

科学リテラシーと高校教科「情報」について

江澤 義典*

要 旨

学力が低下しているのは我が国の高校生や大学生だけではない。その対策として、アメリカでは若い世代の科学リテラシー回復を目指すプロジェクトが活動している。我が国でも同様のプロジェクトが2008年に報告書を公表している。そこで、教科「情報」に関連したコンピュータリテラシーについて、日米の教育比較を行う。さらに、指導要領で想定されている「科学的理解」を構築する方法を具体的に検討した。最後に、学生たちの学力低下の対策としては、本来の学問の基礎となる、好奇心の喚起が重要であることを指摘する。

Science Literacy and Informatics for the High School Class

Yoshinori EZAWA

Abstract

It is not only in Japan but also in the U.S.A. that the achievement scores of young children remain poor compared to international levels. Therefore, science literacy education has become a very important project in the U.S., and the corresponding Japanese project has made a similar report on 'science and technology literacy' in 2008. In this paper, the differences between these project reports are discovered. Since the Japanese governmental manual for a class on Informatics includes 'science literacy', some samples of practical design of class studies are presented. Finally, it is shown to be fundamental for improving student achievement that teachers should perform academic study actions along with their students.

* 関西大学総合情報学部

1. はじめに

国際教育到達度評価学会（IEA：International Association for the Evaluation of Education-al Achievement）が実施した調査によると1964年から1995年までの我が国の国際順位は第1位～第3位であったが、1999年および2003年の調査では第3位～第6位に下降している^[1]。これらの学力調査からは、我が国の生徒たちの学力水準が世界レベルでは低下傾向にあるといわざるを得ないことになる。このような報道をもとにして、若い世代に期待される「学力」の水準が、社会のエリート階層だけの関心事ではなく、広く国民世論の注目する対象になってきている。

一方、学力が低下しているのは我が国の高校生や大学生だけではない。アメリカ合衆国では1980年代に子供たちの社会的な学力不足が問題となり、「アメリカ国民が常識として知っておかねばならぬ事柄を教える教養科目を初等・中等教育の根幹に据えるべきである」との立場から、いわゆる教養リテラシー（Cultural Literacy）の重要性を Hirsch が多面的に立証している^[2]。そこでは、具体的な方法として「アメリカの基礎教養5000語」と題したリストを公表している点がアメリカの国情を反映しており斬新である。

我が国では、個性を尊重する教育が必要だとの方針で、いわゆる「ゆとり教育」が1996年から導入された。さらに、2000年には「21世紀日本の構想」懇談会が公表した報告書^[3]において、義務教育の教科内容を5分の3にまで圧縮する小中学校の週3日制を提案していた。しかし、大学教員による学生の学力不足を指摘する告発書^[4]である「分数が計算できない大学生」の書名とともに学力問題が広く社会的に認知されるようになり、なんらかの具体的な対策が必要だとの世論が形成されてきた。そして、国際数学・理科教育動向調査TIMSS2003報告^[5]およびOECDによるPISA2006の結果^[6]を踏まえて、2008年2月に文部科学省は2011年度から3%～6%の授業時間数増大を指示し、理数系の科目については2009年度から15%の時間数増を指示する指導要領^[7]を発表している。

もちろん、この間の議論は平坦ではなく、極端な意見としては、「大学生ですら間違えるような分数計算は小学校の算数から外せ」とか「実生活では二次方程式の解法など使わないから教えなくても良い」という暴論まであった。このような「難しいから外す」とか「難しいものは教えない」という論理には歯止めがきかず、「難しいから中学校や高等学校からも外す」となる。さらに、「難しいものは外す」の対象を広げると、「算数・数学は難しいから教えない」となる。また、「英語も古典・歴史・社会も、難しいから教えない」という結果になる。これは、「知の営み」を放棄することにつながる。

2. 科学リテラシー

学力を調査するときには、小学生から高校生まで（最近では大学生も含む）の集団を対象として、生徒たちが到達していると推定できる学力実態を実証的なデータとして収集する。国際的な学力の比較をするとき、多くの場合には、数学や理科を対象に調査が実施されるのであるが、「数学リテラシー」および「サイエンス（理科）リテラシー」を調べていることになる。

