



## 個人研究 SSH校における社会科の役割：「科学的リテラシー」の再考をふまえて

著者	山本 智也
雑誌名	筑波大学附属駒場論集
巻	57
ページ	133-147
発行年	2018-03
URL	<a href="http://hdl.handle.net/2241/00153552">http://hdl.handle.net/2241/00153552</a>

## S S H校における社会科の役割

—「科学的リテラシー」の再考をふまえて—

筑波大学附属駒場中・高等学校 公民科

山本 智也

# SSH校における社会科の役割

—「科学的リテラシー」の再考をふまえて—

筑波大学附属駒場中・高等学校 公民科

山本 智也

## 要約

SSH校における様々な実践を相互に結びつける資質・能力として、本稿は科学的リテラシーに注目する。科学的リテラシーは、①科学諸分野の知識・概念理解、②科学的な思考力・探究プロセスの習得、③科学を技術・社会と関連付ける文脈的理解、④参加とコミュニケーションの実践、の4つの層で捉えることが適切である。後二者は現代科学の特性から強く要請されるが、理数系教科に偏った取り組みでは育成が難しい。社会科教育は、科学的リテラシーを重層的に捉える理解を促進するとともに、複数の教科・領域が関わる総合的なカリキュラム開発・単元開発のための視点を提示し、サイエンス・コミュニケーションのプラットフォームを準備できる。

キーワード：SSH, 科学教育, 科学的リテラシー, STS, サイエンス・コミュニケーション

## 1 はじめに

### 1.1 問題の所在

本校は、2002年度にSSH（スーパーサイエンスハイスクール）校に指定され、現在16年目（第4期）を迎えている。その取り組みの中で一貫してきたのは、特別なクラスやコースを設けず、理数に特化したカリキュラム編成もせず、全教科で教育活動に取り組む、という合意であった。一般論として、本校が採ってきた基本姿勢は二つの意義をもつと考えられる。第一に、生徒の知的好奇心の入り口を多方面に用意することで、科学的探究者の裾野を広げるとともに、バランスの取れた成長を促すことができる。第二に、特定の教科に負担をかけて教員組織を分断するのではなく、全教員が実際に関わって当事者意識を持つことで、チームとしての組織力を発揮できる。こうした強みは、本校の取り組みの中でも実際に活かされてきた。

しかし、近年求められるカリキュラム・マネジメントの実現という観点からは、各教科・各教員の多様な取り組みの成果を陳列棚に並べるだけでは足りない。教育目標をふまえて、それらがカリキュラム全体の中でどのように位置づけられ、どのような意義をもっているのかを体系的に考える必要がある。それ無くして、事業全体の評価・改善は難しいだろう。とはいえ、何か統一的な理念や計画が上から与えられることで、各教員の創意工夫に縛りをかけることになってしまっ

は本末転倒である。

そこで重要なことは、各教員が自らの実践の意義をカリキュラム全体の中に位置付ける視点を獲得し、他の実践と緩やかに結びつけて、各実践の効果を相互に活用することだと考える。そのためには、SSHに関する教育活動を通して生徒が身に付けていく資質・能力をイメージすることが求められる。その資質・能力を総合的に捉える概念として、本稿では「科学的リテラシー」を提起する<sup>[注1]</sup>。このように捉えることで、本稿の議論は、SSH事業だけでなく、科学技術に関する資質・能力の育成全般に射程を広げることになる。

### 1.2 研究の目的と方法

上記の問題意識をふまえ、本稿は、社会科教育<sup>[注2]</sup>が科学的リテラシーの育成に対して担う役割を明らかにすることを目的とする。社会科教育に焦点化しているのは、筆者が社会科（公民科）教員であり、本校の教育活動全体を見通す立場にないためであるが、おそらくカリキュラム全体を広く浅く論じるよりも有効だと考える。

この目的のため、まず必要なのは科学的リテラシーの特徴を明らかにすることである。本稿では、科学教育や現代科学論の議論を参照し、いま求められる科学的リテラシーのあり方を理論的に導き出す方法を採用。すなわち、特定領域の単元や教材を開発して、それを社会科の役割の一例として示す方法は採らない。その

種の研究としては、本校社会科教諭であった篠塚明彦がSSHの一環となる単元を開発し、生徒への事後アンケートによる成果検証とともに報告している(篠塚2005)。その論考は「理系に進む生徒が社会科・歴史を学ぶ意味は何か」という問いに貫かれ、アンケートの記述例も興味深いものだが、授業の結果として生徒にどのような資質・能力が身についたかということまでは分析されておらず、また単元開発の観点や位置づけも示されていない。本研究で同様に単元開発をする方法を採用したとしても、やはりこの限界はあるだろう。

以下では、まず科学的リテラシーの構成要素や文脈をスケッチし(第2節)、その中に社会科教育における学習の諸特性を位置付けていく(第3節)こととする。

## 2 科学的リテラシーの再考

本節では、科学的リテラシーが単なる知識やスキルの集積ではないこと、またそれが元来教科・領域横断的な概念であり、理数系科目だけで育成が可能なものではないことを示す。

### 2.1 「リテラシー」の含意

一般に、リテラシーという語は「識字能力」と訳されている。このイメージに依拠すれば、科学的リテラシーは、化学式を読める、実験器具の名称がわかるというような静的で無文脈な知識の集積ということになる。言うまでもなく、この理解はあまりにも狭い。

1950年代後半に、ユネスコは「機能的リテラシー」という概念を提起した。これは、識字能力が日常生活の中で生きてはたらくものとなることの重要性を訴えるものであった。さらに、1975年以降は「批判的リテラシー」が重視されてきた。これは、識字によって既存の秩序への順応を促すにとどまらず、そこに潜む権力関係や矛盾を批判的に見出すことを重んじる考え方である(樋口2012)<sup>[注3]</sup>。これらの概念に依拠すれば、科学的リテラシーは、まず科学に関する知識を生活や具体的活動の文脈に位置付けてはたらかせる能力ということになる。さらに、知識を客観的・中立的な所与とみなすのではなく、その成立過程に目を向け、批判的に吟味する姿勢が加わる。

このように、リテラシー概念は重層的に捉えられてきており、単なる知識・技能だけでなく、具体的な実践に関与する力や態度形成なども含み込んでいる。

## 2.2 科学教育と科学的リテラシー

### 2.2.1 科学教育研究における Scientific Literacy

科学的リテラシーは Scientific Literacy の訳語である。日本では「科学リテラシー」「サイエンスリテラシー」など微妙に異なる語が混在しているが、その差異を規定することに意義は見出しがたい。世界的には Scientific Literacy が一般的で、特にアメリカでは古くから使われていたという(鶴岡2013)。

ペラらが1966年に発表した論文は、その後の科学的リテラシー論を方向づけたとされる(同前)。彼らは、1945年以降の20年間を対象にした文献調査に基づき、科学的リテラシーの構成要素を次の6つのカテゴリーに分けた(Pella et al. 1966)。

- ①科学と社会の相互関係
- ②科学者の研究をコントロールする倫理
- ③科学の本質
- ④科学と技術の差異
- ⑤科学の基本概念
- ⑥科学と人文学の基本関係

一見して明らかなのは、当初から科学的リテラシーがきわめて領域横断的なものと捉えられていたことである。われわれが通常理科等の授業で自覚的に学んでいるのは⑤だろう。②や③は科学という営み自体を認識する科学論的な要素である。①や⑥は、教科でいうならば社会科や国語、芸術などが関わるはずだ。

このように科学的リテラシーを領域横断的・総合科学的に捉える見方は、アメリカをはじめ各国の科学教育研究においてその後も主流となっていく。1980年代には、科学的リテラシーは科学技術社会論(STS)と深く結びつけられたが、それは何ら驚くべきことではない。科学的リテラシーの育成は、当初から「科学そのものの教育 education in science」だけでなく、「科学についての教育 education about science」を含みこんでいたのである(鶴岡 前掲)。

この意味で科学的リテラシーを持つということは、学校教育の世界だけで通用する知識という「通貨」を貯め込んだような状態を意味しない。また、科学の世界で活躍するには幅広い教養が必要だ、などという理解も不十分である。科学教育を専門とするホドソンは、先行する様々な論をふまえたうえで、科学的リテラシーを「①科学を学ぶ」「②科学について学ぶ」「③科学を実践する」の3領域に分けている(ホドソン2000)。この明解な整理からわかるように、科学的リテラシー

