

幾何学的錯視現象と研究の枠組み（3）

—W.Köhlerの「飽和説」をめぐって—

田 中 平 八

第1報告では、錯覚、錯視、幾何学的錯視現象の特質、錯視研究の意味や利点などについて整理を行った（田中,1998）。第2報告では、錯視研究の黎明期から今日に続く錯視研究の歴史的経過と背景を概観しつつ、現在の錯視研究への反映や比較について考えた（田中,2000）。引き続いて今回は、その中からとくにW.Köhlerの「飽和説」に焦点をしばって、幾何学的錯視現象への対応とその後の研究の経過について議論を試みる。

1. 「大きさ」に関する同時錯視（幾何学的錯視）と継時錯視（図形残効）

W.Köhlerの「飽和説」の概要は、前報告でかなり詳しく述べた（田中,2000）ので、議論をすすめて「飽和説」の幾何学的錯視に対する適用というところからはじめる。

Köhlerは、「飽和」の機制はすべての知覚現象の基底にあるものと考えたから、同時錯視についても、図形残効の場合と全く同様の説明が行われる（Köhler & Wallach,1944）。幾何学的錯視と図形残効とは、同一刺激布置であることがある。同時錯視とは、このような文脈において、図形残効が継時的であるのに対して使われる用語である。図1Aは、IFとTFが継時的に提示されれば図形残効実験であるが、同時錯視のときにはPonzo錯視に対応する。この錯視は、凝視点を挟んで両側に位置する細長の矩形は同じ大きさであるが、影響図形である2本の斜線のために左側の矩形の方が長く見える。Köhlerは、この同時錯視も、斜線をIF、二つの矩形をTFとみれば、“距離矛盾の原理”によって説明できるとした（Köhler & Wallach,1944）。つまり、IFから離れるようにTFを変位させるその影響力は、左側の矩形ではIFに近過ぎるために弱いけれども、右側では適度に離れた位置にあるため強力となり、そのために右側の矩形において、より収縮が起きるというわけである。つまり、斜線の自己飽和が直接、錯視を生じさせたというのである。

ところが、図形残効と同時錯視が同じ過程であるというKöhler & Wallachの考え方は、実験事実に適合しない。図1Bは、本邦の図形残効研究で好んで用いられた刺激布置である。距離と位置の関数としてみては不明確なままの現象も、円のような「大きさ」の属性を用いると共通の規則性が浮かんでくる利点があるためである。IFとTFが同時提示

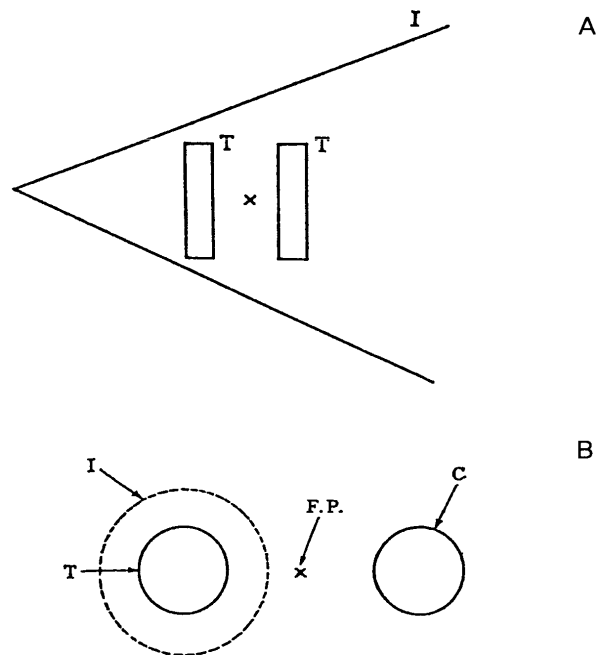


図1 A. Köhler & Wallach (1944) による同時錯視の説明に用いられた図形
B. 図形残効における同心円布置の刺激図形

されれば、このときの同時錯視はDelboeuf同心円錯視に相当する。同心円錯視の研究は、同心円配置における図形残効の研究とともに、本邦でとくに研究が進んでいる領域で、多くのことが調べられ追試も済まされている。

図2Aは、同心円配置を用いて空間的要因の役割を検討した図形残効実験、5つの研究報告から6つの実験結果について、I円とT円の直径の比率の関数として、T円の拡大量あるいは縮小量を比較したものである(大山,1970)。円の大きさ、観察距離、I円の持続観察時間、残効量の測定法など、実験条件はかなり異なるにも関わらず、曲線のパターンは互いによく一致している。

