

## ICT 活用指導力と理科教育

柴田 美怜\*・吉田 裕午\*\*

Leadership of ICT Conjugation and Science Education

Mirei SHIBATA\* and Yugo YOSIDA\*\*

キーワード：ICT 活用指導力、教育の情報化ビジョン、会話、対話、リテラシー、コンピテンシー、PISA、科学的リテラシー、知識情報基盤社会、協働学習、正義、インクルーシブ、動的イメージ幾何、レジリエント、動的な安定平衡、究理、DeSeCo、思慮深さ

### 1. はじめに

ICT 活用指導力という呼称で、現場の教員に実践が求められている内容は、2011年3月、さらに教育の情報化ビジョンという要請として、教育現場に浸透し始めた。ICT とは、Information and Communication Technology の略で、通信技術に加え、特に C の意味する Communication を強調して用いられる。通信という訳もあるが、会話と訳すとなお身近に感じられる。同様な言葉に、相互作用 Interactive があるが、対話の方が馴染み深い。

また、リテラシーやコンピテンシーという用語も頻繁に現れている。それを、力や能力（できる力）の総称と捉えると、現代を生きる力、豊かな心、人間力、大学では学士力などとよばれる内容との繋がりが見えてくる。たとえば、PISA（OECD 経済協力開発機構による生徒の学習到達度調査2009年）では、読解力・科学的リテラシー・数学的リテラシーの獲得を目標に、成人力に繋げている。

広義の ICT 活用指導力は、教育方法や内容に

も関連し始め、情報メディア教材作成、校務の情報システム化や情報交流を含めた教育の方法技術や内容意義にまで広範囲な関わりを見せ始めている。

たとえば、パソコンを意識しない自由な発想、芸術・技術に情報数理の果たす文化的役割、言語・社会活動の骨組みなどにも、ICT 活用は浸透している。「情報モラルなどを指導する能力」は、即現場教員の力量に関連するようになってきた。それは、実現段階を迎えている「知識情報基盤社会」のネットワークの根幹に関わる緊急な要請にもなっている。同時に、協働学習コラボレーションという教育形態も、個別学習や一斉学習とならぶ意義を持ち始めている。背景にある国際化の舞台においては、意見の衝突 Collision 時における正義<sup>1)</sup>のあり方が問われ始めている。

平成21年7月作定の i-Japan 戦略において、次のような教育環境整備がはかられ、さらに、グローバル・ユビキタス時代への対応が指向されているが、現実の科学技術が社会システムに変更を迫るほどの、予想を上まわる速度で教育の情報化も進展している。

\* 本学28期生

\*\* 本学教授

- (1) 教員のデジタル活用指導力の向上
- (2) 教員のデジタル活用をサポートする体制の整備
- (3) 双方向でわかりやすい授業の実現
- (4) 情報教育の内容の充実
- (5) 校務の情報化、家庭・地域との情報連携

ICTの進展に伴い、遠隔教育や生涯学習との関連も強くなっている。重点施策として、「子ども同士が教え合い学び合う」、「児童生徒の情報活用能力の向上」、という表現が多く用いられ、総務省や経産省との連携も重要になっている。世界が時間・空間的に狭くなる、インクルーシブな状況下においては、必然の流れであろう。

また、社会的コミュニケーションにつながる言語活動は、観察・鑑賞・プレゼンや実践モラルや生活場面の想定などを通して、より一層の関心・態度の育成を目指す方向性が見えて来た。

その影に隠れ、あまり重要視されていないがAR (Augmented Reality; 強化現実) とよばれる拡張された認知概念が教育を新たなステージに導いている。3Dメディアの進展は、魂の故郷ともいえる記憶の蔵へのアクセスを容易にしている。もちろん、ユニバーサルデザインや身体補助機能援助(福祉)の方向性が維持されなければならないのは、いうまでもない。

