

# 寄稿論文

## 算数教科書の比較研究

### —教授・学習における志向性の差異に着目して—

河野 麻沙美(東京大学 海洋教育促進センター)

#### 問題と目的

##### 本研究の目的

本研究の目的は、小学算数科の教科書比較研究を行い、教科書が獲得を期待する数学理解、想定する教授学習過程のあり方である「教授・学習に対する志向性」を捉えようとするものである。算数教科書の分析方法については、他教科を対象に行われた教科書分析の先行研究のアプローチ(塘, 1995; 渡邊, 2004; 深谷・大河内・秋田, 2000; 深谷 2002)で採用された方法を参考に、分析視点と方法論的課題の克服を行い、より客観的で妥当性を保証できる分析方法を導出していく。詳細に言えば、教科書に掲載されている問題を対象に量的・質的に比較分析する。特に算数・数学科では多くの授業が問題を解き進める形で進められることが指摘されている。実際に、文章題や計算問題、図表やグラフなどを使用した問題が多く掲載されている。こうした問題は、どの程度授業で使用するのか、また、どれぐらいの時間をかけて扱われるのかといったことは実際の教室にいる学習者の状況や指導法など教師の裁量に任されているが、授業で採用される学習課題であることが想定しうる。

本研究では、教科書のこうした背景を共有していると考えられる日本、シンガポール、香港の3カ国・地域の比較研究を用いて明らかにし、そうした問題構成の差異を明らかにする。その特徴の差異について検討を行った上で、次に、国・地域毎の教科書に見られる学校数学における教授学習の志向性の違いを明らかにする。さらに、捉えられた教授学習の志向性の差異をもたらす文化的要因について、各国・地域の教育システムや背景を踏まえて議論を

行う。

##### 本研究の射程

教科書を対象とした研究は3つに大別できよう。一つは、各国・地域の学習指導要領に相当する教育課程(カリキュラム)の違いを大規模な国際比較調査(教科書センター, 2000; 国立教育政策研究所, 2009)(以下、大規模調査)によって、より具体的に検討するマクロなアプローチである。二つ目は、国内の教科書に、どのような問題が出題されているのか、どこまでの難易度の問題が出題されているのか、及び採用されている指導法に関する比較的ミクロな視点に立った調査(以下、教科書調査)である。3つ目は、複数の国や地域をとりあげ、教科書の内容に踏み込んだメゾレベルの分析を実施し、それぞれの国や地域の教授学習を検討する比較研究である(臼井, 2001; 金・吉田, 2005; 糸井・柴田・齋藤・具, 2007)(以下、比較研究)。

まず、大規模調査では、対象とする国・地域によって、異なる教科書の出版、各学校種での採用プロセスや採用状況、検定の有無、また教科書が実践に対してもつ権威性なども含めて検討される。そのため、実際の教授・学習における詳細な過程分析に課題が残る。また、上記のような観点を比較してその差異を検討すると言うよりも、資料的に扱われており、カリキュラムやそれらの差異が生み出す、学力や教授学習の違いに関しては、十分な検討がなされていないと言える。

次に、教科書調査では、問題の内容や課題レベルにまで踏み込み、学習指導要領と対照しながら、詳細な分析が行われているが、資料的な扱いであ

るという観点では、国際比較調査と同様で、教科書採用の際の資料や現実の教育問題に対する提起や提言、批判、といった主張を支えるデータといえる。

最後に、比較研究では教授学習の方法やプロセスに着目し、学力調査や教育文化の検討と結び付けた研究が行われている。比較対象の中心は教科書ではないが、TIMSSやPISAなどの国際学力調査は各国・地域の教育にインパクトを与えている。こうした国際比較調査の結果やその結果を生み出す要因としての教育環境や制度の比較の一部として、文化比較の観点から行われている。次節で、こうした観点から行われた学校教育における文化の差異を明らかにした先行研究をレビューする。

### 教育実践の国を単位とした文化比較を行った先行研究と課題

教育実践の違いを国を単位として文化比較を行った研究として知られるのは、授業のビデオ記録を対象とした比較研究であるTIMSSのビデオスタディがあげられる。アメリカが自国の教育改善を目的に、学力の高さが際立った日本と産業国として注目に値するドイツとの比較を行った“Teaching Gap”では、教科書が授業を理解する際の比較の補助資料として取り上げられている。授業比較と教科書比較を並行して行った研究も見られる。例えば、渡辺(2004)は日米の歴史教科書における叙述スタイルの差異に着目し、動的な過程である授業と、静的な教科書のテキストの両方を対象に比較を行っている。「時間の流れ」と「因果関係の理解」という歴史教育における超文化的な特徴を分析の枠組みに据え、教科書と授業における談話内容とそのスタイルの違いを検討した。

その結果、日米ともに「何を」と問う質問が最も多い点では共通しているが、日本では、「どのように」という発問が多く、アメリカでは「どうして」という質問がそれぞれ2番目に多いことを明らかにしている。さらに、教科書内の記述についても同様の傾向がみられ、これを指摘した。その上で、日本では、時系列的

