

# 気候変動研究の推進について — 提言 —

平成21年11月13日

温暖化研究者フォーラム

(地球温暖化研究検討会)

事務局：独立行政法人国立環境研究所

地球環境研究センター



## はしがき

多くの研究機関・大学等において実施されている「地球温暖化に伴う気候変動」に関する研究をより効果的・効率的に推進するため、これらの間の情報の流通及び連携の促進、連絡調整ならびに検討を行うことを目的として、我が国の代表的な研究機関・大学等の研究者を構成員（別紙）として、「地球温暖化研究検討会」（通称：温暖化研究者フォーラム）が、（独）国立環境研究所地球環境研究センターを事務局として、2008年度に設置された。

温暖化研究者フォーラムでは、その活動の一環として、今後の気候変動研究推進のあり方について検討を行ってきたところである。今般、総合科学技術会議において第4期の科学技術基本計画の策定に向けた検討が進められていることから、参考情報として、当フォーラムにおける検討結果に基づき、関係府省・機関に対し以下の通り提言する。

(提言のポイント)

- 気候変動研究は俯瞰的立場から立案された計画に基づく戦略的推進が必要である。
- 産業革命以来の化石燃料依存文明からの脱却という歴史的な大転換の時代が始まったという認識に立ち、自然科学分野（工学、農学等を含む）と人文社会科学分野が強く連携・協力し、総力を挙げて地球温暖化問題を解決するための研究開発を推進する必要がある。
- 地球温暖化に伴う将来の気候変動とその影響の予測手法が十分に確立しているわけではなく、不確実性の低減のために、気候変動に関わる地球システムの科学的理解を深めるための研究が必要である。
- 府省・機関の枠を超えた研究体制の構築とインフラの整備と、自然科学分野と人文社会科学分野との協調・連携を促進するための研究推進システムの構築が必要である。その上で、科学技術外交としての国際貢献を果たすための科学技術協力のシステム・体制を構築する必要がある。
- 気候変動研究を計画的、統合的かつ整合的に推進するため、府省を横断する研究統合推進の司令塔を設置する必要がある。
- 「地球システムを理解する」ために優先度の高い科学技術課題（表1）、ならびに「地球温暖化問題を解決する」ために優先度の高い科学技術課題（表2）を示した。

## 目次

はしがき	i
提言のポイント	ii
1. はじめに	1
2. 地球温暖化問題をめぐる最近の動き	2
3. 気候変動にかかる研究開発の基本的考え方	4
4. 地球システムを理解する	6
ー将来の気候変化シナリオ策定の基盤としてー	
5. 地球温暖化問題を解決する	7
6. 気候変動研究のための推進体制の強化	8
別表1 地球システムを理解するための優先度の高い	
科学技術課題	11
別表2 地球温暖化問題を解決するための優先度の高い	
科学技術課題	13
(別紙) 温暖化研究者フォーラムメンバーリスト	16



## 1. はじめに

地球環境問題のなかでも特に喫緊の課題である地球温暖化問題をめぐって最近、国内外の政治の動きに急速な展開が見られている。一方、地球温暖化がもたらす気候変動とその対策に関しては長年にわたって、地球温暖化をもたらす温室効果ガスの排出・吸収・動態、地球温暖化に伴う気候変動の将来予測、影響リスクの評価と適応策、地球温暖化緩和策などに関するさまざまな研究が、多くの研究機関・大学等において実施されてきたところである。

2001年に開始された第2期科学技術基本計画のもとでは、環境分野の推進戦略において、総合科学技術会議の環境研究開発推進プロジェクトチームの下に「地球温暖化研究イニシャティブ」が構築され、地球温暖化研究に携わる府省・研究機関間の積極的な情報の交換・共有が図られ、研究が推進された。同イニシャティブ（気候変動研究分野）ではイニシャティブ座長を中心として、研究者の立場から俯瞰的に見た戦略的研究計画のあり方について、2004年11月に「気候変動研究の戦略的推進について」として提言をとりまとめ、環境研究開発推進プロジェクトチームに報告した。

