

幼児における素朴实在論的物質観

——特に体積と重量の概念的未分化について——

森 一 夫*

問 題

フランスの哲学者 Gaston Bachelard (1940) は質量観念の認識論的發展を5段階に分けて主張しているが、森 (1975) はこれをもとにして、次の4段階で発展する物質観を考えた。最初は、固まり (mass) として知覚的な把握にのみとどまる素朴实在論的物質観。次に、物質の属性として体積と重量の概念が分化して、この矛盾を解決すべく分割不可能な物質最小単位たる粒子の集合体としてとらえる実体的物質観。これはまた、Piaget, J. (1941) のいう物質保存概念が形成される段階であり、自己恒常的な粒子を前提にしている点で実体 (substance) 的物質観といえるのである。さらに、物質の慣性(惰性)の測度としての質量を重量から分離して、物質により慣性の大小が存在する根拠を原子論的な物質構造からとらえる質量的物質観 (ニュートン力学的な近代科学的物質観)。最後は、「延長を有する」(R. Descartes) 物体と「延長を有さない」エネルギーとが質量的に等価だとみる相対論的物質観であって、属性からいえば粒子性(非連続)と波動性(連続)の統一としての量子論的物質観でもある弁証法的物質観へと至る。このように、子どもの物質観もまた科学史が示すとおり、主体が現実と交互交渉を重ねる過程でその物質観ではとらえきれない矛盾の出現とその止揚 (Aufhebung) を通して、素朴实在論的物質観から実体的物質観、そして質量的物質観を経て弁証法的物質観へと発展するものと考えられる。

本報の目的は、こうした物質観の発達段階において占める幼児の素朴实在論的物質観を明らかにすることにある。ここで素朴实在論的物質観とは、外界に実在する物質を知覚したままの固まり (mass) としてとらえて、物質の内的構造の把握にまでは至らない物質観であると定義する。したがって幼児は、①物質の表面的属性だけで判断するため、重さの概念は見かけの大きさに従属して

いる。この意味で、重量と体積とは概念的に未分化である。また、②現実の物質を自らの意識に反映されたとおりのままの物質としてとらえているため、対象への意識(それも特に価値意識)の志向作用が強いほど、たとえば対象に対する彼らの欲求の程度に応じて、物質の大きさの知覚に差異が生じる。

従来から大きさと重さの知覚に関しては、Size-weight illusion または Charpentier 効果がよく知られている。周知のように、重量が等しい2物体では小さい方を重く、大きい方を軽く判断する傾向のあることが Charpentier, A. (1891) らによって見出されてから、多くの心理学者により追試され、成人から精神遅滞児に至るまで同効果が妥当すると報告されてきた。しかしながら、上の①から予想されるのは、幼児の知覚に関する限り、むしろ「大きい方が重い」と判断する反 Charpentier 効果とでもいうべき傾向が認められるのではないだろうか。Charpentier 効果は体積と重量の概念的分化を俟って初めて生成するものと考えられるからである。また、欲求とその対象の大きさの知覚に関する研究は今まで Bruner, J. らによって行われてきたが、②は New Look 心理学の見地からというよりも、あくまで素朴实在論的物質観に基づいて導出される幼児の物質観である。

そこで、この点を実証的に解明するために、次の仮説を設定して検証しようと試みた。

仮説1. 幼児は体積と重量とが概念的に未分化なため、一般に大きい物体の方を重いと判断する傾向が認められる。つまり幼児に関する限り、反 Charpentier 効果ともいうべき傾向が支配的である。

仮説2. 幼児は自分の欲求が大なる方の物体を大きく知覚する傾向がある。

仮説3. 幼児に体積と重量との量的矛盾関係、すなわち「大きいのが軽く、小さいのが重い」関係にある2物体を知覚させ、それを言語的に正しく表現させることによって、物質の属性としての体積と重量の概念的分化を誘起することができる。このとき、重量の弁別に際して

* 大阪教育大学理科教育研究室

Charpentier 効果が初めて認められるようになる。

実験 I

目的 仮説1を検証する。

方法

(1)被験者 大阪市(私立)天王寺幼稚園の5才児59名(5.3~6.2才, 平均5.7才), 4才児51名(4.3~5.2才, 平均4.8才)および同幼稚園と大阪市(私立)勝山愛和第一幼稚園の3才児72名(3.5~4.3才, 平均3.8才)の合計182名を被験者を選んだ。なお各年齢群とも男女の比率はほぼ等しい。

(2)実験手続 いずれも半径1.9cmで, 中に鉛玉を入れて作ったそれぞれ80g, 90g, 110g, 130g, 150gの重さの5種類の粘土球と, 半径3cmで80gの重さの粘土球を用意した。これらの粘土球には全てタコひもがつけられていて, 手でつまんで持ち上げることができる。実験者は幼稚園の個室で被験者1人ずつと机をはさんで対座し, ラポール形成後にこれら粘土球を呈示して, 次のようなテスト1, 2の順に質問を行った。

テスト1. 同体積で重量の異なる2つの粘土球の重さの弁別; 半径1.9cmで80gの粘土球と同じ体積(かさ)の90gの球を, 同時に両手でそれぞれのひもをつまんで持ち上げさせる。次に右手の球と左手の球を持ち替えさせた後, 「どちらの球が重く感じられましたか。重く感じられた方を私にください」と尋ねた。同様の方法で, 別の80g(半径1.9cm)とこれと同体積の110gの球, さらに他の80gの球(半径1.9cm)と同体積の130g, 最後に同じく150g(半径1.9cm)の球を各両手で持ち上げさせて, 各課題ごとに同じ質問をした。

