

相對性理論をめぐる認識論的諸問題 (承前)

近 藤 洋 逸

三

特殊相對性理論を形成する原理として既に光速度恒常則と特殊相對原理を擧げておいたが、精密には更に時間空間の同質性原理を附加すべきであらう。^{*} 叙述の都合上、繰返して原理を定式化しておく。ノイマンに依ると次の如くである。

基本座標系(惰性系)に對して一様に直進する二箇の實驗室内の物指と時計は次の三命題を同時に満足する如くに規定される。

(1) 時間空間の同質性の原理 同一實驗室内の同様の實驗は相異なる場所で、相異なる方向に於て、同じく相異なる時に行はれても常に同じ経過をたどる。

(2) 光速度恒常則 真空中で一様に直進する光の速度

は光源が持ち運ばれるか否かに無關係に、兩實驗室内で測定されるとき同一の恒常なる値であらはされる。

(3) 特殊相對原理 かの二つの實驗室内で平行して行はれた二つの同様の實驗は數值的に同じ経過をあたへる。

* E. R. Neumann, Vorlesungen zur Einführung in die Relativitätstheorie, 1922. S. 53 f.

この三原理はいづれも長きにわたる物理學的認識の發展の所産の要約であることを、(以下に叙述するが)先づ注意しておきたい。それは決して天才的頭腦の突然な自由な創造の産物ではない。また思惟の單なる要諦でもないことを以下の叙述で明かにするであらう。

相對原理の確立には長き歴史が必要であつた。先づ

注意すべきことは、相對原理にいふところの相對性 (Relativität) とは例へば左右が、上下が相對する概念として始めて有意義となる如き意味での常識的な相對性ではなく、事象の把握に對して特殊座標系 (ausgewählten Koordinatensystem) の存在しないことである。運動概念の發展史をたどりながら相對原理の樹立の過程を手さぐりすることとする。

近代的な運動の概念は實にガリレイに始まる。古代ギリシヤでは場所 (Ort) が絶對的な實在性を所有し、上下は絶對的な方向であつた。コペルニクスの宇宙論は世界の中心を地球から廣漠な天體へうつしたが、これらの科學の發展に支持されつゝ、ガリレイはギリシヤ的な場所の絶對性を止揚して立場 Standort (座標系のことである) からする物體の運動の記述を與へ、かくして惰性法則に到達した。これは更にニュートンに依つて

$$F = ma$$

なる運動法則 (前を見よ) として定式化された。そして此運動法則を成立せしめる座標系が惰性系であること、及び惰性系の一から他への變換に依つて運動法則が不變

であることは既に述べた。これが所謂古典的なガリレイ・ニュートンの相對原理なのである。またマイケルソン・モーレイの實驗其他のために電磁氣學・光學にまで相對原理が成立することが實證された。以上が相對原理發展の略圖であるが、論題をあとへかへしていま暫くガリレイの業績に就て考察する。

ガリレイは上述の如くいはゞ場所から物質性を奪つたのであるが、カッシャーはこの側面のみを注目してゐるのは一面的であらう。空間から物質性を奪つたことは (これは時空の同質性の第一歩である) かへつてあらゆる物理的作用を物質のそれのみに歸着せしめ、空間を物質自身の形式とすることに導き、或意味に於ては空間の實在性を確立することにもなるからである。

ガリレイに於ては場所そのものの實在性が否定されて「立場」が登場すると共に場所の變化即ち力學的運動が實在性をもつこととなつた。かくしてこれまで場所に與へられてゐた同一性、持續性等の規定が力學的運動、特に惰性運動にうつされたのである。惰性運動は運動する物體の內的性質と考へられる。物體の速度は單なる計

算のフックター以上のものであり、それ自身實在的であるばかりでなく、物體の實在性をも與へることと考へられた。何となれば速度が物體のもつ所謂活力を規定するからである。かくして物質の力學的運動狀態の概念が考察の中心にはいつてきた。

ギリシヤ的物理學からガリレイ的物理學への發展は場所の絶對性の止揚をその特質の一つとするが、これを惹起した原因は何であらうか。既述の如くコペルニクスの宇宙論のためにこれまで絶對視されてゐた地球上の場所乃至方向等の相對的であることが認識されたこと、及び近代産業の進展にもとづく實驗のために物質の運動の原因が物質自身にのみ歸せられることが知られたためであらう。

ところで外力を受けざる物體は靜止するか又は等速直線運動をなすことを主張する惰性法則は、カッシラーに依ると、認識論的循環を犯してゐると言ふ(二二頁)*、即ち惰性法則の意味を把握するには同一時間に同距離を進行する等速運動の概念の確立が必要であり、このためには同時時間 *gleichzeitige Zeiten* の概念が要求されるのであ

るが、逆にこの概念の確立には惰性法則を前提しなげればならぬからである。即ち同じ道程を惰性運動する物體が通過するに要する時間が同一時間と定義される。かくしてカッシラーに依ると惰性法則は自然現象の記述ではなく、力學に於ける測定に一定の形式を與へるための假説にすぎぬ(二二—二三頁)*。惰性法則は今や測定の觀念的基準、條件、前提であり、經驗の内容から遊離せしめられ、眞實の意味での實在性を失つてくるのである。

