

## 幼児の数字使用力の獲得の過程について

丸 山 良 平\*

(平成2年10月31日受理)

### 要 旨

ピアジェによって数の保存概念が見出されて以来、幼児の数概念形成については、多くの研究が行われてきた。しかし、数字についてはその読みの達成などごく限られた範囲でしか研究が行われているに過ぎない。社会では一般に、数は数字を使用して操作され、算数教育も数字を使って行われている。そこで、本研究は幼児の数字使用力の獲得過程を追究するのを目的として実施された。調査は、特別な数教育を行っていない幼稚園で、3歳児から5歳児までを対象として、数字と数詞及び具体物で構成した数の課題を使って実施された。その結果、数字使用力は数能力と関連して獲得されるのが示唆された。例えば、数字の読みでさえ、幼児は操作できる数範囲の数値を示す数字から獲得しているのである。子どもは、数字使用力を就学前に獲得しはじめ、ある程度数字を数のように操作できるようになっているといえる。

数の課題を、そこで扱う数の個数により1数、2数、3数課題と分類する。例えば、計数や数字を読むのは1数課題、2つの数の大小判断は2数課題、合成、分解、加算や減算は3数課題である。それぞれの課題での数の関係を1数、2数、3数関係と呼ぶ。この分類によって子どもの数操作を分析した結果、具体物から抽象された数と数詞で示された数とは、差異が生じていた。すなわち、数詞使用にも、数字使用と同様、仮に数詞使用力というような何らかの能力の形成が必要であり、さらに、数詞および数字使用力の形成は、数能力の発達を基礎としていることが示された。これらは、幼児教育における子どもの数の指導内容に一つの示唆を与えるものである。

### KEY WORDS

numerical ability	数能力	ability to use written numerals	数字使用力
mathematic education	数教育	child education in kindergarten	幼児教育

### 問 題

就学前の子どもの数概念・数能力に関する研究は、これまでに数多く実施されている。その中で、幼児を対象にした数字使用に関する研究は少ない。さらに、数字使用の調査等が実施されているとしても、数字の読みの達成に関する程度のものである。こうした傾向の背景には、数字は小学校入学後に教えられるものであり、幼児期の数量教育になじまないとする基本的な考え方が、教育界にあると考える。その一方、小学校学習指導要領や教科書によれば、子ども

\* 幼児教育講座

達は小学校へ入学すると1カ月程で、10までの数字の読み、書きの指導を受ける。そして直ちに、数字による、数の系列の理解、多少等判断の指導に移っていく。数字の数記号としての基本的な使用については、きわめて短時間に指導することが可能なのである。

このように、小学校での数字を使用した数の指導が短期間に行えるという事実は、子ども達はその時に初めて、数字を数の記号として理解し、使用するのではないことを示唆している。また、幼稚園など集団教育の場において、子どもが日常生活や遊びの中で数字を使っている場面は、しばしば観察される。例えば、買物ごっこのお金や自動車のナンバープレートを作り遊びに使っている。また、トランプで「七並べ」や「戦争」（トランプのカードを均等に分けて、お互いに自分のカードの中からかけ声と共に同時にカードの表を出してその数値の大ききで勝ち負けを競うゲーム）をしている。前者は単に文字として使用している場面であるが、後者は数の系列を作ったり、瞬時に数字の大小等判断をしたりして、明らかに数を表す記号として数字を使用している場面である。すなわち、就学前に、子ども達は数字が数を示す記号であることをすでに理解し、それを数操作にある程度使用していると予想される。

そこで本研究では、幼児期の子どもの数字使用力を明らかにし、さらに数字使用力と数能力との関係を検討し考察を進める。なお、本研究の調査資料は、幼児の数概念を追究する目的で実施された調査で、筆者の修士論文<sup>1)</sup>の資料となったものの一部である。

## 方 法

これまでに報告されている数概念の諸研究では、数詞や具体物を使って構成した数課題の処理能力を数能力としている。そこで本研究でも、これにならい、数詞及び具体物による数の課題の処理能力を数能力とし、数字による数の課題の処理能力を数字使用力とする。

数字使用力の調査を目的として、数字課題を実施する。数能力の調査を目的として、数詞課題と具体物を使って集合数の把握と数の操作力をみるボタンテストを実施する。ボタンテストは、中沢他によって「子どもの直観数獲得とその操作力を知る」ために考案され、「1976年以降、約800名の園児について実施」（中沢他1986）<sup>2)</sup>されているものである。こうして得られた資料を分析・検討する。

### 1. 調 査

#### 1.1 対 象 児

新潟市内の一幼稚園に就園する、3歳児43名、4歳児110名、5歳児98名である。この園では、特別な数教育といわれるようなものは行われていない。

#### 1.2 用 具

学習研究社製の1～9の数字カード（7cm×7cm）各1枚を1組、この1～9までの数字カードを原寸大で印刷した大カード（Fig. 1-1）1枚、数字カード2枚を原寸大で印刷した5種類の2数カード（Fig. 1-2）を1組、おはじき30個、小皿2枚、及び直径16ミリの赤いボタン10個。

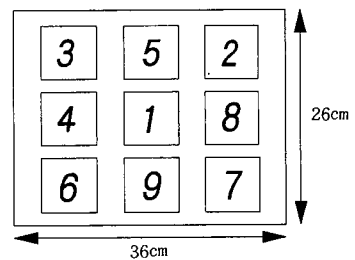


Fig. 1-1 大カードの数字配置

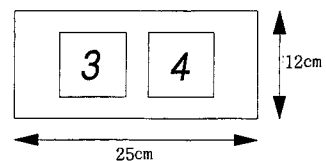


Fig. 1-2 2数カードの数字配置例

### 1.3 数字課題と数詞課題

数字課題では、数字カードの提示時間は2秒である。提示から5秒経過しても反応のない場合は無答とする。数詞課題では、課題提示後5秒経過しても反応のない場合は無答とする。

