

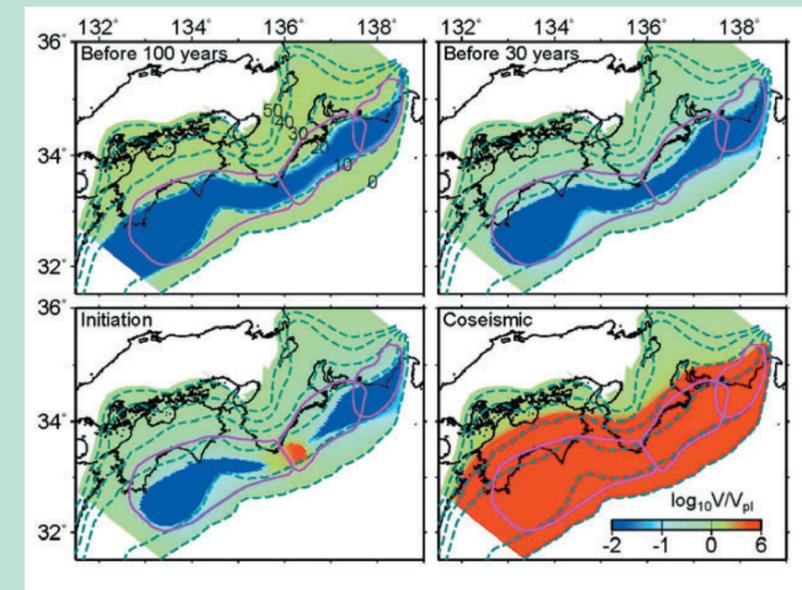
気象研究所年報

(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	

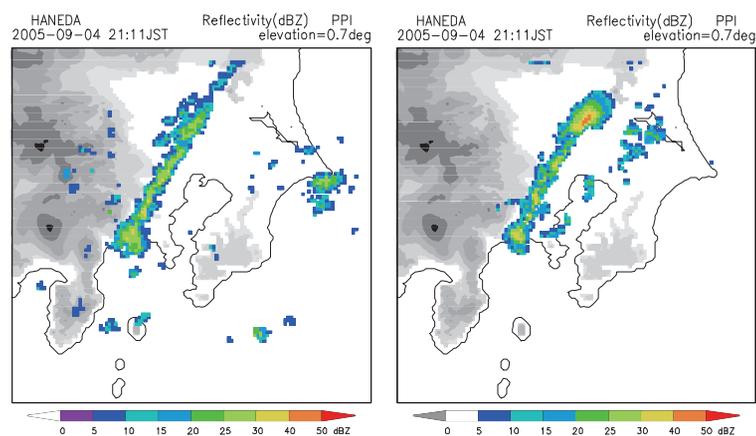
トピックス
気象研究所の概要
研究報告
研究評価
刊行物・主催会議等
普及・広報活動
成果発表
受賞等
研究交流
委員・専門家

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。



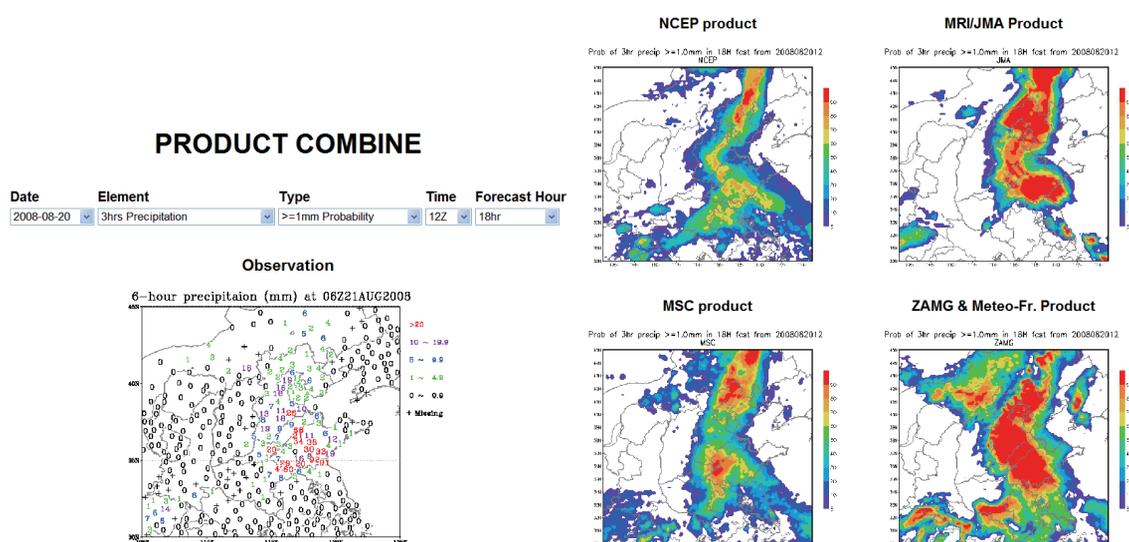
雲物理過程を含む水平解像度 2km の 4 次元変分法データ同化によりドップラーレーダーや GPS データを非静力学モデルに取り込んで、2005 年 9 月 4 日の首都圏豪雨を再現した例。観測されたレーダー反射率(左)と非静力学モデルから計算したレーダー反射率(右)。

