

---

数の理解における身体性に関する総合的研究

---

1 6 5 3 0 4 2 7

平成 16 年度～平成 18 年度科学研究費補助金

( 基盤研究 (C) ) 研究成果報告書



平成 19 年 3 月

研究代表者 杉村 伸一郎

広島大学大学院教育学研究科助教授

## は し が き

本研究の発端は、計算時における指の利用に関して賛否両論があり、いずれも科学的な根拠に乏しいという事実に気づいたことにあった。指は最も身近にある具体物であり、大部分の子どもが計算技能の獲得時に自発的に指を利用する。親や教師の中には、子どもが計算時に指を使うことに対して、自然に使わなくなるので放っておいてよいと考える人もいれば、いつまでも指を使わないように禁止した方がよいと考える人もいる。しかし、それらの考えの多くは個人の経験や考えに基づいている。そこで、本研究では、身体性という観点から数の理解を、計算時における指の利用を中心に、観察、面接調査、質問紙調査、実験により、多面的・総合的に検討することを目的とした。

今回行った研究は、大別すると、計算時における指の利用とそれに対する指導に関する調査研究と、身体や身体の動きと計算や数の表象の関連を検討した実験研究に分かれる。調査研究では、大学生、短期大学生、専門学校生を対象に、計算時にいつまで指を利用していたかを尋ねるとともに、算数・数学における自己概念との関連を検討した。また、教職志望の女子大学生、小学校の教師、小学校に上がる子どもをもつ保護者に、子どもが指を使って計算することの是非と、それに対する指導に関して尋ねた。実験研究では、幼児の足し算における指や身体の利用、手指の巧緻性と計算能力との関係、計数活動や計算能力と数の空間表象との関係を検討した。

基本的な問いは、計算や数の概念・表象が身体や身体の動きとどのように関連しているのか、計算や数の理解において、具体的なものを見たり動かしたりすることと言葉や記号を理解したり操作することはどのように関連しているのか、ということであった。現時点では、以上の問いに関する十分な答えが得られておらず、当初目的とした、インフォーマル算数とフォーマル算数という二分法的な捉え方を乗り越え、幼小連携におけるカリキュラムや指導方法の開発に関して具体的な提言を行う、というところまで到達することはできなかった。

しかしながら、今回行った調査や実験では、今後の研究の端緒となる興味深い知見が数多く得られたので、「指」をインフォーマル算数とフォーマル算数の間のミッシングリンクとみなす、という研究の基本的な方針は間違っておらず、今後も継続すべき意義のある研究課題だと信じている。

なお、本報告書は、研究の動機や他の研究との関連が理解しやすいように、最初に、本研究の発端となった杉村・山名（2003）を再録した。次に、本研究の成果として既に公刊されている5つの論文を再録し、その後、投稿準備中の4つの研究を掲載した。本研究に対して、忌憚のないご意見、ご批判をいただければ幸いである。

平成19年3月

研究代表者 杉村 伸一郎

## 研究組織

研究代表者：杉村伸一郎（広島大学・大学院教育学研究科・助教授）  
研究分担者：小山 正孝（広島大学・大学院教育学研究科・助教授）  
研究分担者：岡本 真彦（大阪府立大学・人間社会学部・助教授）  
研究分担者：山名 裕子（秋田大学・教育文化学部・講師）  
（研究協力者：若野 寿美（大阪府立大学・総合科学部））  
（研究協力者：浅川 淳司（広島大学・教育学部））

## 交付決定額（配分額）

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
平成 16 年度	1,400,000	0	1,400,000
平成 17 年度	800,000	0	800,000
平成 18 年度	900,000	0	900,000
総 計	3,100,000	0	3,100,000

## 研究発表

### （1）学会誌等（発表順）

- 杉村伸一郎・山名裕子（2005）. 幼児の足し算における指の利用 幼年教育研究年報, **27**, 89-98.
- 山名裕子・杉村伸一郎（2006）. 指を利用して計算する子どもに対する教師の指導 — 教師へのインタビューと探索的調査の結果から — 秋田大学教育文化学部教育実践研究紀要, **28**, 145-154.
- 杉村伸一郎・山名裕子（2006）. 計算時における指の利用と算数・数学能力との関連 幼年教育研究年報, **28**, 41-49.
- 杉村伸一郎・小山正孝（2006）. 計算時における指の利用と算数・数学における自己概念との関連 — 短期大学生・専門学校生を対象にした質問紙調査による検討 — 広島大学大学院教育学研究科紀要 第三部（教育人間科学関連領域）, **55**, 357-365.
- 山名裕子・杉村伸一郎 印刷中 指を利用して計算する子どもに対する保護者の指導 — 保護者への予備的調査の結果から — 秋田大学教育文化学部教育実践研究紀要, **29**.

### （2）口頭発表等（発表順）

- 岡本真彦（2005）. 数の心的表象における空間構造に関する研究 日本心理学会第 69 回大会発表論文集, 628.
- 杉村伸一郎・山名裕子（2005）. 幼児の足し算における指の利用（1） — 計算するときの身体の動きの分析 — 日本心理学会第 69 回大会発表論文集, 1196.
- 山名裕子・杉村伸一郎（2005）. 幼児の足し算における指の利用（2） — 説明するときの身体の動きの分析 — 日本教育心理学会第 47 回総会発表論文集, 46.
- 山名裕子・杉村伸一郎（2006）. 幼児の足し算における指の利用（3） — 課題の難易度による身体の動きの分析 — 日本発達心理学会第 17 回大会発表論文集, 348.
- Sugimura, S., & Yamana, Y. (2006). Young children's use of fingers in doing addition. Poster presented at the 19th Biennial Meeting International Society for the Study of Behavioural Development 2006. (Melbourne, Australia)
- 杉村伸一郎・山名裕子（2006）. 計算時における指の利用と算数・数学能力との関連 日本心理学会第 70 回大会発表論文集, 1276.
- Okamoto, M. (2007). Spatial structure of quantitative representation of numbers and counting activities in elementary school children. Poster presented at the 2007 Biennial Meeting of Society for Research in Child Development. (Boston, MA)
- Yamana, Y., & Sugimura, S. (2007). How do young children use their fingers when they add?: Analysis of body movements in terms of difficulty of the tasks. Poster presented at the 2007 Biennial Meeting of Society for Research in Child Development. (Boston, MA)

## 目 次

1. 計算時における指の利用とそれに対する指導		
— 教職志望の女子大学生による回想と指導に関する信念 —	..... 杉村伸一郎・山名 裕子	1
2. 計算時における指の利用と算数・数学能力との関連	.....	杉村伸一郎・山名 裕子 15
3. 計算時における指の利用と算数・数学における自己概念との関連		
— 短期大学生・専門学校生を対象にした質問紙調査による検討 —	杉村伸一郎・小山 正孝	25
4. 指を利用して計算する子どもに対する教師の指導		
— 教師へのインタビューと探索的調査の結果から —	..... 山名 裕子・杉村伸一郎	35
5. 指を利用して計算する子どもに対する保護者の指導		
— 保護者への予備的調査の結果から —	..... 山名 裕子・杉村伸一郎	45
6. 幼児の足し算における指の利用	.....	杉村伸一郎・山名 裕子 55
7. 幼児の足し算における指の利用 (2)		
— 課題の難易度による身体の動きの分析 —	..... 山名 裕子・杉村伸一郎	65
8. 幼児における手指の巧緻性と計算能力の関係	.....	浅川 淳司・杉村伸一郎 79
9. 数の空間表象と計数行動の関連性	.....	岡本 真彦・若野 寿美 91
10. Spatial structure of quantitative representation of numbers and counting activities in elementary school children	.....	岡本 真彦・若野 寿美 95

注：本文上部の左右にある数字が目次の頁数を表している。

## 計算時における指の利用とそれに対する指導

—— 教職志望の女子大学生による回想と指導に関する信念 ——

杉村 伸一郎・山名 裕子\*

小学校の低学年では、足し算や引き算をする時に指を使う子どもが多い。しかし、各学年でどの程度の子どもが指を使って計算しているのか等を組織的に調べた研究は見あたらない。そこで本研究では、女子大学生158名に、小さい頃、足し算や引き算をする時に指を使っていたか等を回想してもらうとともに、親や教師になった時に、指を使って計算する子どもに対してどのような指導を行うかを尋ねた。その結果、小さい頃、足し算や引き算をする時に指を使っていたかという質問に対して、「いいえ」と回答した者が約8%存在し、指を利用せずに計算ができるようになるという発達のコースが存在することが示唆された。指を使っていた時期は、小学1年生までが35%と最も多く、3年生の終わりまでに7割近くが指を使わなくなっていることがわかった。しかし、その一方で、小学校の高学年以降でも指を使っていた学生がおり、さらに、現在も使っている学生が約15%もいることが明らかになった。また、親や教師になった時に、指を使って計算する子どもに対して何か指導をするかを尋ねたところ、「する」を選択した理由は主として計算上の問題であるのに対して、「しない」を選択した理由は子どものやり方や気持ちの尊重であること、2年生以降に指を使わなくなった学生は指導しないと回答した者が多く、現在も指を使っている学生は指導すると回答した者が多いこと等が明らかになった。以上の知見が認知発達と算数教育の観点から論じられた。

### 問題と目的

小学校の低学年では、足し算や引き算をする時に指を使う子どもが多い。親や教師の中には、子どもが計算時に指を使うことに対して、自然に使わなくなるので放っておいてよいと考える人もいれば、いつまでも指を使わないように禁止した方がよいと考える人もいる。では、教科書や参考書には一貫した記述がみられるのだろうか。

以前の小学校1年生の算数教科書には、数字を指に置きかえた絵もみられたが(秋月他, 1971; 秋月他, 1974; 塩野・橋本他, 1971), 現在の教科書では数字を指に置きかえた絵はみられない。参考書においては指の利用を制限した方がよいという立場のものもあれば(広田, 1988; 石田, 2000; 岡田, 1988), 指の利用を認めるものもある(深津, 1983; 三木他, 1999; 柴崎, 1981; 和田, 1970)。し

\*神戸学院大学地域研究センター

かし計算時に指を利用することを制限する立場でも、計算時に指を利用する子どもについての具体的な対応に関しては言及していない。また現場の教師も、計算をする際に指の利用を認めない人や、「指も具体物だから」と指の利用を認める教師などさまざまである。以上のように指を利用することに関してさまざまな意見があるが、その多くは個人の経験や考えに基づいているようであり、科学的な根拠に乏しい。

これまでの数概念の発達研究では、数唱や計数（カウンティング）から足し算が獲得されていくまでの研究がいくつか行われている。例えば Siegler (1996) は、就学前児、1年生、2年生の足し算の方略を分析し、憶測、カウンティング、そして検索という段階を経て簡単な計算ができるようになること、そして、そのカウンティングの過程にも「指をカウンティングする」、「指は立てるがカウンティングしない」、「対象物を想像しながらのカウンティング」、「1からのカウンティング」の4つの段階があることを明らかにしている。また、栗山らは、就学前児が計算をする際、指を1本ずつ立てて数を表現する方略をとる子どもと、5を超える足し算をする場合、5本の指を一気に立てて、残りを1本ずつ立てるという方略を選択する子どもがいることを明らかにした（栗山, 2002; Yoshida, & Kuriyama, 1986）。

Fuson (1988) は数唱の段階モデルを提案している。「1, 2, 3・・・」と数えることしかできない段階から、「5の次は何?」という質問に答えられるようになる。そのような数唱の分割ができるようになると、簡単な足し算ができるようになる。そして数詞を記憶に留めることができるようになり、数を理解していく段階になるとしている。さらに Fuson (1992) は、上記のような数唱を用いて足し算ができるようになるまでの段階も提案している。足す数も足される数もすべて指で表し、すべてを数える段階から、例えば「 $4+2$ 」のような問題では、「4と2」を指でセットしすべてを数える段階、足す数、足される数のうち大きな数（ここでは「4」）だけを指でセットし、残りの「2」を数えたす段階、そしてだんだんと指を使わずに、数を作業記憶に留めて計算できるようになる段階を提案している。

しかしながら、これらの研究では、指の利用は記憶の負荷の低減という限られた観点からしか捉えられておらず、その発達の役割は十分に検討されていない。知的発達の観点からは指の利用はどのような意味を持つのだろうか、指の利用がいつどのように内化されていくのか、指を使い続けると小学校中学年以降で何らかの影響があるのだろうか。計算時に指を使う子どもに対して親や教師は積極的に指導すべきなのか、指導するとすればどのような時期や場合にどのように行えばよいのか、また、自分が指を使った時の経験が親や教師になった時の指導にどのような影響を及ぼすのだろうか。

このように計算時における指の利用については、発達や教育に関する様々な疑問が数多くあるにもかかわらず、現在のところ、各学年でどの程度の子どもが指を使って計算しているのか等を組織的に調べた研究すら見あたらない。そこで本研究では、幼児期から現在までの指の利用とその影響を効率的に概観するために、教職志望の女子大学生に、小さい頃、足し算や引き算をする時に指を使っていたか等を回想してもらうとともに、親や教師になった時に、指を使って計算する子どもに対してどのような指導をするかを尋ねた。

## 計算時における指の利用とそれに対する指導

## 方 法

**被調査者** 被調査者は教育学科に所属する女子大学生158名（2回生147名，3回生11名）であった。

**調査時期** 2001年12月に授業の時間を利用して実施した。所要時間は約20分であった。

**質問紙の内容** 質問紙は，以下に示すように，計算時における指の利用と指導に関する7つの質問から構成されていた。

1. 小さい頃，足し算や引き算をする時に，指を使っていましたか？
2. いつぐらいまで指を使っていましたか？
3. 指を使って計算することを，自分でどのように思っていましたか？
4. 指を使って計算していて，親や先生に何か言われたことがありましたか？
5. 覚えていれば，誰にどのようなことを言われたか，具体的に書いてください。
6. 親や教師になった時に，指を使って計算する子どもに対して何か指導をしますか？
7. 6の理由をできるだけ詳しく教えてください。

## 結果と考察

**指の利用** 小さい頃，足し算や引き算をする時に指を使っていましたか，という質問に対して，「はい」と回答した者が116名（73.4%），「いいえ」が13名（8.2%），「覚えていない」が29名（18.4%）であった。

「いいえ」と回答した者が約8%存在したことは予想外であり，これが記憶の誤り等でなければ，指を利用せずに計算ができるようになるという発達のコースが存在することを示唆している。問題で触れたように，従来の加算や減算の発達モデルでは，初期の段階で指を用いた方略が想定されているので（Fuson, 1992；Siegler, 1996），全く指を利用せず加算や減算が行えるようになる子どもがいるのか，もしいるとすれば，どのように習得していくのか等を詳しく検討していく必要がある。

次に，「はい」と答えた者に，いつぐらいまで指を使っていたかを尋ねたところ，表1に示したような結果となった。小学1年生までに39.8%，3年生の終わりまでに7割近くが指を使わなくなって

表1 指を使っていた学年

	度数	%	累積%
入学前	5	4.9	4.9
小 1	36	35.0	39.8
小 2	21	20.4	60.2
小 3	10	9.7	69.9
小 4	5	4.9	74.8
小 5	3	2.9	77.7
小 6	6	5.8	83.5
中 学	1	1.0	84.5
高 校	1	1.0	85.4
現在も	15	14.6	100.0
合 計	116	100.0	

いることがわかる。しかし、その一方で、小学校の高学年以降でも指を使っていた学生がおり、さらに、現在も使っている学生が約15%もいることが明らかになった。

数の理解に関する発達的研究では、小学校の高学年以降に指を利用する子どもを対象にした研究は行われていないので、現在のところ、小学校の低学年の指の利用と高学年の指の利用とが質的に同じものかどうかさえ明らかでない。また、自由記述から、「はい」と答えた場合でも、学校で人前で指を使っていた学生もいれば、学校では机の下で先生などに見つからないように使っていた学生、家で宿題をするときだけ使っていた学生もおり、指を使っていた状況が様々であることが明らかになった。したがって今後、小学校の高学年や大学生がどのような状況でどのように指を使っているのか、なぜ指を使っているのか等を明らかにしていく必要があるだろう。

さて、一般的には、指を使わないで計算する方が望ましいと考えられており、大部分の子どもは指を使わなくなる。実際に今回の調査でも、小学3年生の終わりまでに7割近くが指を使わなくなっていた。そうすると、残り3割の遅くまで指を使っていた子どもや、現在も指を使っている子どもは、算数や数学を学ぶ上で、何らかの支障があったり、不利益を被ったりしたのであろうか。指を使わなくなる時期と算数や数学の成績等に何らかの関連があるのだろうか。

指を使うことが望ましくない理由として、暗算を獲得する妨げになるということがあげられるが、このことは実証研究によって確認されていない。また、それ以外にどのような影響があるかも、現在のところ明らかにされていない。指を使うことと足し算の答えを暗記すること、足し算の意味を理解することの三者が別物であるとすれば、指の利用と算数や数学の成績との関連は単純でないと考えられるので、指の利用の長期的な影響を検討することは興味深い研究課題になるだろう。

最後に、「指を使って計算することを、自分でどのように思っていましたか」という質問に対する自由記述をまとめておく。回答を大別すると、指の利用に肯定的なものと否定的ものに分かれる。肯定的なものは、「わかりやすく、暗算や筆算より指を使うほうがはやく計算できた」というように、わかりやすさや速さを認めていた記述や、「すぐに答えが出るし、確実だから自分では良かった」、「指を使わないで計算したら、間違うのではないかと不安だった」というように、確実さを認めていた記述が多く、「指ってすごいついて思っていました」というように、自分の身体の一部である指に対する感心や驚きを述べていたものもあった。

それに対して、否定的なものは、「少し恥ずかしかったので、わからないように使っていた」、「親とか先生とかに、あまりいいことではないと言われていたから、使うときにはドキドキしていた」というように、指の利用に羞恥心や罪悪感が伴っていたことを記述したものが多かった。

また、以下のように、肯定と否定の両者が混じり合った記述もあった。「はじめは指を使っていなくて、問題がわからないとき困っていたけど、指を使ってすることを教えてもらったとき、すごくわかりやすくて嬉しかったのを覚えている。でも学校とか人前で指を使うことはなくて、家で宿題をするときとかに使っていた。別に恥ずかしいとかは思ってなかったと思うけど、学校ではなんとなく指を使いにくかった」。



## 計算時における指の利用とそれに対する指導

**自分が受けた指導** 指を使って計算していて、親や先生に何か言われたことがあるかを尋ねたところ、「ある」と回答した者が28名（19.3%）、「ない」が58名（40.0%）、「覚えていない」が59名（40.7%）であった。「覚えていない」と回答した者を除外しても、指導を受けた覚えがある者は32.6%と予想していたよりも少なかった。また、指導を受けたかどうか「覚えていない」と回答した59名（40.7%）についても、自分の指の利用に関しては「覚えていない」と回答した者が29名（18.4%）と半数にも満たなかったことから、記憶に残るほどの指導を受けなかったことが推測される。

次に、指を使っていた学年との関連を調べたところ、2年生までの学生に比べて3年生以上になっても指を使っていた学生の方が、「ある」と回答した者が多い傾向があり（ $\chi^2(1)=3.01, p<.10$ ）、学年が上になるにしたがい、注意を受ける傾向があることが明らかになった（表2参照）。しかしながら、表2からわかるように、小学3年生以降に指を使っていた学生の全てが指導を受けているわけではなく、指導を受けた覚えがあるのは26人中の12人と半数以下であった。

表2 指を使っていた学年と指導を受けた経験の有無との関連

指導/学年	入学前	小 1	小 2	小3-高校	現在も
有 り	1	7	4	6	6
無 し	8	16	10	7	7

誰にどのようなことを言われたかの自由記述を検討したところ、発話者が特定できた19の記述の内訳は、先生が6、親が11、友達が2であった。具体的な内容は、「手を使ってはダメ。頭で考えるようにしなさいと、母にいわれた」、というように指でなく頭を使うように指導された学生や、「20を超えると計算できなくなるからと、お金を使って計算を母親に教えられた」、「親に指を使って計算しては計算するのが遅くなるし、応用が利かなくなると怒られていました」というように、親に指の限界を指摘された学生がいた。

その一方で、「親に指を使って計算するのは小さい子がすることなので、大きくなったら恥ずかしいことだと言われた」、「指を使わなくてもいいように、たくさん計算の練習しようね、と親に言われた」、「指を使っているといつまでも指を使ってしまい癖がついてしまうと学校の先生によく言われていた」、「そんなやり方で答えを出しても意味がない、と先生に言われていた」、「まだ使ってるのと友達に言われた」というように、なぜ指を使うといけないのか説明されずに、指でなく頭を使うことを暗に指導された学生もいた。

以上のように、指を使って計算していて親や先生に何か言われたことがある学生は比較的少なく、またその指導も頭を使うことを勧めるもので、加法九九を暗記させるような指導はみられなかった。今回の被調査者は1980年代の後半に小学校に入学しているので、今後、時代とともに指導を受けた割合やその内容がどのように変化したのか、そして指導を受けた学生がどのように感じ、どのように学習したのか等を検討していきたい。

**親や教師としての指導** 親や教師になった時に、指を使って計算する子どもに対して何か指導をす

るかを尋ねた。その結果、「する」、「しない」、「わからない」の順に、親の場合の度数(%)は、66 (42.0), 51 (32.5), 40 (25.5), 教師の場合は、74 (47.1), 41 (26.1), 42 (26.8)であった。

指導に関する理由の自由記述を分類したところ、「する」を選択した理由として、付表1に示したように、桁が増えると指では無理、指でなく頭で考えさせる、指を使うと時間がかかる、指を使うと間違いやすい、指の使用が癖や習慣になる等があげられるとともに、おはじきや絵を用いる、紙に計算の過程を書かせる等の具体的な指導例も述べられていた。一方、「しない」を選択した理由としては、付表2に示したように、指を使うとわかりやすい、子どものやり方を尊重する、答えが合えばよい、指を使ってでも正解すれば自信がつく、注意すると傷ついたりやる気を失ったり算数嫌いになったりする、そのうち自然と指で計算しなくなる、という回答がみられた。そして、「わからない」を選択した者の多くは、「する」にみられた理由と「しない」みられた理由の両者を書いていた。

以上の結果から、指を使って計算する子どもに対する指導に関しては、親や教師という立場の違いは大きく影響せず、両者とも、「する」と回答した人数の方が「しない」と回答した人数より多いこと、「する」を選択した理由は、主として計算上の問題であるのに対して、「しない」を選択した理由は、子どものやり方や気持ちの尊重であることが明らかになった。

指の利用に羞恥心や罪悪感が伴っていたという先に述べた結果からも、子どものやり方や気持ちを尊重することは重要であると考えられるが、計算の速さを重視すると、いつかは、頭で計算できるように指導しなくてはならない。その際に問題となるのは、指の使用が癖や習慣になり暗算の習得の妨げになるのか、あるいは、そのうち自然と指で計算しなくなるのか、ということである。

今回の調査からは、表1に示したように、全ての子どもが自然と指で計算しなくなるわけではないことが明らかになった。したがって、指を使って計算する子どもに対しては何らかの教育的な働きかけが必要であると考えられるが、そのためには、指で計算しなくなるプロセスとメカニズムを認知的側面だけでなく感情的側面も合わせて明らかにしていかななくてはならない。また、それと共に、指を利用することが数の理解の発達にどのような影響を及ぼしているかも検討し、場合によっては指を活かした指導も合わせて行う必要があるだろう。

次に、指を使って計算する子どもに対して何か指導をするかという問いに対して、親になった場合と教師になった場合についてクロス表を作成し、表3に示した。表3からわかるように、立場により指導方法が変わらない者の方が多いが、157名のうち39名(24.8%)は、親の場合と教師の場合とで回答が異なっていた。親としては指導するが教師としてはしない理由は以下のものであった。「親の

表3 指を使って計算する子どもに対する指導

		教師として			合計
		する	しない	わからない	
親として	する	56	4	6	66
	しない	9	34	8	51
	わからない	9	3	28	40
	合計	74	41	42	157

### 計算時における指の利用とそれに対する指導

立場としては、子どもが暗算できるようにうながす。教師の立場では、指を使うことを否定せずに違う方法もあると助言し、子どもの意欲を損なわないようにするためにも、子どもがある程度の知能に達した場合、指の使用をやめ、暗算できるように指導すると思う、「自分の子どもには、指を使わないで頭で計算するように指導すると思う。教師になったら自分のしやすい計算の仕方を自由にやらせる」、「親なら子どもに何でも言えるし、冗談っぽく「はやく指を使わないで計算できるようにならないとねー」なんて言ってると思います。でも教師は、頑張って計算している子に「指を使わないで」なんていわなくていいと思います」。

それに対して、親としては指導しないが教師としてはする、もしくは、わからないと回答した者の理由は次のようであった。「自分の子どもとしてはかまわないが、計算上、不都合があるので教師としては指導する」、「親の立場から、子どもが指を使って計算しているのをみたとき、将来きっと不便に感じる事となるだろうと考えると思う。でもだからといって、使うな！とか言うことはないように思います。教師としては、やっぱりこれからの算数で、指ばかりに頼っていると、後々不便に思うことが多くなると思うので、あまり使わないように指導すると思います」、「指を使って計算をしてはいけないという決まりはないので、親の立場で考えたときは、無理に止めさせず、子ども自身がこれが一番良い方法と考えているならば、そのままにしてもいいかなと思うから。教師の立場で考えると、指導者なので、そこそこ（小3くらい）の年齢になれば、一番やりやすい方法を教えるべきではないかと思うが、強制的にするべきではないという考えもあり、実際そのような状況にならないと分からないから」。

以上の自由記述の結果から、立場により指導方法が異なった場合においても、指導する場合には計算上の問題を重視し、指導しない場合には子どものやり方や気持ちを重視する、という傾向は一貫していることが明らかになった。自分の子どもなら子どものやり方や気持ちを尊重できると考える者と、教師として十数人の子どものやり方や気持ちを尊重しなくてはならないと考える者がいて、この考え方の違いが立場による違いに反映されたのではないだろうか。

「個人個人やり方や成長の早さが違うので今はどうしたらいいか正直分かりません」という自由記述にみられるように、多様な個性に目を向けると途方にくれる学生もいた。個性の尊重ということを実行に移すのは容易ではない。指導しないを選択した理由として、指を使うとわかりやすい、子どものやり方を尊重する、答えが合えばよい、指を使ってでも正解すれば自信がつく、注意すると傷ついたりやる気を失ったり算数嫌いになったりする、があげられていたが、これらはともすると、放任につながりかねない。

そこで必要となってくるのが、多様な発達を捉える枠組みである。先に、指で計算しなくなるプロセスとメカニズムを認知的側面だけでなく感情的側面も合わせて明らかにしていかななくてはならないと述べたが、従来の多くの発達研究のように、単に平均値を求めて記述したり、それを説明したりするのではなく、様々な発達のコースを視野に入れた記述や説明を行わなくてはならない。そうすることにより、それぞれの子どもに応じた指導方針が具体的に見えてくるであろう。

最後に、指を使っていた学年を、小学1年生以前、小学2年生から高校生まで、現在も、の3群に

分け、指導との関連を調べ表4に示した。検定を行ったところ親の場合のみ有意であった ( $\chi^2(4) = 10.86, p < .05$ )。親として指導すると回答した学生の度数 (%) は、小1, 高校, 現在の順に, 23 (42.6), 13 (27.7), 10 (66.7) であり, 残差分析の結果, 小学2年生から高校生までの間に指を利用しなくなった学生は指導しないと回答した者が多く, 現在も指を使っている学生は指導すると回答した者が多いことが明らかになった。

表4 指を使っていた学年と子どもに対する指導との関連

立場/学年		小1以前	小2-高校	現在も
親として	する	23	13	10
	しない	14	22	4
	わからない	17	12	1
教師として	する	28	17	8
	しない	11	18	5
	わからない	15	12	2

自分自身の学習経験が自分が教える立場になったときの指導方針に反映されていることは, 次の記述からも読み取ることができる。「私は指を使って計算することを親に教えてもらった。それから計算がわかりやすくなった気がする。だから指を使うことに対しては何も言わないと思う」, 「自分的には指でするのは別によいと思ってたけど, はたから見たら, 20歳過ぎた大人が指を使うのはかっこわるいかなと思った。私は子どものときから指を使って, それが癖になって今に至っています。だから, 指なしでの計算は頭がパニックしてぐちゃぐちゃしてできません。だから私が子どもに教えるなら指を使わずに教えます」。

また, このことに関連して, そろばんを習わせたいという回答がいくつかあった。「5年間くらいそろばんをしていて, いまだに指先が動く。かなり役に立っているので, 子どもが興味を持ったなら習わせたい」, 「親としてはそろばんを幼稚園の頃から習わせたいと思う」, 「そろばんを習わせて暗算できるようにしてあげたい。そろばんをすることで何百, 何千くらいのケタでも計算できる」。

現在の学習指導要領や指導書等には, 計算時に指を利用する子どもに対する具体的な対応は示されていないので, 小学校の教師の多くは自分で指導方法を工夫しているのではないだろうか。また, 各家庭においても, それぞれの保護者が指を使って計算の仕方を教えたり, 場合によっては指を使わないように指導しているのではないだろうか。もしそうであれば, 計算時の指に関する指導は多様性に富み, そこには, 教師や親の学習経験が反映されているであろう。今回は, 親の立場になった場合のみ, 指を使っていた学年と指導との関連が統計的に有意であった。今後は, 実際の教師や親を対象にして, 計算時の指に関する指導についてどのような信念をもち, その信念がどのように形成されたかを調べていきたい。

また珠算は, 暗算, 筆算とともに公的に教えられる数の計算方法のひとつであるので, 諸外国の研究を参照したり日本における算数教育や数の理解の発達を考える際には, 日本語の数詞の特質とともに考慮する必要があるだろう。本研究においても, 小さい頃, 足し算や引き算をする時に指を使って

### 計算時における指の利用とそれに対する指導

いましたか、という質問に対して、「いいえ」と回答した者が13名(8.2%)存在したが、それらの者は就学前に珠算やフラッシュ・カード等で足し算や引き算の反復練習をしていた可能性が考えられる。

**今後の展望** 本研究により、計算時における指の利用とそれに対する指導の実態が明らかになった。しかし、回想という方法を用いたので、今後、小学生が実際にどのように指を利用しているかを学校で観察したり、教師や親に指の利用に対してどのような指導をしているかを尋ねたりして、本研究の結果を再検討するとともに、指を使わなくなる時期と算数や数学の成績との関連等を新たに調べる必要がある。また、計算時に指が果たす役割や、その発達的な変化を明らかにするためには、観察や調査と並行して実験的なアプローチも必要になる。その際に重要になると考えられるのが、身体性という観点である。

近年、算数教育において、認知は身体性に基いているという観点から理論的な枠組みの提示やモデルの構築が行われている(Gray, & Tall, 2001; Lakoff, & Nunez, 2000; Nunez, Edwards, & Matos, 1999)。しかしながら、現在のところ、数の理解における身体性に関する実証的な研究はほとんど見あたらない。今後、身体を用いる方略は計算方略のひとつに過ぎないのか、あるいは、数概念の理解に不可欠なものか、身体の表象的側面や操作的側面は数の理解の発達においてどのような役割を果たしているのか等を実験的に検討し、さらに先に述べた観察や調査研究と合わせて、数の理解における身体性に関する総合的研究を行う必要があるだろう。そうすることにより、幼児期から児童期にかけての数の理解の発達を連続的に把握することが可能になり、従来のフォーマル算数とインフォーマル算数という二分法的な捉え方を乗り越え、より実践的な教育的提言が可能になると考えられる。

### 引用文献

- 秋月康夫(他20名) 1971 小学校しんさんすう1年 大日本図書  
 秋月康夫(他19名) 1974 改訂小学校しんさんすう1年 大日本図書  
 深津浩 1983 1年・学習状況の評価を活かした事例 数とその表し方 伊藤説明・杉山吉茂(編) 算数科学  
 習状況の診断指導事例1・2年 明治図書  
 Fuson, K. C. 1988 *Children's counting and concepts of number*. New York: Springer-Verlag.  
 Fuson, K. C. 1992 Research on learning and teaching addition and subtraction of whole numbers. in G.  
 Leinhardt, R. Patnam, & R. A. Hattrup (Eds.) *Analysis of arithmetic for mathematics teaching*.  
 Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates. Pp. 53-187.  
 Gray, E., & Tall, D. 2001 Relationships between embodied objects and symbolic procepts: An explanatory  
 theory of success and failure in mathematics. *Proceedings of the 25th Conference of the International  
 Group for the Psychology of Mathematics Education*, 3, 65-72. Utrecht, The Netherlands.  
 広田敬一 1988 個人差に応じる算数科授業の多様化の実際 清水静海(編)算数科の個別化・個別化指導 明  
 治図書  
 石田一三 2000 「計算の仕方を考える」新算数の授業 明治図書  
 栗山和広 2002 幼児・児童における数表象の構造 北大路書房

杉村伸一郎・山名裕子

- Lakoff, G., & Nunez, R. E. 2000 *Where mathematics comes from: How the embodied mind brings mathematics into being*. New York: Basic Books.
- 三木俊一（他5名）1999 「計算力」指導の決め手 小学館
- Nunez, R. E., Edwards, L. D., & Matos, J. F. 1999 Embodied Cognition as Grounding for Situatedness and Context in Mathematics Education. *Educational Studies in Mathematics*, 39, 45–65.
- 岡田進 1988 9までのたし算 和田常雄・榊忠男（編） 操作活動による算数重要教材指導法・小学校1年 明治図書
- 柴崎楨男 1981 算数 子どもの考え方・教師の導き方1年 国土社
- 塩野直道・橋本純次（他9名）1971 さんすう1年 啓林館
- Siegler, R. S. 1996 *Emerging Mind: The process of change in children's thinking*. New York: Oxford University Press.
- Yoshida, H., & Kuriyama, K. 1986 The numbers 1 to 5 in the development of children's number concepts. *Journal of Experimental Child Psychology*, 41, 251–266
- 和田義信（編）1970 小学校算数科指導細案 明治図書

## 計算時における指の利用とそれに対する指導

付表1 指を使って計算する子どもに指導する理由

### 桁が増えると指では無理

- 指を使ってできる計算は、1ケタの足し算、引き算しか無理なので、2ケタになっても3ケタになっても計算できるようにしないとイケない。
- 簡単な計算なら指を使ってできるけど、ケタが増えるにつれて難しくなって、ぐちゃぐちゃになるより早い段階で指を使わない計算方法を徐々に身に付けさせるほうが後々役に立つ。
- 指を使って計算することは、足し、引き算の内容を知る上では悪くはないけれど、だんだん数が大きくなると指では無理だし、最初に方法を覚えておかなければ、掛け算などが出てきたとき困るから。足し算、引き算がどういうものか分かってきた頃の1年生から指導する。
- 小学校3年生では指を使わないで計算できるようになってほしい。複雑な計算も出てくるし、指の数にも限度があるので、かえって頭が混乱してしまいそうだし、指を使って計算できない問題になるとわけがわからなくなり、算数嫌いになってしまいそうな気がする。指を使わないことで頭の中で色々な計算方法が考えられるようになるし、応用問題にも対応できていくと思う。指を使わないで頭の中で素早く計算できるようになると計算することが楽しくなると思うし、はやく計算ができることに喜びを感じられるような気がする。

### 指でなく頭で考えさせる

- 教師としては、その子に指ではなく、頭で計算できる子になってもらいたいから。高学年、11歳ころから指導していくと思う。
- 小学校の中学年くらいになったら少しずつ指を使わずに頭で計算できるようにと指導し始めて、高学年になると、みんなが暗算できるようにさせると思う。
- 教師としては、もう少し早くできるようにとか、頭でやるときのコツみたいなのを教えると思う。テストの際、いろんな問題がたくさん出るが、時間内にやるという意味でも、頭の中でできたほうが早いから、教えると思う。2年生くらいから。

### 指を使うと時間がかかる

- 難しい問題になったら指を使って計算していたら時間がかかってしまうから。小学校4年生くらいから指導する。自分も今、手を使ってしまうけど、とっさの計算のとき手を使うのは恥ずかしいし、スピードも遅いから癖がつく前に頭の中で計算できるようにしておいたほうがいいと思う。
- 指で計算するとなると時間がかかってしまうと思うので、算数の授業が難しくなるにつれて、指を使っていると他の子より時間をとってしまっって、授業についていけなくなるかもしれないから。
- 高学年になっても使っているようなら指導する。いちいち指で数えてたら、計算が遅くなるし、鉛筆を置いてわざわざ数えるのが、とてもめんどくさく、計算嫌いになってしまうような気がするから。でも、最初は頭で計算するのは難しいから、指を使って計算に親しむということも大切だと思う。

### 指を使うと間違いやすい

- 使ってはいけないわけではないけれど、いつも常に指に頼ってしまうと、指を1本間違えただけで計算間違いをしてしまうと思う。また、間違いに気付いても最初からやり直していると時間がかかる。
- 小学3年生くらいから指導をする。3、4年生は割り算や文章問題に発展する学年で、指では足りない数も出てくる。すると間違いも起こってくる。計算をするのに最も大切なことは正確であることだが、早くするというのも大事だと思う。

### 指の使用が癖や習慣になる

- 指を使うというのは、単純で明確な動作だから、はじめのうちに時間をかけて、変な癖がつかないように頭の中で整理していったほうが良いと思うから。
- 小さい頃から指だけに頼る計算の仕方を続けていると、それに慣れてしまって大きい数の足し算や引き算、掛け算などを学習する時に困惑してしまうと思う。
- 手を使って計算することが身につくすぎて、手を使ってでないとなかなか計算できなくなってしまう。
- 指を使うと、いつまでも指に頼って自分の頭で計算しない。
- 1年生から指導する。足し算などを習い始めの頃は、手を使わないと難しいから手を使って計算してしまうと思うけど、数の少ないときにそれで慣れてしまっていると、数が大きくなってしまったときに、もう1度違うやり方を覚えなおさなければいけなくなってしまうと思う。そうすると、違うやり方を覚えようとしているうちに、足し算などの数もどんどん大きくなって行って、余計に難しくなり、そこで算数を嫌いになり始める子どもも少なくないと思います。だからはじめから手を使わないやり方でやっていると、数が大きくなった足し算でも抵抗が少ないと思います。

### 具体的な指導例（おはじきや絵を用いる、紙に計算の過程を書かせる等）

- 指を使っている児童を見て強制的に「使ってはいけない」とは言わないけれど、できるだけ手を使っている児童には細かい指導をしてあげると思います。例えば、頭の中でできるように、おはじきや絵など視覚が頭に残るものを始めに用いて、慣れてきたら頭の中でその想像ができるようにしていきたいと思います。やはり、計算を習う1年生からしっかり指導していきます。
- 教師として、小学校3年生くらいから指を折って考える方法は、なるべく止めるように促して、紙に計算の過程を書かせるように指導したいと思います。指を折って考えると、本数にも早さにも限度があり、また正確さにも問題があると思うので、計算が複雑になってくる小学校3年生くらいからは、方法を変えることを指導する。

### 付表2 指を使って計算する子どもに指導しない理由

#### 指を使うとわかりやすい

- 指を使って計算するのは、子どもなりのわかりやすい計算の仕方であって、それをむりやり大人が指導する必要はないと思う。
- 私は指を使って計算することを親に教えてもらった。それから計算がわかりやすくなった気がする。だから指を使うことに対しては何も言わないと思う。
- 小さい頃は計算の勉強をするときに、身近な物を使ってやるとわかりやすくて良いと思う。特に手という自分の身体の一部を使ってやることは、意味のあることだと思う。教える側としても、計算の苦手な子にたいして指導する時にも教えやすいし、苦手な子にとってもわかりやすいと思う。

#### 子どものやり方を尊重する

- やはり指を使っては、暗算より時間がかかるし、見た目もあまりよくないかもしれないが、人それぞれやり方があると思うので、特に指導はしないと思う。やりやすい方法で計算したらいいと思う。
- 自分なりにやりやすいやり方で学習していくことは大切なので、様子を見守ることを大切にしたい。
- 子どもが自分で考えたやり方なので、そのまま見ておく。口出ししたら、子どもはやる気をなくすと思うから。



計算時における指の利用とそれに対する指導

付表2（続き） 指を使って計算する子どもに指導しない理由

答えが合えばよい

- 教師になったら自分のしやすい計算の仕方を自由にやらせる。答えが合えば、どのようなやり方をしようが結果的には理解できているのだから、それでいいと思う。
- 指を使っているとき子どもは慎重に計算しているのだし、計算があてればそれでいいと思う。

指を使ってでも正解すれば自信がつく、注意すると傷つく、やる気を失う、算数嫌いになる

- 教師の立場から「しない」にした理由は、子どもが指を使ってでも問題を解き、正解すれば自信がつくと思ったからです。そして、指を使ってはいけないと言って、子どもが指を使って計算せず頭の中で考えて、解答が間違っていたらやっぱり解けない・・・と思い込んで計算嫌い、算数嫌いになってしまうと思うので、自分の計算に自信がつくまで指を使っていいと思いました。
- 注意されて私は傷ついたし、あせって計算をしても間違い、子どもなりに気を使っていた記憶があるから。親や先生がその子に何か言えば、その子がますます計算することを嫌がる。
- 教師は、頑張っている子に「指を使わないで」なんていわなくていいと思います。自然にそのうちみんな使わなくなるし、やる気を失わせるかもしれないので私は何も言いません。
- 教師として、本音を言えば、指を使って欲しくないけれど、自分がわかりやすかったり、そちらのほうが計算が速いのであればそれでもかまわないと思う。無理につかわせまいとして、やめさせようとして算数嫌いになるだけはなって欲しくない。

そのうち自然と指で計算しなくなる

- 最初はその児童がわかりやすい方法で覚えることがいいと思う。そのうち自然と指を使わずに計算できるようになると思うから見守りたい。
- 計算練習しているうちに自然と頭の中で計算できるようになる。
- 計算に慣れることによって自然に指なしでできるようになると思う。
- 親からしてみれば、始めは指を使って計算していても、そのうちに指を使わなくてもできるようになってくと思うから別に指導はせずに、子どもの好きなようにさせると思うから。
- 無理に指で考えるのを止めさせ、頭で考えさせようとして計算が嫌いになったら困るから。子どもたちが計算をしているうちに自然と頭の中で考えられるようになってくるのを気長に待つのがいいかなと思う。
- 小さいときは指を使ったり、何かに例えて計算するとわかりやすいけど、ある一定の年齢に達すると、自然に頭の中で計算ができるようになると思うから。
- 指で数えられる範囲は限られているので、いつまでも使うとは思わないから。



## 計算時における指の利用と算数・数学能力との関連

杉村伸一郎<sup>1</sup>・山名 裕子<sup>2</sup>

Relationship of the use of fingers in doing calculations with arithmetical / mathematical abilities

Shinichiro Sugimura<sup>1</sup>, Yuko Yamana<sup>2</sup>

In this research on 161 college students with intent to study the relation of the use of fingers in calculations with arithmetical and mathematical abilities, the following questions were asked : 1) when they stopped using fingers in doing calculations ; 2) if they were good at arithmetic in their elementary school days ; and 3) if they are now good at arithmetic and / or mathematics. When excluding those who couldn't remember when they stopped using fingers, 31.6% did not use fingers, 16.8% still uses fingers, and the rest stopped using fingers before they graduated from junior high school. Concerning the calculation performance when they were first and second graders and the arithmetical performance when they were fifth and sixth graders, the ratio of the students who were good at calculations and arithmetic in the group of the students who did not use fingers is higher than those in the groups of the students who used fingers. Additionally, among the groups of the students who used fingers, the ratio of those who were good at calculations and arithmetic becomes lower as they used fingers longer. However, as for the group of the students who still use fingers, the ratio of the students who were good at calculations and mathematics is higher. Concerning the ratio of the students who now like and / or are good at arithmetic and / or mathematics, the ratios of such students in the groups of the students who did not use fingers or still use fingers are lower than those in the groups who used fingers in the past. Those findings are discussed from the viewpoints of cognitive development and mathematics education.