同提言では、気候変動研究は、以下の3つの理由により俯瞰的立場から立案された計画に基づく戦略的推進が必要であるとしている。

- 1) 気候変動に関連する研究分野は多種多様であり、個別の研究分野の中での研究者による自律的な調整だけでは、包括的かつ整合的に研究領域全体を発展させることが難しい。
- 2) 研究成果を研究者に提示するだけでなく、政策決定者に示して政

策立案に対する科学的根拠を与え、また一般社会の人々に示して行動規範の基盤を与えることが要請される。そして、政策決定者は具体的政策につながり、一般市民は行動規範につながる包括的、整合的かつ具体的な知識を必要としている。

- 3) 気候変動に関連する研究課題は多種多様であるため、限られた研究資源の下でそのすべてを推進することは不可能であり、研究課題の重要性および研究資源の有効性の下で優先度を設定する必要がある。

現在でも、ここに述べられた理由により、気候変動研究の戦略的推進の必要性はいささかも減じていない。以下では、地球温暖化問題をめぐる最近の動きを概観し、気候変動にかかる研究開発の戦略的推進の基本的考え方を述べる。その上で地球温暖化の解明・対応の基礎となる地球システムを理解するための科学技術と地球温暖化問題を解決するための科学技術の具体的内容とその推進方策の概要を述べ、総合的課題としての気候変動研究推進体制の強化について提言する。

## 2. 地球温暖化問題をめぐる最近の動き

2007年に公表された「気候変動に関する政府間パネル（IPCC）」第4次評価報告書では「気候システムの温暖化には疑う余地がない」、「20世紀半ば以降に観測された世界平均気温の上昇のほとんどは、人為起源の温室効果ガス濃度の観測された増加によってもたらされた可能



性が非常に高い」とした上で、「温室効果ガスの排出が現在以上の速度で増加し続けた場合、21世紀にはさらなる温暖化がもたらされる」ことを示した。また、「たとえば、全ての温室効果ガス及びエアロゾルの濃度が2000年の水準で一定に保たれたとしても、10年当たり0.1℃のさらなる昇温が予想されるであろう」と述べている。さらに、「適応策と緩和策のどちらも、その一方だけでは全ての気候変動の影響を防ぐことが出来ないが、両者は互いに補完しあい、気候変動のリスクを大きく低減することが可能であることは、確信度が高い」としている。

これらを受けて、国際的には2009年7月のG8ラクイラサミットにおいて、世界全体の温室効果ガス排出量を2050年までに少なくとも50%削減するとの目標を再確認するとともに、この一部として、先進国全体として、2050年までに80%又はそれ以上削減するとの目標が支持された。2009年12月にコペンハーゲンで開催される気候変動枠組み条約締約国会議（COP15）では、次期枠組みに関して合意された結論を得ることとされている。

一方、我が国においては2008年7月に「低炭素社会づくり行動計画」が閣議決定され、2050年までに世界全体における温室効果ガス排出量の削減を実現するため、日本としても2050年までの長期目標として、現状から60～80%の削減を行うこと、世界全体の排出量を今後10年から20年程度の間ピークアウトさせること、京都議定書後の次期枠組みについて国際社会の合意形成を目指すことなどが決定された。さらに、2009年6月には、地球温暖化問題に関する懇談会の下に設置され

た中期目標検討委員会での検討結果を踏まえ、「2020年に温室効果ガスを2005年比で15%削減する（海外クレジット等を含まない）」という我が国の中期目標が、総理から示された。また、2009年9月に民主党を中心として発足した新政権は、「2020年までに1990年比で25%削減」という、さらに踏み込んだ中期目標を発表し、「低炭素社会の構築」に向け大きく舵を切ろうとしている。

