奥利根流域降雪調査検討会
  - ・国内外における人工降雨・降雪の取り組み, 人工降雨勉強会
  - ・意図的・非意図的気象改変, 日本気象学会夏期特別セミナー
  - ・人工降雪研究の現状, メソ気象研究会
  - ・Japanese Cloud Seeding Experiments for Precipitation Augmentation(JCSEPA), The 17th Joint Conference on Planned and Inadvertent Weather Modification/weather Modification Association Annual Meeting
  - ・国内外における人工降雨・降雪研究, 国土交通先端技術フォーラム
  - ・乱流の大スケール変動における対数正規性, 乱流現象及び多自由度系の動力学、構造と統計法則
  - ・人工降雨研究の最前線, 公開シンポジウム「変わりゆく気候と水資源」—沖縄の渇水と人工



- 降雨について考える
- ・大気・雲環境とシーディング効果に関する航空機観測, 科振費「人工降雨・降雪」研究発表会
  - ・本プロジェクト以前の人工降雨・降雪研究, 科振費「人工降雨・降雪」研究発表会
- 村崎万代
- ・JRA-25 の 20km ダウンスケーリングデータによる冬期の日降水量の年々変動, 日本気象学会 2008 年度春季大会
  - ・JRA-25 の 20km ダウンスケーリングデータによる夏季降水量の変化, 日本気象学会 2008 年度秋季大会
- 村田昭彦
- ・積雲対流パラメタリゼーションにおける雲量の影響 (第二報), 日本気象学会 2008 年度春季大会
  - ・発生期の台風の数值シミュレーション - 全球モデルの非静力学モデルによる再現性の違い -, 日本気象学会 2008 年度秋季大会
  - ・Error induced from cloud amount in cumulus parameterizations., 28th Conference on Hurricanes and Tropical Meteorology
- 毛利英明
- ・デジタルカメラを使用した野外用 PIV 装置, 日本気象学会 2008 年度春季大会
  - ・乱流の大スケール変動における対数正規性, 日本物理学会 2008 年秋季大会
  - ・格子乱流の生涯と統計法則, 日本物理学会 2008 年秋季大会
  - ・乱流速度場の大スケール揺らぎにおける対数正規性, 乱流の多重性・階層性とその数理的構造
- 本井達夫
- ・Crustal Deformation of Azumayama volcano detected by using ALOS/PALSAR Interferometry, SAR Workshop 2008
  - ・南極ウェッデルポリニアに伴う深い鉛直対流混合の海洋地球化学的証拠—海洋深層二酸化炭素の大気への冬季大量放出と夏季光合成炭素消費—, 2008 年度日本海洋学会秋季大会
  - ・Geochemical evidence for deep convection and estimation of sea surface carbon dioxide partial pressure in 1974 Weddell Polynya, National Institute of Polar Research
  - ・Spreading of injected  $^{137}\text{Cs}$  fallout from the subarctic Atlantic to the Antarctic deep ocean, SCAR/IASC IPY Open Science Conference
  - ・Sea-ice flow from the Okhotsk Sea to the Pacific Ocean through the Nemuro Strait in 2008, 2008 年に根室海峡を通過したオホーツク海から太平洋への海氷の流れ
- 安田珠幾
- ・WCRP CMIP3 マルチモデルデータにおける熱帯太平洋表層貯熱量変動と ENSO の関係, 日本気象学会 2008 年度春季大会
  - ・20 世紀後半における全球海面水位トレンドの熱膨張成分, 日本気象学会 2008 年度春季大会
  - ・WCRP CMIP 3 マルチモデルデータにおける 21 世紀後半の熱帯太平洋表層貯熱量変動, 日本気象学会 2008 年度秋季大会
  - ・CMIP3 multi-model comparison on the interannual variability of the upper ocean heat content in the tropical Pacific, AGU 2008Fall Meeting
  - ・Linear Trend of Global Mean Sea Level due to Thermal Expansion during 1960-2001: OGACM Experiments, 2008 Western Pacific Geophysical Meeting
  - ・Basin-Scale Interdecadal Variability in the North Pacific and Its Future Change, International Workshop on the North Pacific Ocean Observation Strategy for Carbon Cycle and Climate Change
  - ・First Baroclinic Rossby Radius in CMIP3 models, International Workshop on Global Change Projection: Modeling, Intercomparison, and Impact Assessment
- 柳野 健
- ・渡良瀬川の流出解析におけるダム調節効果について, 日本気象学会 2008 年度春季大会
- 山内 洋
- ・2008 年 1 月 1 日羽田空港周辺で発生したドライ・ダウンバースト, 日本気象学会 2008 年度春季大会
  - ・X バンドレーダーでとらえた人工降雪シーディングの効果, 日本気象学会 2008 年度春季大会
  - ・四国における人工降雨実験と同期した地上・リモートセンシング観測(速報), 日本気象学

- 山崎明宏
- ・ 会 2008 年度秋季大会
  - ・ 福岡でのエアロゾル光学特性 2008 年春季集中観測期間中の炭素成分分析結果, 日本気象学会 2008 年度秋季大会
- 山崎 明
- ・ Aftershock observation of the 2004 off the Kii Peninsula earthquake using ocean bottom seismometers, The 7th General Assembly of Asian Seismological Commission
  - ・ Seismic activity around the Nankai trough axis south off the Kii Peninsula obtained by ocean bottom seismometers, The 7th General Assembly of Asian Seismological Commission
  - ・ 絶対観測室内の磁気異常とその時間変化について, 日本地球惑星科学連合 2008 年大会
  - ・ 海底地震計の海底電磁気観測への活用について, 平成 20 年度 Conductivity Anomaly 研究会(SGEPSS 分科会)「比抵抗構造推定のための陸域・海域観測に関する研究集会」
  - ・ Detailed seismicity around Nankai Trough determined with ocean-bottom seismographs, The Japan-Indonesia bi-lateral joint workshop on Subduction processes and related topics along the Sumatra-Java arc
- 山里 平
- ・ Characteristics of Low Frequency Earthquakes beneath the Summit Caldera of Miyakejima Volcano, Japan, The 7th General Assembly of Asian Seismological Commission
  - ・ 空気振動及び地震動から推定する噴火の強度, 日本地球惑星科学連合 2008 年大会
- 山中吾郎
- ・ 最近のインド洋海面水温トレンドに見られる観測とモデルの不一致, 2008 年度日本海洋学会秋季大会
- 行本誠史
- ・ CMIP3 モデルにおける北半球環状モード (NAM)の再現性, 日本気象学会 2008 年度春季大会
  - ・ 気候システムのモデル化から地球システムのモデル化へ—地球温暖化予測モデルの現状と今後の展望—, 2008 年第 42 回夏季大会
- 吉川澄夫
- ・ The physical background and reproducibility of the seismic quiescence, The 7th General Assembly of Asian Seismological Commission
  - ・ 地震発生前の静穏化をどのように解釈するか, 日本地球惑星科学連合 2008 年大会
- 吉村 純
- ・ 台風ともなう降水量に関する地球温暖化の影響—20km 格子全球大気モデルを用いた実験結果—, 日本気象学会 2008 年度秋季大会
  - ・ 日本における地球温暖化懐疑論の現状, 日本地球惑星科学連合 2008 年大会
  - ・ 台風の発生数や強度の変化に関する話題, 2007 年災害研究フォーラム
  - ・ Global Warming and the tropical cyclone climatology as simulated in a 20-km mesh global atmospheric model, The 1st International Summit on Hurricanes and Climate Change
- 和田章義
- ・ 海洋貯熱量変動に見られる台風活動モードと台風経路の関係, 日本気象学会 2008 年度秋季大会
  - ・ 海面水温日変化スキームの開発と大気海洋結合モデルへの適用, 日本気象学会 2008 年度秋季大会

## 7. 受賞等

ここでは、気象研究所の職員が平成 20 年度に受けた他機関からの表彰、及び取得した学位の一覧を掲載している。

受賞には、受賞者の氏名、賞の名称、表彰した機関名、表彰年月日を掲載している。  
学位取得には、学位取得者の氏名、学位名、学位授与大学、取得年月日及び学位取得の対象となった論文名を掲載している。

### 7.1. 受賞

中野英之 日本海洋学会岡田賞、日本海洋学会、平成 20 年 4 月 1 日

鬼頭昭雄 感謝状、気候変動に関する政府間パネル、平成 20 年 4 月

青木輝夫 日本気象学会賞、(社)日本気象学会、平成 20 年 5 月 19 日

小司禎教ほか 日本測地学会賞坪井賞(団体賞)、日本測地学会、平成 20 年 5 月 29 日  
(GPS 気象学グループ)

