

保存性研究の諸問題について

教育方法学・教育心理学 落合正行

保存性 (conservation) の研究は現在から30年余り前に Piaget (1941, a, b) によりなされたものであるが組織的に研究され始めたのは今から15年程前からである。Piaget によると保存性 (Brainerd, 1971(a) は, first-order conservation と second-order conservation とに区別しているが、ここでは彼の言う first-order conservation を指す) は具体的操作の現われと考えられており、また重視されている。これは、Bruner (1966) も述べている様に、非保存から保存への移行は前操作期から具体的操作期への移行を示しており、それは内面化した操作への移行を示すものであり、それ故操作の特徴である可逆性 (reversibilité) が重要であると Piaget は考えている。

ところで、Piaget らが行った保存性の実験を液体量の保存を例に述べてみよう。材料は2つの同一の容器 A と A' (直径約5cm, 高さ約8cm), 1つの細長い容器 E (直径約3cm, 高さ12cm), 1つの太短い容器 L (直径約7cm 高さ4cm), 4つの小さな同一の容器 P₁ P₂ P₃ P₄ (A の体積の1/4の体積), 2つの色のついた水が入っているびん (水の色は、たとえば赤と緑) から成っている。はじめに A と A' の容器がすべて同じ次元から成っていることを被験者 (以下 S_s と記す) に確め、びんの方で A に水を移し、S_s に他方のびんで A' に A と等しい量を入れるように言う。A と A' とに等しい量が入っていることを S_s が確認したのち A' を E に移しかえる。その際、A と E とに同じだけあるか、どちらが多いか、少いかという質問を S_s にする。そして、判断とともにその理由を S_s に問う。保存反応を示した S_s については、水位のちがいに目を向けさせ、同じだけ飲めないのではないか、あるいは、他の子どもは、水位が高いからたくさん飲めると言っているという counter-argumentation がなされる。一方、非保存反応を示した S_s についても、はじめに量が等しかったことを示唆したり、子どもが無視している次元に注意を向けさせたりする counter-argumentation がなされる。そして、再び S_s に判断と理由づけを要求する。それから、E から A' に水をもどす前に A' にもどすと A と同じだけ飲めるかどうかを S_s に問う。これに正しく答えられない場合には実際にもどして等しいことを S_s に示す。そして、容器を E から L, P₁ P₂ P₃ P₄ に変えて同様のことを行うというものである。以上の手続により、Piaget は3つの段階を区別した。第

1段階は、量の純粹の非保存を示す段階で行為、さらには形に中心化する。この段階のある子どもは高さに中心化し高い方が多いという関係づけをするし、また他の子どもは変換の出発点にたちかえることができる (renversabilité) という様にいくつかの下位水準に分けられる。第2段階は、中間段階で量の非保存と保存の解決の間を動揺することで特徴づけられる。この動揺は1つのテスト内でみられるものでもあるし、また、同程度の困難度をもった様々のテスト間でもみられるものである。第3段階は、保存の段階で、その理由づけも論理的になされる。

以上の実験を Piaget は臨床法 (méthode clinique または, méthode d'exploration critique) で行った。そして、Piaget は保存性の概念は逆 (inverse, annulation) と相補関係の補償 (compensation de relation réciproque) という特徴をもった操作体系を表わしていると考えた。その根拠は、1つには子どもの判断の論拠が“もとの容器に水をもどしさえすればよい。そうすればいつも飲むのに同じだけあることがわかる”という逆操作や、“水はより高いけど容器はより細い。それで同じになる”という補償性、さらに、“何も付け加えもとつてもいらないから同じだけある”という同一性ということに基づいている、ということにあると考えられる。

以上の Piaget の保存性実験に関する批判として、Brainerd (1973 b) の指摘にあるように大きく刺激側と反応側に分けられる。刺激側の批判は、Braine & Shanks (1965) の批判で代表される様に言語指示のあいまいさを指摘したものである。彼らは以前の研究 (Braine 1959) のあとを受け、Piaget の実験で S_s に与えられる言語指示があいまいであること、さらに Piaget の手続は具体的操作の把握以上のものを S_s に要求していると考えた。すなわち、size conservation の実験で S_s への指示として“どちらが大きいか”という質問が与えられるが、Braine らによると5才児の大多数はこの質問に対して“大きくみえる” (It looks bigger) と受けとり、実験者の意図している本当の大きさについて問われているとは受けとらないことが示された。さらに、5才児の大多数は本当の (real) とみかけの (phenomenal) との区別を学習することができることも示された。Sullivan (1969) は、この Braine らの考えを、前操作から具体的操作への移行は

S_sが教示中の Key word の概念を大人（実験者）と同じ意味を持つ様に学習するという言語学習の進歩で説明するという“意味的”（semantic）解釈であると考えている。また、Griffiths, Shantz, & Sigel（1967）は、同じく S_sに与えられる教示中の relational terms に焦点をあてている。つまり、保存課題で S_s の反応に影響する要因として S_s の “more”, “some”, “less” という relational terms を理解しているかどうかにより保存反応を示さなかった S_s は、(1) relational terms が理解できないから、(2) 保存ができないから、(3) その両者なのかわからないことを指摘している。彼らは4—5才の S_s を対象に3つの保存領域（数、長さ、重さ）で子どもの relational terms の理解と生産を研究した。その結果、“same” は特に重さの領域でそうだが、すべての S_s にとってもっとも困難であった。保存領域に依存しているが、“same” が困難であることの解釈として、“same” には identity と equivalence という2つの意味を含んでいるからであると述べている。ただ、この実験では、長さの領域に関しては、relational terms として、longer, shorter という語を用いており、longer を more と shorter を less と等価なものとして扱っている点で、Bickford & Looft（1973）の批判がある。また、Lumsden & Kling（1969）は、size conservation の実験で S_s に対する言語教示中の “bigger” という語の使用に関する問題を述べている。彼らは5½—7½才の S_s に “bigger” という語を訓練により大人（実験者）と同じ概念を持つようにしたところ、size conservation をひき出すのにこの訓練が効果的であることを指摘している。ただし、この効果は年長児（6½—7½才）にのみみられた。同様に子どもの relational terms の問題に関し、Harasym et al（1971）は、保存の段階と relational terms の SD 法によるパタンとの関係をみた。子どもの relational terms の理解についての研究は、たとえば、Donaldson & Balfour（1968）は、3才5ヶ月—4才1ヶ月の S_s では、less を more と混同することを示しているが、そのような研究を受けて、Harasym らは平均年齢93ヶ月の S_s を用い、6つの保存領域で relational terms（same, different, more, less）を5段階評定の SD 法を用いてその関係をみた結果、保存の水準と SD のパタンに関係があることが示された。また、Donaldson らの結果と異なり、SD 法では、less は非保存児でも比較的是っきりしたパタンを示し、less を中心に保存の水準が上になるほど more が分化し、やがて less と正反対のパタンを示す様になることが示されている。また、same は more や less

