

## 幼児の加減算習得にいたる数の理解に関する発達順序性

The process of acquisition of addition and subtraction in early childhood

大塚 玲

Akira OTSUKA

（平成11年10月4日受理）

### I. はじめに

足し算や引き算の習得が、算数学習における重要な基礎となることは疑いのないことであろう。足し算や引き算は公式には小学校で数記号を使用する正式な算数として学習するが、子どもたちは就学前にすでに日常生活や遊びといった経験を通してインフォーマルな加減算の方略を身につけていることはよく知られている（丸山・無籐、1997）。就学前児が加減算の技能を獲得するまでに、数に関するどのような知識や能力を発達させてきているかについてはこれまで多くの研究が積み重ねられてきた（Fuson、1988；丸山・無籐、1997；吉田、1997参照）。そうした研究によると足し算や引き算の前提として数唱、計数、数詞と数字の対応、数の合成・分解、多少判断、序数能力などのさまざまな数概念や知識の習得が関わっていることが指摘されている。しかし、これらの研究はそのほとんどがそれぞれの数概念や能力の発達を並列するにとどまり、各能力の関連性や発達順序が多次的に表されていない。

加減算を習得することは、健常児にとってそれほど困難なことではないといわれている。しかしながら、学習障害や知的障害をもつ子どもたちにとっては、1桁の足し算、引き算でさえも容易なことではない。こうした子どもたちがどのような過程を経て数の概念や知識、技能を獲得していくのか、またそれを援助するためにはどのような手立てが有効であるか、という点に関しては今なお多くの関心がよせられている。

算数の学習では、ある段階の課題を習得できなければ、次の段階の課題の習得は期待できないということが少なくない。算数学習の指導にあたっては、課題の順序性を把握することが重要になる。ところで、項目間の多次的な順序系列を決定する手法として Ordering analysis がある。水野（1974）によれば、Ordering analysis は一次元の順序系列を求める尺度としての Guttman の Scalogram 分析から派生してきたものであり、多次元の順序系列（ネットワーク）を求める分析方法の総称である。鈴木・藤田（1996）は、この手法を用いて脳性まひ児の要求行動の発達順序性を検討している。また、重度・重複障害児のコミュニケーション発達における機能連関（細渕・清水、1985）や自閉症児の初期言語発達の順序性（李・小林、1996）、知能検査（三宅・綱川・清水、1985）、言語発達検査（進藤・前川・佐竹・小林、1988）などの研究においても Ordering analysis が用いられ、この手法が項目相互の発達の連関をもった順序性を解明する方法として有効であるばかりでなく、個々の子どもの特徴の理解にも有益であることが示唆されている（進藤・前川・佐竹・小林、1988）。

そこで本研究では、Ordering analysis を用いて就学前児の数概念の発達順序性を検討し、数の概念に関する項目ネットワークを構成することによって、さまざまな数の概念の獲得から加減算習得にいたるまでの発達的な連関をモデル化することを目的とする。

## II. 方法

### 1. 被験児

被験児は、静岡市内の公立保育所に通う3歳児30名(男児13名、女児17名：平均年齢3歳6か月、年齢の範囲3歳1か月－3歳11か月)、4歳児30名(男児12名、女児18名：平均年齢4歳4か月、年齢の範囲4歳0か月－4歳10か月)、5歳児30名(男児17名、女児13名：平均年齢5歳5か月、年齢の範囲5歳0か月－5歳11か月)、6歳児30名(男児16名、女児14名：平均年齢6歳4か月、年齢の範囲6歳0か月－6歳6か月)の計120名である。

### 2. 実施時期

実施時期は1998年11月上旬から12月中旬までの約1カ月間である。

### 3. 手続き

実験の課題は、数の概念に関する以下の12課題102項目で構成される。課題は個別に、2回に分けて実施された。1回目に①数字・数詞対応課題、②計数課題、③数唱課題、④分割順唱課題、⑤分割逆唱課題、⑥多少判断課題、⑦連続量課題、⑧序数課題を実施し、2回目に⑨分解・合成課題、⑩作業記憶課題、⑪足し算課題、⑫引き算課題を実施した。課題の実施には1回につき約15分かかった。被験児の反応は、記録用紙に記入するとともに8ミリビデオで録画した。①数字・数詞対応課題(A1－A20)

この課題は、文字としての数字を視覚的にとらえ、数詞に転換する能力を測定するものである。実験者は、それぞれ1から10までの数字が書かれたカードを横一列にランダムな順序で並べ、カードを1枚ずつ指差し、「これはいくつですか」と被験児に尋ねる。1から10までの数字をすべて正確に答えることができた被験児には、11から20までの数字についても同じ要領で実施する。

#### ②計数課題(B1－B10)

計数課題は2種類の課題からなる。計数課題(B1－B5)は、具体物集合から数詞への数転換の能力を測る課題である。被験児におはじきを呈示し、全部でいくつあるか答えさせる。呈示されるおはじきの数は、3、5、8、10、12個の5種類である。3歳児は3個、4歳児は5個、5歳児は8個、6歳児は10個から始め、2問連続不正解で課題の実施を打ち切る。最初の項目が不正解の場合は、前の項目に戻り、正解した項目で課題の実施を打ち切る。

