

## 子どもの重量概念の形成について(その2)

— 種々の重量の考え方 —

井 藤 芳 喜<sup>\*</sup>・岩 成 信 子<sup>\*\*</sup>・加 本 淳 夫<sup>\*\*\*</sup>

Yoshiki ITOH, Nobuko IWANARI and Atsuo KAMOTO

Forming of the Concept of the Weight in Children (Part 2).

—Various Thinking of Weight—

### Abstract :

We had a study on the various insufficient and incorrect thinking of children before they get correct concept of weight in future. We made the movement of mean development with their age clear by using graphs concerning the findings.

The concept of our investigation are as follows.

1. Thinking of variable of weight by height.
2. Discrimination between moment of force and weight.
3. Discrimination between weight and density.
4. Conservation of weight by the outward form and size.
5. Conservation of weight solution and solute in solving.
6. Weight of lightest object.
7. The others.

We consolidated and analyzed the above data and made our conclusion about general weight thinking of children.

### I 研究の経過および内容

前報では子どもの物体の位置の変化に伴う重量の変化の考え方と重量保存の概念の成立の時期を調査し、さらに台ばかりを使用して、子どもの重量に対する認識と重量保存の概念の育成を試みた。本報ではこの重量保存の概念の成立の時期を、その後得られたデータを追加して、より正確にするとともに子どもの重量に対する種々の考え方を合せて調査した。その内容は次のとおりである。

#### 1. 物体の位置（高さ）と重さの考え方

a) 前報の調査内容を高学年まで拡大し、その成立の時期をより明確にした。

b) 台ばかりの上で立ったまま体重を計るのと座って計るのでは体重が異なると考えている者がある。

#### 2. 力のモーメントと重さの区別

天秤の傾く力は力のモーメントに関係するが、子ども

の中にはこれを重さと混同している者がある。

#### 3. 重さの概念と密度の概念の区別

おとなでも、鉄は木よりも重いというように重さと密度とを区別できないあいまいな表現をするが、子どもでもなお区別が困難な者が多い。

#### 4. 形状や見かけの大きさと重さの考え方

同量の物体でも形状や見かけの大きさを変えると重さも変化すると考えている者がある。

#### 5. 溶解時における総重量の保存

液中に溶質を溶かせば、溶質がなくなり総重量が減少すると考えている者がある。

#### 6. 微細な物体の重さの考え方

小さい物体には重さが全くないと考えている者がある。

#### 7. その他の重さの考え方

本研究の特徴はその平均的発達の実態を年令的にグラフに表わし、この時期を明確にしたことである。調査時期および調査対象は次のとおりである。

\* 島根大学教育学部理科教育研究室

\*\* 島根県仁多郡三成小学校

\*\*\* 島根県立出雲養護学校

調査1 aについて

第2回調査 昭和48年6～7月

調査1 b以下について

第3回調査 昭和48年10月

調査対象 島根大学附属幼稚園, 附属小学校  
松江・安来市内 保育所, 小学校

## II 調査内容とその結果

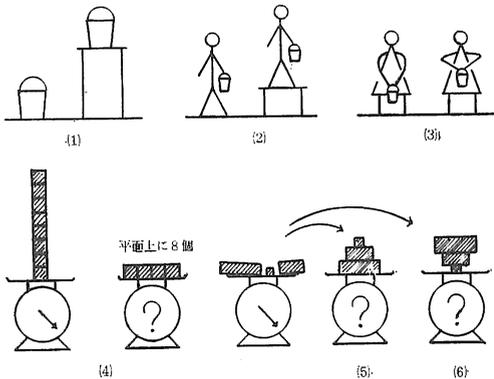
### 2.1 物体の位置(高さ)と重さの考え

#### a) 高所の物体と低所の物体と重さ

前報では主として幼稚園から小学校低学年の子どもを対象とし、重量保存の概念の成立時期の概略の傾向を調査したが、今回は調査人数を増加してグラフを滑らかにすることに努め、さらに高学年まで延長して、その状態を調査した。

調査内容は前報と同じで次のとおりである。

1. 図1-(1)のように、同じ重さのバケツを床上に置いたときと、机の上に置いたときとで、どちらを重いと表現するか。
2. 図1-(2)のように、同じ重さのバケツを床上で持ったときと、台の上で持ったときとで、どちらを重いと表現するか。
3. 図1-(3)のように、同じ重さのバケツを手を伸ばして持ったときと、手を屈げて持ったときとで、どちらを重い(重たい)と表現するか。このとき、ほんとうにバケツが重くなったと考えているか。
4. 図1-(4)のように、高く積み上げた積木を平面的にのせかえたとき、針の位置(あらかじめ重さと針の位置の機械的關係は確かめさせてある。)は、どうなると考えているか。
5. 平面的に並べた積木を、図1-(5), (6)のように、積みかえたとき、針の位置はどうなると考えているか。



第1図

調査結果は第1表のとおりで、これをグラフに示せば

第2～7図となる。

#### b) 体の位置と体重

子どもは立っているときと低くしゃがんでいるときとで体重が異なっていると考えている。図を示してこれを次のような質問により調査した。

質問1-7 体重計の上に人がのっています。立っているときと、しゃがんでいるときとで、どちらが重いでしょう。

調査結果を第2表, 第8図に示す。

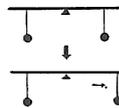
### 2.2 力のモーメントと重さとの区別

子どもの中には、天秤のおもりの糸の長さ(糸の重さは無視できるとして)が力のモーメントに影響していると考えている者がある。これは前節でのべた高さによる重量の変化を考えているとすれば、糸を短かくして上部にあるほど重くなると考える筈であるが、調査結果はこの逆の表現の者もある。質問2-1は天秤についての知識を調べたもので、質問2-2は力のモーメントと重さを混同した重さの保存の考え方の有無を調査したものである。質問2-3, 2-4は糸の長さによる重さの変化の調査と考える。

