

報 告

21 世紀を豊かに生きるための「科学技術の智」



平成20年（2008年）9月18日

日 本 学 術 会 議

科学と社会委員会

科学力増進分科会

この報告は、日本学術会議科学と社会委員会科学力増進分科会科学技術リテラシー小委員会での審議結果を、科学力増進分科会において取りまとめ公表するものである。

日本学術会議科学と社会委員会科学力増進分科会委員

委員長	毛利 衛	(第三部会員)	(独)科学技術振興機構日本科学未来館館長
副委員長	鈴木 晶子	(第一部会員)	京都大学大学院教育学研究科教授
幹事	上野 千鶴子	(第一部会員)	東京大学大学院人文社会系研究科教授
幹事	本田 孔士	(第二部会員)	大阪赤十字病院病院長
	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
	大野 竜三	(第二部会員)	愛知淑徳大学医療福祉学部教授
	郷 通子	(第二部会員)	お茶の水女子大学長
	佐藤 勝彦	(第三部会員)	東京大学大学院理学系研究科教授
	平 朝彦	(第三部会員)	(独)海洋研究開発機構理事・地球深部探査センター長
	北原 和夫	(連携会員)	国際基督教大学教養学部教授
	美馬 のゆり	(特任連携会員)	公立ほこだて未来大学教授
	室伏 きみ子	(連携会員)	お茶の水女子大学大学院人間文化創成科学研究科教授

日本学術会議科学と社会委員会科学技術リテラシー小委員会委員

委員長	北原 和夫	(連携会員)	国際基督教大学教養学部教授
副委員長	伊藤 卓	(連携会員)	横浜国立大学名誉教授
幹事	長崎 栄三	(連携会員)	国立教育政策研究所総合研究官
幹事	室伏 きみ子	(連携会員)	お茶の水女子大学大学院人間文化創成科学研究科教授
	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
	本田 孔士	(第二部会員)	大阪赤十字病院病院長
	岩村 秀	(連携会員)	日本大学大学院総合科学研究科教授
	荻野 博	(連携会員)	放送大学副学長
	奥林 康司	(連携会員)	摂南大学経営情報学部教授
	筧 捷彦	(連携会員)	早稲田大学理工学術院教授
	小林 信一	(連携会員)	筑波大学教授
	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
	重松 敬一	(連携会員)	奈良教育大学副学長
	浪川 幸彦	(連携会員)	椋山女学園大学教育学部教授

西田 篤弘	(連携会員)	宇宙科学研究所名誉教授
星 元紀	(連携会員)	放送大学教授・東京工業大学名誉教授
美馬 のゆり	(特任連携会員)	公立はこだて未来大学教授
安部 元泰		理化学研究所播磨研究所研究推進部長
有本 建男		(独)科学技術振興機構社会技術研究開発 センター長
岩崎 秀樹		広島大学大学院教育学研究科教授
小川 正賢		神戸大学大学院人間発達環境学研究科教授
小川 義和		国立科学博物館学習課長
川勝 博		名城大学総合数理研究センター長
熊野 善介		静岡大学教育学部教授
小林 興		帝京平成大学現代ライフ学部教授
高安 礼士		千葉県総合教育センターカリキュラム開発 部部長
丹羽 富士雄		政策研究大学院大学教授
馬場 錬成		東京理科大学専門職大学院教授
吉田 浄		日本科学技術振興財団理事
吉野 輝雄		国際基督教大学教養学部教授
渡辺 政隆		(独)科学技術振興機構科学コミュニケーシ ョンスーパーバイザー

要 旨

1 背景

21世紀の日本の社会が真の意味で豊かであり続けるために、すべての日本人が身に付けるべき科学・数学・技術に関わる知識・技能・考え方を明示することを目指して、科学技術リテラシー小委員会のイニシアチブにより、平成18・19年度科学技術振興調整費「重要政策課題への機動的対応の推進」調査研究として「日本人が身に付けるべき科学技術の基礎的素養に関する調査研究」（通称、「科学技術の智」プロジェクト）が実施された。

2 「科学技術の智」の内容

(1) 基本的な考え方

「科学技術の智」プロジェクトは、2030年の時点で日本における全ての大人が身に付けていることが望まれる科学技術の素養（「科学技術の智」）を提示しようとする。このプロジェクトの成果は、専門分野別の報告書および総合報告書の形で平成20（2008）年に公表された。科学技術リテラシー小委員会においても、プロジェクトの成果をもとに、科学技術を支える智の在り方について検討を進め、本報告書をまとめるに到った。このプロジェクトは、これらの報告書の公表をもって終了するのではなく、むしろ、いま生まれた子どもたちが22年後の2030年に成人として社会で活躍する時まで、「科学技術の智」が社会全体に行き渡っている状況を作り出していくための幅広い運動の出発点である。

人類と他の生物を含む地球の持続可能性を脅かす課題に対して、人々が協働して取り組むことができるように、「科学技術の智」を全ての人々が共有している状況を創出したい。そのためには、我々が歴史的に継承してきた文化や感性をも活かしつつ、「科学技術の智」を定着させていくことが重要であると考えられる。また、目の前の現象を観察し、その背後にある見えざる仕組みに思いを馳せる、という想像力と論理性を生み出す科学の文化としての価値も重要である。この想像力と論理性が自らの存在の在り方の点検に向けられるときに、人間は倫理性をも獲得するのである。このように、我々がここで提案しようとしている「科学技術の智」とは、人間が自然の理解のみならず人間社会および個々の人間の在り方を理解し、そして世界的課題に共に挑戦することを可能にする「智慧」としての科学技術の素養である。

(2) 七つの扉

「科学技術の智」プロジェクトでは、既存の学問の枠組みを超えて、世界的課題に共に挑戦する際に関連すると思われる七つの領域（数理科学、生命科学、物質科学、情報学、宇宙・地球・環境科学、人間科学・社会科学、技術）を設定し、それぞれの領域における本質的な概念を抽出し、それらの間の関係を明示した上で、七つの領域を結ぶ「智の全体像」を示すことを試みた。したがって、これらの七つの領域は別々のものではなく、人類の智として深くつながっているのであり、それぞ