教育の情報化ビジョンにおいては、従来型の、基礎的・基本的な知識・技能の習得の充実は当然として、思考力・判断力・表現力を磨く協働学習の場面の創出、主体的に学習に取り組む態度の育成にねらいを定めている。一方、子どもたちを取り巻く受験を含めた教育環境の整備は課題のままであり、デジタルデバイドの解消などの課題の多くは継続中である。

IWB・電子黒板、デジタル教科書や教材コンテンツDB、学習端末・タブレットも教室に

次々とやってきているが、新しい授業の設計や評価、体験記録・作品や(デジタル)ポートフォリオにも注目したい。ICTの活用意図について、今のところのABC分析(多い方から70%)では、理解を促すためと、小さなものや子どもの手元に無いものを示すためというのが主流で、続いて、作品やアイデアの発表や提示、書き込み、段取りを示したり、反復や比較のための黒板代わりがつついている。

教室におけるインターネット活用における障壁が存在していることも予想される。イントラや教育クラウド(サイト)を含めた管理下における教育活動の範囲が、諸外国でどう克服して活用されているのか、あるいは教科書を越えた調べや解決策の自由研究やレポート作成がなぜ必要で、どのように活用するのかを明確にする必要がある。

本論文では、それらを「言語・数理活動におけるICT活用」「科学の由来とICT活用教育の展望」「理科教育にICTを活用する意義」「ICT活用指導力と科学的リテラシー」「ICT活用指導力における活用の意味」という切り口で、サイエンスとしての知の二面性を克服する道を探った。

## 2. 言語・数理活動におけるICT活用

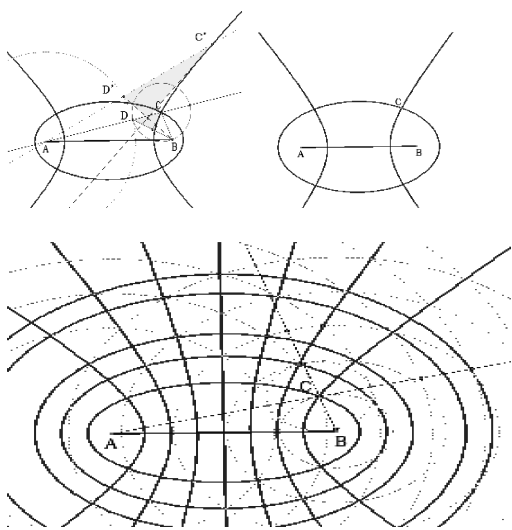
PISAショックや目の相(現象)から、含まれている情報を読み取り、新たな次元や概念に繋げる営みが必要である。メタ認知やラベリングなど思考の次元を上昇させる発想法や社会や脳のネットワーク秩序、動的平衡バランスの幅広い理解が、人に優しいユビキタス未来社会を描き始めている。

学生が黒板やノートを携帯電話で写して再活用している姿に驚く場面もあったが、直ちに禁止というのではなく、モバイル教育や遠隔学習

の発展性（量が質にという意味の熟成）に想いを馳せる必要も生まれている。ノマド（遊牧民）の知恵、予測・見積りの地頭力にもつながっている。

筆者が注目している新しい教育方法に、動的幾何がある。動的イメージ幾何で表現すると、法則を極めて有効に可視化でき、操作しながら発見・発想ができる。エネルギー保存や最短経路のような第一原理との結びつきも、パラメータ（変数）を自在にコントロールして思考実験し、オブジェクト化された軌道経路や属性を確認する中で、包括的に確認できる。その概念を納得し、新たな閃き・発想に結びつけることもでき、生きた学習に結びつく。また、そのAR的な可触性は認知活動に大きな可能性を秘めている。そこでは、タブレットは、まさに脳内スクリーンのような思考の画板となる。

