

立体物の形態的要素の違いにおける触覚記憶の特性

指導教員 須藤 正時 准教授

佐藤 貴大

1. 研究の背景と目的

触覚教材^{注1)}において、立体的に表現されている形状(実物や模型など)は、平面的に表現されている形状(点図や立体コピーなど)よりも触覚的に認知しやすく、具体的なイメージを持つことができる。そのため、立体物は触覚教材として有用性が高いと言われている。しかし、視覚障害教育の現場では、平面的な触覚教材が主として利用されている現状がある。¹⁾この理由として、コストや技術面などで製作が困難であることの他に、形態的要素(大きさや形状など)における触覚的な認知の特性や機能に関わる研究が十分に行われていないことが挙げられる。

触覚を通して物体を認知し、同定するためには、対象物の触覚刺激の一時記憶(以下、触覚記憶)と比較対象物の触覚刺激との照合が必要である。物体の認知に必要な機能である触覚記憶の特性を明らかにすることは、触覚教材の開発の一助になると考えた。

本研究は、触覚記憶に関する基礎的な研究として、立体物の形態的要素の違いにおける記憶のしやすさを明らかにすることを目的とする。

2. 実験計画

2.1 実験概要 被験者を机に向かって着席させ、視覚的な情報を遮るためにアイマスクを装着させて実験を行った。実験環境と実験の様子をそれぞれ図1、2に示す。実験に使用した物体の形状は、正四面体、正八面体、正二十面体の3種類を用いた。重さによる影響を考慮して物体を紙で制作し、外接円の直径40mmから90mmまで5mm刻みの大きさのものを11個用意した(表1)。これらの物体は、測定資料²⁾内の手長の平均値178mmの手が、片手または両手で全体を包み込むことができる大きさである。

2.2 手寸法の計測 被験者は、健常な学生24名(男性14名、女性10名、平均年齢21歳)とした。各被験者の手の寸法を標準化された人体寸法計測項目³⁾に基づいて手長、手掌長、手幅の各部(図3)を計測した。計測結果を表2に示す。24名の被験者より得られた各寸法の平均値は、測定資料内の平均値とほぼ一致した。

2.3 実験の流れ 被験者には1つの対象物を渡し、右手、左手、両手の順にそれぞれ15秒間ずつ、手指で触って大きさを記憶させた。その後、枠内に入れた11個の物体の中から同じ大きさの物体を選ば

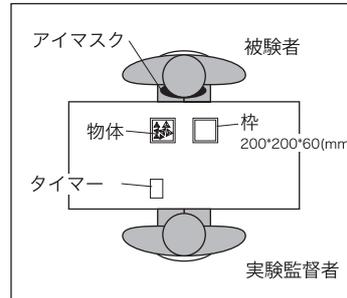


図1 実験環境



図2 実験の様子

表1 実験に使用した物体の形状と大きさ

形状	正四面体	正八面体	正二十面体
大きさ (外接円)	40・45・50・55・60・65・70・75・80・85・90 対象物: 小	中	大 (mm)

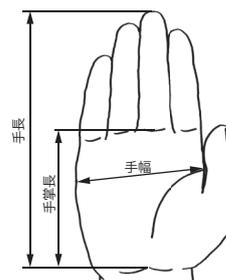


図3 手寸法 計測箇所

表2 手寸法 計測結果 (mm)

		平均値	最大値	最小値	標準偏差
手長	男	182.5	198.5	166	7.9
	女	167.1	180	157	7.0
	男+女	176.2	198.5	157	10.6
手掌長	男	103.0	115	91	6.0
	女	94.2	101.5	89	3.7
	男+女	99.5	115	89	6.6
手幅	男	84.4	86.7	79.4	3.3
	女	74.4	80	70.5	3.4
	男+女	80.4	86.7	70.5	5.7

男性14名、女性10名、計24名

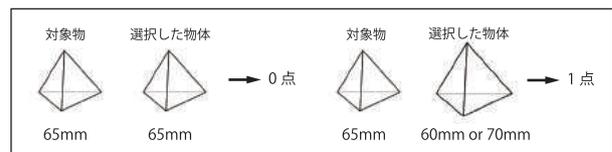


図4 点数付けの方法(形状:正四面体,大きさ:中を例にして)