計数課題(B6－B10)は、数詞から具体物集合への数転換の能力を測る課題である。被験児におはじきのかたまりの中から指示した数のおはじきを取り出すよう教示する。指示するおはじきの数は、2、5、7、10、13個の5種類である。3歳児は2個、4歳児は5個、5歳児は7個、6歳児は10個から始め、2問連続不正解で課題の実施を打ち切る。最初の項目が不正解の場合は、前の項目に戻り、正解した項目で課題の実施を打ち切る。

#### ③数唱課題(C1－C8)

数唱課題は、数詞を順序通りに唱えることができるかどうかを測定する課題である。数詞「イチ」から順にできるだけ多く数えるよう教示する。順序を間違えたり、数詞を抜かしたりした

場合は、その時点で課題の実施を打ち切る。

④分割順唱課題 (D 1—D 6)

分割順唱課題は、数系列を途中で分断したり、途中から数え始めたりする能力を測定する課題である。ある数  $a$  からある数  $a+n$  までを順唱するよう被験児に教示する。課題は以下の 6 項目からなり、2～5、5～8、3～7、4～10、10～17、8～13の順に実施し、2問連続不正解した時点で課題の実施を打ち切る。

⑤分割逆唱課題 (E 1—E 6)

分割逆唱課題は、分割順唱課題で測定した能力を逆唱時について測定する課題である。ある数  $a$  からある数  $a-n$  までを逆唱するよう被験児に教示する。課題は以下の 6 項目からなり、5～2、8～5、9～3、10～4、14～10、15～6の順に実施し、2問連続不正解した時点で課題の実施を打ち切る。

⑥多少判断課題 (F 1—F 6)

多少判断課題は 2 種類の課題からなる。多少判断課題 (F 1—F 3) は、具体物集合の多少を視覚的に判断する能力を測定する課題である。いくつかの円形のシールがランダムに貼られたカードを 2 枚呈示し、被験児にどちらのカードのほうがシールの数が多いかを答えさせる。課題は、1 個対 3 個、4 個対 7 個、6 個対 9 個の組み合わせからなり、この順番に実施する。

多少判断課題 (F 4—F 6) は、数字の多少を判断する能力を測定する課題である。実験者は数字が書かれた 2 枚のカードを呈示し、被験児にどちらの数字のほうが大きいかを答えさせる。なお、実験者はカードを呈示するさいにその数字を声に出して読む。課題は 4 対 2、8 対 3、6 対 9 の組み合わせからなる 3 項目で、この順番に実施する。

⑦連続量課題 (G 1—G 2)

この課題は、空間の視覚的な認知能力と量を相対的な数に転換する能力を測定する課題である。3本のテープが貼られたカードを呈示し、被験児に「まんなかのテープの長さが 4 だとすると、長さが  $x$  (項目 G 1 では 5、項目 G 2 では 8) のテープはどちらでしょう」と尋ねる。残りのテープの長さは、項目 G 1 では 3、項目 G 2 では 6 に相当する。

⑧序数課題 (H 1—H 3)

この課題は序数の概念の理解を測定する課題である。実験者は 10 個のおはじきを垂直方向に配列し、「上から  $x$  (項目 H 1 では 3、項目 H 2 では 5、項目 H 3 では 8) 番目のおはじきを取ってください」と教示する。2問連続不正解した時点で課題の実施を打ち切る。

⑨合成・分解課題 (I 1—I 5)

この課題は数の合成・分解能力を測定するものである。被験児にいくつかの丸がランダムな配列で描かれたカードを呈示し、丸の数を数えるよう教示する。その後で、カードの右半分を紙で隠し、そこに丸がいくつ隠れているかを尋ねる。課題は、4 (3)、5 (2)、7 (5)、8 (2)、10 (3) の 5 項目からなる (左側の数字は丸の総数、括弧内の数字は隠す丸の数を示す)。2問連続不正解した時点で課題の実施を打ち切る。

⑩作業記憶課題 (J 1—J 20)

この課題は作業記憶の容量を測る課題で、日本版 WISC-R (1989) の言語性下位検査の「数唱」を利用し、順唱課題と逆唱課題の 2 種類が実施された。実施方法は、日本版 WISC-R (1989) の数唱問題のそれに従う。

順唱課題では、実験者が「これからある数をいいます。よく注意して聞いて、私がいい終わっ

て、「はい」といったら私に続いてその数をいってください」と教示し、2～7桁の数を復唱させる。問題の呈示は1回のみで、1秒間に1つの間隔で数を告げる。同桁の2問を連続不正解した時点で課題の実施を打ち切る。

逆唱課題では、実験者が「今度は私がいった数字の順番を逆にしていってください。たとえば、私が「4、2」といったら、あなたはどよういいますか」と教示し、「2、4」と答えたら、「そのとおり」といってから項目J1を開始する。2～5桁の数について実施する。問題の呈示は1回のみで、1秒間に1つの間隔で数を告げる。同桁の2問を連続不正解した時点で課題の実施を打ち切る。

#### ⑪足し算課題 (K1-K8)

被験児にはあらかじめ指を用いてもよいことを伝えておき、「赤いあめが2個、青いあめが2個あります。赤いあめと青いあめをあわせると全部でいくつになりますか」といった文章題を口頭で呈示する。課題は8項目からなり、 $2+2$ 、 $3+2$ 、 $2+6$ 、 $5+4$ 、 $8+2$ 、 $10+4$ 、 $9+3$ 、 $6+7$ の順に実施する。2問連続不正解で課題の実施を打ち切る。

