参考資料１

「環境分野推進戦略に関する論点－とくにご意見を賜りたいポイント」に対するご回答

質　問　事　項

１．環境分野における科学技術の現状及び研究資源の現状に関する問題点は何か？

２．取り組むべき研究領域は何か？

３．とくに必要性・緊急性の高い研究領域は何か？

４．より具体的な研究課題は何か？

５．省庁横断的に統合化して取り組まねばならない国家的プロジェクトは何か？
（米国の地球変動研究プログラム：第１回環境プロジェクト　資料 11　p20～24 参照）

６．環境研究を継続的に、着実にすすめていくためには何が必要か？

市川惇信委員

１．環境分野における科学技術の現状及び研究資源の現状の問題点

科学技術の現状ではなく、研究開発の現状について述べる。

(1)混沌としたカオス状態にあり秩序がない。

資料 11「研究資源の現状」でもわかるように、各省庁(その傘下の大学研究所等)がそれぞれの思惑の下で研究開発を推進しており、そこに整合した秩序がない。

「環境」の名の下で、予算を引き出し、あるいは現行予算を寄せ集めているにすぎない。原子力関係予算 2500 億が「環境」関係経費の半分近くを占めているのはその典型である。結果として、全体を調整しているのは財政担当省となっていた。

これに秩序を導入するためには、「環境研究開発」を明確に定義し、それに構造を導入し、その構造に沿って計画的に施策を立てる必要がある。もちろん「研究開発」であるから、計画研究以外のボトムアップも必要であるが、それをそれとして認識して施策に組み入れるべきである。この進め方については、「６．環境研究の継続的な着実な推進」で述べる。

(2)国際的整合性、とくに国際プログラムにおけるリーダーシップ、が欠如している。

環境問題は、原因及び影響する範囲からみて、地球的問題、地域的(東南アジア、東アジアなど)問題、国内共通問題、地方(ローカル)な問題に層別できる。このうち、地球的及び地域的問題においては、国際的整合性と共同研究が不可欠である。日本はこれまで、この面でリーダーシップがとれていない。国際的プログラムに日本人の名がある場合も、研究者が一本釣りされているにすぎず、全体計画の発案形成にリーダーシップをとっている訳ではない。これも、日本の環境研究に司令塔がなく秩序がないことに由来する。

(3)国内共通問題およびローカルな問題についても、主体的構造が明確でない。

資料 11 に明らかなように、この層においても、構造が明確にされておらず、それに伴って責任分担が明確でない。都道府県に環境研究の公設研究部門が存在する現在、それを育成し責任分担を明確にして、ローカルな問題はローカルに処置できるようにする必要がある。問題の性質により、国として研究支援を必要とする場合にも、その任務と責任範囲を明確にして、「統合された全体」として研究体制を組む必要がある。

(4)「基礎研究」「応用研究」の区分を漫然としたまま研究を推進している。

環境研究における基礎と応用の関係は、いわゆる産業技術における基礎と応用の関係とは異なる。その関係は多様である。

たとえば、地球環境研究における基礎研究は観測と解析による現象解明であり、それに基づく予測である。これは、対策技術開発を動機づけるだけであり、対策技術開発の基盤となるものではない。対策は別個の技術開発および政治(国際を含めた)行政の問題である。一方において、これまでの産業技術と同様に、基礎研究がそのまま対策技術につながる領域もあろう。

これらの関係を分野領域ごとに明確にし、それぞれのもつ意味と役割を確認する必要がある。

(5)研究体制・研究費が症状別に組み立てられ、現象あるいは原因別に組み立てられていない。

地球環境研究についてとくにこのことが著しい。温暖化、オゾン層、海洋汚染、森林減少・砂漠化・・・という区分は国連環境計画に区分に基づく症状別区分である。症状別に研究することは医学でいえば前近代的である。環境に関する知見がある程度蓄積してきた現在、地球環境問題の構造に基づいて原因別、現象別の区分の下で研究計画が立てられるべきである。

現象・原因別では担当省庁の区分が明らかでなくなるが、推進体制については 5. 及び 6. で述べる。

(6)研究人材、研究施設設備を「統合した全体」として整備し利用する体制が欠如している。

環境問題は人間の活動のすべての局面にわたる。したがって、研究領域、研究者の分野、及び研究施設設備もすべての領域にわたる。これを組織的に整備し動員利用する体制ができていない。

たとえば、大気圏微量成分や海洋観測は複数の省庁、複数の大学研究所がそれぞれ自前で行っている。その間の連携は観測結果の突き合わせ程度で、観測実施レベルにおける相互調整相互利用などの有機的連携はない。

また、全領域の研究者をどのように動員するかについての整合的な方法、体制が存在せず、アドホックな、というより研究者個人的な連携に終始している。

２，３，４．研究領域、研究課題

会合でも述べたように、環境問題は人間活動のすべての局面に広がるので、研究領域について優先性を考えることは、人間活動の局面の優先性を考えることにつながるので、合意形成的意思決定で行うべき問題ではない。少数のメンバーの見識の基づく独断で決定すべきである。もちろん、それに対する安

全ネットの形成は必要で、ボトムアップ型研究への施策に取り込んだ配慮がこれを形成する。
　配布された「環境分野推進戦略のイメージ(案)」III, １, ２, ３, ４に掲げられている領域は、ほとんど自明の包括的領域を書き出したものであって、優先性を判断する基盤とはならない。重要なことは、このような目的別領域を書き出すことではなく、目的、領域、研究方法(手段)の 3 次元行列を作り、その中で、重点を置くべき行列要素を定めることであろう。3 次元が困難であれば、目的と研究領域の 2 次元行列でもよい。USGCRP は、この一つの例である。

５．省庁横断的国家プロジェクト
(1)「プロジェクト」という言葉について
　日本では、計画的な事業推進をことごとく「プロジェクト」と呼んでいる。これが、問題の構造を曖昧にしている原因の一つである。
計画的事業推進には
a) イニシャティブ：事業を望ましい方向に誘導し先導する活動をいう。その下に「プログラム」があることが多いが、そうでない活動もある。
b) プログラム：イニシャティブのもとで行われる組織的な活動をいう。一般に整合的に構成された複数の「プロジェクト」からなる。しかし、プロジェクトと異なり、活動内容及び日程の設定には柔軟性がある。
c) プロジェクト：活動内容が厳密に規定され、何をいつまでに達成するかが、厳密に規定されている活動をいう。あるプロジェクトの齟齬は他のプロジェクトの達成に影響を与えプログラムの円滑な推進を阻害するので、プロジェクト管理は厳密なものとなる。(土木、建築工事がその典型である)
資料 11　20 ページの米国 NTSC の予算においても、これが使い分けられている。（20 ページの表題にはなぜか「プロジェクト」がついているが、これは日本的ラベル付けであろう）。
　「プログラム」という言葉が定着している音楽会を例に取れば、たとえば、「青少年を古典音楽に親しませる」が「イニシャティブ」で、この下で、青少年割引制度を用意するなどの活動とともに、青少年向けの音楽会という「プログラム」が組まれる。プログラムの内容として、趣旨にあう演奏楽曲が選択される。この楽曲が「プロジェクト」に相当する。厳密に 1 秒の狂いもなく演奏される。
　イニシャティブ、プログラム及びプロジェクトは、原則として上から順に意思決定が行われ、評価され、資源が配分される。もちろん、実際に決定が下される前に、トップダウンとボトムアップ(この場合には意見聴取)が交流する。しかし、あくまでも上位の決定があってはじめて下位が活動できる。
　国家「プロジェクト」の例としては、第 2 次大戦前の戦艦大和・武蔵の建造などがあるが、環境の分野の研究で、国家規模の「プロジェクト」があるとは思えない。総合科学技術会議が決定するのは、イニシャティブとプログラムのレベルであろう。プロジェクトは、総合科学技術会議が設定したプログラムの下で、下位レベルの組織で展開あるいは選択されるべきである。
(2)環境分野の研究領域でのイニシャティブとして緊急を要するもの。
a)地球規模気候変動
b)気候変動対策
c)内分泌攪乱化学物質がある。このうち、a)と c)は下位のプログラムに展開されてしかるべきでる。いずれも人類の生存に深く関わるからである。ｂ)はイニシャティブのレベルにとどめ、民間の研究開発能力をこの方向に誘導する諸施策(税制、規制、補助金)などをとればよい。(もちろん民間の力に余るもの、民間が育成されていない領域は例外とする)

