

添付資料

添付資料①

分野別推進戦略（抜粋）

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（ヨハネスブルク・サミット）において、ヨハネスブルク宣言が採択された。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 G8 サミット（ヒューストン）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 G8 行動計画」が採択された。行動計画は「地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 G8 サミット（シェーアイランド）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 G8 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 G8 サミット（ヒューストン）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、G8 サミット（シェーアイランド）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、「2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各省において縦割りの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・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が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、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をもたらされる。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。

プログラム3 温暖化将来予測・温暖化データベース研究

IPCC(気候変動に関する政府間パネル)による気候変動影響評価とそれに対する適応策の科学的な検討を進めるには、詳細で信頼性の高い予測技術が必要である。ここでは、今後25年程度、21世紀全般、今後数世紀程度といった様々な時間スケールでの予測が求められている。予測結果の利用促進には、観測データ、影響リスク評価データ、適応策データと統合されたデータベースの構築が必要である。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。

⑥気候モデルを用いた21世紀の気候変動予測

気候モデルを構成する各要素の高度化を進め、21世紀における気候変化に関し、IPCC等の国際枠組による影響評価・適応策の検討にも適切に生かすことができるよう地域スケール程度までの詳細で信頼性の高い予測技術を開発する。熱波、寒波、台風、高潮、豪雨、寡雨等の極端現象の頻度や強度に注目し、今後25年程度の身近な未来における気象の変動についての予測も対象とする。このために、観測データの統合同化や、予測の高度化・高解像度化を可能にする計算機資源の有効活用を図る。

⑦シナリオに基づく長期の気候変動予測

気候安定化のような様々なシナリオの下、高度化した気候モデルを適用し、100年を超え数世紀から千年程度にわたる長期予測実験を行う。これにより、地上気温や海面水位に加え、海洋循環、極域氷床、陸域植生、炭素循環等、地球環境の諸要素の長期的な変化を研究する。各シナリオの下での気候システムの変化を明らかにし、長期の温暖化抑制策に資する。

⑧統合的な観測・予測・影響・適応策データベース

大気・陸域・海洋の総合的な気候変動モニタリング、高度化した気候モデルの予測、影響・リスク評価、適応策、温暖化抑制政策を密接に連携させて、地球観測データ、気候モデル予測データ、影響・リスク評価データ、適応策データを統合したデータベースを構築する。必要に応じて既存の枠組みの有効利用も含め、情報をより広く共有できるシステムとし、地球温暖化対策等への活用を図る。

<成果目標>

観測及びプロセス研究の成果を活用し、気候変動に対する大気・陸域・海洋の応答を反映した精緻な気候変動予測モデルを構築することにより、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気候変動を抑制する温室効果ガス濃度安定化に向けた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。気候変動の状況、影響、適応策情報を提供すること、多様な将来社会シナリオ毎の気候変動を予測することで、将来社会のあり方に関する政策決定に資する。

プログラム4 温暖化影響・リスク評価・適応策研究

雪氷域、高山域、半乾燥地域、沿岸など気候変動の影響が現れやすい地域や気候変

動に対して脆弱な地域のモニタリング観測により、影響の早期検出、脆弱性指標、影響の閾値などを明らかにする体制作りを行う必要がある。2030～2050年における我が国及びアジア・太平洋地域における地球温暖化の影響を予測し、それに基づいて、悪影響を低減し、社会の安全と水・生態系・食料生産と人間の生存基盤の健全性を確保するための適応策を体系的に検討することが必要である。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。

⑨脆弱な地域等での温暖化影響の観測

雪氷域、高山域、半乾燥地域、沿岸域等気候変動とそれに伴う環境変動の影響が現れやすい脆弱な地域の環境及び生態系変化の継続的モニタリング、過去からの観測のデータ解析等を行い、温暖化影響の早期検出を可能とする体制を構築する。自然環境、社会経済に及ぼす気候変動リスクを評価するために、温暖化に対する脆弱性指標、温暖化影響が不可逆となる閾値等を明らかにする。