#### ⑫引き算課題 (L1-L8)

被験児にはあらかじめ指を用いてもよいことを伝えておき、「あめを3個持っています。そのあめを1個食べました。あめは何個残っていますか」といった文章題を口頭で呈示する。課題は8項目からなり、 $3-1$ 、 $5-3$ 、 $6-2$ 、 $8-5$ 、 $9-7$ 、 $10-6$ 、 $14-3$ 、 $13-4$ の順に実施する。2問連続不正解で課題の実施を打ち切る。

### 4. 結果の処理

まず、各項目について、正答に1(通過)、誤答または無答に0(未通過)を与え、年齢群別に項目ごとの通過率を算出した。また、全被験児を合わせて各項目ごとの総通過率を求め、それが高い順に全項目を並べ替えた。次に、全ての2項目対について Ordering analysis に基づき順序性を判定し、項目ネットワークを構成した。項目間の順序性の有無を判定するための基準として種々の手法が提案されているが、本研究では三宅・清水・及川(1985)によって再現性が高いとされた Airasian and Bart (1973)の方法に基づき判定した。

なお、全12課題のうち連続量課題、合成・分解課題、作業記憶課題については、課題設定のさいに意図した能力を正確に測定できていないと考えられたことと、項目ネットワーク図の作成の結果、他項目との順序性が認められなかったため、項目ネットワーク図から除外した。したがって、項目ネットワークの作成には9課題75項目が使用された。

## III. 結果および考察

### 1. 通過率について

12課題102項目について、各年齢群別に通過率を求め(表1)、その結果を50%、70%、90%の範囲で帯状のグラフに表したものを図1に示した。

通過率70%以上の項目は、3歳児群で5までの数唱(C1、C2)、具体物による多少判断(F1、F2)の4項目にすぎず、4歳児群ではそれに加えて数字1を読む(A1)、3個までの具体物の計数(B1、B6)、3桁の数の復唱(J1～J4)の12項目であった。しかし、5歳児群では通過率70%以上を示す項目は39項目になり、6歳児群では61項目にもなり、この時期に急速に数の理解が拡大していくことが認められる。