一例として、楕円双曲線を、焦点と交点という3つのパラメータの指定で、思いのままに操るアイデア原理と活用を示す。



用いている情報は、焦点からの距離の和や差が一定という条件だけであるが、見事に軌跡が視覚化され、制御されている。美の発生は、秩

序の感動とさらなる発展性の予感に基づくのかも知れない。組み合わせれば、惑星の運動や電子の軌道モデルも自在に操ることができる。

### 3. 科学の由来と ICT 活用教育の展望

理科とは、英語の **SCIENCE** と同義によく用いられているが、歴史をさかのぼってみれば、そうでもないようである。西洋においても、**NATURAL SCIENCE** と **NATURAL PHILOSOPHY** のニュアンスの分化と統合回帰が課題となっていると思われるが、これについては解決のヒントとして軽くふれるに留める。**SCIENCE** の一般的な訳である「科学」あるいは「学」は、いろいろな専門分野に由来するとの説に想像力を逞しくすれば、科学を分析学・分類学・機械論・道具論などに還元してきた現代科学の流れが見えてくる。

福沢諭吉や西周、さらには先立つ蘭学者たちも、科学に関連する、「窮理」「物理」「数理」「理学」「哲学」「啓蒙」といった訳語に苦闘したようである。

なお、「科学」は「科挙の学（専門）」の略語として使用（南宋の陳亮）以来、普通学としての「語学」などと対比して用いられたとのことである。「學術」を科学技術の2つの意味で用いつつも、知の混然融合した状況もうかがえる。「学」に専門や知識を押し込めつつも、科学的精神の在り方が常に問われてきた歴史が垣間見える。

「窮理」は、易の目的「窮理尽性以至天命（説卦伝）」に由来し、格致＝格物致知「致知在格物、物格而知至（礼記・大学篇）」という強い表現で合理性の重要性を述べている。モノ・コト・ココロの関連と理の拠り所は、儒教に限らず、「致吾之知、在即物而窮其理也（吾の知を致さん、物に即して其の理を窮るに在る）」と、確かな知

のカタチ（たとえば、書物）に知がロックオンされざるを得ない状況を示していると思われる。その中にあっても、「倫理」や「経倫」、「規律きまり」、「道理（為学修身）」のココロは自在にリフレッシュ再構築されていくべきであろう。

#### 4. 理科教育に ICT を活用する意義

理科教育の意義をたどると、「小学校教則大綱 1891年」にある、自然の事物・人工物・自然現象への興味・関心にたどりつく。

「第八条 理科ハ通常ノ天然物及現象ノ観察ヲ精密ニシ其相互及人生ニ対スル関係ノ大要ヲ理会セシメ兼ネテ天然物ヲ愛スルノ心ヲ養フヲ以テ要旨トス」

知的好奇心による発見、概念の再構築は、自身の手で「科学的な考え方を身につける」人生の基本であるともいえる。

実験を交えた授業実践・指導方法や科学史への理解も誤概念の克服に必須であろう。演示実験と、子ども自身で行う観察や確認実験の意義も見失ってはならない。即物性から脱却し、背後にある「見えない」つながりへの眼差しを共に分かち合い、伝え合うことが肝心である。また、役に立つための「術」とみる実用性の観点も、自然と人間（人工）が相互に関わり、循環している全体像の中で捉えていく営みとしての習慣が必須であろう。

「仮説実験授業」と「課題方式」、問題解決学習と系統学習、観察と応用、など一見区別される手法も、科学・技術・社会（文化・生活）を包括的に扱うことで安定的な活動となる。

そのことは、日本学術会議からの中央教育審議会への、理科教育に関する要望（平成7年）の中でも、次のようにまとめられている。

1. 理科教育の主要な目的は、自然に親しみ、

その中で疑問をもち、その疑問を解くために論理的な思考をする力を養うことにあり、単なる知識の修得にあるものではありません。知識の量よりは、知りたいと思う意欲、知りたいときに学ぶ力をつけることが大切であります。また、物事を筋道をたてて考えることの訓練と、考えた結果かその通り実現されるかどうかを実験で試して、正しい考えに到達する体験をさせることが、理科教育の主要な目的です。

