

# 環境エネルギー科学技術に関する 研究開発課題の中間・事後評価結果

平成24年8月

科学技術・学術審議会

研究計画・評価分科会

## 目次

- 環境エネルギー科学技術委員会 委員名簿 . . . . . 2

### <中間評価>

- 気候変動適応研究推進プログラム . . . . . 3

### <事後評価>

- 21 世紀気候変動予測革新プログラム . . . . . 13

## 環境エネルギー科学技術委員会 委員名簿

平成24年8月現在

氏名

所属・役職

阿部 彩子	東京大学大気海洋研究所 准教授
江守 正多	国立環境研究所地球環境研究センター 気候変動リスク評価研究室長
沖 大幹	東京大学生産技術研究所 教授
奥 真美	首都大学東京都市教養学部 教授
甲斐沼美紀子	国立環境研究所 フェロー
河宮 未知生	海洋研究開発機構 主任研究員
柴崎 亮介	東京大学空間情報科学研究センター 教授
杉山 大志	電力中央研究所社会経済研究所 上席研究員
須田 義大	東京大学生産技術研究所 教授
関 正雄	株式会社損害保険ジャパン 理事 CSR統括部長
高尾 正敏	大阪大学大学院基礎工学研究科 特任教授
高橋 桂子	海洋研究開発機構地球シミュレータセンター プログラムディレクター
高村 ゆかり	名古屋大学大学院環境学研究科 教授
中村 成人	株式会社ユーラスエネルギーホールディングス 専務取締役
藤野 純一	国立環境研究所社会環境システム研究センター 持続可能社会システム研究室主任研究員
藤原 章正	広島大学大学院国際協力研究科 教授
堀尾 正靱	龍谷大学法学部 教授 科学技術振興機構社会技術研究開発センター 領域総括
松橋 隆治	東京大学大学院工学系研究科 教授
◎安井 至	製品評価技術基盤機構 理事長
○安岡 善文	東京大学 名誉教授
安成 哲三	名古屋大学地球水循環研究センター 教授
山地 憲治	地球環境産業技術研究機構 理事・研究所長

計（22名）（五十音順、敬称略）

◎は主査 ○は主査代理

# 環境エネルギー科学技術分野における 研究開発課題の中間評価結果

# 気候変動適応研究推進プログラムの概要

## 1. 課題実施期間及び評価時期

平成22年度～平成26年度

中間評価 平成24年度、事後評価 平成27年度を予定

## 2. 研究開発概要・目的

気候変動の影響が顕在化し長期的な影響リスクが高まる中、世界的に気候変動に対する適応策の必要性が高まっている。文部科学省では、「低炭素社会づくり研究開発戦略」を策定し、地球観測や気候変動予測、環境に係る基礎研究に加え、先端的な低炭素化のための技術開発や避けることのできない地球温暖化の影響に適応するための研究開発など低炭素社会づくりに向けた研究開発を総合的に推進している。この戦略の一翼として「気候変動適応戦略イニシアチブ」を立ち上げ、当該事業の中に、気候変動適応に関する研究水準の大幅な底上げ、適応策検討への科学的知見の提供、気候変動による影響に強い社会の実現に貢献することを目的として本事業を設定した。

気候変動を考慮した適応策の立案には科学的根拠となる気候変動予測情報が不可欠となるが、現在の気候変動予測の空間解像度では地域規模の使用には不十分であるなどの課題がある。そこで、本事業は、気候変動予測の成果に基づいて、地域規模で行われる気候変動適応策に科学的知見を提供することを目的とし、必要となる研究開発を推進するものである。研究の推進に当たっては、各課題が都道府県などの対象地域を定めた上で、(1) 先進的なダウンスケーリング手法の開発、(2) データ同化技術の開発、(3) 気候変動適応シミュレーション技術の開発、の三つの研究テーマで研究を行う。また、気候変動予測の時間的、空間的分解能の向上や予測に含まれる不確実性の低減、気候変動適応シミュレーションの評価などを行うために必要不可欠となる観測研究の実施も含まれる。

## 3. 研究開発の必要性等

### 【必要性】

気候変動に対する対策の推進は世界的な喫緊の課題である。とりわけ、気候変動の影響が顕在化する中で、地球温暖化の緩和に加えて、被害の軽減を図るための適応策の推進が必須の状況にあり、地域レベルでの気候予測ダウンスケールをはじめ適応策検討の科学的基礎となる研究が緊急に必要とされている。

