

第7章 研究及び組織的観測

7.1 研究及び組織的観測に対する総合政策並びに資金確保

地球環境問題に関する研究・観測及び技術開発については、地球環境保全に関する関係閣僚会議において、1990年以降、毎年度「地球環境保全調査研究等総合推進計画」を策定し、我が国において取り組むべき重点分野を明らかにしつつ、地球環境保全に関する調査研究、観測・監視及び技術開発を総合的に推進するとともに、その実施状況のフォローアップを行っている。

「地球環境保全調査研究等総合推進計画」との整合性を図りつつ、地球環境保全に関する各種調査研究を総合的に推進するために「地球環境研究総合推進費」制度を設け、学際的・国際的な地球環境研究を関係省庁の連携の下に実施している。また、2001年4月より、中長期的視点による温暖化研究を強化するために、「地球環境保全試験研究費」制度を設けた。

2000年12月には、環境基本法に基づき新たな環境基本計画が閣議決定され、「循環」「共生」「参加」及び「国際的取組」が実現される社会を構築することを長期的な目標とし、21世紀半ばを見通した環境の保全に関する施策の総合的かつ計画的な推進を図ることとしている。この中で、戦略的プログラムの一つとして地球温暖化対策の推進があげられている他、「調査研究、監視・観測等の充実、適正な技術の振興等」「調査研究、監視・観測等に係る国際的な連携の確保等」に関する項を設け、本分野に関する政府の取組を示した。

また、2001年3月には、科学技術基本法に基づく第2期科学技術基本計画(2001-2005)が閣議決定され、特に重点を置き優先的に研究開発資源を配分する4分野の1つとして「環境分野」が掲げられた。これを受けて、2001年9月には、日本の科学技術政策に関し、総合的基本的な政策の企画立案及び総合調整を行うため設立された総理大臣を議長とする総合科学技術会議(CSTP)により「環境分野の推進戦略」が策定され、その重点課題のひとつとして、地球温暖化研究については政府全体として「地球温暖化に関する観測と予測、気温・海面上昇等の環境変動の自然や経済・社会への影響の評価、及び悪影響を回避あるいは最小化するための技術・手法の開発を行う」こととされた。

上記方針の下に、地球温暖化を含む地球変動に関する観測研究、予測研究を大学・関係省庁等の協力の下で総合的に推進するとともに、予測研究に用いることを目的とする世界最高性能のコンピュータシステム「地球シミュレータ」を開発、2002年3月より運用を開始し、成果を世界に提供している。

また、2002年から開始された気候変動に関する政府間パネル(IPCC)による第4次評価報告書(AR4)作成の活動に対応し、同年から地球シミュレータを活用した地球温暖化予測及びプロセス研究を進めるため、「人・自然・地球共生プロジェクト」が実施されている他、従来からの「科学技術振興調整費」「科学研究費補助金」その他経常研究費等により、シナリオに依拠した気候変化予測など温暖化関連の自然科学的研究が行われている。

2004年11月には、それまでの研究成果を踏まえ、気候変動分野の研究を俯瞰的立場から

戦略的に推進するため、総合科学技術会議の地球温暖化研究イニシャティブにおいて、「気候変動研究の戦略的推進について」がとりまとめられた。

現在、第3期科学技術基本計画の策定が行われているが、地球規模の問題への対応を含む「環境分野」は引き続き重点推進4分野として、優先的に資源が配分される予定である。

組織的観測については、我が国においてはこれまでも人工衛星、航空機、船舶等による観測と陸上観測とを組み合わせた観測ネットワークの構築が進められてきたところであるが、近年新たに以下のような国際的及び国内的な取組がなされている。

国際的には、2004年4月に第2回地球観測サミットを東京で開催すると共に、地球観測に関する政府間作業部会（Ad hoc GEO）の共同議長、地球観測に関する政府間会合（GEO）の執行委員会国を務める等、「全球地球観測システム（GEOSS）10年実施計画」の策定とそれに基づくGEOSS構築に積極的に貢献している。

