

## 量概念に関する発達的研究

武 田 俊 昭

### 序 論

量概念に関する研究は、Jean Piaget を中心とするジュネーブ学派によって進められてきたと言っても過言でない。Piaget の関心は、児童がいかにして基本的な概念を修得し、成人に至るまで、どのような発達過程をたどるかにあった。幼児は概念をもたないが、成人は複雑な概念体系を用いる。児童から青年期にかけて基本的概念が形成され、段階をおって徐々に発達していかねばならない。概念がいかにして生み出され、それが発生してから成熟期にかけて、いかに変化するか。この問題を研究するために、Piaget は広範な概念、すなわち、数・量・空間・時間・道徳性・因果関係等の問題と取りくんだのである。

Piaget は、量の認知において、保存概念を重視している。量概念が成立したということは、さまざまな見かけ上の変化に抵抗して、その根底にある中核的なものの不変性を認識することが、中心問題となる。この不変性の認識を保存と呼ぶ。従って、量概念の研究とは、量の保存を認識可能にする論理的操作とは何か、それはいかにして、いつ発達するかを調べることだと言えよう。

Piaget らが行なっている実験手続は簡単で、例えば、粘土で作った玉を子ど

もに見せ、同じ大きさ、同じ重さの粘土玉を作らせる。子どもが2個の粘土玉を同じであると認めたのち、一方を変形する。子どもの見ている前で、ソーセージ型にしたり、いくつかに分割したりする。そして、粘土玉と変形された粘土は、同じだけ粘土があるか(物質質量)、重さは同じか(重さ)、コップの水の中に入れると同じだけ水がこぼれるか(体積)などを質問し、さらにその理由を聞く。これらの実験の結果、Piaget は、物質質量の保存は7～8歳ごろ、重さの保存は9～10歳ごろ、体積の保存は11～12歳ごろであり、物質質量・重さ・体積の順で保存が獲得されることを明らかにした。

これらの課題に誤反応するのは、各量の次元の未分化によると考えられる。物質質量とは、把握されうるものの性格で、Piaget のいう物質質量はあいまいであり、次元の分化していない大ざっぱな量をさすようである。我々が用いる測度の中には、これを測るものはない。重さとは、持ち上げられうるものの性格で、物理学の質量に対応するものであり、新田・永野(1966)によると、重さ概念の成立のためには、すべての物に重さがあること、重さと他の量との弁別可能なこと、重さの保存性、加法性の理解、重力と質量を区別することが必要である。体積とは、取り囲まれうるものの性格で、物質が3次元で占める空間であり、我々は測度として  $\text{cm}^3$ 、 $\text{m}^3$  などを用いている。そこで量概念とは、これらの次元の弁別が可能だけでなく、課題の素材の物質構造の理解が必要である。

これらの実験から、Piaget は量概念の発達を、豊富な例を示しながら、4段階に分けた。第1段階は、すべての物理量\*の保存が欠如している状態であり、完全に自己中心的な知覚の体制下に置かれている。第2段階は、物質質量の保存のみ可能となり、第3段階では、さらに重さの保存が認められる。第4段階では、体積の保存をも認めるようになる。そして、各段階に至るには、知

\* 物質質量、重さ、体積のことを総合して物理量という。

覚的体制と論理的操作の間を動揺する移行期を経る。これら保存反応の理由には、「長いけれども細いから同じ」という相補性、「もとの形に戻せば同じ」という可逆性、「とりもふやしもしなかったから同じ」という同一律をあげて説明している。

また、Piaget は量概念の発達を思考の内容面と形態面からも考察している。

思考の内容面についての Piaget の見解は、量比較における成功の段階が、抽象的な量概念の発達段階に匹敵するということである。第1段階の子どもは、Piaget が「なまの量」と呼び、量を大きっぱな知覚的印象でしかとらえることができず、知覚した性質を数量化することも十分できない。また知覚の中に含まれている数量的な関係を協調させることも不可能である。量の1次元的差異だけを知覚して、なまの量を用いるだけである。第2段階の子どもは、Piaget が「直観的概念」と呼び、量の印象がさらに正確となり、分化してくる。そのために2次元を同時にとらえることができるようになり、内包量を用いるが、すべてが相等化へと結びつくとは限らない。第3段階の子どもは、Piaget が「抽象的概念」と呼び、抽象と推論とによって、論理的な全体としての量の印象をもつようになり、単位としての外延量を用いることが可能となってくる。