- ①数字読み：大カード上で次の順で指示される数字を読む。「3, 5, 2, 4, 8, 6, 9, 7」の9小問。
- ②おはじきの集合と数字の対応(以降, 対応と略称)：次の順で提示される皿の中のおはじきの集合の要素数と同じ数字を大カードから選択する。「2, 4, 3, 6, 8」の5小問。
- ③数字による数の大小比較(以降, 数字大小と略称)：2数カードで、次の順で提示される2つの数字の大きい方を選択する。「3と4, 9と5, 14と16, 25と18, 1000と500」の5小問。
- ④数字による数の合成(以降, 数字合成と略称)：次の順で提示される2つの数字の和を答える。「 $1+2=3$ ,  $2+3=5$ ,  $3+4=7$ ,  $6+4=10$ 」の4小問。
- ⑤数字による数の減算(以降, 数字減算と略称)：次の順で提示される2つの数字の差を答える。「 $3-2=1$ ,  $5-3=2$ ,  $7-2=5$ 」の3小問。
- ⑥数詞による数の大小比較(以降, 数詞大小と略称)：口頭で継時的に読みあげられる次の2つの数の大きい方を答える。「3と2, 4と8, 15と13, 17と23」の4小問。
- ⑦数詞による数の合成(以降, 数詞合成と略称)：口頭で継時的に読みあげられる2数の和を答える。「 $1+2=3$ ,  $2+3=5$ ,  $3+4=7$ ,  $6+4=10$ 」の4小問。
- ⑧数詞による数の減算(以降, 数詞減算と略称)：口頭で継続的に読みあげられる2数の差を答える。「 $3-2=1$ ,  $5-3=2$ ,  $7-2=5$ 」の3小問。

### 1.4 ボタンテスト

ボタンテストの下位課題に⑨集合数の把握(BT集合数と略称), ⑩合成(BT合成と略称)⑪分解(BT分解と略称)がある。実施は中沢他(1986)<sup>3)</sup>の手続きに従う。

### 1.5 実施と得点化

実施年月は1985年6月, 7月。調査は2回に分けてすべて個別で行う。1, 2回目とも所要時間は一人当たり7~10分である。数字・数詞課題は1回目の課題提示において、各小問で誤答もしくは無答の場合、再度小問を与える。数字・数詞課題及びボタンテストは、課題提示後2秒以内に正答する場合「即答」という。2秒を超えて5秒以内に正答する場合、指などで計算して正答する場合、言い直して正答する場合及び2度目の質問で正答した場合「正答」という。小問1題を即答のとき2点、正答のとき1点、2度目でも誤答・無答のとき0点とする。

なお、本報告で、特に断わらないで正答というのは、ここでいう「即答」と「正答」を含めたものであり、そして正答率は同様にその百分率を示している。

## 結果と考察

子どもが、数を表したり操作したりする際に、手指を道具のように使用するのがしばしば観察される。これは「数とは、概念の概念」(藤永1985)<sup>4)</sup>といわれるように、数は空間に存在するものでなく、直接、数表現することはできないことによる。社会では、数字はそれそのものが「数」であるかのように操作される。すなわち、この数記号は、数を表したり操作したりする道具として使われている。それは、社会の人々が数字を自由に使用できる能力をすでに獲得しているからである。従って、子どもが数字を数操作の道具として使用できることが、数字使

用力の獲得を示すと考える。子どもが、数字を読むようになる以前に、数字の示す数値を数として操作しているような様子は観察されていない。子どもが、最初に数字を数の記号として使用していると思われる行動は、数字を読むことであろう。数字を読むようになるということは、表記記号である数字を音声記号である数詞に転換できるようになるということである。この頃、子どもは「生活経験の中で1や2、3といった初歩的数概念についてほぼ完成している(菓子が1個ある、ミカンが2個ある等々)」(新井1984)<sup>5)</sup>と考えられる。すなわち、子どもは具体物及び数詞で数を操作する初歩的数能力をすでに獲得していて、数字による数操作は数字を数詞へ記号転換することで、この初歩的数能力を発揮して可能になると予想する。従って、数字を読む行動は「記号転換」であり、数字使用の基礎的能力と考える。そこで、数字読みの獲得についてまず検討し、それを軸にして子どもの数能力との関係を明らかにしていく。

### 1. 数字の読みについて

1から9までの数字読みの正答率を、Fig. 2に示す。

3歳児では、43名中すべての数字に無答・無反応のものは5名、誤答のものは5名である。全部正しく読めるものは4名である。読める数字が1個以上4個以下のものは20名で、ほぼ半数の子どもは数字が読めるようになり始めたという状態である。誤答でも、1件をのぞき、すべて数詞で答えている。数字が正しく読めないこの時期の子ども達でさえ、数字が数に関する文字であることは理解しているのである。なお、数詞以外の誤答は、数字8を「だるまさん」と答えている。この反応は、数字の歌(松原1973)<sup>6)</sup>の歌詞を覚えていたためによるものである。

3歳児では、数字1の正答率が最も高く67%に達する。読める数字が1個以上4個以下の子どもに限れば、数字1が読めるものは80%、数字1が読めないのに他の数字が読めるものは20%である。数字が5個以上読めるものは、すべて数字1は読むことができる。すなわち、ほとんどの子どもは数字1から読めるようになるといえよう。3歳児では、数字2から5までの正答率は40%台、数字6から9までの正答率は16%から28%であり、前者の方が後者の正答率より高い。この2から5までの数字の正答率が、6から9までの正答率より高い傾向は、Fig. 2で示すように4、5歳児にもみられる。3年齢層において、数字の6から9までの正答率が、数字の2から5までの正答率より高いものの割合は、3歳児では7%、4歳児では3%、5歳児では0%である。これは、子どもが1から5までの数の範囲の数字から獲得していくことを示す。多くの子どもは、数字1が読めるようになると、次は2から5の間の数字が読めるようになるといえる。

誤答を分析すると、3歳児では、数字の6と9と読み誤る傾向があるが、有意差はない。数字6以外の数字の読み誤りは、各々の子どもで様々である。4歳児では、数字の6と9とを相互に読み誤るものが、他の数詞名をいうものより多く有意差がある。その他の数字の読み誤りは3歳児と同様、様々である。5歳児では、9個の数字のうち読みが完全正答していないのは、数字6と9のみである。誤答とその人数は、数字6を

