

アメリカ・数学教育における科学技術リテラシー（数学的リテラシー）

Mathematical Literacy in Mathematics Education of U.S.A.

重松敬一

SHIGEMATSU Keiichi

奈良教育大学

Nara University of Education

二宮裕之

NINOMIYA Hiroyuki

愛媛大学

Ehime University

[要約] 本稿では、アメリカの数学教育におけるリテラシーの捉えられ方について、先行研究や文献を精査することで検討を進めた。最初に 1980 年代に出された様々な教育勧告書における数学に関する記述を抜粋し、一般的な傾向を探った。次に、NCTM スタンダード、Adding It Up (Kilpatrick et al, 2001)、更には Steen による一連の文献に注目し、その内容を調べることで、NCTM と Steen がそれぞれ異なる観点からリテラシーについて言及していることを明らかにした。更に、Trowbridge & Bybee(1996)による科学的リテラシーの次元の枠組みを援用し、数学におけるリテラシーに関するこれら 2 つの見解の相違を、理論的に考察した。

1. 1980 年代の教育勧告書からの抜粋

(1) College Entrance Examination Board(1983) *Academic Preparation for College: What Students Need to Know and Be Able to Do*, College Entrance Examination Board, New York

アメリカ大学入試協議会(College Entrance Examination Board、CEEB)から刊行された本報告書は、CEEB が 1980 年から 10 年計画で始めた「教育の平等と室に関するプロジェクト(The Educational Equality Project)」の成果の 1 つであり、高等教育に進学する高校生に進学機会の平等を促進するとともに、彼らの学習の質を進学準備としてふさわしい高度のものに向上させることを目的としている。ここでは、「基礎的学習技能(Basic Academic Competencies)」と「基礎教科」との関係について、「相互に関係があり、かつ依存し合っている。そのような諸技能なしには、歴史・理科・言語その他の教科の知識にはすべて到達しがたい。」と述べている。そして、基礎的学習技能の一つとして「数学的に考える力」を取り上げる一方で、基礎教科の一つとして「数学」をあげている。更に現代社会における数学の必要性について言及し、①現代社会において自らの職分を十分に果たすためにはある程度の数学の知識が必要であること、②数学や自然科学の準備教育を十二分に受ければ、生徒は、自分の知的能力を伸ばしていくことができる、という 2 つの観点からその重要性について述べている。

第 2 章 基礎的学習技能(Basic Academic Competencies)

「基礎的学習技能(Basic Academic Competencies)」とは、大学の全分野において、効果的な勉学をするためには不可欠の幅広い知的技能(skills)である。「基礎的学習技能」はいずれかの特定の学問分野にだけ特有なものではないけれども、知識の諸分野を貫き通してこれらをつなぐものである。

「基礎的学習技能」とは、読む力(reading)・書く力(writing)・話し聴く力(speaking and listening)・数学的に考える力(mathematics)・推論する力(reasoning)、そして探求する力(studying)である。これらの諸

技能(competencies)は、「基礎教科」と相互に関係があり、かつ依存し合っている。そのような諸技能なしには、歴史・理科・言語その他の教科の知識にはすべて到達しがたい。

2.5 数学的に考える力

- ・自然数・分数・小数・整数を用いて、正確な加減乗除計算ができること。
- ・伝統的な単位とメートル法の両方の単位で、測定したり測定結果を使用したりすることができること。
- ・以下の数学を有効に使いこなせること：
 - －整数・分数・小数
 - －比・比例、百分率
 - －根と冪(べき)
 - －代数
 - －幾何
- ・概算と近似値を算定すること、また結果の正しさを判断することができること。
- ・問題を数学的な観点で数式化し、かつ解けること。
- ・問題を解くにあたって、適切な方法と道具（暗算、試行錯誤、紙と鉛筆の技法、電卓、コンピュータ）を選び、使用できること。
- ・確率と統計の初歩の概念を使用できること。

2.6 推論する力

- ・問題を解決する方法を提示し、評価することはもちろん、問題を確認し、組織的に述べることができること。
- ・機能と演繹の推論方法の知識に通じ、これらを使用し、かつ推論における虚偽を認識できること。
- ・さまざまな供給源—書かれたもの、話されたもの、或いは表やグラフに示されたもの—から得た情報に基づいて、正しい結論を引き出すことも、また、他人の結論を理性的に弁護することもできること。
- ・概念と一般化を、理解し、発展させ、使用することができること。
- ・事実と意見とを判別できること。

第4章 基礎教科

「基礎教科」とは、英語（国語科）・アート（芸術・表現活動科）・数学・理科・社会科・外国語である。

4.4 数学

4.4.1 なぜ数学を学ぶのか

現代社会において自らの職分を十分に果たすためには、ある程度の数学の知識が必要である。数学は、科学・技術は言うに及ばず商業や経済分野でも不可欠な言語となっている。したがって、物事をうまく処理して社会に貢献していくためには、誰もがこの言語をある程度うまく使いこなす必要がある。

現代においてはとりわけ、数学の知識と理解とは、生徒の知的能力を発達させていくうえで非常に重要なものとなっている。コンピュータ・サイエンス、宇宙科学など高度な技術を要する分野が発達してきたために、学ばなければならない新しい数学の世界がますます広がってきている。数学や自然科学の準備教育を十二分に受ければ、生徒は、自分の知的能力を伸ばしていくと同時に、多方

面にわたる職業を選択することもできるのである。大学教育を受けるためには、初等数学を越えた高度の数学の技能が必要である。

4.4.2 数学で何を学ぶのか

大学教育を受けるものは、以下にあげるような数学の基礎に熟達していなければならない。

- ・ 現実生活のなかに現れる諸問題を解決するために数学的技法を応用する能力。そしてどのような場合にこうした技法を応用したらよいか判定する能力。
- ・ 数学の用語、記法およびその演繹的性格を知っていること、さらに量的な概念を正確に表現できる能力。
- ・ コンピュータと電卓を使いこなす能力。
- ・ 統計と統計的推論の基礎概念を知っていること。
- ・ 代数・幾何・関数論について、かなりの程度まで知っていること。

(2) College Entrance Examination Board(1985) *The Academic Preparation Series: Teaching For Transition From High School to College*, College Entrance Examination Board, New York

同じく CEEB から 1985 年に刊行されたこの報告書では、「基礎的学習技能」であると同時に「基礎教科」でもあるという数学のもつ二面性について言及されている。また高校数学の学習目標について、具体的な学習内容に触れ、提言している。

3.1 学習の準備と目標

3.1.1 「基礎的学習技能」を伸ばす

「基礎的学習技能」とは、読む力・書く力・話し聴く力・数学的に考える力・推論する力、そして探求する力である。数学の独自性は、それが「基礎的学習技能」であると同時に「基礎教科」でもある、という点にある。この二重の役割は、歴史的にみると、数学が学校カリキュラムの中で占めてきた 2 つの役割を反映したものであることが分かる。数学はまず、さまざまな研究分野の量的な問題を扱うために、一群の特殊な言語と関連した技能を身につけるべき「道具」としての教科であった。それと同時に、プラトンの時代から教養有る人間ならば習得しておくべき自由学芸科目の 1 つでもあった。数学の備えている二重の役割を理解できるように、生徒を指導していかなければならない。生徒は、「基礎教科」としての数学と「基礎的学習技能」としての数学とは相互に依存し合っている、すなわち数学の持つ 2 面性の内容には調和が保たれている、ということを知らなければならない。しかも、数学の学習と他の「基礎的学習技能」のひとつひとつとは、互いに依存し合っているのである。

