

環境研究の発展と環境学分野の創成(前編)

「環境科学」研究の創世記

著者:鈴木基之

東京大学名誉教授(生産技術研究所)、放送大学客員教授、東京工業大学監事
中央環境審議会会長

略歴:元国際連合大学副学長、環境に関する重点領域研究、特定領域研究の代表を務め、環境問題、持続可能な社会の実現に向けた政策の提言を行う。

「創世の書」第一章に見られるように、神は初めに天と地を創られたが、地はととのわず、底知れぬふちを闇が覆っていた。ここに「**אֵת הָאֵלֹהִים** (Let there be light)」の言葉と共に光が作り出され、昼と夜とが分けられた。屋根が作られ、水はその上とその下に分けられ、この屋根は天と呼ばれた。天の下の水がひとところに集められ、乾いた陸が現れ、これを地と呼び、水の集まりが海となった。陸上に青草、種を作る草、実を結ぶ果樹などの植物生態系が造られることとなる。太陽と月が生まれ、海には水生動物が作り出され、空には飛ぶ鳥、地には様々な野の獣、家畜、地に這うものが造られた。最後に神の姿を模って人間が造られた。「全ての生き物をこれにかざらせよう」という言葉によって、人間はこの生き物全てを「管理」するものとして位置付けられたのである。

生めよ、ふえよ、地に満ちよ、の言葉に従って、いま地球上の人類は、地球の持つ生態系が提供できるサービスの大きさを超えるところまで増殖し、これが環境問題の根本原因である。

筆者が本稿の依頼を受けたのは、「環境科学」という、いまでは何の不自然さもなく受け入れられている学問分野が、その発生において、まさに創世記に示されるように、混沌とした状況から形をなしていく過程を記することにある。その過程において、偉大で、多才な先達の方々の創世に向けたご苦労の上に、光が生まれ、形がつくられる諸々の段階は、決してスムーズなものとは言えないものであったかも知れぬが、文部省(当時)の科学研究費補助金(以下、科研費)の当時「特別研究」(1977~1987)という枠組みが大きな求心力の役割を果たし、多様な専門分野の統合を図る上で大きな力となった。

1. 混沌の時代

環境問題は、公害問題という新たな形の被害と共に発生した。わが国は、狭隘な国土の中で高密度な人間活動を営んでおり、1950年代から始まった急激な経済成長は、50年代半ばから4大産業公害(水俣病、イタイイタイ病、四日市ぜんそく、第二水俣病)を顕在化させた。身の回りでは河川などの水質汚濁、大気汚染、

健康被害、生活環境の悪化などが日常化した。1967年に公害対策基本法が制定され、70年の公害国会を経て、71年に環境庁が設置されたとはいえ、環境問題解決に向け、どのような体系をもつ学問が必要となるかについては、多くの分野の研究者にとって模索の段階であった。科研費においては、64年以来「大気汚染、水質汚濁」という特定研究が設定されていたが、個別の防止技術開発的な研究がそれぞれに行われたに過ぎなかった。つまり、個々の研究者にとっては、公害問題をそれぞれの固有分野の中でどのように対象とするかという視点が中心であった。

70年代には「特定研究」という共同プロジェクト的な研究を推進する枠組みを用い、表1に示す課題が次々と取り上げられた。

表1 1970年代の科学研究費補助金特定研究による環境関連テーマ

- ◇人間の生存に関わる自然環境に関する基礎的研究(1971-76)
- ◇環境汚染の検知と制御(1972-77)
- ◇微生物による環境浄化(1974-76)
- ◇環境保全のための化学反応制御(1974-77)
- ◇海洋環境保全の基礎的研究(1975-77)
- ◇自動車の排気浄化に関する基礎的研究(1976-78)

これらは既存の研究者集団が、個別のテーマに、多くは3年間程度注力するという形で、いくつかの成果は生んだものの、人間活動と環境の間に生じている諸問題を学術の体系として構築し、継続的に生じてくる課題に対して、どう体系的に対応していくかという視点には欠けざるを得なかった。

一方において、国際的には1964年から国際科学連合(ICSU)による国際生物圏計画(IBP)が始まり、それを受ける形でわが国では特定研究「生物圏の動態」が行われ、次第に人間活動と環境の間の関係性に関する意識が高まりつつあった。

