

中学校数学科の授業はどのように行われているのか

——国際比較研究にみる数学教育の現状と課題——

しみず よしのり
清水 美憲

1. はじめに

改訂された学習指導要領の告示を受けて、新しい教育課程とその実施をめぐる議論が、様々な場所で活発に行われている。特に、「算数・数学3割引きます」という新聞記事¹⁾に象徴されるように、今回の「厳選」では、算数・数学科が目玉であったという事情もある。教科内容が大幅に削減された改訂学習指導要領をどう受け止めるか、算数・数学教育関係者に限らず注目されるところである。

この学習指導要領は、各学校が編成する教育課程(カリキュラム)の基本的な枠組みを与える。しかし、そこに示された事項がそのまま教室で指導されるわけではないし、生徒によってそのまま学ばれるわけでもない。むしろ、教育課程の枠組みから生徒の学習に至る一連の過程に注目して学校教育の課題を明確化する観点から、カリキュラムという概念を次の3相から捉えることがある。すなわち、「意図されたカリキュラム」、「実施されたカリキュラム」、「達成されたカリキュラム」の区分である。

この観点からみれば、「意図されたカリキュラム」に属する学習指導要領もさることながら、実際の教室での「実施されたカリキュラム」が学校教育では最も重要な役割を果たしているのである。その中核に授業が位置することはいうまでもない。

そこで、新しい学習指導要領についての議論が盛んに行われつつあるこの時期に、本稿では、敢えて「実施されたカリキュラム」に焦点を当て、わが国の中学校数学科の授業の現状を確認する。具体的には、昨年2月にその報告書が発表された授業研究プロジェクトの知見を手がかりに、国際比較を通してみた日本の授業の特徴を考察する。

中学校の数学科において行われている授業の特徴についての研究成果を、これからの高等学校におけ

る数学教育を考えるための一資料としていただければ幸いである。

2. TIMSS ビデオテープスタディの知見から

(1) 数学授業の国際比較

外国の授業を参観する機会があると、むしろこれまで気づけなかった日本の授業の特徴に思い当たることがある。日本人であるがゆえにみえにくくなっていることがらが、他国の授業との比較を通して浮き彫りにされるのであろうか。

授業の国際比較研究は、このような意味で非常に興味深い。しかし、データのサンプリング・分析の枠組みと方法・言語データの扱いなどをめぐる困難な課題がつきまとうため、「国レベル」での比較はこれまであまり行われてこなかった。そもそも、授業という文化・社会的営みを量的に分析し、国際比較することに意味はあるのか。また、例えば「日本の授業」というように一括りにして、他国のそれと比較することが可能なのか。

ところが、まさにこのような点を十分考慮に入れて設計された大規模かつ綿密な研究・「TIMSS ビデオテープスタディ」が実施され、さきにその報告書が公開された²⁾。

この研究では、ドイツ・アメリカ・日本の第8学年(中学第2学年)の数学授業のサンプル・合計231をビデオテープに収録し、テクノロジーを駆使した革新的な方法によって、その膨大なデータを分析したのである。得られた結果は、各国の授業の特徴を数値によって明瞭に示しており、この研究方法の威力に驚かされる。

(2) 研究のねらいと方法

第3回国際数学・理科教育調査(The *Third International Mathematics and Science Study*,

略称 TIMSS)は、数学教育に関する国際比較研究としては空前の規模で行われた。実際、41ヶ国から約50万人もの生徒の参加のもと、学習の到達度・カリキュラム・教師を取り巻く環境などの数学教育の現状が詳細に調べられたのである³⁾。

ビデオテープスタディは、このTIMSSの附帯調査として、アメリカ教育省の研究機関の企画・委託で実施された。実施したのは、カリフォルニア大学ロスアンゼルス校心理学科のJ.ステイグラー教授を代表とする研究グループである。筆者は、日本側研究協力者の一員としてこの研究に参加した。

