

これからの情報教育 ～情報教育の本質～

東京工業大学大学院社会理工学研究科助教授

松田 稔樹

1. 学校教育の目標と必要最低限の意味

学校教育法に示されている初等中等教育（以下はその最終段階である高校段階）の目標は、

- ・ 国家及び社会の有為な形成者として必要な資質を養うこと
- ・ 社会で果たすべき使命の自覚に基づき、個性に応じた進路決定をさせ、一般的な教養を高め、専門技能に習熟させること
- ・ 社会について広く深い理解と健全な批判力を養い、個性の確立に努めること

の3本柱からなる。学習指導要領は、これらの目標を達成するために各学校が編成する教育課程の基準として示される。

教育課程編成の基本は、教科・科目の選択と系列化であるが、大事なことは、上述の目標達成に役立たなければ、教科・科目の存在意義は無いということである。当然のことながら、教科の指導も、上述の目標達成を意識して行う必要がある。例えば、「一般的な教養」は、あれもこれもあった方がいいという議論になりがちだが、学習指導要領が最低基準を示すものである以上、本来、全ての生徒が100パーセント目標達成するよう、教師に指導責任があり、また、国や設置主体も責任を負う必要がある。具体的には、目標が達成できなければ、それを改善するために教師教育や目標達成に必要な予算措置をすべきであり、その覚悟

をした上で必要最低限の範囲を規定すべきである。その意味で、一般的な教養は、「社会で果たすべき使命を全うするために必要な範囲」を考えるべきであり、「試験勉強以外に何に役立つかわからない」学習が一般教養として必要か、再検討を要する。

2. 情報教育の目標

ここでは、情報教育が、先に示した学校教育の目標達成にどのように貢献できるのか、また、そのためにはどのような指導が必要なのかを検討する。なお、個々の目標の意味解釈は、客観的な証拠に基づくものではなく、筆者の解釈である。

(1) 国家・社会の有為な形成者としての資質

全ての国民は、日本国憲法の下で、一定の権利を保障されると同時に、義務も負う。中でも重要なものは、参政権と納税の義務である（職業選択の自由と勤労の義務は、第2の目標に関連すると解釈する）。文部科学省が示している情報活用能力の定義^[1]の中では、「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、…＜中略＞…望ましい情報社会の創造に参画しようとする態度」がこれに関連する目標として示されている。「情報社会に参画する態度」と言うと、情報モラルなど、情報化の陰の側面への対応に注目が集まる。しかし、上に述べた参政

権と納税の義務とに関わる国民的資質としては、国民の代表として税金の使い道を決めたり、法律を作る仕事をする国会議員を選ぶ権利を適切に行使し、かつ、その結果に責任を持つことが最も重要と考えられる。つまり、情報教育としては、情報インフラの整備、情報産業の振興、情報化人材の養成、情報資源の整備など、情報技術に関わるさまざまな国策に税金を投入すべきかどうか、情報技術に関わるさまざまな法律をどのように整備すべきかといったことを自分自身の問題として考えられる国民を育てることが大事である。そして、国がそのような権利を保障すると同時に、決定への責任を求める必要があるため、全ての国民に必要な最低限の情報教育を受ける権利を学校教育において保障する必要がある。

(2) 社会で果たすべき使命の基盤となる一般教養

この目標の中では、進路決定や職業選択も扱われているが、「社会で果たすべき使命」には、(1)に述べた「国家・社会の有為な形成者であること」も含まれよう。情報活用能力の中では、3つの柱の中で最も基礎的な位置づけにある「情報の科学的な理解」がこの一般教養の根幹を成すと考えられる。

一方、進路選択や職業選択に関しては、専門教科「情報」がその任を担っている。もちろん、大学の情報系学科等への進学者が一定の割合を占めている中で、それらの人材が企業で十分な力を発揮できていない現状^[2]を考えると、高校生に情報系分野への適性を考える機会を与えるためにも、普通教科「情報」の中に大学への進学に焦点を当てた選択科目を作るという考え方もある。しかし、個人的な意見ではあるが、本来、高校の普通教科は必修の範囲に限定し、選択科目は全て専門教科としてその位置づけを明確にする方がよいように思う。例えば、理科のⅡ科目、数学の選択科目、専門教科「理数」の関係も整理する必要があるだろう。

