

提 言

社会のための学術としての「知の統合」
—その具現に向けて—



平成23年（2011年）8月19日

日 本 学 術 会 議

社会のための学術としての「知の統合」推進委員会

この対外報告は、日本学術会議『社会のための学術としての「知の統合」推進委員会』の審議結果を取りまとめ公表するものである。

社会のための学術としての「知の統合」推進委員会

| | | | |
|------|--------|---------|---------------------------|
| 委員長 | 矢川 元基 | (第三部会員) | 東洋大学計算力学研究センター長・教授 |
| 副委員長 | 舘 暲 | (連携会員) | 慶應義塾大学大学院メディアデザイン研究科・教授 |
| 幹事 | 中西 友子 | (連携会員) | 東京大学大学院農学生命科学研究科・教授 |
| 幹事 | 原 辰次 | (連携会員) | 東京大学大学院情報理工学系研究科・教授 |
| | 青柳 正規 | (第一部会員) | 国立西洋美術館・館長 |
| | 苧阪 直行 | (第一部会員) | 京都大学・特任教授 |
| | 野家 啓一 | (第一部会員) | 東北大学大学院文学研究科・教授 |
| | 長谷川 壽一 | (第一部会員) | 東京大学大学院総合文化研究科・教授 |
| | 林 良博 | (第二部会員) | 東京農業大学農学部・教授 |
| | 本庶 佑 | (第二部会員) | 京都大学大学院医学研究科・特任教授 |
| | 笠木 伸英 | (第三部会員) | 東京大学大学院工学系研究科・教授 |
| | 安達 淳 | (連携会員) | 情報・システム研究機構国立情報学研究所・教授 |
| | 小林 傳司 | (連携会員) | 大阪大学コミュニケーションデザイン・センター・教授 |
| | 荻原 一郎 | (連携会員) | 東京工業大学大学院理工学研究科・教授 |
| | 福井 弘道 | (連携会員) | 慶應義塾大学総合政策学部・教授 |
| | 福田 裕穂 | (連携会員) | 東京大学大学院理学系研究科・教授 |
| | 吉川 弘之 | (連携会員) | 科学技術振興機構研究開発戦略センター長 |

日本学術会議学術調査員 七丈 直弘 (早稲田大学高等研究所・准教授)

要 旨

1 はじめに

我々は、社会の発展に伴う環境の変化によって引き起こされた多くの問題（地球温暖化問題、エネルギー問題、水資源問題等）や、科学研究の発展により人類が自ら引き起こした多くの問題（環境汚染問題等）に直面している。これら問題の多くは、単独の学術分野から得られた知のみでは解決することが困難であり、解決には、複数の学術分野の統合が不可欠といえよう。さらに、このような困難な社会的問題は今後も増え続けることを考えるならば、様々な学術分野を横断的に統合して、新たな知を創造し、そのことによって複雑な社会的問題の俯瞰的な解決に役立てるという『社会のための学術としての「知の統合」』の確立が戦略としても欠かせない。

日本学術会議は、『提言：知の統合—社会のための科学に向けて—』（2007年）、『日本の展望—学術からの提言2010』（2010年）、『記録：知の統合の具体的方策—工学基盤からの視点—』（2008年）など、「知の統合」へ積極的に取組み、努力を続けてきたが「知の統合」を求める社会的な要請に必ずしも十分に応えられていない。もし、社会的要請に応じることのできる「知の統合」が実現されていたならば、2011年3月11日に発生した東日本大震災時の大規模地震と大津波、原子力発電所の大事故、風評被害といった複合的な大災害に対して、科学者は、その予防あるいは解決のために必要な知識を提供することができていたであろう。すなわち、想定外の状況をあらかじめ極限まで排除した設計を可能とし、かつ人類や社会の抱える複雑な課題の俯瞰的な解決を可能とする「知の統合」を実現するための「新たな挑戦」が、いま強く求められている。

このような意味で、本提言は、「知の統合」を方法論的に展開し、「知の統合」に向けた事例を深化させ具体的な方法論と方策を提示することを目的とする。

2 「知の統合」の具現における背景

「知の統合」の要請には、社会のための科学としての外的要請と科学自体の発展のための内的要請がある。しかしながら、その実現においては、学術分野を跨いだ基本概念の互換性の欠如、データ公開のインセンティブの欠如、人材移動の困難性、実務コストの問題、科学と社会の接点を担う人材の不足等、解決を要する課題は多い。このように「知の統合」の確立のためには長期に亘る弛まぬ努力が必要であり、その実現には、学術分野間の連携を進め、新たな知を生み出す努力を継続しながら、着実に進めていく必要がある。

一方で、情報と人文学の連携、医学と工学の連携、社会と生物学の連携、哲学・脳科学・心理学の連携、理学と情報学の連携など、連携が成功している分野もある。成功した連携を分析すると、時代の必然的要請という良機に後押しされ、さらにそれを行う場や推進を担う適切な人材が存在していた、などの好条件が整っていたと考えられる。これらに見られる連携の成功事例は、「知の統合」にとって曙光であり、多くの示唆を与える。

3 提言の内容

(1) 持続性社会のための「知の統合」の推進

科学が社会的問題の解決に寄与しつつ、科学そのものとしても持続的発展を遂げるためには、社会的問題への取組みと、研究選択の自由という一見相反する条件を同時に成立させることが必要である。このためには、社会的問題を解決するための課題を科学的手法により発見するという学術分野を「社会的期待発見研究」と定めて、「知の統合」として推進すべきである。同時に、「知の統合」の推進を通じて、社会を構成する諸因子（認識科学、設計科学、行動者、社会環境）間の連携をより強固なものとするべきである。

(2) 「知の統合」のための基盤の必要性

「知の統合」を実現するための基盤の整備が焦眉の急である。すなわち、知識を構造化した「知の統合知識ベース」の整備が求められる。社会的課題の解決と「知の統合」の推進を同時実現するため、「知の統合知識ベース」はシミュレーション可能なダイナミックなシステムでなくてはならない。この実現に向けて、研究者の「知の統合」への積極的な参加を促す枠組み、高度なシミュレーション手法、知のモデル化技術、ヒューマンインターフェース技術等のさらなる展開を推進すべきである。

(3) 「知の統合」のための人材育成の必要性

「知の統合」の担い手を積極的に育成し、その量的拡大を努めるべきである。初期教育（高校～大学前期・教養まで）については、広い知識を身に着けるような教育システムに変える必要がある。大学院レベルでは、「知の統合」に向けた研究を奨励する環境づくりと、そのような研究を評価するキャリアパスの整備が急務である。

(4) 「知の統合」のための研究評価の必要性

「知の統合」を推進するための研究の事前評価軸として、① 研究の独創性 ② 研究組織の多様性 ③ 展開性・波及効果への期待感 を提案する。また、事後評価軸として、① 有用性 ② 普遍性 ③ 展開性・波及効果 を提案する。

目 次

| | | |
|---|-----------------------------------------|----|
| 1 | はじめに：「知の統合」の具現の必要性..... | 1 |
| | (1) 「知の統合」とは..... | 1 |
| | (2) 「知の統合」の具現の必要性..... | 1 |
| 2 | 「知の統合」の具現における背景と問題点..... | 3 |
| | (1) 「知の統合」の具現における背景..... | 3 |
| | (2) 学術分野間の連携の推進における課題..... | 3 |
| 3 | 「知の統合」に向けた諸分野の連携の事例..... | 6 |
| | (1) 人文学と情報科学における事例：デジタル・ヒューマニティーズ..... | 6 |
| | (2) 医学と工学における事例：マイクロ・ナノエンジニアリング..... | 6 |
| | (3) 人文・社会科学と生物学における事例..... | 7 |
| | (4) 哲学と脳科学、心理学における事例..... | 8 |
| | (5) 理学と情報学における事例..... | 8 |
| 4 | 「知の統合」の具現に向けて..... | 9 |
| | (1) 「知の統合」の「場」の基盤整備..... | 9 |
| | (2) 「知の統合」を担う人材の育成..... | 11 |
| | (3) 「知の統合」のための研究体制..... | 13 |
| | (4) 「知の統合」のための研究評価..... | 14 |
| 5 | 提言..... | 18 |
| | (1) 持続性社会のための「知の統合」の推進..... | 18 |
| | (2) 「知の統合」のための基盤の必要性..... | 18 |
| | (3) 「知の統合」のための人材育成の必要性..... | 18 |
| | (4) 「知の統合」のための研究評価の必要性..... | 19 |
| | <参考文献>..... | 20 |
| | <参考資料> 社会のための学術としての「知の統合」推進委員会審議経過..... | 21 |

