

Piaget における保存の概念に関する研究

天 岩 静 子*

問 題

Piaget, J. は、実験的観察データから思考の発達段階や移行過程を明らかにしてきた。保存概念の理解は、直観的思考の段階では、まだ不可能であり、7・8才ごろからの具体的操作の段階で、はじめて完成されると結論している。Piaget は、直観的思考から具体的操作の思考の段階へ移行する時に、それまで個々ばらばらに目の前の現実左右されていた思考が、一貫性のある統合された体系をもつと考えている。直観的思考の段階では、思考の可逆性は不完全であり、一度変化したものは前と同じものであるとは認められないが、具体的操作の思考の段階になると、変化を元に戻して考えることができるようになる。可逆性の働きから生じているこの保存概念は、直観的思考と具体的操作の思考間の移行のめやすといえるのである。

Piaget は、物質質量・重さ・体積の保存実験を行ない、視覚的变化にもかかわらず保存概念を理解するまでには、全く保存のない非保存段階、知覚的な差異があまり大きくない時のみ保存に達する移行段階、変形には関係なくすべての場合に保存を認める保存段階の3段階があることを見出し、また、属性によって保存獲得の時期がずれ、物質質量は8才～10才、重さは10才～12才、体積は12才以後で保存が完成されると述べている。

Piaget 以降、保存概念について多くの追試がなされてきたが、各種の保存の発達段階については、Piaget の説をそのまま支持するもの (Elkind, D. 1961)、年齢よりも、問題の困難さや経験を重視するもの (Lovell, K. and Oglivie, E. 1960, 1961, King, W. H. 1960) IQの影響を重視するもの (Feigenbaum, K. D. 1963) 等があり、非保存段階・移行段階・保存段階へと進む発達段階が年齢のみによって規定されるかどうか、一致した

結果は出ていない。

また、訓練過程を入れて保存概念の発達段階を検討したもののには、Wohlwill, J. F. and Lowe, R. C. (1962) と Smedslund, J. (1961a-1961e, 1962) の一連の研究がある。前者は、強化・加減・分離の3訓練条件のうち、非言語テストでは加減が効果のあることを示し、後者は、訓練系列を入れた一連の実験を行ない、変形と加減の2つの手がかりが、それぞれ異なる判断をさせるような経験を与えて、そこに認知的葛藤をおこさせ、しかも、被験者の反応が正当であるかどうかの示唆を与えない訓練が、効果のあることを示している。

わが国においても、訓練過程を挿入した追試が行なわれている。(伊藤 1963, 宮崎 1965, 波多野・伊藤 1966) 訓練方法によって程度の差はあるが、保存概念が訓練によって多少とも促進される傾向が、一致して認められる。

この様に、保存概念について多くの研究が行なわれているが、各属性によって保存獲得の時期がかなり異なる点・訓練によって各種保存概念成立の促進される程度・訓練によって得られたものが、はたして自然的に得られた保存概念と同一であるかどうかの問題点が解決されていない。

本研究では、これらの問題点を明らかにするために、今まで比較的少数の被験者を用いて、各属性についてばらばらに実験されていたものを、総合的にとり扱い、I) 各種の保存実験を多数の被験児に同時に実施し、それらの成立過程を吟味し、各種保存間の関係を明らかにする(実験I)。II) 同様に、多数の被験児に Smedslund の用いた方法と類似の「非強化葛藤試行」を通した訓練を行ない、各種保存の進歩の程度を示す(実験II)。III) さらに、訓練で得られた保存が、自然に得られた保存と同様、真の保存であるかどうかを吟味するために消去実験を行ない、消去抵抗からこの点を明らかにする(実験III)ことを目的とする。

* 日本女子大学家政学部児童学科

実験Ⅰ：保存実験

方 法

(1)被験児 文京区の私立幼稚園児 149 名, 新宿区立小学校 1・2 年生 137 名の計 286 名を対象にした。この両校は地域的に近く, 社会・経済的環境もあまり差がないと考えられる。知能については, 質問内容をまったく理解しない者は省いた。幼稚園 4・5 才児の IQ (ウェックスラー式知能検査) の平均は 115, 小学校 2 年生の知能偏差値 (田中 B 式) の平均は 59 である。

TABLE 1 被験児の構成

年齢 \ 性別	男	女	計
3:6~4:5	6	9	15
4:6~5:5	40	33	73
5:6~6:5	29	31	60
6:6~7:5	28	31	59
7:6~8:5	34	38	72
8:6	4	3	7
計	141	145	286

(2)実施日時 幼稚園児は1969年7月~10月, 小学校生徒は1969年10月~11月にかけて, 保育・授業終了後に実施した。実験は個別に行なわれ, 1人当りの所要時間は25分~35分である。

(3)実施手続き 粘土量・液量・数・重さ・長さ・面積 1・面積 2 の 7 種類の保存について実験を行なった。これらの実験内(容変形形態)は, 今までの研究結果と比較しうよう, ほぼ同様のものにしてある。いずれの実験の場合においても, テストにはいる前に同じ材料の大小のもの 2 つを比較させ, その属性についての多い少ない・重い軽い・長い短い・広い狭い等が理解されていることを確認し, 次に同じ材料の同量のものを並べて示し, 2 つのうちどちらの方が多いか少ないか, または同じで

