

して使用することに原爆開発に関わった科学者の一部は反対したが、トルーマン大統領は使用に踏み切った。

シラード等一部の物理学者は、原子爆弾が人類の滅亡への道を開いたことに危機感をいだき、1945年原子爆弾の完成を前にしてシカゴで会議を開き、原子爆弾の国際管理の必要性を説く報告書（フランク報告）を作成して政府に提出した。しかし、その後の冷戦激化の中でこの提言は入れられなかった。オッペンハイマー等の水爆開発反対の主張も入れられず、オッペンハイマーはスパイの容疑を受けたことがきっかけとなって、公職から追放されるに至るのである。

1954年の水爆の完成とビキニ環礁における実験、それによる日本漁船の被曝は世界に大きな衝撃を与え、原水爆反対の世論が高まった。哲学者ラッセルは、次に世界戦争が起こるなら、それは確実に人類の滅亡につながるとして、アインシュタインとともに戦争の廃絶を訴える宣言を発表した。これに応じて翌年開かれたのがバグウォッシュ会議である。さらに、1962年には湯川、朝永等の呼びかけによって、第一回科学者京都会議が開かれている。

これらの運動において、科学者が特に核兵器、平和の問題に責任があると考えられたのは、第一には科学者が核兵器の出現に直接、間接に関わったことに基づいている。湯川の核力の理論（中間子論）が直接核兵器を生んだのではない。しかし、原子核物理学の発展の中で核分裂の発見があったことは紛れもない事実である。もしもハーン等の核分裂の発見が核兵器の出現に対して責任があるとするならば、その責任は原子核の研究者全体、ひいては物理学者、科学者が連帯して負わねばならないものであろう。

とくにアインシュタインの場合、彼が署名したルーズベルト大統領あての手紙が核兵器開発のきっかけとなったことに深い罪の意識を感じていたと考えられる。直接核兵器開発に携わったオッペンハイマー等の場合はさらに複雑なものがあっただろう。

もう一つの視点は、核兵器の危険を最もよく理解しているのは物理学者、科学者であるから、彼らにはそのことを正しく市民に伝える責任がある、とするものである。第三回バグウォッシュ会議の声明は次のように述べている。

「科学者は彼らの専門的知識のゆえに、科学上の諸発見から生ずる危険と望みに早く気がつくよう十分な用意ができています。このため彼らは、私たちの時代のもっとも切実な諸問題について、特別な資質と特別な責任をもっている。」

原子爆弾が完成する前後、核兵器がいかなるものであるかを知っていたのはその開発に関わった科学者たちのみであった。フランク報告によって核兵器の国際管理を提言した科学者たちはその責任を自覚していた。広島と長崎、そしてビキニ環礁における水爆実験を経たとき、核兵器の脅威は事実によって明らかであり、もはや科学者の警告は不要となったかに見える。しかし、米国のスミソニアン博物館における原爆展の中止、インドとパキスタンによる核実験等を見ると、核兵器をめぐる状況はそのような楽観を許さないのが現実である。

第三の視点は、科学には本来国境がなく、科学者には国際的な協力の習慣が身についている、国際的な対立の中では科学者こそ対立緩和の先頭に立たなければならない、とするものである。ラッセル・アインシュタイン宣言が世界の科学者に、あらゆる体制を超え人類の一員として戦争の廃絶のために集まろうと呼びかけたとき、希望を託したのは科学者

のもつ国際性であった。しかし、その呼びかけに応じて始められたバグウォッシュ会議は回を重ね、規模を拡大するに従って次第に変質していった。出席者がそれぞれの国益を代表するようになったのである。出席した湯川の報告にもそのような状況へのいらだちの色が見えている。体制化した科学には厳然として国境があった。それが現実だったのである。

核兵器の出現とともに始まった科学者の運動の最大の意義は、科学者の役割は真理の探究であり、その成果がどのように利用されようとそれは政治の問題であって、科学者が責任をもつべきことではない、とする考えを否定し、「科学者の社会的責任」の問題を提起したことであった。科学者の運動については、その限界も含め歴史的評価がなされなければならない。

## 2. 科学者と軍事研究

第二次大戦中、とくに米国において核兵器やレーダーを初めとする軍事技術の発達に果たした科学者の役割はきわめて大きいものであった。戦争終結後も冷戦体制の下、科学者の動員体制も継続されることになる。米国においては、直接的な軍事研究だけでなく基礎研究に対しても、研究費の大きな部分が軍事費から支出されて、研究が軍の統制下に置かれるという異常な体制が長く続くのである。

戦時下の科学者の戦争協力はわが国においてもこれと異なるものではなかった。学術会議の前身である学術研究会議に1945年に置かれていた特別委員会は、熱帯医学、地下資源開発、航空燃料、国民総武装兵器、磁気兵器、電波兵器、現代支那等であり、戦争協力一色であった。1941年から45年にかけて全国の各大学には多くの研究所が設置されたが、その多くは超短波研究所（1943年、北大）等の軍事研究に直結する工学系の研究所、もしくは航空医学研究所（1943年、名大）、東亜経済研究所（1942年、東京商大）、南方科学研究所（1945年、東大）等の軍事研究あるいは占領政策に関わるものであった。ここにも大学が組織として戦争協力に突き進んだ状況を見ることができる。

学術会議は、1949年1月に開催された第1回総会において声明を発表し、「これまでわが国の科学者がとりきたった態度について深く反省し」、わが国の平和的復興と人類の福祉増進のために貢献することを誓った。また、1980年第19回総会で採択した「科学者憲章」では、第1項目で「自己の研究の意義と目的を自覚し、人類の福祉と世界の平和に貢献する」と述べている。学術会議は戦時下における科学者の態度を反省し、今後戦争への協力をしてはならない、と誓ったのである。

軍事研究拒否は日本物理学会において一つの具体的な運動となった。1966年9月、わが国で開催された半導体国際会議に米軍から資金が提供されていたことが、後に新聞報道によって明らかにされた。これに対して、その責任を追求する声が会員からあがり、1967年に開催された臨時総会において次の決議が採択された。

「日本物理学会は今後内外を問わず、一切の軍隊からの援助、その他の一切の協力関係を持たない。」

その後、物理学会はこの決議に基づいて、物理学会が主催する会議（国際会議を含む）、物理学会の刊行する学術雑誌への軍資金による研究の発表を拒否することとなった。このことは、とくに国際会議の場合、大きな問題を生じさせることになった。基礎科学の分野

においても軍の資金を受けることが常態化していた米国の物理学者の研究発表が阻害されることになったのである。実際には、それらの研究論文が軍への謝辞の削除を条件に受理されることがしばしば行われている。

この決議にはその後さまざまな批判が寄せられた。それは、たとえ資金が軍から出ていようと、研究の内容が軍事研究でなければよい、あるいは米国等において軍の資金が広く基礎研究に出されている現状では、この決議は国際的な学术交流を妨げるものだ、などの点であった。確かに、わが国で開催される国際会議を組織する立場にあった物理学者たちにとって、この決議が重荷であったことは事実である。また異なる立場からの批判として、核兵器の例でも見られるように、科学には常に軍事的に利用される可能性があるのであり、基礎研究と軍事研究とを区別するのは原理的に不可能である、軍資金の問題も論文から謝辞を削除するなどの姑息な便法で現実をおおいかくすのはむしろ有害である、とするものであった。

