

アインスタインの哲学

桑木 彥雄

アインスタインの相対性原理は物理学の一原理であるが、その論じている範囲の性質上、科学の基礎を論ずる哲学者の決して看過することのできない題目であり、既に之に関する哲学者の研究の発表も少くないのである。夫等の中には、この相対論は例えば絶対をいうカントの哲学と一致しないものであるというもあり、又反対に、両者の間に何等矛盾がないと論ずるものもある。先に夫はオックスフォードで哲学のコングレスの研究題目となつたが、又近頃実証論的理想主義を称する独逸の「哲学雑誌」の「アインスタインの相対性原理と近世哲学特に「かのよ」に」の哲学との関係」という論文を募集しているものもある。併しアインスタイン自らがいかなる主義の哲学を懐抱しているか、いかなる哲学に導かれてこの原理を見出したかは、氏が夫等に就て何も書いていないのであるから夫を知ることはできない。唯だ氏が二三の論文の中で、かの実証主義、相対主義を力説したエルンスト・マツハを頻りに推称しているのを見るのである。後にも述べる様に氏の仕事にマツハの認識論が大なる影響を与えていることは争われない。併し氏の哲学上の主義が 若しあるとしたとき 全くマツハに同じきや否は明でない。元来マツハの哲学上の主義を何と名くべきか、人が往々マツハの哲学として其所説を論評するを、マツハは自分に哲学なるものなく、自分は哲学者でないと特に弁じていた。マツハはその実証論の立脚地から常に形而上学に反対しているので、かような言をなすのであろうが然しながら哲学のないとすることも亦哲学上の一主義であるともせられる。此頃モスコウスキーという人が「アインスタイン」と題する一書を著わした。エッケルマンの「ゲーテ対話録」

に倣つて、アインシュタインに科学哲学乃至教育文芸社会の雑多の問題を話しかけて其の得た答を集録したというものである、その中に、アインシュタインには哲学に対する一種の偏見の、マツハと同様なものがあり、氏も亦伝統的に中世哲学に対する科学者の反抗を保持していると著者は述べている。科学者は数学的実験的研究法の精密なるを誇り、科学の中に不精確なる概念の竄入するを容るさない。其故で科学が形而上学概念より分離しようと云うことには、科学者は皆一致しているようであるが、併し個々の概念に就ては入々見る所に相異がある。例えばマツハはニュートンの力学の形而上学的なるを痛撃しているのである。然るにプランクはマツハの認識論を以て科学の理想を没却するものとしている。古くは、ガリレイやデカルトの自然の機械観は中世哲学の内在因説への反抗であるが、デカルトのプレナム説に反し、ニュートンの云つ Hypotheses non fingo の套句は経験を超越しないという当時の新思想を表白した。然しながらその万有引力なる擬人的設想は却て内在因説の復活であると同時代のホイゲンスやライブニッツは非難したのである。又コントは主ら形而上学を排して科学を尊重したが、そのエーテル仮説を形而上学的とした説は当時の科学者に容れられなかつた。又例えばヘルムホルツの勢力保存の論文も哲学的の名の下に初めは葬られようとしたのである。アインシュタインの相対性原理は形而上学的なニュートンの力学原理に代わり、又内在因的なる引力の設想を去り、定義の困難なるプレナムやエーテルに代えて数学的に定義の精細なる空間や時間の観念を導入したのであるが、空想的で数学的な仮説の重畳に過ぎないという批評も 其の力は弱いがないのではない。この原理の哲学的意義としては哲学上の相対論絶對論、又理想主義現実主義を決定するというよりは、他の物理学上の原理の様に夫等の何れもに若干の論拠を与うべく、唯だ物理学の組織を認識論的に純粹ならしめたところに大なる意義のある様に思われる、夫に就て略ぼ次に述べよう。

アインシュタインの相対性原理には特殊のと一般的との二段の別がある。前者は一九〇五年に、後者の完成せるものは一九一六年に発表せられた。アインシュタインは一八七九年の生れで前者は実にその二十七歳のときである。前