**Key Words** : mathematical ability, cognitive development, embodied cognition, mathematics education, preschool age children

### 問題と目的

指と数は密接に関連している。われわれは指を折って数えるし、言語的にも同じ単語が指と数の両方の意味をもっている。例えば、The American Heritage Dictionary of the English Languageの第4版(Houghton Mifflin, 2000)でdigitを引くと、最初の項目にfinger, 3番目に

numberがあり、語源はラテン語のdigitusであることがわかる。

発達心理学においても、指は数との関連で研究され、特に足し算などの計算における指の利用に関しては、数多くの研究が行われてきた(例えば、Fuson, 1982 ; 栗山, 2002 ; Siegler & Shrager, 1984 ; 杉村・山名, 2005)。そして一般的に、算数が不得意な子どもほど指で数えると考えられている(Dowker, 2005)。

また、山名・杉村(印刷中)が行った教師への調査でも、指の利用と算数の成績との関係に

1 広島大学大学院教育学研究科附属幼年教育研究施設  
2 秋田大学教育文化学部

ついて、6名中3名の教師が「関係ある」、3名が「どちらともいえない」と回答している。その理由として「関係がある」と述べた教師は、「数え間違いが多い」「数のセンスがない」と説明している。一方「どちらともいえない」と回答した教師は、「計算するスピードは遅いが、必ずしもできないとは限らない」「算数には計算力以外の能力も必要」と述べている。

しかし、幼児期における指の利用が算数や数学の能力にどのような影響を及ぼすのかを調べた研究は、健常児を対象にしたものでは、筆者の知る限り、5・6歳児において指の感覚や弁別と算数の成績との関連を見いだしたFayol, Barrouillet, & Marinthe (1998) 以外には見あたらない。また、幼児期以降、各学年でどの程度の子どもが指を使って計算しているのか等を調べた研究も杉村・山名 (2003) 以外には見当たらない。

杉村・山名 (2003) では、計算時に指を使っていた覚えがある学生の内の約7割が小学3年生の終わりまでに指を使わなくなっていたが、残りの者は、それ以降も指を使い続け、その半数は現在も指を使っていることが明らかになった。また、指を使った覚えのない者も存在した。

このような遅くまで指を使っていた学生や現在も指を使っている学生は、算数や数学を学ぶ上で何らかの支障があったり不利益を被ったりしたのであろうか。また、指を使わずに計算を習得した学生は、指を使っていた学生に比べて、算数や数学が得意であったのか、あるいは不得意であったのか。そして、過去の指の利用の仕方は、現在の算数や数学の得意不得意や好き嫌いにも関係しているのであろうか。

これらの問いは発達的にも教育的にも非常に重要であると考えられるにもかかわらず、現在のところ、直接調べた研究は存在しない。そこで本研究では、指の利用やその時期が算数や数学の能力にどのような影響を及ぼすのかを明らかにするために、大学生に、小さい頃、足し算や引き算をする時にいつ頃まで指を使っていたかとともに、小学校の時と現在の算数や数学の得意不得意を尋ね、計算時に指を使わなくなる時期と算数・数学能力との関連を検討する。

## 方 法

調査対象 調査は教育学部に所属する大学生161名 (3, 4 回生で平均年齢は20.6歳、男性

38名、女性123名) に実施した。

調査時期 2005年6月に授業の時間を利用して実施した。

質問紙の内容 質問紙は、以下に示すように、計算時における指の利用と指導に関する8つの質問から構成されていた。

1. 小さい頃、足し算や引き算をする時に、指を使っていましたか？  
この質問に「はい」と回答した場合は、利用場所を尋ねた上で、以下の2番から8番の質問に答えてもらい、「いいえ」の場合は5番以降の質問に答えてもらった。
2. いつぐらいまで指を使っていましたか？
3. 指を使って計算することを、自分でどのように思っていましたか？
4. 指を使って計算していて、親や先生に何か言われたことがありましたか？
5. 小学1・2年生の頃、計算は得意でしたか？
6. 小学5・6年生の頃、算数は得意でしたか？
7. 現在、算数や数学は得意ですか？
8. 現在、算数や数学は好きですか？

## 結果と考察

指の利用 小さい頃、足し算や引き算をする時に指を使っていましたか、という質問に対して、全体では、「はい」と回答した者が65名 (40.4%)、「いいえ」が30名 (18.6%)、「覚えていない」が66名 (41.0%) であった。男女別では、男子が「はい」10名 (26.3%)、「いいえ」12名 (31.6%)、「覚えていない」16名 (42.1%)、女子が「はい」55名 (44.7%)、「いいえ」18名 (14.6%)、「覚えていない」50名 (40.7%) であり、男子の方が「はい」が少なく「いいえ」が多かった ( $\chi^2(2)=6.92, p<.05$ )。

今回の女子の結果を、女子大学生158名を対象に調べた杉村・山名 (2003) と比較すると、杉村・山名 (2003) では、「はい」と回答した者が116名 (73.4%)、「いいえ」が13名 (8.2%)、「覚えていない」が29名 (18.4%) であったので、今回の方が「覚えていない」と回答した者の割合が多い分、「はい」と回答した者の割合が少なくなっている。本調査だけでは、「覚えていない」と回答した者が、指を使っていたのに覚えていないのか、使っていなかったことに自信がもてないのか、を明らかにすることはでき

ないので、今後、調査対象を拡げるとともに、対象者の属性と回答の分布との間になんらかの関連がみられるかを検討していきたい。

「いいえ」と回答した者が全体で18.6%、男子では31.6%も存在した。これが記憶の誤り等でなければ、指を利用せずに計算ができるようになるという発達のコースが存在することを示唆している。問題で述べたように、指の利用は算数の能力と密接に関連していると考えられているので、全く指を利用せず計算が行えるようになる子どもが存在することは不思議である。存在することが事実であれば、指を利用せずにどのように習得したのかを、数や計算に関する幼児期の学習経験等を尋ねることにより、詳しく調べていく必要があるだろう。

次に、「はい」と答えた65名に、指を使っていた場所を以下の3つの選択肢を用意して尋ねたところ、「学校でも自宅でも人目を気にせずに使っていた」を選択した者が36名(55.4%、男性7名、女性29名)、「学校では机の下などで見えないように使っていた」が20名(30.8%、男性2名、女性18名)、「学校では使わず、自宅だけで使っていた」が1名(1.5%、男性0名、女性1名)で、残り8名(12.3%、男性1名、女性7名)の者が「その他」で、「覚えていない」という回答が多かった。

また、指を使って計算することを、自分でどのように思っていたかを、以下の選択肢(複数回答可)から選ばせたところ、「早くできる」が6名(9.2%)、「間違わない」が26名(40.0%)、「わかりやすい」が36名(55.4%)、「恥ずかしい」が11名(16.9%)、「よくない」が3名(4.6%)で、4名の者が「その他」を選択し、「覚えていない」「別に何とも思っていなかった」などと回答した。複数回答した者を調べたところ、「間違わない」と「わかりやすい」の組み合わせが8名と最も多かった。その次が「わかりやすい」と「恥ずかしい」の4名、そして「間違わない」と「恥ずかしい」の2名であり、これら6名の選択は、指が両面価値的であったことを示している。

さらに、指を使って計算していて、親や先生に何か言われたことがあるかを尋ねたところ、「ある」と回答した者が5名(7.7%)、「ない」が32名(49.2%)、「覚えていない」が28名(43.1%)であった。「覚えていない」と回答した者を除外しても、指導を受けた覚えがある者は13.5%と少なく、杉村・山名(2003)と同様

表1 計算時に指を使っていた最終学年の度数と割合

	男性		女性		全体		累積%
	度数	%	度数	%	度数	%	
0. 小学校入学前まで	0	0.0	5	9.6	5	8.2	8.2
1. 小1まで	3	33.3	17	32.7	20	32.8	41.0
2. 小2まで	1	11.1	8	15.4	9	14.8	55.7
3. 小3まで	0	0.0	1	1.9	1	1.6	57.4
4. 小4まで	0	0.0	2	3.8	2	3.3	60.7
5. 小5まで	0	0.0	3	5.8	3	4.9	65.6
6. 小6まで	0	0.0	1	1.9	1	1.6	67.2
7. 中学校まで	3	33.3	1	1.9	4	6.6	73.8
8. 高校まで	0	0.0	0	0.0	0	0.0	73.8
9. 誰も使っていない	2	22.2	14	26.9	16	26.2	100.0
合計	9		52		61		

の結果であった(「ある」が19.3%、「ない」が40.0%、「覚えていない」が40.7%)。

以上の結果から、学校では計算時に指を見えないように利用していた者が3割程度存在し、その者は、「恥ずかしい」「よくない」と思っていた可能性が高い。その一方で、指を利用することにより、「間違わない」「わかりやすい」と思っていた者が、指を利用していた者の内の半数前後存在していたことになる。そして、親や教師は指の利用に関する指導をあまりしていなかったことが明らかになった。

また、いつぐらいまで指を使っていたかを表1に示した0から9の選択肢で尋ねたところ、表1のような結果となった(4名が無回答であったので全体で61名)。全体では、小学1年生までに41.0%、小学2年生までに55.7%が指を使わなくなっていることがわかる。しかし、その後は、徐々にしか減少せず、現在も使っている学生が26.2%存在する。この結果は、小学1年生までに39.8%、小学2年生までに60.2%が指を使わなくなっていた一方で、現在も使っている学生が14.6%存在した杉村・山名(2003)の結果と類似しており、一般的な傾向である可能性が高い。

算数や数学の得意不得意 小学1・2年生の頃、小学5・6年生の頃、そして、現在の、計算や算数・数学の得意不得意を尋ねた結果を、性別に集計し、表2から表4に示した。また、現在の算数・数学の好き嫌いを尋ねた結果を表5に示した(教示を誤解したためか、11名が5番以降の質問に回答していなかったため、全体で150名となった)。

「小学1・2年生の頃、計算は得意でした

表2 小学1・2年生の頃「計算は得意」に対する回答

選択肢	男性		女性		全体	
	度数	%	度数	%	度数	%
1	24	66.7	66	57.9	90	60.0
2	1	2.8	18	15.8	19	12.7
3	5	13.9	13	11.4	18	12.0
4	6	16.7	17	14.9	23	15.3
合計	36		114		150	

(注) 1. はい, 2. いいえ, 3. どちらともいえない, 4. 覚えていない

表3 小学5・6年生の頃「算数は得意」に対する回答

選択肢	男性		女性		全体	
	度数	%	度数	%	度数	%
1	29	80.6	72	63.2	101	67.3
2	1	2.8	21	18.4	22	14.7
3	4	11.1	20	17.5	24	16.0
4	2	5.6	1	0.9	3	2.0
合計	36		114		150	

(注) 1. はい, 2. いいえ, 3. どちらともいえない, 4. 覚えていない

表4 現在「算数や数学は得意」に対する回答

選択肢	男性		女性		全体	
	度数	%	度数	%	度数	%
1	14	38.9	22	19.3	36	24.0
2	15	41.7	54	47.4	69	46.0
3	7	19.4	38	33.3	45	30.0
合計	36		114		150	

(注) 1. はい, 2. いいえ, 3. どちらともいえない

表5 現在「算数や数学は好き」に対する回答

選択肢	男性		女性		全体	
	度数	%	度数	%	度数	%
1	19	52.8	45	39.5	64	42.7
2	6	16.7	32	28.1	38	25.3
3	11	30.6	37	32.5	48	32.0
合計	36		114		150	

(注) 1. はい, 2. いいえ, 3. どちらともいえない

か?」という質問に対しては、全体で60.0%が「はい」と回答しており、「いいえ」と回答した者は男性が2.8%、女性が15.8%と少なく、性差は有意でなかった ( $\chi^2(3) = 4.20, n.s.$ ) (表2参照)。小学5・6年生の頃の算数の得意不得意 (表3) では、「はい」と回答した者は男性が80.6%、女性が63.2%、「いいえ」と回答した者は男性が2.8%、女性が18.4%で、性差が有意であった ( $\chi^2(3) = 9.50, p < .05$ )。

また、現在の算数・数学の得意不得意では、「はい」と回答した者が男性38.9%、女性19.3%であり、小学生の頃に比べて少なくなった。性

差に関しては、小学5・6年生の頃と同様に有意であった ( $\chi^2(2) = 6.33, p < .05$ )。そして、「現在、算数や数学は好きですか?」という質問に対しては、「はい」と回答した者が男性52.8%、女性39.5%と、標本値の上では男性の方が好きな者の割合が高かったが、統計的には有意でなかった ( $\chi^2(2) = 2.57, n.s.$ )。

次に、表2から表4の結果に基づき、質問間の変化や連関を検討した。その際、男女で回答の傾向が異なり、しかも男性の人数が少ないので、女性のみを分析の対象にした。まず、得意不得意に関して、「はい」とそれ以外の回答に分けマクネマー検定を行ったところ、1・2年生と5・6年生とでは有意でなかったが ( $\chi^2(1) = 1.25, n.s.$ )、1・2年生ならびに5・6年生と現在とでは有意であり (順に、 $\chi^2(1) = 31.88, p < .01$ ,  $\chi^2(1) = 44.46, p < .01$ )、小学生から大学生にかけて、算数や数学が不得意な者が増加していることが明らかになった。

連関に関しては、1・2年生と現在の得意不得意とでは有意でなかったが ( $\chi^2(1) = 1.18, n.s.$ )、1・2年生と5・6年生、5・6年生と現在とでは有意であり (順に、 $\chi^2(1) = 46.36, p < .01$ ,  $\chi^2(1) = 9.02, p < .01$ )、1・2年生の計算の得意不得意と現在の算数や数学の得意不得意には関連性がないが、1・2年生の計算の得意不得意と5・6年生の算数の得意不得意、5・6年生の算数の得意不得意と現在の算数や数学の得意不得意には関連性があることが明らかになった。

現在の算数や数学の好き嫌いに関しても、「はい」とそれ以外の回答に分け、得意不得意との連関を検討したところ、1・2年生の得意不得意と現在の好き嫌いとは有意でなかったが ( $\chi^2(1) = 2.34, n.s.$ )、5・6年生ならびに現在の得意不得意と現在の好き嫌いとは有意であり (順に、 $\chi^2(1) = 23.22, p < .01$ ,  $\chi^2(1) = 41.80, p < .01$ )、小学校の高学年以降の算数や数学の得意不得意と現在の好き嫌いには関連性があることが明らかになった。特に、現在算数や数学が得意と回答した22名は全員が、現在算数や数学が好きと回答していた。

以上の結果をまとめると次のようになる。全体的には半数以上の学生が、小学1・2年生の頃は計算が、小学5・6年生の頃は算数が、得意であったと回答している。しかし現在では、算数や数学が得意であると回答した者は半数以下となり、その傾向は、女性において顕著であ

った。また、1・2年生の計算の得意不得意と現在の算数や数学の得意不得意には関連性がないが、1・2年生の計算の得意不得意と5・6年生の算数の得意不得意、5・6年生の算数の得意不得意と現在の算数や数学の得意不得意には関連性があった。さらに、小学校の高学年以降の算数や数学の得意不得意と現在の好き嫌いには関連性がある一方で、「現在、算数や数学は得意ですか?」と尋ねた時に比べて、「好きですか?」と尋ねた方が、男女ともに「はい」と回答した者が多かった。

算数・数学の得意不得意、好き嫌いに関しては、ベネッセ教育研究所が行った小学生の学習に関する意識・実態調査でも、小学5年生では、算数がどのくらい好きかという問いに対して、「とても好き」「まあ好き」と答える男子の割合(62.2%)が女子(48.5%)に比べて高く、算数の理解度も、「ほとんどわかっている」と「だいたいわかっている」の合計が男子の方が高い(男子71.6%, 女子66.5%)ことが報告されている(ベネッセ教育研究所, 2001)。しかしながら、このような傾向を解釈する際には、単に算数能力の男女差とみなすのではなく、「女性は算数が苦手」というようなステレオタイプが影響していること(Steele & Ambady, in press)も考慮する必要があるだろう。

また、1・2年生、5・6年生、そして現在における得意不得意や好き嫌いの連関の結果は、1・2年生の時の計算能力は5・6年生の時の算数能力には影響を及ぼすが、大学生となった現時点での算数・数学能力までは影響を及ぼさないこと、5・6年生の時の算数能力は大学時点での算数や数学の得意不得意や好き嫌いに影響を及ぼすことを示唆している。この結果は、全体的に時点間が離れるにつれて関連性が弱まるという一般的な傾向とともに、1・2年生の時の計算能力と大学時点での算数・数学能力との質的な違いを反映していると考えられる。

指の利用と計算・算数・数学の得意不得意ならびに好き嫌いとの関連 最後に、指を利用していた時期と、計算・算数・数学の得意不得意ならびに好き嫌いとの関連を検討した。その際、男女で回答の傾向が異なり、しかも男性の人数が少ないので、女性のみを分析の対象にした。また、表1からわかるように、指を使っていた学年で「小3まで」から「高校まで」の度数が

少ないので、これらを「小3から高校まで」という1つのカテゴリーにまとめて分析した。

以上のようにして、小さい頃、足し算や引き算をする時に指を「使っていない」群、「入学前まで」指を使っていた群、「小1まで」群、「小2まで」群、「小3から高校まで」群、「現在も」使っている群に分け、群別に計算・算数・数学の得意不得意ならびに好き嫌いに対する回答を集計し、表6に示した。また、小さい頃、足し算や引き算をする時に指を使っていたか「覚えていない」群の結果も参考のために示した。

まず、「小学1・2年生の頃、計算は得意でしたか?」における結果をみると、「はい」の割合(%)は「小1」群から「小3から高校」群にかけて低くなり、それとは反対に、「いいえ」の割合は「入学前」群から「小3から高校」群にかけて高くなっており、全体的には、指を利用して期間が長い群ほど、計算の得意な者が少なく不得意な者が多いことがわかる。また、「使っていない」群は計算が得意な者の割合が最も高く、「現在も」群は「小1」群と「小2」群の中間にあたる割合であった。

各群の度数が少ないために、指の利用に関する群を「使っていない」群とそれ以外の群との2群に、回答を「はい」とそれ以外の2群に分け、 $\chi^2$ 検定を実施したところ有意な傾向があり( $\chi^2(1) = 3.60, p < .10$ )、さらに、指を利用して期間が長い群の中で「小3から高校まで」とそれ以外の群との2群に分け検定を行ったところ有意であった( $\chi^2(1) = 8.56, p < .01$ )。

次に、小学5・6年生の頃の算数の得意不得意に関する結果をみると、「入学前」群から「小3から高校」群にかけて、遅くまで指を使っていた群ほど「はい」の割合は低いことがわかる。それに対して「使っていない」群では「はい」の割合は71.4%と「小1」群と「小2」群の中間であり、「いいえ」と回答した者はいないかわりに「どちらともいえない」と回答したものが他の群よりも多くなっている。「現在も」群は、「小2」群「小3から高校」群の中間にあたる割合であった。指を利用して期間が長い群の中で「小3から高校まで」とそれ以外の群との2群に分け、「はい」とそれ以外の度数を算出し検定を行ったところ有意であった( $\chi^2(1) = 5.79, p < .05$ )。

また、現在の算数・数学の得意不得意では、過去に指を使っていた「入学前」群から「小3

表6 指の利用時期別にみた計算・算数・数学の得意不得意ならびに好き嫌いの度数と割合

	いつぐらいまで指を使っていましたか？													
	使っていない		入学前まで		小1まで		小2まで		小3～高校		現在も		覚えてない	
	度数	%	度数	%	度数	%	度数	%	度数	%	度数	%	度数	%
小学1・2年生の頃、計算は得意でしたか？														
1. はい	10	90.9	3	60.0	14	87.5	4	50.0	1	12.5	6	66.7	26	70.3
2. いいえ	0	0.0	0	0.0	1	6.3	2	25.0	6	75.0	1	11.1	7	18.9
3. どちらともいえない	1	9.1	2	40.0	1	6.3	2	25.0	1	12.5	2	22.2	4	10.8
4. 覚えていない	3		0		1		0		0		5		8	
小学5・6年生の頃、算数は得意でしたか？														
1. はい	10	71.4	4	80.0	12	75.0	5	62.5	2	25.0	7	50.0	30	66.7
2. いいえ	0	0.0	1	20.0	1	6.3	1	12.5	6	75.0	4	28.6	8	17.8
3. どちらともいえない	4	28.6	0	0.0	3	18.8	2	25.0	0	0.0	3	21.4	7	15.6
4. 覚えていない	0		0		1		0		0		0		0	
現在、算数や数学は得意ですか？														
1. はい	1	7.1	2	40.0	5	29.4	3	37.5	2	25.0	2	14.3	7	15.6
2. いいえ	6	42.9	2	40.0	9	52.9	3	37.5	5	62.5	6	42.9	21	46.7
3. どちらともいえない	7	50.0	1	20.0	3	17.6	2	25.0	1	12.5	6	42.9	17	37.8
現在、算数や数学は好きですか？														
1. はい	3	21.4	2	40.0	8	47.1	5	62.5	3	37.5	6	42.9	17	37.8
2. いいえ	2	14.3	2	40.0	3	17.6	2	25.0	4	50.0	4	28.6	13	28.9
3. どちらともいえない	9	64.3	1	20.0	6	35.3	1	12.5	1	12.5	4	28.6	15	33.3

(注) 小学生の頃の各選択肢の%の分母は、指の利用の各群において群の人数から「覚えていない」に○を付けた人数を引いたものを用いた。

から高校」群においては、群間で「はい」と回答した割合に顕著な違いがみられなかった。これらの群に対して、「使っていない」群と「現在も」群では「はい」の割合が低く（順に7.1%、14.3%）、また「どちらともいえない」の割合が高い（順に50.0%、42.9%）。この2群と過去に指を使っていた群との違いを、回答を「はい」とそれ以外の2群に分け検定したところ有意であった（ $\chi^2(1) = 4.00, p < .05$ ）。以上の結果から、現在の算数・数学の得意不得意に関しては、「入学前」群から「現在も」群にかけて、指を利用していた期間が長い群ほど、算数・数学の得意な者が少ないという傾向があり、最も得意な者が少ない群は指を「使っていない」群である、といえるであろう。

最後に、現在の算数や数学の好き嫌いに関する結果をみると、「入学前」群から「小2」群までは「はい」の割合が40.1%、47.1%、62.5%と高くなる傾向があるが、「小3から高校」群と「現在も」群では40%前後と、小学1年生前後までしか指を使っていなかった群に比べて低かった。また、指を「使っていない」群は「はい」の割合が21.4%と最も低く、「どちらともいえない」の割合も64.3%と高かった。指の利用に関する群を「使っていない」群とそれ以外の群との2群に、回答を「はい」とそれ

以外の2群に分け $\chi^2$ 検定を実施したところ、有意な傾向があった（ $\chi^2(1) = 2.79, p < .10$ ）。

4つの質問をとおしてみると、計算・算数・数学の得意不得意に関しては、過去に指を「使っていない」群では、「はい」と回答した割合が、小学1・2年生の頃は90.9%と高いが、5・6年生の頃（71.4%）、現在（7.1%）と、学年が上がるにつれて低くなっていた。また「現在も」群でも、「はい」と回答した割合が学年とともに低くなっていた（順に66.7%、50.0%、14.3%）。それに対して、「入学前まで」から「高校まで」を合わせた過去に指を使っていた覚えがある群の「はい」の割合は、小学1・2年生の頃が59.5%、5・6年生の頃が62.2%とほとんど変わらず、現在でも31.6%と、「使っていない」群や「現在も」群に比べて高かった。先に述べたように、5・6年生の算数の得意不得意と現在の算数や数学の得意不得意には全体としては関連性があったものの、「使っていない」群や「現在も」群では、関連性が弱いと考えられる。

最後に、指の利用に関して「覚えていない」群の結果を考察するために、比較対象として、過去に指を「使っていない」群と使っていた覚えがある「入学前」から「高校まで」群を合併し、各質問に対する回答の割合を算出した。そ



うしたところ、「小学1・2年生の頃、計算は得意でしたか?」という質問に対しては、「はい」が66.7%、「いいえ」が18.8%、小学5・6年生の頃の算数の得意不得意では、「はい」が64.7%、「いいえ」が17.6%、現在の算数・数学の得意不得意では、「はい」が25.0%、「いいえ」が48.1%、現在の算数・数学の好き嫌いでは、「はい」が40.4%、「いいえ」が25.0%と、表6に示した「覚えていない」群の「はい」「いいえ」の割合との間に大きな違いはみられず、念のため $\chi^2$ 検定を行ったがいずれも有意でなかった。この結果から、指の利用を覚えていた群とそうでない群とは、少なくとも今回尋ねた計算・算数・数学の得意不得意ならびに好き嫌いに関しては回答の傾向が類似しており、指の利用に関して覚えていることと計算・算数・数学の得意不得意ならびに好き嫌いとは独立であることを示唆していると考えられる。

以上の結果から、指を利用していた期間と、計算・算数・数学の得意不得意との関連について、次のようなことが考えられる。まず、小学1・2年生の頃の計算と小学5・6年生の頃の算数に関しては、指を「使っていない」群は「使っていた」群全体に比べて計算や算数が得意な者の割合が高く、「使っていた」群の中では、小学1年生以降は、指を利用していた期間が長い群ほど計算の得意な者の割合が低かった。したがって、小学校においては、指を利用するより利用しない方が、利用する場合も早く利用しなくなった方が、計算や算数が得意になると考えられる。

しかし、現在の算数・数学の得意不得意に関しては、「使っていない」群の方が「使っていた」群に比べて得意な者の割合が低かったことから、足し算や引き算をする時に指を利用しなかった子どもは、小学校の時は計算や算数が得意であっても、大学生の時点では、算数や数学が得意でなくなり、このことは指を利用していた子どもに比べて顕著であることが示唆された。小学校時点と現時点の結果を合わせて考えると、足し算や引き算といった計算の基礎を、指を利用して習得せずに、暗記等によって固めると、小学校における計算や数学では問題は生じないが、その後、大学までのどこかの時点で問題が生じ、算数や数学が得意でなくなると考えられる。

足し算や引き算をする時に「現在も」指を使っている学生の回答は、先に述べた、計算をす

る時に指を早く利用しなくなった方が計算や算数が得意になる、という仮説から予想される結果とは異なっていた。仮説に従えば、「現在も」群の得意な者の割合は「小3から高校」群よりも低いはずであるが、「現在も」群の実際の結果は、小学校の計算と算数のいずれにおいても、得意な者の割合が「小3から高校」群よりも高かった。しかし、現在の算数や数学に関しては、得意な者の割合は他の指を利用していた群に比べて低く、仮説に一致していた。

このような「現在も」群の結果は、一義的には解釈しにくい。現在のところ次の二つのことが重なったために、小学生と現在とで異なった傾向になったと考えられる。一つは、同じ指の利用でも、「入学前」群から「高校まで」群と「現在も」群とでは、過去や現在の利用の仕方が異なっているという可能性である。たとえば、確認などのために現在も指を利用している学生は、現在は指を使わなくても計算できるであろうし、小学生のどこかの時点でも指を使わなくても計算ができた可能性がある。そのために、計算と算数において、得意な者の割合が「小3から高校」群よりも高くなったのではないだろうか。

そして、もう一つは、「現在も」群の利用の仕方が他の群に比べて質的に異なっていたとしても、現在も指を利用しているということが何らかの原因になっている可能性である。抽象度の高い計算や算数では、その学習や遂行に指の利用があまり影響しなくても、学年が上がり学習内容の抽象度が高くなった場合には、具体物である指に依存する傾向があると、抽象的な思考が行いにくくなるのではないだろうか。

最後に、現在の算数・数学の好き嫌いに関しては、「使っていない」群において好きな者の割合が最も低く、「入学前」群から「小2」群にかけて割合が高くなるが、「小3から高校」群と「現在も」群では再び低くなる、という結果であった。ただし、「現在も」群の「はい」の割合は42.9%と、現在の算数・数学の得意不得意の場合の14.3%に比べて高く、「小2」以外の他の指を使っていた群の「はい」の割合と同じぐらいであった。

「使っていない」群における好きな者の割合は、現在の算数・数学の得意な者の割合と同様に、全ての群の中で最も低かった。したがって、計算時に指を利用しなかったことは、単に得意不得意にとどまらず、好き嫌いにも影響すると

いえよう。それに対して、「現在も」群における好きな者の割合(42.9%)は、算数・数学の得意な者の割合(14.3%)に比べて高く、指を使っていた他の群と同程度であったことから、指を利用しないよりも利用した方が算数や数学が好きになると考えられる。

そして、指を利用した群の中では、「小2」群において好きな者の割合が最も多かった。表1からわかるように、計算時に指を使っていた割合は、「小1まで」が最も多く、その次が「小2まで」で、小2以降は急激に減少する。そうすると、「小2」群というのは、足し算や引き算の計算において指を利用していた群の中では、それほど長期間ではないが、比較的長く指を利用していたことになる。そのことが、現在、算数や数学が得意で好きということにつながっているという結果は、小学2年生という足し算や引き算にある程度習熟する学年まで指を併用し、計算の基礎を具体的な身体をとおしてしっかり学ぶことが、後の算数や数学の学習にとって重要であることを示唆していると考えられる。

**今後の課題** 本研究では、大学生161名に、小さい頃、足し算や引き算をする時にいつ頃まで指を使っていたかとともに、小学校の時と現在の算数や数学の得意不得意等を尋ね、計算時における指の利用と算数・数学能力との関連を検討した。その結果、次のような大変興味深い結果を得た。

小学1・2年生の頃の計算と小学5・6年生の頃の算数に関しては、指を使っていない群は使っていた群に比べて計算や算数が得意な者の割合が高く、使っていた群の中では、指を利用していた期間が長い群ほど計算や算数の得意な者の割合が低かった。そして、現在も使っている群では再び得意な者の割合が高かった。それに対して、現在の算数・数学の得意不得意や好き嫌いに関しては、使っていない群や現在も使っている群の方が、使っていた群に比べて、得意な者や好きな者の割合が低かった。

以上の結果に対する考察は、既に論じたとおりであるが、今後は、この結果の一般性を確認するとともに、指の利用の中身を明らかにしておく必要があるだろう。具体的には、まず、調査対象を拡げなくてはならない。今回は、教育学部に所属する大学生161名に調査を実施したが、男性が少なかつたために、指を利用していた時

期と計算・算数・数学の得意不得意ならびに好き嫌いとの関連は、女性のデータだけで検討した。算数や数学の得意不得意に関しては性差があったので、このような性差が指の利用と関連しているのか等を、男性のデータを増やすことにより検討していきたい。また、計算・算数・数学の得意不得意や好き嫌いに関しては、同じ大学生でも所属している学部や大学によって得意や好きの割合が異なると考えられ、様々な学部や大学でデータを収集する必要がある。さらに、本研究では大学生を対象にしたが、小学生から高校生を対象に同様の調査を実施するとともに、指の利用の影響を明確にするためには、縦断研究にも取り組まなくてはならない。

また、考察でも少しふれたが、指の利用の仕方は幼児期から大学生である現在まで、全く同じであるとは考えられないので、それぞれの時期における指の利用の仕方やその個人差を、調査だけでなく実験や観察を併用することにより調べなくてはならない。それと同様に、計算・算数・数学の得意不得意や好き嫌いについても、実際に計算・算数・数学のテストを実施しその得点との関連を検討するなどして、その内容を詳細に調べていく必要があるだろう。特に、今回の調査では、「使っていない」群や「現在も」群などで、「どちらともいえない」の選択の割合が高かった箇所があったので、その原因を探していきたい。さらに、指の利用と具体的思考や抽象的思考との関連を明らかにすることも、興味深い課題として残されている。

最後に、教育との関連について述べる。今回の調査結果から、指の利用の有無や利用の期間は計算・算数・数学の得意不得意や好き嫌いとの関係があることが示唆された。具体的には、指を利用しないと小学生の頃は計算や算数が得意でも現在は不得意で嫌いになり、利用した場合はその期間が長いほど算数や数学が不得意になる傾向があった。本研究では、中学生や高校生の頃の算数や数学の得意不得意に関しては尋ねなかったため、今後の研究で、中学1年生以降、いつ、どのような問題が発生するのかを特定していきたい。そして、指を利用せずに足し算や引き算を暗記した場合、計算・算数・数学の成績は、短期的には良くても長期的には悪くなるのが確実であれば、親や教師に指を利用することの意義を伝えなくてはならない。また、それと同時に、小学2年生以降も指を使い続けることが算数や数学の理解に何らかの悪い影響を

及ぼすことも事実であれば、親や教師に適切な対応や指導を求める必要があるだろう。

### 引用文献

- ベネッセ教育研究所 2001 第3回学習基本調査  
(<http://www.crn.or.jp/LIBRARY/GAKUSHU/SYOU.HTM>)
- Dowker, A. 2005 *Individual differences in arithmetic : Implications for psychology, neuroscience and education*. Hove, New York : Psychology Press.
- Fayol, M., Barrouillet, P., & Marinthe, C. 1998 Predicting arithmetical achievement from neuro-psychological performance : A longitudinal study. *Cognition*, 68, B63-B70.
- Fuson, K. C. 1982 An analysis of the counting-on solution procedure in addition. In T. P. Carpenter, J. M. Moser, & T. A. Romberg (Eds.), *Addition and subtraction : A cognitive perspective*. Hillsdale, NJ : Erlbaum. Pp. 67-82.
- 栗山和広 2002 幼児・児童における数表象の構造 北大路書房
- Siegler, R.S., & Shrager, J. 1984 Strategy choice in addition and subtraction : How do children know what to do? In C. Sophian (Ed.), *Origins of cognitive skills*. Hillsdale, NJ : Erlbaum. Pp. 229-293.
- 杉村伸一郎・山名裕子 2003 計算時における指の利用とそれに対する指導 —教職志望の女子大学生による回想と指導に関する信念— 神戸女子大学文学部紀要, 36, 63-75.
- 杉村伸一郎・山名裕子 2005 幼児の足し算における指の利用 幼年教育研究年報, 27, 89-98.
- Steele, J. R., & Ambady, N. in press "Math is Hard!" The effect of gender priming on women's attitudes. *Journal of Experimental Social Psychology*.
- 山名裕子・杉村伸一郎 印刷中 指を利用して計算する子どもに対する教師の指導 —教師へのインタビューと探索的調査の結果から— 秋田大学教育文化学部教育実践研究紀要, 28.



# 計算時における指の利用と算数・数学における 自己概念との関連

— 短期大学生・専門学校生を対象にした質問紙調査による検討 —

杉村伸一郎・小山 正孝

(2006年10月5日受理)

Relationship of the use of fingers in doing calculations with the self-concept in arithmetic/  
mathematics: A reexamination on junior and vocational college students

Shinichiro Sugimura and Masataka Koyama

In previous research on university students the following questions were asked: (a) when they stopped using fingers in doing calculations; (b) if they were good at arithmetic in their elementary school days; and (c) if they are now good at arithmetic and/or mathematics. The results in the previous research were as follows; (1) When they were elementary school students, the ratio of the students who were good at calculations and arithmetic in the group of the students who did not use fingers is higher than the ratio in the groups of the students who used fingers. Additionally, among the groups of the students who used fingers, the ratio of those who were good at calculations and arithmetic becomes lower as they used fingers longer. (2) Concerning the ratio of the students who now like and are good at arithmetic and/or mathematics, the ratio of such students in the groups of the students who did not use fingers is lower than those in the groups who used fingers in the past.

In this study, it was reexamined if these results would be verified in the group for which the ratio of the students who are good at calculations and arithmetic is assumed to be low. As the result, concerning (1), the similar tendency was found, but concerning (2), the ratio of those students who now like and are good at arithmetic and/or mathematics was higher in the group of the students who did not use fingers than in the group of the students who used fingers in the past. Those findings were discussed from the viewpoints of cognitive development and mathematics education.

