

# 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—

大西 真樹男<sup>i</sup>

本研究では、以下の目的で小学校3年生～6年生までの197人を対象に質問紙による調査を行った。第1に、重さの「個別単位」発見と「重さの保存」の獲得との関係を明らかにすること、第2に、重さの「普遍単位」を使用している実態を把握し、「重さの保存」や「個別単位」発見との関連を検討すること、であった。基本的な「重さの保存」の成立は10歳頃であり、重さの「個別単位」発見はやや遅れて11歳以降であった。また、「重さの保存」が不十分なまま重さの「個別単位」発見に進む姿も見られた。このことから学童期における重さの「個別単位」発見は、「保存の成立から個別単位へ」と「保存を経ないで個別単位へ」の2つの道があると考えられた。前者における「重さの保存」の成立と重さの「個別単位」の獲得との時間的な差異は、「重さの保存」の問い直しとその背景にあるのではないかと推察した。後者は、「重さの保存」の獲得は学童期には不十分な状態で推移し、論理的な考え方が先行する。その考え方は学齢期以後保存を獲得あるいは確実なものにする可能性をもつものであろう。重さの「普遍単位」は10歳頃には50%を超える子ども達が日常生活で使用可能であった。重さの「普遍単位」を、意味を十分理解せずに使用している状態から、意味を理解して用いることができるようになるには重さの「個別単位」の発見が必要となる。

キーワード：保存、単位、置換、論理的な考え方

### 問題と目的

#### 問題

子ども達が、公教育の場で単位について学習するのは小学校に入ってからである。単位は、言うまでもなく生活に欠かせないものであり、先人たちが築いてきた文化でもある。単位は子ども達の生活の中にあふれており、子ども達は意識せず重さや長さの単位を使っており、小学生になって初めてmやkgなどの意味やその使い方について学ぶことになる。言い換えれば、意味をよく理解せずに使っていた単

位を自覚的に考え用いることができるようになるのである。単なる言葉・音としての単位から意味と根拠を持った単位を子ども達は知ることとなる。そういう意味で、子ども達は「単位を発見する」と言えるのではないだろうか。

小学生の単位の学習は直接比較から始まる。長さを例にとると棒Aと棒Bでどちらが長い直接比べる。その後、間接比較、個別（任意）単位、普遍単位の順に学習していく。

銀林（1971）は単位の指導にかかわって次のように述べている。「外延量の数値化は、直接比較・間接比較・個別単位・普遍単位の4段階をふめばよい。こうして普遍単位が導入されたら、それを使って測定を行う。測定とは、連続量を単位に分割し、その

i 立命館大学大学院社会学研究科博士後期課程

単位を数えることによって量を数に直すという操作である」。また、岡田(1971)は「間接比較はじつは推移律の適応に他ならず、直接比較で抽象した量をさらに一般化する。しかも、媒介物で比較することは、その媒介物を基準にすることだから、単位のはじまりとも考えられる」と述べている。単位は測定の必要から生まれ、通常、単位の学習はこの4段階を踏まえて行われる。岡田は間接比較の段階ですでに単位の概念が生まれているのではないかと述べている。間接比較の場合、例えば重さを比較する2つの物質AとBがあって、比較するために媒介物Cが必要となる。 $A=C$ であるとき $C>B$ であれば $A>B$ となる。この関係が成立するにはAの重さがCの形で保存されていることが前提となるのである。

さらにPiaget(1941)は、保存と数量化について次のように述べている。「物質と重さと体積の保存の概念は、第2児童期にならなくてはできあがらない。つまり7才から12才の間である。」「というのも、これらの概念が、できあがるためには、材料のさまざまな数量化しうる側面、(例えば重さとか、体積など)を別々に切り離すと同時に、これらの性質を数量化することが前提となっているからである。」「この場合、事物の保存と材料の数量化しうるこれらの諸要素の保存との間に、もう1つの別の一連の構造がはいりこんでくることとなる。その構成は幼児期の終わりごろにわたっておこなわれる。そして、物理的な性質の数量化ができるようになるためには、その構造の完成がぜひとも必要だ。その構造とは基本的な論理のおよび算術的概念などで」である。つまり、Piagetは、保存が成立するには物質が持っている諸性質から重さなどの側面を切り離し、数量化することが前提になり、数量化ができるためには基本的な論理のおよび算術的概念が必要だと述べている。保存の前提には数量化、すなわち単位の存在がある。一方で、「代置の一般化は単位を生み出す」とも述べている。代置は保存の獲得を意味しており、保存が前提になって単位が誕生すると考えられる。

Piagetは「保存は、数量化の条件であると同時に、その結果だ」と述べていることから、保存はそれが高次化していく過程で科学的認識の前提ともなり、科学的認識の結果にもなる。1つの例として体積の保存の理解をあげている。「平均11, 12才ごろ、したがって重さの保存というものが発見された後で、初めて子どもは、水の入ったコップの中に沈められた玉が同じ体積だけ水をおしのけるということ、すなわち形は変わっても同じだけの体積を保存するということ、理解できるようになるのである」。おしのけられた水の量を測定する単位の獲得があって体積の保存の理解が可能になるのである。

田中(1987)は次のように保存をとらえている。「1次変換可逆操作の段階においては、変換移行次元可逆対操作として示された可逆対算法、可逆対表現をその基本特徴とする四則の意味と逆算の理解がある。ここでは、個体、液体、気体などの基本量、重さ、体積、さらに速さ、時間などにおいて、例えば、場面や物の性状などが変わっても保存の概念が成立していく」。

そして、保存概念の成立後、「不連続量での1次変換が行われる」。液量で考えれば、同じ大きさのカップ10杯分の水などと数量化することで連続量を不連続量とする。その上で、普遍単位を学習し $10dL = 1L$ などの簡単な単位換算ができる。また、位取りも1次変換可逆操作の例として挙げられよう。そして、保存の概念が基礎となって様々な数学的な認識が発展するとしている。

田中は、数学的認識と言っているだけで「単位」の問題には直接言及していない。しかし、彼は、数学的認識において保存の概念の成立が前提になるが、同時に数学的認識が前提となって保存が理解されるとも考えているのではないだろうか。

新井(1975)は、保存と単位の同一性との関係について「単位の同一性概念の獲得のずれが見出され、しかもその獲得の時期が長さ→重さ→液量の順序におそくなる傾向は、保存の獲得のずれと対応している」と指摘している。その上で、「獲得の時期が単

位の同一性概念と保存とでまったく同じ順序でずれていることは、これらの概念操作の対象たる長さ、重さ、液量のそれぞれの特異性に強く起因するのか、それともこれらの両概念の関連性によるのか、それともこれらの2つの原因の相互作用によるのかいずれかであろう」として「単位の同一性概念と保存との関連性については、見方によっては、単位の同一性概念は保存の一種、つまり分割に対する保存であるとの考え方もでてこよう」と述べている。「しかし、筆者は現在のところ、この考え方は採用したくない」として、その理由として分割に対する保存の場合の誤りのタイプと単位の同一性概念の誤りのタイプの違いを挙げている。そして、「単位の同一性概念を保存に還元するのは正しくないように思える。むしろ、単位の同一性概念が分割に対する保存をその一部として含んでいると考えた方がよさそうである」と結論している。新井は単位の同一性はその内部に保存を含んでいるととらえている。

波多野完治編「ピアジェの認識心理学」（波多野，1965）では、次のような議論が展開される。「ある対象を空間的に移動してもその長さは不変である、という位置に対する保存が成立しても、それを分割してならべかえる、というような状況での保存はより困難である。部分は保存されるのだが、全体の長さは必ずしも保存されるとは限らない。しかし、単位反復を含む測定においては、共通単位による反復という考え方とともに全体の長さを部分の長さの和としてとらえることを含むから、こうした分割や分割変形に対する保存がその前提条件となろう」。これは長さの単位とその保存との関連で述べたものであるが、重さの測定においても分割や変形に対する保存がその前提になると考えられる。

