

## 第1章

### 科学における社会リテラシーとは

平田 光司

hirata@soken.ac.jp

総合研究大学院大学教育研究交流センター教授

#### プロフィール

大学では計測工学、大学院とポスドクのときは素粒子論を専攻。職がないので加速器科学に転向し、高エネルギー物理学研究所(現高エネルギー加速器研究機構)に就職したら、これが意外に面白くて、しばらく没頭。SSC 計画中止をめぐる諸問題を考えているうちに、科学論がメインとなり、総研大に移って現在に至る。

#### はじめに／講義の問題意識とポイント

リテラシーとは読み書き能力のことで、いわゆる教養である。社会リテラシーとは社会的教養ということになる。今回の講義のタイトルは「科学における社会リテラシー」であるが、「科学における」という表現に、気持ちが込められている。

「科学における社会リテラシー」には、科学者として知っておくべき社会に関する知識も当然含まれる。それは「科学者の社会リテラシー」だろう。しかし、「科学における社会リテラシー」という場合、科学者ひとりひとりが持っている社会観、倫理観にとどまらず、科学の研究活動や知の体系としての科学全般の問題をも意味している。科学研究は科学者個人の活動としてではなく、大学、研究所、企業、NPOなど社会的な制度の中で行われている場合がほとんどであり、そもそも社会的なものだ。科学というものを純粋な知識の体系として抽象的に考えることもできるが、実際に研究を行うのに必要な資源(実験のための道具、人材、費用)は社会から供給されることを考えても、社会と無関係に科学が存在することはありえない。そういう意味で、

現実の科学の中には、すでに社会が取り込まれている。科学を社会の視点でとらえるという意味を総合して「科学における社会リテラシー」というタイトルを選んだわけである。

逆に、「社会における科学リテラシー」というキーワードは最近よく耳にする。社会の人たちが、科学についての知識を深め、科学リテラシーを高めるのにはどうすべきかについて考えるものであり、そういう問題の設定もありえる。しかしながら、今回の中心的な問題意識は、あくまでも科学者側から社会をきちんと捉えなおしていかなければならないということである。

具体的には、科学者として自分たちの研究がどのような社会的役割を果たし、また社会的影響を及ぼしているかを考えなければならないし、社会的な視点から見直すことも必要だ。自分たちの研究が社会的に無意味であれば、再検討する必要があるかもしれない。こういう認識もすべて科学における社会リテラシーに含まれている。

このテーマについて3年連続で講義を開催する予定で、今回はその第1回目である。科学とは何かという科学原論、実際の科学研究の枠組みを決めている科学政策、科学と社会のコミュニケーションの3つの軸にそって毎年講義する。私のこの講義では、イントロダクションとして、これからの議論で必要となるであろう基礎知識、用語などを、浅く広くではあるが歴史を振り返りながら紹介していきたい。

## 1. 科学についての「ふつうの」考え方

### 1.1. 科学に関する考え方

戦後しばらく、科学と社会についての意識は次のようなものであったといえる。すなわち、科学とは実験によって得られる客観的事実にもとづく普遍的真理を探究するもので、科学者は真理としての妥当性を判断するのが任務であり、その応用についての価値・善悪を判断するのは社会である、というものである。逆に言えば、科学は客観的事実を探求し、それは社会とは無関

係に存在する、という認識であった。「戦後しばらく」とは言ったが、現在でも多くの科学者は、はっきりとは言わなくても、内心そう思っているだろう。

## 1.2. 科学政策に関する考え方

科学政策について戦後支配的だったのは、リニアモデルという考え方である。国が基礎科学に投資すると、応用科学を通じてそれが社会に有益な成果を生み出すというリニアな考え方だが、このような考え方が登場したのにはそれなりの理由がある。

戦後のアメリカの科学政策を立案したのに力があつたのは、ブッシュ(V.Bush)であると言えるだろう。彼はMIT(マサチューセッツ工科大学)の教授で、戦争中に物理学や工学を戦争に動員し成功した。戦後『endless frontier』(限りなきフロンティア)を出版したが、この有名な論文の中で、基礎科学が発達することによって結果的に社会にプラスの価値をもたらすから、社会のために基礎科学に投資しなければならない、と主張した。基礎科学に投資すれば応用科学と技術の成果に結びつき、社会に大きな恩恵をもたらすというのである。このリニアモデルの考え方は1980年代末ころまで有力で、アメリカの科学政策の基本方針であった。基礎科学者にとって、これほど都合のいい考え方はない。国から豊富に予算が出て、基礎科学研究を好きなように続けていけば、自然に応用科学に結びつく。しかも応用科学は別の人間が担うから、科学者は研究に熱中していればいいことになる。しかも、成果をどう利用するかは社会が決めることで、科学者には責任が無いことになる。現在ではもうこういう単純な考え方は破綻していると思われるが、今でも科学者同士の話しの中では、暗黙の前提となっているように感じられることが多い。

## 1.3. 科学コミュニケーションに関する考え方

科学と社会のコミュニケーションを考える時に、キーワードとなるのは欠如モデルである。ここでは、一般の人は科学的知識が不足しているという認識が大前提となる。そこで、科学者から社会に知識を伝えなければならない

——これが欠如モデルの基本的な発想だ。ここから生まれるのが科学啓蒙主義、すなわち、無知な一般の人に科学の専門家である科学者が知識を与えてレベルを向上させるという姿勢である。また専門家主義も派生する。簡単に言えば、専門家が一番よく物事を知っているのだから素人は黙って専門家に従えという発想である。こういう考え方は昔からあったが、今でもこの発想で科学と社会を捉えている人が多いのではないだろうか。