テスト2. 体積・重量が共に異なる2つの粘土球の重さの弁別; 半径3.0cmで80gの球と半径1.9cmで90gの

球を持たせて, テスト1と同じ方法で「どちらが重く感じるか」を質問した。続いて, 半径3.0cmで80gの別の球と半径1.9cmで110gの球, 同じく他の80gの球(半径3.0cm)と130gの球(半径1.9cm), 最後に別の80gの球(半径3.0cm)と150gの球(半径1.9cm)についても同様の方法で, 各課題ごとにそれぞれ同じ質問をした。なおテスト1・2とも, 各課題後に必ず同体積(半径4.0cm)で同重量(200g)の2球を持ち上げさせて, 前の課題での重さの知覚の残留効果を消去するようにした。

共に4課題からなる各テストの所要時間はいずれも7分前後であった。また, 4・5才児の実験期日は1975年7月15・16日, 3才児の場合は9月22・23日である。

結果と考察

テスト1・2における各課題の正反応率はそれぞれFIG. 1 および FIG. 2 に示されているとおりである。FIG. 1 から明らかなように殆どの3才児は, 同体積のときには80gの球より150gの球の方が重いと知覚しているにもかかわらず, 体積が違う場合にはFIG. 2 に示されるように3才児の半数は「大きい方(80g)が小さい方(150g)よりも重い」と判断している。FIG. 1 とFIG. 2 を比較・対照する限りでは, 一般に3・4才児では「大きい方が重い」と判断する傾向が認められるようである。そこで, この点を詳細に検討するため, たとえば80gと90gの球を被験者が比較する場合, これら両球が同体積の場合と異なった体積の場合とでは重さの弁別に有意差があるか否かを検定した結果がTABLE 1 に示されている。このことから, 3・4才児では重さの弁別が見かけの体積に依存する傾向が認められる。80—150のように, 5才児の中, 皮膚感覚で容易に弁別できるほどの重さであっても軽い方が大きい場合には, 視覚に感

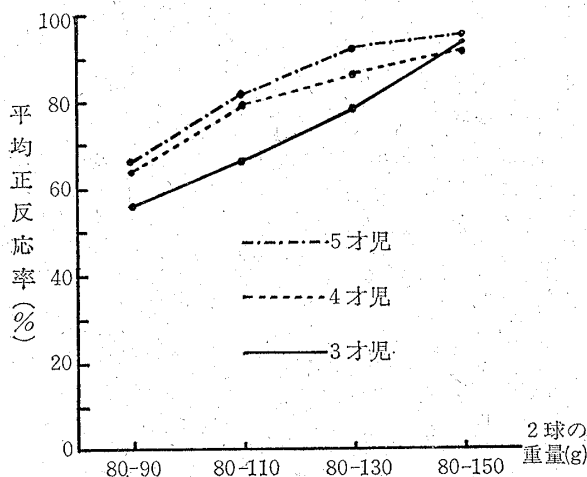


FIG. 1 同体積の2球の重さの弁別

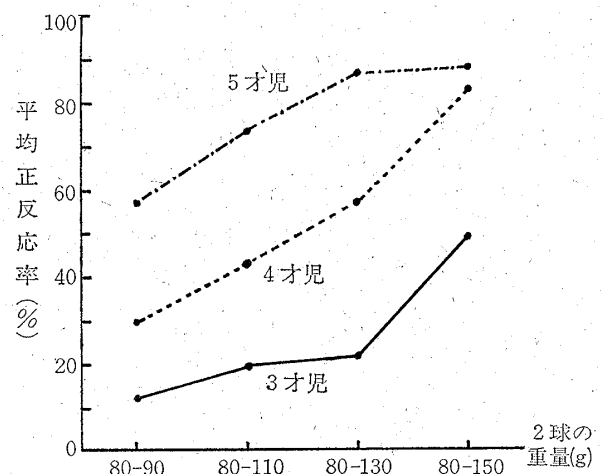


FIG. 2 大きい方が軽い2球の重さの弁別

TABLE 1 テスト1・2間での検定 (χ^2 検定**)

課題 年齢群	2球の重量 (g)			
	80—90	80—110	80—130	80—150
5才児	2.578	2.273	.692	10.000**
4才児	16.200***	15.696***	7.758**	4.000*
3才児	22.349***	27.524***	29.491***	24.641***

いずれも $df=1$, * $p<.05$, ** $p<0.1$, *** $p<.001$ TABLE 2 各重さの弁別に対する年齢間の有意差検定 (χ^2 検定)

テスト 重量 (g)		1. 同体積の場合	2. 異なる体積の場合
課題	80—90	1.820 (N.S.)	29.177***
	80—110	4.472 (N.S.)	38.485***
	80—130	4.816 (N.S.)	53.700***
	80—150	4.550 (N.S.)	27.164***

いずれも $df=2$, *** $p<.001$

わされて正しく判断できない場合も認められる。次に、3～5才までの年齢間で各2球の重さの弁別に差異があるか否かを調べる目的で χ^2 検定を行った結果が、TABLE 2 に示されている。2球が同体積の場合にはいずれも年齢間に有意差はないが、大きい（小さい）方が軽い（重い）場合での重さの弁別は高度に有意の水準で年齢間に差異が認められる。

