

# 小学校入門期の算数科における子どもの数的活動

— 中国・日本・韓国・シンガポール、4カ国で使用される  
算数科教科書の比較検討を通して —

石 井 康 博

関西大学

## はじめに

本稿では、中国・日本・韓国・シンガポールそれぞれ4カ国における小学校算数科で使用されている教科書の比較を通して、入門期での子どもの数的活動を検討する。

東アジアでの上記に示した4カ国における算数科に関わる学力はPISA調査によればいずれも平均点の数値では上位を占めている（国立教育政策研究所，2010a）。その学力を支える背景の一つには教育課程が挙げられる。教育水準は国家レベルでの教育課程の基準により法的規制で維持されており、国家によるカリキュラム基準の標準化が整備されている。その標準が教科書の内容に反映されているとみなされる。

日本では学習指導要領をもとに教科書が作成されるため、教科書の内容は教育課程を読み解く指標となりうると判断できる。

しかしながら、教育制度、教育課程などの歴史的経緯、あるいは言語、民族の点から、東アジアにおいて上記に示した4カ国それぞれ文化的な差異は認められることが考えられ、文化的な差異が与える影響のために教育の実態調査の方法としては、4カ国それぞれの教科書を対象とした検討は意義があろう。また、東アジア内においても教科書に内在すると想定される文化的な差異は教科書記述内容の解釈によって探ることが可能であると考えられる。

ところで、算数科においては日本の計算方法の特徴として10構造を「Ten-Structured Methods」が紹介され（Fuson, 1992）、日本の算数科教科書には10構造による計算方法の要点が図や文章記述で掲載されている。

10構造による計算は子どもが習得するためには難しいレベルであるとされているが（Fuson, 1992）、東アジアでの計算力が相対的に優れている理由として、計算過程で子どもの利用する数詞の優位性が挙げられ、この点は東アジアのいくつかの国で共通していることが指摘されている（Miura・Okamoto, 1988）。

一方、米国では計算方法としてはカウンティングが取り上げられている。この点については、子どもが幼少時に得た体験から、また、計算のし易さからカウンティングの利用が提示されていると解釈でき

る（稲垣・波多野，1989；中沢，1981）。また、子どもにとっては提示された具体物がカウンティング可能であれば「数える」方略を利用することから（石井，2006）、小学校入門期では10構造をもととした計算方法よりはカウンティング利用が容易であると判断できる。

そこで、本稿では、10構造による計算、およびカウンティングによる計算に焦点をあて、第一に、「数と計算」領域に関わる単元内容を対象とし中国・日本・韓国・シンガポールそれぞれ4カ国で使用される教科書の構成項目を比較検討する。第二に、10構造をもととした計算方法の焦点をあて、4カ国で使用される教科書の構成項目のなかで10構造に関わる子どもへの示唆・ヒントの位置づけを検討する。

## 背景と目的

### 1. 背景

#### 1) 東アジアにおける教科書

東アジアの学力に関しては以前から着目されてきた（Ginsburg, Choi, Lopez, Netley, & Chi, 1997；Stevenson, Lee, & Stigler, 1986）。

実際、PISA 学力調査結果（2009年）から数学的リテラシー、読解力、科学的リテラシーそれぞれの学力は東アジアにおける4か国すなわち中国・日本・韓国・シンガポールは平均得点の結果では上位を占めている。この調査結果は、東アジアにおける学力が相対的に高水準を維持していることを示唆するものといえる（国立教育政策研究所，2010b）。

筆者は学力結果は国家のカリキュラム基準として位置づけられている教科書の影響がある部分起因していると考ええる。

日本では、小・中・高等学校それぞれにおいて使用される教科書は、学習指導要領を基準に文部科学省による検定を経て作成される。平成10年に告示された小中学校の学習指導要領は、理数教科の授業時間と指導内容が削減されたことが特徴として挙げられる。ただし、平成15年の一部改正によって学習指導要領で示された内容や程度を超えて指導することができるようになり、その後、小中学校については平成20年に改訂され、算数・数学では新たに、図などを用いて考える活動、説明する活動、見付ける活動、調べる活動、問題を解決する活動などの算数的活動・数学的活動が内容となり、統計的な内容が小学校から系統立てて指導されるようになった。多様な観点から教育課程を比較するため主要国及び経済協力開発機構（OECD）の生徒の学習到達度調査（PISA）及び国際教育到達度評価学会（IEA）の国際数学・理科教育動向調査（TIMSS）での理数教科の成績上位国から、アメリカ、カナダ、イギリス、フランス、ドイツ、フィンランド、韓国、中国、台湾の9か国・地域を対象として教科書比較検討が実施されている（国立教育政策研究所，2009）。

#### 2) インフォーマルな知識の重要性

ここで子どもの学習において不易となる項目として、検討すべき項目について考えてみたい。まずは子どもが習得する（あるいは習得してきた）知識についてである。

学習理論では、知識を学びに生かすことの必要性が再考されている。

米国学術研究推進会議（2002）はこれからの学習環境のデザインに必要な4つの視点を提言している。それらの視点は学習者中心の環境、知識中心の環境、評価中心の環境の3つの視点、そしてそれぞれの環境を取り囲む形態として共同体中心の環境という視点が位置づけられている。ここで知識といわれるものは子どものもつ既有知識であって、教師は子どものもつ既有知識を考慮に入れた授業計画が必要とされる。授業では子どもはインフォーマルな知識をもってスタートしフォーマルな知識獲得をめざす。したがって教師の役割とはその支援の営みと言える。

人は日常生活で得た知識を利用して問題解決をしていることが明らかにされている（稲垣・波多野, 1989；吉田, 1991・1996・2003）。就学前の子どもであっても、日常での体験から得た有効であった知識を利用する。この日常生活のさまざまな体験を通して得た個人的な知識はインフォーマルな知識といわれる（吉田1997）。算数の問題解決に有用なインフォーマルな知識は、子どもの活動から多岐にわたり観察される（中沢, 1981；EMEプロジェクト, 1989）。しかし、学校では、日常生活で子どもが得た知識、有能さを簡単に発揮できないことも指摘されている（Saxe, 1988；Lave, 1995）。