は、科学論的な教養にもとまらず、実践の領域までも射程に入れた多元的・重層的な概念なのである。

## 2.2.2 PISAにおける Scientific Literacy

続けて、「科学的リテラシー」を測定して日本でも注目度の高い OECD の学習到達度国際調査 PISA2015 の定義をみてみよう (OECD 2015)。概論的な定義としては、「思慮深い市民として、科学的な考えを持ち、科学に関連する諸問題に関与する能力」である。そして、「科学的リテラシーを身に付けた人は、科学・技術に関する合理的な議論に進んで携わる」としたうえで、それに必要な能力 competency を次の3つに集約している。

- ①現象を科学的に説明できる：自然と技術に関する様々な現象についての説明を認め、提案し、評価する
- ②科学的探究を評価しデザインできる：科学的研究を記述・評価し、問いに対して科学的に取り組む方法を提案する
- ③データとエビデンスを科学的に解釈できる：様々な表現されたデータ、主張、アーギュメントを分析・評価し、適切な科学的結論を導き出す

かなり科学者の仕事がイメージされるような記述になっているが、注目すべきは、こうした能力が発揮される状況 context も示されていることである。その状況は、「健康と病／天然資源／環境基準／災害／先端科学技術」の5領域と「個人的／地域的・国家的／グローバル」という3範囲のマトリックスでそれぞれ場面設定される。ここからわかるように、PISA は科学的リテラシーの活用を、学校の教室や実験室における探究場面に限定していない。科学的リテラシーは、生活や社会に開かれたものとしてイメージされている。

この点は、前回の調査 PISA2012 の規定の方がよりわかりやすいかもしれない。そこでは「科学的リテラシーは個人の次の能力に注目する」としたうえで、次のように示される (OECD 2012)。

- ①疑問を認識し、新しい知識を獲得し、科学的な現象を説明し、科学に関連した諸問題についてエビデンスに基づいた結論を導き出すための、科学的知識とその活用
- ②科学に特徴的な諸側面を人間の知識と探究の一形態として理解すること

- ③科学・技術がいかに関わりの物質的、知的、文化的環境を形作っているかを認識すること
- ④思慮深い市民として、科学的な考えを持ち、科学に関連した諸問題に、進んで関わること

このように、科学を多面的・多角的に捉えたうえで、その営み自体を省察し、社会的能力を育成することが目指されている。

ただし、PISA は教育実践ではなくあくまでも調査であるから、それが示す科学的リテラシーは本来求められる能力 competency の一部に限定される【注4】。OECD の DeSeCo プロジェクトは、これからの社会で求められるキー・コンピテンシーを3つにカテゴリー分けした (図1)。このうち、PISA が測定する科学的リテラシーは、「相互作用的に道具を用いる」の下位区分「B 知識や情報を相互作用的に用いる」能力を測定するものにすぎない (関口 2015)。実際の教育実践の上では、生きてはたらく科学的リテラシーをより拡張的に捉えることになるだろう。

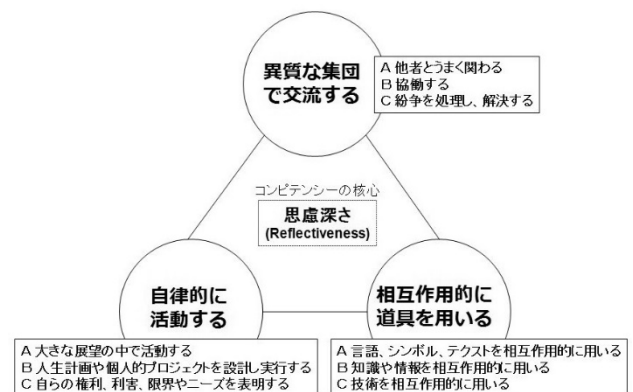


図1. キー・コンピテンシー (DeSeCo)

出典：国立教育政策研究所HP

## 2.2.3 科学的リテラシー論から科学教育への示唆

科学教育を専門とする鶴岡義彦は、「科学的リテラシーの概念に照らすとき、日本の理科教育は視野の狭さが際立つ」と断じる。その例として、関心の対象が自然の事物・現象のみに向いていて、科学そのものや科学者のあり方に向かうことがまずないことなどが挙げられている (鶴岡 前掲)。

学習指導要領ではどうなっているだろうか。現行の高等学校学習指導要領「理科」の目標は次のようになっている。「自然の事物・現象に対する関心や探究心を深め、観察、実験などを行い、科学的に探究する能力と態度を育てるとともに自然の事物・現象についての

理解を深め、科学的な自然観を育成する」。科学教育を専門とする大高泉によると、この目標は1960年代の学問中心カリキュラムで標榜された専門科学的能力の育成を中心としており、シティズンシップとしての科学的リテラシー育成という世界の動向と軌を一にする方向性が見えにくい（大高 2013）。

ただし、その方向性を全く欠いているとまでは言えないようだ。平成21年3月に告示された現行の学習指導要領「理科」では、「科学生活と人間」という科目が新設され、各基礎科目の目標の冒頭には「日常生活や社会との関連を図りながら」という文言が入った。これは先述した意味での「科学的リテラシーの観点から」の改訂であったと言える（田代 2008）。実際、同「解説」の中でも、改訂の趣旨として「科学や科学技術の成果と日常生活や社会との関連にも留意し改善を図る」とある。

しかし、では科学的リテラシーは現行の理科カリキュラムの中にすっぽり落とし込めるのかと言えば、そうはいかない。大高は、理科教育の目的を、科学観と対応させながら4つに類型化している（大高 2002）。

表 1. 理科教育の目的類型（大高 2002）

	理科教育の目的や特徴	依拠する科学観
①	実用的知識の伝達	実利的・功利的科学観
②	専門科学的能力の育成	探究としての科学観
③	科学論的理解	文化的・社会的存在としての科学観
④	社会的能力の育成	社会的・政治的存在としての科学観

このうち、先述の文脈での科学的リテラシーで示される目標は、②③④を包含するものである。これに対して、現在の科学教育は②に著しく偏っている、というのが鶴岡や大高の不満なのだと考えられる。付け加えて言えば、科学の成果を日常生活と関連付けたとしても、それが専ら①の類型にとどまってしまう可能性、あるいは日常生活や社会との関連付けが導入のツカミで終わる可能性もある。そうなると、③④を含んだ科学的リテラシーの育成は達成されないことになる。

また、科学的リテラシー論が当初から「技術」の観点をもっていたことも示唆的である。日本ではサイエンスということばが純粋科学（基礎科学）を連想させるため、「科学」と「技術」が別個に取り扱われ、とり

わけ中等教育では両者の交流に乏しい、という指摘がある（小林 2007）。この点でも、縦割りの教科教育各論を越えた議論が求められている。

## 2.2.4 STSアプローチ

科学的リテラシーを表1中の④までを含む広義なものとして捉え、それをシティズンシップの一環とみなす観点は、STSアプローチ、STS教育と呼ばれる立場と結びつく。STSとは、Science, Technology, Societyの頭文字を取ったものである。科学教育の文脈でのSTSアプローチ、STS教育とは、「学習内容を、学習の文脈として技術や社会の中に位置づけ、それらとの関連において理科を学習しようとする」考え方を指す（丹沢 2013）。先述のとおり、特にアメリカでは1980年代に科学教育の危機を克服する方途として大きな運動となり、科学的リテラシーの育成と強く結びつけられてきた経緯がある。日本の科学教育研究においては、1990年代前半からこの潮流に属す実践研究が盛んに発表され始めた。この背景として、海外の動向の紹介のほか、高校におけるIA科目の新設や、環境教育への注目の高まり、理科離れへの対策などが挙げられる（内田・鶴岡 2014）。

このアプローチの登場は、先述した「科学そのものの教育 education in science」のみの段階から、「科学についての教育 education about science」を含む教育への拡張の流れに位置付けることができる。一方、理科教育の中で具体的な単元・教材開発を考える段階になると、「理科におけるSTS教育」なのか「STSを通しての理科教育」なのか、という分岐が生じる（鶴岡 2002）。前者は、理科教育（科学教育）元来の学習内容としてSTS＝技術や社会に関連した事項が含まれる、ということの意味する。後者は、理科教育固有の目的を達成するための通り道として、すなわち目的に対する手段となる方法や題材としてSTSが重要な役割を果たす、ということの意味する。もっとも、後者の場合でも、理科の目標の中から完全にSTS要素を排除するとは限らないため、実際のところ両者の区別はさほど厳格ではない。