2. 物理は論理的な思考力を養うことに最も適した科目です。物理においては、自然現象を説明するのに、その前提を明確に述べ、そこから出発して筋道をたてて考え、予想をたて、それが正しいかどうかを誰にもわかる形で実験的に検証できるので、論理的思考の訓練に適しています。論理的思考力を高める教育の必要性は、文系、理系を問わず、現在および未来の学生に最も必要と考えられる能力であります。

3. 小学校では、植物や動物を育てたり、模型飛行機やモーターを作ったりする作業のなかで、自然には法則性があり、その法則にそって考えること、工夫することによる成功を通じて、科学を行う楽しさを体験することが大切です。

中学校、高校では自然が普遍的な法則にしたがうものであることを学び、学んだ法則を応用して日常的な現象を説明できるようにするだけでなく、論理的な思考を、生活の中で他の分野にも広く使用できるようにする必要があります。

4. この目的を達成するための道筋は多様であり、それは生徒たちのおかれている状況、生徒の能力によって異なるはずですが、生徒の傾向や能力の多様性は生徒の成長と共に増加し

ていきます。とくに、物理の教育は、生徒の抽象的な認識能力の発達と深い関係があります。個々の生徒の発達に応じた教育をしないと、学習内容が理解できず、物理が嫌いになる生徒を作る一方で、若い科学者の好奇心や研究意欲や創造性を潰す結果を生じます。生徒の個性や能力に応じた、ゆとりのある、柔軟な教育ができる環境をつくる必要があります。

以下略

要望されている内容は、レジリエントという捉え方に近いと思われる。これは、困難な状況にもかかわらず、うまく適応出来る生態系の回復力として注目される概念である。居どころを得て、自然界の動的な安定平衡を実現する仕組みに学ぶ内容は多い。南方熊楠も寺田寅彦もそれらを感じとることができる立派な先達として、理科教育の中でもしっかり取り上げたい人物である。自然への畏敬や「信」を共通の背景に見出すことができる。

江戸後期から明治初期にかけての物理学の称である「究理」もこのような豊かな意味を伝えていることは前述した。

その「天地万物の性質を見てその働きを知る学問なり」という表現そのままに、世の中の不思議を発見する喜び、楽しみながら少しでもより自然を理解し、正しいことと間違っていることを見極める真摯な姿勢に思弁を越えた教養を感じることができる。究理という表現は、産業革命に代表されるモノや実用中心の世界観から、再び、自然の驚異の究明に回帰する印象を受ける言葉である。

## 5. ICT 活用指導力と科学的リテラシー

論理的思考力に深く関連する PISA の提唱す

る科学的リテラシーは、次の能力に注目している。

- ・疑問を認識し、新しい知識を獲得し、科学的な事象を説明し、科学が関連する諸問題について、証拠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。
- ・科学の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。
- ・科学と技術が我々の物質的、知的、文化的環境をいかに形作っているかを認識すること。
- ・思慮深い一市民として、科学的な考えを持ち、科学が関連する諸問題に、自ら進んで関わること。

これは、非常に格調の高い表現であるが、ICT 活動や理科教育にあてはめると次のような取り組みが関連するだろう。ICT 支援員の職能の検討、教育 CIO・学校 CIO の育成と各地方自治体・学校への配置推進の取り組み、司書教諭の配置、という一連の教育の情報化もその取り組みの流れの中にある。

よくいわれるように、ICT を活用した教育活動は気軽に行うことができる一方で、到達目標を見失わないことが求められる。フューチャースクールを実践する広島市立藤の木小学校などの実践報告においても、IWB や児童用タブレット PC を用いて友達と深く話し合うことができた児童が数多いということは、ユビキタスネットワークなど ICT 活用の可能性を示唆している。

理科授業づくりのポイント (村山<sup>2)</sup>)