1 はじめに：「知の統合」の具現の必要性

(1) 「知の統合」とは

科学という言葉が、「科に岐（わか）れた学問」という原意を持つことから明らかなように、我々は、物事を細かく分けて条件を整理して実験し、理論化することで科学や技術を発展させてきた。一方、その傾向が極度に進み、分科化・細分化だけに偏ると、その利益よりも弊害の方が顕著になることがある。例えば、人類にますます快適な生活を保障することを目標とした多くの研究が、他方では環境問題を深刻化させ、人類の未来に暗い影を投げかけているように、ある特定の学術体系で最適に設計したつमोरの仕組みが、他の視点からは最適でなかったり、場合によっては事態の悪化をきたしたりする例が生まれている。

細分化して事象の本質に迫ることが科学の有力な方法である一方、細分化された知を再び統合してゆく「知の統合」は、科学自体の新たな発展のために重要であるのみならず、社会のための科学という社会からの要請に応えるためにも必要となっている。

そのような背景のもと、日本学術会議では、継続して「知の統合」に関する議論を行い、その実現のための努力を学協会に求めてきた。第18期以来の日本学術会議では、学術を「認識科学」と「設計科学」とに分け、前者を「あるものの探究」、後者を「あるべきものの探究」として捉え[1]、これらを両輪とする新しい学術の体系を構築することで、社会のための学術の実現を目指してきている。

第20期には、科学者コミュニティと知の統合委員会が、対外報告『提言：知の統合—社会のための科学に向けて—』[2]を提出し、「知の統合」に定義を与え、その重要性を明らかにした。また、提言『日本の展望-学術からの提言2010』[3]においても、「21世紀の世界において学術研究が立ち向かう課題」の解決に向かって、科学や技術を含め学術の総ての分野の知を結集し統合的研究を進め、国際的協働に立った学術の総合力を強力に発揮しなければならないとしている。

なお、「知の統合」という語は、既にいろいろな使われかたをされているが、ここでは対外報告『提言：知の統合—社会のための科学に向けて—』[2]で示されているように「異なる研究分野の間に共通する概念、手法、構造を抽出することによってそれぞれの分野の間での知の互換性を確立し、それを通じてより普遍的な知の体系を作り上げること」として捉える。さらに、「知の統合」に対する、社会のための科学としての要請（外的要因）と、科学自体の発展のための要請（内的要因）のうち、本提言では、社会の持続的発展に不可欠な『社会のための学術としての「知の統合」』に関する議論を行う。

(2) 「知の統合」の具現の必要性

これまでのこうした努力と取組みにもかかわらず、「知の統合」を求める社会的な要請に必ずしも十分に答えられていない。もし、社会的要請に応じることのできる「知の統合」の仕組みが実現されていたならば、例えば、2011年3月11日に発生した東日本大震災時の大規模地震と大津波、原子力発電所の大事故、風評被害といった複合的な大災害に対し

て、科学者は、その予防あるいは解決のために必要とされる知を総動員し、それらを効率的に組み合わせることで社会的な要請の解決に必要な知識を十分に提供することができていたであろう。

これに関連して、2011年に総合科学技術会議が発表した『当面の科学技術政策の運営について』[4]の中でも、解決を要する困難な諸問題を「想定外」や「未曾有」として棚上げすることなく、専門にとらわれない俯瞰的な視点をもって、研究者、技術者、政策担当者がそれぞれの立場で真摯な姿勢で向き合い、検証し、一丸となって、復興・再生、そして新たな成長に向けた取組みに貢献していくことを求めている。

例えば、異分野の知を統合することができれば、単独の分野のみでは考えるに及ばなかった状況を想定することができ、想定外の状況をあらかじめ極限まで排除した設計が可能となる。その意味からも、人類や社会の抱える複雑な問題の俯瞰的な解決を可能とする「知の統合」を実現するための「新たな挑戦」が、いま強く求められている。

社会的要請に応じることのできる「知の統合」の具現への取組みとして、2008年には、総合工学委員会工学基盤における知の統合分科会により、記録『知の統合の具体的方策—工学基盤からの視点—』[5]がまとめられているものの、「知の統合」のための具体的な方法論と方策の提言は、工学基盤に限定されていた。実問題を解決する力のある、社会のための学術としての「知の統合」の具現には、「知の統合」の方法論的展開を通じ、既に対外報告[2]の中で「還元的な知の統合」や「生成的な知の統合」として例示されていた「知の統合」のためのアプローチ例を深化させ、更なるエッセンスを抽出することによって、必要な具体的な方法や方策を確立する必要がある。すなわち、新しい発見や創造あるいはイノベーションのための「知の統合」や、知を結集し統合的研究を進め社会の課題を解決するための「知の統合」の具体的な方法論と方策の提言が、社会的な要請に応じうる「知の統合」を実現し実践する第一歩として緊要である。

幅広い学術の視点からの「知の統合」を実現することが求められることを考えれば、人文・社会科学や自然科学を含む学術全体で、「知の統合」の具体的な方法論と方策を希求する必要がある。そこで、第21期日本学術会議の課題別委員会として設置された『社会のための学術としての「知の統合」推進委員会』は、「知の統合」実現のための具体的な方法論と方策について審議し、その結果を提言として取りまとめた。

本書では、第1章で「知の統合」とその具現の必要性について、第2章で「知の統合」のための学術分野間の連携の推進における課題について、第3章では「知の統合」の具現に向けた取組みの具体例について事例を交えつつ論じる。第4章では「知の統合」の具現に向けた条件を論じ、さらに第5章では、第4章から抽出された「知の統合」具現のための要件についての提言を行う。

2 「知の統合」の具現における背景と問題点

(1) 「知の統合」の具現における背景

科学は17世紀後半まで、自然哲学と呼ばれ、哲学の一分野として認識されていた。その後、科学革命を通じて現在の科学の原型が生じたものの、コペルニクスなどは、まだ自らの研究を哲学と呼んでいたといわれている。19世紀半ばには、第2次科学革命が起き、科学の専門分化が進み、科学者(scientist)という言葉も作られた。この時期に、科学の社会における役割が大きく変貌した。理工系の専門高等教育機関や専門学会が次々に設立され、研究論文、学術雑誌、レフェリー制度、ピアレビューなどといった現代の自然科学の研究スタイルの原型が生まれていった。同時に、このような科学の制度化の急速な進展は、研究対象と研究方法の分化を進める要因ともなった。この分化が進むにつれ、自然科学、社会科学、人文学という現在の学術研究分野の棲み分けが生まれていったと考えられている。

20世紀になると、科学と技術の融合が頻発するようになり、さらに科学研究に変化が生じた。研究体制については、「アカデミズム科学」から「産業化科学」へと変貌し、研究資金については従来の「好奇心駆動型」のみならず、「プロジェクト達成型」も加わった。産業化した科学は政府や企業から研究資金を調達するため、資金提供者への説明責任が生じるようになった。また、プロジェクト達成型研究では集団で研究することが多いため、研究管理の専門家(プロジェクトマネージャー)も必要となった。

また、科学研究の進展は「トランスサイエンス」的問題の増加をもたらした[6]。「トランスサイエンス」とは「科学によって問うことはできるが、科学によって答えることのできない問題群からなる領域」を意味する。環境問題、BSE問題などのように社会的価値と複雑に交錯した問題が増加し、もはや科学は価値に対して中立ではいられなくなった。