６．環境研究を計画的に着実に推進するには。
(1)体制の整備
　イニシャティブおよびプログラムを設定する司令塔と、その下でプロジェクトを評価し資源配分を行う部署(多くはファンディング組織)の整備が必要である。　イメージ(案)には、OSTP に対応するもの、とあったが、OSTP が行っている仕事は総合科学技術会議が果たすべき仕事である。現在存在しないのは、NSTC と NSF(NIH)である。
　NSTC において重要なことは、それと NAS(ナショナルアカデミーオブサイエンス)、NAE（ナショナルアカデミーオブエンジニアリング）との連携が巧みにとられていることである。日本学術会議は当初それを目指していたが、その役割を果たす能力がないことが判明している。それを全面的に改組して NSTC の役割を持たせるかどうかは、今後の検討課題である。いずれにせよ、アカデミーのサイドから研究計画立案を支援する組織が必要である。
　NSF、NIH は計画的ファンディングとボトムアップの研究の評価選択ファンディングの両方を担っ

ている。日本では、官僚が研究者の一時的助けにより行っている。組織・機構として確立しておらず、いつも腰だめ的決定を行いカオス状態を作り出している。日本でも、ファンディング機関の設立が緊急である。そこに、長期(少なくとも 5 年以上)にわたって勤務し、問題の構造と、世界を含めた研究者社会の構造に精通し、どこにどれだけ資源を投入すればどれだけ進歩するかが読める(ある NSF のマネージャーの言)事務局を置くべきである。

(2)トップダウン的研究とボトムアップ的研究の整合的な調和

最初に述べた現在のカオス状態は、この二つを区分していないことにより起きている。環境研究は形態からいって、4 つに区分されるべきである。

a) 国としての直営研究：環境に特化した独立行政法人研究機関及び大学共同利用機関・附置研究所(以下「環境専門機関」で推進されることを原則とするトップダウン的研究をいう。

b)委託研究：環境専門機関ではカバーしきれない領域、あるいはそれ以外の研究者を引き込んだ方がよい課題、について国公私立大学、環境に特化していない独立行政法人研究所、公設私立研究機関、などに研究を契約により委託する。

c)計画公募研究：司令塔が示したプログラムの下で効果的なプロジェクトを公募により提案させ、評価して研究費を配分し推進させる。これは計画研究に含まれていなかった緊急的課題への対処体制でもある。

d)公募研究：司令塔が示したプログラムでは覆われないが、ボトムアップで環境関連研究を提案させ、それを評価し研究費を配分する。これは、計画的研究のピットホールを埋めるための安全ネットでもある。

d)型を環境研究のカテゴリーで行うか、もう一段高い、総合科学技術会議全体としての公募提案研究の中で行うか、は総合科学技術会議で決めるべきことである。

(3)国際的研究連携

国際的プログラム(あるいはプロジェクト)で、日本が主体的に提案しリードできるように、国際連携をモニタし提案施策を用意している部署が必要である。これは上記(1)の NSTC、NSF(NIH)に対応する組織の中に常置され担当者は長期にわたってき勤務すべきである。現在にように、1-2 年で交代する官僚がその任にあるようでは、国際的研究者社会のメンバーになれず、人脈が作れず軽んじられる。

茅　陽一委員

全体としてはよくまとまっているが、次の点考慮の必要がある。

１．III　１（１）は循環型社会構築を取り上げているが、本来の環境調和型社会という積極姿勢が薄れ、守りの視点からの技術のみが取り上げられている。やはり、新しい社会概念を作り出す、という姿勢を示す必要があるのではないか。その意味で、環境共生型住宅／都市の形成といった新しい概念を前向きに取り上げる必要がある。

２．環境破壊／汚染の対象としては、水と都市が取り上げられているが、やはり土壌・森林などの地圏も同様に取り上げるべきである。

３．１については、以下の点、検討をお願いしたい。

１）　１（２）では、有害化学物質の「計測」をぜひ加えるべきである。

２）　１（３）では、「温室効果ガスの発生・吸収源の解明」を加えるべきである。

３）　１（３）で温室効果ガスの「固定化」という言葉が使われているが、これは目的なのか手段なのか明確にしておく必要がある。原案では、目的として使われているが、個別の可能性をチェックしてみると、現実には有効利用などの手段としての意味しかないものが多い。むしろ、回収／処理・吸収とすべきではないか。

北野　大委員

１．環境分野の研究は自然科学と社会科学との学際的研究のみならず自然科学内での学際的研究、例えば化学と生物学など、が必要であり、この意味で大学院教育の充実が必要。

研究資源については国が方向を示し、集中化することが大切。

２．有害化学物質研究領域

３．上記のうち化学物質の管理（リスク評価）とリスク削減技術の開発。この場合、リスクの評価と管理、さらに削減は一体として取り組む必要がある。

４．当面、PRTR 法の第１種特化物 354 種についてのリスク評価がある。
明年 3 月には排出量が報告されるがリスクアセスメントを行うためのハザードデータの収集が不可欠。
安全で安心な社会を構築するためにはリスクコミュニケーションをはじめとする public involvement が大切だが、そのためにも科学的知見の整備が重要。
この知見は利用ばかりでなく人類共通の財産ともなりうるものである。

５．化学物質の管理
例えば
（１）人の健康影響・・・厚生労働省
（２）環境影響・・・環境省
（３）生産手段をはじめとするリスク削減、代替物質の開発・・・経済産業省

６．第三者による評価。
この場合、科学的新規性ばかりでなく、実施可能性(EVBAT)の視点が大切。
そして可能性のある技術に対し、重点的に resource を配分。

小池勲夫委員

１．環境分野における科学技術の現状および研究資源の現状の問題点は何か？
１）地球環境問題に関しては、地球全体を１つのシステムと捉え、それと人間活動との相互作用を解析する研究はまだ始まったばかりである。この理解が進まないと将来予測の確実性を増すことが出来ない。
２）人間活動の環境問題への影響は、ある局面では地域的でも、同様の現象は世界中で時間的なずれをもって起こりうるものである意味で地球環境全体に影響を持っている。
３）モデルによる将来予測の幅を狭めるには、観測などを基礎とした現象解明がまだまだ足りない。その良い例はエアロゾルによる負の温室効果の評価などがある。
４）我が国における既存の研究資源が充分に統合・連携されていない。これは全体を把握する環境研究のフレームが出来ていないことが大きい。環境問題の場合、具体的な研究課題を指定し、それに対して競争原理で研究者グループを割り当てていく方が効率的である。
５）国際貢献という意味では国際的に環境問題を扱う機関、研究プロジェクトの事務局などが日本に殆どないのは問題であり、これは研究活動などに対する予算に柔軟性がないのも一因がある。

２．取り組むべき研究領域はなにか？
１） 地球環境変動研究領域
２） 循環型社会の構築のための研究領域
３） 有害化学物質の研究領域

３．とくに必要性・緊急性が高い領域は何か？
１） 地球環境変動研究領域
この中では地球システムの研究そのものも重要である。地球環境研究においても地球システムに対する基礎研究に資金を投じないと、欧米が研究資金を投資して得た成果に我が国がただ乗りをする、これまでの基礎研究について言われた国際的な批判が繰り返されることになる。
２） 循環型社会の構築のための研究領域
この領域は特に人類の生活のあり方を再検討することで、かなり解決できる側面があるが、それを支援する技術の開発も重要である。又これまでは工業製品に多くの注目が集まっているが、一次、二次産業においても循環型の産業構造を考える必要がある。
３） 有害化学物質の研究領域
この問題も無数に合成されてくる合成化学物質の生体への影響を生命科学の発展の１つとして解析しないと問題は悪化する一方である。おそらく人類の将来に対して直接的な赤信号を出しているのはこの化学物質の問題であろう。

４．より具体的な研究課題はなにか
１）　地球環境変動研究領域
・地球上における物質・エネルギー循環の解明（水循環、炭素・窒素循環、イオウの循環など）
・現象解明の成果を組み込んだ地球システムモデルの開発と古環境変動の解明など
・地球環境変化にともなう社会経済への影響評価とその対応策
２）　循環型社会の構築のための研究領域
・易分解型資源の利用（生物資源の工業化）の促進
・循環型の農林業システムおよび養殖漁業システム
・自然エネルギーの効率的利用に関する技術開発（海洋エネルギー、バイオマス、風力など）
３）　有害化学物質の研究領域
・未知の有害化学物質の評価手法の開発
・有害化学物質の自然界での循環機構と生態系にたいする影響評価