「理科におけるSTS教育」では、表1中の③④の立場が含まれることになるだろう。科学が元来文化的・社会的な営みだからこそ、理科教育・科学教育はその本質的内容として社会を取り上げなくてはならない。「STSを通しての理科教育」については、その代表的な研究者の一人である小川正賢が、戦後初期のいわゆる「生活理科」の現代版のようなものと言っている。

る(小川 1993)。「生活理科」の発想では「科学的な知識を系統的に身につけるといよりは、子どもたちの経験を再構成して単元とし、その単元における問題解決をはかるために、科学的な知識と科学の方法、科学的な態度を統一的に育成」しようとする(森 2017)。

しかし、子どもの経験から出発するという発想は、理科教育固有の目的に照らして学習を焦点化しようとするのと必ずしも一致しない。むしろ、一つの学問領域におさまらない、総合的な学習が要請されることになる。実際、STS教育は「総合的な学習」における「教科をクロスする学び」のあり方として注目されており(野上編 1997)、理科に限らず各教科で取り込まれるものとみなす理解も有力である。社会科に関して言えば、公民科「現代社会」において、酸性雨の性質やその影響を化学実験で確認する学習をふまえて環境問題への取り組みを考えさせる単元開発などの例がある(陶山 1997)。

いずれにせよ、生活や社会の問題意識から出発するこのアプローチの興味深い点は、最終的にその問題に対する態度形成や意思決定に至らずにはおかないということである。学習目標として、問題のSTS的な「理解」のみをかかげるのか、意思決定や問題解決のスキルまでをも含むのか、という論点は一つの分岐点になる。しかし、前者を採った場合でも、理解の先に何らかの意思決定を伴った行動があることは当然想定されるはずである。

## 2.3 現代科学論

前項で検討したのは、主に一般市民の科学的リテラシーを育成する科学教育・理科教育の議論である。ここで、それはSSHが育成を目指す科学者が持つべき科学的リテラシーとは違うのではないか、という反論がありうる。教育学に基盤をもつ教科教育学の主な関心は科学に特化した専門家を育てることではないので、この問いに科学教育研究のみを頼りに答えるのは難しい。そこで、本項では、現代科学論を手がかりに、市民がもつべき科学的リテラシーと科学者がもつべきそれとが接近していること、また接近すべきことを論じる。言い換えれば、科学者が持つべき資質の中に、専門科学的能力だけでなく、科学論的理解や社会的能力が強く要請されることを示す。

### 2.3.1 ブダペスト宣言

1999年、約2000名の科学関係者を集めて開催された世界科学会議で、1週間にわたる議論の末に採択さ

れた「科学と科学知識の利用に関する宣言」(通称「ブダペスト宣言」)が興味深い。この宣言は、「このまま20世紀型の科学を発展させて、21世紀は大丈夫なのか」という問題意識に貫かれていた(有本 2007)。

この宣言では、科学研究の本質である「知識のための科学」という営みを大切にしつつ、21世紀の科学の責務として「平和のための科学」「開発のための科学」「社会における科学と社会のための科学」を深めることが提唱されている。この考え方は徐々に各所で影響力を高め、日本でも「第3期科学技術基本計画」に反映された。

この宣言の内容は、現代科学の特徴を端的に表現していると言える。本稿の関心からは、「社会における科学」「社会のための科学」という考え方が重要である。現代の科学では、知識が進歩することが必ず「社会のため」になるとは限らない。一方で、科学は既に社会の中に深く埋め込まれてしまっている。これを自覚し、社会的な存在としての科学者像がイメージされているのである。このメッセージは、研究資金の獲得のためにアウトリーチ活動を頑張ろう、というような形で矮小化されてはならない。

では、「21世紀の科学」の特徴は何か。また、これからの科学者に求められる資質とはどのようなものか。

### 2.3.2 トランス・サイエンス

核物理学者ワインバーグが1972年に発表した論文は、現代科学の特徴を描いた古典と言える(Weinberg 1972)。彼は、「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ができない問題」を見出し、これを「トランス・サイエンス的問題」と呼んだ。

これに属する問題には、次のようないくつかの類型がある。

- ①科学の不十分さに由来する問題  
科学的知識が不確実、または答えを得ることが現実的に不可能であるために生じる  
例：低レベル放射線の生物への影響、  
発生確率がきわめて低い事象の予測・評価
- ②対象の不確実性に由来する問題  
人間や集団の行動など社会事象が関係し、研究対象自体に不確実性があるために生じる
- ③価値との結びつきが強いことに由来する問題  
例：基礎科学と応用化学どちらにより資源を投入すべきか

この議論の特徴は、科学自体に内在する要素に着目していることである。一般的には、科学自体は中立・客観的なもので、何か問題が起こるのは一部の人間が悪い利用の仕方をするからだ、という理解がある。この理解は、自然に関する知識生産としての科学と、その知識を応用する営みとを区別することができる、という発想に立っている（小林 2007）。そう考えるならば、原子力を開発するのは科学者が、その平和利用のあり方を考えるのは国際法学者や倫理学者が、などの分業が可能になるだろう。

しかし、いまわれわれが直面しているのはそのような問題ばかりではない。たとえば、ワインバーグが例示する低レベル放射線問題について、東日本大震災の後の「直ちに健康に影響はない」という言説が生んだ混乱は象徴的であった。こうした問題では、科学者の中で見解が分かれる場合でも、各所で何らかの意思決定は迅速に求められる。つまり、多くの場合科学者の結論を待つことができず、科学者が見解を示したとしても最終的な決定には科学以外の論理が持ち込まれる可能性が高い。

そこで、必要な意思決定を誰が行うのか、ということが問題になる。ワインバーグは、「利害関係者や市民を巻き込んだ公共的な討議」の必要性を説く。そして、科学者もまた、その公共的な討議に参加して集合的的意思決定に加わるべきだ、とされる。こうして、現代の科学者に求められる資質は、公的領域における市民の活動と重要な接点をもつものとみなされる。

### 2.3.3 ポスト・ノーマル・サイエンス

科学史家のラベッツが提起した図2は、社会的な意思決定に関わる科学の枠組みを明晰に示している（ラベッツ 2010）。

この枠組みでは、科学とは客観的で確実性に至る知だという科学観が斥けられ、2つの指標が用いられている。横軸にある「システムの不確実性」は、その科学に関わる様々なシステム（研究対象、研究方法、政策決定プロセスなど）がどの程度不確実性をはらんでいるかを示している。たとえば、数量化してリスク評価できない、社会の様々なシステムが相互に与える影響が大きくなって独立に機能できない、といった様々な不確実性が科学には付き物である。縦軸の「決定のステークス」は、ステークホルダーという語があるように、その科学から生じる決定の影響で利益や損害を受ける当事者の数や関係の程度のことである。利害関係者が多く、多様になるほど、単純な費用対効果の問

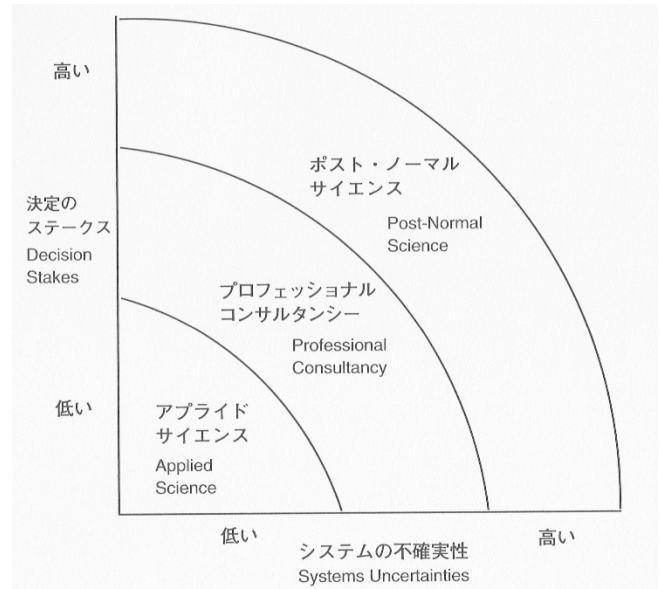


図2. ポスト・ノーマル・サイエンスの位置

題では済まなくなる。

「システムの不確実性」が低く、「決定のステークス」も低い場合は、「アプライド・サイエンス（応用科学）」の領域である。この領域では、利害関係者の複雑な事情や研究が与える影響の是非などに頭を悩ますことなく、「単純なパズル解き」、すなわち教科書的な原理・法則を適用していくことができる。

