

小学校3年生～6年生における重さの保存概念の獲得過程

——縦断的調査研究——

大西 真樹男ⁱ

本研究は、学齢期（小学校3年生から6年生）の子どもの重さの保存概念の獲得過程を明らかにするという目的で行われた。対象児は小学校の児童34名であった。小学校3年生から6年生までの4年間にわたって、毎年、質問紙調査を行った。その結果、重さの保存概念の獲得状況に関して、3年生の段階ですでに獲得されていると考えられるグループ（グループA）、4年生頃に獲得されると考えられるグループ（グループB）、一度正答した後誤答に後退するグループ（グループC）の3グループが見いだされた。グループAに属する子どもたちは、3年生時には「単純な同一性」によって重さの保存を説明するものが多かったが、4年生以降、抽象化された言葉を用いたり、論理的な説明を試みたりするようになった。グループBでは同様の説明の試みが4年生あるいは5年生以降に見られる。その背景に生活概念の分離・再構成すなわち、生活概念のとらえ直しがあり、その結果として変化を統一的に把握し判断することが可能になったと考えられる。それまでの生活概念を分離し、再構成する役目を担うのは、新しく獲得された概念や知識である。小学校高学年においても生活概念の分離・再構成が不十分な児童が少数ながら存在することがグループCの分析によって示唆された。質問紙において正答したにも関わらず、その後誤答に後退するのは生活概念を分離・再構成するための新しい知識や概念が十分に獲得されていないか、あるいは科学的体系に位置づいていないことが背景にあるものと考察された。

キーワード：重さの保存概念 分離 再構成 新しい知識・概念

1 問題

認知発達にかかわって今日まで多くの保存研究（新田・永野 1966, 天岩 1973, 佐伯 1979, 藤田 1981, 横山・山内 1984, など）がなされてきたが、その中で重さの保存を使った研究は必ずしも多くはなく、特に国内においてはその研究数は限定的である。その中の代表的な例として、浜崎（1983）、日下（1995）、廣瀬（1995）、大西（2019）を挙げることができる。

浜崎（1983）は、小学生と高校生及び大学生の重さの保存課題における判断理由を検討し、垂直的デカラージュが生じていることを示した。その上で適切な教育なくしては重さの保存は完成されないと述べている。

日下（1995）は、「保存」概念の獲得について横断的、縦断的に研究を行っている。ここでの「保存」は、長さ・粘土量・数・重さ・液量・面積・体積の7種類の「保存」である。

横断的研究では、多くの子ども達の中に6歳から8歳にかけて保存の認識が成立することを示したと述べている。獲得のズレと順序性については、最初

i 立命館大学大学院社会学研究科博士後期課程

に数の保存が獲得され長さまたは体積の保存が最後に獲得される傾向にあるが、順序性が必然性を持っているとは断言できないと述べている。論拠については、「単純な同一性」(例：形を変えただけだから、同じ粘土だから、形を変えても同じなど)が多く用いられ、年齢が高くなるにつれてその割合が大きくなるという。また、8～10歳頃には様々な保存の論拠が用いられることも示唆された。

縦断的研究の結果として、保存の獲得パターンとして「漸進型」「飛躍型」「その他」「一時後退型」を抽出している。また、順序性では、数の保存が最初に獲得される傾向にあるが、その他の保存についての順序性について結論は出せないとしている。最初に現れる保存の論拠は「単純な同一性」であった。物質量(粘土量)・重さ・体積の3種類の保存についても、順序性を見いだすことはできなかった。そして「一時後退型」の原因は「獲得したばかりの保存のシエムが不安定であることを示している」と述べている。

日下(1995)の研究は興味深く、本研究にとっても示唆に富んだものである。ただし、本研究は対象児を小学校3年生から6年生(年齢で言えば8歳～12歳となる)としている点、そして重さの保存に絞っている点で違いがある。日下(1995)は7種類の保存課題で実験を行っているため、「保存」一般の獲得に焦点が当たり、個々の「保存」の獲得の特徴が明確にならない傾向があることも本研究との違いである。

廣瀬(1995)は、小学校3年生の児童に行った物質量の保存・重さの保存に関する調査を基に、子どもが用いた処理方略により水準区分と水準内における段階区分が可能であることを見出した。さらに、重さの測定にかかわる指導を行った後に仮説実験授業を実施することで、大半の子どもの水準が向上した。これは重さの保存の獲得に教育実践が効果を及ぼすことを示すものであった。

また近年では大西(2019)が、重さの保存について小学校3年生から6年生まで横断的にデータ収集

を行っている。結果は、保存4課題(うすくする課題・ひも課題・小さな玉課題・体重計課題)全て通過した割合は、小学校3年生から小学校4年生にかけて大幅に増加し、小学校5年生後半から6年生前半で若干通過率が低下したのち再び上昇するというものであった。この結果は、小学校3年生から4年生にかけて、また、小学校5年生頃に何らかの変化を示す子ども達が存在することを示唆している。この研究は重さの保存の獲得過程に焦点を当てたものではなかったが、結果的に横断的ではあるが、重さの保存の獲得過程の様相を示すデータが得られた。

これらの先行研究を俯瞰することで縦断研究の必要性の課題が浮かび上がってくると言ってもよい。先行研究では、重さの獲得過程についていくつかの示唆が得られているものの、それらはすべて横断研究ないしなんらかの実験操作によって得られたものである。なお、短期間ではあるものの、日下(1995)は、縦断研究を行っているが、重さの保存に焦点を当てたものではなかった。

では、重さの保存における縦断研究の必要性とはどのようなものだろうか。第一に、横断研究で明らかになった重さの保存獲得の特徴を縦断的にも考察することで、重さの保存の獲得をより具体的に把握できる点である。第二に横断研究では少数であるが故に埋もれてしまう不通過の個々の理由にも着目できる点である。個々人の判断理由の変化を知り、その特徴を取り出すことで、重さの保存の獲得過程がより具体的に把握できる。第三に、何より一人ひとりの子どもの発達に目を向け、横断調査ではまったく見えなかった個々人の変化の特徴の一端を読み取ることができる点である。

一般的には、縦断研究の重要性は今までも指摘されてきている。三宅・高橋(2009)は、発達研究における縦断研究の主なねらいを二つ指摘している。すなわち、「人間のある特徴の測定を異なる時点で繰り返すことによって、時間の経過による変化(発達)をとらえることができること、そして、ある特徴の変化(発達)にかかわる要因を調べておくことによ

って、その変化の規定要因を少なくとも暫定的にとらえられること、である。この二つは、いわば、『発達を理解すること』そのもの』（p.2）であると述べている。

また、三宅・高橋（2009）は、「縦断研究が答える発達研究上の問題とは何か」と問いを立て、次の四点を挙げている。「第一は発達の安定・変動、連続・不連続という発達心理学の根本問題についてである。（中略）縦断研究は発達の軌跡はもとより、発達の柔軟性や発達上の初期経験が後続の発達に及ぼす影響についての貴重な資料を提供する可能性を持つ。第二に縦断研究法は発達の原因、規定因を特定する可能性を持つことである。第三には、近年浮上してきた一人ひとりの個人の発達を理解する上での資料を提供できることである。（中略）第四には縦断研究では時系列にそって研究が進められるので、データには背景にある歴史的状況が反映されることである」（pp.15～16）。ここには、縦断研究のもつ大きな可能性が示されている。