欠如モデルでは、世の中に啓蒙が必要との発想から、ジャーナリズム、広報を重視すべきだという論調になる。これも結局、科学者が知識を社会に与え、それによって人々が科学に関して興味を持ち、知識の量が増えれば、科学に対する支持が強まって科学予算が増えるというサイクルを期待しているとも考えられる。裏返せば、このままでは科学はすたれていくので、もっと社会の人たちが科学を好きになって欲しいという発想でもある。こうした欠如モデルの考え方は古典的でありながら、今でもほとんどの人が持っている科学観とも言えよう。

リニアモデルと欠如モデルを前提にすれば、基礎科学者は、国に対しては予算を要求し、世の中に対しては科学の素晴らしさを示していれば、あとは研究に没頭すればいいことになる。しかも研究は普遍的真理の追求だから、誰からも批判されない。しかし、世の中は必ずしもそのように進んでいるわけではないし、そう簡単な問題ではないということを指摘していきたい。

## 2. 歴史的背景

### 2.1. 原爆とマンハッタン計画

20世紀の科学の歴史を考える時、決して忘れてはいけないのは原爆、そしてマンハッタン計画である。

原子核の存在は1911年に、イギリスの物理学者ラザフォードによって証明された。それからまたたく間に人工的な核変換、エネルギー開放などの研究が急速に進み、第二次世界大戦が始まったころには原爆実現の可能性があることが知られていた。

ユダヤ人のアインシュタイン (A. Einstein) は、ナチから逃れてアメリカに亡命していたが、もしドイツが最初に原爆を作ったら大変なことになることと恐れ、原爆製造をアメリカ大統領に進言した。それが契機となって、1941年に原爆製造をめざすマンハッタン計画が作られた。

この計画は大型プロジェクト研究としては大成功を収めた、と言える。所長のオッペンハイマーは有名な理論物理学者であった。彼は優秀な物理学者や工学者をたくさん集めて、決められた期限内で原爆を作り、成功させた。これはそれから後の巨大計画のお手本となり、戦後の基礎科学重視の考え方にもつながっていった。その当時の科学者の意識とすれば、核物理学は無用の学問であり、単に知的好奇心から研究されていたのだが、それが原爆製造という応用に結びついてアメリカを戦勝国に導いた。この成功の歴史がリニアモデルのバックボーンと考えられる。

マンハッタン計画の運営は、ある意味ではアカデミックな研究所と似ていた。スタッフ同士の議論は、学会での議論を思わせる迫力のあるもので、そのころの雰囲気は有名な「ご冗談でしょうファインマンさん」に生き生きと描かれている<sup>1</sup>。ファインマン (R.P.Feynman) は後にノーベル物理学賞を受賞したと研究者で、当時は今で言う“ポスドク”的な存在であったが、ベータなど、偉い学者と自由に議論しながら楽しく計画を進めていった様子が伺える。学問的、学究的な姿勢を保ったまま、実際の計画を遂行して成功させたのは重要なポイントである。先端的な科学計画の遂行は、学問の単なる応用ではなく、それ自体として創造的な学問活動である。その後の大型プロジェクト研究の中には、トップダウン方式で分野横断的に研究者を寄せ集め、任務をわりふって遂行したものの、研究者の創造性を生かせないような運営のせいで成功しないケースも多かったのではないだろうか<sup>2</sup>。それらに比べると、マンハッタン計画は、原爆を作ってしまったという負の側面はともかく

---

1 R.P. ファインマン、「ご冗談でしょうファインマンさん」大貫昌子訳、岩波書店 (1986)、特に「下から見たロスアラモス」。もっとも、研究開発の楽しさだけでなく、原爆がいざ実現したときの物理学者たちの様子も描かれており、興味深い。

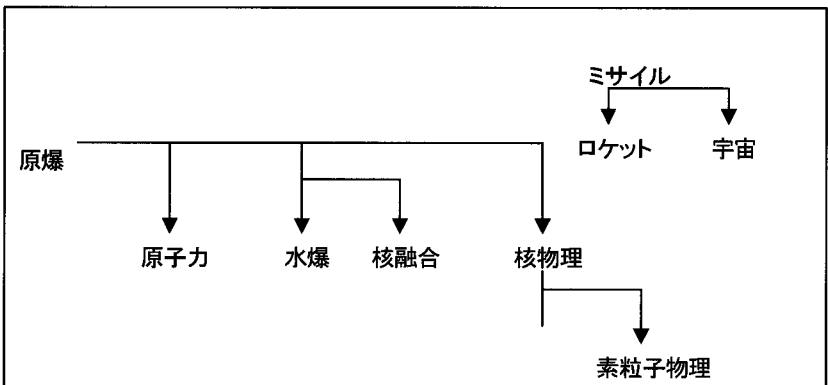
2 たとえば、SSCである。平田光司「SSCと大型装置科学の現在」岩波「科学」1999年3月号 (1999) および総研大ジャーナル2003年3号の記事を参照のこと。