* E. Cassirer, Zur Einsteinschen Relativitätstheorie. の頁数を示す、以下断りなき限り同書の頁数とす。

だが果して惰性法則は循環を含み、單なる假説にすぎぬのであらうか。いまA、Bなる同一性質の二箇の球があり、同一條件のもとで運動してゐるときは同一の運動狀態を呈してゐるが、いま途中でBに外力を與へるとA、Bの運動狀態は違つてくる。この相違はBに加へられる外力に比例する。以上の事實から外力が運動狀態を變へる原因であることが判る、即ち外力から自由な物體は同一の運動狀態をつゞける(惰性だ)のである。併しこゝで注意すべきは、右記の經驗の基礎には、同一の物質的條

件(實驗條件)のもとでは結果として同一の運動状態が生ずるとの原理が存在してゐることである。勿論この原理は日常の無数の經驗乃至實驗によつて前提され且つ確證されてゐる事實の表現にすぎない。この原理的事實は、物質の運動が意識とは獨立に一義的に自己を保持し統一し貫徹せしめることを物語つてゐる。いはゞ物質運動の保守性、統一性が、また主觀に對する獨立性が、即ち自己を保持し發展させる客觀の客觀性、そのものがあらはれてゐる。簡單のために客觀原理(Objekt-Prinzip)とも名づけておかう。この原理は時空同質性原理にも、特殊相對原理にもひそんでゐる。勿論、惰性法則がこれらの原理をもつ相對性理論へと發展するに應じて客觀原理は發展し内容を豊富にしてゐるが。

以上で惰性運動のレアルな基礎が明かとなつたが、この惰性運動が力學的運動の基準となり、ガリレイが惰性法則として定式化したのも、カッシーラの考へる如くに假説の任意性にもとづくのではない。惰性運動が基準となるのは、その運動の條件が、外力から自由であるとの點に於て最も單純でエレメンタールであり、且つ物體個

有の運動であるからである。原子論に於て水素の原子がアトムモデルの標準となると同様である。故に惰性運動を基準とするは單なる約束ではなく、客觀的根據をもつてゐる。

次にカッシーラの云ふところの惰性法則と同一時間の規定との循環は、彼が時間を物質の運動の外に分離して考へることから生ずる困難にすぎない。時間が運動そのものの形式として運動に依つて規定されるならば、即ち基準としてとられた物質の運動の形式として把握されるならば(そして後述するが、このことを最も明瞭に成し遂げたのが相對性理論である)、そこに何等の困難も生じない。

惰性運動の條件は外部から力が加はらぬことである。勿論嚴密な意味に於ては外力を受けぬ物體などは存在しないが、しかしながら物體相互の作用はすべて相互の距離が大となるに應じて弱くなるから、相互の間隔の極めて大なる各恒星は近似的に等速運動をなすのである。即ち恒星系は一つの惰性系であり、これに對して靜止或は一様な運動をなす座標系は惰性系と考へられ、惰性運

動を含んでのニュートンの運動法則がこれに於て成立することは、天體運動の觀測、地球上の物體の運動の觀察から確認されてゐる。故に既に述べた如く、近似的ではあるが惰性系、惰性運動は實驗的に認知され、確固とした物理的意味をもつてゐるのである。

上述の如きリアルな内容をもつ惰性運動、惰性系を基礎として得られる惰性系間の關係を示す所謂ガリレイの變換式も實在的關係の把握であり、従つてまたニュートンの運動法則がガリレイ變換に依つて不變であることも、即ちガリレイ・ニュートンの相對原理も單なる思惟の要諦ではないことが明かとなつたであらう。

惰性系と關聯して問題となるにはニュートンの絕對空間の思想である。『絕對空間はその性質に依つて、また外界の對象に關係なく常に等しく且つ不動である』（ニュートン）。このニュートンの絕對空間は實質的には惰性系であるが、しかもこの空間を惰性運動と回轉運動の遠心力の原因と考へたことは、マッハ等の鋭い批判を浴びたのであるがこれに就ては後に述べる。更に注意すべきは、ニュートンがこの惰性系に對象との無交渉、不動

性を與へたことである。惰性系はもともと惰性運動に關してのみ有意味となるのであるが、ニュートンは何故に惰性系を絕對空間として絕對化したのであらうか。これは或論者の主張する如くに、彼の神學的信念から生じたのかも知れない。「神の造作物を探求するのが自然科學の課題である」と稱するニュートンのことであるから彼への宗教の影響を否定し去るのは無理であらうが、併し逆に絕對空間のうちに含まれた物理學的意味を全部的に否認するのも一面的であらう。

周知の如くニュートンは惰性法則並びに其他の力學的原理の成立すべき座標系を探求する問題の前におかれてゐたのである。若し太陽に座標系をおくとしてもそれは問題を後に残すことになるであらう。何故ならばいつかは太陽も亦、實際に動いてゐることが、今日事實さうである如く、認識されるに相違ないからである。斯う言ふ理由からニュートンは經驗的な物質に依つて規定された座標系が惰性法則の基礎たり得ないと考へて、觀念的な絕對靜止の絕對空間を想定したのであらう。これはM・ボルンの解釋^{*}であるが首肯すべきものがある。即

