

環境分野推進戦略(案)
—平成 14 年度予算要求にむけての対応—

平成 13 年 6 月 5 日
環境プロジェクト
リーダー 吉川弘之

総合科学技術会議重点分野推進戦略専門調査会環境プロジェクトでは、科学技術基本計画（平成 13 年 3 月 30 日閣議決定）に基づいて、環境分野における推進戦略について、検討を行っている。第 1 回プロジェクト会合を本年 4 月 24 日に開催し、本日を含め合計 4 回の会合を開催し精力的に検討を行ってきた。この時期に各省の平成 14 年度予算要求作成作業に向けて、検討結果をとりまとめ、重点分野推進戦略専門調査会に提出することが求められている。このため、本報告においては、環境分野の研究開発の現状、環境研究の基本的方向、重点化の考え方とともに、環境分野における重点課題を重点分野推進戦略専門調査会に提出することとした。

（環境プロジェクト会合開催経緯）

- 第 1 回 平成 13 年 4 月 24 日
- 第 2 回 平成 13 年 5 月 15 日
- 第 3 回 平成 13 年 5 月 22 日
- 第 4 回 平成 13 年 6 月 5 日

I. 環境分野における研究開発の現状

1. 環境研究を取り巻く全般的な状況

日本では 1950～1960 年代の高度経済成長にともなって、水俣病、イタイイタイ病等、全国各地で深刻な産業公害問題が発生した。このため政府では公害対策基本法制定(1967 年)、環境庁発足(1971 年)等により公害問題への対応をおこない、生産方式の見直しと対症療法的な対処により公害の改善・克服につとめた。しかしながら、大量生産・大量消費・大量廃棄を前提とした生産と消費のパターンは進み、新たな物質・作用源の環境への放出とそれによる環境変動をひきおこし、環境問題の広域化、拡散、複雑化をもたらした。1980 年代に入ると地球温暖化やオゾン層破壊等の地球規模の環境悪化が顕在化したため、国際社会は、1992 年にリオデジャネイロで地球サミット（国連環境開発会議）を開催し、地球環境問題への対応が人類共通の重要課題との認識が共有された。さらに、1993 年には環境基本法が制定され、1994 年にはそれに基づく環境基本計画が策定され（2000 年に改定）、環境への負荷の少ない「持続可能な社会の構築」を目指すことが謳われた。

このように環境行政の主要課題が個別公害問題から、社会経済のあり方にかかわるものへと変化してきたことで、環境分野の研究開発には、以下のような取り組みが求められている。

- ①汚染物質の作用機構のような個別の物理化学的プロセスを対象とした研究から、問題の発生メカニズム、影響の評価、対策技術の開発と社会への適用性についての評価に至るまでを総体的・俯瞰的にとらえる総合的な研究への展開が求められている。
- ②今日、廃棄物問題のように、ライフスタイルのあり方や経済の仕組みまで含めて考えねばならない問題があらわれてきた。そのようななかで社会全体として、人間とそれをと

りまく環境のあるべき姿（人間－環境システム）を科学技術の側面から検討するためには、自然科学と社会科学を融合した学際的な環境研究が必要である。

- ③公害の時代には被害が発生してから事後的・対症療法的な取り組みがなされていたが、今日では地球温暖化のように問題が発生してから対応するのでは時宜を失する環境問題が顕在化している。このような問題に事前に対応するためには予見的・予防的な研究を可能とするシナリオ主導型の研究開発システムの整備に取り組まねばならない。

2. わが国政府としての環境問題への取り組み

国としての環境問題への取り組みは、環境基本法を基礎として、環境基本計画のなかで取り組むべき戦略的プログラムが示されている。環境基本計画の中では、21世紀を「環境の世紀」と認識し、「持続可能な社会の構築」を目指している。そして、それを実現するための長期的目標として「循環」、「共生」、「参加」および「国際的取組」の4つを掲げ、「自然を尊重し、自然との共生を図ること、そして、極力、自然の大きな循環に沿う形で、我々の活動を再編し直すこと」を提唱している。これらを具体的に実現するための政策手段のひとつとして、科学技術が位置付けられている。環境省、農林水産省、経済産業省、国土交通省、総務省、厚生労働省、文部科学省等がそれぞれの政策に応じた研究を推進している（資料1）。

第2期科学技術基本計画(2001年閣議決定)のなかでは、「環境分野は、多様な生物種を有する生態系を含む自然環境を保全し、人の健康に維持や生活環境の保全を図るとともに、人類の将来的な生存基盤を維持していくために不可欠な分野である」ことから、四つの重点分野の一つとされた。重点分野においては、「重点領域並びに当該領域における研究開発の目標及び推進方策の基本的事項を定めた推進戦略」を作成することとされている。

環境分野での国の科学技術系経費等は、平成13年度予算において文部科学省調べでは約628億円（資料2：文部科学省調べ）、また総合科学技術会議で行った各省アンケートでは約2000億円となっている（資料1）。前者は環境研究が主たるものとしている項目に限ったものであり、後者はエネルギー、ライフサイエンス等の分野を主とするが環境分野にも係わるものも広範に含まれている。

3. 民間等での環境問題の取り組みと環境関連産業の展望

民間の環境への取組の現状については、1999年度の環境庁の調査によると環境に関する目的・目標を設定している企業は41.9%であり、設定を検討中の企業とあわせると66.3%となる（資料3-1）。また、環境に関する具体的行動計画を作成している企業は40.2%を占め、計画作成を検討中の企業とあわせると67.2%となる（資料3-2）。特に電気・ガス等供給業や製造業の環境への取組は活発で、環境に関する目的・目標を設定あるいは設定を検討中の企業はそれぞれ85.7%及び83.7%であり、行動計画を作成あるいは作成検討中の企業はそれぞれ92.9%及び83.4%とであり、他業種と比べて高い。（以上2000年版環境白書より）。

1999年度の研究費支出のうち、特定目的について支出した研究費を見ると、「環境の保護」は4,808億円であるが、そのうち民間企業が2,539億円と53%を占める。民間企業の内訳をさらにみると、製造業が2,340億円と他を引き離して多く、さらに細分をみると輸送用機械工業における環境関連の研究費の支出が大きい（資料4：総務庁統計局「科学技術研究調査報告」より）。

現在、公害防止、廃棄物処理、リユース、リサイクル、再生可能エネルギー利用、自然保護等のさまざまな分野においてエコビジネス（環境関連産業）の成長が見られる。エコ

ビジネスが、新たな成長産業の一つであり、持続可能な社会へ転換する上で重要な役割を果たすだけでなく、経済成長を支える産業となり、雇用を生み出すという点については、世界各国で注目されている。わが国のエコビジネスの発展の可能性については、環境庁が OECD のマニュアルに従い、近年の環境産業の伸びと市場規模、雇用規模の推計を行っている。エコビジネスの範囲については、OECD のマニュアルにしたがい「環境製品とサービス産業」を「『水、大気、土壌等の環境に与える悪影響』と『廃棄物、騒音、エコシステムに関連する問題』を計測し、削減し、最小化し、改善する製品とサービスを提供する活動から構成されている」と定義している。分類については、環境汚染管理、環境負荷低減技術および製品、資源管理の3分野に分けている。この結果、資料5のように、エコビジネスの市場規模は、1997年で24兆7,000億円となっており、わが国の国内生産額の2%強を占めると推計されている。2010年時点の将来予測としては、39兆8,000億円と推計された。また、雇用規模については、1997年では69万5,000人であり、2010年時点では86万1,000人に増加するという推計結果が得られている。

4. 環境研究の世界的な動向

米国では、1989年、ブッシュ大統領が大統領令を発令し、各省庁が行っている環境プロジェクトを統合し、「地球変動・気候変動研究プログラム」(Global Change and Climate Change Research Program: USGCRP)とすることを促した。これを受け、1990年、議会が「地球変動研究法(Global Change Research Act)」を法制化し、USGCRPのための新規予算枠の設立を決定した。連邦政府10省庁により、実施されており、2001年は約17億ドルの予算となっている。