- ①体験の充実
  - ②問題を子どもたちが設定
  - ③観察・実験を充実
  - ④記録と話し合いを効果的に実践
  - ⑤結果から結論の出し方を指導
- を基礎に ICT 活用を考えると、学びに感動を生み、エピソード記憶に導くことで、普段の生活



への関連付けを ICT 活用で容易にする道が見えてくる。子どもたちが、発見する疑問や課題を見つけやすいように、主体的に学習課題を設定し、解決方法の方法や手順などを考え、観察・実験をより意味のあるものにできる。さらに、これらのことにしっかりと取り組むことができているれば、イメージ化をしやすくなり、意見交流や結果発表、まとめも充実したものになる。

ICT 活用は、たとえば、星座観察で威力を発揮する。直接体験の記録から、シミュレーションまで、より本物らしく幅広く効果的に用いることができる。時間・空間のスケールを思いのままに操ることは、さらに理解を深める。理科ねっとわーくのムービーコンテンツの活用も実践が増えている。

もののあたたまり方では、サーモグラフィーの映像を視聴覚教育的に活用し、色の変化で熱の伝わり方を視覚化し、理解力を上げている。時間のかかる実験を高速再生機能などを活用して短時間で見ることや、大きな水槽など学校にはない機材を使った実験が見られるなどにより、理解の向上が期待できる。

実験映像だけでなく、金属や水・空気の温まり方をアニメーションでわかりやすく紹介でき、まとめに活かすことができる。金属・水・空気の温まり方の違いを、絵やアニメでできるようになるという報告もある。土地のづくりでは、ナウマン象のビデオから話を広げて興味を引くこともできる。スタディーノートをつかった他のグループとの交流も授業の流れの中で、スムーズに行うことができる。

からだのづくりでは、デジタル教材の3次元CGや映像、人体模型を使いながら、養分がどのように体の中に消化・吸収され、吸収されなかった物が排出されるのかを説明することができる。映像や人体模型を操作したり使ったりし

ながら、養分の消化・吸収について必要な科学的用語を整理し、筋道を立ててわかりやすく説明することができる。具体性をもって養分の消化や吸収について理解できる。実際に見ることのできない部分を静止画や動画をつかって、リアリティをもって観察できることで、具体的に理解できるようになる。教科書だけでは想像できなかったことも、より鮮明にイメージでき、より理解が深まると考えられる。

ICTを活用することで、理科教育のねらいをより深いものにできる。疑問や課題をみつけ、意見や結果の交流することを通じて、より思慮深く、主体的に行動する協働学習の訓練ができ、考察活動は論理的思考を増強する。

注意点としては、子どもたち自身の経験やアイデアをもとに自分なりの方法を考え出してほしいポーズ場面では、安易にデジタルコンテンツを流すことは避けなければならない。編集し、レポートを作成することは、活用型の1つといえるが、自分で考え、まとめ、書き表すことは一つの目標であり、ポートフォリオである。さらに、予想を立て、確かめる場面づくりが必要である。その際、うまく結果が出なかったり、十分に実験・観察の時間をとれなかったりする場合も、デジタルコンテンツを視聴し、学習を補充したり、再考することが肝心である。理科のデジタル教材の活用意図は、次のようなカテゴリーを与え、それらの関連を明確にする必要がある。

#### 問題発見

課題の整理や具体例の提示

事象や概念の比較

具体的モデル、しくみの理解

ものづくりの例やヒント

問題解決、生活への活用

これは、従来の「習得型」「活用型」「探求型」学力に加え、「伝える力」が意識され始めている学習環境においても、発展的に捉えることができる。

参画や協働は、次元の高い用語である。「協同」や「共同」は、同質の結束やトップダウンによる役割分担のイメージが強い。一方、協働には、相互作用（対話）を通して小集団として何かを共有していく意味合いがある。協働は、作業の均一な配分とか成員の均質性を前提とするのではなく、成員間の異質性、活動の多様性を前提とし、異質な他者との相互作用（対話）によって成立する活動のありようを指している。教室でいえば、一人ひとり固有の学習経験や生活経験を背負って集まってくる子どもたちの、多様な授業参画を前提として、認識を共有していくような活動のあり方を指している。