これらの批判はそれぞれに本質的な問題を指摘していたといえる。しかし、日本の物理学者がこの決議によってなしくずし的に軍事研究に取り込まれることを拒否したこと、またそれによって米国における、基礎研究が資金的に軍の統制下に置かれている状況が決して正常なものではないと主張したことの意義を忘れてはならない。

この決議は長く、物理学会が主催する講演会のプログラムの第1ページに掲載されていたが、1997年からは削除されている。削除に当たって物理学会の中で再度決議の意義について議論されたが、統一した評価がなされたわけではない。この決議に関しては今後も議論し続けなければならない問題が残されている。

### 3. 唐木順三の批判と朝永振一郎の自省

以上述べてきた科学者の運動の中で、科学者の社会的責任として主張されてきたことは次の二点である。

1. 科学は人類の福祉に役立てられるべきである。科学者は軍事研究に参加してはならない。
2. 科学は基礎研究であっても常に悪用の危険にさらされている。科学者は科学の悪用に反対しなければならない。

これらの主張の根底には、科学それ自身には善悪の差はないとする考え方がある。この点に疑問を投げたのは、哲学者唐木順三であった。

唐木は、遺著「科学者の社会的責任」についての覚え書（1980年）において、ラッセル・アインシュタイン宣言からバグウォッシュ会議、科学者京都会議に至る科学者の運動について深く思索し、「宣言」の精神がその後の運動において変質していると指摘した。唐木は「宣言」が「私たちは、人類として、人類にむかってうったえる—あなたがたの人間性に心をとどめ、そして他のことはわすれよ、と」と述べていることに注目し、この「宣言」に署名した科学者たちは科学者としての立場を離れて、人類の一員として発言している、とした。これに対して、第1回バグウォッシュ会議の声明は、科学の自由な発展を是認しつつその成果の悪用には反対するという二元論に立っているとして、その態度の矛盾を指摘している。そして、「今度生まれ変わったら、科学者にならないで、行商人か鉛管工になりたい」というアインシュタインの晩年の言葉を引き、アインシュタインに

は核兵器を生んだ物理学の研究を行ってきたことへの深い罪の意識があったと述べている。

唐木はこの未完の「覚え書」の最後に、まさに覚え書的にこの問題に対する湯川と朝永の態度を比べ、朝永には科学それ自身への深い自省があったとしている。唐木が取り上げているのは、朝永振一郎のこれも遺著となった「物理学とは何だろうか（下）」（1979年）に収録された講演「科学と文明」（1976年）の記録である。朝永はこの講演で「科学ははたして人間のためになるものであろうか」という疑問に正面から向き合っている。

朝永はゲーテの「ファウスト」の例を引きながら、近代科学を生んだヨーロッパ文明の伝統の中でも、科学のもつ原罪に目が向けられていたとし、さらに次のように述べている。知識が罪であるというのは、実は知識の悪用がなされるからであって、知識そのものが罪ということではない—と言う考え方もあろう。しかし、現在の世界は科学が自然の解釈、認識だけの段階に止まっていられない状況にある。その中では、悪用の危険のある科学自体のあり方に目を向けなければならない。20世紀における現代物理学の特徴は普遍性の追究であった。それは物理的世界だけでなく、化学や生物学の一部までもおおうきわめて広いものとなった。その普遍性の追究は、実験によって自然を変え、実験室の中に自然にはない異常な現象を実現することによってなされてきた。このような現代物理学の性格自体が悪用の危険を孕んでいた。科学はこれとは異なる、日常的な自然そのものを対象とする道に戻るべきではないか。これが朝永の述べたことである。

#### 4. 現代の問題

朝永の提起した問題は、現代物理学と核兵器に限るものではない。同じ問題として、化学が作り出したさまざまな合成化学物質による環境汚染がある。核兵器を作り出したのは国家の論理であったが、環境汚染の背後にあるものは企業の論理である。いま核拡散は最小限に止まっているが、化学物質は広く地球上に拡散してしまい、その除去は不可能に近い。この状況も科学が自然を作り変えようとして、その「成果」として生じたものである。

核兵器と合成化学物質は、いずれも人類の将来にとってきわめて重大な脅威となっているが、それらは私たちにいわば外側から迫るものである。これに対して、近年の遺伝子工学の進歩は人間の存在を内側から危うくしている。ここでも、遺伝子操作技術という、まさに自然を作り変える研究がその根元にある。

朝永の念頭にあったのは物理学の将来であった。普遍性の追究を続ける物理学は次第に大型の実験装置を必要とし、それはいつか大きさと費用の点で限界に達するだろう。そのとき、物理学は日常的な自然を対象とする道に戻らざるを得ないことになる。朝永はそのように考えていたと思われる。

化学や分子生物学は高エネルギー物理学と違って、ビッグサイエンスではない。自然の作り変えは狭い実験室の小さな装置の中で行われる。作り変えは生活の便宜や病気の治療などの人類の福祉を目指しているのもであって、初めから人類の脅威となることを意図しているのではない。しかも、その背後にあるものは、ある意味では国家よりも強力な企業の論理である。科学が体制化されたこの時代に、科学はほんとうに日常的な自然を対象とする謙虚な道に戻りうるのだろうか。私は唐木の根元的な科学批判と朝永の深い自省の意義

を認めつつも、科学はすでに後戻りの効かない地点まで来てしまっていることも認めざるを得ない。

核兵器から遺伝子工学まで、それが人類にもたらす脅威はすでに科学者が責任を負うる範囲をはるかに超えている。もはや科学自身の自己変革にまつ余裕はない。まず、科学は市民社会に対して開かれなければならない。そして、科学者と市民の協力により、両者の合意に基づくなんらかの外的な規制が定められる必要がある。古くは学術会議が論議した原子力研究3原則がそれであり、物理学会における軍事研究拒否の運動はその一つの試みであった。現在、遺伝子工学やクローン技術について論じられているものもそれである。そして、その中においても、科学者の社会的責任の問題はつねに、くり返し問われ続けられなければならないと思う。

## 学術の社会的役割と教育

長岡洋介

教育の問題は、16期では後継者養成の問題として、今期は環境問題と関連する視点から特別委員会の課題に取り上げられ、検討された。問題は種々の側面をもち、この小論においてそれを全面的に論じることはできない。ここでは、本委員会の課題である「学術の社会的役割」の中における教育の問題の位置づけ、という観点から若干の問題点について述べたいと思う。

学術の社会的役割には次の三つの側面がある。

- (1) 「技術」の基礎として
- (2) 「社会に対して行動規範の根拠を提供する」
- (3) 「文化としての学術」

(1)の「技術」には自然科学を基礎とした狭い意味での技術に限らず、社会科学が政策決定に寄与する場合等も含める。(2)はもちろん、本委員会の出発点となった今期活動方針の一つである。(3)は16期の特別委員会で取り上げられた課題であるが、その委員会は報告をまとめるに至っていない。「文化」とは何か、の理解に隔たりがあったことが報告のとりまとめを不可能にした、と審議経過報告は述べている。確かに、技術を含む人間活動の全体を文化と見なすならば、「文化としての学術」という課題は学術のすべてを意味しており、課題としての意味を失うだろう。しかし、ここでは漠然と(1)、(2)の面を除く学術の役割と理解しておきたい。