ち絶対空間は現實に存在する近似的な慣性系の近似の極限であらう。これはカント的なイデーの性格をもつてゐるから、個別的な經驗的實在の外にあるのは當然である。併しながら斯様な絶対空間も宇宙間の物質に依つてきまる或座標系の極限であるから、ニュートンに於ける如くに、絶対空間から物質に依る規定性をまったく排除するのは誤である。絶対空間は宇宙の物質の全體（これは極限のものではあるが）によつてきまると考へるべきである。故にニュートンの絶対空間論はマッハ、C・ノイマン等に依つて合理化されるべきものであつた。ニュートンが絶対空間を物質による規定性から完全に解放し去つて遊離せしめ、そのイデー性のみ固執したのは彼の神學的信念によるものと解すべきであらう。だがこの解釋を誘因したものであることを、即ち絶対空間のもつイデーの性格を忘れてはならない。

* M. Born, Die Relativitätstheorie Einsteins. 1920.
Kap. III, § 1.

** ニュートンでは絶対空間が物質から全然自由であると解釋されるに反し、C・ノイマンのアルファ體では空

相対性理論をめぐる認識論的諸問題

間の宇宙の物質の總體に依る規定性が強調される。此點に於て相違があるのではなからうか。前者では絶対空間のイデー性が誇張され後者では絶対空間の物質性の半面がとらへられてゐる。これはマッハに於て最も明瞭にあらはれてゐる。

マッハは遠心力の原因を絶対空間から物質的な恒星系にうつした。かくして遠心力が物質の間の相互作用に歸着され、ニュートンからアインシュタインへの橋渡しが行はれたのである。然しマッハもニュートン力學から完全に解放されてゐるのではなかつた。マッハの功績は、絶対空間をそれに近似的な恒星系でおきかへ、力をすべて物質間の相互作用としたことであるが、現實に認識される恒星系は近似的な慣性系にすぎないから、慣性法則が固執される限り、これの厳密に成立すべきC・ノイマンのアルファ體乃至ニュートンの絶対空間の想定から自由であるとは云はれない。マッハが天才的な分析によつてニュートン力學に深い反省を與へたにもかゝらず、相対性理論にまで到達し得なかつたのは、この理論への通路を作つた電磁力學が彼の分析の對象となつて

るなかつたのも一半の理由ではあるが、他面に於ては彼がニュートンの運動法則、惰性系の思想から完全に解放されてはゐなかつたためであらう。嚴密な意味での惰性系が非現實的なものであり、故に惰性系を固守することは、現實の實驗觀察の出發點たるべき座標系の本質、即ちその經驗的な現實性に矛盾するといふ事實、(これはニュートン力学に固執する當然の結果であるが)、このことに着眼して座標系を本來の姿に、現實化し、これに照應して新力学を樹立したものがほかならぬアインシュタインである。かくして惰性法則も本質的變革を受け、アイデー的性格を完全に止揚した。

絶対時間にも全く同様の解釋が與へられる。ニュートンに依ると絶対時間は「それ自身で流れ又その性質によつて一様に且つ如何なる外界の對象にも關係なく流れる。」この思想へニュートンが到達したのも惰性運動の考察からであらう。即ち時間の経過は一樣な惰性運動に於てあらはれるからである。そして惰性運動が、惰性系がアイデー化されるに應じて、時間も絶対的性格を獲たものと解釋すべきである。

ところでこの絶対時間を科學的觀念としてローレンツに至るまで支持せしめたものは何であらうか。アイデー的な絶対時間で以て、現實の時間規定と何等の矛盾をも、ローレンツ・アインシュタインに到るまで感ぜしめなかつたのは何故であらうか。それは、絶対時間を破壊したローレンツ・アインシュタインの變換式が光速 c を無限大と見做すことに依りガリレイ・ニュートンの變換式となることが判るが、物質の運動の傳播速度が有限であることが、即ち近接作用説が現實的意味をもたなかつたからである。電磁氣學が發展し、光速 c 乃至光速度に近い物質の運動現象が研究の對象となるに至つて、所謂遠隔作用説が現實に對して有害無用と化し、絶対時間の破壊、アインシュタインの新時間論が生れたのである。要するに惰性法則の絶対化、従つてまたガリレイ・ニュートンの變換式の固守(周知の如くこの變換式中で絶対時間が ~ 1 として定式化されてゐる)、これが遠隔作用説と必然的に關聯して(絶対時間、即ち相異なる場所に於ける時間の齊一性、同一性を得るには遠隔作用が必要であるから)、こゝに絶対時間が成立した。故にこの絶対