れを入り口として、総合的な「科学技術の智」に至る扉と考えられる。

(3) 「科学技術の智」の視点

科学技術は、様々な現象・事象について科学的に説明する際に妥当性の検討を重ねることによって、近代、特に 20 世紀に急激な変化を遂げた。科学技術の各領域は、それぞれに固有の内容をもって発展してきているが、他方で、それらの領域に共通する考え方も現れてきている。近代以降の科学技術においては、以下の六つの共通した考え方を挙げるができる。すなわち、総合的視点に立った選択の重要性、多様性と一様性、科学技術の可視化・イメージ化、観測・測定できるスケールとサイズの広がり、多量データ高速処理のアルゴリズムの発達による解析の高度化、科学と技術の相互貢献の高まり、である。

また「科学技術の智」プロジェクトでは、智の全体を統合することによって初めて本質を明らかにできる現代的課題として「水」、「食料」、「エネルギー」そして「地球と人間圏」の四つが取上げられ、論じられた。これらの課題は、様々な領域の協働なくしては解決できないものであり、「科学技術の智」を共有することによって、その協働が可能となる。

3 将来へ

(1) 我々は何をなすべきか

本分科会は、「科学技術の智」プロジェクトでまとめられた「科学技術の智」の専門部会報告書および総合報告書に続けて、今後つぎの取組みを行うことが望ましいと考えている：

- 1) 「科学技術の智」プロジェクトの継続：よりいっそう広い人々の参加により、国民的な運動として、さらに「科学技術の智」を人々のニーズ、社会や時代の状況に即したものとし、内容を深め、それぞれのジャンルごとに受け入れやすいものとしていく。
- 2) 定着のための戦略の策定と実行：定常的な組織を作り、「科学技術の智」定着のための戦略を立てて実行する。
- 3) ネットワークの構築：全国に拠点を組織し、教育・研究機関、行政、メディア、NPO などとも連携して「科学技術の智」を共有する運動を行う。
- 4) 成果の検証と世代間の継承：「科学技術の智」の定着の検証と評価を行い、人々が共有した「科学技術の智」を政策や戦略にフィードバックする。
- 5) 変化への対応：時代と環境の変化によって豊かに生きるための智も変化することを前提として、常に検討を続ける。

(2) 2030 年を目指して

2030 年までに「科学技術の智」が全ての人々に共有されていることを目指して、子どもの幼年期、小学校、中学校、高等学校、そして、大学や社会のそれぞれの発達段階において、「科学技術の智」の普及・定着を具体的に考える。「科学技術

の智」の普及と定着のためには、我々が継承している文化、伝統、感性、言語についての洞察を深めることが重要であり、さらなる調査研究を継続する必要がある。

「科学技術の智」が共有されることを通して、将来にわたって人類と地球が共存し、また全ての人々が心豊かに生きることのできる社会が構築されることを願ってやまない。

目 次

1	はじめに	1
2	「科学技術の智」プロジェクトの基本的な方針	2
(1)	現代の課題	3
(2)	日本の将来像と「科学技術の智」の必要性	4
(3)	科学の文化としての価値	5
3	「科学技術の智」の七つの扉	5
(1)	数理科学	6
(2)	生命科学	6
(3)	物質科学	7
(4)	情報学	8
(5)	宇宙・地球・環境科学	8
(6)	人間科学・社会科学	9
(7)	技術	10
4	「科学技術の智」の視点	11
5	将来へ	13
(1)	我々は何をなすべきか	13
(2)	2030年を目指して	13
	<参考文献>	15
	<参考資料>	
	委員会審議経過	16
	シンポジウム	17

1 はじめに

我が国において、若者の理科離れが進み、科学技術の将来が心配される状況となってきたことを受けて、日本学術会議では、平成 15（2003）年に「若者の理科離れ問題特別委員会」（平成 16 年に「若者の科学力増進特別委員会」に名称変更）」を設置した。同委員会が、海外状況の調査、教育関係者や科学技術理解増進に関わる機関の関係者に対するヒアリングを踏まえて審議を行った結果、事態は極めて深刻であることが明らかとなった。

このため、平成 16（2004）年 4 月 20 日に、声明「社会との対話に向けて」を公表し、科学者自らが社会に向けて積極的に発信していく姿勢を示し、その後全国各地で若者向けの講演会を開催している。また、同年秋に、欧州に調査団を派遣し、国際科学会議（International Council for Science : ICSU）、欧州連合本部、英国王立協会（Royal Society）などの活動を調査した。その結果明らかになってきたのは、教育のゴールを設定することが日本の将来の科学技術の在り方にとって最も重要なことのひとつだという点である。すなわち、全ての成人が身に付けていることが望まれる科学技術の知識や考え方を明示することによって、学校教育にとつてのみならず、博物館、科学館などにおける社会教育にとつても指針となるものを作成し、定着させていくのである。

このような「万民のための科学技術（Science and technology for all）」という考え方は、既に米国において 1980 年代から提案されており、平成元（1989）年には、米国科学振興協会（American Association for the Advancement of Science: AAAS）が“Science for all Americans”を刊行している。しかしながら、以下のような理由により、Science for all Americans を単純に手本にするだけでは、我が国において、科学技術に関する知識や考え方を定着させることは難しい。即ち、Science for all Americans が刊行されてから既に 20 年近くも経過しており、この間に科学技術、とりわけ情報通信に関する分野の科学技術が大きく変化したことにより、社会が大きく変貌した。また、我が国と米国では、技術に関する歴史的・文化的背景が異なることから、日本の文化、社会、歴史、伝統を考慮し、それらを踏まえた科学技術に関する知識や考え方が必要である。例えば、我が国の技術は、自然を制圧しようとするのではなくその性質を巧く使いこなすものであること、資源にさほど恵まれないため、物量に任せて利便性を追求するのではなく、資源を浪費しないでしかも高い精神文化を構築することに長けていたことなどが、代表的な特徴である。

さらには、日本語の構造や表現力の特性にも十分な理解を払い、科学技術の知識や考え方を深め伝達する際に活かすことが必要である。すなわち、翻訳された知識ではなく、日本の文化的環境の中で活かされる知識や考え方を我々自ら創出することが望ましい。

