

第1部

地球温暖化研究の最前線

地球温暖化 問題研究への わが国の取り組み

-
- 1 | 地球環境問題新時代の始まり
 - 2 | 地球温暖化問題をめぐる問いにどう答えるか
 - 3 | 重点化された環境分野の研究開発
 - 4 | 地球温暖化研究イニシャティブ
-

1 地球環境問題新時代の始まり

【 1 】気候変動に関する国際連合枠組条約

地球温暖化を防止するために、二酸化炭素などの温室効果ガスの濃度の安定化を達成することを目的としている。

1994年3月に発効し、加盟する各国は、国ごとに温暖化対策の計画を策定し、実施する。特に先進国については、2000年までに温室効果ガスの排出量を1990年のレベルまで下げることとされていた。

【 2 】京都議定書

1997年12月に開かれたCOP3(気候変動枠組条約第3回締約国会議)で採択された二酸化炭素などの温室効果ガス排出量削減計画のこと。先進国などに対し、温室効果ガスを1990年比で、2008年から5年間で一定割合(日本6%、米国7%、EU8%)を削減することを義務づけ、達成するための実施メカニズムなどを導入している。

【 3 】二酸化炭素換算

二酸化炭素・メタン・亜酸化窒素については1990年、SF₆(六フッ化硫黄。電流を遮断する機械に使用されるガス)・PFC(パーフルオロカーボン。半導体エッチングガスや不活性液体用として工場などで使用されている物質)・HFC(ハイドロフルオロカーボン。家庭用電気冷蔵庫、エアコン、業務用冷凍空調機器類、ポリスチレンフォーム、クリーニング用など、多くの分野において、冷媒用、発泡用、洗浄用といった様々な用途で 사용되는物質)については1995年を基準年として、それぞれの気体の温暖化への寄与率を考慮して、二酸化炭素量に換算したもの。

2002年は、日本の地球環境問題への取り組みにおいて、大きな進展のあった年として記憶されることになるだろう。地球環境問題の取り組みへの新たな時代の始まりである。

2002年6月4日に政府は、気候変動に関する国際連合枠組条約【 1 】の「京都議定書」【 2 】を受諾(批准)することを決定し、日本は「京都議定書」の締約国となった。これにより、1990年を基準年として、二酸化炭素換算【 3 】で6%の温室効果ガスの排出削減に、議定書発効後、法的拘束力を持った義務を負うことになったわけである。

また2002年8～9月には、南アフリカ連邦・ヨハネスブルグにおいて、「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2002)」が開催された。このサミットには「環境と調和した発展・開発をいかに実現するか」という難しい課題に向けて、世界的な行動を取ろうと、191の国や地域から各国首脳らが集まり、また非政府組織(NGO)のリーダー、ビジネス界ほか主な国際機関等から2万人を上回る参加者が集まった。

今日、世界では人口増加にともない、食料、水、住、衛生、エネルギー、医療サービス、経済的安定に対する要求は増加の一途をたどっており、サミットでは、世界中の人々の生活向上と自然資源の保全をはじめ、様々な課題について協議され、参加国の総意として「ヨハネスブルグ宣言」が採択された。

1992年、ブラジルのリオ・デ・ジャネイロで開かれた地球サミットで、国際社会は、「アジェンダ21(持続可能な開発をするための地球規模の行動計画)」を採択、それから10年を経た2002年、ヨハネスブルグ・サミットでは、「アジェンダ21」をより効果的に実施するため、これまでの活動を踏まえて今後の具体的な計画が議論され、「実施計画」が採択された。また、各国政府、国際機関、NGOなどで行う具体的プロジェクトを記した「約束文書」が公表された。

2002年は、日本の環境研究の分野にとっても特別な年であった。総合科学技術会議(参照：第1部3)が、四つの重点分野の一つとして定めた「環境」の分野で、省庁を超えた横断的で新しい研究推進体制の「環境研究イニシャティブ」が始動した年である。

これまで日本には、科学技術の効果的な推進を妨げる省庁間の壁があるとされてきており、ことに環境分野のような問題解決型の研究・開発の分野ではこれを打破することが不可欠であることから、この「イニシャティブ」体制が組まれたのである。

