

幾何学的錯視現象と研究の枠組み（2）

—幾何学的錯視研究の経過について—

田 中 平 八

田中（1998）の第1報告では、錯覚、錯視、そして幾何学的錯視現象の特質、および錯視研究の意味、利点、特徴などについて、整理を試みた。引き続き、今回、第2報告においては、錯視研究の黎明期から始めて、現在の錯視研究への直接的な継投が開始される時期に至るまで、その歴史的経過と背景を概観しながら、現代の錯視研究との比較および反映に焦点をあて、展望と回顧を行う。

1. 「幾何学的錯視」の名称と研究の黎明期

「幾何学的錯視 geometrical-optical illusion（英） illusion optico-géométrique（仏）」という名称は、独語の「geometrische-optische Täuschung」の訳に依っている。1855年に発行された『Jahresbericht des physikalische Vereins Frankfurt a.M.』に、J.J.Oppelの“Über geometrische-optische Täuschungen”という題名の、10頁ほどの論文が掲載されていて、これが“幾何学的錯視”の命名の由来ということになっている。Oppelの研究は、分割された距離は分割されない距離に較べて過大評価されることを示したものであるという（図1a）。なお、量的な測定は、Kundt(1863)およびAubert(1865)によって試みられた。それゆえ、この錯視図形を「Oppel-Kundt錯視」と呼ぶ〔ただし、どちらかというとな邦では、図形を区別するのに人名を用いるのを避ける傾向があるようで、「分割距離錯視」と呼ばれることが多い〕。また、物理的に等長の直線であっても、水平に置かれたものに較べて、垂直方向にあるものは過大視される。「水平垂直錯視」と呼ばれるこの図形は（図1b）は、実質的には、Fick(1851)が報告している。このひとは著名な学者ではあるのだが、単に視野の非対称の例として示しただけという扱われ方をされて、幾何学的錯視としての水平垂直錯視に対する最初の探査者の榮譽もまた、Oppel(1855)に対して与えられている。

Oppelの研究は、幾何学的錯視を名乗った最初の学術論文という評価だけではなく、その後続く研究の引金になっている点でも価値がある。Helmholtzの『生理光学ハンドブック』の一部は1856年に出版されているが、そこには分割距離錯視と水平垂直錯視の両効果の加算・相殺を示す巧妙な図形〔「Helmholtzの正方形」と呼ばれる〕が考案されているという（図1c）。ただ、われわれがみるのは1866年発行の第3巻に載っている図であろう〔英訳版では、第3巻、p.193〕。Boring(1942)によれば、Wundtは、既に1858年に、水平垂直錯視に対して眼球運動説の適用を試みたという。幾何学的錯視に対しては、Oppelの後、即座に実験心理学の巨匠二人が応答したわけである。Zöllner錯視とPoggendorff錯視が学史上、公式にあらわれたのは1860年であった。Hering錯視（図1d）が提案されたのは、翌1861年である。Oppelの報告を契機として、実験心理学正史上における「幾何学的錯視」研究が、ほぼ一斉にスタートしたということになる。

2. 幾何学的錯視研究前史

実際には、昔から、幾何学的錯視に応じた現象の存在は知られていて、前論文（田中、1998）で触れたルーベンスの絵画の例のように、それぞれに対応した行動がとられていたらしい。例えば、上述の分割距離錯視現象については、ギリシャ時代に既に、あいだに物が介在した場合の方が、そうでない場合に較べて過大視されるといった奥行距離の評価の問題として、かのAristotleの記述がみられるという。

幾何学的錯視は、人工造営物においても、顕著に見い出される。その古い事例としては、ギリシャのパルテノン（Parthenon）神殿の外観に関するものがよく知られている。図2aは、その東面の概略図である（Luckiesh,1922／1965）。ここでは、建築者の技術的配慮によって、建物を眺めたときに生じる錯視効果が、巧妙に補正されているという。もし、なんらの補正も施さず、機械的に建造したとすると、軒縁（architrave）の線、つまり柱から柱へ渡されている梁は、実際にはまっすぐなのにたわんで見えることになる。そして、知覚的な歪みは、それだけでは済まず、土台床（stylobate）や列柱群（colonnade）やペジメント（pediment〔古典建築の三角形の切妻壁〕）そのほかの全体的構造に及ぶであろう。極端に表現すれば、それは図2cのようになるはずである。そこで、実際には、土台床を上方に彎曲させ、柱も内側に傾斜させ、軒縁には彎曲をつけ、結果的には軒縁から屋根までの大きさも縮めるという大調整が行われた。その補正を誇張して記述すれば図2dのようである。これだけの全体的補正を加えて、はじめて上段aのように知覚されるということになる。知覚的な歪みを引き起こしている最大原因は、屋根と軒縁と、あるいは、そのあいだのペジメントなどによって作り出された、つぶれた三角形の形態の錯視のためと考えられる。図2bに、単純化してとり出された錯視図形では、底辺の中央部がたわんで下がっているのが認められる。おそらく試行錯誤によっ

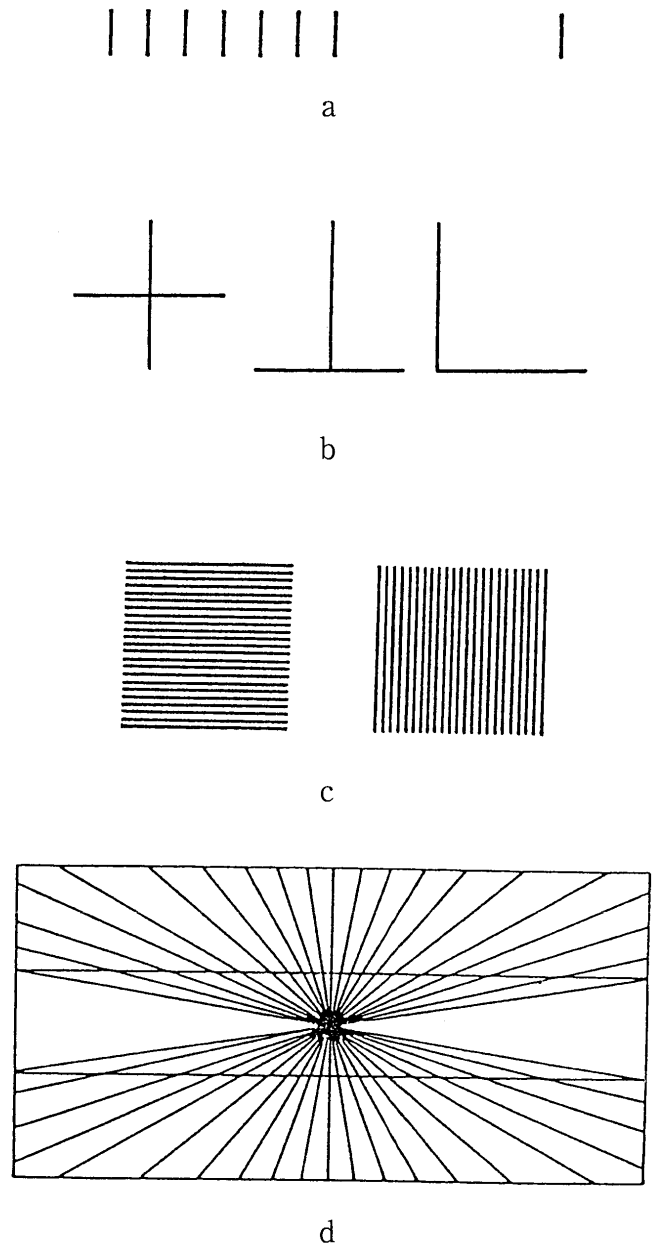


図1
 a. Opper-Kundt錯視 [分割された距離の方が長く見える。分割距離錯視とも呼ばれる。]
 b. 垂直水平錯視 [垂直方向の線分の方が水平方向の線分より長く見える。]
 c. Helmholtzの正方形 [Opper-Kundt錯視と垂直水平錯視の加算・相殺を巧妙にあらわしている。]
 d. Hering錯視 [彎曲して見える2本の線は客観的には平行な直線である。]

たのであろうといわれているが、パルテノンでは、数cm程度の補正が各所に行われ、錯視による知覚的な歪みを取り除かれているという。

さらに、柱については、背が高くなると同じ太さのままでは中央が細くみえるので、中ほどを故意に膨らませてある。エンタシス (entasis) と呼ばれるこの技巧がはるばる本邦にまで伝播してきているのは、よく知られている通りである。

パルテノンでは、もうひとつ別の錯視に対する補正が試みられていることもわかっている。暗い背景上に置かれた明るい対象は、明るい背景上の暗い対象より大きく見える (図3)。この現象は「光滲 (irradiation)」の錯視と呼ばれている。物理的あるいは生理的に「光滲」という事実が存在するかどうかは定かではないが、事象は明確に存在する。明るい空を背景するところに立っている柱は、暗い背景のもとでの柱よりかなり太くつくられていて、結果的に、神殿の柱は均等にみえるようになっていると聞く。

これらの例でみられるように、既にギリシャでは、建築設計に重要な役割を果たす視覚的な歪みの情報は十分明らかにされていたものと思われる。それに比べると、2次元平面における美術作品の表現においては、透視図法の消点などが不完全ながら知られていた形跡はあるものの、まだまだ心細い状態にあった。

このように、知覚はしばしば誤るものであるという事実は、旧くから知られていたわけである。これに対して、ギリシャ時代の思想家たちの考え方は、究極のところ、次の2つの見解に分かれるという (Coren & Girgus, 1978b)。一方の立場は、感覚入力は変化しやすく、不正確なものであるので、心の主要な機能のひとつは、これらの誤謬を正して、正確な外界の表象を与えることにあると考える。もう一方の立場では、感覚は生得的に正確で、世界の生き生きとした真実の (veridical) な描写を行っているが、心あるいは判断の容量の方に限界があるとするのである。したがって、知覚的な誤りの発生の原因は、第1の立場からは、心より感覚の方が信頼されるとき起こるという見解に到り、第2の立場からは、感覚の働きに心が干渉し合ったときに起こるとされる。この対立する二つの見解は、ずっと変わらず知覚と認知についての

