

# 相対論・量子力学による物理学革命と哲学的図式論 ——マッハ、アインシュタイン、カント——

文学研究科哲学専攻博士後期課程満期退学

伊野 連

## はじめに

本論文は、アインシュタインの相対性理論による20世紀初頭の物理学革命、次いで量子力学によるさらなる革命をめぐり、哲学的な問題との関連を考察したものである。はじめに科学と哲学の関係についてマッハとアインシュタインをめぐる思想的対立について触れ、本論部の主な論題は、実在主義による実証主義への批判（第一章A）、そして科学論における哲学的図式（第一章Bおよび第二章A、B）、そしてむすびで図式の意義を踏まえ、あらためて科学と哲学の関係について概括し、論を閉じるということになる。

とはいえ、そもそも科学と哲学とをめぐる論題は膨大な数に上り、焦点が定まり難くなるのが危惧されるため、まずは20世紀の物理学を語るうえで、きわめてよく知られた話題から始めよう。

1905年は、アインシュタイン(Albert Einstein 1879-1955)個人にとってだけでなく、人類の科学史においても「奇跡の年」と言うべきものであった。この年、26歳になるアインシュタインは特殊相対性理論、ブラウン運動、光量子仮説と、一挙に三つもの歴史的な研究論文を公けにした。

その一つ、ブラウン運動に関する研究は、原子や分子に関して、それらが本当に実体として存在すると考える立場（実在論）と、それらはあくまで自然現象をよりうまく説明するのに便利なように提出された仮想概念にすぎないと考える立場（懐疑論）との間の論争を決着させた（ここでの懐疑論は、実在論に対する「実証論」に比してもよい）。

アインシュタインは自らこう述べている。すなわち彼はその論文で、「その当時非常に多かった懐疑論者（オストワルド、マッハ）に原子の実在性を納得させた。これらの学者が原子論に対していただいていた反感は、疑う余地なく、彼らの実証的な哲学的態度にまで遡ることができる。これは大胆な精神と鋭い直観とをそなえている学者でさえも、事実の解釈においては哲学的偏見に妨げられるという興味ある例である」（アインシュタイン1979: 61, 強調

引用者)。

だがアインシュタインのこの述懐とは裏腹ではあるが、後述するように、彼ら実在論者の、マッハラ懐疑・実証論者に対する勝利は、1930年代以降になると、実証論者（量子力学に与するボーアらコペンハーゲン学派、さらには後代のホーキングら）の、アインシュタインら実在論者に対する勝利へと逆転する。歴史は皮肉なかたちで繰り返されるのである

## 第一章

### A マッハ対アインシュタイン——「哲学」的の意味——

だが、まず本論文が問題にしたいのは、二箇所強調に見られる「哲学」の意味である。ここでアインシュタインは二度にわたり「哲学」という語を用いている。こうした、自然科学者による「哲学」なる語の使用は、その発言や文章だけでもかなり頻繁になされるものである。しかし、本論文のように「物理学と哲学」を主題とするのであれば、アインシュタインのような卓越した物理学者による「哲学」という語の使用法について穿鑿するのは必要な検証であると思われる。

前者に見ると、アインシュタインは、マッハラが与する「実証」論を「哲学的態度」と呼んでいる。たしかにこれは「科学」的態度というよりは、「哲学」的態度と呼んだ方がより適切であろう。「哲学philosophy」≡「科学science」という、近世以前の科学史的背景を顧慮すれば、両者はほぼ同義と考えても誤りではないが、そうした曖昧さを凌駕して、マッハは19世紀後半に活躍した科学者であり、また哲学者でもあった。

そして后者の「哲学」的偏見とあるのも、前者を踏まえ、マッハラが自らの自然科学における「実証」主義的態度に固執した頑迷固陋さを、哲学的な「偏見」と批難しているわけである。自然科学者たるもの、画期的かつ精緻な理論が登場した以上は、実証主義による判断を一時停止し、その結果如何ではそれを封印すべきである、さもなければ、狭隘な態度に陥りかねない、というアインシュタインの批難である。

このように、アインシュタインは自然科学者の学術的態度、主義や理念に関して「哲学」という考え方をおこなっている。それでは、批難されるべきマッハの自然科学者像とはいかなるものか。ここでエルンスト・マッハ(Ernst Waldfried Josef Wenzel Mach 1838-1916)の多彩な業績についてざっと確認しておく。