2 地球温暖化問題をめぐる問いに どう答えるか

最近、地球温暖化をめぐる話題が新聞やテレビをにぎわすことが多い。そこでよく聞かれる疑問は、次のようなものである。

本当に、地球は温暖化しているのだろうか。二酸化炭素の排出が温暖化の原因と決め付けていいのだろうか。将来、温暖化がどんどん進行して、取り返しのつかない影響があちこちに現われるというのは本当なのだろうか。もし、それが本当だとしたら、それを防ぐには何をしなければならぬのだろうか。防ぐ技術を我々はもっているのだろうか。

これらは、誰もが抱く当然の疑問である。これに対して、科学者達は何と答えるのか。地球温暖化をめぐる問いは次のように整理できる。

気候と温室効果ガス【4】濃度の実態は？

どのレベルの気候変化まで許容できるか？

人為的な温室効果ガス発生はどのように推移するか？

気候変化はどこに、どのように現われるのか？

技術によって温室効果ガス排出をいかに抑えるか？

二酸化炭素の回収・固定は可能か？

いつ、どのような対策をとるべきか？

温室効果ガス排出をどこまで抑える必要があるのか？

「地球温暖化研究イニシャティブ」は、これらの問いに答えるためにつくられた研究推進体制である。本書は、その意義と目標を明らかにするため、気候変動に関する国内外の研究の最前線の概況を取りまとめたものである。したがってこれは、上記のさまざまな問いに今の科学がどこまで答えることができているか、何がまだ分かっていないかを示すことにもなっている。

なお、本書においては「気候変動」、「気候変化」という用語の使い分けはしていない。これに対応する英語はClimate Changeであり、人によって、場合によって、訳語が分かれているに過ぎないので、ここでは、各執筆者の好みや、所属する研究コミュニティの慣用に任せることにした。

【4】温室効果ガス

宇宙へ逃げようとする熱をとらえて、地球を暖める働きを持つ気体。太陽光線を通すが、外へ逃げようとする熱は遮る、温室のガラスのような働きをする。

二酸化炭素のほかに、メタン、亜酸化窒素(一酸化二窒素)、オゾン、ハロカーボン類(CFC、HCFC、HFC)などがあるが、温室効果の総量のうちの半分以上が二酸化炭素に起因するものである。

3 重点化された環境分野の研究開発

行政改革で生まれた総合科学技術会議

2001年1月の省庁再編にともなって、「重要政策に関する会議」の一つとして総合科学技術会議が内閣府に設置された。

これは、内閣総理大臣および内閣を補佐する「知恵の場」として、各省より一段高い立場から日本全体の科学技術を見渡し、総合的・基本的な科学技術政策の企画立案と総合調整を行うことを目的とするものである。

総合科学技術会議の果たす役割

総合科学技術会議は、議長である内閣総理大臣の直接のイニシアティブの下に、省庁間の縦割りを排し、先見性と機動性を持ってわが国全体の科学技術政策を総合的・戦略的に推進する司令塔としての役割を果たすことが期待されている【写真1】。

また、総合科学技術会議は、「活力ある経済社会への転換、高齢社会への対応、地球温暖化をはじめとする地球規模の諸問題の解決」といったわが国が直面する国家的課題の解決を目指して、科学技術に関する総合的な戦略や、科学技術に関する予算・人材等の配分方針を策定し、科学技術政策推進の方向づけを行う。さらに、国家的に重要な研究開発については、総合科学技術会議自らが評価を行うこととしている。



【写真1】小泉首相が議長を務める総合科学技術会議（2002年11月11日）
議長および14人以内の議員で構成される。上段：関係閣僚、下段：有識者

重点分野推進戦略

2001年に政府が定めた第2期科学技術基本計画（2001～2005）では、研究開発の重要な方針が述べられている。これを具体化するために、総合科学技術会議に重点分野推進戦略専門調査会を設置し、特に重点を置く。

ライフサイエンス【5】

情報通信

環境

ナノテクノロジー【6】・材料

の4分野と、国の存立にとって基盤的であり、国として取り組むことが不可欠な

エネルギー

製造技術

社会基盤

フロンティア（宇宙・海洋）

の4分野について、それぞれプロジェクトを設けて集中審議を行い、今後5年間の研究開発の重点領域、目標、推進方策を明確化する作業を行った。

議論の結果は、「分野別推進戦略」としてまとめられ、2001年9月の総合科学技術会議で決定された。

「環境分野」の推進戦略 イニシャティブ研究

「環境分野」の推進戦略を調査・検討するため、研究者や民間有識者が「環境プロジェクト」のもとに集まり、総合科学技術会議の環境担当議員とともに検討作業を行った。そこでまとめられた結論は、次のようなものである。

