

量化操作としての計数の獲得*

日本児童研究所

鮫島 ゆかり

東京大学

波多野 誼余夫**

問 題

本研究は、計数すなわち事物と対応して数を唱える操作と、それによつて集合の多さを命名することがある程度できるようになつていく幼児に対して、適当な訓練を行なうことにより、計数による2集合の多少等判断が正しく行なえるように導くことと、その学習過程における数の関係把握、あるいは数構造の理解の果たす役割をあらわにしようと試みたものである。

幼児においては、計数ないしはそれにより命名された集合数が、量化操作ないし量としての意味をもたない場合がしばしば観察される。計数により集合数を命名しうようになつていく多くの子どもが、2集合の多少等判断の課題では、知覚的手がかり（たとえば、要素の広がりかた）にたよつて誤反応する。計数はただ集合に命名するための手段であつて、数の非相称的關係の理解にもとづいて2集合の多少等を判断するための量化操作とはなつていない。このように、それによつて命名された数詞が、他の数との關係を含意していないため、2集合の多少等判断の手がかりとして十分役立たないとき、この段階にある計数を命名操作とよぶことにしよう。逆に計数の結果えられた集合数が、他の数との關係を含意しており、多少等判断の唯一の手がかりとして用いられ、しかも計数が、その集合と等価な数を確定するための手続きであること——具体的には、2集合が計数により等しければ対応しても等しいなど——が理解されているとき、こうした計数をここでは量化操作とよぶことにする。（量化操作としての計数がさらに発達すれば、不変性や序数—基数対応などの關係も含意されるようになるであろう。したがつて、どの段階から量化操作とよぶかは、本来かなり恣意的なものである。）

このように考えると、2集合の多少等を計数にもとづいて正しく判断する能力（ことに知覚的にはこれと異なつた判断が示唆される刺激について）と、数の保存とが並行的に発達すること（伊藤、1963）も、十分うなづけるであろう。このどちらの課題も、ものの状態を数の次元において正しく表象しうるだけではなく、数の相互關係を理解し、しかも数の相互關係にもとづく推理のみによつて判断する、という機制を要求しているからである。計数による2集合の多少等判断が確実に行なわれることは、数の關係把握にもとづく推理が不適切な知覚的手がかりの無視へと導きつつあることを意味すると考えられる。そして、数の關係把握にもとづく推理によつて、ある集合に加えられるさまざまな変換が、その数量を変化させるかさせないかについて、正しくカテゴライズされるようになったときに、数の保存が成立するのであろう。

われわれが行なつた数の保存の実験教育（Ito & Hatano, 1963; 日本児童研究所, 1964）において、わずか2回の訓練が反応の有意な向上をもたらしたことも、その被験者が計数による2集合の多少等判断が可能になつていたという点を考えれば、従来の研究結果（cf Flavell, 1963, 370~379）と矛盾するものではなからう。

今回の論文では、こうした意味での保存獲得の前段階である計数による2集合の多少等判断の成立、子どもの計数の命名操作から量化操作への進化の過程についての2つの実験を報告する。

実 験 I

1 手続き

1-1 実験のデザイン

1) 訓練前テスト 在園の4才児39名(全員)に実施。項目は、後述のテスト課題1~15と23, 25, 訓練のための道具値*。

* 訓練カリキュラムを作成するさいに、被験者がすでにもつていふことを前提とする能力をこのように略称する。

* The acquisition of counting operation as a method of quantification.

** Yukari Samejima (Japanese Institute of Child Research) & Giyoo Hatano (University of Tokyo)

2) 訓練 5週間にわたり週2回ずつ(計10回), 1回約10分ずつ, A, Bそれぞれのカリキュラムにより6名ずつが訓練を受ける。

3) 訓練直後テスト 訓練終了の翌日および翌々日に実施。テスト課題1～26。

4) 追跡テスト 訓練終了の約1か月半後。テスト課題1～26。

以上のテスト, 訓練ともすべて個別に行なわれた。

1-2 テスト項目

課題1～15: 数範囲5以下の2集合の計数による多少等判断(訓練の目標値)。白い台紙〔19(cm)×27(cm)〕をたてあるいはよこに2つに区切り, 赤, 青の色紙で作った1辺2cmの正方形を, 5枚以内のきめられた個数だけいろいろな配置にはつたカードによる。「赤と青とではどちらが多いでしょうか?」を問い, 「赤(青)が多い(少ない)」, あるいは「同じ」を答えさせるものである。提示順序は被験者ごとにランダムである。(一部をFig. 1に示す)。同数同配置3問, 同数異配置7問, 異数異配置5問よりなる。

課題16～20: 数範囲の拡張された(18まで)2集合の計数による多少等判断。材料は上とほぼ同じである。

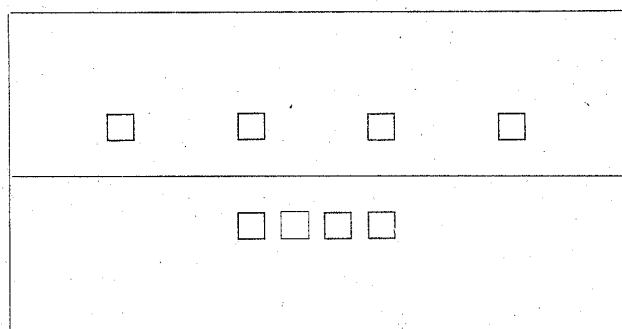
(同数異配置3問, 異数異配置2問)

課題21, 22: 計数または対応による2集合の多少等判

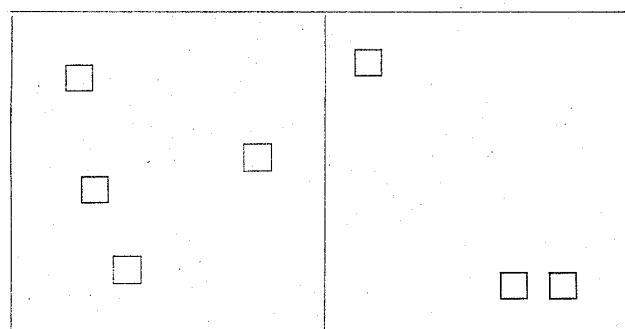
Fig. 1 計数による2集合の多少等判断のテスト

課題例

同数異配置



異数異配置



断。台紙の上に, 赤, 青のタイル(10まで)を同配置にならないよう散らばせ, 赤と青とではどちらが多いかを問うものである。被験者は比較にさいして要素を自由に動かすことができるが, 実験者は, 特にこの点について促さない。21は赤—青が8—8の同数で, 22は9—10の異数である。

課題23, 24: 標準刺激のある保存テスト。

課題25, 26: 標準刺激のない保存テスト。

以上いずれも集合の要素の数は, 4個と8個である(保存に関する4問題は, すべて2回変形を行なつてそのたびに質問をくりかえすが, とともに保存反応したとき正答とした)。

道具値: 後述のカリキュラムによつて訓練を行なうのに最低必要な数能力を持つているかどうかを調べるための問題項目で, 数唱, 計数, 1—1対応, 対応による2集合の多少等判断, 集合数の命名のテスト(3～8のタイルを示し, 数えていくつあるかわせる)を含む。