もちろん、これらの側面は相互に深く関連しており、明確に分離することは不可能であろう。例えば、ITER（国際熱核融合実験炉）計画について。実際にITER計画を進め、熱核融合を将来エネルギー源として役立てようとする研究は、まさに(1)に属する役割である。しかし、このビッグ・プロジェクトを国として取り上げるかどうかの政策決定には市民の判断が必要であり、その判断を求めるには、市民に対して計画の内容が負の側面をも含めて明らかにされていなければならない。研究者には研究の推進とともに、まさに「社会に対して行動規範の根拠を提供する」責務が負わされている。しかし、いわゆる「エネルギー問題」は、将来予想されるエネルギーの不足を核融合のような新しいエネルギー源の開発により補うことによって解決するものであるのかどうか。本質的な解決は、人間の止まることを知らぬエネルギー消費の増大をそのままにしてはあり得ないのではないのか。このような観点に立つなら、ITER計画に対する判断は文明のあり方じたいに関わるものにならざるを得ない。そのとき、「行動規範の根拠」を提供するものは、人文科学も含むいわば「文化としての学術」全体であろう。

学術がこのような社会的役割を果たそうとするとき、直接その責任を負うものは学術の研究に携わる研究者である。ここに「学術の社会的役割」の中における教育の問題がある。

(1)では単に「技術」の基礎となる学術の研究を進めるだけでなく、その技術を担う技術者の養成もなされなければならない。これが今日、大学教育の大きな部分をしめるもの

になっている。

しかし、(2)、(3)も含む学術の役割を考えると、教育のなすべきことはそれに止まらないだろう。上で述べたITER計画の場合、市民の判断を得るにはまず核融合について正しく理解する市民の存在が前提となろう。この点について、日本の市民社会はいま危機的な状況にあることが指摘されている(風間章子「国際比較から見た日本の「知的営み」の危機」、大学の物理教育 1998-2号)。それによると、市民の科学技術に対する関心の度合いが日本は先進14カ国中最下位にあるという(OECDの調査報告 1997)。この報告は、これまで日本においては高い教育水準が科学技術の先進性を支えてきたとされていたが、このことがすでに過去の神話と化したことを示している。

何がこのような状況を作り出したのであろうか。一つには学校教育の問題が関わっているに違いない。高校教育の目的が大学受験になり、大学教育が就職が目的の専門家教育となっていること。学校教育が判断力、批判力をもつ市民を育てていないことに責任の一端があることは否定できない。しかし、同時に学術じたいにもまた責任があるのだと思う。根本的には、極度に専門化、細分化した学術が学界の内部に閉ざされていることである。だが、このような学術の現状は世界的なものであるし、学術の発展の中である程度避けえないものでもあろう。その中でとくに日本の市民社会が危機的な状況にあるとすれば、日本の研究者の責任と言わねばならない。なすべきことは、閉じた学界の中から市民社会に向けて発信し続けること、そのことによって市民に判断力、批判力を養う場を提供することである。ここに広い意味での「教育」の問題がある。

市民社会へ向けての発信には、具体的に言えば啓蒙的な書物や論文の執筆や市民むけの講座や講演が含まれよう。研究者のこのような活動は研究者の重要な役割の一つとして評価されなければならない。しかし、それは一方的な情報の提供に止まるべきものではない。かつて昭和30年代に原子核研究所が田無に設置されようとしたとき、住民の反対運動が起きたことがある。このとき、朝永振一郎ら核研設立を進めた当時の学術会議物理学研連のリーダーたちは住民と真剣に話し合いを続け、住民の理解を得て核研設立にこぎ着けることができた。その後、原子力発電所をめぐる、あるいは遺伝子組換え研究施設をめぐる、しばしば研究者、技術者と市民との直接の対話の場が持たれている。そのような場こそ重要な「双方向教育」の場であり、研究者、技術者に真剣な対応が求められると思う。

より根本的には、学術のあり方そのものの問題がある。学術が専門化した現在、学術論文はすべて専門家を対象として書かれている。経済学者内田義彦は著書「作品としての社会科学」の中で、果たしてそれでよいのだろうか、と疑問を提起している。専門家を対象とした学術論文は経済学の比喩でいえば生産財に当たるであろう。しかし、学問が最終的には社会のためにあるのだとすれば、芸術家はその作品を専門家ではない人びとに向けて制作しているように、学術論文もまた作品として直接市民に向けて書かれるべきではないのか、というのがその主張である。ここでは問題は「教育」を超えて学術のあり方そのものに関わっている。

確かに、例えば新しい定理を証明する数学の論文がそのまま市民に向けた「作品」となりえないのは明らかであろう。しかし、厳密な論証をすすめる数学の方法じたいは市民社会にとっても重要である。内田の主張は個々の学術論文すべてに適用できないものであったとしても、学問のあり方に根元的な反省を求めるものとして受け止められなければならない

ないと思う。

本委員会において、医学、農学、工学、地球科学等の個々の分野における学術の社会的役割を検討したとき、つねに市民社会との関わり方、いわば広い意味での「教育」の問題が取り上げられてきた。学術の社会的役割は教育の問題を抜きにしてはありえない。個々の分野における問題はそれぞれの報告で述べられる。

# 学術の社会的役割－物理学の場合

長岡洋介

本稿の目的は、「学術の社会的役割」という課題を物理学の場合について検討することである。物理学は近代科学の成立、さらには20世紀におけるいわゆる「科学革命」を先導する役割を担った。それだけに、社会との関わりの面においても最も早く深刻な、原理的な問題に直面してきたと言える。したがって、物理学における問題を検討することは、学術一般の問題を論ずる上で、重要な意義をもつものと思う。この委員会の課題は「学術はいかなる社会的役割を果たすべきか」の検討にあるが、私はここでむしろ「物理学はいかなる社会的役割を果たしてきたか」について述べたい。その検討が「果たすべきか」について考えるための前提になると考えるからである。

以下では、まず物理学の技術的応用の基礎としての役割について述べ、つぎにそのことから生じる物理学と政治との関わりについて検討する。物理学は近代科学を先導するものとして科学の方法としてのモデルを提示してきた。これは「社会的」役割と言うべきではないが、近代科学を方向づけることを通して、社会的にもある役割を果たしている。そのような立場から、この問題にも触れたい。最後に、最も基本的な役割として、「文化としての物理学」について考えたいと思う。

## 1. 技術の基礎として

現在、電気は動力源、熱・光源、通信、情報処理等ときわめて広範に利用されている。現代の文明が電気の利用なしではあり得ないことは明白であろう。

電気のこのように広範な利用を可能にしたのは、19世紀における電磁気学の成立であった。蒸気機関を動力源とする機械は、力学・熱力学の基礎なしでも経験によって実現することができた。しかし、電気の利用は電磁気学の基礎なしではあり得ず、とくに電磁波の利用はマクスウェルの理論ぬきでは考えられない。

情報技術をハードの面で支える半導体技術は、量子力学に基づく固体物理学を基礎としている。超伝導体その他の新素材の開発も同様である。

このような、現代文明を支える技術の基礎としての物理学を考えると、もう一つ忘れてならないのは、核兵器を生み出した物理学の役割である。核兵器の存在が戦後の国際政治に果たした役割は計り知れないものがある。電気の利用はあまりに広範であるために、その基礎にある物理学の存在が意識されることは少ないが、核兵器の場合はその出現の鮮烈さのために、物理学の役割がマンハッタン計画における物理学者たちの役割と重なって、人びとに強く印象づけられたのである。

ここで強調しなければならないことは、電磁気学、量子力学、原子核物理学等の物理学の発展が、技術への応用を意識することなくなされたことである。マクスウェルが目指したのは、電磁場（エーテル）という新しい対象の従うべき自然法則の確立以外になかった。量子力学確立への端緒を開いたプランクの熱放射の研究は、高温の測定という技術的な課題に触発されたものであったが、それを越えてミクロな世界における自然法則の探究