これらの結果から、特に年齢層が低い幼児に限って反Charpentier 効果ともいうべき傾向が認められる。成人の場合に Charpentier 効果が支配的なのは、G.E. Müller (1889) も述べているように、大きい方をより重い（小さい方をより重い）と期待して持ち上げようとするとき、この期待感と実際の皮膚感覚とのずれがこうした効果を生じるものとも考えられる。しかしながら幼児では、重さの判断が見かけの体積にかなり依存していて分化していないために、同効果に優先して、一見逆の効果が現われたのであろうと考えられる。

なお、テスト1の代わりに、テスト2の各課題ごとに被験者の眼を閉じさせて2球の重さの弁別を行う方法も考えられる。しかしながら球を握ませたり、掌の上に載せると、皮膚に接触する面積にかかる球の重量、すなわち圧力は同じ重量ならば体積の大きい球の方が小さくなり、これが圧覚として与えることになるから、Charpentier 効果が成立するのは初めから予想されることであ

** テスト1で誤反応をし、テスト2で正反応をした人数が m 、この逆の場合の人数が n のとき、 $\chi_0^2 = (m-n)^2 / (m+n)$ によって算出した。

り、むしろ当然ともいえる。そこで、本実験に使用した5才児のみに目隠しをし、球に付いているひもを持たせてテスト2の各課題を行ったところ、80gの球と比較するもう1つの球が90g、110g、130g、150gの順に正反応率は67%、84%、95%、100%を示した。TABLE 1と同様の統計的処理をしたところ、このテスト結果とテスト1の結果との間に有意差は認められなかった。4才児以下に関してはこの方法によるテストは極めて困難であった。そこで、今回の実験はこうした方法をとらずに、テスト1に依ったことを付記しておく。

実験 II

目的 仮説2を検証する。

方法

(1)実験者 実験Iで使用した天王寺幼稚園の5才児と4才児の中から、テストIでは実験材料のバスケットが好物だと答えた5才児58名と4才児45名、テストIIでは同じくチョコレートは好物、また菓は嫌いだと答えた5才児55名と4才児42名（いずれも年齢は実験Iと同じ）を選んで被験者とした。なお、男女の比率はいずれもほぼ同じである。

(2)実験手続 実験者（実験Iと同じく8名）は被験者1人ずつと机をはさんで、面接法によるテストIおよびIIを行った。ただしテストIを終了した全被験者は各年齢ごとに無作為に2群に分類され、テストII(a)または(b)のうち、いずれかを課せられた。

テストI. 2次元的刺激布置によるバスケットと偽バスケットの大きさの比較；実物のバスケットと、これと同形・同大（半径3cmの円形）・同色・同模様付きの粘土製の偽バスケットとを見比べた場合、それぞれの程度の大きさに知覚するかを調べようとするものである。白い厚紙でFIG. 3に示す装置（縦33cm、横45cm、高さ3cm）を作り、左側の窓（1辺9cmの正方形）にバスケット（または偽バスケット）を置いた。ただし立体

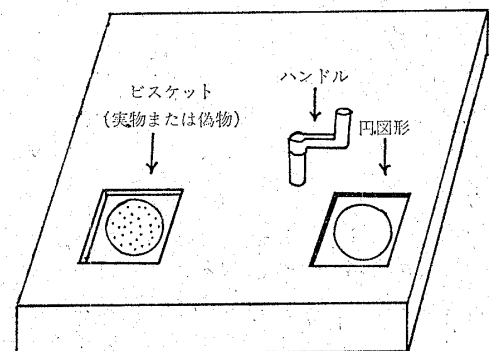


FIG. 3 テスト1の実験装置

感をなくすために、このビスケット（または偽ビスケット）を表面だけ残して白色ボール紙（地になる）にうめこんで、窓下 8 mm のところにこのビスケット（または偽ビスケット）を付着したボール紙が貼りつけられている。103 名の被験者は、最初に左窓の本物のビスケットを呈示され、「ビスケットは大好きですか」と尋ねられて肯定したものばかりから成る。彼らは机上にある FIG. 3 の装置の真前、すなわち 2 つの窓（23 cm 間隔）のちょうど中間の位置に座らされる。右手でハンドルを時計回りに回すと、右窓（左窓と同じ大きさ）の 8 mm 下に、面積比でビスケットの 1.2^{-2} ($\approx .69$), 1.2^{-1} ($\approx .83$), 1, 1.2 , 1.2^2 (≈ 1.44) 倍の円がこの順に現われてくる。円図形は 20% の割合で面積が増加する 5 つの円を黒色ボールペンで白色ボール紙上に描いたものである。最初は、左窓の標本をカバーで隠した上で、被験者にハンドルの回し方を練習させた。続いて、被験者が真上から両窓を見比べながらハンドルを時計回りに回して左窓の標本のビスケットと同じ大きさの円図形を右窓に提示するように求めた。

次にハンドルを反時計回りに回させて、標本と同大の図形を右窓に提示させた。なお時計回りの場合の右窓は最小の円から、また反時計回りのときには最大の円図形から出発する。ただし、ハンドルを途中から反対方向に回して前に現われた円図形を逆戻し探索することは禁止し、必ず一定方向にハンドルを回していったらもう 1 巡してから該当の大きさの図形を求めるように指導した。2 巡以上もハンドルを回して図形が見つからない場合にはテスト I・II とも一応失格と定めたが、両テストとも操作ミスによる失格者はなかった。ビスケットの実験が終われば、引き続きその被験者に対して偽ビスケットを標本として、本物のビスケットと全く同じ条件・方法で実験を行った。ただし、実験に先だって一見して偽物とわかるこの標本を指示して「このビスケットはおいしいかな。そうだね、これは食べられないね」と教示した。

