

# 重さの保存の認識と矛盾

日 下 正 一

## COGNITION OF WEIGHT CONSERVATION AND CONTRADICTION

Shoichi KUSAKA

The purposes of this study were (1) to examine how non-conservers (or incomplete conservers) dissolved or solved "real contradictions", i. e. the contradiction that they experienced when they were faced with conservation phenomena, and (2) to attempt to construct conservation schemata through these contradiction and practical action. This study placed special emphasis on the arguments for conservation (e. g. "identités simples ou additives", "réversibilité par inversion" and "compensation"). The results showed that : (1) Incomplete conservers could solve "real contradictions" by means of their conservation schemata, but nonconservers could not. These findings suggested that the role of these contradictions was to induce or reactivate the existing schemata (or arguments for conservation) rather than to construct new conservation schemata. (2) The contradiction, however, appeared to serve to construct new schemata in cooperation with practical actions, but this supposition required further study.

### 問題と目的

認識の発達段階ということを考慮すると、認識の発達途上にある子どもたちは2種類の矛盾に遭遇する可能性をもっている。すなわち、1つは、ある発達段階に到達していて、安定した認識様式または形式(シーム)をもっている場合、そのシームによる把握(認識)と外界の現象とが一致しないということが起こりうるが、そうした不一致は主体のもつシームによってというよりも現象それ事態に予期できない何らかの異状によって引き起こされると考えることができる。これを仮に「偽りの矛盾」と呼んでおくことにしよう。もう

1つは、ある発達段階に到達してなくて、外界のある現象を適切に把握するためのシームをもっていない場合、別の不適切なシームによってその現象をとらえることになるが、そうした場合当然そこに認識(または予想)と現象(結果)との不一致が生じる。ここではそれを認識の発達のプロセスにおいて必然的に生じる「真の矛盾」と呼ぶことにする(日下, 1984)。

「保存(conservation)」の認識を例にとると、前者の矛盾は保存の概念(シーム)を獲得している(保存段階の)子どもが非保存現象に出合った場合に生じる矛盾であり、後者の矛盾は保存の概念(シーム)をまだ獲得していない(非保存段階の)子どもが保存現象に出合った場合に生じる矛

盾である。前者の「偽りの矛盾」については、4～9歳の子どもたちを対象として「重さの保存課題」と「液量の保存課題」を用いた実験をすでに行っているが、その実験によって次のことが明らかにされた(日下, 1986)。(1) 保存の段階にあってもまだ保存のシエムが十分に安定していない6～7歳頃の子どもたちにおいては、こうした矛盾が次の予想や判断に影響を及ぼす。(2) 「偽りの矛盾」の解消・解決のタイプとして次の3つの型が見いだされた。すなわち、I—「解消・解決不能」型、II—「不適切な解消」型、III—「適切な解決」型である。(3) I型は重さの保存課題と液量の保存課題のどちらにおいても5～6歳頃に多く見られるが、7～8歳頃になると急激に減少し、9歳になるとまた再び多く見られるようになる。II型は重さの保存課題において7～8歳の約半数の子どもたちに見られるが、他の年齢段階においてはほとんど現われていない。一方、III型は液量の保存課題の場合に7歳以降に約40%見られ、それ以前には全く見られない。

これらの結果は、保存課題のもつ特殊性(とくに変形による見かけ上の量の変化の程度)、そしてとくにそれぞれの保存シエムの安定度によって規定されていると考えられる。すなわち、シエムが不安定であれば「偽りの矛盾」の影響を受けやすいし、たとえ保存のシエムをもっていたとしても、II型のような非保存の論拠に基づく不適切な解消法を取ってしまう。逆にシエムが安定していればそのシエムを変えずに非保存現象の原因を探索し、「適切な解決」型に至るか、原因が特定できない場合には「解消・解決不能」型にとどまることになる。このように、「偽りの矛盾」への対処の仕方は子どもたちのもつシエムとその安定度と密接な関係にあることがわかる。

さて、本研究においては、もう一方の「真の矛盾」について「重さの保存」を実験課題として、子どもたちが種の矛盾をどのようにとらえ、解消・解決の推理をどのように立てるのかを発達の

に見てきたいと思う。従来のいわゆる保存研究では、いくつかの(多くは4～5個の)問題項目を設け、それらの正反応または誤反応の数によって保存概念が獲得されているか、つまり保存段階にあるか非保存段階にあるか、あるいは中間保存段階にあるかが決定されていた。しかし、こういった数量的な測定だけでは子どものもっている保存のシエムの内容、とくに安定度といった質的な側面を十分に把握することができないと思われる。問題は、子どもたちがそれぞれの課題場面でどんな「論拠」に基づいて判断を下すかということであり、矛盾の研究においてはとくにこのことがとくに重要となるだろう。したがって、本研究においてはたんに反応の正誤だけではなくてそれらの反応を支えている「論拠」を重視しながら、上述の問題にアプローチしたいと思う。

本研究のもう1つの目的は、矛盾が保存の認識の発達を促すかどうかという問題を明らかにすることにある。一般に、矛盾は(認識の)発展の契機となるといわれながら、個体発生的な認識の発達についての実証的な研究は少ないように思われる。そして、契機になるとしてもそれだけでは認識の発達を保証するとは思えないので、それを保証する条件の1つと考えられる実践的行為(被験者自身が実際に粘土の変形を行いながら、行為の結果を自ら確認していくという行為)を実験の中に挿入してみることにする。もちろん、このことでこの問題が一挙に解決されることはないにしても、この実験を通してその手掛かりだけでもつかめばと思う。

## 方 法

1. 被験者 3～4か月前の「保存概念の発達研究」の実験における被験者の中から20名が本実験の被験者として選出された。これらの被験者は、長さ・粘土量・数・重さ・液量・面積・体積の保存概念について、①7種の保存概念のどれも

重さの保存の認識と矛盾

獲得されていないか、②2～5種類の保存概念が獲得されているかによって選出されたものである。これらの実験課題の内容についてここで詳細に説明することは面の都合上不可能なので、その概略を述べるにとどめたい。どの保存課題も従来 (Piaget, 1941; 天岩, 1973, など) が用いたものと同様なものであり、それゆえ実験結果は十分に比較可能である。7種の保存課題は、6間から