1-3 被験者

被験者は東京都北区滝野川文化幼稚園園児である(この幼稚園は, 園児の父兄の生活程度からみて, だいたい都内の中の下に属し, 教育的関心も特別高い方ではないと思われる)。訓練前のテストをうけた4才児39名*のうち, 目標値の15問中, 少なくとも3問以上誤反応した者に訓練の対象を限つた。さらに, このうち後述のカリキュラムに必要な前提条件をもつもの, すなわち, 道具値である数唱, 計数の能力が5以上であり, 集合数の命名テスト5問中2問以上正答, 1—1対応に関する問題4問中少なくとも1問正答した者を選んだところ, 20名の園児を得たが, 担任教員による知的水準の上中下3段階評定にもとづいて, A, Bの2つのカリキュラムによる2グループ(それぞれA, Bグループとよぶ)と統制群(Cグループ)との等質の3群になるよう, 各6名ずつ割りあて, 実際には18名を被験者とした。

途中, 教育期間中に欠席した子どもたちがAグループで2名(7回欠—1名, 1回欠—1名), Bグループで3名(4回欠—1名, 2回欠—1名, 1回欠—1名)あつたが, 7回欠席した被験者1名をのぞいて, 他の17名について資料を分析した。訓練前テストの結果はTable 1, 2の訓練前テストの欄のとおりで, 3つのグループがここでとりあげた数能力に関して, ほぼ同質であることがうかがえる。

1-4 訓練カリキュラムの原理

* このテストの全体的な結果については, 別に報告した。(木村敏子ほか 4, 5才児の数能力の発達 日本教育心理学会第7回総会発表, 1965)

訓練の対象となつた子どもの数能力から、計数による2集合の多少等判断が正しく行なえるようになるためには、次の2つの訓練のステップが必要であることが示唆された。ひとつは計数によつて集合の多さを知る、という量化ないしは命名操作の練習である。この点について、被験者の多くの反応はまだ不安定であり、数えまちがいのほか、計数の最終の数詞がその集合の多さをあらわすことを十分把握していないものもいる、と思われた。第2は、これと関係するが、計数による集合数の把握を単なる命名操作から、量化操作へと発達させることである。2つの集合の一方(A)が3であり、他方(B)が4であつたとき、そこから $A < B$ という判断が可能なためには、数詞によりあらわされる集合数同士の多少等が理解されていなければならない。これを数の関係把握とよぶことにしよう。

2集合の計数による多少等判断の課題では、数系列 $1 < 2 < 3 \dots$ と、 $k = k$ であることが理解されていれば、それですべて正反応できるはずである。しかし実際に自然数が単にこうした系列として理解されていくことは比較的まれであるとみられる。また、これでは2集合の質的な比較判断から、量的な判断(いくつ多いか)へと発展することが期待できないし、序数-基数対応のような課題できわめて大きな困難が生ずる。そこで逆に、 ± 1 することによりとなりの数になること、 $(+1)$ も (-1) もしない(これを $\neg^* (+1) \wedge \neg (-1)$ 、と表わす)ときには、 k は k のままであることから、上記の系列性を導く方がのぞましいのではないかと考えた。さらに、この2つのステップをとともに含めるとしても、子どもが不安定ながらもつている命名操作としての計数をどう扱うかにより、2つのカリキュラムが考えられた。カリキュラムAは、子どもがすでに持っている計数を手がかりにして、それにより命名された集合数をもとの水準(実際には連結タイル)にもどし、数の関係把握によつて、計数操作に意味づけを与えることを主眼とする方法である。

カリキュラムBは、量の比較の系統発生に従つて教育する方法である。まず、2集合の数の比較には1-1対応操作を行ない、次に、間接比較の媒介として連結タイルを使用する。さらにこの短縮された形態としての「ものさしタイル」の使用をへて、最後にはその内化された形態として計数による比較ができるようにするのである(ただし、ここではものさしタイルの段階を省略した)。

したがつて、この2つのカリキュラムの含む内容はほ

* 否定をあらわす記号として、論理学で慣用的に用いられているもの。

ぼ類似しており、主としてステップの順次性においてのみ異なるものである(なお、各グループの訓練では、被験者の反応により、本筋がかわらないかぎりにおいてカリキュラムの変更が加えられた)。

2 結 果

2-1 Aグループの経過

カリキュラムの各ステップと、それぞれでの反応の様相を以下に簡単に述べる。

1) 数唱 いちおう10まで数えられることを目的としたが、5名とも10まではすらすら数えられるので練習の必要はなかつた。

2) 計数 ここではお手玉、人形、おはじきなど、子どもになじみ深いものを使つた。前の数唱と同じく、10までの計数を目標としたが、みなできていた。

3) 連結タイルと数詞との対連合の形成

- 連結タイルを数えさせ、その最後の数詞により各タイルを命名する(たとえば「3のタイル」)
- 連結タイルを示して数詞をいわせる
- 数詞をいつて連結タイルを取らせる

という3つの過程を含むが、5名中4名はこの3つの過程を順調に通過し、第1回の訓練を除いて復習をほとんど必要としなかつた。しかし残りの1名(N.M.)は数詞と連結タイルとの対連合の形成が困難で、連結タイルを示して数詞をいわせるさいに、第4回の訓練までは、連結タイルをひとつひとつ数えて答えていた。第5回、第6回と訓練を重ねることによつて、どうにか数詞の5までとの対連合を確立した。

4) 数の関係把握 3)で数詞と連結タイルとの対連合ができていたので、ここでは、

- 連結タイルを2つずつ選んで、多少等のことばの意味の確認ないしは定義をさせる(1-1対応により余つた方が多い、余らなければ同じ)
- 系列化された連結タイルのどれかひとつに1をたしたとき、ひいたとき、たしもとりもしないときどの連結タイルと同じになるかを指ささせる(あるいはいわせる)
- 系列化された連結タイルのどれか2つずつ(実験者が指さす)を比べてどちらが多いかをいわせる
- 連結タイルを被験者に系列化させる

の4つの過程を通じて数の関係(となりの数がひとつずつ多くあるいは少なくなつていく)をイメージ化させようとするものである。

aの多少等のことばの意味はみな理解していたらしく、あらためて教える必要もないようだった。bについては、一部の被験者を除いては困難で、最初から質問の

意味を理解して正答できた者は2名しかいなかった（ことに「 $(+1) \wedge (-1)$ 」が）。1つたすとかひくとかいう意味のわからない者には、実際に1つたしたり（バラのタイルをつけ加える）とつたり（かくす）してみせ、どれと同じになっているかを知覚的にもわかるように示して訓練した。残り3名のうち2名は、2, 3回訓練したのちに、並んでいる順序に問えば正答できるようになり、さらに1, 2回の訓練で任意のタイルについて聞いてもわかるようになったが、1名は、最後まで即座に正反応できるようにはならなかった（この被験者N.M.は連結タイルと数詞との対連合がなかなか安定しなかったためであろう）。cの連結タイルの多少比較はみなよくできたが、1名（N.M.）だけは4以上の比較になると数えてみなければわからなかった。

5) 集合数の命名の練習 計数の最後の数字がその集合の多さを示すことを教えるものであり、「これはいくつですか?」、「おはじきを3つとつてください」のような指示で、タイルや具体物について行なつた。ほとんど訓練なしに正反応をつづけたもの3名、1回の訓練では不確実であつたが次から正答をつづけるようになったもの2名（N.M.を含む）で、集合数の「命名」はこの子どもたちにとってはむしろ容易な再学習（家庭などで行なわれた学習の）だつたと思われる。

