

「社会と科学技術を結び付けるために」

2014年6月
独立行政法人科学技術振興機構
研究開発戦略センター
センター長 吉川弘之

社会と科学技術との関係がますます深くなっており、両者が今後どのように影響し合うのかを考えることは大きな課題である。これは、社会と科学技術の関係であると同時に、社会を構成する生活者と、科学技術を研究し発展させる科学者との関係でもある。

社会と科学技術との関係を考える前に、科学技術の研究・開発に携わる科学者とはどのような人で、何をしているのかについて考える。

科学者は誰も信じる科学技術の法律を作っている

科学者の最大の目標は、できるだけ多くの事象に当てはまる法則の発見にある。アイザック・ニュートン (Isaac Newton) のニュートン力学はすべての運動物体に適用されることを目的としたのであり、ジェームズ・ワトソン (James Watson) とフランシス・クリック (Francis Crick) が発見したDNAの二重らせん構造はすべての生命体に適用できるものとして提起された法則である。すべての存在物に適用できる法則、それは偉大な法則である。

法則は英語で言えば Law であり、法律という意味を持っている。法律とは人が従う最高規範であるから、自然科学の法則とは自然が従う規範ということもできる。科学者は、すべての人が信じ、それに従う科学技術の法律を創り出したいと考えていると言ってもよい。科学者は真理を追究していると言うが、それは研究を通じてこのような法則に到達する行為である。

真理の追究において科学は、その研究領域 (discipline) を細かく分けることで進歩してきた。例えば、ニュートンは力学をもって世界のすべてを説明しようとし、それが物理学の土台になっている。だが力学では生物の仕組みを説明できないのでそれは保留され、改めて生物学が誕生する。一方、ニュートンも大いに興味を持っていった錬金術に対しても力学は適用できないので、別に化学が誕生した。

このようにして物理学や生物学、化学が生まれ、それぞれがさらに細分化され、現在では自然科学分野だけでも何百種類もの研究領域が存在している。

もう少し具体的に説明しよう。ものの性質を科学技術的に理解しようとすれば、物理的な性質や、光学的な性質、工学的な性質など、特定の視点を定めることが必要である。視点の外にある性質は捨象される。例えば化学的性質を法則として把握するためには幾何学的な形状などを忘れなければならない。このような抽象化の結果、それぞれの性質は理解できたとしても、全体としての性質は分からなくなっていく。このような視点設定の結果として領域ごとの知恵が学問として体系付けられることになり、研究のみならず教育の現場でも全体像なしに、領域ごとの知識が伝えられるという状況を生む。

現代の科学者は、細分化された領域の専門家として、各領域における法則の発見に邁進しているわけである。物理学者といっても、細分化された領域の専門家であって、自身の専門領域に隣接する領域のことは分からないか関心がない。そこには研究者間のコミュニケーションもなければ友情も生まれない。

細分化が進めば進むほど社会の理解は得られない

上述のように、領域の細分化は科学的知識の拡大と精緻化に必要なこととなり、細分化は研究の世界で一つの流れとなってゆく。細かく分ければ分けるほど、その領域内では矛盾のない体系を作ることが容易となるのが理由である。しかし領域間の関係を問うことはない。もちろん科学者たちは最終的には統一された法則であらゆる視点の現象をまとめて理解するようになることを目的にしている、典型的な例は物理学での大統一理論であり、他の分野にも統一の研究がある。しかし、統一よりも新たな領域が生まれる速度のほうが速いのが現実である。

科学者が追究する真理は、社会を構成する一般の生活者には専門特化しすぎていて理解が難しい。ニュートン力学は現在あらゆる分野で利用される不可欠な知識であり、例えば通信衛星を飛ばすためにも使われているが、発見された当時、それは哲学的に衝撃的な考え方ではあったが、現実社会に大きな意味をもっているとは考えられていなかっただろう。法則が発見されたからといっても、それが実社会で意味を持つようになるまでに、また役に立つまでには大きな時間差が存在する。

