

幼児の数転換能力の発達と自発的数唱の使用

丸 山 良 平*

(平成4年10月30日受理)

要 旨

本研究では、集合や数記号から把握した数をそれぞれ別の媒体で表現することを数転換と定義する。本研究は幼児の数転換能力の発達を追究することを第1の目的とする。年齢が低いと数転換に際して集合数を把握するのに数唱を使用することが多い。そこで集合数把握の際の自発的数唱の使用と子どもの年齢の関係を追究することを第2の目的とする。

対象児は日本の2幼稚園に就園する3歳～5歳児期(月齢45～82カ月)の幼児355人である。調査課題は具体物、数図、数詞及び数字により構成された。得られた資料の分析結果は次の点を明らかにした。

- (1) 数転換能力の獲得は3歳児期に始まる。そして子どもの数転換能力は4歳児期と5歳児期では大きな差はない。数転換能力は4歳児期に達すると急速に発達するといえる。
- (2) 自発的数唱を伴う計数は3歳児期に多く使用される。4歳児期には数唱しない計数が多くなり、それでも数把握は確実になる。
- (3) 数転換能力は自発的な数唱がなくても集合数の把握が確実になる計数方略の獲得によって発達することが示唆される。

KEY WORDS

number conversion skills 数転換能力
cognitive development 認知発達

preschool 幼児教育
counting 計数

問 題

子どもは生活の中で事物の集合、数詞と数字から数を把握したり、それらを使って数を示したりしている。幼児の数教育では具体物、半具体物、数詞、数字を数の媒体として使用する。具体物集合や半具体物から数を抽象し、それを数詞に置き換えること、また数詞や数字から把握した数を具体物の集合で表現することは数の最も基礎的操作といえる。本研究ではこのような「1つの媒体が示している数を他の媒体によって表現すること」および「同じ数を示す媒体を対応づけること」を数転換と定義する。Piaget (1962) が子どもの数概念研究の中で行った、事物集合の要素と要素の対応づけ、そして保存の研究は具体物間の数転換を対象にしたといえる。Piagetは、数の知識は論理・数学的知識であり、数詞や数字などの記号の使用とは異なるとして、記号を用いた数転換は検討していない。子どもの数転換に焦点を当てた日本での研究

* 幼児教育講座

には、藤永・斎賀・細谷（1963a, 1963b, 1964）と土井（1974）の研究がある。この2つの研究では、具体物と記号・数の概念的レベルとを直接対応させるのではなく、その間に仲介次元として半具体物を置くことが前提とされた。半具体物は具体から抽象へという概念のヒエラルキーから想定されたものである。土井は半具体物が子どもにとって最適なものでなければ、概念も不完全なものになるとして、数転換が可能になっている5歳児以上の子どもを対象に半具体物の最適性を検討した。そのため土井の研究では数転換能力の発達及び数詞と数字を用いた数転換については検討されていない。藤永他は半具体物に数図を使用して実験教育を行った。実験教育では「数概念と実在とのフィード・バックプロセスには、単なる対応ではなく、演算操作の方がより重要である。」（藤永他, 1963a）とされたため、実験群の対照群としての子どもの数能力調査において多少等判断・演算課題が多く、数転換をみる課題は具体物集合・半具体物の集合数を数詞で答える程度であった。そして3～5歳児の正答率が示されているが、ここでは家庭における数教育と数教育観との関係の検討が主となり、数転換能力の発達については詳しく言及されていない。その他の幼児概念研究では、調査課題の中に、具体物、数図、数字から数詞への転換が組み込まれている程度（例えば、三浦・西谷, 1976）で、数転換能力の発達についての研究は少ない。そこで本研究の第1の目的は、具体物、半具体物、数詞、数字の4つの媒体相互の数転換を検討し、幼児の数転換能力の発達を追究することである。なお、半具体物は抽象的な記号としての性質と具体的な事物集合としての性質をもつもので「半記号」ともいわれている（藤永, 1985）。半具体物はその集合要素が計数できて、かつ1つの半具体物が1つの数に対応しているものである。これに従い本研究では、半具体物とは数図、水道方式という5や10のびんづめタイルのようなものとし、具体物とはおはじき、ボタン、ブロックそしてタイル等の可動の個物すべてとする。なお、本研究では具体物としておはじき、半具体物としては数の教育でよく使用される数図のみを扱う。

子どもは具体物集合と半具体物から数を把握したり、対応する半具体物を探したりするのにスピタイズ(subitizing)、計数のいずれかの方略を使用し、具体物で集合を構成するには計数を使用する。スピタイズは子どもが小集合の計数に習熟することで可能になるといわれている（Gelman & Gallistel, 1988）。数転換能力は子どもの計数能力を含む集合数把握力と関係するといえる。中沢（1983）は子どもの計数行動には、模倣的数え行動、習慣的数え行動、真の数え行動があるとし、真の数え行動は集合数の直観的把握（スピタイズ）の習熟に伴い、習慣的行動を超えてから起こることを示している。真の数え行動とは子どもが個物の集合を見て多さを感じ、スピタイズをためらうとき現れ、このときはまず目で集合要素を追って答え、目で追いきれないときはじめて指や数唱を使って数えることである（中沢, 1982）。模倣的数え行動の頃には、大人の行為を再現するのであるから子どもは計数に伴い数唱する。習慣的数え行動では、数唱は計数の際に数詞と集合要素を確実に1対1対応をつけるために使用される。そしてそれに習熟するに従い数唱せずとも数詞と要素とを対応づけることが確実になり、真の数え行動になる頃には数唱は使用されなくなると推測する。数唱の使用は集合数を把握する能力を示す1指標になると考える。Wynn（1990）は、子どもが物を上手に数えたとしても、それは数の把握ではなく、計数動作と数唱をしているだけのことを示した。そして数唱した最後の言葉がその集合数であるという基数語原理（the cardinal word principle）はおおよそ3.5歳に理解されるとした。Sophian（1987）は、3歳～3.5歳の子どもは正しく上手に計数できても、2集合の多少等判断では自発的に計数を使用する傾向はないことを示し、計数が2集合の多少等判断、