調査方法は1～2年生については教師の演示をレスポンスアナライザーで反応させ、3～6年生は質問紙法によった。以下の調査もすべてこの方式による。

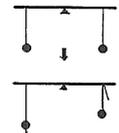
調査内容は次のとおりである。

質問2-1 図のようにつりあった天びんがあります。これを下の図のように右のおもりを少し右の方にずらしました。天びんはどちらにかたむきますか。

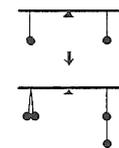


質問2-2 このとき右のおもりのおもさはどうなりますか。

質問2-3 図のようにつりあった天びんがあります。これを下の図のように糸を切らないで短かくしてつりました。天びんはどちらにかたむきますか。



質問2-4 図のようにつりあった天びんがあります。この天びんに下の図のように同じおもりのおもりをつけました。天びんはどちらにかたむきますか。



回答は選択肢を設け、ア.右にかたむく イ.左にかたむく ウ.

どちらも同じ エ.わからない オ.その他の中から選ばした。左右を混同しないように図で例も示した。

第1表 位置による重量の変化

( ) は%

調査内容Ⅱ	年	高い方が重い	低い方が重い	同じ	わからない	その他	計
		名 %	名 %	名 %	名 %	名 %	名
1-1	5歳児	52(52)	11(11)	18(18)	16(16)	3(3)	100
	1年	24(29)	14(17)	31(37)	15(18)	—	84
	2	29(24)	16(13)	65(55)	9(8)	—	119
	3	11(21)	4(8)	33(63)	3(6)	1(2)	52
	4	12(17)	8(11)	44(63)	6(9)	—	70
5	2(5)	3(8)	35(88)	—	—	40	
1-2	5歳児	39(58)	7(10)	9(13)	12(18)	—	67
	1年	39(46)	7(8)	28(33)	9(11)	1(1)	84
	2	49(41)	22(18)	38(32)	10(8)	—	119
	3	21(40)	7(13)	23(44)	1(2)	—	52
	4	25(36)	6(9)	35(50)	4(8)	—	70
5	3(8)	4(10)	31(78)	2(5)	—	40	
1-3	5歳児	15(22)	2(3)	9(13)	32(48)	9(13)	67
	1年	33(39)	9(11)	18(21)	24(29)	—	84
	2	52(44)	24(20)	22(18)	21(18)	—	119
	3	27(52)	1(2)	22(42)	2(4)	—	52
	4	10(14)	13(19)	40(57)	7(10)	—	70
5	6(15)	3(8)	28(70)	3(8)	—	40	
1-4	5歳児	37(51)	8(11)	19(26)	6(8)	2(3)	72
	1年	12(14)	27(32)	33(39)	12(14)	—	84
	2	25(21)	29(24)	53(45)	12(10)	—	119
	3	5(10)	13(25)	31(60)	3(6)	—	52
	4	13(19)	11(16)	44(63)	1(1)	1(1)	70
5	2(5)	6(15)	31(78)	1(3)	—	40	
1-5	5歳児	11(28)	9(23)	18(46)	—	1(3)	39
	1年	29(35)	14(17)	31(37)	10(12)	—	84
	2	39(33)	16(13)	58(49)	6(5)	—	119
	3	14(27)	7(13)	28(54)	3(6)	—	52
	4	26(37)	7(10)	35(50)	2(3)	—	70
5	5(13)	7(18)	28(70)	—	—	40	
1-6	5歳児	33(46)	10(14)	21(29)	2(3)	6(8)	72
	1年	28(33)	16(19)	29(35)	11(13)	—	84
	2	33(28)	28(24)	52(44)	6(5)	—	119
	3	11(21)	7(13)	33(63)	1(2)	—	52
	4	27(39)	6(9)	33(47)	3(4)	1(1)	70
5	11(28)	1(3)	28(70)	—	—	40	

第2表 体位による重量の変化

( ) は%

学年	立っていき	しゃがんだとき	どちらとも同じ	わからない	その他	計	
	名 %	名 %	名 %	名 %	名 %	名	
1-7	4	8(12)	32(48)	27(40)	—	67	
	5	8(11)	34(48)	26(37)	2(3)	1(1)	71
	6	3(4)	24(31)	49(63)	2(3)	—	78

第3表 力のモーメントと重さ

( ) は%

学年	左に傾く	右に傾く	どちらにも傾かない	わからない	その他	計	
	名 %	名 %	名 %	名 %	名 %	名	
2-1	1	11(13)	51(61)	8(10)	14(17)	—	84
	2	20(25)	51(63)	7(9)	3(4)	—	81
	3	4(8)	43(83)	3(6)	2(4)	—	52
	4	25(21)	84(71)	6(5)	2(2)	1(1)	118
	5	12(9)	120(87)	6(4)	—	—	138
	6	11(8)	120(88)	5(4)	—	—	136

学年	重くなる	軽くなる	かわらない	わからない	その他	計	
2-2	4	48(41)	18(15)	51(43)	—	1(1)	118
	5	43(31)	9(7)	84(61)	2(1)	—	138
	6	35(26)	3(2)	95(70)	3(2)	—	136
		左に傾く	右に傾く	どちらにも傾かない	わからない	その他	計
2-3	1	33(39)	29(35)	10(12)	11(13)	1(1)	84
	2	34(42)	20(25)	20(25)	7(9)	—	81
	3	20(38)	17(33)	14(27)	1(2)	—	52
	4	105(68)	24(15)	21(14)	4(2)	1(1)	155
	5	73(31)	10(6)	92(52)	2(1)	1(1)	178
	6	97(55)	9(5)	65(37)	5(3)	—	176
2-4	4	37(24)	54(35)	59(38)	4(2)	1(1)	155
	5	22(12)	46(26)	104(58)	6(3)	—	178
	6	15(9)	52(29)	106(60)	2(1)	1(1)	176

