

見かけの直線的大きさと角度的大きさ

東 山 篤 規

Apparent Linear Size and Angular Size

Atsuki Higashiyama

Abstract

Given an object, we perceive the linear size and angular size. On the results of our previous studies, we discussed how the perceived linear size (S') of an object is related to its visual angle (θ) and perceived distance (D') through the size-distance invariance hypothesis, i.e., $S'/D' = f(\theta)$. It was suggested that for a constant visual angle, the ratio S'/D' changes with a change in visual scenes accompanying bodily orientation or with a change in visual scenes reflected by the mirrors. We also discussed how perceived angular size is related to the visual angle. It was suggested that a small visual angle such as 5° is perceived to be about twice as large as it is, and this overestimation decreases with the visual angle and it stops at the visual angle of 30° in the horizontal direction or 60° in the vertical direction. Finally we considered the possible relations between the perceived linear size and the perceived angular size.

本稿は、3次元空間の中に置かれた物の見かけの大きさに関して、筆者たち（東山, 1979, 1992; 東山・足立, 2006; 東山・下野, 2004）が手がけてきた研究の成果をまとめたものである。まず物の見かけの大きさには、直線的大きさと角度的大きさがあることを述べる。それから、それぞれの見かけの大きさが、関連変数とどのような関係にあるのかを明らかにする。見かけの直線的大きさについては、これまで「大きさ-距離の不変仮説」のもとに見かけの距離に関連づけて考察されることが多かったので、この仮説の定義と範囲を明らかにしたうえで、ここでも見かけの直線的大きさと見かけの距離の関係を明らかにする。見かけの角度的大きさについては、対象が目のところで形成する視角が重要な契機になるので、視角の関数として見かけの直線的大きさを表現する。さいごに、この2つの見かけの大きさが空間視においてはたす役割について考察する。

2つの見かけの大きさ

目の前の机の上に一冊の文庫本がある。それは、私の視野の一角を占め奥行き方向に広がっている。この本の物理的大きさを知ろうとすれば、本に物指しをあて、縦横がそれぞれ何センチであると表現する。この手続きには、皆が共通に使っている基準（物指し）をもちだしてきて、それと測ら

れるもの（本）とを比較する過程が含まれている。

それでは、物の見かけの大きさとは何だろう。しばしば、われわれは、物の見かけの大きさについて語るが、そこでは上述したような皆が共通に使っている基準というものがなく、自分の目を頼りにしてその大きさを判断している。目を頼りにして物の大きさを判断するとき、われわれは2つの見かけの大きさを区別する。ひとつは見かけの直線的大きさである。これは、物に沿って目測したとき、その物がもつと観察者が知覚する大きさのことである。たとえば、「この本は幅が約10cmである」という判断がそれにあたる。状況によって判断が正確なときとそうでないときがあり、観察者によって判断が異なることもあるが、そのこと自体は視覚の特徴である。

もうひとつは見かけの角度的大きさであり、これは、物が目のところで張る角度の知覚された大きさ（この光学的角度は視角とよばれる）あるいは視野の中でその物が占めると知覚された割合である。たとえば、同じ本でも、観察者から50cmの距離に置いて観察されたときと、1mの距離に置いて観察されたときでは、後者の方が、視野の中でその物が占めると知覚される割合は小さい。この場合、正確に視角の判断ができれば、1mの距離に置かれた本は、50cmに置かれたときよりも、見かけの角度的大きさは2分の1になると期待されるが、そのような正確な知覚が生じるとはかぎらない。状況によって判断が正確なときとそうでないときがあり観察者によって異なることもあるのは、見かけの直線的大きさの場合と同じである。

見かけの直線的大きさと見かけの角度的大きさの違いは、観察距離の異なる物を比較するとき気づかされる。駅のホームに立って近づいてくる電車を見ていると、はじめは豆粒のように見えていた電車が、徐々に大きくなっていく。それと同時に、われわれは、電車の大きさはじっさいには観察距離が変わっても変わらないと思う。前者の体験が見かけの角度的大きさであり、後者が見かけの直線的大きさの体験（推理）である。観察距離が異なる物の見かけの大きさには、このように2様式があるので、観察者に単純に見かけの大きさを判断するように求めても、ある者が対象の直線的大きさを判断し、他の者がその角度的大きさを判断すれば、その結果には性質の異なるものが混じり合い、データの解釈が容易ならざるものになるだろう。よって、この点を区別していない研究は何を測っているのかわからないと言っても過言でない。

見かけの直線的大きさと見かけの距離

対象の直線的大きさを決定するものは何だろうか。古くから言われてきた考え方は、対象までの見かけの距離を斟酌して、対象の視角を見かけの直線的大きさに変換するという考え方である。たとえば、対象の視角 θ が一定であるとき、見かけの距離 D' が n 倍になれば、対象の見かけの直線的大きさ S' も n 倍になると考える。この考え方は、大きさ-距離の不変仮説 *size-distance invariance hypothesis* とよばれ、「ある与えられた対象の網膜像あるいは視角が、見かけの距離に対する見かけの大きさの比を一義的に決定する」（Epstein, Park, & Casey, 1961）と定義される。これを数式で表せば、

$$\frac{S'}{D'} = f(\theta) \quad (1)$$

となる（Foley, 1967, 1968）。ただし f は視角 θ の関数である。

関数 f を

$$\frac{S'}{D'} = K\theta^n \quad (2)$$

と特定することもある (Foley, 1968; Higashiyama & Shimono, 1994)。ただし K と n は定数である。
さらに制限を加えて

$$\frac{S'}{D'} = K\theta \quad (3)$$

とすることもある (Gogel, 1964a, b; 1973)。 $K = 1$ と仮定して、

$$\frac{S'}{D'} = \theta \quad (4)$$

とすることもある (Ittelson, 1960)。とくに θ が大きいときには、 θ のかわりに $\tan \theta$ をあてることもある (Baird & Wagner, 1982a, b)。