５．省庁横断的に統合化して取り組まなくてはならない国家的プロジェクトはなにか？
　上記の３つの研究領域はいずれも１つの省庁で解決できる課題ではなく、国家的なプロジェクトとして位置付けされる。このためには各領域ごとに省庁を横断した研究の統括するチームを作るべきである。

６．環境研究を持続的に、着実に進めて行くためにはなにが必要か？
　これは人、組織、資金の３つの要因が働くが、それぞれの最も重要と思われる点を書くと次のようになる。またこれらのすべてに関して情報の公開が必要である。
人材：研究の経歴のあるプロジェクトマネージャーやプロジェクトオフィサーの育成が必須である。これはパーマネントでなくても良いが、その為には所属機関を一定期間離れてその職に就ける組織の柔軟性が必要であり、研究者層の流動性が今後高まることがこのためにも重要。
組織：研究者の流動性を高めるような組織、例えば複数の異なる機関から給料は得るが、限られた期間においては研究する場は１つといった研究者集団が生まれることが必要である。
資金：まず各研究領域での５－１０年位の研究の全体の枠組みを決め、さらにそれに従って優先順位の高い個別の具体的な課題を決めてから、競争的な方法で研究費配分を公募によって行う。研究歴のあるプロジェクトマネージャーが専門家の助言を受けてその調整にあたる。

寺門良二委員

１．環境分野における科学技術の現状及び研究資源の現状に関する問題点は何か。
○環境関連データの体系化（モニタリング体制）の未整備
　そもそも過去に各省庁が各々独自の目的で収集してきたデータ（特に蓄積）がどのような測定方法でサンプリングされたのか、現在どれだけあるのか、またどのように管理されているのかが判然としない。このため収集データが統一した目的に基づいて時系列や地域別に体系的に整備されておらず、環境に影響を及ぼす危険領域の確定（例えば蓄積型の危険因子の特定）が出来ていないのではないか。このことが何が国家的な研究課題で何に重点化すべきかという議論を拡散させているのではないか。
　例えば地震予知のための観測のように長期に亘って定点観測するモニタリング体制が必要である。

２～４　取り組むべき研究領域は何か。特に必要性・緊急性の高い研究領域は何か。
○我が国の特徴に応じた環境研究
　我が国の特徴は、資源に乏しく、狭い国土に人口が集中していることになる。必然的に加工貿易国である宿命を負い、海岸に技術集約型の工場地帯と人口密集都市を有している。その為、上記の蓄積型の危険因子の影響懸念に加え、廃棄物問題等が大きな環境問題となっている。詰まるところ資源の有効活用の為の循環型社会の構築と我が国の特徴に即したエネルギー有効活用の為の、わが国らしいエネルギー政策実現に向けた研究が必要である。各々の設備の単体効率向上追求のみでなく、例えば、エネルギーのカスケード利用によるシステム効率の向上を可能とするエネルギー供給システムへの転換のためのプロジェクト（例：ガス社会への転換に向けた貯蔵型クリーンエネルギー製造技術、廃棄物のクリーンエネルギー化技術、比較的広い海洋面積を活かした創エネルギー技術や低密度エネルギーの有効利用を考慮したエネルギー使用システムの開発）が必要である。
○上記は、現在問題の地球温暖化問題と廃棄物・リサイクル問題の解決に繋がる。

５．省庁横断的に統合して取り組まねばならない国家的プロジェクトは何か。
〇ナノテクノロジー、バイオテクノロジー、ＩＴによる環境問題のブレークスルー
　ナノテクノロジー、バイオテクノロジー、ＩＴを各々縦割りに研究するのではなく、環境問題を解決する目的を明確化したナノテク・バイオ・ＩＴ研究を行うべきである。
〇循環型社会システムのモデル検証やエネルギー供給新システムのモデル検証による問題点発掘型の大型プロジェクトの実施。

６．環境研究を継続的に着実に進めていくためには何が必要か。
〇わが国らしいエネルギー政策の作成。
〇研究と並行したモデル的インフラ整備による実証試験促進、これを支える社会システム（ソフト）作りを通じた研究成果の産業技術化への普及促進支援。

仲村　巌委員

基本的に環境分野推進戦略イメージ（案）は、妥当な内容と考えるが、産業分野の視点から、下記の点を追加したい。

１．環境分野における科学技術の現状及び研究資源の現状に関する問題点は何か？
①科学技術の現状に関する問題点
・研究の人材の確保やモニタリングシステム、データベース等知的基盤の整備等、研究を進める上での基盤的面での整備の充実が重要である。
・環境問題は、経済成長とのバランスという問題を含め、個対地域、地域対地域など多元的な対立要素を多く内包しており、それを踏まえた広範な議論が必要となるが、それを進める上での、方法論に対する科学的な取り組み（環境政策学、環境経済学、リスクアセスメントなど）を進める必要がある。
②研究資源の現状に関する問題点
・環境分野の研究においては、特に長期的視点に立った取り組みが重要であるが、基本的に、国家予算の単年度主義の制約から、長期的視点に立った研究資源の投入が困難となっている。
・特に、国の研究機関が独立法人化している現状において、その点がより懸念される。
・人的資源の有効活用の面でも、人材交流の面での硬直化や、海外との共同研究ないしは交流の不足など改善すべき課題は多い。

２．取り組むべき研究領域は何か？
３．とくに必要性・緊急性の高い研究領域は何か？
４．より具体的な研究課題は何か？
・産業界の立場から考えると短期的ないしは緊急性の高い課題については、すでに取り組みは進められていると考えている。
・一方、中長期的な課題について、産業界、とくに実務的な技術者の立場で考えると、以下の３つの課題に集約できると考える。
①循環型社会を実現する技術開発
②有害な化学物質のリスクの低減技術
③地球温暖化対策技術
・上記のうち、①については、目標が明確になりつつあり、それに向けた研究開発が進められている。
・一方②については、人体への影響など解明されるべき課題も多く、リスクアセスメントが充分なされてはいない。
・従って、課題解決に当っての定量的な目標値設定も十分出来ておらず、産業界における課題解決に向けた取り組みも今後の課題として位置付けざるを得ない状況である。
・それらの点を踏まえて、国として以下の取り組みが期待される。
　１）化学物質の人体影響に関するリスクの評価
　２）化学物質のリスク低減のための定量的な目標値の明確化

・また、③については当面の取り組みについては、当面の目標は設定されており、それに向けた取り組みが進められている。

・しかしながら、長期的視点に立った時の、最終的な定量的目標値を明確にするためには、下記の課題など、地球温暖化に関するシミュレーションの一層の精度向上に向けた取り組みが望まれる。
１）地球温暖化ガス等の環境のアセスメント・シュミレーション等の影響度、予測のシミュレーション

５．省庁横断的に統合化して取り組まねばならない国家的プロジェクトは何か？
（米国の地球変動研究プログラム：第１回環境プロジェクト　資料 11　p20～24 参照）
・前述の通り、具体的な課題は環境分野推進戦略イメージ（案）に網羅されていると考える。

６．環境研究を継続的に、着実にすすめていくためには何が必要か？
・基本的に、予算の単年度主義が長期的な取組みを阻害している大きな要素であることは前述したとおりである。
・しかしながら、予算執行におけるアカウンタビリティを確保する必要性を考慮すると、長期的視点での予算執行を進める前提として、研究の外部評価の仕組みを充実していくことが必須であると考える。

西岡秀三委員

戦略立案の手順、内容、書き方に関する意見
トップダウン型立案とし、個別研究課題の羅列ではなく、研究課題の意味づけを重視した書き方にすることがのぞましい。
(1)トップダウン型立案
環境分野の科学技術戦略を立てるにあたっては、科学技術政策全般に共通の戦略を踏まえるだけでなく、環境分野の科学技術が他の分野と異なる側面 (性格) を有していることを認識して、そこから環境分野研究のあるべき姿を描き、そこに到達するため今なにがマネジメントに不足しているかを考え、それを補う方策、研究課題を考えるという、いはばトップダウン型戦略立案手順が必要。
さらには、日本の国家戦略として「環境立国 (環の国?)」のキャッチフレースをこの際たてて、世界へ貢献するという旗印をかかげるやり方もある。
(2) 研究課題の位置づけや意味の強調
個別研究課題が「環境のために」として一人歩きしないような推進戦略の書き方にする必要がある。デマンド指向の科学技術であるから、個別課題の羅列ではなく、その課題が環境保全政策全体のなかでどのような貢献を期待されているか、を明確に示す必要がある。(例: 自動車燃費向上は「効率よい移動」の開発の一部として示される。)
(3)What よりも、Why, How を優先した書き方にする
環境分野科学技術の推進にあたっては、科学技術を世間の要請にどう結びつけるかの方法論開発や仕組み作りが、テーマとしてなにをとりあげるかと同等に重要である。通例は報告書の一番最後にくる「体制」、仕組みづくりを、むしろ重点研究領域列挙の前に書く。

