

学習段階における立体の大きさ認識の変化

入江 隆 ・ 飯石佳名子*

身の回りには様々な立体が存在し、我々はそれらの大きさを認識している。立体の大きさを認識するためにはその形状を理解（推定）し、高さや幅という一次元情報、面積の二次元情報、体積の三次元情報を取得し、それらを情報処理している。本研究の関心は、立体をあらゆる角度から観察できる環境において、それら三情報をどのように利用して大きさ認識を行っているのかということにある。二次元情報と三次元情報は単純な視覚情報だけではなく、立体の正確な形状理解と数学的知識が必要となる。学校教育において図形の学習が行われ、その順序は最初に「一次元認知」、その後「二次元認知」、「三次元認知」へと次元が上がっている。すなわち学習段階によって立体の大きさの認識が変化する可能性がある。本研究では、幼児、小学校低学年、小学校中学年、中学生、大学生を被験者として、立体固有の一次元情報、二次元情報、三次元情報と大きさ認識との関係を明らかにした。

Keywords：立体，大きさ，認識，学習段階

1. はじめに

「もの」の大きさに関しては、錯視の問題^{1,2)}、距離と物体認知の関係性^{3,4)}など、心理学、解剖学、脳科学等、様々な観点から研究がなされている。対象を一次元、二次元、三次元に分類すると、一次元の「もの」とは直線であり、その大きさは長さを表す。長さの定義は明確であり、その大小の認識においては錯覚と視覚情報の精度の問題があるだけである。二次元の「もの」とは平面図形であり、その大きさの定義は明確ではない。同じ形状の図形であればその大小関係は容易に判断できるが、例えば丸と四角の大きさを比べたときにどのような大小認識がなされるのであろうか。考慮される情報としては、図形の高さや幅という一次元情報に加えて、図形により囲まれた面積のような二次元情報も関係する。さらに二次元図形の高さと横幅が等しい場合に高さが横幅よりも大きく見えるヴント錯視⁵⁾も大きさ認識に影響してくる。三次元の「もの」とは立体であり、この大きさの定義もまた不明である。平面図形と同様に同じ形状の立体であれば大小の判断は一義

的に可能となるが、形状の異なる立体間の大小については考慮すべき情報も膨大である。対称性を有する立体と非対称な立体の大小比較は不可能に思える一方で、我々が日常生活において様々な物体の大きさを判断していることも事実である。立体の大きさ認識に用いられる情報としては、立体の高さや幅という一次元情報、（投射）面積のような二次元情報、そして体積の三次元情報が考えられる。二次元情報と三次元情報は単純な視覚情報だけではなく、立体の正確な形状理解と数学的知識が必要となる。

学習指導要領には幼稚園から高等学校まで、「もの」の大きさに関して段階的に学習を進めることが記されている。幼稚園教育要領⁶⁾では、日常生活で様々なものに触れて遊ぶことが求められている。小学校学習指導要領⁷⁾では、算数科において第一学年から第六学年にかけて身近な物体に触れ、平面図形や立体について学習することが記されている。中学校学習指導要領⁸⁾や高等学校学習指導要領⁹⁾では、数学科においてより複雑な図形や立体の求め方などを学習することが記されている。学習の順序は最初

岡山大学大学院教育学研究科 生活・健康スポーツ学系 700-8530 岡山市北区津島中3-1-1

*株式会社日本旅行 岡山教育旅行支店 700-0023 岡山市北区駅前町2-1-7

Cognition of Solid Figure Size Depending on Learning Stage

Takashi IRIE and Kanako IISHI*

Division of Life, Health, and Sports Education, Graduate School of Education, Okayama University, 3-1-1 Tsushimanaka, Kita-ku, Okayama 700-8530

*Nippon Travel Agency Co., Ltd., Okayama Branch, 2-1-7 Ekimae-cho, Kita-ku, Okayama 700-0023