時間を破壊し去つたものが、惰性法則の相對化と、電磁氣學の發展に起因する近接作用説であつたのは當然である。これはアインスタインによつて成し遂げられた。

惰性系、古典的運動法則が現實の力學的運動の認識であり、即ち單なる思惟の要諦ではないこと、従つてまたガリレイ・ニュートンの相對原理が現實の物質の運動の本質の把握であること、併し同時にそれが半面にもつ觀念性、即ち現實からの背反の故に更に新しきより高き認識への發展に於て止揚されるべき運命にあつたこと、これが以上の簡單な敘述の要約である。

ガリレイ・ニュートンの運動法則を基礎とするこの相對原理は、既述の如く、認識の過程を通じて確立され、そして力學的運動が惰性系の變換によつて不變なることを示すものとして、換言すれば特殊な惰性系から獨立な即ち客觀的な力學的運動の性質を表示してゐるのである。(任意の座標系の變換で不變乃至共變な性質の認識に依つて對象そのものの客觀的性質自身が把握され、座標系への外面的關係が止揚され、即ち客觀原理が完全な姿に於て貫徹されるのである。これは一般相對原理と

呼ばれ、後述する如く一般相對性理論に於てアインスタインがテンソル計算を用ゐて重力論に關して遂行した。勿論この場合には惰性系の制約があるから完全に客觀的ではない。この相對原理は既述の如く物理學特に電磁氣學の進展によつて變革された。一方に於ては近接作用説が導入確立され、他方に於てはマイケルソン・モリーの實驗から電磁現象にも相對原理の成立することが認識された。そして運動状態にある帶電體の力學の研究のために力學と電磁氣學との統一が要求され、この兩分野に於ける夫々の相對原理の相互の統一が必要となつた。この統一は第二節にも述べたが、多大の困難をはらんでゐた。電磁現象に特有の性質、即ちその傳播速度が惰性系の如何に無關係であること(光速度恒常則)は、速度の相對性を主張する力學的相對原理と矛盾する。ガリレイ・ニュートンの變換式は電磁波傳播の基本的方程式を變形する。速度の相對性をこれまで主張してきた相對原理が速度の恒常性といふ客觀的性質と必然的に結び付けねばならぬところに困難があつた。この困難の克服のために、アインスタインは周知の如く古典

力學が時間を惰性現象の形式としてそれに結びつけたのに對して電磁波の傳播に、眞空中の光の傳播に結び付けたのである。そして光速度恒常の性質からして同一系内の相異なる場所の時間、及び相異なる惰性系間の測時の關係が定まり(一)、で同時性の相對化が起るが、これに就ては後に述べる)、更にこれは力學的相對原理と電磁氣學に於ける相對原理との統一にまで導いた。^{*}

* これらの具體的な物理學的認識に就ては相對性理論の著書を見よ。特にローレンツ・アインスタイン變換式の導出の箇處を。

力學的相對原理は電磁氣學の進歩によつて、以上の如く電磁氣學の相對原理にまで進展した。この電磁氣學に關する特殊相對原理は、相對原理が座標系から獨立な對象の客觀的性質を表示するとの本質、即ち相對原理の本質たる客觀原理を基底として、精密な實驗と深い理論的反省の後に始めて貫徹されたのである。即ち特殊相對性理論に於て。

特殊相對原理は力學的運動状態にある電磁現象の本質を反映してゐるのであるから、この原理の考察は、こ

の原理と必然的に聯關してゐる電磁現象の特異の性質、即ち上述の電磁(光)波傳播の速度の恒常性の考察にまで進まねばならぬが、これは後述に譲り、主として特殊相對原理に關する哲學者達の意見を檢討しよう。

以上からも明かであるが、相對原理は所謂相對主義者の云ふ相對性ではない。座標系の相對性に依つて却つて座標系の變換に對して不變な、従つて獨立な客觀的性質(不變式共變式として表示される)が認識される。カッシラーはこの側面をとらへて相對主義者ベッツォルドを正當に批判してゐるが(三四—三五頁)、然しながら注意すべきは、カッシラーでは不變式共變式が單なる自然法則の形式として、しかも觀念的、形式的にまでひきかけられてゐる。だがこれは不變式共變式の誤解である。不變式共變式は認識に對し獨立な客觀的性質そのものを表示する。即ち客觀の本質を把握する。カッシラーが不變式共變式を觀念的な形式と考へたのは、經驗的實在的なものはずべて浮動的であるとする形式主義、即ち動く實在の中に同一性統一性を認識し得ない形式主義の然らしめたものであらう。

相対原理は客観自身の本質を表示するのであるから、何が不変であり、何が可變的相対的であるかは、対象自體の性質に依つて經驗的に知られる、例へば光學に於けるマイケルソン・モーレイの實驗で靜止エーテルが否認されることによつて、諸情性系が同格化され相對化され、そしてこれらの諸情性系を基礎として光速度の恒常も合理的に認識されるのである。またこのことから相對性と不變性とは、相対原理を媒介として統一されてゐることが判る。しかも不變式共變式は相対原理の本質である、客観原理の表現である。故に不變式共變式はカント的形式でもなく、従つて先驗的觀念論の典據となるものでもないのである。

フレイヒンガーを指導者とする Als-Ob 學派から L. ヘップナーを選んでその所論を検討しよう。^{*}この學派の中心概念は假構 Fiction の概念である。假構とは「現實性に直接に對應しない」ところの心理的形象である。^{**}假構と假説 Hypothese とは相異なる。「すべて假説は未知の實在性の充全なる表現であり、この客観的實在性を適確に模寫しようと欲するが、假構はそれが不充全なる

主觀的な形象的なる表象の仕方であり、それと實在性と
の合致は最初から除外されてゐて、従つて假説の場合に
望む如くに、後になつて實證されるものではないことを
意識して提示される」のである。^{***}

* L. Höpfer, Versuch einer Analyse der math. und physikalischen Fiktionen in der Einsteinschen Relativitätslehre. (Ann. der Philos. II. S. 466-474.)