あるかを質問する。両方を同じであると認めることがテストの前提となるので, 被験児が両方を同じと認めない場合は, 粘土量・液量については, 被験児が同じと認めるまで多いと答えた方から少量を取り去り, 重さは, 上皿天秤の使い方・針の見方を説明し, 数・長さ・面積は, 両方を重ねあわせてみることによって納得させる。

④ 粘土量の保存

テスト 1: 赤と青の粘土ボールを並べて示し, 「これとこれは中に同じだけ粘土がはいっていますね」と確認し, 「これから 青い粘土を 三角にしますよ」と言いながら変形する。赤い粘土はそのままにしておく。次に「これとこれは, どちらの方が中にたくさんの粘土がはいっていますか, それとも同じだけはいっていますか」と質問し, 被験児の反応後に「どうしてそう思いますか」と理由を尋ねる。

テスト 2: へび, テスト 3: 4 個の小ボール, テスト 4: 十字架に変形。質問はテスト 1 と同様に行なう。

⑤ 液量の保存

テスト 1: 白い水・青い水が各 250cc はいっている 2 つのビーカーを示し, 量が同じであることを確認後, 「青い水をちがうコップに入れますよ」と言い, 金魚鉢形の容器に移しかえる。白い水はそのままにしておく。「これとこれは, どちらの方が水がたくさんはいっていますか。それとも同じだけはいっていますか」と質問し, 被験児の反応後にその理由を尋ねる。

テスト 2: 細高いコップ, テスト 3: 6 個の小ビーカー, テスト 4: 足付コップ, テスト 5: シャーレーに移す。

⑥ 数の保存

テスト 1: 約 3 cm の間隔で青と白のおはじき各 6 個を平行に並べ, 数が同じであることを確認後, 「白いおはじきを縮めますよ」と言いながら変形する。青いおはじきはそのままにしておく。「これとこれは, どちらの方が数が多いですか, それとも同じですか」と質問し, 反

テスト番号	粘土量	液量	数	重さ
1	○●→○▲	□▨→□▨	●●●●●●→●●●●●●	●○→●○ くぼめる
2	○●→○▨	□▨→□▨	●●●●●●→●●●●●●	●○→●○
3	○●→○●●●	□▨→□▨	●●●●●●→●●●●●●	●○→●○
4	○●→○●	□▨→□▨	●●●●●●→●●●●●●	●○→●○
5		□▨→□▨	●●●●●●→●●●●●●	

FIG 1-1 保存実験の変形形態

テスト 番号	長 さ	面 積 1	テスト 番号	面 積 2
1			1	
2			2	
3			3	
4			4	
5			5	
6			6	

FIG 1-2 保存実験の変形形態

応後にその理由を尋ねる。

テスト2：白いおはじきを広げる。

テスト3：青と白のおはじきを反対方向に縮める。

テスト4：青と白のおはじきを反対方向に広げる。

テスト5：大と小の円をつくる。

④ 重さの保存

テスト1：赤と青の粘土ボールを並べて示し、同じ重さであることを確認後、「赤い粘土をお茶碗の形にしますよ」と言いながら変形する。青い粘土ボールはそのままにしておく。次に「これとこれは、どちらの方が重いのですか。それとも同じですか」と質問し、反応後にその理由を尋ねる。

テスト2：8の字、テスト3：輪、テスト4：おせんべいの形に変形。

⑤ 長さの保存

テスト1：30cmの赤い角棒2本を並べ、同じ長さであることを確認後、「下の棒を動かしますよ」と言いながら約 $\frac{1}{2}$ 右に動かす。上の棒はそのままにしておく。次に「これとこれは、どちらの方が長いのですか。それとも同じですか」と質問し、反応後にその理由を尋ねる。

テスト2：30cmの角棒と6cmの角棒5本を並べ、同じ長さであることを確認後、間隔を広げる。

テスト3：山形に変形。

テスト4：30cm1本、6cm3本と3cm4本を並べ、山形に変形する。

テスト5：テスト4の山形から直接変形する。

⑥ 面積の保存1

テスト1：緑色のボール紙(40cm×55cm)が牧場、積木が小屋(小さな家)であることを説明し、2組の牧場・小屋・牛の大きさが同じであることを示した後、各牧場の中央に牛を置き、牛の食べられる草の量について尋ねる。被験児が誤反応した場合は、牧場の広さが同じなので同じだけ草が生えていることを説明する。次に「これから両方の牧場に小屋をたてますよ」と言い、同位置に積木を1個ずつ置く。「このように小屋をたてたら、どちらの牛の方がたくさん草が食べられますか、それとも同じだけ食べられますか」と質問し、反応後にその理由を尋ねる。