に「一次元認知」、その後「二次元認知」、「三次元認知」へと次元が上がっている。これらの観点を踏まえると、学習段階によって立体の大きさの認知が変化する可能性がある。

ここで立体の大きさ認知における視覚情報と身体感覚情報について考える。ヒトは視覚情報を遮断した場合にも、立体を手指で保持することにより身体感覚情報に基づく大きさ認知が可能である。このときには手指間の距離が強く意識され、視覚情報を用いる場合と異なる大きさ認知となる可能性がある。視覚情報と身体感覚情報を同時に利用できる場合にも、やはり一方の情報のみによる大きさ認知とは異なることが予想される。今回は視覚情報のみに基づく大きさ認知について検討する。

本研究では、立体に関する知識が日常生活における経験から得られたものに限定される幼児、平面図形を中心に学習する小学校低学年、引き続き平面図形の学習が主で正方形と長方形の面積を計算することのできる小学校中学年、空間図形の学習を行い単純な立体の表面積や体積を計算することのできる中学生、さらに複雑な立体の表面積や体積の計算方法を学習した大学生を被験者として、立体固有の一次元情報、二次元情報、三次元情報と大きさ認知との関係を明らかにした。発達段階で学習する基本的な立体（球、正四面体、正六面体）を用いて、それぞれ大小2種類で計6個の実験試料を3Dプリンタで製作した。各実験試料のサイズは一次元情報（外接球の半径）、二次元情報（投影面積）、そして三次元情報（体積）の値の序列がランダムになるように調整した。これらを2つずつ組み合わせて提示し、被験者に大小比較させた。

実験の結果、学習段階によって立体の大きさ認知に寄与する情報（一次元情報、二次元情報、三次元情報）の変化を確認することができた。幼児においては一次元情報と三次元情報の寄与が高く、二次元情報の寄与が低かった。そして小学校中学年では二次元情報の寄与が上昇し、三次元情報の寄与が低下した。しかし中学生から大学生にかけて再び二次元情報の寄与が低下するとともに三次元情報の寄与が上昇し、結果として幼児、小学校低学年と大学生の大きさ認知が極めて近いという結果となった。

2. 立体の大きさの認知

「もの」の大きさの認知については、様々な観点からその解明が試みられている。知覚心理学の分野において錯視現象は古くからの研究対象である。平面図形の幾何学的錯視の一つとして大きさ（面積）の問題が扱われており、これは同じ大きさの平面図

形が周囲の影響により異なって認識される現象である¹⁰⁾。また実空間において物体が近くにある時は大きく見え、遠くにあるときは小さく見えるにもかかわらず、自身と物体との（推定）距離を用いた補正を行い、両者が同じ物体（大きさ）であると認識される現象も研究されている¹¹⁾。対象の大きさに関する非対称性を扱う研究としては、幼児に対する「大小比較」課題が存在する¹²⁾。大小2つの丸のうち大きい方を問う検査法であり、「長短比較」課題、「重さの比較」課題に比べて早い時期に獲得されることがわかっている。同じ平面図形の大小は明確であるが、異なる平面図形の大小判断には複雑な情報処理が求められる。例えば丸と四角の大きさの比較はどのように行われるのであろうか。

デザインの分野においては一つの平面に異なる図形を配置し、それらが意図した大小関係で認識されることが求められる。異なる図形を同じ大きさとして認識させるための例としてLuke Jonesは「丸と四角という点で考える場合、120×120ピクセルの四角の方が120×120ピクセルの（中に描かれた）丸よりも面積が広いので、丸の方のサイズを大きくして補正しなくてはならない。」と述べている¹³⁾。図1にサイズ調整前後の図形を示す。丸と四角を視覚的に同じ大きさにするために、右側の丸を126×126ピクセルの空間に描いている。多くのヒトにとって調整後の丸と四角が同じ大きさに見えるとして、その成因を明らかにすることは容易ではない。Luke Jonesは面積の問題を挙げているが、調整後も四角の面積が丸よりも大きい。面積の小さい円が面積の大きい四角と同じ大きさに見えるということであり、円の高さや幅が四角よりも大きいことが影響している可能性がある。ここで面積の情報を二次元情報、長さの情報を一次元情報とすると、我々は図形の大きさを二次元情報だけで判断しているのではなく、一次元情報も含めて判断していると考えられる。同図の丸と四角の一次元情報としては、高さ、横幅、最長幅、最小幅などが考えられるが、これらの一次元情報がどのように利用されるのか不明である。二次元図形の高さと横幅が等しい場合に高さが横幅よりも大きく見えるというヴェント錯視の問題も存在するが、円や四角のように形状が明確である場合には影響しない。

