

幼稚園に就園する3年間で幼児が構成する 数の保存概念の実態

丸 山 良 平*

(平成15年4月30日受付; 平成15年5月29日受理)

要 旨

本研究の目的は幼稚園3歳クラスに入園した幼児が、園を修了するまでの3年間にわたって数の保存概念を構成していく実態を縦断的分析により明らかにすることである。

対象児は新潟市の一幼稚園に就園している幼児85人である。この幼稚園では特別な数教育といわれる指導は行われていない。集合数8と3を使った保存課題を標準的な手続きに従って毎年度2回、計6回実施した。そのデータを分析して成長に伴う保存反応の実態を検討し、保存課題自体の持つ問題を考察した。

KEY WORDS

Number-conservation 数の保存

Judging Numerosity of Two Sets 2集合の多少等判断

Cognitive Operation 認知操作

Number Concept

数概念

問 題

本研究の目的は幼稚園3歳クラスに入園した幼児が、園を修了するまでの3年間にわたって数の保存概念を構成していく実態を縦断的分析により明らかにすることである。

物の個数がより多い、より少ないという理解は乳児期に始まるという (Siegler, 1987/1992)。そして幼児期の子どもともなればふだんの生活の中でさまざまな物の多少等判断を日常的に行っている (Baroody, 1993)。しかし Piaget は数の保存の実験によって同数の2集合の見た目の布置が変化すると、幼児は同数でないかと判断することを示した。保存課題は集合布置の変換による認知的攪乱を補償し、認知システムの均衡回復の操作の獲得を知るための知的操作課題で、保存概念とは数がこの知的操作における不変量との認識である (中垣, 1990)。Piaget によれば保存概念の成立は数概念の成立を示し、それ以前の非保存者の基準は知覚であり彼らが何らかの数処理をしても、数知識による操作ではないので意味を持たないとされた (DeVries, & Kohlberg, 1987/1992)。

その一方で、Piaget 流の標準的保存課題そのものに方法論的な問題があると指摘されている。それは課題で使用される集合数の大きさの問題と集合列を変形の前後に同じ質問を2回繰り返す手続きである。これについて例えば、Gelman (1972) は5個以下の集合を使って幼児が列の長さが変化しても個数の多少を正しく理解していることを示した。その手続きは手品実験と呼ばれ、2つの皿にそれぞれ玩具のネズミ2個と3個を入れたものを被験者に見せて、多い

* 幼児教育講座

方を勝ち、少ない方を負けと教示してから、ネズミの列の間隔を広げたり狭くしたり、ネズミの個数を減少させて、勝ちの方を問うものである。その結果、2歳から4歳までの幼児でも多くが勝ちを正しく答えた。小さな集合を使えば低年齢の幼児でも保存成立を示すのである。それでPiagetの課題では6個以上の集合が使用されているが、その個数の多さが子どもの課題遂行に影響を与えているとされた。Piagetは4個または5個までの小さい集合は見ただけで容易に判断できる知覚的な数として区別して、保存課題では意図的に少なくとも7個以上の集合を使用するのである(Kamii, & DeClark, 1985/1987)。幼児でも3個程度の小集合は計数せずにサビタイズ(subitizing)で集合数を把握するから、瞬時に集合の個数が分かり、等判断するのが容易になると考えられたのであろう。すなわち同じ手続きで行う保存課題でも、3個程度の小さな集合を使う課題の方が、7個以上の集合を使うよりも保存者が多くなり、非保存者が少なくなると予想される。

さて集合列の変形操作の前後に「2つの集合は等しいか、等しくないか」と2回同じ質問をする手続きだが、実験者は被験者に対して既に答の分かっている質問を繰り返す。これはふつうの会話ルールから逸脱している。それで被験者が実験者の意図や教示を誤って解釈し、例えば先に言った答えは実験者から要求されている答と違うと思い、答を変更すると指摘されている(Siegal, 1991/1993)。非保存は必ずしも正解を知らないためではないというのである。Gelmanの手品実験では同じ質問を繰り返す手続きではなく、それもこの実験で保存者が多くなったのかもしれない。幼児期では年齢が高くなるほど会話ルールの認識が深くなり、再度の質問に対して誤った解釈をする者が多くなると推測される。もしそうであるならば実験を縦断的に行い被験者を個人的に追跡すれば一度保存を示した者が年齢が増したら非保存を示すような発達に逆行する事態もみられると推測される。しかし、このような縦断的に保存反応の変化を追った研究はなされていない。