そこで、21 世紀の日本の社会が真の意味で豊かであり続けるために、すべての日本人が身に付けるべき科学・数学・技術に関わる知識・技能・考え方

を、我が国の特性に合わせて独自に明示することを目的として、日本学術会議科学力増進分科会科学技術リテラシー小委員会のイニシアチブにより、国立教育政策研究所を中心に、平成 18・19（2006・2007）年度科学技術振興調整費「重要政策課題への機動的対応の推進」調査研究として「日本人が身に付けるべき科学技術の基礎的素養に関する調査研究」（通称、「科学技術の智」プロジェクト）が実施された。

また、この調査研究の前段階として、第 19 期日本学術会議若者の科学力増進特別委員会のイニシアチブにより、科学技術振興調整費「科学技術リテラシー構築のための調査研究」が平成 17（2005）年度に実施され、以下の三つのテーマについての調査研究が行われた：

- 1) 科学技術リテラシーに関する先行研究・基礎文献についての調査
- 2) 科学者コミュニティや産業界等からの国民の科学技術リテラシーに関する意見集約・類型化調査
- 3) 科学技術リテラシー像の策定に関する検討課題の分析

平成 17（2005）年度の調査研究によって、実際に科学技術リテラシーを構築するためには、既成の学問の枠組みにとらわれず、大まかな領域毎における科学技術リテラシー像を明示すること、さらにそれらを統合して、全ての日本の大人が身に付けていることが望まれる科学技術の素養として「科学技術の智」を提言することが重要であると確認された。

これを受け、日本学術会議の会員等が参画して、七つの専門分野別の科学技術リテラシー像（専門部会報告書）と、それらをまとめた総合的な科学技術リテラシー像（総合報告書）を作成することを目的として、「科学技術の智」プロジェクトが発足した。このプロジェクトはこれらの報告書を取りまとめるとともに、その成果を広めるため 2 回のシンポジウムの開催とウェブサイトの運営も行った。

本報告書は、これらの活動の概要を記すとともに、「科学技術の智」に今後どのように取り組んでいくべきかを報告するものである。

2 「科学技術の智」プロジェクトの基本的な方針

「科学技術の智」プロジェクトでは、全ての日本の大人が 2030 年の時点で身に付けていることが望まれる科学技術の素養である、「科学技術の智」を提示することを目指した。この報告書が公表される 2008（平成 20）年に生まれた子どもたちが、22 年後の 2030 年に成人として社会に出る時まで、「科学技術の智」が、社会全体に行き渡っていることを期待するものである。

以下に、現代における本プロジェクトの必要性、またプロジェクトが目指すものなどについて述べる。

(1) 現代の課題

我々が目指す社会は、一人ひとりがかげがえのない構成員として認められ、かつ恐怖と欠乏から解放される社会である。それは「世界人権宣言」(1948年)の前文において、「人類社会のすべての構成員の固有の尊厳と平等で譲ることのできない権利とを承認することは、世界における自由、正義および平和の基礎である」と謳われ、「人権の無視および軽侮が、人類の良心を踏みにじった野蛮行為をもたらし、言論および信仰の自由が受け入れられ、恐怖および欠乏のない世界の到来が、一般の人々の最高の願望として宣言された」とあるように、人類全体の願望としての理想の社会の在り方である。しかし、世界人権宣言の後60年にわたって、様々な個人、社会、国家、国際機関等がその理想の実現に向けて努力してきたにもかかわらず、世界には未だ戦争、災害の恐怖があり、先進国では飽食が見られるのに対し、毎日多くの人々が飢餓で命を落としているという現実がある。

一方において、人類の理想を実現するための基盤となる我々の生存圏自体が危機に直面しつつある。化石燃料のエネルギー利用が大幅に拡大した結果、炭酸ガス排出量が急速に増大し、温室効果による大気の温暖化を招き、深刻な気候変動を招来しかねない危機に瀕しているからである。温暖化によって海水面の上昇がすでに始まっており、いくつかの島々が水没の危機に瀕している。そのような危機感に立つ平成9(1997)年の京都議定書は、温暖化ガス排出量規制の目標を定めた国際条約として画期的なものであった。その後も我が国においては日本学術会議が、共同声明「気候変動に対する世界的対応に関する各国学術会議の共同声明」(平成17(2005)年6月8日)、「エネルギーの持続可能性と安全保障に関する各国共同声明」(平成18(2006)年6月14日)に続いて、G8サミットに向けた関係各国のアカデミーとの共同声明「成長と責務—持続可能性、エネルギー効率および気候保全」(平成19(2007)年5月16日)を公表した。そこでは、エネルギー利用の拡大が深刻な気候変動を引き起こしているという現状を踏まえ、「我々は、世界のすべての国々に対し、持続可能で効率的な気候に優しいエネルギーシステムのための共通の戦略的目標を確認し、それを実行するよう要望する」と結ばれている。

一方、このような世界的な危機感に伴い、20世紀における科学の大きな変容の必要性が、平成11(1999)年にユネスコと国際科学会議(ICSU: International Council for Science)の共催で開催された「世界科学会議」において議論され、「科学と科学的知識の利用に関する宣言」としてまとめられた。そこでは「知識のための科学、進歩のための知識」、「平和のための科学」、「開発のための科学」、「社会における科学、社会のための科学」が提唱された。

(2) 日本の将来像と「科学技術の智」の必要性

上記のような現状認識に基づき、「科学技術の智」プロジェクトは、日本の将来像を以下のようなものと考えた：

- 1) 社会の構成員一人ひとりがかけがえのない存在として認められること。
- 2) 社会の構成員のすべてが地球という環境を慈しみつつ、持続可能な社会を実現するための叡智を共有し、駆使して、活動を起こせるようになること。
- 3) 社会の在り方として、若者が将来への希望を抱きつつ文化を継承していけるシステムが有効に作動していること。

このような将来像を目指して社会の一人ひとりの構成員が協働していくためには、長い地球史の中で人類の位置、地球上の薄い大気圏において共存する人類も含めた多様な生物圏、さらに人類が築き上げてきた社会、文化、技術に関する科学的な知識、技能、考え方を、全ての人々が共有していることが必要である。なぜなら、人類が自らの存在の在り方を知ることによって、世界的な課題に共に挑戦することができるからである。現在の膨大な知識の蓄積の中で、本質的な知識、技能、考え方は何か、を問いかけ、それを「科学技術の智」と呼ぶことにした。単に個別的知識の蓄積ではなく、むしろ世界的課題に協働して挑戦するための智慧である。