この問題を三次元の立体について考えると、三次



図1 サイズ調整前の図形(左)と調整後の図形(右)

元情報が加わり、さらに複雑になる。また立体は見る角度によって目に映る物体の像が大きく変化する一方で常に見えない部分が存在する。すなわち立体の大きさを認識するためにはその形状を理解(推定)し、その上で一次元情報、二次元情報、三次元情報を取得し、それらを情報処理していることになる。本研究の関心は、立体をあらゆる角度から観察できる環境において、一次元情報、二次元情報、三次元情報をどのように利用して大きさ認識を行っているのかということにある。ここで丸や四角といった単純な平面図形の場合にはヴェント錯視が発生しないように、球や正多面体などの場合も正確な形状認識が可能であると考え、錯視の問題は排除できる。

長さに基づく一次元情報は視覚情報により直接取得されるが、面積のような二次元情報や体積のような三次元情報の取得のためには演算が必要となる。しかし幼児や小学校低学年の場合には、面積や体積の算出という算数・数学知識を持たないため、単に日常生活で得た知識を基に大きさを判断していると推測される。その後の面積、体積、そして様々な幾何学の学習によって立体に対する理解が深まるとともに、大きさ認識における情報処理そのものが変化する可能性がある。これらの推測を具体的に検証するために、次章で幼児教育から高等教育までの「もの」の大きさに関係する学習内容について学習指導要領を基に確認する。

3. 発達段階における「ものの大きさ」に関する学習内容(学習指導要領)

幼稚園教育要領と小学校学習指導要領の算数科、そして中学校学習指導要領と高等学校学習指導要領の数学科の記述から、「ものの大きさ」に関係する

表1 発達段階における学習内容のまとめ

発達段階	学習内容
幼児	・日常生活から様々な「もの」に触れる
小学校 低学年	・図形の基礎的理解のための経験 ・長さの単位の学習 ・正方形、長方形、直角三角形の学習
小学校 中学年	・立方体と直方体の学習 ・円の学習 ・正方形と長方形の面積
小学校 高学年	・図形の形や大きさが決まる要素と図形の合同 ・立方体と直方体の体積の計算 ・概形をとらえておよその面積を求める
中学校	・空間図形の理解 ・球の表面積、体積の求め方 ・相似図形の相似比、面積比及び体積比
高等学校	・曲線で囲まれた図形の面積や体積の計算

事項をまとめたものを表1に示す。

幼児は、日常生活において様々な「もの」に触れて数量や図形などに関心をもつことが求められている⁶⁾。

小学校低学年では身の回りにあるものの形に着目することから始めて、簡単な平面図形と立体の存在を知り、それらの簡単な大小比較を行う。しかし具体的な数値として扱うものは長さだけであり、主に図形の一次元情報に関する学習と理解される。

小学校中学年においては三角形の作図、円の学習、立方体と直方体の見取り図や展開図の学習、正方形と長方形の面積の計算などが行われる。平面図形中心の学習であり、立体の学習も加わってくるが、見取り図や展開図の段階であり、主に図形の一次元情報と二次元情報に関する学習と理解される。