このことは、リスク社会[7]が到来したと表現することもできる。環境汚染問題のように、研究成果として技術と同時にリスクの生産を行ってしまうケースもあり、政府には技術開発だけでなく、リスク管理も行う必要が生じたのである。このような問題を解決するには、例えば、先端技術について、それがどのような社会的影響を持ちうるか評価する「テクノロジーアセスメント(先進科学の社会的影響評価)」を導入するなど[8]、理系の知と文系の知を統合することで、科学と技術の社会的影響を評価する必要がある。

「知の統合」が必要とされるテーマは数多い。1987年には、国連ブルントラント委員会によって、「持続可能性」という概念が中心的な理念として提示され、これを機に多くの複合新領域が生み出された。その中には、生物学の基礎的知見と社会科学の知見を統合することで生物多様性という社会的課題の解決を目指す「保全生物学」のように「知の統合」の先駆的事例も多く含まれる。

(2) 学術分野間の連携の推進における課題

「知の統合」は異なった学問分野を単に寄せ集めて結び付けるだけでなく、他分野に

跨る知の活用や科学者の相互触発を通じて知の新たな体系を創造すること意味する[2]。したがって、その実現には学術分野間の連携を進めることにより、新たな知を生み出すための共同作業を行うことが必要である。

このような活動は、自然科学の範疇では当然であり、物質世界については、統合へと向かう勢いが圧倒的である。また、物理学から生命科学に至るまで、かなりの程度、分野間の理論・概念の互換性が既に整っているといえる。このような状況に比べ、人文・社会科学では、統合の条件が未整備な分野も多い。そのような分野では、独立性の高い体系化が行われているため、他の分野との間の壁が非常に高く、さほど分野間の理論・概念の互換性の追求は行われてこなかった。しかし、真の「知の統合」を具現するには、具体的な知的活動の積み重ねを通じ、これらの弊害を打破し、「互換性のある知的基盤」を強固にしていく必要がある。これは、各々の分野に「連携を可能とする余地」を意図的に生み出す取組みともいえるであろう。連携強化のためには、分野の越境を奨励し支援するための制度設計が課題である。

生命科学は生命の営みのすべてに関わるため、社会からきわめて高い関心と期待を集めている。例えば、BSE 問題や GM 作物問題のような食の安全に関連した問題などのように、社会への継続した働きかけによる相互理解促進が必要とされ、市民との間でさらなる合意形成が求められる問題も多い。研究者と社会との接点の積極的拡大が必要となるが、現状では、社会と科学の接点を担える人材の不足から科学コミュニケーションに問題があるケースも見受けられる。また、科学と社会の間の問題は、生命倫理などを見ればわかるように、個々の学術分野に対する科学的知識と、その分野の研究の進展が社会に与える影響を評価するための人文・社会科学的知識の両者を抜きにしては合理的議論ができない分野が大半である。この弊害を排するには、科学と社会の相互関係を「知の統合」として学術的に捉え、科学者がみずから社会との接点を積極的に担い、それを担う人材の量も大幅に拡大することが求められる。

天文学や分子生物学などのように、科学者が発見したデータをみずから世界共通のサーバー（レポジトリとも呼ばれる）に登録し、それらの相互比較により新発見が得られる分野もあり、自然科学の中には「知の統合」に近い取組みが行われている事例が多い。だが、相互の連携が進んでいるように思える自然科学の諸分野においても、まだ多くの課題が残されている。第一に研究者の情報共有へのインセンティブの問題がある。多くの自然科学分野では研究成果をタイムリーに公開することが求められるため、データの公開に対する拒否感は少ない。実験に多額の費用がかかるプロジェクト型研究でも、研究グループ間でのデータ共有が行われている。しかし、多くの研究者にとっては研究成果の発表が主要な関心事であり、研究過程で使われることのなかったデータを含め、網羅的に実験データを整理・公開・共有していこうという意欲は高まっているとはいえない。

第二に人材交流の問題がある。専門知識の多くは獲得が困難であるため、複数分野に跨った真に先端的な研究を行うには、分野をこえた人材交流を視野に入れる必要がある。だが、分野間での研究評価が大きく異なるため、越境した研究者が正当に評価されにく

い状況もあり、分野間の移動を躊躇させる要因にもなっている。

第三にコストの問題がある。そもそも情報の共有には多大なコストがかかる。ライフサイエンスの分野で、ライフサイエンス統合データベースポータルという試みが行われている。この試みでは、異なる研究室で作成されたデータを共通の基盤に乗せるというデータベース統合の努力が進められているが、高い専門性を持った研究者の献身的作業を必要としており、規模の拡大は容易ではない。そもそも、データベースの共通化には、メタデータ¹が必須だが、多くの場合メタデータが整備されていない。そのようなデータを無理して統合するよりは、データの再作成の方が低廉な場合もありうる。化学分野の総合データベースを作成している Chemical Abstracts Service (CAS) では 100 年に亘り、多数の博士号取得者がデータベース作成に従事していることからわかるように、「知の統合」の基盤整備には、継続的かつ大規模な取組みが必要である。

¹ データについてのデータ。あるデータそのものではなく、そのデータに関連する情報のこと。データの作成日時や作成者、データ形式、タイトル、注釈などが挙げられる。データを効率的に管理したり検索したりするために重要な情報とされる。

3 「知の統合」に向けた諸分野の連携の事例

第2章においては、「知の統合」を促進するにあたっての学術分野間・学術分野と社会の連携の推進における課題について論じた。ディシプリンの細分化に伴う、このような現代特有の困難な問題を解決するために、学協会や日本学術会議の分野別委員会レベルで学術分野間・学術分野と社会間の連携の試みが行われている。このような試みの継続を通じて、初めて「知の統合」が達成されることを考えれば、このような連携の試みを成功に導くための方法論は「知の統合」の具現において欠かせない。以下では、各学術分野における具体的な連携の取組みについて概観し、第4章で、これらの事例より抽出される特徴から「知の統合」を果たすための手立てについて考察する一助とする。

(1) 人文学と情報科学における事例：デジタル・ヒューマニティーズ

デジタル・ヒューマニティーズとは、情報技術を用いた人文学（人文科学）のことである。この分野では、メディア技術を用いて人文学的知識（歴史学、哲学、言語学、文学、芸術学、音楽など）の調査・分析・統合・提示を行うことにより、新たな知見を生み出すことを目標としている。従来から、人文学分野でもツールとしてのコンピュータ利用は多く行われていたが、デジタル・ヒューマニティーズでは、それにとどまらず、計算メディア・情報技術に対して新たな課題を提示するという点で、学際的な新研究分野と見做される。

この実現の背後には、1980年代以降のIT技術の急速な発展により生じた、人文学分野の調査手法の変革がある。その頃から、計算機運用に優れた人文学者と人文学課題に興味をもつ情報学者の連携が深まり始め、統合的な新分野が産み出されていった。とりわけ、近年、文化財保存の重要性が深く認識されるに従って、社会におけるデジタル・アーカイブの必要性が深く認識されるようになったため、統合が加速したと考えられる。また、文化財のデジタル・アーカイブ化など、具体的なプロジェクトを共同で実施することにより、人文系と情報系の研究者が共同で作業する場（実践共同体）が生じたことで、暗黙知の交換が促進されたことが成功の大きな要因となっている。

また、デジタル化された文化財のデータは、学校教育の教材や、生涯学習のための素材としても適しており、デジタル・ヒューマニティーズは人文学と社会との関係強化にも貢献している。

(2) 医学と工学における事例：マイクロ・ナノエンジニアリング

歴史的に機械構造を半導体プロセスによって作成する研究は数多く行われてきたが、1987年のマイクロギアやマイクロタービンの発表を契機として、より本格的な機械構造の実現に向けての研究が進められた。マイクロモータや櫛歯型アクチュエータなどの発明が一躍脚光を浴び、マイクロ・エレクトロメカニカル・システム(MEMS)が分野として確立していった。近年では、マイクロからナノの世界に展開されナノ・エレクトロメカニカル・システム(NEMS)が実現されつつある。また、バイオテクノロジーとナノテクノ

