

視覚論と脳

田 山 令 史

はじめに

脳は知覚と切り離せない関係を持つ。知覚や思考過程についての脳科学の知見は将来、人の生活に欠かせなくなるだろう。しかし、脳科学の有用で着実な研究がある一方、心や世界のあり方全般を、漠然と脳のはたらきに帰するような風潮がある。が、脳と知覚の関係は明らかとは言いがたい。ここで、脳と視覚の関わりを考察する。

視覚は触覚などと異なり、遠方の対象を知覚するが、脳と対象の距離をどう考えたらよいのか。このような問いが、古代ギリシャから続く視覚論の歴史に絶えず現れる。そして視覚論が進展するにつれ、脳の関与は次第に深まっていく。つまり、視覚の仕組みが明らかになるにしたがって、眼球から視神経、そして脳という系列、さらに脳での視覚経験の場が具体的に言及されるようになる。視覚論史は脳観の歴史でもある。

遠くの物が、なぜ、ここにいる私に知覚されるのか。この単純な問いは一応の答えを得るのに2千年以上かかった。そしてこの答えは、脳による世界像の産出という思いが明確になって行く第一歩であった。答えには二つの流れが合流している。まず一方で、眼球の成り立ちや光の性質、レンズの特性など、生体物理学的知識の蓄積がある。そして一方で、ユークリッド以来の視線についての幾何学がある。

近代初頭に姿を現した視覚論は、哲学からの批判を受ける。この批判を検討した上で、脳が視覚を生み出すという考えを否定する。脳は視覚に関わるが、視覚の持つ論理的な骨格は脳とは独立である。論理性や必然性を持つことがらは一般に、脳によることなく成り立つのである。この視覚の論理性を、ユークリッド幾何学とは異なる幾何学に探ってみる。

1 ユークリッド『視覚論』

私は机を前にして本棚、そのなかの本を見ている。様々な色が乱雑に目に映るが、

本の形や並び具合には規則性がある。たとえば、直方体の本を正面に見るとき、その背表紙は長方形である。同じ本は本棚の横に寄ったとき、わずかに表紙が台形に見える。前にしている机は台形に見え、その両側を延長していくと遠くで交わるように思える。このような視覚の規則性を初めて体系化したのはユークリッドであった。

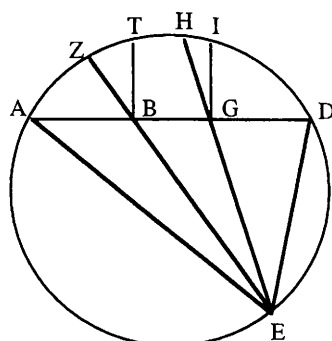
ユークリッドの『視覚論, *Optica*.』(c.300 B.C.)は、12世紀頃、ギリシャ語からラテン語へアラビア語を経ず直接、翻訳され、長い時代を通じて影響を与え続けた。ギリシャの哲学や自然科学の多くは、この頃になって、アラビア文化圏を通じて西洋に入ったのである。

『視覚論』出だしの部分を見ておく。まず7つの定義、続いて64の命題がある。以下の定義は、『アラビア語版視覚論』の英訳, *The Arabic Version of Euclid's Optics* からの引用である。⁽¹⁾

- 1 目から視線 (the ray) が直線的に出て行き、無限の数の直進経路を成す。
- 2 視線によって包まれる図形は、その頂点が目に接する (whose apex is next to the eye) 錐体であり、その底面は視覚対象の外面に接している (whose base is next to the extremity of the visible object)。
- 3 視線が当たる (fall) 対象は見られ、当たらない対象は見られない。
- 4 大きな視角で見られたものは大きく見える。
- 5 小さな視角で見られたものは小さく見える。
- 6 多くの視角で見られたものはより鮮明に見える。
- 7 等しい視角で見られたものは等しく見える。

次に第8命題を例に取る。

同一の直線上の異なる場所に、同一の量が置かれた場合、それらは異なった大きさに見える。



この図で言えば、⁽²⁾点 E が目のある場所、E から引かれた直線は視線である。このとき、線分 AB と線分 GD は異なった長さに見える。ユークリッドによる証明を要約すると、図で線分 AB, GD が等しく、したがって点 G からの垂線を立てると円弧との交点 I による弧 DI と、同様の作図をした弧 AZ は長さが等しい。すると弧 HD は弧 ZA より長くなる。これで角 AEB は角 GED より小さくなり、定義 5 によって AB は GD より小さく見える。

ユークリッド視覚論はこのように、幾何学的であり、計量的である。目の構造や脳の働きには言及しない。たとえば命題 2 「目からの距離が異なる同じ大きさ（同一の長さの線分）は、目に近い方がより正確に見える」。これにはただ、目からの視線が近い対象により多く当たるといふ幾何学的なことだけが示される。