「システムの不確実性」「決定のステークス」が高まると、「プロフェッショナル・コンサルタンシー（専門家への委任）」の領域となる。具体例は、手術に執刀する医師や土木工事の技術者である。ここでは教科書的な原理・法則を型通り適用することができない状況にしばしば直面し、専門家自身がその場その場で柔軟に判断をすることが必要になる。この領域では、素人が何かをできるわけではなく、問題解決は熟練した専門性に委ねられる。

「システムの不確実性」「決定のステークス」の両者がとても高い場合、「ポスト・ノーマル・サイエンス」の領域となる。これは、「事実が不確実で、価値が論争的であり、ステークス stakes が高く、決定が急がれる、通常は問題が主導する研究」である。具体的には、今後の日本が原発をどうするか、地球温暖化問題にどう取り組むか、といった問題である。この領域では、熟練の専門家に任せても、応用科学をどれほど進展させても問題解決には至らない。利害関係者の多様な意向や、専門家が見落としがちな現場知を考慮しながら、問題解決が目指される。

通常、科学研究の世界では同分野の専門家同士がピ



ア・レビュー、すなわち学会誌等に載せる論文を互いに査読して、研究の品質管理と領域確定を行っている。これに対して、ポスト・ノーマル・サイエンスの領域では、専門家ではない一般市民や利害関係者も交えた「拡大されたピア・レビュー」によって、科学の品質管理が行われることになる。それは、公的な資格をもつ人々や（潜在的な）被害者だけでなく、問題解決に参加したいと願う人々も含まれたコミュニティを必要とし、「市民陪審」「コンセンサス会議」などの形をとる（塚原 2012）。この意味では、科学に対するシビリアン・コントロールと表現されることもある。

以上の議論を、科学者に求められる資質という観点で検討し直してみよう。「アプライド・サイエンス（応用科学）」の領域で科学者に求められる役割は、現代の文明生活をより豊かに、便利にする研究を行い、その原理を多方面で応用してもらうことである。「プロフェッショナル・コンサルタンシー」の領域では、高度な知識を持つだけでなく、その場の状況を適切に判断し、臨機応変に知識・技能を加工して用いていく資質が求められる。以上の資質は、おそらく通常の理数系教育といくらかの職務経験によって身につけられるものであるだろう。

これに対して、「ポスト・ノーマル・サイエンス」の領域では、自身の研究がどのような不確実性と利害対立を抱えているのかを認識すること、科学的な事実・手法以外の重要な観点（たとえば価値判断）を理解すること、「公共的な討議」に関与して市民と対話すること、などに関わる能力が必要になる。こうした資質は、理数系教育の内部だけで培われるものではないと考えられる。

### 2.3.4 サイエンス・コミュニケーションの課題

先の議論で「公共的討議」が繰り返し出てきたことからわかるように、トランス・サイエンス、ポスト・ノーマル・サイエンス時代の科学者の役割にとって、「コミュニケーション」は一つのキーワードとなる。

なぜ科学者はコミュニケーションに関わる必要があるのだろうか。そこには、単に研究を理解してもらい、援助してもらうためにアウトリーチ活動が重要だ、ということ以上の背景がある。

科学技術社会論を専門とする平川秀幸が紹介する英国の事例が示唆的である（平川 2011）。英国でBSE（牛海綿状脳症、俗に狂牛病と呼ばれる）が発見された際、政府に問題の検討を任せられた科学者たちは、BSEは人に対しては絶対安全だ、と述べた。政府は

同内容の発表を行い、感染防止策はほとんど講じられなかった。しかし、数年のうちに新種の人型BSEの犠牲者が次々に現れ、ついに政府は人に感染するリスクを認めた。結果、政府はもちろん、科学者集団に対する国民の不信感が高まり、「信頼の危機」と呼ばれる一大事となった。

現代の「信頼の危機」をどのように捉えればよいだろうか。現代社会の中の様々なシステムは高度に抽象的で、われわれはその全容を知ることができない。それでも、私たちはそれらを生活に活用している。その背景には、「専門家システムへの信頼」がある。「私は、自宅でただくつろいでいる時でも、私が依拠する専門家システムに組み込まれている。自宅の階段を上る際、たとえ建造物が原理的に倒壊しうることを承知していても、私はことさら何の懸念も抱かない。住宅の設計と建築について設計者や建築業者が用いる知識の決まりについて私はほとんど知らないが、それでも私は、その人たちのおこなったことがらを『信じて』いる」（ギデンズ 1993）。こうした「専門家システムへの信頼」が現代の社会生活を支えているのは誰の目にも明らかだろう。それが「危機」にあるということは、単に科学者や政策関係者にとって望ましくない状況である以上の、社会的な「危機」なのである。

この「信頼の危機」を乗り越えるため、英国では、政府と科学者は2つの方向性を採った。第一に、科学の不確実性への認識を共有することである。第二に、科学の営みを市民社会に向けて開くことである。すなわち、それまで一方通行的でテクノクラシー的だった科学技術と市民・社会との関係を、「対話や合意形成、相互理解、信頼構築を重視した双方向的で民主的な関係」に改めていくことが試みられた。これは、平川の言葉では「専門性の民主化」である（平川 前掲）。

なお、科学教育の研究者である笠潤平によれば、英国の公教育における科学教育カリキュラムは既にこの方向で考えられている。「政府の科学政策に対する信頼の危機には、公衆への宣伝ではなく対話しか解決の道はないのだという共通認識」の下、「科学的リテラシー」を育成するカリキュラムが求められた（笠 2013）。

平川は、震災と原発事故の後、日本版「信頼の危機」が到来したという。そして、英国と同様に、それを克服する方策として、①「絶対安全だから信じよ」という姿勢をやめて、市民・政府・科学者がリスクを評価・管理していこうとする姿勢の登場 ②「対話」や「合意形成」など双方向的なコミュニケーションの広がり を指摘する。しかし、平川の評価では、それは非常に「中

途半端」である。「たとえば近年盛んになった科学技術コミュニケーション活動の多くは、科学の面白さや知識を伝えることを重視した『理解増進活動』が圧倒的に優勢で、公共的な選択のための活動は盛んではない」

(平川 2011)。この現状認識には、日本におけるサイエンス・コミュニケーションの課題が集約されている。

その課題とは、「欠如モデル」の限界である。欠如モデルでは、「信頼の危機」に対して、①公衆が科学に不信感を持ったり科学者と対立したりするのは問題である、②この問題の原因は公衆の側の科学知識の欠如である、③この問題の解決方法は公衆に科学知識を注ぎ込むことである、という立場を採る(伊勢田 2013)。

これは市民社会におけるサイエンス・コミュニケーションの問題だけではない。笠潤平は、原発事故後に文部科学省と資源エネルギー庁が発行した、原子力と放射線に関する学習に向けた副読本を分析し、そこに典型的な欠如モデルを見出している。それらの基本姿勢は、「科学では決着がつかないような領域の問題について特定の立場を『科学的常識』とみなし、その常識が国民に欠けていることが問題であるとする」ものであった。これは「『正しい』科学的知識・理解の不在、誤った情報の流布が国民の混乱を生み、不安と原子力政策への漠然とした反対を生んでいる」という考えに立つものとして、厳しく批判される(笠 2013)。学校教育もまた、欠如モデルにとどまらないコミュニケーションのあり方を必要としているのである。

専門家や専門知への信頼自体が揺らいでいる社会状況において、欠如モデル＝啓蒙的な態度のみで「信頼の危機」に対処することが困難なのは明らかである。

「専門性の民主化」を志向し、市民と専門家の対話を促すサイエンス・コミュニケーションは、適切に組織・運営されれば専門家への信頼を高めることができる(八木 2009)。現代の専門的科学者は、市民に自らの仕事を「わかってもらおう」だけでなく、いかに市民と協働して問題解決や意思決定に向かうか、いかにして公共財としての信頼を築いていくかを考えなくてはならない。この課題は、将来の科学者としての資質を育成する教育活動にも当てはまる。

## 2.4 小括：科学的リテラシーの捉え方

ここまでの議論をふまえて、科学的リテラシーをどのように捉えたらよいだろうか。

廣野喜幸は、サイエンス・コミュニケーションの観点から「科学技術リテラシー」を多面的に検討し、表2のようにまとめている(廣野 2008a)。

表2. 科学的リテラシーの内容(廣野 2008a)

