

Ⅲ 環境分野

1. 状況認識

(1) 環境研究を取り巻く状況

人間の活動が拡大の一途をたどった 20 世紀の後半になり、人間活動の影響が地球あるいは地域の環境容量を上回るような状態になることで深刻な環境問題が生じた。20 世紀における科学技術は、人類に対して圧倒的な便益の拡大をもたらしたものの、環境汚染物質の排出や人間の活動範囲の拡大で、地球と地域の環境に対して負の影響も及ぼしてきた。

2002 年 9 月の持続可能な開発に関する世界首脳会議（ヨハネスブルグ・サミット）において、ヨハネスブルグ宣言が採択された。そこでは、貧困削減、生産・消費形態の変更及び経済・社会開発のための天然資源の基盤の保護・管理が持続可能な開発の全般的な目的であり、かつ、不可欠な要件であることが認められ、清浄な水、衛生、適切な住居、エネルギー、保健医療、食料安全保障及び生物多様性の保全といった基本的な要件へのアクセスを急速に増加させる決意が表明され、世界が、地球を救い人間の開発を促進し世界の繁栄と平和を達成するという共通の決意により団結し、共同で行動することが約束された。

先進 8 カ国は、ヨハネスブルグでの目標の実施に焦点をあわせ、2003 年 7 月の G 8 サミット（ピアン）において、持続可能な開発のための科学技術の役割を確認した。そこでは、いかにすれば最も良く持続可能な開発のために科学技術を使うことができるかについて、3 つの分野に焦点を当てた「持続可能な開発のための科学技術 G 8 行動計画」が採択された。行動計画は「全球観測についての国際協力の強化、エネルギー技術の研究・開発及び普及の加速化、そして農業及び生物多様性の持続可能な利用の促進」からなる。続く、2004 年 6 月の G 8 サミット（シーアイランド）では、先の行動計画実施状況が確認されるとともに、「3R イニシアティブ」の開始が提案された。2005 年 7 月の G 8 サミット（グレンイーグルズ）では、「気候変動、クリーンエネルギー、持続可能な開発」が、新たに行動計画として採択された。このように、世界各国が共通の問題であるという認識のもとで、環境問題の解決に向けて歩みを進めたのが、第 2 期基本計画期間であった。

上記 G 8 サミット（ピアン）での行動計画を受けて、地球観測サミットが 2003 年から 2005 年にかけて 3 回開催され、全球地球観測システム(GEOSS)10 年実施計画が承認された。実施計画では、「世界全域を対象とし、既存及び将来の人工衛星や地上観測など多様な観測システムが連携した包括的なシステムを今後 10 年間で構築すること、政策決定者や市民など利用者が必要とする情報を重点的に提供すること」が、方針として示された。地球観測システムにおいては、「災害、健康、エネルギー、気候、水、気象、生態系、農業、生物多様性の 9 分野で達成目標を明確にしながら実際の実施にあたる国際調整メカニズム」として地球観測グループ (GEO) が設立された。

3R イニシアティブは、G 8 サミット（シーアイランド）での我が国の提案に基づくものであり、2005 年 4 月に東京での閣僚級会合をもって開始された。これは、「資源及び物資のより効率的な使用を奨励するために、発生抑制、再使用、再生利用 (3R) を推進する国際的取組」であり、我が国は国内における循環型社会の構築に向けた取組を進めると共

に、自らが有する経験や技術などの世界への発信、開発途上国の能力向上のための支援や、国境を越えた地域レベル・地球レベルでの国際協調を通じて、3Rを通じた循環型社会の構築のための国際的な取組の推進に主導的な役割を果たしていくこと」を宣言した。

一方、毒性、難分解性、生物蓄積性、長距離移動性を有する化学物質（POPs Persistent Organic Pollutants）残留性有機汚染物質）による地球環境汚染の防止に世界が取り組むストックホルム条約が、2004年5月に発効した。この条約では、「12種類の物質について、国際協調のもと、製造・使用等の規制、非意図的生成の削減、適正管理と処理等の取組を進めること」とされており、締約国に国内実施計画を策定することを義務づけている。また、ヨハネスブルグ・サミットで定められた実施計画のための行動の一つとして、2006年2月国際化学物質管理会議（ICCM）において、国際的な化学物質管理のための戦略的アプローチ（SAICM）が取りまとめられ、2020年までに化学物質が健康や環境への影響を最小とする方法で生産・使用されるようにすることに向けた、30項目からなるドバイ宣言などが採択された。

