第２章

幼稚園に就園する３年間で幼児が習得する数唱と数詞系列の実態

上越教育大学研究紀要　第22巻　第1号　平成14年10月
Bull. Joetsu Univ. Educ., Vol. 22, No. 1, Oct. 2002

幼稚園に就園する３年間で幼児が習得する数唱と数詞系列の実態

丸　山　良　平*

(平成14年４月30日受付；平成14年６月６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年間を通して数唱を習得し，数詞系列を理解していく実態を縦断的に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。数唱と数詞系列の習得に関する資料を毎年度２回，計６回収集した。そのデータを分析して，それらの習得の実態を検討し，年齢が高くなるに従って数唱と数詞系列を数処理のスキルとして使用するようになる過程を考察した。

KEY WORDS

counting	数唱	number word sequence	数詞系列
number concept	数概念	early childhood education	幼児教育

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年間を通して数唱を習得し，数詞系列を理解していく実態を縦断的に明らかにすることである。

数詞は数を表す言葉であり，数が増える方向に，いち，に，さん・・と決まった順序がある。数詞がその一連の順序に並んだものを数詞系列といい，数詞を順序通りに唱えることを数唱という。そして数が増える方向を上昇方向と呼び，その順序で数詞を唱えることを順唱といい，逆に数が減る方向を下降方向と呼び，その順序で唱えることを逆唱という。

順唱は風呂場の歌といわれるほど，子どもが順唱を初めて聞く場所はたいていお風呂の中であるというし，こうして順唱を聞き覚えた子どもは言葉を続けて発言できるころには間違いなく順唱がいえるようになるという(中沢，1981)。確かに幼稚園，保育所の３歳クラス児の半数ほどが１から10までの順唱をできるとの報告は多い（例えば，藤永・斎賀・細谷，1963；三浦・西谷，1976)。逆唱は５歳クラス児が遊びの中で，ロケットの発射や時限爆弾の爆発のなどの場面における10からの０までのカウントダウンとして筆者はしばしば観察している。満６歳前後では幼児の1/3程度が10からの逆唱を達成するという（三浦・西谷，1976)。子どもは幼児期に逆唱をある程度，習得しているのである。

さて子どもの数唱の発達を Fuson,Richards & Briars（1982）は５つの水準モデルで説明している。それによると最も初歩の第１水準は String Level（糸状水準）といい，１つ１つの数

*　幼児教育講座

詞のつながりが全体で1つのまとまりであるようにしかいえない状態である。数詞を単に機械的に記憶しているに過ぎず，数詞は思考の対象になっていないという。次の第2水準はUnbreakable Chain Level（分割不能な数詞系列の水準）といい，1からある数までの順唱がある程度できるようになる。この水準でも数詞系列は全体で1つのまとまりと理解されていて，部分に分割できない。しかし数詞は思考の対象となっており，数詞の規則性を理解しているという。

第3水準はBreakable Chain Level（分割可能な数詞系列の水準）といい，1から特定の数詞までの順唱ができるばかりではなく，1以外の特定の数詞から始める順唱が可能になり，そして指定された数詞で停止できる。このように数詞系列を分割して順唱ができるには，数唱しながら数唱を停止する数詞を意識していなければならない。停止数を記憶して意識し続けるには，短期記憶の容量が必要である。そしてこうした順唱ができると，効率的な加算が可能になるという。例えば4に3を加える場合，4から順唱を始め，「5，6，7」と3つ数え上げて答えをだすのである。さらにこの水準では逆唱も可能になってくるという。逆唱でもある特定の数詞から1までの逆唱が可能となり，次にある特定の数詞から逆唱を始めて1以外の指定された数詞で停止できるという。こうした逆唱ができれば，効率的な減算が可能になる。しかし逆唱は短期記憶の容量が関係して幼児には難しく，さらに個人差が大きいという。

第4水準はNumeral Chain Level（数詞連鎖の水準）といい，数詞系列にある個々の数詞を独立した数詞として理解し，数詞系列をそうした数詞の連鎖として理解し，操作できるようになる。短期記憶の容量が増加し，さまざまな数の処理が可能になっている。数詞系列を心的数直線として使用して，ある数詞から特定の数だけ順唱したり，ある数詞aからある数詞bまでにある数詞の個数nを計数したりできる。数唱を数処理のスキルとして使い，数の加算ができるようになるが，それは幼稚園の5歳クラス期から小学校1年の頃に可能になるという。

最も高度な第5水準はBidirectional Chain Level（双方向での数詞連鎖の水準）といい，順唱と逆唱を容易に行い，数唱の方向を柔軟に変えられるし，数詞系列の分割も自由にできるようになる。上昇方向，下降方向のどちらの順序でも数詞系列を確実に記憶しており，順唱と逆唱を効果的な数処理のスキルとして使える。この水準は就学後という。

子どもは初期には数唱を言葉のまとまりとして記憶するが，次第に言葉のまとまりから数詞を分離していき，一つ一つの数詞が一つ一つの数を意味していると分かるようになる。数詞系列を個々の数詞が連鎖したものと理解し，数唱を数処理のスキルとするようだ。本研究ではこのモデルを念頭において，数唱の習得を確かめる問題を作成する。

本研究でいう数詞系列の理解とは，数詞系列にある個々の数詞を独立した数詞として理解し，数詞系列をそうした数詞の連鎖として理解し，扱えることと考えており，Fuson他のいう第4水準にあたる。これは例えば，ある数詞aよりnだけ大きい（または，小さい）数詞はいくつか，もしくは，数aは数bよりいくつ大きい（または，小さい）か，という問題で確認できるだろう。これと類似した問題の形式として，三浦・西谷（1976）が作成した幼児用数量概念診断テストに，「4より1（または2）大きい（または小さい）数は何ですか」がある。これらを参考にして数詞系列の理解に関する問題を作成する。

子どもは幼児期のいつ頃，どの程度，数唱を習得しているのだろうか。その際に数唱の習得は数詞の順序の理解や数詞系列の習得とどのように関連しているのだろうか。本研究ではそれらについての検討を試みる。

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。

調査手続き　調査は園内の一室において個別に面接しながら行った。調査者は対象者と並列して机に向かって座り，口頭で問題を教示しながら，対象者の口答を記録用紙に記述した。その様子をVTRに収録した。

これらの課題は総合的な数能力調査の一部として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，筆者が実施した。各時期の対象者の平均満年齢・月齢は，3歳クラス前期：3歳9ヶ月，3歳クラス後期：4歳4ヶ月，4歳クラス前期：4歳9ヶ月，4歳クラス後期：5歳4ヶ月，5歳クラス前期：5歳9ヶ月，5歳クラス後期：6歳4ヶ月である。

調査課題　数唱課題は順唱課題と逆唱課題からなる。以下，各課題の問題の内容を記述すると共に，その末尾の（　）内にその問題の記号を示す。以降，その記号で各問題を示す。順唱課題は，1から10までの順唱(1→10)，3から10までの順唱(3→10)，5から10までの順唱(5→10)，7から10までの順唱（7→10）の4問題，逆唱課題は10から1までの逆唱（10→1），10から3までの逆唱（10→3），10から5までの逆唱（10→5），10から7までの逆唱（10→7）の4問題である。

数詞系列課題は，数詞aより2つ大きい数詞を問うもの（昇系列課題と呼ぶ）と，数詞bより2つ小さい数詞を問うもの（降系列課題と呼ぶ）からなる。以下，各課題の問題の内容を記述すると共に，その末尾の(　)内にその問題の記号を示す。以降，その記号で各問題を示す。昇系列課題は3より2つ大きい数(3G2)，5より2つ大きい数(5G2)，7より2つ大きい数(7G2)の3問題である。降系列課題は，3より2つ小さい数(3L2)，5より2つ小さい数(5L2)，7より2つ小さい数(7L2)の3問題である。6回目の5歳クラス後期はそれらに加えて，9より2つ大きい数(9G2)，9より2つ小さい数(9L2)を問い，昇・降系列ともに4問題を課した。

評価・分析手続き　数唱課題，数詞系列課題の各問題は，1度目の教示後の解答が誤答，もしくは無答（教示終了後5秒以上反応がないもの）の場合，再度教示して解答を要求した。再度の教示で正答した場合，1度目の正答と同様に正答とし正答率を算出した。得点化は1度目の教示での正答は2点，再度の教示での正答は1点と評価し，順唱課題，逆唱課題，昇系列課題，降系列課題における各問題の合計をそれらの課題得点とした。正答率の差の検定および問題や課題の連関の検定は，Fisherの直接確率計算法による結果を採用した。

結　　果

1．順唱，逆唱課題の正答率と課題間の関連

数唱課題の各問題の正答率をFig. 1に示した。さらに同じ時期の各問題の正答率の差を検定

した結果を Table 1-1, Table 1-2, Table 1-3に示した。

順唱では１→10の正答率がどの時期でも他の問題に比べ最も高い。それは３歳クラス前期では48%であるが，その約半年後の後期では78%となる。４歳クラス前期では87%，後期で98%となり，５歳クラス前期では97%，後期で100%と完全達成する。

１以外の数詞から始める順唱（以降，途中順唱と呼ぶ）である３→10，５→10，７→10の３問題の正答率は同じ時期内では有意差がない。これらの正答率は３歳クラスの前期では10%台，後期では37%前後となる。４歳クラスの前期ではほぼ70%となり，後期ではほぼ85%となる。５歳クラスの前期ではほぼ95%であるが，後期になると98%程度までに達する。これらは年齢・月齢が増すと共に上昇するが，３歳クラス期と４歳クラス期では１→10の正答率より低く，このクラス期の４つの時期で有意差がある。５歳クラス期になってはじめて１→10の正答率との差がなくなる。

逆唱では４問題の正答率は３年間の６つの時期内では有意差がなく等しい。１までの逆唱と１以外の指定された数詞で停止する逆唱（以降，途中停止の逆唱という）に違いがないのである。それらの正答率は３歳クラス前期で１～３%，後期で10%台となり，４歳クラス前期で30%台，後期でほぼ65%となる。５歳クラス前期で75～84%，後期で87～92%となる。これらは年

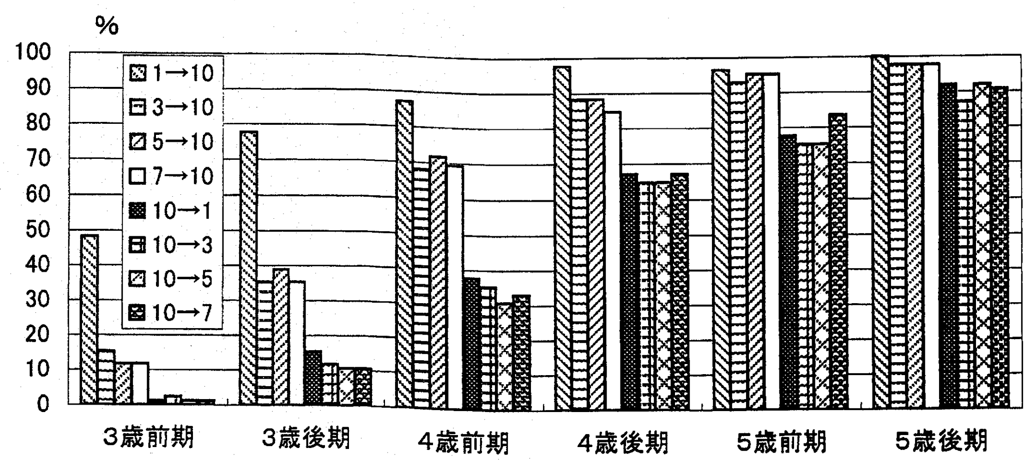

Fig. 1　数唱課題の正答率

Table 1-1　３歳クラス前期と後期における数唱問題間の平均値の差の検定

問題	1→10	3→10	5→10	7→10	10→1	10→3	10→5	10→7
1→10		**	**	**	**	**	**	**
3→10	**		ns	ns	**	**	**	**
5→10	**	ns		ns	**	*	**	**
7→10	**	ns	ns		**	*	**	**
10→1	**	**	**	**		ns	ns	ns
10→3	**	**	**	**	ns		ns	ns
10→5	**	**	**	**	ns	ns		ns
10→7	**	**	**	**	ns	ns	ns	

注．右上半分３歳クラス前期，左下半分３歳クラス後期，
　**：p＜.01，*：.01＜p＜.05，ns：non significant

Table 1-2　4歳クラス前期と後期における数唱問題間の平均値の差の検定

問題	1→10	3→10	5→10	7→10	10→1	10→3	10→5	10→7
1→10		**	*	**	**	**	**	**
3→10	*		ns	ns	**	**	**	**
5→10	*	ns		ns	**	**	**	**
7→10	**	ns	ns		**	**	**	**
10→1	**	**	**	*		ns	ns	ns
10→3	**	**	**	**	ns		ns	ns
10→5	**	**	**	**	ns	ns		ns
10→7	**	**	**	*	ns	ns	ns	

注．右上半分4歳クラス前期，左下半分4歳クラス後期，
**：p<.01，*：.01<p<.05，ns：non significant

Table 1-3　5歳クラス前期と後期における数唱問題間の平均値の差の検定

問題	1→10	3→10	5→10	7→10	10→1	10→3	10→5	10→7
1→10		ns	ns	ns	**	**	**	**
3→10	ns		ns	ns	**	**	**	†
5→10	ns	ns		ns	**	**	**	*
7→10	ns	ns	ns		**	**	**	*
10→1	*	ns	ns	ns		ns	ns	ns
10→3	**	*	*	*	ns		ns	ns
10→5	*	ns	ns	ns	ns	ns		ns
10→7	**	†	†	†	ns	ns	ns	

注．右上半分5歳クラス前期，左下半分5歳クラス後期，
**：p<.01，*：.01<p<.05，†：.05<p<.10，ns：non significant

齢・月齢が増すと共に上昇している。

順唱と逆唱の正答率を比較すると，3歳クラス前期から5歳クラス前期までの5つの時期において，順唱の4問題は逆唱のそれより高く，その差は有意である。それでも5歳クラス後期において1→10の正答率は逆唱の4問題より高く，有意差がある。それ以外の順唱の3問題の正答率は，10→3とは有意差，10→7との差が有意傾向であり，それらより高い。幼児期を通して，逆唱の方が順唱より習得は遅れており，逆唱は幼児にとって難しいことが示された。

3，4歳クラス期では途中順唱の正答率は1からの順唱より低いので，その習得は1からの順唱を手がかりにしていると予想される。それを確認するために，6つの時期内の1→10と他の順唱の3問題間の連関を検定した。その結果，3歳クラス前期の1→10は3問題とすべて1％水準で有意であった。3歳クラス後期では3→10とは1％水準で，5→10および7→1とは5％水準で有意であった。4歳クラス前期では3問題とすべて5％水準で有意であった。4歳クラス後期以降は連関がなかったが，それは対象幼児のほとんどが1→10を正答していたからである。途中順唱の習得は，1からの順唱の習得と深く関係しているといえよう。

次に，逆唱がほとんど不能である3歳クラス前期を除き，5つの時期の逆唱問題間の連関を検定した。その結果，3歳クラス後期および5歳クラス後期では連関は有意ではなかったが，4歳クラス前後期と5歳クラス前期の3つの時期において，すべての問題間での連関が有意で

