

空間視知覚の方法論的検討

——大きさの恒常現象に関連して——

池 田 進

[I]

心理学の伝統的な主要テーマの一つとして知覚の恒常現象をあげることができる。ここでは特に大きさの恒常性に問題を限って一つの考え方の提起を試みたい。

大きさの恒常性とは、行動空間のいろいろな位置に存在する視的対象の見かけの大きさは末梢的な網膜像的關係によつてきまるのではなく、その対象の機能的価値にもとづく補正を蒙るといふ事実を指している。そしてこの補正の蒙り方は個体的条件、環境的条件によつて多様に変化し、様々な興味ある現象面を呈してくるのである。

このような経験的事実は、視覚が網膜像の關係と一対一の対応をもつとする恒常假定を斥けるための一つの証拠として示されたのであるが、補正の機構が明らかにされなかったがために時として「適応」という機制にすりかえられてしまう傾向が見られないではなかった。

それにともなつて、恒常の程度を示す恒常度または恒常度指数についても、指標としてのその妥当性や内的整合性の吟味をこえた無意味な議論もないではなかった。

このようなまわり道の責は刺激インプットSが反応アウトプットRとして出てくるまでの有機体内部の過程OをわからないままブラックボックスとしてS—O—Rという単純化した図式で考えようとした点にも負わされよう。

視覚系においては外界の対象は光刺激の受容器である網膜細胞の活動のパターンとして与えられる。この興奮が情報として上行路に送りこまれ、皮質の視覚野に到達する。その情報は更に多くの媒介的経路をへて最終的な命令として下行路に送り出される。この情報伝達の各々のレベルにおいてそれぞれ固有の変換がおこなわれている筈である。このような生理的機構を頭においた上で、まずさし当っての足がかりとして、有機体を大きく二段階の変換過程に分け、感覚—知覚過程と、知覚—判断過程とを設定した。

その理由はつぎの経験的事実にもとづくものである。

まず第一は、網膜面の刺激事象として生ずる興奮のパターンは二次元であるにもかかわらず、感覚事象としての空間は三次元の特性をそなえているということである。

このような変換が自動的生得的機構であることは既に明らかにされてきた。ここでいう生得的とは、生れつき空間が三次元にみえるようになっていくのではなくて、正常な成長過程が保証されるならば生後きわめて短期間のうちに、空間を三次元的に知覚する傾向を獲得する能力を生得的に備えているという意味に解さるべきであろう。

その二は、かかる感覚事象を契機として開発される反応というものが、有機体のその時の行動的な指向性によって異なった現われ方をするということである。つまり、むこうにあるあの箱の中に、手にあるこの物がうまく納まるかどうかを確かめているとき、箱のたてよこが何種あるか報告しようとしているとき、写真に写すときとどんな大きさになるかを注意しているとき、にはそれぞれの状況に適した判断が既に知覚過程の中に入ってきているという事実である。

反応とは、本来的、生物の意味では外界に対する適応的なはたらきかけであるから、知覚現象もすべて有機体の動作的体系の中に定位さるべき性質のものである。実験操作的には反応次元を統制した課題状況を設定し、そこでいか

なる反応が選択されるかを観察することになる。したがって、この状況によって指示される反応の選択過程を第二の変換の過程としてあげることができる。このように考えることによって、適応という概念の行動的意義も次第に明確になってくるものと思われる。

上記の二点をここで問題としてとりあげ、いわゆる空間知覚、奥ゆき知覚とよばれる現象をその測定方法に即して論ずることにする。

〔II〕

物理的空間座標によって定位される対象をO (Object)と表わすならば、その空間でのOの配置は一つの光学系である眼球の機構を介して網膜に投射される。この投射像をS (Stimulus)と表わすならば、網膜という二次元面上のSは必然的に二次元のパターンとして与えられる。もし、極端な周辺視野を除外して網膜は近似的に平面であると仮定するならば、Oの配置が既知であるときにそれにもとづいてSのパターンを近似的に算出することができる。また、小笠原 (Igō) は網膜面でのパターンのかわりに、眼から任意の距離に平行な基準面を設けてこの面上でのパターンの算出方法を工夫した。このようなSは網膜に分布する光刺激受容器と、それに連絡する感覚上行路の活動を開発して被験体内部にある感覚過程 (s) をひきおこすであろう。この感覚過程 (s) は中枢における知覚過程 (p) の生ずるための条件となる。すなわちsの活動に依存してpとしての空間の「みえ」が生起するのである。ここに与えられた「みえ」としての空間はすでに二次元ではなくて三次元の特性をそなえている。たとえば、足もとから地平線へのびる線路の上に入った人にとって、二本のレールが向うへいくほど収斂してみえようがどこまでも平行にみえようが、レールはいずれにしろ遠くへずつとのびているという経験が生ずるのである。したがって、感覚的情報を二次元から三次元へ変換するような機構がs-p過程に内在するとみなすことができる。

〔III〕

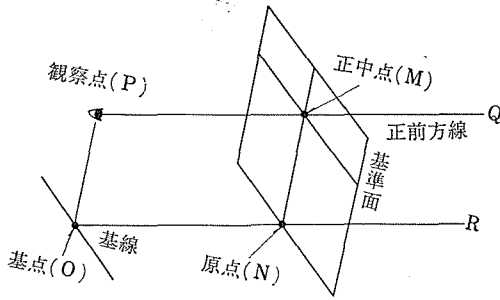


図1 小笠原(1965)より図示

このような機構の推定は全く理論的なものである。Gibson (1950) は感性面 (この場合は網膜) に与えられる texture density の勾配が三次元知覚への変換過程の基本条件であると考えた。更に小笠原 (1965) は Gibson の構想を明確化して texture density の勾配を定式化した。

