

# アインスタインの哲学

桑木 彥雄

1

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。先きに夫はオックスフォードで哲学のコンGRESの研究題目となったが、又近頃実証論的理想主義を称うるドイツの一哲学雑誌の「アインスタインの相対性原理と近世哲学特に「かのように」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・マッ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ッハの認識論が大なる影響を与えていることは争われぬ。併し氏の哲学上の主義が——若しあるとしたとき——全くマッハに同じきや否は明でない。元来マッハの哲学上の主義を何と名くべきか、人が往々マッハの哲学として其所説を論評するを、マッ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。マッ

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。エツケルマンの「ゲーテ対話録」に倣って、アインス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、アインスタインには哲学に対する一種の偏見の、マッ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ない。其故で科学が形而上学概念より分離しようとするには、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人々見る所に相異がある。例えばマッ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ッ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、ニュートンの云うHypotheses non fingo（私は仮説を）の套句は経験を超え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ズ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った。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。アインス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對論絶對論、又理想主義現實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對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發表せられた。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う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對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ふのである。特殊相對性原理は一部この問題を解いたのである。相對性原理は之を推広めれば凡ての知識が相對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對的であるといふことが唯一の絶對の真理であると言ふのであるが、夫等は哲学上の相對論でアインシュタインの論ずる限りは運動の相對性である。運動は相對的にのみ認識せられる。物体自身の上の現象の觀察では、其物体が動けりや否を知ることができぬと言ふに在る。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ろう。仮定というは山川家屋は地球と共に運ばれ嘗て静止していなともせられるであらうからである。かような運動の相對性の中でニュートンは絶對の運動というものを仮定したのである。夫は絶對空間に

相対的な運動ということである。併ししか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。然ししか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。例えたとば絶対空間に於て二個の流動体の夫々それぞれ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ったとする。然ししか時ニュートンの力学に於ては甲は絶対的に廻転している、乙は然しからずとする。廻転運動をなすものには遠心力が働らき、恰あたかも甲に於て其作用を見るが故にというのである。例えたと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。併ししか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。然るにマッハは絶対空間という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。地球の自転という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う如きは相対運動の結果であるというのである。大なる廻転体の傍の静止体にも同様の効果あるべきものとする。

一方にマッハ等の絶対廻転否定説があったとき、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り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ろ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（一様なりとも）を知るであろうからである。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った。併ししかマクスウェ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去り唯だ之を空間に静止し不動なるズブスタツツ(Ultrastann, ドイツ語で「物質」のこと)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、一様に進行せる物体の上の現象の観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、エーテルに残された最後のこの力学的な一性質までも奪去つたのである。

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おしひろ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スイスを旅行してベルン市に当時その特許局の技師であっ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 Ostasiate waren, den ich kennen gelernt habe. Sie verblühten mich damals durch Ihre grosse theoretischen Kenntnisse .....*

とあり、末段滑稽ついでに類するが、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「留学雜記」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おしひろめられないであろうかなど聞いた。恰あかも其頃、プランクが「物理的世界像ワエルトビルトの統一」という演説の中にマッハの認識論を攻撃したのである。氏はマッ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よんりゆん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、エーテルの实在性を失わしめたような相対性原理と結びつき易いやす。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（プランクは後に夫それを訂正した）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った

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帰したとした説もあった。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的相対性原理と呼び、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ッハが実にその一生の仕事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。特殊的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ッハは七十八歳を以て逝いた。氏はマッハの追挽の辞にマッハの仕事の科学者に認められなかった不当を鳴らし、若しその壮年氣鋭のときに光速の問題が今日の程度に知られていたらは悉く自分の得た結果は彼に見出されたとさえ云ったのである。マッ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ろうが、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シュ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。アインシュ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ふ。従来引力と称せるものは今空間のひずみといふことを以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ふ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實在を考うべきであるか。アインシュ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った意味で、実にマッハのいふ意味でエーテルを考えようとする。マッハのいふ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ふ相対的のものなのである。

ニュートンの力学が絶対的空間時間の實在から出發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っ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。マッハ、キルヒホフの影響であった。プランクはこのマッハの認識論の影響を喜ばなかつたのである。先に私がアインシュタイン氏に批評を聞いたといった「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。プランクはマッハのいふ



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諭を用いたのである。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ったことであった。Experimentum Crucisと云はベークンの用語である。然しながらマッハと大部分意見の同じきデ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うのである。ア氏がマッハに物足りないというは是等の懐疑的態度であった。一九一八年プランク六十の祝にアインスタ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つのである。感覚の世界がその理論的体系を決定すると云い得る。併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つ」という如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。アインスタンがプランクに就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。ア氏か、私にはガウスよりもドストイエフスキーの方が感じが深いという様な言をなしたのをモスコウスキーは答めて氏の芸術観は諒するが両者の比較は無理である。ドストイエフスキーなくば「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、科学の組織発達が天才の創造に負うことの多いことを述べている。恰あたかもマッハやデ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っ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ったと云えよう。併しかしそうして得た「普遍」が経験に先さきつものか、後るるものかに就つては相対性原理は何も語り得ないであろうと思う。

(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。
  - 旧字・旧仮名遣いは、新字・新仮名遣いにあらためた。
  - 読みやすさのために振り仮名を付加した。
  - 理解を助けるために（ ）で割註をつけた。
  - PDF化には $\text{L}^{\text{A}}\text{T}_{\text{E}}\text{X}2_{\epsilon}$ 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://www.cam.hi-ho.ne.jp/munehiro/scilib.html>
  - 「科学図書館」に新しく収録した文献の案内 「科学図書館掲示板」  
<http://6325.teacup.com/munehiromeda/bbs>