研究課題	（Ｃ１）気候モデルの高度化と気候・環境の長期変動に関する研究 副課題１：地球システムモデルの高度化による気候・環境変動予測の高精度化 副課題２：地域気候モデルによる気候変動予測に関する研究
研究期間	平成 26 年度～平成 30 年度（5 年計画第 4 年度）
担当者	○竹内義明　研究調整官 （副課題１） ［気候研究部］尾瀬智昭、○行本誠史、川合秀明、新藤永樹、吉田康平、楠昌司、高谷祐平、今田由紀子、小畑淳、石田春磨、石井正好、村崎万代、水田亮、遠藤洋和、仲江川敏之、保坂征宏、（併任：気候情報課）足立恭将、坂井めぐみ、（併任：数値予報課）籔将吉、（併任：気象大学校）村上茂教、（客員）鬼頭昭雄、野田彰、杉正人、相澤拓郎、（支援）神代剛、荒川理、亀井誠 ［予報研究部］吉村裕正 ［環境・応用気象研究部］眞木貴史、直江寛明、田中泰宙、大島長、（併任：環境気象管理官）出牛真 ［海洋・地球化学研究部］山中吾郎、辻野博之、浦川昇吾 （副課題２） ［環境・応用気象研究部］高薮出、○佐々木秀孝、志藤文武、村田昭彦、川瀬宏明、野坂真也、（併任：気候情報課）田中昌太郎、西村明希生、山田賢、（併任：気象大学校）大泉三津夫、（客員）栗原和夫、伊東瑠衣、日比野研志
目的	地球温暖化による全球および地域レベルの気候・環境変化に関する情報の作成と適応策の策定に貢献する。
目標	シームレス化を目指して気候再現性とともに短期・季節の予測精度に優れた高精度の地球システムモデルを開発し、数年から数十年、さらに長期の気候・環境変動を対象とする予測を行う。プロセスレベルの解析や古気候実験、各種感度実験を実施し、気候変動およびそれに関連する気候と物質循環の相互作用に関わるプロセスやメカニズムを解明する。 地域気候モデルを高精度化・高分解能化し、地球温暖化に伴う 21 世紀の気候変化予測を詳細に行う。より信頼度の高い予測データを得るための手法を開発するとともに、データの活用に必要な信頼性情報を開発し提供する。また、異常気象をもたらすような地域的な気候現象の予測可能性を調べる。 得られた成果により「気候変動に関する政府間パネル（IPCC）」報告や気象庁温暖化業務に寄与する。
研究の概要	（副課題１） ① 放射、積雲対流、雲物理、雪氷物理、陸面・植生などの大気大循環モデルの各物理過程を改良・高度化する。これに最新の成果を取り入れた構成モデル（大気化学・エーロゾルモデル、海洋大循環モデル）を統合して地球システムモデルを構築し、長期積分および観測データを同化した初期値を用いた短期～季節のハインドキャストによる検証をもとに最適化する。 ② 開発した地球システムモデルを用いて、産業革命以降の気候変化の再現実験および排出シナリオに基づく長期予測実験を行う。また、観測データを同化した初期値をもとに、20 世紀後半のハインドキャスト実験、および 21 世紀前半の十年～数十年先の予測実験を行う。 ③ 以下の手法により、気候変動および気候と物質循環の相互作用に関するプロセスやメカニズムの解明を行う。 （ア）プロセスレベル解析に基づくボトムアップアプローチ ・雪氷圏における温度変化や光吸収性エーロゾル沈着効果が雪氷の融解やアルベドに与える効果について解析 ・雲衛星シミュレータの出力と雲衛星観測データの比較などをもとに雲微物理過程と大規模場の相互作用について解析