さて、定義一のみから出て行く線は、プラトンの視覚論による。これは『ティマイオス』第 33 節にある。『ティマイオス』は、神による秩序ある宇宙の生成を描く。特にルネサンス期に、西洋の自然観に大きな影響を与えた。人間は神から理性を与えられており、この理性は宇宙の運動を司る宇宙の魂と同種であるとされる。このとき、神の与えた視覚の目的は、天体の規則的な運動を観察して、それをもとに正しい理性の用い方を習得することにある。

すなわち、その（視覚の）原因は、神がわれわれのために視覚を考案してこれを贈り給うたということである。そしてその目的は、天にある理性の循環運動を観察して、この乱れなき天の循環運動を、それと同族ではあるが乱れた状態にある、われわれの思考の回転運動のために役立つようにということであり、……⁽³⁾

そして視覚は以下のように生じる。このプラトンのイメージは17世紀頃まで、命脈を保つことになる。

火のうちには、焼く力は持っていないけれども、穏やかな（ヘーメロン）光つまり、日ごとの昼間（ヘーメラ）に固有の光をもたらすという性質があるので、神々は、およそそういったものが一つの身体になるように仕組んだわけなのです。というのは、われわれの内部にもそれと兄弟分の純粋な火があるので、神々はそれが目を通して流れるようにしたのでして、そのさい、目の全体もそうですが、特にその中心部を圧縮して、これを目のつんだ、なめらかなものにし、それが他の、自分より粗大なものはすべて堰止め、先に言ったような純粋なものだけを、自分が純粋であることによって濾過するようにしたのです。そうすると、視線の流れの周囲に昼間の光がある時には、「似たものが似たものに向かって」出て行って合一し、目から一直線上に、どの方向にせよ、内から出て行くものが外界で出くわすものと衝突してこれに抵抗を与える、その方向に向かってひとつに馴染み合った身体が形成されました。すると、その身体全体は、等質なものですから、作用の受け方も一様だということになり、自分自身が何に接しようと、また他の何ものがそれに接しようと、それらのものの動きを、全身を通して魂まで伝達し、われわれが、それによって見ると言っているところの感覚（視覚）をもたらししたのでした。しかしそれ（視覚の流れ）は、夜が近づいて来て自分と同種の火が退いて行ってしまうと切られてしまうのです。⁽⁴⁾

視覚論は、知覚の原因がある場所で知覚する触覚とちがって、対象と見る者を隔てている空間を埋めねばならない。対象と私の距離、対象の形などは、どのようにして知られるのか。見る者から対象までとどいて、その対象から距離や形を伝える何かが必要ではないか。プラトンの視線は「光」ではあるが「光線」ではなく、精神のはたらしを担う積極的な媒体である。ユークリッドは精神を語らない。が、一点としての目から出て行く視線は対象に至る直線で表され、この視線が対象を走査するのである。このような視覚論は11世紀、徹底した批判を受ける。

2 アルハセンの視覚論

アルハセン（Ibn al-Haytham, ラテン名 Alhacen, c.965-1040）はアラビア文化圏最

大の科学者である。彼の『視覚論（*Kitab al-Manazir, Book of Optics*）』、このラテン語訳が十三世紀前に *De aspectibus* の題で現れる。この書が中世から近代まで、ロジャー・ベイコンやヴィテロなど、西洋の視覚論に与えた影響はきわめて大きい。アルハセンの詳細で組織だった議論の核心は、punctiform analysis（点状分析）とも呼ばれる、対象からの光の、革新的な扱い方である。

ユークリッドからおよそ千年後、アラビア文化圏で、アル＝キンディ（Al-Kindy, c.801–c.873）による光の反射現象についての発見があった。すなわち、光は対象に当たると、対象の各一点からあらゆる方向に向かって直線的に放射する。この、光の分散直進の事実をもとに、アルハセンはユークリッドの幾何学的な分析をさらに進める。これを追ってみよう。

以下では、Mark Smith による、ラテン語と英語の対訳版、*Alhacen's Theory of Visual Perception*, 2 vol. 2001 を使う。この翻訳は *De aspectibus* の写本、二十四種類に基づいている。⁽⁵⁾

まず、光（lux）と色が視覚論の基本である。色と光は異なる存在で、ともに、太陽や星のような自ら輝く物が有する性質である。この光は今で言う光線ではない。これは自身の似像、表象（forma）を、透明な媒体のなかで複製しながら直線状に伝わっていくのである。媒体中の光は lux に対して、lumen と呼ばれる。（第一巻，4.1）

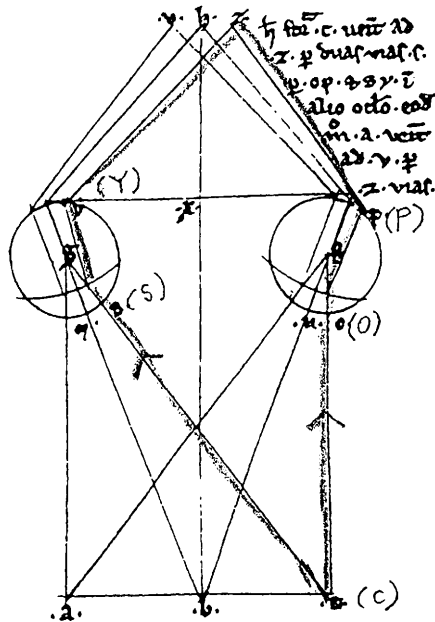
ここでアルハセンは、対象上の各々の一点を、光を表す一直線によって、対応する水状体前部、つまり水晶体表面の一点と結ぶ。ユークリッドでは一つの視線を表した一本の直線は、アルハセンでは一筋の光を表す。