表1 各項目の年齢別通過率

項目	全体	3歳	4歳	5歳	6歳	項目	全体	3歳	4歳	5歳	6歳
A 1	81.7	56.7	70.0	100.0	100.0	F 2	88.3	73.3	83.3	100.0	96.7
A 2	74.2	46.7	60.0	90.0	100.0	F 3	88.3	66.7	86.7	100.0	100.0
A 3	65.0	46.7	33.3	90.0	90.0	F 4	60.8	20.0	40.0	90.0	93.3
A 4	58.3	20.0	33.3	86.7	93.3	F 5	58.3	20.0	36.7	86.7	90.0
A 5	63.3	26.7	43.3	90.0	93.3	F 6	50.0	16.7	26.7	70.0	86.7
A 6	52.5	20.0	26.7	76.7	86.7	G 1	73.3	53.3	60.0	93.3	86.7
A 7	53.3	16.7	26.7	80.0	90.0	G 2	61.7	36.7	63.3	73.3	73.3
A 8	54.2	13.3	26.7	86.7	90.0	H 1	48.3	13.3	30.0	83.3	66.7
A 9	47.5	10.0	26.7	66.7	86.7	H 2	40.0	10.0	10.0	66.7	73.3
A10	50.8	6.7	20.0	83.3	93.3	H 3	33.3	6.7	3.3	53.3	70.0
A11	38.3	3.3	6.7	63.3	80.0	I 1	63.3	33.3	46.7	83.3	90.0
A12	36.7	3.3	6.7	63.3	73.3	I 2	45.0	6.7	46.7	56.7	70.0
A13	36.7	3.3	6.7	63.3	73.3	I 3	25.8	3.3	3.3	40.0	56.7
A14	36.7	3.3	6.7	63.3	73.3	I 4	35.0	3.3	16.7	46.7	73.3
A15	36.7	3.3	6.7	63.3	73.3	I 5	25.8	0.0	10.0	33.3	60.0
A16	35.0	3.3	6.7	56.7	73.3	J 1	89.2	63.3	93.3	100.0	100.0
A17	36.7	3.3	6.7	63.3	73.3	J 2	89.2	63.3	96.7	100.0	96.7
A18	37.5	3.3	6.7	63.3	76.7	J 3	86.7	56.7	93.3	100.0	96.7
A19	34.2	0.0	6.7	56.7	73.3	J 4	78.3	50.0	80.0	96.7	86.7
A20	32.5	0.0	3.3	50.0	76.7	J 5	48.3	23.3	36.7	50.0	83.3
B 1	88.3	56.7	96.7	100.0	100.0	J 6	33.3	3.3	23.3	50.0	56.7
B 2	73.3	30.0	66.7	96.7	100.0	J 7	12.5	3.3	0.0	23.3	23.3
B 3	59.2	10.0	43.3	86.7	96.7	J 8	11.7	0.0	3.3	13.3	30.0
B 4	55.0	10.0	36.7	80.0	93.3	J 9	0.8	0.0	0.0	0.0	3.3
B 5	33.3	3.3	6.7	53.3	70.0	J10	1.7	0.0	0.0	0.0	6.7
B 6	86.7	63.3	86.7	100.0	96.7	J11	0.8	0.0	0.0	3.3	0.0
B 7	56.7	3.3	43.3	83.3	96.7	J12	0.8	0.0	0.0	3.3	0.0
B 8	47.5	3.3	16.7	73.3	96.7	J13	34.2	3.3	3.3	50.0	80.0
B 9	45.8	0.0	16.7	73.3	93.3	J14	35.0	6.7	3.3	50.0	80.0
B10	35.0	0.0	3.3	70.0	66.7	J15	14.2	0.0	0.0	20.0	36.7
C 1	99.2	100.0	96.7	100.0	100.0	J16	20.0	0.0	0.0	23.3	56.7
C 2	93.3	83.3	90.0	100.0	100.0	J17	0.8	0.0	0.0	0.0	3.3
C 3	82.5	66.7	66.7	96.7	100.0	J18	0.8	0.0	0.0	0.0	3.3
C 4	56.7	10.0	36.7	83.3	96.7	J19	0.8	0.0	0.0	0.0	3.3
C 5	48.3	6.7	23.3	73.3	90.0	J20	0.8	0.0	0.0	0.0	3.3
C 6	36.7	3.3	6.7	53.3	83.3	K 1	52.5	16.7	33.3	76.7	83.3
C 7	28.3	0.0	3.3	40.0	70.0	K 2	48.3	10.0	20.0	73.3	90.0
C 8	27.5	0.0	3.3	36.7	70.0	K 3	17.5	0.0	3.3	30.0	36.7
D 1	28.3	3.3	3.3	36.7	70.0	K 4	24.2	0.0	0.0	36.7	60.0
D 2	27.5	0.0	6.7	36.7	66.7	K 5	15.8	0.0	0.0	16.7	46.7
D 3	18.3	0.0	0.0	23.3	50.0	K 6	13.3	0.0	0.0	10.0	43.3
D 4	24.2	0.0	0.0	30.0	66.7	K 7	10.0	0.0	0.0	13.3	26.7
D 5	14.2	0.0	0.0	13.3	43.3	K 8	5.8	0.0	0.0	3.3	20.0
D 6	17.5	0.0	0.0	23.3	46.7	L 1	43.3	13.3	20.0	66.7	73.3
E 1	25.0	0.0	0.0	33.3	66.7	L 2	35.8	13.3	26.7	53.3	50.0
E 2	19.2	0.0	0.0	26.7	50.0	L 3	18.3	0.0	6.7	23.3	43.3
E 3	21.7	0.0	0.0	20.0	66.7	L 4	13.3	0.0	0.0	20.0	33.3
E 4	18.3	0.0	0.0	16.7	56.7	L 5	11.7	0.0	3.3	10.0	33.3
E 5	11.7	0.0	0.0	10.0	36.7	L 6	12.5	0.0	0.0	16.7	33.3
E 6	8.3	0.0	0.0	3.3	30.0	L 7	2.5	0.0	0.0	0.0	10.0
F 1	90.8	83.3	80.0	100.0	100.0	L 8	2.5	0.0	0.0	0.0	10.0