2.そこに光あれ

当時の学術審議会において建議された「環境科学研究の推進について」(1978年2月)は、今後の「環境科学」に関する学術領域の創成をどのような形で推進すべきか、国として如何なる研究体制を構築すべきかなどを検討することが国家的な緊急課題であると指摘している。

この時期は、環境問題のもつ総合科学的な性格と、対象とする分野の広がりに応じて、その解決のためには、質的にも新たな科学を構築することが必要との認識が生まれていた。とはいっても当時の大学における研究体制としては、大学、学部、学科、講座などの組織間の壁が厚く、研究者相互の交流、協力が困難で、相互の情報交流を行う適切な組織や場が少なく、研究者が別の専門分野の知識と技術を修得する場が少なかった。さらには環境科学研究を本格的に行うには、設備、研究費が不十分であること、環境科学の研究について必要となる基本的あるいは最新の知識と技術を教育訓練する場がなく、情報の収集、蓄積、利用のための体系的機関がないこと、国際交流の組織や場もなく、そのための資金が少ないことなどが問題点として指摘されている。

新たな環境科学の研究・教育体制を構築することを想定すると、まず考えられるのは、環境科学を背負うべき学科、専攻などの創設を行うという発想で、事実、いくつかの大学においてこの時期に「環境」を冠する専攻が生まれている。しかし、当時、種々の議論があったようではあるが、最終的に「姿なき研究所」という考え方が生まれ、これを科研費の枠組の中に「特別研究」というカテゴリーを作るにより助成するというものとなった。

環境科学特別研究は、1977年からスタートし、その組織構成としては、総合班の下に5つの研究領域(環境の動態、環境変化が人間に及ぼす影響、防除技術と制度、環境理念と保全手法、環

境情報システム)を置くこととなった。この過程では、環境科学に関する当面の研究課題を整理し、全体として構造化をする努力から始まり、いろいろな課題の位置づけを明確にし、同時に環境科学の研究推進体制として、各領域がそれぞれいくつかの「計画研究」(3年時限)とそれを補完する「公募研究」により構成される形とした。新たな「計画研究」を既存の学問領域を超えて、どのように設定し、どのような具体的な実行計画を立てるかを議論するために、サロニックな「検討班」が総合班の下に設置された。ここでは新たな課題に対応して自由でかつ濃密な議論を重ね、1~2年の後に、いわばフィージビリティスタディの結果として計画班の設定計画が準備され、総括班主導の下に具体的な組織、実行計画が定められる仕組みをとった。検討班は、結果的に常時15班以上が活動することとなっていたが、新たな計画設定を目的とする検討班と同時に、UNESCOの「人間と生物圏(MAB)」計画への対応、あるいは、各領域の将来像の総合的な検討、さらには領域共通の課題の検討等も検討対象となった。この検討班体制が既存の学問領域を超えて環境科学の体系構築を具現化する上で大きな働きをしたと言える。

3.形あるものの創造

このように、多様な生き立ちや文化をもった研究者が、一つの目標を目指して進んでいく上での、総合班の役割は極めて大きく、この総合班を中心として運営委員会が機能した。毎年、多様な分野を代表する20名位の方により構成され、特別研究の代表を務めた衛生動物学の佐々学(初代)、化学分析学の武藤義一(二代)、界面化学の高橋浩(三代)、金属資源学の増子昇(四代)の各教授(写真1)が、多様な構成を持つ大型組織をキッチリとまとめていく求心力の機能を果たすこととなった。



写真1 左から環境科学特別研究の歴代代表:佐々学・国立研所長(当時、以下同じ)、武藤義一・東大生研教授、高橋浩・東大生研教授、増子昇・東大生研教授

3. 科研費から生まれたもの

表2 歴代の運営委員会(4代表の下の構成)

1977年

◎佐々学(国立公害研)
有馬啓(東大・農)
稲田献一(阪大・社研)
吉良竜夫(阪市大・理)
近藤宗平(阪大・医)
榎木義一(京大・工)
杉二郎*(JSPS)
高井康雄(東大・農)
寺尾満(東大・工)
内藤正明(国立公害研)
中山和彦(筑波大)
平尾収(自在研究所)
古川 淳二(京大・工)
不破敬一郎(東大・理)
堀部純男(東大・海洋研)
水科篤郎(京大・工)
門司正三(東大・農)
山本義一(宮城教育大)
和田秀徳(東大・農)
文部省研究助成課長