「環境問題は非常に複雑で多様であることから、個別の現象を断片的に研究しても、問題の本質的な解決への有効な糸口とならないことが多く、もっと総合的な研究を行うべきである。さらに環境分野の研究開発を行うにあたっては、国際的視野とともに、省庁間の連携が考慮されるべきである。

これまでも、複数省庁によって実行される研究プログラムは存在したが、実際の研究体制は各省ごと、あるいは研究機関ごとに独立して行われる傾向が強く、環境研究の総合化を阻んできたという実態がある。

このようないわゆる縦割りの弊害を排除するには、これまでの戦略やプログラムを見直し、政府全体としての共通の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、研究開発を推進する仕組みとしての『イニシャティブ』が検討されるべきである。また、適切な

【5】ライフサイエンス

〔life science〕生命現象を化学・物理学などの基礎的な面と、医学・心理学・人文社会科学・農学・工学などの応用面とから、生物学を中心として総合的に研究しようとする学問。生命科学。

【6】ナノテクノロジー

〔nanotechnology〕ナノ（10億分の1）メートルの精度を扱う技術の総称。マイクロマシンなどの加工・計測技術だけでなく、新素材の開発なども含めて指す。

産学官の役割分担と密接な連携のもとで、研究開発や普及を推進することが必要である」。

このような「イニシャティブ」をつくり、統合した体制のもとで研究を進めることにより、以下のような効果が期待できる。

日本政府全体としての取り組みとその方向性に関して、研究者だけでなく、行政担当者や国民の理解を得やすくなる。

研究開発の重複の排除、有機的連携を図ることができる。また、まとまった研究成果をもって環境政策形成に対して、支援ができる。

国際的な取り組みで、日本が主導性を発揮できる。

以上の考え方をもとにして、「環境分野」では、五つの研究イニシャティブを設定し、その中・長期的目標を以下の通り定めた。

(ア) 地球温暖化研究イニシャティブ

気候変動枠組条約の最終的な目標を達成するための継ぎ的意思決定に資する科学的知見および技術的基盤を国際的協調のもとで提供する。

(イ) ゴミゼロ型・資源循環型技術研究イニシャティブ

循環型社会形成推進基本法が目指す循環型社会の姿を実現するために必要な技術を開発するとともに、海外との連携により適切な循環型システムを構築する。

(ウ) 自然共生型流域圏・都市再生技術研究イニシャティブ

主要都市圏における都市圏再生プログラムを10年後までに作成し、それに基づいた国土環境再生計画を立案・作成する。

(エ) 化学物質リスク総合管理技術研究イニシャティブ

10年後（2012年）を目途に、対象化学物質について社会各層のリスクコミュニケーションができるようなリスク評価・管理のための体系を構築する。

(オ) 地球規模水循環変動研究イニシャティブ

予測・評価にかかわる不確実性の低減、最適な対策シナリオや技術レベル並びに適応方策の提示、水循環変動に伴う新たな環境問題の予見と対策技術の整備を行い、アジア地域における最適水管理法を提案する。

4 地球温暖化研究イニシャティブ

基本的認識と取り組みの方法

地球温暖化問題は、気候変動枠組条約に示された目標の達成に向けて国際的・国内的な取り組みを進めていかなければならないものである。

現在、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）【 7】の第4次評価報告書の作成など、国際的な取り組みが行われている。

温暖化の原因やその影響は、社会・経済構造に深くかかわりを持っているため、幅広い分野からの総合的な取り組みが必要である。特に日本の場合、排出する温室効果ガスの約8割がエネルギー使用に起因する二酸化炭素であることから、温暖化対策技術開発の一環として、エネルギー技術開発を行っていくことが必要である。

また、地球温暖化・気候変動、温暖化の影響、温暖化対策は互いに関連していることから、これらに関する研究は有機的に連携させていくことが重要である。

このイニシャティブでは、【図1】に示すように、「人類や地球の生態系に危険を及ぼさないように、大気中の温室効果ガス濃度の増加を抑えるためには、温室効果ガスの排出シナリオを如何に設定する必要があるか？」という核になる「問い」をまず設定した。次に、その「問い」に答えるための鍵となる「問い」を、さらにこれらの「問い」に答えるための鍵となる「問い」、……という形で一連の「問い」を階層的に設定した。