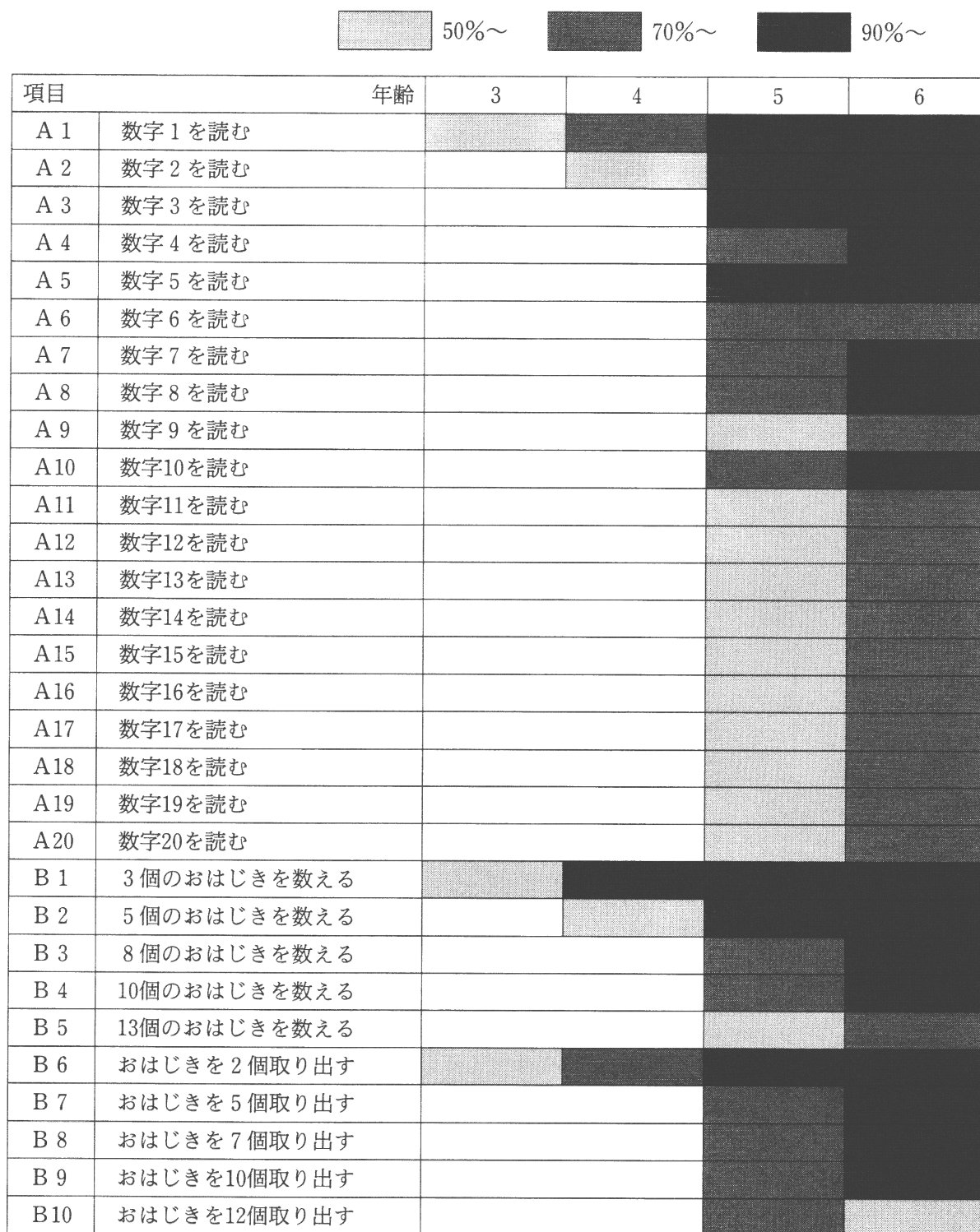


図1 各項目の平均通過年齢（その1）



項目	年齢	3	4	5	6
C 1	3まで数唱する	90%~			
C 2	5まで数唱する	70%~	90%~		
C 3	10まで数唱する	50%~		90%~	
C 4	15まで数唱する	90%~			70%~
C 5	20まで数唱する	90%~			70%~
C 6	30まで数唱する	90%~			70%~
C 7	40まで数唱する	90%~			70%~
C 8	50まで数唱する	90%~			70%~
D 1	2から5まで順唱する	90%~			70%~
D 2	5から8まで順唱する	90%~			50%~
D 3	3から7まで順唱する	90%~			50%~
D 4	4から10まで順唱する	90%~			50%~
D 5	10から17まで順唱する	90%~			50%~
D 6	8から13まで順唱する	90%~			50%~
E 1	5から2まで逆唱する	90%~			50%~
E 2	8から5まで逆唱する	90%~			50%~
E 3	9から3まで逆唱する	90%~			50%~
E 4	10から4まで逆唱する	90%~			50%~
E 5	14から10まで逆唱する	90%~			50%~
E 6	15から6まで逆唱する	90%~			50%~
F 1	1と3の多少判断 (シール)	70%~		90%~	
F 2	4と7の多少判断 (シール)	70%~		90%~	
F 3	6と9の多少判断 (シール)	50%~	70%~	90%~	
F 4	4と2の多少判断 (数字)	90%~			70%~
F 5	8と3の多少判断 (数字)	90%~			70%~
F 6	6と9の多少判断 (数字)	90%~			70%~
G 1	長さ4から長さ5を推測する	50%~		70%~	90%~
G 2	長さ4から長さ8を推測する	50%~	70%~	90%~	
H 1	3番目のおはじきを取る	90%~			50%~
H 2	5番目のおはじきを取る	90%~			70%~
H 3	8番目のおはじきを取る	90%~			70%~
I 1	合成分解 (4は3と1)	90%~			70%~
I 2	合成分解 (5は3と2)	90%~			70%~
I 3	合成分解 (7は5と2)	90%~			50%~
I 4	合成分解 (8は2と6)	90%~			70%~
I 5	合成分解 (10は3と7)	90%~			50%~

図1 各項目の平均通過年齢 (その2)