そして、アメリカ国内においては、生徒たちの習得している理数系の知識が国際平均を大きく下回っていることが問題になっている。また、その原因が教員の学力不足や一般社会人の科学リテラシー不足にあると指摘されている^[8]。すなわち、多くの学生は科学（サイエンス）とか数学の学位を持たない教員の授業を受けており、大半の小学校の教員は大学レベルの科学⁽¹⁾さえ履修していないといわれている。そのような状況を改善する具体的な活動をしているレオン・レーダーマンは次のように述べている。

学校が世に送り出すべきなのは、変化に対応できる人材であり、科学に基づいた技術で鍛えあげられた人材である^[9]。

実際、全米科学振興協会（AAAS）は、アメリカ全体の科学リテラシー向上を目指す「プロジェクト2061⁽²⁾」を1985年にスタートさせている。これは、すべてのアメリカ人が高校卒業までに身に付けるべき科学技術・数学の知識・技能・態度（科学リテラシー）を検討した上で、それを実現するためのカリキュラム改革や教育支援態勢を整備しようというものである^[10]。

我が国にも科学リテラシーの教育を推進し、その定着を進めようという運動がある。それは、「二十一世紀の科学技術リテラシー像～豊に生きるための智～プロジェクト」とか「科学技術の智プロジェクト」と呼ばれている^[11]。そこでは、わが国のすべての人々が、年齢や性別・就学歴にかかわらず、成人するまでに身に付けてほしい科学リテラシーを検討し、その普及を目指そうとしている。ここで、科学リテラシーとは、これから育っていく世代が成人となる2030年以降の時代を想起し、すべての人々が様々な職種・年齢などの相違を超えて協働して、さまざまな国際的課題にも取り組み、心豊かで健康的な社会を作っていくために、共有すべき知恵をまとめたものといえる。

この「科学技術の智プロジェクト」のメンバーである渡辺正隆は、MarshallおよびSchepplerとPalmisanoによる啓蒙書（邦訳）の序文において、次のように述べている。

(1) 大学初年次生を対象とした共通教養科目（数学・物理など）のこと。

(2) ここで2061とは、アメリカのプロジェクトの開始年1985年に地球に接近したハレー彗星が、再び、地球に接近する2061年までに目標到達を目指して設定したといわれる。

科学リテラシー教育とは、単なる知識の暗記ではない。知識だけならば、必要に応じて百科事典や教科書、場合によってはインターネットも活用して情報を収集できる。大切なのは、習得した知識を活用し応用できる柔軟性である。一般に、予期せぬ状況での多くの事故は、ちょっとしたリテラシーの活用で予防できることも多いのである。そのような科学的な知恵が、科学リテラシーなのである^[8]。

そして、アメリカの「プロジェクト2061」に準拠した方針で、「数学リテラシー」や「科学リテラシー」だけでなく「技術リテラシー」まで含めて、我が国のプロジェクトでは「科学技術リテラシー」と呼んでいることになる。実際、「科学技術の智プロジェクト」の広報サイト^[11]では、次のように説明されている。

現代の我が国において、科学技術リテラシー像を作成する意義・必要性は、次の4点である。

(1) 科学技術についての判断：

現代においては、科学技術と社会は密接につながってきており、人々は環境問題や人口問題、情報技術などに関して科学技術のあり方についての判断を迫られることが多い。したがって、基本的な知識、考え方を人々が共有することによって、判断の根拠を共有することが望ましい。

(2) 科学技術についての世代間の継承：

社会における科学技術について、人々が共通な基盤で考え、将来の豊かな世界の構築のために協働していくためには、科学技術についての知識や物の見方を次世代に継承して、世代間で共有していく必要がある。

(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：

小学校・中学校・高等学校において、理科・算数・数学・技術を学ぶ目的が問われ始めている。児童・生徒は、これらの教科をあまり楽しんではおらず、また、これらの教科と現実体験との関係も見出せずにいる。我々は、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かなければならない。小中高校における理科・算数・数学・技術の学習の目的について児童・生徒に長期的展望を示すことが必要である。