思考の形態面についての Piaget の見解は、量比較における成功の段階が、「心的操作」と呼ぶ内面化された活動の発達に匹敵するということである。量比較におけるなまの量から内包量への段階は、「論理的乗法」が可能になりはじめたことを示すものであり、論理的、数学的思考への大きな前進と考えることができる。論理的乗法では、①水面の高さと幅の2つの関係が、同じ方向へ変化するとき( $\uparrow h \times 1 = g$ ,  $\downarrow h \times 1 = g$ ), ②一方の関係はもとと同じままで、もう一方の関係だけが変化するとき ( $\downarrow h \times 1 = g$ ,  $\uparrow h \times 1 = g$ ), ③2つの関係が変化しないでもとのままのとき ( $\downarrow h \times 1 = g$ ) に限り、全体量が増加するか減

少するか、もとと同じままかを判断することができる。しかし、水面の高さが増して幅が減る場合 ( $\uparrow h \times \downarrow 1 = g$ )、その反対に高さが減って幅が増す場合 ( $\downarrow h \times \uparrow 1 = g$ ) には、論理的乗法だけでは、全体量が増加したのか、減少したのか、もとと同じままなのかをすぐに判断できない。そこで、次の内包量から外延量への移行の問題としておこってくる単位概念、すなわち、外延的な数量化(分割と比例)が必要となってくる。比例の場合を例にとると、AとBの水面の高さを、それぞれ  $h(A)$  と  $h(B)$  とし、その幅を  $1(A)$  と  $1(B)$  とすると、 $h(A) : 1(A) = h(B) : 1(B)$  と書くことができる。これを論理的乗法の用語であらわすと、 $(A \uparrow hB) \times (A \downarrow 1B) = (A = B)$  となる。すなわち、Aの高さと幅の関係は、Bの高さと幅の関係に等しい。AがBに注がれたときの水面の高さの増加は、幅における減少と等しいのである。これは、相等関係(=)と、差異の非対称関係( $\uparrow$ または $\leftarrow$ )との組み合わせである。すなわち、論理的乗法に加えて、「差異の相等化」であり、内包量から外延量への移行を示すものである。こうして外延量概念をもつようになった子どもは、量の論理的集合とみなせるようになったと考えられる。

これらの理論に基づき、B. Inhelder らは、精神薄弱児を対象として保存実験を行ない、物質量・重さ・体積の順で概念が成立することを確認している。この発達段階の順序は、正反対の例からも検証されている。それは、老人性痴呆の保存概念の崩壊過程が、体積・重さ・物質量の順をたどることが、ジュネーブ学派の人たちによって研究されつつある。

また、量の保存概念のテストを、Piagetのような質的分析によるのではなく、統計的な見地から再検討した Lovell, K., & Ogilvie, E. (1960, 1961a.b), Elkind, D. (1961 a.b.c, 1962), 武田 (1973) がある。これらの結果は、Piagetの発達段階の順序と同じであったが、Lovell においては、Piaget が主張する各量の保存が成立する年齢に比べて、発達が遅れることが指摘され、Elkind に

においては、物質量と重さの保存は、Piaget の研究とほぼ等しかったが、体積の保存はもっと遅れてでなければ現われないことを指摘した。

そこで、本研究では、これらの結果を検証するために、Elkind の方法を（一部 Piaget の方法に従ったが）用いて追試研究を行なった。研究Ⅰでは、小学校児童を対象にして、個別実験により、物質量・重さ・体積概念の発達を見ようとした。これは、Piaget の量概念に関する発達段階を検証しようとするものである。研究Ⅱでは、中学生・高校生・大学生を対象にして、集団実験により、物質量・重さ・体積概念の発達を見ようとした。これは、体積の保存が、Piaget の言う11～12歳よりもずっと後でなければ獲得されないという Elkind の結果を検証しようとするものである。