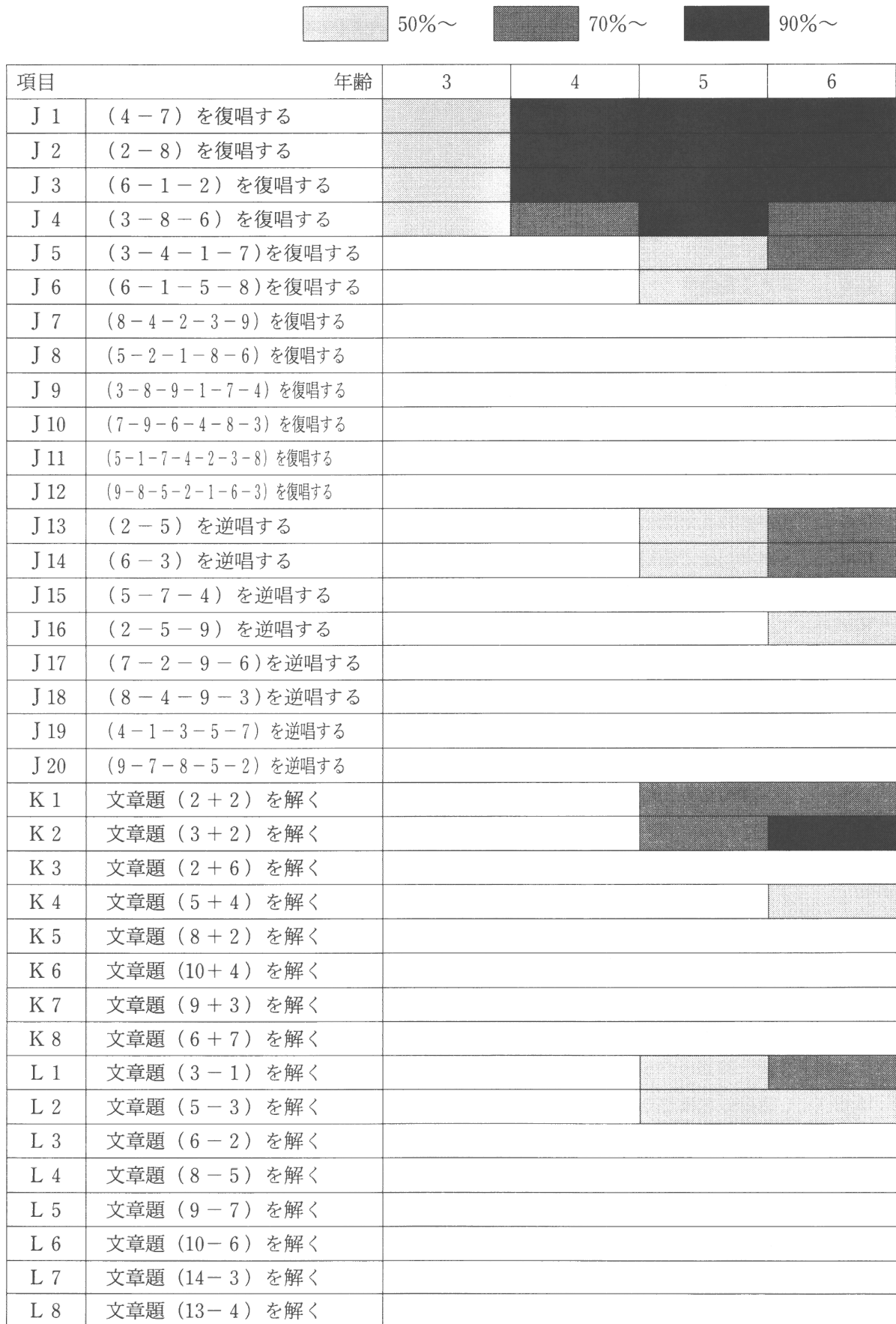


図1 各項目の平均通過年齢(その3)



## 2. 項目ネットワークについて

前述の手続きにしたがって構成された項目ネットワークを図2に示した。図中の点線は、各年齢群の通過率70%の境界を示し、項目獲得の目安とした。

3歳では、まず3までの数を唱えること(C1)ができるようになり、その後5までの数唱(C2)が可能になる。それに続いて3以下の計数(B1)と1個と3個の多少の比較(F1)が可能になる。このことから、数唱能力は計数能力や多少判断能力に先行して獲得されることが認められた。Fuson(1988)は、計数能力の発達を主に5つの段階に区分した計数モデルを提唱している。第1段階は鎖状の段階で、数詞を1つの系列として機械的に記憶しているにすぎないため個々の数詞を分割できず、数詞が思考の対象とならない。第2の段階では1からある程度の数まで上昇方向へ唱えることができるようになり、数詞と具体物との一対一対応が可能となる。本研究において3歳の時期にみられた数唱は、この第1段階および第2段階の初期に相当すると考えられる。

また結果から、この時期には3までの範囲で数の理解が進んでいくことが認められた。乳児は3つまでの数を弁別できるとするStrauss and Curtis(1981)の知見や、幼児のスビタイジング(subitizing)が3までであるというChi and Klahr(1975)の知見が示唆しているように、3までの数は計数によらなくとも視覚的に判断できる数であり、さまざまな数理解の発達の基盤となる数と考えられる。

4歳では、それまで一次元的であった数の理解の発達が、F2(4個と7個の多少判断)・F3(6個と9個の多少判断)、A1(数字1を読む)、B6(おはじきを2個取り出す)の3方向へと分岐し、多次元的に発達し始める。この時期に確実に操作できる数の範囲は9以下のようである。

5歳では、操作できる数の範囲が10以上に拡大し、数唱は20まで(C5)可能になり、計数は10まで(B4・B9)、数字の読みも10まで(A10)可能となる。項目ネットワークにおいてC3→B2→C4→A10→C5→B8・B9という一連の系列が示すように、計数能力や数詞・数字対応能力に先行して数唱能力が獲得されることが認められる。