学校教育法に示されている教育の目標は、資質・能力であり、「人」の外に存在する学問的知

識体系（＝内容）とは別次元のものである。学問的知識体系は、「情報」そのものであり、情報教育は、その「情報」を活用する能力を育成する。「情報」を活用できるようにするために「情報」そのものを教え込まないといけない、というのは情報活用能力の中身は空っぽということになりかねない。もちろん、教科カリキュラムの編成において、学問の成果を活かせるところは積極的に活かすべきである。要は、学問的知識体系をそのまま直接的に教育課程編成の柱にしても意味が無いということである。ここに、各個別学問分野とは別に教科教育学が必要な理由がある。

情報の科学的な理解については、後でより詳細に検討する。

(3) 理解力・批判力の養成と個性の確立

学校基本法の目標には、「理解力」ではなく「理解」と書かれているが、生涯学習社会と言われる今日、学校教育のみで社会に関する広く深い理解を得ることは不可能であるため、「理解力」と捉えた。この目標は、正に、情報を的確に収集・分析し、理解する能力に関わっている。批判力は、メディアリテラシーや情報モラルなどにも関わるが、そう考えてみると、それらは「情報社会に参画する態度」よりも、情報活用の実践力に含める方が適当だという考え方もありうる。

ところで、「情報を理解する力」を情報教育固有の目標と捉えてしまうと、(3)に関わる既存教科の目標は無くなってしまう。学校教育法は情報教育以前から存在するものであり、情報教育という概念ができてから(3)の目標が加わったわけではない。既存教科の教育は既存教科の教育としてきちんと行われるべきであり、(3)は全て情報教育であると言ってしまうのは、かえって学校教育の目標を歪めてしまうことになりかねない^[3]。

よって、筆者は、情報教育の目標は、あくまでも情報技術の活用に関わる面に限定した方がよいと考えている。先に述べたメディアリテラシーや情報モラルなどがその代表例である。また、個性の確立との関連で言うと、個人個人がどのレベル

まで「課題や目的に応じて情報手段を適切に活用」できるようになろうとするのか、自分の覚悟を決めさせることが大切である。情報技術はツールであるから、少なくとも個人の問題解決でそれを使うかどうかは、個人が自分の力量に応じて判断すればいい。使うべきか使わざるべきかは、自分の操作スキルを解決の条件として考慮すべきである。言い換えると、個人の力量が異なるが故に、使うべきか使わざるべきかについての1つの正解などは存在しない。それ故、各自が自分なりの判断ができるような情報教育が必要なのである。

3. 情報教育における基礎・基本

情報もしくは情報技術に関する一般教養を能力に置き換えてみると、問題解決力、意思決定能力、自己学習能力、表現・コミュニケーション能力といったものになろう。ただし、極論すれば、意思決定も学習も表現・コミュニケーションも、問題の種類が違っただけで、全ては問題解決力という言葉で包括できる。このような能力に関わる学問としては、問題解決を包括的に扱うシステム科学（またはシステム工学）、問題解決における人間の認知情報処理の特性を扱う認知科学や知識工学、情報を意思決定に役立てるオペレーションズリサーチ、そしてそれらの効率化、自動化を支援する情報処理関連の学問などが考えられる。いわゆる情報学は、これらを統合するものだとして期待される。逆に、情報学はそれ位に膨大な学問分野だということになる。それを数単位の授業で学べるなら、大学や大学院など必要無いということになる。

学校教育においては、基礎・基本の指導が重要である。情報教育は、問題解決の基礎・基本を教えるものだということになる。

(1) キャランドラのたとえ話^[4]

これは、教育評価の難しさを指摘するための作り話である。しかし、情報教育という視点から見ると、より多くの示唆が得られる。

ある物理の先生が、期末テストで、「気圧計の

助けを借りて高層ビルの高さを決める可能な方法を述べなさい」という問題を出した。これに対して、「気圧計を先に結わえたロープをビルの屋上から地上まで垂らし、そのロープの長さを測る」と回答した学生がおり、先生が0点をつけたところ、学生が抗議に来たという。他の物理の先生と相談した結果、それではもう一度チャンスあげようということになり、同じ問題でテストを行った。ところが、試験時間が終わろうとするのに学生が答を書かない。「もう諦めたのか？」と聞くと、「いや、答をたくさん思いつきすぎて、どれを書こうか迷っている」と言う。そこで、全部言わせてみると、次のような答が返ってきた。

- ・屋上から気圧計を落下させ、時間を測る
- ・地面に置いた気圧計の高さと影の長さの比を調べ、ビルの影の長さにその比をかける
- ・気圧計を物差し代わりにして階段を昇る
- ・気圧計を紐に結んだ振り子を作り、その周期を屋上と地上とで比較する

