慶應義塾大学学術情報リポジトリ
Keio Associated Repository of Academic resouces

Title	長さの系列化操作の下位過程について：アイテム数の関連をも考慮して
Sub Title	The sub-process of length seriation in young children : including also the relation between performance and the number of objects
Author	松元, 昭徳(Matsumoto, Akinori)
Publisher	慶應義塾大学大学院社会学研究科
Publication year	1989
Jtitle	慶応義塾大学大学院社会学研究科紀要 : 社会学心理学教育学 (Studies in sociology, psychology and education). No.29 (1989.) ,p.9- 16
JaLC DOI	
Abstract	
Notes	論文
Genre	Departmental Bulletin Paper
URL	https://koara.lib.keio.ac.jp/xoonips/modules/xoonips/detail.php?koara_id=AN0006957X-00000029-0009

慶應義塾大学学術情報リポジトリ(KOARA)に掲載されているコンテンツの著作権は、それぞれの著作者、学会または出版社/発行者に帰属し、その権利は著作権法によって保護されています。引用にあたっては、著作権法を遵守してご利用ください。

The copyrights of content available on the KeiO Associated Repository of Academic resources (KOARA) belong to the respective authors, academic societies, or publishers/issuers, and these rights are protected by the Japanese Copyright Act. When quoting the content, please follow the Japanese copyright act.

長さの系列化操作の下位過程について
——アイテム数の関連をも考慮して——

The sub-process of length seriation in young children
—Including also the relation between performance and the number of objects—

松　元　昭　徳
Akinori Matsumoto

The relation between length seriation and its sub-process was investigated in 3-, 4-, 5- and 6-year-olds. The simple addition of the faculty of comparing the length and the size of two objects, that of counting objects, and that of selecting the biggest or the smallest from a group of objects, regarded as the sub-process of length seriation, does not necessarily form the performance of length seriation in 3- or 4-year-olds. Even in the situation where some of the sub-process is indicated implicitly, 3- or 4-year-olds are not able to perform length seriation, which implies that integration of the faculties mentioned above is necessary for young children to perform it. In order to investigate the relation between seriation performance and the number of objects to be seriated, the number of objects was systematically manipulated by the experimenter. The existence of partial seriators, who are able to seriate only fewer than 6 or 7 objects, was suggested, which would support Piagetian research on seriation.

系列化操作とは，ある次元（長さ，重さなど）上で複数個の事物をその次元上の値の順序に従って配列する操作，と定義され，多くの観点から研究されている。

系列的順序づけの認知過程と遂行過程との関係についての園田（1984）の研究によると，遂行過程については，「子供はまずそれぞれの棒の長さを比較する行為を示す。次いで，比較した棒を，“長さの順”という目的に従って配列していき，列の形をみて間違いに気づくと置き直すという行為を示し，その二つの行為が成功すると正しい系列を宗成できるといった過程が見いだされている（小田・山内，1982）。」一方，認知能力に関しては，「適切な次元を分離・抽出し，その値を比較するという内的な思考が必要であり，「置き直す」という行為ができるためには，完成すると階段状のきれいな形になるという完成像の視覚的イメージを持っていることが重要である（園田，1984）。」以上のことから，園田（1984）は，「行為と認知能力の両者の関係は，認知能力を基礎とした上に，比較・置き直しの行為が可能になり，系列的順序付けが完成する」という仮説をたてて検討したところ，一応仮説は支持された。しかし，「子供は認知的な基礎を持っていても，それをいかに利用するかという点では失敗が多い。従って，系列化ができるということを，比較するという行為のレパートリーや視覚的イメージの単なる加算だけで説明することはできない（園田，1984）。」実際，完成像のイメージすなわち系列化の予期心像に関して，完成像を予期できても実際にその通りの系列を作れない子供の存在が報告されている(Piaget & Inhelder, 1959)。

次に，Siegel (1972) が，系列化を，事物の列の中から特定の位置（例えば，一番小さいもの，など）を選べる能力である，と操作的に定義して実験を行なった結果，対象物の個数は成績に影響を持つことが示された。

系列化すべき次元上の隣接する2個の対象物の間の値

* 本研究の一部は，第30回日本教育心理学会総会で発表された。

の差と系列化操作との関係については，標準的な長さの系列化課題ではピアジェ派の多くの研究 (Piaget & Inhelder, 1959; Gilliéron, 1976; Sinclair, 山内訳, 1978) が 0.8 cm に設定している。例えば, Piaget & Inhelder (1959) の研究結果によると，その条件では 8 歳の段階で正答率がほぼ 100% となった。また，Kingma (1984) は，0.5 cm と 0.2 cm の 2 条件について実験を行なっているが，隣接する棒どうしの長さの差が 0.2 cm の条件では隣接する棒どうしの長さの差が 0.5 cm の条件に比べて成績が悪く，正答率がほぼ 100% に達する年齢も，0.2 cm の条件の方が 0.5 cm の条件に比べて 2 歳遅い (Kingma, 1984)。隣接する 2 個の事物の値の差は系列化課題の成績に大きな影響を与える。