第4表 重さと密度

( ) は%

学年	鉄が重い	木が重い	どちらともいえない	わからない	その他	計	
	名 %	名 %	名 %	名 %	名 %	名	
3-1	1	30(67)	8(18)	6(13)	1(2)	—	45
	2	35(83)	4(10)	2(5)	1(2)	—	42
	3	42(80)	5(10)	5(10)	—	—	52
	4	82(69)	1(1)	27(23)	6(5)	2(2)	118
	5	74(54)	1(1)	59(43)	4(3)	—	138
	6	51(38)	—	78(57)	6(4)	1(1)	136
3-2	1	39(87)	5(11)	—	1(2)	—	45
	2	42(100)	—	—	—	—	42
	3	46(88)	5(10)	1(2)	—	—	52
	4	110(93)	—	3(3)	2(2)	3(3)	118
	5	132(96)	1(1)	3(2)	2(1)	—	138
	6	121(89)	1(1)	11(8)	3(2)	—	136
3-3	1	19(42)	23(51)	2(4)	1(2)	—	45
	2	21(50)	17(40)	4(10)	—	—	42
	3	23(44)	20(38)	7(13)	2(4)	—	52
	4	13(11)	83(70)	14(12)	6(5)	2(2)	118
	5	23(17)	62(45)	46(33)	7(5)	—	138
	6	7(5)	68(50)	49(36)	11(8)	1(1)	136
3-4		鉄	木	どちらともいえない	わからない	その他	計
	1	13(29)	16(36)	16(36)	—	—	45
	2	13(31)	24(57)	3(7)	—	2(5)	42
	3	21(40)	25(48)	6(12)	—	—	52
	4	54(46)	36(31)	20(17)	6(5)	2(2)	118
	5	61(44)	25(18)	46(33)	4(3)	2(1)	138
6	45(33)	26(19)	52(38)	13(10)	—	136	

第5表 形状・見かけの大きさと重さ

( ) は%

学年	重くなる	軽くなる	かわらない	わからない	その他	計	
	名 %	名 %	名 %	名 %	名 %	名	
4-1	2	12(38)	1(3)	19(58)	—	—	32
	3	16(50)	1(3)	15(47)	—	—	32
	4	15(41)	1(3)	19(51)	2(5)	0(0)	37
	5	12(30)	4(10)	22(55)	1(3)	1(3)	40
	6	13(32)	2(5)	24(60)	1(3)	0(0)	40

	学年	普通に立 ったとき	かんだ とき	どちら も同じ	わから ない	その他	計
4-2	4	9(13)	39(58)	18(27)	1(2)	—	67
	5	8(11)	33(46)	27(39)	3(4)	—	71
	6	3(4)	43(55)	30(38)	2(3)	—	78

第6表 溶解時の総重量

( )は%

	学年	215gより軽い		わからない		215gより重い		その他	計
		名	%	名	%	名	%		
5-1	1	—	—	6(13)	—	23(51)	—	16(36)	45
	2	3(7)	—	—	—	30(71)	—	4(10)	42
	3	4(8)	—	1(2)	—	39(75)	—	4(8)	52
	4	8(7)	—	1(1)	—	88(75)	—	—	118
	5	14(10)	—	5(4)	—	108(78)	—	—	138
	6	8(6)	—	4(3)	—	100(74)	—	1(1)	136

	学年	200gより軽い		200gより重い		わからない	その他	計				
		名	%	名	%							
5-2	1	—	—	27(32)	—	20(24)	—	30(36)	7(14)	84		
	2	—	—	19(45)	—	16(38)	—	7(17)	—	42		
	3	—	—	24(46)	—	17(33)	—	6(12)	—	52		
	4	4(3)	—	11(9)	—	74(63)	—	2(2)	—	1(1)	118	
	5	6(4)	—	4(3)	—	74(54)	—	52(38)	—	2(2)	—	138
	6	4(3)	—	—	85(63)	—	40(29)	—	4(3)	—	3(2)	136

	学年	215gより軽い		215gより重い		わからない	その他	計				
		名	%	名	%							
5-3	1	—	—	19(23)	—	19(23)	—	27(32)	—	19(23)	84	
	2	—	—	17(40)	—	21(50)	—	4(10)	—	—	42	
	3	—	—	33(63)	—	14(27)	—	5(10)	—	—	52	
	4	12(10)	—	46(39)	—	26(22)	—	30(26)	—	4(3)	—	118
	5	8(6)	—	22(16)	—	38(27)	—	65(47)	—	5(4)	—	138
	6	10(7)	—	24(18)	—	44(32)	—	49(36)	—	9(6)	—	136

第7表 微細な物体の重さ

( )は%

	学年	重さがある	重さがない	わからない	その他	計		
9-1	1	7(16)	—	29(64)	—	9(20)	45	
	2	7(17)	—	33(79)	—	2(5)	42	
	3	19(37)	—	29(56)	—	4(8)	52	
	4	51(43)	—	51(43)	—	15(13)	1(1)	118
	5	108(78)	—	24(17)	—	5(4)	1(1)	138
	6	101(74)	—	26(19)	—	9(7)	—	136