テスト2：さらに1個ずつ積木を置く。

テスト3：「こちらに1つ小屋をたてて、こちらにも1つたてます。こちらにもう1つたてて、こちらにもう1つ」というように、さらに2個ずつ加える。

テスト4～6：テスト3と同様に2個ずつ加える。

⑦ 面積の保存2

テスト1：面積の保存1と同様に、牛の食べられる草の量が同じであることを確認し、次に21cm×15cmの水色のボール紙1枚と7.5cm×7cmの水色のボール紙6枚を同じ形になるように並べ、両方の広さが同じことが被験児に理解されていることを確認する。「この水色の紙は池です。牧場の中に池をつくりましょう」と言って同位置に置き、「この池とこの池は、どちらの方が広いのですか。それとも同じですか」と質問し、反応後にその理由を尋ねる。

テスト2：「どちらの牛の方がたくさん草が食べられますか、それとも同じだけ食べられますか」と質問し、その理由を尋ねる。

テスト3・5・7：池を変形し、池の広さについて質問する。

テスト4・6・8：牛の食べられる草の量について質問する。

④～⑦の保存実験の実施順序は、被験児毎にランダムに行なわれた。

(4)得点化

④～⑦の7課題において、各テストの反応及び理由づけが共に正しいものに1点を与えた。従って、完全に正答した場合の得点は、合計37点となる。

結 果

(1) 各種保存実験の正答率

各保存実験の得点のうち、0点を非保存段階、満点を保存段階、0点と満点の間の得点を中間段階として正答率を示すとTABLE2の通りとなる。

保存が完成される年齢を、85%以上の者が保存段階に

TABLE 2 各種保存実験の正答率

課題	段階	年齢	3:6~	4:6~	5:6~	6:6~	7:6~	8:6
			4:5	5:5	6:5	7:5	8:5	
粘土量	非保存		93	78	60	14	4	0
	中間		0	15	27	23	11	14
	保存		7	7	13	63	85	86
液量	非保存		93	85	56	10	4	0
	中間		0	11	27	13	4	0
	保存		7	4	17	77	92	100
数	非保存		93	77	44	2	1	0
	中間		7	15	41	22	10	0
	保存		0	8	15	76	89	100
重さ	非保存		100	74	60	19	11	0
	中間		0	19	27	22	11	0
	保存		0	7	13	59	78	100
長さ	非保存		93	81	62	8	4	0
	中間		7	13	26	36	11	29
	保存		0	6	12	56	85	71
面積1	非保存		74	51	35	7	6	14
	中間		26	42	60	38	22	0
	保存		0	7	5	55	72	86
面積2	非保存		93	59	27	3	3	0
	中間		7	41	66	48	23	14
	保存		0	0	7	49	74	86

達した場合とすると、粘土量・液量・数・長さの保存は7:6~8:5の年齢段階で完成され、次いで重さの保存となり、面積の保存は約1年遅れて保存に達すると考えられる。到達順序を細かくみると、液量と数の保存、粘土量と長さの保存、やや遅れて重さの保存の順であるが、これらはほぼ同時期(7:6~8:5の年齢段階…平均8才)に保存に達し、面積の保存は約1年遅れて成立する。

面積の保存1・2は他の保存と異なり、4:6~5:5の年齢段階での非保存段階の値が低い、これは、面積の保存1・2各々の「テスト1」の問題が、視覚的变化がほとんど無いために正答しやすく、1点を得た者が多いためと考えられる。0点と1点を非保存段階とすると、4:6~5:5の段階の値は、面積の保存1:70%、面積の保存2:75%となり、他の保存の同年齢での値とあまり変わらない。

(2) 各種保存実験の相関

7種の保存実験における個人の得点から、TABLE 3の相関係数行列を算出した。

各種保存間の相関は高く、特に合計得点と7種の保存

TABLE 3 各種保存間の相関係数行列

	粘土量	液量	数	重さ	長さ	面積1	面積2	合計得点
粘土量		.843	.788	.774	.822	.643	.772	.888
液量			.855	.766	.885	.657	.802	.922
数				.739	.848	.641	.772	.895
重さ					.772	.689	.802	.874
長さ						.697	.821	.929
面積1							.808	.829
面積2								.933
合計得点								

との相関は.829~.933の値を示している。相関が高いことから、合計得点の高い者は各保存実験における点数が高く、合計得点の低い者は各保存実験の点数が低いことが推察される。また同様に、7種の保存における得点傾向として、ある保存実験での点数の高い者は他の保存実験の点数が高く、ある保存実験での点数の低い者は他の実験での点数も低いことがわかる。即ち、ある保存に到達している被験児は、他の保存についても成立している傾向のあることが示された。

7種の保存の中で、面積の保存1及び重さの保存と各種保存間の相関は、他の保存におけるよりもわずかながら低い値を示している。このことから、これらの保存で測定しているものは、他の保存で測定している内容とは別のものである可能性が考えられる。

(3) 各種保存実験の因子分析

相関係数行列における保存間の相関が高いことから、これらが一致した因子構造であること、また面積の保存1及び重さの保存の相関がわずかに低いことから、この2種の保存が他の保存とは別の内容を測定していることが考えられるが、以上の点を明確にするために主軸法・バリマックス法の2種の因子分析を行なった。