述モスコウスキーに従えばア氏十六歳のとき既に此問題に疑を抱き始めたという。前述エーテル仮説なるものは読者の知らるる如く、物理学者が光波電波を伝つるものとして空間に瀾漫せるエーテルなるものを仮定しているの謂である。実にこのエーテルに相対的な物体の運動の性質いかんがエーテル仮説を生じて以来の疑問であつた。ア氏少年時代既に之を知つていたというのである。特殊相対性原理は一部この問題を解いたのである。相対性原理は之を推広めれば凡ての智識が相対的であることを云い、オーギュスト・コントに従えば凡ての真理が相対的であるということが唯一の絶対の真理であると云うのであるが、夫等は哲学上の相対論でアインスタインの論ずる限りは運動の相対性である。運動は相対的にのみ認識せられる。物体自身の上の現象の観察では、其物体が動けりや否を知ることができぬと云うに在る。吾人が汽車や電車の中、時として全く其動と否とを忘れ窓外を望みて初めて、山川家屋の静止の仮定の下に、車の運ばるるを意識することがあるであらう。仮定というのは山川家屋は地球と共に運ばれ嘗て静止してないともせられるであらうからである。かような運動の相対性の中でニュートンは絶対の運動というものを仮定したのである。夫は絶対空間に相対的な運動ということである。併しニュートンは空な空間に対する一様な運動は全く認識することができないとしたのである。然しながら一様ならざる運動に於ては力が働くから運動の絶対認識ができるとした。例えば絶対空間に於て二個の流動体の夫々球状をなすものがあり甲に比して乙は乙に比し甲は廻転している。詳細に見れば甲は切口円なる楕円体で乙は球であつたとする。然る時ニュートンの力学に於ては甲は絶対に廻転している、乙は然らずとする。廻転運動をなすものには遠心力が働らき、恰も甲に於て其作用を見るが故にというのである。例えば地球と恒星とは相対的に廻転している。地を静とすれば天動説を得る。併し地球の自転が絶対廻転であることは地球が廻転楕円体をなすことで知るといふ。然るにマツハは絶対空間といふ如き不可認識の概念は凡て用いない。其故に絶対運動なる概念はあり得ないとするのである。地球の自転といふは恒星に相対的な廻転ということであり、所謂遠心力の結果と云ふ如きは相対運動の結果であるといふのである。

大なる廻轉体の傍の静止体にも同様の効果あるべきものとする。

一方にマツハ等の絶対廻轉否定説があつたとき、却てニュートンの不可認識とした絶対進行運動の可認識なるよ
うなる予想を生じた。夫は先に述べたエーテル仮説の結果である。光波がエーテルを伝わるとするならば之に向つ
て動く物体と之に背いて動く物体とでは光を受取る時間が両者に於て異なるであらうから其時間の差の測定に依て
エーテルに相対的な物体の運動（一樣なりとも）を知るであらうからである。エーテルが空間に固定しているとき
夫は絶対運動の認識となる。十九世紀に入り光はエーテルの波動であるということに説の一致を見た時エーテルの
密度、弾性率などの計算があつた。併しマクスウエルが光波は即ち電波であると云うに至つてエーテルの力学模型
（普通の物質の運動状態に依つてエーテルの運動の機構を類推せしめるもの）は極めて複雑になり寧ろ絶望となつ
た。ローレンツの電子論に至つてエーテルから、密度弾性という様な物質的力学的性質を取り去り唯だ之を空間に静
止し不動なるズブスタツとしたのである。然るに期待された測定、光がこの静止エーテルを伝播する時間の測定
で物体（地球）の絶対進行を知ろうとする実験が無効であつたのである。この結果を基としてアインスタインは、
ニュートンの力学で不可認識としたように、一樣に進行せる物体の上の現象の觀察では其物体が動けりや否やを知
ることができないと云う原則を、力学現象のみならず、光学現象にまで適用せしめ、之に加えて、光の速度は物体
の運動に無関係な恒数であるとし、この二定理を根本としたのが一九〇五年の氏の特殊的相対性原則である。前述
二定理の結果として時間及空間の計量が動体に相対的であることを導いた。相対的であるが故に前述実験の無効果
の所以を説明し得たのである。是等の結果の重要な相互に一樣の進行運動に在る物体は凡て何れを特に抜んで
て静止せりとも運動せりとも云うことの不可能であることに在る。然らば各動体に相対的な空間や時間に於ても同
様でなければならぬ。即ちそれらの間に絶対な空間、絶対な時間を否定することとなつたのである。かくてエー
テルに相対的な所謂絶対進行運動を否定した。ローレンツはエーテルより物質類似の密度や弾性の凡てを取去つた

が、唯だ之に速度という性質だけを残したのである。即ち物体がエーテルに対する運動ということには意味があるとした。然るにアインスタインは今、エーテルに取残された最後のこの力学的性質までも奪去したのである。

以上は一樣なる運動に就てであるが一樣ならざる運動というは、落下する物体は其一例で、夫は速度が一樣に加わりつつある運動をなしている。ニュートン以来之を以て地球引力の作用となすのである。等速運動の相対性を等加速運動に推拡めて引力の作用を惰性の作用に類推せしめて説き、光に及ぼす重力の作用を論じたことはアインスタインは既に一九〇七年に之を試みた。私は一九〇九年の春瑞西を旅行してベルン市に当時その特許局の技師であつたアインスタイン氏を訪うた。このごろの氏の手紙に

