

機器操作能力から問題解決力へ：情報教育の課題と展望

松田 稔樹^{1) 2)}

要 旨

情報教育という言葉が使われはじめてから、既に30年以上が経つ。しかし、この言葉の意味は、未だに誤解されていたり、目標に即した適切な内容が扱われていないケースや不適切な指導方法がとられているケースが多く見られる。本来ならば、時間が経過するとともに、これらの問題点が改善されていくことが期待されるが、不正確な情報や不適切な情報の方が広まる勢いが強いいため、必ずしも期待した改善は見られない。ただし、この現象は、よく考えれば情報教育に限ったことではなく、教育全般に当てはまることだと言えなくも無い。情報教育とほぼ同時期に取り組みが始まった生涯学習社会を生き抜く自己学習／自己教育力の育成も、「生きる力」「21世紀スキル」「アクティブラーニング」など、多様な言葉が使われ、手を代え品を代えてその実現を図る施策が打ち出されているが、逆に、それが混乱を招いて理解や普及を阻害している感もある。本稿では、情報教育の歴史をふり振り返りつつ、何が本質的な課題で、今後、どのように改善していくべきかを考察する。

キーワード：情報教育、問題解決、縦系・横系モデル、情報的な見方・考え方、理学 vs. 工学

1. はじめに

情報技術の発達は、学校教育に2つの意味で変革を求め続けてきた。1つは、教育方法の改善(授業の情報化)であり、1つは教育目標の変更(内容としてICT = Information and Communication Technologyを扱うこと)である(図1)。これらは、授業の中で1つに統合される場合もあるが、両者を意識して区別することが、教育の目標達成に重要な影響を及ぼす(松田 1997)。

教育目標の変更には、2つの異なるニーズがある。1つは、能力観・教育観の変革、つまり知識を教え込む教育から、必要な知識をICT等も活用して自己獲得しながら問題解決する力～いわゆる21世紀型スキル～を育成する教育への変革である。また、もう1つは、情報産業に従事できる専門的能力を持った人材を質的にも量的にも拡大することである。前者は普通教育に求められる変革であり、後者は専門教育、職業教育における新分野の創出と捉えられる。ただし、両者は、どちらもICTを使いこなす能力と関わっているという共通点を持つ。さらに、情報処理技術者も、技術革新に対応した新たな知識を習得しながら、顧客の抱える問題を解決する力が必要だという点で、前者の力が重要であるという共通点を持つ(松田 1994)。

文部省(1965)に見られる通り、日本では、1968年から職業教育としてのプログラミング教育が高校段階で始まった。同時に、普通教育では、数学の中にアルゴ

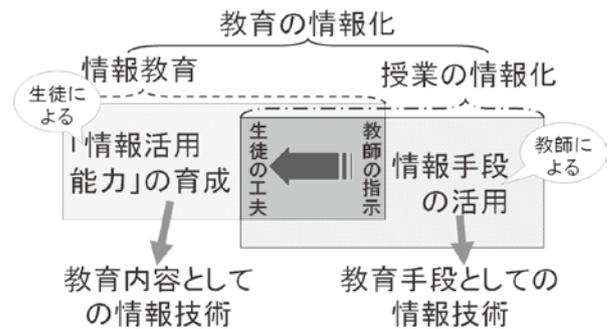


図1 「情報教育」と「授業の情報化」

リズムを扱う選択科目が作られたが、教師側の対応力不足もあり、ほとんど当該科目は開設されなかった。

1980年代初頭、パソコンやオフィスソフトウェアの普及に伴い、世界的にコンピュータリテラシー教育の必要性が言われるようになった(坂元・東 1987)。本来、これは職業教育に分類されるべきだが、多くの仕事に関わる汎用的なツールであるため、万人に学習機会を与えることが職業選択の自由を保障する上で重要だと主張する人もいた¹⁾。また、職業選択とは関係無く、情報化社会に必要な新たな資質・能力を養うために普通教育として行うべきだという主張もあった。一方、コンピュータゲームや情報システム、ICTを用いたコミュニケーション手段が社会に広がるにつれ、ICTに関わる倫理や安全の教育が万人に必要だという考え方も出てきた(臨時教育審議会 1987)。放送教育の系譜からは、ニューメディアという言葉の広まりとともに、メディアリテラシーの必要性を説く意見も出てきた(後藤ほか 1986)。このような多様な考え方の背景には、高等教育市場における学問分野間の競争や産業界のさ

2017年2月13日受付 2017年2月28日受理

1) 東京工業大学リベルアーツ研究教育院

2) 江戸川大学情報教育研究所

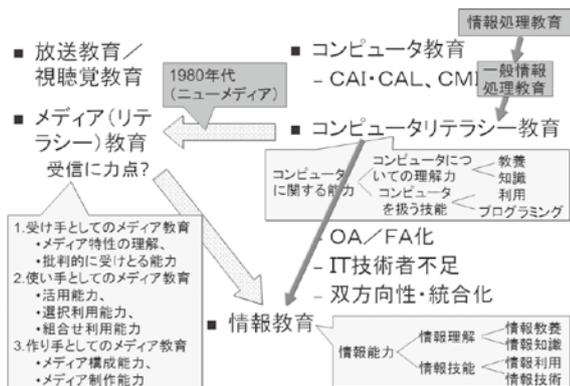


図2 日本における情報教育成立への系譜

さまざまな思惑が少なからず働いている可能性があることにも注意を払う必要がある(図2)。

その後の経緯は必要に応じて後述するが、現在、日本におけるICTに関わる教育は、各学校段階で次のような方針で行われている。まず、小学校段階では、機器操作スキルと情報モラル教育を特定の教科ではなく、学校教育のさまざまなシーンを活用して指導することとされている(文部科学省 2008a)。中学校段階では、技術・家庭科の175時間のうちの一部(実態としては20時間程度)を使って、コンピュータやインターネットの仕組み、マルチメディア作品の制作、プログラムを用いた計測制御、ICTが社会に与える影響などの内容を指導する(文部科学省 2008b)。高校では、必修の情報科70時間を使って、ICTと社会との関わりや情報セキュリティなどに重点を置いた「社会と情報」か、プログラミング、データベース、インターネットなどの技術的側面に重点を置いた「情報の科学」かのいずれかを学ばせる(文部科学省 2009)。なお、日本では、以上のカリキュラムの背景となる情報教育の目標として、下記の3つの柱から成る「情報活用能力」(情報化の進展に対応した初等中等教育における情報教育の推進等に関する調査研究協力者会議 1997)の育成を掲げている。