テスト II(a)。「マーブルチョコレート」と教示した標本の 3 次元的刺激布置による大きさの知覚；FIG. 3 と同様の構造だが、箱の高さのみは 8 cm の実験装置を用意する。チョコレート色の薄いセロファン紙に包んだ粘土球（半径 2 cm）を左窓下 7 cm のところに置いて、「ここにおいしいマーブルチョコレートがあるよ。君、チョコレートは大好き？」と尋ねる。これを肯定した 53 名を被験者とした。この装置の右窓には体積比で標本の 1.2^{-2} , 1.2^{-1} , 1, 1.2 , 1.2^2 倍の 5 つの粘土球（無着色のまま）がハンドル操作によって次々と現われてくる。

その他の実験条件や方法はテスト I と全く同じである。

テスト II(b)。「苦い丸薬」と教示した標本の 3 次元的刺激布置による大きさの知覚；テスト II(a) で使用した標本と全く同様の標本と装置とを使って、別のもう一方のグループの子どもに、セロファン紙に包んだ粘土球の標本を指して「ここに苦いお薬があるよ。君、苦いお薬は大嫌い？」と尋ねる。これを肯定した 44 名を被験者にした。

なお、テスト I・II とも実験期日は 1975 年 7 月 15・16 日および 9 月 22・23 日である。

結果と考察

テスト I：円図形の面積値を小さい順に .694, .833, 1.000, 1.200, 1.440 とすると、これは離散変量であるが、比例尺度なので連続変量として取り扱っても支障をきたさないと考えられる。そこで、ビスケットおよび偽ビスケットの大きさとして選択した円図形の面積値を集計した結果が、TABLE 3 に示されている。なお表中の t は、ビスケットと偽ビスケットとの面積値の対応する 2 つの平均値の有意差検定である。この結果から 5 才児では本物のビスケットを偽ビスケットよりも大きく知覚しているといえる ($p < .05$)。4 才児では反時計回りを除いて統計的に有意差を示していることから、一応本物のビスケットの方を大きく知覚しているといえよう。

次に、ビスケットを実際以上に大きく知覚しているか、また偽ビスケットを実際以下に小さく知覚しているかを調べる目的で、選択した円図形の面積値と実物大 (1.000) との間で t 検定を行った結果が TABLE 4 に示

TABLE 3 ビスケットと偽ビスケットの大きさの知覚テスト (I) の結果

項目 \ テスト	5 才 児		4 才 児	
	ビスケット	偽ビスケット	ビスケット	偽ビスケット
Mean	1.030	.974	1.091	.948
	1.067	.987	1.093	1.022
	1.048	.980	1.093	.985
SD	.155	.151	.233	.170
	.182	.172	.201	.197
	.140	.132	.163	.142
r	.059		.024	
	.113		.062	
	.061		.109	
df (=N-1)	57		44	
t	2.014*		3.327**	
	2.564*		1.728	
	2.753**		3.509**	

* $p < .05$, ** $p < .01$

注) 各項目の上・中・下欄はそれぞれ時計回り、反時計回り、両者の測定値の平均。また r はビスケットと偽ビスケットとの大きさの測定値間の相関係数。

TABLE 4 円図形の大きさと実物大との有意差検定 (t 検定)

テスト I	5 才児 (df=57)		4 才児 (df=44)	
	ビ ス ケット	偽ビス ケット	ビ ス ケット	偽ビス ケット
時 計 回 り	1.461	1.335	2.591*	2.029*
反時計回り	2.797**	.571	3.069**	.741
平 均	2.589**	1.144	3.785**	.701

*p<.05, **p<.01, ***p<.001 (片側検定)

TABLE 5 異なった教示による同一標本の大きさの知覚テスト (II) の結果

項目	5 才 児		4 才 児	
	チョコ レート	苦い薬	チョコ レート	苦い薬
Mean	1.109	.943	1.116	.968
	1.105	.927	1.231	.921
	1.107	.935	1.174	.945
SD	.169	.165	.219	.206
	.164	.169	.224	.196
	.134	.121	.177	.143
N	29	26	24	18
df	53		40	
t	3.609***		2.141*	
	3.886***		4.566***	
	4.873***		4.387***	

*p<.05, ***p<.001

注) 各項目および各欄については TABLE 3 と同じ。

されている。これから 5 才児では、時計回りを除いてビケットを過大視しているといえる。また 4 才児はビケットを過大視しているが、偽ビケットでは時計回りの場合にのみ過小視している。さらに、ビケットおよび偽ビケットの大きさを表わした 5 種類の円図形を選択した被験者の度数分布に偏りがあるか否かを調べるために、Kolmogorov-Smirnov 検定を試みた。まずビケットについていえば、5 才児では、ビケットの大きさとして比較的大きい方の円図形に集中して選択している傾向が認められる (時計回り: $D=.200$, $p<.05$ 。反時計回り: $D=.193$, $p<.05$ 。平均: $D=.230$, $p<.01$ 。なお $N=58$)。同じく 4 才児のビケットの大きさの知覚については、大体大きい方の円図形に度数分布が偏っているといえる (上と同順序に $D=.179$, N.S. $D=.244$, $p<.01$ 。 $D=.244$, $p<.01$ 。いずれも $N=45$)。しかし偽ビケットに関しては、4・5 才児とも選択傾向に有意差は認められなかった (D は省略)。