予測と検証

大きさ-距離の不変仮説からいくつかの予想が立てられる。そのひとつは、式1に示されているように、ある対象の視角が与えられたときに、その S'/D' が一義的に定まると仮定するので、刺激や観察者側の条件が変わっても S'/D' は同じでなければならない。たとえば、明室においてある距離に提示された対象を観察したときと、暗室において同じ対象を同じ距離に観察したときでは、見かけの大きさと見かけの距離に違いがあっても、その比 S'/D' に変化がないことになる。

もうひとつの予想は、式2から式4に示されているように、大きさ-距離の不変仮説は両対数グラフの中では直線によって表現されることである。たとえば、さまざまな大きさの対象をさまざまな距離に提示して、各対象の見かけの直線的大きさと各対象まで見かけの距離を測定することができれば、対象の視角の関数として表現された S'/D' は、誤差の範囲において一直線上に並ぶことになる。図1は、式2から式4によって示された大きさ-距離の不変仮説から予想される直線を示す。

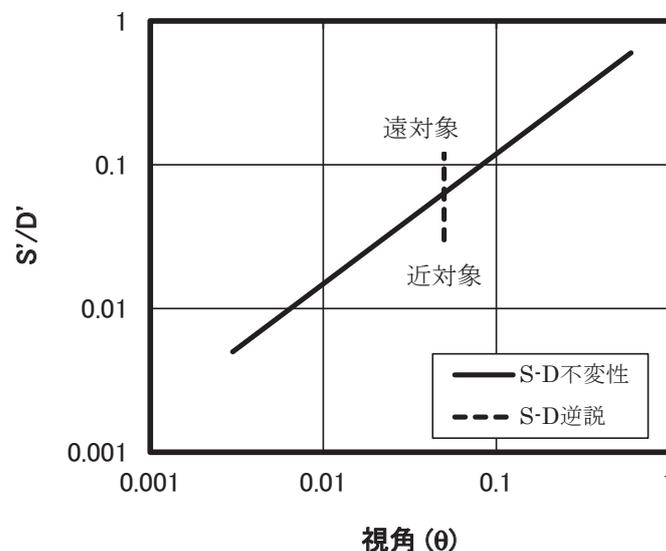


図1. 大きさ-距離の不変性 (式2) と大きさ-距離の逆説の関係。
両軸は対数尺度。視角はラジアン単位。

大きさ-距離の不変仮説から得られる予想は、いくつかの研究によって裏切られた。よく知られた「大きさ-距離の逆説」size-distance paradox は、大きさ-距離の不変仮説の一番目の予想に反する。この現象は、暗室において、同じ視角を張るが異なる距離に提示された2対象を継時的に単眼観察するときに認められる(東山, 1979)。すなわち、この事態では、一般に手前に提示された対象は小さく、遠方に提示された対象は大きく知覚されるが ($S'_n < S'_f$)、手前に提示された対象が、遠くに提示された対象よりも遠いと判断された ($D'_n > D'_f$)。よって、同じ視角を張る2対象の間には、