今、「科学技術の智」を提示することの必要性は、以下の四つにまとめられる。

- 1) 科学技術についての判断：現代において人々は日々進歩する科学技術の恩恵を受ける一方で、地球規模の持続性に関わる科学技術の在り方について判断し、協働して挑戦することが必要となる。したがって、基礎的知識、考え方を共有することにより判断の根拠を共有できることが望ましい。
- 2) 科学技術についての世代間の継承：人々が持続的な豊かな社会の構築を目指して協働するためには、科学技術についての基礎的な知識、考え方を世代間でも共有し継承していかなければならない。
- 3) 学校教育における理科、算数・数学、技術の学習の長期的展望：学校教育において、知識が智となっていく過程を重視し、長期的展望の中で、教科を活かしていくことが、教育の内容をより豊かにすることにつながる。
- 4) 科学技術教育の生涯にわたる目標の俯瞰：変化の激しい現代社会において、人々は生涯にわたって学び続ける必要がある。その学びの目標と全体像を提示する必要がある。

我々が歴史的に継承してきた伝統的知識の中にも「科学技術の智」の可能性を求め、また文化の中で養われた感性をも活かしつつ「科学技術の智」を定着化させていくことが重要である。国際科学会議は平成 14（2002）年に公表した報告「Science, Traditional Knowledge and Sustainable Development」において、伝統的知識の中にある持続可能性のための叡智の可能性を認めようとしている。日本においても伝統的に、人間の存在を自然の中に位置づけ、自然と調和ある共存をしつつ自然の仕組みを巧みに利用する技術を生み出し、また省資源・省エネルギーでありながら豊かな精神性をもつ生活様式を生み出してきた。そうした伝統的智慧を活かすことが必要であり、それによって、日本だけでなく世界の開発にとって新たな視点を提示し、持続的世界の構築に日本が寄与できることになる」と期待される。

(3) 科学の文化としての価値

世界的課題に共に挑戦するための智慧としての「科学技術の智」について述べた。言わば、生きる力としての智慧であるが、一方で、人類が継承してきた科学自体のもつ文化としての価値についても、触れておく必要がある。人類は進化するうえで、目の前の現象を観察してその背後にある見えざる仕組みに思いを馳せ、論理的に推論して次の行動を決定してゆく、ということを通して、厳しい自然の試練を生き抜いてきた。そこで想像力と論理性に基礎をおく科学的思考を身に付けてきたといえよう。

また、この想像力と論理性が自らの存在への内省に向けられるときに、人間は倫理性を獲得する。科学的認識（Science）と倫理的認識（Conscience）の両方をもつことが、人間を人間らしくしているのである。現代において問われている倫理性とは、個々人が他者との関わりにおいてもつべき倫理性に留まらず、薄い大気圏と地表において人類が地球史を共有している生物種全体に対してもつべき、種としての倫理性も含むものとなる。地球と人類の歴史と現実を知ることによって、人類はより高い認識と倫理性をもつことになる。

したがって、我々が目指す「科学技術の智」は、世界的課題に挑戦する智であると同時に、我々を含む世界の存在の在り方を問う智でもある。

3 「科学技術の智」の七つの扉

これまで述べてきた全体的な現状把握を踏まえて、プロジェクトでは七つの専門領域における基礎的知識およびそれらをつなぐ論理が洗い出された。各領域の智の本質は、次のような共通の視点に基づいて表されている：

- 1) 人間社会を軸に構成されている。
- 2) ストーリー性をもって構成されている。
- 3) 現在から将来を視野に入れて構成されている。

また、「科学技術の智」を全体的にそして視覚的に捉えるために、人間や社会と「科学技術の智」との関わりを展望する図（曼荼羅（まんだら））が作成されている。

七つの専門領域においてまとめられた基礎的知識と考え方を以下に記す（詳細は参考文献1～7を参照）。これらは別々のものではなく、人類の智として深くつながっているのであり、七つの領域は「科学技術の智」に到る扉と考えられる。

(1) 数理学

数学はそれ自身最も古くから存在する学問の一つであるとともに、自然科学をはじめとする諸科学の基礎言語としての役割も果たしている。もともと、幾何学の起源が測地術からきていることから分かるように、数学の考え方は現実の具体的な場面と深く関わっている。実際に、課題を抽象化することによって、かえってその本質が明らかにされ、抽象化された概念を論理的に操作することにより、解決への道筋が見えてくる。また、厳密な概念規定と論理操作によって厳密なコミュニケーションを成り立たせることができるという意味で、数学は、諸科学あるいはもっと広い人間の文化活動において共有される言語となり得るのである。したがって、数式あるいは証明という形で表現されることの言語としての意味を知ることは重要である。

数学の本質は以下の四つにまとめられる：

- 1) 数学の基礎は数と図形である。
- 2) 数学は抽象化した概念を論理によって体系化する。
- 3) 数学は抽象と論理を重視する記述言語である。
- 4) 数学は普遍的な構造（数理モデル）の学として諸科学に開かれている。

数学が対象とするものは、数量、図形、変化と関係、データと確からしさ、である。特に今後、個人や社会がデータを共有しつつそれぞれに自ら判断を求められる場面において、データと確からしさについて正しい認識をもつことは重要である。

(2) 生命科学

生命科学に関する智慧の基盤となることは、まず、生命の世界がどのようなものであるかを概観し、その基本的なシステムの構造を理解することである。生命は、地球の誕生後8億年足らずで誕生し、40億年近くにわたってあらゆる天変地異を乗り越えて現在まで生き延びてきているシステムである。分子は変わっても細胞は維持され、細胞は死んでも個体は維持され、個体は死んでも種は維持され、種は絶滅しても新種形成によって、生

命というシステムは維持される。また、生命の世界は地球のごく表面の薄皮一枚に限られており、生命全体の質量は地球全体と比較して微々たるものにすぎない。しかし、生物は地球表面の物理化学的な性状を劇的に変え、逆に、環境の変化は生物の進化をさらに促してきた。進化の歴史の中で、生物は多様化し、複雑に絡み合っている。