また子供の系列化操作の発達段階の評価基準であるが，ピアジェ派の研究者たちは，系列化できない段階，部分的系列化の段階，試行錯誤の末系列化できる段階，操作的系列化の段階，という諸段階を追って発達が進んでゆくとしている (Piaget & Inhelder, 1959; Sinclair, 山内訳, 1978)。しかし，Kingma (1983) は，ピアジェ派の評価基準を再検討し，部分的系列児と操作的系列児との間には明瞭な区別の基準を設けることはできない，としている。また，Siegel (1972) のように，系列化を，事物列の中から特定の位置を選べる能力である，と操作的に定義すると，評価基準が変わり，3 歳児でも課題の言語的要求が最小にされれば，系列化課題の学習が可能である (Siegel, 1972) ということになる。

系列化ができない状態からできる状態へと移行してゆくときには，様々な要因が関わっている。課題側の変数を操作すると，操作的方略を持たない子供の系列化行動はたやすく影響される。そこで，系列化操作を獲得途上の年少児においては，実験者側で系列化課題を多くの下位過程に分解してやると，系列化操作の初期の発達を調べられると考えられる。子供が実際に系列化操作を行なう際にはその下位過程が関係するわけであるが，「子供は認知的な基礎を持っていても，それをいかに利用するかという点では失敗が多い。従って，系列化ができるということを，比較するという行為のレパートリーや視覚的イメージの単なる加算だけで説明することはできない (園田, 1984)」のなら，系列化ができない状態からできる状態へとどのように移行してゆくのか，すなわち，子供がばらばらに持っている下位過程が，どのような形で組み合わさって系列化操作という上位過程になるのかが問題となる。

長さの系列化操作では，第一の下位過程としてまず 2 つの事物の長さを比較する能力が必要であるが，さらに，棒を平行にする，片方の端を揃えるという下位過程がある。加えて，系列化すべき全事物の差を何らかの形で意識化することも必要と考えられる。系列化ができるようになるためには 2 個の事物の大小がわかるだけの初歩的算数技能で十分なのか，それとも推移律のようなもっと違った形の意識化が必要なのかをも検討する必要がある。そこで，最低限の大小判断の能力と系列化操作の発達水準との関係を調べる。

また，実際に系列化操作を行なうとき，棒は平行に並べる，棒の片方の端を揃える，棒のもう片方の端は階段状になる，といった下位過程がある。それらを課題状況の中に初めから示しておいて，子供自身で解決すべき下位課題を実験者側で減らしておくと，子供の系列化行動はどう変化するのかも調べ，各下位過程が系列化操作の中に占める位置と系列化操作の構造とを推定する。

また，系列化の理解は初歩の算数技能の獲得にとって臨界的だと言う Ginsburg (1977) によれば，系列化は，例えば 5 は 4 と 6 の間にあるとか 3 は 2 の次であるとかいうように，数直線上の数の間の関係を理解する前提条件であるという。そこで，系列化技能の水準と数え技能の水準との対応関係についても調べる。

また，系列化操作の発達段階に関して，部分的系列化の段階と操作的系列化の段階を区別できるかどうかの問題があると前述した。系列化すべき棒の本数が系列化行動に影響するならば，そして，「部分的系列児」は 10 本の棒全部は系列化できないが部分的な系列化はできるならば，棒の本数を組織的に変えた課題によれば系列化操作の発達過程を数量的な面から調べられると予想されるので，本研究ではこの方法も用いて検討する。

実　験　1

1) 目　的

棒の並べ方を示唆するはめこみ板を用いるという課題状況を実験者側で用意することによって，子供自身で解決すべき下位課題を減らしてやると，子供の長さの系列化行動がどう変化するかを調べる。また，最低限の数え技能・最低限の長さ比較技能と長さの系列化課題の解決技能との関係を調べる。

2) 方　法

I. 装置・配置

実験は，幼稚園および小学校内の個室で実験者と被験児が机をはさんで向かい合って座り，一対一の個人面接の形で行なわれた。

Ⅱ．刺激・材料

(1) 長さが 10～14 cm まで 1 cm ずつ，太さが直径 0.4～1.2 cm まで 0.2 cm ずつ違う木の丸棒 5 本。長さと太さの順序の対応はランダム。