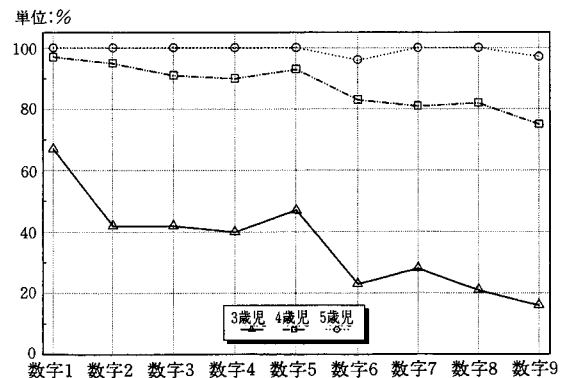


Fig. 2 数字1から9までの読みの正答率

9と読むのが4名であり、数字9を6,7と読むのが半々で2名ずつである。そのうち、6と9の両方を読めないのは3名である。

数字6と9の読み誤りは、この2数字が180度回転文字であるために文字の誤った認知（田中1976）<sup>7)</sup>をしていることによると推測される。また数字9を7と読み誤るのは数字9の一部を認知せずに、数字7と見間違えているかもしれない。しかし、はっきりした理由は不明である。

## 2. 数字の読み能力と数能力

本研究で実施した各課題の正答率を Fig. 3 に示す。数能力をみる課題は、数詞大小・数詞合成・数詞減算及びボタンテストのBT 集合数・BT 合成・BT 分解の6 課題である。この6 課題の結果で示される子どもの数能力と数字読みとの関係を検討する。

3 年齢層で、数字読み課題の得点により子どもを2 群に分類し、数能力の尺度とした6 課題の得点の平均値の差を検定する。さらに分割表により数字読み課題との関連を検討するが、その際、統計量は、度数が0 となるセルがある場合は、フィッシャーの直接確率を採用し、その他の場合は、イエーツの修正値を採用する。

3 歳児では、数字1 から9 までの9 個の数字のうち読める数字が5 個以上の子どもを High 群（28%）とし、4 個以下の子どもを Low 群（72%）とする。平均値は、6 課題中数詞減算を除く5 課題で High 群の方が Low 群より高い。BT 集合数、BT 合成、BT 分解、数詞大小の4 課題で、有意差があり、BT 合成、BT 分解、数詞大小の3 課題は、数字読みと関連する。

3 歳児期では、High 群は数字が5 個以上読めるものではあるが、この程度の能力では数字が有効に使用されないのではないかという疑いは残った。それでも、単に数字を読む能力が、具体物から抽象した数の合成と分解及び数詞による数の大小判断と少なくとも関連する。従って、子どもは数字の読みを数の操作力と関係して獲得していくといえる。また、数詞の合成・減算課題とBT 合成・分解課題の正答率は11%前後でほぼ一致しているが、数詞の合成・減算課題は数字読みと関連しない。これは、数詞による合成・減算と、ボタンテストによる合成と分解とは、それぞれ同じ数操作であるが、子どもにとっては異質であることを示している。すなわち、3 歳児期では、演算する際に、数を具体物から抽象する場合と数を音声記号から数量化する場合とでは、子どもにとって差異があると推測する。これは、後で詳しく検討する。

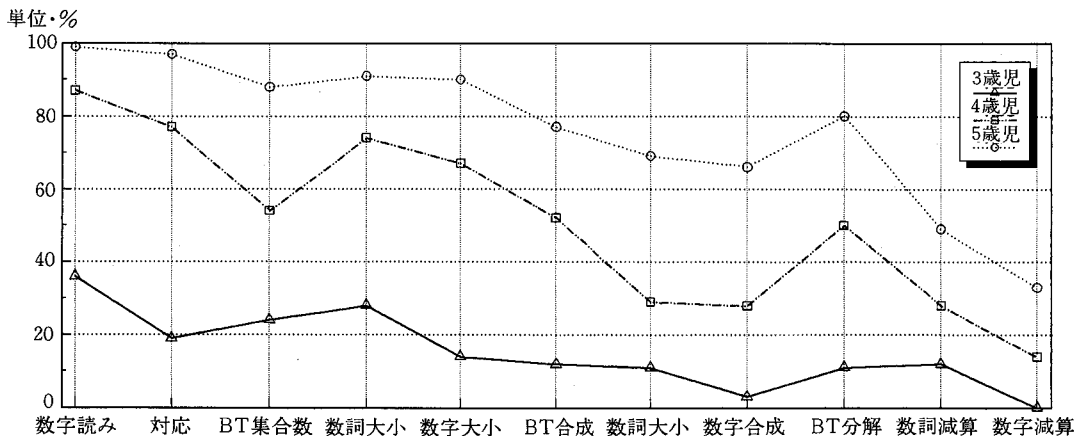


Fig. 3 調査課題の正答率

4歳児では、確実に読める数字が急速に増えている。そこで9個の数字すべてを読めるものをHigh群(59%)とし、1つでも読めない数字のあるものをLow群(41%)とする。平均値は、すべての課題でHigh群の方がLow群より高く、数詞減算を除くBT集合数、BT合成、BT分解、数詞大小、数詞合成の5課題で有意差があり、さらにこの5課題は数字読みと関連する。4歳児期では、数詞減算以外の5課題という、多くの課題と関連する。この事実、数の記号転換能力が、この時期の数能力の一指標になることを示している。しかし、数詞減算の正答率が28%で、数詞合成とほぼ同率にも関わらず、数字読みと関連しない。従って、数詞減算は数詞合成、BT合成及びBT分解とは異質であると推測する。これも後で検討する。

5歳児では、ほぼ数字が完全に読めるようになってきている。4歳児と同様に、9個の数字すべてを読めるものはHigh群(90%)、その他はLow群(10%)とする。平均値は6課題すべてでHigh群がLow群より高く、BT集合数、BT合成、BT分解の3課題で有意差はあるが、数字読みと関連しない。5歳児期では数字読みはほぼ完全であり、誤答は数字6及び9の読み誤りである。従って、この読み誤りは直接数能力と関連しないことが示されたといえよう。しかし、Low群のボタンテストの3課題の平均値が、High群より低いことから、数字6及び9を読み誤るのは何らかの数能力の低さによると考える。