まさに現在、産業革命以来の化石燃料依存文明からの脱却という歴史的な大転換の時代が始まったということを確認する必要がある。今後、国際社会のあらゆる場面で技術・社会システム・意識の変革が求められる。このため、自然科学分野（工学、農学等を含む）と人文社会科学分野とが強く連携・協力し、総力を挙げて地球温暖化問題を解決するための研究開発を推進し、その成果を環境政策に反映させ、広く社会に根付かせ具現化することが必要である。

### 3. 気候変動にかかる研究開発の基本的考え方

人類の生存基盤をも脅かす恐れがある地球温暖化に伴う気候変動問題に早急かつ適切に対処するためには、将来気候の予測およびその影響・リスクの評価に関する研究と、国内および諸外国における社会・産業構造の変革をも含めた緩和策・適応策に関する研究との連携を深め、一層の進展を図ることが不可欠である。また、このような問題解決志向の研究においては、解決すべき課題群が体系的に整理され、その達成目標が明確に設定されたトップダウンアプローチによる研究開発の推進が必要である。

一方、人間活動・社会システムを含めた「地球システム」は極めて複雑であり、地球温暖化問題の解決を目指すためにも、「地球システム」の大気圏、水圏、地圏、生物圏、雪氷圏、人間活動圏などの各構成要素ならびに「地球システム」全体としての科学的理解を深めることを目的とした研究が必要である。特に、緩和策・適応策の策定の基礎となる気候変動とその影響の将来予測に関して、予測手法が十分に確立されているわけではなく、「地球システム」の理解に基づいた予測の不確実性の定量化・低減の努力が引き続き求められている。これらの研究においても、個々の研究者の自由な発想に基づいた研究提案を可能な限り伸ばして行くことを原則としつつも、気候変動解明の視点から、個々の課題の位置づけを明確にし、全体的整合性の中でその将来的な重要性の見通しのもとに、重点的に研究を推進するという方策も考える必要がある。

さらに、気候変動問題に対する研究を進める上で、国際的な視点を持つことが重要である。IPCCの第5次評価報告書作成をめぐる動きや、COPをはじめとする国際政治の動向をよく見定め、国際的な研究コミュニティと連携協力し、核心となる研究課題に取り組むことが必要である。さらに、そうした場を通して研究者は切磋琢磨し、日本から新しい研究潮流を世界に発信し世界の研究をリードすることを目指した研究デザインを構想し実現させていくことが求められる。

上記の視点に立ち、①地球システムを理解するための科学技術、②地球温暖化問題を解決するための科学技術、という2つの観点から、国際的動向を踏まえて、今後、戦略的に重点化して推進すべき研究開

発課題を提示する。

#### 4. 地球システムを理解する —将来の気候変化シナリオ策定の基盤として—

地球温暖化・気候変動問題の解決に向けて、温室効果ガスの排出削減による「緩和策」を進め、それと同時に温暖化とそれに伴う気候変動の影響に対して「適応策」を取ることは必須のことである。その際、温室効果ガスの排出削減目標を合理的に設定し、また、予測される影響に対する適切な対応策を策定する上で、将来の気候変動と影響・リスクを高い精度で予測することが必要である。このとき、二酸化炭素など温室効果ガスの人為的な排出に関する知見とともに、温室効果ガスの自然循環（陸域生態系や海洋による吸収や、自然放出源の挙動など）の理解に基づき、気候変動と自然循環との相互作用（フィードバック）を考慮に入れた、気候変動予測とその影響の定量的な評価が求められる。

過去の地球史における、あるいは近年の気候変動の実態と変動機構の把握、気候変動と温室効果ガス自然循環との相互作用の理解は、気候変動モデルの検証と改良を通して、将来予測の不確実性の低減に大きく寄与する。

こうした研究においては、大気圏、水圏、地圏、生物圏、雪氷圏、人間活動圏などの各構成要素からなる「地球システム」について、地球温暖化・気候変動の視点から理解することが重要であり、そこでは観測・モニタリング、データ解析、モデル化・予測という基本的な自

