



Title	日本の幼稚園で幼児はどのように数的認識を発達させるか：幼児教育実践に埋め込まれた十進法とその役割
Author(s)	Ong, Marcruz Yew Lee
Citation	北海道大学. 博士(教育学) 甲第14220号
Issue Date	2020-09-25
DOI	10.14943/doctoral.k14220
Doc URL	<a href="http://hdl.handle.net/2115/88979">http://hdl.handle.net/2115/88979</a>
Type	theses (doctoral)
File Information	Marcruz_20220924.pdf



[Instructions for use](#)

博士論文

日本の幼稚園で幼児はどのように数的認識を発達させるか

— 幼児教育実践に埋め込まれた十進法とその役割 —

提出者 Marcruz Yew Lee Ong

学生番号 08145008

所 属 大学院教育学院教育心理学講座（乳幼児発達論専門分野）

# 目次

序論・・ 1

第1部 問題の所在
-----------

第1章 数的発達の認知的基盤・・ 5

第1節 子どもの数的発達に関する Piaget の理論

第2節 発達早期の数的能力

1. 前言語期における数の知識
2. 幼児期における計数と数唱
  - (1) 計数の5原理
  - (2) 数唱の発達段階

第2章 数詞システム・・ 10

第1節 数的発達における数詞システムの役割

第2節 数的認識の発達を促進する文化的道具としての十進法

第3節 十進法の基礎となる数的原理

1. 位取り
2. 合成・分解

第3章 幼児の数的発達と教育実践：本研究の焦点・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 15

第1節 数的発達を促す対照的な就学前教育：日本とシンガポール

1. カリキュラムショック
2. 数学的リテラシーの評価が高い両国
  - (1) シンガポールの Kiasuism
  - (2) 社会性領域の育ちを重視する日本
  - (3) カリキュラムの相違
  - (4) 活動に埋め込まれる数的要素

第2節 体系的な数的支援（Systematic Mathematical Support ; SMS）の特徴

第3節 日本の幼稚園における埋め込まれた数的支援（Embedded Mathematical Support ; EMS）の特徴

1. 限られた実証研究
2. 導かれた参加としての EMS

第4節 EMS に関わる表象形式と活動要素

1. 「現実生活」という表象形式
2. 音楽と身体動作
  - (1) 音楽を伴う活動
  - (2) 身体動作を伴う活動

第4章 本研究の目的と構成・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 30

第1節 目的の概略

第2節 各研究の概要

第2部 実証研究
----------

第5章 日本における幼児の十進法の理解と活用：シンガポールの幼児との比較を通して（研究1）・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 34

第1節 問題と目的

1. はじめに
2. 課題の難易度と方略との関連
3. より桁の多い数を扱う課題と十進法に基づく合成・分解の方略
4. 日本とシンガポールの共通点と相違点
  - (1) 共通点：数詞システムの効果
  - (2) 相異点1：視覚 vs 聴覚によって数を認識する場面
  - (3) 相異点2：生活と自由遊びを通じた保育 vs 教え込みの授業
5. 本章の目的

第2節 方法

1. 協力園及び対象児

2. 実施期間
3. 予備テスト
4. 本実験
  - (1) 課題と手続き
  - (2) 分析方法

### 第3節 結果

1. 課題形式によるスコアの比較
2. 解答方略の比較
  - (1) レベル A と B
  - (2) レベル C と D
  - (3) 合成・分解の説明の仕方

### 第4節 考察

#### Appendix 5.1 Parental Informed Consent Form

## 第6章 日本の幼児における数的表象構造と十進法の活用および幼稚園外での経験の影響について (研究2) . . . . . 53

### 第1節 問題と目的

### 第2節 方法

1. 幼児の実験
  - (1) 協力園及び協力児
  - (2) 倫理的配慮
  - (3) 研究期間
  - (4) 予備テスト
  - (5) 数的表象構造の課題
  - (6) 加法課題
2. 保護者への質問紙調査

### 第3節 結果

1. 数的表象課題

- 2. 加法課題
  - (1) 課題形式ごとのスコア
  - (2) 解答の方略
- 3. 数的表象構造と加法課題との関連
  - (1) 数的表象構造と加法課題の成績との関連
  - (2) 数的表象構造と加法課題の解答方略との関連
- 4. 幼稚園外での経験：保護者への質問紙の分析結果
  - (1) 保護者の信念と幼児の関心
  - (2) 家庭での経験
  - (3) 習い事や教材の利用
  - (4) マッチングデータの結果

#### 第4節 考察

Appendix 6.1 「幼児の数の学習状況に関するアンケート調査票」

Appendix 6.2 「幼児の数の学習状況に関するアンケート調査の依頼文」

### 第7章 埋め込まれた数的支援のパターンとその実際（研究3）・・・・・・・・・・・・・・・・ 69

#### 第1節 問題と目的

#### 第2節 方法

- 1. 協力園
- 2. 観察期間
- 3. 観察手続き
- 4. 分析手続き

#### 第3節 結果と考察

- 1. 潜在パターン (Implicit Pattern)
- 2. 挿入パターン (Inserting Pattern)
  - (1) 挿入パターン (T) (Teacher-initiated Inserting Pattern)
  - (2) 挿入パターン (C) (Child-initiated Inserting Pattern)
- 3. 導入パターン (Introducing Pattern)

4. 教授パターン (Instructing Pattern)

5. EMS パターンの頻度分析

#### 第4節 考察

### 第8章 音楽活動や身体動作を伴う活動に埋め込まれた十進法 (研究4) . . . . . 83

#### 第1節 問題と目的

#### 第2節 方法

1. 協力園
2. 観察の期間と回数
3. 観察手続き
4. 分析手続き

#### 第3節 結果

1. 幼児自身の身体を題材とする  
事例1：列車の人数を数えよう！  
事例2：手指による出席確認  
事例3：‘いちじく、にんじん数え歌’による人数確認  
事例4：何匹のイカ
2. それぞれの幼児の貢献を不可欠とする  
事例5：10秒以内に整列しよう！  
事例6：10の固まりでポーズしよう  
事例7：縄跳びの数え方と検定  
事例8：卒園式までのカレンダー作り

#### 第4節 考察

### 第9章 幼児の数的発達に関する日本の幼稚園教師の信念：シンガポールとの比較を通して (研究5) . . . . . 101

#### 第1節 問題と目的

#### 第2節 方法

1. ビデオを用いた多声的エスノグラフィ
2. 協力園及び協力者
3. 倫理的配慮
4. 実施期間
5. 手続き
  - (1) グループインタビューの構成
  - (2) インタビューの手順
    - ① ブレインストーミング
    - ② 幼稚園の実践映像に基づくインタビュー

### 第3節 結果

1. 幼児の数的発達に関わる3つの重点
  - (1) 集団活動と自然との触れ合いの中で学ぶことの重要性
    - ① 算数教育か、社会性の涵養か
    - ② 扱われる題材や具体物の違い
  - (2) 音楽や身体動作を通して学ぶことの重要性
  - (3) “10のまとまり”の重要性
2. 埋め込まれた数的支援に影響する2つの条件
  - (1) 活動の成立における数的要素の必要性
  - (2) 幼児の数的知識の程度

### 第4節 考察

<b>第3部 総括</b>
---------------

## 第10章 総括的討論・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 125

### 第1節 本研究で明らかにされたこと

1. 日本の幼児の十進法の理解とその活用の仕方
2. 日本の幼稚園における埋め込まれた数的支援
3. 幼児の数的発達に関する日本の幼稚園教師の信念



## 第2節 本研究の理論的含意

1. 幼児の数的発達コースの多様性
2. 社会・文化の一員となる過程における数的発達
3. 幼児の数的限界

## 第3節 今後の課題

文献	131
初出一覧	139

## 序論

「数とは何か」と問われたら、我々はしばし考え込むかもしれない。そのくらい、我々は数に囲まれた生活に慣れ切っている。数の存在について、ほとんどの人は改めて考えもしないが、実際に数は現代社会に大いに貢献している。もし我々から「数」が消え失せたなら、ほとんどがコンピュータに制御されたこの世界は瞬時に停止するとともに、我々の行動や思考も大いに停滞することになるだろう。

これまでの研究から、新生児においてもある程度の数的能力が備わっていることが明らかになっている。言い換えれば、我々は誕生直後から既に数から離れられない生活を送っている。生得的な能力を足場としつつ、幼児期になると、日常生活の中で周囲の大人や年長者との関わりを通して、計数や数唱、計算のようなより高次の数的概念を発達させていく。大人の支援のあり方は、他の発達領域と同様に多様なバリエーションがあり、幼児の数的発達も、その社会・文化によって多様なコースをたどる。数に関わる文化的道具である数詞システムは、言語における語彙や文法のようなもので、数的発達のあり様を方向づけている。数的発達は、一般に思われているよりも、社会・文化的な性質を帯びている。

\* \* \*

筆者は、東京 23 区ほどしかない面積のシンガポールで生まれ育った。この東南アジアの小さな島国は、人口 560 万人程度で、天然資源にも恵まれていない。それらが主な原因となり、シンガポールでは「人材は最大の資源である」と見なされ、国家予算の約 2 割を教育関連予算に投じている。国をより繁栄させていくために、教育を重視するシンガポールの国民性として強く表れているのが負けず嫌いの精神（Kiasuism；キアスズム）であり、子どもは幼いころから激しい競争にさらされている。例えば、小学校 6 年生が中学校へ進学するためには、PSLE（Primary School Leaving Examination）という国家試験を受けなければならない。その試験の結果が、生徒のその後の人生を決定すると言っても過言ではない。小学 6 年生のほとんどは無事中学に上がれるものの、PSLE の成績が大学受験をも左右する。シンガポールには国立大学は 6 校しかなく、国立大学への進学率は約 3 割にとどまる。そのため、保育園・幼稚園の段階から、小学校のような教え込み型の教育が導入されている。シンガポールの幼児は、幼児教育からバイリンガル（英語と母語）による教育を受け、読み書き、算数、科学、パソコン、音楽など多くの教科の学習に長時間を費やす。日本人からすれば、幼児期の段階から競争的に勉強させることは、子どもの全面的な発達にとって相応しくないかもしれない。しかし、Kiasuism の親たちの圧倒的多数が、シンガポール社会で生き、「シンガポール人」になるためには幼い頃からの勉強が必要であると考えているのが現実である。

シンガポールの教育重視は、高い水準の教育成果を出してきた。シンガポールの国立大学のトップ校であるシンガポール国立大学（NUS）と南洋理工大学（NTU）は、近年の世界大学ランキングで上位に入り、ハーバード大学やオックスフォード大学などの世界最高峰の大学と比肩されるまでになっている。加えて、TIMSS（国際数学・理科教育動向調査）や PISA（OECD 生徒の学習到達度調査）のような国際的な学力調査においても、シンガポールの生徒の学力（読解力、数学的リテラシー、科学的リテラシー）は上位を占めている。このように、シンガポールの教育水準は世界から非常に高い評価を受けている。

筆者は、幼稚園から大学までシンガポールで教育を受け、多くのシンガポール人と同様に、「良い教育」

とは教科書、鉛筆・紙、ワークブックなどの使用を中心とした「教え込み型」のものであり、学力向上のためにはこうした教育が行わなければならないと考えてきた。数年前、筆者はシンガポールと同じく高い教育水準で知られる日本の幼稚園を見学した時、日本の幼児教育がシンガポールのそれと大変異なることに気づき、「カリキュラムショック」を受けた。日本の幼稚園では、ワークブックや教科書のような学習教材が一切なかった。日本の幼稚園では教え込みの授業は行われず、幼児が「ただ遊んでいる」様子しか見ることができなかった。こうした光景に、筆者は大変驚き、「この幼児たちが小学校に入学したら、勉強に追いつけるのだろうか」と心配さえ抱いたのである。しかし、TIMSS や PISA のような国際調査では、日本の数学的リテラシーや科学的リテラシーはトップ 10 に入っており、教育制度や教育水準についても世界で高く評価されている。「カリキュラムショック」を受けた筆者は、このような日本の幼児教育と、その後の高い教育達成とのギャップをすぐに理解することはできなかった。ただ、近年の研究では、幼児期の数的発達が発達後の発達に密接につながっていることが明らかにされていることから、この「ただ遊んでいるだけ」に見える日本の幼児教育実践の中に、後年の日本の生徒の優れた数的能力の土壌があるに違いないと考え、研究を深めていくことになった。

## 本研究の問題意識

### 1. 十進法の理解とその活用の仕方

新生児は、生まれた直後から、物事の数量に敏感に反応できる。その能力は、多くの動物種に共有されている(vanMarle & Wynn, 2009; Xue & Spelke, 2000; Tomonaga & Matsuzawa, 2002 など)。しかし、人間は他の動物と共有する能力を超えて、正確に数量を表象したり、より高次の数的概念を扱ったりすることができる。その鍵を握るのが、数詞システムである。

一般に、幼児は自分が生活するコミュニティで共有されている数詞を習い、それを用いて数を扱う経験を蓄積していく。そのため、幼児の母語における数詞のあり方は、幼児の数的知識の発達に非常に重要な役割を果たす。数詞システムの違いは、子どもの数に関する表象の発達と関わり、数的発達を促進するかどうかに大きく影響する。それを左右するのが、特に十進法の規則と一致しているかどうかである。例えば、東アジアの言語の一つである日本語の全ての数詞には、桁の値が表記され(例えば、「じゅう・いち」)、規則性が高い。しかし、英語の場合はその規則性が低い(例えば、「eleven」)。また、日本語では、常に十の位が左側に、一の位は右側に位置するが(例えば、13 は「じゅう・さん」)、英語では数詞の表記の順序が逆転する(例えば、13 は「teen-thir」ではなく「thir-teen」)。そのため、東アジアの数詞システム(中国、韓国、日本語など)は、子どもの数詞の獲得だけではなく、位取りの理解や「2桁+2桁」の加法などを容易にする効果があるが、英語ではそれが妨げられる可能性がある。

十進法は、高次の数的概念である。十進法を理解するためには、「位取り」と「合成・分解」という2つの数的原理の理解が求められる。幼児にとって、十進法の理解は容易ではない。そのため、これまでの研究では、十進法の理解にはフォーマルな学校教育が必要であるとされてきた(Geary, 1995; Naito & Miura, 2001)。ただ、Miura, Kim, Chang, & Okamoto (1988)は、対象となった東アジア(中国、韓国、日本)の小学1年生と韓国の幼稚園児が、十進法を体系的に習っていない段階で、すでに十進法に関する知識を持っていたと報告した。

ただ、これも幾分古い研究であり、何より筆者が「カリキュラムショック」を感じた日本の幼児を対象としているわけではない。日本の幼児教育実践に参加している幼児たちは、十進法などの数的知識を持っているのだろうか。そして、それらをどう活用して数的課題に対処しようとするのだろうか。

## 2. 埋め込まれた数的支援

東アジアの数詞システムの規則性は、幼児の十進法の理解と活用を促す効果があると考えられるが、その規則性だけで幼児が十進法を理解し活用できるようになるわけではないだろう。数詞システムを用いながら、幼児が具体的な数的課題に対処していくためには、周囲の大人たちからの支援（数的支援）が必要である。日本の幼稚園では、それはどのように行われているのだろうか。近年、日本の幼稚園では、教師が様々な数的要素を頻繁に幼稚園活動に埋め込んでおり、こうした支援が日本の幼児の数的発達を促していることを示唆する研究が現れた（榎原, 2006, 2014; Sakakibara, 2014)。こうした支援は、「埋め込まれた数的支援」(Embedded Mathematical Support; EMS)と呼ばれている。つまり、筆者がショックを受けた幼稚園の実践では、見えないだけで確かに「数的支援」が行われていたことになる。果たして、日本の幼稚園のEMSとはどのようなものなのだろうか。それによって育まれる数的発達とは、教え込みの授業で促されるシンガポールの幼児の数的発達と同じものなのだろうか。

以上の問題意識から、本研究では日本の幼児の数的発達と幼児教育実践との関係に焦点を当てる。そのために、日本と対照的な幼児教育を行っているシンガポールの幼児や幼稚園教師の協力も得て、比較の目を持って研究課題に取り組むこととした。主眼はあくまで日本の幼児と幼稚園に置くが、全体を通して考察したいことは、数的発達の文化的性質に関する新たな理論視点を得ることである。

## 第1部 問題の所在

## 第1章 数的発達の認知的基盤

現代の工業化社会の子どもの多くは、幼児期において数的学習の基礎となる豊富な知識や認知スキルを発達させ、小学校に入る。これらの基礎的なスキルには、普遍的で生得的なものも含まれている。子どもは、生得的なスキルを備えつつ、生活するコミュニティの諸活動への参加を通して、経験豊富な人々からの支援を受けながら、数領域に関する発達を遂げていく。

本章では、乳幼児期の数的発達に関する先行研究のレビューを通して、多くの子どもが就学前に習得する数的能力を確認した上で、未就学児の数的発達の限界について考察する。第1節では、子どもの数的発達に関する最初の体系的理論化を行った Piaget の研究を概観し、第2節では、前言語期から幼児前期における数的能力に関する研究を取り上げる。以上により、数的発達初期の認知的基盤について整理を行うことを目的とする。

### 第1節 子どもの数的発達に関する Piaget の理論

Piaget は認知発達に対する主要な理論を提出し、子どもの思考に関する最も体系的な研究を行った最初的人物である。彼の理論と研究は、人間的な知性はどこからくるのかという基本的な哲学問題に発している。20世紀半ば以降、彼の理論は、子どもの認知発達に関する多数の重要な疑問、批判を生み出しており、現在でもなお多くの研究者がそれらに取り組んでいる。

Piaget が提唱した「認知発達理論」(または「発生的認識論 (genetic epistemology) )」は、子ども自身が環境との相互作用を通して自己調整的に認知体系を発生・発達させるという構成主義の立場に立っている。Piaget の研究から導き出された認知発達の段階は大きく4つに区分され、「感覚運動期」→「前操作期」→「具体的操作期」→「形式的操作期」の順で発達していくとされる。その順序性には、通文化的な普遍性があることも仮定されてきた。

Piaget の理論には、子どもの数的発達に関わる概念も多く含まれている。例えば、彼の研究で最も有名なものの一つに数量の保存概念がある。保存概念とは、物体の外見が変化しても、その物体の重さや数量自体は変化しないという認識である。Piaget によれば、保存や一対一対応 (one-to-one correspondence) の理解は、具体的操作期 (概ね小学校1, 2年生以降) に入らなければ難しいとされている。他にも、推移律 (transitivity) や系列化 (seriation) に関する研究も知られている。例えば、図 1.1 のような図版を用いて、AB ( $A > B$ ) と BC ( $B > C$ ) の2つの対を子どもに見せる。そして、AC の対は見せずに、A と C のどちらが長いかと尋ねても、幼児で正

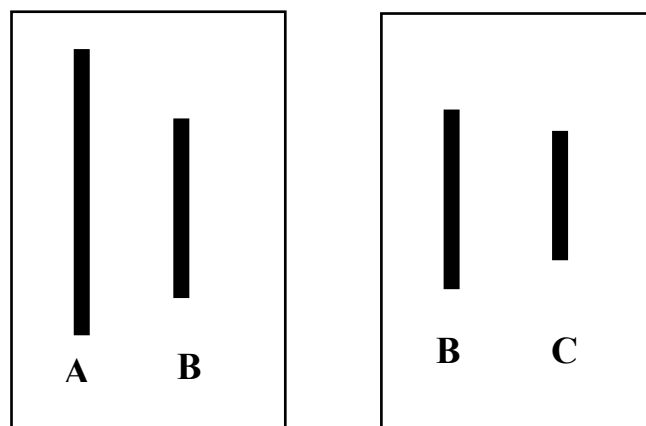


図 1.1. 推移律や系列化に関わる課題

答できる者は少ないことが知られている。

Piaget の認知発達理論は、臨床法と呼ばれる独自の実証的方法に基づき、子ども自身を知性の積極的な構成者であると見なす見地から、体系的に理論化した点が高く評価されている。しかしながら、Piaget の理論に対する多くの批判があることも事実であり、そこには数的領域も含まれている(Eggen & Kauchak, 2000)。批判の一つに、Piaget が幼い子どもの数的理解・能力を過小評価しているとするものがある。例えば、Piaget & Szeminska (1952)は、幼児は具体物を数えることはできても、数字などの抽象的な記号を用いた算術は困難であり、それは具体的操作期に到達して初めて可能であるとしている。こうした主張に対して、多くの研究者が、それは悲観的な評価であると反対して、様々な課題を提起し始めた。すなわち、数的能力には生まれつきのものであるのではないか、前言語期の乳児はどのように数を表象しているのか、その能力をどう発達していくのか、などであった(Bisanz, Sherman, Rasmussen, & Ho, 2005; Geary, 1994; Wynn, 1990, 1998 など)。

### 第2節 発達早期の数的能力

#### 1. 前言語期における数の知識

発達心理学において、知識の起源を理解することは一つの重要な目的である。それは、発達領域ごとの生得的基盤を明らかにするだけでなく、出生後の発達プロセスを理解するための重要な手がかりとなる。研究者は前言語期における数的知識の起源や本質を探るため、新生児期からの子どものみならず、動物も対象にして検討を重ね、人間の数的知識のある側面は他の動物種とも共通するものがあることを明らかにしてきた(Antell & Keating, 1983; Cheries, Wynn & Scholl, 2006; vanMarle & Wynn, 2009; Xue & Spelke, 2000; Xu, Spelke & Goddard, 2005; Beran & Rumbaugh, 2001; Tomonaga & Matsuzawa, 2002)。それらの研究により、前言語期の乳児には2つのシステムに基づく数的認識があることが知られている。一つ目は、“object file system”と呼ばれるもので、Agrillo (2015)によれば、「少数の個々の事物(3~4要素)を表象したり、追跡したりするメカニズムに基づき、各項目は記号(ファイル)で表され、数値的等価性はファイルと事物との間の一対一対応を評価することにより、間接的に確立される」(p.223)システムのことを意味する。例えば、Starkey & Cooper(1980)は、馴化-脱馴化法(habituation-dishabituation method)により、4~6か月の乳児が配列された黒い点の数に敏感であることを示した。その課題では、注視時間が基準以下に下がり乳児が退屈するまで同じ数量の事物(例えば、2個)の集合を繰り返し提示し、次に異なる数量の事物(例えば、3個)あるいは前半と同じ2個の事物の集合が提示することにより、それぞれの刺激への乳児の注視時間を記録した。その結果、乳児は前者の集合(数が変化した場合)に注視時間が長くなることが示され、彼らが小数量の変化に敏感であることが分かった。一方、Wynn(1992)は加法と減法の処理が、多くの経験と練習による学習を必要とするものか、それとも生まれつきの数的知識によるものなのかについて、期待背反法(expectation-violation method)を用いた実験を行った。具体的には、生後5か月の乳児を「加法群」と「減法群」に分け、実験装置である舞台の上で一連の人形の配置を変化させて算数課題を提示した。「加法群」では、最初に提示された1体の人形がパネルで遮られた後、乳児には見えないように2体目の人形が加えられ、パネルを取ると2体になっている場面が提示された。「減法群」では、2体の人形が遮られているうちに1体が隠される場面が提示された。結果として、乳児たちはこ

これらの予期に反する場面に対して、予期できる場面よりも有意に長く注視した。こうした研究により、前言語期の乳児において少量とその変化を認識できることが示され、その能力は object file system に支えられていると考えられている。

前言語期から認められるもう一つの数的処理システムは、“approximate number system”(ANS)である。ANSとは、数値に関わる情報を表象したり、処理したりするための心的システムである(De Smedt, Noël, Gilmore & Ansari, 2013; Libertus, 2015)、非記号的推定と記号的表象という2つの要素から構成されると言われている。非記号的推定は乳児期に現れ、数詞を使用せずに量と大きな数を処理している(Smets, Sasanguie, Szűcs & Reynvoet, 2015)。記号的表象とは、数値を定量的な次元にマッピングするもので、例えば、数直線上での数を推定したり、画像のドット数を推測したりするものである(Booth & Siegler, 2006)。ここでは非記号的推定に着目して、先行研究を参照する。例えば、Izard, Sann, Spelke & Steri (2009)は、新生児においてすでに1:3の比率があれば2つの集合を区別できることが明らかにした。つまり、3個の集合と9個の集合を区別できるということである。この比率は、月齢が上がるにつれて変化し、生後6か月になると1:2の比率で区別できるようになり、8個と16個といった比較的大きな数の集合を区別できる(Xu & Spelke, 2000)。更に生後9か月になると、2:3の比率で集合を区別できるようになっていく(Xu & Spelke, 2000; Lipton & Spelke, 2004)。

ただし、ANSは人間にのみ見られるわけではなく、多くの動物種に共有される数的システムのようなものである。近年の研究では、鳥、魚、両生類、あるいは無脊椎動物までが、ある程度の数量を区別する能力を示すことが明らかにされている。例えば、Tanner (2006)は、アリが“敵”と戦う前に、相手の群れの大きさを判断し、それが自らの群れよりも小さければ攻撃する可能性が高まると報告している。Pisa & Agrillo (2009)は、ネコを対象として、餌を用いた訓練により「2個」と「3個」の集合を区別できるとした。その他、ハトやサンショウウオがより多い方の餌を選択する能力を有していたり(Emmert, 2001; Uller, Jaeger, Guidry & Martin, 2003)、ミツバチが食糧を得るためにマークを計算できることなどが明らかになっている(Dacke & Srinivasan, 2008)。

以上のように、前言語期の乳児にも一定の数的処理が可能であり、それらは少なくとも部分的には他の動物種とも共通した能力であり、基本的に object file system と ANS という2つのシステムに基づいていることが示唆される。一方で、他の動物には見られない、人間に固有の数的能力がある。それが数詞システムを生成・利用する能力である。自然数の正確な量の表象を可能にする数詞システムこそ、数的能力の明確な進化的不連続性をもたらす。当然だが、前言語期の数的理解に関する研究においては、数に関わる言葉(数詞など)について不問である。数詞システムに基づいて、数に関わる言葉を学習し、それらを一連の事物に適用していく活動は、幼児期における新たな発達の質を示している。数に関わる言葉の学習は数的知識を著しく拡張させると同時に、動物種間で共有された生得的な数的スキルから大きく離脱し、幼児が数学的概念や関係を理解し、より高次レベルで数的表象を操作しはじめることを意味する。

## 2. 幼児期における計数と数唱

幼児期に入ると、子どもは所属するコミュニティの言語を習得するとともに、数に関わる言葉を使い始める。それにより、乳児期の直感的な数理解を超えて、高次の数的発達を遂げていく。数に関する話し言葉と書き言葉は、この発達の進行を支える重要な記号的道具である。以下では、幼児期以降の数的発達における基盤とも中心とも言える計数(counting)と数唱(counting number)に関する先行研究をレビューする。



### (1) 計数の 5 原理

幼児は、日常生活の様々な場面で事物を数える活動に参加している。日本の幼児の場合、家庭での入浴の際に“10”まで数えて上がるという、よく知られた習慣がある。幼稚園や保育園では、鬼ごっこをするためにグループの人数を数えたり、園庭で採ったりんごの数を数えたりというように、遊びの場面での計数や計算はありふれたものである。多くの幼児は2歳～3歳頃に、数の話し言葉（数詞）を用いて数え始める。中でも、具体的なモノを数えるというのが、最初の本格的な数に関わる活動である。就学前期になると、生活環境の中で計数の機会が増えるとともに、より大きな数の集合を扱い、十進法のような数詞システムに対する関心も高まり、そのことが幼児の数的発達を促進するとされている(Baroody, 2004; Griffin, 2004; Steffe, 2004)。

このように、計数は数的発達において非常に重要な役割を果たすと考えられるが、幼児はどのような原理に基づいて計数を行っているのだろうか。Gelman & Gallistel (1978)は、数えに関わる 5 つの原理を提唱し、事物を正しく数えるためには、全て原理を理解しなければならないという。表 1.1 に、その 5 原理を整理した。

表 1.1 計数の 5 原理とその定義 (吉田・多鹿,1995, p17-18)

- 
- |   |   |
|---|---|
| ① | 一対一対応<br>1つのモノに数の名前を1つだけ割り当てることができれば、1対1対応ができるということになる。                     |
| ② | 安定した順序<br>用いられる数詞が常に同じ順序で配列される原理である。  |
| ③ | 基数性<br>あるモノの集合を数えた場合に、最終の数とその集合の数の大きさを示すという原理である。                           |
| ④ | 順序無関連<br>数える順序は関係ないことをいう。モノの集合を左から数えようと、真ん中から数えようと、全体の集合の個数には変化がないという原理である。 |
| ⑤ | 抽象性<br>数えるモノが何であろうと全く関係がないという原理である。   |
- 

### (2) 数唱の発達段階

幼い子どもにとって、計数は決して簡単ではない。習ったばかりの数詞と物体を指差したり、移動したりするなどの動作との結びつけが必要である(Fuson, 1988; Ginsburg, 1977)。幼児は3歳頃までは、20以下の数唱ができ、4歳頃になると20以上の数も含まれてくる。数唱は、一見すると単に機械的な暗記によるものと考えられがちだが、数唱には一定の規則があり、それに従わなければ正しく唱えることはできない。数唱の発達は、加法や減法の土台にもなる。Fuson, Richards & Briars (1982)は、幼児の数唱発達を5つの段階に区分して説明している(各段階名の日本語訳は、栗山,1995を参照した)。

## 第1章

### ① 糸状段階 (String level)

この段階において、幼児はそれぞれの数詞は全体として一つの系列であり、個々の数詞を分けて理解できない。例えば、「1-2-3-4-5」を1つのまとまりとして覚えているだけである。

### ② 分割できない数詞の系列段階 (Unbreakable list level)

この段階では、幼児が1からある数詞までの上昇方向で数唱ができるが、部分に分割することはできない。例えば、「3の次は何ですか?」と尋ねても答えられないが、1から順番に数えれば「4」と答えることができる。

### ③ 数詞の系列の分割段階 (Breakable chain level)

この段階では、1から数唱しなくとも、どの数詞からでも数唱ができる。更に、上昇方向だけでなく、下降方向の数唱も可能になる。

### ④ 数詞の抽象化段階 (Numerical chain level)

この段階では、数詞方向をそれぞれの独立した数として理解できるようになる。その結果、例えば、 $6+3$  という加法課題に解答する際に、6を心に留めながら「7, 8, 9」と数え上げるように、数を記憶に保持する能力(keeping track)が見られる。この段階では、内的に表象される心的数直線 (mental number line) を使用していると考えられている。

### ⑤ 数の基本的理解段階 (Bidirectional chain level)

この段階では、数詞を双方向（上昇方向と下降方向）で数唱ができ、方向の変化のみならず、数詞の分割も柔軟的にできるようになる。例えば、 $8+3$  という加法課題に解答する際に、まず「10」のまとまりを作り、残りの数（「1」）を10に加えて「11」という解を得るといような十進法に基づく分解と合成の操作も見られるようになる。

以上のように、数唱の発達は、より柔軟で正確な計数や計算の基盤となる。①ではまだ計数が難しいが、②や③の段階になると一定の個数を正確に数え上げていくことができるようになる。④になると、加法の基礎となる操作、つまり被加数（ $6+3$  の“6”）を基準にして、加数（同じ問題の“3”）だけを数え足していくことができるようになる。⑤の段階では、数唱の方向が柔軟になり、合成・分解のような高次の方略も使用できることにより、より効率的で正確な加法が可能になると同時に、減法もできるようになってくる。

こうした数的能力には、確かに生得的な能力の役割もあるだろう。しかし、より複雑な数的課題に対処するためには、生後の経験を通して習得される数学的概念や算術の方略が必要であり、それらの概念や方略の発達と深く関連する文化的道具としての数詞システムに着目する必要があるだろう。

## 第2章 数詞システム

### 第1節 数的発達における数詞システムの役割

数詞システムは、我々の生活において非常に重要な役割を果たす。それは単なる数詞のリストではなく、言語によって数詞の構造自体が異なり、子どもが数詞を認知的に表象する仕方、数的関係を構築したり概念化したりする方法を形づくるものである。

過去数十年にわたり、先行研究は、数詞システムと子どもの数的発達・学習との関わりを検討してきた。中でも、数詞システムの違いによって、子どもが数をどのように構造しているか、また数詞システムのどのような側面が数的発達を促進したり妨害したりするかについて検討が行われてきた。例えば、Miura (1987), Miura, Kim, Chang, & Okamoto (1988), Miura & Okamoto (1989), Miura et al (1994)などの研究では、東アジア（中国、韓国、日本）と欧米の小学1年生を対象に、彼らの数的表象構造や位取りの理解がどのように異なるのかについて検討されてきた。数的表象構造に関する課題では、「11, 13, 28, 30, 42」という5つの数字（書かれた数字）を子どもに提示し、10のまとまりブロックと単数ブロックを自由に使ってそれらの数字を表現することが求められた。その結果、東アジアの対象児は、10のまとまりブロックと単数ブロックの両方を用いて、課題の数を構成する傾向が高かった（図2.1の左のように）。この方略は、十進法（decimal system/base-10 system）に基づく構造と呼ばれている。一方で、欧米の対象児は、単数ブロックのみを使い、課題の数を構成する傾向が高かった（図2.1の右のように）。この方略は、一対一対応に基づく構造と呼ばれている。欧米の対象児では、図2.1のように、十進法に基づく構成ができる子どもは少なかった。

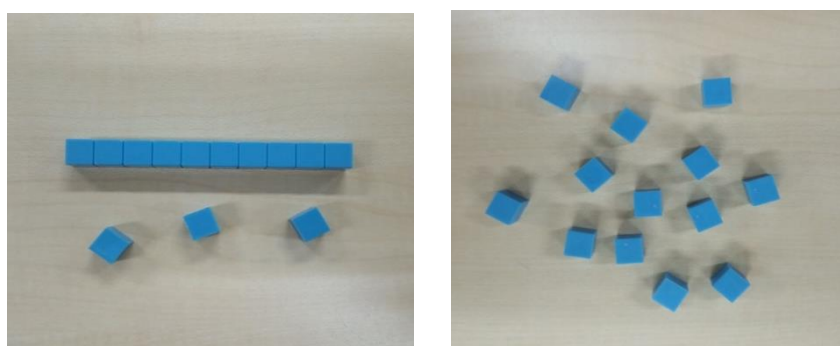


図2.1 算数ブロックを使用した「13」の構成  
 (左は10のまとまりブロックと単数ブロックによる構成,  
 右は単数ブロックのみ使用した構成)

位取りの理解に関する課題では、例えば、書かれた数字の「44」と、ブロックで表現された「44」（10のまとまりブロック4個と単数ブロック4個で構成）との関係について子どもに説明を求める。つまり、書かれた「44」の十の位の「40」が10のまとまりブロック4個と同じで、一の位の「4」が単数ブロック4個と同じであることを説明できるかどうかを調べるのである。また、より難しい課題の例には次のよう

## 第2章

なものがある。4つの透明なプラスチックカップを一行に並び、その内3つのカップにはそれぞれ4個のブロックを入れ、(子どもから見て)一番左側にあるカップには1個のブロックを入れる。すべてのカップのブロックを足すと合計で13個になるということを子どもと確認した上で、このような状態のカップとブロックでは、「13」という数字は何を意味するか、ということ子どもに尋ねるのである。ある子どもたちは、左側にある1個のブロックが入ったカップは「13」の中の「1」を意味し、残りのカップ、つまり4個ずつブロックの入った3つのカップが、「13」の中の「3」を意味すると答えた。この場合、「1」を十の位の数としてではなく、一の位の数として理解していることがうかがわれ、位取りを理解していると考えられた。一方、子どもたちの中には、4つのカップに入っているブロックの合計が「13」という数字を意味していると答える者もいた。「1」を十の位の数と理解していることがわかり、位取りを理解していることがうかがわれた。これらの課題においても、欧米の対象児よりも、東アジアの対象児の方が優れた結果を示し、位取りを理解している子どもが多かった。

Miuraらは、一連の研究の結果は、東アジアと英語の数詞システムの違いが密接に関わっていると主張している。すなわち、英語の数詞システムよりも、東アジアの数詞システムの方が十進法とよく一致しているために、欧米の対象児に比べ、東アジアの対象児の方が十進法や位取りの理解が促されているとの結論に至っている。十進法概念や位取りを理解することによって、子どもはより効率的な構造(図2.1の左のような)で数を表象でき、より桁の多い数を計算することも容易で、正確になる。次節では、十進法の理解が、幼児の数的発達においてどのような役割を果たしているのかを考察する。

### 第2節 数的発達を促進する文化的道具としての十進法

十進法は、どの数詞システムにおいても必要不可欠な要素というわけではない。例えば、パプア・ニューギニアのOksapmin族は、十進法ではなく、自分の27か所の身体部位を用いた独自の計数システムを使用している(Lancy, 1983; Saxe, 1981; 図2.2)。しかしながら、数詞システムが「10を底とする(base-10)」とする構造(十進法)を持つことは、いくつかの明確な利点を持っている。まず、十進法に基づけば、わずかな数字(0~9)さえ暗記すれば、あとはそれらの組み合わせだけで全ての数を表象することができる。更に、10のまとまりを単位とすれば、単純に数えるよりも、より桁の多い数を効率的かつ正確に処理することができる。したがって、計数や計算を容易にする。このように、十進法は、数的発達を促す強力な文化的道具であるといえる。

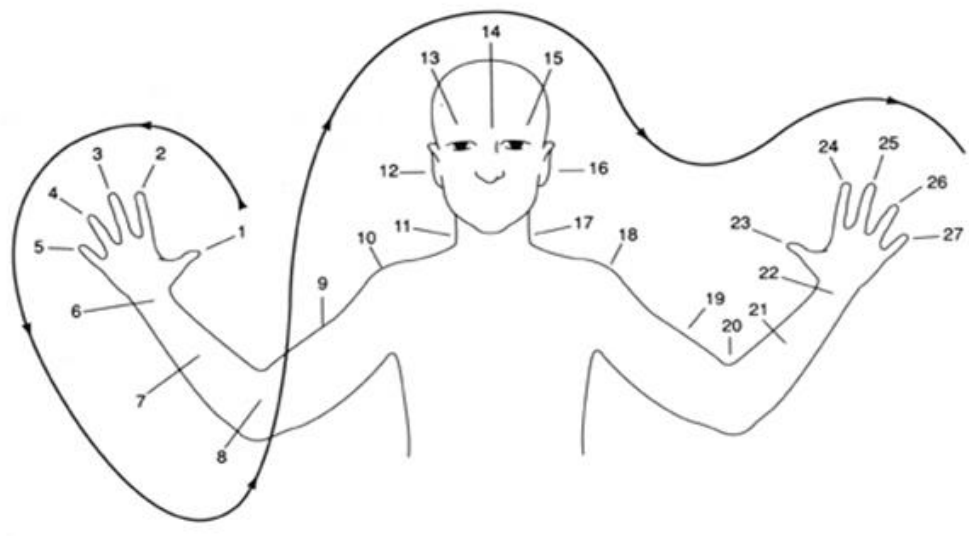


図 2.2 体の 27 か所を用いた Oksapmin 族の数え方(Saxe, 1981)

十進法は、言語によって、その「明確性」(degree of transparency)が異なっている。英語の数詞システムと東アジアの数詞システムを見ると、両者とも十進法に基づいて生成されているにも関わらず、英語では明確性が低く、東アジアの言語(中国、韓国、日本など)では高い。具体的には、両数詞システムの「1-10」「11-19」「20-99」という3つの範囲を比較してみると、その明確性の違いがよく分かる。

まず、「1-10」の数は、両数詞システムに共通して、任意的(arbitrary)で意味のないものである。そのため、まずはそれらを記憶することが必要となる。幼児にとって、1から10までの数をまず覚えるということが課題になる点は、いずれの数詞システムでも同じである。

「11-19」の範囲において、両数詞システムによる十進法の明確性の差異が現れ始める。例えば、日本語の数詞システムにおける11から19までの数詞は、11(十一)は「十と一」、12(十二)は「十と二」、13(十三)は「十と三」というように、系統的に一の位と十の位を分けて表象し、説明することができる。一方、英語ではより複雑である。11は「eleven」、12は「twelve」と表記され、この数詞表現には一の位と十の位と関連した構造がない。そして、13以降ではまた異なる表記の仕方となる。13(thirteen)では、「10」が「teen」、「3」が「thir」を意味するようになる。このように、11から19の間だけでも異なる数詞規則があり、数字の表現と読みの順序が逆転している。これらすべての不規則な特徴は、多くの英語話者の子どもたちを混乱させ、十進法や位取りの理解を妨げている要因となっていることが指摘されている(Geary, Bow-Thomas, Liu & Siegler, 1996)。Fuson(1992)によれば、英語話者の子どもたちは0~20の数詞を覚えるのに1年半ほどの時間を要している。なお、「10のまとまり」を表象するのは、英語圏の大人にも易しい課題ではないことも明らかになっている(Miller & Zhu, 1991)。

最後に、「20-99」についても、英語圏の子どもよりも東アジアの子どもにとって有利に働いている。英語でも、20以上の数詞になると十進法の明確性が徐々に高くなっていくが、特に20から50までの表記の仕方には不規則性がある。two-ty (“two”), three-ty (“three”), four-ty (“four”), five-ty (“five”)であれば分かりやすいが、実際はtwenty (“twen-”), thirty (“thir-”), forty (“for-”), fifty (“fif-”)であり、それぞれに覚えなければならない。日本語では、20から99までの数詞でも、11から19までの数詞と同様の法則で生成す

ることができる。

このように、日本語を含む東アジア諸国語の数詞システムは、十進法の明確性が高いことにより、数的課題への対処において様々な利点を生んでいる。十進法の理解は、より桁の多い数の生成を容易にするだけでなく、子どもの算術能力を促すこと、特に和が10以上となる加法課題において効果を発揮すると報告されている (Fuson & Kwon, 1991 ; Ho & Fuson, 1998)。

### 第3節 十進法の基礎となる数的原理

東アジア諸国語の数詞システムは、確かに十進法の習得において有利な特徴を持っているのだが、実際に十進法を適用して数的課題を解くためには、いくつかの重要な数的原理を理解している必要がある。その主要なものとして、「位取り」と「合成・分解」を上げることができる。幼児にとって、これらの原理を理解することは容易なものではない。

#### 1. 位取り

まず、位取りでは、1, 10, 100などの単位を表すことができ、各桁の位置がその数値の大きさを決定していることを理解する必要がある。その知識を持っている子どもは、例えば、253は200足す50足す3に等しいと理解できる。あるいは、100の集合が2つで、10の集合が5つで、1の集合が3つということも理解できる。更には、200が100の2倍で、50は10の5倍ということ、より抽象度を上げると、ある桁の数量はその右側の同じ数字の10倍であるという原則を理解する (Wright, Stanger, Stafford & Martland, 2006)。

Fusonら (Fuson, Smith & Lo Cicero, 1997; Fuson et al., 1997)は、子どもの位取りの理解の発達を5段階に区分している。第1段階 (Unitary multidigit conception) では、二桁以上の数をそれぞれの桁の単位に分解することができない。第2段階 (Decade and ones conception) に進むと、数字 (number word) の一の位と十の位をそれぞれ分解できるようになる。例えば、「25」をある集合 (20個のブロック) と別の集合 (5個のブロック) から構成されることを理解する。しかし、この段階ではまだ、20個と5個のブロックを合成すると「205」と書いてしまう可能性がある。第3段階 (Sequence-tens and ones conception) では、それぞれの十の位が「10のまとまり」であることを理解できるようになる。子どもは心的に10のまとまりを分け、それを足し、それ以外の数を10のまとまりを合計したものに加えて数えることができる。「34」を例にすると、10のまとまり3つ (10, 20, 30) を数え、次に一の位を数える (31, 32, 33, 34)。第4段階 (Separate-tens and ones conception) に進むと、子どもは数字の桁をより抽象的に理解できる。事物 (ブロックなど) が無くても、二桁の数字を見ると、その数字を2つの異なった単位 (一の位と十の位) から作られたものであることが認識できる。この段階の子どもは、「50」を数える際に、系列的に10, 20, 30, 40, 50と数えるのではなく、すぐに10のまとまりが5つで「50」であると理解できる。第5段階 (Integrated sequence-separate tens conception) になると、数詞 (にじゅう・ご)、数字 (25) と数量 (25個の事物) を統合して理解できる。それにより、より桁の多い数を扱う算術を解答するために、様々な方略を使用できるようになる。

