

2.2 研究年次報告

本節には、気象研究所が平成 15 年度に実施した研究課題のうち、気象研究所予算により実施した課題について、課題毎に当該年度の研究計画と研究成果等を掲載した。

また、各課題の関連論文に掲載している番号は、平成 15 年度に学術雑誌等（査読あり）に掲載された論文に関する、本書での整理番号（6.1.論文等に対応）を示している。

地球温暖化によるわが国の気候変化予測に関する研究

研究期間：平成12年度～平成16年度

研究代表者：青木 孝（気候研究部長）

目的

我が国特有の現象である、冬の日本海の降雪、冬の関東地方の乾燥気候、梅雨末期の豪雨、西日本の干ばつ傾向、東日本のやませ等の地域的気候や異常気象の発生傾向などが地球温暖化によりどのような影響を受けるかを明らかにすることを目標とする。この目標を達成するために、地域気候モデルの開発を行うとともに、その境界条件及び初期条件となる全球気候モデルによる地球温暖化予測技術の高度化も図る。

(1) 地域気候モデルの高度化

研究担当者

佐藤康雄、栗原和夫、高藪 出、佐々木秀孝、村崎万代（環境・応用気象研究部）、石崎 廣、辻野博之（海洋研究部）、野田 彰、行本誠史（気候研究部）

本年度の計画

領域結合用太平洋海洋モデルによる温暖化時の高分解能海面水温を用いた高分解能領域大気モデルによる地域気候予測実験を継続する。また高分解能領域大気・海洋結合モデルを開発し、そのモデルによる現在気候、温暖化時の気候・海況変化予測実験を特に日本周辺に注目して行う。

本年度の成果

領域結合用太平洋海洋モデルによる高分解能海面水温を用いた、高分解能領域大気モデルによる現在気候再現と温暖化時の予測実験を各10年づつ実施した。

高分解能領域大気、海洋結合モデルの開発に着手した。領域大気モデルと領域海洋モデルの結合を行うカップラーについて検討した。

関連論文（論文の番号は6.1.論文等の整理番号に対応）

165

(2) 全球気候モデルによる地球温暖化予測の高度化

研究担当者

野田 彰、鬼頭昭雄、行本誠史、吉村裕正、保坂征宏、内山貴雄（気候研究部）、石崎 廣（海洋研究部）

本年度の計画

全球気候モデルの大気部分を高分解能化（T63：水平分解能約180km）する。

全球気候モデルによる長期基準実験を行い、モデルの基礎的な性能を把握する。

本年度の成果

気候モデルMRI-CGCM3の高分解能化に関連して、以下の開発を行った。

大気モデル・海洋モデル間のフラックス交換を高解像度モデルに対応させるために、新しいカップラーを開発し、大気モデル、海洋モデルともに任意の格子座標系に対応できるようにした。これにより北極を移動させた座標系の海洋モデルに対応し、動力学を表現する海水モデルの導入が可能となった。また、このカップラーの核心部は領域結合モデルにも応用可能とした。

平成14年度に導入した、質量や水蒸気量等の保存性を良くした鉛直保存セミラグランジュ法について、改善を行った。モデルトップの2層でdry adjustmentを行うようにするなどの対応をすることにより、計算の安定化を図った。更に、鉛直保存セミラグランジュ法を2タイムレベル法で実行可能にし、従来の3タイムレベル法の約2倍のタイムステップをとることにより、計算効率を約2倍向上させた。

次年度の高解像度モデルによるフラックス調整無しの高時間積分にむけて問題点を把握するため、従来のモデルによるフラックス調整無しの実験を行い、フラックス調整無しの高時間積分を安定化させる見通しを得た。

関連論文（論文の番号は 6.1. 論文等の整理番号に対応）

(3) 地球温暖化予測のためのモデル検証と温暖化メカニズムの解明

研究担当者

野田 彰、鬼頭昭雄、行本誠史、吉村裕正、内山貴雄（気候研究部）、
佐藤康雄、栗原和夫、佐々木秀孝（環境・応用気象研究部）、石崎 廣、辻野博之（海洋研究部）

本年度の計画

地球温暖化に関連した長期積分データの整備と出力結果の解析を行う。
高分解能領域大気・海洋結合モデルの予測実験結果を解析する。

本年度の成果

これまでの温暖化関連実験データを解析が効率的に行えるように整備し解析を行った。モデルに現れる北極振動に似た地上気圧パターンの数十年変動を解析し、内部変動が波・平均流相互作用に関連する力学的な要因であるのに対し、外部強制に対する応答は放射強制による熱的構造が要因であることを明らかにした。

全球気候モデルの大気部分の計算結果を外力として用いた、領域結合用太平洋海洋モデルによる現在気候及び温暖化時の海況予測実験の結果を解析し、日本近海での海面水温変動及び海面高度上昇を見積もった。温暖化時には、全般的な水温上昇に加えて、風系の変化に伴い亜熱帯・亜寒帯循環境界が北へシフトするため、東北沖に暖水塊が存在しやすくなり、平均海面水温は 35-45°N の緯度帯で大きく上昇する（2°C 以上）。また、それに伴い、海面高度も上昇する（20 cm 程度）。

高分解能領域大気モデルの予測実験結果を解析した。冬季において日本海側での降水の減少が予測されたが、太平洋側の増大が東海以東に限られるなど、これまでの結果と違いが見られた。

関連論文（論文の番号は 6.1. 論文等の整理番号に対応）

108

火山活動評価手法の開発研究

研究期間：平成13年度～平成17年度

研究代表者：濱田信生（地震火山研究部長）

目的

火山観測データを総合的、定量的に評価する手法を開発し、火山噴火の予知、火山活動の推移予測に有効な情報を提供できるようにする。

(1) 火山活動評価手法の開発

研究担当者

山本哲也、福井敬一、藤原健治、高木朗充、坂井孝行、山崎 明（地震火山研究部）

本年度の計画

数値シミュレーションによる過去の地殻変動、地磁気変化の評価を行う。

観測データによるシミュレーション手法の検証と改善を行う。

火山における地殻変動、地磁気変化マップを作成する。

火山活動をとらえるために最適な観測法の検討を行う。

本年度の成果

有限要素法を用いた数値シミュレーションによって地下の圧力源の形状が地殻変動にどのように影響するのか、山体や火口のくぼんだ地形が周辺の地殻変動にどのような影響を与えるか明らかにした。圧力源の形状や位置を精度良く推定するためには、火口近傍での上下方向の地殻変動量の観測が重要であること等が分かった。

伊豆大島の実地形を組み込んだ数値シミュレーションモデルにGPS、光波測距、セオドライトによる観測データを適用し、マグマ蓄積過程をモデル化した。それによって、深さ6～7kmにある球形領域と深さ1～2kmの開口割れ目に $2 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{年}$ の割合でマグマが供給されていることが推定された。

三宅島および周辺の海底の地形を入れた地殻変動のシミュレーションを行い、観測点が海岸部だけにある場合は地形の影響は大きくないことを明らかにした。

三宅島の地形を円錐山体+逆円錐台陥没火口で近似し、地下構造として5層の水平構造を組み込んだモデルを用いた地殻変動シミュレーションを行い、従来の手法で推定されるマグマ溜まりの深さは、実際に比べて浅すぎることを示した。

マグマ溜まりの圧力増加に伴う地磁気変化が、火山地形によってどのような影響を受けるかを明らかにした。

関連論文（論文の番号は6.1.論文等の整理番号に対応）

—

(2) 観測および解析処理技術の開発

研究担当者

山本哲也、福井敬一、藤原健治、高木朗充、坂井孝行（地震火山研究部）

本年度の計画

気象庁および他機関の観測データを収集する。

火山観測用機器の増強を行う。

火山における観測点増強を図る（傾斜計の設置）。

地殻変動、地磁気、熱的観測等を霧島山、樽前山などで実施する。

火山体温度解析手法の開発をする。

地殻変動、地磁気データ等の総合的解析手法の開発をする。

本年度の成果

三宅島の噴煙映像データを収集し、その熱的活動の推移を求めた。その結果をSO₂放出量、火山性微動

の振幅とを比較し、火道の状態変化などを抽出できる可能性があることを示した。

熱映像装置を整備し、霧島山御鉢火口などで試験観測を実施した。

霧島山に傾斜観測点3点を新設し、観測を開始した。12月以降に御鉢火口で発生した火山性微動に対応して、火口下がりの傾斜変動を捉えた。この変動は新噴気孔からの物質の放出に伴う浅部の減圧によって生じたと推定される。

関係官署の協力を得て、霧島山、樽前山、伊豆大島、浅間山、雲仙岳で地殻変動、地磁気観測を実施した。浅間山では軽井沢測候所の協力をえて、高頻度の繰り返し光波測距を開始した。

GPS観測データに含まれる年周変化を簡便に取り除く手法を伊豆大島のGPS繰り返し観測データに適用し、火山活動等に伴う地殻変動を効率よく抽出できるようになった。この結果は伊豆大島の地殻変動シミュレーションに用いられた。

樽前山におけるGPS観測によって十勝沖地震を挟む期間に山体の膨張が観測され、溶岩ドーム直下浅部で体積増加があったと推定された。この大きさは2000年有珠山噴火前後に見られた体積増加の数分の1であった。

数値シミュレーションの結果に基づいて、従来行われている茂木モデルによる圧力源推定の問題点を定量的に明らかにした。シミュレーションで得られた上下変動データの重要性、霧島山などにおけるGPS観測データで広域応力場の影響が認められたことを踏まえ、火山用地殻活動解析支援ソフトウェアに上下変動データの解析を行うための機能、広域応力場の影響を除去する機能、ダイクによる地磁気変化量を計算する機能などを追加した。

霧島山におけるGPS、傾斜連続観測データは福岡管区気象台火山監視・情報センターに自動転送され監視に活用されている。この他の観測結果についても随時火山噴火予知連絡会で報告するとともに関係火山監視・情報センターで活用されている。

関連論文（論文の番号は6.1.論文等の整理番号に対応）

地震発生過程の詳細なモデリングによる東海地震発生の推定精度向上に関する研究

研究期間：平成 11 年度～平成 15 年度

研究代表者：濱田信生（地震火山研究部長）

目 的

東海地域は、マグニチュード 8 クラスの巨大地震が発生し、重大災害をもたらす可能性が高いと考えられており、大規模地震対策特別措置法により地震防災対策強化地域に指定されている。また、気象庁は、この「東海地震」の前兆現象を捉えるべく常時監視体制を敷き、予知をすることが求められている。本研究では、最近の地震学の発展に伴う知見を踏まえたうえで、地震発生過程の詳細なモデリングを行い、この東海地震発生の推定精度を向上させることを目的とする。

(1) 三次元数値モデルによる地震発生シミュレーション

研究担当者

牧 廣篤、高山博之、中村雅基、黒木英州、石川有三、吉川澄夫、小林昭夫、山本剛靖（地震火山研究部）

本年度の計画

陸上の地震観測網と海底地震観測のデータを統合し、東海地域の三次元速度構造を求め、この構造に基づいて震源の再決定を行い、地殻・プレートの精密な形状を求め地震活動の急激な活発化・静穏化の客観的評価手法の改良と、その評価指標化と視覚化手法の開発を行う。また、東海地域の過去地震の再評価を行い、駿河湾、銭州付近から潮岬沖までの海域および沿岸部で過去に発生した地震の資料を収集し、破壊域の絞り込みと破壊過程の推定を行う。

本年度の成果

室内実験で得られた岩石の摩擦法則（すべり速度/状態依存摩擦法則）をフィリピン海プレートの境界面上に適用した三次元数値モデルによって地震発生のシミュレーションを行い、地震サイクルの過程及び東海地震の直前にどのような地殻活動が見られるか調べた。その結果、地震直前の歪変化量は 10^{-8} ～ 10^{-7} となり、同一のパラメータを用いた 2 次元モデルに比べると 1～2 桁小さくなった。

掛川-浜岡間の水準測量結果とシミュレーション結果はおおむね一致し、シミュレーション結果からは地震が起こる数年前に御前崎の沈降が隆起に転じることがわかった。また、プレスリップによって地表付近で生じる歪変化の検出には体積歪よりも 3 成分歪を監視する方が有利であることが判った。

周辺域巨大地震の次の東海地震への影響をモデルに与えてシミュレーションしたところ、1891 年の濃尾地震では次の東海地震を遅らせ、1923 年の関東地震、1944 年の東南海地震では次の東海地震を早める方向に作用する結果が得られた。さらに、東海地域のスロースリップをシミュレーションによって再現できるか調べた結果、摩擦パラメータの深さ方向の不均質性の存在がこの現象を再現する上で有効であることが判った。

関連論文（論文の番号は 6.1. 論文等の整理番号に対応）

—

(2) 地殻変動データ解析手法の高度化

研究担当者

吉川澄夫、山本剛靖、小林昭夫、高山寛美、青木 元（地震火山研究部）

本年度の計画

地震の発生過程の中で生起すると予想される地殻変動を効果的に捉え、予知の確度を向上させるため、データ解析手法の高度化を図る。具体的には、気象擾乱の影響や季節的変動等の特性をさらに詳細に解析し、前兆現象検出能力を高めたデータ解析手法の開発を行う。また、GPS 観測結果と歪計観測データを融合し、両者の長所を生かした総合的な歪場の解釈を可能とする解析手法の開発を行う。さらに、東海地域の検潮データを地殻の上下変動データとして活用するため、GPS との並行観測を行い、特別研究「南関東」

で開発した海象等の影響除去手法の高度化し、この地域での変動推移を明らかにする。

本年度の成果

観測データにこれまで開発・改良してきた様々な解析手法を適用し、研究期間中に発生した地殻変動事例について検討を行った。その結果、伊豆諸島北部に置いた変動源では説明できない変位が中部地方にあること、その変位が東海地域直下のプレート境界のスロースリップ開始時期を早めることにより説明できる可能性のあることがわかった。

また、スロースリップに対して降水補正を含めた歪解析を行ったところ、浜名湖とその周辺での伸長歪と渥美半島と御前崎周辺における収縮歪があることが示唆された。

関連論文（論文の番号は 6.1. 論文等の整理番号に対応）

132、298

(3) 地震活動評価手法の開発・改良

研究担当者

石川有三、吉田康宏、青木 元、山崎 明、長谷川洋平、林 豊、中村雅基、高山博之、黒木英州（地震火山研究部）、勝間田明男（気象大学校）、中村浩二（気象庁地震火山部地震予知情報課）

本年度の計画

地殻・プレート構造の空間的な不均質性の影響を取り入れるため、断層すべりの時間的変動を記述するシミュレーションモデルを二次元から三次元に拡張する。それとともに、前特別研究で開発した手法を用い、応力の状態を決定する三次元有限要素モデルを東海地域で構築する。

本年度の成果

断層すべりの時間的変動を記述するシミュレーションモデルを三次元に拡張し、中部日本地域における P 波および S 波の 3 次元速度構造を地震波走時トモグラフィーで求めた結果、トラフから少し高角度で沈み込み始めた後ならかに沈み込んでいるフィリピン海プレートと思われる高速度域を見出した。さらに、東海地震の固着域の北西隣には、プレート間カップリングが弱い領域があることがわかった。

関連論文（論文の番号は 6.1. 論文等の整理番号に対応）

—

高分解能非静力学数値モデルの高度化とメソスケール擾乱の構造・メカニズムの解明

研究期間：平成 14 年度～平成 18 年度

研究代表者：吉崎正憲（第一研究室長）

研究担当者：大泉三津夫、加藤輝之、室井ちあし、永戸久喜、林 修吾（予報研究部）、
村田昭彦、益子 渉（台風研究部）

目 的

積雲やプリュームのような数 km のメソスケールの現象まで再現できる高分解能の非静力学数値モデルの開発を目指す。このモデルを用いて大気・海洋・地形などのいろいろな環境場におけるメソスケール擾乱について再現実験を行い、構造や発生・発達のメカニズムの解明を目指す。

本年度の計画

5 km-NHM の 30 時間降水量・気温・比湿・海面気圧に関する予報の統計的精度検証を行う。

NHM の高速化などの高度化を図る。またその物理過程に関し、雲物理、境界層の過程については開発・改良を進めることとし、積雪・土壌などの陸面、雷の過程については NHM に取り込む。

観測事例に対応する再現実験を行い、その発生・発達のメカニズムを調べる。

本年度の成果

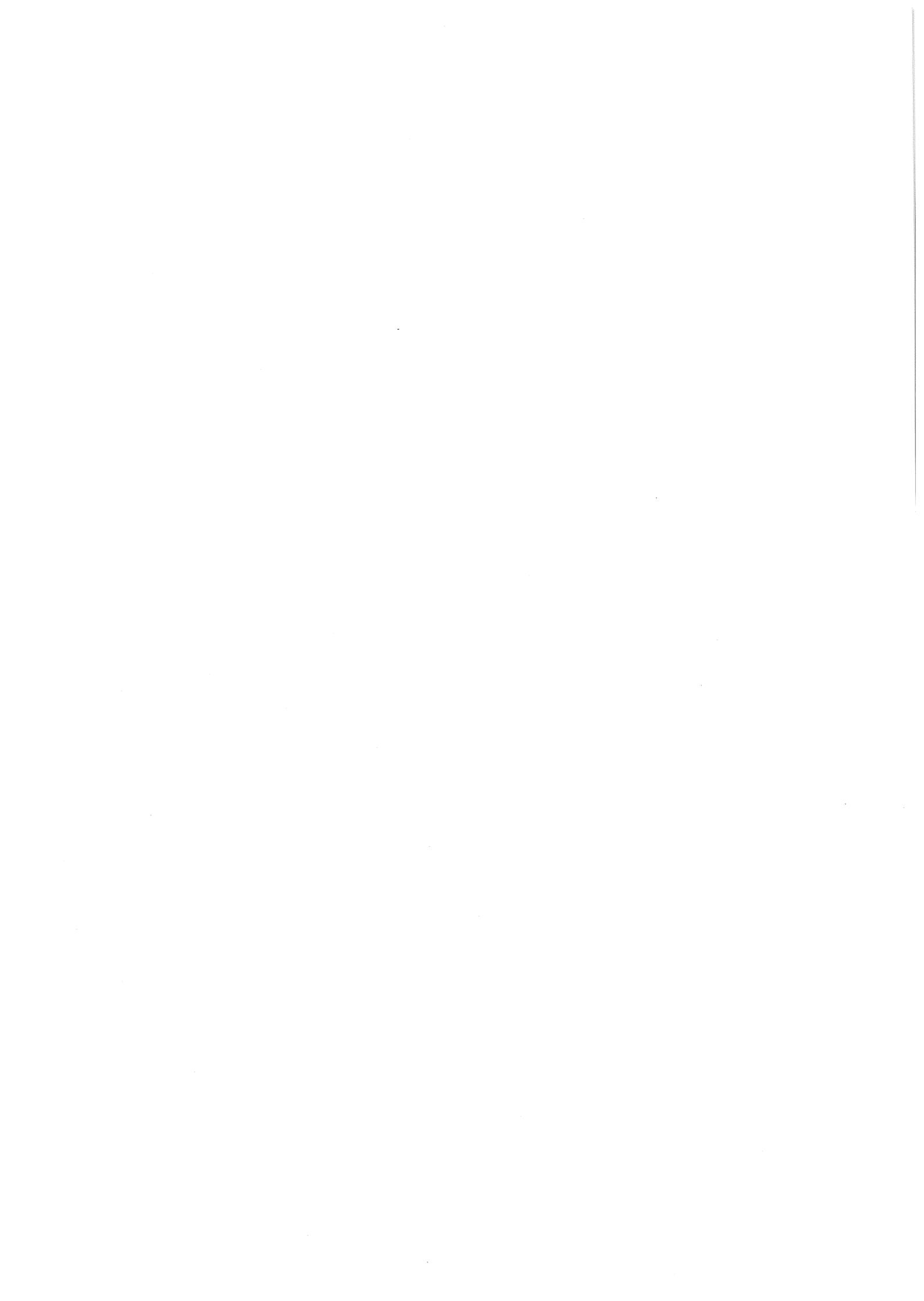
予報開始直後に地上付近の比湿が急上昇および気温が低下するなどいくつかの問題点があることを見いだした。

NHM に導入されている移流補正スキームの高速化を行うなどモデルの高度化を図った。雲物理過程については、2003 年 1 月 27 日の日本海の帯状雲の数値実験から、雪の量が衛星観測よりかなり多く生成されており、雪の生成については改良が必要であることがわかった。また陸面過程についてはキャノピー・積雪・土壌のサブモデル毎にモジュール化を行い、NHM へ実装済みの放射スキームと GSM の放射スキームとの差異の調査等を行った。さらに NHM の雲中に電荷予測機構の基礎的な組み込みを行った。水平一様な理想実験ではこれまでの研究と同等の結果を得た。また夏と冬の実際の事例については雷予測の精度を検証した。将来の全球 NHM 構築に備え、等緯度経度座標系、ルジャンドル変換を用いたスペクトルモデル、conformal cubic 座標系を用いた格子モデルに関して浅水方程式を実行して比較するなど、格子系の検討を行った。

梅雨期の降水事例（1999 年 6 月 29 日福岡市に豪雨をもたらした寒冷前線や 2003 年 7 月 20 日水俣市で発生した集中豪雨）について調査を行った。福岡市の場合前線内の降水セルの発達高度を決定する要因として中層への下層気塊の流入の程度が関係すること、また水俣の集中豪雨の発生メカニズムとして甕島周辺で発生した降水システムが強化・維持したことを明らかにした。また冬季の降雪事例（2001 年 1 月 14 日に発生した日本海の帯状雲）については、水平分解能 1 km の NHM による再現実験を行い、T モード雲（一般的な季節風向に直交する雲）の構造について詳しく調べた。数値実験で得られた鉛直流場の解析などから、T モード雲は一種のロール状対流雲であることを確認した。

関連論文（論文の番号は 6.1. 論文等の整理番号に対応）

87、309、310



メソ数値モデルの変分法データ同化システムの開発

研究期間：平成 13 年度～平成 17 年度

研究代表者：露木 義（第二研究室長）

研究担当者：田宮久一郎、青梨和正、瀬古 弘、小司禎教、川畑拓矢、本田有機（予報研究部）、
小泉 耕、石川宜広、後藤 進（気象庁予報部数値予報課）

目 的

集中豪雨、豪雪、強風などの災害をもたらすメソスケール気象現象の監視・予測技術の向上には、非静力学モデルの採用・物理過程の改善等によるモデルの高度化とともに、精度の高いモデル初期値の作成が不可欠である。本研究では、モデル初期値改善のため、変分法の原理に基づくデータ同化法の開発と改良を行い、ドップラーレーダー、衛星マイクロ波放射計、GPS などによるリモートセンシングデータを同化できるようにする。

本年度の計画

NHM の物理過程（雲物理）に関する変分法データ同化法の開発を行う。

ドップラー速度、GPS などの観測データを NHM の変分法データ同化システムに組み込む。

領域静力学モデル（MSM）の 4 次元変分法データ同化システムを用い、ドップラーレーダーデータ、GPS データの同化予報実験を行う。

NHM の 4 次元変分法アジョイントモデルに、スケーリング（地形等の影響で出来る停滞性擾乱の収束を早めるための数学的手法）を組み込む方法を開発する。

ドップラー速度の直接同化手法の改良を進める。

引き続き、高緯度の降水物理量（雪、霰等の固体降雪を含む）に関するマイクロ波放射計データの観測演算子の研究を行う。

雲物理量を予報変数とする非静力学雲解像モデルに、マイクロ波放射計データを同化する方法の開発を行う。

超高速軌道情報による準リアルタイム解析システムを開発し、気象研究所の 1 点観測による GPS データを用いて精度検証を行う。

国土地理院 GPS 連続観測ネットワークシステム（GEONET）の通常解析から得られるデータを用いて、同化・予報実験を行い、そのインパクトを調べる。

本年度の成果

平成 14 年度に開発した NHM（2001 年 7 月版）のドライモデルに基づく変分法データ同化システムのプロトタイプに対して、実データ読み込み部分、観測演算子、制御変数を作成し、実観測データによるデータ同化実験を行った。また、雲物理過程の同化システム開発の第一段階として、力学過程に水蒸気及び水物質の変分変数を追加し、それらに関わる接線形コード（元の方程式を基本場の周りで線形化したコンピュータプログラム）、アジョイントコード（評価関数の勾配ベクトルを計算するための接線形コードの入力と出力を入れ替えたコンピュータプログラム）、水蒸気の移流に関するコードを作成した。

ドップラー動径風データ、GPS 可降水量（鉛直積算水蒸気）データ、GPS 視線水蒸気データを NHM に直接同化するために、それぞれの観測演算子を開発し、3 次元変分法データ同化システムに組み込んだ。1999 年 7 月の“練馬の短時間強雨”の事例に適用すると、動径風や GPS 可降水量等の同化によって、風分布や水蒸気量の初期場の分布が現実のものに近づき、関東平野南部の降水域を再現することができた。しかし、発生した降水は、現実のものよりも短い数時間しか持続できなかった。

MSM の 4 次元変分法データ同化システムを用いて、ドップラー動径風データ、GPS 可降水量データ、GPS 視線水蒸気データの同化実験を行った。“練馬の短時間強雨”の事例については、下層の収束だけでなく、上層の北風も再現できるように動径風の 3 次元分布を与えると、降水域が広がってより現実に近くなり、また、視線水蒸気量を同化すると、可降水量の場合に比べて水蒸気量の鉛直分布の再現が良くなることがわかった。