次に、滝沢（1965）は、縦断研究について、『量の発達心理学』（Piaget, J. & Inhelder, B., 1941/1965）の解説の中で次のように述べている。「外部要因と内部要因とが、どのようなかたちで、保存概念の形成に、はたらきかけるかという問題が、でてくることとなる」。「この問題を解明するためには、2つの道」があるとして、その一つに縦断研究を挙げている。「発達の段階は、一定の順序をたどって次々と出現してくるものなのか。それとも、重なり合ったり、あともどりをしたりしながら、進んでいくものなのか。こういう事情をはっきりさせるのが縦断的研究だ」（pp.431～432）としている。

また、別府（2016）は、「横断的方法で得られた発達の变化は、あくまで類推によるものにすぎない」、そして、縦断的方法は、同一の個人を「観察・測定することで、発達の变化を直接明らかにできるという、発達研究にとっては最大の利点」（pp.58～59）があると述べている。

本研究は、縦断研究といってもごく小規模な研究

であって、三宅・高橋（2009）が指摘するような資料提供が十分できるものではない。しかし、重さの保存の獲得の過程について、個人のデータを収集することにより、新たな知見が得られる可能性がある。

では、本研究から具体的に明らかになる可能性がある子どもの姿はどのようなものか。Piaget, J. & Inhelder, B. (1941/1965) は、非保存から中間的段階を経て保存へと認識が変化していくと述べた。しかしながら、認知発達の軌跡が時にU字曲線を描くことは今までも指摘されている（青木 2002；藤村 1990など）。本研究でも重さの保存課題に正答した後、誤答が出現する可能性がある。実際、重さの保存課題の先行研究の中でも大西（2019）は、横断研究において小学校5年生後半から6年生の前半で若干通過率が低下したのち再び上昇するという傾向を見出している。また、日下（1995）は「一時後退型」を見出している。こうしたU字曲線的な傾向が、個人の発達過程においてどの程度明瞭に取り出せるのかは、本研究のひとつの焦点といつてよいだろう。

ここまで述べてきたことをふまえ、本研究の目的を以下のように設定する。

目的

学齢期（小学校3年生から6年生）の子どもの重さの保存概念の獲得過程を縦断的調査により明らかにする。

2 方法

2-1 対象児

A市立B小学校の2017年度3年生、そして彼らのその後の3年間で対象である（Table 1）。学年があがるにつれ転校などがあり調査協力児童の数は若干変化している。この中から、4年間で4課題すべてに理由を記述している児童34名（男子19名、女子15名）が本研究における実際の対象児である。具体的には、(1) 課題に対する判断の選択肢である「軽くなる・同じ・重くなる」のいずれかを選択しているが理由が記入されていない、(2) 選択もされず理由

も記述されていない、(3) 調査当日欠席・転校、これら3つのうち4年間でひとつ以上該当した場合は対象から除いた。その理由は、縦断的に見ていく場合に、毎年の変化を正確に追う必要があったからである。(3)を除いて、記述されていない背景には「わからなかった」「迷った末の未記入」などがあると考えられるが、いずれも推測の域を越えず曖昧さが残るため本研究では対象外とした。協力児童数と対象児童数が異なるのはそのためである。

Table 1 各年度の協力児童数

年度-学年	n	男	女
17-3	62	36	26
18-4	61	35	26
19-5	61	36	25
20-6	60	34	26

対象となった児童は、直接重さの保存に関わる学習を、算数および理科(教科書は啓林館)で行っている。具体的には、小学校3年生の理科では「ものと重さ」、算数では「重さ」、小学校5年生の理科では「もののとけ方」である。当該学年は2クラスでありクラス替えは毎年行われ、担任も毎年変わっている。なお、学校の授業以外にも、学習塾などで重さの保存にかかわる知識を学ぶ機会はあるが、今回の調査では、対象児における学習塾や習い事などの経験の有無は考慮していない。

2-2 手続

4年間にわたって同じ質問紙調査¹⁾を行った。質問紙の問いは、小学校3年生の理科の教科書(啓林館)「重さ」の単元で、重さの保存の学習に用いられている粘土の変形を基にしている。それに加えて、応用的に紹介されているものを参考にした。質問紙の問いになっている保存課題は、粘土課題(うすくする課題、ひも課題、小さな玉課題)と体重計課題、ボール課題の全5項目である。

本研究で用いた課題は、小学校3年生の子ども達全員が理科の教科書(啓林館)に記載されている「重

さ」の単元で等しく学ぶ機会がある内容に基づくものであると見てよい。それゆえ、重さの保存の基本的な概念獲得がその後の成長に伴いどのように深化あるいは変化するのか、その一端を知るうえで適切な課題であると考えられる。

調査を行った期間は、各年度、2学期の初めの8月下旬から9月上旬にかけてであった。具体的な日時は担任教員と日程調整を行って決定した。

調査の実施場所は、対象児の在籍する各教室であった。調査者は筆者であったが、事前に筆者はクラス担任と打ち合わせを行い、調査の意図や調査方法について説明を行った。

調査開始時刻は8時30分頃、所要時間は20分~30分程度であった。ただし、実際の所要時間は、学年によってあるいは個人によって違いがあった。時間の差はあっても各クラス全員終了(本人の納得で提出)時点で調査は終了とした。

小学校3年生での「重さ」の学習は、啓林館の小学校理科の教科書では3学期に学習する内容であることから、調査時には未習であった。よって、調査者が質問紙の問いの内容について粘土を用いて説明を行った。ゆえに小学校3年生の時のみ具体物を見ながら質問紙に答えていることになる。

質問紙を用いたのは、他の授業との関係で限られた時間で行う必要性、および、クラス単位で実施するという条件を考慮したからであった。また、限られた時間内で多くの子ども達のデータを収集するのに適していたことも、質問紙を用いた理由に挙げられる。

対象学年は、2017年度小学校3年生の時に初めてこの質問紙調査を行った。したがって、2020年度小学校6年生になった時は4回目の質問紙調査となる。

なお、以下学年は特に断りがない限り全て小学校のものである。

2-3 倫理上の配慮

本研究は、立命館大学における人を対象とする研究倫理審査委員会の承認を得て行われた(承認番号:

衣笠一人—2018—14)。

3 結果と考察

プール課題はいずれの学年でも正答率が低かった(3年生11.2%, 4年生24.5%, 5年生26.2%, 6年生31.6%)。水中という他の4課題と異なる特別な条件(浮力)がその背景にあると考えられる。よって、プール課題を除く4課題で結果を見ていくこととする。

34名は次のように分類できる。3年生ですでに4課題とも通過し、それが6年生まで継続しているもの(グループA)、3年生あるいは4年生までいくつかの課題で誤答があったが、4年生あるいは5年生で4課題を正答し、それが6年生まで継続しているもの(グループB)、3年生以降一度正答したにもかかわらずその後の学年で誤答になった課題が一つでもあるもの(グループC)、である。

