

幼児の計数能力と多少等判断

前 田 健 一

(幼児心理学研究室)

(昭和62年10月12日受理)

Gelman and Gallistel(1978) は、幼児の数能力の発達を研究し、数の抽出過程と数に関する推理過程とを区別した。数の抽出過程とは、空間的に配列された項目数がいくつであるかを表象し判断する過程である。数に関する推理過程とは、いろいろな方法で数を操作した結果や効果について推理する過程である。これには、加法や減法は項目数を変化させるが、配列中の特定項目を他の項目と入れ替えたり配列を並べ替えても、項目数は変化しないことを推理する能力、2つの集合間の多少等関係を判断する能力などが含まれる。そして、幼児の数の推理能力を研究するには、幼児がどのようにして数を抽出したか、その方法に関する理解が極めて重要な意味をもつと述べている。

幼児の数抽出能力については、集合数が4または5以下であれば、集合数を正確に判断できるが、それ以上の数になると判断の正確さが急減することが知られている(Gelman, 1972; Gelman & Tucker, 1975)。この現象は、集合数の大きさ (set size) の効果と呼ばれ、その主な説明には次の2つがある。第1は、Klahr and Wallace (1973, 1976) による説明である。彼らによると、幼児はパターン認知的な即時把握 (subitizing) によって小さい集合数を抽出するが、大きい集合数では計数に基づいて数を抽出するという。この即時把握の範囲は、4~5歳児でほぼ4または5であると報告されている (Gelman & Tucker, 1975; 田中, 1982)。第2は、Gelmanらの計数による説明である。それによると、幼児は小さな集合数でも大きな集合数でも一貫して計数原理を適用して数を抽出する。しかし、小さな集合数に比べて、大きな集合数は幼児に多くの計数行動を課すので、計数原理の適用に失敗しやすいというものである。Gelman and Meck (1983) は、この立場を支持する結果を得ている。彼らは、3~5歳児を対象にして、人形が計数するのを観察させ、その計数行動の成否を答えさせた。その結果、幼児の成績は、6~20までの集合数のいずれにおいても極めて高く、数の大きさによる差異は認められなかった。自分で計数するのに失敗する数であっても、他者の計数行動の成否は正しく判断できることは、幼児が計数原理に関する暗黙的な知識を有している証拠であると考えた。いずれにしても、これら2つの説明は、集合数が4または5よりも大きい場合には計数による数の抽出を仮定している点で一致している。本論文では研究Ⅰで3~6歳児の計数能力を調べ、研究ⅡとⅢでは6以上の数を用いた多少等判断課題を課した。したがって、少なくとも多少等判断課題では、即時把握による数抽出が判断手がかりとして利用される可能性を除去できると考えた。

ところで、幼児が2つの集合間の多少等関係を判断する方略として、計数、1対1対応および知覚的・直観的弁別が挙げられる。計数では、各集合の多さは、各要素を順に数えていってその最後の数によって決定される。したがって、集合の絶対数がいくつであるかを抽出できる

ことが多少等判断の決定要因となる。一方、1対1対応では、2つの集合の要素を連続的に対にしていく。もし、一方の集合の各要素が他方の集合の各要素とそれぞれ完全に1対1対応していれば、2つの集合は同数であり、完全に1対1対応していないときには異数の要素をもつことになる。したがって、1対1対応では、2つの集合間の対応・非対応関係が多少等判断の決定要因であり、集合の絶対数がいくつであるかを抽出する必要はない(野呂, 1961)。しかし、幼児が1対1対応に基づいて多少等判断をするためには、いくつかの条件が必要とされる。それらの条件とは、1対1対応と潜在的葛藤を引き起こす知覚的条件を低減することである。事実、多くの研究は、幼児の多少等判断が要素の空間的配列に伴う要素間の密度、配列の長さ、配列パターンなどの知覚的条件に影響されやすいことを報告している(Bryant, 1974;飯島, 1965, 1966;大内・天野, 1976;前田・田所, 1986)。

これまで、1対1対応と葛藤する知覚的条件をできるだけ低減したり、1対1対応の使用を促進する条件を付加しようとする努力がいくつかなされている。その1つは、Russac (1978)の研究である。この研究では、一方の集合の各要素を他方の集合の各要素の間に並べさせるという一列配列を用いて、1対1対応と知覚的条件とが混交する可能性を低減しようとしている。5, 6, 7歳児を対象にして、多少等判断の解決法として計数を使用する能力と1対1対応を使用する能力を比較したところ、以下の結果が得られている。すなわち、計数課題での正答率は、等判断で5歳児0.96, 6歳児1.00, 7歳児0.95であり、多少判断で5歳児0.80, 6歳児1.00, 7歳児0.98であった。一方、1対1対応課題での正答率は、等判断で5歳児0.13, 6歳児0.31, 7歳児0.69であり、多少判断で5歳児0.53, 6歳児0.43, 7歳児0.75であった。Russac (1978)は、これらの結果から、多少等関係を決定するために計数を使用する能力が、1対1対応を使用する能力よりも発達的に先行すると結論した。糸井(1983)は、1対1対応の使用を促進する条件として、2つの集合を上下2列に配列したが、上下の各要素を対ごとに空間的に密着させた。その結果、3~6歳児の正答率は、等判断の場合3, 5, 8のいずれの数でも90%以上であった。また、2と3, 4と5, 7と8の多少判断でも、すべて90%以上の正答率を示した。糸井(1983)の結果は、Russac (1978)の1対1対応課題に比べて、極めて高い正答率を示している。この比較から、一列配列で要素同士を横に接近するよりも、2列配列で要素同士を縦に接近させる方が1対1対応の使用に有利であることが示唆される。しかし残念ながら、糸井(1983)の結果は、空間的接近条件と分離条件を比較していないので、空間的接近がどの程度多少等判断を促進するのか明確ではない。また、計数の使用可能性を全く考慮していない。