図1のとおりいくつかの方向軸をきめ、OからNの距離のところを正前方線と垂直に交わる基準面を定義した。水平な地平面上のOとNを結ぶ一直線OR上に、それと直角に交わる線分Aを配置したとき、線分Aの基準面上での大きさaはつぎのように計算できる。

$$a = \frac{AN}{D} \dots\dots\dots (1)$$

(但しDはOからAまでの距離)

もしかりに、Aと同じ長さの線分がAと平行にOR線上に何本も配置されたとすると、基準面上でのそれぞれの長さ、

$$a = \frac{g}{D} \dots\dots\dots (2)$$

(但しgは定数。なぜならばAは条件により一定であるから)

と一般的に示すことが出来る。この形は Gibson (1950) の texture gradient に関する第一の規則

$$a = \frac{1}{D}$$

(3)

に一致している。(2)または(3)式は小笠原の指摘するように、与えられた対象の基準面上での大きさを実際に算出できる(1)式の実用性は持ち合わさない。しかし同時に、個々の対象にかかずらわっては示すことのできない枠組としての texture の基準面上での様相を示しているという点でそれ自体の価値をもつ。そのもつ意義はおそらく以下の推論によって見出すことができるものと思われる。

我々の日常的空間にはあらゆる大きさの物体があらゆる位置に配置されている。各個人はそのような配置の中を任意に移動しながらそれら多くの対象に接触していると考えてさしつかえない。我々の日常生活は上記の空間的移動を無限にくり返す状況とみなすことができる。かかる状況での個体の対象へのはたらきかけを介して、その個体の内部には成長初期において既に対象に関する一般的スケールが抽象されると考えられ、大きさについての尺度単位もこの中に含まれるであろう。

いまもし、対象の大きさが完全にランダムであり、かつその配置も特定の空間座標に関して完全にランダムであるとするならば、原点(個体の位置)を任意に移動したときの新しい座標軸に関する定位もランダムとみなすことができる。この条件のもとで大きさに関する一義的な尺度単位が抽象されたならば、それは空間の座標軸に関して任意に定位することができる。

以上の考察は、個体と、対象およびその尺度単位との空間的な配置に関するものであったが、視空間を問題とする限り空間の座標は個体にとって視方向と距離を意味するものに外ならない。ここで原点を観察点Pとすると、上記の空間配置は網膜あるいは基準面上の事象と対応をもつ。いま地平線を注視した条件で基準面上の布置について話を進めると、原点Pから隔たった位置にある対象ほど、基準面においては正中点(M)に近い位置に投射される(先には

示さなかったが、観察距離の異なる対象の投射される基準面上の相対的な位置は小笠原 (1959) が定式化している)。そしてMから任意の距離(基準面上の各位置)での投射像の大きさに関する代表値が抽象されるだろう。この値はMからの距離に応じて一定の勾配を与える。注視条件が変化すると、基準面上の布置は移動するが、その相対的な関係は変わらないだろう。

この代表値の勾配が行動空間に配置された尺度単位と関係づけられるならば、その勾配自体、尺度単位としての行動的な意義をもつ。(ここでいう「関係づけ」自体、個体が対象にはたらきかけるとき、身体運動的事象と視覚的事象との協応関係においてすでに可能であり、決して一方が他方に関係づけられるといった性質のものでないことは勿論である。) (2)あるいは(3)式はかく構成された基準面における大きさの尺度単位のパターンを示すものと考えてよい。したがって、この勾配は機能的にはその個体の感覚過程における大きさ判断についての普遍的かつ個有の基準の系を構成しているといつてよい。

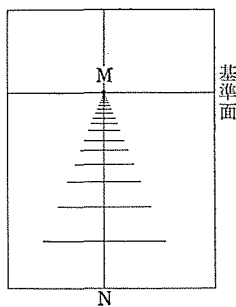


図2 基準面上での基準系のあらわれ方

図2は基準面における基準系の様相を視覚的に表現したものである。即ち、等単位のスケールを等間隔に配置し、かつ地平線を注視したときの基準面上でのスケールの布置をさしている。観察位置からより遠いところにあるスケールは、この条件では相対的に基準面の上部に位置し、正中点Mに収斂する。そのときスケールの射影像の大きさは相対的に小さくなるが、いずれも等単位を含んでいるから心理的には等価である。

基準面上におけるかかる布置はそのときの注視条件によって移動する。しかしその相対的パターンは(2)、(3)式に一般的に示されるような一つの系をなしていると考えられる。

いまもし、成長初期においてこのような普遍的かつ固有の基準系がたん成立したならば、それは個々の対象とは

そしてこの任意の関係づけのいずれが選択されるかは、その個体が何らかの形でその外界にhow to respondせねばならないという課題状況において、その時の視野の構造や個体内部の構造によってきまる適応的行動の様式に依存して決定されると思われることができる。

たとえば Boring (1952) は、収斂するレールの見え方を R システム、平行なレールの見え方を O システムと称する個体の内部構造による知覚と呼んだが、そのシステムの選択を規定する要因として彼が考えた「態度」も、特定の課題状況における適応的行動の様式を決定する一つの要因とみなすことができる。