6) 相等関係の推移律 2集合比較の媒介として連結タイル、ひいては数詞を使用できるようにするために行なつたものである（ $A=B$, $B=C$ から $A=C$ を推理する）。実際には、コップとスプーンと皿、コップとスプーンとタイルなどを使つて行なつたが、5名中3名ははじめから正答した。なお、この推移律を理解させるために次のような方法をとつた。それは具体物の集合Aと同じ多さのタイルT（ $A=T$ ）を選ばせ、次にTと具体物の集合Bを比較して（ $T=B$ ）その後AとBを比較する。またAと同じT、Bと同じTを選ばせ、AとBとを比較させる、というものである。これは比較的效果があり、被験者が連結タイルを機能的に使うことへ導くことができたようである。実際の2集合比較は、連結タイルTを数詞におきかえることによつて行なわれるわけであるから、それへの移行のためにも有効であつと思う。

7) 計数による2集合の多少等判断 5以下の数の間の比較であつたのでみなよくできた。要素が動かせる場合では対応して比較してしまう者も、カードに描かれた絵によつて比較させると数えて反応した。具体物でもカードの絵でも正しく多少等判断のできるものについては、随時それで数詞のみの比較をさせた。

<事例>

Y.N. (CA: 5才3か月)

訓練の第1回目に、数の関係把握のうち、たしもとりもしないとどの連結タイルと同じになるか、ということがよくわからなかつたのを除いて、ステップ4まで進んだ。したがつて第2回から第5回までは、本カリキュラムの中心と思われるステップ4を中心として数の関係把握を促した。7回目ですでに全過程を終了し、あとは復習を行なつた。この被験者の場合、自覚的なかたちではないが、ある程度目標に近い能力を訓練以前に身につけていたようである。訓練前テストでは、同数異配置の3問（15問中）を誤答しただけであつた。しかし、やはり連結タイルを使つて訓練したことによつて、数の関係の理解を自覚的なかたちにもつていくことができた。そこで、知覚的形態に左右されることもほとんどなくなつたと考えられるように思う。訓練後テストでは全問正答であつた。

N.M. (CA: 4才9か月, 欠席1回)

連結タイルと数詞との対連合を確立するのに6回の訓練を要し、数の関係把握もなかなかできず、それを訓練しているうちに10回目になつてしまつた。ただ、数える構えはかなり強固に定着していたようで、どんなときでも数えてから反応する傾向が顕著だつた。2集合の多少等判断のさいに数えて比較することは必要なのであるが、この被験者は状況と無関係に計数に固執するという傾向がみられた。これは推移律などの訓練において、 $A=B$, $B=C$ がわかつて、なんのためらいもなくAとCの両方を数えてしまう、というように、かえつて「推理」の働きを妨げる結果となつたようである。しかし、計数が許される事態では、かなり確実に2集合の多少等判断を正しく行なえるようになった。

2-2 Bグループの経過

1) と 2) 集合づくりおよび1-1対応による2集合の多少等判断

- a. 1-1対応のやり方を教える
- b. 1-1対応の結果にもとづいて、多少等のことばの意味を定義する

この2つの過程はくりかえし行ない、「どちらが多いでしょう?」に対して自発的に1-1対応して反応するように導く。

- c. 1-1対応により相等関係の推移律をたしかめる。

以上のステップでは、進歩の度合いは違うがどの被験者も学習できた。ここまで平均1人4回の訓練を要し

た。

3) 数の集合の分類と抽象

- さまざまな具体物を1～5個描いたカードを多数与え、集合の多さにより分類させる（「このタイルと同じ多さのものを集めてください」）
- 1—1対応により特定の連結タイルと等しいことがわかった集合は、すべてたがいに等しいことを確認させる
- 数を抽象する（「これと同じ多さのものを3といいます」）
- 連結タイルと数詞との対連合をつくる

これは、もし、このカリキュラムに従つてはじめて数行動を学習するとしたら、もつとも重要かつ困難な部分であるにちがいない。しかし、われわれの被験者は、この時はじめて数詞に接したのではなく、ある程度の計数はできていたので、それを補助的な媒介として用いながらスムーズに通過した（ただし I. K. は例外）。

4) 連結タイルを用いた数の関係把握

- 連結タイル1～5を対応によつて被験者に系列化させる
- kにひとつたした(+1)とき、kからひとつとつた(-1)とき、kにたしもとりもしない($\neg(+1) \wedge \neg(-1)$)ときに、どれになるか指ささせる
- 系列化された連結タイルを2つずつ比べてどちらが多いかわせる

k±1は6名中5名(I. K.を除く)はすぐに学習できたが、 $\neg(+1) \wedge \neg(-1)$ では、質問の意味のわからないのが3名もいたので、この場合は±1を十分教えてから「たしもとりもしなかつたら？」と導くようにした。さらに、系列化された連結タイルを用いて多少判断を行なつたが、5名はいずれにも正答であつた。

5) と 6) 集合数の命名の訓練とそれによる2集合の多少等判断

集合数をとらえる手段として計数の訓練を行ない、それから連結タイルや事物の2集合の比較を行なつたが、理由まで正しく答えたのは6名中3名。あとの2名は「どうしてこつちが多いの？」に対して、「どうしても」としか答えなかつたが、タイルにもどつて説明すると、終りには正しく言えるようになった。最後に1～5のいろいろな組合わせによる数詞のみの比較を行なつたが、I. K.を除く5名はほとんどすべてに正反応であつた。

<事例>

K. M. (CA: 5才0か月, 欠席1回)

全体的にみてカリキュラムに非常によくのつていた。はじめの2回は自発的な対応づけを行なうのに手

間どつたが、あとは順調に進んだ。訓練の前半において、数が少ない場合知覚的に判断することがたびたびあり、また、 $\neg(+1) \wedge \neg(-1)$ でつまづいたが、すぐに正しい反応を示した。集合数の命名操作そのものはとくに訓練を要しなかつたが、「数の意味づけ」を与えるうえにこの訓練は役立ったといえる。その結果として、知覚的な判断が抑制されるようになった。

I. K. (CA: 4才10か月)

はじめの4回は対応づけによる2集合の比較を訓練した（最初は知覚の手がかりにもとづいて判断し、自発的に対応づけを行なわなかつた）。次の集合の分類では、対応によつて試行錯誤的に分類するため、時間はかかるが通過できた。しかし、連結タイルと数詞の対連合がどうしても完全に学習できなかつた。連結タイルに数字を書くなどの試みも導入したが、数字がよめないのもむりであつた。しかも、被験者自身この対連合の課題をいやがるため、よけい訓練が困難となつた。訓練前テストの成績によると、数唱、計数がそれぞれ10、9であるところから、ことばとしては数詞を知っているものであり、数えさせればなんのタイルかわかるはずである。しかし、上述のように対連合ができなかつたので、数の関係把握も効果をあげることができなかつた。つまり、直接比較による2集合の判断までは進んだが、それ以上の進歩がなかつた。

2-3 テスト結果

まず、訓練終了の翌日に行なつた訓練直後テストの結果をA、B、Cグループを比較しながらみていこう。これら3グループは訓練前において、数能力が等しいとされたグループであつたが、訓練後では全体的にみて、A、Bグループの実験群はCグループの統制群に比して、すぐれた成績をおさめている。これは、A、Bいずれの訓練方法でも明らかに訓練効果があつたことを示している。