1979年

◎武藤義一(東大・生研)
佐々学
稲田献一
鎌田仁(東大・工)
吉良竜夫
近藤宗平
齊藤平蔵(東大・工)
三枝武夫(京大・工)
榎木義一
高井康雄
高橋浩(東大・生研)
田中信行(東北大・理)
手塚晃(埼玉大・政策)
中馬一郎(阪大・医)
内藤正明
中山和彦
平尾収
不破敬一郎
堀部純男(東大・海洋研)
水科篤郎
蓑田泰治
門司正三
山本義一
和田秀徳

1982年

◎高橋浩
武藤義一
佐々学
稲田献一
江上信雄(東大・理)
鎌田仁(山形大・工)
岸保勲三郎
吉良竜夫
桐栄良三(京大・工)
齊藤平蔵(東大・工)
三枝武夫(京大・工)
高井康雄
武部啓(京大・放生研)
田中信行
中馬一郎
手塚晃
豊田弘道
内藤正明
不破敬一郎
堀部純男
増子昇(東大・生研)
蓑田泰治
門司正三

1984年

◎増子昇
江上信雄
浅井富雄(東大・海洋研)
鎌田仁
川上秀光
佐伯敏郎(東大・理)
鈴木基之(東大・生研)
曾我直弘(京大・工)
高井康雄
武部啓
中馬一郎
堤利夫(京大・農)
手塚晃
桐栄良三
豊田弘道
二瓶好正(東大・生研)
服部明彦(東大・海洋研)
不破敬一郎
丸山芳治(東大・農)
水池敦(名大・工)
蓑田泰治
森島昭夫(名大・法)

◎は代表、*は評価委員としての参加、(所属)記載のない委員は継続委員

このような形がスムーズに機能するようになるには、かなりの年月が必要であった。まず、学問分野がいたずらに細分化され、それぞれ固有の価値観を持った方々が、限らない広さと深さを持った環境科学の創成に挑むということは、簡単ではない。文理融合とか、学際交流とかの耳触りの良い言葉は意味がなく、そこに関わる人々の生き様そのものが問われるのである。時には個々の所属する領域の持つ問題から派生する主張であったり、感性の衝突や擦れ違いであったり、運営委員の間においても、むき出しで真摯なぶつかり合いがあって驚かされるようなこともあったが、むしろ、そこで生まれた衝突や摩擦エネルギーが熱源となって、新たな価値観を持つ分野の形成に大きく寄与することとなった。また、文部省との協働作業も重要であり、文部省の研究助成課長として当初から運営委員会に参加された手塚晃氏は、その後埼玉大学教授となられ、理念班を主導されることとなった。表2にはそれぞれの代表の下での運営委員を務められた方々のリストを示した。10年間の特別研究の期間において、46名の方が運営委員を経験された。

重要なのは、強力なリーダーと運営委員をはじめ、献身的な働きをする人々の存在であり、そこで多くの関係者が集結するための求心力となるもの、それは環境科学特別研究の場合には、研究

費の運用を含め、プログラムの推進において納得を持たせる「格調の高さ」であった。

本特別研究は、当初は年限を設定せずにスタートしたものであったが、1981年に学術審議会の科研費分科会企画部会は、審査を行い、特別研究(環境科学、自然災害)は、「それぞれの目標を絞り、7年の年限を設定すべし」という報告が出された。「環境科学」においては、徐々に広範多岐にわたる研究者の間での連携、相互理解とともに認識の浄化が図られつつあったときでもあり、報告の趣旨を図りかねるものもあったが、年限後の新たなスタートをも考慮に入れ、運営委員会における討議の末、運営の改善策がまとめられている。

本特別研究の参加研究者は、各年850名を超えるものであり、その内訳は1982年の例を示すと文(26名)、法(18名)、経(19名)、理(295名)、工(433名)、農(185名)、医(155名)、薬(16名)、教養(5名)という分布である。テーマ設定により若干の変化はあるものの、全体的な班員の分布はこのようなものであり、多様な領域間の文化の差異をお互いに理解できるようになり、楽しめるようになるには相当の時間を要した。環境科学特別研究は、10年の期間中の総計参加者として3000名を超えるものとなった。これは環境科学を育てていく上での大変な資産となった。これらの