せ、対象物との誤答差を計測した。この課題を正四面体、正八面体、正二十面体の3種類の形状について、小(50mm)、中(65mm)、大(80mm)の大きさごとにそれぞれ3回ずつ行った。形状、大きさ共に課題を行う順番はランダムとした。また、各形状の課題終了後に主観評価を行った。被験者には、事前の実験方法を十分に理解させてから本試行に移った。

3. 結果と考察

3.1 計測結果 図4に示すように記憶した対象物と選択した物体との誤答差を点数付けした。この点数が大きいくれば、誤答していることとする。誤答点数

を大きさごとにまとめた結果と、形状ごとにまとめた結果をそれぞれ図5、6に示す。これらの結果について、多重比較による有意差の検定を行った。大きさごとの誤答点数においては、いずれの大きさについても類似した結果となり、有意差は認められなかった。形状ごとの誤答点数においては、正八面体が最も高く、正四面体と正四面体、正二十面体の間には有意差が認められ、正八面体は他の2つの形状よりも記憶することが難しいとわかった。

3.2 主観評価 主観評価の評価項目を表3、それぞれの結果を図7、表4～6に示す。対象物を記憶する際に手がかりにしていた要素(図7)から、正二十面体は全員が手の包み具合を手がかりにしており、正四面体との間で有意差が認められた。正四面体でも半数以上が手の包み具合を手がかりにしているが、頂点や辺を手がかりにしている被験者も多く、それぞれ正二十面体との間で有意差が認められた。

以上より、正二十面体については手の包み具合、つまり物体の面と手との接触具合を有効な手がかりとして記憶していることがわかった。正四面体については、構成されている面の数が少ないため、手に包み込むだけでなく頂点の位置や刺激の強さ、辺の長さなども有効な手がかりとして記憶していることがわかった。正八面体においてはどの要素も正四面体と正二十面体の結果の中間に位置し、他の形状との間には有意差は認められなかった。

難易度(Q2)の結果においても、正八面体が最も低評価であった。達成度(Q3)に関しては、正二十面体が最も高評価となった。感情度(Q4)に関してはどの形状も高評価であり、触覚記憶を用いたこの課題に楽しさがあることが示された。(表4)

記憶しやすい大きさを順位付けさせた結果(表5)、全ての形状で記憶しやすい大きさは小、大、中の順番であった。形状を順位付けさせた結果(表6)では、正八面体と他の2つの形状との間にそれぞれ有意差が認められ、主観評価からも正八面体が最も記憶することが難しいとわかった。また、正八面体を記憶することに関して、形状のイメージが難しく、大きさをイメージすることが難しかったという意見が何点も見られた(表7)。

これらの結果から、正八面体の持つ形状の特徴が正四面体と正二十面体の両方に似た性質を持っているため、情報が複雑化し、形状をイメージすることが難しくなる。これが、正八面体が正四面体や正二十面体よりも記憶することを難しくさせる要因であると推測できる。

4. 結論

計測結果と主観評価の結果から、本研究に用いた3種類の形状において、正八面体が最も記憶するこ

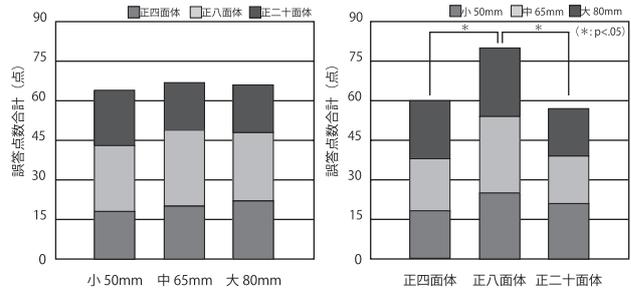


図5 大きさごとの誤答点数(合計)