しかしいずれ社会に影響を与えることになる以上、科学における法則を追求している科学者は、法則を発見した時にその社会的意味をも、それがよいか悪いかにはかかわらず伝えることが望まれることになる。それは多くの場合簡単なことではないが、それが空虚な宣伝であってはならず、科学的に予測される方法で行われなければならない。しかし現実には将来発現するであろう社会的意味を社会に伝えることのむずかしさは克服されておらず、そのための努力もなされていない。例えば報道機関も、研究の経緯を追うことなく、一連の研究から得られた一つの成果に過ぎないピークだけをとりえ、多くの場合空虚な夢としてその意味や意義を伝えようとする。同様に科学者も一般の人たちが分かりやすいようにと、おとぎ話で説明をしてしまう。確かに宇宙や生命の新しい法則は、それ自身人々に感銘を与える。時には人々の自然観、さらには人生観に影響を与えることもあり、それを文化としての科学と呼んだりするが、それは精神的な効果である。しかし科学は文化的意義にとどまらず多様な形で利用され、社会に現実的な変化をもたらす。この現実社会的なものは、物質、情報、制度など社会を構成する分野のすべてに及び、効果を及ぼす。

その時、その効果は新しい法則だけでなく、長い間かけて築きあげてきた科学的知識の全体がそれを支えて始めて現実の効果を生み出すのであることを忘れてはならない。社会にとって意味のある科学とは、歴史を経て築き上げた科学的知識の総体であり、多くの領域に分かれて研究された知識の集合体なのである。

社会が求めているのは、ある法則が社会にもたらす効果である。その効果とは上述したように精神的なもの現実社会的なものがあるが、それらはいずれも複数の法則型の科学知識に支えられて初めて実現可能な意味を持つものとなる。ところが、科学研究における真理の発見は、求めている法則の意味を考えてはうまくいかない。Charles Sanders Peirce が言うように、偉大な科学法則を発見した科学者は、研究対象の人間にとっての意味にこだわらず、むしろ意味と縁を切ってはじめて法則に到達できたという歴史がある。この観点からすれば社会が求める人間にとって意味のある科学の効果と、科学研究が求める真理とは、そもそも相反する関係にある。いま両者を結び付ける定型的手法は科学の中にはない。したがって、ここに社会と科学技術との間には構造的な困難さをもたらす大きな溝があり、その溝を埋めることは社会にとっても科学にとっても、難しいけれどもぜひ達成しなければならない未知の課題なのである。

細分化した領域を再び一つに束ねる「俯瞰（ふかん）」

科学技術研究における細分化という状況を克服するための一つの考え方が「俯瞰（ふかん）」である。1997年、日本学術会議会長に就いた際に、すべての学問分野の科学者からなる集団として、社会に役立つ行動をするために必要な基本条件として提唱したのが最初であり、当初は日本学術会議で、学問とは領域を護ることであるという伝統的な考えによる激しい反論があったものの、その後深い議論が行われ、その意義が広く理解されるようになって行った。

俯瞰とは、細分化された領域をより上位の視点からまとめ上げる行為である。前述のように単独の科学領域の知識だけでは社会で意味のある価値を作り出せないが、領域と領域を結合し、複数の領域を束ねたところに社会において意味が発生する。

俯瞰の考えが生まれた背景には、科学技術研究に対して社会が持つ期待の大きな変化がある。今日、科学技術の土台をなす基礎研究において、その研究費の大半は国費、すなわち国民の税金で賄われている。それは国民が基礎研究に期待していることを意味しているのであって、科学技術研究が社会からの期待に依拠して成立していることになる。裕福なパトロン（支援者）をバックに、科学者が趣味のように、自らの興味のままに研究を続けるといった姿は過去の話である。

科学者が真理だけを追究しても、それではもう不十分になった。追及の結果が社会に何をもたらすか、すなわち社会における意味までも科学者が考え言及すべきだという反省が、実は1980年代前後から科学者の間では起こってきており、それは国際科学会議（WCS、1999）で採択されたブダペスト宣言として確認されたが、その背後には領域俯瞰の思想があった。

科学技術振興機構の研究開発戦略センター（CRDS）は、この俯瞰の考えに沿って、科学技術が社会に益するためのあり方や方向性を導き出すことを一つの重要な使命としている。その一環として2003年の発足以来作成してきたのが「領域俯瞰図」である。研究開発領域の全体像を把握するために、「環境・エネルギー」「ライフサイエンス・臨床医学」「電子情報通信」「ナノテクノロジー・材料」「システム科学技術」の5つのユニットそれぞれが、対象領域の「領域俯瞰図」を作成している。

