

背景（科学技術の智：始まりと今と）

メタデータ	言語: ja 出版者: 科学技術振興機構科学コミュニケーションセンター 公開日: 2016-04-14 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 長崎, 栄三 メールアドレス: 所属:
URL	http://hdl.handle.net/10297/9338

第1章 背景(科学技術の智:始まりと今と)

長崎 榮三 (国立教育政策研究所 名誉所員／元 静岡大学大学院教育学研究科 教授／JST 科学コミュニケーションセンター フェロー)

1. 「21 世紀の科学技術リテラシー像～豊かに生きるための智～プロジェクト」 (「科学技術の智プロジェクト」)の総括

i. 「科学技術の智プロジェクト」

(1)「科学技術の智プロジェクト」の経緯

「科学技術の智プロジェクト」は、内閣府日本学術会議で「若者の理科離れ問題から発して、日本における科学離れ、学問離れ問題について調査研究を行い、それらの問題の解決を図るための提言を行う」ことを目的として行われていた科学力増進特別委員会(委員長:北原和夫:2003～2005 年)が母体となって始まった(日本学術会議若者の科学力増進特別委員会, 2005)。

2003(平成 15)年、日本学術会議(第 19 期)に「若者の理科離れ問題特別委員会」(委員長:北原和夫、後に「若者の科学力増進特別委員会」と改称)が設置され議論が重ねられた。そして、その報告書では、わが国では科学技術教育の目標が明示されていないこと、そうした目標についての国民的議論がなされていないことが指摘された。そこで参考となる先行事例とされたのが、米国における科学技術リテラシー構築のための米国科学振興協会(AAAS)によるプロジェクト「Project 2061」であり、アメリカ人に持ってほしい科学技術リテラシーとして1990年にそのプロジェクトによって発刊された『すべてのアメリカ人のための科学』(日米理数教育比較研究会訳, 2005)であった。そして、わが国においても科学技術リテラシー像作成の可能性と意義を検討する必要性が提案された。米国のプロジェクトは「for all」の主張を前面に押し出しており、この観点から日本の科学技術教育を考え直すことが重要と考えられたからである。

2005(平成 17)年度には、わが国で科学技術リテラシー像を作成するための課題整理と基盤整備を行うことを目的とした科学技術振興調整費によるプロジェクト「科学技術リテラシー構築のための調査研究」(研究代表者:北原和夫)が発足した。研究機関は、国際基督教大学(中核機関)、国立教育政策研究所、お茶の水女子大学、日本学術会議の4機関とし、約70名の科学者、教育者等が参加して、次の三つのテーマに関する研究を行った。

- ・科学技術リテラシーに関する先行研究・基礎文献に関する調査

(国立教育政策研究所:代表:長崎榮三)

- ・科学者コミュニティや産業界等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

(お茶の水女子大学:代表:服田昌之)

- ・科学技術リテラシー像の策定に関する検討課題に関する分析

(国際基督教大学:代表:北原和夫)

これらの三つの研究のうち、「科学技術リテラシー像の策定に関する検討課題に関する分析」において、その後の科学技術リテラシー作成プロジェクトの目標、進め方、組織のあり方などが検討された。そこでは、「科学技術」、「科学・技術」という表現についても科学や技術の本質や文部行政や科学技術行政での使い方という観点からたびたび議論され、科学や技術を包含するものとして「科学技術」という表現とするとした。

なお、それぞれの研究成果は、報告書としてまとめられ(長崎, 2006; 服田, 2006; 北原, 2006)、科学技術振興機構(JST)のウェブサイトにも掲載されている。

2006(平成18)年度から2007(平成19)年度にかけて、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」による調査研究として、「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」(研究代表者: 北原和夫)が行われた。この研究では「科学技術の基礎的素養」を「科学技術の智」または「科学技術リテラシー」として、プロジェクト名を「科学技術の智プロジェクト」と呼ぶことにした。執行機関は、日本学術会議、国立教育政策研究所であった。このプロジェクトには、科学者、技術者、教育者、博物館関係者、NPO 関係者、メディア関係者など総計約 150 名の委員が参加して、わが国の科学技術リテラシーを作成し、それらを総合報告書 1 冊、及び、専門部会報告書 7 冊にまとめた(科学技術の智プロジェクト, 2008)。なお、これらの報告書も、JST のウェブサイトに掲載されている。

この「科学技術の智プロジェクト」では、「科学技術の智」または「科学技術リテラシー」を、「成人段階を念頭において、すべての人々に身に付けてほしい科学・数学・技術に関係した知識・技能・物の見方」と規定し、それを具体的に作成した。このプロジェクトでは「科学技術の智」または「科学技術リテラシー」に、自然科学や数学だけではなく、人間科学・社会科学、情報学、技術を含めたことに特徴があった。

「科学技術の智プロジェクト」の研究組織は、評議会、企画推進会議、七つの専門部会、すなわち、数理科学専門部会、生命科学専門部会、物質科学専門部会、情報学専門部会、宇宙・地球・環境科学専門部会、人間科学・社会科学専門部会、技術専門部会、および、広報部会、事務局からなっていた。それぞれの専門部会は、約 15 名の委員で構成されていた。「科学技術の智プロジェクト」の研究組織をまとめると、表 1-1 の通りである。

表 1-1 「科学技術の智プロジェクト」の研究組織

評議会(議長:有馬朗人)全 24 名(企画推進会議委員 12 名を含む)	
企画推進会議(委員長:北原和夫、副委員長:伊藤卓、室伏きみ子、各部会長を含む)全 36 名	
専門部会	数理科学専門部会: 部会長: 浪川幸彦、副部会長: 森田康夫、全 15 名
	生命科学専門部会: 部会長: 星元紀、副部会長: 浅野茂隆、全 16 名
	物質科学専門部会: 部会長: 岩村秀、副部会長: 藤原毅夫、全 16 名
	情報学専門部会: 部会長: 笈捷彦、副部会長: 渡辺治、全 13 名
	宇宙・地球・環境科学専門部会: 部会長: 西田篤弘、副部会長: 唐牛宏、全 15 名
	人間科学・社会科学専門部会: 部会長: 長谷川寿一、副部会長: 辻敬一郎、全 20 名
	技術専門部会: 部会長: 丹羽富士雄、副部会長: 小林信一、全 13 名
広報部会(部会長: 渡辺政隆、副部会長: 小川義和)、全 8 名	
事務局(事務局長: 長崎栄三、事務局次長: 名取一好)、全 19 名	

企画推進会議は、日本学術会議「科学と社会委員会」(委員長: 鈴木興太郎)の「科学力増進分科会」(委員長: 毛利衛、副委員長: 鈴木晶子)の中の小委員会(「科学と社会委員会科学技術リテラシー小委員会」)に位置付けられたことで、「科学技術の智プロジェクト」の活動は、日本学術会議と連携を保ちながら行われた(日本学術会議科学と社会委員会科学力増進分科会, 2008)。

また、事務局は、国立教育政策研究所の研究員と事務スタッフ、日本学術会議の事務スタッフ、合わせて 19 名で構成され、評議会、企画推進会議、専門部会のほとんどの会合は日本学術会議で開催された。

なお、「科学技術の智プロジェクト」の公式な会合のすべての議事録、研究資料等は、JST 科学コミュニケーションセンターのサイトに掲載され閲覧できるようになっている。

(2) 科学技術リテラシーについての考え方

「科学技術の智プロジェクト」では、科学技術リテラシーを考える上で、まず、私たちが目指す日本の社会像を描き、そのもとで、その意義・必要性、前提などを考えた。

「科学技術の智プロジェクト」は、日本の将来像として、次のようなものを描いた。

- ・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。
- ・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て活動を起こせること。
- ・社会のあり方として、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稼働していること。

このような持続可能で民主的な社会において、日本人が「心豊かに生きる」ために科学技術リテラシーを具体化することにした。

そして、現代のわが国において、科学技術リテラシーを作成する意義・必要性は、次の四つにあると考えた。

- ・科学技術についての判断
- ・科学技術についての世代間の継承
- ・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
- ・科学技術教育の生涯にわたる目標の俯瞰

このような、科学技術リテラシーは、指針、素材、推進力、となることが期待された。

科学技術リテラシーの作成においては、最近の科学技術の進歩と共に日本の文化の特色を取り入れることとした。そして、それぞれの専門部会報告書を構成する上では、人間社会を軸に構成すること、ストーリー性を持って構成すること、現在から将来を視野において構成することを心がけた。また、七つの専門部会報告書の素案ができあがった段階で、専門部会間の相互閲読を行い、専門ではない分野の内容について相互に理解できるように自由に意見交換を行って、報告書をまとめる際の参考とした。