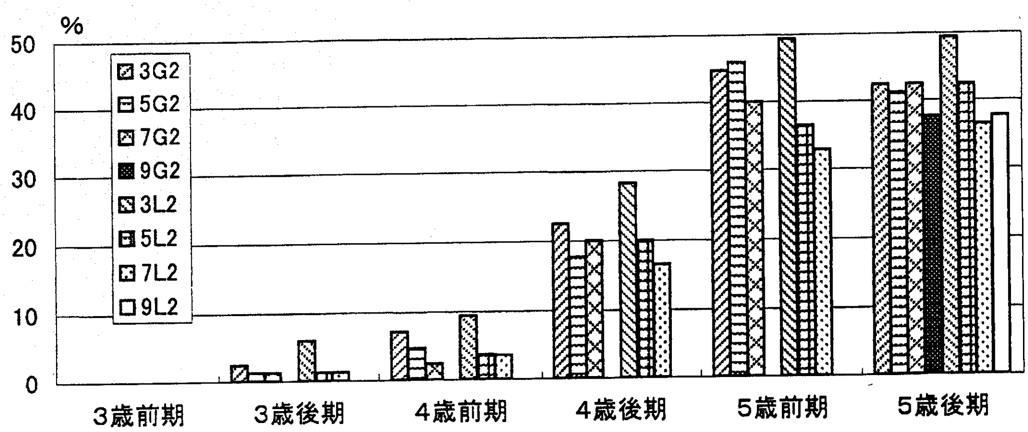

Fig. 2　数詞系列課題の正当率

あった（4歳クラス前後期はすべてで p＜.01，5歳クラス前期は10→7と10→1の間および10→7と10→5の間で.01＜p＜.05，他は p＜.01）。3歳クラス後期では逆唱の正答率は低く，逆に5歳クラス後期ではそれは高く，偏りが大きくて連関しなかった。10からの逆唱が可能になると，停止する数詞に関係なく幼児はどの逆唱をできるようになる。逆唱では幼児は記憶している言葉のまとまりとしての数詞系列を声にしているのではないようだ。数詞系列を独立した数詞の連鎖として操作しながら行っていると推測する。

2．昇系列，降系列課題の正答率

数詞系列課題の各問題の正答率を Fig. 2に示した。3歳クラス前期では対象幼児の全員がどの問題もまったく正答できなかった。3歳クラス後期になると正答率は1～6％となるが，4歳クラス前期になっても正答率は2～9％程度とあまり上昇しない。4歳クラス後期になると正答率は17～28％（昇系列課題平均20％，降系列課題平均22％）となり，5歳クラス前期には33～49％程度（昇系列課題平均44％，降系列課題平均40％）まで上昇する。しかし5歳クラス後期になっても，37～49％（昇系列課題平均41％，降系列課題平均42％）とほとんど上昇していない。就学直前でも4割程度の達成なのである。数詞系列の習得は幼児期を通してゆっくり進むと推測できる。

3歳クラス後期から5歳クラス後期までの5つの時期内における各問題の正答率の差を検定した結果，ほとんど有意差がなかった。有意差があったのは5歳クラス前期の3L2（49％）と7L2（33％）との間だけで，差が有意傾向になったのは4歳クラス前期の7G2（2％）と3L2（9％）との間，および4歳クラス後期の3L2（28％）と7L2（17％）との間であった。どの場合も3L2の正答率が高い。3歳クラス後期と5歳クラス後期にも3L2の正答率が高い傾向は有意ではないがみられる。その理由については後で考察する。その他の昇系列と降系列の問題の正答率には差はない。また5歳クラス後期のみに課した9G2，9L2の正答率は他のそれと差はなかった。起点となる数詞の大きさは，3L2を除き，昇系列，降系列のどちらでも問題の正答率に関係しなかった。幼児は何らかの一定した方略を使って，この問題を解答していると推測する。

３．順唱，逆唱，昇系列，降系列の4課題間の関連

数唱と数詞系列との習得に関連はあるのだろうか。それを確認するために３歳から５歳クラスの６つの時期における順唱課題，逆唱課題，昇系列課題，降系列課題の４課題間の関連を検定した。４課題の得点の高低によって上位群と下位群の２群に分けた。その基準を中央値とし２群の比率が等しくなるようにした。しかし，課題の難易によって大きな偏りがでるものがあった。Table 2に６つの時期の４課題得点の平均値，標準偏差，最小値，最大値，上位群の比率を示した。上位群の比率によって，６つの時期における各課題の連関を検定し，その結果と連関した課題数を Table 3-1～Table 3-3に示した。

上位群の比率が２％と極端に低い３歳クラス前期の逆唱課題と３歳クラス後期の昇系列課題，およびその比率が93％と極端に高い５歳クラス後期の順唱課題は他の課題と全く連関がない。またその比率が６～９％とかなり低い３歳クラス後期の降系列課題，４歳クラス前期の昇系列課題と降系列課題と連関する課題の数は６～８件と比較的少ない。こうした結果になったのは，それらで２群の比率に偏りがあったからだろう。その他の時期における課題と連関する課題の数は10～18件となっており，課題間の多くに連関があった。３歳クラスの時期に順唱を習得しはじめた上位群の幼児の多くは，４，５歳クラス期においても数唱課題では上位群であ

Table 2　順唱課題，逆唱課題，昇系列課題，降系列課題の平均値と上位群比率

年齢期	課題	平均値	標準偏差	最小値	最大値	上位群比率(%)
３歳クラス前期	順唱	1.73	2.37	0	8	49.4
	逆唱	0.12	0.89	0	8	2.4
３歳クラス後期	順唱	3.67	3.01	0	8	42.4
	逆唱	0.93	2.36	0	8	15.3
４歳クラス前期	順唱	5.80	2.77	0	8	56.5
	逆唱	2.54	3.33	0	8	40.0
４歳クラス後期	順唱	6.99	2.04	0	8	71.8
	逆唱	4.95	3.45	0	8	51.8
５歳クラス前期	順唱	7.49	1.58	0	8	83.5
	逆唱	5.93	2.99	0	8	51.8
５歳クラス後期	順唱	7.80	0.94	2	8	92.9
	逆唱	7.00	2.18	0	8	70.6
３歳クラス前期	昇系列	0	0	0	0	0
	降系列	0	0	0	0	0
３歳クラス後期	昇系列	0.08	0.66	0	6	2.4
	降系列	0.17	0.77	0	6	5.9
４歳クラス前期	昇系列	0.25	0.94	0	6	8.2
	降系列	0.32	1.13	0	6	9.4
４歳クラス後期	昇系列	1.08	2.12	0	6	23.5
	降系列	1.21	2.14	0	6	28.2
５歳クラス前期	昇系列	2.15	2.45	0	6	51.8
	降系列	2.11	2.40	0	6	51.8
５歳クラス後期	昇系列	2.84	3.37	0	8	47.1
	降系列	3.09	3.48	0	8	51.8

Table 3-1 順唱課題，逆唱課題，昇系列課題，降系列課題間の連関の検定

	3F 順	3F 逆	3L 順	3L 逆	4F 順	4F 逆	4L 順	4L 逆	5F 順	5F 逆	5L 順	5L 逆
3F 順		ns	ns	**	**	**	**	**	**	**	ns	**
3F 逆			ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
3L 順				**	**	**	*	*	ns	**	ns	*
3L 逆					*	**	*	**	ns	**	ns	†
4F 順						**	**	**	**	**	ns	*
4F 逆							**	**	*	**	ns	*
4L 順								**	**	**	ns	**
4L 逆									**	**	ns	**
5F 順										*	ns	**
5F 逆											ns	**
5L 順												ns
連関数	16	0	14	13	17	18	16	16	11	17	0	10

注．数値：年齢クラス；F：前期，L：後期；順：順唱課題，逆：逆唱課題；
**：p＜.01，*：.01＜p＜.05，†：.05＜p＜.10，ns：non significant

Table 3-2 順唱課題，逆唱課題，昇系列課題，降系列課題間の連関の検定

	3L 昇	3L 降	4F 昇	4F 降	4L 昇	4L 降	5F 昇	5F 降	5L 昇	5L 降
3F 順	ns	†	ns	*	*	**	**	**	**	**
3F 逆	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
3L 順	ns	†	ns	ns	**	**	†	**	**	**
3L 逆	ns	ns	ns	ns	ns	**	**	*	**	**
4F 順	ns	ns	*	*	**	**	**	**	**	**
4F 逆	ns	†	*	†	**	**	**	**	**	**
4L 順	ns	ns	ns	†	*	*	*	†	†	*
4L 逆	ns	ns	*	ns	**	†	**	**	*	**
5F 順	ns	ns	ns	ns	ns	ns	**	**	*	*
5F 逆	ns	†	ns	†	**	**	**	*	**	**
5L 順	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
5L 逆	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	*
連関数	0	8	7	6	12	14	16	16	16	17

注．数値：年齢クラス；F：前期，L：後期；順：順唱課題，逆：逆唱課題，昇：昇系列課題，
降：降系列課題；**：p＜.01，*：.01＜p＜.05，†：.05＜p＜.10，ns：non significant

り，さらに数詞系列課題でも上位群にいて，それらの習得が進んでいた。

3歳クラス前期と後期の順唱課題間には，それぞれの上位群の比率が45％前後であり，実施時期が約半年しか離れていないのに関わらず連関がなかった。それは3歳クラス後期になって前期では順唱をできなかった幼児の多くができるようになって中央値が上昇し，前期で上位群であったものが後期で下位群になったりしたからであろう。Table 3-1に示すように，この3歳クラス前後期の順唱課題は，その他の時期の順唱と逆唱課題間のほとんどに連関があった。3歳クラス期の順唱の習得はその後の数詞の順序の理解，数詞系列の習得と関係している。

Table 3-3　順唱課題，逆唱課題，昇系列課題，降系列課題間の連関の検定

	3L 昇	3L 降	4F 昇	4F 降	4L 昇	4L 降	5F 昇	5F 降	5L 昇	5L 降
3L 昇		ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
3L 降			ns	ns	ns	ns	†	†	†	†
4F 昇				ns	ns	ns	*	*	*	*
4F 降					ns	†	ns	ns	ns	ns
4L 昇						**	**	**	**	**
4L 降							**	**	**	**
5F 昇								**	**	**
5F 降									**	**
5L 昇										**
連関数	0	8	7	6	12	14	16	16	16	17

注．数値：年齢クラス；F：前期，L：後期；昇：昇系列課題，降：降系列課題；
**：p<.01，*：.01<p<.05，†：.05<p<.10，ns：nonsignificant

また同じ時期の順唱・逆唱課題，昇系列・降系列課題における相互間の連関は，Table 3-2に示すように４歳クラス前後期と５歳クラス前期においてはそれぞれの４つすべてにあった。３歳クラス後期と５歳クラス後期においてはそれぞれ１つであった。これは３歳クラス後期では数詞系列課題の上位群が少なく，５歳クラス後期では順唱課題の上位群が多く，偏りがあるためと推測する。５歳クラス後期の逆唱課題の正答率は71％で，同時期の降系列課題と連関するが，昇系列課題と連関しない。これはこの時期になると降系列課題には逆唱で正答する幼児が多いことを示唆する。

昇系列と降系列課題間の連関は，Table 3-3にあるように４歳クラス後期以降の３つの時期において，すべての課題間に強くみられた。４歳クラス後期に身につけた方略を安定して使用できるようになって正答するのであろう。

４．３歳クラス期の１からの順唱問題とその後の数唱，数詞系列課題の関連

単に言葉としての数唱は，幼い頃から聞き覚えた1からの順唱であろう。特に３歳クラス期では順唱の中でも１からの順唱の習得は，途中順唱より早かった。この時期では１からの順唱は言葉のひとまとまりとして記憶している可能性が高い。そうならばそれ以降の時期における数唱，数詞系列課題との関連は低いと予測できる。そこで，３歳クラス前期と後期における１→10と他の時期の４つの課題との連関を検定した。

その結果，３歳クラス前期の１→10の習得とは連関が有意，有意傾向であったのは次の通りである。３歳クラス後期の逆唱課題（p<.01）と降系列課題（.05<p<.10），４歳クラス前期の順唱課題（p<.01），逆唱課題（p<.01）と降系列課題（.01<p<.05），４歳クラス後期の順唱課題（p<.01），逆唱課題（p<.01），昇系列課題（p<.01）と降系列課題（p<.01），５歳クラス前期の順唱課題(p<.01)，逆唱課題(p<.01)，昇系列課題(p<.01)と降系列課題(p<.01)，５歳クラス後期の逆唱課題（p<.01），昇系列課題（p<.01）と降系列課題（.01<p<.05）である。20の組合せのうち16課題間（80％）という多数において連関が有意であった。

３歳クラス後期の１→10の習得とは連関が有意，有意傾向であったのは次の通りである。４

歳クラス前期の順唱課題（$p<.01$）と逆唱課題（$p<.01$），4歳クラス後期の順唱課題（$.01<p<.05$），逆唱課題（$p<.01$）と昇系列課題（$.05<p<.10$），5歳クラス前期の順唱課題（$.05<p<.10$），逆唱課題（$p<.01$），昇系列課題（$.01<p<.05$）と降系列課題（$.05<p<.10$），そして5歳クラス後期の逆唱課題（$p<.01$）と降系列課題（$p<.01$）である。16の組合せのうち11課題間（69%）において連関が有意であり，前期に比べ若干減少するものの，それでも多いといえよう。

予測に反して，3歳クラス期の1からの数唱の獲得は，その後の数唱，数詞系列の習得と強く関係した。またそれは同時期の指定された数詞から始める途中数唱の習得とも関連した。それは早期に言葉としてでも数唱を習得していれば，それから1つ1つの数詞を分離し，それぞれを独立して理解するきっかけとなり，その後の数唱や数詞系列の習得に有利になるからであろう。幼児は言葉として1からの数唱を習得しても，それを手がかりにして数詞の順序を記憶し，数詞系列を習得しはじめる。単なる言葉の記憶であったとしても1からの数唱の習得は数理解の重要な第1歩といえよう。

考　　察

1．途中順唱と逆唱の習得はなぜ遅れるのか

3，4歳クラス期では1からの順唱の正答率は3，5，7からはじめる途中順唱より高く，差があった。1からの順唱は一連の数詞をひとまとまりの言葉として記憶して，それを唱えるだけでも正答となる。しかし，指定された数詞から始める順唱は，その数詞を意識しながら，その次に大きい数詞を記憶している数詞の系列から順次探し出して，それを言葉にしなければならない。それは数詞系列を分割して認知し，任意の数詞からでも数詞の順序を思い起こせるほどに，数詞の上昇方向における順序を確実に記憶していることを示す。

3，4歳クラス期では1からの順唱と途中順唱の習得には関連があった。幼児は1からの数唱を覚え，それを繰り返して，数詞の順序の記憶を確実なものにしていくのだろう。そのようにして記憶した数詞の順序を上昇方向になぞることによって任意の数詞からの数唱ができるようになると推測される。そのために途中順唱は，1からの順唱よりも習得が遅れるのである。

さて逆唱は数詞系列を下降方向の順序になぞり，1もしくは指定された数詞で停止させるものである。逆唱ができるのは下降方向の順序で次の数詞を順次探索し言葉にできるからである。逆唱課題は順唱課題に比べ幼児期の全期間を通して正答率が低くかった。そして10から始める1までの逆唱と指定された途中の数詞で止める逆唱との正答率に差はない。さらに，そうした逆唱問題の習得に連関があった。10から1までの逆唱が可能ならば，途中停止の逆唱も可能なのである。順唱と逆唱の習得には違いがあるようだ。その理由を検討してみよう。

順唱を幼児期初期から子どもはひとまとまりの言葉として聞き覚える。そして覚えた順唱を繰り返すうちに，そこにある数詞を個々のものとして分かり，上昇方向の順序で記憶するようになる。その記憶が少々曖昧でもひとまとまりの言葉としても覚えているので，ある数詞aの上昇方向にある次の数詞の探索は容易であろう。

幼児は逆唱をひとまとまりの言葉として記憶してはいないようであった。順唱に比べ，大人が幼児に逆唱を聞かせ始めるのはずっと後になるだろうし，その機会は少ないからであろう。逆唱を習得していなければ，ある数詞aの下降方向にある次の数詞は，数詞aを記憶に留め，

それより小さい数詞から順唱してａの１つ前の数詞を探索するしかない。だから逆唱はより多くの短期記憶の容量を使うのである。下降方向にある数詞の順序に興味を持ち，その探索を繰り返すうちに，個々の数詞を下降方向の順序で記憶するようである。それによって数詞ａの下降方向にある次の数詞を短時間で探索できるようになると推測する。