そこで本研究では標準的保存課題により収集した資料を分析して、3年間の保存反応の実態を明らかにし、さらに加齢に伴う保存反応の変化を分析して保存課題の問題を考察する。

方 法

対象者 新潟市にある私立A幼稚園に1999年4月から2002年3月までの3年間、3歳クラスから5歳クラスまで継続して就園していた幼児85人(男児49人, 女児36人)である。誕生年月別の対象者の人数は1995年4～6月が21人, 7～9月が24人, 10～12月が22人, 1996年1～3月が18人で、その分布には偏りはない。

実験時期 1999年の7月(3歳クラス前期), 2000年の2月(3歳クラス後期)と7月(4歳クラス前期), 2001年の2月(4歳クラス後期)と7月(5歳クラス前期), 2002年の2月(5歳クラス後期)の6回にわたって実施した。なお、これ以降、各期の名称はクラスを略し、例えば3歳クラス前期は3歳前期と示し、さらに3歳クラスの時期は3歳期と記述する。各時期の対象者の平均満年齢・月齢は、3歳前期: 3歳9ヶ月, 3歳後期: 4歳4ヶ月, 4歳前期: 4歳9ヶ月, 4歳後期: 5歳4ヶ月, 5歳前期: 5歳9ヶ月, 5歳後期: 6歳4ヶ月である。

実験課題 課題は集合数8と3による保存課題である。今後、前者を8個課題、後者を3個課題と略して記述する。

材料 市販のポーカーチップ赤10枚, 青8枚。プラスチック製の皿(直径18cm) 2枚。

手続き 実験は実験者と対象者以外は誰もいない園内の静かな部屋にて個別に行った。実験者は対象者と並列して机に向かって座り、机上に材料を提示しながら口頭で問題を教示した。対象者の行為、口答を記録用紙に記述した。その様子をVTRに収録した。この課題は総合的な数能力実験の一部として実施された。

保存課題は所定の標準的な手続きに従って行う。赤のポーカーチップ10枚を入れた皿を対象者に渡してから、実験者は青いポーカーチップを一行に並べて「はい、青い円を並べました。あなたは赤い円を青い円と同じように同じ数だけ並べてください」と教示する。対象者が並べ終えたところで、実験者は「ここにある青い円と赤い円は同じだけありますか」とチップの同数を問う。対象者の自発的修正を抑止しない。その回答を得てから、青のポーカーチップの間隔を約2倍に広げてから、再度、「青い円と赤い円は同じだけあるでしょうか、それともどちらかがたくさんあるでしょうか」とチップの多少等を問う。その回答を得た後、「どうして同じ数だと思ったのですか」もしくは「どうして、こちらがたくさんになったと思ったのですか」とそう判断した理由を質問し、対象者が理由を回答して終了となる。

課題の提示の順序は、3、4歳期では心理的負担を考慮して最初に3個課題を行い、その不能者を除いて8個課題を行う。5歳期以降は最初に8個課題を行い、それで不能、非保存を示した者のみ3個課題を行う。

評価 保存成立とみなすのは実験者が示した見本集合と同数の集合を作成し、集合の布置を変換した後でも、2集合を等しいと判断しかつその合理的な理由をいえる場合である。変換後に等判断をしても、その理由を言えなかったり言えたとしても不適切で不合理であれば中間段階とする。見本集合と同数集合を作成できない場合、同数集合を作成して変換後に等判断しない場合は非保存とする。これは標準的保存課題の一般的な評価基準である。

結 果

集合数8による保存課題に対する回答状況

全体を概観するために、6期における保存課題の結果として保存、中間、非保存の人数比率をFigure 1に示す。保存は3歳前期で1人だけであるが、年齢が増すと共にその人数比率は単調に増加し4歳前期には10%を超え、それ以降ほぼ10%ずつ増加する。5歳後期には41.2%となる。非保存は3歳前期では91.8%であるが、年齢が増すと共にその人数比率は期毎ほぼ10%ずつ単調に減少して、5歳後期には50.6%となる。中間は3歳後期で3.5%と最低であるが、これを除く5期では10%前後の比率ではほぼ一定である。