目標値のテスト項目(1～15)では、A、Bグループとも92%の正反応率で、15問とも正答した被験者は6名(A、Bグループ3名ずつ)おり、最低点でも11点で、1人平均13.8問はできるのであつたが、統制群には15点の満点はひとりもなく、正反応率54.4%で、実験群とはいちじるしい差のある結果であつた(Table 1, 2)。Mann-WhitneyのUテストでも、AグループとCグループとの訓練後テストの得点分布の差、BとCグループとの差は、いずれも危険率5%の水準で有意であつた。A、Bグループについては両グループに差がないことは明らかであろう。

数範囲が拡張されたカードによる2集合の比較(5問)

Table 1 被験者ごとの目標値（テスト課題1～15）における得点の変化

A グループ				B グループ				C グループ			
被験者	Pre*	Post	Fol	被験者	Pre	Post	Fol	被験者	Pre	Post	Fol
Y.N.	12	15	15	O.K.	11	15	15	N.T.	12	13	14
O.Y.	12	15	14	K.M.	13	14	15	S.A.	12	14	13
I.O.	11	11	14	U.N.	8	13	14	S.M.	12	9	11
I.T.	10	15	13	T.H.	7	15	14	E.Y.	4	0	6
N.M.	4	13	12	M.K.	12	15	14	K.K.	10	3	8
				I.K.	4	11	11	S.I.	8	10	13

* Pre は訓練前テスト, Post は訓練直後テスト, Fol は追跡テストを示す。以下の表でも同じ。

Table 2 計数による2集合の多少等判断（要素の数が5以下のとき、テスト課題1～15）

テスト課題 1～15	Aグループ 5名				Bグループ 6名				Cグループ 6名			
	平均 得点	標準 偏差	正反 応率	全正答 者数	平均 得点	標準 偏差	正反 応率	全正答 者数	平均 得点	標準 偏差	正反 応率	全正答 者数
Pre	9.8	2.99	65.3	0	9.3	2.97	62.2	0	9.8	3.19	65.5	0
Post	13.8	1.60	92.0	3	13.8	1.75	92.2	3	8.2	4.64	54.4	0
Fol	13.6	1.02	90.7	1	13.8	1.66	92.2	2	10.7	2.79	71.1	0

* 正反応率 = $\frac{\text{実際の正反応数}}{\text{可能な正反応数}} \times 100$

Table 3 計数による2集合の多少等判断（要素の数が6～18、テスト課題16～20）

テスト課題 16～20	Aグループ 5名				Bグループ 6名				Cグループ 6名			
	平均 得点	標準 偏差	正反 応率	全正答 者数	平均 得点	標準 偏差	正反 応率	全正答 者数	平均 得点	標準 偏差	正反 応率	全正答 者数
Post	2.2	1.73	44.0	0	2.2	0.98	43.3	0	1.5	1.24	30.0	0
Fol	3.2	1.60	64.0	2	2.2	1.29	43.3	0	1.0	1.00	20.0	0

では、5以下の比較に比べれば成績はかなり低く、統制群では正反応率30%、実験群も約44%の正反応率を示すにすぎない（この両者には有意差はない）。しかも、5問全部正答した被験者はなく、2、3点が多く、全くできない被験者もいる（Table 3）。しかし、5題を数範囲10までと、10以上とに分けてみると、10以上の比較は各グループとも1、2名しか正答する者はないが、6～10までの2集合比較については、実験群の成績は統制群の2倍も高い（正反応率63.6%と27.8%）。この結果は、5以下の計数による多少等判断の訓練を行なえば、5以上でもそれが被験者の数範囲に入っていれば、容易に転移するのではないかと考えられる。

次に要素の動かせる2集合の比較では、Aグループに対応するよう並べかえた被験者が1名いたし、Bグループでは2名が実際に対応していた。しかし、多くの被験者は上記のテストと変わらないテスト項目として受けとったと思われる。A、Bグループの正反応率は70.0%、

91.7%で、ほとんどの被験者が2小問ともできており、かなりよい成績をあげている（この数範囲が10までであることに注目せよ）が、一方、Cグループでは16.7%、2小問の1問だけでできた被験者が2名いるだけである（Table 4）。

保存の4課題については、統制群が正反応率35%以下

Table 4 計数または対応による2集合の多少等判断（要素の数が8～10で動かせる。テスト課題21、22）

グループ 正反応 テスト	Aグループ 5名			Bグループ 6名			Cグループ 6名		
	2	1	0	2	1	0	2	1	0
Post	3	1	1	5	1	0	0	2	4
Pol	3	2	0	2	2	2	1	3	2

（数字は各カテゴリーに属する人数）

であるが、実験群ではそれより高い正反応率を示し、低くても50%である。とくに標準刺激のある保存課題での実験群ののびがめだつ (Table 5, 6)*。

Table 5 標準刺激のある保存 (テスト課題 23, 24)

グループ	Aグループ 5名			Bグループ 6名			Cグループ 6名		
正反応	2	1	0	2	1	0	2	1	0
テスト									
Pre*	—	2	3	—	0	6	—	2	4
Post	3	0	2	5	0	1	2	0	4
Fol	4	0	1	5	0	1	1	0	5

* 訓練前テストでは、テスト課題23のみ行なう
(数字は各カテゴリーに属する人数)

Table 6 標準刺激のない保存 (テスト課題 25, 26)

グループ	Aグループ 5名			Bグループ 6名			Cグループ 6名		
正反応	2	1	0	2	1	0	2	1	0
テスト									
Pre*	—	0	5	—	0	6	—	2	4
Post	2	1	2	3	1	2	1	1	4
Fol	3	0	2	2	1	3	2	0	4

* 訓練前テストでは、テスト課題25のみ行なう
(数字は各カテゴリーに属する人数)

このように、5以下の2集合の計数による多少等判断を成立させるための、前述のカリキュラムにそつた訓練がなされると、数範囲の拡張問題にかぎらず、保存という論理的な拡張問題にも、その訓練の効果があらわれている。これは、子どもに数の関係を理解させることが計数による2集合の同時比較だけでなく、保存概念の成立にも非常に役立つている、と解釈されよう。

なお、統制群では計数による2集合の多少等判断の成績が訓練前よりかなり低下しているが、これは、偶発的と考えられる全問誤答者と、訓練前テストから7点も減少した被験者の2名が原因していると思われる。しかし、他の被験者の成績から、実験群にみられるような進歩はなかつたと思われる。たとえ進歩したとしてもごく

* 被験者の年齢を考慮すると、保存課題での成績の向上、ことに全小問正反応者の出現はむしろ実験者の予想以上のものであつたといえる。もちろん、ここで得られた「保存概念」がどのくらい安定した、また一般性をもつものであるかについての吟味はさらに必要とされるであろう。しかし、とくに訓練を行なわなかつたにもかかわらず、訓練群ではここで採用された保存課題での成績に著しくプラスの変化が生じたという事実、このような変化が統制群にはみられなかつたという事実は、Table 5, 6 からあきらかであろう。

わずかなものであろう (Table 1 参照)。

次に、訓練直後テストの結果からみられた訓練による積極的効果が、終了後1か月半経つても保持されているか否かを、追跡テストを行なつて調べてみた。テスト項目は、訓練直後テストで行なわれたものと同一である。その結果は、質量ともに訓練直後テストの結果に類似している (Table 1～6)。A, Bグループの実験群は明らかに訓練前テストの成績より進歩しており、訓練の成果があらわれている。しかし、訓練のなされなかつたCグループには成績の上昇はみられず、訓練前テスト、訓練直後テスト、追跡テストとも成績にほとんど変わりがな

