

第1章

21世紀社会と科学のガバナンス

「科学のための政策」と「政策のための科学」

有本 健男

tarimoto@mext.go.jp

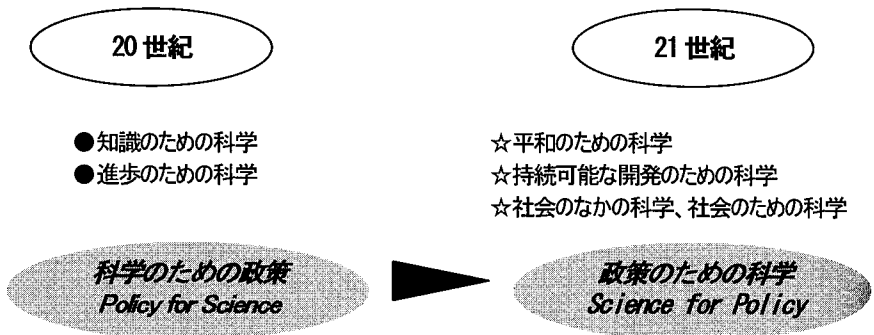
内閣府大臣官房審議官・科学技術政策担当

1.1 歴史における科学のコミットメント

1.1.1 21世紀の科学のための新たなコミットメント

——世界科学会議宣言——

1999年7月、ハンガリーの首都ブダペストで「21世紀のための科学・新たなコミットメント」と銘打った世界科学会議(World Conference on Science)が開催された。世界中から科学者、エンジニア、行政マン、議員、市民など2000人以上が参加し、21世紀の科学のありようをめぐる1週間にわたる議論が交わされ、開発途上国と先進国との間で意見の衝突などもあった末に、以下の4つの基本的な考え方が採択された。



- 「知識のための科学」
- 「平和のための科学」
- 「開発のための科学」
- 「社会のなかの科学、社会のための科学」

すなわち、19世紀から20世紀にかけて確立した「知識のための科学」「進歩のための知識」に加えて、「平和のための科学」「持続可能な開発のための科学」「社会のための科学」という21世紀型の新しい科学像が公約(コミットメント)されたのである。

これらは今日の私の話でもキーワードになるが、われわれ行政担当者が、これからの科学と社会のありようを考え、政策を立案するに当たっての基本になると思う。そこでまず、19世紀から今日に至る科学技術体制の流れを概観しておきたい。

1. 1. 2 歴史にみる科学体制と政策の転換

19世紀から今日までの科学技術と制度・体制の関係についてまとめると、[図表1]のようになる。

近代科学の発達に、ドイツが果たした役割は大きい。まず1810年にベルリン大学が創設され、これが近代大学制度のはしりとされている。1840年代には、サイエンティストという言葉が使われるようになり、従来の趣味的性格から職業的性格を帯びるようになった。それ以後、時間の経過とともに近代科学制度が確立、熟成し、大学教育の専門化、細分化、セミナー制度なども整備された。一方、大学の枠を越えた研究機関の必要性から、ドイツの帝国物理工学研究所、イギリスのキャベンディッシュ研究所なども設立された。また19世紀末からは専門雑誌も発行されるようになった。

この時期に、科学者の規律として「Publish or Perish」が確立した。まさに、先の「知識のための科学」「進歩のための科学」という科学意識や社会との関係についての意識が国家として確立してきた、と言える。それと並行して、欧米では科学者たちのネットワークによる研究プラットフォームが成立し、国際学会、学会誌、国際研究協力、留学などの制度と体制が整備された。また評価手法としてのピアレビュー・システムも確立してきた。