Key words: mathematical ability, cognitive development, embodied cognition, mathematics education

キーワード：算数能力，認知発達，身体性，算数教育

指と数は密接に関連している。臨床的には手指失認と失計算が同時に生じるゲルストマン症候群がよく知られている。発達心理学においても、指は数との関連で研究され、特に足し算などの計算における指の利用に関しては、主として方略という観点から数多くの研

究が行われてきた（例えば、Fuson, 1982; 栗山, 2002; Siegler & Shrager, 1984）。

その一方で、ジェスチャーや身体の動きとの関連も検討され、幼児期においては、ジェスチャーを伴う方がカウンティングが正確であることや (Alibali &

DiRusso, 1999), 身体の動きを伴う方が足し算の正答率が高いこと(杉村・山名, 2005)が明らかにされてきた。しかし, 児童期以降は, 一般的に, 算数が得意な子どもほど指で数えると考えられており(Dowker, 2005), 小学3年生以降も指を使って計算していると, 親や先生から注意を受ける割合が高くなる(杉村・山名, 2003)。

しかし, 幼児期における指の利用が算数や数学の能力にどのような影響を及ぼすのかを調べた研究は, 健常児を対象にしたものでは, 筆者の知る限り, 5・6歳児において指の感覚や弁別と算数の成績との関連を見いだしたFayol, Barrouillet, & Marinthe (1998)以外には見あたらない。また, 幼児期以降, 各学年でどの程度の子どもの指を使って計算しているのかを調べた研究も, 杉村・山名(2003, 2006)以外には見あたらない。

杉村・山名(2003)では, 計算時に指を使っていた覚えがある女子大学生の内の約7割が小学3年生の終わりまでに指を使わなくなっていたが, 残りの者は, それ以降も指を使い続け, その半数は現在も指を使っていることが明らかになった。また, 指を使った覚えのない者も存在した。

このように遅くまで指を使っていた学生や現在も指を使っている学生は, 算数や数学を学ぶ上で何らかの支障があったり不利益を被ったりしたのであろうか。また, 指を使わずに計算を習得した学生は, 指を使っていた学生に比べて, 算数や数学が得意であったのか, あるいは不得意であったのか。そして, 過去の指の利用の仕方は, 現在の算数や数学の得意不得意や好き嫌いにも関係しているのではあろうか。

以上のような問いに対する答えを探るために, 杉村・山名(2006)は, 大学生に, 小さい頃, 足し算や引き算をする時にいつ頃まで指を使っていたかとともに, 小学校の時と現在の算数や数学の得意不得意を尋ね, 計算時に指を使わなくなる時期と算数・数学における自己概念との関連を検討した(杉村・山名(2006)では, 算数や数学の得意不得意や好き嫌いを総称して算数・数学能力とよんでいたが, 本論文では算数・数学における自己概念とよぶことにする)。

主な結果は次のようであった。(1) 覚えていなかった者を除くと, 指を利用していなかった者が31.6%, 現在も利用している者が16.8%存在し, 他の者は中学を卒業するまでの間に指を利用しなくなっていた。(2) 小学1・2年生の頃の計算と小学5・6年生の頃の算数に関しては, 指を使っていない群は使っていた群に比べて計算や算数が得意な者の割合が高く, 使っていた群の中では, 指を利用して期間が長い群ほど計

算や算数の得意な者の割合が低かった。現在も使っている群では再び得意な者の割合が高かった。(3) それに対して, 現在の算数・数学の得意不得意や好き嫌いに関しては, 使っていない群や現在も使っている群の方が, 使っていた群に比べて, 得意な者や好きな者の割合が低かった。

しかし, 以上の結果は, 大学入学前までの算数や数学の成績が比較的良かったと考えられる集団から得られたものであり, その一般性には疑問が残る。そこで本研究では, 大学入学前までの算数や数学の成績が杉村・山名(2006)の調査対象とは異なると予想される集団を対象に, 同じ内容の質問紙調査を実施し, 同様の結果が得られるかを検討する。

## 方 法

**調査対象** 対象は短期大学の保育学科に在籍する学生225名(平均年齢は19.6歳, 男性43名, 女性182名)ならびに専門学校の保育福祉科と介護保育科に在籍する学生50名(平均年齢は19.9歳, 男性18名, 女性32名)であった。

**調査時期** 短期大学は2005年11月に, 専門学校は2005年7月に, 授業の時間を利用して実施した。

**質問紙の内容** 質問紙は, 以下に示すように, 計算時における指の利用と指導に関する8つの質問から構成されていた。(1) 小さい頃, 足し算や引き算をする時に, 指を使っていましたか?(この質問に「はい」と回答した場合は, 利用場所を尋ねた上で, 以下の2番から8番の質問に答えてもらい, 「いいえ」の場合は5番以降の質問に答えてもらった)。(2) いつぐらいまで指を使っていましたか?(3) 指を使って計算することを, 自分でどのように思っていましたか?(4) 指を使って計算していて, 親や先生に何か言われたことがありましたか?(5) 小学1・2年生の頃, 計算は得意でしたか?(6) 小学5・6年生の頃, 算数は得意でしたか?(7) 現在, 算数や数学は得意ですか?(8) 現在, 算数や数学は好きですか?

## 結果と考察

**指の利用** 「小さい頃, 足し算や引き算をする時に指を使っていましたか?」という質問に対する回答結果を, 学校別, 性別に集計し, 表1に示した。また, 比較のために, 杉村・山名(2006)の結果(調査対象の所属はA大学の教育学部, 質問項目は本研究と同じ)と杉村・山名(2003)の結果(調査対象の所属はB大学の文学部教育学科, 女子大学であったため対象は女

表1 小さい頃の計算時の指の利用

校種		はい		いいえ		覚えていない	合計	
		度数	%	度数	%			
短期大学	男性	15	34.9	15	34.9	13	30.2	43
	女性	130	71.4	18	9.9	34	18.7	
	合計	145	64.4	33	14.7	47	20.9	
専門学校	男性	7	38.9	7	38.9	4	22.2	18
	女性	19	59.4	7	21.9	6	18.8	
	合計	26	52.0	14	28.0	10	20.0	
A大学	男性	10	26.3	12	31.6	16	42.1	38
	女性	55	44.7	18	14.6	50	40.7	
	合計	65	40.4	30	18.6	66	41.0	
B大学	女性	116	73.4	13	8.2	29	18.4	158

性のみで、質問項目の(5)から(8)は実施していない)を表1の下部に示した。

表1をみると、「はい」と回答した者の割合は、短期大学64.4%、専門学校52.0%で、ともにA大学40.4%よりも高いが、B大学73.4%よりは低い。校種の違いを検討するために、共学の3つの学校の回答を男女こみにして検定したところ統計的に有意であった( $\chi^2(4) = 29.14, p < .01$ )。女性だけを比較すると、「はい」の割合は、短期大学71.4%、専門学校59.4%、A大学44.7%、B大学73.4%であり、同様の傾向がみられた。ちなみに、性差を検討したところ、短期大学ではA大学と同様に有意であったが( $\chi^2(2) = 24.24, p < .01$ )、専門学校では有意でなかった( $\chi^2(2) = 2.19, n.s.$ )。

一方、「いいえ」と回答した者の割合は、短期大学14.7%、専門学校28.0%、A大学18.6%、B大学8.2%で、専門学校が高くB大学が低い。さらに、「覚えていない」と回答した者の割合は、短期大学20.9%、専門学校20.0%、B大学18.4%で、ともにA大学41.0%はよりも低い。本調査だけでは、「覚えていない」と回答した者が、指を使っていたのに覚えていないのか、使っていなかったことに自信がもてないのかを明らかにすることはできないが、小さい頃、足し算や引き算をする時に指を使っていたかどうかは校種によりかなり異なっていることがわかる。

次に、この質問に「はい」と回答した者に、いつぐらいまで指を使っていたかを表2に示した0から9の選択肢で尋ねたところ、表2のような結果となった(短期大学の女性4名が無回答であったので合計は126名)。全体では、校種により若干のばらつきはあるものの、計算時に指を使っていた割合は、小学2年生までの間に最も高くなり(短期大学では小2、A大学とB大学では小1)、その後は徐々に減少するものの、

現在も使っている学生が一定数存在した(短期大学の男性の0%、専門学校の女性の52.6%以外は、20%前後であった)。

小学校2年生までに指を使わなくなったと回答した者(男女合計)の割合は、短期大学53.9%、専門学校38.5%、A大学55.7%、B大学60.2%であった。このように標本値では専門学校の割合が他より低いが、人数の多い女性のみで指を小2まで利用していた者と小3以降も利用していた者に分け、4群の割合を検定したところ有意差はなかった( $\chi^2(3) = 5.53, n.s.$ )。したがって、校種にかかわらず小学校2年生までには半数以上の者が足し算や引き算をする時に指を使わなくなっているといえる。

一方、「現在も使っている」と回答した者(男女合計)の割合は、短期大学17.7%、専門学校38.5%、A大学26.2%、B大学14.6%であった。どのような場合に現在も指を使っているかに対する自由記述を見てみると、指を使う場合は多様であるが、数を数えたり、簡単な計算をしたり、お金や日時の計算をしたりするときに現在でも指を使っている場合が多いようである。

数概念の形成にとって1対1対応の操作が重要であり、具体物と具体物の1対1対応、具体物と数詞の1対1対応において、指は具体物とほぼ同格のものとして扱われている(Bergeron & Herscovics, 1990)。その際、指は具体物と同様に集合数や順序数を数える対象である。そして、指は数える対象にとどまらず、数えるための身近な道具(手段)としての役割を果たす。それは、私たちが普段用いている十進法と指とが構造的に対応しているからである。それに、数詞や数字という表記が適切に関連づけられることによって、集合数や順序数という数(自然数)が理解されてくる。

子どもは小学校に入学する前に、日常生活の中で数概念の基礎となる様々な経験をすることによって、数の保存を徐々に発達させている。そして、小学校に入学して、子どもは第1学年での具体物を用いた活動などを通して、100までの数の意味や表し方、1位数と1位数との加法や減法の意味を理解し、計算ができるようになる。さらに、第2学年で数を4位数まで拡張し、子どもは数や加法・減法の意味理解を深め、これらの計算の技能に習熟し、乗法という計算を学習する。

したがって、指の利用は10までの数とその表し方の理解、1位数と1位数の加法や減法の計算にとっては有効に機能するといえる。しかしながら、数がさらに拡張されると、指を利用することなく、十進位取り記数法を基にして自然数の四則計算を念頭や記号操作によって行うことが求められる。このような意味で、本調査の対象者の半数以上が小学校2年生までに指を

表2 計算時に指を使っていた最終学年の度数と割合

校種	短期大学		専門学校		A大学		B大学							
	性	男性	女性	男性	女性	男性	女性	女性						
	度数	%	度数	%	度数	%	度数	%						
0. 小学校入学前まで	1	6.7	3	2.4	3	42.9	2	10.5	0	0.0	5	9.6	5	4.9
1. 小1まで	1	6.7	31	24.4	0	0.0	2	10.5	3	33.3	17	32.7	36	35.0
2. 小2まで	6	40.0	34	26.8	1	14.3	2	10.5	1	11.1	8	15.4	21	20.4
3. 小3まで	3	20.0	8	6.3	0	0.0	2	10.5	0	0.0	1	1.9	10	9.7
4. 小4まで	2	13.3	9	7.1	1	14.3	0	0.0	0	0.0	2	3.8	5	4.9
5. 小5まで	0	0.0	1	0.8	0	0.0	0	0.0	0	0.0	3	5.8	3	2.9
6. 小6まで	0	0.0	8	6.3	0	0.0	1	5.3	0	0.0	1	1.9	6	5.8
7. 中学校まで	1	6.7	2	1.6	0	0.0	0	0.0	3	33.3	1	1.9	1	1.0
8. 高校まで	1	6.7	5	3.9	2	28.6	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
9. 現在も使っている	0	0.0	25	19.7	0	0.0	10	52.6	2	22.2	14	26.9	15	14.6
合計	15		126		7		19		9		52		103	

使わなくなる、という結果は小学校における算数教育の成果の現れであると解釈できる。

その一方で、残りの半数近くは、小3以降も計算時に指を利用していた。現在も使っていると回答した者が、具体的な場合として「答えに不安がある時」と記述していることから、暗算の答えに対する不安の程度の個人差が、指の利用の期間の長さに影響している可能性が考えられる。また、指を利用する場面として、「日にちを数える時」「時間を計算する時」「お金の計算をする時」「頭がぼんやりしている時」「頭を働かせるのがめんどくさい時」「頭をあまり使わず、てっとり早く計算したい時」といった記述があったことから、大人になっても状況や目的によっては、指を利用しがちな場面があると考えられる。そこでは、カレンダー、紙と鉛筆、電卓、パーソナルコンピュータといった指以外の利用可能な道具の有無や、その場の頭の疲労状態などが関係していると思われる。

さらに、指を使っていた場所を「学校でも自宅でも人目を気にせずに使っていた」「学校では机の下などで見えないように使っていた」「学校では使わず、自宅だけで使っていた」「その他」という4つの選択肢を用意して尋ねたところ、表3に示したような結果であった。このように、指を使っていた場所についても校種によって異なりが見られ、短期大学生の指を使っていた者の半数近くが「人目を気にして」机の下や自宅だけで使っていたのに対して、専門学校生やA大学生の指を使っていた者の半数以上が「人目を気にせずに」学校でも自宅でも使っていたという点が注目される。こうした相違点は、短期大学生の指を使っていた女性130名のうち、50名(38.5%)が人目を気にせずに使っていたのに対して、79名(60.8%)が人目を気にして使っていたと回答したからであり(専門学校の女性は、順に14名(73.7%)と5名(26.3%)で男性と同じ傾向であった)、一部の女性が小学校低学年において指を使って計算することに恥ずかしさなどの否定

表3 計算時に指を使っていた場所と使い方

校種	選択肢								合計
	1		2		3		4		
	度数	%	度数	%	度数	%	度数	%	
短期大学	59	40.7	72	49.7	13	9.0	1	0.7	145
専門学校	18	69.2	6	23.1	1	3.8	1	3.8	26
A大学	36	55.4	20	30.8	1	1.5	8	12.3	65

(注) 選択肢は下記のようにであった。

1. 学校でも自宅でも人目を気にせずに使っていた
2. 学校では机の下などで見えないように使っていた
3. 学校では使わず、自宅だけで使っていた
4. その他

表4 指を使って計算することに対する思い(複数回答可)

校種	短期大学		専門学校		A大学	
	度数	%	度数	%	度数	%
	1. 早くできる	21	14.5	3	11.1	6
2. 間違わない	48	33.1	11	40.7	26	40.0
3. わかりやすい	96	66.2	13	48.1	36	55.4
4. 恥ずかしい	26	17.9	2	7.4	11	16.9
5. よくない	6	4.1	2	7.4	3	4.6
6. その他	4	2.8	3	11.1	4	6.2



的な感情をより強く抱いていたことを示唆している。

また、指を使って計算することを、自分でどのように思っていたかを、「早くできる」「間違わない」「わかりやすい」「恥ずかしい」「よくない」「その他」の6つの選択肢(複数回答可)から選ばせたところ、表4に示したような結果であった。これより、校種によって多少の違いはあるものの、多くの者が指を使って計算することは「わかりやすい」「間違わない」と思っていた点は共通している。これら2つの典型的な肯定的理由に対する回答を男女別に見てみると、男性は「わかりやすい」よりも「間違わない」を多く選択し、逆に女性は「間違わない」よりも「わかりやすい」を多く選択する傾向があることがわかった(「間違わない」「わかりやすい」の順に、短期大学では、男性、66.7%, 40.0%, 女性29.2%, 69.2%, 専門学校では、男性、57.1%, 42.9%, 女性35.0%, 50.0%)。さらに、この結果から、指を使っていた場所と使い方の結果から示唆された、指を使って計算することに対して「恥ずかしい」「よくない」という否定的な感情を抱いていた者が、短期大学では22%, 専門学校では15%いたことが読み取れる。

最後に、指を使って計算していて、親や先生に何か言われたことがあるかを尋ねたところ、表5のような結果となり、全体的に言われた覚えのある者は少なかった。他の学校に比べてA大学の「ある」の割合が若干低かったが、統計的には有意でなかった( $\chi^2(6) = 8.65, n.s.$ )。また、比較的人数の多い短期大学の学生の回答を、指を小2まで利用していた者と小3以降も利用していた者に分け、言われたことの有無を調べたところ、「ある」「ない」「覚えていない」の順に、小2までの群68人では12人(17.6%), 28人, 28人, 小3以降の群58人では、14人(24.1%), 30人, 14人で、小3以降の群の方が、割合が若干高かったが統計的には有意でなかった( $\chi^2(2) = 4.12, n.s.$ )。この結果は、指を遅くまで利用するほど何か言われることが多くなるとも限らないことを意味している。

**計算・算数・数学の得意不得意** 小学1・2年生の頃、小学5・6年生の頃、そして、現在の、計算や算数・数学の得意不得意と好き嫌いを尋ねた結果を、性

表5 指を使って計算していて親や先生に何か言われた覚え

	短期大学		専門学校		A大学		B大学	
	度数	%	度数	%	度数	%	度数	%
1. ある	30	20.7	4	16.7	5	7.7	28	19.3
2. ない	68	46.9	13	54.2	32	49.2	58	40.0
3. 覚えていない	47	32.4	7	29.2	28	43.1	59	40.7

別に集計し、表6から表9に示した。「小学1・2年生の頃、計算は得意でしたか?」という質問に対する男女を合計した場合の回答の割合は、「はい」が短期大学28.2%, 専門学校51.0%, A大学60.0%, 「いいえ」が短期大学36.4%, 専門学校18.4%, A大学12.7%, 「どちらともいえない」が短期大学25.8%, 専門学校22.4%, A大学12.0%, 「覚えていない」が短期大学9.6%, 専門学校8.2%, A大学15.3%であった。そして、「小学5・6年生の頃、算数は得意でしたか?」という質問に対する男女を合計した場合の回答の割合は、「はい」が短期大学27.8%, 専門学校34.7%, A大学67.3%, 「いいえ」が短期大学50.2%, 専門学校36.7%, A大学14.7%, 「どちらともいえない」が短期大学13.9%, 専門学校24.5%, A大学16.0%, 「覚えていない」が短期大学8.1%, 専門学校4.1%, A大学2.0%であった。

短期大学生の場合には、小学1・2年生の頃の計算が得意だったと回答した者が28.2%で、小学5・6年生の頃の算数が得意だったと回答した者が27.8%とほぼ変化せず、「いいえ」が36.4%から50.2%に増加していることから、計算や算数が得意であったという算数における肯定的な自己概念をもっている者の割合は3割弱で変わらないが、算数における否定的な自己概念をもつ者が高学年になるにつれて増え、約5割に達していることがわかる。また、専門学校生の場合には、小学1・2年生の頃の計算が得意だったと回答した者が51.0%で、小学5・6年生の頃の算数が得意だったと回答した者が34.7%と減少し、「いいえ」が18.4%から36.7%に増加していることから、高学年になるにつれて算数における肯定的な自己概念をもっている者の割合が3割強に減少し、否定的な自己概念をもつ者の割合が3割強に増加していることがわかる。それに対して、A大学生の場合には、小学1・2年生の頃の計算が得意だったと回答した者が60.0%で、小学5・6年生の頃の算数が得意だったと回答した者が67.3%と増加し、6割強の者が計算や算数が得意であったという算数における肯定的な自己概念をもっていることがわかる。

このように、小学1・2年生の頃の計算と小学5・6年生の頃の算数に対する得意・不得意の変化のパターンは、校種によりかなり異なっている。このことは、小学校の低学年における算数では数と計算に関する内容が多くを占めるのに対して、中学年や高学年においては、その他に図形、量と測定、数量関係に関する内容が増えて、相対的に数と計算に関する内容の全体に占める割合が小さくなるということと関連しているのではないかと推測される。A大学、短期大

表6 小学1・2年生の頃「計算は得意」に対する回答

校種	短期大学		専門学校		A大学							
	男性	女性	男性	女性	男性	女性						
選択肢	度数	%	度数	%	度数	%	度数	%				
1	17	42.5	42	24.9	13	76.5	12	37.5	24	66.7	66	57.9
2	11	27.5	65	38.5	2	11.8	7	21.9	1	2.8	18	15.8
3	11	27.5	43	25.4	2	11.8	9	28.1	5	13.9	13	11.4
4	1	2.5	19	11.2	0	0.0	4	12.5	6	16.7	17	14.9
合計	40		169		17		32		36		114	

(注) 選択肢 1. はい, 2. いいえ, 3. どちらともいえない, 4. 覚えていない

表7 小学5・6年生の頃「算数は得意」に対する回答

校種	短期大学		専門学校		A大学							
	男性	女性	男性	女性	男性	女性						
選択肢	度数	%	度数	%	度数	%	度数	%				
1	12	30.0	46	27.2	5	29.4	12	37.5	29	80.6	72	63.2
2	19	47.5	86	50.9	7	41.2	11	34.4	1	2.8	21	18.4
3	8	20.0	21	12.4	5	29.4	7	21.9	4	11.1	20	17.5
4	1	2.5	16	9.5	0	0.0	2	6.3	2	5.6	1	0.9
合計	40		169		17		32		36		114	

(注) 選択肢 1. はい, 2. いいえ, 3. どちらともいえない, 4. 覚えていない

表8 現在「算数や数学は得意」に対する回答

校種	短期大学		専門学校		A大学							
	男性	女性	男性	女性	男性	女性						
選択肢	度数	%	度数	%	度数	%	度数	%				
1	3	7.5	29	17.2	2	11.8	8	25.0	14	38.9	22	19.3
2	26	65.0	98	58.0	13	76.5	19	59.4	15	41.7	54	47.4
3	11	27.5	42	24.9	2	11.8	5	15.6	7	19.4	38	33.3
合計	40		169		17		32		36		114	

(注) 選択肢 1. はい, 2. いいえ, 3. どちらともいえない

表9 現在「算数や数学は好き」に対する回答

校種	短期大学		専門学校		A大学							
	男性	女性	男性	女性	男性	女性						
選択肢	度数	%	度数	%	度数	%	度数	%				
1	2	5.0	37	21.9	0	0.0	11	34.4	19	52.8	45	39.5
2	28	70.0	90	53.3	12	70.6	19	59.4	6	16.7	32	28.1
3	10	25.0	42	24.9	5	29.4	2	6.3	11	30.6	37	32.5
合計	40		169		17		32		36		114	

(注) 選択肢 1. はい, 2. いいえ, 3. どちらともいえない

学, 専門学校を合計して, 小学1・2年生の頃の計算と小学5・6年生の頃の算数に対する得意不得意の変化を見てみると, 「はい」と回答した者の割合は42.6%から43.1%へ, 「いいえ」は25.5%から35.5%へ,

「どちらともいえない」は20.3%から15.9%へと変化している。このことから全体的には, 小学校低学年の計算や高学年の算数が得意だったと思っている者の割合は4割強で変化せず, 不得意であったと思っている者

の割合が低学年の計算から高学年の算数にかけて10ポイント増加して、約3人に1人の者が高学年の算数は不得意であったと思っているという実態が浮かび上がってくる。

こうした傾向は、本調査とは対象や質問の仕方は異なるが、1995年のTIMSS (The Third International Mathematics and Science Study) において数学(わが国では算数)が好き(「大好き」と「好き」の合計)と答えた小学校4年生の割合が53%であった、という結果とほぼ一致するものである(国立教育政策研究所, 2001)。したがって、本調査では、こうした算数に対する得意不得意の全体的な傾向だけでなく、その後の進学先によって小学校低学年の計算と高学年の算数に対する得意不得意の変化のパターンには相違点が見られるということが明らかになったといえる。

次に、「現在、算数や数学は得意ですか?」という質問に対する回答者の割合は、「はい」が短期大学15.3%、専門学校20.4%、A大学24.0%、「いいえ」が短期大学59.3%、専門学校65.3%、A大学46.0%、「どちらともいえない」が短期大学25.4%、専門学校14.3%、A大学30.0%であった。そして、「現在、算数や数学は好きですか?」という質問に対する回答者の割合は、「はい」が短期大学18.7%、専門学校22.4%、A大学42.7%、「いいえ」が短期大学56.5%、専門学校63.3%、A大学25.3%、「どちらともいえない」が短期大学24.9%、専門学校14.3%、A大学32.0%であった。

以上のように、現在の算数や数学の得意不得意と好き嫌いの割合は、校種によりかなり異なっている(3つの学校の回答の違いを検定したところ、4つの質問とも有意であった。順に $\chi^2(6) = 53.33, p < .01, \chi^2(6) = 72.83, p < .01, \chi^2(4) = 10.92, p < .05, \chi^2(4) = 45.57, p < .01$ )。A大学生の場合は、現在、算数や数学は得意だと回答した者の割合が24.0%であるのに対して、好きだと回答した者の割合はそれを大きく上回って42.7%である。他方、短期大学生の場合は、現在、算数や数学は得意だと回答した者の割合が15.3%であるのに対して、好きだと回答した者の割合はそれを少し上回る程度で18.7%ある。さらに、専門学校生の場合は、現在、算数や数学は得意だと回答した者の割合が20.4%であるのに対して、好きだと回答した者の割合はそれを少し上回る程度の22.4%である。

この回答の結果には、質問中の「数学」のとらえ方が校種によって異なっていることが影響を及ぼしているのではないかと推測される。上記の算数・数学の得意不得意の結果を、少し視点を変えて小学校高学年と現在とでその変化を見てみると、得意と回答した者の割合は、A大学生は67.3%から24.0%へ、短期大学生

は27.8%から15.3%へ、専門学校生は34.7%から20.4%へと低下している。いずれも低下しているという点では共通しているが、A大学生の場合にはその低下が著しい。このことから、「数学」としてどのような数学をイメージしているかが異なっているのではないかと考えられる。

最後に性差に関して簡単にふれておく。杉村・山名(2006)では、小学5・6年生の頃ならびに現在の算数の得意不得意において、性差がみられ、いずれの時点においても、男性の方が得意な者の割合が高かった。それに対して本研究では、短期大学、専門学校ともに、小学1・2年生の頃の計算の得意不得意で性差に有意な傾向がみられ(短期大学、専門学校の順に $\chi^2(3) = 7.27, p < .10, \chi^2(3) = 7.37, p < .10$ )、現在の算数や数学の好き嫌いで性差が有意であった(短期大学、専門学校の順に、 $\chi^2(2) = 6.55, p < .05, \chi^2(2) = 10.03, p < .01$ )。現在の好き嫌いで、短期大学、専門学校ともに、女性の方が好きな者の割合が高く、性差の現れた時期や傾向は先行研究と異なっていた。

**指の利用と計算等の得意不得意との関連** 指を利用して計算・算数・数学の得意不得意ならびに好き嫌いとの関連を検討した。その際、男女で回答の傾向が異なり、しかも男性の人数が少ないので、対象者の数が多い短期大学の女性のみを分析の対象にした。また、表1の短期大学の女性の欄からわかるように、「小学校入学前まで」と「小3まで」から「高校まで」は度数が少ないので、「小学校入学前まで」は「小1まで」と合併し「小3から高校まで」は1つのカテゴリーにして分析を行った。以上のようにして、小さい頃、足し算や引き算をする時に指を「使っていない」群、「小1まで」群、「小2まで」群、「小3から高校まで」群、「現在も」使っている群に分け、群別に計算・算数・数学の得意不得意ならびに好き嫌いに対する回答を集計し、表10に示した。また、小さい頃、足し算や引き算をする時に指を使っていたか「覚えていない」群の結果も参考のために示した。

まず、「小学1・2年生の頃、計算は得意でしたか?」という質問に対する結果を見てみると、短期大学女性の場合は、「はい」の割合は「(入学前から)小1まで」群(27.6%)と「小2まで」群(28.6%)はほぼ同じで、「小3から高校まで」群で低くなり(11.5%)、それとは反対に、「いいえ」の割合は「(入学前から)小1まで」群(34.5%)から「小3から高校まで」群(57.7%)にかけて高くなっており、全体的には、指を利用して期間が長い群ほど、計算が不得意な者が多いことがわかる。また、「使っていない」群は計算が得意であった者の割合が最も高く(47.1%)、「現在も」群(21.7%)

表10 指の利用時期別にみた計算・算数・数学の得意不得意ならびに好き嫌いの度数と割合

	いつぐらいまで指を使っていましたか？											
	使っていない		小1まで		小2まで		小3～高校		現在も		覚えてない	
	度数	%	度数	%	度数	%	度数	%	度数	%	度数	%
小学1・2年生の頃、計算は得意でしたか？												
1. はい	8	47.1	8	27.6	8	28.6	3	11.5	5	21.7	9	34.6
2. いいえ	3	17.6	10	34.5	14	50.0	15	57.7	13	56.5	10	38.5
3. どちらともいえない	6	35.3	11	37.9	6	21.4	8	30.8	5	21.7	7	26.9
4. 覚えていない	1		3		2		5		0		7	
小学5・6年生の頃、算数は得意でしたか？												
1. はい	9	56.3	9	30.0	9	30.0	3	11.5	4	17.4	11	40.7
2. いいえ	5	31.3	14	46.7	18	60.0	21	80.8	17	73.9	11	40.7
3. どちらともいえない	2	12.5	7	23.3	3	10.0	2	7.7	2	8.7	5	18.5
4. 覚えていない	2		2		0		5		0		6	
現在、算数や数学は得意ですか？												
1. はい	5	27.8	5	15.6	6	20.0	2	6.5	2	8.7	8	24.2
2. いいえ	6	33.3	19	59.4	17	56.7	19	61.3	19	82.6	18	54.5
3. どちらともいえない	7	38.9	8	25.0	7	23.3	10	32.3	2	8.7	7	21.2
現在、算数や数学は好きですか？												
1. はい	7	38.9	8	25.0	6	20.0	3	9.7	2	8.7	10	30.3
2. いいえ	6	33.3	16	50.0	16	53.3	20	64.5	16	69.6	16	48.5
3. どちらともいえない	5	27.8	8	25.0	8	26.7	8	25.8	5	21.7	7	21.2

(注) 小学生の頃の各選択肢の%は、指の利用の各群において群の人数から「覚えていない」に○を付けた人数を引いた数を分母として算出した。

は「(入学前から)小1まで」群(27.6%)と「小2まで」群(28.6%)より少し低い割合であった。

「小学5・6年生の頃、算数は得意でしたか？」という質問に対する結果も、小学生1・2年生の頃と同様の傾向を示しており「現在、算数や数学は得意ですか？」と「現在、算数や数学は好きですか？」に関しても、全体的に「はい」の割合が低くなっているものの、「使っていない」群が一番高く、「小1まで」群と「小2まで」、「小3～高校まで」群と「現在も」群の順に低くなっていくという傾向は一貫していた。

最初に問題と目的の部分で述べたように、先行研究での調査対象であったA大学の女性の場合には、現在の算数・数学の得意不得意や好き嫌いに関しては、使っていない群や現在も使っている群の方が、使っていた群に比べて、得意な者や好きな者の割合が低かった。詳しく比較すると、A大学の女性の場合には、現在の算数や数学の得意不得意や好き嫌いにおいて、指を「使っていない」群の「はい」の割合が、それぞれ7.1%と21.4%で、小学1・2年生の頃の計算の得意不得意に対する「はい」の割合である90.9%や、小学5・6年生の頃の算数の得意不得意に対する「はい」の割合である71.4%に比べて激減していた。一方、短期大学の女性の場合には、指を「使っていない」群の「はい」の割合はそれぞれ27.8%と38.9%で、A大学の女性ほど激減しておらず、「はい」の割合はその他の群と比較して最も高かった。

このことは、A大学の女性と短期大学の女性とで、

思い浮かべている算数や数学が異なることを反映していると考えられる。このような質問をされた際、「算数」は小学生の時に学習したものをどの学生もイメージするであろうが、「数学」は義務教育後の高等学校や大学でどのような内容を学んだかによってイメージするものが異なりうるからである。本調査ではそれを確認することはできないが、大学でより抽象的な数学を学びそれを理解するためには、単なる暗記による算数や数学の学びでは到底不十分であり、その根源的な原因が小学校低学年において指を使って数や計算を理解しなかったことにあるといえるかもしれない。

本研究では、計算時にいつまで指を利用するかということに関しては先行研究と同様の結果であった。また、指を利用していた期間が長い群ほど計算や算数の得意な者の割合が低いという知見も確認できた。しかしながら、使っていない群の方が使っていた群に比べて、現在、算数や数学が得意な者や好きな者の割合が低い、ということに関しては、全く正反対の結果であった。

数学における自己概念は、わが国においては、数学的リテラシー得点にはあまり大きな影響を与えていないことが明らかにされている(国立教育政策研究所, 2004)。これは数学における自己概念と数学的リテラシー得点との関連について述べたものであるが、今後は、この点に留意して、さらに調査対象を拡大し、計算時における指の利用と算数・数学能力との関連を解明していく必要がある。

## 【引用文献】

- Alibali, M. A., & DiRusso, A. A. (1999). The function of gesture in learning to count: more than keeping track. *Cognitive Development*, 14, 37-56.
- Bergeron, J. C., & Herscovics, N. (1990). Psychological Aspects of Learning Early Arithmetic. In Nesher, P. and Kilpatrick, J. (Eds), *Mathematics and Cognition: A Research Synthesis by the International Group for the Psychology of Mathematics Education*. Cambridge University Press. pp.31-52.
- Dowker, A. (2005). *Individual differences in arithmetic: Implications for psychology, neuroscience and education*. Hove, New York: Psychology Press.
- Fayol, M., Barrouillet, P., & Marinthe, C. (1998). Predicting arithmetical achievement from neuropsychological performance: A longitudinal study. *Cognition*, 68, B63-B70.
- Fuson, K. C. (1982). An analysis of the counting-on solution procedure in addition. In T. P. Carpenter, J. M. Moser, & T. A. Romberg (Eds.), *Addition and subtraction: A cognitive perspective*. Hillsdale, NJ: Erlbaum. pp.67-82.
- 国立教育政策研究所. (2001). 数学教育・理科教育の国際比較 - 第3回国際数学・理科教育調査の第2段階調査報告書 - . ぎょうせい.
- 国立教育政策研究所. (2004). 生きるための知識と技能2 - OECD 生徒の学習到達度調査 (PISA) 2003年調査国際結果報告書 - . ぎょうせい. p.133.
- 栗山和広. (2002). 幼児・児童における数表象の構造 北大路書房.
- Siegler, R. S., & Shrager, J. (1984). Strategy choice in addition and subtraction: How do children know what to do? In C. Sophian (Ed.), *Origins of cognitive skills*. Hillsdale, NJ: Erlbaum. pp.229-293.
- 杉村伸一郎・山名裕子. (2003). 計算時における指の利用とそれに対する指導 - 教職志望の女子大学生による回想と指導に関する信念 - 神戸女子大学文学部紀要, 36, 63-75.
- 杉村伸一郎・山名裕子. (2005). 幼児の足し算における指の利用 幼年教育研究年報, 27, 89-98.
- 杉村伸一郎・山名裕子. (2006). 計算時における指の利用と算数・数学能力との関連 幼年教育研究年報, 28, 41-49.



## 指を利用して計算する子どもに対する教師の指導†

### —教師へのインタビューと探索的調査の結果から—

山名 裕子\*

秋田大学教育文化学部

杉村伸一郎\*\*

広島大学大学院教育学研究科

本研究では、算数教育の指導における指計算（指を利用して計算すること）の効用と問題点を明らかにするために、現職の小学校教師2名にインタビューを（研究1）、6名に探索的な質問紙調査を（研究2）実施した。最近の指導要領には、指の利用に関する子どもへの指導についてはあまり触れられていないが、実際には指を利用している子どもが多いことも明らかになった。また、足し算を教える際の指の利用とその指導については、これまでも賛否両論があったが、調査からも様々意見がみられた。小学校の1年生から3年生までの間に指を使わないで計算できるようになって欲しいと思う教師が6名中5名おり、その理由として、だんだんできるようになれば自然に使わなくなるという意見や、指にばかり頼っていると計算のスピードが遅くなるという意見がみられた。そして、それぞれの教師が指の利用に対する指導を行っていることが明らかにされた。今後、より多くの教師を対象にして足し算等の教え方とその理由を詳細に調べるとともに、教師が指の利用を発達のどのようになっているのかを、数概念の形成との関連や具体と抽象の間のプロセスという観点から明らかにしていく必要がある。

キーワード：計算時の指の利用，認知発達，幼小連携，指導法

#### 問題と目的

小学校に入る前の子どもたちは、「学校」という場で、公的に（フォーマルに）教わっていないが、「ひとつ、ふたつ、みっつ」と数えることはできるし、「お休みしたお友達が2人いる」というような理解も可能になってくる。さらには「1つと1つを合わせると2つ」というような「足す」という概念を日常生活の中で学んでいる。

小学校に入学する前に、つまり学校という場所でフォーマルに算数を教えられていなくても、子ども

たちはインフォーマルに算数の理解を行っている（Baroody, 1993; 丸山・無藤, 1997）。インフォーマルな知識は間違っていたり、非体系的であったりするので、子どもがもっている既存のインフォーマルな知識を、どのようにフォーマルな理解につなげていくのかが、重要な課題となっている（Bruer, 1993/1997）。

今までの足し算のインフォーマルな知識と言われる計数の研究では、初期の段階では指を使って数を理解することが示されており、この際の指の利用は、記憶の軽減の側面から論じられていた（Fuson, 1992; 栗山, 2002; Siegler & Shrager, 1984）。しかし、彼らは実験時に指を積極的に利用することを教示していたため、子どもの自然発生的な指の利用については明らかになっていなかった。Siegler & Robinson (1982), 杉村・山名 (2005) では計算時の自然発生的な子どもの指の動きを調べた結果、積

2006年1月23日受理

† Instruction to Children Who use of Fingers During Calculations: The results obtained from teachers' interview and an exploratory questionnaire.