⑩25年先の気候変動影響予測と適応策

水資源、健康、農林漁業、生態系、沿岸域、防災等気候変動の影響の顕在化が懸念される分野を対象にして、経済評価を含む定量的な影響予測を可能にする手法を開発し、2030～2050年における我が国及びアジア・太平洋地域における影響と特に脆弱な地域を予測する。さらに、影響を和らげるための適応策を体系的に検討し、適応策の効果を含めて影響から見た温暖化の危険な水準を明らかにする。

<成果目標>

GEOSSの構築に貢献し、気候変動の影響として現れるシグナルを検出することによって、地球温暖化の進行状況に関する情報を継続的に提供する。温暖化将来予測の結果を用いて、気候変動による影響を定量的に予測し、悪影響を低減するための適応策の体系的な立案に貢献する。

プログラム5 地球規模水循環変動研究

気候変動は、地球規模の水循環の変動をもたらすことにより、世界各地において、水資源、自然災害、生態系、食料生産、人の健康等、さまざまな社会問題と関わるので、気候変動に伴って起こる地球規模の水循環変動を把握し、リスク評価を行う必要がある。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。

⑪観測とモデルを統合した地球規模水循環変動把握

地球規模の水循環変動は、水資源、自然災害、生態系、食料生産、人の健康等に横断的に関わっており、地球温暖化に伴う気候変動の社会的影響として深刻な問題に結びつく懸念がある。そこで、衛星観測、気象・海洋観測、陸上調査等によるモニタリングデータと、数値モデルによる推定値とを統合・解析して地球規模の水循環の変動を把握し、的確なリスクアセスメントを可能とする研究開発を実施する。

<成果目標>

アジア・太平洋地域における気候変動に伴う水循環変動を把握し、食料生産、自然災害、水資源などへの影響評価を行うことにより、最適な水管理手法などの対策技術を講じて地球温暖化の影響を低減することに貢献する。地球規模の水循環の観測を

進めることにより、GEOSSの構築に貢献する。

プログラム6 温暖化抑制政策研究

地球温暖化抑制に関わる政策と持続可能な発展の政策との目標を整合させ、脱温暖化社会のビジョンを提示するためには、技術革新と経済社会システム変革の相互関係、途上国先進国間協力、抑制政策の正負経済影響など、社会の複雑な問題を政策科学的に研究する必要がある。このため、人文社会科学との協働により、次の課題を重要な研究開発課題として設定する。

⑫気候変動緩和の長期的排出シナリオ作成

IPCCによる新たな長期排出シナリオ作成と連動し、国内外の中・長期的政策への貢献を目指し、中・長期の人口・社会経済動向、国際関係、技術進歩、世界規模の政策枠組等の検討に基づき、温室効果ガスの削減をも勘案した安定化対策オプションの評価、及び、安定化排出シナリオを含む長期的排出シナリオの研究を実施する。

⑬気候変動リスクの予測・管理と脱温暖化社会設計

長期排出シナリオ、高精度全球気候予測、高度影響評価、適応策、安定化排出経路、緩和策に関する研究成果等を統合することによって、地球社会に対する気候変動のリスクの予測とその低減のための研究を、人文社会科学と融合して総合的に行う。さらに、温暖化抑制に関わる政策と持続可能な発展の政策との目標を整合させた脱温暖化社会のビジョンを提示することを目標に、技術革新と経済社会システム変革の相互関係、途上国先進国間協力、政策の相互利益性、抑制政策の正負経済影響、第一約束期間後の気候政策等それに至る課題を研究する。

<成果目標>

地球温暖化抑制に関わる政策と持続可能な発展の政策との目標を整合させ、脱温暖化社会のビジョンを提示する。

プログラム7 温暖化対策技術研究

地球温暖化への寄与はエネルギー起源二酸化炭素が最も大きい、二酸化炭素よりはるかに濃度が低いメタン・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の削減も、地球温暖化対策としては大きな効果がある。さらに、我が国の排出削減量になり得る植林や森林管理活動等による二酸化炭素吸収源対策も必要である。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。