に出来事を追い、時代背景の理解と共感する力を養成する授業が展開されていること、それに対して、アメリカでは結果から時間を遡行して、原因を探る因果律を分析する力を養成するという授業の展開、スタイルの違いを説明している。さらに、評価の対象が、日本では大量の情報と目標に対する態度を基準にするのに、アメリカでは、情報を適切に情報を取捨選択した上で少数の効果的な情報提示と目標達成のために取る手段を評価の基準にしている点に違いがあることを明らかにした。渡辺は、教科書に「何が書かれているのか」ではなく、その記述様式・叙述スタイルに着目することで、その文化で期待される思考や説明のスタイルが文化によって異なることを明らかにしている。学習者にとって、同一の内容が学習目標であったとしても、どのように問いが出されるのかで、児童の学習方略や思考スタイルに与える影響は大きい。こうして教授学習過程の文化的差異があることを明らかにした。

また、塘は一連の研究(塘, 1995; 塘・真島・野本, 1998)で、日英の国語教科書に掲載される物語文を対象に、主人公の対人関係や行動様式、家族の描写のあり方に、その文化が期待する規範が反映するという仮説のもと、歴史・文化的視点から教科書分析を試み、教科書に反映する文化的実践の違いを明らかにしている。こうした社会文化的アプローチの他にも教科書の記述内容に詳細な分析を行った研究もみられる。特に算数科教科書対象にした研究では、教科書内の発問や指示に使用される文体、吹き出しなどの表現に焦点をあて、その「体様」が、日本と韓国の算数科教科書で異なることが明らかにされている(金・吉田, 2005)。これは教科書記述に文化的差異がある可能性を示唆していると言えるが、文章から受ける印象やニュアンスによって判断しているものであり、記述内容を客観的に比較したり、評定するなどの十分な検討は行われていない。また、そもそもの目的が、韓国の教科書改善の指針を得るための検討であるため、日本の特徴を一方的に好意的に評価している点に課題が残る。

## 教科書分析のためのパースペクティブ

教科書分析は、文化的差異を明らかにするという目的と、学力の相違を生み出す要因を教授学習に影響を与える教科書から抽出するという目的の2つの方向性があげられよう。より、詳細な各国や地域の特徴を明らかにするためには、教科書の分析に合わせて、どのように使用されているのか、といった使用実績も含めた検討が必要であると考えられる。しかし、詳細な比較を試みようとするほど、研究方法の妥当性に課題が残ると言えよう。ただし、授業と教科書の比較を並行しておこなった先行研究が、教科書と授業の両方から、同様の傾向が捉えられることを示唆しているため、教科書は、実際の教授学習の差異を反映しているものといえ、本研究の射程である、教授学習の志向性やその差異を捉えるために、

有効な方法であるといえよう。

先述したように、教科書は日本で言えば、学習指導要領のような教育課程と授業実践の媒介物である。さらに、その教科書分析には図1のような位相に区分出来よう。

まず、1.2 本研究の射程において指摘したように教育課程の違いを中心に、より具体的な資料として加え、全体的な構成を分析する「単元間構成」である。各学年でどのような内容を学習するのか、各領域がどのように分割され、どのような配列で学習されるのか、といった観点や、ある単元の学習学年の差異、構成の違いといったことを対象とするものである。こうした単元間構成は、学年別、または各学年の年間指導計画に関わる。次に、「単元内構成」、もしくは「問題間構成」を対象とする分析がある。ある単元