鬼頭昭雄 日本気象協会岡田賞、(財)日本気象協会、平成 20 年 9 月 29 日



## 8. 研究交流

ここでは、気象研究所の職員が平成 20 年度に行った外国出張、気象研究所が平成 20 年度に他機関から受け入れた研究者、及び海外研究機関からの来訪者の一覧を掲載している。

### 8.1. 外国出張

- 青梨和正 ・ 米国電気電子学会「地球科学リモートセンシングシンポジウム 2008」出席、アメリカ合衆国、H20.7.5～H20.7.13
- 青柳曉典 ・ 米国降水サイエンスチーム会合出席、アメリカ合衆国、H20.8.3～H20.8.10
- 青柳曉典 ・ 第 8 回都市環境シンポジウム（第 89 回米国気象学会定期大会の一部として開催）への参加、及び研究発表、並びに関連研究者との情報交換、アメリカ合衆国、H21.1.10～H21.1.17
- 青山道夫 ・ 国際シンポジウム「世界の海洋に対する気候変動の影響」での講演ならびにフランス海洋研究所等訪問、スペイン・フランス・モナコ、H20.5.17～H20.5.30
- 青山道夫 ・ 「新エネルギー源および環境／気候」の連続講演会での講演およびコメニウス大学における「全球放射能データベース」についてのセミナー、スロバキア、H20.9.21～H20.9.28
- 青山道夫 ・ 2009 年栄養塩国際スケールワークショップ主催、フランス、H21.2.7～H21.2.15
- 石井雅男 ・ 「第 2 回高 CO2 世界の海洋に関するシンポジウム」参加、モナコ、H20.10.5～H20.10.11
- 石井雅男 ・ 「北太平洋海洋科学機関第 17 回年次総会 炭素・気候分会」参加、中国、H20.10.25～H20.10.27
- 碓氷典久 ・ 全球海洋データ同化実験（GODAE）ファイナルシンポジウムへの参加及び研究発表、フランス、H20.11.11～H20.11.17
- 内山明博 ・ ハワイ島における日射計検定観測（機器の撤収）、アメリカ合衆国、H20.12.14～H20.12.19
- 永戸久喜 ・ 「第 4 回国際降水ワーキンググループ（IPWG）ワークショップ」出席、中国、H20.10.12～H20.10.18
- 尾瀬智昭 ・ 第 4 回全球エネルギー・水実験（GEWEX）雲システム研究全体会議への出席、フランス、H20.6.1～H20.6.8
- 尾瀬智昭 ・ 「世界気象機関気候委員会の季節内、季節及び年々の予測の研究ニーズに関する専門家チーム会合」出席、アメリカ合衆国、H20.9.22～H20.9.28
- 尾瀬智昭 ・ WMO 第 4 回モンスーン国際会議出席、中国、H20.10.19～H20.10.25
- 尾瀬智昭 ・ 第 12 回 CLIVAR 季節から年々スケールの気候予測作業部会出席、アメリカ合衆国、H21.1.11～H21.1.16
- 折笠成宏 ・ 第 15 回国際雲・降水会議出席、メキシコ、H20.7.6～H20.7.13
- 加藤輝之 ・ 「第 4 回モンスーンに関する国際会議」出席、中国、H20.10.19～H20.10.25
- 蒲地政文 ・ 「最終国際全球海洋データ同化実験（GODAE）科学委員会会議」出席、アメリカ合衆国、H20.6.1～H20.6.5
- 蒲地政文 ・ 海洋の観測と予報シンポジウム（海面高度サイエンスチーム（OSTST）会合及び全球海洋データ（GODAE）ファイナルシンポジウム）への参加及び研究発表、フランス、H20.11.9～H20.11.17
- 上口賢治 ・ IAHS-PUB 国際シンポジウムへの出席、中国、H20.11.6～H20.11.10

- ・AGU 秋季会合への出席、アメリカ合衆国、H20.12.14～H20.12.20
- 川畑拓矢 ・4D-VAR とアンサンブル・カルマンフィルターの相互比較に関する WWRP/THORPEX  
ワークショップへの参加、アルゼンチン、H20.11.8～H20.11.16
- 北村祐二 ・理論応用力学国際連合とニュートン研究所の共催の回転成層乱流と大気海洋中の乱流に  
関するワークショップに出席、イギリス、H20.12.7～H20.12.14
- 鬼頭昭雄 ・世界銀行との共同研究打合せ会合出席、アメリカ合衆国、H20.4.6～H20.4.9
- ・アジアモンスーンの人為変化に関する国際ワークショップおよび気候変化と科学技術革  
新に関するフォーラム出席、中国、H20.4.20～H20.4.26
- ・アジア地域気候変動分野要請背景調査 (JICA アジア地域気候変動予測コース現地調査)、  
バングラデシュ・タイ、H20.5.10～H20.5.15
- ・科学および技術の助言に関する補助機関第 28 回会合サイドイベント出席、ドイツ、  
H20.6.4～H20.6.8
- ・アジアオセアニア地球科学協会 2008 年年次大会出席、大韓民国、H20.6.15～H20.6.18
- ・第 12 回日米地球変動ワークショップ出席、アメリカ合衆国、H20.6.29～H20.7.4
- ・第 2 期古気候モデリング相互比較実験ワークショップ出席、アメリカ合衆国、H20.9.14  
～H20.9.21
- ・WMO 第 4 回モンスーン国際会議・第 2 回全 WCRP モンスーン会議、東アジアモンス  
ーン会議、PAGES 全球モンスーン会議出席、中国、H20.10.19～H20.11.1
- ・第 9 回南半球の気象学と海洋学に関する国際会議出席、オーストラリア、H21.2.7～  
H21.2.14
- ・気候変動への適応策国際セミナー参加、アルゼンチン、H21.2.23～H21.2.28
- ・IPCC-WCRP-IGBP 合同ワークショップ出席、アメリカ合衆国、H21.3.2～H21.3.8
- ・IPCC「適応のための極端現象リスク管理特別報告書」スコーピング会合出席、ノルウ  
ェー、H21.3.22～H21.3.28
- ・気候変動セミナー出席、タイ、H21.3.30～H21.4.2
- 楠 昌司 ・気候変化セミナーへの出席、コロンビア、H20.4.2～H20.4.7
- ・欧州地球科学連合総会 2008 への出席、オーストリア、H20.4.12～H20.4.20
- ・砂漠からモンスーン第 1 回国際会議への出席、ギリシャ、H20.5.30～H20.6.8
- ・アジア・オセアニア地球科学協会第 5 回年次総会出席、韓国、H20.6.15～H20.6.21
- ・結合モデル開発作業部会の会合への出席、フランス、H20.9.21～H20.9.26
- ・「第 11 回太平洋学際科学会議」出席、仏領ポリネシア・タヒチ、H21.2.28～H21.3.7
- ・「気候変化シナリオ開発に関する東南アジア地域ワークショップ」出席、ベトナム、  
H21.3.15～H21.3.18
- ・気候変動が灌漑施設に与える影響に関する国際セミナー参加、タイ、H21.3.22～H21.3.26
- 工藤 玲 ・ハワイ島における日射計検定観測(機器の設置)、アメリカ合衆国、H20.11.24～H20.11.30
- 栗原和夫 ・韓国海洋研究院との大気海洋相互作用に関するワークショップに参加し、研究発表、研  
究打合せ、韓国、H20.4.21～H20.4.24
- ・RMIP (東アジアにおける地域気候モデルの比較実験) 打合せ会合出席、中国、H20.5.25  
～H20.5.28
- ・第 12 回日米地球変動ワークショップ出席、アメリカ合衆国、H20.6.29～H20.7.4
- 黒田友二 ・「第 4 回成層圏過程とその気候影響研究計画総会」および「第 10 回国際大気化学国際会  
議」出席、イタリア・フランス、H20.8.30～H20.9.14
- ・アメリカ地球物理学連合 2008 年秋季大会出席、アメリカ合衆国、H20.12.14～H20.12.21