ロジーの統合技術であるナノバイオテクノロジーが生まれ、生きた細胞のナノレベルでの操作技術・機器の開発、生物材料の持つ自己組織化能や生体分子そのものの機能を活かした独創的な分子機械・治療材料の開発、原子・分子をナノレベルで制御した機能性素材の創製などが可能となった。今後は、ライフサイエンス、情報通信、環境をはじめとした広範な分野に適用されることが期待されている。

この分野の成功の要因としては、課題解決のために複数分野を利用することによって生ずる自由度の圧倒的な増加、それによる問題解決力の向上、問題解決が進むことによって生ずるさらなる研究インセンティブの向上、というループ構造の存在が考えられる。最先端の問題を解くには、ひとつの分野の逐次的な進展を待っているだけでは解決不可能であるようなケースがよくある。分野外の技術を網羅的に探索し、実現可能性を評価するには膨大なコストが必要となるが、MEMS と医学の連携においては、技術実証として作成されたマイクロモーターなどのハードウェアが、両分野の研究者の想像力を駆り立て、優れたマッチングが生まれた。同時に、医学という実問題の解決に大きな寄与をするにつれ、さらなる技術発展を牽引する原動力となった。

(3) 人文・社会科学と生物学における事例

社会生物学の分野では、古くはダーウィン (C. R. Darwin) が「人間の由来と性選択」(1871 年) において道徳性の起源の問題という、人文・社会科学に属すると一般的に考えられている問題を「進化論」の手続きによって考察するなど、古くから生物学は「知の統合」の先駆的事例を提供してきた²。

他の多くの分野と同様、近年の生物学の進展は、著しい専門分化を生じさせ、特にバイオテクノロジーの導入以降、急速に専門分化が進んだ。その結果、多くの生物学研究者が過剰専門化の弊害を感じるようになり、生物学の内部でも分野間の連携が必要とされるようになったのである。同時に、生命科学の進歩は、生命科学だけでは解決することが困難な多くの課題を生み出したため、他の科学分野や社会との連携も図る必要も生じるに至った。これらの要請の結果、「ヒトと動物の関係学会」、「生き物文化誌学会」、「総合人間学会」、「人間行動進化学会」など、いくつかの分野横断的な学会が設立された。

これらの学会では、研究者のみならず、問題意識を共有する非研究者も含んだ形式で、既存の学術分野に囚われず万遍なく集まることで、多様な社会的課題に対して様々な立場から議論を行っている点に特徴があり、社会との連携も進んでいる。

なお、生物多様性の概念の創設者として知られる進化生態学者のウィルソン (E. O. Wilson) は、“Consilience: The Unity of Knowledge” [9] を著し、進化生物学の方法論を用いて広範な人文・社会科学的問題を分析しようとするなど、欧米における生命科学を核とした「知の統合」を牽引している。だが、ウィルソンはあくまで学術の範疇で

² これ以外にも、「進化」という概念を導入し、長期的な時間変化を考慮することで新たな展開を遂げた学問領域は多い (倫理学、美学、経済学、認知科学、医学など)。これらの事例は、文理の統合あるいは、学際的・横断的研究を進める上で、進化という概念が接合する役割を担う部分も多いことを予想させる。

の統合を目指しており、本提言が対象とする『社会のための「知の統合」』には至っていない。

(4) 哲学と脳科学、心理学における事例

科学や技術の急速な進歩とその技術的な応用によって多くの倫理的問題が生じた。そのような応用倫理学上の問題の中でも生命に対する影響は大きな関心を集め、1988年には生命倫理学会が成立した。この学会では、医学・生命科学、哲学・倫理学、法学・経済学、宗教学・社会学という複数の学術分野から選出された代表者が共同で学会を運営し、生命倫理に関する社会的課題の研究を推進するなど、分野間の連携が進んでいる。

この他、科学や技術の急速な進歩が大きな影響を与えた分野としては、脳科学と哲学の融合分野が挙げられる。脳科学では、イメージング技術等の進展により脳機能の基礎過程の解明が進み、ボトムアップ的に脳のメカニズムの解明が行われるようになった。この変化によって、心理学と脳科学が結ばれるだけでなく、これまで哲学の特権分野と考えられていた心・意識・精神・主観といった分野に、脳科学・認知科学・情報科学という自然科学の諸分野の研究手法が入ってくるようになった。その結果、倫理的問題を含むさまざまな社会的問題が生じた。それらに対応するため新たな研究分野が生まれてきており、その中には「脳神経倫理 (neuro-ethics)」のように急速な発展を遂げている学際的分野がある。

また、心理学での近年の研究は、IT ツールの浸透が「心のなかのバッファー」とでもいべき「ワーキングメモリ」を利用する機会の減少をもたらしたことを示している。「ワーキングメモリ」を使いこなすことが脳の社会的能力の獲得に大きな影響を果たすことを考えれば、社会と技術の関係を考える上で、社会脳の研究が重要な意味を果たすといえる。この問題を現代の情報化社会から総合的・統合的に捉えるためには、脳を従来の生物的立場から捉えるのではなく、社会的存在としてとらえる立場が必要である。日本学術会議では 2006 年より心理学・教育学委員会に「脳と意識」という分科会が設けられ、3つの部（第一部、第二部、第三部）が連携しながら社会脳に関するシンポジウムを開催してきた。その結果、分野によって異なる言葉で表現されている概念が、運用上は、非常に近い手続き・概念に関連していることも発見されるなど、分野間の距離が狭められてきている。

(5) 理学と情報学における事例

生物学、化学、バイオテクノロジー、高エネルギー物理学、天文学など、自然科学の多くの学術分野において「科学のバーチャル化」とでもいべき状況が広がった。これらの分野では、これまで学会や研究会など公式の場や、非公式な場で交換・共有されてきた学術データ（ファクトデータ）がリポジトリ化され、研究成果をそこへ登録すること、さらに、共有されたデータを用いて分析を進めることが研究を進める上での標準的なプロトコルとなっている。同時にこのように最先端の研究が公開されることは、最良の学習素材を教育の現場に提供することにつながっている。

4 「知の統合」の具現に向けて

第3章で示した「知の統合」の事例を俯瞰し分析するとき、それぞれの事例は一見異なって見えても、「知の統合」が成し遂げられた背景には共通性があることが分かる。つまり、事例に共通して見受けられるものは、時代の必然的な要請という「機」であり、それを行う「場」、そして、それを担う「人」であって、それらが揃った場合に、「知の統合」が成立し、ことがらが大きく進展してきたことが見てとれる。

「機」とは、丁度その時期、そのような機運が生まれたり、それを解決する時が熟したり、あるいは、時代がその問題の解決を要請したりすることをいう。「場」とは、異なるディシプリン（学問分野）の専門家たちが集い、課題を解決したり、新しいシステムを構築したりするための「知の統合」を行うための仕組みをさす。「人」とは、まさに「知の統合」を担う人材のことである。

しかし、これまで、知が統合され、難問が解決したり、新しい人工物が創造されたり、あるいは、科学の大発見や大発明があっても、そのための一般的な「知の統合」の方法論が語られることは少なく、まして、そのための具体的なツールが用意されてきたわけではなかった。優れたリーダーや良いメンバーに恵まれたグループの努力により、「場」が構築され、個人の直感力や才能や感性により「知の統合」に成功してきたのではあるが、そのような「場」は、その組織が伝える徒弟間の直伝などによって継続されているのであって、そのよう継続された「場」をもたないところで、新たに「知の統合」を具現することは、極めて困難である。

一方、このことは、時代の要請といった「機」に関しては、予め対応することはできないにしても、「知の統合」のための仕組みとしての「場」を予め整備し、それを担う「人」を予め育てておけば、時々の時代の要請に速やかに対応することが可能となって、それによって多くの課題を迅速かつ的確に解決しようということの意味している。つまり、そのような「場」と「人」を予め用意しておくことが、これからの時代の要請に速やかに対応して「知の統合」の具現してゆく際に必須である。