然科学研究の方法論が有効である。この際、モデル化・予測に携わる研究者コミュニティからの観測・モニタリング研究への適切なフィードバックも必須である。さらに、多様な観測データやモデル計算結果を相互に関係づけて有用な情報として活用するためのデータベース・情報システム、大量のデータ処理や大規模なデータ同化のための計算システムは有効なツールであり、府省を超えた研究基盤として整備されていく必要がある。また、科学技術分野における高度な利用を目指した高性能の計算機の開発を引き続き進め、より精緻な気候変動将来予測を実現させる必要がある。

地球温暖化・気候変動の視点から地球システムを理解するための優先度の高い科学技術課題として、別表 1 に示す研究を充実させる必要がある。なお、実施にあたっては課題の学際性に鑑み、各府省・研究機関の枠を超えた連携・共同プロジェクトの積極的な推進が望まれる。

## 5. 地球温暖化問題を解決する

地球温暖化問題の解決に向けて、地球温暖化とそれに伴う気候変動を危険にならない範囲に抑制するために温室効果ガスの大気中への排出量を削減する（緩和策）とともに、現実にかかる地球温暖化・気候変動による影響に対して適応を図る（適応策）ことが、同時に求められている。

「低炭素社会の構築」を目指す中長期を見据えた緩和策の策定は、地球システム科学の知識に裏打ちされた高精度の地球システムモデルによる、気候変動とその影響の将来予測を踏まえ、将来のあるべき

社会ビジョンの共有のもとに目標を定め、温室効果ガスの大気中への排出の大幅な削減に向けて、世界、日本、先進国・新興国・途上国のそれぞれにおける科学的根拠に基づいた削減シナリオを描いていくことである。そこでは、革新的な技術開発のみならず、新たな制度、生活様式、街づくり等の広い観点に立った、社会・産業構造の変革をも視野に入れた、そして地域に根ざした研究開発が必要とされている。

一方、気候変動に対する適切な適応策の導入は、我が国においては来るべき少子高齢化や人口減少への対応、将来の国土計画・街づくりなどに対する社会的取り組みと一体的に実施することによって、より効率的・効果的な対策とすることが可能となる。また、新興国・途上国においてもそれぞれ特有の地理的・社会的・経済的条件を考慮した適応策の導入が必要とされる。

さらに、我が国においても、途上国においても、多くの人々の共感を得て地球温暖化対策を進めるためには、単なる「20世紀の負の遺産への対応」ととどめず、これを契機に新しい豊かさと価値観をもった社会の構築に向かう人類的なビジョンを提示することが必要である。地球温暖化問題の解決を目指す研究の中から、そうしたビジョンが生まれることが期待されている。

地球温暖化問題を解決するための優先度の高い科学技術課題として、別表2に示す研究を充実させる必要がある。

## 6. 気候変動研究のための推進体制の強化

気候変動に関する研究は、第2期および第3期科学技術基本計画に

において重点分野に指定された結果、個々の研究分野では大きな発展をしてきた。しかし、地球温暖化問題を解決し、低炭素社会の実現を目指すためには、気候変動に関わる地球システムを総合的に理解するとともに、観測、気候予測、影響評価、緩和策、適応策、長期的な社会経済システム改革など諸分野の間で、研究成果やデータが共有され、真に協調的で融合的な研究を進めることがますます重要となってきた。これらの分野間のインターフェースとして、総合的な視点からデータや情報の円滑な流通・共有を進める、府省・機関の枠を超えた研究体制や気候情報を広く配信する枠組みの構築が必要である。また、自然科学分野（工学、農学等を含む）と人文社会分野との協調・連携による研究を積極的に促進するための研究推進システムの構築が必須である。

科学技術研究の成果を具体的な問題解決に結びつけるために、国際協調や国際的な目標設定、行動のための枠組み作り、および新興国・途上国における低炭素社会を担保した発展を進めるための科学技術協力のシステム・体制作りが必要とされる。これらは、科学技術外交の重要な役目でもあり、科学・技術で多くの協力が可能と考えられることから、そのことを組み込んだ研究推進体制の充実が望まれる。