成り、そのうちの4間は同等性の保存課題であり、残りの2間は不等性の保存課題である。いずれの問題も、従来の保存実験の手続きによるものである。すなわち、最初に同じ量であることを確認した後で、一方(または両方)の位置または形態を変化させ、どちらの量が大であるかまたは同じであるかを問うものである。こうした手続きによって得られた結果をもとに、それぞれの保存課

TABLE 1 被験者とその内訳 (数字は人数)

GROUP	説明	小 1	小 2	計
GROUP 1	7つの保存概念のどれも獲得されていない者(7種の保存概念とも未獲得者または中間保存獲得者)	10	1	11
GROUP 2	2～5種類の保存概念が獲得されている者	0	9	9

{

2種類 (5)

3種類 (1)

4種類 (1)

5種類 (2)

FIG. 1 事後確認実験における保存課題

課題 問題	重さの保存課題	数の保存課題	面積の保存課題
1			
2			
3			

題について6問全問正答のものを保存獲得者とし、3～5問正答の者を中間保存獲得者、0～2問正答の者を保存未獲得者とした。本実験の被験者は小学1年生と2年生の児童から上記の基準に従って選び出されており、その内訳は次の通りである (TABLE 1 参照、表中の数字は人数)。

2 実験期間 1985年11月～1986年2月

3 実験手続き 実験はすべき実験者と被験者との個別実験であり、次の4つの PART から成る。

I 事前実験 (被験者の保存の獲得の状態を調べるための実験) この実験は、すでに述べたように、本実験の3～4か月前に実施された。(その内容は被験者のところで述べたので省略する。)

II 矛盾の実験 (被験者の判断と天秤ばかりに基づく判断間の矛盾の意識化と解決に関する実験)

(1) 「天秤ばかり」の説明 最初に天秤ばかりの原理を被験者に次のような順序で説明する。①大小の (重さの違う) 2つの粘土ボールを用いて、それらを天秤の皿の上に乗せ、天秤が重い方に傾くことを教える。②次に、同じ大きさの (同じ重さの) 2つの粘土ボールに乗せ、同じ重さのときには天秤が釣り合うことを教える。③①と同じことを繰り返す。以上の説明で被験者が天秤ばかりの原理を理解したと思われたところで矛盾の実験に入る。

(2) 矛盾の実験の手順

【実験A】(ソーセージへの変形操作による矛盾の喚起) ①同じ重さの2つの粘土ボールを取り出し、天秤ばかりに乗せて同じ重さであることを確認させる。②次に、一方の粘土ボールをソーセージ状に変形し、「こうしたら、どちらが重いかな、それとも同じかな」と質問する。そして、その理由を尋ねる。③その後で、「では、天秤ばかりに乗せてみせます」と言って、ボール状の粘土とソーセージ状の粘土を天秤ばかりに乗せる。10秒ほど被験者の反応を観察した後で、「どうしてかな」

と同じ重さになった理由を聞く。【実験B】(せんべいの変形操作による矛盾の喚起) ソーセージ状ではなくてせんべい状に変形する以外、実験Aの手順と全く同じ。

III 変形操作による重さの増減の試み (被験者に同じ重さの粘土を変形させて、どのように変形しても重さが変わらないことを理解するかどうかを見る実験)

(1) 変形によって重さを増加させる試み まず、同じ重さの2つの粘土ボールを天秤ばかりに乗せて、同じ重さであることを確認した後で、一方の粘土ボールを被験者に渡し「どのように (どのような形) したら、こっちの粘土が重くなるかな」と言って、被験者自身に変形させる (被験者がどうやるかわからないような場合、最初実験者が変形を試みさせる)。次に、被験者が変形したのもともう一方の粘土ボールを天秤ばかりに乗せて確認する。これを3～4回繰り返す。

(2) 変形によって重さを減少させる試み (1)と同じ手順で、「どのように (どのような形に) したら、こっちの粘土が軽くなるかな」と言って、変形させる。そしてそれを天秤ばかりで確認する。これも3～4回繰り返す。

IV 加減操作による重さの変化の確認 (粘土を加えたり取り去ったりすれば重さが変化することを理解しているかどうかを確認する実験)

(1) 加算操作による重さの増加 まず、同じ重さの2つの粘土ボールを天秤ばかりに乗せて、同じ重さであることを確認する。次に、「では、こちらに粘土を少し加えてみます」と言って、粘土の小片を一方の粘土ボールに付け加え、どちらの粘土ボールが重いかを尋ねる。そして、それが正しいかどうかを天秤ばかりで確認する。

(2) 減算操作による重さの減少 同様に、天秤ばかりで2つの粘土ボールが同じ重さであることを確認した後で、「では、こちらから粘土を少し取ってみます」と言って、一方から粘土を取り去る。そして、どちらが重いかを尋ね、それを天秤

ばかりで確認する。

V 事後確認実験(重さの保存の成立を確認し、またそれが他の保存にどの程度転移するかを見る実験) FIG. 1に示す3つの保存課題からなり、それぞれの保存課題には3つの問題が含まれている。いずれも、最初に同量であることを確認した後で一方(または両方)を変形し、どちらが重い(多い、広い)か、それとも同じであることを尋ね、その理由を聞く。

結果と考察

1 事前実験における反応結果

本実験の被験者は、方法のところでも述べたように、3~4か月前に実施された事前実験の結果をもとに選ばれた。GROUP 1は獲得されている保存の概念の数が2~5の者であり、GROUP 2はその数が0の者である。TABLE 2は、その得保存概念数と重さの保存課題における正答数、不等性の保存問題(2問)を除く正答数、そして正答ししかも保存の論拠を用いている数を被験者ごとに示したものである。このように重さの保存課題についての結果だけを詳細に示したのは、本実験における矛盾の実験が重さの保存を題材とし