\* Yuko YAMANA, Faculty of Education and Human Studies, Akita University

\*\* Shinichiro SUGIMURA, Graduate School of Education, Hiroshima University

極的に指を使うことを教示した先行研究ほどではなかったが、年長児でも1桁同士の数の小さい足し算はできること、またその際に指を利用する子どもがいることが明らかになっている。

小学校1年生の足し算方略に関しては、平井(1992, 1993)が詳細に分析している。彼は、計算をする際、具体物(オハジキ)を用いる、指で数える、暗算で計算する、のどれかで解答するように教示をし、子どもたちがどのような解決法で足し算を行うのか分析している。その中で、具体物を使ってほとんどの問題を解決する子どもや、指を利用して解決する子どもの特徴を詳細に把握し、さらに指導していくことが重要であると述べている。

このように、基本的な計算能力が幼児期から児童期にかけてどのように獲得されていくのかを明らかにすることは、最近重要な課題となっている幼小連携におけるカリキュムや指導方法の開発に関しても大きな示唆を与えると考えられる。

では実際に、幼稚園や保育所で教師は何らかの数の指導を行っているのだろうか。また小学校、特に低学年での指導についてはどのような指導が行われているのだろうか。

現在の幼稚園教育要領(文部省, 1999)では、身近な環境とのかかわりに関する領域「環境」の中で、数量概念は「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」ことがねらいとされており、日常生活の中で身につけていくものとされている。榊原(2002, 2006)が指摘するように、「学習」を目的としない場合でも日常生活の中で、欠席の友達の数や「合わせ」たり、歌の中で数に関する表現が多数でてきたりと、インフォーマルな形で子どもたちは数に接している。

それに対して、小学校での教科書や指導書では、計算時の指の利用について以下のような指導の経緯がみられる。

対象物を数えることによって、対象物がいくつあるかを把握させる、いわゆる「数え主義」と呼ばれる時代には、教科書にも指の利用に関する記述が多くみられた。しかし一方で、指は便利であるため、指を使って計算すれば、指を利用し続けるという危険性も示唆している。たとえば、1936年に大阪書籍株式会社から出版されている教科書では、指の利用について以下のように述べている(同様の記載が

1941年に大阪書籍株式会社から出版されている「カズノホン三教師用」にもみられる)。

最初は、実際の事物について、数えることによって行わせる。それから暗算に移る過程において、実物の代用となる物を使用せしめる。その代用物としては、一般に指が多く用いられる。また、計算器、数図も広く用いられる。この中、指は極めて便利であるが、あまりに便利であるが故に、これを離れることが困難となり、暗算に至る妨げとなる虞がある。(中略)いずれにせよ、本章の暗算は、実際の事物についてえた数の観念を基礎とし、反復練習によって、寄算・引算が反射的に念頭に浮かぶように至らしめるほかはない。これに至らしめる手段として、指・計算器・数図などの使用が存在することを考慮して、善処すべきである。(p.23)

それ以後、戦後の教科書では、1971年に発行された啓林館と大日本図書、ならびに1974年に発行された大日本図書の1年生の教科書には具体物やドットとともに、指による数の表示が記載されていた(付図参照)。しかしそれ以後の教科書には、具体物としての指の記述は見られず、「数える」というよりも「一対一対応」によって数を把握することが求められている。

指導書や参考書での指の記述に関しては、指の利用を容認する立場や、最初は利用してもよいがあまり好ましくはない、指を利用するのは数え主義から抜け出ていない証拠なので、利用しない方がよいというように、様々な立場がみられる。

和田(1970)は、具体物と結びつけて計算のしかたを考えさせるときに、具体物として指を利用してもよい、と述べており、さらには、「両手を用いて加減の意味をはっきりさせてもよい」と述べている。また深津(1983)は1年生の実態として、大半の子どもが指を使っていることに言及し、具体物としての指の利用を容認している。

そこまで容認はしていないが、数が映像として脳に浮かんでくるまではやむを得ないという立場や、あるいは、答えが10以上の足し算にならないと有効であるという立場もある。

柴崎(1981)は、数が脳裏に映像として浮かんでこない子どもが指を使うのであって、初期の段階は、計算機である指を使うことはある程度やむをえないが、早い機会に取り除くようにした方がよいと、指は、映像として「数」が出てくるまでの補助手段であることを述べている。筑波大学付属小学校算数科



教育研究部(1987)は、繰り上がりのない場合には、両手を出して、指を使うことによって答えを求めることができるが、繰り上がりのある場合には、両手の指が足りなくなると、子どもが戸惑うことになると指摘している。

それに対して、指を利用することに批判的な指導も見られる。例えば、岡田(1988)や石田(2000)は、足し算の答えを暗記することを推奨しており、学年が進んでも、答えを暗記しきれていない子が、しきりと指を使うと指摘し、数え主義から一歩も抜け出していない証拠だと述べている。広田(1988)は、指を利用して計算することは、いつでも利用できる手軽さが災いして、いつまでも指を使う悪習となりやすいと指摘している。

このように、足し算を学習し始めたころの指の利用に関しては、様々な立場がみられるが、実際、現場の教師はどのように指導しているのだろうか。また近年の教科書には計算時に指を利用することについて、全くふれられていないが、指を利用する子どもは以前よりも少なくなったのであろうか。さらに幼児期でのつながりについて、教師たちはどのように考えているのだろうか。

そこで本研究では、1年生に対する教師の指導についての予備的なデータを収集するとともに、教師や保護者への質問紙を作成する際の視点を明らかにする。

研究1では、小学校1年生のうち、どれぐらいの子どもが足し算を学習するときに指を利用しているのか、指を利用している子どもに対してどのような指導を行っているのか等を担任教師に尋ね、教師の指導法とともに、その背景にある信念を探る。研究2では、10年以上教職に就いている教師に対して質問紙調査を行い、実際にどのように子どもに対して指導しているのかを探索的に検討する。

## 研究1

### 目的

1年生の担任教師に対してインタビューを実施し、指を利用している子どもの様子を聞くとともに、指を利用することに関して、担任の教師はどのように指導し、どのように考えているのかを考察する。

### 方法

対象者 神戸市立A小学校1年生の担任2名(K先生, S先生)を対象にした。K先生は1組25名、

S先生は2組24名の担任であった。K先生は1996年に1年生を最初に担任、その後2001年、2002年と続けて1年生を担任していた。S先生は、1994年に1年生を担任し、その後1999年から3年間、1年生を担任していた。

質問内容 以下の7点について2名の教師にインタビューを行った。

1. 1年生で、足し算を学習するとき、指を使う子どもがいるかどうか。
2. どのような指導をするか。それはなぜか。
3. もし他の具体物を使うという答えがでた場合、それを使う利点は何か。
4. どの時期まで指を使った計算を認めるのか。
5. 引き算のときには指を使わなくなっているか。
6. 指の利用と算数の成績は関連があるか。
7. 指の利用について親からの相談はあるか。あるとすればどのようなものか。

手続き 2002年6月29日に2名の先生に対して実施した。筆者2名の質問に対して回答を求めるという形式で4名の面談として実施された。記録は筆者のいずれかが必要に応じて筆記で行った。所要時間は、約1時間であった。

### 結果と考察

足し算の学習の始めの時点で、指を使う子どもは1組で25名中15名、2組では24名中19名であると各担任は回答した。実際に著者らが2002年7月に授業観察に行ったとき、学期末のまとめとして足し算と引き算の問題を行っていた授業では、1組は25名中9名、2組は23名中21名(そのうち、時々使用する子どもが5名)の子どもが指を使用して足し算を行っていた。また1週間後に観察に行った際にも、同じ子どもが指を使用していた。

指を使っている子どもに対してどのような指導をするかという質問に対して、S先生は積極的に、指の使い方を教えていると述べた。まず、両手を「ドラえもん(グーの形)」を全員にさせ、片方をグーにしたまま、もう片方は小指から順に「1, 2, 3…」と指をたたせていくよう、指の動かし方を教えていた。S先生は「何もしないで座っているより、指を使ってでもできた方がよいし、また指を使ってはいけないといっても、最初はほとんどの子どもが使うので、積極的に指の使い方を指導する」と回答した。

このような指導の仕方は、教科書や指導書等にもまったく記述がないことであり、S先生が独自に考

えた指導法である。K先生は1年生の担任が3回目であるが、1年目の年は指の指導はほとんどせず、2年目の年は、子どもに応じて指導をしており、積極的に指導にかかわりだしたのは、S先生と1年生を担任するようになった、2002年からである。

S先生は、「おはじきはないと困るし、指も半具体物なので、何も道具がなくてもできる指を使う。モノさえあれば数えられるが、モノがないとできなくなるので、指で練習した方がいい。モノだと机の上がゴチャゴチャしてわからなくなる」という風に、おはじきのような具体物を使うよりも半具体物としての指を積極的に利用する利点を述べていた。その一方で、「指の使い方の指導だけでは、足し算の意味を理解できていないように感じる」とも述べており、理解させるには、ブロックを使い、合わせたり、増やしたりさせる操作が必要であると考えていた。

指を利用した計算に関しては、S先生が積極的に指導しているが、積極的な指導の背景には、指が記憶の補助になるようなことをあげている。「映像が浮かぶことによって、足し算ができるようになり、指が記憶を助け、数の理解につながる。2分20問、1分20問のような計算を続けていくとだんだん覚えていくので指の利用が減る」と述べている。

実際に指を利用した指導を行う場合、保護者からの相談も多い。「親は指を使わせたくないみたいだが、使ってもよい、ということをも明言する。また兄弟や友達にみつかると恥ずかしくなって机の下で計算するが、堂々とさせるようにする」と指を利用することが悪いことではないということ述べていた。

どちらの教師も計算時に指を利用する子どもは、学年が上がるにつれ少なくなるが、引き算のときや繰り上がりの計算になるとまた指を使う子が増える」と述べていた。しかし、それも「自然に」なくなり、学年があがるにつれ指を利用する子どもは減る、と述べていた。また指の利用と算数の成績の関係については、何らかの関係がある、つまり指を使う子どもは算数も苦手である傾向が見られると述べていた。

指を利用して計算する子どもに対する記述は、最近の指導書ではあまり見られない。しかし実際に指を使う子どもがいる場合、S先生のように教師の信念や発達観に基づいて指導が行われる。その指導は経験的に有効性が確認されているのかもしれないが、今後は、指の利用の発達の意味を科学的に解明していく必要があるだろう。

## 研究 2

### 目 的

研究1では2名の担任に対してインタビューを行った結果、S先生は指を利用した計算を積極的に指導しているが、その背景として教科書や指導書には書かれていない指導法を行う場合があることや、教師の指の利用に対するが明らかになった。研究2では、研究1の結果を踏まえて、指を利用することに対する意識やできない子に対する指導や1年生での算数における指導の工夫に重点をおき、探索的な質問紙調査を研究1で対象となった教師以外に実施し、算数教育における指計算の効用と問題点を明らかにするとともに、今後の調査や、現場の教員との研修のあり方について検討する。

### 方 法

**対象者** 教職10年研修に参加した秋田市内の小学校・中学校の教師6名（1名は中学校しか経験がなかったため、今回の分析からは除外した）。

**質問紙の内容** 質問紙は、計算時における指の利用と指導に関する7つの質問から構成されていた。本研究では7つの質問のうち以下の5つについて検討した。

1. 足し算や引き算をする時に指を使う子どもがいますが、何年生ぐらまでなら、指を使ってよいと思いますか。またその理由をお書きください。
2. 1で○をつけられた学年になっても、まだ指を使っている場合は、何か指導・助言等されますか。これまでに指導・助言された経験も含めてお書きください。
3. 足し算や引き算をする時に指を使うことと算数や数学の成績との間に何か関係があると思いますか。またその理由をお書きください。
4. 小学校1年生に、足し算や引き算を教えられる時に、どのような工夫をされていますか。また、なぜそのような工夫をされているのでしょうか。できるだけ具体的に教えてください。
5. もし、足し算や引き算のとき以外でも（他の算数の単元で）、疑問に思ったことや不思議に思ったこと、おもしろいと思ったことなどございましたら、具体的にお書きください。

**手続き** 2005年7月に行われた3日間の研修会の初日に行われた。「幼児期と児童期前半の数概念について、発達心理学の視点から、つまりきやすい点や指導法について議論する」という内容で行われた

研修会の初日の最初の講義のさいに記入を求めた。  
所要時間は約30分であった。

### 結果と考察

#### 子どもの実態と指導

研修の時点で1年生を担当している教師は2名おり、過去に1年生を担当した教師は1名を除く5名であった。

何年生ぐらいまでなら、指を使って計算してもよいかという質問に対して、1年生までよいと答えた教師は1名、2年生まで2名、3年生まで2名、いつまででもよいと答えたのは1名であった。

その理由として、1年生までよいと回答したM先生は、「1年の後半には、答えが10より大きくなる足し算や、ひかれる数が10より大きい引き算を学習する。10のまとまりとばらに分けて考える学習をした後は指を使わないで考えて欲しい」と述べている。

A先生(2年生までよい、と回答)は「小3ぐらいからは授業中に指を使っているのは、スピードが追いつかないと思うので」と指を利用することによって、計算のスピードが遅くなり、結果的に授業についていけなくなる可能性を示唆している。H先生(2年生までよいと回答)は「指も具体物、半具体物の1つとして、数を数えるのに使っても構わないと思う。使っているうちに数をまとまりとして捉えて、合成と分解の概念が形成されていくと思う」と述べている。

以上のように、6名のうち1名だけは、いつまででも指を使って計算してもよいと考えていたが、他の5名は、使ってよいのは小学校の1年生から3年生までと考えていた。その理由は研究1でのインタビューにもあったように、使っていればだんだんできるようになる、しかし、指にばかりたよっていると、計算のスピードが遅くなるというような理由が主であった。

他方、「いつまででもよい」と回答したI先生は、「子どもが十分に具体的な操作段階の経験を積まないのに、無理矢理、指だけはずしても、結局は真の意味での理解にはつながっていかないのでは、と見ていると思う」と、数の理解が伴わないうちに、指の利用を制限することは、逆に計算ができなくなってしまう危険性を示唆していた。

次に、各教師が設定した学年になっても指を子どもが使っている場合に、どのような指導や助言をするか、という質問に対しては、4名の教師が回答し

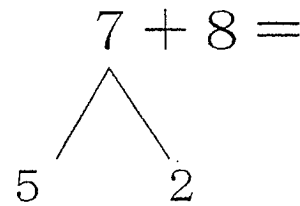


図1 M先生が述べた「7 + 8」の計算の指導

ていた。

Y先生、H先生は「計算カードで繰り返し練習」することによって、瞬時に答えがでるようになれば、指を利用することもなくなると述べていた。M先生は「指を使ってはダメとは言わないが、「7 + 8 =」の場合、7の下に^を書き、その下に5と2を書き足して指導する(図1参照)」というように具体的な指導として、教科書に書かれているような分解や合成を徹底する必要性を述べていた。

またA先生は「小2で指を使っている子どもには、指を折る→指を触る→指を触らず目で追う、というように段階的に指から離していくよう声をかけ、そばについて指導します」と具体的に順をおって指を使わなくさせるよう指導すると回答していた。

このような指導法は指導要領には記載されていないが、教師なりに工夫し系統だて、行われている方法である。実際に指を利用する子どもがいるのであるから、その子どもに対してどのように指導をしていくのか、個々の教師の経験だけではなく、指導の枠組みが必要になるだろう。

ところで、杉村・山名(2003)は、教職志望の女子大学生に対して、指を利用した計算について過去にどんな指導を受けてきたか、また自分が教職についたときどのような指導をするかという質問紙調査を実施した。その結果、指を実際に使用していた学生でも、記憶に残るほどの指導を受けていない人の方が多かった。その一方で、自分が教職についたとき、指を使っている子どもに対して何か指導をするか、という質問に対しては、「指導をする」と回答した大学生は47%、「しない」26%、「わからない」27%であった。そして、指導する場合には計算上の問題を重視し、指導しない場合には子どものやり方や気持ちを重視している傾向が示されていた。

今回の教師の回答は、より実践的な内容を含んでいるものの、基本的な考え方は大学生の回答と類似していた。指を利用している子どもに対する一般

的な指導法が存在しないのであれば、自分自身の経験から子どもへの指導を考えざるをえないのかもしれない。このことを考える上で、保育において働いている知を、個人知、協働知、活動知、一般知という4つの知の再構築過程と捉えている若林・杉村(2005)の議論が参考になる。

4つの知の枠組みを計算時における指の利用に適用すれば、以下のように考えられる。まだ教職に就いていない大学生は、もっぱら経験によってつくられた個人的な信念である個人知に基づいて指導方法を考えている。それに対して、教師は、過去の経験によって形成された個人知に加えて、日々の指導や教育活動自体の中に生じる活動知も利用可能であり、やがてそれらの一部が個人知になっていくと考えられる。さらに、教師の場合は、共同体の中でのコミュニケーションをとおして構成され協働知も使っている。具体的には、研究1におけるK先生とS先生のように、教師同士が相談したり教えあったりする中で指導方法が生み出される。

このように整理してみると、現在不足しているのは、計算時における指の利用に関する一般知、つまり、計算時における指の利用に関して、研究者が提唱した理論や専門書や教科書等に記載されているような一般的知識、一般的な指導法である。今後この一般知を充実させ、それにより他の3つの知もより豊かなものにしていくことが望まれる。また、4つの知の枠組みを子ども側にあてはめた場合には、実践知、身体知、暗黙知などと呼ばれている活動知の中味とそれが内省される過程を明らかにしていく必要があるだろう。

#### 指の利用と算数の成績

足し算や引き算をする時に指を使うことと算数や数学の成績との間に何か関係があると思うか、という質問に対して、3名が「関係ある」、3名が「どちらともいえない」と答えている。「関係がある」と回答した教師では、指を利用することで「時間がたりなかったり、数え間違いが多かったりする」あるいは「数のセンスがない。数量を直感的に捉えることができない」とその理由を述べている。一方、「どちらともいえない」と回答した教師は、「計算するスピードは遅いが、必ずしもできないとは限らない」「算数には計算力以外の能力も必要」ということを述べている。

研究1でのインタビューでも述べられていたが、

指を利用している子ども、特になかなか指の利用がなくならない子どもに対して、算数の成績があまりよくない、と思っていることが伺われた。

#### 小1に対する指導の工夫

小学校という公的な場所で初めて学習をする子どもに対して、教師はどのように指導しているのだろうか。

1年生を担当したことのない教師を除いた5名のうち4名の教師が「視覚的な操作活動」を十分に行うことであると述べている。絵やおはじき、ブロックなどの具体的なものを使って、視覚的に、そして操作を通して指導すると答えている。「抽象的な理解が難しいので、具体物や半具体物を使うことで数を体感させたい(Y先生)」という思いが多くの教師にあることが示された。

#### 指導していて疑問に思ったこと

足し算以外でも、算数に関して疑問に思ったことがありますか、という質問に対して、下記のような疑問がみられた。

A先生は、足し算の文章題の時、「青い花3本、赤い花4本、合わせて何本?という問題で、青と赤は違うから合わせられない、という子どもがいること」に驚いたと記述していた。

幼児期や小学校低学年の子どもでは、算数の文章題などで、このように答える子どもは比較的多い。つまり、具体的な思考から抽象的な思考への移行のときに、どうしても自分の具体的なイメージから抜け出せずに、こだわってしまい、抽象的な理解まで考えられない可能性もある。しかしそのことを教師が理解しているかどうかによって、おそらく指導の仕方は変わってくるのではないだろうか。

見当がつけられないことを疑問に思っている教師もいた。たとえば、「引き算なのに引かれる数より答えが大きくなって平気でいられる、見当がつけられない子どもが多い(M先生)」や、「文章問題において見当もつけずに計算するので、出てきた答えを何の疑いもなしに書いている(I先生)」と答えているように、「見積もり」のような数的な感覚がどうしてももてないのか、という疑問を呈している。

また「以前に学習したことを、新しい単元で活かす(使う)ことができない、定着していないのか、忘れていいのか、わからない(M先生)」というように、応用力や記憶力の問題をあげている教師も見られた。

### 総合的考察

本研究では、足し算を行う際の指の利用について、実際に指導する教師がどのように認識しているのか、インタビューと探索的な質問紙を用いて検討した。特に1年生で足し算を行う際、指を使う子と使わない子が存在し、子どもたちを見ていると、どうして指を使うのか、どのように使っているのか、どうして使わなくなるのかなど、様々な疑問がある。今までの先行研究では、記憶の負荷を軽減させるために指を利用する、あるいは、具体的な思考と中期的な思考の狭間で指を利用するなど、様々な側面から議論されているが、教室で指導している教師がどのように考えているのかという研究は少なかった。さらに最近の教科書では計算時の指の利用に関する記述は見られないが、インタビューや質問紙から明らかになったように、それほど教師が指を使うことを禁止しているわけでもない。むしろ積極的に使用している教員もいた。

教師によっては、それをより系統だった方法へと指導していく過程が具体的に示されていたが、それらの方法は、指導要領に記述があるわけでもなく、各教師の自主的な判断に任されているとあってよい。

指を利用することには、おはじきやブロックなどの具体物とは異なる機能や利点があり、その点についてもインタビューから具体的な指摘が得られた。その機能としては、指が記憶の助けになること、視覚的なイメージ化を促進させる役割があるなどの点があげられた。また視覚的なイメージを促進するために、特に1年生の段階では具体物を使用したり、体を使って理解をさせるといった指導が多く見られた。しかし、そのような指導が、子どもにとってどこまで理解を促進しているのかは、各教師の経験の域を超えない部分もある。

指を利用した計算に関連して、具体的思考と抽象的思考の関係についてはまだ明らかにされていないことは多いが、子どもの発達過程から、特に幼児期から児童期という発達から、捉えることは重要である。今回は現職教師への研修会を利用して研究2の調査を行った。この研修会では、各教師に本研究で行った調査のように、実際に算数でつまづいている子どもたちの実態を述べてもらい、その意味について発達の観点から研修を行った。特に、幼児期から児童期にかけての発達の過程を講義したり、それについて議論をしたり、そして各教員が抱えている、

遅れが見られる子どもに対して話をしていく中で、小学生に対する見方も変化していった。小学校に入る前の段階として幼児期の子どもたちの特徴を理解することによって、小学生の行動や思考を理解することは、幼小連携からみても必要であり、また現場の教師と、研究者をつなぐ上でも重要であると考えられる。

### 引用文献

- 秋月康夫(他20名) 1971 小学校しんさんすう1年 大日本図書
- 秋月康夫(他19名) 1974 改訂小学校しんさんすう1年 大日本図書
- Baroody, A. J 1993 Fostering the mathematical learning of young children. In B.Spodel (Ed). *Handbook of research on the education of young children*. NY:Macmillan. Pp.151-175.
- ブルーアー, J. T. 松田文子・森敏昭(監訳) 1997 授業が変わるー認知心理学と教育実践が手を結ぶときー 北大路書房 (Bauer, J. T 1993 *School for thought: a science of learning in the classroom*. MIT Press.)
- 深津浩 1983 1年・学習状況の評価を活かした事例:数とその表し方 伊藤説朗・杉山吉茂(編) 算数科学習状況の診断指導事例1・2年 明治図書出版株式会社
- Fuson, K. C. 1992 Research on learning and teaching addition and subtraction of whole numbers. In G. Leinhardt, R. Patnam, & R. A. Hattrop (Eds.) *Analysis of arithmetic for mathematics teaching*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates. Pp.53-187.
- 平井安久 1992 子どものたし算における COMPOSITE レベルの変容について 筑波数学教育研究, 11, 105-114.
- 平井安久 1993 子どものたし算ストラテジーについてー指を用いたストラテジーと COMPOSITE レベルー 岡山大学教育学部研究集録 93, 1-8.
- 広田敬一 1988 個人差に応じる算数科授業の多様化の実際 清水静海(編) 算数科の個別化・個別化指導 明治図書出版株式会社
- 石田一三 2000 「計算の仕方を考える」新算数の授業 明治図書出版株式会社
- 栗山和広 2002 幼児・児童における数表象の構造

- 北大路書房  
丸山良平・無藤 隆 1997 幼児のインフォーマル算数について 発達心理学研究, 8, 98-110.  
文部省 1936 尋常小学校算術第一学年教師用下 大阪書籍株式会社  
文部省 1941 カズノホン三教師用 大阪書籍株式会社  
文部省 1999 幼稚園教育要領解説 フレーベル館  
岡田進 1988 9までのたし算 和田常雄・榊忠男 (編) 操作活動による算数重要教材指導法・小学校1年明治図書出版株式会社  
榊原知美 2002 保育活動における幼児の数量学習—幼稚園教師からの支援を通じて— 保育学研究, 40(2), 39-48.  
榊原知美 2006 幼児の数的発達に対する幼稚園教師の支援と役割: 保育活動の自然観察にもとづく検討 発達心理学研究, 17(1), 50-61.  
柴崎楨男 1981 算数子どもの考え方・教師の導き方1年 国土社  
塩野直道・橋本純次(他9名) 1971 さんすう1年 啓林館  
Siegler, R.S., & Robinson, M. 1982 The development of numerical understandings. In H. W. Reese & L. P. Lipsitt (Eds.), *Advances in child development and behavior* (Vol.16). New York: Academic Press.  
Siegler, R.S., & Shrager, J. 1984 Strategy choice in addition and subtraction: How do children know what to do? In C. Sophian (Ed.), *Origins of cognitive skills*. Hillsdale, NJ: Erlbaum. Pp. 229-293.  
杉村伸一郎・山名裕子 2003 計算時における指の利用とそれに対する指導—教職志望の女子大学生による回想と指導に関する信念— 神戸女子大学文学部紀要 36, 63-75.  
杉村伸一郎・山名裕子 2005 幼児の足し算における指の利用 幼年教育研究年報, 27, 89-98.  
筑波大学附属小学校算数科教育研究部 1987 これだけは教えたい基礎・基本—算数科— 図書文化社  
若林紀乃・杉村伸一郎 2005 保育カンファレンスにおける知の再構築 広島大学大学院教育学研究科紀要 第三部(教育人間科学関連領域), 54, 369-378.  
和田義信(編) 1970 小学校算数科指導細案 明

治図書出版株式会社

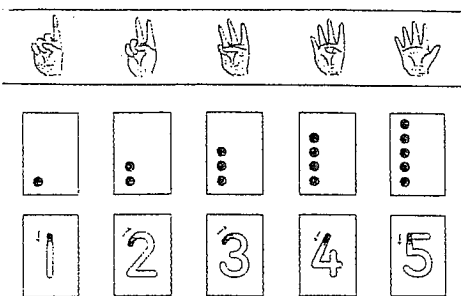
### Summary

This research which aims to find effects and problems of using fingers for calculation in arithmetic education consists of two studies, the interviews with 2 elementary school teachers (Study 1), and the exploratory questionnaire survey of 6 teachers (Study 2). Recent teaching guidelines do not refer to the guidance which is provided for children on their using fingers for calculation. However, this research demonstrates many children practically use their fingers for calculation. Additionally, concerning the guidance on the controversial use of fingers for doing addition, the research results represent arguments about pros and cons. Particularly, 5 out of 6 teachers desire children to calculate without using fingers sometime between first grade and third grade in elementary school, but their reasoning differs: some insist children accordingly use fingers less as children learn how to calculate without using fingers, and others insist reliance on fingers retards calculation speed. Moreover, it is found that respective teachers give children different guidance on using fingers. Further researches should be conducted, covering more teachers, in order to study closely how teachers teach addition and find out the reasons why those teachers adopt their teaching methods, while clarifying what developmental perspective those teachers have for the use of fingers in terms of formation of the concept of number and the process between concretion and abstraction.

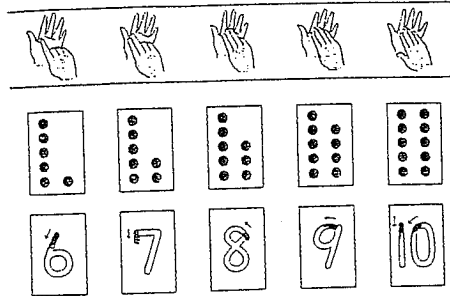
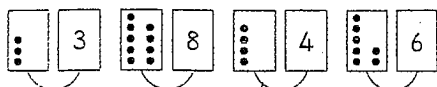
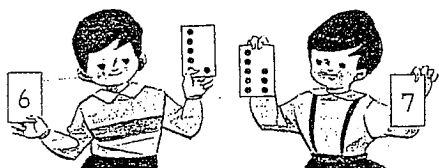
**Key Words:** Use of Fingers for Calculation, Cognitive Development, Linkage between Kindergarten and Elementary School Curriculum, Methods of Teaching

(Received January 23, 2006)

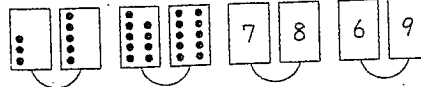
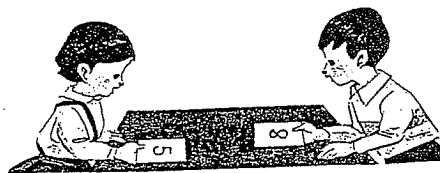
3. かずと すうじ



あって いますか。

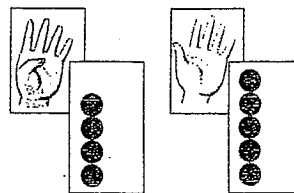
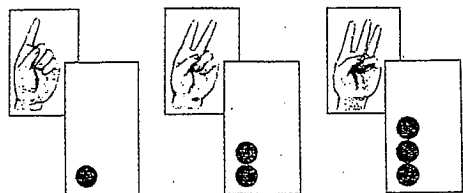
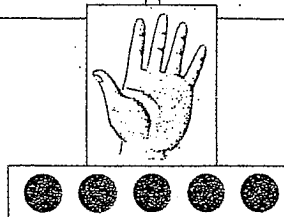
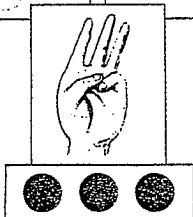
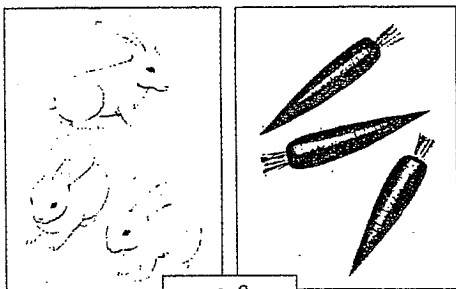


くらべましょう。

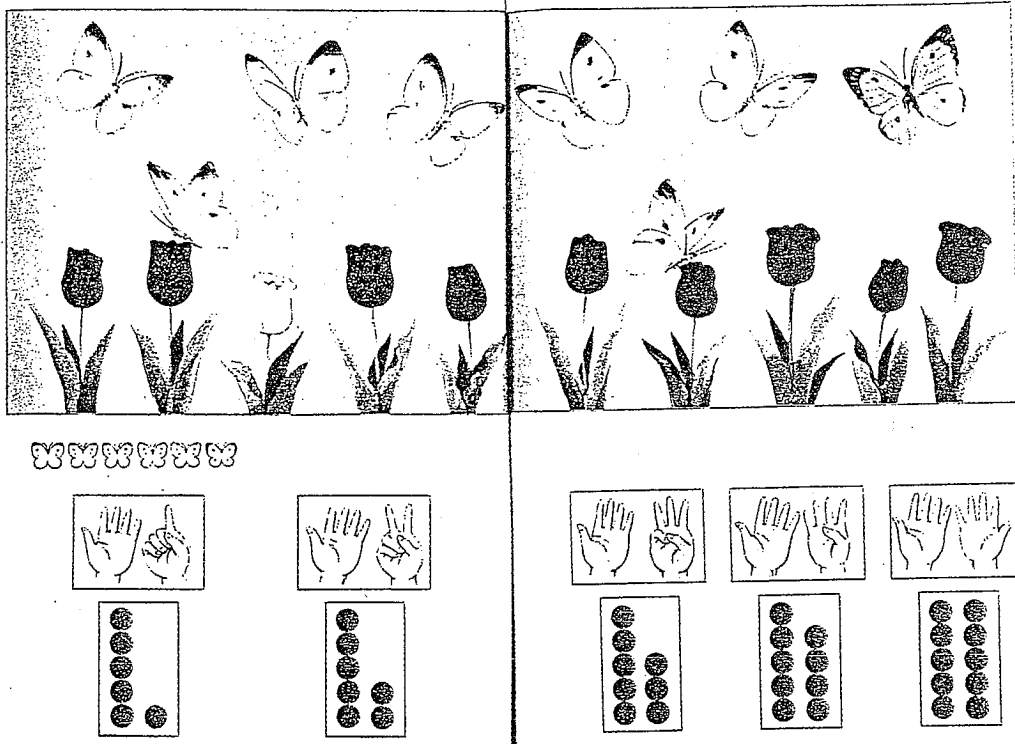


付図1 教科書にみられる指による数の表示  
啓林館発行の教科書（塩野ら，1971）より許可を得て転載

3 かず



付図2 教科書にみられる指による数の表示  
大日本図書発行の教科書（秋月ら，1971）より許可を得て転載



付図3 教科書にみられる指による数の表示  
 大日本図書発行の教科書（秋月ら，1974）より許可を得て転載



# 指を利用して計算する子どもに対する保護者の指導

## —保護者への予備的調査の結果から—

Instruction to children who use of fingers during calculations: The results obtained from parents' exploratory questionnaire

山名 裕子

秋田大学教育文化学部

杉村伸一郎

広島大学大学院教育学研究科

本研究では、算数教育の指導における指を利用した計算の効用と問題点を明らかにするために、年長の子どもをもつ保護者 53 名を対象に探索的な質問紙調査を実施した。小学校 2 年生までに指を使わなくなって欲しいと考えている保護者は 37 名おり、その理由として、頭を使う必要があるという意見や、2 年生でかけ算を習うからといった指の制約に関する意見がみられた。また実際に指を使っていた場合に指導すると答えた保護者は 26 名おり、具体的には繰り返し練習させるような指導法を挙げていた。このような結果は、教師を対象とした研究（山名・杉村, 2006）や教職を希望している女子大学生を対象とした研究（杉村・山名, 2003）の結果と類似していた。今後はこれらの研究をまとめ直し、様々な対象者から計算時における指の利用に関して詳細に調べるとともに、指の利用が発達的にどのように考えられているのかを、数概念の形成との関連や具体と抽象の間のプロセスという観点から明らかにしていく必要がある。

キーワード：計算時の指の利用, 認知発達, 幼小連携, 保護者

### 問題と目的

小学校に入学し、算数の授業で足し算を習い始めるときに、指を利用して計算する子どもは多くみられる。計算時の指の利用については、認知発達の観点からの研究（Fuson, 1992；栗山, 2002；Siegler & Robinson, 1982；Siegler & Shrager, 1984）や、数学教育の観点から考察している研究（平井, 1992, 1993）がある。しかし実際のところ、計算時に指を利用することについては賛否両論あり、教師の信念に基づく指導がなされている可能性が示されている（山名・杉村, 2006）。

山名・杉村（2006）では 6 名の教師に対して探索的調査を実施したところ、小学校の低学年までに指は使わずに計算出来るようになって欲しいと思っている教師が 6 名中 5 名いた。その理由として、だん

だんできるようになれば自然に使わなくなるという意見や、指にばかり頼っていると計算のスピードが遅くなるという意見がみられた。そして、それぞれの教師が指の利用に対する指導を行っていることが明らかにされた。

また、杉村・山名（2003）は、教職志望の女子大学生に 158 名に対して、自分が教職についたとき、また親になったときに、指を利用して計算する子どもに対して指導をするかどうかということを探る質問紙調査を実施した。その結果、自分が教職についたとき、指を使っている子どもに対して何か指導をするか、という質問に対しては、「指導をする」、「しない」、「わからない」の順に、教師の場合の度数（%）は、74（47.1）、41（26.1）、42（26.8）、親の場合は 66（42.0）、51（32.5）、40（25.5）であった。またその理由としては、桁が増えると指では計

算できない、指でなく頭で考えさせる、といった理由がみられた。

さらに杉村・小山(2006)の調査では、短期大学の保育学科に所属する255名、ならびに専門学校の保育福祉科と介護保育科に在籍する学生50名を対象に、同じ内容の質問紙調査を実施し、結果の比較を行った。その結果、計算時にいつまで指を利用するかということに関しては杉村・山名(2003)と同様の結果であった。つまり、計算時に指を使っていた割合は、小学2年生までの間に最も高くなり(短期大学では小2, A大学とB大学では小1), その後は徐々に減少するものの、現在も使っている学生が一定数存在した。ちなみに、小学校2年生までに指を使わなくなったと回答した者(男女合計)の割合は、短期大学53.9%, 専門学校38.5%, A大学55.7%, B大学60.2%であった。

それでは実際に、保護者は自分の子どもが指を利用して計算することについて、どのように思っているだろうか。本研究では、4月に小学校への入学を控えた年長児の保護者を対象にして、自分の子どもが指を利用して計算する場合についての予備的調査を行う。教師や大学生との認識の違いを明らかにすることによって、計算時における指の利用に対する指導や助言について詳細に調べるとともに、指の利用が発達的にどのように考えられているのかを、数概念の形成との関連や具体と抽象の間のプロセスという観点から明らかにする手がかりとする。

## 方 法

**対象者** 年長の子どもをもつ保護者53名を対象にした。

**質問紙の内容** 質問紙は、計算時における指の利用と指導に関する3つの質問から構成されていた。

1. お子さんが足し算や引き算をする時に指を使っていたとします。何年生ぐらいまでなら、指を使ってよいと思われますか。また、その理由をお書きください。
2. 1で○をつけられた学年になっても、お子さんが指を使っている場合は、指導・助言等をなさいますか。また、その理由をお書きください。「する」に○をつけられた方は、具体的にどのような指導や助言をなさられるかもお書きください。
3. 足し算や引き算をする時に指を使うことと算数や

数学の成績との間に何か関係があると思いますか。またその理由をお書きください。

**手続き** 2006年2月に行われた、4月から小学校へ入学する年長児をもつ保護者の方への研修会の中で実施された。所要時間は約15分であった。

## 結果と考察

### 指を利用してよいと考える学年と指導や助言

「小学校入学前まで」指を利用してよいと答えた保護者は1名、「小1まで」24名、「小2まで」12名、「小3まで」5名、「小4まで」1名、「いつまでもかまわない」7名、無回答3名だった。37名の保護者が小学校の低学年、すなわち2年生まではよい、と回答していた。

次にその理由を、大きく5つのカテゴリに分類し、指を利用してよいと考える学年別に、各カテゴリの人数を算出した(表1)。ただし、複数回答している保護者がいるため、表1の合計人数が対象者数より多くなっている。

「10以上の計算ができない」というように、指が10本だから、それ以上の計算の時に困るというものや、かけ算に対応できないという「指の制約」、  
「頭を使うことが必要」「理解できているのであれば指を使ってもよい」というように、指を計算の補助としての側面を考えている「手段・補助」とした。  
「自然に消える」や「3年生までが低学年だから」というように、年齢があがれば自然に指を利用しなくなるという「自然な発達」、  
「いつまでも指を使うようになる」という「習慣」、さらに、「自信がつくのであればよい」「周囲の目が気になる」といったものを「その他」と分類した。

「指の制約」、「習慣」を理由にあげた保護者は、指の利用を2年生までしか認めていなかった。それに対して、「自然な発達」を理由に挙げた保護者は3年生以上になっても、指を利用してよいと回答していた。「手段・補助」カテゴリの中には、このような両方な意見がみられる。1年生では、計算の基礎ができる、計算を理解できるようになるから、それ以降は指を利用して欲しくないと考えている保護者と、理解できるのであれば学年にとらわれず、指を利用してよいと回答している保護者がみられた。

以上のように、指を利用して計算することを、自然な発達と捉えるか、あるいは不自然な発達と捉え

表1 指を利用してもよいと考える学年

カテゴリ	具体例	入学前	1年 まで	2年 まで	3年 まで	4年 まで	いつま でも	無回 答	合計
指の制約		1	5	2	0	0	0	0	8
	10以上の計算では対応できない	1	3	1	0	0	0	0	
	2年生でかけ算を習うから	0	2	1	0	0	0	0	
手段・補助		0	6	4	1	1	2	1	15
	小学1年生で数字の基礎ができると 思うため	0	1	0	0	0	0	0	
	足し算、引き算を理解できるようにな るまではよい	0	1	0	0	0	0	0	
	数概念がまだ十分に発達していると 考えられないので	0	1	0	0	0	0	0	
	計算の仕方を覚えたばかりだから	0	1	0	0	0	0	0	
	(計算に)慣れてきているから	0	0	2	0	0	0	0	
	理解できるのであればよい	0	0	0	0	0	2	1	
	頭を使うことが必要(できるから)	0	2	2	1	1	0	0	
自然な発達		0	0	0	2	0	2	1	5
	自然に消える	0	0	0	1	0	2	1	
	3年生までが低学年だから	0	0	0	1	0	0	0	
習慣		0	1	1	0	0	0	0	2
	いつも(いつまでも)指を使うようにな る・不自然	0	1	1	0	0	0	0	
その他		0	1	1	2	0	0	1	5
	自信がつけばいい	0	0	0	0	0	0	1	
	周囲の目が気になる	0	0	1	0	0	0	0	
	きょうだいもそうだった	0	1	0	0	0	0	0	
	特別にだわらない	0	0	0	2	0	0	0	
無回答		0	11	5	1	0	3	0	20
	合計	1	23	12	6	1	7	3	55

注: 複数回答している保護者がいるため、合計が対象者数より多くなっている。

るかに関して、今回の調査では両方の意見がみられた。したがって、指を利用した計算を子どもの認知発達の視点から捉える必要があり、それを踏まえた指導をすることが重要になってくるだろう。

さらに「自信がつくのであれば、指を使っていてもよい」という子どもの感情に関する記述も質問1ではみられていたが、大学生の調査からも同様の傾向、すなわち、指導する場合には計算上の問題を重視し、指導しない場合には子どものやり方や気持ちを重視している傾向が示されていた(杉村・山名, 2003)。教師への記述ではあまりみられなかった点であるので、今後さらに検討が必要であろう。

1年生まで指を利用してよいと答えた保護者のうち6名は、指の「手段・補助」的側面を述べていた。具体的には、「頭を使うのが算数。答えを出せばよいのが算数ではないから早くやめさせたい」、「学校で勉強するようになれば、頭で計算できるようになる」、「小2ぐらいになれば、頭で計算することができるのではないかと思うので」というように、指はあくまで計算の補助であるから、使わなくなるようになって欲しいというものであった。

また1年生まで指の利用を認める保護者のうち5名は「10以上の計算やかけ算になると指を使っていると困るから」といった「指の制約」について述べていた。

次に質問1で回答した年齢になっても指を利用している場合、指導や助言をするかどうかの質問を行ったところ(1名は無回答)、「指導する」と回答した保護者は全体の半数であった(52名中26名)。

表2に示されているように「する」と回答した保護者のうち、計算を「繰り返す」というように過剰に学習させることで、計算を身につけさせることといったことに言及した保護者は6名だった。さらに「頭の中で数を思い浮かべてやるように言う」「繰り返し上がりを教える」と「頭で考えさせる」と回答した保護者は5名であった。なお、「その他」の理由をあげていた保護者は4名、無回答者は11名であった。

一方で、具体的な「指導をしない」と回答した保護者は12名、「わからない」は14名であった(それぞれ無回答者は7名, 9名)。「指導しない」と回答した保護者のうち、4名は「自然に使わなくなる」というような記述がみられた(具体的な記述例は表2を参照)。

山名・杉村(2006)の教師への調査では、頭の中で、というような記述はみられなかったが、教職志望の大学生への調査(杉村・山名, 2003)では「指でなく頭で考えさせる」という記述がみられていた。

Fuson(1992)や栗山(2002)、Siegler & Robinson(1982)、Siegler & Shrager(1984)の理論でも、指の利用は記憶の補助という側面が指摘されているが、それ以外の認知的側面も指摘されている(杉村・山名, 2005)。子どもの視点から捉えたとき、指を利用することと、頭で考えることが実際にどのように結びついていくのか検討し、それに応じた指導を考える必要がある。教師は、具体的な指導法として「視覚的教材」を利用することをのべていたが(山名・杉村, 2003)、その有効性についても子どもの認知発達の観点から、改めて検討する必要があるだろう。

### 指の利用と算数の成績

指を利用することと算数や数学の成績との間に関係があるか、という質問では、「ある」と回答した保護者が16名、「ない」と答えた保護者7名、「どちらともいえない」と回答した保護者が29名であった(無回答1名)。

「ある」と答えた保護者のうち、自由記述に回答した保護者は10名であり(具体的な記述例は表3を参照)、そのうち1番多かった記述は、「(指を利用していると)抽象的な思考にたえられない」「頭の回転のよしあしに関係があると思う」というような、手を利用しては、抽象的な思考が難しくなると考えているものであった(6名)。次に多かった回答が「時間がかかる」「スピードに差がでる」というように、テストのように限られた時間内で行うときには、指を使っていると不利、というものであった(4名)。

「ない」と答えた保護者のうち、自由記述があった保護者は2名のみであった。その記述は「スピード計算であれば考えますが、成績であれば関係ない」「指を使い計算することと、頭を使い計算することはともに計算し、答えをだすということなので、成績には関係ない」といった、計算と算数は別の思考であるといったものだった。

「どちらともいえない」と答えた保護者のうち、自由記述があったのは10名であった。ここでの記述も、上述の「関係ない」との記述と似ているが、計算は算数の一部だと考えて「どちらともいえない

表2 具体的な指導や助言の例

## 指導する(26名)

## 繰り返す(6名)

- ・一緒に何回もやってみる.
- ・繰り返し計算練習をさせ、理解してもらう.
- ・教科書にかいてあるやり方をもう一度確認しながらできるようにしていく.
- ・数を頭の中で処理する能力も必要であるから、数えることや、並んだ数を認識できるよう繰り返し教えたりする.
- ・時間がかかり全問をとけずタイムアップとなってしまうので、一緒に練習をかさねて指を使わなくてもいいようにする.

## 頭で考えさせる(5名)

- ・「いつかは指を使わないでできるようにならないといかん」と話す。「指を頭の中に描きなさい」と話す.
- ・頭の中で数をうかべてやるように言います.
- ・無理にやめさせることはしないが、頭の中だけで考えられるように指導する.
- ・1年間でだいぶ慣れてきたと思うので、「指を使わないでやってみない?」という。でも無理強いはしない.
- ・くり上がりを教える。1の位が10になったら10の位になるとか.