そこで、感性的所与としての「みえ」が反応 (R) に変換されるときにどのような過程がおこるのかを以下に論じよう。

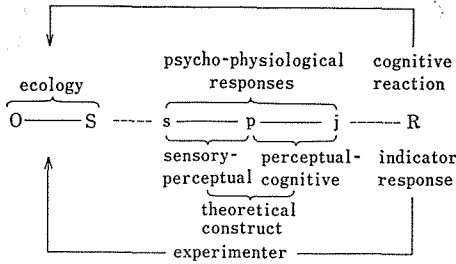


図3 柿崎 (1963) による知覚過程の図式

感性的所与としての「みえ」、すなわち知覚的過程 (p) が与えたとおりの結果にもとづいてなされる適応的行動、すなわち反応 (R) は、必ず判断過程 (j) に媒介されなければならない。この点に関しては既に柿崎が哲学研究の四十二卷四号 (1963) において、同心円錯視の例を用いて詳論している (図3)。要するに、実験者が操作した条件の影響をうける刺激 (標準刺激、以下 N と略す) に対して、その影響から独立な刺激 (比較刺激、以下 V と略す) が等しくみえるか、異なってみえるかを観察者に報告させ、その報告の分布から統計的に N のみかけの大きさと主観的に等しくみえる値 (PSE) を V の上に推定していくものである。古典的ないし伝統的立場ではここに考えられた「みえ」すなわち知覚的過程 (p) を観察者の報告 (R) が、直接指示していると仮定するが、柿崎 (1963) はこれを棄て、p と R の間に判断過程 (j) を仮定した。すなわ

ち、観察者は報告にあたってPが「等しい」か「異なる」か、あるいは「大きい」か「小さい」かのいずれの範疇に分類できるかを判断し決定せねばならない。もし判断基準 (criterion) が変化すれば当然判断のしかたも変ってくるにちがいない。ここにPをRに変換するjの機能が存在するわけである。

同心円錯視の測定の手続きでは、眼から等距離にある二つの対象の大きさをみくらべるといふ課題が観察者に与えられた。一方、当面の問題である奥行き知覚、空間知覚とよばれる現象の測定にはまたちがった手続きが用いられる。したがってjの機能もその手続きに応じて論じなければ意味がない。

問題の恒常性の測定手続きでは異なる距離に提示された二つの対象の大きさを見くらべるといふ課題が与えられる。たとえば牧野 (1955) のとった方法では観察者の前方のある距離に直径 18 cm の円板を提示した (標準刺激・N)。Nの提示距離は実験者によって操作される。Nの左16°の方向3日目の距離にある大きさの円板を提示する (比較刺激・V)。Vの大きさは実験者によって操作される。被験者はこの両刺激を見くらべてVがNより(i)「大きい」か、(ii)「小さい」か、(iii)「どちらともいえない」かのいずれかを見えるかを報告する。実験者はVの物理量とそれに対する三種の報告の生起確率との関係から、Nに対するPSEをVの尺度上に統計的に推定する。その結果たとえば標準刺激の提示距離が9日目のときのPSEは、Mという被験者の $S_{P \rightarrow S_N}$ 条件では16.3 cm となっている (牧野 1955, p. 139)。この値は、非常にナイーブには、9日目のところの18 cm の円板は3日目のところにおいて16.3 cm の円板と同じ大きさに見えるであろうことを示すとしてよい。しかし、この値は「みえ」をもとにしておこなった判断を介して求めたものであるから、我々の立場ではRとしての統計量16.3 cmを手がかりにして観察者の内部で起っている諸過程を理論的に構成したのである。

恒常性の実験の状況でおこるであろうPからRへの変換の過程において重要なのは、ちがった距離にある二つの物の大きさを比較するという事態である。

	大きさ (i)					
	1	2	...	i	...	m
1	$O_{1,1}$	$O_{2,1}$	...	$O_{i,1}$	...	$O_{m,1}$
2	$O_{1,2}$	$O_{2,2}$	...	$O_{i,2}$	...	$O_{m,2}$
...						
j	$O_{1,j}$	$O_{2,j}$	...	$O_{i,j}$	...	$O_{m,j}$
...						
n	$O_{1,n}$	$O_{2,n}$	...	$O_{i,n}$	...	$O_{m,n}$

第一表 対象の大きさと距離の組合せ

上述の実験手続も含めて一般に恒常性の実験は以下に示すような状況の下でおこなわれるのが普通である。第一表に示すようないくつかの刺激対象の中からNとして測定されるべき対象 O_{pj} （ただし p は i の特定の値）と、Vとして測定に用いる対象 O_{iq} （ただし q は j の特定の値）が定められる。反応カテゴリーとして、測定が要請する感覚次元に沿ってその程度を指示するとみなせる言葉なり動作なりを何個か用意する。観察者はNとVを見くらべて、VがNに対してどう見えるかを留意された反応カテゴリーによって報告する。観察条件は実験目的に応じて実験者に

よって統制される。

(ケースI) NとVが観察者から等しい距離に提示される場合が考えられる。すなわち、 \cup 、 \parallel 、 \cap という条件で O_{pj} と O_{iq} が比較される場合で、同心円錯視の測定条件はこれと相似の状況である。

(ケースII) NがVより遠くにある場合、すなわち、 \cup 、 \vee という条件で O_{pj} と O_{iq} が比較される場合で、この状況は恒常性実験ではN-F布置とよばれる。

(ケースIII) NがVより近くにある場合、すなわち、 \cap 、 \wedge という条件で O_{pj} と O_{iq} が比較される場合で、この状況は恒常性実験ではN-N布置とよばれる。

日常経験的に大きさをくらべるというとき、最も原初的には二つのものを重ね合わせという操作をおこなう。これは一種の省略型であって、基本的には、基準となるべき一定の大きさをもった第三の物体を媒介に比較をおこなうという操作があらわれ、これが洗練されたとき、いわゆる物指しで測るという操作になるものと思われる。同心円錯視や恒常性実験のように、いずれにしるこのような操作が物理的に許されない場合には、いわばその操作が頭の中でお