TABLE 2 事前実験における被験者の反応とその内容

GROUP	番号	被験者	獲得保存 概念数	重さの保存課題		
				正答数	不等性を除く正答数	正答数+保存の論拠
GROUP 1	1	S. M.	2	5	3	2 ISのみ
	2	K. K.	3	2	0	2 ISのみ
	3	T. U.	5	4	3	4 ISのみ
	4	K. O.	4	4	2	4 ISのみ
	5	N. S.	2	3	2	0 *
	6	M. I.	5	3	3	3 RIのみ
	7	M. N.	2	4	2	1 ISのみ
	8	S. K.	2	4	2	3 ISのみ
	9	M. O.	2	4	3	0 *
GROUP 2	1	H. H.	0	2	0	0 *
	2	M. O.	0	5	3	1 ISのみ
	3	E. A.	0	1	0	0 *
	4	T. A.	0	2	0	0 *
	5	T. Y.	0	2	0	0 *
	6	H. K.	0	2	0	0 *
	7	S. K.	0	2	1	0 *
	8	H. I.	0	2	0	0 *
	9	H. S.	0	1	0	0 *
	10	R. Y.	0	3	1	0 *
	11	T. S.	0	2	0	0 *

注1) 「獲得保存概念数」とは、7種類の保存概念のうちの獲得数。

注2) 「重さの保存」の「正答数」とは、重さの保存課題6問中の正答数。

注3) 「重さの保存」の「不等性を除く正答数」とは、重さの保存課題6問のうち不等性の保存に関する問題2問を除いた正答数。

注4) 「重さの保存」の「正答数+保存の論拠」とは、重さの保存課題6問について正答し、しかもその理由として保存の論拠を用いた数と保存の論拠の型。また、\*は非保存の論拠のみであることを示す。

注5) IS; Identité Simple (「単純な同一性」)

RI; Réversibilité par Inversion (「逆操作による可逆性」)

TABLE 3 事前実験結果と矛盾の実験における予想

GROUP	番号	被験者	ソーセージへの変形操作				せんべいへの変形操作			
			事前実験		矛盾実験		事前実験		矛盾実験	
			反応	理由	反応	理由	反応	理由	反応	理由
GROUP 1	1	S. M.	+	*	+	IS	+	IS	+	IS
	2	K. K.	-	*	+	IS	-	*	-	*
	3	T. U.	+	IS	-	*	-	*	-	*
	4	K. O.	+	IS	+	IS	-	*	+	RI
	5	N. S.	-	**	+	IS	+	**	+	IS
	6	M. I.	+	RI	+	IS	+	RI	+	IS
	7	M. N.	+	IS	+	IS	-	*	+	IS
	8	S. K.	+	IS	+	IS	+	IS	+	IS
	9	M. O.	+	**	-	*	+	**	+	IS
GROUP 2	1	H. H.	-	*	+	IS	-	*	-	*
	2	M. O.	+	**	+	IS	-	**	+	**
	3	E. A.	-	*	+	IS	-	*	-	**
	4	T. A.	-	*	-	*	-	*	+	*
	5	T. Y.	-	*	-	**	-	*	-	**
	6	H. K.	-	*	+	IS	-	*	+	IS
	7	S. K.	+	*	+	IS	-	*	+	IS
	8	H. I.	-	*	-	*	-	*	-	*
	9	H. S.	-	*	+	IS	-	*	-	*
	10	R. Y.	-	*	-	*	-	*	+	IS
	11	T. S.	-	*	+	**	-	*	+	**

注) +; 正反応, -; 誤反応

\*; 非保存の論拠 (例えば, 「太いから」「丸いから」「大きいから」「平べったいから」など非本質的な知覚的特徴に基づく理由づけ), \*\*; 「わからない」(無反応を含む)。

IS (Identité Simple); 単純な同一性 (「形を変えただけ」「さっき同じだったから」「同じものを形を変えても同じ」など), RI (Réversibilité par Inversion); 逆操作による可逆性 (「もとに戻すと同じ」「丸くすると同じ」など)。

TABLE 4 2つの変形課題における変化

課題 GROUP 変化の型	ソーセージへの変形課題		せんべいへの変形課題	
	G 1	G 2	G 1	G 2
(+) → (+)	4	0	3	0
(+) → (-)	1	0	0	0
(-) → (+)	3	6	4	3
(-) → (-)	1	5	2	8

注) +; 正反応 (保存の論拠), (-); 誤反応

しているからである。

獲得保存概念数については, TABLE 2からもわかるように, G 1は2~5種類の保存概念を獲得しているのに対して, G 2はどの種の保存概念

も獲得されていない。このことと重さの保存課題での反応結果とはどのように関係しているかを次に見ていきたい。

まず正答数について見ると, G 1はそのほとんどが3問以上であるが, G 2は1~2問に集中している。また不等性の保存課題を除くと残りの4問中の正答数は, G 1では2~3であるのに対して, G 2では3個の1人と1個の2人以外はすべて0である。このことから, G 2の被験者の多くは, 同等性の保存問題よりも不等性の保存問題に正答しているといえる。さらに, 保存の論拠を用いているかどうかということ を考慮すると, G 1

重さの保存の認識と矛盾

TABLE 5 実験Aと実験Bにおける矛盾に対する反応

GROUP	番号	被験者	実験 A			実験 B		
			予想	理由	矛盾の解決	予想	理由	矛盾の解決
1	2	K. K.	+(同)	同じ重さから変えただけだから		-(せ)	平べったいから	同じものからおおせんべいのようにしたから
1	3	T. U.	-(ボ)	太いから	NR	+(同)	さっき同じだったから	
1	9	M. O.	-(ソ)	重そうだから	同じ大きさだから	+(同)	さっき同じだったから	
2	1	H. H.	+(同)	同じのからソーセージにしたから		-(ボ)	丸いから	同じのから平べったくしたから
2	3	E. A.	+(同)	同じくらいのを長くしたから		-(せ)	NR	同じくらいのを形を変えただけ
2	4	T. A.	-(ボ)	太いから	NR	+(同)	べしゃんこにしたから	
2	5	T. Y.	-(ボ)	わからない	はじめ同じだったから	-(せ)	わからない	はじめ同じだったから
2	8	H. I.	-(ボ)	丸いから	こっちとこっち同じだから	-(せ)	広がっているから	広がっているけど同じ重さだから
2	9	H. S.	+(同)	丸いとき同じだったから		-(ボ)	平たいのより大きい方が重い	同じ丸だった
2	10	R. Y.	-(ソ)	ちょっと長くてちょっと太い	同じ太さだから	+(同)	丸いとき同じだったから	

注) +; 正反応, -; 誤反応。( )内の同は重さが「同じ」という反応を示しており、また「せ」は「せんべい」, 「ボ」は「ボール」, 「ソ」は「ソーセージ」を意味し、もう一方のものより重いという反応を表している。