①基礎的な概念・理論
<ul style="list-style-type: none"> <li>・確率</li> <li>・先端科学技術の成果</li> </ul>
②科学という活動・プロセス
<ul style="list-style-type: none"> <li>・科学研究とは何か</li> <li>・エセ科学の見分け方</li> <li>・科学のおもしろさ</li> <li>・自然の素晴らしさ、不思議さ、偉大さ、恐ろしさ</li> <li>・実験の性質</li> <li>・科学的思考</li> </ul>
③科学と社会の関係
<ul style="list-style-type: none"> <li>・科学の明暗両面性</li> <li>・科学の進歩によって、白黒をはっきり判断できないグレーゾーンが増大していること</li> <li>・科学者には説明責任があること</li> <li>・科学による判断基準がすべてではないこと</li> <li>・先端科学技術研究の成果の社会的意味</li> <li>・科学に関心をもつきっかけ</li> </ul>
⇒実践的に分類すると、
(A)個人的な問題に対し、それを使いこなせること
(B)社会的な問題に対し、それを使い判断を下せること／インフォームド・ディベートができること

この表中には、先に検討した科学教育研究における科学的リテラシー論の諸側面、また現代科学論からみた科学の特徴と科学者に求められる資質が包括的に組み込まれている。廣野は、続けて科学技術者に必要な社会的リテラシーをまとめている(廣野 同前)。それは①科学技術者と市民との発想の差、②ローカルノレッジ、③科学という活動・プロセス、④科学と社会の関係 という層で捉えられているが、基本的には表2と同じ枠組みで規定されている。市民を育てる科学教育であれ、科学者を育てるSSHであれ、育成すべき資質には共通性があるということだろう。同時に、前項での議論をふまえれば、現代社会で活躍する科学者(理数系に進学する生徒)の育成のためには、市民(それ以外の生徒)との対話が不可欠であり、後者の裾野をいかに豊かにできるかが教育活動の成否を握っていると考えられることでもある。

ただし、この表2はそもそもサイエンス・コミュニケーションの観点で作成されているため、第2節でみ

たような実践・参加という社会的能力の次元が表に現れていない。そこで、表2の③をさらに2つのレベルに分け、次のように捉えることにする。また、いくつかの表現をよりイメージしやすいように改めた。

**表3. 科学的リテラシーの捉え方【暫定版】**

I	科学諸分野の知識・概念理解
II	科学的な思考力・探究プロセスの習得 ※科学という営み自体への認識を含む
III	技術，社会と関連付けた文脈的理解
IV	参加とコミュニケーションの実践

さしあたり、この表3を科学的リテラシー検討の結論としておこう。

### 3 科学的リテラシー育成への社会科の貢献

本節では、表3にまとめた科学的リテラシーの全容をふまえ、社会科の学習が「科学的な思考力・探究プロセスの習得」などに寄与しうることを論じ、さらに社会科をプラットフォームにした「技術，社会と関連付けた文脈的理解」，「参加とコミュニケーションの実践」に関わるカリキュラム・単元開発の観点を概略的に示す。

#### 3.1 「科学的な思考力・探究プロセス」を学習する

表3中のⅠの次元は学習の対象に関わるものであり、教科で言えば理科や数学に固有なものと言えるだろう。では、Ⅱはどうだろうか。ⅡがⅠから相対的に自律して規定できるものとするならば、たとえば科学的思考というものが自然以外の対象に向けられることもありうるのだろうか。

宇宙物理学者の須藤靖は、科学哲学者の伊勢田哲治との対談で、科学者の姿勢を説明しながら次のように語っている（須藤・伊勢田 2013）。「少なくとも物理学においては、ある理論が受け入れられるに至った過程は、既知の実験・観察結果をどれだけ無矛盾に説明できる理論であるかということと、その理論自体の単純さ、美しさ、普遍性、汎用性などといった尺度が絡まっているのだと思います」「物理学は既に知られていることの説明から出発して、未だ知られていないことを予言するという一般化を無限に繰り返す営みです」。

この説明のうち「物理学」を、たとえば「経済学」と入れ替えてみれば、それは現代の経済学者が語った

と言われてもさほど違和感が無いものに聞こえる。それはすなわち、科学的思考・科学的態度というものがある程度転移可能なもので、教科を越えて様々な場面で育成できるということだろうか。

ここで、中教審資料「次期学習指導要領に向けたこれまでの審議のまとめ」の中で示された、理科の「見方・考え方」（中学校）を参照してみよう。「自然の事物・現象を、質的・量的な関係や時間的・空間的な関係などの科学的な視点で捉え、比較したり、関連付けたりするなどの科学的に探究する方法を用いて考えること」とある。科学教育を専門とする大野栄三は、この文の中から「自然の」などを削除すれば、社会科学分野が関係する他教科の見方・考え方と区別がつかない、と指摘している。しかし大野は、だからこそ「科学的」という文言こそ核心なのだとし、その意義を「知識は実験によって検討される」ということに見出している（大野 2017）。

このように「実験して確かめる」ということが科学に不可欠だとする考えは、たしかに広く共有されているようだ。たとえば、ノーベル賞物理学者であるステイーヴン・ワインバーグは、歴史上の様々な「科学者」を評価した科学史の中で、自らの説明を実験によって実証しようとした者のみを科学者と認めている（ワインバーグ 2016）。しかし、そこで彼が本当に重んじているのは、「科学的説明とは仮説にすぎない」という科学の不確実性への認識である。つまり、ロゴス（理性＝世界の理法）や目的論にとらわれたり、理論の美しさを守るために探究過程で得られた観察結果を無視・隠蔽したりする態度が批判されているのである。このように捉えるなら、対象が自然の事物や現象以外であっても、何らかの仮説を立て、データや資料に基づいてそれを何重にも検討していく営みは、科学的思考・態度と大いに関わりがあると言うべきだろう。

実際に、中・高の社会科教諭である橋本渉による社会科（公民科）の授業実践報告を見てみよう。この授業では、たとえば「物価上昇率と失業率とはトレードオフの関係にある」という仮説を検証するため、統計表から各年の数値を生徒に読み取らせ、グラフ用紙にプロットさせていく。生徒はどのようなグラフを描くのが適切か話し合い、完成されたグラフが何を意味しているのか、説明を共に考える。これは経済学でフィリップス曲線と呼ばれるグラフであるが、日本にどの程度あてはまるのか、どの時代状況でも同じように成り立つのか、など様々な議論がある。この学習を経て、「ケインズ政策を続けることが、経済成長にマイナス

の効果を与える」という仮説に対して、生徒は数値で観測可能な事象を根拠に説明を考えたり、反例を見つけたりすることになる（橋本 2015）。これは子どもを「小さな経済学者」にする実践とみなせるが、ここで生徒が習得しているのは科学的リテラシーの一環である科学的思考力・科学的態度と言えないだろうか。

一般に、社会科の目標は、①（科学的）社会認識を形成し、②公民的（市民的）資質を育成することにある。元来①と②は切り離せないものだが、どちらをより重視するかで異なる授業論が生まれることになる。たとえば経済学習なら、①を重視して経済学者の科学的な探究の現場を生徒が追体験することを重視する立場と、②を重視して社会的な問題解決に向けて経済学の知見を道具的に活用しようとする立場に分岐する。子どもを「小さな経済学者」とする橋本実践に顕著に表れているように、一般に高校段階では前者が多くなってくる。その場合、学問上の理論を体系的に教えるというよりも、子どもが仮説を事実に基づいて吟味・修正（反証）しながら、理論を発見・習得していくことが望ましく、そうした合理的手順にこそ「科学的」であることの基準があるとされる（梅津 2000）<sup>【注5】</sup>。

この観点からすると、いわゆる親学問の探究作法が「科学的」と呼べるのだとすれば、授業におけるその学習は科学的思考・科学的態度を習得させていることになるだろう。経済学など社会科学は、学問の成り立ちからしても自然科学の探究をモデルにしている側面がある。現代の経済学、政治学、社会学では、数理的なモデルを提示し、数量化できるデータに基づいてそのモデルの正しさを検証していくことが重要な研究方法となっている<sup>【注6】</sup>。ふつう数式やグラフが出てこない法学・法律学でも、どのような事例であれば前に起こった事例と同じ解決になるかを明らかにする必要がある、「現象を丹念に分析し、原因や背景について考察を加えて、さらに一般法則を考えるという点」で、科学的思考と法的思考は共通している、したがって法教育の中でも科学的リテラシーを育成できる、とみなす見解もある（米村 2017）。

社会科は主に地理・歴史・公民の三分野で構成されているので、前二者についても検討しよう。まず地理学は「地表を舞台に地理的条件と人類（集団）との関係を解明」し、「地理的事象の地域的発現に関する理論的検討と法則性を追求する科学」（上野 2015）であり、たとえば「リングはなぜ落下するのか」が物理的な発問だとしたら「富士山はなぜそこにあるのか」というのが地理的な発問である（中村 2009）。また、コンピ