い。追跡テストのさいに、計数による2集合の多少等判断の課題での子どもの反応のしかた(答の正誤はとわない)をグループごとに比べてみたところ、興味ある結果が得られた (Table 7)。数詞を媒介として数の関係を理解させるような訓練がなされたAグループでは、5名ともほとんど数えながら比較判断するが、1—1対応から数の関係把握がなされるよう訓練されたBグループになると、数える者が4名、対応して比較するものが2名である。たとえ、誤答していてもそれぞれ訓練された比較操作を行なつていた(数範囲が拡張されると知覚的要因に左右されやすい被験者もいた)。ところが、Cグループには実際に声をだして数えたり、対応する被験者はひとりもなく、目で数えているような被験者もいたが、半数が直観的に判断していた。

なお、この訓練をうけた子どもたちに対し (AグループのO.Y. とCグループのN.T.を除く)、訓練終了の約6か月後に、次の研究計画の一部として、計数による

Table 7 計数による2集合の多少等判断の課題における判断のしかた

グループ	Aグループ 5名		Bグループ 6名		Cグループ 6名	
テスト課題	数範囲	数範囲	数範囲	数範囲	数範囲	数範囲
判断のしかた	5以下	6以上	5以下	6以上	5以下	6以上
数える	4	4	4	3	3	1
数えながら対応	1	1	0	0	0	0
数えるが対応する時もあり	0	0	1	1	0	0
対応	0	0	1	0	0	0
知覚的であるが対応するときもあり	0	0	0	1	0	0
知覚的直観的	0	0	0	1	3	5

(数字は各カテゴリーに属する人数)

2集合の多少等判断（数範囲は5まで、しかしさきの15問のうち、もつとも困難だった3問と、それにほぼ匹敵する2問を加えた5問よりなる）と保存（標準刺激の有無により各4小問）の課題を与えてみた。時期は、被験者が年長組（5才児）になった6月である。

まず、多少等判断のテストでは、A、B、Cグループとも、だいたい追跡テスト時の成績とほとんど変っていないといえる。Aグループは4名中2名、Bグループは6名中2名が5問とも正反応であるが、Cグループの5名のうちには、5問正反応はなく全問誤答者が1名いる。保存については、Aグループで保存から非保存へもどつたものが1名、Bグループで中間段階から保存の確立に到つたものが2名いるが、あとは同じか類似の結果であつた。

実 験 II

1 手続き

1-1 実験の構想

以上みてきたように、実験Iにおいて、計数とそれによる集合数の命名が可能になりかかっている子どもに対しては、計数の量化操作としての性質を理解させるための、数の関係把握の訓練が有効であり、それによつて集合の計数による多少等判断の課題ばかりでなく、保存課題に対してもしばしば正反応しうることになることが示唆された。そこで、訓練のカリキュラムにいくらかの改良を試みるとともに、異なつた被験者に対する訓練によつて、これらを確認しようとして実験IIを行なつた。

全体の研究計画は次のとおりである。

1) 訓練前テスト これは在園の5才児全員109名に対して、計数、集合数の命名、計数による2集合の多少等判断、保存の4種の課題を行なつた数能力テストと、計数および集合数の命名はできるが、計数による2集合の多少等判断は確実にはできない（5問中正反応2問以下）子ども13名に対して行なわれた、2集合の多少等判断のテスト（後述の課題1～19）の2つを含む。

2) 訓練 実験Iとほぼ同じカリキュラムにもとづき、4名の被験者に対して各5回ずつ行なわれた。個人別で、1回は約15～20分間であり、ほぼ1週間にわたつて実施された。

3) 訓練後テスト 訓練終了の1週間後に行なわれた2集合の多少等判断のテスト、数の保存のテスト、約2週間後の言語的暗示（suggestion）を伴う計数による2集合の多少等判断のテストを含む。

1-2 多少等判断のテスト項目

課題1～9：数範囲5以下の計数による2集合の多少

等判断 同数同配置1問、同数異配置4問、異数異配置4問。このうち7問は実験Iの課題1～15のうちに含まれている。

課題10, 11, 19：計数または対応による2集合の多少等判断 要素に動かせるおはじきを使う。要素の数は4と5, 5と5, 8と8。

課題15～18：数範囲の拡張された（10まで）計数による2集合の多少等判断 同数異配置, 異数異配置各2問ずつ。このうち3問は実験Iの16～20に含まれている。

課題12～14：加減による量の変化の推理 2個のコップに規定数のおはじきを入れ、個数を確認させたのちに、下記のように連続的に加減を行ない（実験者は「こちらへひとつたしました」のようにやつたことを言語化する）、そのたびに2集合の多少等をたずねる。途中で誤反応があれば打ち切り、最後まで正反応をつづけたときに合格とした。反応が知覚的になされないよう（同時に知覚的なまどわしもないように）、コップの中に入れたおはじきはみえないようにしてある。

12. $n = 3$ 13. $n = 4$ 14. $n_1 = 3, n_2 = 5$

n	n	n	n_1	n_2
n	$n+1$	n	n_1+1	n_2
$n+1$	$n+1$	n	n_1+1+2	n_2
$n+1$	$n+1-1$			
$n+1-1$	$n+1-1$			

保存：標準刺激のある等関係の保存（要素の数が5, 10, 30の3問）、標準刺激のない保存（要素の数が5, 10の2問）、不等関係の保存（不等関係を認めさせてから、一方の集合を変形し、ふたたび多少等をきく。5と6, 10と9の2問）、対応により部分の相等性が認められるときの全体量の保存（おはじき30個を対応しながら形の異なるびんに入れていき、多少等をきく）、を含んでいる。

1-3 被験者

数能力テストの結果、後述のカリキュラムに適当と思われる被験者は13名であつたが、計数による2集合の多少等判断を中心とした訓練前テストをさらに行なつてみたところ、うち4名は、数範囲が5以下の2集合比較の9問に8問以上正反応したので、訓練の対象から除外された。このため、残り9名のうち4名に対して訓練を行ない、5名を統制群とした。

1-4 訓練カリキュラム

カリキュラム作成の原理は、実験IのカリキュラムAとほぼ同様であるが、ここでは次の3点で修正が行なわれた。

1) 連結タイルの多少等をいわせる前に、1-1対応

の操作を必ず含め、1—1対応の結果により2集合の多少等を定義する。

2) 集合数の命名の練習は行なわない。これは、今回の被験者が指示されれば、ほぼ常に正しく命名が行なえたためである。

3) 連結タイルを媒介とする2集合の多少等判断から、計数を媒介にする判断へとすすむ前に、ものさしタイルを導入、連結タイルとの1—1対応と計数とが本質的には同じ操作であることの理解を容易にしようとした。実験Ⅰのカリキュラムでは、この段階を省略したため、集合数そのものは連結タイルとの対連合によつて量的なイメージが与えられるが、計数操作が集合数を確定するための不可欠の方法とは必ずしもなっていない、という危険があると思われたからである。

なお、訓練を実施するさいには、各被験者の反応により、本筋のかわらない程度の変更を許した。

2 結果

2-1 訓練の経過

実験Ⅱの訓練のカリキュラムには、

- 1) 計数能力の確認
- 2) 数詞と連結タイルとの対連合
- 3) 1—1対応にもとづく多少等の定義
- 4) 系列化された連結タイルを用いた数の関係把握
- 5) 連結タイル、ものさしタイル、計数を媒介にした