とG2の差異がもっとはっきりしてくる。G2は1人を除いてすべて0となり、保存の論拠が全く用いられていないといつてよい。(この1人についていえば、獲得保存概念数が0であるにもかかわらず、この重さの保存課題での正答数が5で、不等性の保存問題を除いた場合でも正答数が3と、反応内容からいって十分にG1に匹敵するものである。)一方G1においては、2人を除くすべての被験者が半数以上の問題について反応理由として保存の論拠を挙げている。

Piaget (1966)によると、保存の論拠としては「単純な同一性または加法的同一性 (identités simples ou additives)」, 「逆操作による可逆性 (réversibilité par inversion)」, 「相補性または関係の相互性による可逆性 (compensation ou

réversibilité par réciprocité des relations)」の3つがあるというが、ここでG1の被験者が用いているのは、この3つのうちの「同一性」と「逆操作による可逆性」であり、しかもそのほとんどが「同一性」(「単純な同一性」)に限られている。「単純な同一性」とは、例えば「同じ粘土だから」「形を変えただけだから」「さっき同じだったから」などの理由づけであり、「逆操作による可逆性」とは、例えば「もとに戻せば同じだから」というように最初の状態への逆戻りによる判断である。ちなみに、「相補性」の論拠とは「これは長いけど細いから同じ」というように2つの次元間の乗法に基づく判断である。

2 事前実験結果と矛盾の実験における予想との

## 比較

事前実験と矛盾の実験との間には3～4か月の期間があったので、この間の変化というものを考えなければならない。したがって、本来の意味での事前実験(または事前テスト)の役割は、実質的には矛盾の実験における予想反応が果たすことになる。矛盾の実験の実験AとBで用いられた課題は、事前の実験の重さの保存課題の中の2問と全く同じなので、これらに対応させながら変化を見ることができる。TABLE 3は、その2問、すなわちボールからソーセージ状とせんべい状への変形問題の結果について示したものである。正反応プラス保存の論拠の場合を正反応として、事前実験から矛盾の実験への変化をTABLE 4のように表すことができる。誤反応から正反応への変化は、数の上ではG 2がG 1をはるかに上回っているが、事前実験で誤反応であった者を基準にすると、G 1がソーセージへの変形問題で75.0%、せんべいへの変形問題で66.7%であり、一方G 2ではそれぞれ54.5%、27.3%となっており、とくにせんべい状への変形課題の場合にG 1の変化率が大きい。他の保存概念が獲得されていることがこうした変化を促進するのだろうか。一方G 2での変化を見ると、ソーセージ状への変形課題では11人中6人と半数以上の者が保存の論拠でもって正反応を示しており、そのうちの2人はせんべい状への変形課題でも同様に正反応を示している。この間に彼らはどのようにしてこのような保存の論拠を獲得したのだろうか。これは興味をそそられるが、ここでのデータからは何ともいえないが、G 2の場合には一方の課題ができてもう一方の課題ができないという、彼らのもつ保存概念(シエム)の限界または不安定さも考えておかなければならない。

## 3 矛盾に対する反応(解消・解決)

さて、実験Aと実験Bにおいて予想を立て、それを天秤ばかりで確認し、予想が外れたとき被験

者は矛盾に直面することになるが、そのような矛盾をどのように解消または解決しようとするのかを見ていこう。TABLE 5は、2つの実験場面における予想とその理由と矛盾に対する反応を示したものである。この表には、少なくとも1つの実験場面で予想が外れた者について記してある。ただし、1つの実験場面で予想が外れた者については予想が当たったときの理由も示してあるが、これは実験Aと実験Bとを関係づけて矛盾の解消・解決の仕方の特徴を探るためである。

TABLE 5をもとに実験Aと実験Bにおける予想の正誤の型によって被験者を3つのグループに分けることができる。すなわち、第1のグループは、実験Aの予想が正で実験Bの予想が誤である者、第2グループは、実験Aの予想が誤で実験Bの予想が正の者、そして第3のグループは、実験A・Bの予想とも誤である者のグループである。

まず第1のグループから見ていくと、このグループに属する4人の被験者は実験Aで正しい予想をし、しかも保存の論拠による理由づけを行っている。それにもかかわらず、実験Bでは非保存段階の予想をして矛盾に直面するが、いずれの被験者も実験Aで用いた論拠によつての矛盾を解決している。例えば、K. K. は、実験Aで「同じ重さから変えただけだから」という同一性の論拠によつて正しい予想をする。しかし実験Bでは、せんべいへの変形に対して「平べったいから」(せんべいの方が重い)と予想し、その予想が外れたことに気づくと「同じものからおせんべいのようにしたから」と言つて矛盾を解決する。また E. A. も同様に、実験Aで「同じくらいのを長くしたから」と理由づけし、予想が外れると「同じくらいのを形を変えただけ」という矛盾の解決をしている。他の H. H. と H. S. も「同じのから平べったくしたから」「同じ丸だった」という反応からもわかるように、以上の被験者と同じく実験Aで用いた「同一性(単純な同一性)」の論拠によつて矛盾を解決している。

第2グループの4人の被験者は、実験Aで予想が外れて矛盾に陥り、そのうちの2人は「同じ大きさだから」(M. O.)「同じ太さだから」(R. Y.)といった非保存の論拠によって矛盾を解消するが、残りの2人(T. U.とT. A.)はそれを解消・解決できずにいる。しかし、これらの被験者は矛盾をうまく解決できないのにもかかわらず、次の実験Bでは全員が正しい予想をしている。予想の論拠も、「べしゃんこにしたから」と答えたT. A.を除けば、他の3人は「さっき同じだったから」(T. U.とM. O.)「丸いとき同じだったから」(R. Y.)というように、変形行為の出発点の状態に意識を向けた「単純な同一性」の論拠を用いている。これらのことから、実験Aでの矛盾が次の実験Bにおける予想に対して何らかの影響を及ぼしていると思われる。