また、この時期に和が5以下の初歩的な足し算が可能になる。K1(2+2)に先行する項目は、A2(数字2を読む)、B2(5個のおはじきを数える)、C3(10までの数唱)、F3(6個と9個の多少判断)であり、K2(2+3)に先行する項目は、A5(数字5を読む)、B2(5個のおはじきを数える)、C3(10までの数唱)、F4(数字4と2の多少判断)であった。Fuson(1988)の計数モデルでは、第2段階の後期になり計数能力が発達してくると、集合数の心内イメージ(心内数直線)が形成されはじめ、初期の足し算が可能になる。この時期の足し算はcount-allと呼ばれる2つの数をすべて数える最も基本的な方略であるといわれる。栗山(1995)は、4歳児は5以下の数であれば足し算におけるcount-all方略を獲得していると述べている。本研究の結果は、この知見よりも1歳ほどの遅れを示す。しかし、この種の知見は、具体物あるいは半具体物の足し算課題から引き出されたもので、本研究のような数字と口頭での文章題による問題呈示では必然的に正答率が低くなり、獲得年齢の遅れという結果になったと考えられる。

6歳では、それまで複雑に枝分かれしていた項目ネットワークが、11から19までの数字の読み(A11~A19)の等価関係にいったん収束し、そこからさらにB5(13個のおはじきを数える)、B10(おはじきを12個取り出す)、C6(30まで順唱する)の3方向に分岐していく。こ