子どもは小学校入学から意図的、計画的な指導が組み込まれるが、インフォーマルな知識は小学校から学ぶ数体系、数表記や諸記号を使用する正式な算数（formal arithmetic）と区別されている。学校での教科教育においては、各教科内容に関する知識体系（たとえば数学や物理等の知識体系）が一定のカリキュラムにそってフォーマル（形式的）に教えられるので小学校からの学校教育で獲得される知識はフォーマルな知識と呼ぶことができる。

インフォーマル知識に関してはこれまで効果的に利用することの必要性も論じられている。澤野・吉田（1997）は分数の学習前に子どもがもつインフォーマルな知識が分数における等分概念に生かされていることを確かめている。ただ、そう簡単には知識が活かされないという指摘もある（Leinhardt, 1988）。

### 3) 幼児教育

さて、幼稚園・保育園における教育施策に関しては、例えば中国のように保育者の幼児への教育が意図的に行われる国があるが（曹・田中, 2001）、我が国では小学校入学後の子どもが学ぶ内容の意図的な指導は組み込まれてはいない（文部科学省, 2008）。ただ、教師主導の保育活動に埋め込まれる形で数領域に関係した教師支援が行われていることが明らかにされている（榊原, 2006）。例えば年少、年中クラスにおいて、保育者が主導して行う活動では、歌を歌う活動、製作活動、出欠の確認をする活動などにおいて、数は頻繁に扱われている（表1）。

### 4) 「数える」ことで生みだされる子どもの様々な計算方略

インフォーマルな知識としてカウンティングが上げられるが、子どもは就学前にはカウンティングをもとにして自ら工夫した計算方略をある程度創造していることが先行研究で明らかにされている（Siegler, 1987; Groen&Resnick, 1977 ;Siegler & Shrager, 1984）。

表1 年少・年中クラスの保育活動に埋め込まれた数に関わる支援（榊原、2011より引用）

活動の種類	保育活動の内容	数に関わる支援の例
<b>I 設定活動</b>		
歌	歌を歌う	数え歌／数・大きさ・形の身体表現
製作	作品を作る	材料の数・大きさ・形の確認
製作準備	製作の準備をする	グループの人数調整／準備終了の順位
製作物で遊ぶ	製作した玩具などで遊ぶ	ダンボールの風呂に入れる人数を制限
運動・器械体操	音楽なしで身体を動かす	数の掛け声
ダンス・リズム体操	音楽に合わせて身体を動かす	人数でグループ分け／数の掛け声
プール	プールで泳ぐ	使っている遊具の数を確認する
飼育	動物に餌をあげる、観察する	動物を数える／動物の大きさを比較する
栽培	植物の種まき、水やり、観察をする	種を埋める穴を数える／成長を比較
読み聞かせ	教師が絵本・紙芝居を読み聞かせる	挿絵の図形に注目／セリフに合わせ数唱
絵本	絵本を眺める、読む	数合わせの絵本を読む
国語	国語の学習をする	数を含む諺（雀百まで…）や単語を読む
英語	英語の学習をする	英語で数唱をする／英語で年齢を言う
筆圧の練習	筆圧調整のためにノートに線を書く	1、2と数えながら線で数字を結ぶ
ゲーム	特定のルールに従ってゲームをする	サイコロを使う／カルタの枚数を数える
ごっこ遊び	ごっこ遊びをする	買い物ごっこで残金や購入物を数える
誕生日	誕生日・月のお祝いをする	年齢を質問する／蠟燭を数えながら消す
発表会の練習	発表会で上演する演劇の練習をする	登場順の確認／数で合図をする
身体測定	教師が幼児の身長、体重を測る	教師が測定値を読み上げる
施設の使用説明	施設・遊具の使用について指導を受ける	竹馬と保管場所の番号を一致させる
整列の練習	整列の練習をする	身長を比較／整列順の番号を帽子に書く
<b>II 日課活動</b>		
出席ノート	出席ノートにシールを貼る	出席ノートのカレンダーにシールを貼る
出欠の確認	出欠の確認をする	欠席数の確認／男女の欠席数を加算する
集合	教師の指示のもとに一ヶ所に集合する	カウントダウンで集合を促す／人数確認
当番の紹介	教師が当番にインタビューをする	当番が好きな色（虹色）の色数を数える
日付の確認	当日の日付を確認する	日付を全員で読み上げる／日付を尋ねる
活動予定の確認	活動の日時、内容の確認	遊びの開始時間を時計で説明する
活動内容の話し合い	活動内容を計画する	店屋ごっこの店の種類を多数決で決定
活動の振り返り	活動を振り返る	劇に登場した役の数を数える
持ち帰り物の配布	持ち帰る文書やタオルを配布する	配布物の数を確認／子どもの人数を確認
表彰	ご褒美カードを貰う	ご褒美カードの数を確認する
保健・衛生習慣	トイレ、手洗い、水分補給、乾布摩擦をする	数の掛け声をかけながら乾布摩擦をする
片付け・掃除	使用した遊具を片付ける。掃除をする	ブロックを容器の形状にあわせて収納
衣服の着脱	服を着替える、帽子の着脱をする	笛が3回なった時に帽子をかぶる
場所移動	教師の指示で教室や場所の移動をする	数の掛け声にあわせ駆け足で移動

### 5) 10構造をもととした計算方法

ところで、日本では小学校第1学年でくり上がり・くり下がりの加減計算を子どもが学ぶ。くり上がり加算では、10の補数を加数から加えることでまず10をつくり、残りの加数を10に加え合計を求める方法（ $8 + 4 = 12 \rightarrow (8 + 2) + 2 = 12$ ）を扱っている。くり下がり減算における「減加法」は2桁の数を10と10をこえる端数に区分したあと、10から減数を除き、そこで余った数と端数を合わせて、残りの数を求める方法（ $14 - 6 = 8 \rightarrow (10 - 6) + 4 = 8$ ）である。これら10構造に基づく加減計算は日本の特徴であると指摘されている（Fuson, 1992; Hatano, 1982）。