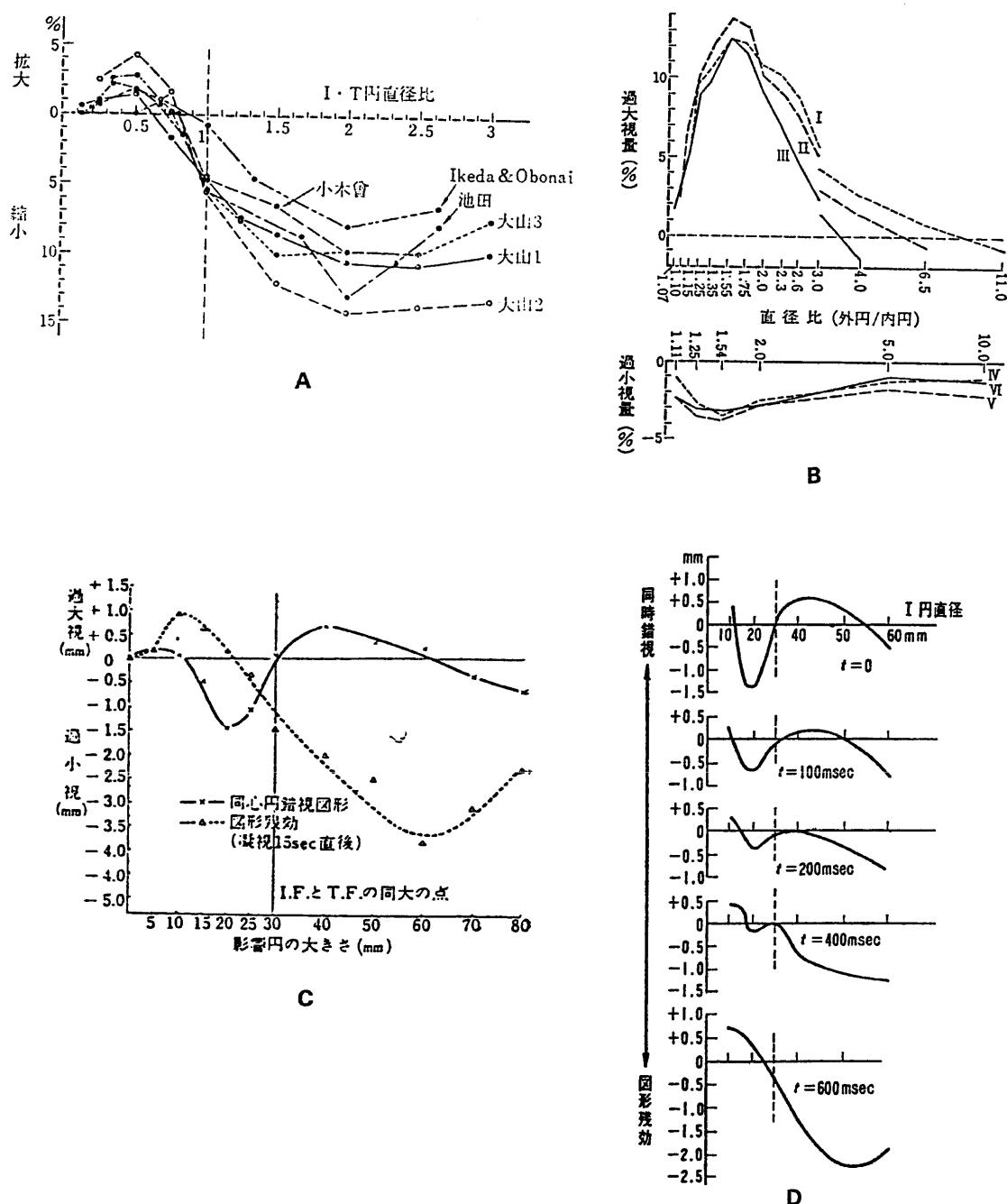


図2 同心円配置における図形残効と同時錯視の結果の比較

- 図形残効の結果 I円 (IF) とT円 (TF) の直径比の関数としてみた残効量 [大山 (1970) が整理したもの]
- 同時錯視の結果 内外円の直径比の関数としてみた錯視量 [小笠原 (1952) にもとづいてOyama (1960) が画いたもの]
- 同一被験者で比較した同時錯視と図形残効の図形条件の効果 [小保内 (1955) より]
- 同時錯視から図形残効への移行過程 [Ikeda & Obonai(1955)からSagara & Oyama(1957)が要約したもの]