国内的には、そのような国際的な議論の深まりを受け、2004年12月、総合科学技術会議から「地球観測の推進戦略」が意見具申され、現在、同意見具申に基づき、2005年2月に文部科学省科学技術・学術審議会の下に地球観測推進部会を設置し、年度毎に「地球観測の実施方針」を策定して、ニーズ主導の統合された地球観測の実現に向け、関係府省・機関が連携して取り組んでいる。なお、2005年4月から開始された「地球観測システム構築推進プラン」では、競争的研究資金制度の導入により、能力の高い研究機関を結集し、地球観測システムの構築に直接貢献する研究開発等に効果的に取り組んでいる。

さらに、2005年4月に、地球温暖化対策の推進に関する法律に基づいて政府が策定した「京都議定書目標達成計画」では、「気候変動に係る研究の推進、観測・監視体制の強化」に関する項目を設け、基盤的施策として統合的な観測・監視体制を強化していくこととしている。

7.2 研究

7.2.1 基本的考え方

2001年9月に、総合科学技術会議が決定した第2期科学技術基本計画における環境分野の分野別推進戦略の「地球温暖化研究イニシアティブ」では、以下の研究プログラムに各省の個別プロジェクトを統合し、産学官連携で研究開発を推進するとしてきた。

- a 温暖化総合モニタリングプログラム
- b 温暖化将来予測・気候変化研究プログラム
- c 温暖化影響・リスク評価研究プログラム
- d 温室効果ガス固定化・隔離技術開発プログラム
- e エネルギー等人為起源温室効果ガス排出抑制技術開発プログラム
- f 温暖化抑制政策研究プログラム

2006年度から始まる第3期科学技術基本計画に向けて、2005年6月に総合科学技術会議より出された「科学技術基本政策策定の基本方針」によると、6つの大政策目標の中の「環境と経済の両立」の下に位置付けられる中政策目標に「地球温暖化・エネルギー問題の克服」が掲げられた。現在、第2期の成果を踏まえた環境分野の分野別推進戦略の策定作業を進めている。

世界気候研究計画（WCRP）、地球圏・生物圏国際協同研究計画（IGBP）、地球環境変化の人間社会的側面国際研究計画（IHDP）等の国際的な地球環境研究計画に参加・連携し、適切な分担を踏まえた調査研究を行うとともに、外国の研究機関等との共同研究等を推進する。

我が国としては、2005年4月に開催されたアジア太平洋地球変動研究ネットワーク（APN）第10回政府間会合における各国の合意に基づき、アジア太平洋地域における地球変動研究を当該地域の研究者と協力しつつ推進する等、アジア太平洋地域における研究ネットワークの充実を図る。

気候変動及び地球温暖化対策のための政策決定に資するよう、人間・社会的側面からみた地球環境問題に関する研究、自然科学及び社会科学を統合した学際的研究並びに社会・経済システムに関する研究を積極的に推進する。また、地球規模、特にアジア・太平洋地域の持続可能な開発の実現を図るための政策的・実践的戦略研究を行う国際的な研究機関として1998年3月に設立された「地球環境戦略研究機関（IGES）」の国際的ネットワークの拡充を図る。

G8 グレンイーグルスサミットで発表した日本政府の気候変動イニシアティブに沿って、GEOSS(全球地球観測システム)構築への貢献、アジア太平洋地域を中心に衛星から海洋、陸上に至る統合的な観測網の構築推進、アジア太平洋地域における気候変動影響の監視・評価、各国政府への情報提供等に取り組む。

7.2.2 重点分野

気候変動及び地球温暖化に関する調査研究については、気候変動枠組条約及び京都議定書を念頭に置いて、地球温暖化及びその影響の把握・予測、温室効果ガスの固定・隔離・削減、温暖化抑制政策等の調査研究を総合的に推進している。特に、気候変動に関する政府間パネル(IPCC)第3次評価報告書(TAR)において指摘された、科学的根拠としての気候変化予測・プロセス研究の課題は、条約のニーズに沿う重要な課題であることから、地球シミュレータを活用した「人・自然・地球共生プロジェクト」、「地球環境研究総合推進費」等により、取り組んできた。得られた最先端の成果はIPCC第4次評価報告書へ貢献することが期待されており、モデル結果の一部は途上国の地域的適応研究に提供している。さらに、地球変動予測研究に関する、日本・EU間、及び日本・米国間の共同の研究ワークショップを2年に1度のペースで相互に開催し、お互いの予測成果に関する情報交換や比較検討をしている。また、今後、京都議定書の遵守に必要となるガイドラインの策定、森林等の温室効果ガス吸収の評価手法を確立する。