(4) 科学技術教育の生涯にわたる目標の俯瞰：

変化の激しい社会において、人々は生涯にわたって学ぶ必要があり、また、人々は己の目的に向かって自己実現を追究するようになってきており、生涯にわたる多様な学習の進路を用意することが求められるようになってきている。

確かに、アメリカにおけるプロジェクト2061が目指す方向は、決してアメリカ人だけに固有な教育目標とはいえない、むしろ世界中の全ての人々にとっても重要なリテラシーを喚起して

いるといえる。とはいうものの、我が国には、独自の歴史的・文化的背景もあるので、若い世代を対象として、このような独自の「科学リテラシー」を我々自身で検討する意義は大きいといえる。

2.1 科学的な見方や考え方

さて、「科学的な見方」とか「科学的考え方」のポイントはどこにあるのであろうか。ノーベル物理学賞を1965年に受賞した朝永振一郎は、科学教育についても明快な考え方を示している。朝永振一郎の有名な色紙（京都市青少年科学センター所蔵）^[12]には次のように書かれている。

ふしぎだと思うこと、これが科学の芽です。

よく観察してたしかめ、そして考えること、これが科学の茎です。

そして最後になぞがとける、これが科学の花です。

また、岩波新書「物理学とはなんだろうか」の上巻においては、次のように科学の特徴を説明している^[13]。

科学というものは、いつの時代においても、その前の時代の科学を踏まえて進められ積み重ねられてだんだんにできてきたものです。あるときは前の時代の考え方を踏襲しつつそれをより堅固に密度高く仕上げ、あるときは前の時代の狭隘な考え方を打破することによって新天地を開いていく、科学とはこうして変化していくものです。

このように、物理学者でありかつ教育者でもあった朝永振一郎による説明は、極めて明快であるし簡潔なので、色々と実際的な問題に当たって「科学的」な態度を検討するときには有用だといえる。

一方、2061プロジェクトの日本語に翻訳された報告書^[10]が2008年に公表されている。そこでは「科学」がどのように説明されているかを下記に引用する。

科学の指導：

指導は科学的探究の本質と一貫性を持つべきである。科学はその成果と同じように、その対象や手法によっても特徴付けられる。科学を知識からだけでなく、思考や行動の様式という観点からも理解するには、生徒がこれらの分野に特徴的な思考と行為において一定の経験を積む必要がある。

(1) 疑問から出発する。

生徒は、観察し、考えをめぐらし、問いを發し、答えを見出す努力をする。

(2) 積極的に活動させる。

体系的に観察し、測定する。

(3) 証拠の収集と活用に重点を置く。

科学で行われるように、注意深い観察と思慮深い分析を重視する。証拠の収集、分類、分析、さらには証拠に基づく論点の構築に関する訓練を必要とする。

(4) 歴史的な観点を示す。

ここに引用した4項目は、朝永振一郎による解説^{[12][13]}と、ほとんど一致している。また、そのプロジェクト2061においては、さらに4項目が追加されている。

(5) 明快な表現を協調する。

(6) 集団的手法を用いる。

(7) 知識と探求を分離しない。

(8) 専門用語の暗記を重視しない。

たしかに、科学の指導として、後半の4項目も必要であることは誰でも納得することであるが、前半の4項目が本質的であることには違いない。

ところで、我が国の「科学技術の智プロジェクト」では、「科学技術」という用語が用いられているが、それを「科学を応用した技術」というように早合点してはいけない。一般的な用語として、「科学」と「技術」とは全く別の概念であり、むしろ正反対の方向性をもつものだからである^[14]。旧総理府には「科学技術庁」という役所⁽³⁾があったので、そのような誤解が生じたのかもしれないが、役所名の英文表記は「科学」と「技術」が and で併記されており、「科学と技術」という意味で正しい表記となっていた。実際、「科学」は学問の体系という意味であり、その基本は「観察と考察」にある。人類社会で発見されてきた知識の集積を意味しているのである。他方、「技術」は人間が生み出したものであり、人間の知識を基礎に置いたものとなるのは必然であり、技術には価値が付随する。結局、この「科学技術の智プロジェクト」では、人々が心豊かに生きるために、身につけておいてほしい「科学・数学・技術」に関する「知識・技能・物の見方」とであると説明している。