ユニットの構成は、2001年に閣議決定された第2期科学技術基本計画が示した重点分野がベースになっている。同計画では、重点分野として、「ナノ・材料」「ライフサイエンス（生命科学技術）」「環境」「情報通信」の4つを、推進分野として「エネルギー」「ものづくり（製造技術）」「社会基盤」「フロンティア」の4つを挙げている。

社会的意味の創出には領域の結合が必要に

領域俯瞰図は、各ユニットの全体像を把握するための図面である。研究者が自分の研究の位置を知るのに有効であり、また他領域の研究者が専門外の科学技術の状況や連携が図れそうな領域を探るなどに利用できる。ところで社会的な意味を創り出すには異なる領域の結合（connection）が必要であるが、これにも俯瞰は必要である。しかし結合の一般的な方法は学問的にも存在しておらず、それは大きな問題に位置付けられている。

領域と領域の結合が必要な例は身近に存在する。例えば、バイオの研究においては、その測定に最新鋭の機器が必要だし、その機器を作るための設計技術や製造技術がいる。

生命科学の成果が社会的な意味を持つようになる過程が明瞭に現れる医療分野を考えるとそれはよくわかる。例えば遠隔手術を可能にした「da Vinci（ダ・ヴィンチ）」が挙げられる。米インテュイティヴ・サージカル社が開発した内視

鏡を使った手術のための医療用ロボットである。

da Vinci では、執刀医が映像を見ながら手元の機器を操作すれば、離れたところにいる患者に対しロボットが実際の手術を実施する。この仕組みを実現するためには、医師による手術に加え、情報科学技術や人工知能、光学、機械制御、医療など、様々な研究専門領域の成果を結合させなければならない。そうして初めて、「治癒率を高められる」「熟練の執刀医でなくても手術が可能になる」といった、一般に分かりやすい“科学技術の意味”が社会に対して提示できる。

この例で、社会にとって現実的意味があるのは生命科学や情報科学技術や人工知能、光学といった領域ごとの成果ではなく、da Vinci のようなそれらの独自の結合として創出された医療機械であることが理解される。こうした領域の結合をうながすために必要なのが領域俯瞰図である。

2003 年に発足以来作成を続けてきた領域俯瞰図に加え、CRDS の各ユニットは 2013 年 3 月に研究開発の俯瞰報告書を作成し公開した。これは大部の報告書であるが、国内のみならず国際的にも該当領域における、研究の全般的状況、先端研究、将来への進展予測、予想される社会的効果などを含む。いずれも研究者にとって十分に有益であるとの評価を受けている。ただ、他領域の研究者がより有効に利用するための共通性の確保が必要である。将来的には、領域にまたがる「総合俯瞰書」といったものが必要になると考えている。

また社会の期待に答える形で、一般の人々に読み解いてもらうには、まだまだ内容が専門的過ぎて不完全であることも認識しており改定を続けている。

俯瞰から「邂逅（かいこう）」へ、社会的期待を発見する

今後、領域を超えた結合が重要になってくるといっても、複数の領域をなんとなく、あるいは組み合わせられるからという理由だけで組み合わせても決して良いものではない。組み合わせは、将来の社会的期待に対する現実解となる新たなものを創り出すという明確な目標を持って行われなければならない。これは第 3 期科学技術基本計画以来、強く指摘されたことである。

しかし、そこに目標としての社会的期待が科学的に明示されておらず、観念的あるいは情緒的にしか述べられていないことが新たな問題になる。一般の生活者個人は様々な欲求や期待を持っているが、その中から社会的合意の得られるものを抽出し、それらを統合して社会の顕在的な期待として明示することは本来社会が基本的機能として持つべきなのであるが、現在それは極めて不十分である。そこで CRDS では、社会的期待を発見するためのプロジェクトも進めている。社会の期待とは何か、その抽出の方法、その意義と効用などを具体的に明らかにし、それらに基づいて現実に社会的期待を導出あるいは発見する。