単位と保存のとらえ方は様々であるが、両者が密接に関連していることはいずれの先行研究からも明らかである。では、実際の小学校の教育の場ではどのように「保存」や「単位」が扱われているのだろうか。小学校学習指導要領（平成29年告示）（文科省 2017）では、「保存」や「単位」に関することは、

「算数」や「理科」の領域で次のように書かれている。いずれも小学校3年生である。

#### 算数

##### C 測定

- (1) 量の単位と測定に関わる数学的活動をとおして、次の事項を身に付けることができるよう指導する。
- ア 次のような知識及び技能を身に付けること。
- (ア) 長さの単位（キロメートル（km））及び重さの単位（グラム（g）、キログラム（kg））について知り、測定の意味を理解すること。
- (イ) 長さや重さについて、適切な単位で表したり、およその見当を付け計器を適切に選んで測定したりすること。
- イ 次のような思考力、判断力、表現力等を身に付けること。
- (ア) 身の回りのものの特徴に着目し、単位の関係を統合的に考察すること。

#### 理科

##### A 物質・エネルギー

##### (1) 物と重さ

物の性質について、形や体積に着目して、重さを比較しながら調べる活動を通して、次の事項を身に付けることができるように指導する。

- ア 次のことを理解するとともに、観察、実験などに関する技能を身に付けること。
- (ア) 物は、形が変わっても重さは変わらないこと。
- (イ) 物は、体積が同じでも重さは違うことがあること。
- イ 物の形や体積と重さとの関係について追及する中で、差異点や共通点を基に、物の性質についての問題を見出だし、表現すること。

子ども達がこの内容を学習するのは、複数の出版社の教科書によれば、算数は3年生の2学期後半、理科では3学期となっており「重さの保存」の学習が「単位」の学習のあとになっている。出版社によ

っては算数での重さの学習は、「重さの保存」についても若干触れるが、重さの単位の学習との関連は十分に見いだせない。理科においても同様で、出版社にもよるが、算数で重さの単位を学習したことと関連させる部分はあるが、触れる程度である。

ここからわかるように、教科書においては「重さの単位」と「重さの保存」は関連しているととらえられているものもあるが、「重さの保存」が「重さの単位」の理解の前提になっているという扱いはない。

また、中学校の学習指導要領（平成29年告示）を見ると、力の単位としてN（ニュートン）を用いることや「質量」の概念について学ぶこと、そして「質量の保存」が学習されることが分かる。

重さは厳密には質量に作用する重力（力）ではあるが、小学校では重さを重力と質量という異なった概念としてとらえることができない。その2つが一体となって小学校における重さがある。「重さ」から「質量概念」へ転換するためにはこの2つを切り離すことが必要になる。これは中学校での課題であろう。小学校での「重さの保存」の学習は「質量保存」の学習の前段階にもなっていると考えることができよう。

## 目的

子ども達が「重さの単位」を認識していくとき、「重さの保存」はどのように関連していくのであろうか。先に単位の指導が4つの段階を通して行われると述べた。「個別単位」はその3つめの段階であり、具体的には「個別単位」を求め測定する段階を指す。「個別単位」は、あるものを測るときに用いる任意の単位である。例えば、ある班はものの重さを測るときに同じ重さ・大きさの木製のブロックを使用し、その個数で重さを表した。別の班はおはじきを用いて測りその個数で重さを表した。このように特定の集団でのみ用いられ、他の集団では用いられない任意の単位を重さの「個別単位」という。これでは同じものの重さを測っても「個別単位」の数

だけ測定値があることになり不便である。よって「普遍単位」が必要となる。

上述の重さの「個別単位」では、測定されるものを木製ブロック数個分であるいはおはじき数個分で置き換えることになる。ここに重さの「個別単位」と「重さの保存」の関連が現れてくる。岡田が言っているように、間接比較の段階ですでに単位の概念が生まれているとしても、その段階では媒介物は数量化されない。推移律が用いられているだけである。個別単位の段階で初めて媒介物は数量化される。したがって、本研究は重さの「個別単位」に焦点をあてて議論を進めていく。

本研究では、重さの「個別単位」発見と「重さの保存」の獲得との関係を明らかにすることを目的とする。具体的には、「重さの単位（個別単位）」の発見には「重さの保存」の獲得が必要なのか、それだけで十分なのか。また、「重さの保存」以外に必要な要因があるならば、それはどのようなものか。そして、重さの「普遍単位（kg・g）」を使用している実態を把握し「重さの保存」や重さの「個別単位」発見との関連を考察する。

## 1 対象と方法

### 1-1 研究参加児

研究参加児童は、府下A小学校の児童197人であった。学年別、男女別人数はTable 1の通りである。

研究参加児を6ヵ月単位でわけて月齢群とした。これは、学年の枠のみに着目することでは見えてこ

Table 1 学年と性別のクロス表（人）

		性別		合計
		男	女	
学年	3年生	36	26	62
	4年生	22	18	40
	5年生	24	23	47
	6年生	28	20	48
	合計	110	87	197

Table 2 学年群と月齢群のクロス表（人）

		月齢群								合計
		102～ 107ヵ月	107～ 113ヵ月	113～ 119ヵ月	120～ 125ヵ月	126～ 132ヵ月	133～ 137ヵ月	138～ 142ヵ月	144～ 150ヵ月	
学年群	3年生	28	34	0	0	0	0	0	0	62
	4年生	0	0	19	21	0	0	0	0	40
	5年生	0	0	0	0	27	20	0	0	47
	6年生	0	0	0	0	0	0	25	23	48
	合計	28	34	19	21	27	20	25	23	197

ない変化を想定し、それを取り出すために設定した。学年別にみた月齢群の構成を Table 2 に示す。最小の月齢は102ヵ月、最大の月齢が150ヵ月であった。

A 小学校は、各学年2クラスであるが、3年生以上の全クラスで実施した。

学校長には文書と口頭で、担任には口頭で調査内容を説明し了解を得た。研究参加にあたっては、事前に保護者に対して「研究協力をお願い」を学校長の了解を得て、当該クラスの児童を通じ担任から配布した。

また、研究参加対象の児童に対しても、調査当日、個人情報の保護、研究参加は拒否可能であること、拒否した場合も不利益がないこと、などについて説明した。保護者および児童の研究参加拒否はなかった。

なお、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」より2017年8月1日付で承認を得た（承認番号「衣笠一人—2017—30」）。

### 1-2 実施日と実施場所

3年生は2017年9月5日・8日、4年生は2017年8月31日・9月1日、5年生は2017年9月14日・28日、6年生は2017年9月12日・27日、いずれも、8時30分～8時55分の時間帯を使って行った。その時間内で時間が足りなかった子どもについては、本人と担任の了解のもと、他の時間を使って行った。実施場所は各教室であった。

### 1-3 実施方法

課題と回答欄のある質問紙（注1）を用いて、クラス每一斉に行った。質問紙を配布し、どの学年の児童にも共通して以下のように教示した。

「今からすることは、先生たちの勉強のためにすることです。これはテストではありません。丸つけとかもしません。みなさんの正直な考えを書いてほしいと思います。書けないところがあってもまったくかまいません。とばしてやってもらっても大丈夫です。協力してくれますか。もし、途中で嫌になったりやめようと思ったりしたときは先生に言ってください。」

質問紙の構成は1～5「重さの保存課題」（以下、保存課題）、6～7「単位課題」、8～13「生活・体験課題」となっている。「単位課題」は、重さの単位指導における「直接比較」「間接比較」「個別単位（任意単位ともいう）」「普遍単位」の中の「個別単位」を発見することを課題としている。