2.2 計算機リテラシー

アメリカの「プロジェクト2061」における「科学リテラシー」の一つとして、「計算機リテ

(3) 科学技術庁 (Science and Technology Agency) は、1956年に総理府の外局として設置され、2001年の中央省庁再編により廃止され、その業務は内閣府政策統括官、文部科学省などに継承された。

ラシー」をどのように位置付けているか検討して見よう。まず、コンピュータで扱う情報については、次のように述べている。

いかなる情報も二項選択ビットの列として符号化できる^[10]。

この記述は極めて明快であり、誤解のおそれもないといえよう。一方、我が国の「科学技術の智プロジェクト」では、「すべての情報は0と1の列で表すことができる（デジタル化の原理）」と説明している。しかし、この説明では、なぜ0と1という数字なのか理解できるだろうか。多くの人々が数学や算数の学習過程で学んだ「0」や「1」という表記は、物の数量とか順位を表すものであって、情報との関連が理解し難いと思われる。また、「0と1の列で表すことをデジタル化と呼ぶ」との説明もあるが、実際にコンピュータ内部での表現が電気信号であることを考えたとき、誤解を招く表現といえよう。つまり、電流のオン/オフを表現するときに、二項選択的な表現となるから、たまたま数字の0と1で表記する慣例になっているだけに過ぎない。ここでの本質は「二項選択」という概念であり、それがビットの語源（binary digit）でもある。文字表記するときには、「甲と乙」でも区別できるし、「南と北」でもよいのである。実際、磁極を並べて表現する磁気記録装置では「S極」と「N極」で区別することになる。

また、コンピュータの動作についての説明は以下の通りになっている。

コンピュータは本質的に、論理演算を行えるような方法で接続された非常に大規模なオン/オフ・スイッチの列である。コンピュータは極度に複雑又は反復的な演算指示を、人間が行う数百万倍もの速度で実行することができる^[10]。

これも見事な説明であるが、コンピュータの動作原理について我が国のプロジェクトにおける説明では、「すべての計算は単純な計算の組合せで実現できる（計算化の原理）」となっており、これでは何が本質的なのか分かり難い。多くの人々にとって「計算」といえば算数で習った数値計算をイメージするはずである。そのような状況では、コンピュータを応用した携帯電話やワープロを制御しているコンピュータの原理が、この「計算」という言葉で理解できるとは思えない。つまり、コンピュータが「大規模なスイッチの列」であるとの説明が、ここでは本質的なのである。

さらに重要なのは、いまやコンピュータを応用したシステムが、社会の様々な局面で活用されていることの、科学的な理解を深めることである。アメリカのプロジェクト2061では、次のように説明している。

よく理解されている機械的なシステムにおいて、コンピュータは周到な人間による制御と同程度、又はそれより正確かつ迅速な制御を可能にする。(途中略)

しかし、入力された指示又は情報が誤りを含む場合や、コンピュータがそのハードウェア又はソフトウェアに機能不全を起こす危険性があるほか、コンピュータやプログラムに含まれていない、又は含まれる要素のいずれかの値がその期待される範囲を逸脱している場合、誤った結果が出される可能性がある。また、システム全体において技術的に欠陥がなくとも、非常に複雑な高速システムはその対応速度のゆえに、出力結果に関する人間の監視や判断能力を超えることが考えられる^[10]。

この説明では、コンピュータで扱う情報が電気信号として処理されるという先ほどの動作説明とも整合し、われわれが常日頃から利用している様々なシステムが人間社会に与えている便益の理由を理解するとともに、ニュースなどで報じられるシステムトラブルの原因がわれわれ人間自身の生理的な限界に基づいているとの理解にまで進むことも決して難しくは無い。したがって、コンピュータのソフトウェアに関する次の説明も有用である。

コンピュータ・プログラムの重要な潜在的役割は、人間の問題解決と意思決定を補助することである^[10]。

また、われわれ人類の歴史をさかのぼってコンピュータの発明がどのような位置づけになるかを確認しておくことも重要である。とくに、コンピュータ発明以前にどのような道具を工夫していたかという事実を学習することによって、情報処理というものの本質が、単にコンピュータという道具を使うというだけでは無いと理解できるはずである。実際、人々の通信技術を想起してみれば、個人間での会話や文通の経験を経て、現代におけるインターネットを経由したメールの便利さが実感でき、その本質的な理解を深められることになる。