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）

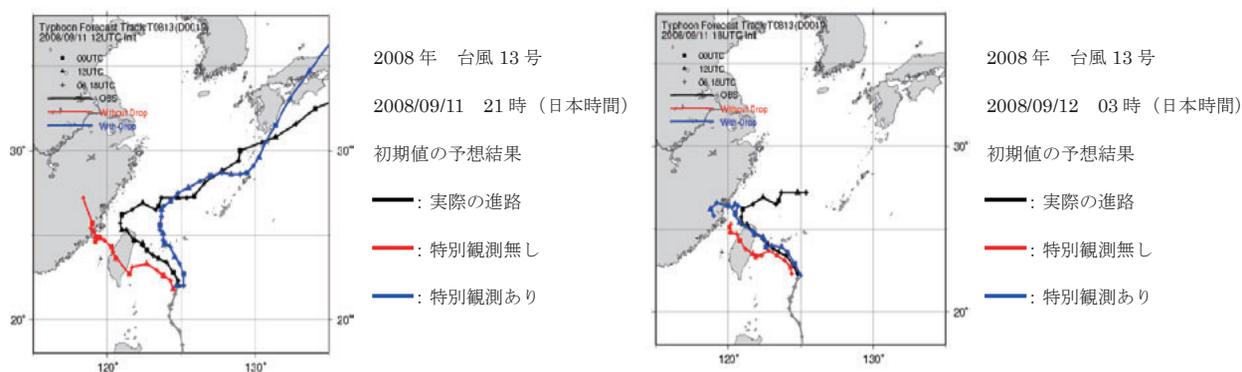
気象研究所では、台風の予測精度向上に関する研究を実施しています。平成20年度は、世界気象機関（WMO）で実施している、2週間先までの社会的に影響が大きい大気現象の予測精度向上をめざす国際研究計画 THORPEX（観測システム研究・予測可能性実験計画）の地域観測計画の一つとして、アジア、ヨーロッパ、北米の地域委員会が共同で T-PARC と呼ばれる台風に関する特別観測を実施しました。気象研究所は、アジア地域委員会のメンバーとして台風の特別観測実験（T-PARC2008）を気象庁とともに実施し、研究にとって貴重な観測データを得ました。

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、通常の前報では「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。

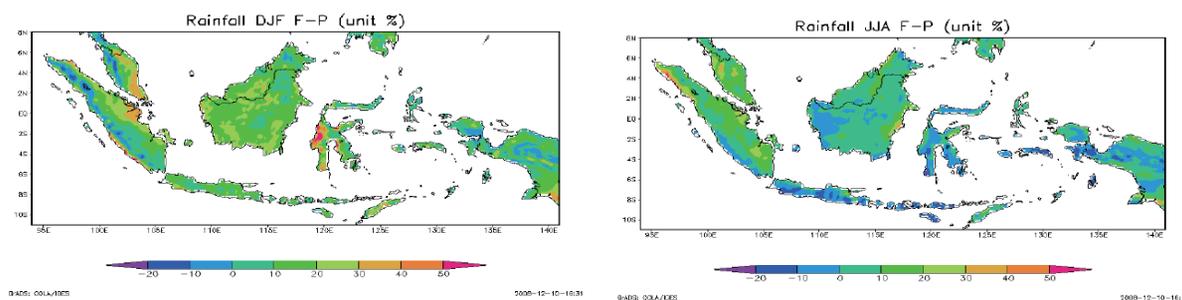
研修の概要

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）、