2003年3月には、第3回世界水フォーラムが我が国で開催され、閣僚級会議では、「ヨハネスブルグ宣言や国連ミレニアム開発目標など、国際的に合意された目標や目的を達成する共通の決意」が表明された。水は、持続可能な開発、貧困及び飢餓の撲滅の原動力であり、人の健康や福祉にとって不可欠なものであり、水問題を優先課題とすることが、世界的に喫緊の必要条件であることが確認された。

生物多様性の保全については、1992年6月の国連環境開発会議で採択され、翌年発効した生物多様性条約のもとで、我が国は「生物多様性国家戦略」を策定し、2002年に見直しにより新たな戦略となった。戦略では、「保全の強化、自然再生、持続可能な利用」の3つの観点に立ち、「地球環境の視点から我が国が世界の生物多様性の保全と持続可能な利用に対する責務を有しており、国内対策の展開とあわせ国際的貢献を進めること」が示された。

2005年2月には、採択から7年の年月を要したものの京都議定書が発効し、2008年から2012年の第一約束期間において、我が国は基準年比6%減の温室効果ガス削減義務を負うことになった。我が国は、2005年4月に「京都議定書目標達成計画」を策定し、国をあげてこの困難な目標に取り組んでいる。加えて、第一約束期間以降の枠組に関する国際議論も開始され、温暖化に対する対応には猶予がない状況となった。

我が国においては、高齢化社会が確実に進行し、人口減少社会が予想より早く訪れることになった。このことにより、これまでの人口増大社会とは異なる社会システムに対する考え方が必要となり、環境問題への対応にも新たな視点で臨むべき状況となった。例えば、都市と農村のあり方、国民の生活スタイル、食料とエネルギーの供給及びその自給に関する考え方などに、今後の社会システムを見据えた視点が必要となっている。

これらの国内外の状況を踏まえ、環境分野の研究開発では、「持続可能な社会」の実現への具体的貢献を目指しながら、個別のプロセス研究、現象解明、影響評価、対策技術開発と社会への実践的な適用性評価を行う一貫性のある総合的な展開が求められている。人類にとって環境の持つ価値の認識が高まり、その維持が人類共通の課題となっ

た今日、社会科学・人文科学系と自然科学系が融合し、旧来の枠を超えた世界に貢献する研究開発を進めることが必要である。

② 研究開発における諸問題

第2期基本計画の分野別推進戦略では、環境分野の研究開発において改善を要する問題点が5つあげられた。

- ① 各省において縦割的に個別研究が実施される傾向が強く、政府としての取組が不明瞭。重点課題については、省際的に組織された統合的研究体制で実施するイニシアティブを創設し、推進していくことが必要。
- ② 長期継続的環境観測等基盤的研究の推進や知的研究基盤の整備が不十分。研究資源の計画的・継続的投資を行うことが必要。
- ③ 環境政策学、環境経済学、環境倫理学等の社会科学・人文科学系の環境研究が不十分。社会科学・人文科学系研究を強化し、さらに自然科学系研究との連携を強化することが必要。
- ④ 時々の環境問題に対応した必要な人材のタイムリーな供給が不足。大学院等における専門的環境教育を強化するとともに人材の流動化を促進することが必要。
- ⑤ 国際的な取組に対する我が国の対応が不十分。国際社会において研究のリーダーシップをとれるような人材を養成することが必要。