10構造による計算は、十進数や10の補数といった知識にたよる方法となり、計算の過程に数の分解・合成が条件となる（Resnick, 1983）。

一方、米国教科書<sup>1)</sup>は、くり上がり・くり下がり加減計算には数え足し、数え引きといったカウンテ

イングに基づく方法を紹介している。

この背景にはアジアでの数詞の優位性が挙げられる。

Stevenson, Lee, & Stigler (1986) は日本、台湾、米国の5歳児を対象に基礎的な数概念と数操作について比較検討した結果、日本の数に関わる能力は台湾と米国の幼児よりも高いことを報告している。また同様に、文化的な側面からは、日本の数詞が十進位取りには数表記上の優位なことも考えられる。Miura (1987) や Miura & Okamoto (1988) は米国と日本の子どもの十進位取り (place value) の概念理解の比較を行った。その結果、小学校第1学年の子どもに1のブロックと10まとまりのブロックを利用させ2桁の数を表示させたところ、日本の子どもは1のブロックだけで示すより、1のブロックと10まとまりの両方を利用し、その割合が米国の子どもより大きかった。そしてこの背景として日本の数詞の優位性を指摘している。

#### 6) 子どもにとっての10構造計算

Fuson (1992) は10構造による計算方法を「Ten-Structured Methods」と紹介し、韓国での指を使った計算 (chisen bop) も合わせて紹介しているが、いずれも10を特別な数としている。ただ、10構造は子どもが利用する計算方略のなかでは高度な段階での方略 (最終段階) であることも指摘されている (Fuson, 1992)。これらの指摘から、計算課題に対しては「数える」活動を子どもは容易な方略として選択することが考えられる。

#### 7) アジア諸国での数的活動の実際

子どもは小学校入学より数的活動が授業者によって意図的に計画される。日本をはじめ東アジアでの数詞の優位性を活かすのであれば、10構造をうまく利用することが必要だが、インフォーマルな知識を利用することからいけば子どもは「数える」ことで計算は十分可能となる。そこで、子どもが数に出会う導入場面、10構造での計算の位置づけを東アジア諸国で比較する必要があるものと考えられる。

## 2. 目的

これまでの議論より、本稿では以下の2つを目的とした。

- 1) 日本の教科書で導入されている10構造にもとづく計算方法は東アジアの教科書ではどのように扱われているのか、検討する。
- 2) インフォーマル知識を利用した数的活動 (例えば、カウンティング) は東アジアでの教科書ではどういった位置付けがされているのか、検討する。

## 方法

### 1. 分析の対象

#### 1) 選択した教科書

分析の対象を中国・日本・韓国・シンガポール、4カ国における初等教育段階で使用されている教科

書とする。それぞれの国では教科書制度が異なるが、分析はそれぞれの国で認可された教科書とし（国立教育政策研究所，2009）<sup>2)</sup>、表に一覧とした（表2）。日本における小学校算数科教科書については、採択冊数（2005年度以降）が多いと判断できる教科書（東京書籍の『あたらしいさんすう1』（占有率36.2%））を取り上げて分析する<sup>3)</sup>。

表2 対象とした教科書一覧

教科書名	出版社（発行年）	国
『数学 SHUXUE』一年級上冊	人民教育出版社（2009）	中国
『数学 SHUXUE』一年級下冊	人民教育出版社（2009）	中国
『あたらしいさんすう1』	東京書籍（2011）	日本
『数学 1-1』	斗山東亜（2009）	韓国
『数学 1-2』	斗山東亜（2009）	韓国
『PRIMARY MATHEMATICS 1A』	FEDERALPUBLICATIONS（1991）	シンガポール
『PRIMARY MATHEMATICS 1B』	FEDERALPUBLICATIONS（1991）	シンガポール

表2で示した教科書は表3および表4において網かけとした。

## 2) 分析対象とした内容

日本では小学校学習指導要領において算数科教育課程の内容は4つの領域（「数と計算」・「量と測定」・「図形」・「数量関係」）に区分されている。本稿では1学年「数と計算」領域を取り上げ、分析対象とする単元として「たしざん」（くり上がりのある加算）および「ひきざん」（くり下がりのある減算）を選択した。これは、教材の中で10構造が活かされる部分と位置づけられると筆者が考えたからである。

## 2. 分析手続き

これまで教科書に関してはいくつかの観点や側面から、また諸比較方法での先行研究が確認されている。

一国内において対象となる教科を特定し教科書記述を歴史的経緯の側面から分析した先行研究が見られる（原田・徳山，1988）。国語、社会、算数、理科を調査対象教科とし、体裁、図や文章、語彙等といった内容項目をいくつかの観点で比較分析している。なかでも算数科に関しては、編集方針・構成・判型、ページ数、行数や文字数といった体裁・文章、絵や写真、図、表といった紙面構成・使用形態（書き込み）等にわたり多面的な分析となっている。

さらに、教科書が利用される国や地域のうち数か国、地域に対象をしばり比較分析した先行研究も見られる（河野，2010；金・吉田，2005；塘，1995）。これらの先行研究ではいくつかの国や地域の比較分析を検討することで国や地域の教科書叙述の相違、特徴が特定でき、さらに叙述に埋め込まれた指導観が読み取れる。

本稿では、河野（2010）に倣い、中国・日本・韓国・シンガポール、といった東アジアでの4カ国で使用される算数科教科書の構成内容の比較に加え特定の記述表現が意図する指導観を読み解くことを試みる。河野（2010）の研究は日本、シンガポール、香港という3つの国および地域の比較研究であり、分析対象教科を算数科一教科に絞り、算数科の教授・学習における文化的差異に着目している。また内容記述を対象にメタディスコースといった方法で分析しているが、この方法の結果、指導者がどう教科

