

大きさ知覚

人の見方はカメラとは違う

◇実習の前に◇

1. 大きさの恒常性

人間の眼は、しばしばカメラにたとえられる。カメラのフィルムに当たるのが、眼球の奥にある網膜である。カメラのフィルムに似て、人間の場合、外界の光刺激はまず網膜に映る。しかし、人間は網膜に映った像をそのままの状態では認識するわけではない。網膜から視神経をたどり脳でさまざまな処理がほどこされることで、視覚という経験が成立する。この一連の過程は視覚系と呼ばれる精緻なシステムである。本章では、色、形、動きなど、多くの成分をもつ視覚情報の中から、「大きさ」を取り上げて、その知覚の仕組みについて考えてみたい。

大きさの知覚について、まず簡単な実演を紹介しよう。左手が右手の倍の距離になるように腕を伸ばして、左右の手を観察する（片目のほうがよい、図2-1）。このとき網膜に映る左手の像（網膜像）の大きさは右手の像の大きさの半分になっている。図2-1の右側の写真は目の位置から撮ったものだが、

網膜像での手の大きさの関係は、この写真のようになる。しかし肉眼で見た印象として、写真のように左手が右手の半分に見えるようなことはなく、両手はあまり変わらない大きさに見えるだろう。写真に撮ったら人物や風景が小さく映っていて、がっかりした経験は誰しもあるだろう。これは、写真の像の大きさは、肉眼で見たときの大きさよりも、網膜像の大きさに似ていることから生じる。人間の視覚は、カメラの写真とは違うのである。

網膜像の性質について、もう少し正確に説明しよう。図2-2の(a)は、1m先と2m先にある客観的大きさが同じである正方形を見ている状況を示している。ここで網膜像に注目すると、距離が倍になれば、同じ大きさの正方形の網膜像の大きさは、図2-2の(b)のように各辺が半分になっている。もし私たちの視覚が網膜像のみに規定されるなら、遠くの正方形は近くの正方形に比べて半分の大きさに見えるはずである。しかし通常的环境ではそのようなことはなく、2つの正方形は同じような大きさに見えるだろう。距離が遠くても近くても同じ大きさに見えるということは、遠い距離では正方形を大きく、近い距離では正方形を小さく知覚しなければならないことを意