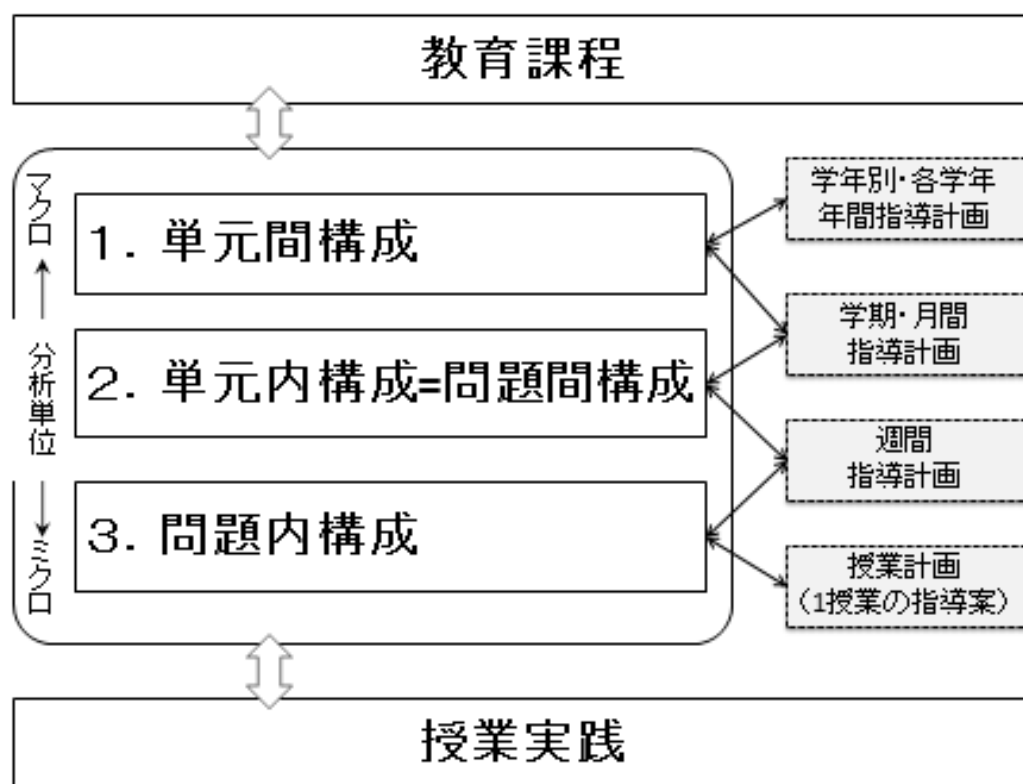


図1 教科書分析のパースペクティブ

をターゲットにして、どのような問題が出題され、その単元が構成されているのか、また、ある判断基準を設けて課題の難易度や内容、問題量などを調査し、単元、また若干の対象を拡大させて領域を限定して行う分析や比較方法である。こうした単元内構成、または問題間構成は、1 単元を学習していく、月間や複数にわたる場合もある週間学習の指導計画に関わる。さらに、詳細には、「問題内構成」に着目する分析するどのような解法を用いるのか、どういった必要なスキルや知識が必要かといった、実際に問題を解くときに学習者に求められる概念理解や演算技能といった認知的な側面に焦点をあて、認知プロセスを分析し、その課題の性質や問題を解くまでに必要な理解の発達水準を捉えようとするものである。こうした問題内構成は、1時間、ないし2時間といった比較的短期の授業構成に関わる。こうした3つのアプローチは教育課程と実践を媒介する教科書を分析対象とする点においては共通するが、分析する際のパースペクティブの程度に差がある。

また、こうした教科書の問題だけでなく、他にも記述内容を分析する方法がある。教科書には多くのことが記述されている。おもに学習目標たる内容が記述されている本文に対して、付加的・補足的な情報、学習者への注意喚起、本文の理解を促すための質問、キャラクターなどの吹き出しのような形態でのコメントなどが記載されている。本文に対するこうした欄外の記述も教科書分析の対象となる。深谷らはこうした欄外の記述をメタディスコースとして、検討を行い本文の読解との関連について検討している。また、河野(2010)は、算数教科書において、男の子などのキャラクターに、吹き出しのような形で付されたコメントに限定したメタディスコース分析を日本、香港、シンガポールの教科書を対象に行い、メタディスコースの量的比較だけでなく、表現形態や問題解決時にどのような支援をしているのか、といった観点から機能を分類し、比較検討を行っている。その結果、日本の教科書では、宣言的に学習者に情報を与えず、「この考え方は・・・」などいい終えない言

語的表現が多用され、メタ認知や数学的推論を促進するメタディスコースが多いことを明らかにしている。それに対して、シンガポールは、数学的表現が多用され、計算途中の式を部分的に教えており、問題解決方略の学習を意図するメタディスコースが多いことを明らかにしている。また、香港はメタディスコースそのものが非常に少ないことを明らかにした。

何をメタディスコースとみなすのか、そしてそのメタディスコースの機能をどのように捉えるのかと言ったことは教科によって異なる。そのため、メタディスコースを対象とした教科書分析は、分析対象としてだけでなく、方法論の精緻化も必要であるため、多くの課題と可能性を保持しているといえる。

次に、この教科書を分析する長所と短所について議論を行う。

### 教科書分析の強みと弱み

先に指摘したように、その国・地域の教授学習の様相を捉えるためには、実際の授業過程と合わせた分析が好ましいと言える。しかし、授業過程の比較研究にも、研究成果の妥当性に課題が残る。一つは、詳細に検討する際に多く採用される事例研究というアプローチの脆弱性である。その授業がどれほど、その教師の特性に依存しているのかを十分に説明するには、困難がある。多くの事例を取り上げて検討することで、保障されるという指摘はある。しかし、実際にはデータが増え、多様性が広がり、十分な特徴を描き出せない可能性がある。TIMSSのビデオスタディはこの点について課題が指摘されている(Staub, 2007)。端的に言えば、授業の特徴を描き出すために行った発話コーディングが不十分で、データをも網羅できていないというものである。それに対して、教科書分析は、実際の使用状況や単元の特質、どのような活動の中で使用されているのかという使用のダイナミクスが捉えられないという指摘がされる。しかし、これは、授業過程の分析が持つ課題と表裏一体といえる。つまり、教師の固有性が排除されている点で、国・地域を対象とした場

合には、好ましい特性であると言える。また、比較対象間での教科書の検定制度や使用程度、権威性にある程度の同意が得られていれば、教科書はより抽象的な教育課程と教育実践を媒介する存在物であるということができ、分析対象として十分に妥当な比較分析が可能である。

教科書の編集には、教科教育や教育方法学、教育心理学と言った多様な教育の専門家が参与するだけでなく、実践者も貢献をしている。こうした教科書編集の背景を捉えると、ある国や地域の学習文化が反映されたものとして捉える事が出来よう。また、具体的な学習内容や課題、過程が記述されている点においては、教育課程よりも、より実践に近いといえる。当然のことながら、教育課程や教育目標が反映されている。こうした教科書の持つ特性は、本研究が射程としている、学校教育において期待される理解の在り様や教授学習の特徴を明らかにする対象として妥当であるといえる。本研究は、教科書をある学校教育における学習文化が期待する、特徴的な教授学習過程を表象している対象とみなし、検討を行うものである。

## 方法

本研究では、教科書の問題間構成に焦点をあてる。出題形式と、特定の単元に絞ることで、問題が要求する学習課題を同定し、どのように出題をされているのか、問題構成から相違点を明らかにしようとするものである。次に、この問題構成の特徴を基にどのような教授・学習過程やどのような数学理解のあり方を目指しているのかという教授・学習に対する考え方を、教授・学習の志向性として、検討する。