## 2. 合成・分解

合成・分解とは、全ての正の整数「 $n$ 」は、「 $n$ 」よりも小さい2つ以上の他の数から構成されると共に、2つ以上の数に分解されても、再び合成されれば、正確に「 $n$ 」になることを理解できること、またその操作ができるということを意味する。「7」が「5」と「2」で構成されていることを理解することは、 $5+2$ が7であることを理解できるだけでなく、 $7-2$ が5になるという減法の基礎ともなる。

合成・分解の理解と活用により、子どもは数における部分と全体との関係をより深く理解し、それがより高次の算術の基礎をつくる(Kilpatrick et al., 2001)。幼い幼児は、集合を様々な順序で合成することができることは分かっても、集合がより小さい集合からできていることを明示的に理解できないこともある(Canobi, Reeve, & Pattison, 2002)。そして、4歳から5歳頃に、全体が部分の総和であり、全体は常に部分よりも大きいという概念を習ったとしても、その概念を正確に理解して算術課題に活用できるとは限らない(Sarama & Clements, 2009)。そのため、多くの研究者は、小学校の段階においてさえ、合成・分解の理解に悲観的な見解を表明してきた(Piaget, 1952; Kamii, 1986; Sophian & McGorgrary, 1994)。

しかしながら、幼児期の経験の中には、合成・分解の理解を促す様々な活動があると考えられる。とりわけ、幼稚園や保育園のような幼児教育施設で行われる遊びや生活活動では、例えば、幼児を一定の人数グループに分け遊び、また全体の人数を確認したり、たくさん拾った木の実を全部数え、仲間同士で分けて誰が多いと言い合ったりするなど、数に関する全体と部分を経験する活動が豊富にある。小学校以降のような系統的な算数教育ではなくとも、家庭とは異なり多くの幼児が集い、教師の支援の下で展開する教育過程には、幼児の合成・分解や十進法の理解を促す仕組みが数多く埋め込まれている可能性がある。子どもの数的発達に、数詞システムなどの文化的道具を媒介して発達するとすれば、小学校以前の段階においてもその過程を認めることができるだろうし、それが具体的にどのようなものであるのかは、実はまだ十分に検討されているとはいえないのである。

次章では、幼児教育の過程に着目して、幼児期の数的発達を促す活動や教師の支援(数的支援)について検討する。その際、先行研究で数的能力が優れているとされてきた東アジアの国の内、対照的な方法で幼児の数的支援を行っていると考えられる日本とシンガポールの幼児教育に焦点を当てることで、幼児期の教育過程と数的発達との関係について検討する。

## 第3章 幼児の数的発達と教育実践：本研究の焦点

幼児は、文化的実践への参加を通して、数的発達を遂げていく。数詞システム、周囲の大人や年長者からの支援、同輩たちとの遊びや生活における経験は、幼児を生得的なレベルを超えたより高度で複雑な数の世界に誘い、知らず知らずのうちにそのコミュニティで馴染みのある方法で数を扱うようになっていく。現代の工業化社会では、そのような数の文化的発達は、家庭の生業や地域の活動に比べると、相対的に幼稚園や保育園等の幼児教育施設の影響が大きくなっていると考えられる。子どもは、幼児教育の実践において、そのコミュニティの一員として振る舞うとはどういうことかを学ぶ過程に包摂されるように、小学校以降のアカデミックスキルの基礎となる数的領域の発達も進めているのではないだろうか。しかし、一口に幼児教育といっても、その実際は多様である。幼児教育に、小学校の準備教育としての性格づけを強く与えている国もあれば、市民性の基礎教育としての位置づけを明確にしている国もある。保育方法も、小学校と同じように時間割を用意し、授業形式で言語や算数を教えている施設もあれば、時間的にも空間的にも活動的にも構造化の緩い中で自由な遊びを通して幼児を育てようとする施設もある。同じ国の中でも多様性はあるものの、小学校教育のスタイルとは意図的に異なる自由遊びと生活活動を中心に置き、発達の目標としてはアカデミックな方面よりも社会性を重んじる傾向にある国と、体系的な授業を中心としたスタイルを採用してアカデミックスキルの育成を重視する傾向にある国がある。その典型的な対比として、本研究では日本とシンガポールを取り上げる。

### 第1節 数的発達を促す対照的な就学前教育：日本とシンガポール

#### 1. カリキュラムショック

40年あまりに渡って世界各地の文化と人間発達との関係について研究してきた Rogoff (2006) は、「魚は水から出るまで水の存在に気がつかないように、人々は自分たちのコミュニティのやり方を当たり前だと思いがちです」(p15)と述べている。幼稚園から大学まで一貫してシンガポールの教育を受けてきた筆者は、日本の幼稚園で観察研究を始めた当時、自分の知っている幼児教育とのあまりの違いに驚き、「カリキュラムショック」を受けた。シンガポールの幼稚園では、「授業」を行うのが一般的である。これに対して、筆者が初めて訪れた日本の幼稚園では、園児たちは「授業」を受けずに、一日中ただ日常生活的な活動をし、自由に遊び、行事に参加したりしていた。しかし、日本の幼稚園実践の観察を続けていく内に、シンガポールのようにアカデミックスキルの向上を目的としたカリキュラムを当然だと考えてきた自分自身に徐々に気がつくと同時に、日本の幼児たちの数的発達の程度が想像以上に高いことも分かってきた。日本の幼稚園のようなやり方のどこに、どのように幼児たちの数的発達を促す支援が潜んでいるのか。これを明らかにすることは、明示的な教授方式で算数を学び、習得させるプロセス以上に、数的発達の文化的側面を教えてくれるのではないか。

#### 2. 数学的リテラシーの評価が高い両国

日本とシンガポールは、経済の発展したアジアの国というだけでなく、天然資源の不足、少子化の進行、晩婚化・未婚化などの経済、社会の面において共通点をもつ(綱野, 2010)。教育面においても、TIMSS



### 第3章

(国際数学・理科教育動向調査) や PISA (OECD 生徒の学習到達度調査) のような国際的な学力調査において、両国の生徒は高く評価されている (Mullis, Martin, Foy, & Arora, 2012; OECD 2019)。2018 年の PISA 調査 (15 歳児を対象に読解力, 数学的リテラシー, 科学的リテラシーの 3 分野について実施。3 年ごとに調査が行われている) において、両国の数学的リテラシーや科学的リテラシーはトップ 10 に入っている。こうした優れた学力は、小・中学校の教育制度, 教師や教育環境と密接に関連していると考えられているが、幼稚園や保育園での幼児教育にも大きな貢献があると考えられる。特に、近年の研究は、幼児期における数的発達に、幼児期以降の数的発達に影響を与えていることを解明している (Classes & Engel, 2013; Duncan, Claessens, Magnuson, Huston et al., 2007)。したがって、日本とシンガポールの高学力の背景には、幼児教育の影響が考えられるのだが、先述のように両国の幼児教育の実際は大きく異なっているのである。

● 全参加国・地域(79か国・地域)における比較

☐ は日本の平均得点と統計的な有意差がない国

	読解力	平均得点	数学的リテラシー	平均得点	科学的リテラシー	平均得点
1	北京・上海・江蘇・浙江	555	北京・上海・江蘇・浙江	591	北京・上海・江蘇・浙江	590
2	シンガポール	549	シンガポール	569	シンガポール	551
3	マカオ	525	マカオ	558	マカオ	544
4	香港	524	香港	551	エストニア	530
5	エストニア	523	台湾	531	日本	529
6	カナダ	520	日本	527	フィンランド	522
7	フィンランド	520	韓国	526	韓国	519
8	アイルランド	518	エストニア	523	カナダ	518
9	韓国	514	オランダ	519	香港	517
10	ポーランド	512	ポーランド	516	台湾	516
11	スウェーデン	506	スイス	515	ポーランド	511
12	ニュージーランド	506	カナダ	512	ニュージーランド	508
13	アメリカ	505	デンマーク	509	スロベニア	507
14	イギリス	504	スロベニア	509	イギリス	505
15	日本	504	ベルギー	508	オランダ	503
16	オーストラリア	503	フィンランド	507	ドイツ	503
17	台湾	503	スウェーデン	502	オーストラリア	503
18	デンマーク	501	イギリス	502	アメリカ	502
19	ノルウェー	499	ノルウェー	501	スウェーデン	499
20	ドイツ	498	ドイツ	500	ベルギー	499
	信頼区間※(日本): 499-509		信頼区間(日本): 522-532		信頼区間(日本): 524-534	

※灰色の国・地域は非OECD加盟国・地域を表す。  
 ※信頼区間は調査対象となる生徒全員(母集団)の平均値が存在すると考えられる得点の幅を表す。PISA調査は標本調査であるため、一定の幅をもって平均値を考える必要がある。  
 ※同得点でも順位が異なるのは、小数点以下の数値の差異による。

図 3.1 OECD 生徒の学習到達度調査 2018 年 (国立教育政策研究所, 2019)

#### (1) シンガポールの Kiasuism

シンガポールは実力主義であり、人的資源の開発と教育を重視する国である。シンガポールの教育制度は、国の経済政策が教育政策に反映しているために、経済を尊重するアプローチが取られている。1965 年のイギリスの植民地からの独立以降、シンガポール政府は、経済的可能性を最大にするために、世界一流を目指す教育制度の推進に力を入れてきた。Tan (2007) によれば、シンガポールの教育制度の目的は、以下の 3 つの大きなパラダイムシフトを経験してきた。第一に、1960 年代の「サバイバル志向の教育」(survival-driven education) へのシフトでは、全ての国民の基本的な数字と識字能力に加えて、技術的スキルを身につけるための学校を作るという目的を設定した。第二に、1970 年代後半の「効率志向システム」(efficiency-driven system) のシフトでは、従業員の離職率の減少に焦点が当てられてきた。第三に、1997 年に開始された「能力主導型システム」(ability-driven system) では、知識基盤型経済の発展に向けて、多様なニーズと才能に応える教育プログラムを推奨してきた。特に、シンガポールは、毎年、国家予算の 20% を教育に支出しており (日本の教育支出は約 5%)、国家戦略として「教育」に力を入れている。

### 第3章

シンガポールの学校を訪れると、トップの成績を取めなければならないというプレッシャーが常にあり、多くの生徒が「他の生徒に比べて、自分はどの位のレベルか」といつも考えている(Ng, 2011)。こうした傾向は、シンガポールの独特の精神として Kiasuism(キアスズム)と呼ばれるものである。Kiasuism とは、「負けず嫌い」というような意味であり、何でも人と比べて優劣をつけたがるという精神である(Hwang, Ang, & Francesco, 2002)。シンガポール社会のどこに行ってもある程度の競争が存在し、例えば、目の前に人が列を作って並んでいると、自分が損をするのではないかと不安になり、追い抜かそうとする行動も Kiasuism の一特徴である。どんな小さなことでも張り合おうとする光景は、シンガポールでよく見られる様子である(王, 2014)。こうした激しい競争の社会で、勉強は何より大切だという観念が、子どもたちに早い時期から根付いている。放課後、子どもは宿題以外にも学習参考書を使って勉強するのは一般的であり、それは幼児期から盛んである。その上、シンガポールの親は、他の子どもに負けまいと、幼児期から我が子を学習塾に通わせ、多くの時間を勉強に費やそうとしている。そのため、シンガポールでは学習塾も非常に多く、様々な方法を駆使して生徒を募集している。図 3.2 のような学習塾の募集広告がシンガポールの街でよく見られる。KiasuParents.com というウェブサイトは親たちに人気で、そこで様々な子どもの学習に関する課題について意見や情報を交換したり、相談されたりしている。

このような中、シンガポールでは、幼稚園等の幼児教育の段階からアカデミック領域の教育に熱心に行われている(池田・山田, 2006)。シンガポール教育省登録の幼稚園は 2018 年のデータで 435 校である(シンガポール教育省関連機関である ECDA: Early Childhood Development Agency の統計による)。幼稚園のほとんどは、非営利団体「人民行動党(PAP: People Action Party) コミュニティ基金」(PAP Community Foundation: PCF)、民族・宗教団体、そして民間企業により運営されているが、2014 年から政府直営の幼稚園(Ministry of Education: MOE Kindergarten)も設置され、2020 年には 27 ヶ所となり、今後も増設される予定である(シンガポール教育省; MOE のホームページ, 2020 年 8 月 14 日閲覧)。シンガポールの幼稚園では、毎日「授業」の形式で様々な科目(英語、母語、算数、科学、IT 等)を教え、教科書やワークブックなどが用いられている(図 3.3 はその例である)。ゲームや遊びも幼稚園教育の一部であるが、教師は、それらの活動を通して、幼児に様々な概念を教えている。例えば、教師は、幼児に「お金の単位」を教えるために、「お買い物ごっこ」という遊びを行い、幼児がお金を実際に使って買い物する経験を作っていた。言い換えれば、シンガポールの幼稚園では、多彩な活動を用いて「勉強」のカリキュラムを中心とした活動を行っている。



図 3.2 シンガポールの学習塾の募集広告



図 3.3 シンガポールの幼児用参考書

## (2) 社会性領域の育ちを重視する日本

一方、日本の社会では、「7歳までは神のうち」という諺があるように、子どもには温和に接することを善しとし、思いやりの心を育むことが、子育てのみならず幼児教育においても主要な目的であると言われている (Olson, Kashigawa & Crystal, 2001)。思いやりとは、「他者が感じていることに共感したり、他者が経験する喜びや悲しみを想像し体験できたり、そして他者の望みを叶えてあげようとする能力と意欲」として定義されている (Lebra, 1976, p38)。日本では、他者が感じたり、考えたりしていることを理解するために多くの時間とエネルギーを費やす必要があり、そのために、人間関係や集団生活、感覚や社会情動的な領域の発達を幼少期から育むことを重視する保護者や幼児教育関係者が圧倒的に多いとされる (Hayashi & Tobin, 2015)。

Sakakibara, Hatano & Inagaki (2001)は、中国と日本の保護者による幼児教育への意識について取り上げ、幼稚園の段階においてアカデミックな領域を重視する日本の保護者はわずかであると述べられている。日本の保護者の多くは、シンガポールと異なり、ワークシートなどの教材ではなく、日常生活の中で興味・関心、好奇心や探究心を持ちながら、自発的に様々なことをさせ、必要に応じて教えていくという方法を支持していると考えられる。

日本とシンガポールには、幼稚園のカリキュラムにも明確な違いが見られる。両国における幼稚園の入園年齢はほとんど同様であり、ナショナルガイドライン (日本では『幼稚園教育要領』)において環境認識、言葉、表現、創造性、社会性の育成を目的にしている点など、共通点も多い。しかし、シンガポー

### 第3章

ルの幼稚園教育のガイドラインでは、識字能力（リテラシー）、数量的思考能力、総合学習に関する領域については、日本に比べるとより詳細な記述が見られる(A curriculum framework for kindergartens in Singapore, 2012)。例えば、数量領域においては、教師は幼児が数字や数詞（1 から 10）、パターン、幾何、一対一対応、基数性、数の合成・分解などを理解させることが明示され、それらをどのように教授するかについて詳しく書かれている。

Hayashi & Tobin (2015)によれば、日本の幼稚園教育要領には「固い」側面と「柔らかい」側面がある。「固い」側面は、健康政策（衛生管理、食の安全など）、生活スペースの面積（保育室や運動場の幼児 1 人当たりの面積基準）、時間・期間（登園日数、保育時間）といったものであり、この側面については具体的な基準が明示されている。一方で、「柔らかい」側面としてのカリキュラムや教育方法については、大まかな内容が記されているだけで、具体的な実践のあり方については各幼稚園現場に任されている面が大きい。数量については、保育内容「環境」において、「身近な事象を見たり、考えたり、扱ったりする中で、物の性質や数量、文字などに対する感覚を豊かにする」というように記されているものの、シンガポールのように、教師がどのように幼児の数領域の知識や算術を促したらよいかについて明示はない。

しかしながら、Whitburn(2003)によれば、日本の幼児教育実践は、幼児が小学校教育への準備やその生活に慣れることを促進している。例えば、幼稚園での活動を通して、幼児が集団行動と他の幼児のニーズを理解することは、彼らが小学校に上がった時に、共有する活動への責任と学習に対する積極的な態度を育成することに貢献しているという。また、幼稚園での日課活動、自由遊び、教師主導の活動を通して、幼児が小学校でより自立し、自信を持つような教育活動が行われている。さらに、日本の幼稚園では、体系的に文字と数を学習する時間がほとんど組まれていないが、その代わりに彼らは微細運動技能や細部への注意などを身につけ、それらがアカデミック領域の学習効果を促進しているとされる。

表 3.1 日本とシンガポールの典型的な幼稚園の一日（王，2014）

シンガポール		日本	
時間	活動内容	時間	活動内容
7:00-8:30	登園/自習/コンピュータ	8:30-9:15	登園
8:30-9:00	朝食	9:15-10:00	自由遊び
9:00-10:00	英語	10:00-10:30	朝の会・お祈り
10:00-11:00	計算	10:30-11:30	自由遊び/当番
11:00-11:30	室内遊び	11:30-12:30	昼食
11:30-12:30	シャワー/読み聞かせ	12:30-14:00	集団活動
12:30-13:30	昼食	14:00-14:30	降園
13:30-14:30	昼寝		
14:30-15:30	母語		
15:30-16:00	おやつ		
16:00-17:00	美術		
17:00-18:00	降園		

### （3）カリキュラムの相違

このようなカリキュラム上の違いは、それぞれの国の幼稚園の一日の流れ（デイリープログラム）の構成にも現れている。表 3.1 に両国の典型的な一日の流れを示したが、日本よりもシンガポールの幼稚園の方が、保育時間（教育時間）がかなり長いことが分かる。

教育時間の長さだけでなく、その時間の区切り方も大きく異なり、シンガポールでは小学校と同じような授業形式を採用しているのが一般的である（池田・山田，2006）。例えば、図 3.4 や図 3.5 のように、算数の授業（教師はその専科である）では、幼児に位取りや計算の方法などを教えている。更に、授業だけでなく、幼児の理解度を確認するために、図 3.6 と 3.7 のようにワークブックを使用したり、図 3.8 のようにテストを実施することも珍しくない。シンガポールでは、ナーサリー（満3歳からの保育園）から幼稚園への接続、および幼稚園から小学校への接続を円滑にするために、アカデミック領域の系統的なカリキュラムが組まれている（Tan, 2007）。

このように、シンガポールでは幼稚園の段階から系統的な算数教育を行っている。しかしながら、こうした幼児教育の現状について、シンガポールの幼稚園教師の全てが納得しているわけではない。筆者は様々なシンガポールの幼稚園に訪問し、調査を行ってきたが、教師たちから「もっと自由遊びを多くして、日常生活的な活動を幼児教育に導入して欲しい」と主張する教師も多かった。2006年に、シンガポールの教育省は“Teach less, Learn more”という方針を幼稚園を含む学校に導入した。こうした、「教えることを減らすことで、より多くの学びを」というスローガンにもかかわらず、シンガポールの激烈

### 第3章

な競争社会と Kiasuism の傾向をもつ親からのプレッシャーは根強く、シンガポールの幼児教育が、「教え込み」型の教育から脱却するのは一朝一夕ではない。



図 3.4 筆算の方法や位取りを教えるシンガポールの幼稚園教師（筆者撮影，2015）



図 3.5 幼児に計算課題を解かせている場面（筆者撮影，2015）



図 3.6 算数ワークブックに取り組む場面（筆者撮影，2015）

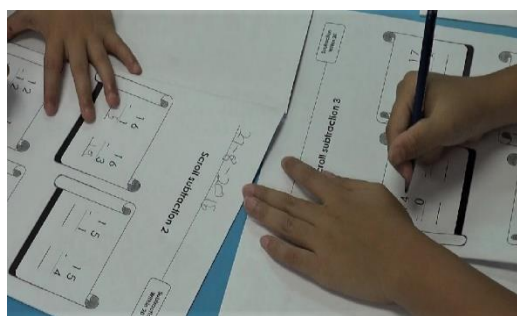


図 3.7 引き算の筆算を練習している様子（筆者撮影，2015）



図 3.8 算数のテスト場面（筆者撮影，2015）

一方、日本の幼稚園では、自由遊びや生活活動、行事などを基調とした保育が行われているのが一般的である。Holloway (2000)によれば、日本の「幼稚園は、幼児が日本社会でうまく機能するために必要な社会的・知的技能を習得するための不可欠な体験を提供できる中核的な施設」であり、「幼稚園は、日本の

### 第3章

社会的価値を守り、若い世代に伝えるという保守的な文化的機能を果たしている」(p2) という。社会性領域の育成を重視する日本の幼稚園において、アカデミックな領域はどのように扱われ、また幼児において発達していくのだろうか。ここでは、数領域に着目して、“カリキュラムショック”を受けた筆者が関心を持ったシーンを取り上げる。



図 3.9 立っている幼児が段ボールに入ると 5 人になる  
ということを伝える日本の教師 (筆者撮影, 2018)



図 3.10 「兄弟すずめ」のわらべ歌遊びで、教師は自分が 1 番、緑色の丸の幼児が 2 番、黄色の丸の幼児が 3 番ということを伝えた。  
(筆者撮影, 2018)

当初、「日本の幼児は一日中ただ遊んでいるだけで何も習っていないし、学んでいない」と見えた幼稚園に通う中で、図 3.9 や 3.10 のような場面に度々会うことになった。幼児たちはただ遊んでいるように思っていたが、徐々に教師が遊びの中に数的知識や概念を「埋め込み」ながら活動を行っていることに気がついた。図 3.9 では、段ボールを列車のようにして動かして遊んでいた男児が段ボールに入ったことをきっかけに、他の幼児たちも同じような遊びを始めた。すぐそばに座ってその様子を見守っていた教師は、自分も段ボールに入りたいが、すでに満員で入れないと躊躇する男児(ブロックのピストルを持っている)に、詰めれば入れると励まし、その際に手の 5 本の指を広げて、男児が入ると 5 人になる

ということを伝えた。これは計数や加法に関わる知識の支援を含んでいる。図 3.10 では、「兄弟すずめ」というわらべ歌遊びをする際に、3人組になり、リズムに乗って動く順番があることを伝えている。これは、序数に関する知識の支援を含んでいる。

#### (4) 活動に埋め込まれる数的要素

図 3.9 のような場面は、幼児たちの自発的な遊びをきっかけにしているので、教師の数的支援が偶然に依存しているようにも見える。しかし、日本の幼稚園ではこのような数的支援が生起する場面が日々の遊び、生活活動、行事などの中に極めて頻繁に認められる。榊原(2006)は、日本の幼稚園において数領域を含む活動や支援が豊富に「埋め込まれ」ていることを初めて実証的に明らかにした。それらの活動や支援は、自由遊び場面であったとしても、ランダムなものというより、教師たちの一定の見通しや支援方法、幼児の数的学習や発達に関する信念といった要素が、ある程度体系的に潜んでいるのではないだろうか。より具体的には、十進法や位取り、合成・分解といった、計数や計算を効率的かつ正確にする基礎となる数的知識や概念について、日本の幼稚園では、シンガポールのような明示的な教授法ではなく、教育実践の過程に埋め込むように支援が行われている可能性があるのではないか。以下では、シンガポールのような体系的な方法と、日本のような埋め込み型の方法の特徴について検討する。

### 第2節 体系的な数的支援 (Systematic Mathematical Support ; SMS) の特徴

先述のように、これまでの研究では、十進法や位取りの理解のためには体系的なフォーマル学校教育 (formal schooling) が必要であるとされきた(Geary, 1995; Naito & Miura, 2001)。Geary(1995)は数的能力を一次的なものと二次的なものに区分し、計数や単純な計算 (和が4以内) は生物学的な一次的能力だと主張している。一方、二次的能力は文化的過程において発達するものであり、よって文化によって二次的能力にはバリエーションが生じる。二次的能力には、十進法の理解やより桁の多い数を扱う算術などが含まれる。Geary(1995)は、二次的能力はフォーマルな学校教育によってのみ発達するものであり、子どもがこれらの能力を獲得するためには明確な指導が必要であると考えている。彼の考えは、Naito and Miura (2001)などのいくつかの研究で参照され、十進法の理解は、社会的要因や年齢的な違いのみならず、学校教育の程度によっても変化するとされている。したがって、これらの研究では、就学前の幼児期における十進法の理解とその活用については、悲観的な見方が導かれる。

ほとんどの先行研究では、紙と鉛筆を使った小学校での授業の文脈に目が向けられている。教師は、子どもの十進法理解を促進するために、書かれた数字を用い、算数の問題を提示し、教科書などの教材を使って、体系的に教える。こうした支援を、本研究では体系的な数的支援 (systematic mathematical support ; SMS) と呼ぶ。SMS は、体系的な授業を中心としたスタイルであり、そのプロセスでは Vygotsky の最近接発達領域(zone of proximal development)への働きかけが行われていると考えられる。例えば、Murata (2004) や Murata & Fuson (2006)は、日本の小学1年生を対象に、教師の支援によって、子どもが BMAT(break-apart-to-make-ten)<sup>1</sup>という十進法に基づく合成・分解の方略をどのように学ぶのかを検討して

<sup>1</sup> 加法課題を解答する際に、まず一の位の数をばらして10のまとまりをつくり、残った一の位の数と十の位の数を足し合わせる方略。例えば、 $9+4=9+(1+3)=(9+1)+3=10+3=13$ という計算プロセスである。



いる。授業では、教師は子どもの進捗と課題の難易度を考慮しながら、算数ブロック、書かれた数字、教科書やワークシートなどのメディアを用いて、支援の程度を調整している。

先に見たように、シンガポールでは幼稚園の段階ですでに SMS が採用されている。教師はホワイトボードを使って数字や式を示し、説明する。幼児は前に出て解答をし、フィードバックを受ける。また、ワークブックやワークシートを使って、加法や減法の筆算の練習を反復し、テストによって理解度を評価される。実は、筆算の習得については、シンガポールの幼稚園のナショナルガイドラインには記載されていないのだが、小学校に入学するとすぐに 2 桁の数の加法及び減法の筆算を習得しなければならず (Mathematics syllabus Primary one to six, implementing starting with 2013 Primary one cohort 2012), Kiasuism の文化もあり、多くの幼稚園では年長までに筆算による加法と減法を教授しているのである。シンガポールの幼稚園の場合でも、SMS のプロセスは小学校と類似しており、教師は算数用に用意された様々な教材を組み合わせ、幼児の理解に合わせて調整しながら教授を行っており、そのプロセスは基本的に最近接発達領域の理論に沿うものであると考えられる。

### 第3節 日本の幼稚園における埋め込まれた数的支援 (Embedded Mathematical Support ; EMS) の特徴

#### 1. 限られた実証研究

日本の子どもたちの優れた数的能力は、多くの国際比較研究 (例えば, Miura & Okamoto, 1989; Miura et al., 1993) や主要な国際学力調査において広く認められてきた。しかし、他のアジアの上位国(中国, シンガポール, マカオ, 香港, 台湾, 韓国など)とは異なり、日本の幼稚園や保育園では体系的な授業は行われていない。

アメリカと中国と日本の幼稚園を組織的に比較調査した Tobin, Wu, & Davidson(1989)によれば、日本の幼稚園教師や保護者の内、幼稚園の役割として学力向上を理由とする回答はわずか 2%であった。これに対して、アメリカでは 51%、中国では 67%が幼稚園の目的を学力向上だと回答した。こうした傾向は、Tobin らの中日米に関する続編においても指摘されている (Tobin, Hsueh & Karasawa, 2009; ただし、この研究は保育現場の観察とインタビューに基づいており、1989 年の調査のように質問紙は行われていない)。また、Sakakibara, Hatano & Inagaki (2001) によれば、授業の形式で幼児に算数を教えることに賛成する日本の幼稚園教師がほとんどいない。しかしながら、日本の幼稚園で数的支援が行われているのは確かであると思われる。

日本の幼児教育と幼児の数的発達との関係を検討した実証研究はわずかである。その中で、唯一この問題を系統的に扱ってきたのが榊原 (2006 など) である。榊原の調査によれば、日本の幼稚園教師は、「数」「算術」「空間幾何」「測定」「パターン」という数的領域の基礎となる 5 つの要素を幼稚園活動に間接的に埋め込むことにより、幼児の数的発達を促している(榊原, 2006, 2014; Sakakibara, 2014)。例えば、教師は製作の前に、配布する材料の数、サイズ、形について説明し、幼児に確認している。また、朝の会で、教師は欠席人数や出席人数について幼児に尋ね、確認するということを毎日行っている。このように、数的知識のみを取り出して教授する SMS ではなく、数的要素を幼稚園の遊びや生活活動に間接的

に埋め込むかたちで行われる支援を、榊原は埋め込まれた数的支援 (embedded mathematical support : EMS) と名づけている (Sakakibara, 2014)。

## 2. 導かれた参加としての EMS

EMS は、それが教育機関で行われているにもかかわらず、最近接発達領域の概念が想定するフォーマルな教授—学習過程とは異なる特徴を有している。それは暗黙的であり、進行する活動のより明示的な意味は人間関係や思いやり、自然との触れ合い (情緒や感覚の育成) にある。ある意味で、幼児は“知らず知らずの内に”数的知識を学んでおり、自分自身がなぜ、どのように計数や計算ができるようになったのか自覚しないまま進行する学習であり、発達である。

このような発達 (文化的発達) のプロセスは、Rogoff (2006) が「導かれた参加」 (guided participation) と呼んだものに近似する。Rogoff は、Vygotsky の最近接発達領域の概念の重要性を認めつつも、この考えが「特に学校教育に見られるやり取りや、学術的なディスコースや道具などを使う準備をすることに焦点化しているように見受けられ」、「教育的かかわりに焦点化すると、子どもの学びにとっては重要な、他のかかわりを見過ごしてしまいがち」であると述べている (p.372)。そして、「明らかに教育的な状況はもとより、それ以外でも生じる学びの協働的性質についてより広い見地から考える」 (p.373) ために提唱したのが、導かれた参加という概念である。Rogoff は、個人の発達とコミュニティの変化を共同構成的に捉えることを重視しており、個人がコミュニティにどのように「参加」しているかというパターンないし規則性 (regularity) のことを総称して導かれた参加と呼んでいる。

導かれた参加には、2つの基本的過程があるとされている。1つは、「互いに意味を橋渡しすること」であり、もう1つは「参加を相互に構造化すること」である。「互いに意味を橋渡しすること」というのは、そのコミュニティの参加者が、互いの物の見方をその都度調整しながら共同的な営みを成立させていく過程である。「参加を相互に構造化すること」とは、コミュニティの参加者が、活動における互いの関わり方を調整し、構造化していく過程である。この過程には大きく2つのパターンがある。「大人と子どもの活動を分離するやり方」では、フォーマルな学校教育のように、大人と子どもの活動を分離して、いわゆる IRE 連鎖 (Initiation-Reply-Evaluation) のようなクイズ形式のコミュニケーションが大多数を占める。「大人と子どもの活動を分離しないやり方」では、展開していく活動を子どもが注意深く観察することを促し、自発的に真似をしたりやってみようとする姿を重視する。

この2つのパターンを想定した時、日本の幼稚園では、多くの場合後者のパターンによって活動への子どもの参加を促しているように思われる。図3.9で考えてみると、ある男児が始めた「段ボールの中に入る」という遊びに関心を持った幼児が集まり、徐々に目的が共有されていく。その過程を見ていた教師は、入りたいけれど入れないでいる男児の気持ちを理解しながら、男児が入るきっかけとして「5人になる」という意味を与え、それによって他児も男児を受け入れやすくなる文脈を用意している。ここで日本の幼稚園教師は、幼児同士の意味を橋渡しして共同の営み (遊び) を成立させ、幼児たちもまたそれを受け入れている。こうした過程は、IRE 連鎖のように教師が主導して展開しているのではなく、まず活動の展開があり、その活動にそれぞれの参加者 (幼児および教師) が関心を持ち、徐々に互いの関りが構造化されていく統合的な過程である。日本の幼稚園では、このような複雑な統合的過程に埋め込まれるかたちで、数的要素が扱われ、また数的支援が行われていると考えられるのである。

このように EMS は、一般に想像されるよりも複雑な過程であり、同時に重要な数的知識に関わる情報も統合されていることが多い。例えば、教師と幼児と一緒に長縄跳びをする際に、跳んでいる回数 of 全て

の数ではなく、10, 20, 30, 40 等の 10 の倍数部分の数だけで強調して大きな声で数えたり、10 を底 (base) として人数や道具の数を分けるなど、十進法を促進する場面が日常的に観察できる(オン, 2018)。また、教師が数的要素を活動に埋め込む確率は、活動における数の必要性によっても変化する。教師は園児が野外で泥遊びをする時よりも、縄跳びをする時に、数的要素をより埋め込むかもしれない。跳んだ回数を数えたり、記録を模造紙の表に書いたり、“級”や“段”を設けて検定の活動にするなどは、日本でしばしば見られる実践である。一方で、日本の教師は幼児たちの数的発達に合わせて、課題とする内容や素材、道具などを調整していることも示唆されている(榊原, 2014)。

以上から、SMS とは相対的に異なる EMS という数的教育実践のパターンについて、実証的に明らかにすることには価値がある。つまり、一見数的支援には見えない活動の中に、どのような数的知識が埋め込まれ、そこに幼児たちがどのように参加しているのかを知ることは、日本の幼児教育と幼児の数的発達との関係を解く鍵があると考えられる。また、榊原(2006, 2014; Sakakibara, 2014)の先駆的な研究の意義を認めつつも、彼女の研究では教師主導となる設定場面のみが分析対象となっており、日本の幼稚園における EMS の導かれた参加 (Rogoff) としての特徴が最も鮮明に現れると考えられる、自由遊び場面を含む事例分析が必要であると考えられる。

#### 第4節 EMS に関わる表象形式と活動要素

##### 1. 「現実生活」という表象形式

日本の幼稚園における EMS を検討するにあたり、いま一つ取りあげておきたい内容がある。それは、EMS を効果的なものとしている「表象」の形式や活動要素である。我々が紙とペンあるいは電卓を使って計算をする場面を想起すれば明らかなように、数的処理においては「書かれた(表示された)数字」という表象を操作することが多い。しかしながら、実際には、数的処理には様々な形式の表象が関わっている。

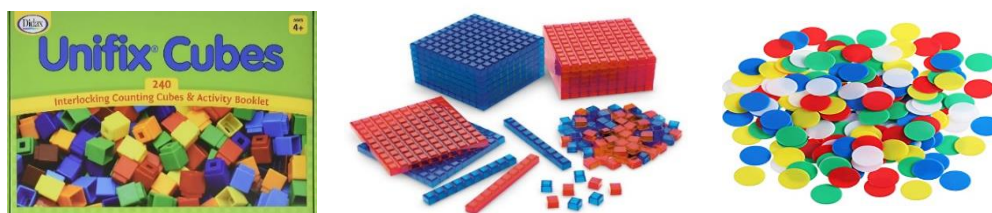


図 3.11 操作的具體物の例

(Unifix キューブ (左), Base-10 blocks (中央), Counting chips (右))

Lesh, Post & Behr (1987)によれば、数に関わる表象には、「操作的具體物」(manipulatives)、「書かれた記号」(written symbols)、「発話」(verbal symbols)、「図像」(pictures)、「現実生活」(real life representation)、という5つの形式に区分することができる。この内、操作的具體物は、自分の手で触りながら操作することのできるものであり (Clement, 1999)、子どもの数的学習を促す表象であると考えられている (Reys et al, 2007)。例えば、図 3.11 に示したような Unifix キューブ、base-10 blocks、counting chips は、算数の授業でよく使用されている (Swam & Marshall, 2010)。

書かれた記号及び発話は、記号的表象に属する。それらは、数字、数式、またはその他の数値、代数、幾何学の概念を表するために使用される文字、数字、記号を指す。図像とは、手書きスケッチ、またはコンピュータで作られたイラスト、画像に相当し、常に具体物が描かれる。それ以外にも、写真、手書きの絵、正の字、図、表なども含まれている(Ainsworth, 1999; Tabachneck-Schijf & Simon, 1998)。現実生活 (real-life representation)とは、日常生活における数に関係する出来事を指す。具体的には、店で会計をしたり、料理を作る際に具材の量を計量するときなどである(Clements, 1999)。

実は、ほとんどの先行研究では、操作的具體物に目が向けられてきた。多くの研究者や教師は、操作的具體物の具體性が、学習者の数的学習を促進すると主張している (Marley & Carbonneau, 2014; Carbonneau & Marley, 2015)。操作的具體物の使用は、具體的思想と抽象的思想との架け橋を築く効果があると考えられている。しかし、操作的具體物を使ったからといって子どもが様々な数概念を“魔法”のように理解できるわけではない。数的発達研究の泰斗である Baroody (1989)は、“Manipulatives don't come with guarantees”という論文の中で、操作的具體物は子どもの数的学習における重要な道具であるが、道具を使うだけでは不十分であり、操作的具體物を注意深く使わなければ、意味のある学習は行われないと注意を促した。

一方、日本の幼稚園に目を転じると、算数ブロックなどの操作的具體物を用いた系統的な算数教育はほとんど行われておらず、自由遊びや生活活動、行事などの活動を通して、「現実生活」の表象形式で数的要素が扱われていることが多いのではないかと推測される。それは、ままごとやごっこ遊び、生物の飼育、自然物での遊び、栽培や調理、製作活動など、多くの場面で現れていると考えられる。そのため、日本の幼稚園の EMS を分析するためには、幼児と教師が日常的に行っている自由遊びを中心に広く観察を行い、数的要素が埋め込まれている現実生活の表象形式がどのように扱われているのかを検討する必要があるだろう。

## 2. 音楽と身体動作

更に、本研究で注目したいのが、音楽や身体動作という活動要素である。榊原 (2006)によれば、日本の幼稚園における数を含む設定活動の内、頻繁に観察された活動の種類は、歌(20%)、製作(17%)、運動・器械体操(10%)、ダンス・リズム体操(9%)であった。つまり、日本の幼稚園において、EMS が生じやすい活動要素には、音楽や身体動作を伴うものが非常に多いと考えられる。それはなぜなのだろうか。また、音楽や身体動作と数的発達には、どのような関係があるのだろうか。以下でその点を検討する。

### (1) 音楽を伴う活動

音楽には、メロディー、リズム、音程、音階、ハーモニー、調律、音律などがある。そして、これらの音楽の概念要素は、比率と数値関係、整数、対数と算術演算、代数、確率、三角法、幾何学などの様々な数の概念と密接に関連している(An, Capraro, & Tillman, 2013; Beer, 1998; Harkleroad, 2006 など)。そのため、音楽を数学の授業に取り入れることによって、生徒の学習態度のみならず、成績も向上することが示されている (An, Capraro, & Tillman, 2013; An, Ma & Capraro, 2011 など)。音楽は美学の一形態であることから、それを子どもの学習過程に取り入れた結果、より豊かで感情的に刺激的な数的学習の文脈になる傾向が見られたとの報告もある(Eisner, 2002; Sylwester, 1995; Witherell, 2000)。更に、An, Capraro, & Tillman (2013)や Shilling (2002) などのいくつかの研究から、音楽活動を通して子どもはより楽しく意味のある経験をもつことにより、様々な数概念を身につけることが可能になるとの見解もある。つまり、数的要素が埋め込まれた音楽活動は、幼児の数的発達を促進する重要な役割を果たしている可能性がある。

日本の幼児教育では、音楽は、幼児を育むための欠かせない要素の一つとして高く評価されているよ

うである。ほとんどの幼稚園教師や保育士はピアノを弾くことができ、幼稚園や保育園の各保育室にはピアノやキーボードがあるのが一般的である(Tobin, Wu, & Davidson, 1989)。教師は、言葉の代わりに音楽的な合図を使い、子どもにある活動から他の活動への移動を促したり、彼らの行動や活動のペースを変化させたりする(Fujita & Sano, 1988; Tobin, Wu, & Davidson, 1989)。榊原(2006)によれば、歌の歌詞は、数、空間幾何、測定に関わり、歌を歌う際に、教師は数、大きさ、形を身体的なジェスチャーによって表現することも多いという。日本の数詞システムは十進法とよく一致し、幼稚園教師も含めて、日本人は、10が区切りの良い数字であるという意識を強くもっているように思われる。そのため、歌を歌っている時にも、教師が10の倍数の数を強調したり、10を区切りとした数え歌(「いちじく にんじん」など)が導入されることも多い。しかし、日本の幼稚園教師が、数的要素が埋め込まれた音楽活動を通して、どのように十進法など数概念に関わる支援を行っているのかについて、取り上げた研究は見当たらない。

## (2) 身体動作を伴う活動

発達心理学では、これまでも認知過程と身体との密接な関係が提起されてきた。Piagetの認知発達理論においても、その最初の段階である感覚運動期では、乳児が身体を使って環境に働きかけ、感覚的なフィードバックを得て、次の運動を展開し高次化するという点に着目されている。近年の研究でも、子どもの体力と学校の成績には正の相関があることが繰り返し報告されている(Chomitz et al., 2009; Singh et al. 2012など)。身体活動と認知脳機能との関係(Flöel et al., 2010; Greenwood et al., 2009)や、運動が心拍数と血液循環を加速し、脳に酸素を供給し、学習能力を高めることも分かっている(Jensen, 2005; Vaynman & Gomez-Pinilla, 2006)。

子どもの数的発達・学習と身体との関係についても多くの研究で指摘されている。Gallistel & Gelman(1992)や Gelman & Gallistel(1978)は、幼児が指を使用することによって、一対一対応と安定順序の理解を促進することができると報告している。また、浅川・杉村(2011)や Asakawa & Sugimura(2014)によれば、幼児の手指の巧緻性が、彼らの計算能力と一定の関係があることを明らかにしている。教師の身振りと生徒の数的学習の関係についても研究されている。Alibali, Nathan & Fujimori(2011)によれば、生徒が数学の授業の重要な部分に注意を向けるために、教師は身振りを使っている。教師の身振りは、情報を伝達したり、強調を表現したり、教室の相互作用を促進したりするためにも有効であることが分かっている。

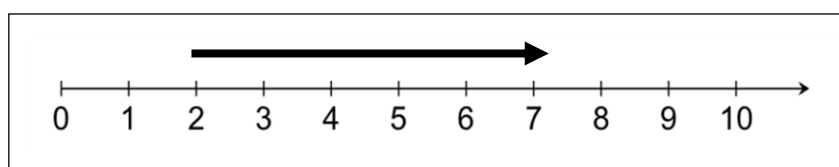


図 3.12 心的数直線の例

Lakoff & Nunez(2000)は、数学は空間表現(表、数値線など)と関わっているとし、数的概念の身体性を主張している。例えば、図 3.12 のように、「 $2+5$ 」という加法課題を解答する際に、我々は数直線上で数字が2から7へと移動することを表象している。算術を行う際に、幼児もこのような図を心的に思い描き、数が多くなるにつれてより右側に数詞が移動するという視覚的に理解し、「数の移動」を表象しているとされる。

このように、音楽に加えて、身体動作を伴う活動は、子どもの数的発達を促進する効果があると考えられている。榊原の研究で明らかにされたように、日本の幼稚園において音楽や身体活動を伴う活動は、

### 第3章

EMS が生起する活動の中でも中心的な役割になっている。教師自身もあまり意識しない内に EMS が多く行われているという事実と、そうした活動では音楽や身体動作を伴っていることが多いという事実は、おそらく日本の幼児教育のパターンが含む必然的な両面ではないかと考えられる。

## 第4章 本研究の目的と構成

### 第1節 目的の概略

本研究は、幼児の数的発達における文化的側面に着目する。その際、現代の工業化社会においては、幼児の数的発達の基礎に影響を与える主要な実践は幼稚園や保育園での幼児教育実践であると考え、幼児教育実践と幼児の数的発達との相互構成的関係について検討する。その焦点は、日本の幼稚園における暗黙的な実践である埋め込まれた数的支援(EMS)と、日本の幼稚園に通う幼児の数的発達との関係を明らかにすることである。そのために、日本と対照的な幼児教育を行っているシンガポールとの比較を方法的に採用する。