(1) 「知の統合」の「場」の基盤整備

社会のための「知の統合」を具現化していくには、これまで明確にされることのなかった「知の統合」の方法論を顕在化させるとともに、誰もがその知識を利用できる「場」を用意することが重要である。それは、これまで体で覚えるしかなかった「技能」が、誰でもが理屈で習得できる「技術」に高められた過程の再現ともいえよう。そして、この「知の統合」の目的が、「問題解決」や「創造」、「意思決定」あるいは「新たな知の発見」であることから、それぞれの目的のための方法論、組織論、具体的な手法や方策などが体系化されていく「場」でなくてはならない。

このような「場」の実現においては、それぞれの分野の知識や知恵を、分野共通の言葉で記述し、さらに、現象の分析・把握を目的とした認識科学の観点からの知識や知恵のそのままの形で用いるのではなく、目的や価値を実現するための学術である「設計科

学」の観点から課題解決やシステム構築の目的に適合する知識や知恵に変える必要がある。また、認識科学で得られている知識や知恵が設計科学の観点から不十分であれば、不足している知識や知恵を設計科学の観点から希求しなくてはならない。

例えば、エネルギーと暮らしの問題を解決する際には、まず、目標をどこにおくのかを定めなければならない。どのような短期、中期、長期の目標を立てた場合、どのような暮らしとなるかを自然科学、人文・社会科学などの知を集めシミュレーションし多方面から検討するとともに、生活者の合意を形成する必要がある。また、目標を達成するエネルギーを得る方式として利用可能な方式を、自然エネルギーの利用や全く新しい方式による発電方法、送電方法なども含め、知を総動員し、検討しなければならない。現象の複雑性を考えれば、足りない知もあろうが、不足が明確に認識されることで迅速な研究開発が実現される。その開発にはシミュレーションで用いられる基盤が活用されよう。また、エネルギー問題には「供給の安全性」の問題も欠かせないため、地震や津波などのように一見直接関連しない分野のデータも過去、現在を含め、設計に役立つかたちで利用可能な知として蓄積しておかなければ十分な分析を行うことができない。なお、暮らしの問題を考える上では、必然的に人体への影響といった医学的な知も必須となり、自然環境への影響や食品などへの影響も含めた生物学・環境学の知も重要となる。また、目標を達成するため、どのような法的な規制や緩和が必要であり有効かなどといった法と経済にかかる知も必要であり、それらを総合してシミュレーションを行い、社会への影響を科学的に確かめることが肝要である。

上記は一例に過ぎないが、地球温暖化問題や環境問題、あるいは高度情報化社会の問題のように、迅速な解決が求められる多くの問題に人類が直面していることを考慮すれば、問題解決に必要な知を集め、それを用いた設計や検証を可能とする「知の統合」の実践の実現に向けた適切な基盤の整備が焦眉の急となっていることがわかる。その基盤の整備は、方法論、組織論、手法や方策の体系化や体制作りなど多岐に渉るが、それらの第一歩として、異分野の知識や知恵を、分野共通の言葉で記述し、さらに、個々の学術分野における分析的な知識や知恵を課題解決やシステム構築に活用可能な知識や知恵に変える「知の統合知識ベース」の整備が緊要である。

この「知識ベース」は単にデータを集めたデータベースではなく、様々な形でのシミュレーションを可能とするダイナミックなシステムでなくてはならない。このシステムでは、社会を構成する人間、生態系、環境、人工物が、それが社会に対して果たす機能の面から捉えなおされモデル化される。さらに、システムが提供するシミュレーション機能を通して予測を行うことができ、予測結果に基づいて意志決定し行動することが可能となるようなダイナミック性も兼ね備える。このようにダイナミックな「知の統合知識ベース」が用意されることで、加速的に「知の統合」の具現に進むことと思われる。同時に、世界をモデル化しシミュレーションして現実とつきあわせることにより、「知の統合」が現実に即したものであることが証明される。

その実現に向けては、多くの専門家が、それぞれの専門部分を分担しネット上の共通の基盤上に知識ベースを構築することが必要となる。このような活動を持続的に行うに

は、専門家が進んで参加したいと考えるようなインセンティブを提供する枠組みを構築しなければならない。また、このような枠組みの構築に加え、「知の統合知識ベース」実現の要諦となるシミュレーション手法の高度化、機能のモデル化に対する新しい概念の提案とそれに基づく系統的な手法の開発、結果をリアリスティックかつインタラクティブに人間に提示し評価するバーチャルリアリティなどのヒューマンインターフェースについてはより強力に研究開発を推進してゆくことが必要である。

(2) 「知の統合」を担う人材の育成

既に述べてきたように、近年の科学の加速的な発展は、分野の急速な細分化を生じさせた。科学を学ぶ者にとっても、細分化そのものが科学の進展であると考え、分野のさらなる専門化を担える人材が再生産されてきた。その結果、学術分野間の乖離が加速した。

これからの科学は、社会から要請される必ずしも境界条件・制約条件が明確でないような、多くの課題に取り組んでいくことが必要である。その多くは、一見すると曖昧としかいいようのないかもしれない。しかしながら、科学の専門化が高度に進展した現在、このような従来型研究から逸脱した社会的課題の解決に取り組まなければ科学の進展が見込まれないという状況にまで到達したとさえいえよう。一方で、数多くの科学分野の中でもとりわけ人文・社会科学に属する分野では、哲学、社会学、人類学などのように人間や社会という自然科学の方法論では記述困難であるような複雑現象を対象とした多くの研究の蓄積があり、狭義の基準では曖昧としかいえないような対象を巧みな手法で操作可能な分析対象に変換し、理論として結晶化させている多くの事例がある。

これまで人間は周囲との相互作用により思考力や活動力を醸成し、その繰り返しの中で文化や社会の多様性を生み出してきた。しかし、近年の科学の多くの分野が目指してきたものは論理性、客観性、普遍性であり、多様性や曖昧さはその範疇には入りにくかった。自然現象にしても人間的な要素からなる社会現象にしても一義的な因果関係は一般には存在しない。その観点から、現実の変動する人間周囲の課題を考えていくためには、論理性、客観性、普遍性を主とする学術分野と、曖昧さや制約条件の不確実性に対して正面から取り組んだ学術分野間での連携が求められる。その中でも、特に人文・社会科学と自然科学を合わせた「知の統合」が不可欠と思われる。持続性のある社会や文化を生み出していくためには、従来の分割された学術分野を統合し俯瞰できる人材育成が、今こそ必要となってきたといえる。特に、人文・社会科学、自然科学のどれらかを学んだ人材だけでなく、それらを横断的に学んだ人材を量的に増やしていくことが求められる。

自然科学を学ぶ者にとっては、人文・社会科学的な知識や研究方法論も同時に身に着けることが望ましい。これとは逆に、人文・社会科学の側から見ても、自然科学や技術と不可分に結びついた現代社会が持つ諸問題を考察していくには、自然科学の本質を的確に捉え、正しい知識を基にした議論を行っていく必要があるため、自然科学に関しても、できる限り正確な理解を行うことが望まれる。これらの実現には、教育の初期段階

で幅広い視野に興味を持たせる環境を構築する必要がある。

近年、大学における教養教育の役割が再評価される傾向があり、多くの大学で教養教育の拡充が行われるようになってきている。このような傾向は、文理の分け隔てを廃し、より広い視点から学術を俯瞰できる人材を育成する上で大きな寄与をするものと考えられる。その一方、中等教育では逆に理系・文系の選択が早まっている傾向も見受けられ、学部前期レベルで行われる教養教育の拡充を阻害している。