研究のねらいは、次の4点にあった。

- (a) 第8学年の教室で実際に何が行われているのか、その豊富な情報を得る。
- (b) 授業実践を国レベルでとらえるための量的指標となる、観察可能な客観的尺度を開発する。
- (c) 数学教育改革についての提言やその提言に対する教師のとらえ方と、実際に行われている指導方法とを比較する。
- (d) 今後の研究のために、ビデオによる授業研究の方法の有効性を探る。

このねらいのために、各国の授業がビデオテープに収録され、授業者に対する質問紙調査も実施された。また、授業で扱われた教科書のページや生徒のワークシートのコピーも集められ、分析された。

調査対象は、各国からランダムに抽出されたTIMSS本調査対象校のうち、やはりランダムに抽出されたサブサンプルの学校(各1単位時間分)である。このように各国を代表する「サンプル」としての授業が収録・分析されたのは、授業研究史上初めてのことであった。

授業の収録は、特別の訓練を受けた者が行った。日本の授業は、ロスアンゼルス在住の日本人カメラマンが、北海道から九州までの調査対象校を約3ヶ月間かけて旅行しながら収録したのである。

最終的に収録された授業のビデオテープ計231本の内訳は、ドイツ100・アメリカ81・日本50である。このビデオテープの記録はすべてデジタル化してCD-ROMに収録され、分析のためのソフトウェアも開発された。この処理によって、データの消耗が防がれると同時に、マルチメディアデータベースによる様々な次元からの分析が可能になったのである。例えば、各々の授業について、教師・生徒の各

発話総数やその所要時間、逐語記録からコード化された分析カテゴリーの出現頻度などを簡単に算出できるようになっている。

(3) 主要な知見

データの分析は現在も行われているが、さきに公開された報告書では、様々な結果が明らかにされた。そのなかからいくつかの知見をみていこう。

①授業の目標と展開

日本と他の2国とでは、授業者が質問紙で答えた授業の目標と、実際の授業展開において大きな差異がみられた。実際、ドイツとアメリカでは、「生徒が問題を解けるようになること」を目指して特定の技能の学習を授業の目標とする教師が多く(独:55%,米:61%,日:25%)、授業展開は「教師による概念・スキルの演示」から「生徒によるその適用」というものであった。

これに対し日本では、生徒が概念を探究したり理解し、また問題の多様な解法を見出すなどといった「数学的思考」を授業の目標とする教師が多く(独:31%,米:21%,日:73%)、「問題解決」はそのための文脈に過ぎなかった。そして、授業は「問題解決」・「解決の共有」・「根底にある数学的概念の理解」という流れで教師と生徒との協同作業の形で展開されたのである。

②教科内容の水準とその扱われ方

表1は、TIMSSに参加した41ヶ国の数学カリキュラムから算出された「国際水準」に対し、収録された授業の内容がどの学年に対応するかを、国別の平均値で示したものである。

	平均	標準偏差
ドイツ	8.65	1.90
アメリカ	7.53	2.45
日本	9.07	1.08

表1: 国際的にみた内容水準

表1が示すように、日本の中学校2年生の授業では、国際水準からみてほぼ第9学年(中学校3年生)に対応する内容が指導されていたことが明らかになった。また、国内の標準偏差が、ドイツやアメリカに比べて小さいことも特徴的である。これは、学習指導要領のような教育課程の枠組みをもつ国と、そうでない国の違いであろう。

一方、図1は、数学者のグループによって判定された、各国の授業サンプルの数学的な「質」を示し

たものである。この「質」は、授業でみられた数学的推論について、トピックの系列の一貫性や生徒に要求された推論のタイプ、授業の始めと終わりで比べた認知的レベルの深化などの観点から、低・中・高の3つのレベルで判定されたものである。

図1にみられる通り、アメリカの授業の約9割は「低」と判定され、これが数学教育関係者にとって最も衝撃的な結果の1つとなった。これに対し、日本の授業で「低」と判定されたのは約13%であり、生徒に高次の数学的推論を求めているとされた。

