

# 「情報システム社会と数学教育」

町田彰一郎  
文教大学教育学部 教授

## 1 G8の国々の成績の凋落

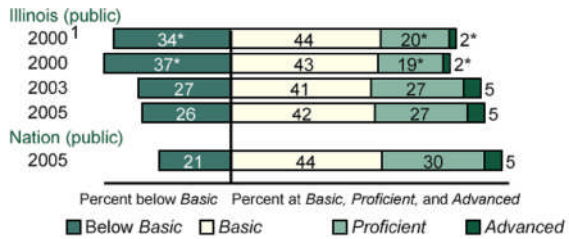
PISA 2006年の中学校2年生の結果は、下表に見るように、いわゆる先進8カ国（イタリアは除かれているが、同様な傾向にある。）の国々が、カナダと日本をのぞいて、学力の凋落現象が著しいことがわかる。2000年から2006年のこの現象は、工業化先進国が、情報化の影響を強く受けその影響を教育の世界でまだ、完全に抑え込めないでいることを示しているといえる。

G8の国々の凋落に比べ、この6年間で成績が上昇してきている国々がある。これが、東アジアの国々で情報化への後発諸国でもあるし社会・経済的に活気のある国々でもある。この他フィンランド、カナダは横ばい、東アジアの一角に位置する日本もその減少率は相対的には低いといえる。

アメリカの学力調査（NAEP）では、PISA

のように平均値で比較するのではなく、

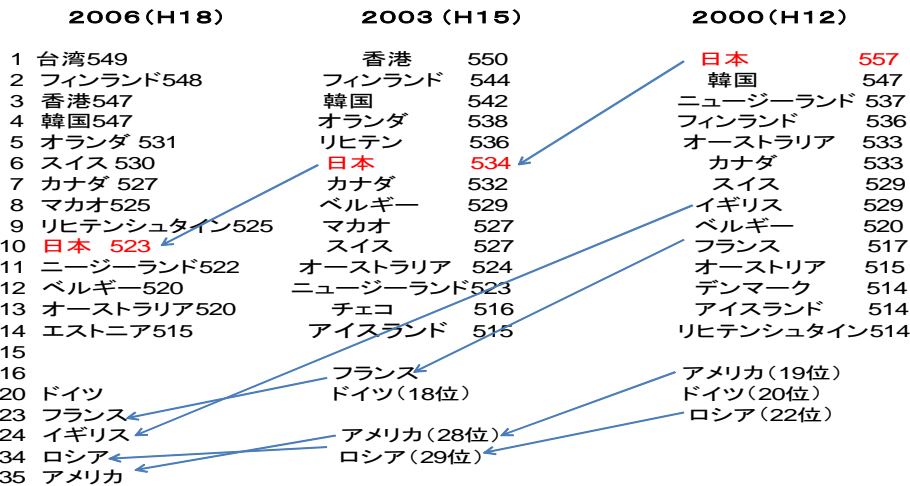
Below Basic、Basic、Proficient、Advancedの4段階に分けて年次ごとの変化を比較している。カナダに近い州でほとんど白人であるようなところは、学力は比較的安定している。学力格差の大きいカリフォルニアなどは、2000年から2005年にかけて、Below Basic層をかなり減少させている。以下はイリノイ州の結果である。これを見てもその傾向を見ることができる。



<sup>1</sup> Accommodations were not permitted for this assessment.

NOTE: The NAEP mathematics achievement levels correspond to the following scale points: Below Basic, 213 or lower; Basic, 214–248; Proficient, 249–281; Advanced, 282 or above.

## 数学的リテラシー



しかし、こうしたことは PISA の学力調査の米国の順位の上昇にはつながってきていない。

## 2 今日社会が抱えている教育的課題

情報化がかなり進んだいわゆる先進国が抱えている教育問題をどのように受け止め、解決するかが、21世紀の教育改革の最大の課題であるといえる。これは、おそらく、東アジアや中国、インドなどの後発ながら現在勢いのある国々にとっても、遅かれ早かれ、直面する問題でもある。では、それがどのような問題なのか。以下に日本の場合を考察する。