主軸法は、n個1組の変量が全体として1つだけの属性を測定していると予想される場合に、またバリマックス法は、n個1組の変量がいくつかの異なる属性を測定していると予想される場合に用いられる。主軸法の結果からは、与えられた変量を代表する1つの因子が抽出され、バリマックス法は、n個の変量をはっきりといくつかのグループにわけて示すのである。ここでは、上に述べたように各種保存間の相関から両方の可能性が考えられるので、この2種の分析を行なった。

主軸法の分析結果によると、第1因子の負荷量は、.815以上の非常に高い値を示している。固有値は6.634で、8項目中6.634項目の情報を圧縮したものに相当することを意味する。第2因子の負荷量及び固有値が非常

TABLE 4 主軸法による因子行列

	I	II
粘土量	.898	-.192
液量	.927	-.222
数	.900	-.226
重さ	.881	.062
長さ	.933	-.136
面積 1	.815	.529
面積 2	.922	.210
合計得点	.999	.029
固有値	6.634	0.484

TABLE 5 バリマックス法による因子行列

	I	II	III	IV	V
粘土量	.741	.358	.283	.058	.093
液量	.872	.355	.184	.252	.074
数	.877	.343	.153	-.282	.036
重さ	.538	.468	.700	.004	.028
長さ	.821	.416	.186	.062	.086
面積 1	.359	.927	.087	.008	-.037
面積 2	.566	.643	.262	.002	.444
合計得点	.750	.579	.279	.016	.141
V 基準*	.049	.055	.022	.001	.004
寄与率 (%)	50.7	29.6	10.2	1.9	3.0

* バリマックス基準：因子負荷量の平方の分散

に小さいことを考えあわせると、この分析からは1つの共通因子（保存因子）が抽出されたと結論できる。

バリマックス法の分析結果からは、第3因子までが解釈可能である。第1因子では粘土量・液量・数・長さ・合計得点が高い負荷量をもち、この因子はこれらの保存全体をまとめた因子であるといえる。第2因子は面積1・2の負荷量が、第3因子は重さの負荷量が高く、第2因子は面積の保存、第3因子は重さの保存を主内容とする因子である。

2種の因子分析結果をまとめると、7種の保存実験で測定していた内容は、一言で言うならば保存因子とも言うべき1つの因子であるが、面積の保存と重さの保存が、他の保存とは別の因子として分けられることが示された。

実験Ⅱ：保存の訓練

実験Ⅱは次の実験から成っている。

i) 訓練（2回）

ii) 訓練後の保存実験（実験Ⅰと同一のもの）

方 法

(1)被験児 実験Ⅰにおいて④～⑨の7種の保存すべてが完全に出来ていた者を除き、幼稚園児は3才児全員と4・5才児の各クラスから約半数、小学校1・2年生は各1クラスの計129名（男児67名、女児62名）から成っている。この129名の中には、保存実験中いくつかのものは満点であるが、他のものは満点でなかった場合も含まれているわけであるが、i) 訓練では、満点でなかった保存についてのみ訓練を行ない、ii) 訓練後の保存実験では、7種全部の保存について実験を行なった。

(2)実施日時

i) 訓練（1回目）1969年9月～10月

訓練（2回目）1969年9月～11月

1回目と2回目は、約1週間の間隔で行なわれた。

ii) 保存実験 1969年10月～12月

訓練終了日より約20日後に行なわれた。

なお、訓練の1人当りの所要時間は、1回目・2回目共に10分～20分である。

(3)実施手続き 保存の訓練は、粘土量・液量・数・長さ・長さ・面積の6種の課題から成り、用いられている材料は保存実験とほぼ同様のものであるが色は同色で、各テスト内容は保存実験よりも視覚的变化を小さくしてある。

この訓練は、Smedslundの「非強化葛藤試行」を通じた訓練に類似のもので、まず最初に同じ材料の同量のものを並べて示し、どちらの方が多いか少ないか、または同じであるかを尋ねる。被験児がどちらか一方が多いと答えた場合は、粘土量・液量・重さは多いと答えた方から少量を取り、数・長さ・面積は両方を重ねあわせてみて、同じ量であることに同意させる。テストでは、変形の前に一方のみに加・減の操作を加え、操作を加えたものを変形する。他方はそのままにしておく。変形形態は、加えたものの方が変形によって小さく見え、減らしたものの方が大きく見えるようにして認知的葛藤をおこさせる。加・減の操作はすべてのテストに行なうのではなく、操作なしのものも含めてある。なお、加・減の操作を加える場合は、「少し取りますよ」「さっき取ったものを戻しますよ」等と言いながら行ない、操作が被験児にはっきりわかるようにする。変形後に保存実験と同様どちらの方が多いか少ないか、それとも同じであるかを尋ねるが、どうしてそう思ったかの理由は聞かない。これは、実験Ⅰ：保存実験で各テスト毎に理由を聞いているので繰り返すと被験児があきること、理由を聞くと非常に時間がかかるので短時間に行なうため、また、訓練においては理由を聞くことよりも数多くの問題を与える