6期における回答別の人数を検定するのであるが、中間者はどの期でも少ないし、保存者は3歳期では少ないので2者の合計人数と非保存者の人数を検定した。その結果、人数の偏りは有意であった($\chi^2(5)=56.92, p<.01$)。残差分析の結果、非保存者数は3歳前期と後期で多くなり、5歳前期と後期で減少することが分かった(調整された残差: 3歳前期4.37, 3歳後期3.57, 5歳前期-3.08, 5歳後期-4.94; 全て $p<.01$)。年齢が増すにつれて非保存者の人数は減少し、反対に保存者は増加するといえる。

次に課題の各手続き過程における回答状況を詳細に検討していく。

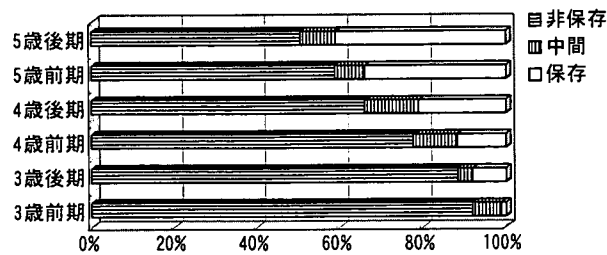


Figure 1 標準的保存課題の保存反応

見本集合と同数集合の作成 最初の過程である見本集合と同布置で同数集合を作成する実態をみていこう。正しく集合を作成した作成可能者の人数を Table 1に示す。作成可能者はほとんどが一対一対応方略を使う。それ以外の方略とは見本の個数を数え、計数によって同数の集合を作成するものである。

Table 1 6期における見本集合と同数集合の作成可能者数

	3 歳前期	3 歳後期	4 歳前期	4 歳後期	5 歳前期	5 歳後期
作成可能者数	28	50	71	75	78	81

ほぼ完全達成している 5 歳後期を除く 5 期における作成可能者と作成不能者の人数を検定したところ、人数の偏りは有意であった ($\chi^2(4)=102.58, p<.01$)。残差分析の結果、作成可能者は 3 歳前期と後期で少なく、4 歳前期と後期、5 歳前期で増加している (調整された残差: 3 歳前期-8.66, 3 歳後期-2.78, 4 歳前期2.83, 4 歳後期3.90, 5 歳前期4.71; 全て $p<.01$)。年齢が増すと共に集合を正しく作成できる人数が増加する。

2 集合の同数の確認方略 次に同数集合を正しく作成した者が、その同数を確認する過程における方略をみてみよう。保存反応別に使用した方略の件数と比率を Table 2に示す。()内は比率である。

同数確認が不能なものは 3 歳前期のただ一人である。集合を作成してしまえば確認は容易といえる。保存反応にかかわらずどの時期でも即答の比率が計数より圧倒的に高い。計数の比率は年齢が高い期では保存反応によって違いがあるようにみえる。そこで各期における保存反応者間の計数の比率を検定した結果、5 歳児前期で保存20.7%、非保存4.7%で保存の方が高く、その差は有意傾向 ($.05<p<.10$) である。その他では差は有意となる程ではない。4 歳後期以前では計数はどの場合でも比率はきわめて低く、反対に 5 歳後期ではその比率が13%前後と一定だからのようである。しかしその比率の差は隣り合う年齢期の間では有意ではない。

そこで保存反応で分けずに全体で隣り合う年齢期における計数比率を検定すると、4 歳後期は2.7%、5 歳前期は11.5%でその差に有意傾向がある。5 歳後期は13.6%で5 歳前期とは有意差はなく、4 歳後期とは有意差 ($.01<p<.05$) がある。5 歳期になると計数で確認する者が増加している。それも保存反応に関係なく、全体で計数する者が増えるのである。その理由は後で考察する。

Table 2 保存反応別の確認方法

反応	方法	3歳前期	3歳後期	4歳前期	4歳後期	5歳前期	5歳後期
保存	計数	0	0	0	1(5.6)	6(20.7)	5(14.3)
	即答	1(100)	7(100)	10(100)	17(94.4)	23(79.3)	30(85.7)
中間	計数	0	0	0	1(9.1)	1(16.7)	1(14.3)
	即答	6(100)	3(100)	9(100)	10(90.9)	5(83.3)	6(85.7)
非保存	不能	1(4.8)	0	0	0	0	0
	計数	1(4.8)	0	2(3.8)	0	2(4.7)	5(12.8)
	即答	19(90.5)	40(100)	50(96.2)	46(100)	41(95.3)	34(87.2)