- (1) 情報活用の実践力：課題や目的に応じて情報手段を適切に活用することを含めて、必要な情報を主体的に収集・判断・表現・処理・創造し、受け手の状況などを踏まえて発信・伝達できる能力
- (2) 情報の科学的な理解：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
- (3) 情報社会に参画する態度：社会生活の中で情報や情報技術が果たしている役割や及ぼしている影響を理解し、情報モラルの必要性や情報に対

する責任について考え、望ましい情報社会の創造に参画しようとする態度

これは、情報教育が能力育成に重点を置き、学習内容はそのための教材と捉えるコンピテンシー・ベースの視点に立っていることを意味する。また、中学、高校でも、学習指導要領の総則には、教科横断的に情報教育を行うべきことが示されている。これは、次期学習指導要領で求められている汎用的・教科横断的な資質・能力の一部として、従来から情報活用能力が位置づけられてきたことを示している。

次の学習指導要領改訂に向けた議論は、中央教育審議会(2016)の答申を受けて、一段落したとの見方もあるかもしれない。しかし、菱村(2014)によれば、最高裁判決によって認められた学習指導要領の法的拘束力は、あくまでも「(必要最小限の)ミニマム基準である」こと、「大綱的基準であり、細目にわたらない」こと、「指導方法に及ばない」ことなどを要件とする。それ故、学習指導要領では、学校や生徒の実態等に応じ、「各教科・科目等の内容等の取扱い」については内容の範囲や程度等を追加・選択すること(基礎的・基本的な事項に重点を置く等)を認めている。目の前の児童生徒のために、教育課程の編成や授業の実施に最終的な責任を負うのは教員であり、学習指導要領の趣旨や児童生徒及び社会のニーズや学問的な検証をふまえ、その職務を全うすることが期待される。一方、研究者は、その教員を支援するために、過去・現在・未来に予測される問題点を洗い出し、解決策の提案と実践等をふまえた批判的検討を行い、学問的な議論を重ね、有用な成果を提供することが求められる。

2. 目的

本稿では、高等学校共通教科「情報」(以下、情報科)の次期カリキュラムについて、日本国内で起きているさまざまな提案や議論を分析する。高校情報科に焦点を絞る理由は、ほぼ100%が進学する高校教育が、全ての人を対象にした情報教育の当面の最終ゴールを規定するからである。本稿では、筆者らが学習科学の成果や、さまざまなタイプの情報教育の実践、ならびに教材開発研究をふまえて構築してきた問題解決力育成のモデルを参照して議論する。同時に、文部科学省も参考にしてしている近年のカリキュラム設計論、特に、Wiggins and McTighe (2005)の「逆向き設計」の理論も参照しながら議論を進める。最後に、今後、より良い方向に進むためのさまざまな方策や課題も検討する。

3. 情報教育と関わるさまざまな立場

現状で、情報教育カリキュラムについては、5つ程度の主張や立場がある。1つは、久野(2013)や久野ほか(2014)など、ICTの開発に関わっている情報処理学会系(以下、CS: Computer Scienceと略記)の立場である。同じようにICTの技術的側面に着目していても、技術教育の立場はそれらとは少し異なる。もう1つは、ICTを教育方法として活用する立場から、次第にコンピュータリテラシーやICTを活用した問題解決力の育成を主張するようになった教育工学系の立場である。育成すべき資質に関する主張は似ているが、図書館情報学やメディアリテラシーの立場は、教育工学とは異なる立場として認識しておく必要がある。以上4つの立場は、いずれも学術分野の人たちであり、大学などに所属している人たちが中心である。これに対して、現場の教員には、これらいずれの立場とも異なる現場のニーズに基づく独自の主張がある。

1980年代以降、初等中等教育におけるICTに関する教育カリキュラムの導入を主導してきたのは、教育工学の立場である。この立場は、元々、放送教育、視聴覚教育、CAIなど、教育方法としてのICTの活用を進めてきた。その後、諸外国の状況を継続的に調査する中で、コンピュータリテラシー教育やメディアリテラシー教育に対するニーズを把握し、日本への導入に取り組んできた(坂元・東 1987)。このような経緯のため、情報教育という言葉は「教育内容としてのICT」を指す用語として生み出したのもこの立場であるが、当該の用語を「教育方法としてのICTの活用」と明確に区別せず混同して使う人たちも、この立場の中にはいる。そのような人たちは、前述の情報活用の実践力の育成を重視し、主に初等教育で、ICTに関する教育を教科横断的に行うことを考えている。

このような手段と目的との混同は、情報教育の本質を見誤る原因となる。日本で情報教育が本格的に始まった平成元年学習指導要領時に、文部省(1991)が出した「情報教育に関する手引き」は、正に、これらを混同して説明するものであった。最近では、情報教育の目標の第1の柱を「(a)情報手段を適切に活用すること」と「(b)情報を収集・判断・表現・処理・創造すること」「(c)発信・伝達すること」の3つに分解し、その中の1つにでも関連していれば、それは情報教育だと主張する立場(文部科学省 2011)もこれに類する。このような解釈への疑問を呈しているのは、他ならぬ「情報教育に関する手引き」の序文である。その指摘のポイントは、「情報の授受や処理の手段やメカニズムに関する