集合の構成で使用されるのは3.5歳～4.5歳で多くなるとした。これらの報告は3.5歳未満では数唱を伴う計数はたいていは大人の計数動作と数唱の模倣であり、集合の大きさを知ろうとする操作ではない場合が多く、3.5歳を超えると計数が集合数を知る操作になることを示唆する。しかし、加齢に伴う数唱使用の変化については言及されていない。そこで本研究の第2の目的は、数を把握したり、集合を構成したりする時の数唱の使用の年齢変化を追跡することである。

3～5歳児では計数の正誤は数が20以下では数範囲が関係することが示され (Gelman & Meck, 1983), 数転換も数範囲が関係すると推測される。また、この年齢の子どもは、数範囲5以下と6以上の数は大きさが異なる群に分けて考えることが示されている (Siegler & Robinson, 1982)。そこで本研究では数範囲5以下と6以上の2つの数範囲により課題を構成する。

方 法

1. 対象児

対象児は新潟市内の私立幼稚園P, Qの2園に在籍する3歳児104名(P園57名, Q園47名), 4歳児146名(P園70名, Q園76名), 5歳児105名(P園44名, Q園61名)である。なお、年齢区分は幼稚園教育の年齢層(学年)を使用しており、必ずしも子どもの満年齢と一致してはいない。2園は同じ学校法人により設置され、保育内容・方法はほぼ一致しており、特別な数教育といわれるようなものは行っていない。

2. 用具

おはじき10個, プラスティック製の小皿2枚, 算数教材用(誠文社製)の1～9の数字のカード(7cm×5cm)各1枚をランダムに配置し貼り付けた数字盤1枚(32cm×24cm), 1～9の数図カード(7cm×5cm)各1枚をランダムに配置し貼り付けた数図盤1枚(32cm×24cm)を用いる。

3. 課題

具体物, 数図, 数詞, 数字によって表示された数を他の媒体で表現する。各課題は数範囲が3～5小さいA小問, 6～8と大きいB小問の2問で構成される。対象児の前に用具を置き, 調査者は対象児と対話しながら課題を提示する。課題の実施方法は以下のとおりである。課題名の略記表示と課題で扱う数をTable 1に示す。

a. 具体物から数図, 数詞, 数字への数転換課題
調査者がおはじきを皿の中に入れて転換する数を表示する。

①具→図: 「これと同じ数のカードをこれから選びなさい」といって, 数図盤を示す。

②具→詞: 「これはいくつですか」と問い, 数詞で答えさせる。

③具→字: 「これと同じ数のカードをこれから選

Table 1 数転換課題名の略記

数転換の方向		略記	扱う数
具体物から	数詞へ	具→詞	4,6
	数図へ	具→図	3,7
	数字へ	具→字	5,8
数詞から	具体物へ	詞→具	4,6
	数図へ	詞→図	5,8
	数字へ	詞→字	3,7
数図から	具体物へ	図→具	5,8
	数詞へ	図→詞	3,7
	数字へ	図→字	4,6
数字から	具体物へ	字→具	3,7
	数詞へ	字→詞	5,8
	数図へ	字→図	4,6

びなさい」といって数字盤を示す。

b. 数図から数詞, 数字, 数図への数転換課題

調査者が数図盤の数図を指差して転換する数を指示する。

- ①図→詞: 「これはいくつですか」と問い, 数詞で答えさせる。
 ②図→字: 「これと同じ数のカードをこれから選びなさい」といって, 数字盤を示す。

- ③図→具: 「これと同じ数だけ, おはじきを皿に入れなさい」といって, おはじきと皿を示す。

c. 数詞から数字, 具体物, 数図への数転換

調査者が口頭で転換する数を指示する。

- ①詞→字: 「3の数字をこれから選びなさい」といって, 数字盤を示す。
 ②詞→具: 「4だけ, おはじきを皿の中に入れなさい」といって, おはじきと皿を示す。
 ③詞→図: 「5のカードをこれから選びなさい」といって, 数図盤を示す。

d. 数字から具体物, 数図, 数詞への数転換

調査者が数字盤の数字を指差して転換する数を指示する

- ①字→具: 「これと同じ数だけおはじきを皿に入れなさい」といって, おはじきと皿を示す。
 ②字→図: 「これと同じ数のカードをこれから選びなさい」といって, 数図盤を示す。
 ③字→詞: 「これはいくつですか」と問い, 数詞で答えさせる。

4. 実施

実施年月日は3歳児については1990年12月, 4, 5歳児については90年12月~91年2月である。調査は調査室を設け個別に行い, 一人当たりの所有時間は5分から10分程度であった。課題提示はa→b→c→dの順を基本として, 順序を順次変えて実施しカウンターバランスをとった。1回目の課題提示で誤答, 無答の場合は再度課題を与える。なお, 3歳児は課題を始める前に9個の数字の命名を確認し, 5個以上を正答できない場合, 数字の課題を与えずに無答とする。これは該当児に必要以上の心理的負担をかけないための処置であると共に, そうした子どもに課題を与えても不能であることが事前に確認されていたからである。