2集合の多少等判断

の5つの主要ステップがある。全体的にみれば、4名の被験者のうち3名は、訓練目標である計数を媒介にした5以下の2集合比較をほとんど確実にこなえるようになったと思われる。残り1名は、常に計数を用いて比較するところまではいかなかったが、対応操作による比較はできないでいた。4名とも連結タイルと数詞との対連合にもとづき、5以下の数の関係把握へと導くことができたと思われる。

訓練中、いちばん被験者に理解されにくかったのは、第4ステップ中の $\neg(+1) \wedge \neg(-1)$ の理解であつたであろう。この子どもたちにとっては、加減による量の増減は容易に理解された。ここでは試みなかったが、 $(+1) \wedge (-1)$ （「たして、とつたら、数はどうかしら？」）もおそらくそう困難ではないであろう。これに対して、 $\neg(+1)$ （「たさないと？」）や $\neg(-1)$ （「とらないと？」）はことばづかいが熟さない（たとえば、「3に1たさなかつたら？」）せいもあつてか、必ずしもスムーズに理解されず、これの合接である $\neg(+1) \wedge \neg(-1)$ （「たしもとりもしないときには？」）ではいつ

そう困難が大きかつた。これは、言語的教示の複雑さ、加減の手がかりの協調の未完成、ことに2つの手がかりの否定の論理乗法の不能などによると思われる（ $(+1) \wedge (-1)$ では、必ずしも乗法によらなくてもよい。順次に2つの操作を行なつて正答しうるだろう）。やむなく、実験者の側から言語的に「たしもとりもしなければ同じ、もとのまま」と教示を与えたが、やはり2名の被験者には容易に理解されなかつた（なん回かそのような試行を重ねていくうちにはわかつていつたようである）。

数詞と連結タイルとの対連合に、最後まで悩んでいた被験者が1名いるが、これについても、もつと困難な原因を追求し、補充すべき訓練のサブ・ステップをみいだすことが必要であろう。

ひとしく計数による2集合の多少等判断が成立していない、すなわち数能力では同質とみなされた被験者でも、訓練中の行動からみると、本質的には異なつた数概念の水準にあるものが含まれていることがわかる。すなわち、数の関係把握ができていながらもかかわらず、多少等判断をするときに、数詞あるいは1—1対応をする構えがないために、多少等判断ができなかつた被験者と、もともと数の関係把握が不完全であるか、全く成立していないために、多少等判断のための計数の手続きの意味も理解できずに成功しなかつたものがあるようである。各被験者に適切な訓練方法が与えられるためにも、数概念の発達水準をより確実に知るような、もつと精密なテストを作成すべきであろう。

<事例>

E. Y. (CA: 5才9か月)

第3ステップまでなんなく進む。第4ステップに入つて、はじめは1つたすとき、1つとりさるときはすぐ理解されたのであるが、たしたりとつたりしないときになると考えこんでしまい、「わかんなくなつちやつた」という。さらに、たさないときやとらないときには、それぞれとつた、加えたかのように答えるようになる。すなわち、たさないとへり、とらないとふえるように答える（「3に1たさないと？」「2」）。どうしても加減から $\neg(+1)$ 、 $\neg(-1)$ あるいは $\neg(+1) \wedge \neg(-1)$ へと導くことができないので、こどばで「たさなければ（またはとらなければ）そのまま、同じ」「たしたりとつたりしなければ同じ」であることを積極的に教える。すると加減のときまでも「同じ」という反応をする。ここでもういちど、実際にタイルを1つたしたり、とつたりしてみせ、加減のときには前と等しくないことをわからせる。このようにして、第4ステップでかなり手こずり、約2日間を

要した。その後は、どのステップでもただちに理解され、スムーズに進んでいく。第4回目には、すでにものさしスタイルを媒介にする2集合の多少等判断や数詞のみの多少等判断までおわり、最後の5回目では、どのような集合でも計数により多少等判断はできる。とくに、対象の大きさ（数ではなく）がより大きい集合（積木）3とより小さい集合（おはじき）4の比較のときに、「小さくてもいつばいある」と被験者みずからのべていたことは注目に値する。以上の経過から、訓練目標に完全に到達したと考えられる。しかし、しばしば注意散漫になり、当然理解されているはずのものにも誤答を生じることがあった。

なお、今回の被験者について一言つけ加えると、5才児においてこの訓練の対象となるような子どもの場合には、行動や学習態度のうえで、なんらかの問題を示す者がほとんどで、カリキュラムの原理に直接かわらない要因によつて、訓練中にしばしば障害が生じた。もちろん、子どもの知的興味をもつとひきつけるような訓練手続きの具体化が要求されようが、実験の結果を評価するにあたってはこの点を見落とすことはできないと思う。

2-2 訓練の効果

計数による2集合の多少等判断について、訓練前テストと訓練1週間後のテストを比較してみよう（Table 8）。数範囲5以下のテスト課題では、実験群の2名が成績の上昇を示し、そのうちの1名は全問正答した。統制群では5名中3名が上昇し、1名は成績がさがった。残りの実験群2名と統制群1名はほとんど変らない成績だった。

た。数範囲の拡張された計数による多少等判断のテスト課題では、数範囲が5以下のときにも上昇を示したE. Y. が3問とも正反応するように変化した以外、顕著な変化はなく、成績の低下したものもいる。一方、計数または対応による2集合の多少等判断（数範囲は1問を除き5まで、知覚的なまどわしの効果はカードによる提示の場合ほど強くないと予想される）では、実験群、統制群ともに成績が上昇している。

連続的な加減に伴う2集合の量の多少等を推理させる課題では、実験群では3問とも正答が2名と、2点が2名であつたのに対して、統制群では1点が4名で1名は0点であつた。しかし、この問題については、訓練前から実験群の方がすぐれていた——この問題に対する反応を群分けの基準として用いなかつたため、偶然的に差が生じた——ため、これは訓練の効果を示すものとはいえない（むしろ両群ともに成績はあまり変動しなかつた、というべきであろう）。さらに、保存課題では、実験群、統制群ともにほとんど正反応は生じなかつた。実験群では等関係、不等関係で1名が中間段階の反応を、部分の対応により全体量の保存を推理する項目で1名が保存、1名が中間段階の反応を示しただけであり、統制群はこの最後の項目で中間段階が2名いたただけであつた。いいかえると、相等性を認めた2集合の一方を変形することによつて、ほとんどすべての被験者がもはや相等性は成立しない、と考えてしまつたのである。

これらの結果から、実験群、統制群ともに若干の成績上昇がみられ、実験群の方がいくぶん高い得点を示しているようではあるが、訓練の効果はけつして明瞭ではない。とくに、訓練は前述のように計画どおりに進めら

Table 8 被験者ごとのテスト得点（正反応数）の変化

グループ	テスト課題 被験者	計数による2集合の多少等判断 (数範囲5以下) 9問		計数による2集合の多少等判断 (数範囲6~10) 4問		要素の動かせる2集合の多少等判断 3問		加減による量の変化の推理 3問	
		Pre*	Post	Pre	Post	Pre	Post	Pre	Post
実験群	E. Y.	6	9	1	3	2	3	1	3
	A. A.	3	1	0	0	1	2	2	2
	K. M.	4	6	2	2	0	3	3	2
	H. K.	2	2	1	0	1	2	2	3
統制群	H. A.	4	2	2	1	1	2	0	1
	I. H.	2	5	0	1	2	1	1	1
	U. M.	2	2	1	2	1	2	0	1
	M. N.	2	5	2	0	1	3	0	0
	S. M.	3	5	2	1	1	3	0	1