数学的又は論理的な演算を行う機械的装置は数世紀前から存在するが、情報処理に革命を起こしたのはコンピュータの発明である^[10]。

情報処理の技術を歴史的に考えたとき、さまざまな道具を工夫するということは「技術」を開発するということであった。じっさい、われわれの文明は「ことば」の発明や「文字・数字・記号」の発明によって躍進してきたと考えられる。さらには、製紙業や印刷術の発明がルネッサンスの要因として重要であったことはよく知られている。

技術は、情報の収集や記録・検索・伝送において、長期にわたって重要な役割をはたしてきた。書き言葉やデータ表・図・数学の公式さらには書類整理システムなどの発明はすべて、我々が扱うことのできる情報量とその処理速度を増大させた^[10]。

近年はインターネット利用の普及にともない、世界中のコンピュータシステムに格納されたデータを、コンピュータネットワーク経由で活用することが当然になってきている。そこでは、データベース技術が活用されているのであるが、その基盤になる技術はコンピュータの発明以前から、われわれ人類社会で工夫を重ねてきた様々な技法が応用されている。

情報は、それが秩序だった記号の集合体によって表わされる場合に最も有効となる。そこで、われわれは、表とか索引・アルファベット順のリスト・階層ネットワークなどを使って大量のデータの編成法を工夫している^[10]。

情報処理技術の発展を歴史的な視点から確認しておくことも重要である。その意味では、我が国のプロジェクト報告書において、いまだに世界最初のプログラム内蔵式コンピュータがENIACであるとの記述が残っているが、このような誤解は早急に訂正されるべきである^[14]。また、同報告書に含まれている、プログラム内蔵というアイデアの考案者がノイマン一人であるかのような記述は、更なる誤解の原因ともなりかねないのであり、歴史的な検証報告などを参照し、誤った知識の流布を防止する必要がある^{[15][16]}。

3. 教科「情報」と科学リテラシー

我が国の後期中等教育（中学校、高等学校など）においては、2003年度から教科「情報」が新設され、必修科目として実施されている。そして、教科「情報」の教育目標は、以下の通りになっている。

情報及び情報技術を活用するための知識と技能の習得を通して、情報に関する科学的な見方や考え方を養うとともに、社会の中で情報及び情報技術が果たしている役割や影響を理解させ、情報化の進展に主体的に対応できる能力と態度を育てる^[17]。

このように、文部省（現文部科学省）による高等学校学習指導要領では、「科学的な見方や考え方を養う」ということになっている。つまり、「科学リテラシー」の一部としてこの科目を位置付けていることになる。したがって、適切な指導を行うためには、単にコンピュータのハードウェアに精通しているとか、特定のソフトウェアに習熟しているだけでは不十分であり、「科学」および「技術」に基づいた「科学リテラシー」の準備が必要だといえる。学校現場においては、生徒達にコンピュータの操作を教えるだけでなく「科学的理解」を促進するための工夫が望まれている。指導要領の解説によれば、科学的理解とは、「情報活用の基礎となる情報手段の特性の理解と、情報を適切に扱ったり、自らの情報活用を評価・改善するための基礎的な理論や方法の理解」となっているのである。

具体的な設置科目は「情報A」および「情報B」・「情報C」という名称になっており、それぞれにおける「情報の科学的理解」については、以下の通りに説明している^[17]。

「情報A」では、コンピュータや情報通信ネットワークの仕組みを、情報機器の発達の歴史と関連させて簡単に扱う。

「情報B」では、コンピュータの仕組みに重点を置いて詳しく扱う。

「情報C」では、情報通信ネットワークの仕組みに重点をおいてある程度詳しく扱う。

そこで、科学的理解を構築するために教科「情報」ではどのような工夫が可能かを具体的に考えてみよう。ここでは、科学の芽として「ふしぎだと思う」という視点から検討する。