彼は主に物理学（流体力学、光学、波動、電磁誘導など）において多大な業績を遺し（音速の単位マッハにその名を刻まれていることは今さら言うまでもない）、さらに、科学哲学や認識論哲学においても歴史に名を刻む人物である。また、いわゆるプロパーの（専門の）哲学史では、まずフッサールの現象学樹立に大きな影響を及ぼした人物として捉えられている。さらに、我が国のすぐれた哲学研究者による評価が示すように、19世紀から20世紀にかけての科学的思考そのものに大なる転換をもたらした大思想家であるといえる（特に廣松

渉(1933-1994)やその盟友加藤尚武(1937- )、あるいは今井道夫(1944-), 木田元(1928-2014)らのマッハ再評価が重要である。Cf. 廣松1986; 今井2001; 木田2008; 加藤2008)。

マッハ独自の認識論は、存在するのは感覚所与だけであり、事物も精神現象も、感覚所与の複合でしかない、とみなすものである。したがって物理学の目的は、事物と事物の(連関を探求することにあるの)ではなく、感覚と感覚の連関を探求することにあるといい、物理学上の概念や法則などというものは、感覚所与を整理するためのたんなる道具にすぎず、物理学の実体と直接結びつくものではない、と主張する。また彼は、今日でいう認知科学的研究にも携わり、人間の認識能力の欠陥を次々に暴き(錯視現象であるマッハバンドは彼の業績として有名である)、その意味ではゲシュタルト心理学の祖というべき人物である(Cf. 立花2000: 292)。

さてマッハについて、アインシュタインとの関連において注目すべきは、ニュートンの絶対空間を烈しく批判したマッハが、相対性理論の成立に大きく影響しているというよく知られた関係である(アインシュタイン自身も後年、人生で出会った人の中で、マッハが最も影響を与えた人物であったと公言している)。

マッハは自著で、「絶対空間、絶対運動について何か語りうる人は誰もいない。それらは単に思考上の事物にすぎず、経験において明示されることはない」、さらに、「あらゆる質量、あらゆる速度、したがってまたあらゆる力は相対的である。相対的なものと絶対的なものとの間の決定は何ら存在しない」と述べている(Cf. マッハ1987: 184)。これがいかにアインシュタインに影響を与えたかは、想像するに難くない。

しかし一方で、「我々はどこにも原子を知覚することはできない。それはすべての実体と同様に思考上の事物である」とも述べ(Cf. マッハ1987: 185)、己れの認識論的立場から、原子や分子の実在を認めようとしなかった。よってアインシュタインは、この点でマッハと袂を分かったのである。

電子顕微鏡や原子間力顕微鏡<sup>\*1</sup>によって、実際に原子をこの眼で見ることのできる今日の我々にとって、こうした経緯の理解に際して想像力を働かせねばならぬのは、まだ20世紀初頭には、原子はおろか、分子さえも現実に見ることは叶わず、それらの実在性は偏に理論に委ねられていた、ということである。20世紀後半で最も偉大な物理学者の一人スティーヴン・ワインバーグ(米Steven Weinberg 1930-)が「物理学者は理論を信じ過ぎるのではない。信じ方が足りないのだ」と述べたとされる(Cf. 青木2013: 238)のは、そういう意味でも理解すべきである。

## B 正誤の認識源泉としての「図式」

ここで、先に指定した論点「実証的な哲学的態度」、「哲学的偏見」についてあらためて考えてみる。实在論者アインシュタインが実証論者マッハを批難したのは、实在が疑わしい対

象に関する実証可能性の追究手段の不徹底さということになる。懐疑主義的な実証主義という、マッハの追究姿勢の誤りは、続いて偏見という科学的態度における哲学的な頑迷固陋さ、というもう一つの誤りへと彼を陥れることとなった。

先述した錯視現象マッハバンドやゲシュタルト心理学に関するように、マッハが研究した錯覚は、「偏見というよりは先入見、前から持っていた図式（シェーマ）でものを見ることによって起きるもの」（立花2000: 293-294）であり、「人間にとって図式でものを見る（解釈する）ということは、ほとんど避けられないもの」であって、むしろ「認知科学的にいうと、図式があるからこそはじめてものは見えてくる」とすらいえるから、「図式は脳のソフトに埋め込まれた最も大事な認識装置とっていい」のである（Cf. 立花2000: 294）。

したがって、ここでの「図式」がもたらした「錯覚」は、認知作用における、感覚所与と概念との、即物的な「重ね合わせ」によるものである。これ自体、もちろん哲学的な問題であるが、さらに、対象が感覚所与級の断片的なものから、一箇の学説や理論といった、大規模に構築されたものに至るとすれば、それはたんなる所与一概念レベルの錯覚という域を超え、文字どおり「哲学観」の域に達することになる。

