

物質量の保存における加減のシエムと知覚的 シエムの矛盾の意識化と解決

日 下 正 一

問題の所在

最初、2つの粘土ボールの粘土量は同じと認めても、一方を変形すると、もはや量の等価性は失われ、どちらか一方の粘土が多いと答える。こうした非保存段階の子どもは、「否定」の判断に出会わない限り、非保存判断を続けることになり、保存段階への移行も期待できないだろう。

「否定」を生産し得る下位操作（シエム）としては、数の保存では計数や一対一対応の操作、また長さの保存では間接比較や普遍尺度による比較操作、さらに重さの保存では天秤ばかりによる判定操作が考えられる。しかし、粘土量の保存の場合には、否定の判断を直接生み出す測定の下位操作（シエム）が見当たらない。そこで、有力となるのが「加減のシエム」である。

加減のシエムは、加減による量の増減の理解に関するシエム（下位操作）であるが、「加減のシエムa」と「加減のシエムb」とを区別しなければならない。「加減のシエムa」とは「加減があれば量の増減あり」の理解（判断）を生み出すものであり、一方「加減のシエムb」は「加減なければ量の増減なし」の判断を生産するものである。また、前者は実際上の行為に関係しているのに対して、後者は仮定上の行為にかかわるものである。とくに注意しなければならないのは、仮定上の行為の意識化が難しく、また変形行為の伴う保存課題事態では「加減のシエムb」が適用がとりわけ困難となるということである。

ところで、Smedslund (1961a) は、物質量の

保存未獲得の5～6歳児13名に、「変形→加算または減算→減算または加算の操作」を順におこない、その操作ごとに「どちらの粘土が多いかな、それとも同じかな」という質問をする。これを36試行繰り返した結果、13名中5名（38.5%）が保存を獲得したという。

また、Smedslund (1961b) においては、2個の粘土ボール（A、B）を提示し、Aを変形してどちらの粘土が多いかを尋ねる。 $A > B$ （または $A < B$ ）と答えたらA（B）から粘土を少量取り去って、今はどちらが多いかと聞く。それから、取り去った粘土をA（B）に戻して同じ質問を繰り返す。実験者は正答を教えないし、また子どもの答えが正しいかどうかの反応もしない。この訓練の結果、15名中4名（26.7%）に進歩が見られたという。

このSmedslundの実験は「非強化・葛藤試行による訓練プログラム」といわれるものである。子どもは「取ったり加えたりすれば量も減ったり増えたりする」という判断を導き出す「加減のシエム」と、「形を変えれば量も変化する」という判断のもとになる「知覚的シエム」との葛藤状態におかれることになり、このような繰り返しの中で「加減のシエム」が優位になって、「加減しなければ量は変わらない」ことが理解できるようになり、保存の概念（シエム）が形成される、と説明される（波多野、1965）。

この訓練プログラムは、矛盾の意識化と止場の観点から見ても興味深い。まず、このプログラムは、非保存段階の子どもが「加減のシエム」を所

有していてもそれを使用しないので、それを喚起させることによって「加減シエム」と「知覚的(変形の)シエム」との矛盾の意識化の促進をねらったものであり、その矛盾の解決によって保存のシエムが形成されると解釈することができる。

しかし、Smedslundの実験結果を見ると、たんに当たりか外れかを示す(外的強化)よりも効果的であるとはいえ、それほど高い数値とはいえない。また、葛藤状態におかれるといっても、本当に2つの判断が下されているのかの判定が難しいし、さらに、試行の繰り返しの中で「加減のシエム」が優位になるというが、実際には「知覚的シエム」の方がいっそう優位になってしまうことも指摘されている(波多野, 1985)。

しかしこうした問題点も、矛盾の意識化と解決の観点から見直すことによってかなり克服されると思われる。まず、2つの判断が存在するのかという問題は、少なくとも実験者の側で「加減シエム」と「知覚的シエム」とをきちんと分化し、それらを確実に機能化させればかなり解決できるし、また「知覚的シエム」が優位になってしまうという問題も、「加減のシエム」の強化によって解決できよう。さらに、訓練効果については、たとえ矛盾が意識化されてもその解決は難しいので、矛盾の解決を促すような言語教示を与えれば、保存段階への到達者をもっと増加させ得ると思われる。

ところで、Smedslundのいう「加減のシエム」とは、波多野(1965)では「加減のシエムa」ということになるが、Smedslund(1961a)の場合には、「加減のシエムa」と「加減のシエムb」の区別は必ずしも明確ではない。実際のところ、「加減のシエムa」による「加減すれば量が増減する」の判断は、「知覚的シエム」による「変形すれば量は増減する」の判断の直接の「否定」とはなり得ない。否定となるのは、「加減のシエムb」に基づく「加減がなければ量は増減しない」という判断であろう。ただし、この「加減のシエムb」と「加減シエムa」とは密接な関係にあり、