つぎに、ヒトという生物がきわめて「異常」な生き物であるということを知ることである。ヒトはコンピュータや書物を用いることにより体の外に情報を蓄積し、世代と地域を超えて、情報を伝達・共有することのできる唯一の生物であり、積極的に教育をする唯一の生物でもある。農耕と医療を通して、環境を制御し、社会を構成して、短期間に個体数が増加し、全世界に広がっていったのである。医療は疾病の過程に干渉し、正常な状態を回復しようとする行為であるが、ヒトをとりまく環境因子としては、生物学的因子の他に、社会・文化・経済的因子も大きい。

以上のような生命システムにおけるヒトの位置を考えると、生命倫理は人間社会内の問題に限るべきではなく、生命システム全体の存続という観点から、人類が直面している地球環境と人口構成の課題の本質を理解することが重要である。

近年、生命科学分野で特筆すべきは、生命の仕組みの解明と操作技術の開発が急速に進んだことである。ゲノム科学から遺伝子操作技術、生殖発生生物学から胚操作技術、脳科学から高次脳機能解析技術が発展してきている。

(3) 物質科学

物質科学においては、この世界を構成するものとして物質とエネルギーを考える。したがって、生命科学、宇宙・地球・環境科学、技術との接点が多い。物質科学における智として重要なテーマは、1) 物質に関する理解はどこまで進んだか、2) 我々の生活は如何に物質科学の成果に支えられているか、3) 地球環境を維持しながら、現在の安全で豊かな生活環境を維持するにはどのようにすればよいか、という問である。これらの間についての理解を深めるには、以下のような基礎的な考え方が有効である。

- 1) 物質はエネルギーの授受により様々に変化をする。そのため物質はエネルギー利用のための舞台となる。実際、人間の歴史は、物質とエネルギーの利用の歴史でもあった。地球規模での物質循環の仕組みを理解することが、地球環境の持続に重要である。
- 2) 物質の根源はわずか100種類ばかりの元素である。それらの元素は、星の生成と崩壊の繰り返しの中で核反応によって創られてきたものである。物質構造には、原子の細部から宇宙に至るまで様々な階層があり、またそれらを束ねる相互作用も同様に階層的である。したがっ

て、物質の構成要素の基本は同じであるが、階層によって、形態、構造、ダイナミクス（反応、変動など）は異なり、物質の多様性を生み出している。

- 3) 物質に人間の利用意図が反映されるとき、物質は材料と呼ばれる。材料として重要なのは物質の性質であり、その性質がより優れていることである。優れた材料とは、その性質が利用目的に合致し、かつ地球環境の持続可能性を損なわない材料である。希少資源の利用に当たっては材料の再利用が重要である。ここでは、日本の伝統的物質観である「循環」に留意すべきである。
- 4) この世界には、物質ではない電磁場も存在していて、物質は、物質同士だけでなく、場ともエネルギーの授受を行うことによって、時間空間的に広がった現象を示す。

近年、物質科学分野で特筆すべきは、ナノテクノロジーが発展したことである。ナノメートルという極微小なレベルにおける分子制御を行う技術の発達により、回路の集積化、新しい材料の開発が可能となった。さらに量子力学の検証も可能となってきた。

(4) 情報学

コンピュータが実際の機械として世に出たのが 1940 年代である。それからわずかの間に、コンピュータとその利用技術は飛躍的な進捗をとげ、我々の生活や社会に大きな影響力をもつようになった。

そうした急速な発展には、機械としてのコンピュータや通信機器に関する電気電子工学的な進展とともに、情報を扱う科学技術の進展が不可欠であった。情報の生成、蓄積、伝達、加工という情報処理の基本原理は、「情報を 0 と 1 の列で表わす（デジタル化）」と、「それを単純な演算の組み合わせで処理する（計算化）」の 2 点である。

この情報科学技術の基本原理の意味とその原理から派生する情報科学技術の特質を理解することが重要である。特に、電子工学の進歩により、情報の生成、蓄積、伝達、加工の高速化、巨大化、広域化が急速に進んでいる。そのために、情報の広域的共有が容易になった反面、情報の操作、制御が大規模に意図的に行われることの危険性も増してきて、我々の生活や社会に明暗両面で大きな影響を与えるようになってきた。情報社会における倫理やマナー、プライバシーの権利や知的財産権の保護など、新たな社会の規範が必要となってきている。

(5) 宇宙・地球・環境科学

宇宙は人間を越える大きな世界の存在を万人に感じさせ、宇宙とは、星

とは何だろうと思わせる。古くから人間は天体现象に興味を持ち、宇宙観を築こうとしてきた。一方、地球は人類が生きる場である。身近に起こる様々な自然現象は身近な謎であるだけでなく、生活に直接に影響する。人間は地球の謎に挑戦することに加え、地球諸現象の予報を試み、周期性や他の現象との相関関係を求めてきた。さらに、人間の存在が地球環境に深刻な影響を与えることも認識されてきた。

宇宙地球環境についての智慧としては、様々な事物を単に知っているということにとどまらず、自然界の構造や現象の背後にあるメカニズムや歴史について理解することが重要である。自然現象の理解には、系統的な観測や基礎的な法則が基礎をなしている。誰しもがもつ素朴な疑問に答える際にも、科学的な手法を用いることが必要である。

地球上の身近な自然現象（気象と海洋、地球の物質的構成など）および心を惹く宇宙の構造・現象（太陽活動、太陽系、銀河、宇宙論など）を取り上げ、その理解を通して、科学的なものの見方、考え方を日本における全ての大人が身に付けることが重要である。特に、宇宙・地球・環境科学における科学的な見方、考え方とは、個々の現象についての因果関係の検証を行うとともに、それに基づいて、一連の現象をつなぐストーリーを描いて、全体像を理解することである。全体を再現するという実験的検証が困難な場合が多いことが、この分野の特徴といえる。しかし、新たな発見があったときに、それまで描いていたストーリーがユニークではないことを知らされ、新しい世界観が開かれることも、特徴的なことである。

近年宇宙科学分野で特筆すべきこととして、宇宙モデルの確定がある。観測技術の発達により、宇宙の曲率および宇宙に占めるダークマターの割合が確定し、宇宙が永遠に膨張し続けること、宇宙の年齢が約 137 億年であることが確定した。