逆唱は，１つずつ小さな数詞を連続的に探索して言葉にすることである。逆唱は数詞を下降方向の順序で記憶して初めてできる。その順序を探索する際には短期記憶を使う経験も積んでいる。そうであるから１までの逆唱が可能であれば，どの数詞で逆唱を停止させるのか関わらず，同じように正答できると推測する。だから逆唱は順唱より難しく，習得が遅れるのである。逆唱の習得は数詞系列を記憶し，短期記憶の容量も増していることを示す。

２．数詞系列課題の解答方略とその習得が困難な理由

数詞系列課題の正答率は低く，就学直前でも40％程度である。数唱課題の各問題の正答率に比べかなり低い。４歳クラス前期以前では，教示する問題の意味が分からない幼児がかなりいた。この問題の形式が彼らにはなじみが薄く，非日常的であったと推測できる。

さて数詞系列課題の問題は，３より２つ小さい数を問う問題(3L2)以外は，６つの時期のすべてで，起点にする数詞の大きさに関係なくどの問題でも正答率に差はなかった。3L2の正答率はそれ以外の問題より５つの時期において高い傾向があり，有意差のある時期もあったが，どうしてこれは容易なのだろうか。この問題は１，２，３という小さな数を示す数詞を扱うが，幼児はそうした小さな数を経験し，よく知っている(Siegler, 1992)。それで１から３までの数詞系列をよく記憶して，この問題だけ特別に正答できる幼児が多いのだろうか。しかし，そうだとすると５歳クラス期では3L2の正答率はそれ以外の問題より高い傾向にあるものの，有意差がある程にならない理由を説明できない。もしかすると，「３より２つ小さい数」との質問を聞き，まったく分からないと，当て推量でそこに表れていない数詞で知っている最小の数詞である１を答えただけなのかもしれない。そして５歳クラス後期になれば，当て推量では正答できないことを経験を積んで気づくものが多くなり，そのような解答をしなくなっているのだろうか。その理由の解明はここでは不可能であり，今後の研究に期待したい。

数詞系列課題は４歳クラス前後期と５歳クラス前期では順唱・逆唱課題と関連があったことから，記憶した数詞系列を使った方略を用いていると推測した。４歳クラス後期以降，数詞系列課題間のすべてにおいて高い有意水準で連関があった。彼らは何らかの方略を用いて正答しているのであろう。数詞系列課題を正答した幼児，もしくは正答はできないが問題解決を試みた幼児の多くは，与えられた数詞を起点にして順唱したり，逆唱したりする方略を用いた。その際，幼児の多くは数唱に伴い手指を立てたり，逆に立てた手指を数唱に伴い折り曲げていた。心内に数直線を思い浮かべ，それを具体化した道具として指を使って処理していることを推測させる。また多数ではないが手指を集合の要素として扱い，その結果を計数する合成，分解の方略をとる幼児もいた。さらに外から観察できる行為をせず，頭の中で処理するいわゆる暗算で正答する幼児が数人いた。これだけでは幼児が主にどのような方略を用いているのか断定はできないが，昇系列でも降系列でもいろいろな数詞を起点とする系列課題を正答できるのは，数詞系列を確実に記憶し，それを心的数直線として扱う方略を使う幼児が多いことを示唆する。特定の数詞ａよりｎだけ小さい数，ｎだけ大きい数を正答できるのは記憶した数詞系列を上昇方向，下降方向にｎだけ移動して目的の数詞を求められるからであろう。

この問題でn＝１ならば順唱，逆唱による次の数詞の探索と同じであろう。本研究の問題はn＝２であり，nが大きいほど短期記憶の容量を使うはずである。数詞系列課題の習得が順唱，逆唱より困難なのは，より多くの短期記憶の容量を使うからと推測できる。

３．幼児の年齢と数唱の発達水準

途中順唱が可能なのは，数詞系列を分割して認知し，任意の数詞からでも数詞の順序を思い起こせるほどに，数詞の上昇方向における順序を確実に記憶していることを示す。これができるのが，Fuson 他（1982）のいう第３水準（分割可能な数詞系列の水準）である。１からの順唱は可能だが，途中順唱ができない幼児は第２水準（分割不能な数詞系列の水準）もしくは第1水準（糸状水準）にあるといえよう。本研究の評価は第1と第２水準にある状態を区別しないので，それをまとめて第１，２水準として扱う。そこで４つの順唱問題をすべて正答した幼児を第３水準にあるとし，１からの順唱は可能だが途中順唱問題を１つでも正答できない幼児を第１，２水準にあるとしてその人数比率を求めてみる。

３歳クラス前期では第３水準の幼児は8.2%，第1，2水準の幼児は41.2%で，後期では第３水準の幼児は28.2%，第１，２水準の幼児は52.9%となる。４歳クラス前期になると第３水準の幼児は56.4%，第１，２水準の幼児は35.3%で，後期では第３水準の幼児は80.0%，第１，２水準の幼児は16.4%となる。５歳クラスでは第３水準は前期で89.4%，後期で96.4%に達し，第１，２水準は前期で7.1%，後期で3.5%にまで減少する。

逆唱が可能なのは下降方向における数詞の順序の確実な記憶を示す。それは Fuson 他のいう第３水準にあるが，第４水準（数詞連鎖の水準）への移行状態といえよう。順唱課題と逆唱課題の完全達成者をそれと考えるとその人数比率は，３歳クラス前期で1.2%，後期で7.0%，４歳クラス前期で17.6%，後期で40.0%，５歳クラスの前期で51.8%，後期で61.1%である。

数詞系列課題の達成は心的数直線の使用を意味すると考える。なぜなら，幼児の多くが数詞系列を確実に記憶し，それを心的数直線のように扱って正答していることが示唆されたからである。それは Fuson 他のいう第４水準にあたるといえる。数唱課題と数詞系列課題の完全達成者をそれと考えると，その割合は３歳クラス後期で1.2%，４歳クラス前期で2.4%，後期で9.4%，５歳クラスの前期で12.9%，後期で21.2%である。

上記で検討してきたことをまとめて，３年齢層の各時期において Fuson 他のいう数唱発達水準にいる人数の比率を Table 4に示す。

幼児は年齢が増すと共に数唱を習得していく。３歳クラス期を通しては急速に順唱を習得し

Table 4　３年齢層の各時期の数唱発達水準にいる人数の比率

年　齢　期	平均満年齢	数唱不能	第１，２水準	第３水準	第４水準
３歳クラス前期	３歳９ヶ月	50.6	41.2	8.2(1.2)	0.0
後期	４歳４ヶ月	18.8	52.9	27.0(7.0)	1.2
４歳クラス前期	４歳９ヶ月	8.2	35.3	54.0(17.6)	2.4
後期	５歳４ヶ月	3.5	16.4	70.6(40.0)	9.4
５歳クラス前期	５歳９ヶ月	3.5	7.1	76.5(51.8)	12.9
後期	６歳４ヶ月	0.0	3.5	75.2(61.1)	21.2

第３水準の（　）内の数値は逆唱完全達者比率で内数である。

ていくが，その多くは第1，2水準であり，言葉のまとまりとしての記憶といえそうである。4歳クラス期になると半数以上は第3水準に進む。このころには順唱を数処理のスキルとして使えるようになるし，逆唱を習得する幼児が増加しはじめ，その終わり頃には40%に達する。5歳クラス期になると半数以上の幼児が逆唱を習得し，逆唱も数処理のスキルとして使えるようになる。このころには数詞系列を確実に記憶し，それを心内数直線として使用できるようになり始めるが，それはこの期を通してゆっくり進み，就学直前でも2割程度なのである。

＊本研究は，平成14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

藤永保・斎賀久敬・細谷純 1963 実験教育法における幼児数概念の研究II：実験教育法適用の前提条件 *教育心理学研究*，9，75-85.

Fuson,K.C.,Richards,J.,& Briars,D.J. 1982 The acquisition and elaboration of the number word sequence. In C.Brainerd (Ed.) *Children's logical and mathematical cognition: Progress in cognitive development research.* Vol.1. New York: Springer-Verlag.pp.33-92.

三浦香苗・西谷さやか 1976 幼児の数量概念と診断テストの作成 *千葉大学教育学部紀要*，25，11-42.

中沢和子 1981 *幼児の数と量の教育* 国土社.

Siegler,R.S. 1992 *子どもの思考*(無藤隆・日笠摩子訳)誠心書房.(Siegler,R.S. 1986 *Children's thinking.* New Jersey: Prentice-Hall.)

Bull. Joetsu Univ. Educ., Vol. 22, No. 1, Oct. 2002

Children's Acquisition of Counting and the Number Word Sequence over Three Years at a Kindergarten

Ryohei MARUYAMA*

ABSTRACT

The purpose of this study is to investigate longitudinal features of children's acquisition of counting and the number word sequence over three years at a kindergarten. 85 children from one kindergarten in Niigata participated in this project. They were not given any special arithmetic instruction at the kindergarten.

They received several tasks that aimed to examine their acquisition of counting and the number word sequence. The data concerning these tasks were collected twice every school year for three years, and six samples were accumulated as a whole. We analyzed these data and examined how children developed processes to manipulate counting and the number word sequence as numerical skills while they were growing up.

* Division of Early Childhood Education

第３章

幼児が集合を二等分する分配方略と同数判断の方略の実態

上越教育大学研究紀要　第22巻　第2号　平成15年３月
Bull. Joetsu Univ. Educ., Vol. 22, No. 2, Mar. 2003

幼児が集合を二等分する分配方略と同数判断の方略の実態

丸　山　良　平*

（平成14年10月31日受付；平成14年12月10日受理）

要　　旨

本研究の目的は幼稚園に入園してから修了するまでの３年間において，幼児自身が課題の中で１つの集合を同数の２つの集合に分配する際の方略とその２集合の同数判断する際の方略の実態について，縦断的な検討を試みることである。

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。これに関する資料を毎年度２回，計６回収集した。そのデータを分析して，年齢が増したり，等分する集合数が大きくなると，確実な方略を使う幼児が増加する傾向があるなど，それらの方略の使用実態の推移を考察した。

KEY WORDS

Judging Cardinal Equivalence　等判断　　Subitizing　サビタイズ
Chidren's number concept　幼児の数概念　　Counting　計数

は　じ　め　に

本研究の目的は幼児が１つの集合を２つの同数の集合に分配する方略と，その２集合の同数判断する方略の実態を明らかにすることである。

幼児が物を分配するのは，園など集団生活の中ではよく行われている。例えば，当番活動では当番の幼児が教師から受け取った教材などをグループの幼児に指示された個数だけ配ったりしている。また，トランプゲームの戦争，七並べ，ババ抜きなどの場合では，カードを参加者に順番に配るが，等しい枚数に等分するのではなく，配り続けて配分者の手元のカードがなくなったら終了するものである。幼児がふだんの生活の中で，配る個数を大人から明示されずに，一つの集合を同数のいくつかの集合に分配（等分）し，その結果の等しさを判断する機会は少ないようである。

幼児の数量概念研究において，２集合の多少等判断は重視され検討されているが，その方法はすでに要素が布置された２つの集合を用いるものがほとんどである（例えば，藤永・斎賀・細谷，1963；三浦・西谷，1976；大内・天野，1976)。幼児自身が個物の集合をいくつかの集合に等分するような方法が実施されなかったのは，幼児がそうした行動をふだんの生活の中であまり行っていない状況があるからであろう。

幼児自身が集合を等分する手続きは，田代（1974）の研究で使用されている。これは保育所の３，４，５歳クラス児それぞれ10人を対象にして２集合の同数判断をみるもので，幼児が等

*　幼児教育講座

分した集合の同数判断をする「分配」と，すでに同数に分配してある集合の多少等判断をする「同等」を比較している。「分配」は同数に分配する行為そのものが比較を意味するとされ，等分したら正しく同数判断したと評価する。この「分配」は集合要素を手にするので理解しやすく3歳でも可能で，「同等」より容易という。比較行為は，一対一対応，複数対応（2対2，3対3など)，数による比較，その他（適当に一つかみ分ける，見るだけのもの）の4カテゴリーである。「分配」では一対一対応，複数対応での正答が多い。分配には計数が重要であるという。しかしその他で3歳クラス児の4人が解答し2人が正答するが，4，5歳クラス児ではその方法での解答者はいない。3歳クラス児の正答の理由は述べられていないが，適当に一つかみに入れるのであるから，偶然同数になっただけで，集合数が等しいとは分かっていないと推測できる。そうであるならば，等分の結果と等分後の同数判断の結果は別々に検討した方が確実であろう。

幼児期にはどの程度，正しく等分して，かつ正しく同数判断ができるのだろうか。また幼児の年齢層によって，等分する方略はどのように変化していくのだろうか。さらに分配の際に計数をするだろうが，分配後の2集合を同数確認するときに，再度，計数で確認するのだろうか。それとも分配の際の計数結果を記憶していて，すぐに同数と判断するだろうか。そうであるならば幼児の年齢が高くなると共に数量の経験が増し作業記憶容量を効率的に使えるようになるから，年齢が上がるに伴い計数せず，すぐに同数判断する者が増加すると予想される。

本研究では幼稚園に入園してから修了するまでの3年間において，幼児が集合を同数の2つの集合に分配する際の方略の推移と，2集合を同数判断する際の方略の推移について縦断的な検討を試みる。さらに幼児自身が本研究で使用した集合を分配する方法について考察する。

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。

調査時期　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。

調査課題　課題は16個，10個，6個（5歳後期は6個の問題を24個の問題に変更）の集合をウサギとクマの人形に同じ数だけ分配する3つの等分の問題で構成する。

調査材料　おはじき24個。ウサギとクマの人形の付いたクリップ各1個。プラスティック製の皿（直径18cm）3枚。

調査手続き　調査は調査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。調査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，平行してその様子をVTRに収録した。この調査は総

合的な数能力調査の一部として実施された。

問題の提示は，ウサギとクマの人形の付いたクリップをそれぞれ付けた2つ皿を机上において，おはじきを入れた皿を対象者に示しながら，「このおはじきを，このウサギとクマに同じ数だけ分けて，皿に入れてください」と教示する。対象者が分配を終わったら，「ウサギとクマの皿には同じ数だけ入っていますか」とおはじきの同数を問う。その際の対象者の自発的修正を抑止しない。同数の確認後，「ウサギの皿には何個入ってますか」と問い，解答を求める。その解答後に，「クマの皿には何個入ってますか」と問い，解答を求める。その後，「ウサギとクマの皿には同じ数だけ入っていましたか」と同数かどうかを質問し，対象者がそれを答えると終了となる。問題の教示後，5秒以上，無反応，無答の場合，不能とする。

問題の順序は3歳前期から4歳前期までは最初に6個の問題を与え，その不能者以外に10個の問題を与える。その不能者以外に16個の問題を与える。不能の場合，そこで終了とする。4歳後期と5歳前期は16個の問題を与え，その不能，誤答，及び同数確認で2集合を計数した正答者には10個の問題を与え，同様に6個の問題を与える。5歳後期では最初に16個の問題を与え，等分したものに24個の問題を与える。等分できなかったものに10個の問題を与える。

等分方略と同数判断の手続きのカテゴリー　対象者がおはじきを2つの集合に等分する際に使用する方略は，ランダム，視認，計数，交互，同時の5カテゴリーとする。ランダムとは集合の個数や布置に留意せず適当に配分するものである。視認とは，集合の個数や布置に注目しながら配分するが，計数行為を伴わないものである。計数とは視認による配分の際に計数行為を伴うものである。交互とは二つの皿におはじきを交互の順に入れていくものである。同時とは両手を使って二つの皿に同時に並行して配分をするものである。正しく等分した後の正しく同数判断する手続きは，2つの集合を両方とも計数する「両計数」，一方を計数するが他方は計数せず即答する「一即答」と両方とも計数せずに即答する「両即答」の3カテゴリーとする。

正答・誤答・不能について　問題を正答したというのは，等分を正しく行い，かつその同数判断を正しく行ったものである。正答は同数判断のカテゴリー名で両計数，一即答と両即答の3つに分類する。誤答は，等分ができない誤答（以降，等分不可と呼ぶ）と等分を正しく行うが，その集合数を把握できない，同数判断ができない誤答（以降，確認不可と呼ぶ）の2つに分類する。不能では3歳前期から4歳前期まで，例えば，6個の問題で不能の者は，それ以降の10個，16個の問題は与えないが，それらも不能とみなして分析する。