図表 1 科学技術と制度・体制の変遷

		科学・技術	制度・体制
19世紀	フランス革命	熱力学 有機化学 電磁気学 物理化学	<ul style="list-style-type: none"> ○近代大学の誕生:独ベルリン大学 専門教育、実験研究室 「科学者(scientist)」の誕生、学問の細分化 ○近代的研究所の誕生 独帝国物理学研究所 英キャベンディッシュ研究所 ○専門学会・雑誌、国際学会発足: Nature Science 誌 英独 Proceeding/Annal/Physik/Z/Physik→米 Phy.Review 独 Z/Phy.Chem →米 JPC,JCP 独 Biochem.Z. →米 JBC 科学者の規律の確立「Publish or Perish」 「知識・進歩のための科学」
	普仏戦争	原子物理学 量子論・遺伝学	<ul style="list-style-type: none"> ○欧米間の科学研究プラットフォームの成立(情報流通、国際評価システム、研究競争) “ノーベル賞”発足 ○大規模研究機構の誕生 英国立物理学研究所、米国立標準局、米カーネギー財団、ロックフェラー財団・医学研究所、独カイザー・ウィルヘルム協会 ○学会体制の刷新 米 NAS(科学アカデミー)／NRC(国家研究会議) IRC(国際研究会議)、ICSU(国際学術連合会議)
20世紀	第1次世界大戦	相対性理論 量子力学	<ul style="list-style-type: none"> ○「科学動員」体制の構築 米 OSRD(科学研究開発局)、英 DSIR(科学工業研究庁)、 英 MRC(医学研究会議)、仏 CNRS(国立科学研究センター) ○戦後科学技術体制の誕生 ブッシュ報告“Science:The Endless Frontier” 米 ONR(海軍研究局)、AEC(原子力委員会)、NSF(国家科学基金) :研究大学体制、大型研究施設、フェローシップ、グラント、コントラクト ○政府による科学技術体制確立「科学のための政策」 米 OST(大統領科学技術局)、NASA、DOE、欧 CERN(欧州原子核研究機関)、ESA(欧州宇宙機関)、EMBL(欧州分子生物学研究所) ビッグサイエンス「科学の黄金時代」
	第2次世界大戦	原子力 コンピュータ	<ul style="list-style-type: none"> ○科学技術と社会 説明責任、生命倫理 ローマクラブ「成長の限界」アシロマ会議、テクノロジー・アセスメント 米 SSC(超伝導大型加速器)計画中止
		DNA 二重らせん構造 分子生物学	
	冷戦終結	インターネット ゲノム BT/IT/NT (バイオ、情報、ナノ)	○21世紀科学のための体制転換

21世紀	同時テロ	地球環境問題 人口増加高齢化 水・資源エネルギー 生物多様性	ICUS 改組、IAP/IAC(インター・アカデミー・パネル)発足 「世界科学会議」 「社会のための科学」「政策のための科学」 「研究大競争」「プロパテント時代」 「ノーベル博物館」開館 「21世紀は生命の世紀」
------	------	---	---

20世紀に入ると、第1次世界大戦を契機に、科学技術政策体制が成立しはじめた。アメリカの科学アカデミー(NAS)がナショナル・リサーチ・カウンシル(NRC)を創設し、ここが「科学動員」のアームとなり、科学技術政策体制の先導役を果たした。第2次世界大戦時には、アメリカの科学研究開発局(OSRD)を筆頭に、イギリスの科学工業研究庁(DSIR)や医学研究会議(MRC)、フランスの国立科学研究センター(CNRS)などが設立され、科学の追求に対して国家が巨大な投資をする体制が確立した。

第2次大戦後は、欧米を中心に、ビックサイエンスとか「科学の黄金時代」などと称される時代が到来し、NASA、欧州分子生物学研究所(CERN)をはじめ著名な研究所が数多く設立された。1970年代になると、ローマクラブの「成長の限界」に象徴されるように、科学に対する認識が大きく変化した。

いずれにしても、19世紀から20世紀にかけては、国民国家システムが成立する過程と並行して、近代科学と技術が融合し、政府による科学技術への支援が増大し、国家として科学技術の発達を直接的に推進する体制と制度が整備された。いわゆる「科学のための政策」の成立である。

1.2 21世紀の政策課題と科学技術政策

1.2.1 21世紀の政策課題

●「科学のための政策」と「政策のための科学」

20世紀は「知識のための科学」「進歩のための科学」、すなわち、科学は知識や進歩のために存在するという考え方が基本であったが、21世紀には、平和、持続可能な発展などの新しい軸が登場し現在はその過渡期にある。「科学のための政策」に加えて、「政策のための科学」という考え方がキーワードになりつつあると言える。

20世紀の科学技術の急速な発展は、豊かな物質文明を実現したが、他方、地球温暖化、人口増加、資源の枯渇などの諸問題も引き起こしている。21世紀は地球規模、人類規模の問題、さらに各国の国内問題などの解決を迫られている。こうした政策課題に対して、科学と技術をどのように役立てるか、そのための仕組みづくりと資源配分の戦略、すなわち科学と政治と社会の相互作用に関する公共政策「政策のための科学」が重要性を増している。