3つのグループごとに記述された理由の特徴を見ていく。そのために用いたカテゴリーは「単純な同一性」「量」「体積」「増減」「逆操作」「補償」の6つである。

「単純な同一性」とは、粘土課題では「形が変わっても重さは同じ」「形が変わっても同じ粘土だから(重さは同じ)」などであり、体重計課題では「2人のっていることに変わりはないから」「同じ人数,同じ人がのっているから」「のり方が違ってても体重は変わらない」などである。表中では「同一」で示している。

また、「単純な同一性」をもとにしたものでも、「粘土の形は変わっても同じ量だから」「粘土の量は変わっていないから」など「量」という、より抽象化された言葉が用いられている理由は、表中では「量」で示した。同様に、「体積が同じだから」「形が変わっても体積は変わらないから」などの理由は「体積」で示した。「量」という言葉を用いる場合、粘土の量を指している。「量」が用いられる前の理由では「粘土の多さ」「同じ粘土」「粘土の大きさ」などが用いられている。「量」あるいは「体積」はそれらを抽象

化したものと考えられる。なお、「体積」と「重さ」は独立したものであるが、同じ物体についての保存の説明であるため「体積」を理由に用いた説明も正答としている。

「粘土はへったり増えたりしていないから」(あるいはそのどちらか)などは「増減」とした。「形をかえただけで量を増やしたり減らしたりしていない」「体積は増えたり減ったりしていない」などはそれぞれ「量増減」「体積増減」とした。

「逆操作」は、逆の操作をイメージした理由であることを表している。「小さな玉に分けてもくっつけばもとの丸い粘土になるから」などである。「もとは」「最初は」などが用いられた理由である。表中では「逆」とした。「小さな玉にした粘土を全部合わせたら元と同じ量になるから」などは「量逆」で示した。

「補償」は、「長くなったが細くなっている」など二つの次元の関係を理由にしている場合である。

誤答は、間違った選択と理由を記述している場合である(表中では、6つのカテゴリーと区別するため網掛けをしている)。しかし、選択は正しくても重さの保存の理由としては正しいとは言えないものもあり、それらは一覧表では「!」としている。例として「同じ:空気がぬけないから(ひも課題)」「同じ:固まっているから(うすくする課題)」などが挙げられる。

全体的には「単純な同一性」(表中では「同一」)による理由がもっとも多く見られる。ただし、グループごとに見ると、グループ全員の4回分のすべての理由に占める割合は、「グループA」で56.8%、「グループB」で40.8%、「グループC」で30.6%となりグループ間で割合に違いが見られる。

3-1 グループAについて

グループAは11名であった。子ども達が記述した理由をカテゴリー化したものをTable 2に示す。

このグループは誤答無しのグループである。理由のカテゴリーのうち、多いものから4つの割合を見

Table 2 グループ A に属する子どもの理由のカテゴリー

課題	うすくする課題				ひも課題				小さな玉課題				体重計課題			
	3	4	5	6	3	4	5	6	3	4	5	6	3	4	5	6
A1	同一	体積	体積	体積	同一	体積	体積	体積	同一	体積	逆	体積	同一	体積	同一	増減
A2	増減	量	量	量	増減	量	量	量増減	増減	量	量逆	量	同一	同一	同一	同一
A3	同一	同一	同一	同一	同一	同一	同一	同一	同一	同一	逆	逆	同一	同一	同一	同一
A4	同一	増減	同一	増減	増減	増減	増減	同一	同一	増減	同一	同一	同一	同一	同一	同一
A5	同一	同一	同一	増減	同一	同一	同一	量	同一	同一	同一	量	同一	同一	同	同一
A6	増減	増減	同一	増減	同一	同一	体積	体積	同一	同一	増減	量	補償	同一	同一	同一
A7	量	量	量	逆	量	量	量	逆	量	量	量	量逆	同一	同一	同一	同一
A8	量	量	同一	体積増減	増減	量	同一	体積	同一	量	同一	体積増減	同一	同一	同一	同一
A9	同一	同一	増減	増減	同一	同一	増減	増減	同一	同一	増減	増減	同一	同一	同一	増減
A10	同一	量	同一	同一	同一	同一	同一	同一	同一	量	量	量	同一	同一	同一	同一
A11	同一	量	同一	同一	同一	量	同一	同一	同一	量増減	同一	同一	同一	同一	同一	同一

ると、「同一」56.8%、「量」16.8%、「増減」(量増減、体積増減は含まれていない)13.0%、「体積」6.8%である。

課題毎に見ると、4つのことが言える。第1は、「同一」は全体に多く見られるが特に「体重計課題」に多く見られる。粘土3課題では、「同一」以外の「量」「増減」「体積」なども多く見られる。これらの違いは、課題の持つ特徴、すなわち粘土3課題は「粘土」という物質が対象であるが、「体重計課題」では「人」が対象になっていることから生じていると考えられる。また、後者は体重計という器具を用いている点で前者とは異なる条件となっている。第2は、粘土3課題では、「量」「体積」を用いた理由が4年生で半数程度見られるようになる。しかし、その後は「同一」「増減」「逆」などの理由になる者がある。第3は、4課題を通して「量」「体積」を4年間一度も用いなかった子どもは3人(A3・A4・A9)いる。第4は、「小さな玉」課題では、他の粘土課題に比べ「逆」がやや多く見られる。

学年間で見ると、学年が上がるにつれ、「体重計課

題」を除いて「同一」が減少し「量」「体積」「増減」などが増加する傾向が見られることから、理由がより論理的になり抽象化された言葉を用いたものになっていくと考えられる。「体重計課題」では表では「同一」が多いが、後述するような理由の内容により論理性が見られるようになる。

以下、特徴的な理由について見ていく。

まず、3年生に見られる理由についてである。「形が変わっても重さは変わらないから」という理由は「同一」の代表的な理由であるが、A1を例にとると「平たくしても重さは変わらない」ことが理由になっている。これはA1にとって自明な真理であって、その根拠を示す必要のないものである。この「単純な同一性」に基づく理由は原初の理由としては重要である。A1以外の「うすくする課題」(3年生)における理由を見ても「同じ重さなので」(A3)、「うすくなくてもねんどの多さはかわらない」(A10)、「さっきと同じおもととねんどだから」(A11)、「丸いねんどうすくするだけ」(A4)、などが見られる。少なくとも3年生の段階で、「形」という見た目の変化に

惑わされず、普遍的な量としての重さに着目するというそれ以前の見方と大きく異なる新しい見方を獲得したことを示している。さらに、見えないものにまで認識の対象が拡大されたことも示している。重さの保存における科学的概念のスタートといってもいいのではないか。

次に4年生以降の理由についてである。A1・A2は4年生以降「形が変わっても体積は変わらないから」「形は変わっても量は変わらないから」など「単純な同一性」を基礎にしながらか「体積」「量」などの言葉を用いるようになる。A10も、3年生での「粘土の多さは変わらない（うすくする課題）」「粘土の大きさは変わらない（小さな玉課題）」という表現から4年生では「量は変わらない」に変わっている。A6は5年生以降「増減」「量」「体積」を用いて理由を記述している。A5は6年生で「増減」「量」が見られるようになる。3年生では自明であった理由でも学年が上がると、それをより論理的な説明を試みていると考えられる。