## その他(4名)

- ・その子の理解の能力において、どうしても指が必要なら使ってもよいと思う。指を使わないでの思考に移行できそうなら、その手助けをしたい.
- ・何がわからないのか、何を理解できているのか、復習等、家庭ですると思うので、親子共に確認し、指摘・助言する.

## 無回答(11名)

## 指導しない(12名;無回答7名)

- ・自然に指を使わなくなると思うから.
- ・自然と使わなくなると思う。指にたよって安心できるのなら、それでもいいと思う.
- ・1年生ではまだ十分な力はつけられないと考えるから.

## わからない(14名;無回答9名)

- ・悩んでも聞いてこなければ答えないし、聞いてくれば助言する.
- ・そのときの状況によって指導・助言をします.
- ・あまりにも指に頼りすぎていれば助言等するかもしれないが、少くらいなら注意等はしない.
- ・したくてウズウズするかもしれないが、うまくできるかわからない.
- ・人目を気にして、ちょっと恥ずかしいかな、と思うかもしれないですが、大人でもあれっと思ったときに、落ち着くために確認したりする時もあります.

表3 指を使うことと算数の成績の関係についての自由記述

## 関係ある(16名)

## 抽象的思考(6名)

- ・指に頼っていると、抽象思考に耐えられる脳ができない、無理数に対応できない子どもが増える。
- ・思考回路が変わる(?)というか、もっと多い計算が考えられないと思う。
- ・回転のよしあしに関係あるのかと思う。
- ・数字や文章能力を理解できていれば指は使わなくなるとし、頭の中で処理できると思う。それができないと、成績はよいものではないと思われる。
- ・数字に対する能力に関係すると思うので。
- ・問題が難しくなればなるほど、抽象的な思考が必要となると思うので。

## 計算のスピード(4名)

- ・時間がかかる。全問とけない。
- ・スピードに差がでる。
- ・テストの際には、指を使っていると時間がかかるので、時間切れとなるのではと思います。よって成績にも関係あるのでは。

## 無回答(6名)

## 関係ない(7名;無回答5名)

- ・スピード計算であれば考えますが、成績であれば関係しないと思います。
- ・指を使い計算することと、頭を使い計算することはともに計算し、答えをだすということなので、成績には関係ないのでは。

## どちらともいえない(29名;無回答19名)

- ・指を使うからといって、理解していないとも思えないので。
- ・その子の考え方しだいだと思います。
- ・質問1に関係しますが、数量の概念が低い場合、明らかに知的に遅れがある場合(境界線児)は、指を使う子はやはり抽象的思考が低いのが数学の成績が低いと思います。ただ子どもの性格で、不安が強かったり、自信のない子、慎重な子は指を使っても学力の高い傾向の子もいます。
- ・繰り上がり、繰り下がりには、自分が指で印をつけるように、使うことがあります。
- ・私自身、現在でも指で数える時があるが、だからといって、計算ができないかといえば、そうではないから。
- ・能力、そのものに関係があるかはわかりませんが、計算がすべてとは思われないので。順序、概念が理解していれば、成績には影響がでないかなと思います。
- ・算数は、多少の影響はあると思いますが、数学は計算問題が主旨ではないので、計算が弱くてもできたりします、と思います。
- ・(上の子どもは)少なくとも算数は苦手でした。理解力がないと思っていました(思います)。今は計算は大丈夫だと自信をもっているようです。
- ・中国のかけ算計算のように指を使って思考する場合もあれば、違ってくると考えるから。

い」という判断をしているように思われた。

教師を対象にした調査でも、同様の質問を行っているが(山名・杉村, 2006), 6名中3名が「関係ある」, 3名が「どちらともいえない」と答えている。「関係がある」と回答した教師では、指を利用することで「時間がたりなかったり、数え間違いが多かったりする」あるいは「数のセンスがない。数量を直感的に捉えることができない」とその理由を述べている。一方、「どちらともいえない」と回答した教師は、「計算するスピードは遅いが、必ずしもできないとは限らない」「算数には計算力以外の能力も必要」ということを述べている。

この結果は、教師も保護者もさほど違いはみられなく、指を利用している子ども、特になかなか指の利用がなくなる子どもに対して、算数の成績があまりよくない、とまっていることが伺われた。

指導や助言をするかどうかや、指の利用についての記述は無回答ではあったが、質問紙の最後の自由記述に「(指を使うことは)時間の無駄(ロス)、テストのような時間枠がある場合は、成績にひびくと思う」と書いている保護者がいた。テストなどの時間制限がある課題に取り組む際の懸念だと思われるが、計算時に指を利用することを発達的かつ教育的に捉えることで、子どもが指を利用することを単に「時間の無駄」というように認識することは軽減されるのかもしれない。幼児期から児童期にかけての子どもの発達を、研究者がどのように伝えるかによって、このような懸念は軽減されるのかもしれない。

最後に、指の利用を認める学年と指導の有無(表4)、指の利用を認める学年と成績(表5)、指導の有無と成績(表6)の関連を分析した(ただし、無回答の保護者がいたため、合計は50名である)。

表4をみると、指の利用を「入学前」もしくは「1・2年」まで認める保護者37名では、指導を「する」と回答した者は25名であるのに対して、指の利用を「3・4年」以降も認める保護者13名では、「する」と回答した者は2名であり、低学年までしか指の利用を認めない場合、指導をする傾向が強いことが示された。

また、成績との関連でみると(表5)、関連が「ある」と回答した保護者16名のうち、指の利用を「いつまでも」認める者はいなかったのに対して、関連が「ない」と回答した7名では3名が、関連が「ど

ちらともいえない」回答した27名では4名が、指の利用を「いつまでも」認めると回答していた。

同様に、指導の有無との関連でも(表6)、関連が「ある」と回答した保護者16名のうち、指導を「する」と回答した者は11名であったのに対して、関連が「ない」と回答した7名では2名が、関連が「どちらともいえない」回答した27名では14名が、指導を「する」と回答していた。したがって、計算時の指の利用が算数や数学の成績に関係すると考える保護者は、指の利用を「いつまでも」認めることはなく、指導をする傾向があるといえるだろう。

子どもがまだ年長児であったため、実際に小学校に入り、足し算を学習したときのことがわからないということも含まれている可能性もあるが、指を利用することと成績との関連があるかどうかによって、

表4 指の利用を認める学年と指導の有無との関連

認める学年	指導の有無			合計
	する	しない	わからない	
入学まで	1	0	0	1
1・2年	24	5	7	36
3・4年	1	2	3	6
いつまでも	1	4	2	7
合計	27	11	12	50

表5 指の利用を認める学年と成績との関連

認める学年	成績との関連			合計
	ある	ない	どちらともいえない	
入学前	1	0	0	1
1・2年	13	3	20	36
3・4年	2	1	3	6
いつまでも	0	3	4	7
合計	16	7	27	50

表6 指導の有無と成績との関連

指導の有無	成績との関連			合計
	ある	ない	どちらともいえない	
する	11	2	14	27
しない	2	3	6	11
わからない	3	2	7	12
合計	16	7	27	50

指導の仕方も変わってくる傾向がみられた。これは前述した発達観や教育観にもかかわってくるが、計算時に指を利用することが、子どもの発達にとって、また算数教育の中でどのように位置づけられるのかを検討し、意味づけることも重要になってくる。また今回の調査では年長児がいる保護者を対象にしたが、今後は、実際に1年生の子どもをもつ保護者を対象にして調査する必要もあるだろう。

### 総合的考察と今後の課題

本研究では、足し算を行う際の指の利用について、4月から小学校に入学する年長児の保護者が、どのように認識しているのか、予備的に検討した。さらに教師を対象にした場合(山名・杉村, 2006)と大学生を対象にした場合(杉村・小山 2006; 杉村・山名, 2003)の調査結果と比較することによって、対象者の違いによる認識の違いも分析した。

山名・杉村(2006)での教師の指導に関する調査では、「視覚的な操作活動」を十分に行うべきであると述べており、絵やおはじき、ブロックなどの具体的なものを使って、視覚的に、そして操作を通して指導することが効果的であると答えていた。それに対して大学生への調査(杉村・山名, 2003)や本研究では、視覚的操作についての言及は少なかつたように思われた。

記憶の負荷を軽減させるために指を利用する、あるいは、具体的な思考と抽象的な思考の狭間で指を利用するなど、様々な側面から議論されているが、教室で指導している教師がどのように考えているのかという研究は少なかつた。

その機能としては、指が記憶の助けになること、視覚的なイメージ化を促進させる役割があるなどの点があげられた。また視覚的なイメージを促進するために、特に1年生の段階では具体物を使用したり、体を使って理解をさせるといった指導が多く見られた。しかし、そのような指導が、子どもにとってどこまで理解を促進しているのかは、各教師の経験の域を超えない部分もある。

指を利用した計算に関連して、具体的な思考と抽象的思考の関係についてはまだ明らかにされていないことは多い。今回の調査からも、指の利用を積極的に評価するような記述はほとんどみられなかつた。しかし、子どもの発達の過程から、特に幼児期から児童期という発達から、計算時における指の利用を

捉えることは重要である。幼児期から児童期にかけての発達の過程について議論をしたり、小学校に入る前の段階として幼児期の子どもたちの特徴を理解することによって、小学生の行動や思考を理解することは、幼小連携からみても必要である。そしてそれは現場の教師のみならず、保護者や大学生と、研究者をつなぐ上でも重要であると考えられる。

今後の課題として、幼児の発達に応じた指導とは教師と保護者を対象にした質問紙から明らかにし、多様な発達を捉える枠組みを構築することが考えられる。また子どもの発達過程からの計算時における指の利用と、大人の視点の隔たりを埋めていく必要もあるだろう。

### 引用文献

- Fuson, K. C. 1992 Research on learning and teaching addition and subtraction of whole numbers. In G. Leinhardt, R. Patnam, & R. A. Hattrup (Eds.) *Analysis of arithmetic for mathematics teaching*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates. Pp.53-187.
- 平井安久 1992 子どものたし算における COMPOSITE レベルの変容について 筑波数学教育研究, 11, 105-114.
- 平井安久 1993 子どものたし算ストラテジーについて — 指を用いたストラテジーと COMPOSITE レベル — 岡山大学教育学部研究集録, 93, 1-8.
- 栗山和広 2002 幼児・児童における数表象の構造 北大路書房
- Siegler, R.S., & Robinson, M. 1982 The development of numerical understandings. In H. W. Reese & L. P. Lipsitt (Eds.), *Advances in child development and behavior* (Vol.16). New York: Academic Press.
- Siegler, R.S., & Shrager, J. 1984 Strategy choice in addition and subtraction: How do children know what to do? In C. Sophian (Ed.), *Origins of cognitive skills*. Hillsdale, NJ: Erlbaum. Pp. 229-293.
- 杉村伸一郎・小山正孝 2006 計算時における指の利用と算数・数学における自己概念との関連 — 短期大学生・専門学校生を対象にした質問紙調査による検討 — 広島大学大学院教育学研究科紀要 第三部(教育人間科学関連領域), 55, 357-365.
- 杉村伸一郎・山名裕子 2003 計算時における指の利用とそれに対する指導 — 教職志望の女子大



学生による回想と指導に関する信念 — 神戸女子大学文学部紀要, 36, 63-75.

杉村伸一郎・山名裕子 2005 幼児の足し算における指の利用 幼年教育研究年報, 27, 89-98.

山名裕子・杉村伸一郎 2006 指を利用して計算する子どもに対する教師の指導 —教師へのインタビューと探索的調査の結果から — 秋田大学教育文化学部教育実践研究紀要, 28, 145-154.

#### Summary

This research aims to reveal effects and problems of using fingers for calculation in arithmetic education. We conducted a survey of questionnaire in which we asked 53 parents of preschoolers to answer related questions. As a result, 37 parents of them answered that they wanted their children refrain from using fingers while calculating before they get second graders. The reasons for that were that they would prefer calculating on mind and that they were

supposed to learn multiplication in the second grade. Moreover, 26 parents responded that they would interfere when their children still used fingers, to make them practice repeated calculation drills. These results resemble those in the previous research (Yamana & Sugimura, 2006) which required teachers to answer similar questions, or other related research (Sugimura & Yamana, 2003) which collected data from underground students in teacher training courses. Further researches should be conducted, to reveal what behaviors would be concretely observed, while clarifying what developmental perspective many people have for the use of fingers in terms of formation of the concept of number and the process between concretion and abstraction.

Key words : the use of fingers for calculation, cognitive development, linkage between kindergarten and elementary school curriculum, parents



## 幼児の足し算における指の利用

杉村伸一郎<sup>1</sup>・山名 裕子<sup>2</sup>

### Young children's use of fingers in doing addition

Shinichiro Sugimura, Yuko Yamana

Recently, acquisition of basic count ability has become increasingly valued, but, in many cases, the process is not sufficiently clarified. This study was intended to explore the process of mastering informal mathematics from the viewpoints of situated learning, focusing on the use of fingers during calculation. Questions of one-digit additions such as  $2+1$ , and  $3+6$ , were asked to 15 children aged 5, and their behaviors were observed until they answered. At that time, 3 kinds of objects, cards with numbers, dotted cards as semi-concretion, and marbles as concretion, were presented separately. Additionally, when the children explained how they calculated, their finger movements were also observed. As the result, children used fingers voluntarily on 8% of tasks when adding. Meanwhile, children kept their eyes on a presented object on 14%, which implies that they used their eyes when adding. This tendency became noticeable when a dot card was presented. As for the task for children to explain their calculation methods, children used their fingers on 18% of tasks, and they used their eyes on 5%. These results indicate that preschool children may use their fingers to give explanations to others, but hardly use their fingers as a tool for cognitive processing. Those findings were discussed from an embodied cognition viewpoint.

**Key Words :** count ability, informal mathematics, cognitive development, embodied cognition

### 問題と目的

電卓だけでなくパソコンまでが一家に何台もある世の中になっても、基本的な計算能力を身につけることの重要性は、「読み書き算盤」といわれていた時代から変わっていない。それどころか、最近、「百ます計算」がブームになり、反復による基礎学力の向上が見直されつつある（陰山，2001，2002）。しかしながら、基本的な計算能力の獲得過程に関しては、十分に明らかにされていないことが多く、その一つに、計算時における指の利用の問題がある。

基本的な計算能力が幼児期から児童期にかけてどのように獲得されていくのかを明らかにすることは、最近重要な課題となっている幼小連携におけるカリキュラムや指導方法の開発に関しても大きな示唆を与えると考えられる。また、計算時における指の利用ということに限定しても、学習や発達における指の利用の意味が明らかにされれば、指を使っている子どもやそれを見ている教師や親の、疑問と悩みを解決することができるであろう（杉村・山名，2003）。

子どもたちは小さい頃から様々な数に関する活動を行っている。小学校に入る前でも「ひとつ、ふたつ、みっつ」と数えることはできるし、「お休みしたお友達が2人いる」というような理解も可能になってくる。小学校に入学する前に、つまり学校という場所でフォーマルに算数

1 広島大学大学院教育学研究科附属幼年教育研究施設

2 秋田大学教育文化学部

を教えられなくても、子どもたちはインフォーマルに算数の理解を行っている (Baroody, 1993; 丸山・無藤, 1997)。インフォーマルな知識は間違っていたり、非体系的であったりするので、子どもがもっている既存のインフォーマルな知識を、どのようにフォーマルな理解につなげていくのが、重要な課題となっている (Bruer, 1993/1997)。

たとえば、足し算のインフォーマルな知識と言われる計数の研究としては以下のようなものがみられる。Fuson (1992) は、足し算における指の利用や数唱に関して、4つの段階を想定している。第1段階では、被加数、加数、どちらの数字も指で表示し、その後、すべての指を1本ずつ足していく段階である。第2段階では、被加数、加数のどちらかの数だけを足す段階、第3段階では、被加数、加数のどちらかだけを指で表示し、表示した指の分だけ数え足す段階、そして第4段階では、指を使用せず、記憶検索で計算していく段階である。

栗山 (2002) は、数表象の構造を分析するために、5歳4ヶ月から6歳3ヶ月までの幼児22名に対して「数のゲーム」を行い、外的な方略としての指の動きを分析し、次の4つのタイプを区別している。1つずつ手の指を動かして数えていく方略 (Over counting type: Oタイプ)、目で指をみたり頭を動かしたりして数えていく方略 (Covert counting type: Cタイプ)、指を1つずつ数えることなく一気に指をひろげて数えていく方略 (Direct counting type: Dタイプ)、外的行為によらないで頭の中で内的に数えていく方略 (Internal counting type: Iタイプ) である。そして、この4つの方略はOタイプ、Cタイプ、Dタイプ、Iタイプの順に発達していくと仮定している。

Siegler & Shrager (1984), Siegler (1986/1992) は、4歳から5歳の幼児に、次の様な教示を与え、1から5までの数の足し算 (合計が10以下になる足し算) を行う際の行動を分析している; “I want you to imagine that you have a pile of oranges. I'll give you more oranges to add to your pile; then you need to tell me how many oranges you have altogether. Okay? You have  $m$  oranges and I give you  $n$  to add to your pile. How many do you have altogether?” と教示し、最後に次のようなことも付け加えている; “You can do anything you want to help you get the right answer. If you want to use your fingers or count aloud, that's

fine.”

Sieglerらはこれらの実験で、就学前児が足し算を行う際に選択する方略として、指をおって数えること、指を眺めて声だけで数えること、指を出すをそれを数えないで答えること、記憶から答えを引き出して答えることを見いだした。そして、問題が難しくなるほど指を利用する頻度が高くなることを明らかにした。

また、小学校1年生の足し算方略に関しては、平井 (1992, 1993) が詳細に分析している。彼は、計算をする際、具体物 (オハジキ) を用いる、指で数える、暗算で計算する、のどれかで解答するように教示をし、子どもたちがどのような解決法で足し算を行うのか分析している。その中で、具体物を使ってほとんどの問題を解決する子どもや、指を利用して解決する子どもの特徴を詳細に把握し、さらに指導していくことが重要であると述べている。

以上のように先行研究では、計数の段階の初期では指を使って数を理解することが示されている。しかし栗山 (2002) では、「手の指を使ってもいいからね。指を机の上に出してみて」という教示を用い、手を積極的に使うことを子どもたちに示している。平井 (1992, 1993) も小学校1年生に対して具体物 (オハジキ) を用いる、指で数える、暗算で計算する、のどれかで解答するように言っているため、指を使ってもよいことを伝えている。また、Siegler & Robinson (1982) は計算時の自然発生的な子どもの指の動きを調べているが、Siegler & Shrager (1984) では、指を利用することを教示したときの指の動きを分析している。そのため、現在のところ、子どもたちが足し算を行うときに自然に指を動かすのかどうかに関する資料は少ない。

さらに従来の研究では、課題の提示方法として、口頭、具体物、数字のどれか1つを用いることが多く、提示方法間の成績や方略の比較を行ってこなかった。足し算を求められる場合、日常生活では具体物、学校では数字で提示されることが多いので、身体を含めた計算システムの働き方が提示方法によってどのように異なるのかを明らかにすることは、幼小連携のためのカリキュラムを検討する上でも重要である。

そこで本研究では、足し算において、指を使ったり動かしたりすることを参加者に教示せず、課題を、数字のカード、半具体物としてドットカード、具体物としてオハジキ、の3つの

方法で提示し、提示方法間の成績や方略の違いを検討する。あわせて、足し算を他者へ説明する際の指の動きを観察することにより、計算時以外の指や身体の働きを検討する。

## 方法

**参加者** 参加者は兵庫県明石市内の幼稚園の年長児クラスに所属する15名（男児6名，女児9名，平均年齢5歳8ヶ月）であった。

**課題** 足し算の課題を「2と1」「3と2」「2と5」「3と4」「3と6」の組み合わせで5課題作成した。数字カードは、1から6までの数字をA5版の用紙に400ポイントの大きさに1つずつ印刷したものを用いた。ドットカードは、直径約2.5cmの黒色の丸を数字に対応した個数A5版の用紙に均等に散らばるように描いた。また、オハジキは、直径約2.5cmの赤色のオハジキを数字と同じ個数提示した。

**手続き** 2枚の数字カードを1枚ずつ提示し、「これ、なんて書いてある？この数字、なんて読むかな？」と各数字について尋ねる。参加者がそれぞれに答えた後、「じゃあね、これとこれをね、足したらいくつになるかな？」と答えを尋ねる。その際、「足す」という言葉が理解できない参加者に対しては、「合わせたらいくつになるかな？」というように教示を変えた。そして「どうして○（答えた数字）になってしまったの？」と説明することを促した。

基本的に、各参加者は数字のカード、ドットカード、オハジキのどれか1種類が提示され、「2と1」「3と2」「2と5」「3と4」「3と6」の順で5課題実施した。ただし、本研究では、探索的に指の利用をみることを目的であったので、参加者によって2種類提示したりして課題を適宜変化させた。以上の課題における子どもの反応は、分析のためにビデオテープレコーダーにより録画された。

## 結果と考察

各課題ごとに身体の動きの有無とその内容を評定したところ、Table 1の下位カテゴリ欄に示したような動きがみられた。さらに、下位カテゴリを6つのカテゴリにまとめ、それをTable 1のカテゴリ欄に示した。以下では、計算をしているとき（計算時）の参加者の身体の動きと、参加者自身が自分の行った計算について説明をしているとき（説明時）の身体の動きに分けて結果を報告し、考察を加える。

**計算時の分析** 各課題で計算時における身体の動きの有無を調べ、その頻度を提示条件別に集計し、さらに動きの有無別に正答数と正答率を求め、Table 2に示した。全体の正答率は63%で、課題の難易度別にみると、「2+1」課題が86%と最も高く、課題が難しくなるにつれて正答率は低くなり、「3+6」課題では44%であった。提示条件別では、数字カードを提示した場合の正答率が、全課題合計で38%と、他の提示条件の時と比べ低い傾向がみられた。

次に身体の動きの有無と正答率との関係について分析した。全課題数（99）に対して身体の動きがあった割合は67%であり、一桁の足し算をするときに何らかの身体の動きを示す年長児が半数以上いたことが明らかになった。またこのような身体の動きを伴う課題の正答率は71%であり、動きがない場合の正答率45%に比べて高かった。

栗山（2002）の実験では、22名の幼児（平均年齢5歳9ヶ月）の一桁の足し算課題（25題）の正答率は84%であり、本研究における全体の正答率63%に比べて高かった。しかしながら、本研究においても、身体の動きを伴う課題の正答率は71%であったので、栗山（2002）のように、指の利用を積極的に促せば、正答率がさらに高くなっていった可能性が高い。今後この点を、指の利用に関する教示の有無を条件として設定し、実証していく必要がある。

課題の難易度別に身体の動きをみると、「2+1」課題では、身体の動きは33%と他の課題に比べ低く、正答率は身体の動きの有無にかかわらず86%と高かった。このような身体の動きが少なく、かつ正答率が高い傾向は「2+1」課題だけでみられ、その他の課題では計算時に身体の動きがみられる場合が多く、かつ、身体の動きがある方が正答率も高い傾向がみられた。おそらく日常生活の中で「2+1」を表すような行動が多くあるため、年長児では数的事実として理解しているのかもしれない。

提示条件別では、数字カードを提示した場合、身体の動きの有無はほぼ同じくらいであったが、ドットカードなど他の提示条件の場合は、計算をするときに身体の動きを伴うことが比較的多かった。また、数字カードを提示した場合は他の提示条件に比べ正答率が低く、その傾向は身体的な動きがない場合に顕著に現れていた（全課題合計で、身体の動きがある場合50%、

Table 1 計算時と説明時における各カテゴリの典型例

カテゴリ	下位カテゴリ	カテゴリの説明	典型例
counting fingers	指による“数”の表示とカウンティング	指によって表した数字を、カウンティングする動き。	数字カード 3+4 の課題【説明時】 S <右で3本、左手で4本指をたてて目で数える> 7 やった E どうして7ってわかったん S 数えた
fingers	指による“数”の表示	人差し指と中指をたてて“2”を表示するなど、指によって数字を示す。	数字カード 2+1 の課題【計算時】 E あわせていくつになりますか？ S 2<右手の人差し指と中指をたてる> 数字カード 3+2 の課題【説明時】 S <右手の人差し指、中指をたて、左手で人差し指、中指、薬指をたて> 4
カウンティング	指で数える	指を折って数えたりドットを声をだしながら数えていく動き（有声、無声の場合を含む）。	数字カード 2+5 の課題【計算時】 S <指を折って数える> 7
	数える（有声）	声にだして提示物を数える。	ドットカード 2+1 の課題【説明時】 S これ、1個、2個、3個 <カウンティング>
	数える（無声）	声にはでていないが、唇が提示物を数えているような動きをする。	ドットカード 3+6 の課題【計算時】 S 9 <首を動かして数えるときに唇がかすかに動く>
目や首の動き	目で数える	首を上下に動かすなどの大きな動きはないが、目で提示物を追うときに、小刻みな動きを伴う。「首を動かす」場合よりも動きは小さい。	ドットカード 3+6 の課題【説明時】 S 数えた E どうやって数えたん？ S <目でドットを追いながらカウンティング>
	目で追う	目で提示物を追うときに小刻みな動きが少なく左右に目を動かす。カウンティングはみられなく、比較的滑らかに目を左右に動かす。	ドットカード 3+4 の課題【計算時】 S 7 <左から右に、目でドットを追う>
	頭や首で数える	首を上下に動かしながら数を数える動き。大きく首を振らない場合でも、目で数えているような動きもこのカテゴリに含まれる。	ドットカード 2+5 の課題【計算時】 E あわせたらいくつになる？ S <首を小さく動かしながらドットを数える> 7個
	頭や首で追う	提示物を追うときに左右に頭や首が動く。目で追う場合に比べ、比較的是っきりと動く。	数字+おはじき 3+6 の課題【計算時】 S めっちゃ多いからわからん E どうやったらわかると思う？ S 9 <おはじきを数えるときに、首を左右に動かす>
その他（関連あり）	指さす	ドットなどをひとかたまりとして捉えるような動きをする。また提示物を指さすだけの動き。	ドットカード 2+5 の課題【説明時】 E どうして7になったんかな？ S こんなにいっぱい点が点々になっているから <宙でドットをぐるっと指しながら>
	手で合わせる	左右の手で具体物を囲う（包む）ような動き。	おはじき 2+1 の課題【計算時】 S 3個 <おはじき2個と1個を合わせるような動き>
	具体物による“足す”の表示	具体物が提示されたとき、その具体物を動かすことによって“足す”ことを示そうとする動き。	数字+おはじき 2+1 の課題【計算時】 E あわせたらいくつになる？ S <おはじき2個の方におはじき1個を寄せて> 3個 数字+おはじき 2+1 の課題【説明時】 S だって、1, 2, 3 <最初、1個のおはじきを2個のおはじきの方に動かし、その後1個ずつおはじきを積み上げていく>
	提示物を凝視	首や目の明確な動きが見られず、提示物を凝視する。	おはじき 3+4 の課題【計算時】 S <じっとみる> 7個
	宙を凝視	宙の一点を凝視する。	ドットカード 2+1 の課題【計算時】 S <宙をじっとみる> 3
その他（関連なし）	その他	提示されたカードを左右いれかえたり、足し算とは直接関係のない動きをする。	数字カード 2+1 の課題【計算時】 E この数字とこの数字たしたらいくつになりますか？ S <数字のカードを左右いれかえる> 数字カード 2+5 の課題【説明時】 E どうして2つになったんかな？ S だってな、これな <数字カードを左右いれかえる>

注. Eは実験者、Sは参加者の発話を表している。また < > はそのときの動作を記述している。

Table 2 各課題における提示条件別、身体の動きの有無の頻度ならびに有無別の正答率(%) (計算時)

課題	2+1			3+2			2+5			3+4			3+6			全課題合計			
	有	無	合計	有	無	合計	有	無	合計	有	無	合計	有	無	合計	有	無	合計	
数 字	課題数	2	4	6	1	1	2	3	3	6	1	2	3	1	3	4	8	13	21
	正答数	1	3	4	1	0	1	1	1	2	1	0	1	0	0	0	4	4	8
	正答率	50	75	67	100	0	50	33	33	33	100	0	33	0	0	0	50	31	38
ドット	課題数	1	5	6	4	3	7	10	2	12	6	2	8	11	0	11	32	12	44
	正答数	1	5	6	4	1	5	7	1	8	4	0	4	7	0	7	23	7	30
	正答率	100	100	100	100	33	71	70	50	67	67	0	50	64	0	64	72	58	68
おはじき	課題数	2	3	5	1	0	1	4	1	5	2	0	2	5	0	5	14	4	18
	正答数	2	3	5	1	0	1	3	0	3	2	0	2	3	0	3	11	3	14
	正答率	100	100	100	100	0	100	75	0	60	100	0	100	60	0	60	79	75	78
数 字 + ドット	課題数	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	2	3	2	2	4
	正答数	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
	正答率	0	0	0	100	0	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25
数 字 + おはじき	課題数	2	2	4	2	0	2	2	0	2	2	0	2	2	0	2	10	2	12
	正答数	2	1	3	2	0	2	2	0	2	1	0	1	1	0	1	8	1	9
	正答率	100	50	75	100	0	100	100	0	100	50	0	50	50	0	50	80	50	75
全 条 件 合 計	課題数	7	14	21	9	4	13	19	6	25	11	4	15	20	5	25	66	33	99
	正答数	6	12	18	9	1	10	13	2	15	8	0	8	11	0	11	47	15	62
	正答率	86	86	86	100	25	77	68	33	60	73	0	53	55	0	44	71	45	63

Table 4 各課題における提示条件別、身体の動きの有無の頻度ならびに有無別の正答率(%) (説明時)

課題	2+1			3+2			2+5			3+4			3+6			全課題合計			
	有	無	合計	有	無	合計	有	無	合計	有	無	合計	有	無	合計	有	無	合計	
数 字	課題数	2	3	5	2	0	2	2	1	3	1	1	2	0	2	2	7	7	14
	正答数	2	1	3	1	0	1	1	0	1	1	0	1	0	0	0	5	1	6
	正答率	100	33	60	50	0	50	50	0	33	100	0	50	0	0	0	71	14	43
ドット	課題数	4	2	6	3	3	6	5	4	9	3	3	6	3	6	9	18	18	36
	正答数	3	1	4	1	1	2	3	1	4	2	1	3	2	2	4	11	6	17
	正答率	75	50	67	33	33	33	60	25	44	67	33	50	67	33	44	61	33	47
おはじき	課題数	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	2	1	0	1	3	1	4
	正答数	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	1
	正答率	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	0	50	0	0	0	33	0	25
数 字 + ドット	課題数	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1
	正答数	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	正答率	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
数 字 + おはじき	課題数	3	0	3	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	3	2	5
	正答数	3	0	3	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	3	2	5
	正答率	100	0	100	0	100	100	0	0	0	0	0	0	0	100	100	100	100	100
全 条 件 合 計	課題数	9	5	14	5	4	9	8	5	13	5	5	10	4	10	14	31	29	60
	正答数	8	2	10	2	2	4	4	1	5	4	1	5	2	3	5	20	9	29
	正答率	89	40	71	40	50	44	50	20	38	80	20	50	50	30	36	65	31	48

Table 3 計算時における提示条件別の各カテゴリの出現頻度と正答率

条件	課題数	counting fingers		fingers		目や首の動き				その他(関連あり)				その他(関連なし)				合計		
		数の表示とカウンティング	数の表示	指で数える	指で数える(有聲)	指で数える(無聲)	目で数える	目で追う	頭や首で数える	頭や首で追う	指さす	手で合わせる	手で合物体物を動かす	提示物を凝視	宙を凝視	指・その他	手・その他		目・その他	足
数字	21	1	4	0	0	0	0	1	0	0	0	0	4	0	2	1	10	0	4	27
ドット	44	1	0	6	5	3	1	12	4	0	0	0	15	1	3	0	7	1	5	70
おはじき	18	0	1	2	0	0	0	2	0	0	1	2	12	0	3	0	3	0	2	29
数字+ドット	4	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2	0	0	0	1	0	2	7
数字+おはじき	12	0	0	2	5	0	0	0	0	1	5	0	3	0	0	0	1	0	0	18
合計	99	3	5	10	10	3	1	13	7	1	12	1	36	1	8	1	22	1	13	151
割合(%)		3	5	10	10	3	1	13	7	1	12	1	36	1	8	1	22	1	13	
正答数	62	1	1	10	8	3	1	9	6	1	9	1	3	20	1	6	1	10	0	101
正答率	63	33	20	100	80	100	100	69	86	100	75	100	56	100	75	100	45	0	8	67

注. 割合(%)は課題数(99)を分母にした。また正答率(%)は、各カテゴリに該当する身体の動きが見られた場合の正答数を分子に、各カテゴリの合計を分母にして算出した。

Table 5 説明時における提示条件別の各カテゴリの出現頻度と正答率

条件	課題数	counting fingers		fingers		目や首の動き				その他(関連あり)				その他(関連なし)				合計			
		数の表示とカウンティング	数の表示	指で数える	指で数える(有聲)	指で数える(無聲)	目で数える	目で追う	頭や首で数える	頭や首で追う	指さす	手で合わせる	手で合物体物を動かす	提示物を凝視	宙を凝視	指・その他	手・その他		目・その他	足	鼻や胴などを動かす
数字	14	2	3	0	1	0	0	0	0	0	2	2	0	4	0	1	2	4	0	1	22
ドット	36	1	4	2	4	0	0	3	0	0	9	0	14	2	2	1	7	0	6	55	
おはじき	4	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	1	0	0	0	1	5	
数字+ドット	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	
数字+おはじき	5	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	4	0	0	0	0	0	1	7	
合計	60	3	8	3	5	0	0	3	0	0	12	2	6	18	2	4	3	12	0	9	90
割合(%)		5	13	5	8	0	0	5	0	0	20	3	10	30	3	7	5	20	0	15	
正答数	29	2	4	3	5	0	0	3	0	0	5	2	5	8	2	0	1	4	0	4	48
正答率	48	67	50	100	100	100	100	100	100	100	42	100	83	44	100	0	33	33	44	53	

注. 割合(%)は課題数(60)を分母にした。また正答率(%)は、各カテゴリに該当する身体の動きが見られた場合の正答数を分子に、各カテゴリの合計を分母にして算出した。



ない場合31%)。

以上のように、身体の動きの有無に関して、「2 + 1」課題において他の課題と多少違う傾向がみられたが、全体としては提示条件による違いが顕著であった。そこで、提示条件の違いを詳しく分析するために、課題をこみにした具体的な身体の動きの出現頻度と正答率を、Table 1 に示したカテゴリに基づき算出し、その結果をTable 3 に示した。なお、身体の動きの出現頻度は、1つの課題において、いずれかのカテゴリに該当する身体の動きがみられた場合には、多重に数えた。例えば、ドットを声を出しながら指で数えた場合は、「指で数える」と「数える (有声)」の両方にカウントした。

提示条件をこみにした場合、計算に関連すると考えられた身体の動きのうち、最も出現頻度が多かったのは、「提示物を凝視」する動きで全課題の36%においてみられた。その次は、「目で追う」が13%、「指さす」が12%で、「指で数える」と「数える (有声)」がそれぞれ10%であり、数を指で表示する動作は、「counting fingers」が3%、「fingers」が5%と、予想されたよりも少なかった。

本研究の「counting fingers」, 「fingers」の割合は、口頭で課題を提示したSiegler & Robinson (1982) の結果 (「counting fingers」が15%、「fingers」が13%) よりも低く、課題の難易度の違いがあるので一概には言えないが、課題をカードや具体物で提示すると、指の動きが少なくなることが示唆された。その一方で、本研究においては、先行研究ではあまり議論されていなかった、数の表示やカウンティング以外の「目や首の動き」や「その他 (関連あり)」に分類された身体の動きが多くを占め、「その他 (関連あり)」では「提示物を凝視」することが特に多いことが明らかになった。今後、これらの身体の動きが計算過程や計算の学習においてどのような役割を果たしているのかを詳細に検討していく必要があるだろう。

次に、提示条件間の比較を行ったところ、数字条件では「数の表示」は出現するが「カウンティング」や「目で数える」, 「目で追う」は出現せず、ドット条件では、反対に、「数の表示」は出現せず、代わりに「カウンティング」や「目や首の動き」が出現することがわかった。また、ドットカード条件とおはじき条件とでも各カテゴリの出現頻度が異なり、ドットカード

条件で出現した「目で数える」と「目で追う」; 「カウンティング」のうちの「数える (有声, 無声)」は、おはじき条件では出現せず、代わりに「手で具体物を動かす」などが出現した。

これらの結果は、数字カードで提示した場合には、数の表示という形で指を利用できる反面、数えるという動作が行いにくく、ドットカードで提示した場合には、分離されているドットを数えやすいこと、さらに同じ分離されたものでも、操作が可能な具体物である、おはじきになると、実際に手で動かしながら答えを出す、というように、同じ足し算という課題でも、提示されるものの性質に応じた身体の動きが用いられることを示している。

最後に、身体の動きのカテゴリ別の正答率を検討したところ、「指で数える」が全課題正答のように全体的に「カウンティング」は高く、出現頻度は少ないものの、「目で数える」, 「頭や首で追う」, 「手で合わせる」, 「手で具体物を動かす」, 「宙を凝視」も全課題正答であった。それに対して、「数の表示とカウンティング」と「数の表示」は正答率が低く、他のカテゴリは、その中間であることがわかった。

先に述べたように、全体では身体の動きを伴う方が正答率が高くなるが、「数の表示」の場合は、指を利用しても正答率が低い。この原因は、「数の表示」は提示条件が数字の場合に多く出現することと関連していると考えられる。つまり、足し算に習熟していない幼児の場合、ドット条件では数えるところから始めることができるが、数字条件では一旦、数を指で表示してから数える必要があるため、他の場合に比べて負荷が大きくなり正答率が下がった可能性がある。もしそうであれば、指を全てカウンティングしなくなれば、もう少し指を効率的に利用できるようになり、「数の表示」が出現した場合の正答率が高くなるのではないだろうか。いずれにせよ、今後は計算を習得する過程に伴う身体の動きを提示条件ごとに細かく検討していく必要があるだろう。

説明時の分析 計算時と同様に各課題で説明時における身体の動きの有無を調べ、その頻度を提示条件別に集計し、さらに動きの有無別に正答数と正答率を求め、Table 4 に示した。なお、この場合の正答は、「どうして○ (計算時に答えた数字) になるってわかったの?」と実験者が尋ねた時に、正しい説明ができたか否かではなく、説明をしている時の計算の答えが合

っているか否かを基準にした。

全条件を込みにした場合の説明時の正答率は48%であり、計算時の63%に比べて低かった。このことは、計算に比べてその説明が困難であることを示唆している。課題の難易度別では、「2 + 1」課題の正答率が71%と比較的高かったが、残りの課題に関しては、計算時のように、課題の難易度に伴って正答率が低くなる傾向はみられず、提示条件においても数字カードとドットの正答率に大きな違いはみられなかった。

全課題数(60)に対してなんらかの身体の動きがあった割合は52%であり、計算時の67%に比べて動きは少なかったが、身体の動きがある場合の正答率(65%)が、ない場合の正答率(31%)に比べ高いという傾向は、計算時と同様であった。課題の難易度別により身体の動きの割合を比較した結果、「2 + 1」課題では64%と計算時の33%よりも高く、逆に「3 + 6」課題では29%と計算時の80%よりも低かった。また、計算時と同様、身体の動きがある場合の方が正答率が高く、特に、「2 + 1」課題で顕著であった(ある場合89%、ない場合40%)。さらに、提示条件による身体の動きの有無の割合の違いを分析したところ、計算時とは異なり数字カードとドットカードにおける身体の動きの有無の違いはあまりみられなかった。

最後に、計算時と同様に、課題をこみにした提示条件別の身体の動きの出現頻度と正答率を求め、Table 5に示した。提示条件をこみにした場合、計算の説明に関連すると考えられた身体の動きのうち、最も出現頻度が多かったのは、計算時と同じく「提示物を凝視」する動きで全課題の30%においてみられた。その次は、「指さす」が20%、「数の表示」が13%であった。計算時と比較すると、説明時の方が「数の表示」と「指さす」が多くみられ、ドット条件の場合にそれが顕著であった。その反面、説明時では、「目で追う」は若干出現したものの、「頭や首で数える」など他の「目や首の動き」は出現しなかった。

身体の動きのカテゴリ別の正答率を検討したところ、「カウンティング」が全課題正答で、出現頻度は少ないものの、「目で追う」、「手で合わせる」、「宙を凝視」も全課題正答であった。そして、「数の表示とカウンティング」と「数の表示」の正答率は中程度で、他のカテゴリの正答率は低かった。この結果を計算時と比較すると、「数の表示とカウンティング」と「数の