⑭メタン・一酸化二窒素排出削減技術

二酸化炭素に次ぐ重要な温室効果ガスであるメタン、一酸化二窒素の排出削減のため、対策が効果的に進むような研究開発を実施する。特に、生産管理技術による農耕地・畜産業における発生削減技術、都市・国土管理技術による下水道施設・埋め立て地等における排出削減技術、製造業における排出削減技術等が研究対象となる。

⑮含ハロゲン温室効果ガス排出削減技術

重要な温室効果ガスである代替フロン等 3ガスについて 京都議定書目標達成計画に定められた削減計画に資する技術開発を実施する。さらに、代替フロン等 3ガス及びその他の含ハロゲン温室効果ガスの排出削減に資する技術として、既に使用済み製品の廃棄に伴う回収・無害化処理、代替品開発、代替技術開発等の研究開発を行う。

⑯自然吸収源の保全・活用技術

京都議定書において、植林・森林管理活動・植生回復活動による二酸化炭素吸収が対象となり、国レベルの正確な吸収量評価が求められている。今後、森林生態系を含む国土全体の吸収源機能が対象となり、全炭素収支手法が必要となる可能性を踏まえ、方法論の確立が求められる。衛星観測を含む観測、森林施業に伴う炭素収支変化のプロセスモデル、持続的な森林管理技術等を通じて、森林等の自然吸収量や都市緑化による吸収量の定量的評価とその拡大に資する研究開発を実施する。

<成果目標>

2012年度までに、京都議定書目標達成計画に定められたメタン・一酸化二窒素・代替フロン等 3ガスの排出削減目標、及び、森林経営等による吸収量目標を確保する。

③水・物質循環と流域圏研究領域

政策目標 ③-11 健全な水循環と持続可能な水利用を実現する。」を達成するための研究領域である。水や物質が循環している流域圏の環境は、人を含む多様な生物群に、水、食料、エネルギーと活動の場を提供する生存の基盤として不可欠である。したがって、都市と周辺の地域間の秩序を保ち、源流から沿岸域に至る流域圏に多様な自然・社会環境基盤を形成して、環境負荷が低く、かつ災害に強い、自然と共生する持続可能な流域圏を構築する必要がある。持続可能な流域圏の構築は、人口変化や経済発展に伴う水循環、物質循環、生態系のバランスなどの変化が人間社会や地域の環境に及ぼす影響を最小化し、人間が流域圏で自然の恩恵を持続的に享受することを可能とする。

このため、第2期基本計画期間には、「自然共生型流域圏・都市再生技術研究」ならびに「地球規模水循環変動研究」という2つのイニシャティブで研究開発が進められてきた。第3期基本計画期間では、両者をあわせて「水・物質循環と流域圏研究」とし、我が国及びアジアを中心とした世界各地の流域圏における現実の諸問題を解決するために、以下の重要な研究開発課題に取り組む。

プログラム1 水・物質循環と流域圏の観測と環境情報基盤の構築

「全球地球観測システム(GEOSS)10年実施計画」では、GEOSSは健全な政策決定の基礎となるような、タイムリーで品質の高い長期の地球観測情報に対するニーズを満たし、「水循環のより良い理解を通じた水資源管理の向上」など9つの主要領域において社会に便益をもたらす、とされている。また、水問題の解決を目指した研究を推進するためには、効率的な観測体制を構築して、全地球的な変動と、流域規模の変動の両者に関する観測を実現する必要がある。そうして得られる観測情報を国内外における健全な水循

環や自然と共生する流域圏・都市の実現に活用するためには、広域の変動が狭い領域の水・物質循環の変動に与える影響と、逆に、狭い領域の変動が広域の水・物質循環の変動に与える影響の両者を双方向的に把握・解明することが不可欠である。これには、地球規模から都市規模にいたる様々な観測により、流域圏における水・物質循環と森林・河川・湿地・農地・都市・沿岸等を含む流域圏の広域生態系複合(ランドスケープ)に関わるデータを収集・統合する必要がある。さらに、速やかに情報発信する環境情報基盤を形成して、政策立案や意思決定、危機管理などの実利用に供することが重要である。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・地域規模の流域圏観測と環境情報基盤

