

幾何学的錯視現象と研究の枠組み（４）

—視覚の誘導場理論—

田 中 平 八

１．はじめに

田中（2001）で述べたように、Köhlerのpsychophysicsによって本邦の心理学は強い影響を受けたが、とくに、独特の実験法を用いて場の効果を探るいくつかの視覚場理論が誕生した。それらはまとめて「誘導場理論」と呼ばれることが多い。

視知覚の研究において“場”の概念はかなり容易にかつ多義的に用いられているとして、小笠原（1952）の行った定義は次の通りである。“視野中に図形が存在しているとき、その図形の近隣に、ある種の効果を発揮する特有の状態変化が生じている。このような図形の周囲の状態にある領域を場とする（p.3）。”この引用文のうちで“図形”と書かれているところは全て、原文では“フィグール”ということばが使われている。フィグール（Figur）ということばは、もちろんグルント（Grund）に対応したもので、そこには、地から分節した図という意味がこめられている。そうした場の性質を説明し、予測しようとした３つの代表的な理論モデルをここではとりあげる。

しかし筆者自身、これらの理論を直接的に実験的検証の対象とした経験をもたない。それは、ひとつには、実験的事実が積み重ねられてくるにつれ、事実としての場の性質は複雑怪奇な様相をみせ、それらを統一的に説明したり、予測したりする理論モデル構成は簡単にいかないことがわかってきた（森,1970）ためである。小笠原（1961）は、この事態について、単一の場というものがあること自体、疑問であるとしている。そこでは、場の効果それ自体の問題が盛りだくさんといった状況のようで、幾何学的錯視の研究の方向を見極める当研究の目的にとって適当な場所とは言いかねる。もうひとつの理由は、こうした理論モデルの予測と実測のためには、特殊な実験法と測定法が必要である場合が多く、検証するためにはそれ専用の実験を組む必要があるためである。評価もかなり定まった今日では、必ず実験の仮説に並べて加えなければ、錯視研究自体の妥当性に問題が生じるという時代ではなくなった。

しかし、一時期、錯視や残効も含め各種の知覚研究は、これらの理論モデルをめぐって大いに進展したことは事実であり、その時代の実証部門における資料は、現在も重要な蓄積となって、本邦の知覚研究の地力を高いものにしている。ただし、全体的な展望と批評は小笠原（1961）、小谷津（1969）、森（1970）により、幾何学的錯視との関連については今井（1969,1972）により、図形残効の問題に力点を置いて野沢（1965,1969）によって、詳細な検討が行われており、かつ、その後、藤井（1967）のような理工系の研究者の挑戦をみるまでの長い間、場理論の画期的な進展があったとも思われない。本論では理論の簡単な紹介を行い、つづいて、とくに幾何学的錯視および残効に関連した話題にしばって議論を進めることにする。

２．横瀬のポテンシャル・ベクトル場理論

田中（2001）で述べたように、Köhlerは、空間的に距離を隔てた対象間に生じる相互作用現象を理解するためには、対件として大脳における知覚表象の相関者の間の相互作用を推定する方向

に進むべきとして、明確な生理学的場理論の立場をとった。そのために、荷電体を囲む場を、単なる空疎な数学的表現の空間と見ることを否定し、電気力線や電磁力線の存在する媒質としての実体をもつ基本的な物理事実として説いたMichael Faradayの行き方を借り、さらに、その電磁場を荷電体の電気量、磁気の強さ、電流の強さを線の数によって数量的に表現したFaradayの電気磁気理論から、直接的に実体モデルを構成したのである。

横瀬善正（1956等）は、Köhlerのこの図形電流のモデルを額面通りに受け取って、電磁場理論におけるBio-Savartの法則を適用して、線図形の周囲に形成される電氣的ポテンシャル構造を求めた。図形近傍における光覚閾の変化から、一種の場の構造を探ると、それは理論的ポテンシャル構造と一致し、このポテンシャル場理論が妥当なものであるとみなされた。さらに、図形の近傍で光点の変位することについて、ポテンシャル場の概念から力学におけるベクトルの扱いに示唆を得た予測式をたてた。横瀬と共同研究者たちは、幾何学的図形や錯視図形について、変位の予測を行い、実測値との対応を検討した結果、かなりよく一致したとする。概略を述べると以上のようなになるが、実際には、横瀬の理論は数式モデルである。予測と実測値への整合性という問題では悩まされたKöhlerの電磁場モデルと比べると、まことに風通しのよいモデルとなっている。つぎに、最小限必要な内容を記述するが、式の展開や仮定についての解説と批判は、小谷津（1969）に詳述されている。

まず、刺激図形の近傍の種々の部位に小光点が提示され、その光覚閾が測定される。刺激図形は、透過光による場合も、白地に黒で描かれる場合もある。検査小光点は直径2 mm程の小円である。観察者は単眼で光点を凝視し、輝度を弱めていって消失閾を決定する。この光覚閾が、場の効果の指標になる。線図形、面図形を用いて実験を行って、検討した結果、実験式（1）が導かれた（横瀬・内山,1951）。

$$M = f \left(E \cdot \frac{H_b}{B_d} \right) \quad (1)$$

この式は、場の強さMは、距離Dのd乗に逆比例し、図形の明瞭度Hのb乗に比例し、かつ、図形の固有結構Eの関数となるということを示している。通常、Mは光覚閾の相対値、Hは光束発散度であらわす。“固有結構E”という耳慣れない用語の変数は、図形の特性に関するもので、横瀬によってはじめて式に組み込まれた。Köhlerらが追求してきたGestalt性質そのものと考えてもよいであろう。

つぎに、まず線図形について、それが場の一点pに及ぼす効果 M_p は、その微小部分 ΔS がpに及ぼす効果の総和であるという要素加算の仮定をおき、この微小部分の効果を表現するのに、Biot-Savartの法則を充当して予測式をたてる（横瀬,1952,1956）。Biot-Savartの法則についての具体的な解説は省略するが、電流の強さは図形の明瞭度Hに、距離の概念rはそのままで、kが電流と電磁場との単位のとり方に依存する定数であったのを、観察者の視力や態度の個人差を含めた比例定数に、 ϕ は ΔS の方向とrの方向とがなす角度に、全くそのままのかたちで置き換えられる。すると、線図形の微小線分 ΔS が周囲の任意の点pに及ぼす場の力は、次の（2）式のようにあらわされることになる。

$$\Delta M_p = k \frac{H \sin \phi}{r^2} \Delta S \quad (2)$$

線図形がその周囲の任意の点pにもたらす場効果は、その線分の全長について（2）式を積分すればよい。今、直線図形を考え、その線分から直角に引いた直線上の一点pまでの距離をDと

すると、点 p における場の強さ M_p は、最終的に (3) 式のようなになる。この式は「ポテンシャル場の理論式」と呼ばれるものである。直線上に直接垂線を下ろせないような位置に点 p があるような場合には、この式はそのままでは適用できないが、そのときにも符号が異なるという程度で本質的な問題ではないので、ここではそこまでは踏み込まない。

$$M_p = \frac{kH}{D} (\sin \theta_1 + \sin \theta_2) \quad (3)$$

H は図形の明瞭度、 D は点 p から図形までの垂線の距離、 θ_1, θ_2 は p と線分の両端点を結ぶ線分とこの垂線のなす角、 k は定数である。

図形の形態だけを問題とする場合には、 k と H は省略して、(4) 式を用いて相対的に場の効果をあらわすことができる。

$$M_p = \frac{1}{D} (\sin \theta_1 + \sin \theta_2) \quad (4)$$

したがって、線分の両端と点 p の位置が与えられれば M_p は常に計算できることになる。点 p が角付近や多角形の内部にあるときなどは、 M_p は図形を構成する各線分の点 p に及ぼす効果の総和であるという仮定をそのまま用いて計算できる。

この式にもとづいて、種々の直線図形の周囲の場の強さ M_p を計算して等場強線図（等ポテンシャル曲線）を描く。すると、これは、実験結果とよく対応するし、次に述べる本川の網膜誘導場の方法で得られた場の構造などとも一致する。「ポテンシャル場の理論」の妥当性が認められた（横瀬, 1952, 1956, 1963 等）というわけである。その後、共同研究者および後継者達の仕事もあって、円図形（横瀬・伊東, 1964）や面図形（内山, 1954）にも適用できるよう公式の拡張が行われ、普遍性の高い理論に発展していく（内山, 1962）。