さらに、クリントン政権では、1997年からの5年間における環境課題の焦点、予算配分や職員の配置をアメリカ国民に説明する「EPA（環境保護庁）戦略計画」を1997年9月に策定している。これを受けて環境分野の「研究戦略」をEPAのORD（研究開発局）が策定している。この戦略では、六つの優先研究課題（飲料水、大気、内分泌かく乱物質、生態系、健康、新技術）が示されている。さらにより詳細な研究推進プログラムである「研究計画」が策定されている。

このような環境保全を主目的とした政策とならび、環境技術開発が、雇用の創出や経済の振興をすすめるうえで重要な課題であると認識されている。1995年には「国家環境技術戦略」が策定され、さらにそれを具体化した「環境技術開発行動計画」が1997年に策定されている。

また1998年の下院科学委員会報告書「未来への扉を開く：新しい国家科学技術政策」では三つの重点項目があげられているが、その二番目に「科学技術成果の新産業技術への活用と社会・環境問題の解決への応用」という項目があげられている。

欧州では、欧州連合(EU)の執行機関である欧州委員会が2001～2010年の環境問題に対応する「第6次環境行動計画」を2001年に発表し、①気候変動、②自然と生物多様性、③環境と健康、④天然資源と廃棄物の4分野が優先課題とされた。またEUの研究・技術開発およびデモンストレーション活動に関する優先事項を示した「枠組み計画」がつけられている。現在、第5次枠組み計画（1998～2002年）の期間中である。この計画の四つの重点課題のひとつに「エネルギー・環境・持続的発展」プログラムが入っており、持続的水質管理、地球変動、気候、生物多様性、持続的な海洋生態系、都市開発の6分野があげられている。

5. 環境分野における国際的な取り組みとわが国の貢献

環境分野における研究開発と関連した国連・国際機関としては、国連環境計画（UNEP: United Nations Environmental Programme）、国連教育科学文化機関（UNESCO: United Nations Educational, Scientific, and Cultural Organization）、政府間海洋学委員会（IOC: International Ocean Committee）、世界気象機関（WMO: World Meteorological Organization）、国連食糧農業機構（FAO: Food and Agriculture Organization of the United Nations）、国際科学会議（ICSU: International Council for Science）等がある。我が国は、これらの機関で実施されている国際的な研究計画に積極的に参加している。

たとえば、世界気候研究計画（WCRP: World Climate Research Programme）、地球圏・生物圏国際共同研究計画（IGBP: International Geosphere-Biosphere Programme）、人間圏国際共同計画（IHDP: International Human Dimension Programme）等の国際的な研究計画では、我が国は各国の研究機関等と共同研究を進めている。地球規模の諸現象の解明のため、わが国は地球観測情報ネットワーク（GOIN: Global Observation Information Network）を積極的に推進してきたが、これを、今度は、地球観測衛星委員会（CEOS: Committee on Earth Global Observation Satellites）に発展的に引き継いで行くことを目指すこととなっている。地球科学技術や地球観測関連の国際機関が集い地球規模の組織的かつ効果的な地球観測計画の調整をおこなうため、統合地球観測戦略（IGOS: Integrated Global Observing Strategy）が組織されたが、わが国はこれに積極的に参加し、貢献している。

また、気候変動に関する科学的知見をとりまとめ、各国政府に提供するため、1988年に「気候変動に関する政府間パネル（IPCC: Intergovernmental Panel on Climate Change）」が設立された。IPCCは、これまで3次にわたる報告をおこなっているが、わが国はIPCCの活動に積極的に参加し、貢献している。

なお、地球規模の環境変動に関する研究を促進するため、地球を南北アメリカ、欧州・アフリカ、アジア太平洋の3極に分け、各地域における地球変動研究を推進するための政府間ネットワークが設けられている。このうち、アジア太平洋地域については、「アジア太平洋地球変動研究ネットワーク（APN: Asia-Pacific Network for Global Change Research）」が設けられ、神戸市に開設した「APN センター」を中核として地域内の研究活動に対し支援をおこなっている。

6. わが国の環境科学技術分野の国際的位置

環境分野における我が国の科学技術の現状については、科学技術政策研究所(2000)が以下のようにまとめている。

論文、米国特許双方において、日本は欧米とくらべて量的に少ない。また、環境分野の論文の相対引用度（1994～98年）は0.68であり、米国（1.26）、英国（1.17）、ドイツ（1.02）、フランス（0.97）と比較しても低く、わが国の環境研究における国際的な影響力は小さい。米国特許の相対引用度では、日本は米国と同等かあるいはそれ以上の値となっており、欧州より高い。しかし、サイエンスリンケージの値では、欧州と同等であるが、米国と比べるとかなり低い（資料6～8）。

国内の専門家等に対するインタビュー調査結果と米国科学技術政策局（OSTP）の国家重要技術（1995年）にもとづく米国側からの評価を比較すると、双方とも環境分野では汚染管理に関しては同等であるが、監視と評価、改善と復旧の分野においては米国が優勢だと評価されている（資料9）。研究資源、研究開発成果、インタビュー調査による専門家の見解からわが国の環境分野の研究開発水準をまとめると、地球環境科学の領域では、測定技術そのものは同等であると考えられるが、観測のデータ量は欧米より劣り、また、ライフサイクルアセスメント（LCA）、インバースマニュファクチャリング（静脈産業）では欧州に

やや劣る。環境リスク、ゼロエミッション産業技術では、欧米とほぼ同等の水準にある。

また、知的基盤整備の状況は欧米に比較して大きく立ち遅れている(資料 10)。

全般的状況としては、わが国の水準は米国よりわずかに低く、欧州よりやや低いが、環境対策技術全般では欧米と同等の水準であるとされている。

II. 環境研究の基本的方向

1. 基本理念と全般的な目標

第2期科学技術基本計画においては、21世紀の世界が地球規模で直面する諸問題に対処すると同時に、世界全体の持続的な発展を実現するという困難な課題に挑戦し、人類の明るい未来を切り開くためには、科学技術の力が不可欠であるとされている。しかしその一方、科学技術への過信が、地球環境、人類の福祉や幸福を損なうおそれがあることを指摘し、21世紀の人間社会のあり方を見据えつつ、人間社会と自然環境との調和(＝人類と自然との共生)を図っていくことが必要であるとしている。したがって、環境分野での科学技術は、このような科学技術の正の側面と負の側面を正しく認識しつつ、「安心・安全で質の高い生活のできる国」の実現をめざし、国際社会への貢献、国民の環境問題理解・行動への貢献および環境政策への貢献を基本的理念として推進されるべきである。

地球上の生命体共通の生存基盤である環境では、大気、水、土壌および生物との間を物質が循環しているが、その循環は局所レベル(流域)、国レベル、地域レベル、地球レベルとそれぞれの空間的な大きさで、互いに関連している。人間社会はこのような大小さまざまな循環の中にいることを認識する必要がある。このような視点に立って、環境問題を捉えてみれば、環境問題は、生産・消費・廃棄プロセスでの資源フローの増大が自然の物質循環を損なうことによって生じている現象として把握することができる。具体的には、産業革命以降、人間活動が放出してきた二酸化炭素や有害な化学物質、廃棄物等が人間を含む生態系の調和を乱してきたことで、地球環境問題、有害化学物質問題、廃棄物問題等人間の生存を脅かす環境問題をおこしてきた。したがって、環境分野の研究においては、人間社会と自然の物質循環との調和を保ち、人間と他の生物との共存関係を構築していくことを目標として、調和を乱した原因の究明、将来予測、影響評価、対策並びに政策の研究を展開していく必要がある。

2. 環境研究の特質

上述の理念および全般的な目標の下、環境分野における研究開発には、他の分野にはみられない特質がある。したがって、以下に述べるような特質をふまえて、研究開発を推進していくことが必要である。

- ①環境研究は、環境問題の解決という社会のニーズ・デマンドに対応して推進することが求められる。したがって「安心」「安全」という目標にむけて、国の環境保全政策と連動させつつ、国民の理解と連携の下で、研究開発を行う必要がある。
- ②環境問題は多岐にわたり且つ多くの現象が相互にリンクしているので、幅広い研究領域をカバーして研究開発を推進しなくてはいけない。したがって重点化と同時に、広範にバランスよく研究開発を行う必要がある。
- ③地球温暖化のように環境問題には短期的には解決が見込まれないものがある。したがって長期的・継続的な視点から研究開発を推進する必要がある。
- ④環境問題の解決には二酸化炭素排出削減のための省エネルギー対策のように社会やライ

