

- 環境監査（環境責任問題），
- 環境税制（経済的手法），
- 環境教育促進，
- 個人ライフスタイルの抜本的改革，

個別問題：

- 環境権の確立，
- 環境アセスメント法の制定，
- 住民参加の法制化，
- 環境情報の開示，
- 環境基本条例，
- 環境関係法の再編・整備，
- 都市型公害，
- 公害被害者の救済方法，
- 汚染者負担の原則，
- 諸外国環境法との比較研究

21世紀以降における人類の生命・生活の持続性が、今まで以上に人間の知的活動に依存するほかにないとするならば、あらゆる分野の学術を多様に交流させながら、具体性ある施策に連動する課題提起をしていくことが日本学術会議には期待されるだろう。第14期日本学術会議の「勧告」にもとづいて1990年にスタートした日本のIGBP研究の経緯にもみるように、「人間活動」がどのように「地球環境」を変化させつつあるのかについて、より正確な情報を得る努力を続けてきているが、その結果するところはかなり複雑に現象すると予測されている（IGBP中間評価会議、1995年10月、於・北京）。そのように「複雑に変化する地球環境」が、これからの人間活動にどのような影響を及ぼしていくのだろうか？ 本委員会の課題は大きく、重い。

### 3. 日本学術会議における地球環境研究の概要

北 村 貞 太 郎

#### はじめに

地球環境研究に関する今日の国際的研究プロジェクトで中心となるものは、ICSUが提唱した自然科学系のIGBP、ISSCが提唱した人文・社会科学系のHDPおよびWCRPである。このような大規模な国際協同研究は、わが国の場合、日本学術会議がその窓口となって実施されている。

#### 1. 日本学術会議

日本学術会議の構成は、図1に示すとおりである。日本学術会議は、日本の学術政策のあり方、方向性等を審議し、政府への勧告、要望、また一般への対外報告等を出している。重要事項は、年2回（通常4月と10月）開かれる総会で決定される。その他事項は、会長、副会長、部長・副部長および常置委員会委員長で開かれる運営審議会で審議されている。日本学術会議で開催される講演会、シンポジウム、研究会その他の決定は、この運営審議会で行われている。

#### 2. 地球環境研究にかかる研究連絡委員会

日本学術会議の内部における地球環境研究にかかる国際的協同研究への対応組織の母体は、地球環境研究連絡委員会と国際学術協力事業研究連絡委員会である。これらの研究連絡委員会（以下「研連」という）は、いずれも副会長世話担当研連連絡協議会（複合領域研連連絡協議会）に所属している。

国際的地球環境研究については、地球環境研連のIGBP専門委員会とHDP専門委員会で対応している。国際的には、これらがIGBPおよびHDPの各日本委員会（National Committee）となっている。一方、国際的にIGBPに関係の深いWCRPは、国際学術協力事業研連の傘下のWCRP専門委員会が対応している。

日本学術会議は、会員定数（210名）、研連数（180）、研連委員定数（2370名）が定まっているため、これら国際協同研究プロジェクト関連の研連を多数設置したり、研連委員を増加することができない。そのため、研連内に専門委員会を設ける仕組みをもって、専門委員会が、ほぼ研連同等に活動できるようにしている。ところが、各専門委員会にも、下記のIGBP専門委員会のようにさまざまな国際協同研究プロジェクトをもつ場合には、日本学術会議の研連委員定数外で、専門委員会のもとに、さらに小委員会を設けて活動することとなっている。

### 3. IGBP専門委員会

IGBP専門委員会には、IGBPのコアプロジェクトなどに応じて、9つの小委員会が設けられ、日本のIGBP研究活動が推進されている。この小委員会のうちLUCC小委員会については、IGBPとHDP両者の国際協同研究プロジェクトであるので、そのメンバーはIGBPとHDPの双方の関係者で構成されている。

### 4. HDP専門委員会

HDP専門委員会は、第15期にはわずか3名の専門委員会で、その活動はきわめて限られていた。しかし、第16期より定員が8名となったことと、HDP本部の活動体制も整えられたこともあって、第16期より活発な活動が開始された。IGBP専門委員会同様、4つの小委員会をもって運営されている。しかし、HDPの場合には、これら的小委員会が、国際協同研究プロジェクトのコアプロジェクトに対応するというのではなく、日本のHDPとして、独自にその活動方向を定めたものである。

### 5. WCRP専門委員会

本専門委員会も、IGBPおよびHDP専門委員会同様、6つの小委員会が設けられ、それぞれの活動を行っている。WCRPの場合は、今日の地球環境研究にとって不可欠であるところから、国際的にもIGBPと密接な関係をもって活動するようになってきている。