思考において、「柔軟性の最大の敵は偏見（先入見）」であり、「なかでも哲学的偏見というやつは一番のやっかいもので、頭の中身を硬直化させる最大の元凶」であろう（Cf. 立花2000: 294）。1905年といえ、まだ専業科学者にはなれず、特許庁職員にすぎなかったアインシュタインが26歳（これを「若年」と讃える評者も多いが、二十代前半でノーベル賞級の業績を挙げた例はこの時代には数多い。ただし、特殊相対論を含む三大論文を一挙に公にした点ではもちろん前人未到である）、一方のマッハは67歳、死のおよそ十年前であった。相対論の基本アイデアの産みの親ともいえるマッハは、しかし終生、その相対論が理解できなかったとされる。

そしてよく知られているとおり、アインシュタインもまた、自らが御所となったとき、ほかならぬ自分が打ち立てた仮説で世に問うた光量子（後年、それは「光子photon」と呼ばれることとなる）によって、量子力学の創始者の一人に数えられているにもかかわらず、彼はその不確定性を受け容れることを頑として拒み、強硬な量子力学の否定者として、ボアールコペンハーゲン学派に対し執拗に反論を浴びせ続けた。それは1955年の死まで変わることはなかった。

だが同じように、定常宇宙説をエドウィン・ハッブル(Edwin Powell Hubble 1889-1953)が実際の観測によって立証した膨張説に覆された時は、ウィルソン山天文台まで自ら足を運んでその眼で望遠鏡を覗き、自らの誤りを認めている。

それにもかかわらず、アインシュタインは量子力学を終生拒み続けた。それはやはり、膨張宇宙論が、赤方偏移<sup>\*2</sup>によって目に見えるかたちで明らかにされた科学的事実であったということと、それとは異なり、理論や計算によってしか証明し得ず、けっして目には見えぬ

量子論との相違ということなのだろう。いずれにせよ、まさに1905年の自身とマッハとの関係が形を変えて再び現れたわけである。

ちなみに、2008年に87歳にして待望のノーベル物理学賞（「自発的対称性の破れ」の発見による）を受賞し、「量子色力学」「弦理論」などを創始し、世界の物理学界においても「十年先のこと見えている」とその天才性を絶賛された南部陽一郎(1921-2015)は、1952年の米留学当初、プリンストンに滞在していた。あのアインシュタインのために設立されたプリンストン高等研究所（当時の所長はオッペンハイマー）である。南部はアインシュタインと同じ乗合自動車で研究所に通勤することもあった。そして二度、彼と面会している。

しかし南部はこの世紀の大科学者と最後に三十分ほど対談した際の失望を告白している。南部が取り組んでいた素粒子理論において、物理現象を確率論で説明する量子力学は不可欠であるが、アインシュタインは「神は賽子を振り給わず」という有名な自説をここでも頑なに主張し続けるのみであった。「がっかりした。相対論を作った天才からこんな説教を受けるとは思わなかった」（読売新聞科学部2001: 282）。それもあってか、プリンストンに馴染めぬ南部は米国における先進物理学のメッカ（かつてミリカンが居た）シカゴ大に移り、そこで持ち前の天才性を発揮することとなる。

本題に戻ろう。神が賽子を弄ぶとは信じられないとあって、量子力学の不確定性をその最期まで認めようとしなかったアインシュタインのきわめて有名なエピソードは、たんなる老科学者の動脈硬化による頑なさ、といったものとは違う意味があるのか。

これについては、超一流の科学者においても、様々な意見が出されている。「アインシュタインがなぜそれほど因果律にこだわったのか」、例えば戸塚洋二(1942-2008, ニュートリノ振動の観測による質量の発見によって、ノーベル物理学賞候補の筆頭にいたといわれる)は、その理由は誰にもわからないとしつつも、もしかしたら21世紀にまたパラダイムの大転換が起きるかもしれない、と述べている（Cf. 戸塚2008: 57）。

戸塚の真意とは別に、この「パラダイムの大転換」が起こり得ると考えられる要素を一つ指摘するならば、量子力学における不確定性の根拠である。すなわち、我々が対象を観測するためには、光が対象に当たり、それを我々が受容する過程が不可欠となる。しかし、素粒子のように、極限にまでマイクロな対象の場合、観測するに先立って光が当たることで、対象そのものに不可避的な変化が生じてしまうのである。譬えて言うならば、ナイフの切っ先より細い物をそのナイフで切ることはできないということと等しい（Cf. 南部1998: 17）。またこれを、量子力学における観測の不可能性と捉えている科学哲学者もいる（Cf. 森田2011）。