テスト II: 「チョコレート」と教示した場合(a)と、「苦い薬」と教示した場合(b)での標本の大きさとして選択した粘土球の体積値を集計して、その結果を TABLE 5 に

示す。この結果によれば、t 検定において全て統計的に有意差が認められるため、4・5 才児とも「苦い薬」と教示されるよりも「チョコレート」と教示される方が標本を大きく判断するといえる。このことは、テスト II(a)と II(b)の平均値について、教示と年齢とを 2 要因として有意差検定を行った TABLE 6 の分散分析の結果とも一致する。この表によると、年齢と交互作用に有意差は認められないが、教示の違いは高度に有意であることが示される。

次に、「苦い薬」または「チョコレート」と教示されて知覚した 3 次元形的態の大きさが実際の標本の大きさ (1.000) よりも小さいか、または大きいかを調べるために検定した結果が TABLE 7 にまとめられている。この表から明らかなように、4・5 才児では「チョコレート」と教示された標本を全て過大視している。また、「苦い薬」と教示された標本を 5 才児では時計回りの場合を除いて過小視しているといえる。さらに、「チョコレート」または「苦い薬」と教示されて、その標本の大きさに該当する 5 種類の大きさの粘土球を選択した度数分布に偏りがあるか否かを調べるために、Kolmogorov-Smirnov 検定を行った。その結果、5 才児では「チョコレート」と教示されたグループは大きい方の粘土を選択する度数が多い傾向にあるのに対して (時計回り: $D=.312$, 反時計回り: $p<.01$ 。 $D=.271$, $p<.05$ 。平均: $D=.283$, $p<.05$ 。いずれも $N=29$)、「苦い薬」と教示されたグループでは粘土球を選択する度数分布が小さい粘土球の方に偏っているといえる (上と同順序に $D=.211$,

TABLE 6 テスト II の分散分析

SV	SS	df	MS	F ₀
教示 (I)	.955	1	.955	47.381***
年齢 (A)	.050	1	.005	.238
I × A	.009	1	.009	.429
誤 差	1.937	93	.021	
全 体	2.951	96		***p<.001

TABLE 7 粘土球の大きさと実物大との有意差検定 (t 検定)

テスト II	5 才 児		4 才 児	
	チョコ レート (df=28)	苦い薬 (df=25)	チョコ レート (df=23)	苦い薬 (df=17)
時 計 回 り	3.413**	1.727	2.540**	.600
反時計回り	3.388**	2.160*	4.946***	1.662
平 均	4.225***	2.686**	4.715***	1.586

*p<.05, **p<.01, ***p<.001 (片側検定)

N.S.). $D=.281, p<.05$. $D=.272, p<.05$. いずれも $N=26$). 4才児では、「チョコレート」と教示されたグループは大きい粘土球を選択する傾向が認められる(同順序で $D=.358, p<.01$. $D=.362, p<.01$. $D=.359, p<.01$. いずれも $N=24$). また、「苦い薬」と教示されたグループでは反時計回りの場合のみに小さい方の粘土球を選択する傾向があるが($D=.312, N=18, p<.05$), 他の場合には分布に統計的な有意差があるとは認められなかった。

以上の結果をまとめると、左右に配置した2次元的形態の大きさの知覚では、4・5才児ともに好物のビスケットは偽ビスケットよりも大きく判断している。また、4・5才児ではこのビスケットを実際の大きさ以上に過大視している。さらに、同じく刺激対象を左右に配置して比較させた3次元的形態の大きさの知覚では、同一標本であっても「チョコレート」と教示された場合の方が、「苦い薬」と教示された場合よりも、4・5才児ともに大きく判断する傾向を示す。また、4・5才児ともに「チョコレート」と教示された標本を実際の大きさ以上に過大視しているのに対して、5才児では「苦い薬」と教示された場合にはこの標本を実際の大きさ以下に過小視する傾向が認められる。偽ビスケットと「苦い薬」とで実験結果に差異が認められたのは、偽ビスケットの場合よりも「苦い薬」の方が子どもの欲求度においてより negative であったため、それが大きさの知覚に反映したからであると推察される。また4才児で「苦い薬」と教示されたにもかかわらず過小視の現象が起きていないのは、苦い薬を服用した実際の経験に乏しいため対象に対する negative な反応を喚起するまでには至らなかったためではないかと考えられる。事実、実験に際して「苦い薬は嫌いだ、実際には服用したことがない」という意味の反応をする4才児が5才児に比べて少なくなかった。いずれにしても、以上の推論をより妥当なものにするためには更に実験を重ねる必要がある。

実験 III

目的 仮説3を検証する。

方法

(1)被験者 天王寺幼稚園と勝山愛和第2幼稚園の4才児94名(年齢は実験Ⅰ・Ⅱと同じ)を被験者に選んだ。5才児では実験Ⅰで明らかのように、体積と重量の概念的分化がかなりの程度進んでいるため本実験の被験者として必ずしも適当でないと考えられるので、4才児のみを対象とした。これら被験者を乱数表によって実験群49名と統制群45名に無作為分類した。なお、男女の比率は