$$\frac{S'_n}{D'_n} < \frac{S'_f}{D'_f} \quad (5)$$

なる関係が得られる。大きさ-距離の逆説に現われた S'/D' と θ の関係を図1に示す。

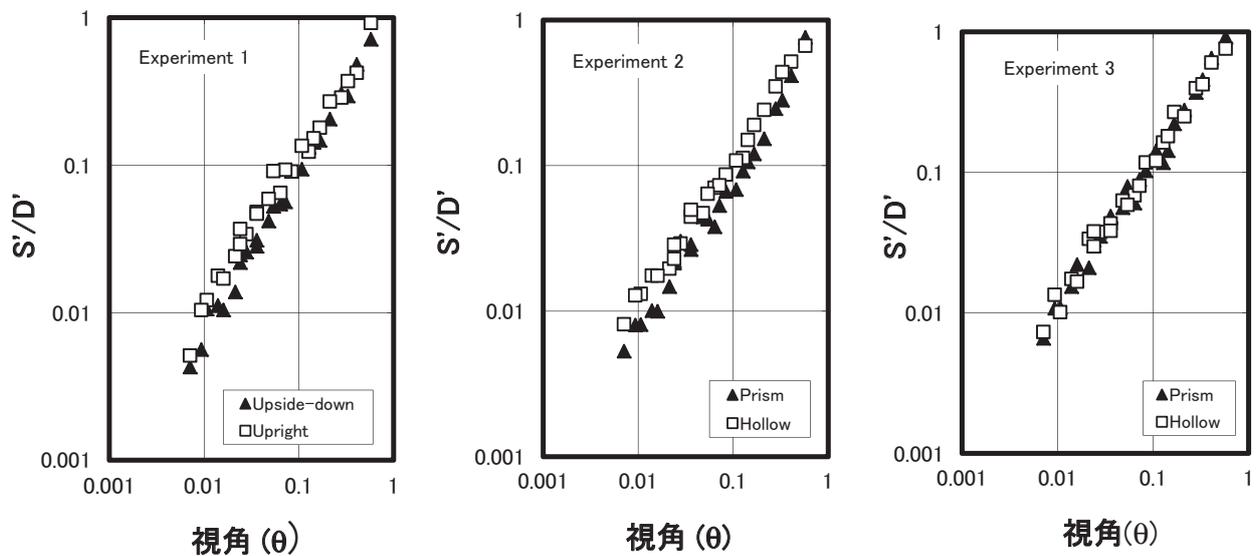


図2. 上体と風景の両方(左)、風景のみ(中)、上体のみ(右)がそれぞれ逆転したとき、対象の視角(ラジアン)の関数として示された S'/D' 。各パネルの黒マークが実験群、白マークが統制群(正常視野かつ上体正立)を表わす。東山・足立(2006)より。

東山・足立(2006)は、視野や身体の方が正常状態から大きく変更された事態において大きさと距離の判断を求め、その結果から大きさ-距離の不変仮説の2予想を検証した。彼らの実験1では、明るい戸外において、高さが32cmから162cmに変化する5対象が2.5mから45mの6距離に提示され、15人の観察者が、股のぞきすなわち上半身を前に屈曲させ両足の間から各対象を各距離において観察し、対象の直線的大きさと対象までの距離をメートル法によって判断した。この条件では視野も上体も上下が逆転する。実験2では、別の15人の観察者が、視野を180°に回転させるプリズムめがねを装着して、実験1で用いられた対象を各距離において観察し、その大きさと距離を判断した。この観察では、視野の上下のみが逆転した。実験3では、別の15人の観察者が、視野を180°に回転させるプリズムめがねを装着しながら股のぞきの姿勢をとって、実験1と2において用いられたものと同じ対象の大きさと距離の判断を行った。この観察では、上体の上下のみが反転したことになる。いずれの実験においても、統制条件では、別に集められた15人の観察者が、正立姿勢をとってこれらの対象を正常に観察して(ただし実験1では裸眼、実験2と3ではプリズムの入っていないめがねを装着)、その大きさと対象までの距離を判断した。

図2は、各実験から得られた大きさの推定値と距離の推定値の比 S'/D' を、視角 θ の関数として両対数グラフに表している。パラメータは実験群（視野と上体の方向の両方あるいは片方を変えた群）と統制群（正立身体と正常視野の群）である。もし大きさ-距離の不変仮説が成り立つならば、いずれの実験においても、実験群と統制群の結果は一致し、 S'/D' は視角 θ の一次関数として表されるはずである。図2より、この予測はいつも成り立つわけでないことが明らかである。特定の視角が与えられたとき、実験1と2では、実験群の S'/D' は統制群のそれよりも常に小さく、大きさ-距離の不変仮説が成り立たないが、実験3では両群の S'/D' はほぼ等しく、大きさ-距離の不変仮説が成り立つ。よって、股のぞきやプリズムめがねによって風景を逆転させたときに S'/D' が変化するといえる。

東山・下野（2004）は、平面鏡や凸面鏡によって反射された対象の見かけの大きさと見かけの距離を研究した。彼らの実験1では、刺激は10mと20mの距離に提示された縦横比1:1.5の矩形であり、その横幅は15cmから72cmの5段階に変化した。観察者は、各刺激を0.5mの距離に立てられた平面鏡あるいは2枚の凸面鏡（曲率半径:0.65mあるいは1.0m）のそれぞれに反射させて観察した。各刺激の見かけの大きさは、手に握っている巻尺の長さを調整することによって再生された。見かけの距離は、正常視野の中において観察者に近づいたり遠ざかったりしている人物までの距離を調整することによって示された。実験2では、高さが32cmから162cmに変化する5刺激が2.5mから45mの6距離に提示され、観察者は、各刺激を手にもった平面鏡あるいは2枚の凸面鏡（曲率半径:0.22mあるいは0.66m）のそれぞれに反射させて、その大きさと距離をメートル法によって推定した。

東山・下野（2004）の2実験の結果を図3の上と下に示す。どちらの図も両対数グラフに S'/D' を θ の関数として示す。実験1のパラメータは観察距離と鏡の曲率半径、実験2のパラメータは曲率半径である。もし大きさ-距離の不変仮説が妥当ならば、各実験から得られたデータ点は直線上で重なりあい、 S'/D' は θ の一次関数として表されるだろう。図3からつぎのことが明らかである。1) どちらの実験でも、曲率半径の小さい鏡（すなわち大きく反った鏡）は、平面鏡に比べて、 S'/D' が一貫して大きい。これは大きさ-距離の不変仮説に反する。2) 鏡の曲率半径が一定のとき、 S'/D' は近似的に θ の一次関数として増加する。これは大きさ-距離の不変仮説に一致する。3) 対象の提示距離は S'/D' に影響しない。

以上述べてきたように、われわれの研究からはっきり言えることは、視角を一定に保っていても、観察者の置かれた状況（光景の方向の変更あるいは凸面鏡による光景の変形）が変われば S'/D' を一定に維持することが困難になることである。これは、ある状況から別の状況へと条件が変化したとき、見かけの大きさと見かけの距離が異なる割合で変化したことを意味する。たとえば、身体を正立させて正常な光景を観察する条件に比べて、股のぞきをしながら観察したときや身体を正立させて上下が反転した光景を観察したときは、見かけの大きさの縮減率は見かけの距離の縮減率よりも大きい（東山・足立, 2006）。また、凸面鏡によって光景を観察したときは、平面鏡に反射させて光景を観察したときに比べて、見かけの距離の増加率は見かけの大きさの増加率よりも大きい（東山・下野, 2004）。