一方、図2Bは同心円錯視について、T円の大きさを違えて行われた3組の刺激系列の実験結果(小笠原,1952)を、やはりI円とT円の直径の比率の関数として、T円の過大視(拡大)量あるいは過小視(縮小)量の変化を図示したものである(Oyama,1960)。図2Cは、同心円錯視(同時錯視)と図形残効の図形条件の効果を、同一被験者を用いて直接に比較した結果である(小保内,1955)。

これらの結果から次のことがわかる。図形残効では、I円がT円より小さいときT円は拡大して見え、I円がT円より大きいときにはT円は縮小して見える。またこのとき、一般に縮小量の方が拡大量より大きい。一方、同時錯視では、I円がT円より小さいときT円は縮小して見え(過小視)、I円がT円より大きいときにはT円は拡大して見える(過大視)。I円がT円より極端に大きいときにはT円が縮小して見えること(過小視)もある。また、一般に過大視量に比べ過小視量は少ない。このように、図形残効と同時錯視の曲線の位相は全く異なっている。図形残効は“変位の原理”に合った現象であるけれども、同時錯視では反対の傾向を示すのである。また、I円とT円が同じ大きさのとき、“変位の原理”に従えば、T円はちょうど拡大も縮小も示さないはずであるが、図2Aのように曲線は既にT円の縮小の側に移っている。拡大量と収縮量の大きさの水準が違い、また図形残効と同時錯視でその量の多さは反対の傾向を示すことも、単純な“変位の原理”では説明できないことである。

図形残効のもう一方の法則とされた“距離矛盾の原理”についてみれば、拡大量ないし縮小量の変化曲線には極大点があり、I円より離れたところに最大残効効果を示す位置があることは確かである。その意味では“距離矛盾の原理”は正しい。ただ、そのときの最適点は絶対的な“距離”により規定されるのではなく、I円とT円の相対的な大きさの比率により決定されている。すなわち、図形残効では、T円の拡大の極大値は、T円とI円の直径比が2.0の値をとる辺りにあり、T円の縮小の極大値は、I円とT円の直径比がやはり2.0の値をとる辺りにある。一方、同心円錯視の同時錯視では、T円の過小視の極大値は、T円とI円の直径比が1.5の値をとる辺りにあり、T円の過大視の極大値は、I円とT円の直径比が同様に1.5の値をとる辺りにあることは、盛永(1935)と小笠原(1952)の研究をはじめ多くの研究で確かめられている。池田・小保内(1955)は、同時錯視から継時錯視(図形残効)に到るまでの時間的経過を、I円とT円の大きさの差の関数として検討した。図2Dは、その結果をわかりやすく要約したものである(Sagara & Oyama,1957)。I円とT円の刺激提示間隔(ISI)の増加とともに、同心円錯視の典型的錯視量変化曲線から、最終的に図形残効の典型的残効量変化曲線に到るまで、滑らかな移行を示している。

同心円布置において、同時錯視と図形残効の曲線の位相が相反する傾向を示すこと。T円に対する残効量あるいは錯視量の最適条件を規定している空間的要因は、I円とT円間の絶対的距離の差ではなく、両者の相対的な大きさの比率であること。また、そのときの最適条件の比率は、同時錯視と図形残効では異なっていること。同時錯視から図形残効まで、時間的経過に従って、その時々の変化曲線は滑らかな移行を示すこと。以上の事実は、Köhler & Wallachが考えたように、図形残効と同時錯視が単純に同一の過程であるとは言い切れないことを示している。しかしまた、両者が全く無関係の視覚過程に属しているとみなすこともできないわけで、両者は同一過程の異なる位相のあらわれであると主張したIkeda & Obonai(1955)の見解がそのまま正しいかどうかは今後の問題として、基本的になんらかの共通の機制が備わっていることを暗示しているかもしれない。

同心円布置以外の「大きさ」の錯視ではどうなっているであろうか。上述したDelbouef同心円錯視の内外円の直径比の指標に典型的にみられるような、測定部位の大きさ・長さ、条件部位末端間の距離の比率、その際、長い部分を短い部分で割った比の値を、「外／内比」と呼ぶことにする。また、和田（1972）の提案にならい、条件部位の末端の最長距離より測定部位の方が小さい図形布置を「内錯視」、逆の布置を「外錯視」と名づける。田中（1981a）は、十数種の大きさ・長さ・距離の錯視について、主部位と条件部位の大きさの比、すなわち外／内比の関数として錯視量変化曲線に注目し、広く錯視相互の関連性を実験ないし資料にもとづいて探索した。その結果、全体に外錯視における結果の不一致、不安定はみられるものの、内錯視では、ある程度錯視量変動規定因として「外／内比」の組織的な解釈が可能であることを示した。試みに田中（1981a）の報告において吟味された錯視図形を図3に例示してみる。詳細は省くが、これら全ての図形においてみられる錯視傾向を、先に述べたようなKöhlerの「飽和」によって説明を試みることは難しい。