として、研究方法や運営の進め方を考える上で、プロジェクト研究のお手本であるという面がある。

## 2.2. 冷戦型科学

戦後しばらくの科学の世界は、原爆から出発していると言っても過言ではない。原爆開発の経験がリアモデルを生み出し、科学政策に影響を与えたことはすでに述べた。原爆からの直接的な成果のひとつとして平和利用としての原子力が生み出された。また、原爆のある種の拡張である水爆、さらに水爆から直接ではないが、関連分野として核融合の研究が開始した。当然、原爆を成功させたことで核物理学は脚光を浴び、核物理学の中から派生的に素粒子物理学も誕生した。素粒子物理学は完全に基礎物理学であり、現実世界では何も役に立たない、少なくとも役に立つことを意図してはいない分野であり、ただ知的好奇心の充足のために研究されている典型的な学問である。しかし、その割には膨大なコストがかかる。やはり知的好奇心の追求であった原子核研究から原爆や原子力などの「有用」な応用が生まれたことは、リアモデルに依拠して素粒子物理学に大きな予算を要求する根拠となった。なお、原爆とはカテゴリーが違うが、ミサイルの開発と関連して、ロケットや宇宙関係の科学も発達した。このような一連の領域を「冷戦型科学」とい

【図表 1】冷戦型科学の系譜



う。(【図表1】参照)。冷戦型科学は実際には冷戦に直接貢献するわけではない、たとえば素粒子物理学のようなものも入っている。しかし、戦後アメリカの素粒子物理学のリーダー達はマンハッタン計画の経験者が多かった。また、大学で素粒子物理学を学んだ者が兵器産業に就職するなど、意識の上で、また人脈の上で、冷戦とのつながりは強い<sup>3</sup>。

ソ連は1993年に崩壊したが、1950年から1990年までの「冷戦の時代」は、アメリカとソ連という二大超大国の間で、いつ戦争が勃発するか分からない緊張状態が続いた。米ソはお互いに自国防衛を最重視し、兵器としてのミサイル、原爆、水爆の開発を推進した。また軍事関連の物理学が重要視された。こういう研究には莫大な予算を必要とするため、大学単独で行うのには限界がある。そこで、国家が研究センターを作り、集中的に研究を推進することとなった。スタイルとしてはマンハッタン計画を引き継ぐ形をとり、大きな目でみれば冷戦に勝利するという使命に貢献している点で、リニアモデルは社会的に説得力のあるものでもあった。

### 2.3. ポスト冷戦型科学

今は「ポスト冷戦型科学」の時代と言われている<sup>4</sup>。ソ連崩壊以前でも1985年ころから、ソ連は脅威ではなくなり、冷戦構造は変化していた。ベルリンの壁崩壊後は、冷戦型科学への風当たりが目に見えて強くなり、予算も大幅に縮小された。例えばアメリカでは、素粒子物理学のSSC計画は、冷戦の終焉とは直接の関係はないものの、そのような時代の潮流の中で中止となった。またアメリカは核融合からの撤退を決断し、NASAは予算削減された。

ポスト冷戦型科学にはいろいろな特徴があるが、一言でいえば、国家のプレゼンスが低下し、市民、世界、市場が前面に浮上してきたことがあげられる。ある意味で国家の概念が消失したとも言える。経済的にも世界はグローバル化が進み、いまや国家ベースの大企業はきわめて少ない。ポスト冷戦型

3 Bush主義で「基礎科学」と呼んでいるものは、冷戦型科学とほぼ一致する。

4 吉岡齊、中山茂編著「科学革命の現代史」学陽書房(2002)、第1章「冷戦時代からポスト冷戦時代へ」

科学の典型的な例はゲノム科学だろう。各国ともゲノム研究には熱心だが、基本的には世界的な連携で研究されており、ある国がどのような研究成果を出したかなどはあまり関係がなくなっている。

また、ポスト冷戦型科学は科学を市場化する。研究に投資するのは世界企業、薬品会社などで、市場性のある研究を選んで投資する。いままで学問の世界では、特許は研究とは無縁のものと信じられてきた。私の世代では、学者としては論文を書くことが最優先課題であり、特許取得など想像外のことであったが、最近では積極的な特許取得が求められる。

ちなみに、生物学に関わる特許には非常に問題があることを指摘しておきたい。普通、特許は発明について取得するもので、自然物についての特許は取得できないと理解されている。太陽の特許はだれも取れない。しかし、遺伝子については、配列を解明しただけで特許を取得でき、優先的な使用権を得ることができる。なぜゲノム特許が可能なのかと言えば、企業がゲノムに莫大な投資をしているからに他ならない。逆に、投資させるためにも特許権は必要になっている。

また、ポスト冷戦型科学では、市民が大きな役割を占めはじめているのも特徴だ。特にNPO、NGOなどは、遺伝子組み換え作物、環境などに対して、国の許可や規制からほとんど独立して独自の監視や提言を世界的に行いはじめている。

## 2.4. ネオ冷戦型科学<sup>5</sup>

冷戦型科学からポスト冷戦型科学を経て、最近の一部で、「ネオ冷戦型科学」が台頭しはじめている。現在、アメリカのブッシュ政権の下で、いわゆる冷戦型科学が息を吹き返してきているのだ。昔の冷戦ではアメリカにとっての敵はソ連だったが、今はテロがターゲットである。イラク、北朝鮮などの仮想敵国への対抗のために、国家が科学（軍事力）を推進していく必要がある

---

5 平田光司「高エネルギー加速器と社会」総研大教育研究交流センタープレプリント Sokendai-koryu/0306003 (2003) 参照、交流センターHP (<http://koryu.soken.ac.jp/>) からダウンロード可。