### 3. 数字の読み能力と数字使用力

ここで、数字読みと数字課題すなわち、対応、数字大小、数字合成、数字減算の4課題との関係を検討する。前項と同様に、3年齢層で、数字読みの得点により、子どもをHighとLowの2群に分けて、数字課題の平均値の差の検定と分割表による関連の検定を行う。

3歳児では、9個の数字のうち、読める数字が4個以下の子ども(Low群)に数字課題を実施するのは、不要な負担を与えるおそれがあり、また数字課題を与えてもほとんどの子どもが不能であると考え、数字読み以外の数字課題は課していない。そこで、Low群の数字課題の得点は0点と評価して検討を続ける。3歳児では、全員が数字減算のすべての小問において正答できない。すなわち3歳児期の子どもは、まだ数字減算ができないのである。そこで、数字減算はここでの検討から除外する。その他の、対応、数字大小、数字合成の各平均値では、High群がLow群より高く有意差があり、かつ、この3課題は数字読みと関連する。

数字の読みは数字から数詞への記号転換とした。対応は、具体物の集合の要素数を把握し、その数値を示す数字と対応づけるものである。すなわち、具体物の存在様式から数を抽象し、それを直ちに数字記号と結び付けるものである。従って、対応は数の「記号化」であり、その逆に、数字が示す数値を数量と結び付けるのは「数量化」と考える。

さて、3歳児では、数字読みは対応と関連があり、かつ、Fig.3に示されるように、数字読みは対応よりも正答率が高い。従って、次のことが示唆される。

- ①子どもの数字を読む行動には、単なる音声表現に過ぎない段階がある。
- ②子どもは数の記号化を獲得するにつれて、記号転換能力を獲得していく。
- ③子どもは記号化と平行してその逆の数字の数量化を獲得し、数字で示された2数の大小比較や合成が可能になる。

ここで、子どもが数操作できる数の範囲を「数スパン」とする。この言葉を使うと、③は「子どもは数の記号化ができる数スパンでは、数字を2数の大小判断や合成にも効果的に使用できるようになる」と表現できる。

4 歳児では、4 課題すべてにおいて High 群の方が Low 群より平均値は高い。さらに数字減算を除く、対応、数字大小、数字合成では有意差があり、かつこの 3 課題は数字読みと関連する。4 歳児では、3 歳児よりさらに記号転換が巧みとなり、子どもは数スパンの拡大と相乗して数字を数操作の際に、より効果的に使用するといえる。しかし、数字による減算は、数字の読みと関係していない。また、先の検討で 4 歳児期は、数詞の減算も数字読みと関連しないのが明らかになっている。さらに、3 歳児でも数詞減算と数字読みは関連しない。このことは、減算が可能になるには、記号転換とは別の能力の獲得もしくは発達が必要であることを示唆する。

5 歳児では、対応・数字減算で Low 群の方が High 群より平均値は高い傾向にあるが、有意差はない。数字大小・数字合成で High 群の方が Low 群より平均値は高く、数字大小では有意傾向 ( $t=1.02$ ,  $df=96$ ,  $p<0.1$ ) がある。また、どの課題も数字読みと関連しない。これは、ほとんどの子どもが記号転換はすでに巧みになり、これを軸に関連を検討する分析方法の限界を示すと考える。数字 6 と 9 の読み誤りは、数字使用力とも直接には関連しない。すなわち、数字 6 と 9 の読み誤りは、文字としての数字の認知の認りと考える。

#### 4. 数能力と数字使用力

ここで子どもが数の課題を処理する際に、頭の中もしくは手を動かして関係づける数の個数により課題を分類する。1 つの数を扱う課題を 1 数課題と呼び、2 つの数を使う課題を 2 数課題、3 つの数を扱う課題を 3 数課題と呼ぶ。例えば、数字読み、対応及び BT 集合数は 1 数課題、数詞大小及び数字大小は 2 数課題、2 数を操作し第 3 の数を生み出す、合成、加算、分解、減算は 3 数課題とする。そして、それぞれの課題で扱われる数の関係を、1 数関係、2 数関係、3 数関係と呼ぶことにする。なお、この課題分類を使った分析結果の一部は、丸山 (1986)<sup>9)</sup>がすでに報告した。これまでにみえてきた数課題に対しこの課題分類を適用し、同じカテゴリーに分類された課題間の関連を検討する。

1 数関係の理解をみる課題のうち数字読みはすでに詳しく検討したので、対応と BT 集合数について検討する。対応はおはじきの集合の要素数と数字カードを対応づけるものであり、BT 集合数はボタンの集合の要素数を数詞で答えるものである。対応は具体物から抽象化した数を数字に記号化することであり、BT 集合数は具体物から抽象化した数を数詞に記号化することである。この 2 課題の正答率は、Fig. 3 でみるように、3 歳児ではほぼ同じで、4、5 歳では、対応の方が BT 集合数より高くなっている。集合数の把握の方法は、対応では指を使って計数できるが、BT 集合数では指を使えない。三浦他 (1976)<sup>9)</sup>は、子どもが要素数 10 程度の集合を、指を使い声を出す計数でその集合数を正答するのは、満 4 歳以上満 4 歳半未満で 70%、4 歳半以上で 100% に達することを示している。従って、本研究の 4、5 歳児で対応の方が BT 集合数より正答率が高いのは、計数で指が使えることによると考える。3 歳児で正答しているものは、2 課題とも集合数が 4 以下の小問がほとんどである。従って、集合数の直観的の把握が可能のために 3 歳児では、この 2 課題の正答率がほぼ同じになっていると考える。

対応と BT 集合数は、3 歳児では関連しないが、4、5 歳児では関連する。3 歳児で、ほぼ同じ正答率でありながら関連しないのは、3 歳児期の子どもは集合の要素数を把握しても、その数値を示す数字を選択できないことを示す。すなわち、数を数字へ記号化できないことによるといえる。2 課題の関連は、4 歳児では、5% 水準 ( $\chi^2=5.067$ ,  $df=1$ ) であるが、5 歳児では、1% 水準 ( $\chi^2=10.188$ ,  $df=1$ ) となっている。数の記号化は、数詞でも数字でも 4 歳児期ころにかなり