- ・ NASA ゴダード宇宙科学研究所及びプリンストン大学訪問、アメリカ合衆国、H21.3.4～H21.3.11
- 小林隆久
  - ・ 第5回ヨーロッパレーダー会議出席、フィンランド、H20.6.29～H20.7.6
  - ・ 2008年国際放射シンポジウム出席、ブラジル、H20.8.2～H20.8.11
  - ・ SPIE アジア太平洋リモートセンシング会議出席、フランス、H20.11.15～H20.11.19
- 斎藤篤思
  - ・ 第15回国際雲・降水会議出席、メキシコ、H20.7.6～H20.7.13
- 斉藤和雄
  - ・ アジアオセアニア地球科学協会 2008年年次大会出席、大韓民国、H20.6.15～H20.6.21
  - ・ WWRP メソスケール天気予報研究作業部会 WWRP 予報検証研究作業部会合同会合への参加、中国、H20.11.30～H20.12.4
  - ・ 「香港天文台数値予報及びナウキャストに関する研究ワークショップ」参加、中国（香港）、H21.2.8～H21.2.14
  - ・ 「第2回東南アジア地域の気象災害軽減国際協同研究国際ワークショップ」出席、インドネシア、H21.3.1～H21.3.7
- 酒井 哲
  - ・ 第24回国際レーザ・レーダ会議出席、アメリカ合衆国、H20.6.22～H20.6.29
  - ・ 気象データ等の検証利用のための観測装置の整備調整、ニュージーランド、H21.2.16～H21.2.23
- 坂見智法
  - ・ 第4回全球エネルギー・水実験 (GEWEX)雲システム研究全体会議への出席、フランス、H20.6.1～H20.6.8
- 澤 庸介
  - ・ 第10回地球大気化学国際共同研究計画 (IGAC) 国際会議出席、フランス、H20.9.7～H20.9.14
- 柴田 彰
  - ・ IGARSS2008 及び日米合同 AMSR 科学会議出席、アメリカ合衆国、H20.7.6～H20.7.18
  - ・ 環大洋リモートセンシング会議 2008 への参加および研究発表、中国、H20.12.1～H20.12.7
- 柴田清孝
  - ・ 「大気化学、気候、越境汚染ワークショップ」出席、アメリカ合衆国、H20.6.8～H20.6.15
  - ・ 2008年オゾンシンポジウム出席、ノルウェー、H20.6.28～H20.7.8
  - ・ 「第4回成層圏過程とその気候影響研究計画総会」および「第10回国際大気化学国際会議」出席、イタリア・フランス、H20.8.30～H20.9.14
  - ・ 「大気と海洋におけるテレコネクション」会議出席、イタリア、H20.11.16～H20.11.22
  - ・ 「アメリカ地球物理連合 2008年秋季大会」出席、アメリカ合衆国、H20.12.14～H20.12.21
  - ・ マックスプランク研究所、アルフレッド・ウェーゲナー研究所、ベルリン自由大学との大気力学・オゾンに関する協議、ドイツ、H21.2.16～H21.2.23
  - ・ NASA ゴダード宇宙科学研究所及びプリンストン大学訪問、アメリカ合衆国、H21.3.4～H21.3.11
- 小司禎教
  - ・ 「FORMASAT-3/COSMIC ワークショップ 2008」出席、台湾、H20.9.30～H20.10.4
  - ・ 「第2回東南アジア地域の気象災害軽減国際協同研究国際ワークショップ」出席、インドネシア、H21.3.1～H21.3.7
  - ・ GPS やマイクロ波放射計など水蒸気観測手法の解析及びデータ同化手法に関する意見交換・情報収集、アメリカ合衆国、H21.3.22～H21.3.29
- 新藤永樹
  - ・ 第3回高解像度雲モデリングワークショップに出席、アメリカ合衆国、H20.12.1～H20.12.6
- 杉 正人
  - ・ 第12回日米地球変動ワークショップ出席、アメリカ合衆国、H20.6.29～H20.7.4
  - ・ 気候変動対策に関する台風委員会合同ワークショップ出席、中国、H20.9.21～H20.9.23
  - ・ 第3回高解像度雲モデリングワークショップに出席、アメリカ合衆国、H20.12.1～

## H20.12.6

- ・インド中期予報センター国際会議に出席、インド、H20.12.8～H20.12.13
- ・「WWRP/TMRP 熱帯低気圧に対する気候変化の影響に関する専門家会合及びインド洋の熱帯低気圧と気候変動に関する第1回国際会議」参加、オマーン、H21.3.4～H21.3.12
- 清野直子 ・第3回国際ダストワークショップへの参加、ドイツ、H20.9.14～H20.9.19
- 関山 剛 ・国際オゾンシンポジウム 2008 への参加、ノルウェー、H20.6.28～H20.7.7
- ・成層圏過程とその気候影響研究計画 (SPARC)第4回総会及び地球大気化学国際協同研究計画 (IGAC)第10回国際大会への参加、イタリア・フランス、H20.8.30～H20.9.14
- 瀬古 弘 ・第2回 THORPEX アジア科学ワークショップ及び THORPEX アジア地域委員会第6回会合出席、中国、H21.2.17～H21.2.21
- ・「第2回東南アジア地域の気象災害軽減国際協同研究国際ワークショップ」出席、インドネシア、H21.3.1～H21.3.7
- 高藪 出 ・EU ENSEMBLES「第5回全体会合」参加、スペイン、H20.10.18～H20.10.24
- ・「アメリカ地球物理連合 2008 年秋季大会」出席、アメリカ合衆国、H20.12.14～H20.12.20
- ・EU ENSEMBLES RT3 (地域気候モデルザブグループ) 会合及び WCRP 地域気候将来予測の評価と改善に関するワークショップ参加、フランス、H21.2.8～H21.2.14
- 田尻拓也 ・第15回国際雲・降水会議出席、メキシコ、H20.7.6～H20.7.13
- 田中泰宙 ・第3回国際ダストワークショップへの参加及びケルン大学シャオ教授との研究打合せ、ドイツ、H20.9.11～H20.9.19
- 出牛 真 ・成層圏過程とその気候影響研究計画 (SPARC)第4回総会出席、イタリア、H20.8.30～H20.9.7
- 直江寛明 ・アメリカ地球物理学連合 2008 年秋季大会出席、アメリカ合衆国、H20.12.14～H20.12.21
- 永井智広 ・気象データ等の検証利用のための観測装置の整備調整、ニュージーランド、H21.2.16～H21.2.23
- 中里真久 ・JSPS アジア・アフリカ基盤形成事業「大気と雲の光学観測セミナー」における集中講義と実習、インドネシア、H20.11.9～H20.11.13
- 中澤哲夫 ・第28回ハリケーンおよび熱帯気象学会議出席、アメリカ合衆国、H20.4.27～H20.5.4
- ・米国降水サイエンスチーム会合出席及び太平洋アジア観測実験 (T-PARC) 米国観測本部視察、アメリカ合衆国、H20.8.3～H20.8.12
- ・THORPEX WORKSHOP 参加、スイス、H20.9.22～H20.9.27
- ・予報可能性と観測計画および数値天気予報に関する国際ワークショップ出席、韓国、H20.11.12～H20.11.15
- ・THORPEX 国際運営委員会 (ICSC) 第7回会合参加、スイス、H20.11.17～H20.11.22
- ・第3回高解像度雲モデル (熱帯低気圧と気候) に関する国際ワークショップ出席、アメリカ合衆国、H20.12.1～H20.12.6
- ・台風と洪水の研究の高度化に関する国際ワークショップ参加、台湾、H20.12.18～H20.12.20
- ・第2回 THORPEX アジア科学ワークショップ及び THORPEX アジア地域委員会第6回会合出席、中国、H21.2.17～H21.2.21
- ・「インド洋の熱帯低気圧と気候変動に関する第1回国際会議」参加、オマーン、H21.3.6～H21.3.13