バランス条件はこれまで、重力波モードの時間変化率の大きさを小さくするという制約条件を課していた

が、各時間の予報値と初期値との差の大きさを制約する方法について調べた。その結果、収束の速さに大きな違いがあり、昨年まで調べてきたスケーリングを行う方法と、ほぼ同等に高速であることがわかった。この方法ではヘルムホルツ型方程式を解くなどのスケーリングの操作が不要であり、収束の速さを保ったまま、格子モデルに適した簡潔な手法が得られた。NHMのアジョイントモデルへの組み込みは来年度この方法で行う。

MSMの4次元変分法データ同化システムに組み込んだドップラー動径風の観測演算子をNHM用に発展させ、NHMの3次元変分法同化システムに組み込んだ。3次元変分法同化システム解析で得た風分布を、2台のレーダ観測のデュアル解析による風分布と比較すると、2台のレーダーデータを同化した場合は動径風・接線風とともに観測した風分布と対応が良く、1台のレーダの動径風を同化した場合でも、動径風だけでなく接線風についても観測した風分布と似た特徴が再現されることがわかった。

衛星搭載マイクロ波放射計データに対する固体降水の観測演算子開発のため、2003年の1-2月のNASA Aqua衛星や特別観測のデータを用いて、固体降水強度とマイクロ波放射計の輝度温度の関係を調べた。その結果、固体降水強度と相関が高いのは、高周波（89GHz付近）の偏光補正済み輝度温度（PCT89）であること、但し、PCT89は降水強度の他、雲水量や固体降水の鉛直分布にも依存することがわかった。海上の雲水量の指標として89GHzの偏光度（PD89）が使えることも分かったため、今後、観測演算子として、PCT89とPD89を固体降水強度と雲水量の関数として扱う必要がある。

マイクロ波放射計データを非静力学モデルに同化するため、マイクロ波の放射伝達プログラムの接線線モデルの作成に着手した。

気象研究所のGPS観測データを用い、準リアルタイム解析システムを開発した。解析されたデータには、ランダムな誤差のほか、一定のバイアスが含まれることがわかった。今後手法の改良を行い、全国のGPS観測網に拡張した順リアルタイム解析実験を行う。

関連論文（論文の番号は6.1.論文等の整理番号に対応）

157

短期間・短時間の量的予測技術の改善に関する研究

研究期間：平成13年度～平成17年度

研究代表者：平沢正信（第三研究室長）

研究担当者：武田重夫、藤部文昭、大関 誠、益子直文（予報研究部）、高野 功（気象庁予報部予報課）

目 的

気象災害の防止・軽減と天気予報の充実に向け、ニューラルネットワーク（NN）等の情報処理技術を開発・高度化するとともに、災害をもたらす顕著現象の実態を解明し、それらの結果に基づいて短期間・短時間の量的予測技術の改善を行う。

本年度の計画

2段型 NN を用いて降水の有無に対する予測実験を行い、予測手法を改良する。降水の量的予測に向け、時系列データ学習手法を基に対流性降水の時間変化の学習アルゴリズムを開発し、予測実験を行う。また、前年度に行った豪雨事例等の解析を継続する。

強雨域の検出・追跡ソフトを汎用化し、強雨域の実況情報等を作成するソフトの開発・改良を行う。降水系の発達・衰弱に関する実態調査に基づいて、発達を考慮した予測手法を検討する。また、近年の豪雨の特徴を長期変化の面から調べ、豪雨の発生頻度の地域特性や発生時刻等の特徴を明らかにする。

本年度の成果

2段型 NN を用いた予測手法について前年度までの開発成果をまとめ、気象庁予報課に送付した。降水の量的予測方法に関しては、非線形共役勾配法を用いた一括学習型3層 NN を構築し、夏季について入力層の変数の種類及び数等を検討した。また、都市域周辺の強い降水や高温の増加傾向を取りまとめ、ヒートアイランドが関与している可能性を指摘した。

強雨域の検出・追跡ソフトの開発実験を行い、追跡精度を向上させた。解析雨量がしきい値以上の領域（強雨域）を色分けして表示する（実況情報）ソフトを作成した。関東平野の夏の午後を対象にした解析により、地上風の南成分が増すに従って降水域が北に移ることが分かった。観測時間間隔については、1時間毎のデータよりも10分ごとのデータの方が豪雨の実況把握に有効なことを確認した。

関連論文（論文の番号は6.1.論文等の整理番号に対応）

248、249、250

気候システムとその変動特性のモデルによる研究に関する研究

研究期間：平成 15 年度～平成 19 年度

研究代表者：鬼頭昭雄（第一研究室長）

研究担当者：小寺邦彦、保坂征宏、村上茂教、上口賢治、足立恭将、行本誠史（気候研究部）、尾瀬智昭（気象庁気候情報課）

目 的

これまで主に大気海洋の結合系や対流圏一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）に広げることがを目的とする。

本年度の計画

モデル中の大規模山岳の高度を変える実験により、太平洋及びインド洋海面水温が変化するメカニズムの解明およびそれが ENSO・モンスーンに及ぼす影響を調べる。全球土壌水分実験を行う。陸面状態が大気の季節進行に及ぼす影響について調べる。氷期初期の実験、熱塩循環が気候系維持のために果たす役割を調べるための系統的実験を開始する。太陽活動の変化と ENSO サイクルによる海洋変化が大気循環に与える複合的な影響について調べる。

陸面モデルにおける河川モデル・耕作地の扱い等の改良を試みる。重力波抵抗の新スキームを導入し、成層圏等の振舞の改善を試みる。氷床モデルを作成し、気候モデルへの組み込みを開始する。新しいスペクトル展開法を用いた時間積分スキームの検討を行う。

本年度の成果

気候数値モデルにおいて、山岳高度を 0%（山なし）から 140%（現状より 40% 高い）まで段階的に変化させ、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海面水温は低く、エルニーニョ南方振動の振幅が小さく、かつ不規則的となった。この結果は山岳が大陸のモンスーン性降水量の増加、海洋上の垂熱帯高気圧が強化、水温変動の大きい経度の西偏、中東部赤道太平洋の東西水温傾度の減少に寄与していることを示す。

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。

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。この結果に基づくと、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。現実の大西洋の熱塩循環が熱塩駆動であるかどうかについては、更なる検討を要するが、このことは温暖化の進行による将来の熱塩循環の動向を予測する上で重要な意味を持つ。

太陽活動の変化、ENSO サイクルによる海洋変化の効果が大気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調べた結果 ENSO の進行に違いがあることが見いだされた。

陸面モデルへ 1×1 度版河川網を導入した。全球統一モデルの熱・水収支のチェックを行い、海面と大気第一層間の熱フラックスの不整合を修正した。積雪アルベドに Aoki et al (2003) の手法を導入し、融雪期が早すぎるバイアスを大きく改善した。氷床モデルのプロトタイプ（水平・鉛直 2 次元流動モデル）を作成した。不連続点を扱える新しいスペクトル展開法を用いた時間積分スキームとしてセミラグランジュ法を検討したが、不連続点の移流が離散的になると言う問題が生じることがわかった。

関連論文（論文の番号は 6.1. 論文等の整理番号に対応）

109、112、113、114、115、118

季節予報技術の高度化に関する研究

研究期間：平成13年度～平成17年度

研究代表者：谷貝 勇（第二研究室長）

研究担当者：黒田友二、高野清治、楠 昌司、石井正好、仲江川敏之、安田珠幾、吉村裕正（気候研究部）、小林ちあき、二階堂義信、松下泰広、新保明彦、福田義和（気象庁気候・海洋気象部気候情報課）、片山桂一（気象庁予報部数値予報課）

目 的

季節予報の精度向上のために、予報モデルとデータ同化システムから成る「力学的季節予報システム」を開発・改良する。また、季節予報の予測可能性を定量的に解明し、それにもとづきモデルを改善していくとともに、確率情報など、最適な予測情報提供方法を確立することを目的とする。

本年度の計画

統一全球大気モデルの高解像度化（TL95）と物理過程（積雲）の改善を行う。

統一全球大気海洋結合モデルを高解像度化（T63+1°）する。さらに、結合モデルによる予測実験システムを構築し、結合モデルによる季節予測実験を行う。

季節予報実験（SMIP2）に関連したインパクトアンサンブル実験を行い、予測精度、予測可能性の解析を行う。

本年度の成果

大気モデル積分結果を解析した結果、高解像度モデルでは細かい擾乱が現れるが、これは積雲による運動量輸送の式から渦度方程式をつくると現れる解像度に依存する渦度の生成項によることが明らかとなった。エルニーニョ予測実験に使用するための大気モデル及び海洋モデルを T63 及び 1°モデルに高解像度化した。また、海洋モデル単体による 1984-2001 までの歴史実験を行った。さらに、エルニーニョ予測実験用の海面運動量及び熱フラックス補正量を求めるための実験を大気モデル（T63 モデル）及び海洋モデル（1°モデル）でそれぞれ行い、フラックス補正量を求めた。これにより予測実験の準備が整ったため、引き続き予測実験を行う。

大気海洋結合モデルの大気の初期値を提供する大気再解析プロジェクトで利用される海面水温客観解析データを作成して、季節予測実験の準備を完了した。海面水温を大気モデルに与え 51 年間のアンサンブル長期積分を行い、日本付近の季節予測可能性を調査した。地上気温については予測可能性は夏に高く、冬に低かった。降水量については、予測可能性は冬に高かったが、他の季節では低かった。

北極振動（AO）形成メカニズムを観測データ、モデルランの両方を用いて AO 指数に基づいた子午面循環と地表面気圧変化から調べた。その結果、AO は上部対流圏に現れる運動量波強制が駆動する子午面循環によって形成されることがわかった。季節予報実験（SMIP2）の実験事例を増やし、本庁で実行していた SST の与え方の異なる予報実験（ハインドキャスト）と予測精度の比較と解析を行った。基本的には SMIP2 実験の方が成績が良いが、西部太平洋熱帯域の夏期の降水は、ハインドキャスト実験の方が成績が良いことがわかった。

関連論文（論文の番号は 6.1. 論文等の整理番号に対応）

—

エアロゾルの放射効果の実態解明とモデル化に関する研究

研究期間：平成 11 年度～平成 15 年度

研究代表者：内山明博（第三研究室長）

研究担当者：山崎明宏、戸川裕樹、浅野準一（気候研究部）

目 的

エアロゾルの放射収支効果（放射強制力）の実態の定量的把握のため、エアロゾルの光学特性と直接的放射効果（放射強制力）などの実態を把握し、気候モデルなどに用いるエアロゾルの放射過程のモデル化を図ることを目的とする。

本年度の計画

つくば、宮古島、南鳥島での研究観測を継続しデータ蓄積を図る。

観測データの総合的な解析を行う。解析結果に基づき、エアロゾルのモデル化を図る。研究のまとめを行う。

本年度の成果

つくば、宮古島での連続観測を引き続き実施した。宮古島は、台風 14 号の被害を大きく受けたが、測器への影響は軽微であった。南鳥島では、南鳥島観測所の協力のもとスカイラジオメーターと日射計の連測観測を始めた。スカイラジオメーターは、平成 13 年度試験観測と同様正常に動作した。日射計に海塩粒子が付着することによる測定への影響を除くため、新しく防塩装置を開発しテストしたが、1 日保守なしで運用することは困難であった。

スカイラジオメーターの観測値の解析結果についてつくば、宮古島について特性を調べた。その結果、つくばにおいては、春には黄砂に対応した物が観測されていること、2002 年の黄砂飛来は他の年に比べて頻繁に起こっていること、夏にはサンフォトメーターの解析同様に小粒子が卓越していること等が分かった。宮古島については、島での観測にもかかわらず、全般に小さい粒子が相対的に多いこと、春には低緯度からの気塊の流入の影響があること、夏においてもオングストローム指数が大きく大陸起源の物質の影響があることが分かった。

関連論文（論文の番号は 6.1. 論文等の整理番号に対応）

70

温暖化予測情報に関わる基礎的研究

研究期間：平成12年度～平成16年度

研究代表者：野田 彰（第四研究室長）

研究担当者：行本誠史、吉村裕正、内山貴雄（気候研究部）、前田修平（気象庁気候・海洋気象部気候情報課）

目的

特別研究「地球温暖化によるわが国の気候変化予測に関する研究」で行われる気候変化シナリオ作成のためのモデルの開発・高度化とそのモデルを用いた計算の成果を、温暖化情報として他の地球温暖化の影響評価研究者や行政機関の政策決定者に有効活用されるために必要な予測の不確実性の評価などの基礎データを与えることを目的とする。

本年度の計画

大気・海洋の相互作用が予測の不確実性におよぼす効果について調べるために、大気海洋結合モデルによる結果の解析を行うとともに、気候の南北熱輸送システムと線形振動計系の非線形結合を抽出した単純化モデルによる感度実験を行う。

本年度の成果

前年度に引き続き単純化モデルにより自然変動のメカニズムに関わる基本過程を調べた。その結果、積雲対流など、自然界で間欠的に起きる現象を模した単純化モデルにもパワースペクトルの巾乗法則が普遍的に存在しうることが確かめられた。

大気・海洋の相互作用が予測の不確実性におよぼす効果について調べるために、MRI-CGCM1とMRI-CGCM2それぞれの大気海洋結合モデルの1% CO₂漸増実験と大気海洋混合層モデルによるCO₂倍増実験の温暖化パターン、気候感度の関連性について解析を行った。その結果、赤道東太平洋の下層雲と海面水温間のフィードバックプロセスは、MRI-CGCM1とMRI-CGCM2双方で異なることが示された。この結果は、フィードバックプロセスが気候感度や温暖化パターンの決定に重要であることを示唆している。

関連論文（論文の番号は6.1.論文等の整理番号に対応）

—

数値モデルによる台風の予測の研究

研究期間：平成 12 年度～平成 16 年度

研究代表者：上野 充（第一研究室長）

研究担当者：村田昭彦、和田章義、益子 渉、國井 勝、筒井祐次、釜堀弘隆（台風研究部）

目 的

台風予報に対する社会的ニーズは従来の短期移動予測の精度向上だけにとどまらず、強度予測の精度向上、発生予報や台風に伴う強雨・強風の分布予測の実現など時間的要素的に拡大する傾向にある。本研究は、高い精度の台風強度・移動予測を実現するために、モデルの高度化と台風初期値の改善を行うとともに、台風の発生・発達メカニズムや台風の微細構造を明らかにする。

本年度の計画

理想化された数値実験の結果や、雲解像モデル（水平格子間隔 200 m の MRI-NHM）のシミュレーション結果を反映した、新しい積雲対流パラメータ化方式の開発を行う。非静力学移動多重格子台風モデルについては、湿潤・陸面過程等の物理過程を導入して、実際の台風を対象にしたシミュレーションが行えるように改良する。

静力学台風モデル改訂版（物理過程を改善）と海洋混合層モデル改訂版（乱流混合過程を改善）の結合実験を実施し、台風強度予報への影響を調べる。また、海面境界過程、特に強風下の波浪に伴う交換過程の適切なモデル表現について検討を行う。

MSM4 次元変分法を利用した同化実験を行い、ウィンドプロファイラ、ドップラーレーダー、台風ボーガスなどのデータが台風強度の再現性に与える影響を調べる。

本年度の成果

雲解像モデルで見積もった積雲のエントレインメント率の鉛直プロファイルは、従来の積雲対流パラメータ化方式で仮定される鉛直一定ではなく、雲の上部・下部で正、中央部で負という特徴的なものであった。このプロファイルを荒川・Schubert スキームに適用し、台風 0014 号の事例について数値実験を行った結果、従来版で見られた対流圏全層に渡る過度の乾燥状態が大きく改善された。理想化された数値実験から得られたステアリング係数の概念を同事例に適用した結果、0014 号の移動が指向流過程ではほぼ説明できた。また前年度までに開発した断熱版の 2way 移動多重格子台風モデルに湿潤・陸面等の物理過程を導入して台風 0215 号の再現実験を行った結果、最内側格子系の格子幅が 6 km の場合と 2 km の場合ではコア域の構造が異なり、2 km の方が観測データに整合することが分かった。

台風モデルにおいて、(a) 海洋混合層モデルの結合、(b) 物理過程の変更、が台風強度予測へ与える効果を比較するため、台風 0010 号、0112 号、0213 号の事例について数値実験を行った。その結果、(a) による台風強度の変化量は (b) に比べ総じて大きかった（0213 号の事例では、中心気圧の 48 時間予報値の変化量が (b) で 4.2 hPa に対し、(a) では 9.6 hPa）。これは台風強度に対する海気相互作用の影響の大きさを示すだけでなく、大気モデルだけで物理過程の改善を図ることに限界があることを示唆する。海面境界過程の改善については、文献調査等により、風浪とうねりの関数として交換係数を定式化することが効果的であるとの見解を得た。

MSM4 次元変分法システムを改訂し、台風 0221 号について台風ボーガスの同化実験を行った結果、位置誤差は改善されないが、中心気圧の誤差は改善された。ドップラーレーダー等の同化は次年度以降の課題として残された。

関連論文（論文の番号は 6.1. 論文等の整理番号に対応）

65

マイクロ波データ等を利用した台風構造変化の研究

研究期間：平成13年度～平成17年度

研究代表者：中澤哲夫（第二研究室長）

研究担当者：北島尚子、田中恵信、別所康太郎、星野俊介（台風研究部）

目的

衛星マイクロ波データをはじめとする観測データの利用技術の開発

エアロゾンデ、ドップラーレーダー、GPSゾンデ等を用いた研究観測

観測データだけでなく、客観解析データおよび数値シミュレーションデータも併用した解析

具体的には、1) 台風の前駆じょう乱の対流活動分布などにより、将来台風に発達するかどうか、発達するとすればどの程度の時間経過後か、などの解析を行い、台風発達じょう乱の客観的判別法を開発する。2) 可視赤外放射計を用いた現行ドボラック法による台風強度推定法の改良をめざして、マイクロ波データ（海面水温、海上風、台風（中心付近）の鉛直温度、降水量）を考慮した強度推定法を開発する。3) 観測データ、客観解析データ及び数値シミュレーションデータを用い、日本付近まで北上した台風の三次元構造の変化（温帯低気圧化の有無を含む）の判定法を開発する。

本年度の計画

九州で行われる台風・梅雨の観測データの解析を行う。衛星データを用いて台風および熱帯低気圧の構造を解析し、衛星から抽出される情報と台風強度との関連を調べる。引き続き、台風観測等で得られた観測データを用いて、台風の構造変化を解析する。AMSUによる台風の構造や強度の解析事例を蓄積し、AMSUによる強度推定アルゴリズムの開発・改良を目指す。関東で猛威を振るった台風0221号をはじめ2002年の顕著だった台風のメソ解析を通して発達の構造と要因を調べる。構造変化しつつある台風において上層及び下層にそれぞれ見られる特徴的な物理的諸過程について、その物理量を見積もるのに必要な観測データと客観解析データの利用法について検討する。

本年度の成果

台風0310号が2003年8月6～7日沖縄本島を通過した際の二重偏波レーダーCOBRAのデータを入手し、眼の壁雲の高密度な3次元構造の時系列データを得た。昨年度に引き続き、QuikSCATの海上風速のプロダクトを島嶼部や観測船の地上観測データと比較することによりその精度検証を行った。その結果、最終的なプロダクトとして選択された候補よりもより実際の観測に近い海上風ベクトルの候補があった事例が見つかった。TRMM/TMIの各輝度温度からパラメータを計算し、熱帯低気圧の強度（最大風速）との関連を調査した。その結果、19GHzおよび37GHzの輝度温度との相関が高く、これらのチャンネルが台風強度の推定に有効であることがわかった。マイクロ波探査計AMSUデータを用いて、台風0219号について詳細な解析を行い、暖気核の存在判定に有効であることがわかった。AMSUから推定される台風強度について、QuikSCATを参考にして、その精度検証を行った。さらに、その検証結果を応用して、AMSUから海上風の水平分布を推定するアルゴリズムを開発した。その結果、風速の精度は十分だが、風向については改善の余地が大きいことがわかった。温帯低気圧化しながら関東地方を北上した台風0221号について、観測データ等を用いて解析を行い、台風前面の広い降水域と、台風後面の狭い範囲で重力流の性質を持つ強風域があったことがわかった。2001-2002年に北西太平洋海域で生じた台風の温帯低気圧化について、下層の前線を客観解析することにより、暖気核剥離、前線波動、寒気移流の3種類に分類を行った。

関連論文（論文の番号は6.1.論文等の整理番号に対応）

107、185、186

氷晶発生過程に関する研究

研究期間：平成 15 年度～平成 19 年度

研究代表者：村上正隆（第一研究室長）

研究担当者：森 一正、楠 研一、折笠成宏（物理気象研究部）、永井智広（気象衛星観測システム研究部）

目 的

種々の雲における氷晶発生過程を明らかにし、新しい雲物理パラメタリゼーションの開発を通して降水短時間予報精度の向上、気候変動予測の研究推進、航空機への着水域予測精度の向上、水循環・エネルギー循環の解明に資することを目的とする。

本年度の計画

航空機・降水粒子ゾンデ、ライダー等を用いた観測から得られたデータを解析して、種々の層状雲の初期氷晶分布と気象条件の関係を調べる。

氷晶核計と雲生成チャンバーを用いた予備実験を行い、それに基づき実験手法を確立する。

詳細雲物理ボックスモデル（TRUTH モデル）の開発

雲水・雨水も含めた 2-moment 雲物理バルクパラメタリゼーションの開発

本年度の成果

層状性の氷晶雲内の氷晶数濃度は雲頂温度が $-50\sim-60^{\circ}\text{C}$ でも数 100 個/L と比較的低濃度で、粒径（落下速度）は高度の減少とともに増大するが数濃度に顕著な減少傾向が見られないことが明らかとなった。温度範囲が $-10\sim-20^{\circ}\text{C}$ で鉛直流が弱い場合、氷に対して高過飽和状態でも氷晶発生が見られない空間や過冷却雲粒の共存下でも氷晶が極めて低濃度の雲が観測された。

氷晶核計に関しては、サンプルエアーの温度・湿度の壁面温度差依存性による理論値からのズレの補正法を確立した。またサンプルエアーの前処理（除湿）によるバックグラウンドノイズの軽減を行った。雲生成チャンバーは製作の遅延により基本性能の確認にとどまった。

雲核（吸湿性エアロゾル）、水滴（水質量、溶質質量）氷粒子（水質量、形状ファクター）を陽に取り扱う詳細雲物理モデルを開発した。従来の雲氷・雪・霰に加えて、雲水・雨水を 2 変数（混合比・数濃度）で表す 2-moment 雲物理バルクパラメタリゼーションを開発した。

関連論文（論文の番号は 6.1. 論文等の整理番号に対応）

119、273

水の相変化を考慮した大気境界層の構造の研究

研究期間：平成 12 年度～平成 16 年度

研究代表者：井上豊志郎（第二研究室長）

研究担当者：萩野谷成徳、木下宣幸、毛利英明、栗原和夫（環境・応用気象研究部）

目的

風洞実験や野外観測データの解析に基づき、霧や結露、結氷などの水の相変化と大気境界層の構造の関係を解明する。

本年度の計画

超音波風速計を利用して水蒸気フラックスをより精度よく測定する手法を検討し、風洞内で水が相変化し霧が発生している状態での温湿度、風速、各種乱流統計量及び霧粒径分布、数濃度を測定する。

水の相変化に重要な境界層乱流内の微細構造を高レイノルズ数の状況において検出・解析する。

温度の不均一な床面で熱フラックス等がどのように変化するかを測定し、解析する。

境界層乱流等を表現できる LES 等のモデルの検討を行う。

風洞で得られたパラメータを 1 次元熱・水収支モデルに適用し、野外観測データの解析結果と比較する。

本年度の成果

超音波風速計による温度（音仮温度）と冷線温度計による気温から比湿を求め、水蒸気乱流フラックスを求めることを試みた。この方法で求めたフラックスは、流れ方向 2 点での比湿鉛直プロファイルの違いから見積もった水蒸気フラックスと比較し 2 倍程度過大であることがわかった。これは超音波風速計による温度の乱流変動が冷線温度計で得られる気温の乱流変動に比べ過大であることによる。しかし、比湿の平均値は正確に測定できた。平均温湿度と平均風速及び速度に関する乱流統計量も超音波風速計を用いて LDV と同等の精度で測定できた。

高レイノルズ数の境界層乱流において渦管と呼ばれる微細構造を検出し、その半径が、コルモゴロフ長の数倍程度であることを示した。

一部が加熱された床面上に発達した境界層内の温度分布を測定し、境界層の厚さ程度のスケールで熱が境界層内で一様に拡散する事を明らかにした。

東工大で開発された LES モデルについて検討し、最下層の条件に、組み込まれた相似則は適当でないことがわかった。

大型蒸発計の水位の時間変化から蒸発量と結露量を求めた。蒸発時は蒸発計から求めた潜熱輸送量と、従来から知られているバルク係数を用いて求めた潜熱輸送量は良く対応していた。一方、結露時は風が弱いため従来のバルク係数では対応が悪い。