また、アジア太平洋地域における優先的研究課題として、APN第10回政府間会合において採択された戦略計画に沿って、[1]気候変動、[2]生態系、生物多様性、土地利用、[3]大気、陸域、海洋の変化、[4]資源の持続的な利用と持続可能な開発に関する分野を重点的に推進する。

7.2.3 主な研究の内容

7.2.3.1 古気候の研究を含む、気候のプロセス及び気候系の研究

アジアにおけるオゾン・ブラックカーボンの空間的・時間的変動と気候影響に関する研究、サンゴ気候年輪学に基づくアジアモンスーン域における海水温上昇の解析に関する研究などを進めると共に、エアロゾルの間接効果、すなわち雲を通しての放射強制力への効果に関する研究等、気候モデルにおいて、不確実性の高い物理過程の研究を実施している。特に、「人・自然・地球共生プロジェクト」の一部の課題では、陸域生態系の過程、大気や海洋における混合層の過程などに焦点をあてたプロセス研究により、成果を気候モデル開発に反映してきている。

7.2.3.2 気候変化モデル開発及び予測研究

気候変化予測研究は、主に「人・自然・地球共生プロジェクト」の下で、以下の4つの研究テーマに関して地球シミュレータを用いて進められてきた： 高解像度の大気・海洋結合モデルの開発による、シナリオに基づいた全球温暖化予測実験、20km超高解像度の大

気大循環モデルの開発による、地域気候及び極端現象の詳細な予測実験、炭素循環によるフィードバック効果などを入れた次世代地球システム統合モデルの開発、既存の米国NCARの気候モデルを用いた長期安定化関連実験。他にもシナリオに基づいた気候変化予測研究がある。

また、地球環境研究総合推進費では、21世紀の炭素管理に向けたアジア陸域生態系の統合的炭素収支研究、大気中の水・エネルギー循環の変化予測を目的とした気候モデルの精度向上に関する研究、極端な気象現象を含む高解像度気候変化シナリオを用いた温暖化影響評価研究を実施している。

7.2.3.3 気候変動の与える影響に関する研究

温暖化の危険な水準及び温室効果ガス安定化レベル検討のための温暖化影響の総合評価に関する研究、温暖化条件下の積雪・土壌凍結地帯の長期変動傾向の予測と農業に及ぼす影響、高山性植生による温暖化影響検出のモニタリングに関する研究等を実施している。

7.2.3.4 気候変動の与える影響及びその予想される反応双方についての分析を含む、社会経済学的分析

脱温暖化社会に向けた中長期的政策オプションの多面的かつ総合的な評価・予測・立案手法の確立に関する総合研究プロジェクト、中期的な地球温暖化防止の国際制度を規律する法原則に関する研究等を実施している。

7.2.3.5 削減及び適応技術に関する研究開発

陸域生態系の活用・保全による温室効果ガスシンク・ソース制御技術の開発、環礁州島からなる島嶼国の持続可能な国土の維持に関する研究、家庭用エネルギー消費削減技術の開発及び普及促進に関する研究、アジア太平洋統合評価モデルによる地球温暖化の緩和・適応政策の評価に関する研究、発展途上国における気候変化の緩和に資する住宅都市形成支援に関する研究等を実施している。

7.3 組織的観測

7.3.1 基本的考え方

気候変動の観測・監視にあたっては、「科学技術基本計画（2001年3月閣議決定）」及び「地球観測の推進戦略（2004年12月総合科学技術会議意見具申）」を踏まえ、毎年度策定される「地球観測の実施方針」や総合科学技術会議における地球温暖化研究イニシアティブに含まれる温暖化総合モニタリングプログラムのもと、その総合的な推進を図る。その際、10年実施計画に基づく全球地球観測システム（GEOSS）構築への貢献を念頭に、その方法等について国際的な観測・監視計画との整合性を図るとともに、観測・監視実施機関は相互にその成果を交換し、効果的にデータ活用が図れるように配慮する。