変形後の判断と理由 保存者は変形後に等判断し、その理由が合理的なものである。回答された理由は、一方の間隔を伸ばただけという「伸ばただけ」、集合の個数に変わらないという「増減なし」、先に同数にしたからという「同数だった」、伸ばした間隔を元に戻せば同数という「戻せば同数」、集合を計数して同じという「計数し同数」、の5つに整理して Figure 2に示した。年齢が上昇するに伴い、計数して個数に言及する回答が減少し、変形が伸ばただけでは増減に無関係であり元に戻せば同じになるという論理的な回答の増加する傾向がみられる。

中間者は変形後に等判断するが、その理由が合理的でないものである。回答された理由は、質問後5秒以上反応がない「無答」、理由は知らない、分からないなどという「分からない」、集合を指さしてこれくらいだから、いっぱいだから、長いから、詰まっているからなどという「不合理」、実際の8個とは異なる個数を答える「誤集合数」、の4つに整理して Figure 3に示した。件数が少ないので統計分析はできない。「不合理」の回答は、3歳後期以降の5期にみられる。2集合を等判断した理由を質問されて何を答えてよいのか分からず回答しているようである。「誤集合数」は計数したものの誤って個数を把握したのであろう。

非保存者は変形後に等しくないと判断し、列の長い集合もしくは短い集合をたくさんあるとしたものである。ここでは見本集合を正しく作成できたもののみを対象する。回答された理由は、質問後5秒以上反応がない「無答」、理由は知らない、分からないなどという「分からない」、理由を多いからとしか述べない「多いから」、短い方を多いとし理由は列が詰まっているからという「高密度」、長い方を多いとし理由は列が長いからという「長いから」、集合が8個あるか

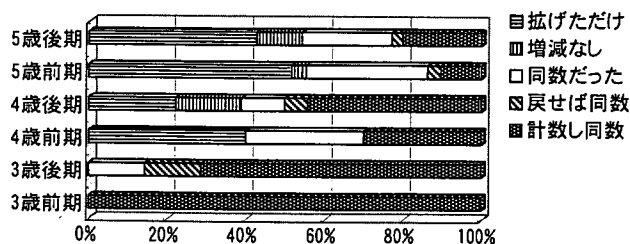


Figure 2 保存者の判断理由

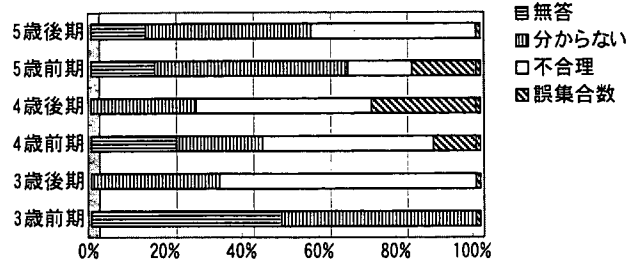


Figure 3 中間者の判断理由

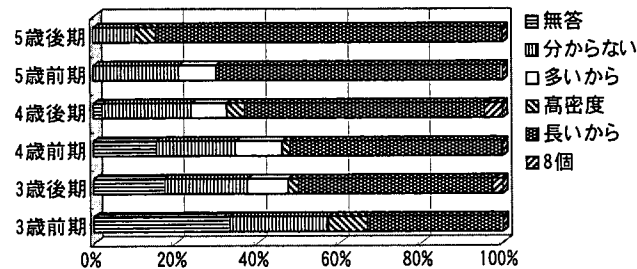


Figure 4 非保存者の判断理由

らという「8個」の6つに整理して Figure 4に示した。

年齢が上昇するにつれて「分からない」「無答」は減少し、「長いから」という理由が増加する。「多いから」は3歳後期から5歳前期にみられる。これは理由を質問されて何を答えてよいのか分からず回答しているようだ。「8個」と集合の正しい個数を理由にしている者が3歳後期に1人、4歳後期に2人いる。その3人はその後5歳後期まで非保存である。彼らは質問され、集合の個数を述べただけのようだ。確信をもった回答は「高密度」と「長いから」である。そこで6期におけるその比率を検定した結果、5歳後期が高く他の5期とすべてに有意差がある（5歳前期とは $.01 < p < .05$, 他は $p < .01$ ）。5歳前期は3歳前期と後期と比べると高く、その差は有意傾向（共に $.05 < p < .10$ ）である。3, 4歳期の非保存者はどちらか一方が多いと判断するものの、それは確信あってそうしているのではない者が多い。5歳期になると確信を持って一方を多いと判断するものが増えるといえよう。