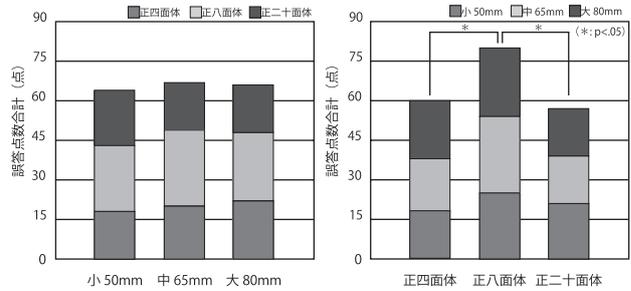


図6 形状ごとの誤答点数(合計)

表3 主観評価 評価項目

Q1: 何を手がかりにしたか(複数回答可)	1. 辺、2. 頂点、3. 手の包み具合、4. 頭の中でイメージした、5. 直感、6 その他
Q2: 形状は記憶しやすかったか(難易度)	1 ← 5 (1: にくい, 5: しやすい)
Q3: 課題をどれだけ達成できたと感じるか(達成度)	1 ← 5 (1: できなかった, 5: できた)
Q4: 課題に対してどのような感情を感じたか(感情度)	1 ← 5 (1: つまらない, 5: 楽しい)

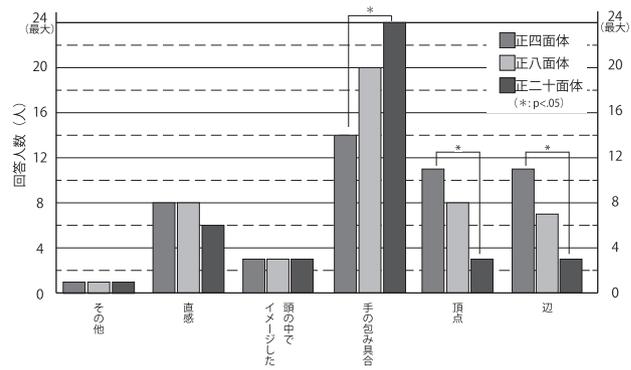


図7 手がかりにしていた要素(Q1)

表5 記憶しやすい大きさの順位(平均値)

	正四面体	正八面体	正二十面体
Q1	2.92	2.21	3.00
Q2	2.50	2.50	2.92
Q4	3.92	3.96	3.92

	小(50mm)	中(65mm)	大(80mm)
正四面体	1.58位	2.25位	2.17位
正八面体	1.71位	2.25位	2.05位
正二十面体	1.96位	2.04位	2.00位

※濃い箇所が高評価

表6 記憶しやすい形状の順位(平均値)

	正四面体	正八面体	正二十面体
	1.88位	2.54位	1.63位

※濃い箇所が最も低評価

表7 主観評価 自由記述(一部抜粋)

正四面体	<ul style="list-style-type: none"> 角がたっているのが、判断しやすかった。 手のひらにあたる部分が少ないので記憶しにくかった。 頂点が少ないので覚えにくかった。 頂点からの刺激が強くて覚えやすかった。・手にフィットしづらい。
正八面体	<ul style="list-style-type: none"> 形状が想像つかなかったのが、覚えづらかった。 角が多くて難しかった。 どんな立体が想像するのが難しく、大きさをイメージしづらかった。
正二十面体	<ul style="list-style-type: none"> 球体としてイメージした。 包みやすい形状だった。頂点が多いので頂点での記憶は難しかった。 小さいものはすぐにわかった。 小さいものは片手、大きいものは両手で包むと覚えやすかった。

とが難しいとわかり、形状の違いによって記憶しやすさや記憶する際の手がかりにする要素が異なるという触覚記憶の特性が明らかとなった。さらに、感情度の評価結果から、楽しさを感じる触覚教材として、触覚記憶を要する課題は有効であることが示唆された。今後は本研究の結果を踏まえた上で、視覚障害者を対象とした実験を行う必要がある。

【注釈及び参考文献】

注1) 視覚障害教育で用いられる触覚を活用した教材のこと。

- 国立特別支援教育総合研究所, 2015: 3D造形装置による視覚障害教育用立体教材の評価に関する実験的研究
- 河内まき子, 2012: AIST 日本人の手の寸法データ <https://www.dh.aist.go.jp/database/hand/index.html>
- 日本人間工学会人体寸法計測項目 JIS 原案作成委員会, 1992: 人体寸法計測項目およびその定義に関する JIS 原案成果報告書