#### おわりに－日本学術会議の役割－

上述したように、わが国の地球環境研究の体制は、第16期になって一段と活発になってきたといえる。日本学術会議がこうした大規模な国際的研究プロジェクトへ対応する場合には、これら多くの委員会に、さまざまな省庁における地球環境関係の研究者に参加していただき、委員会が多くの省庁間の研究連絡機構をもっていることは喜ばしいことである。

そのうえ、第16期から地球環境研連が生まれ、IGBPとHDPという二大プロジェクト間の連携をとりながら、一体的に地球環境研究がとりあげられるようになった。このことは、国際的にも地球環境研究がIGBPとHDPとの連携を重視されるようになってきたことも考えると、まことに時宜を得たことといえる。

とはいって、一昨年（1994年）7月に地球環境研連が生まれてから約1年は、新体制づくりで時間がかかり、ようやく昨秋あたりから活動が活性化してきた。そ

のうえ、本年2月の毎年行っている日本学術会議のIGBPシンポジウム「地球環境問題への官・産・学の協力－IGBPとHDPを中心として－」では、HDPも視界に入ったうえで、官・産・学の研究協力体制が論じられることとなったことは、きわめて良いことであると思う。かくて、日本における地球環境研究も、方向性がはつきりしてきた。関係諸賢のいっそうの活動をお願いするところである。

## II 地球環境研究の国際的枠組み

### 1. 地球環境研究計画・機関間の相互関係

西 岡 秀 三

はじめに

「地球環境研究」として多くの研究プログラムが組まれ、種々の学問領域 (discipline) や研究分野からの研究者がこれに参加し、さらに内外の機関がこれを主導したり、スポンサーしたり、研究の支援を行っている（図1）。本特集号にも、アルファベットで3～5文字の略語を主とする業界用語 (jargon) が入り乱れ、ただでさえわかりにくいこの世界をますます理解困難にしている。そこで、いくらかでも交通整理の意味で、地球環境研究がどのような体制で遂行されているかの見取り図を書いてみる。

#### 1. 地球環境研究の関連分野

図2は、時空間スケール軸におとした地球環境関連事象の関係である。もちろん細かくいえば、事象がもっと重なり合った図となろう。それぞれの現象におおむね重なるように、学問体系あるいは学会（例：気象物理学）と担当行政（例：気象庁）がどの国でもほぼ共通に対応している。「環境」は自然と人間活動の接点であるから、ちょうど真ん中あたりが環境研究の中心である。一つの事象で「環境」が代表されるわけではないし、どの事象も環境に関連なしとはいえない。惑星学からも景気循環論からも環境は論じられるが、そうはいってもおのずから「環境」との関係に遠近強弱があるのは当然である。

#### 2. 政府系機関と非政府機関

次に、政府系機関の活動と非政府機関（おもにAcademic Society—研究者の団体）の活動を明解に分ける必要がある（図3）。政府系機関とは、各國政府の省庁（例：文部省、科学技術庁、環境庁）と国際機関（例：WMO、UNEP、UNESCO）の研究担当部署であり、それぞれの使命と政策にあわせて研究のフレームを独自に構築し（例：日本の地球環境研究総合推進計画、米国地球変動研究計画、WMOの世界気候研究計画、UNESCOのMABなど），国ごとに予算を計上したり、国連環境基金（GEF）のような国際環境基金の枠取りをする。政府機関の研究フレーム作成にさいしては、Academic Society側が作成した研究計画を参照することが多い。実際

の研究予算配分はそれらの研究に関連するものを優先させることもあるが、政府系機関独自の研究計画につけることが多い。

一方 Academic Society 側では、国際学術連合会議（ICSU）や国際社会科学委員会（ISSC）のような、環境だけでなくすべての Academic Society の大元締め機関があり、そのもとで科学的見地から時期に応じた総合研究プログラム（例：1957/58年の地球観測年、1990年からの IGBPなど）を提唱する。さらに具体的にこれを研究計画（例：IGBPのもとに作られているコアプロジェクト）におとし、研究者を糾合してチームワークで研究をすすめようとする。こちら側はとくに金があるわけではなく、政府系機関に向かって

て計画された研究の重要さを訴えて、参加する個々の研究者がそれぞれに政府系機関から予算をとって、その研究資金を背負ってきて研究に参加することを期待するのである。地球環境問題は、一人の優秀な研究者の統一理論で解決するものではないから、こうしたプログラムづくりと国際協力は不可欠な過程である。大元締めの機関は、研究計画がうまく推進しているかをチェックするために、ときどき評価委員会をアドホックに組織して、研究評価報告書をまとめる。

研究者集団のほうで個別の研究推進だけでなく、研究能力の向上や情報の共同化など、研究インフラストラクチャーの整備を考えたネットワークをつくるべきであるとして考えられたのが、たとえば START のような横断的計画である。とくにここでは、地球環境研究のもつ（途上国を主体とした）地域の研究能力強化（capacity building）と地域（例：アジア、米州などの大きさ）内・地域間協力（intra/inter regional cooperation）の必要性を反映している。これと対応して、政府側も地域研究協力の必要性を認めて、地域研究ネットワーク（例：IAI/APN/ENRICH）をつくり、途上国応援の予算をこれに向けて当てている。