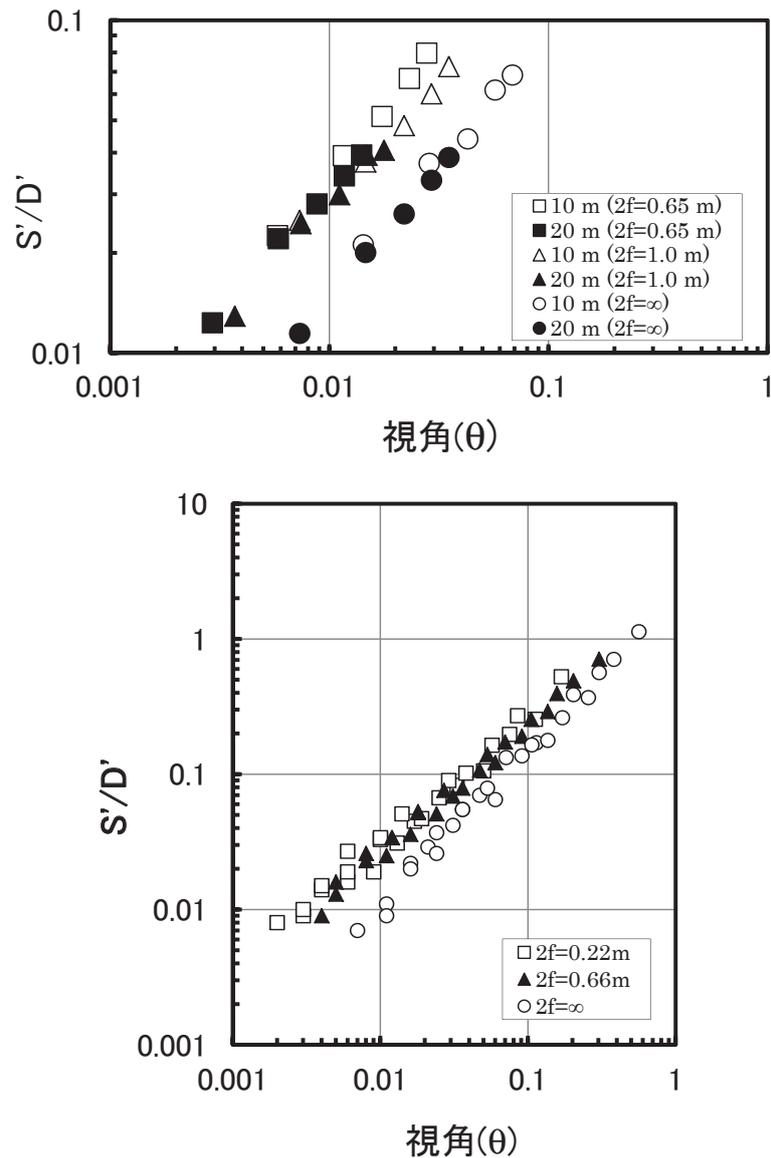


図3. 平面鏡あるいは凸面鏡によって反射された刺激の張る視角（ラジアン）の関数として表された見かけの大きさで見かけの距離の比。パラメータは鏡の曲率半径 $2f$ と刺激の提示距離（上図のみ）である。東山・下野（2004）より。

視角と見かけの角度的大きさ

対象の見かけの視角に関する議論は最近になるまで始まらなかった。これは、見かけの視角は気づかれないか、気づかれても真の視角に等しいと考えられていたからである。大きさの恒常性を説明するために、視覚系が目には与えられた網膜像の大きさあるいは視角を正確に処理し、見かけの距離と網膜像の大きさを組み合わせて見かけの直線的大きさを決定すると仮定されてきた。この考え方は、見かけの距離を斟酌して視角から直線的大きさが決定されると仮定するので斟酌理論とよばれる（Rock, 1975）。この理論によれば、大きさの恒常性が達成されないのは、見かけの距離が正しく知覚されないからであると解釈される。この議論を数式で表現すれば式4と同じになり、それは、つぎのように表されるだろう。

$$D' \times \theta \rightarrow S' \quad (6)$$

ここで右辺と左辺を等号ではなく右向きの矢印で結んだのは、左辺で示した過程を経て右辺の結果が得られることを示すためである（逆方向のことは起こらない）。

しかし、斟酌理論が仮定してきたように、視角は正確に処理されるのだろうか。あるいは、もし視角が意識化されたとき、その見かけの大きさは真の視角に等しいのだろうか。対象の見かけの視角を測定しようとした研究には、異なる観察距離に標準刺激と変化刺激を提示して、標準刺激の視角に一致するように変化刺激の大きさを調整することを観察者に求めたものがある。そのとき観察者は、2刺激の視角あるいは網膜像の大きさが一致するように変化刺激の大きさを調整する。たとえば、Gilinsky (1955) の研究では、野外の 100 ~ 4000 フィートの距離に高さ 42 ~ 73 インチの 5 三角形を標準刺激として提示し、標準刺激の右 36° 観察距離 40 フィートにある変化刺激を使って、両刺激の視角が同じになるように観察者に調整させている。彼女のデータから、たとえば標準刺激 60 インチの結果を抜き出してみると、標準刺激が 100、200、400、800、1600、4000 フィートの距離に提示されたとき、この標準刺激の視角は 2.86°、1.43°、0.72°、0.36°、0.18°、0.07° となり、それに対応して変化刺激の視角が 2.79°、2.19°、1.63°、0.98°、0.60°、0.29° となった。これは、標準刺激に比べて比較刺激の視角の方が一般に大きく、標準刺激までの観察距離の増大とともに 2 刺激の視角の比が 0.98、1.35、2.26、2.72、3.33、4.14 になったことを意味する。