3.1 ハードウェアの科学的理解

まず、最近の大学生や高校生が日常的に利用している情報機器として、携帯電話機やテレビ受像機・デジタル撮像機・携帯音楽再生機さらにはプリンタや腕時計・電子辞書などがある。そして、これらの情報機器については、多くの場合にその機能が単純明快であり、それらの働きに対して「ふしぎだと思う」機会は少ないのかもしれない。

例えば、腕時計の場合、太陽電池によって駆動される電波制御の時計であれば、その表示方式がアナログ方式であれデジタル方式であれ、現在時刻を讀取る訓練は小学校の低学年で完了している。海外旅行をしたときに現地時間に合わせる機能を使えるか否かが問題になるぐらいであろう。しかし、そこにはボタンが2個～3個装備されており、その適切な操作方法をマニュアルから讀取り、理解するにはその制御ソフトウェアについての素養が必要になる。

電子辞書の場合も、半導体記憶装置に格納されているデータを検索する操作自体は容易である。紙に印刷された辞書や事典を検索する方法と比べると、検索語によるパターン照合機能が便利であることを実感することになる。さらに、きわめてコンパクトな箱に、国語辞典・漢和辞典・英和辞典・和英辞典などが複合的に装備されている便利さには驚嘆する。一方、辞書を利用すること自体は、学校だけでなく日常生活でも必要に応じて行うものであり、電子的な装置の有無と直接的な関係はないといえよう。いわゆる国語力や語学力の程度が重要になる。

フィルム式のカメラからデジタル方式のカメラに移行した経験を有している年長者は、数ギガバイトのメモリを内蔵したカメラに驚嘆しているかもしれない。しかし、教室で我々の目の前にいる学生たちは、最初からデジタルカメラを使っているから、携帯電話機に内蔵されているカメラと同様に、違和感もなく、手軽に利用している。しかし、撮影可能な映像の解像度と内蔵されている半導体記憶装置の容量との関係を理解するには、多少の素養が必要になる。友人たちと携帯電話で写真画像を送受信していて、あるとき急にメール送受信ができなくなって慌てる者がいる。このような場合には、内蔵記憶装置の容量を使い切っている可能性がある。

各家庭で利用されている身近な情報機器として、テレビ受像機には日常的に接しており、リ

モートコントローラを操って音量を増減したり、チャンネルを変更したり、電源をオンオフする操作には習熟している。しかし、エアコンを操作する赤外線とテレビ用の赤外線が室内で混信しない仕組みを「ふしぎだと思う」学生は少ないのかもしれない。目に見えない電磁波ではあっても、その散乱特性や無線通信方式に対する、ある程度の素養が必要になる。また、テレビ放送がアナログ方式からデジタル方式に移行したとき、なぜチャンネル数が増やせるのかについて、明快に理解するのは容易ではないかもしれない。

コンピュータは電子装置であり、データ入力部分は機械的道具を応用している。キーボードは典型的なスイッチの並びであり、その動作自体は、日常生活などでよく理解されている。スイッチをオンにすれば、該当する機器の電流が制御され、その反応が現象として確認できる。しかし、キートップに配置された英字の配列が国際規格ではQWERTY方式となっている理由を理解するには、適切な解説書^[18]の助けが必要になる。この配列は手動タイプライタの時代に発明された方式ではあるが、当時の機械的な制約が原因となって高速タッチを妨げるような配列になっていたというデマなどに惑わされてはならない。

コンピュータによるデータ出力は、ディスプレイ装置に文字や画像を表示したり、プリンタ装置で紙に印字したり、スピーカから音響を発する仕組みを応用している。コンピュータ内部におけるデジタル形式の信号をどのような機構でこれらの出力装置に伝達して、利用者がアナログ形式の信号として認識できるように工夫しているかは、それぞれの装置に固有のメカニズムを応用しているので、それらの精妙な仕組みに素朴な驚きをもつ生徒や学生は多いと思われる。しかし、CRTディスプレイが液晶ディスプレイに置き換わってもデータ出力の本質的な機構は同一である。また、プリンタ出力においては、メインフレームと呼ばれた汎用大型計算機でよく利用されていたラインプリンタの頃から、ドットプリンタによる簡略文字の印字を経て、ベクトルフォントを使ったレーザプリンタが手軽に使えるように変化してきているが、やはり文字の印刷という機構の本質は不変である。音響出力がモノラルからステレオに改善されても、その本質的なメカニズムは普遍的であり、目先の小さな相違点にとられるようなことでは困る。