さらに、気候変動研究を計画的、統合的かつ整合的に推進するために、その司令塔としての機能を含む、府省を横断する研究統合推進体制を設置する必要がある。この気候変動研究にかかる統合推進体制は、長期研究計画を国際協力と国内研究を合わせて策定し、資源配分機関との連携を取り、研究を合理的・効率的に推進する機能を持つ必要が

ある。

(本件に関する問い合わせ先)

独立行政法人国立環境研究所

地球環境研究センター交流係内

「温暖化研究者フォーラム」事務局

電話：029-850-2384

電子メール：[www-cger@nies.go.jp](mailto:www-cger@nies.go.jp)



## 別表 1

### 地球システムを理解するための優先度の高い科学技術課題

#### ア) 地球温暖化に関わる機構を明らかにする

- ・ 温室効果ガスの吸収排出源や生物地球化学的な炭素・窒素循環プロセスの理解、気候変動に対する寄与、気候フィードバックの理解
- ・ エアロゾルの生成・消滅とその物理的・光学的性状、雲の生成・消滅プロセス、エアロゾル・雲の放射強制力評価
- ・ 過去の気候変動（古気候から20世紀再現実験を含む）の要因解析・モデル化
- ・ グリーンランドや南極大陸の氷床崩壊の機構
- ・ 気候の変動性・極端現象の解明
- ・ 地球システムの大変化の可能性評価

#### イ) 温暖化予測モデルの高度化・高精度化を目指す

- ・ 高解像度モデルによる地域気候、極端現象、気候変動性等の再現性向上
- ・ 地球システムモデル構築（炭素循環、大気化学、生態系、雪氷圏等の要素モデルの気候モデルへの統合）
- ・ 近未来の気候変動予測（データ同化による10年規模自然変動の予測を含む）
- ・ 人間活動（土地利用変化、農業、灌漑、ダム等）を含む将来予測モデル
- ・ モデル予測の不確実性評価

ウ) 気候変動の影響（相互作用を含む）を評価する

- ・ 水循環・水資源に及ぼす影響
- ・ 農林水産業生産に及ぼす影響
- ・ 土地利用・社会構造に及ぼす影響
- ・ 人の健康に及ぼす影響（人間生存、社会システム）
- ・ 雪氷圏に及ぼす影響
- ・ 海洋に及ぼす影響（海洋酸性化を含む）
- ・ 生態系・生物多様性に及ぼす影響

エ) 地球環境を観測・モニタリングする

- ・ 気候変動のモニタリング
- ・ 気候変動要因のモニタリング
- ・ 気候変動影響のモニタリング
- ・ モニタリングの自動化・高精度化技術
- ・ リモートセンシング等総合的地理情報システムの構築
- ・ データの有用情報化のためのデータベース・情報システム

## 別表2

### 地球温暖化問題を解決するための優先度の高い科学技術課題

#### ア) 世界における温室効果ガス削減シナリオを策定する

- ・ 世界全体を対象とした温室効果ガス削減シナリオの提示

#### イ) 日本における温室効果ガス削減策（低炭素社会構築の道筋）を提示する

- ・ 社会的受容性・社会インフラや経済システム変革をもふくめた重点科学技術のロードマップ策定
- ・ 可能な技術システムの抽出、未来型技術開発とその推進方法
- ・ エネルギーシステム、交通インフラ、都市づくりなどのグリーンインフラ構築
- ・ 炭素税、排出量取引などの経済的手法、エネルギー効率改善に関する基準・規制的手法、「見える化」等の情報開示、等に関する政策評価
- ・ 社会経済シナリオおよび温室効果ガス排出シナリオにそった気候変動、影響、対策効果の総合的評価手法の開発
- ・ 自治体レベルでの市民参加型取り組み方法