こなわれ、この結果が判断として与えられるわけである。前節のいくつかの仮定を満足する基準、ないし基準系がかかる判断の基準としての要請を満すものと考えるならば、特にケースII・IIIに相当する測定過程、観察者の立場からいえば距離の異なる二つの対象の大きさの比較判断を求められたときの判断過程（ j ）を説明する根拠となるものと思われる。

いま、簡単のために話をつぎのような状況に限って進めることにする。

刺激対象として第一表に示した O_{ij} の中から i の特定の大きさの列のみとり出したとする。つまり N 、 V とも同じ大きさの対象を用いて観察をおこなうとする。

「反応カテゴリー」は「大」・「小」の二件を用いる。観察は明室で両眼視によりおこなうとする。

まずケースIを考えてみよう。 N 、 V の提示距離が等しいから、仮定によって N の大きさ判断に適用される基準と V の大きさ判断に適用される基準は同じである。 N と V それぞれの与える感覚データ（この場合網膜像の大きさ）も等しい。ここで「大」・「小」二件で多数回の判断を強制すると、その選択率は50:50で等しくなる（反応カテゴリーの選択がランダムになる）ことが予想される。かりにこの結果から恒常法的にPSEを算出したとすれば、それは N の物理的な大きさ O_p に一致することになる。

ケースIIにおいて、もし N の提示距離が V の提示距離の二倍であるとすると、 N と V それぞれに適用されるべき基準は(3)式に示された関係により相対的には1:2の大きさになっており、かつ心理的には等価である。一方、 N と V の感覚データも網膜像的關係に従うからやはり1:2となる。このように、感覚データが大きくなれば、心理的に等価な尺度単位——基準も大きくなり、その関係は不変であるので、「大」・「小」判断を多数回強制すると、その選択率は50:50で等しくなることが予想される。この結果から恒常法的にPSEを算出するならば、ケースIと同じ O_p と同じ値が得られるであろう。いいかえれば完全恒常が現象したことになる。

ケースIIIもケースIIと同様にして考えることができる。

しかし多くの資料が示すように、ケースIIとケースIIIとは結果が異なることが知られているし、また、現実には完全恒常が得られる条件というのはいさし限られた場合である。たとえば、先述の牧野(1955)の結果では、6日にたった直径18cmの円板の3mにおけるD_{0.5E}は18cmとはならず、それよりも小さい、16.3cmとなった。これはいいかれば、3日のところにもし直径18cmの円板を出せば、「大」反応の選択率は明らかに「小」反応の選択率よりも高くなることを意味している。

このような選択率のかたよりは、観察距離の変化にともなう感覚データと基準との関係が、一定の不変な関係を保たないことによってもたらされるであろう。もし $\frac{1}{2}$ になった網膜像に対して、 $\frac{1}{2}$ ほどには小さくならない基準を用いて測定をおこなえば、その目盛りのよみは当然小さくなる筈である。それにもとづいて下される判断は「小」にかたよるものと考えられる。

ところで、一定の大きさの対象の網膜像の大きさが観察距離に逆比例して変化することは幾何光学的な事実である。ここで網膜像の変化と、それに対応する基準系とが不変な関係を保たない事態は基準系の勾配自体が観察距離と一次的な逆比例関係を示さない状況の下でも生起することができる。しかし、基準系が(3)式に示される形、すなわち勾配が観察点からの距離と一次的な逆比例関係を示すという仮定IIIをそのまま認めるならば、網膜像の変化と基準系の間の変な関係が破れることは、ある距離に提示された対象の網膜像が、その提示位置に対応する基準にはなく、他の位置に対応する基準に照合されることによってのみ説明することができる。もし、ある大きさの網膜像がその位置に対応する基準ではなくともっと遠い位置に対応する基準に照合されたなら、その基準は相対的に小さいから判断は大きい方にかたよるだろう。逆にもっと手前の位置の基準に照合されたなら、その基準は相対的に大きいから判断は小さい方にかたよるだろう。ある位置の対象の網膜像がその位置の基準に照合されるときのみ、「大」判断と「小」

判断はバランスするから、完全恒常の事態はこのような一般的な感覚データと基準系との照合関係の中の特殊な状態に依存すると考えてよい。

すなわち、反応のかたよりは、感覚データが一定の勾配をもつ基準系のいずれに照合されるかによってきまってくる。この照合関係をここで感覚データの基準系に対する「定位」とよぶならば、かかる測定事態における課題状況が要請する最適(optimal)な定位は観察者の個体的、環境的なすべての条件に依存して決定され、選択されるのだと考えることができる。

この節でのいくつかの仮定を要約するところのとおりとなる。

仮定IV 判断の生起は網膜像と基準系の照合関係によってきまってくる。この照合関係を網膜像の基準系に対する「定位」とよぶことにする。

仮定V 特定の課題状況における最適の定位は、個体の個体的、環境的条件に依存して決定される。

[V]

前述のように実測値は、仮定II、IIIから予想される完全恒常に必ずしも一致しないという点に関して、第IVの仮定を設け、大きさ判断をおこなうときの基準の「あてはめ方」、すなわち定位を問題にすることができた。しかし一方、基準系が常に、(3)式によって示されるような形ではなくして、時として、場所によって、異なった形に従うかも知れぬという考えも成り立ってくる。

けれども我々はこのいずれかを積極的に肯定あるいは否定する実験的方法をもちあわせない。そこで、基準の「あてはめ方」の問題をここでは吟味することにし、そのための測定法を工夫し、それにもとづいた実験の結果から可能な推論を求めてみよう。