前者は後者から導き出されるものである。

本研究では、まず、物質量(粘土量)の保存課題事態において「加減のシエムa」と「加減のシエムb」の獲得または適用の水準を把握し、次に、これらのシエムと保存との関係を検討したい(実験I)。さらに、「加減のシエムb」の形成・強化によって「知覚的シエム」との矛盾の意識化を促す場面を設定し、矛盾解決を促進する言語教示の効果を見てみたいと思う(実験II)。

実験 I

1. 目的 粘土量の保存課題事態において否定の判断を生み出す可能性のある「加減のシエムa」「加減のシエムb」について、まずそれぞれの獲得の水準を把握し、次にそれらと保存獲得との関係を検討することを目的とする。

TABLE 1 被験者の構成

年齢段階	5歳	6歳
年齢幅	4:8-5:7	5:8-6:7
平均年齢	5:2	6:2
人数	25	25

2. 方法

- (1) 被験者 TABLE 1 に示す4~6歳の幼児50名。
- (2) 実験期間・場所 1987年11月。幼稚園内の会議室にて実施。
- (3) 課題・実験手続き 課題は、「物質量(粘土量)の保存課題」と「物質量(粘土量)の加減課題」の2種類である。課題内容は、FIG. 1とFIG. 2に示す通り。すべて個別実験。

I 物質量の保存課題 (FIG. 1)

まず「導入」として大きさの(量の)異なる2個の粘土ボールを提示し、「どちらの粘土が多いかな、それとも同じかな」と聞き、「そうだね、こっちが多いね。これからどっちの粘土が多いか、同じかを聞くよ」と言う。

その後で「粘土量の保存課題」(4問)に入る。

番号 変形操作	課題内容
① 片方変形	ソーセージ
② 片方変形	せんべい
③ 片方変形	ドーナツ
④ 片方分割	4個のボール

FIG.1 物質量の保存課題

番号 変形操作	課題内容
① 減算	取る
② 減算戻し	戻す
③ 加算	加える
④ 加算戻し	戻す
⑤ 減算ふり	(取るふりして取らない)
⑥ 加算ふり	(加えるふりして加えない)

FIG.2 物質量の加減課題

いずれも次の手順による。まず、同量の2個の粘土ボールを提示し、同量であることを確認した後で、一方を変形し、どちらの粘土が多いか、それとも同じかを尋ね、その理由も聞く。

II 物質量の加減課題 (FIG. 2)

①減算；一方の粘土ボールから少量の粘土を取り、どちらの粘土が多いか、それとも同じかを尋ね、その理由を聞く。以下、変形操作後の質問はすべて同じ。②減算戻し；「さっき取ったのをここに戻すよ」と言って、①で取った粘土をもとに戻す。③加算；一方に少量の粘土を加える。④加算戻し；「さっき付けたのを取るよ」と言って、

⑤で加えた粘土を取る。⑥減算ふり；「よく見てね」と言いながら、一方から少量の粘土をつまみ、そのままとのところに戻す。⑧加算ふり；一方に少量の粘土を付けるふりをして付けない。

3. 結果と考察

まず、保存課題と加減課題の問題別の正反応者数(%)をTABLE 2に示すことにしよう。年齢差を見ると、保存課題のすべての問題において5歳と6歳の間に有意な差が見られる。また、加減課題では問題②、④、⑤、⑥で有意差が出ている(人数による χ^2 検定で5%水準以上)。さらに、保存課題と加減課題とを比較すると、とくに5歳において保存課題の正反応率が低いことがわかる。

TABLE 2 保存課題と加減課題の正反応者数(%)

年齢段階 課題番号	5歳 (25)	6歳 (25)
保存課題	①	2 (8.0)
	②	1 (4.0)
	③	2 (8.0)
	④	3 (12.0)
加減課題	①	18 (72.0)
	②	11 (44.0)
	③	25 (100.0)
	④	14 (56.0)
	⑤	10 (40.0)
	⑥	12 (48.0)

次に、加減課題について詳しく見ると、問題③(加算)が5歳、6歳ともに100%の正反応率であるのに、問題①(減算)が72.0%、76.0%と低いのは、粘土を少量取った後の粘土が伸びて粘土が多く見えたことによると思われる。その結果として、問題②のとくに5歳の数値も44%と、かなり低くなっている。5歳の問題④の低い数値(56.0%)は、加算したことを忘れて減算だけを考えてためであろうか。問題⑤と⑥は、加算と減算の2つの操作が含まれたものであるが、これらも5歳で40%台である。

さらに、加減課題での正反応の「理由づけ」を見ることにしよう。TABLE 3は、理由づけのタ

TABLE 3 加減課題における正反応の理由づけの種類とその事例

理由づけのタイプ	事 例
A; 「加減なし」による理由づけ	「取ってないから」「付けてないから」
B; 「加減あり」による理由づけ	「取ったから」「付けたから」
C; 状態・結果による理由づけ	「大きいから」「丸いから」など
D; その他	「わからない」、無回答