## 研 究 Ⅰ

——小学生を対象にして——

目的：Piaget は粘土玉の実験で、物質量・重さ・体積の保存研究を行なった。その結果、保存の成立が年齢に関係のある一定の順序に従っていることを発見した。本研究では小学校児童（6～11歳）を対象に、Elkind (1961b) の方法を用いて量の保存概念の発達を見ようとする。

方法：神戸市内の小学校児童120名を対象に、各年齢から20名ずつ抽出した。各年齢の平均と標準偏差は次のごとくである；6歳児（ $M=6:4$ ,  $SD=2.6$ ）、7歳児（ $M=7:4$ ,  $SD=3.0$ ）、8歳児（ $M=8:3$ ,  $SD=2.8$ ）、9歳児（ $M=9:6$ ,  $SD=3.4$ ）、10歳児（ $M=10:5$ ,  $SD=3.2$ ）、11歳児（ $M=11:4$ ,  $SD=3.4$ ）。

本実験には、直径5.5cmのうぐいす色の粘土玉2個と、予備粘土を用意した。各被験者には個別実験を行ない、物質量・重さ・体積の各々に、予想的質問、判断的質問、説明的質問を行なった。3つの量の呈示順序（1.物質量, 2.重さ,

3.体積)と質問の順序(1.予想, 2.判断, 3.説明)はすべての被験者に等しくなるように実施した。

物質質量保存実験の手続としては、机上に同型同大で同じ重さの粘土玉2個と予備粘土を置いておく。実験者が、「ここに2個の粘土玉があります。2個の玉は同じだけ粘土がありますか」と質問する。もし被験者が2個の粘土玉の同一性を認めない場合は、予備粘土を用いて同じにさせる。被験者が同一性を認めたのち次の質問に入る。

Q1. 「粘土玉の1つをソーセージ型に伸ばしたら、粘土玉とソーセージ型と同じだけ粘土がありますか、それとも違いますか」(予想的質問)。次に被験者の目の前で粘土玉の1つを伸ばしてソーセージ型にする。

Q2. 「この粘土玉とソーセージ型とは同じだけ粘土がありますか、それとも違いますか」(判断的質問)。被験者が同じだけあると答えたときは、正解で次の質問へ移る。もし違うと答えたときは、「どちらがたくさんありますか」と質問する。

Q3. 「それはどうしてですか」(説明的質問)。次に、重さや体積の保存実験の手続は物質質量と同じ型式で行なった。但し、体積においては、Elkindが用いた「同じ場所や空間」という言葉を用いずに、Piagetの使用した「排水量——同じだけ水位が上がる、同じだけ水が溢れる」という語を用いた。

得点化としては、それぞれの質問に保存反応した場合に1点を与え、非保存反応には0点を与えた。従って個人の可能最大得点は9点であり、質問の型や量の型では各3点が可能最大得点となる。物質質量・重さ・体積とも、予想・判断・説明の3問すべてに正答した者を保存者とした。

結果: 1). 質問の型 Piaget は子どもの保存・非保存の判断規準として、予想・判断・説明の質問を用いた。本研究においても、同様の質問を行ない、その結果、3つの質問間には有意差が認められなかった。(表1.  $F=2.86$   $df=$

2/357)。これらの質問は、保存の有無を調べるのに適しており、Piaget や Elkind の結果とも一致している。

2)。**量の型** Piaget は子どもの保存問題において、物質質量・重さ・体積の順に保存が成立することを見出した。本研究において得られたF値は8.52 ( $df=2/357$ ) であり1%水準で有意差が認められた。そして、物質質量と体積、重さと体積の間に1%水準で有意差が見られたが、物質質量と重さの間には有意差がなかった。しかし、物質質量の平均値がわずかに高く、Piaget が指摘した量概念の成立順序と一致している(表2)。

3)。**年齢水準** Piaget は子どもの保存反応が年齢とともに増加することを見出した。本研究における年齢間のF値は6.50 ( $df=5/114$ ) で1%水準で有意差がみられ、年齢とともにその平均値が増加していることがわかる(表3)。