一方、同時錯視に対して、錯視図形を条件部位と検査（測定）部位に分けて継時的に提示する、継時錯視条件ではどうなるか。例えば、Fraisie（1971）は、同時錯視と継時錯視における錯視効果の異同を調べることを試みたところ、Muller-Lyer図形においては、継時比較条件では同時錯視と反対の傾向が得られることがあることを示した。田中（1981b）は、より綿密な手続きに従い短時間提示条件を用いて、条件部位と検査部位の間隔（ISI）を変化して実験を行った結果、同時錯視とは逆錯視となる傾向は、ISIがわずかに増加したときに極大となることを示した。同心円布置において見いだされたような同時錯視と継時錯視の傾向は、Müller-Lyer図形でも共通傾向として認められるようである。継時提示条件下におけるMüller-Lyer図形での反対錯視傾向は、定性的にはKöhlerの飽和説で説明が可能であるかもしれない。しかし、同時錯視からの移行を考えると、同心円布置における同時錯視と図形残効の間に生じたような問題は依然として残る。

今日では、Blakemore & Sutton（1969）の「空間周波数残効（size aftereffect）」仮説などが発表されたあたりから、格別にKöhler流の“図形”残効にこだわる必然性が失われてしまったように見なされている（田中,1994）。しかし例えば、同心円布置での図形残効実験でI円とT円が同じ大きさのときにT円の縮小が見いだされることや、図形残効と同時錯視で反対の傾向を示すことなどは、前述の通りKöhlerの“変位の原理”では説明できないが、同時に、最新版の「大きさ残効（size aftereffect）」の説明原理によっても解消していないのである。空間周波数型残効実験と図形