* Pre は訓練前, Post は訓練後テストを示す

れ、訓練終了時は、ほとんどが目標値に達しているとみられていたことを考慮すると、予想外の結果といつてよい。この原因として、訓練期間の長さやテスト方法などの問題も考えられるが、もつとも大きな理由は、われわれの被験者たちが、訓練場面とちよつとちがう状況では数えて比較しようとする構えを示さなかつた、という点にあると思われる。

この点を確かめるために、被験者の9名のうち、訓練後テストで訓練の目標であつた5以下の計数による2集合の多少等判断のテストに全問正答した被験者(E. Y.)と欠席の被験者(M. N.)を除いた7名に、訓練後テストの施行後9日目に、2集合の多少等判断の課題で言語的暗示を与え、反応に変化がみられるかどうかを調べた(この間に保存の訓練が入っている。しかし両群ともうけた訓練の量質は同じで、その原理は、変形の前後に数えて不変性をたしかめさせるものであつたので、計数による2集合の多少等判断にさほど大きな影響をもつとは思われない)。

これは教示とも関係している。「どちらが多いでしょう?」という教示は子どもにとっては数えて比較することを必ずしも明瞭に指示するものとはいいがたいからである。そこで、これに対する言語的援助として、2種類の暗示を与えた。子どもが知覚的に判断して誤答したとき、暗示1「本当かしら?」と被験者の反応に疑問をもつて自発的訂正を促し、それから数の比較をするよう教示する。「赤いのと青いのと数はどちらが多いでしょう?」暗示1で正答しなければ、数えて判断するよう暗示2「数えてごらんさい」と指示する。さらに「赤はいくつありますか? 青はいくつありますか? それではどちらが多いでしょう?」と指示していく場合もある。仮説として、数の関係把握を試みた実験群では、暗示によつて誤反応から正反応へ容易に変化し、統制群より軽い暗示でもそのような変化が多くみられると思う。

結果は仮説と一致していた。実験群の被験者2名(A. A. と K. M.) は第1問あるいは第2問の暗示1で訂正し、以後は毎回数えて判断するか、対応して判断するかで正答した。残る1名(H. K.) は、もともと数の関係把握はできているのに、直観で答えようという強い信念によつて誤反応しているようで、(数の比較であることも十分理解しているために)暗示1ではなんのききめもなく、1回1回「数えてごらんさい」と指示されて正答した。統制群では、4名のうち1名(S. M.)はこのときのテストでは、計数を用いて多少等判断ができるようになっていた。しかし、統制群の被験者には暗示1で

は全然といつてよいほど効果がなく、暗示2で、「数えてごらんさい」と指示しても、単に数えてみるだけで判断は知覚的であつたり、あるいは一方の集合のみ数えるような、多少等判断に数えるという操作を結びつけることができない状態の被験者が2名(I. H. と U. M.) いた。1名(I. H.) は2数詞の比較はわかっているのに、2集合を数えさせそれからどちらが多いかを質問すればできるが、もう1名(U. M.) は2数詞の比較はできず集合数の命名もあやふやであつた。最後に残る1名(H. A.) は、暗示1で正答するときと暗示2まで行かないと正答できないときとが半数ずつあるような結果であつた。

以上、暗示によつて、実験群の方が統制群より優位であることが明らかにされ、訓練の効果が示唆された。つまり、訓練によつて、数の関係把握がすすめられた、といえそうである。しかし、これが通常の計数による2集合の多少等判断の課題で、具体的に現われるに到らなかつた点については、さらに批判的に検討しなければならないであろう。

討 論

計数とそれによる集合の多さの命名がある程度可能になつている被験者に対して、計数を用いた2集合の多少等判断(具体的には、カードに1~5個の正方形をはつたもので、 $A \geq B$ であるが知覚的には $A < B$ と判断されやすい課題を含む)を成立させるための訓練を行なつた。訓練のカリキュラムは、集合数をあらわす数詞に量的なイメージを与えることと、それを通じて数の相互関係を理解させ、計数を量化操作として活用できるようにさせようとするものであつた。実験Iでは、計11名の4才児に対して10回の訓練を行なつたが、そこで扱われた5以下の2集合の計数による多少等判断にはいちじるしい進歩がみられ、しかも、これに伴つて数範囲6以上の2集合の多少等判断にも、また同じく数の関係把握にもとづいて成立すると思われる保存課題においても、顕著な向上が認められた。この訓練効果は、半年の期間内ではほとんど消失していなかつた。

しかしながら、実験IIでは、これと異なる結果がえられた。訓練のカリキュラムはほぼIと同じで、5才児4名に対して5回の訓練を行なつたが、これによつて、目標値であつた数範囲5以下の2集合の計数による多少等判断に関しても、統制群との間に有意な差を生ぜしめることはできなかつた。保存は全く獲得されなかつた。しかし、計数により比較すべきことを暗示することにより、実験群では正反応が急激に増加したが、統制群では

一方の集合しか数えなかつたり、暗示をくりかえすことによりはじめて計数を用いたりするところから、計数ないしは集合数の意味づけにはある程度成功したとみられる。

本節においては、以上の 2 つの実験の結果にもとづき、数概念形成のための訓練における重要な問題点を 2 つだけ指摘しておこう。

(1) 命名操作から量化操作としての計数へ

そもそも、計数により集合の多さをいうことができるにもかかわらず、それにもとづいて 2 集合の多少等判断ができない、というのはなぜであろうか。これは、この子どもたちにとっては、計数によつて命名された集合数が、他の数との関係を含意するものとなつてはいないためだと思われる。だから、おのおの集合の多さを計数によつて把握しても、結局は知覚的な形態の差にもとづいて判断が行なわれてしまうのである。また、「どちらが多いの?」と聞かれても数えないで知覚的に判断する子どもも多い。このうちには実験者がいちいち指示して、集合 S_1 と集合 S_2 の多さを数詞でいわせると正しく多少等判断ができる(たとえば、3 と 3 だから同じとわかる)子どももいる。しかし、子どもは多くの場合、このような状況では数詞だけに反応しているのであり、それによつて表わされているものの多さを比較しているのではないかもしれないことに注意しなければならない。「3 と 3 だから同じ」という子どもでも「それでは 1-1 対応してみたら?」と聞かれて「どちらも余らない」とすぐわかるとはかぎらないし、ときには、もういちど知覚的にちがう 2 集合に目をむけさせると「数は同じだけれどこつちの方が多い」などといつたりもするのである*。計数が量化操作としての意味をもつためには、まず、数の相互関係あるいは数構造が理解されていなければならない。さらに、計数が、その集合と同じ大きさの数をさがすための 1-1 対応の簡略化された操作であることを理解しているのがのぞましい。

数の相互関係ないしは数構造の理解とは、さまざまなものの集合が系列化されたクラスをなすこと、すなわち多さ k の集合 $Sk_1, Sk_2, \dots$ はすべて数に関してひとしく(これは直接には 1-1 対応によつてたしかめられる)、かつ $(k-1)$ に 1 を加えることによつて、また