特に、本研究では、「東アジア型学力」として知られ、従来の基礎学力を測定すると言われる(佐伯・藤田・佐藤, 1996) TIMSSでの得点が高いことで知られるシンガポール、香港と“Teaching Gap”等で、国際的に高く評価されてきた日本の3つの国・地域の比較を行うことで、それらの国に、教科書

レベルで差異があるのか、ないのか、そして、ある場合、どのような差異があることを明らかにしていく。

## 対象

対象とする国は、日本・香港・シンガポールの3つの国と地域である。いずれの国・地域においても、独自の教育課程が制定され、それに基づいて、検定が行われた教科書が使用される。ただし、日本が母国語で書かれているのに対して、シンガポールは、バイリンガル制度にのっとり、第2外国語とされる英語で書かれている。また、香港では、英語と広東語の2つの教室言語があり、学校が選択をしている。

いずれの国・地域も2社ずつを対象としたが、香港は英語と広東語の1社ずつである。教科書採用のシェアについては各国・地域において十分な資料がない。そこで、各国・地域の現地の教員や教育関係者の協力のもと、シェアが高いと推奨された教科書を本研究の分析対象とした。さらに、本研究では単元を小数と小数の四則計算に限定している。限定の理由は、問題間構成を捉えるために詳細な分析が必要であること、単元固有性を排除するために、同一の単元にする必要がある。結果的に、国・地域によって学習学年や単元構成が異なるため、先述のような単元が対象となった。

まず、対象とした単元を各国・地域の教科書から抽出した。日本・シンガポールが第4、5学年、香港が第4学年から第6学年が対象となった。日本とシンガポールでは同学年で扱うことになるが、構成が異なる。日本では、小数の性質を4、5年と学習し、加減法を4学年、乗除法を5学年で学習するが、シンガポールでは第4学年で小数の性質と四則計算の全てを一度学習し、第5学年で再度乗除法を学習する。このように、単元は限定し揃えているが、学習順序を含めて教科書内での単元構成は一致していない。尚、対象とした教科書は表1である。

表 1 対象とした教科書

| 教科書名                           | 出版社(発行年)                                | 国・地域   |
|--------------------------------|---|--------|
| 新しい算数四上                        | 東京書籍株式会社(2001年)                         | 日本     |
| 新しい算数五上                        | 東京書籍株式会社(2004年)                         | 日本     |
| 算数四年上                          | 新興出版社啓林館(2001年)                         | 日本     |
| 算数五年上                          | 新興出版社啓林館(2001年)                         | 日本     |
| My pals are here! 4B           | Marshall Cavendish Education (2008)     | シンガポール |
| My pals are here! 5B           | Federal Publications (2005)             | シンガポール |
| Mathematics in Action 4B       | Pearson Education South Asia Ltd.(2004) | シンガポール |
| Shaping Maths 5B               | Marshall Cavendish Education (2008)     | シンガポール |
| 小学数学4下B                        | 新亜州出版有限公司(2002, 2006改訂)                 | 香港     |
| 小学数学5下A                        | 新亜州出版有限公司(2002, 2006改訂)                 | 香港     |
| 小学数学6上A                        | 新亜州出版有限公司(2002, 2006改訂)                 | 香港     |
| Longman Primary Mathematics 4D | Longman Hong Kong Education(2004)       | 香港     |
| Longman Primary Mathematics 5C | Longman Hong Kong Education(2004)       | 香港     |
| Longman Primary Mathematics 6A | Longman Hong Kong Education(2004)       | 香港     |

## 分析手続き

対象単元を同定した上で、教科書の問題を抽出した。どれを問題とみなすかという基準については、各教科書の巻頭に付されている資料に基づいて行った。この問題を出題形式として、例題・類題・練習問題の3つに分類を行っている。しかし、練習問題については、教科書によっては、副教材へと完全に移行している場合がみられた。そうした副教材も国・地域によって位置付けが異なる。準拠教材と言われるものもあるが、教科書とセット販売され、宿題用と名前がつけられたものもあったため、本研究の比較

対象からは練習問題そのものを全て、はずして検討することとした。さらに出題形式(表2)と設問から、その問題が意図する学習課題を同定した(表3)。この表3を基に、比較検討を行う。

## 結果

### 問題構成(1)設問

教科書の出題構成については、3つの国・地域を比較する前に、国内・地域内での独立性の検定を行った。有意な偏りは見られなかったため、国・地域の合計を基にして、以下検討を行う。まず、設問の種類別に三つの国・地域について出題数のカイ二乗検定をおこなったところ、有意な偏りが見られた(表

表 2 出題形式

| 出題形式   | 定義                          |
|--------|-----------------------------|
| 文章題    | 具体物や数量を表す単位がついた文章形式の問題      |
| 計算問題   | 数式が与えられるか、四則計算が文章で指示された問題   |
| 変換     | 小数と分数の表示変換、及び量の単位の変換を指示した問題 |
| 大小比較   | 表記の大小関係の比較、並列、理解を求める問題      |
| 数のしくみ  | 十進法位どりに関する表記法の理解を求める問題      |
| 図表使用   | 図表の使用、及び読解を行う問題             |
| 手続き・手順 | 演算過程や方法の説明や理解を求める問題         |
| 四捨五入   | 与えられた数を四捨五入する問題             |
| 概算     | おおよその数、見積もりをすることを主とする問題     |