社会的期待の発見を研究しているグループは、同時に社会的期待を実現するのに必要な知識を導出する。これに対し、既存ユニットが俯瞰で導き出した科学技術の知識が上手くマッチングできれば、社会的期待を実現するための研究領域が明らかになってくる。こうしたマッチングのことを、CRDS では「邂逅（かいこう）」と呼び、これを軸とする研究を「邂逅型研究」と呼ぶ。ここで今までばらばらであった社会と科学が出会うのである。

期待側から出てくる必要な科学知識とマッチングする知識とは、知識と知識が結合して生まれる社会的意味を持つ「中間体」であり、それをデータベースとして蓄積する取り組みも始めている。これには従来の単純な要素技術のデータベースにならないために次の条件を付けている。それは、それ以上に細分化すると社会的意味を失う科学知識の組を最小限の単位とする。その組は“機能的最少ネットワーク”と呼ばれ、それを元とするデータベースを作ることである。すなわち、社会が求める意味を構成するための元素表を作成するような作

業である。

社会的期待が発見できたり、意味の元素表が実現できたりすれば研究開発のアプローチも大きく変わっていく。

シーズありきから、ニーズからシーズを探る動きへ

研究開発における伝統的なアプローチはリニアモデルであった。それは科学研究の成果が工学によって技術になり、それが産業によって利用され製品となって市場に供給される。そこではよい効果を社会に与えるためには研究成果すなわちシーズ（種）を見いだすことがまず第一に大事である。例えば超伝導現象が実用の温度に近づくことが科学研究で見いだされたとき、省エネルギーにつながるとして、多くの工学研究が行われ、産業界も積極的に商品化に取り組んだのであった。

この伝統的リニアモデルでは、各科学領域で研究されている基礎研究で何かシーズとなりそうなものが発見されることが社会に効果を与える技術を生み出すための必要条件であることがすぐわかる。先にも説明したように、新しく科学的知識、シーズが生み出されてもそれがどんな価値を持っているのかは、一般の人々あるいは専門の違う科学者など、そのシーズから離れた場所にいる人には分からない。だが、社会的期待をまず提起して、例えば「省エネルギーを実現しよう」と言えば、それを理解する人が多いばかりでなく、それを欲する人も多く、また実現しようと努力する人も出てくるはずである。実は前項の邂逅は、リニアモデルの逆で、研究開発を社会的期待から始める方法なのである。

省エネの実現をテーマに掲げたとき、それを實現するシーズは一つに限らなくなる。超伝導は選択肢の一つに過ぎない。より効率の高い熱機関を開発したほうがよいかもしれないし、通信用の光スイッチを開発したほうが省エネになるかもしれない。社会のネットワーク化が進むなかでは、ネットワークのエネルギー消費が自動車などのエネルギー消費よりも高くなるとの予測もある。そのようにして、多様な技術分野と邂逅が行われる。

しかしテーマをさらに「地方都市の省エネを図る」などに限定すれば、エネルギーに関係する都市の諸システム間の関係が明らかとなって条件が狭められ、より具体的に必要な技術要素が浮かび上がってきて、邂逅の選択肢が狭められることになる。例えばエネルギーの蓄積が重要だということになれば、都市の中で有用という条件のもとでの新しい蓄積法を創り出すためにはどんな基礎研究が重要か、すなわちシーズの問題にたどり着く。これは従来とは全く逆のアプローチである。

新しい科学的知識、特に広範な適用を持つ重要な法則は前述のように社会的有用性を捨てて、科学的新規性を求める純粋な思考における着想によってしか生まれえないという歴史的事実から言って、科学者が自分の興味がある領域に没頭する純粋基礎研究が必要であることは言うを待たない。

しかし、現在人類が置かれている状況を考えると、大きな法則の発見だけに科学が向いていることが許されないのは明らかである。それは、人間活動の拡大による環境問題の生起や、人口増大による国際関係の複雑化など、人類が経験したことのない困難な問題が急速に拡大しつつあり、その解決への期待、すなわち現代の社会的期待に応えるための科学の役割が急増してきたことと関係する。この大きな役割を果たすために必要な知識の創出が必要であるが、それは従来の、大きな法則の発見を待ってその応用により問題を解決するという方法では知識生産の速度が遅すぎるのである。明確に突きつけられている現代の社会的期待とそれから派生する多様な社会的期待を発見し、それを直接的に解決する基礎研究者、それは解析型研究と構成型研究を含むが、それが全研究者の15%程度は必要であると考えられる。この研究者たちが邂逅型の研究に取り