関連論文（論文の番号は 6.1. 論文等の整理番号に対応）

287、288

地球観測における放射伝達モデルの高度化に関する研究

研究期間：平成 13 年度～平成 17 年度

研究代表者：深堀正志（第三研究室長）

研究担当者：青木輝夫、藤枝 鋼、青木忠生（物理気象研究部）

目 的

衛星や地上からのリモートセンシングは数値予報や気候監視のためのデータ取得にとって重要な手法となっており、この結果リモートセンシングデータには年々高い精度が要求されるようになってきている。しかし衛星計画と観測データの品質、データ解析技術などは必ずしも同期して進歩していない。基礎となる技術やデータの精度に改善を要する場合が少なくないのが現状である。本研究では理論計算及び観測両面の問題点を明らかにし、次世代気象衛星や地球観測衛星を有効に活用するための放射伝達モデルを開発することを目的とする。

本年度の計画

高分解分光データの誤差特性の解明及びその応用に関する研究を行う。

大気放射観測及び室内実験スペクトルと理論スペクトルとの相互比較を行い、両者の相違を把握する。

雪氷物理量の遠隔測定データの検証観測などを行い、リモートセンシングアルゴリズムの改良を行う。

UV モデルに SO₂ 吸収係数を導入する。

本年度の成果

高分解能スペクトルを少数の仮想的スペクトルにデータ圧縮する手法を開発した。高機能放射伝達モデル LBLRTM のプログラムの詳細を調査し動作確認を行った。放射計算の実行に必要な入力パラメータ設定などの詳細な解説資料を作成し関係者に配布した。

室温における CO₂ の 4.3 ミクロン帯の吸収スペクトルに対して、過去に提案された複数の Sub-Lorentz 線形を用いて計算したスペクトルと実験スペクトルとの比較から、実験を良く説明する線形パラメータを導出した。

衛星と同期した雪氷物理量の検証観測を行い、積雪粒径に関しては妥当な結果が得られ、積雪不純物については吸収の強さなど光学的な性質を考慮して濃度を定める必要があることが分かった。アルゴリズムの改良は波長を変えてその効果を調べ、積雪物理量の鉛直情報抽出の可能性を確認した。

UV モデルに SO₂ 吸収係数を導入し、三宅島火山ガス起源の SO₂ がつくばでも数十 DU と高濃度であることが分かった。また、放射伝達モデルのストリーム数を可変とし、必要に応じて計算を高速化できるようにした。

関連論文（論文の番号は 6.1. 論文等の整理番号に対応）

6、9、10、12

成層圏オゾン変動の予測に関する研究

研究期間：平成 14 年度～平成 16 年度

研究代表者：柴田清孝（第一研究室長）

研究担当者：忠鉢 繁、財前祐二、関山 剛、高橋 宙、出牛 真（環境・応用気象研究部）

目 的

高中緯度の成層圏オゾンの変動の再現を目的とする数値モデルに導入する化学過程・物理過程の精査、さらには観測・解析によるオゾン変動メカニズムの解明を図り、再現性の高い成層圏オゾン数値モデルを開発し、これを用いて長期的な将来予測実験を行う。

本年度の計画

オゾン全量およびオゾン垂直分布のデータセットの収集をし成層圏オゾンおよび力学場の気候値、変動場の時空間的特徴の解析を継続する。

中緯度の成層圏オゾン及び関連物質の気候値、変動場の特徴についてフーリエ変換型赤外分光器（FTIR）観測および結果の解析を行う。

成層圏オゾンに関連する NO_x, ClO_x 系の化学過程の改良を行うと同時に質量保存輸送スキームの改良を継続する。

硫酸エアロゾルと成層圏オゾンとの不均質化学反応過程の成層圏オゾン化学輸送モデルへの組み込みを行う。

本年度の成果

2001 年 2 月 14 日にヨーロッパ上空に出現したミニオゾンホール解析し、オゾン全量減少時には 300 K 等温位面高度の下降及び 350 K より上の等温位面高度の上昇が観測されたことを明らかにした。

つくばで行われた FTIR 観測のデータ解析を行い 2001 年 2 月 20 日につくば上空の HCl と HF の比が急減したことを示した。

成層圏の水蒸気を化学輸送モデル内でインタラクティブになるように変更し、硫酸エアロゾルを衛星観測を基にし 気候値を使うように変更した。

成層圏オゾンに関連する NO_x, ClO_x 系の化学過程、及び質量保存輸送スキームの改良を行った。

化学過程で用いる太陽紫外線の入射強度を長期的に変動させた場合に、成層圏オゾンとその関連物質の濃度が 実的な変化を示すか定量的に調べた。

関連論文（論文の番号は 6.1. 論文等の整理番号に対応）

172

局地環境気象に関する基礎的研究

研究期間：平成 15 年度～平成 17 年度

研究代表者：千葉 長（第二研究室長）

研究担当者：栗田 進、山本 哲、清野直子、栗原和夫（環境・応用気象研究部）

目 的

関東平野程度のスケールを対象とした、局地前線や霧などの局地気象現象の発生、発達機構の解明や複雑地形表面上で吹く風の分布、変動特性の評価法を行えるよう地表面に存在する構造物による熱的、力学的効果を明らかにする。

本年度の計画

浮力を与えた三宅島の噴煙放出実験を行う。・釧路での霧の観測を行う。・NHM を用いた局地前線の実験を行う。

都市気象の基礎過程の解明（風洞実験）

不安定温度成層条件下で都市キャノピー用の粗度ブロックを用い風速・温度・乱流輸送等の測定を行う。数値モデルでは LES モデルへのキャノピー組み込みの検討を行う。

本年度の成果

He ガスで浮力を与え一般風速を変化させた実験を行ったが、噴煙拡散に与える影響を捉えることはできなかった。数値シミュレーションでは 1977 年の有珠山噴火および 1707 年の富士山噴火の火山火砕物輸送の数値シミュレーションを行った。数 100 km 先までの降灰範囲がよく再現されたが、降水時の分布や降下物の粒径については課題を残した。

霧の観測を釧路空港近傍で行い、昨年度までに観測されたデータとともに解析を行った。各種観測装置のデータを組み合わせることにより、釧路の霧の鉛直構造と視程変化の特徴の一端が明らかになった。

関東域で発達したシアラインについてモデルの分解能による再現性の違いを調べた。20 km 格子間隔の現業領域解析や気象研で実験を行った 10 km 格子の RSM ではシアラインとして認められなかったが、2 km 格子の NHM では明瞭に表現される。シンプルなブロックの配置を取り、少数ブロックの作るキャノピー層内の構造と、境界層の全体構造を同時に測定した。LES モデルによる風洞のキャノピー実験の再現実験では、ブロック間の回転流は再現するが運動量 Flux は再現できていない。

関連論文（論文の番号は 6.1. 論文等の整理番号に対応）

153、154、294

地域気候系のモデル化に関する研究

研究期間：平成 14 年度～平成 16 年度

研究代表者：栗原和夫（第三研究室長）

研究担当者：馬淵和雄、佐々木秀孝、高藪 出、小畑 淳、村崎万代、佐藤康雄、三上正男（環境・応用気象研究部）、増田真次（気象庁気候・海洋気象部海洋気象課）

目 的

陸面過程等の物理過程を組み込んだ水平分解能数 km の雲解像大気モデルを用いた地域気候モデルを開発する。これまでに開発されたモデルを使用して、地域気候、水循環等の機構解明を行う。

大気と陸上生態系間の二酸化炭素交換を時々刻々計算できるモデルを用いた大気中二酸化炭素濃度の年々変動の機構を解明する。

本年度の計画

非静力学地域気候モデル（ $\Delta X \sim 40$ km）で 1 か月の長時間積分を行い、気候の表現精度と境界条件の関係を調べる。さらに $\Delta X \sim 5$ km の気候モデルを開発し、1 ヶ月程度の長時間積分により予備的な精度評価を行う。

陸面水文過程を組み込んだ地域気候モデルの長時間積分により水循環変動の機構解明を行う。また地域気候モデル国際比較実験第Ⅱ期としてユーラシア大陸東半分を対象とする 10 年積分の結果を解析し、モデルの性能評価、改良の指針を得る。

陸面でのエネルギー循環、水循環、炭素循環の再現性の高度化を図るため、1 次元 BAIM を用いた単独検証実験により BAIM の改良点を明らかにし、全球及び地域気候モデルの陸面パラメタリゼーションの改良・高度化を行う。これとともに大気海洋結合モデルに大気海洋二酸化炭素交換モデル、人為排出源データ、簡略化された大気・陸上生態系二酸化炭素交換モデルを組み込んだモデルで過去 20 年程度の大気中二酸化炭素濃度の再現実験を行う。

本年度の成果

非静力学地域気候モデル（ $\Delta X \sim 40$ km）の境界条件に気象研究所で開発した SBC（スペクトル境界結合）を組み込み、1 か月間の長時間積分により現在気候の再現が改善されることを確認した。 $\Delta X \sim 5$ km の非静力学地域気候モデルを開発し、70 日間の長時間積分で現在気候が精度よく再現できることを確認した。

陸面水文過程を地域気候モデルに組み込み、現在、温暖化時の長期積分により、地域ごとの降水等の変動特性を明らかにした。ユーラシア大陸と北西太平洋を含む領域での現在と 50 年後の 10 年積分の結果を解析し、モデルの降水特性とその問題点を明らかにした。

全球、地域二酸化炭素循環の解明するため、1 次元の陸面植生モデル BAIM を構築し、植物生態モデルに近づけるための改良点の考察を行った。また BAIM を導入した地域気候モデルの 10 年積分結果を解析し、東アジア域の気候の季節変動・年々変動と陸面植生活動の間に密接な関係があることを示した。BAIM の外力となる全球・地域気候モデルの降水量の地域分布、時間変動の再現性を検証し、誤差特性を把握した。炭素循環モデルに関してはエルニーニョ南方振動による海洋大気炭素循環変動の研究をまとめた。また大気・海洋・陸域の炭素循環過程を組み込んだ炭素循環気候モデルの雛型を開発し、産業革命以前の気候と炭素循環場を再現し、歴史実験と IS92a シナリオによる一例の予測実験で 20 世紀後半の大気 CO₂ 濃度の急増と全球気温の 1 度の上昇が再現され、2100 年に 700 ppm の大気 CO₂ 濃度と 1.5 度の気温上昇が予測された。

関連論文（論文の番号は 6.1. 論文等の整理番号に対応）

82、83、122、165

大気エアロゾル粒子の混合状態に関する研究

研究期間：平成 15 年度～平成 19 年度

研究代表者：岡田菊夫（第四研究室長）

研究担当者：三上正男、直江寛明（環境・応用気象研究部）

目 的

都市大気、バックグラウンド大気におけるエアロゾル粒子を構成する物質の混合状態の実態を観測・分析から解明すると共に、特に都市大気を対象として混合状態を含めて表現する個数粒径分布（3次元粒径分布；例えば、濃度、粒子半径、水溶性物質の体積割合）を求めること、混合状態の違いが雲粒形成に及ぼす影響を明らかにすることを目的とする。さらに、陸面及び海面からの粒子生成に関する知見を得ることを目的とする。

本年度の計画

大気エアロゾル粒子の採集方法の検討を行い確立する。個々の粒子の加熱処理を行うため、耐熱性採集膜の作成と試験を行う。つくばにおいて大気エアロゾル粒子を採集し、水透析法と加熱処理による混合状態を調べるための手法を検討する。既存試料を用いた元素組成・混合状態の電子顕微鏡分析を行う。

中国砂漠地域での鉍物粒子の生成に関するデータの取得を行う。中国砂漠地域の大气鉍物粒子の元素組成・混合状態を既存試料の電子顕微鏡分析から調べる。

本年度の成果

半径 $0.1\mu\text{m}$ より微少なエアロゾル粒子を採集するための静電力を利用したサンプラー、低圧式インパクターなどの試験を実施し、採集方法を確立した。電子顕微鏡を用いた個々のエアロゾル粒子の混合状態を分析するため、採集された粒子の加熱処理が可能な耐熱性の一酸化硅素膜を作成した。大気エアロゾル粒子をその膜上に採集し、その加熱試験を実施し、良好な結果を得た。既存試料（南鳥島）の電子顕微鏡分析・解析を行い、アジア大陸からの影響が認められた気象状態において、変質した海塩粒子の割合が増加すること、化石燃料の燃焼により発生するフライアッシュ（水溶性物質を含有する）の存在を確認した。

中国砂漠現地で得られた飛砂粒子の観測データを元に、解析を行った。その結果、タクラマカン砂漠南部のゴビ砂漠と砂礫砂漠上での飛散粒子（粒径 $40\mu\text{m}$ から $600\mu\text{m}$ ）の粒径スペクトルは同一であるものの、水平フラックス ($\text{mg m}^{-2}\text{sec}^{-1}$) はゴビの方が十倍以上も多いことが分かった。飛散過程に関する従来の理論は粒径分布の一様性を仮定していたが、本解析でそれが高度依存を持つこと等を明らかにすることが出来た。タクラマカン砂漠、フホトの地表大気で採集された既存粒子試料の電子顕微鏡分析を行い、いずれの試料においても半径 0.1 –数 μm で鉍物粒子が主要に存在することを明らかにした。

関連論文（論文の番号は 6.1. 論文等の整理番号に対応）

78、79、177、271、272

衛星搭載新センサデータの解析処理技術に関する研究

研究期間：平成 14 年度～平成 18 年度

研究代表者：増田一彦（第一研究室長）

研究担当者：真野裕三、石元裕史（気象衛星・観測システム研究部）

目 的

数値モデルの精度向上や地球環境監視の強化に資するために、次世代気象衛星に搭載される干渉計型赤外サウンダデータ、静止気象衛星・地球観測衛星に搭載される新センサデータの解析処理技術に関する研究をおこなう。

本年度の計画

前年度に開発を始めた AIRS データ解析用の高速放射モデルの精度改善を行う。

AIRS データから気温・水蒸気の鉛直分布を推定するためのチャンネルの選択を行う。

地球観測衛星による雲情報導出アルゴリズム開発を引き続き行う。

MTSAT に新しく搭載される $3.7\mu\text{m}$ チャンネルの、エアロゾルの光学的厚さ推定値の改良への有効性の検討を行う。

多波長赤外サウンダデータを利用した雲・霧パラメータ導出技術に関する基礎研究を行う。

本年度の成果

AIRS 用の高速放射モデルの精度と速度を改善した。精度に関しては、AIRS の 2378 チャンネルのうち数値予報センター向けに配信される 324 チャンネルについて、精密な LbL 計算による放射輝度値との差を AIRS センサの測定誤差（輝度温度で約 0.1 K）以下にする事ができた。速度に関しては、フランス気象局・イギリス気象局の共同開発による RTTOV-7 を若干上回った。

晴天海域での直下点観測という条件で、上記 324 チャンネルの重要度の順序づけを行った。そのことにより、気象庁での AIRS データ同化実験で実際に利用可能な 50 チャンネル程度を選択することが可能になった。

偏光・多方向観測データから巻雲の光学的厚さを推定する場合に、六角柱氷晶の向きの仮定（2 次元的な変動と 3 次元的な変動）が推定値に与える影響を評価した。その結果、両方で光学的厚さの推定値に 50% 以上の差が現れる場合があることがわかった。

MODIS センサの赤外チャンネルを利用した雲の光学特性推定の事例解析を行った結果、薄い巻雲の光学特性推定に最適なチャンネルが明らかになった。

太陽光反射成分について $3.7\mu\text{m}$ チャンネルの look up table を作成した。その結果、可視チャンネルと併用することによってエアロゾルの光学的厚さの推定に際し粒径に関する不確定さが大きく減少することがわかった。

AIRS のチャンネルについて、雲・霧の光学特性と観測放射輝度との関係を調べるためのシミュレーションを開始した。

関連論文（論文の番号は 6.1. 論文等の整理番号に対応）

—

ドップラーレーダーによる降水・風観測技術の高度化に関する研究

研究期間：平成 14 年度～平成 18 年度

研究代表者：高山陽三（第二研究室長）

研究担当者：高谷美正、鈴木 修、中里真久、山内 洋、石部 勝（気象衛星・観測システム研究部）

目 的

ドップラーレーダーの風・降水観測精度の向上を図るとともに、メソ気象現象観測解析に適したドップラーレーダーデータ解析・処理方法の開発を行ない、激しい気象現象の監視・予測のためのシステムの構築を図る。

本年度の計画

台風周辺など回転を伴う風の場合を 1 台のレーダーデータから算出する手法の精度評価を行う。

ドップラースペクトルデータを利用して一次/二次エコーを分離する手法を開発する。

バイスタティックレーダーの測風性能に関する理論と実測値の比較検討を行なう。

局地的に激しい気象現象の監視・直前予測のためのアルゴリズムと 3 次元データ処理方法の検討を行う。

偏波・多周波数による雨や雹などの降水粒子の特性に関する観測手法の検討と、精度の検証のための観測データの取得を行う。

降水粒径分布測定のためスペクトルデータの解析を行う。

本年度の成果

台風中心位置を仮定し台風周りの「循環」「収束」「デフォーメーション」「移動」を考慮したドップラー速度場から風ベクトル場を推定するアルゴリズムを作成し、ドップラー観測ができた台風 0115 号事例に適用した。この事例では台風中心から 30 km 範囲内で 5 m/s 以内の精度で決定できた。ただし誤差解析によると、精度は台風位置の推定精度に大きく依存する（位置に緯経度 0.1 度の誤差で誤差 10 m/s 程度）。

2 次エコー軽減方法として、2 次エコーの影響はないがドップラー折り返しが頻繁に起こる低い PRF 信号を、RVP8 のランダム位相変調機能を利用した 2 つの高い PRF の信号により折り返し補正を掛けることで、2 次エコーの影響のないドップラー速度を観測する方法を開発した。

バイスタティックレーダーの解析では、COBRA で観測された台風 0310 の観測データを入手し、その読み取りプログラム作成まで行った。

台風 0221 及び 2003 年 10 月 13 日に成田で発生した突風事例について、データの三次元表示と鉛直積算雨量、降水の重心高度、降水高度幅のパラメータに着目した解析を行った。三次元表示による解析は、激しい気象現象の推移が直感的に把握でき、現象の特徴抽出に有効であることが分かった。また、パラメータによる解析では、激しい気象現象の特徴を前記の 3 つのパラメータで表現できることがわかり、監視・直前予測のためのアルゴリズム開発に有力な知見が得られた。

レーダー降雨測定では、標準的な Z-R 関係からのずれが大きい場合について調べ、小さい降水粒子の雨は相対的にレーダー反射強度が小さいため雨量を過小評価するとされているが、過小評価の原因は降水粒子の大きさの違いだけではなく、上下風の影響が粒径分布の影響より 50% 以上大きい事例があり、降水観測のためには降水の粒子分布だけでなく上下風も重要な観測要素であることがわかった。

Ka バンド降水レーダーで降水粒子分布を測定できるとされているが、実際の雨粒子の散乱は仮定しているレーレー散乱だけでなく Mie 散乱成分も多くあり、降水粒子分布が Ka バンドレーダーだけでは正確に測定できないことがわかった。この欠点を解消するため Ka バンドの Mie 散乱信号と、C バンドのレーレー散乱信号の組み合わせることにより粒子分布を求める方法を見出した。

関連論文（論文の番号は 6.1. 論文等の整理番号に対応）

ライダーによる大気微量成分観測法の高度化に関する研究

研究期間：平成 13 年度～平成 17 年度

研究代表者：小林隆久（第三研究室長）

研究担当者：小林隆久、廣瀬保雄、永井智広、中里真久（気象衛星・観測システム研究部）

目 的

オゾンやエアロゾルをはじめとする大気微量成分の消長は、気候や大気環境に大きな影響を与えている。これらの微量成分は、時間・高度で変化が大きいためその影響を正しく評価するためには、時間的にも空間的にも十分な分解能を持った観測を行うことが必要であり、その変化を捕らえることのできる観測技術の開発研究が求められている。ライダーは、他の手法と比較し、距離（高度）分解能に優れ時間的にも連続した観測が可能な優れた特徴を持っている。これまでに成層圏オゾン・エアロゾル観測用のライダーを開発してきたが、対流圏についてもオゾン観測の技術開発やエアロゾルの観測・解析技術の高度化などが求められている。特に対流圏下層のオゾンやエアロゾルは大きな日変化があり、また、より短時間の変動も存在するため昼夜を問わずかつ対流圏下部から上部まで観測できる装置が必要である。本研究では、ライダーの特徴を生かした手法の開発を行い、オゾンやエアロゾルなど大気微量成分の動態を把握するため時間的・空間的な観測可能範囲の拡大等を目差した観測手法を高度化し、気候・大気環境監視に資することを目的としている。

本年度の計画

対流圏オゾンライダーについて、対流圏下部から上部までの観測範囲を拡大するために、昨年度までにを行ったシステム設計に従って送信系及び受信系の一部またデータ処理部の開発を行う。特に対流圏観測に適した紫外域波長のレーザー光生成手法についての開発を行う。

対流圏エアロゾルについて、複数の波長のレーザー光を用いた観測を行いその解析を行う。また、大気中に存在する様々な起源のエアロゾル粒子の検出手法など解析方法の高度化を行う。

本年度の成果

オゾンライダーによる対流圏上部までの観測には波長 280 nm 程度以上、一方対流圏下部の観測には波長 280 nm 程度以下が望ましい。このような観測を想定した送信系の開発を行った。レーザー光を作るラマン活性気体として、二酸化炭素を使用した送信系の可能性について、理論的に検討した。その結果、第三ストークス線までの 276 nm、287 nm および 299 nm の 3 つの波長を二酸化炭素を用いることで同時に生成でき、下部成層圏から対流圏下層までの観測が理論上可能であることが分かった。波長 276 nm と 287 nm で対流圏下部の、また 287 nm と 299 nm で対流圏上部のオゾンを観測するものである。1 種類の気体で生成できるため観測が容易になるという利点もある。この二酸化炭素を用いた誘導ラマン散乱の実験を行い、オゾン観測用のライダー送信系としてパワーが十分に出ていることを確認した。また、低層用受信系の分光部の設計を行うと共にデータ処理用の A/D コンバーターを整備した。

対流圏エアロゾルライダーについて、Nd:YAG レーザーの 3 波長及び基本波と 2 倍波の中間の波長を用いた観測を行った。また、Nd:YAG レーザーの 2 ないし 3 波長を用いた観測からエアロゾルの粒径、混合状態を算出する手法について検討した。大気中には様々な種類のエアロゾルが存在しており、ある 1 つの粒子を特定することは一般には容易ではない。しかし、エアロゾルはその起源によりサイズや複素屈折率など物理特性が異なっている。この物理特性の差を利用することで特定のエアロゾルを検出できる可能性がある。2 つの波長を用いたライダー観測から黄砂と海洋性起源のエアロゾルが混在する場合を考え、シミュレーションを行ったところ、十分な精度で黄砂粒子を検出できることが分かった。

関連論文（論文の番号は 6.1. 論文等の整理番号に対応）

複合リモートセンサーを用いた観測手法に関する研究

研究期間：平成 11 年度～平成 15 年度

研究代表者：高谷美正（第四研究室長）

研究担当者：足立アホロ、笹岡雅宏、山内 洋（気象衛星・観測システム研究部）

目 的

近年のめざましい観測技術の発展により、各種気象要素のリモートセンシング装置が開発されてきた。これらは単独でも有用なデータを提供するが、複数の装置を観測システムとして組み合わせ、その観測結果を複合化することでデータ利用の一層の高度化が可能となる。本研究では、ウィンドプロファイラー、境界層レーダー、散乱計、アメダスデータまた衛星観測データ等を用いた雲、降水、乱流量などの物理量抽出アルゴリズムを開発すると共に大気現象・物理量の解析手法の研究を行う。また、境界層レーダーについてはその性能をハード/ソフト面から検証する。

これらの研究を通じて気象メカニズムの解明並びに将来の観測システムの構築・予報精度向上など気象業務の発展に資する。

本年度の計画

境界層レーダーを用いた湿度の抽出手法について、事例を増やして検討を行う。また、ウィンドプロファイラー、境界層レーダー、散乱計、降雨レーダーを用いた降雨雨滴粒径分布の高度プロファイルや風の高精度算出手法・解析手法を引き続き検討し結果を取りまとめる。

本年度の成果

境界層レーダーを用いた湿度（あるいは比湿 q ）の抽出方法の改良と検証を実施した。平成 14 年度までに開発した、地上気象データとゾンデデータを時間内挿して連続的に湿度を推定する手法に加えて、15 年度には晴天時日中の観測精度の向上を図るため、対流境界層に関するモデル（0 次ジャンプモデル）と対流境界層高度の推定値を用いて、気温及び大気屈折率の符号のプロファイルを推定する手法を開発した。気温及び大気屈折率の符号の情報を使うことで、地上における比湿 q_0 を参照して、連続的に水蒸気プロファイルを算出できる。8 月と 10 月に係留気球等を用いた連続観測を実施し、対流境界層が日中発達していく過程における水蒸気プロファイル算出を行い、推定した水蒸気プロファイルと係留気球観測・ゾンデ観測（地上 10 分平均値と鉄塔 150 m ステージの 10 分平均値も含む）とが良く一致していることを示した。

また、400 MHz 帯ウィンドプロファイラー、境界層レーダー等を用いた研究成果として、降雨の粒径分布の高度プロファイル算出手法の開発及びその観測データへの適用例や、風の観測精度向上のためのアルゴリズムの開発結果、局地前線や対流雲などの解析事例などをとりまとめた（「気象研究ノート、ウィンドプロファイラー、小林編、2004 年」に寄稿）。