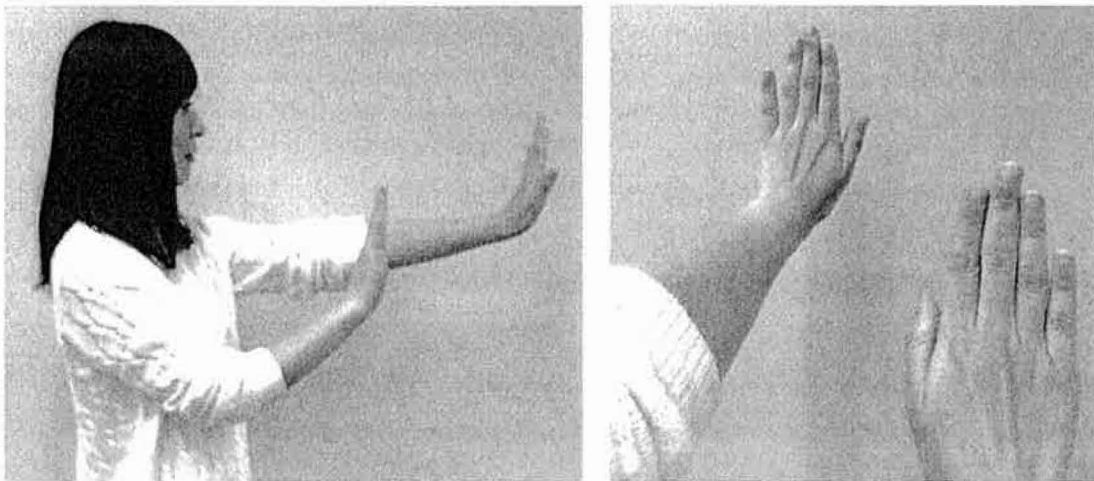


図2-1 腕を伸ばして左右の手を観察する

第1部 実験

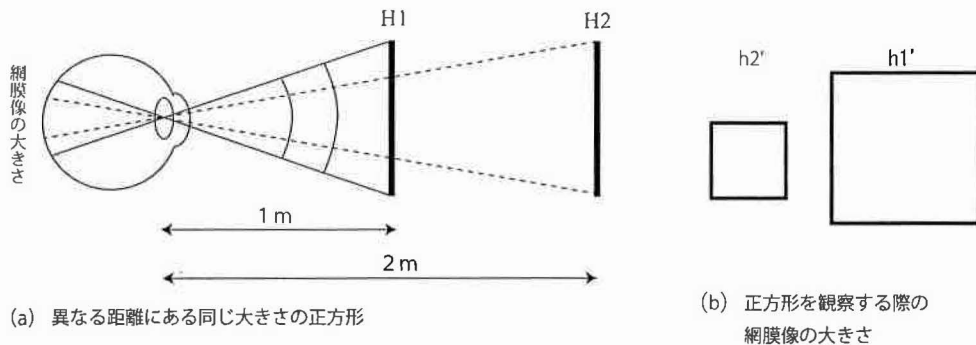


図2-2 対象までの距離と網膜像の大きさ

味している。

このように人間の視覚系には、網膜像の大きさを距離にもとづいて補正して、対象の実際の大きさに近づけて見るような仕組みが備わっている。これを大きさの恒常性 (size constancy) と呼ぶ。大きさの恒常性は、客観的大きさが同じ場合、対象までの距離が変化しても、対象の大きさはあまり変化せず、ほぼ一定に見えるという現象である。

知覚における恒常性は、視覚に限っても、大きさ以外にさまざまなものがある。たとえば晴れた日でも曇った日でも、白い紙は白く黒い紙は黒く見えるのは、明るさの恒常性である。机の上の教科書をいろいろな方向から見れば網膜像の形は変化するものの、教科書は長方形に見え続ける。これは形の恒常性である。知覚の恒常性は、人間の視覚系には、網膜像の変化にもかかわらず、対象の元の基本的な姿にできるだけ近づけ、環境を安定して知覚する能力が備わっていることを示している。人間に恒常性を知覚する能力がなければ、自分を取り巻く環境を、変化の急激な歪んだ世界として知覚しなければならない。知覚の恒常性は、環境との関係において適応的なメカニズムである。

2. 残像の大きさ知覚とエンメルトの法則

網膜像がもたらす知覚現象として、残像 (afterimage) がある。残像は、対象 (光刺激) を見た後、他に視線を移したりしたときに見える像のことである。これは網膜の一部の機能低下がもたらすもので、フラッシュ光やLEDライトのような強い光であれば短時間で生じ、それほど強くない刺激であれば、ある程度長い時間見つめた後に生じやすい。

同じものを見て生じる残像であっても、近くの間

で見る残像は小さく、遠くの面で見ると残像は大きく見える。ここで重要なことは、残像が生じている際の網膜像の大きさは一定であるということである。残像を映す面が近くても遠くても、網膜像の大きさは一定であるのに、残像の大きさは、残像を投影する面までの距離に従って変化する。この現象は、1881年に最初に報告したスイスの眼科医エンメルト (Emmert, E.) の名前にちなんで、エンメルトの法則 (Emmert's law) と呼ばれている。エンメルトの法則は、大きさの恒常性と同様、大きさ知覚が距離の情報をふまえて成立していることを示す。

本章では、何通りかの距離で残像を観察することで、エンメルトの法則を検証する実験を行ない、「観察距離」と「見えの大きさ」の関係を調べる。実習を通して、「見る」という経験が成立する仕組みについて考えてみたい。

◇実習◇

1. 目的

複数の距離にある投影面で単純な図形 (円) の残像の大きさを観察し、残像の大きさ知覚と観察距離の関係について実験を行い、残像の大きさ知覚にエンメルトの法則が当てはまるかどうかを確かめる。

2. 方法

2.1 実験計画

投影面までの距離 (観察距離: 残像の元となる刺激の凝視距離の2倍, 3倍, 4倍) を独立変数 (参加者内要因)、残像の大きさを従属変数とする1要因3水準の実験である。各実験参加者について、3

つの投影面で調整法（2.4で説明）を用いて残像の大きさを測定する。

2.2 実施形態

2人ずつ組んで、実験者と参加者を交替して両方を経験する。日常生活で視力を矯正している参加者は、眼鏡やコンタクトを装着して行う。参加者の視力を記録しておくこととよい。人数の制約は特にないが、10人程度以上だと、得られる結果の一般性について検討する上で望ましく、統計的検定を行ったり個人差を調べたりするのに適当である。

2.3 刺激と実験装置

凝視観察用の刺激として、図2-3に示したようにコンピュータのディスプレイ画面中央に凝視点（縦横5mmの十字）つきの直径3cmの円を描いたものを用意する。円は黒、背景と凝視点は白とする。描画には、マイクロソフト社のPowerPointのように、呈示の際に全画面表示が可能なものを使う（余計な視覚手がかりのない単純な呈示画面にする）。この凝視観察用の刺激は、参加者の正面57cmの距離（目から画面まで）に、参加者の視線と直角になるように呈示する（この設定で刺激は視角で3°に相当することになる¹⁾）。