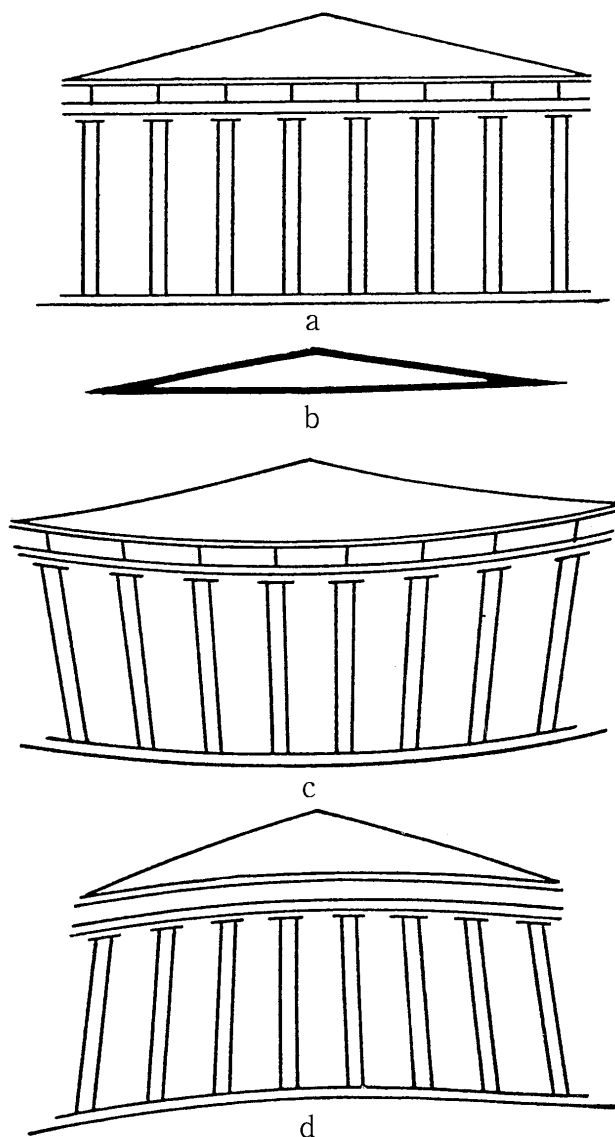


図2 建物における錯視 [Luckiesh (1922/1966) より]

a. パルテノン神殿東面

b. 屋根の部分にあって全体に作用していると思われる錯視 [つぶれた三角形の底辺の直線は中央部が下にたわんで見える。この彎曲の錯視について、Coren & Girgus (1978b) はJastrow-Lipps錯視の名称をあてているが、一般的ではない。とくに命名はされていないように思われる。]

c. 錯視による歪み [物理的に正確に、aのように造ると、錯視のために建物はこのようにゆがんで見える。もちろん誇張した表現となっている。]

d. 錯視効果を除去するための補正 [そこで、最初から建物にこういった補正を加えておくと、錯視による歪みが補正されて、主観的にはaのように見える。]

捉え方の根底をなすものとなってきたといつてよい。

Aristotleは、色や音のような、感覚によって即座に正確に把握され、かつ、ある感覚に独占的な知覚的性質と、運動や数や形態のような、表象の正確さを保証するには知的な仲介が必要となる全てに共通する性質とを、区別した。この考え方は、上記の両見解の対立が前提となつた上での、段階的かつ折衷的な見方である。知覚過程には登録段階と解釈段階が備わっているとすることした考え方は、René Descartesにおいても引き継がれているが、心身の関係について相対立する立場をとっていたことは周知の通りである。Aristotleでは、心は、生命の原理として、身体的側面と分かちがたく結びついて、心の働きは、身体を通して初めて具象化されると考えられるのに対して、Descartesでは、心は人間にのみ経験される意識的事実で、身体の方は物の世界の秩序に属するとする、厳しい心身二元論が提唱された。Descartesの哲学は西欧思想に長期的かつ強大な影響力を与えつづけた。心理学も、この枠組みへの対応には、長いあいだ苦戦を強いられることになる

また、17,18世紀には、Thomas ReidやImmanuel Kantらは生得説 (nativism) を、John Locke、George Berkeley、David Humeらは経験説 (empiricism) を展開させた。現代の心理学につづくGestalt主義対行動主義の学説上の基盤部分に関わる問題としても、この対立は重要な論点であった。さすがに近年、極端なかたちの“主義”の標榜はみられなくなった〔ごく最近、認知“主義”の強風が通り過ぎていったが〕。それでもこの対立は随所にニュアンスとして色濃く残っている。“心理学のなかで最も退屈な論争”と揶揄されながら、「氏か育ちか論争 (nature-nurture problem)」は、未だ、時には避けて通れない関門であることには変わらない。そして、幾何学的錯視の研究でも例外ではないのである。

こうした根本的な立場の違いはあつたにしても、色や明るさのような感覚印象がそのまま成立するという事実については、両陣営の見解は一致しているのである。だから、両者のあいだで行われた議論は、例えば対象の大きさや位置をどうして知覚するかといった空間的な問題に集中していた。そして、そこから帰結するところ、生得的な機制を前提にする立場においては、知覚的な誤りは、光線が目が届く前に干渉を受けるか、神経のメッセージが破壊されるときに起こるとされ、経験および学習を重視する場合には、入力が誤って解釈されるので生じるとされたのである。

Coren & Girgus(1978b)は、錯視理論を、構造説 (structural theory) と方略説 (strategy theory) に大別した。構造説というのは、光学的あるいは神経系の構造的な特性から、直接的に錯視の歪みが生じると考える立場である。網膜に形成されるイメージが、眼の光学的な限界によって不正確となるか、さらに、網膜上で、または、もっと視覚系の高次の段階で起こる、生理学的な相互作用によって、情報の神経的な変換符号化(encoding)が歪め

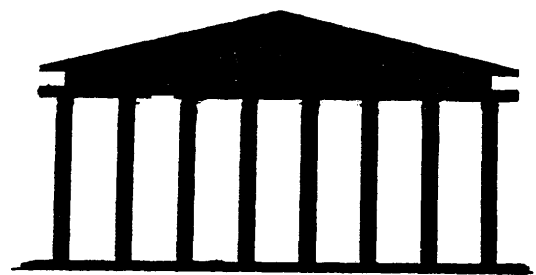
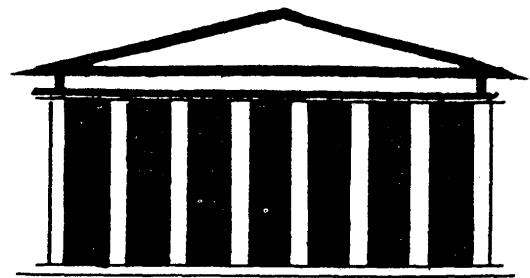


図3 建物における「光滲」の錯視 [暗い背景の前に立っている柱は、明るい空を背景に立つ柱より太く見える。]

られるために、外界の正確な表象とは異なって意識経験が知覚されるとみなされるのである。一方、方略説においては、錯視は、視覚情報の認知的過程の各経路で生じると考えられる。この種の理論は、決して立場を一にしているわけではない。錯視説には実に種々雑多な立場が存在するが、Coren & Girgus(1978b)の例示によれば、ほとんどの錯視理論が後者の範疇は入ってしまう。なかには前者の機制を前提としているのではないかとの分類上の疑問を抱かせるものも少なくないが、さしあたり、特定の図形配置のときとくに強められるようになっている判断過程によってもたらされる偏りから、またある刺激を観察すると、予め組み込まれている仮説とか処理プランとか方略とかが不適切に作動してしまうといった認知的な機制によって、知覚的な歪みが生じるとされるのである。錯視の歪みが生じる原因としては、光学的なあるいは神経系の構造的な特性から直接的に生じると考える立場と、視覚情報の認知的過程の各経路で、入力刺激のもつ性質のため、予め組み込まれている仮説や処理プランや方略が不適切に作動してしまうので錯視が生じると考える立場が、およそギリシャの時代から現代まで、原則的には続いているのである。“心理学は長い過去をもっているが、歴史は短い”というHermann Ebbinghausの至言があるけれども、幾何学的錯視の捉え方も心理学と同じ歩みをとっているといえるかも知れない。

3. 錯視研究第1期全盛期：古典的錯視説明理論

Oppel (1955) の論文の後、今世紀初頭に至るまで、幾何学的錯視は心理学者（生理学者や物理学者や哲学者）の興味をひくところとなり、論戦が行われた。とくに前世紀末から今世紀初めが最盛期で、我々がいま心理学史上でその名前を知る高名な人々の参加をみる。J.M.Baldwin、A.Binet、F.Brentano、H.Ebbinghaus、H.von Helmholtz、E.Hering、J.Jastraw、C.H.Judd、T.Lipps、H.Münsterberg、F.Schumann、E.B.Titchener、W.Wundt、こういった人々によって、錯視図形が次々に発見、創作され、この不思議な現象を説明するための種々様々な理論が提唱された。

Heringの卓越した構想は、現代の実験心理学の様々な領域で、今なお高い評価を受けているが、1861年に出された彼の初めての著作『心理学論考』における分割距離錯視の説明は、実に特殊なものである。外界は網膜の形態から弧状面に投影されるが、2点間の距離の知覚は、網膜上の2点を結んだ弦の長さに対応するというのである。したがって、分割点が附加されると、その都度、弦を結ぶから、全体の距離は弧に近づいて、結果的に、分割された距離は長く見えるという論理である。後世に影響を与える数々の業績を残した大実験心理学者の説明でも、こと幾何学的錯視に関しては、このように歴史的価値しかないものが少なくない。しかし、幾つかの錯視理論は、その時々々の学問水準による裏打ちを受けて、改訂を繰り返しながら、現在の錯視の解釈の基本的枠組みとして生きのびている。