そして、「科学技術の智プロジェクト」では、科学技術リテラシーをメンバー間で検討すると共に、ウェブサイトやシンポジウムを活用してできるだけ多くの人々の参加を得て、このプロジェクト自体が科学技術リテラシーの向上の運動となることを目指した。

これらの考え方は、後述の総合報告書の第 1 章の記述に反映されている。

(3) 科学技術リテラシーへの七つの扉－専門分野の知識としての科学技術リテラシー－

2008(平成 20)年に、分野毎の科学技術リテラシーをまとめた専門部会報告書 7 冊(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、技術の 7 分野)が作成された。これらは科学技術リテラシーへの七つの扉とされ、いずれかの扉から科学技術リテラシーに入ることが期待された。これらは、科学技術リテラシーを構成する科学技術のそれぞれの専門分野の知識の具体化と言えよう。それぞれの専門部会報告書の構成をまとめると、表 1-2 から表 1-8 の通りである。

表 1-2 数理科学専門部会報告書の構成

数理科学専門部会報告書(99 頁)

第1章 数学とは

第2章 数学の世界 A:数学の対象と主要概念

2.1 数量 2.2 図形 2.3 変化と関係 2.4 データと確からしさ

第3章 数学の世界 B:数学の方法

3.1 言語としての数学 3.2 問題解決・知識体系の構築としての数学の方法

第4章 トピックス

4.1 論理的思考力 4.2 命数法・記数法 4.3 無限 4.4 円周率 π と自然対数の底 e

4.5 対称性・不変性 4.6 視聴率 4.7 正規分布 4.8 日本語と数学

4.9 江戸時代の数学、和算について

第5章 数学と人間との関わり

5.1 数学と個人との関わり 5.2 数学と社会の関わり 5.3 数学と自然科学との関わり

表 1-3 生命科学専門部会報告書の構成

生命科学専門部会報告書(74 頁)

第1章 はじめに ―生きていくということ―

第2章 生物の世界

2.1 多様な生物世界 2.2 生命の歴史 2.3 細胞の成り立ち 2.4 個体の成り立ち

2.5 生物社会の成り立ち 2.6 生態系・生物圏の成り立ち

第3章 ヒトという生物

3.1 脳と心 3.2 文化と社会 ―非遺伝情報の創出―

3.3 学習と教育 ―非遺伝情報の継承― 3.4 食の確保 ―農耕―

3.5 健康の確保 ―身体― 3.6 健康の確保 ―精神―

第4章 生命の倫理

4.1 ヒトとしての倫理 ―個人としての倫理―

4.2 ホモ・サピエンスとしての倫理 ―生物種としての倫理―

第5章 まとめ 心豊かに生きるために ―生命科学の立場から―

表 1-4 物質科学専門部会報告書の構成

物質科学専門部会報告書(68 頁)

第1章 序論:物質とエネルギー

1.1 文明を支える物質 1.2 エネルギーと我々の生活 1.3 身近な技術と物質・材料

第2章 自然の現象 ―自然を見つめる

2.1 自然の原理、法則 2.2 物質の変化の原理とエネルギー

2.3 身の回りで利用している現象

第3章 自然の物質と人工物質

3.1 物質の始まり 3.2 物質の大きさ、重さと単位

3.3 物質の階層性 ―原子から分子、結晶へ 3.4 物質の機能(物性) 3.5 物質の変化

第4章 物質と生活

- 4.1 物質系としての生命体 4.2 生命と健康を支える物質
- 4.3 日常の生活を支える物質・材料 4.4 情報社会を支える物質・材料
- 4.5 未来を開く物質・材料 4.6 物質と材料プロセス
- 4.7 環境と物質 – 環境保持のために求められる科学技術の智

第5章 物質とエネルギー

- 5.1 豊かな生活を支えるエネルギー その根源 5.2 エネルギー資源と物質
- 5.3 未来のエネルギー

第6章 観測、測定、モデル（科学をする思考とプロセス）

- 6.1 動機、観測、測定、発見 6.2 測定機器
- 6.3 データ解析（数学・数式、モデル・仮説）
- 6.4 実験室での再現とシミュレーション 6.5 発表、記録、評価

表 1-5 情報学専門部会報告書の構成

情報学専門部会報告書(94 頁)

第1章 情報を扱う科学技術の特質

- 1.1 情報処理の三つの本質 1.2 情報科学技術とは何か、またその特質とは

第2章 情報を扱う科学技術の原理

- 2.1 情報科学技術の基本原則:デジタル化
- 2.2 情報科学技術の基本原則:計算化、プログラム化 2.3 計算を見極める研究

第3章 情報を扱う科学技術の仕組み

- 3.1 コンピュータの基本構造:電子機器として
- 3.2 コンピュータの基本構造:ソフトウェアシステムとして
- 3.3 抽象化の観点から見た情報科学技術の仕組み
- 3.4 仮想化の観点から見た情報科学技術の仕組み
- 3.5 コンピュータネットワーク 3.6 情報セキュリティ 3.7 基盤となる応用技術
- 3.8 補足 :電子回路によるデジタル処理の実現とその発展

第4章 デジタル化・計算化の技術的影響

- 4.1 デジタルデータの特徴 4.2 デジタル化と計算化の問題点

第5章 デジタル化・計算化の社会的な影響

- 5.1 見えないデータ・見えないコンピュータ 5.2 IC カードシステム
- 5.3 新しい集合知 5.4 ネットオークション 5.5 情報格差（デジタルデバイド）

第6章 なぜ情報学リテラシーなのか

- 6.1 豊かな社会を築くため 6.2 豊かに生きるため

表 1-6 宇宙・地球・環境科学専門部会報告書の構成

宇宙・地球・環境科学専門部会報告書(115 頁)

第1章 宇宙・地球・環境科学とは

第2章 気象・気候と海洋

- 2.1 気象と気候の正しい理解のために 2.2 海と大気の運動のかかわり
- 第3章 奇跡の星・地球
- 3.1 太陽系のなかの地球(水の惑星と生命の誕生) 3.2 地球誕生のドラマ
- 3.3 大地も動く 3.4 地球は変動する 3.5 地震と火山 3.6 生命史と地球環境
- 第4章 太陽系と宇宙
- 4.1 太陽と地球 4.2 太陽系 4.3 星と銀河 4.4 宇宙論

表 1-7 人間科学・社会科学専門部会報告書の構成

人間科学・社会科学専門部会報告書(134 頁)

第1章 科学の本質、科学を学ぶ意義

- 1.1 科学論・科学哲学入門 1.2 科学はいかにして生まれ、成長していったのだろうか
- 1.3 科学・技術と社会を考える学問 1.4 科学・技術を学ぶ意義

第2章 人間(ヒト)の科学

- 2.1 自然界における人間の位置—生物としてのヒト—
- 2.2 人間性はどうのように生まれたか—心の進化— 2.3 心の諸相—心の探究とその成果—
- 2.4 心の発達と人間の個性 2.5 言語(ことば)の獲得と使用—能力の拡張—

第3章 人間社会

- 3.1 社会科学の視点 3.2 現代社会における倫理 3.3 異文化を知る:文化と民族の概念
- 3.4 地域研究—地理学の視点と方法— 3.5 歴史から学ぶ—歴史科学の視点—

表 1-8 技術専門部会報告書の構成

技術専門部会報告書(61 頁)

第1章 はじめに

- 1.1 その豊饒な世界 1.2 全員が舵取りに参画 1.3 万人が知るべき“公約数”
- 1.4 技術リテラシーの利点 1.5 技術リテラシーの構造

第2章 技術の本質

- 2.1 技術の共通性格—技術とは何か 2.2 技術と科学 2.3 技術と社会
- 2.4 技術の歴史

第3章 技術の用語

- 3.1 技術用語俯瞰図 3.2 食べる技術 3.3 暮らす技術 3.4 働く技術

第4章 技術の実践

- 4.1 技術の方法 4.2 技術の利用に必要な能力

第5章 明日への提言

- 5.1 今、考えるべきこと 5.2 これから取り組むべきこと 5.3 行動計画

(4) 科学技術リテラシーの全体像—知識・技能・物の見方としての科学技術リテラシー—

1) 「科学技術の智プロジェクト」総合報告書の構成

2008(平成 20)年に、専門部会報告書 7 冊を受けて、総合報告書が作成された。総合報告書は、それぞれの分野の科学技術リテラシーを可視化した「科学技術の智の曼荼羅」から始まり、それに続く 6 章から構

成されている。

第 1 章は、先に述べられた科学技術リテラシーについての考え方であり、第 2 章は、科学技術の本質である。第 3 章は、科学技術リテラシーの主として知識面が扱われており、詳しくは専門部会報告書の内容で先に述べられている。第 4 章は、科学技術リテラシーとしての科学の見方・考え方である。第 5 章では、水、食料、エネルギー、地球を取り上げて、科学技術リテラシーの知識や考え方などがどのように使われているのかが示されている。第 6 章は、科学技術リテラシーの普及の方策についてである。総合報告書の構成をまとめると、表 1-9 の通りである。