政府機関のほうでは、世界全体で資金が重複することなく効率的に使われているかを見るために、各 government が集まって、「地球変動研究に関する資金供給機関国際グループ（IGFA）」を組織して、国際研究計画の進行状況と各国の資金配分に関して情報交換をしている。

### 3. 個々の研究者の動き

こうした上部構造のもとで、研究者個人個人が、研究計画を独自にそれぞれの政府に提案し、政府からの資金を得て研究を行っている（例：各省庁研究所の研究、科研費研究）。この場合、政府機関や国立大学に属している研究者も、基本的には非政府機関側の研究者集団にいると考えられる。ある人の研究は、国際研

究計画の一端にはまりこむものであるし、ある研究者の研究はそれとはかかわりなく行われる。政府はAcademic Societyの作成した研究計画を尊重して、これにあてはまる研究に資金を優先的に出すようにはしているが、国の研究計画と一对一に対応するものではけっしてない。一部の研究者のグループが政府の資金で行ってきた研究を、あらたに国際共同研究として位置づけることもあるし、国際機関からの資金を得るために研究計画のプロポーザルもつくられる。

#### 4. 研究と政策のやりとり

地球環境研究は、純粋に学問的興味だけでなされる研究とは異なり、研究成果が国際環境政策にただちに反映される。研究者側はともあれ、政府側は少なくとも政策を支援する成果を期待している。この背景のもとで、研究資金の投下のほうは、上記のようにスポンサーである政府あるいは国際機関とAcademic Society間の綱引きや交渉で決まる。研究成果のほうは、国際環境政策を念頭において、各国政府間で設置する政府間パネルでなされる「研究の現状評価報告」を通じて政策に反映される。オゾン層、気候変動（IPCC）、生物多様性についての政府間パネル報告書などがその成果の反映の機会であり、このパネルは、研究を政策に反映させる機能と政策からみた研究の評価機能をもっている。もちろん研究成果の多くは、かならずしも中短期の政策には役だたなくとも、学問的価値は十分あろうが、地球環境研究の一つの性格として、政策への反映に意味があることには留意されねばならない。

### III I G B P

#### 1. IGBPの国際的動向

角 皆 静 男

##### 1. IGBPの創設

IGBP(International Geosphere-Biosphere Programme: A Study of Global Change, 地球圏－生物圏国際協同研究: 地球変化の研究)は、1957～58年に行われたIGY(国際地球観測年)の25周年記念集会に端を発している。このとき、「地球物理学者たちによって行われたIGYは、ハワイのマウナロアにおける大気中二酸化炭素の連続測定を始めるなど、その後の地球変化の研究を大きく進展させた。しかし、これから地球の問題は、生物圏を抜きにしては考えられない。大きな研究課題は、生物科学と非生物科学との間にあるのではないか」との発言があり、その課題を検討することになった。目標を「数十年先から100年先の地球を予測する」ことにおいた。といっても、これに関連する課題は無数にあるので、そのなかからもっとも重要と考えられるものを選び、それらを順に片づけ、不確かさの幅を小さくしようとするものである。3年間にわたって研究者たちは検討を続け、その重要性を訴え、そしてついに1986年9月にスイスのベルンで開かれたICSUの総会でIGBPの実施が決議された。そしてICSUはSpecial Committee(特別委員会)をつくり、実行計画を精力的に練った。とくに議長のJ. J. McCarthyと事務局長のT. Rosswallの努力は並大抵ではなかった(科学的な面は当然のことながら、研究者が集まるための旅費や事務局の運営費などの工面もしなければならなかつた)。この委員会には、副議長としては現在はIPCCの議長であるB. Bolinが、委員としてはノーベル化学賞を授与されたP. J. Crutzenなどが加わっていた。日本からの委員としては根本敬久がいた。1988年には詳細な実行計画書が印刷され、1990年に実行段階に入るとともにSpecial CommitteeはScientific Committee(科学委員会、SC-IGBP)となった。

日本では、最初は、1984年の準備会に出席した服部明彦が中心になって、文部省の科学研究費補助金による検討がすすめられたが、ICSUの決議のあとは、日本学術会議において大島康行座長のもとで、日本政府へのIGBPの実施に関する勧告案をつくった。この勧告書は、1990年に日本学術会議会長より総理大臣に手渡された。その内容は、国際的動きと連動するようになっていたが、日本独自の計画もあって、最初から世界のIGBP研究の一端を共同で遂行するという意識は希薄で