Leibowitz & Harvey (1969) は、大きさが 6 フィートの標準刺激を 340、680、1020、1360、1680 フィートの距離に提示して、それを 51 フィートの距離に提示された変化刺激を用いて、網膜像の大きさにもとづいて照合することを観察者に求めた。標準刺激の観察距離が増大するのにもなって、変化刺激の調整値は 2.58、2.12、1.77、1.63、1.36 フィートと減少し、標準刺激に対する変化刺激の視角の比は 2.87、4.71、5.90、7.41、7.56 と増大した。Gilinsky (1955) や Leibowitz & Harvey (1969) の結果はどちらも、標準刺激が観察者から遠ざかるのにもなって、標準刺激に対する変化刺激の視角の比が増すと解釈できるが、刺激が遠ざかるとその視角も減少するので、この比が増すのは、標準刺激の視角が小さくなるからと解釈することもできる。

東山 (1984, 1987) の研究は、この点の解釈に関して示唆的である。彼は、暗室において観察者から等距離に見える曲線上に、正中面から左あるいは右方向 - 30°、- 20°、- 6°、0°、5°、13°、28° に 7 光点を設置し（負値は左側、正値は右側）、ランダムに点灯された 2 光点の張る視角を観察者が度分法によって推定することを求めた。正中面に提示された光点の観察距離は 80cm。7 光点を組み合わせられてつくられる 21 視角（最小視角は 5°、最大視角は 58°）のそれぞれに対して各観察者は 4 回の推定を行った。得られた視角の平均値を幾何光学的視角のべき関数として表したところ

$$\theta' = 2.07\theta^{0.900} \quad (7)$$

を得た。ただし θ は光学的視角 (°) を表わし、 θ' は推定された視角 (°) の平均値を表わす。このべき関数によれば、視角は一般に客観的大きさよりも大きく推定される傾向があり、しかも 5° のような小さい視角では約 1.76 倍、30° の視角では約 1.43 倍、60° の視角では約 1.37 倍に推定され、小さい視角ほど過大に推定される傾向があった。

東山 (1992) は、3 階建ての大学の学舎の壁面を用いて、垂直方向と水平方向の視角の見かけの大きさを 3 方法によって測定した。垂直方向の視角とは、観察者の目の高さから壁に沿って上に広がった視角をさし、水平方向の視角とは、観察者の正中面から右方向に広がった視角をさす。ある測定では、壁面の目印を利用して実験者が垂直あるいは水平方向に並んだ 2 点を指定し、観察者は壁面から 3、6、10、14、20、30 あるいは 32m 離れた地点からこの 2 点を観察して、それがつくる視角

を分度器に取り付けられた2針の間隔を調整することによって表した(分度器による視角の推定法)。別の方法では、実験者が壁面の2点を指定すると同時にその2点のつくる角度が、30°、40°、50°、60°、70°あるいは80°に見える位置にまで観察者が移動するように求め、移動した地点において2点の張る視角を測定した(分度器による視角の産出法)。最後の方法では、壁面から3、10あるいは30m離れた地点に立って、壁面の2点間の視角を言語によって推定した(言語による推定法)。

分度器による視角の推定法と産出法の結果は似ていたのでまとめて図4左に示す。白マークは、標準視角を与える2点が垂直に並んでいる条件を示し、黒マークはそれが水平に並んでいる条件を示す。言語を用いた推定法の結果は図4右に示す。図中の白マークは2点が垂直に並んでいる条件を示し、黒マークは水平方向に並んでいる条件を示す。観察者から壁までの距離(3、10、30m)は区別されていない。図4より、60°以下の視角は真の値よりも大きく推定され、また20°から50°の視角では、水平方向よりも垂直方向において著しく大きく推定され、この範囲より外れると方向による差が縮まった。