この不可能性は、物の最も根源的な単子は何か、ということに関わる。したがってこれは、哲学史においては、カント『純粹理性批判』「超越論的弁証論」における第二アンチノミー論に関わる。すなわち、定立「世界における合成された実体はそれぞれ単純な部分から成り立っている」vs.反定立「世界におけるいかなる合成された物も単純な物体から成り立って

はない」の抗争(A435/B463)の二律背反の問題である。

そもそも事典類によると「素粒子 elementary particle、Elementarteilchen」という名称が既に、‘fundamental,’ “a subatomic particle with no substructure,” “not composed of other particles”(“unteilbare subatomare Teilchen,” “die kleinsten bekannten Bausteine der Materie”)というかなり問題を含んだものであることは否めない。デモクリトスの「アトム」がそうであったように、「不可 - 分」という限界概念自体が、科学技術の飛躍的向上によって絶えず更新され続けてきた。そしてそれも、マッハ時代からアインシュタイン時代、そして（超弦理論はさておき）クォーク時代への転換具合は、あまりにも大き過ぎるものであった。

ニュートリノ（クォークとともに素粒子であるレプトンの一種）の専門家であった戸塚のユニークな例を借りると、水素原子を太陽系の大きさに拡大しても、ニュートリノはほんのソフトボール大（約10cm）しかない。まさしく、これまで人智が遭遇した最もミクロな対象である（ただしそれも、相対的なものでしかなく、今後の科学の進展如何では、さらに微細なものに我々が直面するかもしれない。その候補の一つが、既に超弦理論によって予告されている）。

## 第二章 哲学的「図式」論について

### 二A 図式と偏見

ところで、この「図式Schema」について哲学的に最も本質的であろう議論を展開したが、言うまでもなく『純粹理性批判』（、「超越論的分析論」、「原則的分析論」）、その名も「純粹悟性概念の図式機能について」（A137-147/B176-187）のカントである。

カントは図式について、およそ次のように述べている。——「或る対象が一つの概念のもとに含まれている」、「或る対象が一つの概念のもとに包摂される」、〈或る「対象の表象」がその「概念の表象と同種」のものである〉、〈或る「概念」が「おのれのもとに包摂されるべき対象において表象されるもの」を「含んでいる」〉、これら四つはみな同じ意味である（例えば、円という「純粹な幾何学的概念」において思考される円さが、皿という「經驗的概念」において直観されるように）。

しかし、カテゴリー〔純粹悟性概念〕はそうではなく、総じて感性的である「經驗的直観」と比較すると、けっして何らかの直観において見出されることはない、まったく異種であるなものである。だからカテゴリーが現象に適用されるには、「判断力の超越論的理説」を必要とする。

したがって、一方ではカテゴリーと、他方では現象と、同種的であり、前者の后者への適用を可能にさせる「第三のもの」、「媒介の働き」をする「表象」が必要であるが、当然ながらこの表象は、あらゆる經驗的なものを含まず「純粹」であり、しかも、一方では「知的」、

他方では「感性的」でなければならない。それがすなわち「超越論的図式」である (Cf. A137-138/B176-177)。――

カントがここで提示している「媒介」役は、師のプラトンのイデア論 (特に『パルメニデス』、『国家』における) を批判した弟子のアリストテレス『形而上学』が提示した、世に言う「第三人間論」を容易に想起させる。そのことをカントが承知していなかったはずはなく、「媒介」を持ち出す以上は、必ずその媒介の「媒介」が必要になるか、或る程度の度外視がなされるかのいずれかでしかないのであるが、この点については、残念ながら討議し尽くされたとはいえない。

また、語源を遡れば、カントの「図式 Schema」(ドイツ語ではシェーマ) が、アリストテレス論理学の「格 σχήμα」(スケーマ) に由来することは明らかだが、カントがアリストテレス論理学をギリシャ語の概念でどこまで忠実に継承したかは検討の余地がある。むしろスケーマがラテン語化された「フィグーラ figura」として理解していたと考える方が順当であろう。スケーマ、フィグーラのいずれも、三段論法の「格」を意味し、それは「媒介」そのものではなく、むしろ〈主語 S〉と〈述語 P〉、および〈媒概念 M〉の「配列」のことである。

こうして、概念における媒介たる図式は、例えば芸術 (作品) における「形相」の多様な「像」を集約する「枠」、いうならば「位相的転移」として機能する。以下は或る音楽論からの引用である。「……ひとつのパースペクティヴ [展望] の中で像は傾斜を重ねながらその展望全体を像と化してゆく。像のためのこの展望の枠を決定するのは形相である。形相の位相的転移は姿態としてのフィグーラである。……いづれのフィグーラに於いても、形相の示す……パースペクティヴに変はりはない。そこから、その規定されたパースペクティヴに於いて、像は自己を豊かにしてゆく」(今道1982: 30)。