まず、両国の典型的な幼稚園を舞台に、それぞれの幼稚園に通う幼児の数的発達の特徴、とりわけ十進法の理解と活用における特徴を明らかにする。そこでは、筆者が独自に開発した加法課題を中心に実験的な手続きによって検討する。シンガポールの幼児は、幼稚園で主として筆算の方法を用いて数的課題を解いている。これに対して、そもそも日本の幼児は幼稚園で明示的な算数教育を受けていないため、書かれた数字や式を媒体とした課題だけを用いたのでは、両国の幼児の数的発達とその特徴を適切に検討することができない。シンガポールに対して、日本の幼児は、幼稚園で書かれた数字や式のような表象形式ではなく、現実生活の形式で数的要素に接していることが多いと考えられる。そして、その多くの活動では、音楽や身体動作を伴っている。数え歌や出席確認などの場面を想像したとき、そこでは数的要素は「声」と「ジェスチャー」によって表象されている。第2部で詳しく見るように、単に記憶から答えを検索するのではなく、何らかの計算過程を経て解答を導き出しているかどうかを確認するためには、「2桁+2桁」のような比較的大きな数を扱う課題を実施する必要がある。そのため、ジェスチャーで課題を提示することは困難であることから、本研究では「声」すなわち算数(加法)課題を読み上げて聴覚的に提示する課題を用意する。多くの日本の幼児にとって書かれた数字や式(つまり、視覚的提示)に対応することに馴染みがないように、多くのシンガポールの幼児にとっては聴覚的に提示される算数課題に対処することには不慣れであろう。同じレベルの課題を視覚的提示と聴覚的提示で実施することにより、実験の妥当性を確保するとともに、両国幼児が十進法をどう理解し、どう活用しようとしているのかという特徴の違いをも検討することができると考えられる。

次に、日本の幼稚園におけるEMSのパターンを自然観察法によって詳細に検討するとともに、日本の幼稚園で頻繁に実践される音楽や身体動作を伴う数的活動に着目することで、EMSの特徴を明らかにする。EMSの分析においても、幼児の実験結果との関連を探るために、十進法に関わる活動内容や支援に着目する。日本の幼児教育実践のパターン、すなわちRogoffの述べる導かれた参加としてのEMSの規則性を明らかにすることにより、実験研究で示される日本の幼児の数的発達の特徴との関連を検討することができるだろう。

最後に、日本の幼稚園教師たちが、幼児の数的発達と教師の支援との関係をどのように考えているのかについて、インタビューを通して検討する。その際、シンガポールの幼稚園教師の信念との比較を行うことによって、日本の幼稚園教師の信念の特徴をより鮮明にできるだろう。教師の信念を検討することにより、実験によって明らかにする幼児の数的発達の特徴と、日本の幼児教育実践におけるEMSの規則性との相互構成的関係について総合的に検討することが可能になると考える。

## 第2節 各研究の概要

以上、本研究の目的の概略を踏まえ、ここでは第2部の各章（各研究）の内容と目的について具体的に述べる。

まず、第5章（研究1）では、日本とシンガポールの幼稚園に在籍する幼児を対象とした実験により、両国幼児の十進法の理解とその活用の実際を明らかにする。従来、十進法の理解と活用は就学後に発達すると考えられてきたこともあり、ほとんどの研究は小学校1年生を対象としてきた。本研究では、これまで十分検討されていない日本の幼児（年長児）に焦点を当てる。筆者らの先行研究（Ong, Kawata & Takahashi, 2016）によって、日本の幼児が「2桁+2桁」のような難易度の高い加法課題を解くことが明らかになっているが、第5章では、彼らの数的発達の特徴をより明確にするために、解答方略を詳細に分析する。

第6章（研究2）では、第5章の結果を補完し、また補強する実験と質問紙調査を行う。日本の幼稚園に在籍する幼児を対象に、彼らの加法課題の成績および解答方略と、数的表象構造（10のまとまりを活用するかどうか）に関する課題との関係を明らかにする。これにより、日本の幼児においていかに10のまとまりの構造が根づいているかを明らかにする。質問紙調査では、実験の対象となった幼児が通う幼稚園の保護者に家庭での数に関わる経験や習い事など、幼稚園以外での数的学習の機会や保護者の信念を調べ、実験に参加した幼児とその保護者の質問紙結果のマッチングデータ（幼児の実験データと保護者の質問紙データがそろったもの）も活用することにより、幼児の数的発達と幼稚園の実践との関連をより明確にする。

続いて、第7章（研究3）と第8章（研究4）は、日本の幼稚園におけるEMSの特徴を明らかにすることを目的とする。自由遊び、生活活動、行事等を基調とし、幼児の自発的な遊びを重視する日本の幼児教育の典型的な実践を行っている幼稚園をフィールドとし、約1年間に渡る自然観察を通して収集されたEMSの事例を分析する。第7章では、まずEMSの下位分類となるパターンを抽出し、その特徴を記述するとともに、活動の内容と数的要素との関係に注目して一定の構造的把握を試みる。この作業を通して、幼児教育実践に「埋め込まれ」ているEMSを可視化する概念セットを提供する。

第8章では、更に、日本の幼稚園のEMSの中でもとりわけ大きな重みを持つ、音楽や身体動作を伴う活動に焦点を当て、それらの活動要素によって、EMSがどのような特徴を備えるのかを明らかにする。日本の幼児教育では、一般に社会性領域の育ちを期待しているとされ、日本の教師たちもそれを自覚している。そのために、音楽や身体動作を伴う活動も社会性や情緒の発達の文脈が強調されがちであると考えられる。ここでは、それらの活動に、EMSとしてどのような特徴が数的領域の発達を促すことにつながっているのか、そして、それがいかに社会性領域と統合されるかたちで展開されているのかを明らかにする。

最後の第9章（研究5）は、実験的に示された幼児の数的発達と、観察によって得られたEMSの特徴の橋渡しをする役割がある。すなわち、日本の幼稚園教師たちが、幼児期の数的発達の特徴をどのように捉えているのか、どのような支援が適切であると考えているのかといった信念を分析することによって、数的発達と幼児教育実践との相互構成的関係を考察する。方法として、ビデオを用いた多声的エスノグラフィー（Video-cued multivocal ethnography；Tobin, Hsueh & Karasawa, 2009）を採用する。この方法は、主題に関わる教育実践のビデオクリップを映像刺激として、その映像に登場する教師、同じ園の他の教



師、同じ国の他の園の教師というように様々な立場からの「声」を集めることによって、映像で起こっている出来事の意味の理解を深め、教師たちの信念を明るみにすることを目的とする。更に、国際比較の視点を入れ、それぞれの相手国の教育実践に対する「声」を集めることもできる。第9章では、日本の幼稚園の映像と、シンガポールの幼稚園の映像を刺激として用意し、日本の教師とシンガポールの教師から「声」を集めることによって、日本の幼児教育における EMS の特徴と幼児の数的発達の特徴との関連づけを支えるデータとする。

以上、本研究は実験、観察、質問紙、映像刺激を用いたインタビュー法を用いた混合研究法のアプローチにより、日本の幼児の数的発達と幼児教育実践との相互構成的関係についての総合的な議論を行うことを目指す。

## 第 2 部 実証研究

## 第5章 日本における幼児の十進法の理解と活用 ：シンガポールの幼児との比較を通して（研究1）

### 第1節 問題と目的

#### 1. はじめに

幼児期における数的発達、就学後の数的学習と能力を支える重要な基盤であると言える（Duncan et al, 2007 など）。したがって、幼児期において、幼児がどのような数概念を身に付けるのか、それらはどのように育まれるのかということが、就学後の数的知識の獲得や構成に密接に結び付くだろう。これまで、研究者は、幼児が一桁の足し算に解答する際に、「単純な数え」、および「検索」をどのように用いているかに基づき、彼らの数的能力を評価するのが一般的であった（Bisanz et al, 2005）。しかし、幼児はより桁の多い数を扱う算術をどう解答するのか、またそれらの課題を解答する際に、十進法に基づく合成・分解の方略などのより高次で効率的な方略をどのように用いるのかについての研究はまだ十分に進んでいない。

一方で、国際比較研究では、十進法の「明確性」（degree of transparency）は、英語の数詞システムよりも、東アジア諸国語の数詞システム（中国、韓国や日本を含む）の方が高く、このことは、就学前の段階においても、英語圏の幼児に比べ、東アジアの幼児の方が十進法と位取りの理解が優れている傾向を明らかにしている（Miura et al., 1994; Miura & Okamoto, 2003）。

東アジアの子どもの数的能力は、TIMSS（国際数学・理科教育動向調査）やPISA（OECD生徒の学習到達度調査）のような国際的な学力調査（Mullis et al., 2012; OECD, 2019）で高く評価されているが、それは東アジア諸国語の数詞システムの表記が十進法の規則とよく一致しているだけではなく、幼児期において既に十進法の理解が進んでいることも関わるのではないだろうか。これまで、東アジアの幼児が十進法を理解しているということが指摘されているが（Miura et al., 1994）、それを活用して数的課題をどのように扱うのかについては未解明である。

#### 2. 課題の難易度と方略との関連

小学校に入学する前に、幼児は、自らの文化における様々な数的要素が埋め込まれた活動に参加し、その中で基本的な数の概念を身に付けている。それらの数の概念のうち計数以外に、幼児も生活活動において算術（加法、減法など）を含む場面によく接し、その概念を自然に育てている。Fuson & Kwon (1992)によれば、主な計算方略には、数え上げ(counting-all)、数え足し(counting-on)、合成・分解(decomposition)、検索(retrieval)、推測・説明不能(guessing or unknown)の5つがあるという。他の研究(Geary et al, 1996; Shrager & Sielger, 1998等)も参考に、Fuson & Kwon (1992)に基づきながら主要な方略を説明すると、以下の通りである。

「数え上げ」とは、例えば、「 $5+7$ 」の場合に、子どもが1から12まで1つずつ数えていく方略である。これに対し、「数え足し」では、同じ問題の場合、「5」を心に留めておきながら、6から12まで数えていく方略である。本研究では、「数え上げ」と「数え足し」をあわせて、「単純な数え」と呼ぶ。

「合成・分解」とは、子どもは被加数と加数をより小さな数に分解した上で、それらを合成することによって計算を単純化する方略である。例えば、「 $11+15$ 」の場合、それぞれの十の位だけを足し( $10+10=20$ )、一の位だけを足し( $1+5=6$ )、その後でそれぞれの和を更に足し合わせる( $20+6$ )ことにより、「26」という解を得る。この「合成・分解」において、十進法の理解が有利に働くことになる。「検索」は、解答を長期記憶から直接想起するものであり、実際には計算とはいえない方略である。

ところで、子どもは、算術課題に解答する際に、一つの方略のみ用いるわけではない。課題によって、使用する方略が変わるのが一般的である。使用する方略を左右する要因の内、最も影響を及ぼすのは「課題の難易度」である。例えば、子どもは容易で馴染みのある課題（「1桁+1桁」など）を解答する際には、検索を使用する傾向がある。一方、より桁の多い数を扱う課題に解答する場合には、検索では対応できないため、計算を必要とする方略に切り替えることになる(Lemaire & Callies, 2009; Siegler & Shipley, 1995)。

Shrager & Sielger (1998)は、方略を選ぶ過程は効率性と正確性との競合であると述べている。例えば、就学前の幼児は、容易な課題よりも、和が20以上の加法課題を解答する際に、「数え足し」(counting-on)というより高次の方略を使用する傾向があることが明らかになっている(Siegler & Jenkins, 1989)。また、他の研究では、子どもは、和が10以下の課題よりも、和が10以上の課題を解答する際に、合成・分解の方略をよく使用するという傾向が示されている(LeFevre, Sadesky & Bisanz, 1996)。これらの研究により、課題の難易度が上がるにつれて、より効率的で高次の方略の使用が増えていくことが示唆される。

### 3. より桁の多い数を扱う課題と十進法に基づく合成・分解の方略

幼児にとって、より桁の多い数を扱う課題を解答することは、決して容易なことではない。特に、単純な数えを用いる場合は、面倒だけでなく、誤算の確率も高くなる。しかし、十進法に基づく合成・分解の方略のようなより高次の方略を用いた場合、より桁の多い数を扱う課題を効率的かつ正確に解答できる(Laski, Ermakova, & Vasilyeva, 2014; Laski, Schiffman, Shen, & Vasilyeva, 2016)。それはなぜだろうか。

十進法に基づく合成・分解の方略では、ある加法の課題の各数を十の位と一の位に分解し、それぞれの位の数を合計してから、両方の位の合計をまとめる、という手順をとる(例えば、「 $24+13$ 」では、 $20+10=30$ ,  $4+3=7$ ,  $30+7=37$ )。つまり、十進法に基づく合成・分解の方略は、単純な数え(例えば、「 $24+13$ 」では、1から37まで数える)よりも、計算を単純化して効率的に解答できると考えられる。しかし、十進法に基づく合成・分解の方略を用いるためには、子どもは十進法の概念を理解していなければならない。さらに、位取りや数の合成・分解は、十進法の基礎となる2つの主要な数的原理であるため、これらの原理も理解しなくてはならない。ところが、幼児にとって、それは容易なことではないだろう。まず、位取りとは、一、十、百などの単位を表し、各桁の位置がその数値の大きさを決定しなくてはならない。例えば、その知識を持っている子どもは、253は200足す50足す3に等しいと理解するだろう。次に、数の合成・分解とは、全ての正の整数「 $n$ 」が、それらの数値の大きさに関して「 $n$ 」よりも小さい2つ以上の他の数から構成されると共に、2つ以上の数に

分解されても、再び合成されれば、正確に「 $n$ 」になる、という原理を理解することが必要である。例えば、7は5と2に分解されたり、4と3に分解されたりするが、いずれも再び足し合わせれば「7」になるという理解である。そのため、多くの研究者は、子どもが十進法の概念を理解できるのは小学校以降だという悲観的な見解を持ってきた(Geary, 1995; Naito & Miura, 2001)。

しかしながら、近年、十進法の理解は、幼児の数的発達に対し、重要な要素の一つであることが広く報告されるようになった(Geary, 2006; NCTM 2000)。例えば、十進法の理解は、より桁の多い数を扱う課題を解く過程を促す効果があるだけではなく(Fuson & Briars 1990; National Research Council, 2001)、合成・分解の方略の使用と数的能力の促進に密接に関わることが明らかになっている(Laski et al., 2014)。ただし、これまでの十進法の理解と算術を扱う過程との関わりを中心とした研究は、理論的分析が中心で、実証的にとらえたものは少ない(Geary et al, 2013; Laski et al, 2016 など)。では、幼児は十進法に基づく合成・分解の方略をどのように用いるのだろうか。また、より桁の多い数を扱う課題にどのように解答するのだろうか。これらについて、より実証的な研究が求められる。

こうした中、Laski et al (2014)は、アメリカ、ロシア、台湾の幼稚園に通っている6歳児がどのように合成・分解の方略を用い、加法課題に解答するかを検討した。具体的には、彼らの研究は、「1桁+1桁」(例えば、 $6+3$ )に限らず、「1桁+2桁」(例えば、 $5+22$ )の加法の課題も含み、特に、それらの課題に解答する際に、幼児はいかに合成・分解の方略を用いるかを探った。結果として、他の先行研究と同様に、「1桁+2桁」の加法課題を単純な数えによって解答する幼児がほとんどであった。しかし、各国の幼児は、数的表象構造に関する課題で提示された半数以上の2桁の数を10のまとまりによって作った。例えば、図5.1のように、幼児は、10のまとまりのブロック(3個)と単数のブロック(4個)を用い、「34」を作った。こうした結果を踏まえると、幼児たちは十進法に対して一定の理解を示していたのではないかと思われる。にも関わらず、幼児は「1桁+2桁」の加法課題に解答する際に、なぜ合成・分解の方略を用いなかったのだろうか。その原因の一つとしては、「1桁+2桁」の加法課題の性質に関わると考えられる。例えば、その課題の一つ「 $4+38$ 」を解答する際に、それぞれの数を10の位と1の位に分解するよりも(例えば、 $38+2=40$ ,  $40+4=44$ ,  $44-2=42$ )、数え足し(つまり、38を心に留め、39から42まで数える)の方が簡単で効率的であると考えのではないのだろうか。このように、「1桁+2桁」の課題では、幼児は合成・分解の方略ではなく、単純な数えによってそれらの課題に解答する可能性が高いと考えられる。

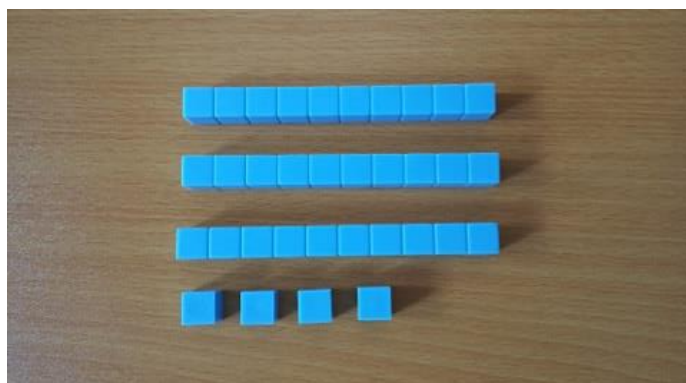


図5.1 数的表象構造で“10のまとまり”のブロックを用いた解答例(撮影:著者, 2020)

以上を考えると、幼児がどのように合成・分解の方略を用いて、加法課題を解くのかをより明らかにするためには、単純な数えでは対応しにくい課題、つまり、「2桁+2桁」の加法課題(例えば、 $12+13$ ,  $23+19$ )を盛り込む必要がある。

#### 4. 日本とシンガポールの共通点と相違点

本章では、2つの主な理由により、日本とシンガポールの幼児を比較対象とする。第1に、学校教育の段階において、TIMSS や PISA などの国際学力調査で、両国の数学的リテラシーや科学的リテラシーが常にトップ10であることから (Mullis et al., 2012; OECD 2019), 数的発達に対する期待が高い国であることである。近年、筆者ら (Ong et al., 2016) は、両国の幼児 (年長児相当) が、「2桁+2桁」などより桁の多い数を扱う課題にも解答できることを明らかにしている。

第2に、両国の幼児は、日常生活や幼稚園などの場面で十進法によく一致した数詞システムを用いていることである。日本の幼児は、日本語の数詞システムを用いており、シンガポールの幼児は、中国語の数詞システムを使用している<sup>2</sup>。特に、日本語と中国語の数詞システムは、幼児の十進法の理解を促進する効果があり、十進法に基づく合成・分解の方略を実行する過程を支える共通の土壌であると言える。それを踏まえつつ、以下では両国幼児を取り巻く環境の共通点と相違点について整理を行う。

##### (1) 共通点：数詞システムの効果

第2章で述べたように、日本とシンガポールの両文化が用いている数詞システムは、十進法の「明確性」が高い、という共通点を持っている。数詞システムにおいて十進法の「明確性」が高いという特徴は、子どもの数的発達と学習を促進する重要な要因の一つと言える。

##### (2) 相異点1：視覚 vs 聴覚によって数を認識する場面

筆者ら (Ong et al., 2016) は、両国の幼稚園児 (年長児相当) 多くが、「2桁+2桁」の加法課題にも正しく解答することを明らかにしたが、更に興味深いことに、両国の幼児のパフォーマンスは、加法課題の提示形式によって異なることであった。具体的には、日本の幼児は聴覚的提示による課題 (課題を一問ずつ読み上げる形式: Oral Arithmetic, OA) で、シンガポールの幼児は視覚的提示による課題 (カードに加法課題を一問ずつ記したものを幼児に見せる形式: Written Arithmetic, WA) で、それぞれ有意に高いスコアを示したのである。筆者らは、こうした傾向がそれぞれの幼稚園教育のあり方と密接に関わるのではないかと主張した。

例えば、シンガポールの幼稚園教育では、アカデミックな学習が重視されており、算数の授業もある (Aunio, Ee, Lim, Hautamaki, & Luit, 2004)。そこでは、ワークブック、教科書、ホワイトボードなどを用い、数を教えたり計算をしたりしている。つまり、シンガポールの幼児にとって、視覚的に数を認識し、処理する経験は日常的に慣れ親しんだものである。

一方、日本の幼稚園教育では、基本的に自由遊び、生活活動、行事などを基調とした保育が行われている (Sakakibara 2014)。その中で、教師と幼児は、身体動作を伴う活動や音楽を伴う活動を多く行っている。教師はホワイトボード等に数字を書いてみせることは少なく、たいていの場合には声に出したり、指や身振りをを用い

<sup>2</sup> シンガポールの幼稚園では、一般に英語が使われているが、母語、特に中国語の学習 (中華系はシンガポールの人口の75%を占める) も幼稚園教育の一部である。つまり、多くのシンガポールの幼児は、中国語の数詞システムを用い、数唱したり、もの、および数を数えている様子が珍しくない。

て幼児たちに数や計算に関わる内容を伝えている。このように、聴覚的・身体的に数を認識し、扱う経験は、日本の幼児にとってより日常的なものである。

ただし、筆者らの研究 (Ong et al., 2016) では、課題成績に絞って分析を行うにとどまり、両国の幼児が加法課題を具体的にどのように解いたのかについて詳細は不明であった。幼児たちの“解き方” (方略) を解明することで、彼らの数的理解と、日常経験との関係をより具体的に考察できるだろう。

### (3) 相異点2：生活と自由遊びを通した保育 vs 教え込みの授業

日本の幼稚園を訪れると、比較的自由的な遊びや生活活動の中で、ごく“自然”に十進法を促す場面が見られる。例えば、教師と幼児と一緒に収穫した芋を、10 のまとまりごとに全て分けたり、幼児全員が外遊びをする前に10秒以内に整理したりするなどである。一方、Miuraらの研究(1988)では、東アジア(中国、韓国、日本)の小学1年生と韓国の幼稚園児(年長児相当)の対象者は、十進法に関わる指導を受けていないにもかかわらず、その概念を理解していることが解明されている。その結果を踏まえ、Miura, et al (1993)は、東アジアの幼児が保育園、幼稚園などでの様々な経験の積み重ねの中で、十進法の概念を獲得している可能性があるとして主張している。このように考えると、日本の幼稚園でよく行われている自由遊び、生活活動、行事などを中心とした保育は、幼児が十進法の理解を支える豊かな土壌であると推測される。

日本とは対照的に、シンガポールの幼稚園では、幼児は、常に正式な算数の授業を受けている(Aunio et al. 2004)。授業では、教師は一般に筆算により加減の方略を教えている。例えば、第3章で見たように教師は、筆算の手続きや位取りを丁寧に幼児に教える(図3.7)。更に、理解度を確認するために、ワークブックやワークシートを用いて、「1桁+1桁」や「2桁+2桁」の算術課題を筆算で解答する練習もよく行われる(図3.9, 3.10)。実は、筆算の習得は、シンガポールの幼稚園教育要領には記載されていないのだが(A framework for a kindergarten curriculum in Singapore 2012)、幼児が小学校1年に入ると、直ぐに2桁の加法や減法の筆算を習得しなければならないという矛盾した現実がある(Mathematics syllabus Primary one to six, implementing starting with 2013 Primary one cohort 2012)。激しい競争社会と Kiasuism の親からのプレッシャーの影響もあり、小学校の準備教育として、幼稚園でも授業として数的概念や算術を教えているのが一般的になっている。

## 5. 本章の目的

以上を踏まえ、本章では、次の2点を明らかにすることを目的とする。(1)日本とシンガポールの幼児に2つの形式(OAとWA)による加法課題を実施し、その成績パターンの違いを明らかにすること(Ong, Kawata, & Takahashi, 2016の追試に相当)、更に(2)より難易度の高い課題(「2桁+2桁」)の解答において両国の幼児が用いる解答方略に違いがあるかどうか、特に十進法に基づく合成・分解の方略に注目して、どのように用いているかを明らかにする。

## 第2節 方法

## 1. 協力園及び協力児

本研究は、日本の年長児 22 名（女児 11 名，男児 11 名；平均年齢 6 歳 3 か月，レンジ 5 歳 10 か月～6 歳 7 か月）と，シンガポールの年長児（K2）22 名（女児 11 名，男児 11 名；平均年齢 6 歳 1 か月，レンジ 5 歳 9 か月～6 歳 8 か月）を対象とした。協力児は両国のそれぞれ幼稚園 2 園から抽出した。日本は，カトリック系の大学付属 A 幼稚園（以下，A 園）と仏教系の私立 B 幼稚園（以下，B 園）であった。A 園は，モンテッソーリ教育を導入していた。これは，環境や生活を重視しながら，幼児が準備された教材・教具を選び，それを使って作業，遊びをするものである（日本のキリスト教園を中心に比較的ポピュラーなものである）。それ以外は，幼児の自由な遊びを基調としていた。A 園は 3 歳から 6 歳までの異年齢タテ割りの 3 クラス，計 78 名（男児 38 名，女児 40 名）の幼児が在籍していた。B 園も，自由遊びと生活の中で学ぶことを大切にし，それらの経験を通して，幼児の社会性や想像力を豊かに育むことを目的に保育を行っている園であった。在籍幼児は，年少・年中・年長を合わせて 11 クラス 254 名（男児 140 名，女児 114 名）であった。A 園と B 園は，以上のような特色はあるものの自由遊び，生活活動，行事などを中心とした保育を実施しており，日本の典型的な幼稚園と考えるとよいと思われる。

シンガポールは，キリスト教系の私立 X 幼稚園（以下，X 園）と民間企業が経営する私立 Y 幼稚園（以下，Y 園）であった。X 園と Y 園との教育方針は異なるが，教育を重視するシンガポールの国民性や負けず嫌いという精神（Kiasuism）の影響で，シンガポールのほとんどの幼稚園と同様に，小学校のような授業を通して，言語，算数，音楽，想像力などを幼児に教えている。例えば，X 園と Y 園の年長児のクラスは，週に 3 回（毎回 1 時間程度）算数の授業を行い，2 桁の数，算術（加法，減法など），筆算などを習得させている。シンガポールの幼稚園では，通っている幼児の年齢（3 歳～6 歳）を考慮するだけではなく，日本と同様に 3 つの学級に分ける<sup>3</sup>。なお，X 園と Y 園の園児数規模については，正確な情報を得ることができなかった。

実験の実施に際して，4 園の園長および教師に研究内容，個人情報保護，幼児への非侵襲性に関する研究倫理を書面と口頭で説明し，承諾を得た。日本の A 園と B 園の場合は，各園の園長より，年長児の保護者全員に本研究への協力の意向を伝え，自分の子どもを調査に参加させたくない保護者については，その旨を申し出ていただくこととした。結果として，保護者全員から同意を得た。一方で，シンガポールの X 園と Y 園では，本実験の対象となる幼児の保護者に，研究協力の同意書（Appendix 5-1）を配布し，承諾を得た。

<sup>3</sup> シンガポールの幼稚園の学級は，Nursery（日本の年少相当），Kindergarten 1 (K1)（日本の年中相当）と Kindergarten 2 (K2)（日本の年長相当），という 3 つに分けられる。



## 2. 実施期間

実施期間は、シンガポールでは2014年8月中旬～9月下旬の約1ヶ月半、日本では2014年12月上旬～2015年1月下旬の約2ヶ月であった。

## 3. 予備テスト

協力児が数を理解し、足し算ができることを確認するために、予備テストを行った。協力児にプレッシャーをかけないよう、各園の園長と担任教師の協力を得て数に興味を持っている年長クラスの園児のみを抽出した。予備テストは、次の手順で行った。個々の園児に対して、これから一緒に数のゲームをして遊ぶということを伝え、承諾した園児を実験を行う空き教室まで連れて行った。筆者と幼児との間にテーブルを置き、向かい合って座った。

予備テストでは、「数字の認識課題」と「和が5以下の計算課題」の2種類を行った(表5.1)。それぞれ、聴覚的形式(OA)と視覚的形式(WA)の2つの課題形式を用意した。先に、数字の認識課題を行った。聴覚的形式の場合は、筆者が数字を一問ずつ読み上げて、幼児がそれぞれの数字を解答用紙に書いた。視覚的形式の場合は、A4サイズのカードに一問ずつ記した数字を幼児に見せて、それらの数字を回答用紙に書くことを幼児に求めた。次に、同様の方法で、和が5以下の計算課題を実施した。全ての課題に正答した幼児にのみ、本実験である加法課題を実施した。

表 5.1 予備テストの課題

<u>数字の認識課題</u>	
(1) 聴覚的 :	5, 9, 15, 28, 55
(2) 視覚的 :	4, 8, 13, 24, 47
<u>和が5以下の計算課題</u>	
(1) 聴覚的 :	1+1, 2+2, 1+2
(2) 視覚的 :	1+1, 2+1, 2+2

## 4. 本実験

### (1) 課題と手続き

本実験における課題の内容と手続きは、Ong et al(2016)を参照し、2つの提示形式によって加法課題(OAとWA)を実施した。OA(Oral Arithmetic)形式は、加法課題を一問ずつ読み上げる形で提示し、WA(Written Arithmetic)形式は、A4サイズのカードに加法課題を一問ずつ記したものを幼児に見せて提示した。課題は両形式とも難易度の異なる4段階(レベルA～D)を設定し、課題形式ごとに各レベル3問ずつの合計24問を準備した(表5-2)。いずれにおいても、課題を提示された後、幼児には解答用紙に答えを記入するよう教示した。実施順序の効果を相殺するため、両国とも半数に対してはOA→WAの順で、残りの半数に対してはWA→OAの順で実施した(実施順序は幼児ごとに固定し、レベルが上がっても同様の順序で実施した)。幼児への負担も考慮し、同じレベルで2問以上が不正解だったり、課題の解答を続けたくないと言った場合は、その時点で実験を終了した。同レベルでOAかWAの一方のみ基準を通過した場合は、通過した形式のみ次のレベルに進むこととした。使用言語は、シンガポールでは英語、日本では日本語であった。

## 第5章

また、実験を行う際に、幼児に自分が好きなやり方（方略）で解答してよいことを伝えた。解答を補助するために、紙と鉛筆以外に、100枚の円形カード(直径3cm)を用意し、使ってもよいことを伝えた（直接操作できる具体物として）。幼児が課題に取り組む様子（指を使って数えたり、円形カードを使ったり、声に出したり等）について、筆記記録を行うとともに、幼児にとって侵襲的にならないように実験者の右斜め後方からビデオカメラで撮影した。幼児が暗算で課題を解答した場合は、解答後に幼児にどのように解答したのかを尋ね、その様子もビデオカメラで撮影した。

表 5.2 加法課題の内容

レベル	視覚的形式(WA)	聴覚的形式(OA)	レベルの定義
A	3+4, 7+1, 2+6	2+3, 5+1, 3+6	和が10以下
B	5+10, 9+10, 10+12	2+10, 10+8, 14+10	10を含む課題
C	16+12, 13+11, 21+17	12+13, 17+11, 23+14	和が20以上
D	17+16, 23+19, 36+28	15+17, 25+16, 33+29	和が20以上、繰り上げ課題

### (2) 分析方法

筆記記録とビデオ映像に基づきながら、Laski et al (2014を参考に、解答の方略を「単純な数え」、「筆算」、「合成・分解」、「検索」、「説明不能」に分類した（表 5.3）。なお、方略の分類は、Laski et al (2014とは若干異なる。例えば、シンガポールの幼稚園では筆算がよく教えられるため、シンガポールの幼児が解答する際にはこの方略を用いる場合が多いと考え「筆算」を用意した。また、「fact-based の合成・分解」（既存知識を用いるもので、例えば「7+8」について、「7+7=14」という既存知識を使って「14+1=15」と計算する方略）を用いる幼児がいなかったため除外した。方略の分類の信頼性を確認するため、幼児10名のデータ(日本5名、シンガポール5名を筆者と他の1名(発達心理学を専門とする大学院生)により独立して分類した結果、一致率は92.0%であった。

表 5.3 計算方略の分類システム

方略	定義	例
単純な数え		「3+4」の場合
数え上げ	1 から順番に 1 つずつ数え上げていく。	右手の指 3 本と、左手の指 4 本を立て、その指を 1 から 7 まで数える。また、円形紙 3 枚をテーブルの上に置いてから、更に 4 枚を置き、全ての紙を 1 から 7 まで数える。
数え足し	被加数を心に留めておき、加数を 1 つずつ数えていく。	口頭で「4, 5, 6, 7」と数えていく。
筆算	用紙に被加数と加数を縦に並べて書き、一の位と十の位をそれぞれ縦に足す。一の位の和によって繰り上がりもある。	「17+16」の場合 $\begin{array}{r} 17 \\ + 16 \\ \hline 33 \end{array}$
合成・分解	被加数と加数を十の位と一の位に分解し、それぞれの位の和を求め、更に両和の合計を計算する。	「16+12」の場合 十の位「10+10」=20 と一の位「6+2」=8 を求め、「20+8」=28 という解を得る。
検索	指による数えや筆算を行うことなく、3 秒以内に解答する。	「2+3」の場合 子どもはすぐに「5」と解答し、方略を問うと「答えは頭のなかにあった」と答える。
説明不能	どのように解答したかについて説明することができない。	_____

### 第3節 結果

実験の結果、次の3つの傾向が明らかになった。(1)日本の幼児は、視覚的形式よりも、聴覚的形式の課題に優れており、シンガポールの幼児は真逆の傾向を示した。(2)シンガポールの幼児に比べ、日本の幼児の方が10を含む課題(レベルB)を容易に解答した。(3)課題形式に関わらず、日本の幼児は、シンガポールの幼児より、「合成・分解」によってレベルCとDの課題を解答した。両形式において各レベルの問題を受検した幼児の人数を表5.4に示した。

表 5.4 加法課題の各レベルの受検人数

	提示形式	レベル A	レベル B	レベル C	レベル D
日本	OA	22	21	19	13
	WA	22	21	18	8
シンガポール	OA	22	21	18	11
	WA	22	22	21	13

### 1. 課題形式によるスコアの比較

各レベル3問ずつで4つのレベルがあるため、各形式12問ずつである。1問に1点を与え、加算課題のスコアは形式ごとに12点満点で計上した。二要因の分散分析(ANOVA)を行ったところ、国および課題形式の主効果は確認されなかった(国： $F(1, 42) = 0.98, ns, \eta^2 = .02$ ；課題形式： $F(1, 42) = 1.37, ns, \eta^2 = .03$ )。国と課題形式で有意な交互作用効果があった( $F(1, 42) = 32.64, p < .001, \eta^2 = .44$ )。更に、単純主効果として、日本の幼児は、WA課題よりもOA課題のスコアが高く( $F(1, 42) = 10.31, p = .003, \eta^2 = .33$ )、シンガポールの幼児は、逆の傾向を示した( $F(1, 42) = 23.70, p < .001, \eta^2 = .53$ )。次に、国の単純主効果を検討したところ、WA課題における単純主効果がみられた( $F(1, 84) = 8.09, p = .006, \eta^2 = .16$ )。すなわち、シンガポールの幼児(平均に9問正解)は日本の幼児(平均に6.4問正解)に比べて、WA課題のスコアが高かった。一方、OA課題においては、シンガポールの幼児(平均に6.9問正解)よりも日本の幼児(平均に7.8問正解)のスコアが高かったものの、統計的な有意差(i.e., 国の単純主効果)は確認されなかった( $F(1, 84) = 0.96, ns, \eta^2 = .02$ )。以上の結果を図5.2に示した。

表 5.5 課題形式ごとの日本とシンガポールの幼児のスコア

	OA	WA
日本	7.8	6.4
シンガポール	6.9	9.0

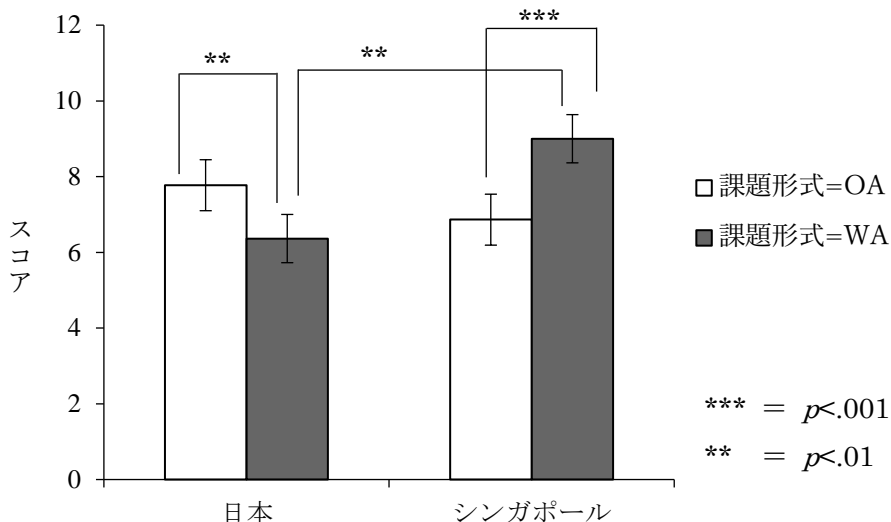


図 5.2 課題形式ごとの日本とシンガポールの幼児のスコア

## 2. 解答方略の比較

### (1) レベル A と B

表 5.6 と表 5.7 で示した「解答数」とは、各レベルで 5 つの方略のいずれかによって正しく答えた数である。OA と WA の両形式ともに、レベルが上がるにつれて解答数は減っていった。

OA のレベル A では、日本の幼児は、62 問の解答があった。その内、検索によって解答したのは 40 問であり、単純な数えが 20 問、説明不能が 2 問であった。同様に、シンガポールの幼児では、61 問の解答があった。その内、検索が 46 問、単純な数えが 15 問であった。OA と同様に、WA 課題においても、レベル A では両国の幼児の多くは検索によって課題を解答していた。

しかし、レベル B に進むと、国による差異が顕在化した。すなわち、日本の幼児は、レベル B でも検索による解答が最も多かったが、シンガポールの幼児は、単純な数えを用いた頻度が最も多かった。カイ二乗検定を行ったところも、レベル B の課題に解答する際に、シンガポールの幼児に比べ、日本の幼児が検索を用いる頻度が有意に高った(OA :  $\chi^2(3) = 15.24, p < .001$ , WA :  $\chi^2(4) = 18.66, p < .001$ )。

Siegler ら(Shrager & Siegler, 1998; Siegler & Shipley, 1995)によれば、子どもは算数の課題を解く際に、容易な問題は長期記憶から答えを検索しようとするが、より複雑でなじみのない課題の場合に計算を試みるという。ここから、レベル B の問題は日本の幼児にとってよりなじみのあるもので、容易なものであると考えられる。

### (2) レベル C と D

レベル C と D では、両国共に検索を用いた幼児はいなかった。では、両国の幼児はどのような方略を用い、課題に解答したのだろうか。日本の幼児は OA のレベル C において、36 問中 25 問 (69.4%) で合成・分解の方略が用いられていた。レベル C の通過基準を満たした 13 名中 9 名がこの方略を使った。一方、WA では、

## 第 5 章

レベル C で 21 問中 16 問 (76.2%) かつ通過基準を満たした 8 名中 6 名が、合成・分解の方略を使用した。レベル C においては、課題形式によって合成・分解の方略の使用に有意差が確認されなかった ( $\chi^2(2) = 0.75, ns$ )。

また、OA のレベル D において、19 問中 16 問 (84.2%) で合成・分解が用いられた。レベル D の通過基準を満たした 7 名中 6 名がこの方略を用いた。WA では、レベル D で 11 問中 8 問 (72.7%) かつの通過基準を満たした 4 名中 3 名が、合成・分解の方略を使用した。レベル D においても、課題形式による合成・分解の使用に有意差が確認されなかった ( $\chi^2(1) = 0.57, ns$ )。以上の結果から、日本の幼児は課題形式に関わらず合成・分解の方略を最も多く用いており、方略使用の一貫性が高かった。

シンガポールの幼児は、レベル C と D の課題を解答する際に、課題形式によって最も用いた方略が異なっていた。具体的には、OA のレベル C では 30 問中 19 問 (63.3%) で、レベル D では 7 問中 6 問 (85.7%) で単純な数えが用いられた。一方で、WA のレベル C では 41 問中 28 問 (68.3%) で、レベル D では 32 問中 20 問 (62.5%) で筆算を用いていた。これらの結果から、シンガポールの幼児は OA による難易度の高い課題になると単純な数えを用いる傾向がある反面、WA では筆算を使用する傾向があることが明らかになった。

表 5.6 OA 形式における解答方略の使用頻度

	レベル A		レベル B		レベル C		レベル D	
	解答数	%	解答数	%	解答数	%	解答数	%
<b>日本の幼児</b>								
単純な数え	20	32.3%	15	27.8%	10	27.8%	3	15.8%
筆算	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
合成・分解	0	0%	5	9.3%	25	69.4%	16	84.2%
検索	40	64.5%	33	61.1%	0	0%	0	0%
説明不能	2	3.2%	1	1.9%	1	2.8%	0	0%
解答の合計	62	100%	54	100%	36	100%	19	100%
<b>シンガポールの幼児</b>								
単純な数え	15	24.6%	32	60.4%	19	63.3%	6	85.7%
筆算	0	0%	0	0%	5	16.7%	0	0%
合成・分解	0	0%	0	0%	4	13.3%	1	14.3%
検索	46	75.4%	19	35.8%	0	0.0%	0	0%
説明不能	0	0%	2	3.8%	2	6.7%	0	0%
解答の合計	61	100%	53	100%	30	100%	7	100%

表 5.7 WA 形式における解答方略の使用頻度

	レベル A		レベル B		レベル C		レベル D	
	解答数	%	解答数	%	解答数	%	解答数	%
<b>日本の幼児</b>								
単純な数え	18	30.0%	13	27.1%	5	23.8%	3	27.3%
筆算	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
合成・分解	0	0%	5	10.4%	16	76.2%	8	72.7%
検索	40	66.7%	30	62.5%	0	0%	0	0%
説明不能	2	3.3%	0	0%	0	0%	0	0%
解答の合計	60	100%	48	100%	21	100%	11	100%
<b>シンガポールの幼児</b>								
単純な数え	19	28.8%	26	44.4%	7	17.1%	6	18.8%
筆算	0	0%	8	13.6%	28	68.3%	20	62.5%
合成・分解	0	0%	1	1.7%	6	14.6%	6	18.7%
検索	47	71.2%	21	35.6%	0	0%	0	0%
説明不能	0	0%	3	5.1%	0	0%	0	0%
解答の合計	66	100%	59	100%	41	100%	32	100%

### (3) 合成・分解の説明の仕方

以上のように、日本の幼児とシンガポールの幼児では、加法課題のレベル C と D というより難易度の高い課題になった際に、方略の使用に大きな違いが見られた。日本の幼児においては、合成・分解による解答の一貫性が高い点が特徴であった。その具体的な様子について、以下に 2 人の男児の例をあげてみたい。

図 5.3 は、幼児 A が WA 形式のレベル C の「 $13+11$ 」の解き方を説明している様子である。幼児 A は、まず「10 と 10」を両手で表現し (5.3a)、身体の前で両手を合わせて「20」になることを説明した (5.3b)。そして、一の位である「3 と 1」を合わせるようにして身体の右側に寄せ「4」になることを説明し (5.3c)、それから先ほどの「20」(幼児 A からみて左側) と「4」(同右側) を合わせて「24」になると説明した。

図 5.4 は、OA 形式レベル D の「 $15+17$ 」の解法を説明する幼児 B の様子である。幼児 B は、まず一の位から説明した。鉛筆を使って、右側に「5」、左側に「7」があることを説明し (5.4a-b)、それを合わせると「12」になるとした (5.4c)。次に、十の位を足すと「20」になるとし、右手に「12」、左手に「20」を持つようにして (5.4d)、「12」と「20」を合わせると「32」になると説明した (5.4e)。

幼児 A と B の様に、合成・分解を身体的・空間的にジェスチャーで表現して、解答プロセスを分かりやすく説明する日本の幼児は少なくなかった。一方、シンガポールの幼児では、そもそも合成・分解の使用自体が少ないこと、また、筆算で行った場合に解法の説明を求めると、もう一度鉛筆で紙に筆算の式を書いて示すというやり方であった。シンガポールの幼児は、筆算の手続きを教師から意図的に教授され、その練習も