21世紀の幕開けとなった2001年には、9月11日、まさに象徴的な事件として、アメリカの同時多発テロ事件が勃発した。20世紀の人類の移動性を最高度に実現した大型航空機が、20世紀の高度情報システム、ビジネスの最先端のニューヨークにおいて、同じく20世紀文明の象徴である摩天楼のワールドトレードセンターを破壊した事件がもたらす衝撃はきわめて大きい。テロの手段としての航空機、核・バイオ・化学兵器、情報技術は、いずれも20世紀科学技術の最高度の所産である。これらが21世紀初頭に、テロというボーダレスの戦争に兵器として利用されたことは、ブダペストの世界科学会議が宣言した「平和のための科学」が厳しく問われていることを改めて物語っている。日本人はテロ、セキュリティに対して認識が甘い、まさに「平和のための科学」が、これからきわめて重要になることを予見させた。

1.2.2 グローバルな大競争時代——経済、研究、そして教育——

●「ものづくりの空洞化」から「知の空洞化へ」

東西冷戦時代の終結で、それまで西側先進国の5億人が中心であった資本主義市場に、ロシア、中国、東欧などの20億人以上の人々がいっせいに自由市場へ参入しはじめ、グローバルな経済大競争時代が始まっている。

日本は、冷戦の終結がどれだけ世界の構造を変容させたかについても認識が甘かった。バブル崩壊後、10年以上にわたり、そのツケが回ってきている。いまやインターネットの世界的普及ともあいまって、経済大競争、研究大競争、教育大競争が始まっている。その結果、企業や研究者、学生が“国を選ぶ”時代が到来している。

最近、その象徴的な出来事があった。がん抑制遺伝子の研究で世界をリードしている京大ウィルス研究所の伊藤所長が、定年退官で自分たちの研究グループを解散することを回避するため、グループごとシンガポールの分子細胞生物学研究所に移籍したのである。今後は、こうしたケースが増えてくるだろう。

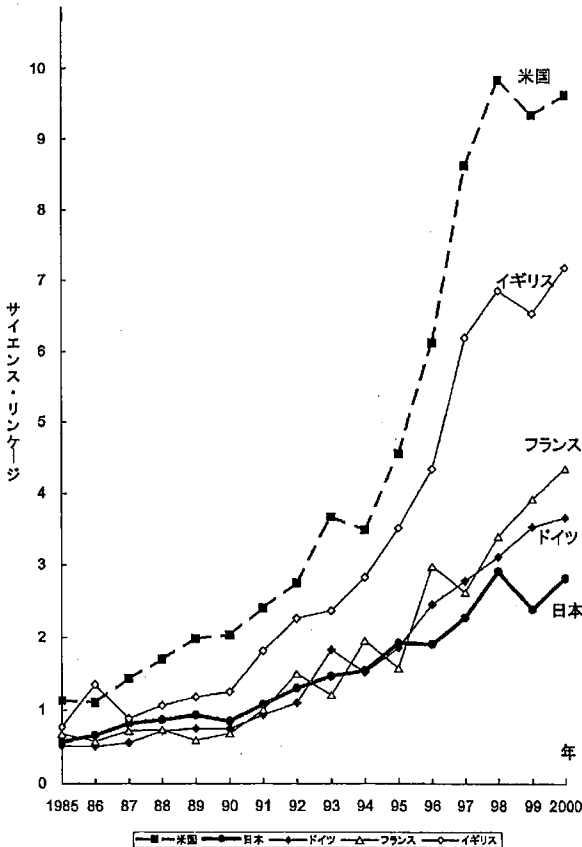
また国際競争力のある教育への志向も高まり、日本で英語の基礎教育ができないのなら、アメリカに留学させようという動きも活発化している。たぶん2010年頃には、相当

数の日本の中学生、高校生が留学しているのではないだろうか。優秀で意欲的な人材が海外に流出してしまうことにより、「ものづくりの空洞化」だけではなく、「知の空洞化」も進行することが懸念される。