F.C.Müller-Lyerが、図4aのいわゆるMüller-Lyer図形を含む15種類の錯視図形を発表したのは1889年である。彼自身によるMüller-Lyer錯視の説明は、「合流（confluxion）説」と呼ばれる。図形全体としてみれば、外向図形は内向図形より大きい。部分図形の大きさの知覚には、図形全体の大きさが不随意に影響を与えるために、錯視が起こるとされる。主線の長さは、矢羽と主線がつくる図形全体の空間に合流して、一方は長く、他方は短く見えるというのが、学説名の由来である。社会学者としてのMüller-Lyerは知られている存在のようであるが、心理学の世界では、錯視図形が有名なほどには個人は知られていない。最初の論文の載ったのが独語の解剖生

理学誌の補遺集で、それは当時でも心理学者の目に触れやすいものではなかったであろう。その後の研究の引用文献欄に記されている書名が不正確なことは、Oppelのケースに似ている〔Oppelの場合にも正確な掲載文献名を探る当てることすら筆者にとっては困難な作業であった〕。Carter & Pollack(1968)は、原著論文の価値を述べ、翻訳の必要性を説いている。幸いなことに、錯視に関する2篇の論文〔ほかに精神物理学に関する論文が2篇あり、それで心理学の発表業績は全てである〕の英訳は、Day & Knuth (1981)によって実行され、事実、それはCarter & Pollackの推賞の弁に違わない内容であった。同時に、簡単な経歴と、とくに英語圏の心理学界で知られなかった事情が紹介されたので、個人的情報についても知り得るところとなった。

前世紀末までに挙げられたMüller-Lyer錯視についての代表的な説明理論は、次のように、十指を超える。ここでは、ごく簡単な紹介を行い、当時の錯視の考え方について触れる。また、今日の錯視理論との関連についても少し述べることにする。

Müller-Lyerの最初の論文が発表された翌年には、Laska (1890)によって「不連続接合説」が唱えられた。それによれば、われわれは、直線的かつ最短距離に、想像上不連続部分を接合する傾向をもつ。そのとき外向図形では開放部分が大きくなるから、主線も長いと判断されるというものである。翌々年には、Brentano (1892)が、自説の「鋭角過大視説」の適応例としてこの錯視の解釈を試みた。鋭角を備えた主線は短く、鈍角側の主線は長くみえるというのである。Müller-Lyer錯視に対する妥当性はともかく、各種の角度錯視の基本的な仮説として、現在まで生きている。また、このとき、一生理学者に聞いたとだけ記し、発見者の名前を記さずに錯視図形を使用したことが、その後の混乱に拍車をかけた。この傲慢さは、学者の良心という点からすると確かに気になるところであるが、刺激布置上同一の原理に則ったとみられる錯視図形は、既にOppelの論文にみられるし、これほど有名な錯視となったことについては、矢羽図形自体がもつ特質性もさることながら、Brentanoが速やかに研究に取り組んだことがなによりも最大の誘因であろうから、結果的には功罪合い半ばをなすところであろうか。接次型のMüller-Lyer図形(図4b)を単独の図形(図4a)と区別するとき、とくに“Brentano version”と呼ぶことがあるのは、その影響力を残すものである。

Lipps (1892)は、外向図形では自由な眼球運動が許されるような印象を、内向図形では逆に制限的な印象が与えられ、そのため、この錯視が生じるとした。我々の意識内部における活動や努力や想像力を、美学的な空間様式に移入して、認識を行っているとするもので、この純心理学的立場は「感情移入(empathy)説」と呼ばれる。この考え方は、実験心理学より芸術心理学に影響を与えた。Lippsの論文には、Brentanoへの批判が含まれており、この時点から、互いの錯視理論に対する非難応酬の歴史が本格的に始

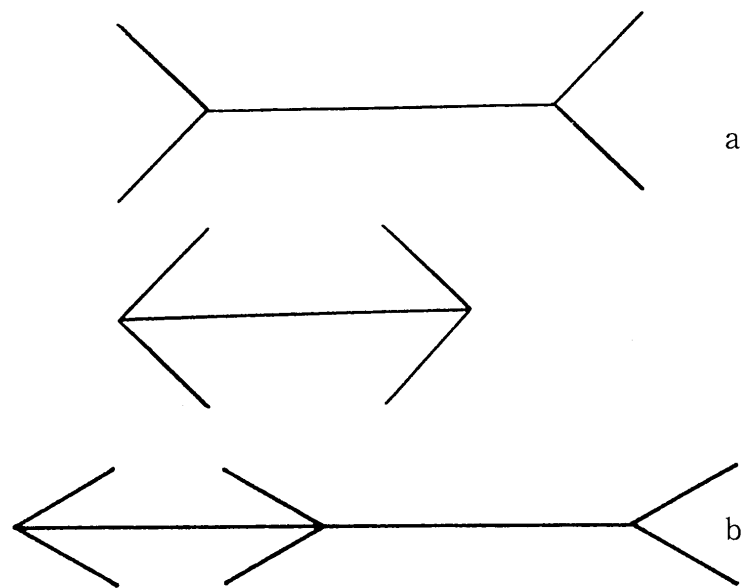


図4
 a. Müller-Lyer錯視〔主線の長さは上方の図形の方が下方の主線より短く見えるが物理的には等長である。〕
 b. Müller-Lyer錯視接次図形〔とくに海外ではBrentano型と言われることもある。〕

まったとってよい。

仏のDelboeuf (1892) は、「注意点牽引説」をもって論戦に参加した。主線の端近くに置かれた矢羽は、注視点を引き離す方向へ牽引するので、この錯視が起こるといえる。同じく仏のBrunot (1893) の「重心説」では、長さの判断は、頂点間の距離によるのではなく、矢羽の中心間の距離にもとづいて行われるので、錯視が起こるとされた。Auerbach (1894) は、間接視で全図形を見ることによって、ちょうど主線に平行な線をイメージすると同じことになり、ために錯視が起こると考えた。間接視による影響を強調するので、「間接視説」と呼ばれる。

Armand Thierry (1895-96) は、今なお有力な錯視理論のひとつである「透視図説 (perspective theory)」を唱えた。Müller-Lyer図形の内向図形は、木挽台をちょうど真上から見たときの2次元投影像に対応し、外向図形は真下から見たときのそれにあたるという。つまり、透視図法的原理に従って、内向図形では、矢羽の線は手前から向こうへ、外向図形では、矢羽の線は向こうから手前へ伸びている形式となる。したがって、主線に相当する水平棒の部分は、内向図形では、より近くにあることになるので短く見え、外向図形では、より遠くにあるために長く見えるというのである。つまり、物は遠くになれば小さく、近くになれば大きく見える。それならば、同大の物は、遠くにあるとされるものは大きく、近くにあるとされる物は小さく見えるというわけである。

Heymans (1896) は、Müller-Lyer錯視について、要因分析的な研究を初めて実施した研究者であり、その資料的価値は今なお評価され、かつ利用されている。彼の説明は、「運動対比説」と呼ばれている。矢羽の頂点から端へ向けて、イメージの上での眼球運動の傾向が生じる。この運動は、内向図形では、主線にそった実際の眼球運動の方向と一致するが、外向図形では反対方向となる。実際の眼球運動とイメージ上の運動を合わせた量が、運動対比により外向図形では大きくなるので、長く見えるというのである。

Heymansの論文をきっかけに、Müller-Lyer (1896) は、先の自分の論文をまとめなおし、第一論文以後にあらわれた研究に対する反駁を、今度は心理学専門誌へ掲載した。理論上重要な点を拾い出すと、影響部位の方向が主部位と平行関係にあると、合流が起こるが、互いに直交あるいは反対方向にあると、「対比」が起こるとした。Müller-Lyer矢羽錯視では、主線は、矢羽に囲まれた空間に合流 (同化) するだけではなく、矢羽の長さの対比効果も受けているというのである。ひとつの錯視にひとつの機制をと、当然のごとく割り振っていた時代に〔歴史的スパンから見ると、この傾向は、海外においてはついこの間まで続いていたものである〕、ひとつの錯視に、複数の要因が相対的に働いて、錯視効果を生じさせることがあり得ることを示唆した、初めての錯視理論家である。また、Müller-Lyer自身が指摘した2種の記述的変数は、その後の色々な研究であげられたものよりむしろ的確であるようにさえ思える。Müller-Lyerが矢羽図形を発見したのは、偶然であったのかもしれないが、錯視研究におけるその存在は、ただの発見者以上のものであった。

van Biersvliet (1896) は、おとなだけでなく、子どもを被験者に、錯視効果を測定した。仏には、既に当時から錯視についてさえも、発生的に、あるいは発達過程から考える心理学的素地が備わっていたわけである。そこでは、外眼筋からの感覚的フィードバックを重視する詳細な眼球運動説が述べられているという。

Einthoven (1898) は、図形の両端が、網膜の周辺部で散乱された像を結ぶので、この錯視が生じると考えた。ゆえに「散乱像説」と呼ばれる。眼球内の光学的な特性と錯視の関係は、今で

も一次的要因として軽視できないとされる。

Wundt (1898) は、“Die geometrisch-optischen Täuschungen” を著し、それまでも主張していた錯視の「眼球運動説」をまとめた。錯視図形をながめる際に、その図形の性格によって自由な眼球運動が阻止されるため、錯視が生じると説明された。したがって、Müller-Lyer錯視以外でも、例えば、Oppel-Kundt錯視は、分割された側の図形では分割点（線）のため自由な眼球運動が妨害を受ける結果であると解釈された。また、水平方向の眼球運動は、外眼筋の構造からしても、人間の生活空間の特質からしても、垂直方向より自由で円滑であり、このために、水平方向の距離は等長の垂直方向の距離に比べて長く見え、つまり垂直水平錯視が生じるのだと考えた。