## 第5章

日常的に行っている。したがって、彼らがそのやり方を忠実に守って、説明するというのは分かりやすい結果であった。しかし、日本の幼児に、彼らのやり方はどうやって覚えたのかときいても、「自分で考えた」というような説明であり、教師など誰かに明示的に教わったと答えた幼児は皆無であった。それが事実だとすれば、彼らは一体どのようにして、このような明確な手順をもった解法を習得したのだろうか。これは非常に興味深い謎 (enigma) である。いずれにしても、このように明確に、十進法に基づく合成・分解の方略を用いるということは、日本の幼児がかなり安定した“10のまとまり”に関する表象構造を発達させている可能性を予感させる。本章では、数的表象構造について調査することはできなかったため、その点は第6章においてあらためて検討したい。



5.3a 両手で「10と10」を説明



5.3b 「10と10で20」



5.3c 「3と1」を右側に寄せて「4」



5.3d 最後に「4と20」で「24」

図 5.3 「13+11」(WAのレベルC)の合成・分解の仕方を説明する日本の幼児A





5.4a 「5」をイメージ



5.4b 「7」をイメージ



5.4c 「5と7」を合わせて「12」



5.4d 右手に「12」, 左手に「20」



5.4e 「12と20」で「32」

図 5.4 「15+17」(OA のレベル D) の合成・分解の仕方を説明する日本の幼児 B

#### 第4節 考察

本章では、日本とシンガポールの幼稚園児（年長児，K2）を対象とし、（1）日本とシンガポールの幼児に2つの課題形式（OA と WA）の加算課題を実施し、その成績パターンの違いを明らかにすること、（2）より難易度の高い課題（「2桁+2桁」）の解答において両国の幼児が用いる解答方略に違いがあるかどうか、特に十進法に基づく合成・分解の方略に注目して明らかにすること、という2点を研究目的とした。

まず、（1）について、筆者らの先行研究（Ong et al., 2016）と同様に、日本の幼児は、WA 形式の課題よりも OA 形式の課題において高いスコアを示し、シンガポールの幼児とは真逆の傾向であることが確認された。なぜ、日本の幼児は聴覚的な提示による数的処理が得意なのであろうか。人生の早期に出会う体系的な教育システムが果たす機能は、日本だけに特有というわけではない。それは、シンガポールの幼稚園と幼児にも共通するものだと考えられる。シンガポールの幼稚園ではワークブック、教科書、ホワイトボードなどを用いて、文字で書かれた数字を通して幼児に算数を教えている。言い換えれば、シンガポールの幼稚園とは、幼児に“視覚的に”数を認識し処理する訓練を提供する場である。

一方、日本の幼稚園は、基本的に自由な遊びや生活的な諸活動、また行事を通して幼児を教育している（Sakakibara, 2014）。これらの活動では、シンガポールのような道具や教材が使われることはまれであり、歌や踊り、身体を使った遊びの中で、声に出して数が扱われることが多い。日本の教師は、幼児に積極的に数字を用いて視覚的に計算を教えるということはほとんどないが、数え歌や遊びのための人数確認、拾った木

の実を数えたり計算したりする活動を通して、幼児の数的感覚を養おうとしている。このような両国の幼稚園教育の実際と、幼児たちに現れる数的認識や処理のある種のバイアスには、明確なつながりがあるように思われる。

こうした傾向は、課題に解答する際の方略にも現れていた。日本もシンガポールも、東アジアの言語に共通する数詞システムを用いており、こうした言語の特徴は、十進法の理解を促進するものと考えられている。しかし、本研究の結果からみると、十進法のより積極的な活用は、日本の幼児において顕著に認められた。日本の幼児の方略には一貫性があり、より易しい課題の場合は検索を用い、課題が難しくなってくると十進法に基づく合成・分解を行った。このパターンは、課題形式が変わっても一貫していた。一方で、シンガポールの幼児は、易しい課題ではより単純な数えを用いる傾向があるのは一貫していたが、課題が難しくなると、形式によって方略に違いが現れた。つまり、WAでは筆算をよく用いたが、同じレベルの課題でもOAになると、ほとんど単純な数えで解答しようとしたのである。筆算の手順は、十進法や位取りの原理を含んでいるはずであり、シンガポールの幼児は十進法に対する一定の理解を有していると考えられている。しかし、OA形式になったとたん、単純な数えを用い始めることを考えると、彼らが本当に十進法を理解しているのかどうか、疑問が生じる。筆算は、数的原理を理解していなくても、反復練習によって機械的な手続きを学習すれば可能であるということを見逃すことはできないだろう。

シンガポールでは、バイリンガル教育が行われているために、幼稚園を含めてシンガポールの学校における教育言語（第一言語）は英語である(Ee, Wong, and Aunio 2006)。バイリンガルでは、一方の言語が他方の言語に対して優位になること（language dominance<sup>4</sup>）がある。Rasmussen et al (2006)は英語と中国語のバイリンガルの対象者において、十進法の理解が阻害される可能性を示唆したが、それはシンガポールの幼児にもあてはまる可能性がある。母語としては十進法と調和した数詞システムを用いていたとしても、幼稚園の算数の授業では英語という十進法に対する「明確性」の低い数詞システムを用いているために、十進法の理解が阻害され、結果として幼児は一対一対応での数的表象構造を形成しているのかもしれない。

日本の幼児は、母語と教育言語において共に十進法に対して「明確性」の高い数詞システムに一貫して接しており、“10のまとまり”での表象構造が強固に根付いているのではないか。更に、それは第7章以降で検討するように、自由な遊びや生活活動の中で、“10のまとまり”を自然に（つまり、教師自身も強く意識することなく）用いているという実践の文化的過程とも結びついていると考えられる。日本の幼稚園の文化的特徴を調査した Holloway (2000) は、「幼稚園は、幼児が日本社会でうまく生きていくために必要な、社会的・知的技能を習得するために不可欠な経験を提供する中核的施設である」(p.2) と述べている。聴覚的な課題形式への対応に優れていることや、“10のまとまり”を積極的に使うということも、日本社会で生きていくための重要な技能なのであろうか。

最後に、幼児期の教育方法と数的発達との関係について述べておきたい。これまでの先行研究では、十進法や位取りのような数的概念は、就学後にならないと理解きないとされ、更にそれらを理解するためには体系的でフォーマルな学校教育が必要であるとされてきた(Geary, 1995; Naito & Miura, 2001)。しかし、本研究の結

---

<sup>4</sup> バイリンガル（二言語話者）は2つの言語で話せる能力を持つ人を意味する。しかしながら、バイリンガルは二言語のうち一つの言語が他のもう一つの言語よりも得意である状況に陥ることが多い。(Nicholadis & Genesee, 1997)。

## 第5章

果から考えると、シンガポールの幼児は幼稚園での算数の授業を通して筆算（十進法、位取りを含む）を体系的に学習しているものの、彼らの十進法の理解と活用には限界があると考えられた。一方で、日本の幼児は、必ずしも体系的な教授を受けていないにもかかわらず、十進法に基づく合成・分解を一貫して用い、繰り上がりのある「2桁+2桁」のような難しい加算課題でもその方略を駆使した。ここから、十進法の理解について、「就学後」かつ「体系的な算数の授業」がなければならないのかについては、議論の余地が残ると言えるだろう。

**Appendix 5-1**

**Parental Informed Consent Form**



**Hokkaido University**

Title of Research : Mathematical Development of Singaporean Pre-schoolers

Researcher in Charge : Marcruz Ong, Ph.D. student, Graduate School of Education, Hokkaido University, North 11, West 7, North Ward, Sapporo 060-0811, Japan, XXXXX@XXXXX.ac.jp

Advisor : Manabu Kawata, Ph.D., Graduate School of Education, Hokkaido University, North 11, West 7, North Ward, Sapporo 060-0811, Japan

Dear parents,

I am a Singaporean early childhood mathematics researcher from Hokkaido University. My research interests center around cross-cultural comparison of the mathematical development of pre-schoolers in Singapore and Japan. My scope of interest involves observing how the pre-schoolers learn mathematics and also conducting mathematical related experiments with the pre-schoolers.

I will be collaborating with your kindergarten from 20 Aug to 26 Sep to conduct my research. And this letter is to ask your permission for your child to participate in two parts of the project:

1. To allow the researchers to collect information about how your child learns mathematics.
2. To allow the researchers to videotape and/or photograph your child during the course of this research study.

All photos and videos are kept strictly confidential. Other than the researchers, no one will be able to access to these materials.

Who should I contact if I have questions?

Please contact Marcruz Yew Lee Ong, Principal researcher by email XXXXX@XXXXX.ac.jp, with questions, or concerns about this research study.

**Mathematical Development of Singaporean Pre-schoolers**

**Parent Informed Consent Form**

Please complete the following information and indicate that your child can participate in the above mentioned research study.

I, \_\_\_\_\_, am the parent or guardian of \_\_\_\_\_.  
(Parent/guardian name) (Child's name)

\_\_\_\_\_ I AGREE to allow the researchers to collect information about how your child learns mathematics through observation and simple mathematical test.

\_\_\_\_\_ I AGREE to allow my child to be videotaped/photographed as he/she participates in this research study.

\_\_\_\_\_  
**Child Name**

\_\_\_\_\_  
**Parent/Guardian Signature**

\_\_\_\_\_  
**Date**

\_\_\_\_\_  
**Parent/Guardian Name**

## 第6章 日本の幼児における数的表象構造と十進法の活用 および幼稚園外での経験の影響について（研究2）

### 第1節 問題と目的

東アジアと欧米の子どもたちの数的能力は多数の国際比較研究で取り上げられており、前者が後者よりも優れた結果を示すことが知られている（Gonzales et al., 2008; Mullis et al., 2012 など）。しかも、この結果の差はかなり大きく、正規の学校教育を受ける前の段階から一貫して見られ（Huntsinger, Jose, Liaw, & Ching, 1997）、幼稚園から高校までほぼ変化しない（Leung, 2006）。こうした東アジアの子どもたちの優れた数的能力の背景としては、親の信念、教育システム、教育実践、文化的信念、そして数詞システムの効果などが指摘されている（例えば、Francis & Archer, 2005; Fu & Markus, 2014; Leung, 2006; Miura et al. 1994）。とりわけ、数詞システムは、十進法等の基本的な数的概念と関わりが深く、重要な論点となっている。

本章の目的は、第5章の結果を補強し、また補足することである。「補強する面」としては、日本の幼児が加法課題において「合成・分解」を積極的かつ一貫して用いる背景に、“10のまとまり”に関する数的表象構造の発達があることを明らかにすることである。この“10のまとまり”というテーマは、7章以降における保育実践の分析においても重要な視点となるものである。

数詞システムにおける十進法の「明確性」（degree of transparency）は、最も多く、広く研究されているものの一つであり（Miura, 1987; Miura et al. 1994）、東アジア諸国の言語ではその「明確性」が高く、子どもの数的発達に促進的な影響を与えるとされている（Fuson & Kwon, 1991; Ho & Fuson, 1998）。しかし、子どもが十進法を理解し、それを適切に活用するためには、「位取り」や「合成・分解」といった数的原理も理解する必要がある。そのため、これまでの先行研究は、子どもが十進法等を理解できるのは就学後であり、体系的な学校教育（formal schooling）を受ける必要があると考えられてきた（Geary, 1995; Naito & Miura, 2001）。

一方で、Miura et al (1988)は、中国、韓国、日本の小学1年生と韓国の幼稚園児（5-6歳）を対象とした研究で、彼らが十進法に関わる学習を受けていないにもかかわらず、その概念を理解していることを示唆している。加えて、本研究の第5章でも、「2桁+2桁」の課題に解答できた日本の幼稚園児（年長児）の多くが、十進法に基づく合成・分解の方略を用いていることを明らかにした。また、Miuraら（Miura, 1987; Miura et al., 1988; Miura et al, 1994 など）は、算数ブロック（Base-10 block; 図5-1参照）を用いた課題によって、中国、韓国、日本の小学1年生および韓国の幼稚園児（5-6歳）が、十進法の基礎となる“10のまとまり”を活用して解答することも明らかにしている。

以上を踏まえると、東アジア言語圏の子どもは、就学前の段階で十進法の基礎となる“10のまとまり”に関する数的表象構造を発達させ、それを活用して数的課題に対処している可能性が高い。第5章を補強する本章の第1の目的は、日本の幼児が「合成・分解」の方略を積極的かつ一貫して用いる背景に、“10のまとまり”に関

## 第6章

する数的表象構造の発達があるとの仮説に基づき、数的表象課題と加法課題（スコアと方略）との関連を検討することである。

一方、第5章を「補足する面」とは、日本の幼児における幼稚園外での数に関わる経験や環境（家庭生活、保護者の信念、教材の使用、学習塾等の利用等）の実態を明らかにすることである。本研究では、日本の幼児の数的発達には幼稚園等での保育実践の影響が大きいことを明らかにしようとしているが、そのためには家庭やその他の教育機会の影響について確認しておく必要がある。第5章で見たように、シンガポールでは、幼児は幼稚園、家庭、そして塾においても共通して系統的な算数教育を受け、教科書やワークブックを用いて数的知識や算術の訓練を行っていた。そうした経験が、小学校段階において、国際学力調査の数学的リテラシーでトップの成績を維持する要因となっていることを予想することは難しくない。一方、日本も数学的リテラシーの上位国であるが、その幼稚園教育はシンガポールと対照的であり、自由な遊びや生活活動を重視し、教育目標はアカデミックな面よりも社会性や情操に重点が置かれている（Hayashi&Tobin, 2015）。では、日本の子どもの数学的リテラシーは、幼稚園以外の家庭や塾等での経験に依存しているのだろうか？ そのことを確認するために、本章の第2の目的は、実験を実施する幼稚園の幼児の家庭や塾等での数に関する学習経験の実態を明らかにし、幼稚園外の経験と数的表象課題および加法課題の結果との関連を検討することである。

### 第2節 方法

#### 1. 幼児の実験

##### (1) 協力園及び協力児

本実験は、北海道内の非宗教系私立C幼稚園（以下、C園）の年長児24名（男児13名、女児11名；平均年齢5歳7か月；レンジ5歳4か月～6歳3か月）を対象とした。C園は特別な保育プログラム等は導入しておらず、幼児の自由な遊びを中心とした保育を実施している。在籍園児数は、年少・年中・年長が合わせて9クラス242名（男児125名、女児117名）であった。

##### (2) 倫理的配慮

本研究の実施に際して、協力園の園長および教師に対して、研究内容、プライバシーの保護、幼児への非侵襲性に関する研究倫理を説明し、承諾を得た。また、園長との協議により、年長児の保護者に対して本研究への協力を通知し、自分の子どもを調査に参加させたくない場合にはその旨返信をいただけるようにした。その結果、保護者全員から同意を得た。

##### (3) 研究期間

実施期間は、2019年7月中旬～7月下旬の約2週間であった。

##### (4) 予備テスト

予備テストの課題および実施方法は、第5章と同様であり、課題内容は、表5.1に示した通りである。協力児の心理的負担を考慮し、各園の園長と担任教師の協力を得て数に興味を持っている年長クラスの園児のみ

を抽出した。予備テストにおいて、全ての課題に正答した幼児だけを数的表象構造の課題の実験に進ませた。予備テストを受検した26名中2名は、全問に通過することができなかったため、24名が本実験に進んだ。

### (5) 数的表象構造の課題

Miura et al (1994)による数的表象構造の課題を実施した。課題に先立って、実験者(筆者)は、幼児に図5.1で示したBase-10ブロック(10のまとまりのブロックと、単数のブロックで構成される)を見せ、ブロックを使って、言われた数を作るということを説明した。幼児が課題の内容を理解しているかどうかを確認するために、練習試行として「2」と「7」を順に読み上げ、それぞれの数をブロックで作るように教示した。

対象としたすべての幼児が練習試行を通過したので、本試行を実施した。本試行では、「11」「13」「28」「30」「42」という5つの数字を、紙に書かれた数字を見せながら読み上げて提示し、幼児にブロックを用いて課題となる数を作るように教示した。Miura et al (1994)では1年生を対象に、提示順序をランダムにしていたが、本研究は幼児であるため最初から大きい数が示されると戸惑う者もいると考え、小さい数から順番に提示する方法を採用した。それぞれの課題において、試行を2回行った。幼児が1回目の試行を行った後、実験者は「これと違う作り方がありますか?」尋ね、2回目の試行を促した。課題に取り組む幼児の様子をビデオカメラで撮影するとともに、筆記記録も行った。映像と筆記記録を元に、作られたブロックの構造を、Miura et al (1994)を元に、以下の3つの方略に分類した。

- (a) 一対一対応の構造：単数ブロックのみが使用された構造である。例えば、「28」を28個の単数ブロックを使って表現する。
- (b) 混合された構造：10のまとまりのブロックと単数のブロックを用いるが、単数ブロックが9個以上を使われている構造である。例えば、「28」を10のまとまりのブロック1個、単数ブロック18個で表現する。
- (c) 10のまとまりによる構造：10のまとまりのブロックと単数ブロックを用い、かつ単数ブロックを9個以上使わない構造である。例えば、「28」を10のまとまりのブロック2個、単数ブロック8個を使って表現する。

### (6) 加法課題

数的表象課題の後、第5章で実施した加法課題を実施した。課題の内容(表5.2)、実施手続き、計算を補助する材料はすべて同様であった。ただし、第5章では幼児が同一レベルで2問以上不正解の場合に課題を終了したが、ここでは同一レベルで3問とも不正解の場合にのみ課題を終了することとした。理由は、数的表象構造や保護者への質問紙調査との関連をより広く検討するためである。また、方略の分析において、「筆算」を用いた幼児はいなかったため、この方略を分類システムから除外し、本章の加法課題における分類システムを表6.1に示した。表6.1の定義に基づき、幼児6名のデータを筆者と大学院生(心理学を専門とする)の2人で独立して分類を行った結果、94.0%の一致率が得られた。



表 6.1 計算方略の分類システム

方略	定義	例
単純な数え		「3+4」の場合
数え上げ	1 から順番に 1 つずつ数え上げていく。	右手の指 3 本と、左手の指 4 本を立て、その指を 1 から 7 まで数える。また、円形紙 3 枚をテーブルの上に置いてから、更に 4 枚を置き、全ての紙を 1 から 7 まで数える。
数え足し	被加数を心に留めておき、加数を 1 つずつ数えていく。	口頭で「4, 5, 6, 7」と数えていく。
十進法に基づく 合成・分解	被加数と加数を十の位と一の位に分解し、それぞれの位の和を求め、更に両和の合計を計算する。	「16+12」の場合 十の位「10+10」=20 と一の位「6+2」=8 を求め、「20+8」=28 という解を得る。
検索	指による数えや筆算を行うことなく、3 秒以内に解答する。	「2+3」の場合 子どもはすぐに「5」と解答し、方略を問うと「答えは頭のなかにあった」と答える。
説明不能	どのように解答したかについて説明することができない。	

## 2. 保護者への質問紙調査

質問紙は、大きく 3 つの項目群で構成された。第 1 は、保護者の信念についてであり、我が子の数や計算に対する関心や能力についての評価および保護者自身の信念についての項目群である。第 2 は、家庭での数や計算に関わる経験に関する項目群である。第 3 は、数や計算に関わる塾等の習い事や教材利用の有無とその内容についての項目群である。実際に使用した質問紙を、Appendix 6-1 に示した。

調査にあたり、C園の園長及び年長3クラスの担任教師に調査の目的、質問紙の内容、個人情報保護等について説明し、協力の承諾を得た。そして、担任教師を通して、Appendix 6-2に示した研究協力への依頼文書とともに、C園の年長児全員の80世帯に配布し質問紙を配布した。その結果、55世帯から回答を得た（回収率68.8%、すべて有効）。なお、回答のあった55世帯の内、19世帯が実験に協力した幼児の世帯であった。つまり、協力児24名中19名（79.2%）において、幼児の実験結果と保護者の質問紙内容をマッチングさせて分析できるデータセットが得られた。

### 第3節 結果

#### 1. 数的表象課題

数的表象課題の結果を表6.2に示した。課題は5問あるため、幼児24名で合計120試行となり、それを2回行ったことになる。1回目では、幼児は合計112問において、ブロックで数を構成することができた。2回目では、合計54問であった。1回目において、76問（67.9%）が「10のまとまりによる構造」、17問（15.1%）が「混合された構造」、19問（17.0%）が「一対一対応の構造」であった。Friedman検定の結果、有意差が認められた（ $\chi^2(2)=12.39, p<.01, \eta^2=.17$ ）。この結果は、先行研究（Miura & Okamoto, 1989; Miura et al, 1994 など）の結果と同様の傾向であったが、先行研究では日本の小学1年生を対象としていたのに対して、本実験の対象者はより幼かった。日本の幼児が、2桁の数を“10のまとまり”で表象していることが確認された。

一方、2回目の試行になると、多くの幼児が別の方法で構成することができなかった（1問も構成できなかった幼児が11名いた）。先行研究をふまえると、シンガポールや欧米の幼児にとってはより難しい十進法による構造ができるにもかかわらず、より易しいと考えられる一対一対応での構造ができない、あるいは思いつかない幼児が多いのは不思議な結果である。

表 6.2 数的表象構造の課題の結果

方略	1回目		2回目	
	解答数	%	解答数	%
一対一対応の構造	19	17.0%	40	74.0%
混合された構造	17	15.1%	7	13.0%
10のまとまりによる構造	76	67.9%	7	13.0%
合計	112	100%	54	100%

## 2. 加法課題

### (1) 課題形式ごとのスコア

続いて、加法課題を実施した。両形式において各レベルの問題を受検した幼児の人数を表 6.3 に示した。形式ごとのスコアの平均値は、OA で 8.2, WA で 7.0 であった (図 6.1)。対応のある  $t$  検定の結果、有意差が認められ ( $t(23) = 3.20, p < .01, d = 0.35$ )、Ong et al (2016) および本研究の第 5 章と同様に、WA よりも OA において加法計算に優れていることが確認された。なお、上述の通り本章の実験では各レベルにおいて「1 問以上正答した場合」に次のレベルに進むこととしたため、「2 問以上」を基準としていた第 5 章の日本の幼児に比べるとより高い平均値を示したと考えられる。

表 6.3 加法課題の各レベルの受検人数

形式\レベル	レベル A	レベル B	レベル C	レベル D
OA	24	24	23	19
WA	24	22	21	16

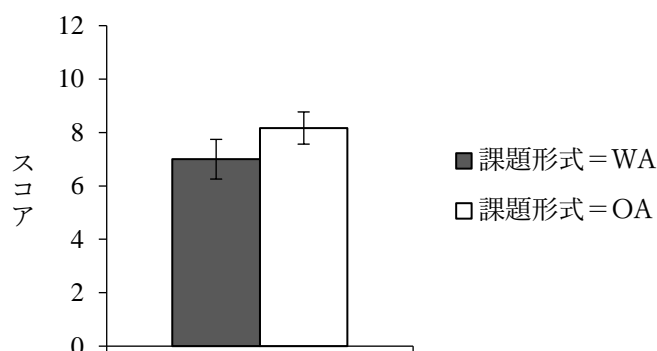


図 6.1 加法課題の成績

### (2) 解答の方略

表 6.4 と表 6.5 に結果を示した。第 5 章と同様に、「解答数」とは、各レベルで 4 つの方略のいずれかによって正しく答えた数である。OA と WA の両形式ともに、レベルが上がるにつれて解答数は減っていった。

カイ二乗検定を行ったところ、レベル A では有意差が検出されなかったが、レベル B においては両形式とも有意差が認められ ([OA]  $\chi^2(3) = 3.54, p < .01$ ; [WA]  $\chi^2(3) = 2.88, p < .01$ )、「検索」が最も多かった。一方、レベル C および D でも、課題形式に関わらず有意差が認められ (レベル C : [OA]  $\chi^2(3) = 35.40, p < .01$ , [WA]  $\chi^2$

## 第 6 章

(3) = 55.750,  $p < .01$ , レベル D : [OA]  $\chi^2(3) = 29.516, p < .01$ , [WA]  $\chi^2(3) = 21.200, p < .01$ , 「合成・分解」が最も多かった。

OA のレベル C での 40 問の解答中 24 問で「合成・分解」が使用され、レベル C の通過基準を満たした 19 名中 11 名がこの方略を使用した。同様に、レベル D では 31 問中 18 問で「合成・分解」が使用され、レベル D の通過基準を満たした 14 名中 9 名がこの方略を使用した。その傾向は WA でも共通であり、レベル C の 32 問中 26 問で、かつ通過基準を満たした 16 名中 11 名が、レベル D の 20 問中 13 問で、かつ通過基準を満たした 13 名中 9 名が、「合成・分解」を使用した。

上記は、第 5 章の結果と同様であった。第 5 章と合わせると、3 か所の日本の幼稚園の年長児に共通する加法計算の特徴が明らかになり、またそれは、シンガポールの幼児とは顕著に異なるものであった。

表 6.4 OA 形式における解答方略の使用頻度

	レベル A		レベル B		レベル C		レベル D	
	解答数	%	解答数	%	解答数	%	解答数	%
単純な数え	21	32.8%	12	19.0%	13	32.5%	12	38.7%
合成・分解	0	0%	10	15.9%	24	60.0%	18	58.1%
検索	38	59.4%	38	60.3%	0	0%	0	0%
その他	5	7.8%	3	4.8%	3	7.5%	1	3.2%
解答の合計	64	100%	63	100%	40	100%	31	100%

表 6.5 WA 形式における解答方略の使用頻度

	レベル A		レベル B		レベル C		レベル D	
	解答数	%	解答数	%	解答数	%	解答数	%
単純な数え	21	36.8%	10	17.5%	5	15.6%	6	30.0%
合成・分解	0	0%	12	21.1%	26	81.3%	13	65.0%
検索	33	57.9%	29	50.9%	0	0%	0	0%
その他	3	5.3%	6	10.5%	1	3.1%	1	5.0%
解答の合計	57	100%	57	100%	32	100%	20	100%

### 3. 数的表象構造と加法課題との関連

#### (1) 数的表象構造と加法課題の成績との関連

数的表象構造の課題において、1回目に一対一対応の構造および混合された構造を用いた幼児を「非十進法群」、10のまとまりによる構造を用いた幼児を「十進法群」とした。群分けの際には、5問中3問以上で用いた方略を基準とした。なお、1名は2問しか解答できなかったため、他の1名は3問以上一貫して使用した方略が無かったため、以後の分析から除外した。22名のデータに基づき群分けを行った結果、「非十進法群」は7名（女児3名，男児4名；平均月齢5歳8か月）、「十進法群」は15名（女児6名，男児9名；平均月齢5歳7か月）であった。

両群の幼児の加法課題の平均スコアを課題形式ごとに算出した（表6.6）。課題形式（被験者内）×数的表象構造（被験者間）の2要因混合計画による分散分析の結果、交互作用効果は有意ではなかった（ $F(1, 20) = 3.26$ ,  $p = .09$ ,  $\eta^2 = .14$ ）。課題形式および数的表象構造の主効果がそれぞれ認められた。課題形式においては、WAよりもOAのスコアが有意に高かった（ $F(1, 20) = 15.20$ ,  $p < .01$ ,  $\eta^2 = .43$ ）。また、非十進法群よりも十進法群のスコアが有意に高かった（ $F(1, 20) = 11.40$ ,  $p < .01$ ,  $\eta^2 = .36$ ）。

表 6.6 数的表象構造（非十進法群と十進法群）と加法課題（OAとWA）のスコアの関連

	数的表象構造	<i>N</i>	平均値	<i>SD</i>	<i>SE</i>
OA	非十進法群	7	6.43	4.04	1.53
	十進法群	15	9.53	1.73	0.45
WA	非十進法群	7	4.43	3.41	1.29
	十進法群	15	8.80	1.86	0.48

#### (2) 数的表象構造と加法課題の解答方略との関連

次に数的表象構造の違いによって加法課題の解答の際に用いる方略に違いが生じるかを検討した。ここでは、特に第5章で日本の幼児に特徴的と考えられた「合成・分解」方略に焦点を当て、この方略の使用が主となるレベルCとDに絞って分析を行った。その結果を、表6.7および表6.8に示した。フィッシャーの正確検定（Fischer's exact test, 両側検定）を行ったところ、OAのレベルC（ $p < .01$ ）、レベルD（ $p = .05$ ）、WAのレベルD（ $p < .05$ ）で有意差が検出され、WAのレベルCで有意な傾向がみられた（ $p < .10$ ）。すなわち、数的表象構造が安定的に10のまとまりで構成されている幼児ほど、加法課題において「合成・分解」をより多く用いていることが明らかになった。

第6章

表 6.7 数的表象構造と合成・分解方略の使用の有無 (OA)

レベル C			
「合成・分解」方略の使用			
数的表象構造	無し	有り	合計
非十進法群	7	0	7
十進法群	4	11	15
合計	11	11	22

レベル D			
「合成・分解」方略の使用			
数的表象構造	無し	有り	合計
非十進法群	7	0	7
十進法群	6	9	15
合計	13	9	22

表 6.8 数的表象構造と合成・分解方略の使用の有無 (WA)

レベル C			
「合成・分解」方略の使用			
数的表象構造	無し	有り	合計
非十進法群	6	1	7
十進法群	6	9	15
合計	12	10	22

レベル D			
「合成・分解」方略の使用			
数的表象構造	無し	有り	合計
非十進法群	7	0	7
十進法群	6	9	15
合計	13	5	22

## 4. 幼稚園外での経験：保護者への質問紙の分析結果

## (1) 保護者の信念と幼児の関心

まず、質問紙の問1では、数や計算に関する保護者の考えや幼児の様子について尋ねた。各項目について5段階評定で回答されたものを3つの回答カテゴリに再構成した。すなわち、「(a)とてもあてはまる」と「(b)あてはまる」を「同意」、「(c)どちらともいえない」を「中立」、「(d)あまりあてはまらない」と「(e)まったくあてはまらない」を「不同意」に振り分けた。結果を表6.9に示した。ほとんどの保護者(94.5%)が、数や計算についての知識を持つことが重要だと考え、76.4%は我が子が数や計算に関心があると考えていた。また、65.5%は我が子が数えるのが得意と考えていたが、我が子は計算(足し算など)が得意だと回答した保護者は36.4%であり、我が子が足し算などの問題を出してほしいと願うとの回答は38.2%であった。

表 6.9 保護者の信念と幼児の関心

	同意	中立	不同意	合計
(1) うちの子は、数や計算に関心がある	42 (76.4)	10 (18.2)	3 (5.4)	55 (100)
(2) うちの子は、数えるのが得意だと思う	36 (65.5)	12 (21.8)	7 (12.7)	55 (100)
(3) うちの子は、計算(足し算など)が得意だと思う	20 (36.4)	19 (34.5)	16 (29.1)	55 (100)
(4) うちの子は、親に足し算の問題などを出してほしいと言う	21 (38.2)	13 (23.6)	21 (38.2)	55 (100)
(5) 私(保護者)は、数や計算についての知識は大切だと思う	52 (94.5)	3 (5.5)	0 (0)	55 (100)

注：数字は人数(%)を示す。

## (2) 家庭での経験

続いて、幼児が家庭でどのような数に関わる経験をしているのかを尋ねた。その回答結果を表6.10に示した。約9割は、入浴の際に数を数えてからあがるという経験があった。一方で、買い物時などに金額やお釣りを計算すると回答したのは2割に満たなかった。また、数や計算に関するドリルやワークブックを行っているという回答したのは四分の一にとどまった。

表 6.10 家庭における幼児の数的な活動の経験

	はい	いいえ	合計
(1) お風呂で10までなど数えてからあがる	50 (90.9)	5 (9.1)	55 (100)
(2) 買い物するときなどに合計金額やお釣りを計算する	10 (18.2)	45 (81.8)	55 (100)
(3) 数や計算に関するドリルやワークブックなどをする	14 (25.5)	41 (74.5)	55 (100)

数字は人数と割合を表す

### (3) 習い事や教材の利用

最後に、数や計算に関する習い事について尋ねた。何らかの習い事をしていると回答したのは、わずか9名(16.4%)であり、8割以上は何もしていなかった。表6.11は、習い事をしていると回答した9名について、具体的に幼児が行っている内容を示したものである。ほとんどの幼児は、書店などで購入したドリルやワークブック(88.9%)や通信教育の教材(77.8%)を使っており、そろばん教室1名がいたものの、学習塾に通っている幼児は全くいなかった。

表 6.11 習い事や教材の利用 (習い事をしていると回答した保護者のみ)

	はい	いいえ	合計
(1) 書店などで購入したドリルやワークブックなど	8 (88.9)	1 (11.1)	9 (100)
(2) 幼児用の通信教育の教材など	7 (77.8)	2 (22.2)	9 (100)
(3) 学習塾に行っている	0 (0)	9 (100)	9 (100)
(4) そろばん教室に行っている	1 (11.1)	8 (88.9)	9 (100)
(5) その他	0 (0)	9 (100)	9 (100)

注：数字は人数 (%) を示す。

### (4) マッチングデータの結果

質問紙調査に協力した55世帯の内、19世帯の幼児19名は実験に参加していた。そのため、19名の幼児の実験結果と保護者の質問紙調査のマッチングデータを用いて、家庭での経験や習い事の有無と幼児の実験課題における結果との関連を検討した。

まず、19名の各幼児のOAとWAの平均スコアの中央値(8.5点)を区切りとして、中央値を含む9名を「高成績群」、それ以下の10名を「低成績群」とした。「高成績群」(女児3名、男児6名;平均年齢5歳6か月)のスコアは8.5点~11点の範囲であった。「低成績群」(女児6名、男児4名;平均年齢5歳8か月)のスコアは2点~7.5点の範囲であった。表6.12と表6.13に、両群の幼児の家庭での経験を示した。両群のほとんどの幼児は、「お風呂で(10までなど)数えてからあがる」という経験があった。「買い物するときなどに合計金額やお釣りを計算する」では、「高成績群」でも55.6%の幼児にはこうした経験がなく、「低成績群」も同様の傾向(70.0%)であった。「数や計算に関するドリルやワークブックなどをする」では、「低成績群」の半数の幼児には経験があった一方、「高成績群」では3割程度にとどまった。以上のように、家庭での経験と加法課題の成績に明確な関係は認められなかった。



## 第6章

表 6.12 家庭における幼児の数的な活動の経験（高成績群の9名）

	はい	いいえ	合計
(1) お風呂で10までなど数えてからあがる	9 (100)	0 (0)	9 (100)
(2) 買い物するときなどに合計金額やお釣りを計算する	4 (44.4)	5 (55.6)	9 (100)
(3) 数や計算に関するドリルやワークブックなどをする	3 (33.3)	6 (66.7)	9 (100)

注：数字は人数（%）を示す。

表 6.13 家庭における幼児の数的な活動の経験（低成績群の10名）

	はい	いいえ	合計
(1) お風呂で10までなど数えてからあがる	9 (90.0)	1 (10.0)	10 (100)
(2) 買い物するときなどに合計金額やお釣りを計算する	3 (30.0)	7 (70.0)	10 (100)
(3) 数や計算に関するドリルやワークブックなどをする	5 (50.0)	5 (50.0)	10 (100)

注：数字は人数（%）を示す。

続いて、19名の内、習い事をしているとの回答は5名（26.3%）であり、具体的にはすべてワークブックや教材のような家庭で取り組むものであった（表 6.14）。習い事をしていると回答した5名を「習い事群」（女兒3名，男児2名；平均年齢5歳8か月），習い事をしていないと回答した14名を「非習い事群」（女兒6名，男児8名；平均年齢5歳7か月）とし，加法課題のスコアおよび使用方略が異なるかどうかを検討した。

表 6.14 習い事や教材の利用（マッチングデータの内，習い事をしていると回答した保護者のみ）

	はい	いいえ	合計
(1) 書店などで購入したドリルやワークブックなど	4 (80.0)	1 (20.0)	5 (100)
(2) 幼児用の通信教育の教材など	3 (60.0)	2 (40.0)	5 (100)
(3) 学習塾に行っている	0 (0)	5 (100)	5 (100)
(4) そろばん教室に行っている	0 (0)	5 (100)	5 (100)
(5) その他	0 (0)	5 (100)	5 (100)

注：数字は人数（%）を示す。

スコアの平均値は，習い事群で OA:7.4，WA:6.0 であり，非習い事群で OA:8.6，WA:7.0 であった。課題形式（被験者内）×習い事（有無）（被験者間）の2要因混合計画による分散分析の結果，交互作用効果は有意ではなかった ( $F(1, 17) = 0.07, ns, \eta^2 = .004$ )。課題形式のみで主効果が認められた。課題形式においては，WAよりもOAのスコアが有意に高かった ( $F(1, 17) = 10.28, p < .01, \eta^2 = .38$ )。一方，習い事（有無）の主効果はみられなかった ( $F(1, 17) = 0.51, p = .49, \eta^2 = .03$ )。

## 第6章

次に、合成・分解方略の使用について検討した（表 6.15, 6.16）。両群におけるレベル C とレベル D での合成・分解の使用の有無について、フィッシャーの正確検定（両側検定）を行ったところ、いずれにおいても有意差は検出されなかった（[OA]レベル C :  $p=.30$ , レベル D :  $p=.60$ ; [WA]レベル C :  $p=1.00$  レベル D :  $p=1.00$ ）。

以上より、習い事の有無と加法課題の成績および方略に関連を見いだすことはできなかった。限られたデータではあるものの、本章の協力児の数的課題の結果は、習い事等による算数に関する系統的な数的支援以外の条件と関わりがあることを推測させるものである。

表 6.15 OA における合成・分解方略の使用頻度

	レベル C		
	無し	有り	合計
非習い事群	7	7	14
習い事群	4	1	5
合計	11	8	19
	レベル D		
	無し	有り	合計
非習い事群	8	6	14
習い事群	4	1	5
合計	12	7	19

表 6.16 WA における合成・分解方略の使用頻度

	レベル C		
	無し	有り	合計
非習い事群	8	6	14
習い事群	3	2	5
合計	11	8	19
	レベル D		
	無し	有り	合計
非習い事	9	5	14
習い事群	4	1	5
合計	13	6	19

## 第4節 考察

本章では、日本の幼児は既に10のまとまりによって2桁の数に関する表象を保持していることが明らかになった。この結果は、彼らが十進法に関する一定の理解を発達させていることを示唆する。しかし、一方で、10のまとまりで課題に解答した後に、「これと違う作り方がありますか?」と尋ねても、より基本的と考えられる一対一対応の方略を用いない幼児も多く見られた。それはなぜだろうか?