フスタイルのあり方にも深くかかわるものがある。したがって社会システムに関する研究をすすめると同時に、国民各層の理解と参加が不可欠である。

- ⑤環境問題は様々な自然的・社会的要因が関与しているので、環境研究はある特定の学問分野に立脚するものではなく多様な学問分野と密接に関連する。したがって関係する学問分野やさらに研究成果を社会のなかで育てていく産業分野の連携が必要である。
- ⑥環境問題の解決にあたっては、問題が発生した後に対応するのではなく予見的・予防的に対応することが求められている。したがって共通のシナリオを作成し、それにもとづいてリスクの予測・評価をおこなっていくような予防的な研究が必要である。
- ⑦地球温暖化や海洋汚染にみられるように環境問題には一国のみの対応には限界があるものがある。したがって研究開発の分野においても国際研究プログラムや他の国々（とくにアジア諸国）との密な連携・協調による国際的な取り組みを図り、さらにその中核としての機能を果たしていくための仕組みを構築していくことが必要である。

3. 環境研究の領域

国として研究開発を進めている環境研究の領域は以下のとおりである。これらの環境問題は、その重大性や緊急性の程度に軽重はあるが、その適切な対応を行い、バランスよく研究開発を行うことが望ましい。

（１）ニーズの非常に高い環境問題に関する研究

- ①地球環境研究：人類の生存基盤や自然生態系に係わる地球変動予測とその社会経済等への影響並びに地球温暖化対策のための科学技術
- ②循環型社会構築研究：循環型社会の実現に寄与する科学技術
- ③有害化学物質研究：化学物質のリスクを極小化及び評価・管理するための科学技術

（２）自然と共生した持続的な発展を支える研究

- ①水・土壌環境保全研究：健全な水・土壌環境を実現するための科学技術
- ②生物多様性保全研究：生物の多様性を保全するための科学技術
- ③都市環境研究：健康・安全・快適な都市環境を保全・創出するための科学技術

（３）さまざまな主体や諸外国の環境保全に向けた取組を支援する研究

- ①発展途上国環境保全支援研究：国際研究プログラムや諸外国、とくに途上国における環境保全の取組みを支援するための科学技術
- ②環境保全普及・啓発支援研究：企業や消費者の環境保全努力、国民の環境教育や環境学習に資する科学技術

（４）長期的な継続性が求められる共通的、横断的、基盤的な研究

- ①社会システム研究：環境政策学、環境経済学、環境倫理学等の社会システムとかかわる研究領域
- ②知的基盤型研究：環境標準物質・環境試料・環境生物資材等の確保・整備、環境モニタリング、環境データ統計・データベースの整備・開発、技術評価等、環境分野の基盤的な研究領域

4. 環境分野の研究開発における主要な問題点とその改善のための方策

Iで示したように日本における環境研究は欧米に比べてやや低い水準にある。環境分野に

おける研究開発で改善を要する問題点のうち、主要なものは以下の通りである。

- ①個別研究が十分に統合・連携されていないため、重複による不効率や重要なプロセス研究の欠落がみられるとともに、個別研究間の前提・インターフェースの不整合のため、それぞれの研究成果をつないで環境問題の全体像をあらわすことができない。したがって、環境分野における研究開発のグランドデザインを作成し、そのもとに府省間や産学官の連携・協調を図り、個別研究を全体として整合的に進めていくことが必要である。
- ②各省において縦割りの研究プログラムが実施される傾向が強く、日本全体としての統合的環境研究の推進をさまたげている。したがって、省際的に組織された統合的研究体制で実施する統合型、問題対応型の研究プログラムを創設し、そのもとでとくに必要性・緊急性の高い環境研究を重点的に推進していくことが必要である。
- ③実験生物化の研究等、地味だが必要不可欠な基盤的研究の推進や知的環境基盤の整備に十分な研究資源が提供されず、それが結果として環境研究全般の進捗をさまたげていることがある。したがって、長期継続的環境観測などの基盤的研究や、標準物質の整備、環境生物資源、データベースの開発などの知的研究基盤の整備に対して、研究資源の計画的・継続的投資をおこなうことが必要である。
- ④環境政策学、環境経済学等の社会科学系の環境研究が十分でなく、また自然科学系環境研究との十分な連携が行われていないため、研究成果の環境政策への貢献に限られたものとなっている。したがって、環境政策学、環境経済学、リスクアセスメントなどの社会科学系環境研究を強化し、さらに自然科学系環境研究との連携を強化することが必要である。
- ⑤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しているため、円滑な研究の推進に支障をきたしていることがある。したがって、必要な人材をタイムリーに供給するため、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である。
- ⑥地球観測等の分野において、国際環境プロジェクトの事務局設置が制度的に困難である等、国際的な取り組みに対するわが国の対応が十分ではないため、国際社会に対する日本の貢献が限定されている。したがって、環境分野における国際的取り組みへのわが国の対応を強化するとともに、国際社会において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である。

III. 環境分野における研究開発の重点化

1. 重点化するときの四つの柱

第2期科学技術基本計画のなかでは、環境が四つの重点分野の一つとされ、資源循環を図る循環型社会を実現する技術、有害な化学物質のリスクを極小化・評価・管理する技術、地球変動の予測・影響評価および地球温暖化対策技術等の推進に重点を置くとされた。今回、重点化の考え方を検討した結果、とくに下記の点が考慮されるべきであるとされた。

- 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国民生活の質的向上や産業経済の活性化に強いインパクトをもつもの

これらの視点から、第二期科学技術基本計画にも盛り込まれている下記（１）～（３）に加えて、（４）の自然との共生を基調とした社会の構築に資するための研究を新たに含めることとし、これら四つを重点化の柱とした。これら四つの柱は、いずれも「極力、自然の大きな循環に沿う形で、社会経済活動を再編し直し、持続可能な社会の構築」を目指す

ものであり、かつ「科学・技術の活用」が強くもとめられているものである。

- (1) 地球環境問題解決のための研究：地球変動予測とその影響評価並びに地球温暖化対策のための科学技術
- (2) 化学物質の総合管理のための研究：人の健康や生態系に有害な化学物質のリスクを極小化する技術及び評価・管理するための科学技術
- (3) 循環型社会構築のための研究：資源の投入、廃棄物の排出を極小化する生産システムの導入、資源の有効利用と廃棄物の発生抑制を行いつつ資源循環を図る循環型社会を実現する科学技術
- (4) 自然共生型社会構築のための研究：生態系の観測・診断・リスク評価および劣化した生態系の再生・修復を行い、健全な水循環・物質循環を確保し、多様な生物が育む生態系を含む自然環境・生活環境を保全し、自然との共生が可能な社会を実現する科学技術

2. 各省連携研究の推進

環境の四つの柱の中での重点課題を検討するにあたって、II.4 で述べた研究開発上の課題の中で府省官の連携や産学官の連携・協調を図ることが考慮されるべきである。これまでたとえば地球環境研究総合推進費のように複数省庁によって実行される研究費は存在してきたものの、実際の研究体制は各省ごと、あるいは研究機関毎に独立して実施される傾向が強く、環境研究の総合化を阻んできた。したがって、いわゆる「縦割り」の弊害が大きな問題となる研究については、今まで個別に行われてきた各府省による環境研究及び技術開発のための戦略やプログラムを見直し、かつ、統合し、政府全体として同じ政策目標とその解決に至る道筋を設定したシナリオ主導型の「イニシアティブ」が検討されるべきである。また、この中には我が国の環境研究・開発の人的リソースとして大きな割合を占める大学研究者も積極的に参画させる必要がある。このような研究イニシアティブを創設し、統合した体制のもとで研究をすすめることにより、以下のような効果が期待できる。

- ① 日本政府全体の取り組み、その方向性、トレンドに対する国民及び諸外国の理解の深化
- ② 研究開発の重複の排除
- ③ 研究の有機的連携の醸成
- ④ 環境問題に対応するための政策形成への支援
- ⑤ 国際的取り組みでの我が国の主導性の発揮