組むべきなのである（15%とは、全体の流れの主役にはならず、しかし無視できないという比率である）。

さてここで、このような邂逅型研究に従事する研究者像を明らかにしておかなければならない。まず社会的期待を発見するための研究は、人文社会系の研究者が主役を果たすべき研究領域であろうと思われる。社会的期待とは、本質的には個人に期待に還元されるものであり、これは社会科学の基本でもあるからである。これまで人文社会系の研究は、科学技術分野同様に閉じた世界の中でしか考えてこなかったし、過去に起こった事象の解析を主な研究対象にしてきたのであった。しかし、発展途上国の台頭による新しい課題、さらには局所世界から全世界的な予測課題などがこれからは重要である。これらの専門家の積極的な参加が強く求められる。

次に領域間の結合の方法を生み出すために期待されるのが、システム科学者である。システム科学は高度な発展を遂げているが、その現実問題への適用が特に我が国では遅れているといわれている。しかし、CRDSにおける邂逅型研究の基礎的検討と実施を通じて、システム科学の方法の重要性が強く認識されてきた。またそれと同時に、システム科学の新しい意味と問題が明らかにされつつあると言える。それは従来のシステム科学が抽象化された要素の上に構築され、抽象化された要素の内部構造問題はそれぞれの専門分野でシステムに合わせて考えるべしという一方的な視点が持つ問題である。実は要素とシステムとは、そもそも分離しては意味を失うものである。別言すればシステムのシステムこそシステム科学の本質であり、要素のシステムは一つの縮退にすぎない。

これはシステム科学の基礎研究問題であるが、ここで考えている邂逅型研究においてこのことが現実の問題になるのであり、複雑で困難な問題ではあるが立ち向かうことは避けられない。

これらの複雑な問題を前にして情報科学分野の役割が大きくなる。例えば現在話題のビッグデータは、観察されるデータを取捨選択し整理して領域を作るという伝統的な科学の道を辿らず、領域前の状態で混然としたデータを扱うという手法を持ち、いわば科学が作ってきた領域の成立以前の対象を扱う可能性を持っていると考えられる。これは作ってきた領域を再び統合しようとしている我々の問題に対する予想外の一つの答えだと言えないこともない。

従来、例えば物理学で扱うデータは、物理のために抽出したデータであり、物理学に不要なデータ、すなわち無関係な性質やノイズを除いてしまう。しかしビッグデータは、あらゆる性質を含んだデータであるだけに、領域に依拠する研究開発における既存概念を全否定する面がある。ビッグデータには、領域の壁を壊す力があるのではないかと考えているが、それはこれから多くの研究開発の経験を通して明らかにされて行く課題であると考ええる。

複数領域の科学者が共同で研究開発できる政策や戦略が重要に

社会的な意味を創り出すために領域の結合が必要であることを述べてきたのであるが、この結合の内容はまだ十分に理解されているわけではない。結合そのものについては、現実の“構成問題”すなわち建築設計、製品デザイン、産業における設計などで行われてきたが、それは狭い領域での直観的な構成である。これらの直観に共通な方法についての科学的検討はなく、したがって結合の一般論は存在していない。多様な存在への対象理解に大きな努力を傾けながら、その逆の、個人的な構成を超えて多領域からなる集団的行為である構成問題に関心を持ってこなかったことは、科学の不思議な偏向である。自らが行っている創造的研究とは構成問題なのだから、これは科学者の怠慢と言っても良いだろう。

これは最近多く語られるようになった「イノベーション」を考えるとときに明

らかとなる。科学研究者に対して「イノベーションを起こせ」「科学技術でイノベーションを」と鼓舞するが、どのようにすればイノベーションが起こるのかについての示唆を与えることが誰にもできない。