第二表 生起事象に対して反応が選択される確率

		選 択 反 応	
		A	B
生 起 事 象	a	$P_a(A)$	$P_a(B)=1-P_a(A)$
	b	$P_b(A)=1-P_b(B)$	$P_b(B)$

〔方法〕

Nとして O_p をえらぶ。Vとして O_p より大なる対象 O_a と、小なる対象 O_b をえらぶ。ただし $|O_p - O_a|$ と $|O_p - O_b|$ は等しく、かつ、伝統的な意味でのj. n. d.をわずかに越える程度の値とする(すなわち、 $a \sqrt{p/b}$ かつ $|O_p - O_a| - |O_p - O_b| > j.n.d.$)。かかる O_a 、 O_b をそれぞれa、bと示す。反応カテゴリーは「大」、「小」の二件として R_A 、 R_B としそれぞれA、Bと示す。

aが与えられたときにAの選択される確率を $P_a(A)$ とすれば、Bの選択される確率は $1 - P_a(A)$ となる。同様にbが与えられたときにBが選択される確率を $P_b(B)$ とすれば、Aの選択される確率は $1 - P_b(B)$ となる(第二表)。

aとbとはランダムな順序で生起し、その生起確率は50%とし、かつ反応のいずれにも何らの重みを与えないとすると、前項と同様の論旨によりケースI~IIIをとわずこの刺激条件では $P_a(A) = P_b(B)$ となることが期待される。判断軸上におけるこのときの判断基準(L_c)の位置を尤度比(Likelihood ratio)によって示せば $L_c = 1$ となる。いま、期待に反して $P_a(A) \neq P_b(B)$ となれば、それは L_c の移動によって生じたものであり、その移動の量はやはり尤度比によって知ることができ。ただし上述の測定モデルについては附録の信号検出理論(theory of signal detection)によって便宜的にSDのモデルと略記することにする)の方法を参照されたい。

〔実験〕

Nは16.0cm×16.0cmの白色正方形板で、被験者の前方1mのところ目の高さに提示する。Vも同様の白色正方形板でNの右45°の方向の目の高さの位置に提示する。大きさはaが16.3cm×16.3cm、bが15.7cm×15.7cm

第三表 各提示距離における反応生起率,
 d' , L_c , PSE および恒常度指数

対象 大きさ 対 提示 距離 (cm)	反 選 択 率	d'	L_c	恒 常 法 に よ る PSE	PSE に く も と づ く Brunswik 指 数	
						A %	B %
100	a	(310) (90) 77.5 22.5	1.17	0.81	159.2	.995
	b	(136) (264) 34.0 66.0				
300	a	(285) (115) 71.3 28.7	1.24	1.09	160.2	.999
	b	(99) (301) 24.7 75.3				
600	a	(204) (196) 51.0 49.0	1.21	1.48	162.2	.997
	b	(70) (330) 17.5 82.5				
1000	a	(151) (249) 37.8 62.3	0.62	1.47	166.6	.995
	b	(70) (330) 17.5 82.5				

で、提示距離は観察点から 1 m, 3 m, 6 m, 10 m とする。

N は常に提示されている。V は十秒間隔で二秒間だけ、a、b それぞれ等数回ずつランダムな順序で提示される。被験者は同時比較により、V が N に対して「大」であるか「小」であるかを判断する。「等」あるいは「疑」反応は許さない。観察は明室（文学部東館三階東側廊下）、両眼視で、被験者は顎台によって観察位置に固定される以外の制約は加えられない。被験者は四名で、各人が四日間にわたり一刺激当り延百回の判断をおこなった。この間に観察距離の順序効果が相殺されるよう計画を組んだ。実験は昭和三十九年十月から十一月の間におこなわれた。

〔結果〕 第三表と図 4 参照。

$P_d(A) \sim P_c(A)$ の関係を被験者毎に各距離について求めると図 4 の如くなる。図中の曲線は、 $d' = 1.3(d)$ は物理的にきめることのできる a と b の大きさの差と、被験者の弁別力との二つの要因によって決まるパラメーターである）とした時に期待される反応の選択確率を示すので一種の予測値である。各被験者の示した反応の選択率はほぼこの予測値にそってることがわかる。

被験者全部の合計は第三表の第 3 列と第 4 列に示した。括弧内の数値は選択の頻数で、その下の数値が選択率である。ここから TSD のモデルによって算出した d' と L_c の値をそれぞれ第 5 列と第 6 列に示した。

1 m から 6 m まで d' の値は一定であり、 L_c の値は組織

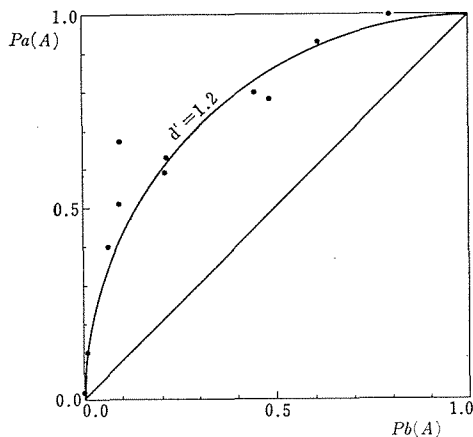


図4 $P_a(A)$ と $P_b(A)$ の関係

較判断の過程に関する情報をうることができる。

まず第一に、観察距離が増すにつれて L_c の値がしだいに大きい方へずれていくことは、判断の基準の値が大きい方へずれることを意味している。基準の値が大きくなるといことは、十米のところにある対象が、十米の位置での基準によってではなくて、それよりも相対的に大きい（しかし心理的には等価な）もっと手前の基準によって大きき判断がなされたということである。つまり客観的には十米のところにある対象が九米なところがしるところにずれて定位されたとすることができる。このずれの量が大きくなればなるほど、使用される基準が相対的に大きくなるから、判断はより「小」の方にかたよっていくことになる。

