



# 科学・技術と社会の関係を考える

## —3. 科学技術の制御—

柴田 清\*

本連載の第一回目では科学と技術の融合による科学技術の誕生、第二回目では科学技術における知識の正統性について述べた。今回は、社会における科学技術のプラスおよびマイナス両面の影響の増大に伴って、科学技術をどのように発展させていくか、その方法について考えてみたい。なお、科学・技術と科学技術とは区別して考えなければならないというのが本連載における基本的な考えではあるが、本稿では便宜上、特に断らない限り、両者を区別せず「科学技術」ということにする。

### 1. 科学技術の政策的な推進

国家が研究活動に投資することは古くから行われていたとみられる。たとえば、大航海時代の幕をひらいたポルトガルのエンリケ航海王子は「王子の村」という航海術や造船、地図製作の研究村を作ったといわれる。我が国では、明治政府が教育文化政策と別に国営の産業技術の研究事業をはじめたし、技術官僚たちは第二次世界大戦前から「科学技術」政策の確立を図っていた。世界的に科学と技術の一体化が進行し、科学技術の社会に対する影響力が強まってくる過程において、科学技術がどのように政策的に誘導されてきたのかから振り返ってみたい。

#### (1) リニアモデルによる基礎科学振興

話を第二次世界大戦直後のアメリカからはじめる。マサチューセッツ工科大学(MIT)の副学長・工学部長を務め、科学行政官となっていたV.ブッシュは大統領の諮問に応えるかたちで、1945年に「Science: The Endless Frontier」を発表した。そこで、彼は国家による基礎研究支援が重要であり、その基礎研究が自ずと応用開発に繋がると主張した。基

礎研究が応用研究を生み、それが製品開発に繋がり、国民の幸福や国家の安全保障に貢献するという一連の流れを「リニアモデル」という。その流れを円滑に進めるためには、一元的な研究助成が望ましく、単一の研究助成機関を創設する必要があること、行政から独立した科学研究と科学教育の専門家によってその助成機関のメンバーを構成することが有効であるとされた。

この提案が当時の東西冷戦の激化、ソ連の宇宙開発での先行(1957年のスプートニク・ショック)を背景に国家威信高揚を求める政策と一致し、基礎科学の推進力として働いた。結果として、多額の軍事予算が宇宙開発とともに物理学や基礎医学等自然科学の基礎研究に流れた。民間企業においても中央研究所の設立等基礎研究重視の投資が盛んに行われた。

後述のように、我が国をはじめ多くの国で、リニアモデルは現在でも一定の説得力を持っているように思われる。我が国においては、戦後復興から高度成長期までは外国の先進的な技術を導入し、それをカイゼンして競争力のある形に適合させていくことで精一杯だった。基礎研究に大きく投資する余裕は無く、科学技術政策は産業振興政策に呑み込まれていた。ところが、二度のオイルショックを乗り越えると、日本製品は国際的な競争力を獲得し、企業にも将来へ向けて投資できる余裕が出た。折からの貿易摩擦に起因する「基礎研究ただ乗り批判」に応じる形で、基礎研究を重視した研究開発投資が盛んに行われ、民間企業において中央研究所が数多く設立された。1995年からの科学技術基本計画第一期でも、「国は、基礎的・独創的研究等、民間において十分な取組が期待できない研究開発を積極的に実施することが必要である。」というように、リニアモデルへの信仰が感じられる政策がとられた。

\* 千葉工業大学社会システム科学部；教授(〒275-0016 習志野市津田沼2-17-1)  
Interaction among Science, Technology and Society —3. Governance of Science and Technology—; Kiyoshi Shibata (Chiba Institute of Technology, Narashino)  
Keywords: *governance, science & technology policy, technology assessment, public participation, science communication*  
2019年11月26日受理[doi:10.2320/materia.59.153]