- ・メガトロピーク衛星科学と応用に関する国際会議参加、インド、H21.3.22～H21.3.26
- 中野英之 ・2008年国際海洋研究科学委員会50周年金シンポジウムへの参加、アメリカ合衆国、H20.10.19～H20.10.23
- 萩野谷成徳 ・大理アーハイの湖面観測・解析指導と大理PBL観測・解析指導およびミニワークショップ参加、中国、H20.6.29～H20.7.18
- ・第7回ワークショップ参加および現地視察、中国、H20.10.9～H20.10.17
- ・境界層観測データの解析、数値気象予測モデル、及びデータ同化手法に関わるミニワークショップへの参加、中国、H20.12.23～H20.12.26
- ・日中気象災害協力研究センタープロジェクト短期派遣専門家（陸域水文観測・解析/気象予報モデル）及び陸面放射とエネルギー収支に関する国際会議参加、中国、H21.3.15～H21.3.19
- 橋本明弘 ・第15回国際雲・降水会議出席、メキシコ、H20.7.6～H20.7.13
- 林 修吾 ・第5回アジアオセアニア地球科学合同大会出席、韓国、H20.6.15～H20.6.20
- ・「第2回東南アジア地域の気象災害軽減国際協同研究国際ワークショップ」出席、インドネシア、H21.3.1～H21.3.7
- ・熱帯対流雲の初期値解析についての研究打ち合わせ、インド、H21.3.22～H21.3.26
- 平田賢治 ・AOGS(アジア・太平洋州地球科学学会)2008年度年次総会への参加と研究成果の発表、韓国、H20.6.18～H20.6.21
- ・アメリカ地球物理学連合2008年秋季大会出席、アメリカ合衆国、H20.12.14～H20.12.21
- 廣瀬勝己 ・「新エネルギー元および環境/気候」の連続講演会での講演及び打ち合わせ、スロバキア、H20.4.19～H20.4.27
- ・「第10回 南太平洋環境放射能会議」出席、ニュージーランド、H20.11.22～H20.11.29
- 藤井陽介 ・アジア・オセアニア地球科学学会2008年大会への参加及び研究発表、大韓民国、H20.6.16～H20.6.21
- ・全球海洋データ同化実験(GODAE)ファイナルシンポジウムへの参加及び研究発表、フランス、H20.11.11～H20.11.17
- 藤部文昭 ・第89回米国気象学会大会参加、アメリカ合衆国、H21.1.10～H21.1.17
- ・IPCC「適応のための極端現象リスク管理特別報告書」スコーピング会合出席、ノルウェー、H21.3.22～H21.3.28
- 別所康太郎 ・第28回ハリケーンおよび熱帯気象学会議出席、アメリカ合衆国、H20.4.27～H20.5.4
- ・ドイツ航空宇宙センターDLR海上生存訓練参加および研究打合せ、ドイツ、H20.7.6～H20.7.10
- ・第2回THORPEXアジア科学ワークショップ及びTHORPEXアジア地域委員会第6回会合出席、中国、H21.2.17～H21.2.21
- 保坂征宏 ・第89回米国気象学会大会参加、アメリカ合衆国、H21.1.10～H21.1.17
- 干場充之 ・世界の観測所の国際フォーラム(トルコ国カンデリ地震観測所主催)への参加、トルコ、H20.9.2～H20.9.8
- 増田一彦 ・SPIEアジア太平洋リモートセンシング会議出席、フランス、H20.11.15～H20.11.22
- 松本 聡 ・アジア・オセアニア地球科学学会2008年大会への参加及び研究発表、大韓民国、H20.6.16～H20.6.21
- ・全球海洋データ同化実験(GODAE)ファイナルシンポジウムへの参加及び研究発表、フランス、H20.11.11～H20.11.17
- 三上正男 ・グローバルCOEプログラムによるモンゴルにおける黄砂観測、モンゴル、H20.4.21～

## H20.4.29

- ・ グローバル COE プログラムによる第 5 回 AOGS 年次総会研究発表、韓国、H20.6.15～H20.6.21
  - ・ GEOSS（全球地球観測システム）ワークショップ研究発表、中国、H20.7.1～H20.7.3
  - ・ 第 3 回国際ダストワークショップへの参加及びケルン大学シャオ教授との研究打合せ、ドイツ、H20.9.11～H20.9.19
  - ・ 世界気象機関砂塵嵐研究評価システム北京地区センター会合出席、中国、H20.11.3～H20.11.7
  - ・ アメリカ地球物理学連合 2008 年秋季大会出席とケルン大学シャオ教授との共同研究実施および WMO 専門家訪問打合せ、アメリカ合衆国、ドイツ、スイス、H20.12.14～H21.1.28
  - ・ オーストラリア共同研究者との研究打合せ、オーストラリア、H21.3.24～H21.3.30
- 村上正隆
- ・ 米国気象学会と米国気象改変協会の共催の第 17 回意図的・非意図的気象改変に関する会議出席、アメリカ合衆国、H20.4.20～H20.4.27
  - ・ 第 15 回国際雲・降水会議出席、メキシコ、H20.7.6～H20.7.13
- 村田昭彦
- ・ 第 28 回ハリケーンおよび熱帯気象学会議出席、アメリカ合衆国、H20.4.27～H20.5.4
- 本井達夫
- ・ 「南極研究科学委員会（SCAR）/北極圏国際科学委員会（IASC）・国際極年（IPY）・公開科学会議」研究集会出席、ロシア、H20.7.7～H20.7.13
- 安田珠幾
- ・ 2008 年西太平洋地球物理学学会出席、オーストラリア、H20.7.27～H20.8.2
  - ・ アメリカ地球物理学連合 2008 年秋季大会出席、アメリカ合衆国、H20.12.14～H20.12.21
- 山崎明宏
- ・ ハワイ島における日射計検定観測（機器の設置）、アメリカ合衆国、H20.11.24～H20.11.30
  - ・ ハワイ島における日射計検定観測（機器の撤収）、アメリカ合衆国、H20.12.14～H20.12.19
  - ・ スカイラジオメーターと放射計の比較観測、中国、H21.3.16～H21.3.28
- 吉田康宏
- ・ アメリカ地球物理学連合 2008 年秋季大会出席、アメリカ合衆国、H20.12.14～H20.12.21

## 8.2. 受入研究員等

### 特別研究員制度（独立行政法人 日本学術振興会）

優れた若手研究者に、その研究生活の初期において、自由な発想のもとに主体的に研究課題等を選びながら研究に専念する機会を与えること、また、世界の最高水準の研究能力を有する若手研究者を養成・確保することを目的とした制度。