へと進んだのであった。核兵器を可能にした原子核分裂の発見も、原子から原子核へという研究の流れが自然にたどり着いたものである。

しかし、基礎科学の研究が、電磁気学や量子力学のようにつねに技術的応用へ結びつくことと期待できる訳ではない。例えば、一般相対性理論や素粒子の構造の理論が技術と結びつくことはあり得ないと思われる。それは、技術が地球上に生活する、有限な大きさと時間をもつわれわれ人間に関わるものだからである。そこに宇宙規模の大きさと重要になる一般相対性理論や超高エネルギーの世界での自然法則が関わることはない。人間を中心にある広がり、技術と関わりうる物理的世界があって、その外の世界との間には境界があると考えられる。

しかし、これは境界の外の基礎物理学の諸領域が技術的応用にとって無意味だということではない。物理学は科学として一つのまとまった体系であって、その諸分野は相互に深く関連しあっているからである。物理学が技術の基礎としての役割をもつというとき、例えば固体物理学が半導体技術の基礎となるように、直接には個々の分野がその役割を担っている。しかし、固体物理学が物理学の他の諸分野から孤立してはありえない以上、基礎にあるのは物理学全体であると考えなければならない。

このことは同時に、物理学の負の役割に関しても指摘されなければならないだろう。核兵器を生み出したのは、直接には原子核物理学であった。しかし、科学の側がその責任を負わねばならないとすれば、それは原子核物理学のみでなく、物理学全体が連帯して負わねばならないものである。

## 2. 政治と物理学

原子核物理学の研究が核兵器を生み出したことは、技術の基礎としての物理学の役割を大きくクローズアップしただけでなく、その政治的役割をも明らかにした。技術的応用の目的が兵器である場合、それは国家、政治と結びつくことになる。物理学、とくに原子核物理学から発展した高エネルギー物理学は、核兵器を超えるものさえ生み出さうする潜在的な能力をもつものと見なされ、冷戦下とくに米ソ両国において特権的地位を占めるに至ったと考えられる。大型加速器の建設が巨額の費用を必要とする、いわゆるビッグサイエンスであったこともあって、それは国力を誇示する役割をも担うこととなった。

もう一つのビッグサイエンスである宇宙開発も同様の役割を担ってきた。そこで用いられるロケット技術は、直接長距離ミサイルと結びつくものだからである。かつてソ連が米国に先だって人工衛星の打ち上げに成功したとき、それは米国が単に科学上の競争に破れただけでなく、軍事的にも劣勢に立ったことを意味していた。米国に与えたショックの大きさがそのことを示している。

高エネルギー物理学の軍事力の基礎となることへの期待はその後後退したが、ビッグサイエンスを推進しうる大国としての威信を誇示するという、歪んだ形の基礎科学の推進が冷戦下で続けられることになったのである。

このことを明瞭に示したのが、冷戦終結後に起きた米国におけるSSC計画の挫折である。それを推進した科学者の意図はともあれ、SSCの予算が認められたのはソ連に対抗する米国の威信がそこにかかけられていたからであった。計画が科学者の主張した国際協力の形をとらなかつたのもそれ故であった。冷戦の終結はこのような役割をもたされたSS

C計画を政治的に不要のものとしたのである。

基礎科学が不幸にももつに至った政治的役割への反省と、ビッグサイエンスの推進が現実の問題として一国では負担しきれないものになったことから、国際協力による道が求められている。しかし、国際協力によって推進されるにせよ、それが巨額な予算を必要とする限り、そこに政治的判断が入り込むことは当然であり、基礎科学といえども政治的に自由ではありえない。それは「ビッグ」になってしまった科学の宿命というべきであろう。

### 3. 科学の方法として

近代科学は17世紀におけるニュートン力学とともに誕生したといわれる。力学の方法の特徴は、自然法則を数学的手段を用いて表現し、それによって現象の定量的予測を可能にしたところにある。ニュートン力学の成功はその方法の威力を強く印象づけるものであった。

19世紀末になると、電子の発見等によって物質の微視的構造が明らかになり、1920年代に至って微視的世界の自然法則として量子力学が確立した。そして、量子力学に基づく物質構造の解明が進み、固体物理学、分子科学の諸分野が大きく発展した。さらに、DNAが生物における遺伝情報伝達の担い手であることが明らかになり、生物もその基本においては物理法則に支配されていることが示されたのである。一方、原子から原子核、素粒子へとより微視的な構造の解明が進み、物理学は今や自然の最も基本的な構成要素とその力学法則（統一理論）の発見に向けて探究を続けている。

このような物理学の方法は、対象をそれを構成する基本的な要素に分解・還元し、それら要素の運動を記述する物理法則を明らかにすることによって、すべての自然現象を解明しようとする「物理帝国主義」を生みさえした。物理学の成功は、社会科学の分野においても物理学を模範としてその方法を取り入れることによって、理論の確立を目指す流れを生み出した。

しかし、現実の対象にこのような方法を適用するには、その対象の中で本質的な部分に着目し、それ以外のものは切り捨てることによって理想化されたモデルを設定する必要がある。近年、そこで切り捨てられた「複雑さ」それ自体に現実の対象の本質がある場合、この方法は無力であるとして、物理学の「要素還元主義」の限界と、それを超える新しい科学の方法の必要性が説かれている。「複雑性の科学」の主張である。

私は、このような主張の重要性を認めつつも、物理学の中にもすでに単なる「要素還元主義」を超えるもう一つの方法があることに注目したい。熱力学と統計力学の方法がそれである。

熱力学は、熱の関わる現象の分析からその基礎にある法則を発見し、エントロピーの概念の導入によって、きわめて一般性のある現象論を作り上げた。統計力学は、熱力学の対象とする巨視的な物質が莫大な数の粒子（原子、分子等）の集合であることに立脚して、熱力学を基礎づけるとともに、個々の物質の特性を明らかにする方法を示した。莫大な数の粒子を直接扱うのでは何も知ることができない。そこでは、全体の巨視的な性質にとって本質的な、多数の粒子の運動をまとめた少数の自由度を発見することが問題解決の鍵である。

この方法も、多数の要素の中から本質的な少数の要素を取り出すという点で、一つの「要

素還元主義」といえるかも知れない。しかし、例えばエントロピーの概念は一粒子の力学的（量子力学的）運動においては存在しえないものであり、巨視的物質においてはじめて現れる新しい「要素」である。単純な「要素還元」的な方法によっては到達しうる概念ではない。「複雑さ」を対象とするとしても、それをとらえる新しい要素（概念）を発見することなしでは、複雑性の「科学」とはなり得ないのではないだろうか。

以上に述べたことは、物理学の社会的役割というよりはむしろ、学術の中における物理学の役割である。近代科学の先頭を走った物理学は、方法の面においても諸科学に対して一つのモデルを提示し続けてきたのである。社会的役割を担う学術を方法の面において先導した物理学の役割を、その限界を含めて確認しておきたい。

#### 4. 文化・思想としての物理学

中世においては、地上の現象と天体の運行とは異なる法則に基づくと考えられ、天の世界と地の世界は峻別されていた。これをうち破ったのがニュートン力学である。ニュートン力学は天体と地上のリングは同じ力学法則に従って運動するものであることを明らかにし、地球は宇宙の中心にあるのではなくて、太陽系の一惑星に過ぎないことを示したのである。人間の存在の相対化がなされたと言ってよい。それは人間中心の中世的世界観への革命であった。