という認識のもとに、歴史を逆行するような動きが生じている。アメリカが中心になって冷戦型社会構造を再現しようとしている動きもみえるし、対テロ戦争やグローバリズムという名目で世界を巻き込もうとしている動きも見える。こうしたアメリカ主導の動きに対して、ヨーロッパは非常に大きな反感を抱いているようだ。ネオ冷戦型科学がこの先どのような方向に向かうかは予測できない。しかし、大きな目でみれば、時代の流れはポスト冷戦型科学の方向にシフトしているし、科学における市場の影響力が大きくなるとともに、市民の役割が世界的に広がっていることはたしかである。

### 3. 科学者の考え方と活動

#### 3.1. パグウォッシュ宣言

こうした一連の流れに対して、科学者の側はどう反応してきたか。原爆のショックは非常に大きく、終戦直後の1945年に、数学者のラッセル (Russel) とアインシュタイン (Einstein) が「ラッセル-アインシュタイン宣言」を発表した。これは科学者が政治的な立場を超えて反核で団結する活動であり、この宣言は、原爆という圧倒的な現実を見据え、もはや科学研究だけに専心している場合ではない、核兵器廃絶のために科学者が団結するべきだと提言したものである。

アインシュタインは「ラッセル-アインシュタイン宣言」実現のために、世界中、特にアメリカとソ連からの科学者の参加を仰ぎ、核廃棄を話し合うために世界大会を開催した。これがパグウォッシュ会議で、ここで採択されたのがパグウォッシュ宣言である。この中では「科学者の社会的な責任」が表明されている。すなわち、科学者は真偽の判断をすることが主要な役割であり、善悪の判断自体はしないが、善悪の判断を誤りのないものにするために科学的にきちんと言明することが社会的な責任であると謳っている<sup>6</sup>。

この会議は、以後現在まで継続して開催されている。また、この会議は団体として初めてノーベル平和賞を受賞したことで知られる。当時は、この

6 欠如モデルの専門家主義、啓蒙主義とかなり近いことに注意。

宣言に従わないのは科学者ではないという意識が浸透し、世界的な影響力があった。しかし、現在では昔ほどの影響力はなくなっている。

### 3.2. パグウォッシュ宣言への批判

日本では、パグウォッシュ会議に参加した日本の科学者、特に戦後の日本の科学を導いてきた代表的存在である湯川秀樹を文学者唐木順三<sup>7</sup>が徹底的に批判した。原爆に反対しながら、一方では核物理学の研究に意欲を燃やしている、核の恐ろしさを「絶対悪」といいながら、他方では学問として熱中している、というのは欺瞞的であると追及したのである。

パグウォッシュ宣言では、科学は良いもので、進歩すべきだという立場に基づき、そのためには科学者になんの制約もなく自由に研究させなくてはいけないとも述べられている。しかし、その結果としてできた原爆に対しては、ひとごとのように反対するのは無責任だと唐木は批判している。

唐木の批判に対する評価は、人によってまちまちである。私も全く賛成というわけではないが、科学者として知っておくべき意見だと思う。そして、彼の批判は科学者各自が受け止め、それに対する答えを用意しなければならないのではないかと思う。

パグウォッシュ的な観点に立てば、科学は科学の内在的な興味に従って発展していくものであり、そこで原爆のように危険なものができてしまったなら、そこだけ切り取ってしまえばよいということになる。しかし、それは現実的には不可能である。科学の中で人類にとって都合の悪い側面だけ切り取って排除しようとしても、それらも含めて科学全体として存在しているのであるから、一部だけクリアカットに切り取ることはできない。むしろ、ある社会的な規制をかけることによって都合の悪いところを避けて進歩していくしかないだろう。この規制も社会リテラシーのひとつである。

---

7唐木順三、「『科学者の社会的責任』についての覚書」 筑摩書房（1980）。

### 3.3. アシロマ会議

社会リテラシーによる科学への規制は、1950年代風の科学観からは容認できるものではないが、現実には行われている。例えば、人間の胚細胞を使った遺伝子組み換え実験を禁止する法律があるわけではないが、そういう実験や実験をする研究所には国は資金を提供しないので、事実上できなくなっている。禁止ではなく、予算的な規制がしかれているのだ。また、日本物理学会では、昔から軍事的研究に協力しないという点で一致している。ある種の自己規制の中で科学研究を続けていくという方法である。

科学者の自己規制で、有名なのはアシロマ会議（1975）である。分子遺伝学が急速に進歩した結果、遺伝子組み換えも可能であることが分かった。その研究に携わった研究者がこのまま進んでいったら人類や環境にとって取り返しのつかない事態になるかもしれないと考え、対策が講じられるまでは研究の自粛をすることを求め、国際会議を開いて決議をした。この結果、遺伝子研究は難しくなったが、その後それほどの危険性がないことが分かってきたため、規制はかなり緩和された。ともかく、科学者が集まり、研究の自己規制をすることに合意したのは、ある意味では非常に画期的なことであった。

## 4. 科学に関するさまざまな捉え方

### 4.1. 科学社会学

科学については、いろいろ側面から議論ができる。科学社会学もそのひとつである。これは、科学を社会的な営みとして捉えようとする学問で、代表的な学者にR.マートンがいる。マートンは科学者の行動を社会学的に分析して、以下の（マートンのノルムと呼ばれる）4つの規範で説明できるとした。

- ・ 公有性 （真理は万人に開かれている）
- ・ 普遍性 （正しいことは万人にとって正しい）
- ・ 利害超越（科学で儲けてはいけない）
- ・ 系統的懐疑主義 （なんでも一度は疑ってみる）

つまり、科学の成果は万人に開かれるべきもので、一部の専門家だけの秘密の知識として存在してはいけない。また、科学の知識は立場に関わらず正しいものでなければならず、えらい先生の言うことでも無批判に信じるな、科学で儲けてはいけない、などと言っているのである。