書を利用するかといった意図が含まれている「学校学習観」を検討、考察している。教科書の本文（パラフレーズ）といった学習活動や学習内容そのものの記述に対し、教科書に記載される学習活動の目標や図表の解説情報、本文内容に対して付記されるコメントを河野（2010）はメタディスコースと規定している。

筆者が分析を試みる対象として取り上げた10構造による計算は算数科教科書においては、河野（2010）の規定するメタディスコースは図表の解説情報、本文内容に対して付記されるコメントに該当すると考えられる。そこで、それらの示唆内容を検討することで子どもの学習活動の中で位置づけができると考えた。

以下に、4か国の比較分析を進める際の2つの観点を示す。

### 1) 構成内容の項目

単元「たしざん」(くり上がりの加算) および「ひきざん」(くり下がりの減算)の導入部分内容を構成している項目を示す。このことで出題形式の傾向および子どもへの学習課題が特定できるものと考えた。

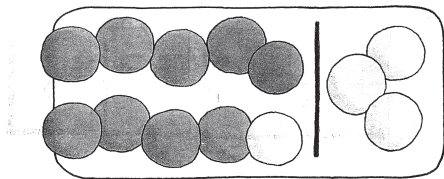
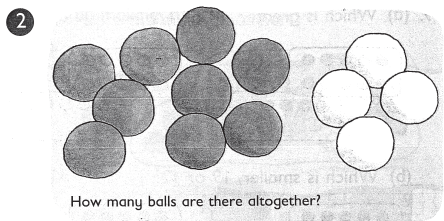
### 2) 比較分析の対象とする内容項目

10構造に関わる計算方法が表現された叙述部分を比較分析の対象とした。

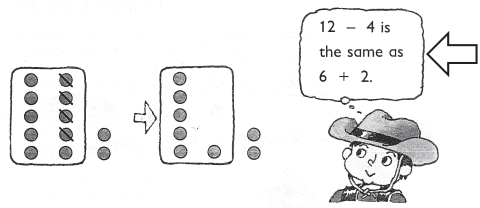
この叙述内容には、子どもに計算方法を発見させたり、意図する方法に導かせたりするための示唆やヒントが含まれている(図1)、(図2)、(図3)。特に入門期の子どもにとって親しみやすく吹き出しの形式で示される部分が認められる(図1、図2、図3のなかの矢印で示した箇所)。そこで計算方法が表現されていると解釈できる吹き出しをはじめ示唆・ヒントが表現された図、数式を特定し、検討していく。



図1 計算方法を示唆する吹き出し，計算方法を導くヒントとなる吹き出し（日本）



$9 + 4 = \square$   
There are  $\square$  balls altogether.



1. Complete the addition sentences.

(a)  $5 + 4 = 9$       (b)  $2 + 8 = 10$   
 $15 + 4 = \square$        $12 + 8 = \square$   
 $5 + 14 = \square$        $2 + 18 = \square$

2. Complete the subtraction sentences.

(a)  $8 - 3 = 5$       (b)  $7 - 5 = 2$   
 $18 - 3 = \square$        $17 - 5 = \square$   
(c)  $10 - 6 = 4$       (d)  $10 - 7 = 3$   
 $11 - 6 = \square$        $13 - 7 = \square$   
 $12 - 6 = \square$        $14 - 7 = \square$   
 $15 - 6 = \square$        $16 - 7 = \square$

図2 計算方法を示唆する吹き出し，計算方法を導くヒントとなる吹き出し（シンガポール）

**백셈 (2)**

1 그림을 보고  $\square$  안에 알맞은 수를 써넣으시오.

$12 - 9$   
 $10 - 9 + 2 = \square$

$14 - 8$   
 $10 - 8 + 4 = \square$

$13 - 7$   
 $10 - 7 + 3 = \square$

2 摆一摆，算一算。

$9 + 3 = \square$        $9 + 7 = \square$

図3 10構造をもととした計算方法（左：韓国，右：中国）



## 結果と考察

### 1. 教科書の構成

単元「たしざん」（くり上がりの加算）および「ひきざん」（くり下がりの減算）の導入部分内容を構成している内容は表3および表4に示した通りであった。表3および表4では日本国内で出版されている教科書（6出版社）を示した。

日本の教科書（東京書籍）内容項目は他国における内容項目と比較し多岐にわたり、構成内容の項目数が多いことがわかる。

4か国に共通して組み入れられている構成内容の項目として数分解の図と計算練習問題が挙げられる。

10構造をもととした計算方法は4か国すべての教科書で紹介されている。掲載される具体物に関しては、日本ではブロック・積み木に限られていることが特徴となるが、中国・韓国・シンガポールでは種々の具体物が掲載されている。具体物を利用した10構造の計算といった、子どもの扱う具体物から計算方法が導かされる関係から解釈すれば、10構造の計算を引き出すための有効な手立てを意図して各国が具体物の提示をしていることが想定される。

また、構成される内容からは、日本の場合、10構造をもととした計算に重点が置かれ、10構造計算を中心として多面的あるいは集約的な手立てが構成されていることと解釈できる。反対に日本以外では様々な具体物の提示に合わせて子ども種々の計算に導く構成となっていると解釈できる。構成項目が簡素であることで子どもが計算方法を選択し考える余裕が確保されていると考えられる。