結果と考察

4歳後期以降では6個と10個の問題をほとんどの幼児が正答した。6個の問題は4歳後期に，10個の問題は5歳前期にほぼ完全達成した。そこでここでは4歳後期以降の6個と10個の結果を除外して検討を進める。なお5歳後期の24個の問題は83人に与えた。

等分問題の正答率の推移

6回の調査における解答結果を Figure 1-1から Figure 1-4までに示した。まず3歳前期から4歳前期までの3問題の正答率を比較する。6個，10個，16個の正答率は，3歳前期ではそれぞれ41.2%，24.8%，5.9%で，6個と10個の正答率に有意差($.01<p<.05$)，10個と16個に高い有意差（$p<.01$）がある。3歳後期ではそれらは77.6%，32.9%，29.4%で，6個と10個の

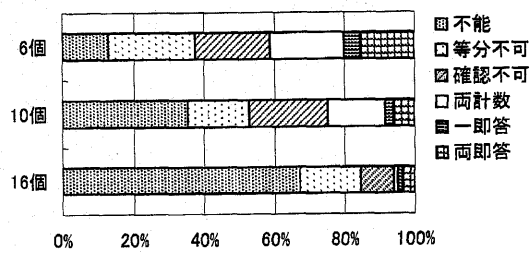

Figure 1-1　3歳前期の解答結果

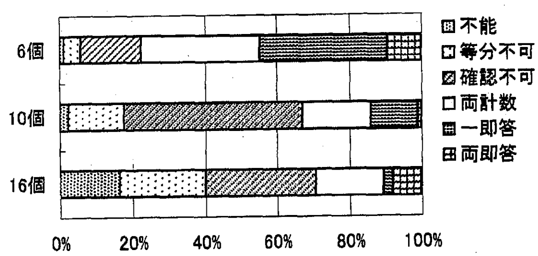

Figure 1-2　3歳後期の解答結果

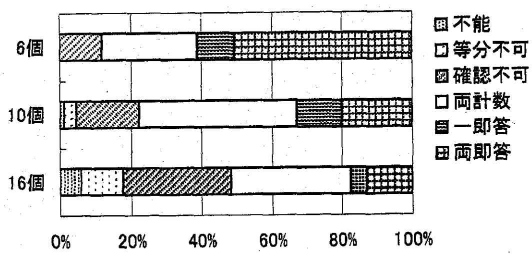

Figure 1-3　4歳前期の解答結果

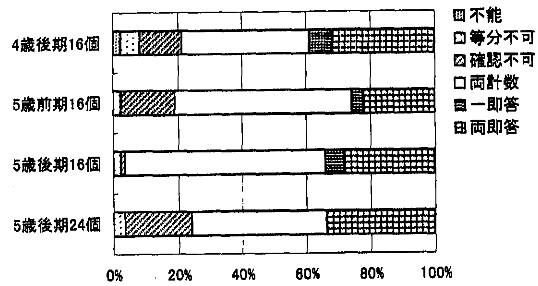

Figure 1-4　4歳後期から5歳後期までの解答結果

正答率に高い有意差（p<.01）があるが，10個と16個には差はない。4歳前期では88.3%，77.6%，51.7%で，6個と10個には差はないが，10個と16個の正答率に高い有意差（p<.01）がある。

3歳前期，3歳後期，4歳前期の隣り合う時期の正答率を比較する。6個では，3歳前期と3歳後期で高い有意差（p<.01）があるが，3歳後期と4歳前期で差はない。10個では3歳前期と3歳後期で差はないが，3歳後期と4歳前期で高い有意差（p<.01）がある。16個では3歳前期と3歳後期，および3歳後期と4歳前期の両方で高い有意差（共にp<.01）がある。

3歳前期では最小の集合数6の等分でも正答率は41.2%で，さらに問題で扱う集合数が大きくなると正答率は急激に低下する。3歳前期では幼児の多くが10個以上の等分は困難であり，ようやく等分が分かりはじめた状況といえよう。

3歳後期になると6個の正答率は急激に上昇して77.6%となり，幼児の大半が可能になっている。幼児の多くが6個の集合を3個の小さな2集合に等分し，その同数判断ができるようになる。これが容易なのは，サビタイズ（subitizing：一目で判断すること）によって2集合の要素数を確認できるからであろう。さて10個の正答率は32.9%と3歳前期より少しは上昇するが差があるほどではない。16個の正答率はほぼ30%と3歳前期より上昇して10個の正答率と等しくなる。この時期では，サビタイズできない大きさの集合になると等分は難しいようだ。それでも10個の問題を正答できる幼児のほとんどが16個でも正答する。彼らは個数が多くなっても確実に等分し，同数判断する。等分と同数確認の方略，手続きを習得し，安定してそれを使っていると推測する。

4歳前期になると，6個の正答率は88.3%と3歳後期より若干上昇する程度で有意差があるほどではない。10個の正答率は77.6%に急激に上昇し，6個のそれと等しくなる。サビタイズが難しい5個の集合作りは同数判断をサビタイズできる3個と同様に正答できる。この時期で

幼児の多くが確実な等分の方略を習得するようだ。16個の正答率は51.7%と上昇するが，10個のそれより低い。方略を習得していても個数が多くなると誤る子どもがいる。

次に，4歳後期以降の16個の正答率の推移をみると，4歳後期が78.9%，5歳前期が81.2%，5歳後期が96.5%である。4歳後期と5歳前期に有意差はないが，5歳前期と5歳後期に高い有意差（p<.01）がある。なお4歳前期と4歳後期にも高い有意差（p<.01）がある。正答率は4歳後期に約80%程度まで上昇し，その後，5歳前期では大きな変化はないが，5歳後期にはほぼ完全達成する。8個の集合作りと同数判断は4歳後期になると幼児のほとんどが容易できるようになる。計数が確実にできる幼児が多くなっているといえよう。5歳後期の24個の正答率は74.1%であり，16個のそれと比べれば有意差（p<.01）があるほど低い。しかし，5歳後期になれば幼児の多くが12個の集合作りができて，同数判断も可能になっている。

2つの集合に等分する方略

等分の方略は，ランダム，視認，計数，交互，同時に5分類した。ランダムとは適当に配分するものである。これでの正答は配分後2集合の個数の違いに気づき同数に修正し，同数判断したものである。その違いに気づかずに同数と判断したり，気づいても修正しなければ等分不

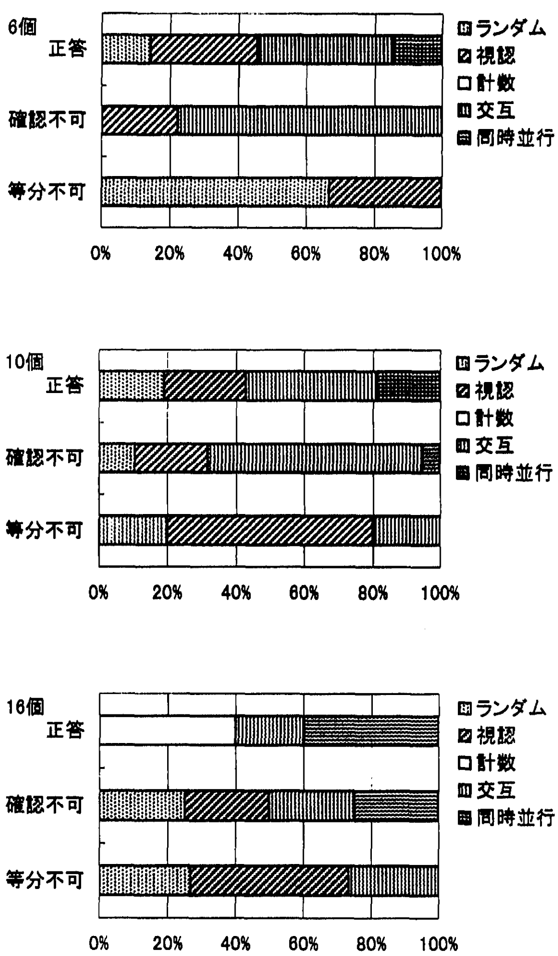

Figure 2-1　3歳前期に使用された等分方略

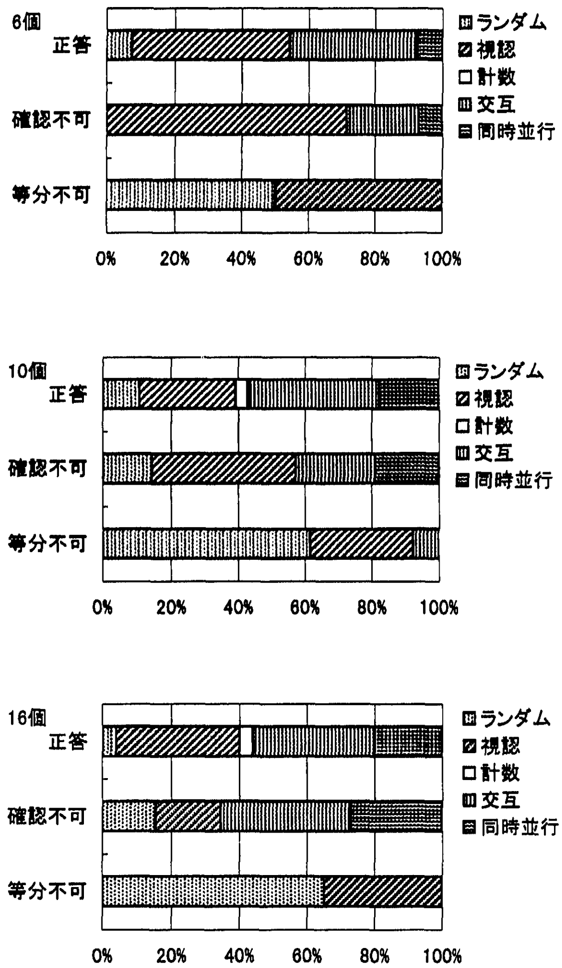

Figure 2-2　3歳後期に使用された等分方略

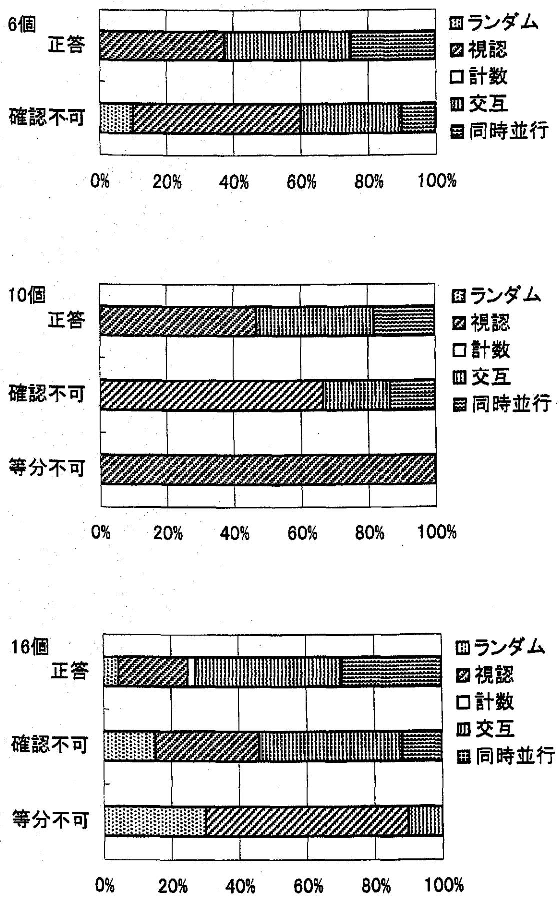

Figure 2-3　4 歳前期に使用された等分方略

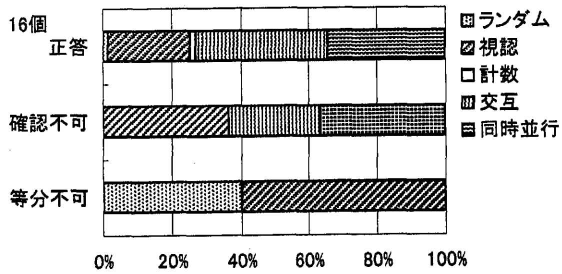

Figure 2-4　4 歳後期に使用された等分方略

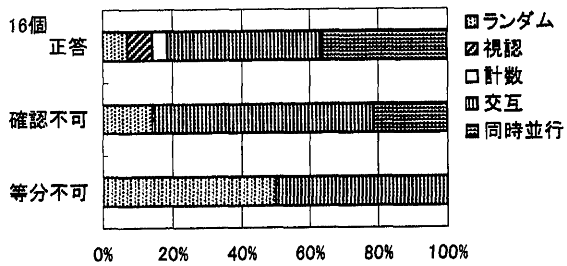

Figure 2-5　5 歳前期に使用された等分方略

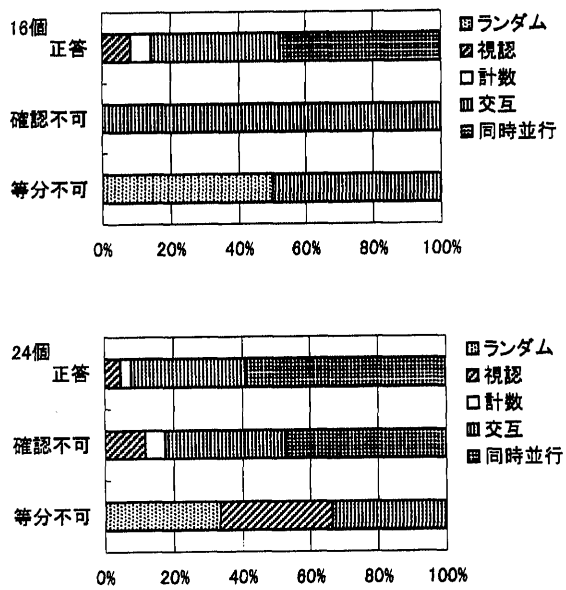

Figure 2-6　5 歳後期に使用された等分方略

可である。交互と同時での誤答は，途中で入れる順序を間違えて個数が違っても修正しないとか，正しく等分しても同数判断ができなかったり，その個数を誤って把握したものである。

6 回の調査での不能を除く正答者と確認不可者，等分不可者の 3 者が使用した等分方略の比率を Figure 2-1から Figure 2-6に示した。ランダムでの正答は 3 歳前後期にみられるが，これで等分のやり方にはじめて気づくようだ。ランダムで分配し，集合数の違いに気づいても修正できないものも多く，確実なやり方ではない。視認も集合布置を知覚で比べ同数集合を作るもので確実ではない。誤配分して修正する様子の観察によると，幼児の多くは 2 集合の差に注目し，多い方からその差の個数すべてを移動させてしまい解答不能に陥る。1 つ移動すると差は 2 つになるのが分からないのである。それで一度誤配分すると 2 集合を同数に修正するのは難しい。ランダムと視認の 2 つの方略は等分できたり，できなかったりする不安定な方略といえる。それに比べ計数，交互，同時は確実に等分できる方略であり，そこでこの 3 つを合わせて

確実な方略とし，それを使用した比率を3者で比較してみる。

調査時期と等分方略　確実な方略の使用比率は3歳前期において6個では正答者が54.3%，確認不可者が77.8%で両者に差はないが，両者は等分不可者の0%より高く，有意差（共に$p<.01$）がある。この傾向は10個，16個でも同様にみられ，正答者と確認不可者のこの方略の使用は等分不可者より明らかに多い。3歳後期における6個では3者にこの比率の差はない。しかし，10個と16個では正答者と確認不可者には差はないが，両者のそれは等分不可者に比べ高く，差は有意（10個は共に$.01<p<.05$，16個は共に$p<.01$）である。4歳前期における等分不可者は6個では皆無，10個では3人であり，統計的検討はできない。確実な方略の使用比率は16個では正答者が72.7%，確認不可者が53.8%で有意差はなく，さらに両者は等分不可者の10%より高く，その差は有意（正答者$p<.01$,確認不可者$.01<p<.05$）である。