(2) 長さが 9 cm から 17 cm まで 1 cm ずつ違う太さ直径 0.5 cm の木の丸棒 9 本。

(3) はめこみ板 4 種類。4 枚とも縦 25 cm，横 36 cm で色はグレー。はめこみ板②には縦方向に幅 4mm の平行な溝が 9 本，1.5 cm 間隔で上辺から下辺までを貫いて彫ってある。はめこみ板③には縦方向に幅 4 mm，長さ 22 cm の平行な溝が 9 本，1.5 cm 間隔で板の中央に彫ってある。はめこみ板④には縦方向に，幅が 4 mm で長さが 1 cm ずつ違う 14～22 cm の平行な溝が 9 本，1.5 cm 間隔で階段状に板の中央に彫ってある。はめこみ板⑤には縦方向に，幅が 4 mm で長さが 1 cm ずつ違う 9～17 cm の平行な溝が 1.5 cm 間隔で 9 本，階段状に板の中央に彫ってある（図 1～4）。

Ⅲ．手続き

挨拶をして名前と年齢を尋ねてラポールをつけた後，以下の小課題をこの順で実施。

［1］ (1)の 5 本の棒をばらばらにして被験児の前に置き，まず，①長さの順番に並べるように教示して並べさせ，次に，②太さの順番に並べるように教示して並べさせる。

［2］ 以下の 5 条件の下で，(2)の棒 9 本をばらばらにして被験児の目の前に置き，長さの順番に並べるように教示を与えて並べさせる。条件①は，平らな机の上で，であり，条件②は，はめこみ板②の上で，であり，条件③は，はめこみ板③の上で，であり，条件④は，はめこみ板④の上で，であり，条件⑤は，はめこみ板⑤の上で，である。