最後に、第3のグループの2人の被験者の場合には、実験A・Bでの予想がどちらも外れるわけであるが、このことは、実験Aでの矛盾が実験Bに対してほとんど効果をもたなかったことを意味している。例えば、T. Y.は「こっち(ボール)の方が重い」と予想し、その理由を聞くと「わからない」と答えるが、予想が外れると「はじめ同じだったから」と言う。このように保存の論拠をもっているにもかかわらず、実験Bでの予想ではそれを生かすことなく「せんべいの方が重い」と答え、その理由は「わからない」と言う。もう1人のH. I.は、「丸いから」ボールの方が重いという予想が外れると、「こっちとこっち同じだから」と言って矛盾を解消するが十分な解決とはいえない。実験Bでも「広がっているから」せんべいの方が重いと答えて矛盾に陥るが、それへの対処法は「広がっているけど同じ大きさだから」というような現象記述的な解消に終わっている。T. Y.の場合には、矛盾を克服する形で「同一性」といえる保存の論拠が用いられているが、この論拠がどの程度安定したものか、あるいは真の意味での保存の論拠といえるのかどうかを事後確認実験の

結果と照合させながら再検討しなければならない。

#### 4 変形操作による重さの増減の試みと加減操作による重さの変化の確認

次に、粘土をどのように変形しても重さは変わらないことを被験者がどの程度理解できるかを見てみたい。「どのように(どのような形に)したら、こっちの粘土が重く(軽く)なるかな」という質問に対して、被験者自身が実際に変形行為を行い、天秤ばかりで確認する。そのときの被験者の反応に基づいて次の3つのタイプに分類した。第1のタイプ(+)は、変形によっては重さを増減させることができないことに気づく場合、第2のタイプ(△)は、粘土を付け加えたり取り去ったりすれば重さが増減することは経験的にわかるが、変形によって重さを増減させることが不可能であることまでは理解できない場合、そして第3のタイプ(-)は、いずれの理解もできずに、変形を中断したり、「わからない」と答えたをする場合である。この結果を示したのがTABLE 6である。なお、TABLE 6には、被験者の反応全体を見渡すために「変形操作による重さの増減の試み」の結果だけでなく「矛盾の実験(予想)」の結果、そしてこれから見る「加減操作による重さの変化の確認」「事後確認実験」の結果についても併記してある。

TABLE 7は、「増加」の試みと「減少」の試みの2つの場合の反応のタイプを考慮しながら、GROUPごとに類型化したものである。++型は「増加」「減少」ともに第1のタイプ(+), --型は「増加」「減少」ともに第3のタイプ(-)であり、中間型はその他の型で、第2のタイプ(△)が第3のタイプ(-)かあるいは3つのタイプの混合型である。この表から、--型についてはGの差異は認められないが、++型はG1に多く、中間型はG2に多いことがわかる。第1のタイプの具体的な反応を挙げると、「重く(軽く)

TABLE 6 矛盾の実験・変形操作による重さの増減の試み・加減操作による重さの変化の確認・事後確認実験における被験者の反応結果

GROUP	番号	被験者	矛盾の実験(予想)		変形操作による重さの増減の試み		加減操作による重さの変化の確認		事後確認実験(3種類の保存)		
			実験A	実験B	増加	減少	加算操作	減算操作	重さ	数	面積
GROUP 1	1	S. M.	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	2	K. K.	+	-	+	+	+	+	+	+	+
	3	T. U.	-	+	-	+	+	+	+	+	+
	4	K. O.	+	+	-	-	+	+	+	+	+
	5	N. S.	+	+	+	+	+	+	+	+	-
	6	M. I.	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	7	M. N.	+	+	+	+	+	+	+	+	-
	8	S. K.	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	9	M. O.	-	+	-	-	+	+	+	+	-
GROUP 2	1	H. H.	+	-	△	△	+	+	-	-	-
	2	M. O.	+	+*	+	+	+	+	+	+	+
	3	E. A.	+	-	+	△	+	+	+	-	-
	4	T. A.	-	+*	-	-	+	+	-	+	-
	5	T. Y.	-	-	-	-	+	+	-	-	-
	6	H. K.	+	+	+	+	+	+	-	-	-
	7	S. K.	+	+	△	△	+	+	+	+	+
	8	H. I.	-	-	-	△	+	+	-	-	-
	9	H. S.	+	-	△	-	+	+	+	+	+
	10	R. Y.	-	+	-	-	+	+	-	-	-
	11	T. S.	+*	+*	+	+	+	+	+	+	+

注) 「矛盾の実験(予想)」における+; 正反応, -; 誤反応, なお\*は、予想は正しいが保存の論拠による理由づけができない場合。

「変形操作による重さの増減の試み」における+; 変形によっては重さを増減させることが不可能であることに気がついた場合, △; 付け加えたり取り去ったりすれば重さが増減することはわかるが、変形によって重さを増減させることが不可能であることまでは理解できない場合, -; 以上のいずれも理解できない場合。

「加減操作による重さの変化の確認」における+; 加減によって重さが変化することが理解できる場合, -; 理解できない場合。

「事後確認実験」における+; 3問とも正反応, -; 0~2問の正反応

TABLE 7 変形操作による重さの増減の試み

GROUP/類型	++型	中間型	--型	計
G 1	6 (66.7)	1 (11.1)	2 (22.2)	9 (100.0)
G 2	3 (27.3)	5 (45.4)	3 (27.3)	11 (100.0)

注1) ++型; 増加(+), 減少(-)  
--型; 増加(-), 減少(+)  
中間型; その他

注2) 数字は人数, ( )内数字は%

できない」(S. M., N. S., T. S. など)「どうや

ってもできない」(M. N.)「どうやっても同じ」(S. K., E. A. など)であり、また第2のタイプについては、いろいろやってみて重さが変わらないことがわかると最後には実際に粘土を取ったり付け加えたり行為が起こるのが大きな特徴である。第3のタイプは1~2度変形をやって重さが変わらないと「わからない」と答えてしまうものであり、行為の次元での不可能性を知るだけで終わってしまっている。

G 1に++型が多く、したがって第1のタイプ

重さの保存の認識と矛盾

TABLE 8 事後確認実験における反応結果 (論拠)