本事業は、全球規模の気候変動予測情報及び観測情報等を地域規模で活用できるようにするためのダウンスケーリング技術、不確実性を低減するためのデータ同化、さらに適応シミュレーション技術を開発することにより、我が国及び世界が直面する気候変動

への適応策を立案するための科学的知見を創出することを目的としており、高い社会的ニーズに対応して国が実施すべきものである。

#### 【有効性】

気候変動の影響は、広範囲にわたることが明らかになる一方で、適応策の研究はまだ断片的に行われているに過ぎない。そのため、地域規模の気候予測技術の高度化や災害、水資源、健康、生物多様性、農林水産業等について回復力（レジリエンス）や適応性を増進する研究の推進は、安全・安心な低炭素社会の構築に対して有効性が大きい。今後、各省庁による研究とも連携して、総合的な適応策検討の科学ベースを構築していく必要がある。

本事業では、適応策に関する科学技術的な成果と共に、社会的合意形成に有効な知見が得られることが期待でき、政府主導の施策としては極めて優先度の高い事業である。また、得られた成果は、開発途上国の課題解決にも寄与するものが多く、この面でも日本が率先して研究開発することは有効である。

#### 【効率性】

本事業は、専門的知見を有する専門家を、プログラムディレクター（PD）、プログラムオフィサー（PO）として任用し、計画の妥当性や進捗状況を評価し、課題間の緊密な連携を図りながら推進する体制となっている。また、定期的に外部有識者が参画する研究調整委員会等を開催して評価を受けており、事業の進捗管理や効果的・効率的な運営がなされている。

### 4. 予算（執行額）の変遷

年度	H22(初年度)	H23	H24	H25	H26	総額
執行額	5.8億	5.7億	5.6億	調整中	調整中	調整中
(内訳)	科振費 5.8億	科振費 5.7億	科振費 5.6億			

### 5. 課題実施機関・体制

#### 研究代表者

（プログラムディレクター：三村信男、プログラムオフィサー：太田俊二・武若聡）

#### ●気候変動に適應する河川・水資源地域管理システムの開発

（研究代表者：東京大学 小池俊雄、以下「小池課題」という。）

#### ●日本海沿岸域における温暖化に伴う積雪の変化予測と適応策のための先進的ダウンスケーリング手法の開発

（研究代表者：海洋研究開発機構 木村富士男、以下「木村課題」という。）

- 北海道を対象とする総合的ダウンスケール手法の開発と適用  
(研究代表者：北海道大学 山田朋人、以下「山田課題」という。)
- 流域圏にダウンスケールした気候変動シナリオと高知県の適応策  
(研究代表者：農業環境技術研究所 西森基貴、以下「西森課題」という。)
- 高解像度気候変動シナリオを用いた大都市圏の風水害脆弱性評価に基づく適応に関する研究  
(研究代表者：防災科学技術研究所 大楽浩司、以下「大楽課題」という。)
- 都市・臨海・港湾域の統合グリーンイノベーション  
(研究代表者：海洋研究開発機構 高橋桂子、以下「高橋課題」という。)
- フィードバックパラメタリゼーションを用いた詳細なダウンスケールモデルの開発と都市暑熱環境・集中豪雨適応策への応用  
(研究代表者：名古屋大学 飯塚悟、以下「飯塚課題」という。)
- 気候変動下における四国の水資源政策決定支援システムの開発  
(研究代表者：高知工科大学 那須清吾、以下「那須課題」という。)
- 大気環境物質のためのシームレス同化システム構築とその応用  
(研究代表者：東京大学 中島映至、以下「中島課題」という。)
- 東北地域のヤマセと冬季モンスーンの先進的ダウンスケール研究  
(研究代表者：東北大学 岩崎俊樹、以下「岩崎課題」という。)
- 地球環境変動下における農業生産最適化支援システムの構築  
(研究代表者：東京大学 二宮正士、以下「二宮課題」という。)
- 気候変動に伴う水産資源・海況変動予測技術の革新と実利用化  
(研究代表者：海洋研究開発機構 淡路敏之、以下「淡路課題」という。)