また、地球環境科学分野で特筆すべきは、地球環境についての科学的理解が急速に高まったことである。環境のモニタリング技術とスーパーコンピュータによる地球シミュレーションの発達により、将来の地球規模の危機について、現実的なモデルの計算によって、ある蓋然性をもって予測されるようになった。

(6) 人間科学・社会科学

従来、自然科学と人文・社会科学は「二つの文化」と呼ばれ、しばしば峻別されてきた。とりわけわが国では、高校教育において文系と理系のいずれかを選択させるという進路指導を通じて、その傾向が助長されてきた。しかし、近年、環境破壊やエネルギー問題、民族対立が深刻化、顕在化する中で、その解決に向けて文理の枠を超えて、学際的な連携の推進が欠かせないという認識が高まりつつある。伝統的な人文・社会科学の継承と発

展に努めると同時に、新たな学際領域を開拓して、人間と人間社会に関する科学的な理解を深め、その成果を享受できる社会を実現することが求められている。

人間と社会の理解を深める科学的素養としては、次のような視座が重要であろう。

- 1) 人間は地球の構成員である一介の生物（ヒト）であり、他の動物（とくに霊長類）と身体、行動、心理においてさまざまな進化的連続性を有している。
- 2) しかしながら同時に、人間はきわめてユニークな生物であり、他の動物にはない固有の精神を備えている。ヒトと遺伝的に近縁である大型類人猿の行動・心理との比較を通じて、人間性の特質（人間らしさとは何か）を浮かび上がらせることができる。
- 3) とりわけ、人間は、高い学習能力と言語能力を有し、個人を超えて知識を共有して、文化を育み、協力的で階層的な社会を構成する動物である。
- 4) それゆえ、人間にとっては自然環境のみならず、自らが作り出す人工環境、社会・文化環境が重要な意味をもつ。
- 5) 社会現象を理解し分析する社会科学（社会学や経済学、法学、政治学など）においては、自然科学一般と同様に、知識の積み重ねを可能とする方法で、知識を生み出し蓄積することを目指している。社会科学は、人々の中の相互依存関係と、相互依存関係を通して生まれる行動の集積過程を明らかにすることを目的としている。
- 6) 社会において個人が「何をすべきか」「何をしてはいけないか」を定めるものには、倫理、法、儀礼、宗教などがある。中でも倫理学は、倫理的な判断の合理性と首尾一貫性を追求する学問領域であり、応用倫理学では現代社会における科学技術と倫理の界面で生じる諸問題を扱う。
- 7) グローバル化が進む現在社会において、文化と民族の概念を知ることとは一般的な素養として重要である。地理的思考は、グローバル・ローカル関係を理解する上で不可欠なツールである。
- 8) 人間は他の動物と違う歴史的存在であり、歴史に規定されない人間社会は存在しない。情報・人・物の流れが全地球的な広がりを持つようになった現在、地域や国家を単位として出発した歴史科学を構造化し、人類の歴史（グローバル・ヒストリー）を構築する試みが始まっている。

(7) 技術

技術の本質は「人間生活に役立つ」ということであり、技術についての

知識や利用する能力を身に付けておくことは重要である。今後も技術を生み出し、使い続け、豊かな社会を持続させていくためには、社会に住む全員が、ある一定以上の素養をもって技術の舵取りに参画していく必要がある。

技術リテラシーは、技術に関する知識、技術を使うための方法論、実際に技術を使いこなす能力、の三要素から構成される。

現代社会に生きる我々は、意識をしているかどうかはともかく、技術の世界に暮らしており、何らかの技術リテラシーをすでに身に付けている。まず、夢や好奇心は技術への関心を与える。また日常生活においては、賢い消費者であるために、技術の本質を理解し、取捨選択して技術を利用することが必要である。社会と技術が相互に変化し、特に社会の持続可能な発展に向けた難しい舵取りを余儀なくされている近年は、物の豊かさや単なる利便性だけでなく、真に豊かな社会の未来像を皆でデザインしていく活動が求められている。社会として技術の向かうべき方向を決める際には、トレードオフ、リスク管理という考え方が重要である。

4 「科学技術の智」の視点

つぎに、「科学技術の智」プロジェクトで論じられた「科学技術の智」を支える近代科学の方法論と現代科学技術の考え方について見てみよう。

14世紀のスコラ哲学者オッカム(1285~1349)は、「ある事柄を説明するためには、必要以上に多くの実体を仮定するべきではない」とする「オッカムのカミソリ」と言われる原則を立てた。この原則に立てば、できるだけ単純な要因を想定することで多くの事実が説明できるとき、その要因による説明は強い妥当性をもつことになる。この点で、地動説の方が天動説よりも単純であり、より強い妥当性をもつことになる。

我々の身の回りには、一応の説明がなされ、何となく納得している現象や事象が多い。しかしそうした事例に関しても、まずそのような説明が矛盾を含んでいないかどうか、根拠の乏しい考え方を使っていないかどうかを検討しなければならない。また、一応個々の事例を説明しているとしても、全体として、いろいろと取り繕って複雑になっていないかどうか、よく検討して批判的に見ていくことが重要である。このような、「オッカムのカミソリ」による妥当性の検討を重ねることによって、近代、特に20世紀に、科学技術は急激な変化を遂げた。

科学技術は、それぞれの領域において固有の内容をもって発展してきているが、他方で、それらの領域に共通する考え方も現れてきている。近代以降の科学技術においては、このような共通の考え方として、以下の六つを挙げることができる：

- 1) 総合的視点に立った解決法の選択：科学技術に関わる課題について判

断するとき、現時点での利便性だけでなく、全体的な視点に立って、あるときは地球規模全体で考え、あるときはトレードオフの考えに立って、解決法を選択していかなければならない。