** Valinger, Die Philosophie des Als-Ob. 2. Aufl. 1913. S. 26.

*** Loc. cit. S. 606.

ヘップナーは相對性理論に於ては次の如き假構が用ゐられてゐると言ふ。靜止せる空間にて動く物體の表象が、この靜止空間、内で動く第二の空間即ち座標系、しかもこれに對してかの物體は相對的に靜止してゐると考へられるところの座標系でおきかへられるが、これをヘップナーは假構であると言ふ。そしてこの思想をローレンツが既に用ゐたと述べてゐるが、この思想は遙かに古く、ガリレイ・ニュートンが既に使ひふるしたものであつて速度の相對性と呼ばれる。ヘップナーはこれを次の様に解釋するのである。——「靜止座標系(空間) S_1 の

一點の運動は S_1 に關して運動する第二の座標系(空間) S_2 にて靜止してゐるかの如く、にみられる」(前掲書四七三頁、傍點筆者)。「かの如くに」の表現が使用されてゐる。故に假構なりとヘップナーは宣告するのである。まことに便利な「證明」ではある。だがヘップナーの主張する如くに靜止運動が絶對的意味をもつためには絶對運動が認識されねばならぬが、無數の物理學的實驗は悉くその否認に終つてゐるのである。ヘップナーの理解する物理學はガリレイ・ニュートン以前のものであるやうである。

更にヘップナーは一般的に、相對原理を假構であると宣告する。彼の解釋するところのものは「普遍的自然法則はあらゆる座標系に對して獨立であるかの如くに、式で表示し得る。」「かの如くに」の言葉が含まれてゐるから、相對原理は假構であると「證明」するのである。ヘップナーは此相對原理を假構であると宣告するからには、それが存在せぬこと、即ち僞であることを實際に示す必要があるが、彼の證明と稱するところのものは實に右に述べた如き言葉の手にすぎぬ。既に述べたが、相對原

理は座標系から獨立な對象の客觀的性質、法則の認識の原理であり、従つて假説でも假構でもないのである。

同一學派に所屬する O・クラウスは、^{*}マイケルソン・モレーの實驗は「あたかも、方學的相對原理が光學に對しても成立するかの如き」結果を與へると言ふ(三四一頁)。彼もヘップナーと同じく相對原理に假構性を與へるが、また方學的相對原理と電磁氣學に於ける相對原理との質的差別が注意されてゐないのは不精確である。前者はすべての速度の相對性を主張するが、後者は惰性系のエーテルに對する速度の絶對性を否定すると同時に光速度恒常則と不可離に結び付いてゐるからである。この特性を注意すべきである。

* O. Kraus, Fiktion und Hypothese in der Einsteinschen Relativitätstheorie. Ann. d. Philos. Bd. II. Heft. 3. 1921.

E・マッハの現代物理學、特に理論物理學に與へた影響は無視出來ないであらう。彼のニュートン力學の原理の批判は相對性理論登場の露拂ひの役割を果した。ところがこのマッハ自身が晩年にいたつて相對性理論者の

陣列に加へられることを決定的に拒否してゐるのは何故であらうか。恐らく物理學史の興味ある一つのトピックであらう。既に述べたが、マッハはニュートン力學を批判しながらも、その埒を越えることが出來ず、その合理化を企てたに過ぎなかつたこと、また相對性理論に現實的な出發點を與へた電磁力學の原理が彼の考察の對象となつてゐなかつたこと、最後に相對原理の含む客觀原理がマッハ自身の實證主義的相對主義と矛盾したること、これらが晩年のマッハをして反相對性理論者の陣列に参加せしめたものではあるまいか。ライヘンバッハによるとこの晩年のマッハの弟子ディングラーが反相對性理論者であるに對して、ニュートン力學の批判時代の若きマッハを繼承するJ・ベツツォルドは終始變ることなく相對性理論を擁護してゐる。マッハを繼ぐベツツォルドは言ふまでもなく本格的な實證主義者であり、彼の相對性理論の基礎付けの仕方は實證主義者の思想のモデルを提示するものとして興味がある。

* Vgl. E. Mach, Prinzipien der physikalischen Optik, 1921, Vorwort.