小学校高学年においては簡単な平面図形の面積の計算、簡単な立体の体積の計算、そして図形の合同、縮図、拡大図などが学習される。体積の計算が加わることにより、立体の大きさ認識に寄与する三情報(一次元情報、二次元情報、三次元情報)が揃うことになる。

中学校では空間図形の理解を深めることが求められ、基本的な立体の表面積や体積の計算、相似図形の学習が行われる。立体の大きさ認識に寄与する三情報の理解を深めていると理解される。

高等学校では、様々な曲線で囲まれた図形の面積や体積が積分法を用いて算出されることを学習する。中学校と同様に、立体の大きさ認識に寄与する三情報の理解を深めていると理解される。

4. 立体の大小比較実験

幼児教育から高等教育までの被験者を対象として大小比較実験を行う。実験試料は義務教育で学習する単純な立体とする。被験者の前に立体を二つ提示し、視覚情報を基に、大きいと思う(考える)方を回答させる。これを実験試料のすべての組み合わせについて繰り返す。結果を分析することで被験者の大きさ認識と立体の三情報(一次元情報、二次元情報、三次元情報)との関係を明らかにする。立体の一次元情報は外接球の半径、二次元情報は投射面積、三次元情報は体積とする。投射面積については見る角度によって変化するため、最大投射面積と最小投射面積の平均値を使用する。一部の被験者に対しては、大小比較の判断基準に関するアンケートに回答させる。

4.1 実験試料

実験試料とする立体は、球と正多面体2種の計3種類とした。球は同じ体積(三次元情報)であれば、

表2 実験試料の大きさと三情報の序列

実験試料	大きさ			三情報の序列		
	外接球の半径(cm)	投射面積の平均値(cm ²)	体積(cm ³)	外接球の半径	投射面積の平均値	体積
球(小)	3.602	40.71	195.7	6	6	2
球(大)	3.714	43.30	214.4	5	3	1
正四面体(小)	6.071	41.94	114.8	2	5	6
正四面体(大)	6.258	44.58	125.8	1	2	5
正六面体(小)	4.822	41.96	172.6	4	4	4
正六面体(大)	4.971	44.60	189.1	3	1	3

正多面体と比べて一次元情報と二次元情報の値が最小である。正四面体は同じ体積（三次元情報）であれば、正多面体の中で一次元情報と二次元情報の値が最大である。これらの中間の正多面体として正六面体を選択した。これら3種類の立体のサイズを決定するにあたり、三情報の大きさの序列がランダムになるように調整した。さらに三情報の組み合わせのバリエーションを増やすため、3種類の立体の外接球の半径を3%大きくした一組を用意し、実験試料は計6個とした。実験試料の大きさと三情報の序列を表2に示す。

6個の実験試料の三情報の数値は近接しており、実験試料の製作には高い精度が求められる。今回はMakerBot社の3Dプリンタ(Replicator(5th))を使用して製作した。PLA(ポリ乳酸)を材料とするため、製作された実験試料には十分な強度があり、経時変化による変形も生じない。図2に製作した実験試料を示す。

4.2 実験方法

6個の実験試料から2つずつ15通りの組み合わせを作る。さらに提示する位置の左右を考慮した30通りの組み合わせを被験者に提示していく。まず実験手順と回答欄が記載された回答用紙を被験者に配布する。実験手順には、「箱の上に提示される二つの立体を見て、大きいと感じる(考える)方のアルファベットに丸をして下さい。立体はどの方向

から見ても構いません。見にくい場合は移動して様々な角度から見て下さい。制限時間は1組あたり30秒で、全30組あります。」と記載している。被験者が幼児や小学生低学年には読めない漢字が含まれるため、漢字を平仮名に直したりルビを付したりした。2つの実験試料は提示台の上に置かれ、被検者がどの角度からでも見られるようにする。提示台の中央に左右を分離する黒線が引かれ、被験者から見て左側に「A」、右側に「B」と表示されている(図3)。被験者は大きいと感じる(考える)実験試料のアルファベットを回答する。回答の制限時間は30秒とする。回答を確認した後、次の組み合わせを提示する。実験終了後、回答用紙を回収する。