TABLE 4 加減課題における正反応の理由づけ

理由づけのタイプ	年齢段階	問 題					
		①	②	③	④	⑤	⑥
A	5歳	*	*	*	*	0	0
	6歳	*	*	*	*	4	3
B	5歳	9	5	10	5	5(5)	4(3)
	6歳	18	19	23	18	15(11)	17(16)
C	5歳	6	2	12	4	3	5
	6歳	0	1	1	3	0	1
D	5歳	3	4	3	5	2	3
	6歳	1	0	0	3	1	1

注) 問題⑤⑥の () 内数字は、「取って(また)付けたから」または「付けて(また)取ったから」というように、加算と減算の2つの行為によって理由づけをした者の数である。

タイプとその事例を示したものである。Aタイプとは、粘土の加減がないから同じ、というものであり、問題⑤と⑥において期待される。Bタイプは、粘土の加減があったから一方の粘土が多くなった、というものである。Cタイプは、粘土の状態、変形結果による量の判断で、「大きいから」とか「丸いから」といった形状に関するものが主となる。Dタイプは、以上の3タイプ以外のもので、ほとんどが「わからない」や無回答で占められている。

この基準によって分類した結果を表したのが、TABLE 4である。6歳においてはBタイプが全体の平均で84.0%であるのに対して、5歳では42.2%となっており、その分Cタイプが35.6%と多くなっている(6歳は4.6%)。問題⑤⑥についてのみ見ると、Aタイプは5歳ではまったくなく、6歳でもそれぞれ4名と3名見られるだけである。

TABLE 5は、被験者ごとに保存の段階と加減

シエムの獲得との関係を示したものである。保存の段階の確定にあたっては、次の基準にしたがった。保存; 4問とも保存判断で、しかも3問以上について「保存の論拠」を用いているもの。中間; 2~3問保存判断で、そのうち1問以上について「保存の論拠」を用いているもの。非保存; 1問以下の保存判断。

また、加減のシエムについては、AかBのタイプの理由づけによる正反応数に基づき次の4水準に分類した。IV; 6正反応問のもの(ただし、そのうち少なくとも1問はAタイプの理由づけを含むこと) III; 6問のもの、II; 3~5問のもの、I; 0~2問

TABLE 5 保存と加減シエムの関係

加減/保存	保存段階	中間段階	非保存段階
IV	5 [0.5]	0 [0.0]	0 [0.0]
III	3 [0.3]	5 [0.5]	2 [0.2]
II	3 [1.2]	0 [0.0]	11 [6.5]
I	0 [0.0]	1 [0.1]	20 [18.2]

注) 数字は人数 [5歳・6歳] を表す。

のもの。この分類の過程で、次のことが明らかとなった。すなわち、6歳では正反応数と水準とがほぼ一致するのに対して、5歳ではそれが必ずしも一致しないということである。

この表から、保存の段階と加減のシエムの水準との間には正の相関があることがわかる。つまり、加減のシエムが高い水準にある者は、保存の段階

に到達している傾向が見られるということである。しかし、加減シエムが水準Ⅲにあっても中間段階や非保存段階にいる者がそれぞれ5名、2名存在することがわかる。このことは、加減のシエムaが完全に獲得されていても、保存のシエムが形成されていないことを意味する。

以上の結果について考察すると、まず加減シエムに関しては、加減課題において必ずしも「加減のシエムa」（加減があれば量の増減ありの理解に関するシエム）を用いるとは限らず、5歳においては約1/3の者が加減操作の結果または状態によって量の比較をおこなう。しかし、6歳になると8割以上の者がこの「加減のシエムa」を用いるようになる。しかし、「加減のシエムb」を用いるのは年長だけであり、それも1割足らずである（TABLE 4）。

したがって、「加減のシエム」の適用については、「加減シエムのa・b」のどちらも用いず加減操作の結果・状態によって量の判断をする段階があり、次に「加減のシエムa」、最後に「加減のシエムb」の段階に到達する、という道筋が仮定される。ただし、6歳でも自発的に「加減のシエムb」を用いることは少ないが、「加減のシエムa」のレベルが高ければかなりの程度「加減のシエムb」が形成されていると見てよからう。問題は、このシエムが保存課題事態で機能するかどうかである。

次に、「加減のシエム」と保存の獲得との関係については、「加減のシエムb」を用いている者はすべて保存段階に到達していた。しかし、「加減のシエムa」が完全に獲得されていても保存段階に到達していない者が存在することが明らかになった。このことは、「加減のシエムa」の獲得が否定の判断を生み出さないことを示唆する。

「加減のシエムb」が適用されたとき、つまり仮定上の行為が意識化（言語化）されたときにはじめて否定の判断が生み出され、矛盾の意識化へと結びつくのではなからうか。ただし、この「加減