5. 得点化

課題提示の後, 正答した場合2点, 誤答にすぐに気付いて言い直した場合1点, 誤答の場合0点, 5秒以上無反応の場合および「わからない」と答えた場合は無答として0点とする。なお, 誤答, 無答の場合, 再度課題を与え, そこで正答した場合1点とする。

Table 2 月齢群の人数と月齢範囲

	L群	M群	H群
3歳児	31(45~48)	32(49~52)	41(53~56)
4歳児	46(57~61)	56(62~65)	44(66~69)
5歳児	30(69~73)	39(74~77)	36(78~82)

注. 年齢区分は幼稚園の学年に対応する。

() 内の数値は月齢の範囲

結果と考察

1. 数転換能力の発達

全課題の数範囲別の平均得点は3歳児のA小問が0.8 (SD:1.0), B小問が0.6 (SD:0.9) で差は有意($t(206)=2.09, p<.05$)である。4歳児ではA小問が1.9(SD:0.5), B小問が1.7(SD:0.7) で有意差 ($t(251)=2.86, p<.01$) があり, 5歳児ではA小問が2.0 (SD:0.0), B小問が

1.9 (SD:1.8) で差は有意 ($t(139)=2.44, p<0.5$) である。3 年齢層共に A 小問の平均値が B 小問より高く、課題で扱う数範囲によって平均値が異なる。各年齢層間の A 小問の平均値の差は有意 (3-4 歳児間: $t(135)=9.95, p<.01$; 4-5 歳児間: $t(199)=2.69, p<.01$) であり、B 小問の平均値の差も有意 (3-4 歳児間: $t(182)=10.67, p<.01$; 4-5 歳児間: $t(247)=2.72, p<.01$) である。各小問の平均値は年齢によって差があり、さらにその平均値の差は数範囲が大きい程大きくなる。数転換能力は年齢と扱う数の範囲によって差があるといえる。

そこで各年齢層を子どもの月齢で 3 群に分割して、課題の平均値を比較し、数転換能力の発達と加齢との関係性を詳細に検討する。この調査は 3 カ月にわたっており、各年齢層の 3 群の人数は偏りがないうように 4~5 カ月毎に区分した (Table 2)。低月齢群は L 群, 中月齢群は M 群,