Titchener (1901) は、Wundtにならって、幾何学的錯視を、網膜像の特性 (the character of the retinal image) と眼の運動 (the movements of the eyes) という二つの側面から整理することを提案した(p.166)。説明の一方だけが有名になり過ぎてしまったため、かえりみられる機会は少ないが、Wundtは、錯視を、眼筋の構造に由来し、外界からの情報抽出に適応的に作用するグループと、刺激布置上を走査する際の眼球運動のパターンに依存するグループとに分類しようと試みていた。そして、前者は恒常的な錯視であるのに対して、後者は可変的な錯視であるとするのである。時代が時代であるから、依ってたつところの生理学的な解釈は妥当性に欠けるかもしれないが、変動をみせない錯視の成分と、変動し得る錯視の成分が存在するとは、最近になってようやく到達した合理的仮説である。Coren & Girgus (1978b) は、幾何学的錯視研究には、刺激布置と知覚的な歪みの関係、つまり錯視自体を研究する立場と、それよりも歪みを生み出す機制そのものに迫ろうとする立場があり、Wundtはこの第2の立場の先駆者であると評価している。

今世紀に入ってからもしばらくは、Shumann (1902)、Benussi (1904)、Lewis (1909) など、みるべき研究は決して少なくないが、この時期には、もうひとつ重要な発見がある。それは反復観察による錯視の崩壊現象である。既にHeymans (1986) は気づいていたというが、Judd (1902) は、Müller-Lyer接次図形で、1000回ほどの観察の後に〔被験者は2名〕錯視が消滅することを見出し、「練習効果 (practice effect)」と名づけた。つづいて、Judd (1905) は、25回の調整法の測定を24日間続けたところ〔被験者は1名〕、第1日目の平均錯視量は17%であったのが、最終日には2%にまで低下した。この傾向は、Poggendorff錯視とZöllner錯視でも確認されている。ただし、図形の左右を入れ換えたり、観察距離を変えたりすると、錯視は復元した。その時の眼球運動の写真記録をみると、観察者は積極的に視線を走らせて図形を観察しており、とくに矢羽の内部を綿密に探索している点が注目値するという。反復しているうちに、この綿密な探索は減少する。Juddは、練習の結果、眼球運動が組織化され、頂点への正確な固視が行われるようになったためであると解釈した。錯視は元々こうした眼球運動の結果と考えられているから、必然的に、錯視量も減少していき、ついに消失してしまうというわけである。Lewis (1908) は、眼球運動の役割を調べるため、瞬間視条件と持続視条件を用いて比較検討した。瞬間視では、眼球運動の生起する時間的余裕はない。錯視量は、瞬間視条件の方が多く、瞬間視の場合には、ほとんど練習効果がみられなかった。持続視条件では、1日100回で20日の後、完全に錯視は消滅した。図形の左右を入れ換えても、錯視量は一時的に回復するが、やがて速やかに消失するという。練習効果の転移が起きるためと考えられた。類似の研究には、Seashore, Carter, Farnum & Sies (1908) の共同研究がある。

上で述べたように、古典的錯視理論の半数以上は、なんらかの意味で眼球運動説であった。このことからわかるように、当時、視空間知覚における位置・大きさの知覚に対して、眼球運動の役割は、非常に高いものと想定されていた。しかし、この時代を別にすれば、W. James以降のこうした考え方、つまり、効果器の状態を制御する遠心系の情報が意識経験を方向づけるという類の理論は、詭弁とみなされることが多く、完全に少数派であった。しかし、少数派ではあるがいつの時代にも根強い信仰者・支持者がいたことはいた。そういう考えの持ち主にとっては、ヨガやバイオフィードバックなど、遠心系による心身への効果が具体的に示されつつある現代は、Wundtの時代以降、もっとも肩身の狭い思いをしないで過ごせる時代であるかもしれない。Crovitz & Daves (1962) およびFestinger, Burnham, Ono, & Bamber (1967) の報告は、実験的例証をともなった眼球運動説の復活一番手である。この議論の続きは、田中 (1982) へゆずる。

Oppel (1855) の論文以降50年の間に、幾何学的錯視についての研究発表は200篇を超えたという。こうして、錯視研究第一期全盛期は終わり、その後、海外では長らく不活性な時代が続く。その間の状況を、Coren & Girgus (1978b) は、1915年から1950年までに、心理学雑誌にあらわれた論文は平均4500篇ほどもあるのに、錯視に関する論文は年平均4篇以下となってしまったと、具体的数値を挙げて説明している。1912年は、Max Wertheimerの仮現運動に関する論文が世に出た年である。いわゆる“Gestalt revolution”の始まりとされている。Gestalt心理学の内容は、Wundtを中心に展開されてきたそれまでの心理学とは、全く立場を異にするものであった。Wundtの実験心理学の終焉とともに、一回目の錯視研究全盛期は終わりを告げている。興亡の時期が一致したのは偶然ではなく、相互に関連をもっているように思われる。その理由は稿を改めて解説を試みることにして、ここでは、Gestalt以前の時代の幾何学的錯視研究の意義が、測定結果の資料的価値と歴史的興味を除いて、軽視され過ぎていると思う所存を述べる。

その旧時代に行われた仕事をひとつの形に整理して、つづく世代に残したのは、Titchenerの業績である。彼の『実験心理学 (1901)』のなかの「幾何学的錯視」の項では、次のように述べられている。まず、錯視について、“「錯視」とは‘客観的知覚の内容についての主観的曲解 subjective perversion (Kulpe)’ であると定義できるであろう。だから、錯視は、視覚刺激の性質から当然予想されるような知覚とは、なんらかのかたちで異なった知覚である(p.151)”という。さらに、幾何学的錯視については、“我々がここで考えてみなければならない錯視というのは、‘空間的な距離や方向や、方向の違いについての誤った理解 [erroneous apprehension] (Wundt)’ というかたちで現れている。特定の幾何学的図形では、非常に単純な形態で、それらが与えられる。それゆえ、発見者 J.J. Oppelよって、「幾何学的錯視」と命名された(p.151)”と語る。ここでは、KulpeおよびWundtのことばが引用されて、錯視は“主観的曲解”または“誤った理解”にもとづく現象とみなされている。この時代には、錯視は文字通り“視覚における錯覚”だったのである。

幾何学的錯視は、珍妙かつ不可思議な現象だからこそ、格別の興味をもたれたのであろう。準備といっても、紙とペンと物差しがあれば足りることであるから、暇々に、われもわれもと、書斎で研究室で、にわか意匠家ということになったのかもしれない。そして、この時期、現在われわれが知っている錯視図形の多くが創作されることになった。必然的に、この妙な知覚的な歪みがどうして生じるのかを説明する試みも、盛んに行われることになる。その解釈は、先に一部述べたように多種多様ではあるが、理論間の接点を見出すことはなかなかできない。もともと研究者にその意志がなかったようにも思える。この理由として、Carter & Pollack (1968) は、

当時の研究者は相互の個人的交流がなかった点を挙げている。しかし、もう一点、幾何学的錯視は、ほかの研究テーマとは違って、特殊な事例との認識があつて、それぞれ独自の解釈を遠慮なく自由に試みることができたことも、理由に加えてよいように思われる。

この時期、錯視は正常な状態では起こり得ない例外的事象とみなされていたのである。特殊な事象であるから、解釈も特殊なものでなければならなかった。錯視を誤った知覚としてほかの事象と区別したことは、明らかな誤りである。このことは、前論文（田中、1998）全体を費やして主張したことであるから、ここでは再び繰り返さない。感覚を意識の基本的要素とし、知覚はその感覚要素から構成されたものとするWundtの心理学では、錯視現象を特殊な例外的事例として処理せざるを得なかったのである。Wundtのこうした考え方は、Gestalt心理学者たちからは「恒常仮定」と呼ばれて批判を浴びることになる。しかし、総枠としての考え方の一部に妥当性を欠くところがあったからといって、個々の資料や解釈にまでいちいちその累が及ぶとは限らない。当時の実験結果は、今日でも信頼のおける資料である。また、当代の実験心理学者たちが参加したのであるから、それだけのことは充分あるはずである。内観主義の非を挙げることはたやすいけれども、現象の機微を見極める上で〔錯視研究者が実験に移る前に丹念に試みているように〕、おそらく内観という手段は有効に働いたかもしれない。

ところで、視覚心理学におけるWundtやHelmholtzの理論は、網膜上の末梢的な部位の理論にとどまったといっても過言ではない。しかし、幾何学的錯視は、そうした体系に収まらない独自で特殊な事象とされたのである。そのことは、逆に、幾何学的錯視の問題を、要素論的構成主義のしがらみから、最も自由な安全な位置におくこととなった。第2期の錯視研究隆盛期のきっかけとなったR.L.Gregoryの透視図説の原典は、Wundtのところ、A.Thierryが初めに提案したものである。既に述べたことであるが、Müller-Lyerは、複数の要因のダイナミックスにより錯視を説明しようと試みた。Wundtは、錯視を生み出す機制そのものに注目した初めてのひととの評価がある。L.Festingerたちの眼球運動傾向説のもとをたどれば、Wundtへたどり着く。後に詳細に触れるように、現代の同化説も、鋭角過大視説も、注意の役割も、原型は既に当時から存在する。このように、錯視を非正常な例外的現象と規定せざるを得なかった点は、誤謬であるにしても、当時の考え方は、“逆の逆は真”というかたちで、現代へ直結するものとなっているのである。その後のGestalt心理学の洗礼が強過ぎたためか、これまで、こうした側面を評価されることが少なかったと思われるので、敢えて強調しておきたい。

4. Köhlerの皮質場理論と図形残効実験：錯視研究の現代化

Gestalt心理学によって「知覚」の概念が変わるまで、幾何学的錯視は、正常な知覚が妨げられたときに生じる特別な現象とみなされていた。Wundtの心理学では、知覚は、意識の基本的要素とされた感覚から、モザイク的に構成されると考えたから、不規則な知覚現象である「錯視」は、例外的に生じた事象と帰結せざるを得なかったのである。しかし、Gestalt心理学においては、知覚の体制は初めから存在していると考えている。この体制化の機能は、神経系に固有のものとして、生得的に備わっているとされるのである。つまり、図形を知覚すると、対象の刺激布置に対応して、生理的部位（視覚の“場”）も変化する。この視覚の「場」の過程は、互いに独立ではなく、時間的空間的に、相互に影響しあう。その結果、様々な知覚現象が生じることになる。このように、知覚は、構成されたものではなく、直接に体験されるものとするから、モザ