環境分野推進戦略に関する論点への意見
１：環境分野における科学技術の現状及び研究資源の現状に関する問題点はなにか？
環境問題および環境分野科学技術の基本的性格はなにか。またその帰結としての挑戦目標(issues)はなにか。目標を達成するにあたっての現状の問題点とその解決方法はなにか。
(1) 環境は 21 世紀最大の「問題」の一つである。問題解決への道筋作りが戦略の中核である。
「問題解決」「より良い環境づくり」「生存基盤の確保」という、要請（デマンド／ニーズ) が先にあり（あるいは予見することも必要)、科学技術はその要請を満足させる手段として期待されている。ゆえに、問題発見・解決にむけて科学技術を総合的に使っていく方法・要素科学技術・体制を考えることがもっとも重要な「環境科学技術戦略」である。先端技術から伝統技術までセットでつまった道具箱を持つこととそれをうまく使う「わざ」を開発することである。しかし現在はデマンドを科学技術政策におとす（トップダウンの）戦略企画（能力）が十分とはいえず、企画機能に携わる人材がそだっていない。高いレベルでの戦略構築機能 (総合科学技術会議レベル？)と研究管理・プログラムマネジャー養成強化が必要。
・従来からの (ハード) 科学は促進されてきたが、ソフト科学 (技術評価、リスク評価、環境評価、環境容量、指標作り、シナリオ構築や予測手法、データベースマネジメント) が確立していない、あるいは評価されにくい状況である。〔例：科研費項目の改定〕

・社会科学領域との融合・インターディシプリナリー　インテグレーションが十分な仕組みになっていない。社会科学はチームワークが不得意なところもあり、自然科学からの強制的はたらきかけをするための研究プログラムが必要

・分野つみあげ型組織、あるいは積み上げ方教育だけでなく、徹底したトップダウン型共同研究／教育を試みることが必要。

(2) 環境問題は現代科学技術の方向性を示唆する先頭走者である。現代社会において、科学技術の自己矛盾 (例：フロンとオゾン層破壊、DDT と沈黙の春)を示した フロントランナーである。あとには、ライフサイエンスにおける生命倫理、情報通信技術におけるプライバシー問題等が続く。先駆けとして、シード育成自己増殖推奨型科学技術戦略ではなく、社会との接点を考えた（メタ)科学技術戦略、科学の方法論、検討体制を「環境」分野で打ち立てておく必要がある。

・社会科学との共同研究領域を奨励

・「環境科学技術」の研究・教育体系を作る

・ (市民) 参加型科学技術の形態を模索する(モード II、コア科学・応用科学・専門家によるコンサルタンシー・参加型ポストノルマルサイエンスなど)

(3) デマンド (どんな社会を望むのか) の設定が重要な役目を持つ

（持続可能な発展など）人類の福祉を最大にする、あるべき（ありうる）社会像を共有することからはじまり、その実現にむけて今どのような社会システムを構築するのか、どんな科学技術を推進するべきか、どんな技術形態が要求されるかの道筋を逆に描いた(Backcast) 戦略が必要 (例: IPCC/SRES シナリオ、UNEP/GEO、OECD シナリオなど。)

10 年を終えた IGBP でも、今後は食糧・水循環・炭素循環 (気候変動) を目標にした、Human Dimension との共同での Earth System Science へターゲットを絞った研究計画に変えつつある。人文社会科学／自然科学の分担と融合が必要。人文社会科学分野では、制度・文化・個人の行動と価値観・人口増駆動要因などを受け持ち、自然科学分野では、現象分析解明・予測によるギャップ発見・改善手段の提供（技術開発）など。両者間の問題としては、あるべき（ありうる）社会の姿と到達の道筋作り。環境の価値をどう社会・経済にいれこむかなどの研究ができる。

(4) 環境問題はローカルであると同時にグローバルであり、自立分散ネットワーク型科学技術推進が必要である。

地球規模の問題といえども地域での人間活動 (例: 温暖化問題の場合、温室効果ガスは地域のエネルギー利用や土地利用活動から発生する。GHG インベントリ集約研究が典型的) の集積からくるものであり、解決のための技術は地域のそれぞれの特徴に適応したものである。 (例: 地域エネルギーシステム) 。国や地域のユニットがそれぞれに科学研究、技術開発をすすめるとともに、ゆるやかな連携 (自動車の国際燃費基準など) を持ったネットワークの中で科学技術を推進する必要がある。世界や国として、機関間のネットワーク形成推進や参加と、能動的ノードとしての活動を強化するべきである。 (例: 地球環境研究における ICSU 研究・能力構築プログラムへの参加)　　日本は国際研究プログラム資金の創設、国際プロクラムマネジメント活動の適正評価がいる。国際プログラムの事務局機能誘致、国際活動拠点の整備、国内でも環境科学技術フォーラム、研究コンソーシアムや中核研究機関を作るべきである。

(5) 環境科学技術はデマンドオリエンテッドであり、政策をうごかしてはじめて評価される。政策との交流機能の強化が必要である。

政策が科学技術になにを求めているのかを明確化し、科学技術からの States of the Arts 報告等、政策の判断をたすける客観的情報の提供を促進する相互情報交換のシステムを確立する。気候変動における IPCC、Global Eco-System Assessment (Millennium Assessment), Diversitas 等国際評価活動へ積極参加し、主導すべきである。

(6) 環境問題は不可逆性が強く、慣性が大きい。予防原則に基づいた技術戦略が必要。

環境を一旦破壊すると修復には長い時間がかかるから、予測能力をもつこと、予防原則による「疑わしきは進めず」の慎重な対応が必要である。

・総合的予測のためのモデル研究等の人材・体制は十分ではない。

・予防原則推進のための「環境影響・リスク評価」分野が手薄。What.., if..の方法論の進展がいる。

・研究に冗長度が要る。長期・短期を睨んだ研究のスペクトラムが要る。バックストップ技術研究、重複研究も可とする、等

(7) 地球環境は「地球公共財」「地域(regional)公共財」であり、国際協力や地域協力体制作りが重要である。地球規模の問題に対しては、一国だけではカバー仕切れず、国際的な協力とそのなかでの競争が必要。日本は経済力見合いで多くの地球環境資源を利用している。これに対して科学技術的貢献が必要

である。
まずは、先進国間共同研究への積極参加が必要である。国際研究事務局への出資金が出せないなど、機動的につかえる予算が不足しており、グルーマネー・ソフトマネーといわれる Flexible な予算が要る。また協力のためのソフト／ハードプラットフォームをもつセンターをつくることも魅力的である。（例：魅力的な研究グループ、モデル、データベース、共同観測基地、国際研究計画事務局機能、共同観測船、航空機、スパコン、衛星：他の分野では巨大加速器、天文台）
途上国 (とくにアジア地域) とは経済的にも共存共栄の関係にあり、環境研究協力は長期的には日本の安全、市場拡大につながる。公害・温暖化防止、砂漠化防止などの科学技術協力、科学技術能力構築への貢献が要る。現存する研究協力枠組み〔例：APN(Asia Pacific Network for Global Change Research) など〕の機能強化にむけての省庁の枠をこえての協力や出資増、ODA での科学技術能力構築推進、途上国留学生増加など対応を強化すべき。
(8) 環境はすぐれて地域的であることをふまえ、地方の環境研究技術力をつける必要がある。
　社会駆動力からくる圧力とその場の自然状況が統合して、それぞれの地域環境が形成される。環境変化の現れ方は場所場所で異なるので、それぞれの地方での地域研究、地域適合技術力の育成が重要である。県市町村レベルの環境研究機関の研究者不足は深刻で、多くは公害対応技術にとどまっており、これら地方環境研究機関を環境創造にむけて活性化する必要がある。ソフト／ハード両方の共同研究交流プラットフォームを強化して、地元市民との交流もふくめた地方環境創造管理センターとして活用するために、特別な予算措置で、研究費・人員確保の面でテコいれするべきである。
(9) 環境問題は環境圧力増の結果に過ぎないので、環境へ圧力をかける社会の駆動力自体への切り込みが必要である。
環境問題を捉えるフレームワークとして、社会駆動力、環境圧力、環境状態、対応策の流れでの把握が提唱されている。環境問題を解決するには、社会システム、社会の駆動力をかえる取組みが不可欠。産業の環境 (グリーン) 化、循環社会形成にむけた技術開発、End-of-Pipe 対応技術だけでなく、環境価値を軸に経済が回っていくようにするための技術開発と社会の仕組み作り (環境産業育成等のプロクラム) が必要。 (例: 雑木林を切って遊園地にするのではなく、雑木林をベースに環境教育産業を起こす)
(10)環境保全は個人活動の集積であり､市民参加･環境教育への科学技術からの働きかけが必要である。市民への情報提供システム作り、環境変動監視への市民協力、教育体系として、シニアには俯瞰型ゼネラリストの養成、若手には問題把握後の分野専門研究（若手）推奨、の組み合わせがいる。