	学年	重さがある	重さがない	わからない	その他	計		
9-2	1	6(13)	—	34(76)	—	5(11)	45	
	2	6(14)	—	36(86)	—	—	42	
	3	5(10)	—	46(88)	—	1(2)	52	
	4	30(25)	—	71(60)	—	15(13)	2(2)	118
	5	89(64)	—	41(30)	—	4(3)	4(3)	138
	6	84(62)	—	44(32)	—	7(5)	1(1)	136

	学年	重さがある	重さがない	わからない	その他	計		
9-3	1	2(4)	—	39(87)	—	3(7)	45	
	2	4(10)	—	37(88)	—	1(2)	42	
	3	5(10)	—	45(87)	—	2(4)	52	
	4	24(20)	—	86(73)	—	7(6)	1(1)	118
	5	83(60)	—	52(38)	—	3(2)	—	138
	6	76(56)	—	53(39)	—	7(5)	—	136

	学年	水の中に入れても 沈んだとき	空気中で も沈んだとき	どちら も同じ	わから ない	その他	計	
9-4	1	2(4)	—	40(89)	—	3(7)	45	
	2	2(5)	—	38(90)	—	2(5)	42	
	3	2(4)	—	49(94)	—	1(2)	52	
	4	19(16)	—	81(69)	—	18(15)	—	118
	5	70(51)	—	57(41)	—	11(8)	—	138
	6	60(44)	—	63(46)	—	13(10)	—	136

第8表 水中の物体の重さ

( )は%

	学年	水の中に入れても 沈んだとき	空気中で も沈んだとき	どちら も同じ	わから ない	その他	計
7-1	4	24(36)	—	28(42)	—	15(22)	67
	5	23(32)	—	29(41)	—	17(24)	71
	6	32(41)	—	34(44)	—	10(13)	78

	学年	100gより も重い ところ	100gより も軽い ところ	100g	わから ない	その他	計
7-2	4	23(34)	—	25(37)	—	15(22)	67
	5	19(27)	—	27(38)	—	22(31)	71
	6	16(21)	—	43(55)	—	15(19)	78

第9表 熱した物体の重さ

( )は%

	学年	左に傾く	右に傾く	どちらに も傾かない	わから ない	その他	計
6	4	27(40)	—	24(37)	—	15(22)	67
	5	20(28)	—	32(45)	—	18(25)	71
	6	15(19)	—	35(45)	—	25(32)	78

第10表 動いている物体の重さ

( )は%

	学年	止まっている が重い	まわって いるが重い	どちら も同じ	わから ない	その他	計
8-1	4	29(43)	—	20(30)	—	18(27)	67
	5	32(45)	—	19(27)	—	17(24)	71
	6	27(35)	—	27(35)	—	23(29)	78

調査結果を第3表、第9～12図に示す。

2.3 重さの概念と密度の概念の区別

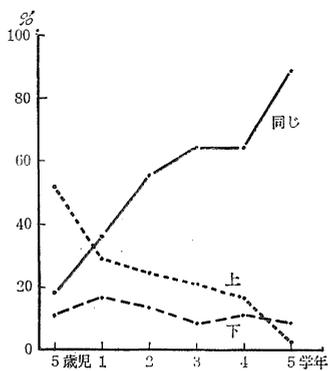
一般に木と鉄ではどちらが重いかと聞けば鉄が重いと答える。これは軽重を密度で表現しているに他ならない。質問3-1はこの状態を調査したものであり、質問3-2は密度に注目させる質問で、これにより質問3-3、3-4で、密度でなく重さに注目して答えさせようと試みた。

調査内容は次のとおりである。

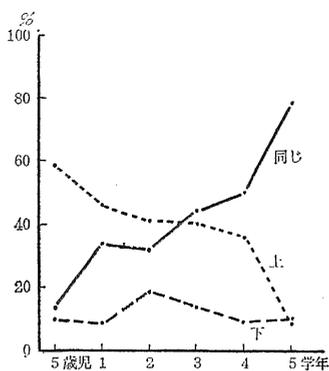
質問3-1 鉄と木があります。どちらがおもいでしょう。

質問3-2 同じ大きさの鉄と木があります。どちらがおもいでしょう。

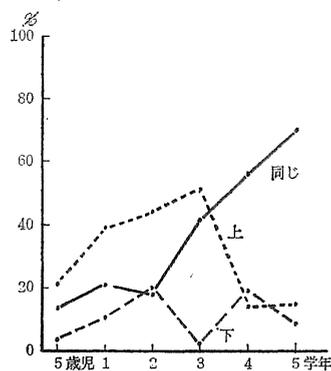
質問3-3 図のような大きな木と小さな鉄とではどちらがおもいでしょう。(図省略)