図4の分度器を用いた推定・産出法の結果にベキ関数を当てはめると、

$$\text{垂直方向} : \theta' = 3.67\theta^{0.713} \quad (8)$$

$$\text{水平方向} : \theta' = 3.29\theta^{0.703} \quad (9)$$

となる。また言語を用いた推定法では、

$$\text{垂直方向} : \theta' = 4.32\theta^{0.695} \quad (10)$$

$$\text{水平方向} : \theta' = 3.50\theta^{0.701} \quad (11)$$

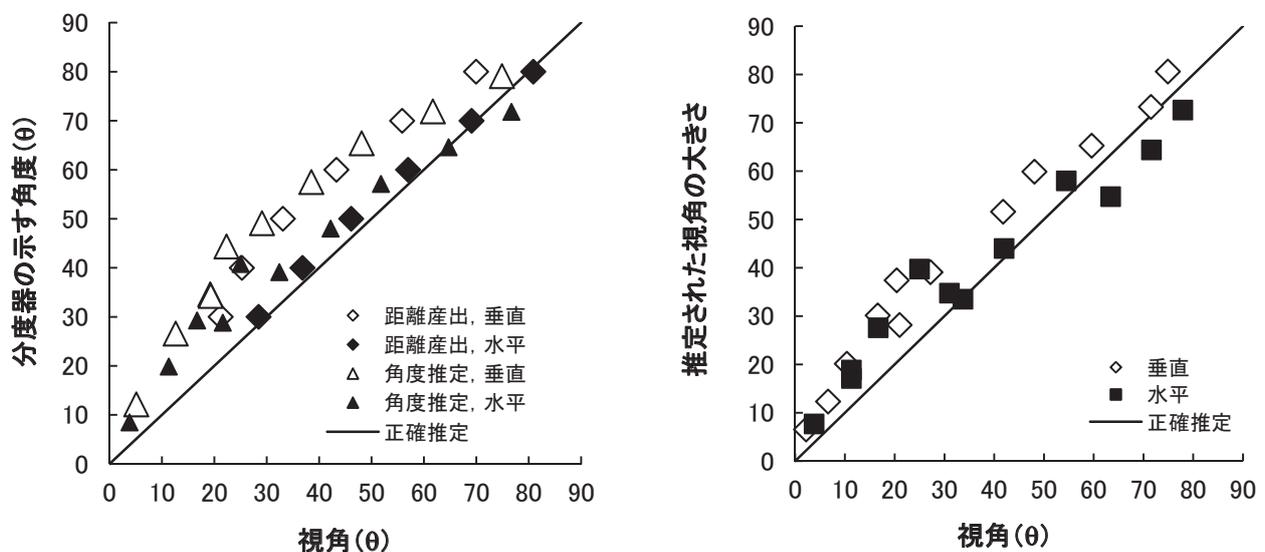


図4. 視角(°)の関数として表された見かけの視角(°)。パラメーターは視角の方向。左図は分度器による推定・産出法の結果であり、右図は言語による推定法の結果である。東山(1992)より。

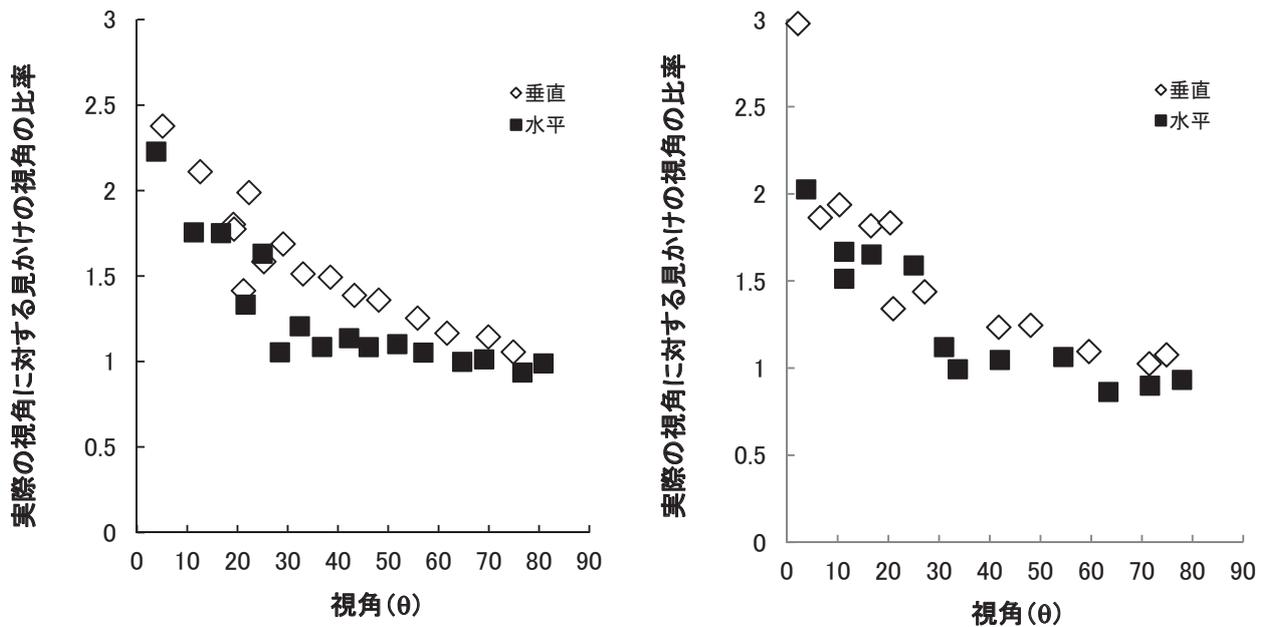


図5. 光学的視角 θ ($^{\circ}$) の関数として表された、光学的視角に対する見かけの視角の比 θ'/θ 。パラメータは視角の方向。左図は分度器を用いた推定・産出法の結果であり、右図は言語による推定法の結果である。東山 (1992) より。

となる。

式8から式11のパラメータは、暗室で得られたもの(式7)と似ていて、どちらもベキ指数は1より小さく尺度係数は1より大きい。この場合、小さい θ では θ' は θ よりも大きい、 θ が特定の値を超えると θ' は θ よりも小さくなる。このことを図5に例証する。ここでは図4の結果を用いて、 θ'/θ が θ の関数として示され、 θ が 5° 程度のとき θ' は θ の約2倍になるが、 θ がそれよりも大きくなるのにもなって、この過大判断の傾向は弱まり、 θ が垂直方向 60° に、水平方向 30° に達すると、過大判断の傾向が止まる。