あつた。さらに、この勧告を受け、文部省は学術審議会のもとに地球環境部会をつくり、日本のIGBPと称するものをつくったが、他省庁はIGBPという名称さえ用いなかつた。この間にあって、SC委員の根本敬久は、作業部会に日本人研究者を送り込み、世界と日本の距離を縮めようとはかつたが、1990年に亡くなり、その後指名（日本が代表を送るのではなく、国際機関が任命する）された角皆静男（1992年より副議長）も努力したが、状況は変わらなかつた。なお、1995年には小池勲夫がSC委員に指名されており、角皆は同年末に退任した。

地球環境にかかわる世界の国際協同研究としては、IGBPのほかにWCRPとHDPがある。前者は、比較的時間スケールが短い物理的現象を、後者は、社会科学がかかわる問題を取り扱う。この三者がともに進展することが必須であるが、WCRPに比べてIGBPは、広範な領域（別項にあるように、重要で、研究成果を上げる見込みのあるコアプロジェクトをたて、これを攻めるやり方をとる）にわたるので、研究者の数の割にはその進歩がめだたないといううらみがある。また、つぎつぎと新しい問題が生じ、ゴールが遠のくということもある。しかし、複雑な地球を扱うとき、IGBPがとりあげた問題点を解決、解明しておかなければなりませんが、100年程度先の地球を予測することは不可能であろう。

## 2. コアプロジェクトの進展

IGBPが最初の5年を終え、次の5年計画をたてたとき、ICSUはIGBPの評価を行つた。全般的にはよくやっているという評価であったが、個々にはいろいろな問題点が指摘された。これをふまえて、次の5年が進展することになろうが、ここでは現在の状況を紹介しておきたい。

最初にスタートしたコアプロジェクトは、海洋関係のJGOFSと大気関係のIGACであった。これらはすでにICSU内の別組織で検討されていたので、ただちに実行に移され、多大な成果を上げることができた。次に、IGBPが実行段階に入ったときに計画が詰められていた、陸の生態系がおもに関係するGCTE、水循環の生物的側面をとりあげるBAHC、古環境を扱うPAGESがある。これらに関連する研究成果はめざましいものがあるが、IGBPとしての成果はいまやっと評価の対象となるところである。そして、実行段階に入ろうとしているのが、海と陸の境を扱うLOICZであり、実行計画が練られているのが、農学や社会科学とも関連するLUCCである。最後に、その実施が決まったばかりのものが、海の生態系を扱うGLOBEC (Global Ocean Ecosystems Dynamics) である。まだ検討段階にあるのが、海の表層を扱うGOEzs (Global Ocean Euphotic Zone Study) である（これは、たぶん名称を変え、

JGOFsの終わったあとに実行されることになろう)。

IGBPには、研究を実施するコアプロジェクトのほか、データと情報に関するDIS, 発展途上国に目を向けたSTART(これはWCRP, HDPとも協同)がある。さらに、規模は小さいが、得られたデータを集めてモデリングを行うGAIMがある。

### 3. 運営費と研究費の問題

1995年末現在で、世界の74カ国に国内委員会があり、IGBPはおもにその拠出金で運営されている。年間2億円にみたない運営費を国連の分担金割合で集めているが、その額に達しない筆頭は日本である。当然、各研究者の研究費は、それぞれが自分の国から得ることになっている。また、現状では、各コアプロジェクトの運営費の大部分も、それぞれのコアプロジェクトが集めなければならない。国内委員会とSCをつなぐのがSAC(Scientific Advisory Council)であり、その第4回が1995年北京で開かれた。さらに、IGFA(International Group of Funding Agencies for Global Change Research)があって、各国政府が地球変化の研究に予算を割くようとりしきるとともに、研究者側にも注文をつけている。

IGBPでもっとも重視するのは、ほかのプロジェクトと同様、プライオリティである。IGBPが考え、立案し、実施したことで、多大の成果を上げなければならぬ。したがって、IGBPの実施にいたるまでの過程はきわめてきびしいし、できあがった計画書はきわめて詳しい。このIGBPが企画したカテゴリー1の研究(2は国内レベル、3は個人レベル)に、政府は黙って研究費を与えて間違いはないと思ふ(もちろん、研究者への配分はしかるべき機関が厳正にやる)、米国などはそうしている。ところが、日本では、IGBPは欧米が企画したものであり、これに参加する日本人研究者には独創性がないとみる。そして、日本独自のIGBPをやれといい、各省庁は、ほかでやっていないテーマを血眼になって探し、一研究者の思いつきにも多額の研究費を出す。その結果、世界のIGBP(カテゴリー1)における日本の貢献はほとんどない。はたしてこれでよいのだろうか。地球環境の研究は、実験室などで一人でもできる研究と違い、眞の国際協力を必要とする場合が多いし、そうしなければレベルの高い研究はできない。研究者側もこの点は考えてほしいと思う(IGBPの副議長としては、逆に日本が加わるときの障壁の大きさを世界に訴えてきた)。