イク的にみたときの網膜像と不一致傾向が生じたとしても、そのこと自体はなんら問題とするに足りないことになった。あくまで、中枢神経系の視覚過程の“結果”として、例えば幾何学的錯視のような“錯視”現象が生まれると考えるのである。こうした現代的な「錯視」に対する見方は、Gestalt心理学以後において、初めて可能となったのである。そして、そのことは知覚心理学にとって大変な進歩である。ところが、皮肉なもので、幾何学的錯視が自然な知覚現象であり、起きて当たり前という見解が一般的ということになれば、それまでの“不思議だから面白い型”の自由奔放な研究は持続性を失ってしまう。その結果、幾何学的錯視の分野は急激に活気がなくなってしまった。

当時の知識の集大成である和田・大山・今井編集の『感覚・知覚心理学ハンドブック』の中で、今井(1969a)は、“幾何学的錯視の問題は空間知覚の単なる特殊問題ではなく、空間知覚全般を解明するための手懸りを与えるものとして研究されるようにな(p.537)” ったと簡潔に述べている。幾何学的錯視に対する、こうした認識は、現代の知覚研究者にとって共通のものといつて良い。例えば、大山(1970a)、Hochberg(1971)、Rock(1975)等の、現代の代表的な知覚心理学のテキストには、表現は異なるけれども、ほぼ同じ趣旨の記述をみることができる。ところで、今井も別のところで示唆しているように(今井,1969b)、この文章の前半部分は、Boring(1942)の言葉であり、後半部分に対応する内容は、Woodworth & Schollosberg(1954)にみられるものである。現在では、確かに、こうした見解は定着しており、“現代の錯視研究もこのような立場から展開されている(今井,1969a, p.537)” ことも事実である。しかし、先のBoringからの引用の仕方は、この当時の実感からすると、錯視研究者の立場に引き寄せ過ぎてしまっている嫌いがないでもない。実のところ、Boringは、“幾何学的錯視の問題は空間知覚の特殊問題ではない” と述べた後、“一般的法則が知られたとき、錯視もまた理解されるだろう(p.245)” と続けているのである。この文章のニュアンスから、錯視の役割にそれほどの期待が込められているとは、残念ながら読み取れない。また、S.S.Stevens(1951)編集の大冊『実験心理学ハンドブック』で、『視知覚』の章を担当したC.H.Grahamは、「錯視」の記述には1ページ分にも充たないほどのスペースしか割いておらず(Pp.894-985)、このBoringの言葉の引用が目立つだけの、[行動主義的傾向の強いGraham自身の学風のせいもあろうが] そっけない態度に終始している。このようなわけで、海外においては、幾何学的錯視研究の分野は、比較的沈滞した状況が長く続いた。しかし、本邦では、まさに今井(1969a)の表現にあるようなかたちで、錯視の研究は進展を続けたのである。その話題へ移るためには、一度後戻りして、Gestalt心理学の立場に触れておかなければならない。

Gestalt心理学者のなかで、知覚体制と中枢神経系の力動について精巧な理論を追求し続け、強大な影響を与えたのは、Wolfgang Köhlerであった。Köhlerの理論的立場は「心理物理同型説(isomorphism)」と呼ばれる。つまり、こころとからだ、精神と肉体、意識的過程と生理的過程、知覚の体制と大脳中枢の場での物理過程での起こり方は、同型であるという立場をとったのである。先に触れたように、近代西欧思想において決定的な役割を果たしてきたDescartesの心身二元論は、その後の心理学にも重大な影響を与えてきた。しかし、神経生理学的な知識は、到底この問題に答えられるような水準には達していなかったから、心理学はできるだけその問題に抵触しないようにして過ごしてきたというのが偽らざるところであろう。

Köhlerは、外的な刺激の構造、および大脳皮質での生理学的過程、および知覚現象の力学的記述が、共通の原理に従って説明されるとして、この問題に大胆に挑戦したのである。その意味で、

“明確化された心身並行論の一つの近代的な表れである（相場,1986,p.20）”とか、“二元論を克服したといわれたりする（金子,1977,p.184）”のである。

Köhler & Wallach (1944) は、Köhler (1940) に続いて、同型説 (isomorphism) としての大脳皮質上の電気生理学的場の仮説を証明するために、図形残効の実験を行った。おそらくこの報告が、Köhlerのなかで最も精緻な内容となっている。「図形残効 (figural aftereffect, FAE)」と名づけられた実験は、2種の刺激、例えば図5の観察図形 (inspection figure, IF) を持続視した後、IFを除き、凝視点が合致するように検査図形 (test figure, TF) を提示して、TFにおいてみられる現象を観察するというものである。IF側のTFは、反対側のTFに比べて、IFの位置から遠ざかる方へずれてみえる。この現象を「変位 (displacement) の原理」と呼ぶ。同時に、IF側のTFは、より小さく、薄く、奥行き感ではやや遠くにもみえる。変位量は、IF, TF間の距離が一定のとき最大で、近過ぎても遠過ぎても減少する。この傾向は「距離矛盾 (distance paradox) の原理」と呼ぶ。Köhlerは、この2大原理によりGibson効果も含めて説明できるとした。

ところで、そのGibson効果であるが、図形残効という名称の問題は別にして、この現象の最初の実質的な研究者は、J.J.Gibsonであろう。Gibson (1933) は、曲線[]を観察し続けると、主観的彎曲度は減少し、その後へ直線[|]を提示すると、先の曲線とは反対側[]に彎曲して見えることを報告した。先の効果を「順応(adaptation)」、後の効果を「陰性残効 (negative after-effect)」と呼ぶ。このことは、屈折線[<]や傾斜線[/]においても、同様に認められ (Gibson, 1937ab, Gibson & Radner, 1937)、現象全体を指して「Gibson効果」と言う。彎曲・屈曲・方向のいずれかの属性において、規準 (norm) より、ややずれたかたちで与えられた刺激の知覚は、持続視中に基準に近づいていく (順応)。そのため、知覚上の基準点の位置も、対応して移動してしまうから、そこへ、もし基準に相当する刺激が提示されれば、先行刺激と反対側に歪んで知覚される (陰性残効) というのが、Gibsonの解釈 (「規準化 normalization 説」) である。

Köhlerは、このGibson効果をもっと一般的な現象であることを指摘したのである。もし、図形や線や点などの視覚刺激が、網膜上の一定位置に、一定時間提示されると、その後、同位置および付近に提示された刺激は、移動したり、変形したりする。これが、Köhlerの言う広い意味での「図形残効」であった。先行の刺激の効果が、同位置に提示された対象に対してだけでなく、周囲にも規則的に及ぶという点で、“場”をもつというわけであるし、図形残効を説明事例として挙げた意味もそこにある。

つぎにKöhlerの生理的仮説の概略を述べる。視野内に刺激図形が与えられると、網膜上には一定の活動が生じる。それは、ほとんど形を変えないまま、皮質の視覚領へ伝わる。すると、皮質における対応部位が陽荷電、その周囲が陰荷電となって、電位差が生じ、電流が流れ始める。しかし、両者が共通して接している組織の他の部分との間にも、同種の電位差は生じるので、電流は、図形対応部位から周囲へ、さらに隣接組織へと流れ、図形部位へと戻ってくる。Köhlerは、この電流の存在を仮定して、「図形電流」と考えた。図形電流は、通過する細胞膜の表面の分極作用を高め、「電気緊張 (electrotonus)」を引き起こす。電気緊張が進むと、電流が流れた領域の伝導率は低下する。この図形電流の残存効果を「飽和 (satiation)」と呼ぶ。

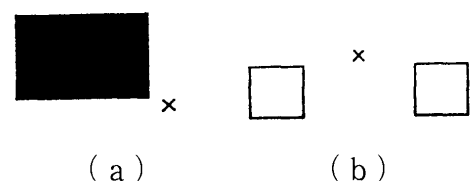


図5 図形残効実験の刺激図形 [Köhler & Wallach (1944) より、x印は凝視点。]

つまり、図形それ自体が引き起こす電気緊張の結果、伝導率の低いところを迂回して電流は流れようとするため、飽和はますます広がっていくのである。そして、これは、後に提示される図形の図形電流を妨げるようにも働く。飽和の程度が進むと、図形電流の変化も大きくなる。対象過程間の相互関係は図形電流に依るから、知覚に変化が生じることとなる。この例が図形残効に当たる。

Köhlerのこうした仮説は、「飽和説 (satiation theory)」の名称で呼ばれることが多い。

図形残効の場合、IFの図形電流の密度分布は凝視の間に飽和によって変化していく。そして、その結果として残された電気緊張は、IF近傍から離れるにつれて斬減するような分布をとるはずである。ここで変位の機制を考えるのであるが、視覚対象間の現象的距離は、皮質上のそれらの対件が図形電流によって相互に関係する程度に依存する、と考えることは前に述べた通りである。今、二つの対象に依る中枢過程が互いに接近するときには、こうした「機能的相互関係 (functional interrelation)」は強められ、遠く離れたときには弱められると仮定する。そうすれば、二対象過程間の現象的距離は、皮質における機能的相互関係の程度によって、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いうことになるわけである。具体的には、TFの図形電流の密度分布はIFの残した飽和によって変容を受けるから、それによって密度がより大になった領域は現象的に縮小し、粗になった領域は現象的に拡大する。これが「変位の原理」の解釈である。