計数，交互，同時という確実な方略は3歳前期から等分に使用されている。等分する集合の個数が多い場合に，この方略使用の効果は大きい。この方略を習得した者はその後もこれを有効に使っていると推測できる。

4歳後期では確実な方略の使用比率に有意差があるのは正答者73.1%と等分不可者0%の間のみ（$p<.01$）である。確認不可者63.7%と等分不可者とに差がないのは，それぞれ人数が11人，5人と少数だからであろう。5歳前期ではこの使用比率は正答者が86.1%，確認不可者が85.7%で有意差はない。等分不可者は2人で統計的検討はできない。正答者と確認不可者のほとんどが計数，交互，同時の方略を使用している。5歳後期における16個の結果では，正答者は82人で，その91.5%は計数，交互，同時の方略を使用する。24個では，この方略の使用率は正答者が95.2%，確認不可者が88.2%で有意差はないが，これらと等分不可者($n=3$)の33.3%との差は有意もしくは有意傾向(正答者$.01<p<.05$；確認不可者$p<.01$)である。4歳後期以降では正答者，確認不可者ではランダム，視認の方略使用はわずかとなり，そのほとんどが計数，交互，同時の方略を使用している。

年齢が増すに伴い，確実な方略を選択する傾向がみられた。これまでの分析では正答者と確認不可者の比率が増えれば，当然確実な方略を使用する比率は増加する。そこでここでは解答不能を除く解答者全体を対象にして，6回の調査で共通している16個の問題でのこの方略使用の比率をみる。3歳前期が46.4%，後期が40.9%，4歳前期が60.0%，後期が68.3%，5歳前期が84.7%，後期が90.5%である。この比率を検定した結果，有意差($\chi^2(5)=62.13$，$p<.01$)があった。残差分析の結果，この方略の使用率は3歳前後期ではかなり低く有意差（前期残差-2.64，$p<.01$，後期残差-5.31，$p<.01$）があった。4歳前期は低くてその差に有意傾向（残差-1.88,$.05<p<.10$)がある。しかし4歳後期では有意差はない。5歳前後期ではかなり高く有意差（前期残差3.51，$p<.01$，後期残差4.85，$p<.01$）があった。

等分不可者を加えても幼児の月齢が増すと共に，計数，交互，同時の方略の使用率が高くなることが分かる。

集合数の大きさと方略　それでは，正答者と確認不可者において問題で扱う個数の多さによって確実な方略の使用比率に違いがあるかをみてみよう。3歳前期から4歳前期まで，および5歳後期の正答者と確認不可者を対象にして，各問題におけるこの方略の使用の比率を検定した。

その結果，3歳前期では16個が69.2%，10個が62.5%，6個が53.4%と個数が少なくなると比率は低くなっているが，その差は有意という程ではない(度数5以下のセルがあるので，2×2で個々に分析した)。3歳後期では16個が58.7%，10個が46.2%，6個が41.8%で，個数が少

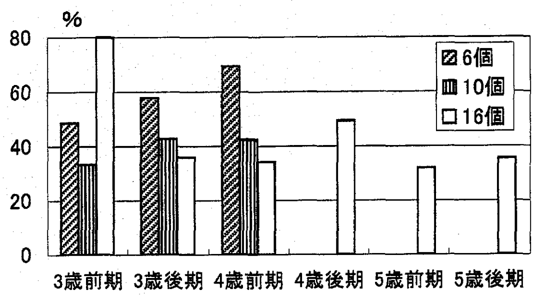

Figure 3　同数判断における即答の比率

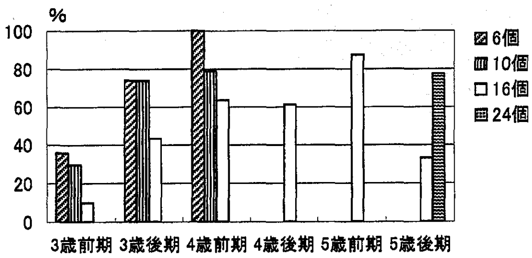

Figure 4　不能・誤答における確認不可の比率

なくなると比率は低くなるが，有意差はない（$\chi^2(2)=3.39$,ns）。４歳前期では16個が67.1%，10個が51.3%，６個が48.2%で，個数が少ないと比率は低くなり，有意差があった（$\chi^2(2)=6.15$, $.01<p<.05$）。残差分析の結果，16個の比率が高く，有意（$.01<p<.05$）である。５歳後期では24個が93.8%，16個が91.6%で有意差はない。どちらも幼児のほとんどが確実な方略を使っている。

問題で扱う集合数が大きいと計数，交互，同時という確実に等分できる方略を幼児の多くが使用する傾向はあるといえよう。サビタイズできる程度の集合数では見て確認しながら配分したり，ランダムに配分した後，修正したりする方が容易なのであろう。個数の多さを見ながら，手間を取らない，手続きが容易な方略を選択していると推測できる。

正答者における２集合の同数判断の手続き

正答者の２集合の同数判断の手続きは，両計数，一即答，両即答の３分類で集計した。解答結果に示したように，３歳後期の一部の問題を除いて一即答の件数は少数であるし，反対に３歳後期の一部の問題は両即答が少数である。そこで一即答と両即答を合わせて即答として，その比率を Figure 3に示し，ここで各年齢期における同数判断における即答の比率を比較する。

３歳前期から４歳前期までの３問題における即答と計数の比率は，３歳前後期では有意差がない。３歳前期で16個の即答が80.0%と高くみえるが，正答者数が５人と少なく統計的には差はない。４歳前期では６個の即答が69.3%で計数より高く，有意差（$p<.01$）があり，16個の即答は34.1%と計数より低く，有意差（$.01<p<.05$）がある。４歳前期になると幼児の多くが３個の小さな集合では計数せずに同数判断する。サビタイズか等分した際の集合数の記憶によって確認するのである。しかし８個の集合では多くが計数によって確認している。４歳後期になると８個の集合でも即答による確認が49.3%に増え，計数と変わらない。その後の５歳期になると即答は減少し，前期で31.9%，後期で35.4%となり，計数より有意に低い（前期 $p<.01$；後期 $.01<p<.05$）。４歳後期の16個の即答比率は5歳の前期と後期より高く，差は有意傾向（共に $.05<p<.10$）である。４歳後期に一時的に計数しない確認が増加するが，５歳期になって減少し，計数による確認が多くなるのである。

等分問題を正答できない理由

正答できないのは不能と誤答となる等分不可，確認不可である。不能，等分不可は等分さえできないが，確認不可は等分のみ可能である。不能・誤答における確認不可の比率を Figure 4

に示す。正答できない理由を検討するために，6回の調査での確認不可の比率を比較する。

3歳前期では3問題共に確認不可の比率が低く，個数が多くなるほどその比率は低下し，16個では10%となる。3歳後期において確認不可の比率は，6個と10個では73.7%と高いが，16個は43.3%と低下する。4歳前期では16個でも63.4%となり，3問題共に確認不可の比率が高い。4歳後期，5歳前期，5歳後期の16個における確認不可の比率は61.1%，87.5%，33.3%，5歳後期の24個のそれは77.3%である。

3歳前期から4歳前期までにおける3問題での確認不可の比率を検定した。3歳前期と3歳後期ではどちらも10個と6個は差はないが，16個と10個間に高い有意差（共に $p<.01$）があり，16個と6個間にも有意差（前期 $p<.01$，後期 $.01<p<.05$）がある。4歳前期では16個と6個間に有意差（$.01<p<.05$）があり，10個と6個には有意傾向（$.05<p<.10$）があった。

3歳前期では6個でも等分不可が過半数を超えているが，3歳後期になると6個でも10個でも約70%は等分だけはできるし，4歳前期では16個も60%以上が可能である。

隣り合う時期における3問題での確認不可の比率を検定した。3歳前期と3歳後期では6個，10個，16個のすべてに高い有意差（$p<.01$）があり，3歳後期と4歳前期では16個だけに有意傾向（$.05<p<.10$）があった。

4歳後期と5歳前期では16個における確認不可の比率は4歳前期とほとんど変わらない。5歳後期になると比率は低下する。この誤答者は3人だけであるが，彼らは発達にやや遅れがあり，数理解が特に困難な幼児である。これを除外して考えれば，確認不能の比率は，同じ個数ならば年齢が増すほど高くなる。それではどうして，等分ができて，同数判断を誤るのだろうか。その多くは，2つの集合数を把握できずに判断不能か，等しいとするもの，2つの集合を誤って計数し，それぞれを別の集合数としながら同数と判断するもの，それぞれを実際とは異なる集合数として把握して同数とするものの4パターンであった。年齢が低い場合は集合数が小さくても集合数を把握できない傾向があり，年齢が高い場合は集合数が大きいと計数を誤る傾向がみられるが，件数が少なく統計的な検討はできない。いずれにしろ集合数把握の誤り，結局，計数の誤りなのである。

等分不可は，3歳前期の6個と10個の問題では，個数に留意せず集合を配分しおえたら終わり，同数かどうかは分からないとする場合が最多である。その他の年齢期では配分後に集合数を確認せずに同数と判断する場合がほとんどである。誤配分後に，正しく計数して同数でないのに気づき修正する者は，各年齢期にいないか，いても1人だけである。等分方略を知らない者は，配分後の集合の計数で誤るというよりも，むしろ集合数を確認さえできずに，適当に同数と答えている場合が多い。計数をどのように適用するのか分からないのである。

幼児の月齢と等分習得との関連，及び各年齢期における等分習得の関連

幼児の月齢と等分の習得との関連をみるために，規準を設けて幼児をグループ分けする。

月齢に関しては，幼児の誕生月によって高月齢群（誕生月4月から9月までの40人）と低月齢群（誕生月10月から3月までの45人）の2群に分けた。

等分の習得に関するグループ分けは，次のようにした。等分問題の正答を1点と評価して，3歳前期から4歳前期までは3問題の合計点，5歳後期では16個と24個の2問題の合計点を求めた。その平均値は3歳前期が0.7点，3歳後期1.4点，4歳前期2.1点，5歳後期1.7点であった。この年齢期の幼児を平均値以上のグループとそれ未満のグループの2群に分け，前者を高

Table 1　6年齢期の間における等分と同数判断習得の連関の検定

	3歳前期	3歳後期	4歳前期	4歳後期	5歳前期	5歳後期
3歳前期		67.6	70.3	91.9	89.2	86.4
3歳後期	＊＊		61.5	89.7	97.4	87.1
4歳前期	＊＊	＊＊		95.3	87.2	71.8
4歳後期	＊＊	＊＊	＊＊		87.3	77.8
5歳前期	ns	＊＊	ns	＊		76.8
5歳後期	＊＊	＊＊	ns	ns	ns	
連関数	4	5	3	4	2	2

注.右上半分はある年齢期の高得点群における他年齢期の高得点群の比率(%)。
左下半分は検定結果。**：p＜.01，*：.01＜p＜.05,ns：non siginificant

得点群，後者を低得点群とした。4歳後期と5歳前期は16個の問題の正答者を高得点群とした。高得点群の人数は，3歳前期が37人，3歳後期と4歳前期が39人，4歳後期63人，5歳前期69人，5歳後期62人である。

高月齢群における高得点群の比率は3歳前期が67.6%，3歳後期66.7%，4歳前期66.7%，4歳後期54.0%，5歳前期50.7%，5歳後期58.1%で，いずれも高月齢群では，高得点群である者の比率が高い。得点と月齢の連関を検定した結果，連関は3歳前後期，4歳前期において有意（いずれも.01＜p＜.05）であった。4歳後期以降では連関はなかった。

4歳後期以降になると月齢とは関係なく，数量的な経験により等分と同数判断を確実に身につけていくのだろう。しかし，4歳後期以降では高得点群の人数が多く，偏りがあることによる影響とも考えられる。これは本研究では検討できず，今後の研究に委ねる。4歳前期までは月齢と関連して等分と同数判断の習得が進むといえる。

さて，6つの時期における等分と同数判断習得の関連をみるために，各時期の高得点群と低得点群の比率を求めた。Table 1の右上半分にある時期の高得点群における他の時期の高得点群の比率を示した。ある時期において高得点群になった幼児は他の期でも高得点群となる比率の高い傾向がみえる。その連関の検定結果と連関が有意となった件数をTable 1の左下半分に示した。3歳前期から4歳後期までは5つの組合せのうち連関が有意である件数は3つ以上であり，特に3歳後期ではすべてと連関している。3歳期に高得点群であった幼児は5歳期になっても高得点群にいるのである。3歳期でさえ等分と同数判断に正答するのは偶然ではなく，等分や同数確認ではサビタイズや計数に気づいて使い始め，幼児期を通してそれを使い続け，確実な方略として習得すると推測できる。

お わ り に

等分するには計数，交互，同時の3つは確実に分配する方略であるが，それは3歳前期においても使用されている。等分する集合数が大きくなると，確実な方略を使う幼児が増加する傾向がある。また年齢が増すにつれて確実な方略を使用する幼児が増加するのである。

3歳期では計数がよくできなかったり，確実な方略を知らないので，サビタイズできる程度の小さな集合では知覚で同数を確認しながら配分したり，ランダムに配分した後に修正したり

するのであろう。確実ではないが個数の多さを見ながら分配し，そうしたやり方を実際にやって失敗したり，成功したりしながら確実な方略を発見し，習得していくと推測される。

2集合の同数判断では，3歳期では2集合ともに計数して確認するものと一方もしくは両方の集合を計数せずに即答で確認するものは同じ程度である。4歳前期になると3個の小さな2集合の同数を，サビタイズか記憶している集合数によって確認するものが多くなる。サビタイズできない8個の集合では当然だが計数で確認するものが多い。しかし，4歳後期は即答での確認が増加し，計数と同率となる。4歳後期になると2つの集合数やその同値性を記憶し，それを使って判断する幼児が半数程になるのである。しかし，その後の5歳期ではまた即答は減少しており，4歳後期だけが特別に即答が多い。これは作業記憶容量の使い方ではないと考える。それは，調査者から「皿に何個入っていますか」,「ウサギとクマの皿に同じ数だけ入っていましたか」と質問され，それを確かめるために，計数行為が誘導されたと推測する。この5歳期の即答の減少は，集合数を記憶して同数と分かっていても計数によって確実に解答しようとする姿勢と考えられる。それは言い換えれば，幼児の多くが計数によって集合数を把握でき，その同数判断が容易に行えると理解しているのであろう。

等分と同数判断の習得は3歳前期から4歳前期までは月齢と関連していた。初期には成熟に伴う発達が強く関係するが，その後は次第に数量的な経験との関係が強くなるようである。また6つの年齢期の等分と同数判断の習得は時期によって強弱はあるものの関係があった。3歳期で習得が進んでいるものは5歳期でも進んでいる。早い時期に効果的な方法を知るとそれを繰り返し使い，確実な方略として習得し，安定して使用するのであろう。

幼児自身が集合要素を2つに等分する方法であるが，等分はできてもその2集合の同値性の理解とは異なっていることが分かった。田代（1974）が指摘するほど，等分における同数判断は理解しやすいとはいえないようだ。やはり等分と同数判断は別に評価すべきである。また，幼児が集合要素である個物を持ち動かす手続きは，こうした研究の課題には必要のようである。すでに布置された2集合をみて行う多少等判断では，計数行為をせずに，サビタイズか知覚的判断で答える場合が多い。わざわざ手間を取る計数をしなくても，彼らには何の問題もないからである。ところが自分で個物を持って動かす手続きでは，サビタイズや知覚的判断と同じように計数をしやすい。さらに課題を具体的に考えられるし，動かした結果をみてまた考えることを促すと推測できる。この手続きは計数やサビタイズによる集合数把握，多少等判断，2集合の差を修正するために合成，分解をも含み得る。こうした数操作は1数関係，2数関係，3数関係と呼ばれ，その順序で作業記憶負荷が大きくなるという（丸山，1997）。この手続きを使うような課題を通して，幼児の広い範囲の数量理解と数操作の経験が促される可能性が高くなるといえよう。

※本研究は，平成14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

藤永保・斎賀久敬・細谷純 1963 実験教育法における幼児数概念の研究II：実験教育法適用の前提条件　教育心理学研究，9,75-85.