古来の視覚論は多く、対象の「形相，forma」，「形象，species」，あるいは「類似，similitudo」が、まるごと目に伝達されるとする。アルハセンによる対象表面と水晶体表面の、一点対一点の対応は species を解体し、視覚論を大きく変える。

水晶体は対象からの光を感受する場所である。この水晶体表面の一点，A に、対象の一点，B から光がとどく。しかし、対象上のどの一点からも無数の方向に光が直線状に放射している。当然，A 点には B 点以外の無数の点からの光もとどく。そこで，A 点で水晶体表面と垂直に交わるような光だけを，対象像構成に関わらせる。斜めに交わる光は働きが弱い上に，水晶体でさらに屈折するとして，無視するのである。これで，対象からの無数の光の線は，対象の大きさに関係なく目のなかにとどく。（第一巻，6.14–24）

さらに問題がある。水晶体表面を円とすれば，その表面への垂線群がこのまま直進を続けると目の中，その中心で光の交差が生じるはずである。これで対象像は乱れ，

かつ、上下左右の反転が起こることになる。アルハセンはこの反転を、光が目を中心前で屈折するように考えて、回避する。そして視覚が生じるのは、水晶体表面ではなく、様々な感覚をまとめて一つの対象の属性とする脳の共通神経の場と考え、ここにとどくまで、光に対象像の空間的秩序を維持させる。アルハセンの眼球・脳の経路は解剖学に従うのではなく、このような、脳に至る光の経路として、想定されたものである。



図は *De aspectibus*, 22 の写本の内の一つ、パリ国立古文書館にあるもので、Mark Smith の本に引かれている。⁶⁾これに説明のため、手を加えた。この概念図で、脳の共通神経部が上方3点で表され、その下に二つの眼球があり、下3点は対象表面を表す。光は点cから図右の眼球上の点oを経て点pに、そして脳の共通神経の場所にある点zに至る。もう一つの経路はcからs, y, そしてzに至る。二つの経路で眼球中、中心に行く前に光が屈折して、それぞれpとyに行くことが注目される。対象上の他の2点も同様にして、それぞれ脳の2点に至る。図はこうして、光が対象から二つの眼球を経て脳で合一し、同一の対象像を結ぶという思想を表現するのであり、解剖図とは一線を画する。

目はこの（脳前部の感覚する）機能にとっての道具にすぎない。なぜなら、目は

視覚対象の表象（form）を受け取るとそれを最終的な感覚器に送り、この感覚器が表象を知覚することで表象の有する視覚的性質の知覚になるのである。すなわち、水晶体表面の表象は水晶体内部を、そして視神経中の微少物の中を進んで、（脳の）共通神経に至る。表象がこの共通神経に着いたときが、視覚のプロセスの完了である。共通神経に至った表象によって最終感覚器が視覚対象の表象を知覚する。（第一巻 6.68）

プラトンを始めとする流出説は空回りである。つまり、対象に向かって流出する光も対象に接して目に戻るとき、その情報を持って帰らなければならない。ならば、最初から対象からの光が目に入ればそれでよい。（第一巻 6.58, 59）

ここで、目はただ色と光を感受する（第二巻, 3.54-56）。対象が大きさや形を持って、目から或る距離にあると知るのは推量による。対象の距離や大きさは直接の知覚ではなく、何らかの尺度、たとえば、規則的に並んだ木の列など、これに基づく推量である。アルハセンはこの点、綿密である。自分の体によって、あるいは、一つの尺度の反復適用によって距離を知ること、そしてこの知り方を意識しないことなど、詳細に分析している。（第二巻, 3.26-31, 4.17）

ここで、外の世界のあり方は脳に関わりがない。その世界からの光が目を通して脳までとどくとき、人はその世界の対象を、そのあり方のまま、見るのである。

3 ケプラーからデカルトへ

プラトン『ティマイオス』は、視覚の第一の目的を天体運動に秩序を見て取ることとしたが、天文学者ケプラーは天体観測のための視覚研究を行った。観測の誤差を考えるため、視覚の仕組みを知る必要があったのである。ケプラーはアルハセンに基づく中世の視覚論を徹底させる。アルハセンは対象からの光を水晶体前面に垂直に入るものに限るが、ケプラーはまず、この制限を外す。ルネサンス期に正確になった眼球の解剖学、そしてレンズ光学を利用して、対象の一点からの光線束が網膜上で一点に集まることを示したのである。光線は網膜上で反転像となって結像する。