平成20年度はこの制度により受け入れた研究者はなし。

### 客員研究員

当所の研究の効率的な推進に資することを目的とし、当該研究に関する高度の専門知識を有し、当該研究を円滑に実施する能力がある研究者を客員研究員として受け入れている。

平成20年度は次の28名を受け入れた。

#### 佐藤康雄

期 間: H16.4.16～

研究課題名: 地域気候モデルによる砂漠・半乾燥域の気候シミュレーション

受入研究部: 環境・応用気象研究部

#### 高谷美正

期 間: H16.4.16～

研究課題名: ドップラーレーダに関する基礎的・応用的研究

受入研究部: 気象衛星・観測システム研究部

#### 伊藤朋之

期 間: H16.5.25～

研究課題名: 気候システムにおけるエアロゾルの挙動に関する研究

受入研究部: 環境・応用気象研究部

#### 岡田正實

期 間: H17.4.1～

研究課題名: ベイズ統計理論を用いた地震の発生確率予測に関する研究

受入研究部: 地震火山研究部

#### 吉田明夫

期 間: H17.4.1～

研究課題名: 地震・地殻変動観測データの高度利用に関する研究

受入研究部: 地震火山研究部

#### 小村和久

期 間: H17.6.22～

研究課題名: 環境中の極低レベル人工放射性核種の分布と挙動の研究

受入研究部: 地球化学研究部

#### 藤谷徳之助

期 間: H18.4.1～

研究課題名: 大気境界層の乱流構造に関する研究

受入研究部: 物理気象研究部

#### 八木正允

期 間: H18.4.1～

研究課題名: 流れに及ぼす地形効果の研究  
受入研究部: 環境・応用気象研究部

小寺邦彦

期 間: H18.4.1～  
研究課題名: 力学過程を通じた太陽活動の対流圏・海洋への影響  
受入研究部: 気候研究部

山下克也

期 間: H18.9.6～  
研究課題名: 人工降雨・降雪に関する雲生成チャンバーを用いた吸湿性粒子のシーディング  
実験  
受入研究部: 物理気象研究部

猪股弥生

期 間: H18.10.1～  
研究課題名: 降水中のラドン壊変生物によるガンマ線量率上昇量の評価に関する研究  
受入研究部: 地球化学研究部

荒川 理

期 間: H18.12.1～  
研究課題名: アジアの水資源への温暖化影響評価のための日降水量グリッドデータの作成  
受入研究部: 気候研究部

内野 修

期 間: H19.4.13～  
研究課題名: 地球温暖化関連物質の動態把握  
受入研究部: 気象衛星・観測システム研究部

井上 豊志郎

期 間: H19.4.25～  
研究課題名: 各種気象衛星データによる台風発生の環境場の解析  
受入研究部: 台風研究部

大西 晴夫

期 間: H19.6.6～H20.12.31  
研究課題名: 熱帯低気圧に関する解析的研究  
受入研究部: 台風研究部

藤田 玲子

期 間: H19.6.6～  
研究課題名: 環状モードから対流圏－成層圏結合に関連する現象の解析  
受入研究部: 環境・応用気象研究部

向野 智彦

期 間: H18.5.17～

研究課題名: アジア域における気候変動の特性

受入研究部: 気候研究部

石崎 紀子

期 間: H19.8.27～

研究課題名: 温暖化のためのマルチモデルアンサンブルとダウンスケーリングの研究

受入研究部: 環境・応用気象研究部

石崎 安洋

期 間: H19.11.7～

研究課題名: 温暖化のためのマルチモデルアンサンブルとダウンスケーリングの研究

受入研究部: 環境・応用気象研究部

西川 史朗

期 間: H19.11.7～

研究課題名: ネスティングによる高精度海洋モデルの開発

受入研究部: 海洋研究部

末吉 雅和

期 間: H19.11.21～

研究課題名: 地球システムにおける季節予測可能性の研究

受入研究部: 気候研究部

黒田 徹

期 間: H20.1.4～

研究課題名: 東南アジア地域の気象災害軽減国際共同研究に係わる同化データ技術の開発  
と実験

受入研究部: 予報研究部

佐竹 晋輔

期 間: H20.2.6～

研究課題名: 人工降雨・降雪に関する数値モデルを用いた研究

受入研究部: 物理気象研究部

坂本 圭

期 間: H20.5.14～

研究課題名: ネスティングによる高精度海洋モデルの開発

受入研究部: 海洋研究部

岡田 菊夫

期 間: H20.5.30～

研究課題名: 大気エアロゾル粒子の組成と混合状態に関する研究

受入研究部: 環境・応用気象研究部

**Dickson, Andrew Gilmore**

期 間: H20.10.24～

研究課題名: 海洋における炭素・栄養塩・酸素データの国際的なコンパラビリティ確立と変動の研究

受入研究部: 地球化学研究部

**David Hydes**

期 間: H20.10.24～

研究課題名: 海洋における炭素・栄養塩・酸素データの国際的なコンパラビリティ確立と変動の研究

受入研究部: 地球化学研究部

**Jae Ryoung OH**

期 間: H20.10.24～

研究課題名: 海洋における炭素・栄養塩・酸素データの国際的なコンパラビリティ確立と変動の研究

受入研究部: 地球化学研究部

## 8.3. 海外研究機関等からの来訪者等

## 招聘研究者

Prof. Anantharaman Chandrasekar (インド工科大学)

期 間: 平成 20 年 5 月 1 日～平成 20 年 7 月 21 日

用 務: 21 世紀気候変動予測革新プログラム

担当研究者: 鬼頭昭雄

Prof. BinWang (ハワイ大学 アメリカ)

期 間: 平成 20 年 7 月 5 日～平成 20 年 7 月 29 日

用 務: 21 世紀気候変動予測革新プログラム

担当研究者: 鬼頭昭雄

Dr. Grinia Avalos Roldan (ペルー気象・水文庁)

Dr. Clara Oria (ペルー気象・水文庁)

期 間: 平成 20 年 10 月 1 日～平成 20 年 10 月 16 日

用 務: 「高精度・高分解能気候モデルの開発」による予測結果の解釈についての研修  
(世界銀行)

担当研究者: 楠 昌司 鬼頭昭雄

Dr. Ottmar Moehler (ドイツ カールスルーエ研究所)

期 間: 平成 20 年 11 月 9 日～平成 20 年 11 月 16 日

用 務: エアロゾルの物理・化学特性及びエアロゾルチャンバーの最新の技術動向に関する打合せ 「渇水対策のための人工降雨・降雪に関する総合的研究」(科学技術振興調整費)

担当研究者: 村上正隆

Dr. Kamala Kakitha (インド熱帯気象機関)

期 間: 平成 20 年 12 月 1 日～平成 21 年 1 月 31 日

用 務: 21 世紀気候変動予測革新プログラム

担当研究者: 鬼頭昭雄

Dr. Krishna Kumar Kanikicharla (インド熱帯気象機関)

期 間: 平成 20 年 12 月 21 日～12 月 30 日

用 務: 21 世紀気候変動予測革新プログラム

担当研究者: 鬼頭昭雄

Prof. Markku Rummukainen (スウェーデン気象水文研究所)

期 間: 平成 21 年 1 月 19 日～平成 21 年 1 月 25 日

用 務: 「地球温暖化にかかわる政策支援と普及啓発のための気候変動シナリオに関する総合的研究 サブ課題 3 温暖化影響評価のためにマルチモデルアンサンブルとダウンスケーリングの研究」(地球環境研究総合推進費)

担当研究者: 高藪出

Dr. Sun-Hee Shin (釜山国立大学)

期 間: 平成 21 年 2 月 1 日～平成 22 年 1 月 31 日

用 務: 21 世紀気候変動予測革新プログラム

担当研究者: 鬼頭昭雄

Dr. Roy M. Rasmussen (アメリカ 大気科学研究センター)

期 間: 平成 21 年 2 月 9 日～平成 21 年 2 月 28 日

用 務: 氷晶発生機構に関する研究を行う 「渇水対策のための人工降雨・降雪に関する総合的研究」(科学技術振興調整費)「豪雨の力学的予測のための初期値解析と予測信頼性の評価に関する研究」(科学研究費補助金)  
 担当研究者: 村上正隆 齊藤和雄

M.Sc. Eddy Z. Gaffar (インドネシア科学院)

期 間: 平成 21 年 2 月 19 日～平成 21 年 3 月 14 日

Dr. Udrekx (インドネシア技術評価応用庁)

期 間: 平成 21 年 3 月 2 日～平成 21 年 3 月 14 日

Dr. Yusuf S. Djajadihardja (インドネシア技術評価応用庁)

期 間: 平成 21 年 3 月 6 日～平成 21 年 3 月 14 日

Dr. Haryadi Permana (インドネシア科学院)

期 間: 平成 21 年 3 月 9 日～平成 21 年 3 月 14 日

用 務: スマトラ島沖合いの地質調査データに関する議論・検討及び講演  
 「2004 年インド洋津波の波源域南部における地震・地質学的調査研究」(学術振興会二国間共同研究)

担当研究者: 平田賢治

Mr. Duncan Axisa (アメリカ 大気科学研究センター)

期 間: 平成 21 年 3 月 22 日～平成 21 年 3 月 27 日

Dr. William A. Cooper (アメリカ 大気科学研究センター)

期 間: 平成 21 年 3 月 22 日～平成 21 年 3 月 28 日

用 務: Warm rain mechanisms に関する講演と降雨形成に及ぼす CCN の影響に関する意見交換 「渇水対策のための人工降雨・降雪に関する総合的研究」(科学技術振興調整費)

担当研究者: 村上正隆

#### JICA 研修受け入れ

##### アルゼンチン国別「気候変動予測能力強化」研修

期 間: 平成 20 年 7 月 15 日～平成 20 年 8 月 7 日 (2 名は 7 月 18 日まで)

Dr. Mario N. Nunez (大気・海洋研究センター (CIMA) 所長)

Dr. Silvina Solman (大気・海洋研究センター (CIMA) 研究部門長)

Ms. Josefina Blochzque (大気・海洋研究センター (CIMA) 研究員)

担当研究者: 楠昌司 鬼頭昭雄

#### 集団研修「気候変動への適応」コース

期 間: 平成 20 年 9 月 3 日～平成 20 年 10 月 1 日 (9/11 のみ)

Ms. GONZALEZ Maria Paz (アルゼンチン 環境・持続可能開発事務局気候変動部)

Mr. DI PIETRO PAOLO Lucas (アルゼンチン 環境・持続可能開発事務局気候変動部)

Mr. PARRAGUEZ Jorge Antonio (チリ 農業省農業地方事務局)

Mr. SEARLE Juan Pedro (チリ 国家環境委員会天然資源保護部)

Mr. ALARCON LEORO Fausto Xavier (エクアドル 環境省)

Mr. BALEISOLOMONE Arieta Daphne (フィジー フィジー気象部)

Mr. MARSHALL Geoffrey Stuart (ジャマイカ 水利省水資源局)

Mr. LOPEZ LOPEZ Victor Manuel (メキシコ 国立制作技術大学)

Mr. OKPARA Innocent Onyeanusu (ナイジェリア 水資源省)

Mr. UMAR Abdullahi (ナイジェリア 環境住宅都市開発省)



Mr. MIHIC Dragan (セルビア セルビア水文気象部門)  
 Ms. SAVIC Tatjana (セルビア セルビア水文気象部門)  
 Mr. HIJA Alawi Haji (タンザニア 農業畜産環境省)  
 Mr. MURUKE Wilbert Timiza (タンザニア タンザニア気象庁)  
 Ms. MATOTO Atelaite Lupe (トンガ 国土・測量・天然資源環境省)

担当研究者: 鬼頭昭雄 楠昌司

#### 集団研修「気象業務能力向上」

期 間: 平成20年10月15日～平成20年10月17日

・ (気候情報コース)

Mr. BHUIYAN Md. Shameem Hassan (バングラデシュ 気象局農業気象課 気象官)  
 Ms. WITT Yi Soe (ミャンマー気象水文局気象センター 予報官)  
 Mr. NIHMEI Kaniaha Salesa (ヴァヌアツ気象局気候課 気候サービス管理官)

・ (短期予報コース)