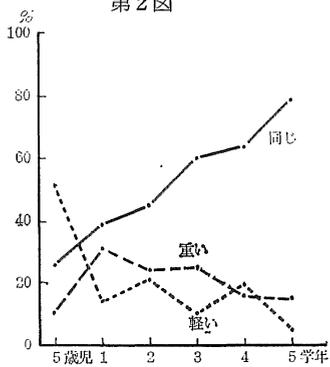
第2図



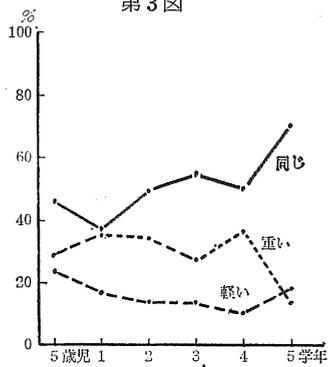
第3図



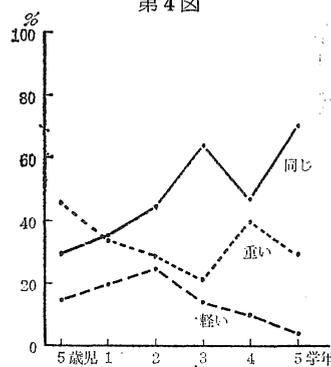
第4図



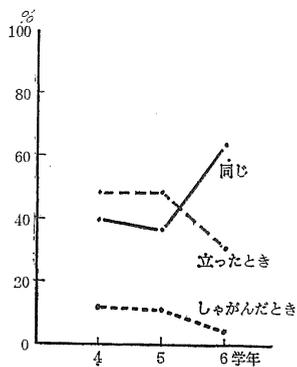
第5図



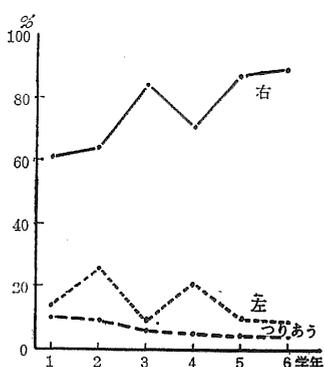
第6図



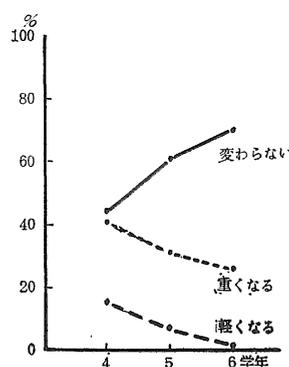
第7図



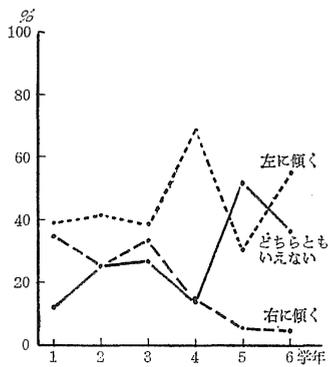
第8図



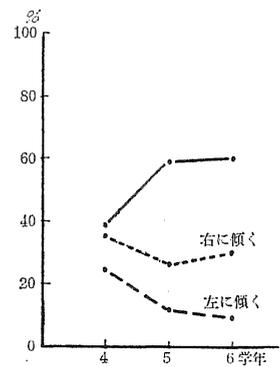
第9図



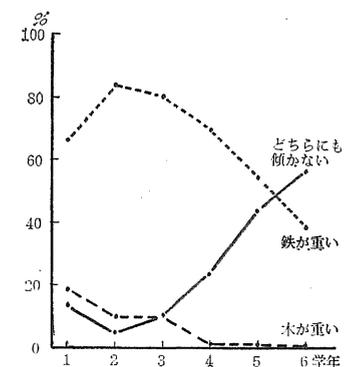
第10図



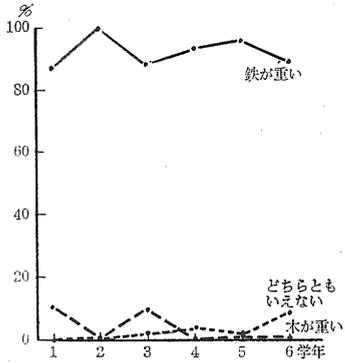
第11図



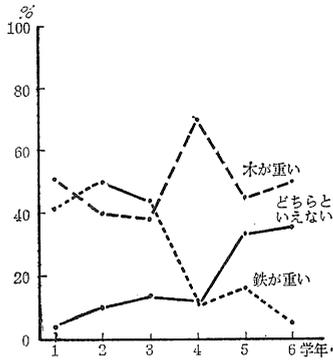
第12図



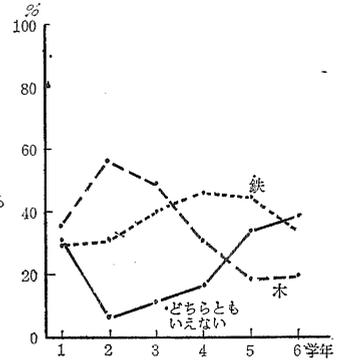
第13図



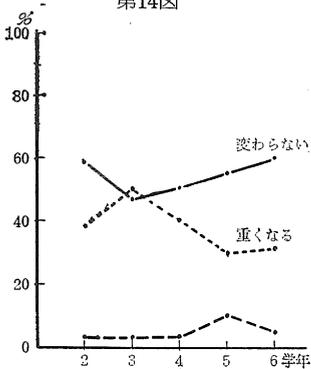
第14図



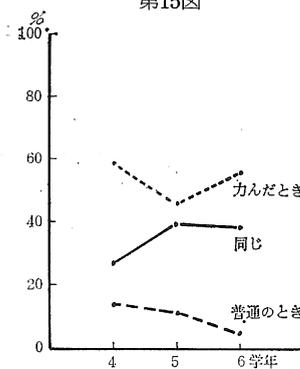
第15図



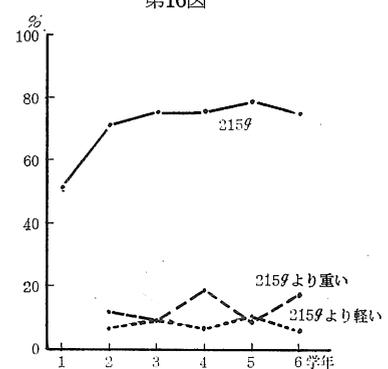
第16図



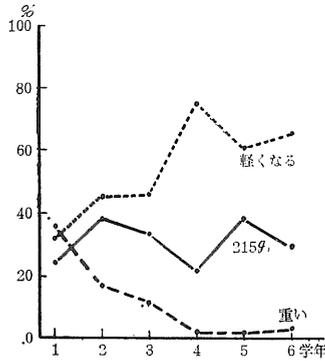
第17図



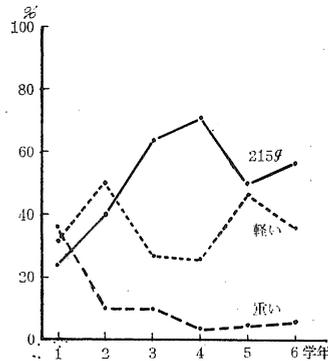
第18図



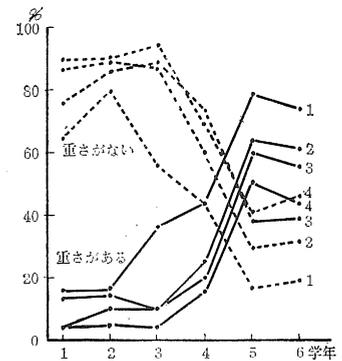
第19図



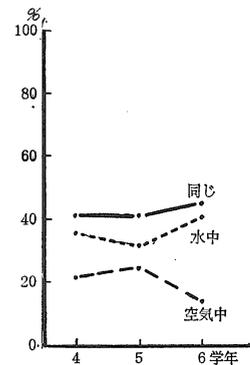
第20図



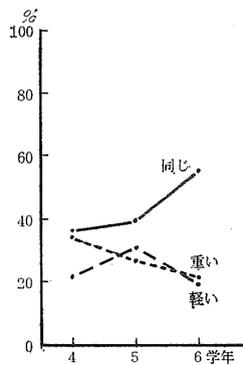
第21図



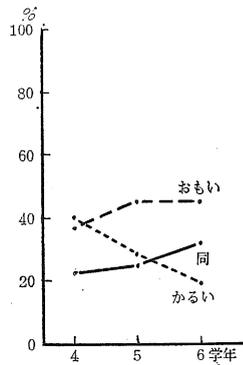
第22図



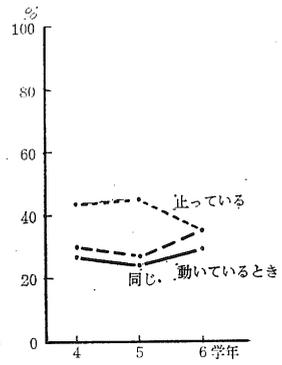
第23図



第24図



第25図



第26図

質問3-4 大きな木と小さな鉄とをはかりにのせました(はかりにのせた図があるが省略)。どちらのはかりの針が大きくふれますか。

調査結果を第4表, 第13~16図に示す。

#### 2.4 形状や大きさと重さの考え方

液体や粘土を形の異なる容器に入れたり形を変えたりしたときの重量保存や, 分割したときの重量保存については前報で述べたとおりであるので, 紙の形の変化と重さの関係, 体重計上の姿勢と重さについて述べる。