ケプラーにとって、脳や視神経といった網膜以後のできごとは「生理学者、physicists」の仕事である。視覚論は Optics とも表現されてきたが、近代では次第にこの語は光学を意味するようになる。ケプラーは基本的に、光線と、そのレンズによる屈折だけから成り立つこの光学を目指している。しかし一方で、ケプラーは網膜像の反

転に困惑している。つまり、対象の像を、対象そのままの秩序を保ちながら魂まで伝える似姿に、まだこだわるのである。が、ケプラーはここで視覚の発生を、視神経を含めた脳の機能として、生理学者の探求にまかす。⁽⁷⁾

ギリシャからアラビアを経て西洋近代に到る間、視覚論はこのように、光学と生理学に分かれていく。アルハセンの点状分析によって、光は対象の似姿を人の精神に向けて運ぶ働きを次第に失い、それとともに、目から対象へという光の方向は逆転していく。ケプラーを継ぐデカルトはその道筋を示しながら、完全に似姿説を捨てる。

『屈折光学』(1637)は『気象学』『幾何学』とともに、『方法序説』が提案する近代科学の一例として出版された。『屈折光学』の前半が、眼球の解剖学も含めた視覚論である。⁽⁸⁾

デカルトは、網膜像まではケプラーを受け入れる。が、網膜から視神経に入ると、対象像はこの神経の運動に解体されて脳に運ばれる。この運動は脳にいる魂に脳の運動となって直接働きかける。すると魂は対象に応ずる表象を生むように、自然によって定められている。

しかし、この感覚はそのままでは対象の知覚にならない。たとえば、距離の知覚は、対象群の位置関係や形の判明度によって判断される。形についても、知性の判断が欠かせない。たとえば、円の表象は卵形である。この卵形から、対象としての円を推察する。

距離や大きさ、そして形の知覚を、ここにいる私の幾何学的な推量の結果とする、この思想はアルハセンから見られる。対象の一まとまりの似姿が、距離などの知識を伴って目にやってくることを否定するのである。すると、対象の大きさや距離、そして形を知ることは、ここにいる私の知性による判断にまかされる。

古代ギリシャからケプラーまでの視覚論を一貫して、脳の役割は消極的であった。すなわち、脳は精神と似像としての対象の会う場を提供しているだけである。そしてときに精神は脳にとどまってははいない。

デカルトに至って脳の役割が変わる。脳には松果体という魂の居場所がある。脳にいる魂は対象の似姿によって対象を知るのではなく、対象と似ても似つかない脳の物質的变化、つまり脳の一部の運動によって、外の対象の表象を生み出す。ここで脳はその動きを通じて積極的に視覚の因果説を担い始める。

デカルトは私の外の空間に実物としての対象があることを前提しているながら、さらにその表象を魂が作ると考えるのである。空間に物があることは、脳内の魂が表象する対象像から推論されるだけになる。すると、物の存在は、結果から原因への推論の

つねとしてとして、不確実になってしまう。が、神は人を欺かない。デカルトは神の誠実に訴えることで、対象が外に、魂が表象するままにあることを確かめる。

デカルトは脳にいる魂を視覚像の産出者とするが、因果説はやがて魂を排除し、脳における電気化学的反応だけで視覚を語るようになる。近代では、視覚像は脳という物が産出するのである。

4 知覚の因果説

今日の脳についての知見は、デカルトの時代と同日の談ではない。現在の知識からすれば、デカルトは大変素朴に見える。しかし、デカルトが出会った困難、脳という物質と魂はどのように関係するのかという問い、これは残るのである。デカルトは脳にいる魂によって世界を表象にしたが、カントは『視霊者の夢（*Träume eines Geistesehers*）』（1766）で、このようなデカルトの考え方に従いながらも、その奇妙さをこう、描いている。⁽⁹⁾

魂は実体として、この空間のどこかに、たとえば脳のなかにいるのだろうか。しかし、非物質的な魂と物質はどう関わるのか。「人の魂の場は脳であり、脳の中のきわめて小さな場所が私の居場所である」。そして、魂は「巢の中心にいる蜘蛛のように」、脳で外からの作用を受け取り、しかもそれを脳外の作用の出発点に戻して「脳の外にある対象として」表象することになる。（A 325）

ここで次のように考えれば大変もっともらしく見える。つまり、私たちの魂が感覚された対象を表象の形でそれを（脳から）移す場所は、対象がその印しを送る、さまざまな方向の直線を延長すれば、それらが出会う場所である、と。だから人はその場所に光点（*strahlende Punkt*）を見るのであり、光線の方向を目から直線的に逆にたどるとそこを横切る。この点は視点（*Sehpunkt*）と呼ばれるもので、現実にはそれによって感覚を印される一定の方向をもった直線の分発点（*Zerstreungspunkt*）であるが、表象からすれば、直線がそこに収束する点（*focus imaginarius* 虚焦点）である。（A 344）