これら一連の階層的「問い」を整理した結果として、

温暖化総合モニタリングプログラム

温暖化将来予測・気候変化研究プログラム

温暖化影響・リスク評価研究プログラム

温暖化抑制政策研究プログラム

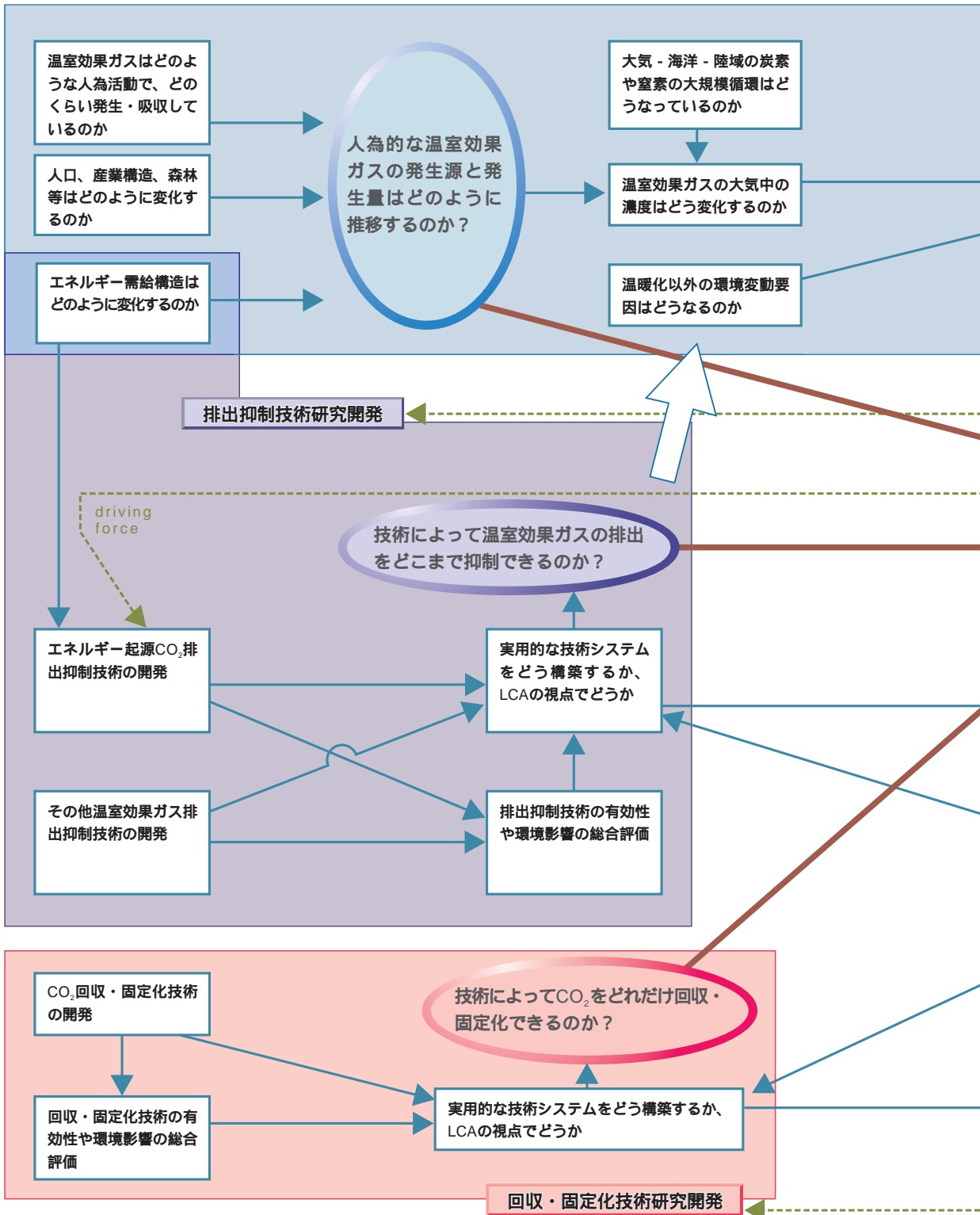
温室効果ガス固定化・隔離技術開発プログラム

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を設定した。各省で実施される個別の研究・開発プロジェクトは、これらのプログラムのいずれかの構成要素となるものである。