主管研究機関 北海道大学、東北大学、東京大学、名古屋大学、高知工科大学、海洋研究開発機構、農業環境技術研究所、防災科学技術研究所

共同研究機関 北海道大学、弘前大学、岩手県立大学、秋田大学、筑波大学、千葉大学、東京大学、東京工業大学、名古屋大学、石川県立大学、京都大学、高知大学、高知工科大学、九州大学、海洋研究開発機構、国立環境研究所、産業技術総合研究所、水産総合研究センター、農業環境技術研究所、農業・食品産業技

術総合研究機構中央農業総合研究センター、農業・食品産業技術総合研究機構東北農業研究センター、青森県産業技術センター、富山県環境科学センター、富山県農林水産総合技術センター、高知県農業技術センター、日本気象協会北海道支社



# 中間評価票

(平成24年8月現在)

1. 課題名 気候変動適応研究推進プログラム (RECCA)

## 2. 評価結果

### (1) 課題の進捗状況

気候変動への適応策の必要性が世界的に重要な課題となっている中で、本事業は地域（地方自治体等）との連携を条件として、(1) ダウンスケーリング手法、(2) データ同化技術、(3) 適応シミュレーション技術の開発という適応化研究の核となる技術や手法の開発を目指す重要な事業である。

事業開始当初は別々に採択された12の研究課題を、(A)水、(B)都市、(C)農林漁業の三つの研究領域に分類して事業の構造を「見える化」するなど、プログラムディレクター (PD) 及びプログラムオフィサー (PO) のリーダーシップに基づいて、効果的・効率的に研究が進められている。

さらに、外部有識者が参画する研究調整委員会等において評価を受け、それに基づいて次年度予算の配分を見直すなど、効果的・効率的な事業運営がなされている。

以上のことから、当初の目的と計画に沿って、ほぼ順調に進捗していると評価する。また、各課題により差はあるものの、地域との連携という困難なテーマをほぼクリアし、研究が定常状態に入ったことは評価できる。

個別課題ごとの進捗評価は以下のとおりである。

#### 【水領域】

##### ●小池課題

流域水循環シミュレーションに関わる新たな手法の開発を組み合わせることによって、適応のための河川・水資源管理システムの開発を行っている。擬似温暖化手法の検証、データ同化、降雪量の補正等、順調に進捗している。

##### ●木村課題

積雪に関するダウンスケーリングとバイアス軽減手法の開発を行っている。シミュレーションの定量的な評価、検証や研究対象地域とのコミュニケーション等、順調に進捗している。

##### ●山田課題

マルチ GCM（全球気候モデル）×マルチ RAM（地域気候モデル）による力学的ダウンスケーリング手法の開発等、及び行政の予測ニーズの把握などを通して北海道の気候予測結果を分かりやすく公開する「近未来ビューワ」の開発を行っている。北海道地域の降水量、気温などが今後の気候変化でどの程度変化するのかを推定する試みとして入力データとダウンスケーリングによる不確実性の幅を評価するなど、順調に進捗している。

##### ●西森課題

高知県を対象にして、気象、極端現象、水資源、農業、生態系を総合的に評価し、気候変動への適応策提言につなげる取組を行っている。農業分野では、園芸環境シミュレータモデルのプロトタイプを前倒しで構築している。一方で、課題内の連携体制にやや不明確な点があったものの、体制の改変により、現時点ではおおむね順調に進捗している。

#### 【都市領域】

##### ●大楽課題

東京大都市圏を対象にして、土地利用変化シナリオを用いた地域気候シミュレーションと風水害脆弱性評価を行い、適応戦略の策定に資するシミュレーション技術の開発を行っている。紙媒体等で存在する「地域計画アトラス」データを国土数値情報に整合する形にデータ化したことや、水害統計のデジタル化から東京大都市圏における都市の拡大・緑地変化のモデル化を可能にする等、極めて順調に進捗している。

##### ●高橋課題

東京を対象に、ヒートアイランド現象、集中豪雨・内水氾濫の予測と水・緑のネットワークに基づく適応策の効果の評価を行っている。都市気候の超詳細大規模シミュレーションを実施し、河川復元による効果の評価を行う等、順調に進捗している。

##### ●飯塚課題

地域気候から街区・建物周辺までズームインできる都市気候・気象モデルを開発し、名古屋周辺地域を対象にして、ヒートアイランド、異常高温、集中豪雨などの予測と影響評価を行っている。高解像度モデルの開発、それに基づくパラメタリゼーションやマルチスケールのシームレス結合手法の開発等、順調に進捗している。