デカルトの脳観はこのように、脳の外に「虚焦点」に、魂がその表象を投げ返す過程を考えねばならなくなる。しかし痛覚では、痛む足からの作用が脳に到達するとき、脳は痛まない。「私とその痛いという印象を感じるのは、脳神経にではなく私の

足先にである」。(A 324)。

このカントの当惑を、およそ100年後、ベルクソンがその哲学の基礎に取り込む。『物質と記憶』(1896)は、脳による知覚産出という思想の批判を、カントと同じく、対象の表象が私の外、脳の外に知覚されることから始める。⁽¹⁰⁾

ここで問題の困難はあげて、私たちが知覚を物の写真のように考えることから来る。写真は、知覚器官と呼ばれる特殊な道具でもって、定点から撮られる。そして写真は脳-物質のなかで、よく分からない化学的、心理学的な過程を経て現像されるのである。しかし、こんな写真があり得るとしても、それは空間のどの場所であれ、物のある所で、既に撮られて現像されているのは明らかではないか。⁽¹¹⁾

哲学者は、空間の或る一点からやってきた振動が、神経を伝わって中枢に達すると言う。と、ここでお伽の国の舞台転換を見ることになる。私の体を取り囲む物質界、脳を収める体、中枢のある脳、これら全部を、哲学者は突然なしにしてしまう。そして魔法の杖を振るようにして、最初から前提していた物の表象を、まるで新しいものでもあるかのように出現させる。⁽¹²⁾

ベルクソンの議論が大森荘蔵に引き継がれる。「知覚の因果説検討」(1969)は表象の場所を問いながら、表象という思想そのものを否定する。⁽¹³⁾

私が一隻の船を見ている。このように説明してみる。「普通の状況では、光が実際に存在する船に当たり、眼球、網膜、視神経、大脳が正常に機能することが、船の知覚像が生じる必要十分条件である」。これが知覚の因果説である。私の知覚は脳によって生じ、すべて脳の状態で一意的に決定される。この因果説は知覚と物理的事物の、言い換えれば表象と物の二元論になる。しかしここから投影 (projection) という困難が出てくる。

一つの対象の知覚像が対象と同一空間にあるとする。知覚因果説によれば、知覚を生じさせているのは大脳の一つの状態である。この原因としての脳状態は、脳から離れた場所に知覚像を生む。

即ち、投影 (projection) と呼ばれる事態である。この投影には、映写機の場合と違って、何ものもその中間に介在しない。この投影はそれゆえ純粋な遠隔作用

であり、しかも作用の結果は知覚像という、物理的事物とは異質なものである。この点が多くの人にとって不可解な点であり、知覚因果説の第一の難点をつくる……物理的事物がそれとは異質な知覚を生じる、またはその二つが同一の空間内で対応するということには了解しにくいものがある。⁽¹⁴⁾

この奇妙さを避けて、対象はその知覚像と別の空間にあるとしよう。すると今度は、対象とその像の空間関係がなくなってしまう。

では次に、三つの銅貨を机の上に正三角形を作るように並べてみる。この正三角形は、銅貨の知覚像が作る知覚空間の図形である。この時、この知覚銅貨に対応する三つの物理的銅貨は物理空間ではどのような配置にあるのだろうか。……すなわち、物理空間の中での空間関係を知るためには、知覚空間の他に手掛かりがないのである。……上の光学的説明は、物理的事物（大脳を含む）による知覚の説明、即ち知覚因果説の説明であることを意図されていた。しかし、この説明をたどると、知覚の領域内だけの説明となって、因果説の説明の性格を失うのである。⁽¹⁵⁾

どのような描写であれ対象描写は、その対象の知覚描写の集合に他ならない。知覚因果説はしたがって、知覚の説明としては同語反復である。物理的对象から物理的脳、そして知覚像という経路による説明は、実は、知覚像の集合から、脳の変化、そして知覚像という、原因と結果が重なる説明だからである。

5 必然性の由来

ところで、対象と表象は同一であるから脳による対象表象は無意味とすると、脳は対象知覚にどう関わることになるのか。

「過去透視と脳透視」は、こう論ずる。⁽¹⁶⁾対象は知覚像ではなく、実物であると考えてみる。では、私の脳の状態が変化した場合、風景が変化するのはどのような機構によるのか。

いま、赤メガネをかけたとしよう。当然、世界は赤く見える。赤いガラスごしに見られた白壁が赤くならないことは、考えられない。私のかけているメガネのガラスが赤いことは、「すなわち」、このメガネごしに見れば、対象が赤く見えることに他なら