本論文では、研究ⅡとⅢで上下の要素同士を空間的に接近させる条件と分離条件を比較し、空間的接近の要因がどの程度多少等判断を促進するのかを検討した。また、計数の使用可能性については、研究Ⅰでまず幼児の計数能力を調べ、研究Ⅱでは計数能力の高い群と低い群を比較すること、および研究Ⅲでは計数行動を多く要求する大きな集合数と比較的小さな集合数の多少等判断成績を比較することを通して検討を加えた。なお、知覚的・直観的弁別は、即時把握(subitizing)に基づくものであるため、本論文では4または5よりも多い集合数を用いることによって、この問題を取り扱わないことにした。というのは、4または5以下の集合数を比較するときには、計数や1対1対応と知覚的・直観的弁別とを区別することが難しいからである(Russac, 1978)。

研究 I

目的 研究 I は、以下の 2 つの目的を検討するために実施された。その第 1 は、幼児の計数能力を測定し、その発達の変化を知ることである。また、計数能力の測定結果に基づいて、研究 II では計数能力の高低群を振り分け、研究 III では各条件の計数能力を均等にすることができる。第 2 は、幼児の計数行動が要素の配列の仕方や計数方法によって異なるか否かを検討することである。Gelman らによると、幼児は計数原理の暗黙の知識を有しているが、大きな集合数ではその知識を計数行動に反映させることに失敗しやすいと考えている。そこで、研究 I では計数行動を援助する条件として、通常の手押しさえテストに加えて抹消テストを導入した。もし、抹消行動が計数行動の援助として役立ち、正確な計数を促進するのであれば、抹消テストでの計数成績が手押しさえテストのそれよりも優れるであろうと予想される。また、両テスト間の差異は、一列定間隔配列や一列不定間隔配列よりもランダム配列で大きくなるであろうと予想される。

方法

(1)被験者 被験者は、松山市内の幼稚園と保育園に通園している年少児115名(男児55名と女児60名)、年中児121名(男児63名と女児58名)、年長児113名(男児57名と女児56名)の計349名であった。彼らの平均年齢と年齢範囲は、年少児が4歳1か月(3歳7か月～4歳6か月)、年中児が5歳2か月(4歳7か月～5歳6か月)、年長児が6歳1か月(5歳7か月～6歳6か月)であった。

(2)計数能力テスト 計数能力テストは、次の2つのテストから成っていた。

- ① 手押しさえ計数テスト このテストでは、提示された数配列の各要素を1つずつ指で押さえると同時に、その数に対応する数詞を順に声に出して計数させる。
- ② 抹消計数テスト このテストでは、数配列の各要素を1つずつ黒色サインペンで斜線を引いて抹消すると同時に、その数に対応する数詞を順に声に出して計数させる。

2つのテストで使用した数配列カードは、一列定間隔配列カード、一列不定間隔配列カードおよびランダム配列カードの3種類であった。一列定間隔配列カードは、縦10cm×横60cmの白色厚紙の中央横一列に直径0.9cmの緑色の小円30個を等間隔(小円間の間隔は1cm)で配置したものであった。一列不定間隔配列カードは、縦10cm×横60cmの白色厚紙の中央横一列に緑色の小円30個を不定間隔(小円間の間隔は0.5cm～3.5cm)で配置したものであった。ランダム配列カードは、縦24cm×横24cmの白色厚紙全面に緑色の小円30個を不規則に配置したものであった。一列定間隔配列カードと一列不定間隔配列カードでは、配置された小円の両端を一致させて、数配列全体の長さを等しくした。なお、各カードはOHP用の透明シートで覆われた。

(3)手続き 計数能力テストは、被験者の所属する幼稚園または保育園の別室で個別に以下の手順で実施された。

- ① 手押しさえ計数テスト 実験者は机をはさんで被験者と向かい合って座り、被験者の氏名を確認した後、一列定間隔配列カードを提示して次のような教示を与えた。「これから、数遊びをしましょう。ここに緑色の丸がたくさん並んでいますね。〇〇ちゃんは、いくつまで数えることができますか。1つずつ指で押さえて、声に出して数えて下さい。」この教示の後、実験者は、被験者が小円、指、数詞の3つを対応させながら、いくつまで数えられるかを観察し、その結果を記録した。以下同様の手順で、一列不定間隔配列カード、ランダム配列カー

下の順にテストを実施していった。

② 抹消計数テスト 実験者は、8個の小円を一定間隔に配列した見本カードを提示し、次の教示を与えて、抹消作業のやり方を実演で説明した。「今度は、私がするように1個ずつ丸をペンで消しながら、声に出して数えて下さい。こうしたら（抹消の実演）、数えてしまった丸に印がついて数えやすくなりますね。さあ、〇〇ちゃんは、いくつまで数えることができますか。」この後、サインペンを被験者に持たせ、一定間隔配列カードを提示して、抹消させながら数えさせた。一定間隔配列カードの計数結果を記録した後、同様の手順で一定間隔配列カード、ランダム配列カードの順にテストを実施していった。