## (2) リニアモデルの衰退

アメリカではこのようなりニアモデルに基づく基礎研究重視の科学技術政策が続けられたものの、1970年代以降製造業の衰退が見られるようになり、リニアモデルは実態に合わないのではないかと疑われるようになった。折から、アポロ計画の終了、公害問題の顕在化、石油危機を契機とした「成長の限界」の認識、公民権運動、ベトナム戦争・学園紛争・消費者保護運動等に関連した反体制・反科学技術思想が浸透していた。冷戦下の軍事支出増大が財政赤字の拡大を招いていたこともあり、政府の研究開発投資の方向は宇宙開発を含む軍事技術や原子力から社会問題の解決へと変わっていった。

従来、アメリカ政府は市場に対してあまり介入しない傾向をもつが、知的財産保護を重視したバイ・ドール法の制定(1986年)、製造業の競争力回復に向けたヤングレポートの提出(1985年)等を経て、基礎研究重視から政府資金による直接的な産業育成に方針転換が図られている。また、同時期には技術そのものよりも、その普及を支える政策や教育等の社会の仕組みによって経済発展の仕組みが変わってくることに注目したイノベーションシステム論(National System of Innovation)が注目されるようになっていく。そしてソ連、東欧の崩壊により冷戦が終結すると、基礎科学への投資は根拠を失うことになった。この頃の北米は、大企業の中央研究所のリストラ等基礎研究縮小の時期にあたる。

このように、欧米では産業振興政策に転換が図られた時期に、我が国ではまだバブル景気の中、課題解決志向のモード2的な動きは始まっていたものの、政策的にはリニアモデル信仰が力を持ち、基礎研究が重視されるような逆向きの動きがあった。1990年代末頃から民間企業の中央研究所の閉鎖、基礎研究の縮小がはじまったが、これはバブル崩壊後の長引く不況による業績悪化対策に短期的視野の経営判断が採られた結果である。

## (3) 科学技術基本計画の時代

1995年から科学技術基本法に基づいて科学技術基本計画が5年毎に立てられ、それに基づいた科学技術の発展の方向性が示されてきた。計画の策定には内閣府の総合科学技術・イノベーション会議(当初は科学技術会議)の議を経なければならぬとされる。基本計画では、本政策と推進体制、人材育成や教育環境の整備、産学共同研究・受託研究や研究成果の事業化等、地域振興、知的財産の体制整備や国際標準化への対応等、大型研究施設や知的情報基盤の整備、研究開発資金制度、研究開発や機関評価等の施策方針が示される。

過去の期毎の中心的な施策は以下の通りであった。第1期(1996~2000年)では、ポストドクター等1万人支援計画や任期付任用制度が導入された。第2期(2001~2005年)では基礎研究の推進に加え、ライフサイエンス、情報通信、環境、ナノテクノロジー・材料の4分野に優先的に資源配分がなされた。第3期(2006~2010年)では、重点推進4分野および推進4分野(エネルギー、ものづくり技術、社会基

盤、フロンティア)が継続された。第4期(2011~2015年)では、「震災復興」「グリーンイノベーション」「ライフイノベーション」「国として取り組むべき重要課題」のように課題達成型に重点課題が設定された。そして第5期(2016~2020年)では、ベンチャー支援を行うことが明記され、「超スマート社会」(Society 5.0)の実現も掲げられた。

2014年に総合科学技術会議が総合科学技術・イノベーション会議に改組され、産業競争力会議、未来投資会議が成長戦略の司令塔として科学技術イノベーション総合戦略を決定するようになった。この戦略は実質的には成長戦略の下に位置づけられ、出口志向の態勢は更に強まった。ただし、ここでのイノベーションは研究開発成果の実用化であり、イノベーションそのものではない。また、IT、海洋、宇宙、健康・医療等については司令塔となる政府本部組織が総合科学技術・イノベーション会議とは別に存在する。

現在、第6次の計画策定作業が始まっていると聞くと、国際的な産業競争力や大学ランキングの低迷が危惧されている現状では、これらの政策がその目的に沿ったものとなっているか、再点検が必要かもしれない。