確実に行われるようになり、5歳児期にはほぼ自由にできるようになっているといえる。

2数関係の理解をみる課題は、数詞大小及び数字大小である。この2課題は3年齢層で関連する。5歳児はほぼ自由に記号転換ができる。それが不完全な3, 4歳児でも、これまでの検討で数字読みと数字大小は関連する。数詞大小では、2数の大小は数唱ですでに記憶している数詞の系列によって判断していると考えられる。従って、数字大小では、2つの数字を記号転換で数詞にし、直ちに2数の大小判断を行っていると考えられる。数字大小でも記号転換を通して数詞大小の場合と同様に数詞の系列によって判断していると考えられる。

また、数字大小課題の小問には、1000と500といった大きな数の比較がある。この2数は、この時期の子どもの数唱可能範囲をはるかに超えている。この小問を即答するものが、3歳児で14%、4歳児では64%、5歳児に至っては68%に達する。さらに、数字大小は対応と3年齢層で関連する。これは、子どもが数字を直接数量化して、2つの数字の示す数値の大小を判断していることを示すものである。数字大小判断に限ってではあるが、子どもは、数字が読めるようになると、数字の命数の初歩的な法則というような知識を、それほどはっきりとわからない大きな数を示す数字にも適用して、数字を数量化できると考える。

3数関係の理解をみる課題は、合成及び減算と分解である。まず、合成課題である数詞合成、数字合成、BT合成の関連を検討する。その結果、数詞合成—数字合成は、3年齢層で関連し、数詞合成—BT合成、数字合成—BT合成は、3歳児で関連しないが、4, 5歳児では関連する。

3歳児では、3課題の正答率が高い順から、BT合成12%、数詞合成11%、数字合成3%である。BT合成と数詞・数字記号による合成は関連しないが、数詞と数字という記号による合成は関連する。BT合成と数詞合成の正答率はほぼ同じであるが、その課題は、関連せず独立しているのである。すなわち、具体物から抽象した数の合成が可能になっても、直ちに記号による合成が可能になるのではない。数詞が、数のように機能し合成に使用されるには、何らかの条件が介在するのが示唆される。その条件は3歳児のこの時期には未形成で、もっと後になってから成立していくと考える。その条件は何であるかは現在まだ不明であるが、仮に数詞使用力といえるものと推測する。また、数詞による合成が可能になった子どもは、数字でも記号転換を通して合成が可能になり始める。すなわち、音声の数記号で合成ができると、次第に合成でも記号転換が確実になり、表記の数記号での合成も可能になっていくと考える。

4歳児では、3課題の正答率が高い順からBT合成52%、数詞合成29%、数字合成28%である。3課題とも相互に関連する。数詞での合成が可能の子どもは、ほぼ同じように数字での合成も可能になっている。記号による数の合成では、この時期の子どもは数詞でも数字でもほぼ同じに操作できるようになってきている。しかしBT合成と数詞合成の正答率は、3歳児期にほぼ同じであったものが、4歳児期にはBT合成の方が高く、有意差( $\chi^2=10.89$ ,  $df=1$ ,  $p<.001$ )がある。4歳児期には子どもの合成できる数スパンが急速に広がるが、それに数詞で合成できる数スパンが追いつかないのである。4歳児期になっても、数詞による合成は、具体物から抽象した数の合成と同じように自由になっていない。合成における数詞使用力は、4歳児期では獲得途上にあると推測する。5歳児の3課題の正答率は、BT合成77%、数詞合成69%、数字合成66%と、それぞれの正答率に差がなくなり、さらに相互に関連する。5歳児期には、合成は、具体物から抽象した数でも記号でもほぼ同じように操作できるようになっている。すなわち、数詞使用力は、10未満の数の範囲では5歳児期にほぼ達成されると推測できる。

次に、3数関係のうち減算・分解課題である数詞減算、数字減算、BT分解の関連を検討する。



なお、3歳児は数字減算が不能なので数字減算との関連は除外した。その結果、数詞減算—数字減算は、4、5歳児で関連する。数詞減算—BT分解、数字減算—BT分解は、4歳児のみ関連し、3、5歳児では関連しない。

まず、数詞減算とBT分解であるが、3歳児の正答率は、数詞減算12%、BT分解11%とほぼ同じであるが、関連しない。これは3歳児の合成の結果と一致している。4歳児では、数詞減算28%、BT分解52%であるが関連する。これも4歳児の合成の結果と一致している。この3、4歳児の分解と減算の分析結果は、合成で推測した数詞使用力があり、それは3歳児期には獲得前であり、4歳児期では獲得途上にあることを示すと考える。5歳児の正答率は、数詞減算49%、BT分解80%で、正答率に有意差 ( $x^2=18.09$ ,  $df=1$ ,  $p<.0001$ ) があり、さらに2課題は関連しない。5歳児では、合成の結果とは異なっているといえる。5歳児期には具体物から抽象化した数の分解できる数スパンは大きくなるが、数詞の減算ではまったく追いつかないのである。しかし、数詞使用力が、分解と減算の場合のみ、5歳児期になって再び低下するとは考えにくい。さらに、分解と減算は、関連がなく独立した数操作になっている。すなわち、これは分解と減算とは異なる数操作であることを示していると考えるのが妥当であろう。また、4、5歳児のBT分解の方が、数字減算より正答率は高く、さらにこの2課題は関連しない。この事実も、幼児期の子どもにとって分解と減算は異質の数操作であることを示すものと考えられる。