● 基礎研究と市場の接近

一昔前の技術革新サイクルは、基礎研究から応用、さらに実用化へと段階的に進み、何年もかけて製品化する「リニアモデル」が一般的だった。しかし最近では、それらが相互に連携して高速度で同時進行する「鎖状連結モデル」にシフトしている。

図表2 ライフサイエンス分野におけるサイエンス・リンケージの推移
(科学技術政策研究所作成)



「リニアモデル」から「鎖状連結モデル」への変化の実証の1つとして、1990年代になって、サイエンス・リンケージという科学指標が注目されるようになった。これは、アメリカで申請された特許1件当たりの科学論文の引用件数を指標として、基礎研究と新製品の結びつきを反映させたもので、1年前のOECDの論文でも大々的に取り上げられた。基礎研究と実用化の距離が近い、あるいは、基礎研究と実用化がうまくリンクしているという意味で使われる場合が多い。典型的なのはライフサイエンスの分野で、1990年代初頭から、日本と英米間で大きく差がつきはじめている（[図表2]参照）。特に、イギリスとアメリカが急速に伸び、フランス、ドイツ、日本は停滞している。たぶんこのことは、大学の研究体制や構造にも関係があると思われる。

すでにイギリスのブレア首相は、政権の最重要政策として「知を原動力とする経済（Knowledge-driven Economy）」を掲げている。20世紀を牽引したパワーは、軍事から工業、そして資本へと移ったが、21世紀の世界は、科学知をベースとして発展することは確実である。基礎研究から特許化・製品化に至るまで、イノベーションの上流から下流までの全体を見据えた政策や経営の重要性が増大している。

●大学の重要性の再認識とその改革

大学の重要性の再認識ということ自体、先進国の中では、日本のみに当てはまる現象だろう。要するに、これまでは大学と社会とのインターアクションがあまりなく、互いに独自に進んできたが、気づいてみると現在、双方とも大変深刻な状態になっている。時代状況がナレッジを重視するようになった現在、ナレッジを最も蓄積できるのはやはり大学であることから、大学の重要性が再認識されはじめている。

こうした認識をふまえて、文部科学省は、大学改革の理念として「個性が輝く大学」を提唱している。

3つの課題

- 〈教育〉国際競争力を支える多様な人材の育成
- 〈研究〉先端的・独創的な研究成果による世界への貢献
- 〈社会貢献〉地域の産業・文化、生涯学習等の知的拠点の形成

3つの方向性

- 教育研究の高度化
- 高等教育の個性化
- 組織運営の活性化

昨今、産官学連携がさかんに主張されている。2001年7月、アメリカで、大学のトップと企業家のトップ100人同士によるフォーラムが開催された。そこで発表されたレポート(“Working Together, Creating Knowledge”)では、企業と大学は文化風土もミッションも異なり、自然発生的なパートナーではないと明言されている。そのことを認識した上で、相互を尊重しながらコラボレーションしていく必要があるとされている。

日本では大学も企業も産官学連携と言えば、それ一辺倒になるきらいがある。大学も個人も個性を尊重しなければならない時代の流れに逆行していると言わざるをえない。アメリカは、サイエンス・フォー・ビジネスへの振り子がいったん振れ切った後、その行き過ぎへの反省からこうした意識が生まれているのだと思う。

遺伝子組換え法を確立しノーベル賞を受賞した、スタンフォード大のアーサー・コーンバーグ教授は、アメリカのライフサイエンスの研究は、ビジネスへの振り子が振れ過ぎていて非常に危ないと警告を発している。それにより、将来有望な若手研究者が基礎研究を軽視してビジネスに走り、人材が払底しつつあることに危機感を抱いている。これには異論もあるが、アメリカではそういう議論が行われていることが大事だ。

