

大きさの恒常性の発達的研究 — その歴史的展望^{註1} (I) —

島 田 俊 秀

A Historical Review on the Developmental Studies of Size Constancy (I)

Toshihide SHIMADA

〔I.〕 序 論

〔I. 1.〕 視知覚における恒常現象^{註2}

生活体が、生命を維持していくためには、その生存に必要なものを外界から摂取し、生命をおびやかす外界の物からは逃避しなければならない。生活体は、外界に存在するものが、生活体にとって必要なものか否かを判断するためには、まず環境に存在するあらゆる事物を適確に認知しなければならない。この認知機構については生理学を始め、多くの自然科学者達が研究をおこなってきた。しかし、この生活体の認知過程は、きわめて複雑で、現在の自然科学の知見のみでは解明できない多くの問題を残している。これらの問題の中の一つに、心理学で恒常性 (Constancy) とよばれている一群の現象がある。

恒常性というのは、外界の対象によって感覚器官に与えられる刺激の性質が変化するにもかかわらず、生活体は対象そのものの性質を比較的恒常に認知している事実を指している。

たとえば、ある大きさの一本の柱を 5m 離れた所におき、そのちょうど 2 倍の大きさの柱を 10m 離れた位置において観察すると、後者は前者に比べて 2 倍の大きさをもっているが、観察距離が 2 倍になるので幾何光学的仮説によれば、網膜上には両対象は同大の映像を投じ、等しい大きさを有することになる。ところが、網膜上の大きさは等しいにもかかわらず、両柱は等しい大きさとして知覚されるのではなく、近接の柱は小さく、遠隔におかれた柱は大きく知覚されるのである。この現象を大きさの恒常性 Size constancy (英), Grössenkonstanz (独), La constance de grandeurs (仏) とよんでいる。また、机の上にあるコップは網膜上には楕円の映像を投じているにもかかわらず、知覚されるコップは円形をなしている。これは形の恒常性といわれる。太陽の光の下におか

* 1976 年 10 月 30 日受理

註 1: 本報告は大きさの恒常性の発達に関する実験的研究が始まってから 1940~1950 年の Piaget 一派の研究まで評論したものである。それ以後の研究については別の機会にゆずる。

註 2: 本節は、とくに秋重 (1937b), 城戸 (1948), 久米 (1956), 和田・大山・今井編 (1969), Wertheimer, M. (1970, 船津訳 1971), Warren (1920, 矢田部訳 1946), Metzger, W. (1953, 盛永訳 1968) を参考にした。

れている石炭の表面からわれわれの眼に入ってくる光の量は満月の下にある雪の表面から送られる光の量の約170倍位だといわれ、このような条件の下では石炭のほうが雪よりも白く見えるはずであるが、直射日光の下でも石炭は黒く、夜目にも雪は白く見える。この現象を明るさ、または白さの恒常性とよんでいる。なお、白さの恒常性に類似した現象に色の恒常性がある。また、われわれが一瞬眼をそらしたとき、机の上の原稿用紙の罫目は網膜上では大きく位置がずれているはずであるが、見かけは元の位置のまま変わらない。このような現象を位置の恒常性という。

このような現象は、大きさ、形、明るさ、位置に留まらず、さらに速さ、音などにもみられるものである。これらすべての恒常現象に共通していることは、われわれの知覚が、感覚器官の要素的刺激配置に一義的に対応しないで、むしろ行動空間の事物に対応しているということである。Thoulessは、この過程を「真の対象」(true object)への現象的回帰とよんでいる。これらいろいろな恒常現象の中でも、本研究の中心課題である大きさの恒常性は、恒常の割合も高く、また古くから研究者の注目を集め、もっとも優れた研究がおこなわれてきた。

久米(1956)が述べているように、恒常現象研究の発端は、18世紀の中葉にさかのぼる。

18世紀の哲学者 Bouguer (1758), Porterfield (1759), Priestley (1772) らは、いわゆる「並木径の問題」について考察している。

19世紀にはいると、物理学や生理学の発展に刺激され、心理学も哲学の中から独立して実証科学として道をたどり始めた。

このような心理学の創設の時期に Wundt (1832~1920), Fechner (1801~1887), Hering (1834~1918), Helmholtz (1821~1894) らは、大きさの恒常性に関する論点を明らかにし、実験的研究のための多くの問題点を提言している。

19世紀末になり、Martius (1889) は、Wundt の影響の下に、大きさの恒常性に関する最初の組織的研究をおこなった。その後20世紀に入り、大きさの恒常性の研究については、多くの研究者の関心を喚起し、数々の研究を重ね多くの科学的知見を生み、今日にいたっている。