#### ウ) 途上国の低炭素発展を進める

- ・ 各国特有の条件を考慮した温室効果ガス削減シナリオの提示
- ・ 途上国における緩和策・適応策の立案・意思決定支援技術
- ・ 援助協力の枠組み・制度の提案

#### エ) 国際協調・国際的な目標・行動のための枠組みを提案する

- ・ UNFCCCおよびそれ以外での協力体制の提示

- ・ 企業や環境NGO等の国境を超える活動における国際協調のあり方

オ) 気候変動を予測し、その影響・リスクを評価する

- ・ 気候変動モニタリング・予測に基づく気候情報配信の枠組み構築
- ・ 気候系に対する危険な人為的な干渉の水準の検討
- ・ 影響（人間活動、農林水産業生産等）の経済評価
- ・ リスク認知・リスクコミュニケーション手法

カ) 適応策で気候変動に対応する

- ・ 気候変動予測とその情報利用技術
- ・ 適応戦略と地域レベルでの具体的技術・計画・政策
- ・ 地域での共同研究、研究人材の開発支援

キ) 温室効果ガス吸収能力を維持・増進させる

- ・ 森林・農地管理等の生態系利用技術開発と生態系・生物多様性保全の戦略
- ・ 将来的なジオエンジニアリング技術の評価技術

ク) 低炭素のエネルギー技術・システムを開発する

- ・ 省エネルギー技術
- ・ 自然エネルギー利用技術
- ・ 原子力エネルギー技術
- ・ バイオマス利用技術
- ・ 炭素隔離貯留技術
- ・ 革新的低炭素技術

- ・ 再生可能エネルギー供給システム（スマートグリッドなど）

ケ）持続可能な社会を作る

- ・ 人口減少・高齢化など社会的変化への対応との相乗的効果をもつ低炭素・気候変動適応社会のビジョンの検討
- ・ 適応策と緩和策のベストミックス、コベネフィット
- ・ 循環型社会・自然共生社会・低炭素社会の統合的な構築ビジョンの検討
- ・ エネルギー安全保障、食料安全保障、途上国の持続可能な開発、ミレニアム開発目標の実現に資する気候変動対策のための科学技術の開発

(別紙) 温暖化研究者フォーラムメンバーリスト

(平成21年10月28日現在)

(座長)

小池勲夫 琉球大学 監事

(メンバー)

井村秀文 名古屋大学大学院環境学研究科 教授

江守正多 国立環境研究所地球環境研究センター 室長

大谷義一 森林総合研究所気象環境研究領域 領域長

沖 大幹 東京大学生産技術研究所 教授

甲斐沼美紀子 国立環境研究所地球環境研究センター 室長

亀山康子 国立環境研究所地球環境研究センター 主任研究員

河宮未知生 海洋研究開発機構地球環境変動領域 主任研究員

鬼頭昭雄 気象庁気象研究所 部長

近藤洋輝 海洋研究開発機構IPCC貢献地球環境予測プロジェクト  
特任上席研究員

笹野泰弘 国立環境研究所地球環境研究センター センター長

住 明正 東京大学サステイナビリティ学連携研究機構 教授

谷山一郎 農業環境技術研究所 研究コーディネータ

時岡達志 海洋研究開発機構IPCC貢献地球環境予測プロジェクト  
上席研究員

西岡秀三 国立環境研究所 特別客員研究員

野田 彰 海洋研究開発機構地球環境変動領域 技術研究統括

- 橋本和正 内閣府政策統括官（科学技術政策・イノベーション担当）  
付参事官補佐
- 林 陽生 筑波大学生命環境科学研究科 教授
- 原沢英夫 内閣府政策統括官（科学技術政策・イノベーション担当）  
付参事官
- 藤谷徳之助 地球温暖化観測推進事務局／環境省・気象庁 事務局長
- 松野太郎 海洋研究開発機構IPCC貢献地球環境予測プロジェクト  
特任上席研究員
- 三村信男 茨城大学広域水圏環境科学教育研究センター 教授
- 山地憲治 東京大学大学院工学系研究科 教授