##### ●那須課題

四国及び吉野川流域を対象に、気候変動の影響を考慮した水循環、水利用、水環境の統合シミュレーションモデルの開発を行っている。水資源に関する供給、需要、住民意識を結合した地域マネジメントシステムの開発等、極めて順調に進捗している。

##### ●中島課題

大気環境物質予測のためのシームレス同化システムの開発を行っている。次世代の NICAM (Nonhydrostatic ICosahedral Atmospheric Model) 非静力大気モデルに、二酸化炭素、水同位体、短寿命ガス、エアロゾルを組み込んだ世界有数の大気環境物質モデルと同化システムを開発し、GOSAT の観測結果と比較する等、順調に進捗している。

#### 【農林漁業領域】

##### ●岩崎課題

ヤマセをはじめ東北地域の気候変化と短中期予測の農業気象情報への応用を行っている。ヤマセのダウンスケールリングを、大循環パターンから雲の放射影響まで含めて進め、農業気象への影響評価も組み合わせて推進する等、順調に進捗している。

##### ●二宮課題

高詳細ダウンスケールモデル、地域土・水モデル、作物モデルを組み合わせて、品質まで考慮した農

業生産最適化支援システムの開発を行っている。水稲の品質確保を含めた観点から農業の意志決定支援を明確に意識して研究を進める等、順調に進捗している。

●淡路課題

気候変動等に伴う生物激変に適応した漁業の実現に向けて、データ同化技術とネスティング技術を融合した最先端ダウンスケーリング法の開発を行っている。大気海洋高次生態系同化システム、長期気候変動影響下での水産資源変動推定、タブレット端末を活用したモバイルインターフェースの開発等、順調に進捗している。

(2) 各観点の再評価と今後の研究開発の方向性

日本における集中豪雨や夏季の高温をはじめとして、世界各地において異常気象とみられる現象が頻発している。これら現象の多くがグローバルな気候変動モデルによる中長期予測の範囲に含まれることから、気候変動への適応策立案の必要性はますます強くなるものと予想される。したがって、本事業の引き続きの強力な推進により、研究成果が適応策の策定に活用されることが期待される。

今後は、課題間の一層の連携を強化することにより本事業から得られる成果を、できるだけ普遍化して研究対象地域以外の自治体等にも展開できるよう、「オールジャパン」を意識した効果的な事業となることを期待したい。さらに、日本各地域での水、農業、都市気候などのダウンスケーリングや不確実性に関する検討について、より汎用的な視点に立ち課題間で相互に検討がなされることを期待する。また、研究成果が最終的に社会の全体の適応策に役立つようにするためには、自治体ばかりでなく企業との対話や意見交換にも取組むことも期待される。

以上のことを留意した上で、12 課題については、継続して推進すべきである。

個別課題ごとの特記すべき評価事項は以下のとおりである。

【水領域】

●小池課題

研究対象地域を越え、他の地域への応用が利くような取組となることを期待する。世界でもユニークなダウンスケーリング手法を開発しており、自治体との連携を促進させることで利用価値が高い成果が出ることを期待する。

●木村課題

自治体とのコミュニケーションの努力は評価できる。より一層、積雪地域を対象としている他の課題との連携強化や研究対象地域以外の日本海沿岸地域への適用も実施されることを期待する。

●山田課題

自治体とコミュニケーションを取る努力は評価できるが、引き続き、北海道の適応策に活用できるよう一層の連携が期待される。

●西森課題

地域との連携を含め高知県における様々な業種への気候変化影響を調査しようとする取組は評価できるが、課題内の農業関連課題、水資源関連課題との連携が一層強化されることを期待したい。

## 【都市領域】

### ●大楽課題

科学的、社会的な価値ともに大きいと思われる。都市圏の適応策に活用できるよう、科学的な情報提供と社会的な意思決定の問題に対する考え方、立ち居振る舞い等について自治体等との一層の連携が期待される。

### ●高橋課題

課題内の連携、協力体制強化を図るとともに、自治体とコミュニケーションを取る努力は評価できるが、引き続き、都市圏の適応策に活用できるよう一層の連携が期待される。

### ●飯塚課題

自治体とコミュニケーションを取る努力は評価できるが、引き続き、都市圏の適応策に活用できるよう一層の連携が期待される。

### ●那須課題

科学的、社会的な価値ともに大きいと思われる。特に、意識構造モデルや地域経営のマネジメントサイクルを回す考え方、及びそれらの背景にある科学情報との関係については、様々な社会の意思決定の問題に応用可能であると考えられるので、自治体等との一層の連携が期待される。