減算と分解それ自体が異なる数操作であることが推測される。そこで、合成でおこなった記号による数操作と具体物から抽象した数操作との関係は検討しない。

数詞減算と数字減算の正答率は、4歳児でそれぞれ28%と14%、5歳児でそれぞれ49%と33%であり、4歳児 ( $x^2=6.18$ ,  $df=1$ ,  $p<.05$ ) でも5歳児 ( $x^2=4.75$ ,  $df=1$ ,  $p<.05$ ) でも有意差がある。数詞で減算が可能になっても、それは直ちに数字による減算が可能になることを保証はしない。数字による減算操作は、数詞による減算操作におくれてゆっくと4、5歳児期を通して獲得されていく。しかし、記号による減算は2つの年齢層で関連する。すなわち減算する際には、数詞でも数字でもそれが数量化されれば同じように操作されるといえる。従って、数字による減算が、数詞による減算に遅れて獲得されるのは、この操作においては記号転換が、まだ確実に行われなためであると考えられる。数詞と数字は、4、5歳児では2数の大小判断課題および合成課題で、ほぼ同じように数操作の道具として使用される。子どもはこれらの課題では、数字を数詞に確実に記号転換し操作している。この2つの事実は記号転換が数の操作によって、異なって発揮されることを示すものである。すなわち、ある数操作で記号転換が可能になっても、あらゆる数操作で記号転換が自由にできるものではないといえる。数の操作と数字から数詞への記号転換は、いわば交互作用のようなものがあると推測する。この時期の子どもの数字使用力の獲得は、数詞使用力の獲得後に記号転換力を獲得していくことであると考えられる。

## まとめと考察

### 1. 数字の読み能力の獲得

子どもは、3歳児期に数字を読めるようになり、最初に数字の1の読みを獲得するものが多い。その次には2から5までの数字の読みを獲得していく。これは、子どもが数としての操作が可能な数スパンと一致しているといえる。1から9までの数字の読みは、4歳児期には80%以

上の子どもが獲得し、5歳児期には6と9を除き完全正答する。

幼児の数字の読みに関しては、柴谷他(1967)<sup>10)</sup>の報告がある。彼らの年齢区分は、本研究では幼稚園の「学年」に対応させて4歳児、5歳児としたものを、暦年齢の月齢により4才、5才、6才としている。4才(23名)では、数字1の正答率は87%、数字2から5までの正答率は60%から70%台になっているが、数字6で50%台、数字7から9では40%台になっている。5才(28名)では、93%(26名)が完全正答し、数字1から3までの正答率は100%、数字6から8までは93%、その他は96%である。6才(13人)では、92%(12名)が完全正答し、数字1から5まで及び数字9の正答率は100%である。4才では、数字1の正答率が最も高く、ついで2から5までの数字の正答率が高く、6から9までの数字の正答率は低い傾向がある。5才でもこの傾向はみられる。従って、1から5までの数字の読みの獲得は、6から9までの数字より早いといえる。年齢区分が異なるため、本研究の結果と直接は比べられないが、ほぼ同じ傾向であり一致しているといえる。しかし、数字6及び9の読み誤りについては、特に言及されていない。さらに、対象人数が少なく、5才、6才では92%以上が完全正答しており、報告されている資料からは検討できなかった。

本研究の数字6及び9を読み誤る子どもは、その前後の7及び8の数字の読みは完全正答している。従って、誤読の理由は数能力が低く処理できる数スパンが小さいというよりも、数字6及び9の文字認知の誤りと考える。また、数能力の低さと文字認知の誤りのどちらが、原因で結果かは不明である。今日、電卓やテレビチャンネル等で使用されている数字の6と9は完全な180°回転文字の字体であることが多い。こうした傾向が一層数字の6と9の混同を助長している可能性は否定できない。従って、少なくとも幼児が手にする絵本や玩具等に使われている数字、公教育等で教師が使用する数字の字体にはこれを配慮する必要があると考える。

## 2. 数課題のカテゴリー分類による分析

数の課題を、そこで扱われる数の個数により1数、2数、3数課題と分類し、各課題で扱われる数の関係を1数、2数、3数関係と呼んだ。この分類を、小学1年の算数の「数と計算」の内容に適用すると、扱われる数の範囲は100までに広がるが、すべて1数、2数、3数課題である。すなわち、子どもは一年かけて1数、2数、3数関係を色々な場面で指導されるといえる。

次に、この分類を藤永他(1963)<sup>11)</sup>が幼児数概念の研究で使用した課題「対応」や「系列」に適用し検討してみる。これらの結果は、多少等判断や加算や減算と比べてよくないとされている。藤永他の「対応」は本研究の課題と同じ名前ではあるが、内容は異なり一方加減、対応加減、合成を下位課題に持つ。一方加減とは、子どもに黒基石で2つの集合の多少判断を課した後、その目でどちらか一方に黒石を1個加え、再び多少を問う。黒石の対は、3:3より始まり、3:4、4:4と交互に1個ずつ加えて7:7に至り、次いで7:6、6:6、6:5、5:5で終わる。対応加減は、1:1の黒石対の多少を問い、幼児の目で両者に1個ずつの石を加えて2:2の対を作り、再び多少を問う。同様の手続きで8:8まで続け、その後は両者に2個ずつ加えて問い、16:16まで行う。合成は、2:2を示して多少を問い、これとは別に3:3を示して多少を問う。ついで幼児の目で2組の対を合成して5:5を作り、その多少を問う。同様の手続きを3:3、4:4→7:7でも繰り返す。次に「系列」であるが、これはサイコロの目状に描かれた1から5までの5枚の数図を同時に提示して、多い順に並べさせる。正解しないものには、5枚中最も多い数図を1枚選ばせ、次に残り4枚について同様に行い、継時的に系列を作らせる。

藤永他の「対応」の一方加減では、加減される側の集合の要素数では3数関係の理解をみて、さらにもう一方の集合との多少判断は2数関係の理解をみる。対応加減では、2集合の要素に1もしくは2の要素が加えられるので、各々3数関係の理解をみて、さらにその多少判断は2数関係の理解をみる。合成も同様に2組の3数関係と一つの2数関係の理解をみるといえる。子どもは加減された後の集合をみているのであるから、もし加減という操作を全く無視して目前の2集合の要素数のみに注目できるならば2数関係を答えればよいことになる。しかし、藤永他が示すように「対応」は明らかに多少等判断とは異っている。すなわち、子どもが加減という操作を無視できないのである。従って「対応」が2数の多少等判断より困難なのは、複数の2数関係、3数関係の理解をみる課題であることによるといえる。