すると、図式とはその漢字の意味である「図」すなわち「表象 Vorstellung/image」(造形的、音響的ともに) と関わるだけでなく、概念的なものにまで及ぶということになる。それがカント図式論が、「悟性 Verstand/intellect (知性とも)」の可能性と限界とを追究した「超越論的分析論」の中核をなしている理由でもある。

なお、Quantumは当然のごとくカント哲学においては「量」であるが、物理学用語の「量子」の英語表記ではラテン語由来の quantumが用いられる (ドイツ語ではQuantであり、「量」と区別される。英語の「量」はよく用いられるquantityである)。これは、物質の性質である粒子性と状態の性質である波動性とを併せ持つ特殊な存在を、普通の物質と区別して特に「量子」と呼んだわけである。

## 二B カント図式論の本質

カントのこうした一連の「図式 Schema」をめぐる「図式論 Schematismus」は分析論に

における判断論に置かれている。これら、論理学についてやや詳しく述べる。

カント超越論的論理学における「判断論」に相当する、第二篇「原則の分析論」は、カント自身によって「判断の超越論的理説」と名づけられ（A136/B175）、「純粹悟性の図式論について」は三つの章の第一に当たる。

伝統的論理学では、概念論、判断論、推理論の三部構成が採られる。カント『純粹理性批判』の「超越論的論理学」もこれに倣い、前半「超越論的分析論」における「概念（の分析論）」、「原則（の分析論）」（判断論）、そして後半「超越論的弁証論」すなわち理性推論の批判的検討（推理論）、という構成がなされた。

カント自身が同書を著す最大の動機と考えていたのはいうまでもなく理性批判である弁証論であるが、それに先立つ執筆過程での必然性によって、彼自身が認めているように（「我々が悟性と名づけている能力を究明し、また同時にこの能力の使用の諸規則と諸限界とを規定するために」、「純粹悟性概念の演繹という標題のもとでこころみたものより、いっそう重要と思われる研究をも知らない。しかもこの考察は、最も多くの、だが、願わくば、報われなくはない労苦を私に払わせた」。A XVI）、強い使命感に駆られ最も苦心して論述したのが、概念論中の「カテゴリー [純粹悟性概念] の演繹」であった。

それでは、その両者の中間に置かれた判断の理説、原則の分析論はいかなる意義を有しているのか。ここではそれに対する自他の高い評価を幾つか紹介することでその詳説に代えよう。

原則の分析論は超越論的判断力を主題としており、そこで解明されるこの「超越論的判断力」によって初めてカントは、経験とその対象の可能性についての検証を、具体的に展開できる場を獲得する。

この「経験とその対象の可能性についての検証」について、19世紀から20世紀にかけての何人かの重要なカント研究者、例えばコーヘン(Hermann Cohen 1842-1918)やペイトン(Herbert James Paton 1887-1969)らは、『純粹理性批判』を「経験の形而上学」を論じた書と見なしていた。

この「原則の分析論」の重要性は、原著者を含め、後代の多くの哲学者・研究者が広く認めてきた。「経験の形而上学 *Metaphysik der Erfahrung*」(そもそもこれ自体が重大な逆説を含んだ難題である)たる同書において、経験の可能性を把握するうえでの、超越論的判断力と「図式」との関係性を論じたのがこの考察である。

まず、カント自身が晩年の『レフレクシオン』において、これを(カテゴリーの超越論的演繹論とともに)「最も重要な章である」(*Reflexionen*, in: AA, Bd. XVIII, p. 686)と評している。次いで例えば、ヘーゲルも『哲学史講義』で、図式論と超越論的構想力の結合を「カント哲学の最も美しい側面の一つである」(*Geschichte der Philosophie*, 3. Teil, 2. Abschnitt, 2. Kapitel)とし、またハイデガーも、もちろんその解釈にそれぞれの違いはあるものの、こ

の「純粹悟性の図式論」をきわめて重視している(Cf. *Kant und das Problem der Metaphysik*)という点では一致している。

それでは、この図式論では何が説かれているのか。これに先立つ演繹論では、現象に対する純粹悟性概念の客観的妥当性が証明された。次は、図式論によって、純粹悟性概念の適用可能性が問われることとなる。これは感性／直観と、悟性／思惟とを、異質な二つの働きとみなすことによって生じた、カント二元論哲学に固有のアポリアと関わっている。