このような状況を打開し、「知の統合」の具現を推進するには、中等教育や学部教養教育の場で、文系・理系の区分をできるだけ廃し、より広い視野を得られるように留意したカリキュラムを構築することが求められる。これを実現するためには、文系・理系の区別が明確となっている大学入試のあり方を抜本的に見直す必要がある。参考となるのは、東京大学後期日程入試における文系・理系の区別を無くした入試方法である。これは、文系・理系の分離が過度に進んできた高校教育を見直す可能性を秘めた一つの入試形態であり、追跡調査を含めた評価を総合的に行い、このような文系と理系の知を兼ね備えた人材を積極的に評価していく方向性を強化することは重要である。主として大学院を中心とした専門教育の範疇でも、既存の分化した学術分野のみの発展を目指す弊害を認め、新しい分野の発想を醸成する試みが出始めてきている。例えば、「人類の未来と幸福のために何を研究すべきか」を目標に学術の新しい方向性や概念の創出を行おうとする財団法人国際高等研究所や、学融合を基本理念に分野横断的な研究・教育を行おうとする東京大学の新領域創生科学研究科がある。また、大阪大学では、理工系の大学院生には人文・社会科学リテラシーを、人文・社会科学系の大学院生には科学リテラシーを身につけさせるための場として「コミュニケーションデザイン・センター」が設置された。しかし、これらの試みはまだ端緒にすぎると言ってよく、全国の大学院で広く定着しているわけではない。また、ユネスコでは2005年から10年間を目途に人類の持続的発展のための教育をひとつの重要な課題として取り組んできた（「持続可能な開発のための教育の10年」）。全世界のユネスコ関連支部を挙げ、環境問題ならびに科学や社会の課題について、あらゆる分野を統合して考えることができる若者の育成を推進しているが、まだ教育に完全に根付いたとはいえない。

真に統合された知の教育が可能となるためには、まずは教育・研究に携わる人々の意識改革が必要である。既存の体制の中で、教育・研究を行ってきた現状教員の意識を変えることは決して容易ではない。「知の統合」に向けた人材育成のためには、その問題点を明確化し共有する中で、意識改革が可能な環境づくりを行うと共に、その実践のための具体的な組織立てが不可欠であり、特に以下の2点が重要である。

- ・初期教育（高校～大学前期・教養まで）については、広い知識を身に着けるような教育システムに変える必要がある。そのためには、文系・理系の早期化が過度に進んでいる中等教育の弊害を無くすための入試方法の検討、および「知の統合」を担う人材を育成するという観点からの教養教育の再構築が必須である。
- ・大学院レベルにおいて重要となるのは、「知の統合」に向けた研究を奨励する環境づくりである。研究コミュニティとして、知の統合を担う人材の芽を育てるキャリア

パスを整備することが急務であり、それに適した研究評価を早急に確立する必要がある。

(3) 「知の統合」のための研究体制

対外報告『知の統合—社会のための科学に向けて—』[2]では、「社会のための科学」の実現に当たっては、「あるもの・存在」を探究する認識科学と「あるべきもの・当為」を探究する設計科学との連携ならびに異分野科学者間の対話の促進の重要性が述べられている。しかしながら、このような連携や対話の促進は、必ずしもうまくはっていないのが現状である。その実現には、これまでと全く異なる新しい研究パラダイムの下で適切な研究環境を設定する必要がある。

このような視点から、社会と自然環境の状態の変化についての個々の研究分野を超えた広い視野からの観察に根ざし、かつ科学的な根拠に基づいた社会的に共有される期待を明らかにしていく新たな研究として「社会的期待の発見研究」が提案された[10]。この成立により、これまで必ずしも閉じていなかった科学者と社会を結ぶ連鎖構造が閉じ、循環型構造が形成され、科学と社会の持続的発展が実現すると考えられている。

科学は、知的好奇心という内在因（研究者個人）を動機とする研究から、環境・エネルギー・食料・医療といった具体的な社会的課題の解決への貢献という外在因（社会的要請）を動機とする研究へと、その重心が移動してきており、近年その傾向は顕著である。社会的要請に対してタイムリーに答えていくことは、科学に与えられた使命である。だが、社会的要請への対応は科学の自律的成長に深刻な影響を与え、これまでの科学の発展の原動力となっていた研究の独立性（研究課題選択の自由）は危機的状況に置かれている。科学の独立性を維持し、今後も科学の発展を継続するには、社会的期待そのものを科学的手法によって明確にし、それを満たすための研究課題とは何かについて社会と科学者との間で合意する必要がある。この課題選定行為を「社会的期待発見研究」として捉え、新しい研究パラダイムを構築しなければならない。さらに、頻出する社会的課題を継続的に解決するには、科学そのものを循環型構造の中で持続的に発展させる必要がある。すなわち、現在の科学（認識科学・設計科学）と社会的期待発見研究のそれぞれの役割を明確化しつつ、社会的課題の解決を推進することで、科学と社会とのループが閉じて循環型構造が成立し、科学の持続的発展を担保しつつ、社会的期待解決の流れを加速することが期待される。

このような循環型構造が成立していない理由は、社会的期待発見研究が欠落しているからだけではない。「認識科学者」、「設計科学者」、「行動者」³という3つの異なるプレイヤーと、価値還元の対象となる「社会・地球環境」の間に次のような問題があると考えられる。すなわち、

- ・認識科学者：社会・自然の変化に対する全体性の視点の欠如と現実状態に関する関心

³ 文献[10]では、「認識科学者」の代わりに「観察型科学者」が、「設計科学者」の代わりに「構成型科学者」が用いられているが、同義である。なお、「行動者」とは科学者から受けた知識を基に行動し、社会や自然環境に影響を与える主体を意味する。

の希薄、設計科学者との連携の不十分性、行動者との交流・連携の不足

- ・設計科学者：社会システム・自然環境といった大きな視点の欠如とそれらに対する方法論の未成熟、認識科学者との連携の不十分性、行動者との交流・連携の不足
- ・行動者：全体的視点での行動選択の欠如、科学者との交流・連携の不足

これらの問題点を総合すると、①科学者間および科学者と行動者の交流・連携の強化、②全体をシステムとして捉えること、の2つが重要であることが浮かびあがってくる。これら2つの点はまさに「知の統合」の目指す方向である。

したがって、循環型構造を成立させ、科学が直面する「持続性社会の実現」という社会的課題の解決に科学が貢献するためには、「知の統合」の推進による上記問題点の解決と「社会的期待発見研究」を組み合わせ、新しい研究パラダイムを実現することが求められる。概念間の関係を図に示す。この図は、文献[10]で提案されている循環型構造に「知の統合」を追加したものである。図中の「知の統合」のブロックは、認識科学者と設計科学者の有機的な交流・連携のもとに、潜在的社会的期待の発見を目指す。さらに、行動者との連携を図り、行動の選択が統合的かつ合理的になるように、「持続性社会のあるべき全体像の提示」を行う。