関連論文（論文の番号は 6.1. 論文等の整理番号に対応）

164

津波の発生・伝播に関する基礎的研究

研究期間：平成 13 年度～平成 17 年度

研究代表者：高山寛美（第一研究室長）

研究担当者：長谷川洋平、林 豊（地震火山研究部）、桑山辰夫（気象庁地震火山部地震津波監視課）、
神定健二（気象庁地震火山部精密地震観測室）

目 的

現在、気象庁では大地震が海域で発生すると、津波数値計算により、あらかじめ作成されたデータベースを利用して津波の波高を予測し、津波予報を出している。しかしまだその誤差は大きく、より高度な数値計算方法を開発し、予報精度を向上させる事が求められている。また地震の規模に比べて異常に大きな津波を発生させる津波地震の発生メカニズムの解明も急務である。本研究では津波の発生及び伝播に関するこれらの 2 つのテーマについて研究を行う。

本年度の計画

非線形な項を入れた津波伝播の支配式を解く数値計算方法の改良及び数値実験による検証をおこなう。津波数値計算を繰り返しながら津波地震発生モデルを改善する（特に 1946 年アリューシャン津波地震）。

本年度の成果

津波観測データとして、検潮所における津波波形データの他に遡上高データも利用できるようにするため、非線形な津波先端移動処理アルゴリズムを持つ津波遡上数値計算プログラムを移植・導入した。遡上計算ではメッシュサイズの微小な極めて狭い領域まで計算を行うため、その詳細な地形・水深データをメッシュサイズが大きく範囲の広い計算領域の地形・水深データと接続する方法について調査し、プログラムを作成した。津波地震発生モデルの改善は引き続き次年度に行い、津波地震発生メカニズム仮説を改善する。

関連論文（論文の番号は 6.1. 論文等の整理番号に対応）

地殻及びマントルのダイナミクス

研究期間：平成 13 年度～平成 15 年度

研究代表者：高山寛美（第一研究室長）

研究担当者：吉田康宏、山本哲也、山崎 明（地震火山研究部）、神定健二（気象庁地震火山部精密地震観測室）

目 的

地殻の構造・物性およびダイナミクスが地震発生、火山噴火に密接に関係することは議論されているが、その詳細は明らかではない。地殻のダイナミクスにはプレートおよびマントルのダイナミクス、特に水の存在が大きく寄与することも明らかであるが、その詳細も解明されているとはいえない。国内に高密度に展開された強震計や高感度地震観測網、プレートサブダクション域である日本やインドネシアおよび海洋域である南鳥島や南太平洋に展開された広帯域地震観測網のデータから、これらの地域の地殻および上部マントルの詳細を解明することにより、またサブダクションに伴って取り込まれる水の存在を調査することにより、マントルダイナミクスおよび地殻・上部マントルでの地震発生、火山噴火機構の解明を試みる。

本年度の計画

これまで、国外に設置された SPANET（南太平洋広帯域地震観測網）、JISNET（日本・インドネシア広帯域地震観測網）や国内の Hi-net、F-net（防災科学技術研究所）データを収集して、おもにマントル遷移層の厚さ、上部マントルの不均質および地殻底部の構造を明らかにしてきた。

2002 年 06 月 28 日に Vladivostok 付近に発生した深発地震（3043.75 N、130.67 E、深さ 566 km、 $M_b=6.7$: PDE）のコア多重反射波（sScSn）の 410、660 km 遷移層での上面反射波が Hi-net に併設された傾斜計 500 点、F-net60 点で観測された。これらの観測データと理論波形を比較することによりその反射点を求め、日本付近のマントル遷移層境界（410、660 km）の構造を明らかにする。

本年度の成果

理論波形は世界最速のスーパーコンピューター“地球シミュレーター”を用い、地殻の不均質および地表面形状を補正した 3 次元地球モデルで、SEM（Spectral Element Method）により計算した。この理論波形と Hi-net に併設された傾斜計 500 点、F-net60 点の観測データを比較することによりその反射点を求め、日本付近のマントル遷移層境界（410、660 km）の詳細構造を明らかにした。

南西日本弧では、410 km 境界は傾斜して沈み込むスラブ中または近傍に、約 20 km 程押し上げられて波打った形状をしている様に見える。また、660 km 境界は水平に広がるスラブの底面に沿って約 15 km 程全体的に押し下げられているように見える。東北日本弧にほぼ北東から南西に沿った断面では、660 km 境界は殆ど平常レベルだが、410 km 境界は平均して 10 km 程押し上げられ、沈み込むスラブ直下に位置するように見える。

関連論文（論文の番号は 6.1. 論文等の整理番号に対応）

—

地震発生機構と活動推移に関する基礎的研究

研究期間：平成 11 年度～平成 15 年度

研究代表者：石川有三（第二研究室長）

研究担当者：吉田康宏、青木 元、山崎 明（地震火山研究部）

目 的

大地震の発生までに至る物理過程の解明、地震の破壊過程の解析、地震活動推移の評価手法の開発をはかる。平成 11 年度から始まった第 8 次地震予知計画の立案にあたって全国の地震研究者が議論し提案したもののの中に、地震発生に至る全課程の物理的解明の研究という項目がある。この研究はその要請に応える内容を取り込んだものである。

また、日本では被害地震や群発地震などの例を出すまでもなく地震予知に対する社会的な要望は特に大きく、そのための基礎的研究として本研究は地震発生とその活動推移の解明を目指すものである。

本年度の計画

地震活動と地殻構造との関連性についてのまとめ。

震源過程と地殻構造との関連性についてのまとめ。

地震活動の推移評価手法のまとめ。

本年度の成果

地震活動と地殻の熱的構造の関係について、平成 14 年度には東北地方の脊梁山脈沿いについて調べたが、領域を全国に広げて解析を行っている。関東地方の南で起きている地震活動を詳細に調べて、フィリピン海プレートの沈み込みは相模トラフに沿っているのではなく、もっと南まで延びているという新説を提案した。これは今後フィリピン海プレートの沈み込みに伴う地震活動を評価する上で重要な知見である。昨年度起きた大きな地震（2003 年 5 月 26 日宮城県沖地震、2003 年 7 月 26 日宮城県北部地震、2003 年 9 月 26 日十勝沖地震）の震源課程を求め、余震分布や地殻構造との対比を行った。

関連論文（論文の番号は 6.1. 論文等の整理番号に対応）

—

地震発生準備過程における地殻変動に関する研究

研究期間：平成 11 年度～平成 15 年度

研究代表者：吉川澄夫（第三研究室長）

研究担当者：小林昭夫、山本剛靖（地震火山研究部）

目 的

地震発生に至るまでの準備過程の地殻活動に関する法則性を見いだすことにより、地殻活動の現況把握のための基礎的技術と地震予知のための地殻変動観測データ評価手法の高度化を図る。地震発生に至る各段階の法則性を見いだすためには、地震発生に至るまでの準備過程の地殻活動に関する総合的な把握と理解が必要である。このため地震発生前の地殻状態を長期的視野で把握し評価を行うための基礎的研究として、地震発生準備過程に関する理論的研究と地殻活動に関する観測的研究を併せて行っていく必要がある。

本年度の計画

二層式歪、三成分歪、傾斜、地下水位、水温の観測を継続すると共に、本庁歪計データ、他機関 GPS データ等と併せて各観測項目の変動評価を行う。また、地震発生準備過程に関する数値実験と比較評価する

本年度の成果

小田原二層式歪、本庁湯河原体積歪計観測点における地下水位・水温、敦賀・今津三成分歪・傾斜観測を継続した。国土地理院 GPS 全国観測網データに平成 14 年から 15 年にかけて含まれる人為的影響によるデータのずれを検出し補正することによって地殻変動解析に使用できるデータセットを作成した。地殻変動解析支援ソフトウェアの機能強化を引き続き行った。

関連論文（論文の番号は 6.1. 論文等の整理番号に対応）

—

火山活動に伴う自然電位、重力変化等の観測・解析に関する基礎的研究

研究期間：平成 13 年度～平成 17 年度

研究代表者：山本哲也（第四研究室長）

研究担当者：福井敬一、藤原健治、高木朗充、坂井孝行（地震火山研究部）

目 的

2000 年の有珠山や三宅島の噴火においては、観測・解析技術と物理的理解の研究をさらに進展させる必要があることが改めて認識されることとなった。火山活動予測のためには、様々な要素の観測を行い、観測データの持つ意味を把握し、火山活動の状態を理解することが必要不可欠である。これまでの研究から、自然電位、重力等の観測は、火山活動をとらえるために有効であることが知られているが、その手法が確立されているとはいえず、気象庁の火山監視業務には採用されていない。観測・解析技術の改善・開発が必要である。

また、空振等のデータは、テレメータなどによって多量のデータが取得、蓄積されるようになっている。平成 13 年度に発足した火山監視・情報センターには、気象庁のみならず各大学や関係機関からも各種データが集約される予定である。しかし、データの量的増加にみあう、十分な解析が進められていない面もあるため、これらを有効に活用するために、火山活動監視の基礎となる観測・解析技術の進展と火山噴火の理解を深めるための研究を進める必要がある。

本年度の計画

安達太良山で GPS、地磁気、自然電位、重力、熱等の観測を行う。また、熱源と地下水の数値解析手法の導入をはかり、観測データの定性的解明を試みる。

富士山山頂付近において、絶対重力および相対重力の観測を行う。

三宅島、桜島などの噴火時における地震、空振、地殻変動、様々なリモートセンシング等のデータ取得、解析を進める。

本年度の成果

安達太良山で、地磁気、GPS、自然電位、重力の繰り返し観測を実施した。それらのデータと関連が深いと考えられる地下の熱水の流動を解析するために米国地質調査所で開発された数値解析用ソフトを導入した。

富士山山頂付近において、絶対重力および相対重力の観測を行い、今後の繰り返し観測における重力変化検出の基準となる重力値を得た。

火山活動に関連したデータの他、十勝沖地震発生時の空振記録を収集した。

三宅島の火山ガス CO_2/SO_2 濃度比の繰り返し観測を行った。この 1 年間濃度比に有意な変化はなく、他の観測データと同様に火山活動の状況に大きな変化はなかったことを示すと考えられる。

関連論文（論文の番号は 6.1. 論文等の整理番号に対応）

—

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に関する研究

研究期間：平成 14 年度～平成 17 年度

研究代表者：牧 廣篤（第五研究室長）

研究担当者：横山博文、高山博之、中村雅基、黒木英州（地震火山研究部）、
細野耕司（気象庁地震火山部地震予知情報課）

目 的

近年高精度・高密度な地震等の観測網の整備が進み、そのデータを気象庁で一元的に収集・処理するようになった。これに伴い、全国均質な地下構造ではなく、地域性などの不均質構造を考慮に入れた震源パラメータなど、従来より高いレベルでの情報提供が、地震調査委員会などの関係機関から求められるようになってきている。このような状況に鑑みて、平成 11 年度～13 年度の経常研究「地震関連データの高度利用に関する研究」において、地下の 3 次元的速度構造を決定する手法の開発を行い、30 km メッシュでの構造を決めた。そこでの成果を継承・発展させ、より詳しい 3 次元的速度構造を求める共に、それに基づく震源パラメータの決定手法の研究等を行う。

本年度の計画

- 3 次元速度構造の改良。
- 3 次元速度構造に基づく震源パラメータの推定手法の検討。
- 不均質性を考慮した地震活動パラメータの推定手法の開発。
- 沖縄付近の 3 次元速度構造の精度向上のための地震観測。

本年度の成果

既に日本全国 30 km メッシュの 3 次元速度構造が得られていたが、陸域については解像度を 10 km メッシュにあげることができた。

3 次元速度構造を用いた震源決定プログラム、発震機構解析処理プログラムの開発に着手した。

地震活動パラメータの推定手法については、昨年度から引き続き検討している b 値の他、 ν 値についてその有効性を検討した。また、地震発生層の深さについても、地震活動などとの関連を調べ、パラメータとしての有効性があるかどうか検討した。

沖縄付近の 3 次元速度構造の精度向上のために、硫黄島における地震観測を計画していたが、計画当初想定していなかった機材運搬の困難さや土地借用手続きの問題等のため、観測機器の設置は次年度に実施することとした。

関連論文（論文の番号は 6.1. 論文等の整理番号に対応）

193

高解像度（渦解像）海洋大循環モデルの開発とそれによる水塊の形成、維持、及び変動機構の解明

研究期間：平成15年度～平成19年度

研究代表者：石崎 廣（第一研究室長）

研究担当者：石川一郎、平原幹俊、辻野博之、石崎士郎、中野俊也、中野英之（海洋研究部）、
安田珠幾（気候研究部）、山中吾郎（気象庁気候・海洋気象部気候情報課）

目 的

高解像度（渦解像）海洋大循環モデルを開発し、同モデル結果の解析から大気海洋相互作用及び海水混合によって形成される同じ性質を持つ海水の団塊（水塊）の形成・維持・変動の機構を解明する。

本年度の計画

気象研共用海洋大循環モデル（MRI.COM）の改良として、①モデル中に北極海を計算領域として取り込めるよう、モデル上で極を移動する。②現実的な深層の流れを再現するため、海底境界層を導入する。さらに、③これまで改良を行った、海水過程の評価を行う。

改良を施したMRI.COMを用いて、海洋の熱塩循環実験及び全球表層循環実験のテストランを行う。表層水温の変動についてモデル結果との比較を行うため、観測データを整備し、表層変動解析を行う。

北太平洋渦解像モデル（1/12度）の開発を行う。

モデル結果から得られた北太平洋深層循環を検証するため、海洋深層の流速を観測する。

本年度の成果

気象研共用海洋モデル（MRI.COM）において、①北極海を取り込むために、任意の陸上位置へモデル上で極の移動を可能とした。また、②海底境界層を導入して、深層水塊形成過程を改良した。③改良された海水過程を用いて実験（100年積分）を行った結果、極域での海水生成・消滅過程が改良された。

改良を施したMRI.COMにより、熱塩循環実験を実施した。結果はこれまでの観測から推定された結果を良く再現するものであった。風応力/熱フラックスを境界条件とする全球表層循環実験では、西部北太平洋での表層水温変動は、偏西風の南北移動と強弱変動の2モードに対する力学的応答であることが分かった。上記モデル結果による海面熱フラックス補正量について本庁エル・ニーニョ予報モデル結果と比較した結果、西岸境界流の再現性向上により、中緯度域でのフラックス補正量が本庁モデルより減少した。北太平洋の中緯度域における、観測による表層水温データを整備した。

北太平洋渦解像モデルの開発を完了した。

凌風丸（気象庁）、啓風丸（神戸海台）により、モデル結果検証のための深層測流用係留系を東経165度に沿う赤道海域で4点設置し、周辺でのCTD、LADCP観測を行った。

関連論文（論文の番号は6.1.論文等の整理番号に対応）

58、173、192、289

北西太平洋の力学的海況予報に関する研究

研究期間：平成 13 年度～平成 17 年度

研究代表者：石崎 廣（第一研究室長）

研究担当者：辻野博之、蒲地政文、碓氷典久（海洋研究部）、倉賀野連（気象庁気候・海洋気象部海洋気象課）

目 的

北西太平洋海域に関して、海面高度等の衛星データ、船舶データ、及びフロートデータ等を用いた高度な手法に基づく同化システムを構築する。

構築したデータ同化システムを使用し、季節変動よりも短い周期の短期海況変動の予測実験を行い、力学的海況予報の技術基盤を確立する。

本年度の計画

従来の北西太平洋領域海洋モデルの東西、南北分解能を 1/10 度に高解像化し、基本性能の確認とモデルパラメータの選定を行う。

高解像度同化システムを作成し、予備的な同化・予測実験を行う。また、同化実験の結果と観測データとの比較を行い、システムの改良を進める。

本年度の成果

1/10 度の北西太平洋領域海洋モデル（ネスティング用の子モデル）を作成し、基本性能の確認、モデルパラメータの選定を行った。モデルの計算では、黒潮は現実に即して離岸することを確認した。Noh and Kim (1999) 混合層モデルの導入、高解像度大気データを用いた海面熱フラックスの計算により、日本南岸や夏季亜寒帯域での高い海面水温バイアスが低下する等の改善が見られた。

1/2 度の親モデルに対する同化システムを作成した。さらに、作成した同化システムを使って 1993 年～2003 年の同化実験を行い、現実の海況との比較から、同化手法・結果の妥当性および塩分同化の有効性を確認した。

関連論文（論文の番号は 6.1. 論文等の整理番号に対応）

—

海洋データ同化システムの高精度化と海洋現象の季節から経年変動の解析

研究期間：平成 15 年度～平成 19 年度

研究代表者：蒲地政文（第二研究室長）

研究担当者：蒲地政文、中野俊也、石崎士郎、碓氷典久、藤井陽介、大山準一（海洋研究部）
倉賀野連、熊谷正光、坂元賢治（気象庁気候・海洋気象部海洋気象課）

目的

過去の海洋現象について同化実験を行い、海洋再解析データセットを作成すると共に、気候系の変動メカニズムを明らかにする目的で、表層蓄熱量や水塊構造に関連した水温場・塩分場の解析を行う。これと平行して海況の予測精度向上のため、高度化したデータ同化システムの開発・改良を行う。

本年度の計画

同化実験・解析・検証用のデータセットを作成し、過去の同化実験と解析並びに同化システムの改善を行う。具体的には：① Jason-1 で使用されている新パラメーターを用いた TOPEX/POSEIDON 衛星海面高度計データを解析し、連続した衛星海面高度データを作成する。② 観測データだけに 3 次元変分法を適用して水温・塩分の格子点値を作成する。③ 船舶データによる過去の表層水温場を作成する。④ 船舶（CTD、LADCP）観測による同化・検証用データを作成する。⑤ これらのデータを用いた予備的な同化実験を行う。アジョイント法で用いられる降下法を検討し、気象研究所共用海洋モデルのアジョイントコードの作成を開始する。具体的には：① 降下法を検討する。② 混合層過程のアジョイント法（4 次元変分法）を開発する。③ 気象研究所共用海洋モデルのアジョイントコードの作成を開始する。

本年度の成果

同化実験・解析・検証用のデータセットを作成した：① Jason-1 の新パラメーターを用いた TOPEX/POSEIDON 衛星海面高度計データの再解析を行い、1993-2003 年の両衛星のデータセットを作成した。② 観測データ（船舶・Argo フロート・海面水温衛星データ）のみに 3 次元変分法を適用して、1993-2003 年の水温・塩分全球 4 次元データセットを作成した。このデータでは、北太平洋中層水等の太平洋での水塊の構造が再現できることを確認した。③ 経年変動の解析のため、北太平洋の船舶データから表層 300 m の蓄熱量の 1961-2000 年の時系列を算出した。④ 高精度船舶（CTD、LADCP）観測による 2003 年の同化検証用データを作成した。⑤ 上記データを用いて 1993 年から同化実験を開始した。

気象研究所共用海洋モデルのアジョイントコードの作成と降下法の改良を行い、予備実験を行った：① 水温・塩分から海面高度への変換に対して適用できるように降下法を改良した。② 混合層過程を鉛直拡散で近似したアジョイント形を開発した。③ 気象研究所共用海洋モデルのアジョイントコードの作成を開始し、コードのテストと予備実験を行った。特に、初期値の前後数日間の値の改善により、後の海況変動をより現実的に再現できることが判明した。

関連論文（論文の番号は 6.1. 論文等の整理番号に対応）

99、100、101、102、188、190

大気・海洋間及び海洋表層における炭酸系の季節・経年変動とそのメカニズムの解明に関する観測的研究

研究期間：平成 15 年度～平成 19 年度

研究代表者：石井雅男（第一研究室主任研究官）

研究担当者：松枝秀和、斉藤 秀、時枝隆之、澤 庸介、広瀬勝己、青山道夫（地球化学研究部）

目 的

海洋表層における炭酸系パラメーターの高精度鉛直時系列観測や、化学トレーサーの観測を行い、それらの季節変化や経年変化を明らかにする。海洋炭酸系の変化と海洋の物理・生物的環境変化との関係を解析することにより、長期の気候変化に伴う海洋炭酸系や大気・海洋間 CO₂ 交換の変化を推定する。

本年度の計画

凌風丸・啓風丸の東経 137 度・東経 165 度等の各航海において表層 1000 m の鉛直各層採水を行い、全炭酸濃度と pH の高精度測定を実施する。啓風丸 03-10 航海には担当者が乗船し、東経 137 度における鉛直断面の重点的な観測を実施する。赤道域・南極域の海洋 CO₂ についても、既存のデータを利用して変動の解析を進める。凌風丸 03-04 航海に担当者が乗船し、観測における問題点を整理・改善しながら東経 165 度において CFCs の鉛直各層観測を実施する。

本年度の成果

啓風丸 03-10 航海に担当官が乗船し、2～3 度の測点間隔で全炭酸濃度と pH の各層観測を実施した。その結果、東経 137 度の pH 分布を、過去のデータより一桁高い約 0.001 程度の精度で、全炭酸濃度分布とともに把握できた。啓風丸 03-04、03-10、04-01、凌風丸 03-06 などの航海でも、東経 137 度や東経 165 度の複数の各層観測点で各層採水を行い、陸上で全炭酸濃度や pH の分析を実施した。その結果、冬高く夏低い全炭酸濃度や、反対に冬低く夏高い pH の季節変化を明らかにできた。全炭酸濃度については、過去のデータとの比較による経年変動の解析も始めている。

関連論文（論文の番号は 6.1. 論文等の整理番号に対応）

146、177、226、266

気候変動に係わる大気化学組成の長期的変動とそのアジア大陸からの影響に関する研究

研究期間：平成12年度～平成16年度

研究代表者：松枝秀和（第一研究室長）

研究担当者：石井雅男、時枝隆之、広瀬勝己、青山道夫、五十嵐康人、斉藤 秀、廣田道夫、和田 晃（地球化学研究部）

目 的

陸上の様々な自然及び人為的発生源から放出される微量気体組成の特徴を把握し、それらの発生源の変化が大気化学環境に与える影響を解明することを目的とする。また、西太平洋地域の酸性雨の広域化に関連したエアロゾルや降水などの化学成分組成の変動を観測し、東アジア大陸からの影響を解明する。

本年度の計画

気象研究所の露場と鉄塔を利用して、地表付近の二酸化炭素やメタンなどの微量気体濃度を観測する。航空機や気象庁で観測されたデータを解析し、アジア大陸の影響を受けた変動を明らかにする。

本年度の成果

露場と鉄塔を利用して水素（ H_2 ）濃度の高度別の変動を観測した結果、逆転層が発達した夜間には地上1 m 付近の濃度が鉄塔200 m に比べて大きく低下することが見出され、土壌による H_2 の生物分解が地表大気の濃度変動を支配する重要な要因であることがわかった。これに対して、二酸化炭素やメタンでは常に地上1 m 付近の濃度が高く、土壌吸収による影響は小さいことが示された。航空機や気象庁大気観測所で観測された複数の微量気体（ CO_2 、 CH_4 、 CO 、 H_2 ）データを利用して、化学組成比の変動に着目した解析を実施した結果、地上大気では冬期にアジア大陸からの汚染気塊の影響が強く現れていることが認められた。特に、冬期は中国大陸が主な人為的発生源であるのに対し、夏期には東南アジアあるいはシベリア地域の影響が比較的強いことが化学組成比の違いから判明した。

関連論文（論文の番号は6.1.論文等の整理番号に対応）

44、45、47、48、49、52、194、318

海水中の炭素循環に係る化学成分の動態に関する研究

研究期間：平成 11 年度～平成 15 年度

研究代表者：廣瀬勝己（第二研究室長）

研究担当者：青山道夫、石井雅男、松枝秀和、時枝隆之（地球化学研究部）

目 的

地球規模の環境変化を起こす原因の大部分は、人類が環境に放出した二酸化炭素等の化学物質であり、これらの化学物質の環境中での変化を的確にとらえることが、非常に重要になっている。本研究では、これらの化学物質の重要なリザーバーとなる海洋中での素過程の解明をすることを目的とする。

本年度の計画

栄養塩標準物質に関しては、実験および解析結果のとりまとめと、総合評価を行い、標準物質の利用に関して現業化に向け提言する。

海水中の有機配位子の化学的性質とその分布について、とりまとめを行う。

物質循環に関連した指標物質について、とりまとめを行う。

本年度の成果

栄養塩標準物質の開発と実用化についての研究は、平成 15 年度には 1 ロット当り 1000 本まで作成する水準まで到達できた。また、栄養塩標準物質の品質管理に関して、その長期保存についての安全性、標準物質ロット内のばらつきについて調査したが、目標を満たす精度が確認でき、標準物質としての条件を満足するものであった。この標準物質についての実用試験を JAMSTEC 「みらい」の南半球周回航海で実施した結果、世界最高精度でトレーサビリティのある海水中栄養塩濃度を求めることができた。標準物質の有効性については、測候時報にとりまとめ、現実化のための参考資料として残すことができた。

海水中有機配位子の化学的性質については、粒子状物質中の有機配位子がカルシウムイオンを仲立にして粒子状物質の会合体を形成する可能性があるモデルを提案し、論文にまとめた。また、この有機配位子は海水の条件下でトリウムと反応して錯体を形成していることを明らかにした。

物質循環に関連した指標物質は多くあるが、古くから用いられてきた塩分について、高精度分析を行うことによって、ロット間でオフセットがあることを明らかにした。この成果は、論文にまとめた。この研究により、塩分 0.001 の変動を検出できるようになり、気候変動に伴う海洋の塩分の変動や、海水を高精度でトレースする試みが可能になった。