3. 重点課題

下記の課題を環境分野における重点課題とし、各省連携で実施する政府大の省際プログラムとして推進することが必要である。

- (1) 地球温暖化研究：温暖化効果ガスの自然や社会への影響を回避あるいは最小化するための技術・手法の開発。

地球環境問題に係る研究として地球温暖化、オゾン層破壊、酸性雨、広域海洋汚染、森林減少、砂漠化、地球規模生物多様性減少等の研究があるが、地球温暖化問題は、1997年気候変動枠組条約第3回締約国会議(COP3)において採択された京都議定書への対応や温暖化に関する最新の科学的知見がレビューされる IPCC（気候変動に関する政府間パネル）等国際的取組への貢献をすすめていくうえで、わが国の責任と任務がきわめて大きく、地球環境問題の中でも特にその必要性・緊急性の高い研究課題である。各省の政策に応じて、

地球温暖化の現象解明・予測に関する研究、温暖化影響・リスクに関する研究、温室効果ガス抑制技術及び政策研究がすすめられているが、各省の連携が十分でなく、研究が効果的・効率的に推進されていないという問題点を指摘することができる。本来、温暖化のリスクは環境変化の度合いに依り、環境変化は対策の仕方に依り、対策はリスクの大きさに依り異なってくる。したがって、個々のプロセス（予測、技術開発等）における研究成果を直ちに他のプロセスに反映させることによって、研究の重複を省くとともに、研究全体として、より大きな成果を期待することができる。そこで地球温暖化研究全体についてのグランドデザインを描き、この地球温暖化研究プログラムのもとで、個別研究を有機的に連携させていくことが必要である。

IPCC においては、本年、第 3 次評価報告書が好評されたが、2002 年から第 4 次評価報告書作成(2006 年以降)にむけた作業が開始するため、それに向けた貢献が求められている。また、京都議定書に定められている温室効果ガスの排出削減目標量の達成のための緊急的かつ即効性のある取り組みが求められている。さらに長期的視点での抜本的な温暖化防止に関する国際的取組を持続的に進めていくことが求められていることから、これらの重要な課題に対して政府として主導的役割を果たすためには、人類や生態系に危険を起さないレベルに大気中の温室効果ガス濃度を安定化することを目指して、地球温暖化についての各省のプログラムを統合した研究の推進が必要である。

具体的には、観測・モニタリング体制の充実及びデータベースの整備、温室効果ガス発生推移シナリオの作成、気候変動モデルの高度化、地球温暖化影響の総合把握と将来予測、温室効果ガスの排出削減、吸収、固定化等の技術開発と評価、緩和策と適応策のベストミックス等の政策研究等が重要である。

（２）地球規模水循環変動研究：地球規模での水循環変動を予測し、その影響を最小化するための水資源管理手法の開発

開発途上国を中心とする世界各地で水不足、水質汚染、洪水被害の増大などの水問題が発生しており、これに起因する食糧難、伝染病の発生など、その影響はますます拡大している。この原因には、急激な人口増加や都市開発、産業発展などがあり、すでに水を巡る国際紛争が各地で発生している。今後とも人口増加は進むと考えられ、さらに深刻な事態が予想されていることなどから、水問題は 21 世紀の最大の地球規模での環境問題となることが世界的にも指摘されている。

今後数十年先には、地球温暖化に伴う気候変動（特に降雨量・蒸発散量の変化）により水循環にも影響が及ぶことが予測されているが、黄河の断流にみられるように人間活動（特に、河川水・地下水等の取水、地形改変）による水循環の変動は、すでに顕在化している。例えば、中国においては、沿岸域の経済発展に比べて内陸開発が遅れていることから、内陸部の発展を図る「西部大開発」方針を打ち出し、長江から黄河流域への導水事業、山峡ダム構築といった水資源開発が進行中である。中国西部の水源は国内にとどまらず、メコン川等東南アジアの河川の源流ともなっており、国際的な影響が懸念されている。こうした地球規模での水循環を人為的に変化させる計画は、水資源開発という規模にとどまらず、経済発展の度合いと相まって、中長期的には中国や東南アジアの自然構造ひいては生産社会構造を変貌させ、ひいては日本の環境安全保障への影響も起こりうるものが危惧される。

したがって、地球規模での水問題が顕在化してきている地域（特にアジア）において、経済的・技術的先進国である我が国の役割として、これらの地域の持続的発展の基礎としての水資源が確保され、効率的な水の利用と可能とする持続可能な水資源管理が行われるために必要な科学的知見、技術的基盤を提供していかねばならない。

具体的には、衛星を用いたアジア地域の水資源の状況の継続的把握、水文量推定モデルの開発、広域水循環モデルや広域土砂動態モデル等の開発、水循環変動が食糧生産や社会

システムに及ぼす影響評価、持続的水資源管理に関する政策研究が重要である。

（３）化学物質リスク総合管理技術研究：化学物質の総合的評価・管理手法並びに化学物質のリスク極小化技術の開発

化学物質のリスクに対する内外の関心は、近年ますます高まっている。国際的には、地球サミットにおいて予防的アプローチに基づく化学物質対策の重要性が指摘され、1996年の環境大臣会議においては胎児や乳児に対する化学物質の有害性評価の重要性の指摘されているほか、わが国においてもダイオキシン問題等を始めとして重要な課題が示されている。現代の人々の化学物質に対する不安を払拭し、将来の世代が健やかな暮らしと豊かな環境を享受できる、いわゆる持続可能な社会を形成していくうえで、化学物質のリスクの評価及び管理に関する研究や技術開発に期待される役割は大きい。

次世代への影響が危惧される内分泌かく乱化学物質や、PRTR法により平成14年度から全国数万事業所の排出量データが届出される対象化学物質について、緊急の対応が必要である。さらに、欧米アジア諸国との国際的競争の中でわが国の産業のファイン化を進め、革新的な環境調和型生産技術体系を確立することが、活力のある持続可能な社会の形成に不可欠となってくる。化学物質に関しては、各省がそれぞれ独自の取り組みを行っているが、人間は様々な環境媒体や農作物、家庭用品、水道水、室内空気などを通して化学物質に暴露することから、リスクの検出から評価－削減－コミュニケーションを、各省の密接な連携により実施する必要がある。本研究は、国民の関心の高い化学物質を中心として、「安全・安心」のための化学物質総合管理の基盤を構築し、全体として最適な形で、化学物質のリスクを極小化させることを目的として、推進されるべきである。

具体的には、微量化学物質を検知するための革新的計測技術、化学物質の地球規模の挙動を解明・予測するためのモデリング技術、遺伝子解析手法の活用等による新たな有害性評価手法等リスク評価技術、マイクロ化学プロセス技術等革新的化学物質排出削減技術、負の遺産ともいえるべき廃化学物質の無害化処理や土壌・地下水汚染の修復のための技術開発、並びに化学物質総合管理支援情報システム、スペシメンバンキング等の基盤整備、リスクコミュニケーションの推進等が重要である。

（４）ゴミゼロ型・資源循環型技術研究：資源消費とゴミ発生が少なく、しかも環境負荷を最小とするような物質循環・低環境負荷型の技術とシステムの開発

従来の大量生産、大量消費、大量廃棄を前提とした経済・社会活動を続けた場合、廃棄物の最終処分場が逼迫し、また鉱物資源が将来的に枯渇するなど、環境制約や資源制約が顕在化し、将来の我が国経済社会の持続的な発展が阻害されることが懸念される。このため、リデュース、リユース、リサイクル（3R）等が積極的に行われ、廃棄物が適正に処分されることにより、天然資源の消費が抑制され、環境負荷が可能な限り低減される循環型社会の構築を図ることが必要となってくる。

このような状況において、我が国においては、従来から廃棄物処理法による廃棄物の排出抑制、分別、再生を推進するとともに、再生資源利用促進法や容器包装及び家電を対象としたリサイクル法を制定してリサイクル対策を進めてきた。平成12年には、循環型社会形成推進基本法や関連6法の成立により、我が国では、世界トップの廃棄物・リサイクル法体系が整備された。21世紀における世界の自由経済市場では、環境の側面が競争力の大きな部分を担うことになると考えられること、3R技術に関しては、技術力が環境負荷低減のためのコスト負担の削減や生産効率の向上等を通じて産業や企業の競争力に寄与する