相對性理論をめぐる認識論的諸問題

* * * ライヘンバッハ、前掲ロゴス所載の論文、三三一頁。實證主義者の出發點は感覺であり、歸着點も感覺である。然し感覺とは言つても彼等の感覺の解釋は實證主義的な特有なものである。彼等に於ては、感覺と感覺される對象とは認識機能の上での區別がない。感覺の複合體が對象なのである。この主觀的觀念論の立脚點が果して相對性理論の充分なる理解に堪へ得るであらうか。

まづこれまで問題となつてきた相對原理に就てのベツツォルドの意見をきかう。彼の絕對運動否定の根據はまつたく次の言葉でつくされる。「視空間の形象が色彩と不可分に結合されてゐることを確信してゐる者、及び他方に於て觸覺と視覺との完全なる認識論的同格を洞察する者は、また現實的空間、經驗的空間がわれわれに相對的運動のみを許すこと、及びわれわれに絕對運動を知覺せしめ得る如き光學的或は電磁的及び力學的な觀察や手段の存在しないことを知る」と。^{*}以上の言葉のなかには、感覺と對象との同一視が判然とあらはれてゐる。即ち感覺が常に相對的であることと、絕對運動を認識せしめ得る客觀的手段との缺如が早計にも同一化

されてゐるのである。然しながら直接に感覺が教へる相對性は常識的な物體の相互的關係にすぎないが、われわれが嚴密に相對性と稱するところのものはこの相關聯する客觀自身に關しての特殊座標系の存在如何にかゝはつてゐるのである。兩者は嚴に區別すべきである。故に感覺の相對性は、力學に於ける特別な座標系の存在、例へば惰性系の存在と論理的に矛盾することなく、單なる感覺の相對性はわれわれの言ふところの相對性(特殊座標系の否定)を樹立せしめる基礎とはなり得ない。ベツォルドに於てこの區別が認識されてゐないのは、彼の感覺即對象をテーゼとする實證主義にもとづいてゐるからである。

* J. Petzold, Die Relativitätstheorie der Physik. (Zeitschr. f. posit. Philosophie. 2. Jahrg. Nr. 1. 1919.)

相對原理は座標變換を中心概念としてゐるが、これに關するベツォルドの所説のうちにも實證主義が判然とあらはれてゐる。彼によると唯一箇の座標系での測定で事象は完全に把握される。何となればそれから變換式の助けによつて他の座標系での測定が算出されるから

である。そして座標系をモナド的に相互に隔絶して考へるので、相對性理論は「プロタゴラス的な Homomensur Satz の確認である」と。即ち座標系の相對性が眞理の相對性と解釋されるのである。

然しながらわれわれは變換式を如何にして導出するか。それは唯一箇の座標系での測定からは絶対に導出されない。變換式は相異なる座標系での測定間の客觀的な計量關係を與へ、この關係は客觀自體の本質を把握するものであるからだ。ベツォルドは座標系をモナドロギー的に隔絶しておいて、あとから全く外的に無根據に變換式を持ちこんで統一を與へようとするのであるが、斯様な形式主義は、座標系での測定がこれから獨立に存在する對象自身の測定であるといふ客觀原理を否認する主觀主義に立つ者には、回避し難いものである。座標變換の眞の意味は、それ自身に於て存在する對象のあらゆる立場からするところの全面的認識(これこそ客觀的認識である)、その本質の把握以外のものではない。これはレアリズムによつて始めて合理的に理解されるであらう。

最後にライヘンバッハの所説を検討する。彼の相對性理論の基礎付けの仕方の特色は、相對性理論を或哲學的體系の中に秩序付けることに努力するのではなくて、あらゆる立場から獨立に相對性理論からの哲學的結果を定式化することにあると力説してゐるが、果して自由なる立場から相對性理論を合理的に把握してゐるか吟味を必要とする。

彼に依ると定義には二種類ある。一は概念を他の概念へ歸着させる所謂概念定義であつて内容的である。いま一の定義は概念に現實の物を對應させることであつて、彼はこれを對應定義(Zuordnungseffinition)と呼んでゐるが、これは彼の科學論の中心概念であるから慎重なる考察が必要である。この對應定義は、概念の體系が、例へば物理學が、現實の物と關係あるところから必要となる。概念と物との二元論が對應定義を必然たらしめるのである。眞の物理學的認識は、概念を他の概念に歸着させることではなくて、概念を現實の物に對應させることに於て成立する。個々の對應關係の體系が例へば物理學の體系となるが、この特性は對應の一義性である。こ

相對性理論をめぐる認識論的諸問題

の體系に於て出發點となる對應を嚴密な意味での對應定義と稱する。これはライヘンバッハに依ると完全、恣意的である。^{*}例へばメトリックに於て單位の長さを定義できめる場合には、概念定義と對應定義の二重性が存在してゐる。「單位とはそれを他の物の長さの上につしてこの長さの測定値を與へるものなり」は單位の概念定義であるが、然し單位の實際の長さを與へるには或與へられた長さの物體を指示してきめねばならぬ。ことに對應定義がはたらく。これを特に計量的對應定義と呼ぶ。