テスト 番号	粘土量			液量			数		
		操作	変形		操作	変形		操作	変形
1		なし	 (ホットケーキ)		なし			なし	
2		なし	 (ソーセージ)		なし			なし	
3		1部取る			少量減らす			1個取る	
4	 (少量減ったまま)	取った分 を戻す		 (少量減ったまま)	減らした水 を戻す			取った1個 を戻す	
5		別の粘土 を加える			なし			別の1個を 加える	
6					少量加える			加えた1個 を取る	

FIG 2-1 保存の訓練の操作及び変形形態

テスト 番号	重さ			長さ			面積		
		操作	変形		操作	変形		操作	変形
1		なし	 (カステラ)		なし			なし	
2		なし			なし			1個加える	
3		少量取る			1本取る			加えた1個 を取る	
4	 (少量減ったまま)	取った分を 戻す			取った1本 を戻す			なし	
5		別の粘土 を加える			別の1本を 加える		 (取る)	1個取る	
6					加えた1本 を取る			取った1個 を戻す	
7					なし			なし	
8								なし	

FIG 2-2 保存の訓練の操作及び変形形態

ことの方が効果があると考えためである。

訓練は2回行なわれるが、1回目・2回目とも同じ実施手続き・実施内容である。

訓練後の保存実験は、実験Ⅰ：保存実験と同一のものを実施する（実験Ⅰの実施手続を参照）。

訓練及び訓練後保存実験の実施順序は、被験児毎にランダムに行なわれた。

(4)得点化 訓練では各テストの正答に対して1点を与えた。完全に正答した場合の得点は、合計37点となる。

訓練後保存実験の得点化は、実験Ⅰ：保存実験と同様である。

結果

(1)訓練後保存実験の正答率

TABLE 6 1・2回目訓練の被験児構成

年齢	粘土量	液量	数	重さ	長さ	面積
3:6~4:5	11	11	12	12	12	12
4:6~5:5	35	36	33	33	35	36
5:6~6:5	30	26	26	27	27	30
6:6~7:5	12	7	7	14	14	20
7:6~8:5	6	1	4	9	4	14
8:6	1	0	0	0	1	0
合計人数	95	81	82	95	93	112

実験Ⅰの保存実験と同様に非保存・中間・保存の3段階にわけて正答率を示す（TABLE 7）。

TABLE 7 訓練後保存実験の正答率

課題	年齢 段階	3:6~	4:6~	5:6~	6:6~	7:6~	8:6
		4:5	5:5	6:5	7:5	8:5	
粘土量	非保存	67	72	27	0	0	0
	中間	33	17	26	33	5	0
	保存	0	11	47	67	95	100
液量	非保存	83	72	27	8	0	0
	中間	17	20	26	16	0	0
	保存	0	8	47	76	100	100
数	非保存	100	64	16	4	0	0
	中間	0	22	20	17	5	0
	保存	0	14	64	79	95	100
重さ	非保存	83	58	33	17	0	0
	中間	17	20	31	12	5	0
	保存	0	22	36	71	95	100
長さ	非保存	66	69	22	4	0	0
	中間	34	25	34	42	14	0
	保存	0	6	44	54	86	100
面積 1	非保存	100	36	8	0	0	0
	中間	0	53	67	46	29	0
	保存	0	11	25	54	71	100
面積 2	非保存	33	44	14	0	0	0
	中間	67	48	59	50	29	0
	保存	0	8	27	50	71	100

TABLE 2 の正答率と比較すると、訓練後に大きな進歩が認められる。非保存→中間、中間→保存への移行が早くなり、粘土量・液量・数・長さの保存は、訓練前より1年早い5:6~6:5の年齢段階で半数近くが保存段階に達している。保存が完成される年齢は、面積の保存を除いては訓練前保存実験と同様7:6~8:5の段階であるが、訓練前に比べて正答率が上昇している。面積の保存は約1年遅れ、8:6の段階で保存に達する。

実験Ⅲ：保存の消去

実験Ⅲは次の実験から成っている。

i) 数・重さ・長さ・面積の保存の消去

ii) 各保存の消去直後の実験

方法

(1)被験児 幼稚園4・5才児は各2クラス、小学校1・2年生は各1クラスの中から、訓練前及び訓練後の保存実験において、数・重さ・長さ・面積(1と2)の保存のいずれかまたはすべてに満点をとった者を対象とする。従って、被験児の中には訓練前保存実験の時にすでに保存を得ていた者と、訓練を経て訓練後に保存に達した者とが含まれている。被験児数は課題毎に多少異なるが、その総数は96名(男児50名、女児46名)である。

(2)実施日時 幼稚園児は1969年11月下旬、小学校生徒は12月上旬に実施した。1人当りの所要時間は、i)消去ii)消去直後の保存実験をあわせて25分~35分である。

	数			重 さ			長 さ			面 積			
	問題	操作	変 形		操作	変 形		操作	変 形		操作	変 形	
保存の消去	1		減 		減  (カステラ)	 3本 3本	減 		減 				
	2		減 		加  (ソーセージ)		加 		加 				
	3		加 		減 		減 		減 				
	4		加 		加  (へり)		加 		加 				
消去後保存テスト	1	テスト 1			テスト 1			テスト 2			テスト 3 (面積の保存 2)		
	2	テスト 2			テスト 3			テスト 4			テスト 4 (")		
	3	テスト 5			テスト 4			テスト 5			テスト 5 (")		
	4										テスト 6 (")		
	5										テスト 7 (")		
	6										テスト 8 (")		