関連論文（論文の番号は 6.1. 論文等の整理番号に対応）

17、209、210、211、212

非静力学数値予報モデルによる地域気象特性の研究

研究期間：平成 15 年度～平成 17 年度

研究代表者：加藤輝之（予報研究部第一研究室主任研究官）

研究担当者：札幌管区气象台、函館海洋气象台及び管内官署担当官

目 的

防災情報モデル及びパソコン版非静力学数値予報モデルを利用し、降雨・降雪等の機構把握と分析を行い、管内の地域気象特性を把握し、実況監視・解析能力向上及び概念モデル等への応用の検討を行う。

本年度の計画

参考文献収集、データ収集、数値予報モデルによる事例解析、擾乱構造の解析、降雨・降雪等の機構の解析、メソ天気系概念モデルや定量的予測手法への進展の検討及び報告書の作成を行う。

本年度の成果

PC リナックス版 NHM システムを構築、防災情報モデルに準ずる環境で試験運用を開始した（気象研究所、札幌）。

[熱的不安定性降水]

下層風向別の収束線形成の特徴を把握。西風ではオホーツク海側に、東風では日本海側に形成。下層風速 $\geq 9\text{m/s}$ では熱的不安定より、地形の風下の収束が卓越要因となる（稚内）。

山の風下や山頂付近に、地上昇温による弱風域が発生、次第に下層収束が顕在化し地上昇温最盛期の昼過ぎまで続く。山の風下の弱風域には渦が発生、その大きさと雨雲の発生、衰弱、移動の関連が示唆された。気温の下降と共に下層収束が緩み、雨雲が衰弱する傾向がある（網走）。

地上風収束域は支庁境の山岳域に形成され、下層湿潤域が厚くなると地上風収束域の降水域が増す（釧路）。

特定事例だが収束線は海陸の分布と内陸の昇温が主因で山の影響は小さい。降水の立ち上がりは上空寒気が強い程早く、降水域も広い（旭川）。

防災情報モデルで雨域を再現。空振り雨域が多い。湿数 3°C 以下の領域が 700hPa に達する所で実況対応がよく、空振りの判断材料となり得る（札幌）。

[局地的大雨]

オロフレ山系の大雨が、海上からの暖湿気移流と山岳での強制上昇によるという従来の手解析による知見を一部再現（室蘭）。

最寄り高層観測地点の 850hPa 風速と相当温位について大雨可能性増大のしきい値を抽出（函館）。

[降雪]

850hPa 風向別の実況降雪分布を再現。収束雲発生位置が日本海の家陸分布の影響によることを確認（倶知安、寿都、岩見沢、旭川、留萌、札幌）。

海水等の陸面条件変更による収束域変化に関する感度実験実施中（稚内、稚内空出、北見枝幸、札幌）。

吹走距離による対流混合層の厚さの違いによる雪雲の発達の違いを把握（札幌）。

筋状雲構造の一つとして Kuettner の対流条件との対応を確認中（丘珠空出）。

内陸高気圧と収束雲の動向について、従来知見を一部再現、確認（旭川、留萌、新千歳）。

[その他]

オホーツク海側下層雲の解消について、高度 500m 付近の温位上昇及び下層風の強さとの関連が示唆された（網走、女満別空出）。

弟子屈の局地強風では、山の東側の風上側で低温位気塊が滑昇、その後山頂付近から山の西側に斜面を下降する状態が再現され、風下側裾野の弟子屈の強風との関連が示唆された（釧路）。

旭川空港の強風では、風向 $280\text{--}290^{\circ}$ の場合に旭川-深川間の谷で収束した西北西風が空港付近で強まる特徴を把握（旭川空出）。

風予想が山から上川盆地の冷気の移動を示し盆地での低温域出現を再現。従来低温知見と一致（旭川）。

新千歳空港の低高度ウインドシャーでは、地形効果による風の流れが良く再現され、収束場とドップラー

レーダーによるシャーライン検出場所、発散場と同じくマイクロバースト検出場所の対応が良いことを把握（新千歳）。

関連論文（論文の番号は 6.1. 論文等の整理番号に対応）

—

東北地方における降水量予測に関する研究

研究期間：平成 14 年度～平成 15 年度

研究代表者：松原竹男（仙台管区気象台予報課）

研究担当者：阿部富男、村上雅則、工藤淳也、相澤 功、安久津俊幸、木立芳行、太田琢磨（仙台管区気象台）、太田克則、渡邊好範（青森地方気象台）、金野由行、鳴海敏光（盛岡地方気象台）、竹川元章、吉田 繁（秋田地方気象台）、小林 剛、菊池一浩（山形地方気象台）、小畑英樹、吉田 薫（福島地方気象台）、平沢正信（予報研究部）

目 的

気象審議会第 21 号答申を受けて、防災気象情報を適切なタイミングと内容で提供し、部外関係機関の活動を効果的に支援するため、防災気象情報の改善・高度化が進められている。その具体化として平成 13 年度には NAPS の更新、ウインドプロファイラの本格運用などにより実況・予想資料の高分解能化と精度向上が図られると共に、地方官署でも非静力学モデルによる調査研究が進められている。

これまでなされた多くの調査研究を踏まえ、最新の観測予報ツールを用いて、防災情報において最も重要な項目のひとつである時間・空間的に細かな降水量予測の精度向上を目指すことを目的とする。

本年度の計画

計算機上で降水に関するメソ天気系概念モデルとワークシート、地方ガイダンスの客観的な再評価を行う。

評価結果を基に、それらの改善・高度化に関する調査を行い、予報作業システムへの応用を目指す。

今年度は、

- ・評価結果の分析
- ・改善及び高度化
- ・改善及び高度化された手法のプログラム化
- ・改善及び高度化された手法の最新データによる評価

を行う。

本年度の成果

東北地方では降水量予測に風向別降水量予測係数（RSM 予想降水量と実況降水量の比）を用いて、RSM 予想降水量を修正している。本年度は、解析雨量や 850・925 hPa の風向・風速を用い新しい予測係数を作成し、降水量予測手法の改善を行なった。

東北地方降水量予測と本庁の最大降水量ガイダンスとの精度比較では、事例抽出のしきい値を低くした場合の東北地方降水量予測 3 時間降水量の階級一致率は、各予想時刻を平均すると 76% である。一方、本庁の最大降水量ガイダンスは 71% である。このことから、事例抽出のしきい値を低くして風向別降水量予測係数を作成した場合、東北地方降水量予測の方が本庁の最大降水量ガイダンスよりもやや精度が高い結果となった。

じょう乱別は事例数の多い南岸低気圧と日本海低気圧について風向別予測係数を作成した。南岸低気圧における東北地方降水量予測の階級一致率が 73% で、日本海低気圧の階級一致率 70% よりやや精度が高いが、じょう乱でない場合の精度比較その 1 の階級一致率 76% を比べると、特にじょう乱別の降水量予測係数が有効という結果は得られなかった。事例抽出のしきい値を高くすると、抽出できる事例数が減少し、係数を作成できない格子が出てくるなどの影響があった。精度比較その 1 の仕様が現在のところ最も運用に適している結果となったが、じょう乱別は、実用に向け事例数を蓄積するなどさらなる工夫をしていく必要がある。

関連論文（論文の番号は 6.1. 論文等の整理番号に対応）

冬季諏訪地域の低温と風・気温等の変動に関する研究

研究期間：平成14年度～平成15年度

研究代表者：大久保 篤（東京管区気象台気候・調査課）

研究担当者：川上正志、中村真也、本田耕平、成田 修、黒田 隆（東京管区気象台）、
田中 強、島田 誠（長野地方気象台）、藤部文昭（予報研究部）

目 的

諏訪地域で平成13年1月に観測された著しい低温と風、気温の変動は、これまで他の観測点で認知されていない著しい現象であった。これらの現象は地域住民や報道機関の高い関心を集め、そのメカニズム解明のための調査が待たれている。

本研究では、特別観測によって得られる観測データを詳細に解析することにより、現象の立体構造や規則性、水平的な広がりを解明する。さらに数値シミュレーションを行うことにより、現象の要因を解明する。

本年度の計画

初年度に行った詳細かつ多量の観測データを整理、データベース化を図る。

観測データを用いて、スペクトル分析や波数分析等の数値解析や統計的な手法による解析を行い、現象の立体構造や規則性、水平的な広がりを解明する。

観測データの解析および数値シミュレーションにより、気温や風の変動をもたらすメカニズムについて明らかにする。

本年度の成果

- (1) 得られたデータを整理してCD-ROMに収録した。
- (2) 特別観測の結果を解析した結果、①気温変動現象の発生は諏訪湖周辺の盆地内に限られ、湖畔に近いほど変動幅が大きく、かつ変動の位相が周辺部よりも早い傾向があること、②気温変動発生時には高度50m付近に安定層が存在し、その発達・衰弱と地上気温の変動が対応していること、また気温の急低下直前が最も安定層が厚いことが見出された。
- (3) 非静力学モデルによる数値実験の結果、諏訪湖面の結氷と新積雪の条件下で夜間の気温が著しく低下し、強い接地逆転層が発生することが確認された。

これらの結果から、諏訪湖上で冷氣層が発達と崩壊を繰り返しながら冷氣を周辺に放出するプロセスが気温変動をもたらした可能性が推定された。

関連論文（論文の番号は6.1.論文等の整理番号に対応）

ウインドプロファイラと非静力学モデル等によるメソスケール現象の研究

研究期間：平成 14 年度～平成 16 年度

研究代表者：市川 寿（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）

目 的

短時間強雨は、大きな災害をもたらす、警報業務にとって重要な気象現象である。このことから、非静力学モデルを用いた数値実験やウインドプロファイラ、ドップラレーダー等で観測される短時間強雨のメカニズムに関する知見を得て、地域特有の現象を時間的・空間的視点に立って調査する。

また、現業モデルが近い将来非静力学モデルに移行する予定であることから、各スケールおよび地域や現象に応じたモデルの特徴を把握して整理する。これらにより、防災情報の高度化を目指す。

本年度の計画

- (1) データ処理プログラム開発や表示フレーム作成を継続する。
- (2) 各官署で扱う現象について、初年度の事例解析で扱えなかった部分や不十分だった点について、新たな事例あるいは初年度の事例を用いて解析の補強を行う。
- (3) 各事例における非静力学モデルの計算結果の特徴を整理し、特に予測が不十分な点については、その理由の検討や改善のための実験を行う。
- (4) これらの事例解析の結果を総合し、目標とする現象についての時間的・空間的構造を解明し概念モデルにとりまとめる。

本年度の成果

- (1) 10 分毎に得られるレーダー、ウインドプロファイラ、アメダスの各データを任意の組合せでプロットできる Web アプリケーションを作成・公開した。
- (2) 上記アプリケーションを一部利用しつつ、線状エコー、突風現象など暖候期の顕著事例を対象としてウインドプロファイラデータを利用した解析を行った。
- (3) 対象事例の一部について NHM による再現実験を行った。
- (4) 上記 (1)～(3) の結果に基づき、概念モデルの試作を開始した。

関連論文（論文の番号は 6.1. 論文等の整理番号に対応）

強風災害をもたらす風の特徴調査

研究期間：平成15年度～平成17年度

研究代表者：大久保篤（東京管区気象台気候・調査課）

研究担当者：川上正志、小泉友延、中村真也、横井貴子、柴田のり子、平原洋一（東京管区気象台）、丸山俊朗、斎藤寿秋、土田 覚、足達晋平（新潟地方気象台）、石部 勝（気象衛星・観測システム研究部）

目 的

平成14年の東京管区気象台管内での強風災害の発生数は、65件と大雨災害に匹敵する多さとなっている。また、竜巻等の瞬発性の強風災害も即時的現地調査を行ったものだけでも12件発生している。このような強風災害は報道機関に取り上げられ、社会的に注目を集めており、的確な防災気象情報の発表や解説が求められている。

強風災害をもたらす風を一般的な強風と竜巻やダウンバースト等の瞬発性強風に分けて調査し、強風災害をもたらす風の特徴を明確にし、あわせて竜巻やダウンバースト等の瞬発性強風の予測可能性についての検討を行う。

本年度の計画

- (1) 強風の防災面に関する文献を収集する。
- (2) 一般的な強風の統計調査のため、気象官署および部外機関の風観測データを収集する。
- (3) 気象災害データベースから強風災害事例を抽出し、総観場の特徴を調査する。
- (4) 現地調査を行った強風災害について、総観場～メソスケールの特徴を調査する。

本年度の成果

- (1) 「新野 宏（2002）：激しい渦の脅威「竜巻」、[Suzuki et al.（2000）：Tornado-Producing Mini Supercells Associated with Typhoon 9019] [Niino et al.（1997）：A Statistical Study of Tornadoes and Waterspouts in Japan from 1961 to 1993]などの文献を収集し、レビューを行っている。
- (2) 気象官署、部外機関（自治体、海上保安庁、道路公団等）の風観測データを過去10年分収集している。
- (3) 気象災害データベースによる強風災害事例における総観場の特徴調査（新潟地方気象台）
 - ・新潟県内で過去10年間に発生した強風被害について調査した。その結果、強風被害のほとんどが冬季は季節風、春は日本海低気圧、夏から秋は台風によって発生し、全被害件数の86%を占めることがわかった。
 - ・ミニスーパー版NHMによる強風のシミュレーションを2003年8月16日、同年11月28日の2事例について行った。その結果、この局地的な強風が再現され、五頭連峰の影響が大きいことが分かった。
- (4) 現地調査を行った強風災害についての総観場～メソスケールの特徴調査
 - ・「平成14年7月10日の群馬・埼玉県の竜巻」では、「台風の北東象限」、「不安定な大気状態」という、竜巻の発生しやすい条件があったこと、ドップラーレーダーで捉えていたメソ低気圧が降下し竜巻が発生したと解釈できること、このメソ低気圧の発見・追跡により、竜巻の発生を警告できる可能性があることが確認できた。
 - ・「平成15年10月13日の千葉・茨城県の突風」では、被害をもたらした低気圧の解析を行い、突風のナウキャストの可能性を調査した。その結果、「レーダーで観測されたスパイラルエコーの形成と低気圧の組織化・発達が対応していること」、「低気圧の進路と被害地域が一致していること」が分かり、低気圧の進路の上流に当たる地域の被害が判明した段階で、下流域への警戒発表が有効となる可能性を例示できた。

関連論文（論文の番号は6.1.論文等の整理番号に対応）

顕著現象の監視・解析技術の高度化に関する研究

研究期間：平成 15 年度～平成 16 年度

研究代表者：熊原義正（大阪管区気象台気候・調査課）

研究担当者：大阪管区気象台、神戸・舞鶴海洋気象台、管内各地方気象台、瀬古 弘（予報研究部）

目 的

災害をもたらす大雨などのメソ現象の三次元構造とその推移を把握し、現象の発生・発達・衰弱を予測する際の着目点を見出す。

本年度の計画

(1) メソ現象等のメカニズムの理解と解析手法の整理

シャーラインの存在・移動、収束発散域の分布、気温の急変等の前駆現象の定性的・定量的特徴を、既存観測システムのデータ、GPS から推定される水蒸気量、モデル実験等から理解し、抽出する解析手法を整理する。

(2) 顕著現象の成因や着目点のライフステージ・スケール別整理

これまで蓄積された予報作成技術や新たに行う事例調査を基に、顕著現象のライフステージとスケールに注目して、顕著現象の成因についての考察や解析上の着目点を一覧表に整理する。

(3) 知見の共有

顕著現象の解析結果や気象学的な考察結果、解析手法を整理し、データベース化への検討を行う。

本年度の成果

(1) メソ現象等のメカニズムの理解と解析手法の整理

管内の各官署で、顕著な大雨などの事例を 1～2 例ずつ選び、アメダス、レーダー、下層風解析、ドップラーレーダー（関西・大阪空港）、ウィンドプロファイラ、民間航空機の観測データ、非静力学モデルによる再現実験のデータを用いて解析を行い、次項 (2) の調査表に現象の特徴と着目点を整理した。非静力学モデルで再現される降水域の発生・発達時の環境場を、降水帯の成因の考察に有効に利用できる場合があることがわかった。

管区観測課では、水平 2.5 km 格子、鉛直 19 層のレーダー多層 10 分データを作成し、降水の 3 次元構造を見るために可視化ソフトウェアを開発した。このデータとソフトウェアを用いて、降水の鉛直構造を把握した。

GPS 可降水量データと強雨域や降水量との対応を調べ、以下の 2 点がわかった（大阪・広島・高松）。

① 水平スケールの大きな現象（台風など）では、3 時間 GPS 可降水量の分布が強雨域の移動に先行している。

② GPS 可降水量は降水量と明瞭には対応しなかったが、GPS 可降水量がある基準（45～50 mm 程度）を超える場合に強雨となる事例があり、GPS 可降水量が強雨発生の目安になる可能性がある。

(2) 顕著現象の成因や着目点のライフステージ・スケール別整理

(1) の各事例について、ライフステージ（発生期・発達期・最盛期・衰弱期）毎の総観場、メソ的状況やその仕組みに関する着目点を調査表にまとめ、着目点とその利用法を統一した形式で整理した。これにより、アメダスや局地天気図に把握される寒気や下層収束線の位置、ドップラーレーダー、ウィンドプロファイラ、ACARS のデータで捉えられる下層インフローの強まりが現象の着目点として利用できる可能性があることがわかった。

(3) 知見の共有

調査表に整理したメソ現象の特徴や解析上の着目点から、現象の推移を予測する“キーワード”を抽出することとした。

関連論文（論文の番号は 6.1. 論文等の整理番号に対応）

九州・山口県における台風進路と高潮との関係の解析

研究期間：平成 14 年度～平成 16 年度

研究代表者：緒方洋一（福岡管区気象台予報課）

研究担当者：金子法史、永田和也（福岡管区気象台）、高野洋雄（台風研究部）

目 的

福岡管内は勢力の強い台風が接近・通過する機会が多く高潮の被害を受けることも多い。有明海や瀬戸内海は中小の様々な湾が多く存在し複雑な海岸線を有しているため、台風の進路や勢力によって潮位が大きく変化し、高潮の予測が困難である。本研究では、台風進路や勢力の違いによって有明海や瀬戸内海などで発生する高潮の分布状況やタイミング、最大潮位などを詳細に調査し、高潮注意報・警報の的確な発表、量的予想精度の向上など高潮に関する防災気象情報の高度化を図ることを目的とする。

本年度の計画

平成 15 年度は、次の各項目を実施する。

- (1) パソコン版数値高潮モデルの高解像度化
- (2) 高解像度化した数値高潮モデルによる抽出した事例についての再現実験
- (3) 台風の進路や勢力を様々に変えたシミュレーションの実施
- (4) シミュレーション結果のデータベース化

本年度の成果

シミュレーションの精度を向上させるため、1 年目よりも広範囲（九州を中心に南北約 6.5 度、東西約 6.5 度）の 20 秒メッシュの海底地形を作成し、海岸線などの微調整を行った。また、計算領域を広範囲で実行できるように、プログラムを改良した。また、プログラムを容易に実行できるようにメニュープログラムを作成し、インターフェースの改良を行った。

過去の台風のコースや勢力を元に高潮のシミュレーションを行った。1 年目は予測潮位がかなり低かったが、本年度は、上記の改良により、潮位はやや低いがおおむね実況に近い高潮の再現ができるようになった。

いくつか台風の進路や勢力を変更して高潮のシミュレーションを行ったが、これまでのところ実行事例が少なく、データベース化はできなかった。

関連論文（論文の番号は 6.1. 論文等の整理番号に対応）

メソ降水系の実態解明と予測技術の開発

研究期間：平成 15 年度～平成 17 年度

研究代表者：松本 積（福岡管区気象台予報課）

研究担当者：児玉 洋、松浦健次、金子法史、永田和也、山本太基（福岡管区気象台）、
林 洋一、馬場添諭、藤 貴志（鹿児島地方気象台）、吉崎正憲（予報研究部）

目 的

防災機関等の活動を効果的に支援するための防災気象情報の改善として、二次細分区域の細分化や土砂災害警戒情報の試行等が行われている。これに伴い、予報技術の高度化が必要になるが、その中でも短時間に局地的に大雨をもたらすメソスケールの降水系については、九州各地で大雨災害を多くもたすため、予報技術の開発が急務である。

過去の衛星資料およびレーダー資料やアメダス資料から数十キロスケールの降水系を抽出し、その解析をおこなう。これと並行してミニスーパー非静力学モデルにより対流系発生環境を調査し、現象の再現を試みる。これらにより大雨の発生発達衰弱の各フェーズに対応する主要な気流の流れや成層状態のモデル図を作成し、大雨予測のワークシートの作成・地方ガイダンスの作成を目指す。

本年度の計画

今年度は、

- ・過去 10 年間の衛星画像、レーダー画像、アメダスデータから大雨事例の抽出
- ・梅雨期におけるミニスーパー非静力学モデル（5 km メッシュ）の稼働と結果の検討
- ・ミニスーパー非静力学モデル（5 km メッシュ）による色々な初期値によるインパクト実験
- ・インパクト実験に必要な初期値を加工するためのソフトやその他のソフトの開発
- ・予備的事例調査

を行う。

本年度の成果

過去 4 年間の大雨 137 事例を抽出し、発生要因別に分類した。その中で最も特徴的な対馬海峡を前線が南下するパターンについて解析を行い、予測用ワークシートとガイダンスを試作した。

複数的大雨事例について NHM での再現実験を行い、メソ降水系による大雨現象の構造の解明や概念モデルの作成を試みた。一部の事例については下層の混合比など初期値を変化させて実施し、実況に近い再現結果を得ることができた。

関連論文（論文の番号は 6.1. 論文等の整理番号に対応）

ウィンドプロファイラを用いた沖縄地方における大雨の解析的研究

研究期間：平成 15 年度～平成 16 年度

研究代表者：金城勝重（沖縄地方気象台予報課）

研究担当者：石垣雅和、砂川徳松、志堅原透、比嘉良守、古謝秀和、我那覇勝久（沖縄気象台）、前泊正純（石垣島地方気象台）、草野利夫（与那国島測候所）、金城文正（南大東島地方気象台）、武田重夫（予報研究部）

目 的

沖縄地方に大雨をもたらす気象現象について、過去の調査研究による知見を系統的に整理するとともに、平成 13 年から運用している管内のウィンドプロファイラのデータを用いて新たな事例解析を行い、地域特有な現象の構造を把握する。このことにより、現業におけるウィンドプロファイラの利用法を見出し、更に注・警報の精度を向上させる。さらに、これらのことを通して、地方自治体等の防災活動を支援する。

本年度の計画

今年度は、

- ・沖縄地方におけるメソスケール現象による大雨について、過去の調査研究の結果を系統的に整理する
- ・ウィンドプロファイラで捉えられた大雨の事例を抽出する
- ・研究対象となる現象を分類する
- ・それぞれの現象について、過去の知見をまとめ、三次元的な大気構造の把握を主眼として、未解明な点を洗い出す
- ・未解明な点について、更に事例解析を行う

本年度の成果

初年度の平成 15 年度は、予報技術検討会と連携して調査を行った。事例調査から以下のような特徴が見出された。

梅雨前線上に発生した低気圧による大雨事例（2003 年 6 月 8 日）によると、沖縄本島地方の事例では、①ウィンドプロファイラデータから、大雨の時間帯に高度 7 km～3 km で南分の風 30 kt 以上が吹いており暖湿気の流入が顕著であった。②毎時下層風解析において、警報級の短時間強雨の発現時は 850 hPa や 925 hPa の収束線の通過に対応していた（平成 15 年度全国予報技術検討会資料 P 17、18 沖縄気象台）。

また、大東島地方の事例では、①ウィンドプロファイラデータでは、大雨の発現前に前線対応のシアアの高度 2 km 以下で SE 風が強まった。②毎時下層風解析では、前線対応の強い収束線の接近が雨の強まりに対応していた（平成 15 年度全国予報技術検討会資料 P 21、22 沖縄気象台）。

梅雨前線による本島北部（伊是名島）の大雨事例（2003 年 5 月 15 日）では、①ウィンドプロファイラの 4 km 付近で、50 kt 以上の強風が出現し、大気又は降水粒子の下降域とほぼ重なっており、大宜味村でのエコー通過との対応も良かった。また、積乱雲の通過に伴うと見られる下層のシアアはエコーの通過と良く対応していた。②毎時下層風解析において、収束域はほぼエコーの発達と対応しており、収束の強化（エコーの合流）は良く表現されていた（平成 15 年度全国予報技術検討会資料 P 5、6 沖縄気象台）。

関連論文（論文の番号は 6.1. 論文等の整理番号に対応）

放射性核種の土壌生態圏の効果を取り入れた大気環境影響に関する研究

研究期間：平成 11 年度～平成 15 年度

研究代表者：千葉 長（環境・応用気象研究部第二研究室長）

研究担当者：栗田 進、佐々木秀孝（環境・応用気象研究部）、五十嵐康人、青山道夫（地球化学研究部）

目的

放射性核種の発生から大気中での輸送、地表面への沈着、土壌中における移動、植物や微生物による濃縮作用などの研究を行い、放射性核種の発生、移行の全過程を解析する手法を開発する。