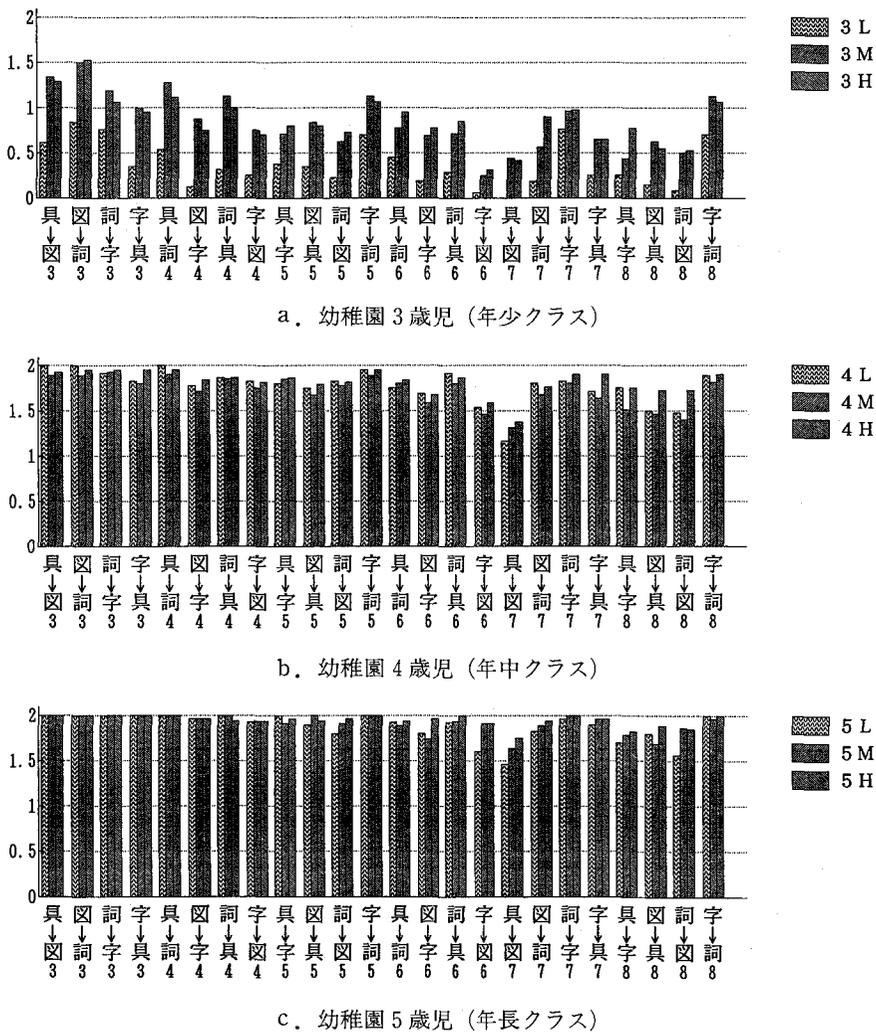


Fig. 1 年齢層別の低, 中, 高月齢群 3 群の各小問の平均値の比較

Table 3 3歳児3月齢群間, 3歳児高月齢群と4歳児低月齢群間の平均値の検定結果

月齢群	3L×3M	3M×3H	3L×3H	3H×4L
具→図3	3.19(61)**	n. s.	3.09(70)**	4.74(40)**
図→詞3	2.78(61)**	n. s.	3.21(70)**	3.53(40)**
詞→字3	n. s.	n. s.	n. s.	4.97(52)**
字→具3	2.85(61)**	n. s.	2.78(70)**	4.94(62)**
具→詞4	3.21(61)**	n. s.	2.60(70)*	5.74(40)**
図→字4	3.84(48)**	n. s.	3.56(64)**	5.97(62)**
詞→具4	3.68(57)**	n. s.	3.43(71)**	5.23(55)**
字→図4	2.31(57)*	n. s.	2.33(71)*	6.65(61)**
具→字5	n. s.	n. s.	2.08(70)*	6.30(61)**
図→具5	2.25(61)*	n. s.	2.20(70)*	5.93(58)**
詞→図5	2.05(56)*	n. s.	2.69(69)**	6.62(54)**
字→詞5	n. s.	n. s.	n. s.	5.40(46)**
具→詞6	n. s.	n. s.	2.28(70)*	4.83(57)**
図→字6	2.58(56)*	n. s.	3.17(69)**	5.19(68)**
詞→具6	2.04(58)*	n. s.	2.84(71)**	6.38(52)**
字→図6	n. s.	n. s.	2.02(64)*	7.74(85)**
具→図7	2.90(61)**	n. s.	2.86(70)**	4.21(86)**
図→詞7	2.08(55)*	n. s.	3.94(66)**	5.45(55)**
詞→字7	n. s.	n. s.	n. s.	4.75(62)**
字→具7	1.93(58) ⁺	n. s.	2.10(71)*	6.03(71)**
具→字8	n. s.	n. s.	2.78(70)**	5.62(66)**
図→具8	2.50(51)*	n. s.	2.48(69)*	5.56(80)**
詞→図8	2.44(46)*	n. s.	2.80(59)**	5.15(85)**
字→詞8	n. s.	n. s.	n. s.	4.81(53)**

注. n. s.=non significant, ⁺=p<.1, * =p<.05, ** =p<.01

() 内の数値は自由度である。

高月齢群はH群とし, 3年齢層3群の略称は, 例えば3歳児L群を3Lとする。数範囲別に3年齢層3群の各小問の平均値を Fig. 1 に示す。小問は数範囲の小さい順序に左から図示し, 同じ数範囲の小問では数を把握する媒体で具体物, 数図, 数詞, 数字の順序で示している。各小問の平均値は数を示す媒体と数転換の方向により差があるが, その検討は別の機会に行う。

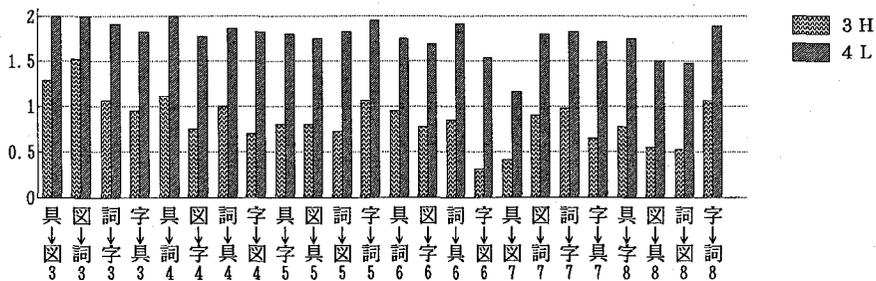
3歳児の3月齢群間の24小問の平均値の差を検定した結果を Table 3 に示す。3Lと3Mで差が有意もしくは有意傾向なのは24個中16個である。3Lと3Hで差が有意なのは20個に達する。3Mと3Hでは全小問で有意差はない。3歳児では3Mと3Hの平均値はほぼ等しく, 3Lの平均値が低いといえる。

4歳児の検定の結果では, 4Lと4Mの差が有意なのは具→図3 ($t(100)=1.99$, $p<.05$) のみで, 有意傾向なのが図→詞3 ($t(56)=1.94$, $p<.1$) と具→字8 ($t(100)=1.77$, $p<.1$) の2つである。この3小問では4Lの平均値が4Mより高い。4Mと4Hで有意差があるのは詞→図8 ($t(97)=2.17$, $p<.05$) と字具7 ($t(91)=2.30$, $p<.05$) であり, 差が有意傾向なのは字→具3

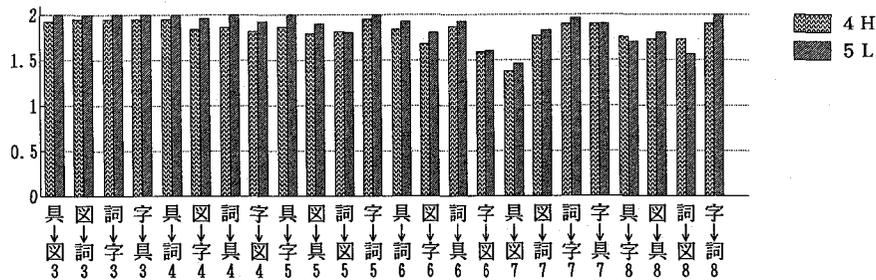
($t(86)=1.67, p<.1$), 具→字 8 ($t(97)=1.75, p<.1$), 図→具 8 ($t(98)=1.78, p<.1$) である。4H の平均値が 5 小間で 4M のそれより高い。4L と 4H では詞→図 8 のみで差が有意傾向 ($t(82)=1.68, p<.1$) となり 4H の方が高い。4 歳児では 3 月齢群の平均値は多くの小間で等しく, また平均値に差のある小間では 4M の平均値が最も低い傾向にあり, 4H の平均値は 4L と等しいか高い傾向にあるといえる。月齢が高いと平均値が高くなるとは単純にいえぬ。数転換能力は 4 歳児では月齢による差が小さくほぼ一定であり, 月齢と共に発達するとはいえぬ。