表示」の正答率が上昇していることがわかる。

以上の結果から、計算という同じ活動であっても、それを自分で実行するときと、他者に説明するときとで、また、課題の提示条件によっても、身体の動きが異なることが明らかになった。具体的には、説明時の方が「数の表示」と「指さす」が多くなり、「目や首の動き」が少なくなった。このことは、子どもがレポーターとして「数の表示」や「指さす」という身体の動きをもっている、それらは文脈を超えて利用されるのではなく、個々の課題や状況に応じて利用されることを示唆している。具体的な例としてあげれば、他者に計算を説明するために指を利用して、自分の認知的道具として指を利用しない子どもがいる、ということである。

また、全条件を込みにした場合の説明時の正答率は計算時に比べて低かったが、個別にみると、計算時には答えが間違っている、説明時に指を利用することによって、正しい答えを導いた参加者もいた。例えば、ある子どもは、「3 + 4」の数字カード提示条件で「6」と答えるが、「どうしてそうなったか説明して」という問いに対し、左手で3本、右手で4本の指をたて、それを目で数えていく。そうして「7やった」と正答を導き、「数えたからできた」という発話をしていた。このような事例は、幼児や小学校の低学年の子どもにおいても、他者への説明が計算時には自発的に利用しなかった指の利用を促すことを示唆しており、教育方法の一つとして今後検討する価値があると思われる。

今後の課題 小学校の低学年では、足し算や引き算をする時に指を使う子どもが多い。杉村・山名(2003)は、女子大学生に「(小さい頃)指を使って計算することを、自分でどのように思っていましたか」という質問を行った。そして、自由記述の結果から、「すぐに答えが出るし確実だから自分では良かった」、「指ってすごいって思っていました」というように、指の利用を肯定的に思っていた学生がいる一方で、「少し恥ずかしかったので、わからないように使っていた」、「親とか先生とかに、あまりいいことではないと言われていたから、使うときにはドキドキしていた」というように、指の利用に羞恥心や罪悪感が伴い、否定的に思っていた学生も多いことを明らかにした。子どもと同様に、大人においても利用することに関して肯定・否定とも様々な意見があるが、その多くは

個人の経験や考えに基づいているようであり、科学的な根拠に乏しい。

それに対してSiegler (1986) は、連合分布モデルに基づき、子どもに指を使うことを禁ずることは、逆説的に、子どもが指を使う必要のある時期を長引かせるのではないかと指摘している。さらに、藤村 (2002) も、子どもが手の指を使って数えるのは、記憶検索による解答に確信がもてない場合であり、代替方略として指の使用を認めて正答を導き、答えに対する確信度を高めることが、結果として検索方略の利用を高めることになる、と述べている。また、指を使うことを禁止したとしても、Sieglerらがインタビューした教師達は、子どもが机の下や背中後ろなどで隠れて目に見える方略を使い続けることを認めている。

このように、小学校の初期では指の利用の是非が論じられてきた。そして、最初に問題と目的で述べたように、幼児を対象にした足し算の研究においても、多くの研究が指の利用に焦点を当ててきた。しかしながら、参加者に指を使うことを教示しなかった本研究では、計算時において指を利用する子どもの割合は従来の結果に比べて少なく、解答できない場合に自発的に指を利用する子どもも少なかった。この結果は、指の利用の発達的变化やその説明を見直す必要があることを示唆している。

従来の研究において指の利用やその禁止を問題にする場合、足し算の習得時には指などの外的な方略を利用することを暗黙の前提にし、外的な方略を利用しなくなっていく変化にのみ着目していたのではないだろうか。たとえ外的方略の単調な減少という単純な見方をしていなかったとしても、発達につれて外的方略が減少する点だけを研究していたことは確かであろう。そこで、幼稚園の年長児が足し算をする時に、あまり自発的に指を利用しなかったという結果を考慮すると、今後の研究においては、指がどのように利用され始めるのかにも着目し、指の利用の増加と減少を合わせて解明していく必要があるだろう。

指の利用の説明に関しても、これまでの枠組みを拡張していくことが望まれる。従来の研究の多くは、その理論的枠組みが情報处理的なものであったために、指を認知的負荷を減らす手段として解釈する傾向が強かった。しかし、構成論の立場から考えると、指は認識の起源と見なすことができ、なんらかの抽象の過程が指の

動きに反映されている可能性がある。また、状況論や社会文化的な観点から考えると、計算は指という道具に媒介された活動と見なすことができ、さらに、指の利用は個人の発明ではなく社会的な産物であるという可能性が出てくる。このように、情報処理アプローチの枠組みに縛られない見方をすることにより、従来の研究では見過ごしていた指の働きが発見されたり、指の利用に関する異なった見方が出てくるのではないだろうか。

そうした観点から先行研究を眺めると、自由遊びにおける足し算の観察例では、他者に足し算の結果を説明するために指を利用しており(天岩, 1997, 2004)、本研究においても、他者に向けて指で数を表示することができても、計算時に自分に向けて利用しない子どもがいたので、活動や文脈に依存していた指の利用が、どこかの時点で計算という課題においても利用されるようになる可能性が考えられる。また、親や教師に指の使い方を教えられて、指を使うようになったと回想している大学生が存在し(杉村・山名, 2003)、保育活動においても、指の利用の有無は明確ではないが、出欠の確認の際に教師が、男の子と女の子の休んだ数を合わせるというような形で、足し算を促していることから(榊原, 2002)、教育や模倣によって指を利用するようになる子どもも存在するであろう。

さらに、指の利用の増加や減少に関しては、認知的な面だけでなく感情的な面も関与していると考えられる。例えば杉村・山名 (2003) の研究では、次のような回想が報告されている。「親に指を使って計算するのは小さい子がすることなので、大きくなったら恥ずかしいことだと言われた」、「そんなやり方で答えを出しても意味がない、と先生に言われていた」、「まだ使ってるのと友達に言われた」。したがって、指を利用しなくなっていく過程に関しては、記憶から引き出した答えに対する自信の程度(Siegler, 1986)といった認知的な説明に加えて、指を利用していることにより、親や教師、友達などから何か言われ、恥ずかしい思いをするといった感情的な面も考慮していく必要があるだろう。

これまでは指の利用に限定して議論してきたが、本研究では、計算時と説明時に、指以外にも様々な身体の動きが観察された。そこで今後は、計算を行うシステムを想定する場合、それ

を頭の中に閉じこめたり、頭と指だけに限定するのではなく、様々な身体の動きを含めていく必要がある。さらに、一見、同じような身体の動きでも、就学前と後で利用の仕方に変化があるかどうか、指の利用と他の身体的な動きとに何らかの関連があるかどうか等も検討していく必要があるだろう。

また、本研究では、提示条件により計算時の身体の動きが異なることが明らかにされた。このことは、おはじき、ドット、数字という提示条件ごとに用いられる計算システムが異なることを示唆している。もしそうであれば、おはじきを使って足し算を学んでも、そのやり方を数字の場合にそのまま利用することができないことになる。生活において学んだ足し算を学校での算数の学習に関連づけるには、いいかえれば、インフォーマルな算数をフォーマルな算数をつなげるには、今後、提示条件の違いを組織的に検討し、各提示条件において働く計算システムを特定するとともに、身体的な動きが少なくなっていく過程や、それとともに生じていると考えられる概念的な発達的变化を明らかにしていく必要があるだろう。

### 引用文献

- 天岩静子 1997 自由遊びの中で幼児が用いる数表現 信州大学教育学部紀要 92, 77-85.
- 天岩静子 2004 入学前の計算力 無藤 隆・岡本祐子・大坪治彦(編) よくわかる発達心理学 ミネルヴァ書房, 82-83.
- Baroody, A. J 1993 Fostering the mathematical learning of young children. In B. Spodel (Ed). *Handbook of research on the education of young children*. NY: Macmillan, 151-175.
- ブルーアー, J. T. 松田文子・森敏昭(監訳) 1997 授業が変わるー認知心理学と教育実践が手を結ぶときー 北大路書房 (Bruer, J. T 1993 *School for thought: A science of learning in the classroom*. MIT Press.)
- 藤村宣之 2002 学力の基礎の発達と学習障害 柏木恵子・藤永保(監) 認知発達とその支援 ミネルヴァ書房, 211-229.
- Fuson, K. C. 1992 Research on learning and teaching addition and subtraction of whole numbers. In G. Leinhardt, R. Patnam, & R. A. Hattrup (Eds.) *Analysis of arithmetic for mathematics teaching*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, 53-187.
- 平井安久 1992 子どものたし算における COMPOSITEレベルの変容について 筑波数学教育研究 第11号, 105-114.
- 平井安久 1993 子どものたし算ストラテジーについてー指を用いたストラテジーと COMPOSITEレベルー 岡山大学教育学部研究集録 93, 1-8.
- 陰山英男 2001 学力の基礎は読み書き計算にあるー徹底反復・山口小学校の授業実践ー 小学館
- 陰山英男 2002 徹底反復「百ます計算」 小学館
- 栗山和広 2002 幼児・児童における数表象の構造 北大路書房
- 丸山良平・無藤 隆 1997 幼児のインフォーマル算数について 発達心理学研究 8, 98-110.
- 榎原知美 2002 保育活動における幼児の数量学習ー幼稚園教師からの支援を通じてー 保育学研究 40 (2), 39-48.
- シーグラウ, R. S. 1992 学校で勉強する技能の発達 無藤隆・日笠摩子(訳) 子どもの思考 誠信書房, 348-399. (Siegler, R. S. 1986 *Children's Thinking*. Englewood cliffs, NJ: Prentice-Hall.)
- Siegler, R.S., & Robinson, M. 1982 The development of numerical understandings. In H. W. Reese & L. P. Lipsitt (Eds.), *Advances in child development and behavior* (Vol. 16). New York: Academic Press.
- Siegler, R. S., & Shrager, J. 1984 Strategy choice in addition and subtraction: How do children know what to do? In C. Sophian (Ed.), *Origins of cognitive skills*. Hillsdale, NJ: Erlbaum, 229-293.
- 杉村伸一郎・山名裕子 2003 計算時における指の利用とそれに対する指導ー教職志望の女子大学生による回想と指導に関する信念ー 神戸女子大学文学部紀要 36, 63-75.

## 幼児の足し算における指の利用 (2)

### — 課題の難易度による身体の動きの分析 —

山名裕子

秋田大学教育文化学部

杉村伸一郎

広島大学大学院教育学研究科

本研究では、足し算を行う際に、指の利用を明示したり具体物を提示したりしない時の、自然発生的な身体の動きを分析し、足し算の成績と指の利用や他の身体的な動きに関連があるかどうかを検討した。72名の幼児を対象に、足し算を促す課題と答えがでた理由を説明させる課題を実施した。その結果、計算時においては、課題によって身体の動きがある場合に正答する年齢が変わることが明らかになった。また、このような身体の動きがある場合に正答率が高くなる課題については、年齢群によって、身体の動きが違うことも示された。説明時における身体の動きからは、計算という同じ活動であっても、それを自分で実行する時と、他者に説明する時では、身体の動きが異なることが明らかになった。従来は記憶の補助という点で、足し算における指の利用が論じられていたが、必ずしもそうではないことが示唆された。しかし、身体の動きが年齢や課題の難易度によっても変わってくることは、これらの身体の動きが計算過程や計算の学習においてどのような役割を果たしているのかという点で重要であると考えられるため、今後さらに検討していく必要があるだろう。

キーワード：計算時の指の利用，身体性，幼小連携，幼児期

### 問 題

小学校1年生で、子どもたちは、「フォーマルに」足し算の計算の仕方を学習する。しかし、学校で公的にかつ体系だった算数を学習しなくても、子どもたちはインフォーマルに算数の理解を行っている (Baroody, 1993 ; 丸山・無藤, 1997)。このようなインフォーマルな知識は、間違っていたり、非体系的であったりするので、子どもがもっている既存のインフォーマルな知識を、どのようにフォーマルな理解につなげていくのが、重要な課題となっている (Bruer, 1993/1997 ; 山名, 2004)。

たとえば、足し算のインフォーマルな知識と言われる計数の研究としては以下のようなものが見られる。Fuson (1992) は、足し算における指の利用や数唱に関して、4つの段階を想定している。第1段

階では、被加数、加数、どちらの数字も指で表示し、その後、すべての指を1本ずつ足していく段階である。第2段階では、被加数、加数のどちらかの数だけを足す段階、第3段階では、被加数、加数のどちらかだけを指で表示し、表示した指の分だけ数え足す段階、そして第4段階では、指を使用せず、記憶検索で計算していく段階である。

栗山 (2002) は、数表象の構造を分析するために、5歳4ヶ月から6歳3ヶ月までの幼児22名に対して「数のゲーム」を行い、外的な方略としての指の動きを分析し、次の4つのタイプを区別している。1つずつ手の指を動かして数えていく方略 (Over counting type : Oタイプ)、目で指をみたり頭を動かしたりして数えていく方略 (Covert counting type : Cタイプ)、指を1つずつ数えることなく一気に指をひろげて数えていく方略 (Direct counting type : D

タイプ), 外的行為によらないで頭の中で内的に数えていく方略 (Internal counting type : I タイプ) である。そして, この 4 つの方略は O タイプ, C タイプ, D タイプ, I タイプの順に発達していくと仮定している。

Siegler & Shrager (1984), Siegler (1986/1992) は, 4 歳から 5 歳の幼児に, 次の様な教示を与え, 1 から 5 までの数の足し算 (合計が 10 以下になる足し算) を行う際の行動を分析している; “I want you to imagine that you have a pile of oranges. I’ll give you more oranges to add to your pile; then you need to tell me how many oranges you have altogether. Okay? You have  $m$  oranges and I give you  $n$  to add to your pile. How many do you have altogether?” と教示し, 最後に次のようなことも付け加えている; “You can do anything you want to help you get the right answer. If you want to use your fingers or count aloud, that’s fine.”

Siegler らはこれらの実験で, 就学前児が足し算を行う際に選択する方略として, 指を折って数えること, 指を眺めて声だけで数えること, 指を出すそれを数えないで答えること, 記憶から答えを引き出して答えることを見いだした。そして, 問題が難しくなるほど指を利用する頻度が高くなることを明らかにした。

また, 小学校 1 年生の足し算方略に関しては, 平井 (1992, 1993) が詳細に分析している。彼は, 計算をする際, 具体物 (オハジキ) を用いる, 指で数える, 暗算で計算する, のどれかで解答するように教示し, 子どもたちがどのような解決法で足し算を行うのか分析している。その中で, 具体物を使ってほとんどの問題を解決する子どもや, 指を利用して解決する子どもの特徴を詳細に把握し, さらに指導していくことが重要であると述べている。

平井の研究 (1992, 1993) では小学 1 年生を対象にしていたが, インフォーマル算数としての足し算の理解を検討するために, 杉村・山名 (2005) では, 小学校入学前の年長児 15 名を対象に, 同様の実験を行った。足し算課題において, 指を使ったり動かしたりすることを参加者に教示せず, 提示条件の違いから, 身体の動きの有無と成績について検討した。足し算の課題 5 課題を, 数字のカード, 半具体物としてドットカード, 具体物としてオハジキの 3 つの方法で提示し, 提示条件による身体の動きの違

いを明らかにした。また答えが出た理由を説明させる説明時の分析も行い, 計算時に比べ指を立てて数を表すような数の表示や, 具体物を指さす行動が多く見られたことが明らかになった。

以上のようにこれらの研究に共通することは, 足し算を行う時の指の利用について分析している点である。栗山 (2002) や Siegler らは, 指の利用を記憶の補助と位置づけ, 頭の中で考えることができるようになると, 指を利用しなくて, 計算ができるようになると結論づけている。平井 (1992, 1993) は, 算数教育の観点から, 杉村・山名 (2005) は, 発達の観点から, 計算する際の指の利用を位置づけ検討していた。

では実際に, 幼稚園や保育所で子どもがどのように指を使っているのだろうか。教師は何らかの数の指導を行っているのだろうか。また小学校, 特に低学年での指導についてはどのような指導が行われているのだろうか。

現在の幼稚園教育要領 (文部省, 1999) では, 身近な環境とのかかわりに関する領域「環境」の中で, 数量概念は「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」ことがねらいとされており, 日常生活の中で身につけていくものとされている。そして実際に榊原 (2002, 2006) が明らかにしたように, 「学習」を目的としない場合でも日常生活の中で, 欠席の友達の数や「合わせ」たり, 歌の中で数に関する表現が多数でてきたりと, インフォーマルな形で子どもたちは数に接している。また, 計数における自発的な指の利用も観察されている (天岩, 1997, 2004)。

それに対して, 小学校での教科書や指導書では, 計算時の指の利用について以下のような指導の経緯が見られる (山名・杉村, 2006)。

対象物を数えることによって, 対象物がいくつあるかを把握させる, 明治時代からの, いわゆる「教え主義」と呼ばれる時代には, 教科書 (黒表紙) にも指の利用に関する記述が多く見られた。しかし一方で, 1936 年に大阪書籍株式会社から出版されている教科書や, 1941 年に大阪書籍株式会社から出版されている教科書では, 指は便利であるため, 指を使って計算すれば, 指を利用し続けるという危険性も指摘している

また, 1971 年に発行された啓林館と大日本図書,

ならびに 1974 年に発行された大日本図書の 1 年生の教科書には具体物やドットとともに、指による数の表示が記載されていた。しかしそれ以後の教科書には、具体物としての指の記述は見られず、「数える」というよりも「一対一対応」によって数を把握することが求められている。

指導書や参考書での指の記述に関しては、指の利用を容認する立場や、最初は利用してもよいがあまり好ましくはない、指を利用するのは数え主義から抜け出していない証拠なので利用しない方がよい、というように様々な立場が見られる。

和田 (1970) や深津 (1983) は 1 年生の実態として、大半の子どもが指を使っていることに言及し、具体物としての指の利用を容認している。そこまで認めてはいないが、数が映像として脳に浮かんでくるまではやむを得ないという立場や、あるいは、答えが 10 以上の足し算にならなければ有効であるという立場もある。

柴崎 (1981) は、数が脳裏に映像として浮かんでこない子どもが指を使うのであって、初期の段階は、計算機である指を使うことはある程度やむをえないが、早い機会に取り除くようにした方がよい、と述べている。筑波大学附属小学校算数科教育研究部 (1987) は、繰り上がりがない場合には、両手を出して、指を使うことによって答えを求めることができるが、繰り上がりのある場合には、両手の指が足りなくなって、子どもが戸惑うことになる指摘している。

それに対して、岡田 (1988) や石田 (2000) は、足し算の答えを暗記することを推奨しており、学年が進んでも、答えを暗記しきれていない子が、しきりと指を使うと指摘し、数え主義から一歩も抜け出していない証拠だと述べている。広田 (1988) は、指を利用して計算することは、いつでも利用できる手軽さが災いして、いつまでも指を使う悪習となりやすいと指摘している。

しかし実際のところは、計算時に指を利用することについては賛否両論あり、教師の信念に基づく指導がなされている可能性が示されている (山名・杉村, 2006)。

基本的な計算能力が幼児期から児童期にかけてどのように獲得されていくのかを明らかにすることは、最近重要な課題となっている幼小連携におけるカリキュラムや指導方法の開発に関しても大きな示唆を

与えると考えられる。また、計算時における指の利用ということに限定しても、学習や発達における指の利用の意味が明らかにされれば、指を使っている子どもやそれを見ている教師や親の、疑問と悩みを解決することができるであろう (杉村・山名, 2003 ; 小山・杉村, 2006 ; 山名・杉村, 印刷中)。

そこで本研究では、幼児期から児童期にかけての認知発達の問題の 1 つとして、計算児における指の利用を検討することを目的とする。先行研究では、計数の段階の初期では指を使って数を理解することが示されている。しかし栗山 (2002) では、「手の指を使ってもいいからね。指を机の上に出してみよう」という教示を用い、手を積極的に使うことを子どもたちに示している。平井 (1991) も小学校 1 年生に対して具体物 (オハジキ) を用いる、指で数える、暗算で計算する、のどれかで解答するように言っているため、指を使ってもよいことを伝えている。また、Siegler & Robinson (1982) は計算時の自然発生的な子どもの指の動きを調べているが、Siegler & Shrager (1984) では、指を利用することを教示した時の指の動きを分析している。杉村・山名 (2005) では、提示物の違いを条件に入れていたことと、年長児に限定して実験を行っていたため、現在のところ、口頭の教示で、かつ、子どもたちが足し算を行う時に自然に指を動かすのかどうかに関する資料は少ない。

そこで本研究では、教示を口頭で行うことにより、指や他の身体を使うことを明示しない時の、自然発生的な身体の動きを分析する。具体的には、足し算の成績と指の利用や他の身体的な動きに関連があるかどうかを検討する。また、杉村・山名 (2005) の実験の結果、計算時と説明時では指の利用のされ方が違うことが明らかになっていた。そこで本研究においても、自分で計算を行う場合と、他者へ説明する場合との違いを比較することにより、社会的道具としての指の利用についても考察する。

## 方 法

**参加者** 年少児 (平均年齢 4:3, 年齢範囲 3:8~4:10), 年中児 (平均年齢 5:4, 年齢範囲 4:8~5:9), 年長児 (平均年齢 6:3, 年齢範囲 5:9~6:7), 各 24 名ずつの計 72 名であった (男女はほぼ同数)。

**課題** 最初に練習課題として「1 と 1」の課題を

行い、その後、計算課題として足し算の合計が5以下、6~10、11~13になる課題をそれぞれ4問ずつ、計12課題行った。そして最後に説明課題を3問実施した。

手続き 「もし、アメがヒトツあって、もうヒトツもらうと、アメはみんなでいくつになると思う？」と答えを尋ねた。下線部は課題によって変化する。また「みんなでいくつ」という言葉が理解できない参加者に対しては、「合わせたらいくつ」というように教示を変えた。同様に「ヒトツ、フタツ」という言葉がわからない参加者には「1個、2個」というように変えて教示を行った。さらに、教示の理解が困難だと思われた参加者には、赤い木製のチップ（直径2.5cm）を教示とともに提示し、チップを使用して行った。そのため、分析からは除外した。3問続けて「わからない、できない」と答えた場合は、それ以降の課題は中止した。

説明課題では、計算課題の後、「どうして○（計算時に答えた数字）になるってわかったの？」と尋ね、その答えがでた理由を説明させた。説明課題は3課題であった。

以上の課題は、参加者の身体的な反応が見やすいように、透明のアクリル板で作製したテーブル上で実施し、子どもの反応は分析のためにビデオテープレコーダーにより録画された。

## 結 果

課題ごとに身体の動きの有無とその内容を評定したところ、Table 1 の下位カテゴリ欄に示したような動きが見られた。さらに、下位カテゴリを6つのカテゴリにまとめ、それをTable 1 のカテゴリ欄に示した。

加数や被加数、あるいは答えの数を指で表しそれらを数える「counting fingers」、それぞれの数を指で表すがそれらを数えることなく答える「fingers」

(Siegler & Robinson, 1982 ; Siegler & Shrager, 1984), 指を折ったり声にだしたりして数える「カウンティング」、目や首を動かしたりして数える「目や首の動き」、それ以外の動きであるが、明確ではないが指を触ったりするような、計算と関連がありそうな動きは「その他関連あり」、計算やカウンティングには関係しないような動きは「その他関連なし」に分類した。実験者以外の2名で評定した結果、一致

率は78%であった。一致しなかった反応については実験者も含め、ビデオを再度見直した上で協議した。なお、身体の動きの出現頻度は、1つの課題において、いずれかのカテゴリに該当する身体の動きが見られた場合には、多重に数えた。たとえば、声を出しながら指で数えた場合は、「指で数える」と「数える（有声）」の両方にカウントした。

以下では、計算課題における参加者の身体の動きと、参加者自身が自分の行った計算結果について説明をしている時の説明課題における身体の動きに分けて分析した。なお計算課題では年齢群ごとに、12課題それぞれの分析と、課題の難易度、すなわち、加数と被加数の合計が5以下になる足し算、6~10になる足し算、11~13になる足し算の分析を行った。

### I. 計算課題の分析

#### 1. 身体の動きと正答率

まず計算課題において何らかの身体の動きがあったかどうかと、動きの有無別の正答率を算出した(Table 2)。

年少児 答えが11~13になる課題まで行った参加者が1名と少なく、また「3+7」より後の課題は正答者がいなかったため、年少児にとっては、答えが10を超える足し算の課題は、難しかったようである。

全課題の正答率(24%)は他の年齢群に比べて低かったが、「2+1」の課題は半数以上が正答していた(平均正答率55%)。合計が5以下になる課題では、身体の動きがある参加者は65%であったが、身体の動きがない場合の方が正答率は高かった(ある場合の正答率29%、ない場合37%)。答えが6~10になる課題と、11~13になる課題は実施した人数が少なかったが(それぞれ26名、3名)、6~11になる課題は身体の動きのある場合の方が正答率は高かった。

課題を詳細に分析したところ、「練習課題」「②3+2」「③2+2」「⑤2+5」の4課題では身体の動きがある場合では正答率が高かった(順に71%、18%、31%、17%)。一方「①2+1」「④1+3」では動きのない場合の方が、正答率が高かった(80%、43%)。

年中児 全体の傾向として、答えの大きさにかわらず、身体の動きがない場合の方が、正答率が高い結果が得られた。しかし、「④1+3」「⑤2+5」「⑥



3+7」「⑨4+9」「⑩7+6」「⑪8+3」では、身体の動きがある場合の方が、正答率が高かった（順に86%, 44%, 33%, 44%, 43%, 86%）。特に課題⑥, ⑨, ⑩, ⑪は身体の動きがない場合の正答率は0%という結果になった。

**年長児** 答えが5以下になる課題では正答率が高いが（平均正答率89%）、これらの課題では身体の動きがなくても正答率が高かった（ある場合の正答率87%, ない場合90%）。しかし6~10になる課題については、身体の動きがある場合とない場合による、正答率の違いはあまり見られなかった（ある場合67%, ない場合69%）。

また課題を詳細にみると、「④1+3」「⑥3+7」「⑧1+8」「⑩7+6」「⑪8+3」の課題では、身体の動きがある場合の方が、正答率が高かった（順に93%, 56%, 70%, 53%, 100%）。しかし「⑧1+8」の課題では、年中児の身体の動きがない場合の正答率が100%に対して、年長児では60%とさがっており、かつ、年長児では、身体の動きがある場合の方が正答率は高かった（70%）。

「②3+2」や「③2+2」のような課題では、年少児では身体の動きを伴う場合の方が、動きがない場合に比べ、わずかではあるが、正答率が高かった（「②3+2」の時、身体の動きあり18%, なし13%; 「③2+2」の時31%, 29%）。しかし、年中、年長になると、これらの課題はどちらも身体の動きがない場合の方が正答率が高くなっていった（年中児「②3+2」の時、身体の動きあり50%, なし73%; 「③2+2」の時43%, 56%; 年長児「②3+2」の時、身体の動きあり78%, なし87%; 「③2+2」の時80%, 89%）。このような課題の場合、年少から年中にかけて数的事実として理解されてくるようになるのかもしれない。そのために、身体の動きがなくても、正答を導けるようになるのかもしれない。しかし、「④1+3」の課題では、年少児では身体の動きがない場合の方が正答率が低い、年中、年長では、身体の動きを伴う場合の方が、高くなっていった（年少児身体の動きあり10%, なし43%; 年中児あり86%, なし60%; 年長児あり93%, なし78%）。

このように答えが5以下になる課題においても傾向が変わるため、全体として身体の動きの有無と正答率に明確な関連が見られなかった。しかし、身体の動きには、Table 1 であげたように、様々な動き

があるので、次に、身体の動きの内容と足し算の成績との関連について分析した。

## 2. 身体の動きに関する各カテゴリの頻度と正答率

まず Table 1 にもとづくカテゴリについて、課題別の出現頻度と正答率を年齢ごとに算出した（Table 3 から Table 5）。

**年少児** 全体の傾向として、「その他関連あり」と「counting fingers」が他のカテゴリに比べ正答率が高かった（順に、40%, 36%）。特に「その他関連あり」は答えが5以下の課題において、正答率が60%と高いことが明らかになった。人数は少ないものの、「counting fingers」の正答率は、5以下の課題、6~10の課題において50%と比較的高かった。特に年少児では、「指で指を数える」といった身体の動きが見られた。

また、身体の動きがある方が正答率の高かった課題「②3+2」「③2+2」「⑤2+5」では、「fingers」の割合が他の動きに比べて多かった（順に、32%, 47%, 42%）。つまり、「指による数の表示」と正答率に関連することが示唆された。

**年中児** Table 4 をみると、全体的に「目や首の動き」や「fingers」、「カウンティング」正答率が高いことがわかる（順に、68%, 58%, 52%）。特に、「目や首の動き」と「fingers」は、答えが6~10の課題ではいったん正答率がさがるものの、11~13の課題では高くなる傾向がある（「目や首の動き」6~10の課題では55%, 11~13の課題では86%; 「fingers」6~10の課題44%; 11~13の課題60%）。年中児に比べると身体の動きも多いが、「counting fingers」の動きは、年中児の方が減っているし、正答率もあまり違いが認められなかった。

身体の動きのある場合の方が、正答率が高かった6課題については、大きく2つの傾向に分かれた。

「④1+3」「⑤2+5」課題は、他の動きに比べ「fingers」の割合が高い（それぞれ29%, 31%）。しかし「⑥3+7」「⑨4+9」「⑩7+6」「⑪8+3」については、「fingers」だけではなく、「カウンティング」「目や首の動き」「その他関連あり」など、複数のカテゴリの出現の割合が高くなっていった。人数が少ないことも関係しているかもしれないが、年少児とは違う身体の動きの傾向が見られることが示された。

**年長児** Table 5 からは、年中児と似た傾向として、「目や首の動き」や「fingers」、「カウンティン

グ」の正答率が高いことが明らかになった（順に、84%、75%、73%）。しかし、年中児で減っていた「counting fingers」の頻度は年少児と同数であり、かつ正答率は高くなっていった。また「その他関連あり」は、年長児になって、頻度も正答率も高くなった（年少児の正答率40%、年中児38%、年長児64%）。指の利用だけではなく、他の何らかの動きも年長児になると増加し、正答率も高くなることが示唆された。

本研究の「counting fingers」「fingers」の割合は、口頭で課題を提示した Siegler & Robinson (1982) の結果（「counting fingers」15%、「fingers」13%）と比較すると、それぞれ、4%、27%となり、「counting fingers」の割合は低いが、「fingers」は高くなることが示された。この点は、「数を表示」することの、文化差にももしかすると関連するかもしれない。

さらに、身体の動きがある方が、正答率が高かった課題「④1+3」「⑥3+7」「⑧1+8」「⑩7+6」「⑪8+3」について分析をした結果、「④1+3」は「fingers」の割合が最も高かったが、他の課題については、「fingers」の他に「カウンティング」や「その他関連あり」の動きが比較的多く見られた。

## II. 説明課題の分析

### 1. 身体の動きと正答率

計算時と同様に、説明時における身体の動きの有無を調べ、頻度と正答率を求め、Table 6に示した。なお、この場合の正答は、「どうして○（計算時に答えた数字）になるってわかったの？」と実験者が尋ねた時に、正しい説明ができたか否かではなく、説明をしている時の計算の答えが合っているか否かを基準にした。

どの年齢群でも、「2+1」の説明課題では、身体の動きに関わらず、正答率がほぼ同じであった（年少児、動きあり47%、なし50%；年中児68%、67%；年長児96%、100%）。しかし、「3+4」の説明課題について身体の動きがなく正答した参加者はいなかった。「6+2」の説明課題では、年中児、年長児ともに、身体の動きがある場合の正答率が高いことが示された（年長児に関しては、動きがない場合の正答率は100%だが、人数が2人の影響が強いと考えられる）。

杉村・山名（2005）での「2+1」の説明課題では、身体の動きがある場合の方が、明らかに正答率が高

かった（ある場合89%、ない場合40%）。人数の偏りもあるかもしれないが、提示物の有無や口頭での教示について、さらに検討する必要があるだろう。

### 2. 身体の動きに関する各カテゴリの頻度と正答率

計算時でのカテゴリを用いて、説明時での身体の動きを分類し、度数と正答率を算出した（Table 7）。

年少児は、「その他関連なし」という動きが他のカテゴリと比べて多く見られたが（頻度20）、正答率は「fingers」が最も高かった（33%；「その他関連なし」25%）。

年中児になると、「fingers」「目や首の動き」「カウンティング」「counting fingers」の正答率が高かった（順に74%、71%、67%、67%）。特に「fingers」は頻度も高かった（頻度23）。

年長児では、すべてのカテゴリで正答率は高く、人数は少ないものの、「counting fingers」と「目や首の動き」は100%の正答率であった。また他のカテゴリ「fingers」「カウンティング」「その他関連あり」も高い正答率であった（それぞれ、90%、95%、85%）。

また計算時の身体の動きの内容と比較を行ったところ、「counting fingers」の割合が高くなっていった。また計算時でも「fingers」や「カウンティング」の出現の割合は高かったが、年長児では、「fingers」の割合が、計算時以上に高くなっていった。

杉村・山名（2005）では、提示物があったため、「提示物を凝視」する動き（全5課題こみにした割合30%）や、「指さす（20%）」、数の表示（13%）であった。本研究のように、提示物がない場合は、身体の動きの中でも、特に指に関する動きが多くなることが明らかになった。半具体物として、説明する上で、指が重要であることが示唆された。

## 考 察

本研究では、幼児期の子どもに対して、計算時と説明時における自然発生的な指の利用について検討した。

足し算の計算時における身体の動きの有無と成績との関連については、全体として明確な結果は得られなかった。どの年齢群においても、身体の動きがない場合の方が、正答率が高いという結果になった。しかし、それぞれの課題を詳細に分析したところ、

以下のような特徴が見られた。年少児では「3+2」「2+2」の課題では身体の動きがある場合の方が正答率は高かったが、年中、年長では、動きがない場合の方が正答率は高かった。このような課題は、年少から年中にかけて理解が進むため、年少児での身体の動きが多く、かつ、正答と導いている可能性がある。「2+5」は、年少児では、身体の動きがある場合の正答率が高く、年中児でも、動きがある場合が高いが、年長児になると動きがない場合の方が正答率が高くなる。このことは、年中から年長にかけて、数的事実を獲得したり、理解が進んでいるのかもしれない。

また、身体の動きの内容をみていくと、全体としては、年少児は「その他関連あり」や「counting fingers」、年中児は「目や首の動き」や「fingers」、年長児では「目や首の動き」を初めてとしてどのカテゴリでも高い正答率を示していた、というように、各年齢において、特徴が違っていた。

しかし、身体の動きがある場合に正答率が高くなる課題について分析すると、年少児では「fingers」、年中児では、「fingers」や「カウンティング」「その他関連あり」、年長児では、「fingers」や「カウンティング」「その他関連あり」の割合が高くなることが示された。

以上のように、一つ一つの課題によって身体の動きや正答率は異なることが明らかになった。また、今回の実験では子どもの心理的な面を配慮し、3問連続で誤答の場合はそれ以降の課題を行わなかったために、課題ごとに正答率の分母の人数が異なるので、単純に正答率だけで比較することは困難である。

そこで、本報告では間に合わなかったが、今後は、課題による個人内の変化を丹念に検討していかなくてはならない。その際には、身体の動きが足し算にどのように影響するのか、それは発達的にどのように変化するのか、といったことを記述し説明するためのモデルや理論を組み立てておくことが有用になるであろう。

説明時の身体の動きからは、計算という同じ活動であっても、それを自分で実行する時と、他者に説明する時とで、身体の動きが異なることが明らかになった。具体的には、説明時の方が身体の動きがある場合の方が、正答率が高くなり、その時の身体の動きは、「counting fingers」や「fingers」といった、指の利用に関わる動きが多く見られた。つまり、就

学前の子どもは、他者に計算を説明するために指を利用しても、自分の認知的道具として指を利用することは少ないことが示唆された。

このことは、幼児や小学校の低学年の子どもにおいても、他者への説明が計算時には自発的に利用しなかった指の利用を促すことを示唆しており、教育方法の一つとして今後検討する価値があると思われる。

足し算における指の利用に関して、従来は記憶の補助という観点からしか論じられてこなかったが、本研究の結果は、必ずしもそれだけではないことを示している。したがって、記憶以外の認知的な機能とともに、社会・文化的な観点からも、計算時の指の利用とその発達を検討していかなくてはならない。

Vygotsky (1970) は、計算時における指の利用について、「算数的思考の発達において何か必然的な、いずれにしてもきわめてしばしば見かける初歩の段階を形成している。それは文化的算数の不全形態であり指を折って数える計算である (p.110)」と論じている。さらに、指を折ってする計算は、かつては人類の重要な文化的達成であり、それは、人間が自然的算数から文化的算数へ、量の直接的知覚から計算へと移行する上での橋として役に立つと述べている。

今後、以上のような社会・文化的な知見も考慮にしつつ、身体の動きが計算過程や計算の学習においてどのような役割を果たしているのかを詳細に検討していく必要があるだろう。

## 引用文献

- 天岩静子 1997 自由遊びの中で幼児が用いる数表現 信州大学教育学部紀要, 92, 77-85.
- 天岩静子 2004 入学前の計算力 無藤 隆・岡本祐子・大坪治彦(編) よくわかる発達心理学 ミネルヴァ書房 Pp. 82-83.
- Baroody, A. J 1993 Fostering the mathematical learning of young children. In B. Spodel(Ed). *Handbook of research on the education of young children*. NY:Macmillan. Pp. 151-175.
- ブルーアー, J. T. 松田文子・森敏昭(監訳) 1997 授業が変わる—認知心理学と教育実践が手を結ぶとき— 北大路書房 (Bauer, J. T 1993 *School for thought: a science of learning in the classroom*. MIT

- Press.)
- 深津浩 1983 1年・学習状況の評価を活かした事例:数とその表し方 伊藤説朗・杉山吉茂(編) 算数科学習状況の診断指導事例 1・2年 明治図書出版株式会社
- Fuson, K. C. 1992 Research on learning and teaching addition and subtraction of whole numbers. In G. Leinhardt, R. Patnam, & R. A. Hattrup (Eds.) *Analysis of arithmetic for mathematics teaching*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates. Pp.53-187.
- 平井安久 1992 子どものたし算における COMPOSITE レベルの変容について 筑波数学教育研究, 11, 105-114.
- 平井安久 1993 子どものたし算ストラテジーについて—指を用いたストラテジーと COMPOSITE レベル— 岡山大学教育学部研究集録, 93, 1-8.
- 広田敬一 1988 個人差に応じる算数科授業の多様化の実際 清水静海 算数科の個別化・個別化指導 明治図書出版株式会社
- 石田一三 2000 「計算の仕方を考える」新算数の授業 明治図書出版株式会社
- 栗山和広 2002 幼児・児童における数表象の構造 北大路書房
- 丸山良平・無藤 隆 1997 幼児のインフォーマル算数について 発達心理学研究, 8, 98-110.
- 文部省 1936 尋常小学校算術第一学年教師用下 大阪書籍株式会社
- 文部省 1941 カズノホン三教師用 大阪書籍株式会社
- 文部省 1999 幼稚園教育要領解説 フレーベル館
- 岡田進 1988 9までのたし算 和田常雄・榊忠男 操作活動による算数重要教材指導法・小学校1年 明治図書出版株式会社
- 榊原知美 2002 保育活動における幼児の数量学習—幼稚園教師からの支援を通じて— 保育学研究, 40, 39-48.
- 榊原知美 2006 幼児の数的発達に対する幼稚園教師の支援と役割: 保育活動の自然観察にもとづく検討 発達心理学研究, 17, 50-61.
- 柴崎楨男 1981 算数子どもの考え方・教師の導き方1年 国土社
- シーグラー, R. S. 1992 学校で勉強する技能の発達 無藤隆・日笠摩子(訳) 子どもの思考 誠信書房 Pp. 348-399. (Siegler, R. S. 1986 *Children's Thinking*. Englewood cliffs, NJ: Prentice-Hall.)
- Siegler, R. S. ,& Robinson, M. 1982 The development of numerical understandings. In H. W. Reese & L. P. Lipsitt (Eds. ), *Advances in child development and behavior* (Vol. 16). New York: Academic Press.
- Siegler, R. S. , & Shrager, J. 1984 Strategy choice in addition and subtraction: How do children know what to do? In C. Sophian (Ed. ), *Origins of cognitive skills*. Hillsdale, NJ: Erlbaum. Pp. 229-293.
- 杉村伸一郎・小山正孝 2006 計算時における指の利用と算数・数学における自己概念との関連—短期大学生・専門学校生を対象にした質問紙調査による検討— 広島大学大学院教育学研究科紀要 第三部(教育人間科学関連領域), 55, 57-365.
- 杉村伸一郎・山名裕子 2003 計算時における指の利用とそれに対する指導—教職志望の女子大学生による回想と指導に関する信念— 神戸女子大学文学部紀要, 36, 63-75.
- 杉村伸一郎・山名裕子 2005 幼児の足し算における指の利用 幼年教育研究年報, 27, 89-98.
- 筑波大学附属小学校算数科教育研究部 1987 これだけは教えたい基礎・基本—算数科— 図書文化社
- Vygotsky, L. S. 1970 柴田義松(訳) 精神発達の理論 明治図書
- 和田義信(編) 1970 小学校算数科指導細案 明治図書出版株式会社
- 山名裕子 2004 インフォーマル算数とは何か—加減算・わり算を中心に— 人間文化 H&S (神戸学院大学人文学会), 18, 57-67.
- 山名裕子・杉村伸一郎 2006 指を利用して計算する子どもに対する教師の指導—教師へのインタビューと探索的調査の結果から— 秋田大学教育文化学部教育実践研究紀要, 28, 145-154.
- 山名裕子・杉村伸一郎 印刷中 指を利用して計算する子どもに対する保護者の指導—保護者への予備的調査の結果から— 秋田大学教育文化学部教育実践研究紀要, 29.