表3 くり上がりの加算の構成

国	日本				
出版社	啓林館	大日本図書	学校図書	教育出版	日本文教
単元	くり上がりの加算				
構成	・情景の絵	・情景の絵	・情景の絵	・情景の絵と課題（「どんな問題ができるかな」）	・情景の絵
	・文章題	・文章題	・文章題	・文章題（子どもが情景の絵を見て作成する）	・文章題
	・式表示の欄	・式表示の欄	・式表示の欄		・式表示の欄
				・10を作ることを示唆するヒント	
			・10よりおおいかどうか推測をもとめる質問		・10よりおおいかどうか推測をもとめる質問
	・演算のヒント	・演算のヒント	・演算のヒント（「かぞえればわかるよ」・「かぞえなくてできそう」）		
	・方法の手立てとなる具体物	・方法の手立てとなる具体物	・方法の手立てとなる具体物	・方法の手立てとなる具体物	・方法の手立てとなる具体物
	・具体物の操作方法の図	・具体物の操作方法の図	・具体物の操作方法の図	・具体物の操作方法の図	・具体物の操作方法の図
				・具体物の操作を促す示唆	・具体物の操作を促す示唆（えやず、ブロックなどをつかっかんがえよう。）
			10進位取りの図		
		・空欄を数で埋め文章完成	・空欄を数で埋め文章完成	・空欄を数で埋め文章完成	
	・計算方法のヒント	・計算方法のヒント	・計算方法のヒント		・計算方法
	・式表示の欄と解答欄	・式表示の欄と解答欄	・式表示の欄と解答欄	解答欄	・式表示と解答
			数分解の図	数分解の図	数分解の図
	・計算練習問題	・計算練習問題	・計算練習問題		・文章題の練習問題
					・10構造（2種類）による解決方法の示唆となるヒント
	ブロック	ブロック	ブロック	つみ木	ブロック
・10構造による方法	・10構造による方法	・10構造による方法	・10構造による方法	・10構造による方法	

日本 東京書籍	中国 人民教育出版社	韓国 斗山東亜	シンガポール FEDERAL PUBLICATIONS
くり上がりの加算			
・情景の絵	・いくつかの場面情景の絵 (様々な場面に合わせて吹き出しが添えられている)	・情景の絵 (場面に合わせて吹き出しが添えられている)	・情景の絵
・文章題			・簡単な文章題 (How many balls are there altogether?)
・式表示の欄	・式の表示	・式の表示	
・数えて求める吹き出し			
・数えることの大変さを示唆する吹き出し「いつもかぞえるのはたいへんだね」			
・11よりおおいかどうか推測をもとめる質問			
・演算のヒント「あといくつで10になるかな」	「9にあといくつ加えると10になるか」 ・「5にあといくつ加えると10になるか」		・ Make10first. ・ $9+4$ is the same as $10+3$ ・ Make10first. $8+2 = 10$ ・ Count on from 8 : ⑨, ⑩, ⑪ ・ Find $3+7$ first. ・ Find $5+5$ first. ・ Find $6+6$ first. ・ $6+7$ is 1 more than $6+6$ .
・けいさんのしかたを考えさせる文章題「けいさんのしかたをかんがえましょう」			
・方法の手立てとなる具体物			
・具体物の操作方法の図			
・空欄を数で埋め文章完成			
・計算方法のヒント			
・計算方法			
			・ $9+4 = \square$ ・ $8+3 = 10+1 = \square$ ・ $3+7 = 10$ $6+7 = 10+3 = \square$ ・ $5+5 = 10$ $6+7 = 10+\square = \square$ ・ $6+6 = 12$ $6+7 = 12+1 = \square$
数分解をもとにブロック操作をしている図			
数分解の図	数分解の図	数分解の図	数分解の図
・文章題の練習問題	・計算練習問題 ・穴埋めによる練習問題	・計算練習問題 ・3口の計算問題 (10をつくる計算を含む) ・筆算による計算練習問題	・計算練習問題
・10構造による解決方法の示唆となるヒント			
ブロック	ジュースのパック、鉛筆、果物 (分離数)、他	積み木、星、果物、菓子、風船、他	ボール、数図 (ドット)、うさぎ、花、昆虫、他
・10構造による方法	・10構造による方法	・10構造による方法	・10構造による方法

表4 くり下がりの減算の構成

国	日本				
出版社	啓林館	大日本図書	学校図書	教育出版	日本文教
単元	くり下がりの減算				
構成	・情景の絵	・情景の絵	・情景の絵	・情景の絵と課題（「どんなもんだいができるかな」）	・情景の絵
	・文章題	・文章題	・文章題	・文章題（子どもが情景の絵を見て作成する）	・文章題
	演算を導き出すヒント 「9こへるから、ひきざんになります。」				
	・式表示の欄	・式表示の欄	・式表示の欄		・式表示の欄
		・10から9を引くことを示唆するヒントとなる吹き出し「3から9はひけないけど・・・」	「9とるには、どうしたらいいかな」	・10を作ることを示唆するヒント	「10まいよりすくないかな」
			・10よりおおいかどうか推測をもとめる質問		・10よりおおいかどうか推測をもとめる質問
	・演算のヒント	・演算のヒント	・演算のヒント（「かぞえればわかるよ」・「かぞえなくてできそう」	・演算のヒント「どこから9をひこうかな」	
	（ブロックを置くパレットとブロック＜絵で表示＞）をつかってかんがえましょう。」				
	・方法の手立てとなる具体物 ・具体物の操作方法の図	・方法の手立てとなる具体物 ・具体物の操作方法の図	・方法の手立てとなる具体物 ・具体物の操作方法の図	・方法の手立てとなる具体物 ・具体物の操作方法の図	・方法の手立てとなる具体物 ・具体物の操作方法の図
	「10のほうから9をとって・・・」	・10から9をひいて□それに3をたして□	「12を10と2に分ける。」「10から9をひいて1」「1と2をたして□」	・具体物の操作を促す示唆「つみ木をうごかしてけいさんのしかたをたしかめてみよう」	・具体物の操作を促す示唆（えやず、ブロックなどをつかってかんがえよう。）
			10進位取りの図		
	・計算方法のヒント	・空欄を数で埋め文章完成 ・計算方法のヒント	・空欄を数で埋め文章完成 ・計算方法のヒント	・空欄を数で埋め文章完成	
					・計算方法
	・式表示の欄と解答欄	・式表示の欄と解答欄	・式表示の欄と解答欄	解答欄	・式表示と解答
		数分解の図	数分解の図	数分解の図	数分解の図
	・練習問題	・練習問題	・練習問題		・文章題の練習問題
					・10構造（2種類）による解決方法の示唆となるヒント
ブロック	ブロック	ブロック	つみ木	ブロック	
・10構造による方法	・10構造による方法	・10構造による方法	・10構造による方法	・10構造による方法	