日本も大学改革や産官学連携が叫ばれている今日、それぞれの機関がもう少し冷静に、他との差別化をはかるための方法を考えてもらいたいと思う。

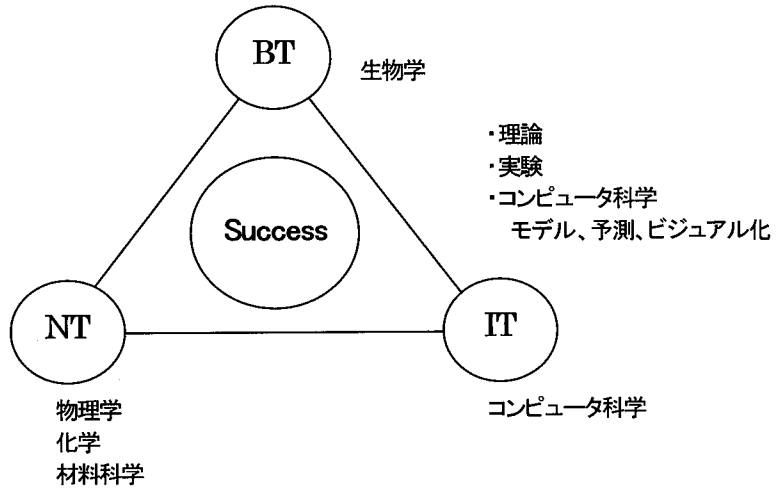
●異分野融合の加速

「21世紀は生物(学)の世紀」とよく言われる。象徴的なのは、分子生物学でノーベル賞を受賞したデービッド・ボルチモアが、1997年にカリフォルニア工科大学の学長になったことだろう。同大は1921年以来、多くのノーベル賞受賞者を輩出し、物理学者がずっと学長をつとめてきたが、初めて生物学者が学長になったことは象徴的と言える。現在、彼のイニシアティブで、物理学と化学、生物学の融合が進められている。

生命科学は、物理学や化学に遅れをとっていたが、ヒトゲノムの解明を境に、「精密・定量科学」のパラダイム転換が行われようとしている。1つ1つの分子構造が解明されることにより、モデル化、デザイン化が確実となり、機能の予測確実性も現実のものになりつつある。これによって、研究開発にとどまらず、商品化、販売戦略も巻き込む大きなパラダイム転換をもたらそうとしている。

これからの異分野融合加速のイメージとして、カリフォルニア工科大学バークレー校の工学部長リチャード・ニュートンは、[図表3]のようなトライアングル・アプローチを提示している。

図表3 BT/IT/NTのトライアングル・アプローチ



バイオテクノロジー(BT)、ナノテクノロジー(NT)、インフォメーション・テクノロジー(IT)が融合した領域に、2010年くらいにポスト・シリコン時代の成功神話ができるだろうととらえている。また、従来の近代科学の方法論の特質である理論と実験に対して、コンピュータ科学が新しい方法論として急速に台頭していることにも着目している。

1.3 21世紀の科学のガバナンス

1.3.1 国際科学組織にみる政治と科学の関係の変遷

科学と国際政治の関わりは、19世紀初めの気象などの国際共同事業から始まっているが、以来、国際的な科学組織は国際政治の動向と密接な関係を持ちつつ推移してきている。

第1次世界大戦後の1919年、当時の国際情勢や国民感情から、英米の主導でドイツなど枢軸国を排除して国際研究会議(インターナショナル・リサーチ・カウンシル=IRC)が設立された。その前の1916年、アメリカで科学アカデミーが改革され、国家研究会議(ナショナル・リサーチ・カウンシル=NRC)が発足していた。IRCの名前はNRCに基づいているが、アメリカ科学界がヨーロッパに対して初めて国際場裏でイニシ

アティブを取ったものである。

その結果、当時科学では圧倒的に強かったドイツの国際科学活動へ復帰をめぐって紛糾し活動が停滞した。そこで、1931年にIRCを全面的に改組して、イギリス主導で国際学術連合会議(ICSU)を設立した。ここでは、逆に、国家や政治に関与しないという方向が強調され、“科学の国際連合”と称されて今日に至っている。

ICSUは多くの国際組織の中では珍しく、第2次世界大戦、東西冷戦という20世紀の国際システムの激変の中で存続しつづけてきたが、その理由は、政治と徹底的に距離を置いたからとされている。もっとも1998年に定款変更して、国際科学会議に名称変更し、同時に、開発途上国の科学の促進、一般市民への科学啓蒙を重要な活動の柱として付加している。

ICSUは組織としては、各国の科学会議(現在98アカデミー)と科学者集団の代表である分野別の国際学術連合(天文学連合、生物科学連合など26ユニオン)の連合体であるが、1998年の定款変更により、各国の代表であるアカデミーの発言権が強化された。科学者集団の代表性と国民国家の代表性のバランスが微妙に変化し、政治との距離が近づいたように見える。