丸山良平 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.
三浦香苗・西谷さやか 1976　幼児の数量概念と診断テストの作成　千葉大学教育学部紀要, 25,11-42.
大内正子・天野るつ子 1976 3歳児における数の多少等判断　教育心理学研究, 24,69-77.
田代康子 1974 幼児の生活と発達に関する調査(2)：集合の配分と同等判断における比較行為の分析　日本教育心理学会第16回総会論文集, 40-41.

Bull. Joetsu Univ. Educ., Vol. 22, No. 2, Mar. 2003

Children's Strategies of Dividing a Set into Two Halves and Judging Cardinal Equivalence

Ryohei MARUYAMA*

ABSTRACT

The purpose of this study is to make longitudinal investigations into features of children's strategies of dividing a set into two halves and of judging cardinal equivalence of the resultant two sets over three years after the children enrolled in kindergarten. Participants are 85 children at a kindergarten in Niigata.

We gave them tasks twice every school year for three years, that is, six times as a whole, to examine the acquisition of these strategies. We analyzed these data and elucidated the transitional features of children's strategies. It was found that the number of children who use proper strategies increases proportionally as they grow older and as the number of objects in a set which is to be divided into two halves increases.

* Division of Early Childhood Education

第４章

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

上越教育大学研究紀要　第23巻　第1号　平成15年9月
Bull. Joetsu Univ. Educ., Vol. 23, No. 1, Sep. 2003

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撹乱を補償し，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拡げたり狭くしたり，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列に並べて「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倍に拡げてから，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。

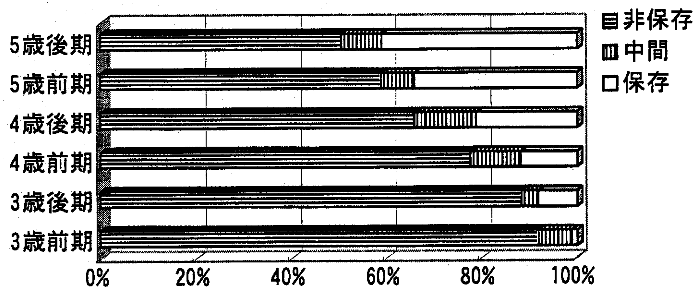

Figure 1　標準的保存課題の保存反応

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，一方の間隔を拡げただけという「拡げただけ」，集合の個数に変わりないという「増減なし」，先に同数にしたからという「同数だった」，拡げ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，変形が拡げ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

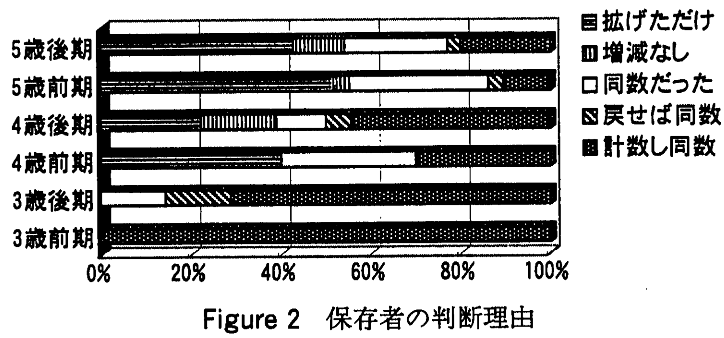

Figure 2　保存者の判断理由

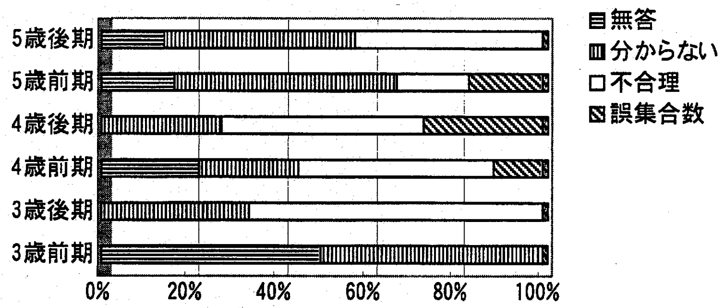

Figure 3　中間者の判断理由

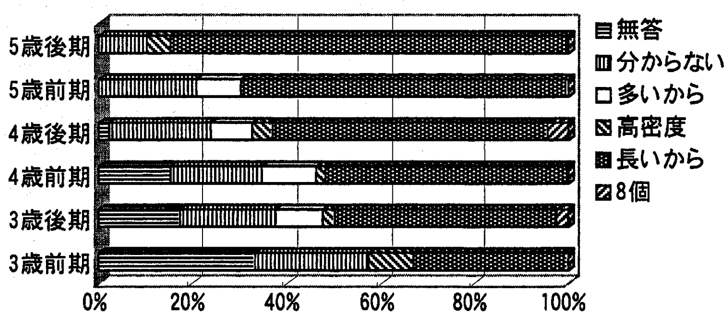

Figure 4　非保存者の判断理由

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多くなるといえよう。

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，不適切な理由をいうのであるが，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 不能	同数集合作成 可能	同数確認 計数	同数確認 即答	保存反応 保存	保存反応 中間	保存反応 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者は，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みえる。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	拡げただけ	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。その要求に応え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続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ぱいだから，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続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。

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ても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め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 chilren 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.)

Bull. Joetsu Univ. Educ., Vol. 23, No. 1, Sep. 2003

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

第５章

幼稚園に就園する３年間で幼児が獲得する計数技能の実態

上越教育大学研究紀要　第23巻　第2号　平成16年３月
Bull. Joetsu Univ. Educ., Vol. 23, No. 2, Mar. 2004

幼稚園に就園する３年間で幼児が獲得する計数技能の実態

丸　山　良　平*

（平成15年10月30日受付；平成15年11月26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年間にわたって獲得していく計数技能の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。計数課題は32個のおはじき集合を数えるもので，これを毎年度２回，計６回実施した。そのデータを分析して計数技能の実態を明らかにし，さらに解答パターンの変化を分析し，計数の指導の方法を考察した。

KEY WORDS

Counting a set	計数	Informal Mathematical Knowledge	インフォーマル算数の知識
Number Concept	数概念	Early Childhood Education	幼児教育

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年間にわたって獲得していく計数技能の実態を縦断的分析により明らかにすることである。

数詞は数を表す言葉で，数の大きさの昇順に従う数詞の並びを数詞の系列と呼び，数詞の系列の順序通りに数詞を唱えることを数唱という。計数は個物集合を数えてその個数を知る手続きで，数えようとする個物の一つ一つに数唱の数詞を一つ一つ対応させ，対応が終わったときに最後に唱えた数詞が，その集合の個数と分かることである。これは幼児にとって簡単ではなく，様々な数量の知識と能力が統合された技能という（Gallistel & Gelman,1992)。計数技能は下位に様々な手続きを持つ。幼児の数量を扱う経験と技能の獲得によって，誤りやすい手続きが異なると推測される。さらに数量に関する特別な教育を受けていない場合，その経験と技能の獲得は年齢が増すとともに進むと推測される。そこで幼児の年齢によって誤りやすい手続きが変化していく予想される。

Gelman & Gallistel（1978/1988）は計数を正しく実行するには一対一対応の原理，順序安定性の原理，基数の原理，抽象の原理，順序無関係の原理の５つが必要で，これをまとめて計数の原理とした。これらが計数の下位手続きといえる。一対一対応の原理は数えようとする集合の要素と数詞との一対一の対応づけである。順序安定性の原理は数詞の順序の一定した使用である。基数の原理は数唱の最後の数詞が集合の個数を示すことで，最終語反応（last-word

＊　幼児教育講座

response）ともいう。この３つの原理は同じ個物の集合を数えて，その個数を知る基本的手続きであり，集合を数える手続きの原則（how-to-count princeples）と呼ばれる。抽象の原理はどのような個物の集合でも数える手続きの原理が適用され，個物の大きさや性質に関係なく１個の個物は１つと数えることである。順序無関係の原理は数詞と対応づけられる集合要素の順序がどのような順序であっても計数結果に関係しないことである。これは他の４つの原理を合成したもので，計数能力そのものではなく数の特性の理解とされている。

本研究で扱う計数技能は，ここでいう数える手続きの原則である一対一対応の原理，順序安定性の原理，基数の原理の理解と使用に限定する。調査には知覚的に同一の可動な個物の集合を使用し，さらに計数の手続きについて教示したり，実験的な手法をとらない。そのために他の２つの原理の獲得を確認できないのである。

サビタイズ（subitizing：直観的数把握）できない個数の集合では，計数の際に集合要素と数詞を一対一対応するが，一度対応づけた要素を再度対応づけないように区別しなければならない。そのために指を使って対応づけた後，その要素を移動するだろうが，その行為を幼児はいつ頃からするようになるのだろうか。これまでになされた研究ではその行為にまったく言及していない（例えば藤永・斎賀・細谷，1963）か，計数の手続きとして「数えるものを取り出す」，「こちらに置く」と移動が教示されていた（例えば広島大学幼年教育研究施，1967；三浦・西谷，1976）。そこで本研究ではそうした教示を行わずに幼児が自発的な方略として集合を移動させる時期を明らかにする。

さて Gelman & Gallistel は計数で使用する数詞が慣習的な数詞，数詞の系列である必要はなく，ある子どもが一貫して順序の定まった特定の言葉で集合要素と対応づけても構わないとした。しかし，本研究では慣習的な数詞系列の使用を確認するために，それに従わない数唱は誤りと判断する。これに基づいて計数における数唱の実態の解明を試みる。

基数の原理について Gelman & Gallistel は一対一対応の原理と安定順序の原理の後に獲得するとした。しかし，要素数の多い集合ではその２つの原理に従わない誤った手続きする幼児の多くが数唱で発声した最後の数詞を集合の個数として答えることから，幼児期の最終語反応は基数の原理に従う行為というより，「いくつあるか」との問いに対する解答の方略といわれている（Fuson, Pergament, Lyons & Hall, 1985；Frye, Braisby, Maroudas & Nicholls, 1989）。そこで本研究では，数唱と一対一対応が終了した後に幼児が行っている命名行為の実態の追究を試みる。

上記の検討に基づき，幼児の年齢よって誤りやすい手続きを明らかにするとともに，計数の指導方法を考察する。

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。

調査時期　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。

調査課題　要素数32個の集合を数えて，その個数を口答する計数課題である。

材料　プラスチック製の皿（直径18cm）１枚と青色のおはじき（直径1.8cm）32個。

手続き　調査は調査者と対象者の２人だけになれる園内の静かな部屋にて個別に行った。調査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。

計数課題は次の手続きに従って行う。おはじき32個を入れた皿を対象者に示して，調査者は「ここにおはじきがたくさんあります。」と言いながら，対象児の前で皿をあけ，おはじきを山状にして，「いくつあるでしょうか，数えてください。」と問う。問いから５秒経過しても対象者がまったく行為しない場合，打ち切る。数唱を発声しない場合，「声を出して数えてもいいですよ」と教示する。数唱と対応行為を終了しても集合の個数を答えない場合，「いくつ，ありましたか」と解答を促す。それから５秒経過しても答えなければ終了する。

評価　計数課題に対する幼児の行動を観察して，数詞系列を発声する数唱行為，数唱した数詞と集合要素を一対一対応する対応行為，集合の個数を答える命名行為の３つの行為もしくは口答を対象として評価する。

結　　果

１．３年間の計数課題における解答パターンの変化

計数の３つの行為をそれぞれ正答，誤答，不能の３カテゴリーで評価した。その評価による解答パターンはTable1に示すように８種類あった。これ以降，解答パターンはTable1に示すパターン名称で記述する。３つの行為がすべて正答の正正正は計数課題の正答者であり，その他のパターンはすべて誤答者である。

６つの年齢期における解答パターンの人数比率をFigure1に示した。

計数正答者の比率は，３歳前期では1.2%，３歳後期と４歳前期は共に8.2%である。３歳前期と３歳後期及び４歳前期の比率の差は有意傾向（$.05<p<.10$）である。４歳後期では27.1%，５歳前期では49.4%と50%に満たない。４歳前期と４歳後期，４歳後期と５歳前期の比率にはそれぞれ高い有意差（共に$p<.01$）がある。５歳後期になって67.1%とようやく過半数が正答している。５歳前期と５歳後期の比率の差は有意（$.01<p<.05$）である。計数の正答率は４歳期以降になると年齢が増すと共に上昇するようになる。

計数は４歳前期までは幼児のほとんどが正答できない。４歳後期になると正答しはじめるが30%に満たず，幼児の多くが困難である。５歳期になっても正答者の比率は急激に上昇することはなく，32個の計数は幼児期には難しい課題といえよう。

正正誤は５歳後期の２人のみである。32まで正しく数唱し対応したが命名の際に１人は33個と答えた。その幼児は４歳後期，５歳前期共に正正正であった。命名でうっかり次の数詞「33」を答えたのであろう。もう１人は命名の際に23個と答えた。この幼児は４歳後期で誤誤不，５

Table1　計数課題の解答パターンとその名称

数唱行為	対応行為	命名行為	パターン名称
正答	正答	正答	正正正
正答	正答	誤答	正正誤
誤答	誤答	誤答	誤誤誤
誤答	誤答	不能	誤誤不
誤答	不能	誤答	誤不誤
誤答	不能	不能	誤不不
不能	不能	誤答	不不誤
不能	不能	不能	不不不

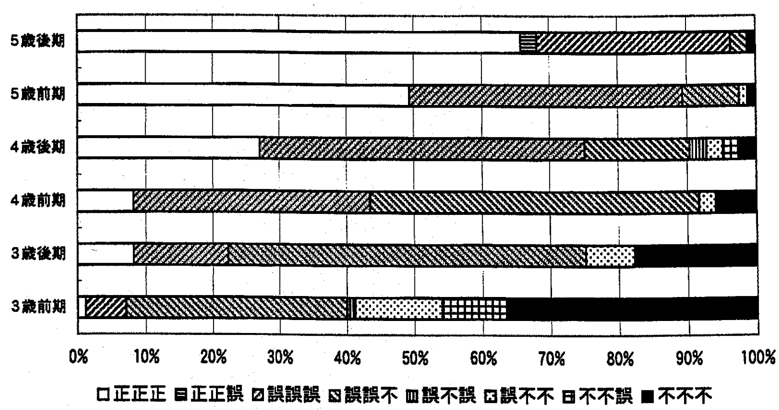

Figure1　計数の解答パターンの人数比率

歳前期で誤誤誤であり，今回初めて32まで数唱と対応に成功した。数唱の最後の数詞を漠然としか記憶していないために口答を誤ったと推測する。この２人は計数誤答として扱う。

不不不は３つの行為をすべて行わず，計数が不能のものである。不不誤は数唱と対応の行為は不能だが命名の際に適当な数詞を答えたもので，３歳前期と４歳後期のみに少数みられる。不不不と不不誤を合わせた比率は３歳前期では45.9％である。3歳後期では17.7％に減少し，４歳前期には5.9％となる。計数誤答者におけるこの比率は３歳前期と３歳後期に高い有意差（$p<.01$）があり，３歳後期と４歳前期では有意差（$.01<p<.05$）がある。しかし，それ以降の比率の差は有意というほどではない。数唱と対応の不能者は３歳前期に約半数と多いが，３歳後期には急激に減少し，４歳前期には数唱できない幼児はわずかとなる。

誤不誤と誤不不は，正しく数唱をはじめるが途中で誤るか停止し，対応が不能のものである。誤不誤は３歳前期と４歳後期のみに少数みられる。誤不誤と誤不不を合わせた比率は３歳前期で14.1％，３歳後期で7.1％になる。その後は５％未満で５歳後期にはこのパターンは皆無である。計数誤答者におけるこの比率の差は３歳前期と３歳後期，３歳後期と４歳前期の間では有意差はない。加齢に伴うこのパターンの比率変化は先にみた不不不，不不誤を合わせた比率変化より小さいが類似している。