5 歳児では, 5L と 5M の差が有意なのは図→具 5 ($t(67)=2.05, p<.05$), 字→図 6 ($t(38)=2.13, p<.05$), 詞→図 8 ($t(43)=2.06, p<.05$) で, この 3 小間では 5M の平均値が 5L より高い。5M と 5H の差が有意といえるのは図→字 6 ($t(46)=2.48, p<.05$) と図→具 8 ($t(69)=1.74, p<.1$) であり, この 2 小間において 5H の方が 5M より平均値が高い。5L と 5H の平均値の差が有意といえるのは, 詞→図 5 ($t(64)=2.00, p<.05$), 字→図 6 ($t(40)=2.06, p<.05$), 詞→図 8 ($t(40)=2.03, p<.05$) と図→字 6 ($t(35)=1.86, p<.1$) であり, この 4 小間では 5H の平均値が 5L より高い。5 歳児では多くの小間で月齢群による差はなく等しい。平均値に差のある小間では, 5L が低く 5H が高い傾向にある。数転換能力は月齢と共に発達する傾向はみられるものの, その差は小さくほぼ一定といえる。

3H と 4L 及び 4H と 5L は年齢層は異なるが 2 群の月齢は連続している。この 2 組の平均値の比較を Fig. 2 に示す。3H と 4L の比較では 4L が 3H より全小間で高く, その差の検定結果 (Table 3) は全ての小間で有意である。4H と 5L の比較では 5L と 4H の差は小さく, その差の



a. 3 歳児高月齢群と 4 歳児低月齢群



b. 4 歳児高月齢群と 5 歳児低月齢群

Fig. 2 異年齢層の連続する月齢群の各小間の平均値の比較

検定結果は具→字5のみで5Lは4Hより高く有意 ($t(43)=2.21, p<.05$) となっただけで、他は等しい。

3歳児のL, M, H群での全小問の正答率はそれぞれ13%, 37%, 38%である。その比率はL群が低く、M群、H群と有意差(共に $p<.01$)¹⁾がある。M群、H群の比率の差はなく等しい。この結果は、月齢の45~48カ月の満4歳以下では数転換能力は獲得が始まる以前で、満4歳を超えてから獲得が始まりその後の3歳児期を通して徐々に発達していくことを示している。4歳児の3群の正答率は80%台、5歳児の3群の正答率は90%台になっている。数転換能力は、月齢が高くなると共に発達するのではなく、4歳児に達すると急に発達してしまう。そして4, 5歳児期には数転換能力はゆっくりではあるが確実に発達していくことが示された。

2. 自発的数唱と集合数把握

課題の提示に際して、計数や数唱を促すような教示、その逆の抑制するような教示は一切行っていない。従って、計数の際に指を使ったり、数唱したりするのは子どもが自発的に行っている。ここでは計数に伴う自発的数唱と年齢・月齢との関係を検討する。数字から数詞への転換、及びその逆の数詞から数字への転換は、共に集合を介在させないのでこの検討から除外する。

数転換の課題では、1回目の課題提示で誤答・無答であった場合、再度課題を提示したが、その場合必ず数唱して計数するので、ここでは1回目の課題提示の結果のみを検討する。小問の正誤と数唱の有無を組み合わせた4カテゴリーに無答を含む不能を加えて、回答反応を5カテゴリーに分類する。不能には「できない」、「わからない」という反応の他、数の水準で回答しようとしたのではなく明らかにランダムに集合を指し示したり、集合を構成したりした「でたらめ」反応を含む。したがって、誤答は課題に答えようと試みて、誤った場合のみをいう。

数範囲別の年齢層とカテゴリーのクロス分類の結果を百分率でTable 4に示す。数唱使用率は3, 4歳児間及び4, 5歳児間に有意差(共に $p<.01$)があり、年齢が低い程高い。同じ年齢層内では数唱使用率は数範囲が大きい方が高く、3, 4歳児ではその差は有意(共に $p<.01$)である。数唱は年齢が低いほど使用され、また、3, 4歳児では集合数が大きいと使用されるといえる。正答における数唱の有無と数範囲との連関は3, 4歳児では有意(共に $p<.01$)であり、数範囲が大きいと数唱して正答する。誤答における数唱の有無と数範囲の連関は3歳児のみで有意傾向 ($p<.1$) となり、数範囲が大きいと数唱しても誤答する。4歳児では誤答は数範囲が大きいと多くなり3歳児よりその率は高いが、それと数唱との連関はない。5歳児では数唱の有無は、数範囲の大小、数把握の正・誤答と連関しない。5歳児になれば10未満の数範囲では、子どもは数唱しなくとも確実に集合数の把握が可能であるといえる。次に、集合数の把握における数唱の使用を子どもの月齢別に検討する。ここでは計数に伴う数唱の使用をみるのであるからスピタイズ可能な数を超える数範囲大の結果のみを扱う。3歳児3群の不能は60%~85%と高率であり、6以上の数は3歳児期の子どもが多くにとって操作できる数の範囲を超えているといえる。4歳児3群と5歳児3群の不能はそれぞれ6~13%, 1~4%であり、4歳児以上になれば6以上の数でも操作が可能になっているといえる。ここでは計数による数把握が可能な場合における数唱の使用と数の把握の正・誤答との連関をみるので、不能を除いて検討する。3年齢層の9月齢群と不能を除く4つの回答カテゴリーで9×4のクロス分類した結果をTable 5に示す。

数唱の使用率は3歳児の3群ともに50%台で、月齢によって差はない。4歳児の3群では数

Table 4 数唱の有無と集合数把握の正・誤答率 (%)