なお、保存課題は「教授・学習の影響を否定できない。」「したがって、可能な限り共通の条件下で課題に取り組めるようにすることが必要になる」（大西 2017）。この観点から「重さ」について未習である3年生には、保存課題については粘土とてんびんを用いて問いの意味を説明した。

また、単に正答誤答だけではなく反応分析を重ね合わせることで、その子どもの自覚性の高い回答を得られると考え、反応分析の素材として文による回答を求めた。

## 2 結果

### 2-1 保存課題

保存課題1～5の通過率をTable 3とFigure 1に示す。

「プール」課題を除く4つの保存課題では、107～113ヵ月を過ぎてからの急激な上昇がみられる。中でも「うすくする」課題、「ひも」課題、「小さな玉」課題については顕著である。課題ごとにみていくと、「小さな玉」課題では、107～113ヵ月で一旦落ち込

みその後急激に上昇するが、126～132ヵ月と144～150ヵ月でわずかだが通過率が下がっている。「体重計」課題は、107～113ヵ月を過ぎての上昇は比較的大きいが、その後の変化は他の3つの課題に比べて緩やかに上昇している。「プール」課題では、113～119ヵ月を過ぎて上昇するが、それ以降変化がない。そういう点では「プール」課題は特異な変化を示している。浮力が影響しているとも考えられる課題であり、本論文では他の4つの保存課題を中心に考えていく。

Table 3 保存課題の月齢別通過率推移 (%)

月齢	n	うすくする	ひも	小さな玉	体重計	プール
102～107ヵ月	28	57.1	46.4	78.5	42.8	10.7
107～113ヵ月	34	64.7	52.9	64.7	50.0	11.7
113～119ヵ月	19	89.4	94.7	89.4	68.4	15.7
120～125ヵ月	21	90.4	95.2	90.4	76.1	33.3
126～132ヵ月	27	88.8	92.5	81.4	77.7	33.3
133～137ヵ月	20	85.0	85.0	85.0	85.0	35.0
138～142ヵ月	25	92.0	92.0	92.0	88.0	36.0
144～150ヵ月	23	95.6	95.6	78.2	91.3	34.7

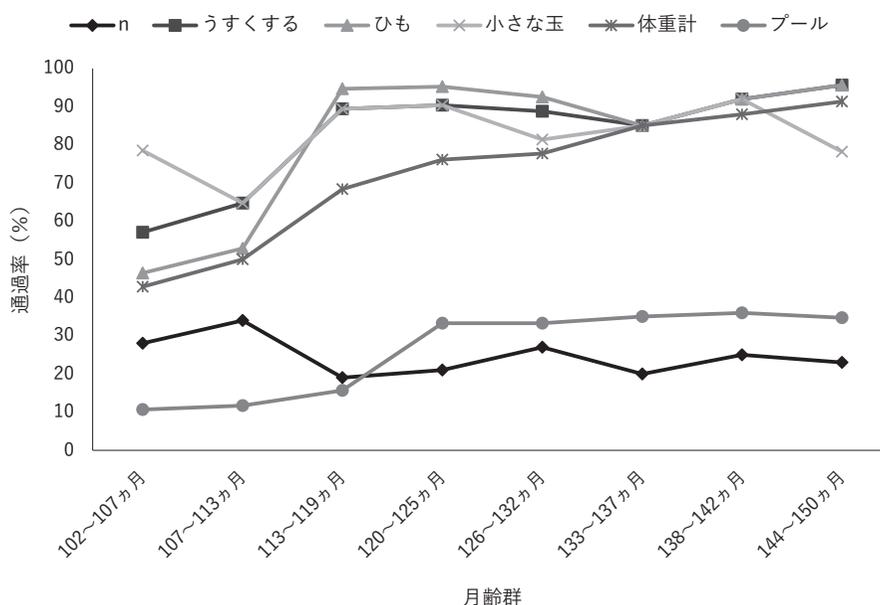


Figure 1 保存課題の月齢別通過率推移

## 2-2 保存4課題と単位課題の理由

### 2-2-1 保存4課題と単位課題の通過率

保存課題通過の特徴をより明確に見出すために、「プール」課題を除く4つの保存課題（以下、保存4課題）をすべて通過した人数の割合を示した（Table 4）。

また、単位課題（質問紙「6」）は、次のような内容である。①②はてんびんを用いたものである。①は積木の数でのりや消しゴムの重さを置き換えており、積木が「個別単位」になっているものである。そして、②は分度器と三角定規の直接比較である。

③④は長さに関する図になっており、③は鉛筆の長さの直接比較であり、④は机の縦横の長さを、ボールペンを個別単位としてその個数で置き換えている。①と④は個別単位での比較であり②③は直接比較の図となっている。「通過」は①④を選択した場合のみであり、「不通過」は一つが不正解ないしは両方が不正解の場合である。ただし、今回の質問紙の「7」は未記入が多く（未記入率102~113ヵ月100%、113~125ヵ月90%、126~137ヵ月82.9%、138~150ヵ月50%）集計からは除外せざるを得なかった。

保存4課題と単位課題の通過率から特徴を考える（Table 4, Figure 2）。

まず保存4課題から見ると、107~113ヵ月を過ぎた頃から急な上昇がみられる。しかし、その後月齢を追って通過率が上昇してはいない。また、144~150ヵ月などでみられるようにわずかだが通過率が下がっている時期がみられる。113~119ヵ月過ぎ頃から通過率60%を越すようになり、その後は70%前後で推移し、80%台は138~142ヵ月でみられるのみである。

単位課題では126~132ヵ月と138~142ヵ月でわ

Table 4 単位課題と保存4課題の月齢別通過率推移 (%)

月齢	単位課題	保存4課題
102~107ヵ月	10.7	28.5
107~113ヵ月	38.2	23.5
113~119ヵ月	52.6	57.8
120~125ヵ月	52.3	71.4
126~132ヵ月	37.0	70.3
133~137ヵ月	65.0	65.0
138~142ヵ月	60.0	80.0
144~150ヵ月	86.9	69.5

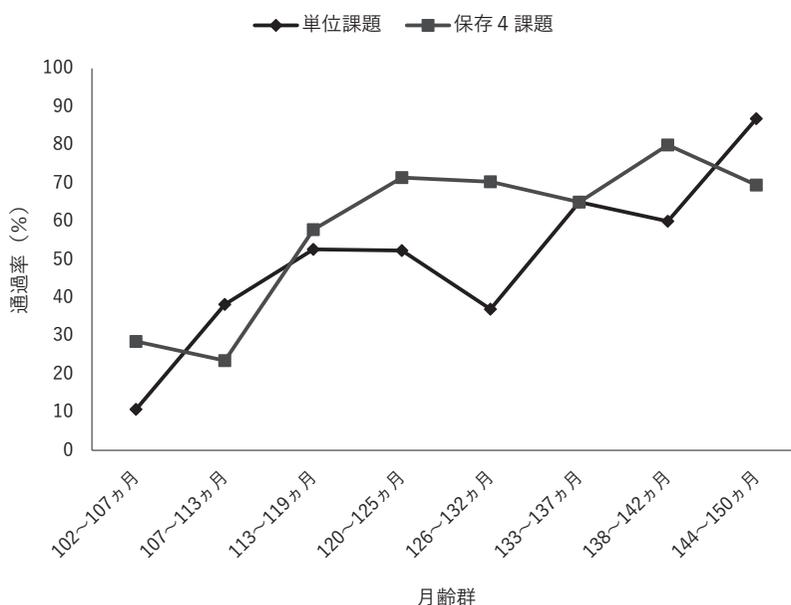


Figure 2 単位課題と保存4課題の月齢別通過率推移

ずかだが通過率が下がっているが、いずれもその後急上昇している。特に、126～132ヵ月では107～113ヵ月のレベルまで落ち込んでいる。

保存4課題と単位課題の通過率を重ねてみると、全体として保存4課題の通過率が高いといえる。しかし、107～113ヵ月と144～150ヵ月では、保存4課題の通過率が単位課題のそれよりも低くなっている。