### ●中島課題

本研究成果の社会的な価値を高めるため、自治体と一層の連携を図り、温暖化の影響による汚染物質の影響評価とその適応策の立案支援に貢献されることが期待される。

## 【農林漁業領域】

### ●岩崎課題

東日本大震災の影響を乗り越え、順調に進捗している点は評価できる。今後は、研究対象地域以外の地域への応用が利くような取組とともに、農業関係者との一層の連携を図ることを期待する。

### ●二宮課題

引き続き、農業関係者との一層の連携を図るとともに、自治体などによる適応策に利用されるためにデータの不確実性に関する情報提供などについても検討を進められることを期待する。

### ●淡路課題

東北地方の漁業に対し震災からの復興に貢献するという社会的価値が本課題に付加されたことは重要である。今後、研究対象地域を越え、他の地域への応用が利くような取組となることを期待する。

## (3) その他

気候変動適応策への関心はますます強まるものと予想されることから、各課題の範囲を超える本事業全体に関わる取組として、以下が実施されることを期待する。

- 研究成果の受け手とのコミュニケーションには、今後一層力を入れていく必要があることから、本評価を踏まえ、受け手のニーズを把握するよう再検討されることが望まれる。本事業は

社会とのつながりが重要なテーマであり、適応策の計画や実施においては、既存の縦割り行政組織やセクターの壁を超えた行動が不可欠なため、共通の理解の基盤として科学的知見を最大限活用する必要がある。理解増進のためのアウトリーチ展開を期待したい。

- 本事業により適応策の策定支援に必要な「科学的知見」を提供する際、論文の形式のみではなく、移転可能なシミュレーションモデルあるいはソフトウェア、シミュレーション等の計算結果データセット等の形で提供することも重要である。科学的知見の利用に関する解説・ガイドブック、ベストプラクティス事例集についても事業全体で取りまとめることが強く期待される。
- 課題ごとだけでなく、三つの研究テーマや三つの研究領域ごとに、どのような共通の問題点や特異な点があるのか、といったまとめ方や、今回の対象課題や地域で得られる成果を他の地域に適用する場合の方法論や注意点について、各課題共通のテーマとして検討されることを期待する。
- 収集されたデータ（例えば、地域計画アトラス、水害統計など）について、データ統合・解析システム（DIAS）等と連携して幅広く利用される環境を構築することが必要である。
- 政府全体の気候変動適応対策の策定に本事業の成果が貢献できるよう、研究開発を推進していくことが重要である。

# 環境エネルギー科学技術分野における 研究開発課題の事後評価結果

# 21 世紀気候変動予測革新プログラムの概要

## 1. 課題実施期間及び評価時期

平成 19 年度～平成 23 年度

中間評価 平成 21 年度、事後評価 平成 24 年度

## 2. 研究開発概要・目的

人類の生存基盤に重大な影響を及ぼす恐れがある地球温暖化について、「地球シミュレータ」の能力を最大限に活用して、確度の高い温暖化予測情報を信頼度情報と併せて提供するとともに、温暖化の影響として近年特に社会的関心が高い極端現象(台風、豪雨等)に関する解析を行い、予測情報の自然災害分野の影響評価への適用を図った。

研究開発の推進にあたっては、(A)温暖化予測モデルの高度化および将来予測、(B)温暖化予測モデルの不確実性の定量化・低減、(C)自然災害に関する影響評価の三つの課題を有機的に結合した形で、5 年間のプロジェクトとして実施した。具体的には、(1)長期気候変動(2300 年まで)の予測、(2)近未来(20～30 年後)の予測、(3)極端現象(台風・集中豪雨等)の予測、(4)雲解像モデルの高度化、(5)海洋乱流シミュレーションの高度化の五つのチームで、研究開発を実施した。

## 3. 研究開発の必要性等

地球温暖化・気候変動は、全人類が共通に直面する大きな課題となっており、第 3 期科学技術基本計画においても、「気候モデルを用いた 21 世紀の気候変動予測」「気候変動リスクの予測・管理と脱温暖化社会設計」は、世界と協調して正確な気候変動の予測を行い、地球温暖化に適応できる将来社会を設計し実現する科学技術として、5 年間の集中投資が必要な戦略重点科学技術として位置付けられていた。