第1の問題は、TIMSS 2003で表面化したことである。日本の特に中高生に表れている「数学の学習に対する積極性の欠如」といわれている現象である。成績はよいが、現在勉強している数学の先に何があるかがわからない、何のために勉強しているかに確信が持てない生徒が多いことである。この結果は「自分に自信が持てない。」という問題ともなっている。(TIMSS2003、町田(2006))

第2の問題は、文部科学省の学力調査のB問題で「活用能力に課題がある」と指摘されていることである。これは、別様に言うと、「計算はできる」、「答えを求めることはできる。」しかし、「他人に数や式、図を使って説明できない」ということである。これができるようになるためには、「他人の考えを聞き取り、多様な思考方法で問題が捉えられ、考えを、算数・数学の言葉、(数、式、表、図、グラフ等)を使って論理的に説明できること」が求められる。

第3の問題は、小・中・高の学校現場からよく指摘されることで、「基礎的な学習習慣が身につけていない児童・生徒がいる。」ということである。これは第2、第3の問題と連動していることでもあるが、もっと深刻なことで受け止められている。

これらの問題がどのようにして生まれ、どう解決したらよいか、について分析し、その解決方法を探すことは、今回の新学習指導要領の成立の過程でなされてきた点である。

今回の教育課程の成立の前には、「人間力戦略会議」や「イノベーション25」、また、「科学の礎＝数学」、「科学技術の智」などが持たれ、様々な試みがされた。また、今日の社会を「情報システムによって支えられた社会」とみて、情報システム学会での「情報システム分野における人材育成への取り組みの基本的考え方」などが筆者には、新しい視野を与えてくれる。

こうした動きより一足先に、OECDから、「キー・コンピテンシー」や「数学的リテラシー」などの考え方が出された。これを、筆者は、19世紀から20世紀にかけてヨーロッパの農業化から工業化への変容の過程で起こった3R's運動(読み書き、算数の能力をすべての市民における基礎的能力として教えようとする運動)の再来とみなしたい。すなわち、工業化社会から21世紀の情報システム化社会への過程で、自覚のある市民のために、従来とは異なる新たな教養を求め、それがどのようなものかを探り、作り上げていこうとする運動としてとらえたい。

こうした動きの根底にある教育課題を筆者なりにとらえると、「変容しつつある情報システムによって囲まれた今日の社会を「生きる」人間が持つべき最も基本的な能力(キー・コンピテンシー)となる。これを数学教育の分野で捉えれば「数学的リテラシー」となるだろう。これはどのようなものかをこれから多くの識者が共同して作り上げていく必要があるだろう。

ここで、OECDのキー・コンピテンシーの概念を挙げておくと以下のようなになる。

「単なる知識や技能だけではなく、技能や態度を含む様々な心理的・社会的なリソースを活用して、特定の文脈の中で複雑な要求(課題)に対応することができる力。」

特に、キー・コンピテンシーとして、次の能力を上げている。

① 社会・文化的、技術的ツールを相互作用的に活用する能力(個人と社会との相互関係)

② 多様な社会グループにおける人間関係形成能力（自己と他者との相互関係）

③ 自律的に行動する能力（個人の自律性と主体性） <教育課程部会、配布資料より>

この上にとって、リテラシー、情報リテラシー、数学的リテラシー、科学的リテラシーが挙げられているが、数学的リテラシーとは、次のように定義されている。「数学が世界で果たす役割を見つけ、理解し、現在及び将来の個人の生活、職業生活、友人や家族や親族との社会生活、建設的で関心を持った思慮深い市民としての生活において確実な数学的根拠にもとづき判断を行い、数学に携わる能力」である。

### 3 情報システムによって支えられている社会とは

A.トフラーは1980年に出版した「第3の波」の中で、人類の歴史の変容を大きく農業化から工業化へ、そして情報化へと俯瞰してみせた。1990年代には、ゴア副大統領の「情報スーパーハイウエー構想」の元に情報通信社会へと移行していった。2000年になると、「コンピュータの中の人工社会」

(H.A.Simon,山影 進)という観点が定着するようになった。ここでは、Natural や Exact、Human に代わって、人工(Unnatural、Artificial、Inexact、Inhuman) というキーワードが使われるようになっていた。社会に対するこうしたとらえ方が本論でいう「情報システムによって支えられる社会」につながってくると見ることができる。