各群ともほぼ等しい。

(2)実験手続 実験群・統制群とも事前テストとして使用する粘土球は半径1.9cmで重量が80gと110g(以下小80g, 小110gとよぶ), 半径3.0cmで重量が80gと110g(以下大80g, 大110gとよぶ)の4種類である。この粘土球を次のように組み合わせ、重さの弁別を行う課題とした。

課題1. 大きい方が重く, 小さい方が軽い2球の重さの弁別; 小80g—大110g

課題2. 同じ大きさで, 異なった重量の2球の重さの弁別; 小80g—小110g

課題3. 小さい方が重く, 大きい方が軽い2球の重さの弁別; 大80g—小110g

課題4. 同じ重量で, 体積の異なる2球の重さの弁別; 小80g—大80g

課題5. 同上; 小110g—大110g

その他の実験条件・方法は実験Ⅰと全く同じである。

事前テストを行った翌日、実験群のみに対して次の2段階からなる訓練を行った。

訓練; まず第1段階として、どちらもアルミホイルに包んだ小さくて重い鉛玉(半径1.4cm, 135g)と発泡スチロールの大きくて軽い球(半径4.5cm, 17.5g)を呈示して、どちらが重いと思うかを予想させる。続いて両手でそれぞれ両球のひもをつまんで持ち上げさせ、次に右手の球と左手の球を持ち替えさせる。「大きいものは常に重い」と考えていた子どもはこれによって彼の物質観と矛盾した経験をすることになる。実験者は直ちに「大きい球が重いですか、それとも小さい球が重いですか」と質問する。「小さい方(大きい方)が重い(軽い)」と正しく反応した子どもには、「そのとおり。小さいのに重いね。大きいのに軽いね」と言語的強化を図る。これが終われば第2段階として、大80gと実験Ⅰで使った小150gの粘土球を同じ要領で持ち上げさせて、再び「どちらが重いか」と質問する。「こちら」と答えたり、指で示そうとする被験者には必ず「大きい方はどちらか。重いのは大きい方か、それとも小さい方なのか」と尋ねて、「大きい(小さい)方が軽い(重い)」と言語を使用して答えるように要求する。正反応者には第1段階と同じ言語的強化を図る。なお、各段階とも誤反応をした場合には、もう1度だけ最初から訓練を繰り返した。

訓練終了後、直ちに実験群に対して事前テストと全く同じ5つの課題を事後テストとして課した。実験期日は9月25・26日である。

結果と考察

問題の性格上、課題1～3までと、課題4・5とを分

TABLE 8 重さの弁別についてのテスト結果

項目 \ テスト	実験群		統制群	
	事前	事後	事前	事後
Mean	1.918	2.224	1.882	1.953
SD	.695	.581	.623	.643
r	.248		.791	
df	48		44	
t ₀	2.692**		1.149**	

**p<.01

TABLE 9 課題1～3の結果（実験群）

項目 \ 課題	課題1		課題2		課題3	
	事前	事後	事前	事後	事前	事後
Mean	.980	.735	.673	.735	.265	.755
SD	.143	.446	.474	.446	.446	.434
r	.240		.074		.235	
df	48		48		48	
t ₀	-3.474**		.686		6.237***	

p<.01, *p<.001

けて論じることにする。

課題1～3について正反応した場合にのみ1点を与えた。したがってテストは3点満点になる。統制群の事前・事後両テストの得点間相関係数は.791である。これは言うまでもなく再検査法によるテストの信頼度係数であるから、個人テストに対する Gates の基準によればこのテストの信頼性は一応保証されているといえる。TABLE 8 に両テストの結果が示されている。まず、事前テストに関して実験群と統制群の平均値間で検定を行ったところ、有意差は認められなかった ($t_0=.259$, $df=92$, N.S.)。しかしながら、事後テストでは両群の平均値に有意差が認められる ($t_0=2.101$, $df=92$, $p<.05$)。また実験群と統制群において、それぞれ事前・事後テストでの対応する平均値間の検定を行ったところ、TABLE 8 に示されるように実験群では有意差が認められるのに対して、統制群では有意差は認められない。これらの結果から、実験群では訓練によってテストの得点が増大したといえる。それでは、このテストを構成している各課題はどのような得点結果を示したであろうか。このテストの内訳を TABLE 9 に示す。

訓練前の課題1～3の得点結果には有意差が認められるが（課題1—2； $r=.207$, $t_0=4.565$ 。課題2—3； $r=.123$, $t_0=4.964$ 。課題1—3； $r=-.240$, $t_0=9.908$ 。いずれも $df=48$, $p<.001$ ），訓練後には各課題の成績に有意差は認められない（課題1—2； $r=-.152$, $t_0=$

0。課題2—3； $r=-.127$, $t_0=.210$ 。課題1—3； $r=-.342$, $t_0=.192$ 。いずれも $df=48$, N.S.)。このことから、訓練前では「大きいものは重く、小さいものは軽い」と判断する傾向のあった子どもたちは、訓練後の2球の重量・体積のいかんを問わず各課題ともかなりの好成績で、しかもほぼ同じ得点を獲得していることがわかる。これは、TABLE 9 に示されるように、課題2では訓練前後で得点間に変化は認められないのに、課題1では訓練前の方が、また課題3では逆に訓練後の方が高得点のために、t検定の結果、有意差が認められたことから明らかである。つまり、「大きくても軽く、小さくても重い」という体積と重量との量的矛盾関係を呈示することによって、見かけの体積（かさ）の大きさに惑わされずに2つの球の重量の弁別がかなり正確にできるようになったと言える。これはとりも直さず、見かけの体積の大きさの知覚に依存して「大きい（小さい）ものは重い（軽い）」と反応していた体積と重量の概念的未分化からようやく脱して、物質を体積と重量の互いに独立した2つの属性によってとらえられたといえる。