問題番号 GROUP	課 番号	題 被験者	重さの保存			数の保存			面積の保存		
			1	2	3	1	2	3	1	2	3
GROUP 1	1	S. M.	IS	IS	IS	IS	IS	IS	RI	RI	RI
	2	K. K.	IS	IS	IS	IS	IS	N	IS	IS	N
	3	T. U.	IS	IS	IS	N	N	IS	IS	N	N
	4	K. O.	IS	RI	IS	IS	RI	RI	RI	RI	RI
	5	N. S.	**	**	**	RI	**	**	**	*	*
	6	M. I.	IS	IS	IS	RI	N	N	RI	RI	N
	7	M. N.	IS	IS	IS	IS	N	N	**	*	*
	8	S. K.	IS	IS	IS	N	IA	IA	IS	IS	IS
	9	M. O.	IS	IS	IS	IS	**	IS	*	*	*
GROUP 2	1	H. H.	*	*	*	*	*	*	*	*	IS
	2	M. O.	IS	IS	IS	IS	IS	IS	IS	IS	IS
	3	E. A.	IS	IS	IS	*	*	*	*	*	*
	4	T. A.	*	*	**	IS	N	N	*	*	*
	5	T. Y.	*	**	**	*	*	*	*	**	*
	6	H. K.	**	IS	**	IS	**	TI	*	*	*
	7	S. K.	IS	IS	IS	IS	IS	IS	IS	IS	IS
	8	H. I.	*	IS	**	*	*	**	*	*	*
	9	H. S.	IA	IA	**	IA	IS	IS	IS	IS	IS
	10	R. Y.	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	11	T. S.	IS	IS	IA	IA	IA	IA	IA	**	IA

注) IS (Identités Simples); 「単純な同一性」  
 IA (Identités Additives); 「加法的同一性」  
 RI (Réversibilité par Inversion); 「逆操作による可逆性」  
 TI (Transformation Identique); 「同様の変形 (順操作)」による比較  
 N (Nombre); 「数」に基づく判断  
 \*; 誤反応で非保存の論拠  
 \*\*; 正反応であるが論拠は非保存の論拠または「わからない」

が多いのは、他の保存の概念ができていてだけでなく、重さの保存についても「矛盾の実験」における「予想」結果が示しているように、正反応が多くしかも保存の論拠 (「単純な同一性」) による理由づけが可能であることが関係していると思われる。一方 G 2 は中間型、つまり第 2 や第 3 のタイプが多いが、それは G 1 とは反対に保存の論拠 (またはシュム) が十分に確立されていないことによると考えられる。実際、G 1 で中間型であった T. U. は実験 A での予想が外れており、その理由も非保存の論拠に基づいている。また、一型の人である K. O. は正しい予想をしているが、もう 1 人の M. O. は実験 A で T. U. と同様

の反応を示している。G 2 について見ても、++ 型に入る 3 人 (M. O. ・ H. K. ・ T. S.) はいずれも正しい予想をしている。ただし、T. S. についてはその理由が非保存の段階にとどまっているが、他の 2 人は少なくとも 1 つについては保存の論拠を用いている。

第 2 のタイプ (△) については、「加減操作による重さの変化の確認」と関係づけて考察した方がよいと思われる。というのは、「変形操作による重さの増減の試み」が「どのように形を変えても重さはかわらない」つまり「加減しなければ重さは変わらない」ことを理解することであり、一方の「加減操作による重さの変化は確認」が「加

減すれば重さが変わる」ことを理解することであるとすれば、この2つは表裏一体の関係にあるといえるからである。そこで「加減操作による重さの変化の確認」について見ると、G1、G2にかかわりなくすべての被験者が「加減すれば重さが変わる」ことを十分に理解していることがわかる。Smedslund (1961) がすでに明らかにしているように、保存の理解に先がけてかなり早い時期からこのことがわかるようである。しかし、それにもかかわらず、「加減しなければ重さは変わらない」ことと「加減しなければ(変形しても)重さは変わらない」こととの間にはかなりの距離がありそうである。

##### 5 事後確認実験の結果

事後確認実験における結果は、すでにTABLE 6に示してある。そこでは、それぞれの保存課題に含まれる3問全問正答の場合を+で示し、その他の場合、すなわち2問以下の正答の場合一で表した。まず、重さの保存課題を見ると、G1は全員が+となっており、このうち3人については矛盾または「変形操作による重さの増減の試み」が保存の認識にとって何らかの効果をもったといえそうである。一方G2においては、11人中6人が+となっており、このうちの2人については保存の認識の進歩が見られる。

次に、数の保存課題を見ると、G2の1人を除いて重さの保存課題と全く同じ結果が現れていて、この2つの保存課題間には高い相関が見られる。しかし、面積の保存課題になると必ずしもそうとはいえない。すなわち、G2の場合には(H. K.を除いて)3つの保存課題間にかなり高い相関があり、1つの保存課題ができていると他の2つの保存課題もできており、逆に1つの保存課題ができていないと他の保存課題もできていないといえるが、G1の場合には重さと数の保存課題が

できていても面積の保存課題ができるとはかぎらない(このことはG2の3人についていえる)。

しかし、これらの結果は正・誤反応ということだけなので、こうした結果をもっと詳細に検討するために保存の論拠が用いられているかどうか、用いられているとすればどのような論拠かをTABLE 8に示した。被験者たちは保存の論拠として次のようなものを用いている。すなわち、IS(「単純な同一性」)、IA(「加法的同一性」)、RI(「逆操作による可逆性」)、TI(「同様の変形(順操作)」による比較)、N(「数」に基づく判断)であり、その他は非保存の論拠(「わからない」を含む)である。この表から、ほとんどの被験者はISを用いていることがわかる。しかし、RI・IAを用いている者がそれぞれ全体で3人おり、とくにIAについては「変形操作による重さの増減の試み」または「加減操作による重さの変化の確認」の効果と見てよいだろう。ただし、このRI・IAの論拠はそれだけがすべての問題に適用されるわけではなくてISに交じって用いられているということに注意する必要がある(TIとNの場合にもこのことがいえる)。

ところで、上に述べたG2の3人、すなわち重さと数の保存課題ができているが面積の保存課題ができていない3人の被験者について論拠という点から見ると、このうちの1人は重さの保存課題でも数の保存課題でも正反応し、しかも保存の論拠といえるものによって判断しているが、残りの2人はそうでないことがわかる。例えばN.S.は、重さの保存課題にも数の保存課題にも正反応しているが、保存の論拠は数の保存課題においてRIが1回用いられているにすぎず、他はすべて非保存の論拠である。またM.O.は、数の保存課題の3問においてすべて正反応となっているが、1問だけは保存の論拠が用いられていないという点で不安定である。さらに、G2の1人H.K.についてもG1のこの2人と同様のことがいえる。すなわち彼もまた、重さと数の保存課題に