ない。

同一の「実物」が異なる前景を「透して」見れば異なって見える，それだけのことである。この赤メガネを視神経や脳の視覚領野におきかえても事情は全く同じであることはもはや明らかであろう。ただ赤メガネの場合と違うのは，脳や神経の如何なる変化がすなわち，外部風景の如何なる変化であるのか，それをわれわれは殆ど知らない，ということだけである。正常時には空気と同様に透明な脳が，異常時には何色に見え，どのように歪んで見えるのか（例えば歪んだメガネのように），われわれはあまりにも経験不足なのである（下線筆者）。……しかし，脳に異常が生じ，それが透明でなくなるとき，それを「透して」見る外部風景に変化が生じることは赤メガネの場合と全く同様，「すなわち」の関係によってである。……そして赤メガネの場合と同様にその遠景もまた「像」ではなくて「実物」なのである。脳変化は外部風景変化の原因であるが因果的原因ではない。（下線筆者）⁽¹⁷⁾

脳に異常が生じたとき，見える風景に変化が生じることは，赤メガネの場合と同じく，「すなわち」の関係であり，原因結果の関係ではない。

つまり，視覚経験とその脳変化による説明は，より一般的な，知覚経験に基づく事実の描写と，その事実の物理・生理的説明の関係から，こう考えることができる。たとえば，木が燃えているのを見て，この燃焼を炭素と酸素の化合で説明する。このとき，この化合が原因で，物の燃えることはその結果だとは言わない。ちょうど，お辞儀が原因で挨拶が生じると言わないように。「炭素と酸素が化合する」と「物が燃えている」は，原因と結果ではなく，一つの同一の事を二様に語っているのである。一つは化学の言葉で，一つは知覚の言葉で。この意味で，二つの語り方は「すなわち」の関係である。視覚と脳変化を語る二様の言葉があり，異なるのはこの語り方である。一方が一方の原因となるような，二つの異なる出来事はない。

カントや大森の議論は，対象の表象が実物と同一空間に存在するという思想の奇妙さ，無用さを語っている。そして大森は，知覚対象は実物であると考えても，経験や科学的説明に反しないことを論ずる。さらに，今一つ，表象否定の議論が可能である。そしてそれは，大森の議論に示唆されている。

赤く見える赤メガネに重なってその向こう側の物が例えば純白に見える，そうい

う風景を視覚的に想像できる人がいるだろうか。……赤メガネが赤く見えるということはすなわち、それに重なって透視的に見える風景が赤く染んで見えるということに他ならないのだから。⁽¹⁸⁾

大森はここで、視覚の論理性に触れているのである。ここを敷衍すれば、こうなる。「もし、私が赤メガネをかければ白壁が赤く見える」の「もし……」は「もし、円形の紙を傾けて見れば、それは卵形に見える」の「もし」、そして「もし、一点から等距離の点が無限に集まれば円になる」と同様、因果的關係をいう「もし」ではなく、論理的關係をいう。論理的關係であれば、ここに脳の「影響」は意味を持たない。この論理的關係のもと、同じ一つの、実物の白壁が、赤メガネを通して赤く見え、メガネを外せば白く見える。この点をよく見てみよう。

脳が思考や知覚の過程に関与するとは、どのような意味なのか。簡単な算術の例を取る。「 $3+5=8$ 」。この足し算に脳は関与しているのか。そしてその関与は「この脳の構造によって $3+5=8$ となる」、こう言えるような関わり方なのか。この文が脳の因果的関与をいうのであれば「脳の構造がいまと異なるものならば、 $3+5=8$ とならない」、この文が意味を持つはずである。これが、脳の病変によって正しい計算が不可能になるという意味でなければ、他にどのような意味を持つのか。 $3+5=9$ も可能ということだろうか。ならば、脳内変化や脳の構造を語るための計量的表現一般が意味を失う。このとき「この脳の構造がいまと異なるものならば、 $3+5=8$ とならない」という文そのものの「脳」は意味を失う。算術の法則に則った思考は脳の正常な状態を示しはしても、算術の法則そのものは脳の構造に由来するのではない。

たとえば「AならばBである。いまAである。ゆえにBである」。この三段論法が脳の生み出したものであれば、算術の場合と同様、「もし脳の構造が異なっていたら、三段論法は成り立たない」が意味を持つ筈である。そうなると、論理的推論そのものの意味が変わる。まだ意味があるとして。そのとき「もし脳の構造が異なっていたら、……」という推論文の「脳」は意味を保っているのだろうか。

算術、論理学、その他、その法則に従った命題の正しさが必然性を持つとき、その正しさに脳は関与しない。必然性の由来は脳ではない。脳内にどのような変化が起きていようと、脳の構造がどうであろうと、計算や推論の正しさは、その影響から自由である。

6 視覚と幾何学

世界の色変化を言う議論は、より一般的にできる。赤メガネをかければ世界は赤く見える。このメガネと世界の関係を、目の前にある対象とその向こうにある対象の関係に置き換える。たとえば、手をかざせばその向こうは視界が遮られる。手を動かせば、見えない部分に移る。指を一本立てれば、その先端は向こうにある机の角と重なって見える。対象が透明であれば、目からの視線は、この視線が当たる対象上の一点、その奥にある別の一点と、点群を次々に一直線で結ぶ。三次元空間のなか、視線は対象群上の点を対応させていく。この幾何学的対応は必然性を持つ。