このグラフからも分かるように、それぞれの月齢群には保存4課題は通過したが単位課題は通過していない子ども(保○単×)、両方とも通過した子ども(保○単○)、保存4課題は通過していないが単

位課題は通過している子ども(保×単○)、保存4課題と単位課題ともに通過していない子ども(保×単×)が含まれている。保存4課題がすべて正答だったものの割合と上記4つのカテゴリーの割合を月齢群ごとに比較したものをTable 5およびFigure 3に示した。

「保○単○」は120～125ヵ月で通過率が高くなるが、その後一旦低くなって144～150ヵ月で再び高くなり、保存4課題の通過率とほぼ等しくなっている。「保○単×」は107～113ヵ月で通過率が低くなるが、その後上昇しほぼ横ばいで推移する。そして144～

Table 5 月齢別保存4課題と単位課題の関連の推移 (%)

	保存4課題	保○単×	保×単○	保○単○	保×単×
102～107ヵ月	28.5	21.4	3.5	7.1	67.8
107～113ヵ月	23.5	8.8	23.5	14.7	52.9
113～119ヵ月	57.8	31.5	26.3	26.3	15.7
120～125ヵ月	71.4	23.8	4.7	47.6	23.8
126～132ヵ月	70.3	37.0	3.7	33.3	25.9
133～137ヵ月	65.0	25.0	25.0	40.0	10.0
138～142ヵ月	80.0	36.0	16.0	44.0	4.0
144～150ヵ月	69.5	4.3	21.7	65.2	8.6

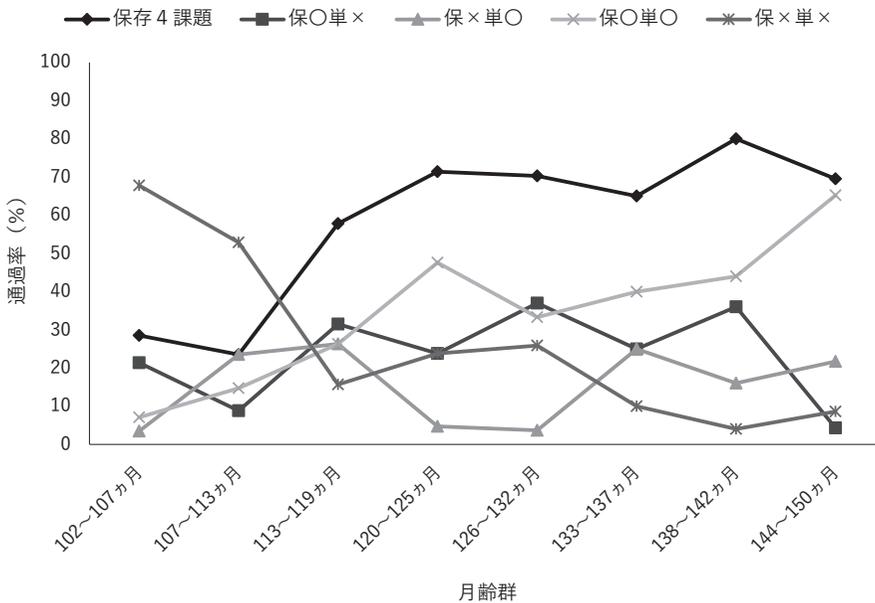


Figure 3 月齢別保存4課題と単位課題の関連の推移

150 ヶ月ではほぼ0に近づく。つまり、保存4課題を通過した子どもは単位課題も通過するようになるのである。「保×単〇」は月齢群による違いがみられるが、高いところでも20%台で推移している。

この4者の変化を、学年を追ってみていくとTable 6およびFigure 4のようになる。学年は義務教育の諸活動における基本的な子どもの集団であり、教科書は学年ごとに異なったものが使用されており、学年は共通の学習内容を学習する集団である。したがって、学年ごとの変化の推移もみておくことは、学童期の変化の特徴を俯瞰するうえで有効であると考えた。

4年生頃から「保存4課題」通過者が「保〇単〇」と「保〇単×」の2つのグループに分かれるが、5年生頃から後者が減っていく様子がよくわかる。すなわち、基本的な保存が成立していく子ども達が重

さの「個別単位」の発見へと向かうのである。同時に、「保×単〇」の子ども達がどの学年にもほぼ15%程度存在していることもわかる。

ここで、保存4課題が不通過にもかかわらず、単位課題が通過している場合の理由の特徴について触れておく。その特徴は、保存4課題において、まだ変化から受ける印象によって判断をしているという点である。例を挙げると133~137 ヶ月の1人は次のような理由を保存4課題と単位課題で書いている。「うすくする課題」では「うすくしても元の重さが変わったわけじゃないから同じ」、「ひも課題」では「別の形にしても元の重さが変わったわけじゃないから同じ」、「小さな玉」課題では「小さく分けても元の重さが変わったわけじゃないから同じ」、「体重計」課題では「背負った1人分の重さが加算されるから重くなる」と書いている。「体重計」課題以外

Table 6 学年別保存4課題と単位課題の関連の推移 (%)

	保存4課題	保〇単×	保×単〇	保〇単〇	保×単×
3年生	25.8	14.5	14.5	11.2	59.6
4年生	65.0	27.5	15.0	37.5	20.0
5年生	68.0	31.9	12.7	36.1	19.1
6年生	75.0	20.8	18.7	54.1	6.2

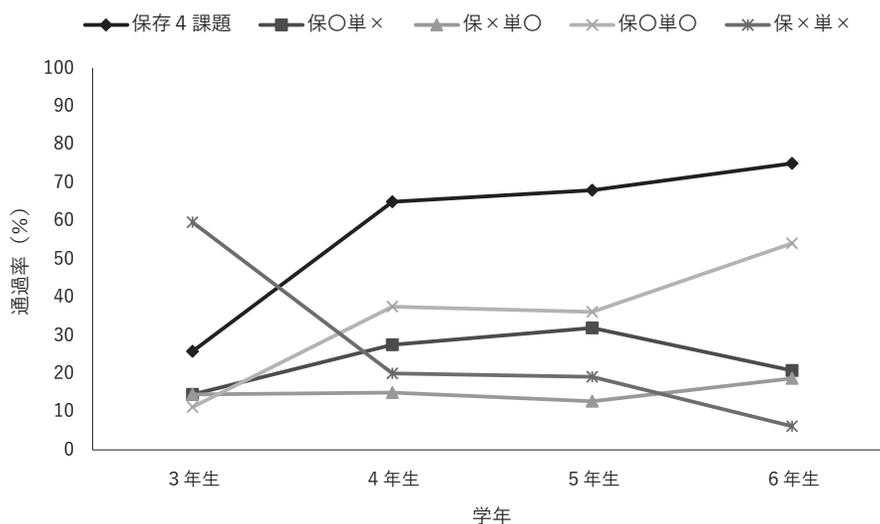


Figure 4 学年別保存4課題と単位課題の関連の推移

の理由は正確に書かれていると言える。そして単位課題では「①はのりや消しゴムを同じ重さの積木〇個分で表しているから。④は机のたてや横の長さと同じ長さのボールペンで表しているから」と正しく書いている。107～113 ヶ月のある子は次のように記述している。「うすくする課題」では「うすくすると紙のようにペラペラで軽くなると思ったから」。「ひも課題」では「丸い粘土はかたまつて丸になっているから丸は重くて、ひもは軽いと思いました」。「小さな玉課題」では「小さく分けてあるから軽くなる」。「体重計課題」では「体重計には背負っても2人分の重さだから同じ」、単位課題では「いくつ分で考えているから」と記述している。