「系列」は数図で示された5つの数の比較であり、複数の2数関係の理解をみるものといえる。しかし、5数を一度に比較するのは、大人でも困難であろう。これをコンピュータに処理させる一般的な方略は、2数を比較してより大きい数を選び出し最大の数を見つけ、それを繰り返して継時的に系列を作っていくと考える。これは藤永他が正解しないものにやらせた方略と一致する。この方略では、最初に最大数を見つけるのに、1枚の数図と他の4枚の数図の多少判断を順次に4回することになり、これで2数関係の理解を4回みることになる。ここでこの最大数が除外され、2順目は4枚の数図の中から最大数が選択され、3順目以降もこれが繰り返される。2数関係の理解を2順目は3回、3順目は2回、4順目は1回みて系列化はおわる。「系列」は2数関係の理解を10回(4+3+2+1=10)みる課題といえる。従って、「系列」が2数の多少判断に比べて困難なのは、2数関係をみる回数が多いことによるといえる。

さらに「対応」は、加減算と2数の多少判断を複合させたものであるから、加減算に比べても難しいといえる。また「系列」をコンピュータに処理させるプログラムは、2数の加減算をさせるものよりプロセスが長くなると考えられる。すなわち、系列の方が加減算より複雑な処理であるといえる。人間の処理の場合では、数の大小を比較する論理判断と数の演算を同一に扱えないかもしれないが、系列の方が加減算より困難であることは十分推測できる。従って、「対応」及び「系列」の結果が低いのは、子どもの側の問題というより、この2つの課題がもつ数の関係の複雑さによるのではないかと考える。

数の課題は、例えば、計数、多少等判断、合成、分解等と、一般にそこで行われる数の操作で区別され、命名されている。ここで示した課題分類法は、そうした多種多様な課題を数操作の共通性で3つのカテゴリーに分けるものである。同一カテゴリー内の課題の比較分析により、子どもが数記号や具体物集合によって示される数を同じに操作するのではないことを明らかにし、さらに数詞と数字という数記号を使用する条件を追究することができた。すなわち、数詞及び数字使用力の検討を可能にしたと考える。従って、この分類法は子どもの数教育カリキュラムを検討する明快な一視点を提供するものとなり得るし、さらに比較分析の方法は、数概念研究の新しい切口を与えると考ええる。

### 3. 2数関係の理解と数スパンの拡大

数字で示された2数の大小比較では、数唱や計数可能範囲を上回る大小判断が可能となっている。数詞による数唱・計数範囲を超える2数の大小比較は藤永他(1963)<sup>12)</sup>の報告にある。それは5歳児だけであるが、60以上520までの2数の大小比較(5小問)の平均正答率は52%に達している。これは、本研究の数字による結果とほぼ一致している。従って、子どもは数の知

識を獲得すると、かなり早い時期に初歩的な命数法を理解し、数字による2数の大小判断で、それを記号転換に使用できるようになると考える。数詞及び数字による2数関係の理解は早期に始まり、この関係の理解が、子どもの使用する数スパンの拡大を促すことを示唆している。

#### 4. 分解と減算の数操作

本研究の数字及び数詞による数課題では、減算を実施し分解は実施していない。分析の結果から減算と分解は異質であり、この比較から数字使用力を検討するのは困難となっている。ここで、分解と減算の数操作を比較検討してみる。まず、問題となるのは、頭の中で扱うとされる「数」である。銀林(1988)<sup>13)</sup>は「『数』というのは物体ではない、抽象的な概念である。リング3個とか折り紙3枚というのは頭の中に思い浮かべられるかもしれないが、数の『3』そのものはそうはいかない。」としている。これに従えば、子どもが数として頭の中で思い浮かべているのは点などの集合であると考えられる。そこで子どもは、例えば $2+3=5$ の合成や加算を、頭の中で2と3をそれぞれ $(\cdot\cdot)$ と $(\cdot\cdot\cdot)$ の様な2つの集合を想起し、次にその集合を併合した $(\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot)$ の様な集合の要素数を数詞の5に結びつけて答えていると推測できる。分解では、例えば5を3と2に分解するのは、 $(\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot)$ の集合を $(\cdot\cdot\cdot)$ と $(\cdot\cdot)$ の2つの集合に分け、その一方の集合数を答えればよい。すなわち、分解は合成と加算のまったく逆の操作である。減算の場合では、例えば $5-3=2$ は、 $(\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot)$ と $(\cdot\cdot\cdot)$ の集合を想起しても、合成と分解の場合のような頭の中で集合を動かす方法では解となる集合を得られない。減算では $(\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot)$ の集合の要素数から $(\cdot\cdot\cdot)$ の集合の要素数と同じ要素を「消し去る」操作、すなわち $(\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot) \rightarrow (\cdot\cdot\times\times\times) \rightarrow (\cdot\cdot)$ と操作しなければならないと考える。従って、分解と減算が異質なのは、分解は現実に存在する具体物集合の存在様式を想起しその要素を移動する操作で解に達するのに、減算では「消去」という実在の集合では行えない論理的な操作が必要なことによると考える。これは今後追究されるべき問題である。

#### 5. 数記号使用の条件と教育への示唆

これまで幼児の数概念の諸研究で、数詞はそれほど検討されることもなく課題提示に使用されてきた。しかし、数詞も数字と同じようにまぎれもなく人間のつくった記号である。数の意識のないものには単なる言葉にすぎないであろう。従って、数詞が数と結びつくにも、それを意識する数能力が前提となるのは当然といえる。本研究でも、数詞の使用になんらかの条件があることが示唆され、それは数字の場合と同じように数詞使用力の獲得とした。そして数詞使用力は、5歳児期では獲得が進み、合成操作でも発揮されるのが示された。研究の対象が、特に5歳以前の幼児の場合は、数詞で示した数と集合から抽象した数とを区別して考える必要があることが示唆される。数字使用力は数能力の発達と関連して、これにやや遅れて獲得される。こうした関係は、数字使用力が獲得され始める3歳児期からみられるし、4歳児期には特に顕著になる。従って、この時期に子どもは数字から数詞への記号転換が可能になると数字を数操作に有効な道具として使用できるようになるといえる。5歳児期には、減算を除き子どもは数字でも数詞と同じ程度に数を自由に操作できるようになっている。数字使用力は、これまでに教育で考えられてきたより早くに、さらに数能力の発達と密接に関係して獲得されるといえる。