日本 東京書籍	中国 人民教育出版社	韓国 斗山東亜	シンガポール FEDERAL PUBLICATIONS
くり下がりの減算			
・情景の絵	・情景の絵（様々な場面に合わせて吹き出しが添えられている）		
・文章題			
・式表示の欄	・式の表示	・式の表示	・式の表示
・数えて求める吹き出し			
・数えることの大変さを示唆する吹き出し「いつもかぞえるのはたいへんだね」			
・11よりおおいかどうか推測をもとめる質問			
・演算のヒント「どこから9をとろうかな」	・ $9 + (3) = 12$ , $12 - 9 = 3$ ・ $10 - 9 = 1$ , $1 + 2 = 3$		・ Subtract 4 from 10. ・ 12-4 is the same as 6+2. ・ Subtract 7 from 10 first. ・ Subtract 5 from 15 first. Then subtract 2. ・ Subtract 2 from 10 first. ・ Count backwards from 11 : ⑩, ⑨
・けいさんのしかたを考えさせる文章題「けいさんのしかたをかながえましょう」	・ どうい方法で計算をしますか .		
・方法の手立てとなる具体物			
・具体物の操作方法の図			
・空欄を数で埋め文章完成			
・計算方法のヒント			
・計算方法			
			・ $15 - 7 = 3 + 5 = \square$ ・ $15 - 7 = 10 - 2 = \square$ ・ $12 - 2 = 8 + 1 = \square$ ・ $12 - 2 = \square$
数分解をもとにブロック操作をしている図			
数分解の図		数分解の図	数分解の図
・文章題の練習問題	・練習問題 ・穴埋めによる練習問題	・練習問題 ・3口の計算問題（10をつくる計算を含む） ・筆算による計算練習問題	・計算練習問題
・10構造による解決方法の示唆となるヒント（「12を10と2に分けます。10から・・・。」）			
ブロック	鉛筆、風車、果物、積み木など	傘、果物、鉛筆、ビーズなど	野菜、数図（ドット）、かえる
・10構造による方法	・10構造による方法	・10構造による方法	・10構造による方法

## 2. 10 構造による計算方法に関する課題

教科書で確認できる全課題に対して 10 構造に関する計算課題の割合の大きさは、くり上がり加算については、韓国、日本、シンガポール、中国の順であり、くり下がり加算についてはシンガポール、日本、韓国、中国の順であった（表 5）。

くり上がり加算とくり下がり減算との比較からは日本とシンガポールでは同程度の割合が示されたが、中国と韓国では、くり下がり減算での課題数はくり上がり加算に比べ  $1/2$ 、あるいは  $1/3$  の割合であることが示された。

10 構造にもとづく計算の利用割合が加算と減算で 4 か国で相違が認められた。

これらのことより、中国および韓国の教科書ではくり上がり加算において 10 構造計算方法に比重が置かれているといえる。

表 5 10 構造計算方法に関する課題数（全課題に対する割合）

	中国	日本	韓国	シンガポール
くり上がり加算	11/52 (21.2%)	6/11 (54.5%)	11/14 (78.6%)	7/13 (53.8%)
くり下がり減算	2/51 (3.9%)	6/11 (54.5%)	4/10 (40.0%)	4/7 (57.1%)

## 3. 10 構造計算方法に関する示唆およびヒントの延べ数

次に 10 構造計算方法に関する示唆およびヒントの延べ数を表 6 に示す。

この結果より、吹き出しとして表示される示唆の数あるいはヒント数が日本と韓国では大きな相違となっていることがわかる。日本では一つの単元を示した内容のなかに 16 の述べ数に対し、韓国では全く認められない。他の二か国（中国・シンガポール）との比較でも、日本の延べ数は多いといえる。

表 6 10 構造計算方法に関する示唆およびヒントの延べ数

	中国	日本	韓国	シンガポール
10 構造による計算方法に関する示唆およびヒント（抜粋）	・ $\langle 13-8 \rangle$ ・ $10-8=2$ ・ $2+3=5$	・ あといくつで 10 になるかな。	(該当部分を認めず)	・ Make 10 first ・ $9+4$ is the same as $10+3$ . ・ Subtract 4 from 10. ・ $12-4$ is the same as $6+2$ .
くり上がり加算	4	16	0	5
くり下がり減算	3	16	0	4

韓国では、10 構造計算方法は紹介されてはいるが、紹介の叙述の仕方が日本と韓国で相違があることが考えられる。韓国では子どもが自主的に計算方法の発見をすることや、子どもの計算方略をもとに教科書で示された方略は補助的な効果を目指していることが考えられる。

金・吉田（2005）は、韓国の教科書の特徴を日本と比較し、「図表現」を観点とした場合、単元の初ページの図表現は韓国では単元の内容の抽象的な暗示が多いのに対し、日本では具体的な紹介が多いことを指摘している。そして、教科書に掲載される吹き出しは韓国では状況を説明する、課題を提示する

内容で多く使われるが、日本では子どもたちに考え方を示唆する内容で使用されるという。

「第1学年の数学の授業では、「10 からある数を引く」問題が取り上げられた。まず、オルガンで歌を斉唱した後に授業が始まった。最初の問題場面は、「あめが10個あって、なん個か食べたら6個のこりしました。」というもので、それを、卵のケースに入ったボール、ブロック、紙の升目、数直線、数の式で表して考えるものであった。一人ひとりに教具とワークシートが与えられており、机の上に教科書は置かれていない。授業形態は一斉授業で、教師が一連の活動を指示しながら、順番に問題が取り上げられていく。」<sup>4)</sup>