10年実施計画に基づく全球地球観測システム（GEOSS）構築への貢献を念頭に、地球環境モニタリングシステム（GEMS）、全球大気監視（GAW）計画、全球気候観測システム（GCOS）、全球海洋観測システム（GOOS）、世界気象機関（WMO）/ユネスコ政府間海洋学委員会（IOC）合同海洋・海上気象専門委員会（JCOMM）等の下で実施されている国際的観測・監視計画に参加・連携して適切な分担を踏まえた広域的な観測・監視を行うとともに、アジア太平洋地球変動研究ネットワーク（APN）等を推進し、アジア太平洋地域における観測・監視の円滑な実施を図る。

人工衛星による地球観測については、2005年6月に宇宙開発委員会において取りまとめられた「我が国の地球観測における衛星開発計画及びデータ利用の進め方について」に添って、世界的規模での調整によって有効に進めることが重要であることから、地球観測衛星委員会（CEOS）等の活動に積極的に参加するとともに、これらと十分整合性を図った衛星の開発、打上げ、運用等を推進する。また、統合地球観測戦略パートナーシップ（IGOS-P）を通じて、国際組織、国際研究計画等との緊密な連携を図り、人工衛星、航空機、船舶および地上の観測を統合した全球の地球観測を推進する。

7.3.2 重点分野

気候変動及び地球温暖化の原因、状況、影響等を把握するために必要な観測・監視を特に重点的に推進している。

また、気候変動及び地球温暖化に関する観測・監視は、広域、全地球にわたるため、静止気象衛星等を運用するとともに、衛星センサの利用等効果的な手法の開発を積極的に推進している。

7.3.3 主な組織的観測の内容

7.3.3.1 大気組成計測システムを含む大気的气候観測システム

日本国内150地点以上の気象観測所において、数十年以上の長時間に及ぶ均質で高品質の気候観測を実施している。これらの一部の地点については、気候変動監視に必要な月気候データを世界各国と毎月交換している。また、世界気象機関(WMO)の枠組みのもと、ドイツ国と共同で、気候観測通報の入電率や観測値品質の状況を監視している。これらの活動等を通して集められた気候データを基に、国内外に気候変動の実況に関する情報を準リアルタイムに提供している。また、静止気象衛星による雲の観測データは、長期的な地球の放射の変化およびそれに伴う気候変動の監視のために用いられている。熱帯降雨観測衛星(TRMM)に搭載した降雨レーダ(PR)は、熱帯・亜熱帯地域の降水分布の観測データを提供している。さらに、地球観測分野における国際貢献を図ること等を目的として、温室効果ガス観測技術衛星(GOSAT)の開発および全球降水観測(GPM)計画の主衛星に搭載する二周波降水レーダ(DPR)の開発研究、マイクロ波放射計、多波長光学放射計により気候変動・水循環に関する全球観測を継続的に行う地球環境変動観測ミッション(GCOM)の研究、温室効果ガスの観測精度の向上に向けた衛星搭載センサに関する研究、太陽・超高層大気の状態を総合的に把握・分析しその変化を予報するシステムの開発、中層大気の実験観測システムの開発についての国際共同研究、アジアにおける地球環境計測技術の共同研究、対流圏から成層圏にかけて種々の高度における大気等を直接観測するための成層圏プラットフォーム研究開発等を推進している。

表 7.1.1 全球大気観測システムへの参加

	GCOS 地上観測網	GCOS 高層観測網	全球大気監視	その他
観測点数	14	7	8	
現在運用されている観測点数	14	7	8	
GCOSの基準に沿って運用されている観測点数	14	1	8	
2005年に運用見込みの観測点数	14	7	7	
国際データセンターへ提供されている観測点数	14	7	8	