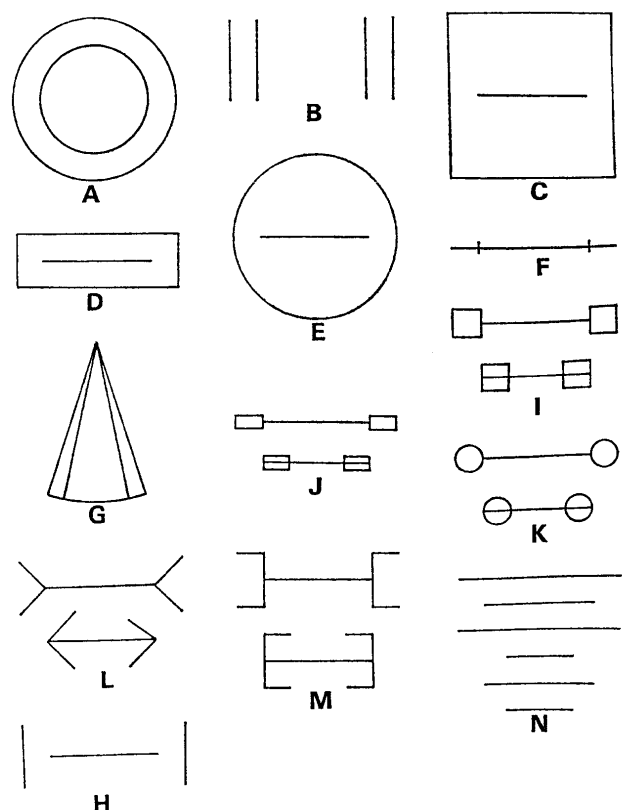


図3 大きさの錯視図形群〔田中（1981a）より〕

残効実験の間の現象的関連，実験事実とBlakemoreたちの理論との間には依然として落差が存在するのである（野澤,1986）。

2. 傾き・方向の同時錯視と継時錯視およびGibson効果

Köhler & Wallach (1944) は，図形残効のなかにGibson効果を含めて，飽和説によって解釈できるとした。Gibson効果の実験に用いられるIFとTFを同時提示したとき，Köhlerのいうところの同時錯視となる。この場合にも錯視効果は認められる。このことは，既にGibson自身が見出ししていることであるが，とくに説明を行っていないので彼の“規準化 (normalization) 説”との関連は明確ではない。Gibson効果で用いられる刺激図形のような，傾き・方向〔方位〕・彎曲度・屈曲度といった属性においては，同時錯視および残効の結果として生じるTFの変位の方向は一致している。同心円布置を用いた同時錯視と図形残効の場合では，TFの変位の方向は互いに反対であったから，両者の傾向は全く相反することになる。この場合，残効によるTFの変位の方向は同じであって，同時錯視の傾向の方が異なるのである。すなわち，同心円錯視では同化のフェイズが主流であるのに対し，方向・彎曲錯視では対比のフェイズが主に見られるといったふうである。

Gibson効果とその同時錯視現象が同一方向への変位を示したことは，図形残効と同じ機制によって同時錯視が生じるとするKöhlerの考えに，保証を与えているかのように見える。しかし，Gibson効果の残効現象のなかに，Köhlerのいう図形残効の2大原理ではとうてい説明できない現象が認められる。その不適合は，同心円布置の図形残効で見られたものとは質のちがった，強大なものである。野沢 (1953) は，曲線〔〕のGibson効果の実験で，曲線IFが，(a)それより曲がり方の少ない曲線TF，(b)同じ曲がり方の曲線TF，(c)曲がり方がそれより大きい曲線TFに及ぼす残効を調べた。Köhler & Wallachの“変位の原理”と“距離矛盾の原理”に従えば，(a)では，残効により見かけの曲がり方は減少し，(b)では，残効の影響がないから変化が生ぜず，(c)では，残効のため見かけの曲がり方が増大するはずである。結果は，(a)(b)(c)いずれとも，見かけの曲がり方は，少なくとも方向に変位したのである。この結果は，Gibsonの規準化説による順応効果では解釈可能であるけれども，Köhlerの予測には全くあてはまらない。Wilson (1965) は，8種の曲線IFと5種の曲線（直線）TFを組み合わせて残効を測定し，残効が規準化説のいう順応効果によるものか，あるいは飽和説のいう変位効果によるものか相対的に決定しようとした。結果は，変位効果も存在しているが，順応の要因も無視できないものであった。このように，図形残効の変位の2大原理によってGibson効果の結果も説明してしまうという試みは成功していない。

伝統的な図形残効やGibson効果実験のような長いオーダーのIF提示条件ではなく，ごく短時間提示条件でも角度・方向の残効は生じる。田中 (1987) は，傾斜した縞図形をIFに，垂直線をTFとして，IF，TFの提示時間を50msecとしISIを変化して残効量の変化を調べたところ，ISIの増加とともに急激に残効量は増加し，150～300msecをピークあたり安定し1secも間隔をおいた後でも残効は十分に認められた。この安定している付近の残効量は同時提示条件の錯視量と同程度である。田中 (1985) は，Zollner錯視図形に関して，IFにherring-bone型図形，TFに平行線を用いて同様の実験結果を得ている。

今日，こうしたGibson以来の方向〔方位〕一般に関する残効は，「傾斜線残効 (tilt aftereffect)」と一括りにされて検討されている。田中 (1994) で詳述しているように，かなりの実験事実と

生理的仮説が提出されてきている。しかし例えば、上述のWilson (1965) 実験が示した変位効果と順応の要因の併存の事実については依然として説明できていない状態にある。

大きさの錯視と方向の錯視では、残効の結果の方は大筋で一致した傾向であるのに、同時錯視の方向は、角度方向錯視および彎曲図形と同心円図形とでは全く反対となること。また残効も、例えば同心円布置における図形残効の場合とは異なって、方向および彎曲図形の場合には、規準への順応効果が関与して複雑な傾向を示すこと。これらの事実は、大きさの錯視群と角度方向の錯視群の特徴を明らかにしていく上では大変興味深い示唆を与える。また、時間軸上で経緯を調べることは、事象の特徴を際立たせるのに大変有効な手段となることもわかってきた。Köhlerの飽和説の提案はそのきっかけとなっている。