## Summary

This study aimed to investigate the relationship between the performance of addition by young children and their finger usage or other accompanying body movements. During our addition tasks, 72 participants were neither instructed to use their fingers nor offered any concrete objects which might be manipulated. Their spontaneous responses were recorded and analyzed. The results indicated that the performances would be enhanced when accompanying body movements were observed at least in some tasks. It was also revealed that various body movements were observed depending on their age at these tasks. The body movements when

explaining the calculation process to others were shown to be different from those observed when they calculated in the tasks. Although previous researches argued that finger usage during addition was considered to be a kind of memory aid, it turned out that it is not always the case. Further investigations should be conducted to reveal what kinds of roles these body movements would play during calculation or in learning calculation, as it was shown that they changed depending on the age of children or the task difficulty in our experiment.

**Key words:** the use of fingers for calculation, embodied cognition, linkage between kindergarten and elementary school curriculum, childhood

Table 1 各カテゴリの説明

カテゴリ	下位カテゴリ	カテゴリの説明	典型例
counting fingers	指による“数”の表示とカウンティング	指によって表した数字を、カウンティングする動き。	【7+6】(右手をひらき、左の人差し指、中指をたて、右からカウンティング) 13
	指で指を数える	指によって表した数字を、指でカウンティングする動き。	【1+3】(左の親指以外の指をたてて4を表示。立ててある指を1本ずつ触っていく。)
fingers	指による“数”の表示	人差し指と中指をたてて“2”を表示するなど、指によって数字を示す。	【1+3】4個(左の親指以外の指を1度にだす)
カウンティング	指で数える	指で数えていく動き (有声, 無声の場合を含む)	【6+2】(右の人差し指, 中指, 薬指, 小指, 親指を順にたて, その後また右の人差し指, 中指, 薬指をたててカウンティング) 8個
	数える(有声)	声に出して数える。	【4+9】4個で, イチ, ニ, サン, シ(右親指以外をたて, 左手でカウンティング)
	数える(無声)	声にはでていないが, 唇が数えていくような動きをする。	【8+3】(宙を凝視, 唇がかすかに動き, 小さくつぶやく) 11
	指を目で数える	首を上下に動かすなどの大きな動きはないが, 小刻みな動きを伴う。「首を動かす」場合よりも動きは小さい。	【2+5】(太股の上で右人差し指を中指, 左手をひらき, 目で数える) 7
目や首の動き	指を目で追う	目で指を追うときに小刻みな動きが少なく左右に目を動かす。カウンティングはみられなく, 比較的滑らかに目を左右に動かす。	【1+3】1個と3個(右人差し指, 中指, 薬指と左人差し指をたて) 4(指を目で追う)
	頭や首で数える	首を上下に動かしながら数を数える動き。大きく首を振らない場合でも, 目で数えていくような動きもこのカテゴリに含まれる。	【6+2】(右人差し指, 中指をたて, 左手を開いた状態にして凝視し, 首でカウントしながら, 右手から左手へと視線を動かす) 7
その他 (関連あり)	手で合わせる	左右の手を合わせるような動き。	【2+2】2個と2個(右と左の人差し指と中指を立てて, 両手をくっつける) 4個
	1本ずつ指を触る	指を1本ずつ触っていくが, 明確なカウンティングかどうかはわからない。	【10+2】(右手から左手へ, 親指, 人差し指, 中指, 薬指, 小指の順に1本ずつ触る) 11
その他 (関連なし)	手(指)を凝視	手のひらや指を凝視する。	【7+6】(右手をひらき, 左の人差し指をたて, 6をつくり, 凝視する)
	宙を凝視	宙の1点を凝視する。	【6+2】(左斜め上を凝視) 8個
	机を凝視	机の1点を凝視する。	【2+5】2つと5こ?じゃあ(机を凝視) 7
	カメラ, 実験者を凝視	カメラや実験者を凝視する。	【3+7】(実験者を凝視) 5個
その他 (関連なし)	手や指を(もじもじと)触る	手や指を, もじもじと触るが, 明確な動きではない。	【1+3】(手をもじもじ触る) 4個
	その他		

Table 2 各課題における身体の動きの有無と有無別の正答率(%)

課題	①2+1		②3+2		③2+2		④1+3		⑤2+5		⑥3+7		⑦6+2		⑧1+8		⑨4+9		⑩7+6		⑪8+3		⑫10+2		答えが5以下		6~10		11~13		全体(練習課題を除く)			
	有	無	有	無	有	無	有	無	有	無	有	無	有	無	有	無	有	無	有	無	有	無	有	無	有	無	有	無	有	無	有	無		
<b>年少児</b>																																		
割合	82	18	75	25	58	42	68	37	59	41	50	50	75	25	60	40	100	0	100	0	0	100	0	0	0	0	65	36	62	38	67	33	64	37
正答率	71	67	47	80	18	13	31	29	10	43	17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29	37	6	0	0	0	0	22	26
平均正答率	71	55	16	32	32	16	32	24	24	8	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	32	4	4	0	0	0	24			
人数	14	3	15	5	11	8	13	7	10	7	6	6	2	3	2	1	0	1	0	1	0	0	1	0	0	49	27	16	10	2	1	67	38	
正答数	10	2	7	4	2	1	4	2	1	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	10	1	0	0	0	15	10		
総正答数	12	11	3	6	6	4	4	4	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24	1	1	0	0	0	25				
人数	17	20	19	19	19	17	17	17	12	12	8	5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	75	26	26	3	3	104					
<b>年中児</b>																																		
割合	32	68	22	78	35	65	61	39	41	59	56	44	92	8	58	42	70	30	100	0	78	22	100	0	14	86	40	60	69	31	75	25	55	45
正答率	71	87	60	78	50	73	43	56	86	60	44	43	33	0	57	80	43	100	44	0	43	0	86	0	83	56	69	43	63	54	63	51	67	
平均正答率	82	74	65	48	48	71	44	44	31	67	60	60	44	33	86	71									64	49	49	56	56		58			
人数	7	15	5	18	8	15	14	9	7	10	9	7	12	1	7	5	7	3	9	0	7	2	7	0	1	6	34	52	35	16	24	8	93	76
正答数	5	13	3	14	4	11	6	5	6	6	4	3	4	0	4	4	3	3	4	0	3	0	6	0	5	19	36	15	10	13	5	47	51	
総正答数	18	17	15	11	11	12	7	4	4	4	8	4	4	3	8	6	6	4	4	3	6	6	6	5	55	25	25	18	18	98				
人数	22	23	23	23	23	17	16	13	13	12	10	9	9	9	9	7	7	7	7	7	7	7	7	7	86	51	51	32	32	169				
<b>年長児</b>																																		
割合	50	50	38	63	38	63	21	79	63	38	63	38	78	22	50	50	50	50	83	17	94	6	60	40	47	53	40	60	61	39	73	27	56	44
正答率	100	100	89	100	78	87	80	89	93	78	73	78	56	40	73	82	70	60	47	67	53	0	100	83	100	100	87	90	67	69	67	83	72	82
平均正答率	100	96	83	88	88	88	88	88	88	75	75	52	50	50	77	65	65	50	50	93	100	100	100	100	89	67	67	71	71	76				
人数	12	12	9	15	9	15	5	19	15	9	15	9	18	5	11	11	10	10	15	3	17	1	9	6	7	8	38	58	54	35	48	18	140	111
正答数	12	12	8	15	7	13	4	17	14	7	11	7	10	2	8	9	7	6	7	2	9	0	9	5	7	8	33	52	36	24	32	15	101	91
総正答数	24	23	20	20	21	21	21	21	21	18	18	12	12	9	17	13	13	9	9	14	15	15	15	15	85	60	60	47	47	192				
人数	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	23	23	22	22	20	20	18	18	15	15	15	15	15	96	89	89	66	66	251				

Table 3 年少児における課題別の各カテゴリの出現頻度

課題	課題数	counting fingers		fingers		カウンティング		目や首の動き		その他関連あり		その他関連なし	
		度数	割合(%)	度数	割合(%)	度数	割合(%)	度数	割合(%)	度数	割合(%)	度数	割合(%)
練習1+1	17	0	0	9	53	0	0	0	0	4	24	4	24
①2+1	20	0	0	10	50	1	5	1	5	2	10	3	15
②3+2	19	1	5	6	32	0	0	0	0	1	5	4	21
③2+2	19	1	5	9	47	0	0	1	5	3	16	4	21
④1+3	17	2	12	3	18	2	12	2	12	4	24	5	29
⑤2+5	12	1	8	5	42	0	0	1	8	3	25	2	17
⑥3+7	8	1	13	2	25	0	0	1	13	2	25	3	38
⑦6+2	5	1	20	0	0	0	0	1	20	1	20	3	60
⑧1+8	1	1	100	0	0	0	0	1	100	1	100	0	0
⑨4+9	1	1	100	0	0	0	0	1	100	1	100	0	0
⑩7+6	1	1	100	0	0	0	0	1	100	1	100	1	100
⑪8+3	1	1	100	0	0	1	100	1	100	1	100	1	100
⑫10+2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
答えが5以下													
合計	75	4		28		3		4		10		16	
正答数		2		9		1		1		6		6	
正答率(%)		50		32		33		25		60		38	
6~10													
合計	26	4		7		0		4		7		8	
正答数		2		1		0		2		2		0	
正答率(%)		50		14		0		50		29		0	
11~13													
合計	3	3		0		1		3		3		2	
正答数		0		0		0		0		0		0	
正答率(%)		0		0		0		0		0		0	
全体(練習除く)													
合計	104	11		35		4		11		20		26	
正答数		4		10		1		3		8		6	
正答率(%)		36		29		25		27		40		23	

Table 4 年中児における課題別の各カテゴリの出現頻度

課題	課題数	counting fingers		fingers		カウンティング		目や首の動き		その他関連あり		その他関連なし	
		度数	割合(%)	度数	割合(%)	度数	割合(%)	度数	割合(%)	度数	割合(%)	度数	割合(%)
練習1+1	22	0	0	4	18	0	0	0	0	3	14	3	14
①2+1	23	0	0	4	17	0	0	0	0	0	0	1	4
②3+2	23	0	0	5	22	0	0	0	0	3	13	2	9
③2+2	23	0	0	8	35	0	0	0	0	1	4	7	30
④1+3	17	0	0	5	29	1	6	1	6	0	0	2	12
⑤2+5	16	0	0	5	31	2	13	3	19	1	6	3	19
⑥3+7	13	0	0	5	38	4	31	2	15	5	38	7	54
⑦6+2	12	1	8	2	17	3	25	3	25	2	17	3	25
⑧1+8	10	1	10	4	40	3	30	3	30	3	30	3	30
⑨4+9	9	2	22	3	33	4	44	3	33	5	56	4	44
⑩7+6	9	0	0	3	33	4	44	3	33	2	22	4	44
⑪8+3	7	0	0	3	43	5	71	1	14	3	43	2	29
⑫10+2	7	1	14	1	14	1	14	0	0	1	14	0	0
答えが5以下													
合計	86	0		22		1		1		4		12	
正答数		0		15		1		1		1		4	
正答率(%)		0		68		100		100		25		33	
6~10													
合計	51	2		16		12		11		11		16	
正答数		1		7		6		6		5		6	
正答率(%)		50		44		50		55		45		38	
11~13													
合計	32	3		10		14		7		11		10	
正答数		1		6		7		6		4		6	
正答率(%)		33		60		50		86		36		60	
全体(練習除く)													
合計	169	5		48		27		19		26		38	
正答数		2		28		14		13		10		16	
正答率(%)		40		58		52		68		38		42	



Table 5 年長児における課題別の各カテゴリの出現頻度

課題	課題数	counting fingers		fingers		カウンティング		目や首の動き		その他関連あり		その他関連なし	
		度数	割合(%)	度数	割合(%)	度数	割合(%)	度数	割合(%)	度数	割合(%)	度数	割合(%)
練習1+1	24	0	0	9	38	1	4	0	0	0	0	2	8
①2+1	24	0	0	7	29	0	0	0	0	0	0	2	8
②3+2	24	0	0	5	21	1	4	1	4	3	13	2	8
③2+2	24	0	0	5	21	0	0	1	4	0	0	1	4
④1+3	24	1	4	9	38	1	4	4	17	1	4	5	21
⑤2+5	24	1	4	8	33	2	8	4	17	3	13	7	29
⑥3+7	23	2	9	6	26	5	22	4	17	7	30	9	39
⑦6+2	22	0	0	5	23	2	9	2	9	2	9	6	27
⑧1+8	20	2	10	6	30	2	10	2	10	3	15	4	20
⑨4+9	18	2	11	6	33	7	39	4	22	4	22	7	39
⑩7+6	18	3	17	5	28	4	22	3	17	5	28	7	39
⑪8+3	15	0	0	3	20	1	7	0	0	3	20	3	20
⑫10+2	15	0	0	3	20	1	7	0	0	2	13	4	27
答えが5以下													
合計	96	1		26		2		6		4		10	
正答数		1		24		2		5		3		8	
正答率(%)		100		92		100		83		75		80	
6~10													
合計	89	5		25		11		12		15		26	
正答数		4		17		9		11		9		15	
正答率(%)		80		68		82		92		60		58	
11~13													
合計	66	5		17		13		7		14		21	
正答数		3		10		8		5		9		14	
正答率(%)		60		59		62		71		64		67	
全体(練習除く)													
合計	251	11		68		26		25		33		57	
正答数		8		51		19		21		21		37	
正答率(%)		73		75		73		84		64		65	

Table 7 説明課題における各カテゴリの出現頻度

課題	課題数	counting fingers		fingers		カウンティング		目や首の動き		その他関連あり		その他関連なし	
		度数	割合(%)	度数	割合(%)	度数	割合(%)	度数	割合(%)	度数	割合(%)	度数	割合(%)
年少児													
2+1の説明	17	3	18	7	41	1	6	1	6	4	24	10	59
3+4の説明	12	4	33	6	50	1	8	2	17	5	42	5	42
6+2の説明	12	3	25	5	42	2	17	1	8	5	42	5	42
全体													
合計	41	10		18		4		4		14		20	
正答数		2		6		0		0		1		5	
正答率(%)		20		33		0		0		7		25	
年中児													
2+1の説明	22	2	9	11	50	3	14	0	0	8	36	6	27
3+4の説明	22	5	23	6	27	5	23	3	14	7	32	7	32
6+2の説明	21	2	10	6	29	10	48	4	19	6	29	8	38
全体													
合計	65	9		23		18		7		21		21	
正答数		6		17		12		5		11		10	
正答率(%)		67		74		67		71		52		48	
年長児													
2+1の説明	24	1	4	14	58	3	13	2	8	9	38	15	63
3+4の説明	24	6	25	14	58	8	33	5	21	11	46	14	58
6+2の説明	24	6	25	11	46	8	33	3	13	6	25	15	63
全体													
合計	72	13		39		19		10		26		44	
正答数		13		35		18		10		22		35	
正答率(%)		100		90		95		100		85		80	

Table 6 説明課題における身体の動きの有無と有無別の正答率 (%)

課題	①2+1説明		②3+4説明		③6+2説明		全体(練習課題を除く)	
	有	無	有	無	有	無	有	無
年少児								
割合	88	12	83	17	83	17	85	15
正答率	47	50	10	0	0	0	23	17
平均正答率	47		8		0		22	
人数	15	2	10	2	10	2	35	6
正答数	7	1	1	0	0	0	8	1
総正答数	8		1		0		9	
人数	17		12		12		41	
年中児								
割合	86	14	77	23	67	33	77	23
正答率	68	67	53	0	50	14	58	20
平均正答率	68		41		38		49	
人数	19	3	17	5	14	7	50	15
正答数	13	2	9	0	7	1	29	3
総正答数	15		9		8		32	
人数	22		22		21		65	
年長児								
割合	96	4	100	0	92	8	96	4
正答率	96	100	75	0	91	100	87	100
平均正答率	96		75		92		88	
年長児								
人数	23	1	24	0	22	2	69	3
正答数	22	1	18	0	20	2	60	3
総正答数	23		18		22		63	
人数	24		24		24		72	

## 幼児における手指の巧緻性と計算能力の関係

広島大学・教育学部

浅川 淳司

広島大学・大学院教育学研究科 杉村伸一郎

本研究では、幼児における手指の巧緻性と計算能力の関係を明らかにするために、幼稚園の年長児48名を対象に実験を行った。その結果、手指の巧緻性と計算能力との間には有意な相関がみられ、この関係は、動作性の発達得点ならびに短期記憶容量の得点を統制しても、変わることがなかった。以上の結果から、就学前の子ども計算能力には、従来の知見から予想される以上に、手指の巧緻性が関係していることが示唆された。

キーワード：手指の巧緻性、指の認識、計算時の指の利用

### 問題と目的

近年、算数教育において、認知は身体性に基づいているという観点から理論的な枠組みの提示やモデルの構築が行われている(Lakoff & Nunez, 2000)。また、杉村・山名(2006)の計算時における指の利用と算数・数学能力との関連についての調査によれば、指の利用の有無や利用の期間が、計算・算数・数学の得意不得意や好き嫌いに関係があるという結果が得られている。ただし杉村・山名(2006)の研究は大学生を対象に自分が小さいころに計算の時、指を使っていたかどうか思い出してもらうもので直接幼児を対象に調べたものではない。

計算と指の関係について、子どもが指を用いて計算を行う際の方略とその発達過程についてFuson(1988)は以下のように分析している。

指を利用した方略は初期の段階で見られる。最初の段階では全ての要素を数える count-all 方略を適用して計算を行う段階である。それぞれの集合の各要素を最初に指で示し、その後に指を見ながら1から全て数える。第2段階では、1からある数まで数える count-all 方略ではなく、ある数  $a$  から別の数  $b$  ( $a < b$ ) まで数える count-on 方略を用いて計算を行うようになる。それぞれの集合の要素を指で最初に確認し、1から数えるのではなく、二つの数で大きい数を最初に選び、それから小さい数を加えていく。第3段階は、count on 方略を用いるが第2段

階のように count on 方略の足し算における加数、被加数を示すことなく、加数からすぐ被加数の数を一つずつ指で数えて答えを出す段階である。第4段階では指の使用がなくなり、数の合成・分解を用いた足し算が可能になる。たとえば「 $8+5$ 」では、「 $8+2+3$ 」と5を分解し、8に2を加え「 $10+3$ 」として、最終的に13という答えを導き出せるようになる。

以上のように、指での計算には指や手の微妙な動きが伴う。また、指での計算は手や指の動きと形をコントロールするのはもちろん、自分の身体を中心とした個人的空間での方向づけが重要である。すると当然、それらを担当する脳の領域が盛んに使われるようになる。脳の領域は使い込むほど広がり、さらには、そこにある脳細胞同士の接続も密になる。指運動を普段からしていると、それを担当する頭頂葉、とくに左側の領域が広がり、連絡が良くなって効率も上がるということになる(Butterworth, 1999)。

しかし、幼児にとって指と計算の関係が計算時の指の利用だけであるなら、指は計算時のひとつのツールとしての役割が強くなるが、指と数の関係はその利用だけにとどまらないことが指摘されている。

例えば、Gerstmann 症候群という障害がある。この障害は1924年にGerstmann医師によって報告されたものである。この障害の特徴は、指の失認、失計算、失書、視空間の定位に関する障害の4つである。

なかでも中心となるのは指の失認で、異なる症状は特に手に影響する身体イメージの欠如が現れると同時に起きるので、指失認は他の症状の現れの源であると考えられている。

以上のような知見に基づき、指と計算との関係を発達的な観点から健常児において検討したのが Fayol, Barouillet & Marinth(1998)である。彼らは 177 人の 5~6 歳の子ども達を対象に就学前と就学後の 2 回、8 ヶ月間隔で指の認識と計算能力の関係を検討した。それらを検討するために指認識課題、計算課題そして知的発達検査が行われた。

指認識課題は全部で 4 種類行われた。1 つ目は、被験者に目を閉じてもらい、実験者が体の 2 箇所を触り、それを指でさして答えてもらう課題である。2 つ目は、目を閉じた状態で触られた指を、事前に割り当てられた 1~5 の番号で答える課題である。3 つ目は指の弁別で、目を閉じた状態で、順に触られた 2 本の指を答える課題である。4 つ目は、目を閉じた状態で手の上にかかれたものを答える課題である。

計算に関連する課題は 4 種類行われた。1 つ目は知っているすべての数字をすべて書く課題で、2 つ目は数の連続の完成で、6 つ連続した数のうち一箇所かけているので欠けている数字を埋める課題である。3 つ目は計数で、4 つ目は口頭による計算問題であった。さらに、8 ヶ月後の計算能力テストは就学前に行ったものとは別のもので、数の書き取りと数の連続の完成、一桁や二桁の演算、就学前よりも難易度の高い文章問題、の 3 種類が行われた。知的発達検査はひし形の図形課題とグッドイナフの人物描画テストであった。

そして、計算課題の 4 つの課題の各得点と合計得点を従属変数とし、独立変数として加齢の影響を見るために年齢、指認識得点ならびに発達得点を使い、ステップワイズ重回帰分析を用いて分析を行った。その結果、計算成績と指認識得点、計算成績と発達得点とに有意な相関がみられ、さらに、発達得点よりも神経心理得点のほうが主要な決定要因であることが示された。これらは、就学の前後で同じ傾向であった。

これらの結果は、日々の生活の中から獲得したインフォーマルな数知識でも、就学後、フォーマルな数の指導を受けて獲得した数知識でも、変わることなく数に指の認識が関係し続けることを意味してい

ると考えられる。しかし、年齢は成績に関して有意な効果は示さなかったので、加齢による影響は少ないとみなされた。

Fayol et al. (1998) の研究結果は脳に描かれる指のイメージと、数の概念のイメージが連動すると言う主張を裏づけるものである。Butterworth(1999)も、指を正しく思い浮かべることができないと、その影響で数の技術も発達が妨げられると考えている。

以上のことから、数を数え、計算する能力を伸ばすには、指の存在が欠かせないことが分かる。また、計算能力と指のイメージとの関係が特に重要であることも示された。では、人はどのように指のイメージを構築するのであろうか。

指のイメージを構築する際に重要な役割を果たすと考えられているものが運動である。一般的に人は動きながら環境に触れ、そこで対話しながら指のイメージを精緻化していく(小林, 1992)。つまり、知覚機能の情報は直接動くことで蓄えられてくるのである。また、Piaget & Inhelder(1966)もイメージは手の動きや身振りといった運動的側面が内面化することで形成され、思考を支える役割を担い始めると述べている。

このように、指のイメージと手指の運動が密接に関係しており、また、先に述べたように、指のイメージや指の認識と計算能力に関係があれば、手指の運動と計算能力にも関係があると考えられる。しかしながら、これまで手指の運動機能に着目して計算能力との関係について直接調べた研究は著者の知る限り見当たらない。

そこで本研究では、手指の運動と計算能力との関係を就学前の子どもにおいて検討する。本研究の目的は次の 2 つである。第 1 に、先行研究で明らかにされた神経心理的発達と計算能力との関係が、日本においても見出されるかを確認する。

第 2 に、手指の運動を手指の巧緻性に焦点化し、計算能力との関係について検討する。その際には、先行研究と同様に、知的発達と年齢を統制して両者の関係を検討する。指の運動を巧緻性に焦点化する理由は、幼児期は特に神経系の発達が著しい時期だからである。指の巧緻性は神経系の発達により高まることから考えても、この時期の子どもの手の運動は筋力や持久力で評価するよりも巧緻性において評価するほうが適当だと考えられる。

第3に、手指の巧緻性と計算能力とに相関があった場合、手指の巧緻性が計算能力との関係において、他の能力と比べてどのように位置づけられるか明らかにするために、計算能力との関係性が指摘されている数唱についても同時に調査し、計算能力に対する指認識ならびに単純な運動スキルと数唱との相対的な寄与の大きさを比較する。

## 方 法

### 参加者

広島市内の公立幼稚園に通う年長児 48 名（男子 26 名、女子 22 名、平均年齢 6 歳 2 ヶ月 範囲 5 歳 8 ヶ月～6 歳 8 ヶ月）が本研究に参加した。

### 課 題

(1) 計算課題 計算課題は足し算、引き算、掛け算、割り算の基礎能力を調べるために実施する。算数の基礎能力を測ることが可能である WPPSI の算数課題を用いる。また、足し算はこの時期の幼児にでも可能な計算問題で、幼児の計算能力を把握することができると考えられるため、足し算課題においては、より詳しく個別に実施した。課題は口頭で合計が 5 以下、6～10、11～13 になる計算課題をそれぞれ 4 問ずつ、計 12 課題行った。

(2) 手指に関する課題 手指の巧緻性と指認識の程度を測定する課題を行った。手指の巧緻性はペグボードを使い測定した(山本, 2005)。使用するペグボードは 4×5 の 20 本ピンを立てるもので、両方の手指ごとに 30 秒以内でいくつピンを立てる事ができるかで評価した。

ペグボードは作業療法や理学療法の現場で手指の巧緻性を測定するために広く使用されており、脳卒中中上肢機能検査や簡易上肢機能検査の一部としても使用されている(上遠野ほか, 1999; 宮脇ほか, 1999)。また、物をしっかりとつかめるということは手指の巧緻性の発達に深く関連しており、不器用児などに対する作業療法の治療でも、つまみ機能向上を目的としてビーズや粘土遊びなどを通じた発達支援が実施されている(仙石・中島・中村, 2001)。

指の認識課題は、Fayol et al. (1998) の 4 種類の課題の内の 1 つである、目を閉じた状態で触られた指を、事前に割り当てられた 1～5 の番号で答える課題を用いた。

(3) 知能検査 数唱とグッドイナフ人物画知能検査を行った。数唱課題は WISC-R 課題を用い、順唱と逆唱の 2 種類を各 7 問ずつ行なった。順唱は実験者が言った数字を同じように言ってもらい、3 つの数から始め、課題が進むごとにひとつずつ数字を増やしていった。逆唱は実験者の言った数字を逆から言ってもらい、2 つの数から始め、課題が進むに従い数字をひとつずつ増やしていった。数唱は記憶の中でも短期記憶の容量をはかるのと同時に言語性の知能検査としての役割ももつ。

グッドイナフ人物画知能検査では、被験者に一人の人物を頭から足の先まで書かせた。3 歳から 9 歳の間ではグッドイナフによって提案された項目の通過率は発達段階に従って上昇しており発達検査としての有効性は高い。知的な機能を動作性と言語性に分けるのであれば、人物画知能テストは動作性のテストと考えられる(小林, 1991)。

### 手続き

(1) 計算課題 算数課題の手続きは WPPSI で行われる手続きをそのまま採用した。足し算課題は、最初に練習課題として「1+1」の課題を行い、以下「2+1」「3+2」「2+2」「1+3」「2+5」「3+7」「6+2」「1+8」「4+9」「7+6」「8+3」「10+2」の順に、計 12 課題行なった。文章題は全て口頭で「もし、飴がヒトツあって、もうヒトツもらうと、あめはみんなでいくつになると思う？」というように答えを尋ねた。下線部は課題によって変化し、「みんなでいくつ」という言葉が理解できない参加者に対しては、「合わせたらいくつ」というように教示を変更した。また一つ、二つなどが理解できていないと感じた場合は一個や二個といった様に教示を変更した。3 問続けて「わからない、できない」と答えた場合はそれ以降の課題は中止した。

(2) 手指に関する課題 手指の巧緻性の課題：実験者は被験者に「今からゲームをします。30 秒以内でできるだけたくさんピンを立ててくれるかな？最初は右手だけで左手を使わないでやってくれるかな。お兄ちゃんがスタートと言ったら始めてストップと言ったら止めてね。(右手が終わったら)次は左手でやってくれるかな。」と教示した。立っていたピンの本数を得点とした。

指認識課題：実験者は被験者に「今から数の遊びをしましょう。右手を下向きに机においてください。

(親指から順に) これを1番, これを2番, これを3番, これを4番, これを5番とします。ではこの指(薬指)は何番でしょう?ではこの指(人差し指)は?」とまずは指に番号が割り振られていることを被験者が理解していることを確認してから, 次の教示に移った。理解していない場合はもう一度はじめから繰り返した。次の教示では「今から〇〇君に目を閉じてもらってお兄ちゃんが〇〇君の指を一本ずつ触るから, 何番か答えてね。それじゃ目を閉じてくれるかな」と言い, 実験者が3-1-5-4-2の順で彼らの指を1つずつ触り, 被験者はその指と関連づけられた数字を言うことを求めた。同様に左手も行うが, 実験者は, 3-5-1-2-4の順で被験者の指を触った。全ての試行をとおして, 実験者は被験者の指の第1関節あたりを触った。

(3) 知能検査 WISC-Rの中の数唱課題とグッドイナフ人物画知能検査の手続きは, それぞれの手引きに示されている通りに行なった。

以上の課題は2日に分けて実施した。1日目は巧緻性ならびに算数と数唱の課題を, 2日目は足し算課題と指の認識課題, グッドイナフ人物画知能検査を行なった。算数や足し算課題は, 他の課題の影響を受けないように最初に実施した。そして, 類似した課題が続かないように, また, 指認識課題は他の課題よりも指の利用に影響を及ぼす可能性があるため, 最後に実施することとした。実施時間は前半が10~15分で, 後半は10分以下であった。課題はすべて, 参加者の身体反応が見やすいように, 実験者が透明のアクリル板で作成したテーブル上で実施し, 子どもの反応は分析のためにビデオカメラにより前方より録画した。

## 結 果

### 各課題の得点

足し算は12点満点で平均値は7.60 ( $SD=3.61$ )であった。算数は20点満点で平均値は13.42 ( $SD=2.95$ )であった。

人物画は50点満点で平均値は14.17 ( $SD=3.67$ )であった。これを年齢に換算すると約5歳9ヶ月であった。これはテストが行われた年齢の平均よりもやや低い値であったがほぼ一致するものであった。人物画の得点は粗点をそのまま用いた。

数唱は満点が28点で順唱と逆唱とに分けるとそ

れぞれ満点は14点である。順唱の平均値は3.60 ( $SD=1.53$ )で, 逆唱の平均値は3.02 ( $SD=1.04$ )であり, 合計得点の平均は6.63 ( $SD=2.09$ )であった。これを年齢に換算すると約6歳となり, 被験者の平均年齢とほぼ一致する値であった。

手指の巧緻性は立てたピンの本数を得点とした。巧緻性を右手と左手に分けると, 右手の平均が11.04 ( $SD=2.71$ )で, 左手の平均が10.54 ( $SD=2.05$ )であり, 両手の合計得点の平均は21.58 ( $SD=4.36$ )であった。指認識は満点が10点で, 右手と左手に分けるとそれぞれ満点は5点である。右手の平均が4.48 ( $SD=0.899$ )で, 左手の平均が4.33 ( $SD=0.808$ )であった。そして, その合計得点の平均は8.81 ( $SD=1.48$ )であり, かなり高い値となった。

### 課題間の相関ならびに偏相関

**課題間の相関** 課題間の相関係数を表1の右斜め上にまとめ, その結果を以下に示す。

算数の課題と足し算の課題において有意な相関 ( $r=0.629, p<0.001$ ) が確認された。このことから足し算課題も数の能力について計っていることが分かる。

手指の巧緻性の得点と指認識の得点, そして数唱の得点はそれぞれ足し算の成績においても有意な相関が確認された (順に0.666, 0.292, そして0.324, 全て  $p<0.05$ )。手指の巧緻性は右手と左手で分けた場合でも, 足し算との有意な相関がみられた (右手:  $r=0.540$ , 左手:  $r=0.702, p<0.001$ )。指認識では, 右手は足し算との相関がみられたが, 左手では相関がみられなかった (右手:  $r=0.329$ , 左手:  $r=0.170, p<0.05$ )。数唱を順唱と逆唱に分けて足し算との相関をみた場合, それぞれ  $p<0.10$  で有意傾向がみられた (順唱:  $r=0.253$ , 逆唱:  $r=0.280$ )。

次に, 算数得点と各課題との相関は, 手指の巧緻性と数唱の得点とは有意な相関が確認された (それぞれ0.637と0.392,  $p<0.001$ )。算数と指認識の得点との相関係数は0.199で相関はみられなかった。手指の巧緻性は右手と左手で分けても, 算数との有意な相関が確認された (右手:  $r=0.612$ , 左手:  $r=0.546, p<0.001$ )。指認識は, 右手も左手も算数との有意な相関は確認されなかった (右手:  $r=0.172$ , 左手:  $r=0.173, p<0.05$ )。数唱を順唱と逆唱に分けた場合は, 算数と順唱の得点は  $p<0.05$  で有意な相関が確認されたが ( $r=0.350$ ), 算数と逆唱の相関は  $p<0.10$

で有意傾向がみられただけであった ( $r=0.275$ )。

さらに、指の巧緻性と指認識間の有意な相関も確認された ( $r=0.416$ ,  $P<0.001$ )。巧緻性、指の認識を右と左に分け、右の巧緻性×右の指認識、右の巧緻性×左の指認識、左の巧緻性×右の指認識、左の巧緻性×左の指認識の4つの相関を見たとき、左の巧緻性×左の指認識以外は有意な相関が見られた (順に  $0.368$ ,  $0.334$ , そして  $0.341$ ,  $p<0.05$ )。左の巧緻性と左の指認識の相関は  $p<0.10$  で有意傾向がみられた ( $r=0.261$ )。また、数唱との有意な相関もみられた ( $r=0.406$ ,  $p<0.01$ )。数唱を順唱と逆唱に分けた場合でも、両方とも手指の巧緻性との有意な相関がみられた (それぞれ  $0.359$ ,  $0.288$ ,  $p<0.05$ )。

指認識と数唱との相関は、右の指認識と逆唱との間に相関がみられた ( $r=0.262$ ,  $p<0.10$ ) だけで、他の項目はいずれも有意な相関はみられなかった。

また、個人の計算時の指の利用回数と足し算との相関は  $P<0.10$  で有意傾向がみられた ( $r=0.283$ )。加えて、個人の指の利用回数と巧緻性に  $p<0.05$  で有意な相関がみられた ( $r=0.293$ )。巧緻性を右手と左手に分けて分析を行うと、右手は  $p<0.05$  で、左手は  $p<0.10$  で指の使用回数と有意な相関がみられた (それぞれ  $r=0.289$ ,  $r=0.242$ )。

先行研究 (Fayol et al, 1998) では相関が確認された発達得点は足し算、算数両方の得点において相関は確認されなかった (それぞれ  $r=-0.063$ ,  $r=-0.149$   $p<0.05$ )。加えて、指の巧緻性の得点は言語性の知能をはかる数唱との有意な相関はみられたものの、動作性の知能をはかる人物画の得点とは有意な相関はみられなかった ( $r=-0.128$ ,  $p<0.05$ )。

**月齢と発達得点を統制した偏相関** つづいて、月齢と人物画の発達得点を統制して足し算・算数と各課題間の偏相関係数を算出し、表1の左斜め下半分に記した。

表1から足し算と巧緻性の相関は月齢と人物画を統制しても有意であり、しかもほとんど人物画の得点の影響を受けていないことが分かる ( $r=0.646$ ,  $p<0.001$ )。巧緻性の得点を右手、左手の得点に分けても  $p<0.001$  で有意な相関がみられた (右手:  $r=0.518$ , 左手:  $r=0.703$ )。指認識は  $p<0.10$  で有意傾向がみられ ( $r=0.276$ )、手を左右に分けた場合、右の指認識とは有意な傾向がみられた ( $r=0.291$ ,  $p<0.10$ ) が、左の指認識とは相関は確認されなかった ( $r=0.187$ )。数唱は、順唱と逆唱を合わせた合計

得点では足し算と有意な相関がみられた ( $r=0.335$ ,  $p<0.05$ )。しかし、中身を順唱と逆唱に分けると、順唱、逆唱ともに  $p<0.10$  で有意傾向がみられるだけであった (それぞれ  $0.270$ ,  $0.279$ )。

算数と手指の巧緻性の月齢と人物画の発達得点を統制した偏相関も有意であった ( $r=0.651$ ,  $p<0.001$ )。巧緻性の得点を右手、左手に分けても有意な相関がみられた (順に、 $0.618$  と  $0.577$ )。数唱も同様に有意な相関がみられた ( $r=0.390$ ,  $p<0.01$ )。順唱、逆唱とも  $p<0.05$  で有意な相関がみられた (順に  $r=0.325$ ,  $r=0.310$ )。手指の巧緻性、数唱ともに人物画の得点の影響はほぼ受けていなかった。算数と指認識との相関は右手、左手に分けた場合でも、合計得点でも有意ではなかった (順に  $0.203$ ,  $0.137$  と  $0.196$ ,  $p<0.05$ )。

また、指の利用回数と足し算の相関は有意傾向がみられた ( $r=0.287$ ,  $p<0.10$ )。加えて、手指の巧緻性と指の利用回数にも相関がみられ ( $r=0.327$ ,  $p<0.05$ )、巧緻性を右と左に分けてもそれぞれ相関が確認された (右:  $r=0.298$ , 左:  $r=0.307$ ,  $p<0.05$ )。

**月齢と数唱の得点を統制した偏相関** 月齢と数唱の得点を統制して足し算・算数と各課題間の偏相関係数を算出した。(表2)

足し算と手指の巧緻性の相関は月齢と数唱の得点を統制しても有意であった ( $r=0.594$ ,  $p<0.001$ )。足し算と指の認識との相関は  $p<0.10$  で有意傾向がみられた ( $r=0.251$ )。足し算と人物画の得点の有意な相関はみられなかった ( $r=-0.07$ ,  $p<0.05$ )。

また、算数と手指の巧緻性の相関も月齢と数唱を統制しても有意であった ( $r=0.593$ ,  $p<0.001$ )。指の認識と人物画の得点は両方とも相関は確認できなかった (それぞれ  $0.174$  と  $-0.166$ ,  $p<0.05$ )。

幼稚園の年長児は年齢発達の得点や記憶容量の成績、月齢を部分的に除外した場合でも足し算及び算数の成績に関する手指の巧緻性の得点の相関が確認された。特に発達得点は全くと言っていいほど影響を与えていなかった。

### 計算時の指の利用

計算能力と手指の巧緻性との関連を検討するために、計算時の指の利用に着目し分析した。幼児の計算時の指の利用に関して、足し算課題で12課題別に指の利用の有無とその有無別の正答数を集計し、それぞれの割合を算出したものを表3にまとめた。

表1 課題間の相関係数および月齢と人物画を統制した課題間の偏相関係数

	足し算	算数	巧緻性	巧緻 右手	巧緻 左手	指認識	認識 右手	認識 左手	数唱	順唱	逆唱	指の利用回数	人物画
足し算	1	.629**	.666**	.540**	.702**	.292*	.329*	.170	.324*	.253 <sup>+</sup>	.280 <sup>+</sup>	.283 <sup>+</sup>	-.063
算数	.681**	1	.637**	.612**	.546**	.199	.172	.173	.392**	.350*	.275 <sup>+</sup>	.157	-.149
巧緻性	.646**	.651**	1	.937**	.888**	.416**	.389**	.331*	.406**	.359*	.288*	.293*	-.128
巧緻 右手	.518**	.618**	.945**	1	.670**	.405**	.368*	.334*	.398**	.344*	.294*	.289*	-.025
巧緻 左手	.703**	.577**	.892**	.694**	1	.349*	.341*	.261 <sup>+</sup>	.336**	.308*	.224	.242	-.242
指認識	.276 <sup>+</sup>	.196	.411**	.405**	.343*	1	.883**	.853**	.162	.079	.209	.117	-.152
認識 右手	.291 <sup>+</sup>	.203	.381*	.363*	.335**	.889**	1	.508**	.120	-.014	.262 <sup>+</sup>	.108	-.048
認識 左手	.187	.137	.336*	.345*	.261 <sup>+</sup>	.860**	.531**	1	.164	.161	.093	.094	-.225
数唱	.335*	.390**	.418**	.392**	.377*	.145	.109	.148	1	.880**	.717**	.084	-.013
順唱	.270 <sup>+</sup>	.325*	.370*	.338*	.346*	.062	-.015	.132	.880**	1	.300*	.040	-.064
逆唱	.279 <sup>+</sup>	.310*	.301*	.295 <sup>+</sup>	.253 <sup>+</sup>	.201	.240	.105	.724**	.310*	1	.110	.066
指の利用回数	.287 <sup>+</sup>	.223	.327*	.298*	.307*	.136	.085	.158	.084	.063	.078	1	.236
人物画	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1