4)。**保存反応のパーセント** 物質質量・重さ・体積の保存反応において、表4は予想・判断・説明の全質問に正答できた子どものパーセントを示した。Piaget は75%を保存成立の基準と考えているので、本実験では、物質質量の保存は10歳でやや遅れているが、重さの保存は10歳でだいたい一致している。物質質量の保存が遅れているのは、実験の呈示順序が影響したのか、本実験の対象が各年齢20名で少なかったためかもしれない。体積においては、11歳では50%で、まだ

表1 質問の型 (N=120)

	M	SD
予想	1.58	1.20
判断	1.30	1.24
説明	1.26	1.24

表2 量の型 (N=120)

	M	SD	t
物質質量	1.64	1.39	0.53
重さ	1.54	1.43	
体積	0.96	1.33	
物質質量	—	—	3.58**

\*\*  $P < .01$

表3 年齢水準 (N=120)

年齢	M	SD
6	1.55	2.66
7	2.90	3.28
8	3.30	3.18
9	5.20	3.34
10	5.95	2.96
11	5.95	3.23

保存段階に達しておらず、もっと後の年齢になろう。しかし、Elkind の結果では11歳が25%であり、それよりも本被験者が高いのは、実験の手続上の違いによるものと考えられる。すなわち、Elkind は体積を room (場所) や space (空間) として使用したが、本実験では、Piaget と同様の displacement (排水量) として使用したためであろう。

表4 保存反応のパーセント (各年齢N=20)

量 <sub>の</sub> 型 \ 年齢	6	7	8	9	10	11
物 質 量	15	30	40	70	75	75
重 さ	20	25	30	60	75	80
体 積	10	20	20	40	40	50

5). 説明の分類 被験者から得られた説明を次の4型に分類する。① Romancing (伝奇的: 真実ではなく、人から伝え聞いたことを基にして判断説明する), ② Perceptual (知覚的: 知覚に左右され、長い、細いのように見た感じで判断説明する), ③ Specific (特殊的: 可逆性・同一律あるいは相補性を用いて説明する), ④ General (一般的: どんなに変形させても量は不変である)。このうち①と②は非保存の説明であり、③と④は保存の説明である。表5は各年齢の子どもが行なった説明の型に対するパーセントである。その結果、非保存の説明である Romancing と Perceptual は、年齢が高くなるにつれて減少し、保存の説明である Specific と General は逆に年齢が高くなるにつれ

表5 説明の型によるパーセント (各年齢N=20)

年齢 \ 型	Romancing	Perceptual	Specific	General
6	7	78	15	0
7	0	72	18	10
8	0	70	18	12
9	0	30	43	27
10	0	42	35	23
11	0	32	45	23



て増加している。このことは、子どもの思考が、発達につれて知覚的影響化からのがれることを明らかにしている。

考察：本研究では、物質量の保存が8歳において、わずかに40%しか獲得できておらず、Elkindの結果の72%よりも相当低い。75%を保存基準と考えると、物質量の保存は10歳となる。重さの保存は10歳において75%であり、ほぼ一致しているが、体積の保存は50%であり、12歳以後に獲得されるのではないかと思われる。しかし、Elkindの結果では、11歳でわずかに25%しか獲得しておらず、本実験では高い保存率を示した。このことは、子どもにとって、内部体積や占有体積よりも、排水量体積の方が生活経験が豊富であり、理解されやすいことを示している。また、子どもが物質量の保存を獲得すると、ほぼ同時期に、これを一般化して重さの保存へと導いていることがわかる。しかし、体積の保存にまで拡大することはかなり困難のようである。

物理量が獲得されていく順序は、Piagetの見解と一致している。これは、量というものは、直接に知覚できるものであるから、物質量の保存が、重さや体積よりも早く獲得されるのである。しかし、表4に示すように、6歳、11歳において、重さの保存者が物質量の保存者よりも多くなっている。物質量の実験において、非保存を示した子どものうち、重さの保存を示した人数は、6歳で2名、9歳で1名、11歳で1名であった。すなわち、発達段階の順序が逆になった子どもは合計4名で、全体のわずかに3.3%にすぎず、Laurendeau, M., & Pinard, A. (1957)の研究においても、441名のうち発達段階の順序が逆になった子どもは、12名(2.7%)にすぎないことなどから問題に値しないであろう。