〔I.2〕 認識の生得説と経験説

大きさの恒常性に関する研究のめざましい発展に触発されて研究者の注目を浴びてきたのは、大きさの恒常性の発達的研究の問題である。

われわれが現前の世界を知覚することができるのは、人間に生まれながらに備わっている能力であるのか、それとも成長していく過程において学習したものであるのか。このような問題は、認識の生得説(Nativism)と経験説(Empiricism)の論争として古くから存在し、今日もなお活発な議論がなされている。

ところで生得説の起源は、城戸(1968)が指摘しているように Descartes, R. (1596~1650) の生得観念の思想までさかのぼることができるといわれる。また、Kant (1724~1804) は、ケーニヒスベルグ大学の正教授になるための就職論文として「可想界並びに可想界の形式と原理につい

て^{註1}を公にし、自然認識に関する先験的立場を築いている。そして、「純粹理性批判」^{註2}で、空間と時間の知覚は先天的に形成されるという先験的感性論を主張している。知覚研究の具体的な領域で生得説を唱えたのは、Müller, J. (1801~1858) である。彼は、空間知覚は神経繊維の空間的配列がそのまま知覚に反映されるという、いわゆる特殊神経および特殊繊維エネルギー説を唱えて、経験の必要を認めなかった。このような空間知覚に関する考え方は、Hering, E. (1834~1918) に受けつがれ、網膜の各点にはそれぞれ上下、左右、奥行きに関する3種の局所徴驗 (Local sign) が備わっていて、刺激された箇所の局所徴驗に応じた空間的性質が知覚されると考えた。また、ゲシュタルト心理学者も広い意味における生得説の立場に立っている。たとえば、Koffka (1889~1941) が Gottschaldt の絵さがし実験を引用して、刺激図形のもつ体制の力に対して経験がいかに無力かを強調したことは有名である。しかし、園原 (1953) が指摘しているように、ゲシュタルト理論はけっして経験の効果を全面否定したのではなく、局所徴驗のような固定的な空間的性質を考える立場を否定し、単なる経験の反復が知覚に与える影響はきわめて弱いものであることを示す実験的事実をあげて、経験説を批判した。

いっぽう経験説は、その源を Locke, J. (1632~1704) までさかのぼることができる。彼は著書「人間悟性論」(1690) の中で、Descartes が主張した生得の観念や原理を否定し、「精神は、あらゆる性質を欠き、いささかも観念をもたないところの、いわば白紙 (tabula rasa) であると想定しよう」と述べ、すべての観念は経験によって与えられると主張した。

また、Helmholtz, H.^{註3} は、彼の偉大な著書「über das sehen des Menschen 1855」で、Kant の空間に関する先験的感性論について批判し、経験論の立場から、知覚は感覚と観念からできていると考え、色の対比、錯視、恒常現象など種々の知覚の問題を過去経験にもとづく無意識的推理 (unbewusstes Schluss, unconscious inference) によって説明した。

〔I.3〕 大きさの恒常性の発達に関する研究の始まり

ところで、大きさの恒常性は、従来 Helmholtz (1816~1894) らによって経験の結果生じるものとして説明されてきた。ゲシュタルト心理学派の空間知覚に対する説は、Helmholtz の経験説に対していわゆる生得説をとるとされている。大きさの恒常性の発達の研究は、Koffka が Helmholtz の経験説を否定したことに触発された。Koffka (1889~1941) は、その発達心理学において、Helmholtz の幼児時代の記憶と Koffka 自身の経験を、つぎのように述べている。すなわち、成人にとっては対象の「外見的の大きさ」、つまり、それがどれだけの大きさに見えるかということは、その網膜上の像の大きさから独立している。たとえば、1m の距離にあった人が4m の距離に遠ざかったと

註1: De mundisensibilibus atque intelligibilis forma et principii, 1770.

註2: Kritik der reinen Vernunft, 1781.