誤誤誤は正しく数唱をはじめるが途中で誤るか停止し，要素との対応も途中で誤り，命名の際に数唱の最後数詞など何らかの数詞を答えたものである。誤誤不は命名の際に，数詞以外の

言葉を答えたか，何も答えないものである。誤誤誤と誤誤不は幼児期を通して多くみられる解答パターンである。誤誤誤の比率は３歳前期では5.9％と最も低く，それ以降加齢と共に上昇し４歳後期で48.2％と最高となり，その後しだいに低下するものの５歳後期で27.1％である。誤誤不の比率は３歳前期で32.9％あるが，３歳後期では52.9％と最高となり，４歳前期では48.2％と若干低下する。それ以降加齢と共にしだいに低下し，５歳期には10％未満になる。

年齢期により計数誤答者の解答パターンが変化していた。それを χ^2検定により分析するのだが人数が５未満になるセルを少なくするために，誤答者の解答パターンの人数を誤誤誤，誤誤不，対応不能（不不不，不不誤，誤不誤，誤不不の合計）の３つにした。正正誤はこの分析からは除いた。その結果，人数の偏りは有意であった（χ^2 (10)＝180.02，p＜.01)。３パターンの６期における実際人数，期待人数，残差分析の結果を Table2に示した。

残差分析によると対応不能の実際人数は期待人数より３歳前期では多いが，その後少なくなる。反対に誤誤誤の実際人数は３歳前後期では期待人数より少なく，その後加齢と共に多くなる。誤誤不の実際人数は３歳前期では期待人数とほぼ等しいが３歳後期に急に多くなり４歳前期で若干減少するもののかなり多く，その後加齢と共に少なくなる。

３歳前期では幼児の多くが数唱さえ不能か，集合と対応づけずに数唱する。この期は集合を前にして黙するか，数唱だけの幼児が多い。３歳後期になると数唱し，数唱と集合を対応づける幼児が増える。しかし集合を命名するものは少ない。４歳前期になると幼児の多くが数唱と集合を対応づけるようになる。しかしその多くは集合を命名しない。４歳後期では幼児の多くが集合を命名するようになる。５歳前後期では数唱不能，数唱と集合との対応不能，命名不能のものはごくわずかで，幼児の多くは集合と対応づけながら数唱し，集合を命名している。

Figure1によると３歳前期では不不不と不不誤の人数は多いが，誤不誤，誤不不の人数は少ない。３歳後期でも若干この傾向はみられる。すなわち計数において幼児の多くは数唱ができれば，すぐに集合と対応づけるようになるのである。しかし計数正答者は多くない。計数とは数唱と集合を対応づけるものと了解し，行為としてそうする幼児は多いものの確実な数唱と対応づけはできず，それが難しいことが分かる。

Table2　計数誤答者の解答３パターンの人数と残差分析の結果

		３歳前期	３歳後期	４歳前期	４歳後期	５歳前期	５歳後期
	実際人数	5	12	30	41	34	24
誤誤誤	期待人数	32.9	30.6	30.6	24.3	16.9	10.6
	残　差	-7.102**	-4.854**	-0.159	4.748**	5.686**	5.485**
	実際人数	28	45	41	13	7	2
誤誤不	期待人数	30.7	28.5	28.5	22.7	15.7	9.9
	残　差	-0.697	4.359**	3.301**	-2.792**	-2.936**	-3.266**
	実際人数	51	21	7	8	2	1
対応不能	期待人数	20.3	18.9	18.9	15.0	10.4	6.5
	残　差	8.882**	0.633	-3.530**	-2.273*	-3.181**	-2.581*

注．*.01＜p＜.05，**p＜.01。対応不能は不不不，不不誤，誤不誤，誤不不の合計である。

2．数唱行為の実態と数唱可能範囲

計数における数唱行為は不能，無声，途中誤，正順序の4カテゴリーで評価した。不能とは，開始の合図から5秒経過しても数唱をはじめないか，最初からランダムな順序の数詞を唱えるものである。無声とは発声を促されても数詞を発声しないが対応行為をするものである。途中誤とは正しい数詞系列を唱え初め，途中でランダムな順序の数詞を唱えるものである。正順序とは最初から数唱を停止するまで正しい数詞系列を唱えるものである。

6期における4カテゴリーの人数比率をFigure2に示した。なお，正しい数詞系列を唱えられる範囲を数唱可能範囲として，6期におけるその人数比率をFigure3に示した。

数唱できないものは3歳前期では45.9%であるが，3歳後期になると16.5%に低下し，幼児の多くが3歳期に数唱をしはじめる。4歳期では幼児の90%以上が数唱可能になる。

数唱可能範囲をみると3歳前後期共に10未満の範囲が最多で，次いで10～19の範囲が多い。4歳前期では10～19の範囲が最多で，次いで20～29の範囲が多く，幼児の76.5%が10以上の数唱が可能になる。4歳後期では68.2%が20以上の数唱をしている。4歳後期以降，数唱可能範囲が10未満の幼児は6%未満とわずかとなる。5歳前期では65.6%が30以上までの数唱する。5歳後期では幼児の82.4%が30以上の数唱する。

数詞を発声しない幼児の中には集合命名の際に32と正答するものがいれば，それに近い数値を解答するもの，命名不能がいる。無声では確実に集合要素と一対一対応するもの，対応が不確実なもの，数唱や対応は不能であるが，その行為を演じるものが混在しているのである。

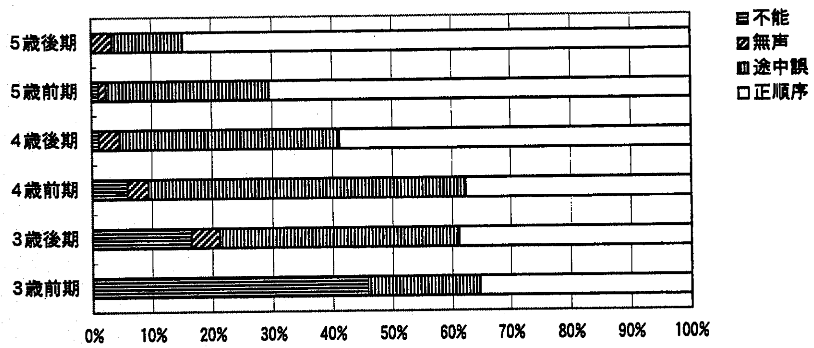

Figure2　数唱行為の評価結果

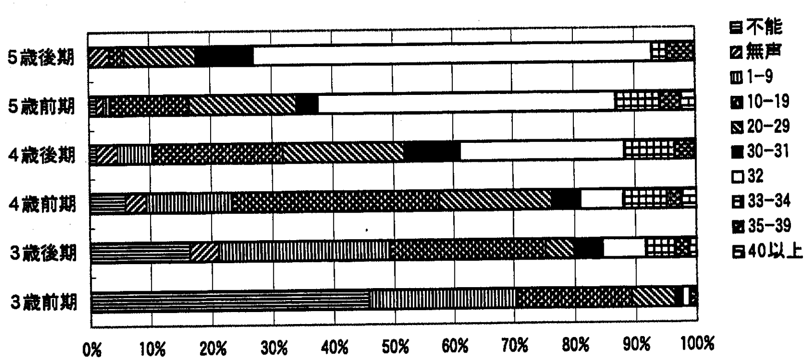

Figure3　数唱可能範囲

3．対応行為の実態と対応可能範囲

対応行為は，不能，ランダム，視線，不明，不動誤，不動正，移動誤，移動正の8カテゴリーで評価した。不能は数唱行為と対応行為をできないか，ランダムに数唱して対応行為をしないものである。ランダムは数詞と対応せずに適当に要素を触るものである。視線は数唱と集合要素を目で対応づけ指さししないものである。不明とは数唱せずに指で要素と対応づけ，命名の際に数詞を解答して無声で数唱していると推測できるものである。ただし無声で集合要素と指で対応づける行為をしながら命名の際に不能，もしくは分からないと解答した場合は不能とする。不動とは指で対応づけるが要素を移動させないもの，移動とは指で対応づけながら要素を移動させるものである。不動誤と移動誤は最初数詞と要素を一対一対応させるが，途中で対応を誤るものである。不動正と移動正は数唱が終了もしくは途中停止するまで確実に一対一対応するものである。

6期における8カテゴリーの人数比率をFigure4に示した。なお，要素と正しく一対一対応できた数詞の範囲を対応可能範囲として，6期におけるその人数比率をFigure5に示した。

不能，ランダム，視線を合わせた比率は3歳前期では60.0%で，3歳後期になると24.7%と急激に減少する。4歳期以降は10%未満で幼児のほとんどが指で対応づけるようになる。

3歳前期で対応がランダムなものは15人いるが，そのうち数唱不能は7人，途中誤は3人，正順序は5人である。数唱不能の全員の対応が不能もしくはランダムである。数唱が不能でも要素を指さす行為をするものがいる。3歳後期では対応がランダムな3人はすべて数唱は途中誤である。対応が不能なものは数唱が不能の全員と無声の1人である。3歳後期では幼児のほ

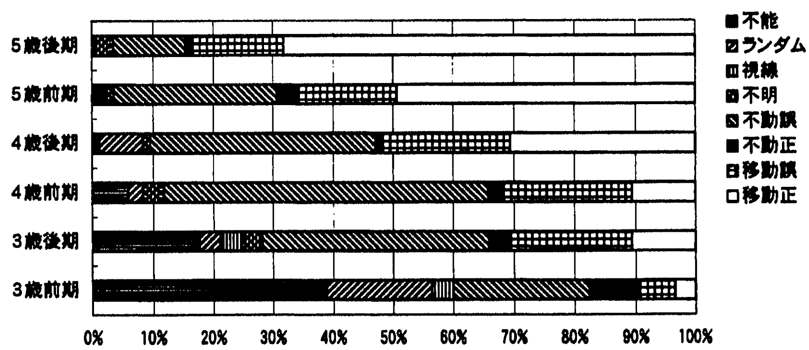

Figure4　対応行為の評価結果

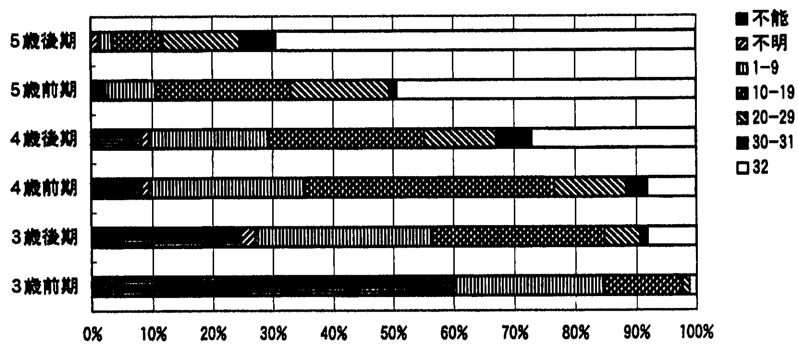

Figure5　対応可能範囲

とんどが声を出して数唱し，対応行為をするようになる。

視線は３歳前期と後期にみられるが，３歳前期の３人全員が数唱は正順序である。３歳後期の３人のうち２人は正順序，１人は途中誤である。目で要素と対応づけるが，途中で数えたものと，数えていないものの区別がつかなくなる場合がほとんどである。

指を使う対応づけである不動と移動の推移をみると，不動の比率（不動誤と不動正の合計）は３歳前期では30.6％であるが加齢と共に上昇し，４歳前期には56.5％と最高となり，それから下降に転じ５歳前期で30.6％，５歳後期で12.0％となる。移動の比率（移動誤と移動正の合計）は３歳前期で最低の9.4％であるが，その後は加齢と共に単調に上昇し，４歳後期では51.8％，５歳前期では65.9％，５歳後期では83.5％に達する。

年齢期により不動と移動の比率が変化していた。それをχ^2検定により分析した結果，人数の偏りは有意であった($\chi^2(5)=67.47$, $p<.01$)。６期における不動と移動で対応づける実際人数，期待人数，残差分析の結果をTable3に示した。

残差分析によると移動の実際人数は期待人数より３歳前期から４歳前期までは少なく，４歳後期では等しくなり，５歳前期になると期待人数より多くなり５歳後期にはきわめて多くなる。

数詞と要素の対応づけは計数しはじめた頃は，不動で行う幼児がほとんどである。年齢が増すと共に次第に移動で行う幼児が増加し，５歳期になると幼児の多くが移動で行う。

対応の正答，誤答で区別してみると不動正は３歳前期が最多で8.2％，その他の期では５％未満である。これが３歳前期で多いのは数唱可能範囲が小さく，不動でもその範囲では確実に一対一対応できるからであろう。年齢が増し数唱可能範囲が大きくなると不動では要素との確実な対応は難しくなる。移動正は３歳前期が最低で3.5％，その後は年齢が上昇すると共に増加し，５歳後期では68.2％になる。

不動，移動による対応の正答と誤答の人数を６期についてFisherの直接確率計算で検定した結果，３歳前期では有意差なし，他の５期ではすべて有意差（３歳後期のみ$.01<p<.05$，他は$p<.01$）があり，移動正が多いことが示された。32個の集合となると要素を移動しなければ，数えた要素とこれから数える要素が混合してしまい正答できないのである。

対応可能範囲は評価の基準により数唱可能範囲と等しいか小さくなる。対応可能範囲をみると３歳前期では10未満の範囲が25.0％と最多で，次いで多いのは10～19の範囲で12.9％である。３歳後期では10未満の範囲と10～19の範囲がどちらも29％前後で等しい。４歳前期では10～19

Table3　数詞と集合要素を不動と移動で対応づける人数と残差分析の結果

		３歳前期	３歳後期	４歳前期	４歳後期	５歳前期	５歳後期
不動	実際人数	26	35	48	33	26	11
	期待人数	14.8	26.6	32.6	33.5	35.7	35.7
	残　差	4.042**	2.359*	3.950**	-0.136	-2.417*	-6.151**
移動	実際人数	8	26	27	44	56	71
	期待人数	19.1	34.4	42.3	43.5	46.3	46.3
	残　差	-4.042**	-2.359*	-3.950**	0.136	2.417*	6.151**

注．*$.01<p<.05$，**$p<.01$。不動は不動不と不動正の合計，移動は移動不と移動正の合計である。

の範囲が41.2%と最多で，次いで多いのは10未満の範囲で26.0%である。10以上の対応が可能なのは幼児の64.7%である。4歳後期では44.7%が20以上まで対応できる。対応可能範囲が10未満の幼児は4歳後期では20.0%，5歳前期になると8.2%に低下する。30以上まで対応できるのは5歳前期ではじめて過半数を超え50.6%となり，5歳後期では75.3%となる。5歳期になると急速に可能範囲を拡大している幼児が多くなる。

数唱可能範囲と対応可能範囲を比較するために3歳期は可能範囲が10未満と10以上の人数を，4，5歳期は20未満と20以上の人数をFisherの直接確率計算で検定した結果，3歳前後期に有意差はないが，4歳前期 ($.05 < p < .10$)，4歳後期 ($p < .01$)，5歳前期 ($.01 < p < .05$)，5歳後期 ($.05 < p < .10$) に有意差，もしくは有意傾向があった。3歳期では数唱可能範囲も対応可能範囲も大きくなく，数唱できる範囲で対応が可能なのである。4歳前期から5歳前期までは数唱範囲は拡大し幼児の多くが20を越えるが対応範囲は20未満にとどまる幼児が多い。5歳後期では両方の範囲が30を超える幼児は多くなり，その差は小さくなる。数唱と集合要素を対応づける経験を繰り返して，正しく対応づける行為を確実に習得していくようである。

4．命名行為の実態と命名数詞範囲

命名行為は，不能，不適切，数詞の3カテゴリーで評価した。不能は命名の際に言葉でも，行為でも反応しないか，個数を「わからない」というものである。不適切は「いっぱい」「たくさん」「これだけある」とか，指で個数を示すものである。数詞は数詞での命名である。