このマートンの規範は、ほとんどの科学者に共有されているだろう。私を含めて、この規範をたたき込まれていて、いまだに科学者としての行動を律している面がある。科学がうまく機能しているのは、科学者集団がこの規範を持っているからだ、という説明は説得力がある。

もちろんそうした規範に従わず、例えば、DNAの研究で問題になったように、データの捏造、研究成果の詐取などをする科学者も存在する。だが、大局的に見れば、それは一部であって、ほとんどの科学者は、マートンの規範に従っている。しかし、それだけで十分というわけでは無くなってきている。

## 4.2. 科学哲学

科学をとらえる別の方法論は科学哲学であり、この歴史はかなり古い。昔から自然科学、特に、ニュートン力学のすばらしさは、哲学者にとっては解明を要する大問題であった。共同作業によって普遍的な真理を解明し、体系を構築していけるのはなぜか、ということだ。20世紀前半に活躍したウィーン学派はこれを論理的に説明することをめざし、物理学における言語分析を通して物理学に固有な方法とは何かについて研究した。科学的な真理を保証する哲学的な基礎について探究しようとしたのだが、しかし、すぐに破綻してしまった。客観的な事実とは何かを考えるだけで、ありとあらゆることが言及できてしまう。そもそも何をもって客観的な事実というのか。ある理論の正しさを哲学的に証明することは不可能だろう。

K.ポパーは、科学とは反証可能性であると指摘した。ある言明が科学的かどうかは、その言明を原理的に反証できるかどうかで決まる。つまり、誤りをチェックできるということだ。たとえば「すべての朝には太陽が昇る」は、

客観的事実かどうかは証明できない（明日のことはまだ実証されていないから）が、もし、一日でも太陽が昇らない日があれば、この言明の正しさを否定できるので、これは科学的言明である、というようなものだ。

しかし実際には「反証」ということ自体があいまいであることは、実際に実験をして、ある理論が否定された状況を考えてみれば分かる。ある実験で、量子力学とは矛盾する結論が出たとしても、普通の科学者はそれで量子力学がまちがっているとは思わず、実験がまちがっていると思うだろう。反証されたかどうかは、実験が依拠する諸仮定すべてに関わり、反証は事実上不可能となる。

その後も実験の理論負荷性（実験が成立するには理論が前提となる）とか、理論の決定不全性（有限個の実験結果を説明する理論は無限にありえる）など、ナイーブな科学観をくつがえすような学説がぞくぞく出てきて、現代では、哲学的に確立され、信頼できる科学的方法というものは存在しない、というのが常識になっている、と言ってよいだろう。

クーンは科学史の観点から「科学革命」を唱え、科学哲学に大きな影響を及ぼした。クーンによれば、科学はあるパラダイムのなかで設定された問題を解決するもので、パズル解きゲームに相当すると考えた。しかし、パズルを解いていくと、ある時パズルがすごく難しくなって解けなくなってくる。やがてパラダイムのゆらぎが生じ、混乱の中から新しいパラダイムが登場して科学革命が起こる。異なるパラダイム同士の優劣はつけられないし、あるパラダイムを別のパラダイムで説明することはできない。翻訳不能なのである（パラダイムの通訳不可能性）。

これによれば、量子力学と古典力学はまったく異なる学問であり、どちらが正しいというものではない。また科学は極言すれば、社会的構成物に過ぎない約束事だということにもなる。クーンの後継者を自認するクーン学派によって、このような科学哲学の流れが支配的になってきた。クーン自身も科学者でありそのような解釈には賛成できなかったようだが、パラダイムや科学革命などの言葉が一人歩きしてしまった観がある。

### 4.3. サイエンスウォーズ——科学者と科学哲学者の対立

科学を哲学的に基礎付けできないとなると、その反動として科学に対する疑いが出てくる。クーン学派は、科学がいかに文化・社会に依存的かを指摘した。当然科学には文化依存的な部分もあるし、社会依存的な部分もある。しかし、科学は完全な社会構成物であり、例えば法律と同じであるという考え方になると、首をかしげざるをえない。極端になりすぎると、反科学となり、科学者と対立してしまう。

科学論者の「いきすぎ」に対して、科学者側からの反発があり、いわゆるサイエンスウォーズと呼ばれる応酬があった。その「ハイライト」は物理学者アラン・ソーカルが、科学哲学の専門誌に捏造論文を投稿したことである。ソーカル事件と呼ばれる。ソーカルはいかにも科学論者が書きそうな内容を満載した論文を投稿し、それが発行されたあとで、実はあれはインチキであり、そういういかげんな論文を見抜けず掲載するような学問分野はおかしい、科学哲学など言葉の遊びではないかと批判した。

サイエンスウォーズの影響はまだ定かではないが、欧米では両者の対立は次第に沈静化しつつあるようだ。日本では、幸か不幸か、科学者はもともと科学哲学の動向をあまり気にしてはいない。また、日本の科学哲学者たちもそれほど反科学的ではないので、欧米のようなサイエンスウォーズは生じていない<sup>8</sup>。

(講義では述べなかったが、他にも科学を対象とする研究は多様である。科学人類学とでも呼ぶべき研究分野では、研究室に長期間滞在し、観測や対話を通じて、科学的事実がいかに形成されていくか、などを研究する。また、「女性と科学」も社会学、人類学的な観点から研究されている。)