のシエムb」は「加減のシエムa」から派生すると考えられるので、「加減のシエムa」の強化・発展がけっきょくは「否定」の生産につながると思われる。

実験 II

1. 目的

「否定」の生産のための下位操作としての「加減のシエムb」の形成・強化と適用によって否定の自覚化と矛盾の意識化を促し、その後で言語指示を与える群（G1）と与えない群（G2）、さらに矛盾事態に直面させないで言語指示だけを与える群（G3）の3群を設ける。このことによって、矛盾解決を援助する言語指示を与えることが保存段階への到達を促進するという仮説を検証する。

2. 方法

(1)被験者 実験Ⅰの物質量（粘土量）の保存課題において、「中間」または「非保存」段階と判定された4歳～6歳の幼児、合計39名。年齢段階、保存の段階および「加減シエム」の水準、性別がほぼ均等になるように13名ずつの3つのグループ（G1・G2・G3）に分けられた。

(2)実験期間と実験場所 1987年11月～12月。実験は幼稚園内の会議室、保健室、園長室で実施された。すべて個別実験である。

(3)実験手続き 実験は次のⅠ～Ⅳから成る。

I 事前テスト

物質量（粘土量）の保存課題4問。実験Ⅰの結果をデータとして用いる。

II 訓練実験とそのプログラム

訓練実験プログラムは、次の2つの下位プログラム（A・B）から成る。第1のものは3つのグループに共通であるが、第2のものはグループによって異なる。訓練実験は、下位プログラムA、Bの順に実施する。

A. 「加減シエムa・b」の形成・強化プログラム（FIG. 3参照）「加減シエムa・b」の形成・

(1) 「量的同一性」の事態

番号 変形操作 (操作者)	変形	教 示
① 減算・減算なし (実験者)		(1) ここから粘土を取ると粘土が減ってしまうね。 (2) ここから粘土を取らないと減らないね。
② 加算・加算なし (実験者)		(1) ここに粘土を加えると粘土が増えるね。 (2) ここに粘土を加えないと増えないね。
③ 減算・減算なし (被験者)		(1) ここから粘土を取るとどうなるかな……減ってしまうね。(2) ここから粘土を取らないとどうかな……減らないね。
④ 加算・加算なし (被験者)		(1) ここに粘土を加えるとどうなるかな……増えるね。(2) ここに粘土を加えないとどうかな……増えないね。
⑤ 減算・減算なし (実験者)		ここから粘土を取ると粘土は減るけれども、取らないと粘土は減らないね。
⑥ 加算・加算なし (実験者)		ここに粘土を加えると粘土は増えるけれども、加えないと粘土は増えないね。

(2) 「量的等価性」の事態

① 減算・減算なし (実験者)	A B	(1) こっち (B) から粘土を取るとこっち (B) の粘土が減ってしまうから、こっち (A) の粘土が多いね。 (2) 粘土を取らないと粘土は減らないから、AとBの粘土は同じだね。
② 加算・加算なし (実験者)	A B	(1) こっち (B) に粘土を加えるとこっち (B) の粘土が増えるから、こっち (B) の粘土が多いね。 (2) 粘土を加えないと粘土は増えないから、AとBの粘土は同じだね。
③ 減算・減算なし (被験者)	A B	(1) Bから粘土を取るとBの粘土が減ってしまうからどっちが多いかな……Aの粘土が多いね。 (2) 粘土を取らないと粘土は減らないから、AとBの粘土はどっちが多いかな……同じだね。
④ 加算・加算なし (被験者)	A B	(1) Bに粘土を加えるとBの粘土が増えるから、どっちが多いかな……こっち (B) の粘土が多いね。 (2) 粘土を加えないと粘土は増えないから、AとBの粘土はどっちが多いかな……同じだね。
⑤ 減算・減算なし (実験者)	A B	Bから粘土を取るとBの粘土が減ってしまうから、こっち (A) の粘土が多くなるけれども、粘土を取らないと粘土は減らないから、AとBの粘土は同じだね。
⑥ 加算・加算なし (実験者)	A B	Bに粘土を加えるとBの粘土が増えるから、こっち (B) の粘土が多くなるけれども、粘土を加えないと粘土は増えないから、AとBの粘土は同じだね。

FIG.3 「加減のシエム a・b」の形成・強化プログラム

強化が目的である。次の2段階から成る。

(1) 「量的同一性」事態における形成・強化

手順としては、まず被験者の前に粘土ボール1個を提示し、実験者が「ここから粘土を取ると粘土が減ってしまうね」と言い、その後で「ここから粘土を取らないと減らないね」と教示する。これは「①減算・減算なし」の部分の説明であるが、以下②～⑥まで同様の手順でおこなう。なお、教示の中の「・・・」は、実験者の一方的な説明・教示にならないように被験者の応答を期待する箇所である。また、説明は粘土ボールを指さしながらおこなう。