3. 反復測定ないし持続視にともなう錯視量減少現象

幾何学的錯視研究におけるKöhlerのもうひとつの具体的な貢献は、長い間放っておかれたままにあった、いわゆる錯視の練習効果、つまり反復測定にともなう錯視消滅現象の解明に理論的に挑戦したことである (Köhler & Fishback, 1950ab)。Köhlerは、錯視ももちろんそうであるが、この現象も飽和のなせるわざと考えた。Müller-Lyer図形においては、矢羽根の角の内部部分〔図形[< s s > < s]のsの箇所〕で強い「飽和」が起きる。内向図形では、外向図形に較べて閉合の程度が強いから、必然的に飽和の度合も高くなる。そのため内向図形の頂点間の距離は、外向図形のそれに比べて短く見えるというのであるが、これは、前報告で詳述した内容を用いて次のように補足できよう。「変位」の機制を考えるとときには、視覚領における精神物理的対件である機能的相互関係 (functional interrelationship) の程度により、これが強められれば現象的距離は縮小し、弱められれば拡大するとされた。二対象過程間の相互関係は両者の図形電流による。図形電流の密度分布は「飽和」によって影響を受ける。そこで、内向図形では、飽和の度合が強いのであったから、密度はより大となり、したがってその領域は現象的に縮小する。それに比べて、外向図形では相対的に、密度は粗となり、現象的にその領域は拡大する。これが普通の状態におけるMüller-Lyer錯視である。

しかし、錯視図形での測定が多数回反復されると、角の内部〔sの部分〕の飽和は段々高まり、この飽和の蓄積が現象的距離の見えの程度に影響を及ぼすことが予想される。Köhler & Fishback (1950a) は、凝視点を決めて錯視量の測定を反復したところ、5名の観察者について平均103試行で錯視は消滅するという結果を得た。この試行数は、Judd (1902) などの古典的な実験結果と比べると極端に少ない。凝視条件が重要であるということは飽和説に有利である。凝視点を定めたまま錯視図形を持続観察しているだけでも錯視量は減少する。錯視が消滅してからも測定を続けると、外向図形より内向図形を過大視するようなことが起きる。つまり、単なる練習効果ではないというだけでなく、この反対錯視の生起は極端な飽和の反作用を示すものとKöhlerは考える。測定を繰り返したあとでMüller-Lyer図形を除け、頂点の位置に一致するように3本の平行垂直線分を置くと、内向図形側の線分間隔の方が外向図形側の間隔よりも広く見える。これは、飽和の強さの分布が不均等であるため、平行線分の図形電流の流れを妨げ、図形残効の場合と同じような効果が生じたのである。以上が、飽和の存在とその影響の証明というわけである。しかし、飽和の増大が、なぜ通常の錯視と反対の傾向を起こすのか、図形残効の説明のときと同様に説明されていない。また、Müller-Lyer錯視図形についての説明は、その図形形態への適合性から円滑にいったとして、他の種々の錯視でも錯視の崩壊現象がみられるとしたら、そのときにも

このままの説明があてはまるのであろうか。

Tanaka (1975) は, Köhler & Fishbackの飽和説の是非を直接検証する実験を行った。タキストスコープを用いて主線を含まないMüller-Lyer図形を提示する。第1条件では間隔を空けて図形を短時間提示し, かつ真ん中の矢羽の箇所を凝視する観察条件を課す。第2条件も同様であるが, 提示の都度, 図形の左右位置が逆転する。第3条件は, 図形提示時間の加算分だけ連続して図形を提示し, なおかつ図形の各所に視線を走らすよう教示する。第1条件では飽和の高まりがもっとも有利となり, 第2条件では飽和はいちいち相殺されるので, 錯視量減少効果は生じないはずである。第3条件は視線が定まっていない分, 飽和の成立に不利である。しかし, 対抗仮説のひとつである眼球運動説には有利な条件となる。前後で錯視量を測定して比較したところ, 錯視量の減少は3つの条件とも生じており, 第3条件の減少がもっとも顕著であった。田中(1976)は, Müller-Lyer錯視図形のほか, Oppel-Kundt分割錯視図形, Poggendorff錯視図形について, 凝視条件, saccadic眼球運動が生じる条件等で, 持続視に伴う錯視量減少効果を調べた。錯視量の減少はいずれの錯視図形でも生じ, かつ凝視条件が特に有利であるという事実も見いだされなかった。更に田中(1993)は, 錯視量減少現象が, 最近の説明原理として第2節や第3節で紹介したような大きさ残効や傾斜線残効を説明する特徴検出機構の順応効果とは異なっていることを示した。今日では, Köhler & Fishbackの思惑とは全く異なり, 彼らの研究の直後に行われた東(1952)の実験結果が示すような, 学習経験要因の関与がもっとも可能性の高い説明原理と考えられている。