表 1-9 「科学技術の智プロジェクト」総合報告書の構成

21 世紀の科学技術リテラシー像～豊かに生きるための智～プロジェクト 総合報告書

科学技術の智の曼荼羅

第 1 章 21 世紀を豊かに生きるための科学技術の智に向けて

- 1.1 2030 年を目指す科学技術の智
- 1.2 科学技術の智に関わる現代の課題と将来の社会像
- 1.3 21 世紀を豊かに生きるための科学技術の智の必要性
- 1.4 科学技術の智に期待されること
- 1.5 科学技術の智を作成する際の前提と基本的な考え方

第 2 章 科学技術の本質

- 2.1 科学の本質
- 2.2 技術の本質
- 2.3 数学の本質

第 3 章 科学技術の智：七つの扉

- 3.1 数理科学
- 3.2 生命科学
- 3.3 物質科学
- 3.4 情報学
- 3.5 宇宙・地球・環境科学
- 3.6 人間科学・社会科学
- 3.7 技術

第 4 章 科学技術の智の視点

- 4.1 近代的自然観と方法論
- 4.2 科学技術の転換をもたらした歴史的事実
- 4.3 現代の科学技術の考え方
- 4.4 科学的な態度・センス

第 5 章 科学技術の智の活用：四つの話題

- 5.1 水の自然科学・利用技術・人間との関わり
- 5.2 食料、その量と安全性の確保
- 5.3 エネルギー、自然と社会を動かす源泉

5.4 地球と人間圏

第6章 将来へ:科学技術の智の継承と共有

6.1 私たちは何をなすべきか

6.2 科学技術の智の継承と共有の視点

6.3 科学技術の智の継承と共有に関する具体的な方策

6.4 2030年を目指して

科学技術の智 総合報告書・報告書作業部会および原案作成者一覧

「科学技術の智プロジェクト」研究組織

索引

この報告書の利用について

ここには、科学技術リテラシーとしての、知識(第3章)だけではなく、科学の見方・考え方(第2章、第4章、第5章)、コンピテンシー・スキル・態度(第4章)などが含まれている。第3章は専門部会報告書を受けたものであり、すでにその構成が説明されているので、本節では、第2章、第4章、第5章について簡単に述べる。第6章の科学技術リテラシーの普及については、節を改めて述べる。

2) 科学技術リテラシーにおける科学の本質

第2章では、科学技術リテラシーにおける科学の本質について、「科学とは」、「科学の方法」、「科学の可能性」で構成されている。

「科学の可能性」では、次のように記述されている。「科学ですべてが説明できるとは限らない。…科学が提供できるのは合理的判断を下すための材料であって、科学は絶対的な権威とはなりえない。研究の過程から出た結果、それに対する批判までもが、論文や学会発表などの形式で公開されることで、透明性が確保されている。…科学技術によって発展してきた社会は、今、科学技術の負の側面によって持続が危ぶまれつつある。持続可能な社会を実現するにあたって、科学技術が必要である。科学技術は専門家だけの領域ではない。一人ひとりが科学に関心を持ち、何らかの形で関わっていく必要がある。」

これらと、技術の本質、数学の本質を合わせると、科学技術リテラシーにおける科学技術の不確実性など、科学技術の捉え方が描かれている。

3) 科学技術を見る上での視点

第4章の初めの三つの節では、科学技術リテラシーにおける科学技術を見る上で具体的な視点や考え方が、歴史的な事実をもとに記述されている。第4章の初めの三つの節の詳しい節・項は、表1-10の通りである。

表1-10 科学技術の智の視点

第4章 科学技術の智の視点

4.1 近代的自然観と方法論

4.1.1 自然現象の説明の論理性と単純さ 4.1.2 現代科学における物理学の基本概念

4.1.3 科学の総合化 4.1.4 倫理性の必要性

4.2 科学技術の転換をもたらした歴史的事実

4.2.1 人間についての科学的理解 4.2.2 情報処理革命

- 4.2.3 ナノテクノロジー 4.2.4 生命の仕組みの解明と操作技術の開発
- 4.2.5 宇宙モデルの確定 4.2.6 地球環境についての科学的理解
- 4.3 現代の科学技術の考え方
 - 4.3.1 総合的視点にたつ選択（トレードオフ） 4.3.2 多様性と一様性
 - 4.3.3 可視化、イメージ化は私たちの科学を、日常をどのように変えたか
 - 4.3.4 スケールとサイズ 4.3.5 多量データ高速処理のアルゴリズム
 - 4.3.6 科学と技術の相互貢献

これらのうち、「現代の科学技術の考え方」においては、1990 年に米国科学振興協会から発刊された『すべてのアメリカ人のための科学』において、科学の「共通の主題」として挙げられた、「システム」、「モデル」、「恒常性」、「変化のパターン」、「進化」、「規模」を意識しつつ、その後の約 20 年の科学技術の進展を踏まえて、「総合的視点にたつ選択（トレードオフ）」、「多様性と一様性」、「可視化」、「イメージ化は私たちの科学を、日常をどのように変えたか」、「スケールとサイズ」、「多量データ高速処理のアルゴリズム」、「科学と技術の相互貢献」の 6 点が挙げられた。

4) 科学的な態度・センス

科学技術リテラシーとしてのコンピテンシー・スキル・態度については、第 4 章 4.4「科学的な態度・センス」で扱われている。

科学的な態度としては、次の 3 項目が挙げられている。

- ・科学にとって必要不可欠な資質:① 好奇心、② 批判力・懐疑力
- ・科学が持っている特質:① 証拠・論拠依存性 ② 理論的・数的志向性 ③ 暫定性
- ・科学的な活動の特質:① 自己限定 ② 科学者共同体管理 ③ 公開性 ④ 公共性

そして、「科学的センスを身につけた人」として、「現代社会と私たちの生活世界が科学や技術の成果に支えられていることを自覚し、科学や技術に関心を持とうとする態度」を身に付け、「日常生活において、科学的な知識や見方・考え方が必要な場面を適切に判別できるセンス」を身に付けること」として、具体的には、次の 4 項目を挙げている。

- ・科学的に考えてみたらどうなるだろうという発想が自然に出てくること
- ・基礎的知識から根拠を持って合理的に推論していく習性が身に付いていること
- ・科学的に正しいとされる知識を簡単に入手するすべを身に付けていること
- ・うさんくさそうな知識や言説をかぎわける嗅覚を身に付け、科学的に検討をしてみようとする態度を持つこと

5) 科学技術リテラシーの活用:生涯学習への示唆

科学技術リテラシーをどのように使うかが、第 5 章において、「水」、「食料」、「エネルギー」、「地球と人間圏」という四つの主題のもとで描かれている。第 5 章の構成は、表 1-11 の通りである。

表 1-11 科学技術リテラシーの活用

第 5 章 科学技術の智の活用:四つの話題

5.1 水の自然科学・利用技術・人間との関わり

- 5.1.1 導入:水について考える 5.1.2 人間生活と水との関わり

- 5.1.3 地球環境における水: マクロな視点で見る水
- 5.1.4 ミクロな視点で見る水: 水分子の特異性
- 5.1.5 生命はなぜ水を必要とするのか
- 5.1.6 水の起源: 水と生命の星(地球)の誕生
- 5.1.7 日本と西洋における水認識の歴史
- 5.2 食料、その量と安全性の確保
 - 5.2.1 世界の食料
 - 5.2.2 食料の分布
 - 5.2.3 食用以外の用途
 - 5.2.4 食料の自給と廃棄
 - 5.2.5 食事と健康
 - 5.2.6 食品の安全
- 5.3 エネルギー、自然と社会を動かす源泉
 - 5.3.1 エネルギーの利用とエネルギー変換装置
 - 5.3.2 エネルギーの七変化
 - 5.3.3 エネルギーの単位
 - 5.3.4 エネルギーの質
 - 5.3.5 熱と温度
 - 5.3.6 エネルギー変換効率
 - 5.3.7 生命とエネルギー
 - 5.3.8 生産に必要なエネルギー
 - 5.3.9 生活・経済におけるエネルギー
 - 5.3.10 世界および日本のエネルギー使用
 - 5.3.11 宇宙・地球的観点
 - 5.3.12 再びエネルギーとは
- 5.4 地球と人間圏
 - 5.4.1 地球システムと人間圏の誕生
 - 5.4.2 人間圏の境界
 - 5.4.3 人間圏の維持と地球システム
 - 5.4.4 人間圏の持続的発展と地球システム