理科の授業では、予想や仮説をたて、実験や観察をする。また、それらを表やグラフ、レポートにして、思考・判断・表現し、友だちと共有しながらまとめることが重要になる。それらをもとに授業が進んでいくことも感動や実感を伴った総合的な理解につながる。

理科の学習指導では、あらかじめ子どもがもっている自然の事物・現象についてのイメージや素朴な概念などを出発点としながら、問題解決の過程で意味づけや関係づけが行われる。

以上の活動に ICT は積極的に活用されるが、実際に見ることが困難な事象や物体を、映像で様々な角度から見ることができ、またシミュレーション操作することができれば、子どもたちは実際に知覚することができる。そして、イメージが持ちやすくなり、より具体性をもって理科を学ぶことができれば、学習意欲は自然と生まれてくるだろう。

理科では、子ども同士が教え合い、学び合う

協働学習を活用できる場面が多い。このように、ICT を活用して、体験や観察・（思考）実験を充実させることが、子どもたちの実感を伴った理解に繋がり、「わかった」「なるほど」「おもしろい」などの感動を生み出す展開が可能となる。

教材・教具や学習方法を工夫することによって、子どもたちに学習意欲を持たせることはとても重要なことであり、ICT を効果的に活用することでさらに興味・関心を持たせることが容易になる。

また、タブレットや電子黒板などを利活用すれば、多くの意見や情報を共有することが可能である。また、多くの情報の中から何が必要なことなのか、相手に伝えたいことは何か、どのようにまとめ伝えたいとわかりやすいのかなど、自然と学んでゆくだろう。

個別、二人で、数名でときさまざまな形態の学びを経験することができ、その過程で、互いに学び合い、教え合う協働学習を自然に行うことで、思考力・判断力・表現力が養われ、コミュニケーション能力や社会性が身につき、生きる力が育まれると考える。

## 6. ICT 活用指導力における活用の意味

ICT 活用指導力の「活用」には、どんな意味が込められているか、PISA のいう学力をたどってみる。観点別学習状況でいう 4 つの学力（関心意欲態度、思考表現、判断技能、知識理解）では、「生涯学習の基盤として、主体的に学習に取り組む態度を養い、基礎的な知識及び技能を習得するとともに、これらを活用して課題を解決するための思考力、判断力、表現力その他の能力を育成する」とある。OECD 経済協力開発機構の考える国際標準の学力では、**DeSeCo** = 『The Definition and Selection of KEY COMPETENCIES: Theoretical & Conceptual

Foundation (キー・コンピテンシーの定義と選択: その理論的・概念的基礎)』というプロジェクト資料(1997年~2003年)の中で、キー・コンピテンシー(能力;業績の高い人の行動特性)にふれ、従来型の「協調性」・「積極性」・「規律性」・「責任性」とはまた次元の違う観点を示している。たとえば、「人生の成功と正常に機能する社会の実現を高いレベルで達成する個人の特性」「価値ある個人的・社会的成果をもたらす能力」「人生における成功」「正常に機能する社会」「個人の人生にわたる根源的な学習の能力」という記述がみられる。

DeSeCo では、その行動特性として次のような事柄をあげている。

- 1) 異文化間の対人関係に対する感受性が優れていて、外国文化をもつ人々の発言や真意を聞き取り、その人たちの行動を考えることができる。
- 2) 他の人たちに前向きな期待を抱いて対応することができ、他の人たちにも基本的な尊敬と価値を認め、人間性を尊重することができる。
- 3) 人とのつながりを作るのがうまく、人々との影響関係をよく知り、行動することができる。