［3］ 数え能力と長さ比べ能力とをみる質問である。①では，はめこみ板⑤の溝の上に正しく並べられた棒を一本一本指さしながら声をだして数えるように子供に求

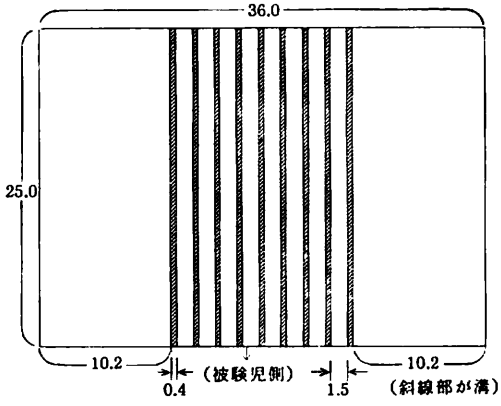

図 1　実験 1［2］②で用いたはめ込み板（単位：cm）

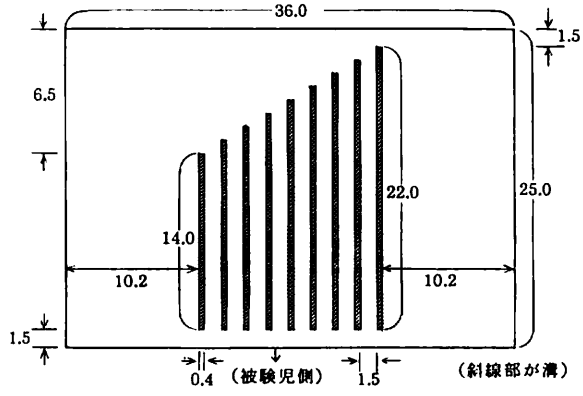

図 3　実験 1［2］④で用いたはめ込み板（単位：cm）

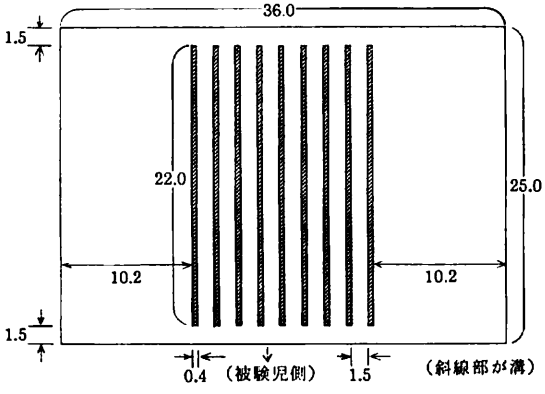

図 2　実験 1［2］③で用いたはめ込み板（単位：cm）

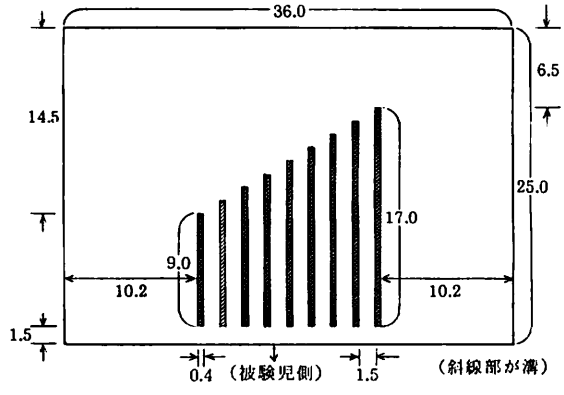

図 4　実験 1［2］⑤で用いたはめ込み板（単位：cm）

める。②では，長さが 1 cm 違う 2 本の棒の長さを比べさせる。17 cm と 16 cm の棒の組（ペアA）と 10 cm と 9 cm の棒の組（ペアB）の両方を用い，片方の端を揃えた 2 本の棒を 3 cm の間隔で平行かつ縦方向に並べ，「長い方はどっち？」と「短い方はどっち？」の 2 つの質問（ペア 2 ×長短 2 で 4 問）をする。各回での棒の左右の位置はランダム。

Ⅳ．被験者

東京都国分寺市にある私立幼稚園園児65名（年齢別内訳は年少児（3 歳児）16名，年中児（4 歳児）27名，年長児（5 歳児）22名）および東京都国分寺市にある公立小学校児童35名（年齢別内訳は 1 年生（6 歳児）21名，2 年生（7 歳児）14名）の計 100 名。

Ⅴ．処理

各被験児ごとに各小課題について正解に 1 点，不正解に 0 点のスコアを与える。正・不正解の基準は，小課題［1］①②，［2］①②③④⑤については，各10分以内に正しく解決できれば 1 点とし，その他一切の場合を 0 点とする。小課題［3］①については，声を出しての数唱と棒の指さしが 9 本の棒全部について一対一に対応している場合に 1 点を与え，その他一切の場合を 0 点とする。小課題［3］②については，全部の問いに正解した被験者を最低限の長さ理解があるものとして 1 点を与え，その他一切の場合を 0 点とする。

3）結　果

系列化課題 3 つ（［1］①②，［2］①の 3 つの小課題のこと。以下同様）の合計点ごとに他の小課題の正答率を表 1 にまとめた。小課題［2］⑤は小課題［2］②③④より正答率が高い。小課題［2］②③④の正答率は殆ど同じで，正・不正解相関を示す ϕ（ファイ）係数も 0.796〜0.937 と高く，この 3 つの小課題には差がないと言える。

表 1　系列化課題（小課題［1］①②，［2］①）の成績により全被験児を分類したときの各被験児群の他の小課題［2］②③④⑤，［3］①②における正答率

［1］①②，［2］①の合計点(点)	人数(人)	他の小課題の正答率（%） ［2］②	［2］③	［2］④	［2］⑤	［3］①	［3］②
3	52	96	94	92	98	96	100
2	10	70	70	60	100	100	90
1	10	20	20	20	60	90	60
0	28	7	7	4	25	50	54

さらに表 1 によると，系列化課題 3 つの点数の合計が 0 点の群と 1 点の群の大きな違いは小課題［3］①の正答率であり，1 点の群と 2 点の群の大きな違いは小課題［3］②の正答率である。

また，小課題［2］②③④と［2］⑤の正答率の違いを系列化課題 3 つの合計点数の違う被験児群間で比べると，2 点群と 1 点群では，［2］②③④と［2］⑤の正答率の違いが 30〜40% であるのに対し，0 点群ではそれが 18〜21% である。すなわち，0 点群にとっては，1 点以上の群とは，小課題［2］②③④の意味と［2］⑤の意味が違うといえる。

4）考　察

表 1 を見ると，系列化課題 3 つの合計点数が 0 点の被験児群と 1 点の被験児群との違いの一つは小課題［3］①（数え課題）の正答率である。また，系列化課題 3 つの合計点数が 1 点の被験児群と 2 点の被験児群の違いは小課題［3］②（長短判断課題）の正答率である。このことから，長さの系列化の下位過程として数え能力と長さ比較能力が関わっている可能性が示唆されていると考えられる。しかしながら，長さの系列化の能力に長さ比較能力が関わっているのは当然と考えられるが，単なる長短判断だけで系列化課題が解決可能になるかどうかはこの結果だけでは断言できないと考えられる。

また，数え能力に関してであるが，実験 1 での数え能力テストで採用した合格基準は，数唱と指さしの対応，である。この基準は，数詞一つ一つと事物の一つ一つが対応することの理解，ということなので，ここで結論できることは，事物を一つ一つ分離して別々の数詞を対応させる能力と系列化能力との間に或る相関がみられた，ということである。事物を一つ一つ分離して認知することは系列化操作にとって必要な条件の一つと考えられるが，その条件だけで非系列児が系列化できるようになり始めるかどうかも，この結果だけでは断言できないと考えられる。