## 2. 日本におけるIGBP研究の概要

樋 根 勇

### はじめに

日本学術会議が1994年7月から第16期に入り、私が日本IGBP国内委員会（日本学術会議の正式名称は地球環境研究連絡委員会IGBP専門委員会）の委員長を正式に引き継いだのは、同年9月30日であった。国際的には、IGBPは1990年に10年計画としてスタートしたので、1994年は前期5年の最終年にあたる。そのため、1995年10月23～27日に北京で開催されるSAC (Scientific Advisory Council) -IV (IGBPのための第4回科学諮問委員会) で、IGBPの中間評価が行われる予定になっていた。評価は各コアプロジェクトのほか、国別の活動についても行われることで、この評価に応えるための報告書を大急ぎでとりまとめるのが、私の最初の仕事になった。

### 1. これまでの成果

平成7年（1995年）1月26～27日に行われた「IGBP国内シンポジウム」のための和文報告書、『日本のIGBP研究の現状と将来（第4回）－日本のIGBP研究成果の中間取りまとめ－報告書』（日本学術会議、1995、217pp.）は、この評価のための英文報告書の日本語版として作成されたものである。少し遅れて英文報告書『An Interim Report of IGBP Activities in Japan 1990-1994』（Science Council of Japan, 1995, 265pp.）が印刷され、評価委員をはじめとする各国の関係者へ送付された。現在のところ、日本のIGBP研究の成果の全体像を知ることのできる最良の出版物は、これら2冊の報告書であろうと思われる所以、参考までに和文報告書の目次を以下に引用する。なお日本のIGBP研究は、国内組織がうまく機能していると、SAC-IVで高い評価を受けた。

#### 〈IGBPの経緯と成果〉

IGBP研究の現状と今後の問題…樋根 勇

IGBPの国際的動き…角皆静男

#### 〈各コアプロジェクトごとの報告〉

IGAC（地球大気化学国際協同研究計画）－大気微量成分の地球規模変動と生物圏との物質交換

…秋元 肇

共同地球規模海洋フラックス研究（JGOFS）

…半田暢彦

オーシャンフラックスー地球圏・生物圏におけるその役割…半田暢彦

海水中の炭素循環メカニズムの調査研究 (NOPACCS) – 1994…原田 晃

縁辺海の物質循環機構の解明に関する国際共同研究 (MASFLEX) …井関和夫

浅海水域における生物生産と物質循環…半田暢彦

「海岸・沿岸域における陸域海域の相互利用」研究計画について…米倉伸之

わが国におけるGCTE研究の現状と将来…広瀬忠樹

CO<sub>2</sub>濃度上昇にともなう気候変化がモンスーンアジアの陸上生態系に及ぼす影響

…太田俊二・大島康行

サイズ構造モデルを用いたさまざまなレベルの植生機能の解明と動態予測…甲山

隆司

地球変化と葉のフェノロジー…菊沢喜八郎

水循環の生物的側面 (BAHC) …樋根 勇

SAHCの成果…樋根 勇・枝川尚資・中川清隆

TABLEの成果…杉田倫明・桧山哲哉・久保田明博

CREQの成果—チベット高原の水循環における雪氷の役割の研究

…大畠哲夫・上田 豊

古地球環境研究 (PAGES) の活動の概要…松本英二

土地利用変化と地球環境 (LUCC) …北村貞太郎

環境変化のモニタリング, IGBP-DIS

…土屋 清・田中佐・祖父江真一・才野俊郎・徳野正巳・原沢英夫・中山裕側  
衛星データを利用した亜寒帯植生の長期モニタリング…栗屋善雄・餅田治之・田  
中伸彦

日本におけるIGBP/GAIM研究の活動状況

…及川武久

解析, 研究及び研修システム (START) について

…竹本和彦

## 2. 課題と今後の予定

上記の報告書は、日本のナショナル・レポートとして作成されたものであるか  
ら、本来ならわが国のIGBP研究のすべてを含んでいるべきである。しかし時間的  
な制約から、実際にはその内容は、大学等で行われた研究を中心にまとめられて  
おり、IGBP関連の他省庁の研究はごく一部しか収録されていない。

IGBP専門委員会は16名で構成されており、すべてのコアプロジェクト等について、責任者が指名されている。これらの責任者を中心として、同専門委員会のなかに、すべてのコアプロジェクト等の小委員会が組織されている。小委員会の委員数には制限がなく、必要に応じて増員できる。これらの小委員会を有効に利用することにより、わが国のすべてのIGBP研究の成果を集大成し、国内はもとより、英文で世界へ発信していくことが今後の課題となっている。