２～４：取り組むべき問題、研究領域、必要性・緊急性の高い研究課題はなにか?
（研究領域のまえに、取り組むべき「問題」を入れるべきである。）
(1) 研究課題の範囲とポートフォリオの考え方はどうあるべきか。
　・範囲: 「環境」を、「人間の生存・生活を支える自然及び人工の場」と考え、およそ今後 100 年のスパンを念頭に､ここ 30 年間に想定される｢人間活動によりおこされる環境の悪化 (環境問題) の解決、より良い環境の創造に役立つ」研究をとりあげる。
　・「問題」として深刻なものを優先してとりあげる。
　・ポートフォリオとしては以下のもののバランスを考慮
　　・緊急に解決を要する問題、長期にジワット効いてくる問題
　　・国内に特有の問題と地球規模の問題
　　・民間部門の研究開発に期待する課題と公共的研究が分担する課題
　　・科学的解明、環境問題と対応策評価方法論開発、環境改善／創造のための技術開発、測定観測監視統計等これらのための基盤研究
(2) 研究課題のプライオリティ付けの基準(Criteria)はどうあるべきか
　・上記の範囲に入っているか（問題対応）
　・上記問題の解決に、科学による解明、技術による突破がキーとなっているか（知的貢献）
　・研究成果の波及効果が大きいか（波及効果）
　・新たな産業育成に貢献するか（産業競争力）
　・国際的な取決めで解決が要請されているか（国際貢献）
　・緊急な解決が必要か
　・長期的研究開発能力構築に有効か（基盤的）
(3) 現在取り組むべき問題と研究領域
　・地球温暖化の影響評価と対応策検討
　・化学物質の安全性評価方法確立

・低環境負荷社会形成のためのマテリアルフロー改善技術
・生物多様性評価と自然環境容量把握のための基礎調査(Eco-System Assessment)
・大気質変化と健康影響評価
・世界と日本の水資源および水質悪化防止
・食糧生産能力基盤の脆弱性評価
・水資源の脆弱性評価と対応策提案
・産業のグリーン化と環境産業育成
・途上国の環境改善
・環境保全型社会形成にむけた望ましい道筋の提示
・環境計測技術開発・モニタリング技術開発
・環境統計・情報整備と利用促進システム整備
・環境問題への市民参加促進方法
・環境研究のあり方検討

５：省庁横断的に統合化して取り組まねばならない国家的プロジェクトはなにか？

(1) 地球温暖化対応科学技術推進

地球温暖化問題については、その科学的側面に関しての研究、温暖化影響に関する研究、温室効果ガス抑制技術、および政策についてさらなる研究がいる。温室効果ガス発生が各省庁管轄の産業活動・生活活動に関連し、温暖化の科学が気候学だけでなく大気・海洋・生態系の知識を要し、さらに国土への影響は広範におよぶことから、統合しての取組みが必要な課題である。 (米国では、温暖化対応科学技術推進計画を、アポロ計画なみの国家プロジェクトに構築するべきという意見が、ブッシュ発言と関連して出ている。)

(2) 循環社会形成科学技術推進

環境への負荷を少なくするため、ものやエネルギーのフローを最小化する循環社会形成にかかる科学技術としては、高度廃棄物処理技術、エコマテリアル、ゼロミッション、インバースマニファクチュアリング、耐久住宅、工業製品のリサイクル化等種々の提案や試みがなされている。循環型社会形成で日本を世界でのリーダーとするため、社会システム変革、静脈産業育成、法制度もふくめた省庁横断的取組が必要である。

(3) アジアの環境保全科学技術推進

アジア諸国は目下急速な発展の段階にある、これに伴う公害発生、環境破壊が懸念される。さらにこれと並行して温暖化・生物多様性保全等人類全体に関連する環境保全にただちに取り組むことが期待される。日本は、貿易や産業移転をつうじてアジア諸国と強くむすびついており、アジア諸国の環境保全と経済成長の両立に科学技術面で協力することが望まれている。

(4) 化学物質リスク低減に向けた科学技術推進

リスク評価のための計測、毒性試験、代替物質開発などが重要。製品自体の開発はおもに産業界が対象となる)

６：環境研究を継続的に、着実に進めていくためにはなにが必要か？

日本の国家戦略の一つとして、「環境立国 (環の国構想) 」を目途に、環境科学技術を振興し、世界に名乗りをあげてはいかがであろうか。科学についてはまだ力足らずの感があるが、技術面では決しておかしくない力を持っている。総合戦略の立案が必要である。環境への貢献は長期的にみて他の国にも歓迎されるテーマである。

以下は、とくにその構想がなくてもなさねばならない整備である。

１．環境科学技術システムのあり方

(1) 環境研究戦略策定・管理組織の設立

環境問題は、今後 20〜30 年は重要課題でありつづけると思われる。また、環境研究は、自然科学をベースにし、人文社会科学とも融合し、自立分散ネットワークでの研究を推進する、広範且つ総合的な学問体系であり、その観点に立った戦略作りが研究推進の核である。恒常的に研究戦略を検討し、研究の進行を管理する専門家集団による「環境科学技術推進機構」を設置し、そのもとで、環境問題の解決に焦点を絞った一元化された省庁横断的環境研究予算の研究企画立案、研究費配分方針策定、研究成果の集約とレヴュー、国民への報告をおこない、省庁の枠をこえた分野横断的な研究企画・管理機能を発揮させることが必要である。

(2) 中核的研究機関を定める

これとともに、その研究推進の中核として、米国 NIH のような研究の一部を確実に担うと同時に上記機構のブレーンとなる「中核的環境研究機関」をさだめ、環境保全のための長期的基礎研究、戦略的環境モニタリング、観測・測定等の基盤技術開発、研究情報集約や環境境状況把握と統計作成、国民・ＮＧＯ・産業界との協力、国内国際共同研究ネットワークの推進、人文社会科学と一体となった研究の推進をおこなう、自立分散ネットワーク型研究の中核ノードとなる「中核的環境研究機関(COEES) 」を必要に応じて育てる。

(3) 地方環境研究機関の活性化

県市町村レベルの環境研究機関の研究者不足は深刻である。ソフト／ハード両方の共同研究交流プラットフォームを強化。地元市民との交流もふくめた地方環境創造管理センターとして活用する。特別な予算措置で、研究費・人員確保の面でテコいれする。

2.環境分野における研究開発システム改革の方策

予算:

環境研究にかかる費用として米国や EU においては、GDP の約 0.1% が環境関連研究費として計上されている。世界をリードする日本としては、同程度の 5000 億円程度が妥当。

そのうちのかなりの割合を「機構」で検討するトップダウン型（計画型）戦略研究にあてて、全体の誘導をすることが望ましい。ここには、世界との共同研究や途上国共同研究などを入れる。

研究基盤:

研究基盤の整備としては、環境の状態を定量的に把握し、その変化を早期にとらえるためのモニタリング・監視システム、環境資産や環境関連活動・環境の状態に関する統計の整備、スパコン・観測船・航空機・衛星観測、共同計測基地などハード・ソフトの拠点整備が必要

3.人材を育成・確保するための方策

人材の確保:

世の中における環境研究の需要をたかめなければ、人材は集まらない。いまは、「環境」学部増で、環境印の学生は多く世にでるが、実際にはその能力は使われてない。既存学部の教科の中に環境の考えを入れ込む努力（学部自体のグリーン化）のほうが実際的である。研究の希望者は多いが研究者のポジションは多くない。定員増が必要である。

マネジャーの育成:

若いときは専門に特化するほうがよいが、 環境研究の戦略性、総合性をかんがえると、各研究機関でも環境研究マネジメントのプロフェッショナルの育成が必要。(論文数だけで評価されると、全体をみる目が無くなる可能性がある。)