## (4) イノベーション政策

前節で述べた我が国の「基本計画」では第4期から「イノベーション」という言葉が前面に出てきた。「イノベーション」はしばしば、「技術革新」であると誤解されている。その過程については、小林<sup>(1)</sup>や隠岐<sup>(2)</sup>に詳しい。

「イノベーション」とはそもそも1926年に経済学者のシュンペーターが、経済発展のきっかけとなる「新結合を遂行すること」として導入した概念である。①新しい商品の導入、②新しい生産方法の導入、③新市場の開拓、④原材料・中間生産物の新しい供給源の獲得、⑤新しい産業組織の形成の5つの項目の組合せによる経済活動上の「新結合」のことであり、科学技術の革新は必ずしも必要条件ではない。①は商品、②はプロセス、③~⑤はビジネスの改革であり、①と②が技術革新に当たる。小林によれば、元々シュンペーターが「経済発展論」で提示したのはドイツ語で「新結合：neuren Kombinationen」であり、それを後に英語による改訂版で「Innovation」と言い換え、更にそれをドイツ語訳するときに、そのまま英語のInnovationを使ったという<sup>(1)</sup>。それを我が国においては、インベンション(Invention)のような単なる技術的発明にまで当てはめているように思える。

2010年頃から政府の音頭で経済活性化のためにイノベーションの推進が注目されることになった。内閣府の総合科学技術会議が総合科学技術イノベーション会議に衣替えされたのは2014年である。もっとも、2006年の第3期科学技術基本計画から「イノベーション」が政策文書でとりあげられるようになったが、その定義は「科学的発見や技術的発明を洞察力と融合し発展させ、新たな社会的価値や経済的価値を生み出す革新」としており、まだ技術革新に近いニュアンスを残していた。それが、2011年の第4期科学技術基本計画では「科学技術政策に加えて、関連するイノベーション政策も

幅広く対象に含めて、その一体的な推進を図っていくことが不可欠である。」とされ、技術革新ではない本来の広い意味で用いられるようになった。とはいえ、科学技術が経済再生の切り札的に見られていることに変わりはない。

ところで、「オープンイノベーション」という言葉がある。これは、企業が自前の資源を用いた開発(クローズドイノベーション)の代わりに、組織の外にある技術・知識・人材を積極的に利用し、イノベーションに繋がるような技術革新を進めることである。この背景には、顧客ニーズの多様化、製品ライフサイクルの短期化、グローバル化による競争構造の変化によってモノづくりに求められるスピードが増大し、従来のやり方では競争に勝てないという認識があったと思われる。前述した1980-90年代におけるアメリカ企業の中央研究所の縮小・閉鎖もこの動きの中にある。

## 2. 市民参加による科学技術の制御

前節では科学技術の政策的なコントロールの動向について述べたが、同時に科学技術に対する不安から、市民の側からも科学技術に対して異議申し立ての声があがることになった。公害の時代には技術による解決が主であり、それなりに科学技術に対する素朴な期待があったが、科学技術やそれを利用する社会システムの複雑化は、市民に科学技術推進に関する不安を与えることになった。我が国において1990年代半ばに起こった、兵庫県南部地震による高架高速道路の倒壊、オウム真理教事件における理系高学歴者の関与、原子力関連施設で相次いだ「事象」やその隠蔽は、科学技術に対する市民の認識の転機となった。

### (1) テクノロジー・アセスメント

科学技術の発展が社会に物質的な豊かさをもたらしてきたのは紛れもないことだが、一方で人の健康や自然環境にマイナスの影響を与えただけでなく、社会習俗にも大きな変化をもたらしてきた。更に技術システムが大規模・複雑化し、その影響が読みにくいというに、一つの些細なミスが大きな災害に繋がることもある。意図的な悪用に対する防止対策も必要となる。更に、科学技術の進展のスピードが速く、人々の意識が追い付けない。副作用の技術的解決はさらなる副作用を生む。そこで、このような科学技術による社会的影響を公正に評価するためのテクノロジー・アセスメントが求められるようになった。