20世紀におけるもう一つの「科学革命」は量子力学と相対性理論によってもたらされた。量子力学は微視的な世界における因果律が確率的なものであることを明らかにし、力学的決定論を否定した。相対性理論は、ニュートン力学においては絶対的なものと見なされる時間と空間が、観測者に依存する相対的なものであることを示した。これらの理論の出現は、それまで絶対的な真理であると考えられていた力学法則にも限界があることを明らかにした点においても重要である。さらに、近年における宇宙論と素粒子論は、物理法則自体が宇宙の膨張とともに変化するものであることを示している。

このような物理学の発展は、絶対的な真理を求めながらすべてのものを相対化し、絶対的なものを否定する方向に進んでいるように思われる。それは、欧米中心の進歩主義的な価値観を否定し、多様な価値を認める考え方の流れにも添うものであると言えよう。しかし一方において、「相対主義」は科学そのものをも否定するという危険な傾向も生み出している。いわゆるニューサイエンスの流行がそれであり、理系の大学で学んだ人びとがオカルト宗教に取り込まれたオーム真理教の事件がそれであった。もちろん、このような「相対主義」は物理学の成果の誤解に基づいている。ニュートン力学は量子力学や相対性理論によって否定されたのではない。われわれの身の回りの日常的な大きさの世界では、ニュートン力学は今でも正しい。

誤った「相対主義」が物理学の専門家の中にさえ存在することを示したのが常温核融合のスクランダルであった。これまでの原子核物理学の成果の上に立って見るならば、固体の中であっても核融合が常温で起きえないことは疑う余地がない。曖昧な「実験事実」を信じて多額の研究費が投じられ、高名な物理学者までがその可能性を論じたことは笑い事で済むことではない。誤った「相対主義」の危険は、科学への不信がオカルトへ走らせるように、それがしばしば危険な「絶対主義」に結びつく可能性を持つことである。

このように、物理学は人びとの世界観に大きな影響を与え、時代を変えることさえして

きた。同時にそれは時代の思想から無縁ではありえなかった。そのような意味で物理学は常に文化の一部だったのである。科学の啓蒙主義の時代は終わったと言われる。しかし、文化としての学術の役割が不要になることはあり得ないだろう。いま新しい「啓蒙」の必要な時代が来ているのではないだろうか。

## 社会における科学・技術の共有

—地球・資源・エネルギーの工学の立場から—

### ○「不確定性の大きい科学技術の世界」での情報の共有

学術は難しいもの、しゃぼの世界とは無縁なもの、象牙の塔……これらが、社会が認識する従来の学術のキーワードであろうか。「学術」を「科学技術」に限定して話をすすめる。近頃は科学技術の安全だけでなく、社会がこれなら安心という認識をしないと地域社会の合意がある公共・公益事業は動かなくなった。このように、社会が科学技術を共有し、自ら安全を考え、安心することが益々重要になっているにもかかわらず、(1) 行政も、技術者も判断の前提を語らずに「絶対安全」、「万が一でもありえない」を連発しすぎた。ここに直ぐには修復しがたい不信の蓄積が生じた。(2) 情報を公開しないか、するにしても情報量が少なすぎた。(3) 公開されても、情報が難解で理解できないものが多かった。この結果、社会は、人任せで自分で技術の安全を考えなくなったし、災害や事故が起こると不信だけが先行するようになった。(1)(2)は改善されつつあるが、とくに(3)に社会における科学技術の共有のボトルネックがあるように思う。最近の科学技術の進歩と専門情報の氾濫は、専門家も束になってかからないと追いつけない事態にいたっている。それだけに最近の科学技術がどれだけ社会に理解されているだろうか。少なくとも、社会に理解する基礎知識が不足しているなど、科学技術が理解される背景が整っていない。この相乗作用が理解を妨げているように思う。専門化と一般化それぞれに科学技術の共有の課題がある。

地球・資源・エネルギーの工学は、地球科学をベースにする科学技術である。ここは人間の生活圏の時間・空間と異なる長い時間と大きな空間を扱う学問分野である。ものを作る工学でも、たとえばエレクトロニクス、遺伝子工学などミクロの時間・空間と両極端に位置する学問分野である。このような科学技術の例として典型的な分野は、一次資源の開発・生産、建設／調査・設計・施工そして維持・管理、自然の環境保全と防災などがある。このような分野の科学技術について、社会への科学技術の伝達、社会における科学技術の共有について考える。

技術者が求める安全と社会が感じる安心とにギャップがある。社会は科学技術で何でもわかっている、あるいはわかると思い込んでいた。そうではなかった時、必ずしも事前にそうではないことを知らされていなかったことを憤る。また専門家の中にもわかっていると思いついて、不用意に安心しなさいという人もいる。専門家にも、不確実性の大きい分野では、判断がモデル化／簡略化された論理の上にならしていることを忘れている人も多い。とくにコンピュータを扱っている人に、そういう錯覚に陥っている人が多発する。最近、社会の「安全の考方」が変わってきた。とくに阪神淡路大震災(1995)は急激な変化をもたら

したことはいうまでもない。北海道の豊浜トンネル（1997）の岩盤崩落も人任せの防災に対する社会の認識をかえた。高速増殖炉もんじゅの事故（1995）、新幹線の巻き立てコンクリートの崩落（1999）は材料等の技術への不信を、そしてJCOの臨界事故（1999）が「安全な日本の管理システム」の神話を覆した。国や地方自治体に安全を任せっぱなしの時代から、地域社会が身をもって防ぎ方、逃げ方を考え、地域から安全を提案する時代へと、時代は急速に変わりつつある。そして社会が、技術の絶対安全の追求では納得しなくなった。事故想定とリスク評価を求めるようになってきた。安全の理解ではなく、安心するためにとでもいえようか。

このためには、設計で想定している安全の限界を、技術者だけでなく、社会が理解していることが重要である。例えば自然災害に関しては、防災施設の設計には限界があり、堤防では100年に一度の大洪水には耐えられる／防げるが、それを越えたら逃げたほうがよい。高潮・つなみに対する防波堤もおなじである。いきつくところ、身の安全は個人の判断次第である。ここまでは防げる、いつ逃げたらよいか、地域社会の個々人が、この設計の事情をよく知っていることと、限界を超えたとき具体的にどんな災害が生じるかを認識していることが基本であり、決め手である。設計は安全の技術であり、万が一の災害の認識は、安心への情報である。

一方、専門家にも不確実性の実感と経験を積む場を設ける必要がある。こんな当たり前のことが、現実を直視しないでも、科学技術がイマジネーションの世界で独り歩きできる今のコンピュータの時代には、専門家にもこの努力がいる。特に日本では、大学の研究者に実務の経験がない人が多すぎる。欧米諸国の多くがそうであるように、実社会でのコンサルタント業務等の仕事との兼業がもっと真剣に検討されてよい。また科学技術の大前提は、「人が運用を誤れば、安全の努力も水の泡」、日本の家芸であった、システム管理にも崩壊の兆しが見えてきたのだろうか。コストと機能が優先する社会の変化、個人の技能（職人技）や会社帰属意識の崩壊、前述の東海村の臨界事故にも繋がる風潮なのだろうか。事故対応も含めてますます社会が科学技術を共有することが重要になりつつある。