と比べると困難であった。さらに、Palermo（1973）は、この Donaldson や Harasym らの結果をたしかめている。

以上の Braine らにはじまる実験の諸結果は Piaget 型の実験事態では relational terms の理解、教示の理解が保存にとって必要条件（十分条件ではない）であることを示している。このような刺激側の問題は、Smedslund（1969）の心理学的診断の誤診に関する2つのタイプのうちの1つにあてはまる。すなわち “symptom-response”（所与の条件のもとでその反応が存するか否かにより求める process, concept, capacity が存するか否かを決定するような反応をさす）が存在しないからといって求める能力が存在しないと判断する場合の誤りを指摘しているものである。

次に、反応側として、保存反応の規準の問題がある。Oléron & Thong（1968）も指摘しているように、様々な規準が用いられているが、Genevan では子どもの判断（judgment）とその論理的説明（logical explanation）を反応規準として採用している。一方、子どもの判断のみを規準として採用している例もある。Genevan（Inhelder, & Sinclair, 1969）は、S_s が保存概念に対して具体的操作段階にあるかどうかの規準として、(1)正しい等価判断、(2)論理的なその判断の正当化、(3)言語的 Counter-Suggestion に抵抗を示すこと、(4)関係した課題について正反応を示すことという4つの規準をあげている。このうち、問題となる点は(2)の論理的理由づけであると考えられる。Gruen（1965）は、Genevan では判断+説明が、Non-Genevan では判断のみを規準とすることが理論と調和しているとべている。この種の問題に関係する研究として、たとえば、Gelman & Weinberg（1972）の研究がある。彼らは、液体量保存と補償との関係を研究する際、4つの規準、すなわち、(1)行為のみ（判断）、(2)行為+論理的説明、(3)行為+最少の補償説明、(4)行為+十分な補償説明という規準で同一の S_s を分類すると特に規準(1)(2)と(3)(4)でかなりちがった結果がみられ、特に(4)の規準では11—12才の S_s でもほとんどが非保存の段階になってしまうことを示している。また、一方、Mehler & Bever（1967）Bever, Mehler & Epstein（1968）では反応規準として動作（特に eating）を採用しているが、彼らは2才4ヶ月の S_s でも保存反応を示すことが可能であること、また、relational terms の理解もあると述べており、彼らは、保存はほとんど生得的であると考え、長い列には沢山あるといった経験により、一時非保存を示し、再び Piaget らの言う保存が示される段階があると主張しているが、Beilin（1968）や Piaget（1968）らの批判があ

り、彼ら自身の他には、ほとんどその結果を確かめた研究はない。もちろん、規準の採り方により結果が異なるのは当然のことであって、問題は、どのような規準が適切かということであろう。Brainerd (1973 b) は学習実験の効果とその規準の採り方にあまり関係がなく、わずかに判断のみの規準が良いと述べている。説明を要するという点に関して、Brison (1966) は、explanatory set (たとえば、何故家にはドアがあるのかを説明させる) と保存獲得との関係をみているがあまり関係がないと述べている。しかし、保存の理由づけを要求することは、保存判断に加えてそれを説明する能力を要求することとなり、Smedslundの言うタイプの error を生じることとなり、Brainerd (1973 b) は判断のみの方が Smedslund の言う error がなく適切であると考えている。

以上の刺激側と反応側の批判は、臨床法と関係がある。もちろん方法はそれ自体でよし悪しは決しがたいものである。Inhelder et al (1974) は、通常の実験の手續と臨床法のちがいを2つ述べている。1つは、新たな領域を開拓するという点に関して臨床法は子どもの思考の思いがけない、そして、しばしば予見できない original な行為によって進むべき方向をみ出し得ること、もう1つとして、実験者は観察された行為の認知的な様々な意味についてたえず仮説を持ちそして、それらを生き生きと説明することができると言う点をあげている。しかし、臨床法がその利点を持ち、また Piaget らがその方法で大きな成果をあげていると言う点で臨床法を評価する必要があるとしても、困難な矛盾した点も見落してはならない。

〔保存性の原理〕

保存性の原理に関して、Piaget は逆操作、補償、同一性という操作、したがって可逆性を考えているが、Bruner (1966) は、逆操作にせよ補償にせよそれが保存の達成にとって有効であるのは、最初に水量が等しいと評定したことに基づいているにちがいないと考えている。すなわち、水量の最初の等しさをずっと続けて把握していることが逆操作にとっても補償にとっても決定的なきめ点となると考え同一性を強調している。そこで、彼は同一性の心理学的意味を調べる実験や保存の獲得を促進させるための手段として知覚的に遮蔽し表象の手段として言語を導入するというスクリーニングの実験を行っている。これは、いはば、表象間のコンフリクトを起すことであると考えられる。この実験に対して、Piaget (1967) は、3つの点で批判している。すなわち、(1) 真の保存 (true conservation) と