そして、「量」「体積」を4年間用いていないA3・A4・A9の場合でも次のような変化が見られる。A3は、「単純な同一性」が理由の基本になっているが、「小さな玉課題」では、5・6年生で「逆操作」という視点を変えた理由を記述している。A4は、ねんど課題において、どの学年も「増減」が見られる。理由では「同一」になっていても、その背景には「ねんどを足したりしていないから重くなったりしていない」（A4ひも課題4年生）という視点があると推察できる。A9は、5年生以降「単純な同一性」を基礎にしながらか「粘土が増やされていない、あるいは減らされていない」ことを付加し、「単純な同一性」をより論理的に説明しようとしていると推察できる。

今まで述べたこと以外で、高学年で見られる理由や理由の現れ方として、次のようなものにも留意したい。A2は6年生では「何個に分けても1gあたりの量は変わらないから」（小さな玉課題）と内包量の考え方で説明を試みている。また、A4・A11のように、「増減」あるいは「量」を用いた理由が先行して

その後の学年で「単純な同一性」の理由を示す場合は、説明の簡略化と考えられる。これらも、学年が上がることによって見られるようになった変化と考えられる。

体重計課題では、課題の持つ特徴を踏まえた上で理由を述べていると考えられる。3年生ですでに、自分が体重計にのる人の側ではなく、体重計にのっている人を客観的に見ながら理由を考えていると推察できる。それは、「背負っても背負わなくても一緒の人だから」（A3）、「背負ってもものっている人は2人なので同じです」（A8）、「2人のっていることは変わらない」（A9）、などの理由からも分かる。その客観的な視点はその後学年が上がっても維持される。

その中でも、より論理的に説明しようとする理由も見られる。例えば、A5は次のような理由の変化がある（表中では4年間「同一」である）。3年生では「どっちとも2人のっているので同じです」、4年生で「のる場所にもよるけど結局2人なので変わらない」と記述している。そして、5年生では「2人のったときAさんが25kg、Bさんが27kgだったら2人のったら25+27、背負っても25+27、2人の重さは変わらないからどちらも同じ」という理由になっている。5年生ではより論理的な説明を試みている。ところが、6年生では「背負っても、立っても重さは変わらないから」と簡略化されている。それに至る過程は「単純な同一性」が基礎になって、課題に応じてそれをより確かなものにする思考過程を経ていると推察される。4年生での「単純な同一性」と6年生のそれでは質的な変化が起きていると考えられる。

A1は、4年生で「粘土のときと同じで体積が変わらなかつたら重さは変化しない」と記述し、5年生で「のる場所を変えても2人の体重は変わらない」と仮定を加えて記述している。そして、6年生で「1人以上体重が変わらないといけないから」としている。A1にもより論理的に説明を試みる姿を見ることができる。

3-2 グループBについて

グループBは13名であった。子ども達が記述した理由をカテゴリー化したものをTable 3に示す。

3・4年生で誤答が見られるグループである。全員についての4回分の理由に占める「誤答」の割合は15.3%であった。理由のカテゴリーのうち、多いものから4つの割合を見ると、「同一」40.8%、「増減」9.6%、「逆」5.2%、「量」3.8%、である。

課題毎に見ると次の4つのことが言える。第1は、誤答はどの課題も3年生で多く見られ、特に「体重計課題」において誤答が多く見られることである。これは、対象が「人」であり、自らをのり側に置くことで主観的になりやすいと推察される。第2は、どの課題も4年生になると「誤答」が激減していることである。第3は、粘土3課題においては、誤答後の学年で「増減」「量」「体積」が見られるようになることである。第4は、このグループでもグループA同様「体重計課題」で「同一」が多く見られるこ

とである。また、4課題を通して誤答後の理由が「同一」のみは1人(B5)である。

学年間で見ると、6年生で強調した表現(表中では*で記した)がある理由が見られるようになる。また、選択では正答でもその理由で誤答(表中では「!」で記した)が3年生で2人見られる。誤答直後の学年における理由として「同一」が多く見られる。次に理由について見ていく。

まず誤答について考える。

粘土3課題での誤答は、「うすくすると紙のようにペラペラで軽くなる」(B2うすくする課題)、「ひもがほそいから重さなくなる」(B4ひも課題)、「一つひとつが小さいから」(B6小さな玉課題)、「長くしているから(重い)」(B7ひも課題)などに見られるように、うすくなると軽くなる、細長くなると軽く(重く)なるなどの知覚的判断に基づいた理由になっている。

体重計課題になると、「背負うと体重が重なって重

Table 3 グループBに属する子どもの理由のカテゴリー

課題	うすくする課題				ひも課題				小さな玉課題				体重計課題			
	3	4	5	6	3	4	5	6	3	4	5	6	3	4	5	6
B1	同一	同一	同一	同一	同一	同一	同一	量増減	同一	同一	同一	同一*	誤答	同一	同一	同一
B2	誤答	同一	量	同一	誤答	同一	量増減	同一	誤答	同一	量増減	同一	同一	同一	同一	同一*
B3	!	同一	体積	同一	誤答	誤答	増減	同一	誤答	誤答	増減	同一	誤答	同一	同一	同一
B4	誤答	量	増減	増減	誤答	量	増減	増減	同一	同一	同一	逆	誤答	同一	同一	同一
B5	同一	同一	同一	同一	誤答	同一	同一	同一	同一	同一	同一	同一	誤答	同一	同一	同一
B6	誤答	同一	量増減	量	同一	同一	量	量	誤答	同一	量	量	同一	同一	同一	同一
B7	同一	量増減	増減	増減	誤答	量増減	増減	増減	同一	増減	増減	増減	誤答	同一	同一	同一
B8	誤答	同一	体積	増減	誤答	同一	体積	同一	同一	逆	体積	同一	同一	同一	同一	同一
B9	同一	同一	同一	増減	誤答	同一	同一	同一	誤答	同一	同一	同一	誤答	同一	同一	同一
B10	同一	増減	同一	同一	同一	同一	同一	増減	同一	同一	同一	同一	誤答	同一	同一	同一
B11	同一	逆	逆	逆	同一	逆	逆	逆	逆	逆	逆	逆	誤答	誤答	同一	同一
B12	誤答	同一	同一	同一	!	同一	同一	同一	同一	同一	同一	同一*	誤答	同一	増減	増減
B13	誤答	同一	同一	同一	誤答	同一	同一	増減	誤答	同一	同一	同一	誤答	同一	同一	同一

*: 強調した表現

くなる」(B3), 「上の上のっているからちょっと軽くなる」(B7), 「背負ったときは, 背負った人がちょっと前にかたむくのでずっしりくるから(重くなる)」(B1), という主観的な重さ感覚での理由が見られ, またB4のように「おんぶするとおんぶしている人が力を入れるから(重くなる)」というような「重さ」と「力」について考えているものもある。

体重計課題は, 変化するのは物ではなく人であるがゆえに粘土課題のように人の手を加えることによって形を変えたりすることはできない。また, 体重計にのるという動作は対象となる人の主体的な動きと考えられる。したがって, この課題では, 自分を, 体重計にのる側において考えやすい。3年生に主観的な理由が見られるのはそのためであると推察される。