横瀬は、図形の近傍に置かれた微弱な小点が特定の変位を見せることに以前から気づいていたようで、これを場の力の指標とみなす方法を提案した。横瀬・河村（1952）と横瀬・市川（1953）は、図形近傍の小黒点の変位を、それぞれ異なった手法で丹念に測定した。その結果、変位の方向は光覚閾の場における等場強（等ポテンシャル）線と直交し、変位の量はその勾配が急峻なところほど大きいことを見出した。横瀬（1956）は、力と仕事に関するベクトル解析に示唆を得て、こうした事実を予測する理論式をたてた。

直線図形が任意の一点 p に変位を生じさせる力を V_F であらわすと、 V_F はポテンシャル場の強さ M_p を強さとし、線分の端点と p を結ぶ方向の分ベクトル A, B の合成と考えられるとしたのである。式を整理して、最終的に (5) 式のような「ベクトル場の基本公式」を構成した。

$$V_F = 2 M_p \cdot \cos \left(\frac{\theta_1 + \theta_2}{2} \right) \quad (5)$$

小点の変位量を予測する場合、まず任意の点 p に及ぼす力 V_F について、そのときの線図形の性格に合わせたベクトル計算を (4) 式と (5) 式をもとに解くわけであるが、小点の方も周囲に場の効果をもつから、小点 Q が周囲の任意の点 q に及ぼす力 V_Q も計算する必要がある。この場合は円図形の小さいときとみなして計算すればよいとされている。点 p の位置に Q を配置する小点変位実験法では、 F と Q の働く力の方向は反対であるから、(6) 式に相当する分だけ、 Q が F の方向に引き寄せられると考える。

$$V_* = V_F - V_Q \quad (6)$$

このようにして、変位の予測値をプロットし、実験値と比較すると、それはかなりよく一致し

たというのである。横瀬は、直線、円、角図形、正方形の内外など単純な図形だけではなく、距離の錯視、角度錯視など錯視図形のベクトル場についても、予測と実験値との対応を探った（横瀬,1956；横瀬・後藤,1967）。

横瀬の貢献は、積み重ねられた緻密な実験成果もさることながら、明るさの感受性に関する場効果の予測を実験値との整合性の高い理論式で提案したこと、さらに、通常、独立の系と扱った方が適当であるような明るさと変位の視覚の場効果の間に、合理的な関連性を見出したこと、そして、変位の場効果についても予測理論式を提出したことである。後者が、そのまま錯視の説明理論にあたるわけであるが、従来の錯視理論がいずれも定性的説明の域を出ていなかったことを考えると、錯視の数量的予測を可能にした定量的なモデルの出現は、画期的なことである。ただし、ポテンシャル場の理論式の予測力は確かに高いけれども、今問題としているベクトル場の理論式の方は、検証実験の結果とあまりよく対応しない（図1）というのが、諸家の一致した感想である。しかし、こうした一般的評価は高い要求水準をもって厳しく査定されたときの話であって、ベクトル場の式を単なる数理的予想モデルと考えてほかの種々の数理予測モデルと比較してみた場合、実測値との適合性、多種の錯視への適用性、パラメラーの少なさなどの点から、今日でも最良の水準にあるモデルと言えるかもしれない。例えばその後の錯視予測モデルに、数理心理学者Leeuwenberg（1982）の提案した“rocket impulse model”というのがあるが、これなどは、理論式のパラメーターの制約から、主線の両端に斜線が1本ずつ付いているMüller-Lyer変形図形にしか適用できないし、予測値と実測値の対応にいたっては、変化曲線のパターンが似てると言われれば似ているかなといった程度のものである。こうした数理モデルが横行していることからすると、横瀬のベクトル場理論は数理モデルとしても未だ代表的地位を保っているというべきである。なお、横瀬は、空間的布置が同じであれば同時場と継時場は同じベクトル場理論で解くことができるとして、継時的な図形残効へもベクトル場の理論を適用した。しかし、こちらの方は、錯視の場合よりももっと説明に無理があるように思える。横瀬の理論と研究をめぐる議論は、先に挙げた文献をはじめとして、広く細かく行われている。ここでは、いくつかの問題にしばって議論を要約する。

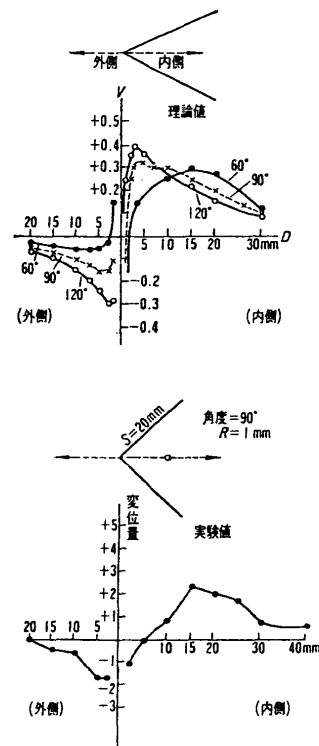


図1. Müller-Lyer錯視の矢羽に相応する図形の内外側のベクトル場の強さの予測値（上）と実験値（下）[横瀬（1955）より]

小笠原（1952,1961）は、効果の発現形式から、場を、感受性場（S場）と変位場（D場）に大別した。S場は、図形の近傍に与えられる刺激に対する感度の変化として効果をあらわせる場であり、D場は、近隣の図形の一部または全部の位置、方向、形、大きさなどを、変位さ（歪ま）せる効果をもつ場である。変位の効果のあらわれ方はS場の場合よりも複雑であり、図形の形や布置条件の違いによって、変位の方向も量も異なってくる。したがって、D場は、さらに最小限、単純場（n場）と複合場（f場）に分けて考えた方がよいとした。n場というのは、比較的単純な図形の近くに置かれた小点の変位のような場合である。先の横瀬・河村（1952）と横瀬・市川

(1953)の小点変位実験が、これにあたる。この場合、効果の及ぶ範囲は図形に近い範囲にとどまっており、変位量も僅少であるから、横瀬らは色々検出の仕方に苦心していたわけである。f場は、幾何学的錯視でみられるような特徴ある図形配置で起こる変位で、そうとう隔たった図形同士が影響を与え合って効果を生じさせているとみなされる。実験事実からみても、S場の効果は図形から離れるにつれて単調に減少する。横瀬のポテンシャル場理論の基礎になっている光覚閾においても、本川の網膜誘導でも、CFFを用いてときでも、その通りである。しかし、変位の効果は、前項で述べたように、図形残効の距離矛盾の原理にしろ、同心円錯視の極大効果にしろ、少し離れたところで逆に効果が強くなるのが一般的傾向である。これはf場にあたるであろうが、n場の小点の変位でも、Müller-Lyer錯視の内向矢羽では同様の傾向が生じている（横瀬・河村,1952）。このように、S場とD場はあらわれ方が違うのであるから、同じ“場”といっても簡単に同一視することはできない、というのが小笠原の見解である。この分類に従えば、横瀬のポテンシャル場はS場にあたり、ベクトル場はD場のうちのn場にあたる。n場のベクトル場の予測式には、パラメーターとしてS場のポテンシャル場の効果の強さそのものが導入されており、なおかつ、普通の幾何学的錯視はf場に属するとみなされるから、ベクトル場の予測式が錯視説明モデルとして有効性が低いのはやむを得ないということである。また、これとは別の問題であるが、錯視事態の説明として、変位の理論値が影響図形の力と被検査部位の力の合成ベクトルで示されるなら理解もできようが、実際には(6)式のようにその合成は2力の差であらわされており、これはなんとも不可解なものであると批判している。

野沢(1965)の指摘の中からは、測定法の問題をとりあげる。ベクトル場の基礎は小点の変位量に依るのであるから、変位測定法の適否は重要であると野沢は言う。横瀬・河村(1952)で用いた変位測定法は、後に小谷津(1969)が「変位マッチング法」と命名した測定法である。図形より種々の距離に置かれた小点の変位を調べるのに、その小点からさらに水平方向に一定距離はなれたところに補助点を置き、この2小点の距離を比較刺激によりマッチングさせる。そのときの見かけの距離の拡大・収縮により、図形に近い側の小点の変位量とするのである。一方、横瀬・市川(1953)の方法は、「断線提示法」と小谷津が呼んだ、より直接的な変位測定法である。検査小点の縦あるいは横の両側に補助点(断線)を置き、その位置を変えながら小点の変位が補助点のどちら側かを判断するのである。横瀬(1956)は、いずれの測定法でも同じように現象を見い出すことができたとして、以後の実験では操作が容易で能率的な変位マッチング法を採用すると言う。しかし、野沢は両測定の結果には詳細に吟味するとかなりの相違が見られ、とくに、後者の測定法を用いたときに得られる変位量は極めて微少で、後者で変位が認められない場合でも前者によると一定方向への変位を確認できることがあるとした。横瀬は、それ自身強い力をもたない小点を検査点として投入することで、場の力と方向を測定できるとしているが、それに対し野沢は、その点がいかに小さくても、同時に存在する基準点と関係をもつ限り、小点は独立の存在ではあり得ず、必ず方向と力をもつことになるから、歪みのない測定というのはあり得ないのであって、何が基準点になっているかを常に考慮に入れて進めねばならないとする。この辺りの事情は、小笠原が指摘した変位の場の複雑さにも関連しよう。