実験刺激をPowerPointで作成する場合、ソフトウェアで指定したサイズと、スライドを全画面表示した際のサイズは通常、異なるので、全画面表示で確認の上、刺激を用意する。

残像の投影面として、A4判以上の大きさで直立する白色の平面を用意する。投影面としては、外面が白い箱や箱に白紙を貼ったものを用いるのが簡易である。投影面にも凝視点をつけておく。投影面は、残像が観察しやすい位置、例えば参加者の左45°に参加者の視線と直角になるように設置する。残像の投影面は、参加者の目の位置から114cm, 171cm, 228cmの距離とする。これらの距離は57cm（刺激凝視距離）の倍数（2倍, 3倍, 4倍）である²⁾。

投影面は、参加者が1つの距離で観察した後に、実験者が別の観察距離に移動させる。このために、

¹⁾ 57cmの距離から見た1cmは1°の視角に相当するので、3cmの刺激は視角で3°の大きさになる（視角については、「解説」の1.1を参照）。

²⁾ 説明で示した距離は絶対的なものではない。ディスプレイ画面の凝視距離や残像の観察距離を変更する場合には、観察距離が凝視距離の倍数となればよい。また観察距離の倍率を変更したり追加したりするという選択もある。たとえば、1倍や0.5倍、あるいは10倍を追加すると残像知覚の性質がより明確になるだろう。



図2-3 観察刺激

机上や床面に投影面の設置位置を示す印をつけておくこととよい。凝視観察用の刺激と投影面は、参加者の目の高さに合わせるようにする。コンピューター画面および投影面の周辺は片付けて、なるべく余計なものが目に入らないようにする（大きさや距離について知る手がかりが単純な状態になるようにする）。装置の配置例を図2-4に示した。参加者ごとに目の高さが調整できて、ディスプレイと投影面の間でスムーズに体の位置を動かせるように、高さ調整のできる回転いすを使うこととよい。

そのほかにメジャー（コンベックスと呼ばれるスチールテープでロック機能があるものがよい）³⁾と、計時装置（ストップウォッチまたは秒計時ができる時計など）も用意する。

2.4 手続き

参加者は、57cmの距離から観察刺激の凝視点を30秒間凝視する。観察は明るい室内で、両眼視で行う⁴⁾。残像の大きさについては、「見えたままの主観的な大きさ（見えの大きさ）」を参加者に判断（回答）してもらう（「解説」の2.2を参照）。具体的な教示は次のようなものである。

「これから30秒間、目の前の円の中央にある十字マークを凝視してもらいます。30秒たったら、私（実験者）が合図しますから、すばやく投影面に眼を移して十字マークを見てください。すると投影面の上に残像が見えると思います。あなた（参加者）が見た残像の大きさを、このメジャーを使って示してください。このとき、観察距離、つまり投影面までの距離や網膜に映っている像について考えることなく、見えたままの残像の大きさを再生してください。再生する大きさは、残像の見かけの直径の長さ

³⁾ メジャー以外にも大きさを再現できる道具が使える（3章を参照）。

⁴⁾ 両眼視は単眼視と対置される用語である。両眼視では、左右の眼に映る像が少しずれていることによって、距離に関する手がかりが得られる（3章でこの現象を取り上げている）。

第1部 実験

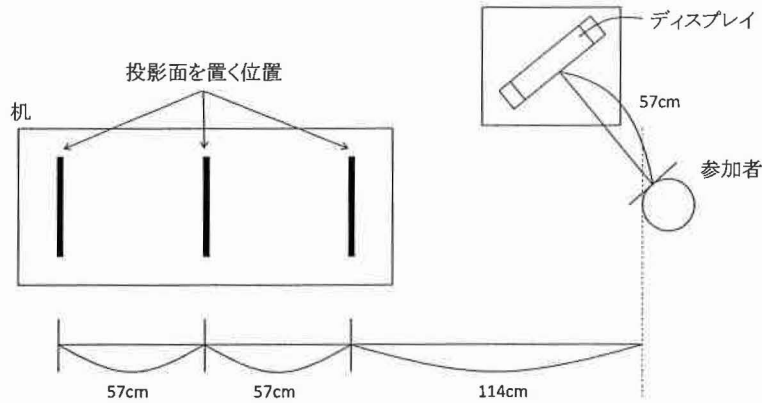


図2-4 実験装置の配置例（上から見たところ）

です。再生するときは、メジャーを目の高さから少し下げた位置で持って、その位置でメジャーを横方向に伸び縮みさせてください（必要があれば実演してみせる）⁵。メジャーは目盛りを見ないように気をつけてください。もし再生し終わる前に残像が見えなくなったら知らせてください。もう一度円を見てください。好きなだけ伸び縮みをさせて納得いく長さになったら、目盛りが見えないようにして、私に戻してください。」