結 果

(1)平均計数値 被験者が各小円、数詞、指押さえ作業または抹消作業の3つを1対1対応させて計数することに2回連続して失敗したら、その直前の数をもってその被験者の計数値とした。また、30個全ての計数ができた場合は、便宜的に計数値を30とした。表1は、各計数能力テストにおける平均計数値を示したものである。各年齢の全体平均計数値は、年少児（平均13.99）、年中児（平均26.30）、年長児（平均28.44）となり、年齢とともに増加している。しかし、その増加量は年中児から年長児間よりも年少児から年中児間において大きいことが分かる。年齢差を分析するにあたって分散の等質性を検定したところ、年少児のSDが大きく、年齢間の分散の等質性が保証されなかった。そこで、各テストの数配列タイプごとに年齢間でt検定を行った。その結果、いずれのテストおよび数配列においても年齢間に有意差が見られ、年長児>年中児>年少児となった。ただし有意水準は、指押さえ計数テストおよび抹消計数テストの一定間隔配列とランダム配列における年長児と年中児間が5%水準で、その他の年齢差はすべて0.1%水準であった。次に、年齢別に2（テストの種類）×3（数配列のタイプ）の分散分析を行った。その結果、年少児と年中児ではいずれの主効果も交互作用も有意でなかった。それに対して、年長児ではテストの種類×数配列のタイプの交互作用が $F(2, 224) = 3.58$, $P < .05$ で有意となった。年長児の交互作用について、さらにDuncanのmultiple range testによる多重比較を行った。その結果、指押さえ計数テストにおいて一定間隔配列>ランダム配列、またランダム配列において抹消計数テスト>指押さえ計数テストであった（ともに $P < .05$ ）。いずれの有意差も、指押さえ計数テストのランダム配列の計数値が低いことによる。表1から、年長児だけに有意な交互作用が認められたのは、他の年齢に比べてSDが小さかったためであると思われる。

表1 各計数能力テストにおける平均計数値

() 内はSD

テ ス ト の 種 類	数 配 列 の タ イ プ	年 少 児 (115名)	年 中 児 (121名)	年 長 児 (113名)
指 押 さ え 計 数 テ ス ト	定 間 隔 配 列	14.10(10.02)	26.05(7.14)	28.79(4.05)
	不 定 間 隔 配 列	13.85(10.32)	26.67(6.34)	28.50(5.08)
	ラン ダム 配 列	13.08(10.36)	26.26(6.32)	27.97(4.68)
抹 消 計 数 テ ス ト	定 間 隔 配 列	14.21(10.37)	25.78(6.68)	28.45(4.53)
	不 定 間 隔 配 列	14.17(10.54)	26.42(6.51)	28.33(5.11)
	ラン ダム 配 列	14.51(10.93)	26.60(6.12)	28.57(4.56)

(2)各計数範囲の人数内訳 表2は、計数範囲を4つに分類し、それぞれに該当する被験者の人数とその比率を示したものである。表2から、どの数配列においても年少児と年中児間に大差が見られる。例えば、年少児ではどの数配列でも、約70%前後の者が19以内の計数者であるのに対して、年中児では約80%以上の者が、さらに年長児では約90%以上の者が20以上の計数者であった。この結果から、20以上の計数能力は4歳後半から5歳前半にかけて急激に発達し、6歳代では計数範囲が一層拡大することが分かる。本計数能力テストの最大測定値である30まで完全に計数できた者の比率に基づいて、年齢間および数配列間の差の検定を行った。その結果、いずれのテストおよび数配列でも、年齢差は有意であり、すべて年長児>年中児>年少児であった(指押さえ計数テストのランダム配列の年長児と年中児間が $P<.05$ で、その他の差はすべて $P<.001$)。数配列間の差については、やはりいずれの有意差も、指押さえ計数テストのランダム配列における計数者率が他の配列のそれよりも低いことによって生じていた。すなわち、年少児では指押さえ計数テストにおいて、一列定間隔配列>ランダム配列($x^2=5.79, df=1, P<.02$)、抹消計数テストのランダム配列>指押さえ計数テストのランダム配列($x^2=5.88, df=1, P<.02$)であった。年中児や年長児では、これらの差に加えて、指押さえ計数テストの一列不定間隔配列とランダム配列間にも有意差が見られた(年中児では $x^2=7.00, df=1, P<.01$ 、年長児では $x^2=10.80, df=1, P<.01$)。いずれの年齢でも、他の数配列間には差がなかった。