註3: 城戸 (1948) によると、彼の経験論は Wundt や Titchener などの構成主義者ねちとは異なり、Locke や Humm を経て、J.S. Mill に至る英国の経験論に近く、心理学としては、連想主義心理学のカテゴリーに入るといわれる。1854年に第1回の英国旅行の折に経験論の影響を受けたといわれる。

き、網膜上の像は4分の1になるはずなのに、われわれの眼にはその人が突然4分の1に小さくなって見えるということはない。事実われわれはほとんど大きさの変化を感じないといってもよい。それ故、われわれはある範囲内では手近にある小さい物体と、遠くにある大きい物体との大きさを見誤るということはない。しかし、これも絶対的なものではなく、たとえば……中略。これらの現象は従来 Helmholtz によって経験の結果として説明された。Stern は距離の印象と大きさの印象との連合をもってこれを説明し、Bühler もまた外見的大きさが独立するのは、幼児が練習し習得するところであると主張している。しかしながらわれわれは、この幼児の習得と練習に関してはほとんど何も知らない。Helmholtz は幼児の記憶を述べて、ポツダム教会の塔の上の人が人形のように見えたと言っている。私もまたこれと極めてよく似た例を思い起こすことができる。ベルリンの戦勝記念館にはいろいろの高さの所に大砲が据えてある。私は幼児期に父に伴なわれてこの記念館に来て、父からあれは皆大砲だよと言われたとき、容易にそれを信ずることができず、低い方のは小銃のように見え、高い方のは小さい拳銃のようにしか見えなかったことを記憶している。今日では最早それほどではないが、しかし一番上のものは一番下のものよりもはるかに小さく見える。そしていかなる知識もこの感覚的印象を変化させることはできない。これは Helmholtz の経験による説明、すなわち、感覚と表象ないし判断との連合からの説明とは矛盾するものである。……中略。

また、Stern は生後8カ月の息子がお乳のビンを持っていたとき、冗談に実際のお乳のビンの1/15の大きさのひな人形用のビンを見せたところ、非常に喜んであたかも本当のビンであるかのようにそれをなめまわしたということ報告し、これをもってこの時期においては、物の大きさは物の認識にほとんど影響を与えないとしている。これは正しい。しかし、彼は進んで子どもに大きさの恒常性が欠除していると推論しようとしているが、これには承服することはできない。

Koffka は以上のように述べて、視空間知覚の発達に関する Helmholtz を始めとする経験説に対するゲシュタルト心理学派の生得説の立場を明らかにした。Koffka のこのような発達説の実証的根拠となったのは Köhler の動物における実験的研究である。Köhler, W. (1887~1967) は、Koffka と同じベルリン大学の Stumpf の下で Ph. D. を得、その後数年間そこに留まった。Koffka と彼は Wertheimer が運動視についての実験を開始したときフランクフルト大学にやって来て実験の被験者となった。Köhler は1913年プロシャの科学アカデミー類人猿研究所のあったカナリー群島のテネリフ島に行き、1920年までチンパンジー・コロニーで研究生活を送った。

Köhler は1915年動物における奥行き、大きさ、および色の知覚的弁別に関する実験的研究を発表した。

彼は、被験動物として3匹のチンパンジーを用いて、大きさの恒常性について実験をおこなっている。刺激対象は2組の大・小の箱を用いた。その1組は、箱の大きさが、大は 12.3×20.0 cm, 小が 8.0×13.0 cm, 他の1組は、大が 10.0×16.2 cm, 小が 8.0×13.0 cm (いずれも動物に面した側面の大きさ) であった。

はじめ、動物は大小1組の箱のうち、大きい方を選択すれば報酬が得られるという条件下で訓練

実験をおこなう。この訓練実験は、2つの刺激対象を机の上の手の届かない等距離の位置に離しておき、pointing または木製の棒で触れることによって選択させるように訓練する。訓練実験の結果、正反応が一定水準に達した後には大刺激を動物から遠ざけて本実験がおこなわれた。

実験の結果、チンパンジーは2つの箱のうち、大きい方を選ぶように訓練された後では、大きい箱の網膜上の大きさが小さい箱のそれよりも小さくなるよう（37%程度）に遠方におくといった条件の下においてもなお実際に大きい箱を選び続けた。

この実験によって、Köhler は、人間以外の動物にも、知覚的恒常性の事実が存在することを見出した。

この研究が報告されると、国の内外において発達心理学的立場から、あるいは系統発生的立場から、大きさの恒常性の研究は相次いで現われ、今日におよんでいる。

〔II.〕 大きさの恒常性の発達に関するベルリン学派 (Frank) と ウィン学派 (Beyrl) の論争

〔II. 1〕 Frank の研究 (ベルリン学派)

ゲシュタルト学派に属するベルリン学派の Frank (1925) は、先に Köhler がテネリフ島の類人猿研究所において、4才のチンパンジーに、見えの大きさの恒常性が存在することを実証した実験に刺激され、視知覚における恒常現象が子どもにも存在するか否かを明らかにすることを目的に実験的研究をおこなった。