また、キー・コンピテンシーは、次の3つに集約される。

- ① 自立的に行動する能力
- ② 社会的な異質の集団における交流能力
- ③ 社会・文化的、技術的ツールを相互作用的に活用する能力

ここにおいて、学力を知識や技能の習得から、意欲や関心から行動にいたるまでの広く深い能

力にシフトする。高い価値、幅広い文脈を目指す、すべての個人にとって平等や公平に貢献するような能力とし、「新しい学力」=「PISA 的学力」は、個人的自己実現を、より大きく深い人間的能力観の枠組みで考え直している。

思慮深さとして、相違や矛盾を扱う能力、いろいろな対立関係を調整し、しなやかに生きることを、「まだらに生きる」自然界の共生の妙に学んでいる。たとえば、例として、自律性と連帯性、多様性と普遍性、革新性と継承性という一見矛盾し相容れない目標をまとめる必要を掲げている。これを強く意識して、協働学習の意義が再認識されてきた経緯がある。

「異質な集団での交流」、「自立的な活動」、「道具の対話的な使用」とは、省察性の中で思慮深く責任感を持って、自立的に調整行動ができることを意味する。問題把握から解決策までの、他者とうまく関わる能力、協力する能力、対立を処理し解決する能力の獲得を目指している。「コミュニケーション能力育成」「自分さがし」「大きな展望」「グローバルに考え、ローカルに行動する」などのスローガンを「生きる力」に結び付けることができる。今や、言語・情報・知識のような社会文化的なりテラシーの熟練、「個人と環境との能動的な対話」という、人間の心身の拡張アフォーダンスの時代に突入しているといえるだろう。突発的な出来事にも、バランスのよいアドリブ(頓知、ユーモア)で応える創造的思考力もしっかり教育の視野に入ってきている。

このような時代にあって、技術に習熟する以上に重要なのは、異なった技術の目的や機能を把握し、その可能性を描く能力である。ICT 活用も技能重視に陥ることなく、このような幅広い視点に立つ活用が望まれる。「何のため」「なぜ」に答える、教育の根本に立ち返った大胆な



方略や施策が必要となっている。

## 7. おわりに

理科教育の歴史をたどると、「窮理」に代わる効率のよい明智、すなわちモノやコトに限定された「学」として、「物理（法則）」が認識されたことは十分推察できる。「法則（因果律）」や「科学」あるいは「自然科学」に広い意味を持たせるとしても、機械論や還元主義の見直しから、いわゆる窮理に再帰する場合に、その言葉の由来には、包括的で統一的な新たな概念・原理を渴望する動機が今一つ充足されない残滓が存在している。産業革命時からの行き過ぎた合理性は、自然の摂理から遊離してしまったもとれる。未熟であるが、新たな包括的理解や概念を包摂する言葉、いわゆる総合学、融合学が待望される。

このことは同時に、児童・生徒の生活と結びつく価値観に由来し、これまでの経験から得ている概念をはっきりと意識化でき、理科教育が活性化することと関連している。まさに、安心

して互いに学び合い、伝え合う集団の育成に寄与する理科教育のねらいが見えてくる。

系統性の重視や問題解決能力の定着、ものづくり、関係付けも理科教育の骨子であるが、肉付けや血の循環、豊かな感情表現といった理科教育の感動も欠かせない。同様に、「粒子」概念、「保存性」、論理的で偏りのない科学的思考などの理科教育のメインディッシュを援助し、豊かな未来の創造に寄与するために、ICT 活用を指導する力は教育に欠かせない。いつでもどこでもだれでも科学技術とその活用の歩みを有意義にたどれることも、教育の背景として、準備されるべき環境であるし、それが実現できる時代になっていることは、これからの教育の可能性と責務を示唆しているといえる。

## 参考文献

- 1) マイケル・サンデル：これからの「正義」の話  
をしよう——いまを生き延びるための哲学 早川書  
房（2010）
- 2) 村山哲也：新しい理科の授業構築に向けて 初  
等理科教育 45、42（2011）