表 3 学習課題

| 学習課題  | 定義                          | 該当する出題形式                      |
|-------|-----------------------------|-------------------------------|
| 文章題解決 | 文章題から立式し、解を求めることを主たる課題とする問題 | 文章題                           |
| 計算練習  | 計算手続きの習熟                    | 文章題、計算問題、                     |
| 記数法理解 | 十進法位どりの理解、表記法や数量の理解         | 計算問題、変換、数のしくみ、図表使用、大小比較、手続き説明 |
| 概数・概算 | 概数・概算の算出方法の理解と習熟、適用         | 概算、四捨五入                       |

4:  $\chi^2(2, N=855)=12.215, p<.01$ )。日本の特徴に、例題の出題が類題の出題よりも多いことがあげられる。シンガポールでは、例題と類題が同程度出題されている。香港は日本と同様、例題より類題が多いが、さらに 2 倍以上の出題数となっていた。各国・地域の出題特性を捉えるために残差分析を行ったところ、日本は例題が有意に少なく( $p<.01$ )、類題が多い傾向が見られた( $p<.05$ )。シンガポールは例題が有意に多く、類題が有意に少なかった( $p<.01$ )。香港は、期待値より例題の出題数が有意に少なく、類題が有意に多かった( $p<.01$ )。

#### 問題構成(2)出題形式

次に、出題形式と学習課題について表5表 にま

とめた。

問題構成同様の手続きを経て、3 つの国・地域を単位に比較検討を行う。カイ自乗検定を行ったところ、有意な偏りが見られた( $\chi^2(6, N=855)=67.855, p<.01$ )。残差分析を行い、各国・地域の特徴を検討したところ、日本は、文章題解決に関する出題が有意に多く、概数・概算に関する単独での出題が有意に少なかった( $p<.01$ )。シンガポールは、記数法理解の出題が有意に多く、計算練習の出題が有意に少なかった( $p<.01$ )。香港では、計算練習の出題が有意に多く、記数法理解に関する出題が有意に少なかった( $p<.01$ )。

出題形式については上記のような特徴がそれぞれ

表 4 設問ごとの出題数

|        | シリーズ       | 例題    |       | 類題    |       | 計   |     |
|--------|------------|-------|-------|-------|-------|-----|-----|
| 日本     | 啓林館        | 36    | 83    | 60    | 128   | 96  | 211 |
|        |            | 37.5% |       | 62.5% |       |     |     |
|        | 東京書籍       | 47    | 39.3% | 68    | 60.7% | 115 |     |
|        |            | 40.9% |       | 59.1% |       |     |     |
| シンガポール | actionsape | 122   | 246   | 135   | 254   | 257 | 500 |
|        |            | 47.5% |       | 52.5% |       |     |     |
|        | Mypals     | 124   | 49.2% | 119   | 50.8% | 243 |     |
|        |            | 51.0% |       | 49.0% |       |     |     |
| 香港     | Longman    | 26    | 45    | 60    | 99    | 86  | 144 |
|        |            | 30.2% |       | 69.8% |       |     |     |
|        | 新亜州        | 19    | 31.3% | 39    | 68.8% | 58  |     |
|        |            | 32.8% |       | 67.2% |       |     |     |

表 5 設問種類と学習課題の出題数

| 学習課題   | 文章題解決 |       | 計算練習  |       | 記数法理解 |       | 概算・概数 |       |
|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 設問種類   | 例題    | 類題    | 例題    | 類題    | 例題    | 類題    | 例題    | 類題    |
| 日本     | 70    |       | 70    |       | 68    |       | 1     |       |
|        | 33.5% |       | 33.5% |       | 32.5% |       | 0.5%  |       |
|        | 40    | 30    | 8     | 62    | 34    | 34    | 0     | 1     |
|        | 48.8% | 23.6% | 9.8%  | 48.8% | 41.5% | 26.8% | 0.0%  | 0.8%  |
| シンガポール | 110   |       | 114   |       | 220   |       | 55    |       |
|        | 22.0% |       | 22.9% |       | 44.1% |       | 11.0% |       |
|        | 58    | 52    | 46    | 68    | 113   | 107   | 29    | 26    |
|        | 23.6% | 20.6% | 18.7% | 26.9% | 45.9% | 42.3% | 11.8% | 10.3% |
| 香港     | 30    |       | 74    |       | 43    |       | 10    |       |
|        | 19.1% |       | 47.1% |       | 27.4% |       | 11.0% |       |
|        | 8     | 22    | 26    | 48    | 17    | 26    | 5     | 5     |
|        | 14.3% | 21.8% | 46.4% | 47.5% | 30.4% | 25.7% | 8.9%  | 5.0%  |

れの国・地域から捉えられたが、日本は他の点でも特徴的であった。それは例題と類題の出題傾向が異なる点である( $\chi^2_{(3, N=144)}=36.069, p<.01$ )。残差分析の結果、例題では文章題の出題が有意に多く、記数法理解に関する出題が有意に少なかった( $p<.01$ )。類題では、計算練習の出題が有意に多く、文章題での出題が有意に少なかった( $p<.01$ )。

### 考察

まず、上記の結果を踏まえ、問題構成の特徴から、各国・地域の教授学習の志向性を検討する(4.1)。次に、明らかにされた志向性の違いを各国・地域の教育システムや文化的背景、教育事情を参考に、数学学習の文化的差異を議論する(4.2)。最後の本研究の成果を上げるとともに、限界をあげ、今後の課題を導出する(4.3)。