FIG 3 保存の消去の変形形態及び消去後保存実験

(3)実施手続き 数・長さ・面積の保存の消去は各4問題から成り、実験Ⅰ・実験Ⅱと同様まず最初に同量のものに並べて示し、同じであることを確認後問題1に入る。各問題においては、変形の際実験者が被験児に気づかれないように一方のみに要素を少量加えるか、または取り去るかの加・減の操作を加え、次にどちらが多いか、それとも同じであることを尋ね、被験児の反応後になぜそう思ったかの理由を聞く。そのあとで、実際にその通りであるかどうか、2つを重ねたり天秤を用いて確かめさせ、どうして一方が多い(重い・長い)のか質問する。各課題の消去直後に実験Ⅰ：保存実験の中から3問(面積は6問)のテスト(FIG. 3に示す番号のテスト)を行ない、消去された程度を判定する。

4種の消去の実施順序は、被験児毎にランダムに行なわれた。

消去実験に粘土量・液量が省かれているのは、粘土量は加・減の操作後実際にその差を確かめる方法がないこと、液量は気づかれないように少量を加減することが困難であることによる。

(4)得点化 消去後の保存テストの結果に対し、正答に1点を与えた。従って、完全に正答した場合の得点は、合計15点となる。

結果

(1)消去後保存実験の消去・抵抗群別被験児数

訓練前に保存を得ていた者をA群、訓練後に保存に達した者をB群とし、0点～2点(面積では0点～5点)を消去された者、3点(面積は6点)は消去抵抗を示した者と考え、各々の被験児数を示す(TABLE 8)。

A・B両群をあわせた消去群・抵抗群をみると、4：6～5：5の年齢段階の被験児数が非常に少ないことを

考慮する必要があるが、数・長さ・面積は5：6～6：5以上の段階で大部分の者が消去抵抗を示し、長さについても6：6～7：5以上の段階で抵抗群が多くなっている。各課題とも年齢があがるにつれて抵抗群が増す傾向がみられる。

数・長さ・面積の抵抗群の被験児数が長さよりも多いのは、材料の性質が影響しているためであり、数・長さ・面積の材料は粘土よりも操作がめだちやすいことによると考えられる。

(2)A群・B群別の消去抵抗の比較

各年齢段階でのA群B群に属する人数は、TABLE 8に示されているように5：6～6：5の段階まではA<B、それ以後の段階ではA>Bとなっているが、A・

TABLE 8 消去後保存実験の消去・抵抗群別被験児数

年齢	消去・抵抗群 A B	数		重さ		長さ		面積	
		消去	抵抗	消去	抵抗	消去	抵抗	消去	抵抗
4：6～5：5	A	0	0	1	0	0	0	0	0
	B	2	2	4	2	1	1	0	1
5：6～6：5	A	1	5	2	3	0	5	0	3
	B	5	11	5	3	3	8	1	5
6：6～7：5	A	1	17	6	9	1	12	2	8
	B	0	3	2	3	0	2	0	4
7：6～8：5	A	1	28	8	13	3	21	1	18
	B	1	1	6	4	1	4	1	5
8：6・7	A	0	8	2	7	0	9	1	8
	B	0	2	0	1	0	1	0	1
合計人数		88		81		72		59	

TABLE 9 A・B群別の消去群・抵抗群の割合

年齢	消去・抵抗群 A B	数		重さ		長さ		面積	
		消去	抵抗	消去	抵抗	消去	抵抗	消去	抵抗
5：6～6：5	A	17	83	40	60	0	100	0	100
	B	31	69	63	37	27	73	17	83
6：6～7：5	A	6	94	40	60	8	92	20	80
	B	0	100	40	60	0	100	0	100
7：6～8：5	A	3	97	38	62	12	88	5	95
	B	50	50	60	40	20	80	17	83
8：6・7	A	0	100	22	78	0	100	11	89
	B	0	100	0	100	0	100	0	100

B群別にまとめ直して消去群・抵抗群の割合を示すとTABLE 9の通りとなる(4:6~5:5の段階は、被験児数が少ないので省略した)。

抵抗群の割合についてA・B群を比較すると、5:6~6:5・7:6~8:5の段階ではA群が、6:6~7:5の段階ではB群の方が多い。従って、消去群・抵抗群いずれにも特にAまたはB群の傾向が強いということではなく、自然に得られた保存も訓練によって得られた保存も共に消去抵抗が大であるという同じ傾向を示している。

考 察

(1)各種保存の成立過程及び保存間の関係について

Piaget の実験及びその追試では、属性によって保存に達する年齢がかなり異なり、水平的デカラージュ(ずれ)のあることが報告されている。本研究においては85%以上の者が保存段階に達した時期を保存が完成される年齢と考えると、粘土量・液量・数・長さはほぼ同時期(平均8才)に保存に達し、次いで重さの保存となり、面積の保存は約1年遅れて成立すると考えられる。この1年のずれは、他の実験におけるずれの巾よりかなり小さい。