質問4-1 1枚の紙をクシャクシャにしてまるめたら, おもさはどうなりますか。

質問4-2 体重計の上でふつうに立っているときと, 力んで立っているときとでどちらが重いでしょう。

調査結果を第5表 第17~18図に示す。

なお片足をあげたり, 逆立ちのときなども調査したが, データが不十分なので省略する。

#### 2.5 溶解時における総重量の保存

水に砂糖などを溶かし, 砂糖の粒がみえなくなると子どもの中には砂糖がなくなったと考え, 砂糖の重量ほど総重量が軽くなったと考える者がある。本調査では台ばかりを用い, その針の指す位置で重量保存の考え方を調査した。なお完全に溶ける前の一部砂糖が残っている状態でも質問している。

質問5-1 はかりに角ぎとう3個(15g)と全体が200gの水の入ったビーカをのせると, はかりの目盛りはどのへんをさしますか。

質問5-2 角ぎとう3個を水の中へ入れてかきまぜました。半分くらいとけたとき, ビーカ全体のおもさは何gあるでしょう。

質問5-3 次に角ぎとう3個を全部, 見えなくなるまでときました。ビーカ全体のおもさは何gあるでしょう。

調査結果を第6表, 第19~21図に示す。

#### 2.6 微細な物体の重さの考え方

子どもは形の小さい物体は重さがないと考えている。紙片を次々に小さくしていくとき, どの程度で重さを認めなくなるかを調査したものである。

質問6-1 ザラ紙をはさみで小さく切っていきます。まず1cmの四角の大きさに切ったとき, この紙におもさがありますか。

質問6-2 1mmの四角の大きさに切ったときはどうですか。

質問6-3 虫めがねでやっと見えるくらいにしました。このときはどうですか。

質問6-4 虫めがねでも見えないくらいにしました。このときはどうですか。

調査結果を第7表, 第22図に示す。

#### 2.7 その他の重さの考え方

まだ十分なデータは得られていないが重さに関して次のような調査も実施した。

##### a) 水中における重さの考え方

質問7-a<sub>1</sub> 図のようにおもりを水の中に入れてもったときと, 同じおもりを空気中でもったときとで, どちらの方がおもいと思えますか。(図は省略)

質問7-a<sub>2</sub> 図のように100gの石を水の中に入れてはかると目盛りはどのへんをさすでしょう。(図は省略)

調査結果を第8表, 第23, 24図に示す。

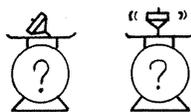
##### b) 熱した物体と熱さない物体の重さ

質問7-b 図のようにつりあった天びんがあります。一方のおもりを熱してやりました。すると, 天びんはどちらに傾くでしょう。(図省略)