そこで，長さの系列化課題ができない子供に数え方の訓練または長さ比較の訓練を施して，長さの系列化の能力を進歩させられるかを調べることによって長さの系列化の能力と大きさ比較能力・数え能力との関係をさらに明らかにできると考えられる。

次に，小課題［2］①②③④⑤で用いた 4 種のはめこみ板には，長さの違う複数の棒を系列化する際に必要とされる下位過程，すなわち，棒を平行に並べること，棒の片端を揃えて長さを比較すること，棒の揃えていない方の端が階段状になるという完成像のイメージ，といったことを子供に順々に暗示するはたらきがあると期待さ

れていた。それによって，子供が自らで解決すべき下位過程が減って系列化操作が容易になるというのが実験前の予想であった。しかし，小課題［2］②③④での正答率が殆ど同じだったという結果はこの予想を支持しておらず，課題は容易にはならなかったこと，すなわち，子供が自らで解決すべき下位課題は減らなかったことを示していると考えられる。結局，このはめこみ板は子供の系列化操作に影響を与えなかったことを示していると結論できる。子供にとってはこれらのはめこみ板は，系列化課題を解決するための適切な手がかりとはならなかったわけで，外からの暗示的示唆は子供の系列化行動に影響を与えない，といえる。

ただし，［2］②③④と［2］⑤の間には正答率の差があるので，この二つのはめこみ板は子供にとって意味が異なっていたと考えられる。それは溝の長さの差である。［2］④では溝の長さの余裕のせいで多少誤っても棒が溝に収まっている限り子供は誤りに気付かないので［2］⑤より正答率が低かったと考えられる。それに対して，［2］⑤では1箇所でも誤れば最後には必ず溝に収まらない棒が出るようになっているので正答率が高くなったと考えられる。換言すれば，［2］⑤では溝に棒が収まらないことに気付くか気付かないかで正・不正解が分かれたと考えられる。［2］④と［2］⑤の正答率をさらに比較すると，［1］①②，［2］①の3つの系列化課題の合計点が2点の群と1点の群ではともに40%の差があるのに対して，0点群では21%の差しかない。また，0点群と1点群の［2］④と［2］⑤での正答率をみると，［2］④では0点群と1点群の間に16%しか正答率の違いがないのに対して，［2］⑤では35%の正答率の違いがある。［2］⑤は一種の対応付け課題であると考えられるので，非系列児は系列化が少しでもできる子供に比べて，対応付け課題の解決がより困難であることを示していると考えられる。すなわち，系列化と対応付けの間に何らかの関係があると考えられる。

実　験　2

1) 目　的

長さの系列化課題を解決できない子供に大きさ比較の技能を訓練すると，長さの系列化技能が進歩するかどうかを調べる。また，最大探し法・最小探し法を大きさ次元で違う材料（丸）を用いて訓練して，そこでの進歩が長さの系列化に般化してその解決技能を進歩させるかを調べる。

2) 方　法

Ⅰ．装置・配置

すべて実験1と同じ。

Ⅱ．刺激・材料

(1) ①の大きさ比較訓練，⑤の最大・最小探し訓練，⑥の系列化テストで使う刺激は，円形（大きさは直径7～11 cm（5 mm 間隔））の橙色の画用紙9種類（標準刺激）と，円形（大きさは直径 7～11 cm（5 mm 間隔））の緑色の画用紙9種類（比較刺激）。

(2) ②の系列化課題，③④の最長・最短探しで使用する刺激は，実験1で使用したのと同じ，断面が直径5 mmの丸棒9本。

Ⅲ．手続き

訓練を施した被験児と訓練を施さない被験児との間で，長さの系列化課題（テスト）での成績を比較する方法を用いる。訓練，テストの内容は以下の通り。

① 円9個を用いた大きさ比較訓練

ランダムな順序で計9枚の標準刺激を1枚ずつ用いてゆく。ランダムな順序で重ねられた9枚の比較刺激を標準刺激と同じ大きさのもの，標準刺激より大きいもの，標準刺激より小さいものに分類させる。子供が独力で分けた後，実験者は結果を子供と一緒に確認し，正解はほめ，誤りは訂正し，標準刺激と比較刺激を重ね合わせて表裏両面を見て大小関係を確かめることを説明し，実演する。

② 棒3～9本を用いた長さの系列化課題（テスト）

1 cm ずつ長さの違う隣り合う連続した3～9本の棒を使い，各本数につき2回ずつ計14試行の系列化テストをランダムな順で実施。

③ 棒9本の中から順々に最長のものを探す訓練，順々に最短のものを探す訓練（フィードバック有り）

最長探しでは，9本の棒をばらばらにして子供に示し，順々に最長のものを探すように求める。子供が1本探しだすたびに正解はほめ，誤りは訂正し，実験者がやり方を説明して実演する。