一般に、社会に出た成人は、科学技術の知識を分野ごとに学ぶというよりも、課題ごとに持っている科学技術リテラシーをもとに考えることになる。「水」、「食料」、「エネルギー」、「地球と人間圏」という課題ごとの科学技術リテラシーの活用の提示は、自らの課題解決を通して科学技術リテラシーを向上させていくという生涯学習における科学技術リテラシーの向上のあり方を示唆している。

総合報告書は、その後、字句修正の修正版を作成する際に、巻末に索引が付けられた。これらの索引のうち科学技術リテラシーの知識や考え方などに関わる索引は約 680 語あった。これらは科学技術リテラシーの重要な概念や用語の一端を著していると思われる。そこで、これらの索引を章ごとにまとめて、本章末に「資料 1-1 科学技術リテラシーの概念・用語」として挙げてある。

(5) 科学技術リテラシー普及のあり方

科学技術リテラシーの普及については、本報告書が出された 2008(平成 20)年に生まれた子どもが大学を卒業して社会に出るとされる 2030 年を目途に、総合報告書の第 6 章「将来へ: 科学技術の智の継承と共有」に詳述されている。

第 6 章 6.1 では「私たちは何をなすべきか」として、「科学技術の智プロジェクトの継続」、「定着のための戦略の策定と実行」、「ネットワークの構築」、「成果の検証と世代間の継承」、「変化への対応」が挙げられている。なお、「科学技術の智プロジェクトの継続」に関しては、「日本学術会議が日本の知の拠点として、さらに継続してこの運動に関与することが重要である」とされている。

第 6 章 6.2 では「科学技術の智の継承と共有の視点」として、何のために、何を、誰を対象に、継承・共有するのかを論じた後で、学習のあり方が認知科学の立場から記述されている。

6.2.5 プロジェクト型の学習を

6.2.6 学習環境のデザインを

- (1) 活動の目標が明快であること
- (2) 活動そのものに面白さがあること
- (3) 葛藤の要素が含まれていること

ここでは生涯学習の場としての学校教育だけではなく社会教育にも通ずることが記述されている。

6.3「科学技術の智の継承と共有に関する具体的な方策」では普及の具体的な方策が、報告書の活用、恒常的な活動、諸機関への働きかけ、の三つの活動について体系的に記述されている。普及の具体的な方策をまとめると、表 1-12 の通りである。

表 1-12 科学技術リテラシーの継承と共有に関する具体的な方策

6.3 科学技術の智の継承と共有に関する具体的な方策

6.3.1 「科学技術の智プロジェクト」の報告書を活用する

(1)「科学技術の智プロジェクト」の報告書の活用を促進する

- ①広く頒布する ②使えることを知らせる ③ウェブサイトで公表する
- ④要約版を作成する ⑤利用するための資料を作成する

(2)科学技術の智を対象に応じて具体化する

- ①幼小中高校生 ②理系研究者・技術者を目指す高校生 ③教師 ④保護者 ⑤大人

6.3.2 科学技術の智の定着・普及活動を恒常的に行う

(1)定着・普及活動を推進する中心的な組織を設ける

- ①日本学術会議に小委員会 ②政策・戦略策定の機能を持った組織

(2)定着・普及に向けて全国に拠点を作り、ネットワークを構築する

- ①定着・普及のための拠点 ②地域の拠点間のネットワーク
- ③地域の NPO などと連携・協働 ④国際的なネットワーク

(3)定着を評価し、その成果を政策にフィードバックする

- ①成果を政策にフィードバック ②再検討し新たな変化に備える。

6.3.3 科学技術の智の定着・普及のための諸機関への働きかけ

(1)国に向けて

- ①中長期ビジョンを策定 ②定着・普及のための予算を措置
- ③科学者、技術者と教育現場とを連携 ④小中高校の現職教育を充実

(2)科学技術の振興に関わる機関に向けて

- ①報告書を活用するための支援 ②プロジェクトを募集

(3)企業に向けて

- ①実現を支援する枠組み

(4)学協会に向けて

- ①シンポジウム ②関連する学協会等が定着・普及

(5)メディアに向けて

- ①科学技術に関する報道の機会を増やす ②テレビ番組や小説などで題材を扱う。

(6)大学に向けて

- ①高等学校と大学の接続 ②一般教育課程を再構築 ③教師教育を構築

(7)幼稚園・小学校・中学校・高等学校に向けて

- ①全教科を視野 ②実験・観察を重視 ③保護者に重要性を説明

(8)科学館や博物館等に向けて

- ①活動を科学技術の智を踏まえ構築 ②館員の一般教養として科学技術の智

(9) 家庭に向けて

① 科学技術の話題

(10) すべての人々に向けて

人々や機関が一堂に会し、情報交換、意見交換をして、継承と共有ができる場を構築

なお、「科学技術の智プロジェクト」の総合報告書、専門部会報告書は、その普及のために、引用文献の著作権の制限規定に従った上で、誰でもが自由に利用できるようにされている。

科学技術の智プロジェクトでは、平成 19 年度末の 3 月 28 日にプロジェクトの最後の全体会議が開催された。そこでは、すでに発刊された総合報告書をもとに前記の「科学技術リテラシーの継承と共有に関する具体的な方策」について、さらに検討が加えられ、多くの意見が出された。それらは前述の方策と重複する部分もあるが、「1. 科学技術の智プロジェクトの継続的活動」、「2. 科学技術の智プロジェクトの成果の普及」、「3. 科学技術の智プロジェクトの報告書の改訂」、「4. 国・行政機関に向けて」、「5. 学校教育に向けて」、「6. 科学館等に向けて」、「7. 家庭に向けて」、「8. 生涯学習に向けて」などにまとめられた。具体的には、次のような意見が見られた。「科学コミュニケーションの成功事例をプラスインパクト情報と名づけて収集・分析して発信する。」、「科学技術リテラシーの測定を実施する。」、「多くの異なる読者を想定した様々な資料を刊行する。」、「何か問題が起きたときに、そのために必要な情報、社会で共有すべき情報を特定し、それを広めていく、という恒常的な「社会とのコミュニケーション・センター的なもの」を常時持つようにする。」など。これらは一括して本章末に「資料 1-2 科学技術リテラシーの継承と共有に関する具体的な方策についての意見」として挙げてある。

ii. 「科学技術の智プロジェクト」の継続活動

2007(平成 19)年度末にこれまで述べてきた「科学技術の智プロジェクト」の報告書が作成された後、2008(平成 20)年度以降も前述の具体的な方策を意識しながら種々の継続活動が行われてきた。

(1) 科学技術リテラシーの普及

1) 科学技術リテラシーの発表

「科学技術の智プロジェクト」のメンバーは、学会等で科学技術リテラシーの発表を行ってきた。例えば、次のような活動である。

- ・国内外の諸学会での講演: 日本科学教育学会など
- ・サイエンスカフェ: サイエンスアゴラ、お茶の水女子大学など
- ・地域や大学での科学フェスティバル: 三鷹など
- ・科学講演会: 名城大学など

2) 科学技術リテラシーの公開

「科学技術の智プロジェクト」のメンバーは、学会誌等で科学技術リテラシーの研究成果を公開してきた。例えば、次のような活動である。

- ・科学技術振興機構(JST)『Science Window』(サイエンスウィンドウ)2007 年 12 月号、2008 年 7 月号、2010 年 4 月増刊号「水を知る旅に出よう」、2010 年 10~11 月号(資料4参照)
- ・日本科学教育学会『科学教育研究』2008 年 Vol.32, No.4、特集 科学的リテラシー
宇宙・地球・環境科学(2008 年 Vol.32, No.3)、物質科学・数理科学(2009 年 Vol.33, No.1)

・日本学術会議『学術の動向』特集 全ての国民のための科学リテラシー「科学技術の智」プロジェクトの目指すもの 2009 年 4 月号

・国立科学博物館『milsi』(ミルシル)2009 年第 5 号より連載「科学技術の智を語る」

3) 科学技術リテラシーの反映

小中高校の理数教育に関しては、現行の学習指導要領(2009・2010(平成 21・22 年)告示)の中学校・高等学校の理科や中学校の技術科には、科学技術と人間(中学理科)、科学と人間生活(高校理科)、生活や産業の中で利用されている技術(中学技術)など、科学技術リテラシーの考えが反映されていると思われるところがある。

(2) 科学技術リテラシーの利用

1) 科学技術リテラシーの使用

「科学技術の智プロジェクト」が作成した科学技術リテラシーは、科学博物館等で使用されている。例えば、次のようなものである。

- ・科学博物館での科学コミュニケーションコース:国立科学博物館など
- ・高等学校での科学リテラシーコース:横浜サイエンスフロンティア高校など
- ・サイエンスリテラシー講座:三鷹ネットワーク大学など