3.1.2 高校数学の学習目標

今後 10 年間、大学入学者は、以下に示す数学的スキルに十分習熟しておく必要がある。

- ・ 現実生活のなかに現れる諸問題を解決するために数学的技法を応用する能力。そしてどのような場合にこうした技法を応用したらよいか判定する能力。
- ・ 数学の用語、記法およびその演繹的性格を知っていること、さらに量的な概念を正確に表現できる能力。
- ・ コンピュータと電卓区を使うこなす能力
- ・ 統計と統計的推論の基礎概念を知っていること。
- ・ 代数・幾何・関数論について、かなりの程度まで知っていること。

(1) 応用と言語

高校生は、教室を一步出た外の世界で起こっている問題の解決に、数学がいかに応用されているか、そしてさまざまな職業の人々が数学をどのように利用しているか知っておく必要がある。

数学をうまく使いこなすには、問題を定式化し、解決していく技能が必要になる。ところで、その技能を獲得するためには、基礎となる数学的知識や展開の仕方についてしっかりした理解を持ち、さまざまな技法の丁寧な指導を受け、練習を何回も繰り返さなければならない。(中略)生徒は、そうした技法をいかに利用したらいいか学ぶだけでなく、それが役に立ちそうだということをどの時点で認識するかについても学ばなければならない。

大学入試の準備をしている高校生は、数学で使われている言語と記法とをうまく使いこなせるようにしなければならない。たとえば、線分の二等分ということと中点との区別ができなければならないし、 $\sum_{n=1}^3 3^{n+1}$ が $3^2+3^3+3^4$ と等しいと解釈できなければならない。生徒は、数学的に書いたり語ったりするときに、多項式・角度および関数といった用語を正しく使用できなければならない。

生徒は、数学の規則が、論理的順序で展開されていることをいろいろな場面について知っておく必要がある。ユークリッド幾何では、数学の公理的側面を知るための豊かな土壌であるが、これだけが演繹的推論の源泉ではない。パターン認識や帰納的推論における諸経験を組織化して、数学的規則と概念の理解が深まるようにすべきである。

応用と言語における学習目標に加えて、大学入学者には、以下のような数学の準備教育が必要となるであろう。

(2) 計算する力

(3) 統計

(4) 代数

(5) 幾何

(6) 関数

3.4 数学と基礎的学習技能

3.1 節で述べたように、数学を学ぶことによって他の「基礎的学習技能」が伸びていくばかりでなく、逆に「基礎的学習技能」を磨くことによって数学の力も付くのである。(中略)数学はそれ自体重要な教科である。しかし、数学と他の分野との緊密な結び付きを強調しながら数学を教えていけば、この教科は生徒にとっていっそう重要なものになるであろう。

(3) Barton(1990)Workplace Competencies: The Need to Improve Literacy and Employment Readiness, US Dept. of Education

1990年にアメリカ教育局から刊行されたこの報告書では、「リテラシー」という用語が以下のように用いられている。

特に期待したいのはリテラシーである。この言葉は識字能力と訳されるが、その訳語が普通意味する以上のものが期待される。具体的には新聞記事など文章を読む力、図表資料を読み取る力、数量的データを読解する力がそれである。(中略)働くものは将来の職場がどうなるかということとは別に、かなりの水準のリテラシーをもたないかぎり、現在の職場にさえ不向きなのだ。

2. 米国数学教師協会 (National Council of Teachers of Mathematics) からの報告書

(1) An Agenda For Action (NCTM,1980)における「基礎的技能(Basic Skill)」

米国数学教師協会 (National Council of Teachers of Mathematics, NCTM) が 1980 年に刊行したこの報告書は、1980 年代の数学教育の方向を示唆した重要なものとされる。(三輪,1993,p.4) その中でも特に、数学における基礎的技能(Basic Skill)について以下のように述べられている。

報告 2 数学における基礎的技能(Basic Skill)の概念は、単なる計算技能に留まるべきではない。

2.1 「基礎とは何か」を考える際には、National Council of Supervisors of Mathematics が著した『基礎的技能についての基本方針(Position paper on Basic Skills)』における 10 個の基礎技能をまずは考慮に入れる必要がある。それらは以下の通りである。

問題解決

数学を日常の場面に応用すること

結果が理に叶ったものであることに敏感であること

見積もりと近似

適切な計算技能

幾何

測定

表・図・グラフを読み、解釈し、作ること

予測のために数学を使うこと

コンピュータ リテラシー

2.2 数学における「基礎的技能」の同定は流動的なプロセスであり、新たな状況や必要性に応じて適宜改訂されるべきものである。

2.3 指導プログラムにおける優先順位や強調点の変容は、基礎的技能の概念の拡張に合わせてなされるべきである。

以下にあげる活動をより強調すべきである。

- 数量的な情報を認識・処理すること
- データを収集すること
- データを組織化し提示すること
- データを解釈すること
- データに基づき推論し予測すること
- 測定を見積もること
- 適切な道具を用いて測定すること
- 計算結果を暗算で見積もること
- 数値を有効数字 1～2 桁の概数に変換すること
- 計算を行う際にテクノロジーを活用すること
- 比率やパーセントの問題に比や割合を用いて解決すること
- 視覚化や概念化の助けとしてイメージ、マップ、スケッチ、図表などを用いること
- 空間的な知覚を伸ばすために具体物やパズルなどを用いること

以下にあげる活動は強調すべきではない。

- 問題の文脈から切り離された単なる計算練習
- 2 桁を越える数による筆算
- 後の学習や日常生活にはほとんど無意味な難しい用語を習得すること
- 単位の変換問題
- 電卓やコンピュータなどを活用すれば簡単にできるような学習

2.4 特に、別の解き方を考えたり、妥当な解答を判断する際に、見積もりの活動をすべての学習に導入すべきである。

2.5 数学におけるコミュニケーション技能を習得する機会を、生徒に対して十二分に与えるべきで

ある。教師は、数学を読んだりそれについて明確に話したりするよう、生徒を組織的に促すべきである。

2.6 論理的思考における高次の内的プロセス、情報処理、意志決定は、数学の応用のための基礎であると捉えるべきである。数学のカリキュラムは、論理的思考のプロセス、概念、言語、の発達を目的として設定されるべきであり、教師はそれをきちんと認識しなければならない。そこには以下の諸点が含まれる。

- － 分類へとつながる「似ている」「異なっている」という認識の同定
- － 定義を理解し、作成し、適用すること
- － 反例をあげたり一般化したりすることで、前形式的証明の感覚を伸ばすこと
- － 「少なくとも」「多くとも」「または」「かつ」「もし～なら」といった言葉の適切な使用