### 問題構成の特徴から捉える各国・地域の教授学習の志向性

**日本の特徴** 日本の特徴に、文章題解決を目的とする出題の多さがあげられる。特にそれが例題で顕著である。多くの下位問題が付され、立式、計算、解答の算出と順序立てて、その都度複数の解法を比較したり、その式の意味や計算過程について考えるようなコメントが付される。こうした下位問題には、問

題解決を通して様々な理解の側面(たとえば、スキルの獲得、考え方の理解)を一つの文章題から学ばせる意図が捉えられる。また、「～について考えよう」「これはどうやって解いているのかな」のようなコメントについては、メタ認知を促進する目的があると考えられ、他の国・地域には多くみられない。また、例題で計算練習を出題することが非常に少なく、類題で多く出題されていた。つまり、例題では文章題形式で、立式や計算過程の理解、演算練習を行い、類題を通して、計算力を養成するという構成が捉えられる。

こうした特徴から、日本では問題解決を数学的な学習活動とみなし、そうした数学的な活動を通して、数学理解の多様な側面を学習していくことを期待する志向性が捉えられよう。

**シンガポールの特徴** シンガポールでは、表記の読み方は十進法位取りに関する問題が多くみられた。例題でも類題でも同様である。残差分析の結果、計算練習が少ないという特徴が見出されたが、これは、中見出しを単位としているため、実際の問題数とは異なる。中見出しレベルであると、日本よりも下位問題が多いため、実際には日本と同程度、もしくはそれ以上の出題がある。また、今回分析の対象から外した練習問題や準拠教材でも多くの計算練習問題が出題されていた。



こうした特徴から、シンガポールは、演算や問題を解くためのルールを正確に適用し、問題解決そのものを遂行する力、スキルを十分に獲得していくことを期待する志向性が捉えられよう。

**香港の特徴** 中国では、計算練習のための出題が多いことがあげられる。手続きに関する知識は、単元の前半で宣言的に与えられ、下位問題では数値が変わったり、条件が変わったりするなどして、多くの計算を要する課題が出題されている。見開きでいえば、左側に例題が掲載され、右側のほとんどを計算練習に充てるという構成になる。日本の教科書では、要点が問題解決後にまとめられるのとは対照的であり、香港の特徴であると言える。

こうした特徴から、学習目標である知識や演算に関する技能を習得するために、多くの練習問題に取り組むことで定着を図ろうとしていると考えられ、数学の学習に演算技能の習得を期待する志向性が捉えられる。

### 志向性の違いから考えられる数学学習の文化的差異の検討

前節では、各国・地域の出題傾向から、その志向性を考察した。しかし、それぞれの志向性を他の国・地域が保持していないというわけではない。本研究は問題構成の差異を基にして、その差異を生み出す背景に教授学習の志向性の違いがあると考え、検討を行ったものである。その結果として、それぞれの問題構成から、それぞれの志向性が見出されたものである。では、こうした志向性の違いを教授・学習の志向性に「文化的」差異があるとしてよいのだろうか、各国・地域の教育制度や事情について関連すると思われる事に触れながら検討を行う。

日本の問題構成は、導入課題として文章題が出題されていても、実際には比較的容易な問題が出されている。学年が上がるにつれて、困難を抱えやすい単元では、導入の課題でも演算が困難な学習者が見られるようになるが、基本的には、構造が単純な文章題から、式を立て、筆算や暗算などで計算を

し、答えを確認するといった問題内構成になっている。そのため、問題内でスモールステップの問題解決を行うような場が提供されているといえる。一つ一つの下位問題に触れながら、その問題に答えるだけでなく、それに付随する推論や思考、複数解の比較の検討による妥当性の吟味、図的表現を使用した解決といった数学的思考を要求している。これは、演算力を算数理解の全てと捉えているのではなく、「算数的活動」が反映されていると考えられる。

図的表現の使用や、コメントなどを挿入して、数学的推論や省察を促すような活動も同様に、「算数的活動」を促進する要素を持っているといえる。こうして学習単位として区別される教育目標が表象され、学習指導要領の意図が反映されていると考えられる。これは、基礎基本を計算技能の習得と捉え、より高次の数学理解を数学的思考や推論とみなし、それを学校教育、授業で実現しようとする意思が強く反映されていると言えるだろう。実際に、キャラクターが付されて問題解決中につけられるコメントについては、河野(2010)が「メタディスコース」として分析を行い、解決過程におけるメタ認知を促進するという意図を見いだしている。また、説明し、違いを発見するといった活動も、下位問題とは別に、メタディスコースが指示している。この結果は本分析とも一致している。この点に関して河野(2010)は、例題を通して、数学的思考や推論を経験するにとどまっておらず、類題になると一般的な計算練習となるため、十分な定着に至らない構造になっていることを課題として指摘している。この指摘を受けると、問題構成に課題は残るものの、シンガポールや香港と比較すると、計算技能の習得とは異なる側面を強化していると言え、基礎基本か発展的な内容や高次の数学的思考かという揺り戻しをみせてきた日本の数学教育の文化・歴史的背景に影響を受けていると考えられる。

次にシンガポールについては表記に関する学習が多かった。また、演算技能と言うよりも問題解決の解法をパターン化して学習する特徴が捉えられる。

例題として、解説がついた問題の特徴として、文章題の下に、「バーモデル」と呼ばれるテープ状の比較的簡潔な図が記載され、それを数式に翻訳した上で、右側のあいたスペースに筆算を書き、答えを算出した後に、それを英語でのフルセンテンスで書いていく型が見られる。河野(2010)はシンガポールでの算数授業のフィールドワークから、こうした書き方自体も児童が習得しており、算数が得意であるほど、この型が定着している様子を見いだしている。問題解決の方略としてバーモデルを用いるが、一種の文章題をより容易に分かりやすい表現にする翻訳機能を果たしており、文章題に即して、簡潔なバーモデルを書くことは学年が上がるにつれて、特に難易度の高い問題になるほど重要な要素となる。