一つの理由として、日本の幼児は、家庭や幼稚園などにおいて、十進法の規則とよく一致した数詞システムに接する機会が多いとともに、10のまとまりを意識させる活動(遊び、歌、様々な生活動作において)が非常に多いことが考えられる。つまり、十進法ないし10のまとまりは、日本の幼児に深く根づいており、それがむしろ一対一対応の理解と活用を抑制してしまう可能性があるのではないか。Miurら(Miur & Okamoto 1989; Miur et al, 1994 など)によれば、日本の小学1年生の対象者は、一対一対応の構造も10のまとまりを用いた構造も、どちらも自由に用い、数を表象することができた(なお、実験の実施時期について明確な記述はないものの、Miur&Okamoto,1989では最年長の対象児が7歳4か月であるため9月頃と考えられ、Miur et al, 1994では“1学期”に実施したと記載されている)。日本の幼児は、幼児教育の段階では10のまとまりの構造を優位に発達させ、使用し、小学校に入ってから一対一対応の関係を学びなおすという過程を経るのかもしれない。こうした傾向は、日本の幼児における数的発達のユニークな発達コースであるのか、他の東アジア圏の言語を使う子どもに共通するものなのか、今後の検討が待たれる。

次に、本章では、このような10のまとまりの数的表象構造の保持が、「2桁+2桁」のような難易度の高い加法課題を効率的に解答することと関連していることを明らかになった。具体的には、10のまとまりの構造を表象する幼児は、そうでない幼児に比べて、OAとWAの両形式において有意に高い成績を示し、その使用方略も有意に合成・分解が多かった。この結果は、第5章で取り上げたシンガポールの幼児と比較すると大変驚くべき結果である。なぜなら、日本の幼児は、体系的な算数の授業をほぼ全く受けていないにもかかわらず、「2桁+2桁」(しかも繰り上がりがある問題を含む)のような高難易度の数的課題に、適切な方略を用いて対応することができているからである。

では、彼らは一体どのように十進法に関わる数的概念やその使用方法を身につけているのだろうか。まず、彼らにとって最も身近な家庭の影響が考えられたが、少なくとも本章のマッチングデータの結果をふまえると、加法課題の成績にも方略使用にもその影響を確認することができなかった。そこで、次に考えられるのが幼稚園や保育所のような保育施設(幼児教育機関)での経験、学習、教育である。日本の幼稚園では数や計算について直接取り上げた指導はほとんど行われていないが、遊びや歌、集団での生活活動や行事などにおいて、多くの数的要素が埋め込まれていることが指摘されている(榎原, 2006; Sakakibara, 2014)。

以上より、次章以降では幼稚園というフィールドで実際にどのような数的支援が行われているのかを明らかにし、第5章および本章で示された日本の幼児の数的発達の特徴の背景を探っていく。

Appendix 6-1

「幼児の数の学習状況に関するアンケート調査」

記入される方の氏名：

お子様との関係：父・母・その他（                      ）

お子様の氏名：

お子様氏の生年月日：

問1 下の各項目について、とてもあてはまる(a)・あてはまる(b)・どちらともいえない(c)・あまりあてはまらない(d)・まったくあてはまらない(e)ものに○をつけてください。

	(a)	(b)	(c)	(d)	(e)
(1) うちの子は、数や計算に関心がある	-----				
(2) うちの子は、数えるのが得意だと思う	-----				
(3) うちの子は、計算（足し算など）が得意だと思う	-----				
(4) うちの子は、親に足し算の問題などを出してほしいと言う	-----				
(5) 私（保護者）は、数や計算についての知識は大切だと思う	-----				

問2 以下のうち、ご家庭でお子様が経験しているものがありますか。あてはまるもの全てに（ ）に○をつけてください。

- (1) お風呂で10までなど数えてからあがる（    ）
- (2) 買い物のときなどに合計金額やお釣りを計算する（    ）
- (3) 数や計算に関するドリルやワークブックなどをやる（    ）

問3 お子様は、数や計算に関する習い事をしていますか。「はい」か「いいえ」に○をつけてください。

はい・いいえ

・「はい」に○をつけた方におうかがいたします。それは、次のうちどのようなものですか。あてはまるもの全てに（ ）に○をつけてください。

- (1) 書店などで購入したドリルやワークブックなど（    ）
- (2) 幼児用の通信教育の教材など（    ）
- (3) 塾（公文式、ベネッセなども含む）に行っている（    ）
- (4) そろばん教室に行っている（    ）
- (5) その他（                      ）

アンケートは以上です。ご協力に感謝申し上げます。

Appendix 6-2

「幼児の数の学習状況に関するアンケート調査」

ご協力をお願い

はじめまして、マークルス・オンと申します。私はシンガポールからの留学生として来日し、現在、北海道大学大学院にて子どもの発達と幼児教育についての研究を行っております。とくに、幼児の“数”に関する学習に関心をもっており、日本の子どもたちの優れた計算能力や、幼稚園での教育支援のていねいさに驚いています。

今回は、C幼稚園の子どもたちが、ご家庭でどのような数についての経験や学習をしているかということについて調査したいと考え、保護者の皆さまにアンケートをお願いする次第です。アンケートにご協力をお願いいたしますのは、幼稚園の自由遊び時間にて自主的に私の算数課題の実験に協力してくれた年長のお子様の保護者の皆様方となります。

ご多用中たいへん恐縮ではありますが、ご協力いただけますよう何卒お願い申し上げます。

【調査にあたってのお約束】

- ・本調査は、学術研究以外の目的では使用いたしません。幼稚園にもお伝えしません。
- ・学会発表、学術雑誌への投稿、学位論文の作成にのみ使用いたします。
- ・アンケートの結果は、統計や記号で情報処理され、個人が特定されることはありません。
- ・アンケートへのご回答をいただいたことをもって、研究協力を同意いただいたものとみなします。
- ・ただし、いつでも研究協力を取りやめることができます。その際は、下記までご一報ください。

◆研究実施者

マークルス・ユーリ・オン（シンガポール出身）  
北海道大学大学院教育学院・博士後期課程3年  
乳幼児発達論研究室所属  
e-mail：×××××@×××××.ac.jp

◆指導教員

川田 学（かわた まなぶ）  
北海道大学大学院教育学研究院・准教授

## 第7章 埋め込まれた数的支援のパターンとその実際（研究3）

### 第1節 問題と目的

第5章と第6章では、数認識、数的表象構造、加法課題に関する実験を通して、日本の幼児（幼稚園児）の優れた数的能力とその発達の特徴（聴覚的な提示形式に強く、10のまとまりをよく認識し、十進法に基づく合成・分解の使用の一貫性があること）を明らかにした。比較対象としたシンガポールの幼稚園児は、幼稚園や家庭、また塾等において体系的な算数教育を受けており、それらの場で慣れ親しんだ筆算を活用できる視覚的な提示形式では高い成績を示した。同じレベルの問題でも、馴染みのない聴覚的な提示形式になると解答に窮する幼児も多くなり、筆算ではなく単純な数えを用いていた。日本の幼児の場合、第6章で行った保護者への質問紙によれば、塾などの習い事をしている者はおらず、ほとんどの幼児は幼稚園外での数や計算に関わる経験は限定的であると考えられた。そのような中で、日本の幼児の多くがなぜ「2桁+2桁」のような算術を行うことができるのか、また、高次の算術の基礎となる合成・分解の方略を身につけ、その過程を身振り手振りをを用いて適切に説明することができるのか、謎が多いと言える。

子どもの数的発達を促す大人や教師の支援は、数的支援（mathematical support）と呼ばれる。この内、小学校以降に普及している明示的で系統的な教授を、ここでは体系的な数的支援（systematic mathematical support；SMS）と呼んでおく。シンガポールの幼稚園では、広くSMSが行われている。一方で、数的支援には明示的なものばかりでなく、日常生活の中での「埋め込み型」（榊原，2006）で行われているものも少なくない。榊原（Sakakibara, 2014）によれば、日本の幼稚園ではこのような埋め込まれた数的支援（embedded mathematical support；EMS）が頻繁に行われていると考えられる。例えば、幼稚園のなかで教師は、幼児と一緒に縄跳びの跳んだ回数を数えたり、登園しているお友達の数、教師が数えずにあえて幼児に質問するといった行動をとったりしている。

しかしながら、日本の保育実践において、教師が具体的にどのように幼児の数的発達を促進しているかについては、榊原（2006, 2014）などを除いて、ほとんど実証的に検討されていない。榊原（2006）は、日本の幼稚園教師がChild Math Assessment（Starkey, 2002）における5つの領域「数」「算術」「空間幾何」「測定」「パターン」の数的支援を、保育のなかで意識せずに行っていることを明らかにしている。さらに、それが幼児の数的能力に対する一定の促進的な影響を与えることも示唆されている。例えば、数的支援が中程度ないし少ないクラスの幼児よりも、より多く受けている幼児の数的能力の方が優れているという（榊原，2006）。加えて、榊原（2014）は、幼児の数的理解に対する教師の援助の量と質が、学年によって異なっていることも明らかにしている。例えば、出欠確認の際に、年少・年中クラスでは教師は欠席人数を尋ねることが多かったが、年長クラスでは、クラス全員の人数を計算することを求めた。

一方で、榊原による一連の研究（榊原，2006, 2014；Sakakibara, 2014）は、以下の2つの課題を有している。第1に、教師の数的支援の「内容」に注目しているものの、それを実施する際の「方法」については十分な検討がなされていない。確かに、教師は保育のなかで、幼児に対して様々な内容の数的支援を行っていることだ

## 第7章

ろう。しかし、例えば一括りに「数」領域の支援といっても、そこには教師の様々な創意工夫（多くの場合即興的で、暗黙的な方法で）があるだろう。例えば、直接的に数の知識（数字の書き方など）を教えることもあれば、幼児が数を数えたいくなるような場面が活動の流れの中に作られることもある。

第2に、榊原（2006, 2014b）では、観察対象が教師主導の活動（いわゆる設定保育）に限定され、自由遊びを対象としていない点である。自由遊びは、日本の保育において重要な役割を担っている。幼児の興味・関心から始まる遊びを発展させていくための援助や環境構成の中に、どのように数的支援が含まれているのかについては、十分に整理されているとはいえない。

以上より本章では、日本の幼稚園における教師の埋め込まれた数的支援を取り上げ、その方法のパターン（EMS パターン）を明らかにすることを目的とする。なお、ここでは榊原（2006）による数的領域の分類における「数」（例えば、1, 2, 3.....と数えるカウンティング）と「算術」（例えば、 $1+1=2$  といった計算）に関わる EMS に焦点を当てる。なぜなら、日本の幼稚園では「数」領域に関する活動が最も頻繁に行われており（榊原, 2014b）、「算術」は「数」概念の発達と密接に関連することが知られているからである（Robinson, Price & Demyen, 2018 等）。

## 第2節 方法

### 1. 協力園

北海道内の非宗教系私立 C 幼稚園（以下、C 園）を本研究の協力園とした。C 園は、特別な保育プログラムを導入しておらず、自由遊びを中心とした保育を行っている園であった。C 園では、年少・年中・年長が合わせて 8 クラス、計 229 名の幼児が在籍していた。そのなかでも本調査では、学年毎に 1 クラスずつ抽出し（年少 26 名、年中 35 名、年長 28 名）、研究の対象とした。クラスには担任保育者が 2 名ずつ在籍していたほか、他の保育者 1 名が補助に入ることもあった。C 園は、郊外にあるために敷地面積が広く、緑豊かな園庭だけではなく、園の周囲（山、川、公園など）が自然に囲まれている。それに加え、C 園は北海道にあるために、四季が明確にあり、季節の変化に富んだ自然豊かな地域環境を生かす活動をそれぞれの季節の中で積極的に行っている。室内や屋外ともに自然の季節の変化に触れる経験が多い幼稚園である、といえる。

本調査の実施に際して、当該幼稚園の園長および教師に対して、研究内容、プライバシーの保護、幼児への非侵襲性に関する研究倫理を説明し、承諾を得た。

### 2. 観察期間

2018 年 4 月中旬～10 月中旬であった。期間中、1 週間に 2 回程度、合計 35 回の観察を行った。

### 3. 観察手続き

本章では、ビデオカメラと筆記記録を用いた自然観察法によって資料を収集した。観察は、1時間の昼休み（昼食）を除き、幼児が登園した午前9時30分から降園する午後1時30分まで実施した。1回の観察につき、各クラス1時間ずつの観察を基本とし、それぞれの学年の活動の全体像をとらえられるように、観察時間帯を系統的に入れ替えた。表7.1に、観察スケジュールの基本形を示した。観察は、保育室に限らず、幼児と教師の活動を追跡し、園庭はもちろん、園外の公園、海の浜辺、川沿いなどでも行った。

表 7.1 観察スケジュールの基本形

時間帯	1回目	2回目	3回目	4回目
930~1030	年少	年長	年中	年少
1030~1130	年中	年少	年長	年中
1130~1230	昼休み	昼休み	昼休み	昼休み
1230~1330	年長	年中	年少	年長

### 4. 分析手続き

ビデオカメラによる観察記録、及びフィールドノートから事例を抽出し分析を行った。事例の抽出に先立って、「数」及び「算術」のサポートは、以下のように定義された。まず、Child Math Assessment (Starky, 2002) を参考にし、「数」領域の数的支援は、「教師の言動中に、数唱、物の計数（数えること）、順序数、数量比較・変化、または集合の構成を含んでいる」として定義された。次に「算術」領域の数的支援は、「教師の言動中に、1集合以上の加算 and 減算を含んでいる」として定義された。以上の定義を満たす教師の数的支援を抽出し、分析の対象とした。

事例は、「数」もしくは「算術」領域の数的支援が開始されてから、その「数」や「算術」に関わる内容の活動が終息したと判断された時点までを1つの単位として抽出した。明確に教師が活動を開始した場合と、活動の流れの中で数的要素が持ち込まれ、数的支援が開始した場合で、具体的な事例に基づいて「始点」と「終点」を説明する。まず、教師が活動を提案するかたちで数的支援が始まる例として、次のようなものがある。朝の会で教師が、幼児たちに欠席したクラスメイトの名前と人数を尋ね、教師は手指を折りながら幼児たちと一緒に計算し、出席人数を確認する。その後、教師は、「じゃんけん れっしゃ」をしようと提案し、幼児を立てさせ、その遊びをしながら、何人になったとか、どこが多い、少ないといったことを幼児に気づかせる働きかけをする。この場合、教師が出席確認の質問を幼児にしたところが1つの事例の「始点」であり、最終的に人数が確認され、「じゃんけん れっしゃ」の提案に入る直前が「終点」となる。更に、「じゃんけん れっしゃ」をしようと教師が幼児に提案する時点が、次の別の事例の「始点」となる。

活動の流れの中で数的支援が生起する例としては次のようなものがある。ある男児が段ボールに出たり入ったりする遊びを始めた。それを見た他の幼児が真似し、同じような遊びを始めた。3人が入っている段ボール



の前で、仲間に入りたいのかじっとその様子を見る幼児がいた。その様子を見た教師が、「4人目！」と言って指を4本立て、立っている幼児が先に3人入っている段ボールに入ることを促した。その後、幼児たちは段ボールに何人入っているといたことを自分たちで言い合う遊びをするようになった。やがて、教師は、「もう11時半だ！お弁当の時間ですよ。」と言って、幼児たちに段ボールを片づけさせて、お弁当の準備をした。この事例では、最初の男児が段ボールに入る遊びを始めた時点が「始点」であり、教師の提案によって段ボールを片づけて次の活動（昼食）に移る時点が「終点」となる。もう1つ例を上げると、女児2人が園庭にあるブランコに向かって走り、乗り始めた。教師が彼女らに近づき、背中を押してあげながら、ブランコ漕いだ回数を大きな声で数え始めた。そこに、男児1人がやってきて、女児2人に「お芋ほりを手伝ってこない？」と言った。女児たちは教師と相談して、お芋ほりを手伝うことにした。ブランコ遊びをやめて、教師と幼児たちはお芋ほりをしている畑に向かって走っていた。この事例の場合、女児2人がブランコを始めた時点が「始点」であり、ブランコを離れてお芋ほりに向かう直前が「終点」である。そして、お芋ほりでも数的支援が行われたので、お芋ほりに向かい始めたところが次の事例の「始点」となる。

以上の要領で数的支援に関する事例を抽出したところ、結果として得られた事例の総数は、249であった。事例ごとに、教師によるEMSパターンを、①教師が幼児の数的要素の学習を明確に意図しているか、②どのタイミングで数的要素が持ち込まれるか、③活動に数的要素を持ち込むのは誰か、という3つの視点をもとに分類を行った。

### 第3節 結果と考察

以上の視点によって事例を分類した結果、4つのEMSパターンが抽出された。すなわち、潜在パターン（Implicit Pattern）、挿入パターン（Inserting Pattern）、導入パターン（Introducing Pattern）、教授パターン（Instructing Pattern）である。潜在パターンは、教師の意図は明確でなく、明示的に数的要素が扱われるわけでも誰かが持ち込むわけでもないが、数的要素を含む活動につながりうるものである。挿入パターンは、教師の意図は明確ではないが、活動の途中から、教師あるいは幼児によって数的要素が持ち込まれるものである。導入パターンは、教師は必ずしも数的要素を扱うことを中心的に意図せず、活動を成立させるために数的要素を持ち込むものである。教授パターンは、教師が最初から意図して、数的要素を持ち込むものである。以下では、それぞれのパターンの定義及び典型的な事例について提示する。

#### 1. 潜在パターン（Implicit Pattern）

「潜在パターン（Implicit Pattern）」とは、「教師は数的知識を明確には表現しないが、その活動内容から子どもまたは教師によって数的要素を含む活動へと展開しうるサポート」として定義される。潜在パターンでは、教師は数的知識を明確に表現しないし、活動を成立させるために数を扱う必要性が必ずしもあるわけではない。にも関わらず、このようなパターンを数的支援として取り上げるのは、実際のところ日本の幼稚園や保育園では非常に頻繁に見られる活動の様子であり、その内容からすればいつでも数的要素を含む活動に展開し

## 第7章

でもおかしくない潜在的な活動状態であると考えられたからである。例えば、以下の事例1のような例である。

事例1	年少クラス	「ビニール袋に穴を刺すと、次々に水が出る」	6月6日
<p>幼児たちは、急いで服を脱いでから、服を自分のトレーに置き、フィールドに走り出た。そして、他の幼児と一緒に水遊びに参加した。幼稚園の玄関前にある小さくて浅いプールには、短い間にたくさんの幼児が集まる人気スポットである。幼児たちは、容器、ペットボトル、シャベル、バケツなどを持って、プールに入り込み、水を注いだり、出したりすることを楽しんでた。N教師は、ビニール袋を持ってプールに入り、袋に水を注いだ。そして、袋を持ちながら、爪楊枝で穴を開けた。穴から水が出てくる様子を見て、5人ほどの幼児が関心を持ち、N教師のまわりに集まってきた。N教師は、爪楊枝を一人の男児に渡して、「どうぞ」と言った。男児はN教師のようにビニール袋に爪楊枝を刺し、隣にいる女児に爪楊枝と袋を渡した。彼女も同じようにしてから、他の幼児に渡し、5人の幼児が順番にビニール袋に爪楊枝で穴を開けた。N教師は、再びビニール袋に水を注ぎ、左手で袋を持ちながら、右手で袋を時計回りに回して、止め、反動で袋が反対に回る様子を幼児たちに見せた。N教師は、「行くぞ、行くぞ」と言いながら、袋を幼児に近づけ、彼らに水をかけると、幼児は手を伸ばし、たくさんの穴から出てくる水を触り、さらに多くの穴を開けたりして、積極的に遊び出した。</p>			

事例1では、N教師と幼児の遊びの主題は爪楊枝で水の入ったビニール袋に穴を開けることであり、必ずしも「数」とは関係のない活動である。しかし、N教師は数的知識を明確に表現しないものの、爪楊枝で次々に穴を開け、穴の数が増えるとともに水がより多く流れ出るという光景を提示していることから、数的要素を含む活動に展開してもおかしくないように思われる。例えば、1人の子どもが「10こ開いた!」と発言すれば、たちまち他の子どもも「何個開いた」と言い出すかもしれない。そうすると教師は、「じゃあ何個開いたか数えてみよう」という促進的発言をするかもしれない。以下の事例2は、教師が設定保育（教師があらかじめ予定した活動）において潜在パターンのEMSを行っていた場面である。

事例2	年少クラス	「ネックレス作り」	10月11日
<p>H教師は、ストロー、ひも、はさみを持ち、テーブルの真ん中に置いてから、ストローを使って素敵なネックレスを作ろうと幼児たちに伝えた。H教師は、ストローを小さく切り、ひもを切り、そして、切ったストローをひもでつなげる、というネックレスの作り方を幼児に見せた。幼児たちは、H教師と一緒にネックレスを作り始めた。しばらくすると、数人の幼児が、ストローを切ることに楽しみを感じ始めた。彼らが切ったストローを一箇所に集めると、他の幼児がひもを切って、集められたストロー片をひもでつないでネックレスを作った。ストロー片やひもの長さは決まっていないので、様々な長さの作品ができていった。</p>			

事例2もまた、事例1と同じくその製作活動を成立させるために「数」を扱う必要は必ずしもない。しかし、ここでもまた誰かが「10こ つないだ！」と言えば、「数」に関する要素が活動に次々持ち込まれ、教師も「数」に関する質問をしたり、知識を伝えたりすることが容易に想像できる。数的支援と言いながら、実際には数的要素が持ち込まれないエピソードを潜在パターンとして分類しようとするのは、一見奇異なことかもしれない。しかし、次に示す挿入パターンとの関係において、潜在パターンを抽出しておくことは有意義であると考えられる。なぜなら、上述のようにあるきっかけで数的要素が活動に持ち込まれれば、それはたちまち挿入パターンに変わっていくからである。

## 2. 挿入パターン (Inserting Pattern)

「挿入パターン (Inserting Pattern)」とは、「その活動を成立させるために数を扱う必要は必ずしもないが、活動の途中から何らかのきっかけにより数的要素が活動に挿入され、数的要素を含む活動に展開していくサポート」として定義される。何らかのきっかけとは、子どもまたは教師により、数的要素を含む言動が活動に挿入されることをさす。このとき、教師が主導して数的要素を挿入した場合を「挿入パターン (T) (Teacher-initiated Inserting Pattern)」, 幼児が主導して数的要素を挿入した場合を「挿入パターン (C) (Child-initiated Inserting Pattern)」と呼ぶ。また、以上のような特徴ゆえに、挿入パターンを用いて実際に幼児たちが扱うことになる数的知識は、事前に決められるものではなく、活動の展開によって多様かつ即興的に決定される。以下に、教師主導のパターンと幼児主導のパターンに分けて、典型的な事例を見ていく。

### (1) 挿入パターン (T) (Teacher-initiated Inserting Pattern)

事例3	年少クラス	「4人目！」	4月20日
<p>幼児たちは、先週教師が持ってきた3つの段ボールを押しながら、教室内を回っていた。突然、1人の男児が、段ボールの中に入った。そして、座ってから直ぐに立ち、段ボールから出た。その後、他の男児たちもその行動をまねて、段ボールに入ったり出たりする遊びを始めた。R教師は、段ボールの近くに座り、幼児たちの様子を見ていた。R教師の近くに、男児Aがいた。Aは何度も段ボールに近づき、入るか入らないかを悩んでいる様子だった。Aが気になった段ボールには、既に3人の男児が入っていた。3人の男児が詰めないと、Aが入る余裕がない状態だった。</p> <p>この様子を見たR教師は、段ボールの近くに移動して座り、大きな声で「4人目！」と言って左手で4本指を立てた。そして、Aの背中をやさしく押して、「行ける」と段ボールに入ることを促した。同時にR教師は、段ボールの中にいた3人の男児に「詰めて、詰めて、お尻をぎゅって」と言い、Aが段ボールに入れるように彼らに詰めることを促した。Aは、段ボールにいた幼児の人数や入れる余裕があることを確認してから、やっと段ボールに入った。すると、今度は別の男児が段ボールから出たため、段ボールにいる幼児はAを含む3人になった。R教師は、またしても「4人目」と言い、左</p>			

手で4本指を立てながら、側にいた女児Bに「4人目に行く?」と尋ねた。そして、Bが段ボールに入ると、R教師は「4人」と言った。その後、幼児たちは、ただ段ボールに出たり入ったりするのではなく、段ボールに入っている人数を数えたり、3つの段ボールにいる友だちの合計を計算したりするようになった。

事例3では始めに、1人の男児が段ボールに出たり入ったりし、それを他の幼児たちがまねするようになったことで遊びが始まった。この遊びは、幼児たちが単に段ボールに出たり入ったりするだけで成立しており、数を扱う必要性はなかった。その中でR教師は、A児に目を留めた。A児は何度も段ボールに近づき、入るか入らないかを悩んでいた。その様子を見たR教師は、大きな声で「4人目」と言い、左手で4本の指を示しながら、「行ける」とA児を促した。R教師は、A児の行動に注目し、彼が遊びのメンバーの1人となるように、遊びへの参加を援助していたと考えられる。興味深いのは、R教師がA児を遊びに参加させるために「4人目」という数的知識を活動に挿入したことである。R教師は、単にダンボールの中の人数(3人)を言うのではなく、A児が4人目だという序数や、合わせると4人になるという加法操作を幼児たちに提示した。こうした教師の援助がきっかけとなり、A児やB児が遊びに無理なく参加できただけでなく、幼児たちが友だちの数を数えたり計算したりする遊びを始めたのだった。

このように、R教師は幼児たちの行動や活動の流れなどを見ながら、ある幼児を仲間に入れる援助を通して、結果的に数的支援を行っていることになる。R教師によって挿入された数的知識と、それをきっかけとした幼児たちの数をめぐる遊びの展開は、予定されていた内容ではなく即興的なものである。以下の事例4も同様に、教師が遊びのなかで即興的に挿入パターンの数的支援を行った場面である。

事例4 年中クラス 「何人列車になりましたか?」 4月24日

Y教師は幼児たちに「ジャンケン列車」をしようと提案し、遊びが始まった。もう1人のS教師がピアノを弾き、Y教師が幼児たちと一緒に伴奏に合わせて歌いながらジャンケン列車の遊びを始めた。S教師がピアノを弾くのを止めると、Y教師と幼児たちは止まり、一斉に「最初はグー、ジャンケンポン」と言いながら、ジャンケンをした。負けた幼児は勝った幼児の後ろにつき、2人組の列車がたくさんできた。一組は、3人でジャンケンをしたのか、3人組の列車もあった。Y教師が幼児たちに「何人列車になりましたか?」と尋ねた。多くの幼児は、「2人」と答え、Y教師は「あれ3人列車じゃないの?」と言いながら、3人組の列車を指差した。そして、Y教師は3人組の一番後ろにいる男児を、ジャンケンができずにぽつんと1人である男児のところまで連れて行き、2人組の列車を作った。

事例4の「ジャンケン列車」も、ジャンケンを続ければ自然と勝者が決まり、列車がつながっていく遊びであり、この活動を成立させるために「数」を扱う必要はない。ところが、Y教師は遊びが進んでいく中で、3

人組の列車があることに気づき、幼児たちに「何人列車になりましたか？」と質問した。多くの幼児たちは「2人」と答えたが、一組だけ3人だった。Y教師が、「あれ3人列車じゃないの」と言いながら、その3人組の列車を指差し、幼児たちに気づかせるとともに、最後尾の1人とぽつんと1人での幼児をくっつけて、すべてを2人組の列車にした。3人組の列車が生まれたことはおそらく偶然であるが、そこにY教師は数的知識を明確に挿入し、結果として数的支援に結びつけている。

(2) 「挿入パターン (C) (Child-initiated Inserting Pattern)」

事例5	年少クラス	「乗っていいよ！」	9月27日
<p>昼食が終わると、幼児たちは、次々に教室からホールに走り出てきた。たくさんの幼児が、教師たちと一緒に鬼ごっこ、縄跳び、ドッジボールなどの遊びをしていた。しばらくすると、女児CとDは、鬼ごっこをやめ、保育室の近くに座り、他の幼児たちが遊んでいる様子を見ていた。保育室から出てきたN教師は、CとDに目を留め、彼女らの近くで足を伸ばして座った。N教師は、自分の腿を叩きながら、CやDに「乗っていいよ」と促した。CとDが腿に座ると、N教師は「おすわりやす いすどっせ」というわらべ歌を歌いながら、足を開くと、CとDは床に尻もちをついた。すると、他の幼児もこの遊びに興味を持ち、参加してきた。男児Eは、N教師の腿に座っている友だちの人数を数えると、N教師に小さい声で「3人です」と言った。N教師も数え、「ああ、3人だ」と言いながら、足を開くと、幼児たちが尻もちをついた。その後、N教師は、足を開く前に、幼児と一緒に人数を数えて確認するようになった。</p>			

事例5では、はじめN教師が「おすわりやす いすどっせ」の遊びを提案した。このわらべ歌遊びは、腿に乗って落ちるというもので、数を扱う必要を含んでいない。しかし、その遊びの中で、人数が徐々に増えていく様子を幼児たちは見ていた。そのことに気づいたEが、あるとき乗っている友だちの人数を数え始め、人数をN教師に伝えた。N教師はそれをきっかけにして、自分でも幼児を数えるという活動を行うようにした。このように、子どもの言動によって活動の中に数的要素が挿入されたことをきっかけにして、数が遊びの一部に組み込まれていくのが挿入パターン(C)である。興味深いことに、元々は数とは関係のなかった遊びの中に、数的要素が挿入された場合、しばしば活動の主題が数を扱うことになっていく例が見られることである。

事例6	年中クラス	「浜辺での貝殻拾い」	5月16日
<p>朝の会の後、幼児たちは、急いで上着を着て、待っていたバスに乗り、幼稚園の近くにある浜辺(海)に行った。浜辺に到着後、S教師はビニール袋を幼児たちに配った。幼児たちは、S教師と一緒に浜辺に落ちている貝殻を拾い、ビニール袋に入れていった。暫くすると、3人の幼児が、貝殻の数を数</p>			

え、お互いに数を比べて、貝殻の数を競う遊びを始めた。その様子を見ていたS教師は、その後、他の幼児たちとも貝殻の数を数える活動を始めた。

事例6も類似の例である。おそらく、S教師は数に関する学習を促すために幼児を貝殻拾いに連れて行ったわけではないだろう。浜辺に落ちている色々な貝殻を見つけに行こうというのが主題だったと思われる（もしかしたら、持ち帰った貝殻で製作活動をしようという意図はあったかもしれない）。しかし、幼児たちが貝殻を数える遊びを始めた結果、その流れにS教師も乗り、他の幼児たちにも数えることを促す数的支援を行うようになった。幼児たちは、貝殻の形や大きさや色についても興味を持ったと考えられるが、貝殻の数を数えるという活動も重要な主題になっていったと考えられる。

### 3. 導入パターン (Introducing Pattern)

「導入パターン (Introducing Pattern)」とは、「教師が当該活動を成立させるために、数的知識を明確に表現し、導入するサポート」として定義される。導入パターンがこれまでの2つのパターンと異なるのは、活動を成り立たせるために数的な知識を利用する必要性が高い状況での数的支援である点である。教師が導入する数的知識は、当該活動を成立させるための基準やルールである場合が多い。具体的には事例7のような場面である。

事例7	年長クラス	「あら、2人では飛べないよ？」	5月9日
<p>H教師は、幼児たちに「兄弟すずめ」の遊びをしようと提案した。遊びを始めるために、幼児たちは3人組を作り、誰が先頭、2番目、3番目の雀となるかを決めた。この時、3人組がたくさんできたが、その一方で2人組になっている幼児が3組あった。この様子を見たH教師は、2人組の雀の近くに移動し、「あら、2人では飛べないよ?」と言い、幼児たちを集めて「どうしたら3人組になれるかな」と尋ね、幼児たちが3人組を作れるように導いた。</p> <p>全員が3人組になったのを確認してから、「兄弟すずめ」が始まった。音楽に合わせて、3人の幼児は順番で先頭を交代していった。H教師は、遊びが順調に進むように「先頭さんに行きます」「次は、2番目」「次は、3番目」などと指示を出しながら幼児を導き、遊びを展開した。</p>			

「兄弟すずめ」の遊びは、3人組を作って順番を決めてから始まり、先頭から3番目まで順番を守って遊ぶルールがある。それゆえH教師は、遊びのルールに基づいて幼児たちに3人組の雀を作らせようとした。その時、2人組の幼児に対して「あら、2人では飛べないよ?」と問いかけ、幼児たちに人数のことに気づかせようとした。また、「先頭さんに行きます」、「次は、2番目」、「次は、3番目」などの指示を出し、幼児が

正しい順番で遊べるように、序数を明確にした言葉がけをしている。運動会のような行事においても、導入パターンによる数的支援がよく見られる。事例8はその一例である。

事例8	年中クラス	「3人ピラミッド！」	6月13日
<p>運動会の組体操を練習するために、S教師は年中クラスの部屋に大きなドラムを持って来て、「これから組体操を練習します」と幼児たちに伝えた。早速、S教師はドラムを打ち鳴らしながら、「3人ピラミッド」と掛け声を発した。幼児たちは、事前に決めた3人のメンバーで集まり、床に書いてある線に沿って一列に並んだ。幼児全員で3人組ができたなら、S教師はもう一度ドラムを叩いて「3人ピラミッド！」と大きな声を出した。幼児たちは友だちと力を合わせながら、陣形を作ってみせた。その後、S教師は、ドラムを打ちながら、「6人ピラミッド」と掛け声を発した。この時、3人の時と同様に幼児は事前に決めた6人組で集まる必要があった。しかし、女児Fは別の組に間違っ集まってしまう、1つの組は7人になり、本来の組が5人になってしまった。この様子を見てS教師は、Fに元々の組に移動させてから、もう一度ドラムを打って練習を再開した。</p>			

このように、日本の幼稚園や保育所では、自由な遊びにおいても設定的な活動においても、人数や順番など、何らかの数に関わるルールを守らなければ成立しない活動が数多く実践されている。教師は、活動を成立させるために、数に関するルールをあまり曖昧にはしない。もちろん、幼児自身が試行錯誤してより適切な数的条件を見つけていくことを促す援助もあるが、いずれにしても、教師は幼児に「数に関するルール」に気づいてほしいと意図している。このようにして、活動の成立条件に数的要素を必要とする場合の明示的なサポートを、導入パターンと呼ぶのである。ただし、導入パターンにおいては、数的要素はあくまで活動成立のための条件なので、その条件が満たされれば、数の問題はむしろ後景化する。上の2事例でも、活動は「兄弟すずめ」の遊びや「ピラミッド」の組体操そのものに向かって展開し、数的要素そのものが主題化することはない。先の挿入パターンでは、偶然に数的要素は入り込むことによって、むしろ数的要素の方が遊びとして主題化することが多いので、この点でも導入パターンとは違いがある。

#### 4. 教授パターン (Instructing Pattern)

「教授パターン (Instructing Pattern)」とは、「教師が、数的知識そのものを幼児に意識させ、理解を促すために質問したり説明したりするサポート」として定義される。すなわち、教授パターンでは、他の3つのパターンと大きく異なり、教師は数の学習を直接的に意図している。以下の事例9は、クラスの出席人数を確認する際の一コマである。

## 事例9 年中クラス 「今日は何人が休みだっけ？」 6月28日

朝の会になると、S教師は幼児たちを集め、サークル状に座らせた。そして、S教師は「今日は何人いますか？」と質問した。しかし、クラスの人数が多いからか、幼児たちはなかなか正しい人数を答えられなかった。それを見てS教師は、幼児たちに「今日は誰かお休みですか？」と尋ねた。幼児たちは欠席していた3人のクラスメイトの名前を口々に言った。それを聞いて、S教師は左手の指を3本立てた。続けて、S教師は右手の3本、左手の5本の指を立てて、もう一度幼児たちに「うめさんはいつも35人だけど、今日は何人が休みだっけ？」と尋ねた。数人の幼児たちは、元気な声で「さんにん！」と答えた。S教師は、左手で立てていた5本の指を、1本ずつ、計3本折った。そして最後にS教師は、右手で3本指、左手で2本指を立てながら、「今日うめさんは32人です」と幼児たちに教えた。

事例9は、朝の集まりでの出欠確認の場面であり、日本の幼稚園や保育所では極めてよく見られる光景である。本来の目的は「出欠確認」ではあるが、事例のように、S教師は幼児たちに向けて2桁の数を含む減算操作を明確に提示している。そこには、単に出欠を確認するというルーティンを越えて、教師が出欠確認という状況あるいは“教材”を用いて、数や算術への理解そのものを主題化しようとしているように思われる。

このような教授パターンによる数的支援は、朝の会のような設定的な場面のみで用いられるわけではない。以下の事例10では、遊びの中で教師が数的知識を教えようとしていたことが確認できる。

## 事例10 年長クラス 「数字を書きたいけど、書けない！」 7月11日

T教師は、大きな紙を保育室に持ってきて、床に置き、近くにいた5人の幼児に看板を作ろうと提案した。しかし、その看板を完成させるためには、1から5までの数字を書かなければならなかった。男児GはT教師に近づいて「数字を書きたいけど、書けない！」と伝えた。T教師はGを見ながら、「大丈夫だよ」と伝えた。T教師は、小さな紙と鉛筆を持ってきて、Gと一緒に数字を書く練習をはじめた。T教師は、1から5までの数字を、一つひとつ発音しながら書いてみせ、Gはそれをまねし始めた。これを暫く繰り返すと、Gは1から5までの数字が書けるようになり、大きな紙にそれらの5つの数字を書き始めた。

活動は看板作りであるが、それを成立させるためには数字を書ける必要がある。しかし、T教師はそのためにも予め幼児たちに数字を書く練習をさせるわけではない。事例10の場合、Gが数字を書きたいと言い出したので、挿入パターン(C)と見ることもできる。しかし、T教師の幼児へのサポートは、事例5や6のように遊びの流れのなかで幼児たちと一緒に数的要素を扱うというよりも、Gに向けて明確に数字の書き方を教える関りとなっている。したがって、ここでは教師のサポートとしては教授パターンが採用されていると考えた。教授パターンと言っても、日本の幼稚園では子どもの遊びの展開とは独立した「授業」として抽象的な数の操



作を教えることはほとんどない。多くの場合は、上の事例のように、生活のルーティンや自由な遊びの展開に応じて、その都度必要に合わせて数的知識を幼児に意識化させ、理解を促すようにサポートしていると考えられる。

## 5. EMS パターンの頻度分析

以上、4つのEMSのパターンの特徴を事例に基づいてみてきた。次に、これらの各パターンの頻度がどのような分布で生起しているのかを検討した。表7.2は、本章で得られた全249事例をパターン別に計上したものである。すなわち、最頻出のパターンは挿入パターンであり、導入パターンがこれに続いた。一方で、教授パターンは全体の5%程度にとどまった。

表7.2 各EMSパターンの事例数と割合(%)

	事例数	%
潜在パターン	25	10.0
挿入パターン	121	48.6
導入パターン	90	36.1
教授パターン	13	5.2
合計	249	100

更に、表7.3は、学年ごとの各パターンの分布を整理したものである。潜在パターンは年少クラスで、挿入パターンは年中クラスで、教授パターンは年長クラスで最も多くみられた。これは、各学年の幼児の発達や行動特徴に対応したものであると考えられた。導入パターンは、各学年の割合はほぼ同じであったが、それは導入パターンが設定保育や行事のような活動においてしばしば用いられるサポートであることと関連しているのではないかと考えられた。導入パターンは、数的要素を取り入れることで目的の活動を成立させるものであり、幼児たちは一組の人数や順序などが明示的に示されることによって、活動の順序や動き方を理解しやすくなる。したがって、学年に関わらず、有効な手段として数的要素が活動に取り込まれるのである。

表7.3 学年ごとのEMSパターンの事例数と割合(%)

	年少	年中	年長	合計
潜在パターン	15(60.0)	8(32.0)	2(8.0)	25(100)
挿入パターン	30(24.8)	54(44.6)	37(30.6)	121(100)
導入パターン	26(28.9)	31(34.4)	33(36.7)	90(100)
教授パターン	2(15.4)	4(30.8)	7(53.8)	13(100)

第4節 考察

本章では、日本の幼稚園において教師が埋め込まれた数的支援をどのように行っているか、その代表的なパターンを明らかにすることを目的とした。この目的のために、幼稚園の日常の保育を観察し、「数」および「算術」の領域に関わる数的支援を抽出し、大きく4つに分類した。すなわち、潜在パターン (Implicit Pattern)、挿入パターン (Inserting Pattern)、導入パターン (Introducing Pattern)、教授パターン (Instructing Pattern) であった。

それぞれのパターンに典型的な事例としてあげたものを踏まえ、ここでは「活動における数の主題性」と「活動の成立における数の必要性」の2軸によって構造的な整理を試みる。「活動における数の主題性」とは、その活動の展開において「数」そのものが重要な主題的要素になっているかどうかの軸である。「活動の成立における数の必要性」とは、何らかの活動を続けるためには「数」に関する条件を満たしている必要があるかどうかに関わる軸である。この2軸を直交させ、4つのEMSパターンを配置したのが図7.1である。

潜在パターンでは、そもそも数的要素が明示されない。そこでの活動には、数を扱う必要性は本来的に低く、数の主題性も未だ明確ではない。しかしながら、挿入パターンでは、活動の成立に数は必ずしも必要ではないものの、何らかのきっかけで数的要素が活動に挿入されると、当該活動における数の主題性が高くなっていく傾向にある。事例5や6で見たとおりである。

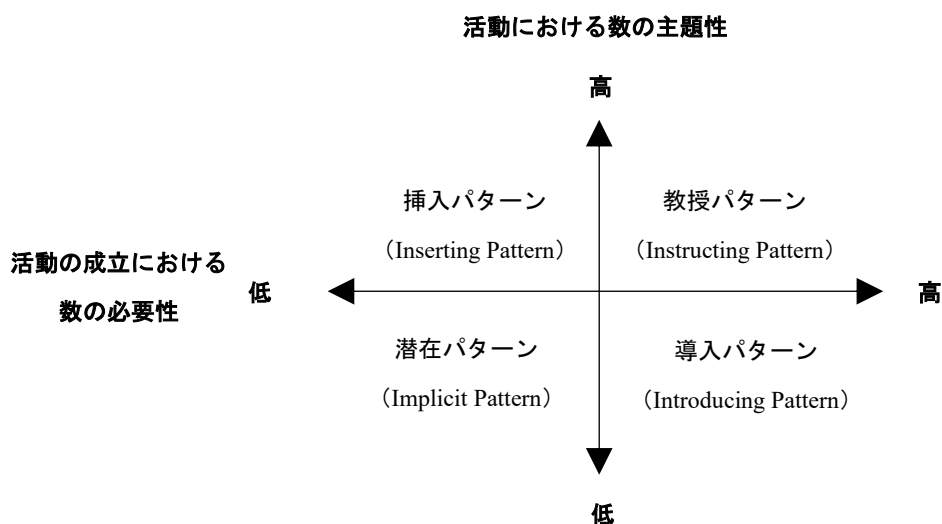


図 7.1 4つのEMSパターンの構造的布置

一方、導入パターンでは、活動の成立に数は必要条件になってくるが、ルールとしての数的条件が満たされると、数についてはむしろ後景化し、活動のそもそもの目的が前景化する傾向にある。教授パターンは、いずれの軸においても、数が重要な役割であり目的となる。

## 第7章

榊原（2006, 2014）は、日本の教師が数的知識を明確に教授することは稀であるが、同時に「埋め込み型」の数的支援が数多くあることを指摘してきた。しかし、その「埋め込み型」サポート（EMS）が実際にどのように展開されていくのか、そのパターンにはどのようなものがあるのかは明らかではなかった。本章の分析を通して、EMSにはその基本形として4つのパターンがあることが見えてきた。そして、4つの内でも特に挿入パターンが約半数を占めた。挿入パターンは、予め数的要素を前提とする活動ではなく、遊びや生活活動の展開の流れの中で、教師または幼児の即興的な言動がきっかけとなるものであり、「埋め込み型」の支援の典型的なパターンであると推測される。

次章では、挿入パターンの事例を中心に、とりわけ日本の幼稚園の活動で重視され、かつ数的要素を多く含むとされている音楽や身体動作を伴う活動を取り上げ、“10のまとまり”など十進法に関わる知識がどのようにEMSによって取り込まれているかを検討する。

## 第8章 音楽や身体動作を伴う活動に埋め込まれた十進法（研究4）

### 第1節 問題と目的

生活の中で、数は様々なかたちで表象されている。学校教育を受けた大人にとっては、数字や数に関する言葉（数詞）を思い浮かべることが多いだろうが、絵やブロックなどの具体物も数に関わる表象である。Lesh, Post & Behr(1987)は、数の表象を分類し、「操作的具體物」(manipulatives), 「書かれた記号」(written symbols), 「発話」(verbal symbols), 「図像」(pictures), 「現実生活」(real life representations)という5つの形式を提案した。「現実生活」とは、例えば料理を作る際に材料を計ったり、買い物をするときに計算したり、子どもがブランコをこぐときに数えたりといったように、生活の流れの中で数を表象することを意味する。

従来の研究では、算数教育や数的学習を促進するために、操作的具體物の重要性を強調したものが多い(Marley & Carbonneau, 2014; Carbonneau & Marley, 2015 等)。Piaget (1952)も、子どもの認識発達における具體物の重要性を主張している。操作的具體物の使用は、具体的思考と抽象的思考との架け橋を築く効果があると考えられており、第6章の数的表象課題で使用したような算数ブロックは広く普及している操作的具體物の代表例である。しかし、操作的具體物を使ったからといって、子どもの数的学習を保証するわけではないことも指摘されている(Baroody, 1989)。

日本の幼稚園に目を転じると、積み木やブロック、石ころや木の実などの自然物といった操作的具體物の利用が多く見られることも事実であるが、それらを使って数を数えたり計算したりすることを直接目的とした活動はほとんどなく、あくまで一連の遊びや生活活動、行事等の流れの一部である。つまり、日本の幼稚園では、全体として「現実生活」の形式で数が表象され、操作されていると考えられる。なかでも、集団で数を数えながら体操をしたり、けん玉で身体を動かしながら100まで数えたり、教師がピアノを弾きながら特定の拍子で拍手したりといった、音楽や身体動作を伴う活動の流れにおいて、数が表象されていることが極めて多い。

第6章で明らかにしたような、日本の幼児の“10のまとまり”に関する一貫した表象構造は、こうした現実生活の流れの形式での数的表象の経験と密接につながっているのではないだろうか。Sakakibara (2014)によれば、数を含む設定活動のうち最も頻繁に観察されたのは、歌(20%)、製作(17%)、運動・器械体操(10%)、ダンス・リズム体操(9%)であった。日課活動における数を含む活動の上位は、出欠確認(29%)、集合(16%)、片付け・掃除(12%)であった。この結果から、音楽や身体動作と数字を結びつけた活動が多いことが分かる。

ところで、音楽と身体動作は、子どもの数的発達を促すことも報告されている。例えば、音楽における、メロディー、リズム、音程、音階、ハーモニー、調律、テンポは、比率、算術などの様々な数の概念と密接に関連している(An, Capraro, & Tillman, 2013; Beer, 1998; Harkleroad, 2006 など)。特に、音楽は美学の一形態であり、それらの学問的要素を子どもの学習過程に取り入れることによって、数的学習状況をより豊かにすることで、情感の溢れる感覚を養うことができ(Eisner, 2002; Sylwester, 1995; Witherell, 2000)、子どもの数学の学習態度や成績を向上するという結果も示されている(An, Capraro, & Tillman, 2013; An, Ma & Capraro, 2011 など)。

音楽と同様に、長年にわたり、発達心理学では認知過程と身体性との密接な関係が注目されてきた。例えば、手指の使用によって、幼児の計数の 5 原理の理解、特に一対一対応や安定した順序理解を促すとされている (Gallistel & Gelman, 1992; Gelman & Gallistel, 1978)。浅川・杉村 (2009, 2011) は幼児の手指の巧緻性と計算能力とが関連していることを実証的に解明している。また、教師の身振りによる生徒の数的学習の促進に関する研究もあり、数的学習における身体使用の重要性が示されている。例えば、数学の授業で重要な部分に注意を向けさせたいときに、教師が生徒に対して身振りを頻繁に使うとされる (Alibali, Nathan & Fujimori 2011)。身振りは、情報伝達、強調、教室の相互作用の促進に効果的であることも指摘されている (Lakoff & Nunez, 2001)。

日本の幼児教育実践では、音楽や身体動作が幼児を育むための欠かせない要素の一つとして重視されていると考えられるが、その点に着目した先行研究であっても、多くの場合は人間関係や集団生活、感覚や社会情動的な領域の発達に目が向けられている (Burke, 2013; Fujita & Sano, 1988; Hayashi & Tobin, 2015; Tobin, Wu, & Davidson, 1989 等)。これに対し、本章では音楽や身体動作を含む幼児教育実践と数的発達というアカデミックな領域の関係に焦点を当てる。第 7 章では EMS の基本的な 4 つのパターンを見いだしたが、本章では特に頻度が高かった挿入パターンを中心に、音楽や身体動作を含む活動で数的支援が行われる事例を抽出し、詳細に分析する。その際、特に 10 のまとまりや 10 の倍数の強調など、十進法の理解を促すと考えられる事例を取り上げる。本章の目的は、事例分析により、音楽や身体動作を伴う活動に十進法等の数的理解を促す支援がどのように埋め込まれているのか、その特徴を明らかにすることである。

## 第 2 節 方法

### 1. 協力園

北海道内の非宗教系私立 C 幼稚園 (以下、C 園) であり、概要は第 7 章と同様であった。

### 2. 観察の期間と回数

2018 年 4 月から 2019 年 3 月までの 1 年間実施 (春・夏・冬季休暇期間を除く)。1 週間に 2 回程度、合計 57 回の観察を行った。

### 3. 観察手続き

第 7 章と同様であった。

### 4. 分析手続き

第 7 章と同様に、ビデオカメラによる観察記録及びフィールドノートから事例を抽出し分析を行った。ま

ず、Child Math Assessment (Starkey, 2002)における「数」と「算術」の領域に関する数的支援をすべて抽出した。その結果、373事例が得られた。その中で、音楽と身体動作を含む活動を更に抽出した。