---

8 なお、サイエンスウォーズの科学者側にたつ、A. ソーカルと J. ブリクモンの著書「知の欺瞞」は、岩波書店から翻訳が出版されている。内容もおもしろいが、翻訳自体が大労作であり、一読に値する。

## 5. 現代における科学

### 5.1. リニアモデルの破綻

1950年代に一世を風靡したリニアモデルは、アメリカではすでに説得力のあるものとは思われていない。アメリカは戦後基礎科学を重視し、リニアモデル中心で基礎科学に重点を置く科学政策を展開していた。そのころ日本は、応用科学偏重であったが、最近になって科学技術創造立国を主張し、基礎科学を重視しはじめている。一方、アメリカは今では応用科学に力を入れている。アメリカと日本では科学政策がずれている。どちらかという、日本が世界の流れに逆らっているように思える。

アメリカだけではなくヨーロッパでも基礎科学路線から脱却し、むしろ応用科学を重視している。しかもそれを国家が担うのではなく、市民や企業が担う方向にシフトしている。それに対し、日本は国家的なプロジェクトとして、科学政策を推進しようとしている。代表的な例は国家政策としての原子力の推進で、この政策はこれからも続いていくだろう。しかし原子力は普通の種類では応用科学の範疇であり、基礎科学重視といいながら基礎科学がおざなりにされているという政策のねじれ現象も起こっている。日本の科学政策を考える上で原子力政策は避けて通れない問題であるが、原子力が日本の科学政策をいかに強く制限しているかを認識しておく必要がある。

### 5.2. 啓蒙主義の限界

すでに述べたように、科学コミュニケーションの昔からのキーワードは、欠如モデルである。欠如モデルに依拠したのがPUS (Public Understanding of Science : 一般市民の科学理解) という政策で、科学啓蒙活動にひとつの大きな流れを作った。しかしイギリスなどでPUSを懸命に推進したが、いくら努力しても、7~8%程度の人にしか浸透せず、それ以上は無理だという結果に終わった。科学者による一方的な啓蒙が、社会の関心に答えていないとも言える。

アメリカの世論調査では、ダーウィンの進化論を信じていない人が 50%台、UFOや宇宙人の存在を信じている人が 30%台存在するという数字が出ているが、一方では「サイエンティフィカルアメリカン」などの科学専門誌もよく売れており、市民の科学リテラシーは高いともいえる。科学知識の平均レベルが高いことと、科学が社会に支持されているということは必ずしも一致しない。その他、欠如モデルでは説明できない現象がいろいろ明らかになってきている。

### 5.3. 専門主義の限界と新しい社会的合意方法の形成

欠如モデルのもう一つの面である専門家主義についても、最近はむしろ専門家に任せていては危ないという認識が広がっている。日本においては、水俣病、原発事故、エイズ問題、遺伝子組み換え作物問題など、専門家が原因を解明できなかつたり、社会に十分な発信ができなかつたケースが目立つ。専門知識が災いして、適切な発言ができなかつたこともあるだろう。

遺伝子組み換え作物について、何がどの程度危ないかのリスク評価をきちんと科学的に確信をもって言明できる科学者は皆無で、それぞれが自説を主張している状況である。これでは専門家としてあまり役に立たない。というより、むしろ、専門家というのは、そういう存在だ、というのが正しい認識ではないだろうか。専門家は専門的な問いには答えられるが、専門的な問題というのが社会的に本当に大事な問題とはずれている、ということだろう。たとえ話だが、遺伝子改変作物のラットの生殖細胞に与える影響については、専門化が存在するだろうが、人間に対する影響に関しては、ラットについての知見を大胆に外挿して答えるしかないだろう。社会的に重要なある問題について、誰が専門家であるのかわからない、とか、さまざまな分野の専門家が異なった主張をする場合が多いことも一般的に認識されるようになってきた。

以前は、専門家の判断をふまえて社会的合意を形成していたが、今はそれでは多くの人が納得しないという状況になっている。例えば、ダム建設の是非についても、昔は専門家の賛成意見のみで建設を決定したが、今では地域



住民の伝統的知識に基づく反対意見を無視できない。社会的な合意形成の新たなメカニズムを探らなければならなくなっている。

その候補のひとつとしてコンセンサス会議がある。コンセンサス会議では、専門家と市民が一緒にテーブルについて、懸案の問題に関して徹底的に議論する。そこで専門家は専門知識を提供し、一般の市民は質問しつつ勉強して、最終的に全体的な合意形成をめざしていく。欧米ではすでによくとられている手法であり、日本でもトライアルとして行われている。

欠如モデルの最大の欠陥は、科学自体を社会から超越した不動のものと考え、その恩恵をいかに社会におよぼすか、という発想が根底にあることだろう。科学をどう変えていくか、という視点が欠けているのだ。

#### 5.4. 科学と社会の双方向コミュニケーションの確立

専門家主義に限界が見え、社会的合意形成のあり方が問題になっている今日、科学者にとっては十分な知識を社会に提供するだけでなく、社会の人が持っている知識や感じ方を吸収することも重要になってきている。社会の人が科学について十分な知識を持っているからではなく、科学者が研究すべきテーマについて重要な情報を社会の人が持っているからだ。

社会にとって重要なさまざまな問題は、専門的、科学的知識だけでは解けない場合が多い。だから、むしろ社会の側から知識を吸収しなければならない。また社会の側からも科学者に問題を提示したり、必要な情報を要求していかなければならない。これまでのように高名な学者が解説を書いて、世の中の人たちを啓蒙する時代ではなくなっているのだ。むしろ、この高名な学者に、社会からの疑問や要請を解説し、啓蒙しなければならない。これを担うのは、新しいタイプのジャーナリストだろう。これがこれからの科学ジャーナリズムの課題でもある。