巻末に、地球温暖化イニシャティブの全体目標、各プログラムの目標、並びに各プログラムに登録されている各省の施策・研究課題の一覧を示した（資料1）。

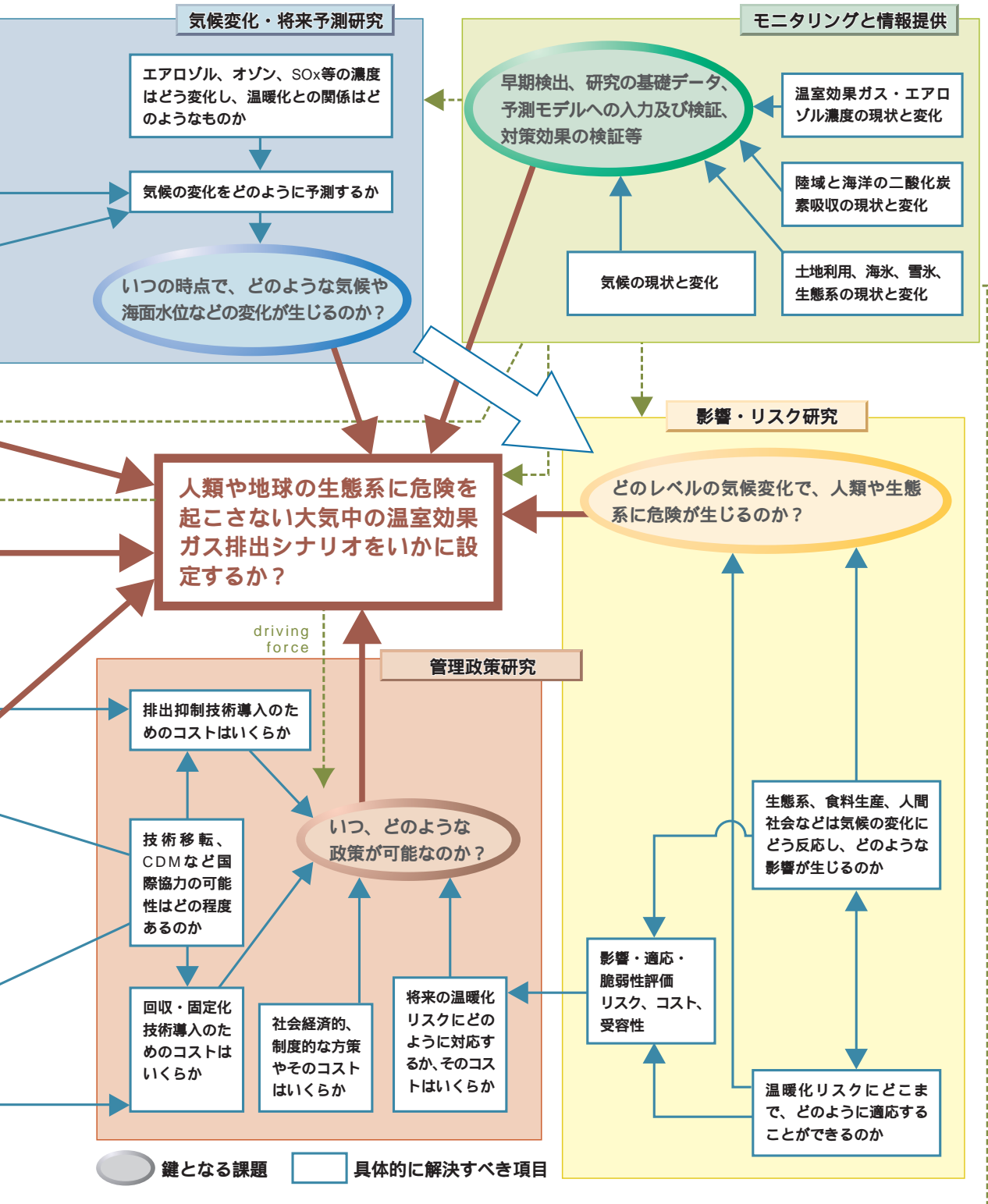
【 7】IPCC

〔Intergovernmental Panel on Climate Change〕気候変動に関する政府間パネル。政府間で地球温暖化問題に関する科学的認識をレビューして評価するために国連環境計画と世界気象機関が1988年に共同で設立した政府代表と専門家が参加する国際機関。



LCA (ライフサイクルアセスメント): 製品や材料等が、その原材料採取から最終的に廃棄処理され、その使命を終えるまでの全生涯における社会や環境に与える影響等をすべて評価する手法