また、大学・研究機関において、環境評価、リスク評価、環境経済等のソフト科学の教育、研究を増やす必要がある。

4.研究成果を社会に還元していくための方策

ニーズを十分に先取りした、先見的先導的研究戦略作成 がもっとも大切であろう。

5.アジア地域環境研究協力の強化

アジア地域の途上国の環境研究と研究能力構築を目途とした資金の拡大と推進機構の拡大をおこなう。現在の世界３極地球環境研究分担構造の中で、APN(Asia-Pacific Network for Global Change Research) を拡充し、ODA と連結させて強化する。

松野太郎委員

１． 環境分野における科学技術の現状及び研究資源の現状に関する問題点

（１） まず第一にこの質問に容易に答えられないこと、すなわち「環境」をキーワードとした研究・開発及びそれへの資源配分の全体像が見え難い事である。今回の我々の仕事はこの状態を脱し、日本全体としての環境研究の全体プランを作り、それを実施するための体制を作ることにあると思う。

（２） 自分の専門に近い分野（大気、海洋、水文、雪氷学ほか）について見ると、「地球環境問題」がクローズ・アップされた過去１０年ほどの間に研究資金が大幅に増額され、それに応じて研究活動も格段に拡大し、活発となった。とりわけ、海外での野外観測プロジェクトなど、それ以前には事実上不可能だった事が、ごく普通の（日常的な）活動となっている。

宇宙開発事業団による世界の先端を行く地球観測衛星 ADEOS(1996)、 TRMM(1997)、ADEOSⅡ(2002 予定)の打上げなど、以前は日本でこんな事が出来るとは想像できなかった事が

現実となっている。海洋科学技術センターによる大型観測船みらいとそれを用いた赤道西太平洋域の定置ブイ（トライトンブイ）観測網の設置(1997　)も同様である。また、国立極地研で行われた南極氷床のボーリング(1994　96)による古環境研究も画期的なものである。

（３） 一方で、次のような問題点がある。（もっとあると思うが、自分で気付いた点を幾つか記す。）

(ｉ)過去１０年余、研究資金は増加し、多数の大規模プロジェクトが開始されたが、研究者の増員は、ある程度はなされたものの、研究の必要には極めて不十分で、かつ研究費の増額にも見合っていない。折角の研究資金増加をより有効にするため、研究者の層を厚くする事が急務である。

(ⅱ)研究プロジェクトの立案・実施は、１０年前の急拡大期当初に比べ経験を積み、上手になったと思う。しかし、まだ改善すべき点が多い。半分は研究者が目標に向けたプロジェクトの構成とマネジメントに習熟していない事に原因があり、半分は研究実施のシステム（研究費経理等）が「お役所的」で不適当なためである。

(ⅲ)前記(ｉ)、(ⅱ)にも関連することだが、目的志向型の専門分野横断的プロジェクトが（研究者数に比べ）多数行われるようになった結果、個別専門分野の基礎研究を深める事や大学院生を個別分野の専門家として育成する面で以前に比べ不十分になって来ている。

(ⅳ)身近な体験であるが、旧科技庁による「流動研究員制度」には問題がある。任期つきで PD 研究員や研究員を雇っても、任期後の長期に安定した研究の場へのつながりが考えられていないので優秀な研究者を集めにくい。「パーマネント・ポジションにある人の出向が鍵である」との認識はあったが、急成長分野で、また、民間企業に研究職のほとんどない分野なので、それも難しい。

２．取り組むべき研究領域

環境分野の研究課題は、本来的に多省庁にまたがる性格のものがほとんどである。したがって、ここでは、５．省庁横断的に統合化して取り組むべきプロジェクト、への提案を自動的に含むことになる。ただし、研究領域によっては、結果として一つの省庁が中心になることもあろう。

環境分野推進戦略のイメージ（案)、Ⅲの１．（１）（２)、（３)、２．（１)、（２)、（３）および「地球科学技術における今後の重点化すべき研究課題について」（２０００年１２月２０日、旧科技庁・検討会）に挙げられている研究領域を参考にし、自分なりに再構成してみた。考え方として

（i） USGCRP のような省庁横断的な（省庁の別を意識しない）問題 oriented なプログラムを作る。

（ii） 今回の環境プロジェクトの範囲は USGCRP より広く、それを一つのプログラムとして含むものである。前回の議論および前記の二つの文書で言及されている領域は、「環境問題への対応」と「持続可能な社会への転換」という二つの相互に関連しつつも異なる概念でとらえられるものの双方が含まれている。そこでこの二つを“ Grand Program ”として考える。

以上の考え方にもとづき、研究領域（＝研究プログラム）を作ってみる。（英語で表現してみました）

Grand Program for Environmental Change Prediction and Recovery/Protection

- Global Change Research Program
- Biodiversity Research Program
- Water Resources Research Program
- Land-Use Change and Soil Degradation Research Program
- Ocean Pollution and Ecosystem Change Research Program
- Toxic Chemicals Research Program
- Global Environment Monitoring System Development Program

Grand Program for Sustainable World

- Technology for Sustainable Industry Research and Development Program
- Sustainable Agriculture/Forestry/Fishery Research and Development Program
- Socio-Economical System for Sustainable World Research Program
- Sustainable Urban Planning Research Program
- Coupled Human-Environment System Research Program
- Special Research and Development Program for Global Warming Mitigation and Adaptation

以上、二つの Grand Program とも最後に cross-cutting でや、異質のものを置きましたが、これらは緊急を要しかつ、現在、このような形で進めるのがふさわしい種子が出来ていると思うからです。（Global Environment Monitoring System の原型としては宇宙開発事業団の Global Change Observation Mission—GCOM が２００１年から１５年の予定で動き始めている。 Global Warming の方には統一的なものはないが、あちこちで着手され始めている。）

３． 特に必要性、緊急性の高い研究領域

「環境」は多くの異なる側面がそれぞれに重要で、かつ相互に関係し合っているので、前記のプログラムに優先順位をつけるのは困難である。ただし、第１回会合で市川委員が言われたように民間セクター（企業）でできる技術開発と、政府資金で直接実施しなければ出来ない研究の別はあると思う。

プログラム間比較の困難さについて言えば、アメリカの USGCRP においても、global change に関係するテーマが対象（　研究分野）ごとに program element として全部並列されている。実は、これは FY2000 からで、それまでは、例えば FY1999 版では“ Four Key Global Change Issues ”として

1) Seasonal to interdecadal climate variability
2) Climate change over decades to centuries
3) Changes in ozone, ultraviolet radiation and atmospheric chemistry
4) Changes in land cover and in terrestrial and aquatic ecosystems

を挙げ、問題（　研究目的）を視点にして「重点化」を図ろうとしていたようである。しかし、結果的には現状のようになった。

４． 具体的研究課題

自分の専門に近い Global Change Research Program については、USGCRP の program element が、航空電子等審議会・地球科学技術部会報告「地球変動予測の実現に向けて」（１９９６年７月）の「目標」とほとんど一致している。ただし、日本の「地球温暖化予測」は US にはなく、逆に日本の温暖化予測の中の研究項目であった炭素循環と古環境が US では独立している。この中間として次のような subprogram 構成が適当と思われる。

- Climate System Variability Research
- Hydrological Cycle Research
- Atmospheric Composition Research
- Land and Aquatic Ecosystems Research
- Carbon Cycle and Global Warming Research
- Paleoenvironment Research
- Earth System Modeling Research

やや詳細にわたるが global warming 予測においては、“ abrupt climate change ”が起こる可能性があるか否かを明らかにする事は重大で緊急を要する研究課題であると思う。

５． 省庁横断の統合的研究プロジェクト

２に記したプログラムのほとんどは省庁横断的取組みを必要とするだろう。

６． 環境研究を継続的に進めるための体制

（１） ２．に記したようなプログラムを national program として日本全体で整合性を持って継続的に進めて行くこと、そのための制度を作ることが必要と思われる。

（２）推進戦略イメージ（案）及び地球科学技術検討会レポートで触れられているデータ・ベースの構築等研究基盤の整備が重要な事は言うまでもない。その有効利用のためにも前記制度の下で日本全体として企画・運営をする必要がある。

（３）既に記した研究者層の拡大・充実は何よりも大事である。その際、単純に現在の環境問題の解決に向けた研究者を増やすのではなく（それも必要だが）、基礎となる諸専門分野（地球科学等）の研究者・研究ポジションを増し、問題解決型プロジェクトを始める時、必要な諸分野の優秀な研究者が容易に集められるようにしておくことが肝要である。