音楽を伴う活動とは、数え歌（数えることをテーマとしたわらべ歌）など数的要素を含む歌や遊びを行ったり、リズムや拍子を取るために数唱するといった数的要素を含んだ活動のことをいう。例えば、第7章の事例7「兄弟すずめ」では、幼稚園教師が弾くピアノの音に合わせて、3人組になった幼児が順番に先頭を交代するという活動をしていた。この場面では、幼児たちに序数を意識させる支援が埋め込まれていた。後述する本章の事例3では、「いちじく にんじん」の数え歌を使って、教師は幼児の人数を確認し、幼児はそのリズムに合わせて“10”のところで立ち上がるなどの活動をした。このように、本研究における「音楽を伴う活動」とは、音楽活動一般ではなく、あくまで数的要素に関する支援を含んでいるものである。

身体動作を伴う活動とは、EMSを行う際に、教師と幼児に身体動作が求められる活動のことを指す。ここでは「身体動作」とはどのようなものだろうか。榊原（2006；Sakakibara, 2014）は、日本の幼稚園での設定活動（教師が予め活動内容を計画している活動）を対象に、どのような数的領域に関わる内容や支援がどのように扱われているかを詳細に分析している。榊原（2006）によると、数に関わる設定活動213活動中、数的活動が最も頻繁に観察されたのは「歌」（43活動、20.2%）であり、続いて「製作」（36活動、16.9%）、「運動・器械体操」（22活動、10.3%）、「ダンス・リズム体操」（19活動、8.9%）であった。この上位のカテゴリだけを見ても、「運動・器械体操」と「ダンス・リズム体操」は明確に身体動作を含む活動であり、合わせると約2割になる。その他、「プール」「ごっこ遊び」「整列の練習」など、身体を動かしながら行われる数的活動が多くあることが分かる。一方で、榊原（2006）では、「製作」における数的行動の例として「材料の数・大きさ・形の確認」とあり、そこでは教師が手指を使って数を示すなどのジェスチャーを行っていることが想像される。したがって、本章では、全身を使った身体動作と、手指等を使ったジェスチャーによる身体動作の、いずれか一方あるいは両方を含む活動を「身体動作を伴う活動」として抽出した。

以上の基準により、「音楽を伴う活動」として14事例、「身体活動を伴う活動」として145事例、その両方を含む活動として97事例が抽出された（合計256事例、68.6%）。

更に、この256事例の中から、10のまとまりや10の倍数の強調など十進法に関わる教師の数的支援を含んでいるものは37事例あり、似たような場面や支援の種類に偏らないように、なるべく多様なものを選び出した結果、表8.1の8事例を分析対象にすることとした。8事例の内、5事例が挿入パターン、2事例が導入パターン、1事例が教授パターンであった。この8事例を対象にして、十進法に関わる10のまとまりや10の倍数に関する内容が、どのように扱われ、活動の中に埋め込まれているのかを検討した。

表 8.1 8 事例の EMS パターン

事例番号	事例タイトル	EMS のパターン
1	列車の人数を数えよう！	挿入
2	手指による出席確認	教授
3	「いちじく、にんじん数え歌」による人数確認	挿入
4	何匹のイカ	挿入
5	10 秒以内に整列しよう！	挿入
6	10 の固まりでポーズしよう	導入
7	縄跳びの数え方と検定	導入
8	卒園式までのカレンダー作り	挿入

### 第3節 結果

8 事例を相互に比較しながら、十進法に関わる内容がどう扱われ、活動の中に埋め込まれているのかを検討した結果、二つの特徴を指摘できるのではないかと考えた。一つは、「幼児自身の身体を題材とする」という特徴である。もう一つは、「それぞれの幼児の貢献を不可欠とする」という特徴である。以下に各特徴について事例に基づきながら説明する。

#### 1. 幼児自身の身体を題材とする

体系的に算数教育を行う場合でも、初歩的な段階では子どもに身近な題材を使って数を表象させる。日本でもシンガポールでも動物やお菓子、乗り物などが題材にされることが多い。一方で、本章の事例を通して見えてきたのは、日本の幼稚園教師の数的支援には、幼児自身を題材にして数を扱い、計算を行い、10 のまとまりなどを意識させるという特徴である。

#### 【事例1 列車の人数を数えよう！】(2018年5月/自由遊び/年中クラス)

朝の会の後、Y 教師は「かもつれっしゃ」の遊びをすることを幼児に提案した。S 教師がピアノで「かもつれっしゃ」の伴奏をし、音楽に合わせて Y 教師と幼児と一緒に歌詞に合わせて時計回りに動いた。S 教師がピアノの演奏を止めると、皆も動きを止めて、じゃんけんをする。負けた幼児はじゃんけんに勝った幼児の後ろに回り、両手を前の幼児の肩に置いて連なる。S 教師が伴奏を再開し、伴奏が止まるとじゃんけんの勝負を繰り返していく。じゃんけんの勝者は「列車」の先頭になり、列車を先導していく。やがて、「列車」は二つになり、5 回目のじゃんけんをした後、33 人の幼児全員が一つの「列車」として連なった。Y 教師は幼児たちに何人の子どもが「列車」にいるのか尋ねたが、彼らは答えられなかった。Y 教師は「列車」の先頭の幼児の近くに移動し、人数を数えながらそれぞれの幼児の頭を触っていった。数を数えるとすぐに床に座り込んでしま

った幼児もいたが、再び立ち上がった。Y 教師は幼児の頭を順番に触りながら、声に出して数えていくが、「10」、「20」、「30」番目の幼児のところで、間を取るようにゆっくり強調して発声した。例えば、図 8.1 では、Y 教師は 10 人目の幼児で「じゅ〜う」と強調するようにゆっくり言った。その様子をじっと見て（聞いて）いる幼児の姿もある。更に 20 人目の際には、その幼児の傍に立ち、他の幼児たちが注目していることを確認してから、教師は改めて 1 人目を指差しながら、「1 人目から、かぞえて 20 人目」と説明し、指差しと「にじゅ〜う」という発声で、強調した（図 8.2）。



図 8.1 教師は黄色い丸の男児（10 人目）で暫く止まり、「10」を強調している。赤い丸の幼児たちはその様子に目を向けている。（筆者撮影，2018）



図 8.2 教師は黄色い丸の男児（20 人目）を強調しながら、身振りによって 1 人目の幼児から彼まで全部で 20 人の子供がいると説明している。（筆者撮影，2018）

事例 1 では、33 人の幼児が一つの「列車」として連なったところで、Y 教師が何人の子どもが「列車」



にいるのか尋ね始めた。彼らがなかなか答えられないのを見て、Y教師は、先頭から順番に、幼児の頭を触りながら数えた。そして、「10」「20」「30」の時にゆっくりと強調するように発声した。音楽に合わせて身体を動かしながら列車が長くなっていく遊びを通して、教師は幼児一人一人の身体を使って、数と10のまとまりを意識させている。

**【事例2 手指による出席確認】(2018年9月/朝の会/年中クラス)**

朝の会で、幼児とS教師は円になり、座っていた。S教師は、今日は何人の友だちがいるかを訪ねた。しかし、幼児たちは、人数を確認せずに、好きな数を叫びはじめた。そこでS教師は、まず自分の右手の指3本で30、左手の指5本で5を表示し、それがクラス全員の人数(35人)だということを説明した(図8.3)。次に、彼女は、欠席した3人の幼児の名前を読み上げながら、左手の指を1本ずつ折った。最後に、右手の指3本で「30」、左手の指2本で「2」を表示しながら、今日の出席は32人だということを発表した(図8.4)。



図8.3 S教師は右手の指3本で「30」、左手の指5本で「5」を示して、クラス全員で「35」人であることを説明した。(筆者撮影, 2018)



図 8.4 S 教師は右手の指 3 本で「30」、左手の指 2 本で「2」を表示し、今日の出席が「32」人だということを発表した。(筆者撮影, 2018)

事例 2 のように、毎朝の出席確認は、日本の幼稚園や保育所で広く見られる活動である。この活動には、幼児同士が互いを意識したり、欠席した幼児を気遣うことを促すなど、社会的・道徳的な意味合いがあると考えられる。しかし、毎朝の儀式としてくり返される出席確認は、幼児にとって、自分およびクラスメイトという最も身近な題材を使って数を扱う経験でもある。特に、欧米に比べて一学級あたりの幼児数が多い日本の幼稚園（制度上、一学級当たりの上限は 35 名）では、毎朝 20 や 30 といった数が扱われている場合が多い。事例 2 では、問いかけに思い思いの数を叫ぶ幼児に対して、S 教師は直ぐに正解の人数を発表するのではなく、解答のステップを手指のジェスチャーを用いながら、丁寧に説明していた。その際、興味深いことに、S 教師は右手を十の位に、左手を一の位としていた。つまり、S 教師は、多くの幼児からの見えに基づいて、ジェスチャーを表示していたことになる。このように、幼児自身の身体を題材にして、具体的に丁寧なジェスチャーを通して行われる数的支援は、幼児たちの位取りや十進法の理解を促すものであると考えられる。

### 【事例 3 「いちじく、にんじん数え歌」による人数確認】(2018 年 10 月/ 朝の会 / 年中クラス)

S 教師は、事例 2 のように朝の会で幼児たちと一緒に当日の出席確認をした。すると、同じクラスの Y 教師が、「いちじく、にんじん数え歌」で出席人数をもう一度確認してみようと提案した。その歌は、10 種類の野菜等の名前で構成されている。「いちじく、にんじん、さんしょに、しいたけ、ごぼうに、むくろじゅ、ななくさ、はつたけ、きゅうりに、とうがん」という歌詞を、特有のリズムに乗って歌うものである。それぞれの野菜等の発音の中に、日本語の数詞が含まれている。まず、Y 教師は「いちじく」と歌いながら、自分の右手を挙げて見せた(図 8.5)。すると、すぐ横の 2 番目の男児は「にんじん」と歌いながら手を挙げ(図 8.6)、3 番目の男児もそれに続いた。「とうがん」(10)まで来ると、Y 教師は歌うのをやめ、ピアノ伴奏をしていた S 教師も伴奏をやめた。幼児たちも歌うのをやめ、Y 教師の様子を見た。Y 教師は「とうがん」の女兒までで 10 人いるということを説明しようとし、同じタイミングでその女兒は、「とうがん」(10)という切りの良いところで自ら立ち上がった。すると、Y 教師は座って良いよ、と伝えた(図 8.7)。その後、また「いちじく、にん

じん…」と続け、「とうがん」と20人目になった時、再びY教師は歌をストップさせた。そして、左手の指一本と右手の一本を合わせ、10のまとまりが2つ、つまり20人いる、ということをジェスチャーを交えながら示した(図8.8)。そして、最後の幼児(31番目の子)まで歌い続けた。



図 8.5 教師 Y は「いちじく」と歌いながら、右手を挙げる。(筆者撮影, 2018)



図 8.6 2番目の男児は「にんじん」と歌いながら、自分の手を挙げる。(筆者撮影, 2018)



図 8.7 Y教師は青い丸の女児（とうがん）までで10人いる，  
ということを説明する。（筆者撮影，2018）



図 8.8 Y教師は左右の指を一本ずつ立て，10のまとまりが2つで20人いる，  
ということを幼児たちに伝える。（筆者撮影，2018）

「いちじく、にんじん」は、後日開催された生活発表会での出し物でも使われたものであり（事例6）、事例3の時期にはすでに幼児たちにもなじみの数え歌であった。Y教師は、最初の出席確認の後で、この数え歌を使ってもう一度出席人数を数えてみようという提案し、幼児たちの身体を使って歌を歌っていった。その際、歌のリズムに合わせて、遅れたり速すぎたりしないように、幼児たちは手をあげたり、立ち上がった。つまり、歌のリズムに乗せて、個々の身体が、1つの数えの流れとなって表現されたのである。加えて、Y教師は、10、20、30番目の幼児のところの間を取り、10の倍数を強調し、説明した。図8.8のようにY教師は左右の指を一本ずつ立てて合わせて見せ、10のまとまりが2つで20人だということを幼児に伝えた。そのジェスチ

ヤーは、事例2のS教師とは異なるものであったが、両方とも十進法に基づき、それを明確にするものであった。

#### 【事例4 何匹のイカ】(2018年10月/朝の会 / 年中クラス)

事例3の「いちじく、にんじん」数え歌の後、Y教師は幼児たちにその日の動きなどについて話していた。すると一人の男児が退屈したのか、足を伸ばしたり動かしたりして落ちつかない様子になった。Y教師はやめるように男児に促しながらも、自分も足を伸ばしてみせ、突然タコとイカの足は何本あるかと幼児たちに尋ねた。Y教師とS教師、幼児たちは円状に座った中心に向かって皆で足を伸ばしながら(図8.9)、幼児たちはタコとイカの足の本数を自由に答え、タコは8本足で、イカは10本足ということで意見が一致した。すると、Y教師は幼児に、全員の足でイカを何匹作ることができるかを尋ねた。Y教師は、「いちじく、にんじん」の数え歌で幼児たちの足に触りながら順番に数え(図8.10)、5人の幼児たちの足を両腕で抱えて一つのまとまりを作ってみせて、「5人でイカが1匹作れた」と伝えた(図8.11)。その後も、6人目の幼児から続けて5人ずつのまとまりにして、イカを作っていた。



図8.9 Y教師と幼児は、床に書かれた大きな円の上に座り、円の中心に向かって足を前後に伸ばしている。(筆者撮影, 2018)



図 8.10 Y 教師は、十進法の要素が含まれる「いちじく、にんじん数え歌」によって幼児の足を数えている。(筆者撮影, 2018)



図 8.11 S 教師とその他の幼児 4 人は一匹のいかになっている。(筆者撮影, 2018)

事例 4 は、教師の話を聴くべき場面で、足を伸ばして落ち着かない様子を示した幼児への対応から即興的に生まれた場面である。Y 教師は、足を伸ばした幼児を注意しながらも、幼児たちの退屈を感じ取ったのか、「伸ばした足」をうまく活用した遊びに幼児たちを誘っていった。タコやイカがどこから出てきたのかは不明だが、「足」の数に特徴がある生き物であることから、幼児たちに足の本数について尋ね、本数を確認した後、クラス全員で何匹のイカが作れるかというクイズを出した。直前に歌っていた「いちじく、にんじん」が 10 までの数え歌であることを利用してこの遊びにつなげ、5 人（5 対の足）で一匹のイカができるということを、楽しい雰囲気の中で幼児たちに伝えていった。数え歌の“10”とイカの足の“10”を組み合わせ、幼児たち自身の身体を使い、テンポの良いリズムに乗せて 10 を数え上げ、10 のまとまりを身体的に表現させた。

## 2. それぞれの幼児の貢献を不可欠とする

上記の4事例のように、日本の幼稚園教師は、幼児自身の身体を題材として、10のまとまりや10の倍数を意識させる活動を、生活や遊びの流れの中に埋め込んでいる。同時に、身体を題材にするということは、個々の幼児のレベルというよりも、集団で活動が成立することと結びついている。例えば、事例4「何匹のイカ」では、「5人で1匹のイカになる」ということが重要なことである。その時、それぞれの幼児は1匹のイカを構成するために貢献していることになる。このように、日本の幼稚園教師たちが行っているEMSにおいては、幼児それぞれが何らかの役割を果たして、ある数的課題を完成させるために貢献するように支援するという規則性を読みとることができる。以下の4つの事例は、その特徴が顕著に現れているものである。

### 【事例5 10秒以内に整列しよう！】(2018年11月/生活発表会の予行練習 / 年中クラス)

S教師は、秋の生活発表会のために整列の練習をしようと幼児たちに提案した。その練習とは、幼児がそれぞれ割り当てられた位置に移動し、正しく整列するというもので、発表会では演目のために素早く並ばなければならないことを背景としていた。まず、S教師は幼児たちに何も説明せずに、「これから10を数える」と告げた。次にS教師は立ち上がり、幼児たちに向けて大きな声で「1, 2…」とカウントを始め、左手の指を一本ずつ立てていった。すると、幼児全員が立ち上がり、一斉に自分の位置を探し始めた。S教師は、9まで数え(図8.12)、10に差し掛かると、両手を挙げて「10」と大きな声で発声した(図8.13)。すると、多くの幼児が自然と立ち止まり、S教師に視線を注いだ。また、並んでいない幼児を助ける幼児もいた。10で整列できなかったことが分かったと、S教師は続けて「11…」と数え出し、左手の指一本と右手の一本を示した。それを見て、10に間に合わなかったことに落胆し大きな声で叫ぶ幼児もいた。S教師は、10秒以内に整列できなかったことを残念がって見せ、幼児たちにもう一度練習しようとして提案した。2回目では、幼児たちは7秒で並ぶことができ、S教師は驚いてみせ、幼児たちの頑張りを褒めた。幼児たちもまた、全員の力で時間内に整列を行うことができ喜びを表した。



図8.12 S教師は「9」と言いながら、左手の指5本と右手の指4本で「9」を表示する。  
(筆者撮影, 2018)



図 8.13 S 教師は両手を挙げて「10」と大きな声で言う。  
(筆者撮影, 2018)

10 数える内に集まったり整列するという実践は、日本の幼稚園や保育所、あるいは小学校でもよく目にするのできるものである。事例 5 もその典型的な例であるが、生活発表会の練習という文脈の中で、それぞれ割り当てられた位置に整列するという多少のゲーム性も持たせつつ、10 をカウントする内に全員が整列することが目標とされた。この活動を成立させるために、幼児は自分だけが位置につけばよいわけではなく、全員が 10 以内に整列している必要がある。つまり、幼児全員の貢献が不可欠な文脈を使って、数的支援が埋め込まれていることになる。

#### 【事例 6 10 の固まりでポーズしよう】(2018 年 11 月/生活発表会の予行練習 / 年中クラス)

Y 教師と幼児たちが、秋の生活発表会の練習を行っている。幼児たちは「いちじく、にんじん」の数え歌を歌いながら、それぞれがポーズを決める。Y 教師は、幼児たちを 10 人ずつ 3 列に並べた。S 教師がピアノ伴奏を始めると、幼児たちは歌い始めた。Y 教師は太鼓のバチを叩いてリズムを取った。最初の男児(図 8.14 の青い丸)が「いちじく」と歌いながら立ち上がり、好きなポーズをとる。続いて 2 番目の男児(図 8.14 の緑の丸)は「にんじん」と歌いながら立ち上がりポーズ、3 番目(図 8.14 の赤い丸)もそれに続いた。10 人目(図 8.15 の黒い丸)の男児まで来ると、幼児たちも Y 教師も歌うのをやめ、伴奏も止まった。小休止のあと、次の列の幼児たちが同じように歌いながら順番にポーズを決め、ホールの反対側に移動していった。その間、他のグループの幼児たちも「いちじく、にんじん…」と一緒に歌っていた。





図 8.14 幼児たちは「いちじく、にんじん」と歌いながら、順番に立ち上がっていく。  
(筆者撮影, 2018)



図 8.15 黒い丸の男児（とうがん（10））まで来ると、  
Y 教師も歌うのをやめ、ピアノ伴奏をしていた S 教師も伴奏をやめる。  
(筆者撮影, 2018)

事例 6 で、幼児たちは音楽と身体動作を連動させた集団活動を通して、10 のまとまりを表現している。教師は文字によって書かれた数字などを提示することなく、太鼓のバチやピアノ伴奏、歌、そして動作が用いられているだけである。この活動は生活発表会の出し物であり、教師たちは明示的に数的支援を行っているわけではない。しかし、音楽と動作を介して 10 のまとまりを感覚的に学習する機会となっていることを想像するのは難しくない。そして、これが発表会の出し物であることから、幼児それぞれの貢献を不可欠とした文脈において EMS が行われている点も興味深い。

【事例7 縄跳びの教え方と検定】(2018年12月/運動/年長クラス)

縄跳びの検定では、より難易度の高い級になると教師から一つずつ色の違うシールをもらうことができ、自分の「バッジ」に貼ることができる(図8.16)。検定は10段階であり、最高の1級になった幼児はとても誇らしげに喜んでいる様子が見られた。

各レベルに合格するために定められたジャンプの回数は、ほとんどが10の倍数である。例えば、一番低い級である10級の前跳びは10回、次の9級は20回、8級は30回と設定されている(図8.17)。

H教師が男児Aの検定をしていたところ、男児AはH教師に「100回跳んでみたい」と伝えた。男児Aは縄跳びを始め、H教師が跳んだ回数を横で数えた。その際、H教師は10の倍数の時には大きな声で発声し、その他の数字は小さくカウントした。他の幼児の際にも、H教師は10の倍数の時に数字を強調していた。



図8.16 なわとび検定の「バッジ」  
(筆者撮影, 2018)

	まえとび	うしろとび	かたあしとび	かけあしとび (そのほ)	かけあしとび (はしりながら)	おこなわとび	こうきとび (まえ)	こうきとび (うしろ)	まえとこうき とびのこうき	2じゅうとび	こうき 2じゅうとび
10きゅう	10	10									
9きゅう	20	20	10								
8きゅう	30		20	10							
7きゅう	40			20	10						
6きゅう	50				20	10					
5きゅう	100					50	5				
4きゅう	200						10	5			
3きゅう	300						20	10	10		
2きゅう	400								20	1	
1きゅう	500									2	1

けんていとは、しゅうに2かい、やりなおしは、5かいまで、けんていをするひとは、ねんちようのせんせい  
 リズミカルにとぶ、おこなわとびは、まわっているなわに、じぶんではいり、じぶんでやる。  
 はしりとびは、きゆうでいっかいとぶ、おわたるときは、「ありがとうございます。」という。  
 けんていをはじめるときは、「Oきゅうおねがいします。」おわたるときは、「ありがとうございます。」という。

図8.17 縄跳び検定では各級に到達するために必要なジャンプの回数が見せられており、ほとんどが10の倍数の数である。(筆者撮影, 2018)

縄跳び検定では、級数や各級の基準の多くで10や10の倍数が用いられていた。これは、一見運動遊びであるが、そこには数を数えたり、10のまとまりを意識する数的要素が多く含まれている。検定を行うとき、数を数えるのは教師の役割であるが、縄を跳ぶのは幼児の役割である。幼児たちが縄跳びに取り組んで、級を上がっていく者がいなければ、20, 30, 40, 50...500とより大きな数を数える(他の幼児たちも耳にする)ことはない。つまり、教師と、この活動に参加する幼児全員と一緒にこの活動全体を作り上げているのである。

### 【事例8 卒園式までのカレンダー作り】(2019年1月/製作/年長クラス)

H教師と幼児たちは、カレンダーで、卒園式まで日にちが何日残っているのかを数えていた。観察を行った日は、卒園式まで36日であった。そこでH教師は、残りの日にちを絵にしようと幼児に提案し、幼児たちに各数字を割り当てていった。その後、幼児たちは自分の担当した日にちの絵をデザインしたり、描いたりしていった。幼児たちは、それぞれの絵を完成させてから、ホールに行き、完成した作品を床に順番に置いていった(図8.18)。その際H教師は幼児たちに、一列あたり10枚ずつ紙を置くように指示した。幼児たちは指示に従い、1列目を1から10、2列目を11から20というように順番に並べていった。また、幼児同士で隣の数字を確認していたほか、数字が苦手な幼児に対して数字の位置を教えるという様子も見られた。



図8.18 卒園式までの日にちの絵(筆者撮影, 2019)

事例8は、卒園式までの残りの日数について、数字を大きく絵で描いて、一列が10枚になるように床に並べていくという実践である。教師の意図は、年長児たちに卒園まで残りわずかであることを意識させ、卒園に向けたクラスでの活動のまとめりを作っていこうとするものであったと考えられる。その活動の中にも、36までの数字を分担して書く(描く)という作業に加え、10枚ずつ並べるという要素が含まれている。図8.18のとおり、描かれた数字には個々の幼児の個性が現れているが、この活動もまたそれぞれの幼児の貢献によって成立している。

## 第4節 考察

本章では、日本の幼稚園において、音楽や身体動作を伴う活動に十進法等の数的理解を促進する支援がどのように埋め込まれているのか、その特徴を明らかにすることを目的とした。この章では、第7章で見いだされたEMSパターンの内、特に頻度が高かった挿入パターンを中心に、音楽や身体動作を伴う活動であり、かつ10のまとめりや10の倍数を強調する部分がある8事例を抽出し、分析した。

分析を通じて、教師が十進法に関する内容をどのように取り入れ、扱うかについて、大きく2つの特徴があると考えられた。一つは、「幼児自身の身体を題材とする」という特徴である。もう一つは、「それぞれの幼児の貢献を不可欠とする」という特徴である。

1つ目の特徴について、事例1~4では、教師は幼児自身の身体を題材として用いながら、EMSを行っていた。幼児にとって、自分やクラスメイトの「身体」は最も身近な題材である。シンガポールの幼稚園でも、列車や野菜、タコやイカのような対象は、幼児にとって身近なものである。しかし、シンガポールであれば、それを図像 (picture) の表象として用意し、ホワイトボードに貼って数を数えたり、計算問題に使用したりするだろう。このような「身近さ」は、幼児たちがそれを知っているという意味である。ところが、本章で検討した日本の事例では、幼児自身が列車となって連なり、幼児自身にそれぞれの野菜が割り当てられ、幼児自身が5人で1つになってイカを表現する中に、数的要素 (10のまとまり, 10の倍数) が埋め込まれていた。日本の場合の「身近さ」とは、まさに幼児たち自身の身体が題材となることを通して、身体的に、また歌や声に出された数的要素を表象することを意味しているのである。このようにして日々経験され、処理される数的表象の質の違いが、第5章と第6章で現れたような日本とシンガポールの幼児の数的能力の質の違い (得意とする提示形式の違い, 解答方略の違い) と関連している可能性がある。

2つ目の特徴については、事例5~8に顕著に現れていた。教師たちが行うEMSにおいて、幼児にはそれぞれが何らかの役割があり、その数的課題を完成させるために全員の貢献が必要となるように支援されていた。これもシンガポールと対比するならば、第3章で見たように、幼児の数的能力はワークシートや試験に個人的な活動として取れんしていくように方向づけられていた。授業場面では、他児の解答を聞き、それにヒントを得ることはあるだろうが、目的は個々人の試験の成績を高めることである。事例7の縄跳びの検定は、縄跳びの上達という面では個々人の活動になるが、そこに埋め込まれる数的要素は、必ずしも特定個人のためのものではない。クラスメイトが次々に跳び、近くでその様子を見守っている幼児たちは、縄跳びをする幼児のジャンプのリズムに合わせるように、身体をゆすっている光景もよくみられる。そのような場面で、教師が「…10, …20, …30」と10の倍数を強調して数え上げていく支援は、検定に臨む幼児だけでなく、まわりにいる他の幼児たちへの支援にもなっている。そこに集っている幼児たちは、検定という活動に緊張感と高揚感を与える役割を担うと同時に、そこで生まれる数的活動にも参加している。

上では、「幼児自身の身体を題材とする」と「それぞれの幼児の貢献を不可欠とする」という特徴を便宜上分けて説明したが、両特徴は密接に結びついたものである。幼児が、自分たち自身の身体を使って活動に参加し、それぞれ何らかの貢献をしながら活動全体を作り上げていく。その過程に、数的支援が埋め込まれている。音楽や身体動作は、両特徴を生かした活動とするために、重要な要素なのである。

第6章の保護者への質問紙調査の結果に表れていたように、C園の年長児でワークブック等の教材によって家庭学習をしている幼児は25%ほどであり、塾に通っている幼児は皆無であった。そして、習い事の有無によって加法課題の成績にも方略にも差がなかった。これを考えると、C園を含めた日本の幼稚園児、少なくとも第5章と第6章で対象とした3園の幼稚園児の数的発達のあり方は、幼児教育との深い関連を示唆する。具体的には、本章で分析したような音楽や身体動作を含む活動を通して実践されるEMSと、日本の幼児の数的発達 (とりわけ十進法の理解と活用) との関連が見えてくる。

実証研究部分の最後となる次章では、日本の幼児の数的発達や幼稚園での数的支援について、日本の幼稚園

## 第8章

教師たちがどのような信念を持っているのか、シンガポール教師の信念との比較を通して検討する。これにより、幼児の数的発達と幼児教育実践のプロセスとの関連を統合的に議論する手がかりを得たい。

## 第9章 幼児の数的発達に関する日本の幼稚園教師の信念

### ：シンガポールとの比較を通して（研究5）

#### 第1節 問題と目的

日本の幼稚園を訪れると、シンガポールや中国のような教科ごとの授業形態ではなく、教師と幼児が一緒に遊んだり、運動会の予行練習をしたり、協働して野菜や果物を収穫するなどの非学問的な実践がしばしば見られる。こうした幼児教育は、一見、幼児の数的知識の発達とは関わりがないように見えるかもしれない。しかし、榊原 (2006, 2014)や Sakakibara (2014)の縦断研究によれば、日本の幼稚園教師は、以上のような遊び、日常生活、伝統的な行事を基調とした実践を行いながら、埋め込まれた数的支援を頻繁に実施しているという。本研究でも、埋め込まれた数的支援に系統的なパターンが見出されること（第7章）、それらの埋め込まれた数的支援の中で、幼児が十進法などの数概念を身体運動や音楽活動を通して経験している様子が明らかになった（第8章）。

埋め込まれた数的支援は、日本の幼児の数的知識、特に十進法概念の発達と密接な関わりがあると考えられる。第5章、第6章における加法の実験では、日本の幼稚園児（年長児）が十進法の概念を理解できるだけでなく、それを効果的に活用し、「2桁+2桁」のような加法課題を解答する際には、十進法に基づく合成・分解の方略も用いていた。第6章で実施した質問紙によれば、ほとんどの保護者は家庭で子どもに直接的に数や計算などを学習させておらず、学習塾にも通わせていなかった。一般的に、家庭や塾、幼稚園は、幼児が数的知識を発達させることのできる場と考えられるが、対象となった幼児が家庭や学習塾で明示的に十進法を習っている証拠は得られなかった。これに対して、幼稚園活動で十進法を含む数的知識に接する機会が豊富であることは、第7章および第8章を通して明確にすることができたと考える。

では、幼稚園教師が依拠する日本のナショナル・ガイドラインはどのような方針を示しているのだろうか。文部科学省が発行する『幼稚園教育要領』で、数的知識について扱っているのは領域『環境』である。そこには、「ねらい」として、「身近な事象を見たり、考えたり、扱ったりする中で、物の性質や数量、文字などに対する感覚を豊かにする」とあり、更に「内容」として「日常生活の中で数量や図形などに関心を持つ」、「内容の取扱い」として「数量や文字などに関しては、日常生活の中で幼児自身の必要感に基づく体験を大切に、数量や文字などに関する興味や関心、感覚が養われるようにすること」と定められている。しかしながら、幼児の数的発達をどのように促すのかについて、個別具体的に記述されているわけではない。

Tobin, Wu, & Davidson (1989) は、米中日の幼稚園児を持つ両親に意識調査を行っており、社会における幼稚園の意義は何かという質問に対する回答を比較している。それによれば、アメリカや中国では半数以上が「幼稚園は学業達成のためにある」と回答しているのに対し、日本の幼稚園教師や保護者が同様の解答を示した割合はわずか2%にとどまった。また、Sakakibara, Hatano & Inagaki (2001)によれば、中国のように授業形

式で算数を教授するやり方を支持する日本の幼稚園教師は多くないという。日本の幼稚園教育は、学問の領域の重視よりも、人間関係、集団生活、感覚を豊かにすること、感情の発達、自然との触れ合いから得られる学びなど、非学問的な側面を重視しているとされる。

日本の親や幼稚園教師は幼稚園段階での学問的教授をそれほど重視しておらず、教育要領にもその指導方法が明記されているわけではない。一方で、第7章や第8章で見たように、日本の幼稚園では埋め込まれた数的支援という形式で、幼稚園の正規の活動の中に豊富な数的要素が取り込まれ、幼児たちは数を扱っているという事実がある。では、日本の幼稚園教師たちは、幼児がどのように数に触れ、扱い、数に関わる概念を学んでいると考えているのだろうか。言い換えると、埋め込まれた数的支援を成立させるために、日本の幼稚園教師はどのような側面を重視し、どのような条件を調整しながら実際の支援を行っているのだろうか。この点について、本章では、インタビューによって得られる幼稚園教師の信念をデータとして分析していく。その際、第5章と同様に、日本の幼児教育と対照的な方法を採用しているシンガポールの幼稚園教師の信念との比較を通して検討する。

## 第2節 方法

### 1. ビデオを用いた多声的エスノグラフィ

本章では、Tobin, Hsueh & Karasawa (2009)による「ビデオを用いた多声的エスノグラフィ (Video-cued multivocal ethnography)」を用い、幼児の数的発達に関する日本の幼稚園教師の信念および埋め込まれた数的支援を行う意図を探った。Tobinらは、もともと中国、日本とアメリカの幼稚園教師が、自分たちの幼稚園の実践に対し、どのような考えを持っているかをより把握するためにこの方法を開発した。一般的なエスノグラフィでは、コミュニティの参加者がどのように日々を過ごしているのかについて、調査者がそのコミュニティに直接参加し、活動を観察・記録する。そして、何か疑問が生じた際には、研究者が協力者に対し、出来事や行動について尋ねるのが一般的である。そのため、観察に多大な時間を要すだけでなく、研究者が注目した出来事や行動について質問しても、協力者が見ていなかったり覚えていなかったりして、明確な意見を聞き取ることができない場合もある。一方、ビデオを用いた多声的エスノグラフィは、調査協力者にインタビューを行う際に、撮影された動画を見せることにより、協力者の記憶に刺激を与え、思い出させることにより、より具体的な意見やアイデアを引き出すことのできる手法である。つまり、この方法では、撮影された映像はそれ自体がデータであるだけでなく、記憶を呼び起こすきっかけや議論の話題として、インタビューの有効な道具でもある。

調べたい内容について、単に「～ということはあるですか?」や「～のような実践についてどう思いますか?」と尋ねるよりも、自分や他の教師の実際の様子を映像で見た方がはるかに答えやすい。協力者は、映像の出来事そのものに興味を引かれるだけでなく、自分自身の体験談(エピソード)の想起も促され、より詳細な描写で語るができる。このように、ビデオを用いた多声的エスノグラフィは、ある具体的な実践場面を通して、教師たちの教育や子どもについての信念を明るみにし、実践に埋め込まれた暗黙的な規則やパターンを検証

することのできる有力な方法である。

更に、ビデオを用いた多声的エスノグラフィの特徴は、その名が示す通り、様々な立場の人々から映像への反応を得ることができる点にもある。Tobin ら (2009) は次の 5 つの段階を提示している。第 1 段階は、映像に登場する教師自身へのインタビューである。調査者は当該教師に対して、映像を踏まえて質問し、教師に説明を求める。この段階では、協力者にとって普段は当たり前だと認識している事象に対して、調査者が質問を投げかけることにより、暗黙的なレベルの内容に気づきを促す。第 2 段階では、同じ幼稚園に勤務する別の教師から意見を集める。第 1 段階と同じ映像を見せながら、インタビューを行う。更に、第 3 段階では、映像の幼稚園と同じ国内にある幼稚園の教師、また外国の幼稚園の教師に対し、映像に関する意見をまとめていく。加えて、第 4 段階では映像の幼稚園の国内および外国の幼児教育研究者に、第 5 段階では調査者の同僚研究者に、それぞれ意見を募る。

本章の目的は、幼児の数的発達に関する日本の幼稚園教師の信念を調べることにより、埋め込まれた数的支援における重点や条件を検討することである。そのために、日本の幼稚園教師から幅広い意見を収集する必要がある。更に、ベテランの幼稚園教師であっても、同じ文化の中で行われる幼児教育の手法に対しては、当たり前のこととして認識している可能性がある。しかも、教育実践の中でも幼児教育が最も構造化の度合いが低く、暗黙的な領域が多い (Hayashi & Tobin, 2015)。したがって、日本の幼児教育の特徴を明らかにするためには、国際的な比較の視点を取り入れるのが有効である。したがって、Tobin ら (2009) のビデオを用いた多声的エスノグラフィは、本研究においても有効な方法であると思われる。具体的には、第 5 章において幼児同士を比較検討したシンガポールの教師との対比を行う。

なお、Tobin らの先行研究では、幼稚園の一日の様子を記録し分析対象としているが、本章では数的要素が含まれた場面を抽出し、分析対象とする。また、Tobin らの 5 段階の内、本章では 1~3 段階のみ行う。

## 2. 協力園及び協力者

インタビューで使用する映像は、日本は C 園 (第 6, 7, 8 章の協力園, 2015 年撮影), シンガポールは第 5 章で実験を行った X 園と Y 園 (いずれも 2015 年撮影) で収集されたビデオ映像を用いた。インタビューでは、日本の幼稚園 2 園 (C 園及び第 5 章の A 園) から計 15 名の教師に協力を依頼した。また、シンガポールの幼稚園 2 園 (P 園と Q 園) から計 8 名の教師に依頼した。意見の多様性を得るため、両国とも、中堅およびベテランの教師を抽出した。中堅とは、年齢が 35 歳未満かつ経験年数が 2 年から 9 年の教師とした。ベテランとは、年齢が 35 歳以上かつ経験年数が 10 年以上とした。協力者はすべて女性であった。

シンガポールの P 園は、教会が経営するキリスト教系の幼稚園である。年齢に相応しいカリキュラムを通して、幼児の知的、身体的、感情的、社会的スキルを育成することを目指し、教師主導の活動だけではなく、幼児主導の活動も多い。各幼児が自分のペースで学習したり、発達したりすることを重視している。Q 園は、民間企業が経営する私立幼稚園である。P 園と同様に、年齢に相応しいカリキュラムを重視しており、感情や社会的スキル、好奇心、論理的スキル、批判的思考、動機言語、計算力などを体系的・連続的に育成していこうとしている。両園の教育内容は異なる部分もあるが、シンガポールのナショナル・ガイドラインに基づき、科目別の系統的な授業を中心に行っている点では共通している。



### 3. 倫理的配慮

本調査の実施に際して、4園の園長および協力者に研究内容、個人情報の保護など研究倫理を口頭で説明し、口頭で同意を得た。本章中において、個人や園の名称は全てアルファベットで表記した。

### 4. 実施期間

日本での実施期間は2019年10月中旬～10月末までの約2週間あった。シンガポールは、2019年11月上旬の約1週間であった。

### 5. 手続き

#### (1) グループインタビューの構成

ビデオを用いた多声的エスノグラフィでは、映像を見ながら活発な意見が出ることを促すため、グループインタビューの形式を採用することが多い。本研究でもこれに倣った。

表 9.1 インタビューのためのグループ構成

段階*	グループ	国	幼稚園	人数	構成
1	1	日本	C	3	実践映像の教師
2	2-1	日本	C	3	中堅教師
2	2-2	日本	C	3	ベテラン教師
3	3-1	日本	A	3	中堅教師
3	3-2	日本	A	3	ベテラン教師
3	3-3	シンガポール	P	3	年齢・経験年数混在の教師
3	3-4	シンガポール	Q	5	年齢・経験年数混在の教師

\*Tobin ら (2009) によるインタビューの5段階に基づく。

Tobin ら(2009)の第1, 2, 3段階の手続きに基づき、日本の映像の撮影対象となった教師のグループを第1段階として、そこから両国の教師を7つのグループに分けた(表9.1)。意見の出やすさと多様性を考慮し、グループは3人を基本とした。ただし、シンガポールの1つのグループは、園の都合により5人で行った。しかし、教師たちはこの調査への協力を非常に積極的であり、人数が意見を述べることの大きな制約にはならな

かったと判断した。

第1段階は、インタビューの主題となる映像に映っている教師のグループである。第2段階は、同じ園に勤務する中堅教師グループとベテラン教師グループである。日本では、年齢の上下や経験年数を重視する文化的土壌があることをふまえ、意見が出やすいグループ構成とした。第3段階には、映像園とは異なる日本の幼稚園の教師と、シンガポールの幼稚園の教師の4つのグループで構成された。日本のグループは、映像園と同じように中堅とベテランの2グループを用意した。シンガポールは能力主義の文化的土壌があり、年齢や経験年数によって意見の出やすさが左右されることはない判断し、園ごとに中堅とベテランが混在する構成とした。

## (2) インタビューの手順

インタビューを大きく2つのパートに分け、まず幼児の数的発達に関するブレインストーミングを行い、次に日本およびシンガポールの幼稚園の映像を用いたインタビューを行った。日本でのインタビューは、日本語で行った。その際、外国人である筆者を補助するために、日本人の幼児教育研究者1名に同伴してもらった(A園は女性、C園は男性)。シンガポールでのインタビューは、英語で、筆者が単独で行った。全てのインタビューにおいて、協力者の了解を得て、ビデオカメラとボイスレコーダーを用いて記録した。

### ①ブレインストーミング

ブレインストーミングとは、ある話題や問題について、思いついたことを次々に書き出したり発言することによって、参加者が互いに刺激しあいながらアイデアを出し合う手法である。実践映像の視聴に先立って、主題となる幼児の数的発達に関わる質問をすることで、協力者の思考をウォーミングアップするねらいがあった。具体的には、グループごとに2つの質問を出した。1つ目に、「幼児は数や計算をどのように学ぶと思いますか?」「なぜそのように思いますか?」と尋ねた。協力者は、3分以内に、その問いに関わる単語、表現、および具体的な事例とそれらの理由などを付箋に書いた。そして、各人がメモ内容を発表し、その内容について意見交換をした。2つ目に、「拍子を打ったり、歌やわらべ歌を歌うなどの音楽に関わる活動や身体を動かす活動は、幼児の数的知識の発達に関わっていると思いますか?」「なぜそのように思いますか?」と尋ね、1つ目と同じ手続きで意見交換を行った。

### ②幼稚園の実践映像に基づくインタビュー

続いて、日本とシンガポールの幼稚園で撮影された各4本の実践映像(1本あたり約2分)を用いて、グループインタビューを行った。具体的には、日本の映像は、自由遊び場面において、教師が十進法に関わるもの(10のまとまりや10の倍数に基づく活動)など、数的要素を含む活動の様子であった。それらは、第8章で取り上げた8事例の中から4事例を抽出したものであった(表9.2)。一方、シンガポールの映像は、算数の授業場面であり、教師による筆算の解き方の説明を聞き、机に向かってドリルや問題集を解く幼児の様子が映し出されていた(表9.3)。シンガポールの映像には、第3章で取り上げた写真の場面が含まれている。いずれの映像も、それぞれの国の幼稚園で広く見られる数的要素を含む場面だと考えられた。

表 9.2 インタビューで使用された 4 本の実践映像の内容（日本）

ビデオ	タイトル	内容
1	列車の人数を数えよう！ （第 8 章の事例 1）	33 人の幼児全員が一つの「列車」として連なってから、Y 教師は、「列車」の先頭の幼児から、それぞれの幼児を数える。Y 教師は、10, 20, 30 番目の幼児で短い間を取り、10 の倍数部分を強調して言う。
2	手指による出席確認 （第 8 章の事例 2）	朝の会で、S 教師は幼児たちと一緒に当日の出席者の人数を確認する。S 教師は右手を十の位の数を、左手を一の位の数を表示するために使用する。S 教師は、右手の指 3 本で「30」、左手の指 2 本で「2」を表示しながら、出席が 32 人だということを幼児たちに伝えた。
3	何匹のイカ （第 8 章の事例 4）	Y 教師は園児に、全員の足でイカを何匹作ることができるかを尋ねる。幼児にイカの足は何本かを尋ね、5 人の幼児(5 対の足)で一匹のイカになると説明する。Y 教師は、5 人の幼児の足に順番に触れながら数え、幼児たちを両腕で抱えて一つのまとまりを作ってみせたのち「5 人でイカが 1 匹作れた」と伝える。
4	縄跳びの数え方と検定 （第 8 章の事例 7）	H 教師が男児 A の縄跳びの検定を行っていると、A は H 教師に「100 回跳んでみたい」と言う。A は縄跳びを始め、H 教師は跳んだ回数を横で数える。その際、H 教師は 10 の倍数の時には大きな声で発声し、その他の数字は小さくカウントする。