【図1】地球温暖化問題における鍵となる「問い」



【 8】フラックス

ある時間内にある面積を通して輸送される物質やエネルギーなどの量のことで、ここでは炭素あるいはCO₂の輸送量を指している。

温暖化総合モニタリングプログラム

ここでは、アジア太平洋地域を中心としたモニタリング体制およびデータの蓄積と利用・提供ネットワークの構築が、当面の目標となる。

現在、「総務省、文部科学省、経済産業省、国土交通省、農林水産省、環境省」が、「航空機モニタリング、地上モニタリング、衛星モニタリング、海洋モニタリング、陸域フラックス【 8】モニタリング (AsiaFlux)」を実施している。

これらの省・研究機関が取得したモニタリングデータの取りまとめ機関の設定や、アジア太平洋地域を中心とした観測データの品質保証・精度管理の体制拡充などにおいて、今後の一層の取り組みが望まれる。

温暖化将来予測・気候変化研究プログラム

このプログラムの当面の目標は、地球環境の変動機構の解明を進め、温室効果ガスの濃度予測と気候変動予測シミュレーションモデルの精緻化により、温暖化にともなう気候変化予測の高精度化を実現することにある。

ここでは、各省の得意分野を生かした各省独自の、あるいは連携による気候モデルの開発と予測計算の実施が求められる。

温暖化影響・リスク評価研究プログラム

ここでは、総合的な温暖化影響評価の実施と、リスク回避のための適応策の提示が当面の目標となる。上記の二つのプログラムの知見を踏まえつつ、「気候変化の生態系、防災・国土保全、水資源、食料、森林、産業・エネルギー、健康・市民生活」に及ぼす影響について関係各省の共同研究を実施し、脆弱でリスクの高い部門や地域を特定する。さらに、部門あるいは地域ごとの適応可能性の評価を行い、適応戦略および緩和戦略のベストミックス戦略を検討していくことが期待されている。

温暖化抑制政策研究プログラム

当面の目標は、温暖化抑制のための対策シナリオの提示である。さらに、温暖化緩和技術の有効性に関する統一的評価手法の開

発、社会経済動向や対策効果の将来推計とそれに基づく温室効果ガス排出シナリオの構築、気候シナリオに応じた適応策と緩和策のオプションの明確化とその評価手法の開発、国際的合意形成法の確立などが重要な課題である。

温室効果ガス固定化・隔離技術開発プログラム

森林等生態系による吸収の拡大、排ガスなどからの分離・回収・固定化・隔離・再利用技術の開発が課題である。これらの技術開発は、「京都議定書」に定められた第1約束期間（2008年～2012年）中の温室効果ガス排出の削減約束の達成のためのみならず、さらに将来に向けて一層の取り組みが必要とされるものである。

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

省エネルギー、新エネルギーなどによる二酸化炭素などの温室効果ガス削減技術の開発が当面の目標となる。太陽光発電、バイオマスエネルギー【9】、燃料電池などの開発が大きな目玉といえる。