(2) 「量的等価性」事態における形成・強化

同じ大きさ(量)の2個の粘土ボールを提示し、「ここから(B)から粘土を取るとこっち(B)の粘土が減ってしまうから、こっちの粘土が多いね」と言い、次に「粘土を取らないと粘土は減らないから、(A)と(B)の粘土は同じだね」と説明する。以上は「①減算・減算なし」の部分であるが、②～⑥もこれと同じ手順に従う。

B. 矛盾の意識化と解決のための教示プログラム (FIG. 4) 試行①から試行④まであり、各試行には次の3種の教示が含まれている。

(1)知覚的シエムの適用；同じ大きさの(量)の2個の粘土ボールを提示し、粘土が同じだけあることを確認した後で一方を変形し、「どちらの粘土が多いかな、それとも同じかな」と尋ね、その理由も聞く。

(2)加減シエムbの適用；「こっちの粘土の形を変えるとき、粘土を取ったり加えたりしたかな。・・・そうだね、していないね。取ったり加えたりしないと粘土はどうかな・・・同じ(まま)だね」と説明する。

(3)矛盾解決のための言語教示；「形を変えると、こっちが多く見えるけれども、そう見えるだけで、取ったり加えたりしていないから同じなんだよ」というように、「見掛けの量と実際の量との区別」と「加減のシエムb」を強調することによって、

知覚的シエムによる判断と加減シエムbによる判断との矛盾を乗り越える手掛かりを与える。ただし、教示の順序は試行によって異なる。

グループ別に以上の第2の下位プログラムを示すと、次のようになる。

G1；知覚的シエムの適用+加減シエムbの適用+言語教示 G2；知覚的シエムの適用+加減シエムbの適用 G3；知覚的シエムの適用+言語教示

III 直後・事後テスト

(1)直後テスト 事前テストと同じ。訓練実験の直後に実施。(2)事後テスト 事前テストと同じもの。訓練実験の1週間後に実施する。

なお、事後テストにおいて保存段階に到達しなかった者については、事後テスト終了後に再度同じ訓練実験を繰り返す。その後に直後テストをおこない、1週間後に再び事後テストを実施する。訓練実験、直後テスト、事後テストについて、1回目と2回目とを区別する必要があるときは、それぞれ訓練実験①、②、直後テスト①、②、事後テスト①、②と呼ぶことにする。

3. 結果

(1) 訓練実験による判断と保存の段階の変化について

TABLE 6は、訓練実験後の直後テスト①・事後テスト①および直後テスト②・事後テスト②における反応結果(判断)を示したものである。保存の段階および加減のシエムの水準の区分は実験Iの結果によるものであるが、加減のシエムについては水準だけでなく加減課題6問中の正反応数も併記した。またTABLE 7は、各テストにおける保存の段階別の人数を表したものである。ただし、段階の確定にあたっては実験Iの保存課題と同じ基準を用いた。

まず、グループ間の差を見るために、TABLE 6に示した人数に基づいて χ^2 検定をおこなった(なお直後②、事後②については、括弧内の人数を含めた)。その結果、直後①・事後①・直後②・

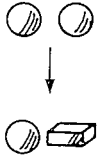
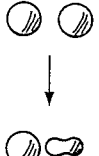
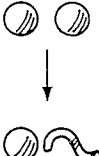
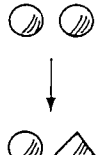
試 行	内 容	質 問 ・ 教 示
<p>試行①</p> 	(1) 知覚的シエムの適用	① どちらの粘土が多いかな、それとも同じかな。 ② どうしてそう思ったのかな。
	(2) 加減のシエムbの適用	こっちの粘土の形を変えるとき、粘土を取ったり加えたりしたかな。… そうだね、していないね。取ったり加えたりしないと粘土はどうかかな……同じ(まま)だね。
	(3) 矛盾解決のための言語指示	形を変えると、こっちが多く見えるけれども、そう見えるだけで、取ったり加えたりしていないから同じなんだよ。
<p>試行②</p> 	(1) 加減のシエムbの適用	こっちの粘土の形を変えるとき、粘土を取ったり加えたりしたかな。… そうだね、していないね。取ったり加えたりしないと粘土はどうかかな……同じ(まま)だね。
	(2) 知覚的シエムの適用	①どちらの粘土が多いかな、それとも同じかな。 ②どうしてそう思ったのかな。
	(3) 矛盾解決のための言語指示	形を変えると、こっちが多く見えるけれども、そう見えるだけで、取ったり加えたりしていないから同じなんだよ。
<p>試行③</p> 	(1) 知覚的シエムの適用	①どちらの粘土が多いかな、それとも同じかな。 ②どうしてそう思ったのかな。
	(2) 加減のシエムbの適用	こっちの粘土の形を変えるとき、粘土を取ったり加えたりしたかな。… そうだね、していないね。取ったり加えたりしないと粘土はどうかかな……同じ(まま)だね。
	(3) 矛盾解決のための言語指示	形を変えると、こっちが多く見えるけれども、そう見えるだけで、取ったり加えたりしていないから同じなんだよ。
<p>試行④</p> 	(1) 加減のシエムbの適用	こっちの粘土の形を変えるとき、粘土を取ったり加えたりしたかな。… そうだね、していないね。取ったり加えたりしないと粘土はどうかかな……同じ(まま)だね。
	(2) 知覚的シエムの適用	①どちらの粘土が多いかな、それとも同じかな。 ②どうしてそう思ったのかな。
	(3) 矛盾解決のための言語指示	形を変えると、こっちが多く見えるけれども、そう見えるだけで、取ったり加えたりしていないから同じなんだよ。