筆者は、この問題を、具体的に測定の際の属性の問題として考えたい。つまり、前者で測定されているのは2点間の距離であり、後者で測定されるのは点の位置である。距離の属性で測られた錯視量が位置の変位量と対応することもあるであろうが、「盛永の矛盾図形」の例に典型的に示されるように全く対応しない場合も少なくない。ベクトル場は基本的には位置の変位に関する

効果であるから、それを距離の属性での指標と対照させるのであれば、その説明力が低下するのも当然である。同様に、横瀬は、角度の錯視[<]の予測にあたり、角の末端近くの点の変位の方
向と量を手がかりにしているが、点としてあらわされる変位を、われわれはどうやって角の判断
に置き換えているのか。小笠原（1955ab）によれば、こういった布置の角度錯視で重要なのは、
2線の交差点付近に生じる部分的変化であることを示した。また、後に示されるように、角度錯
視では、検出法の違いによって錯視の傾向が異なることも少なくない。ベクトル場は個々の点の
変位を予測するものである。一方、幾何学的錯視は、場の問題として考えるときでも、点の変位
として測定されることはほとんどない。ベクトル場の予測がうまくいったとしても、この段差に
おいて不整合が生じる可能性が高い。

また、小笠原は、 V_* は差ではなく和で表されるべきとしたが、この点について、野沢は、む
しろ両方が個別に計算されること自体が問題であるとして、両面図形間に働く力を一つのものと
して求めるよう提案した。もし、 V_F をQに及ぼす両面図形の総合力に近似する力のベクトル、
 V_Q をQが全体の場合から受ける抑制力に近似する力のベクトルと考えれば、差をとることも意味
があるというのである。両力に差がある場合、両図形は凝集あるいは拡散してしまうことになる
から、抑制力を仮定する必要がある。これは、和田（1960）をはじめ本邦の場の研究に影響力を
与えたBrown & Voth（1937）の凝集力・抑制力の概念に通じるものがある。

なお、横瀬のベクトル場理論による図形残効の説明についても、野沢は詳細な検討を行い、ベ
クトル場の理論だけでは図形残効を説明できないことを示した。また、残効のような動的な現象
に適用するとかえって理論の不十分な点が目につくようになると批判した。

小谷津（1969）は、野沢の指摘したベクトルの合成への批判・対案に関し、一般にこういう力
を仮定するばあいには、後に行われる数学的操作のためにも、それらの原点および作用点を明示
し、その作用に関する明確な概念規定が必要であるとしている。また、ベクトル場の力の大きさを、
ポテンシャル場の力の大きさを示す M_p で代置しているが、これではよほど M_p が精度よく予
測されていない限りベクトル場の予測がうまくいかなくても不思議はない。さらに、せっかく数
学的モデルをたてたのだから、ポテンシャル場、ベクトル場のいかに問わず、刺激事態のしか
るべき標準化を行い、できるだけ理論式のパラメーターを統一的に定め、実験結果をより定量的
に記述予想するところまで進める必要があるなどの指摘を行った。

今井（1972）は、同心正方形図形の内側正方形の変位の予測において、正方形の辺が直線状の
ままで変位を示すのではなく、厳密に言えば、辺の中央部の変位と辺の末端部の変位との間には
くいちがいがあり、辺は円弧状に彎曲した形で変位を示すはずである。予測値からみて、それは
曲線性の視覚閾を超えていると思われるが、実際にはこのような彎曲錯視は起こらず、正方形の
辺の知覚的形状を保ったままであると、具体的な例をあげて指摘している。一般に、個々の点の
変位の量と方向の予測のように、直線が歪んでみえるようなことは、実際にほとんどないのであ
る。野沢の批判の例に挙げた角度錯視の[<]図形の上方の斜線は、変位の予測からすると[~]
状にみえるはずであるが、実際にはそのように見えることはない。横瀬は、角頂近くの点の変位
の予測から斜線の鋭角過大視傾向を説明してしまうのであるが、肝心の個々の点の変位の見え
方は目をつぶってしまうのである。

これらはGestalt形態の問題であるが、Gestalt心理学の記述モデルがこの点をうまく説明でき
ないというのは、いささかいただけない気もする。また、例えば[□]と[◇]という図形に対
する場の様相は、横瀬の予測式では45°回転すればほとんど同じことになってしまう〔ポテンシ

ャル理論式のE項がうまく働かないということ]。しかし、Shumannの錯視をもちだすまでもなく、両図形がGestalt形態としては全く異なった性質を示すことは、K.KoffkaをはじめGestalt心理学関係の本に実例としてよく載っていることである。これは、ポテンシャル場の公式が、Gestalt心理学者の考えたものであるのに、部分加算によって全体の場の力を予測するようになっている、という総論的な批判なんかより、ずっと重要な問題であるように思われる。そのほか、ベクトル場の理論式が説明できない現象で、錯視において重要な変数としては、異方性の問題を野沢（1965）はあげている。また、今井（1972）は、横瀬らが後に自分達でも実験を行っている凝視点の位置による錯視効果の違いといった主体的な条件を、ベクトル場の式にどう組み込むかなど、問題が残されていると指摘している。横瀬の理論でも凝視点の問題は依然として残されている。眼球内散乱光の存在とポテンシャル場などの議論とからんで基本的な検討が行われているが、これ以上は省略する。

Ohkawa（1954）は、図形周辺に投射された小光点のCFFを測定し、その相対変化率を指標にして測定したところ、他の方法で得られる場強効果とかなり似ていることを見出した。ただ、一般に効果は図形の近くでCFFの高まりとして現れる。CFFが高いほど光感性は高いと解されるから、光覚閾の場の傾向とまさに逆になる。これは光感性パラドックスと呼ばれる。また、金子・小保内（1953）は、光覚閾の場の効果でも、図形の強度が弱い場合には場効果の値は負になることを示した。この結果はポテンシャル場の予測式では説明できない。このように、場の効果は光受容過程のどの側面が関与しているかが問題であり、場の問題そのものの解明が懸案であると前述したのはこういうことである。

横瀬のポテンシャル場の測定では、図形と検査光点は同時に提示されるが、Nozawa（1956,1958）は、図形提示と光点の閾値測定を切り離すことにより、光覚閾による先行図形の残効測定を試みた。図形を持続観察し、撤去直後に測定された光点の消失閾は、閉合図形[○]や曲線図形[]の内側にあるときには、対照測定値より閾値が高くなり（禁止効果）、その反対側では閾値がより低くなる（促進効果）。これは、横瀬のポテンシャル場の研究に示唆を得て行ったのであるが、実体は別のものである。この方法で、図形提示時間および図形除去後測定開始時間までの時間間隔の効果を調べることができる。実験時には共通の凝視点が定められる。通常の図形残効の実験では、錯視量を測定する方法でTFの変位量を測るのであるが、野沢は小光点の消失閾を指標にとったといえる。詳細な測定の結果から、Gibson効果の順応や、Köhler効果のIFとTFが同型同大同位置の場合の残効といった未解決の問題を解明しようとした。最近、自身により現代的見地から展望が行われている（野沢,1982）。ただ、理論の展開はかねてからの主張である規準化（ノーマライゼーション）説をめぐる行われており、一種の場理論の形式をとっているが、自身でも示唆しているように（野沢,1969）、図形残効全体を説明するようなかたちにはなっていない。

3. 本川の網膜誘導場理論

本川弘一は、人間の網膜の感電性（電気閃光閾）を指標にとって、図形の場の効果を測定する方法を見出した。これは幾何学的錯視や図形残効においてもあてはめられた。Köhlerの仮説では大脳中枢における心理物理的場が想定されたのに対し、末端の網膜過程においても、Gestalt過程が存在することを証明したわけである。その意味で「網膜誘導場理論」と呼ばれた。本川が独創的な手法を用いて図形の周囲の場を定量的にかつ壮麗に描きだしてみせたことが直接の契機