表2 各計数能力テストにおける各計数範囲の幼児数とその比率 ()内は実数

テストの種類	数配列のタイプ	年齢	計数範囲				全人数
			1~9	10~19	20~29	30	
指押さえ計数テスト	定間隔配列	年少児	38.3(44)	34.8(40)	7.0(8)	20.0(23)	115
		年中児	5.8(7)	11.6(14)	16.5(20)	66.1(80)	121
		年長児	0.9(1)	4.4(5)	8.0(9)	86.7(98)	113
	不定間隔配列	年少児	40.0(46)	32.2(37)	11.3(13)	16.5(19)	115
		年中児	1.7(2)	13.2(16)	19.0(23)	66.1(80)	121
		年長児	1.8(2)	4.4(5)	8.8(10)	85.0(96)	113
	ランダム配列	年少児	45.2(52)	25.2(29)	18.3(21)	11.3(13)	115
		年中児	3.3(4)	11.6(14)	30.6(37)	54.5(66)	121
		年長児	0.9(1)	6.2(7)	23.9(27)	69.0(78)	113
抹消計数テスト	定間隔配列	年少児	39.1(45)	32.2(37)	7.8(9)	20.9(24)	115
		年中児	3.3(4)	16.5(20)	20.7(25)	59.5(72)	121
		年長児	0.9(1)	4.4(5)	11.5(13)	83.2(94)	113
	不定間隔配列	年少児	39.1(45)	29.6(34)	11.3(13)	20.0(23)	115
		年中児	3.3(4)	13.2(16)	17.4(21)	66.1(80)	121
		年長児	1.8(2)	4.4(5)	8.8(10)	85.0(96)	113
	ランダム配列	年少児	40.0(46)	27.8(32)	11.3(13)	20.9(24)	115
		年中児	3.3(4)	11.6(14)	20.7(25)	64.5(78)	121
		年長児	0.9(1)	5.3(6)	7.1(8)	86.7(98)	113

(3)数配列間の相関係数 表3は、各被験者の計数値に基づいて、計数テスト間および数配列間でPearsonの相関係数を算出したものである。表3から分かるように、年齢別でも全体でも極めて高い正の相関係数が得られた。この結果は、いずれの年齢でも、特定の数配列で計数できる者ほど他の配列でも多く計数していることを示している。

表3 各配列カードにおける計数値間の相関係数

	年少児 (115名)	年中児 (121名)	年長児 (113名)	全体 (349名)
①と②	.91 ***	.87 ***	.80 ***	.93 ***
①と③	.82 ***	.81 ***	.72 ***	.87 ***
①と④	.85 ***	.79 ***	.83 ***	.90 ***
①と⑤	.84 ***	.78 ***	.74 ***	.88 ***
①と⑥	.80 ***	.79 ***	.90 ***	.88 ***
②と③	.86 ***	.85 ***	.66 ***	.90 ***
②と④	.87 ***	.72 ***	.77 ***	.89 ***
②と⑤	.86 ***	.75 ***	.93 ***	.91 ***
②と⑥	.83 ***	.83 ***	.79 ***	.89 ***
③と④	.84 ***	.74 ***	.73 ***	.88 ***
③と⑤	.87 ***	.76 ***	.61 ***	.89 ***
③と⑥	.83 ***	.86 ***	.74 ***	.90 ***
④と⑤	.93 ***	.83 ***	.77 ***	.93 ***
④と⑥	.87 ***	.74 ***	.89 ***	.90 ***
⑤と⑥	.92 ***	.79 ***	.82 ***	.93 ***

注1 *** : P < .001

注2 ①：指押さえ計数テストの定間隔配列，②：指押さえ計数テストの不定間隔配列，③：指押さえ計数テストのランダム配列，④：抹消計数テストの定間隔配列，⑤：抹消計数テストの不定間隔配列，⑥：抹消計数テストのランダム配列。

考 察

表1と2から、計数能力は明らかに年少児、年中児、年長児の順に発達することが示された。その発達程度は、年中児と年長児間よりも、年少児と年中児の間で急激であることが分かった。しかし、年中児と年長児間の差異が比較的小さいのは、研究Iで用いたカードの最大値が30であり、天井効果をもたらしたことによるかもしれない。この可能性は、表2からも裏付けられる。最も困難であった指押さえテストのランダム配列を除けば、30すべてを計数できた者の比率は、年中児で約60%前後、年長児では80%以上であった。また後藤・佐藤・森(1984)によると、昭和50年代の幼児で50以上の計数が可能な者の比率は、3歳児で27%、4歳児で66%、5歳児で87%となっている。これらの結果から、本研究の年中児や年長児は、もっと多くまで計数できた可能性が示唆される。

表2の30までの完全計数正答者率から、指押さえ計数テストのランダム配列は他の5つの配列よりも計数しにくい配列であることが分かった。しかし、抹消テストでは3つの配列間に差がなくなることから、ランダム配列での困難度は抹消作業によって解消するといえる。おそらく抹消作業は、計数した要素と計数していない要素間の区別を明確にする役割を果たしたのであろう。一方、一列定間隔配列と一列不定間隔配列では抹消作業の効果が認められなかった。一列配列の場合には、指で押さえるだけで十分に計数した要素と計数していない要素を区別できるからであろう。いずれにしても以上の結果から、幼児は基本的な計数原理を獲得していること、および配列の影響を受けるのは実際の計数行動であり、計数原理の適用ではないことが示

唆される。この解釈は、表3の相関係数からも支持される。というのは、計数できる者は配列に関係なく多く計数しているが、計数できない者はどの配列でも少ないという関係が一貫して認められたからである。これは、計数行動に対する影響要因に関係なく、計数原理の獲得やその適用に発達差や個人差があることを示唆するものである。