第二に、観察距離が大きくなって (IOE)、弁別が悪くなる (d' の値が減少する) と、判断基準のずれも一定の増加

的にふえていく。の IOE から IOE にかけて d' の値は減少し、 L_c の増加傾向は見られなくなる。

一方、選択率から恒常法的に PSE を算出し、それにもとづいて恒常度 (Brunswick 指数) を求める。その結果がそれぞれ第7列と第8列に示されるが、恒常度は IOE から IOE まで変動はきわめて僅か、かつ1に近似している。

以上のとおり、恒常法にもとづく伝統的な資料処理からは、多くのテキストどおり、「明室条件、両眼視での同時比較によると完全に恒常に近い結果がえられる」というきわめて常識的事実が裏書きされたにすぎない。

しかし、TSDのモデルによる処理結果からはつぎのような、比

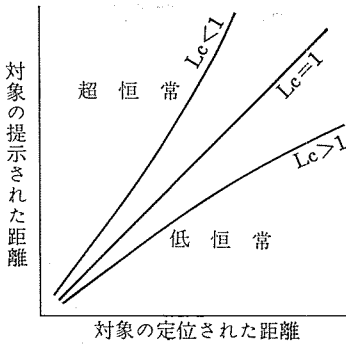


図5 提示距離と定位距離の関係

傾向からはずれることが見出される。このことは、弁別の精度がちがってきたときには、判断自身もまたちがった機能に依存するようになるかと解釈できる。逆にいえば、弁別の水準が一定に保たれることを条件として判断過程の定常状態が保証される、あるいは、同一のセットが維持されるのだということができよう。

〔VI〕

観察距離の増大につれ「小」判断の割合が増すこと ($P_c(A) \searrow P_c(B)$ となること) は、前節Ⅲ・Ⅳの諸仮定にしたがえば、感覚データの基準に対してなされる定位が、対象の提示された位置に対応する基準にはなく、もっと手前の位置に対応する基準に対してなされることによって可能になる。とすれば、 L_c の値は対象の提示された位置と、定位がなされた基準の位置との間のずれの量の指標として扱うことができる。両者のずれがない場合、すなわち、 $10m$ のものが $10m$ の基準に定位されるとき $|O_p - O_u| = |O_p - O_u| \searrow ind$ の条件下で L_c は1となり、伝統的な立場では恒常完全が成立する。 L_c が1より大となれば $10m$ の対象がそれより手前の位置の基準に定位されるから、相対的には大きい物指しをあてがうことになるので目盛りのよみは小さくなる。その結果、伝統的な立場でいう低恒常が成立することになる。 L_c が1より小となる場合は $10m$ の対象がそれより遠くの基準に定位されるから、相対的には小さい物指しをあてがうことになるので目盛りのよみは大きくなる。その結果、伝統的な立場でいう超恒常が成立することになる。この指標 L_c の組織的な変化は、提示位置と定位される基準との間のずれの起り方に一定の規則性があることを予想させる(図5)。

以上の考察は、非常に直観的にはつぎのようにとらえることができよう。すな

わち、被験者を中心として成立した基準系と視空間との対応関係は、あるセットにおいて（本実験では d' の定常状態によって定義できた）、距離が遠くなるほど後者がすづまりになるような関係にあると。なぜならば、変数としての基準系のある値に保った場合に、感覚データの基準系に対する定位の機能は、対象の大きさ如何にかかわらず、提示距離と定位された距離の関係に対応するからである。したがって物理的な距離と見えの距離の関係から求められた一つの法則性——これは精神物理学的方法でいう感覚尺度に相当するものである（たとえば Glinzky, 1951）——は、判断における大きさと距離との現象的關係を規定する基本的関数関係であるとみなすことができる。この基本的関係にもとづいて、いわゆる大きさの恒常性の種々の現象面をとらえることが可能であると思われる。

〔附〕 信号検出理論 (theory of signal detection)

本文五四ページの第二表に示したマトリックスにもとづいて信号検出理論が展開された。本文中の討論に用いられる尤度比 L とか、弁別可能性 d' という指標は、実はこの理論によって構成される測度なのである。以下にこの二つの測度のもつ意義を知るために信号検出理論の概要をのべたい。理解のために叙述に厳密さを欠いたので、正確には Licklider (1959); Swets, Tanner, & Birdsall (1961); Tanner (1956) などを参照されたい。

生起事象 a 、 b それぞれが A であるか B であるかを判断して決定を下す事態に、この理論のモデルは適用される。知覚的事態では、受信機にキャッチされる信号を s とる場面とか、レーダーの受像面に船影や機影を指摘する場面がこれに相当する。

たとえば、信号のききとりの場面に典型的に示されるように、我々の耳には常にあるレベルのノイズ（騒音）が与えられている。それは受信機のスピーカーから出る物理的な騒音が受容器を刺激したことによって生じた部分もあるし、感覚受容器から中枢までの神経伝導路の自発的活動によって生じた部分もある。いずれにしろ通信の内容を伝達するシグナルは、そのノイズの上に浮き出ているものである。レーダー観測の場合には、地形や海面の反射が