集合数8による課題における保存反応の推移

保存反応は非保存から中間、そして保存へと発達すると推測される。そうであるならばある期の保存反応と他の期の保存反応とは連関するはずである。中間者の人数はどの期でも少ないので、このままでは検定できない。中間は等判断した理由をいえないとか、不適切な理由をいっているのであるが、一応、長さの異なる2集合を等判断している。ここでは中間を保存に含めて保存と非保存の 2×2 で検定を行い、そのFisherの直接確率計算結果をTable 3に示す。

3歳前期はまったく他の期と連関していない。3歳後期は4歳前期と有意傾向、5歳後期と有意であるが、その他の2期とは有意ではない。3歳後期で保存（中間を含む）の10人は4歳後期では5人が非保存、5歳前期では4人が非保存である。3歳の2期では保存・中間ともに人数は少ないし、3歳期で保存・中間でも年齢が増すと非保存に戻るなど保存反応に一貫性が

Table 3 集合数8による課題の保存反応の連関の検定結果

	3歳後期	4歳前期	4歳後期	5歳前期	5歳後期
3歳前期	ns	ns	ns	ns	ns
3歳後期		↑	ns	ns	**
4歳前期			**	**	**
4歳後期				**	**
5歳前期					**

注. **: $p < .01$, ↑: $.05 < p < .10$, ns: non significant

なく、それで連関がないのである。

4歳前後期と5歳前後期はすべての組み合わせにおいて強く連関している。4, 5歳期では保存者が多くなり、その多くが一度保存成立すると非保存に戻らない。しかし、そうした者がまったくいないのではない。単に人数が少ないだけである。

保存反応の変化を個人レベルでみてみよう。保存, 中間の人数が少ない3歳期を除いて, 4, 5歳の4期のすべてにおいて非保存のものは28人(32.9%)である。非保存もしくは中間から保存になったものは33人, 非保存から中間になったものは1人である。この幼児たちは非保存から中間, そして保存へと一貫した発達を示した者で34人(40.0%)いる。

一度保存を示した後, 非保存に戻った者は8人, 一度保存を示した後, 中間に戻った者は4人, 中間から非保存に戻った者は11人である。この幼児たちは保存反応の発達に一貫性がなく保存, 中間となった後に水準が低下するもので合計で23人(27.1%)いる。ある時期に保存が成立しても, 年齢が増すと中間や非保存に戻る幼児がいるし, 中間から非保存に戻る幼児の存在が示された。

8個課題の非保存者の3個課題における結果

8個課題の非保存者が3個課題の各手続き過程において回答した結果をまとめてTable 4に示した。数値は人数で, その比率を()内に示した。なお8個課題において保存, 中間の者で3個課題で非保存であったものは3歳前期と後期では皆無だが, 4歳前期では19人中1人, 4歳後期では29人中2人であった。4歳期では8個課題で保存, 中間を示しながら3個課題で非保存となる者がわずかだが存在する。

保存反応の比率 6期の集合数8と集合数3の同数集合の作成可能者の比率を検定したところ, 有意差があったのは3歳前期と後期のみであった(共に $.01 < p < .05$)。3歳期では集合数3の作成の方が容易であるが, 4歳期以降になれば集合数3でも8でも同様に作成できるようになっている。

3歳前期では保存者は0人であるが, それ以降の5期では10%で前後で, 年齢が増してもその比率が高くなる傾向はない。非保存者も年齢が増しても減少していない。この結果は集合数8の課題と異なっている。

そこで6期における保存者と中間者の合計人数と非保存者の人数を検定したところ, 人数の偏りは有意でなかった($\chi^2(5) = 7.00$, non significant)。対象者における非保存者の比率は4歳後期で73.2%と若干低いがその他の5期は80%代であり, 年齢期にかかわらず等しいのである。さらに各期の8個課題と3個課題における非保存者の比率を検定した結果, 5歳の前期と