Ms. BIN Chann Mony (カンボジア気象局気象予報研究課 課長補佐)  
 Mr. JOHNSON Charlie (フィジー気象局気象予報センター 航空予報支援管理官)  
 Mr. FANA EI Seyed Hamed (イラン気象局気象予報センター 予報官)  
 Ms. CHANTHANA Sinthaly (ラオス気象水文局気象予報・航空課 技術専門官)  
 Mr. HAVEA Neniasi Niupalau (トンガ運輸省気象課 予報官補)

担当研究者: 中村誠臣 田中実 上野充 折笠成宏 財前祐二 高橋宙

#### 「日中気象災害研究プロジェクト」境界層観測コース

期 間: 平成20年11月26日～平成20年12月5日

Mr. Zhang Yong (張 勇)  
 Mr. Gu Liang Lei (谷 良雪)

担当研究者: 萩野谷成徳

#### アジア地域「気候変動への適応にかかる能力強化」

期 間: 平成20年11月21日～平成20年12月18日

Mr. Rahman Md. Mizanur (バングラデシュ  
 南アジア地域協力協会 (SAARC) 気象研究センター)  
 Mr. MAK NUR Erwin Eka Syahputra (インドネシア インドネシア気象地質庁)  
 Ms. SOLIS Ana Liza Solmoro (フィリピン  
 フィリピン大気地球物理天文サービス庁 (PAGASA))

Mr. CHAOWIWAT Winai (タイ チュラロンコーン大学)

Mr. TRAN Trong Dinh (ベトナム ベトナム気象水文環境研究所)

担当研究者: 鬼頭昭雄 楠昌司 佐藤康雄



## 9. 委員・専門家

ここでは、平成 20 年度に気象研究所の職員が外部機関から委嘱を受けた委員・専門家（平成 20 年度以前からの継続を含む）について、個人別に 50 音順で掲載している。

### 9.1. 国際機関の委員・専門家

- 青木輝夫 ・気象学・大気科学国際協会 (IAMAS) \* 国際放射委員会 (IRC) 委員
- 五十嵐康人 ・気候と大気研究に応用される自然放射性核種の発生と計測に関する専門家国際会議科学諮問委員
- 上野 充 ・台風委員会 (TC) \* 台風研究調整グループ (TRCG) 委員  
・天然資源の開発利用に関する日米会議 (UJNR) 耐風・耐震構造専門部会 専門部会委員  
・天然資源の開発利用に関する日米会議 (UJNR) 耐風・耐震構造専門部会作業部会 D 委員
- 尾瀬智昭 ・世界気候研究計画 (WCRP) \* 気候の変動性及び予測可能性研究計画 (CLIVAR) 季節から数年スケールの気候予測に関する作業部会 (WGSIP) 委員  
・気候情報・予測サービス (CLIPS) \* 季節内・季節・年々の予測のための研究ニーズに関する専門家チーム 委員
- 蒲地政文 ・全球気候観測システム (GCOS) \* 気候のための海洋観測パネル (OOPC) 全球海洋データ同化実験オーシャンビュー科学運営チーム (GOVST) 委員  
・WMO/IOC 合同海洋・海上気象専門委員会(JCOMM) 現業海況予報システムに関するエキスパートチーム(ET-OOFS) 委員
- 鬼頭昭雄 ・気候変動に関する政府間パネル (IPCC) 「気候と水に関する技術報告」リードオーサー
- 斉藤和雄 ・世界天気研究計画 (WWRP) \* メソスケール天気予報研究作業部会 (WGMWFR) 委員  
・世界天気研究計画 (WWRP) 北京 2008 研究開発プロジェクト (B08RDP) \* 国際科学運営委員会 (ISSC) 委員
- 柴田清孝 ・世界気候研究計画 (WCRP) \* 成層圏気候影響研究計画-科学運営委員会 (SSG-SPARC) 報告書リードオーサー
- 瀬古 弘 ・世界天気研究計画 (WWRP) 北京 2008 研究開発プロジェクト (B08RDP) \* 国際技術サポートチーム (ITeST) 委員
- 辻野博之 ・世界気候研究計画 (WCRP) \* 気候の変動性及び予測可能性研究計画 (CLIVAR) 海洋モデル開発作業部会 (WGOMD) 委員
- 仲江川敏之 ・気候情報・予測サービス (CLIPS) \* 気候と水に関するラポーター
- 中澤哲夫 ・世界天気研究計画 (WWRP) \* THORPEX 国際運営委員会 (ICSC-THORPEX) 委員  
・世界天気研究計画 (WWRP) \* THORPEX アジア地域委員会 議長  
・第Ⅱ地区協会 (RAⅡ) WWRP-THORPEX に関するラポーター

\* 世界気象機関 (WMO) に属する委員会等

- ・天然資源の開発利用に関する日米会議 (UJNR) 耐風・耐震構造専門部会 幹事会委員
- 三上正男 ・天然資源の開発利用に関する日米会議 (UJNR) 耐風・耐震構造専門部会作業部会 D 委員
- 村上正隆 ・世界天気研究計画 (WWRP) \* 気象改変専門家チーム 委員
- 吉川澄夫 ・天然資源の開発利用に関する日米会議 (UJNR) 耐風・耐震構造専門部会 専門部会委員

\* 世界気象機関 (WMO) に属する委員会等

## 9.2. 国内機関の委員・専門家

- 青木輝夫
- ・(社) 日本気象学会 第34期 SOLA 編集委員会委員
  - ・(社) 日本気象学会 第34期講演企画委員会委員
  - ・(社) 日本気象学会 第34期山本・正野論文賞推薦委員会委員
  - ・(社) 日本気象学会 第35期山本・正野論文賞推薦委員会委員
  - ・(学) 東海大学情報技術センター 地球環境変動観測ミッション (GCOM) 委員会委員
  - ・(社) 日本雪氷学会、日本雪工学会 雪氷研究大会 (2008・東京) 実行委員
  - ・国際放射委員会事務局 国際放射委員
- 青梨和正
- ・(学) 東海大学情報技術センター 地球環境変動観測ミッション (GCOM) 委員会委員
- 青柳暁典
- ・(社) 日本気象学会 第34期天気編集委員会委員
  - ・(社) 日本気象学会 第35期天気編集委員会委員
- 青山道夫
- ・(社) 日本アイソトープ協会 第21期理工学部会超低レベル放射能測定専門委員会委員
  - ・茨城県 茨城県東海地区環境放射線監視委員会調査部会専門員
  - ・(社) 日本アイソトープ協会 理工学部会常任委員会常任委員
  - ・(社) 日本アイソトープ協会 理工学部会超低レベル放射能測定専門委員会専門委員長
  - ・第46回アイソトープ・放射線研究発表会事務局 第46回アイソトープ・放射線研究発表会運営委員会幹事
- 五十嵐康人
- ・日本地球化学会 「地球化学」編集委員会編集委員
  - ・(財) 日本分析センター 環境放射線等モニタリングデータ評価検討会委員
- 石井雅男
- ・(独) 海洋研究開発機構 地球観測システム構築推進プラン「海洋二酸化炭素センサー開発と観測基盤構築」研究運営委員会委員
  - ・情報・システム研究機構国立極地研究所 プロジェクト研究共同研究者
  - ・内閣府日本学術会議事務局 環境学委員会・地球惑星科学委員会合同 IGBP・WCRP 合同分科会 IMBER 小委員会委員
  - ・筑波大学 学位論文審査委員会委員
  - ・日本学術会議事務局 日本学術会議委員
- 石崎 廣
- ・海洋気象学会 理事
  - ・東京大学気候システム研究センター 研究協議会委員
- 石原正仁
- ・(社) 日本気象学会 第35期気象用語検討委員会委員
  - ・(社) 電波産業会 ウィンドプロファイラレーダの多重化技術に関する調査検討会委員
  - ・(株) 東洋建設 落雷保護対策検討委員会委員
  - ・(財) 河川情報センター Xバンドレーダ分科会委員
  - ・(独) 防災科学技術研究所 研究開発課題外部評価委員
  - ・(社) 日本地球惑星科学連合 環境・災害対応委員
- 石元裕史
- ・(社) 日本気象学会 第35期講演企画委員
- 上野 充
- ・(独) 土木研究所 天然資源の開発利用に関する日米会議耐風・耐震構造専門部会委員
- 内山明博
- ・(学) 東海大学情報技術センター EarthCARE/CPR 委員会委員
  - ・(社) 日本気象学会 第34期気象集誌編集委員会委員
  - ・(社) 日本気象学会 第35期気象集誌編集委員会委員
  - ・(独) 国立環境研究所 平成20年度地球温暖化観測推進ワーキンググループ委員