にせの保存 (Pseudo-conservation) の区別が必要で Bruner らはこの点のチェックに欠けていること、(2) 次元の共変 (covariance) と補償とが混同されていること、(3) renversabilite (empirical return) と reversibilite とが混同されているという批判である。(1) について、このチェックとして Piaget は同じだけ飲むように水を2つの形のちがった容器にそそがせるとにせの保存者は水位を同じにするということでチェックができると考えている。(2)の共変に関して、Piaget (1968) の関数の認識を扱った研究で具体的操作期以前の関数を構成途上の関数 (fonction constituant) とし、具体的操作の関数を構成された関数 (fonction constitué) とし、前操作期では一方的で逆方向が欠けている、すなわち、可逆的でない関数の認識であることを示している。そして、共変に関しては、前操作期においても認識できることを示している。(3)の renversabilite については、Piaget はこれを直接変換の逆という意味では方向づけられているが、その変換をとり消したり (annule), 補償したりすることはないという点で reversibilite と区別する。この renversabilite は保存段階の前でもみられる。Piaget にれば、保存性は量に基づいたものであり、それ故に renversabilite という様な単純な同一性から区別されるべきものであると考えている。特に、操作的同一性は質的同一性の単純な延長ではないと考えている。

ところで、Piaget の保存性原理の1つである補償についていくつかの研究がある。Piaget の考えからは保存を示す者は必ず補償を示すと考えられる。Halford (1968) は保存性の知識は容器の2つの次元における補償し合っている変化を認識する能力がともなっていると考えているが、Larsen & Flavell (1970) は、Piaget の補償は保存性の前提であるという考えは支持できないと考えている。Gelman & Weinberg (1972) は、液体量保存と補償の関係を調べているが、その際、保存性と補償の規準を様々にとっている。Piaget の結果は、保存は言語的規準を採用し、補償については、非言語的規準 (水を同じだけ形の異なる容器にそそがせる) を用いているのと同じであること、そして、結果として、評価の仕方に依存するが補償は保存性より困難であること、そして、保存性が達成される年齢よりずっと後にもまだ補償原理の理解は発達しつづけると述べている。一方、Curcio et al (1972) は非連続量保存課題で次元を協応する能力と保存訓練の受容可能性をみたのであるが、彼らは補償能力は保存性に先行することを示している。また、Sigel, Roesper & Hooper (1968) は、保存と multiple classification とに関係があることが

示されている。しかし、保存性の原理として補償があげられる証拠をそれらは提供していない。なぜなら、関係があったとしても保存の前提条件になっていることを示すことにはならないし、まして、単に先行するからといって保存性の前提として補償が考えられない。たしかに Piaget は具体的操作構造の規準として5つの性質をあげ、同一性や可逆性がその性質に含まれており、さらに、8つの群性体のうちの関係乗法が補償性に相当するとしても、そのことから保存の前提条件として補償が考えられるわけではない。清水 (1971) の指摘にある様に同一性で説明されるべきもので、その説明として補償や可逆性が用いられるのであろう。したがって、保存に達してからそのような説明のレパートリーが増加し発達するのではないだろうか。

保存性の学習実験

Genevan の学習についての考えは、Inhelder, Sinclair & Bovet (1974) にみることができる。この中で Piaget の特徴として、(1)生物学的次元、(2)主体—環境の交互作用、(3)心理発生的構成主義という3つをあげているが、Piaget は学習を広い意味での学習 (apprentissage sensu lato) と狭い意味での学習 (apprentissage sensu stricto) とを区別し、広い意味での学習は経験により得られた遺伝的でないすべての獲得を意味している。これは発達それ自体の法則を含んでいるものであり、均衡化のメカニズムと狭い意味での学習の結合されたものであると考えられる。一方狭い意味での学習は経験による獲得で、この際経験として、物理的経験、論理—数学的経験が考えられる。

ところで、Inhelder らは学習実験の意義についていくつかをあげているが、その1つとしては、段階間の移行の問題やデカラージュの問題で、このメカニズムを探るのに今までの横断的研究の static な model では不十分であり、より dynamic な model が必要であるが、この問題に対して縦断的研究が必要であり、学習実験はある意味でこの条件を満たしていることからより効果的に分析できることをあげている。他にも、たとえば、様々な認識的構造化のタイプ (たとえば、論理—数学的認識、時空間的または運動的認識、物理的認識など) を区別することが便利であり、また区別されているが、それぞれの認識間の関係については明らかではなく、このような関係を明らかにするのに学習実験により接近することができることをあげている。もちろん、学習実験のみでなく、今までの Piaget らの横断的研究による結果や問題点を cross-cultural な研究を採用することで明らかにすることも提案している。

ところで、学習に関する彼らの大きな仮説としては、ある条件のもとでは認知発達の促進は可能であること、しかもこの促進は発達のメカニズムと一致するというものである。彼らは学習の一般原理として、(1)主体の活動性、(2)シエマ間の協応、(3)発達段階という3つをあげている。

今、例として、液体量保存の学習実験をみてみよう。装置と材料とは、Fig 1 に示されてあるものが用いられた。

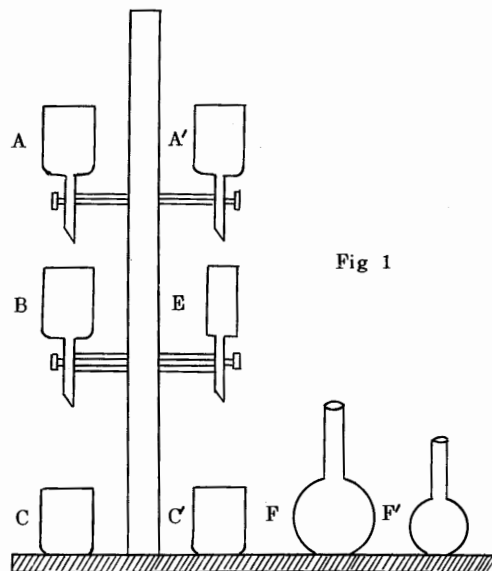
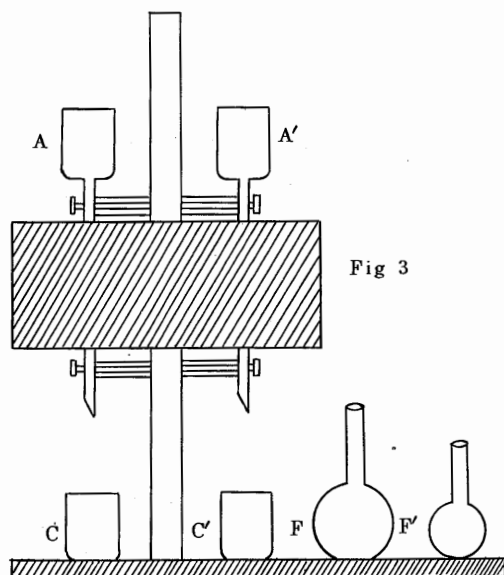