表 9.3 インタビューで使用された 4 本の実践映像の内容（シンガポール）

ビデオ	タイトル	内容
1	筆算や位取りの授業 （第 3 章 1 節：図 3.4）	A 教師は、ホワイトボードを使いながら「29 - 13」という引き算の問題を使って、幼児たちに筆算のやり方を丁寧に説明しながら、位取りの概念も教える。
2	算数の授業 （第 3 章 1 節：図 3.5）	V 教師は、「 $8 + \square = 12$ 」、という足し算の問題をホワイトボードに書き、 $\square$ の答えは何かと幼児たちに問いかける。その後、V 教師は、男児 B を呼び、彼がどのように $\square$ の答を解答したのかについてクラス全員に説明するように促す。
3	ワークブックで算数の練習 （第 3 章 1 節：図 3.6）	A 教師は、幼児たちが習った内容を理解しているかどうかを確認するために、ワークブックをやらせる。
4	算数のテスト （第 3 章 1 節：図 3.8）	ビデオ 3 と同様に、V 教師は、幼児たちが習った数の概念に対する理解度を把握するために、彼らにテストを受けさせる。

まず、各グループの対象者に表 9.2 における日本の幼稚園実践映像 4 本を見せてから、それらに基づく一連の質問を尋ね、全員で話し合った。段階 1 のグループは、実践映像の教師のため、その他の段階（段階 2 と 3）の質問内容とは異なる。表 9.4 に段階 1 の、表 9.5 に段階 2 と 3 の質問内容を示した。

続いて、各グループの対象者に表 9.3 におけるシンガポールの幼稚園実践映像 4 本を見せてから、それらに基づく一連の質問を尋ね、全員で話し合った。表 9.6 は、全てのグループに向けた質問を述べている。

表 9.4 段階 1 の質問内容

- ① 何か数に関する知識（例えば、10 の倍数）を教える意図やねらいはありましたか？
- ② 数の学習を意識した活動をすることがありますか？ もしあれば、例をあげてください。どのようなきっかけ、そして何のためにそれらの活動を行いますか？
- ③ 皆さんは、10 の倍数を強調するような声掛けをしていると思います。幼児に 10 のまとまりを意識させるのは大切だと思いますか？なぜそう思うのですか？
- ④ 数や計算について、年少、年中、年長、それぞれの学年でその扱い方や学ぶ内容について違いがありますか？ どのようなところが違いますか？

表 9.5 段階 2 と 3 の質問内容

- ① ビデオの中で教師は、数える時に 10 を強調する声掛けをしています。このような働きかけには意図やねらいがあったと思いますか？なぜそう思いますか？
- ② 数の学習を意識した活動をすることがありますか？ 例をあげてください。どのようなきっかけ、そして何のためにそれらの活動を行いましたか？
- ③ 幼児に 10 のまとまりを意識させるのが、大切ですか？なぜそう思いますか？ビデオのように 10 の倍数を園の活動に取り入れることがありますか？ 例をあげてください。
- ④ 数や計算について、年少、年中、年長、それぞれの学年でその扱い方や学ぶ内容について違いがありますか？ どのようなところが違いますか？

表 9.6 全てのグループへの共通の質問内容

- ① シンガポールの映像のように授業形式を通して、幼児が算数を学ぶという手法についてどう思いますか？それは日本の幼児が数を身に付ける手法と比較し、どう考えますか？
- ② 幼稚園で小学校の準備教育は必要だと思いますか？それはなぜですか？

## 第3節 結果

### 1. 幼児の数的発達に関わる3つの重点

日本およびシンガポールの教師たちへのインタビューを踏まえ、ここでは日本の幼稚園教師が抱く幼児の数的発達に関する3つの信念の特徴を整理する。

#### (1) 集団活動と自然との触れ合いの中で学ぶことの重要性

まず、インタビューでは、両国の教師の多くが、幼児の数的知識の発達が自由遊びや日常生活と密接な関わりがあると主張していた。しかし、幼児期の数的知識が何につながるのかについては、両国の教師で観点が異なっていた。日本の教師の場合、数的知識は社会性の発達や自然との触れ合いと結び付けて語られることが多かった。一方で、シンガポールの教師は、算数教育に直接つながる点を強調した。こうした強調点の違いは、それぞれの教育要領（ガイドライン）の違いと関連があるかもしれない。

#### ① 算数教育か、社会性の涵養か

シンガポールの幼稚園教育要領には、数字や数詞（1から10）、パターン、幾何、1対1対応、基数性、数の合成・分解などの理解について、幼児にどのように指導するかについて詳細な手法が記述されている(A curriculum framework for kindergartens in Singapore, 2012)。シンガポールの教師が、幼稚園での活動における数的知識と算数教育を結びつけて語るのには、教育要領の性格と一致している。実際、インタビューの中で、幼児期における数的発達と学習には段階的で体系的な過程があり、幼児が様々な数概念を効果的に学ぶためには多くの工夫が必要であると言われ続けてきたと語った教師が多かった。事例1では、シンガポールの教師が、幼児の数的発達と学習を促進するために、どのように工夫しているのかについての例が紹介されている。なお、事例文中の（ ）内は、筆者による補足説明である（以下同様）。

#### 事例1 幼児の数的発達・学習を促進する工夫（シンガポール）

##### グループ3-3

**教師J:** N2の幼児（“Nursery 2”の略。日本の幼稚園の年少[3歳児]相当）は抽象的な数の概念が理解できないので、算数の授業を行う前に、使用する具体物や、導入・展開に関する入念な準備が必要です。一方、K1やK2のクラス（“Kindergarten 1 or 2”の略。日本の幼稚園の年中[4歳児]および年長[5歳児]相当）の場合は、数詞や数字などの記号的な表象が一般的に使われ、それらに基づく、算術（加法・減法）を学んだり、数字の書き方を練習したりします。特に、K2の幼児は数詞や数字ができなければ、小学1年に上がったときに、困ります。

**教師U:** そうですね。シンガポールのナショナル・ガイドラインに基づき、幼児に算数を教えています。そ

のため、幼児に何を教えるのか全て決まっています。特に、算数と言えば、繰り返し練習をしなければならぬ。私達の世代も同様に算数を習っていました。

**教師 A:** 私も同意します。やはり、算数は、繰り返しの練習が大事です。あと、数の合成・分解の概念も大事なので、N2 から、この概念の基礎となるパターンを扱う機会が増えます。

**教師 J:** 理解できないときは、ゆっくり説明します。これも重要です。算数の授業を行う際に、視覚的な教材の使用、例えば、具体物、表などを使います。特に、幼児はものを見て、概念を理解するの方が早いと思います。

#### グループ 3-4

**教師 S:** 小学校に入学するための準備は重要です。N2 の幼児は、数唱（1 から 20 までの数）、一対一対応、図形、色、パターン、大きさの比較などを学び、K1 や K2 では、算術、数の合成・分解、パターン、図、お金や時間の概念などを勉強しなければならない。

**教師 O:** その中で、論理的な思考を培わせる部分もあります。授業を行う前に、教材の選択が必須になってきます。

シンガポールの教師によれば、授業以外に、自由遊びや日常生活も幼児の数的知識の発達に重要な役割を果たす。彼らによれば、それが幼児が自分たちの判断力、推理力、論理的思考力などを高め、数的知識の発達基盤になるという。しかし、日本の幼稚園とは異なり、シンガポールの教師は、遊びや生活の要素を、意図的に算数を学ぶ教材と考えている。

#### 事例 2 教材としての遊びと生活（シンガポール）

#### グループ 3-4

**教師 M:** シンガポールで行っている自由遊びは単なる遊びではなく、教えたい内容を遊びに取り入れます。

**教師 O:** 例えば、幼児がぶらんこに乗ることを待っている際に、彼らと一緒に、他の幼児がぶらんこをする回数を数える場面も多い。

**教師 M:** 幼児に教えたい数的概念によって、適当な遊び、日常生活の活動を選び、調整します。予め計画することが大切です。

このようなシンガポールの算数授業場面についてのビデオを視聴した日本の教師たちは、次のようにコメントした（事例 3）。

### 事例3 シンガポールの算数授業への評価（日本）

#### グループ1

**教師 Y:** もっと人として学ぶことがいっぱい幼児期にはあるんじゃないかなと。ホントなんか、遊んだ方がいいと思うんですけど、もっとこうね、人を思いやる気持ちとか、いろいろ幼児期には学ぶことがもっとたくさん（ある）。これ以外にも、詰め込まなくても、日本の幼稚園みたいに遊びとか生活の中から幼児期はね、まあいいじゃないかなって思いました。どんな大人になるだろうっていう。「君は（人を）思いやれるのかい？」っていうか。でも凄いなって、先生方はきっと日々、教え方を工夫したりとか、日本の幼稚園とはまた違うけど、でもきっと工夫して、先生たちも常に勉強っていうか。

#### グループ2-1

**教師 D:** 何を大事にするかってところで、きっと私たちの国ではそんなに勉強勉強っていうよりかは、今の幼児期は色んなことに関わって遊びの中から気持ちの折り合いをつけるとか、そういう人間性を培ってほしいから、別にそんなに数を、授業みたいな感じでやるのは小学校に上がってからでもいいんじゃないかなっていう風感じてしまいました。

#### グループ2-2

**調査者:** シンガポールのような数や計算の学び方について、先生たちはどう思いますか？

**教師 F:** (PISA が) 結果だけ出して、これが・・・何かの研究で「こういう風に調べました」とかあるのかもしれないんだけど、私はやらない。

**調査者:** そしたら、P先生もやりたくない？

**教師 P:** (やりたく) ないですね。

**調査者:** G先生はどう？

**教師 G:** やらないですね。

#### グループ3-1

**教師 H:** 難しそう。

**教師 I:** 考え方が難しい。教え方が、うーん。

**教師 H:** 子どもだったら自然にできるんですかね？ 感覚が違うから難しいって思うけど、まっさらな状態で教え込まれたら、ね。子どもも普通にやるのかな、どうかな。

日本の幼稚園教育要領にも、数や量に関わる内容の記述は含まれている。しかし、シンガポールと異なり、日本の幼稚園教育要領では、幼児に教えるべき数概念の種類や順序性、また具体的な指導法については記されていない。むしろ、人間関係、集団生活、感情の発達、自然との触れ合いにより、感覚を豊かにすることなど、非学問的な側面を重視する傾向がある。それは、インタビューにもよく反映されていた。日本の教師は、全員

が、自由遊びや日常生活が幼児の数的知識の発達を促進する効果があると述べた。また、ほとんど全ての教師は、活動のために生じる「人数」の確認が、幼児が数に接し、数概念を感覚的に身に付けていく過程の重要な土台になると繰り返し語った。

日本の幼稚園では、集団行動や仲間関係を重視し、自由遊びでも、生活場面でも、集団で行われる活動が圧倒的に多い。それらの活動を行う際に、教師はしばしば幼児の人数を確認するが、同時に、幼児たちも人数を数えて確認する光景がよく見られる。日本の教師にとって、これらの活動のねらいは、第一義的には幼児の所属意識を高める点にある。例えば、グループ 2-1 の教師 E は、幼児が「仲良く」なることをあげていた（事例 4）。また、グループ 3-2 の教師は、数などの学問領域よりも、人間関係や集団生活などの社会性の側面が重要であると述べた（事例 5）。日本の幼稚園教師は、自由遊びや生活活動に数的要素が含まれていることは知っているが、それを直接的に算数教育につながるものとして意識しているわけではない。あくまで、幼児たちが協働し、助け合う中で、人間関係や社会性が養われることを重視している。

#### 事例 4 意図的に幼児の仲間関係を促すこと（日本）

##### グループ 2-1

調査者：人と繋がるみたいな話もありましたけど。

教師 D：それ（人数確認が子ども同士をつなげる意図）はあるよね。

教師 E：そこの方があるよね。

調査者：例えばどういう感じなんですか？

教師 E：例えば、まだ 3 歳って仲いい子みたいなのがそんなに無いから。でもちょっとずつ出てきてはいるけど、でも誰とでも、手を繋いで出来る活動、遊べる子になってほしいからっていうのはありますよね。何か、変にこだわりを持つのではなくて、誰とでも一緒に仲良くなりたいみたいなの。

#### 事例 5 数よりも人間関係が重要であること（日本）

##### グループ 3-2

教師 L：私もですね。実際、自分の名前と、10 ぐらいまではだいたい書けるようになる。それ以外はかえって邪魔かな。小学校で授業を受けたときに「あ、すごいこうなるんだ」とか、学ぶ意欲。（余計に知っていると）「あー俺もう知ってるから」ってなると、（小学校での勉強の）スタートがちょっと遅れたり。あと、発見できると伸びてくと思うので、週 1 回や 2 回授業をやったからって、あまり変わらないかなとは思う。それよりも、人の話を聞けないと伸びていかないし、そこの方が大事かなと。あと、友達関係、人間関係が上手くないと。遊びの中で、色々な幼稚園の経験なかで、人間関係の対処の仕方とかの下地を作っていくのが大事かなって思ったりしています。

## ② 扱われる題材や具体物の違い

数的要素を含む活動に参加する際、幼児が接する題材や具体物も両国間で大きく異なっていた。シンガポールの幼稚園で代表的なのは、算数の問題、書かれた数字、教科書、ワークシートといったものである。自由遊



びや生活活動の中でも、Unifix キューブ、base-10 blocks、counting chips、貨幣などの人工物が使用される。一方、日本の幼稚園では、幼児は自然との触れ合いから得られる学びを重視しており、幼児は自然物を用いて数を扱うことが珍しくない。例えば、幼児が興味を持ちそうな果物や生き物を通してどのように数を扱うのかを学ぶことや（事例 6, 7）、幼児に自分たちが登ったことのある山や有名な山を想像させ、山の高さの違いについて感覚的に学ぶことを期待していた（事例 8）。

#### 事例 6 興味のある果物を分けること（日本）

##### グループ 1

教師 Y：興味がないのに教えたらつまらないけど、子どもが興味があるって言うところからの方が、自然。「このカボチャを十人で食べなきゃいけない、どうやって分けるか？」とか「スイカもこれしかない、どうしたらいいかな？」とか。1人で全部食べたいけどとかも入ってきたりするけど分ける。「じゃどうやって分ける」とか。

#### 事例 7 生き物を通して数を教えること（日本）

##### グループ 2-1

教師 D：今だったら鮭が来ているので、鮭の数を毎日川に行って「今日は何匹だった?」「今日は何匹だった?」っていう風に数えていたりとか。あと、うちのクラスは虫とか、そういうのが凄いい好きなので。この前だったらアリの大行列があったんですよ、散歩に行った時に。そこで「この行列は、こっち（の列）とこっち（の列）はどっちが多いか?」とかっていうのを、毎日毎日行ってその変化に気づいたりだとか。そういう身近な生き物の”こっちが多い・こっちが少ない”っていうのをやっていたりとか。

#### 事例 8 様々な山を用いて数に接すること（日本）

##### グループ 2-1

調査者：あと、月曜日、台湾からの先生の見学のときに、Y先生は富士山の高さ、そういうのも数。

教師 K：高さか、そうですね、確かにやってた。

調査者：そのときは、どのためにそういう活動をやっていますから？ 山の高さを子どもたちに。

教師 K：山に二つ登ったんですよ、年長の子どもが。一回、三角山に登りに行って、今年。三角山は311メートルなんですよ。でも311メートルって言われても多分イメージができないから、他の山と比較しようって言って、近辺の山を探して。日本で一番大きいのは富士山っていう山で、それは数字を変えてどのぐらいと。で、世界で一番大きいのはエベレストで、エベレストはもっと大きいみたいなのを数字で書いて。でも311ぐらいまで言えるけど、1000ぐらいになると読めないんですよ、子どもが。だから多分なんとなく数だけ見て、大きいのは分かっていると思うけど、具

体的にどの程度大きいとかってというのは多分分かってないと思います。で、何か絵を書いて「こんぐらい」みたいな。「一番小さいの、こんぐらい」みたいな。

**調査者**：当日は台湾の先生は、私に聞いてきて、「今は算数の授業ですか？」って。数字を書いている、数学の授業みたい。

**教師 K**：違う、全然違います。いけません。

## (2) 音楽や身体動作を通して学ぶことの重要性

先行研究から、日本の幼稚園教師は数的要素が埋め込まれた音楽活動（拍子や声によって発せられた音声なども含む）や身体動作を頻繁に保育に取り入れ、幼児と一緒に数を扱っていることが示唆されている（榊原, 2006; Sakakibara, 2014）。第8章でも、音楽活動や身体動作を通して、日本の幼稚園教師が十進法のような数概念を保育に取り入れている様子を見た。音楽や身体動作は、日本の幼稚園において幼児の数的知識の発達に重要な役割を果たしている可能性がある。しかし、これは研究者の観点からの分析であり、幼稚園教師自身がどう考えているのか不明であった。

インタビューにおいて、両国の教師とも、音楽や身体動作が幼児の数的発達を促す欠かせない要素の一つであると評価していた。しかし、両国間で、その強調点は異なっていた。シンガポールの教師は、音楽や身体動作を通して、幼児の脳に刺激を与え、幼児が学習に集中するという効果の観点について述べた。ただ、音楽や身体動作をどのように幼稚園の活動に取り入れていくのかについて、具体例を挙げて説明することはほとんどなかった。それでもなお、シンガポールの教師の中には、日本の幼稚園における音楽や身体動作を含む活動の映像を見て、「このような活動は、良いですね。ホワイトボードに書いてある数字よりも、子ども自身が具体物になることで顕在化されます。また、数的要素にも注目することができますと思います」（グループ3-3の教師A）と述べる者もいた。

一方で、日本の教師は、音楽や身体動作が幼児の数的発達を促すとしただけでなく、その具体的な場面やプロセスについて詳細に説明した。例えば、事例9では、声のボリュームを調整する際に数字を用いる例が紹介されている。また、4拍子を用いて行われる体操でどのように数のまとまりや順序が扱われるか（事例10）や、歌や手遊びに幼児が参加するプロセスでどのように序数や数の増加などの数的知識に接するかについて（事例11）、日本の教師たちは身ぶり手ぶりや実際に歌を歌いながら具体的に説明した。このような活動を通して、日本の幼稚園児は身体を動かしたり、リズムを取ったりする中で数字を扱い、感覚的に数概念を身に付けている可能性が示唆される。

### 事例9 声のボリュームを数字で説明すること（日本）

#### グループ2-1

**教師 K**：でも急に「数字に関することを（保育の中で）言わないでね」ってもし言われたりしたら結構困るよね。1日の中では、なんか今話して意外と何か言ってるのかなって、意識していなくても。それ

こそ私、声のボリュームとかめっちゃ数字使っちゃって、私。0は喋らないんですよ。で、5はマックスなんです。これは多分先生によって10の人もいるかもしれないんですけど、私は5が（音量の）マックスだから、5はめっちゃうるさい状況で。「今、声のボリューム何ぐらいがちょうどいい？」みたいな。「3」とか言うんですよね。「じゃあ3で」みたいな。3は標準らしい。1は蟻の声みたいな、そういう感覚ですよね。

#### 事例10 拍子を用いて身体的に数を扱うこと（日本）

##### グループ2-2

**調査者：**歌とか身体活動。例えば身体活動は、運動会とか、よさこい。「1234」とか、これは数を身につけることに影響すると思いますか？

**教師F：**それはやっぱり関わるっていうか、すごく関係していると思います。今思ったら、「1234」って、4拍子だからなんだけど。だから8なんだよね。私達も振り付けをやる時「16（拍）あるからこうしよう」とか、急に4つ数えになりますよね。

**教師G：**4拍子だから。

**教師F：**4拍子だよ。

**調査者：**幼稚園でよく聞きますよね、4拍子。

**教師F：**だから、（準備）体操とかも、最初にするようなことも「1234, 5678」ってする幼稚園もあるから。そうになったら拍子は8。4拍子だから。「2234」って言うよね？

**教師G：**「1234」の次は「2234」、次は「3234」って。一回目、二回目、三回目とか。言い始める。

#### 事例11 歌や手遊びを通して数を扱うこと（日本）

##### グループ3-1

**教師H：**歌とかだったら、初めて歌う歌とかだと、最初、全部歌ったら長いから、1番だけとか歌うんです。そしたら子どもが自分たちで「2番は？」とか「3番は？」とかって聞いてきて、ちゃんと1番2番って、順番を意識して子どもも歌ってるんだなっていうのが思いました。

**教師I：**手遊びも、「2増えて」とか「3増えて」とかも、何となくそうやってる。

**調査者：**手遊びって、結構たくさんあるね、そう考えたら。

**教師I：**「メロンパン」とか。

**教師全員：**「パン屋にメロンパン、ふんわりまるくて美味しそう……」っていう、そういう手遊びもあります。

シンガポールの教師は、音楽や身体動作をどのように幼稚園活動に取り入れることができるのかについて、あまり具体的に説明することができなかった。例えば、グループ3.3の教師Jは、「歌を通して乗算を覚えるのが有効だと思います」と述べたが、同じグループの教師Uは、「身体動作を通して、長さや大きさ以外に促

される数的概念はないのではないのでしょうか。それに、身体動作の活動は元々少ないです」と続けた。また、グループ3.4の教師Zは、「算数の授業が終わってから、幼児たちは屋外の遊び場で走ったり、身体を動かしたりしています。それらは彼らの脳に刺激を与えます」と述べた。このように、シンガポールの幼稚園教師による音楽や身体動作の位置付けは、あまり積極的でも具体的でもなかった。これには次の原因が考えられる。日本の幼稚園を訪れると、それぞれの保育室にはピアノやキーボードが備えられているのが一般的である。そして、幼稚園教師は、皆基本的にピアノを弾くことができる。一方、シンガポールの一般的な幼稚園では、ピアノは音楽室にあるだけで、ピアノが弾けない教師も多い。つまり、もともと日本の幼稚園教育では、音楽が重視されているといえるが、シンガポールはそうとは言えない。また、シンガポールは一国としても東京23区ほどの面積しかなく、日本の幼稚園のような広い園庭を備えている例はまれである。インタビューでも、幼稚園が狭いために身体動作を含む活動を行うのは難しいと、シンガポールの教師たちは説明していた。

日本の教師が、音楽や身体動作に数的要素が含まれた事例を、ごく自然に、しかも詳細に回答することができるのは、こうした環境の特徴とも関わっているかもしれない。いずれにしても、結果として、授業形式の算数教育としてではなく、日本の幼稚園児は歌ったり身体を動かしたりしながら数的知識に接し、また活用しているのは確かである。第5章では、シンガポールの幼稚園児に比べて日本の幼稚園児において、視覚的提示よりも聴覚的提示の加法課題の成績が良く、また解法も身振りを使って具体的に説明する様子が明らかになったが、上記のような教育過程と幼児たちの様子に偶然以上のつながりを見るのは無理な推測ではないだろう。

### (3) “10のまとまり”の重要性

先述のとおり、英語圏よりも、東アジアの数詞システムの方が十進法とよく一致している。日本人は、日常生活の中で10の倍数の方略を頻繁に使う。数を数えるときにも、「10」が区切りの良い数字だという認識は広く共有されている。第8章で見たように、幼稚園の中でもしばしば十進法の構造が埋め込まれた活動を観察することができる。では、幼稚園教師たちはそうした実践や十進法について、どのような考えを持っているのだろうか？

インタビューを通して、日本の教師の方が、シンガポールの教師に比べ、十進法を幼児に理解させることをより重視している傾向が示された。日本の教師は、全員が、十進法の理解が幼児の数的発達において重要であると主張した。一方、シンガポールの教師たちからは、「十進法の固定的な構造（つまり10のまとまり）が幼児の論理的思考力を抑制する可能性があるのではないか」との疑問も発せられた。加えて、シンガポールの教師の中には、十進法を学ぶ前に、パターン、一対一対応、大きさの比較などを習うべきであると強調する者もいた。興味深いことに、シンガポールの教師数名は、日本の実践映像（10のまとまりを意識させるような）に対し、日本の教師が、意図的に幼児に十進法を意識させているのではないかと発言した。例えば、日本のビデオ3「何匹のイカ」に対し、グループ3-3の教師Jは、「この教師が、数的要素をその遊びに取り入れたのは偶然ではなく、意図的だと思います」と述べた。同じグループの教師Uは、「十進法の概念を幼児に教えたいからこそ、ビデオの教師はその遊びを取り入れたのだと思います」と続けた。特に、シンガポールの幼稚園で教師は数的要素を意図的に活動に取り入れるのが一般的であるため、日本の教師も同様だと考えたようだ。「何匹のイカ」の場面について、当のY教師は以下のように述べた。

「『いちじく にんじん』の数え歌で遊んでいたから、10 っていうものがどういうものなのか、そのまま足で、イカからつなげて、10 っていうこのくらいって知るみたいな。(きっかけの) 1 つになれば。また違った形で 20 みたいなのが知ればいいのか、感じたらいいかなみたいなところかな？」

「何匹のイカ」の事例は、サークル上に座った幼児たちに、出席確認に続いて教師が話している時にある男児が落ち着かない様子で足を伸ばしたり曲げたりする様子を教師が注意する流れから始まっている。したがって、教師が予め幼児たちにやらせようと計画していた活動ではなかったと考えられる。しかし、Y 教師の発言からは、彼女がイカの足で 10 のまとまりをつくるという即興的な遊びと、それまでの数え歌遊びの経験をつなげる意識を持っていたことがうかがわれる。そうした意識は、シンガポールの教師たちが考えているような「意図的に幼児に十進法を意識」させようとするというほど計画的なものではなく、落ち着きがなくなった幼児の様子をどう調整していくかという局面で、伸ばされた足をポジティブに生かした即興的な遊びの中に、それまでの遊びの経験とつながる数的要素を埋め込んでいったというのが実情に近いのではないかと考えられる。ただ、そこには日本の幼稚園教師たちが 10 のまとまりを活動に取り込むことを自然で日常的なこととし、その重要性を考えているという背景があるだろう。

そもそも、ブレインストーミングの段階において(つまり十進法の活用を含む実践映像を視聴する前)、複数の日本の教師が 10 のまとまりや 10 の倍数を扱う場面の重要性について自ら語っていた。これに対して、シンガポールの教師で十進法に関わる話をした者は一人もいなかった。例えば、「幼児は数や計算をどのように学ぶと思いますか？」という問いに対して、日本の教師は事例 12 のように、10 のまとまりや 10 の倍数に関する説明をした。

#### 事例 12 ブレインストーミングでの十進法に関わる発言(日本)

##### グループ 2-2

**教師 G:**「みんなで数えてて」って、10 個待っててねとか、12 回待っててねとか。遊びだと、縄跳びを飛ぶときとか、ゲームでよく使いますね。すごろくとか、トランプとか、そういうゲームのときとか。あとは集めたものを、量を比べたりとか。量で言えば、多い少ないは、砂とか水で遊んだ時でも、子供たち「多いね、少ないね」とかっていう言葉も出てくるし、大きい小さいもそういうところで比べて、経験していくかなっていう感じです。

**調査者:** 先程 L 先生が言ったのは、10 で待っていて。

**教師 G:** 10 が、子どもたちが数えるのによく覚えているので。少し待っててほしい時には。

**教師 F:** (子どもたち) 皆で言ったりね。

**教師 G:** 皆で数えているから。

##### グループ 3-1

**教師 I:** この前ジャガイモ収穫したんですけど、じゃがいも取れたから数えたら 192 個で。それも意外と、どこまで行けるのかなと思いつつ一緒に数えてたら結構年長さんついてきたので、分かってる

人は分かってるっていうか、数えられるだんと思いながら。

**調査者**：子どもは自分で数えたいから数える？

**教師 I**：数えてみようって（一緒に）数える。いくつあるかちょっと数えてみようって、10 ずつまとめながら、なんとなく、私が（何個数えたかが）わからなくなるから。「1234.....10, 11, 12, .....」って数えてずっと行って、最後まで数えたら 192 個で。そんな感じで数は数えているなって思いました。

十進法の理解が幼児の数的発達において重要であるとの考えは、両国の教師で共通していた。しかし、ここでもその理由あるいは重視する観点は異なっていた。シンガポールの教師は、十進法が数の合成・分解や位取りのような数概念、多桁の算術の基礎であり、これらの学習が小学校の算数の基礎となるものであることを強調した。これに対して、日本の教師は、むしろ十進法が幼児の日常生活に密接に関わっていることを指摘した（事例 13, 14）。

#### 事例 13 “10 のまとめり”が日常的なものであること（日本）

##### グループ 1

**教師 H**：家でも小さい子と親とお風呂入るじゃない。そこで湯船で最後上がる時に「10 まで数えよう」とか、家とかでも普段から「9 で上がろう」とかそういうのは……（無い）。「今日は 10」とか「今日は 20 までだよ」とか、私達も一塊で育ってきたって言うか。

##### グループ 2-2

**教師 G**：家でも多分、お風呂に入ったときとか。家でも 10 まで数えることが多いんじゃないかな。

##### グループ 3-1

**教師 W**：自分、普段（日常生活で）数えるときに、「.....10！」って私が数えてるから、その（保育の）時も、1, 2, 3, 4, 5・・・10 って数えてるんだよな。それが自然で分かりやすいつて思ってるから、出てくるのかなって思いました。

#### 事例 14 “10 のまとめり”の必然性（日本）

##### グループ 2-1

**教師 E**：やっぱり感覚的に、私たちもそうやって育ってきたから。多分 11 とかで区切られるより、10 の方がしっくりくるっていうのが多分、日本の文化。そういう決まりみたいになってると思うので。そう考えると、大切だと思えます。多分小学校とかでも、切りの悪い数字を使うことはないと思うので、仕事とかだとしても。そう考えると。

### グループ 2-2

教師 F：10 っていうのが、覚えやすいんだよね。「いち、に」みたいなリズムもあるし。

調査者：12 じゃなくて、8 じゃなくて、10。

教師 G：日本の基本は、十進法の 10 なんじゃない？

教師 F：10 ですね。「8 までね」って言っても「9、・・・」って言う子って絶対いるよね。

教師 G：10 で止まるまでね。

調査者：よく 10 まで。

### グループ 3-2

調査者：大切だと思いますか？ 10 進法みたいなのを意識させるっていうことは？

教師 C：大切な気がする。

教師 R：わかりやすいと言えばわかりやすかな。

教師 L：覚えやすいですよ。

## 2. 埋め込まれた数的支援に影響する 2 つの条件

インタビューを通して、日本の幼稚園教師は、埋め込まれた数的支援に影響を与える 2 つの条件を重視していることが示唆された。1 つ目は、活動の成立において数的要素が必要となること、2 つ目は、幼児の数的知識の程度、である。

### (1) 活動の成立における数的要素の必要性

日本の幼稚園を訪れると、教師と幼児が遊びや生活活動、また行事などに一緒に取り組む様子にしばしば会う。それらの活動は、シンガポールのような算数授業とは異なり、一見、数的要素を扱う必要性がないようにも見える。しかし、榊原 (2006, 2014) や Sakakibara (2014) による先行研究や、本研究の第 7 章および第 8 章で取り上げた事例を踏まえると、日本の幼稚園活動には、教師と幼児に数的要素を扱うことを求める場面が多く含まれていることが分かる。例えば、第 7 章の事例 7 における「兄弟すずめ」の遊びは、幼児たちに 3 人組の雀を作らせようとした。そのため、クラス全員に順番に 1～3 番目までの序数が割り当てられていた。また、第 8 章の事例 4 「何匹のイカ」や事例 8 「卒園式までのカレンダー作り」では、そもそも数的要素が用いられなければ、成り立たない活動になっていた。

インタビューでは、幼稚園活動を実施するために数的要素が必要になること、つまり数が先なのではなく、活動の「流れからの数」(教師 G) であることが強調された(事例 15)。「流れからの数」ということは、教師はあらかじめ幼児に何らかの数的知識を学ばせようと考えていないということだろうか。事例 16 の内容からは、教師たちが数的要素を「意識はしてない」内に、「自然に」取り入れていることをポジティブに述べているように見える。そこにはどのような意味があるのだろうか？ おそらく、それが日本の教師たちが述べる「必要」という言葉に現れていると考えられる。事例 15 で、教師 C は「ゲームやるから数が必要になる」「数

をやるからゲームやるじゃない」と述べている。つまり、日本の教師が「意識してない」内に「自然に」と言っているのは、“偶然”を強調しているわけではなく、幼児が興味を持つ遊びや活動を進めていけば、そこに数を扱う「必要」が現れてくるはずだという信念を表明しているのだと考えられる。こうした「流れからの数」のような数的支援に対し、シンガポールの教師は、良い面だけではなく、気になる点もいくつか挙げていた(事例 17)。

#### 事例 15 活動の中の数であること (日本)

##### グループ 1

**教師 C:** 数を教えるためにゲームをやるんじゃないで、ゲームやるために数が必要になる、ゲームやるから数が必要になるって感じですね。数をやるからゲームやるじゃないですね。

##### グループ 2-2

**教師 G:** 数だけを教えるっていうか、そのためにやることはあんまり無いですね。遊んでいる中でとか、活動のなかで数字が必要なときに使うっていう。芋掘り行ったときだったら、「今日は1人10個持って帰れるよ」って言ったら、大きさは色々でも、1人10個袋に入れて「先生入れたよ」って。そういう使い方で、数だけを特別、「今日は数」っていうのは無いですね。

**教師 F:** それこそ本当に生活の中で。

**教師 G:** (生活の) 中の、流れからの数。

#### 事例 16 意識されずに数的要素が取り入れられること (日本)

##### グループ 1

**教師 Y:** 日々の、意識はしてないけど、遊びとか生活の中で取り入れてる、本当に自然なゲーム遊びとかが多分、自然に身に付いて。

**教師 C:** (子どもたちが) 理解できないなって苦労したことは別にないですね。

**教師 Y:** やっぱり、それは生活と遊びの中に入っているからかもしれないですね。どこかで自然に「数えてごらん」とかっていうような。明確な到達点が無いからこそ自由かというと、行けるところもあるのかな。何なんだろう、感覚的なところが凄い大きい。

##### グループ 3-1



**教師 H:** 縄跳びとかは、目安として、10, 20。子どもも 23 より 20の方が親しみやすいからずっとそうやって言っていたんですけど、普段の生活ではあんまり意識してはいないかもしれない。

#### 事例 17 日本の埋め込まれた数的支援について (シンガポール)

##### グループ 3-3

**教師 U:** 教師はいつもこのような支援ばかりすべきではないと思います。一つ一つの活動を計画的に練るべきです。

**教師 J:** そうですね。このような支援を頻繁に実施していくことがシンガポールの幼児教育に相応しいとは思いません。シンガポールの幼稚園では教師は、ナショナル・ガイドラインに沿った活動を計画しなければなりません。そうしないと、保護者から不平や不満も出ることでしょう。

##### グループ 3-4

**教師 M:** シンガポールの保育実践とは違います。シンガポールの教師は、活動をきちんと計画し、実行し、幼児が習った概念が理解できるかどうかまでも確認するのが一般的です。日本のこのような支援だけだと、小学校に入学してからの学習面が心配になります。

## (2) 幼児の数的知識の程度

先行研究 (Sakakibara, Hatano & Inagaki, 2001 など) においても、また筆者が参与観察を行ってきた幼児教育現場での聞き取りにおいても、幼児に算数を意図的に教えることを支持する日本の幼稚園教師はほとんどいない。これは、観察によって抽出される数的要素の多さからすると、驚きですらある。こうした信念は、上述のような「流れからの数」というような考え方を代表として、本項 (1) で取り上げた日本の教師たちの言葉に表れている。しかし、第7章と第8章で見たように、埋め込まれた数的支援は、単純なものでも、ランダムなものでもなく、より系統的で緻密な教育的働きかけであろう。そして、そこには日本の教師たちが考えている別の条件も関わっていると推察される。それが、幼児の数的知識の程度を適切に理解することである。

事例 18 からは、教師が幼児の数的知識の程度に応じて数的支援を行っていることがわかる。教師 Y は、年長クラスの幼児がドッジボールをする際に、彼らが理解できる数的要素を把握して、その遊びの中に取り入れている実践について説明した。また、教師 F は、年少クラスの幼児が拾ったドングリが見えるように、透明な袋を用意し、それを通して、幼児に数量を感覚的に理解しやすくさせる意図について述べた。

日本の幼稚園教育要領には、数領域の指導法のみならず、幼児の数的発達過程に関する記述もほとんどない。しかし、インタビューを通して、多くの日本の教師が幼児の数的知識の発達に関する一定の知識を有していることが示唆された。例えば、事例 19 で、教師たちは、年少クラスの幼児が数字をどのくらい理解できるのか、年長クラスの幼児は加法や減法ができるが、年少・中クラスの幼児には難しいかもしれないということを具体

的に説明している。また、数を理解するときに、年長クラスの幼児は抽象的なもの（例えば、数字）でも理解できるが、年少クラスではまだ具体物を操作する必要があることも指摘している。以上を踏まえると、日本の幼稚園教師は、幼児のたちに活動上の必要から数的要素に出会わせると同時に、それぞれの数的発達の程度を的確に把握しながら、伝え方や扱う題材の具体性などを調整していることがわかる。

#### 事例 18 数的知識の程度を理解すること（日本）

##### グループ 1

**教師 Y:** どこまで理解しているのかなってところで入れることはありますか、例えばどんどん複雑になっていくので、年長とかになったら、ドッチボールだったら、例えば外野の人数が少ない方が勝ちとか。多い方が勝ちみたいなゲームって、得点が多いとか、そういうのが普通だったりするんですけども、「少ない方が勝ち」みたいなところの、逆転の発想で喜べるかどうか、理解できているかとか。あとは「外野・内野・外野・内野」って四つのグループに分かれるじゃないですか、年長の最後ぐらいになったら。そこで取って外野を数えて、外野が少ない方が勝ち。

##### グループ 2-2

**教師 F:** やっぱり収集につながりますね。ドングリを拾うとか、それは数がわかるように、ちょっと数えたりはします。ジャガイモを掘ったりとか、そういうとき。ジャガイモの数を数えたり。でも、3歳は「何個だよ」っていうのは、見えないとつまらないと思うんですよ。だから、変な話「芋をたくさん拾いました」「ドングリたくさん拾いました」って言ったら、絶対透明な袋に入れさせます。それが、スーパーの袋、お家から持ってきた袋に入れちゃうと、あんまり（見えなくなって良くない）。「あの子の方が多いい」とか「素敵なお葉っぱを持っている」とか、そういうことで自分の気持ちは動くので、見えるようにクリアな袋。それはいっぱいあるので、幼稚園って。だから絶対にあれ（透明な袋）をたくさん持っていきます。本当に透明なやつ。箱に入っている、ティッシュみたいなでる（袋）は半透明なんですよ。

#### 事例 19 幼児の数的知識の年齢ごとの特徴を理解すること（日本）

##### グループ 1

**教師 C:** 歳が上がるに連れて、数の幅が増えたというか、ゲームで使う幅だとか、切り良くなくても3とか7とか、複雑な数、切りの良くない数字を使ったりとかは、学年が上がるにつれて使ってるような気がします。年少は日付調べはそんなに、使ってはやってなかった気がします。

**教師 Y:** 年中ぐらいから、意識させようかなってね。

**教師 H:** 年少は目で。例えば13で書いてあるだけで、分かってるか分からないけど、子どもも一緒に先生で口も見ながら（復唱している）。多分、1から5で精一杯かな。賢い子で10ぐらい。もっといけ

る子はいけると思うんですけど。

#### グループ 2-1

**教師 K:** 足し引きができるのは多分年長だよね。なんか、ちょっとの数, 10 ぐらいまでの中だったら行けるような気がするんですよね。やってるかっていうと別にやってはいないですけど, 何となく, 何人おやすみで減ったとか。年少・中だったら足し引きは難しそう。

#### グループ 3-1

**教師 I:** 年長になったら多分, 抽象的になるけど, 多分年少さんは具体的だから。

## 第 4 節 考察

本章では, 幼児の数的知識の発達に関する日本の幼稚園教師の信念を通して, 彼女らが何を重視し, また数的支援(埋め込まれた数的支援)を展開する上でどのような条件を踏まえているのかを検討してきた。そのために, ビデオを用いた多声的エスノグラフィの手法を用い, 実践映像の教師のみならず, 様々な立場の日本の教師にインタビューを行うと同時に, 日本とは対照的な授業形式の算数教育を行っているシンガポールの幼稚園教師の意見と比較検討した。

両国の比較を通して, 幼児の数的知識の発達について, 日本の幼稚園教師が3つの信念を抱えていることが示唆された。まず, 日本の教師は, 第一義的には社会性や自然との触れ合いという一見して非学問的な側面を重視している傾向が見られ, 必ずしも数的発達を重視していなかった。彼女らは, 幼稚園で幼児に数を意図的に教えることはほとんどないと述べたが, 集団的な遊びや生活活動の中で幼児が数に接していることは理解していた。また, 日本の教師は, 幼児が自然と触れ合う中で, 自然物を用いて数を扱う事例も数多く, 具体的に説明することができた。このように, 日本の幼稚園では, 社会性や自然との触れ合いを前面に出し, その全体的なプロセスの中に数的発達が統合されていることを重視していることが分かる。これは数的発達を算数教育と直接結びつけて語るシンガポールの教師と対照的であった。

第 2 に, 日本の教師は, 音楽や身体動作が幼児の数的知識の発達を促進する効果があることを意識しており, 様々な数的要素が埋め込まれた音楽や身体動作の事例を, ごく流暢にしかも詳しく説明した。こうした様子は, 第 8 章で取り上げられた 8 事例のような実践が, きわめて頻繁に行われている可能性を示唆する。シンガポールの教師も音楽や身体動作が幼児の数的発達に与えるポジティブな効果を認めていたが, それはあくまで脳を刺激し集中力を高めるものとして理解されており, 音楽や身体動作と数的要素を統合した活動内容を具体的に述べることはなかった。

第 3 に, 日本の教師は, 幼児の十進法の理解と活用の重要性についても認識し, また強調した。“10 のまともり”や 10 の倍数を, 幼稚園での活動に取り入れることの自然さや日常性について多くの教師が口にした。シンガポールの教師も十進法は重要だと考えていたが, それはアカデミックな学習における重要性の観点から

であり、日本の教師のように幼児たちの日常性とのつながりを指摘することはなかった。十進法を含む活動は、日本社会に深く根づいているが、それは幼稚園においても共通していると考えられた。

次に、日本の幼稚園教師が埋め込まれた数的支援を行う際に重視している条件について、2つの主な条件が明らかになった。第1に、それは活動を成立させるための必要から生まれるという条件である。日本の幼稚園教師は、数そのものを取り出して授業を行うということに対して否定的な考えを持っていた。むしろ、遊びなどの活動が先にあり、それを進める中で必然的に数を扱う必要に幼児自身が気づくことを重視していた。日本の教師たちは、ふだんの活動の中に数的要素を取り入れているかどうかあまり気にしておらず、意識もしてないと語った。しかし、取り上げた事例で明らかのように、説明を求められれば活動の中にどのような数的要素が入っており、それらがどのように扱われ、幼児の数的発達に結びついていくのかについて説明することもできた。

第2に、上のような日本の幼稚園教育は、体系的な数の学習と結びつきにくいと思われがちであるが、インタビューからは、日本の教師たちが幼児の数的知識の程度に応じて数的支援の内容を細かく調整していることも明らかになった。幼稚園教育要領にはほとんど記載がないにもかかわらず、彼女らは幼児の年齢ごとの数的理解の程度や順序性について明確に述べ、幼児の状況に合わせた対応や工夫を具体的に説明した。

以上から、日本の幼稚園教師は、幼児に体系的に算数を教えることがなくとも、幼児の数的発達の状態を多角度から把握し、数的要素を集団や自然物での遊び、音楽や身体動作、様々な生活活動や行事などに統合しながら「埋め込まれた数的支援」を実践していることが示唆された。

## 第3部 総括

## 第10章 総括的討論

### 第1節 本研究で明らかにされたこと

#### 1. 日本の幼児の十進法の理解とその活用の仕方

第5章(研究1)では、日本における幼児の十進法の理解とその活用の仕方について検討するため、2つの形式(WAとOA)による加法課題(「2桁+2桁」も含む)の実験を行った。その際、日本の幼児教育と対照的なカリキュラムを受けているシンガポールの幼児の成績パターンや課題の解答の際に用いられた方略との比較を通して検討した。主要な結果として、(1)日本の幼児は、WAによる課題よりも、OAによる課題の処理が優れている一方で、シンガポールの幼児は、OAによる課題よりもWAによる課題のスコアの方が高いこと、(2)「10を含む」加法課題や「2桁+2桁」の加法課題に対する方略の内、特に合成・分解の使用に関する分析を通して、シンガポールの幼児よりも、日本の幼児の方が十進法をよく理解し、積極的に活用していることが示された。つまり、日本の幼児は、就学前においてすでに十進法について一定の理解を持ち、それを活用して数的課題に対処していることが示唆された。