となって、その下地は育っていたにしても、横瀬をはじめ本邦の場の定量的研究が一気に盛んになったのである。

本川の網膜誘導法では、被験者の額とこめかみに電極をあてることにより、眼の周辺に100msecの微弱な単一矩形電圧を通電するのである〔本川（1948）によって全体の成果を簡潔に知ることができる〕。すると閃光（phosphenes）を感じるわけであるが、その閾電圧を測定し、その逆数を眼の感電性と呼ぶ。通電に先立って特定の色光刺激が照射された場合の感電性は、非照射時のそれよりも一般的に高まるので、この高まりを相対値で表し、感電性 ξ と命名した。実験では、まず色光刺激（誘導光と呼ぶ）あるいは図形刺激を提示し、それが消えてから任意の点に白色小検査光を与え、そして通電という手続きを踏む。これにより図形や色光が検査光に及ぼす影響の強さを測定できる。実際の刺激図形を用いれば、錯視や図形残効など種々の知覚現象がこの方法で研究でき、網膜誘導の機制で説明できるというわけである。なお、本川と共同研究者たちは、蛙や猫などの別出眼の角膜と眼球後極間に電気刺激を与えることによって、単一視神経から得られるインパルス有感電性の指標としたときにも、誘導効果が検出されることを見出した。また、眼球への圧刺激により誘導が消失すること、盲点ではあるいは盲点を通過しては誘導が生じないことなどから、誘導の部位が網膜の視神経網にあることを示した。この方法によって、Köhlerの皮質場仮説とは随分違うものとはなったが、ずっと追い求められてきた心理学的知覚の場に対応する生理的実体が、初めて網膜の場に確認されたわけで、この点がとくに評価された。

誘導場理論の研究は、東北大学医学部の本川研究室以外では、印東太郎をはじめとする慶応大学の心理学研究室において組織的な検証実験が行われた。その研究の中には、場の部位が必ずしも末端の網膜のみと限らないとする結果も示されている。ところで、誘導場の効果は、感電性の高まりとして検出されるから、感受性の鋭敏化の方向に向けての変化と言える。その意味では、光覚閾で検出される場の効果とは反対の関係にある。また、誘導場の効果は、その測定手続きからいって、図形や光刺激が除去された後の一種の残効の過程を探っているとも言える。小笠原（1961）は、誘導の場は光覚閾の場の裏の過程ではないかと推測しているが、本川もそれに近い見解を示している。

ここでは当該の問題である錯視と図形残効への適用例を挙げる。本川の共同研究者の一人であるNakagawa（1958）は、Müller-Lyer外向図形で誘導勾配を測定した（図2）。主線の長さは45mm、主線と矢羽のなす角度は 160° 、長さを10mmから22mmまで3mmステップで5段階に変化させた。検査光点は直径1mmである。横軸は主線の先端から外側への距離であるが、誘導場は距離に対して単調減少せず、階段状の変化を示し（実線）、なおかつその点においては、単に矢羽だけを提示したときの誘導勾配（点線）よりも相対的に大きい値をとる。そのときのMüller-Lyer図形周辺の典型的等誘導線図は図2のようである。外向の矢羽で囲まれた三角形の内部では誘導の場が強く、矢羽の末端を結ぶ仮想線の付近で急激な勾配で場が弱まっている。この事実をもとに、本川は、なにかそこで意識下的な縁または輪郭を感じて、その結果、主線の長さをより長く判断するのだろうと考えた。Helmholtz図形に

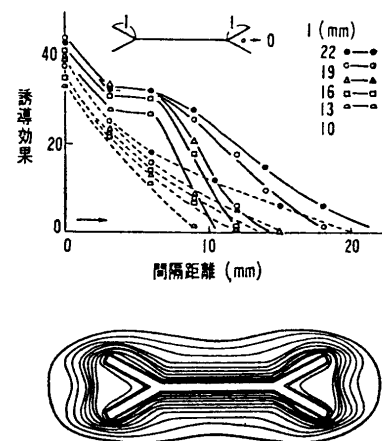


図2. Müller-Lyer錯視による誘導場
〔Nakagawa（1958）より〕

についても同様の原理をあてはめ、図4 B左のような図形では、図形の左右の端より少し内側に入り込んだところに急勾配が形成されることから、縦より横が短く見えるこの錯視を説明した（本川,1954）。

Hering錯視の証明の仕方は少し異なっている（Motokawa,1950）。まず、平行な2直線間の誘導場を測定してみるとそれは平行線の方に一様であった。次に、平行でない2直線についてその中間のところの誘導場を測定してみると、場は一様ではなく、幅の狭い方で強く、広い方で弱まるような緩やかな勾配を示した。そこで、Hering錯視〔平行線の内側の斜線は省かれている〕の平行2直線が狭く見えるところと広く見えるところの誘導場を測定してみると、実際に非平行2直線の場合と合致するような勾配が見い出された。本川は、これがHering錯視の理由であると考えた。

図形残効の場合には、IF刺激—TF刺激—検査光—通電の順で誘導場を測定し、その結果をTF刺激のみ与えられる対照条件と比較することで検証される。TF図形の場の強さの布置がIFにより歪められた状態は図3のようになる（Motokawa,Nakagawa & Kohata,1957）。逆V図形の残効

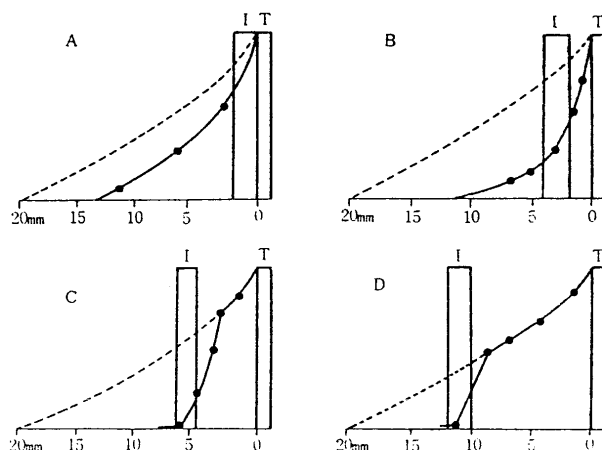
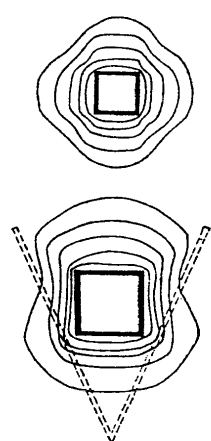


図3. 図形残効による誘導場（上）と本川による図形残効の「距離矛盾の原理」の説明（下）式図である。各図における点線の曲線は、対象条件のTFのみの場合の誘導場の強さの勾配で、これは図形から離れるにつれ単調に減少する。IFの残効が存在するとその影響でTFの誘導効果は禁止を受けるが、そのときのTFの場の強さの勾配は実線の曲線のようになることが予想される。AとBのようにIFとの距離が近いところでは、TFの誘導効果はまだ強いから、禁止を受けてもその余力は残ってある程度の距離まで波及する。ところが、ちょうどCのような位置関係になると、TFからは離れてきたので誘導効果は弱くなり、IFの残効の禁止を受けると速やかに消失してしまふ。しかし、いっそDまで離れるようになると、誘導効果は禁止を受けて即座に消失してしまうものの、その位置がもともと離れているから、結果的にはCの場合よりも遠くまで効果が波及したことになる。誘導の場が遠くまで波及した部分で図形は歪められるから、TFのみかけの位置はこれに対応することになる。以上が距離矛盾の現象の機制である。そして、IFの内側に提示したTFは縮小し、IFの外側のTFは拡大して見えるという変位の現象も、この機制から全く同様に説明される。

Ogasawara (1958)、小笠原 (1961) は、“意識下の輪郭”などという検証のしようもない概念は科学的に無意味であると批判した。その上で、Müller-Lyer図形で主線が長く見えるのは、主線の末端より少し先の方、つまり延長上に場の急勾配が存在し、その急勾配のためにその位置に

線の末端が知覚されるためとされるのであろうが、Müller-Lyer図形で誘導の勾配が急になるところは図4 A左の点線のようであり、本川の論法のように、急勾配のところに図