ウェイトが大きいと考えられることから、3Rで新たな技術シーズを創出することは、我が国の循環型社会構築に貢献するのみならず、世界経済における我が国産業の競争力の強化にも貢献するものと期待される。

しかし、物質循環を支える個々の技術が開発されていったとしても、これをつなぐシステム技術が重要であり、このシステム開発は緒についたばかりである。この際、フロー絶対量を支える視点で、カスケード利用型のリサイクル技術の重要性を念頭におかねばならない。また、現状の物質循環は地域内循環が十分になされているとはいいがたい。従来から環境配慮型の地域づくりに取り組んできた地方との連携をとりつつ、より完結性の高い地域単位での資源循環の環を構築する研究が求められる。つまり、循環型社会の実現においては、地域単位での資源循環の環が重要であり、このためには種々提案されてくる資源循環システムについて、地域社会における産業構成ならびに生活様式への適合性を高める必要がある。さらに、不適正処理や不法投棄の多発・悪質化は未だとどまらず、汚染土壌や不適正処分場など負の遺産の蓄積が起こっている。より安全、より安心感を得るための適正処理技術の開発利用、処分場の延命化や再生、不法投棄現場環境の修復が急務となっている。

循環型社会の実現のためには、人々のライフスタイルを変え、産業界の参加を得た社会システムの変革が必要である。このためには、我が国の循環型社会の達成度を評価しつつ、循環型社会を実現するための方策を提言するための研究が重要である。

具体的には、自動車、建設系廃棄物、有機性廃棄物等のリサイクルに関する技術及びシステム、地域循環促進に係るシステム等の研究開発、さらには、廃棄物の超減量化・高度再生技術、有害物質に関連する廃棄物の分解処理技術、処分場再生・汚染環境修復技術、不適正処理監視技術等を開発するとともに、ライフサイクルアセスメントや物質フロー勘定等による評価手法等を開発することが重要である。

(5) 自然共生型流域圏・都市再生技術研究：自然共生型都市の形成、流域圏の再生・修復を図るための技術・手法の開発

森林、農地、宅地などへの降雨は、土壤に保水されつつ、地表水及び地下水として徐々に流下し、河川、湖沼及び海域に流入していくが、このような水の流れがおこる地域圏が流域圏である。しかしながら、森林・水田の面積の減少あるいは整備不足及び都市化の進行は、地下水涵養・貯留機能及び浸透率の減少、水質浄化機能の減少、水需要増大、汚濁物質の排出量の増加をもたらし、さらに河川流量の不安定化、湧水の枯渇、水質悪化の進行、地盤沈下の発生、水害と渇水の頻発、生物多様性の減少へと連動している。水循環は流域圏における都市や自然生態系が成立し、変貌する場合の主要因子となっていることから、人間が流域圏で自然の水循環の恩恵を最大限享受できるように自然環境基盤を再生・修復していく必要がある。

また、流域圏での人間の生活・活動空間である都市は、「健康」「安全・安心」「快適」が求められており、社会政策全般の重要課題となっている。この問題の解決には自然基盤の再生・修復のみならず、社会環境基盤の改善が必要である。とりわけ、ディーゼル排ガスによる大気汚染や騒音・振動問題など自動車交通による問題の改善及び汚濁が進行した都市河川や沿岸域の水質改善や修復、都市のヒートアイランド現象の解決が急務である。また、自然との共生が謳われる中で、都市から失われた自然の回復や、人工的な緑地・水辺の整備等、緑、水、生き物とのふれあいの機会の増進も重要である。

具体的には、流域圏における生態系と都市の現状について、自然環境基盤（水循環・物質循環、生物多様性等）及び社会環境基盤（都市大気、アメニティ、交通システム等）の双方から観測・診断・評価する技術の開発とモデル開発、各要素モデルを統合した流域圏

管理モデルの構築、劣化した森林・農地・河川・沿岸生態系及び生活空間の修復技術・プログラム、環境調和型産業構築のための研究開発（バイオプロセス技術への活用等）等が重要である。

さらに、上記5重点課題を円滑に推進するためには標準物質、環境資料、環境生物資源、環境モニタリング、環境データ統計・データベース等環境科学技術の知的基盤の体系的整備が重要である。知的基盤なくしては全ての研究は継続性を失い、次世代へのブレークスルーは不可能となる。したがって、それに資する研究および技術開発を推進し、その成果を広く国際的ネットワークで共有する必要がある。当然、これらの知的基盤は環境研究以外の社会的要求にも応えることも意図すべきである。

IV. 競争的資金の充実

環境分野においては、研究開発の推進に地球環境研究総合推進費や科学技術振興調整費等競争的資金が活用されてきた。今後ともこれらの競争的資金の一層の充実・拡充を図り、競争的資金の効果を最大限に発揮させるための方策を検討していく必要がある。

環境分野推進戦略策定にあたっての今後の計画と留意点

今回は各省の平成14年度予算要求に対して、指針となるところを中心に推進戦略を策定した。今後、国としての環境研究推進戦略作成にむけて、以下に示す内容を検討していく。

- ① 省際的に組織された研究プログラムを構成する研究開発要素の吟味
- ② 実施体制等の検討を含む総合的推進の可能性の検証
- ③ 環境研究の全体像およびグランドデザインの提示
- ④ 環境科学技術システム改革の方向性の提示

以上の検討に際し、次の点に留意する。

- (1) ライフサイエンス、エネルギー、ナノテクノロジー、情報、社会基盤、フロンティアにおける研究分野で環境保全に関連する研究の提案があることから、これらを含め、今後環境分野の重点化を再度吟味する必要がある。
- (2) CO₂排出量の87%は(1998年)エネルギー起源であることから、その対策研究戦略については、エネルギープロジェクトと連携することが必要である。
- (3) 重要性の高い研究課題については、イニシアティブに含めない場合にも十分な研究資源を手当てし、推進していく必要がある。
- (4) 未知の環境問題を探索発見するためには、既成認識の盲点を明らかにし、研究者の知的関心と独創性に発する先導的基礎研究を、重視する必要がある。このような研究は科学技術基本計画にある「基礎研究」のカテゴリーで、着実に、かつ持続的に推進されるべきである。その際、研究水準を高めるために、競争的な研究開発環境の中で研究が行われるようにすること、また、これらの研究については、科学的な観点から成果を評価していくことが重要である。

各省による環境分野研究開発の主な取組

資料1

() 内は平成13年度環境研究予算：各省調べ

環境省

(293億円)

- ・地球環境、自然環境、生活環境、化学物質等 環境全般に関する研究開発

国土交通省

(24億円)

- ・建設技術、交通技術における環境保全研究・技術開発

農林水産省

(123億円)

- ・農業、林業、水産業における環境保全研究・技術開発

厚生労働省

(35億円)

- ・循環型社会構築、有害化学物質、地球温暖化対策、水循環の保全等

文部科学省

(1046億円)