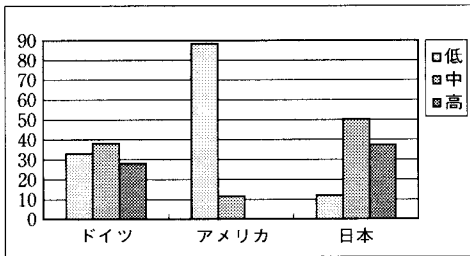


図1：授業内容の数学的な質 (%)

図2は、授業で扱われた概念(公式などを含む)が、単に教師から説明されたのか、生徒の活動の展開とともに導き出されたのかの違いを示す。この図は、概念の扱われ方が、日本とドイツが類似で、アメリカとは全く対照的であることを示しており、非常に興味深い。

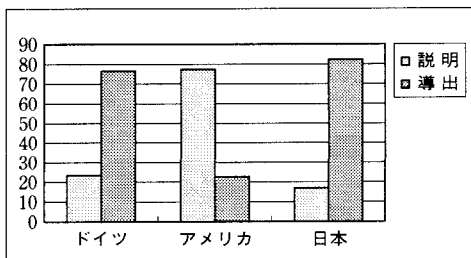


図2：数学的概念の扱われ方 (%)

③授業における生徒の活動

図3は、授業において生徒が「手続きの練習」・「概念の適用」・「発見を伴う思考」のそれぞれに従事していた割合を示す。図3に示されたように、日本の授業の約44%では、新しい解や証明、手続きを見い出すように、生徒に「発見を伴う思考」が求められていた一方で、それがドイツでは4%、アメリカでは1%未満であった。

さらに、授業のなかで1つの問題に対して「別の解法」が登場したか、またそれは教師が提示したの

か生徒が提示したのかが比較された。その結果、日本の授業の42%には生徒による「別の解法」の提示が見られ、それはドイツ・アメリカの数字の2倍以上であることがわかった。

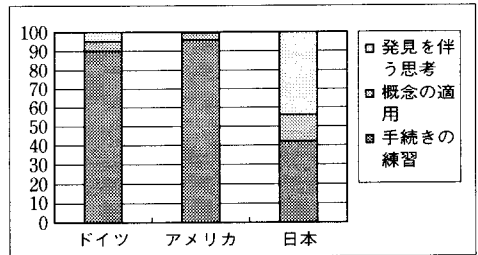


図3：生徒が授業で従事している活動 (%)

④指導方法にみられる差異

指導方法の違いを示唆する興味深いデータのいくつかを取り上げてみよう。

(a) 教師による「講義」

図4は、収録された全授業に対し、教師による「講義」(「生徒に質問せずに授業の内容を一方向的に説明する時間」と定義されている)を含んでいた授業が占める割合である。このデータを見る限り、日本の教師の多くは「講義」にも時間を割いている。つまり、図2や図3にみられたように生徒の活動に重きを置く一方で、日本の教師は説明・演示も多く取り入れていると考えられるのである。

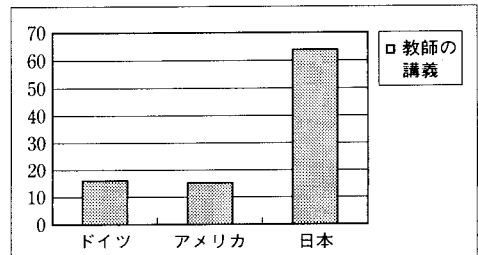


図4：教師の「講義」を含む授業 (%)

(b) 黒板・OHPの使用

図5は、黒板とOHPが使用された授業が全体に占める割合を示す。

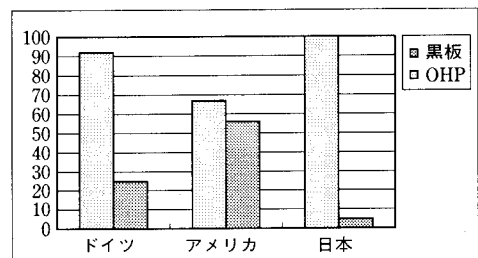


図5：黒板・OHPの使用 (%)