これらの研究の結果から、一般に、視角は正確に知覚されないと結論してもよいだろう。とくに小さい視角は、垂直方向も水平方向も2倍程度にまで拡大されて推定される。視角が正確に知覚されないことは、錯視図形の観察からも明らかである。たとえばエビングハウスの円環錯視では、中央の円が、まわりに配列された円群によって拡大・縮小する。しかし、われわれがここで議論してきた、視角が拡大されて知覚される現象は、錯視図形のような特殊な刺激配置によって誘導されたものではなく、2点のみが提示された暗室でも、戸外の自然な光景の中においても観察されるものであり、その意味において刺激の文脈に依存しない安定した視覚過程である。筆者たちによる視角の過大視に関する発見は、最近ではDurgin & Li (2011) や Li & Durgin (2012) によって追認されている。

2つの見かけの大きさの機能

なぜ2つの見かけの大きさがあるのだろうか。進化の過程では有用でない機能が自然淘汰されると考えれば、ヒトに2つの見かけの大きさが残されてきたのにはそれなりに有用だったからにちが

いない。まず見かけの直線的大きさについて考えると、これは対象の客観的な大きさを掴もうとするはたらきである。いうまでもなく、環境に適應していくためには、できるだけ正確に対象の大きさを知覚しなければならない。静止した対象や観察者の近くにある対象などには、このはたらきが容易に発揮される。

しかし、上述したように、一定の視角のもとでは、大きさが2倍になったからといって距離は必ずしも2倍にならない。これは、見かけの直線的大きさの決定には、見かけの距離が重要でないということを意味するのではなく、見かけの距離の他の要因も関与していることを示唆している。たとえば、股のぞきをして対象を観察したときには、遠くに提示された対象は、大きさの恒常性が低下して小さく見えるが、見かけの距離は、見かけの大きさほど縮まない。その結果、同じ視角が与えられても、股のぞきをして得られた S'/D' は、正立・正常視観察と比べて小さくなる。この場合、見かけの距離の他に、おそらく自己受容感覚のような他の感覚の影響があるのだろう。

では見かけの角度的大きさには、どのようなはたらきがあるのだろうか。これは、奥行き方向に運動している対象の大きさを恒常に保つときに役だつ。この場合、対象までの距離と対象の視角は刻々と変化しているので、その都度、見かけの距離を斟酌して、視角を見かけの直線的大きさに変換することはむずかしい。しかし、観察者から遠ざかっていく対象では、その視角は観察距離に反比例して急激に小さくなるけれども、上述したように小さい視角は過大に知覚されるので、急激な視角の変化は緩和される。このはたらきによって、われわれは対象の見かけの大きさをかなり一定に保つことができるのだろう。

見かけの角度的大きさは、対象が極端に遠くにあつてその見かけの距離がわからない場面でも有用である。たとえば、天体や雲などの見かけの大きさは、おそらく視角によっておもに決定されると考える。式8あるいは式10から月や太陽の見かけの角度的大きさ θ'_M を予想することができる。月や太陽の直径の視角は約 0.5° なので、

$$\text{分度器法：}\theta'_M=3.67\{(\theta+0.5)^{0.713}-\theta^{0.713}\} \quad (12)$$

$$\text{言語法：}\theta'_M=4.32\{(\theta+0.5)^{0.695}-\theta^{0.695}\} \quad (13)$$

を得る。ただし、 θ の単位は度数である。

式12と式13を用いて、地平線から月あるいは太陽の下端までの角度（仰角） θ を変えて θ'_M を算出したものを表1に示す。この結果によれば、地平線上 3° の月の見かけの大きさは仰角 45° の月に比べて約2倍に拡大する。これは、月の錯視量を約1.5倍から2倍と論考した Ross & Plug (2002) よりはやや大きい、極端に異なった予測値ではない。

表1. 地平線からの仰角 ($^\circ$) の関数として表された月の見かけの角度的大きさ ($^\circ$)。式12と式13からの予測値。京都が位置する北緯 35° 付近では、月の南天高度は最大約 73° である。

仰角 θ ($^\circ$)	式12	式13
3	0.99	1.05
10	0.67	0.74
20	0.55	0.60
30	0.49	0.53
45	0.44	0.47
60	0.40	0.43
75	0.38	0.41

2つの見かけの大きさの関係

見かけの直線的大きさと見かけの角度的大きさの関係については定見がない。この2つの見かけの大きさは、互いに独立していると考えた人たちがいる。Boring (1946) は、観察態度に依存して、この2つの大きさの知覚が生じると考えた。この考え方は Gibson (1950/2011) の視覚ワールドと視覚フィールドの区別に通じ、Brunswik (1944) の分析的態度と実在的態度の区別に対応する。

もうひとつの考え方は、斟酌理論を表した式4の θ を θ' に置き代えることによって、見かけの直線的大きさが、見かけの距離と見かけの角度的大きさの関数として決定されると仮定する (McCready, 1965, 1985) ことによって、見かけの角度的大きさが見かけの直線的大きさに先行すると考える。式1から式4によって表現される大きさ-距離の不変仮説が、さまざまなデータを記述する上で十全なものでないことが示された以上、それに代わる単純な関数を探さなければならないが、この考え方を積極的に支持するデータが、いまのところ得られていない (Ross & Plug, 2002/2014)。