- ・地球的規模の諸現象の観測
- ・地球変動予測に係るモデル開発
- ・持続的発展のための科学技術等

総務省

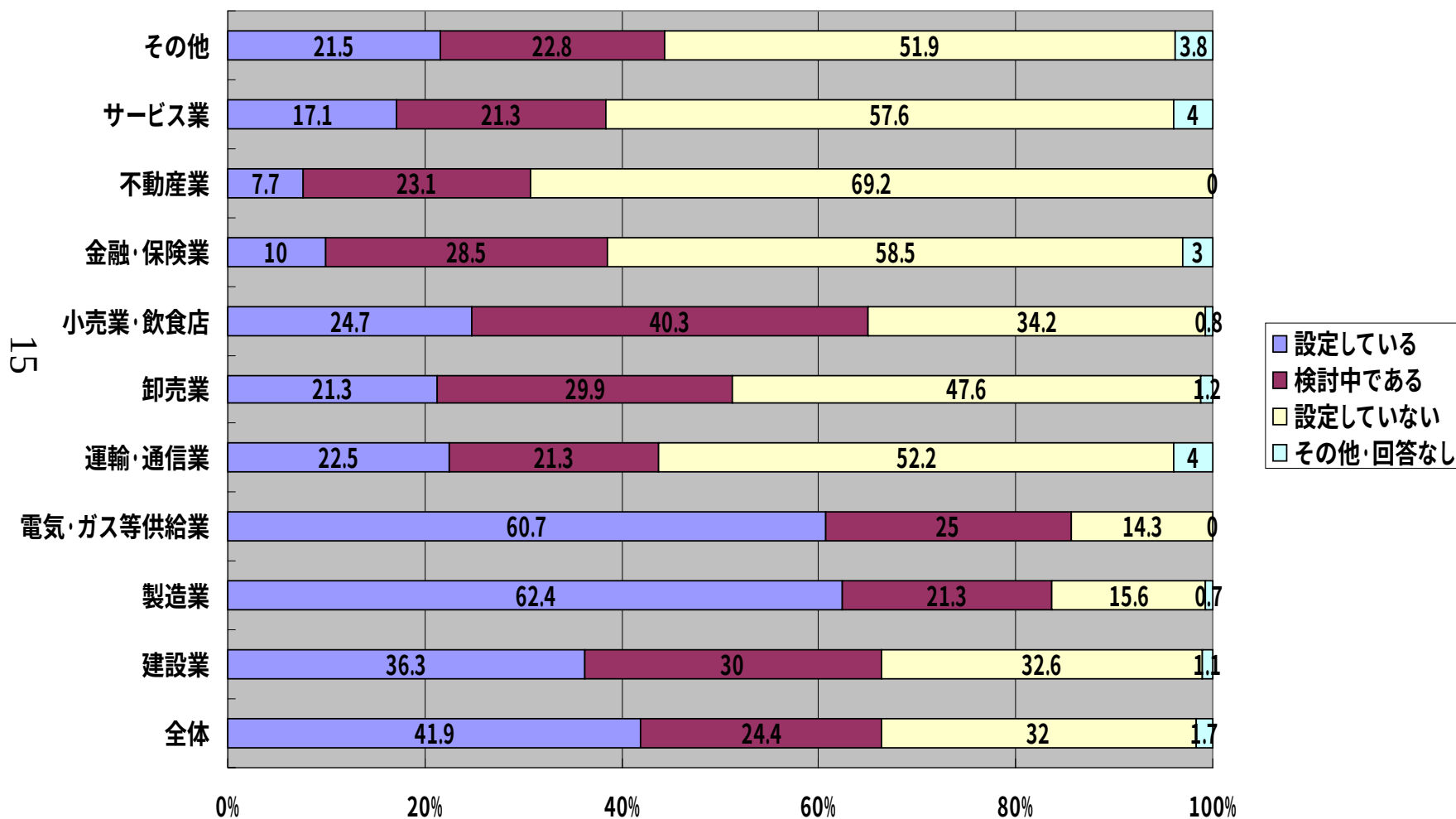
- ・地球環境変動監視のための先端的通信技術開発

平成13年度政府予算における「地球・環境分野」に関する 科学技術関係経費の領域別予算額

領域	予算額(千円)
大気・海洋・生物等の各圏域を統合した地球変動の解明・予測	30,163,942
環境と調和した循環型経済社会の構築に資する技術の研究開発	15,147,756
化学物質のリスクの極小化・管理を実現するための技術	16,070,858
その他	1,439,834
合計	62,822,390

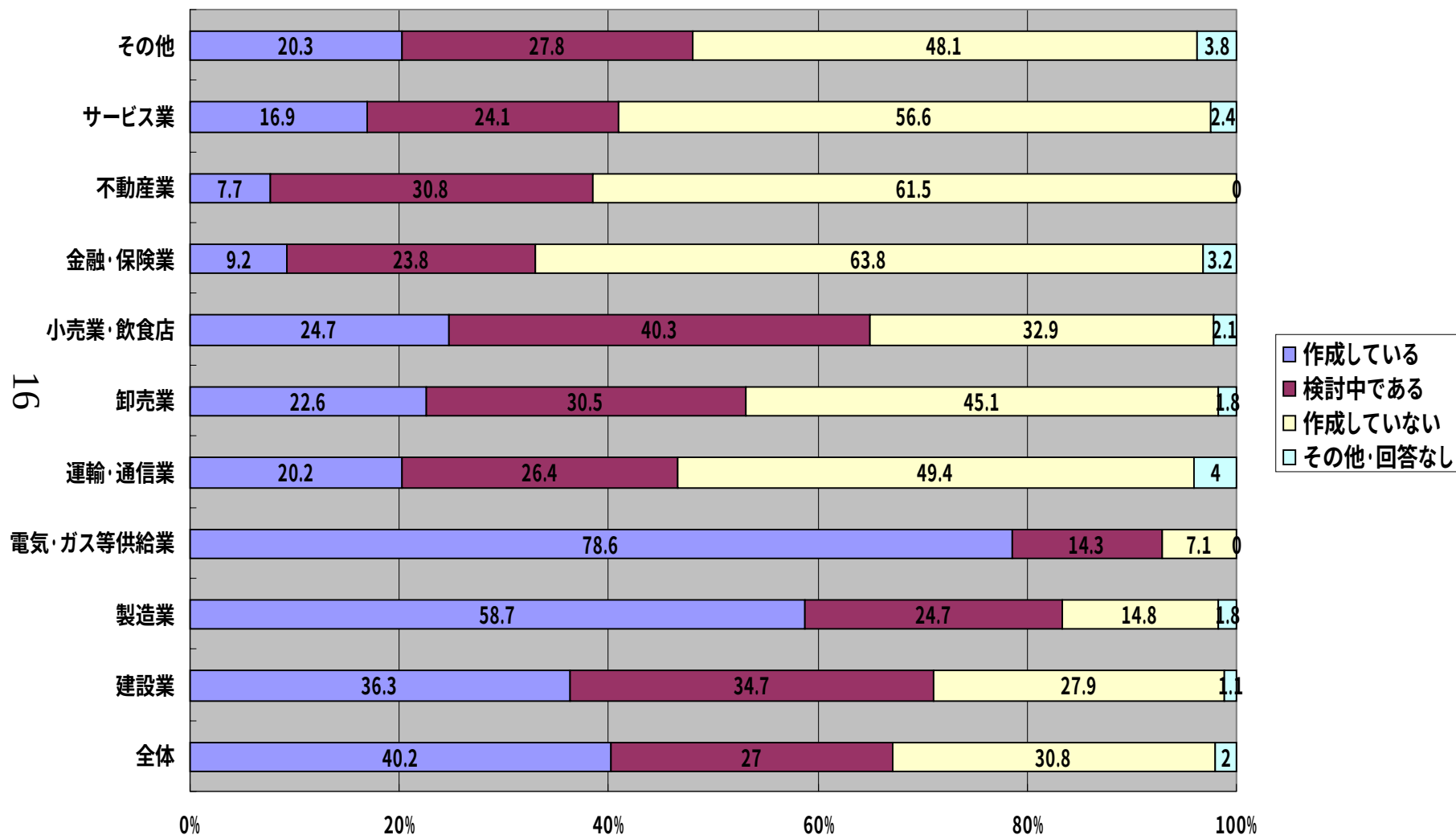
注：文部科学省による「平成13年度政府予算案における科学技術関係経費の分野別経費の状況について」およびその基礎資料による。

業種別にみた環境目的・目標の設定状況



出典：『環境白書（総論）』（平成12年版）

業種別にみた環境に関する具体的行動計画について



出典：『環境白書（総論）』（平成12年版）

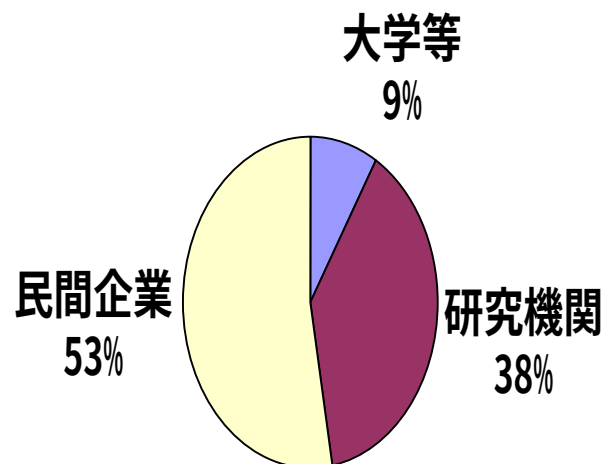
「環境の保護」を目的とした
研究費 (平成11年度)