- 永戸久喜
- ・(社) 日本気象学会 第34期講演企画委員会委員
  - ・(社) 日本気象学会 第35期講演企画委員会委員
  - ・(社) 日本気象学会 第35期総合計画委員
- 尾瀬智昭
- ・(社) 日本気象学会 第34期気象集誌編集委員会委員
  - ・内閣府日本学術会議事務局 環境学委員会・地球惑星科学委員会合同 IGBP・WCRP 合同分科会 CLIVAR 小委員会委員
  - ・(財) 地球科学技術総合推進機構 「超高解像度大気モデルによる将来の極端現象の変化予測に関する研究」研究運営委員会委員
  - ・内閣府日本学術会議事務局 日本学術会議連携委員
  - ・内閣府日本学術会議事務局 日本学術会議委員
- 勝間田明男
- ・(財) 震災予防協会 震災予防協会編集委員会委員
  - ・東京大学地震研究所 地震・火山噴火予知研究協議会計画推進部会委員
  - ・(社) 日本地震学会 日本地震学会代議員
- 加藤輝之
- ・(社) 日本気象学会 第34期気象集誌編集委員会委員
  - ・筑波大学 連携大学院方式に関わる教員(客員准教授)
  - ・(社) 日本気象学会 第35期気象集誌編集委員会委員
- 上口賢治
- ・(社) 日本気象学会 第34期電子情報委員会委員
  - ・(社) 日本気象学会 第34期天気編集委員会委員
  - ・(社) 日本気象学会 第35期電子情報委員会委員
  - ・(社) 日本気象学会 第35期天気編集委員会委員
- 河野耕平
- ・(社) 日本気象学会 第35期役員選挙管理委員会委員
- 鬼頭昭雄
- ・(独) 海洋研究開発機構、(財) 地球・人間環境フォーラム、(財) 地球産業文化研究所 IPCC 国内連絡会メンバー
  - ・(社) 日本気象学会 第34期 SOLA 編集委員会委員
  - ・内閣府日本学術会議事務局 環境学委員会・地球惑星科学委員会合同 IGBP・WCRP 合同分科会 CLIVAR 小委員会委員
  - ・内閣府日本学術会議事務局 日本学術会議委員
  - ・(財) 地球科学技術総合推進機構 「超高解像度大気モデルによる将来の極端現象の変化予測に関する研究」研究運営委員会委員
  - ・筑波大学 連携大学院方式に関わる教員(客員教授)
  - ・国際日本文化研究センター 平成20年度国際日本文化研究センター共同研究員
  - ・熊本県 川辺川ダム事業に関する有識者会議委員
  - ・筑波大学 筑波大学計算科学研究センター共同研究員
  - ・(独) 国立環境研究所 平成20年度スーパーコンピュータ研究利用専門委員会委員
  - ・(独) 国立環境研究所 地球温暖化研究検討会(温暖化研究者フォーラム)委員
  - ・(独) 国立環境研究所 平成20年度地球温暖化観測推進ワーキンググループ委員
  - ・(独) 海洋研究開発機構 IPCC 第5次評価報告書に向けての国内連絡会準備会メンバー
- 楠 研一
- ・(社) 日本気象学会 第34期講演企画委員会委員
  - ・(社) 電気学会 自然災害の予測と監視のための電磁界技術調査専門委員会委員
  - ・(独) 防災科学技術研究所 次世代気象災害監視レーダネットワーク(X-NET)の構築と利用に関する検討委員会委員
- 楠 昌司
- ・(財) 地球科学技術総合推進機構 「超高解像度大気モデルによる将来の極端現象の

- 変化予測に関する研究」研究運営委員会委員
- ・(社) 日本気象学会 第 34 期気象研究ノート編集委員会委員
- 栗田 進
- ・(財) 環境科学技術研究所 微量元素葉面挙動調査検討委員会委員
- 栗原 和夫
- ・(財) 地球科学技術総合推進機構 「超高解像度大気モデルによる将来の極端現象の変化予測に関する研究」研究運営委員会委員
  - ・(財) 日本水土総合研究所 平成 20 年度農業水利基本問題検討委員会気候変動部会委員
- 小林隆久
- ・(財) 原子力安全研究協会 原子力気象数値モデル検討専門委員会委員
  - ・(学) 東海大学情報技術センター EarthCARE/CPR 委員会委員
- 齊藤和雄
- ・(社) 日本気象学会 第 34 期学会賞推薦委員会委員
  - ・(社) 日本気象学会 第 34 期 SOLA 編集委員会委員
  - ・(独) 海洋研究開発機構 「地球システム統合モデルによる長期気候変動予測実験」研究運営委員会委員
  - ・(社) 日本気象学会 第 35 期学会賞推薦委員
- 澤 庸介
- ・(財) 日航財団 地球環境観測推進委員会委員
- 柴田清孝
- ・情報・システム研究機構国立極地研究所 プロジェクト研究共同研究者
  - ・(社) 日本気象学会 第 34 期気象集誌編集委員会委員
  - ・内閣府日本学術会議事務局 環境学委員会・地球惑星科学委員会合同 IGBP・WCRP 合同分科会 SPARC 小委員会委員
  - ・(独) 国立環境研究所 客員研究員
  - ・(社) 日本気象学会 第 35 期気象集誌編集委員会委員
  - ・東海大学情報技術センター 静止大気ミッション検討委員会委員
- 島崎貴仁
- ・(財) 国際科学振興財団 つくば WAN 研究交流委員会委員
- 小司禎教
- ・(社) 日本気象学会 第 34 期天気編集委員会委員
  - ・(社) 日本気象学会 第 35 期天気編集委員会委員
- 杉 正人
- ・(社) 日本気象学会 第 34 期 SOLA 編集委員会委員
  - ・内閣府日本学術会議事務局 環境学委員会・地球惑星科学委員会合同 IGBP・WCRP 合同分科会 CLIVAR 小委員会委員
  - ・東京大学気候システム研究センター 文部科学省 21 世紀気候変動革新プログラム「高解像度気候モデルによる近未来気候変動予測に関する研究」運営委員会委員
  - ・(財) 地球科学技術総合推進機構 「超高解像度大気モデルによる将来の極端現象の変化予測に関する研究」研究運営委員会委員
  - ・名古屋大学地球水循環研究センター IHP 分科会トレーニング・コース WG 委員会委員
- 鈴木 修
- ・高知大学 平成 20 年度非常勤講師
  - ・日本風工学会 日本風工学会評議員
- 清野直子
- ・(社) 日本気象学会 第 34 期気象研究ノート編集委員会委員
  - ・(社) 日本気象学会 第 35 期気象研究ノート編集委員会委員
- 関山 剛
- ・(社) 日本気象学会 第 34 期天気編集委員会委員
  - ・(社) 日本気象学会 第 35 期天気編集委員会委員
- 高橋 宙
- ・(社) 日本気象学会 第 34 期天気編集委員会委員
- 高薮 出
- ・水文・水資源学会 編集出版委員
- 田中泰宙
- ・(社) 日本気象学会 第 34 期 SOLA 編集委員会委員

- 千葉 長
  - ・(社) 日本気象学会 第 35 期 SOLA 編集委員会事務局
  - ・経済産業省原子力安全・保安院 総合資源エネルギー調査会臨時委員
  - ・茨城県 茨城県東海地区環境放射線監視委員会評価部会専門員
- 忠鉢 繁
  - ・千葉科学大学 非常勤講師
- 辻野博之
  - ・内閣府日本学術会議事務局 環境学委員会・地球惑星科学委員会合同 IGBP・WCRP 合同分科会 CLIVAR 小委員会委員
  - ・東京大学気候システム研究センター 「高解像度気候モデルによる近未来気候変動予測に関する研究」運営委員会委員
  - ・内閣府日本学術会議事務局 日本学術会議委員
- 富樫正明
  - ・(独) 土木研究所 天然資源の開発利用に関する日米会議耐風・耐震構造専門部会委員
  - ・(独) 土木研究所 天然資源の開発利用に関する日米会議耐風・耐震構造専門部会作業部会 D 委員
- 永井智広
  - ・(独) 理化学研究所 客員研究員
- 仲江川敏之
  - ・水文・水資源学会 国際誌編集委員会委員
  - ・大学共同利用機関法人人間文化研究機構 平成 20 年度総合地球環境学研究所共同研究員
  - ・東京大学生産技術研究所 「土壌・積雪水当量の地球解析及び気候変動への影響に関する研究」協力研究員
  - ・(社) 土木学会 水工学委員会水文部会委員
  - ・水文・水資源学会 研究調整委員会委員
- 中里真久
  - ・(社) 日本気象学会 第 34 期講演企画委員会委員
  - ・(社) 日本気象学会 第 35 期講演企画委員会委員
- 中澤哲夫
  - ・(社) 日本気象学会 第 34 期 SOLA 編集委員会委員
  - ・(学) 東海大学情報技術センター 地球環境変動観測ミッション (GCOM) 委員会委員
  - ・(独) 土木研究所 天然資源の開発利用に関する日米会議耐風・耐震構造専門部会日本側専門部会委員
  - ・(独) 土木研究所 天然資源の開発利用に関する日米会議耐風・耐震構造専門部会幹事会委員
  - ・(独) 宇宙航空研究開発機構 地球環境変動観測ミッション第 1 回研究公募評価委員会委員
  - ・(独) 宇宙航空研究開発機構 降水観測ミッションに関する日米合同科学者チーム (JPST) メンバー
  - ・東海大学情報技術センター 新規ミッション検討委員会委員
  - ・東海大学情報技術センター GPM 利用検討委員会委員
  - ・内閣府日本学術会議事務局 日本学術会議委員
- 庭野匡思
  - ・(社) 日本気象学会 第 35 期天気編集委員
- 萩野谷成徳
  - ・(社) 日本気象学会 第 35 期天気編集委員
- 橋本明弘
  - ・(社) 日本気象学会 第 35 期講演企画委員
  - ・(社) 日本気象学会 第 35 期総合計画委員
- 林 修吾
  - ・(社) 日本気象学会 第 34 期天気編集委員会委員
  - ・(社) 日本気象学会 第 35 期天気編集委員会委員
- 平田賢治
  - ・(独) 海洋研究開発機構 地球内部変動研究センター招聘主任研究員
  - ・(社) 土木学会 調査研究部門「原子力土木委員会 津波評価部会」委員