4. Köhlerの「psychophysics」と眼球運動の問題

Köhlerは自分の研究の立場をあらわすのに「psychophysics」ということばを用いた。意識現象に同型的に対応する中枢生理過程を考え (psychophysical isomorphism), その成立の生理学的な因果関係を明らかにすることによって, 心理現象の因果的説明としようとするものである。この部分平行論的生理主義は, 彼が生涯を通じて貫き通した考え方であった (和田,1973)。これまで述べてきた図形電流のモデルは, まさにその集大成というべきものである。

Köhlerは, 理論家としても研究者としても, 真摯で謙虚な態度のひとつであったから, その後の図形残効研究で新たに見い出された〔日本の研究者によるものも多い〕事実についても, 理論的に納得させようと努めている (Köhler,1965)。Köhlerは1967年に80歳で亡くなっているので, これは最晩年の論文である。ただ, ほかの心理学者が, 図形残効の2大現象原理にのっとなって, それにそぐわない実験事実を挙げて反証しても, 図形電流理論のレベルで吸い上げられてしまう。彼にとって, 変位の2大原理など, 図形電流モデルのあらわす一側面に過ぎないのかもしれない。しかし, Köhler自身はそれで済むとしても, モデルとしては, それを用いて誰でも現象の予想を導出できるように定式化されていないことは, 大山(1970)のいうように大きな欠点である。しかも, 視皮質に想定された電気化学的構造をもつ生理的過程のその細部は, 現在の神経生理学の知見から著しく離れるという野沢(1982)の指摘は, 率直なところをあらわしているから, 実験事実にもとづいた現象法則に準拠できないことは, 実は大変困ったことなのである。前報告でKöhlerの飽和説からの予測が, 作業仮說的役割を負わされるにとどまることが多いと書いたのは, このあたりのことを指している。

Köhlerがpsychophysicsについて行った最初の実験的研究は, 継時比較と時間誤差に関するものであった。そして, 最後の実験的研究が, 図形残効や錯視の反復観察効果に関するものであ

たように、彼は、終始、空間的要因だけではなく、時間的な経緯を同時に睨んでいた理論家であった。知覚事象は、もとより時間空間的広がりをもっているのだから当たり前と言ってしまうまでものことであるが、現在でも、運動視研究は別にして、時間の導入にまがりなりにも成功している視覚説明理論がどれだけあるであろうか。

その汎用性の高いKöhlerの皮質場理論にとって、最も厄介な問題は眼球運動の存在であった。知覚の体制と大脳皮質の場の物理的過程との同型的対応を仮定したために、実験事態ではどうしても凝視条件が不可欠となる。これはGestalt心理学が日頃主唱する自然な状態から程遠いものである。図形残効実験では、特別な理由がない限りIF中央に凝視点が設定されていて、その箇所を注視し続けることが要求されていた。しかし、空間周波数や方位の特徴検出機構を想定した近年の残効実験の順応図形(AF)では、時にはその下部に注視線を設置してあってその上での視線の移動が観察者に義務づけられている。もちろん、AF、TF観察時に、制約なく自由自在に図形の各部に視線を走らせる場合も多い。こうした実験手続き上の相違は、決してKöhlerの図形残効実験が仮想敵国なのではなく、実験結果が残像の影響などの網膜上の末梢の出来事ではなく、視皮質おける事象であることを間接的に示威しようというためであった。Köhlerにとっては、実に空しい努力であったということになる。

また、眼球運動は知覚行動の一部に最初から組み込まれて、知覚の体制を考える際には無視できるといったこれまでの考え方がまちがっていることを示す知見は次々とあらわれてくる。例えば、荻原ら(1978)は、眼球運動能力は発達していく性格のものであり、うまくいったとして高校生の終わりから大学生の始め頃になってやっと完成することを、実験調査によって示している。したがって、知的能力の発達に障害があると、眼球運動能力についても発達遅滞が認められたりするのである。Koler & Martins (1982)は、眼球運動のスキルは読書などによる長い練習の成果として、改善されていくものとしている。このように、一見、自然に成熟していきそうに見える眼球運動についても、Gestalt心理学が厭う学習経験要因が深く関与していることがわかる。さらに、これも有名なHixon Symposium, 1948におけるLashleyの批判に典型的にみられるように(Lashley, Chow, & Semmes 1951)、皮質場理論は、求心系の神経インパルスから遠心系のインパルスへの変換の問題、または、場の力が遠心系を制御する仕組みについて、なんの示唆も与えない。眼球運動は、まさに認知活動と遠心系への制御との問題に関連しているのである。幾何学的錯視現象への眼球運動の直接的な役割については、田中(1982)で展望しているのでこれ以上は立ち入らない。