資料4

	研究費 (百万円)
大学等	42,073
研究機関	184,863
民間企業 (全体)	253,931
(製造業のみ)	233,985
合計	480,849

本表は、総務省統計局「科学技術研究調査報告」(平成12年度)より作成。

「環境の保護」を目的とした研究費 (平成11年度) の
比率

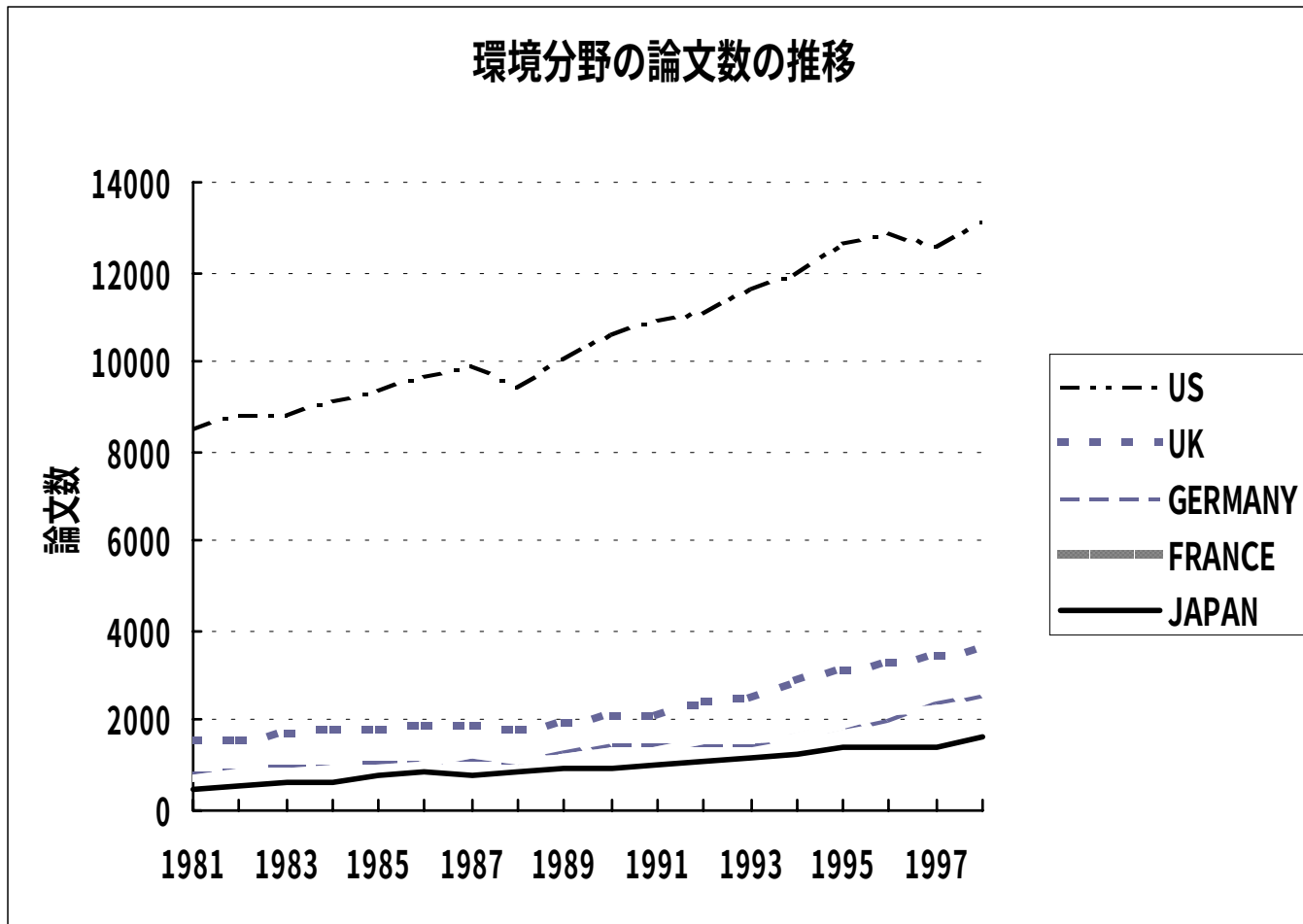


日本におけるエコビジネス市場規模の現状と将来予測についての推計

エコビジネス	市場規模 (億円)		雇用規模	
	1997年	2010年	1997年	2010年
A)環境汚染管理	142,140	188,430	311,258	340,350
装置及び汚染防止用資材の製造 (1～6の小計)	13,475	17,860	22,346	21,893
1)大気汚染防止	3,052	3,660	4,826	4,286
2)排水処理	9,824	10,828	15,550	12,593
3)廃棄物処理	89	387	201	611
4)土壌・水質浄化	15	2,408	24	2,962
5)騒音・振動防止	142	104	254	1465
6)環境測定・分析・アセスメント	352	473	1,491	1,295
サービス提供 (7～12の小計)	86,098	103,607	246,005	256,139
7)排水処理	9,569	12,111	8,575	7,991
8)廃棄物処理	73,904	85,202	226,174	231,496
9)土壌・水質浄化	356	3,225	1,290	5,223
10)分析、データ収集、測定、アセスメント	2,197	2,186	9,517	9,469
11)教育、訓練、情報提供	21	348	133	806
12)その他	51	534	316	1,154
建設及び機器の据付 (13～16の小計)	42,567	66,964	42,906	62,318
13)大気汚染防止装置	0	59	0	72
14)排水処理設備	33,942	57,884	30,151	52,040
15)廃棄物処理施設	7,196	6,421	11,107	7,868
16)騒音・振動防止設備	1,429	2,599	1,285	2,337
B)環境負荷低減技術及び製品 (装置製造、技術、素材、サービスの提供) (1～2の合計)	2,256	5,464	3,516	8,774
1)環境負荷低減及び省資源型技術、プロセス	0	2,500	0	5,747
2)環境負荷低減及び省資源型製品	2,256	2,964	3,516	3,027
C)資源管理 (装置製造、技術、素材、サービス提供、建設、機器の据付) (1～6の合計)	103,031	207,049	380,371	517,883
1)室内空気汚染防止	8,820	8,710	43,619	43,076
2)水供給	288	1,051	337	1,710
3)再生素材	37,451	88,506	87,081	169,119
4)再生可能エネルギー施設	1,690	7,109	6,302	11,946
5)省エネルギー及びエネルギー管理	7,560	24,949	12,619	25,777
6) その他 (自然保護・生態環境・生物多様性等)	56,041	85,434	274,032	309,330
総 計(A+B+C)	247,426	398,443	695,145	861,260