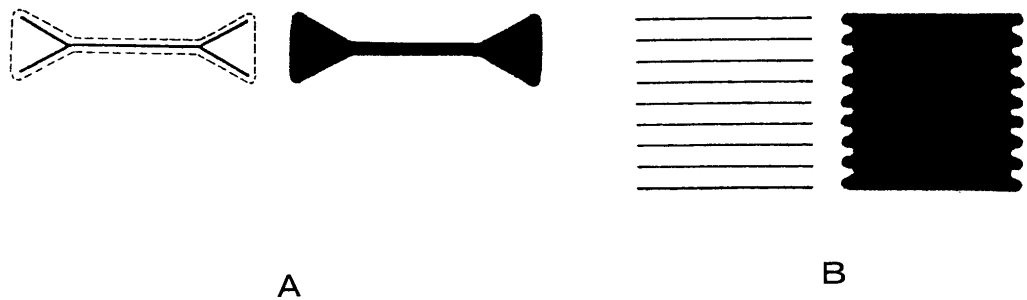


図4. 本川理論による錯視の説明に対して小笠原（1961）が批判のために用いた図形

形の末端の輪郭を感じるのだとしたら、図4 A右のように見えるはずだとした。同じことはHelmholtz図形の場合にも言える。もし、急勾配の存在する箇所に図の輪郭を知覚するとともに考えるなら、Helmholtzの正方形は図4 B右のように見えなければならないというわけである。もちろん、これは事実と合わない。それよりなにより、仮に誘導場における急勾配が図形知覚に影響するとしても、それが単に線の長さの変化に対してのみ効果を発揮して他の方面に関係しないとするのは不合理ではないかと言う。また、平行線が彎曲して見えるHering錯視と実際の非平行2直線とで同じような構造の誘導の場が生じることをもって、Hering錯視が誘導の場の性質によって説明されたとするが、この事実は両者が等しい生理的過程にもとづくことを証拠だてる重要な事実ではあっても、これによってなぜ錯視が生じるかを説明することにはなっていないと断じた。この点については、森（1970）も、一般に生理的“説明”やモデル的“説明”を試みる際には留意しなければいけないことと、賛意を表している。

本川（1948）の最初の研究は、誘導光消失後から通電までの時間間隔を変化させて感電性を測定し、その時間経過曲線（感電性曲線）を描くと、誘導光の色相によって極大値の得られる時間間隔が異なる（特殊波長効果）というものであった。本川は、つぎつぎと実験を重ね、色相による感電性曲線の特殊性から、色覚の性質を説明していく。野沢（1965）は、本川の効果の大きな特色の一つは、本来それが色光刺激を用い、色の過程を基礎としている点であることは忘れてはいけないと指摘する。ところが、従来、形態を問題にするときには、明度差をとりあげても、色については別扱いにすることが多く、事実、同心円錯視や図形残効でも色の効果は決定的でない（Oyama,1960）というのが定説のようになっている。しかし、本川の効果に限っては色が重要な役割を果たしている。こうした場の特殊性の違いは個々にチェックされる必要があるという。また、野沢は、本川の場合の現れ方の中には横瀬の場合理論とは違ってGestalt効果をよく顕示する場合があるとして、その点を評価している。形の垂直線分の上方の位置の場の強さが、垂直線分の基底部に僅かの隙間があるかないかで明瞭に異なる結果を示す例などは、Gestalt効果や錯視効果という点からすると興味深いものである。しかし、横瀬の固有結構の変数にあたるような形態性の要因は、本川の理論では法則化されておらず、そのため、前述の図形残効の距離矛盾を説明する原理のような場合、点間、平行線間、同心円間のような比較的単純な事態には適用できても、より複雑な事態の説明にはならないという欠点をもつとしている。それにしても、本川（1948）に示されているように、色彩から3次元空間知覚の現象まで、矢継ぎ早に網膜誘導に対応したデータによって“理解”されてしまった当時の知覚心理学者の衝撃は、そうとうなものであったろうことは今でも想像に難くない。しかし、その後、本川を継続した研究の発展はみられ

ていない。

網膜誘導の実体は何かという根本的な疑問は未だ解明されていないようである。小光点で網膜の一箇所を刺激したからといってその部分の感電性を測っているという保証はない。生理学的な常識から考えて眼全体の感電性を測定しているとするのが自然である。小谷津（1969）が争点としてあげたこうした誘導場の生理学的な疑問については、いずれ結論の出る日がくるかもしれないが、現状では、小光点で刺激した後ではそうでない場合に比べて感電性が高まることだけは確かであるらしいから、間接的であろうとなかろうとその分だけなんらかの効果が働いていると信じて先に進むしかないであろう。

しかし、測定法の問題は深刻である。横瀬や野沢の光覚閾実験で安定した判断基準を保つのも決して易しいことではないが、なにとはともあれ一度は見えていた光点が段々薄くなっていくだけのことであるから、まだ実感がある。それに対して、網膜誘導法で安定したデータを残すのは比較にならないほど難しく感じられる。通電により閃光を感じるというのは、一種の不適當刺激（phosphenes）である。その上、閃光と言えは聞こえがいいが、なにしろ微弱なものだから、眼の中があるいは視野内のどこかが一瞬ちかっと白くなったようなならないような、それはそれは心細い知覚体験であろう。さらに厄介なことには、実験者の側にも、とくに名人芸的な臨機応変の実験手続き上の操作が要求されるのだといわれる。この点がとくに海外の学者の強い批判を浴びたところであり、東北大学と慶応大学以外の研究室では実験に成功しないというような皮肉な言われ方をされたりする由縁である。小谷津（1969）は、被験者ならびに実験者に依存せず、しかも再現性を高めるような測定法もしくは合理的な被験者訓練法が案出されることが、網膜誘導の理論にとって重要な課題であると述べているが、これは、まさに当事者のひとりとして抱く慨嘆であろう。

4. 小保内の感応理論

小保内（1955）は、つぎに示す実験例から感応の説明を始めている。図5左側は、分割距離錯視のうち分割線分が1本の場合である。中央の分割線分の長さや点間間隔を変化させたときの2点の見えの間隔を、左端の2点図形でマッチングさせたときの結果は、図5右側のようになった。結果は、分割線分が短いときは過大視、長くなるにつれ過大視量が減じ、中性点を経て過小視に移ると要約することができる。小保内は続けて、“このようなわけで、線分の長さや感応量の間にはきわめて規則的な関係の存することがわかった。（中略）筆者はこの曲線を‘感応の基本法

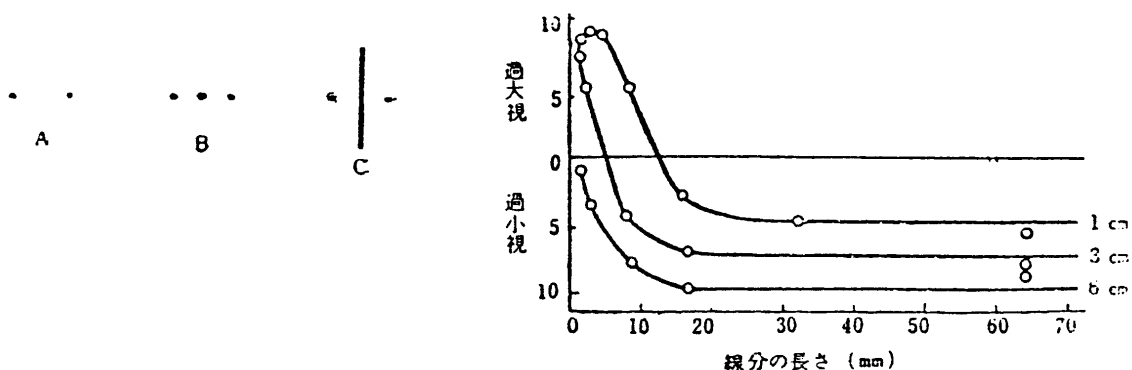


図5. 感応理論のもとになる実験例 [小保内（1955）より]

則’と呼ぶ (p.96)”と記している。ということは、錯視量が、直接、感応量であり、錯視量変化曲線が感応曲線なのである。

小保内(1955等)は、分割錯視、同心円錯視、Müller-Lyer錯視などの幾何学的錯視における過大視・過小視、図形の周辺の光覚閾の変化、明るさの同化・対比、光滲、残像、知覚時間の測定などの種々の視覚現象を「感応」の概念で統一的に説明しようとした。先の分割距離錯視の例に典型的に見られるように、これらの実験結果では、多くの場合、空間的または時間的隔たりの増加につれて、正の効果が減少し、中性点を経て負の効果に移り、また再び中性点に近づくという共通の経過をたどる。小保内は、この点に注目して、視覚過程は相互に拮抗的に働く二つの力の動的過程によって規定されることを予測した。神経生理過程におけるこの基礎が感応効果である。小保内は、その座をKöhlerのように中枢に固定せず、網膜から外側膝状体および皮質有線領に至る各水準において種々の感応が生じると考えた。感応の3要素は、力、空間、時間である。

ここで、例えば、網膜上に一定の光刺激が与えられたとすると、図6左のように刺激部位を中心として興奮(+)過程が生じ、これに対してその周辺にはそれと拮抗的な性質をもつ禁止(−)過程が拡散する〔一側の分布は後に改訂された形である〕。図6の横軸は、