カントによれば、客観的認識が成立するためには、たんなる思惟一般の形式としての純粹悟性概念が、感性的直観の対象としての現象へと、適用されねばならない。そのために必要なのが、両者を媒介することができる第三者の存在なのである。純粹悟性概念は思惟の形式として普遍的であるが、それに対して現象はそのつど特殊的である。したがって、異質な両者を媒介し、特殊を普遍のもとへと包摂するために両者に共通する性格を有する、こうした第三者が必要なのである。

さらにそれは、経験的概念および数学的概念を媒介するのではなく、純粹悟性概念の媒介をなすため、たんなる「図式」ではなく、「超越論的」図式 *das 'transzendente' Schema* でなければならない(A138/B177)。

そしてそれは、超越論的論理学に先立って、超越論的感性論で既に論じられた、純粹直観としての時間のうちに見出される。なぜなら時間は、純粹であるかぎり、概念と同種的であり、また、感性的であるかぎり、現象と同種だからである。したがって超越論的図式は、正確には、「超越論的時間規定」(*transzendente Zeitbestimmung*)と呼ばれるべきものということとなる(A139/B178)。

この超越論的図式そのものは、感性と悟性とをいわば橋渡しする役割を担う「超越論的構想力」の産物である。しかし、その図式による「図式論」ないし「図式機能」は、(純粹)悟性の手続きである(このようにカントは、構想力より悟性を重視する思想の持ち主である)。その手続きは例えば『判断力批判』第59節では、二種の「感性化」としての「描出」[例証]に区分される。すなわち第一に「図式的*schematisch*」描出、第二に「象徴的*symbolisch*」描出である。前者では、悟性が捉える概念に、これに対応する直観がア・プリアリに与えられる。それに対して後者では、理性のみが思惟するだけで、いかなる感性的直観をもそれに適合することができぬ概念の根底にある直観が置かれるだけである。

このように、純粹悟性の図式論は、純粹悟性概念へと対応し(、それへと)適応されるべき対象を、「描出」ないし叙述する手続きを意味する。とはいえ、「描出」されるべき概念は(先述したように経験的概念でも数学的概念でもなく、)純粹悟性概念である。そのためこの描出は、経験的直観による実例の提示や、純粹直観による対象の構成をおこなうことではない。純粹悟性概念が適用され得る感性的制約、これがすなわち「超越論的図式」なのであり、それを提示することが必要なのである。こうした概念の「描出」こそが、「純粹悟性の図式

論」のなすべき課題である。

では、図式論を含む「原則の分析論」が、「判断力の超越論的理説」と呼ばれるのはなぜか。それは、カントがこの図式論を、もっぱら独自の総合問題として捉えたのではなく、伝統的な形式論理学の「包摂」の論理と重ね合わせて把握していたのであろう、と推測されることから理解できる。すなわち、カントにおいて図式の問題は、伝統的な形式論理学における「判断力」理解にいまだに影響を受け、また制限されてもいたことがうかがえるのである。

判断力とは、カントの定義によれば、「規則のもとに包摂する能力、すなわち、はたして或るものが或る与えられた規則に従うもの（与えられた規則の事例(casus datae legis)）であるかどうかを区別する能力」(A132/B171)である。カントは後年の『判断力批判』では判断力を主題としてより詳細に説明しており、この『純粋理性批判』での判断力は、『判断力批判』での「規定的判断力」の定義(Cf. *Kritik der Urteilskraft*, Einleitung)に相当する<sup>\*3</sup>。

以上のように、判断力とは、「普遍」としての純粋悟性概念を、「特殊」としての現象へと適用するための、「包摂」の能力とみなされており、それによって異質な二つの能力である悟性と感性とを媒介することができる、とカントは考えている。

こうした、規定的判断力としての超越論的判断力は、「純粋悟性概念のなかに与えられる規則（あるいは、むしろ規則のための普遍的制約）のほかに、その規則が適用されるべき事例を同時にア・プリオリに指示することができる」(A135/B174)という機能をも有する。その機能こそが、超越論的判断力によって、カテゴリーの現象への適用を、「描出」ないし「叙述」することであり、これが「純粋悟性の図式論」の任務なのである。また超越論的図式は、多様な現象をカテゴリー〔純粋悟性概念〕に従って総合的に統一する、ア・プリオリな規則を含むかぎりでのこのような包摂を可能にし、こうして客観的認識が成立可能となるのである<sup>\*4</sup>。