教育はすべて情報教育だと言ってしまうと、従来の教育内容の多くの部分が情報教育ということになり、今、新しく情報教育が急務であるという問題意識から焦点がずれてしまう」という点にある。第1の柱は、(b)や(c)の文脈で(a)を考える力であり、これらに関連づけ、統合的に判断する力こそが、第1の柱のポイントである。情報教育が機器操作教育になってしまうことも、(a)と(b)(c)との分断に原因がある。なお、手段と目的の混同は、プログラミング教育を主張するCSの立場にも見られることを6で議論する。

情報教育と教育手段としてのICTの活用を明確に区別する立場の人たちは、主に中等教育での実践を行い、第1の柱の基礎となる第2、第3の柱を重視する。教育工学とCSの違いは、第3の柱に重点を置いた市民のための教育を志向するか、第2の柱を情報教育の要に置くかにある。筆者は、普通教育としての情報教育は、専門家が進めようとする社会のICT化を批判的に検討し、ユーザ、消費者、市民の立場から、望ましい情報化社会のあり方について合意形成する力を育成すること、つまり第3の柱が重要だと考えている(松田 2005)。

教育工学の立場にとって、メディアリテラシー教育は、教育手段としての放送・視聴覚メディアの利用の延長上にある。これに対して、図書館情報学が情報教育と関わるようになったのは、学習環境としての図書館がインターネットへと発展したことに端を発するだろう。図書と異なり、インターネット上の情報は、膨大でかつ信頼性の低いものも多いため、質の高い情報を検索する技術や情報を見極める力が必要になり、そのような視点からこの立場ならではのメディアリテラシー教育が構想される。特に、日本とは異なり、先進諸外国では図書館司書が確立された職業であり、その役割の一部として図書館教育を担ってきた。その意味で、この立場は情報活用能力で言えば、第1の柱の中の(b)に大きな重点があり、技術教育的観点よりも、国語教育的観点がより強い立場と言えよう(図3)。

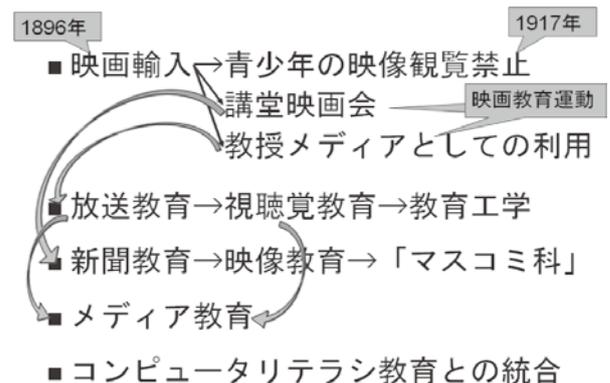


図3 日本におけるメディア教育

CSの立場を国際的に代表しているのは、IFIPなどであり、UNESCO(2002)の情報教育カリキュラムの作成でも主導的立場にあった。この立場に見られるのは、高等教育や専門教育の事例を初等中等教育や普通教育のカリキュラム開発に外挿しようとする傾向である。諸外国の事例を日本に適用しようという場合も、元々、諸外国の事例が上述のアプローチで開発されている可能性が高いことに注意を払う必要がある。この立場が上述のアプローチをとる別の理由として、その主たる関心が高等教育に進学する生徒にあるという点にも注意を払う必要がある。その結果が、プログラミング教育の重要性を主張し、コンピューティングの数理的基礎、インターネットの仕組み、データベースの構築など、CSの専門的知識を教えることに主眼を置いたカリキュラムの提案となる。

技術教育の立場は、イングランドのGCSEカリキュラムではICTがTechnologyでも扱われていること、米国ではITEA(2007)の技術教育スタンダードにICTが含まれていることなど、諸外国ではICTの教育に深く関わっている。しかし、日本では技術教育の重点は中学校に置かれ、高校の情報科への関与は小さい。また、諸外国の技術教育は、職業教育から万人のための技術教育へ、スキル教育から問題解決能力の育成へという2つの流れの中にあるが、日本の(特に学校現場の)技術教育の主眼は、今でも「ものづくり」にあり、この潮流に乗り遅れている(Matsuda 2006)。ICTに関する教育では、機器操作の習得に重点を置いた指導や、日本の工業分野が得意とし、ものづくりやロボット技術と関わる計測・制御に重点を置いた指導が行われがちである。ただし、後者に関しては、同じように産業との関連を重視するCSの立場と近い部分もある。

現場の教員にとって、現在、最もニーズが高いのは、情報モラル教育である。日本では、子ども達の携帯電話所有率が中学生で約57%、高校生ではほぼ100%と高い(MMD研究所 2016a, b)。これは、不用意に子ども達に買い与えている親(大人)の理解不足の実態も表している。理解不足は一般の学校教員も同様であり、それ故、ICTを専門に教える教員に情報モラル教育を任せたいとのニーズが生じる。当該のニーズを意識する教員は、情報モラルに関わる場面が多いインターネットの活用やマルチメディア作品制作などの活動を重視する。本来、これらは中学校段階の内容だが、これを高校段階でも繰り返すことになる。結果的に、作業の新規性を強調するため、ICTの細部や作品の内容面・表現技法など他教科で扱うべき要素に深入りすることになる。一方、進学校では、ICTに関わる教育は入学試験に関わらないとの理由で、数学や理科、社会の内

容やトピックスを取り上げて、ICTを使わせる活動をさせるという立場もある。このような扱いは不適切であり、それを防ぐためには、ICTに関わる教育を入学試験の対象にすべきとの意見もある。

4. 問題解決のモデルに基づく情報教育の類型

4.1 問題解決の縦糸・横糸モデル

筆者は、学部でCSを、大学院でシステム科学を主専門として学んだ。その後、教育工学の立場で情報教育のカリキュラム開発や実践に関わってきた。1990年以降は、中学校の技術・家庭科の教科書執筆を通じて、技術教育分野との関わりも深めてきた。1999年の学習指導要領作りでは情報科の新設、即ち、カリキュラム原案の作成や教員養成・研修に関わり、2009年の学習指導要領改訂でも情報科のカリキュラム改訂に関わった。以上の経験を活かして、本稿では、高校の情報科カリキュラムの設計に関する上述の各立場の主張から、主要な論点を抽出し、日本の状況に基づいて、それらの主張の妥当性や問題点を議論する。