数字は2004年12月31日現在。南極昭和基地を含む。

表 7.1.2 気候のための大気観測システム（地上気象観測）

システム	データ項目	観測点の合計	国/地域の気候を描写するのに適当か？			データ収集期間 観測点数[うち、デジタル化された観測点数]			品質管理は適切か？			メタデータ 利用可能な 観測点数 [デジタル化された観測点数の割合%]	継続性 2005 年に運用見込みの点数
			Fully	Partly	No	30-50年	50-100年	100年以上	Fully	Partly	No		
観測所	気圧	157				18 [18]	79 [79]	60 [60]				157 [100]	157
	雲	110				13 [13]	42 [97]	55 [0]				110 [100]	110
	天気	155				19 [155]	76 [0]	60 [0]				155 [100]	155
	湿度	157				20 [20]	77 [77]	60 [60]				157 [100]	157
	降水量	155				19 [19]	76 [76]	60 [60]				155 [100]	155
	全天日射	67				67 [67]	0 [0]	0 [0]				67 [100]	67
	日照時間	156				20 [20]	79 [79]	57 [57]				156 [100]	156
	地上気温	157				20 [20]	77 [77]	60 [60]				157 [100]	157
	視程	155				19 [155]	76 [0]	60 [0]				155 [100]	155
	風	156				19 [19]	77 [137]	60 [0]				156 [100]	156
上記観測所のうち、国際的にデータを通報している観測点		54											
上記観測所のうち、地上月気候値気象通報（CLIMAT報）を実施している観測点		54											

数字は2004年12月31日現在。南極昭和基地を含む。

表 7.1.3 地上気象観測に関するデータセット

データセット名	データ項目	観測範囲 観測点数、分解能	収録期間	問い合わせ先
地上気象観測旬月別値ファイル	気圧・雲量・天気現象・湿度・降水量・全天日射・日照時間・地上気温・風	日本の156観測所	1961～2004年	気象庁
地上気象観測時日別値ファイル	同上	同上	1961～2004年	気象庁
地上気象観測月別累年値ファイル	同上	同上	1880年代～2004年	気象庁

表 7.1.4 気候のための大気観測システム（高層気象観測）

システム	観測点の合計	国/地域の気候を描写するのに適当か？			データ収集期間 観測点数[デジタル化された観測点数]				品質管理は適切か？			メタデータ 利用可能な観測点数 [デジタル化された観測点数の割合%]	継続性 2005年に運用見込みの点数
		Fully	Partly	No	5-10年	10-30年	30-50年	50年以上	Fully	Partly	No		
ラジオゾンデ施設	19				0	[0]	9 [9]	10 [10]				19 [100]	19
上記施設のうち、国際的にデータを通報している施設数	19												
上記施設のうち、高層月平均値気象通報(CLIMAT TEMP 報)を実施している施設数	19												
ウインドプロファイラー施設	31				0	0	0	0				31 [100]	31

2004年12月31日現在。南極昭和基地を含む。

表 7.1.5 高層気象観測に関するデータセット

データセット名	データ項目	観測点数、分解能 カバーしている範囲	期間	問い合わせ先
高層気象観測日別値 ファイル	湿度 気温 風 高度	日本の18観測所 基準気圧面のデータ	1981～2004年	気象庁
高層気象観測月別値 ファイル	同上	同上	1951～2004年	気象庁

2004年12月31日現在

表 7.1.6 気候のための大気組成観測システム

システム	観測点の合計	国 / 地域の気候を描写するのに適当か？			データ収集期間 観測点数[デジタル化された観測点数]				品質管理は適切か？			メタデータ 利用可能な 観測点数 [デジタル 化された観 測点数の割 合%]	継続性 2005 年に運用見 込みの点 数
		Fully	Partly	No	10-20 年	20-30 年	30-50 年	50年 以上	Fully	Partly	No		
二酸化炭素	5				4 [4]	0	0	0				5 [100]	5
二酸化炭素鉛直分布	4				4 [4]							4 [100]	4
地上オゾン	7				2 [2]	0	0	0				6 [100]	7
全量オゾン	8				2 [2]	0	5 [5]	0				8 [100]	7
オゾン鉛直分布	7				2 [2]	0	4 [4]	0				7 [100]	6
その他の温室効果ガス	5				4 [4]	0	0	0				5 [100]	5
エアロゾル	6				2 [2]	1 [1]	0	0				5 [83]	6
エアロゾル鉛直分布	2				0	0	0	0				2 [100]	2