## むすび

最後に、哲学的な図式が科学においていかに重要な働きをなすか、再び立花の見解を援用しつつまとめたい (Cf. 立花2000: 294)。

基本的に、人間の脳は或る事実（感覚所与）を解釈しようとする時、それを何らかの図式に従っておこなおうとする。こうした図式は、我々の成長過程で学習と経験によって蓄積されていく。新しい情報に会うたびに既存の図式によって解釈を試みるが、それに成功しなければ、旧来の図式を改変するか、別の図式を探求するかしかない。手持ちの図式そのものが乏しかったり、眼前の事実を図式を適合させるための改変能力が劣っていたりすれば、事実を正しく解釈できない。

マッハの場合は、図式は豊富に持ち合わせていたのではなかろうかと思われるが、むしろアインシュタインの相対論を受容する柔軟性が不足していたことになる。先にも引いたよう

に、立花は「哲学的偏見というやつは一番のやっかいもので、頭の中身を硬直化させる最大の元凶」(立花2000: 294)であると断じている。

だがそれを理由に、アインシュタインに批難されたマッハを批難したり、また量子力学者に批難されたアインシュタインを批難したりを繰り返すのは、あまり実のあることではなからう。

むしろ、こうした図式の改変不能性について考えるべきではないか。トマス・クーンの著名なパラダイム論を用いて、かつての物理学史を振り返ってみれば、マックス・プランクやアインシュタイン、ボーア、シュレーディンガー、ド・ブロイ、ハイゼンベルク、パウリ、ディラック等々、幾つかの画期的な発見が認められる。このなかで、古典物理学と現代物理学とを線引きするのは、ボーア以降、主にコペンハーゲン学派によって、我々の通常の認識に大きな違和感を覚えさせる解釈がなされるようになった、つまり量子力学の成立である。しかし量子力学は定説として承認され、無数の実験結果、検証によって大きな綻びの無いことが確認されている。

だが今後、科学において、科学に対する技術の進歩を超越した「理性」の真の限界というべきもの、そういうものに我々が直面することが起こり得るのか、あるいは、たんにそれも原理的・方法的な制約にすぎず、さらに技術が進歩することで乗り越えられ、それによって、また新たなパラダイム転換が惹き起こされる類のものなのか。

科学が不可逆的に進歩し続けるという素朴な幻想を未だ抱いている者は少ないだろう。2013年のヒッグス粒子の発見や2016年の重力波の観測など、現代物理学は実際に進歩し続けている。だが先に引いた戸塚の示唆に見られるように、アインシュタインの名誉が回復されるような、21世紀のパラダイム転換、もしそのようなものが起こるとしたら、むしろそれはアインシュタインが当初考えていた(量子力学の否定、および確実性の勝利)のとは異なるかたちでの新たな真理の顕現——彼が1917年に自身の重力場方程式に書き加えた、いわゆる「宇宙項 $\lambda^{*5}$ 」のように——となるのではなからうか。

カント『純粋理性批判』の二つの主要な論点、「図式」と「第二アンチノミー」に関連して、マッハからアインシュタインへ、そしてアインシュタインから量子力学へ、という物理学の革命について若干の考察を施してみた。哲学が哲学者の論じたものとしても、また、科学者によって解釈されたものとしても、十分に検討に値することが幾何か示されたことと思う。

## 注

\*1 きわめて微細な探針を試料に近づけ、そのときに働く引力や斥力を利用して試料表面の像を得る(最大で数百万倍の高解像力、対象によっては原子レベルの像)。

\*2 後退する波に対してドップラー効果によって生ずる、スペクトル線の長波長への偏移。宇宙が

膨張していることの動かぬ証拠となった。

- \*3 『判断力批判』「序論」では、判断力は「規定的判断力」と「反省的判断力」とに二分されており、この区分はこの『判断力批判』で初めて登場する。ただし、この区分そのものは、内容的にみても、既に『純粹理性批判』さらには『実践理性批判』のうちにも見出せる。だからここで注意すべきは、第一に、先に引用した判断力の定義(A132/B171)は、この『純粹理性批判』において、判断力を悟性とは異質の独立の能力としての規定した最初の箇所であることであり、また第二に、カントは続く（超越論的）弁証論では、反省的判断力の機能を理性の統制的な働きに帰しており、理性と反省的判断力がまだ明確に区別されていない、ということである。したがって、第一・第二批判では、理性と規定的判断力および反省的判断力との区別と連関が、いまだ十分明確にされていない。この事実は、「カントの判断力論の把握にとって看過しがたい制約をなしている」（牧野1996: 180注4）。
- \*4 ただしこうしたカントの学説は、『純粹理性批判』の純粹悟性概念の超越論的演繹論と、純粹悟性の図式論との関係性をめぐって、研究者を理解困難へと導きかねない。賛否も様々で、例えばウォーノックやプリチャードやヘンリヒらは「図式論不要説」および「演繹論重視説」に、一方、ハイデガーやベイトンやロッカらは「図式論重視説」ともいうべき見解に立つ、とされる（Cf. 牧野1996: 180注5）。
- \*5 「宇宙定数」とも。当初アインシュタインは自身が主張していた静的な定常宇宙を維持するため、ひじょうに大きい距離において斥力を作り、重力における引力と釣り合わせる項を追加した。現代ではむしろ、宇宙の膨張加速を説明する要因の一つと解釈されることもある。