つづいて、Köhlerの仮説の解釈にとって重要と思われる点を補足する。第1に、IFの凝視によりIFを含む過程に生じた変容が「飽和」であり、TFの受ける変容自体は「図形残効」である。同型論ということもあって両者を混同した記述を見ることがある。概念の区別は必要である。第2に、IFによる飽和は、当然その位置で最大になるが、TFの変位量は、IFと一致したところより、ある程度離れた位置にTFを提示したときの方が大になるとされ、前述のように「距離矛盾の原理」と呼ぶ現象法則が提案されている。これについての飽和説による解釈は、つぎのようになる。まず、IFとTFが一定程度離れていれば、IFによる飽和が生じていてもその影響は少ないから、TFの変位は僅かな量である。一方、IFとTFが重なった位置にあるときには、IFによる飽和は最高度に達しているはずであるが、飽和の領域は両側に相称的に分布してしまうので、TFの変位は実際には起きないことになる。それで、結局、TF図形電流のIF側の部分だけが影響を受ける中間の位置関係において、TFの変位は最大になるというわけである。この事実の存在は飽和の傍証とされている。第3に、IFとTFの図形の種類〔筆者らが現在「知覚属性」と指摘している概念〕を変えると、それに依って距離や大きさや位置や方向の知覚と順次変わっていくけれども、Köhlerはこれら全て根底的に同一現象と考えているということである〔Gibson効果も図形残効というわけである〕。第4に、「機能的相互関係」については、Köhler自身が説明を行っていないため、生理学的にみたとくにくに不明確な概念となっている。今回の概説で試みたように、図形電流の強さによって置換され得ると意味的に推理できないこともないであろうが、生理学説として生きる上での基本的な難点であるところは、和田 (1973) の強い指摘の通りである。第5に、以上の概略は、Köhler & Wallach (1944) の研究の時点までのKöhlerの見解によるものである。これ以降も、迫られた上での修正が行われているが、それによってとくに理論が洗練されたというようなこともないように思われるので省略する。

図形残効の研究は、何しろGestalt心理学の泰斗、最大の仕事〔動物行動学 (エソロジー) への道を拓く『類人猿の知恵実験』の報告は別にして〕である。豊富な刺激図形が用意された割に

は、資料は観察報告に頼るだけであったから、実験検証家の参加の余地もたっぷり残されていた。そして、当時から、程なく生理学的知見の発展によって、“Köhler等の図形残効実験は場の研究としてはほとんど成功していないと云わなければならない(野沢,1965,P.71)”といった状態が来ることは予想されるような内容を含んでいたとしても、逆に言えば、そういう事態から逃げない、これぞGestalt心理学というべき、果敢で、誠実で、精密な理論が提案されたのであるから、話題にならないはずはなかった。図形残効の研究は、以降10数年にわたって集中的に行われのりである。

和田(1973)は、こうした事態について、“彼(Köhler)が生理主義を取ってPsychophysicsの理論構成に専心したのは諸科学の物理学への一元化の夢を持っていたためでもあろうか。(中略)その夢にはなお程遠く、かつ、それ自体のうちに色々の困難を含んでいたにも拘らず、それは20世紀の知覚心理学での最も輝かしい仕事の一つであった。優れた学者の気魂を込めた執念の仕事は、たとえどんな欠点を持っていようとも、それ自体不思議な迫力を持っている。(中略)図形残効の問題はKöhlerの理論が刺激になって、多くの人達により夥しい数の研究がなされた。それは単に図形残効という現象の解明ばかりではなく、知覚研究全般に大きな進歩をもたらしたといえよう(Pp.92-93)”と高い評価を与えている。筆者の敬意も、この引用に勝ることはあっても劣ることはないつもりである。しかし、具体的な説明理論としての有効性は、現状では〔筆者に限らず〕野沢(1965)の指摘するところより更に一段低くなっているかもしれない。というのも、先の和田の評価はそうした側面にも向けられていると思われるが、KöhlerのGestalt理論には少なからず検証可能な部分が備わっているのである。そして、そういう点に関しては、例えば有名なR.S.Lashleyの検証実験による批判にみられるように(Lashley,Chow & Semmes,1951)、事実関係から推測するとほとんどKöhlerに不利な結論ばかりが揃っているといっても過言ではない。大立物のたてた仮説であるから無視することも違わず、しかもその割には事実関係として反証しやすいということで、Köhlerの飽和説は、実験計画上反駁を受けるだけの対立仮説的役割を負うことが多くなり、実験事実にもとづいて議論を進めるといようなレベルでの進行では、時代劇でみるところの悪役で斬られ役しか振られないことになる。ここで、実験心理学におけるKöhlerの存在意義を述べた理由のひとつである。

図形残効の研究経過については、小保内(1955)、野沢(1965,1969,1982)、大山(1970b)、Oyama(1978)、Robinson(1972)などをはじめ、詳細な展望が行われており、かつ、その時点で、研究の大勢は尽くされているといってもいい。身近な例を挙げれば、前出のものからまったく新たに編まれた『新編感覚・知覚心理学ハンドブック』には、旧版にあった「図形残効」の章がない。該当する内容は、最寄りの「幾何学的錯視」の章に吸収合併という形をとる(田中、1994)。しかし、それは図形残効の研究が、今日、学問的価値を喪失したということでは全くない。優れた研究が早い時期に集中的に行われたために、現象の規定条件の解明が進んでしまって、早い話が、新訂版には記載すべき新事実がそう残っていないというのが理由の一つである。

ところで、格別に図形残効を区別しなくなったのには、もっと本質的な理由が考えられる。それは、「残効」実験が、多岐にわたる知覚現象において、時間的空間的に普遍的意味をもち始めたからである。Blakemore & Sutton(1969)空間周波数残効(size adaptation)仮説やColtheart(1971)の傾斜線残効(tilt aftereffect)の特徴検出器モデルが発表されたあたりから、実は“図形”残効に現象の範囲を設定する必然性が失われてしまったのである。こうした文脈のもとで、Rock(1975,1986)は、継時錯視、Gibson効果、図形残効、傾斜線残効などを、広く総称して「錯視的残効(illusory aftereffect)」と呼ぶことを暗に提案している。神経生理学と計算機科学

と視覚心理学を接点として“みること”を考えようと試みるFrisby (1979)は、留保条件は付けながらも、“残効を生理心理学の探針として利用したり、それを神経生理学における微小電極探針に匹敵するものとしたことは、必ずや生理心理学の成し遂げた偉大な達成の1つとなるであろう(村上訳、p.78)”と、「残効」実験の科学的価値を述べている。Köhlerの場理論の展開はお世辞にもうまくいったとは言いがたいけれども、本質的な側面として残効実験を用いるというKöhlerの視点は、その後の知覚心理学の流れからみても非常に卓越していたわけである。

Köhlerが飽和説によって解釈を試みた事象は、平面図形の継時提示という形式の図形残効にとどまらず、同時錯視(幾何学的錯視)、3次元的奥行知覚に関する図形残効、触運動(筋肉感覚)による図形残効など多岐にわたり、またこれらについては自ら実験も行った。前項で触れたJudd (1902,1905)たちの見い出した持続観察にともなう錯視の崩壊効果についても、こうした幾何学的錯視の時間的側面の探究が、長い間ほとんど手つかずのまま放って置かれてあったのを、再び現象に陽を当てて、飽和説による解明を試みたのもKöhlerであった(Köhler & Fishback, 1950ab)。そして、このときは、飽和による説明を、錯視の崩壊だけではなく、同一自然現象として「記憶痕跡(memory trace)」にまで広げた。図形残効実験によって飽和説を“完成”させる以前にも、継時比較過程と時間誤差、図一地現象などの研究が行われていて、Köhlerの視野の広さには驚かされるし、だからこそ価値ある仮説というべきものなのであろうが、これ以上話題を拡張しないこととする。

5. 幾何学的錯視研究の近況

Köhlerの場理論に対しては、本邦ではとくに積極的な対応が行われた。Köhlerの最も直接的な影響下にあるものは、“感応場”とも“誘導場”とも一般に呼ばれている独自の理論群であろう。それらは、本川弘一の「網膜誘導場理論」、横瀬善正の「ポテンシャル場・ベクトル場理論」、小保内虎夫の「感応理論」などに代表される知覚理論である。それぞれが本邦の指導的立場にいる研究者達であったから、提案された理論への支持・批判のため多くの実験的研究が行われ、結果的に知覚研究の進展を深めることとなったのである。幾何学的錯視についても、これらの理論の解釈適用範囲にあり、その中心的な問題であったから多くの研究が集積された。これらの研究に関する展望については稿を改める。

Köhlerへの系譜については、これまで比較的詳しく述べてきた。しかし、錯視が関与する知覚論が、これに限るわけではないのはもちろんである。Köhlerのほかに、Brown & Voth (1937)の運動視、Orbison (1939)の幾何学的錯視の場理論の論文は、本邦のその後の研究に具体的な影響をずいぶん与えたようである。また、同じような形式で、W.H.IttelsonやA.AmesらのTransaction心理学の系譜を例にとってみると、哲学的にGestalt心理学に果たしたI.Kantの役目が、この学派においてはJ.Deweyにあたり、その現代的な具現者としてR.L.Gregoryがおり、かつ、この系統の視覚論の基本的な枠組みはHelmholtzの無意識的推論に依る、とはよく言われるところである。それから、D.KatzやE.Rubinの実験現象学の立場は、Gestalt学派が方法論的に重視したもので、M.WertheimerやW.Metzgerの研究においてよく知られ、この系統に近い立場をとる錯視研究者は本邦にも見受けられる。そして近年はNeo-Gestalt心理学と呼ばれ、イタリアを中心に〔例えばG.Kanizsaなど〕特別にこうした傾向を強調する立場がある。同じくGestalt学派に近い立場にいるひとの知覚理論には、H.Helsonの「順応水準理論(adaptation

level theory)」やH.Wernerの「感覚緊張場理論 (sensory-tonic field theory)」があり、そこで用いられる相互作用・重みづけ平均化・基準といった観点はそれ自体古い系統を持ち、また錯視図形には同化・対比の名が附されて呼ばれるものが少なくないが、こうした側面を重視する錯視理論に影響を与えている〔現代の同化・対比をめぐる錯視理論については、田中(1992)を参照〕。いま、Wernerの名前が出たが、発達ということならJ.Piagetの錯視に対する段階的な見方も重要であろう。そこからまた連想的に、情報抽出の方略の問題ととらえるならば、眼球運動説の長い系統がある。長いということでは、特殊神経エネルギー説から色覚説を経て特徴抽出の考え方へ到る一筋の発展の流れも話題となろう。もし、心理学問題史的にこうした見方をすすめるなら、筆者の乏しい知識をもってしても、様々に入り組んだ系譜を検索しなければならないことがわかる。以上、指摘するにとどめ、論述を進める下地として強く認識することは心がけるにしても、内容にまでは立ち入らないことにする。