このように、説明仮説と実験事実という水準ではKöhlerの飽和説は散々な評価を受けることになる。では、歴史的価値しか存在しないのかということとそんなことはなく、Köhlerの「場」の考え方は、とくに本邦で各種「誘導場」理論として華々しく展開されていくことになるのである。

文 献

- 東洋 1952 ミュラー・リエル錯視外向図形における経験の効果 心理学研究 22, 111-123.
Blakemore, C. & Sutton, P. 1969 Size-adaptation: A new visual after-effect. *Science*, 166, 245-247.
Fraisse, P. 1971 L'integration temporelle des elements des illusions optico-geometriques et l'inversion de l'illusion de Muller-Lyer. *L'annee Psychologique*, 71, 53-72.

- 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.
- Judd,C.H. 1902 Practice and its effects on the perception of illu-sions. *Psychological Review*, 8, 27-39.
- Köhler,W. 1965 Unsolved problems in the field of figural after-effects. *Psychological Record*, 15, 63-83.
- Köhler,W. & Fishback,J. 1950a The destruction of the Muller-Lyer illusion in repeated trials. I: An examination of two theories. *Journal of Experimental Psychology*, 40, 267-281.
- Köhler,W. & Fishback,J. 1950b The destruction of the Muller-Lyer illusion in repeated trials. II: Satiation patterns and memory trace. *Journal of Experimental Psychology*, 40, 398-410.
- Köhler,W. & Wallach,H. 1944 Figural after-effects: An investigation of visual process. *Proceedings of American Philosophical Society*, 88, 269-357.
- Kolers,E. & Martins,A.J. 1982 Eye movements of preschool children. *Science*, 215, 997-999.
- Lashley,K.S.,Chow,K.L., & Semmes,J. 1951 An examinaton of the electrical field theory of cerebral integration. *Psychological Review*, 20, 123-136.
- 盛永四郎 1935 大きさの同化対比の条件 増田博士謝恩最近心理学論文集 岩波書店 28-48.
- 野澤晨 1953 図形の持続視と残効2 心理学研究 24, 47-58.
- 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 1955 視知覚：感応学説研究 中山書店.
- 小笠原慈瑛 1952 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.
- 荻阪良二・木田光郎・三輪武次・谷口正子・鈴木初恵 1978 眼球運動検査の規準作製 昭和51, 52
年度科学研究費研究成果報告書
- Oyama,T. 1960 Japanese studies on the so-called geometrical optical illusions. *Psychologia*, 3, 7-20.
- 大山正 1970 図形残効. 大山正（編）知覚 東京大学出版会 109-137
- Sagara,M., & Oyama,T. 1957 Experimental studies on figural after-effects in Japan. *Psychological Bulletin*, 54, 327-338.
- Tanaka,H. 1975 An experimental examination of the satiation theory and the efferent readiness theory on decrement of the Muller-Lyer illusion. *Japanese Psychological Research*, 17, 147-151.
- 田中平八 1976 幾何学的錯視の持続視と眼球運動 人文学報（都立大学） No.111, 99-123.

- 田中平八 1981a 大きさ・長さの錯視におけるoptimal刺激条件の分析 人文学報（都立大学）
No.145, 23-50.
- 田中平八 1981b 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 1982 錯視=眼球運動説をめぐって サイコロジー（サイエンス社） No.29 30-38.
- 田中平八 1987 短時間提示による傾斜線残効およびその遡及効果における刺激間隔(ISI)の
役割. 人文学報（都立大学） No.189, 39-53.
- 田中平八 1993 幾何学的錯視・選択的順応・錯視量漸減現象：探索的研究 人文学報（都立大
学） No.239 69-81.
- 田中平八 1994 幾何学的錯視と残効. 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.681-736.
- 田中平八 1998 幾何学的錯視と研究の枠組み（1） 人文学報（東京都立大学） No.288
51-83
- 田中平八 2000 幾何学的錯視と研究の枠組み（2）：幾何学的錯視研究の経過について 秋田
県立大学総合科学研究彙報 No.1 79-100
- 和田陽平 1972 Wundtの角度対比錯視について 人文学報（都立大学） No.85, 1-12.
- 和田陽平 1973 Wolfgang KohlerのPsychophysikについて 明星大学研究紀要（人文学部）
No.9, 83-93
- Wilson,J. 1965 Adaptation and repulsion in the figural after-effects. *Quarterly Journal
of Experimental Psychology*, 17, 1-13.