このブロックが有効に機能するためには、「知の統合」の「場」、「知の統合」を担う「人」など、上記で既に議論された「知の統合」の具現に向けた取組みが不可欠である。

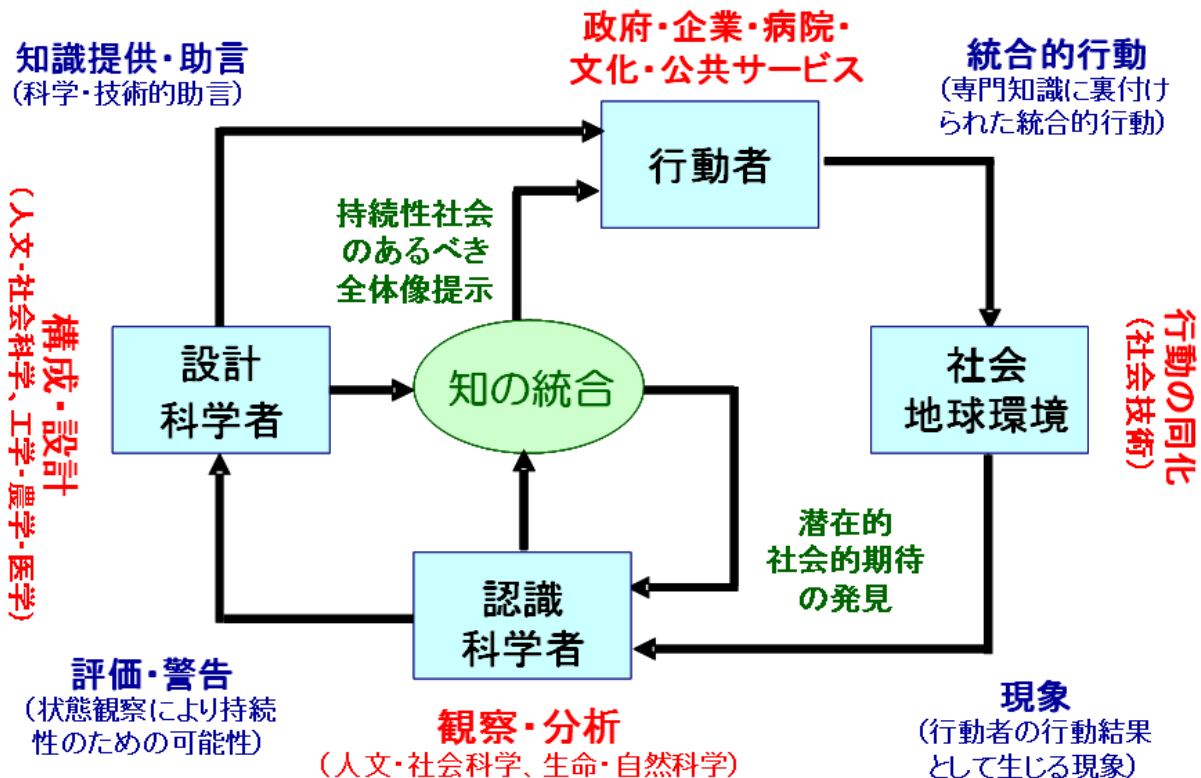


図 持続性社会の実現に科学が貢献する循環型研究構造

(4) 「知の統合」のための研究評価

上述のように、科学や技術が社会的課題の解決に向け貢献するためには、「社会的期

待発見研究」という研究カテゴリーを明示的に設定し、現在の科学との有機的な循環構造を形成する新しい研究パラダイムを構築した上で、「知の統合」の具現化への取組みを加速する必要がある。「知の統合」の具現化に向けた研究は、その課題が事前に設定されている標準的な研究と性質を異にするので、研究評価もそれに適した方法に変える必要がある。そこで、以下では「知の統合」の推進に向けた研究評価のあり方について考察したい。

日本学術会議は、対外報告『我が国における研究評価の現状とその在り方について』[11]をまとめた。この対外報告は、研究活動の質を高めるために必要不可欠であり、また社会的要請が強くなってきている研究評価について、その現状と問題点を整理したものである。この中で、「多様な研究活動の奨励のためには、評価対象の違いに応じた評価基準の適正化・精緻化が必要である。しかしながら、現状は十分とはいえない」と指摘されている。

研究評価に関しては、①短期的成果の評価の弊害（挑戦的で成果が得られるかが不確実な長期間を要する研究は倦厭されがちであること）、②数値的指標の弊害（研究論文数や被引用件数、インパクトファクター等による基礎研究評価が困難であること）、という問題が浮かび上がる。「知の統合」を目指す研究は一般に長期間を要することが多く、また既存のディシプリンに収まらないので、数値的指標による正当な評価は難しい。したがって、これらの弊害を解消し「知の統合」に関する試みを正当に評価するための手法を構築することは「知の統合」の推進にとっても欠かせない。

さらに、文献[11]では、基礎研究の特徴を考慮に入れた評価の在り方についても、以下の2点が指摘されている。第一の点は、研究成果の評価はその将来価値で行うべきであるが、基礎研究では研究成果の価値が顕在化するのに長期間を要するため、定量的手法のみではその評価が極めて困難であることであり、第二の点は、基礎研究評価の視点としては、当該研究分野における成果そのものの評価はもちろん、他研究分野における成果の知的価値、社会における研究・教育の構造基盤への影響、科学的・技術的理解の向上など、社会への文化としての影響をも適切に評価することが重要であること、である。

これらの指摘を踏まえ、「知の統合」に向けたアプローチを適切に評価・促進するための重要な新評価軸として、「展開性、波及効果、相乗効果」と「組織の多様性」の2つを提案したい。前者の参考となるのが、米国国立科学財団（NSF: National Science Foundation）によって最近導入された「Transformative Research（変化させる力を持つ研究）」という概念である。これは、既存の分野に大変革を起こしたり、新しい研究分野を生み出したり、パラダイム・シフトを引き起こしたり、発見を支えたり、抜本的に新しい技術を導いたりする研究、と定義されている[12]。アメリカでは、この Transformative Research をベースに、予期しなかった展開や多分野への波及や新学術分野の創出が期待されている。これに対し、日本では、何か重点分野を決めると、その直接的な解決に向けた研究活動が行われ、結果の評価も直接的な解決への寄与で行っているため、波及効果という点では芳しくない。すなわち、社会的期待に基づく研究課題が真の

融合研究となり、その効果が最大限発揮されるには、「展開性、波及効果、相乗効果」という評価軸の導入が大いに貢献すると考えられる。

2つ目の重要な指標は、研究組織の多様性である。統合化に向けたプロセスで不可欠となる様々な異なる分野の融合を奨励するためには、「研究組織の多様性」を評価に入れ、積極的な分野間の融合を促すことが必要である。アメリカにおいては、近年、多様性のない研究課題申請は採択されにくい傾向がある。この状況は、社会における文化の多様性が定着しているアメリカでは当たり前と考えられている。だが、社会そのものに文化の多様性が乏しい日本において、どのような形で多様性を評価したらよいかは重要な課題である。これを考える上で、NSF で導入されている「研究課題毎の外部専門家パネル」が参考になるだろう。重要なポイントは、パネルメンバそのものも多様であることと、評価に当たっての多様性の重要性の認識である。

以上の考察のもと、「知の統合」を推進していくための新しい評価軸を、研究の事前評価と研究の事後評価に分けて示すと、以下のようになるろう。

① 研究の事前評価

研究の独創性：社会的課題の解決や「知の統合」に向けた新しいアプローチ（既存ディシプリンを超えているか？）

研究組織の多様性：幅広い分野の研究者で組織されているか？

展開性・波及効果への期待感：研究の進展が新しい学術分野の創成や他の分野の展開に結びつく可能性が高いか？

② 研究の事後評価

有用性：社会的課題の解決や「知の統合」に向けた具体的貢献は何か？

普遍性：「知の統合」を実現する新しい概念・方法論の具体的提案がなされているか？

展開性・波及効果：研究の成果が新しい学術分野の創成に繋がるのか？また、相乗効果・スパイラル効果によって、他の分野の進展に大きな影響を与えるか？

研究の事前評価の3つの評価軸のうち最初の2つ（「研究の独創性」と「研究組織の多様性」）については、科研費・省庁研究開発予算を問わずすべての外部資金の配分の評価として早急に定着させる必要がある。3番目の「展開性」については、特にボトムアップ型の研究支援である科研費に特化して整備することが望ましい。科研費は基本的には細分化された分科細目をベースに審査が行われており、上記の3つの評価軸とは必ずしも整合していない。そのため、そのような評価軸に基づいて的確に評価できる人材が育っていないのが現状である。「社会的期待発見研究」に加え、分野融合・横断的究や新学術領域創成といった知の統合推進の趣旨に合った研究カテゴリーの審査においては、適切な評価者の育成を見据え、分科細目のあり方も含めた適切な評価方法の確立が急務である。一方、研究の事後評価については、「有用性」は省庁研究開発予算の評価に、「普遍性」と「展開性」は特に科研費の評価に焦点を当てて、評価軸として確立