Ich erinnere mich noch sehr gut Ihres Besuches in Bern, zumal Sie der erste Japaner, überhaupt der erste Ostasiater waren, den ich kennen gelernt habe. Sie verblüfften mich damals durch Ihre grosse theoretischen Kenntnisse

とあり、末段滑稽に類するが、三時間ばかりを共に散歩などし私が氏に聞いた談話の断片は当時東洋学芸雑誌に「留学雑誌」と題した中に記した。私は等加速運動の相対性は絶対廻転の否定に推拡められないであろうかなど聞いた。恰も其頃プランクが「物理的世界像の統一」という演説の中にマツハの認識論を攻撃したのである。氏はマツハの認識論を論理的であるが物理学者に物足らぬと云い、プランクの演説の末段の云方を巧妙と評したりした。又其頃プランクの唱出した量子論が漸く学界を動かし始めて、物体がエネルギーを吸収し放射するを従来連続的としたのにそこに、不連続性を認めようとしたのである。其結果は光波説よりは古の微粒放射説に類する所もあり、エーテルの実在性を失わしめたような相対性原理と結びつき易い。私がア氏を訪うた頃は、氏はこの問題に興味を傾け、プランクの考の過まりを指摘し（プランクは後に夫を訂正した）又光の分子説を完成すれば記念像が立つなどと戯れたのであつた

其前後数年氏の研究は主として量子論に関係していたが一九一一年に氏は再び四年前の等加速運動の相対性の問

題を取上げて光線に及ぼす重力の作用に就て詳論し、スペクトルのずれ、光線の屈曲を予言した。この以後学界に重力論の種々の流れを生じた。アブラハム・ミー・ノルドストレーム、石原博士其他が之に貢献したのである。重要な根本仮定は所謂重力質量と慣性質量との相等ということである。然るに光速度の不変ということが先に相対性原理の基本をなしていたが、重力に依る光線の屈曲と云うことは即ち光速度の重力に依り変化するを示すもので、或は之を以て相対性原理は塵に歸したとした説もあつた。然し乍らアインスタインは却てこの相対性を一層拡張し、一九〇五年に見出したものを特殊の相対性原理と呼び、新たに一般的相対性原理を樹立した。一九一三年頃より始めて一九一六年に完成したのである。この一般化に於て氏はマツハが実にその一生の事業ともしたニュートンの絶対空間、絶対時間説排撃の認識論的研究に大に負う所があることを述べているのである。特殊の相対性原理は進行運動にのみ関する相対性でニュートンの力学と同様に認識論的に不十分である、一般化に於て始めて之を十分にし得たという。氏の論文の完成せられた一九一六年にマツハは七十八歳を以て逝いた。氏はマツハの追挽の辞にマツハの仕事の科学者に認められなかつた不当を鳴らし、若しその壮年氣鋭のときに光速度の問題が今日の程度に知られていたならば、悉く自分の得た結果は彼に見出されたとさえ云つたのである。マツハの与えた影響は之を以ても知り得る。この一般的相対性原理に於て完全に絶対廻転を否定したのである。然しながらここに所謂真理の相対性に従えば地球を廻転せりとする力学と地球を相対的静止せりとする力学とは必しも同一なるを要しないであるが、同一である方がより簡単である。より簡単なるものを得るためにアインスタインが苦心したのである。ミンコウスキーの四次元説を拡張し又最直軌道律を入れて之をなし得たのである。ミンコウスキーの空間三次元に時間一次元を加えて四次元の世界を考うるといふ説はアインスタインの特殊相対性原理より導出されたもので、略ぼ似た考は少し前にポアンカレが述べたのである。アインスタインの一般化の結果、ミンコウスキーの四次元はユークリッド幾何学的連続であるが一般化したものは非ユークリッド的連続となり非ユークリッド空間には所謂空間の曲

率がある。理論の結果は物質より遠く離るればこの曲率なく、近きに從て曲率を得る。(三次元空間の曲りは二次元の平面と曲面との關係によりて類推するの他に直觀の道はないのである。)即ち物体の附近の空間はひずむ、ひずむが故にこの部分に直線は画かれない、其故に光線は物体附近に於て屈曲するという。従来引力と称せるものは今空間のひずみということをして代えられたのである。物体の存在に原因するが所謂内在因の考とは甚だ遠いものがある。又その方則も距離の自乗に逆比例するというを以ては近似的にしか表わされないこととなった。ひずむ空間に何等か実在を考うべきであるか。アインスタインは之に就てもフレネル、ローレンツの仮定せると異なつた意味で、実にマツハのいう意味でエーテルを考えようとする。マツハのいうエーテルは惰性物質の性状を定むるのみならず、又惰性物質に依りて定められるという相対的のものなのである。