(2) NCTM スタンダード(NCTM,1989)における「リテラシー」

An Agenda For Action に続き、NCTM は 1989 年に「学校数学におけるカリキュラムと評価のスタンダード(Curriculum and Evaluation Standards for School Mathematics)」を刊行した。ここでは冒頭に「リテラシー」に関わる言及がなされており、「数学的に教養がある (mathematically literate)」が一つのキーワードになっている。以下、関連する箇所を抜粋する。

背景

学校数学の改革に向けて現在進められている諸尽力の中で、NCTM がとるべきリーダーシップの 1 つの機能として、学校数学のための数学教育のためのスタンダードに関する委員会が理事会で設立された。そこでは、次の 2 つの課題に取り組んだ。

1. 電卓やコンピュータにより数学的手続きを実行する世界と、数学が急速に発展し様々な分野に広く応用される世界の両方において、数学的に教養がある (mathematically literate) とはどのようなことかについて首尾一貫したビジョン(展望)を作り上げること。
2. この展望に向けて、学校数学のカリキュラムの改訂をガイドするスタンダード群とそれに関連する評価とを創り挙げること。(NCTM,1989,p.1)

新たな目標の必要性

我々の数学的リテラシー (mathematical literacy) のビジョンは、教育目標の再検討に基づいている。学校数学の改革の要求は、新たな目標の必要性を示唆している。全ての工業化された国々は、工業社会から情報社会への移行を経験してきている。その移行とは、生徒たちに伝えられる必要のある数学と、21 世紀において自己充實的で生産的な市民になろうとするならば十分に習得しなければならない概念や手続きとの両面の変換からなる。(NCTM,1989,pp.2-3)

新たな社会目標

産業(工業)時代の教育体系は、現在の経済的要求には沿わない。教育に対する新たな社会的目標は、[1] 数学的に教養のある労働者(mathematically literate workers)、[2] 生涯学習、[3] 機会均等、[4] 見識のある選挙民である。これらの目標が暗黙のうちに示唆しているのは、その生涯を通して全ての市民のための重要な資源として役立つように組織された学校体系である。

1. 数学的に教養のある労働者 (Mathematically literate workers)

著名な産業(工業)数学者である Henry Pollak(1987)は、最近、産業において新たな被雇用者に数

学的に期待されていることを、以下のように要約した。

- ◆ 適当な操作を用いて、問題を産み出す能力
- ◆ 問題にアプローチして、取り組むための多様なテクニックに関する知識
- ◆ 問題の底にある数学的特徴の理解
- ◆ 問題を他の人と共に取り組む能力
- ◆ 普通の、そして、複雑な問題にたいする数学的アイデアの他既往可能性を見極める能力
- ◆ 多くの実際の問題が十分に定式化されていないので、オープンな問題状況のための準備があること
- ◆ 数学の有用性と価値への信念

これらの期待に内在する技能や訓練と、数多くのドリルや練習問題を解くために独りで勉強している生徒たちが獲得する技能や訓練との間の違いに注意しなければならない。

2. 生涯学習

生涯学習を許容した柔軟性のある労働力を必要とされる。このことは、学校数学ではリテラシーの活動様式(dynamic form of literacy)を強調しなければならないことを意味している。問題解決〔問題が表現される方法、数学言語の意味、予想し推論するような方法を含む〕は、生徒が探求し、想像し、変化した状態に順応し、自分の生涯のいきる道を越えて、積極的に新しい知識を創造していくことができるように、学校教育の中心に添えられなければならない。

まとめると、今日の社会は、全ての生徒が、数学的な教養を持つ(become mathematically literate)機会を持つこと、自分の学習を拡張する能力を持つこと、等しき学ぶ機会を持つこと、テクノロジー社会における論点を理解できるだけの見識を持つ市民になること、を保証する学校を求めている。社会の変化とともに、学校それ自体も変化していかなければならない。(NCTM,1989,pp.3-5)

生徒のための新しい目標

生徒のための教育目標、数学的リテラシー (mathematical literacy) の重要性を反映しなければならなくなる。この目標にむけて、幼稚園から第12学年のスタンダードは、全ての生徒のための5つの一般目標を明確にしている。それは、〔1〕 数学を評価することを学ぶ、〔2〕 数学をする自分の能力に自信を持つようになる、〔3〕 数学的問題解決者となる、〔4〕 数学的にコミュニケーションすることを学ぶ、〔5〕 数学的に推論することを学ぶ、ことである。これらの目標は次のことを意味する。数学的な試みを価値高く考えたり、数学的な感覚(mathematical habits of mind)を伸ばしたり、人の諸問題における数学の役割を理解したりすることを促すような数多くの相互に関連した経験に生徒が会うようにすべきであること、探求し、推測し、更に誤りを修正することを奨励されることで複雑な問題を解く能力に自信を持つこと、数学を読み、書き、議論すること、推測し、テストし、ある推測の妥当性に関する論拠を組み立てること。

このスタンダードで概説されるいくつもの経験を通して、生徒は数学的な力を獲得するであろうと我々は確信する。数学的な力という言葉は、ノンルーチンな問題を解くために様々な数学的方法を効果的に用いる能力はもちろん、探求し、推測し、論理的に推論する能力を意味する。この考えは、数学が「修得されるべき概念や技能の単なる集まり」ではないという認識に基づいている。ここには、探求し推論する方法、コミュニケーションの手段、文脈の把握、などが含まれている。加えて各個人にとって、数学的な力とは自己信頼の発達をも含んでいる。(NCTM,1989,p.5)

各学年のスタンダード

幼稚園～第4学年

1. 問題解決としての数学
2. コミュニケーションとしての数学
3. 推論としての数学
4. 数学的つながり

-
5. 見積もり
 6. 数感覚と計算
 7. 整数の演算の概念
 8. 整数の計算
 9. 幾何と空間感覚
 10. 測定
 11. 統計と確率
 12. 分数と小数
 13. パターンと関係

第5学年～第8学年

1. 問題解決としての数学
2. コミュニケーションとしての数学
3. 推論としての数学
4. 数学的つながり

-
5. 数と数の関係
 6. 数体系と数論
 7. 計算と見積り
 8. パターンと関数
 9. 代数
 10. 統計
 11. 確率
 12. 幾何
 13. 測定

第9学年～第12学年

1. 問題解決としての数学
2. コミュニケーションとしての数学
3. 推論としての数学
4. 数学的つながり

-
5. 代数
 6. 関数
 7. 総合的な視点からの幾何学
 8. 代数的な視点からの幾何学
 9. 三角法
 10. 統計
 11. 確率
 12. 離散数学
 13. 微分積分学の概念的基礎
 14. 数学的構造