次に誤答後の理由について考える。

粘土3課題では, 誤答すなわち知覚的判断に基づく理由のあと「同一」が多く見られる。例えば, 次のような例が挙げられる。B13は, ひも課題の3年生で「伸びたから(重くなる)」と記述しているが, 4年生になると「細くしても形を変える粘土は同じだから重さは変わらない」と記述している。誤答直後の学年ではこのような理由の変化が共通して見られる。ただし, 4年生まで誤答(「細いと軽くなる」3年生ひも課題, 「細くなったから」4年生ひも課題)があるB3は, 5年生で「同一」に比べより論理性を重視した理由である「増減(細くなっても減っていないから)」となっている。

体重計課題では, 誤答後の学年である4年生で「同一」が多く見られる。例えばB1は3年生で「背負ったときは, せおった人がちょっと前にかたむくのでずっしりくるから(重くなる)」と記述しているが4年生では「2人でも1人をせおってもどっちみち2人のるから」となっている。そして, B9は, 3年生で「1人せおったので2人よりも重いと思います」と述べ, 4年生では「2人のっても1人せおっても人の数は同じだから(重さは同じ)」としている。このように, 4年生では「人数」着目した理由

が多くみられる。体重計にのる二人を客観的に見る方がついていることが分かる。

「人数」に着目した理由以外では, 「同じ人で体重は変わらないから」(B10), 「いろいろなのり方でも重さは同じ」(B12)が見られる。

4年生まで誤答(「人はしゃがむと重さは重くなる」3年生, 「1人せおったときの方が重くなっている」4年生)があるB11は, 5年生で「この前, これを実験したとき同じだったから」と, 「実験」という言葉を用いて理由にしている。「実験」は, 判断の根拠を科学的に示すものとB11が捉えていることがうかがえる。

高学年に見られる特徴として強調した表現がある。すなわち, 重さの変化が生じるかのような見かけの変化があることを述べたうえで, それでも重さあるいは量は変化しないことを逆接的に述べるとともに, 「自体」を用いて「粘土自体」「体重自体」のように「粘土」あるいは「体重」を強調している。また, 「変わることはない」というように「変わる」を強く否定していると考えられる表現である。例えば「一つの物をいくつに分けても, 重さが変わることはない」(B1), 「1人が1人をせおっても, 2人の体重自体が変わるわけではないから」(B2)などである。これらの理由からは重さが「変わらない」ことへの確信が読み取れる。

全体的に「同一」が出現する時期が, グループAに比べてやや遅い。4年生では2人(B3・B11は4年生まで誤答が見られる)を除き正答になっていることから, グループBの子ども達は3年生から4年生にかけて, 知覚的な判断から科学的な保存概念の獲得へと進んだと考えられる。

3-3 グループCについて

グループCは10名であった。子ども達が記述した理由をカテゴリー化したものをTable 4に示す。

「グループC」は, 3年生以降一度正答したにもかかわらずその後の学年で誤答になった課題が一つでもある子ども達である。

Table 4 グループCに属する子どもの理由のカテゴリー

課題	うすくする課題				ひも課題				小さな玉課題				体重計課題			
	3	4	5	6	3	4	5	6	3	4	5	6	3	4	5	6
C1	誤答	誤答	誤答	誤答	誤答	逆	!	!	!	逆	誤答	誤答	誤答	同一	同一	同一
C2	同一	同一	増減	逆	同一	同一	量	逆	同一	同一	量	逆	誤答	同一	誤答	誤答
C3	!	同一	同一	同一	!	同一	同一	同一	逆	同一	誤答	同一	誤答	同一	誤答	同一
C4	量	増減	量	量*	量	増減	量	同一	量	量	量	量	誤答	同一	誤答	同一
C5	同一	増減	増減	同一	増減	増減	増減	同一	同一	増減	増減	同一	同一	増減	誤答	同一
C6	誤答	逆	量	増減	同一	同一	量	同一	誤答	同一	量	同一	誤答	同一	同一	誤答
C7	誤答	同一	量	同一	誤答	量	量	同一	同一	逆	誤答	逆	誤答	同一	同一	同一
C8	同一	逆	逆	同一	誤答	同一	逆	同一	逆	同一	逆	同一	同一	誤答	同一	同一
C9	同一	誤答	同一	誤答	同一	誤答	誤答	誤答	誤答	量	誤答	同一	同一	誤答	誤答	誤答
C10	誤答	量	体積	量	誤答	量	体積	量	誤答	量	体積	量	誤答	同一	体積	誤答

*: 強調した表現

課題ごとに見ると次の4つのことが言える。

第1は、正答後誤答が見られる課題は「体重計課題」が最も多く(C2, C3, C4, C5, C6, C8, C9, C10の8人)、それに「小さな玉課題」(C1, C3, C7, C9の4人)が続くことである。正答後誤答がある課題・学年・人数は次の通りである。「うすくする課題」では4年生で1人、6年生で1人(ともにC9)、「ひも課題」では4年生からで1人(C9)、「小さな玉課題」では5年生(「5年生から」を含む)で4人、「体重計課題」では5年生(「5年生から」を含む)で4人(C2, C3, C4, C5)、4年生(4年生からを含む)で2人(C8, C9)、6年生で2人(C6, C10)となる。このように、正答後誤答は5年生に多く見られ、続いて4年生、6年生となる。

第2は、このグループでも、「同一」は体重計課題により多く見られる。誤答の前に「同一」が見られる例が6人(C2, C3, C4, C6, C8, C9)で見られる。次いで「逆」が2人(C1, C7)、「増減」「量」「体積」がそれぞれ1人(C5, C9, C10)見られる。

第3は、「誤答」はどの課題でも3年生で多く見られ、4年生では減少している。しかし、「小さな玉課題」と「体重計課題」では4年生で一旦減少した「誤答」が、5年生で再び多く見られる(「体重計課題」

では6年生でもC6, C10で見られる)。

第4は、粘土3課題で「!」が見られる。人数では2人(C1, C3)であるが、3年生のみならず高学年(5・6年生)でも見られる。

特徴的な理由について見ていく。

粘土3課題で正答後誤答が見られるのは4人(C1, C3, C7, C9)である。

C1は、「うすくする課題」における理由に「丸いねんどには空気があって、それをペチャンコにしたら空気が抜けて軽くなる」(3年生)と記述している。この理由は、表現は学年によって違いがあるもののその基本的な考えは4年間変わらない。「ひも課題」と「小さな玉課題」の4年生で逆操作による考え方で通過しているが、5年生6年生で再び「空気」「空洞」を用いた理由になっている。C1は、粘土3課題においては、粘土の変形とそれに伴う空気の入出との関連が根強く見られる。

C3は、「小さな玉課題」の5年生で「分けたら軽くなる」という理由にしている。「分ける」という言葉が誘因となり知覚的理由になったと考えられる。子どもによっては5年生であっても知覚的理由にもどる可能性を持っていることの現れであろう。

C7も同様のことが言える。5年生で「分けるとそ

の量の重さが減るから」軽くなると記述している。「うすくする課題」「ひも課題」では形が変わっても「量」は同じだから重さも同じと書いているにも関わらず「小さな玉課題」では「分ける」と「重さが減る」となる。しかし、C3とC7は5年生からそれまでとは異なる視点を持つようになったことがうかがえる。すなわち、4年生の理由で見られる「小さな玉をすべて集めると」（C3）、「小さくしてもひっつけると」（C7）のように「集める、ひっつける」という視点から、5年生の「分けたら軽くなる」（C3）、「分けるとその量の重さが減る」（C7）という理由で見られる「分ける」への着眼点の変化である。異なる視点を持つようになったことで「誤答」になったと考えることもできる。