被験者は、幼児が3歳から5歳までの6人、小学生が第1学年と第2学年で構成される低学年グループ8人と第3学年と第4学年で構成される中学年グループ8人、中学生が7人、大学生が10人の計39人である。

被験者が大学生の場合に限り、大小判断における立体の外接球の半径(直径)、面積、体積の有用性について質問調査を行った。これら三つの情報について、「判断基準を3段階(1 とても考慮した, 2 考慮した, 3 考慮しなかった)で評価し、丸を付けて下さい。」という質問項目を回答用紙に加えた。

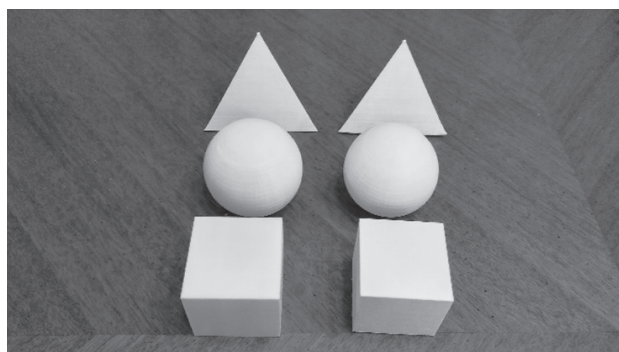


図2 実験試料

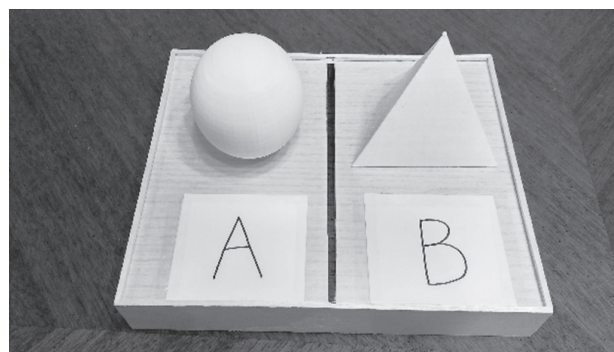


図3 実験試料提示の様子

表3 大小判断実験の結果

グループ	球 (小)	球 (大)	正四面体 (小)	正四面体 (大)	正六面体 (小)	正六面体 (大)
幼児 (n=6)	3.7 (0.8)	5.7 (0.8)	7.7 (1.0)	8.8 (1.6)	1.2 (1.2)	3.0 (1.3)
小学校低学年 (n=8)	2.6 (0.7)	4.4 (1.3)	5.4 (1.5)	8.6 (1.2)	3.0 (1.2)	6.0 (1.3)
小学校中学年 (n=8)	3.8 (1.5)	6.5 (1.9)	3.0 (1.6)	5.9 (2.1)	4.3 (1.6)	6.6 (1.3)
中学生 (n=7)	5.6 (1.1)	8.1 (1.1)	2.4 (1.0)	4.9 (1.8)	3.3 (1.0)	5.7 (1.6)
大学生 (n=10)	4.0 (1.2)	7.1 (1.7)	4.4 (2.2)	7.9 (1.7)	2.0 (1.8)	4.6 (2.7)

数値は大きいと回答した回数のグループ平均値であり、括弧内は標準偏差。

4.3 実験結果

実験試料に対して被験者が大きいと回答した回数をグループごとにまとめた結果を表3に示す。6個の実験試料による30通りの組み合わせに対して大小判断を行うことから、ある実験試料を他の実験試料と10回比較することになる。従って、数値の範囲は0から10の整数値となる。同表では各学習段階グループに所属する被験者の回答の平均値と標準偏差を示している。