筆者は、この2つの見かけの大きさは、完全に独立でもなければ、因果の関係にあるとも考えない。むしろ状況によって使い分けられ、それによって多くの事態において大きさの恒常性を維持することに役だてられていると考える。対象までの距離が把握しやすい事態では、見かけの直線的大きさを達成することが容易になり、われわれの関心も見かけの直線的大きさに向けられる。たほう奥行き方向に運動する対象や遠くに位置する対象は、その距離を正確に知覚することがむずかしいので、見かけの視角的大きさに注意が向けられる。このとき見かけの視角的大きさは、光学的視角に比例するのではなく、とくに小さい視角は大きく知覚される。

まとめ

見かけの大きさには、直線的大きさと角度的大きさがあるという前提にもとづいて、それぞれの見かけの大きさが、関連変数とどのような関係にあるのかを明らかにした。大きさ-距離の不変仮説にしたがえば、一定の θ が与えられたときに比 S'/D' が一義的に定まると仮定するが、視覚的光景の方向や観察者と対象の間にある媒体(鏡)が変わるとこの比が変動することが示された。見かけの角度的大きさは視角の関数として記述され、その判断された大きさは真の値よりも大きいことが示された。とくに小さい視角は、実際の視角の大きさの2倍もの判断が得られるのに対して、30°以上の大きい視角は正確に判断される傾向がある。見かけの直線的大きさと見かけの角度的大きさの関係には、さまざまな可能的解釈があるが定見の醸成に至っていない。

引用文献

- Baird, J. C., & Wagner, M. (1982a). The moon illusion: I. How high is the sky? *Journal of Experimental Psychology: General*, 111, 296-303.
- Baird, J. C., & Wagner, M. (1982b). The moon illusion: II. A reference theory. *Journal of Experimental Psychology: General*, 111, 304-315.
- Boring, E. G. (1946). The perception of objects. *American Journal of Psychology*, 14, 99-107.
- Brunswik, E. (1944). Distal focusing of perception: Size constancy in representative sample of situation. *Psychological Monographs*, Whole No. 254.

- Durgin, F. H., & Li, Z. (2011). Perceptual scale expansion: an efficient angular coding strategy for locomotor space. *Attention, Perception, & Psychophysics*, **73**, 1856-1870.
- Epstein, W., Park, J., & Casey, A. (1961). The current status of the size-distance hypotheses. *Psychological Bulletin*, **58**, 491-514.
- Foley, J. M. (1967). Binocular disparity and perceived relative distance: An examination of two hypotheses. *Vision Research*, **7**, 655-670.
- Foley, J. M. (1968). Depth, size and distance in stereoscopic vision. *Perception & Psychophysics*, **3**, 265-274.
- Gibson, J. J. (1950/2011). *The perception of the visual world*. Cambridge: The Riverside Press [東山篤規・竹澤智美・村上高至 (訳) 『視覚ワールドの知覚』東京：新曜社].
- Gilinsky, A. S. (1955). The effect of attitude upon the perception of size. *American Journal of Psychology*, **68**, 173-192.
- Gogel, W. C. (1964a). Visual perception of spatial extent. *Journal of the Optical Society of America*, **54**, 411-416.
- Gogel, W. C. (1964b). Size cue to visually perceived distance. *Psychological Bulletin*, **62**, 217-235.
- Gogel, W. C. (1973). The organization of perceived space I: Perceptual interaction *Psychologische Forschung*, **36**, 195-221.
- Higashiyama, A. (1979). The perception of size and distance under monocular observation. *Perception & Psychophysics*, **26**, 230-234.
- Higashiyama, A. (1984). Curvature of binocular visual space: A modified method of right triangle. *Vision Research*, **24**, 1713-1717.
- 東山篤規 (1987). 両眼視空間と輻輳の機能 (心理学モノグラフ No.18). 東京：日本心理学会.
- Higashiyama, A. (1992). Anisotropic perception of visual angle: Implications for the horizontal-vertical illusion, overconstancy of size, and the moon illusion. *Perception & Psychophysics*, **51**, 218-230.
- Higashiyama, A., & Adachi, K. (2006). Perceived size and perceived distance of targets viewed from between the legs: Evidence for proprioceptive theory. *Vision Research*, **46**, 3961-3976.
- Higashiyama, A., & Shimono, K. (1994). How accurate is size and distance perception for very far terrestrial objects? Function and causality. *Perception & Psychophysics*, **55**, 429-442.
- Higashiyama, A., & Shimono, K. (2004). Mirror vision: Perceived size and perceived distance of virtual images. *Perception & Psychophysics*, **66**, 679-691.
- Ittelson, W. H. (1960). *Visual space perception*. New York: Springer Publishing Company.
- Leibowitz, H. W., & Harvey, L. O. (1969). Effect of instructions, environment, and type of test object on matched size. *Journal of Experimental Psychology*, **81**, 36-43.
- Li, Z., & Durgin, F. H., (2012). A comparison of two theories of perceived distance on the ground plane: The angular expansion hypothesis and the intrinsic bias hypothesis. *i-Perception*, **3**, 368-383.
- McCready, D. (1965). Size-distance perception and accommodation-convergence micropsia – a critique. *Vision Research*, **5**, 189-206.
- McCready, D. (1985). On size, distance, and visual angle perception. *Perception & Psychophysics*, **37**, 64-72.
- Rock, I. (1975). *An introduction to perception*. New York: Macmillan Publishing.
- Ross, H., & Plug, C. (2002/2014). *The mystery of the moon illusion: Exploring size perception*. Oxford University Press [東山篤規 (訳) 『月の錯視：なぜ大きく見えるのか』東京：勁草書房].

(本学文学部教授)