笠原(2007)は、今日の社会の変容に対する認識として、前記の“人工社会”に代わって“サイバー社会”という言葉を使い次のように述べている。“ヒトは500~600万年前、”森から草原“へと移り、直立二足歩行を開始し、ホモ・サピエンスとなった。今、ヒトは”産業社会からサイバー社会“へ移ろうとしている。人類にとって2度目の大きな

転換である。”

ここで概念を少し整理しておく必要がある。ここまでの論議は、宇宙や地球の誕生から生命の登場までの数億年の自然システムの営み、20万年前頃から誕生した知能をもった人類が自然とのかかわりの中で作り出してきた社会システムの営み、さらに、これらを急速に変容させながら、数十年前から始まった人口システムとしての情報システムの営みがあるということである。

自然物や生物、身体の代替・拡張としての機械システムに代わって情報システムは、生命の中で営まれていた情報の授受をモデルとして仮想的、人工的に作られる“見えないシステム”である。

情報とは、発信者の意図および意味を付与されて受け渡されるものであり、当然、受信者によって何らかの評価がされる。西垣 通はこのところを次のように述べている。

“この本は分厚いわりには情報量が少ない”とは、「記号表現の量が多いが、記号内容（意味内容）の量が少ない。」ことを言っていることになる。”わからない！という状態からわかった！”という状態になったときに、通常、そこに情報が入ったということになる。ここで、情報とは、言語だけではない。いわゆる“ひらめき”や、“感情の変化”なども情報となるはずである。教師の側がいくら説明しても、学習者が“わかった！”という状態にならなければ、「情報はその子に与えられなかった」となる。

永戸(2003)は、情報行動の限界として、次の3点を挙げている。①情報取得行動の中で、人間はあらゆる活動を完全に獲得できない。②合理性の限界として、人間の思考力、計算力には限界があり、すべてを計算、考えつくすことはできない。③人間が一人ですることには限界がある。人間には組織的な活動が不可欠である。

したがって、情報システム社会を「生きる」

人間の育成にとって、①～③を補完するための能力の育成は不可欠となる。

ものごとをシステムとしてとらえるときには、“互いに関連をもちつつ変化する構成要素の集合体”、または、“あるシステムが別のシステムと結びつき、以前と異なる新しいシステムが生まれる”などの発想が必要となる。

この意味で、情報システムという考えは、静的な構成要素からなる集合に、ある種の構造を埋め込むといった構造主義的な考えを超えた発想が必要である。(西垣、2005)

上記の概念を端的に示す事例をあげると、進化・変容する携帯電話の例がわかりやすい。

“携帯できる電話 “というシステムが、” w w w e b “という通信システムと合体し、変容し、さらに、画像処理システムが付与され、” デジタルカメラ+Video “機能を持ち、さらに、ワンセグの TV 機能がつき、” 音楽取り込み+ゲーム+テレビ電話+ナビ “システムとなり、さらに進化し” キャッシュ・カード “機能を持つようになった。こうして、携帯電話という名称のもとで、それとは全く異なるシステム「ケイタイ」が独り歩きしだし、” 子どもの遊びの世界 “と” 大人の欲望の世界 “との境界を取り払った” 異次元空間を作り出してしまい、あらたなエミールの教育問題を生むこととなっている。

#### 4 情報システム社会を「生きる」ための数学的リテラシー

本論で「数学的リテラシー」という言葉を使っているのは、現代の情報システム社会に賢明な一般市民として生きるに必要な数学的素養とは何かという視点を大切にしたいからである。21世紀の今日の社会で、賢明な一般市民に必要な基礎教育は、単に3R's 的な基礎計算ができればよいということではないはずである。これからの Web2.0 の世界、global なコミュニケーションの世界、SNS (Social Network Service) 環境のもとでの生活が行われる社会においては、現在以上に、

賢明な市民の育成が重要な役割を果たすものである。そこでの教育の柱となる考え方は、この社会が自然の摂理によって動く自然システムのなかにあるのではなく、人間による人間のための人間的な「情報システム」によって動いている社会であるということである。無論ルソーのように「自然に還れ！」という論調も存在する。しかし、現代の科学は、自然の表面的な仕組みをこえて、自然の内部にひそむ遺伝子情報などの「情報システム」まで解明が進んでいる。この点からの「情報学的転回」が求められる時代に来ているという認識が必要である。