正反応はしているが、論拠の方は問題によって保存の論拠になったり非保存の論拠になったりするのである。このように、保存の反応を示したからといって必ずしも保存の概念（またはシエム）が確立されているとはかぎらないし、また保存の論拠をもっているとしてもそれを同一保存課題内あるいは他の保存課題のすべての問題に適用するとはかぎらないことがわかる。したがって、矛盾の効果もつねにこうした点に注意しながら考察しなければならない。

## 討 論

### 1 保存反応とその論拠について

本研究の方法論上の特徴の1つは、保存の概念またはシエムの獲得の状態を正反応か誤反応かによって決定するというよりはむしろ、それらの反応を支えている「論拠」に重点を置いて判定していくという点にある。このように量的な面を考慮しながらも質的な面を重視するということは、保存のシエムの内容とくに安定性を知る上でとくに重要なことである。そしてそのことが、ここでの保存の認識と矛盾の問題の解明につながっていくように思われる。

ところで、保存反応をする場合には当然そこに何らかの論拠が存在すると考えられる。すでに述べたように、Piaget (1966) は保存の論拠として次の3つがあるという。すなわち、「同一性（単純な同一性と加法的同一性）」「逆操作による可逆性」「相補性または関係の相互性による可逆性」である。重さの保存に関する事前実験と矛盾の実験における予想では、この3つの論拠のうち「同一性（単純な同一性）」と「逆操作による可逆性」を用いられているが、事後確認実験になるとそれに加えて「同一性（加法的同一性）」が見られるようになる。数と面積の保存課題においては、さらに「数」に基づく判断や、わずかに1つではあるが「同様の変形（順操作）」による比較判断が見

られる。「数」に基づく判断とは、要素の数に着目して同等性の判断を行うものであり、また「同様の変形（順操作）」による比較判断とは、一方が変形されてどちらの量が多いか尋ねられたとき、もう一方を同じように変形すれば同じになるから同じ、と答える場合をさすが、「逆操作による可逆性」の場合の変形の向きとは逆になっている点に興味深い。この場合「数」を保存の論拠としてよいか判断は下しにくいだが、この事後確認実験に限っていえば、TABLE 8からも明らかなように、この論拠だけが単独で用いられているということではなく、「単純な同一性」「加法的同一性」「逆操作による可逆性」のどれか1つと併用されていることから考えて、それが保存の論拠を形成する上での重要な要素となっていることは間違いないだろう。

子どもたちが以上のような保存の論拠をもっているとしても、それをすべての課題場面に適用するわけではない。「水平的デカラージュ」(Piaget, 1956など)としてよく知られているように、同じ保存の論拠がある種の（例えば、粘土量の）保存課題に用いられても、他の（例えば、体積の）保存課題には用いられないことがよく起こる。また、同一の保存課題内でも同様のことが起こる。例えば、同じ重さの保存に関する問題がいくつかあった場合、ある問題ができてある問題ができないということは、本実験でも見られたことである。従来の研究ではそうした被験者は、全問正答の「保存者」、全問誤答の「非保存者」に対して「中間保存者」と呼ばれてきた（須賀・波多野, 1969; 天岩, 1973など）。その決定の基準となっていたのは正反応数であり、また量的なものによる判定だったといわねばならない。保存の論拠という観点からすると、「中間保存者」とは保存の論拠を所有していてもそれを同一保存課題内のすべての問題に適用できない者をいう。そして、もっと大切なことは、たんに保存の証拠をもっているということではなくてどんな論拠をもっているか

ということである。以下では、この論拠の中身に注意を向けながら考察していきたい。

## 2 「真の矛盾」の解消・解決の仕方について

さて、本研究の第1の目的は、重さの保存概念(またはシエム)を完全に獲得していない子どもたちが保存現象に出会ったときに生じる矛盾(「真の矛盾」)をどのように解消・解決するのかを明らかにすることにあつた。これらの被験者たちは、保存のシエムをもっていないか、あるいはたとえ保存のシエムをもっているものの質という点からするとそれほど安定しておらず、その適用範囲も限られている者といえる。また保存の論拠という点からすると、そうした論拠をもっていないか、あるいはたとえそれをもっているものもそれをすべての場面で使用しない者と特徴づけることができよう。

実験結果の考察では、TABLE 5をもとに矛盾に直面した10人の被験者を3つのグループに分けた。すなわち、第1のグループは実験Aの予想が正しくて実験Bの予想が誤りである者、第2グループは反対に実験Aの予想が誤りで実験Bの予想が正しい者、そして第3のグループはいずれの予想も誤りである者である。第1グループの矛盾への対応の仕方の特徴は、実験Bで矛盾に陥っても実験Aで用いた保存の論拠によって矛盾を解決していることであり、また第2グループの特徴は、実験Aでの矛盾に十分に対応できずに、非保存の段階に逆戻りしたり解消・解決が不能となったりするが、次の事態では正しい予想をし、しかも保存の論拠を用いていることである。それに対して第3のグループの被験者は、矛盾を解決できないばかりか、その矛盾を次の予想に生かすことができないということがわかる。なお、T. Y. については、保存の論拠(「はじめ同じだったから」)によって矛盾を解決したかに見えたが、事後確認実験の結果を見ると全く保存の論拠が用いられていないことから、真の意味での解決とはいえないよ

うに思われる。

これらの結果からいえることは、第1・2グループと第3グループを対比させればわかるように、保存の論拠を所有していれば矛盾に出会ってもそれをもち出して解決できるし、たとえその場ですぐに解決することができなくてもそれを次の場面に生かすことができるが、保存の論拠をもっていないければ矛盾の解決はほとんど不可能である、ということである。また、第1グループと第2グループとの比較から、直前にそうした論拠を使用していれば矛盾を解決しやすいが、そうでない場合はそのような論拠をもっているものもすぐにそれを引き出して使用することがむずかしい、ということがわかる。このように、矛盾の解消・解決の仕方はまさに保存の論拠を所有しているかどうか、それをすぐに使えるかどうかにかかっているように思われる。シエムということばでいいかえれば、それは保存のシエムができていないか、そしてそのシエムがすぐに機能する状態にあるかにかかっているといえる。