水・物質循環、水利用、環境負荷、及び流域圏・都市構造などに関わるデータや情報等を、地球規模から都市規模に至る様々なスケールで観測・収集する地球観測システムを構築する。あわせて、情報の統合手法の改良や、得られた情報の蓄積・発信に関わる技術開発等によって、政策決定に利用可能な環境情報基盤を形成する。

<成果目標>

源流から沿岸域までの水・物質循環の機構解明や生態系の機能解明により、健全な水循環の保全や自然と共生する流域圏・都市を実現するための適正な管理指標の作成に貢献する。また、干ばつや洪水などの極端現象による人間社会や生態系へのダメージの発生可能性など、政府・自治体等の意思決定や対策行動に役立つ情報を速やかに提供して、災害に強い流域圏の実現に資する。

プログラム2 水・物質循環変動と流域圏・都市のモデリング

森林・河川・湿地・農地・都市・沿岸等を含む流域圏の広域生態系複合と人間社会との間の関わりは多様であり、その理解に基づくモデル化による予測研究が、健全な水循環や自然と共生する流域圏・都市を実現するためには不可欠である。これには、地球規模から都市規模にいたる様々なスケールの物理・化学・生物学的な過程を表現するモデル、農林水産活動・土地改変・都市化・水循環改変といった人間活動が自然に及ぼす影響を表現するモデル、及び人口変化や自然変化を受けて人間活動がどのように変化するかを推定する社会経済モデルを相互に連携させる必要がある。

そこで、これらのモデル化を行い、健全な水・物質循環と流域圏の保全、再生、形成の計画や管理、政策決定に利用可能な汎用ツールを開発するため、次の課題を重要な研究開発課題として設定する。

②水・物質循環の長期変動と水災害リスク予測

豪雨や洪水といった極端な水文・気象現象を含む水・物質循環シミュレーションモデルの開発、複数のシミュレーションの実施により不確実性をも推定する予測手法の開発、観測値の適切な利用によりモデルの精度を向上させる手法の開発などにより、水・物質循環シミュレーションの高精度化を行う。さらに、自然の気候変動や、土地被覆・土地利用、及び生産・消費活動の変化など、地球規模から都市規模に至る様々なスケールの水・物質循環の変動要因に、土地利用、水供給・処理能力、防災能力といっ

た人間社会の変動受容能力を勘案して、地下水の質と流動を含む水・物質循環の長期変動や水災害リスクの定量的な推定とその対策に関する研究を行う。

③流域圏・都市構造のモデリング

流域圏の広域生態系複合と都市構造・人間活動との係わりに関する予測モデルを開発する。あわせて、流域圏・都市構造の健全化のための環境容量の解析、大気や水や緑の量と質、及びそれらの間のネットワークの調査・モデル解析、景観特性の評価等についての研究と提言を行う。

<成果目標>

我が国やアジア地域において、流域圏、湖沼・沿岸域・地下帯水層の環境、及び農林水産業が自然と共生し、かつ水災害リスクを少なくする政策決定に資する。

プログラム3 対策・管理のための適正技術

国連環境開発会議(1992年6月、リオデジャネイロ)で採択された行動計画「アジェンダ21」では「淡水資源の質と供給の保護」がうたわれた。また、国連ミレニアムサミット(2000年9月、ニューヨーク)では「ミレニアム開発目標」として「2015年までに、安全な飲料水を継続的に利用できない人々の割合を半減する」という明確な行動目標が設定された。さらに、第三回世界水フォーラム(2003年3月、京都など)の閣僚級国際会議では、日本を含む各国及び国際機関による世界の水問題解決のための具体的な行動提案が「水行動集」として取りまとめられ、そのフォローアップを進めることが閣僚宣言として合意された。わが国及び国際社会においてこれらを実現するためには、水・物質循環や水質の変動などの問題解決に不可欠な地域にあった適正技術を開発する必要があり、次の課題を重要な研究開発課題として設定する。

④国際的に普及可能で適正な先端水処理技術

コストと環境負荷削減のバランスがとれた汚水や生活用水等の水処理技術や再利用技術を開発する。さらに、途上国における利用のためにその適用条件の体系化を行う。また、商業的普及が期待されるような先端的な膜技術や微生物群を利用した浄化技術を開発する。