本プログラムは平成 25 年頃とりまとめ予定の「気候変動に関する政府間パネル(IPCC)」第 5 次評価報告書へ日本として中心的な貢献を果たすことや、低炭素社会の構築のための国内外の政策検討、さらには台風、熱波、集中豪雨等の極端現象による災害リスク増大に対処するための対策を確立するための科学的根拠の提供を目的としている。

本プログラムの実施により、極端現象を含めた詳細な気候変動予測を行い、温暖化の災害リスクに及ぼす影響を精度良く推定し、適応策や緩和策等の政策検討、さらには温暖化抑制の必要性に関しての理解促進に資することが可能である。

なお、本プログラムの実施に当たっては、プログラム統括のもと、大学や研究機関が一体となって研究開発が進められるような体制を構築したほか、環境省の推進する気候変動に対する適応策研究との連携を図るなど、効率的な研究開発が進められた。

#### 4. 予算（執行額）の変遷

年度	H19(初年度)	H20	H21	H22	H23	総額
執行額	23 億円	22 億円	15 億円	15 億円	6 億円	81 億円

#### 5. 課題実施機関・体制

研究代表者 海洋研究開発機構 IPCC 貢献地球環境予測プロジェクト  
プロジェクトリーダー 時岡 達志  
東京大学大気海洋研究所 副所長・教授 木本 昌秀  
気象庁気象研究所 気候研究部長 鬼頭 昭雄  
名古屋大学地球水循環研究センター 准教授 坪木 和久  
東京大学大学院理学系研究科 教授 日比谷 紀之

主管研究機関 海洋研究開発機構、東京大学、名古屋大学

共同研究機関 北海道大学、茨城大学、京都大学、農業環境技術研究所、土木研究所、電力中央研究所、国立環境研究所、国土技術政策総合研究所、高度情報科学技術研究機構、気象庁気象研究所



# 事後評価票

(平成24年8月現在)

1. 課題名 21世紀気候変動予測革新プログラム

2. 評価結果

## (1) 課題の達成状況

長期予測、近未来予測、極端現象予測の核となる3種のモデル開発や、今後のモデル開発における核となる個別課題（雲解像モデル等）の開発と、それらを利用した温暖化予測の信頼性向上という課題については、よく達成されている。影響評価研究についても成果が得られており、IPCC第5次評価報告書への貢献等の所期の目標は達成されたと評価できる。効率性の観点からも、モデル開発研究と影響評価研究を組み合わせることにより、相互に駆動しあって研究のスピードアップが図られ、研究の構成として成功したと言える。

なお、各チームの達成状況については以下のとおり。

### ○長期気候変動の予測

2300年までの長期間を予測する地球システム統合モデルの開発及び当該モデルによる地球環境の気候変動予測等については、計画どおりに進んだ。一方、影響評価研究については、予測結果の不確実性による影響の度合い等の評価も必要であるが、データ収集や初期的なモデル評価、沿岸災害等の評価を行ったところであり、論文等の成果という意味での達成度はこれから期待される。

### ○近未来の予測

近未来（20～30年後）を予測するための核となる気候モデルが計画どおり構築され、当該モデルによるIPCC第5次評価報告書に寄与するための予測実験も完了した。また、温暖化対策に水災害リスク情報を適用することを目標に影響評価研究を行い、今後の対策に資する成果を生み出した。

### ○極端現象の予測

20～2km格子解像度の大気モデルによる極端現象（台風・集中豪雨等）の予測が可能となり、また、これらの予測結果に基づく自然災害分野の影響評価を実施するなど、計画どおり進捗した。特に、本チームでは、気候モデル開発グループと影響評価グループの間に緊密な連携関係が醸成され、良い相互作用を生むことができた。

### ○雲解像モデルの高度化

雲物理課程の精緻化による雲解像モデルの高度化、また雲解像モデルと全球モデルとの結合による全球モデルの高度化等を予定どおり進め、計画どおりの進捗をみた。

### ○海洋乱流シミュレーションの高度化

海洋表層混合層における物理パラメータの評価と、それに基づく混合層乱流モデルの

高度化を図り、計画どおりの成果を得た。一方で当モデルと本プログラムで開発されている気候モデルとの結合は今後の取組として期待したい。

## (2) 成果

長期予測、近未来予測、極端現象予測のそれぞれにおいて世界的に見ても科学的前進が見られる特徴のある成果が得られたと評価できる。雲解像モデルの構築など、将来の発展の芽として今後のモデル開発に不可欠な要素研究でも成果が得られており、評価できる。