第2期基本計画期間においては、これらの諸問題の解決を目指し、「イニシアティブ体制」によって、省際的な統合的研究体制づくりを行った。イニシアティブにおいては、研究領域における各省の研究の取組状況を横断的に整理し、今後の研究の方向性を明らかにして、各省の研究連携を促進した。また、長期継続的に実施する基盤的研究の充実を目指す観点から総合科学技術会議は、「地球観測の推進戦略」(平成16年12月)の策定により、特に気候変動、地球規模水循環、生態系の研究などの研究基盤となる地球観測の充実に関する10年程度の我が国の戦略的取組として具体的な方策等を取りまとめた。「地球観測の推進戦略」は、国内機関の地球観測における連携を通して、地球観測サミットによって創設された国際枠組である全球地球観測システム(GEOSS)10年実施計画への貢献をも目指すものである。生物多様性の保全と生物資源の持続可能な利用については、それらを進める国際動向を受けて、総合科学技術会議重点分野推進戦略専門調査会環境研究開発推進プロジェクトチームは、「必然性としての生物多様性—その保全と持続可能な利用—」(平成16年7月)を取りまとめた。宇宙開発のあり方は、総合科学技術会議による「我が国における宇宙開発利用の推進戦略」(平成16年9月)で示され、地球環境観測衛星の開発利用において実用及び科学研究のニーズを踏まえた戦略的推進が必要であると指摘された。これは、「地球観測の推進戦略」で示された利用ニーズ主導の統合された地球観測システムの構築の考え方と整合的である。共通的な大型研究基盤としては、例えば「地球シミュレータ」が整備され、その活用の成果として、我が国の気候予測研究が世界をリードするまでになった。しかしながら、第2期基本計画の分野別推進戦略において重点化の考え方として示された、社会科学・人文科学系と自然科学系の連携強化、環境分野の研究人材不足の解消が解決されたこと

はいえない。また、上記取組で解決を図った問題においても、より一層の省際的研究連携、基盤的研究の推進や研究基盤の整備、国際リーダーシップの確保を促進することが今後の課題である。

2. 重要な研究開発課題

(1) 重要な研究開発課題選定の考え方

第3期基本計画においては、誰もが共有でき普遍性の高い3つの理念の実現のために必要な政府の開発投資について、国民に科学技術の成果を還元するという視点に立った具体的な施策展開を示す分野別の推進戦略策定が求められている。環境分野においては、

環境と経済の両立 — 環境と経済を両立し持続可能な発展を実現

・地球温暖化・エネルギー問題の克服

・環境と調和する循環型社会の実現

という政策目標の達成のために、関係府省が連携して研究推進する枠組が必要である。国民の暮らしを守る観点に立つと、短期的な問題解決型研究と中長期的で予見的な環境問題への対応研究にわたる広い範囲の研究を視野に入れることが必要であるが、その中でも選択と集中を行う必要がある。このため、研究領域とその枠組みの設定には、環境分野を俯瞰したデルファイ調査結果と第2期の研究推進状況などを踏まえる事とした。

環境分野では、第3期基本計画の政策目標に対応して実現すべき個別政策目標として、

③-1 世界で地球観測に取り組み、正確な気候変動予測及び影響評価を実現する。

③-11 健全な水循環と持続可能な水利用を実現する。

③-10 持続可能な生態系の保全と利用を実現する。

③-9 環境と経済の好循環に貢献する化学物質のリスク・安全管理を実現する。

③-8 3R（発生抑制・再利用・リサイクル）や希少資源代替技術により資源の有効利用や廃棄物の削減を実現する。

③-7 我が国発のバイオマス利活用技術により生物資源の有効利用を実現する。

があげられる。これに対応して、第2期の5つの重点課題の解決を目指したイニシャティブ体制を基本としつつ、第2期の成果を基に再編し、次の6つの研究領域を設定した。

・気候変動研究領域

・水・物質循環と流域圏研究領域

・生態系管理研究領域

・化学物質リスク・安全管理研究領域

・3R技術研究領域

・バイオマス利活用研究領域

これらは、総合科学技術会議のリーダーシップにより、その達成を目指す体制である。重要な研究開発課題は、これら研究領域毎に精査して選定した。選定の考え方は、

①緊急性・重大性の高い環境問題の解決に寄与するもの

②持続的発展を可能とする社会の構築に資するもの

③国民生活の質の向上や産業経済の活性化に強いインパクトをもつもの

という第2期基本計画の分野別推進戦略の考え方を踏襲したものである。また、第3期基本計画においては、安全に資する科学技術推進の考え方を踏まえて関係分野の推進戦略策定が行なわれたが、環境分野においては、汚染物質の広がりや自然環境の荒廃など現在の問題を解決することにとどまらず、将来にわたって地球及び地域の環境を保全し持続可能な社会を実現することが、安全・安心な社会の構築における重要な観点であると考え、重要な研究開発課題の選定において考慮した。