Table 4 集合数3での保存課題の結果

	対象	同数集合作成		同数確認		保存反応		
		不能	可能	計数	即答	保存	中間	非保存
3歳前期	78	38	40(51.3)	0	40	0	8(10.3)	70(89.7)
3歳後期	75	16	59(78.7)	0	59	11(14.7)	2(2.7)	62(82.7)
4歳前期	66	7	59(86.4)	1	58	6(9.1)	3(4.5)	57(86.4)
4歳後期	56	2	54(96.4)	0	54	8(14.2)	7(12.5)	41(73.2)
5歳前期	50	2	48(96.0)	2	46	5(10.0)	3(8.0)	42(84.0)
5歳後期	43	1	42(97.7)	0	42	4(9.3)	3(7.0)	36(83.7)

注. 数値は人数, その比率を()内に示す。

後期で集合数3における比率の方が高く, その差は有意(共に $p < .01$)であった。さらに非保存から同数集合の作成不能者を除いて検定しても, 全く同じ結果であった。これを単純にみると5歳期では3個課題の方が難しいといえよう。しかし, それはこちらの課題では8個課題の保存者と中間者を除いているからであろう。

3, 4歳期の実態から5歳期でも8個課題の保存者と中間者は3個課題でも保存, 中間を示すと十分推測できる。そこでこの推測に従いそれらを3個課題の保存もしくは中間として6期における保存者と中間者の合計人数に加え, これと非保存者の人数を検定した。その結果, 人数の偏りは有意である($\chi^2(5) = 45.41$, $p < .01$)。残差分析の結果, 非保存者の人数は3歳前期と後期で多くなり, 4歳後期と5歳前期, 後期で減少することが分かった(調整された残差: 3歳前期4.53**, 3歳後期2.59**, 4歳後期-2.51*, 5歳前期-2.27*, 5歳後期-3.73**; **: $p < .01$, *: $.01 < p < .05$)。年齢が増すにつれて非保存者の人数は減少する。さらにこの結果と8個課題の結果における各期の非保存者の比率を検定した結果, 3歳後期と4歳後期のみに有意差があり(共に $.01 < p < .05$), 非保存者の比率は8個課題の方が高かった。その他の期では違いがない。

これらの結果を合わせて考えると, 8個課題で非保存の者は, 年齢に関わらず3個課題でも非保存となりやすい。使用される集合数に関係なく非保存になるのは個人で一貫している幼児が多いのである。この傾向は特に5歳期に強くみられる。

2 集合を等しいもしくは一方を多いと判断した理由 見本の集合と同数集合の作成が可能なのは, 6期のすべてで全員が同数確認をした。その者が集合を変形した後に判断した理由を保存反応別に8個課題の場合と同様に整理して該当者数とその比率を()内の数値でTable 5に示した。

保存者の理由をみると「計数し同数」がどの期でも最も多い。その比率は8個課題と比較すると4歳前期以降, 3個課題の方が高いように見える。そこでその比率を検定した結果, 5歳前期のみに有意差があった($p < .01$)。保存者の人数が少ないので統計的な差は出にくいだが3個課題の方が集合の個数を理由にする回答は多い傾向にあるといえよう。

中間, 非保存では「無答」「分からない」という回答は確信のない理由である。中間では3個課題でも8個課題でも人数が少ないので検討できない。非保存における「無答」「分からない」の回答者の比率を8個課題と3個課題で比較すると, 8個課題の方が高い。その比率を検定した結果, その差は5歳後期を除く5期において有意であった(全て $p < .01$)。3個課題の方では

Table 5 集合数3の保存課題における判断理由

反応	理由	3歳前期	3歳後期	4歳前期	4歳後期	5歳前期	5歳後期
保 存	あげただけ	0	1(9.1)	2(33.3)	0	0	1(25.0)
	増減なし	0	0	0	0	0	0
	同数だった	0	1(9.1)	0	2(25.0)	0	0
	戻せば同数	0	2(18.2)	0	0	0	1(25.0)
	計数し同数	0	7(63.6)	4(66.7)	6(75.0)	5(100)	2(50.0)
中 間	無答	3(37.5)	1(50.0)	1(33.3)	0	0	0
	分からない	5(62.5)	1(50.0)	2(66.7)	5(62.5)	1(33.3)	1(33.3)
	不合理	0	0	0	3(37.5)	2(66.7)	2(66.7)
非 保 存	無答	0	0	1(2.1)	0	0	0
	分からない	3(7.5)	5(10.9)	0	0	0	0
	高密度	11(27.5)	6(13.0)	3(6.3)	6(15.4)	5(12.5)	3(8.6)
	長いから	18(45.0)	35(76.1)	44(91.7)	33(84.6)	35(87.5)	32(91.4)
	同数である	8(20.0)	0	0	0	0	0