Fig 1

実験は Pretest, 学習セッション, Post test 1・2 という順で行なわれた。学習セッションは4つに分かれており、それらを図式的に Fig 2 に示してある。このうち、セッション(3)は Fig 3 に示されているものが用いられた。セッション(1)では、F から A, B, そして F というように水を流すことで renversabilité が示されている。また、セッション(2), (3), (4) では次元の共変に注意を向けさせるものでそのうち(2)と(3)では容器の巾と水位との補償により、そして(4)では水の量と容器の巾との補償により注意を向けさせるように意図されている。S_s は 5 : 1 — 7 : 0 の年齢で 34 名である。Pre-test は液体量保存テストと物理量保存テスト (粘土) の2つのテストから成っている。Post-test 1 は学習セッション終了後行なわれるもので、Post test 2 はそれから3週間後に行なわれた。S_s の水準は Pretest により決定された。まず、非保存群 (type I NC) は2つのテストにともに非保存を示す S_s である。一方、中間群は3つの水準に分けられている。type II N-F とは、一方のテストに非保存を、もう一方のテストに中間反応を示す

- (1)
- | | |
|--|-----------------------------|
| $A \longrightarrow B \longrightarrow C$ | 一通り流す。次に |
| $F \longrightarrow A \longrightarrow B \longrightarrow C$ | BからCへ移したときの予想, Cで確認 |
| $F \longrightarrow A' \longrightarrow B' \longrightarrow C'$ | 同様に, B'からC'へ移したときの予想, C'で確認 |
- (2)
- | | |
|---|--|
| $F \longrightarrow A \longrightarrow B \longrightarrow C$ | AとA'の側で同時に行う。Aの側では水をすべて流す |
| $F \longrightarrow A' \longrightarrow E \longrightarrow C'$ | EにBと同じになるように流させる。B'をCに, E'をC'に移したときの予想, C, C'で確認 |
- (3)
- | | |
|---|--|
| $F \longrightarrow A \longrightarrow B \longrightarrow C$ | A=A'を確認, AからBへ, A'からEへ移したときの |
| $F \longrightarrow A' \longrightarrow E \longrightarrow C'$ | 量の予想, B, Eでスクリーンをとり確認, BからC, EからC'へ移すときの量の予想, C, C'でその確認 |
- (4)
- | | |
|--|-----------------------------------|
| $F \longrightarrow A \longrightarrow B \longrightarrow C$ | A > A', F, F'は, それぞれ B, Eに流すと量はちが |
| $F' \longrightarrow A' \longrightarrow E \longrightarrow C'$ | うが水位は同じになる。 |