2004年12月31日現在。気象庁（南極昭和基地を含む）及び国立環境研究所の観測点の合計。

7.3.3.2 海洋における気候観測システム

我が国は、地球規模での海洋観測システムの構築を目指す全球海洋観測システム（GOOS）を推進しており、その地域的取組でもある北東アジア地域 - 全球海洋観測システム（NEAR - GOOS）についても積極的に取り組んでいる。

また、海洋の二酸化炭素の時間的・空間的分布を把握するための観測・監視体制や施策を継続強化するとともに、温暖化に伴う海面水位等の変化を把握するため、全国の観測ポイントにおいて常時観測を実施している。また、北西太平洋において、気候変動に関する海洋変動を把握するための海洋観測を実施している。さらに、気候変動予測モデルの高度化等を図るため、1998年から熱帯西部太平洋等へのトライトンブイ投入、また2000年からは「高度海洋監視システム（ARGO計画）」によるARGOフロート投入等海洋観測体制の整備を行っている。さらに、北西太平洋地域海行動計画（NOWPAP）に基づく海洋環境モニタリング実施のための基盤整備、海洋の環境観測を行う改良型高性能マイクロ波放射計（AMSR - E）の運用、マイクロ波放射計及び多波長光学放射計により海洋を含む全球の継続的な観測を行う地球環境変動観測ミッション（GCOM）の研究、熱帯降雨観測衛星（TRMM）に搭載した降雨レーダ（PR）による熱帯・亜熱帯地域の降水分布の観測データの提供、全球降水観測（GPM）計画の主衛星に搭載する二周波降水レーダ（DPR）の開発研究、マイクロ波放射計、多波長光学放射計により気候変動・水循環に関する全球観測を継続的に行う地球環境変動観測ミッション（GCOM）の研究、および遠隔探査技術等の研究を実施している。

表 7.2 全球海洋観測システムへの参加

	船舶による海上気象観測	船舶による海洋観測	潮位計	漂流ブイ	中層フロート	係留ブイ	自動船上高層観測
観測点数	675	34	15 ²	15 ¹	229 ¹	17 ¹	5
国際データセンターへ提供している観測点数	204	31	15 ²	15 ¹	224 ¹	16 ¹	5
2005年に運用が見込まれる観測点数	675	34	15 ²	23	345	17	5

1：2004年8月31日現在、それ以外は2004年12月31日現在

2：全球海面水位観測システムに登録している潮位計。南極昭和基地を含む。

7.3.3.3 地球表面の気候観測システム

大気の大気二酸化炭素、メタン、一酸化二窒素、フロン、対流圏オゾンをはじめとする温室効果ガスの時間的・空間的分布を把握するための観測・監視体制や施策を継続強化する他、北方林の温室効果ガスフラックスモニタリング、温室効果ガス観測技術衛星（GOSAT）、陸域観測技術衛星（ALOS）の打上げ、熱帯降雨観測衛星（TRMM）に搭載した降雨レーダ（PR）による熱帯・亜熱帯地域の降水分布の観測データの提供、改良型高性能マイクロ波放射計（AMSR-E）の運用、温室効果ガス観測技術衛星（GOSAT）の開発および全球降水観測（GPM）計画の主衛星に搭載する二周波降水レーダ（DPR）の開発研究、マイクロ波放射計、多波長光学放射計により気候変動・水循環に関する全球観測を継続的に行う地球環境変動観測ミッション（GCOM）の研究、温室効果ガスの観測精度の向上に向けた衛星搭載センサに関する研究、多波長光学放射計により陸域表面を含む全球の継続的な観測を行う地球環境変動観測ミッション（GCOM）の研究、および植生量（バイオマス）、土地利用、土地被覆変化、土壌水分、雪氷等の陸域の環境観測を行う遠隔探査技術等の研究を実施している。

7.3.3.4 開発途上国が観測システム、関連データ及びモニタリング・システムを設立・維持するための支援

アジアにおける地球環境計測技術の共同研究を行っているほか、アジア太平洋地域における衛星を利用した戦略的環境モニタリング体制の確立、アジア太平洋地球観測パイロットプロジェクトを通じた衛星データ利用に関するパイロットプロジェクトおよび能力開発を推進している。