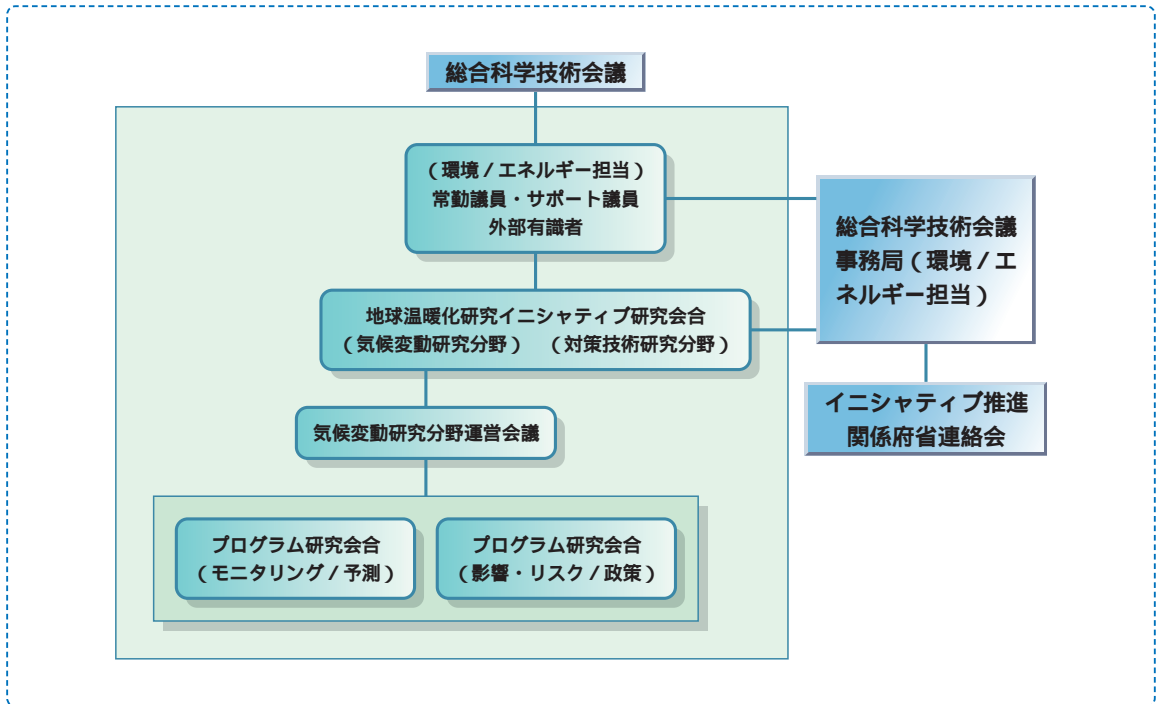
【9】バイオマスエネルギー
生物体を構成する有機物を固体燃料、液体燃料、気体燃料に変化させ利用するエネルギー。太陽エネルギーが植物により変換され生物体に蓄えられたものであり、化石資源とは異なり、再生可能である。

研究推進体制

イニシャティブの構築の議論において、「総合科学技術会議と研究開発現場とのコミュニケーションを密にしたい」「共通の目標のもとにイニシャティブに参集した研究者間の自由闊達な議論を誘起し、それを各省行政担当者が政策へ反映する道筋を構築したい」という二つの要請が出された。

これを実現させるため、【図2】に示すように、イニシャティブ研究会合（関係研究者連絡会）、イニシャティブ推進関係省庁連絡会を置いた。

総合科学技術会議の環境担当常勤議員およびサポート議員は、外部有識者の協力を得て、イニシャティブ研究会合を通して、各省庁の研究実施計画や実施体制、達成目標に対しての進捗状況を把握することにより、イニシャティブ研究の円滑な推進を図る。また、環境分野推進戦略の改訂や、予算・人材等の資源配分の方針策定に際しての参考情報とする。



【図2】イニシャティブ推進体制

具体的には、「イニシャティブ研究会合」では、参加メンバーがプログラム・プロジェクトの実実施計画、取り組み状況、主要な成果などの情報を相互に報告・共有し、六つのプログラムで実施されるそれぞれのプロジェクト間の効果的・効率的連携や、プログラム間連携、主要成果の効果的な発信など、イニシャティブ推進方策について学術的立場での検討を行う。

イニシャティブ研究の効率的推進を図るため、「温暖化総合モニタリング、温暖化将来予測・気候変化研究、温暖化影響・リスク評価研究、温暖化抑制政策研究」の4プログラムをまとめた気候変動研究分野と、「温室効果ガス固定化・隔離技術開発およびエネルギー等人為起源温室効果ガス排出抑制技術開発」の二つのプログラムをまとめた対策技術開発分野に分けて検討を進めている。

特に、気候変動研究分野では、各プログラムの研究推進に必要な、共通する具体的な事項について検討するため、座長と各プログラムの世話人および座長が指名する数名の研究者からなる気候変動研究運営会議が設置されている。

また、モニタリングと将来予測の両プログラムをまとめたプログラム研究会合、および影響・リスクと政策研究のプログラムをまとめたプログラム研究会合がそれぞれ設置され、関係する研究機関の研究者あるいは関係する各省の行政官の間で自由闊達な議論を行い、プロジェクトあるいはプログラム間の効果的・効率的連携を図っている。

そして、それぞれのプログラム研究会合の事務局は、地球フロンティア研究システムおよび国立環境研究所が担当している。

一方、「イニシャティブ推進関係省庁連絡会」では、イニシャティブ推進に関連した行政的サポートおよび行政施策の調整を、各省関連部局の協力を得て行っている。

参考資料

- 「科学技術基本計画」 平成13年3月 閣議決定
- 「科学技術基本計画に基づく分野別推進戦略」 平成13年9月 総合科学技術会議決定