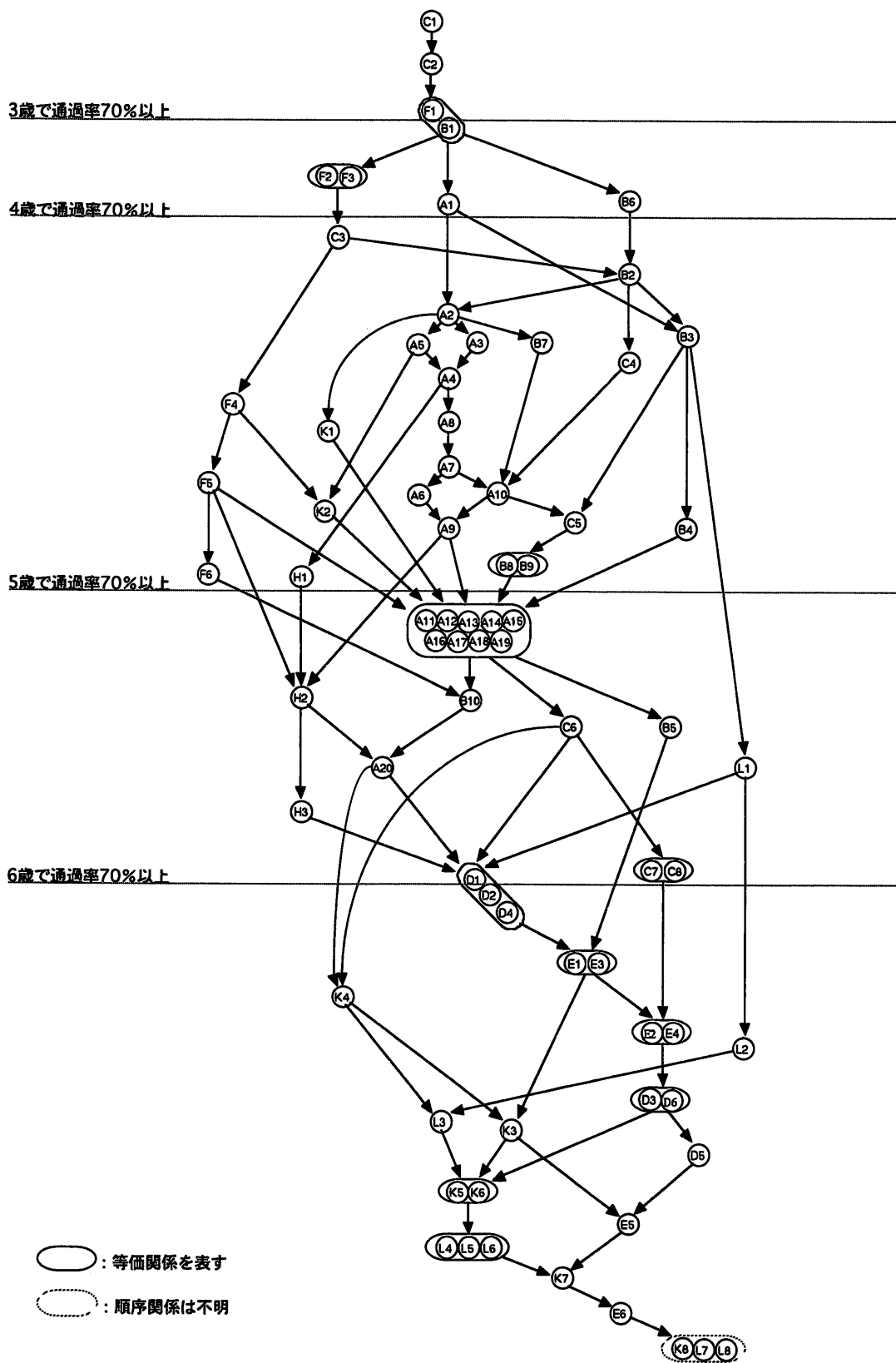


図2 項目ネットワーク

のことから11から19までの数字の読みは、この年齢の数理解の発達を測定する一つの目安といえるかもしれない。また、この時期に初歩的な引き算(L1)も獲得される。

6歳を過ぎると、まず10以内の数の範囲で分割順唱能力が獲得され始めるようである。これはそれまでに獲得されている順唱能力がより精緻化されたもので、指定されたある数から数唱を開始し、指定されたある数で停止する能力である。これは、Fuson (1988) の計数モデルの第3段階に相当する。続いて同じく10以内の数の範囲で分割逆唱能力が獲得され始める。これは、下降方向の数唱(逆唱)が可能になり、逆唱を途中から開始させたり、途中で停止させたりすることが可能になるFuson (1988) の計数モデルの第4段階に相当する。吉田(1997)は、こうした能力を獲得することによって、足し算の方略がそれまで数唱の延長であったcount-allからcount-onと呼ばれるより高度な方略に変化することを示唆している。count-on方略とは、まず2つの数の大小を判断し、大きい方の数を頭の中にセットし、それに小さい方の数を数え上げていく方略である(吉田、1997)。数の大きさを比較する能力を利用する方法で、操作が可能になる数の範囲が拡大するといわれている。本研究でも足し算項目K3・K5・K6や引き算項目L4～L6が、分割順唱項目D1～D4・D6や分割逆唱項目E1～E4に後続して獲得されており、これを支持する結果となった。

繰り上がりの足し算K8と繰り下がりの引き算L7・L8に関しては、通過率が低く順序性が明確に判定されなかった。こうした問題が解けるようになるには、Fuson (1988) の計数モデルの第5段階で、作業記憶の容量が拡大し、部分-全体の知識を獲得し、十進法のシステムや位取りの原理が理解できるようになる小学校就学後と考えられる。

本研究によって構成された項目ネットワークは、従来の数概念や知識の発達過程に関する知見とかなりの一致がみられた。しかしながら、どの年齢段階である種の知識や技能を習得するかといった点では、これまでの知見に比較して1、2歳の遅れを示す傾向がみられた。たとえば、丸山(1992)は、数字から数詞への数転換は3歳児では5以下の数で確実であり、4歳児では10以下の数でほぼ確実、5歳児では10以下の数では完全と報告している。それに対して、本研究において数字から数詞への数転換は4歳で1、5歳で9以下という結果であった。また、数唱については、3歳ごろまでには20以下の数についてほぼ可能となり、4歳くらいまでには20以上の数の数唱が可能になるといわれているが(栗山、1995)、本研究の結果は、それよりも1、2歳遅い傾向がみられた。これらの結果は、通過率が何%であれば、その年齢の子どもができるかといふ点で、判断基準の設定によっても違いが生じると思われるが、その他の要因についても、今後さらに検討する必要がある。

## 文 献

- Airasian, P.W. and Bart, W.M. (1973): Ordering theory: a new and useful measurement model. *Educational Technology*, 5, 56-60.
- Chi, M.T.H. and Klahr, D. (1975): Span and rate of apprehension in children and adults. *Journal of Experimental Child Psychology*, 19, 434-439.
- Fuson, K.C. (1988): *Children's counting and concepts of number*. New York: Springer-Verlag.
- 細淵富夫・清水貞夫 (1985): 重度・重複障害児のコミュニケーション発達における機能連関—Ordering analysisによる検討—。電子通信学会教育技術研究報告, ET84-9, 43-46.

- 栗山和広(1995)：数概念．吉田甫・多鹿秀継(編)，認知心理学からみた数の理解．北大路書房．  
Pp. 12-32.
- 李玄玉・小林重雄(1996)：自閉症児における初期言語発達の順序性に関する研究—韓国版「ことばのようす」による検討—．特殊教育学研究，34(3)，33-44.
- 丸山良平(1992)：幼児の数量の多少等判断力の発達について．上越教育大学研究紀要，12(1)，  
299-312.
- 丸山良平・無籐隆(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.
- 三宅信一・清水貞夫・及川克紀(1985)：Ordering theory の諸手法の比較(3)—仮想データによる検討—．いわき短期大学紀要，11，180-190.
- 三宅信一・綱川誠・清水貞夫(1985)：Ordering theory による知能検査の検討．電子通信学会教育技術研究報告，ET84-9，33-38.
- 水野欽司(1974)：調査回答パターンの尺度解析における新しい試み．中部広告研究，6，  
29-42.
- 児玉省・品川不二郎・茂木茂八(1989)：日本版 WISC-R 知能検査法．日本文化科学社.
- 進藤桂子・前川久男・佐竹真次・小林重雄(1988)：治療方略選択のための言語発達検査について(1)．心身障害学研究，13(1)，35-50.
- Strauss, M.S. and Curtis, L.E. (1981) : Infant perception of numerosity. *Child Development*, 52, 1146-1152.
- 鈴木由美子・藤田和弘(1996)：脳性まひ児における要求行動の発達順序—Ordering Analysis を用いた健常乳幼児の分析をもとに—．心身障害学研究，20，105-116.
- 吉田甫(1997)：教授・学習における子どもの知識と教授介入(2)：算数・数学の場合．宮崎大学教育学部紀要，教育科学，82，23-43.

## 付 記

本研究のデータ収集にあたって、嶋崎郁夫君と増田智仁君(平成10年度教育学部卒業生)にお手伝いいただいた。記して謝意を表します。

本研究は、平成10年度文部省科学研究費助成(奨励研究A、課題番号10780125)により実施された。