そのための第一歩として、日本学術会議主催の平成7年度IGBP国内シンポジウムは「地球環境問題への官・産・学の協力—IGBPとHDPを中心としてー」と題して、平成8年2月5日に開催した。また日本学術会議では、毎年IGBPに関する国際シンポジウムを国内で開催しており、すでに1993年に早稲田大学でGCTE、1994年に北海道大学でJGOFS、1995年に名古屋大学でPAGES関連のシンポジウムが開催された。1996年11月4～7日には京都の平安会館で「BAHC-LUCCジョイント・シンポジウム」が開催される予定になっている。

おわりに

IGBPは「A Study of Global Change」との副題をもつ。地球変化に関する国際協同研究にはIGBP以外にもWCRPやHDP等がある。IGBPの研究については、これまで「IGBPの名で研究費をとり、自分で勝手な研究をしている」とか「IGBPで決めた研究以外はIGBP研究ではない」とか、国内外でいろいろな批判があった。しかしSAC-IVにおける評価委員会の結論の最初は、「The IGBP is a well conducted and outstanding scientific Programme」であった。SAC-IVで、主催者の一人がこんなことを言った。「地球変化の研究は、IGBP、WCRP、HDP等で行われているが、それらの科学的成果は、最終的には、安定的な食糧供給、水資源の量と質の確保、人間の健康の三つに役立つものでなくてはならない。もう美の追求のためだけの研究費の要求は認められない（No more funds for beauty）」。こんな発言をしたら、一昔前なら学問の自由をおかす者と糾弾されたであろう。それほど地球環境問題は深刻である。わが国の研究者も例外ではありえない。

### 3. 地球大気化学国際協同研究計画 (I G A C)

秋元 肇

#### はじめに

近年人びとの大きな関心事となっている地球環境変動は、自然状態では生物圏と平衡を保ちつつ地質学的な時間スケールでゆっくりと変化してきた地球大気の組成が、人間活動によりかつて地球が経験したことのない速さで変化しつつあることによって引き起こされている。地球大気は化学的に複雑な動的システムであり、海洋や陸上の生物圏との間の物質交換過程が、その地球規模変動に大きな役割を果たしている。人間活動の影響は、二酸化炭素、メタン、亜酸化窒素、クロロフルオロカーボン等の地球規模での増加として、すでにはっきりと現われている。これら長寿命の大気微量成分はすべて赤外活性であり、それらの増加は地球上の放射平衡を乱し、地球温暖化・気候変動の直接の原因となっている。

一方、人間活動による一酸化炭素、揮発性有機化合物、窒素酸化物、二酸化硫黄など、大気中で反応性に富んだ短寿命の物質の放出は、対流圏でのオゾン・過酸化水素などの酸化性物質、および硝酸・硫酸などの酸性物質の増加原因となり、陸上生態系に対して大きな損傷を与えつつある。

また、人間活動による対流圏上層のオゾン増加が、温室効果によって地球温暖化を促進する一方、硫酸エアロゾルの増加が太陽光を遮蔽することによって、地域的に温暖化を抑制する役割を演ずる可能性があるなど、これら短寿命物質は、最近気候変動の面からも注目されている。

大気微量成分の濃度は地表面、海洋等との間の物理的・生物化学的な交換過程、大気中の化学反応過程、輸送過程などによってコントロールされている。よく知られているように、陸上植物による呼吸と光合成は、大気中の二酸化炭素の最大のソース・シンクである。生物圏は、他の大気微量成分に対しても重要な役割を果たしている。メタンや亜酸化窒素の自然起源・人為起源放出のほとんどは、土壤バクテリアによる生成からのものである。一酸化炭素も、メタンや植物起源の炭化水素類の大気中での酸化反応によって生成され、生物圏との結びつきが深い。塩化メチル、臭化メチル、プロモホルム、ジメチルサルファイド、硫化カルボニルなど有機ハロゲン化合物、有機硫黄化合物の多くもまた生物起源である。一方、対流圏大気中の光化学反応は、OHラジカルをはじめとする多くの反応活性種を生成し、対流圏でのオゾン生成を制御しているが、その前駆体の多くは生物起源である。逆に、メタンをはじめとする自然起源・人為起源のほとんどすべて

の反応性微量気体の大気中寿命はOHラジカルとの反応によって制御されている。

IGBPのコアプロジェクトの一つであるIGAC (International Global Atmospheric Chemistry Project) の目的は、こうした大気微量成分の大気化学的、生物化学的过程を明らかにし、現在起こっている大気組成の変動を理解し、将来起こるであろう変動の予測を行うことがある。大気組成変動に対する人間活動の影響を明らかにするためには、生物圏をふくむ自然過程における大気微量成分の物質循環過程を正確に把握しなければならない。地球大気の変動原因となっている人間活動には、エネルギー消費、食糧生産など、人類の生存と文明のあり方に直結する問題がふくまれており、これらの問題に対し、どのような政策をとるべきかに関する科学的データを提供することもまたIGACの大きな目的である。