3.2 ソフトウェアの科学的理解

一方、ソフトウェアの働きは「ふしぎ」の宝庫といえよう。自宅の机にあるノートパソコンを使って、電子メールの送受信をしたり、インターネットブラウザを使って様々な検索をしたり、ワープロソフトを使ってレポートの原稿を作成し、プレゼンテーション用のファイルを作成するなど、色々な作業を同一のコンピュータで実行できるのである。

携帯電話のようにメール専用であるとか、デジタルカメラのように撮影専用であれば、そこに専用のソフトウェアが実装されていて、ハードウェアを制御していること自体は理解しやすいためか、中学生や高校生などが、色々なボタン操作に習熟する速さには感心させられる。しかし、それらのソフトウェアを構築する仕組みをある程度まで理解しておくことが望まれる

のであるが、その科学的理解が課題になっている。

ソフトウェアはコンピュータを操作する技術であるから、科学技術の智プロジェクト総合報告書^[11]の「技術」に関する記述部分を「ソフトウェア」に置換すると次のようになる。

ソフトウェアに関して理解すべきことは、ソフトウェアを生み出したのが人間だという事実である。ソフトウェアは自然界に存在するものではなく、またソフトウェアが自己増殖して勝手に生まれるものでもない。多くの場合、複数の人々が行った共同作業の成果としてソフトウェアは作り出される。現代のソフトウェアによって節約されるのは、人間の思考であり、その量は膨大なものとなっている。ソフトウェアに組み込まれている知識は高度なもので多様であり大量である。それゆえ、多くの人々にとっては、当該ソフトウェアを開発した人々の営みや組み込まれている知識について想像することが困難になってきている。そのため、ソフトウェアを使っても、「人間が作ったものだ」という事実を忘れがちになる。ソフトウェアの使用にあたっては、ソフトウェアの制御や運用管理が必要である。新しいソフトウェアを導入したときには、既存ソフトウェアや環境に様々な影響を及ぼす可能性がある。そうした影響を評価すること、事前評価、が必要である。ところが、ソフトウェアが高度になると、その評価が重要になる。また、事前に予想できない結果や意図しない結果になる可能性がありうるので、ソフトウェアの監視が必要になる。

4. おわりに

我が国の高校普通科において教科「情報」が必修科目として導入されてから5年が経過している。すなわち、大学生の3年次生まではその大半が高校で「情報」の授業を履修してきていることになる。ところが、一部の高校現場では、ワープロやブラウザの操作を練習するだけになっていて、本来の情報教育から程遠いものになっているとの心配がある^[19]。これは、コンピュータの操作によって色々な現象がコンピュータの画面に鮮やかに表示されるという見かけの華やかさに幻惑されているのであり、なんらかの具体的な対策が必要である。実際、コンピュータを操作して、データを加工するだけならば、誰でもできる。しかし、ソフトウェアの仕組みを理解し、さらにはソフトウェアを設計するには、相当の修練および修行が必要である。

このような状況は、語学の勉強にもあてはまる。どのような言葉であっても【本当に必要であれば】、会話の能力程度なら、だれでも身につけられる。国を挙げて取り組むような大問題ではない。一般に、「読み書き話す」という言語を操る能力の中で、最も程度の低いのが、会話能力である^[20]。「読む」には、記述文字を覚えることから初めて、相当の修練を必要とする。さらに、「書く」ためには、別種の修行と能力が必要である。

本稿では、「科学リテラシー」という視点から、教育現場で課題になっている「学力不足」や「智の営み離れ」の対策を検討してきた。しかし、このような現状をもたらした要因は、主

として我々自身の社会にあるということも事実である。

従来の教育は、単に知識を伝達することで知的権威を保つものであって、「知の営みの結果を伝える教育」が中心となっていて、知的権威の継承や次代の権威者の養成にすぎないといわれる^[21]。ところが情報時代といわれる現状では、インターネットをはじめ様々な媒体によって、情報が一般の人々に開示されるようになり、本来の学問のあり方としての「学生とともに知の営みにあずかる教育」が必然的に可能になっている。