1999年、ICSUの議長に、東アジアから初めて日本学術会議会長の吉川弘之氏が選出された。これは、日本の科学コミュニティの歴史上、画期的な出来事である。

一方、アメリカが主導して、1995年にインター・アカデミー・パネル(IAP)が設立された。これは、アメリカが自国のコントロール力を強めるために設立したものであり、ICSUとは異なり、専門分野の代表はメンバーではなく、各国アカデミー(現在84アカデミー)だけで構成されている。

2001年、その中に、インター・アカデミー・カウンスル(IAC)が設けられた。同年5月の東京総会には、分子生物学の権威で、実質上の呼びかけ人である、ブルース・アルバーツ全米科学アカデミー会長が来日して、IACの意義を強調した。この組織のねらいは、地球環境問題など世界の諸問題のために科学的な見地から政策提言をすることにある。すでに、オランダの科学アカデミーが事務局をつとめ、国連、世界銀行などとも協議しているという。これまでのサイエンスは政治や戦争などから距離をおこうとしてきたが、21世紀にはそれはもう不可能であり、「平和のための科学」「社会のための科学」「持続可能な発展のための科学」の追求のためには、政策にも関与せざるをえないという意識が明確に表明されている。

日本学術会議はIACのメンバーになっている。また、ICSUも吉川氏の議長就任以来、IAPほど鮮明ではないが、グローバルな諸問題の解決のために積極的に政策を提言していこうとする志向が見られる。ICSUとIAPは、21世紀の人類と地球が抱

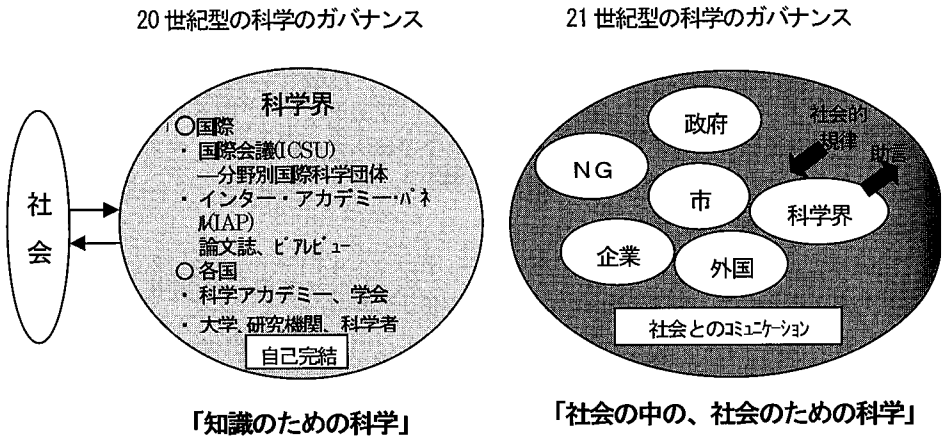
える課題に対して、科学技術の知見を基礎に戦略的なアドバイスを行う体制を整備したと言える。

1.3.2 科学のガバナンス——20世紀型から21世紀型へ

●20世紀型ガバナンス・システムとは

第2次世界大戦後、各国で政府の研究開発投資が急増し、科学技術に対する政府のプレビンスが増大したが、基本的には、法律による外部からのコントロールは最小限に留め、科学と社会との関係は、主として、科学者たちの自主的な管理によって維持されてきた。このシステムは、科学者や技術者たちの研究・活動成果についての自らの厳しい評価と自己責任、そして彼らに対する社会の信頼の上に成り立っている。こうした科学者コミュニティの意思決定システムを20世紀型ガバナンス・システムと呼ぶ。

図表4 20世紀型ガバナンスから21世紀型ガバナンスへ



●21世紀型ガバナンス・システムへ

近年の生命科学、情報技術の発達は、人類や地球に破滅的な影響を与える可能性も懸念されている。このような状況に立ち至っては、自己完結的な科学者コミュニティのガバナンス・システムだけでは不十分である。法律、制度、倫理基準など科学の外側からの適切なコントロールも付加されなければならない。

現在、科学技術に関わりを持つ層は、科学者、技術者にとどまらず、市民、企業、地方自治体、NGOなど多様に広がり、政府以外の多様なセクターも科学技術の公共的な意思決定プロセスに参画しはじめている。今後は、多様な価値を許容しながら、科学技術と社会の相互関係をコントロールする、新たな21世紀型ガバナンス・システムの構築が不可欠である。