## 文献

- 青木薫2013：『宇宙はなぜこのような宇宙なのか 人間原理と宇宙論』講談社現代新書
- Hermann Cohen 1871: *Kants Theorie der Erfahrung* (コーヘン『純粹認識の論理学』村上寛逸訳、第一書房、1932年)
- アルベルト・アインシュタイン1979：『自伝ノート』中村誠太郎／五十嵐正敬訳、東京図書
- Georg Friedlich Wilhelm Hegel 2020: *Vorlesung für Geschichte der Philosophie*, III, Suhrkamp, Frankfurt a. M. (Vol. 20 : 347-348)
- Martin Heidegger 1929: *Kant und das Problem der Metaphysik*, Klostermanu, Frankfurt a. M., p. 86 (3. Auf.)
- Dieter Henrich 1994: *The Unity of Reason: Essay on Kant's Philosophy*, Harvard University Press
- 廣松渉1986：『相対性理論の哲学』勁草書房
- 今井道夫2001：『思想史のなかのエルンスト・マッハ——科学と哲学のあいだ——』東信堂
- 今道友信1982：「『想像力』の機能と構造」（今道編『藝術と想像力』東京大学出版会に所収）

- 伊野連2010: 「『哲学のオルガノン』についての考察——アリストテレス、カント、シェリング、ヤスパースにおける藝術哲学と形而上学——」博士（文学）学位論文、東洋大学乙（文）第七十九号
- Immanuel Kant 1781/1787: *Kritik der reinen Vernunft*, Felix Meiner, Hamburg（慣例に従い、初版をA、第二版をBと表記する）
- Immanuel Kant 1790: *Kritik der Urteilskraft*, Felix Meiner, Hamburg
- Immanuel 1928: *Reflexionen*, in: AA [=Kants Gesammelte Schriften], Bd. XVIII, Walter de Gruyter, Berlin
- 加藤尚武2008: 『「かたち」の哲学』岩波現代文庫
- 木田元2008: 『木田元の最終講義』角川ソフィア文庫
- エルンスト・マッハ1987: 『原典科学史』常石敬一／広政直彦編（「第3章 物理科学の誕生」にマッハ『力学』抜粋を所収、板垣良一訳）、朝倉書店
- 牧野英二1996: 『遠近法主義の哲学 カントの共通感覚論と理性批判の間』法政大学出版局
- 森田邦久2011: 『量子力学の哲学 非実在性・非局所性・粒子と波の二重性』講談社現代新書
- 南部陽一郎1998: 『クォーク』第二版、講談社ブルーバックス
- Herbert James Paton 1936: *Kant's Metaphysics of Experience*（ペイトン『カントの経験の形而上学』）
- 立花隆2000: 『脳を鍛える 東大講義 人間の現在①』新潮社
- 戸塚洋二2008: 『戸塚教授の「科学入門」』講談社
- スティーヴン・ワインバーグ2008: 『宇宙創成はじめの3分間』小尾信彌訳、ちくま学芸文庫
- 読売新聞科学部2001: 『日本の科学者最前線 発見と創造の証言』中公新書ラクレ

# **Revolutions in Physics by Theories of Relativity and Quantum Mechanics, and Philosophical Schematism. Mach, Einstein, and Kant**

INO, Ren

## **Abstract:**

In 1905, Albert Einstein proved that the atom exists as an entity through his study of Brownian motion. Famous physicist Ernst Mach, skeptic and positivist, was dissatisfied with this. Even though Mach gave Einstein the idea of the theory of relativity.

Einstein criticized Mach's philosophical prejudice. However, later on, Einstein was also criticized for his philosophical prejudice when he opposed quantum mechanics.

A person cannot recognize an object without a schema. The Philosophical prejudice is closely related to philosophical schema. It was Immanuel Kant's *Critique of Pure Reason* that discussed the philosophical schematism in detail. And he also argued in the second antinomy theory of the same book whether elementary particles are really the finest.

Kant's rising of the issue prompted us to think about two challenges in modern physics: the paradigm shift brought about by the progress of science and technology and the limit of human reason.