実際、教育の場で「数学嫌い」「理科離れ」が大きな問題になっていて、大学生の学力低下は目を覆うばかりである^[22]が、いま求められていることは、単に「仕事としてこなす授業」という感覚から脱却し、一人ひとりが、その持ち場で、「自らを自由にする術」を模索することである。この術こそが、学術の術であり技術の術である。教育現場においては、ジェームズ・トレフィルによる次の二つの提案^[23]が有用である。

- (1) 教えたい学生ではなく、目の前にいる学生を教えよう。
- (2) 学生に知識を持つことを期待するのなら、知識そのものを教えよう。

【付記】本研究の一部は、平成19年度関西大学研修員研修費の助成を受けた。

参考文献

- [1] 田中耕治：教育評価，岩波書店（2008）。
- [2] E. D. Hirsch, Jr.：“Cultural Literacy”，Houghton Mifflin Co.（1987）．中村保男訳：教養が国をつくる，TBSブリタニカ（1989）。
- [3] 「21世紀日本の構想」懇談会：第5章 日本人の未来（第5分科会報告書），<http://www.kantei.go.jp/jp/21century/houkokusyo/5s.html>（2000）。
- [4] 岡部恒治，戸瀬信之，西村和雄編：分数ができない大学生 21世紀の日本が危ない，東洋経済新報（1999）。
- [5] 文部科学省：国際教育到達度評価学会（IEA）国際数学・理科教育動向調査の2003年調査（TIMSS2003）国際調査結果報告（速報），http://www.mext.go.jp/b_menu/houdou/16/12/04121301.htm（2004）。
- [6] 文部科学省：OECD生徒の学習到達度調査（PISA）2006年調査国際結果の要約，http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/gakuryoku-chousa/sonota/071205/001.pdf（2007）。
- [7] 文部科学省：新しい学習指導要領，http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/new-cs/idea/（2008）。
- [8] S. P. Marshall, J. A. Scheppler, M. J. Palmisano：“Science Literacy for the Twenty-First Century”，Prometheus Books（2002）．渡辺正隆監訳，野中香方子翻訳：科学力のためにできること，近代科学社（2008）。
- [9] レオン・M・レーダーマン，科学リテラシーの普及を阻むもの，pp.1-8，上記文献[8]所収。
- [10] AAAS：Science for All Americans，<http://www.project2061.org/publications/sfaa/online/sfaatoc.htm>（1989）．日米理数教育比較研究会訳：すべてのアメリカ人のための科学 http://www.project2061.org/publications/sfaa/SFAA_Japanese.pdf（2008）。

- [11] Science for all Japanese : 科学技術の智プロジェクト, <http://science-for-all.jp/> (2008).
- [12] 筑波大学: 朝永記念室, http://tomonaga.tsukuba.ac.jp/pub/room/room_06_03.htm (2006).
- [13] 朝永振一郎: 「物理学とは何だろうか 上, 下」, 岩波新書85-86 (1979).
- [14] C. R. Mollenhoff, 最相・松本 共訳: ENIAC神話の崩れた日, 工業調査会 (1994).
- [15] 星野力: 誰がどうやってコンピュータを創ったのか? 共立出版 (1995).
- [16] 大駒誠一: コンピュータ開発史, 共立出版 (2005).
- [17] 文部省: 高等学校学習指導要領解説 情報編, 開隆堂出版 (2000).
- [18] 安岡孝一, 安岡素子: キーボード配列 QWERTY の謎, NTT出版 (2008).
- [19] 高下義弘, 実態は「町のパソコン教室」以下, <http://itpro.nikkeibp.co.jp/free/NC/TOKU2/20050329/1/> (2005).
- [20] 吉田武: 虚数の情緒, 東海大学出版会 (2000).
- [21] 風間春子: 国際比較から見た日本の「知の営み」の危機, 大学の物理教育, 1998-2, pp.4-16, (1998).
- [22] 浪川幸彦: 日本の科学リテラシー, <http://ac-net.org/home/namikawa/> (2001).
- [23] ジェームズ・トレフィル: 二つのささやかな提案, pp.112-119 上記文献 [8] 所収.