自然システムは、何億年の宇宙や地球の生成の過程で作りに上げてきたシステムである。これに基づいていけば、より確かな法則にしたがうことになる。しかしながら、現在の社会システムは、より人工的な情報システムの転回が求められている時代に入っているということである。さまざまな議論が「すべて絶対的に正しい」ということがわからない仮説的な推論に基づいて、ある意味で手探りで進んでいかなければならない時代である。賢明な一般市民はそのことをまず学ぶことが必要である。その典型的な事例がつい最近出された。ゴア元副大統領の「不都合な真実」による環境問題への警鐘に対して、実はそれは間違いであるという論調が複数の専門家から出てきた。問題は、どちらがどう正しいかという前に、それぞれの結論を巧みに自説に取り込んだ様々な論調がこれに輪をかけてマスコミをにぎわせる事態が起こっていることである。

統計的な見解も含めて様々な数量を使った見解が、無意識にまた、意図的に、間違った判断を招くということが現在では、日常的に起こっている。こうした場面に対して賢明な市民としての人材を育成するためには、批判的な思考力 (Critical Thinking) を身につけさせることも重要である。そうした中で、「何が間違っていそうか、何があっていそうか」という判断を身につける時代とも言える。

それは数学の学習においてもできることで、「正しいことを正しいとし、間違いを間違いとする」ことの体験を教えることができる教科として、数学はこうした時代に最も適した教科の一つになりうるものといえる。そのため何をしたらよいか？これが情報システム社会を「生きる」ための数学的リテラシーということになる。

注 「数学的リテラシー」は、OECD の PISA の学力調査から出てきた言葉である。しかし、本論では、上記の意味で使っており、必ずしも、PISA の学力調査を踏襲しているわけではない。筆者なりの PISA 調査による「数学的リテラシー」観は次のようなものである。21世紀の今日、TV や新聞・雑誌、インターネットなどの一般の記事の中で出会う事象に対して、それらの中に数学を感じ取り、それを表現して、他人に説明できる基礎能力である。この意味では、ここで述べられているほどの数学は求められていない。

最後に、本論の立場からの「数学的リテラシー」についてまとめておく。これらは、態度面のことであり、算数・数学の内容については、別の機会に論ずることとする。

- ① 数学の学習を通じて子供たちに自信をもたせること。そのために、
- ② ①を実現するためにも、算数・数学の言葉である「数、式、表、グラフ、図」を使って、自分の考えを表現し、話し合い、学び合い (Discourse) の場を設けること。
- ③ 数量感覚を身に着け事象の陰に隠れているパターンを見つけ、感じ取り、表現することができるようにする。
- ④ 教師は、授業の中で、正しいことしか答案に書かない、発言しないという習慣をできる限りなくし。仮説的な推論のもとで話し合いができる教室の雰囲気 (社会数学的規範) を作る。
- ⑤ 小学校の高学年から、論理的にものを

いう態度を育て、数学の持っている「正しいことを正しい」とし、「間違いを間違い」とする体験をもつようにする。

## 5 まとめにかえて

本論は、平成20年8月の数学教育学会夏季研究会での発表論文「情報システム社会を「生きる」ための数学的リテラシーとは」に手を加えて作り直したものである。

## 参 考 文 献

- 1 浦 昭二、永戸哲也 他編「情報社会を理解するためのキーワード1—人間の情報行動、情報システムとしての社会、他」、培風館、2003
- 2 細野公男、中嶋聞多、浦 昭二 共編「情報社会を理解するためのキーワード2—情報システムの基本概念」、培風館、2003
- 3 笠原正雄 「情報技術の人間学」、電子情報通信学会編、2007
- 4 小国 力『『システム』と私たち』、日本評論、1995
- 5 西垣 通「IT 社会のゆくえ 情報学的転回」、春秋社、2005
- 6 山形 進、服部正太「コンピュータのなかの人口社会」、構造計画研究所発行、2002
- 7 町田彰一郎「JST 平成19年度理数系教員指導力向上研修 (文教大学) 報告集」、文教大学付属研究所、2007
- 8 川合 慧「東京大学教養学部テキスト情報」、東京大学出版会、2006