#### ○ 科学技術情報の公開と情報の加工

科学技術の情報の理解度……どうすれば理解されるか。人は「はじめに得た情報」が先入観となって、ものごとを判断しがちである。不信が先に来ると、次の説明も言い訳に聞こえ、事実の理解に時間がかかることもしばしばである。先入観を提供するパンフレットと詳細な根拠を示す報告書との間には、技術のギャップがあるのが通例である。この間を分かりやすく、かみくだいて説明する情報の加工が重要になる。アメリカでも、最近Data Cookingという用語が使われた。例えば放射性廃棄物の地層処分では、パンフレットには「深い地下が安全」、もう少し詳しい説明書では「深い地下とは数100mから1000mの地下」、何故1000mか、もっと詳しく知ろうとすると、とっつきにくい、難しそうな、詳細な報告書に飛んでしまう。そして通常はそれを参考にするよう指示してある。専門家はこの説明で、理解

してもらったと思い込んでいる。この間の橋渡し、情報加工技術をみがくことが、社会が科学技術を共有するキーポイントの一つである。ちなみに日本の官公庁や企業の広報室には、このような情報加工・伝達のプロがほとんどいない。海外の先進国の多くは、専門の博士が専任している例も見受けられる。

#### ○ 科学技術の理解に関する教育技術の低迷

一方では、社会に科学情報を理解する下地がなさすぎる場面にも、しばしば遭遇する。基礎的な知見が乏しいことと、論理の展開の仕方（知見の活用の仕方）が身につけていないことである。世の中の事象は、とくに不確実性の大きい、データにばらつきがある事象は、その発生確率と平均値が判断の基本である。この考え方もあまり理解されていない。世界と比較した、日本の理科教育の不振が叫ばれているが、とくに地球の科学技術については、知見も考え方も身につけていない人が圧倒的に多いのが実感である。日本のあちこちにある、火山から噴出した岩「安山岩」、小中学校で習ったはずのこの岩の名前すら知らない大学生が大部分である。また知識があっても、その活用はもっと苦手である。安山岩は溶岩が固まったものである。溶岩は地表で急に冷え固まるとき多数の割れ目ができる。従って水透しがよく、トンネルを掘ると水が出やすい……。というように、知識を生活／仕事に結びつける発想には、なかなかいたらないのが現状である。

#### ○ 科学と技術の違いの認識

科学は、法則性とメカニズムの追求が目標であり、仮説をたてて、これを実証することに多くの時間が費やされる。とくに不確定性の強い地球科学の分野では、観測・計測データが不足しがちであり、種々の仮説が示され、学会等においても議論がなされ、時間をかけて有力な仮説が生き残り、法則性が固まっていくものである。なかには、ウェーゲナーの大陸漂動説という仮説のように、現在の地球科学の大前提の理論の一つで、地殻の動きを論ずる「プレートテクトニクス」として、決着を見るのに数百年かかるものさえある。

技術が科学の知見を使うとき、科学では、学会での個人の研究発表は、仮説の段階の知見も多いことに配慮する必要がある。また社会は、学会に発表された研究・報告は、すべて学会がオーソライズした「真実」であると思い込みがちである。一方、技術は科学の知見を応用、実用化することが目標である。知見の不確定の部分は、安全率／保守的な判断をすることで安全を担保することが特徴である。また知見の蓄積を待ち、必要に応じて修正を加え、安全率を下げる努力もなされる。技術的な判断のリスクをなくすため、技術指針等が策定され、学会でもコストを考慮した安全の範囲が議論され、技術判断の合意が形成されていく。

社会に科学と技術の違いの認識がないことが、やたらに仮説を真実と思い込んだり、科学の未完成に不安をつのらせ、技術に不信をいだくもをつくっていると思われる。

#### ○ 社会の合意と地域社会からの発信

「まだまだ自然は分からないことだらけ」これを改めて認識することが、地球の科学技術の安全と安心の基本であろうか。謙虚に技術を進展させることはいうまでもないが、昨今は、絶対安全が強調された公共・公益事業の御上主導の説得の時代から、地域社会が、技術の安全を理解し、絶対とはいえないリスクを認識した上で、利便との天秤にかけた検討をおこない、合意とより地域に即したものを選択、提案する時代へと、時代が急速に変わりつつある。社会がどこまで安全の技術の考え方、意志決定の仕方を理解し、合意に至るかには、情報のやりとりの仕方に工夫がいるし、地域社会が、自ら安全・環境を考えることが習慣になるのも重要な要因と考える。

現時点は、習慣ができる過渡過程であり、合意の形成に、地域からの提案の発信に、プロの個人もしくは組織の相談役が必要であろう。

#### ○ 不信派・反対派とのボタンの掛け違い／その原因と科学技術情報伝達のあり方

地震が怖い、断層が気になる、だから原発立地に反対、というよりは、原発そのものが「いや」「嫌い」が先という先入観、またゴミ処理のように、社会的には必要に迫られており、総論は賛成せざるを得ないが、自分の近くにつくることには反対という、いわゆる地域エゴ（NIMBY：not in my back yard）、本音と立前の問題もある。だから原発にしてもゴミにしても、技術の安全の考え方を理解するよりは、感覚／先入観の世界でもある。社会的にはこういう場合、不信・反対の風潮が強い地域の判断は、相当安全な保守的な設計値であっても、設計基準を厳密に満たしているかだけが論議の中心になりがちである。基準値がどのようにして決まったか、どう使うのかは考えないし、理解させてくれる人もいない。また他の理由、例えば環境破壊、希少生物保護や洪水、崖崩れなどの災害をよりどころに反対する場面も多い。第三者の立場で疑問に気軽に答えてくれる開業医、例えば地面の問題は「Geo-doctor」というような技術診断を引き受けてくれる人がいない。この不安が不信・反対につながっている事例も多い。一方情報を伝える側も、不都合なことは積極的にいわなくなる。ここにもボタンの掛け違いの原因がある。例えば、地滑りや活断層、問われてから念のため調査してみたら古傷が見つかったという事例は、よくあることである。はじめから「想定されたが規模が小さく、安全を設計で担保できるから問題ない、だから詳細な調査はしなかった」という工学的判断をきちんと説明していれば、掛け違いもなかったかもしれないという事例は多い。また技術者自身も、「技術者の慣れ」安全と思いこんでいて、社会が不安に思っている問題を、説明しないか、説明することを気が付かない事例も少なくない。

#### ○ 資源開発に関する社会の認識の変遷と科学技術の共有

資源開発には、かつて山師というアイドルがあった。目前のコストと開発過程の機能が重視される昨今では、社会の概念から山師が消えた。例えば油田の発見率は、近年では1%

にも満たない。その割に探鉱の費用は増大の一途をたどっており、国の盛衰を左右するエネルギーの重要な一翼を担う石油資源の確保には、いぜんとして海外の油田の自主開発は重要であり、各国ともその覇権を競っている。一度当たれば長年の出費を取り戻せる可能性も大きい。長い目を見たコストに関する社会の合意、また世界の石油開発会社（メジャー）が探しまくった鉱区の中や周縁に小規模でも、コスト削減も含めた技術を結集すれば生産にのる油田もある。「大きい油田が無いと分かっているところに無駄な投資」と非難するジャーナリストもいるが、当たれば元をとる、ないに新天地をかける山師の世界／リスクとベネフィットの賭け、これに技術開発を付加した現代の山師、このような世界も社会の科学技術の共有に理解を求める努力が必要になった。