保存の有無は可逆性の結果であり、ものが変形されても再び元に戻せば同じであることがわかり、頭の中で変化を逆にたどる可逆的操作ができると保存が成立するのであるから、一度その操作が可能になると、それは他にも応用されうると考えられる。材料や問題の難易度によって多少の差はあろうが、ある属性の保存が成立している者は他の属性の保存もまた成立していることが予想され、各種のものがほぼ同時期に保存に達していることがうなずける。各種保存間に1年のずれが認められたことは、Piaget の水平的デカラージュの概念を全く否定するものではないが、ずれがそれほど明確なものであるかどうかについて疑問のあることを示している。

相関行列の結果からは各種の保存及び合計得点間の非常に高い値が見出され、ある保存に達している者は他の保存についても成立している傾向のあることが明らかとなり、因子分析からは1つの共通因子(保存因子)が抽出され、面積と重さの保存がやや異なった要素構造をもつことが示された。すなわち、各種の保存で扱っているものの構造は、材料やテスト内容が異なってもほとんど同一の内容をもつと言える。

以上のことから、このような保存の実験においては各種材料の外見上の違いはあまり問題ではなく、どのような概念・どのような材料についてであっても、ここで保存と呼ばれる1つの構造だけが被験児に注目・理解され

ていると思われる。すなわち、ここでは粘土量・重さ等という個々の概念の保存が成立されたのではなく、各属性に共通する可逆的操作が獲得されたことを意味する。これらのテストでは、ある属性の概念が被験児にはっきり理解されているかどうかではなく、可逆的操作が可能になっているかどうかを測定しているのである。

(2)保存の訓練と消去について

本研究では、訓練によって大きな進歩がみられた。訓練によって保存テストの得点があがったことは、訓練方法によってはかなり早期から可逆的操作の成立という思考の質的転換が可能であることを示している。

ここでは各種保存について2回の訓練を行なったので、含まれているテストの種類・問題数が多く、6種の材料について1番多い者で計64の問題が与えられた。このように、くり返しくり返し数多くの材料・問題について変形や加減の刺激を与えることが、大きな効果をもたらしたのではないかと考えられる。今までの研究の中には、訓練効果を検討するには刺激の種類・試行数が少なすぎるために十分な効果があらわれない場合もあったと思われる。

次に、訓練で得られた保存が自然に得られた保存と同じものであるかどうかの検討であるが、Smedslundが行なった消去実験の結果では、自然に保存を獲得していた被験児のうちの約半数(6名)は消去抵抗を示したが、訓練によって保存を得た者はすべて非保存の段階に戻り、このことから訓練で得られたものは真の保存ではなかったと解釈されている。本研究では、どちらの群の被験児も大部分の者が消去抵抗を示し、ここでの訓練によって得られた保存は、自然的に得られた保存と同様真の保存であることが明らかとなった。

なお、本研究ではI~IIIの実験結果にはっきりした性差が認められなかったので、性差については分析を省略した。

要 約

本研究は、今まで比較的少数の被験児について各属性毎にばらばらに検討されてきた各種の保存を1度にとり扱い、総合的な面からこれを調べることを目的とする。このために実験I~IIIが計画され、各実験毎の目的は次の通りである。

実験I——各種の保存実験を多数の被験児に同時に実施し、それらの成立過程及び各種保存間の関係を明らかにする。

実験II——多数の被験児にSmedslundの方法と類似の「非強化葛藤試行」を通した訓練を行ない、各種保存

の進歩の程度を示す。

実験Ⅲ—さらに、訓練で得られた保存が真の保存であるかどうかを吟味するために消去実験を行ない、消去抵抗から検討を加える。

実験Ⅰ～Ⅲの結果、次のことが見出された。

1. 保存が完成する年齢は、粘土量・液量・数・長さ・が8才、次いで重さ、約1年遅れて面積となる。7種の保存が8才～9才のほぼ同時期に完成することは、材料や問題の難易度によって多少の差はあるが、ある属性の保存が成立している者は、その可逆的操作を他の保存実験にも応用しうするためと考えられる。