以上の議論に先立ち、まず、松田(2015a)が情報科向けゲーミング教材開発のために作成してきた問題解決の縦糸・横糸モデルの概要を示す(図4)。このモデルには、情報教育の指導のために松田(2003)が提案した情報的な見方・考え方(図中の吹き出し)や、玉田・松田(2004)が提案した「3種の知識」による情報モラル判断の枠組みが(合理的判断過程で活用すべき見方・考え方として)組み込まれている。矩形部分は問題解決の手順(過程)を示し、情報科の学習指導要領で指導すべきとされている問題解決の手順や、ITEA(2007)の技術教育スタンダードで指導すべきとしている設計過程とほぼ同様である。各過程では、総合的な学習の時間や情報活用の実践力に出てくる「情報の収集⇒処理⇒まとめ・発信」という横糸の活動を行う。

このモデルは、Bruer(1993)が人間の知的活動に必要な全要素として挙げた、汎用的方略、メタ認知技能、領域固有知識の全てについて、同じくBruerが指摘するインフォームドな指導を可能にするために開発された。問題解決の手順は、各教科やそれ以外の教育分野も含めて活用できる枠組みか否か、現在、汎用性の確認作業が進められている(松田 2016)。横糸の情報収集と処理では、ICTの活用を考慮し、問題解決の質や効率を改善することを重視する。それ故、活用すべき見方・考え方は、問題のタイプに依存して変わる可能性があるが、情報的な見方・考え方は常に活用されるべきとしている。

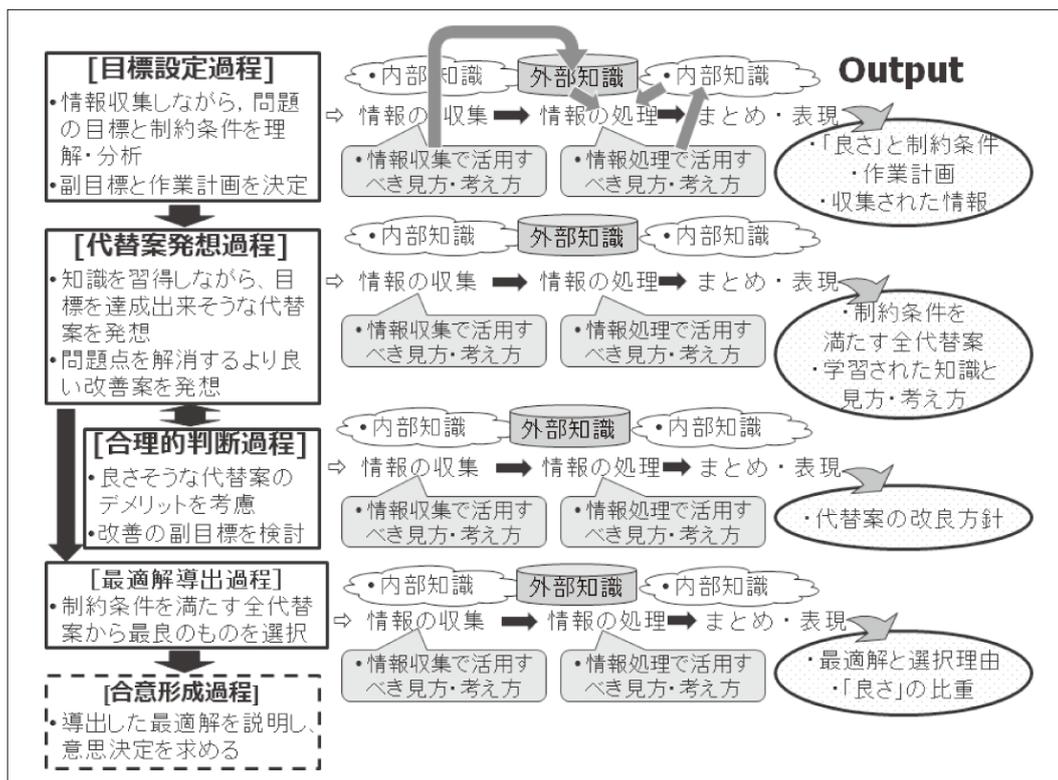


図4 問題解決の縦糸・横糸モデル

4.2 モデルに基づく情報教育のタイプ分け

図4の枠組みを使うと、さまざまなタイプの情報教育の違いを説明できる。既存教科で情報活用の実践力に重点を置いた情報教育をする場合、縦糸の活動は各教科の問題解決を扱う。そして、横糸の活動を通じて、情報活用の実践力を指導する。しかし、単に活動させて体験的に情報教育の目標達成を図るのは間違いであり、Bruerが指摘する通り、学習成果の転移を支援するために、3つの要素をインフォームドに指導する必要がある。そのためには、情報教育の核となる教科が必要であり、中学校では技術・家庭科が、高校では情報科がその役割を担うべきである。

ここで、前述した(a)と(b)(c)とを分断した指導の問題点を再考しておく。図4は、問題解決のモデルであり、単にこの手順で問題解決させるだけでは、情報教育にはならない。上述した通り、情報教育では、(a)と(b)(c)との関連づけ、即ち、問題解決にICTを活用すべきか否かを考えさせることが不可欠である。図4では、13項目の情動的な見方・考え方が、それを意識させるものに他ならない。松田(1999)は、各教科において情報教育を行う場面は、教育方法としてのICTの活用と統合される可能性が高いことを指摘し、情報教育か、教育方法としてのICTの活用のみかの区別は、「目的をより良く達成するために、ICTを活用すべきか否