さらに、学生は、「もし、物理学的な答でなくてもよければ、もっといい方法があります」と言う。ビルの管理人さんの部屋をノックし、「この気圧計は高価なものなんです。これを差し上げますから、ビルの高さを教えて下さい」と交渉するのだという。

(2) 梅棹流の情報観と「変換」という捉え方

梅棹忠夫は、情報を「人間と人間との間で伝達されるいっさいの記号の系列」と捉えて、1963年に情報産業論を展開した。しかし、その25年後に公表した補論^[5]では、「情報には必ずしも送り手があるとは限らない。情報はそれ自体で存在する。世界そのものが情報であり、それを情報として受け止められるかどうかは受け手の問題である」と述べ、情報産業論での情報の定義を修正している。

さて、前述の物理の先生の出題意図は、「(気圧が空気の質量に由来するという物理的知識を利用して) 高度の差を気圧の差として検出する方法を考えよ」というものであった。しかし、この問題を「情報」という視点から捉えると、「ビルの高

さ（長さ）の情報を（気圧計の助けを借りて）別の情報に変換する方法を発想せよ」ということになる。梅棹流に捉えれば、ビルの高さという情報はそれ自体で存在する。よって、計測とは、情報の変換に他ならない。一般的に、長さの情報は他の長さの情報に変換できる。ここでは、ロープや定規（代わりの気圧計）に変換している。また、長さの情報は時間情報に変換できる。ここでは、落下時間や振り子の周期などの時間に変換している。時間への変換としては、気圧計を屋上で叩き壊すところを地上から観察し、その時の音が地上に届くまでの時間差を測定するという方法もありうる。この他、先の学生の回答にある通り、長さを三角比（または角度）や気圧、さらには温度に変換する方法もある。そして、物理的な変換にこだわらなければ、金銭的価値を媒介として、モノを情報に変換するという方法もあるわけである。なお、梅棹流に解釈すれば、「情報の表現」も変換の一種に過ぎない。なぜならば、情報そのものは最初から存在するからである。同様に、情報の処理も変換の一種と捉えられる⁶⁾。

(3) 情報的な見方・考え方と基本的な概念

2の(2)で述べた通り、情報の科学的な理解の範囲を最低限の範囲に限定することが重要である。この時に重要なのは、知識と思考力との組合せ、および、そのバランスを考えることである。決められた時間内で高い点数をとることを競うテストでは、思考に要する時間を知識で代替することが有利に働く。テストの問題は、既に、問題が定式化され、解けることが保証されているからである。しかし、現実の問題は、定式化の仕方そのものに正解が無いし、どんな答に到達すれば正解なのかも分からない。このような時にこそ、自分で考え、自分で判断する力がより重要になる。

以下、ここでは、普通教科「情報」で指導すべき13項目の情報的な見方・考え方⁷⁾（以下、下線で示す）と、それを適用する時に必要になるであろう基本的な知識・概念（以下、太字で示す）とを整理して示す。

まず、情報教育で養う問題解決力とは、**梅棹流の情報観**に基づき、解決すべき問題世界を情報として受け止め、解決を図る能力だと考える。よって、情報技術の活用を考える以前に、①問題解決のさまざまな場面で情報の活用を考えるという見方・考え方が大事になる。これとシステム科学の問題分析の考え方＝②システムの観点で問題を捉える（問題となる対象を要素に分解し、さらにそれらの要素間の関係を考える）という見方・考え方を統合して用いる。問題分析では、**目標と条件**とを区別することも重要である。問題解決とは、単に（条件を満足する）解が得られれば良いというのではなく、より良い解をより良い方法で得ることが大事だからである。目標は、多くの場合、**解の良さ**を表すが、後述する通り、情報技術を活用する理由は、**解決方法の良さ**（コストが安い、手間がかからない、間違いが少ない、変化に柔軟に対応できるなど）を追求するからである。このように、③多様な「良さ」があることに着目しながら、より良い問題解決を考えるという見方・考え方が、情報教育における問題解決では大事になる。そして、④「良さ」の間にはトレードオフ関係があるという見方・考え方も大事になる。先のたとえ話では、気圧の差でビルの高さを測るという方法は、「精度」という解の良さを考えればナンセンスな方法である。その点において、学生の問題解決力の方が優れていると言えよう。