影響評価研究と適応策・緩和策への寄与については、環境省の研究プロジェクト（環境研究総合推進費 戦略的研究開発領域 S-5）等と連携し、協力体制の基盤を築いた。

なお、各チームの主な成果については以下のとおり。

### ○長期気候変動の予測

以前からの課題であった大気海洋陸域の統合モデルの構築については、エアロゾルモデルや全球植生動態モデルの組み込みを行い、再現性の改善による将来予測の向上、既存の温暖化シナリオに基づく植生分布変化及び同シナリオ実現のための炭素収支等の予測ができたことなど、一定の成果が得られた。

### ○近未来の予測

初期値化予測手法の導入は世界的に見ても大きな成果であり、世界で初めて太平洋10年規模振動の予測可能性を示した。今後の気候変動予測におけるシームレスな予測情報の提供に向けて大きな一歩を示したと言える。また、人間活動を考慮した水資源モデルを用いることで、近年の海面水準上昇の原因の一部に対して合理的な推定が得られ、気候変動予測において様々な要因を考慮する必要性を示唆するものとなった。

### ○極端現象の予測

これまでの成果と比較して、台風・集中豪雨等の極端現象についての再現性の向上などにより、将来の極端現象に関する予測が大きく改善した。ダウンスケーリングによる高精度な将来予測結果を用いた自然災害等の影響評価では、地域別の洪水リスクの評価など、これまでにない新たな結果を出している。

### ○雲解像モデルの高度化

台風や豪雨の予測技術の向上に大きな効果をもたらす雲解像モデルの高度化が行われたことは大きな成果である。また、温暖化時における台風強度についての知見を得た。

### ○海洋乱流シミュレーションの高度化

海洋表層を対象としたLES (Large Eddy Simulation) モデルを開発し、その有効性を観測との比較から示した。また、LES モデルに基づく海洋表層混合層モデルの検証・改良及び海洋大循環モデルへの組み込みを行い、海面水温等の再現性が向上し、気候変動予測の高度化に貢献する成果を得た。

### (3) 今後の展望

科学研究としては、引き続き予測モデルの高度化を続け、観測結果との比較により再現性を高め、予測の信頼性を向上する取組が必要である。その一方で、予測の信頼性を高めてもなお残る不確実性について定量的に評価し、不確実性を伴う科学的知見を温暖化対策へどのように活用すべきか、今後の重要な課題となった。また、あまり気候モデル間の比較がなされていなかったため、今後はモデル間で連携体制を構築し、各モデルにおける物理プロセスやパラメタリゼーションの比較、さらにその結果の評価を行うことは予測技術の高度化に有効と思われる。

モデルの予測結果を用いた影響評価、適応策・緩和策の効果の評価などは今後の重要な課題である。特に、今日の大きな課題の一つとなっているグリーンイノベーションによる成果を、気候モデル予測の視点から評価し、適切な対応策を提案するための統合的な研究サイクルを構築することが望まれる。

なお、各チームの今後の展望については以下のとおり。

#### ○長期気候変動の予測

長期予測については、温暖化シナリオ及び不確実性による影響を大きく受けることから、今後はこの2点について更なる研究開発を進めることが必要である。また、影響評価研究では人間活動による土地利用変化など社会経済シナリオと連動した研究が期待される。

#### ○近未来の予測

近未来に関する気候変動予測では、太平洋10年規模振動の予測可能性を示すなど先進的な研究成果を達成してきた。今後は自然変動メカニズムの再現性や理解等をさらに深め、自然災害リスク等の影響評価への活用を目指した、より正確な予測の実現等を期待したい。

#### ○極端現象の予測

極端現象は国民的関心が高いことから、予測精度の向上及び精密な影響評価に注力した研究開発を進めることが必要である。

#### ○雲解像モデルの高度化

雲解像モデルの更なる高度化を図り、温暖化環境下における台風や集中豪雨の強度等についての精度の高い予測に向けた更なる取組が必要で、その予測結果に基づいた自然災害等の適応策を高度化させる必要がある。

#### ○海洋乱流シミュレーションの高度化

開発された海洋表層混合層モデルを気候モデルに組み込むなど、今後の予測精度向上に貢献することが期待される。特に、検討されている雲解像モデルへの組み込みでは、台風、洪水等の予測の高精度化を図ることが期待される。