円刺激の凝視と特定の観察距離での残像観察とで1試行である。ランダムな順番に3つの観察距離（114cm, 171cm, 228cm）で残像の観察を行い、これを1セットとする（1セット=3試行）。このセットを4回繰り返す。実験開始前に、表2-1の「順番」に各セットでランダムにした順番（1～3の数字）を記入しておく（表2-1のファイルがサーバーサイトにある）。時間に余裕がある場合、各観察距離で10回程度繰り返すと、測定精度を高めることができる。

実験者は、メジャーの長さを残像の大きさよりも

⁵ 厳密にはメジャーまでの距離も問題となりうるが、メジャーの長さの知覚にも恒常性はたらくので影響は小さい。特定するのであれば、1章の錯視の実験と同様、30cm程度でよい。一方、メジャーと残像を同一視線上に重ねて、大きさを直接に一致させるのは不適當である。絵を描くとき、鉛筆や指で対象の客観的な大小関係を調べることがあるが、それに相当する状況であり、見えの大きさの測定として問題がある。「解説」の2.2を参照。

明らかに短くして、あるいは明らかに長くして参加者に渡す。参加者はメジャーを徐々に長く、あるいは短くして、自分の見たままの残像の直径を再生する。このような方法を「調整法」(method of adjustment)と呼び、参加者がメジャーを徐々に長くする場合を上昇系列、徐々に短くする場合を下降系列と呼ぶ。上昇系列と下降系列は同じ試行数とし、その呈示順序はランダムとする。表2-1では“A”が上昇系列（ascending から），“D”が下降系列（descending から）を示す。

メジャーを参加者に渡す際、実験者は目盛りが見えないよう裏返しにして渡す。参加者は、それぞれの観察距離で残像の観察ができれば、目盛りを見ないように注意しながら、残像の見えの大きさをメジャーで再生し、実験者に渡す。この再生の際に参加者は納得のいくまでメジャーの長さの伸縮を繰り返してよい。メジャーでの再生にあたり、参加者は見たままの円の大きさを再生することに十分に注意する。手や腕の筋運動感覚や記憶など、視覚以外の要因で判断しないように、参加者は事前に長さ再生の練習を十分に行う。再生の途中で残像が見えなくなった場合には、参加者は観察刺激の凝視を再び30秒間行う。

実験が終わったら、どのように考えて長さを再生したか（内省）を記録しておく。

表2-1 参加者1名分の記録用紙の例

参加者(番号: _____) 氏名: _____ 視力: _____) 実験者(_____)		114cm			171cm			228cm		
		順番	系列	再生量	順番	系列	再生量	順番	系列	再生量
繰り返し (セット)	1		A			D			A	
	2		D			A			D	
	3		A			A			D	
	4		D			D			A	
上昇系列	平均									
下降系列	平均									
全 体	平均									
	標準偏差									

3. 結果の整理と分析

3.1 個人と全体での集計

(1) 各観察距離での残像の見えの大きさ

参加者ごとに、それぞれの観察距離で、残像の見えの大きさ(再生量)について、平均と標準偏差を計算する(表2-1の下部にある「全体」に記入する)。その後、この平均をもとに、参加者全員の各観察距離における残像の大きさの平均と標準偏差を計算する。

(2) 上昇系列と下降系列での残像の見えの大きさ

参加者ごとに、それぞれの観察距離で、上昇系列と下降系列での残像の大きさについて、平均を計算する(表2-1の「上昇系列」「下降系列」の行に記入する)。その後、この平均をもとに、参加者全員の各観察距離の上昇系列と下降系列における残像の大きさの平均と標準偏差を計算する。

3.2 グラフの作成

観察距離を横軸に、残像の見えの大きさの平均を縦軸にして折れ線グラフを作成する。各参加者の結果もグラフにするとよい(5人くらいを1枚に収めると個人差が見やすい。参加者が少ない場合はこちらのグラフだけでもよい)。図2-6の例のように、エンメルトの法則による予測値(距離に比例して残像が大きくなる)も同時に示すとよい。観察距離114cm, 171cm, 228cmにおける予測値は、それぞれ6cm, 9cm, 12cmである(詳細は「解説」の1.2を参照)。また上昇系列、下降系列のグラフも作成するとよい。

3.3 統計的検定を含む分析

各参加者の3つの観察距離での再生量(平均)を

データとし、全参加者の再生量に差があるかどうか、分散分析(1要因3水準、参加者内要因)を行って調べる。帰無仮説は「3つの距離の再生量の平均は等しい」である。分散分析で主効果が有意となった場合には、「3つの間で比較したとき、少なくともどこかに差がある」ことになるので、多重比較を行って、どの間に差があるかを特定する⁶。