### ○ 産学官共同、実態と実現の道

産学官の共同組織があちこちでやっと動き出した。しかしこれが根付いて成果をあげるには、まだまだ課題が多いというのが実感である。産官は従来から実績はあるが、産学には依然として問題が多い。箱（建物と施設）と金（研究費）だけでは解決しない分野が多いにもかかわらず、とくに「学」「官」の発想が変わっていない。従来通り箱を作ることから計画がはじまっているものが多い。金はあっても、金を使える組織、参画する研究者、研究を支援する技術者を融合させた、人が動ける組織が「学」に育っていない。こういう組織の多くは産に頼っているのが現状である。独立した、対等な立場で（自分も持っているアイデアと実働できる組織を含めたツールを出し合っ）て研究開発に参画することがプロジェクトの基本であり、成果をあげるみちであるが、この要件がなかなか満たされない。このような問題の解決策はいろいろと検討されているものの、まだまだ発想が箱と金から抜けきれていない。とくに地球・資源・エネルギーの工学は、Field Engineeringと深くかかわった分野である。ここでは箱よりは人、金を使える組織が重要である。研究者個々の対応には限界があり、データ取得と雑務に追われ、創造的発想をするゆとりが知らぬ間に失われがちである。箱をつくる、その中に高価な計測・分析機器を納めるなど、国の研究費の付け方は、どうしても「もの」に偏りがちである。人（人件費込みの研究費）につける思い切った施策もいる。例えば、海外の大学との共同研究を、日本側が積極的に計画しても、相手は人件費込みの予算をもってくる。従って2桁ぐらい違う予算を要求する。日本はこういう研究費をつける制度に乏しく対応に苦慮するのが常である。共同研究の実績があがらない。人権費は箱に付随するポストに付いているのがまだ一般である。産学共同、国際プロジェクトがうまく動かない難題の一つである。また研究のサービス部門の充実が欠かせない。例えばコンピュータソフトのプログラマー、技術の下請けの技術室、経理や特許、人材交流などの専門事務組織など、どれをとっても、これらの基盤が整っていないのが現状であろう。さらに諸研究分野への研究費配分を考えると、社会的にニーズが大きい分野に、人も、研究費も集中するのは世の常である。しかし一方では、日が当たらないが、風通しがよい縁の下があってはじめて、日本古来の家は維持できる。技術においても、縁の下／下請けを切ると、とたんに技術が落ちる事

実は、アメリカが経験し、修復にやっきになった事例が目新しい。それでも欧米には、裾野が広い膨大なボランティアファンドがある。科学技術を支える土台となる、しかし日の当たらないじみちな研究にも、どこからか研究費の手がさしのべられている。このようなボランティア基金が脆弱な日本では、欧米と同じ発想で、重点的に科学技術を先導すると、すぐ底がしれることになりかねない。いまの産学官の共同構想に、バブルの時代に林立したりゾート開発のイメージが重なって見える。

もう一つ、Field Engineeringの分野では、「大学教官がコンサルタント業を併任」が欧米の趨勢である。そこに実務経験から社会のニーズをつかみ、研究開発を発想する基盤がある。日本の大学には、この経験が極端に欠けている。社会に入り込んで、その中から社会のニーズを直に知り、社会とプロジェクトを組む。こういうトレーニングの場をつくることが急務である。社会と学術が共有できてない遠因がここにもある。産学官の共同により、社会の中でプロジェクトを先導する、例えば大学が中心となったコンソーシアムなど、こういう場での研究開発も社会が積極的に科学技術に目を向ける原動力であるかも知れない。動き出した産学官共同の研究を機運に、とくに学にある、以上述べてきたような懸念の改善・充実を期待したい。

#### ○ まとめ

社会における科学技術の共有ができていない。情報加工技術／社会への情報の伝達のプロが要る。社会の疑問・不安に答える地域の開業医、例えばGeo-doctorが要る。そして社会の科学技術の共有に「理科・社会」基盤の失地回復が要る、知見もさることながら考え方、使い方のトレーニングも含め教育技術を見直す時期である。この社会環境の中で、科学技術の共有の中で、地域社会からの提案／発信と合意が生まれよう。提案の発信や行政側から提示されたオプションの選択、これらを企画・検討するプロ集団／地域に密着した相談役の組織も育つであろう。また産学官の共同による、社会の中にあつて、そのニーズを先導するプロジェクトも、社会が積極的に科学技術に目を向ける原動力となるかも知れない。このような社会における科学・技術の共有の風潮から、社会に総論賛成の基盤が形成され、各論の合意形成に向けて、後は行政の腕のふるいどころとなることが期待される。

第5部研究連絡委員会の改編について

1. はしがき

第5部においては、第16期より社会の変化に伴う学術の動向に対応して、研究連絡活動を一層活性化するように、研究連絡委員会の改編について検討を行ってきた。

研究連絡活動の活性化をはかるためには従来の専門領域別の研究連絡委員会の体制を、学術の変化に適合するように改めることと、従来必ずしも明確でなかった領域別研連と課題別研連の役割を解明することが必要である。

第17期に入ってから、第16期に得られた改革案に沿って、必要な規則の改正などの諸手続を進め、1998年10月の総会において正式に承認され発足することとなった。新しい研究連絡委員会の組織は別表のとおりである。

以下、第5部研究連絡委員会の改編のねらいと具体策について紹介する。

2. 研連改編のねらい

(1) 学術の活動は、歴史的に細分化・専門化がすすみ、数多くの専門領域が誕生している。特に工学関係ではその傾向が顕著である。一方、現実に製作され運用される人工物や人工物と社会・人間との関係では、専門化された領域を越え、それら相互の学際的な分野に対する考察が殊更重要となって来ている。こうした学術の動向に適合して、学際的な活動が達成できるよう課題別研連の体制を改めた。

(2) これに伴い研連の重要な役割である、日本学術会議と関連学協会との連絡調整については、領域別研連が担当することと明確化し、連絡調整業務の充実をはかることとした。

(3) 社会の急激な変化に伴って、第5部として早急に研究を行うべき課題について、機動的に応ぜられるよう、課題別研連に時限付きの研連枠を設けた。

3. 研連改編の具体案

(1) 学際的な研連の設立

従来の専門領域の課題別研連を改編することとし、まず学際的な領域の研究活動に適するつぎの、新しい8つの研連（俗称 ユニオン研連）を設置した。

従来 (12)	今回 (8)
熱工学 地盤環境工学 力学 水力学・水理学 構造工学 地震工学 溶接 安全工学 計測工学 医用生体 環境工学 水資源学	工学共通基盤 人間と工学 メカトロニクス・構造 物質創製工学 社会環境工学 エネルギー・資源工学 基盤情報通信 人工物設計・生産

なお、課題別研連の行う研究連絡活動とは、つぎの通りである。

- (イ) 重要課題についての現状分析、将来予測、将来計画の立案及び研究条件の整備の検討
- (ロ) 複合又は学際分野の研究の促進のための連絡、調整
- (ハ) 国際学術団体対応または国際的協力事業等に関する国内委員会又はこれに準ずるものとしての業務
- (ニ) 以上の活動成果を必要に応じて討議資料、対外報告、場合によっては要望、勧告などの形でのとりまとめ

### (2) 関連学協会との連絡調整の役割明確化

従来領域別研連でも行っていた研究連絡活動は、すべて課題別研連に移行し、領域別研連は、日本学術会議の重要な役割の一つである関連学協会との連絡調整を主目的とするよう改めた。これに伴い会員推薦機能をはじめ、登録する学協会相互間ならびにこれらと日本学術会議との連携を一層密にすることとした。これにより領域別研連は従来のままとするが、その構成委員は、会員と幹事2名（非会員）とし総数では67名とした。ここで減少した委員数を課題別研連にわりあてた。（このため課題別研連の総数は411名となった。）