CRDS の邂逅型研究は、多くの未知の部分を含む構成問題を、科学的あるいは演繹論理的に処理できる部分と、直観的あるいは仮説形成論理によらざるを得ない部分を截然と分離してプログラム化したものである。ところでこのプログラムに含まれる社会的期待の発見研究分野や領域結合分野は、仮説形成論理に従う部分が多いのであるが、これに携わる研究者の成果はいわゆる科学論文として表現することが難しい。論文が書けないと研究者は評価されず所属組織での出世もできない。そのため研究者のなり手が少なく、研究者が少ないから研究資金も投入されない。この状況は、すでに述べた科学技術に対する社会からの期待に応えるうえで大きな障害となっている。このような分野で研究したいと考えている研究者は多くいるし、特に工学分野は本来そのような研究を主とすべきであることも理屈としてはよく理解されているのであって、それが実現できないのは現実的障害が阻んでいるとしか考えられない。このような研究者の評価基準や研究資金の配分方法など、研究開発を取り巻く社会的環境を変えることは喫緊の課題であり、CRDS でも検討が進められ、一部報告されている。

領域にまたがったプロジェクトを推進するためには、まず複数領域の研究者がある社会的期待に応える研究目的を共有し、その実現のために同じ志をもつ集団をつくることが必要条件であり出発点である。そのことの確認の上で、その集団に研究資金が用意されなければならない。だが、邂逅型プログラムのように複数領域の研究者を含む場合には、伝統的な省庁の分担研究区分のもとに、研究者の領域に対応して文部科学省、厚生労働省、経済産業省などが参加研究者に個別に配分することが起こる。研究集団はその合計研究費を自由に組みかえて使用計画を立てることが目的達成のために不可欠はなのであるが、現行制度ではさまざまな条件によって省庁間研究費の混合は極端に困難なことである。その結果集団を構成する研究者は所属する自己の領域内で研究を行うしかない。これは研究費による集団の分断であり、集団を構成した基本根拠に基づく結合の全面的な破壊となる。研究者たちは自己の研究を進めて一応満足するのであるが結果として社会的期待への答えは得られない。このようにして国民の期待を代弁する政治的意志が全く研究者に伝わらない状況を生むことになり、緊急に改善が必要である（新しい SIP 制度はこの点の解決を目標としており、実質的成果が期待される）。

一方、研究費配分側だけでなく、研究者側の意識ももちろん重要である。制度上の共同研究に該当せずそのための予算が仮に得られない状況であっても、研究者が自発的に「ここは一緒にやりましょう」と集まってプロジェクトを進める工夫も必要である。研究者自身が協力に向けて意識改革を図らなければ何も起こらないであろう。研究費があれば協力するという態度から脱却しなければならない。社会的期待に応えるという目的は、研究費と関係しない本質的な現代の課題である。現在の科学者の間に共通の論文競争体質は、あってもよいがそれだけでは科学者の社会的信頼は得られない。個別のオリジナリティよりも大きな社会的意味が求められていることの認識が必要である。すでに述べたように、科学とはすべての分野の研究者が作り出す知識が歴史的に積み重なってきたものであり、それは科学者の深層における協力が支えてきたことを忘れてはならない。例えば国際科学会議（ICSU）が、80 年も前の 1931 年に創設されたことを忘れてはならない。それは物理、化学、生物などの分野が急速に発展する当時の状況の下で、領域間の共通の言葉が失われることを危惧した科学者たちが、分野を超えた科学者の団体を自ら作ったのである。我々は今 1931

年と同様な領域分断の危機を迎えているのであり、すべての科学者はそのことの解決に努力するべきである。

国や行政の政策にも課題がある。我が国の科学研究者の総数は約 30 万人だとされる。しかしその総数の全体に目を当てる政策は国の科学技術政策の主役ではない。グローバル化や国際競争力の強化を名目に、突出した成果が見込める領域へ研究費を集中投資することが政策の中心課題である。確かに、ノーベル賞などの世界的に認められる成果も上がっているが、その対象になる科学者は 30~40 人程度でしかない。この状況は、将来において科学技術の水準を高く保つという我が国の課題から見たときには危険な状況であり、科学者の総体を視野に入れた総合的な計画を立てなければならない。