御園生　誠委員

主として、私の専門分野に関連の深い、物質・材料の製造と化学物質のリスク管理の視点から述べています。

１．環境分野における科学技術の現状及び研究資源に関する問題点。

（１）総合的な評価と対策がなされず、個別的、対症療法的な対策が多く、十分な効果を上げ得ていない。場合によっては逆効果のものもある。

（２）環境（リスク）評価の科学・技術に十分な研究資源が投入されていない。

（３）環境対策と産業政策（社会の便益向上、競争力）との協調が十分ではない。

２～４．取り組むべき研究領域等。
　とくに重要性・緊急性の高い研究としてあげられている具体的な領域として、化学技術に関連して、「リスク評価技術」とならんで下記の「グリーン（あるいはサステイナブル）ケミストリー」があげられる。
（１）「適正な循環型社会」の構築に貢献する物質、材料の製造及び再利用技術。
「適正な」とは、「物質循環量」と「循環に要するエネルギー量」を含む環境負荷が最小であること。グリーン化学の視点からは、無用（ないし有害）廃棄物を最小にする化学合成プロセスへの転換、環境負荷の小さい化学製品への転換、など。
（２）有害化学物質のリスクを最小化する技術。特に有害化学物質を生成しない、あるいは使用しない合成・製造プロセスの研究。高付加価値の医農薬、有機電子材料は、目的物に対し大量の廃棄物を排出しているのが現状。無機、金属系の半導体材料、表示材料などのいわゆるＩＴ材料もまったく同様である。

５．省庁横断的に取り組むべきプロジェクト
（１）化学物質の総合的リスク評価と総合管理システム。これは自然科学･技術のみでは達成できない。リスク評価及びコミュニケーションには、人文・社会科学（環境経済学、環境社会学、社会心理学、倫理学等）との連携が不可欠。
（２）環境負荷の総合的評価手法（有害化学物質のみではない）。
（３）グリーン・サステイナブルケミストリーの推進。上記（２）に対応する化学技術の研究開発。

６．環境研究を継続的にすすめるために。
　製造業、生活、社会全体を包含した「環境に関する長期的なビッグピクチャー」を描いて研究投資を持続すること。
　「教育」（学校教育、社会人教育、リスクコミュニケーションを含む）に注力すること。社会、市民の正しい理解が不可欠。

宮本　純之委員

１．環境分野における科学技術の現状及び研究資源の現状に関する問題点は何か？
　わが国において化学物質の有害性やそのリスクに対する関心の高まりはいわゆる化審法制定（1973年）以降に属する。今日に至るまで新規化学物質のすべて、および既存化学物質の相当数に関する各種有害性データ取得が行われ、一定の成果を挙げて来たことは事実である。しかしながら化学物質の総合管理という今日的視点に立てば、これらの諸情報は必ずしも十分とは云えず、現在 ＩＣＣＡ（国際化学産業協議会）が中心となって推進している ＨＰＶ（高生産量化学物質）の環境・毒性データの整備をわが国においても強く推進する必要のあることが明らかになっている。また国際的にリスク評価が行われた多くの例でわが国からのデータがその作業に役立てられた例は少なく、逆にわが国でのこの種の評価の相当部分は外国で作出されたデータに依存している。このように国際的共働作業においてはわが国の十分な対応が行われているとは云い難く、その知的基盤の整備の面で欧米との格差は著しいと見なさざるをえない。
　この例にみられるように環境分野におけるわが国の科学技術の現状の立ちおくれは顕著である。その原因のいくつかを以下に列挙する。
（1）ヒトや環境生物に対する毒性試験研究、リスク解析学を支えるべき教育・研究体制が十分整備されていない（たとえば広く環境毒性学の一貫した教育体制を有している大学は皆無に近い）
（2）この分野は広い学際的研究を必要とするが、このような総合研究体制が十分に確立されておらず、研究者は狭い領域に自らを閉じ込める傾向がある（木を見て森を見ない場合が多い）
（3）環境毒性学の成果に対する十分な理解が社会的に得られず、研究体制の充実に対する社会的ニーズが低い場合や、逆に性急な結論を求めすぎて、学問（学者）に対する不満や不信が多いことがある
（4）このような分野の専攻者を化学産業を中心とする企業の大半は従来必要としていなかった。これはわが国独自の化学製品が数少なく、社会的な要求も低かったことの反映でもある。
（5）したがって若年研究者の大半にとって環境分野は魅力ある将来展望をもてるものではなく、これを業とするには至っていない。

これらの諸原因が重層し、経験に富んだ試験研究者が増加せず、結果としてこの分野における科学技術の蓄積はなお不十分であり、そのレベルは必ずしも高いと云えず、現行のままでは研究資源の増大につながっていない。敢えていえば化学物質の製造技術や工程管理は欧米先進国並みであるが、環境分野への取組みは全体として極めて不十分であり、先進国にかなり劣っていると判断せざるをえない。このことはわが国における関連学会が一部を除いて十分な伝統を持たず、余り活発といえない現状になって表われていると考えられる。

なおこれらに加え、この分野では一部の研究者が自らの科学的成果を厳しく評価せず、時として針小棒大的に発表したり、もしくは人々を誤解に導くような性急な結論を出すことがあり、これらが環境問題に対する社会の誤解や偏った判断を生ぜしめることがある。正しいリスクコミュニケーションの確立の点からみても、又科学者の職業倫理の問題としても十分警告に値する。

２．取り組むべき研究領域は何か？

（1）化学物質の有害性（毒性）確定のための哺乳動物試験研究の充実とヒトへの外挿の的確化（個人差の解明を含む）

（2）上記にもとづくより簡便的確な試験法の開発

（3）ヒトにおける暴露経路に応じた疫学調査の充実と、それらを基礎としたヒトへのリスクアセスメントの洗練化、感受性集団の確定とそれへの対策

（4）化学物質の環境挙動の解明、及びこれをベースとしたより有効なわが国の代表的生態系に適用できるモデルの確立

（5）野外生態系（各種生物相）における化学物質の感受性の把握

（6）野生生物種に対する化学物質の各種試験法の確立

（7）野外生態系の変動要因の解明と化学物質の寄与の度合の確認。生物多様性への認識をふまえた、許容できる生態系の変動範囲の解明

（8）野外における化学物質の影響を明らかとすべき生物学的、化学的モニタリング手法の確立

（9）野外生物種に対する ＰＮＥＣ（推定無影響濃度）および ＰＥＣ（推定環境濃度）の決定とリスクファクターの算出

（10）取得データの批判的評価とそれにもとずくデータベースの構築

（11）社会における化学物質のリスクに対する正しい認識の普及

以上のほとんどすべての領域は実際にはわが国関連研究者の多くにとって全く目新しいものであり、近い将来新しい知見を得て国際的に継続して発信できる状況にあるとは判断し難い。遺憾なことに現状ではこれらの諸領域についてわが国で得られる知見は未だに断片的であり、国際的に大きなインパクトを与えるものが多いとは考えられない。これらの領域の研究の推進には関連研究者とりわけ化学・生化学者と生物学者とのより緊密な協力や医学研究者（たとえば実験病理学分野、疫学分野）の参画が必須であり、従来にも増して化学物質の総合管理を「総合的」に「学際的」に捉えなおすことが肝要であろう。このようなより理想に近い研究体制の確立には前項１．で略述した問題点の解消が前提となることは言をまたないが、逆にここで述べた領域の研究の重要性が社会各層に十分理解されその実現が計られれば、前項１．の解決を加速できると考えられる。なお最近にわたりいわゆる環境によりやさしい化学物質の開発や化学プロセスの刷新を目ざすいわゆるグリーン・サスティナブルケミストリーが新しい化学の潮流として全世界的に推進されている。この効果的推進にあたってもここで述べたような化学物質のリスクの評定が必須の前提になることを忘れてはならない。

３．とくに必要性・緊急性の高い研究領域は何か？

４．より具体的な研究課題は何か？

前項２．－（1）～－（11）の重要性に関しては不必要かつ緊急性の低いものは何もないが、あえていくつかを選抜するとすれば次のようであろう。

ヒトにおけるリスク評価[２－（1），－（3）]の関連ではとりわけ動物とヒト、およびヒト集団中での個体における化学物質に対する感受性の相違の有無の解明が最重点領域であろう。従来の動物におけるＮＯＡＥＬ（無毒性量）に対し一定の安全係数を乗じてヒトにおける ＴＤＩ（一日最大耐量）を求める古典的方式は、化合物の作用機構解明、動物とヒトの種族差解析、ヒトにおける種族差や個人差の基礎となる遺伝子の探索などから必ずしも妥当でない場合があることが次第に知られるようになってきている。一方米国では「Children ’ s health」の観点から乳幼児に対する安全係数をさらに大きくしようとする動きがある。科学的にみても社会的にみてもこのような課題に対する取組みを強化し、「個人