か」を子ども達に考えさせているか否かによるとしている。たったそれだけのことであるが、それができていないのが現状の情報教育であり、図4があることで、その区別の重要性が自明になる。仮に、核となる教科で図4に基づくインフォームドな指導が行われれば、各教科では、それを転移させることに焦点を当てられ、情報教育の指導が容易になる。その意味では、核となる教科が無い小学校の情報教育には、課題が残る。

横糸の活動で行う情報教育は、情報活用の実践力に重点があり、情報社会に参画する態度を育成する情報教育は、縦糸の活動でICT活用の是非を考えさせる必要がある。松田・小川(2015)は、情報科「社会と情報」の内容(1)(2)は前者に対応し、内容(3)(4)が後者に対応すると述べている。後者で育成すべき資質・能力は、初めて見聞きする(未体験の)情報システムを今後の社会に導入・普及させるべきかを判断する力である。喩えれば、英国のEU離脱や米国のトランプ政権誕生に、責任をもって投票する力を育成することと似ている。これは、単なる情報モラル/安全教育の範疇に属するものではなく、シティズンシップ教育の範疇に入る。

判断の基盤には、必然的に情報の科学的な理解が必要だが、大事なことは、初めて見聞きする(未体験の)情報システムに対する判断が求められる点であり、過去・現在の情報技術の知識を詳細にわたって覚えても意味がない。最新の情報技術に関する知識を外部知識

として参照しながら判断する力が求められ、そのために必要な内部知識とは何かという議論が必要になる。松田・小川(2015)は、**図4**を情報科用に詳細化したモデルで内部知識の候補を示しており、松田(2017)にも当該の図を掲載している。内部知識の例を挙げれば、目標設定過程では、一般的な解の良さ、ICTの良さとりリスク、それらのトレードオフ、多様な利用者像、市民と企業等の立場の違い、個人的問題解決と社会的問題解決の違い、ニーズや環境の変化の傾向、情報の特性、情報の変換、情報システムの典型例、トラブルやその原因・影響・対策例などがある。また、代替案発想過程には自衛策を発想する観点や知識獲得を支援するICTの理解枠などが、合理的判断過程には判断各観点の批判ポイントなどがあり、正しい理解が求められる知識というより、ヒューリスティックな、個人差がありうる、プラグマティックな知識が多く含まれる。

職業教育としてのICTに関する教育も、顧客である他人や社会のためにICTを活用する方法を考えるから、上述の内容(3)(4)の活動と重なる面もある。ただし、職業教育では、今までに無い新しいICTの活用方法や、顧客のニーズに対応したオーダーメイドの解決策を考えることが重要であり、代替案発想過程が重要になる。一方、普通教育としての情報教育では、合理的判断過程に重点を置き、専門家が考える代替案を批判的に検討して、安心・安全なICTの活用を選択する力が重要になる。

5. 各立場が掲げる情報科への要望

ここでは、各立場が掲げる主要な論点を取り上げ、それらについての考察を行う。

まず、CSの主要な主張は、プログラミング教育を重視することである。これを擁護する1つの根拠として、松田・坂元(1991)がある。今栄ほか(1986)は、小学校段階でプログラミング体験をしている群としていない群で、コンピュータ不安の男女差に違いが生じること

(体験していない群では、女子の不安が高いこと)を示している。松田・坂元の実践は、小学校高学年でLogoのプログラミング体験をさせることで、むしろ女子の方がコンピュータ活用に積極的な態度を持つことを示唆しているからである。

一方、CSの主張に対しては、次のような批判がある。第1に、プログラミングに変数の概念は不可欠だが、中学校の数学で文字式を理解できない生徒は少なくない。多くの生徒は表計算ソフトのセル参照を効果的に活用できず、電卓代わりにしか使えていない。第2に、現状でも中学校の技術・家庭科でプログラミングが必須になっているが、それを学んできた高校生でプログラミングの学習を好む者は少ない。

第3に、プログラミング教育を強調する人たちは、1970年代に主流だった学問中心教育課程(平野 1986)の考え方を持ち出し、CSを情報科の基盤に位置づけようとする。しかし、科学の体系(**図5**)を考えれば、理科の親学問は自然科学、社会科の親学問は社会科学であり、数学と共に形式科学に属するCSは、数学科の親学問に加わるべきだとも考えられる。1970年代に、アルゴリズムに関する内容が普通教育では数学に加えられたことも、このことと関係するだろう。一方、情報科の本質は、ICTをツールとして活用し、身近な問題解決に取り組む力をつけることだと考えれば、情報科の親学問は、科学の成果を現実世界の問題解決に応用する工学(と情報学の重なり部分)がよりふさわしく、その意味で、技術教育により近いと考える方が説得力がある。もちろん、ここでの技術教育は職業教育としてのそれではなく、市民教育としての技術教育である。

第4に、プログラミング教育は、かつてコンピュータに関する教育の主流であったが、その扱いが縮減されてきた経緯がある。典型的なのが、職業専門分野における情報関係基礎科目の指導内容の変化である。筆者の調べでは、2004年版の情報関係基礎科目の教科書(1999年学習指導要領)で、工業、商業の40～50%、

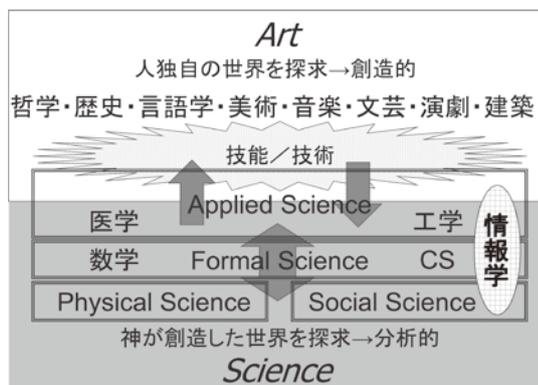


図5 西洋的な学問の体系

内容項目	工業		商業		農業	家庭
	C社	O社	J社①	J社②	J社	J社
機能と構成	8%	7%	5%	9%	7%	5%
OS等	2	8	2	2	2	3
応用ソフトウェア	6	4	33	22	26	40
基本操作	-	4	7	2	4	4
プログラミング	44	47	42	50	26	25
2進法と論理回路	10	14	-	-	-	-
計測・制御	7	5	-	-	1	-
データ通信	6	8	5	5	9	5
情報技術と社会	17	3	10	9	25	17