注. 数値は人数, その比率を()内に示す。

確信を持って非保存の理由を回答する者が多い。5歳後期になると集合数の多少に関係なく、確信を持って非保存となる理由を回答する者がほとんどである。

考 察

5歳期になると同数確認で計数がなぜ増加するのか

集合数8による保存課題では、実験者が提示した見本集合と同数集合を作成してその同数を判断する際の方略として計数が5歳期になると増加していた。それまではほとんどが2集合を一見して直ぐに同数と回答する即答であった。幼児は物が8個直線状に並んだ集合の個数をサビタイズで把握するのは不可能である。だから即答は、記憶している2集合の個数に基づくか、直前に自分で一対一対応で同数に並べた記憶か、2集合の布置の知覚によるであろう。

同数集合の作成では、幼児のほとんどが一対一対応によっていたから、同数に並べた記憶か、2集合の布置の知覚によると推測できる。5歳期になれば記憶も知覚による判断もより確実になっているはずである。それなのに5歳期になるとどうして計数による確認が増加するのだろうか。

この過程の手続きを考えてみよう。実験者は見本集合を示して対象者に、「これと同じように同じ数だけ並べてください」と要求する。その要求に応じて対象者が布置を完了したら、「この2つの集合は同じだけあるでしょうか」と質問している。これに対して集合の作成に不安な幼児は確かめようとするだろうし、反対に確実に集合を作成したと確信している幼児は実験者が分かり切ったことを聞いていると感じる可能性がある。そう感じた者はSiegal (1991/1993) が指摘するように、その質問の意味を字義通りに理解せずに、「本当に同数なのか証拠をみせなさい」などと誤解して、計数してみせしていると推測できる。

もし保存者や中間者が非保存者より数能力が高いといえるのであれば、非保存者より同数集

合の作成に確信を持つ者は彼らの方に多くいるだろう。そうであるならば、5歳前期で保存者と中間者の方が非保存者よりも計数しているのも同様に解釈できる。

本研究ではこれは証明しようがなく推測の域をでないが、今後の研究に期待したい。

標準的保存課題の手續きにおける問題の検討

集合数8による保存課題の結果の分析によって、3歳期で保存成立しても年齢が増すと非保存に戻るなど保存反応に一貫性がないことがわかった。さらに保存、中間の人数が少ない3歳期を除いて、保存反応の変化を個人レベルで検討したところ、ある時期に保存が成立しても、年齢が増すと中間や非保存に戻る幼児や、中間から非保存になる幼児の存在が示された。保存反応の発達に一貫性がなく保存、中間となった後に水準が低下する幼児は1/4ほどいるのである。どうして幼児によって保存反応は年齢が増すに従って非保存から中間、そして保存と一貫した発達を示さないのだろうか。

また小さな集合を使った保存課題の方が、大きな集合数を使ったものより、保存者が多くなるという予想は一部の年齢期で検証されたが、全体において大きな違いがあるとはいにくい。集合数8の課題の非保存者は集合数3の課題でも非保存となる傾向があったからである。特に5歳期にそれが強く見られた。5歳期ともなれば幼児のほとんどが3個の集合の個数をサビタイズで確実に把握できる。それなのに幼児の多くが列の長い方を多いと判断するのである。8個の集合の個数を確実に把握するのは難しいから、列の長さや密度に注目して非保存となった者でも、確実に個数が分かれば、個数に着目して中間や保存になる者もいるはずである。しかし、それがあまりにも少数なのである。年齢が増すほど少数なのである。3歳前期の非保存者のうちの8人(20%)がその理由として「同数」と回答し、等しいのに気づいていた。しかし、それ以降の年齢期ではこの回答は皆無である。また3歳前後期では、「分からない」と確信のない回答をする者もいる。しかし、4歳後期以降は非保存の全員が確信を持って、「長いから」や「高密度」を理由にしている。こうした傾向は3個課題の中間者にもみられる。彼らの理由を見ると4歳前期までは「無答」「分からない」だけであるが、4歳後期以降になると「無答」が消え、「不合理」の回答が出現する。消極的な回答から、積極的に非保存を示す理由をあげるのである。要素が3個の2集合を等しいと判断しながら、その理由を質問されるといったことから、長いから、詰まっているなどというのである。年齢が増すにつれて幼児は確信を持って非保存の理由を回答するようになるのである。