	（イ）②のモデル実験の統計解析に基づくトップダウンアプローチ （ウ）古気候実験や各種感度実験による気候変動メカニズムの研究 ④ 全球非静力学フレームに基づき、温暖化予測の不確実性低減を目指した次世代気候モデルの開発を行う。 （副課題２） ① 地域気候モデルのこれまでの計算結果から、現在気候の再現性の問題点についてその原因を探って改善する。更に、より詳細なデータを影響評価の研究者に提供するため、モデルの高分解能化を行う。物理過程の性能はモデルの分解能に依存することから、高分解能モデルによる現在気候の再現性の評価を行い問題が確認された物理過程について改善を図る。また、都市モデルを組み込むことによって、現在気候の再現性を向上させる。 ② 地域気候モデルを、複数の全球結合モデルによる SST を使って計算された気象研究所全球大気モデルの結果にネストし、21 世紀末を対象とする温暖化による将来変化を予測する（外部資金活用）。なお、IPCC AR6 への貢献を目指し、今後の国際的動向に対応した必要な実験を行う。 ③ 地域気候モデルのデータは誤差を含むことから、温暖化予測の結果をより精度の高い予測情報とするためのバイアス補正手法の開発を行う。また、温暖化対策を検討する際に不可欠な予測データの信頼性の評価技術を開発し、実用的な信頼性情報の提供を行う。更に、データの温暖化予測業務への適用可能性を調べる。 ④ 日本には、おろし、だし、フェーンなど様々な地域的な現象が存在し、交通障害や人体、家畜などの健康に重大な害をもたらす危険性がある。高分解能化した地域気候モデルを使って将来予測実験を実施し、それらの現象の強度や頻度が将来どのように変化するのか、予測可能性を調べる。
平成 29 年度実施計画	（副課題１） ① CMIP6 の基本的な実験（AMIP 実験、産業革命前スピンアップと基準実験、CO2 1%/yr 漸増実験、CO2 瞬時 4 倍増実験、および歴史実験）を行う。さらに CFMIP、ScenarioMIP など主要な Endorsed-MIP の実験を実施する。また、十年規模予測ための初期値化実験を実施し、予測実験を開始する。 ② 地球システムモデルの気象庁全球モデル GSAM フレームへの移行を進め、エーロゾルモデル、大気化学モデルとの結合部分、主要スキームの GSAM への組み込みを行う。 ③ 大気大循環モデルの各物理過程（特に雲物理過程、境界層過程、積雲対流過程、陸面過程）について、中期的に取り組む改良・高度化を進める。 ④ 気候変動および気候・物質循環相互作用に関するプロセス・メカニズムについて、引き続き以下の実験・解析を進める。 ・ 雲微物理過程と大規模場の相互作用に関する実験および解析 ・ 成層圏気候変動に関する実験および解析 ・ 古気候実験および解析 ・ 気候予測の不確実性に関する実験および解析 ・ 大気-化学-エーロゾル相互作用に関する実験および解析 ・ 陸域炭素循環過程に関する実験および解析 ⑤ 全球非静力学フレームに基づく次世代気候モデルの開発を引き続き進める。 （副課題２） ① NHRCM01 の物理過程の改良を行うなどして現在気候再現性の向上を図り、500km 四方程度の計算領域における温暖化予測実験を行う。 ② NHRCM02 による温暖化予測データの不確実性の評価、バイアス補正を含めた極端現象の将来予測方法の検討を行う。 ③ SST が気候再現性に与える影響についての評価を行う。 ④ 地方固有の気候現象について、バイアス補正や不確実性を考慮した将来変化予測の方法についての検討を行う。
波及効果	・地球システムモデルでの開発の成果は、「季節予報の高度化と異常気象の要因に関する研究」でのモデル開発と共有するとともに、短期・中期予報での性能も確認し、現業全球大気モデルの精度向上への貢献としても活用する。 ・地域気候モデルでの開発成果は、「メソスケール気象予測の改善と防災気象情報の高度

	化に関する研究」でのモデル開発と共有する。 ・開発された地域気候モデルは他のプロジェクトや開発途上国における温暖化予測においても利用される。 ・予測データは影響評価の研究者に提供し影響評価に利用される。