ュータの発達や統計資料の整備を背景に発展した計量地理学の方法論は広く浸透したし、近年の地理教育の中でもGIS（地理情報システム）などの活用が提唱されている。大学の組織上、地理学は自然科学系のセクションに属することも多いので、地理教育が地理学に依拠するならば、それが科学的リテラシーの育成に関わるという主張にはさほど違和感を抱かれなくてもいいかもしれない。

ふつう大学の組織上は文学部に属し、およそ科学と正反対のように思われる歴史学もまた、「論理整合性」と「事実立脚性」を備えた「客観的な科学」の営みとみることができる（遅塚 2010）。もちろん、歴史学はいま目の前に観察できない過去を対象にしているから、その命題は実験によってポジティブに証明されることはなく、通常は再現可能性もない<sup>【注7】</sup>。それでも、新たな史料や考古学的事実の発見により反証される可能性に開かれてはいる。こうした特性から、フランス史の碩学であった遅塚忠躬は、歴史学を「ソフトな科学」と呼ぶ（同前）。

しかし、歴史認識をめぐる激しい対立が生じる事態をみれば、その科学らしさはつかみにくい印象もあるかもしれない。その対立の背景の一つは利用できる史料が少なすぎる（古代史）、または多すぎる（現代史）ことにあり、前節で論じた科学そのものの不確実性・不定性の問題がここにも関わってくる。一方、ポストモダンの思潮の中で批判されたように、どんなに厳格な史料批判をしても、厳密さを欠いた言葉を介した認識・解釈の作業が加わる限り、それは科学ではなく文学に近いものだ、という主張もある。これに対して、社会経済史を専門とする小田中直樹は、歴史学の営みを「コミュニケーションに正しい認識」に至るものとしている（小田中 2004）。

「コミュニケーションな正しさ」という見解は示唆に富む。自然科学研究の世界で、「これは科学的に正しい」「これは科学的に証明されていない」という判断が実質的にピア・レビューによってなされるのだとすれば、それもまたコミュニケーションな正しさを生み出す営みだということもできるだろう。同時に、「正しい」認識が生み出される営み自体を理解しようとする科学論的な学習は、歴史学習においても可能である。本校教諭である山田耕太による、生徒が教科書記述を問い直し、新たな記述を作り出す協同学習の実践（山田 2016）は、その一例とみることができる。

コミュニケーションな正しさを探求する科学としての社会科学学習という観点をより鮮明にするため、よ

く知られた加藤公明の「考える日本史」授業を参照してみよう。加藤の実践では、いまだ確認された事実・解釈のない史料から疑問を見出し、問いを立て、生徒自身が仮説を練り上げ、検証していく。興味深いのは、教師が正答や有力な学説を紹介するのではなく、どの仮説を支持するか生徒が投票を行い、論理性と実証性、さらに個性を持った説を選び取っていくのである。この実践は、「子どもが教材から教育内容を導き出し、自分で科学的な歴史観を形成する方法論（とくに、学問すること・研究することの本質的なプロセスである仮説的推論）を身につける問題解決学習」とみることができる（石井 2017）。また、これは同時に科学と民主主義を結合する、すなわち前項でみた「専門性の民主化」を志向するサイエンス・コミュニケーションに連なる営みとして捉えることもできるだろう【注8】。

以上の検討から、表3中の科学的リテラシーの内容【II】、つまり科学的思考、科学的探究の態度、そして科学の営みに対する反省的認識について、それらを【I】の領域から自律させて転移可能なものと捉えてよいのであれば、社会科の学習においても高度に育成されうる事がわかる【注9】。

### 3.2 科学を技術・社会の文脈で捉える視点を提示する

本項では、社会科教育が主題化してきたいくつかのテーマのうち、表3中の科学的リテラシーの【III】に関わるカリキュラム開発のヒントになりそうなものを例示する。総じて言えば、社会科が扱う主題や観点は、理数系教科だけでは【I】や【II】にとどまりがちな科学的リテラシーの捉え方を拡張する役割を担うものと言える。その意味で、これらは前節で論じたSTS教育を実現するクロス・カリキュラムの観点と見てもよい。

#### 3.2.1 科学者の社会的責任

「科学者の社会的責任」は、戦後日本の科学論である時期に盛んに論じられた主題であり、本校社会科がSSH研究テーマに掲げてきたコンセプトである。

「科学者の社会的責任」とはどのようなものか。これまでの議論の変遷から、次の3つの「責任」のあり方を導き出すことができる（藤垣 2008）。

##### ①科学者共同体内部を律する責任

- ・すべてのバイアスから自由であろうとすること
- ・目先のわかりやすさや利潤に心を奪われないこと

##### ②知的生産物に対する責任

- ・原子力、バイオテクノロジー、生殖医療など、科

学の成果が科学者共同体の外部で利用される際のコントロールと製造物責任

- ・科学者共同体の閉鎖性を批判する視点を持ち、利害関係者とともに議論すること

##### ③市民からの問いかけへの呼応責任

- ・科学者の社会的リテラシー：自分が行う研究の社会的意味を理解すること
- ・説明責任：科学者が保有する資源の利用を認めてくれる利害関係者に説明報告を行うこと
- ・わかりやすく説明する責任：市民のもつ科学イメージと科学研究とのギャップを埋め、誤解や短絡的な理解を防ぐ
- ・意思決定に用いられる科学の責任：原発再稼働、食品の安全性など、社会的・政治的意思決定の根拠や基準となる知見を生み出すシステムを構築すること
- ・報道に用いられる科学の責任：自分の研究が歪曲されて伝わることを防ぐこと

これらの主題群は、社会科を中心とした単元開発、クロス・カリキュラム、SSH企画などを構想し、位置づけるヒントとなる。たとえば、「わかりやすく説明する責任」の前提として、本校英語科や技芸科が取り組んでいるプレゼンテーション技能の育成を位置付けることができるが、これはさらにいま科学者が自分の研究をどのように発信しているか、また過去に科学者の発言がどのように伝えられ、理解されてきたのか、というメディア論的な学習とも関連付くだろう。

本校論集やSSH報告書で毎年報告されているのでここで詳論は避けるが、本校社会科がSSH企画の柱の一つとしてきた「水俣から日本を考える」は、①～③の諸要素を包括する題材である。この取り組みでは、水俣市のフィールドワーク、科学者、市民、被害者、報道関係者など当事者へのインタビュー活動を継続的に実施してきた。これらの学習活動は、「共感」と「当事者意識」を入口として学習効果を高めることにつながっている。生徒たちは、たとえば細川一（チッソ水俣工場附属病院院長であり、水俣病を発見した医師）の心中の葛藤を想像し、自分だったらどう判断し、行動するかを考えずにはいられない。こうした社会的文脈に深く埋め込まれた利害・価値葛藤の体験は、科学の現場に立つ者の資質として欠かせないものだろう。

#### 3.2.2 リスク社会

「リスク社会」は、社会学者ウルリッヒ・ベックが

提起した概念である（ベック 1998）。彼によれば、科学技術の発展は、補償不能（影響が甚大で取り返しがつかない）・限定不能（影響を一地域・一期間に限定できない）・知覚不能（放射線や食品に含まれる有害物質のように、五感で直ちに知覚できない）などの特徴をもつ新たなリスクを生み出し、それらが産業社会の基盤を内側から変容させている。この意味でのリスクが伴う科学的問題の例としては、原子力発電、遺伝子操作、地球温暖化などが挙げられる。

この主題は3. 1 1後の社会科教育で盛んに取り上げられている。社会科教育学者の坂井俊樹は、リスク社会を教育課題として捉えた実践が持つべき視点として、次の7つを挙げる（坂井 2013）。

- ①地域や当事者のリアルな視点
- ②「食」や「生活」の安全・安心の視点  
- 持続可能な地球環境や社会 -
- ③科学研究の相対化  
- 対抗的研究者の位置づけ -
- ④合意をめざす議論の展開
- ⑤新しい政治文化の担い手の育成
- ⑥メディア・リテラシーの鍛錬  
- 私たちの判断諸相 -
- ⑦未来を見据えた現実的妥協的な思考  
(柔軟な現実対応力)

これらの視点の前提にあるのは、科学の不確実性・利害関与性への認識である。また、科学的知見が技術として活用される時、そこには価値の問題が分かち難く現れてくるという点も関わっている。