研究 II

目的 研究IIの目的は以下の2点にある。その第1は、研究Iの結果から計数能力の高い年少児と低い年少児を選出し、計数能力の相違が6～8の比較的小さな集合数を用いた多少等判断課題の成績に反映されるか否かを検討することである。もし、幼児が多少等判断課題でも計数を使用しているならば、計数能力高群の成績が計数能力低群のそれよりも優れるであろうと予想される。第2は、上下の要素同士を空間的に接近させる条件と分離させる条件を設けて、空間的接近の要因が多少等関係の判断を促進するのか否かを検討することである。糸井(1983)の結果を参考にすれば、空間的接近条件の多少等判断成績が分離条件のそれよりも優れるであろうと予想される。

方 法

(1)被験者 被験者は、年少児36名(男児20名と女児16名)であった。これら36名の被験者は、研究Iに参加した年少児の中から、指押さえ計数能力テストの成績に基づいて選出された者である。内訳は、3つの数配列における平均計数値が6以下の者18名と8以上の者18名であった。彼らの平均年齢と年齢範囲は、4歳1か月(3歳9か月～4歳8か月)であった。

(2)実験計画 2×2の要因計画を用いた。第1の要因は計数能力の要因であり、指押さえ計数能力テストにおける平均計数値が6以下の者(計数能力低群)と8以上の者(計数能力高群)であった。計数能力低群と計数能力高群の平均計数値は、それぞれ1.98と17.48であった。第2の要因は刺激カードの上段と下段に配列された数集合間の空間的距離であり、接近と分離であった。第1の要因は被験者間要因であり、第2の要因は被験者内要因であった。

(3)多少等判断課題 この課題は、24枚の数刺激カードから成っていた。縦15cm×横42cmの白色厚紙の上段と下段に直径0.9cmの赤色または青色の小円を横一列に貼りつけ、上下の要素数が6-6と8-8の等判断対および6-7と7-8の多少判断対をそれぞれ6対ずつ作成した。24枚の中で、12枚は上段と下段の要素が空間的に接近したカード(上下の間隔は1cm)であり、残り12枚は上下の要素が空間的に分離したカード(上下の間隔は10cm)であった。また、要素の配列は、24枚中12枚は上・下段とも研究Iの一系列間隔配列で、残り12枚は上・下段とも一系列不定間隔配列であった。さらに、上段と下段の要素配列の長さが多少等判断に影響しないように、上段と下段で両端の要素位置を一致させる場合、片端を一致させるがもう片端は一致させない場合、両端とも一致させずに左右にずらす場合の3種類の配列カードを作成した。なお、多少判断対で片端のみを一致させる場合には、要素数が少ない方を要素集合全体の長い方に配列した。これら24枚の数刺激カードの提示順序は、赤色の要素が上段か下段の場合が連続して3回以上出現しないこと、多少判断対では上段が多い場合か下段が多い場合が連続して3回以上出現しないことに注意して決定し、全ての被験者に同一の順序で提示した。さらに、

接近または分離条件が、等判断対または多少判断対が、一列定間隔配列または一列不定間隔配列が連続して出現しないように配慮した。

(4)手続き 研究Ⅰから約2週間後、被験者の所属する幼稚園または保育園の別室で個別に実施した。実験者は机をはさんで被験者と向かい合って座り、被験者の氏名を確認した後、最初の数刺激カードを提示して次のような教示を与えて課題説明をした。「これから、カード遊びをしましょう。このカードには、赤い丸（上段または下段を指示）と青い丸（下段または上段を指示）がたくさん並んでいますね。これから、赤い丸が多いか、青い丸が多いか、それとも両方とも同じかを聞きますので、〇〇ちゃんはカードをよく見て答えて下さい。」この後、所定の順序で各カードを1枚ずつ提示し、その都度「赤が多いですか、青が多いですか、それとも同じですか。」と質問していった。

結 果

表4は、等判断対と多少判断対別に各条件の平均正判断数を示したものである。なお、予備分析の結果、一列定間隔配列か一列不定間隔配列かに関連する主効果も交互作用も有意でなかったため、表4では両配列の結果を一括して示した。したがって、各条件6点満点である。表4に基づいて、2（計数能力）×2（空間的距離）×2（判断対）の分散分析を行った。その結果、判断対の主効果が $F(1, 34) = 31.83, p < .001$ で有意となり、多少判断対（平均2.68）が等判断対（平均0.90）よりも多かった。計数能力低群（平均1.68）と計数能力高群（平均1.90）の間には差がなかった。その他の主効果および交互作用も、すべて有意でなかった。

表4 各条件の平均正判断数 ()内はSD

群	接 近		分 離	
	等判断対	多少判断対	等判断対	多少判断対
計 数 能 力 低 群 (平均計数値 = 1.98)	0.78 (0.96)	2.61 (1.42)	1.06 (1.43)	2.28 (1.48)
計 数 能 力 高 群 (平均計数値 = 17.48)	0.83 (1.30)	2.89 (1.10)	0.94 (1.51)	2.94 (1.75)

考 察

研究Ⅱの結果は、計数能力と空間的距離の要因が共に年少児の多少等判断成績に影響しないこと、および多少判断が等判断よりも優れていることを示した。判断対間の差については、計数使用の観点から解釈することは難しい。というのは、計数能力高群が低群よりも計数を使用する程度が高いのであれば、多少判断対でも等判断対でも同様に計数を使用していたと考えられるからである。そこで、計数能力高群の計数使用可能性について検討してみよう。研究Ⅰの結果から、計数能力高群の平均計数値は17.48となり、低群の1.98よりも明らかに多かった。また、多少等判断課題では比較的計数の容易な一列定間隔配列と一列不定間隔配列を使用した。これらの点から考えると、少なくとも計数能力高群は、多少等判断課題で使用された6～8の要素数を計数しようと思えば十分にできたはずである。しかし表4は、計数能力の高低両群の正判断数が極めて少ない値で差がないことを示している。この事実は、表4に基づいて正