最短探しも同様の手続きで行なう。

④ 棒9本の中から順々に最長の物を探すテスト，順々に最短の物を探すテスト（フィードバック無し）

正・不正解をフィードバックしないだけで③の訓練と同様。

⑤ 円9個の中から順々に最大の物を探す訓練，最小の物を探す訓練（フィードバック有り）

ランダムな順で重ねられた上記の緑色の丸9枚を用いて③と同様に行なう。その際，最大の丸を1個ずつ選びだす時，実験者はすぐにそれを子供の前に順々に横一列

に並べ，最後に横一列に大きさの順に並んだ9個の丸を端から端へと指さして，「これで大きい順に並びましたね」と子供に説明する。

最小探し訓練も同様に行なう。

⑥　円9個を用いた系列化テスト（フィードバック無し）

①で用いた緑色の丸9個をランダムな順番に重ねて被験児の前に置き，それらを大きい順に並べるように言って系列化させる。その次に，小さい順に並べさせる。

子供が独力で行なった分類を全課題で記録する。また，都合により刺激の数を減らしたフェイズがあるが，手続きの変更はない。

Ⅳ．被験者

実験1にも参加した，国分寺市のある私立幼稚園の年少児（3歳児）3名（男児1名，女児2名）。訓練児は Sa. H. 児と T. M. 児で，非訓練児は K. H. 児である。

3）結　果

①の大きさ比較訓練を受けた Sa. H. 児は，大きさ比較の成績は完璧ではないながらも向上したとみられるが，長さの系列化テストは終始殆どできないままであった。

最大探し・最小探し訓練③④⑤⑥を受けた訓練児 T. M. 児は，特に円を用いた最大探し・最小探し訓練の成績は初めから比較的良く，その方略も終始操作的で安定していた。しかし，この最大探し・最小探し訓練を続けても誤りを根絶するまでには至らず，1･2 個の誤りは殆どのフェイズで残った。系列化課題の成績に関しては，若干上昇したように見えるフェイズはあるがそれは安定せず，その後はまた成績が落ちた。

非訓練児 K. H. 児においても，長さの系列化テストの成績が若干上昇したフェイズがあるが，その後またすぐに成績が落ちた。

どの被験児においても，長さの系列化テストでは，系列化すべき棒の本数が多いときには失敗しても，本数が少ないときには系列化に成功することがしばしばあった。しかし，全体的な成績が安定していないにもかかわらず，棒の本数が比較的多い系列化課題に突発的に成功する場合もあった。

4）考　察

複数個の比較刺激を標準刺激より大きいものと小さいものとに分ける訓練を施した Sa. H. 児は，結局，棒の本数にかかわらず長さの系列化課題は殆どできないままであった。また，本児には長さの系列化課題で全部の棒の端を揃える行動がよく見られたが，長さに注意を払ったり長さを比較する様子は見受けられず，系列化もそれゆえできなかったと考えられる。相対的な大小関係を判断できるだけでは，長さの系列化行動は出現しないと考えられる。

最大探し訓練，最小探し訓練を施した T. M. 児にも同様のことが言えて，大きさの違う複数個の円の中から最大あるいは最小のものを順々に取り出すことはできても，それは長さの系列化テストでの成績の安定した向上には直接結び付くとは限らないと考えられる。

しかし K. H. 児と T. M. 児の系列化テストの成績は安定した向上を示さなかったものの，フェイズによってはかなり本数の多い棒の系列化ができたことも事実である。それはすぐに消去してしまったが，その時は積極的にその行動を強化すると成績が明瞭に向上するのかどうか，次に検討すべき問題といえる。

また，長さの系列化テストの成績を，棒何本まで系列化できるかという基準で評価した本実験であるが，系列化すべき棒の本数が多いときには失敗しても，本数が少ないときには成功し得る，ということが見いだされた。これは，部分的系列児の存在を主張するピアジェ派の結果と一致すると一応は考えられる。

大きさ比較訓練，最大探し訓練・最小探し訓練が長さの系列化課題の安定した成績向上に結び付かなかった理由であるが，被験児たちが3歳児であり，この年齢では大きさ次元で訓練したことが長さの次元にはすぐには般化しないから，ということが考えられる。4歳児あるいはそれ以上の年齢の子供では大きさ次元で訓練したことが長さの次元にすぐに般化する，という結果がもし得られれば，それは3歳児と4歳児の年齢の差，ひいては3歳児と4歳児の認知構造の差が原因である，ということが考えられる。