また、上昇系列と下降系列とで再生量に差が見られないかについて、観察距離ごとに対応のあるt検定を行う。帰無仮説は「上昇系列と下降系列とで再生量の平均は等しい」である。2つの系列の差について調べるには、「3距離×2系列」の2要因分散分析(要因はいずれも参加者内)を行う方法もある(実験計画法による分析としては、これが標準的である)。

4. 考察のポイント

4.1 観察距離と残像の見えの大きさとの関係

結果に基づいて、観察距離と残像の見えの大きさとの関係がどのようなものであるかを考察する。エンメルトの法則が成立していると言えるかが、特に重要な点である。エンメルトの法則から予測される残像の大きさと、実際に観察された残像の大きさは、

⁶ この方法は、エンメルトの法則の検証としては直接的なものではない(言えるのは3水準間における差の有無にとどまる)。ほかの方法をいくつか挙げておこう。観察距離ごとに予測値と実測値(実験で得られた値)の差を対応のあるt検定で調べることができる(ただし、「予測が当てはまる場合に有意差がない」ことになるので、人数が少ない場合には適さない)。参加者ごとに直線をあてはめて得られる直線の傾きを予測値の直線の傾きと比べてみる(3章を参照)。参加者全員で直線の傾きの信頼区間を求めて、予測値の直線の傾きと比べるという方法もある。

第1部 実験

どのような関係になっただろうか。予測値と実測値のずれが大きい場合、測定法の問題点や、参加者一人ひとりの結果などをふまえて理由を考えてみよう。

4.2 上昇系列と下降系列

上昇系列と下降系列の再生量には違いはあっただろうか。上昇系列と下降系列を用意したのは、調整の方向が結果に及ぼす影響を取り除くためである。もし違いが認められたのであれば、どのような理由によるものかを考えてみよう（「解説」の2.1を参照）。

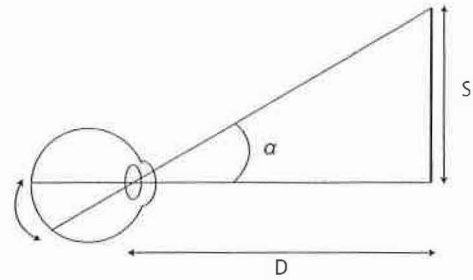


図2-5 対象の大きさ、距離、視角の幾何学的関係

◇解説◇

1. 大きさ知覚：エンメルトの法則と大きさの恒常性

1.1 網膜像の大きさと視角

図2-5に示すように、Dの距離にあるSの大きさの対象を観察すると、その像は網膜上に投影される。網膜像の大きさは、視角で表すことができる。視角は、対象の両端と目を結ぶ2直線の成す角（対象が眼に対して張る角）の大きさである。

図2-5のように、観察者の視線に対して直角に呈示された対象に対する視角（ α ）は、角度が小さいとき（たとえば 10° 以下）、近似的に次の式で計算できる⁷。

$$\begin{aligned} \alpha &= \frac{S}{D} \text{ (ラジアン, rad)} & (1) \\ &= 57.3 \times \frac{S}{D} \text{ (度)} & (2) \end{aligned}$$

角度の表現法には、日常的に使う機会の多い度数法のほかにラジアンを単位とした弧度法がある。単純に表現できて扱いやすいことから（(1)式がその例である）、角度に関する理論式では弧度法を使うことが多い。一方、実験手続きなどを記述するときには、慣習的に度数法を使うことが多い。

図2-2の(a)を例として視角を計算してみよう。S1もS2も10cmの大きさ（高さ）とすると、1m（=100cm）の距離にあるS1の視角は 5.73° （=0.1rad）、2mの距離にあるS2の視角は 2.87° （=0.05rad）に

⁷ 1radは円の半径と等しい長さの円弧に対応する中心角の大きさである。1rad = $180/\pi^\circ \approx 57.3^\circ$ という関係が成り立つ。(2)式は、 $\tan \alpha = \frac{S}{D}$ であれば厳密である。ラジアンは「弧と半径の長さの比」で、弧が小さい場合は、線分が半径と直交している状態に近い。このため、(2)式で近似できる。

なる。このように視角（あるいは網膜像の大きさ）は、対象の距離に反比例して変化する。本章で行った実験の設定について視角を計算すると、3cmの円を57cmで凝視するときは約 3° となる。

1.2 エンメルトの法則

エンメルトの法則は、眼からと投影面までの「見えの距離（d）」が増大（減少）するのに比例して、「残像の見えの大きさ（A）」が増大（減少）する現象である⁸。この法則は次の式で表現できる。

$$A = a \times d \quad (3)$$

この式は、残像の大きさは、残像の視角と距離の積になることを示す。3cmの円刺激を凝視した実験の場合、視角（ $3/57\text{rad}$ ）を3通りの観察距離114cm、171cm、228cmにかければよいから、予測値はそれぞれ6cm、9cm、12cmとなる。