Fig 2 学習セッションの図式

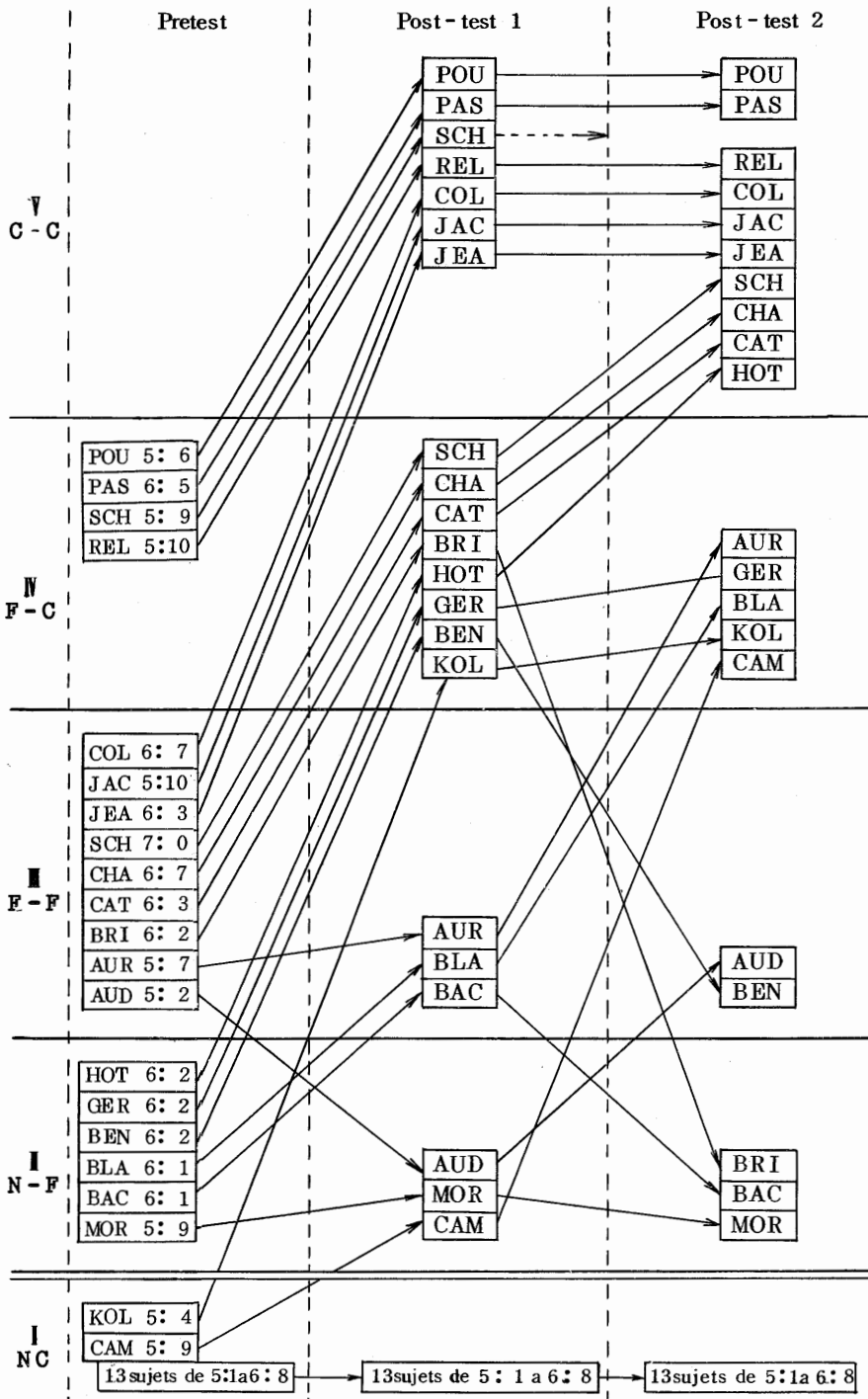


あまり交差していないことから、階層的順序の一貫性を主張している。また、移行のメカニズムの力動性について、中間段階は不安定な段階でありこの不安定性はシエマ間の協応に欠けることから考えている。この学習実験では特にセッション(2)、(3)で conflict を起こすことがなされている。(2)では、もともと水位に反応する S_s に量を考えに入れるようにしたものであり、(3)の場合には、もともとスクリーンにより量にもとづいて反応する S_s に水位を考えに入れるようにしたものであると考えられる。いずれにせよ、Inhelderらはシエマ間の conflict を主張している。すなわち、学習実験は、子どもの思考の中にしっかりと根をおろしている概念をぐらつかせたり、新たな解釈を生じさせたり、興味をそそる思いがけない現象を生み出すことでしかなく、実験者が積極的に子どもに働きかけるというものではない。したがって、この実験は主体と観察できるものとの出会いを準備するものであり、2つの方法でこのことがなされている。1つは、子どもにみせるというように子どもを観察者の側にたたせるのではなく子どもが自分で水をそそぐという方法をとっている。そして、予想を自分で注いで確かめることから、予想とその結果をつき合わせ、予想を修正するということにより、関係づけるという推理過程が始動し、逆行的、あるいは順向的な一連の修正が促進されるものである。もう一つの方法として、水位と移しかえの static な結果の比較にもつばら固着していることからの脱中心化を促進させようとする。実験装置により、からになったり満たされたりという連続性の知覚が強調される。その結果始めと終りで等しいという連続した物理的過程の運動的な、そして因果的な側面を知らせることになるという、以上の2つの方法がとられている。

ものであり、type III F-Fは、両方のテストにともに中間反応を示すものであり、type IV F-Cとは、一方のテストに中間反応を、他方のテストに保存反応を示すものである。結果は Table 1 に示されている。

結果として、まず、学習の効果は pretest での水準に関係が深いことが指摘されている。また、行為の階層的順序に一貫性があること、すなわち、学習の効果として段階を上げる場合、中間群では、1つまたは2つの水準が上がるのであって、type II の者は type III の者より、type III の者は type IV の者より以上に水準を上げないことが、Table 1 の線で示されている。またその線がほぼ平行になっており、

Table 1



保 存 性 訓 練

保存性訓練に関していくつかのレビューがある (Oléron & Thong, 1968. Halford, 1970. 波多野, 1970. Brainerd & Allen, 1971, Strauss, 1972. Brainerd, 1974)。

保存訓練の問題点として Brainerd (1971 b) は次の6つの点をあげている。(1)保存概念は訓練できるか。(2)関連した特別な経験と関連した認知変換を促進するように意図された状況を示す場合の相対的効果について (たとえば、数えあげ・測定対可逆性)。(3)同じ領域内の転移 (specific transfer) の問題。(4)異なる領域間の転移 (non-specific transfer) の問題、(5)消去抵抗に関して、ある保存

領域と他の保存領域で消去抵抗にちがいがあがあるが、(6)同じく消去抵抗に関し、自然に獲得された保存と訓練により引き出された保存とで消去抵抗にちがいがあかどうかという6つの点である。

このうち、(1)に関して初期の訓練実験については、たとえば、Flavell (1963) や Mermelstein & Meyer (1969) らは保存の訓練はほとんど不可能に思えると考えていたが、最近の緒研究では、Table 2に示してあるごとく、ほとんどの訓練で効果をあげていることがわかる。

TABLE II. CONSERVATION TRAINING

AUTHOR	AREA	AGE	TRAINING	RESULTS
Beilin (1965)	Number Length Area	5;4 (Mean)	Non-verbal reinforcement. Verbal reinforcement. Verbal rule instruction. Equilibration.	Significant effect=Verbal rule instruction Group
Braine & Shanks	Size	4;5-6;2	Distinction between real and phenomenal.	2-3 years earlier than Piaget's result.
Brainerd & Allen	Density	10;2-11;7	Feedback. Consecutive similar stimuli.	Significant effect=feedback Non-specific transfer (solid, volume)
Brison (1966)	Substance	5;4-6;4	Pour back. (reversibility)	Significant effect. Partially specific transfer. As strong resistance as natural conserver.
Bruner (1966) (Sonstroem)	Liquid Substance	4-7 7	Screening Manipulation. Labeling. Screening.	Significant effect Most effective=labeling + manipulation
Bucher & Schneider	Number Substance Liquid	3;1-5;0	Small step operant training transformation and A/S reinforced practice	Effective Non-specific transfer (substance-liquid quantity)
Engelman (1967)	Liquid	5;2-5;9	Compensation	Significant effect
Feigenbaum &	Number	5;1-6;5	Addition/subtraction (with reinforcement) Reduction of perceptual indice.	Significant effect=redution of perceptual indice
Gelman (1969)	Length,	4;9-6;0	Discrimination learning set relevant cue vs. irrelevant cue.	Significant effect=with feedback Specific transfer. Non-specific transfer (mass, liquid)
Gruen (1965)	Number,	4;6-6;4	Direct training (counting with reinforcement) Conflict (A/S and transformation) Verbal pretraining.	Most effective=combination verbal pretraining and conflict. Some non-specific transfer (length, substance)
Hamel & Riksen	Space, Number, Substance, Quantity, Weight.	5-7 (Mean, 5; 10)	Identity training. Reversibility training. (verbal rule)	Significant effect=both identity and reversibility training. Non-specific transfer=Identity group reversibility group but both better than Control Specific transfer=Identity, reversibility groups