二ニュートンの力学が絶対の空間時間の実在から出発するは所謂超越的實在論である。エーテルの力学模型説も亦歸趣同一である。力学模型説の行詰まつたとき所謂数理現象論を生じた。現象の数学的記載に止めて認識を超越した説明を敢てしないと云うのである。マツハ、キルヒホフの影響であつた。プランクはこのマツハの認識論の影響を喜ばなかつたのである。先に私がアインスタイン氏に批評を聞いたといつた「物理学世界像の統一」の講演の中に之に関する部分がある。プランクはマツハのいう真理の相対性に反対し其絶対性を云い、火星の住民も一度は我々の物理学を有したという譬論を用いたのである。先きに記した、ア氏がプランクの講演を巧妙と評したというは講演の中に、理論の優劣を絶対的に判ずる決定的実験なるものがあると云つたことであつた。Experimentum Crucisと云はベーコンの用語である。然しながらマツハと大部分意見の同じきチューエムは此の如き実験のあるを認めないことを述べている。決定すると解釈することが既に理論であるといふのである。ア氏がマツハに物足りないといふは是等の懐疑的態度であつた。一九一八年プランク六十の祝にアインスタイン氏が祝辞を述べた。其中に「世界像」なる言葉を繰返している。世界像の「考え得られる凡ての理論的構造の中でその時々や或る一つが無條件に他の凡

ての上に勝すぐれるのである。感覚の世界がその理論の体系を決定すると云い得る。併じかし感覚から理論の根本へ導く論理の道は何もないのであるが、唯ただ経験に感入するに基く直観に依るのである」と云い、ライブニッツの云う Prätabierte Harmonie の憧憬じゆんけいが理論家の不断の努力の源泉であると云った。最後の言の如ごときはプランクの云う所と一致するであろう。「その時々や或一つが勝すぐれる」という如ごときは相対論とも矛盾しない、是等がア氏の哲学的傾向を示すとも云い得よう。アインスタインがプランクに就ついて書いた他のものの中にプランクが音楽を好み中学を出でて後、音楽学校と大学と何いれに入るべきかを考慮したことを記してプランクの論文に芸術的完全があると評したが、アインスタイン自身も亦音楽に大なる嗜好を有し、芸術に親しむ性格あることを前述のモスコウスキーが記載している。ア氏が、私にはガウスよりもドストイェフスキーの方が感じ深いという様な言をなしたのをモスコウスキーは咎めて氏の芸術観は諒するが両者の比較は無理である。ドストイェフスキーなくば「カラマゾフ」はないであろうがガウスがなくとも誰かがガウスの坐標を考え得たであろうと云ったのに対し、ア氏は之を否定し、科学の組織發達が天才の創造に負うことの多いことを述べている。恰あたもマツハヤチューエムが科学の歴史に対する相対的な見方と同様なのである。

私は実験に決定的と称すべき絶対的なものがないように、物理学上の理論にも哲学上の議論を決定するようなものがないであろうと思う。ニュートンにリヤリスティックの傾向があつてもカントは其の結果をアイデヤリスティックに成立せしめたのである。唯ただ理論の組織としてはアインスタインは、測り得られないものは物理学上の概念でないと云う。そして絶対運動を排除したのである。夫それに依りて物理学の組織が認識論的に純粹になつたと云えよう。併じかしそうして得た「普遍」が経験に先あたつものか、後あとるものかに就ついては相対性原理は何も語り得ないであろうと思つ。

(大正十年七月)

-
- 桑木或雄著『物理学と認識』（改造社、大正十一年）所収。
 - PDF化するにあたり、旧漢字は新漢字に、旧仮名遣いは新仮名遣いに改めた。
 - 読みやすさのために、適宜振り仮名をつけた。
 - PDF化には \LaTeX 2 ϵ でタイプセッティングを行い、`dvipdfmx`を使用した。

科学の古典文献の電子図書館「科学図書館」

<http://fomalhaut.web.infoseek.co.jp/sciencelib.html>

「科学図書館」に新しく収録した文献の案内、その他「科学図書館」に関する意見などは、「科学図書館掲示板」

<http://6325.teacup.com/munehiroumeda/bbs>

を御覧いただくか、書き込みください。