話題を移して、諸外国においては、Oppel(1955)の論文から今世紀初頭まで続いた第1期最盛期が過ぎると、幾何学的錯視の研究論文の数は桁違いに少なくなってしまった、と前に述べた。ところで、本邦においては、誘導場理論についての研究の隆盛以前より、知覚研究の素地は培われてきたのであって、幾何学的錯視だけについてみても、1930年前後から着実な研究が継続して進められてきている。そして、この傾向は現在まで地道に続けられているから、研究領域としては、かなり充実したものになっているのである(今井,1960,1969a;Oyama,1960;田中,1994)。とくに、この先達たちの研究については、海外の幾何学的錯視研究の停滞期間を埋める上で、今日でも貴重な財産となっている。

海外の情勢に話を戻すと、閑寂な期間が長らく続いた後、Gregory(1963)が、前世紀からの遠近法理論を独自の術語・概念を駆使して修正再提案したことから、その理論の是非をめぐって、とくに英国圏を中心に、一時期、錯視研究は爆発的に増加した。これを便宜的に名付ければ、第2期最盛期ということになろう。

それとは別に、ノーベル生理医学賞者、HubelとWieselの電気生理学的研究の成果に刺激を受けて発展してきた特徴抽出器(feature analyser)の仮説や、また空間周波数(spatial frequency)といった考え方の隆盛は、幾何学的錯視をも同質の問題ととらえ、それらの精神物理学的研究と共通の舞台へ引き出すところとなった(Frisby,1979)。さらに、「情報処理(information processing)」的な立場が展開されたことも巨視的に影響を与え、錯視の生起する段階を、末梢の光学的現象から中枢の判断のレベルまで区別して考える傾向が定着しつつある。これまでの錯視研究が直接扱っている変数は、それこそ眼球の光学系において発生する網膜像のぼけ(blur)の効果から(Chiang,1968;Coren,1969;Glass,1970;Ward & Coren,1976;Coren,Ward,Porac & Fraser,1978;Stuart & Day,1980)、住環境の性質が住人の認知構図に与える役割まで(Segall,Campbell & Herskorits,1966;Deregowski,1973;Brislin,1974)、実に多岐多層にわたっている。ほぼ同時期に、平行して進展してきたこれらの考え方は、錯視研究に大枠を与えることとなり、これまでともすると起きがちであった悉無律的で特殊な理論闘争は、次第に影をひそめることとなってきた。また、錯視を合理的に分類しようとする普遍的な試みも、一つの錯視図形について、多次元的に複数の生起要因が関与すると考えることが、自然となりつつある。

最近では、量的にはむしろ外国の研究の方が多く、その内容も、一時期の理論検証型あるいは理論批判型研究への、やや過度ともいえた偏向より脱却して、要因分析を考慮した組織的研究がずいぶん定着してきたようである。そして、その実験事実をもとに、多段階的・多要因的に錯視

現象をみる傾向が、底流となってきたといっている。例えば、Restle & Decker (1977) は、刺激が処理されるレベルに応じて、入力情報のイメージそのもの、それを変換符号化 (encode) する過程、抽出された情報に従って判断を決定する過程を想定して、これまでの錯視理論を整理しようとしたし、Coren & Girgus (1978a) は、光学的要素、網膜的要素、大脳皮質過程、認知的機能といった処理のレベルを考え、全体の錯視量に貢献する比率を決定しようと試みた。

Rock (1975) の知覚心理学のテキストには「錯視」に一章が割かれている。Gestalt心理学による解放にも関わらず、幾何学的錯視の研究は、今井 (1969a) が嘆息したように、依然として“特殊な領域(p.537)”の感が強かったのが、時を得て、やっと一般市街地へ編入されるようになったということであろうか。こうした認識にもとづく近年の錯視研究を、以前の経過より名付ければ第3期の始まりということになろう。研究報告の量と活発さだけでみると“最盛期”とまで称してよいか疑問の残るところではあるが、狭い専門領域の知覚心理学者だけにおよばず、他の領域の心理学者、さらに広範囲の理工系、情報学分野の研究者の同一土俵における参加をみるようになった点では、ごくごく自然な視覚研究の分野となった。したがって、錯視研究の“最盛期”と呼ぶ方が似合っているかもしれない。この傾向はつぎの世紀まで継続していくことであろう。

最後に、この時期にまとめられた幾何学的錯視に関する全体的な文献を挙げておく。和田・大山・今井 (1969) 編集の『感覚・知覚心理学ハンドブック』での幾何学的錯視の章は今井 (1969a) が担当し、事実関係を中心とした詳細な展望を行っている。Over (1968) はその時点までの錯視理論の整理を行っている。今井 (1972) は、今井 (1969a) には扱われなかった錯視理論について批評展望をしている。大山 (1970a) はいくつかのトピックを丹念に紹介している。今井 (1982) たちの編集した雑誌では、興味ある話題の特集が行われている。今井 (1984) の本では、研究結果の紹介とともに、最適な錯視図の例示を試みている。Wade (1984) も、図版を中心とした本であるが、錯視のプロトタイプだけではなく、広くオプ・アート〔自らの作品も〕まで含むものとなっている。Robinson (1972) の本は、歴史的事実に忠実でオーソドックスな内容であり、錯視図の出典についてはとくに参考となる。Coren & Girgus (1978a) については既に述べた。Coren & Girgus (1978b) の一冊は、錯視が発生する諸段階を区別した上で、自分たちの成果を中心に実験事実を展開したものとなっている。このあと、広い意味での錯視現象を解説した一般書として、鈴木 (1990)、椎名 (1995) が出され、専門的な錯視研究の展望としては、田中 (1994) があるぐらいで、本格的な錯視本の出版が待たれている。

また、これらのうち、例えば今井 (1984) やWade (1982) の本は、錯視現象が生起する最適なパターンの示唆だけにとどまらず、劇的な錯視図形の“作品”の提示に重点が置かれている。これは、アートの分野ないし景観心理との境界領域を交流する新しい“錯視研究”の始まりとも言えよう。こうした意図のもとに錯視図形を発見、制作する立場を、筆者は「錯視美学 (aesthetics of visual ilusions)」と呼び、新たな“錯視研究”の流れと位置づけたい。最近のShepard (1990) の本や、本邦では、北岡明佳さんが時にふれて試みている“作品”などがその系統にあたるであろう〔東京都立大学心理学研究室ホームページ内の「錯視の広場」(かつての「錯視の会」ホームページ)にアップされているものなどは簡単に参照可能である。<http://psywww.human.metro-u.ac.jp/sakusi/>〕。こうした傾向は、コンピュータ・グラフィックスの導入により、ますます盛んになっていくものと思われる。

文 献

- 相場覚 1986 色・形知覚. 八木 (編) 現代基礎心理学 歴史の展開 Pp.5-25.
- Aubert,H. 1876 *Grundzuege der physiologischen Optik*. Leipzig:Engelman.
- Auerbach,F. 1894 Erklarung der Brentano'schen optischen Täuschungen. *Zeitschrift für Psychologie*, 7, 152-160.
- Benussi,V. 1904 Zür Psychologie der Gestalterfassens (die Müller-Lyersche figur). In A.Meinog(Ed), *Untersuchungen zur Gegenstands Theorie und Psychologie*. Leipzig:Johann Ambrosius Burth.
- Benussi,V. 1906 Experimentelles über Vorstellungs-iadequatheit. *Zeitschrift für Psychologie*, 42, 22-55.
- Biervliet,J.J.van. 1896 Nouvelles mesures des illusions visuelles chez les adultes et chez les enfants. *Revue Philosophique Paris*, 41, 169-181.
- Blakemore,C., & Sutton,P. 1969 Size-adaptation: A new visual aftereffect. *Science*, 166, 245-247.
- Boring,E.G. 1942 *Sensation and perception in the history of psychology*. New York:Appleton-century-crofts.
- Brentano,F. 1892 Über ein optisches Paradoxen. *Zeitschrift für Psychologie*, 3, 349-358.
- Brislin,R.W. 1974 The Ponzo illusion: Additional cues, age, orientation, and culture. *Journal of Cross-cultural Psychology*, 5, 139-161.
- 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.
- Brunot,C. 1893 Les illusions d'optiques. *Revue Scientifique Paris*, 3 Ser., 52, 210-212.
- Carter,D.J., & Pollack,R.H. 1968 The great illusion controversy: A glimpse. *Perceptual & Motor Skills*, 27, 705-706.
- Chiang,C. 1968 A new theory to explain geometrical illusions produced by crossing lines. *Perception & Psychophysics*, 3, 174-176.
- Cotheart,M. 1971 Visual feature-analyzers and after-effects of tilt and curvature. *Psychological Review*, 78, 114-121.
- Coren,S. 1969 The influence of optical aberration on the magnitude of the Poggendorff illusion. *Perception & Psychophysics*, 6, 185-186.
- Coren,S., & Girgus,J.S. 1978a Visual illusion. In R.Held, H.W.Leibowitz, & H.-L.Teuber (Eds.), *Handbook of sensory physiology VIII; Perception*. Berlin:Springer-Verlag. pp.549-568.
- Coren,S., & Girgus,J.S. 1978b *Seeing is deceiving: The psychology of visual illusions*. Hillsdale:LEA.
- Coren,S., Ward,L.M., Porac,C., & Fraser,R. 1978 The effect of optical blur on visual-geometric illusions. *Bulletin of the Psychonomic Society*, 11, 390-392.
- Crovitz,H.F., & Davies,W. 1902 Tendencies to eye movements an perceptual accuracy.