第四表 生起事象に対して反応が
選択される確率

		選 択 反 応	
		A	B
生起事象	SN	$P_{SN}(A)$ [hit]	$P_{SN}(B)$ $= 1 - P_{SN}(A)$ [miss]
	N	$P_N(A)$ $= 1 - P_{SN}(B)$ [false alarm]	$P_N(B)$ [correct rejection]

ノイズを生ずる刺激に当り、受像面に現われるスポットは船や飛行機の存在を示すシグナルである。観測者には、ノイズ中からできるだけ迅速に、あるいはできるだけ正確にシグナルを発見せよという課題が与えられている事態だと考えてよい。

すなわち、生起事象がノイズのみ(N)と、ノイズ・プラス・シグナルのいずれかで、選択反応はシグナルが「あった(A)か、「なかった(B)かの二つである。ここで第二表のマトリックスは第四表のように書きかえることができる。シグナルのよみとりの誤り(この誤りにはミス・missとフォールスアラーム・false alarmの二つのケースが含まれる)は、第一にノイズ(N)のレベルとシグナルの強さの差(SN)によってきまるだろう。その差が大きいほど誤りは少なくなるし、差が小さいほど誤りは多くなる筈である。すなわちNとSNの強度差が増せばシグナルの detectability は高まり、減少すれば detectability は低まる。いま、

detectability を d' と示せば、刺激差 ΔI との関係は図6のとおりとなる (Tanner, and Swets, 1954)。

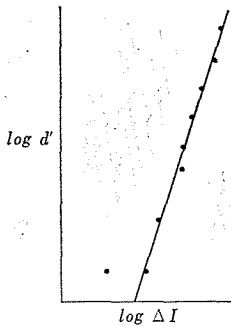


図6 ΔI と d' の関係 (Tanner, & Swets, 1954)

よみとりの誤りは第二に観測者の構え(構えとはセット set という語が示すとおり、刺激によって開発さるべく準備された有機体内部の状態をさしている。ある刺激に対してAという反応パターンが出やすいようにセットされているかBという反応パターンが出やすいようにセットされているか)によって変ってくる筈である。観測者のセットはシグナ

ルが非常に頻繁に現われる場合と、稀にしか現われない場合とでは力動的に違ってくるだろう。また、正確第一に反応しようとするか、少々雑でもできるだけ迅速に反応しようとするかといった意図的過程によってもセットは違ってくるだろう。このようなセットの違いはシグナルよみとりの判断基準 (criterion) の変化によって示される。基準がひき上げられれば false alarm は少なくなるが同時に hit も少なくなる。基準がひき下げられれば hit が増すかわりに false alarm もふえてくる。この判断基準を L_0 という指標によって示すことにする。

信号検出理論は、この二つの指標—— d' (detectability) と L_0 (criterion)——を用いて刺激—反応の機構を記述しようとするものである。

N および SN によって起された感覚は時間軸上において、その感覚—知覚過程に固有の極く微少な範囲の変動をもつ。判断過程に参加する感覚データは感覚—知覚過程を走査するフィルターによって、ある時点においてサンプリングされた変動の見本であると考えることができぬ。

ここで変動の母集団は正規分布すると仮定するならば、 N にもとづく変動と SN にもとづく変動を一つの判断軸 (decision axis) に関係づけることが容易になる。ただし本文では、 N の変動の分散と SN の変動の分散は等しいと仮定されている。

判断軸はつぎのように定義できる。いま、感覚系に生じたある反応を m —次元空間に定位された点 y によって示すことにする。どのような点 y をとってみても m 個の次元おのおのに関わる生起確率密度がぎまってしまう。このうち、 N の次元に関わる生起確率密度を $f_N(y)$ 、 SN の次元に関わる生起確率密度を $f_{SN}(y)$ とすると、いずれの点 y についても $f_N(y)$ と $f_{SN}(y)$ の比 (尤度比 likelihood ratio) を求めることができる。すなわち

$$L = \lambda(y) = \frac{f_{SN}(y)}{f_N(y)}$$

は点 y が N の変動の母集団に属する確かさと SN の変動の母集団に属する確かさの比である。与えられた感覚事象が N に属するか SN に属するかの判断は、この尤度比によってきまると仮定するならば、判断軸は尤度比という連続量によって定義することができる。

今ある感覚事象が判断軸上に与えた値 L が、そのときの条件によって定まった基準 (criterion) の値 L_c を越えて大となれば、その感覚事象は SN の変動の母集団に属すると判定され(反応 A)、逆に L が L_c より小となれば、その感覚事象は N の変動の母集団に属すると判定される(反応 B)。

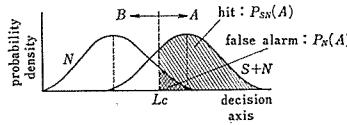


図7 判断軸上での N と $S+N$ の分布

判断軸上の各点における N および SN の生起確率密度を图示すれば図7のようになる。定義により、図7の斜線でおわれた部分の面積はそれぞれ条件確率 $P_{SN}(A)$ と $P_N(A)$ に当り観測可能である。したがってこのような反応の確率を生ぜしめるような L_c の値は正規分布表から算出することができる。同様にして d' は判断軸上における N と SN の分布の平均間の距離として σ 単位で求めることができる。