C9は、3年生で「単純な同一性」による理由が「小さな玉課題」を除く3課題で見られるが、その後の3年間の理由の変化は複雑である。「うすくする課題」「ひも課題」の4年生で「粘土の量が減る」から軽くなると記述している。この2課題（「うすくする課題」・「ひも課題」）について、当該の4年生にとっては、形が変化することが「減る」ことにつながっていると考えられる。その背景には、うすくなる、細くなるなどの変化によって知覚的判断にもどってしまう姿がある。その傾向は5年生で「ひも課題」と「小さな玉課題」でも表れるが、「うすくする課題」では、「単純な同一性」が再び現れる。6年生では「うすくする課題」で、「空気が抜けて軽くなる」になり、「小さな玉課題」では「単純な同一性」が見られる。C9の場合は理由の現れ方が特徴的であり、4年生以上の各学年で「量」または「同一」が一つの課題で見られるが、課題を超えての広がりが見られない。C9は、知覚的な理由と科学的な理由との行きつ戻りつに時間をかけていると見ることができる。

粘土3課題に比べ体重計課題では、正答後の誤答が多く見られ8名（C2, C3, C4, C5, C6, C8, C9, C10）である。そのうち、体重計課題のみで正答後誤答が見られる子どもはC3とC9を除く6名である。正答後の誤答の理由には、様々に思考を巡らしてい

る姿が反映されている。具体的な特徴として次のようなものがある。「背負っているからふつうの重さより重い」（C2）、「背負うと「一つの場所に集中的に体重がかかるから重い」（C4）、「体重計はのった位置によって重さが変わる」（C5）、「1人は背負われているから、地面に足がついていないから軽い」（C6）、「背負うと足に力が入るから重い」（C8）、「背負うと後ろにかたむくから後ろに体重がいく（重くなる）」（C10）等々である。これらの理由から、身体的な体験が判断に影響していることが推察できる。

これらは、それまでの自分の視点とは異なる別の視点で考えている姿とも言える。言い換えれば、それまでの自分の判断を別の視点（新たに得た概念などを用いて）からもう一度問い直し、思考を深めている姿ではないか。例えばC3は、4年生で「同じ重さの人を背負っただけだから（同じ）」と記述し、5年生の「背負ってものっても自分の体積を他の人の体積と重なって重くなる」（「も」は誤記と思われる：筆者）という理由を経て、6年生で再び「ただ背負っただけだから（同じ）」と記述している。このようにC3は5年生で「体積」という新しい概念を用いて説明を試みている。4年生と、5年生での誤答を経た6年生でよく似た理由であってもその内容は大きく異なっていると考えられる。また、「体重の集中」（C4）、「位置による変化」（C5）、「力が入る」（C8）、「かたむく」（C10）など新たな視点あるいは概念を用いていると考えられる判断がある。同時に、C2やC6のように、知覚的理由による判断になることもある。

4 総合考察

4-1 3～4年生で見られる変化について

4-1-1 より確かになっていく重さの保存概念
主にグループAとグループBからいえることとして、3年生から4年生までの時期に重さの保存の獲得があると考えられる。また、学年が上がるにつれて重さの保存の根拠がより論理的になる、あるいは

抽象化された言葉を用いたものになることが見いだされた。3年生での重さの保存の認識は、その後獲得する新しい知識や概念などでより確かなものになっていくのである。

A10は3年生で「粘土の多さ」「粘土の大きさ」という言葉を用いて理由を記述しているが、4年生からはより抽象化された「量」を用いた理由、「どんなに形を変えても量は変わらないから(重さは同じ)」というものになる。「量」を用いた理由は、他の子どもでも4年生から多く見られるようになる。この「量」は、「重さ」を意味する「量」ではなく、物理量、あるいは体積などと推察される。「重さ」とは分離された客観的な「量」が存在していることに気づいた上で、その二つの量を再構成する。そして、物理量が変わっていないから「重さ」も変わらないと判断したと考えられる。すなわち、物理「量」の保存が意識されたことによって「重さ」の保存が認識されたのである。Piaget, J. & Inhelder, B. (1941/1965) が言う「物質の保存が、重さの保存をひきおこす」ことがここでも確認された。「量」が用いられるようになったのは、基本的な重さの保存の獲得の確かさの現れだと言える。

A1は「量」は用いず「体積」を用いている。おそらくA1は「体積」を「量」から分離して用いているのであろう。このように新しい概念「体積」を用いて理由の記述を試みている姿も、4年生以降見られるようになる。同時に、強調した表現を用いる、より論理的に詳細な説明を行おうとする傾向などが見られる。また、高学年(5・6年生)では説明の簡略化も見られるようになる。簡略化は、一旦身に付けた論理を短く表現するが、形は変わっても重さは変わらないという確信が背景にあると考えられる。これらは、「単純な同一性」を問い直し、その内容をより深めていこうとする中で見られる一つの姿ではないだろうか。そのスタートは4年生の頃にあると考えられる。

4-1-2 変化を統一的に見る

グループBの3年生では個々の課題を相互の関連なしに見ている。粘土3課題を統一的に見る概念がまだないと言える。4年生になって粘土3課題を統一的に見る概念が獲得される。例えばB6は3年生で次のように理由を記述している。「大きくなるから(重くなる)」「うすくする課題」「細くしただけ(同じ)」「ひも課題」。「一つひとつが小さいから(軽くなる)」「小さな玉課題」。こうした理由の記述からは、粘土3課題を統一的に見る視点はまだないように推察できる。しかし、4年生になると粘土3課題で共通した見方をするようになる。すなわち「同じものの形を変えても重さは同じ」という視点を持つようになるのである。この背景には、「うすくする」「細長くする」「小さくする」という見た目の変化を「形が変わる」という考え方で統一的に見るできるようになったことがある。

「形が変わる」という統一的な考え方が持てるようになるためには、「うすくなったから軽くなった」「細長くなったから重くなった」「小さな玉になったから軽くなった」などの知覚的な判断理由を、例えば「うすくする」と「軽い」のように要素に分離してみる作業が必要であると考えられる。同様に「細長くする」と「重い(あるいは軽い)」を分離する。「小さくする」と「軽い」を分離する。この分離ができなければ次に進むことはできない。これらの知覚的理由は子ども達が日常の生活の中で体験的に得た概念であり、生活概念と言えるものである。重さに関わるものとしては「大きいものは重い」「小さいものは軽い」「うすいものは軽い」「見えなくなったら重さはなくなる」などが挙げられる。生活概念を要素に切り離す、すなわち分離させることで「うすくする」「細長くする」「小さくする」に着目でき、共通する概念として「形が変わった」が獲得できる。これは、西林(2021)が、「共通性」と「個別特性」の関係について、共通性を発見することで個別特性がその一形態であることが理解される、と述べていることの一例と考えられる。

同時に「形の変化」と「量」「重さ」の分離も行われる。分離することで形が変わっても変わらない量があることを発見し、重さは変わらないという結論を持つことが可能になる。

「単純な同一性」の獲得は、このような「分離」が背景にあると考えられ、同時に、共通な方略で課題を判断することを可能にするのである。

3年生から4年生にかけて起きている変化の中に、重さの保存獲得の軌跡を見ることが出来る。そしてそれは、その後科学的な概念を身に付けていくための基礎になると考えられる。