重さが少し違っても、同体積では正しく弁別できた点をふまえて、課題4.5をみよう。「大き方が重い」「同じ重さだ」「小さい方が重い」と答えた反応率を、FIG. 4 および FIG. 5 に示す。訓練前の課題4とそして5で、この3つの反応型を選択した度数分布について実験群と統制群との間で検定を行ったところ、両群の間に有意差は認められなかった（それぞれ $\chi_0^2=1.504$, $\chi_0^2=1.034$ 。いずれも $df=2$, N.S.）。しかるに訓練後の課題4と5では、ともに有意な水準で両群の分布に差異がみられる（それぞれ $\chi_0^2=10.726$, $p<.005$ 。 $\chi_0^2=15.980$, $p<.001$ 。いずれも $df=2$ ）。実験群のみについて検討すると、課題4および5に関しては訓練前には「大き方が重い」と反応する傾向性が認められるのに対して、（それぞれ $\chi_0^2=12.796$, $p<.005$ 。 $\chi_0^2=29.429$, $p<.001$ 。いずれも $df=2$ ），訓練後には両課題とも「体積（かさ）の小さい方が重い」と反応する傾向性が強くなっている（それぞれ $\chi_0^2=8.857$, $\chi_0^2=4.572$ 。ともに $df=2$, $p<.05$ ）。さらに「小さい方が重い」と反応した比率とそれ以外の反応比率とが訓練前後で変化しているか否かについて TABLE 1 と同じ方法で検定したところ、実験群では有意差のあることが認められたが（課題4； $\chi_0^2=14.222$ 。課題5； $\chi_0^2=16.200$ 。ともに $df=1$, $p<.005$ ），統制群では有意差はみられなかった（上と同順序で、それぞれ $\chi_0^2=1.324$, $\chi_0^2=2.138$ 。ともに $df=1$, N.S.）。以上の結果は、実験群では実験Iの場合と同様に反 Charpentier 効果が圧倒的に優勢であったにもかかわらず、訓練後に

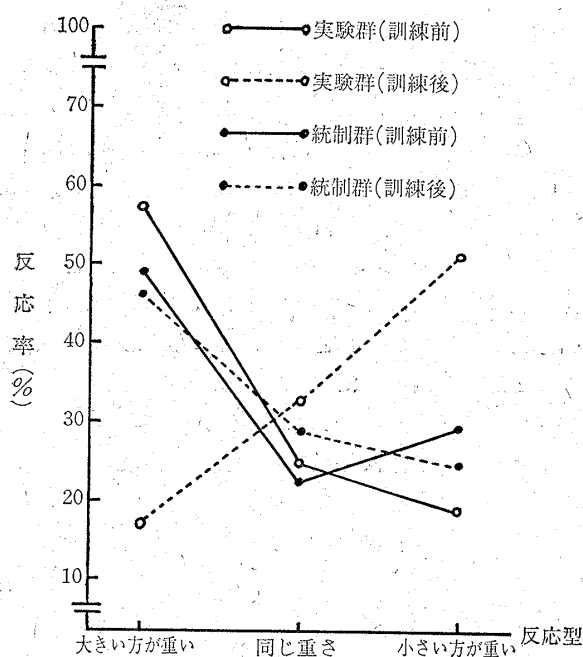


FIG. 4 課題4の反応

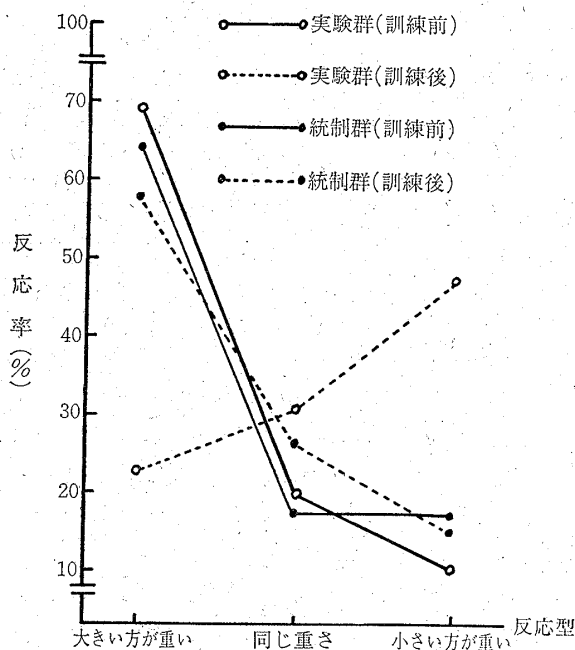


FIG. 5 課題5の反応

は Charpentier 効果が強く現われてきたことを示している。このことは、重量・体積の未分化のうちは見かけの知覚に邪魔されて「大きいものは重い」と判断していたのに、物質の属性である体積と重量との量的矛盾関係を知覚的体験して、これを「大きい」「小さい」「重い」「軽い」という体積や重量の概念を示す言語を使用して表現できたとき、体積と重量の概念的分化に伴って Charpentier 効果が現われてきたと言える。