こうした事実は Siegal (1991/1993) が示した集合列の変形操作の前後に2度同じ質問を与えられる手續きが幼児の誤解を引き起こしているという主張を受け入れると容易に解釈できる。

年齢が高くなるほど会話ルールの認識が深くなり、再度の質問に対して誤った解釈をする者が多くなるのであろう。それで例えば4歳後期に保存となった幼児が、5歳前期に非保存もしくは中間に戻ると解釈できる。さらにその後に保存になるのは、再度の質問にも惑わないほどに、例えばその2集合の個数を記憶して確信を持つなどが考えられる。それが可能になるのは作業記憶容量の使い方が加齢と共に経験を通してうまくなることによると推測できる。こうして最終的に保存を成立させていくのだろうか。

また8個課題の非保存者において年齢が増しても3個課題の非保存の比率は高いまま変化しないのは、彼らの多くが2集合の同数を分かっているにもかかわらず意図的に非保存となる回答をしていると推測する。だから確信を持って積極的な理由を述べるのである。

中間者の場合、年齢が低い期の幼児は、「見れば等しい」と分かり切った理由を質問をされて困惑してしまい、黙ってしまうか、分からないというしかない。それが年齢が増すにつれて、「等しい」と回答したら分かり切った理由を質問されるので、「等しくないという答えを期待され、等しくない理由を言えばよいのだろう」と考えて「いっぱいだから」「長いから」「詰まっているから」などと回答するのであろう。「これくらいだから」との回答は他とは異なり非保存を示すものではないが、「見れば等しい」と分かり切ったことに対する質問にどう答えてよいのか困惑の深さを示すものであろう。

標準的保存課題を用いた縦断的な実験結果の分析によっても、その手続きに問題があることが示唆された。数の保存の成立は確かに子どもの数概念形成過程における重要な指標である。保存成立を確実に把握するために、対象幼児に誤解を生じさせず、かつ幼児が興味を持って取り組み得るような実験の方法を確立する必要があるといえよう。

※本研究は、平成15年度日本学術振興会科学研究費補助金基盤研究(C)(2)、課題番号14580274の援助を受けてなされた研究の一部である。

引用文献

- Baroody, A.J. 1993 Fostering the mathematical learning of young children. In B.Spodek (Ed.), *Handbook of research on the education of young children* (pp.151-175). NY: Macmillan.
- DeVries, R., & Kohlberg, L. 1992 ピアジェ理論と幼児教育の実践：モンテッソーリ，自由保育との比較研究(加藤泰彦，監訳)．北大路書房．(DeVries, R., & Kohlberg, L. 1987 *Program of early education: The constructivist view*. NY: Longman.)
- Gelman 1972 Logical capacity of very young children: Number invariance rules. *Child Development*, 43, 75-90.
- Kamii, C.K., & DeClark, G. 1987 子どもと新しい算数：ピアジェ理論の展開(平林一栄，監訳)．北大路書房．(Kamii, C.K., & DeClark, G. 1985 *Young children reinvent arithmetic: Implications of Piaget's theory*. NY: Teachers College Press.)
- 中垣 啓 1990 数保存課題におけるみかけの“文脈効果”について．教育心理学研究，38，369-378.
- Siegal, M. 1993 子どもは誤解されている：「発達」の神話に隠された能力(鈴木敦子・外山紀子・鈴木宏昭，訳)．新曜社．(Siegal, M. 1991 *Knowing children: Experiments in conversation and cognition*. East Sussex: Lawrence Erlbaum Associates.)
- Siegler, R.S. 1992 子どもの思考(無藤隆・日笠摩子訳)．新曜社．(Siegler, R.S. 1987 *Children's thinking*. NJ: Prentice-Hall.)

Children's Constructing Concepts of Number-conservation over Three Years at a Kindergarten

Ryohei MARUYAMA*

ABSTRACT

The purpose of this study is to investigate longitudinal features of children's constructing concepts of number conservation over three years at a kindergarten. Eighty-five children from one kindergarten in Niigata participated in this project. They did not have any special arithmetic instruction at the kindergarten.

They were given Piagetian tasks of number conservation. One task used a set of eight elements and the other used a set of three elements. The data obtained from these tasks were collected twice every school year for three years, and thus amount to six samples as a whole. We analyzed these data and examined how children performed the tasks in the course of their growth and investigated problems with procedures of Piagetian tasks.

* Division of Early Childhood Education