⑤農林業活動における適正な水管理技術

世界の農地・灌漑データベースを開発し、農地及び林地における水ダイナミクスの解明と農林業活動が流域水循環に及ぼす影響の評価を行う。栽培技術の革新と連携した節水技術及び用排水管理システムを開発し、土地・水条件を考慮した農法・農業技術の選択と評価などに関わる研究を行う。

⑥閉鎖性水域・沿岸域環境修復技術

流域汚濁負荷源を特定し、その削減により閉鎖性水域・沿岸域の水・物質循環や水環境を改善する技術を開発する。水域の良好な水・物質循環を実現するための流域圏施設整備の要素技術、及びその普及のための社会技術を開発する。あわせて、生態系管理研究領域と連携して閉鎖系水域・沿岸域の水・物質循環や水環境改善等のための技術を開発する。

<成果目標>

膜による水処理技術や農林水産活動における適正な水管理、及び微生物群を利用した水処理といった、流域圏管理にかかわる先端的な技術を開発し、先進国・途上国への普及をはかることにより、国連ミレニアム開発目標に定められた安全な飲み水を利用できない人口割合の半減に貢献するとともに、河川や湖沼、湿地、閉鎖系水域、干潟、沿岸域における水環境を改善する。

プログラム4:健全な水・物質循環と持続可能な流域圏・都市の保全・再生・形成

これまでの都市への人口や産業の集中、都市域の拡大、近年の気候変化等を背景に、平常時の河川流量の減少、湧水の枯渇、都市型水害及び広域生態複合の喪失等の問題が顕著となってきている。これらの問題は、源流部や中山間地における過疎化や高齢化の進行にともなって森林や農地が適切に保全されなくなってきたことと併せ、流域圏における水・物質循環の健全性や広域生態複合などを著しく損ないつつある。一方、アジア域では、都市化の急激な進展や人口増加、森林・植生の減少や農地の荒廃などにより、やはり健全な水・物質循環系や広域生態複合などが損なわれている。そのため、流域圏全体を視野に入れた水・物質循環系の健全化、自然と共生する流域圏・都市の形成への早急な対応とその実現へ向けた技術的課題の解決が求められている。

そこで、健全な水・物質循環系、及び自然と共生し持続可能な流域圏・都市を保全、再生、形成するシナリオを設計・提示するために、次の課題を重要な研究開発課題として設定する。

⑦健全な水・物質循環マネジメントシステム

地球規模から都市規模に至る様々な気候、水・物質循環や水代謝の変動、土地被覆や土地利用などの変化、及び人口の増減など社会の変動を考慮し、流域圏・都市の健全な水・物質循環の保全・再生・形成シナリオを設計・提示する。また、水・物質循環に関わる利害関係者の合意に基づく流域圏管理を実現するために必要な社会技術を開発し、問題解決型・実践型研究を行う。

⑧自然共生型流域圏・都市実現社会シナリオの設計

我が国における人口分布や都市構造の変化などを踏まえた健全な流域圏・都市の保全・再生・形成シナリオを設計・提示する。国土利用・保全計画、流域圏計画、都市計画、緑に関わる計画、地域環境計画、広域地方計画等を連携させ、流域圏及び都市環境を改善し、自然と共生する流域圏・都市の保全、再生、持続性の構築に至る問題解決型・実践型研究を人文社会科学と協働して行う。

<成果目標>

我が国及びアジアモンスーン地域において、健全な水・物質循環系、森林・河川・湿地・農地・都市・沿岸等を含む流域圏の広域生態系複合の機能、及び都市における人間活動と水と緑のネットワークなどが適正に管理された自律型自然共生型の流域圏・都市を実現し、環境負荷が低くかつ災害に強い持続型社会を構築する。

(4)生態系管理研究領域

政策目標 ③-10 持続可能な生態系の保全と利用を実現する。」を実現するための

研究領域である。地球の生物生産力を超過しているといわれている人間活動を許容力内におさめ、「社会・経済活動と生物多様性・生態系保全の両立」及び「生物資源の持続可能な利用」を実現するための生態系管理技術の開発を行う。