3. Adding It Up (Kilpatrick et al, 2001) における「数学的熟達(Mathematical Proficiency)」

1990年代に入り、NCTMのスタンダード(1998)に代表される学校数学の改革と、それを「あいまいな数学(Fuzzy Math)」と呼んで批判し保守的なカリキュラムに戻そうとする動きとの間に、いわゆる「数学戦争」と呼ばれる論争が巻き起こった。Kilpatrick(2001)は、その中でそれぞれの立場を支持するための証拠が必要となったり、誰を信じてよいかわからず混乱する保護者のためにもそうした証拠が必要となった様子を描き、結果的に、全米科学財団(National Science Foundation, NSF)と米国教育省(U.S. Department of Education)が1998年に全米科学アカデミー(U.S. National Academy of Science)に調査を依頼した経緯を述べている。アカデミー内の全米研究協議会(National Research Council; NRC)に、「幼稚園入学前から8年生までの数学学習についての研究を総合し、学校教育の早い段階における最良の実践のための提言をする」ことを目的とする、数学学習研究委員会が作られた。その際、研究が必要とされる領域を特定することに加え、成功的な数学学習の意味するもの、学習を続けるための基礎として重要な領域、証拠や性質や研究の役割についても記述することが求められたとされる。委員は16名であり、教師、数理科学者、認知心理学者、ビジネス関係者、数学

教育研究者からなっていた。

この報告書はAdding It Up: Helping Children Learn Mathematics(Kilpatrick, Swafford, and Findell, 2001)と題され、National Academy Pressより刊行された。

成功的な数学学習の規定に関して、数学的リテラシー(mathematical literacy)、数に関する教養(numeracy)、数学の修得(mastery of mathematics)、数学的能力(mathematical competence)などの概念が検討され、最終的には数学的熟達 (Mathematical Proficiency) が用いられることとなった。これが全ての生徒の目標となり、指導における熟達を決めることにもなり、また研究を組織化するのにも用いられた。本報告書ではその冒頭で次のように述べられている。

アメリカの全ての子どもたちは、数学的に考えることを学ぶべきであり、また学ぶために数学的思考を行うべきである。(p.1)

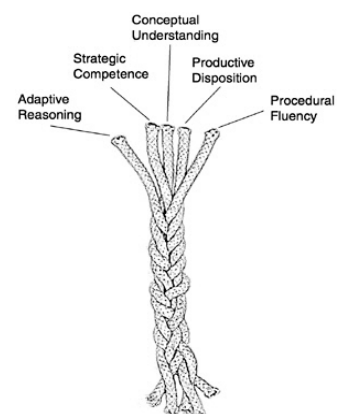
その具体的方策として、本書では「数学的熟達(Mathematical Proficiency)」という概念を提起し、詳細に検討を進めている。数学的熟達は互いに絡み合う次のような5つの要素からなるとされる。(p.5)

- (a) **概念的理解(conceptual understanding)** : 数学的概念、操作、関係についての児童・生徒の理解(**comprehension**)
- (b) **手続き的流暢さ(procedural fluency)** : 数学的な手続きを柔軟に、正確に、効率的に、かつ適切に実行する際の児童・生徒の技能(**skill**)
- (c) **方略的能力(strategic competence)** : 数学的問題を定式化し、表現し解決するための児童・生徒の能力(**ability**)
- (d) **適合的推論(adaptive reasoning)** : 論理的思考のための能力、あるいは数学的議論を振り返ったり、説明したり、正当化したりするための能力(**capacity**)
- (e) **生産的傾向性(productive disposition)** : 勤勉であることの価値に対する信念と、数学の実行者としての自分の力に対する信念を持つとともに、数学を有意味で、有用で、学ぶ価値のあるものと見なすような児童・生徒の習慣的傾向(**habitual inclination**)

Adding It Up ではまさに5本の紐が編まれて太い縄になった図が添えられている。

そして次の諸点を提唱している。

- ・指導も学習もどれかの要素に偏ることなく、5つの要素全てが統合されバランスよく発達するよう導かれるべきこと
- ・そのために教師の質が高いことが必要であり、学校はそれが可能となるよう支援をしていくこと
- ・カリキュラム、教材、評価、指導、研修、学校組織といった全てが数学的熟達の発達に向けられること
- ・指導は科学的証拠から情報を受け、またその効果は系統的に評価されるべきこと
- ・数学的熟達の本性、発展、評価について研究が行われるべきこと。



(Kilpatrick,2001,p.108)

Adding It Up ではまた、具体的な学習内容に即して数学的熟達に言及している。具体的には「整数」「有理数」「数を越えて」といった項目が設けられ、次のような指摘がなされている。

整数：「計算結果を知ること」から「基本的な数の組み合わせを理解すること」へ

有理数：比例的推論を理解すること

数を越えて：幾何学的推論、確率、空間と測定、データと偶然性

(Kilpatrick et al,2001,pp.6-8)

4. Steen の捉える量的リテラシー (Quantitative Literacy)

(1) 「量的リテラシー」の概要

Lynn A. Steen (ミネソタ州、St. Olaf College) は、イギリスなどにおいては“Numeracy”とも呼ばれている概念を量的リテラシー (quantitative literacy) という用語を用いて説明している (Steen,1999)。氏は昨今の数学教育について、代数から微積分へと至るカリキュラムのみが強調されすぎていることについて警鐘を鳴らし、数少ない成功者に対してその犠牲者があまりにも多い点において必要以上に閉ざされ(narrow)していると述べている (Steen,2003)。そして、微積分ではなく numeracy (= quantitative literacy)こそがデータ溢れる社会を理解する鍵である、としている。

「NCTM の示したスタンダードは、これからの市民や生徒に対する numeracy の必要性を定義し説明しているわけではない」とし、むしろ他教科のスタンダード (例えば、理科、歴史、地理、社会科、宇宙生物学、電子工学、健康管理、など) において、市民生活を営む際に必要となる量的手法 (quantitative methods)への言及がなされているとする。何世紀もの間、言語リテラシー(読み書き)は自由な市民を道から保護する手段として、またデマを防ぐ社会的な防波堤として認知されてきた。それに加え、今日の情報化社会では個人・社会の双方において、量的リテラシー(quantitative literacy)が求められている。

量的リテラシーは従来の学校数学を越える概念として提起されている。そこにはもちろん、従来の学校数学において強調されてきた「四則計算、百分率、割合、文字式、測定、見積もり、論理、データ解析、図形の証明」なども含まれるが、以下に示すような「従来の数学教育においてあまり強調されてこなかったもの」が重視されている。

- ・許容範囲や誤差を推測すること
- ・コンピュータを用いて複雑なシステムをシミュレートすること
- ・計画や管理において流れ図を用いること
- ・統計的に、科学的に、或いは論理的に適切な推測を行うこと
- ・コンピュータなどの機器を用いて、データを基づいた議論を展開すること
- ・3次元で思考し、視覚化し、計算すること

ここで重要なことは、これらの量的リテラシーが、従来から強調されてきた学習内容のリストを単に拡張したものではないということである。言語リテラシーと同様に「様々な文脈において適切な技能を自然に使えるかどうか」が問題となる。そのために氏は、以下の2つの提言を行っている。

(Steen,1999)