### 2-2-2 単位課題の理由

ここでは主に単位課題の理由についてみていく。

単位課題の理由を、表記における共通する特徴によって「置換」「同じもの」「考え方」の3つに分けてまとめた。そのいずれにも属さない理由を「その他」とした。「置換」は、あるものの重さや長さを別の物で置き換えてその何個分で比べているというもの、すなわち「別の物」が使われていることに着目したものである。「同じもの」は、同じものを使ってそのいくつ分で重さや長さを表している、すなわち使われているものの「同一性」に着目した理由である。また、例に挙げられた考え方(やり方)と同じだから、あるいは「同じものの個数で比べている」などという理由、問いの中にある「同じ重さ」(①)・「同じ長さ」(④)の「同じ」という「言葉」に着目した理由などは「考え方」とした。理由が書かれていないものは「未記入」とした。「その他」「未記入」はそのほとんどが「不通過」である。なお、「未記入」には選択はしているが理由がない場合が含まれている(例えば未記入で通過の場合)。「置換」で不通過は、いずれか一方が正答でその理由が「置換」で書かれていることを示している。

Table 7は小学校3年生に該当する。未記入が多い。

Table 8は小学校4年生に該当する。102～113 ヶ月に比べると「その他」や「未記入」が減って、「置換」「考え方」などが増えてきているのが分かる。この102～113 ヶ月から113～125 ヶ月にかけての変化は、「単位課題」の通過率の増え方(Figure 2)に対応しているとみることもできる。

Table 9は小学校5年生に該当する。113～125 ヶ月と比べると「置換」が減り、「同じもの」が増えている。「その他」や「未記入」も若干増加している。

Table 10は小学校6年生に該当する。ここでは126～137 ヶ月に比べ「その他」や「未記入」が少なくなっているのが分かる。そして「置換」「同じもの」「考え方」が増えてきている。「考え方」は顕著に増加している。

次に、単位課題が不通過の場合の特徴をまとめる。なお、不通過者数は選択肢を記入している場合のものである。「その他」は、一つのみ選択している場合などである。なお、未記入者と通過者は以下の通りである(カッコ内、前者が未記入者数、後者が通過者数)。102～107 ヶ月(11人・3人)、107～113 ヶ月(9人・13人)、113～119 ヶ月(3人・10人)、120～125 ヶ月(1人・11人)、126～132 ヶ月(3人・10人)、133～137 ヶ月(3人・13人)、138～142 ヶ月(2人・15人)、144～150 ヶ月(0人・20人)であった。

133～137 ヶ月からは単位課題の通過率は60%を超す。60%に満たない102～132 ヶ月は①②を選択する子どもが多くみられる。①②はてんびんを用いた図で、①は重さの「個別単位」を用いているもの、②は重さの直接比較の図である。その理由の特徴はてんびんに着目していることである。例えば120～125 ヶ月で「てんびんを③は使っていないから重さが分からない」、126～132 ヶ月では「てんびんで調べた方が分かりやすい」「どちらも天秤を使っているから」などの記述がある。②③は重さと長さの直接比較の図であるが、126～132 ヶ月を除いてそれを選択している子どもが若干みられる。ここでの特徴は、比べる時は、対象になるものを直接比べるという考

Table 7 102～113 ヲ月の理由の分類

(カッコ内は%)

	置換		同じもの		考え方		その他		未記入		合計
	通過	不通過	通過	不通過	通過	不通過	通過	不通過	通過	不通過	
102～107 ヲ月	0 (0.0)	2 (7.1)	3 (10.7)	0 (0.0)	0 (0.0)	1 (3.5)	0 (0.0)	6 (21.4)	0 (0.0)	16 (57.1)	28 (45.2)
107～113 ヲ月	8 (23.5)	1 (2.9)	2 (5.8)	1 (2.9)	1 (2.9)	0 (0.0)	0 (0.0)	8 (23.5)	2 (5.8)	11 (32.3)	34 (54.8)
合計	8 (12.9)	3 (4.8)	5 (8.0)	1 (1.6)	1 (1.6)	1 (1.6)	0 (0.0)	14 (22.5)	2 (3.2)	27 (43.5)	62 (100.0)

Table 8 113～125 ヲ月の理由の分類

(カッコ内は%)

	置換		同じもの		考え方		その他		未記入		合計
	通過	不通過	通過	不通過	通過	不通過	通過	不通過	通過	不通過	
113～119 ヲ月	4 (21.0)	0 (0.0)	2 (10.5)	0 (0.0)	2 (10.5)	1 (5.2)	1 (5.2)	3 (15.7)	1 (5.2)	5 (26.3)	19 (47.5)
120～125 ヲ月	6 (28.5)	3 (14.2)	3 (14.2)	0 (0.0)	1 (4.7)	0 (0.0)	1 (4.7)	4 (19.0)	0 (0.0)	3 (14.2)	21 (52.5)
合計	10 (25.0)	3 (7.5)	5 (12.5)	0 (0.0)	3 (7.5)	1 (2.5)	2 (5.0)	7 (17.5)	1 (2.5)	8 (20.0)	40 (100.0)

Table 9 126～137 ヲ月の理由の分類

(カッコ内は%)

	置換		同じもの		考え方		その他		未記入		合計
	通過	不通過	通過	不通過	通過	不通過	通過	不通過	通過	不通過	
126～132 ヲ月	4 (14.8)	0 (0.0)	3 (11.1)	1 (3.7)	2 (7.4)	0 (0.0)	0 (0.0)	8 (29.6)	1 (3.7)	8 (29.6)	27 (57.4)
133～137 ヲ月	2 (10.0)	2 (10.0)	6 (30.0)	0 (0.0)	2 (10.0)	0 (0.0)	2 (10.0)	2 (10.0)	1 (5.0)	3 (15.0)	20 (42.6)
合計	6 (12.7)	2 (4.2)	9 (19.1)	1 (2.1)	4 (8.5)	0 (0.0)	2 (4.2)	10 (21.2)	2 (4.2)	11 (23.4)	47 (100.0)

Table 10 138～150 ヲ月の理由の分類

(カッコ内は%)

	置換		同じもの		考え方		その他		未記入		合計
	通過	不通過	通過	不通過	通過	不通過	通過	不通過	通過	不通過	
138～142 ヲ月	6 (24.0)	1 (4.0)	7 (28.0)	0 (0.0)	1 (4.0)	2 (8.0)	1 (4.0)	5 (20.0)	0 (0.0)	2 (8.0)	25 (52.1)
144～150 ヲ月	7 (30.4)	0 (0.0)	5 (21.7)	0 (0.0)	7 (30.4)	0 (0.0)	0 (0.0)	2 (8.6)	1 (4.3)	1 (4.3)	23 (47.9)
合計	13 (27.0)	1 (2.0)	12 (25.0)	0 (0.0)	8 (16.6)	2 (4.1)	1 (2.0)	7 (14.5)	1 (2.0)	3 (6.2)	48 (100.0)

Table 11 単位課題における月齢群ごとの不通過者数

(カッコ内は月齢群内での不通過者の割合 (%))