上記の視点は、①④⑤などに社会科が得意とする問題設定を多分に含みつつも、各教科・領域、また小・中・高を貫くような教材開発・単元開発のヒントを示していると言える。たとえば、生徒が化学の実験を通して食品の旨味を増す化学物質を発見した場合、科学の現場に近づけた学習にするならば、次に必要なのはそれを調味料・食品添加物として用いたときに人体に与える影響のアセスメントだろう。それが純粋に疫学的調査で片付く問題だと思われたとしても、世間には「食べてはいけない危険食品」などの言説が氾濫している現状がある。人々は科学者に「絶対に安全だ」と保証を求めがちだが、確実に危険はない、未来永劫絶対に大丈夫だ、などと断言するのはそもそも科学的態度ではない。科学者は、そうした言説が拡散する社会的背景（たとえば、メディア・バイアスの構造）を理

解したうえで、自分がどのように向き合っていくかを考えなくてはならないだろう。周知のとおり、遺伝子組み替え作物や新薬の開発など、科学の先端的な領域においては、トランス・サイエンス的な観点から、人体や環境に対するリスク・アセスメントが重要な課題となっている。

### 3.2.3 防災教育

防災教育は地理分野を中心に社会科の大きな関心事となっているが、それ以前に教科を越えた教育課題でもある。ここでは、教育方法学を専門とする松下佳代が紹介する、釜石市の小・中学校で実施されている防災教育をヒントにしよう。

釜石市では、児童・生徒に防災マップを作らせたうえで、避難の3原則を次のように指導している。①想定にとられるな ②その状況下において最善を尽くせ ③率先避難者たれ。

松下によれば、ここで児童・生徒は「単にハザードマップという〈科学の知識〉を蓄えるだけでなく、それがどのような方法で作られたのかという〈科学についての知識〉も得ていた」。また、「このような有事を想定した平時の教育の中で形成された科学的リテラシーが、有事での効果的な意思決定と行動をもたらした」（松下 2014）として、ここにトランス・サイエンス時代の科学的リテラシーの姿を見出す。すなわち、このような学習にはSTS教育の側面、特に科学論的理解が伴うのである。

釜石市教育委員会が群馬大学災害社会工学研究室と共同で作成したマニュアルでは、防災マップ作りは総合学習で、対処行動に関わる考え方の学習は社会科と理科で、実際の訓練は特別活動で実践するモデルが示されている。この事例は、科学的リテラシーを「科学についての知識」を含む重層的なものとして捉え、その資質を教科・領域を超えて育成するものとみることができる。

高校段階でも、SSHの一環として防災教育に取り組んでいる事例は、東北地方に限らず全国に多数ある。そこでは、社会科（地理）や理科（地学、物理）の探究活動を横断的に関与させながら、人間集団の心理やコミュニティのあり方など、教科の枠におさまらない学習も行われている。

### 3.3 参加とコミュニケーションの場をつくる

最後に、科学的リテラシーの重要な一側面であるサイエンス・コミュニケーションについて論じる。前節で検討したとおり、その内容は欠如モデルに立つ科学の啓蒙活動だけでなく、トランス・サイエンス時代の「公共的討議」に関わるものとしても捉え直されるべきである。

討論や議論、ディベートなどの言語活動は、社会科教育の授業方法・授業原理として重視されてきた。先に述べたように、社会科の目標は、①(科学的)社会認識を形成し、②公民的(市民的)資質を育成することであり、後者には市民と協働して社会的問題解決に取り組む参加の次元を含む、とする理解も有力である。

公立高校教諭である山本晴久による、「模擬コンセンサス会議」を採り入れた実践をみてみよう(山本 2013)。コンセンサス会議とは、主に欧米諸国で実施されている、市民参加のテクノロジー・アセスメントの手法である。ポスト・ノーマル・サイエンスの領域に属する科学問題について、公募された一般市民が、専門家から知見を得ながら評価し、合意文書を作成する。その文書を社会に向けて公表し、社会的議論を促すとともに、意思決定に影響を与えようとしている。これは、ラベッツのいう「拡大されたピア・レビュー」の一形態であり、また欠如モデルを越えて「専門性の民主化」を促す試みと言える。

山本は、生徒の身近な地域であり、震災後に「ホットスポット」として注目された千葉県柏市の放射能問題(低線量被爆の問題)を教材として取り上げ、方法としてコンセンサス会議を模した討論・合意形成の活動を用いている。その過程では、低線量被爆に関してそれぞれ異なる見解をもつ複数の専門家(科学者)をゲストに迎え、生徒との質疑応答をふまえて論点を整理して、その評価について討論が行われた。さらに、科学の専門家ではない地域住民や行政職員もゲストとして招き、その思いや取り組みなどを聴く学習をしている。そのうえで、最終的には「優先して税金を投入すべき政策課題は何か」という点に焦点化して合意形成を図るのである。

この授業構成は、現代科学の特性が要請するサイエンス・コミュニケーションの諸相を捉え、実際に市民に望まれる参加の活動をモデルにして作られている。ここでは態度形成までを含む、最も拡張された科学的リテラシーの育成が目指されているのである。社会科教育の方法論・教材の中には、このような社会参加やコミュニケーションにつながるものが多く蓄積されて

いる。それらは、ともすると欠如モデルに偏りがちなサイエンス・コミュニケーションの形を問い直す意義を有している。

なお、市民参加によるテクノロジー・アセスメントをモデルにした実践は、理科教育の中でも開発されている(たとえば、内田 2015)。

## 4 おわりに

科学的探究は自然を人間の活動から切り離すことで成り立つのだ、自然科学の学習は他の諸科学のそれとは切り離すべきだ、という主張には一理ある。しかし、第2節で確認したとおり、科学的リテラシーは元来そのように狭く捉えるべきものではなく、また現代科学の特性自体が科学者に総合科学的な見識や社会的能力を要請している。

本稿は、まず科学的リテラシーの概念を多元的・重層的なものとして提示することで、従来の様々な実践が科学に関するどんな資質・能力を育成しようとしているのか、理数系教科以外の教員による実践が未来の科学者を育てるうえでどのように役立っているのか、現状の取り組みで欠けている観点は何か、などを把握できるように試みた。ここでは社会科教育の立場に限定して、科学的リテラシー育成のために何ができるかを探ったが、同様に他教科の位置づけや役割も検討できるはずである。今後は、科学的リテラシーを総合的に育成するカリキュラムとして、本校のSSHに関わる教育活動をどのように捉え、評価できるのかを検討していきたい。

### 【注】

- 1) この概念は、本校のSSH研究開発の柱の一つとしても登場している。
- 2) 正確には「社会系教科」というべきである。高校には「社会科」という教科はなく、「地理歴史科」と「公民科」という2つの教科がある。しかし、関係者以外には実際この区別はあまり認識されていないこと、また教科教育学の研究上も社会科としての総合性が重視されていることから、ここでは通称として「社会科」と表現する。
- 3) 誰もが察するように、「批判的リテラシー」の概念の背後に、パウロ・フレイレの教育思想からの影響を見て取ることは容易である。
- 4) 同時に、PISA では数学的リテラシーも測定するこ

とになっていることにも留意したい。ここでいう科学的リテラシーは、数学的リテラシーから区別され、独自に規定されている。

- 5) このような意味で科学的な社会認識を重視するのは、いわゆる親学問が教養としてそれ自体価値あるものだからそれを崩さず教えるべきだ、という理由ではない。既存の社会で何となく共有されている、しばしば思い込みや偏見を含んだ認識から子どもを解放し、主体的に態度や行動を決定できるようにすることがその主眼である（桑原 2012）。
- 6) ただし、一般的には制度（法）を静態的に記述して覚える、という授業が多いのも事実である。また、公民分野は「親学問」が多岐にわたるため、比較的総合科学的で社会科全体の目的を重視する方向性の授業になりやすい傾向もある。
- 7) ヴィンデンバルト以来の区別に基づき、「法則定立的」な自然科学と「個性記述的」な文化科学とを分け、歴史学を後者の最たるものとみる論者もいる。しかし、マルクス主義ほどの法則性を求めずとも、出来事の原因や因果法則を探る試みは歴史学に欠かせないものであり、法則性の発見はその営みの一部と言うべきだろう。
- 8) 加藤の実践には、研究者集団の有力説よりも、教室において説得的とされた説を優先させている、という批判が付いて回った。加藤実践が既存の科学・学問を教室から問い直す授業論の系譜に位置づけられることをふまえれば、この批判の正当性自体に疑問の余地がある。しかし、原理的には、この類の批判は科学を民主主義と結合するサイエンス・コミュニケーションにとって避けられない問題となる可能性もある。
- 9) 科学的思考・科学的態度を、自然科学に固有の対象に関する知識・概念理解と切り離して論じること自体が不適切である、という反論はありうる。