また，子供は，一つ一つの下位能力（この場合は，大きさ比較能力や最大探し・最小探し能力）を持っていても，それらが一つの全体として構造化されないと，上位能力（この場合は，長さの系列化の能力）として使うことができないとも考えられ，これは園田（1984）の結論と一致すると考えられる。

ピアジェ派の研究者たちは，認識獲得の様式の一つとして「均衡化」のメカニズムを考えている。これに沿って本実験の結果を解釈すれば，大きさ比較訓練や最大探し・最小探し訓練は主体の認知システムに対する攪乱とはならず，認知システムの場の広がりと安定性を増大させることがなかった，ということになると考えられる。しかし，ある概念の獲得は均衡化のメカニズムのみによってなされるわけではなく，経験に依拠する一定の学習

も不可欠の条件とされる。このことも考えれば，実験2で長さの系列化課題の成績が明瞭な向上を示さなかったのは，訓練経験がまだ不十分であったためとも考えられ，その意味でさらに長期の縦断的研究が必要である。

実　験　3

1) 目　的

長さの系列化課題で，系列化すべき棒の本数をだんだんと増やしながら，かつ，隣り合う棒どうしの長さの差をだんだんと縮めながら順次実施するという訓練により，系列化課題ができなかった子供が系列化課題を解決できるようになるかを調べる。

長さの系列化操作の発達過程を，系列化すべき棒の本数との関連で調べる。

2) 方　法

Ⅰ．装置・配置

実験1と同様。

Ⅱ．刺激・材料

長さ 9～18 cm，直径 5 mm の木の丸棒10本。隣り合う棒は 1 cm ずつの長さの差がある。

Ⅲ．手続き

前テストの棒10本の標準的な長さの系列化課題に失敗した 4, 5, 6 歳児を，同年齢内では同人数になるようにランダムに実験群と統制群に二分し，実験群には後述の訓練を実施して統制群には訓練を実施せずにおき，後テストで再び棒10本の長さの系列化課題を実施して実験群と統制群の成績の差をみた。

実験群に実施した訓練は，3本の棒での系列化課題から始めて，被験児が課題を解決できたら棒を1本ずつ増やして系列化課題を続け，棒が10本になるまで，あるいは被験児が失敗するまで行なう，というものである。各課題の後に正誤を被験児に教えることはしない。実験者は，被験児が何本の棒の系列化課題までを解決できたかを記録する。

実験群への各系列化課題で使う棒は以下の通り（棒の長さ（単位は cm）を棒の名前として表示）。棒の本数が少ないと棒の長さの差が大きく，本数が増えると棒の長さの差が段々と小さくなるようになっている。

3本：18, 13, 9
4本：18, 15, 13, 9
5本：18, 15, 13, 11, 9
6本：18, 17, 15, 13, 11, 9
7本：18, 17, 15, 13, 12, 11, 9
8本：18, 17, 16, 15, 13, 12, 11, 9
9本：18, 17, 16, 15, 13, 12, 11, 10, 9
10本：18, 17, 16, 15, 14, 13, 12, 11, 10, 9

訓練の数日後に，10本全部の棒を用いた標準的な長さの系列化課題を後テストとして，実験群・統制群の全員に実施。手続きは実験1の小課題［1］①と同様。

採点は，並べられた棒の順番が全部正しい場合に合格とみなす。

Ⅳ．被験者

前テストで棒10本の標準的な長さの系列化課題を解決できなかった4歳児（東京都府中市内の私立保育園の年中児）33名と，同じく5歳児（同保育園の年長児）14名と，同じく6歳児（東京都武蔵野市内の公立小学校の1年生）10名の計57名。4歳児のうち16名と5歳児のうちの7名と6歳児のうちの5名の計28名を実験群とし，残りの4歳児17名と5歳児7名と6歳児5名の計29名を統制群として割り振った。

3) 結　果

訓練後の後テストの成績を実験群と統制群とで比較したのが表2である。4, 5, 6 歳児をまとめると，実験群28名中19名と統制群29名中12名が後テストに合格した。実験群と統制群の間の有意差を主張する際の危険率（以下単に「危険率」という）は，直接確率計算法によると（以下の危険率の計算もすべてこの方法による）2.9% となり，一応有意差が認められるが，年齢別に危険率を計算すると，4歳児が 13.9%，5歳児が 40.4%，6歳児が 8.3% となり，どれも有意差はない。4, 5 歳児を一緒にしても 5, 6 歳児を一緒にしても危険率はそれぞれ 9.9%，7.1% でやはり有意差はない。