- 2) 多様性と一様性：生命は多様であるが、その原理は一様である。同様に物質世界も、物質は多様であるが、構成要素は元素である。多様な現象の中に一様性を見いだすとともに、その一様性も必ず例外を伴うことを認識することが重要である。
- 3) 可視化：科学技術の内容を記述する方法として、これまでは数式か言語が中心であったが、現在グラフィック技術の発達によって、科学技術の内容を可視化することが可能となり、イメージによる理解が有効となった。一方で、可視化・イメージ化を一方向的に進めることにより、現実世界との関わりが希薄になる恐れもある。
- 4) スケールとサイズ：観測・測定手段の高度化によって、我々が観測できる領域が大きく広がった。宇宙の遠い天体からの微弱な電磁波や宇宙線をとらえることができ、またトンネル電子顕微鏡などによってナノスケールの物質の構造を観測することもできる。
- 5) 多量データ高速処理のアルゴリズム：電子技術の発達により、多量のデータを高速処理することが可能となり、大型のシミュレーションによって気象等の複雑系の予測を高い信頼性で行うことが可能となった。また、場合分けをコンピュータに行わせることによる数学の証明も可能となった。
- 6) 科学と技術の相互貢献：科学的発見が新たな技術を生み出してくる一方で、技術開発が原理的な問題を提起することによって、新たな科学の進歩をもたらしてきた。今後とも、観測の領域を拡大するためには、技術開発は必須である。

また「科学技術の智」プロジェクトでは、智の全体像によって初めて本質が明らかになる現代的課題として「水」、「食料」、「エネルギー」そして「地球と人間圏」の四つが取り上げられ、検討された。これらの課題は、様々な分野の協働なくしては解決できないことである。「科学技術の智」を共有することによって、その協働が可能となる。四つの課題はいずれも緊急に解決されるべきであり、世界的な関心も高い問題である。そして、課題は単に自然認識の問題ではなく、政治、経済、価値観を伴う複合的なものであり、その解決策は典型的な「トレードオフ」の問題を含むものである。

5 将来へ

(1) 我々は何をなすべきか

平成 18・19（2006・2007）年度の調査研究、「科学技術の智」プロジェクトでまとめられた「科学技術の智」の専門部会報告書および総合報告書は、短い調査研究期間のゆえに万全とは言えず、今後とも改良を加えていくとともに、より広く社会の議論を喚起するために、様々な形に表現して伝えていかなければならないと考える。

そこで本分科会は、今後次のことを行うことが望ましいと考えている：

1) 「科学技術の智」プロジェクトの継続

本プロジェクトを継続させ、より幅広い人々の参加による国民的な運動として、さらに「科学技術の智」を人々のニーズ、社会や時代の状況に即したものとし、内容を深め、受け入れやすいものとしていく。

「科学技術の智」の定着を図るために、「科学技術の智」の諸々の概念間の関係を表した図や、対象に応じた多様な手法や考え方を基にした資料などを作成する。

2) 定着のための戦略の策定と実行

「科学技術の智」の定着に向けて、定常的な組織を作り、定着のための、①政策と戦略、②実行プログラム、③実践、という段階的な行動計画を策定し実行する。

3) ネットワークの構築

上記の戦略に基づき、2) ②の実行プログラムの策定段階で全国に拠点を組織し、大学、研究機関、小・中・高等学校、博物館、科学館、行政、メディア、NPO などの地域的連携のネットワークを構築し、「科学技術の智」を共有する運動を行う。

4) 成果の検証と世代間の継承

「科学技術の智」の共有と世代間の継承のために、2) ③の実践段階において、定着の検証と評価を行い、人々が共有した「科学技術の智」を政策や戦略にフィードバックする。

5) 変化への対応

時代と環境の変化によって豊かに生きるための智も変化することを前提として、常に検討を続ける。

(2) 2030 年を目指して

「科学技術の智」プロジェクトの目標は、この報告書が公表される 2008（平成 20）年に生まれた子どもが 22 年後の 2030 年に成人として社会を背負って立つ時点で、「科学技術の智」が社会全体に行き渡っていることを願うものであった。

そこで、2008（平成 20）年に生まれた子どもの幼児期、児童期、青年期、

そして成人期のそれぞれの発達段階において、「科学技術の智」の普及・定着を具体的に考えると、例えば、今回の「科学技術の智」に基づいて、幼稚園児用、小学生用、中学生用、高校生用、社会人用と、子どもの発達段階を追ってそれぞれの読み物を作成し、さらに対応して教育者用の指導のための指針、評価の資料なども作成していくことが重要と考える。

将来にわたって人類と地球が共存し、「科学技術の智」を身に付けた人々が、心豊かに生きることのできる社会を構築することを願ってやまない。

<参考文献>

1. 「科学技術の智」数理科学専門部会報告書（平成 20 年 6 月）
2. 「科学技術の智」生命科学専門部会報告書（平成 20 年 6 月）
3. 「科学技術の智」物質科学専門部会報告書（平成 20 年 6 月）
4. 「科学技術の智」情報学専門部会報告書（平成 20 年 6 月）
5. 「科学技術の智」宇宙・地球・環境科学専門部会報告書（平成 20 年 6 月）
6. 「科学技術の智」人間科学・社会科学専門部会報告書（平成 20 年 6 月）
7. 「科学技術の智」技術専門部会報告書（平成 20 年 6 月）
8. 「科学技術の智」総合報告書（平成 20 年 6 月）

「科学技術の智」プロジェクトのサイト (<http://www.science-for-all.jp/>) に掲載。

＜参考資料 1＞科学技術リテラシー小委員会審議経過

平成 18 年

11 月 22 日 日本学術会議幹事会（第 29 回）
科学技術リテラシー小委員会の設置および委員の決定

12 月 19 日 科学技術リテラシー小委員会（第 1 回）

平成 19 年

1 月 29 日 科学技術リテラシー小委員会（第 2 回）

4 月 20 日 科学技術リテラシー小委員会（第 3 回）

5 月 25 日 科学技術リテラシー小委員会（第 4 回）

7 月 6 日 科学技術リテラシー小委員会（第 5 回）

8 月 21 日 科学技術リテラシー小委員会（第 6 回）

10 月 5 日 科学技術リテラシー小委員会（第 7 回）

12 月 7 日 科学技術リテラシー小委員会（第 8 回）

平成 20 年

1 月 22 日 科学技術リテラシー小委員会（第 9 回）

2 月 8 日 科学技術リテラシー小委員会（第 10 回）

2 月 21 日 科学技術リテラシー小委員会（第 11 回）

3 月 7 日 科学技術リテラシー小委員会（第 12 回）

＜参考資料 2＞科学力増進分科会審議経過

平成 20 年

4 月 9 日 科学力増進分科会（第 17 回）

5 月 20 日 科学力増進分科会（第 18 回）

6 月 25 日 科学力増進分科会（第 19 回）

7 月 30 日 科学力増進分科会（第 20 回）

9 月 18 日 日本学術会議幹事会（第 64 回）

報告「21 世紀を豊かに生きるための「科学技術の智」（案）について了承

<参考資料 3>



シンポジウム「21世紀を豊かに生きるための科学技術の智」

1. 主催：日本学術会議科学と社会委員会科学力増進分科会
2. 共催：文部科学省国立教育政策研究所
3. 日時：平成19年8月27日（月）午後1時～5時10分
4. 場所：日本学術会議講堂
5. 次第：