イニシアティブの体制は、政府全体として同じ政策目標を実現するための省際的、学際的、総合的研究体制である。各省により取り組まれている個別研究の整合的連携を図ると共に、わが国の研究ポテンシャルを重要な課題に結集する求心力を発揮する必要がある。

② 気候変動研究領域

政策目標 ③-1 「世界で地球観測に取り組み、正確な気候変動予測及び影響評価を実現する。」及び ③-12 「温室効果ガス排出・大気汚染・海洋汚染の削減を実現する。」のための研究領域で、気候変動に関する研究に加え、エネルギー起源二酸化炭素以外の温室効果ガスに関する対策研究（メタン・一酸化二窒素・含ハロゲン温室効果ガス等の微量温室効果ガス対策・二酸化炭素の吸収源対策）を含む。エネルギー起源二酸化炭素に関する対策研究は、本分野別推進戦略においてはエネルギー分野に記述される。

1994年に発効した「気候変動枠組条約」においては、大気中の温室効果ガス濃度を安定化することが究極的な目的とされている。それを受けて、1997年に第3回締約国会議(COP3)で京都議定書が採択され、2005年2月をもって発効した。我が国では、その達成を目指して、平成17年4月に「京都議定書目標達成計画」が閣議決定された。計画においては、温室効果ガスを2008年～2012年の第一約束期間中に基準年（1990年）比で6%削減するという目標の達成を支援するための基盤的施策として技術開発、調査研究の推進が必要」とされた。さらに、第一約束期間以降の地球温暖化対策においては、第3期の研究開発成果の実用化と普及が大きな鍵を握っている。また、同計画において、地球温暖化に係る研究については、気候変動メカニズムの解明、地球温暖化の現状把握と予測、地球温暖化が環境、社会、経済に与える影響の評価、温室効果ガスの削減及び地球温暖化への適応策の研究を、国際協力を図りつつ、戦略的・集中的に推進する」とされた。

最近になり、世界各地で地球温暖化との関連も指摘されている異常気象が多発して

いることから、気候変動の実態の把握とより正確な将来予測、水資源、農業、災害、人の健康などへの影響に対する国民の関心も高まっている。また、第一約束期間以降の地球温暖化防止の国際的枠組についての議論が開始されているが、新たな削減目標を国際的な合意のもとで作成するプロセスにおいては、気候科学の成果を反映した気候変動とその影響の将来予測が議論の前提となり、科学的知見をより一層充実させる必要がある。気候変動に関する地球観測は、「地球観測の推進戦略」に基づいて、特に関係府省機関の連携体制を強化して進め、地球観測サミットによって創設された国際枠組である全球地球観測システム(GEOSS)10年実施計画への貢献を目指す。

そこで、気候変動研究領域では、以下のように7つのプログラムを設定し、観測、予測、影響把握、適応策、から政策科学と対策技術へつなげる一貫したシステムの研究体制のもとで、重要な研究開発課題に取り組む。

プログラム1:温暖化総合モニタリング研究

地球温暖化をもたらす温室効果ガス濃度の推移を正確に把握し、その発生と吸収・消滅過程を明らかにすることが重要であり、国際的な協力・分担体制のもとで、温室効果ガスの総合的なモニタリング研究を実施する必要がある。主たる温室効果ガスである二酸化炭素については、大気・海洋・陸域等の各圏における濃度と量及びそれらの間の交換収支の全球的な観測研究を、二酸化炭素以外の微量温室効果等については、特にアジア・太平洋域を中心とした観測研究を行うべきである。また、温室効果ガスの全球濃度の把握、並びに、気候変動と関連して変化する地球表層環境を全球的に把握する技術である衛星による観測を我が国の最新の技術を集結して実施する必要がある。このため次の課題を重要な研究開発課題として設定する。