すべてのグループにおいて、同じ形状の立体の大小関係は正しく判断されている。一方で異なる形状の立体間の大小判断はグループごとに大きく異なっている。幼児においては正四面体>球>正六面体という大小判断であるのに対して、小学校低学年では正四面体>正六面体>球となり、球と正六面体の大小関係が逆転している。小学校中学年では正六面体>球>正四面体となるが、数値の差がほとんどなく3つの立体の大小関係が不明確となっている。中学生では球>正六面体>正四面体となり、小学校低学年と全く逆になっている。大学生では正四面体>球>正六面体と、幼児と同じ序列であるが正四面体と球の差はほとんどない。

5. 実験結果の分析と検討

5.1 実験結果の分析

実験試料固有の一次元情報（外接球の半径）、二次元情報（投射面積）、三次元情報（体積）と表3の実験結果の関係を、共分散解析ソフトAMOS20.0を用いて分析した¹⁴⁾。使用した分析モデルを図4に示す。基本的には一次元情報、二次元情報、三次元情報を説明変数、実験結果（大きいと回答した回数）を目的変数とした重回帰分析である。ただし誤差（同図のe）を設定することにより、単純な重回帰分析と結果が異なる。なお同図の実験結果は表3で示した平均値ではなく、被験者の全データを利用した。

グループごとに分析した結果を表4に示す。同表の数値は標準偏回帰係数であり、目的変数に対する各説明変数の影響度を表している¹⁵⁾。各係数の有意確率は小学校中学年の三次元情報の係数を除いてすべて0.001未満で有意だった。

一次元情報の係数はすべて負、二次元情報の係数はすべて正、三次元情報の係数はすべて負となった。係数が正の場合は、その情報の数値が大きくなるほど大きいと判断していることを意味する。すなわち被検者は外接球の半径が小さいほど、投影面積が大きいほど、そして体積が小さいほど立体が大きいと判断している。グループごとの特徴については、例えば幼児の場合には三次元情報の係数（絶対値）が最も大きく、一次元情報の係数（絶対値）がわずかに小さく、そして二次元情報の係数（絶対値）はそれらの半分以下である。球と正四面体と正六面体の組み合わせにおいては、幼児は外接球の半径や体積が小さいほど立体が大きいと判断していることになる。

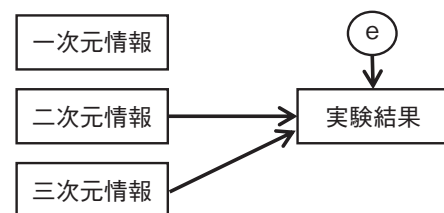


図4 分析モデル

表4 標準偏回帰係数

グループ	一次元情報	二次元情報	三次元情報
幼児	-0.674 *	0.256 *	-0.690 *
小学校低学年	-0.643 *	0.329 *	-0.670 *
小学校中学年	-0.502 *	0.603 *	-0.162
中学生	-0.731 *	0.469 *	-0.435 *
大学生	-0.689 *	0.330 *	-0.632 *