6期における3カテゴリーの人数比率をFigure6に示した。なお，数詞と指立てで集合の個数

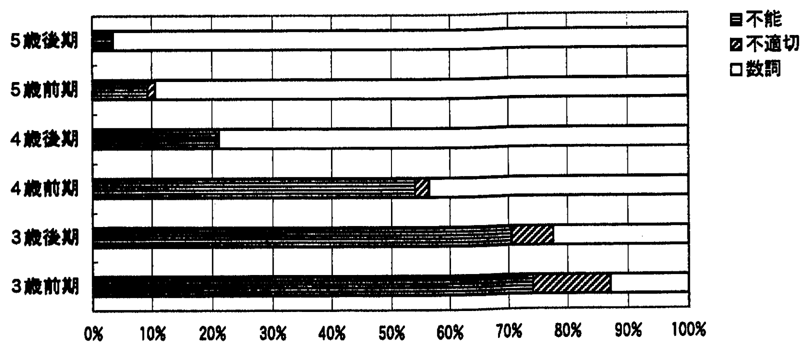

Figure6　命名行為の評価結果

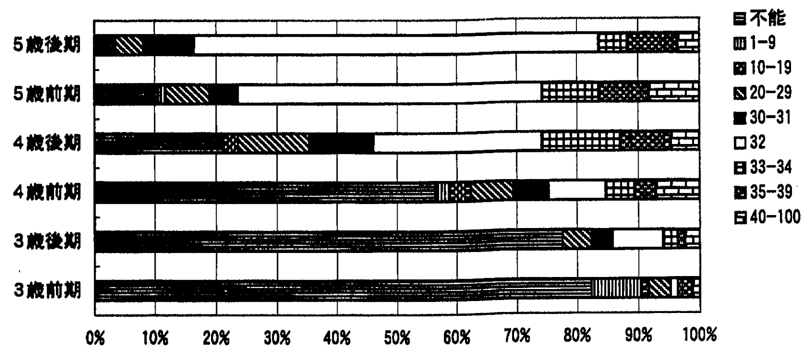

Figure7　命名範囲

を解答した数値の範囲を命名範囲として，６期におけるその人数比率をFigure7に示した。

不能は３歳前期で最多で74.1%で，その後加齢と共に単調に減少し，３歳後期で70.6%，４歳後期に21.2%，５歳前期で10%未満になる。不適切はどの期でも少ないが最多の３歳前期では11人いる。そのうちの４人は指立てで５もしくは４と解答した。他の７人と他期の幼児の解答はすべて「いっぱい」「たくさん」などである。数詞での解答は３歳前期が最低で12.9%，その後加齢と共に単調に増加し，４歳前期で43.5%，４歳後期には78.8%急増する。４歳期に幼児の多くが計数とは数唱と対応の後に，数詞を言うことと分かるようになる。

数唱で発声した最後の数詞と命名した数詞がどの程度一致しているか確認するために，計数誤答者のなかで数唱が不能と無声，そして命名での不能を除き，数唱の最後の数詞と命名した数詞を比べ，両者が等しい，命名数詞が大きい，命名数詞が小さいの３群に分類し，それぞれを数唱＝命名群，数唱＜命名群，数唱＞命名群として分類した結果がTable4である。

数唱＜命名群の人数は３歳前後期では数唱＝命名群と等しいが，それ以降の４期では数唱＜命名群の人数の方が多い。数唱＞命名群は４歳前期から５歳前期までの３期にいるが人数は少ない。幼児の半数以上が最後数詞と異なる数詞で集合を命名する。その場合６期のすべてにおいて数唱＜命名群の方が数唱＞命名群より多く，その差は３歳前期を除く５期において有意もしくは有意傾向がある（３歳後期$.05<p<.10$；４歳前期$.01<p<.05$；その他$p<.01$)。

数唱＞命名群の人数は少なく，統計処理が不適切のため具体的に検討する。最後数詞と命名数詞の差が２以内の解答者は４人で４歳前期の１人は６まで数唱し５と命名した。４歳後期の１人は数唱29，命名28，５歳前期の２人は共に数唱21，命名20であった。この命名の数詞は最後数詞の１つ前の数詞をうっかり解答したか，記憶している５や20という区切りよい数詞をランダムに解答したと推測する。２つの数詞の差が３以上ある解答者は５人で，その最後数詞と命名の数詞は４歳前期の３人が27と23，29と17，16と５であり，４歳後期の１人が13と10，５

Table4　数唱の最後数詞と命名数詞で分類した３群の人数

	３歳前期	３歳後期	４歳前期	４歳後期	５歳前期	５歳後期
数唱＝命名群	3	5	8	19	14	12
数唱＜命名群	3	5	16	21	16	14
数唱＞命名群	0	0	4	2	3	0

Table5　数唱＜命名群と数唱＝命名群の数唱と対応可能範囲及び命名数詞の平均値

	３歳前期	３歳後期	４歳前期	４歳後期	５歳前期	５歳後期
【数唱＜命名群】						
数唱可能範囲	10.7	15.2	19.3	16.5	20.9	26.7
対応可能範囲	5.7	14.4	12.5	13.7	17.3	25.2
命名の数詞	45.3	35.8	39.2	34.0	40.3	36.5
【数唱＝命名群】						
数唱可能範囲	20.7	32.8	28.3	30.7	32.7	31.8
対応可能範囲	6.3	24.2	22.3	17.1	18.2	22.1

歳前期の１人が29と５である。５や10の区切りのよい数詞での命名と，理由がまったく推測できない解答があるが，どれもランダムな解答と考える。

数唱＝命名群と数唱＜命名群の数唱可能範囲，対応可能範囲，命名した数詞の平均値をTable5に示した。数唱＜命名群における数唱可能範囲と命名数詞の差の平均値は３歳前期では34.7，３歳後期では20.6，４歳前期では19.9，４歳後期では17.5，５歳前期では19.4，５歳後期では9.8である。差の平均値は加齢と共に小さくなる傾向にあるが３歳前期から５歳前期までは差は17以上と大きく，幼児の多くが意図的に数唱の最後数詞とかけ離れた大きな数詞で命名したようだ。次に隣り合う年齢期の間における命名数詞から数唱の最後数詞を引いた差の平均値を比較した。３歳前期から５歳前期までの隣り合う年齢期の間では有意差がなく５期の変動はゆるやかである。５歳前後期を比較すると前期19.4，後期9.8で有意差($t=2.62$, $df=28$, $.01<p<.05$）があり，前期から後期への変動は激しく，その差が小さくなっている。

数唱＝命名群と数唱＜命名群との間における数唱可能範囲と対応可能範囲の平均値の差を検定する。３歳前期は人数は少ないので検討から除外する。３歳後期では数唱と対応範囲のどちらにも有意差があり，数唱＝命名群の方が大きい(数唱範囲 $t=6.66$, $df=8$, $p<.01$；対応範囲 $t=2.76$, $df=8$, $.01<p<.05$)。４歳前期でも両範囲に有意差があり，数唱＝命名群の方が大きい(数唱範囲 $t=2.41$, $df=22$, $.01<p<.05$；対応範囲 $t=3.81$, $df=22$, $.01<p<.05$)。４歳後期以降の３期では対応には有意差はないが，数唱範囲に有意差があり，数唱＝命名群の方が大きい(４歳後期 $t=7.76$, $df=32.19$, $.p<.01$；５歳前期 $t=4.68$, $df=28$, $.p<.01$；５歳後期 $t=2.45$, $df=24$, $.01<p<.05$)。３歳後期以降の５期において数唱可能範囲は数唱＝命名群の方が，数唱＜命名群よりも大きい。さらに３歳後期と４歳前期では対応可能範囲は数唱＝命名群の方が，数唱＜命名群よりも大きいのである。すなわち数唱＝命名群の方が，数唱＜命名群より集合を数える技能は高いといえよう。

考　察

１．集合要素を指で移動する方略の習得過程と時期

幼児が数唱の数詞と集合要素を対応づける方略として，視線による対応づけはわずかであり，指を使う対応づけが３歳前期から一般的であることが示された。数詞と対応づけながら要素を指で動かす方略である移動の比率は，３歳前期では要素を触るだけで動かさない方略である不動の比率の約1/3程度で少なかった。３歳後期と４歳前期にかけて不動の比率が上昇し，移動の比率はほぼ一定であった。４歳後期では２つの方略の比率は逆転し，移動の比率が高くなり，幼児の半数以上が移動で対応づけていた。５歳期になれば幼児のほとんどが移動で対応づけた。

幼児は計数をし始めたばかりの頃，数唱と要素を不動で対応づける。数唱可能範囲が小さいならば，それでも確実に対応できるだろう。しかし，可能範囲が拡大してくると対応済みの要素と未対応の要素を知覚だけで区別するのは困難になり，失敗してしまう。計数する経験を積み，そのやり方では区別に失敗しやすいことに気づき，その対応策として移動する方略に気づき使用するようになるのであろう。幼児は４歳期に計数する経験を通して移動による対応づけを習得し，自発的にその方略を使うようになると推測できる。

しかし，移動による対応づけをすれば正しく対応できるとは限らない。３歳後期から４歳前期にかけて移動の比率は一定であるが，その頃は移動で対応づけても対応を誤るものの方が正

しく行うものより多かった。誤ったものは1つの要素に2つの数詞を対応づけしたり，移動距離が不十分で未対応の集合と混ざったりしていたものがほとんどである。3歳後期から4歳前期にかけて幼児の多くがこうした失敗を通して単に要素を移動するのではなく，確実に1つの要素と1つの数詞を対応させ，さらに未対応の要素と区別するには適切な位置に要素を移動することに気づき試みるのであろう。こうした経験を積み4歳後期以降，幼児の多くが要素の移動を数詞と対応させ，かつ要素を区別する確実な方略として洗練するようになると推測する。

2．最終語反応の意味

数唱と対応の手続きに誤りながらも集合を命名する際に，数唱の最後数詞で命名する幼児の存在が本研究でも確認された。これはFuson他やFrye他が指摘したように基数の原理に従えなくても最終語反応するものである。しかしその人数は4歳期以降では最後数詞と異なる数詞で命名するものよりも少なかった。さらに異なる数詞で命名する場合，最後数詞より大きい数詞で命名するもの方が小さい数詞命名するものよりも多かった。なぜ，幼児の多くが最終語反応をせずに最後数詞と異なる数詞で命名するのだろうか，その理由を検討してみよう。

まず最後数詞より小さい数詞での命名であるが，5や10など区切りのよい数詞の場合，よく知っている数詞を解答した可能性が高く，数唱が単なる言葉の暗唱でしかないと推測できる。その他の数詞の場合，幼児は数唱と対応を停止したときに，まだ対応づけていない，数えていない要素があることに気づいているはずである。そこで未対応の要素の個数を含めて，集合の個数を当て推量で解答すると考えられる。彼らは最後数詞より大きい数詞で命名しようと意識していたかどうか分からないが，数詞の系列を理解していないために，結果的に小さい数詞で命名したと推測する。

次に最後数詞より大きい数詞での命名では最後数詞より大きい数詞で命名しようと意識し，数詞の系列を理解していたと推測できる。さらに5歳後期では最後数詞と命名数詞の差が他の期より小さくなっていた。数唱と対応が多くの個数まで可能となり，未対応の要素が少ないので，数唱の最後数詞と近い数詞で命名したと推測する。この5歳後期の事実も数えていない要素に気づき，当て推量で解答していることを強く示唆する。

このような考察により，最後数詞より大きい数詞を解答した幼児の方が，小さい数詞を解答した幼児より数詞の系列を理解し，統計的には検討できないが，数える技能は高いと考えられよう。それでは最後数詞より大きい数詞を解答した幼児と最終語反応をする幼児はどうなのだろうか。大きい数詞で命名した幼児は，未対応の要素が残っている場合，実際の集合の個数は最後数詞より大きい数になると理解しているため，最終語反応をするより進んだ水準にあると考えられる。しかし，両者の数唱可能範囲と対応可能範囲を比較した結果では，最終語反応をする幼児の方がその範囲は広く，数える技能の高いことが示された。最終語反応をする幼児のほとんどが3歳後期で30前後までの数唱を習得していた。対応は20前後で誤るものの，最後まで対応の行為を数唱に合わせて行っていた。彼らは数唱も対応も正しくしたと思っていたから最後数詞で命名したようである。すなわち数唱も対応も自信を持って行い，それがかなりの程度可能であるから最終語反応するといえよう。

最終語反応には例えば，32個の集合のうち，5個まで正しく数唱して対応づけて，その集合を5個という解答も含まれる。そうしたものは本研究では3歳前期に若干みられた。そうしたものは確かに「いくつあるか」との問に対する解答方略といえよう。それとここで示された4

歳期以降の最終語反応は区別して考える必要があり，今後さらなる追究が期待される。

３．幼児の年齢と計数における誤りやすい手続きとその指導

32個の集合の計数課題は４歳前期までは幼児のほとんどが正答できないし，５歳期を終わる頃でも正答者は60％代に過ぎず，幼児期には難しいことが示された。幼児の年齢によって誤りやすい手続きを何かを検討し，その指導を考察しよう。

３歳前期では数唱できないものがほぼ半数と最も多く，数唱それ自体が難しい状況にある。３歳後期では幼児のほぼ80％は数唱するようになるが，数唱可能範囲が狭く，数唱を途中で誤ったり，停止したりする。４歳前期から後期にかけて，数唱可能範囲，対応可能範囲共に拡大してくるが，対応づけを不動でするものが多く確実ではない。５歳期になると対応づけを移動で行うものが増加するものの，数唱可能範囲が30未満のものがみうけられる。

３歳期は数唱の習得と数唱範囲の拡大が指導の中心となる。4歳期は数唱範囲の拡大と確実な対応づけのために集合の移動が指導の中心となる。５歳期は計数経験の少ない幼児に対してさまざまな事物を数える機会を与え，数唱範囲の拡大が主な指導となる。

物の集合を計数する必然性がない状況で教師が計数を教えたり，やって見せたりしても，その行為を模倣するだろうが，それをする意味までは分からない。そこで物の個数を知らなければ幼児自身が困ったり，遊べなかったりする状況での指導が基本となる。園ではオニごっこやカードゲームなどルールに従い相手との勝敗を競う対立関係のある遊びをしている，それらは指導に適切な機会であろう。ティームの人数や取得したカードの枚数，倒した積み木の個数などを計数し，それで勝敗が決まるのだから慎重に確実にしなければならないと意識し，一人では自信がなくても仲間や教師と一緒に計数するのであれば，安心して取り組めるのでそうした技能の習得もしやすいという（例えば，丸山,2003)。園では幼児がおもしろがって積極的に取り組む対立関係のある遊びを展開できることが指導の前提になるといえよう。

※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

Frye,D., Braisby,N.,Lowe,J., Maroudas,C.,& Nicholls,J. 1989 Young children's understanding of counting and cardinality. *Child Development*,**60**,1158-1171.

藤永保・斎賀久敬・細谷純 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，11，2，75-85.

Fuson,C., Pergament,G.G., Lyons,B.G.,& Hall,J.W. 1985 Children's conformity to the cardinality rule as a function of set size and counting accuracy. *Child Development*,**56**, 1429-1436.

Gallistel,C.R.,& Gelman,R. 1992 Preverval and verbal counting and computaton. Cognition, **44**,43-74.

Gelman,R.,& Gallistel,C.R. 1988 数の発達心理学（小林芳郎・中島実，訳）．田研出版.(Gelman, R., & Gallistel,C.R. 1978 *The child's understanding of number*. Harvard University

Press.
丸山良平. 2003 対立関係のある遊びの実態と指導, 援助. 丸山良平・横山文樹・富田昌平(共著), 保育内容としての遊びと指導 (pp.135-174). 建帛社.

Bull. Joetsu Univ. Educ., Vol. 23, No. 2, Mar. 2004

Children's Constructing Skills of Counting a set over Three Years at a Kindergarten

Ryohei MARUYAMA*

ABSTRACT

The purpose of this study is to investigate longitudinal features of children's constructing skills of counting a set 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 a task of counting a set. The task used a set of thirty-two glassies. 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 elucidated children's skills of counting a set. Furthermore, we investigated children's answering patterns and examined how to instruct children to count a set.

* Division of Early Childhood Education