差」の問題をさらに明らかにしていることが必要であろう。また２－（2）で示した簡易試験法の確立は多くの被検化合物消化のニーズからも、研究資源の低減、動物愛護の観点からみても多面的、早急な取組みが必要である。

野外生態系と化学物質の相互作用の関連では中期的には２－（5），－（6），やや長期的には２－（7）が挙げられる。野外生態系は無生物的（土壌、大気、太陽光線など）と生物的側面とから成る複雑系であるので、わが国を一つの生態系として扱うのは妥当でないと考えられるが、湖沼、河川、汽水、内陸などの各生態系の代表モデル（地区）を選ぶことによって他を代表（代替）できれば、研究効率の上昇が期待できるであろう。

２－（2），－（3），－（4），－（8）に含まれるモデル化および各種モニタリングはある意味でもっとも手取り早いと考えられる面もあるが、他の研究課題の達成度を十分考慮せずに行えば余り有用なデータを得ることはできないと危惧される（従来わが国で実施されて来た環境モニタリングはこの意味で必ずしも十分ではない）。同じような意味合いで、諸外国で考案された環境モデルの導入にあたってはその妥当性について慎重に考究することが望ましい。

５．省庁横断的に統合化して取り組まねばならない国家的プロジェクトは何か。

上述したような化学物質の総合管理を推進するためには、各研究分野の学際的共同が必須の前提となる。今までのところ「内分泌かく乱物質問題」解決のために多くの省庁が分担して各種の課題の処理にあたっている。さらに本年から５年計画で経済産業省は「化学物質のリスク評価及びリスク評価手法の開発プロジェクト」を発足させたが、現状ではこれらの効果的推進のためには上述した諸領域におけるさらなる強化が必須である。ここでの２－（1）～－（11）の研究領域は直接間接にそれらを下支えするとともに、さらにそれらの深化、発展を目ざすものとなるであろう。その意味でここで述べた研究領域と研究課題は「化学物質の環境安全性に関する総合研究プロジェクト」として、関連基礎分野から最も実際的な諸データの取得とその利用までを含み、各省庁の枠組みを越えそれらを総合し、相当長期間、たとえば 10 年をかけた国家的プロジェクトたる性格をもつ。これらの諸領域の整合的研究は 2、3 の研究機関や、単一の企業ないし業界のよく成しうべきものではなく、十分計画された長期的視点にもとづき効率よく実施されなければならないからである。この総合研究プロジェクトによって現行の環境分野研究は必要な基盤研究の強化、知的基盤整備、人的資源の確保などが可能となり、化学物質と環境問題解決に対する全体としての「設計図」の作成に資するであろう。しかも得られるべき成果はわが国社会をより安全で安心できるものに作り上げるのに大いに有用であるとともに、欧米先進国とわが国の格差を一気に解消し、人間と環境の調和を目ざす 21 世紀の持続可能な発展にとって国際的にも重要な寄与となりうることは明らかである。１．の項で述べた現状での隘路にもかかわらず、すぐれた長期的展望に立った練達の研究指導者のリーダーシップの下、真に学際的分野の研究者が糾合できる条件が整えば、上記の研究プロジェクトは国家的プロジェクトの有力な候補となりうる。なお当然のことながらこのような国家プロジェクトの実施にあたっては各細部にわたって十分な検討を行い具体化（場合により新しい大学ないし研究機関の創設を含め）を計らなければならず、その意味では、ここにおける論述はその骨格を示したにとどまる。

（1） ここで述べた「化学物質の環境安全性に関する総合研究プロジェクト」はあくまで最終目的として化学物質リスク削減プログラムおよびその結果推進すべきグリーンケミストリーを含む具体的、かつ斬新な知識創造システムの構築に結びつくべきものであって、これを明確に意識した、それらの前提としての目的志向的総合研究プロジェクトでなければならない。したがって、従来ややもすればみられたような「研究」に名を借りた（場合により恣意的な）諸課題の不統一な遂行を脱却する必要があり、その意味で前述「２．取り組むべき研究領域は何か」で述べた研究においては省庁横断的な統合化と斉合性が計らなければならない。

（2） とりわけ従来ややもすれば化学物質の危険性のみに重点をおいた論議が先行し、将来における化学物質と人間、環境との調和を目ざした厳密な科学的研究と検証、それにもとずく化学物質の総合管理策の確立の努力がなおざりにされて来たと考えざるを得ない点が数多く認められる。本プロジェクトはこのような化学物質のリスクを総合的に管理するプログラムの構築とその実施を通じて将来社会のニーズに応えるべきものとならなければならず、既往の経緯にとらわれず、真に先見性のあるものでなければならない。

（3） このようなプロジェクトの構築とその円滑な実施のためには自然科学以外に人文科

学、社会科学の関与が必須であることは言をまたない。関連分野の学際的協力にもとずく正しいリスクの認知と、リスクコミュニケーションへの努力の重要性をとりわけ強調しておきたい。

６．環境研究を継続的に、着実にすすめていくためには何が必要か？

わが国における環境基本計画等の長期戦略をふまえ、短期的にも中期的にも幅広く、バランスをとって遂行することは当然である。より具体的な留意点として以下を挙げておく。

（1）研究目的の明確化：研究の目的、達成可能性、得られるべき成果とその社会的意義に関し十分ねり上げられ、関連研究者の理解と積極的参加が先ず必要である。

（2）適切なリーダーの選定：このような研究（とくに斬新なものになればなるほど）の中でも未知の要素が多く、誰の目にも必ずしも明白でない課題の場合には、とりわけリーダーの透徹した認識と強い研究推進に対する熱意が研究の成否の鍵を握る。

（3）研究目的にふさわしいチーム編成：しかしながら現実問題として研究資金入手の困難さに増して、研究の円滑な実施にとって決定的に重要なのは良質の研究者をいかに確保するかにある。外国人究者の雇用や隣接分野研究者の（再）トレーニングによる方法が一策として考えられるであろう。

（4）研究チームの自己活性化：研究チームの内部はもちろんのこと、関連分野の他研究者との切磋琢磨によって研究の質を高めるとともに、明確なマイルストンの設定によってよりすみやかな研究の完成を目ざすべきである。

（5）間断なき研究体制の刷新：わが国では１．で述べたような問題点が数多く存在するが、研究の遂行を通じて、広くこれらの問題点の解決に資するよう努力すべきである。

（6）社会へのフィードバック：部分的な成果であっても関連研究者のみならず、広く社会にその意味するところを周知させる努力を惜しまないことが大切である。このような努力を通じて環境研究の重要性を正しく社会が認識して、科学研究への信頼を持つことが今後ますます重要になってくるであろう。

和田英太郎委員

１．科学技術の現状及び研究資源の現状に関する問題点

i) 個別研究の総合・連携の欠如

戦略的研究方針のグランドデザインが必要と思われる。

環境問題を総括したナショナルレポートはあるのでしょうか？

ii) 基盤研究と応用研究の間のインターフェースの欠如

例えばプロセス・メカニズムは研究には応用につながる指標システム、環境容量の吟味を加える。これによって他の分野との連携が可能となる。

iii) 新しい流れ（例えば文理融合など）は若手の参画によって進歩することが多い。PDF 制度の見直しと保障制度の確立、これによって人材不足を防ぐ。

２．取り組むべき研究領域は何か

i) 環境・生命・ナノテクノロジー・情報の境界領域

ii) 文理連携

iii) 国際共同研究への体制の完備

iv) その他

３．とくに必要性・緊急性の高い研究領域は何か？

i) 文理連携による戦略的グランドデザインの構築

これは循環型社会の構築に不可欠となる

ii) リサイクルシステムのグランド・デザインの構築

iii) 有害化学物質の評価法の確立

iv) その他

４．より具体的な研究課題は何か

i) 人口減少化における流域管理法の提示

ii) 温暖化・寒冷化を見据えた地球環境問題の研究
iii) その他

５．省庁横断的に統合化して取り組む国家プロジェクトは
i) 長期的な持続性が前提となる我国の未来可能性のデザイン（特に食糧・水・健康について）
ii) 同上のアジアのあり方

項目 5 はどのような環境研究を行うかの戦略的ベースとなるのではと思っています。

６．環境研究を継続的、着実にすすめてゆくためには何が必要か
i) フィールドステーションの確立（国内外）
ii) モデル・水系（人間の住居も含）の確立