#### 4. 国際共同海洋フラックス研究計画 (JGOFs)

半田 輝彦

##### はじめに

人間活動によって発生する二酸化炭素は、地球をとりまく大気温を上昇させ、いわゆる地球温暖化物質の主要なもの一つである。その発生量は、年々増加しているが、その60%は大気に残留し、大気中の二酸化炭素濃度の上昇を引き起こしている。しかし、残りの40%に相当する二酸化炭素は、海洋あるいは陸上植生が受け皿としての候補にあげられているが、それらの量的関係については不明のままである。このため、国際海洋研究特別委員会 (SCOR) は、1987年開催の同委員会において、JGOFs (Joint Global Ocean Flux Study) の研究の開始を宣言した。これが、IGBP科学委員会の認めるところとなり、1990～1999年の10年計画で、国際共同研究として実施することとなった。

JGOFsの研究目的は、第一に海洋を対象にして炭素およびそれに関連する親生物元素のフラックスを制御する諸過程を地球規模のスケールで明らかにすること、第二に気候変動に関連して、人間活動の活発化による地球環境の変動に対する海洋物質循環の応答と地球規模で予測する能力を開発することである。

地球表層における熱の貯蔵や南北輸送に対して、海洋がどのような役割を演じているのかを明らかにするため、世界気候研究計画 (WCRP) が設置され、この実行計画の一つとして熱帯域大気－海洋相互作用 (TOGA) や世界海洋循環計画 (WOC) 等が立案され、研究成果を上げてきた。SCORは、気候変動に対する海洋の影響を評価するため、海洋の二酸化炭素分布を調査することを計画し、JGOFsとWOCの協力のもとに、これを実施することとした。このさい、とくに注目することは、海洋の炭素物質の全量とともに、二酸化炭素分圧の時間的、空間的変動の実態を把握することと、これらの結果をもとに大気－海洋間での二酸化炭素動態の全球的モデルを構築することである。これによって、人間活動によって増えつつある二酸化炭素発生量のうち、行方不明の二酸化炭素量の受け皿としての海洋の役割について、的確な評価が期待される。

JGOFsの推進にあたっては、国際共同研究と国内研究あるいは地域規模の研究とに大別される。全体的には、国際的組織であるJGOFs運営委員会が企画、実施についての調整、情報交換の場となっている。

国際共同研究としては、1) 北大西洋ブルーム研究 (JGOFsパイロット研究)、2) 赤道大西洋プロセス研究、3) アラビア海沿岸プロセス研究、4) 南大洋プロ

ロセス研究、5) 北大西洋プロセス研究が計画立案され、順次実行されている。このほかに、大陸棚域を中心とした沿岸域の研究が各国で実施されている。この方面的研究は、沿岸域では人間活動の影響が強いこともある、物質循環系が活性化に駆動している。また、関係する研究者人口も多いことから、研究はかなりの進歩をみせている。

わが国が直接関係した国際共同研究は、赤道太平洋プロセス研究で、1990～1992年を中心に観測研究が実施された。この間に11ヵ所の海域で、赤道をはさむ南北縦断観測研究が実施され、とくに東部赤道域では年間を通じた観測が実施された。わが国は、とくに赤道域の西半分を中心に研究し、東部赤道域での物質循環系と対比できる研究成果を得ている。たとえば、海洋表面付近での海水中の二酸化炭素分圧は、大気中の二酸化炭素が放出していることが明らかにされた。この傾向は、赤道域の東部から西部に向けて減少していることなどがわかり、地球表面付近での二酸化炭素動態に対する赤道域のかかわりを理解することが可能となつた。これらの結果から、とくに二酸化炭素の吸収域であると予想される北部太平洋研究の重要性が指摘されるにいたつた。現在、わが国では各省庁による北部北太平洋亜寒帯循環域における海洋構造と二酸化炭素動態に関する研究が立案され、その実施が待たれている。

## 5. 海岸・沿岸域における陸域海域の相互作用 (LOICZ)

米倉 伸之

### はじめに

IGBPのコアプロジェクトLOICZ (Land-Ocean Interactions in the Coastal Zone) は1993年から発足した。海岸・沿岸域 (Coastal Zone) は、海岸に面する海岸低地から大陸棚外縁までの陸域と海域を含む帯状の地帯と定義される。

海岸・沿岸域自体が、陸域と海域の境界領域として固有な領域であり、陸域・海域・大気圏における諸変動の相互作用の場として、地球表層のなかで重要な役割をはたしている。本プロジェクトでは、海岸・沿岸域のこのような重要性に着目して、この地域における環境変動のプロセスとメカニズムを調べ、陸域海域の相互作用を解明することを目的としている。