4 学年から5 学年に進級する際に、教室言語である英語と算数の学力によって、学校内での学級が習熟度別に振り分けられる。その後、中学、上級学校への進学の際にも一斉テストで同様の習熟度別の学校教育が展開され、学年が上がるにつれ、進学先の選択がそのテスト結果で限定されるという特徴を持つ。多くの家庭で家庭教師をつけて、こうしたテスト対策を行うが、学校でも同様に、特に問題解決のパターン化した方略の獲得を目指している。演算技能だけでは文章題の解決は出来ないため、こうした学習が展開されているといえる。ただ、日本の学習指導要領に当たる「シラバス」では、こうした文章題解決とは異なる「問題解決」の必要性が強く押し出されている。一般的な文章題解決からオープンエンド型の問題まで様々な状況の学習を含めているが、問題解決に必要な知識として「概念」、操作的側面である「技能」に、「思考技能(thinking skill)」や図、モデルを使用することなどを含んだ発見的な方法(heuristics)を意味するプロセス、学習に対する情緒的側面としての「態度」、自分の思考をチェックする能力としての「メタ認知」を五角形で示し、こうした側面を活用する問題解決の学習を推奨している。しかし、実際には、こうした問題解決を行うための授業時間は確保されず、学習者の人生を左右するとも言

える学力テストにも出題されないという現状がある。筆者が参加したシンガポール国内の算数・数学教師を対象とした「Math Teacher Conference」などでは、問題解決に関する講座やワークショップは多く開かれるものの、全体講演では日常的に国家が期待する「問題解決」の授業を行うことに対し、現場の教師から多くの声があがっていた。こうした反発もあり、浸透していない。唯一、図やモデルなどを使用するプロセスの部分が教科書に反映されていると言えるが、こうした事実はシラバスからは捉えられず、シンガポールが抱える教育事情を含んだ問題構成の特徴が浮かび上がっている。

最後に香港については、知識重視型の教科書構成になっている。学習すべき内容は、先に提示し、それを自力で演算技能を獲得していくということが期待されていると思われるが、この背景には、中国においてより多くの知識を保持していることへの敬意や権威性の強さに由来すると考えられる。知識獲得や演算技能の習得に対して、十分な練習量を保障する教科書構成は、与えられた知識や技能を独力で習得することを要求していると考えられる。例題は、与えた知識がどのような形で使われ、どのように有用であるのかを示すものとして提示されている。多少の留意事項は記述されているが、ある程度の知識や技能の活用事例を示すことで、その留意事項やたとえば、メタ認知を働かせる問題解決を働かせるプロセスは学習者個人の学習方略などに委ねられている。

また、その学習方略の獲得自体も個々に依存していると言える。知識を重視し、それに学習者がどれだけ追従できるかを求めている。また、香港の教科書の特徴として、日本やシンガポールに見られたような学習を支援する図的表現の使用やメタ認知を促すような働きかけがないところにも、香港の教科書が表象する知識の権威性と、それに従順な学習への期待が表れているといえる。シンガポール同様、香港も中華文化圏である。シンガポールよりも濃く、知識を重視する中華文化の影響を受けていると考

えられる。

以上、3つの国・地域の教科書の問題構成と教育制度や事情を合わせて考察した。教科書にすべての教育事情や制度が十分に埋め込まれているとは言い難い。教育制度や中央集権的に指針を示したとしても、それがいかに実践の現場に浸透しているのか、また、合致しているものかという意味では、媒介的機能を果たす教科書は、その不一致を調整、または中和するという機能をはたしているとも考えられる。しかし、上記で考察したように、教科書の構成の違いを理解する際に、各国・地域の置かれた教育の課題に対して説得的な理由を与えてくれる。こうして、本論の比較研究で明らかになった教授学習の志向性は、文化的差異とみなすことができると考えられる。

### 本研究の成果と限界、及び、今後の課題

**本研究の成果と限界** 本研究では、教科書の問題構成を量的に比較することで同定された出題の特徴を明らかにした。また、その比較の結果から、各国・地域の教授学習に対する志向性を明らかにした。さらに、その特徴を各国・地域の教育制度や事情と合わせて検討することで、その差異が文化的要因に起因することを考察した。

本研究の成果は、こうした教科書の問題構成から教授学習の志向性に文化的差異があることを明らかにしたことに加え、比較対象とした3つの国・地域の差異を見出したことにある。日本との比較においては、主に欧米との比較がなされることが多い。しかし、本研究で対象としたのは「東アジア型」とされる算数・数学において基礎学力が高いことで国際的評価が高く、注目される国・地域である。地理的な近さだけでなく、文化や社会、歴史の共通点や類似性、また、学習文化の背景として儒教的な思想の影響などが取り上げられることが多く、相違点よりも共通点が取り上げられることが多い。しかし、本研究では、その3つの国・地域に差異があること、また、その際に各国・地域の教育制度や事情とも関連していること