判断率を算出してみるとよく分かる。計数能力高群では、接近条件の等判断対で13.9%、分離条件の等判断対で15.7%、接近条件の多少判断対で48.2%、分離条件の多少判断対で49.1%である。これに対応する計数能力低群の比率は、それぞれ13.0%、17.6%、43.5%、38.0%である。特に等判断の結果は、でたために回答した場合のチャンスレベル（約33%）よりも低い。これらの結果から考えると、年少児では多少等判断課題の解決手がかりとして計数を利用していない可能性が強い。年少児は、計数作業を要求されると計数できても、それと多少等判断課題の解決方略とを関係づけることができないのかもしれない。

1対1対応を使用していたと考えれば、判断対間の差は解釈できるであろうか。しかし、表4から、1対1対応の使用可能性も極めて少ないと推察される。本研究では、1対1対応を使用するならば、空間的接近条件と分離条件間に差が見られるだろうと予想した。この予想は、上下の要素を空間的に接近させると幼児の多少等判断の正答率が極めて高いという糸井(1983)の結果に基づいていた。しかし、本研究の接近条件は、糸井(1983)の結果に比べて、はるかに低い正答率を示した。特に等判断対では、ほとんどの者がどちらかの配列を多いと誤答していた。糸井(1983)の結果の中から本研究の判断対に対応する結果を取り出すと、年少児の正答率は8-8の等判断対でも7-8の多少判断対でも95%であった。このように、糸井(1983)の結果では多少判断対と等判断対の正答率にも差は見られていない。本研究の一定間隔配列は糸井(1983)の配列を参考に作成したので、配列パターンは類似している。また予備分析の結果が示すように、一定間隔配列と一定不間隔配列間には有意差が認められなかった。したがって、本研究で使用した配列パターンにその原因を求めることは難しい。考えられる両者の相違点は、次の点である。それは、本研究の接近条件では上下の要素が約1cm離れており、糸井(1983)の場合に比べると、相対的に分離の状態に近いことである。もし、この1cmの分離が決定的要因であるとすれば、要素同士が完全に密着していないと、年少児の1対1対応使用を促進しないことになる。プレグナンツの法則に従えば、上下の要素同士が完全に密着し、配列内の要素間が分離するほど、上下の要素は1つの統合化された形態として知覚されやすいであろう。年少児は上下の要素が少しでも離れているとイメージや表象によって上下の要素を対にすることができないのかもしれない。上下の要素対が知覚レベルで対になっている必要があるのかもしれない。しかし、年中児や年長児では1cmの分離でも上下の要素同士をまとまりのある1対として表象できるかもしれない。この可能性は、研究Ⅲで検討される。いずれにしても、本研究の結果はRussac(1978)と同様に、幼児が1対1対応をほとんど使用していない可能性を示唆したので、これによって判断対間の差を解釈することは難しいと思われる。

それでは、なぜ多少判断が等判断よりも優れていたのでしょうか。多少判断対の正答率が高いのではなく、等判断対の正答率が低すぎたと考える方が適切であるかもしれない。本研究の範囲から正確な説明を行うことはできないが、「赤が多いですか、青が多いですか、それとも同じですか。」という質問を行ったことに原因があるのかもしれない。つまり、年少児は多少等判断の根拠を見つけることができず、実験者の質問に依存して回答したという可能性である。質問内容から分かるように、「多いか、少ないか、同じか」ではなく、「多いか、多いか、同じか」と「多い」という言葉の頻度が高い。年少児は単純に頻度の高い言葉で回答しようとしたのかもしれない。

研究Ⅲ

目的 研究Ⅲの目的は、研究Ⅰから選出した8以上の計数能力者を対象にして、以下の2点を検討することである。その第1は、研究Ⅱで効果が認められなかった上下の要素同士の空間的距離の要因を再度検討することである。研究Ⅱの空間的接近条件は、糸井（1983）の場合に比べると少し上下間で離れていた。その分だけ年少児による1対1対応の使用を困難にしたのかもしれない。あるいは上下の要素間が少しでも離れていると、年少児だけでなく、年中児や年長児でも1対1対応の使用を困難にするのかもしれない。研究Ⅲでは年少児、年中児、年長児を対象にしたので、この点を明らかにすることができる。第2は、6～8の比較的小さい集合数と14～16の大きい集合数を用いて、集合数の大きさが多少等判断に及ぼす効果を検討することである。もし、小さな集合数よりも大きな集合数に対して、計数原理を適用できにくいとすれば、大きな集合数での多少等判断成績は小さな集合数のそれよりも劣るであろうと予想される。また、年齢とともに計数能力が増大すること（研究ⅠやGelman & Gallistel, 1978）や研究Ⅱの年少児の成績を考慮すると、小さい集合数と大きな集合数の成績差は、年少児よりも年長児の方が大きいと予想される。