1993年5月に、第1回国際研究集会がアメリカ合衆国ノースカロライナで開催され、コアプロジェクトオフィスがオランダ海洋研究所内に設立され、科学常置委員会 (Science Steering Committee) が活動を開始した。1994年に実行計画案 (Implementation Plan) が立案され、1995年4月に第2回国際研究集会がフィリピン国フィリピン大学海洋研究所で開催された。

海岸・沿岸域における陸域海域の相互作用を解明し、地球規模の炭素循環を含む物質循環と環境変動に対する海岸・沿岸域の役割を明らかにするために、以下の四つの研究領域と多数の研究課題が提案されている。

研究領域1：海岸でのフラックスに対する外的条件または境界条件の変化の影響

研究領域2：陸海境界域におけるダイナミクスと地球環境変動

研究領域3：炭素フラックスと微量気体の放出

研究領域4：海岸システムに対する地球環境変動の経済的・社会的な影響

日本学術会議では、地球環境研究連絡委員会が第16期に設立され、1994年9月29日の会議で、同研連IGBP専門委員会のもとにLOICZ小委員会を設立することが了承された。1994年度文部省科学研究費補助金（総合研究B）により日本における研究計画を検討し、1995年1月20～21日に「海岸・沿岸域研究を考える－IGBP・LOICZ研究計画シンポジウム」を実施し、1995年3月に研究成果報告書を刊行した。

LOICZ研究計画に関連した個別の研究は進められているが、日本では、予算的に裏づけされた国際的・地域的な具体的な研究活動はまだ始まっていない。今後、以下のような研究領域と研究課題に関連した国内研究と国際共同研究を実施するために、従来の個別の研究分野を横断するかたちで、学際的な研究体制を整える

ことが緊急の課題である。

研究領域A：海岸・沿岸域における物質フラックス

1. 海岸・沿岸域におけるフラックスと物質収支
2. 海岸・沿岸域における生物活動と物質循環
3. 海岸・沿岸域システムでの微量気体の動態解明
4. 陸域・海岸・沿岸域・外洋域システムのモデル化

研究領域B：生態的海岸地形と海水準変動

1. 生態的海岸地形の形成過程と動態解析
2. 生態的海岸地形の海水準変動に対する応答の復元と予測

研究領域C：環境変動と海岸システム

1. 陸域・海域の間の土砂および物質輸送の定量的研究
2. 環境変動と海岸システムの相互作用の研究
3. 海岸・沿岸域の管理・保全の科学的基礎研究

## 6. 地球変化と陸域生態系 (G C T E)

廣瀬 忠樹

### はじめに

GCTE (Global Change and Terrestrial Ecosystems) は、気候・大気組成・土地利用の変化が農林業をふくめた陸域生態系に及ぼす影響を予測すること、および陸域生態系の変化が大気と気候システムにフィードバックする機構を明らかにすることを目的にしている。Operational Planは1992年に出版された (IGBP Report21)。全体は四つのfocusに、それぞれのfocusは複数のactivityに分けられている。

Focus 1 ; 生態系の生理学 (CO<sub>2</sub>上昇の影響、生物地球化学的循環における変化、植生の変化が水とエネルギーのフラックスに及ぼす影響、統合的研究) , Focus 2 ; 生態系の構造の変化 (パッチスケールの動態、パッチから地域規模のモデル、元素循環と気候へのフィードバックに対する地域から地球規模の植生変化モデル) , Focus 3 ; 農林業への地球変化のインパクト (主要農業生物への地球変化の影響、病害虫と雑草の変化、土壤への地球変化の影響、複合農業システムに関する統合的実験およびモデル化) , Focus 4 ; 地球変化と生物学的複雑性 (生態学的複雑性が生態系機能に及ぼす影響、景観複雑性が生態系機能に及ぼす影響、地球変化が生態系の複雑性に及ぼす複合的効果、生態学的複雑性の変化の意味)。

このうちFocus 4 の研究計画はまとめられたばかりで、近々出版されることになっている。

1990年の日本学術会議勧告によるわが国のIGBP計画案では、GCTEに直接関係する研究領域は次の3領域にまたがっている。研究領域III（陸上生態系への気候変化の影響）の研究課題1－5、研究領域IV（気圏・水圏・陸圏と生物圏の相互作用を考慮したモデリング）の研究課題3、研究領域VII（地球環境と人間活動の相互作用）の研究課題2。

GCTEに関連する研究は、環境庁・科学技術庁・農林水産省・文部省などで独自に推進されている。多くはGCTE Operational Planだけでなく、学術会議勧告の計画案もふまえておらず、GCTE研究としての国際的な評価は高いとはいえない。GCTE研究はSSC (Scientific Steering Committee, 研究運営委員会) により三つのカテゴリーに分けられている。(1) Core Research (GCTEの目的にかない、大規模かつ統合的で国際的視野にたった研究) (2) Regional/National Research (GCTEの目的にそっているが、地域的・国内規模の研究) (3) Relevant Research