

# 数学教育のパラダイムシフト

*The Paradigm Shift in Mathematics Education:  
Explanations and Implications of Reforming Conceptions of  
Teaching and Learning<sup>1)</sup>*

溝口達也\*

日々の授業改善、あるいは学習指導要領の改訂に見るカリキュラム改革、といったように我々の教育実践は、常に前進することを要請されることであります。そのような変化には、その背景にどのような考え方が位置づけられているか、あるいは位置づけるべきか、ということ振り返ることは、我々が進む道を選択する上で必要不可欠なことであるとも言えるかもしれません。しかしながら、残念なことにそのような振り返りが十分に行われているわけではないことも反省すべき点かもしれません。今回ご紹介するのは、米国の算数・数学教育の大きな流れの変化を記述するにあたって、それぞれにどのような背景が見られるかを分析したものです。米国の流れがそのまま我が国に符合するものであるとは思いませんが、現在の我々の日々の実践がいかにして形成され、かつこれを評価する上で、こうした研究はその方法論において参考にすべき点が多々あるように思われます。特に、そこでは*revision*と*reform*を区別し、前者が比較的表面的なレベルでの修正を言うのに対し、後者は認識論的な立場の再定義を志向するものであると指摘します。まず、*revision*の整理から見ていくことにしましょう。<sup>2)</sup>

## ソーンダイクの刺激-反応理論

20世紀初頭、ソーンダイクの刺激-反応理論は、数学の教授・学習に深い影響を与えることとなります。ソーンダイク派は、算数・数学はドリルや練習によって最もよく学ばれるものであり、数学を「心的習慣、あるいはその結びつきのヒエラルキー」として見られることを主張します。そのようなヒエラルキーは、慎重に配列され、明示的に教授され、そして刺激に対する反応として喚起され

るように非常に多くの繰り返し練習を行います。ソーンダイク派の算数・数学学習に対する見方は、子どもたちが問題解決の場面で行う数学的思考の本性にうったえることに欠けていました。彼の心理学は、数学を先験的な知識として位置づけました。すなわち、客観的な理由だけにに基づき、子どもたちが数学にいたらせる経験や学ぶ事柄の意味といったものについての説明をすることなく。これによってもたらされたことは、子どもたちの数学の達成が、離散的に測定されるものとして量化され、階層化されることでした。

## 進歩主義運動

進歩主義教育連合 (PEA) によってはじめられたこの運動は、デューイの考え方に動かされたもので、学習は、子どもたちの経験や興味と結びつくときに最もよく生じる、というものです。その指導指針は、子どもたちは、自然な発達のための自由をもち、興味があらゆる仕事の動機付けとなり、教師は導き手であって監督者 (taskmaster) ではない、といったものです。算数・数学教育に対する進歩主義運動の主要な影響は、後の分派 (社会的効率運動) から来たものであり、コースの位置づけと指導の分化を通して社会秩序を維持することが強調されました。社会効率の進歩主義派は、中等カリキュラムにおける全ての生徒のための数学の重要性に対して疑問を提起し、多くの生徒たちにはそのような課程が不必要だと主張しました。後になって、厳密な数学的テーマが僅かなエリートに適切なものである一方で、算数・数学の教授・学習が、功利主義的焦点を有することが主張されます。そのため、どんな算数・数学の内容が学校外で子どもたちにとって有用であり、そしてどの子どもが高い水準で成功しそうであるか、ということが研究されることになりました。

\* 鳥取大学助教授

## 現代化

20世紀中頃までに、進んだ数学の研究の新しい理論的解釈は国家安全保障の見地から見出され、より厳密な算数・数学のカリキュラムを必要とすることを考えます。この動きは、1957年のソ連のスプートニクの打ち上げにも刺激され、米国政府は、学校数学研究グループ(SMSG)を立ち上げます。SMSGは、多くの現代数学の内容と視点を反映した教科書を作成し、これを配布します。しかしながら、この教科書には批判も多く、例えば、内容があまりにも抽象的で現実世界の問題に関連がない、また用いられる言語が多くの教養ある成人に知られていない、といったようなものでした。

## 基礎・基本に帰れ

1970年代初頭、「基礎・基本に帰れ」という要求が、現代化運動に見られた欠点に応じて響き渡ります。この運動では、脱文脈化、細分化された技能をめざした算数・数学の学習指導が求められ、70年代、80年代に広範囲の州で用いられた最小限の能力検定運動に密接に結びつくものでした。この基礎的技能という心理性は、80年代初頭を通じて出版された教科書に支配的であり、ソーンダイク似の算数・数学の教科書のもう一つの生成へと至ることになります。技能に関する強調は、伝統的に学校数学に十分かなっていない子どもたちの標準テストの得点を僅かに改善する結果は得たものの、そのような子どもたちが算数・数学を学ぶ上でより高い認識や理解を提供しないという批判もありました。

ソーンダイクの心理学的モデルの行動主義的傾向、社会効率をめざす進歩主義の職業的な焦点、現代化プログラムのカリキュラム上のエリート思想、「基礎・基本に帰れ」運動の深みのない内容のどれもが、算数・数学教育の*reform*と称されるものの、ほとんどの場合標準的な実行と結果に関する表面的な*revision*に終わったものであり、本来の*reform*を促進するものではありませんでした。こうした従来の*revision*は、手続き的-形式主義パラダイム(PFP)と定式化されます。PFPは、数学が、何世紀にもわたって最適化されてきた論理的に組織化された事実、技能、手続きの客観的な集

合であるとして。こうした知識体は、人間の経験とは別に存在し、従って本質的に算数・数学を学ぶことを難しくします。これに対して、著者たちの提唱するのが認知的-文化的パラダイム(CCP)です。CCPは、数学を人間の経験、思考そして相互作用から帰結する論理的に組織され、内的に結びついた概念の集合であると見ます。そのため、認知的に結びつき文化的に重要な仕方では学ぶならば、全ての子どもたちにとって身近なものとなります。従来の多くの試みが、数学を人間の経験と切り離して(*as apart from*)見ていたのに対して、数学を人間の経験や相互作用の一部として(*as a part from*)見ることに転換を強調します。このことは、子どもたちが算数・数学を学ぶためにこれを再発明しなければならないということの意味するのではなく、むしろ子どもたちが実際に算数・数学を理解する上で、以下の両方の機会を必要とするということです：a) 重要な数学的な概念やアイデア間の結びつきについての有意義なコミュニケーションを行ったり、またこれらを作り上げるような算数・数学とその周りの経験を共有すること；b) 子どもたちの日常生活の重要な側面であることを理解するために、算数・数学が用いられる仕方について批判的に思考することに携わること。私たちの挑戦は、もはやいかにして子どもたちに数学を獲得させるか(*get mathematics into students*)ではなく、いかにして数学に子どもたちを導くか(*get students into mathematics*)ということであり、著者たちのこうした主張は、すべての子どもたちに質の高い算数・数学を学習する機会を提供したいとするものであり、では我が国においては、どんな考え方がその背後にあるかは、今後の課題として我々自身に突きつけられているように思います。

- 1) Ellis, M. W. & Berry III, R. Q. (2005). The Paradigm Shift in Mathematics Education: Explanations and Implications of Reforming Conceptions of Teaching and Learning. *The Mathematics Educator*, 15(1), 7-17.
- 2) なお、ここでは原則として著者たちによるテキストを基に述べていくこととします。それぞれの解釈については、研究者によって相違があることも事実です。