具体的に解決方法を工夫する際には、⑤解決方法の工夫を情報の収集や処理方法の工夫という観点から考えるという見方・考え方を用いる。実は、情報の収集も処理も、一般化すると、**情報の変換**を工夫することと言える。例えば、情報検索は、検索条件を論理式に変換することであるし、ホームページを使って情報発信することは、伝達したい情報をhtmlなどに変換することだと解釈できる。一般に、⑥解決方法（＝情報の変換方法）には常に多様な代替案が存在することを意識し、また、その代替案として常に情報技術の活用という方法があることを意識して発想するという見方・考え方が大事である。落下時間を測定するにも、

ストップウォッチで測定するだけでなく、DVに記録してコマ数を数える方法や、センサを使う方法もある。いずれにせよ、物理の先生のようにある特定の解決方法に固執するようではより良い問題解決はできない。「情報」の授業でテクニカルな知識を教え込むことは、このような固定観念を持たせる危険性を増大する。特定の正解を要求するような試験を行うことも同様の危険性を持つ。

より良い問題解決のためには、⑦発想した多くの代替案の中から「良さ」に応じた選択をするという見方・考え方と、⑧意思決定（選択）の権利を行使する際に、決定がもたらす結果への責任や他者への影響を自覚して判断を行うという見方・考え方が大事である。この考え方は、先に述べた個性の確立とも関連するし、情報教育で扱う問題解決に1つの正解が存在するわけではないということとも関連する。個人的な問題解決の範囲では、必ずしも良くない解や解決方法を選択しても、それに責任を負うならば必ずしも不正解とは言えない。例えば、「高卒で就職するのと、大学に進学するのとどちらが得か？」という問題を考える時、その解が良い解かどうかは、自分の生き方に対する覚悟を反映した問題の定式化をしたかどうかによる。実現不可能な夢に基づいて定式化しても、そこから得られた解は机上の空論に過ぎない。これと関連して、⑨状況や判断する人によって、解決方法に求める「良さ」の観点が変わり、代替案の「良さ」の評価も変わりうるという見方・考え方も大事であり、ある方法を絶対視したりそれに固執すること、判断の仕方をルールのように暗記すること、技術の変化を無視することなどは適切ではない。

この他、より良く問題解決するには、⑩情報技術を効果的に活用するために、人が行うべき工夫を考える、⑪これまで解決が困難と思われてきた状況や分野でこそ情報技術を活用した新たな解決方法を発想する、⑫問題を定式化した時の条件からはずれるケースや、誤りを犯す危険性（リスク）を考慮し、変化やいつ起こるか分らない事態へ

の対応方法（セキュリティ対策）を準備しておく、⑬間違いを防ぎ、解決を改善するためにも、解決手順（アルゴリズム）の明確化やルールの共有化（プロトコル）が必要であり、それを行う方法や確認する方法（ネゴシエーションやフィードバック制御）を考える必要があるといった見方・考え方も重要になる。このような情報的な見方・考え方と、それを駆使する時に必要になる基本的な概念（これらには、コンピュータ・サイエンスの再概念^[8]なども形を変えてほぼ取り入れている）とを縦糸と横糸として織り込んでいくのが、情報の授業のあるべき姿だと考える。

4. まとめ

情報教育の本質は、情報技術の使い方を教えることではない。教わること、用意された正解を答えることに慣らされた生徒達に、自ら考え、多様な代替案を発想する力、自分の出した答に責任を持つことを教えるのが情報教育の重要な目標である。教科には明確な目標と指導内容があり、総合的な学習の時間とは明確に区別する必要がある。

- [1] 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
- [2] 日本経済団体連合会（2005）産学官連携による高度な情報通信人材の育成強化に向けて。 <http://www.keidanren.or.jp/japanese/policy/2005/039/honbun.html>
- [3] 文部省（1991）情報教育に関する手引。ぎょうせい
- [4] 池田央（1978）日経新書・テストで能力がわかるか、日本経済新聞社
- [5] 梅棹忠夫（1988）中公叢書・情報の文明学。中央公論社
- [6] Toshiki MATSUDA（2005）The Japanese Word "GIJUTSU": Should it mean "Skills" or "Technology"? , Proc. of PATT-15 Conference, <http://www.iteawwww.org/PATT15/Toshiki.pdf>
- [7] 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大会予稿集, 44-47
- [8] 國井利泰編（1993）コンピュータサイエンスのカリキュラム。共立出版