要 約

物質観の発達をとらえるにあたって、まず幼児の物質観は素朴実在論的物質観であると推定する。これは、外界に実在する物質を知覚されるとおりのままの固まり (mass) としてみて、物質の内的構造の把握にまでは至らないから、①物質の表面的属性だけで判断するために重量の概念は見かけの大きさに従属して、したがって重量と体積とは概念的に未分化である。②自らの意識に反映されたとおりのままの物質としてとらえているため、欲求の度合に応じて物質の大きさの知覚に差異が生じる。このような基本的仮説に基づいて実験を行ったところ、次のような知見が得られた。

1. 3才児と4才児では大きい球を重いと判断する傾向が認められる。つまり幼児に関する限り、視覚が介在すると反 Charpentier 効果ともいえるべき傾向が認められる。これは幼児の場合、重量が見かけの体積に依存しているため、Charpentier 効果に優先してこれと逆の結果が現われたものであろうと考えられる。

2. 4・5才児に positive な価値をもつ刺激としてビスケットと、偽ビスケットの2次元的形態の大きさを評価させたところ、後者よりも前者の方を大きく知覚している。また4・5才児ともビスケットを過大視している。さらに4・5才児に同一標本を、一方では positive な刺激として「チョコレート」と教示し、他方のグループでは negative な刺激として「苦い薬」と教示して3次元的形態の大きさを評価させたところ、前者の方が後者の場合よりも大きく知覚している。また、前者の場合には刺激体を過大視しているが、5才児では後者の場合を実物よりも過小視している。

3. 「大きい物体は重く、小さい物体は軽い」と判断している4才児が、体積と重量との量的矛盾関係、すなわち「大きいのが軽く、小さいのが重い」ことを知覚的体験して、「大きい」「小さい」「重い」「軽い」という言語でこれを表現できた場合、もはや見かけの体積 (かさ) に惑わされずにかなり正確に重さの弁別が可能になる。そして、このとき重さの弁別に際して Charpentier 効果が認められる。

<付記> 本研究に協力された大阪教育大学の多くの大学院生・学生諸君、そして天王寺・勝山愛和各幼稚園の先生方および園児の皆さんに謝意を表する。

文 献

パシュラール, G., (中村雄二郎他訳) 1974 否定の哲学 白水社

- (Bachelard, G., 1949 *La philosophie du non*. Presses Universitaires de France, Paris)
- Charpentier, A., 1891 Analyse de quelques éléments de la sensation de poids. *Arch. de physiologie*
- 森 一夫 1975 日本理科教育学会第25回全国大会発表要旨
- Müller, G. and Schumann, F., 1889 Über die psychologischen Grundlagen der Vergleichung geübter Gewichte, *Pflügers Arch. f.d. ges. Physiol.*, 45
- Nyssen, R. and Bourdon, J., 1956 A New Contribution to the Experimental Study of the Size-Weight Illusion. *Acta Psychol.*, 12, 157—173
- ピアジェ・インヘルダー(滝沢・銀林訳) 1965 量の発達心理学 国土社
- (Piaget, J., et Inhelder, B., 1941 *Le développement des quantités chez l'enfant*. Dechaux & Niestle)
- 和田陽平他 1969 感覚・知覚心理学ハンドブック 誠信書房
- (1975年10月29日受稿)

ABSTRACT

THE STUDY ON PRESCHOOL CHILDREN'S NAIVE REALISM
—THE CONCEPTUAL UNDIFFERENTIATION BETWEEN VOLUME AND WEIGHT—

by

Ichio Mori

The aim of the study is to investigate preschool children's conception of matter, or the naive realism that the mass existing in the outer world which they perceive is considered to be the real matter as it is. Such conception is not necessarily equal to another form of conception directing to the inner structure of the matter.

The present study was designed to verify two fundamental hypotheses proposed as follows;

- 1) While basing on only the apparent attribute of matter, the preschool children's judgement of weight will remain undifferentiated from that of volume.
- 2) Preschool children will judge the volume of matter by judgements on the matter's appeal to them. In other words, their judgement of volume will correspond with the degree of their liking for the matter.

The main results obtained from the study, all of which agreed with hypotheses, may be summarized as follows:

1. Ss (3—4 years old) were inclined to judge a bigger ball to be heavier. This might be called the anti-Charpentier's effect. It is satisfactory to assume that their judgement of weight which is based on the apparent weight of matter may cause the anti-Charpentier's effect.

2. Ss (4—5 years old) who said they were fond of cracker judged a cracker to be bigger than a counterfeit cracker made of clay, and overestimated the plane dimensions of the cracker.

97 preschool children (4—5 years old) were assigned to two groups. The first group who said they were fond of chocolate was instructed that a ball shown to them was a chocolate. The other group who said they disliked a bitter drug was instructed that the ball was a bitter pill. The former judged the ball to be bigger than the latter did. Furthermore, the first group overestimated the spherical dimensions of the ball, while the latter underestimated the actual size of the ball.

3. Both a bigger light ball and a smaller heavy one were shown to Ss (4 years old). On perceiving that a bigger one was lighter, the children were lead to the state that they could correctly discriminate between the heavier weight and the lighter weight of two balls irrespective of the apparent volume of each one. In addition to the facts mentioned above, it should be pointed out that their discrimination of weight at this time was influenced by Charpentier's effect.