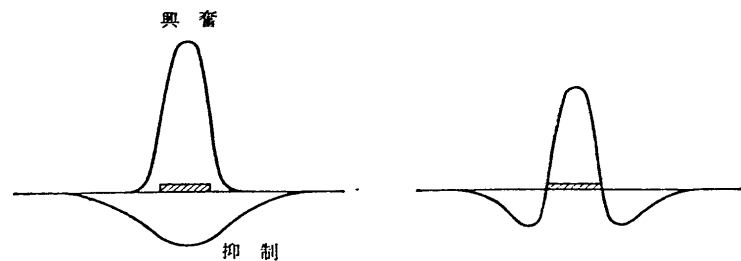


図6. 感応理論における興奮と抑制の拡延モデル [小保内(1955)より]

網膜面上の距離、斜線部は刺激の位置、縦軸は強さをあらわす。一般に興奮過程は時間的に先行し、禁止過程がそれに続き、一定時間後に、興奮と禁止の両力は均衡状態に達して、図6右のような関係になると考えられている。これが感応の時間に関する側面である。小保内は、色・明るさの同化、光覚閾の下降、空間の過大視などが興奮過程に属し、色・明るさの対比、光覚閾の上昇、空間の過小視などは禁止過程に属するとした。だから、分割錯視の解釈時にみられるように、錯視量変化曲線イコール感応曲線という図式が生まれるのである。

しかし、現象面における過大視・過小視をそのまま単純に神経生理的な興奮・禁止に置き換えることには、誰しも唐突感および飛躍性を感じるであろう。この点は多くの研究者から指摘を受けている。小保内は、過大視・過小視の生じる直接の機制は、興奮・禁止にともなって生じる神経細胞の膨潤・縮化によると考えた。この感応の概念は、E.Heringの色覚説の同化・異化の概念に示唆を得たと自身で述べているが、興奮の拡散、禁止の誘導といった構想は、I.P.Pavlovの条件反射学の概念に負うところがあるのではないかと推測されている(森,1970;金子,1977)。

小保内の感応理論は、視知覚論から出発して、記憶、学習、思考までその適用の範囲は広げられている。一般心理学の基本原則への発展を志していた点では、Köhlerの意図とよく似ている。小保内の理論は、ある刺激に対応する神経過程に生じた興奮と禁止がその周囲の一定範囲に波及するというものであるから、これはまさに“場の理論”である。また、禁止作用の本質を神経の動作電流に対する分極電流と考えたところなど、Köhlerの生理学仮説に通じるものがある〔事実、Köhler(1965)は敬意をもって小保内を場理論の先駆者とみなしている〕。このように、実際にはKöhlerの立場に近いと思われるのに、小保内は終始場の概念を拒否し通した。その理由は、感応は微小部分過程の加算的総和であるとする要素主義的立場をとったためである。Gestalt心理学の主張する全体観を認めなかったから、小保内の理論においては、例えば横瀬の理論式におけ

る固有結構のような変数は、全く無意味な概念であった。しかし、本川（1948）の誘導場ではしばしば場の飛躍が見い出され、強調されている。この点の論議は検証されないですれ違いのままに終わっていることが多い。

感応の概念にはもともと時間的な経過が含まれているから、とくに時間軸上の変化とみなされる現象の説明には向いている。前項で述べたように、小保内は、同心円錯視と図形残効はそれぞれ同一過程の両極であり、その間には連続的な移行過程が存在すると考え、実験によりそれを示した（Ikeda & Obonai, 1955）。この点については、小笠原（1961）は途中に不連続な飛躍的变化が存在するのではないかと疑っている。つまり、同一場所で互に関係のない独立の二つの過程が多少の惰性をもって入れ替われば、それは、不連続な飛躍的变化とならないで、漸進的な推移の中間的な経過を示すであろうというのである。例えば、気に入りの玩具で遊んでいた赤ん坊が急にそれを取り上げられたときの表情を高速度撮影で記録したとき、撮影速度が早く、分析の段階が細かであるほど、喜びの笑顔から怒りの表情への移行はスムーズに連続的に進行していくけれども、だからといって、喜びの情緒と怒りの情緒が一つの過程で時間的位相の違いに過ぎないとは言えないではないか。小保内の実験事態はちょうどそれにあたるというのである。しかし、この例えはいささか極端過ぎる。同じ情緒の次元とはいっても喜びと怒りでははじめから別の機序に属するのは分かりきっているのに対し、同心円錯視と図形残効では、検査円の大きさを判断するという点では共通した課題をもち、ただ条件円と検査円の時間的位相が違っていただけである。同一過程が関与していると簡単に言いきってしまうわけにもいかないけれども、別の過程に属しているとみなす方がよほど多くの根拠を必要とするような事象なのである。だから、あえて反駁すれば、小笠原の論理から否定できるのは、同心円錯視から図形残効まで連続的に移行を示すという実験データだけをもって両現象が同一過程と断定してはいけないという側面に対してだけであって、同心円錯視と図形残効の視覚過程が重なり合っているという仮定に対しては、そうでない可能性もあるということをさし示すに過ぎない。

さらに、小保内は、同心円事態における継時提示のうち、図形残効の順序とは反対に、TF, IFの順に刺激が提示されたとき（遡行効果）でも、TFの見えは影響を受け（池田・小保内, 1955）、残効事態と遡行事態が同時事態を挟んで相称的に連続する過程であると考えた。この実験結果に対し、野沢（1965）は、遡行効果は多数回反復された試行の残効が累積されたものであらうと、強い不信をあらわしている。こうした疑問点については、田中（1981, 1991）で実験的に検証を行っている。

小保内の感応理論は、極めて一般的、抽象的な体裁のまま提出されていて、実験的、論理的にそのまま検証するといった仮説・モデルの様式を全く備えていない。個々の現象についての事実関係の説明や予測のために感応理論をあてはめることは、実のところ小保内以外には難しい。小谷津（1969）は、図6に示した要素刺激に対する興奮・抑制両過程の規定を数学的に行うならば、特定の刺激図形の内外に対応する部位に起こる神経生理的興奮の状態を理論的に予測描出することが可能となるはずであり、またその予測を実験的に検討するという方向に進むことが常識的に正攻法であらうと述べている。小保内は、“この（感応）曲線は、数式に表すことも可能であるが、筆者は、一層精密な測定を待ってこれをなすつもりでいるうちに今日に至り、まだ数式化していない。機会をもってこれを数式に直すつもりでいる（1955.p.96）”と記しているから、その意思は持っていたようであるが、とうとう試みられないままに終わってしまった。

小谷津（1969）、森（1970）、金子（1977）が評価しているように、小保内の感応理論は、現象

の表面的な規則性しか見ないアナロジー論として終わったとの批判もある一方で、その最も基本的な生理過程は、電気生理学の発展にともなう、神経系における側抑制（lateral inhibition）の研究や受容野（receptive field）の研究でその正当性が実証されている。また、その後、藤井・松岡・森田（1967）、藤井（1967）は、通信情報工学の立場から、網膜の側抑制の機制にもとづいた数理モデルを提案しているが、これなどは、小保内の数式化構想のひとつの実現にあたるかもしれない。この研究については省略する。小谷津（1969）、森（1970）、今井（1972）により概述と検討が行われている。そして、当論文でも後に登場することになるが、小保内の感応の図式（図6右）は、今日、神経活動の基本的単位を考えるととき頻りに用いられるパターンである。その意味でも、小保内の着眼には深い予見性があったと言える。また、その時代、“感応理論の研究”と副題をもった小保内とその共同研究者の膨大で広範な報告が発表されたが、実際には基本的で組織的な実験が多く、またその定性的な解釈のためにかえって特殊に落ち込むこともなく、貴重な資料となっている。

ところで、感応理論の陰にあって顧みられることは少ないけれども、小保内（1930）は、角度方向錯視についてだけは網膜彎曲がその主因であると主張し続けた。この網膜彎曲説によれば、視野の周辺に与えられた線分は凝視点を中心として視野の周辺が縮小し、碁盤の目のパターンは樽様に歪む（図7 A）。角度錯視において、例えば小保内図形（図7 B）を前額平行面上の種々の位置においた場合、錯視量は周期的に変化する。これと同じ周期性はほかの角度方向錯視においても見られる。これらは全て網膜の彎曲が原因であるとした。長さ、距離、大きさなどのおおよその錯視については感応理論によって説明されるのに、そして、感応の法則は小保内の定性的な基準からすればそのまま角度方向錯視にも適用可能のように思えるのに、なぜ、わざわざ別の機制を当てはめようとしたのであろうか。