年齢層	数範囲	数唱有		数唱無		不能
		正答	誤答	正答	誤答	
3歳児	小	12.6	0.9	25.6	4.7	56.2
	大	14.3	2.8	8.4	6.5	68.0
4歳児	小	13.9	0.8	75.7	4.0	5.6
	大	18.4	3.8	57.4	11.1	9.3
5歳児	小	4.2	0.2	93.3	2.0	0.3
	大	5.0	0.7	83.7	9.9	0.7

Table 5 数唱の有無と集合数把握の正・誤答率 (%) の月齢変化

年齢層	数唱有		数唱無	
	正答	誤答	正答	誤答
3L	45.8	12.5	10.4	31.3
3M	41.8	8.2	24.6	25.4
3H	46.6	8.0	31.9	13.5
4L	25.3	5.4	56.5	12.8
4M	19.5	3.9	63.7	12.9
4H	16.2	3.4	69.5	10.9
5L	4.8	1.0	81.4	12.8
5M	5.5	0.8	82.5	11.2
5H	4.8	0.3	88.5	6.4

注. 数範囲大の結果のみを使用した。

唱するのが20%~30%で4Lの率が4M, 4Hより高く有意 ($p < .05$) である。5歳児3群の数唱率は10%未満で月齢による差はない。月齢の連続する異年齢層の月齢群間3Hと4L及び4Hと5Lの数唱率は大きく異なり、その差は有意 (共に $p < .01$) である。月齢の連続する群でも年齢層により数唱の使用率に大きな差があるといえる。

3歳児では数唱する場合は正答率が79%~85%と月齢によらずほぼ一定である。数唱しない場合の正答率は3Lで25%, 3Mで49%, 3Hで70%と月齢による差は有意傾向であり、月齢が低いほど誤答が多い。数唱する場合としない場合の正答率の差は3群共に有意 (3L, 3M: $p < .01$; 3H: $p < .05$) である。4歳児と5歳児では数唱しても数唱しなくても正答率は80%台~90%台であり、正答率は数唱の有無で差はない。数唱を使用する正答率は9月齢群で79~94%で差はない。子どもは自発的に数唱して計数すればほぼ80%は正答できるといえる。3L, 3Mでは数唱なしでは半数以上が誤答するが、3Hでは数唱なしでも70%が正答する。4歳児になれば数唱しなくても数唱したと同様に確実な計数が可能となる。したがって、3歳児期は数唱を伴う計数に慣れてくると、数唱せずに数詞と集合要素との1対1対応を試み、失敗することを通して次第にその対応が確実になってくる時期といえる。また、数唱を伴う計数は、それが可能になる3歳児低月齢のころからほぼ80%と、5歳児期まで一定である。これは模倣的、習慣的の数え行動でも正答できることを示している。3歳児期に自発的数唱を伴う計数が次第に集合数を把握する数操作になり、4歳児期になると数唱しなくても計数は確実になり、5歳児期には数唱しない計数は確実な数操作になるといえる。これは数転換能力が急速に発達する時期と一致しており、数転換能力は数唱しなくても集合数の把握が確実になる真の教え行動の獲得によって発達することが示唆される。

総合的考察

1. 数転換能力の発達と年齢

数転換能力の獲得は幼稚園の3歳児の月齢49カ月以上になった頃に始まり、その後の3歳児期を通してゆっくりと発達していくことが示唆された。そしてこの能力は月齢が高くなると共に連続的に発達するのではなかった。幼稚園の3歳児期と4歳児期に大きな発達差があった。しかし4歳児期と5歳児期では発達差といえるような大きな変化はなかった。従って数転換の基本的な能力は4歳児期にある程度発達を遂げてしまっているといえる。それ以降、子どもは数転換できる数範囲を拡大したり、数転換できる媒体の対象範囲を上げたりして、数転換能力を一般化していくと考える。数転換の基礎となる知識は3歳児期を通して形成され、4歳児期になると直ちに数転換能力として顕在化することが示唆される。

藤永他(1963b)は入園直前の幼児を対象に黒基石の集合で示した数3, 5, 7の3~5歳児の正答率を報告している。この調査は2月に実施されており、藤永他の年齢分類は4月に入園する時の年齢によっている。この対象児は本研究の分類では2歳児, 3歳児, 4歳児であり、ここではそうに呼ぶ。その正答率は2歳児32%($n=52$), 3歳児63%($n=57$), 4歳児78%($n=12$)である。本研究においてこの数範囲の集合から数詞への数転換課題は、具→詞と図→詞の4小問である。この正答率は3歳児が43%, 4歳児が90%である。藤永他の結果と本研究の結果と比較すると、正答率は本研究の4歳児の方が藤永他の4歳児より高く、その差は有意傾向($p<.1$)であり、本研究の3歳児の方が藤永他の3歳児より低く有意差($p<.01$)がある。本研究の3歳児の調査は12月で藤永他のものと2カ月の差がある。また、本研究の3Lを除いて3Mと3Hの正答率(53%)と藤永他の3歳児のそれと比較しても差は有意($p<.05$)である。そして3Lの正答率(22%)と藤永他の2歳児のそれは有意差がない。本研究の4歳児と藤永他の4歳児の正答率に差があったことは、幼稚園教育の集団効果を示すものと推測する。しかし、本研究の3歳児中・高月齢群の正答率が藤永他の3歳児より低いことは、数転換能力の発達は3歳児期には集団効果よりも加齢の要因の方が大きいことを示唆する。藤永他の2月での3歳児と4歳児の正答率の差は有意ではない。しかし、本研究の12月では3歳児と4歳児の正答率の差はあった。本研究では特に3歳児低月齢群の正答率が低く、藤永他の2歳児と等しい。これは12月から2月にかけて3歳児中・高月齢群の数転換能力が発達すると共に、その期間に3歳児低月齢群の数転換能力の獲得が急速に進み、2月頃には中・高月齢群程度まで発達することを示唆する。3歳児低月齢群の発達の遅れは4歳児期の当初に解消していると推測される。しかしこれは今後の縦断的調査によるさらなる検討を必要とする。