2. 各種保存間の相関は非常に高く、ある保存実験で満点をとる者は他の保存においても高い点数をとる傾向がある。

3. 主軸法・バリマックス法の因子分析の結果1つの共通因子（保存因子）が見出され、また、面積と重さの保存が他のものとはやや異なった内容をもつことが示された。

4. 訓練効果は大であった。

5. 保存の消去では大部分の者が消去抵抗を示し、訓練によって得られた保存が、自然に得られた保存と同様真の保存であることが明らかになった。

文 献

- Elkind, D. 1961 Children's discovery of the conservation of mass, weight and volume; Piaget replication study II. *J. genet. Psychol.*, 98, 219-228
- Feigenbaum, K. D. 1963 Task complexity and IQ as variables in Piaget's problem of conservation. *Child Develpm.*, 34, 423-432
- Flavell, J. H. 1963 The developmental psychology of Jean Piaget. Van Nostrand.
- 波多野誼余夫・伊藤恭子 1966 面積の保存の学習過程 心研 37, 4, 185-194
- 伊藤恭子 1963 幼児の数概念の研究—集合の相等判断と保存— 教心研 11, 3, 157-167
- King, W. H. 1960 The development of scientific concepts in children. *Brit. J. Educ. Psychol.*, 31, 1-20
- Lovell, K. 1961 The growth of basic mathematical and scientific concepts in children. Univ. of London Press.
- Lovell, K. and Ogilvie, E. 1960 A study of the conservation of substance in the junior school child. *Brit. J. Educ. Psychol.*, 30, 109-118
- Lovell, K. and Ogilvie, E. 1961 A study of the conservation of weight in the junior school child. *Brit. J. Educ. Psychol.*, 31, 138-144
- 宮崎積子 1965 保存および推移律の学習による変容 教心研 13, 1, 42-53
- Piaget, J., Inhelder, B. and Szeminska, A. 1960 The child's conception of geometry. Routledge and Kegan Paul.
- Smedslund, J. 1961a The acquisition of conservation of substance and weight in children: II External reinforcement of conservation of weight and of the operations of addition and subtraction. *Scand. J. Psychol.*, 2, 71-84
- Smedslund, J. 1961b The acquisition of conservation of substance and weight in children: III Extinction of conservation of weight acquired 'normally' and by means of empirical controls on a balance. *Scand. J. Psychol.*, 2, 85-87
- Smedslund, J. 1961c The acquisition of conservation of substance and weight in children: IV Attempt at extinction of the visual components of the weight concept. *Scand. J. Psychol.*, 2, 153-155
- Smedslund, J. 1961d The acquisition of conservation of substance and weight in children: V Practice in conflict situations without external reinforcement. *Scand. J. Psychol.*, 2, 156-160
- Smedslund, J. 1961e The acquisition of conservation of substance and weight in children: VI Practice on continuous vs. discontinuous material in problem situations without external reinforcement. *Scand. J. Psychol.*, 2, 203-210
- Smedslund, J. 1962 The acquisition of conservation of substance and weight in children: VII Conservation of discontinuous quantity and the operations of adding and taking away. *Scand. J. Psychol.*, 3, 69-77
- Wohlwill, J. F. and Lowe, R. C. 1962 Experimental analysis of the development of the conservation of number. *Child Develpm.*, 33, 153-167.

<付記> 本論文は、日本女子大学大学院児童学専攻課程昭和45年度修士論文をまとめたものである。御指導いただいた中央大学吉田正昭教授をはじめ、御協力願った小学校・幼稚園の諸先生・生徒の皆様にご心からお礼申し上げます。 (1972年6月19日 原稿受付)

ABSTRACT

A STUDY ON PIAGET'S CONCEPT OF CONSERVATION

by

Shizuko Amaiwa

The purpose of the present study was to investigate the synthesized study on Piaget's conservation.

To examine the above purpose, the three experiments were conducted.

- 1) To clarify the process of acquisition of conservation tasks and the correlation of them. (Experiment I : Conservation Test)
- 2) To check the accelerative extent of conservation which was acquired by the training through the cognitive conflict trials. (Experiment II : Training of Conservation)
- 3) In order to compare the concept of conservation acquired by training and that of the natural condition, the extent of the resistance to extinction was examined. (Experiment III : Extinction of Conservation)

Methods :

Experiment I, 286 children (3:6-to-8:5-years old) were given 37 tests, which consisted of seven kinds of conservation tasks, i.e. substance, liquid, number, weight, length, area 1 and area 2.

Experiment II, 129 non-conservers were given cognitive conflict by the operation of addition, subtraction and transformation. Namely, after the operation of addition or subtraction, the materials were transformed, and by the operation of the transformation, big material seemed small, and small one seemed big. In the training were included 37 tests which consisted of six kinds of conservation tasks, and each test was repeated twice. To check the effect of the training, a posttest which was same as Experiment I was administered.

Experiment III, 96 conservers, in which two kinds of conservers were included; one by training

and the other by the natural condition, were tested the extinction of conservation consisted of number, weight, length and area. (total test numbers were 16) After the extinction, Ss were given 15 conservation tests that were selected from the Experiment I.

Results :

- 1) In Experiment I, conservation of substance, liquid, number and length was mastered by the age of eight, and the conservation of weight came next. The conservation of area appeared a year later. The results showed that seven kinds of conservations were attained almost at the same period. This finding indicates that once the reversible operation is completed, it can be applied to the other conservation tests.
- 2) The correlation coefficients among seven conservation tasks were very high. Ss who get a full mark in one conservation test also get high marks for other tests.
- 3) According to the results of two kinds of factor analysis, i.e. the principal axis method and the varimax method, it was shown that a common factor (conservation factor) was extracted. Conservation of area and weight showed somewhat different components compared with other conservation tasks.
- 4) The training of conservation gave positive effects on children.
- 5) In the Experiment III, almost all the Ss indicated resistance to extinction. From this, the concept of conservation acquired by training was essentially the same quality as that of acquired naturally.