ここで引用した一つの授業実践事例から特徴を一般化することはできないが、上記のことから、日本では教科書の使用が補助的に利用され、授業者が提示する種々の具体物をもとに授業展開がなされていることが読み取れる。

実際、一つの課題の解決に関しても示唆やヒント、図示が多く見られることは特徴として挙げられる。この点は東京書籍、出版社1社に限られたことではない（表3および表4）。

日本では教科書を主たる教材として授業展開が十分可能であろうが、授業者が種々の具体物の提示がない場合には、子どもが教科書に示されたヒントや示唆によって固定的な解決方法に導かれることも考えられる。さらに、教科書をどう利用するかは、子どもの計算方法の定着に影響を与えられられる。

#### 4. 10 構造に関する計算方法以外での示唆およびヒントの延べ数

最後に10構造に関する計算方法以外での示唆およびヒントの延べ数を表7に示す。

ここでわかることは、中国と韓国では、数式や図が子どもへの示唆やヒントの叙述内容になっていることである。日本およびシンガポールでは吹き出しによる文章記述になっている。子どもにとっては数式や図での示唆は、それらを読み取り意図する内容を解釈したり、文章表現への変換をしたりする作業が求められる。しかし、数式は直接、計算方法が簡潔な形で表現されていることから、子どもはマニュアルとして取り扱うことで解決に至るという利点はある。

表7 10 構造に関する計算方法以外での示唆およびヒントの延べ数

	中国	日本	韓国	シンガポール
10 構造による計算方法以外での示唆およびヒント（抜粋）	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ <math>9+3=12</math></li> <li>・ <math>12-9=3</math></li> <li>・ <math>8+5=13</math></li> <li>・ <math>13-5=8</math></li> <li>・ <math>13-8=5</math></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 10 こよりおおくなるかな。</li> <li>・ 1, 2……, 9, 10, 11, 12, 13.」ぜんぶで13 こだね。</li> <li>・ いつもかぞえるのはたいへんだね。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 数え引きの図</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ Count on from 8 : ⑨、⑩、⑪</li> <li>・ Find 6+6 first.</li> <li>・ 6+7 is 1 more than 6+6.</li> <li>・ Subtract 5 from 15 first. Then subtract 2.</li> </ul>
くり上がり加算	3	3	0	4
くり下がり減算	5	2	1	4

その点、図での表現は視覚的だが、間接的な示唆と解釈できる。日本およびシンガポールの場合の場合、吹き出しによる計算方法の示唆は暗示的な解決方略へのヒントとしての役割をもっていると位置づけられる。

4 か国に共通して、示唆およびヒントの延べ数は多くは認められないが、日本・韓国、シンガポールそれぞれの場合、数え引き、数える活動の暗示、数えない方法への誘導、カウンティングで計算が可能であることの示唆が認められる。日本の場合には、数えない方法への誘導といった意味合いから、計算における 10 構造の効用への示唆とも解釈できる。

## おわりに

これまでの検討から示唆された内容をまとめてみたい。

まず、第一に中国、日本、韓国、シンガポールそれぞれの小学校算数科教科書では、10 構造による計算が導入されている、ということである。

第二に、日本の小学校算数科教科書では、10 構造による計算を示唆する内容が計算導入に比重が置かれているということである。

そして、第三に、中国、韓国、シンガポールそれぞれの小学校算数科教科書では、10 構造による計算以外の計算が導入されている、ということである。

これらの事項から、中国、日本、韓国、シンガポール 4 カ国では 10 構造による計算方法が算数科教科書に導入されていることが確認された、といえる。数詞の優位性がある部分教科書に反映しているといえる。シンガポールは多言語社会であり、英語使用によることから、カウンティングによる計算方法が導入されていると考えられる（斎藤・上條, 2002）。

10 構造による計算は子どもにとっては高度な段階での方法という指摘が見られる（Fuson, 1992）。日本では 10 構造による計算方法に重点が置かれていることがヒントや示唆から判断できるが、子どもにとっては、カウンティングによる計算方法が適している場面が生じることが想定される。この点ではシンガポールの教科書内容が参考となるであろう。

本稿では、中国・日本・韓国・シンガポール、4 カ国で使用される算数科教科書をもとに、特に叙述内容のなかで全体の構成項目、そして 10 構造をもとにした計算方法が表現されていると解釈できる吹き出しをはじめ示唆・ヒントが表現された図、数式を特定し、検討してきた。

実際に授業において授業者と子どもは教科書に記された示唆・ヒントをどのように活用して計算の実践となるのであろうか。

今後の課題として、授業観察を通して授業者、子どもの双方の授業展開の意図、学習の意図との関係で、教科書に記された示唆・ヒントの活用の様相を検討することを挙げたい。

## 注

- 1) *MATHEMATICS PLUS grade 1* (teacher's edition volume 1 (chapter 1 ~ 6)), Harcourt Brace & Company, 1994.
- 2) 中国では制度面の画一的施行を求めず、各地方の実情にあった弾力的な運用を認めている。このことは、教育課程については、地方独自の教育課程の基準（課程標準）を認めている。例えば、北京、上海では、国の教育課程の基準とは、やや異なった教育課程の基準（課程標準）をそれぞれ定めている。教科書も、北京では、北京師範大学出版社が、上海では、上海のいくつかの出版社がそれぞれ、北京または上海の課程標準に基づいた教科書の出版を行っている。一方、広く全国的に使用されている教科書の出版社は、かつての国定教科書の出版社であった



北京の人民教育出版社である。現在でも、全国のシェアの60～70%を占めているといわれている（国立教育政策研究所（2009）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〔理数教科書に関する国際比較調査結果報告〕（平成20年度科学技術振興調整費調査研究報告書）：p.59）。