訓練における実験群の成績分布，すなわち何本の棒までの長さの系列化に成功したかについても表2に示す。保育園年中児は3本ですでに失敗した者から最後の10本まで成功した者まで広く分布した。保育園年長児と小学校1年生は大部分が10本まで成功した。

4) 考　察

訓練時の成績分布を年齢別にみると，保育園年中児と保育園年長児以上とでは様相が違う。この年齢，つまり 4, 5 歳は系列化の認識の芽生えの時期であると考えられる。

また，本実験には，棒の本数と，隣接する棒の長さの差の2要因がある。これに注意して保育園年中児の成績分布を見ると，「7, 8, 9 本まで成功」が1名もおらず，「10本まで成功」か，「6本以下」かにはっきり分かれていることがわかる。これは，隣接する棒の長さが目立ちかつ本数が少ないときには，系列化の概念がまだ弱い子

表 2　実験 3 における実験群の訓練成績と，実験群・統制群の後テストの成績　　(単位：人)

	実験群											統制群	
	訓練									後テスト		後テスト	
	棒の本数（何本の時までできたか）									計	棒10本の課題に成功	計	棒10本の課題に成功
	0	3	4	5	6	7	8	9	10				
保年中児	3	2	1	0	2	0	0	0	8	16	8	17	5
保年長児	0	0	0	1	0	1	0	1	4	7	6	7	5
小　1	0	0	0	0	0	1	0	0	4	5	5	5	2
計	3	2	1	1	2	2	0	1	16	28	19	29	12

注）実験群の訓練の欄で，「0 本の時までできた」というのは，棒 3 本の課題に失敗したことを示す。
保年中児……保育園年中児（4 歳児）　　保年長児……保育園年長児（5 歳児）
小 1……小学校 1 年生（6 歳児）

供でもある程度は結果的に正しい系列を作れることがあるが，本数が多いと多少の操作的方法によらないと課題に正解できず，その境目は棒 6〜7 本くらいのところにある，ということだと考えられる。換言すれば，棒 3 本の系列化と棒10本の系列化の差は，10本の方が 3 本の時に比べて一段上の解決方法が被験児に求められているということである。別の実験でのさらなる検討は必要と思われるが，これらの結果は，ピアジェ派の言う「部分的系列化」「試行錯誤的系列化」「操作的系列化」の区別を表わしている可能性がある。

一方，子供の系列化パフォーマンスを進歩させるための訓練の効果は，全く無いとは断言できないにしろ，危険率からみてあまり無かったと考えられる。

結　論

本研究では，長さの系列化操作の下位過程について，系列化操作を獲得し始める年齢の幼児を中心に検討した。

実験 1 では，子供自身で解決すべき下位過程を減らしてやるという目的をもって実験者側で設定した課題状況でも，子供の系列化行動には影響がないことが示された。

実験 2・3 の結果はピアジェ派の「部分的系列児」の概念と関係している可能性が示唆された。

実験 2 では系列化操作，特に長さの系列化に関して，その下位操作が獲得されていても，それは自動的に系列化操作に結びつくとは限らないことが確かめられた。系列化操作はその下位過程の単なる加算ではなく，非系列児の認知構造と系列化操作ができる子供の認知構造の差は，系列化操作の下位過程が獲得されているか否かという点だけには帰着されない。今後は，訓練経験をもっと与えると系列化操作ができるようになるかどうか，また，他の訓練法によってはどうか，といった問題を年齢別・発達段階別に縦断的に追跡し比較してゆく研究が必要と思われる。

文　献

Gilliéron, C. (1976) Décalages et sériation. *Archives de Psychologie*, 44, Monographie no. 3.

Ginsburg, H. (1977) *Children's arithmetic: The learning process.* New York: Van Nostrand.

Kingma, J. (1983) Some behavioral characteristics of the partial seriators reconsidered. *Journal of General Psychology*, **108**, 231-247.

Kingma, J. (1984) The sequence of development of transitivity, correspondence, and seriation. *The Journal of Genetic Psychology*, **144**, 271-284.

小田直子・山内光哉 (1982) 系列的順序づけの理解と行為 —完成像のイメージを中心として— 九州大学教育学部紀要, **26**, 89-97.

Piaget, J., & Inhelder, B. (1959) *La genèse des structures logiques élémentaires chez l'enfant.* Neuchâtel: Delachaux et Niestlé.

サンクレール　山内光哉 訳 (1978) ことばの獲得と思考の発達　誠信書房 (Sinclair, H. 1967 *Acquisition du langage et développement de la pensée.* Paris: Dunod.)

Siegel, L. (1972) Development of the concept of seriation. *Developmental Psychology*, **6**, 1, 135-137.

園田直子 (1984) 系列的順序づけを構成する認知過程と遂行過程の発達　心理学研究, **55**, 3, 159-165.