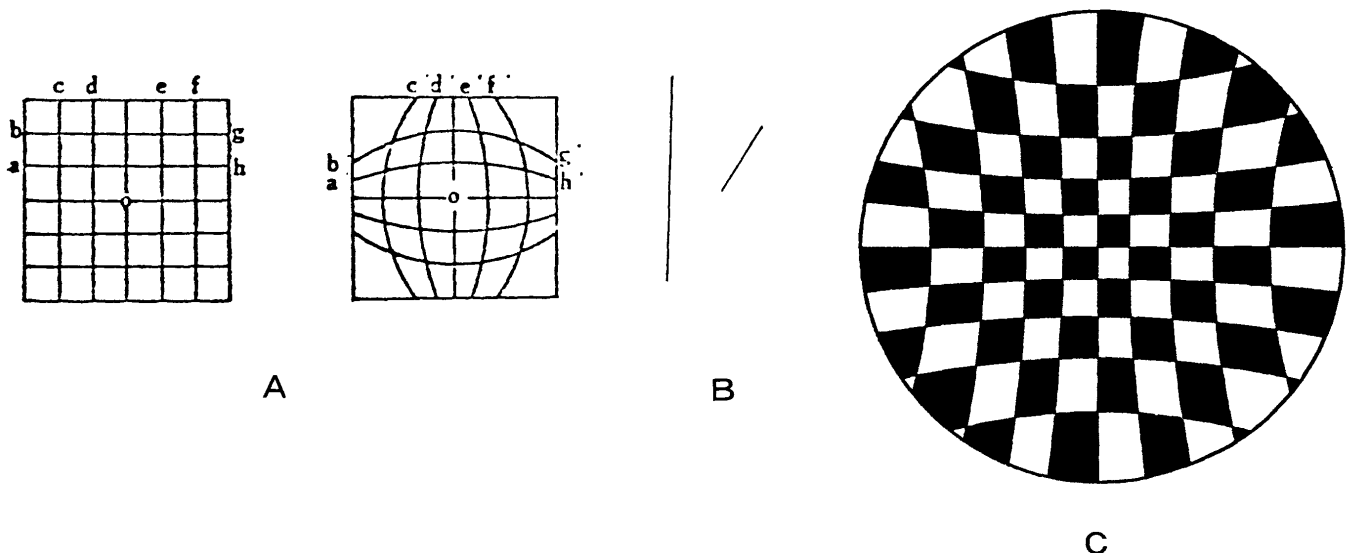


図7. A. 小保内の網膜彎曲説〔碁盤の目のパターンの知覚（小保内,1955）〕
 B. 小保内図形〔角度・方向の錯視の一種（小保内,1930）〕
 C. Helmholtzのチェッカー盤〔片目を近づけて観察すると方眼となる〕

同じ時期、増田惟茂（1931）は、角度方向錯視の説明に「直角座標説」を提案している。これは、物理的・生理的・精神的の3種の座標が区別され、角度方向錯視は心理的直角座標と類化・分化（異化）の傾向との交錯により生じると考えるものである。そして、盛永（1933）は両説の

比較検討を行っているが、これは両氏を含む研究会においてのことである。また、自身でもEbbinghaus角度錯視とZöllner錯視の、つまり角度方向錯視に関する初めての実験論文を発表している（橘・盛永,1930；盛永,1932,1933）。小保内（1930）の研究も初期の論文であり、そのころはまだ感応理論は提案されていなかった。この当時には、HelmholtzやHering以来の、絶対的垂直と客観的垂直といった基準方向と網膜像の問題が、依然討議の対象になっていたようである〔もちろんこうした論議はずっと継続したわけで、そのひとつの解決例に、H.A.WitkinのRFTを用いた認知スタイルの概念がある〕。また、視野周辺が縮小する現象もHelmholtzによってとりあげられた。この知覚現象はHelmholtzのチェッカー盤（図7C）を観察することによって簡単に体験することができる。寺社の建物の軒などは両端をはね上げて、この知覚的歪みからくる垂れ下がりやを意識的に修正していることは有名である。Helmholtz自身は、この現象を眼球運動の法則と関連させて説明しようとしたそうであるが、もちろんこれには歴史的価値しかない。この問題も色々研究されたが、仏のM.Tscherningは眼球模型を作り、その眼底に投影された像が実際に周辺において縮小することを証明した。ただ、網膜周辺において外界対象が縮小して投影されていることは事実であるにしても、網膜上の幾何学的配列がそのまま常に知覚面の配列にはならないというのが一般的に行われる反論ではある。これの英語訳があらわされたのは1924年というから、その直接的な影響もあるかもしれない。こうした時代に網膜構造説は提案されたのである。

小保内は、感応学説を強力に展開するようになった後でも、“この（網膜彎曲）仮説にはまだ説き足りない点があり、それは今後、追補修正されなければならないが、筆者の主張は、大綱において誤りないものと信じている（小保内,1955,p.197）”として、依然網膜彎曲説を支持している。しかし、一方では、網膜の彎曲からすると中心軸は網膜のどの方向をとるのも任意であり、軸のとり方のいかにズレがすっかり変化してしまい、ズレの意味をなさなくなるといった記述もみられる。この点について、今井（1972）は、他の要因が強く働いて網膜による一定のズレの傾向をマスクしてしまうと説明するのであれば、網膜彎曲像ははじめから既に角度方向錯視を規定する一条件に過ぎないことになる」と批判している。この例に典型的にみられるように、小保内の説明は実におおらかなものであって、個々の記述を総合してみると整合しない場合が少なくない。Helmholtzのチェッカー盤を観察してみればすぐ気づくことであるが、外界の対象が張る視角が大きいときにはドラマチックに生じる現象であるにしても、網膜投影像が小さく、かつ中心視に近いときには、網膜彎曲が直接、知覚像へ与える影響はほとんどみられない。また、錯視図形の各部位が凝視点からどの方向にあるかによって、錯視効果はそれに合った傾向を示さなければならないはずであるが、実際には、小保内がいうほど組織的な差異は生じない。

したがって、この仮説を評価すれば、錯視効果に影響なしとはいわないが、網膜の物理的構造のみによって角度方向錯視を説明しようというところにもともと無理があるということであろう。もっとも、小保内（1955）もそれは認めていて、視神経はもちろん神経系統の各部の連関があって、それに支えられて方向の基準が決まり、その上にたって網膜の彎曲が作用し、外界の平面関係がずれて投影され、その結果が角度方向錯視ということになると述べている。ここで“神経系統の各部の連関（p.36）”というなら、それこそは感応の関与にほかならないわけであるが、小保内はあくまでも角度方向錯視を、感応の結果であるとするほかの錯視とは区別しようとする。その最大の理由は、初期の頃からの基準方向と知覚現象の関連をみた一連の研究から推測されることであるが、角度方向錯視の一群が規則的な異方性（anisotropy）を示すという特徴を最重要視したためであろう。異方性の存在の有無あるいはその特性は、錯視の分類を行う上でも重要な

キーポイントであり、また、これをうまく説明できない錯視理論はその点が弱点としてしばしば責められる。当論文の立場としては、網膜彎曲説に対する評価はさておき、小保内が、角度方向錯視をほかの錯視とのかたくなに区別したその先見性には、敬意と賛意を併せて表すものである。

5. おわりに

ごく最近になって、広い意味での“誘導場理論”への挑戦を試みているのも、理工系の研究者たちである。

拓殖大学工学部の吉田登美男氏のグループは、精巧かつ広視野のコンピュータ制御のディスプレイを用いて、横瀬のポテンシャル場実験と理論の再構成を行っている。実験操作としては、小光点の2点閾を用いている点が横瀬らのものと異なっている。

N T T 基礎研究所の内藤誠一郎氏は、図8のような重力レンズ錯視という新しい錯視を発見・提示するとともに、誘導図形を質量変化とみなしてアインシュタイン方程式を適用して、空間の計量の歪みによる測地点の彎曲を錯視の原因としてモデル化した(Naito,1994)。重力の類推として、重力源となる誘導図形と検査図形との距離をパラメータとして錯視量の変化を予測するモデルが提案されている。大変興味深いものがあり、今後の発展が期待される。