月齢	①②	①③	②④	③④	②③	その他	不通過者合計
102～107 ヲ月	1 (3.5)	5 (17.8)	1 (3.5)	4 (14.2)	3 (10.7)	0 (0.0)	14 (50.0)
107～113 ヲ月	1 (2.9)	2 (5.8)	1 (2.9)	4 (11.7)	2 (5.8)	2 (5.8)	12 (35.2)
113～119 ヲ月	2 (10.5)	1 (5.2)	1 (5.2)	0 (0.0)	1 (5.2)	1 (5.2)	6 (31.5)
120～125 ヲ月	3 (14.2)	2 (9.5)	1 (4.7)	1 (4.7)	2 (9.5)	0 (0.0)	9 (42.8)
126～132 ヲ月	6 (22.2)	2 (7.4)	1 (3.7)	4 (14.8)	0 (0.0)	1 (3.7)	14 (51.8)
133～137 ヲ月	0 (0.0)	1 (5.0)	2 (10.0)	0 (0.0)	1 (5.0)	0 (0.0)	4 (20.0)
138～142 ヲ月	3 (12.0)	1 (4.0)	2 (8.0)	1 (4.0)	1 (4.0)	0 (0.0)	8 (32.0)
144～150 ヲ月	0 (0.0)	1 (4.3)	0 (0.0)	0 (0.0)	1 (4.3)	1 (4.3)	3 (13.0)

えが理由になっている。例えば138~142 ヶ月では「どちらも長さを比べて重さをはかったりしているから」という理由、113~119 ヶ月でも「重さと高さを比べているから」という理由がみられる。③④では長さに着目した理由と同じものを使っているという理由が特徴である。例を挙げると、126~132 ヶ月では「①②は重さをはかって、どちらにかたむいているのか調べているから」、また「同じもので比べているから」という理由がある。

また、②③を除けば一方が①、又は④の正答である。重さの個別単位を示している①を選択している子どもが④を選択している子どもより多くみられる。上記の例以外の理由を示す。例えば120~125 ヶ月でみられるものだが、「①では積木がバラバラになっているから」という理由で①②を選択しているが②についての記述はない。また、「④は同じボールペンを使ってボールペンいくつ分かとはかっているから。③はちょっと説明できない」と記述している子どもがいる。138~142 ヶ月では「積木がコップ何個分になるから」という理由で①②を選択している子どもがいるが②についての記述はない。

一方で、「てんびん」に着目した理由を述べている子どもがいる。例えば、138~142 ヶ月では「②は重さで、どっちが重いか比べている。④は長さでボールペンが何個分か比べている」という理由で②④を選択している場合、そして、133~137 ヶ月でも「てんびんは重さが分かる、同じ長さのボールペンを並べると机の長さが分かる」として②④を選択している場合などである。

### 2-3 生活・体験

重さの単位は生活の中にあふれており、小さな子どもでさえそれを口にする。102~150 ヶ月までの「重さの単位」の状況ごとの使用率の推移を一覧にした (Table 12)。「単位を読む」「自分の体重」「持てる重さ」「重さの比較」「重さの計算」「目盛り読み」の項目で調査したものである。いずれも身近な場面で、あるいは学校生活で口にしていく可能性が

あるものである。「単位を読む」は、「kg」「g」の読み方を問うものである。「重さの計算」は重さの簡単な加減の式を解くものである。「目盛り読み」は上皿ばかりの「kg」ごとの目盛りを読むものとデジタル表示の数を読むものである。

「自分の体重」「持てる重さ」「重さの比較」の3項目は、子どもの主観的な回答となる。日常における単位の使用はそれぞれの子どもの主観によるため、単位を用いて回答した場合を通過としその特徴を述べることとする。

結果を以下に示す。

生活の中で重さに関わることは意識せずに身につけていることがある。このグラフから、すでに107~113 ヶ月からどの課題もほぼ50%を超す通過率になっており、重さの単位に関して「読む」「簡単な計算」「簡単なメモリを読む」などができるようになっていることを示している。また「自分の体重」「自分が持てる重さ」「比較」などで重さの単位を用いて表すことができるようになっている。「自分の体重」は、文字通り自分の体重を答えるものである。この調査を行った9月の体重測定時の結果と回答の関係を見ると、月齢を問わずほぼ±5kg以内であり、多くは±3kg以内であった。「持てる重さ」は、実際に持つのではなく自分が持てる重さはどのくらいか予想して答えるものである。回答には、102~113 ヶ月で1kg~40kg、113~125 ヶ月で2kg~60kg、126~137 ヶ月で3kg~60kg、138~150 ヶ月で2kg~80kgの幅があった。「重さの比較」は自分の体重と担任の体重を予想しながら、どちらが重いか問うものである。担任の方が重いと答え、自分の重さとの違いは102~113 ヶ月で10kg~80kg、113~125 ヶ月で3kg~40kg、126~137 ヶ月で3kg~40kg、138~150 ヶ月で2kg~40kgと幅があった。138~150 ヶ月では自分の方が重いと答えた子どもが3人いた。

以上から、重さの単位を使用しているといっても子どもによって重さの認識は大きく異なるといえる。

また、この変化していく時期 (107~113 ヶ月の

Table 12 「重さの単位」の状況ごとの使用率の推移（%）

	単位を読む	自分の体重	持てる重さ	重さの比較	重さの計算	目盛り
102～107 ヲ月	50.0	42.8	35.7	25.0	57.1	57.1
107～113 ヲ月	73.5	70.5	67.6	52.9	88.2	67.6
113～119 ヲ月	94.7	78.9	78.9	57.8	89.4	84.2
120～125 ヲ月	95.2	80.9	80.9	61.9	85.7	85.7
126～132 ヲ月	96.2	88.8	77.7	66.6	88.8	92.5
133～137 ヲ月	95.0	70.0	65.0	45.0	90.0	95.0
138～142 ヲ月	100.0	96.0	92.0	68.0	92.0	96.0
144～150 ヲ月	95.6	73.9	73.9	65.2	100.0	95.6

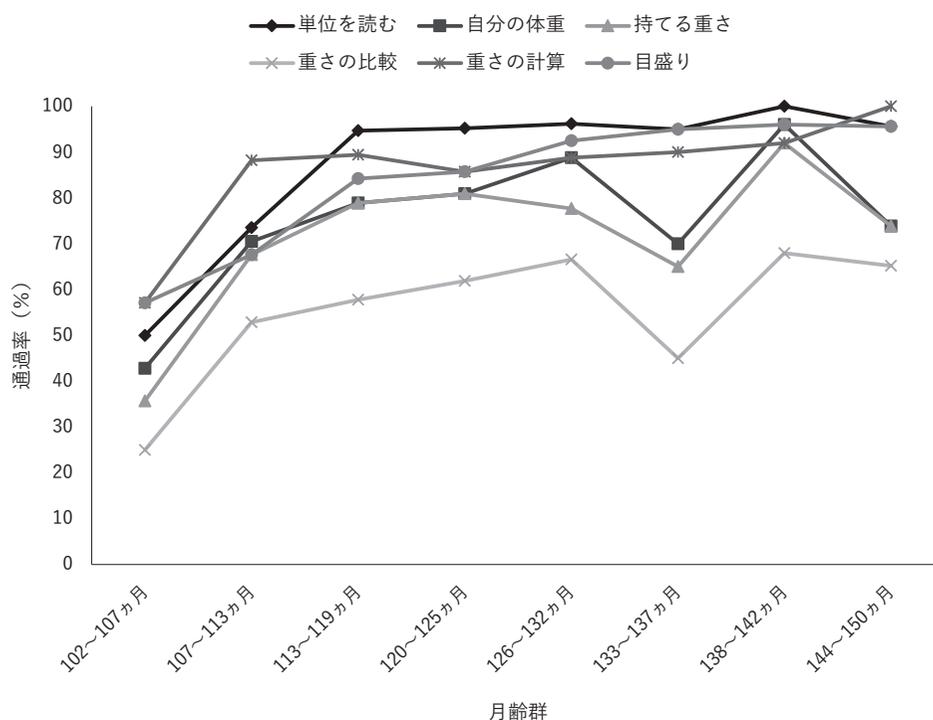


Figure 5 「重さの単位」の状況ごとの使用率の推移

頃)は、基本的な「重さの保存」が成立していく時期と重なっている。特徴は、6つの課題の中でも「比較」が相対的に低く推移していることである。また、133～137 ヲ月で「自分が持てる重さ」「比較」「自分の体重」の3つで通過率が107～113 ヲ月のレベルに落ち込んでいることである。144～150 ヲ月でも似たような変化がみられる。これは保存4課題の通過率の変化と共通しているようにも考えられる。