次に三浦他(1976)は保育所児の年齢別達成率を3.5歳から6.5歳まで0.5歳毎に報告している。三浦他の調査は7月に実施されておりその年齢群において、本研究の月齢群と月齢がほぼ一致する群で内容の対応している数転換の課題の正答率を比較する。三浦他の課題は①数図について数の同定が可能：数図の規則的な配列の3と6、不規則配列の6の集合数を数詞で答えるもので、いずれか1つを正答すれば達成となる。これは数図3から数詞への転換が可能ならば達成になるといえる。これは本研究の図→詞と対応する。②「いくつあるか」に対し集合の要素数がいえる：9個の山積みした基石を提示しその数を問うもので、その際動かしてもよいことが教示される。これと対応するのは具→詞である。③或る個数だけ物がとれる：20個の山積みにしたおはじきから、8個とるものである。これは詞→具と対応する。三浦他の課題の達成率

Table 6 三浦他 (1976) の達成率 (%) と本研究の正答率の比較

三浦他の年齢区分 その推定月齢範囲	3.5-4.0 42-47	4.0-4.5 48-53	4.5-5.0 54-59	5.0-5.5 60-65	5.5-6.0 66-71	6.0-6.5 72-77
本研究の月齢群 月齢範囲	3L 45-48	3M 49-52	3H 53-56	4M 62-65	4H 66-69	5M 74-77
①数図→数詞						
三浦他の達成率	56	76	100	95	100	100
本研究の正答率	42	75	76	93	98	100
検定結果	n. s.	n. s.	p<.05	n. s.	n. s.	n. s.
②具体物→数詞						
三浦他の達成率	56	90	94	100	100	100
本研究の正答率	23	38	44	86	86	90
検定結果	n. s.	p<.01	p<.01	n. s.	n. s.	n. s.
③数詞→具体物						
三浦他の達成率	44	71	94	95	100	100
本研究の正答率	6	34	41	89	91	95
検定結果	p<.05	p<.05	p<.01	n. s.	n. s.	n. s.

注. 年齢区分の単位は「歳」である。n. s.=non significant

と本研究と比較できる小問との正答率の検定結果を Table 6 に示す。5.0歳以上では有意差のある項目は一つもない。年齢5.0歳未満では正答率の差が有意である項目があり、年齢が高くなる程有意になる項目が増え、4.5—5.0歳群では3項目に有意差がある。三浦他の調査は7月で3歳児の4月生まれば51カ月であり、これは4.0—4.5歳群になる。したがって、三浦他の3.5—4.0歳群は本研究では3歳児、4.0—4.5歳群は3歳児と4歳児の混合、4.5—5.0歳群は4歳児となる。3Hと4.5—5.0歳群で差が有意なのは年齢層の違いによるといえる。同様に3Mと4.0—4.5歳群で有意差がある理由も4歳児が入っていることによると考える。3.5—4.0歳群は3歳児の中月齢群であり3Lと有意差がある理由ははっきりとわからない。これは3歳児の年齢層内では数転換能力の発達には、子どもの月齢の絶対値より子ども集団における月齢の相対的位置が影響することを示唆するものかもしれない。これは今後検討されるべき問題といえる。5.0—5.5歳群の月齢61—65カ月は5歳児であり、これと4Mとの正答率に有意差がないことは、4歳児と5歳児の数転換能力に大きな差がないことを示す。

ここでの検討は、本研究で明らかになった公教育における3歳児期と4歳児期の子どもの数転換能力の発達差が普遍的であることを示唆している。そして4歳児期と5歳児期の子どもの数転換能力に差はなく、数転換能力は4歳児にある程度発達してしまうことを示している。

2. 数の指導と数唱

3歳児期の子どもの50%以上が自発的数唱を伴った計数をして、集合数を把握しようとする。数唱を伴う計数の使用は4歳児期で20~30%、5歳児期で10%未満と加齢に伴い低下する。数唱を伴う計数の正答率は4、5歳児でも80%~90%で3歳児と等しい。数唱を伴う計数は3歳

児期から確実な集合数の把握方略として使用される。数唱を伴わない計数は、3歳児期では数唱を伴う計数より確実ではない。しかし月齢が増すと共に正答率が高くなる。4、5歳児期では数唱有と数唱無での正答率は等しい。従って3歳児期に数唱を伴う計数に慣れ、数唱せずに数詞と集合要素との1対1対応を試み、それに失敗することを通して、その対応を確実にすることが示唆された。

3歳児3月齢群では数範囲5以下の課題でも不能は45~76%である。しかし4歳児期になって不能は10%未満となる。集合数を把握する力は3歳児期にゆっくり獲得が進み、4歳児期に急激に発達するのである。中沢(1982)は子どもが集合数4をスピタイズできる頃から、次第に「個物によって数がわからない」という特徴が消えていき、集合数4のスピタイズに習熟する段階で、子どもは数の構造と演算の初歩の能力を見せ始め、その時期が4歳児期であることを示している。そしてその間に個物の属性を捨象して数を抽象する過程があると推測している。本研究の数唱なしでも計数が確実になる時期と中沢の個物の属性を捨象して数を抽象できる時期と一致している。計数の際に数唱が使用されなくなるにも数の知識の構成が必要であり、その時期が公教育の4歳児期であるといえる。