1972年に米国で議会に技術評価局(Office of Technology Assessment)が設立され、議員に向けて報告書を発行したのが、政府組織によるテクノロジー・アセスメントの始まりとされる。(1995年に財政難を理由に廃止された。)小林によれば、テクノロジー・アセスメントの内容としては；①いつ頃までに何が実現できるか、②技術が実現される場合に、どのような社会的問題の解決に貢献しうるか、③どのような利用を、あらかじめ回避すべきか、④社会の側からみた開発の優先順位づけと技術発展の可能性のすり合わせ、⑤安全性や

リスクとして考慮すべき点の明確化と適切な規制基準、利用方法等の検討、⑥技術が実現した場合に、それを社会で有効に利用するための仕組みの設計、とされている<sup>(3)</sup>。

欧州でも、1980年代に欧州議会や各国の国会にテクノロジー・アセスメント機関が設立された。我が国では、1970年代にテクノロジー・アセスメント活動の導入が試みられたが、制度化には至らなかった。我が国の場合、設置が検討されたのは立法機関ではなく行政機関としてであったようで、社会的影響の予測よりも、むしろ新技術の普及促進にとっての障害を検討したり、将来的な技術開発ターゲットの予測に役立てようという意図があったといわれている。

### (2) 科学技術の信用問題

前節で述べたテクノロジー・アセスメントは基本的に科学技術の専門家によって実施されるものであったが、そこに市民の参加が求められるようになってきた。

1980年代にイギリスでは若者をはじめとする一般大衆の科学技術に対する関心の低下が顕著になり、産業競争力の低下が危惧されていた<sup>(4)</sup>。具体的な例としては、遺伝子組み換え作物の栽培に対する反対や、医療におけるインフォームドコンセントに対する戸惑いがある。公害問題等の科学技術のもたらした負の社会的影響、科学技術の発展が必ずしも人間に幸福をもたらさない現実、更には反体制的運動に向かう当時の若者文化の影響もあっただろう。しかし、そこで市民の科学技術の受容性低下の原因として考えられたのは、そもそも市民が科学技術に関する十分な知識を有していないということであり、市民が正確で十分な知識を身につければ解決するという診たてであった。この考え方を「欠如モデル」という。市民が遺伝子組み換え作物に反対するのは、遺伝子操作等の科学技術の知識が不足しているためであり、安全性等に関わる正しい知識を与えれば、受容は進むはずで、そのためには正しい知識を分かりやすく伝える努力をすればよいということになる。言わば啓蒙のアプローチであり、これに基づいて公衆の科学的知識の増進活動(Public Understanding of Science: PUS)が進められた。

そこに起こったのが牛海綿状脳症(Bovine Spongiform Encephalopathy: BSE, 俗にいう狂牛病)騒動である。当初イギリス政府はBSEが人には感染しないという科学者の答申を信用し、市民へ安心情報を流した。しかし、結果として世界で200人近い患者が発生することになり、科学やPUSに対する信頼性を失墜させることになった。このような事態の背景には、専門家が市民に専門家と同じような科学の理解を期待した一方で、市民側の科学あるいはその影響に関する理解の仕方が専門家のそれとは必ずしも一致していなかったことがある。

### (3) サイエンスコミュニケーション

1970年代までは社会全体で科学に対する期待は大きく、科学的知識の確かさに信頼も置かれていたため、市民も啓蒙される立場に納得していたと思われる。しかし、その期待が