### 3 考察

#### 3-1 重さの「個別単位」への2つの道

今回の調査の結果から、基本的な「重さの保存」が107～113 ヲ月から120～125 ヲ月にかけて獲得される。学年で言えば小学校3年生後半から小学校4年生後半にかけてである。113～125 ヲ月で基本的な「重さの保存」が成立するとみていいだろう。3

年生3学期の理科での学習が影響しているともみられる。しかし、「重さの保存」はその後安定した推移を見せるのではなく、わずかだが通過率が下がる時期がみられ、月齢を追って通過率が上昇していくとも言えない。一旦成立したかにみえる「重さの保存」だが不安定さを持っていると考えられる。

一方、単位課題の通過率の変化は、「重さの保存」とは異なる姿を見せている。(保○単○)をA、(保○単×)をB、(保×単○)をCとする。Aは120~125ヵ月までは保存4課題の上昇を追うように変化するが、その後は一旦落ち込んで緩やかに上昇、138~142ヵ月から一気に上昇して保存4課題の通過率に接近する。その時点でBは急激に減少する。Aが保存4課題の通過率に接近する時期が、138~142ヵ月を過ぎてから144~150ヵ月にかけてであり、保存4課題に接近しない時期が120~125ヵ月から138~142ヵ月まで続く。すなわち、重さの「個別単位」の発見が保存4課題の水準に届くのは138~150ヵ月を待たなくてはならない。

また、Cは独自の变化をしている。これは保存4課題不通過のグループであるから保存4課題の通過率に接近しないのは当然だが、学年でみればどの学年にも同じような比率で存在する。このグループの存在は、単位課題を「重さの保存」の獲得を前提とせず通過している子ども達がいることを意味していると考えられる。

単位課題の理由は、その表記上の特徴から「置換」「同一性」「考え方」などに分けられたが、「置換」と「同一性」は単位がもつ側面であり、重さの単位の場合、その根底には「重さの保存」の概念がある。子ども達はその2つの側面をあるいはいずれかを意識していると推察され、これは「個別単位」を発見する上で重要であると考えられる。

単位課題の理由をみると、「同じもの」を理由にしている子どもが133~137ヵ月から、「考え方」を理由にしている子どもは138~142ヵ月から増えてくる。単位課題の月齢別通過率推移 (Figure 2) でみられる132ヵ月以降の変化が理由の面からも裏付

けられたと考えられる。同時に、単位課題の不通過者数が133~137ヵ月あたりから減少傾向を示すが (Table 11)、それまでの直接比較 (比較の対象になるものを直接比べなければならない) の考え方やてんびんの影響 (重さを比べるのはてんびんしかない) を克服したと考えられる。一方で、133~137ヵ月や138~142ヵ月でもてんびんに着目している理由がみられることも特徴的である。また、いずれか一方が正答であることも多く、重さの「個別単位」を獲得しつつある姿を反映していると推察される。102~113ヵ月で未記入が多くみられる背景に問いの意味がつかみ切れなかったことも考えられる。

以上から、学齢期には、基本的な「重さの保存」の成立から遅れるが、「重さの保存」を基礎として重さの「個別単位」を発見する道、すなわち「保存の成立から個別単位へ」と、保存は不確実なままだが重さの「個別単位」を発見する道、すなわち「保存を経ないで個別単位へ」の2つの道があり、この2つのいずれかの道を通して普遍単位、すなわちkg、gの意味の理解へと進むと考えられる。

重さの単位を日常生活の中で使用する機会が107~113ヵ月から多くなっていくのは、基本的な「重さの保存」が成立していく時期とも一致することから、「重さの保存」の成立がその契機になっているとも推察される。そのように日常生活で何気なく使うようになった重さの単位や授業を通して学習したはずの重さの単位の意識的な理解は、この2つの道を通して行われる。

### 3-2 「保存の成立から個別単位へ」

重さの「個別単位」の発見が「重さの保存」の成立に遅れるのはどうしてか。一つは「保存の問い直し」が行われていると考えられる。

133~137ヵ月、144~150ヵ月などで「重さの保存」の通過率の低下傾向がみられるのは、一度獲得した「重さの保存」についてとらえ直しを行っていると考えられる。あるいは、獲得したと思われていたものは実は、パターン化した思考に基づく反応で

あって思考を十分にくぐったものではなかった可能性もある。保存4課題のどの課題にも「形が変わっても重さは変わらない」と同じ言葉・表現が繰り返し用いられ答えている場合があったのはその例である。これは正答であるともいえるが、形式的に考え答えているともいえる。しかし、そのころの子ども達は、保存4課題の問いに再度自らの思考で対峙しようとしているのではないだろうか。その結果は、時には不通過という形になって現れることもあるだろう。通過率が横ばいであったり低下傾向がみられたりする時期があるのはそういったことが背景にあり、基本的な「重さの保存」の獲得そのものが、「行きつ戻りつ」しながら発展していくことを示していると考えられる。子どもにとっては、思考を深め「保存を問い直す」時期にさしかかったともいえる。具体的操作期から形式的操作期（Piaget）への移行期にこういう姿が見られるのは、その時期の発達の特徴を示していると言える。

子ども達は、この「保存の問い直し」を経ながら重さの「個別単位」の発見へと進み、その発見はより高次な「保存」獲得の基礎となる。同時に、このことは、重さの「個別単位」の獲得に必要な要因は「重さの保存」の理解を深めていく中で獲得されていくことを示唆している。

もう一つは重さの「個別単位」を獲得しつつあるが、直接比較やてんびんなどの影響から抜け出せないでいる、ということである。ここから抜け出すことは、問いの意味を正確に理解することにつながる。同時に、置換などの概念が確かなものになることを意味している。

これら二つの理由により重さの「個別単位」の獲得は「重さの保存」に遅れるが、この二つを乗り越えることで138～142ヵ月から重さの「個別単位」の獲得が進む。

### 3-3 「保存を経ないで個別単位へ」

保存4課題が不通過であっても単位課題では正確な理由が書けるのはなぜか。この場合、単位課題の

理由を見る限り、「重さの保存」は獲得されており、それが前提となって単位課題の理由につながっているように思われる。しかし、保存4課題の理由は見かけの変化に影響されたものになっている。

このことは、基本的な「重さの保存」が十分でなくとも数量化を前提とした論理的な思考ができていることを示していると同時に単位の同一性が認識されていることを示しているのではないだろうか。こういった「保×単○」の存在がどの学年にもみられる。すなわち、単位課題は基本的な「重さの保存」の獲得と関係なく通過することが可能であることを示している。Piagetの言っている「保存は、数量化の条件であると同時に、その結果だ」という「保存」のもつ両側面をみておく必要があるだろう。「保存」は現象を理解する上で前提にもなり得るしまた結果にもなり得る。基本的な「重さの保存」を経ずに重さの「個別単位」に進む場合は、基本的な「重さの保存」の獲得は学齢期では不十分の状態で推移し、数量化を前提とする論理的思考が先行する。その論理的思考によって学齢期以後「重さの保存」を獲得あるいは確実なものにする可能性を持つ。