### (3) 機動的な研連活動

従来、領域別、課題別とも研連が固定化され、弾力がなかった。このため、新しい研究活動の課題が生じた場合でも決められた研連の中で実施せざるを得なかった。今回 課題別研連に、上記ユニオン研連（俗称）のほか、「標準（従来通り）」、「工学教育」、「工学国際団体」という常置の研連とともに時限付きの研連を2つ設けることとした。時限付き研連は、時代の変化により必要となる新しい研究活動を機動的に実施するものとし

て、第17期においては、「工学研究・評価」ならびに「社会・産業・エネルギー」の2つの課題を実施することとした。これらの研連は活動を終了すれば、新しく生ずる課題に対応した研連を設置し活動を開始することとなる。

#### (4) 専門委員会の活用

新しい研究活動に対応するため、研連より弾力性のある専門委員会を活用することとした。専門委員会はこの程規則が改正され、研連とほぼ同等の機能を果たすことが出来るようになった。即ち、研究成果を研連と同様、総会への提案や、対外報告を行うことが出来る。このため別表に示すように、ユニオン研連に48の専門委員会を設置し、研究活動を活発化することとした。

#### 4. むすび

第5部においては第16期から研連のあり方について会員全員で審議し、第17期の初頭新しい研連を発足させ、その下で関連学協会との連絡調整や研究連絡活動を実施している。

すでに、領域別研連において関連学協会との連絡調整を円滑に行うこととしたため、「平成12年度科学研究費補助金の審査委員候補者の推薦」にあたって、第4常置委員会の意向に沿った機動的な対応が行なわれたほか、従来は、任期一杯かかって報告書をまとめる習慣であった研連の中で、特に研究目的が明確である時限付き研連においては、集中的な審議を行い、対外報告を1年程度でとりまとめている。

即ち、「社会・産業・エネルギー研連」は、平成11年2月22日、「21世紀を展望したエネルギーに係る研究開発・教育について」の対外報告を発表した。その中で、「エネルギー研究開発戦略の確立」と「エネルギー学の創出、進展」を柱とした提言を行った。また、「工学研究・評価研連」は、平成11年3月31日、「工学研究の評価の在り方について」の対外報告を行った。その中で、「工学研究の評価の基本的考え方」と「工学研究の評価の在り方」を提示した。

研連の活発化の一例を紹介したが、他の研連における研究活動も、いずれその成果が公表されるものと期待している。

以上、第5部が実施した研連改編の状況を述べて来たが、日本学術会議研連の見直しの御参考となれば幸いである。

## 別表

## 《領域別研連》

## 《課題別研連》

研究連絡委員会名	委員数	研究連絡委員会名	委員数	専門委員会名	委員数
1. 基礎工学	4	1 標準	10		
2. 応用物理学	3	2 工学共通基盤 Fundamentals of Engineering	39	物理工学 計測工学 光学 自動制御学 技術論・技術倫理	9 10 7 7 6
3. 機械工学	6	3 人間と工学 Humanity and Engineering	29	安全工学 医用生体工学 感性工学 人間工学	8 10 6 5
4. 電気工学	4	4 メカニクス・構造 Mechanics and Structure	51	倫理・応用力学 構造工学 水力学・水理学 レオロジー 地震工学 計算工学	12 9 10 5 10 5
5. 電子・通信工学	5	5 物質創製工学 Materials Engineering and Processes	49	材料デバイス 金属材料 有機材料 無機材料 機能・複合材料 材料評価 化学プロセス工学	7 7 6 6 6 6 11
6. 情報工学	3	6 社会環境工学 Socio-Environmental Engineering	55	都市地域計画 自然災害工学 地盤環境工学 環境工学 水資源学 生活環境設計 計画工学	6 10 9 9 9 6 6
7. 土木工学	6	7 エネルギー・資源工学 Energy and Resources Engineering	59	熱プロセス エネルギーシステム 核工学 電気エネルギー 地球・資源システム工学 リサイクル工学	18 8 9 8 11 5
8. 建築学	4	8 基盤情報通信 Information Communication Technologies	30	情報資源・マルチメディア 情報物質・次世代LSI モバイル・グローバル通信 ソフトウェア工学 知能工学	5 6 5 9 5
9. 金属材料工学	5	9 人工物設計・生産 Artifact Design and Production	60	設計工学 経営管理工学 メカトロニクス 海事工学 宇宙利用 創成加工工学 接合工学 生産システム工学	5 9 6 9 9 6 10 6
10. 材料工学	6	10 工学教育 Engineering Education	12		
11. 資源開発工学	3	11 工学国際団体 International Engineering Organizations	5		
12. 船舶海洋工学	3	12 工学研究・評価 Research Evaluation in Engineering	5		
13. 自動制御	3	13 社会・産業・エネルギー Energy Perspectives for Societies and Industries	7		
14. 化学工学	3	計	67		
15. 航空宇宙工学	3				
16. 原子力工学	3				
17. 経営工学	3				
計	67		411		

工学の社会的役割について

1. はしがき — 「工学」とは

わが国においては明治の初頭、工学寮工学校が創設され、これが帝国大学工科大学から東京帝国大学工学部に発展した。「工学」はその頃より親しまれてきた用語である。にも拘わらず、「工学」の定義は必ずしも明確でない。最近の文献から「工学」に関する解説を引用すれば、次の通りである。

- ・「工学は自然に存在するものを利用可能な素材と意味づけ、それを人間にとって有用なものに改変するために役立つ知識及びその適用法の体系」  
（「自然科学は、自然に関して得られた基本的知識と眼前の現象を説明するためにその知識をどのように適用するかについての体系」）<sup>(1)</sup>
- ・「工学とは、過去・現在・未来の現実社会における技術に関する学問」である。技術は文明の根幹をなすものであるから、工学が社会・経済・制度等と本質的な係わりをもつのは自明である。<sup>(2)</sup>
- ・「工学とは数学と自然科学を基礎とし、ときには人文社会科学の知見を用いて、公共の安全、健康、福祉のために有用な事物や快適な環境を構築することを目的とする学問である。工学は、その目的を達成するために、新知識を求め、統合し、応用するばかりでなく、対象の広がりに応じてその領域を拡大し、周辺分野の学問と連携を保ちながら発展する。また、工学は地球規模での人間の福祉に対する寄与によってその価値が判断される。」<sup>(3)</sup>

2. 工学と技術

(1) 技術

人類がこの世に存在した頃より、食物を手にしたたり、エネルギー（火）を発生させたりするため、道具（石器、鉄器）を作り始めた。これにより、人智による様々な技術が生まれた。また、動力は当初は人間の力であったが、やがて牧畜の力を利用し、さらには水車、風車の機械力を利用するようになる。こうしたことに伴い、技術が進歩した。現在にも残るエジプトのピラミッドは約4000年以前に建設されたものであるが、約140mにものぼる高さに石を積み上げる工法を編み出している。しっかりした幾何的構造を持っているし、東西南北の向きもかなり正確であるという。未だ「工学」が学術として形成されていない頃から、技術は先行してこうした人々が編み出し継承して行ったと見てよい。

18世紀末から19世紀前半の産業革命の時代になると、後述する「工学」の体系化により各種の技術が進展する。石炭が発掘され、新しいエネルギー源となり、ワットの蒸気機関によりエネルギー変換効率が向上し、鉱山、製鉄、紡績、造船といった産業が発展拡大して行く。

19世紀以降になると、ファラデーの電磁気理論を基礎とした電動機、発電機が開発さ