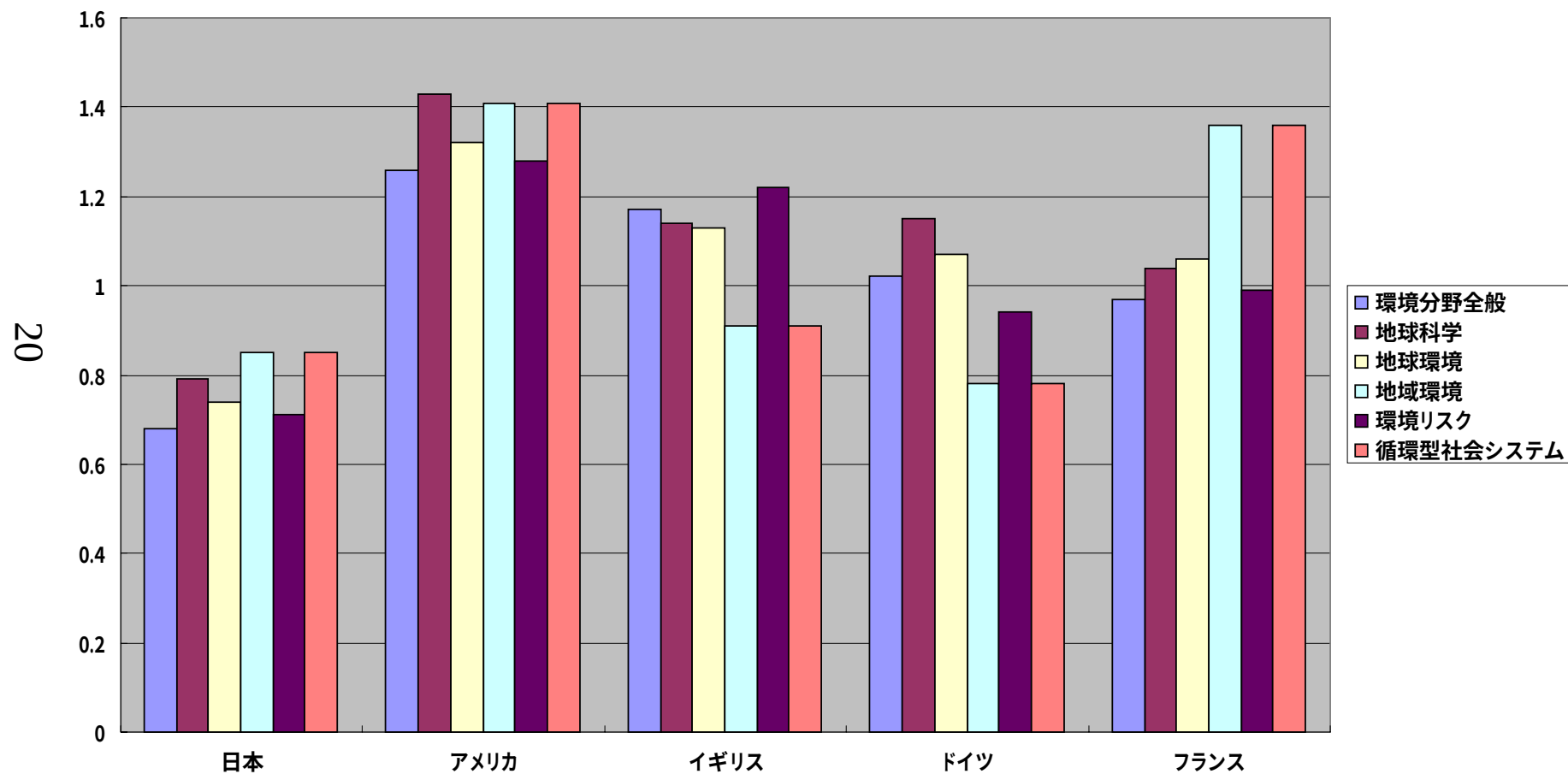
出典: 環境庁『環境白書 (各論)』(平成12年版)

環境分野の論文数の推移

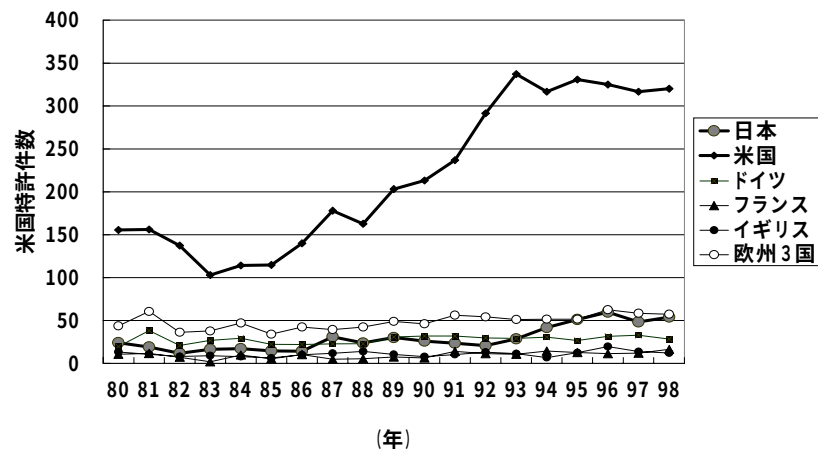


(出典) CHI Research Inc., “National Technological Indicators Database: 1998”を
もとに科学技術政策研究所にて算出

環境分野の技術区分別の論文・相対引用数 (1994 - 1998)

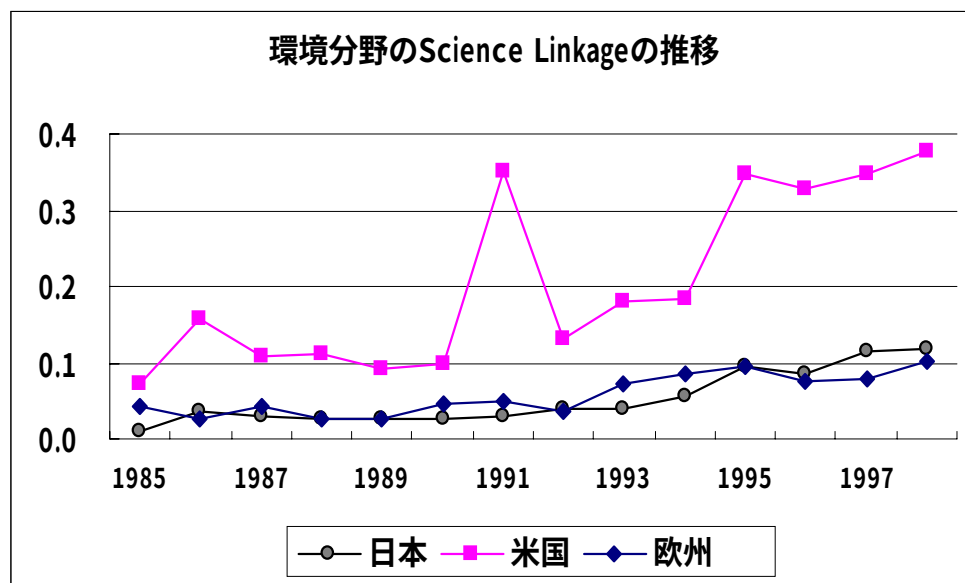


グラフ1：環境分野における国別の米国特許件数の推移



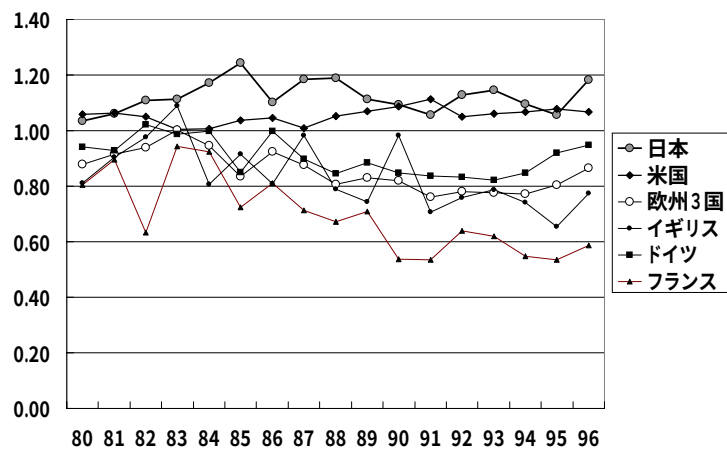
資料8

グラフ3：分野別サイエンス・リンケージ推移の日米比較



出典：グラフ1～3は、(株)日本総合研究所・科学技術庁科学技術政策研究所『我が国の研究開発水準に関する調査』（平成12年3月）より引用。

グラフ2：米国特許数の相対引用度の推移



環境分野における日米の技術競争力比較

	日本優勢	日米同等	米国優勢
監視と評価			●○
汚染管理		●○	
改善・復旧			●○

出典：(株)日本総合研究所・科学技術庁科学技術
政策研究所『我が国の研究開発水準に関する
調査』（平成12年3月）

注：●印は日本の評価、○印は米国の評価

表1：計量標準・標準物質

	物質数
日本	111
欧州	240
アメリカ	500

表2：化学物質安全情報

	物質数
日本	1000
欧州	2000
アメリカ	8000

表3：遺伝子情報登録数

	情報数 (百万塩基対)
日本	310
欧州	650
アメリカ	2768

表4：生物資源保存数

	保存数 (万件)
日本	1.6
欧州	5
アメリカ	7.8

注：表1～4は、NEDO産業技術戦略調査室『産業技術戦略関係資料集2』2000年9月より作成