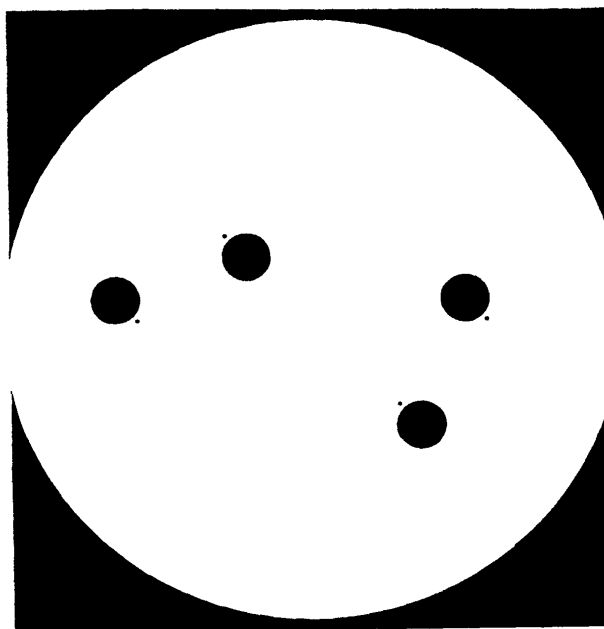


図8. 重力レンズ錯視 [図のように円と点を配置すると小さな点は近くの大きな図形に引き寄せられるように見える。平行四辺形に配置された4点はまったくそのようにはみえない。Naito (1994) より]

文献

- Brown, J.F., & Voth, A.C. 1937 The path of seen movement as a function of vector-field. *American Journal of Psychology*, 49, 543-563.
- 藤井克彦 1967 錯視はなぜおこるか：生体の情報処理機構の一断面. 数理科学 (7月号) 13-20.
- 藤井克彦・松岡幸・森田龍弥 1967 Lateral Inhibition による錯視現象の解析. 医用電子と生体工学, 5, 2, 25-34.
- 池田尚子・小保内虎夫 1955 図形残効・遡及効果・同時錯視. 心理学研究 26, 235-246, 290-291.
- Ikeda, H., & Obonai, T. 1955 The studies in figural after-effects IV: The contrast confluence illusion of concentric circles and the figural after-effects. *Japanese Psychological Research*, 2, 17-23.
- 今井省吾 1969 幾何学的錯視. 和田陽平・大山正・今井省吾 (編) 感覚・知覚心理学ハンドブック 誠信書房 537-576.

- 今井省吾 1972 幾何学的錯視における最近の諸問題 (1). 人文学報 (都立大学) No.85 63-86.
- 金子隆芳・小保内虎夫 1952 感応における刺激の強さ, 分量および距離の要因: 感応理論の研究 第39報告. 心理学研究 23, 73-79.
- 金子隆芳 1977a 心理学の方法論と基本問題. 金子隆芳・古崎敬 (編) 現代心理学要説 日本文化科学社 1-17.
- 金子隆芳 1977b 心理学の諸学説. 金子隆芳・古崎敬 (編) 現代心理学要説 日本文化科学社 182-201.
- Köhler, W. 1965 Unsolved problems in the field of figural after-effects. *Psychological Record*, 15, 63-83.
- 小谷津孝明 1969 視覚の誘導場. 和田陽平・大山正・今井省吾 (編) 感覚・知覚心理学ハンドブック 誠信書房 504-563.
- Leeuwenberg, E. 1982 Metrical aspects of patterns and structural information theory. J. Beck (Ed.) *Organization and representation in perception*. Hillsdale, N.J.; LEA Pp.57-71.
- 増田惟茂 1931 方向の幾何学的錯視に対する新説明の試み: 直角座標説. 松本亦太郎博士在職25年記念 心理学及芸術の研究 (上) 改造社.
- 森孝行 1970 視知覚の場. 大山正 (編) 知覚 東京大学出版会 Pp.139-166.
- 盛永四郎 1932 エビングハウス氏角の錯視に関する研究 (2). 心理学研究 7, 253-266.
- 盛永四郎 1933 ツェルネル氏錯視の研究. 心理学研究 8, 195-142.
- 本川弘一 1948 感覚の生理学的基礎. 科学 (岩波書店) 18, 526-537.
- Motokawa, K. 1950 Field of retinal induction and optical illusion. *Journal of Neuro-physiology*, 13, 413-426.
- 本川弘一 1954 網膜過程の波動性と視覚の場. 照明学会誌 38, 456-453.
- Motokawa, K., Nakagawa, D., & Kohata, T. 1957 Figural after-effects and retinal induction. *Journal of General Psychology*, 57, 121-135.
- Naito, S. 1994 The Gravity Lens Illusion and its mathematical model. In G.H. Fischer & D. Laming (eds.) *Contributions to Mathematical Psychology, Psychometrics, and Methodology Recent Research in Psychology*, Springer Verlag New York Inc.
- Nakagawa, D. 1958 Müller-Lyer illusion and retinal induction. *Psychologia*, 1, 167-174.
- Nozawa, S. 1956 An experimental study on FAE by the measurement of field strength. *Japanese Psychological Research*, 3, 15-24.
- Nozawa, S. 1958 An experimental study on FAE by the measurement of field strength 2. *Japanese Psychological Research*, 5, 22-27.
- 野澤晨 1965 図形残効の研究における場の理論. 心理学評論, 9, 68-97.
- 野澤晨 1969 図形残効. 和田陽平・大山正・今井省吾 (編) 感覚・知覚心理学ハンドブック 誠信書房 577-608.
- 野澤晨 1982 図形知覚の時間的空間的構造: 図形残効現象をめぐって. 鳥居修晃 (編) 知覚Ⅱ: 認知過程 東京大学出版会 151-182.
- 小保内虎夫 1930 生理心理学的研究 第2報告: 偏倚の周期性現象の研究 (序報). 心理学研究 4, 419-474.

- 小保内虎夫 1955 視知覚：感応学説研究 中山書店.
- 小笠原慈瑛 1952b 視覚過程における場構造. 千輪先生還暦記念論文集 最近心理学の諸問題 Pp.3-8.
- 小笠原慈瑛 1955a 角的布置における線の偏向. 心理学研究 26, 12-22.
- 小笠原慈瑛 1955b 角的布置における線の偏向 (II). 日本心理学会第19回大会発表資料 6, 441.
- Ogasawara,J. 1958 Motokawa's induction-field theory and form perception. *Psychologia*, 1, 182-183.
- 小笠原慈瑛 1961 知覚の問題点. 相良守次 (編) 現代心理学の諸問題 誠信書房 3-62.
- Ohkawa,N. 1954 The effect of various figures upon critical fusion frequency of a flickering small patch. *Japanese Psychological Research*, No. 1, 34-44.
- Oyama,T. 1960 Japanese studies on the so-called geometrical optical illusions. *Psychologia*, 3, 7-20.
- 橘覚勝・盛永四郎 1930 エビングハウス氏角の錯視に関する実験的研究. 心理学研究 5, 487-502.
- 田中平八 1981 継時呈示条件下での幾何学的錯視現象. 日本心理学会第41回大会発表論文集 145.
- 田中平八 1991 Delboeuf同心円錯視とEbbinghaus円対比錯視における同時錯視・継時錯視・遡及効果. 日本心理学会第55回大会発表論文集 174.
- 田中平八 2001 幾何学的錯視現象と研究の枠組み (3) : W.Kohlerの「飽和説」をめぐって. 秋田県立大学総合科学研究彙報 No. 2 93-102.
- 内山道明 1954 視知覚における場の強さを求める実験式について. 名古屋大学文学部研究論集 9, 93-112.
- 内山道明 1962 面図形上の場の強さについて. 名古屋大学文学部研究論集 30, 37-47.
- 和田陽平 1960 幾何学的錯視における拡散効果. 人文学報 (都立大学) No.23, 33-53.
- 横瀬善正 1952 心理物理同型論 (Isomorphismus) の実証的研究：形態の場の強さを求める理論式. 名古屋大学文学部研究論集 No. 3, 163-178.
- 横瀬善正 1956 視覚の心理学. 共立出版.
- 横瀬善正 1963 「形」の心理的ポテンシャル場の理論の妥当性について. 名古屋大学文学部研究論集 No.33, 1-13.
- 横瀬善正・後藤倬男 1967 円及び円弧図形の場の力の大きさの測定. 名古屋大学文学部研究論集 No.45, 35-44.
- 横瀬善正・市川典義 1953 形の場の力の方向の研究 (第2報告). 心理学研究 23, 261-274.
- 横瀬善正・伊東三四 1964 円および円弧図形の場の強さについての実験および理論的展開. 名古屋大学文学部研究論集 No.36, 93-104.
- 横瀬善正・河村寿人 1952 形の場の力の方向の研究 (第1報告). 心理学研究 23, 133-143.
- 横瀬善正・内山道明 1951 視知覚における場の強さの測定. 心理学研究 22, 41-56.