本年度の計画

① 移流拡散予測モデルの開発とシミュレーション

局所移流拡散モデルの改善を進め、予測精度の改善を図る。さらに広域移流拡散モデルを開発し、両者のネスティングによって、緊急時における局所的（100×100 km 程度）、数時間の予測から、その後の北半球スケールで数週間の予測が行えるシステムの開発を行う。乱流拡散過程、乾性・湿性沈着過程の数学モデルの改良をおこない、また飛散過程に関わるデータの解析をもとに、その数値モデルの移流拡散モデルへの組み込みとモデル全体の調整を行う。

② 放射性核種の降下量の観測とその解析

与那国、長崎に降下塵、雨水の集積装置を設置し、放射性核種の降下量の通年観測を行う。⁹⁰Srと¹³⁷Csを測定対象とする。これをもとに、⁹⁰Srと¹³⁷Csの相対的な存在比を求め、発生源に関する解析を進める。

③ ①、②の研究成果を総合し、近年の放射性核種の発生源に関する仮説検証を行うとともに、地球規模での放射性核種の挙動再現を試みる。

本年度の成果

BAIMを導入した領域気候モデルの10年分の数値実験の計算結果を解析した。その結果、モデルは、降水量、気温、地表面での二酸化炭素収支などの年々変動、季節変動および地域的特徴を良く再現していることが分かった。地表面での二酸化炭素収支について、生態系モデル Sim-CYCLE による結果との比較を行った。その結果、部分的な不一致が見られたが、地表面での二酸化炭素収支の地域的特徴および年々変動の全体的特徴は、両モデルで傾向が一致していることが確認できた。BAIMの高度化を図り、より生態系モデルに近づけるために必要なパラメタリゼーションについて検討を行い、BAIMの改良点とその対応策を考察した。BAIMを導入した気候モデルの長期積分結果を解析した結果、特に陸面でのエネルギー収支及び二酸化炭素収支の精度に強い影響を与える気候要素について、その地域分布、季節変動及び年々変動の特徴をよく再現できていることが確認できた。モデルの計算結果の解析と、他のモデルとの比較を通して、今年度に計画していたモデルの精度の現状把握はある程度達成できた。さらにBAIM自体の高度化に向けての方策の見通しを立てることができた。来年度は、BAIMの高度化を重点的に行い、最終的な3次元気候モデルによる陸域二酸化炭素収支予測に向けて、研究を進める。

関連論文（論文の番号は 6.1. 論文等の整理番号に対応）

170

大気圏の粒子状放射性核種の長期的動態に関する研究

研究期間：平成 13 年度～平成 17 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、廣瀬勝己（地球化学研究部）

目 的

- ・国の環境放射能調査研究体制の一環として本研究を昭和 32 年度から分担しており、大気中に核実験、重大事故等で放出された放射能の影響を日本各地の観測地点で監視し、一般公衆の放射線防護に資する。
- ・地球環境に大規模に放出された放射能の長期的動態（輸送・拡散・沈着）を解明する。大気中の粒子状人工放射性核種に関するプロセスとして、近年特に重要と考えられる再浮遊現象に着目し、長期的動態の観点から解明を進める。
- ・ ${}^7\text{Be}$ 等の天然放射性核種の日本列島における降下量の地域分布および季節変動を解明し、その要因に関する知見を得る。

本年度の計画

- ・引き続きつくばにおいて、降水・降下塵及び浮遊塵中の人工放射性核種（ ${}^{90}\text{Sr}$ 、 ${}^{137}\text{Cs}$ 等）、天然放射性核種（ ${}^7\text{Be}$ 等）および超ウラン元素等について、精密測定を行う。
- ・引き続き札幌、仙台、東京、大阪、福岡、秋田、輪島、米子、釧路、稚内、石垣島の 11 地点において、超微量の人工放射性核種（ ${}^{137}\text{Cs}$ 等）及び天然放射性核種（ ${}^7\text{Be}$ 等）の月間降下量の測定を行う。
- ・全国 12 地点における ${}^7\text{Be}$ 降下量データをまとめて解析し、地域分布、季節変動の特徴をまとめる。

本年度の成果

つくばにおいて月間降水・降下塵試料中の ${}^{90}\text{Sr}$ 、 ${}^{137}\text{Cs}$ を精密に定量し、データを取得した。

全球化学輸送モデルによってダストの大規模輸送について検討した結果、中国の砂漠域以外からの日本への輸送が示唆された。そこでこの結果を元に IAEA モナコ研から入手したヨーロッパに沈着したサハラダスト試料中の ${}^{90}\text{Sr}$ と ${}^{137}\text{Cs}$ を分析し、 ${}^{137}\text{Cs}/{}^{90}\text{Sr}$ 比を調べた。その結果、つくばの降下物で見出される ${}^{137}\text{Cs}/{}^{90}\text{Sr}$ 比の範囲とサハラダスト試料での比は一致せず、サハラからの輸送は現時点では証明できなかった。

天然放射性核種であるが起源の異なる ${}^7\text{Be}$ と ${}^{210}\text{Pb}$ の降下量の季節変化を求めたところ、 ${}^7\text{Be}$ については春季と秋季にピークが見られる季節変化を示すことが確認できた。 ${}^7\text{Be}$ と ${}^{210}\text{Pb}$ の降水中濃度でみると、冬期を除き類似の季節変化を示すことが分かった。

2001 年までのつくばで採取された月間降下物中のプルトニウム含量を求めた。プルトニウム降下量は春季に降下量が高いという季節変化を示すことがわかった。プルトニウムの起源として、 ${}^{90}\text{Sr}$ 、 ${}^{137}\text{Cs}$ と同様、大陸起源粒子の可能性が高いことがわかった。また、最近の黄砂現象の増加とともに春季のプルトニウム降下量が増加することがわかった。

関連論文（論文の番号は 6.1. 論文等の整理番号に対応）

37、170

海洋環境における放射性核種の長期挙動に関する研究

研究期間：平成 13 年度～平成 17 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、五十嵐康人（地球化学研究部）

目 的

太平洋及び縁辺海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、海洋環境における放射能の実態の把握を行う。

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。このなかで、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、40 年間にどのような挙動をしたかを知る。

本年度の計画

- 1) 南太平洋および西部北太平洋海域での委託採水。
- 2) 実海水について天然放射性核種の分析を行い、物理的・生物地球化学的素過程を研究する。
- 3) 極低バックグラウンドでの放射能測定システムを整備し、深層までの濃度を正確に測定できるようにする。
- 4) 1945 年からの時空間での変動を再解析する。海洋大循環モデルにより 2010 年の太平洋での分布をもとめるために基礎データ及びソフトウェアを準備する。

本年度の成果

南太平洋のブリスベンからバルパライソにいたる南緯 30 度に沿う観測ラインおよび東経 137 度の日本から北緯 3 度に沿う東経 137 度に観測ラインをあわせて 55 点、約 400 試料を採取した。昨年度採取した試料については、ほぼ濃縮処理を終了し、順次測定している。

海水の粒子状物質中の天然放射性核種であるトリウムを分析しその変動を支配している要因を調べたところ、プルトニウムと同様、トリウムも粒子状物質中の有機配位子濃度に支配されていることを明らかにした。これらの核種濃度は海洋生態系の変動と連動して経年変動を示す可能性があることもわかった。

極低バックグラウンドでの測定を開始し、データが得られつつある。得られたデータの初期的な解析結果は、北太平洋中緯度での亜表層での南北の物質輸送が、中緯度から南北両方向への輸送において大きな役割を担っていることを示唆するデータが得られている。

海洋大循環モデル（NCAR の NCOM）に気象研究所での降水量の観測値から推定した初期値を与えた再現実験を行い、北太平洋についてセシウム 137 及びプルトニウムの濃度の時系列データを得た。また、モデルの気象研究所への移植のため、プログラムソースを入手した。

関連論文（論文の番号は 6.1. 論文等の整理番号に対応）

18、19、28、29、32、205、206、207、208、222、223、224

大気中の放射性気体の実態把握に関する研究

研究期間：平成 13 年度～平成 17 年度

研究代表者：廣田道夫（地球化学研究部長）

研究担当者：和田 晃、五十嵐康人、青山道夫、廣瀬勝己、松枝秀和、時枝隆之（地球化学研究部）

目 的

放射性気体を測定するための測定装置の改良や開発も行うとともに、それら気体の観測を通年で連続して行い、大気中での濃度水準・地域分布等の実態を把握することを目的とする。

本年度の計画

- ・つくば及び青森において大気中 ^{85}Kr の連続観測を行う。また国内気象官署において、大気中 ^{85}Kr を観測する。
- ・ ^{85}Kr 分析について、ドイツ方式と気象研方式との比較を、実試料について行う。
- ・つくばにおいてトリチウム観測を行う。

本年度の成果

- ・つくば及び 6 月から青森において大気中 ^{85}Kr の連続観測及び分析を行った。その結果、青森では東海村の核燃料再処理施設からの ^{85}Kr の放出による直接の影響は受けていないことが分かった。また国内 6 ヶ所において、大気中 ^{85}Kr を観測した。
- ・ ^{85}Kr 分析について、ドイツ方式と気象研方式との比較を、実試料について行い、つくばの 2003 年の 48 試料中 45 試料が、6% 以内で合致することを確認した。
- ・大気中 ^{85}Kr のバックグラウンドについて、全球の 2-Box モデルによる解析から、北半球の大気中 ^{85}Kr のバックグラウンド濃度の増加率の変動がヨーロッパの核燃料再処理施設からの ^{85}Kr の放出量の変化に対応していることを示した。
- ・つくばにおいてトリチウム観測を行い、原子力施設からの放出の減少と、太陽活動の影響（黒点数の極大期にあたり、天然の核反応に由来するものが減少する。）を反映して、降水量が 2001 年と 2002 年には、約 $600 \text{ Bq m}^{-2} \text{ y}^{-1}$ と、観測開始以来最低の値を記録した。

関連論文（論文の番号は 6.1. 論文等の整理番号に対応）

21 世紀のアジアの水資源変動予測

研究期間：平成 13 年度～平成 15 年度

研究代表者：鬼頭昭雄（気候研究部第一研究室長）

目 的

水は地域により資源としての過不足があり、世界的には人口増加が水資源への圧力となり飲料水や農・工業用水間の争奪は激しくなっている。このことは世界人口の 6 割以上を占めるアジアではより深刻な問題であり、社会経済に与える影響が日本に及ぶとも考えられる。また地球温暖化等の気候変動により、地域によっては水不足がさらに悪化すると見込まれる。しかしながら水資源の将来予測への気候変動要因の取り入れは不十分であり、水資源評価のために信頼できる降水量・水循環の将来予測が緊急に求められている。現在の気候モデルの技術水準の範囲内で、21 世紀中の水資源を予測し対策部門へ有意義な情報を出すには、予測の不確定性の巾を持った定量的予測を少なくともアジア規模で出す必要がある。

そのため本研究では、気候モデルにより過去数十年の水循環を再現し観測データと比較・評価した上で、気候変動及び土地利用変化による将来の自然系で利用可能な水資源量を推定し、21 世紀半ばまでの総水需要量の推定と総合して、アジア域の水資源需給状況の将来展望を示す。

(1) 全球水循環予測

研究担当者

鬼頭昭雄、保坂征宏、仲江川敏之、足立恭将、上口賢治、行本誠史、吉村裕正、村上茂教（気候研究部）

本年度の計画

現在条件、および 2100 年までの条件のもとで気候モデルによる水循環の再現ならびに予測計算を行う。

降水量・蒸発量・流出量の平均値に加えて、年々変動に伴う極値の特性を調べ、現在に対する変化の予測を行う。また、陸面モデルと陸面への強制からなるオフラインモデルを用いて、現在条件および 2100 年までの条件のもとでの陸域の水循環について調べる。

中国・韓国・インドなどのアジア諸国の研究機関と情報交換を行う。

土地利用分布作成グループの結果として得られた現在および将来の植生分布を気候モデルに与え、既存の植生分布データを与えた場合との比較を行い、植生分布の変化が水循環に与える影響を調べる。また、結果の統計的有意性を高めるためにアンサンブル計算を行う。

1996 年以降の中国地面気象記録を整備し、現在気候条件シミュレーション対象期間の地上気象資料を整備する。この地上気象観測資料を用いて、全球、領域モデルによる現在気候条件下で行われたシミュレーション結果の検証を行う。

本年度の成果

気象研究所の大気大循環モデルを用いて、複数の海水面温度を使用した現在条件（1981-2000）ならびに温暖化条件（2041-2060）のもとで、複数例ずつの数値積分を行なった。

温暖化に伴う水循環の変化について、年平均・全球平均の水循環の変化や、降水強度・降水頻度などの降水特性を中心とする水循環の変化について調査・検討を行った。また、モデルの降水特性（日降水強度分布）の表現能力を検証するために、GPCP 日降水データを用いて比較を行った。GPCP は衛星観測データであり、精度面の信頼性に不明な点があったため、日本域のみではあるが、高精度なレーダーアメダス解析雨量を用いて GPCP の精度検証も合わせて行った。

他サブ課題より提供要請のあったデータは提供した。

中国・韓国・インドなどのアジア諸国の研究機関と情報交換を行なった。

関連論文（論文の番号は 6.1. 論文等の整理番号に対応）

(2) アジア域水循環予測に関する研究

研究担当者

高藪 出、佐藤康雄、佐々木秀孝、村崎万代、栗原和夫（環境・応用気象研究部）

本年度の計画

前年度に引き続き、将来気候の長期積分を行う。これを現在気候の再現実験結果と比較し、降水の将来にわたる変化傾向についてまとめる。これらの予測結果は、水資源変動予測グループに提供する。また、現在気候の再現実験結果について国立環境研究所、電力中央研究所の地域気候モデルそれぞれの実験結果と比較を行い、ネスティングした全球モデル、また、地域気候モデルの違いの水循環予測にもたらす効果について評価検討を行う。

本年度の成果

気象研の全球大気海洋モデル（CGCM2.2）を側面境界に20世紀終盤並びに21世紀中盤のそれぞれ10年間の長期積分を終了した。将来気候の予測結果を現在気候の再現実験の結果と比較した。高緯度帯はおおむね降水量は増加傾向を示していた。これは、温暖化に伴い大気中に含むことの出来る水蒸気量（つまり飽和水蒸気圧）の変化によるものである。ところが、20N以南の低緯度帯では反応が異なっている。ここでは、モデルで元々降水の少ないインド亜大陸北部は降水はいよいよ減少していた。亜熱帯高気圧帯、インドシナ半島、フィリピンでも降水量は減少となった。逆にインド洋、南シナ海では増加となった。850 hPaの風の変化を見ると、将来気候ではインド洋から南シナ海まで、モンスーン西風は強まっていることがわかった。これは海洋上の降水の増加と関連していると考えられる。これらの予測結果は、水資源変動予測グループに提供した。

また、現在気候の再現実験結果については、国立環境研究所、電力中央研究所の地域気候モデルの同様の計算結果と比較を行い、ネスティングした全球モデル、また、地域気候モデルの違いの水循環予測にもたらす効果について評価検討を行った。全球客観解析値、ならびにGPCP、TRMM-PR、SSM/Iの各種観測データとの比較を通じ観測値との比較も行った。三つのモデルの降水量の差は特に夏季の20N以南で顕著であった。この領域で環境研、気象研は観測に比べ降水量が多めに予測されており、また電中研では降水量が過小に表現されている。三つのモデルでの再現性の差は、対流スキームが異なっている影響と考えられる。無降水格子をのぞいて、降水頻度の対数を日降水量の関数として比べてみると、いずれのモデルも観測に見られるほどの強い降水を十分には出せていないことがわかった。ただし、無降水頻度がSSM/Iよりも少ないため、積としての月降水量としては環境研モデルと気象研モデルで多めに出た。また、従来のメソスケールモデルに用いられてきた積雲対流のパラメタリゼーションを、60 kmという高解像度モデルの長時間積分に適用する際には、降水量分布の再現性にまだ問題を抱えていることも明らかになった。これは、ひとり気象研モデルのスキームに限った問題ではなく、一般性を持った問題であることが明らかになった。

関連論文（論文の番号は6.1.論文等の整理番号に対応）

—

(3) 土地利用・地表環境の全球時空間補間推定

研究担当者

高橋清利、山崎信雄（気候研究部）

本年度の計画

1996年以降の中国地面気象記録を整備し、現在気候条件シミュレーション対象期間の地上気象資料を整備する。

この地上気象観測資料を用いて、全球、領域モデルによる現在気候条件下で行われたシミュレーション結果の検証を行う。

本年度の成果

1996年以降の中国地面気象資料を追加整備し、特に積雪は全地点での資料を整備した。

気象研究所グループ、国立環境研究所グループによる全球モデル（GCM）、気象研究所、電力中央研究所、国立環境研究所グループによるアジア域領域モデル（RCM）による現在気候シミュレーション結果について、中国域を対象に主に降水量について検証した。その結果、

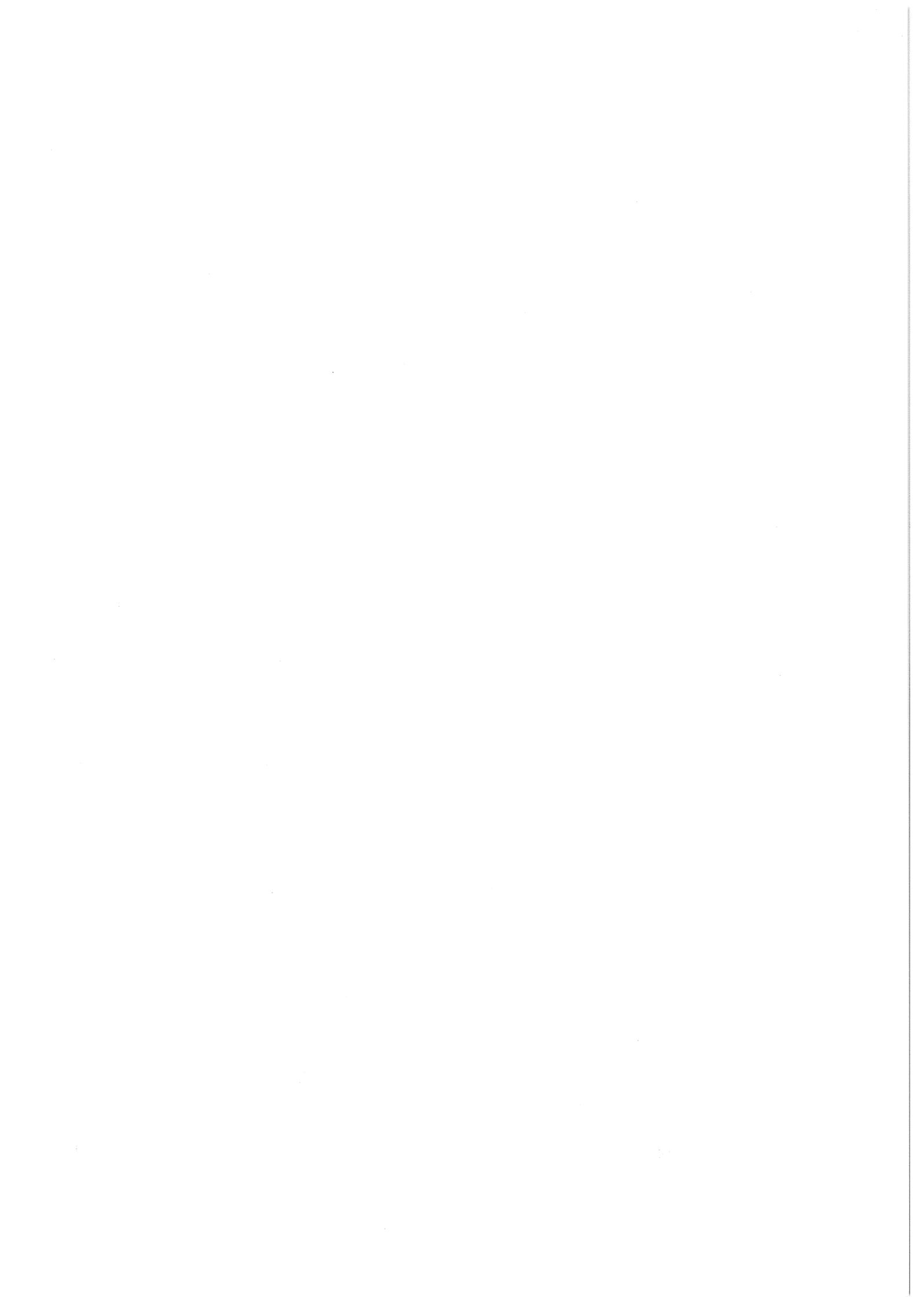
2. 研究報告

他省庁予算による研究（科学技術振興調整費）

- ・ GCM による結果は観測された降水分布、季節変化を概ね再現しており、特に東部平野域では相対誤差が±20%以内と再現性が高いが、内陸高原域・乾燥域では観測に対して50%以上超過となる傾向を確認した。一方、RCMでは空間分解能は高いものの、モデル間のバラツキが大きく、降水量の再現性においてGCMに劣る場合もあり、プロダクトの利用に当たってはその特性に留意する必要があることがわかった。
- ・ 降水日（日降水量1 mm/day以上）頻度及び降水強度階級毎の出現頻度については、GCM、RCM共に東部平野域では比較的良く特性が再現されているが、内陸域では再現性が悪く、特にRCMによる結果は降水量と同じく、モデル間のバラツキが大きいことを確認した。

関連論文（論文の番号は6.1.論文等の整理番号に対応）

—



風送ダストの大気中への供給量評価と気候への影響に関する研究

研究期間：平成 12 年度～平成 16 年度

研究代表者：三上正男（環境・応用気象研究部第四研究室主任研究官）

目 的

大陸の乾燥・半乾燥地域から風によって大気中に舞い上がる風送ダストは、発生域の農業生産や生活環境に大きな影響を与えるばかりでなく、自由大気に鉱物質エアロゾルとして浮遊し、日射の散乱・吸収および赤外放射の吸収過程による放射強制力効果や雲・降水過程を通じてグローバルな気象・気候に影響を及ぼしている。風送ダストは海洋へも大量に供給され、海洋表層のプランクトンの増殖を通して海洋の一次生産にも大きな影響を与えている。こうした風送ダストによる地球環境・気候への影響を評価するためには、(1) 風送ダストの大気中への供給量を定量的に全球スケールで明らかにすると同時に、風送ダストの粒径分布・物性や濃度分布の三次元的情報が不可欠である。また、(2) 気候システムへの風送ダストの影響・効果を明らかにするためには、風送ダストの長期間にわたる放射強制力の評価や海洋への供給量を定量的に見積もる必要がある。

(1) 地表面からの風送ダスト鉛直輸送量 I

研究担当者

三上正男（環境・応用気象研究部）

本年度の計画

飛砂発生に伴い地表面から鉛直に輸送されるミクロン～サブミクロンの微細粒子であるダスト粒子の鉛直輸送量の定量的把握を目標とする。このため、中国タクラマカン砂漠南部の砂礫砂漠域において、ダスト粒子舞い上がり過程の詳細観測を行い、ダスト集誌鉛直輸送量の評価を行う。

本年度の成果

砂漠域からのダスト粒子舞い上がり量を評価するため、第一期で既設の気象ステーションに加えて、ダスト輸送量観測システムを開発した。このシステムでは、一辺 600 m の三つの観測点で風向風速、ダスト濃度（8 階級粒径分布）を測定し、およそ 1 km スケールのダスト輸送量を評価する。同時に三角型の中央に配置した観測点で測定したダスト濃度鉛直プロファイルと風速の乱流変動量から 1 点におけるダスト輸送量を評価し、上記 1 km スケールの輸送量との比較検討を行う。この観測のため、バッテリー駆動型の光学式パーティクルカウンタを新たに開発し、平成 15 年 10 月に現地で試験観測を実施した。試験観測の結果に基づき、装置全体に改良を行った後、平成 16 年 3 月に現地で本観測を行い、ダスト発生時の気象データ、飛砂粒子（50～500 μm ）飛散量データと共に粒径別ダスト粒子データを収集した。結果のとりまとめは平成 16 年度に実施する予定である。

また、第一期で得られた飛砂粒子飛散データを解析し、粒径別の飛砂飛散量の定量評価、飛砂粒径分布の高度依存性、飛散量の土壌水分依存性等これまで未知であった飛砂飛散プロセスを明らかにすると共に、これら観測結果に基づいた新しい飛砂飛散理論を Y.P. Shao 教授（豪サウスウェールズ大）と共同でとりまとめた。

関連論文（論文の番号は 6.1. 論文等の整理番号に対応）

271、272

(2) タリム盆地からの風送ダスト供給量

研究担当者

清野直子、山本 哲（環境・応用気象研究部）

本年度の計画

タリム盆地を対象に、局地気象モデルとダスト舞い上がり過程を含む移流拡散モデルを結合した、局地ダスト統合化モデルを作成する。

本年度の成果

タリム盆地でのメソスケール現象の再現に適した局地気象モデルと、その気象場を用いてダストの発生および輸送を評価するための移流拡散モデルについて適切な設定を行い、局地ダスト統合化モデルとして完成させた。気象モデルとしては、気象庁領域スペクトルモデル（RSM）を現業領域外に適用した 20 km 格子相当モデルに、10 km 格子気象研究所/数値予報課統一非静力学モデル（NHM）をネストしている。RSM に関してはよりよい気象状況の再現のために、地表面状態についても客観解析データを用いる等、設定の改良を行った。NHM については移流拡散計算に対応可能なように必要な物理量の出力を設定している。従来より精密にダスト飛散量を評価するため、地表面状態とダスト粒子の粒径分布を考慮した素過程を含む Shao の飛散モデルを NHM へ組み込んだ。また、計算効率を上げ実用的な計算処理が可能になるよう、全般にチューニングを進めた。