1992年6月の地球サミット（オデジャネイロ）では生物多様性条約が採択され、我が国もこれを批准し、1993年に発効した。2002年3月には地球環境保全に関する関係閣僚会議において「新・生物多様性国家戦略」を決定した。第2期基本計画期間中に、我が国の環境分野の研究開発における「生物学的視点の重要性」が指摘され、2004年7月に、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において報告書「必然としての生物多様性－その保全と持続可能な利用－」が取りまとめられ、我が国の環境分野における生物・生態系研究開発のあり方が提言された。

これを受けて、生態系管理技術研究領域では、以下のような4つのプログラムを設定し、目標実現に欠かせない生態系の観測・解析、影響評価、管理技術、社会技術に至る一貫したシステム的研究体制のもとで、国内の生物多様性・生態系研究の連携を強化して実施する。国内に加え、豊富で多様な生物・生態系を有するアジア・太平洋地域を主な研究対象とする。

プログラム1 生態系の構造・機能の解明と評価

遺伝子レベルから地球規模までの多様なスケールでの研究を通して生態系の機能と構造を解明する。特に人間活動と自然とのかかわりを具現している広域生態系複合（ランドスケープ）において行われる「生態系の観測と解析」並びに「脆弱性評価」に係わる要素技術の開発研究は、様々な時空間スケールでの生態系管理を実現する上で必要不可欠であり、国際的な研究においても最も重要な課題とされている。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 マルチスケールでの生物多様性観測・解析・評価

人間と自然を含む広域生態系複合において、局所から広域にいたる生態系の生産機能に係わる物質循環と生物間相互作用の機能解析、生物多様性と生態系機能との関係及び生態系間の相互関係の解明等、生物多様性や生態系の理解を深める研究とそれを可能にする観測・解析及び脆弱性評価などの要素技術の研究開発を行う。

<成果目標>

科学的知見に基づいた森林・河川・沿岸の整備・保全、生物資源の持続的な利用、生物多様性の確保のための有効な方策の検討を可能とする。また、土地利用や人口分布変化を視野に入れた持続可能な発展のシナリオ等の検討に資する情報を提供可能にする。

プログラム2 生物資源利用の持続性を妨げる要因解明と影響評価

生物資源利用の安定・持続化のために、様々な時空間スケールでの生態系の変化・応答解析とその影響評価技術を確立する。特に、土地利用形態の変化、各種汚

染負荷の増大や侵入種等による環境汚染は生物多様性と生態系サービスを低下させる主な要因であることから、これらの要因の複合性を解明しつつ、生物多様性・生態系サービスに与える影響を把握し、そのリスクを定量的に評価する必要がある。また、全球規模では、気候変動に対する具体的な対応策を検討するために、気候変動が生物多様性や生態系サービスに与える影響を予測する必要がある。これらの理由から、次の課題を重要な研究開発課題として設定する。

②土地改変及び環境汚染による生態系への影響評価

土地利用形態変化・改変、各種汚染負荷の増大、外来生物の侵入等により生物多様性と生態系サービスの急激な低下が起こり、生物生産の減少、新興感染症の発生、土壌浸食、水資源枯渇等の様々な問題を引き起こしている。これらの土地改変及び環境汚染等が生物多様性・生態系サービスへ及ぼす影響の把握とそのリスクを定量的に評価する研究開発を行う。生物資源の宝庫であるアジア太平洋地域における生態系の変化・応答解析と影響評価技術の開発も対象とする。

③気候変動の生態系への影響評価

地球温暖化による気候変動によって、生物の生育・生息適地の変化、海面上昇による沿岸生息地の喪失、有害生物や病原微生物の侵入・定着・拡大等が生じ、生物多様性・生態系サービスは大きな影響を受ける。この気候変動による個々の生物の応答や生物間相互作用等を考慮した生態系影響評価が適用できるような科学的知見に基づく予測精度の高いモデルの開発を行う。