- ・(財) 沿岸技術研究センター 東北における津波防災連絡協議会及び津波防災情報の検討ワーキンググループ委員
- 廣瀬勝己
  - ・茨城県 茨城県原子力審議会委員
  - ・茨城県 茨城県東海地区環境放射線監視委員会委員
  - ・(財) 日本分析センター 平成 20 年度環境放射能水準調査検討委員会委員
  - ・(社) 日本気象学会「第 45 回アイソトープ・放射線研究発表会」運営委員会委員
  - ・(社) 日本気象学会「第 46 回アイソトープ・放射線研究発表会」運営委員会委員
  - ・内閣府原子力安全委員会事務局 原子力安全委員会原子炉安全専門審査会審査委員
  - ・内閣府原子力安全委員会事務局 原子力安全委員会核燃料安全専門審査会審査委員
  - ・内閣府原子力安全委員会事務局 原子力安全委員会専門委員
  - ・文部科学省科学技術・学術政策局 放射線審議会委員
- 藤部文昭
  - ・(社) 日本気象学会 第 34 期常任理事
  - ・(社) 日本気象学会 第 34 期天気編集委員会委員
  - ・(社) 日本気象学会 第 34 期講演企画委員会委員
  - ・(社) 日本気象学会 第 34 期奨励賞・各賞委員会委員
  - ・(独) 大型降雨実験施設運用委員会委員
  - ・国際都市気象研究組織 (IAUC) ICUC (第 7 回国際都市気象学会) 実行運営委員
  - ・(社) 日本気象学会 第 35 期講演企画委員会委員
  - ・(社) 日本気象学会 第 35 期統合計画委員
  - ・(社) 日本気象学会 第 35 期天気編集委員会委員
  - ・(社) 日本気象学会 第 35 期電子情報委員
  - ・(社) 日本気象学会 第 35 期各賞候補者推薦委員
  - ・日本風工学会 第 17 期編集・広報委員会委員
  - ・日本気象予報士会 日本気象予報士会表彰審査委員会委員
- 別所康太郎
  - ・(社) 日本気象学会 第 34 期天気編集委員会委員
  - ・(社) 日本気象学会 第 35 期天気編集委員会委員
- 保坂征宏
  - ・(社) 日本気象学会 第 34 期気象集誌編集委員会委員
- 干場充之
  - ・(独) 建築研究所 研究業績評価員
  - ・(独) 建築研究所 研究評価委員会委員
  - ・(社) 日本地震学会 日本地震学会代議員
  - ・(財) 地震予知総合研究振興会 研究委員会委員
  - ・気象庁地震火山部 緊急地震速報評価・改善検討委員会技術部会委員
- 前田憲二
  - ・文部科学省 地震調査研究推進本部専門委員
  - ・(社) 日本地震学会 日本地震学会 ASC2008 実行委員会委員
  - ・東京大学地震研究所 地震・火山噴火予知研究協議会計画推進部会委員
- 牧 廣篤
  - ・東海大学情報技術センター 静止大気ミッション検討委員会委員
- 松枝秀和
  - ・(独) 国立環境研究所 平成 20 年度地球温暖化観測推進事務局ワーキンググループ委員
  - ・(財) 日航財団 地球環境観測推進委員会委員
  - ・内閣府日本学術会議事務局 環境学委員会・地球惑星科学委員会合同 IGBP・WCRP 合同分科会 IGAC 小委員会委員
  - ・内閣府日本学術会議事務局 日本学術会議委員
- 三上正男
  - ・(社) 日本気象学会 第 34 期国際学術交流委員会委員

- ・(社) 日本気象学会 第 34 期 SOLA 編集委員会委員
  - ・(独) 土木研究所 天然資源の開発利用に関する日米会議耐風・耐震構造専門部会作業部会 D 委員
  - ・(独) 科学技術振興機構 科学技術論文発信・流通促進事業アドバイザー委員会委員
  - ・東京大学先端技術研究センター 環境省地球環境研究総合推進費「革新的手法によるエアロゾル物理化学特性の解明と気候変動予測の高精度化」
  - ・(社) 日本気象学会 第 35 期総合計画委員
  - ・(社) 日本気象学会 第 35 期電子情報委員
  - ・(社) 日本気象学会 第 35 期 SOLA 編集委員会委員
  - ・(社) 日本気象学会 第 35 期国際学术交流委員会委員
  - ・(社) 日本気象学会 第 35 期教育と普及委員
  - ・(独) 土木研究所 天然資源の開発利用に関する日米会議耐風・耐震構造専門部会委員
  - ・(社) 海外環境協力センター 平成 20 年度黄砂問題検討会委員
  - ・(独) 科学技術振興機構 科学技術論文発信・流通促進事業アドバイザー委員会開発分科会委員
- 緑川 貴
- ・(社) 国際環境研究協会 平成 20 年度地球環境研究企画委員会第 2 研究分科会
- 村上正隆
- ・(社) 日本気象学会 第 34 期気象集誌編集委員会委員
  - ・(社) 日本気象学会 第 34 期気象用語検討委員会委員
  - ・(学) 東海大学情報技術センター EarthCARE/CPR 委員会委員
  - ・内閣府日本学術会議事務局 地球惑星科学委員会国際対応分科会 IAMAS 小委員会委員
  - ・(財) 電力中央研究所 送電設備の雪害に関する研究委員会委員
  - ・東京大学 非常勤講師 (客員教授)
  - ・(社) 日本気象学会 第 35 期気象用語検討委員
  - ・内閣府日本学術会議事務局 日本学術会議委員
  - ・東海大学情報技術センター GPM 利用検討委員会委員
- 山里 平
- ・気象庁 火山噴火予知連絡会 委員
  - ・気象庁 火山噴火予知連絡会 火山観測体制等に関する検討会委員
  - ・東京大学地震研究所 地震・火山噴火予知研究協議会計画推進部会委員
- 山本剛靖
- ・東京大学地震研究所 地震・火山噴火予知研究協議会計画推進部会委員
- 行本誠史
- ・(社) 日本気象学会 第 35 期気象集誌編集委員
- 横手嘉二
- ・(財) 日航財団 地球環境観測推進委員会委員
- 吉川澄夫
- ・(独) 土木研究所 天然資源の開発利用に関する日米会議耐風・耐震構造専門部会日本側専門部会委員
- 吉田康宏
- ・(社) 日本地震学会 代議員
  - ・(社) 日本地震学会 選挙管理委員会委員
  - ・(社) 日本地震学会 地震編集委員会委員
  - ・(独) 建築研究所 国際地震工学研修カリキュラム部会委員
  - ・東京大学地震研究所 地震・火山噴火予知研究協議会計画推進部会委員
  - ・政策研究大学院大学 「修士課程学生に対する論文副指導」非常勤講師

---

気象研究所年報 平成20年度

編集兼  
発行者

気象庁 気象研究所  
〒305-0052 茨城県つくば市長峰1-1  
TEL 029-853-8535

印刷者

朝日印刷株式会社 つくば支社  
〒305-0046 茨城県つくば市東2-11-15  
TEL 029-851-1188

---