## 3 認識の発達と矛盾について

したがって、認識における矛盾の果たす役割というのは、本実験で見られるような「シエムの拡張」(保存の論拠の適用範囲の拡大)とおそらくそのことを通しての「シエムの相対化(精密化)」にあるように思われる。こうして矛盾は、シエムの機能化の問題と直接に結びつくことになる。このことからすると、従来の矛盾(「認知的葛藤」など)の研究(例えば稲垣・波多野, 1968など)において問題にされていたのは、新しいシエムの形成という意味での認識の発達ではなくて、すでに所有しているシエムの適用範囲が拡張されたという意味での認識の発達であろう。なぜなら、実際のところ、認知的葛藤によって認識の進歩がもたらされるのは、非保存段階にいる被験者ではなくて「中間保存段階」にいる被験者であると考えられるからだ。「中間保存段階」にいる被験者、すな

わち「中間保存者」とは、すでに述べたように、シームはもっているがその適用範囲が限定されている者である。矛盾はこのようなシームに働きかけてその機能化または活性化を促すのである。

では、矛盾というものは新しいシームの形成（または保存の論拠の獲得）という意味での認識の発達とは無縁なのだろうか。本実験では、「矛盾の実験」につづいて「変形操作による重さの増減の試み」、すなわち被験者自身が粘土の形を変え、その都度天秤ばかりで重さを確認するという実践的行為を導入した。そのねらいは、こうした実践的な行為を通して、どのように変形しても同じ重さの2つの粘土の重さは変わらないことを理解させようという点にあった。ところが、この理解は思った以上にむずかしく、理解に到達したのは多くはG1の被験者であり、G2の被験者の多くは実際に粘土を取ったり加えたりしなければ重く（軽く）できない、という具体的なレベルにとどまって、それを一般化して「変形しても変わらない」ということを理解するまでには至らなかった。

その後に行われた「加減操作による重さの変化の確認」は、粘土を取ったり加えたりすれば重さが変わることが理解できるかどうかを見るためのものであったが、これについては全員の被験者がすばやく理解した。「粘土を取ったり加えたりすれば重さが変わる」ことはすぐにわかるのに、「粘土を取ったり加えたりしなければ（変形しても）重さは変わらない」ことがなぜ理解できないのだろうか。その理由の1つは、従来から指摘されているように、子どもたちが知覚的な変化に中心化してしまい、形の変化が量の増減を引き起こすと考えてしまうことである。もう1つの重要な理由は、「粘土を取ったり加えたりすれば重さが変わる」という場合には、粘土を取る、加えるという行為は実際に起こる行為であるのに対して、「粘土を取ったり加えたりしなければ重さは変わらない」という場合の、粘土を取らない、加えないと

いう行為は実際には起こらないという意味で仮定上の行為であるために、この仮定上の行為が理解しにくいということである。

たしかにこの実際上の行為についての理解と仮定上の行為についての理解の間にはかなりの距離があるが、実際の変形行為とその結果の確認というなかで生じる矛盾がこの距離を狭め、「粘土を取ったり加えたりしなければ重さは変わらない」という「加法的同一性」の論拠を獲得するのを助ける働きをすることもかもしれない。本実験においても、保存の論拠の獲得、すなわち新しい保存のシームの形成という意味での認識の進歩がわずかながら見られる。TABLE 3を見ればわかるように、事前実験においても矛盾の実験の予想においても保存の論拠を全く用いていない被験者がG2に4人いる。このうちのT.A.とT.Y.は「粘土を取ったり加えたりすれば重さが変わる」ことは簡単にわかるのに「粘土の形を変えても重さは変わらない」ことが理解できず、したがって事後確認実験でも（T.A.の場合の数の保存を除くと）保存の論拠は用いられていない（TABLE 8参照）。しかし、H.I.の場合には、「粘土の形を変えても重さは変わらない」ことが不十分にしかわからないにもかかわらず、事後のテストでは重さの保存課題では「単純な同一性」の論拠によって保存を予想している。このH.I.場合はその論拠が用いられたのは1回だけであり、しかもそれが「加法的同一性」ではなくて「単純な同一性」という点で必ずしも実践的行為と矛盾の効果とはいいい切れないが、T.S.についてはそのことがはっきりといえる。すなわちT.S.は、「変形操作による増減の試み」において完全に「加法的同一性」を理解し、事後テストでもこの論拠を数多く用いているからである。そして、この論拠を重さの保存を越えて、この年齢ではむずかしいとされる面積の保存にまで適用している点に注目すべきであろう。

しかし、認識の発達にとっての実践的行為と矛

盾の役割についてはデータ不足なので、多くの資料を得ることが今後の課題となる。また、「シエムの拡張と相対化(精密化)」という意味での認識の発達と「シエムの形成」という意味での認識の発達との関係も、理論的な側面と実験的な側面から明らかにしなければならない。

文 献

- 天岩静子 1973 Piagetにおける保存の概念に関する研究 教育心理学研究 第21巻第1号
- 稲垣佳世子・波多野誼余夫 1968 認知的観察における内発的動機づけ 教育心理学研究 第16巻第4号
- 日下正一 1984 矛盾と認識の発達 人文研究 第3号
- 日下正一 1986 重さと液量の保存における“偽りの矛盾”の解消・解決について(「東北教育心理学研究」第2巻に掲載予定)
- Piaget, J. 1941 Le développement des quantité physique chez l'enfant, Delachaux et Niestlé. (滝沢武久・銀林浩訳 1971 量の発達

心理学 国土社)

Piaget, J. 1956 Les stades du développement intellectuel de l'enfant et l'adolescent. (芳賀純訳 1975 発生の心理学 誠信書房)

Piaget, J. 1966 La psychologie de l'enfant. P. U. F. (波多野完治・須賀哲夫・周郷博訳 1972 新しい児童心理学 白水社)

Smedslund, J. 1961 The acquisition of conservation of substance and weight in children. VI. Scand. J. Psychol., Vol. 2.

須賀恭子・波多野誼余夫 1969 数の保存獲得における均衡化と外的強化 教育心理学研究 第17巻第2号

<付記>

本実験の実施にあたりまして、長野市三輪小学校の先生方、生徒の皆様をいただきました。最後になりましたが、ここでお礼を申し上げます。また、本実験を手伝ってくれた長野県短期大学幼児教育学科の学生の皆様に感謝申し上げます。なお本研究は、昭和60年度文部省科学研究費補助金奨励研究(A)課題番号60710101による研究の一部である。