更に大きくなり、しかも税金からの投資額が大きくなると、使途の妥当性、成果の適格性に厳しい目が向けられるようになる。そこに不祥事があれば、科学技術知識に対する尊敬や信頼が一気に揺らぐことになる。遺伝子組換作物やBSEの経験から、市民が科学をどのように理解しているかは、科学的知識の量だけではなく、市民が有するその問題に関連する価値観・世界観やローカル知に依存することが明らかになってきた。科学技術の専門家は理想系での普遍的な現象理解を追求するのに対し、市民はそれぞれの多様な条件下で、それぞれの価値観に基づいて技術の取捨選択をする。科学技術の利用に関する意思決定には、市民の価値観や世界観に寄り添い、対話を重視しながら情報を交換する、すなわちコミュニケーションが双方に有益であると認識されるようになった。そのための手段として開発されたのが、サイエンスカフェやサイエンスショップである。

サイエンスカフェは、喫茶店や居酒屋等のような学術の世界とは離れた雰囲気の中で、科学技術に関わる話題について専門家が話題提供をしたのち、一般人と対話を繰り返すという催しである。我が国でも2005年以降急速に普及・拡大している。講演会のような堅苦しい雰囲気を作らないことがポイントと言われている。また、サイエンスショップは、大学等で学生が市民等からの相談・依頼を受け付ける窓口を設置し、依頼に応じて調査研究等を行い、問題解決や公共的な活動のサポートをするものである。

なお、サイエンスコミュニケーションにおいて、欠如モデルが完全に誤りであるということではない。一定の科学的知識はあった方が望ましいが、それ以上に専門家側に市民の思考方法に関する理解が必要なが多い。双方向性のコミュニケーションを実現するには、科学技術の専門家には社会リテラシー、非専門家には科学リテラシーが必要である。

#### (4) 市民参加型テクノロジー・アセスメント

2-(1)節で述べたテクノロジー・アセスメントはあくまで専門家によるものであり、検討結果は政策立案のためのものであった。それに対して、サイエンスコミュニケーション同様にテクノロジー・アセスメントにおいても市民参加が求められるようになってきている。

平川はテクノロジー・アセスメントに市民が参加する意義として、政治参加が民主主義社会における市民の当然の権利であるという規範的意義、多様な立場の人々が参加することが対立を減らし参加者間の合意や信頼を得やすくするという道具的意義、政策決定に必要な知識が科学技術の専門知識に限らず、市民のさまざまな知識、経験、価値観が加わることによって決定の質が高まるという実質的意義、という三つがあるとしている<sup>(5)</sup>。

専門家や行政主導の意思決定では受容か拒否の二者択一になりがちで、市民側は拒否するとその代案提示を求められることになり、参画を躊躇することになりかねない。しかし、市民参加型テクノロジー・アセスメントでは必ずしも単一の合意に達することが求められるわけではない。

参加型のテクノロジー・アセスメントとしてコンセンサス会議、市民陪審、市民フォーサイト、フューチャーリサーチ、シナリオワークショップ、討論型世論調査等様々な方式が提案されている。参加する市民に多様性を求めるか、当事者性を求めるか、アウトプットにどれだけの拘束力を持たせるか、専門家と市民との討論をどれだけ持つか等による違いがある。本稿ではそれらを代表してコンセンサス会議について実施方法を紹介する。<sup>(3)(6)-(8)</sup>。

コンセンサス会議は元々はアメリカで医療技術の開発者等の中でその技術を評価するための会議手法として開発されたが、1986年にデンマークの技術委員会(Danish Board of Technology)が社会的な対立や紛争を引き起こしている科学技術に対して、市民の集団が専門家との対話を通して対策を提言する活動として整備し、欧米に広まった。