*は $p<0.001$ 。

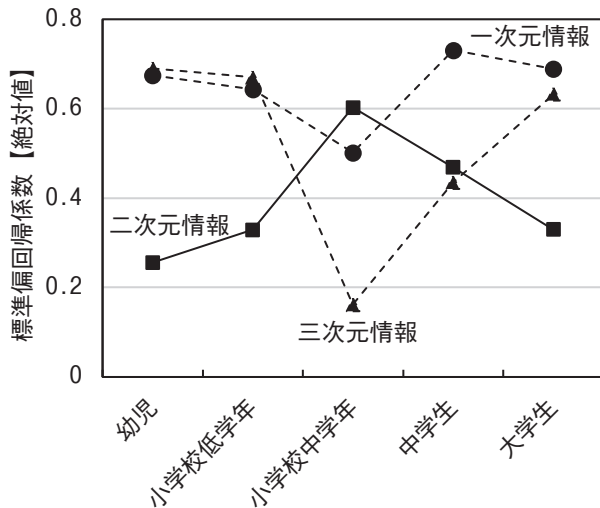


図5 学習段階における立体の大きさの成因

グループごとの違いを分かりやすくするため、同表の結果をグラフに表したものを図5に示す。縦軸は標準偏帰係数の絶対値とし、係数が負の値となる一次元情報（●）と三次元情報（▲）は破線で表し、正の値となる二次元情報（■）は実線で表している。幼児と小学校低学年は、ほぼ同じ判断を行っていることが分かる。一次元情報と三次元情報の係数（負）が二次元情報の係数（正）よりも大きくなっている。すなわち幼児と小学校低学年は一次元情報と三次元情報が小さくなるほど立体を大きいと判断している。一方で幼児から小学校低学年への変化として、二次元情報の影響の増加が挙げられる。変化の大きさは顕著なものではないが、幼児から小学校低学年、小学校中学年への変化に着目すると、その増加傾向は明確である。小学校中学年は、二次元情報の係数（正）が最大となり、三次元情報の係数（負）が著しく低下している。すなわち小学校中学年は二次元情報が大きくなるほど、そして一次元情報が小さくなるほど立体を大きいと判断している。中学生は一次元情報の係数（負）が最大となり、二次元情報の係数（正）は低下、三次元情報の係数（負）は上昇している。二次元情報と三次元情報の影響が一次元情報に比べて小さくなっているが、無視しているわけではない。すなわち中学生は一次元情報が小さくなるほど立体を大きいと判断しているが、二次元情報が大きいことと三次元情報が小さいことも立体を大きいと判断する材料の一部として利用している。大学生は一次元情報の係数（負）が最大となり、三次元情報の係数（負）もほぼ同じ程度まで上昇している。一方で二次元情報の係数（正）は小学校低学年レベルまで低下している。すなわち大学生は一次元情報と三次元情報が小さくなるほど立体を大きいと判断している。

全体的な変化としては、幼児から小学校低学年、小学校中学年と二次元情報の影響が増加するが、中学生になるとその影響が低下し始めて、大学生になると小学校低学年のレベルまで戻る。また三次元情報の場合はその逆の変化が起きている。

5.2 分析結果の検討

前節の分析結果を改めてまとめると、幼児、小学生低学年、大学生は、一次元情報と三次元情報を基に大小判断を行い、中学生は一次元情報を中心としながらも、二次元情報と三次元情報も判断材料として利用している。小学生中学年は一次元情報と二次元情報を基に大小判断を行っている。小学生中学年の二次元情報への依存と三次元情報の軽視は特徴的であり、この点について学習段階との関係から検討を進める。

学習内容における小学校中学年の特徴は、算数科において小学校低学年から平面図形中心の学習を進め、正方形や長方形の面積の求め方を習得するという点にある。それまでに学習した単位などを基に、児童は小学校中学年で初めて自ら図形の面積を求めるという活動を行うため、意識（関心）が二次元情報（投射面積）に集中するのではないかと考える。一方で幼児や小学校低学年では、外接球の半径、面積、体積を求める学習を行っていないため、算数科・数学科の学習と関わりなく直観的に判断したと推測される。また大学生は具体的な数値が明らかでない場合は外接球の半径、面積、体積を正確に求めることができないことを理解しており、特定の次元の情報に影響されにくくなっていたのではないかと推測される。つまり幼児や小学校低学年と大学生は、立体の大きさを計算せずに直観的に判断したものと考えられる。ここで外接球の半径は立体の幅や高さといった一次元情報を表現するために利用したものであり、被検者が外接球の半径を具体的に意識していたということではない。

最後に大学生に対して行ったアンケート調査の結果は、一次元情報を考慮したという回答が2.5（標準偏差=0.8）、二次元情報を考慮したという回答が1.6（標準偏差0.8）、三次元情報を考慮したという回答が2.1（標準偏差=0.7）であった。すなわち一次元情報＞三次元情報＞二次元情報の順に考慮したという回答であり、図5の結果も一致している。学習前の幼児と図形の学習を始めたばかりの小学生低学年、そして図形に関する十分な学習を行った大学生の、一次元情報と三次元情報の値が小さい立体ほど大きいという認識は、算数科・数学科における図形の学習ではなく、日常生活における経験を基にしたヒトの直感的認識と呼ぶことができるかもしれな