FIG.4 訓練実験の内容と手順

TABLE 6 訓練実験による判断の変化

G年齢	被験者 性別	保存加減	直後テ①	事後テ①	直後テ②	事後テ②		
G 1	5 歳	1 H. U. 女	I I (6問)	++++	++++			
		2 T. K. 男	I I (5問)	++++	++++			
		3 K. K. 男	I I (5問)	-+--	-+--	++++	++++	
		4 M. I. 男	I II (4問)	+--+	++++	++++	+----	
		5 M. Y. 男	I I (3問)	-----	-----	(欠席)		
		6 R. D. 女	I I (3問)	-----	-----	-----	+----	
		7 R. K. 女	I I (2問)	++++	++++			
		8 J. Y. 男	I I (1問)	-----	-----	+----	-----	
	6 歳	1 A. S. 女	II III (6問)	++++	++++			
		2 U. K. 男	I II (6問)	++++	++++			
		3 E. M. 女	I III (6問)	++++	++++			
		4 Y. Y. 男	II I (3問)	++++	++++			
		5 A. M. 女	I II (3問)	++++	++++			
	G 2	5 歳	1 S. O. 女	I I (6問)	++++	++++		
			2 Y. N. 男	I I (5問)	--+-	-----	-----	-----
			3 U. A. 男	I II (4問)	++++	++++		
4 S. M. 男			I II (4問)	-----	-----	-----	-----	
5 M. S. 女			I II (3問)	-+--	-----	-----	+----	
6 K. A. 女			I I (3問)	-----	-----	-----	-----	
7 J. M. 男			I I (2問)	-----	-----	-----	-----	
8 K. S. 男			I I (1問)	-----	-----	(欠席)		
6 歳		1 M. N. 女	II III (6問)	++++	++++			
		2 T. S. 男	II III (6問)	++++	++++			
		3 K. O. 女	I II (5問)	++++	++++			
		4 T. M. 男	I II (4問)	--++	-----	-+--	-+--+	
		5 T. K. 男	I I (3問)	++++	++++	++++	++++	
G 3		5 歳	1 S. Y. 男	I II (6問)	++++	++++		
			2 T. O. 男	I I (5問)	-----	-----	+----	-----
	3 M. K. 女		I I (4問)	++++	++++			
	4 R. S. 男		I II (4問)	-----	-----	-----	-----	
	5 E. S. 女		I I (4問)	++++	+--+	++++	+--+	
	6 K. I. 女		I I (2問)	++++	-----	++++	-----	
	7 M. H. 女		I I (1問)	--+-	-----	--++	++++	
	8 Y. D. 男		I I (1問)	++++	-----	++++	+--+	
	6 歳	1 K. Y. 男	I III (6問)	++++	++++			
		2 M. M. 女	II III (6問)	++++	++++			
		3 S. S. 女	II III (6問)	++++	++++			
		4 A. S. 女	I II (5問)	++++	+--+	++++	++++	
		5 K. U. 男	I I (1問)	-----	-----	+--+	-----	

注) + ; 保存判断, - ; 非保存判断。

事後②のいずれのテストにおいてもグループ間に統計的な有意差はなかったが、事前テストと訓練実験後の直後①・事後①・直後②・事後②との間

にはどのグループにおいても5%から1%水準で有意差が見られた(G1-事前と直後①; $\chi^2=8.93$, $df=2$, $p<0.05$, 事前と事後①; $\chi^2=12.25$, 事前

TABLE 7 訓練実験の効果について

テスト	実験群 保存段階	G 1 (13名)	G 2 (13名)	G 3 (13名)
事前	III	0	0	0
	II	2	2	2
	I	11	11	11
直後①	III	5	5	6
	II	4	2	0
	I	4	6	7
事後①	III	8	5	5
	II	0	1	1
	I	5	7	7
直後②	III	8	5	6
	II	2	1	2
	I	2(1)	6(1)	5
事後②	III	8	5	7
	II	1	1	1
	I	3(1)	6(1)	5