第一に、理科における測定、言語コミュニケーションにおける論理や推論、音楽における比率やリズム、芸術における幾何、スポーツにおける得点や順位、など、数学の学習以外の場面で数学を活用することである。生徒が数学の時間に「量的な概念(quantitative notation)」を学ぶのと並行して、他教科において、地図をよむこと、芸術作品のデザイン、文法の規則を理解すること、科学データの分析、現象の解析、などを行うことで、「数学」が単に数学の授業内に留まるものではなく数多くの文脈において活

用されるものであることを理解できるように促す。

第二に、特に 5-9 年生を担当する教師は、伝統的な「代数志向カリキュラム」よりもより広範な目標を持つことである。量的思考(quantitative thinking)を促進させるために、以下にあげる内容をより高次に関連づける必要がある。

- ・比、百分率、割合、などの考え方
- ・2次元・3次元での幾何測定（長さ、面積、角度、体積）
- ・データ分析（統計の活用、データのグラフ化、誤差の推測）
- ・暗算（見積もり、概算、暗算）
- ・議論と説得（様々な推論、量的な証拠の活用）
- ・可能性と危険率（確率の見積もり、危険率を比較しコントロールすること）
- ・未知のものを見出すこと（推論を用いて、記号を操作して、モデルを用いて）

(2) Everybody Counts (National Research Council,1989)における「ニューメラシー/リテラシー」

Steen 氏が編纂に携わった報告書の一つが、1989 年に National Research Council より刊行された「Everybody Counts」である。本書では、ニューメラシー、或いはリテラシーについて、次のように述べられている。(pp.7-9)

「ニューメラシーとは、大人社会での数学的要請に対して自信を持って対処できる能力のことである」

(Mathematics Counts)

ニューメラシー

今日の社会生活において、数学的リテラシー（イギリスで言うところの「ニューメラシー」）は言語リテラシーと同じくらいに重要である。これら2つのリテラシーは異なるものではあるが、関連が無いわけではない。ものを読み理解する能力が無ければ、数学的な教養のある人(mathematically literate)とは言えない。逆に、基本的な数学的概念を理解できなければ、例えば新聞記事のような今日の文章を完全に理解することはできない、ということもまた同様に真実である。

ニューメラシーとは、単に数的感覚に優れているというだけの話ではない。今日の社会的要請に対して自信を持って対処するためには、日々のニュースや日常的問題解決において既に浸透している、確率、論理、グラフ、など様々な数学的概念の意味するところをきちんと把握できていなければならない。

リテラシーは常に変容する標的であり、社会における技術的な要請が高まるにつれ、そのレベルは上昇してきた。実際、ここ数十年間で読解力の成績が下がってきているのは、その読むべきものの中に数学的内容が数多く含まれるようになったからである、といった指摘もある。数学的概念が必要なのは、何もコンピュータのマニュアルや財務報告を読むときばかりとは限らない。選挙報道、エイズ検査についての議論、国家予算の赤字、などの報告を読むときもまた然りである。最高裁判所の判決なども、その対象が数ではなく法律であるだけで、実際には数学的な議論ととてもよく似ている。訴訟事件ではその直接的な証拠として、確率的推論（例えば DNA 鑑定や組織検査）に大きく依存している。

数学的リテラシーは、科学技術時代における民主主義の基盤としてとても重要である。

言語的、数学的、科学的、文化的、など全ての形態において、機能的リテラシーは、今日の文明社会において必須であるコミュニケーションという共通の基盤を提供する。数学的リテラシーは、数学が科学技術における言語の役割を担っているという点において、その中でも特に重要である。健康や環境に関わる重要な事柄（酸性雨、廃棄物管理、地球温暖化、など）についての議論は、数学という言語を使わ

ずには行えない。そしてこれらの諸問題への対応には、リテラシーという社会的基盤の上に立った公的な合意が求められる。

数学の学習は、批判的(critical)な性質—事実と逸話を弁別すること、ナンセンスを認識すること、確率を理解すること、証明の価値を見出すこと、などを発達させる助けにもなる。単純化された分析が誤った解釈を生み出す危険性はあるものの、民主主義社会の市民は以下の事柄を認識できていなければならぬ。変容は期待される規則を伴う過程であること。秩序は無秩序を生み出すこと(社会不安・騒乱)と、その逆(統計的実験)。同様の数学的モデルは異なる現象をも表すこと(例えば、生物学、経済学、科学における「成長」)。単純なモデルは複雑なシステムを明確化すること(経済における線形モデル)。日々山のような情報の軋轢の中に生活する市民は、数学のパワーとその限界を知っておかなくてはならない。

アメリカの子どもたちの大多数は算数の学習において、実際的な計算(practical arithmetic)の習得にほとんどの時間を費やしている。少しの子どもは図形についても何を学んだかを憶えており、僅かな子どもが更に確率などの学習も行っている程度である。中等教育では、聡明な市民性において必要とされる数学的思考の様式に接する機会が特に欠けている。高等教育においても、普通教育の中に適切な数学的概念を導入させることができていない。その内容がとても洗練されてはいるものの甚だ実用的ではない専門の数学とは別に、それを専門とはしない学生に対する大学数学のカリキュラムについての合意が全くなされていない。一般教育や価値の形成、そしてよりよい市民性の育成に、数学がどれほど貢献しているかについてもまた、ほとんど認識されていない。

(3) Why Numbers Count: Quantitative Literacy for Tomorrow's America (Steen, 1997) における各界の著名人からの見解

同じく Steen 氏が編集に携わった報告書に「*Why Numbers Count: Quantitative Literacy for Tomorrow's America*」がある。この報告書では量的リテラシー(Quantitative Literacy)に焦点をあて、アメリカの各界の著名人から広くその見解を集めている。その一部を以下に紹介する。

Ted Porter (歴史学者)

量的リテラシーとは、世の中で数がどのような役割を果たしているのかを理解することである。それは、物事の表面から更に奥を見据え、その本質を知るのに十分な情報を求めるものである。

Gina Kolata (ジャーナリスト)

量的リテラシーは、計算や図形を越えて更に、論理、データ解析、確率の考えなどを要求する。それは、事実を分析し、グラフを読み、論証を理解し、論理の誤謬を見抜き、証拠(evidence)を理解し、危険度を判断することを人々に可能にする。量的リテラシーとは、どのように推論し、どのように考えるか、ということである。

John Dossey (数学教育学者)

量的リテラシーとは、全ての市民に要求される数学的知識や技能の水準として定義される。そこには、数学における様々な分野(測定、データの表現、数感覚、変数、幾何的図形、空間把握、確率)を適用する能力が含まれ、それによって人々は日常的な事象を理解・予測・対処することができる。

F. James Rutherford (物理教育学者)

量的リテラシーとは、数学の本性と、科学的探求や技術的進歩において数学の本性が果たす役割を理解すること、重要な科学的・工学的概念を理解するために有用な数学を把握すること、そし

てメディアや日常生活における科学的諸問題に対し批判的に対処するために十分な数的技能を身につけることである。

Henry Pollak (応用数学者)

量的リテラシーの本質は、現実社会における問題解決である。それは日常生活や仕事、更には知的市民として数学を適用することである。問題解決は数学的に整合性をもち、かつ現実社会において有用でなければならない。

Iddo Gal (認知科学者)