* Reichenbach, Philosophie der Raum-Zeit-Lehre, S. 23. 以下斷りなき限り頁數は本書のそれをさす。

ライヘンバッハは對應定義は完全に任意的であると云ふが、これは概念と對象との關係をまつたく外的に考へてゐるからである。だが概念に於てはもともと内包と外延とは統一されてゐる。故に或概念に依つて指示される對象は任意的であるとはいへ、それはその概念の外延内の任意性にすぎない。音や香で長さの單位はきめられぬ。ライヘンバッハでは、外延内に於ける任意性が無

制限に誇張されてゐるのは、内包と外延との統一を理解しない形式主義の所爲である。もともと對應定義に於ける恣意性は或制約下に於ける恣意性であるにすぎない。

さて彼に依ると相對性とは對應定義の選擇如何によつて測定が異なることを示すことである(二四頁)。また彼はマッハ・アインスタインの力學的相對性を認識論的相對性と經驗的相對性とに分析する(二五一—二五二頁)。認識論的相對性とは、すべての現象は任意の座標系から同様に解釋されるから特殊な座標系が存在しないことであると。彼はすべての座標系が單に座標系の意味に於て同格であること、即ち對應定義のもつ恣意性からすべての座標系を同格化して特殊座標系を論理的に排除してゐるのであるが、然しながら特殊座標系の不成立は單なる論理によつては證明されない、座標系の同格化とは單に座標系の資格に於て同格であるといふのではなく、現實の物理的現象の法則の把握に對して特別の役割を演ずる如き座標系が存在しないことである。故に同格の不成立か否かは現實に即して始めて決定される。例へばマイケルソン・モーレイの實驗で靜止エーテルが

否定されて始めて電磁現象に對して諸惰性系が相互に同格化されたのである。次に彼の云ふ經驗的相對性とは、すべての物理的現象は物體の相互的狀態にのみ依存して、空間に於ける状態には無關係であることである。

この相對性は空間の等質性を示すものであるが、これに依つては力學的相對性は保證され得ない。物體の相互的依存のみからでは特殊座標系を排除することは出来なからである。例へば靜止エーテルが存在するとしてこれと物體とは相互的關係をもつてはゐるが、しかも靜止エーテルによつて特殊座標系が成立するからである。

以上の如くライヘンバッハの相對原理の理解は事態の中核を逸してゐるが、これは彼の保持する對應定義の恣意性原理の一面性から由來してゐる。彼の相對原理の解釋に於ける致命的缺陷は相對原理の含む客觀原理が完全に看過されてゐることである。

力學的相對原理を對應定義的に基礎付けるライヘンバッハは當然にも運動を對應定義の問題とする(二五二頁)。彼は絶對運動の認識不可能は對應定義の缺如の意

味に於ける定義不能のことであると考へる。從來の論者がこのことを無視して、相對運動のみが認識可能であり、従つて客觀的であると語るのは「區別出來ぬものは同一である」との原理の上に基礎付けられた主張であつて形而上學的であると非難する。換言すればライヘンバツハでは絶對運動の存在如何は認識の問題ではなく論理的な定義の問題にすぎないのである。「どの座標系が動くか」の問は定義のない問であるから解答不能である。即ち論理的に不可能である。物體の運動状態を問ふためには先づどの座標系か、靜止すると定義されねばならぬ。靜止の對應定義が先行した後に始めて運動に就き問ふことが可能であると言ふ。

然しこの意味の運動靜止の相對性は初步的な自明のことであつて相對性理論がもたらした相對性とはまったく異つてゐる。

さて彼は以上の運動靜止の相對性から、地球中心説のプトレメウスと太陽中心説のコペルニクスを同格におく(二五三頁)。「プトレメウスとコペルニクスの間に眞理に關する差別を語るは無意味である」(二五一頁)。だ

が運動學的相對性(Kinematische Relativität)も二箇の物體の場合には自明的に成立するが、三箇以上の場合にはどの物體を座標の中心にとるかによつて相異つた關係を得ることが多い。即ち完全な意味での運動學的相對性は多體問題では單に論理的には規定出來ない。周知の様にコペルニクスは太陽を中心とすることに依つてプトレメウスとは比較にならぬ程の簡明な太陽系の運動學的法則を得たのである。即ちコペルニクスの座標系とプトレメウスのそれとは同様ではない。ところでこのことは眞理には無關係であるというライヘンバツハは主張するが(二五四頁)、然し何故に同格ならざる座標系を得るか。この問に對して彼は何も返答しない。だが同格ならざる座標系を得るのはまづたく對象の客觀的な運動状態に起因するのであり、單なる對應定義の問題ではない。(慣性系を基礎におくことに依つて簡潔なニュートンの運動法則を得るのと全く同様に客觀自身に根ざした性質である)。勿論このことからわれわれは太陽が絶對靜止してゐると主張するのではないが、太陽の遊星に對する相對的關係が別格の性質をもつことを主張する

だけである。周知の如くニュートンは力學の立場から更にコペルニクス説を基礎付けたのであるが、然しニュートン以前に於ても運動學的にコペルニクス説の優位を認めねばならない。