図6 2004年版情報関係基礎教科書

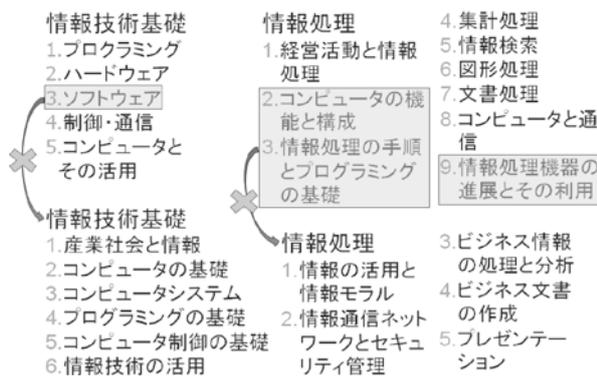


図7 1989年⇒2009年学習指導要領での内容の変化

農業や家庭の約25%はプログラミングがページを占めていた(図6)。しかし、2009年学習指導要領では、工業の情報技術基礎にプログラミングが残っているだけで、それ以外の専門教科では、プログラミングは無くなり、Office系ソフトウェアの活用が残った(図7)。もちろん、人工知能技術の急速な発展により、今後のニーズは変化すると主張もありえる。しかし、当該分野の先端研究者であり、「小学校段階における論理的思考力や創造性、問題解決能力等の育成とプログラミング教育に関する有識者会議」の委員でもあった新井(2016)は、人と人工知能の違いは文章理解能力にあり、今の子ども達はその力が低下しており、「プログラミング教育とか、やっている場合ではない」との指摘をしている。

第5に、上述の懇談会の議論を受け、文部科学省はプログラミング教育の目的をプログラミング的思考を育成することとした(鹿野 2017)。しかし、「自分が意図する一連の活動を実現するために、どのような動きの組み合わせが必要であり、一つ一つの動きに対応した記号を、どのように組み合わせたらいいのか、記号の組合せをどのように改善していけば、より意図した活動に近づくのか、といったことを論理的に考えていく力」というその定義に基づくならば、同じプログラミングという言葉を使っているものの、プログラミングをさせることは教育の手段であって、プログラミング能力を育成することとは全く異なる。筆者は、中学校技術・家庭科の教科書で、楽譜を比喻に使ったプログラミングの導入的説明をしている(田口ほか 2015)が、順序処理、分岐処理、繰り返し処理などの概念や、それらを記号として記述し、コンピュータを自動制御するという仕組みは、楽譜を書くという行為のみでも成立する。その意味では、プログラミング教育は音楽科でも展開できるが、それは音楽教育や教育手段としてのICTと何が違うのか、不明確である。一方、変数の使用が重要だという場合、それは前述した数学の文字式の利用とどう違うのかの説明が必要である。

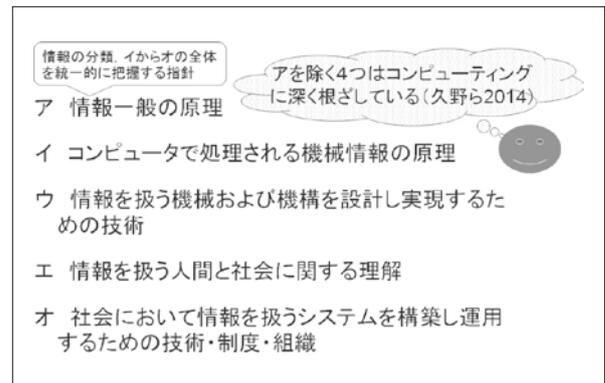


図8 情報学の参照規準(学術会議)

CSの人たちは、従来から高等教育向けのカリキュラム標準を定め、それを改訂してきた。そこでは、知識体系を明確にし、それを科目に振り分けるとの方針がとられる。萩谷(2014)が中心になってまとめた情報学の参照規準も同様である。この方針は、この立場の人たちが、知識注入主義に陥りがちであることも示している。また、当該カリキュラムは大学の複数の学科・専攻を構成できるほど膨大なものであり、高校の1科目を構成する参考になるのかは疑問が残る。ただし、1991年のカリキュラムでは、このような知識体系に分類することが困難な、12の再起概念というものを提唱している(山口 1993)。これが、後述する逆向き設計理論の「重要な観念」の候補となりうる。しかも、松田(2003)は、情動的な見方・考え方が、この再起概念を状況に応じて活用する視点を示したものとして構成されたと説明し、松田(2017)は、再起概念と、ITEA(2007)の技術のコア概念に共通点が多いことも指摘している。よって、ここに着目することが、情報教育にCSの成果を活かす1つの方策になるだろう。

図書館情報学の人たちは、情報科カリキュラムに対する提案をあまりしていないが、一部の教員が、その主張を取り入れた実践を行っている。この立場は、コミュニケーションにおける意思疎通の齟齬や、情報が人の判断や行動に及ぼす影響などを主に扱おうとする。教育工学の中で、メディアリテラシーを重視する人たちも類似の立場にある。しかし、本来、これらは国語科や社会科の教育目標に近いものであろう。先の情報学の参照規準の中で、情報一般の原理に分類されているものは、この立場の成果と密接に関連しているが、CSの立場(久野ほか 2014)は、この分野を除いた残りの4分野を情報科のベースにすべきとしている(図8)。この分野の実践は、既存教科が受験に重点を置き、本来の目的を果たしていないことを理由に、情報科での実践を正当化しているようにも見える。もちろん、学習指導要領は必要最低限基準であり、それ以外の実践