- Journal of Experimental Psychology*, 63, 495-498.
- Day, R.H., & Knuth, H. 1981 The contribution of F.C.Müller-Lyer. *Perception*, 10, 126-146.
- Delboef, J.L.R. 1892 Sur une nouvelle d'optique. *Academie Royale des Sciences, de Lettres et des Beaux Arts de Belgique*. Bulletins, 24, 545-558.
- Deregowski, J.B. 1973 Illusion and culture. In R.L.Gregory & E.H.Gombrich (Eds.), *Illusion in nature and art*. London: Duckworth. pp.161-191.
- Einhoven, W. 1898 Eine einfache physiologische Erklärung für verschiedene geometrisch-optische Täuschungen. *Pflüger's Archiv für Physiologie*, 71, 1-43.
- Festinger, L., Burnham, C.A., Ono, H., & Bamber, D. 1967 Efference and the conscious experience of perception. *Journal of Experimental Psychology Monograph*, whole No.637.
- Fick, A. 1851 *De errone quodam optic asymmetria bulbi effecto*. Marburg :Koch.
- Frisby, J.P. 1979 *Seeing: Illusion, brain and mind*. Oxford University Press. [村山久美子 (訳) シーイング・錯視：脳と心のメカニズム 誠信書房]
- Gibson, J.J. 1933 Adaptation, after-effect and contrast in the perception of the curved lines. *Journal of Experimental Psychology*, 16, 1-33.
- Gibson, J.J. 1937a Adaptation, after-effect and contrast in the perception of tilted lines II. *Journal of Experimental Psychology*, 20, 553-569.
- Gibson, J.J. 1937b Adaptation with negative after-effect. *Psychological Review*, 44, 222-244.
- Gibson, J.J., & Radner, M. 1937 Adaptation, after-effect and contrast in the perception of tilted lines I. *Journal of Experimental Psychology*, 20, 453-457.
- Glass, L. 1970 Effect of blurring on perception of a simple geometric pattern. *Nature*, 228, 1341-1342.
- Graham, C.H. 1951 Visual perception. In S.S.Stevens(Ed.), *Handbook of experimental psychology*. New York: John Wiley.
- Gregory, R.L. 1963 Distortion of visual space as inappropriate constancy scaling. *Nature*, 199, 678-680.
- Helmholtz, H. von. *Handbuch der Physiologischen Optik*. Leipzig: Voss. Part I(1856), Part II(1860), Part III(1866). [Translated and republished, New York: Dover, (1962)]
- Hennessy, R.T., & Leibowitz, H.W. 1972 Perceived vs retinal relationships in the Ponzo illusion. *Psychonomic Science*, 28, 111-112.
- Hering, E. 1861 *Beiträge zur Psychologie. Vol.I*. Leipzig: Engleman.
- Heymans, G. 1896 Quantitative Untersuchungen über das "optischen Paradoxen". *Zeitschrift für Psychologie*, 9, 221-225.
- Hochberg, J.E. 1971 Perception I. In J.W.King & L.A.Riggs(Eds.) *Experimental psychology*, 3rd edition. New York; Reinhalt & Winston, Pp.395-474.
- 今井省吾 1960 幾何学的錯視に関する研究の現状. *心理学研究* 30, 365-375.
- 今井省吾 1969a 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*

- ク 誠信書房 537-576.
- 今井省吾 1969b よい幾何学的錯視図形. 人文学報 (東京都立大学), No.67, 37-78.
- 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 (東京都立大学) No.85 63-86.
- 今井省吾 1982 錯覚とは何か: 錯覚のいろいろと錯視の分類について. サイコロジー (サイエンス社) No.29 特集 錯覚 14-20.
- 今井省吾 1984 錯視図形: 見え方の心理学 サイエンス社.
- Judd,C.H. 1902 Practice and its effects on the perception of illusions. *Psychological Review*, 8, 27-39.
- Judd,C.H. 1905 Movement and consciousness. *Psychological Monograph*, No.29.
- 金子隆芳 1977 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. 1940 *Dynamics in psychology*. New York:Liveright.
- Köhler,W., & Fishback,J. 1950a The destruction of the Müller-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 Müller-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.
- Kundt,A. 1863 Untersuchungen über Auginmass und optische Täuschungen. *Poggendorff's Anallen*, 120, 118-158.
- Lashley,K.S.,Chow,K.L., & Semmes,J. 1951 An examination of the electrical field theory of cerebral integration. *Psychological Review*, 20, 123-136.
- Laska,W. 1890 Über einige optische Urtheilstäuschungen. *Archiv für Anatomie und Physiologie*, 14, 326-328.
- Lewis,E.O. 1908 The effect of practice on the perception of the Müller-Lyer illusion. *British Journal of Psychology*, 2, 294-306.
- Lewis,E.O. 1909 Confluxion and contrast effects in the Müller-lyer illusion. *British Journal of Psychoogy*, 3, 21-41.
- Lipps,T. 1892 Optische Streitfragen. *Zeitschrift für Psychologie*, 3, 493-504.
- Lipps,T. 1897 *Raumaesthetik und geometrische-optische Täuschungen*. Leipzig:Barth.
- Luckiesh,M. 1922/1965 *Visual illusions: Their causes,characteristics and applications*. New York:Dover Publications.
- Müller-Lyer,F.C. 1889 Optische Urtheilstäuschungen. *Dubois-Reymonds Archive für Anatomie und Physiologie*, Supplement Volume, 263-270.
- Müller-Lyer,F.C. 1896 Zur Lehre von den optischen Täuschungen. Über Kontrast und Konfluxion. *Zeitschrift für Psychologie*, 9, 1-16.
- 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 1955 視知覚: 感応学説研究 中山書店.
- Oppel,J.J. 1855 Über geometrische-optische Täuschungen. *Jahresbericht des physikalische Veriens Frankfurt a.M.*, 37-47.
- Orbison,W.D. 1939 Shape as a fundtion of the vector field. *American Journal of Psychology*, 52, 31-45.
- Over,R. 1968 Explanation of geometric illusions. *Psychological Bulletin*, 70, 545-562.
- Oyama,T. 1960 Japanese studies on the so-called geometrical optical illusions. *Psychologia*, 3, 7-20.
- 大山正 1970a 幾何学的錯視. 大山正(編) 知覚 東京大学出版会 91-109.
- 大山正 1970b 図形残効. 大山正(編) 知覚 東京大学出版会 109-137.
- Oyama,T. 1978 Figural aftereffects. In R.Held, H.W.Leibowitz & H.-L.Teuber(Eds.), *Handbook of sensory physiology VIII; Perception*. Berlin:Springer-Verlag. pp.569-592.
- Restle,F., & Decker,J. 1977 Size of the Müller-Lyer illusion as a function of its dimensions: Theory and data. *Perception & Psychophysics*, 21, 489-503.
- Robinson,J.O. 1972 *The psychology of visual illusion*. London:Hutchison.
- Rock,I. 1975 *An introduction to perception*. New York: Macmillan.
- Rock,I. 1986 The descreption and analysis of object and event perception. In K.R.Boff, L.Kaufman, & J.P.Thomas (Eds.), *Handbook of perception and human performance. Vol.II. Cognitive processes and performance*. New York: Wiley. pp.33-1-33-71.
- Seashore,C.E.,Carter,E.A.,Farnum,E.C., & Sies,R.W. 1908 The effect of practice on normal illusions. *Psychological Monograph*, No.38.
- Segal,M.H., Campbel,D.T., & Herskovitz,M.J. 1966 *The influence of culture on visual perception*. Indianapolis:Bobbs-Merrill.
- Shepard,R.N. 1990 Mind sights. San Francisco:Freeman. [鈴木光太郎・芳賀康朗(訳) 視覚のトリック: だまし絵が語る〈見る〉しくみ 新曜社]
- 椎名健 1995 錯覚の心理学. 講談社現代新書1233
- Shumann,F. 1902 Beitrage zur Analyse der Gesichtswarnehmungen. *Zeitschrift für Psychologie*, 30, 241-291.
- Stevens,S.S. 1951 (Ed.), *Handbook of experimental psychology*. New York:John Wiley.
- 鈴木光太郎 1990 錯覚のワンダーランド 関東出版社
- Stuart,G.W., & Day,R.H. 1980 The effect of blurring on intersecting-line illusions. *Percepton*, 9, 537-548.
- 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 特集 錯覚 30-38.
- 田中平八 1992 大きさ・距離・長さの錯視と同化・対比をめぐる錯視理論. 人文学報(東京

- 都立大学) No.231 47-70.
- 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 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(人文学報) No.288 51-83.
- Thiery,A. 1896 Über geomrtische-optische Täuschengen. *Philosophische Studien*, 12, 67-126.
- Titchner,E.B. 1901 *Experimental psychology: A manual of laboratoly practice*. New York:Macmillan.
- 和田陽平 1973 Wolfgang KöhlerのPsychophysikについて. 明星大学研究紀要(人文学部) No.9, 83-93.
- 和田陽平・大山正・今井省吾 1969 (編) 感覚・知覚心理学ハンドブック 誠信書房.
- Wade,N. 1982 *The art and science of visual illusions*. London:Routedge.
- Ward,L.M., & Coren,S. 1976 The effect of optically induced blur on the Müller-Lyer illusion. *Bulletin of the Psychonomic Society*, 7, 483-484.
- Woodworth,R.S., & Schlosberg,H. 1954 *Experimental psychology*. London:Methuen.
- Wundt,W. 1898 Die geometrische-optischen Täuschungen. *Abhandlungen der Sachsischen Akademie der Wissenschaften*, 24, 53-178.