方 法

(1)被験者 被験者は、研究Ⅰの指押さえ計数能力テストにおいて、3つの数配列の平均計数値が8以上の者で、年少児36名（男児15名と女児21名）、年中児36名（男児18名と女児18名）、年長児36名（男児18名と女児18名）の計108名であった。彼らの平均年齢と年齢範囲は、年少児が4歳3か月（3歳7か月～4歳6か月）、年中児が5歳2か月（4歳7か月～5歳6か月）、年長児が6歳1か月（5歳7か月～6歳6か月）であった。

(2)実験計画 3×2×2の要因計画を用いた。第1の要因は年齢で、年少児か年中児か年長児かであった。第2の要因は数刺激カード上に貼られた小円数の多少に関する要因で、6-6、6-7、7-8および8-8の対を使用する8以下群と14-14、14-15、15-16、16-16の対を使用する14以上群であった。第3の要因は刺激カードの上段と下段に配列された数集合間の空間的距離であり、接近と分離であった。最初の2要因は被験者間要因であり、最後の要因は被験者内要因であった。なお、年少児の8以下群は、研究Ⅱの計数能力高群と全く同一であったので、この群については研究Ⅱのデータをそのまま結果の分析に使用した。したがって、研究Ⅲでは、その他の5群について新たにデータを収集した。

(3)多少等判断課題 8以下群に使用した24枚の数刺激カードは、研究Ⅱと同様のものであった。一方、14以上群に使用した24枚の数刺激カードも、縦15cm×横42cmの白色厚紙の上段と下段に貼りつけられた直径0.9cmの赤色または青色の小円数が多くなる以外は、すべて研究Ⅱの数刺激カードと同様の方法で作成された。14以上群用として、上下の要素数が14-14と16-16の等判断対および14-15と15-16の多少判断対をそれぞれ6対ずつ用意した。これらの数刺激カードの提示順序についても、研究Ⅱと同様の配慮がなされた。

(4)手続き 14以上群に提示する数刺激カードが異なる以外は、すべて研究Ⅱと同様であった。

結 果

表5は、等判断対と多少判断対別に各条件の平均正判断数を示したものである。なお、予備分析の結果、一列定間隔配列か一列不定間隔配列かに関連する主効果も交互作用もすべて有意でなかったため、表5では両配列の結果を一括して示した。したがって、各条件6点満点である。表5に基づいて、3(年齢)×2(小円数の多少)×2(空間的距離)×2(判断対)の分散分析を行った。その結果、主効果としては年齢が $F(2, 102) = 31.25, p < .001$ で、小円数の多少が $F(1, 102) = 21.79, p < .001$ で、判断対が $F(1, 102) = 13.91, p < .001$ でそれぞれ有意であった。年齢については年長児(平均4.09) > 年中児(平均2.91) > 年少児(平均1.76)であり(有意差はすべて $p < .01$)、小円数の多少については8以下群(平均3.48) > 14以上群(平均2.36)であり、判断対については多少判断対(平均3.28) > 等判断対(平均2.56)であった。交互作用としては、年齢×小円数の多少が $F(2, 102) = 3.35, p < .05$ で、小円数の多少×空間的距離が $F(1, 102) = 5.36, p < .05$ で、年齢×判断対が $F(2, 102) = 3.81, p < .05$ でそれぞれ有意であった。Duncanのmultiple range testによる多重比較の結果、年齢×小円数の多少の交互作用については以下の結果が得られた。8以下群では年長児(平均4.99) > 年中児(平均3.56) > 年少児(平均1.90)であったが、14以上群では年長児(平均3.19) > 年中児(平均2.26) ≒ 年少児(平均1.61)であった(有意差はすべて $p < .05$)。また、年長児と年中児では8以下群 > 14以上群であったが、年少児では8以下群と14以上群間に差がなかった。小円数の多少×空間的距離の交互作用については、8以下群では接近(平均3.43) ≒ 分離(平均3.54)であったが、14以上群では接近(平均2.49) > 分離(平均2.22)であった($p < .05$)。また、接近でも分離でも、8以下群 > 14以上群であった(いずれも $p < .05$)。最後に年齢×判断対の交互作用については、等判断対では年長児(平均3.78) > 年中児(平均2.85) > 年少児(平均1.04)であったが、多少判断対では年長児(平均4.40) > 年中児(平均2.97) ≒ 年少児(平均2.47)であった(有意差はすべて $p < .05$)。また、年少児では多少判断対 > 等判断対であったが、年中児と年長児では多少判断対と等判断対間に差がなかった。

表5 各条件の平均正判断数

()内はSD

年 齢	群 (平均計数値)	接 近		分 離	
		等判断対	多少判断対	等判断対	多少判断対
年少児	8以下群(17.48)	0.83(1.30)	2.89(1.10)	0.94(1.51)	2.94(1.75)
	14以上群(16.13)	1.17(1.54)	2.17(1.98)	1.22(1.31)	1.89(1.49)
年中児	8以下群(28.61)	3.39(2.21)	3.39(1.83)	3.61(2.14)	3.83(1.98)
	14以上群(28.44)	2.11(1.63)	2.50(1.46)	2.28(1.56)	2.17(1.42)
年長児	8以下群(29.63)	5.00(1.80)	5.06(1.27)	4.67(2.08)	5.22(1.23)
	14以上群(29.50)	3.11(2.23)	3.89(1.45)	2.33(2.13)	3.44(1.71)