この局地ダスト統合化モデルを用い、2002 年 4 月の集中観測時におけるダスト飛散・輸送のシミュレーションを開始した。ダスト飛散の活発だったある 1 日の計算では、ダスト浮遊域の分布とその時間変化は定性的に観測とよく一致した。この例ではダストの飛散域は盆地北縁に限られたが、24 時間後にはダストは盆地全体を覆うとともに、天山山脈の風下に生じた鉛直流によって自由大気に舞い上げられて東方に輸送され、地上付近では収束場に対応して高濃度域が出来る様子などが再現された。また、2000 年から 2002 年にタリム盆地で生じた比較的大規模なダスト舞い上がり事例においても、総観場の状況に呼応して盆地付近に生じる特有の局地循環がダストの盆地内輸送に大きな役割を果たしている可能性が示唆された。このように、数値的手法によってタリム盆地でのダスト飛散時の大気構造の特徴が明らかになるとともに、これまでにない高解像度でのダスト舞い上がりの評価が可能となった。

関連論文（論文の番号は 6.1. 論文等の整理番号に対応）

(3) 東アジア域におけるダスト光学パラメータの鉛直分布観測と解析 I

研究担当者

永井智広、小林隆久、廣瀬保雄（気象衛星・観測システム研究部）

本年度の計画

東アジア域にわたるネットワーク観測の観測点としてつくば及び那覇を担当し、他機関が行う阿克蘇、蘭州、敦煌、名古屋、福岡での観測と合わせ、東アジア域でのダストの放射強制力を評価するためのエロゾル鉛直分布のデータを取得するため、

- (1) つくば及び那覇において可能な限り連続的な観測を行って、風送ダストの後方散乱係数と偏光解消度の鉛直分布を得る。
- (2) つくばにおいてラマンライダー等を用いて消散/後方散乱係数比等の光学パラメータの鉛直分布の観測を行う。

本年度の成果

(1) 連続観測

つくばでは年度当初から連続で、那覇については、太陽天頂角が 0 度に近づき、受信系内に直射日光が入射して機器を損傷する可能性のある夏至前後を除いて連続観測を行い、同時にエロゾルの後方散乱係数と偏光解消度の鉛直分布を計算し、逐次データベース化している。なお、観測は、瞬時停電などによる短期間の中断が生じたものの、全体としては順調である。

更に、欠測を回避するため、那覇においてインターネットを經由してライダーシステムの稼働状態を監視できるようにした。監視のためにデータを気象研究所に転送しているが、このデータを利用し、つくばでの観測も合わせて準リアルタイムでのデータ表示・公開を行っている。図に表示例を示す。現在、技術的な問題から暫定的に気象研内部のみの公開としているが、国土環境(株)の設置している「風送ダスト」プロジェクトのサーバーを利用した外部への公開を予定している。

(2) 光学パラメータのラマンライダー観測

つくばにおいて、ダストの飛散が予測される 4 月期及び 3 月期にラマンライダーを用いた観測を行い、エロゾルの消散/後方散乱比を算出した。

関連論文（論文の番号は 6.1. 論文等の整理番号に対応）

(4) 衛星による東アジア域ダスト分布特性の把握

研究担当者

増田一彦、真野裕三、石元裕史（気象衛星・観測システム研究部）

本年度の計画

静止気象衛星（GMS）の可視データを利用して、全海域観測範囲でのダストの光学的厚さの分布図（広域分布図）を2002年3、4月について作成する。

静止気象衛星の赤外2チャンネルを利用した陸域ダストインデックスのプロトタイプを作成する。また、地表面温度・大気温度・ダスト高度の不確かさがダストインデックスの推定精度に与える影響を調べる。

表面の凹凸を考慮した非球形粒子モデルの散乱特性を調べる。

静止気象衛星による陸域ダストインデックスの検証を目的として、地球観測衛星センサ（MODIS）データを利用してダスト分布図を作成する。

本年度の成果

海上エアロゾルの光学的厚さの日平均広域分布図を、2002年3～4月、2003年3～4月の4ヶ月分作成した。その結果、ダスト輸送モデルの広範囲での検証が可能になった。

赤外2チャンネル（10.5 μm 、11.5 μm ）の輝度温度差を利用する方法が多く使われていたが、本年度は輝度温度差を10.5 μm の輝度温度で正規化する方法を試みた。その結果、輝度温度差を利用する方法に比べてダスト領域がより鮮明になった。しかし、同様の手法で算出した海域でのダストインデックスと比較したところ、海陸境界で不連続がある場合がみられ、さらに改良する必要があることもわかった。また、輝度温度差の理論シミュレーションを行った結果、ダストインデックスに各地域の地表面射出率やダストの事前情報（粒径やダスト層の高さの代表的な値）を組み込むことによって改善されることが分かった。

ダスト粒子の電子顕微鏡画像を解析して粒子の全体形状および表面の凹凸度の統計を求めた。この形状データを用いて非球形粒子の電磁波散乱の厳密計算を行った。その結果、なめらかな非球形粒子にくらべ後方散乱の角度分布がより平坦になり、球形粒子との違いがより強められることがわかった。この結果を、GMSの可視データを利用した海域ダストの光学的厚さの推定手法に適用し、実際的な応用が可能であることをシミュレーションにより確認した。

MODISセンサの4チャンネル（可視：0.412 μm 、0.443 μm 、赤外：11 μm 、12 μm ）をつかって3事例についてダスト分布図を作成した。

関連論文（論文の番号は6.1.論文等の整理番号に対応）

262

(5) ダスト輸送途上域におけるダスト光学特性と粒子特性の把握

研究担当者

内山明博、山崎明宏、戸川裕樹、浅野準一（気候研究部）

本年度の計画

連続観測が可能な観測点に、日射観測システムを追加し、スカイラジオメーターと合わせて、放射観測システムを構築する。北京の北方からのダストを捕らえるために、新たに放射観測システムを設置・構築する。観測システム設置の機会を利用して、全消散係数に占める散乱消散係数の割合を測定する。平成14年度に取得したデータの解析を行い、光学的厚さについて、各観測点での特徴を調べる。既存の日射計データの物理量への変換を行う。直達光準器の検定観測、各スカイラジオメーターの比較検定を行う。

本年度の成果

国内の那覇、中国の青島に日射観測システムを追加し設置した。北京には、スカイラジオメーターと日射観測システムを設置した。

中国の観測点は、SIRSの影響で設置が夏から秋にずれてしまったが、設置を終え観測を開始した。

保守点検の際に、全消散係数に占める散乱消散係数の割合を測定した。その結果、single scattering albedoが、発生域では0.92～0.94程度であることが分かった。

平成14～15年度に連続観測で取得したデータをもとに、春先と他の季節の比較を行った。発生域では、どの季節も浮遊しているエアロゾルは春先と同じダストであること、輸送途上では局地的な影響を受け季節変化していることが分かった。那覇においても僅かであるが春先に他の季節に比べ大きい粒子の比率が

高く、ダストの影響があることが分かった。また、連続観測することによって、ダストイベント以外の現象も観測されている（シベリアの森林火災）ことが分かった。

放射強制力評価のために必要な晴天日の日射計のデータ、ゾンデデータなどのデータセットを整備した。

直達光準器の検定観測を、マウナ・ロア観測所で行った。今回は、準器の他に、PGS-100（プリード製）、MS700（EKO 製）のサンフォトメーターも検定用のデータを取得し比較した。準器と MS700 の差は小さく安定であった。PGS-100 は短波長側で光学的厚さを過大評価する傾向にあった。

スカイラジオメーターの比較観測を中国分については 11 月に、国内分については 2 月に行い、それぞれ再設置した。

関連論文（論文の番号は 6.1. 論文等の整理番号に対応）

—

(6) ダスト粒子の光学モデルと放射強制力の評価

研究担当者

青木輝夫（物理気象研究部）、内山明博（気候研究部）

本年度の計画

放射強制力を計算するため現在までに開発した精密放射伝達モデル以外に、計算速度を重視した高速放射伝達モデルを開発し、精密モデルと比較し、精度評価を行う。

土壌サンプルをフィルターに濾過しその反射率及び透過率を測定することにより、ダストの光学特性を測定するためのシステムを開発する。

砂漠域の現地分光放射観測を行い、地域的な放射強制力の観測を行う。

南極ドーム F 氷床コア中のダスト濃度及び水溶性エアロゾルの濃度データを用い、過去の南極域ダスト及び水溶性エアロゾル光学モデルを作成し、南極域における過去 32 万年間のダストによる放射強制力を計算する。

本年度の成果

ダスト輸送モデルによるダスト濃度の計算結果から、ダストによる放射強制力を計算する放射伝達モデルを開発した。このモデルはダストだけでなく、硫酸、すす、海塩、有機炭素エアロゾルの放射強制力も計算できる。このモデルを精密モデルと比較した結果、十分な精度で一致した。また、このモデルを用いて、黄砂予測業務に必要な視程を計算するためのプログラムを作成した。

過去の中国現地観測で取得した土壌サンプルをフィルターに濾過し、ダストの光学特性を測定するための積分球反射率・透過率測定装置を開発した。

2003 年 10 月にタクラマカン沙漠及びゴビ沙漠で現地分光放射観測を行い、地域的な放射強制力の観測を行った。この結果、2 つの砂漠では地表の土壌成分の違いから、舞い上がるダストの光学特性が異なり、ゴビ砂漠の方が吸収が強いことが分かった。また、タクラマカン沙漠ダスト光学モデルを用いて、中国における放射強制力の地域分布を計算した。

南極ドーム F 氷床コアの 32 万年分のダスト及びイオン成分時系列データを用いて、短波長域における晴天時の直接放射強制力を求めた。その結果、各ステージにおける放射強制力の変化は、コア中のダスト濃度の変動ほど大きくなかった。この理由は、氷期において積雪涵養量が減少する効果と、ダストの粒径分布が大きい方にシフトする効果が効いている。

関連論文（論文の番号は 6.1. 論文等の整理番号に対応）

—

(7) 数値モデルによる風送ダストの変動評価と気候への影響に関する研究

研究担当者

千葉 長（環境・応用気象研究部）

本年度の計画

全球風送ダスト統合モデルを用いて過去半世紀の風送ダストの発生、輸送、沈降のシミュレーションを行い、風送ダストの発生量、大気中に浮遊する量、地表面への沈降量の評価を行うとともに、放射モデル

のチューニングを行う。

本年度の成果

水平分解能 T42、L63 の全球統合モデルを用い、1978 年からの風送ダスト発生モデルの長時間積分を行った。それより前については客観解析データの作成方法にギャップのあることが分かり、その程度について現在解析を行っている。

長時間積分の結果から地球全体のダスト発生量はサハラ砂漠が最も多く、ここでの年々変動によって大気中ダストの主要な変動が決められることが示された。アジア域では中国乾燥地域からの寄与が大きく、特にゴビ砂漠周辺から発生するダストが日本や韓国に最も多く襲来している。

短波放射、長波放射について、ダストを考慮した放射への影響を評価できるようにモデルの改良を行った。

関連論文（論文の番号は 6.1. 論文等の整理番号に対応）

—

地殻のブロック構造に関する研究

（「陸域震源断層の深部すべり過程のモデル化に関する総合研究」の副課題）

研究期間：平成 14 年度～平成 15 年度

研究担当者：石川有三、青木 元、吉田康宏、山崎 明（地震火山研究部）

目 的

これまで得られたブロック構造を元に、荒い長期にわたる観測データのある気象庁資料を活用すると共に他機関の地震観測データを利用し、より詳細な震源位置や地震メカニズムによりさらに細かな地殻のブロック構造を引き続き明らかにする。さらに、一昨年起きた鳥取県西部地震はこのプロジェクトの研究対象とも言えるべき地震であり、比較的データの多い大地震で、それらの震源周辺も対象として過去地震の震源断層との関係も明らかにする。

本年度の計画

地殻の詳細なブロック構造を解明し、長町-利府断層、フォッサマグナがそれぞれ日本列島の構造の中でどのような位置づけにあるかを明らかにする。また、地震活動の起きている地域で起きた M7 級の地震では震源断層と前後の地震活動との位置関係から、断層深部のスベリの存在を明らかにする。

本年度の成果

震源の再決定により日本列島の地殻構造のブロック構造が明らかになり、特に長町-利府断層では、近接した北東側で 2004 年 7 月に宮城県北部地震が起きたため、東北地方の脊梁活動帯の東縁に位置していることが明確になった。そのため応力場の調査で明らかにされた付近では特異な南北圧縮場である北上ブロックからやや離れた東北地方の平均適広域応力の中にあると見なせることが分かった。

北部フォッサマグナでは、GPS による地殻変動から新潟-淡路島歪集中帯の中での変動速度の大きな場所とされているが、地震活動の面では、この歪集中帯とほぼ一致する震源分布が見られる。しかし、応力場の面からは、この歪集中帯は全域で同じ特徴を持っているわけではなく、北部フォッサマグナより北東側では、北西-南東に圧縮軸を持つ逆断層が発達している。一方、ここより南西側では、ほぼ横ずれ型であり、圧縮軸方位も北西-南東から徐々に東西方向へ変わっていることを明らかにした。

また、震源断層の時間的変化に関する調査では、1995 年兵庫県南部地震以降に見られた断層面の強度回復過程に関連した応力場の変化が 2000 年鳥取県西部地震ではそれが見られないことが分かった。この原因は、西南日本の広域応力場が影響していると推定される。

関連論文（論文の番号は 6.1. 論文等の整理番号に対応）

浅部地震活動の研究

（「富士火山の活動の総合的研究と情報の高度化」の副課題）

研究期間：平成 14 年度～平成 16 年度

研究担当者：山本哲也、福井敬一、藤原健治、高木朗充、坂井孝行（地震火山研究部）

目 的

1707 年の宝永噴火以降、富士山の火山活動は静穏な状態が継続していたが、平成 12 年 10 月頃から富士山直下の深さ 15 km 付近で深部低周波地震が多数発生するようになった。火山付近の深部低周波地震はマグマ活動と密接に関連している可能性が高く、この活動は富士山の火山活動が近い将来に活発化する可能性もあることを示している。

しかしながら、300 年近く噴火活動が休止していること、山体が巨大であることなどから、噴火メカニズム解明のための基礎研究が十分には行われていなかったのが実状である。

また、火山では噴火活動の直前には震源が浅い地震が多発することが一般的であるが、富士山では中腹から山頂域の観測点が不足していて、浅い火山性地震の検知能力が十分ではない。

富士山山頂および中腹域に地震計を設置することで、従来の観測網ではとらえることがむずかしかった浅部地震活動を観測し、富士山の浅部に発生する地震の震源分布や発生メカニズムを解明することを目指す。また、深部低周波地震との関連性を調査する。

本年度の計画

設置した地震計による地震観測を継続して実施する。また、人工地震による富士山及び周辺の構造探査に参加し、地震観測を行う。

周辺観測点地震波形データ、読み取り値などの既存観測データの収集・整理を行う。

データ解析を行い震源分布、発生頻度などを明らかにする。

本年度の成果

富士山山頂および中腹域の 4 カ所の観測点における震動波形の観測を行い、連続記録の蓄積を進めた。また関係機関が合同で実施する富士山の人工地震による構造探査に参加し、富士山山頂周辺での地震観測を行った。

観測、収集したデータから、富士山の浅部で発生する地震の拾い出しを行い、頻度等の調査を行った。観測によって浅部地震の存在が改めて確認されたが、観測期間中、浅部地震は最大でも一月当たり 5 回程度しか発生しておらず、浅部地震活動は低調だった。浅部地震はいずれも高周波地震だった。4 観測点すべてで観測された浅部地震はほとんどなく、地震の規模はいずれも小さかったといえる。震源の決定はできなかったが、山頂観測点の S-P が 1 秒より短いものがあり、海拔 0 m より浅部でも地震が発生しているらしい。S-P が 3 秒以下の範囲では S-P に依存した発生頻度の高低はみられなかった。

関連論文（論文の番号は 6.1. 論文等の整理番号に対応）

—

四次元変分法によるメソスケールモデルへの掩蔽データ同化システムの開発

（「精密衛星測位による地球環境監視技術の開発」の副課題）

研究期間：平成14年度～平成16年度

研究担当者：小司禎教、青梨和正、瀬古 弘、川畑拓矢、露木 義（予報研究部）

目 的

本研究では、対流圏における詳細な水蒸気分布の解析と、数値予報の精度向上を目指して、富士山や筑波山等の孤立峰山頂に設置、さらに航空機等に搭載したGPS受信機で観測した大気伝播遅延、及びそれらを解析することによって得られる気温・湿度を、気象庁がメソ数値予報モデル（MSM）に導入したメソ4次元変分法同化システム（Meso 4D-VAR）を用いて、メソ数値モデルへ同化するシステムを開発する。さらに同化によって得られた初期値を用いて数値予報実験を行い精度評価と考察を行う。平成14年度～平成16年度

本年度の計画

3年計画の2年目に当たる今年度は、3年目に実施する本格的な同化実験に向けた同化プログラムやシステムの整備、及び予備的な同化実験を行う。

- (a) GPS掩蔽観測で得られる大気による伝播遅延を数値気象モデルに同化するためには、数値モデルから得られる屈折率の分布に従って遅れたり偏向したりする電波経路を追跡（波線追跡：ray tracing）してモデル大気の伝播遅延量を計算し、掩蔽観測データの解析によって得られる伝播遅延量と比較する必要がある。波線追跡の技術を確立し、数値予報モデルからGPS掩蔽による伝播遅延のシミュレーションデータを作成し、観測結果との比較を行う。
- (b) 富士山頂観測データのノイズ除去、解析の高時間分解能化を進め、解析手法を確立する。富士山頂観測データを用いた同化実験を行う。
- (c) 航空機観測によるGPS掩蔽データの解析に必要な、高速移動体のGPS解析手法を確立する。

本年度の成果

- (a) 気象庁メソスケールモデル（MSM）を用いた波線追跡プログラムを開発し、観測結果との比較を行った。また、領域モデルにおいて掩蔽データを同化する場合に必要な領域の広さに関する検討を行った。受信機の周囲900km程度の領域が確保できれば、領域としては十分であることを確認した。
- (b) 富士山で観測された掩蔽データを用い、負仰角のGPS衛星からの電波の遅延量を30秒間隔で解析する手法を確立した。
位相遅延量に等方大気の仮定を与えることで解析される気温・湿度のプロファイルをMSMの四次元変分法データ同化システムを用いて同化する実験を行った。台風が東海地方に接近中の事例では、台風中心位置の解析や、降水量の予測結果に影響を与えていることがわかった。
- (c) 今年度未着手。当該研究プロジェクトの他のサブ課題で、電子航法研究所が担当する高速移動体の位置決定処理が行われた後に着手する。

関連論文（論文の番号は6.1.論文等の整理番号に対応）

150、155、156

グローバル水循環への応用

（「精密衛星測位による地球環境監視技術の開発」の副課題）

研究期間：平成 14 年度～平成 16 年度

研究担当者：仲江川敏之（気候研究部）

目 的

衛星重力ミッションによる地球監視技術を確立するために、個々の様相技術の制度限界を見極めるとともに、数値シミュレーション等により、大気、海洋、陸水、雪氷圏における諸変動の特性を明らかにし、これらの変動監視を目的とした、衛星配置、高度の決定など、ミッションの最適物理設計を行う。この目的達成のために、既存のモデル大気、海洋を用いた重力変動のシミュレーション、先行する GRACE ミッションのデータ処理を通じた評価シミュレーション、各種物理学的補正項目ならびに補正方法の検討などを実施する。

本課題は上記サブ課題中の 1 テーマとして、地球表層流体のうちグローバルな水循環に焦点をあて、地下水、土壌水、湖沼、積雪などを合わせた陸域貯水量を地域的な観測データとモデルを用いた数値計算から推定して、季節変化や年々変動の大きさを明らかにすることを目的とする。

本年度の計画

大気-海洋結合モデルによる温暖化実験から得られた陸域貯水量の現在からの変化量を、衛星重力ミッションデータから推定される陸域貯水量精度と比較し、今後予想される気候変動による陸域貯水量変化が、衛星重力ミッションで観測可能か調査する

本年度の成果

地球表層質量変化の推定に用いられる大気圧誤差を、ERA15、NCEP/NCAR R-1、NCEP/DOE R-2 を用いて推定した。衛星重力ミッションで観測される重力異常のうち、大気圧の影響は再解析値により除去できるものと仮定している。この大気圧の誤差は異なる再解析データセットの差で定義される。この結果、組み合わせにより、大気圧誤差は地域、季節により 10 hPa 以上異なる場合もあることが示された。この結果、温暖化による陸域貯水量変化の推定可能性を調べるためのデータが整備された。

より正確な陸域貯水量を算定するために、気候モデル用陸面モデルの改良を行った。既存のモデルでは表層 3m 程度の土壌水しか取り扱っていなかったため、地下水や河川水などによる貯留量変化も考慮できるように改良を開始した。

関連論文（論文の番号は 6.1. 論文等の整理番号に対応）

—

観測用測器開発（2）

（「定期旅客便による温室効果気体観測のグローバルスタンダード化」の副課題）

研究期間：平成15年度～平成17年度

研究担当者：松枝秀和、澤 庸介（地球化学研究部）

目的

これまで気象研究所では日本航空と協同で定期航空機対応型の自動大気採取装置を開発した実績があり、それを活かして、さらにグローバルスタンダード化を目指した次世代の自動フラスコサンプリング装置を完成させるため、機体の整備に熟知した航空機エンジニアと協力して開発を行う。

また、試験観測の試料分析と解析を行い、装置の実用化を総合評価する。

本年度の計画

自動フラスコサンプリング装置を開発するために、設計、製作、及び予備耐空性試験の3つの段階において協力研究を行い、予備耐空性試験のデータについて評価を行う。

サンプルフラスコの保存性能に関して、過去の仕様を調査研究すると同時に、試作フラスコによる保存実験研究を実施する。

本年度の成果

過去に気象研究所と日本航空の共同で開発された定期航空機搭載型の自動空気採取装置を基準モデルとして開発が進められ、第1号機の自動フラスコサンプリング装置が完成した。電磁波干渉（EMI）試験では、ノイズを軽減する対策が必要であることが判明し、電源部を完全に遮蔽する等の改良を今後実施することとなった。

サンプルフラスコの処理にスチーム洗浄を加えて、保存性能試験を実施した結果、過去に作製したフラスコと比較して、微量気体の保存性能を大きく向上できることが確認された。

関連論文（論文の番号は6.1.論文等の整理番号に対応）

新世代海面水温の評価と新しい応用技術開発

（「東アジア海洋環境監視と新世代海面水温」の副課題）

研究期間：平成 15 年度～平成 17 年度

研究担当者：蒲地政文、中野俊也、碓氷典久（海洋研究部）

目 的

本研究では、複数の衛星データを組み合わせて作成された海面水温データ（新世代海面水温）及び他の海洋観測データ（海面高度、海洋内部の水温、塩分）の同化手法を開発し、新世代海面水温データの有効性を評価する。

本年度の計画

新世代海面水温を用いて海洋内部の水温・塩分を推測し同化する技術（3次元変分法）の開発と同化に用いる統計手法の確立を行い、同化実験を開始する。具体的には①新世代海面水温と衛星海面高度計データを用いた統計的な相関係数の算出、②新世代海面水温を用いて海洋内部の水温・塩分の推測手法の確立。また、データ挿入のための同化技術の開発、③数値予測モデルを用いた新世代海面水温評価の為に、新世代海面水温を同化する実験の開始、並びに同化結果を観測値と比較することによる新世代海面水温の有効性評価、④同化結果の検証用の表層蓄熱量データの作成を行う。

本年度の成果

新世代海面水温と他の観測データを同化するために必要な統計量の算出、同化技術の開発を行い、同化実験を開始した。具体的には：①新世代海面水温と衛星海面高度計データを用いた相関係数を算出し、海域依存性を調べた。②新世代海面水温と他の観測データから海洋内部の水温・塩分を推測する手法を開発し、また、データ挿入のための同化技術を開発した。③新世代海面水温を同化する予備的な実験を北太平洋で開始した。同化結果を観測値と比較することにより、新世代海面水温の鉛直方向の影響範囲を調べた。影響範囲は海域と季節で異なり、亜寒帯域の冬季が最も影響が大きい。④次年度以降の検証に用いる、同化結果の検証用の表層蓄熱量データを作成した。

関連論文（論文の番号は 6.1. 論文等の整理番号に対応）

99、100、101、102、103、104、105

温室効果気体高精度遠隔測定技術の開発に関する研究

研究期間：平成 13 年度～平成 15 年度

研究代表者：深堀正志（物理気象研究部 第一研究室長）

研究担当者：青木忠生、青木輝夫、藤枝 剛（物理気象研究部）、千葉 長（環境・応用気象研究部）

目 的

森林火災等の自然現象や人間活動による温室効果気体の放出によって、気候がどのように変わっていくかを予測するためには、温室効果気体の発生量や場所、またその消滅、輸送、変質などの機構が正しく理解されていなければならない。現在は、これらの研究には陸上のごく限られた観測点のデータが使われているが、地球の3分の2を占める海上のデータは欠落している。このため、二酸化炭素をはじめ温室効果気体の発生・消滅の見積もりには数10%以上の不確定度があるとされており、地球温暖化予測、各国による温室効果気体放出量の監視などの目的にはより高精度のデータが望まれる。このため人工衛星によって、広範囲の地球上で温室効果気体の濃度を高い精度で観測し、このデータを全球輸送モデルに組み込むことによって、発生・消滅の精度を上げることが期待されている。