を見出し、「東アジア型」とされる国と地域の文化的差異を見出したことにある。これは本研究の成果と言える。

また、教科書の分析方法について、印象論に依拠したり、教授学習の実際を十分に吟味出来ていなかったりする教科書分析の先行研究の課題を克服し、算数教科書の問題を本文とみなし、量的な比較を行い、統計的な処理を加えることでその結果の妥当性を示した。こうした方法論を具体的に示し、実践した点も本研究成果と言える。

ただし、以前から指摘されるように教科書の使用状況と合わせた検討は必要である。また、教科書使用に関する教師の認識を捉える必要がある。ただ、実際に使用しているのか、といった程度や頻度といった表層的な違いを捉えるのではなく、こうした教科書の構成の違いを踏まえて、教師がどのように教科書を使用し、授業のデザインを行うのか、その影響や認識を捉える必要がある。本研究の成果は、こうした使用のダイナミクスと合わせて検討することでより説得的な結論、または、教授学習の志向性に関する文化的差異の考察が可能になると考えられる。教科書を教育課程と授業実践の媒介として捉えるという観点を超えられていない点で、限界がある。

**今後の課題** 本研究の成果を踏まえたうえで、今後の課題を2点あげる。先に指摘したように、教科書使用に関する教師の実践的判断や授業デザインへの影響の検討があげられる。実際の授業観察によって、渡辺によるアプローチのような教師の発問や発言の量、その質を検討することが可能であろう。授業全体の展開と教科書の構成との対照を行うことも必要である。こうした観点から、複数の教師の、複数の授業事例を対象に分析を行えば、事例研究で行う際に、「どれだけ教師に依存した授業であるのか」という教師の固有性が捉えられ、文化的差異の検討も可能になると言える。

次に、教科書の内容を詳細に分析する本研究の方法論を検討することがあげられる。本研究は、「東アジア型」の国と地域を対象として、共通点ではなく、

相違点を浮かび上がらせることに成功したが、一方で教科書の構成の類似性がこうした問題間構成の分析に結びついている可能性がある。また、TIMSSで高得点を獲得する国・地域を対象にしたが、そもそもTIMSS型のテストに強い教科書構成であるという見方でもできる。元々の教科書の位置づけや使用方法、また、教科書に対する認識などが違えば、教科書の編集にも影響がでることが考えられるため、例えば、PISAなどの異なる数学理解の側面を捉えようとしていると考えられる国や地域での教科書分析が必要であると考えられる。

上記2点を今後の課題とする。

### 引用文献

- 深谷優子. (2002). 歴史という教科の学び. 東京大学教育学研究科紀要, 313-318.
- 深谷優子, 大河内祐子, 秋田喜代美. (2000). 関連する情報への注意関係の記号が歴史教科書の読み方に及ぼす影響. 読書科学, 125-129.
- 糸井尚子, 柴田真希子, 齋藤大地, 具英姫. (2007). 小学校算数における分数指導についての教科書比較 1. 日本と韓国の算数教科書の比較. 東京学芸大学紀要 総合教育科学系 58, 111-123.
- 河野麻沙美. (2010). 算数教科書の比較研究—学習過程に関するメタディスコースに着目して—. 教科書フォーラム No.07, 16-31.
- 国立教育政策研究所. (2009年10月30日). 第3期科学技術基本計画のフォローアップ「理数教育部分」に係る調査研究 第2部「理数教科書に関する国際比較調査結果報告」. 参照日: 2009年11月24日, 参照先: 国立教育政策研究所 研究成果アーカイブ: [http://www.nier.go.jp/seika\\_kaihatsu\\_2/index.html](http://www.nier.go.jp/seika_kaihatsu_2/index.html)
- 金香宣, 吉田稔. (2005). 韓・日の小学校の数学教科書の比較とその分析 (I) -指導内容と教科書の体様に焦点を当てて-. 信州大学教育学部紀要 No.115, 9-20.
- 金香宣, 吉田稔. (2005). 韓・日の小学校の数学教科書の比較とその分析 (II) -指導内容と教科書の体様に焦点をあてて-. 信州大学教育学部紀要 No.116, 35-46.
- 教科書研究センター. (2000). 諸外国における教科書制度及び教科書事情に関する調査研究報告書. 著: 教科書研究センター, 教科書から見た教育課程の国際比較 4 算数・数学編. 東京: ぎょうせい.
- National Center for Education Statistics, U. D. (1999). Teaching Mathematics in Seven Countries: Results From the TIMSS 1999 Video Study .
- 佐伯胖, 藤田英典, 佐藤学. (1996). 提言: 学び合う共同体の構築へ. 著: 佐伯胖・藤田英典・佐藤学, シリーズ学びと文化 学び合う共同体 (ページ: 143-182). 東京: 東京大学出版会.
- Staub, F. C. (2007). Mathematics classroom cultures: Methodological and theoretical issues. *International Journal of Education Research*, 319-326.
- Stigler, J. W., & Hiebert, J. (1999). *The Teaching Gap: Best Ideas from the World's Teachers for improving Education in the Classroom*. NY: The Free Press.
- 塘利枝子. (1995). 日英の教科書に見る家族: 子どもの社会化過程としての教科書. 発達心理学研究, 6(1), 1-16.
- 塘利枝子, 真島真里, 野本智子. (1998). 日英の国語教科書に見る対人的対処行動: 内容分析的検討. 教育心理学研究, 46(1), 95-105.
- 臼井 博. (2001). アメリカの学校文化日本の学校文化. 東京: 金子書房.
- 渡辺 雅子. (2004). 納得の構造—日米初等教育に見る思考表現のスタイル. 東京: 東洋館出版社.