①地球・地域規模の二酸化炭素収支の観測

地球各圏(大気・海洋・陸域)の二酸化炭素濃度の観測及び各圏間の二酸化炭素交換収支観測を、適切な国際協力・分担により全球のカバーを目指して進め、人為起源二酸化炭素の地球の各圏への分配を把握する。大気観測においては定点と移動体による観測を、海洋観測においては海洋表層の二酸化炭素交換収支と中深層を含む炭素蓄積を、陸域においては陸上生態系の二酸化炭素交換収支や土壌炭素変化を観測する。

②微量温室効果ガス等による対流圏大気変化の観測

メタン、一酸化二窒素、対流圏オゾン、含ハロゲン温室効果ガス等二酸化炭素以外の微量温室効果ガスについて、アジア・太平洋域を中心とする観測研究を行い、その濃度と放出・消滅量の時空間分布変動を明らかにする。温室効果ガス濃度の制限要因となる大気汚染物質のアジア諸国からの放出量増大を踏まえ、温室効果ガスの大気寿命に重要な影響を及ぼす大気微量成分、自然及び人為起源エアロゾルの輸送・反応過程等の観測研究を行う。

③衛星による温室効果ガスと地球表層環境の観測

二酸化炭素等の温室効果ガスの全球的濃度分布とその変動把握を可能とする観測衛星(2008年度打ち上げ予定)による観測実施とあわせ、データ有効活用のため

の事前研究、打ち上げ後のデータ検証と解析研究を行う。大気、陸海面の物理・生物・地球化学的要素の観測を行う国内外の地球環境観測衛星データから地球表層の環境変動を把握するための高度なデータ解析及び衛星の技術開発を進める。

<成果目標>

国際的リーダーシップをとり、二酸化炭素と微量温室効果ガスの濃度変化や発生・吸収・消滅に関する観測、及び、気候変動に伴う地球表層環境の変化に関する観測を進めることにより、GEOSSの構築に貢献する。自然の生態系や人類に深刻な悪影響を及ぼさない水準で温室効果ガス濃度を安定化させるための科学的根拠を明確にして、京都議定書第一約束期間以降（2013年以降）の削減目標の設定に貢献する。

注)微量温室効果ガス:大気中の二酸化炭素よりさらに濃度の低い温室効果ガス類の総称。濃度が低くとも単位量あたりの温室効果が大きいものを含む。

プログラム2:気候変動プロセス研究

気候変動予測モデルによる将来予測の正確さを高めるためには、不確実性の大きい雲やエアロゾルが気候システムに及ぼす効果、地球温暖化が進んだ時に起こる陸域・海域の炭素・水・物質循環の応答について、現在の地球で起こっているプロセスの解明を通じて明らかにする必要がある。このため次の課題を重要な研究開発課題として設定する。

④雲・エアロゾルによる気候変動プロセス解明

気候変動予測モデルにおいて、雲の生成・消滅と降水過程は重要な気象プロセスとしてモデルに組み込まれている。予測モデルを精密にするために、雲粒子のみならず、自然・人為起源のエアロゾルが気象・気候に及ぼす影響をその性状、生成・消滅プロセスから明らかにし、エアロゾルが雲・降水プロセスに及ぼす影響を観測と実験を含む手法で解明する研究開発を行う。

⑤陸域・海洋の気候変動応答プロセス解明

温室効果ガス濃度増加による地球温暖化の直接影響は地表気温、雪氷融解、表層海水温、海面上昇等に現れるが、これらは陸や海の炭素・水・物質循環に影響を及ぼし、陸域・海洋の生態系に変化がもたらされる。このような気候変動フィードバックに関する不十分な理解は、気候変動予測モデルの不確実性を増大させている。そこで、大気、海洋、陸域の各圏を構成するサブシステムにおいて、最終氷期以降のさまざまな時間スケールのフィードバックプロセスを解明し、気候変動予測モデルの不確実性の最小化に資する。

<成果目標>

気候変動予測における雲・エアロゾルプロセスや、陸域・海洋の応答プロセスがもたらす不確実性を低減し、気候変動予測モデルの高度化を達成して気候変動に関する科学的知見を高め、京都議定書第一約束期間以降（2013年以降）の削減目標の設定に貢献する。地球システムの気候変動と関わるプロセスの観測を進めることにより、GEOSSの構築に貢献する。