* Gréco (1962) のいう *quantité* と *quotité* の分離にあたる。しかし、この現象は、必ずしもその子どもの数概念が大きさやひろがり未分化であることを意味しているとはかぎらない。「どちらが多い?」という問いに対して、数の次元で反応することを知らないためだけによる、という可能性も考えられる。(cf. Zimiles, 1963)

$(k+1)$ から 1 を減ずることによつて到達されること、の理解を意味している。本研究において行なつた訓練は、行動の水準では計数による 2 集合の多少等判断ができることをめざしていたが、子どもの認知という観点からは、これは数構造の理解あるいはそれにもとづく知覚の手がかりへの依存からの脱却、と考えられよう。

われわれの被験者のあるもの(おそらくは知的水準の高い子ども)が多少等判断とともに保存をも獲得しえたのは、まさにこの数構造の理解がすすめられた証拠だ、といつてよいであろう。数の相互関係が理解されたため、 $+1$ も -1 もしないときには k は k のままだ、と推理しえたわけである。これに対して、保存自体の訓練は、変形すなわち要素の配置の変化が、数・量の増減に対して不適切であることを強調するものである。多くの幼児にとつては、 $(k+1) = k+1$, $(k-1) = k-1$, $k = k$ などの関係の理解は、それだけですぐ保存の認識($\neg(+1) \wedge \neg(-1) \supseteq (k_1 = k_2)$ 、ただし、 k_1, k_2 は変形前後の集合の数)へと導くのに十分ではないのである。

(2) 数の関係の理解と、数の次元で反応するかまえ

子どもが数の構造を理解し、計数操作の意義がわかるようになれば、多少等の判断においてますます計数や 1-1 対応にたよるようになり、知覚的判断から脱却できるであろう。つまり、認知の発達によつて適切な構えが形成されると考えられる。これは Braine (1959) の実験において、測定の基礎的な推理が獲得されることによつて、知覚的にかろうじて弁別しうるほどの小さい差異に注目しようとする態度の変化が導かれる、と考えられるのと同じことである。

行動的には、この構えを多少等の判断において計数や 1-1 対応により比較するという反応が優位になつている、とも表現できよう。しかし、実験 I の被験者のひとり(N.M.)にみられるように、なんでも数えて比較するという反応は、必ずしもものぞましいとはいえない。数えることが許されている場合の 2 集合の多少等判断では、これでも常に正答しうるかもしれないが、集合 S_1 と S_2 が計数によつてひとしいことを確かめ、 k と k だから同じといつた直後に、 S_3 と S_1 を比較させるとまた S_1 から数えはじめるというのでは不経済でもあるし、保存や推移律のような(「推理」を含む)課題については正答しえないであろう。ただ計数が優位な反応であるということにとどまらず、それが数構造の理解にもとづいたものであり、しかもほかの反応との関連や相互変換が明らかでなければならない。

他方、実験 II では実験群の被験者のうち少なくとも 2

名は、訓練によつてたしかに数構造は理解されていると思われるのに、多少等判断のときには、知覚の手がかりにたよつてしまつていた。ことに、第1小問で知覚的に判断すると、実験者の許容的な態度のために、そのような構えがますます強められてしまうことがあると思われる。この意味では、訓練において数の次元で正しく反応できる能力ばかりでなく、多少等に関して数の次元で反応する構えをも副次的な目標値としておかなければならないことになる。さらに、訓練によつて得られた効果に関しては、それがはたして認知の発達によるものか、あるいは構えを変化させただけのものなのか、などの吟味が必要となるであろう。

このことは、計数による2集合の多少等判断の課題を実施するうえでの教示や暗示の吟味、さらに子どもの数構造の理解の程度を測定するための別の角度からの研究の必要性、など方法論的に少なからぬ問題をなげかけるものとなる。

＜付記＞ 本研究は、日本児童研究所（所長 波多野勤子）の昭和38、39年度の課題として行なわれた「幼児の数概念の発達と教育」の一部である。研究を進めるにあつて、共同研究者である伊藤恭子、遠山紀子、宮崎積子、木村敏子の各氏にいろいろご援助いただいた。また北区滝野川文化幼稚園（園長 石本節子氏）の先生方、

園児のみなさんに御協力いただいた。ここに感謝の意を表したい。

文 献

- Braine, M. D. S. 1959 The ontogeny of certain logical operations: Piaget's formulation examined by nonverbal methods. *Psychol. Monogr.*, 73, No. 5.
- Flavell, J. H. 1963 *The developmental psychology of Jean Piaget*. Van Nostrand.
- Gréco, P. 1962 Quantité et quotité. In Gréco, P. & Morf, A. Structures numériques élémentaires. *Etudes d'épistémologie génétique*. Vol. 13, Presses Univer. France.
- Ito, Y. & Hatano, G. 1963 An experimental education of number conservation. *Jap. Psychol. Res.*, 5, 161—170.
- 伊藤恭子 1963 幼児の数概念の研究—集合の相等判断と保存. 教育心理学研究, 11, 75—85.
- 日本児童研究所 1964 幼児の数概念の発達と教育: I 数の保存の実験教育. 日本児童研究所モノグラフ No. 1.
- Zimiles, H. 1963 A note on Piaget's concept of conservation. *Child Developm.*, 34, 691—695.

(1965年6月3日原稿受付)

【小川論文 219 ページからつづく】

- (3) 実験群はやや文章題と「その他の問題」にすぐれ、統制群はわずかに計算にすぐれたが有意差はなかつた。ただし算数用語の記銘においては実験群は有意差で統制群にまさつた。
- (4) 実験群では知能下位者の学力ののびが統制群をしのいだ。ただしプログラム学習開始後、両群の知能上位者の学力には有意差を生じなかつた。
- (5) 今回のプログラムは、被験者に対し少しステップの巾が大き過ぎる感があつた。
- (6) 今回のプログラムは、ドリル学習の面に多少の欠点を感じられた。

＜付記＞研究方針合議の際に協力を賜わり、経済的にも援助をいただいた荒川勇・古厩勝彦両氏と、全校をあげて協力を賜つた都立江東ろう学校小沢校長先生はじめ教員の方がたに心からお礼を申上げる。

文 献

- Birch, J. W. & Stuckless, R. E. 1962 *The development of evaluation of programmed instruction language for children with auditory disorders*. Univ. of Pittsburgh
- Birch, J. W. & Stuckless, R. E. 1963 *Program-*

- ed instruction and the correction of writing language of adolescent deaf students*. Univ. of Pittsburgh
- Brehman, G. E., 1965 a *Programmed discrimination training for lip-readers*. Univ. of Illinois. (Unpublished papers)
- Brehman, G. E. 1965 b *Programmed discrimination training for lip-readers*. Nebraska Center for Continuing Education.
- Costello, M. R. 1957 *A study of speechreading as a developing language process in deaf and hearing children*. Northwestern Univ.
- Rosenstein, J. 1960 Cognitive abilities of deaf children. *J. of speech and hearing Research*, 3-2, 108-119.
- 相良守次 1960 図解心理学. 光文社.
- Streng, A. 1964 The applicability of individualized programmed instruction in the education of deaf children. *Exceptional Children*. 30-8. 365-371.
- Templin, M. C. 1950 *The development of reasoning in children with normal and defective hearing*. Univ. of Minnesota.
- Wright, R. 1955 *The abstract reasoning of deaf college students*. Northwestern Univ.

(1965年7月31日原稿受付)