考 察

研究Ⅲの主な結果は、以下の通りである。(1)加齢に伴って、正判断数は多くなった。(2)小さい集合数は、大きい集合数よりも正判断数が多かった。(3)小さい集合数と大きい集合数間の成績の差は、年中児と年長児で見られ、年少児では認められなかった。(4)空間的距離の効果は、14以上群でのみ認められた。(5)多少判断対と等判断対間の差は年少児だけで、年中児や年長児では認められなかった。

結果(1)は、研究Ⅰの計数能力の発達と対応している。多少等関係の判断手がかりとして計数を使用する程度は、計数能力の発達に依存していることが示唆される。しかし、結果(2)や(3)を考慮すると、計数能力がかなり発達していても、配列の要素数が多い場合には有効な判断手がかりとなりにくいことが分かる。これらの結果は、ほぼ予想を確認するものであり、計数方略の利用を確認するものであった。

8以下群では多くの者が計数方略を使用していたが、14以上群では計数方略の使用に限界があったと考えれば、結果(4)は解釈可能である。すなわち、14以上群では計数方略に代わるものとして、1対1対応を使用した者がいくらか存在したことを示唆する。しかし、8以下群の接近条件と14以上群の接近条件間に差があることから、1対1対応は計数よりも使用されにくい方略であると考えられる。また、計数能力の低い年少児と高い年長児間で空間的距離の効果に差が見られなかったことは、幼児全体を通じて1対1対応を使用する傾向が少ないことを示唆する。これは、Russac(1978)や前田・田所(1986)の結果とも一致する。前田・田所(1986)は、上下の要素同士を同色にして、色による1対1対応の使用を促進しようと試みた。しかし、上下の要素を同色にした促進条件と色をつけない統制条件間には差がみられなかった。この研究で使用された上下の要素間の距離は、本研究の接近条件と分離条件の中間に相当する。空間的に分離している場合には、色の援助条件でも1対1対応の使用を促進し得ないのである。上下の要素同士を接触させる方法以外で、要素同士を知覚的に1対1と促えさせる条件を用いて、再度検討してみる必要がある。この考えに基づいて、上下に分離した要素同士を線で結ばせる線対応作業が幼児の1対1対応の使用を促進するか否かについて、目下検討中である。

最後に結果(5)は、本研究に関する限り、判断対間の差異が年少児に特有のものであることを示した。年中児と年長児はもっぱら計数を使用していたので、判断対間に差が生じなかったとも考えられる。研究方法で述べたように、多少判断対の場合には配列の長さや密度が判断に影響しないように要素数の少ない配列を長くしたり、一列不定間隔配列では、要素間の間隔を不規則にして密度の手がかりを利用できないようにした。したがって、こうした配列の長さや要素間の密度を手がかりにして一貫した判断を示すことはできない。このように考えると、年少児に見られた判断対間の差異は、数刺激の配列や計数または1対1対応の使用のいずれにも、その原因を求めることは難しい。研究Ⅱの考察で述べた仮説も含めて、今後再検討すべき課題である。

付記 本研究の資料収集にあたり、快くご協力下さいました愛媛保育園ならびに勝愛幼稚園の先生方と園児の皆さんに心から感謝致します。また資料収集にあたっては、岡しきぶさんと影浦明美さんの協力を得ました。記して感謝の意を表します。

引用文献

- Bryant, P. 1974 Perception and understanding in young children. London: Methuen.
 小林芳郎(訳) 1977 子どもの認知機能の発達 協同出版
 Gelman, R. 1972 The nature and development of early number concepts. In H. W. Reese (Ed.), *Advances in child development and behavior*, Vol. 7. New York: Academic Press.
 Gelman, R., and Gallistel, C. R. 1978 The child's understanding of number. Cambridge: Harvard University Press.
 Gelman, R., and Meck, E. 1983 Preschoolers' counting: Principles before skill. *Cognition*, 13, 343-359.

幼児の計数能力と多少等判断

- Gelman, R., and Tucker, M. F. 1975 Further investigations of the young child's conception of number. *Child Development*, 46, 167-175.
- 後藤嘉余子・佐藤初重・森重敏 1984 幼児の数学習に関する一考察 保育学年報1984年版 59-68.
- 糸井尚子 1983 一対一対応に基づく奇数比較について 東京学芸大学紀要 1 部門 34, 49-56.
- 飯島婦佐子 1965 幼児の数概念に関する実験的研究-5才児について- 教育心理学研究 13, 220-233.
- 飯島婦佐子 1966 幼児の数概念に関する実験的研究-4才児の分析を中心とした発達段階に関する考察- 教育心理学研究 14, 25-36. 58.
- Klahr, D., and Wallace, J. G. 1973 The role of quantification operators in the development of conservation. *Cognitive Psychology*, 4, 301-327.
- Klahr, D., and Wallace, J. G. 1976 *Cognitive development, an information processing view*. Hillsdale, New Jersey: Erlbaum.
- 前田健一・田所里佳 1986 幼児の多少等判断における計数方略と一対一対応操作の検討 愛媛大学教育実践研究指導センター紀要 4, 55-70.
- 野呂 正 1961 幼児の数概念の発達 教育心理学研究 9, 230-239.
- 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, 69-78.
- Russac, R. J. 1978 The relation between two strategies of cardinal number: Correspondence and counting. *Child Development*, 49, 728-735.
- 田中平八 1982 幼児とおとなの数の抽出過程 東京都立大学人文学報 158, 57-80.