〈質疑応答〉

—— アメリカでリニアモデルが指導原理だった時に、基礎科学のどの段階で投資していたのか。投資の対象となる基礎科学とはどういうものなのだろうか。

**平田** 基礎科学という言葉自体があいまいなので、ここでは、知的好奇心から探求される学問と思って欲しい。つまり、基礎科学は実益を考慮しないで知識を追求する学問ということだ。ブッシュが考えていたのは、典型的には核物理、素粒子物理、天文学などのことである。

—— マンハッタン計画以外に、他に好奇心主導の科学に国家が投資して社会還元までできた例はあるのか。

**平田** マンハッタン計画の場合、基礎となる核物理は国家の特別な投資なしに、発展してきたものだ。レーダーも、もともとマイクロ波への知的好奇心から研究されていたものが、軍事応用の可能性が出てきてから国家が投資した。日本の朝永さんとかアメリカのシュウインガーなどが研究した。戦後、リニアモデルに依拠して核物理学に投資した分については、その成果がどの程度社会に還元されたか、評価の仕方によるだろうが、アメリカはその政策は失敗だったと思っているのではないか。このように戦争がらみでは結構あるが、社会還元ということでは他にはあまりない。

—— リニアモデルの具体例は多いわけではないのか。

**平田** 多くはない。リニアモデルに依拠して投資した基礎科学が、その評価の仕方よらないくらい明確に、社会に十分な還元をもたらした例は無いだろう。これは、それまでの政策を学問的に検討して構築された社会学的モデル、というものではなく、単にブッシュの経験に基づく考え方だが、当時はそれを受け入れる時代的雰囲気があったにすぎない。そのころの湯川さんや朝永さんが書いたものを読むと、日本は基礎科学にもっと金を出さなくてはいけない、そうしないと将来社会に役に立つものは生まれないと書いてある。明らかにリニアモデルの発想に基づいている。難

しいだろうが、リニアモデルは社会学的、経済学的に検証されるべきものだと思う。

- 最近の成果としては、GPS（衛星による測位システム）も例にあげられるのではないかと。基礎科学としてはすでに確立されていたが、政策的に応用研究を始めて、現在では世の中で非常に役立っている。もともとベトナム戦争で開発されたもの。アメリカ兵がベトナムのジャングルに入ってしまった時に迷わずに基地に戻ってくるためというのが、当初の開発目的だった。冷戦解除後、民生技術として世の中に出て、とたんに実用化し、普及している。

**平田** GPSは基礎科学というよりも軍事研究ではないだろうか。いずれにしても、基礎科学の定義もあいまいであり、個々のプロジェクトについて実証するのは難しい。リニアモデルは、どのプロジェクトについて正しいかを考えてみてもあまり意味がない。（実は、基礎科学というよりも軍事科学というほうが、実態に合っているかもしれない。軍事研究のための基礎的な研究が、後になって、社会に利用された例は多い。ブッシュは基礎科学と言い、軍事研究とは言っていないが、ブッシュ主義で推進されたのは実際には冷戦型科学であり、軍事研究と非常に親近性のあるものだった。）

- 数十年というスパンではなく、百年単位でたまたま役に立ったということはないのか。

**平田** イギリスの首相がファラデーに、電気は何の役に立つのかと聞いたエピソードがある。これは、一見役に立たない基礎科学も将来はすぐ役に立つ可能性があるということを示す論拠となっている。しかし、役に立たなかったものもたくさんあり、全体的な投資効率を考えると何が正しい選択だろうか？戦後日本は基礎科学を全部飛ばし、応用科学に集中して、その結果大躍進をしたわけだが、ある意味では、そのほうが正解だったとも言われている。

SSCの計画の途中でどんな議論がされたのかについて分析をしてみ

ると、似たようなことがあった。SSC計画は1兆円規模にのぼるアメリカの巨大計画で、実現に向けて動き出したが、議会の決定で中止されるという劇的な結末を迎えた。これについては総研大ジャーナルの2003年3号に記事(「SSC計画中止にみる大型科学の問題」)がある。SSC推進派はちょっとやりすぎの面があった。SSC計画の波及効果でエイズの治療法が分かる、などと主張した。これは風が吹けば桶屋が儲かる話と同じで、嘘ではないが必ずそうなるとは言えない一種の誇張であった。この計画に対し、「素粒子物理の研究者には興味あるだろうが核物理などの隣接分野にさえも影響がないし、成果が社会に還元されることもない」とシビアな反対意見もあった。そのころは冷戦も終結しはじめ、議論の流れが変わってきていた。昔は基礎科学というだけで承認され、それ以上の説明は不要だった。しかし、SSC計画が持ち上がった時点で、この計画についての論争が起こったということ自体、時代が変わった証左といえる。

—— 基礎とか応用という言葉使いが前から気になっていた。応用科学に対応する言葉は純粋科学ではないだろうか。用語の使い方が混乱しているように思うのだが。

**平田** 用語の混乱はある。この講義で基礎科学と呼んだものは純粋科学と言うほうが適当かもしれない。純粋科学と基礎科学は必ずしも一致していない。核融合のためのプラズマ物理は基礎科学であるが、純粋科学かどうか。核融合科学全体としては明らかに任務遂行型である。世の中では基礎科学という言葉は通りがいいので、つい使ってしまうという事情もある<sup>9</sup>。