2) 科学技術リテラシーの ICT 化

科学技術リテラシーの全報告書(8 冊)が JST 科学コミュニケーションセンターのサイトを通してスマートデバイスでも読めるようになった。また、「科学技術の智プロジェクト」の活動の経緯と成果も、同センターのアーカイブに電子データとして維持されている。

(3) 科学技術リテラシーの発展

1) 科学技術リテラシーの活用

東京大学では、大規模公開オンライン講座(MOOC)の取り組みに、電子化したリテラシーの報告書を活用できないかを模索している。

2) 科学技術リテラシーの深化

「科学技術の智プロジェクト」のメンバーは、科学系博物館における科学リテラシーや学校教育における数学的リテラシーなど、科学技術リテラシーをある領域に特化した形でその内容を深化させている。この成果は、JST の科学コミュニケーションセンターのサイトの旧「科学技術の智プロジェクト」の「「科学技術の智」プロジェクトが創りだしたもの」に掲載されている。

3) 科学技術リテラシーの拡張

日本学術会議では、大学教育の分野別保証のための参照基準の作成を進めているが、これは科学技術リテラシーの大学版と見ることができる(日本学術会議, 2010)。なお、この日本学術会議の委員会の委員長は、科学技術リテラシーの研究代表であった北原和夫教授である。

4) 科学技術リテラシーの調査

「科学技術の智プロジェクト」では、2009(平成 21)年度に、科学技術リテラシーを普及するには、理科を教える教員の意識を調べる必要があるとして、日本科学技術振興財団において、小学校教員の科学技術リテラシーの修得・リフレッシュの実態を調査し、その結果を報告書としてまとめて公表した(日本科学技術振興財団, 2010)。なお、2011(平成 23)年度にはこの第 2 期調査が行われている(日本科学技術振興財

団, 2011)。

なお、科学技術振興機構理科教育支援センター等によっても次のような同様な調査が行われている。平成20年度小学校理科教育実態調査及び中学校理科教師実態調査、2008(平成20)年度高等学校理科教員実態調査報告書、2010(平成22)年度小学校理科教育実態調査、2012(平成24)年度中学校理科教育実態調査。

5) 科学技術リテラシーのもとでの協働

日本科学教育学会の課題研究では、2010(平成 22)年度から 4 年間、技術教育を中心に理科教育、数学教育の研究者が集まり、学校教育において科学技術リテラシーを目指した技術教育、理科教育、数学教育のあり方が探究された。この研究には科学技術の智のメンバーも参加し、デザインやモデル化などが論じられた(谷田親彦, 大谷忠(2014)「科学技術リテラシーの発展に向けた技術教育と理数教育の連携・協働ーデザイン・モデリングの観点からの技術・理科・数学の位置づけと関係の在り方ー」『日本科学教育学会年会論文集』38, pp.79-82)。

2012(平成 24)年度には、「科学技術の智プロジェクト」は「科学読物研究会」からの呼びかけで、科学読物を紹介する本の監修を行った。その後、この本は、『りかぼん 授業で使える理科の本』(りかぼん編集委員会編著・北原和夫他監修, 2012, 少年写真新聞社)として出版された。

2. 「科学技術の智プロジェクト」報告書の評価

「科学技術の智プロジェクト」では、科学技術リテラシーは時代と共に変わるものであるという認識を持っていた。

2011(平成23)年2月・3月には、7冊の専門部会報告書について、科学技術リテラシーの普及の1つの鍵となる小学校教育に携わる小学校教師とそれぞれの専門部会の代表者として意見交換会を科学技術館で開き、それをもとに専門部会報告書についての改訂意見をまとめて公表した(日本科学技術振興財団, 2011)。この意見交換会は、日本科学技術振興財団が事務局となり、「科学技術の智プロジェクト」メンバー約25名、小学校教師28名が参加して行われた。その報告書では、次のようにまとめられている。

「『テキスト』の内容・表現に関して、総じて難しいという意見が大半であった。半面、コラムなど、読物として興味を持った方もいた。具体的な意見としては、「用語・難解語・難読語がわからない」、「図解やグラフ・表が必要」、「具体例・実例が欲しい」、「学習指導要領との関連性や報告書内での一貫性が欲しい」など数多く挙げた。質的には平易な文章にし、身近な事象や題材を採り入れ親しみやすくしてから科学に誘導する、図解やグラフ、場合によっては動画を用いるなど直感的にわかりやすい表現を採り入れる、など、想定する読者を、前提となる知識を持たない一般人に合わせ、サイエンスライター等によるリライトが必要ではないかという結果になった。」

「すべてを読破し理解するのは時間的に非常に困難という、量的な課題も挙げた。これに関しては、内容を平易な表現に変える時点で分量が増えることが目に見えているので、扱う分野や分量を精選し小冊子化してシリーズ化を検討する、あるいは学習指導要領との関係で必要となるリテラシーをまとめておくなどの意見が出て、表現上の工夫が一層求められており、読んでもらうには興味を持ってもらい、わかりやすくする必要がある。小学校教員だけでなく、一般の人たちにも科学技術リテラシーを身に付けてもらうには『テキスト』を理解しやすく、あまり時間をかけずに読めるようにする改善が不可欠である。」

「全国の研修会などで教員に向けて講義する、直接小学生や中学生に対して語りかけるなど、本テキストの普及活動も必要ではないかとの意見も挙がり、今後の検討課題としたい。」

なお、この報告書では、科学技術館の人々によるICTの専門家4名(新井紀子国立情報学研究所 社会共有知研究センター センター長、久野靖筑波大学大学院ビジネス科学研究科教授、原久太郎 イーテキスト研究所所長、三宅なほみ東京大学大学教育学研究科教授)へのインタビューをもとに、報告書作成におけるICTの利用について、「役立つテキストとして、必要な時に必要なものを探し出し、例えばグラフや音声として出力するなど紙媒体では不可能なデータ処理が必要と考えているので、ICT 技術の利用は不可欠である。」と述べている。

そして、その後の3.11によって、科学技術リテラシーにリスクを明示的に含める必要性が認識され、改めて、改訂案を作成する必要性が出てきている。

これらのことから、「科学技術の智プロジェクト」報告書の今後の課題として、少なくとも次のことが考えられる。

①科学技術リテラシーのリスクリテラシーを含めた再構成

3. 11で改めて認識された科学技術のリスクを含めて科学技術リテラシーを再構成する必要がある。「科学技術の智プロジェクト」の報告書にも、科学技術のリスクに関する記述は各専門部会報告書に散見されるが、全体としてそれらが構造化されていない。それらを含む形でリスクリテラシーとして、科学技術リテラシーが再構成される必要がある。そのためには、リスクリテラシーそのもの、リスクリテラシーと科学技術リテラシーの関係などを考察する必要がある。

②科学技術リテラシーとしてのコンピテンシーやスキルの顕在化

科学技術リテラシーとして、科学技術の知識とともに、科学技術を考える方法などのコンピテンシー、スキルも含めることを考える必要がある。「科学技術の智プロジェクト」の報告書では、科学技術リテラシーとして知識、技能だけではなく物の見方なども含めるとしたが、結果的に、主として、その知識に焦点が当てられていた。しかしながら、例えば、経済協力開発機構(OECD)の生徒の学習到達度調査(PISA)では、科学的リテラシーとして、知識領域(内容)と関係する能力(プロセス)の両面が挙げられ、また、一般的には、OECDのキー・コンピテンシーや21世紀型スキル・コンピテンシーなども提唱されている。知識とともに、スキルやコンピテンシー、物の見方、考え方、態度などを顕在化させる必要がある。

③科学技術リテラシーの普及のためのコミュニケーションのあり方の再考

科学技術リテラシーの普及を考えるには、わが国におけるコミュニケーションのあり方を考える必要がある。科学技術リテラシーの普及の方策については、多様な方策が考えられてきた。しかし、その根本には、日本という文脈に深く依存した特徴、とりわけ一様性を強く求めるわが国におけるコミュニケーションの独特な様相が横たわっていると思われる。そのようなわが国のコミュニケーションの状況を明確にし、その上で、科学技術リテラシーのコミュニケーションを考える必要がある。

④科学技術リテラシーの育成のための学校教育との関わりの再考

科学技術リテラシーの育成における学校教育との関わり方を再考する必要がある。科学技術リテラシーの育成・普及にとって、学校教育は鍵となる。しかしながら、これまでの、科学技術リテラシーの育成・普及の議論は、生涯教育のしかもその一部である社会教育が対象となりがちであった。また、学校教育が対象となっても一部の生徒だけであった。わが国の教育そして学校教育の現状を踏まえて、生涯学習全体での科学技術リテラシーのあり方を考えることが必要である。