人のつながりを支える事務局はかなり緻密かつ膨大な労力を要し、第二代以降の代表が東大生産技術研究所教授であられたことから、同所応用化学系に強力な事務局が置かれていた。広報関連では、むしろインターネット時代ではなく、総合班からの研究広

報も班員に向けて定期的な出版され、各研究班からの研究報告書も10年の期間で348冊に及ぶこととなった。初期の報告書(写真2)も手書きのものなどがあり、なかなか趣があるものである。これらの報告書、研究広報は製本の上、東大生研図書室において閲覧に供している(写真3)。



写真2
初期の研究報告の一例

4.後編に向けて

10年間の本特別研究は、このように、多数の研究者と関係者のつながりを生んだことが、最も大きな成果であろう。この特別研究が終結したのち、再び、それぞれの研究者が固有の分野に戻り、研究者の結集により生じた「環境問題解決に情熱的に取り組む文化」が散逸してしまうのではないかとすることが大きな心配であった。この種の研究に関しては、それぞれの研究単位における自律分散型の研究態様と、総合的・統合的な視野からの研究者への強い要請との間のある種の緊張関係が重要となる。この後者の視点をどのように構築すべきかという点で、果たして「学会」がその機能を果たせるかなど、種々の模索がはじめられることとなる。その意味で、特別研究の終了は、科研費がきわめて有効に果たした「新たな文化の形成における求心力の役割」を自ら捨てたという一面もあり、研究推進施策策定の難しさを示すものとなったことを考えなくてはならないであろう。



写真3
東大生産技術研究所に保管されている環境科学特別研究報告書と研究広報

「環境学」が分科から分野へ

著者: **藤江幸一**

横浜国立大学大学院環境情報研究院 教授

(独)日本学術振興会 学術システム研究センター 総合・複合新領域専門調査班主任研究員

略歴: 豊橋技術科学大学教授を経て2007年に横浜国立大学大学院教授に就任。持続可能な未来社会のための環境技術・システムの研究に取り組む。09~10年度、日本水環境学会会長。

1.3分科10細目構成の環境学分野

すでに文部科学省や日本学術振興会をはじめ関連の学術団体等から広報されているように、科学研究費助成事業(以下、科研費)は、平成25年度公募分から10年ごとの大幅な分科・細目等の改正が行われる。この中で、従来の「環境学分科」は3分科、10細目から構成される「環境学分野」として大幅に拡充されること決定されている(表1参照)。新たな環境学分野は環境動態に加えて、ヒトの健康や環境への影響の解析と評価等を包括する環境解析学、環境負荷低減や適正処理・汚染修復、環境リスク

制御などを対象とする環境保全学、そして自然共生や持続可能社会の実現にむけた文理融合による研究を推進する環境創成学の3分科によって構成されている。加えて、多岐にわたる多様な環境研究の課題に対して、応募しやすい分科・細目と細目の特徴づけるキーワードの設定がなされたと判断している。

環境研究を担う研究者の基盤分野がそれぞれ異なることに配慮し、かつ環境の解析から保全、創生に至る広い領域をカバーすることによって、それぞれの分野から多くの研究者が集結・連携し、明確な目的のもとで社会に貢献できる環境研究が積極的に推進されることを期待したい。

3. 科研費から生まれたもの

表1 平成25年度公募から適用される環境学分野の分科・細目表

分科	細目	分割	主なキーワード
環境解析学	環境動態解析		環境変動、物質循環、環境計測、環境モデル、環境情報、地球温暖化、地球規模水循環変動
	放射線・化学物質影響科学	A	環境放射線(能)、防護、基礎過程、線量測定・評価、損傷、応答、修復、感受性、生物影響
		B	トキシコロジー、人体有害物質、微量化学物質汚染評価、内分泌かく乱物質
	環境影響評価		陸圏・水圏・大気圏影響評価、生態系影響評価、影響評価手法、健康影響評価
環境保全学	環境技術・環境負荷低減		排水・排ガス・廃棄物等発生抑制、適正処理・処分、環境負荷低減、クローズド化
	環境モデリング・保全修復技術		環境負荷解析、汚染調査と評価、汚染除去・修復技術、汚染質動態とモデリング
	環境材料・リサイクル		循環再生材料設計・生産、3R、有価物回収、分離精製・高純度化、適性処理・処分
	環境リスク制御・評価		汚染質評価、モニタリング、移動・拡散・蓄積、環境基準、生活環境・健康項目、排出基準
環境創成学	自然共生システム		生物多様性、生態系サービス、生態リスク、生態系影響解析、生態系管理・保全
	持続可能システム		物質循環システム、低炭素社会、再生可能エネルギー、バイオマス利活用、都市・地域環境創生
	環境政策・環境社会システム		環境理念、環境正義、環境経済、環境法、環境情報、環境地理情報、環境教育