図2-6に、参加者1名の実験結果の例を示す。このグラフの黒丸は実測値で、参加者がそれぞれの観察距離で、10回繰り返して再生を行った結果である。白丸は、(3)式に示したエンメルトの法則から予測される残像の大きさをプロットしたものである。予測値と実測値は、非常に近いものであることがわかる。

1.3 エンメルトの法則と大きさの恒常性の関係

エンメルトの法則は残像の大きさ知覚である。冒頭に紹介した大きさの恒常性は、実際の対象の大きさ知覚である。残像の大きさでも実際の対象の大きさでも、大きさ知覚は距離との関係が重要である。

⁸ エンメルトの法則には、本章で紹介した以外の形式もある（東山、1994を参照）。本章の実験では、実験の簡便さを考慮して「客観的な距離（D）」に残像を投影して、見えの距離は測定していない。見えの距離でも客観的な距離でも、残像の見えの大きさと視覚との理論的關係は同じ形式となる（ $A = a \times D$ ）のため、今回はこの方法で行っている。

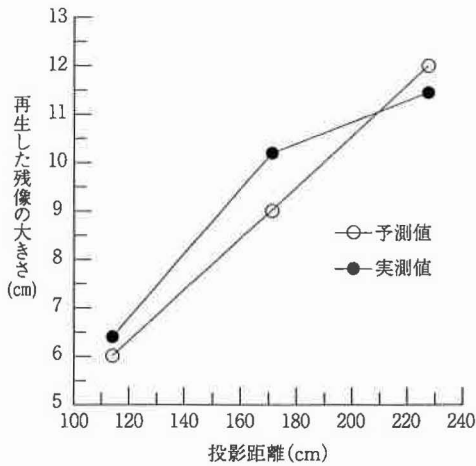


図2-6 参加者1名の実験結果と予測値

「見えの大きさ」と「見えの距離」の関係について定式化したものに、大きさ-距離不変仮説 (size-distance invariance hypothesis, 不変仮説と略す) がある。不変仮説は、「仮説」と名付けられているが、大きさの恒常性を説明する代表的な考え方である。不変仮説は、**視覚** (a rad) が一定の場合には、「見えの大きさ (s)」と「見えの距離 (d)」の比は一定であるとする。もっとも単純な形式の不変仮説は次のように表せる。

$$\frac{s}{d} = a \quad (4)$$

(4)式は、(1)式によく似ている。なぜなら不変仮説は、図2-5で示した対象の大きさ、距離、**視覚の幾幾学的関係**が、人間の視覚においても成立することを予測するからである。(4)式を変形すると、

$$S = a \times d \quad (5)$$

(5)式のように、不変仮説によれば、大きさ知覚は距離をふまえて規定される。(3)式と(5)式を比べるとわかるように、エンメルトの法則と不変仮説は、見えの大きさ、見えの距離、**視覚**について同じ予測をする。

さらに図から、両現象の関係を理解しよう。図2-7には、大きさの恒常性とエンメルトの法則における網膜像の大きさ (**視覚**)、見えの大きさ、距離の関係を示した。大きさの恒常性 (実際の対象の

大きさ知覚) は、図2-7 (a) のように、距離とともに網膜像の大きさは減少するのにかかわらず、対象の大きさがほぼ一定に見える現象である。エンメルトの法則 (残像の大きさ知覚) は、図2-7 (b) のように、距離が変化しても網膜像の大きさが一定であり、距離とともに残像が大きく見える現象である。

本章では、残像の大きさとエンメルトの法則について検討した。この検討は大きさの恒常性に対する予測となりえる。もし残像の大きさで、エンメルトの法則からの予測が実測値に一致するのであれば、実際の大きさに対する大きさの恒常性も完全になることが予測できるのである。

2. 実習で用いた手続きについて

2.1 測定法について：調整法

本章の実験では、心理物理学的測定法の1つである調整法を用いた (調整法については1章、3章も参照)。調整法では、参加者が刺激の**特定属性** (本章の実験では、見えのままの大きさ) を調整して示すという自然な課題状況を採用している。調整作業は参加者が行うことが多いが、実験者が調整することもある (2.2でその例が出てくる)。準備や説明がしやすく、実験時間が比較的短くて済み、参加者の負担も少ないという長所がある。特に主観的等価点 (PSE: point of subjective equality) の測定に適した方法である。本章の実験での課題は、各投影面上の残像の大きさを標準刺激として、標準刺激と主観的に等しいと感じられるように比較刺激 (メジャー) の長さを調整するものであった。