—— 基礎科学に携わっている研究者と大学外の人が思う基礎科学は、ひどく

9 ここでは、科学の分類をしたいわけでは無いが、「好奇心主導型(純粋科学)と任務遂行型」、「原理追及型と原理応用型(応用科学)」というような分類が意味あるだろう(平田光司「大型装置純粋科学試論」年報科学技術社会、第7巻(1999))。純粋科学でありかつ応用科学である場合もあり得る。リニアモデルで言う基礎科学はこの意味で純粋科学の意味合いが強い。好奇心主導型の原子核研究が任務遂行型の原爆開発に役立った。

離れているように思う。基礎科学がいくら重要だと言っても、研究者とそうでない人とは議論にならないのではないか。

**平田** 科学技術創造立国のコンテキストでは、情報通信や新材料開発なども「基礎科学」である<sup>10</sup>。大学でやっている研究はすべて基礎科学ともいえる。大企業の研究所でも基礎科学をやっている。いずれにしても、学者が予算獲得や利害のためにする議論はそのままで受け取れないことがある。裏を見ないといけないことが多い。基礎科学が大事だと主張しているのは、基礎科学の研究者だ。リニアモデル全盛の時代には、みな、自分の研究を基礎科学と呼んだ。

—— 素粒子物理学はリニアモデルによく適合しているという指摘があったが、それはSSC計画の時代でもそうなのか。そもそもSSC計画のアウトプットは何をめざしていたのか。

**平田** 「素粒子物理学はリニアモデルによく適合している」のではなく、「素粒子物理学を進める上で、リニアモデルが都合よかった」だけのことである。SSC計画のアウトプットは「ヒッグス粒子」の発見だ。しかし、エイズの治療法などさまざまなスピノフが期待されてもいた。SSC計画では超電導技術が大事で、この計画が実行できるぐらいの実力があれば、それで別の利益が生み出せたかもしれなかったのでまんざら嘘ではない。そういう意味ではリニアモデルは正しい側面もある。そこがむしろ問題で、なんとなく納得させられてしまう。

—— マンハッタン計画ほどのコストパフォーマンスの良さはなかったのか。

**平田** マンハッタン計画は原爆を作ることが目的であったので、コストパフォーマンスがはっきりしている。SSC計画はヒッグス粒子を見つけるプ

---

<sup>10</sup> 我が国の立国の理念として「科学技術創造立国」の実現を目指します。(中略)。このため、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分野を中心に、未来を切り拓く質の高い基礎研究を推進します。(以下略) (科学技術政策担当大臣尾身幸次) 平成13年12月のタウンミーティング報告に対する科学技術政策担当大臣尾身幸次氏のコメントより。(http://www8.cao.go.jp/town/opinion02/iken5.html)

プロジェクトなので、それを見つげられたかどうかで成果を判断すべきものだ。しかし、ヒッグス粒子の発見には何円の価値がある、と言っても説得力が無い。だから成果というより波及効果として世の中に何を還元できるかという宣伝になった。マンハッタン計画とは比較できない。

- マンハッタン計画の本当のねらいは、原爆を作り、ナチスドイツに勝つというところにあり、そのために研究資金が投資されたわけで、それがさまざまな社会的派生効果も含めて評価されたと思う。リニアモデルも、どんな成果が生まれるか分からないが、社会に還元されることと合わせて評価されるものだと思う。そこまで考えた場合、素粒子物理学がコストパフォーマンスとしてリニアモデルに適合するかどうか疑問を感じる。

**平田** 素粒子物理学者は社会的波及効果もあると主張している。しかし、社会的な波及効果というのは、もともと定量的な議論が難しく、明快に論証できるものではない。リニアモデルに依拠するような主張は、日本でも社会的な説得力が低下してきていると思う。個人的には、波及効果ではなく、学問としての興味で社会からの指示を得られるようにすべきだと思う。

- リニアモデルがなくなったというより、素粒子物理学がリニアモデルに適合しなくなった、ということか。

**平田** それは、素粒子物理学に限らず、基礎科学全般に言えることだろう。「昔はリニアモデルが正しかったが、最近は正しくない」ということではない。昔はリニアモデルに説得力があり、基礎科学はそれに依拠して発展できたが、その説得力はもう無い、ということである<sup>11</sup>。

---

11 2003年10月18日の東京新聞の記事「ニュートリノ評価最低」によると、  
「総合科学技術会議は17日、科学技術関係の来年度予算で概算要求された事業の格付けを公表、ニュートリノ実験施設の建設を最低のC（見直しが必要）とした。（中略）評価理由について同会議は「基礎研究の観点のみから、多額の投資が正当化されるかどうか疑問」としている。これに対し、ある研究者は「この施設での実験は国際的にも高い評価を

---

受けている。先延ばしにすると工事が難しくなり、建設費が膨らむ」と指摘する。格付けでは国際熱核融合実験炉（ITER）や高速増殖炉原型炉もんじゅなど“国策事業”や経済波及効果の大きな事業が最高のS評価を受けた。」

科学技術会議が社会の意見を代表しているかどうかはともかく、科学技術会議の見解と学者の意見がかみ合っていない。完全に直交しているようだ。リニアモデルの凋落ぶりが良く現れた事象であろう。基礎科学プロジェクトの魅力を波及効果で訴えるなら、ITERや「もんじゅ」などとの競争になる。ITERや「もんじゅ」などがいかに問題をはらんでいるかは別にしても、国策としての原子力関連事業が「日本の科学政策をいかに強く制限しているか」、はこの例からも明らかであろう。