もあってよい。問題は、必要最低基準が満たされた上での実践か否かである。既存教科では、大学入学試験がそのチェック機能を果たすという見解もあるが、それは、受験が当該教科や他教科の不適切な扱いを招いているとの議論の出発点を忘れている。

ところで、これまでに登場しなかった新たなニーズとして、データ科学の内容を情報科に入れるべきとの考え方が急速に強まっている。これは、端的に言えば、これまで数学科で扱われてきた統計の内容を発展させて、情報科に導入するという考え方である。この立場を最も支持しているのは、恐らく現場の教員だろう。情報科教育学会等でも、数学で行うべき「データ分析」の実践を情報科で実践しているケースが発表されている。これも受験の副作用の典型例である。それ故に、データ科学の内容が(数学から分離して)正式に情報科に入れば、ある意味での正常化が図られることになる。また、データ科学は、近年の人工知能技術のベースにもなっている。その意味で、CSの立場もこれを支持するかもしれないが、データ科学の内容は、情報学の参照規準に入っていない点には、注意が必要である。

6. 問題解決力をベースとした情報科固有の内容

今後の情報科のカリキュラム設計では、学習目標の明確化と、扱うトピックスの適切な選択が重要である。その際に役立つ候補の1つが、逆引き設計の理論である。当該理論で重視するのは、目標達成に導く入口として「本質的な問い」を設定し、その問いに答える時に用いるべき「重大な観念」を明確にすることである。前者はトピックス選択と関わり、後者は、覚えるべき知識と必要に応じて調べればよい知識とを区別するのに役立つ。図4では、「目標設定過程」で本質的な問いを(学習者に)明確にさせ、それによって学習活動の方向性を制御する。言い換えると、図4のどこに焦点を当てた思考をさせるかを考慮し、それにふさわしい課題を選ぶべきである。

図4の「内部知識」として必要になるものが、「重大な観念」であり、それは「見方・考え方」を活用する際にも必要になる。既に述べた通り、情報的な見方・考え方は、CSの再起概念やITEAの技術のコア概念とも密接に関連している。例えば、目標設定過程の「目標と条件の明確化」では、「多様な良さを考える」という見方・考え方に即して、多様な良さを発想する。ここには、解の良さや解決方法の良さとがあり、それを明確に分けて考えさせるために、図4の目標設定過程は2つのタスクに分ける。後者に関連して、再起概念に出てくる「(作業の)効率」「(作業過程の)再利用(性)」に

加え、「信頼性(正確さ)」「費用の安さ」などがある。解の良さは、問題ごとに変わるが、解決方法の良さは定型的に考慮すべき視点がある。(ただし、外から明示的に与えられるわけではない。)よって、それを内部知識として覚え、意識して作業方法を選択する必要がある。その作業方法を工夫する手立てがICTの活用であり、それを考える力こそが情報活用の実践力の本質である。

以上より、情報教育では、解の良さや重点がある課題ではなく、解決方法の良さを重点的に考えるべき課題を与えるべきだと言える。そして、解決方法の良さに関連して、良さの間で必ず考慮すべきトレードオフ関係や、トレードオフ関係を解消するのに役立つ代替案の発想の観点(良さを達成するのに必要な技術の特性)なども覚えるべき内部知識とすべきである。

図書館情報学は、情報の分類を重視する。筆者は、分類そのものが「重要な概念」だとは思わないが、情報の基本的な特質をモノとの違いに着目して理解する必要がある。そして、情報をデジタル化することも、それを処理することも、全て変換というアイデアで捉えられること、特に、デジタル化し、さらにさまざまなメディアに変換する技術が提供されていることが、情報の再利用を促し、ICTの活用につながり、より良い解決の実現に貢献することを理解する必要がある。以上より、「変換」や「再利用」も内部知識に入れる必要があるが、それらの必要性は、図4のモデルに基づき議論できるということに注意を向ける必要がある。逆引き設計の理論を読んでも、何が本質的な問いで、何が重要な観念なのかの明確な指針や根拠は見当たらない。それでは、カリキュラム設計は経験論に頼るしか無く、学術的な深化は期待できない。

7. おわりに

次期学習指導要領では、カリキュラム・マネジメントが必要だとされている。そこで重視されるのは、汎用的・教科横断的な資質・能力の育成を目指した教科連携等である。しかし、それを促すには、各教科の設計そのものに、汎用的資質・能力の育成を根幹においた教科固有の内容の取舍選択が必要である。中教審答申の科目案は、そのような熟慮に欠けており、コンテンツベースの設計になっている。

筆者の提案は、図4に基づく6章の議論に述べた通り、汎用的資質・能力として問題解決力を軸に据え、同じ問題解決力を支える要素の何を各教科で担保するのか、可能な限り教科間の重複を避け、一定程度独立に各教科の指導を行っても、全体として問題解決力の育成に自然と貢献するような教育課程を設計すべきだ

というものである。その理由は、教科の連携は言うほど易しいものではなく、学校によって開設学年も違えば、生徒の科目選択、興味・関心、学習の定着度なども異なるからである。また、連携の名の下、受験に偏った歪な科目内容の扱いも生じかねない。結論的に、情報科では、問題解決の方法の改善(図4の横糸)におけるICTの活用と、社会におけるICTを図4の縦糸で扱う内容とに焦点化すべきだと考える。

注

- 1)松田(1994)では、高校の職業専門科目で解説されている〇〇情報処理等(いわゆる情報関係基礎科目)を情報教育のための科目としている。しかし、情報教育の本来の意味から言えば、情報処理の専門職業につかない場合でも、それぞれの職業分野で必要な専門的知識・技能としてICTを学ぶ場合には情報教育に含めないのが適切であろう。
- 2)本稿は、Global-Learn 2015で発表した「Perspectives for Discussing the Next Information Studies Curriculum」と題する論文と、日本教育工学会SIG-10・第4回研究会(2016年5月7日に江戸川大学で開催)での「機器操作能力から問題解決能力へ」と題する発表内容とを統合し、推稿を加えたものである。

謝辞

本研究の一部は、日本学術振興会・科学研究費補助金(基盤研究(C)No.26350313, 代表:松田稔樹と、基盤研究(C)No.15K01087, 代表:玉田和恵)の支援を受けて行われた。関係する方々に感謝する次第である。

参考文献

新井紀子(2016) AIで変わる大学教育～学生の読解力こそ重要. 日本経済新聞, 2016/3/30版

Bruer, J.T. (1993) Schools for Thought: A Science of Learning in the Classroom. Cambridge, MA: The MIT Press.