なお、生涯学習の視点から科学技術リテラシーを見る場合、学校教育期と成人期の教育の違いに目を向けておく必要がある。学校教育期においては、各国のナショナル・カリキュラム(わが国では学習指導要領)のように、ある一定の共通な意図した科学技術リテラシーを記述することが可能であるが、成人期においては、そのような共通の意図した科学技術リテラシーというよりも、成人期に遭遇する個々の課題にどのように立ち向かうかということから科学技術リテラシーが考えられるであろう。

主な参考文献

*印:JST 科学コミュニケーションセンターのサイトに掲載 <http://www.jst.go.jp/csc/archive/s4a.html>

(なお、以下のサイトは、2014年11月現在確認済み)

服田昌之(代表)(2006)『「科学技術リテラシー構築のための調査研究」サブテーマ2 科学者コミュニティや

- 産業界等の国民の科学技術リテラシーに関する意見集約・類型化 報告書』お茶の水女子大学. (*)
- 科学技術の智プロジェクト(2008)『総合報告書』、『数理科学専門部会報告書』、『生命科学専門部会報告書』、『物質科学専門部会報告書』、『情報学専門部会報告書』、『宇宙・地球・環境科学専門部会報告書』、『人間科学・社会科学専門部会報告書』、『技術専門部会報告書』(*)
- 北原和夫(2006)『「科学技術リテラシー構築のための調査研究」報告書』国際基督教大学. (*)
- 長崎栄三(代表)(2006)『「科学技術リテラシー構築のための調査研究」サブテーマ1 科学技術リテラシーに関する基礎文献・先行研究に関する調査 報告書』国立教育政策研究所. (*)
- 日米理数教育比較研究会訳(2005)『すべてのアメリカ人のための科学』三菱総合研究所(文部科学省科学技術・学術政策局基盤政策課)AAASのウェブサイトに掲載されている。
<http://www.project2061.org/publications/2061Connections/2008/2008-02a.htm>
- 日本科学技術振興財団(2010)『小学校教員の科学技術リテラシーの修得・リフレッシュの実態把握-理科を教える教員に対する調査-調査研究報告書』(*)
- 日本科学技術振興財団(2011)『理科を教える小学校教員に向けた科学技術リテラシーのテキスト・情報の編集に係る調査』新技術振興渡辺記念会による科学技術調査研究助成金による研究. (*)
- 日本学術会議若者の科学力増進特別委員会(2005)『次世代の科学力を育てるために』
<http://www.scj.go.jp/ja/info/kohyo/pdf/kohyo-19-t1031-9.pdf>
- 日本学術会議科学と社会委員会科学力増進分科会(2008)『報告 21 世紀を豊かに生きるための「科学技術の智」』
<http://www.scj.go.jp/ja/info/kohyo/pdf/kohyo-20-h64-3.pdf>
- 日本学術会議(2010)『回答 大学教育の分野別質保証の在り方について』
<http://www.scj.go.jp/ja/info/kohyo/pdf/kohyo-21-k100-1.pdf>

資料 1-1 科学技術リテラシーの概念・用語

(注:数字は総合報告書の掲載頁である。)

I. 科学技術の本質	科学の本質 13-15 似非科学 14, 科学 13, 科学の可能性 14, 科学の方法 13, 科学の理論 13, 仮説 13, 観察 13, 検証 13, 好奇心 14, 合理的判断 14, 自己修正 14, 自己否定 14, 実験 13, 宗教 14, 説明 14, 予測 14 技術の本質 15-18 価値 17, 技術 15, 技術と生活 16, 技術と人間 16, 技術のブラックボックス化 16, 共進化 17, 個別技術 15, コミュニケーション 18, 身体性 18, 製造技術 15, 制約条件 17, 節約 16, テクノロジーアセスメント 17, デザイン 17, トレードオフ 17, モニタリング 17, 要素技術 15 数学の本質 18-21 演繹的推論 20, 計算 20, 言語 20, 数 18, 数学 18, 数学的な正しさ 20, 数理モデル 20, 図形 19, 抽象化 19, 普遍的 20, 文字 20, 量 18, 論理 19
II. 科学技術の智：七つの扉	数理科学 24-35 アルゴリズム 35, 一様分布 33, 演繹的推論(証明) 29, 演算 28, 確率 33, 確率論 32, 関係 30, 関数 30, 幾何学 29, 空間 28, グラフ 28, 計算 35, 計量的性質 29, 合同 29, 誤差 32, 座標 29, 座標幾何学 29, 算数 24, 自然数 26, 実数 26, 十進位取り記数法 27, 小数 27, 数 26, 数学 24, 数学語 34, 数学文化 26, 数学リテラシー 24, 数直線 28, 数量化 26, 図形 28, 図表示 32, 正規分布 33, 正比例 30, 相関関係 32, 相似 29, 対称性 29, 代数系 28, 代表値 32, 確からしさ 31, 抽象的 34, データ 31, 統計学 32, 度数分布 33, 反比例 30, 微分法 31, 微分方程式 31, 非ユークリッド幾何学 30, 標本 33, 比例定数 31, 分数 27, 変化 30, 変化の様子 31, 法則 27, 母集団 33, 文字式 28, ユークリッド幾何学 29, 有理数 27, 離散量 27, 量 26, 連続量 27, 論理的 34

生命科学 36-48

遺伝 40, 遺伝子 40, 医療 44, インフォームド・コンセント 45, エネルギーの流れ 41, 温暖化 44, 核 39, 学習 43, 環境 45, 幹細胞 39, 教育 43, 共生 41, 魚介類 44, クローン 39, ゲノム 40, 健康 44, 原始地球 37, 光合成 37, 心 42, 心の健康 45, 個体 39, 細胞 38, 酸素 37, 自己修復機能 45, 自己複製システム 37, 自然淘汰 38, 持続性 47, 疾病 44, 社会性昆虫 40, 主体 42, 種の絶滅 47, 食物連鎖 41, 食料 43, 進化 38, 診断 44, 生殖 39, 生態系 41, 生物 36, 生物群集 41, 生物圏 41, 生物社会 40, 生命 36, 生命倫理 46, 絶滅 38, 畜産業 43, 知性 41, 治療 44, デオキシリボ核酸 (DNA) 37, 二重らせんモデル (DNA) 40, 人間中心主義的な生命倫理 46, 人間非中心主義的な生命倫理 46, 人間らしさ 46, 農業 43, 農耕 43, 脳神経 42, 発生 40, ヒト 36, ヒトの進化 42, 病気 44, 物質循環 41, 文化 42, 文明 42, ホモ・サピエンスとしての倫理 47, 緑の革命 43, リボ核酸 (RNA) 37

物質科学 49-59

圧力 53, 安全性 58, 遺伝子工学 56, 宇宙 50, エネルギー 49, 54, エネルギー効率 54, 温室効果 57, 温暖化 57, 温度 53, 化学変化 53, 気候変動に関する政府間パネル (IPCC) 57, 金属 55, クオーク 51, 結合機構 53, 原子 50, 原子核 50, 原子構造 50, 元素 50, 高温超伝導体 56, 光子 51, 高分子 51, コンピュータ 56, 材料 57, 材料の再利用 57, 磁気 55, 磁性体 55, 自然の中の基本的な四つの力 53, 実験 49, 質量 52, 循環 49, 人工物質 56, 水素 50, 生態系 58, 生体物質 56, 絶縁体 55, 相変化 53, 素粒子 50, 中性子 50, 電気的性質 55, 電子 50, 伝統文化としての物質系 50, 長さ 52, ナノテクノロジー 56, 二酸化炭素 57, 日本のエネルギー源 57, ニュートンの運動の法則 52, 場 54, バイオテクノロジー 56, 発酵食品 56, 半導体 55, 物質 49, 物質の階層性 50, 物質界の理解 58, 物質科学リテラシー 49, 物理変化 53, 物理法則 52, 分子 51, ヘリウム 50, もったいない思想 49, 誘電体 55, 陽子 50

情報学 60-69

IC カード 60, アナログデータ 62, 拡張性 67, 仮想化 67, 近似 62, 計算化の原理 63, 高速化 64, 高速性 69, 誤差 64, コスト 62, コンピュータ 60, コンピュータに載せる 69, 仕組み(ソフトウェア) 60, 自己増殖性 69, 仕様 67, 情報 60, 情報科学技術 60, 情報科学技術リテラシー 68, 情報弱者 66, 乗用車 60, 精度 61, 装置 (ハードウェア) 60, ソフトウェアの誤用 66, ソフトウェアの階層化 66, 多重利用法 65, 抽象化 67, データ 61, データを区別する道具 (ソフトウェア) 66, デジタル化の原理 61, 電子回路 64, トレードオフ 68, 2 進列 61, 汎用性 64, プログラム 63, プログラム化の原理 63, メディア非依存性 64, 利用技術 60