Inhelder, Sinclair, Bovet. (1974)	Liquid	5;1-7;0	Conflict between schemes	Effective=transitive group
Kingsley & Hall (1967)	Weight Length	5-6	Weight Relational term Meaning of weight independent of substance. Meaning of substance. Meaning of A/S. Meaning of transformation.	Significant training effect Non-specific transfer (weight, length-substance) No resistance (0/15)
Lumsden & Kling (1969)	Size	5½-7½	Training of relational term (bigger)	Significant effect only older Ss (6½-7½)
Mermelstein & Meyer (1969)	Number	3-6	Conflict Multiple-classification. Verbal rule (identity, reversibility). Language activation	No training effect
Murray (1970)	Space, Number, Quantity, Weight.	6;7	Discussion (a pair of 3 children) Social conflict situation. One nonconservers was grouped with two conservers. No feedback. No reinforcement	Significant effect Specific and non specific transfer
Peter (1970)	Number Area	5;1-6;2	Non-cued discovery (initial equivalence and reversibility) Perceptual cue Verbal rule (identity, reversibility)	Acceleration=direct training based on the notion of reversibility
Roll (1970)	Number	5;7-7;11	Reversibility (during a month, 11 days)	Significant effect (Ss cannot represent verbally principle of conservation) Specific transfer Strong resistance (9/11)
Rothenberg & Orst (1969)	Number	5;6-6;6	1.rote counting, 2.counting of objects, 3.distinction same from more, 4.meaning of A/S, 5.one-to-one correspondence 6.reversibility, 7.distinction more from longer. (sequential steps) Interaction with child teacher.	Significant training effect Non-specific transfer (quantity)
Siegler &	Quantity (solid, liquid) Length.	5½-6½	Verbal rule instruction (identity, reversibility) Feedback.	Most effective=verbal rule plus feedback Negative transfer
Sigel, Roeper &	Substance Weight Volume	4;9-5	Multiple labeling (multiple classification, multiple relations) Reversibility	Significant training effect
Sullivan (1967)	Substance	6;4-7;10	film modeling Verbal principle (identity, principle of appearance, compensation)	Significant effect=verbal principle Specific transfer. strong resistance
Wallach & Sprott (1964)	Number	6;5-7;8	Reversibility	Significant effect Specific transfer. Resistance=11/13
Wallach, Wall & Anderson (1967)	Number Liquid	6;1-7;8	Reversibility. A & S.	Reversibility effect=avoidance of using misleading perceptual cues. nonspecific transfer (number-liquid)
Winer (1968)	Number	5;10-5;11 (mean age)	A/S Perceptual set Conflict	Significant effect=A/S Less effective=conflict No transfer

(2)の訓練の種類について、Brainerd (1971 b)は数・長さ・重さ etc の領域で保存の訓練に成功を納めたものは、すべて可逆性を訓練している点を指摘している。また、Strauss (1972)は、訓練の種類を発達の organismic な観点から大きく3つに分けて論じている。すなわち、(1)不均衡 (disequilibrium)、(2)操作 (operation)、(3)退行 (regression)である。(1)の不均衡については、(a)適応的不均衡 (adaptational disequilibrium)と(b)体制化の不均衡 (organizational disequilibrium)とに分けているが、(a)については見体的には、予想と結果の conflictをひき出すものであるが、(b)の方法は、(a)のように均衡をみだす条件に帰せられるのではなく、子どもの構造的な体制化に帰せられるものである(たとえば、道徳的判断で、 S_5 の水準より1つ上の statementを示す)。(2)の操作についても、(1)加減操作、(2)可逆性、(3)操作的協応と分けているが、このうち、(1)と(2)とは個々の操作、つまり、その子どもの現在の能力より進んだ水準を特徴づけている操作をひき出す訓練であり、一方(3)は、操作的統合をひき出す訓練である。これらの訓練の中でもっとも効果的なのは、操作的協応であるとのべている。しかし、この点に関しては、Brainerd (1974)の批判がある。効果の点では種々の訓練でそれぞれあるが、その相対的な効果については、あまりなされていない。ただ、波多野 (1970)も述べているように、非強化葛藤のみが効果的であることは示されていない(たとえば、Hatano & Suga, 1969. Brainerd & Allen, 1971)。むしろ、Inhelderら (1974)の結果をみても、その効果は中間群しかないが、他の訓練実験では非保存群にも効果的であるものが多い。ただ、Inhelderらの研究で問題となるのは、非保存から中間段階への移行が示されていないことであり、この点の検討が必要であると思われる。

転移の問題は、すべての訓練実験が行っているわけでないが、specific transferにしても non-specific transferにしても、かなり見られている (Table 2)。このうち、今後の問題としては、non-specific transferの問題が、保存の問題、特にデカラージュの問題を扱うのに有効であろう。また、消去に関しても、訓練実験のすべてが行っているわけではない。むしろ、あまりなされていない。消去を行っている研究のうち、自然獲得の場合とかわらない抵抗を示す場合もある。ただし、消去の場合、2つの方法が用いられているようである。すなわち、counter-suggestionと counter-fact の2つである。また、領域間で消去抵抗にちがいがみられるかどうかの検討も今後に残されていると考えられる。Piagetのデカラージュの考えからは、

先に獲得される方がのちで獲得される保存より抵抗が強いと考えられるが、実験的データとしてはあまり提出されていない。また、保存と推移律とで、消去抵抗とみた研究 (Miller & Lipps 1973)もある。推移律の方がより論理的なものであるという点で保存に比し年令とともに消去抵抗が増大することが示されている。