い。

6. おわりに

本研究では、球、正四面体、正六面体の3種類の立体について、サイズの異なる2種類の実験試料を3Dプリンタで製作し、計6個の実験試料を用いて二対大小比較実験を行った。実験試料の大きさは、それらの一次元情報(外接球の半径)、二次元情報(投射面積)、三次元情報(体積)の値の序列がランダムになるよう調整した。幼児、小学校低学年、小学校中学年、中学生、大学生という異なる学習段階の被験者の実験結果を分析した結果、算数科における図形学習を行っていない幼児と始めたばかりの小学校低学年、そして算数科・数学科において立体図形に関する豊富な学習を経てはいるが具体的な数値が明らかでない場合は三情報を正確に求めることができないと理解している大学生は大きさ判断が一致した。これらの被験者の、一次元情報と三次元情報の値が小さいほど立体が大きいという認識は日常生活における経験を基にしたヒトの直感的認識である可能性がある。一方において算数科で図形の面積に関する学習を行った直後の小学校中学年は二次元情報を重視する傾向が確認された。

今後は立体の種類を変えた場合の実験も期待される。また立体の大きさ認識においては、本研究のように視覚情報に限定した場合と立体を手指で保持するように身体感覚情報を用いる場合には大きさ認識が異なる可能性がある。立体を手指で保持する場合には、立体と接した手指間の距離、すなわち一次元情報の寄与が高くなることが予想される。従って、身体感覚情報に限定した場合、あるいは視覚情報と身体感覚情報を組み合わせた場合の立体の大きさ認識についても興味深い課題である。

参考文献

- 1) 北岡明佳：錯視とは？, 映像情報メディア学会誌, 第55巻, 第3号, pp.366-367 (2001)
- 2) 丸山規明：大きさの錯視における個人差の関係からのエビングハウス大きさ錯視の検討, 名古屋文理短期大学紀要, 第21号, pp.23-27 (1996)
- 3) 松本浩明, 安田稔：大きさ錯視と奥行き量についての考察, 電子情報通信学会技術研究報告・ヒューマン情報処理, Vol.97, No.509, pp.29-36 (1998)
- 4) 中溝幸夫：視覚系による絶対距離情報を用いた奥行のスケーリング, VISION, 第13巻, 第3号, pp.163-180 (2001)
- 5) 河村圭, 小堀聡：錯視図形の認識における眼球運動, 日本認知科学大会発表論文集, 第27巻, pp.2-36 (2010)
- 6) 文部科学省：幼稚園教育要領 (2017)
- 7) 文部科学省：小学校学習指導要領 (2017)
- 8) 文部科学省：中学校学習指導要領 (2017)
- 9) 文部科学省：高等学校学習指導要領 (2018)
- 10) 大坪治彦：錯視図形に対する触知覚認知—全盲者と正眼者の比較を通して—, 鹿児島大学教育学部研究紀要教育科学編, 第40巻, pp.371-386 (1988)
- 11) S. Tanaka, I. Fujita : Computation of Object Size in Visual Cortical Area V4 as a Neural Basis for Size Constancy, Journal of Neuroscience, No.35, pp.12033-12046 (2015)
- 12) 片岡基明：大きさの比較判断の成立に関する検討, 京都女子大学発達教育学部紀要, 第10巻, pp.39-48 (2014)
- 13) Optical Adjustment : <https://medium.com/@lukejones/optical-adjustment-b55492a1165c> (2019年4月1日確認)
- 14) 豊田秀樹：共分散構造分析 [Amos編], 東京図書, pp.2-23 (2007)
- 15) 同上書, pp.52-53