4-2 グループCの存在

4-2-1 正答後誤答になる背景

縦断的に見ることによって、グループCの子ども達の存在が明らかになった。その数は対象とした34名中10名であった。この34名は4年間を通して4課題すべてで理由が記述されている子どもであり、その約30%がグループCになった。4年間をとおして4課題すべてで理由が記述されている子どもが対象になったゆえに、約30%という割合は偶然算出されたものである。しかし、2020年度の6年生60名をもとにして考えても約16%になる。この割合から見れば、グループCは、ごく少数の例外的な反応を行う子ども達とは見なせないだろう。

一度到達した段階から後退する現象は、藤村(1990)によって「内包量概念の形成過程に関する研究」(縦断研究)の中でも指摘されている。5年生での単位あたりの学習後、一部の子どもが段階の「一時的後退を示した。単位あたり学習は、多くの子どもの段階を高めるが「一部の子どもには新たな方略の獲得に伴う混乱をもたらしたと考えられる」と述べている。藤村(1990)は、後退の背景に「新たな方略の獲得」があるとしている。これは、本研究で見られる正答後の誤答を説明する議論として、一定の示唆を与えるものと考えられる。

しかし、本研究の対象児においては、保存に関する知識は5年生の3学期の「ものの溶け方」におい

て学習するので、新たな保存の学習が今回の調査(5年生の8月下旬から9月上旬で行われた)に影響を与えているとは言えない。ただ、4年生から5年生にかけての学習で様々な新たな知識・概念を身に付けていることは間違いない。それらが正答後の誤答に影響を与えている可能性はある。

また、青木(2002)も「重さのつり合い判断課題」を通してU字型発達曲線を見出している。この研究(横断研究)では、6年生での課題成績の低下が見られる。その思考の特徴として「6年生が日常経験的、体験的な生活概念を基盤とする理論で課題を解決」(p.79)しようとしていることを挙げている。そして「この点が自分の意見を持たない5年生との大きな違いであった」(p.79)と述べている。6年生のもつ「素朴理論は大変根強く、科学理論を提示しても受け入れようとしない」(p.78)という。しかし、青木(2002)は、次のように述べてその前進面を評価している。「小学校6年生は自分の理論の反証を受け入れることは難しくても、反証を受け入れる前に自分なりの理論づくりを行っており、理論を持っていない児童と比較すると、前進していると言えるのではないだろうか」(p.82)。

本研究においても、正答後に誤答となる背景に自分なりの生活概念に基づく理論を持ち出したことがあるとするのは、子どもの理由からもうかがえる点である。例えば、「体重計課題」で見られた「背負っているからふつうの重さより重い」(C2)、「地面に足がついていないから軽い」(C6)、「粘土課題(小さな玉課題)」で見られた「分けたら軽くなる」(C3)、「分けるとその量の重さが減るから」(C7)等の理由が挙げられる。ただ、今回のデータからは5年生での一時的な後退が多く見られることが異なる点である。課題が異なることから生じる時差とも考えられる。

藤村(1990)は「新たな方略の獲得」、青木(2002)は「日常経験的、体験的な生活概念を基盤とする理論」が後退の背景にあるとしている。ただ、扱う課題(前者では「内包量概念の形成過程」、後者では

「重さのつり合い判断」)が異なることや、対象とした子ども達の年齢層も異なる。しかし、5・6年生が対象の中に含まれている点では共通している。

4-2-2 新しく獲得した知識や概念の役割

藤村(1990)のいう「新たな方略」は「新しい知識や概念の獲得」と考えてもいいのではないか。

5・6年生は、様々な教科学習や様々な機会に新たな知識・概念を身に付けてきている一方で、理論的に説明を試みる時、生活概念に再度依拠することもある。5・6年生では、「新たな知識や概念」と「生活概念」が存在し、前者が後者を「問い直す」役割を果たしていると考えられる。

新しい概念や知識の獲得は同じ学年であればある程度共通して起きている可能性がある。少なくとも学校教育では共通する授業を受けている。ではなぜ、新しい概念や知識を獲得しているにもかかわらず、一時的な後退をもたらす子どもとそうではない子どもが現れるのか。

新しく獲得された概念や知識は、それまでの生活概念を問い直し、切り離し再構成する役目を担うのではないだろうか。新しい概念や知識の獲得の状況によって、「後退する、しない」が現れるのではないか。「粘土課題」で見ると、C7は、5年生では「逆操作」的には考えていない(小さな玉課題)。「分ける」という操作から考えている。また、C3も同様に4年生では「集める」だが、5年生では「分ける」という操作から考えている(小さな玉課題)。両者は4年生までとは視点に変化している。この新たな視点を用いるという点では前進と考えられるが、「分けたら軽くなる」という生活概念を「分ける」と「軽くなる」に分離しきれていないことから、誤答になったものと考えられる。すなわち、5年生までに新しく獲得された概念や知識がまだ科学的体系に位置づいていないこと(獲得の不十分さ)の現れでもあると考えられる。

「体重計課題」での3年生の理由には、「2人の体重がかかるから(重くなる)」という理由をはじめ、

「体重が増える」「1人の人の足がついてないから」「2つに重なっているから」などの理由が見られる。

4年生の子ども達がこの課題を考える場合、3年生の時の理由を次のような要素に切り離して考えると推測できる。体重計にのっている人数、同じ人かどうか、背負っている人が感じている重さとそれを支えるために必要な力、のる位置、背負った時の体重計の台からの高さ、背負われた人の足が体重計に接していないこと、背負った時の姿勢など(これらもまた切り離し可能)である。逆に言えば、子どもにとってはこれらの要素が統一されて現れているのが、体重計に一人を背負ってのっている姿なのである。もちろん、すべての子どもが同じような要素をイメージするとは限らない。しかし、どの子どもにとっても、粘土課題に比べ圧倒的に要素が多い課題であり、そこにこの課題の困難さがあると言える。

子どもは自分がイメージした要素を構成し判断する。例えば、「同じ人・同じ人数」に着目できれば「重さは同じ」となる。他の要素を用いれば「重くなる」あるいは「軽くなる」を選択することにもなる。

C4は、3年生で「2人の体重がかかるから(重くなる)」、4年生で「人数は同じだから(同じ)」、5年生で「一つの場所に集中的に体重がかかるから(重くなる)」と記述している。そして6年生では「人数は変わらないから重さは変わらない」としている。4年生6年生では客観的な要素である人数に着目して判断しているにもかかわらず、5年生で主観的な重さ感覚(生活概念)を基に判断している。5年生での誤答の理由の背景には、4年生の内容を「問い直す」、すなわち切り離し・再構成が不十分であったことがあると推察される。しかし、そこには、「重さの集中」という考え方を用いて4年生の理由を深めようとしている姿がある。

C6のケースでは、次のような理由の変化を見ることができる。3年生で「1人の体重が2つに重なっているから(重くなる)」、4年生で「2人体重計にのっているのが同じ」、5年生で「人の人数変わらないから(同じ)」、6年生で「1人は、背負われている