注) 数字は人数。() 内数字は、欠席のために訓練実験②が受けられなかった者で、事後テスト①段階 I であったので、ここではそのまま I にいれて集計した。

と直後②; $\chi^2=12.57$, 事前と事後②; $\chi^2=11.60$, 以上いずれも $df=2$, $p<0.01$, G 2—事前と直後①; $\chi^2=6.47$, 事前と事後①・直後②・事後②; $\chi^2=6.22$, 以上いずれも $df=2$, $p<0.05$, G 3—事前と直後①; $\chi^2=8.88$, 事前と事後①; $\chi^2=6.22$, 事前と直後②; $\chi^2=8.25$, 以上いずれも $df=2$, $p<0.05$, 事前と事後②; $\chi^2=9.58$, $df=2$, $p<0.01$ 。ただし、直後①・事後①・直後②・事後②のどの組み合わせの間にも有意差は認められなかった。

これらの結果は、本実験の3つの訓練実験プログラムがいずれも物質量の保存の形成にとって効果的であるが、その効果の差異は認められないこと、また、第1回目の訓練実験で保存段階に到達しなかった者に対して再度実施された訓練実験②は、それほど大きな効果をもたらさなかったことを示している。

しかし、保存段階への到達者数で見ると、直後テスト①ではほとんど差がないが、事後テスト①ではG 1の保存段階の者が13名中8名(61.5

TABLE 8 保存段階到達者の判断の論拠

実験群	年齢段階	番号	被験者名	課題番号				
				①	②	③	④	
G 1	5歳	1	H. U.	b	b	*	b	
		2	T. K.	*	c	a	a	
		7	R. K.	b	b	b	b	
	6歳	1	A. S.	a	a	a	a	
		2	U. K.	b	b	b	b	
		3	E. M.	a	a	a	a	
		4	Y. Y.	a	a	a	a	
		5	A. M.	a	a	b	b	
	G 2	5歳	1	S. O.	b	b	b	c
			3	U. A.	b	b	b	b
6歳		1	M. N.	a	b	b	a	
		2	T. S.	a	a	a	a	
		3	K. O.	a	a	a	c	
G 3	5歳	1	S. Y.	a	b	b	a	
		3	M. K.	b	b	b	c	
		7	M. H.	b	b	b	b	
	6歳	1	K. Y.	a	a	a	a	
		2	M. M.	a	b	a	a	
		3	S. S.	c	a	a	a	
		4	A. S.	a	b	a	b	

注) 表中の記号(a~cおよび*)は以下の論拠を示す。a; 単純な同一性(「さっき同じだったから」「形を変えただけ」) b; 加法的同一性(「取ったり加えたりしていないから同じ」) c; 逆戻りによる可逆性(「もとに戻せば同じ」) *; その他(「同じだから」「そう思ったから」)

%)と、G 2とG 3のそれぞれ5名(38.5%)を上回っているおり、G 1の訓練実験プログラムの優位を示すものと見ることができる。しかし、2回目の訓練実験の効果を直後テスト②と事後テスト②で見ると、G 1とG 2ではまったく変化がなく、G 3においてのみ直後②で1名、事後②で2名の増加が見られるだけであり、ここではむしろG 3のプログラムの効果が現われている。

(2) 訓練効果と被験者の前提条件

次に、どのような被験者において訓練実験の効果があつたかを見ることにする。TABLE 1から読み取れることは、次のことである。(7)保存のシエムに関して中間段階にあつた者は、すべて保存

段階に到達している（中間段階の者は加減のシエムの水準も高い傾向にある）。(i)非保存段階にあった者でも、6歳の場合に加減のシエムの水準が高ければ、保存段階に到達することができる。(ii)しかし5歳の場合、加減のシエム（加減シエムa）の水準と加減課題の正反応数が必ずしも一致せず、正反応数の多い者が保存段階に到達する傾向が見られるが、水準・正反応数の両方が低くても保存段階に達している者もいる（G1のR. K. とG3のM. H.）。

(3) 保存段階到達者の判断の論拠について

ところで、訓練実験によって形成された保存シエムの質的な側面についても検討しなければならない。TABLE 8は、保存段階到達者の保存判断の論拠を示したものである。G3のM. H. とA. S. については事後テスト②の結果を示してあるが、他の者はすべて事後テスト④の結果である。

この表から、保存判断の論拠として用いられているのは、そのほとんどが「単純な同一性」と「加法的同一性」であり、「逆戻りによる可逆性」はごくわずか見られるだけである。とくに注目すべきことは、「加法的同一性」の論拠が数多く用いられていることであり、ここに訓練実験の効果を見ることができる。

4. 考察

事後テスト④で保存段階到達者を見ると（TABLE 7）、G1では8/13名（61.5%）、G2とG3ではどちらも5/13名（38.5%）であり、事前テストの比較では統計的にも有意な差が現れていることから、3つのGの訓練プログラムはいずれも物質量の保存のシエム形成にとって効果的であったといえる。また、G間の差については、統計的に有意とはなっていないが、G1がG2、G3よりも人数が多く、G1の訓練プログラムの優位を示すものといえよう。保存段階到達者の判断の論拠を見ると、「加法的同一性」が多く用いられており、訓練実験の直接の効果を物語っている。