コンセンサス会議は運営委員会、事務局、専門家パネル、市民パネルで構成される。標準的な方法としては、運営委員会がテーマとスケジュールを設定し、利害関係者に対するヒアリングをしながら専門家パネルメンバーを決定する。そして、性別、年齢、地域性の分布を考慮しながら「市民パネル」のメンバーを公募により15から20人選ぶ。その後、専門家パネルから市民パネルメンバーへの基礎知識の提供が行われ、市民パネルは2回の週末をかけた準備会議を行い、コンセンサス会議としての論点を構成する「鍵となる質問」を作成する。この準備会議は非公開で行われる。運営委員会は鍵となる質問に答える専門家を選び、3ないし4日をかけて行う本会議においてその専門家が鍵となる質問に答え、市民パネルとの間で討議を行う。この本会議は公開で実施され、そのあと市民パネルが、この技術の内容、予想される問題、その対策等考えと提案をまとめたコンセンサス文章を非公開で作成し、専門家は必要に応じてコメントや事実関係の訂正をする。

我が国においては、1998年に遺伝子治療、1999年に高度情報化社会をテーマに試行され、2000年以降遺伝子組み換え作物等について実施されている。

専門家と市民パネルの討議においては、ファシリテータの重要性が指摘されている。また、コンセンサス文書の作成以外にも、専門家同士の意見の食い違いが明らかになったり、専門家が普段気づかない視点の指摘を受けたりする点は、想定外のメリットと言われる。

#### (5) オープンサイエンス、市民科学の期待

科学技術に対する市民参加という点では、オープンサイエンスや市民科学が注目される。オープンサイエンスの定義はまだ定まっていないようだが、科学技術の知識生産過程への参画、成果へのアクセスや利用等を従来の枠組みを離れてオープンに行うことと考えられる<sup>(9)</sup>。そこに市民が主体的に関わるのを市民科学(シティズン・サイエンス)という。たとえば、学術論文誌のオープンアクセス化や市民によるフィールドデータの収集が分かりやすい例であるが、天文観測や野鳥等の自然生物調査では長い歴史があり、我が国では高木学

校<sup>(10)</sup>や市民科学研究室<sup>(11)</sup>の活動が優れた先行事例であると  
考えられる。

新しい展開の可能性として、プレプリントサーバによる論文公開は、読者に審査をゆだねる等の研究の品質保証システムの新しい在り方を示しているし、クラウドファンディングやインターネットを活用した市民のデータ収集や解析への参画は、単に科学技術の理解・普及に貢献するだけでなく、経済力や権力に拠らない共創型のイノベーションを期待させる。

今回はこのような科学技術のコントロールの状況を踏まえて、科学技術の責任について考えてみたい。

## 文 献

- (1) 小林信一：科学，88(2018)，416-423.
- (2) 隠岐さや香，中島秀人編：ポスト冷戦時代の科学技術，第3章，岩波書店，(2017).
- (3) 小林信一，小林傳司，藤垣裕子：社会技術概論，放送大学教育振興会，(2007).
- (4) 小林傳司：トランスサイエンスの時代，NTT 出版，(2007).

- (5) 平川秀幸，藤垣裕子編：科学技術社会論の技法，東京大学出版会，(2005).
- (6) 若松征男：科学技術政策に市民の声をどう届けるか，東京電機大学出版局，(2010).
- (7) 平川秀幸，土田昭司，土屋智子：リスクコミュニケーション論，大阪大学出版会，(2011).
- (8) 小林傳司：誰が科学技術について考えるのか，名古屋大学出版会，(2004).
- (9) 林 和弘：学術の動向，(2018)，23-11，12-29
- (10) 高木学校，<http://takasas.main.jp/>(2019.11.19参照)
- (11) 市民科学研究室，<https://www.shiminkagaku.org/>(2019.11.19参照)



柴田 清

★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★  
1980年 東北大学大学院工学研究科材料化学専攻博士前期課程修了  
新日本製鉄，東北大学素材研，海上技術安全研究所などを経て2007年より千葉工業大学教授，博士(工学)  
専門分野：材料プロセス工学，環境工学，リスク科学，科学技術社会論  
◎鉄鋼・非鉄製錬および関連環境技術の研究開発に携わったのち，環境などの技術リスクにかかわる研究に従事する一方で，科学技術と社会の関係に関心をもち続けている。  
★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★