から、地面に足がついていないから（軽くなる）」としている。4年生と5年生では同じ要素（人数が2人）を用いて判断していると言えるが、6年生では「足がついていない」という要素を用いている。C6にとっては5年生で用いた要素を含め「問い直し」すなわち切り離しを行った結果、新たな要素を用いることにしたのではないか。その切り離しの背景にC6の新しい概念と知識の獲得があったと考えられるが、切り離した要素を科学的な体系に位置付けて構成し判断するほどの認識はまだ出来上がっていないと考えられる。

「体重計課題」でも「粘土課題」と同様に、このように新たな視点で切り離し・再構成することで、誤答になっている場合が5・6年生などに多く見られる。その視点はそれまでに得た新たな知識や概念によってもたらされたと考えられる。そして、その知識や概念が科学的な体系に位置づいた時に正確な判断が可能となるのではないかと考えられる。しかし、これらの誤答から、科学的な概念に迫ろうとする子ども達の真摯な姿が見えてくることも特徴としてしておく必要がある。

5 結論と今後の課題

「学齢期（小学校3年生から6年生）の子どもの重さの保存概念の獲得過程を明らかにする」という目的で議論を進めてきた。ここでは、それらの議論をふまえて結論を述べる。

本研究では、重さの保存概念は、3年生の時点ですでに獲得されていると考えられるグループ、そして4年生あるいは5年生で獲得されると考えられるグループの存在が明らかになった。両グループに属する子どもたちは、その後「単純な同一性」からより客観的な説明を試みるようになった。すなわち重さの保存概念をより確かなものにしていく。その背景に概念の分離、切り離し、そして再構成があり、その結果として変化を統一的に把握し判断することが可能になったと考えられる。それまでの生活概念を

切り離し・再構成する役目を担うのは、新しく獲得された概念や知識である。

また、一度正答したにもかかわらず誤答にもどるグループに属する子どもたちの存在は、新しい概念や知識の獲得の状況によって、「後退する、しない」が現れることを示唆した。すなわち、「後退する」場合、生活概念を切り離し・再構成するための新しい知識や概念が十分に獲得されていない、科学的体系に位置づいていないことが背景にあると考えた。

以上から、3年生から4年生にかけて、「重さの保存の科学的概念」（基礎的な重さ保存の概念）が獲得されるということは今回の調査からいえると考えられる。同時に、そこに当てはまらない子ども達も一定数存在するという事実も明らかになった。

また、分離・切り離しを行い再構成していく過程を通してより科学的な認識へと接近していこうとする子ども達の能動的な姿も明らかになった。それまでの概念を要素に切り離して考えるということは、すでに抽象的な作業を行っていると言える。そして、概念の切り離しの仕方とその内容、結果の用い方はその子ども固有のものであると考えられる。それはグループA、グループBの子ども達にも言えることである。グループCの子ども達は、科学的な重さの保存の概念に接近するために経験（教科学習を含めて）、すなわち新しい概念と知識の獲得に十分な時間が必要だと考えられる。しかし、今回の調査からはそれらについて確かめることはできない。今後の課題となる。

同様に分離と再構成の過程は、今回の調査結果に基づきその存在を仮説として提起したが、その具体的な姿を明らかにすることは今後の課題としたい。

1)

質問紙

名前 ()
平成 年 月 日

自分の考えにあうものをえらんで○をつけてください。

- 1 丸いねん土をうすくしました。重さはどうなりますか。
 (軽くなる 同じ 重くなる)
 その理由
 ()
- 2 丸いねん土を細長いひもにしました。重さはどうなりますか。
 (軽くなる 同じ 重くなる)
 その理由
 ()
- 3 細長くしたねん土を小さな玉に分けました。重さはどうなりますか。
 (軽くなる 同じ 重くなる)
 その理由
 ()
- 4 体重計の上に2人立ってのったときと1人を背負^{せお}ってのったときでは重さはどうなりますか。
 (軽くなる 同じ 重くなる)
 その理由
 ()
- 5 プールに入ったらあなたの体重はどうなりますか。
 (軽くなる 同じ 重くなる)
 その理由
 ()

引用文献

- 青木多寿子 (2002) 『認知発達の心理学』九州大学出版会
- 別府哲 (2016) 「横断的研究／縦断的研究：発達を調べる2つの切り口」子安増生 (編) 『よくわかる認知

発達とその支援 第2版』ミネルヴァ書房 pp.58-59.

藤村宣之 (1990) 「児童期の内包量概念の形成過程に関する縦断的研究」『発達心理学研究』第1巻第1号 pp.70-78.

浜崎幸夫 (1983) 「重さの保存の発達 (6) —垂直的デカラージュについて」『日本教育心理学会第25回総会発表論文集』 pp.288-289.

廣瀬隆司 (1995) 「第3学年の児童の『重さ』に関する知識の様相—『重さ』の保存についての水準区分と段階区分に関連して」『数学教育学研究』第1号 pp.133-149.

日下正一 (1995) 『幼児から児童期にかけての認識発達における矛盾の意識化と解決に関する心理学的研究』風間書房

三宅和夫・高橋恵子 (2009) 「発達心理学における縦断研究—その発展と課題」三宅和夫・高橋恵子 (編著) 『縦断研究の挑戦—発達を理解するために』金子書房 pp.1-21.

西林克彦 (2021) 『知っているつもり「問題発見力」を高める「知識システム」のつくり方』光文社新書

大西真樹男 (2019) 「学童期における重さの単位の発見に関する研究—重さの保存との関連に着目して—」『立命館産業社会論集』第54巻 第4号 pp.87-106.

Piaget, J. & Inhelder, B. (1941) *Le développement des quantitiés chez l'enfant*. (滝沢武久・銀林浩 (訳) (1965) 『量の発達心理学』国土社)

附記

本研究にあたり、調査等にご協力いただいた小学校の児童のみなさん、校長先生をはじめ先生方に心より感謝申し上げます。

Acquisition Process of the Concept of Conservation of Weight in 3rd to 6th Grade Elementary School Children : Longitudinal study

ONISHI Makioⁱ

Abstract : The purpose of this study was to elucidate the process of acquisition of the concept of conservation of weight in school-aged children (3rd to 6th grade of elementary school). The participants were 34 students of an elementary school. A questionnaire survey was conducted over a four-year period from the third to the sixth grade in each school year. As a result, three groups of response patterns were found: Group A, comprising those who had already acquired the concept of weight conservation in the third grade, Group B, comprising those who acquired it around the fourth grade, and Group C, comprising those who had reached this understanding once but then regressed to not exhibiting such awareness. The children who belonged to groups (A) or (B) began to attempt more objective explanations than “simple identity” after the fourth grade. This was due to the detachment and reorganization of their life concepts, which enabled them to grasp and judge changes in a unified manner. The ability to separate and reconstruct the previous concepts of life is promoted by newly acquired concepts and knowledge. The presence of children belonging to group (C) suggests that the detachment and reconstruction is insufficient, and that “retreat” or “no retreat” depends on the status of acquisition of new concepts and knowledge. In other words, in the case of “regression,” it was thought that the background was that the new knowledge and concepts for detachment and reconstructing life concepts had not been sufficiently acquired and were not located in a scientific system.

Keywords : concept of conservation of weight, detachment, reconstructing, new knowledge and concepts

i Doctoral Program, Graduate School of Sociology, Ritsumeikan University