これまでの検討では、数字使用力が数能力の発達を促すようなことはひとつもみられていない。さらに、数字使用力の獲得には、数詞使用力の獲得が前提となり、さらに数詞使用力の獲

得には、数能力の発達が前提となるといえる。従って、子どもの数理解の過程と順行した数教育カリキュラムを考える際に、本研究の結果は、数字や数詞を使った数の指導ではなく、具体物を通した集合数の把握、多少等判断や合成や分解等、基礎的と考えられる数能力の発達を促す方向を示唆するものである。

注

- 1) 丸山良平 1985 幼児の数概念の発達と数字理解の関係について 上越教育大学修士論文  
 2), 3) 中沢和子他 1986 幼児の数概念形成の諸条件に関する検討(2) 日本教育心理学会第  
 28 回総会発表論文集 pp. 296-297  
 中沢他によるボタンテスト実施手続き

No.	課題	手続き
1	直観 4	片手にボタン 4 個のをせて見せる「いくつ」…「そうね」
2	直観 3	片手に 3 個のをせて見せる「いくつ」…「そうね」
3	$3=1+2$ (3の分解)	3 個を確認し両手を合わせ、手中で 1 個と 2 個に分け、2 個を持った手を開き、一方は握ったまま示して「こっちにはいくつあるかしら」
4	$2+1=3$ (3の合成)	片手に 2 個、もう一方に 1 個のをせて見せ、次に両手を合わせて「この中にいくつあるかしら」
5	$3+1=4$ (4の合成)	片手に 3 個、もう一方に 1 個のをせて見せ、次に両手を合わせて「これでいくつ」
6	$4=2+2$ (4の分解)	手を開き 4 個を確認し、再び手を合わせ 2 と 2 に分けて持ち、一方を開いて見せもう一方は握ったまま示して「こっちにはいくつ」
7	$4=1+3$ (4の分解)	もう一度 4 個を確認し、再び手を合わせて 1 と 3 に分け、1 個の手を開いて見せ 3 個は握ったまま示して「こっちにはいくつ」
8	$2+2=4$ (4の合成)	両手に 2 個ずつのをせて見せ、手を合わせて「いくつ」
9	$3+2=5$ (5の合成)	片手に 2 個、もう一方に 3 個のをせてみせ、手を合わせて「いくつ」
10	$5=1+4$ (5の分解)	5 個をみせて確認し、手を合わせて 1 と 4 に分け、4 個持った手を開いて見せ、1 個は握ったまま示して「いくつ」
11	$3+4=7$ (7の合成)	片手に 3 個、もう一方に 4 個のをせてみせ、手を合わせて「いくつ」
12	直観 5 $7=2+5$ (7の分解)	7 を確認し、手を合わせて 2 と 5 に分け、5 の手を開いて見せて「いくつ」。2 個持った手を握ったまま示して「いくつ」
13	直観 6 $6+4=10$ (10の合成)	片手に 6 個のをせて見せ「いくつ」 もう一方に 4 個のをせて見せ、手を合わせて「いくつ」
14	直観 7 $10=7+3$ (10の分解)	片手に 10 個のをせて確認し、手を合わせて 7 と 3 に分け 7 を見せて「いくつ」。7 を確認し、3 個持った手を握ったまま示して「いくつ」

なお、本研究でいう⑨ BT 集合数は、中沢他の「直観」課題である。

- 4) 藤永 保 1985 幼児の心理と教育 有斐閣 p. 239  
 5) 新井邦二郎 1984 単位の発達の心理学的研究 風間書房 p. 20  
 6) 松原達哉 1973 数・文字とその導き方 明治図書 pp. 177-178  
 7) 田中敏隆 1976 図形認知の発達心理学 講談社 pp. 277-281  
 8) 丸山良平他 1986 幼児の数概念形成の諸条件に関する検討(3) 日本教育心理学会第 28  
 回総会発表論文集 pp. 298-299

- 9) 三浦香苗他 1976 幼児の数概念と診断テストの作成 千葉大学教育学部研究紀要 第25巻 pp.11-42
- 10) 柴谷久雄他 1967 幼児の数概念と言語に関する発達的研究 広島大学教育学部幼年教育研究施設
- 11), 12) 藤永保也 1963 実験教育法による幼児数概念の研究II 教育心理学研究 pp.75-85
- 13) 銀林 浩 1988 文化としての算数・数学教育 明治図書 p.37

## Acquisition of the ability to use written numerals like numbers in Young Children

Ryohei MARUYAMA

### ABSTRACT

Since Piaget found out conservation of number, many studies concerning child's number concepts have been done. But most of researches on written numerals are generally only to examine the ability to read or write these.

Written numerals are usually used as numbers in the world, and arithmetic and mathematics are educated with the aid of these. So the purpose of this study is to understand the acquisition of ability to use written numerals like numbers.

Children, from three to five years old enrolled in a kindergarten where they are not given any special training in number acquisition, have their ability examined by tasks which are composed of a set of things, spoken numerals and written numerals.

Results show that a child's use of written numerals like numbers is related to his numerical ability. For example, he reads written numerals which mean numbers he can count or calculate. It can be said that children use written numerals like numbers before they are enrolled in primary school.

The tasks are divided into three classes by the number of numbers which are utilized. They are called one-number-tasks, two-number-tasks and three number-tasks. For example, counting and reading written numerals are one-number-tasks, judging whether two sets or two numbers are equal or not are two-number-tasks and addition and subtraction are three-number-tasks. The relationship of the numbers in each task is called one-number-relation, two-number-relation and three-number-relation.

This analysis of the three tasks shows that children treat numbers expressed as spoken numerals differently from numbers abstracted from a set of things. So it is said that the use of spoken numerals requires the acquisition of the so to speak "ability to use spoken numerals", and similarly so, the use of written numerals requires the acquisition of the ability to use written numerals, and that acquisition of ability to use spoken and written numerals is based on development of numerical ability. These would therefore give a suggestion in the curriculum of mathematic education on a child in kindergarten.