調整法には短所もある。他の心理物理学的測定法に比べて、測定値にさまざまな要因が混入し、測定値が不確かなものになりやすい。今回の実験では参加者の要因として、どのくらいメジャーの長さを変化させたかといった筋運動感覚や記憶などの要因が判断に影響を及ぼす可能性がある。実験者の要因として、似通った出発点でメジャーを参加者に渡していれば、測定値に影響を及ぼす可能性がある。実験の結果で、大きさ再生に顕著な個人差が認められた場合や、上昇系列と下降系列とで再生値に大きな違いが認められた場合があれば、判断基準についての内省をていねいに検討してレポートに反映させるとよい。

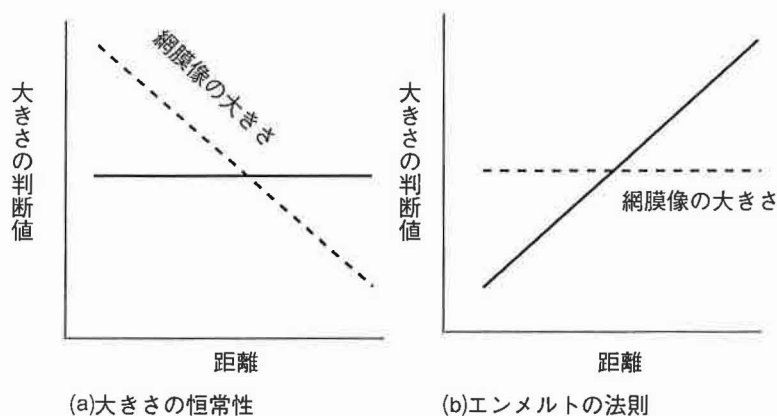


図2-7 大きさの恒常性とエンメルトの法則の関係

2.2 測定値に影響を及ぼす諸要因：教示と手続き

大きさ知覚の実験では、「見え」と「客観」という区別が重要である。「見えの大きさ」は、対象を自然に見た主観的な大きさのことであり、心理的な量を示す。「見かけの大きさ」「知覚された大きさ」などと表現することもある。「客観的な大きさ」は、客観的・科学的な手続きで得られる対象の大きさであり、対象自体の物理的属性である。「物理的な大きさ」と呼ぶこともある。

大きさ知覚は、どのような測定法をしようとしたとしても、教示に強く影響を受ける。実験で説明した「見え教示」は、大きさ知覚実験で最も頻繁に使用される教示であり、高い程度の大きさの恒常性が得られる。高い程度の大きさの恒常性とは、対象の客観的大きさ（物理的大きさ）によく似た、見えの大きさが得られることである。

大きさ知覚の実験で使用される教示には、見え教示のほかに、参加者に対象の実際の客観的大きさの判断を求める客観教示や、対象の投影的な大きさ判断を求める網膜教示がある。客観教示は、3 cm のものは現在見ている大きさや距離によらず、3 cm と答えることが求められる。網膜教示は、距離が2倍になれば2分の1の大きさを答えることが求められる。客観教示や網膜教示は、参加者が現在見ている大きさではない判断を求める教示である。このために、たとえば客観教示のもとで判断が行われるとき、参加者は客観的大きさを「当てたい」などの態度をとり、判断には参加者の期待や意図が含まれる。残像の大きさ知覚実験では、教示以外の要因で、

残像の「客観的大きさ」を測定したことになるので、注意が必要である。たとえば、投影面の残像に、実験者がメジャーを当てて伸縮させ、参加者に等しいと思うところで合図してもらう方法で残像の大きさを測定したとする。この方法は、残像に物差しを直接当てる測り方ともいえ、残像の客観的な大きさを測定したことになる。

もし今回の実験において参加者の判断が大きく逸脱する場合はあったなら、上記のような判断傾向や測定手続きの問題点はなかったかどうかを実習生同士で話し合うとよい。

3. より深く学ぶために：推薦図書

大きさ知覚については知覚や視覚のテキストで多くの情報が得られる。大山（2000）と東山（1994）には、エンメルトの法則や大きさの恒常性に関する優れた解説がある。一般向けに知覚を広く扱ったものでは、講談社の「ブルーボックス」に読みやすいものがある（日本バーチャルリアリティ学会・VR心理学研究委員会，2006）。

なお本章で紹介した知覚理論と異なる立場に立つものとして、ギブソン（Gibson, J. J.）の理論がある。本章の説明では知覚対象自体の性質から理解しようとしているのに対して、ギブソンは知覚対象が置かれている背景環境の役割を強調する。背景は通常、地面であるので「大地説（ground theory）」と呼ばれるこの理論は、大きさ知覚を含む空間知覚において重要な考え方である。ギブソン自身の著作は翻訳でも読める（Gibson, 1950 東山・竹澤・村上訳 2011; Gibson, 1979 古崎・古崎・辻・村瀬訳