宇宙・地球・環境科学 70-80

宇宙の誕生 77, 宇宙の始まり 80, 宇宙の膨張 79, 宇宙背景放射 80, 海 72, オーロラ 76, 温室効果気体 71, 温度 70, 海流 71, 核融合反応 74, 火山 73, 観測技術 76, 気圧 70, 気候 70, 気候変動に関する政府間パネル 71, 京都議定書 71, 銀河 77, 黒潮 71, 元素 77, 恒星 77, 黒点 75, 暦 77, コリオリの力 70, 地震 73, 磁場 76, スペクトル観測 79, 赤外放射 70, 大気 71, 大西洋 72, 太平洋 72, 太陽 74, 太陽系 76, 太陽風 75, 太陽放射 70, 大陸 72, 大陸移動 73, 地下資源 74, 地球 72, 超新星爆発 77, 天気図 70, 天気予報 70, 天体の距離 78, 天動説 77, 南海トラフ 73, 二酸化炭素 71, 日本海溝 73, 日本列島 73, 年周視差 78, ハッブルの法則 79, ビッグバン 79, 標準光源 78, プレート 73, プレート・テクトニクス 73, 偏西風 71, ボイル・シャルルの法則 70, 貿易風 71, 星の進化 77, マントル 73, 水の惑星 72, 曜日 77, 惑星 76, 湾流 71

人間科学・社会科学 81-87

因果関係 86, 似非科学 83, 快適性 82, 科学史 82, 科学社会学 82, 科学哲学 82, 科学論 82, 価値観 85, 環境 81, 共通の素養 82, グローバル・ヒストリー 87, 経験知 83, 言語能力 85, 国際紛争 86, 心 84, 実証 82, シミュレーション 85, 社会現象 85, 人工進化 87, 心性 84, 新生児 84, 心理学 83, 精神物理学 83, 精神分析学 84, 大気汚染 86, 他者 86, 知性 83, トータルな人間像 85, 人間理解 83, 脳科学 85, 発生論的な認識 81, 発達 85, ヒト 83, 霊長類 83, ロング・ショットの視点 81, 論理的構成体 84

技術 88-97

安全性 95, 医薬品 91, 科学的な考え方 95, 賢い生き方 90, 機械 89, 技術の絶対視(リスクゼロ) 95, 技術の知識 92, 技術の方法 95, 技術の利用に必要な能力 95, 技術リテラシー 89, 技術リテラシーの利点 89, 原子力発電 93, 工場・設備 89, 最適化 95, 事故 95, 自動車 93, 社会システム 89, 社会の仕組み 92, 社会発展への貢献 91, 社会の未来像 97, 人工物 89, 93, 制約条件 95, 設計 (デザイン) 96, 食べる 93, 電化製品 90, 伝承 92, 道 96, 道具 89, トレードオフ 93, 人型ロボット 90, フィードバック 91, 物づくり 92, 夢の実現 89, 技 88

Ⅲ. 科学技術の智の視点

近代的自然観と方法論

近代的自然観と方法論 99-106

一般相対性理論 101, 運動の可逆性 102, 運動の決定論性 102, オッカムのカミソリ 100, カオス 102, 科学の総合化 105, 科学の始まり 99, 原子 104, 原子構造 104, 検証 99, 光子 104, 推論 99, 妥当性 99, 地動説 100, 電磁波 103, 天動説 100, 特殊相対性理論 104, ニュートンの運動法則 100, 場 103, 光 102, 物体の落下 99, 法則 99, マイケルソン・モーレーの実験 103, 力学法則 100, 粒子 104, 量子論 104, 倫理性

106

科学技術の転換をもたらして歴史的事実

人間についての科学的理解 107-109

似非科学 109, 心 108, 深層の心 107, 心理学 107, 知性 107, 脳科学 108

情報処理革命 109

インターネット 109, 組み込みコンピュータ 111, コンピュータ 109, 電算化 109, 日本語処理 110

ナノテクノロジー 111-113

トップダウン方式 112, トランジスタ 111, ナノメートル・スケール 111, ボトムアップ方式 112, 量子力学 112

生命の仕組みの解明と操作技術の開発 113-115

DNA 二重らせんモデル 113, ゲノム科学・遺伝子操作技術 114, 生殖発生生物学・胚細胞操作技術 114, 生命操作 114, 脳科学・高次脳機能解析技術 115, 培養技術 113, 微生物 113

宇宙モデルの確定 115

宇宙の年齢 116, 宇宙論的パラメータ 115, 進化宇宙モデル 115, ダーク成分 117, ビッグバン宇宙モデル 115

地球環境についての科学的理解 117-119

アジェンダ 21 (リオ宣言) 118, オゾン層破壊 117, 沈黙の春 117, 化学物質 117, 気候変動に関する政府間パネル 118, 総合的な科学智の形成 119, 地球環境問題 117, ローマ・クラブの『成長の限界』 118

現代の科学技術の考え方

総合的視点に立った選択 120-121

環境配慮行動 120, 最適化 120, 設計 121, トレードオフ 120, 費用対効果 120

多様性と一様性 121-123

一様性 122, 遺伝子 122, 言語 123, 進化理論 122, 多様性 121, 分類 121

可視化 123-125

概念地図 124, 概念の可視化 124, 3次元コンピュータ・グラフィックス (CG) 125, 自然言語処理 125, 多次元グラフ 123

スケールとサイズ 125-127

宇宙の時間的歴史 126, 指数表示 125, 地球の歴史 126, 物質の微細構造 126

多量データ高速処理のアルゴリズム 127-129

アルゴリズム 129, コンピュータ 127, しらみつぶし 127, 多量デジタルデータ 127, データマイニング 129, パターン抽出 128, 反例さがし 127

科学と技術の相互貢献 129-130

科学研究の動機 129, 技術開発 130, 技術の目的 129, 基礎科学 130, 設計科学 130, 認識科学 130

科学的な態度・センス

科学的な態度 131-136

懐疑力 131, 科学者共同体 134, 公開性 134, 好奇心 131, 公共性 135, 暫定性 133, 自己限定 133, 批判力 131, 理論的・数的志向性 132, 論拠・証拠依存性 132

Ⅳ. 科学技術の智の活用：四つの話題

水 139-165

海に吸収される二酸化炭素 149, 海水 147, 仮想水 143, 気象変化と水 149, 原始生命の発生 161, 原始地球の大気の再現実験 160, 原始の海 160, 光合成 155, 酵素 157, 氷による気温調節 150, 氷による水位調節 150, 磁気共鳴画像法 (MRI) 145, 上下水道 144, 植物と水 155, 森林 144, 水質汚染 146, 生活用水 141, 生態系 158, 西洋における水の認識 164, 淡水化 145, 超純水 145, 電子レンジ 145, 動物と水 156, 日本における水の認識 163, ヒトと水 157, ヒトの腎臓の働き 157, ヒトの組織中の水 157, ヒトの水の摂取量 157, 表面張力 152, 水カッター 145, 水資源 141, 水と生命の星 (地球) の誕生 158, 水の三状態 150, 水の大循環 147, 水の分子 150, 水不足 140, 溶解 153

食料 166-182

牛海綿状脳症(BSE) 177, 栄養素 181, 栄養バランス 175, 化石燃料 169, 家畜 169, 家畜の飼料 169, がん 175, 禁煙 175, 残留農薬 180, 消費期限 182, 賞味期限 182, 食育 171, 食事の基本 177, 食中毒 179, 食品 166, 食品循環資源の再生利用 172, 食品添加物 180, 食品の安全 177, 食品の廃棄 172, 食品の表示違反 181, 食品の品質 182, 食品のリスク 177, 食用以外の用途 168, 食糧 166, 食料自給率 170, 食料消費支出 181, 食料の分布 166, 食料不足 168, 水産業 167, 生活習慣病 173, 世界の食料 166, 世界の人口 166, 畜産革命 169, 地産地消 171, 日本人の平均寿命 173, 日本人の平均的食生活 166, 農業 166-167, バイオ燃料 169, バイオマス 169, フードマイレージ 170, 緑の革命 166, 用量作用関係 180, リスクコミュニケーション 178, リスク分析 177

エネルギー 183-201

位置エネルギー 184, 運動エネルギー 184, 永久機関 187, エネルギー自給率 194, エネルギー資源 194, エネルギー消費 190, エネルギー単位 186, エネルギーの質 187, エネルギーの変換 183, エネルギーの利用 183, エネルギー変化 187, エネルギー変換効率 189, エネルギー保存則(熱力学の第一法則) 185, エネルギー輸入依存度 196, エネルギー利用効率 197, エントロピー 187, エントロピー増大の法則(熱力学の第二法則) 187, 温室効果 200, 温度 188, 化学エネルギー 184, カロリー 186, グルコース 191, 原子核エネルギー 184, 光合成 190, 呼吸 191, ジュール 186, 省資源・省エネルギー 197, 生産に必要なエネルギー 193, 世界のエネルギー資源消費 194, 摂食 190, 相対性理論 201, 代謝 191, 代替エネルギー資源 197, 地球温暖化問題 200, 地球の熱エネルギー 198, 電磁気エネルギー 184, 動物のエネルギー使用量 192, 日本人のエネルギー消費量 196, 日本のエネルギー供給量 195, 熱 187, 熱エネルギー 184, 熱機関 189, ヒートポンプ 189, 光エネルギー 184, ヒトに必要なエネルギー 192, 物質と光の変換 201, 力学エネルギー 184, 粒子 188