ユークリッド『視覚論』は、このような視覚の幾何学的法則を描く最初の試みであった。視覚は本来、三次元のことであるが、ユークリッドはこれを二次元に移し、平面上に対象と目を考える。そして一点で表される目と、直線としての対象を視線で結ぶ。

ユークリッドは『原論』で、対象の量的関係に見られる必然性を体系化している。『視覚論』はこれに基づいて、視覚の持つ、主に量的な必然性を考察する。視角の大きさと対象の見かけの大きさの量的関係を体系化していくのである。

ユークリッド幾何は計量的である。『原論』では長さや角度、面積体積など、ものの大きさ、大きさどうしの関係が主題である。大きさの関係を言う公理をもとに、命題は1、「与えられた有限な直線（線分）の上に等辺三角形をつくること」から始まり、終わりの48、「もし三角形において一辺の上の正方形が三角形の残りの二辺の上の正方形の和に等しければ、三角形の残りの二辺によってはさまれる角は直角である」。

ここからして、『視覚論』の議論で注目すべきことがある。目から出る直線は対象上の一点と対応する。そしてさらに他の対象へと、直線が延長され、ここに直線上の点対応が見られる。例えば、先に見た第8命題。目 E からの直線は円周で点 A, Z, H, D と交わり、円内の線分と、点 A, B, G, D で交わっている。ユークリッドはこの対応をもとに、見える線分の長さという量を論ずる。しかし、この議論は直線上の点対応という非計量的な関係を基礎としている。

現実の視覚では、アルハセンやデカルトが示したように、大きさや距離の知覚に経験が関わる。向こうに見える何本かの木のうち、どれが最も高く、どれが最も遠いかなど、判断は容易に誤るのである。アルハセンは歩幅や腕の長さといった尺度と量知覚の関係を詳論している。

視角と大きさ知覚の関連は、ユークリッドの論ずるようには直接的でない。一方、目と対象の、視線を介する点对応自体は、幾何学的法則に従う。『視覚論』は、目からの視線が複数の対象上の点と取り結ぶ関係を基礎に据えた。ここには計量的なユークリッド幾何と、それとは異質の新たな幾何学の萌芽が同居している。ユークリッドの意図したような、視覚の法則を体した幾何学はあるのだろうか。

ライプニッツに「位置解析について」（1693）という小論がある。⁽¹⁹⁾これはパスカルの「円錐曲線論」（1640）に触発された、ものの形をめぐる考察である。ユークリッド幾何学は形を直接に語っているのだろうか。この疑問がライプニッツを新たな幾何学へ導く。

ライプニッツはデカルトの解析的な幾何学について、それが「大きさの解析であって、位置の解析でない」ことに弱点を見る。⁽²⁰⁾形についての解明が十分でなかったのである。ここで「…観察者を単に目を有する精神—ただ一点を占めるかのように、事実上も想像上も何らの大きさを持たず、数や比例や角のように知性によって把握しうるもののみを事物において考察する精神—とみなすならば」「代数的計算とは全面的に異なる計算法」⁽²¹⁾による新たな幾何学が可能かも知れない。ライプニッツの企図は実現されなかったが、17世紀、パスカルの師であったデザルグが始めた幾何学は、19世紀に射影幾何学として体系化される。この幾何学は解析とは対照的な方法で、つまり、数を経由せず、ものを細分せず、形を形のまま扱いながら、その関連に統一を与える空間を考える。

7 視覚の論理性

「単に目を有する精神」が一つの平面上に点列を見ている。この目から点に向けての視線と、視線を横切るように置かれた別の平面を考える。射影幾何学は長さや角度といった「大きさの解析」をせず、複数の平面上の点对応に法則を探る。この幾何学の起源は、ルネサンス期の画家による透視図である。

透視図法では平行な二本の道が遠くに行くにつれ、しだいに近づき、無限と思える遠くで交わる。ためしに、一つの放物線が二本の道に、つまり一組の平行線に挟まれて伸びていくことを、私がここから見ていると考えてみよう。放物線は平行線に挟まれながら U 字型の曲線の開口部を無限に伸ばしていくが、この平行線が無限遠で交わるように見えるとき、曲線も閉じていくように見えるはずである。画布に無限遠点、つまり想像上、無限に遠い点を付け加えれば、平行線がこの無限遠で交わると

き、放物線は無限遠で閉じるように描ける筈である。

透視図法から始まった射影幾何学では、空間に無限遠点を加えられて、平行な直線群が同じ方向を持つことが同じ無限遠点で交わることで表現される。つまり、一つの無限遠点はその方向を示す。したがって射影空間の対象は方位を帯びている。言い換えれば、この空間は私たちのいる空間が、私のいる「ここ」を中心に方位を区別する空間であること、その意味で、ここ性という統一を持つ空間であることを表現する。