- 3) 2005年度小学校教科書採択状況——文科省まとめ（2004）『内外教育』5529号、時事通信社：pp.2 - 4
- 4) 国立教育政策研究所（2009）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〔理数教科書に関する国際比較調査結果報告〕：p.170

## 引用・参考文献

- 米国学術研究推進会議編著 ジョン・ブランスフォード、アン・ブラウン、ロドニー・クッキング： 森敏昭・秋田喜代美 監訳（2002）21世紀の認知心理学を創る会 訳 授業を変える——認知心理学のさらなる挑戦 北大路書房
- EME プロジェクト（1989）生活の中で身につく幼児期の数体験 チャイルド本社
- Fuson, K.C.（1992）Research on Learning and Teaching Addition and Subtraction of Whole Numbers. *ANALYSIS OF ARITHMETIC FOR MATHEMATICS TEACHING*, Lawrence Erlbaum Associates, Publishers : 53-187
- Ginsburg, H.P., Choi, Y. E., Lopez, L. S., Netley, R., & Chi, C. Y.（1997）Happy birthday to you: Eearly Mathematical Thinking of Asian, South American, and U.S. children. In T. Nunes, & P. Bryant (Eds.) , *Learning and teaching mathematics : An international perspective*. East Sussex, England: Erlbaum/Taylor& Francis : 163-207
- Groen, G.J.& Resnick, L.B.（1977）Can preschool children invent addition algorithms?. *Journal of Educational Psychology*, **69** : 645-652
- 原田種雄・徳山正人編著（1988）小学校にみる戦前・戦後の教科書比較 ぎょうせい
- Hatano, G.（1982）Learning to Add and Subtract : A Japanese Perspective. *ADDITION and SUBTRACTION A Cognitive Perspective*, Thomas P. Carpenter, James M. Moser, Thomas A. Romberg Lawrence Erlbaum Associates, Publishers: 211-223
- 稲垣佳世子・波多野諄余夫（1989）人はいかに学ぶか（中公新書907）中央公論社
- 石井康博（2006）具体物を利用することが子どもの減算方法に及ぼす影響 科学教育研究 **30**（5）：294-305
- 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（7）中央教育研究所：16-31
- 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.
- 国立教育政策研究所（2009）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〔理数教科書に関する国際比較調査結果報告〕
- 国立教育政策研究所（2010a）OECD 生徒の学習到達度調査 Programme for International Student Assessment ～2009年調査国際結果の要約～  
（[http://www.mext.go.jp/component/a\\_menu/education/detail/\\_icsFiles/afieldfile/2010/12/07=1284443\\_06.pdf](http://www.mext.go.jp/component/a_menu/education/detail/_icsFiles/afieldfile/2010/12/07=1284443_06.pdf) 2012年2月7日参照）
- 国立教育政策研究所（2010b）OECD 生徒の学習到達度調査（PISA2009）（<http://www.nier.go.jp/kokusai/pisa/index.html> 2012年2月8日参照）
- Lave, J.（1988）*COGNITION IN PRACTICE Mind, mathematics and culture in everyday life*. Cambridge University Press.（ジーン・レイヴ：無藤隆・山下清美・中野茂・中村美代子訳（1995）日常生活の認知行動 ひとつは日常生活でどう計算し、実践するか 新曜社）
- Leinhardt, G.（1988）Getting to Know; Tracing student's mathematical knowledge from intuition to competence. *Educational Psychology*, **23**（2）：119-144.
- Miura, I.T.（1987）Mathematical achievement as a function of language. *Journal of Educational Psychology*, **79** : 79-82

- Miura, I.T.&Okamoto, Y. (1988) Comparisons of U.S. and Japanese first grader's cognitive representation of number and understanding. *Journal of Educational Psychology*, 81 : 109-113
- 文部科学省 (2008) 小学校学習指導要領 (平成 20 年 3 月告示) 文部科学省
- 中沢和子 (1981) 幼児の数と量の教育 国土社
- Resnick, L.B. (1983) A developmental theory of number understanding. In H.P Ginsburg (Ed.), *The development of mathematical thinking*, New York : Academic Press : 109-151
- 斎藤里美・上條忠夫 (2002) シンガポールの教育と教科書 — 多民族国家の学力政策 — 明石書店
- 榊原知美 (2006) 幼児の数的発達に対する幼稚園教師の支援と役割 : 保育活動の自然観察にもとづく検討 発達心理学研究 17 (1) : 50-61
- 榊原知美 (2011) 子どもの数の理解を促す「埋め込み型」支援 発達 ミネルヴァ書房 125 (3) : 10-16
- Saxe, G.B. (1988) Candy selling and math learning. *Educational Researcher*, 7 : 14-21
- 澤野幸司・吉田甫 (1997) 分数の学習前に子どもがもつインフォーマルな知識 科学教育研究 21 (4) : 199-206
- Siegler, R.S. & Shrager, J. (1984) Strategy choices in addition and subtraction : How do children know what to do? . In C.Sophian (Ed.), *Origins of cognitive skills*. Hillsdale, NJ:Erlbaum : 229-293
- Siegler, R.S. (1987) The perils of averaging data over strategies. *Journal of Experimental Psychology : General*, 116 : 250-264
- 曹能秀・田中敏明 (2001) 中国における幼児数学教育の現状 福岡教育大学紀要 第 50 号 第 4 分冊 : 265-273
- Stevenson, H.W., Lee, S.Y.,&Stigler, J.W. (1986) Mathematics achievement of Chinese, Japanese, and American children. *Science*, 231 (4739) : 693-699
- 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.
- 吉田甫 (1991) 子どもは数をどのように理解しているのか 新曜社
- 吉田甫 (1996) 教授・学習における子どもの知識と教授介入 (1) : 算数・数学の場合 宮崎大学教育学部紀要 教育科学 81 : 19-36
- 吉田甫 (2003) 学力低下をどう克服するか 子どもの目線から考える 新曜社