すべきである。

なお、真の意味で「知の統合」を短期間で達成することは不可能であり、また「知の統合」の本質はそれを実現する重要な概念・原理であり、そのプロセスにも大きな価値があることにも考慮すると、これらの評価項目においては、

- ・短期的指標から長期的指標へ (研究の時定数の考慮)
- ・量的指標から質的指標へ (内容を考慮した評価、不確実性の評価)

という2つの評価指標のシフトが重要と言える。以上の議論を踏まえ、上記の評価項目に対して、この2つの点を考慮した新たな研究評価システムを早急に確立する必要がある。特に、ボトムアップ型の研究支援で研究者個人の独自性を重んじる科研費の評価においては、早急に評価を確立する必要がある。

5 提言

本書では、一貫して「知の統合」推進の必要性を論じ、特に第4章では「知の統合」の具現に向けた具体的方策を論じた。本章ではこれらの議論を踏まえ、「知の統合」具現のため、科学者コミュニティおよび社会に対して以下の提言を行う。

(1) 持続性社会のための「知の統合」の推進

人文・社会学者、自然科学者の有機的な交流・連携のもとに「潜在する社会的期待の発見」を目指し、社会との連携を図り「持続性社会のあるべき全体像」の提示を行うことが緊要である。社会的課題の解決に貢献するための「社会的期待発見研究」という新しい研究の推進が求められるとともに、科学と社会の循環的発展を加速するための「知の統合」の学術研究の推進が必用である。

研究者・行動者・社会との連携を強化することで、持続性社会の実現に向けた取組みが強化される。同時に、社会的期待発見研究を学術領域として新たに構築することで、科学領域の内生的成長に不可欠な研究課題選択の独自性が担保されるようになる。

(2) 「知の統合」のための基盤の必要性

人類の直面する課題を解決しうる社会のための学術としての「知の統合」を実現するための基盤として、人文・社会科学、自然科学の各々の分野で生成された知識を社会における具体的活用という立場で再構成し、それらの知識を構造化した「知の統合知識ベース」の整備が緊要である。すなわち、知識を構造化した「知の統合知識ベース」の整備が求められる。社会的課題の解決と「知の統合」の推進を同時実現するため、「知の統合知識ベース」は、社会を構成する人間・生態系・環境・人工物をモデル化しシミュレーション可能なダイナミックなシステムでなくてはならない。

この実現に向けて、研究者の「知の統合」への積極的な参加を促す枠組み、高度なシミュレーション手法、知のモデル化技術、結果をリアリスティックかつインタラクティブに人間に提示し評価するバーチャルリアリティなどのヒューマンインターフェース技術の研究開発を強力に推進してゆくことが必要である

(3) 「知の統合」のための人材育成の必要性

科学的問題を含む社会的問題の解決においては、人文・社会科学と自然科学の両者を含む、複合的な知識を基にした俯瞰的視座が必要不可欠である。このような視座を得るには、人文・社会科学の知識を持った自然科学者、自然科学の知識を持った人文・社会学者を育成し、同時にその量的拡大を行うことが必須である。この実現には、特に以下の2点が重要である。

- ・初期教育（高校～大学前期・教養まで）については、広い知識を身に着けるような教育システムに変える必要がある。そのためには、文系・理系の早期化が過度に進んでいる中等教育の弊害を無くすための入試方法の検討、および「知の統合」を担う人材

を育成するという観点からの教養教育の再構築が必須である。

- ・大学院レベルにおいて重要となるのは、「知の統合」に向けた研究を奨励する環境づくりである。研究コミュニティとして、知の統合を担う人材の芽を育てるキャリアパスを整備することが急務であり、それに適した研究評価を早急に確立する必要がある。

(4) 「知の統合」のための研究評価の必要性

「知の統合」を目標とした研究の評価軸として、以下を提案する。

- ① 研究の事前評価：研究の独創性、研究組織の多様性、展開性・波及効果への期待感
- ② 研究の事後評価：「知の統合」における有用性、普遍性、展開性・波及効果

特に、「普遍性」と「展開性」については、ボトムアップ型の研究支援である科研費の評価に焦点を当てて早急に確立すべきである。

また、「知の統合」に向けた研究に関する評価の全般的な方向性として、短期的指標から長期的指標への移行や、単にインパクトファクターや論文数に準拠した量的指標から質を重視した指標への移行を促すような適切な研究評価システムを早急に確立する必要がある。特に、ボトムアップ型の研究支援で研究者個人の独自性を重んじる科研費の評価においては、このことが重要である。

<参考文献>

- [1] 日本学術会議、運営審議会附置、新しい学術体系委員会報告『新しい学術の体系—社会のための学術と文理の融合—』、2003年6月24日
- [2] 日本学術会議、科学者コミュニティと知の統合委員会、提言『知の統合 —社会のための科学に向けて—』、2007年3月22日
- [3] 日本学術会議、提言『日本の展望 — 学術からの提言 2010』、2010年4月5日
- [4] 総合科学技術会議「当面の科学技術政策の運営について」、2011年5月2日
- [5] 日本学術会議、総合工学委員会、工学基盤における知の統合分科会記録『知の統合の具体的方策 — 工学基盤からの視点 —』、2008年8月18日
- [6] Alvin M. Weinberg “Science and Trans-Science”, *Minerva*, 10 (2), pp. 209-222 (1972)
- [7] Ulrich Beck, “*RISIKOGESELLSCHAFT Auf dem Weg in eine andere Moderne*” Suhrkamp Verlag (1986) (邦訳：東・伊藤訳「危険社会」1988年)
- [8] 日本学術会議、日本の展望委員会、安全とリスク分科会、提言『リスクに対応できる社会を目指して』、2010年4月5日
- [9] E. O. Wilson “*Consilience: The Unity of Knowledge*” Knopf, 1998 (邦訳：山下訳「知の統合～科学的知性と文化的知性の統合～」2002年)
- [10] 吉川弘之「研究開発戦略立案の方法論 — 持続性社会の実現のために」科学技術振興機構研究開発戦略センター、2010年6月1日
- [11] 日本学術会議、研究評価の在り方検討委員会、「我が国における研究評価の現状とその在り方について」、2008年2月26日
- [12] National Science Board, “*2020 Vision for the National Science Foundation*”, NSB-05-142, p. 7 (2005)

<参考資料> 社会のための学術としての「知の統合」推進委員会審議経過

平成 22 年

- 7 月 22 日 日本学術会議幹事会（第 100 回）
社会のための学術としての「知の統合」推進委員会設置
- 8 月 26 日 日本学術会議幹事会（第 103 回）
推進委員会委員決定
- 10 月 13 日 社会のための学術としての「知の統合」推進委員会（第 1 回）
○今後の進め方について
- 12 月 28 日 社会のための学術としての「知の統合」推進委員会（第 2 回）
○「知の統合」の事例紹介

平成 23 年

- 1 月 11 日 社会のための学術としての「知の統合」推進委員会役員会（第 1 回）
○「知の統合」の事例紹介、提言作成のスケジュールについて
- 2 月 16 日 社会のための学術としての「知の統合」推進委員会（第 3 回）
○提言の構成について
- 4 月 13 日 社会のための学術としての「知の統合」推進委員会（第 4 回）
○話題提供の総括、提言骨子案について
- 4 月 25 日 社会のための学術としての「知の統合」推進委員会役員会（第 2 回）
○提言役員会案作成の進め方について
- 5 月 11 日 社会のための学術としての「知の統合」推進委員会役員会（第 3 回）
○提言役員会案について
- 6 月 1 日 社会のための学術としての「知の統合」推進委員会（第 5 回）
○提言委員会案について
- 6 月 15 日 社会のための学術としての「知の統合」推進委員会
○メール審議により委員会案を承認
- 7 月 22 日 社会のための学術としての「知の統合」推進委員会役員会（第 4 回）
○提言委員会案への修正事項について
- 7 月 28 日 日本学術会議幹事会（第 130 回）
○提言『社会のための学術としての「知の統合」－その具現に向けて－』
について承認