調査結果を第9表, 第25図に示す。

##### c) 動いているものの重さ

質問7-c 図のように止まっているこまと, まわっているこまとはかりではかりました。どちらが重いでしょう。



調査結果を第10表, 第26図に示す。

### III 結果の分析と考察

#### 3.1 物体の位置と重さの考え方

高さによって重さに変化するという考え方は前報では推定により9歳までになくなり, 重量保存の概念が成立するとした。しかし, その後不足のデータを追加し, 調査対象も10歳(5年生)まで延長した結果, 第1~6図に示すように4年生(9歳)ではまだ完成の時期ではないことが判明した。すなわち, 5年生では図1, 2, 4で80%, 図3, 5, 6で70%程度である。したがって, 物体の高低による重量保存の概念が確立された者が80%を超えるのは5年以後で6年生程度であることが推定される。

同様の内容である体重計の上で立ったときとしゃがんだときの重さのちがいはについては第7図に示すように, 逆に重心の低いしゃがんだときの方が重いと考えている者が4, 5年で50%もある。この結果は田中氏等<sup>\*11</sup>が調査した内容とも一致している。子どもがこのように考える根拠は明確でないが, 台に近づくほど重さに効果があると思われると考えているためと思われる。重さに変化しないと答えたものは4, 5年で40%, 6年で60%である。このように子どもは体位や体形により体重が変化すると

考えている者が多く、これは体重測定などのとき、立ったり座ったり、片足で立ったり、力んだりしていることから納得できる。

### 3.2 力のモーメントと重さ

質問2-1では腕の長さで傾く力(力のモーメント)との関係が把握できているか否かを調べたものといえる。1, 2年生では60%, 5, 6年生では90%近くの者が正しく答えている。この数字は一応天秤の腕の役目を知っている者の割合とみてよい。

質問2-2ではこのときの天秤の傾きの原因をどうとらえているかを調べたものである。重さが変わらないと答えたものは4年生で40%, 6年生で60%程度である。4年生では重くなる約40%, 軽くなる約15%, 合計55%の者がおもりの重さが増えると考えている。すなわち、傾く力としての力のモーメントは重さと混同していると考えられる。

質問2-3ではおもりの高さを変化させている。左に傾くと答えたものが30~70%ある。これは糸を短くすることにより、傾く力が小さくなると考えているからである。3.1で述べたように高さが高いと重くなるという考え方からは逆の結果がでる。子どもの考えは、糸と腕とを一体化して固定した「やじろべえ」を連想しての回答ではないかと思われる。もしそうだとすれば、天秤の前教材としての「やじろべえ」の取扱いについて考慮しなければならない問題があるといえよう。質問2-4で右に傾くという回答が多いのもこれと同様である。また第9図で1~4年生に左に傾くという者が10~20%いるのもこの考えによるものと思われる。いずれにしても、糸の長さを変えれば傾き方が変わるという考えの者が意外に多い。

### 3.3 重さの概念と密度の概念

第13図にみられるように、4年生くらいまでは、ただ重い、軽いというときは、密度をさしていると考えられるが、4, 5年になると少し言葉づかいが慎重になる。質問3-2では大きさを限定しているのが当然軽重の判断はできる。しかし、質問3-3, 3-4で、4年生までは依然として重さと密度を混同して使用しているが、5, 6年では慎重に区別している者が増加している。しかし、はっきり表現できて、どちらもいえないとするものは、第15, 16図にみられるように40%以下である。

### 3.4 形状や大きさと重さ

質問4-1で同一の紙の形状の変化と重さの関係調べた。第17図のように一般に小さく丸めると重くなると考えている者が多く30~50%ある。重さが変わらないと

している者は50~60%である。

質問4-2では、体重計上で力んだとき体重が重くなると考えている者が4~6年生で50%前後ある。以前の調査<sup>\*1</sup>で、物体を分割したり、形状を変えることにより量が増えるという考え方があり、これらは変化しながら保存されるという考え方は、液体を材料にすれば7:6歳、粘土を材料にすれば7:0歳で完成するという結果を出した。こゝでもまた材料が異なれば完成の時期が著しく異なるという結果が判明した。なお、後者については、おとなでさえ、体重が増えると考えている者がおり、実測の結果初めて同じであることに気付くという例も少なくない。

一般に見かけ上大きい物体は重いと考えるのが普通であるが、紙などのように軽い物体では丸めて形を小さくした方が重いと考えている。これは先に述べた密度的な重さの考え方に由来しているものと考えられる。

### 3.5 溶解時における総重量の保存

溶解時における重量保存の考え方についてはすでに東京学芸大グループが調査しているが、<sup>\*12</sup> 筆者等は溶解の過程において、また溶質が一部残っている状態についても調査した。

質問5-1は重量が加算されることを知っていることを確認するためのもので、1年生では十分理解できないものがあるが、2年生以上では70~80%の者が加算であることを理解している。しかし、重量が加算であることが理解できないものが6年生でも20%以上ある。

質問5-2では4~6年生で軽くなると判断しているものが60%くらいある。1~3年生で重くなると考えているものが多くなっているのは、題意がつかめず、でたらめ反応をしたものと思われる。

質問5-3で、軽くなる(200g, 200~215g, 215gよりも軽い)のいずれかの回答)と答えたものが60%程度あり、重量が変わらないと答えているものが30~40%程度しかない。前記の学芸大グループの調査と類似の結果が得られている。

### 3.6 微細な物体の重さ

第22図は4つの質問の回答を1つのグラフにまとめたものである。小さい物体に重さがあるという考えは学年が進むにつれて多くなっている。また大きさが小さくなるほど重さはなくなるという考え方がある。5, 6年生でも、非常に小さい物体には重さがないと考えているものが約50%ある。これより、分子、原子的な微小物に重量があるという考え方の者はもっと少ないことが推定できる。これは、微小粒子の概念を認識する時期を調査した結果と一致したところがある。<sup>\*10</sup>