参照1) 文部科学省 (http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/gijyutu/gijyutu4/toushin/1320054.htm)

参照2) (独)日本学術振興会 (http://www.jps.go.jp/j-grantsinaid/02_koubou/saimoku.html)

2. 環境研究の体系化と分科・細目設定の経緯

急激な産業・経済発展の過程で、大量に発生する排水、排ガス、廃棄物は、環境・生態系にとどまらず、人の健康にまで深刻な被害をもたらす公害問題を引き起こしてきた。被害の実態把握や排水や排ガスに対する個別のend-of-pipe的対応のための研究が開始されたが、やがて本特集の『「環境科学」研究の創世記』（鈴木基之氏）に紹介されているように、科研費による環境科学特別研究（昭和52～62年度）、重点領域研究「人間-環境系の変化と制御」（昭和62～平成5年度）および「人間-地球系」（平成5～9年度）などを通して、広範多岐にわたる分野の研究者が結集・連携し、社会ニーズを発展的に体系化しながら学問分野としての環境科学の立体像を浮かび上がらせてきた。

環境科学に係る研究の活発化とそれを支援する必要性が増大したことから平成5年度の公募分から科研費の「複合領域」部に「環境動態解析」、「環境影響評価（含放射線生物学）」および「環境保全」の3細目からなる「環境科学」分科が新設された。さらに平成15年度公募分から複合新領域の分科「環境学」として環境動態解析、環境影響評価・環境政策、放射線・化学物質影響科学、環境技術・環境材料の4細目構成に変更され平成24年度分までの公募が行われてきた。

平成25年度公募分からの分科細目設定に当たっては、以下の点に留意した。環境研究は人社系、生物系、理工系の全てと密接に関連しており、適切なキーワードの設定によって、各系の細目との重複を避けるとともに、各系から応募がしやすい配慮が行われたと判断している。類似した細目間の整理や統合によって、全体として細目数が増加することを抑制している。例えば持続可能社会に係る研究に不可欠な「リサイクル工学」については、細目

「金属・資源生産工学」にキーワードとしてリサイクル・循環・再利用・変換を追加してリサイクルに係る基礎研究の推進を図る一方で、環境学分野に「環境材料・リサイクル」を設けて技術的研究の推進を図るとともに、「持続可能システム」細目においてもキーワードとして物質循環システムを設定している。このように、資源リサイクルのための材料に関する基礎研究から資源循環システムの構築やその評価に至る広い範囲をカバーできる細目およびキーワードの設定がなされている。

3. 環境研究の新たな展開を目指して

健全な資源循環を基盤とし、資源・エネルギーの消費と環境負荷を削減しながら人間活動に必要な機能を過不足なく提供できる持続可能社会の実現が求められている。この社会ニーズを踏まえ、自然との共生および持続可能社会の実現に向けた環境研究の新展開を推進することを目指して環境学の分科として「環境創成学」が設定されている。あるべき未来の社会像を提示しつつ、一方で環境の解析や保全等に係る研究の成果を踏まえて、人間活動と環境の間に生じている諸問題の解決に向けた研究から数多くの成果が得られることを期待したい。排水・排ガスの処理は、水環境・大気環境の保全には不可欠であるが、大量のエネルギー消費をもたらすなど、環境問題にはTrade-offの関係が多い。基礎的研究は、一層の細分化が進む傾向に見えるが、環境研究には事象間の多様な連関性を把握するなどの俯瞰的視点が不可欠である。多様な専門分野の研究者による連携やぶつかり合いを通して、新しい研究の手法や分野が開拓され、研究の新たな展開とその成果によって一層の社会貢献につながることを期待したい。（後編は次号に掲載します。）