ニューメラシーは数学と同じものではない。それは、日常や仕事における量的な場面に対して有効かつ自律的に対処できるような、技能、知識、信念、気質、習慣、性質、コミュニケーション能力、問題解決能力などを総合したものである。

Peter Denning (コンピュータ科学者)

実践(Practices)とは人々が日常的に従事する習慣的な行為のパターンであり、通常そこには思考が伴わず、標準的なパターン、決まった手順、過程、習慣などが含まれる。数的な実践 (Quantitative practices) では、数、不確実性、データ誤差、実験計画、モデルの創造、有効性の確認、推論、トレードオフなどについて取り扱う。

George Cobb (統計学者)

解釈的な行為としての量的推論 (Quantitative reasoning) は、演繹的に構造化された枠組みの中で生起する。それは、抽象的なパターンと文脈・話の流れによってもたらされる意味の生成である。量的推論においては、文脈は意味をもたらす。

Arnold Packer (エコノミスト)

量的能力 (quantitative competencies) の中でも特に重要なものは、仕事において人々が頻繁に遭遇する問題を解決するためにそれを用いることや、市民や親としてのその役割である。量的能力とは、代数や幾何において問題を同定したり解決したりすることではなく、計画、情報、システム分析、など5つの SCANS 能力の領域である。

Glenda Price (大学学長)

量的リテラシーは、日常生活において必要となる数学的概念や技能を理解することを含む。そこには、今日の社会生活において重要な数学的概念の計算、解釈、探求、適用などが含まれる。

(4) 「量的リテラシー(quantitative literacy)」に関わる諸見解

コロラド大学の Briggs 氏は、自身のホームページの中で量的リテラシー(quantitative literacy) や量的推論(quantitative reasoning)について次のようにまとめている。

[\(http://www-math.cudenver.edu/~wbriggs/\)](http://www-math.cudenver.edu/~wbriggs/)

量的リテラシー(quantitative literacy)という用語と、それとよく似た量的推論(quantitative reasoning)、数学的リテラシー(mathematical literacy)、ニューメラシー(numeracy)という用語は、最近よく使われるようになってきた。私が思うに、これからますます多用されるようになるのかもしれない。量的リテラシーという考え方に広く注目が集まること自体はとても望ましいことである。しかし、それがあまりにも漠然としているが故に、結局単なる流行で終わってしまうことが危惧される。本稿では、「量的リテラシー／量的推論って何??」という問いに対して、いくつかの回答を試みたい。

Mathematics Counts, W.H. Cockcroft, Her Majesty's Stationery Office, 1982

我々は「numerate」という言葉に2つの特質を見いだしている。第一に、数に慣れ親しむとともに、日々の生活における様々な課題に対処できる数学的スキルを身につけることである。第二に、数学的用語を用いて提示される情報をきちんと認識し理解することである。

National Adult Literacy Survey (National Center for Education Statistics, 1993)

量的リテラシーとは、小切手帳の収支や注文書の作成などのように、書類の作成において数を用いるような場面で、単独或いは連続する算数の計算の適用を必要とする知識や技能のことである。

International Life Skills Survey (Policy Research Initiative, Statistics Canada, 2000)

量的リテラシーとは、日常や仕事における量的な場面に対して有効に対処することのできるような、技能、知識、信念、気質、習慣、性質、コミュニケーション能力、問題解決能力などを総合したものである。

Programme for International Assessment (Organization for Economic Cooperation and Development, 2000)

数学的リテラシーとは、数学が世の中で果たしている役割を同定・理解し、根拠に基づいた数学的判断を行い、建設的で思慮深い市民として現在あるいは将来の生活において必要とされる数学に従事することのできる能力である。

Lynn Steen, in the Case for Quantitative Literacy (Mathematics and Democracy: The Case for Quantitative Literacy)

量的リテラシーには、数学に対する自信、数学の文化的側面に対する認識、データ解釈、論理的思考、数学的判断、文脈における数学、数感覚、実用的技能、必須となる知識、記号感覚、などの要素が含まれる。

5. Draper によるリテラシー指導 (Literacy Instruction)

Draper(2002)はリテラシーの観点から数学の指導を捉え、リテラシーを踏まえた数学指導を「リテラシー指導(Literacy Instruction)」と規定しその詳細について述べている。NCTMのスタンダード2000に述べられている理念「数学の授業において話すこと、書くこと、読むこと、聞くこと、を大いに促され支援されている生徒は、二重の成果を得ている。彼らは数学を学ぶためにコミュニケーションし、そして数学的にコミュニケーションすることを学んでいる(p.60)」との指摘を取り上げ、「リテラシー指導は有意義な数学指導と切り離すことができない」としている。(p.523)氏は、多くの数学教師はリテラシーを単に数学のテキストを読むことの助けとしてしか捉えていないことを指摘し、「数学のテキストをどのように読み、書き、聞き、話し、そして考えるのかを学ぶこと」が重要であるとしている。そのためには、教師は「数学のテキスト」に対する捉え方を変容させなくてはならないとしている。

このように拡張されたテキストの定義は、「読むこと」の概念を新たなものにする。先行研究による「読むこととは、テキストを拠りどころにして思考することである」「読むことは思考することである」との指摘や、「読みについての最近の焦点は、テキストと読者との間の相互作用の結果として、読み手がどのようにして意味を生成するかである」との見解から、氏は「読むこと」を『思考や学習の一環として』捉えることを提唱している。そして、数学の学習指導におけるリテラシーと、数学的思考との間の有機的関連の必要性について述べている。

6. 考察

(1) 「目的」としてのリテラシーと「方法」としてのリテラシー

本稿第1節において示したように、College Entrance Examination Board(1983)は「基礎的学習技能」を、読む力(reading)・書く力(writing)・話し聴く力(speaking and listening)・数学的に考える力(mathematics)・推論する力(reasoning)、そして探求する力(studying)、と規定している。そして「数学は、科学・技術は言うに及ばず商業や経済分野でも不可欠な言語となっている」とした。更に College Entrance Examination Board(1985)では、数学の持つ独自性を「それが『基礎的学習技能』であると同時に『基礎教科』でもある」こととしている。それは具体的には、「さまざまな研究分野の量的な問題を扱うために、一群の特殊な言語と関連した技能を身につけるべき『道具』としての教科」としての側面と、「プラトンの時代から教養有る人間ならば習得しておくべき自由学芸科目の1つ」としての側面として示された。また Barton(1990)は、数学の持つ『基礎的学習技能』の側面に注目した上で、リテラシーを「具体的には新聞記事など文章を読む力、図表資料を読み取る力、数量的データを読解する力」と規定している。