このことは、重さの「個別単位」の獲得に必要な要因は「重さの保存」のみではないことを示しているようにも考えられる。「重さの保存」が数量化を前提とする論理的思考を基礎としているのか、あるいは「重さの保存」が数量化を前提とする論理的思考を含んだものとするのか、今後の課題としたい。

また、今回の調査はA小学校で行ったものであって、一般化するには制約があると考えられる。今回の研究を基礎にして研究を進めていくことで深めていきたい。

### 3-4 授業との関連

最後に授業との関連で述べたい。「保存の概念」は学童期の学習において重要である。学校では「保存」はどのように扱われているのであろうか。「重さの保存」を例にとるなら、学習課題として「重さの保存」が扱われているのは小学校3年生の理科に

においてである。そこで、形が変わっても重さは変わらないことを、実験を通して学ぶ。しかし、複数の教科書をみると、算数ではそれより前に重さの普遍単位 (kg, g) を学習する。重さの単位を学習するには「保存の概念」の学習が事前に行われていた方が好ましいと考えるが、理科との指導上の関連は学習指導要領では触れられていない。

他の学習内容でも「保存の概念」が重要であることは明らかである。例えば、100円玉10個で1000円札になる場合でも見かけは大きく変わる (10個の硬貨が1枚の紙幣に変わる) が、価値は変わらない。十進構造、位取りの学習でも見た目は変わるが量は変わらない。また、等号の理解でも「保存の概念」は重要である。左辺と右辺は見た目には変わるが同じ量・意味を持っている。分数では、1つの量を様々な分数で表すことができる。例えば、 $3/4$  は  $6/8$ 、 $9/12$  などと同じ量である。分数と小数の関係も同様である。問題を解決する方法でも「保存の概念」の必要性が考えられる。例えば、300度の角度を作図する方法について次のような意見が出る。「まず180度をとって、そこから120度をとればいい」

「270度をとってから30度をとる」「逆向きに60度をとればいい」、これらはすべて正解だが表現が異なる。方法は異なるが結果は同じになる。どの表現も同じ300度を表すものである。これも「保存の概念」があって初めてどの意見も正解だと理解できるのではないか。小学校理科においても「温度の変化と金属、水及び空気の温まり方や体積の変化とを関係付ける」あるいは「粒子の保存性」などを学習していく上で「保存の概念」が鍵となる。このように保存の概念はエネルギー保存則をはじめ、中・高等学校の物理・化学はもちろんのこと、現代科学においても重要な役割を担っている。今の学校教育では、「保存の概念」は直接学習課題として扱われることは稀だが、前述したように絶えずその概念を用いて理解することが求められているのである。

「保存の概念」は様々な場面を通して学習されるが、新たな場面での「保存の概念」を用いた学習がそれぞれ影響し合って、その概念の深化が進むのではないだろうか。その過程は「保存の問い直し」を絶えず行っている過程でもある。

### (注1)

#### 質問紙

名前 ( )

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<sup>せお</sup>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。

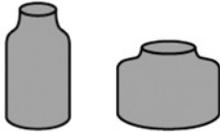
( 軽くなる 同じ 重くなる )

その理由

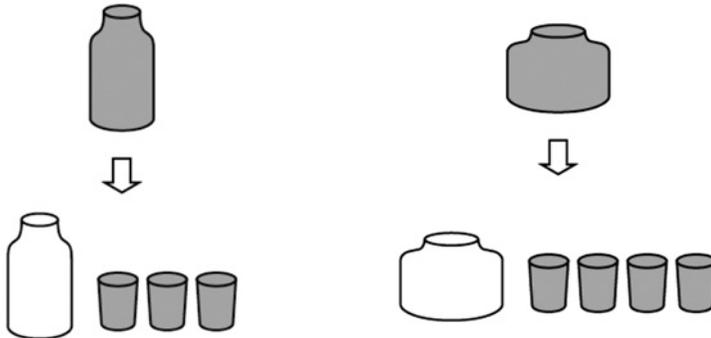
( )

6

2つの形のちがうびんにいっぱい入れた水のかさをくらべます。



形のちがう2つのびんにいっぱい入れた水のかさは、同じ大きさのコップに分けて、それぞれコップ何ばい分かでくらべることができます。

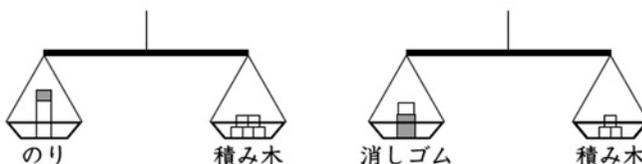


この2つのびんに入った水のかさは、右のびんの方がコップ1ばい分だけ多いと言えます。

このくらべ方と同じように、ものの重さや長さを同じ大きさのいくつか分かでくらべているものは、右の①から④までの中のどれですか。

2つえらんで、その記号を書きましょう。

①のりと消しゴムの重さを、てんびんを使って、同じ重さの積み木<sup>こすう</sup>の個数でくらべます。





10 あなたは、何 kg くらいのもが持てますか。

( )

11 あなたの体重とたん<sup>くろ</sup>にんの先生の体重と比べたらどちらがどのくらい重いですか。

( )

12 次の計算を、<sup>たんい</sup>単位に気をつけてしてください。

①  $12\text{kg} + 9\text{kg} =$

②  $6\text{kg} + 10\text{kg} + 8\text{kg} =$

③  $15\text{kg} - 6\text{kg} =$

④  $21\text{g} - 9\text{g} - 5\text{g} =$

13 次のはかり<sup>あらわ</sup>が表している重さはいくらですか。

① だいばかり

図は略

② デジタルばかり

図は略

なお、「6」は2017年に行われた「全国学力・学習状況調査」の調査問題算数Aの「4」を参考にして若干加筆修正したものである。

## 引用文献

新井邦二郎 (1975) 「長さ、重さ、液量における単位の同一性概念」『教育心理学研究』第23巻1号, p.8  
波多野完治編 (1965) 『ピアジェの認識心理学』国土社, pp.61-62

文部科学省 (2017) 『学習指導要領』 p.73, p.94

大西真樹男 (2017) 「8～10歳の『重さの保存』に関する研究」『立命館産業社会論集』第53巻第3号,

p.68

Piaget, J. & Inhelder, B. (1941) 『量の発達心理学』 (1965 滝沢武久・銀林浩訳) 国土社, 序言 pp.2-3  
田中昌人 (1987) 『人間発達の理論』青木書店, pp.100-101

遠山啓・銀林浩編 (1971) 『数学教育現代化の基礎1 量と構造』国土社, p.16, pp.62-63

## A Study on Discovering the Unit of Weight in Primary School Ages : Focusing on the Relationship with Conservation of Weight

ONISHI Makio<sup>i</sup>

**Abstract** : The purposes of the present study were to clarify the relationship between discovering the optional unit of weight and conservation of weight, to investigate the actual use of a universal unit of weight. A questionnaire survey was conducted among the participants, comprising 197 primary school children from 3rd to 6th grades. While children around 10 years of age and over could solve the basic conservation of weight task, the optional unit of weight task could be solved by children around 11 years of age and over. However, there were some children who discovered the optional unit of weight without acquiring the conservation. It was considered that in middle childhood, there are two trajectories for discovering the optional unit of weight: one is that acquiring conservation accelerated the discovery, but the other is that there can be discovery without conservation. “Universal unit of weight” was used by more than 50% of children in daily life, but it was suggested that most of them did not understand this conceptually. It was assumed that discovering the optional unit of weight is a prerequisite for conceptual understanding of the universal unit of weight.

**Keywords** : conservation unit, replacement, logical thinking

---

i Doctoral Program, Graduate School of Sociology, Ritsumeikan University