<成果目標>

土地改変や環境汚染、気候変動による生物多様性・生態系サービスへの影響評価・予測技術により、環境影響評価・環境計画等を業とする産業の育成・発展に寄与するとともに、気候変動に対する具体的な対応策を検討し、「社会・経済活動と生物多様性・生態系保全の両立」と「生態系の適切な管理」を実現する。

プログラム3 生態系保全・再生のための順応的管理技術

生物資源の持続可能な利用を目指した生態系の保全・修復・再生を可能とするため、科学的仮説検証サイクルに基づく順応的管理技術を確立する。特に、森林・陸水域・湿地・農地等の修復・再生、絶滅危惧種を含む在来種の保全、外来種の拡散抑制、生物資源の適正管理等を実現する上で、陸域生態系の管理・再生技術が求められている。また、養殖、海運及び海岸開発等が行われる海域では、社会・経済活動と生態系保全を両立するための管理・再生技術が重要である。さらに、森林・河川・湿地・農地・都市・沿岸等を含む広域生態系複合が提供する多様な生態系サービスを維持するためには、従来の管理システムを統合した新たな総合的管理システムの構築が必要とされており、かつ国際的な研究においても最も重要な課題となっている。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。

④陸域生態系の管理・再生技術

二酸化炭素吸収源や生物多様性保全に寄与する森林の保全・再生、荒廃した

里山の管理・再生、水質汚染と人工護岸化等により生物多様性の減少が著しい陸水域の修復、環境保全型農業の振興、自然的価値が高い中山間地の維持、拡散防止技術開発を含めた外来生物の適切な管理等、絶滅危惧種を含む生物資源、森林・陸水域・湿地・農業生態系の保全・再生と持続可能な利用のための管理・再生技術の研究開発を行う。

⑤ 海域生態系の管理・再生技術

海域は、大気との相互作用や河川水の流入等の陸域からの影響による栄養塩濃度・汚染物質濃度、温度、流速分布の時空間変動が大きい上に、養殖、海運及び海岸開発などの社会経済活動の影響による生態系の構造変化が著しい。ゼロエミッション型生物資源生産技術等、持続可能な次世代沿岸海域生態系利用に必要な管理・再生技術の研究開発を行う。

⑥ 広域生態系複合における生態系サービス管理技術

森林、湖沼、草原、河川、農地、都市等の生態系の相互関係や、それらを含む河川流域と沿岸海域までの広域生態系複合がもつ多様な生態系サービスの総合的評価技術を開発する。機能の健全性を損なう外来種などの要因の解明と除去ならびに機能回復のための方策を順応的に適用しつつ、産業その他の人間活動における多面的機能の持続可能な利用のための意志決定システムを含む管理システムを構築する。

<成果目標>

各種陸域生態系の健全性の回復と持続可能な利用を行い、社会・経済活動と両立した海域生態系を管理する。また、各種生態系の特性とそれらの相互関係の理解に基づき、森林や里山、河川や湖沼、沿岸海域、さらに都市も含めた広域スケールで生態系を管理し、持続可能な生物多様性・生態系の保全と利用に向けた取組を行う。

プログラム4 生物資源の持続可能な利用のための社会技術

生物多様性・生態系を持続可能とする社会・経済的キーファクターを明確にして、ライフスタイルデザイン、地域デザイン等の社会システムを含むモデル・シナリオの構築を行う。特に、地方、国、アジア地域等様々なレベルで生態系サービスに対する社会・経済的価値の評価システムが確立していないために、生態系サービスの評価及びその維持・管理技術の開発に支障を生じている。したがって、生態系サービスの社会経済的価値（直接的利用価値、地下水涵養等の間接的利用価値、文化的価値等）の評価システムを構築することを目的として、次の課題を重要な研究開発課題として設定する。

⑦ 生態系・生物多様性の社会経済的価値評価技術

地方、国、アジア地域等様々なレベルで、生態系サービスの社会経済的価値（直接的利用価値、炭素固定・地下水涵養等の間接的利用価値、文化的価値等）の評価システムを構築し、生態系変化の社会・経済への影響評価手法の研究開発を行う。