図5が示すように、日本ではすべての授業で黒板が使われていたが、OHPはあまり好まれない。この結果を、次の図6と併せて考えると興味深い。

すなわち、図6は、授業の終了時に板書の内容がどれだけ残されていたか（消されたか）を示す。日本の授業では、黒板に書かれた内容の多くは授業の終了時まで消されずに残されていたのである。これは、「授業の経過を一覧できる記録」として板書を残す日本の教師の工夫が、結果に表われたものではないだろうか。

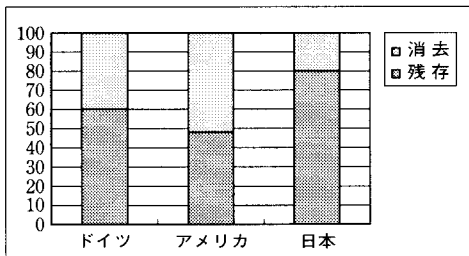


図6：板書内容の残存・消去 (%)

3. 国際比較研究からみた日本の数学教育の課題

現在のアメリカ教育界は、カリキュラムの国家基準やそれに基づく全国評価の導入が議論され、改革の真ただ中にある。このような時期にあって、ビデオテープスタディが教育界に与えたインパクトには計り知れないものがある。実際、この研究は、教室での授業実践の実態を実質的に初めて明らかにしたのであり、教育界の関心を教室に向ける役割を果たしたのである。しかし、翻ってわれわれも、この研究から学ぶ点が多いように思われる。

よく知られているように、第3回国際数学・理科教育調査の結果では、日本の児童・生徒の算数・数学における学習の到達度は、国際的にみてトップクラスにある。そこで、海外の研究者のなかには、日本の授業が技能中心の「教え込み」型になっているのではないかと予測する者もいた。

しかし、本稿でみてきたように、日本の中学校では、生徒の理解を大切に、彼らの数学的思考を伸ばそうとする優れた授業が行われているとあってよい。わが国の生徒は、他の国から羨望の目でみられるような授業を受けているのである。

ところがその一方で、第3回国際数学・理科教育調査では、「算数が好き」や「算数が楽しい」と答える日本の児童の割合は、参加国のなかでも最低レベ

ルであった。中学校生徒についても、数学を「大嫌い」または「嫌い」とする生徒が最も多く、逆に「大好き」とする生徒が最も少ないのが日本であった。これは、優れた授業とは相容れない実態のようにさえ思われる。

小・中学校の改訂学習指導要領では、「算数的活動」や「数学的活動」を軸とした楽しい学習や、数理的処理や数学的な見方・考え方のよさを大切にす指導など、教育の改善の方向が示されている。その具体化の過程で、上のような現状の改善が図られなければならない。

これまでの教育改革の大きな流れのなかでみれば、今日の学校教育は、生涯にわたって学び続ける社会での初期教育としての位置づけが一層明確になってきている。教育課程編成の一般方針にある「生きる力をはぐくむこと」や「自ら学び自ら考える力の育成」は、そのことを端的に示しているし、「総合的な学習の時間」の新設はその具体化である。大きくみれば、このような教育改革の動向と上述のような生徒の学習状況のなかで、数学科はその意義と役割が改めて問い直されているのである。

註

- (1) 「算数・数学3割引きます」朝日新聞、1998年5月24日朝刊。
- (2) J. W. Stigler, P. Gonzales, T. Kawanaka, S. Knoll & A. Serrano. *The TIMSS Videotape Classroom Study: Methods and Findings from an Exploratory Research Project on Eighth-Grade Mathematics Instruction in Germany, Japan, and the United States*. Washington, DC: U. S. Government Printing Office. 1999年2月。
この報告書は、以下のWWWのサイトからダウンロードすることができる。また、各国の代数・幾何の「授業例」をそれぞれ1つ、計6つの授業を収録したビデオとCD-ROMを、このホームページで購入することができる。
<http://www.ed.gov/NCES/timss/video>。
- (3) 国立教育研究所(1997)『中学校の算数教育・理科教育の国際比較』、同(1998)『小学校の算数教育・理科教育の国際比較』、東洋館出版社。

(東京学芸大学教育学部)