### 3.7 その他の重さの考え方

a) 水中においては浮力のため物体は軽くなるが、これを認識している者は4～6年生で40%程度である。質問7-a<sub>2</sub>において6年生で50%程度である。浮力に対する経験や知識に乏しいためと思われる。

b) 物体を熱した場合、重さが変わらないと考える者は20～30%にすぎない。軽くなると考える者が4～6年生で40%程度あるが、燃焼のとき一般に軽くなることを考えたようである。子どもの考え方の中に熱を重さのある物体と考える者があるが、重くなると答えた20～30%の者がこのような考え方によるものかどうかは判然としない。今後の研究課題といえよう。

c) 動いているものとして、飛行機とか自動車も考えられるが、いずれも揚力とか風圧とか、子どもには高度な概念を考慮しなければならない。単に運動しているだけの物体として、回転している「こま」をとりあげた。回転しているこまが重くなるという考えの者が40%、軽くなるという考えの者が30%あり、重さが変わらないとするものは20～30%である。重さの変化する理由として、まわす力が重さであると考えているものが僅かにいる程度で、この理由については今後の研究課題である。

## IV 結 論

正しい重量の概念が確立されるまでには子どもは重さに関して種々な誤った考えや不十分な考え方をもっている。前章で述べたこれらの多くの調査結果を次のようにまとめることができる。

a) 一般に高所にある物体は低所にあるときよりも重いと考えている。取扱う材料によりこの考え方は多少ちがってくるが、5歳児で70～80%の者がこの考え方を示し、重量が保存されることに気付いているものは僅かである。小学校6年生でもこの考えの者が20%くらいある。

b) 小さい物体には重さがないと考えている。子どもは重いものに重さがあり、軽いものには重さがあると考えている。目に見えない物体に重さがないと考えている者は1～3年生で5%以下である。5、6年生でも50%程度の者が重さがないと考えている。砂糖が水にとけて、液全体が軽くなるというのもこの考えであろう。

c) 重量の保存の概念が形成されるのは取扱う材料によって異なる。粘土などの取扱う経験の多いものでは早く完成され、体型の変化による体重や溶解などのように、経験の乏しいものほどおこなわれている。

d) 密度と重さとはしばしば混同して使用されるが区別できない子どもがかなりある。

e) 運動する物体や熱した物体の重さが変化するという考え方がある。

f) 水中では浮力のため軽くなるが、これを認識して

いない者がかなりある。

## お わ り に

本研究は子どもの重量に対する種々の考え方の状態を調査した。これにより子どもの思考の実態がある程度判明した。われわれはこれらの実態を基礎として、子どもの正しい自然認識の教育方法を見出さなければならぬ。体重は体位や体型に関係しないことは、一度体重計で経験すれば納得できそうであるが、子どもの思考の根拠は単純ではなく、一度や二度の経験では理解できないものがある。われわれは今回得られたデータを基礎として、正しい自然認識をもつことのできる教育方法の確立に努力するつもりである。

最後にこの研究のための調査にご協力を賜った次の各位に対し感謝の意を表したい。

島根大学教育学部附属幼稚園

安来市立赤江保育所

島根大学教育学部附属小学校

松江市立朝日小学校

松江市立城北小学校

松江市立忌部小学校

松江市立大庭小学校

なお本研究の一部は第22回日本理科教育学会中国支部大会（昭和48年8月6日於山口大）および日本理科教育学会第23回全国大会（昭和48年12月1～3日於高知大）で発表したものである。

## 要 約

正しい重量の概念が確立されるまでに、子どもは重さに関して種々の不十分な考えや誤った考えをもっている。これらの調査結果をグラフに記して、年齢の変化による平均的発達の状態を求めた。調査内容は次のとおりである。

1. 高低による重さの変化の考え方
2. 力のモーメントと重さの区別
3. 重さと密度の区別
4. 形状や大きさによる重量保存の考え方
5. 溶解時の溶液と溶質の重量の保存
6. 軽い物体の重さ
7. その他

以上の結果をもとに子どもの重量に関する一般的な考えを導き出した。

## 参 考 文 献

1. 井藤芳喜 “子どもの重量概念の形成について（その1）一位置による重量の変化一” 島根大学教育学部紀要（教育科学）7, 55（1973）

2. 井藤芳喜 “子どもの量概念の形成と比較能力の発達” 島根大学教育学部紀要 (教育科学) 5, 109 (1971)
3. 井藤芳喜 “理科における子どもの量概念” 理科の教育 17 (9) 13 (1969)
4. ピアジェ・A. シェミンスカ (遠山啓・銀林浩・滝沢武久訳) 数の発達心理学 1962 (国土社)
5. ピアジェ・インヘルダー (滝沢武久・銀林浩訳) 量の発達心理学 1965 (国土社)
6. ブリアリィ・ヒッチフィールド (山内光哉訳) 幼児・児童教育のためのピアジェ入門 1970 (川島書店)
7. 平野勝敏 子どもの科学的概念の発達 1969 (明治図書)
8. 波多野完治・滝沢武久 子どものものの考え方 1963 (岩波新書)
9. 森一夫 “自然認識の発達に関する研究” (第1報～第5報) 1971～72 理科の教育
10. 佐川紀子・井藤芳喜 “微小概念の発達と指導の可能性について” 島根大学教育学部紀要 (教育科学) 2, 63 (1968)
11. 田中幹規・中西博文・白枝清 “物質概念に関する研究 (第1報)” 島根県立教育センター研究紀要 46, 5 (1972)
12. 東京学芸大学理科教育研究会 “幼児期より青年期までの一貫した科学教育のカリキュラムの研究” 研究報告書 (第一報) (1972)
13. 波多野完治 ピアジェの認識心理学 1965 (国土社)