射影幾何学は、視覚の三次元性、言い換えれば、視線が作る、奥行きを伴う（対象上の）点対応の論理を、二次元空間で表現してみせる（視覚の三次元性を二次元に変換するのが、デザルグの定理である）。このような幾何学が、ユークリッドの試みた視覚論の本来の形である。さらに、この幾何学はユークリッド幾何学の基礎にある。まず、射影幾何学の公理系はユークリッド幾何よりも簡素である。そして、ユークリッド体系が語る計量は単位の空間移動であり、移動は方位を、つまり方位空間を前提する。

ユークリッド空間では視点によって、どのように見え方が変化していくかなど、考慮しない。対象はただ一つの形を持つと想定されている。デカルトは、円の網膜像は卵形であるから、この卵形から、対象としての円を推察すると言っていた。デカルトにとっても円は正面からのただ一つの形である。しかし、私たちは形の連続的変化に一つの対象を見る。射影幾何の方位空間は、この視覚を表現する。

たとえば、さまざまな角度から三角形を見る。すると、どのような三角形でも別の三角形に、どの四角形も異なった四角形に連続的に変化していく。射影幾何で「三角形」は、二等辺三角形、正三角形などを通じた連続的変化の名であり、正方形、台形などは四角形という一つの対象とする。

先に見た大森の議論では、「実物」が明らかでない。人のいる、いないに関わりない、物そのものとしての実物なのか。大森の哲学からして、そうではない。大森にとって世界のあり方が、私がいるということの意味である。世界・対象と私は切り離せない。⁽²²⁾すると大森の言う「実物」は表象ではないが、また、私との関係を持つ、そのような存在である。

このような「実物」が射影空間で表現されている。射影空間では、平行線は交わる（平行線は存在しない）。ここから見た線路が遠くで交わる姿に見えるように。この無限遠点を持つ幾何学では、一つの対象は「姿」であり、姿とは「ここ」からの見えである。「ここ」は私のいる所である。こうして、対象が姿として「実物」であること

によって、私と世界・対象は必然的に関係する。必然性からして、この関係は脳によるものではない。

おわりに

射影幾何学はユークリッドのようには視覚を直接語らない。この幾何学の主題は、射影を通して変わらない図形の性質を見出すことである。射影空間が視覚の法則を表現することを、さらに確かめるには、たとえばデザルグの定理などを検討しなければならない。しかし、この幾何学と視覚の関連を仮定すれば、脳は視覚を生み出さないと言える。少なくとも、視覚の骨格である透視図的あり方は、算術の正しさと同様、脳に関わりを持たない。

脳のはたらきについての漠然とした思い、つまり脳という物質が知覚や思考、そして世界の像を産出する、という思いは強い。この唯物論を退けることは困難であるが、不可能ではない。目の変化が視覚を直に変えるように、脳変化は世界の知り方の変化である。しかし、目は世界を知る器官であるが世界を含んではないように、脳は世界の一部であり、一部が自身を含めた全体を産出することはない。

色彩や運動知覚など、視覚の他の側面については、この結果を踏まえた上で、別に考察が必要である。さらには、記憶と脳の関係について、詳細な議論が欠かせない。課題としたい。

註

- (1) *The Arabic Version of Euclid's Optics*, Vol.1, Elahéh Kheirandish, in *Sources in the History of Mathematics and Physical Sciences*, 16, Springer, 1998
- (2) 同上, p.22
- (3) 『プラトン全集』12, p.71 岩波書店 1975
- (4) 同上 pp.65-66
- (5) *Alhacen's Theory of Visual Perception*, A. Mark Smith, American Philosophical Society, 2001.
- (6) 同上, vol.2, p.632
- (7) 『天文学の視覚部門 (*Astronomie pars Optica*, 1603)』この書は普通, *Ad Vitellionem Paralipomena* (『ヴィテロの補足』)と称される。ここでは以下の翻訳を使う。 *Optics, Paralipomena to Witero & Optical Part of Astronomy*, chap. 1, trans. W. H. Donahue, Green Lion Press, 2000. Ch.3
- (8) 『屈折光学』, 『デカルト著作集』1所収, 青木靖三・水野和久訳, 白水社, 1973
- (9) *Träume eines Geistersehers*, Felix Meiner Verlag, 1975

- (10) *Matière et Mémoire*, 1896, この S. Palmer による英訳 *Matter and Memory* (1910) を使う。
- (11) 同上, p.31
- (12) 同上, p.33
- (13) 「知覚の因果説検討」, 『言語・知覚・世界』所収, 岩波書店, 1971
- (14) 同上, p.243
- (15) 同上, P.247
- (16) 『新視覚新論』所収, 東京大学出版会, 1982
- (17) 同上, pp.135-316
- (18) 同上, P.135
- (19) 『ライブニッツ著作集』第3巻所収, 工作舎, 1999
- (20) 同上, p.47
- (21) 同上, p.47
- (22) 『流れとよどみ』18「世界の眺め」, 『大森荘蔵著作集』第5巻所収, 1999

(たやま れいし 共同研究 兼担研究員／仏教学部 教授)