更にライヘンバッハは相對運動をも更に相對化し得ると云ふ(二五五頁)。例へば地球を恒星系と結ぶゴム帶を考へ、これを靜止と定義すれば地球と恒星系との相對運動は消去される。故に相對運動も絶對的事實ではなく、或座標系に關してのみ、即ち剛體によつて實現される座標系に關してのみ意味を得る。「客觀的に認識される相對運動とは剛體を靜止の定義としてのみ相對運動である」と(二五五頁)。この彼の指摘のうちから相對運動も孤立的事象ではなく、剛體に對する關聯に於て成立することを知る。これは勿論正しい。然し彼が靜止の概念をゴム帶の如き場合にも適用することは、靜止の本來の意味の破壊ではないか。われわれが歴史的に認識の發展過程のうちに現實的に獲得した靜止の概念は常に剛體のそれと不可離に結合されてゐる。定義をまつたく恣意的とする對應定義論者ライヘンバッハとしては伸縮

自在のゴム帶をも剛體的靜止的と「定義」し得るであらうが、斯様な定義は實に非現實的であり無意味であつて、靜止の本來の意義を破壊してゐると云はねばならない。物體相互の運動は剛體性と偶然ならざる本質的關聯がある。故に靜止の定義を亂用して無意味化し、相對運動を相對化することは思考の遊戯にすぎない。

以上では主として特殊相對原理に關する認識論的問題を論じたが、この相對原理に有力な支持を與へたマイケルソン・モーレイの實驗に關するローレンツの有名な收縮説とアインシュタインの解釋との比較の認識論的意味に就て蛇足ながら述べる。カッシーラーは兩者を比較して、その相異は専ら認識論的であるから、従つてローレンツからアインシュタインへの發展は先驗的觀念論の典據の一となると言ふ(二五—三七頁)。果してさうであらうか。熟知の如く靜止エーテルの假説は幾多の物理的實驗の結果(例へばマイケルソン・モーレイの實驗)と矛盾する状態を生じた。そしてこの矛盾を相殺する如き假定を追補して經驗に適應しようとしたのがローレンツの有名な收縮の假説なのである。これに依つて靜止エーテ

ル説の説明力が強化されて、その外延はアインスタインの理論のそれと殆んど同一と言つてもよい位となつた。然らばローレンツとアインスタインとを本質的に區別

するものは何であらうか。それは説明の仕方の如何に、その質にある。ローレンツの採用する靜止エーテルは、マイケルソン・モーレイの實驗からも明かな如く、觀察不能のものであり、原則的に經驗の對象たり得ぬもの、即ち實在しないものである。故にエーテルは假説のための假説であり、ミンコフスキイの言葉を借ると「Geschenk von oben」にすぎない。こゝにローレンツの理論の根本的缺點がある。カッシラーも此點を強調してゐる(三六頁)のは正當であるが、然しながら以上の如き認識論的檢討は決して先驗的觀念論へ必然的に導くところのものではない。却つて、「原理即假説」をテーゼとする彼のマールブルク學派の主張に反證を與へるものではなからうか。彼は假説の理念性を強調して、これの經驗的起源を全面的に否定するのであるから、彼の説によるならば靜止エーテルの假説に經驗的證明を求めめることは必しも必要ではない。靜止エーテルを彼の所

謂假説、理念的エレメントと考へれば、彼の先驗主義と毫も矛盾しないのである。何となればその假説は經驗の整然たる説明を與へるから。

然るにカッシラーがアインスタインの特色は「觀察可能性」の原理であり、此處にアインスタインの理論のローレンツのそれに對する優越點があると述べてゐるが(三七頁)、このことは彼の先驗主義からは必然的には基礎付けることは出来ない。彼は事實上に強要されて「觀測可能性」の原理を認め、現實への讓歩をなしたのであらうが、この讓歩は觀念論の脆弱性を示すものとして興味がある。

アインスタインの理論の特色は彼の理論の出發點である相對原理、光速度恒常則等* **がいづれも確固たるリアルな根據をもつてゐるところにある。故にアインスタインの勝利は主觀主義への有力な反證であると結論しなければならぬ。

假構主義者クラウスはカッシラーに遙かに劣つてゐる。彼はアインスタインの理論もローレンツのそれもまつたく等價であり、「解釋の事柄である」(前掲書三四七

頁)と言つて、原理論の質的差異を完全に無視してゐるからである。然しながら「ローレンツ式はアインスタインの方法で以て解釋すべからず」と極論する反相對性理論家ゲールケ^{***}に比較すれば許すべきかも知れない。

* ローマー Römer の木星の二重星に依る光速度測定の実験は太陽系全體のエーテルに對する運動の否定であるが、この實驗はホルンに依るとすべてのエーテル理論と同様にローレンツの理論に依つても説明不可能であると、(M. Born, Die Relativitätstheorie Einsteins, S. 149.)

アインスタインでは光速度恒常則としてこの實驗の結果は攝取されてゐるから、この點に於てローレンツとアインスタインの方法の差異の一端が現れてゐると言へるであらう。

** これに就ては第四節で述べらるつもりである。

*** Gehrke, Die gegen die Relativitätstheorie erhobenen Einwände. (Naturwissenschaften. 1913.) (未完)

一九三七、九、一七