● 政府とアカデミーの関係

2001年1月、中央省庁再編の一環として、内閣府の中に総合科学技術会議が設立された。これは各省縦割りなど、わが国の政策決定機構の構造的欠陥を改め、科学技術政策について総理大臣のリーダーシップを強化することを目的として設立された組織であり、格としては、経済財政諮問会議と同格になる。アメリカの大統領府の科学技術政策局(OSTP)、イギリスの首相府の科学技術局(OST)をモデルとしている。

総合科学技術会議は、ノーベル賞受賞の白川氏をはじめ4名の常勤メンバー、ホンダの吉野社長など非常勤メンバーで構成され、各省からいろいろな資料が出て、かなり細かい議論ができるようになっていた。以前は、年に1~2回形式的に開催されるに過ぎなかったが、現在は毎月1回、総理の出席のもとに1時間程度議論ができるようになり、非常に風通しがよくなった。一方、この会議は明らかに現政権の政策の方向で科学的にアドバイスをするという色彩が強くなった。

現在は、欧米先進国では、行政側の科学アドバイス組織とは独立に、科学者や技術者の意見を集約し、メッセージを発信する組織が存在している。たとえば、アメリカの科学アカデミー、イギリスの王立協会などがそれに当たる。これらは近代科学の歴史に匹敵する歴史を持ち、高い見識を持つ独立したアカデミー組織として社会的にも認知されている。最近では、アメリカ科学アカデミーは、クローン計画やバイオ・テロに直ちに反応し、メッセージを発信している。

国家のリーダーの政策を科学技術面からアドバイスする機構と、科学者集団のボトムアップの審議機構としてのアカデミー——この2つの機構の間に緊張感のあるチェック・アンド・バランスが働くとき、初めて科学ガバナンスがうまく機能する。日本においては、前者は1年前に総合科学技術会議が発足し活動を開始しているが、後者はまだ検討中の域を脱していない。政府に対して科学的にアドバイスする機構としての総合科学技術会議が成立し、現政権の政策の枠の下で科学的な政策提言を行いはじめている現在だからこそ、日本学術会議の改革も含め、早急に日本版の科学アカデミーを組織化すべきである。さもなければ、日本の科学技術全体が不安定になる。その点は、大学人も

科学者も非常に真剣に考えておかなければならない。

19世紀から20世紀の科学観においては、研究から生み出された成果の社会への活用は、利用する側、受け入れる側の価値判断に委ねられており、科学者たちは、価値判断停止のままでいられた。しかし、このような「知識のための科学」「進歩のための科学」の中に科学者が閉じこもっていればよい時代は終わった。21世紀の社会の原動力となる科学知は、遺伝子、情報技術、ナノテクノロジーなど、人類と地球に破滅的な影響を及ぼすことも念頭におき、自らの研究が社会に与える影響について、科学者1人1人が深く洞察することが求められている。今や科学の影響力がはかりしれない時代だからこそ、自分の研究の意味に確信を持ち、社会的責任を果たすことが求められている。

最後に、最近私が印象を受けた言葉を紹介したい。

20世紀における「知識のための科学」の加速装置的役割を果たしたノーベル賞も、21世紀の科学のありようが大きく転換する中で変容を迫られている。政治、経済、社会から距離を置き、科学の殿堂を守ってきたノーベル財団が100周年を記念して、2001年4月にストックホルムにノーベル博物館を開館し、社会と積極的にコミュニケーションする方向に転換した。

その世界巡回展の皮切りとして、東京・上野の国立科学博物館で今年春、記念展示会が開催された。その中に10年ごとに社会的事件と科学との関連が整理された展示物があり、そこの1941～1950年のところに、“Science for Good and Evil”という記述があった。原子核研究、原子爆弾製造をめぐる科学者たちの動きをとりあげていた。それから半世紀、2001年9月11日に起こった同時多発テロを想起せざるをえない。テロは今後も日常的に起こりうる。そして最新の科学知識と技術を使っている。まさに「平和のための科学」なのか「悪のための科学」なのか、科学活動の1つ1つ、1人1人が問われる時代になっている。

われわれ科学技術に関係する者は、自分の軸がどこにあるのかの確信を持つ必要性を痛感している。