Tanner (1956) がこの理論を拡張してあてはめたことによって、一般的に、ある事象が a という事態の組に属するか b という事態の組に属するかという認知的な場面にも適用可能となった。つまり、シグナルがあったかなかったかという感覚-知覚的過程ばかりでなく、与えられたシグナルを a の組に分類するか b の組に分類するかという選択的な行動の記述にも充分使えるのである。このとき尤度比は

$$\lambda(x, y) = \frac{f_{S_1N}(x, y)}{f_{S_2N}(x, y)}$$

となり、これが判断軸となる。 d' は判断軸上の S_1N と S_2N のへだたりを示している。

文 献

- Boring, E. G.: Visual perception as invariance. *Psychol. Rev.*, 1952, 59, 141-148.
- Gibson, J. J.: *The perception of the visual world*. Boston: Houghton Mifflin, 1950.
- Gilinsky, A. S.: Perceived size and distance in visual space. *Psychol. Rev.*, 1951, 58, 460-482.
- 柿崎祐一「つむぎの錯視の問題やむくつ」哲研、一九六三、四二卷、六号、一一一九。
- Licklider, J. C. R.: Theory of signal detection. In S. Koch (ed.) *Psychology: A study of science*, Vol. I. New York: McGraw-Hill, 1959, pp. 41-144.
- 牧野達郎「大いもの恒常」における「比較」の問題、人文研究、一九五五、六卷、一二九-一四四。
- 小笠原慈瑛「刺激の密度勾配と興行知覚」心研、一九六五、三六卷、二五二-二五六。
- Swets, J. A., Tanner, W. P., Jr., & Birdsall, T. G.: Decision processes in perception. *Psychol. Rev.*, 1961, 68, 301-340.
- Tanner, W. P., Jr.: Theory of recognition. *J. acoust. Soc. Amer.* 1956, 28, 882-888.
- Tanner, W. P., Jr., & Swets J. A.: A decision-making theory of visual detection. *Psychol. Rev.*, 1954, 61, 401-409.

(筆者 京都大学文学部〔心理学〕助手)

Sinn der Natur im Bösen

—Im Umkreis von der Problematik des
Schelling'schen Begriff der Natur (II)—

von Tadakatsu Yoshida

Kant gab in seiner spätesten Schrift über „die Religion“ der früher von ihm selbst für notwendig und mechanisch gehaltenen Natur eine Beschaffenheit der Freiheit dergestalt, daß er in der menschlichen Natur die Anlage zum Guten eben sowie den Hang zum Bösen fand. Nach seinem Gedanken liegt der Ursprung des Bösen in der „perversitas“ der Gesinnung, d. h. in der Umkehrung der rechten Ordnung zwischen dem moralischen Gesetz und der Selbstliebe, mit einem Wort: in der Gebrechlichkeit der menschlichen Natur. Allein den letzten Grund dieser Gebrechlichkeit zu ergründen, hat er nicht gewagt. Die Frage bleibt: warum soll die Sinnlichkeit der Vernunft gehorchen?; woher ist das Böse gekommen? Bezüglich dieser Frage hat Schelling den Grund der Möglichkeit und der Wirklichkeit des Bösen je in „der Natur in Gott“ und in demjenigen „Geist des Menschen“ entdeckt, der das Verhältnis von dem aus „der Natur in Gott“ stammenden Eigenwillen und dem im Einklang mit dem göttlichen Verstande stehenden Universalwillen verkehren will, indem er das göttliche Band zertrennt. Auf diese Weise versucht Schelling dem Begriff des Bösen eine Positivität zuzusprechen. Aber durch eine Art Theodizee, die er als Schluß seiner Freiheitsabhandlung versucht hat, müssen seine Begriffe wie „die Natur in Gott“ und „das Böse“ doch am Ende im negativen Sinne bleiben. Also würde der spekulativ-geschichtliche Gesichtskreis Schellings, in dem die Einmaligkeit der göttlichen Welterschöpfung stark umgedeutet war, einer grundsätzlichen Umarbeitung nicht entgehen können, wie mir scheint.

A Study of the Cognitive Process in Visual Size Perception

by Susumu Ikeda

Problems of size-constancy have been explored in the context of human adjustment to his environmental world. In this article, the signal detection theory is applied to analyse the seeing behavior that provides size-constancy phenomenon.

Human seeing behavior is distinguished by two hypothetical processes; a) sensory and b) cognitive.

a) While sensory datum on the retinal surface must be bi-dimensional, we anyway see the world tri-dimensionally. This transformation would be attained in the sensory process on the basis of early experience or maturation, and it suggests the existence of some 'scales' or the reference system of which characteristics are postulated in the statements I, II and III.

I Subjective standard for size-recognition is given to make his behavior effective in his surroundings.

II Occasional change of retinal image size co-operates with his subjective standard to construct the scales (the unit of size-judgment) on his retinal surface.

III The scales established on his retinal surface have a specific gradient represented in equation (3), which is called the reference system.

b) Apparent size of object is determined by the individual choice of experimentally prepared response categories. And this choice would be attained in the cognitive process, and it is considered as a result of an optimal selection of the scale in a given experimental condition. Hence the statements IV and V are postulated.

VI The selection of the scale for the perceived retinal image gives a terminal (overt) response about size-recognition.

V The selection of most optimum is reliable on all factors; individual and circumstantial.

For an experimental verification of our assertions, the method of the signal detection theory is found to be useful.

The parameter d' indicates the state of discriminability between a standard and a comparison-object. Results show a constant state in d' values at the viewing distances, 1, 3 and 6, and a decay at 10 (in meter). The parameter Lc

(critical likelihood ratio) indicates the state of the optimal selection of the scale corresponding to the perceived standard-object. Results show an increasing tendency of L_c values; 0.81, 1.09, 1.48, for corresponding distances, 1, 3, 6 (in meter). It is assumed that the optimal selection of the reference system changes in such a way representative in increasing L_c values for increasing distance under the restriction of constant d' values.

By an application of the signal detection theory we obtain an information about the cognitive process in visual size perception.