後藤和彦, 坂元昂, 高桑康雄, 平沢茂(1986) メディア教育を拓く, ぎょうせい

萩谷昌己(2014) 情報学を定義する～情報学分野の参照基準. 情報処理, 55(7), pp.734-743

平野朝久(1986) 教育課程編成の類型. 今日脂溶性研究会(編) 教育方法学, 学芸図書, pp.43-76

菱村幸彦(2014) 学習指導要領の用件. 内外教育, 6366, 時事通信社, pp.23

今栄国晴, 平田賢一, 清水秀美, 北岡武, 多鹿秀継 (1986) 児童生徒のマイコン使用行動の分析. 日本教育工学雑誌, 10(4), pp.13-21

ITEA [International Technology Education Association] (2007) Standard for Technological Literacy (third edition). Reston, VA: ITEA.

情報化の進展に対応した初等中等教育における情報教育の推進等に関する調査研究協力者会議(1997) 体系的な情報教育の実施に向けて. 文部省

鹿野利春(2017) 次期学習指導要領における情報科教育. 日本情報科教育学会誌, 9, pp.5-8

久野靖(2013) 試作教科書活動と「次期」高校情報教育の内容提案. 情報処理, 54(4), pp.386-389

久野靖, 岡本敏雄, 小泉力一, 宮寺庸造, 夜久竹夫 (2014) 情報活用能力の再規定と発達段階に応じた指導内容の提案-教育課程改訂を見据えて. 日本情報科教育学会第7回全国大会講演論文集, pp.107-108

松田稔樹(1994) 情報教育の本質. 電気評論, 79(10), pp.17-21

松田稔樹(1997) 情報教育の本質と教師に必要な資質. 日本教育工学雑誌, 22(増刊), pp.25-28

松田稔樹(1999) 新学習指導要領におけるインターネットの活用. 中等教育資料, 48(2), pp.14-19

松田稔樹(2003) 普通教科「情報」で指導すべき「情報的な見方・考え方」. 東京都高等学校情報教育研究会, pp.44-47

松田稔樹(2005) これからの情報教育～情報教育の本質. じっしゅう, 13, pp.1-5

Matsuda, T. (2006) The Japanese Word “GIJUTSU”: Should it mean “Skills” or “Technology”? In Marc J. de Vries and Ilja Mottier (Eds.) International Handbook of Technology Education: The State of the Art., Sense Publishers, Rotterdam: Netherlands, pp.227-240

松田稔樹(2015a) 情報科教育で扱うべき問題解決活動の明確化と授業・教材の設計指針. Informatio, 12, pp.37-43

松田稔樹(2016) 縦糸・横糸モデルに基づくカリキュラム設計方法論構築の試み-SIG-10活動の中間まとめに向けて. 日本教育工学会研究会報告集, JSET16-3, pp.83-90

松田稔樹(2017) 情報科で育成すべき問題解決力と思考・判断・表現方法の指導. Informatio, 14, pp.??-??

松田稔樹・小川諒大(2015) 情報科で育成すべき資質・能力のモデル化と授業・教材設計の視点. 日本情報科教育学会第8回全国大会講演論文集, pp.27-28

松田稔樹, 坂元昂(1991) Logoを利用した小学校高学年

- における情報教育カリキュラムの開発とその評価, 日本教育工学雑誌, 15(1), pp.1-13
- MMD研究所(2016a) 中学生のスマートフォン所有率40.9%, 2015年より3.0ポイントアップ. https://mmdlabo.jp/investigation/detail_1580.html(参照日2017.2.1)
- MMD研究所(2016b) 高校生のスマートフォン所有率は93.0%, 2014年より13.5ポイントアップ. https://mmdlabo.jp/investigation/detail_1605.html(参照日2017.2.1)
- 文部省(1965) 高等学校学習指導要領, <https://www.nier.go.jp/guideline/s45h/chap2-3.htm>
- 文部省(1991) 情報教育に関する手引. ぎょうせい, 東京
- 文部科学省(2008a) 小学校学習指導要領, http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/new-cs/youryou/syo/index.htm(参照日2017.1.31)
- 文部科学省(2008b) 中学校学習指導要領, http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/new-cs/youryou/chu/index.htm(参照日2017.1.31)
- 文部科学省(2009) 高等学校学習指導要領, http://www.mext.go.jp/component/a_menu/education/micro_detail/__icsFiles/afieldfile/2011/03/30/1304427_002.pdf(参照日2017.1.31)
- 文部科学省(2011) 教育の情報化に関する手引. 開隆堂出版, 東京
- 臨時教育審議会(1987)
- 坂元昂, 東洋(監修)(1987) これがコンピュータ教育だ. ぎょうせい, 東京
- 田口浩継, 佐藤文子, 金子佳代子(編集代表)(2015) 新編・新しい技術・家庭～技術分野. 東京書籍, 東京
- 玉田和恵, 松田稔樹(2004) 「3種の知識」による情報モラル指導法の開発. 日本教育工学雑誌, 28, pp.79-88.
- UNESCO(2002) Information and Communication Technology in Education: A Curriculum for Schools and Programme of Teacher Development. Paris, France: UNESCO
- Wiggins, G., and McTighe, J. (2006) Understanding by Design (Expanded 2nd edition). Pearson Education : Upper Saddle River, NJ.
- 山口和紀(1993) カリキュラム91. 國井利泰編「bit別冊・コンピュータサイエンスのカリキュラム」共立出版, pp.152-261