## 研 究 II\*

—中・高・大学生を対象にして—

目的：Piagetの追試研究が、組織的・統計的手法を用いて、Lovell & OgilvieやElkindらによってなされてきた。その結果、Lovellらは、各量の保存の成立する年齢が、Piagetに比べてやや遅いことを報告している。またElkindにおいては、物質量と重さの保存の成立する年齢は、Piagetと一致するが、体積では（多少方法が異なるが）やや遅れることを明らかにした。本研究では、体積の保存概念の成立が11～12歳よりもずっと後であると仮定して、対象を青年期へと延ばし、中学・高校・大学生を対象に、物質量・重さ・体積概念の発達を見ようとする。

方法：対象として阪神間の中学1年生・3年生、高校2年生、大学1・2年生、および3・4年生の5群、男女各20名ずつ、計200名を用いて、昭和48年6～7月に実験を行なった。被験者の平均年齢等は表6に示すとおりである。

本実験は、Elkind (1961c, 1962)の方法を参考にして、直径4cmのうぐいす色の粘土玉2個、天秤、回答用紙を用い、無記名式グループテストとし、実験者の質問に対して、被験者が応答記述する型式をとった。一回に要する時間は約10分で次の順序で行なった。

## a) 物質量の保存テスト

この実験にはトリックはなく、概念を調べるのが目的であることを最初に説明しておく。そして、2個の等しい粘土玉を呈示しながら、これらは同じ材質からなり、同型同大であることを知らせ、さらに天秤によって、重さも等しいことを認めさせた後に、被験者からの質問を受ける。質問や疑問があれば、実験者は応答し、物質量に関する次の4つの質問に入る。

---

\* 1974, 日本心理学会第38回大会発表論文。

Q1. 2個の等しい粘土玉を呈示して、「これらは、同じだけ粘土があるかないか」(確認)

Q2. 「もし一方をソーセージ型にすれば、2個の物体の粘土はどうか」(予想)

Q3. 実験者が1個をソーセージ型に変形して、「これらは、同じだけ粘土があるかないか」(判断)

Q4. 「どうしてそう思ったのか、理由を説明して下さい」(説明)

#### b) 重さと体積の保存テスト

実験者はソーセージ型の粘土をボール型にもどし、2個の等しい粘土玉を呈示して、物質量と同じ順序で、重さ・体積の質問を行なう。重さでは、「これら2個の粘土玉の重さは同じか、違うか」、体積では「これら2個の粘土玉の体積は同じか、違うか」となる。ここで体積という語をそのまま使用したのは、本研究の対象者がすでに学校教育で体積について学習しているからである。

#### c) 排水量のテスト

さらに体積の保存テストのチェックとして、排水量に関する次の2つの質問を行なった。

Q1. 「水を入れたグラスの中に粘土玉を入れると、初めの水位はどうなるでしょう」

Q2. 「それはどうしてですか」

保存・非保存の判定基準は、各量の4つの質問(確認・予想・判断・説明)すべてに正答できた者のみ保存者とした。

**結果と考察:** これらの結果は、表6に示すように、テストされた200名の中・高・大学生のうち、80%が物質量、89%が重さ、48%が体積の抽象的概念をもっており、物質量や重さに比べて、体積の保存はかなり遅くでなければ現れないという仮定は成り立った。そして、Piagetの保存成立の基準は75%なので、

彼の体積保存が成立する年齢11～12歳より遅いことに確証を得たのである。なお各量のパーセンテージは、Elkind (1961c, 1962) の結果とほぼ一致している。

### 1) 物質量・重さの保存テスト

表6に示されているように、物質量と重さの保存が認められる被験者の人数は、年齢とともに増加しており、そこに発達が認められるが、物質量より重さの保存を認めた被験者の方が多かったという予想外の結果となった。物質量は知覚的に把握されやすいが、重さや体積と異なり、漠然とした抽象的な概念で、等量性の証明が容易でなく、また本被験者の幾人かが物質量=体積と考えていることなどから、このような結果が得られたのではなからうか。