#### 【参考文献】

1. 有本建男 (2007) 「科学技術の構造転換とコミュニケーション」『科学教育研究』第 31 巻第 4 号。
2. 有賀暢迪 (2013) 「ポスト・ノーマル・サイエンス」中村征樹編『ポスト 3. 11 の科学と政治』ナカニシヤ出版。
3. 石井英真 (2017) 「科学と教育の結合」論と系統学習論 田中耕治編著『戦後日本教育方法論史 上』ミネルヴァ書房。
4. 伊勢田哲治 (2013) 「欠如モデル」中村征樹編『ポス

- ト 3. 11 の科学と政治』ナカニシヤ出版。
5. 上野和彦 (2015) 「地理学の歩み」上野ほか編『地理学概論 第 2 版』朝倉書店。
6. 内田隆 (2015) 「未来のエネルギー政策を題材としたシナリオワークショップ」『理科教育学研究』第 55 巻第 4 号。
7. 内田隆・鶴岡義彦 (2014) 「日本における S T S 教育研究・実践の傾向と課題」『千葉大学教育学部研究紀要』第 62 巻。
8. 梅津正美 (2000) 「社会科学科」「科学的な社会認識」森分孝治・片上宗二編『社会科 重要用語 300 の基礎知識』明治図書出版。
9. 大高泉 (2002) 「理科教育の目的・目標と科学的リテラシー」大高・清水美憲編著『教科教育の理論と授業 II 理数編』共同出版。
10. 大高泉 (2013) 「平成 20 年版中・高等学校学習指導要領理科の目標」同編著『新しい学びを拓く 理科授業の理論と実践 中学・高等学校編』ミネルヴァ書房。
11. 大野栄三 (2017) 「学習指導要領・理科を支える柱」日本教育方法学会編『学習指導要領の改訂に関する教育方法学的検討』図書文化社。
12. 小川正賢 (1993) 『序説 S T S 教育』東洋館出版社。
13. 小田中直樹 (2004) 『歴史学ってなんだ？』PHP 研究所。
14. 釜石市教育委員会・群馬大学災害社会工学研究室・危機管理監／防災危機管理課 (2013) 「釜石市津波防災教育のための手引き」
15. ギデズ、アンソニー (1993) 松尾精文・小幡正敏訳『近代とはいかなる時代か』而立書房。
16. 桑原敏典 (2012) 「社会科学科としての社会科」社会認識教育学会編『新 社会科教育学ハンドブック』明治図書出版。
17. 小林傳司 (2007a) 『トランス・サイエンスの時代』NTT 出版。
18. 小林傳司 (2007b) 「科学技術とサイエンスコミュニケーション」『科学教育研究』第 31 巻第 4 号。
19. 坂井俊樹 (2013) 「リスク社会と社会科の教材開発・授業へ」坂井ほか編著『現代リスク社会にどう向き合うか』梨の木舎。
20. 篠塚明彦 (2005) 「スーパーサイエンスハイスクール (SSH) における世界史学習の取組み」『筑波大学附属駒場論集』第 44 集。
21. 杉山滋郎 (2002) 「科学教育」金森修・中島秀人編著『科学論の現在』勁草書房。
22. 須藤靖・伊勢田哲治 (2013) 『科学を語るとはどう



- いうことか』河出書房新社。
23. 陶山浩 (1997) 「現代社会」からのSTS教育へのアプローチ」野上智行編『「STS教育」理論と方法』明治図書出版。
  24. 関口昌秀 (2015) 「PISA=DeSeCoにおける科学的リテラシーの考え方」『神奈川大学心理・教育研究論集』第37号。
  25. 田代直幸 (2008) 「理科における学習指導要領の改訂」『科学教育研究』第32巻第4号。
  26. 丹沢哲郎 (2013) 「STSの授業構成」大高泉編著『新しい学びを拓く 理科授業の理論と実践 中学・高等学校編』ミネルヴァ書房。
  27. 遅塚忠躬 (2010) 『史学概論』東京大学出版会。
  28. 塚原東吾 (2011) 「ポスト・ノーマル・サイエンスによる「科学者の社会的責任」」『現代思想』第39巻第18号。
  29. 塚原東吾 (2012) 「ポスト・ノーマル時代の科学の公共性」『科学』第82巻第3号。
  30. 鶴岡義彦 (1998) 「サイエンスリテラシー」日本理科教育学会編『キーワードから探る これからの理科教育』東洋館出版社。
  31. 鶴岡義彦 (2002) 「STS教育の基本的な論理」日本理科教育学会編『これからの理科授業への提案』東洋館出版社。
  32. 鶴岡義彦 (2013) 「理科教育の目標としての科学的リテラシー」大高泉編著『新しい学びを拓く 理科授業の理論と実践 中学・高等学校編』ミネルヴァ書房。
  33. 長洲南海男 (1998) 「STS教育」日本理科教育学会編『キーワードから探る これからの理科教育』東洋館出版社。
  34. 中村和郎 (2009) 「地理的見方・考え方」中村ほか編『地理教育の目的と役割』古今書院。
  35. 野上智行編 (1997) 『「STS教育」理論と方法』明治図書出版。
  36. 橋本渉 (2015) 「学びの共同体の実践 公民 ケインズ経済学は、日本経済に効果的か？」佐藤学ほか編著『「学びの共同体」の実践 学びが開く！高校の授業』明治図書出版。
  37. 樋口とみ子 (2012) 「ユネスコにおけるリテラシー概念の展開」『カリキュラム研究』第21号。
  38. 平川秀幸 (2011) 「3. 11以降の科学技術ガバナンスに向けて」『現代思想』第39巻第7号。
  39. 廣野喜幸 (2008a) 「科学コミュニケーション」藤垣裕子・廣野編『科学コミュニケーション論』東京大学出版会。
  40. 廣野喜幸 (2008b) 「科学教育」藤垣裕子・廣野編『科学コミュニケーション論』東京大学出版会。
  41. 藤垣裕子 (2008) 「科学者の社会的責任と科学コミュニケーション」藤垣・廣野編『科学コミュニケーション論』東京大学出版会。
  42. ベック, ウルリヒ (1998) 東廉・伊藤美登里訳『危険社会』法政大学出版局。
  43. ホドソン, ディレック (2000) 小川正賢監訳『新しい理科教授学習論』東洋館出版社。
  44. 松下佳代 (2014) 「トランス・サイエンス時代の科学的リテラシー」鈴木真理子ほか編著『科学リテラシーを育むサイエンス・コミュニケーション』北大路書房。
  45. 森枝美 (2017) 「理科教育の変遷」田中耕治編著『戦後日本教育方法論史 下』ミネルヴァ書房。
  46. 八木絵香 (2009) 『対話の場をデザインする 科学技術と社会のあいだをつなぐということ』大阪大学出版会。
  47. 山田耕太 (2016) 「生徒が教科書「で／を」考える授業」『歴史地理教育』第849号。
  48. 山本晴久 (2013) 「コンセンサス会議の手法を用いた授業」坂井俊樹ほか編著『現代リスク社会にどう向き合うか』梨の木舎。
  49. 米村滋人 (2017) 「法教育における科学的リテラシー」本堂毅ほか編『科学の不定性と社会』信山社。
  50. ラベッツ, ジェローム (2010) 御代川貴久夫訳『ラベッツ博士の科学論』こぶし書房。
  51. 笠潤平 (2013) 『原子力と理科教育』岩波書店。
  52. ワインバーグ, スティーヴン (2016) 赤根洋子訳『科学の発見』文藝春秋社。
  53. 渡部麻衣子 (2013) 「科学技術への市民参加について」中村征樹編『ポスト3. 11の科学と政治』ナカニシヤ出版。
  54. OECD (2012). *PISA2012 Assessment and Analytical Framework: Science, Reading, Mathematic, Financial Literacy and Collaborative Problem Solving*.
  55. OECD (2015). *PISA2015 Assessment and Analytical Framework: Science, Reading, Mathematic, Financial Literacy and Collaborative Problem Solving*.
  56. Pella, M.O., O'Hearn, G.T. and Gale, C.W. (1966). "Referents to Scientific Literacy." *Journal of Research in Science Teaching*, vol. 4.
  57. Weinberg, A. M. (1972). "Science and Trans-Science." *Minerva*, vol. 10. No.2.