第6章(研究2)は、研究1の補完と補強を行う研究と位置付けた。研究1と同様の加法課題以外に、日本の幼児がどのような数的表象構造を発達させているかを解明するための課題も用意した。加えて、実験を行った幼稚園の保護者(年長児のみ)を対象とした質問紙調査を行い、家庭での数に関わる経験や習い事、保護者の考え等について検討した。主要な結果として、(1)日本の幼児の多くが、10のまとまりの数的表象構造を発達させ、10のまとまりの数的表象構造を発達させている幼児の方がそうでない幼児に比べて加法課題の成績および合成・分解方略の使用が顕著であること、(2)研究1と同様に十進法に基づく合成・分解によって「2桁+2桁」の加法課題に解答できる幼児が少なくなく、その成績はOAの方が優れていること、(3)日本の保護者は、幼児の数的発達に関心を持ち、重要だと考えているが、家庭で算数に関する学習を行っている例は少なく、学習塾に通っている幼児は皆無であったこと、(4)実験に参加した幼児と保護者の質問紙のマッチングデータの分析により、算数に関わる習い事(通信教育とソロバン)をしているか否かで加法課題の成績および方略に違いが見られないこと、が示された。

上記2つの実験および調査の結果、日本の幼児が一定の十進法の理解を発達させており、それを積極的に活用して数的課題に対処していることが明らかになった。その成績は、幼稚園のみならず家庭や学習塾でも体系的な算数教育を行っているシンガポールの幼児と比べても、ほとんど変わらないものであった。むしろ、聴覚的形式(OA)では明確な優位を示し、解答方略においても十進法に基づく合成・分解を一貫して使用するなど、安定した算術能力を見せたと言ってよいだろう。さらに、解答プロセスについて説明を求めると、身振りをを用いて合成・分解を的確に分かりやすく再現する幼児も見られ、彼らが聴覚的であると同時に、身体的な表

象として数的知識を発達させていることがうかがわれた。

## 2. 日本の幼稚園における埋め込まれた数的支援

研究 2 の質問紙調査とマッチングデータから示唆されたのは、日本の幼児の数的発達が家庭や塾等での経験に依存しているというよりも、むしろ幼児教育実践との関りが深いのではないかということである。そこで、第 7 章（研究 3）と第 8 章（研究 4）では、日本の幼稚園における埋め込まれた数的支援（EMS）について詳細に検討した。

研究 3 では、自然観察法によって収集された事例分析に基づき、EMS の下位分類となるパターンの整理を行った。研究 1 と 2 の結果を踏まえれば、日本の幼稚園で実践されている EMS は、単純でランダムなものではなく、より系統的で緻密な支援であると考えられた。重要な先行研究である榊原（2006, 2014）では、観察対象を教師主導の活動（いわゆる設定保育）に限定していたが、日本の幼稚園における EMS を分析するためにはむしろ自由遊び場面を対象としなければならないと考えた。なぜなら、シンガポールと異なり、日本の幼稚園では予め教師が用意した活動だけでなく、幼児が自発的に始めた遊びを充実させ、発展させていく過程に教育上重要な要素を埋め込んでいく方法が重視させているからである。数的支援が含まれていると判断された 249 事例を分析した結果、EMS には潜在パターン（Implicit Pattern）、挿入パターン（Inserting Pattern；教師主導と幼児主導の下位パターンを含む）、導入パターン（Introducing Pattern）、教授パターン（Instructing Pattern）、という 4 つの下位パターンを抽出することができた。中でも、挿入パターンが全体の約 5 割を占め、日本の幼稚園における EMS の中心であると考えられた。

研究 4 では、研究 3 で最も頻度が高かった挿入パターンを中心に、音楽や身体動作を伴う活動において、どのように数的支援が行われているのかに焦点を当てた。分析対象として選ばれた 8 事例を通して、「幼児自身の身体を題材とする」と「幼児自身の貢献を不可欠にする」という、密接に関連する 2 つの特徴を通して、10 のまとめや 10 の倍数に関する情報を巧みに、時に即興的に埋め込んでいく様子を記述することができた。音楽や身体動作は、幼児が身体性を介して数的要素を扱うことを促し、また幼児自身の身体を活用するからこそ、一人一人の幼児の貢献が必要になると考えられた。こうした間接的な方法による数的発達の促進は、社会性領域の育成を重視する日本の幼稚園ゆえの「導かれた参加」（Rogoff）の規則性であろう。

## 3. 幼児の数的発達に関する日本の幼稚園教師の信念

第 9 章（研究 5）では、ビデオを用いた多声的エスノグラフィー法を用いて、シンガポールを含む様々な立場の幼稚園教師の「声」を分析することを通して、日本の幼稚園教師の EMS に関わる信念を明らかにし、彼女らが数的発達のどのような側面を重視し、どのような条件を調整しながら支援を行っているのかを検討した。調査を通して、日本の幼稚園教師は 3 つの信念をもっていることが共通して浮かび上がった。第 1 に、日本の教師は、社会性や自然との触れ合いなど、アカデミックな学習には一見して結びつかないことを重視しており、必ずしも数的発達を重視していなかった。この点はシンガポールの教師と明らかに異なっていた。第 2 に、音楽活動や身体動作が幼児の数的発達を促す効果があることについては、両国の教師とも一致した考えで

あった。しかし、その理由や具体的な実践イメージは異なった。シンガポールの教師はそれらが脳に刺激を与えることや、集中力を増すという、学習一般に関わる理由を述べたが、音楽や身体動作を活動にどう取り入れるかについて具体的に説明することはなかった。これに対し、日本の教師は、様々な具体例を上げながら、活動の中にどのように音楽や身体動作を入れ、そこにどのように数的要素が取り入れられるかについて説明した。つまり、彼女らにとって、音楽や身体動作を伴う活動と数的要素の埋め込みは馴染みのある実践なのである。第 3 に、日本の教師は、幼児の十進法の理解とその活用の重要性についても意識しており、園生活における活動や遊びの場面で 10 のまとまりや 10 の倍数に関する数的要素を取り入れることの日常性や自然さについて語った。つまり、数的発達を促すということは必ずしも意識的ではなく、それが幼児たちにとって自然であることを重視していた。一方で、シンガポールの教師は幼児に十進法を理解させることを明確に意識し、それゆえにむしろ 10 の固定的な構造を学んでしまうことが、より基礎的な数的概念の習得を阻害するのではないかという考えを述べた。

日本の幼稚園教師は、EMS を行う際に 2 つの条件を重視していた。第 1 に、あくまでそれが活動の流れの中で必要になるから使用するという条件である。日本の幼稚園教師は、数に関する直接的な指導に対して否定的な考えを持っていた。逆に、シンガポールの教師の中には、日本の幼稚園の映像を見て、教師はいつもこのような支援をすべきではなく、もっと計画的に数的支援を行うべきであると言及する者も少なくなかった。第 2 に、日本の幼稚園教育要領には幼児の数的発達の過程や支援の段階に関する記述はないにもかかわらず、日本の教師は幼児の年齢ごとの数概念の獲得や理解の目安を知っており、それに合わせて支援の仕方を調整していることも明らかになった。

興味深いことに、日本の幼稚園教師は、指導の観点から数を教えることがなくとも、幼児の数的発達の状態をあらゆる角度から判断し、数的要素を集団活動の中での音楽活動、身体動作、自然物を使った遊びなど、園生活のあらゆる場面を使って EMS を実践していた。なぜ、このようなことが可能なのだろうか。あるいは、なぜ日本の幼稚園教師はこのような方法を採用しているのだろうか。

## 第 2 節 本研究の理論的含意

### 1. 幼児の数的発達コースの多様性

本研究では、幼児の数的発達を、彼らが日々参加している幼稚園の教育実践と関連づけて理解することを目指した。シンガポールのように、幼稚園時代から体系的な授業を中心としたスタイルを採用しているならばともかく、日本のように何を教え、学んでいるかについて暗黙的な次元が広く深い幼児教育実践を対象とするにあたり、Rogoff の「導かれた参加」の概念は、現象理解の有効な見方を与えてくれた。

研究開始当時に「カリキュラムショック」を受けた筆者は、最初はシンガポールのやり方（規則性）を当然視するところから日本の幼稚園の様子を眺めていた。このように「遊んでばかり」で、小学校に上がってから困らないのだろうか、違和感と心配を生じていた。しかし、一方で日本が数学的リテラシーに強い国であることも知っており、そのギャップが筆者の問題意識につながった。

本研究を通して明らかになったことは、この対照的な幼児教育を受けている両国の幼児が、加法課題の成績



においてはほとんど同等の結果を示したという事実である。ただし、それぞれ得意な課題形式が異なっていたことも重要な知見となった。更に、課題の難易度が上がってきたときに、解答方略の使用に違いが生じたことも興味深い事実であった。シンガポールの幼児は、慣れ親しんだ課題形式（WA）では得意の筆算を用いて解答しようとしたが、馴染みのない OA になると、WA と同じレベルの問題であるのに、突然指を折りはじめ、「単純な数え」で何とか乗り切ろうとした。これに対して、体系的な算数教育を全くといって良いほど受けていない日本の幼児たちは、レベル A の問題はもちろん、シンガポールの幼児が単純な数えを使うことの多い 10 を含む問題（レベル B）でも、ほとんどを「検索」で乗り切った。つまり、彼らにとって、10 を手がかりにできる課題はより容易なのである。更に問題が難しくなると、日本の幼児は、課題形式に関わらず一貫して合成・分解方略を使用した。十進法の理解と活用という観点に立つ限り、日本の幼児の有能さは顕著であったと考える。

従来の研究では、十進法の理解は小学校入学後のフォーマルな算数教育を必要とするというのが定説であるといえる(Geary, 1995; Naito & Miura, 2001)。しかし、本研究の結果を踏まえると、これまで考えられていたよりも、幼児が十進法を理解している可能性がある。もっとも、それは普遍的なものというよりも、幼児教育実践との関係が深いのではないかということ、本研究では述べようとしている。シンガポールでは、教材や説明法の工夫を含めて、体系的な方法で幼児の十進法理解を一定促しているかもしれない。日本では、EMS によって、とりわけ音楽や身体動作を有効に使った実践を通して、間接的にはあるものの、かなり安定した十進法の理解と活用を幼児にもたらしている。いずれの国の幼児も、おそらくは小学校入学後の算数の基礎となる数的発達を遂げているのではないかと考えられる。

数的領域は、一見中立的な科学的知性に思えるが、その発達過程を教育実践との関係で読み解いていくと、そこには「性格」のような特徴を帯びているといえるのかもしれない。シンガポールでは、いわば「教え込み型」で早期からの学習が期待され、その結果として多くの場合「書かれた数字」の表象形式を中心的な媒体としながら、ある種の数的発達の性格づけがなされていく。日本では、「埋め込み型」により、必ずしも数的領域の直接教育は奨励されず、「現実生活」の表象形式を中心的な媒体とした数的発達の性格が形成されていく。これらは、「優劣」の次元ではなく、個人の発達と文化的過程の相互構成的な産物であると考えられる。数的発達のコースには多様性があり、それは子どもが育つコミュニティの「導かれた参加」の規則性と深くかかわっている。

## 2. 社会・文化の一員となる過程における数的発達

筆者は、本研究全体を通して、子どもがコミュニティの一員になっていくことと数的発達とが深く結びついた過程であると主張したい。それぞれの社会・文化によって、導入され発展した幼児教育は実に多様である。しかし、そのいずれもが、特定領域のみを幼児に育成しているのではなく、多方面の領域の発達に関わっており、その幼児教育実践を含むコミュニティの価値観を体現している。このように考えると、国に関わらず、幼児教育には幼児たちをその社会・文化の一員としていく過程を内包しているはずである。シンガポールの幼稚園では、教科と時間割によってアカデミックな内容を体系的に教えているものの、その教育がアカデミックな内容のみにとどまるわけではなく、その過程全体を通して幼児たちが“シンガポール人”になっ

ていくことに関わっており、“シンガポール人”になりつつある幼児たちの参加によって、そこはシンガポールの幼稚園であることを確認し続けている。数的発達は、その一部として、組み込まれているのである。

日本の幼稚園では、社会性や感覚、自然との触れ合いといった非アカデミックな領域を重視している。先行研究が指摘してきたように、こうした特徴は、確かに日本の幼児が“日本人になる”過程に深く関与しているだろう。しかし、先行研究では十分に指摘されてこなかったアカデミックな領域の発達、つまりここで取り上げた数的領域の発達が、必ずしも軽視されているわけではないことが、本研究全体を通して示されたと考える。シンガポールよりも、ある意味では積極的に、日本の幼児教育では、日本社会の一員になるという過程に織り込むようにしてこそ、数的領域を含むアカデミックな学習・発達を促す意味があると考えられているのではないか。そのような導かれた参加の規則性にどのような含意があるのかについては、今後の課題として残される。

### 3. 幼児の数的限界

本研究で取り上げてきた幼児たちは、従来の研究が想定しているよりも優れた数的能力を示したと考えられる。それは実験を通して明らかになった面と、幼児教育実践において教師の優れた EMS の支えによって明らかになった面の両面においてである。

このことは、幼児の数的発達の限界（これは特徴とも言い換えることができる）についても新しい知見を提供してくれた。研究 1 で、日本の幼児は、WA 形式の課題よりも OA 形式の課題において高いスコアを示し、シンガポールの幼児は真逆の傾向であった。こうした傾向は、それぞれの国の幼児教育実践と深く関わっていると考えられた。シンガポールの幼児は、OA 形式になると、単純な数えでほとんどの課題に解答した。彼らは、確かに十進法や位取りを習っていたはずだが、果たしてそれらの概念をどう理解していたのか疑問が残る。研究 2 では、日本の幼児は 10 のまとまりの表象構造を活用していたが、より基本と考えられる一対一対応の構造を用いることができなかった。その意味では、やはり先行研究が指摘するように、十進法の理解が幼児期に完成するとは言えない。しかし、これは悲観的で退行的な結論というよりも、幼児たちの理解の限界というものが、いかに彼らが参加している幼児教育実践と相互構成的であるかという事実を、今後の研究では忘れてはならないという建設的なものである。

### 第 3 節 今後の課題

本研究には、3つの限界がある。第 1 の限界は、日本の協力園及び協力児が限定的であるという点である。本研究は、北海道の幼稚園と幼児にのみ焦点を当てた。しかし、日本国内においても、地域により、気候や習慣、考え方に多様性がある。例えば、沖縄や九州などの幼稚園では、雪遊びをする経験が少ないだろうが、北海道では冬の遊びの大半が雪遊びになる。東京 23 区などの大都市では、十分な土地を確保することが難しい場合も多いと考えられ、北海道のような広さと自然豊かな環境を備えることが難しい園も少なくないだろう。数的領域が、幼稚園教育要領の「環境」に記されているように、環境条件の違いは数的発達に小さくない影響を与えると考えられる。本研究で得られた幼児の数的能力や、教師の EMS パターンや信念に、日本国内で

の程度一般性があるものなのか、様々な地域や条件を考慮に入れることで、更に探求していく必要がある。

第2の限界は、日本とシンガポールの比較から見えること以上のことは未だ不明である点である。例えば、英語の数詞システムに限定して、日本のような自由遊びを中心とした保育を受けている幼児（例えば、オーストラリア、ニュージーランドなど）や、東アジア諸国語の数詞システムに限定して、シンガポールのような体系的な授業を中心としたスタイルの教育を受けている幼児（例えば、中国）を対象とし、彼らの計算力、十進法の理解とその活用を比較して実験を行い、それぞれ国の幼児教育実践や教師の数的支援との関連について更なる研究を重ねることが望まれる。

第3の限界は、本研究で取り上げた数的能力が「学校教育の面」に偏っているという点である。日本とシンガポールの幼児は、学校教育につながる加法課題において、確かに優れていた。一方で、数的発達研究には一連の「路上算数 (street mathematics)」研究があることで知られる (Carraher et al., 1985; Saxe, 1991)。ブラジルの路上で商売をする子どもの数的能力は、路上で売買という文脈と深く結びついて発達したものであり、学校教育で習うような形式で問題を出しても、ほとんど解くことができなかった。路上算数の研究は、数的発達の文脈性や状況性について早くから注目していたが、これらの研究と一般的な数的発達研究を統合的に理解する枠組みは未だ十分整備されているわけではない。子どもの数的能力を、単純な優劣の次元ではなく、その参加するコミュニティの実践との相互構成的過程として、どのように個性的に発達するのかを検討していくためには、改めて学校教育の文脈に限った研究を越えていく必要があるだろう。

## 文 献

- Agrillo, C. (2015). Numerical and Arithmetic abilities in non-primate species. In: R. Cohen Kadosh & A. Dowker (Eds), *The Oxford Handbook of Numerical Cognition*, Oxford University Press.
- Ainsworth, S. (1999). The functions of multiple representations. *Computers & Education*, 33, 131–152.
- Alibali, M. W., Nathan, M. J., & Fujimori, Y. (2011). Gestures in the mathematics classroom: What's the point? In N. Stein & S. Raudenbush (Eds.), *Developmental cognitive science goes to school* (pp. 219–234). New York, NY: Routledge.
- An, S.A, Capraro, M. M. & Tillman, D. (2013). Elementary teachers integrate music activities into regular mathematics lessons: effects on students' mathematical abilities. *Journal for Learning through the Arts*, 9(1), 1-20.
- An, S., Ma, T., & Capraro, M. M. (2011). Preservice teachers' beliefs and attitude about teaching and learning mathematics through music: An exploratory study. *School Science and Mathematics Journal*, 111, 235-247.
- Antell, S. E., & Keating, D. P. (1983). Perception of numerical invariance in neonates. *Child Development*, 54, 695-701.
- Aunio, P., Ee, J., Lim, S. E. A., Hautamaki, J., & Luit, J. E. H. (2004). Young children's number sense in Finland, Hong Kong and Singapore. *International Journal of Early Years Education*, 12(3), 195–216.
- 浅川淳司・杉村伸一郎. (2011) 幼児期における計算能力と手指の巧緻性の特異的關係. 発達心理学研究, 22, 130–139.
- Asakawa, A., & Sugimura, S. (2014). Developmental trajectory in the relationship between calculation skill and finger dexterity: A longitudinal study. *Japanese Psychological Research*, 56(2), 189-200.
- Baroody, A.J. (1989). Manipulatives don't come with guarantees. *Arithmetic Teacher*, 37(2), 4–5.
- Baroody, A. J. (2004). The developmental bases for early childhood number and operations standards. In D. H. Clements & J. Sarama (Eds.), *Engaging young children in mathematics: Standards for early childhood mathematics education* (pp. 173–220). Mahwah, NJ: Erlbaum.
- Beer M. (1998). *How do Mathematics and Music Relate to Each Other?* Brisbane, Queensland, Australia: East Coast College of English.
- Beran, M. J., & Rumbaugh, D. M. (2001). "Constructive" enumeration by chimpanzees (Pan troglodytes) on a computerized task. *Animal Cognition*, 4(2), 81–89.
- Bisanz, J., Sherman, J., Rasmussen, C., & Ho, E. (2005). Development of arithmetic skills and knowledge in preschool children. In J. I. D. Campbell (Ed.), *Handbook of mathematical cognition*. New York: Psychology Press.
- Booth, J. L., & Siegler, R. S. (2006). Developmental and individual differences in pure numerical estimation. *Developmental Psychology*, 41, 189–201.
- Burke, R. S. (2013). Bodies in context: A comparative study of early childhood education in New Zealand and Japan. PhD thesis.
- Canobi, K. H., Reeve, R. A. & Pattison, P. A. (2002). Young children's understanding of addition concepts. *Educational Psychology*, 22, 513 – 532.
- Carbonneau, K., & Marley, S. (2015). Instructional guidance and realism of manipulatives influence preschool children's

- mathematics learning. *The Journal of Experimental Education*, 83, 495-513.
- Carraher, T. N., Carraher, D. W., & Schliemann, A. D. (1985). Mathematics in the streets and in schools. *British Journal of Developmental Psychology*, 3(1), 21-29.
- Cherries, E. W., Wynn, K., & Scholl, B. J. (2006). Interrupting infants' persisting object representations: an object-based limit? *Developmental Science*, 9, F50-F58.
- Chomitz, V.R., Slining, M.M., McGowan, R.J., Mitchell, S.E., Dawson, G.F., & Hacker, K.A. (2009). Is there a relationship between physical fitness and academic achievement? Positive results from public school children in the northeastern United States. *Journal of School Health*, 79, 30-37.
- Claessens, A., & Engel, M. (2013). How important is where you start? Early mathematics knowledge and later school success. *Teachers College Record*, 115(6), 1-29.
- Clements, D.H. (1999). Concrete manipulatives, concrete ideas. *Contemporary Issues in Early Childhood*, 1(1), 45-60.
- Dacke, M., & Srinivasan, M. V. (2008). Evidence for counting in insects. *Animal Cognition*, 11, 683-689.
- De Smedt, B., Noël, M. P., Gilmore, C., & Ansari, D. (2013). The relationship between symbolic and non-symbolic numerical magnitude processing skills and the typical and atypical development of mathematics: a review of evidence from brain and behavior. *Trends in Neuroscience and Education*, 2, 48-55.
- Duncan, G. J., Dowsett, C. J., Claessens, A., Magnuson, K., Huston, A. C., Klebanov, P., et al. (2007). School readiness and later achievement. *Developmental Psychology*, 43, 1428-1446.
- Ee, J., Wong, K. H., & Aunio, P. (2006). Numeracy of young children in Singapore, Beijing & Helsinki. *Early Childhood Education Journal*, 33(5), 325-332.
- Eggen, P. D., & Kauchak, D. P. (2000). *Educational psychology: Windows on classrooms* (5th ed.). Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall
- Eisner, E. (2002). *The Arts and the Creation of Mind*. New Haven & London: Yale University Press.
- Emmerton, J. (2001), Birds' judgments of number and quantity. In R. G. Cook (Ed.), *Avian Visual cognition*.
- Floel A, Ruscheweyh R, Kruger K, Willemer C, Winter B, Volker K, Lohmann H, Zitzmann M, Mooren F, Breitenstein C, et al. (2010). Physical activity and memory functions: Are neurotrophins and cerebral gray matter volume the missing link? *Neuroimage*, 49(3), 2756-2763.
- Francis, B. & Archer, L. (2005). British-Chinese students' and parents' constructions of the value of education. *British Educational Research Journal*, 31(1), 89-108.
- Fu, A. S., & Markus, H. R. (2014). My mother and me: Why tiger mothers motivate Asian Americans but not European Americans. *Personality and Social Psychology Bulletin*, 40, 739-749.
- Fujita, M., & Sano, T. (1988). Children in American and Japanese daycare centers: Ethnography and reflective cross-cultural interviewing. In H. Trueba & C. Delgado-Gaitan (Eds.), *School & society: Learning through culture* (pp. 125-163). New York: Praeger
- Fuson, K. C. (1988). *Children's counting and concepts of number*. New York: Springer-Verlag.
- Fuson, K. C. (1992). Research on whole number addition and subtraction. In D. Grouws (Ed.), *Handbook of research on mathematics teaching and learning* (pp. 243-275). New York: Macmillan.

- Fuson, K. C., & Briars, D. J. (1990). Using a Base-ten blocks learning/teaching approach for first- and second- grade place-value and multidigit addition and subtraction. *Journal for Research in Mathematics Education*, 21, 180-206.
- Fuson, K. C., & Kwon, Y. (1991). Chinese-based regular and European irregular systems of number words: The disadvantages for English-speaking children. In K. Durkin & B. Shire (Eds.), *Language in mathematical education* (pp. 211- 226). Milton Keynes, GB: Open University Press.
- Fuson, K.C., & Kwon, Y. (1992). Korean children's single-digit addition and subtraction: Numbers structured by ten. *Journal for Research in Mathematics Education*, 23, 148-165.
- Fuson, K. C., Richards, J., & Briars, D. J. (1982). The acquisition and elaboration of the number word sequence. In C. Brainerd (Ed.), *Progress in cognitive development: Children's logical and mathematical cognition*, Vol. 1 (pp. 33-92). New York: Springer-Verlag.
- Fuson, K. C., Smith, S. T., & Lo Cicero, A. M. (1997). Supporting Latino first graders' tenstructured thinking in urban classrooms. *Journal for Research in Mathematics Education*, 28(6), 738-766.
- Fuson, K. C., Wearne, D., Hiebert, J., Human, P., Murray, H., Olivier, A., Carpenter, T. P., & Fennema, E. (1997). Children's conceptual structures for multidigit numbers and methods of multidigit addition and subtraction. *Journal for Research in Mathematics Education*, 28, 130-162.
- Gallistel, C. R. & Gelman, R. (1992). Preverbal and verbal counting and computation. *Cognition*, 44, 43–74.
- Geary, D. C. (1994). *Children's mathematical development: Research and practical applications*. Washington, DC: American Psychological Association.
- Geary, D. C. (1995). Reflections of evolution and culture in children's cognition: Implications for mathematical development and instruction. *American Psychologist*, 50, 24-37.
- Geary, D.C. (2006). Development of mathematical understanding D. Kuhl, R.S. Siegler (Eds.), *Cognition, perception, and language*, 2, John Wiley & Sons, New York, NY (2006), pp. 777-810 Damon, W. (Gen. Ed.), *Handbook of child psychology* (6th Ed.)
- Geary, D. C., Bow-Thomas, C. C., Liu, F., & Siegler, R. S. (1996). Development of arithmetical competencies in Chinese and American children: Influence of age, language, and schooling. *Child Development*, 67, 2022–2044.
- Geary, D. C., Hoard, M. K., Nugent, L., & Bailey, D. H. (2013). Adolescents' functional numeracy is predicted by their school entry number system knowledge. *PLoS One*, 8(1), e54651.
- Gelman, R. & Gallistel, C. (1978). *The Child's Understanding of Number*. Cambridge, MA. Harvard University Press.
- Ginsburg, H. P. (1977). *Children's arithmetic: The learning process*. New York, NY: Van Nostrand.
- Gonzales, P., Williams, T., Jocelyn, L., Roey, S., Kastberg, D., & Brenwald, S. (2008). *Highlights from TIMSS 2007: Mathematics and science achievement of U.S. fourth- and eighth-grade students in an international context* (NCES 2009–001). Washington, DC: National Center for Education Statistics, Institute of Education Sciences, U.S. Department of Education.
- Greenwood, B. N., Strong, P. V., Foley, T. E., Fleshner, M. (2009). A behavioral analysis of the impact of voluntary physical activity on hippocampus-dependent contextual conditioning. *Hippocampus*, 19, 988 –1001.
- Griffin, S. (2004). Building number sense with number worlds: A mathematics program for young children. *Early*

- Childhood Research Quarterly*, 19(1), 173–180.
- Harkleroad, L. (2006). *The math behind the music*. Cambridge, UK: University Press.
- Hayashi, A., & Tobin, J. (2015). *Teaching Embodied: Cultural Practice in Japanese Preschools*. Chicago: University of Chicago Press.
- Ho, C. S., & Fuson, K. C. (1998). Children's knowledge of teen quantities as tens and ones: Comparisons of Chinese, British, and American kindergartners. *Journal of Educational Psychology*, 90, 536–544.
- Holloway, S. D. (2000). *Contested childhood: Diversity and change in Japanese preschools*. New York: Routledge
- Huntsinger, C. S., Jose, P. E., Liaw, F. R., & Ching, W. D. (1997). Cultural differences in early mathematics learning: A comparison of Euro-American, Chinese-American, and Taiwan Chinese families. *International Journal of Behavioral Development*, 21, 371-388.
- Hwang, A., Ang, S., & Francesco, A. M. (2002). The silent Chinese: The influence of face and Kiasuism on student feedback-seeking behaviours. *Journal of Management Education*, 26(1), 70-98.
- 池田充裕・山田千明 (2006) アジアの就学前教育—幼児教育の制度・カリキュラム・実践 明石書店.
- Izard, V., Sann, C., Spelke, E. S., & Steri, A. (2009). Newborn infants perceive abstract numbers. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 106 (25), 10382–10385.
- Jensen, E. (2005). *Teaching with the brain in mind* (2nd ed.). Alexandria, VA: Association for Supervision and Curriculum Development.
- Kilpatrick, J., Swafford, J., & Findell, B. (Eds.). (2001). *Adding it up: Helping children learn mathematics*. Washington, DC: National Academies Press.
- Lakoff, G., & Núñez, R. E. (2000). *Where Mathematics Comes From. How the Embodied Mind Brings Mathematics into Being*. Basic Books, New York.
- Lancy, D. (1983). *Cross-cultural studies in cognition and mathematics*. New York: Academic Press.
- Laski, E. V., Ermakova, A., & Vasilyeva, M. (2014). Early use of decomposition for addition and its relation to base-10 knowledge. *Journal of Applied Developmental Psychology*, 35, 444-454.
- Laski, E. V., Schiffman, J., Shen, C., & Vasilyeva, M. (2016). Kindergartners' base-10 knowledge predicts arithmetic accuracy concurrently and longitudinally. *Learning and Individual Differences*, 50, 234-239.
- Le Corre, M. & Carey, S. (2008) One, two, there, four, nothing more: An investigation of the conceptual sources of the verbal counting principles. *Cognition*, 105, 395-438.
- Lebra, T. S. (1976). *Japanese patterns of behavior*. Honolulu, Hawaii: East-West Center.
- LeFevre, J.-A., Sadesky, G. S., & Bisanz, J. (1996). Selection of procedures in mental addition: Reassessing the problem size effect in adults. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 22(1), 216-230.
- Lemaire, P., & Callies, S. (2009). Children's strategies in complex arithmetic. *Journal of Experimental Child Psychology*, 103(1), 49–65.
- Lesh, R., Post, T., & Behr, M. (1987). Representations and translations among representations in mathematics learning and problem solving. In C. Janvier (Ed.), *Problems of representation in the teaching and learning of mathematics* (pp. 33-58). Hillsdale, NJ: Erlbaum.

- Leung, F. K. S. (2006). Mathematics education in East Asia and the West: Does culture matter? In F. K. S. Leung, G. Leung, & F. Lopez-Real (Eds.), *Mathematics education in different cultural tradition: A comparative study of East Asia and the West, the 13th ICMI Study* (pp. 21–46). New York: Springer.
- Libertus, M. E. (2015). The role of intuitive approximation skills for school math abilities. *Mind, Brain, and Education*, 9(2), 112–120.
- Lipton, J. S., & Spelke, E. S. (2004). Discrimination of large and small numerosities by human infants. *Infancy*, 5, 271–290.
- Kamii, C. (1986). Place value: An explanation of its difficulty and educational implications for the primary grades. *Journal of Research in Early Childhood Education* 1, 75-86.
- 国立教育政策研究所 (2019). OECD 生徒の学習到達度調査 2018 年調査 (PISA2018) のポイント ([https://www.nier.go.jp/kokusai/pisa/pdf/2018/01\\_point.pdf](https://www.nier.go.jp/kokusai/pisa/pdf/2018/01_point.pdf))
- 栗山和弘 (1995). 数概念. 吉田甫・多鹿秀継 (編著), 認知心理学からみた数の理解. 北大路書房.
- Mathematics syllabus Primary one to six, implementing starting with 2013 Primary one cohort 2012. Singapore, Ministry of Education.
- Marley, S. C., & Carbonneau, K. J. (2014). Theoretical perspectives and empirical evidence relevant to classroom instruction with manipulatives. *Educational Psychology Review*, 26(1), 1-7.
- Miller, K. F., & Zhu, J. (1991). The trouble with teens: Accessing the structure of number names. *Journal of Memory and Language*, 30, 48–68.
- Ministry of Education. (2012). *A framework for a kindergarten curriculum in Singapore*. Ministry of Education, Singapore.
- Miura, I. (1987). Mathematics achievement as a function of language. *Journal of Educational Psychology*, 79, 79-82.
- Miura, I. T., Kim, C. C., Chang, C., & Okamoto, Y. (1988). Effects of language characteristics on children's cognitive representation of number: Cross-national comparisons. *Child Development*, 59, 1445-1450.
- Miura, I. T., & Okamoto, Y. (1989). Comparisons of American and Japanese first graders' cognitive representation of number and understanding of place value. *Journal of Educational Psychology*, 81, 109-113.
- Miura, I. T., & Okamoto, Y. (2003). Language supports for mathematics understanding and performance. In *The development of arithmetical concepts*, edited by A. Baroody and A. Dowker, 229-242. Mahwah, N.J.; Lawrence Erlbaum Associates.
- Miura, I. T., Okamoto, Y., Kim, C. C., Chang, C.-M., Steere, M., & Fayol, M. (1994). Comparisons of children's cognitive representation of number: China, France, Japan, Korea, Sweden, and the United States. *International Journal of Behavioral Development*, 17, 401-411.
- Mullis, I. V. S., Martin, M. O., Foy, P., & Arora, A. (2012). *TIMSS 2011 international results in mathematics*, Appendix F. Chestnut Hill, MA: TIMSS & PIRLS International Study Center, Boston College.
- Murata, A. (2004). Paths to learning ten-structured understanding of teen sums: Addition solution methods of Japanese Grade 1 students. *Cognition and Instruction*, 22, 185–218.
- Murata, A., & Fuson, K. C. (2006). Teaching as assisting individual constructive paths within an interdependent class learning zone: Japanese first graders learning to add using 10. *Journal for Research in Mathematics Education*, 37,



- 421–456.
- Naito, M., & Miura, H. (2001). Japanese children's numerical competencies: Age- and schooling-related influences on the development of number concepts and addition skills. *Developmental Psychology*, 37, 217–230.
- National Research Council. (2001). *Adding it up: Helping children learn mathematics*. Washington, DC: National Academies Press.
- Ng, P.T. (2011). Singapore's response to the global war for talent: Politics and education. *International Journal of Educational Development*, 31(3), 262–268.
- Nicoladis, E. & Genesee, F. (1997). Language development in preschool bilingual children. *Journal of Speech-Language Pathology and Audiology*, 21, 258-270.
- National Council of Teachers of Mathematics (NCTM). (2000). Principles and standards for school mathematics. Reston, VA: NCTM.
- OECD. (2019). *PISA 2018 Insights and interpretations*. OECD.
- Olson, S. L., Kashiwagi, K., & Crystal, D. (2001). Concepts of adaptive and maladaptive child behaviour: A comparison of US and Japanese mothers of preschool-age children. *Journal of Cross-Cultural Psychology*, 32, 43–57.
- オン・マークルス・ユーリ(2018). 日本の幼稚園で幼児はどのように数量認識を育むのか：保育実践と保育者の援助との関わりについて(中間報告) 発達研究：発達科学研究教育センター紀要 32, 185-188.
- 王有利 (2014). 幼児の加法計算における課題形式の効果：日本とシンガポールの6歳児の比較から. 修士論文.
- Ong, M. Y. L., Kawata, M., & Takahashi, M. (2016). The relation between frequently exposed context in the early childhood settings' mathematical activities and arithmetic skills: A cross-cultural comparison of 6-year-old children in Singapore and Japan. *International Journal of Education and Research*, 4(5), 259-272.
- Piaget, J. (1952). *The origins of intelligence*. (2nd ed.) New York: International Press.
- Piaget, J., & Szeminska, A. (1952). *The Child's Conception of Number*. Routledge & Kegan Paul, London.
- Pisa, P. E. & Agrillo, C. (2008) Quantity discrimination in felines: A preliminary investigation of the domestic cat (*Felis silvestris catus*). *Journal of Ethology*, 27 (2), 289–293.
- Rasmussen, C., Ho, E., Nicoladis, E., Leung, J., & Bisanz, J. (2006). Is the Chinese number-naming system transparent? Evidence from Chinese-English bilingual children. *Canadian Journal of Experimental Psychology*, 60(1), 60-67.
- Reys, R., Lindquist, M., Lambdin, D., & Smith, N. (2007). *Helping children learn mathematics* (8th ed.). Hoboken, NJ: John Wiley & Sons, Inc.
- Robinson, K. M., Price, J., Demyen B. (2018), Understanding arithmetic concepts: does operation matter? *Journal of Experimental Child Psychology*. 166. 421–436.
- Rogoff, B. (2003). *The cultural nature of human development*. New York. Oxford University Press. (B. ロゴフ (2006) 文化的営みとしての発達個人, 世代, コミュニティ. 當眞 千賀子訳. 新曜社. 12)
- 榎原知美 (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.
- 榎原知美 (2014). 5歳児の数量理解に対する保育者の援助：幼稚園での自然観察にもとづく検討, 保育学研究, 52, 19-30.

- Sakakibara, T. (2014). Mathematics Learning and Teaching in Japanese Preschool: Providing Appropriate Foundations for an Elementary Schooler's Mathematics Learning. *International Journal of Educational Studies in Mathematics*, 1(1), 16-26.
- Sakakibara, T., Hatano, G., & Inagaki, K. (2001). The development of numerical competence among Japanese young children. *Research Bulletin of Graduate School of Social Sciences, Keio University*, 52, 1-5.
- Saracho, Olivia N., & Spodek, Bernard (Eds.). (2008). *Contemporary perspectives on mathematics in early childhood education*. Charlotte, NC: Information Age.
- Sarama, J., & Clements, D. H. (2009). *Early childhood mathematics education research: Learning trajectories for young children*. New York: Routledge.
- Saxe, G.B. (1981). Body parts as numerals: A developmental analysis of numeration among remote Oksapmin populations in Papua New Guinea. *Child Development*, 52, 306-316.
- Shrager, J., & Siegler, R. S. (1998). SCADS: a model of children's strategy choices and strategy discoveries. *Psychological Science* 9: 405-410.
- Shilling, W. A. (2002). Mathematics, music, and movement: Exploring concepts and connections. *Early Childhood Education Journal*, 29, 179-184.
- Siegler, R. S., & Jenkins, E. (1989). *How children discover new strategies*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Siegler, R. S., & Shipley, C. (1995). "Variation, selection and cognitive change." In *New approaches to process modelling*, edited by T. Simon and G. Halford, 31-76. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Singh, A., Uijtdewilligen, L., Twisk, J.W.R., van Mechelen, W., & Chinapaw, M.J.M. (2012). Physical activity and performance at school: a systematic review of the literature including a methodological quality assessment. *Archives of Pediatrics & Adolescent Medicine*, 166, 49-55.
- Smets, K., Sasanguie, D., Szűcs, D., & Reynvoet, B. (2015). The effect of different methods to construct non-symbolic stimuli in numerosity estimation and comparison. *Journal of Cognitive Psychology*, 27 (3), 310-325.
- Sophian, C., & McCorgray, P. (1994). Part-whole knowledge and early arithmetic problem-solving. *Cognition and Instruction*, 12, 3-33.
- Starkey, P. (2002). *Preschool children's mathematical development and learning environments in China, Japan, and the United States*. Symposium conducted at the XVII Biennial Meeting of the International Society for the study of Behavioral Development, Ottawa, Canada.
- Starkey, P., & Cooper, R. G. Jr. (1980). Perception of numbers by human infants. *Science*, 210, 1033-1034.
- Steffe, L. P. (2004). On the construction of learning trajectories of children: the case of commensurate fractions. *Mathematical Thinking and Learning*, 6, 129-162.
- Swan, P. & Marshall, L. (2010). Revisiting mathematics manipulative materials. *Australian Primary Mathematics Classroom*, 15(2), 11-17.
- Sylwester, R. (1995). *A Celebration of Neurons: An Educator's Guide to the Human Brain*. Alexandria, Vancouver: ASCD.
- Tabachneck-Schijf, H. J. M., & Simon, H. A. (1998). Alternative representations of instructional material. In D. Peterson (Ed.), *Forms of representation*. Exeter: Intellect Books.

- Tan, C. T. (2007). Policy developments in pre-school education in Singapore: A focus on the key reforms of kindergarten education. *International Journal of Child Care and Education Policy*, 1(1), 35-43.
- Tanner, C. J. (2006). Numerical assessment affects aggression and competitive ability: A team-fighting strategy for the ant *Formica xerophila*. *Proceedings of the Royal Society of London B*, 273, 2737–2742.
- Tobin, J.J., Hsueh, Y., Karasawa, M. (2009). *Preschool in Three Cultures Revisited*. Chicago: University of Chicago Press.
- Tobin, J. J., Wu, D. Y. H., & Davidson, D. (1989). *Preschool in three cultures*. New Haven, CT: Yale University Press.
- Tomonaga, M., & Matsuzawa, T. (2002). Enumeration of briefly presented items by the chimpanzee (*Pan troglodytes*) and humans (*Homo sapiens*). *Animal Learning & Behavior*, 30 (2), 143-157.
- Uller, C., Jaeger, R., Guidry, G. and Martin, C. (2003). Salamanders (*Plethodon cinereus*) go for more: Rudiments of number in an amphibian. *Animal Cognition*, 6, 105-112.
- vanMarie, K., & Wynn, K. (2009). Infants' auditory enumeration: Evidence for analog magnitudes in the small number range. *Cognition*, 111, 302-16.
- Vaynman, S., & Gomez-Pinilla, F. (2006). Revenge of the “sit”: How lifestyle impacts neuronal and cognitive health through molecular systems that interface energy metabolism with neuronal plasticity. *Journal of Neuroscience Research*, 84, 699–715.
- Whitburn, J. (2003). Learning to live together: The Japanese model of early years education. *International Journal of Early Years Education*. 11(2), 155-175.
- Witherell, N. (2000). Promoting understanding: Teaching literacy through the arts. *Educational Horizons*, 78(4), 79-83.
- Wright, R., Stanger, G., Stafford, A. & Martland, J. (2006). *Teaching number: Advancing children's skills and strategies*. London: Paul Chapman Publishing/Sage.
- Wynn, K. (1990). Children's understanding of counting. *Cognition*, 36, 155-193.
- Wynn, K. (1992). Children's acquisition of number words and the counting system. *Cognitive Psychology*, 24, 220 –251.
- Wynn, K. (1998). Psychological foundations of number: numerical competence in human infants. *Trends in Cognitive Science*, 2, 296–303.
- Xue, F., & Spelke, E. S. (2000). Large number discrimination in 6-month-old infants. *Cognition*, 74, B1-B11.
- Xue, F., Spelke, E. S., & Goddard, S. (2005). Number sense in human infants. *Developmental Science*, 8, 88-101.

第1部 問題の所在

第1章 Ong, M. Y. L. (2016). Young children and Mathematics: A Relook at Mathematical Development from Sociocultural Perspectives. 北海道大学大学院教育学研究院紀要 (126), 43-74.

第2章 Ong, M. Y. L. (2016). Young children and Mathematics: A Relook at Mathematical Development from Sociocultural Perspectives. 北海道大学大学院教育学研究院紀要 (126), 43-74.

第3章 マークルス・ユーリ・オン (2018) 日本の幼稚園で幼児はどのように数量認識を育むのか：保育実践と保育者の援助との関わりについて(中間報告). 発達研究, 32, 185-188,

第4章 書き下ろし

第2部 実証研究

第5章 Ong, M. Y. L., Ho, K. L. C., Takahashi, M., Mizuno, K., & Kawata, M. Understanding of base-10 concept and its application: A cross-cultural comparison between Japan and Singapore. International Journal of Early Years Education. (Minor revision 修正後審査継続中)

第6章 書き下ろし

第7章 マークルス・ユーリ・オン (2019) 日本の幼稚園で教師はどのように数的サポートを行うのか？：その4つのパターン(“4Is”)の抽出と検討. 発達研究, 33, 85-99.

第8章 Ong, M. Y. L., & Kawata, M. (2018). Promoting preschool children's understanding of base ten system through skipping games. European Early Childhood Education Research Association. The 28th Annual Meeting. Budapest, Hungary. (口頭発表)  
Ong, M. Y. L., Kawata, M., & Takahashi, M. (2017). Counting moves in Japanese kindergarten(s). European Early Childhood Education Research Association. The 27th Annual Meeting. Bologna, Italy. (口頭発表)

第9章 書き下ろし

第3部 総括

第10章 書き下ろし