本研究では1%以下の精度で温室効果気体を測定できる衛星センサの開発に必要な基本的技術の確立を目的とし、航空機搭載センサの改良およびアルゴリズムの精密化を図る。また地上からの気柱量観測装置については、二酸化炭素を0.5%程度の精度で日変化を監視できる技術の確立を目的とする。

本年度の計画

航空機による気体量算出実証試験を行うとともに技術の総合評価とまとめを行う。

観測可能な地点数など衛星システムのパフォーマンスに関する検討を行う。

気柱量測定実験を行うとともに技術の総合評価とまとめを行う。

本年度の成果

航空機搭載用センサの光学系・データ処理系の改造を行い、ヘリコプターを用いて海面サングリント光のCO₂、H₂O及びCH₄の吸収スペクトル観測を実施した。観測スペクトルの一部にヘリコプターの振動が原因と思われる出力変動などが見られたが、航空機搭載センサが十分な測定感度を有していることが確認された。また、ヘリコプターの振動の影響を排除したスペクトル波形の確認のため、海岸に隣接する高層建築物からのサングリント光観測を実施し、安定したスペクトル出力を確認した。各種軌道傾斜角や高度などの軌道の種類によって、観測可能なサングリント観測域を把握するためのプログラム開発を行った。地上設置型センサの観測自動化を図り、気柱量観測データの蓄積を継続した。航空機搭載用センサと地上設置型センサの観測技術の総合評価を行った。

関連論文（論文の番号は6.1.論文等の整理番号に対応）

—

マイクロ波分光放射計による水蒸気鉛直分布観測に関する研究

研究期間：平成14年度～平成16年度

研究代表者：高山陽三（気象衛星・観測システム研究部）

研究担当者：高谷美正、鈴木 修、中里真久、石部 勝（気象衛星・観測システム研究部）

目 的

これまでの気温鉛直分布観測の研究成果を採り入れ、最適な周波数の選択により従来のリモートセンシングで困難であった雲域の水蒸気鉛直分布観測を、多周波のマイクロ波放射測定により精度良く観測する手法の開発を行なう。

本年度の計画

波長別放射強度信号検出・処理の必要機能検討し、装置の製作を行なう。

水蒸気分布測定アルゴリズムのシミュレーション評価を行なう。

本年度の成果

波長別放射強度信号検出・処理をする装置を製作し、次年度この装置を基に放射観測装置として組み立てる。

水蒸気分布測定アルゴリズムの改良を行い、シミュレーションにより 0.1 g/m^3 以上の 1 g/m^3 程度までの雲水でも安定した推定解を得ることができるようになり、観測時に利用するアルゴリズムの原型ができた。水蒸気推定に必要な気温プロファイルの推定方法の改善をはかり、弱い降水がある場合でも気温プロファイルの推定が可能になり、従来観測ができないといわれていた雨の場合でも、弱い雨ならば水蒸気観測ができる可能性があることがわかった。

関連論文（論文の番号は 6.1. 論文等の整理番号に対応）

—

能動型オゾン観測用センサーに用いるレーザーに関する研究

研究期間：平成 15 年度～平成 18 年度

研究代表者：永井智広（気象衛星・観測システム研究部）

研究担当者：小林隆久、廣瀬保雄（気象衛星・観測システム研究部）

目 的

オゾンの全球的な鉛直分布を測定するため、現在では技術的に難易度が高いため、搭載が困難な差分吸収法ライダ送信部のレーザー装置の小型・軽量化、省電力化をすすめ、衛星搭載用レーザーの技術基盤を確立すること。

本年度の計画

波長を同調するのに必要な半導体レーザーとして、複合共振器付きマイクロチップレーザーを用いたインジェクションシーダの開発を行う。

本年度の成果

オゾンの吸収帯内で固体レーザーの波長を精密に制御をするために、インジェクションシーダとして用いる外部共振器型マイクロチップレーザーの開発を行った。図に開発したインジェクションシーダで発振させた波長を示すが、オゾンの吸収帯領域の 3 倍の波長領域の 946 nm 付近で単一モード発振をすること、またこの波長帯内で精密に波長を制御可能な事が確認できた。

関連論文（論文の番号は 6.1. 論文等の整理番号に対応）

—

産業革命以降の気候の再現に関する研究

研究期間：平成 14 年度～平成 16 年度

研究代表者：鬼頭昭雄（気候研究部 第一研究室長）

研究担当者：小寺邦彦、黒田友二、楠 昌司、谷貝 勇、仲江川敏之、保坂征宏、行本誠史、野田 彰、吉村裕正、内山貴雄（気候研究部）、柴田清孝（環境・応用気象研究部）

目 的

人間活動による二酸化炭素・メタン・オゾン・エアロゾルの変化及び太陽活動や火山性エアロゾルによる自然変動をそれぞれ考慮して、産業革命以降の気候変動の再現を行い、その結果の解析から温室ガス等の気候変化に対する個別要因の影響評価を行うことを目的とする。

本年度の計画

(1) 観測データ及び各種強制力データの整備とデータ解析

観測データによる長期変動の解析に着手する。種々のエアロゾル（サルフェイト、有機炭素、無機炭素、海塩、ダスト等）について分布や放射特性データの調査と収集を行い、モデル実験用に加工する。太陽定数ならびに太陽エネルギースペクトルの変化に伴うオゾン変動をどの様にモデルに与えるかを調査して、モデル実験用に加工する。

(2) 歴史的海面水温・海水データを用いた大気大循環モデルによる気候再現に関する研究

新しく公開されたハドレーセンター（英国）による海面水温と海水データ HadISST（1871 年から 1999 年）を用いて、二酸化炭素濃度等の放射強制力を一定にした場合と年々変化させた場合のアンサンブル実験を行い、前年の結果と合わせた多数メンバーで解析を行う。また、20 世紀の気候再現プロジェクト（C20C）に参加する。

(3) 気候モデルによる気候再現と気候変化への各種要因の影響評価に関する研究

前年度に行った基準となる気候再現実験を観測された過去の気候変化と比較し解析することにより、気候モデルの再現性の評価を行う。また、気候再現実験の結果と強制力を一定にした基準実験の結果とを比較することにより、気候システム内部の変動と外部強制力に対する気候応答との違いを評価検討する。また、太陽活動に伴う成層圏オゾンの変化や人為起源の対流圏オゾンの変化など、オゾン変動の効果を強制力として与えられるよう、モデルに改良を加える。成層圏火山エアロゾルの組み込み、対流圏の各種エアロゾルのモデルでの扱いの改良と放射強制力モニタ出力の付加を行う。セミラグ版で背の高いモデルの構築を行い、太陽活動の影響評価ランに着手する。

本年度の成果

(1) 観測データ及び各種強制力データの整備とデータ解析

北半球の長期変動の主要な成分の 1 つである北大西洋振動の変化を調べるため、現在のグローバル解析データから地上気温、気圧を抽出しその解析を行い、過去データの解析と比較した結果、この変動モードはきわめて安定していることがわかった。北極振動（AO）/南極振動（AAO）のトレンド解析も行い、AO/AAO のトレンドは共に 60 度より極側で平均した極域海面気圧/850 hPa 高度場での気圧低下トレンドとしても現われていることが分かった。北極での子午面循環トレンドは運動量強制（北向き運動量輸送）の強化トレンドの直接結果である事が分かったが、南半球での AAO トレンドは北半球ほどはっきりした関係を見出せなかった。種々のエアロゾルについて分布や放射特性データの調査と収集を行い、モデル実験用に加工した。太陽定数ならびに太陽エネルギースペクトルの過去 120 年のデータ取得を行い、その変化に伴うオゾン変動のモデルへの適用作業を開始した。

(2) 歴史的海面水温・海水データを用いた大気大循環モデルによる気候再現に関する研究

C20C プロジェクトに合わせて、大気大循環モデルに観測された海面水温・海水データを与えて、1871 年から 2001 年までの 130 年間の 6 メンバーのアンサンブル実験を行った。まず始めに検証観測データの豊富な 1951 年以降について陸域地上気温と降水量のトレンドと年々変動の再現性を調べた。広域の地域平均では、モデルの気温の上昇トレンドは再現されているが過小だった。降水量の長期トレンドは再現されているが、北半球夏季の年々変動再現性が低いことが分かった。

(3) 気候モデルによる気候再現と気候変化への各種要因の影響評価に関する研究

気候再現実験の結果を解析し、全球平均地上気温の変化において、モデルが産業革命以降の観測された数十年規模の変動をうまく再現することが示された。また、大気の主要な変動成分であり、日本の気候にも大きな影響を持つ北極振動の数十年規模変動について、モデルは観測と一致する変化の再現に成功した。強制力を一定にした基準実験の結果と比較解析した結果、大気内部変動によるものと、温室効果ガスなどの外部強制力に対する応答でその3次元構造が大きく異なることが示された。成層圏オゾン及び対流圏オゾンの変動の効果を与えられるようモデルの改良を行い、またエアロゾルの放射強制力モニタの付加等のモデルでの取り扱いの改良を行った。太陽活動と火山活動の強制力のみを与えた実験と、人為起源の温室効果ガスと硫酸エアロゾルのみの強制力を与えた実験を行い、自然起源の強制力と人為起源の強制力の気候変化への影響を分離し、それぞれの寄与の定量的評価を行った。化学輸送モデルと大循環モデルの疎結合の性能を調べ、前者の空間分解能をあまり落とせないことが分かった。セミラグ版で背の高いモデルの構築はセミラグ版の完成（他の研究計画で実施）の遅延のため遅れている。

関連論文（論文の番号は6.1.論文等の整理番号に対応）

119

新排出シナリオに基づく新しい気候変動シナリオの推計に関する研究

（「アジア太平洋地域統合モデル（AIM）を基礎とした気候・経済発展統合政策の評価手法に関する途上国等共同研究」の副課題）

研究期間：平成 12 年度～平成 16 年度

研究担当者：野田 彰、行本誠史、吉村裕正、内山貴雄（気候研究部）、千葉 長（環境・応用気象研究部）

目 的

本研究では気候変動に関する政府間パネル（IPCC）の温室効果ガス排出シナリオやアジア太平洋地域統合モデル（AIM）に基づく排出シナリオを前提として、気候変動シナリオを大気海洋結合モデルにより予測することにより、地球温暖化の影響・適応シミュレーションの分析の基礎となるデータを他のサブテーマに提供する。

本年度の計画

サブテーマ 3 で提供される AIM シナリオ、及び IPCC の気候影響評価グループ（TG CIA）を通じて提供された排出シナリオの各シナリオに対してアンサンブル実験を行い、自然変動による不確定性とシナリオの違いによる不確実性について定量的な結果を、他のサブテーマグループへ提供する。

本年度の成果

気象研究所の大気・海洋結合モデル（MRI-CGCM2）を用いて、昨年度までに求めた 3 次元の硫酸エアロゾル分布シナリオによる地球温暖化実験を行った。21 世紀末における温度上昇は、SRES の A1B、A2、B2、の各排出シナリオでそれぞれ約 2.4、2.7、2.0 度となった。今回行った温暖化実験は、これまで気象研究所で行ってきたものと比べて硫酸エアロゾルによる放射強制力が大きくなっている。全球平均地上気温を見ると、21 世紀の前半にはこの影響と思われる温暖化の遅れが見られるが、21 世紀末になると二酸化硫黄の排出量は現在とほぼ同じかむしろ少なくなるので温暖化の進み具合はこれまでのものとあまり変わらないものとなっている。また、硫酸エアロゾルの量が最も多くなる 2040 年頃の地上気温の変化を見ると、変化のパターンはこれまでの結果と非常に類似しており、硫酸エアロゾルの放射強制力による局所的なパターンはあまり目立たなかった。

関連論文（論文の番号は 6.1. 論文等の整理番号に対応）

—

吸収線パラメータの温度依存性に関する実験研究

（「衛星データを利用したオゾン層変動の機構解明に関する研究」の副課題）

研究期間：平成 13 年度～平成 15 年度

研究担当者：深堀正志、青木忠生、藤枝 鋼（物理気象研究部）

目 的

本研究はわが国の観測衛星センサーによって得られたデータ、及び将来得られるであろうデータを用いて、特に極域オゾン層変動の物理・化学的メカニズムの解明と、その変動が極域オゾン層に与える影響を定量的に把握することを目的とする。そのため、衛星観測スペクトルデータから微量気体量を導出するアルゴリズムの高度化のための研究、そこで用いる気体分光データの精緻化のための研究、オゾン層破壊に重要な役割を果たしている、極域成層圏雲の組成及びその微物理過程に関する研究、衛星データ質の評価に関する研究、精度の確立された衛星データを用いた地球物理学的研究、3次元化学輸送モデルと衛星データの比較による、オゾン破壊メカニズムの理解に関する研究を行う。

本年度の計画

低温下での CH_4 の $3.3\mu\text{m}$ 帯の吸収実験を行い、線強度及び半値半幅などの吸収線パラメータを決定する。これまでに得られた室温実験の結果を総合して、 CH_4 の吸収線パラメータの温度依存性を解明する。 N_2O 、 CO_2 及び CH_4 の吸収線パラメータの温度依存性についてまとめを行う。

本年度の成果

CH_4 の $3.3\mu\text{m}$ 帯における HITRAN データベースの 1996 年版及び 2001 年版の相違を調査した。また $3.3\mu\text{m}$ 帯の室温スペクトルに対して、微弱な吸収線を考慮した解析を行い、P 枝と R 枝の吸収線の線強度と半値半幅を精密に決定した。得られた値は、HITRAN データベースの基礎となっている Benner et al. の結果に非常に近い値であった。

CH_4 の $3.3\mu\text{m}$ 帯の 240K と 180K における低温下の吸収スペクトルを測定した。得られたスペクトルから、P 枝と R 枝の吸収線に対して、それぞれの温度の線強度と半値半幅を求めた。これらの値と室温付近の値を総合して、吸収線パラメータの温度依存性を把握した。1本の吸収線から構成される R(0) や R(1) の半値半幅に対して得られた本研究による温度依存性は、HITRAN データベースや他の高分解能実験結果よりも僅かに大きい傾向を示したが、今後測定温度の精度や誤差など検討する必要がある。

N_2O の $4.1\mu\text{m}$ 付近に存在し CO_2 の $4.3\mu\text{m}$ 帯と重畳している $\nu_1+2\nu_2$ 帯の線強度と半値半幅を解析し、Ch. 2 の波長域に存在する N_2O の主要な吸収帯 (ν_3 帯、 $\nu_1+2\nu_2$ 帯、 $2\nu_1$ 帯) の解析を終了した。3個の吸収帯を総合して N_2O と N_2 の衝突幅と N_2O と O_2 の衝突幅の回転量子数依存性を求めた。

CO_2 の $4.3\mu\text{m}$ 帯の 240K と 180K における CO_2 と N_2 の半値半幅と CO_2 と O_2 の半値半幅の測定値から CO_2 と空気の半値半幅を計算した。これらの値と室温の値を用いて CO_2 と空気の半値半幅の温度依存性を求め、HITRAN データベースの値と比較した。その結果、HITRAN データベースの基礎となった理論計算値に本研究の値は良く一致した。

関連論文（論文の番号は 6.1. 論文等の整理番号に対応）

228、229

中緯度における長期オゾン変動の解析と変動要因の解明に関する研究

（「オゾン層破壊の長期変動要因の解析と将来予測に関する研究」の副課題）

研究期間：平成14年度～平成16年度

研究担当者：柴田清孝、柴田清孝、関山 剛、出牛 真（環境・応用気象研究部）

目 的

中緯度でのこれまでのオゾン変動トレンドに関して、輸送過程と化学的な分解に係わる要因とに分けるために、3次元化学輸送モデルを用いて中緯度域での長期のオゾン減少トレンドについての再現実験を行い、化学過程や輸送の効果がモデル実験上で認められるか、反応スキームの違いによるオゾン破壊トレンドへの影響などを調べる。更に異なったフロンガスシナリオでの数値実験を行い、中緯度域でのオゾン減少へのオゾン破壊物質の規制効果を見積もる。

本年度の計画

湿性沈着過程の改良を行う。対流輸送過程、乱流拡散過程の組み込み作業を完了させる。モデルの予備的な長期ランを行い、その結果の解析を行い、調整箇所の洗い出し、改良を行う。下部成層圏における硫酸エアロゾルの取り扱いの高度化を行う。その後、このモデルを用いてフロンや硫酸エアロゾルのシナリオを使った長期ランを開始する。

本年度の成果

湿性沈着過程を改良し HBr も湿性沈着するように変更し、全臭素の収支を改善した。乱流拡散過程の組み込み作業を完了させた。モデルの長期ランを行い、観測の大気場に近づける外部フォーシング（ナudging）を入れた場合と、入れない場合の成層圏化学種の分布に及ぼす影響を評価し、ナudgingを用いた場合の方がオゾン全量は少なくなり、より現実的な分布になることが分かった。また、異なる水平分解能でも長期ランを行い、モデルの水平分解能の影響も評価した。さらに、計算時間の負荷を小さくする工夫の1つとして、大気大循環モデルの大気場の分解能を落として輸送過程や化学過程に与える疎結合の実験を行い、大気大循環モデルが T42 で化学輸送モデルが T21 の疎結合では両方とも T42 の同程度の成績を持つことを示した。

関連論文（論文の番号は 6.1. 論文等の整理番号に対応）

リモートセンシングを活用したバイオマス計測手法の開発

（「京都議定書吸収源としての森林機能評価に関する研究」の副課題）

研究期間：平成 14 年度～平成 16 年度

研究担当者：馬淵和雄（環境・応用気象研究部）

目 的

京都議定書の運用ルールは COP6 で政治的合意がなされ COP7 で法文化されたものの、吸収源については定義を含め多くの技術的問題が残されている。我が国の林業統計に用いられている資源調査データも幹材積を示すだけで、梢、枝、葉、根を含めたバイオマス中の炭素貯蔵量に換算するにはモデルを用いて換算する必要がある。土壌データも全国的にカバーされているのは土壌型に関する情報だけであり、各土壌型と地域の自然環境から土壌中の炭素貯蔵量を評価するモデルが必要である。京都議定書 5 条では第一約束期間の一年前までに国レベルの炭素吸収量インベントリーシステムの確立を求めており、7 条、8 条に対応した人為活動による吸収量をレビューに耐えうる形で報告を義務付けている。当研究では、森林の炭素吸収量評価モデルの開発を目的としている。また、京都議定書が求めている不確実性への対応方法やクロスチェック手法の確立、合意形成に有用な科学的知見の評価も併せて本研究の中で実施していく。

本年度の計画

昨年度に引き続き、3次元レーザープロファイラデータの取得、および対象となる森林域の現地調査を行う。

気候モデル用陸面モデルの単独での実験を通して、陸面モデルの精度の向上と、高度化を行う。

本年度の成果

カナダ寒帯林を対象として、レーザープロファイラデータの取得地域に対応する森林域における現地調査に参加した。また、気候モデル用陸面モデルの単独実験を行い、陸面モデル自体の改良点を明らかにするとともに、モデルの高度化に向けての検討を行った。3次元レーザープロファイラデータのグランドトゥルースデータ取得を目的とする、カナダ寒帯林・亜寒帯林における森林現地調査によって、各種の森林の植物生態データが、着実に取得・蓄積されつつある。これらのデータは、リモートセンシングによる森林バイオマス計測手法の確立に向けての貴重なデータであるとともに、気候モデル用陸面植生モデルで使用するためのパラメータ値としても、非常に貴重なデータである。今年度は、蓄積されてきた森林現地調査による森林生態データを、実際に陸面植生モデルのパラメータとして使用するための検討を行った。来年度は、これらの森林パラメータを使用し、陸面モデルの精度の向上を図るとともに、モデルの高度化を行う。また、モデルを使用した数値実験を通して、森林バイオマス計測手法の確立に貢献する。

関連論文（論文の番号は 6.1. 論文等の整理番号に対応）

陸域生態系吸収・放出の近未来予測モデル開発

（「21世紀のアジアにおける科学的陸域炭素管理に向けた統合的炭素収支研究」の副課題）

研究期間：平成14年度～平成16年度

研究担当者：馬淵和雄（環境・応用気象研究部）

目的

人間活動による炭素排出は、生態系との相互作用を経て、グローバルな炭素循環に変動をもたらす。特に、これから数十年間の陸域炭素収支の変動が、気候システムに重大なインパクトを与える。このような地球規模の脅威に対処するためには、陸域炭素収支が今後どのように変動するのか、この変動を管理するために、どのようなオプションがあるのか、またそれらはどのように評価されるのか、といった課題の解明のために、自然科学と社会科学を総合した分析を実施していかなければならないという認識が高まっている。本研究は、上記の国際的研究の一環として、わが国が位置し、経済発展がめざましい東アジアを中心に、気候変動の影響が大きいと予想されるシベリアを含めた地域での炭素循環を研究するものである。

本年度の計画

BAIMを導入した3次元気候モデルで再現される地表面での二酸化炭素収支について、より詳しい解析を行う。

他のモデルとの結果の比較を行いモデルの改良点を明らかにする。

BAIM自体の高度化を行う。

本年度の成果

BAIMを導入した領域気候モデルの10年分の数値実験の計算結果を解析した。その結果、モデルは、降水量、気温、地表面での二酸化炭素収支などの年々変動、季節変動および地域的特徴を良く再現していることが分かった。地表面での二酸化炭素収支について、生態系モデル Sim-CYCLE による結果との比較を行った。その結果、部分的な不一致が見られたが、地表面での二酸化炭素収支の地域的特徴および年々変動の全体的特徴は、両モデルで傾向が一致していることが確認できた。BAIMの高度化を図り、より生態系モデルに近づけるために必要なパラメタリゼーションについて検討を行い、BAIMの改良点とその対応策を考察した。BAIMを導入した気候モデルの長期積分結果を解析した結果、特に陸面でのエネルギー収支及び二酸化炭素収支の精度に強い影響を与える気候要素について、その地域分布、季節変動及び年々変動の特徴をよく再現できていることが確認できた。モデルの計算結果の解析と、他のモデルとの比較を通して、今年度に計画していたモデルの精度の現状把握はある程度達成できた。さらにBAIM自体の高度化に向けての方策の見通しを立てることができた。来年度は、BAIMの高度化を重点的に行い、最終的な3次元気候モデルによる陸域二酸化炭素収支予測に向けて、研究を進める。

関連論文（論文の番号は6.1.論文等の整理番号に対応）

—

津波波形解析による過去の宮城県沖地震の研究

（「宮城県沖地震に関するパイロット的な重点的調査観測」の副課題）

研究期間：平成 14 年度～平成 16 年度

研究担当者：長谷川洋平（地震火山研究部）

目 的

宮城県沖地震の長期的な地震発生時期や地震規模、強震動の予測精度の向上のためには、震源域を含むプレート境界面上におけるアスペリティの分布とその振る舞いについて理解を深めることが先ず必要である。また、地殻活動のモニタリングには、海域での調査観測が欠かせない。宮城県沖でのパイロット的な重点的調査観測では、既存の観測網やこれまでの調査観測実績を踏まえて、以下のような項目について調査観測を実施する。

1. 過去の宮城県沖地震の活動の履歴および活動様式に関する調査
2. 地震観測による地殻活動モニタリング
3. 地殻変動観測による地殻活動モニタリング
4. プレート境界およびその周辺域の地殻構造調査

本年度の計画

1936 年宮城県沖地震の津波数値計算とすべり量分布推定を行う。平行して、1936 年宮城県沖地震及び 1937 年宮城県沖地震の検潮記録の調査・収集を継続して行う。

本年度の成果

平成 14 年度に収集した 1936 年宮城県沖地震の津波波形および検潮所近傍の地形情報を用いて津波数値計算を行い、得られた津波波形のインバージョン解析によりすべり量分布を推定した。使用した津波波形は 4 記録で、最大すべりは牡鹿半島沖に 0.7 m と推定された。また、1936 年宮城県沖地震のすべり量分布を 1978 年宮城県沖地震のすべり量分布と比較するため、後者の小断層を 12 に増やしてすべり量分布再解析を行った。使用した津波波形は平成 14 年度と同様 14 記録である。最大すべりは 1.0 m でやはり牡鹿半島沖に推定され、全体の地震モーメントは 1.9×10^{20} Nm (M_w 7.5) と計算された。これらの結果より、1978 年の地震は 1936 年の地震よりも大きかったことが分かる。断層がすべった範囲も 1978 年の地震が大きかったが、最も大きくすべった位置はほぼ同じである。なお、1936 年の地震に対する上記の結果は全ての検潮記録の時刻が正しいと仮定して得られた結果で、実際には、原記録により時刻補正ができた八戸を除き、月浜、石巻、小名浜での時刻精度は良く分かっていない。今後、これらの記録の時刻精度がインバージョン結果に与える影響を評価する必要がある。1937 年の津波については、ノイズレベルを超えるような検潮記録は発見されなかった。

関連論文（論文の番号は 6.1. 論文等の整理番号に対応）