1985)。

4. 補足 (主に教員向けの解説)

4.1 授業構成の目安

3つの観察距離でそれぞれ4回の測定を行う(全12試行)ということであれば、1人あたりの実験所要時間は20分程度である。実習生2名が1組で、相互に実験者、参加者の役割を果たして、2名分の結果でレポートを書くという形態であれば、90分授業1コマでの実施も可能である。ただし、観察の繰り返し数はなるべく多い方がよく(各距離で10試行行うのであれば1人あたりの所要時間は、30~40分程度になる)、集計対象とする参加者数も多い方がよいので、解説も含めて2コマ以上での実施が望ましい。

大きさ知覚には、距離の知覚が深く関連するので、奥行き知覚を扱う3章の内容や実演を織り込むのもよい。また、残像現象についての関心を高めるといふことでは、補色残像の実演を行うのも効果がある。実習で用いた方法で凝視画面の黒丸を赤丸にすると、投影面では補色である緑の残像が見える(個人差があり、知覚できないケースもある)。残像知覚の実演に使える素材は、ウェブを検索すると多数得られる。

なお、本章で示したような、網膜像の大きさ、客観的な距離、見えの大きさの3者の関係を調べるのであれば、残像でなく実際の対象で実験を行うこともできる。ただし、その場合、実験の仕組みが見えやすく、章の冒頭で示したような実演である程度、理解がすんだ気になってしまいかねない。実習で残像を用いることには、①観察経験として新奇性がある興味を引く、②網膜像への注目・理解を促すことができる、③網膜像の大きさを固定することができる、④大きさ知覚の適用範囲を広げることができる、といった長所がある。

◆引用文献

- Gibson, J. J. (1950). *The perception of the visual world*. Boston, MA: Houghton Mifflin. (ギブソン, J. J. 東山篤規・竹澤智美・村上嵩至(訳)(2011). 視覚ワールドの知覚 新曜社)
- Gibson, J. J. (1979). *The ecological approach to visual perception*. Boston, MA: Houghton Mifflin. (ギブソン, J. J. 古崎 敬・古崎愛子・辻 敬一郎・村瀬 旻(訳)(1985). 生態学的視覚論——ヒトの知覚世界を探る——サイエンス社)

4.2 発展的な実習

(1) 観察距離を広げる

本章の実験で設定した程度の観察距離だとエンメルトの法則はかなりよく当てはまるが、距離が大きくなると単純な比例関係からのずれが目立つようになる。スクリーンや壁面を使って、観察距離を10~20倍にした場合にどうなるかを調べてみる(20倍で予測通りだとして、再生量は60cm程度になる)。

なお、よく晴れた日に、自分の影をしばらく見つけてから空を見上げると、空に大きな残像が映るのを見ることができる(影送りと呼ばれる)。これは客観的な観察距離が極端に遠いケースだが、その距離ほどに残像は大きくなる。これは、距離の知覚が客観的なものから大きく隔たっていることが関係している。

(2) 見えの距離を測定する

本章の実験では、客観的な距離と見えの大きさの間の関係を調べた。客観的な距離に加えて見えの距離についても測定すると、エンメルトの法則の実態について、より深く検討することができる。新たな装置を必要としない距離の測定法としては、マグニチュード推定法がある。この方法は、たとえば擬視観察用刺激を呈示したディスプレイまでの距離を、標準刺激とする。参加者は、この標準刺激に1の数値を割り当て、残像までの見えの距離を、自由に具体的な数値で答えるという方法である。エンメルトの法則の式((3)式)に当てはめるなら、標準刺激の物理的距離(教科書では57cm)をもとに、見えの距離の判断値をcmに換算すればよい。たとえば参加者の見えの距離の判断が1.8であれば、換算値は102.6(57×1.8)となる。標準刺激に割り当てる数は10でも100でも、判断しやすい数であればよい。

(1)(2)については、中溝・光藤(2007)が参考になる。見えの距離が残像知覚に影響することを示す実演として、望遠鏡を通して残像を見るというのがある(残像が客観的な距離による予測値より小さく見える)。

第1部 実験

東山篤規 (1994). 空間知覚 大山 正・今井省吾・和気典二 (編) 新編 感覚・知覚心理学ハンドブック 誠信書房 pp.768-801.

中溝幸夫・光藤宏行 (2007). 空間視 塩入 諭 (編) 視覚系の中期・高次機能 朝倉書店 pp.158-182.

日本バーチャルリアリティ学会・VR心理学研究委員会 (編) (2006). だまされる脳——バーチャルリアリティと知覚心理学入門—— 講談社 (ブルーバックス)

大山 正 (2000). 視覚心理学への招待——見えの世界へのアプローチ—— サイエンス社