Frank は、この課題に答えるため、生後11カ月 (1人)、15カ月 (1人)、16カ月 (1人)、17カ月 (1人)、20カ月 (2人)、2才 (2人)、2才半 (1人)、3才 (2人)、4才 (4人)、4才半 (1人)、5才 (12人)、6才 (1人)、7才 (1人) の乳幼児総計 30 人を被験者とし、Köhler が類人猿に用いた関係訓練法を応用して、大きさの恒常性に関する実験をおこなった。比較対象は、一辺の長さ 4.0, 5.0, 6.0, 7.0, 8.0 cm の底のない正六面体で、その五面には赤色紙を貼ってある。2才半以下の乳幼児の実験では、はじめに学習実験をおこなう。乳幼児の目前で、大きな箱の下に玩具、または菓子を入れ、その後大小2個の箱を乳幼児から等距離において玩具、または菓子が入っている箱を探し出させる。このような選択反応が正確にできるまで訓練をおこなった後、つぎのような本実験にはいる。

実験1：大箱は小箱よりも被験者から遠隔位置におき、大箱の投ずる網膜像の大きさは、小箱のそれよりも小さくなるように配列して実験をおこなった。

実験2：3才から6才までの13人の幼児については、学習実験を省略し、先述の刺激配列の下で、大きい箱の選択を求める。

実験3：一辺の長さ 65cm と 85cm の灰色のボール紙製の箱を用いる。

実験4：高さ 64cm, 117cm, 147cm の写真機の脚を用いる。

実験5：2人の幼児に第1実験とは逆に、小さい箱を選択するように訓練して、小さい箱を選択

する実験である。また、刺激の提示距離は、25cm から 100m まで、20m 以内は室内および室内のテーブルの上、それ以上は学校の校庭においておこなう。

これら5系列の実験の結果から、かれらは、「11カ月から7才にいたる乳幼児にも、明らかに大きさの恒常現象が存在する」という結論に達している。

〔II. 2〕 Beyrl の研究（ウイン学派）

1926年ウイン学派の Beyrl は、Frank の研究とほぼ時を同じくして、従来の子どもの大きさの知覚の研究が主として同一平面上（被験者から同一距離）に配列された対象の比較にとどまっているのに対して、各々異なる距離にある対象の大きさの比較がいかなる結果をもたらすか、すなわち、子どもにおける大きさの恒常現象についての実験をおこなった。

そして、とくに Beyrl は、Frank の研究とは異なり恒常性の程度を明らかにするための定量的実験研究をおこなった。

実験は、立体的対象と平面的対象と、いずれが正確に知覚されるかを確認するため、正六面体の木箱を用いる実験（実験 I）、厚紙製円板を用いる実験（実験 II）の2系列からなっている。対象の大きさは、正六面体を用いる場合には、標準刺激の大きさは一辺 7.0cm、変化刺激の大きさは、一辺 4.0cm から 10.0cm まで 5mm 段階で13個、円板を用いる場合には、標準刺激の大きさは直径 10.0cm、変化刺激の大きさは 9.0cm から 23.0cm まで37個（9.0cm から 12.0cm までは 2mm 段階、12.0cm から 16.0cm までは 4mm 段階、16.0cm から 23.0cm までは 10mm 段階）を用いている。

標準刺激は被験者の前方 1m の距離に位置するよう、被験者の目の高さと同様の高さのテーブルの上に置く。変化刺激は被験者から各々 2.0, 3.0, 4.0, 5.0, 7.0, 9.0, 11.0cm の距離に提示し、標準刺激と同様の目の高さに置く。

被験者は、2才から3才まで14人、3才から4才まで14人、4才から5才まで10人、5才から6才まで10人、6才から7才まで7人、計55人である。さらに7才から10才まで各5人ずつ加え、また児童と比較するために5人の成人に同実験をおこなった。

実験手続きは、変化刺激について三件法「小さい、等しい、大きい」により、学童と成人は5回、その他の幼児は10回の判断を求めた。

これらの結果から、Beyrl はつぎのように述べている。

(1) Frank の実験結果と同様、本実験においても、幼児においてすでに大きさの恒常現象がみられる。しかし、幼児における大きさの恒常性は成人のそれほど発達していない。

(2) 大きさの恒常現象は、3才から7才で顕著な発達がみられ、10才でほぼ完成する。

(3) 立体的対象は、平面的対象よりも比較が容易であって、判断は確実であり、立体を用いた場合の恒常度が優っている。

(4) 立方体は、自然に近いものであるが、平面的な図形刺激は、児童の自然の要求とは縁遠いものである。