(1) 開催趣旨

21世紀の日本が、ほんとうの意味で生き生きとした豊かな社会となり、国際的にも貢献できるためには、科学技術とうまくつき合える素養を一人でも多くの人が身に付ける必要があります。その目標を実現するためのプロジェクト「科学技術の智」が、文部科学省科学技術振興調整費の助成を受け、昨年からスタートしています。これは、日本学術会議が中心となり、一般的な日本の成人が身に付けておくべき科学技術の基礎的な知識や考え方（科学技術リテラシー）を整理し、提案しようというものです。今回のシンポジウムでは、7つの専門部会がまとめつつある報告書を紹介すると同時に、科学技術リテラシー定着に向けた運動を広く展開するための方策を話し合います。

(2) プログラム

開会あいさつ(13:00-13:20)：毛利 衛（日本学術会議科学力増進分科会委員長、日本科学未来館館長、
「科学技術の智プロジェクト」評議会委員、日本学術会議会員）

I 講演（13:20～14:30）

1) 「科学技術の智プロジェクトの成果と定着化に向けて」

北原 和夫（日本学術会議科学力増進分科会委員、国際基督教大学教授、「科学技術の智」
プロジェクト委員長、日本学術会議連携会員）

2) 「智の結合と共有による21世紀社会の創造」

柘植 綾夫（三菱重工業（株）特別顧問、日本学術会議会員、日本工学アカデミー会員）

II 「科学技術の智」プロジェクト各専門部会長報告および

討論（14:40～16:55）

数理科学専門部会（浪川幸彦 名古屋大学大学院多元数理科学研究科教授）

生命科学専門部会（星 元紀 放送大学教授）

物質科学専門部会（岩村 秀 日本大学大学院総合科学研究科教授）

情報学専門部会（笥 捷彦 早稲田大学理工学術院教授）

宇宙・地球・環境科学専門部会（西田篤弘 総合研究大学院大学理事）

社会科学・人間科学専門部会（長谷川寿一 東京大学大学院総合文化研究科教授）

技術専門部会（丹羽富士雄 政策研究大学院大学大学院政策研究科教授）

コーディネーター：古田ゆかり（「科学技術の智」プロジェクト企画推進委員）

閉会あいさつ（16:55～17:10）：有馬 朗人（日本科学技術振興財団会長・科学技術館館長、「科学技術の智
プロジェクト」評議会会長、日本学術会議連携会員）

総合司会：美馬のゆり（公立はこだて未来大学教授、「科学技術の智」プロジェクト企画推進委員、
日本学術会議特任連携会員）

<参考資料 4>

「21 世紀を豊かに生きるための科学技術の智」 第 2 回シンポジウム

1. 開催趣旨

21 世紀の日本が、ほんとうの意味で生き生きとした豊かな社会となり、国際的にも貢献できるためには、科学技術とうまくつき合える素養を一人でも多くの人が身に付ける必要があります。そのような目標を実現するために、プロジェクト「科学技術の智」が、科学技術振興調整費の助成を受けて一昨年からスタートしました。この間、日本学術会議を中心に 150 名あまりのメンバーにより、一般的な日本の成人が身に付けておくべき科学技術の基礎的な知識や考え方(科学技術リテラシー)を整理した7つの専門部会報告書と、全体報告書骨子がまとまりました。本シンポジウムでは、専門部会報告書と全体報告書概要を配布し、その内容を報告すると同時に、科学技術リテラシー定着に向けて今後の運動をどう展開していけばよいかについて話し合います。多方面の方々のご参加をお待ちします。

2. 開催日時・場所:平成 20 年 3 月 19 日(水)午後1時～5時

日本学術会議講堂(交通:東京メトロ 千代田線 乃木坂駅から徒歩 2 分)

参加費無料

3. プログラム

総合司会 室伏きみ子 (科学技術の智プロジェクト副委員長、お茶の水女子大学教授、
日本学術会議科学力増進分科会委員、日本学術会議連携会員)

13 : 00～13 : 10

開会あいさつ : 毛利 衛 (科学技術の智プロジェクト評議会委員、日本科学未来館館長、
日本学術会議科学力増進分科会委員長、日本学術会議会員)

13 : 10～14 : 10

I 講演

1) 「社会認識に関するリテラシー：制度の生成と設計」

鈴村興太郎（日本学術会議副会長、一橋大学経済研究所教授）

2) 「物語と科学、これからの10年への希望」

瀬名秀明（作家、東北大学機械系特任教授）

14 : 10～14 : 50

II 「科学技術の智」プロジェクトの報告

北原和夫（科学技術の智プロジェクト委員長、国際基督教大学教授、日本学術会議科学力
増進分科会委員、日本学術会議連携会員）

14 : 50～15 : 10 休憩

15 : 10～16 : 50

III パネル討論 定着に向けて

パネリスト：

内田麻理香（東京大学工学部特認教員）、小川義和（国立科学博物館学習課長）、

佐々義子（NPO法人くらしとバイオプラザ21 主任研究員）、

滝川洋二（NPO法人ガリレオ工房理事長、東京大学客員教授）、室山哲也（NHK 解説委員）

コーディネーター：渡辺政隆（科学技術政策研究所 上席研究官）

16 : 50～17 : 00

閉会あいさつ：有馬 朗人（科学技術の智プロジェクト評議会議長、日本科学技術振興財団会長・
科学技術館館長、武蔵学園長、日本学術会議連携会員）

17 : 00 閉会