右斜め半分が課題間の相関係数

左斜め半分が月齢と人物画を統制した相関係数

\*\* . 相関係数は1%水準以下で有意(両側)である。

\* . 相関係数は5%水準以下で有意(両側)である。

+ . 相関係数は10%水準以下で有意(両側)である。



表2 足し算・算数の各課題間の相関ならびに偏相関

課題	足し算得点	算数得点
手指の巧緻性	0.67** (0.65**, 0.59**)	0.64** (0.65**, 0.59**)
指認識	0.29* (0.28+, 0.25+)	0.20 (0.20, 0.17)
数唱	0.32* (0.34*, )	0.39** (0.39**, )
人物画	-0.06 ( , -0.07)	-0.15 ( , -0.17)

( )内の最初の数値は年齢と人物画の得点を統制した偏相関。 + $p < .10$  \* $p < .05$  \*\* $p < .01$   
次の数値は年齢と数唱を統制した偏相関。

ただし、本研究では指の利用を計算過程でみられる指の使用に限定し、答えのみを指で表し実験者に提示するという行為に関しては表3の集計の中では省いている。

12課題のうち足し算課題で一度でも指を利用した人数は33名であり、答えのみを指で表示していた人数を加えると39名になる。

指の利用の割合は正答率の高い「問1」や「問2」では30%弱と低く、正答率の低い「問9」や「問10」では50%を超えていた。しかし、比較的正答率の高い課題である「問5」でも指の利用の割合は47%と他と比べると高く、逆に「問12」では指の利用の割合が22%と低かった。

さらに詳しく幼児の計算時の指の利用について調査するため、指の利用を被加数・加数・答えと時点別に検討した。

まず、足し算の正答数が4問以下の11人の子どもうち、まったく指の利用がみられないのが5人、指の利用は見られるが被加数・加数と分けて指を使用しないのが5人、被加数と加数を分けるのが一度だけみられたのが1人であった。

次に、問題を聞いて、指を直接計算に用いているわけではないが、12課題のうち一度でも被加数・加数を指で表す、あるいは被加数だけ指で表す、加数だけ指で表す幼児は算数得点が7得点以上に偏っている。(7:1人, 8:5人, 9:2人, 10:2人, 11:4人, 12:1人)。

最後に、計算過程に指を用いるのではなく、答えのみを指で表示し、実験者に提示するのは「問5」以下の課題でしか見られなかった。「問5」の答え

である「7」は指で答えのみ示すが、「問7」や「問8」の答えである「8」や「9」を指で答えのみを表し、実験者に提示することはなかった。

## 考 察

**計算能力と指認識の関係** まず、先行研究(Fayol et al., 1998)で明らかにされた指認識と計算能力の関係について、実験結果から、足し算においては手指の認識との相関がみられ先行研究を支持する結果が得られたが、算数課題においては有意な相関が得られなかった。また、細かな課題、被験者数が違い一概に比較できるものではないが、Fayol et al. (1998)の研究では指認識と計算問題の相関係数は0.497であったのに対して、今回行った実験の結果では相関係数は0.292にとどまった。

足し算課題と算数課題において結果が異なったのは、それぞれの課題の性質の違いによるものだと考えられる。有意な相関がみられなかった算数課題においては、下位項目に乗法や一繰り下がる減算のような就学後に習うような知識を問う問題も含まれていた。また、被験者の算数課題の平均値を年齢に換算すると5歳6ヶ月となり、多少課題が困難であった事がうかがえる。

さらに、今回の調査で先行研究より相関係数が低く出たことについては、指認識課題自体の弁別性の問題があげられる。なぜなら、この課題は満点が10点であるにもかかわらず、平均得点が8.81と高いものであり、加えて、満点の子どもが48人中21人にもものぼったためである。つまり、この課題におい



て天井効果が現れたため、被験者の正当な能力を評価することができず、被験者間の個人差を見ることができなかつたと考える。しかし、一方で、このような比較的容易な課題にもかかわらず、足し算と指認識との相関が有意であるということは、課題により弁別性をもたせる事で、先行研究の結果に近づくことも考えられる。

**手指の巧緻性と計算能力との関係** 手指の巧緻性と計算能力との間に相関があることが実験結果から明らかにされた。さらに、両者に関係が深いと考えられている知的発達の得点を統制しても、高い相関係数を維持したままであった事から、擬似相関の可能性は低く巧緻性と計算能力の関係がより強く、明確なものであることが裏づけられた。また、先行研究(Jackson & Warrington, 1986)で計算能力との関係性が指摘され、かつ、計算過程に直接関わってくると考えられる短期記憶の得点を統制しても、依然手指の巧緻性と計算能力との相関はみられ、これは両者の関係をより強く印象づける結果である。

しかし、足し算・算数・手指の巧緻性の課題と動作性ではあるが知的発達検査である人物画の得点との有意な相関は確認されず、先行研究と異なる結果となった。これは人物画の課題そのものの信頼性の問題も考えられるが、WISC-R の下位項目の中では言語性の知能に属し、短期記憶容量をはかるために用いられる数唱課題(人物画は動作性の知能)とは計算能力・巧緻性共に有意な相関がみられたので、知能の中でも記憶に関する部分と、両者は特に関係が深いと考えられる。

**計算能力に対する手指の巧緻性並びに指認識、短期記憶の相対的な寄与** 手指の巧緻性ならびに指認識、数唱の3課題と計算能力との相関係数を比較すると、足し算・算数課題両方とも相関係数は、1. 手指の巧緻性、2. 数唱、3. 指認識の順に高かった。この順序は人物画の得点を統制したときにも変わることはなく同じ結果であった。

指認識課題では、前述したように実験結果に天井効果が現れているので、この順序は変動する可能性があることには注意を払わなければいけないが、計算過程に直接関係してくると考えられる短期記憶容量の成績よりも、手指の巧緻性の方が計算能力との関係が強かったことは予想外であった。この結果は手指の巧緻性が計算能力の成績に関してより重要な位置を占めていることを示していると考えられる。

**計算時の指の利用** まず、指の利用と課題の難易度に関して、難しい課題になるほど指を利用すると考えられる。しかし、結果から「問 5」と「問 10」では逆の現象がみられている。

「問 5」の問題内容は「 $2+5$ 」である。ここで注目すべきは「5」という数字である。栗山(2001)は、幼児の10以下の数表象について検討し、幼児は1から5までをひとつの認知構造または5を特異数として理解していることを実験から見出した。フォーマルに数概念の指導を受けていない子どもにとって、体の一部である指は数を操作する上で最も身近な認知的道具である。それゆえ、指の構造と一致している「5」という数は、子どもにとって日常生活の中で慣れ親しんでいる数と言える。また、外的装置を用いた思考は次第に内的な装置へと移行していくとピアジェも述べていることから、数を扱う操作をするうちに指が5本であるという外的な構造が、時間経過とともに内的な表象構造として機能するようになると考えられる。

以上より「 $2+5$ 」という問題で多く指が使われるのは「5」という数字が指の構造と一致していることと、インフォーマルな段階では幼児にとって「5」が特異数として機能しているためだと考えられる。

「問 12」の問題で指の利用があまり見られなかったのも課題の性質によると考える。「問 12」の問題は「 $10+2$ 」である。日本では10までの数詞を覚えれば、10以上の数については、10に1~9までの数詞を付け加えればよい。英語のように12までの数を機械的に暗記したり、十の位を個々に記憶したりする必要がないため、被加数が10であれば、後は加数を付け加えるだけで事足りるので、指の使用が減ったと考えられる。

また、課題の手続き上の問題で、問題を3問連続で間違えるとそこで課題が打ち切られてしまう。本来、「問 12」まで課題を行えば、計算中に指の利用がみられた可能性のある被験者を課題の手続き上、打ちきったために集計することができず、指の利用の割合が減少したと考えられる。

続いて、指の利用を被加数・加数・答えと時点で分けて得られた結果から考察を行う。足し算の得点が5点以下の子どもには計算時に指の利用は見られるものの答えを一度に導き出そうとする傾向が強く、被加数と加数を分けて段階的に答えを導こうとする様子は見られなかった。この段階は、Fuson(1988)

の言う指の利用の発達段階に照らし合わせると、最初の段階にあたり、count-all 方略を計算に適用させてはいるが、まだ十分に指を活用できていないものと考えられる。

逆に、答えを表すわけでもなく、また、計算に直接利用しているわけでもないが、指を被加数と加数に分けて使用する幼児がみられた。そしてこのような指の利用が見られたのは7得点以上の幼児に限られていた。

これは、外的に指を計算過程で直接利用しているようには見えないが、指をたてることで指を頭の中にイメージし計算をおこなっている、あるいは、行っていないとしても指をたてることで数を認識していると考えられる。足し算課題において、成績が平均的な子どもからすでにこのような指の利用がみられるので、この段階には比較的幼児は速く達し、外的に見えるような指の利用を行わなくても、問題に合わせてただ指をたてるだけで計算を行えると考えられる。しかし、課題の難易度の高い「問9」、「問10」では正答者がおらず、使いこなす事がやや難しいことも伺わせる。

また、「問5」と「問6」を境に指による答えのみの表示がなくなっていた。「問4」までの問題は答えが5以下の数になる容易な課題のため、答えのみを指で表示することが可能であったと考えられるが、「問5」の答えは「7」であり、「問4」までの問題とは答えの傾向が違う。「問7」、「問8」の答えは順に「8」「9」であり、指で答えのみ表すことは十分可能ではあると考えられるにもかかわらず、そのような指の利用の仕方はみられない。以上のことを考慮すると、「問5」の問題は「 $2+5$ 」であるため、先に述べたとおり「5」という数が幼児にとって特異数として機能し、「5」という指の形も強く認識されていたため、答えのみ指で表示することが可能だったと考えられる。

最後に、計算時における指の利用に関しては、短期記憶容量が小さく、それを補うために指を利用するという仮説とともに、指認識並びに単純な運動スキルが発達すると、指を積極的・効率的に利用するという対立した仮説が考えられる。本研究では手指の巧緻性と個人の指の利用回数に有意な相関が見られたが、数唱との間には相関が確認されなかった。

このことから、指をひとつの道具として考えれば、指が器用な子どもは指をうまく操作することができ、するために他の具体物を使用する必要がなく、計算に

指を利用しているということになる。しかし、巧緻性の能力が高いから指の利用が多いのではなく、逆に指を多く利用しているから巧緻性の能力が高まるとも考えられる。そうなる指の利用回数と足し算との間に巧緻性が介在することになる。算出した指の利用回数と足し算、巧緻性と足し算との相関係数(順に0.283と0.666)を比較すると、本研究においては指の利用と計算の間に巧緻性が介在すると考えたほうが妥当だと考える。将来的に計算時に指の利用が見られなくなることから、手指の巧緻性が他の側面からも計算能力と関係していると考え、今後、研究を行う必要がある。

**今後の課題** 今後の課題としては、第1に、縦断研究による計算能力と手指の巧緻性の因果関係についての検討がある。今回の実験では年長児における手指の巧緻性と数概念の発達との相関を調査したが、相関は2つの変数間の関連を意味するものである。よって手指の巧緻性が数概念の発達に影響を与えているのか、逆に数概念の発達が手指の巧緻性に影響しているかを明確に示すことはできず、因果関係を直接知ることはできない。そこで今後は今回の実験よりも年齢の幅を広げ、また、数概念の発達時期も考慮して、4~6歳の子どもを対象にし、成り立ち得る解釈の幅を絞ることを可能にする分析方法としてクロス・ラグド・パネル相関を採用し、手指の巧緻性と数概念の発達との因果関係を検討する。

第2に、指の認識の課題において運動イメージに関する課題を設定する。計算は運動性を伴うため、指認識でも形状イメージだけでなく、課題に運動イメージも導入する必要があると考える。第3に、本研究は数概念の発達の側面から検討したものであるが、手指の発達についても検討することで数との接点を探る。数と指の発達が交差する点を調査することで両者のつながりが明らかとなるであろう。

## 引用文献

- Brian Butterworth. (1999). *What Counts : how every brain is hardwired for math*. New York: Free Press.
- Brian Butterworth. (1999). *The mathematical brain*. Macmillan of London. (ブライアン・バターワース. 藤井留美(訳)(2002). なぜ数学が「得意な人」と「苦手な人」がいるのか 主

- 婦の友社)
- David Wechsler (1980). *Wechsler Preschool and Primary Scale of Intelligence* (デイビット・ウィスクラー. 日本心理適正研究所 (訳) (1980). WPPSI 知能診断検査手引き 日本文化科学社)
- Fayol, M., Barrouillet, P., & Marinthe, C. (1998). Predicting arithmetical achievement from neuropsychological performance: A longitudinal study. *Cognition*, **68**, 63-70.
- Fuson, K.C. (1988). *Children's counting and concepts of number*. New York: Springer-Verlag.
- 原田碩三 (1997). 新版・幼児健康学 黎明書房
- 五十嵐方美 (1999). 幼児における手指の巧緻性に関する研究 広島大学大学院教育学研究科修士論文
- Jackson, M. & Warrington, K. E. (1986). Arithmetic skills in patients with unilateral cerebral lesion: *Cortex*, **22**, 611-620.
- 上遠野純子・水沼久美子・岩谷力・森田稲子 (1999). 上肢実用動作テスト—その紹介と MFS との関連性— 作業療法, **18**, 134-138
- 栗山和弘 (2001). 幼児・児童における数表象の構造 北大路書房
- 小林重雄 (1991). グッドイナフ人物画知能検査・ハンドブック 第3版 三京房
- 小林芳文 (1992). LD児・ADHD児が蘇る身体運動 大修館書店
- 児玉省・品川不二郎・茂木茂八 (1978). 日本版 WISC-R 知能検査法 日本文化化学社
- Lakoff, G. & Nunez, R. E. (2000). *Where mathematics comes from: How the embodied mind brings mathematics into being*. New York: Basic Books.
- 宮脇利幸・福田恵美子・熊本圭吾・吉田一成・岩谷力 (1999). 脳性麻痺児への脳卒中上肢機能検査 (MFT) の有用性の検討 作業療法, **18**, 38-48.
- Piaget, J & Inhelder, B. (1966). *L'Image mentale chez l'enfant*. (ピアジェ J.・インヘルダー B. 久米博・岸田秀 (訳) (1975). 心像の発達心理学 国土社)
- 仙石 泰仁・中島そのみ・中村眞理子 (2001). 手指巧緻性の発達評価としてのつまみ力：幼児と若年者の様々なつまみ型におけるつまみ力の比較 作業療法, **20**, 200.
- 杉村伸一郎・山名裕子 (2006). 計算時における指の利用と算数・数学能力との関連 幼年教育研究年報, **28**, 41-49
- 山本尚司 (2005). 巧緻性・協調性の測定方法—運動連鎖評価法の提示を含めて— 理学療法, **22**, 45-56.



## 数の空間表象と計数行動の関連性

大阪府立大学・人間社会学部 岡本真彦

大阪府立大学・総合科学部 若野寿美

This study was carried out to examine (1) whether the SNARC effect is found in the magnitude decision task, and (2) whether the representation of numbers relates to counting activities. Twenty-one university students were participated in this experiment. Marble counting task, finger counting task, and writing numbers task were used to examine the counting activities. And the magnitude decision task was used to examine the representation of numbers. The SNARC effect was found in the magnitude decision task in this study. And the difference of counting activities related to the representation of numbers. These results were discussed from the relation between the spatial representation of numbers and the counting activities.

キーワード：数の空間表象，計数行動，SNARC 効果

### 問 題

従来の研究 (Dehane, Bossini, and Giraux, 1993) によれば，2つの数を対提示して大小判断や偶奇性判断を求めるような課題を課すと，SNARC 効果と呼ばれる，右側に大きな数を提示された時の処理速度が速くなるという結果が得られることが示されている。加えて，提示された2つの数の間の距離が大きいほど処理が速いという距離効果もみられるとしている。これらの結果から，数の心的表象は，左から右に小さい数から大きな数へと並ぶような構造をもつとされる。このような明確な構造を持たないとする研究 (Ito & Hatta, 2004) も存在するが，岡本 (日心 2005) は，数表象が小さい数から大きな数へと左から右と配置されるような空間構造を持っていることを報告した。

ところで，数概念の獲得初期においては，指さしを行いながら計数を行うように，身体や身体動作が数概念と密接に結びついていることを示唆する研究も多い。例えば，栗山・吉田 (1995) は，小学生に2つの数の足し算を，指を使わずに行かせたところ，5を含む問題の反応時間が短いことを報告し，その理由として，5が指の数と一致することを挙げている。このことは，5本の指という外的な構造と

“5”という数の心的表象とが強く結びついていることを示唆するものといえよう。

成人では，数はかなり抽象的な表象として扱うことができるようになっており，数概念や数表象が身体や身体動作と結びついているという考え方は適当ではないのかもしれない。しかしながら，少なくとも獲得初期には，身体動作と数概念は結びついているのであり，その結びつきが成人になると消えるのかどうかは明らかではない。

そこで，本研究の第1の目的は，数の大小判断課題において SNARC 効果が見られるのかどうかを検討すること，第2の目的は数の空間表象の指標である dRT と身体を用いた計数行動との間に関連性が見られるのかどうかを検討することである。

### 方 法

**実験参加者** 大阪府内の公立大学生 21名(男性9名・女性12名，平均年齢 21歳)が本実験に参加した。全員が日本語を母国語とし、右利きで，正常な視力を持っていた。

**課題** 計数行動は，おはじき課題と指数え課題，そして筆記課題の3種類の課題を用いて調べた。おはじき課題は，白い紙の上に8つのおはじきを

24cmの長さに横一列に等間隔に配置したものを提示し、おはじきを指さしながら、声を出して数を数えるように求めるものであった。

指数え課題は、両手の指を使って、1から8までの数を声に出して数えるように求めるものであった。

筆記課題は、たて21cm×よこ21cmの白紙を提示し、1から10までの数を自由に書くことを求めるものであった。

数の空間表象を調べるために、数の大小判断課題を用いた。この課題では、5以外のアラビア数字(1, 2, 3, 4, 6, 7, 8)のいずれか1つとアラビア数字の5との2数が対提示され、どちらの数が大きいのかを判断するものであった。提示された刺激数字対は、5と5以外の数の組み合わせで8組となり、それぞれの数の左右位置を入れ替えたものを作成したので、合計16組の刺激数字対であった。この16組の刺激数字対を4回ずつ提示したので、1課題は全64試行であった。刺激提示は、全てiMacDV上のPsyScopeによって制御され、反応時間はキーボードの反応から計測した。1試行は、まず最初にディスプレイ画面の中央に注視点を500ms、続いて、プライムとしてアラビア数字の5を500ms、最後に、刺激数字対を500ms提示し、左右どちらの数字が大きいのかの大小判断を求めた。この提示スケジュールを図1に示した。

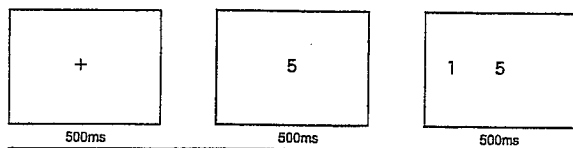


図1 刺激の提示スケジュール

**手続き** おはじき課題では、最初はおはじきが見えないように上から白い紙を覆っておき、紙をとった後、「指を指しながら、声を出しておはじきを数えてください」と教示した。指数え課題では、「両手の指を使って、1から8までの数を声に出して数えてください」と教示した。筆記課題では、白紙を1枚渡したうえで、「自由に1から10までの数を紙に書いてください」と教示した。これらの3つの課題の実施中は、被験者の反応を全てビデオによって録画し、反応を記録した。3つの計数課題の実施順序は、被験者によってカウンターバランスして行った。

数の大小判断課題においては、「2つの数字が画

面上に提示されるので、左右どちらの数字が大きいかを判断し、左側の数字が大きいと思えば“4”のキーを、右側の数字が大きいと思えば“6”のキーをできるだけ早く正確に教えてください」と教示した後、8試行の練習試行を行った。練習試行終了後、本試行に移った。本試行での64試行は、8組を1ブロックとして、8ブロックからなっていたが、ブロック内でも、ブロック間でもランダムになるようにスケジュール化されていた。

## 結果

### 計数行動の分析とグループ分け

おはじき課題では、おはじきを左から数える者とおはじきを右から数える者の2つに分類し、おはじきを左から数えた者が13名、右から数えた者が8名いることが分かった。

指数え課題では、数えるときに、手のひらを自分に向けて数えるか実験者に向けて数えるか、最初に手を握った状態から指を開いて数えるか、開いた状態から指をおって数えるかなど、いくつかの異なった計数行動が観察されたが、ここではどちらの手から数え始めたのかに着目して、指か数え行動を、右手から数える者と左手から数える者の2つに分類した。その結果、左手から数える者が9名、右手から数える者が12名であった。

筆記課題では、表1に示したように、一列に書くか二列にわたって表記するかという違いがあるにせよ、左から書き始める者が15名であり、右から書き始める者はいなかった。

表1 筆記課題における反応分類(n=21)

反応カテゴリ	人数
1から8を左から右に一列に記す	8
1から8を二列で左から右に記す	7
上下に1から8を記す	2
バラバラな位置に1から8を記す	2
斜め方向に1から8を配置して記す	2

本研究では、計数行動を3つの課題を用いて調べたが、筆記課題では、左右方向での反応の違いは見られなかった。そこで、指数え課題とおはじき課題での反応にもとづいて被験者をグループ分けすることにした。その結果、指でもおはじきでも左から数



える左/左群 ( $n=9$ ), 指では右から数えるのに, おはじきでは左から数える右/左群 ( $n=5$ ), そして指でもおはじきでも右から数える右/右群 ( $n=7$ ) の3つのグループとなり, 指では左から数えるのに, おはじきでは右から数える左/右群に該当する実験参加者はいなかった。

#### 計数行動と数の大小判断課題の反応時間との関連性

計数行動と数の大小判断課題での反応時間との関連性を検討するために, 上記の3つのグループの大小判断課題での平均反応時間を求め, 図2に示した。この反応時間について, 3 (グループ:左/左 vs. 右/左 vs. 右/右)  $\times$  16 (刺激数字対) の2要因分散分析を行ったところ, グループの主効果が有意であり ( $F(2,30)=232.08$ ,  $MSe=260.28$ ,  $p<.01$ ), 右/左 < 右/右 < 左/左の順に反応時間が速いこと明らかになった。このことは, 右/左群が, 数の大小判断を最も速く行っていることを示している。

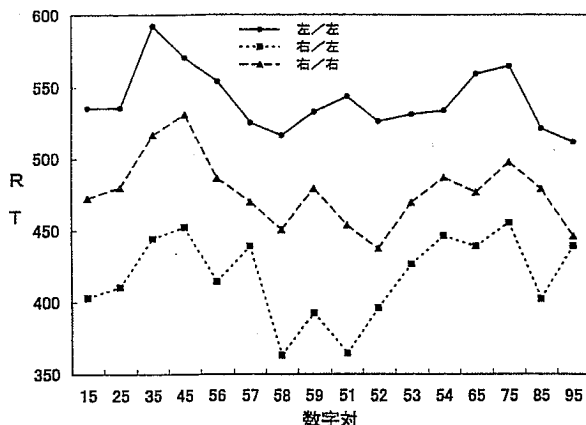


図2 計数行動と大小判断の反応時間の関連性

#### 計数行動と数の空間表象の関連性

数の空間表象の指標には, 右に数が提示されたときの反応時間-左に数が提示されたときの反応時間で算出される dRT が用いられる。すなわち, 本研究の場合では, “7” に対する dRT の値は, “5-7” の反応時間から “7-5” の反応時間を引くことによって求められる。左から右に並ぶような数の空間表象が形成されているのであれば, “5-7” はこの表象と一致するので反応時間が短く, “7-5” は表象とは一致しないので反応時間が長くなると考えられる。これにしたがうと, 5より大きな数では, dRT はマイナスの値になり, 5より小さな数では dRT はプラスの値をとることになる。

本研究で用いた8組の刺激数字対の dRT を算出し, 図3に示した。また, それぞれのグラフの直線回帰式を算出して, 図中に示した。3群の dRT に対する回帰直線をみると, どの群の直線も右下がりになっていることから, 大きな数が右側に提示されたときに反応時間が速くなっていることが分かるが, 3つの群の直線の傾きはかなり異なっていることが見てとれる。そこで, 3群のそれぞれの回帰係数について傾き0と差について, 片側 t 検定を行った結果, 右/左群のみが有意であり ( $t=3.78$   $df=39$ ,  $p<.01$ ), 大きく傾いていることが明らかになった。このことは, 右/左群が他の2群よりも強固な数の空間表象を形成していることを示している。

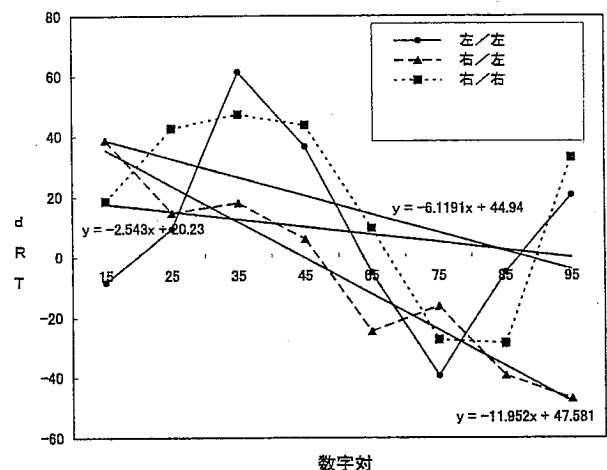


図3 計数行動と数の空間構造との関連性

#### 考 察

本研究の目的は, (1) 数の大小判断課題において SNARC 効果が見られるのかどうかを検討すること, (2) 数の空間表象の指標である dRT と身体を用いた計数行動との間に関連性が見られるのかどうかを検討することであった。

第1の目的に関して, これまでの SNARC 効果に関する研究では, 対提示された2数の一方の数字が偶数であるか奇数であるかを判断する偶奇判断課題や本研究で用いた大小判断課題などを用いて検討が行われてきたが, どちらかというとも偶奇判断課題において SNARC 効果が得られることが多かった。しかしながら, 本研究では東田 (2005) が開発したプライミングを用いた大小判断手続きを導入することで, SNARC 効果を得ることができた。この手

続きでは、大小判断を行う前に“5”をプライムとして提示するものであり、5の提示によって5を中心とした数の空間表象を活性化させ、その後、5と他の数字を対提示して大小判断を行う。これにより、数の空間表象に一致した数字対では処理が速くなり、一致しない数字対では処理が遅くなりやすいと考えられる。これまでに用いられてきた一般的な大小判断課題では、得にくい SNARC 効果であるが、本研究で見られたのは、5をプライムに用いたプライミング手続きによると考えられる。

次に、第2の目的に関して、本研究では、計数行動を測る課題として、おはじき課題、指数え課題、筆記課題の3種類の課題を用いた。このうち筆記課題では、約70%の実験参加者が左から右に向かって数字を並べて表記したのに対し、右から左へ数字を並べて表記する者はいなかった。このことは、数字表記の方向性には個人差がなく、どちらかという学校教育の影響を強く受けており、成人では左から右に並ぶように表記しているといえよう。

一方で、おはじき課題と指数え課題では、数え始める方向が右からである場合と左からである場合に分かれることが明らかになった。そこで、おはじき課題と指数え課題での反応傾向の違いによって、実験参加者をグループ分けし、それらのグループの数の空間表象を検討することで、計数行動と数の空間表象との関連性を検討した。その結果、おはじきは右から数え始めるが、指では左から数え始める右/左群が、数の大小判断課題での dRT の傾きが大きいことが明らかになった。dRT の直線の傾きが右下がりになっていけば、左から右に小さい数から大きな数が並ぶような空間構造を持っていると考えられており、右/左群がもっとも強固な数の表象を持っていると考えられる。加えて、この群は他の2群よりも単純反応時間でも速くなっており、彼らは自分の持っている空間表象を用いて数を素早く処理することが可能であると考えられる。

では、なぜ右/左群が、数の認知処理が効果的であるのか。この点については、本研究からは明らかにならないが、ひとつの可能な解釈は、数の空間表

象の柔軟性が高いのではないかということである。すなわち、おはじき課題では右から数え、指数え課題では左から数えるということは、課題によって、方向性の異なった空間表象を用いているということが推測され、右から左へという空間表象と左から右へという空間表象をどちらも利用できると考えてよいであろう。

最後に、本研究において、身体を使った計数行動とそれらを利用しない数の認知処理の間に関連性がみられたことは、数の空間表象と身体運動とが関連していることを示唆している。しかしながら、数の空間表象と身体運動の関連性とはどのようなものであるのかについて明らかに出来たわけではなく、この点については、さらに研究を進めていく必要がある。

## 引用文献

- Dehane, S., Bossini, S., and Giraux, P. 1993 The mental representation of parity and number magnitude. *Journal of Experimental Psychology: General*, **122**, 371-396.
- 東田香織 2005 数の意味処理に関わる要因と、空間構造について 大阪府立大学総合科学部卒業論文
- Ito, Y., and Hatta, T. 2004 Spatial structure of quantitative representation of numbers: Evidence from the SNARC effect. *Memory & Cognition*, **32**, 662-673.
- 栗山和宏・吉田甫 1995 心的加算における数の表象構造について 教育心理学研究, **43**, 402-410.
- 岡本真彦 2005 数の心的表象における空間構造に関する研究 日本心理学会第 69 回大会発表論文集, 628.

## Spatial structure of quantitative representation of numbers and counting activities in elementary school children

Osaka Prefecture University, Department of Human Sciences  
OKAMOTO Masahiko and WAKANO Hisami

The purpose of this study is to examine the relation between representation of numbers, counting activities and calculation abilities. Seventeen first graders and eighteen second graders children participated in this study. The marble counting and the finger counting tasks, the magnitude decision task, and the calculation task were used in this study. The results showed that calculation ability relates to representation of number, but don't relate to counting activity for first grade. For second grade, any relationship was not found. These results suggested that the representation of numbers is important for the first graders children. Because they are in the initial stage of learning of the number concept and the calculation skills.

Keywords : SNARC effect, representation of number, counting

Previous studies about the representation of number were carried out from two approaches. One approach is cognitive processing studies about number, and another approach is developmental studies about number acquisition. Developmental studies about number acquisition in young children showed that children acquire the representation of number, so called "mental number line" (Case & Okamoto, 1996). On the other hand, cognitive processing studies about number showed that the representation of number has a spatial structure (Dehaene, Bossini, & Giraux, 1993; Ito & Hatta, 2004). They revealed that subjects responded to large number faster with the choice on the right side than with the choice with the left side (SNARC effect). This indicates that subjects represent the number as a left-to-right-oriented analog number line. Both the developmental studies and the cognitive studies suggested spatial structure of number were constructed.

In the initial stage of number acquisition, we could observe that children count the number with using their fingers in everyday context. This suggests that finger up activities facilitates

children's number processing. Kuriyama and Yoshida (1995) showed that the calculation time in addition problems which including 5 is faster than the calculation time in problems excluding 5. They interpret the results as 5 is correspond with the number of fingers. But, we could not find the clear evidence for the relation between mental representation of number and physical activities. Piaget's developmental theory suggested that children in pre-operational stage use the representation, but did not use sensory-motor activities. This suggests that the physical activities don't foster representational operation in children.

The first purpose of the present study is to examine the relationships between the spatial structure of number representation and counting activities in elementary school children. And the second purpose of this study is to examine whether the mental representation of number relates the addition ability in arithmetic.

### Method

Subjects: Subjects were 17 first graders (mean

age: 6.75) and 18 second graders (mean age: 7.63) children in public school.

Tasks and procedure: Calculation task, marble counting task, and the magnitude decision task were used in this study.

The calculation task was the measure of addition ability. This task included 27 single digit addition problems for first graders and 27 double digits addition problems for second graders. Subjects were asked to answer those problems during one minute.

Marble counting task was the measure of the counting activities. Eight marbles were displayed between 24cm in a line on the white paper. Subjects were asked to count eight marbles on the paper.

The magnitude decision task was the measure of mental representation of number. In this task, subjects were presented some number pairs, e.g. "5-7", and they were asked to judge whether the target number is bigger or smaller than 5. The target number is one of these Arabic Numbers "2, 3, 7, 8". A stimulus set was 5 and a target number pair. This pair had two alignments as "5 7" and "7 5". Eight stimulus sets were produced by this rule. The experimental session had 32 trials based on four trials for each stimulus set.

The time schedule on each trial was as follows, the fixation point for 500ms at first, the prime "5" for 500ms, and stimulus set "5 7" for 500ms. This time schedule was presented at Figure 1.

Stimulus presentation and response time recording were controlled by the PsyScope on iMacDV. If the right number is big then press key "6". And if the left number is big then press key "4".

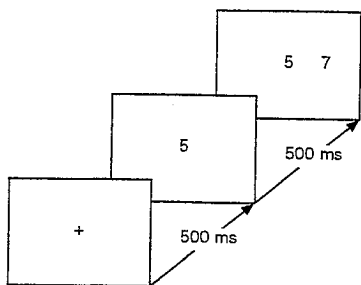


Figure 1 The time schedule on each trial

Result

Calculation task and grouping: The mean number of correct response in calculation task was 21.3 (SD 5.6) for first graders and 18.7 (SD 5.4) for second graders. Subjects were divided into three groups on the basis of the scores in this task. The good calculator gained the score which above 1 SD from the mean, average calculator gained the score which plus minus 1 SD from the mean, and the poor calculator gained the score which below 1 SD from the mean.

Calculation ability and the representation of number: The mean response time of the correct response was computed for each stimulus sets in magnitude decision task for each grade. Figure 2 shows the mean response time for first graders and Figure 3 shows for second graders. One way ANOVA of calculation ability group for RT in first graders indicated that the main effect of calculation level was significant ( $F(2,14)=32.30, p < .01$ ); good < average < poor. But the main effect was not significant for second graders. From the comparing between Figure 2 and Figure 3 shows that second graders are faster than first graders obviously.

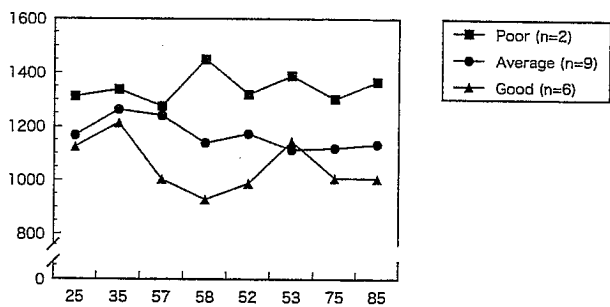


Figure 2 The mean response time for each calculation ability group in first graders.

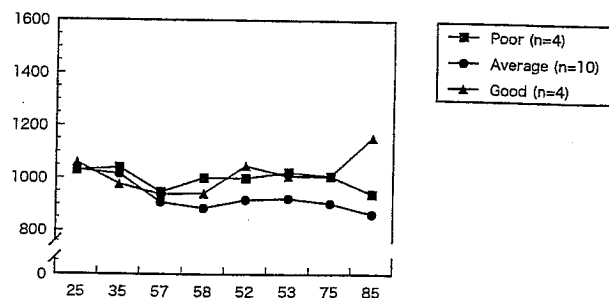


Figure 3 The mean response time for each calculation ability group in second graders.

dRT was used as the index of spatial structure of number in previous studies. dRT was computed by subtracting the mean RT for a right large stimulus set, e.g. "5 7", from the mean RT for a left large stimulus set, e.g. "7 5". If there is spatial structure of number representation, negative slope of linear function for dRT can be obtained.

Figure 4 showed the dRT and its linear function for each calculation ability group in first graders. The *t* test for the slope of the linear function of dRT revealed that a significant slope was not obtained. But the good calculator shows the negative slope from the small number to large number. This suggested that good calculator has the spatial structure of number representation.

The dRT and its linear function in second graders was presented at Figure 5. The *t* test for the slope showed a significant slope can be obtained for good calculator ( $t(15)=-2.28, p < .05$ ). These results suggested that good calculator has a strong spatial structure of number representation.

Counting activities and grouping: Our previous study revealed that subjects were divided into three groups based on the response in marble counting and finger counting tasks. The Left/Left

group showed the response that is counting start from left side in both marble and finger counting tasks. The Right/Right group showed the response that is counting start from right side in both tasks. The Right/Left group showed the response that is counting start from right in finger task and counting start from right in marble task. The number of subjects for these three groups in each grade was presented at Table 1.

Table 1 Number of subjects in three counting groups

Group	First Grade	Second Grade
Left/Left	4	9
Right/Left	7	7
Right/Right	6	2

Counting activities and the representation of number: Figure 6 shows the dRT and its linear function for each counting group in first graders. The *t* test for these three slopes of the linear function of dRT was not significant.

The dRT and its linear function in second graders was presented at Figure 7. The *t* test for these three slopes of the linear function of dRT was not significant. These results indicated that counting activities don't relate representation of number.

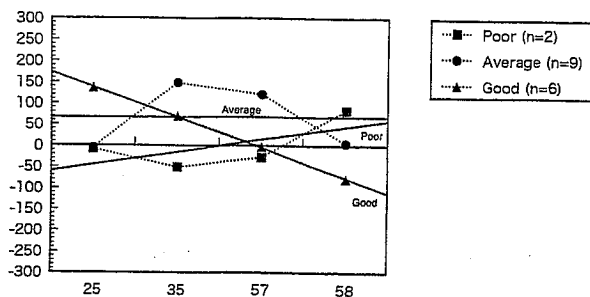


Figure 4 dRT for each calculation ability group in first graders.

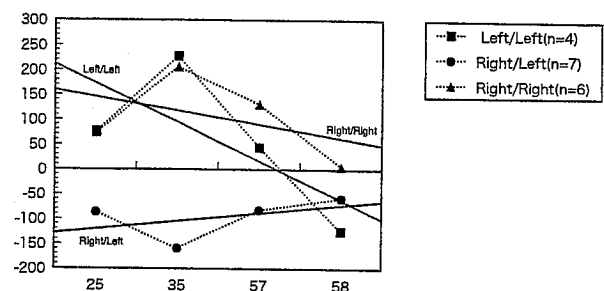


Figure 6 dRT for each counting group in first graders.

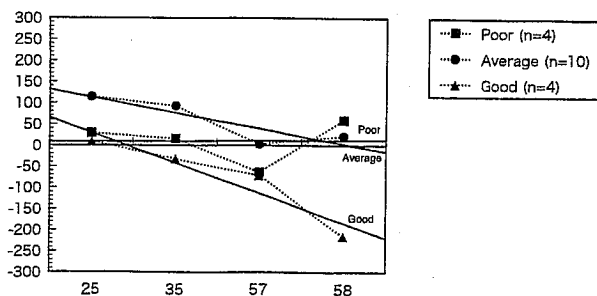


Figure 5 dRT for each calculation ability group in second graders.

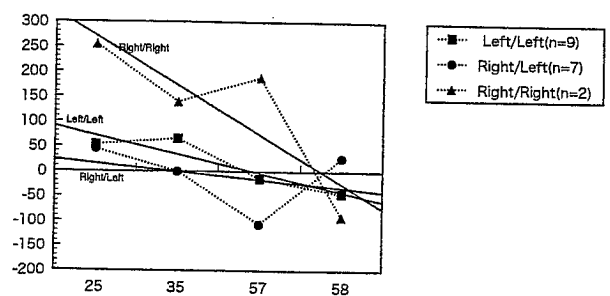


Figure 7 dRT for each counting group in second graders.

## Discussion

The purpose of this study is (1) to examine the relationship between counting activities and representation of number, (2) to examine whether the mental representation of number relates the addition ability in arithmetic.

The results in this study were as follows; (1) the response time in magnitude decision task for second graders is faster than the response time for first graders, (2) subjects showed various counting direction in marble counting and finger counting tasks, (3) calculation ability relates to the representation of number for first graders, but not for second graders, and (4) counting activities don't relate to the representation of number for both first and second graders children.

The magnitude decision task asked for subjects to judge which number is bigger. Subjects have to press the right key or left key as fast as they can. If subjects have spatial representation of numbers, they could decide quickly which number is bigger. The second graders children could decide faster than the first graders. This suggested that the second graders children have stable representation of numbers.

A negative slope of dRT is the index of the spatial representation of numbers. The good calculation ability children in first grade showed significant negative slope of dRT in the magnitude

decision task in our results. But the calculation ability doesn't relate to the spatial representation of numbers for second grade. These results suggested that the representation of numbers is important for the first graders children. Because they are in the initial stage to learn calculation skills.

## Reference

- Case, R. & Okamoto, Y. 1996 The role of central conceptual structures in the development of children's thought. *Monographs of the Society for Research in Child Development*, **61**.
- Dehaene, S., Bossini, S., & Giraux, P. 1993 The mental representation of parity and number magnitude. *Journal of Experimental Psychology: General*, **122**, 371-396.
- Ito, Y. & Hatta, T. 2004 Spatial structure of quantitative representation of numbers: Evidence from the SNARC effect. *Memory & Cognition*, **32**, 662-673.
- Kuriyama, K. & Yoshida, H. 1995 Representational structure of numbers in mental addition. *Japanese Journal of Educational Psychology*, **43**, 402-410. (In Japanese)