このように、College Entrance Examination Board(1985)の言う「数学の持つ独自性」における二つの側面、「基礎的学習技能としての数学」と「基礎教科としての数学」は、その後のリテラシー研究に先ずは大きく二つの潮流を作ったと見ることができる。一つは Barton(1990)において言及されているような「数学における『基礎的学習技能』としてのリテラシー」の研究であり、もう一つは本稿第5節で言及した Draper(2002)に代表される「数学の学習・指導におけるリテラシー」の研究である。換言すれば、前者はリテラシーを「目的として」捉える立場、後者はリテラシーを「方法として」捉える立場であり、また前者は「数学をリテラシーとしてどう捉えるか」といった問いに対する研究であるのに対して、後者は「数学の学習においてリテラシーをどのように位置づけるか」といった問いに対する研究であると言えよう。このような区分で見えていくなら、前者には NCTM や Steen の見解がそれに対応し、後者は Draper の研究がそれに対応する。

(2) NCTM の捉えるリテラシーと Steen の捉えるリテラシーとの相違

それでは、リテラシーを同じように「数学学習における目的」として捉えている NCTM と Steen の見解は、具体的にどのように異なるのであろうか。NCTM が 1980 年に刊行した「An Agenda For Action」では、本稿第2節で述べたように、数学における 10 個の基礎技能が同定された。そして NCTM スタンダード(NCTM,1989)では、数学的に教養がある (mathematically literate)」が一つのキーワードとなり、全ての生徒のための5つの一般目標を明確にした。それは以下の通りであった。

- [1] 数学を評価することを学ぶこと
- [2] 数学をする自分の能力に自信を持つようになること
- [3] 数学的問題解決者となること
- [4] 数学的にコミュニケーションすることを学ぶこと
- [5] 数学的に推論することを学ぶこと

NCTM スタンダードでは、これらの目標を「数学的な力を獲得すること」と総括している。このような立場は、Adding It Up (Kilpatrick et al, 2001)においても同様に示されており、ここでは「数学的熟達 (Mathematical Proficiency)」がキーワードになっている。

一方、Steen の一連の文献では、「量的リテラシー(Quantitative Literacy)」を『市民生活を営む際に必要となる量的手法(quantitative methods)』と定義している。ここでは NCTM スタンダードに対して

「NCTM の示したスタンダードは、これからの市民や生徒に対する numeracy の必要性を定義し説明しているわけではない」と批判的に言及し、「数学」が単に数学の授業内に留まるものではなく数多くの文脈において活用されるものであることを理解できるように促すことの重要性を指摘している。同じく Steen が編纂に携わった Everybody Counts (National Research Council,1989)でも、「数学的リテラシーは、科学技術時代における民主主義の基盤としてとても重要である」とした上で、基本的な数学的概念を理解できなければ、例えば新聞記事のような今日の文章を完全に理解することはできないことや、数学的リテラシーは、数学が科学技術における言語の役割を担っているという点において重要であることを指摘している。

これら二つの見解の相違は上述の、数学を「目的」として見る立場（＝数学的な力の獲得）と、数学を「道具」として見る立場（＝科学技術における言語の役割）とにそれぞれ対応する。即ち、「数学的な力を獲得すること」を目標とする NCTM の立場は、ある意味「基礎教科」としての数学を強調するとともに、数学の学習においてリテラシーをどのように位置づけるかについて言及するものと捉えることができる。一方、Steen の立場は「基礎的学習技能としての数学」に重きを置くものであり、数学をリテラシーとしてどう捉えるかについて言及するものと捉えられよう。そして前者は後者に対して「数学を矮小化している」と批判的に捉えるのに対して、後者は前者に対して「社会における技術的な要請に答えていない」と批判している。

以上の論考をまとめると、表1のようになる。

表1 数学教育におけるリテラシーの捉えられ方

	NCTM	Steen	Draper
リテラシーの捉え方	数学学習における目的		数学学習における方法
数学の捉え方	基礎教科 (学習目的としての数学)	基礎的学習技能 (学習方法としての数学)	読み書きとの融合

NCTM(1989)の捉えるリテラシー

リテラシーとは「数学的な力」であり、具体的には以下にあげる5つの一般目標が達成された状態である。

- [1] 数学を評価することを学ぶこと
- [2] 数学をする自分の能力に自信を持つようになること
- [3] 数学的問題解決者となること
- [4] 数学的にコミュニケーションすることを学ぶこと
- [5] 数学的に推論することを学ぶこと

Steen の捉える量的リテラシー

市民生活を営む際に必要となる量的手法。

科学技術時代における民主主義の基盤としてとても重要となるもの。

量的リテラシーには、

数学に対する自信、数学の文化的側面に対する認識、データ解釈、論理的思考、数学的判断、文脈における数学、数感覚、実用的技能、必須となる知識、記号感覚、などの要素が含まれる。

数学は科学技術における言語の役割を担っている。

Draper の捉えるリテラシー指導

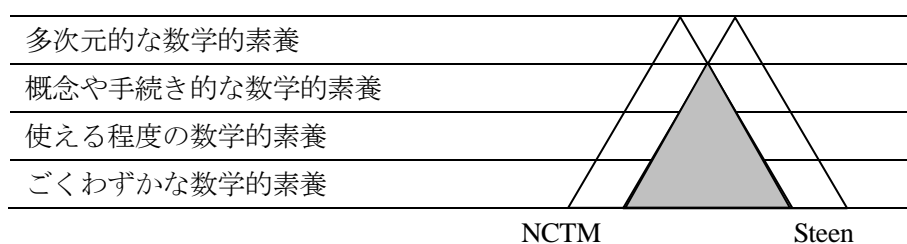
リテラシー指導は有意義な数学指導と切り離すことができない。
 数学のテキストをどのように読み、書き、聞き、話し、そして考えるのかを学ぶことが重要。
 「読むこと」を『思考や学習の一環として』捉えることを提唱。

(3) 数学的リテラシーの次元

Trowbridge & Bybee(1996)は科学的リテラシーの次元を次のように示した。

- ① 科学的な素養の無い次元 (Scientific Illiteracy)
- ② ごくわずかな科学的素養がある次元 (Nominal Scientific Literacy)
- ③ 使える程度の科学的素養がある次元 (Functional Scientific Literacy)
- ④ 概念や手続き的な科学的素養がある次元 (Conceptual and Procedural Scientific Literacy)
- ⑤ 多次元的な科学的素養がある次元 (Multidimensional Scientific Literacy)

上述の NCTM 並びに Steen の論考を Trowbridge & Bybee(1996)の枠組みに当てはめて比較検討を試みることにする。上に纏めたように、NCTM(1989)の捉えるリテラシーと Steen の捉える量的リテラシーとは、その具体的な内容においてあまり大きな違いを見ることができない。つまり、Trowbridge & Bybee(1996)の枠組みにおける「②ごくわずかな数学的素養の次元」「③使える程度の数学的素養の次元」「④概念や手続き的な数学的素養」の範囲においては、両者とも基本的には同じものを指向しているように捉えられる。



これら二つのリテラシーは、基本的には重なる部分（網掛け部）が多い。そして最後の「⑤多次元的な数学的素養」の次元にきたときに、これら二つのリテラシー像はそれぞれその特質より異なる方向を指向するもの、と解釈することができる。つまり「④概念や手続き的な数学的素養」の範囲までにおいては、NCTM も Steen も同様のところを指摘している、と捉えられるのである。