物質量と重さの保存テストにおいて、ほとんどの被験者は、可逆性・同一律・相補性などの理由をあげて保存を示した。しかし、物質量の保存テストに失敗した被験者の理由として述べられたものには、「表面積が違うから」、「圧縮されると異なるから」、「体積が違うから」などであり、物質量の保存テストに失敗した被験者は、全員が体積の保存も認められなかったのである。一方、重さの保存テストに失敗した被験者の理由としては、「形が違っていると、重心の位置が違って来るから同じでない」、「ソーセージ型にすることによって、天秤に触れる面積が異なる。接触面積の多少によって重さが異なる」な

表6 保存を示した被験者 (%)

性別	平均年齢	量 概 念		
		物質量	重 さ	体 積
男	12 : 9	70	75	30
女	12 : 10	70	75	40
男	14 : 10	80	75	40
女	14 : 8	65	90	25
男	16 : 10	75	90	55
女	16 : 8	75	85	55
男	19 : 5	80	95	60
女	19 : 5	90	100	50
男	21 : 11	90	100	70
女	21 : 9	100	100	55
男小計	17 : 1	79	87	51
女小計	17 : 1	80	90	45
計	17 : 1	80	89	48

各グループの人数は20名である。

どをあげていた。

## 2) 体積の保存テスト

表6に示すように、テストされた男子100名のうち51%、女子100名のうち45%だけが抽象的体積概念をもっていた。しかし、体積の保存が認められる被験者のパーセントは年齢とともに増加し発達が認められる。表6より、全体として男女の差はそれほど見られないが、各年齢の通過率より物質質量・重さにおいて女子の方が少し高く、体積においては男子の方が少し高いのがわかる。

体積の保存が認められた被験者は、物質質量や重さの場合と同様に、可逆性・同一律・相補性の理由をあげていた。一方、体積の保存テストに失敗した被験者は、全員が最初の質問である「確認」において、2個の粘土玉の体積が等しいことを認めていたにもかかわらず、彼らは、変形によって粘土の体積が変化すると予想・判断・説明したのである。例えば、「形を変えたただけだから、粘土の量も重さも変わらない」というように、物質質量や重さの保存を認めた多くの被験者が、全く異なった問題として、体積の保存テストに対処し、形が変わると体積も変わる」と答えたのである。さらに、「球と円柱の体積を求める公式が違うので差が生じる」、「表面積が異なるから同じでない」、「同じ量の場合、球の体積が一番少ない」、「まるめ方によって、透き間の違いが生じる」、「のびちぢみするので体積は異なる」などを理由にあげていた。

## 3) 排水量のテスト

このテストの最初の質問では、全員が水位が上がると答え、その理由を分類すると表7のようになる。水位が上がるのは、体積のみによると正答できた者は、中学生で約半数、高校生で $\frac{1}{4}$ 、大学生ではさらに増え、年齢とともに正答が増加している。そして全体で約 $\frac{2}{3}$ であった。しかし、Elkind (1961c, 1962)の結果では、水の高さが、沈められた物体の重さのために上がるという者が、中・高校生で約 $\frac{1}{2}$ 、大学生でも約 $\frac{1}{3}$ もいた。本研究では、「形を変えても重さ

は変わらないが、体積は変わる」と考えた者が数人いた。彼らは、その理由として、「重さが同じだから、等しい高さに水位は上がる。しかし体積は異なる」をあげている。このように重さによって水位が上がると考えたのは、わずかに6%にすぎなかった。むしろ、体積の保存テストで失敗した者でさえ、水位が上がるのは体積によると答えているのである。これらの被験者は、水位が上がることが、すなわち体積であることを十分知っていながら、変形によって2個の物体(粘土玉とソーセージ型)の体積を求める公式の違いや、粘土の圧縮の違いなどを理由に、「同じでない」と答え、失敗しているのである。彼らは明らかに、抽象的な体積の概念を持っていないと考えられよう。

表7 水位が上がるのは何によるか(%) N=200

年齢	理 由		
	体 積	重 さ	その他
12	30	8	62
14	58	10	32
16	75	10	15
19	75	0	25
21	95	3	2
全体	67	6	28