保存の訓練に関しては、Genevanはどちらかというと効果を述べるというより学習により段階間の移行の問題に焦点をあてようとしていると考えられる。一方、Non-Genovanでは、訓練の効果に焦点があてられているようである。移行のメカニズムに焦点をあてるにしても、非保存から中間段階、そこから保存段階への移行のうち、Inhelderらの場合は中間から保存段階へのものが扱われているが、非保存から中間段階への移行が問題となると考えられる。なぜなら、シエマ間のコンフリクトを受け入れることが可能なのは中間群であり、非保存については別の方法が必要であると考えられるからである。

訓練の効果についても、単一の操作を訓練する方法が多く用いられて来ているが、操作を組み合わせた方法を考える必要がある。また、簡単なステップを考えて訓練をしている例もある (Bucher & Schneider, 1973. Kingsley & Hall, 1967, Rothenberg & Orst, 1969)。

保存の問題で比較的扱われていないのは、保存の領域の分析で、すべての保存領域を等価なものとして扱えるのか否かの問題で、保存一般という形で扱うのか、清水 (1971)の指摘にあるようにXの保存という形で扱うのかという問題であるが、この点については個々の保存領域の課題分析、特に物理的経験の相異について考える必要があり、さらに、学習実験での転移の研究がこの問題にある程度接近できるであろう。

保存の訓練に関して、理論的な問題として Smedslund (1961 a b c d e)の一連の研究で示された非強化葛藤による訓練が、Piagetの理論と一致するという考え、また、この訓練でひき出された保存は、消去に抵抗を示すという考えは、種々の研究から、必ずしもそうではないという結果が示されている様に思われる。特に、強化を適切に入れるということが有効であることが示されており、また、認知的葛藤によりひき出されなくとも、十分消去抵抗を示すことも示されている。

保存の学習の問題は、Piagetの理論の検証という形で成され得るが、保存のみでなく他の Piaget 型の課題についての検討が必要である。特に段階間の移行の問題は、保存のみでなく、他の課題での検討も必要なことと考えられる。

文 献

- Beilin, H. Learning and operational convergence in logical thought development. *Journal of Experimental Psychology*, 1965, 2, 317-339.
- Beilin, H. Cognitive capacities of young children: A replication. *Science*, 1968, 162, 920-921.
- Bever, T. G., Mehler, J., & Epstein, J. What children do in spite of what they know. *Science*, 1968, 22, 921-924.
- Bickford, B., & Looft, W. R. More on "more": The mythology and actuality of children's understanding of relational terms. *Journal of Genetic Psychology*, 1973, 123, 139-143.
- Braine, M. D. S. The ontogeny of certain logical operations: Piaget's formulation examined by non-verbal methods. *Psychological monographs*, 1959, 73.
- Braine, M. D. S., & Shanks, B. L. The development of conservation of size. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 1965, 4, 227-242.
- Brainerd, C. J., & Allen, T. W. Experimental inductions of the conservation of "first-order" quantitative invariants. *Psychological Bulletin*, 1971 (a), 75, 128-144.
- Brainerd, C. J., & Allen, T. W. Training and transfer of density conservation: Effects of feedback and consecutive similar stimuli. *Child Development*, 1971 (b), 42, 693-704.
- Brainerd, C. J. The stage problem in behavioral development. Unpublished manuscript, 1973 (a), University of Alberta.
- Brainerd, C. J. Judgments and explanations as criteria for the presence of cognitive structures. *Psychological Bulletin*, 1973 (b), 79, 172-179.
- Brainerd, C. J. NeoPiagetian training experiments revisited: Is there any support for the cognitive-developmental stage hypothesis? *Cognition*, 1974, in press.
- Brison, D. W. Acceleration of conservation of substance. *Journal of Genetic Psychology*, 1966, 109, 311-322.
- Bruner, J. S., Olver, R. R., Greenfield, P. M., et al. *Studies in cognitive growth*. 1966, John Wiley & Sons Inc. (「認識能力の成長」岡本夏木他訳 明治図書, 1968.)
- Bucher, B., & Schneider, R. E. Acquisition and generalization of conservation by pre-schoolers, using operant training. *Journal of Experimental Child Psychology*, 1973, 16, 187-204.
- Curcio, F., Kattell, E., Levine, D., & Robbins, O. Compensation and susceptibility to conservation training. *Developmental Psychology*, 1972, 7, 3, 259-265.
- Donaldson, M., & Balfour, G. Less is more: A study of language comprehension in children. *British Journal of Psychology*, 1968, 59, 4, 461-471.
- Feigenbaum, K. D., & Sulkin, H. Piaget's Problems of conservation of discontinuous quantities: A teaching experience. *Journal of Genetic Psychology*, 1964, 105, 91-97.
- Flavell, J. The developmental psychology of Jean Piaget. Princeton Van Nostrand, 1963.
- (ピジェ心理学入門, 植田郁郎訳 下, 明治図書, 1970)
- Gelman, R. Conservation acquisition: A Problem of learning to attend to relevant attributes. *Journal of Experimental Child Psychology*, 1969, 7, 167-187.
- Gelman, R., & Weinberg, D. H. The relationship between liquid conservation and compensation. *Child Development*, 1972, 43, 371-383.
- Griffiths, J. A., Shantz, C. A., & Sigel, I. E. A methodological problem in conservation studies: The use of relational terms. *Child Development*, 1967, 38, 3, 841-848.
- Gruen, G. E. Experiences affecting the development of number conservation in children. *Child Development*, 1965, 36, 963-979.
- Halford, G. S. An experimental test of Piaget's notions concerning the conservation of quantity in children. *Journal of Experimental Child Psychology*, 1968, 6, 33-43.
- Halford, G. S. A theory of the acquisition of conservation. *Psychological review*, 1970, 77, 4, 302-316.
- Hamel, B. R., & Riksen, B. O. M. Identity, reversibility, verbal rule instruction and conservation. *Developmental Psychology*, 1973, 9, 1, 66-72.
- Harasym, C. R., Boersma, F. J., & Maguire, T. O. Semantic differential analysis of relational terms used in conservation. *Child Development*, 1971, 42, 767-779.
- Hatano, G., & Suga, Y. Equilibration and external reinforcement in the acquisition of number conservation. *Japanese Psychological Research*, 1969, 11, 1, 17-31.
- 波多野誼余夫 概念形成研究への発達のアプローチ—新 Piaget 派の学習実験をめぐって心理学評論, 1970, 13, 1, 69-82
- Inhelder, B., Bovet, M., Sinclair, H., & Smock, C. On cognitive development. *American Psychologist*, 1966, 21, 160-164.
- Inhelder, B., & Sinclair, H. Learning cognitive structures. In P. Mussen, J. Langer, and M. Covington (Eds), *Trends and issues in developmental psychology*. New York, Holt, Rinehart, and Winston By Brainerd, 1974., and Strauss, 1972.
- Inhelder, B., Sinclair, H., & Bovet, M. Apprentissage et structures de la connaissance. P.U.F., 1974.
- Kingsley, R. C., & Hall, V. C. Training conservation through the use of learning sets. *Child Development*, 1967, 38, 4, 1111-1126.
- Lumsden, E. A., & Kling, J. K. The relevance of an adequate concept of "bigger" for investigations of size conservation: A methodological critique. *Journal of Experimental Child Psychology*, 1969, 8, 82-91