7. 我が国のリテラシー像構築への示唆

(1) 「目的」としてのリテラシーと「方法」としてのリテラシー

考察においても言及したところであるが、教育或いは学習活動において「リテラシー」をどのように位置づけるかが一つの問題となる。「リテラシー」を獲得することが教育における目標として位置づくことについては異論の無いところであろうが、「リテラシーを獲得すること」それ自体を目的として教育・学習活動を進めていくという捉え方と、「獲得されたリテラシーを活用して」どのような教育・学習活動を展開していけるかという捉え方を、並立・共存させていく必要があるのではないかと考える。

(2) 「基礎教科」としての数学と「基礎的学習技能」としての数学

「リテラシーを獲得すること」それ自体を目的として教育・学習活動を進めていくという捉え方に

においては更に、数学を「基礎教科」とする捉え方と、数学を「基礎的学習技能」とする捉え方があった。これらは言い換えれば、数学を学習の「目的」として捉えるか、学習の「方法」として捉えるかの立場の違いと見ることができる。それぞれの立場において目指すリテラシー像は、「概念や手続き的な数学的素養」までの範囲においては、その内容についてさほど大きな違いは見いだせないものの、最終的に目指す方向は異なる。「数学」という学問・教科を根幹に据えた上でリテラシーを考えていく際に、数学を「それ自体を習得すべき目的」とする捉え方と、「さまざまな研究分野の量的な問題を扱うための、一群の特殊な言語と関連した技能」とする捉え方との間の関係を再考していく必要があるものとする。

(3) 「実質的目標」としてのリテラシーと「形式的目標」としてのリテラシー

上述の「基礎教科」と「基礎的学習技能」との問題は、数学的リテラシーを数学の「実質的目標」として見るのか、数学の「形式的目標」として見るのかの視点の相違とも関連してくる。平林(2003)は、実質的目標を「数学的知識や技能を習得させること」、形式的目標を「数学的考え方・態度・習慣を身につけさせること」と規定している。これをリテラシーの文脈に当てはめるなら、リテラシーとは知識・技能といった「内容」なのか、考え方・態度・習慣といった「方法」なのか、といった問題へと還元される。このことは、リテラシーの概念を規定する際に留意されるべきであることはもちろん、その成果を広く世に問う際にも最大限配慮されるべきところであろう。即ち、全ての日本人のためのリテラシーが規定されて後、その内容を明らかにすることはもちろん、その方法を想定した上で周知する必要があると考えるからである。特に「教育」との関わりで言えば、その内容を規定しただけでは甚だ不十分であり、それをどのように周知・教化していくかをも含めた「形式的目標」を並行して検討していく必要があると考える。

(4) 数学の持つ言語性と数学的リテラシー

初源的な意味でのリテラシーは「読み・書き・計算」とされ、1980年代の教育勸告書では数学をこのような初源的な意味でのリテラシーと絡めて議論しているものが見受けられる。例えば Barton(1990)では「新聞記事など文章を読む力、図表資料を読み取る力、数量的データを読解する力」としてリテラシーを規定している。また National Research Council(1989)では「ものを読み理解する能力が無ければ、数学的な教養のある人(mathematically literate)とは言えない。逆に、基本的な数学的概念を理解できなければ、例えば新聞記事のような今日の文章を完全に理解することはできない」と指摘した上で、「数学的概念が必要なのは、何もコンピュータのマニュアルや財務報告を読むときばかりとは限らない。選挙報道、エイズ検査についての議論、国家予算の赤字、などの報告を読むときもまた然りである。」「数学的リテラシーは、数学が科学技術における言語の役割を担っているという点において、その中でも特に重要である。」としている。これらの指摘は、数学の持つ言語性において二つの方向から意味づけをすることができる。

第一は、現代社会における「読み・書き」に内在する数学性である。「新聞記事のような今日の文章」を理解するためには、従来の読み・書き能力だけでは不十分であり、数学的概念を踏まえた読み・書き能力が要求されている。つまり今日の科学技術は、従来の「読み・書き」レベルのリテラシーにおいても数学的素養を要求するようになったのである。一方、その第二として「数学が科学技術における言語の役割を担っている」点を挙げるることができる。数学の持つ一般性や形式性は、科学技術における言語として有力な特質である。今日の科学技術が、その言語として数学を最大限

活用している現実に鑑み、「メディア（言語）」としての数学の役割には、今後更なる注目を集めていく必要があると考える。このように、「読み・書き」との関係で従来から取りざたされていた数学の持つ特質は、新たな文脈の下で「読み・書き」との関係を構築される必要がある。

文献

- Barton(1990)*Workplace Competencies: The Need to Improve Literacy and Employment Readiness*, US Dept. of Education
- Briggs(2006), *What is QL/QR?*, (<http://www-math.cudenver.edu/%7Ewbriggs/qr/whatisit.html>)
- College Entrance Examination Board(1983) *Academic Preparation for College: What Students Need to Know and Be Able to Do*, College Entrance Examination Board, New York
- College Entrance Examination Board(1985) *The Academic Preparation Series: Teaching For Transition From High School to College*, College Entrance Examination Board, New York
- Kilpatrick, Swafford, and Findell(2001) *Adding It Up: Helping Children Learn Mathematics*, National Academy Press
- Kilpatrick(2001) Understanding Mathematical Literacy: The Contribution of Research, *Educational Studies in Mathematics*, v47 n1 p101-16
- National Research Council(1989), *Everybody Counts*, National Academy Press
- NCTM(1980), *An Agenda For Action*, National Council of Teachers of Mathematics
- NCTM(1989), *Curriculum and Evaluation Standards for School Mathematics*, National Council of Teachers of Mathematics（邦訳：能田・清水・吉川監修『21世紀への学校数学の創造』、筑波出版会,1997）
- NCTM(2000), *Principles and Standards for School Mathematics*, National Council of Teachers of Mathematics（邦訳：筑波大学数学教育学研究室「新世紀をひらく学校数学」, 2001）
- Steen(1997), *Why Numbers Count: Quantitative Literacy for Tomorrow's America*, The College Board
- Steen(1999) NUMERACY : The New Literacy for a Data-Drenched Society. *Educational Leadership*, 1999, Oct., pp.8-13 (http://pdonline.ascd.org/pd_online/memory/e1199910_steen.html)
- Steen(2003) Data, Shapes, Symbols: Achieving Balance in School Mathematics, *Quantitative Literacy: Why Numeracy Matters for Schools and Colleges*, National Council on Education and the Disciplines, pp. 53-74 (<http://www.stolaf.edu/people/steen/Papers/schmath.html#Refs>)
- Trowbridge & Bybee(1996) *Teaching Secondary School Science –Strategies for Developing Scientific Literacy*, 6th Edition, Merrill and Imprint of Prentice Hall
- 中島直忠(1991)『学力向上の目標と方策』教育開発研究所
- 橋爪貞雄(1992)『2000年のアメリカー教育戦略』黎明書房
- 平林一榮(2003)「数学教育の形式的目標に応ずる教材の開発」全国数学教育学会第18回研究発表会発表資料
- 三輪辰郎(1993)「1980年代の数学教育」『数学教育学の進歩』東洋館出版社