研究者の意識改革と、生活者の役割

世界の人々は今、科学の進歩に大きな期待を持つと同時に、科学がどの方向に向かっているのかについて不安を持っている。新しい科学的知見が研究動機となり新しい研究が始まりまた新しい知識を生むという、科学者が疑うことのない自己循環的な科学の進化を、人々が受け入れていると考えることはもはや許されない。科学が社会に大きな影響をもたらすようになった現代とは、それを使い影響を受ける社会の一般の人々が科学進化の循環の中に入ってきたということなのである。したがって CRDS を中心とする社会的期待の発見に対する研究とは、科学進化の循環進化に人々が入る仕組みを顕在化しそれをより良いものにする一つの方法なのだと理解することができる。

新しい科学技術の進歩とはどのような仕組みで行われるべきものなのか。そこにはこれから検討しなければならない多くの課題が存在している。本文で述べたように科学研究における分析偏重を脱して構成問題の基礎研究を振興し、それによって科学的知見を社会が正当に使用する方法を科学的に根拠づけることは緊急の課題である。それはイノベーション政策の一つの重要な基礎を提供する可能性がある。

研究成果の社会への浸透という点でいえば、科学領域間の関係の明示を通しての各領域の役割意識の向上も不可欠な課題である。このことへの努力は、大学の学科再編などに伝統的にみられるが、それが外形的な変化に終わる限り全く無意味あるいは弊害である。科学領域の確認と結合は、本来科学進化の主要な側面であり、現在のように大学学科や学会にみられる組織的分割が社会化している状況が進化を阻んでいる。これを超えるのは科学者個人の領域に基づきつつ行う俯瞰の努力しかないであろう。

また従来科学としては低い地位しか与えられなかった予測についても改めて重視する必要がある。そもそも研究開発は、予測力によって成り立っている。仮説を立て、それに基づいて実験をし、結果を検証することで次の仮説を立てる。このような研究者の行為はあまり一般には関心を持たれない。予測は厳密に科学的とは言えず、それが的中した時に話題となる。しかし現代の状況は予測の重要性を示している。より広く科学技術が進歩すればどのような社会的変化が起こるのかについての予測を基に仮説を立て、それを社会に発信することが望まれる。仮説は多様であってよい。それらが社会的期待の顕在化に貢献するからである。例えば、地球温暖化は科学者が予測したのであるが、それを国際社会に公表し政府に提案することで、その防止策に全世界が取り組むことになった。これは予測が社会的期待を顕在化し、行動を起こさせた大きな例である。

科学と社会の関係そのものに対する直接的な努力としての科学コミュニケーションも変化しなければならないであろう。すでに述べたように、科学者は専門的な発見を、わかりやすい言葉で説明しようとするのが責務であると考えられる。

初等中等教育はそれが必要であるが、一般社会でそれを望む人は科学を哲学として理解しようとする人あるいは趣味とする人に限る。多数の人は科学の社会的効用あるいは影響に関心がある。それは科学を“機能言語”で表現することで答えるしかなく、そこに翻訳者が必要となる。実は翻訳が科学者自身にしかできないという現実があり、そのために科学者自身の意識変化を進めることが求められる。そして同時に、新しい翻訳者、それは科学と社会とについて専門的に深い知識を持つ新しい人であるが、その育成が必要になってくるであろう。

一方で、一般の人々は実感を持って社会的期待を表明することが望まれる。科学の新しい知見が本来の目的から外れて製品の“差別化”のみに使われている実感や、電子機器がバージョンアップされるサイクルが短すぎるなど、一見常識と思われていて公言するのがはばかれるようなことも、本音でそう思うのなら表現することが求められる。これらは科学者に社会の期待を認知させる重要な要因である。

科学者は研究の自治、すなわち課題選定の自由、研究場所の自由、学説（仮説）を立てる自由、成果発表の自由を社会的に与えられている。しかも現代では研究費を公的資金すなわち人々の税金で賄うことが認められている。これに対応して、科学者は社会に対する当然の責任を負っていると考えなければならない。それは科学の健全性を守る責務といわれるが、研究における捏造、改竄、盗用を厳に慎み、また他研究者への妨害、誹謗をしないなどの規律が倫理的綱領として課せられる。この科学者の自由と規律とは、科学者の基本的行動規範を形作る。本文で述べた現実的なことは、すべてその基本的規範のうえに構築された具体的行動規範を反映しているのであって、科学技術に携わる者は常にこの基本的行動規範に立ち戻って自らの行動を計画し実行する責務があることを忘れてはならない。

以上