本研究で対象となった3歳児の月齢は45~56カ月である。この結果は先行研究で示されていた、だいたい3.5歳(月齢42カ月)で基数語原理を理解し、3.5歳以上で集合数把握が確実になるとされた時期より1年以上遅れている。本研究では月齢が増すと共に集合数把握能力が高くなるというより、公教育の学年が上がることで急速に能力が高まることが示唆された。その理由は、幼稚園という1つの社会の中で合理的に生活するために必要な技能・知識である子ども集団の持つ総合的知識の獲得が数能力の発達に関係する(丸山, 1991)ことによると考えられる。先行研究は米国で行われたものである。従って1年以上の時期のずれは、日本と米国という異なる文化、異なる社会的環境の中で子どもが獲得する総合的知識の差によると推測する。

さて、初歩の数指導では集合を提示し、数唱しながらその要素を指さす典型的な計数動作と、それが集合数把握の方法であることを教えることが多い。本研究では3歳児期の子どもは5以下の数範囲でも不能が過半数に達した。これは数えるなどして集合の大きさを知ろうとするmental activity(中沢, 1981)を、3歳児期にはまだ子どもの多くが示さないことを示唆している。この時期の子どもに数唱を伴う計数を指導することは、子どもがその行為を行うこと自体を目的と理解し、常に数えて集合数を把握する反応を生じると推測される。こうした反応は必ずしも望ましいとはいえないもの(鯨島・波多野, 1965)どころか、小集合でさえスピタイズする力が現れ難くなり、子どもの数転換能力の獲得の妨げになるといわれている(中沢, 1982)。そして“しっかり数える”ことを教えずぎない環境ならば、スピタイズ可能な数範囲で、子どもの習慣的数え行動は消失し、スピタイズできない大きさの集合に対して、集合数を知る必要のために数える行動がおきることが生態観察の結果から結論されている(中沢, 1983)。従って、少なくとも計数と数唱を取り上げた直接的な指導は、子どもには有効とはいえない。むしろ日常生活の様々な場面で、子どもが事物を扱い、その集合数を把握すること、そして数把握の成功と失敗の経験をすることが必要であろう。そうした中で確実に計数しなければならない状況を必然的に理解していくと考える。

注

1. 本研究における 2×2 度数集計表の検定は、すべてフィッシャーの直接確率法により算出し、両側検定の結果を採用した。

文 献

- 土井捷三 1974 数概念形成に関する一研究 信州大学教育学部紀要, **31**, 49-64.
- 藤永保 1985 幼児の心理と教育 有斐閣
- 藤永保・斎賀久敬・細谷純 1963a 実験教育法による幼児数概念の研究I：問題・原理・方法, 教育心理学研究, **11**, 18-26.
- 藤永保・斎賀久敬・細谷純 1963b 実験教育法による幼児数概念の研究II：実験教育法の適用の前提条件, 教育心理学研究, **11**, 75-85.
- 藤永保・斎賀久敬・細谷純 1964 実験教育法による幼児数概念の研究III：第1回実験教育の経過, 教育心理学研究, **12**, 44-53.
- 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., & Meck, E. 1983 Preschooler's counting: Principles before skill. *Cognition*, **13**, 343-359.
- 中沢和子 1981 生態観察法による幼児の数概念の発達：その1. 初期段階の発達, 東洋英和女学院短期大学研究紀要, **20**, 3-17.
- 中沢和子 1982 生態観察法による幼児の数概念の発達：その2. 構造化の過程, 東洋英和女学院短期大学研究紀要, **21**, 3-16.
- 中沢和子 1983 生態観察法による幼児の数概念の発達：その3. 検討と考察, 東洋英和女学院短期大学研究紀要, **22**, 51-68.
- 丸山良平 1991 幼児の数能力・数字使用力の発達と月齢との関係について, 上越教育大学研究紀要, **10**(2), 105-118.
- 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 千葉大学教育学部研究紀要, **25**, 11-42.
- Piaget, J. 1962 数の発達心理学 (遠山啓・銀林浩・滝沢武久, 訳) 国土社
- 鯨島ゆかり・波多野誼余夫 1965 量化操作としての計数の獲得 教育心理学研究, **13**, 234-246.
- Siegler, R. S., & Robinson, M. 1982 The development of numerical understandings. In H. W. Reese & L. P. Lipsitt (Eds.), *Advances in child development and Behavior*, **16**, 241-312. New York: Academic Press.
- Sophian, C. 1987 Early development in children's use of counting to solve quantitative problems. *Cognition and Instruction*, **4**, 61-90.
- Wynn, K. 1990 Children's understanding of counting. *Cognition*, **36**, 155-193.

Preschoolers' Number Conversion Skills and Counting Objects with Voice

Ryohei MARUYAMA*

ABSTRACT

The present study starts with following our definition of a term "Number Conversion Skills" as the ability of a child to convert concrete materials or numerical signs into abstractions, and to be able to express such figures. We examine the development of number conversion skills and counting with voice in grasping the size of a set.

Tasks of the examination are constructed by four items; materials, number cards, numerals and numbers. Our subjects are 335 children, 45-82 months of age in Japanese preschool which is divided three grades, lower, middle and upper class.

Results are as follows:

1. Children in the lower class start to acquire number conversion skills. There is little difference between the ability in middle class and in the upper class. So it seems that the ability develops rapidly in the middle grade.
2. Children in the lower class use voice in counting objects. Children in the middle class scarcely use it. They can grasp the size of a set almost correctly without using voice.
3. It's suggested that number conversion skills develop with the acquisition of counting correctly without voice.

* Division of Early Childhood Education