地球と人間圏 202-208

科学と技術という社会装置 204, 科学と技術の蓄積と展開 208, 新エネルギーの開発 208, 人口増加 207, ストック 204, 生物圏 204, 生命圏 203, 総資本 207, 総資本増加 207, 大気システム 205, 地球 202, 地球システム 205, 二酸化炭素 208, 人間 202, 人間圏 203, 人間圏の巨大化 204, 人間圏の持続的な発展 206, 人間圏の地理的な境界 203, ヒートアイランド 207, フロー 204

V. 人名

アイザック・ニュートン(1643~1723) 13,100
 アルフレッド・ウェゲナー(1880~1930) 72
 アルベルト・アインシュタイン(1879~1955) 75,96,101,103,116
 ガリレオ・ガリレイ(1564~1642) 13,70,99,126,204
 ジェームズ・ワトソン(1928~) 40,113,122
 チャールズ・ダーウィン(1809~1882) 38,83,107,122
 長岡半太郎(1865~1950) 50,104
 フランシス・クリック(1916~2004) 40,113,122

資料 1-2 科学技術リテラシーの継承と共有に関する具体的な方策についての意見

1. 科学技術の智プロジェクトの継続的活動

(1) 組織

- ①普及・定着活動を推進する恒常的組織を設立(または移管)する。
- ②継続的活性を持つ事務局機能を作る。
- ③公的支援が必須要件である。
- ④活動の結果について、評価を受ける。独善にならないために、外部からの批判構造を作っておく。

(2) 内容

- ①科学コミュニケーションの成功事例をプラスインパクト情報と名づけて収集・分析して発信する。
- ②普及対象を明確にして、その対象セグメント毎またはその全体意見交流会を実験や実習等を適宜混ぜながら行う。
- ③ターゲットとする読者層ごとに、報告書をリライトした「メディア(とは言っても、書籍が核になるだろう)」を創る作業を、オープンな環境で開始する。
- ④大学における研究と初等中等教育を結びつける努力をする。
- ⑤科学技術リテラシーの測定を実施する。

2. 科学技術の智プロジェクトの成果の普及

(1) 普及

- ①報告書を出版社から刊行する。
- ②報告書を Web 上で配付する。
- ③要約版を作成する。
- ④やさしく書いた「翻訳本」を作り、一般書として、市販する。
- ⑤科学技術リテラシーをテーマにした Podcast を作成し配信する。
- ⑥WEB 上で公表する際に、検索エンジン MIMASearch を同時に備える。
- ⑦国会議員全員に対して、「本報告書」とともに、「executive summary」を兼ねた「丁寧な送り状」を送付する。主要経済団体の役員に対しても、同様のものを送付する。

(2) 方略

- ①情報の発信方法に多様性をもたせる。立体的に作業を進める。
- ②広報戦略を作成し、政府、行政、大学、企業、マスコミ、学校教育関係者等への普及活動を幅広く行う。
- ③文芸関係の人に科学技術リテラシーについてエッセイを書いてもらう。
- ④教育に反映する努力が必須である。

3. 科学技術の智プロジェクトの報告書の改訂

(1) 対象

- ①多くの異なる読者を想定した様々な資料を刊行する。
- ②七つの部会報告書を適用対象（個人、一般社会人、職業人など）を明示して基調を同じようにする。
- ③一般社会人、NPO メンバー、小中高の教員などを対象にする作業を行う。
- ④小学校教員向け、中学生向け、理系研究者・技術者をめざす高校生のための AP 用テキスト を作成する。
- ⑤「小学生版」を制作する。
- ⑥小学校の教員が最大の鍵である。一般向けの報告書のレベルは、平均的な小学校の先生が理解可能な範囲にとどめるとともに、小学校の先生を含む普通の日本人市民が興味をもてるように理解しやすい興味深い事例をたくさん入れることが必要である。

(2) 指針

- ①幅広く受け入れられるためには、主観や主張であると誤解されないような表現に直す。
- ②幅広く市民に読まれるために広報対策の前に分かりやすい流れにする。
- ③公開後、後悔することがないように、他の著者が述べたことでも遠慮をしないで編集する。
- ④「本報告書」の位置付けを確立した物とすべく、一層の努力を続ける。
- ⑤部門間の形式・内容についてのリライトを行い、読者の読みやすさを実現する。

(3) 方向性

- ①リテラシーの論理をより深め、同時に、リテラシーの内容を詰める。
- ②方法的能力としてのリテラシーという視点を考える。
- ③政界・財界・産業界からの視点を入れる。

4. 国・行政機関に向けて

- ①国は技術立国についての明確な中長期ビジョンを策定する。
- ②文部科学省は在野の科学者、技術者を教育現場（学校、科学館、カルチャースクールなど）とリンクする仕組みを構築する。
- ③JST が、「すべての日本人のための科学技術リテラシー」の内容を実現するためのプロジェクトを募集する。
- ④何か問題が起きたときに、そのために必要な情報、社会で共有すべき情報を特定し、それを広めていく、という恒常的な「社会とのコミュニケーション・センター的なもの」を常時持つようにする。

5. 学校教育に向けて

(1) 小中高校の教育

- ①学習指導要領と「科学技術の智プロジェクト報告書」との関連を示す解説書を出す。
- ②理科のカリキュラムおよび教科書を徹底的に見直し、その際、科学の本質を伝えるようにする
- ③国語・社会教科書に理科関連教材をもっと導入する。
- ④小学校の理科授業の補助講師を採用する。
- ⑤小中学校で理科授業において探究的な工夫をする
- ⑥ジュニアオリンピック、科学オリンピックを活用する。

⑦高等学校における文系・理系コースを廃止する。

(2) 大学の入試と教育

①大学入試の暗記問題を極力少なくするなどの改革を行う。

②大学入試の科目を増やす

③AO入試を検討する。

④医・薬・農等の入試において物・化・生を必修とする。

⑤大学における教養教育を復活する。

⑦大学の一般教育課程(教養課程:現在は無いが)を再構築してそこに科学技術リテラシーを必須科目として埋め込む。

⑧大学教育特に理系の学生が身につける一般教養として、「科学技術の智プロジェクト報告書」をテキストに使う。

(3) 教員

①幼小中高の教員を対象とした科学技術リテラシー教育・研修を行う

②小中高の理科の教員の一般教養の研修に「科学技術の智プロジェクト報告書」を使う。

③学校教育関係者に対する普及活動は、国立教育政策研究所を中心とした活動計画作成し、全国の教育センター等を通じた普及を目指す。

④教員自身の科学に対する理解力・学力を向上させる方策(資格レベルの格上げ、研修等)を抜本的に改善する。

⑤教員の大学院再教育を行うとともに、オーバードクターを教員として採用する。

⑥教員の待遇改善を図る。

6. 科学館等に向けて

①自然系博物館(自然史・理工・生物館園・ビジターセンターなど)における活動を活用する。

②科学館/博物館/プラネタリウムを親しみやすくする。

③科学と社会をつなぐサイエンスコミュニケーターの一般教養として「科学技術の智プロジェクト報告書」を使う。

④全国の科学技術館等の館員の一般教養として「科学技術の智プロジェクト報告書」を使う。

⑤コミュニティー活動を中心とするサイエンスカフェや科学クラブ、博物館や美術館、科学館他の既存組織・団体の活動を連携強化する。

7. 家庭に向けて

①テレビ番組や科学雑誌で家庭での「科学の場」を増やす。

②小中学生とその保護者に対して(親子教室などで)働きかける。

8. 生涯学習に向けて

①幼年期から時間を掛けて科学技術リテラシーを育むようにする

②学校外の科学技術リテラシー育成プログラムを充実させる。

③科学技術リテラシーを介して企業等と提携する。

④企業や財団が、「すべての日本人のための科学技術リテラシー」実現に協力をするための枠組みを作る。

⑤自然科学関連の学会等の大会で、シンポジウムなどを一斉に行ってもらう。

⑥科学報道・科学記者を充実させる。

⑦官庁・会社等において理系出身者を重用する。

⑧何をするときにも「ちゃんと責任を持って、理解してもらう=コミュニケーションをとる」ことに真正面から取り組む。