## 要 約

研究Iでは、量概念がどのような発達過程をたどり、いつごろ成立するのかを検討する目的で、Elkind (1961b) の手続を参考にして、物質質量・重さ・体積の保存に関する実験を行なった。小学校児童1年～6年の各年齢20名ずつ計120名を対象に、同型同大の2個の粘土玉を用いて、形の上で変化した後も量の保存が認められるかの実験を行なった。その結果、物質質量・重さ・体積の保存は年齢に対応して発達し、その順序は物質質量・重さ・体積の順であったが、物質質量と重さの保存は、ほぼ同時期に獲得され、体積の保存はかなり困難であることが明らかにされた。本被験者においては、物質質量の保存が10歳、重さの保存も10歳であるが、体積の保存は11歳で50%とかなり低かった。

研究 I の体積の保存が11歳では、まだ不十分であるという結果から、研究 II では、Elkind (1961c, 1962) の手続を参考にして、200名(男子100名、女子100名)の中・高・大学生を対象に、物質量・重さ・体積の概念の発達を検討した。その結果、物質量は80%、重さは89%、体積は48%の者が保存を成立していた。体積の保存は、Piaget が主張した年齢よりも、かなり遅くでなければ現われないという仮定が立証され、Piaget の体積保存が成立する年齢11~12歳に一致せず、Elkind を支持する結果を得た。

#### 文 献

- Elkind, D. 1961a The development of quantitative thinking: a systematic replication of Piaget's studies. *Journal of Genetic Psychology*, **98**, 37-46.
- Elkind, D. 1961b Children's discovery of the conservation of mass, weight, and volume: Piaget replication study II. *Journal of Genetic Psychology*, **98**, 219-227.
- Elkind, D. 1961c Quantity conceptions in junior and senior high school students. *Child Development*, **32**, 551-560.
- Elkind, D. 1962 Quantity conceptions in college students. *Journal of Social Psychology*, **57**, 459-465.
- Laurendeau, M., and Pinard, A. 1957 Une methode rationnelle de localization des testes dans echelles d'age. *Canadian Journal of Psychology*, **11**, 33-47.
- Lovell, K., and Ogilvie, E. 1960 A study of the conservation of substance in the junior school child. *British Journal of Educational Psychology*, **30**, 109-119.
- Lovell, K., and Ogilvie, E. 1961a A study of the conservation of weight in the junior school child. *British Journal of Educational Psychology*, **31**, 138-144.
- Lovell, K., and Ogilvie, E. 1961b The growth of the concept of volume in the junior school children. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, **2**, 118-126.

- 新田倫義・永野重史 1966 児童・生徒における「重さ」概念の実態  
 —指導目標ならびに指導方法決定のための一資料— 国立教育研究所紀要第47集
- ピアジェ・インヘルダー 滝沢武久・銀林浩訳 1965 量の発達心理学 国土社 (Piaget, J., and Inhelder, B. 1941a *La développement des quantitiés chez l'enfant*. Neuchatel; Delachaux and Niestlé.)
- ピアジェ・シエミンスカ 遠山啓・銀林浩・滝沢武久訳 1962 数の発達心理学 国土社 (Piaget, J., and Szeminska, A. 1941b *La genése du nombre chez l'enfant*. Neuchatel: Delachaux and Niestlé., tr. by Gattegno, C., and Hodgson, F. M. 1952 *The child's conception of number*. London: Routledge and Kegan Paul.)
- ピアジェ 波多野完治・滝沢武久訳 1960 知能の心理学 みすず書房 (Piaget, J. 1947 *La psychology de l'intelligence*. Paris: Colin., tr. by Piercy, M., and Berlinc, D. E. 1950 *The psychology of intelligence*. London: Routledge and Kegan Paul.)
- 武田俊昭 1973 子どもの量概念の発達 聖和女子大学論集第3号—幼児教育学大学院創設記念号— 135-146
- 武田俊昭 1974 幼児における保存研究—その方法論的考察— 日本保育学会第27回大会発表論文集503
- 武田俊昭 1974 量の保存に関する発達の研究(1) 日本心理学会第38回大会発表論文集598  
 -599
- 遠山啓 1972 数学の学び方・教え方 岩波書店

<付記> 本研究を進めるにあたって、御指導いただいた関西学院大学武田正信教授、聖和女子大学黒田実郎教授に衷心より感謝の意を表します。

—関西学院大学大学院博士課程—