- Mehler, J., & Bever, T. G. Cognitive capacity of very young children. *Science*, 1967, 158, 141-142.
- Mermelstein, E., & Meyer, E. Conservation training techniques and their effects on different populations. *Child Development*, 1969, 40, 471-190.
- Miller, S. A., & Lipps, L. Extinction of conservation and transitivity of weight. *Journal of Experimental Child Psychology*, 1973, 16, 388-402.
- Murray, F. B. Acquisition of conservation through social interaction. *Developmental Psychology*, 1972, 6, 1, 1-6.
- Oléron, P., & Thong, T. L'acquisition des conservation et l'apprentissage. *L'année Psychologique*. 1968, 2, 549-575.
- Palermo, D. More about less: A study of language comprehension. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 1973, 12, 211-221.
- Peter, D. L. Verbal mediators and cue discrimination in the transition from nonconservation to conservation of number *Child Development*, 1970, 41, 707-721.
- Piaget, J., & Szeminska, A. Lagenese du nombre chez l'enfant. Delachaux et Niestlé, 1941 (a). (数の発達心理学, 遠山他訳. 国士社, 1962.)
- Piaget, J., & Inhelder, B. Le developpement des quantites physiques chez l'enfant. Delachaux et Niestlé, 1941 (b). (量の発達心理学, 銀林, 滝沢訳. 国士社, 1965.)
- Piaget, J. Cognition and conservations; Two views. *Contemporary Psychology*, 1967, 12, 530-533.
- Piaget, J. Quantification, conservation and nativism. *Science*, 1968, 162, 976-979.
- Piaget, J., Grize, J. B., Szeminska, A., & Vinh Bang. Epistemologie et psychologie de la fonction. *Etudes d'épistemologie génétique*, XXIII, P.U.F., 1968.
- Piaget, J. Epistemologie génétique. P.U.F., 1970 (発生的認識論. 滝沢訳. 白水社. 1972.)
- Rolls, S. Reversibility training and stimulus desirability as factors in conservation of number. *Child Development*. 1970, 41, 501-507.
- Rothenberg, B. B., & Orost, J. H. The training of conservation of number in young children. *Child Development*, 1969, 40, 707-726.
- Rothenthal, T. L., & Zimmerman, B. J. Modeling by exemplification and instruction in training conservation. *Developmental Psychology*, 1972, 6, 3, 392-401.
- Siegler, R. S., & Liebert, R. M. Effects of presenting relevant rules and complete feedback on the conservation of liquid quantity task. *Developmental Psychology*, 1972, 7, 2, 133-138.
- Sigel, I. E., Roeper, A., & Hooper, F. H. A training procedure for acquisition of Piaget's conservation of quantity: A pilot study and its replication. *British Journal of Educational Psychology*, 1966, 36, 301-311.
- 清水御代明 「保存」と概念—ピアジェの数量の保存検査実験の方法論的検討—奈良女子大学文学部紀要. 1971. 36-54.
- Smedslund, J. The acquisition of conservation of substance and weight in children. II External reinforcement of conservation of weight and of the operation of addition and subtraction. *Scandinavian Journal of Psychology*, 1961, 2, 71-84. (a)
- Smedslund, J. 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. *Scandinavian Journal of Psychology*, 1961, 2, 85-87.
- Smedslund, J. The acquisition of conservation of substance and weight in children. IV Attempt at extinction of the visual components of the weight concept. *Scandinavian Journal of Psychology*, 1961, 153-155. (c)
- Smedslund, J. The acquisition of conservation of substance and weight in children. V Practice in conflict situations without external reinforcement. *Scandinavian Journal of Psychology*, 1961, 2, 156-160. (d)
- Smedslund, J. The acquisition of conservation of substance and weight in children. VI Practice on continuous vs. discontinuous material in problem situations without external reinforcement. *Scandinavian Journal of Psychology*, 1961, 2, 203-210. (e)
- Smedslund, J. Psychological diagnostics. *Psychological Bulletin*, 1969, 71, 3, 237-248.
- Sonstroem, A. On the conservation of solids. In J.S. Bruner et al, *Studies in cognitive growth*. New York, John Wiley & Sons Inc. 1966.
- Strauss, S. Inducing cognitive development and learning: A review of short-term training experiments 1 The organismic developmental approach. *Cognition*, 1, 329-357, 1972.
- Strauss, S., & Rimalt, I. Effects of organizational disequilibrium training on structural elaboration. *Developmental Psychology*, 1974, 10, 4, 526-533.
- Sullivan, E. V. Transition problems in conservation research. *Journal of Genetic Psychology*, 1969, 115, 41-54.
- Wallach, L., & Sprott, R. L. Inducing number conservation in children. *Child Development*, 1964, 35, 1057-1071.
- Wallach, L., Wall, J., & Anderson, L. Number conservation: The roles of reversibility, addition-subtraction, and misleading perceptual cues. *Child Development*, 1967, 38, 425-442.
- Winer, G. A. Induced set and acquisition of number conservation. *Child Development*, 1968, 39, 195-205.