訓練実験②によって効果があったのはG3だけ

で、2名の保存段階到達者の増加があり、これを合わせると7/13名（53.8%）になる。当初、G3では矛盾を意識化させずにたんに言語教示を与える群と規定したが、訓練実験では他のGと同様に、「加減のシエムb」の形成・強化がおこなわれており、しかも「知覚的シエム」の適用後に言語教示が与えられることを考えると、矛盾の意識化が起こったのかもしれない。

ところで、Smedslund (1961b) の有名な「非強化・葛藤試行による訓練プログラム」での進歩者は、4/15名（26.7%）であった。本実験のG1の訓練プログラムは、このSmedslundの結果よりも高い値を示している。このことは、2つの判断の非両立性（矛盾）を際立たせ、その矛盾解決を助ける言語教示を与えることが保存のシエムの形成を促進することを物語っている。またG2、G3の訓練プログラムも、わずかではあるがSmedslundの結果を上回っている。

Smedslundの訓練対象児は4:9～7:3歳（平均年齢6:2歳）であり、本実験の被験者よりも上の年齢が多少高いこと、またSmedslundの進歩の基準は、物質量の保存課題2問における得点の向上といっているだけで、2問とも保存判断なのか1問でもよいのかとの明示がないこと、さらに判断の論拠についてはまったく触れていないことを考えると、保存段階への移行の基準そのものは本実験ほど厳しくない。これらのことから、Smedslundの訓練プログラムに対する本実験の訓練プログラムの優位が明らかである。ただし、Smedslundにおいては、訓練前の被験者の状態が不明なので、この点の比較は不可能である。

しかし、たんに訓練プログラムの効果の大小を見るだけでは不十分である。本実験では、どのような前提条件をもつ被験者に対して訓練実験が効果をもつかを明らかにするために、訓練前に保存の段階と「加減のシエムa・b」の水準をあらかじめ把握しておいた。ただし、加減のシエムについては、水準IV、つまり加減シエムbの自発的適

用が可能な者はいないので、水準Ⅲ以下の者だけである。TABLE 6が示すように、訓練前において中間段階にあり、しかも加減のシエム水準も高い者、および非保存段階にあった者でも加減のシエム水準の比較的高い(水準Ⅲの、または加減課題の正反応数が多い)者は、保存のシエムを獲得していることがわかる。それに対して、保存段階に到達できなかった者は、ほとんどが非保存段階にあって、しかも加減のシエム水準の低かったものである。これらの結果は、加減のシエム水準の比較的高い者に対して訓練実験が効果をもったことを示しており、このことから、加減のシエム水準が高ければ、「加減シエムb」の形成・強化が容易で、「否定」を生み出す可能性も大となり、矛盾の意識化も促進されると考えられる。しかし、非保存段階で加減のシエム水準の低い者でも、保存段階に到達している者が2名見られた。こうした事実は、訓練実験によって加減のシエム水準に関する前提条件を作り替え得ることを示唆している。

Smedslund (1961a)の研究では、「変形の(知覚的)シエム」によって反応し続ける被験者が多く存在することが報告されているが、これらは、(Smedslundのいう)「加減のシエム」によっては「否定」の生産がおこなわれないことを示唆するものと思われる。

以上のことから、非保存判断に対する「否定」を生み出す「加減のシエムb」が保存段階への移行、つまり物質量の保存のシエムの構築に大きな

意味をもっていることがわかる。換言すれば、この「加減のシエムb」をいかに形成・強化し、機能化させるかが第1の重要なポイントとなるということである。しかし、「否定」の生産は矛盾の意識化へと結びやすいが、矛盾を解決できるかどうかは別の問題であり、そこに第2のポイントがある。訓練実験の言語指示は、この矛盾解決に有効に働いたと推測される。

文 献

- 波多野 誼余夫 1965 ピアジェの実験児童心理学
波多野完治編 ピアジェの発達心理学 国土社
132-155。
- 波多野 誼余夫・伊藤 恭子 1985 新ピアジェ派学習
実験の授業への示唆 波多野完治監修 稲垣佳世
子編 ピアジェ理論と教育 国土社 173-194。
- Smedslund, J. 1961a The acquisition of con-
servation of substance and weight in children.
V. Practice in conflict situations without
external reinforcement. Scand. J. Psychol.,
2, pp.156-160.
- Smedslund, J. 1961b The acquisition of con-
servation of substance and weight in children.
VI. Practice on continuous vs. discontinuous
material in problem situations. Scand. J.
Psychol., 2, pp.203-210.
- <付記> 本実験の実施については、長野県短期大
学付属幼稚園の協力をいただきました。先生方と
園児の皆様にご心からお礼を申し上げます。また、
実験を手伝ってくれた長野県短期大学幼児教育学
科の学生の皆様にご感謝を申し上げます。