

相對性理論をめぐる認識論的諸問題 (承前)

近 藤 洋 逸

十一

(A)

前節に於てはカッシラーの相對性理論の空間論に加へた「基礎付け」の批判を與へた。カッシラー以外には新カント學派からはゼリエン、リプケ・キーン、シェナイダー等^{*}の勞作があるが、いづれの論調も批判力もカッシラー以下であり、謂はゞこれの改悪版にすぎない。故にその紹介批判は、こゝでは省略する。

* E. Sellien, Die erkenntnistheoretische Bedeutung der Relativitätstheorie (Kantstudien. Ergänzungsheft, Nr. 98. 1919.)

L. Ripke-Kühn, Kant kontra Einstein. (Beiträge zur Philosophie des deutschen Idealismus VII.) 1920.

I. Schneider, Das Raum-Zeit-Problem bei Kant und Einstein. 1921.

既に述べた如く、特殊相對性理論に完全な無理解を示した假構主義者O・クラウスは當然にも一般相對性理論及びこれの武器であるリーマン幾何學をも曲解する。

リーマン幾何學の發端をつくつたガウスの曲面論が曲面の性質を論ずるときに、この曲面を含む三次元ユークリッド空間を捨象したことは周知のことであるが、このことをクラウスは全く「純粹に假構的」(三八八頁)^{*}であるとして、非難をあげてゐるが、實に彼の幼稚な思考力には一驚するほかはない。これも専ら現象の表面のみか、つらふ經驗主義の賜ものであらう。

ガウスの方法は曲面の性質を曲面自身の内部にある座標系(所謂ガウスの曲線座標系)で以て研究する。この方法が曲面自身の内的本質を示すことに於ては、通常の三次元ユークリッド空間に einbetten して考察する方

法よりも遙かに有能であることは誰しも知るところである。後の方法では曲面の性質以外に、その空間に對する外的關係が混入して來るのである。このことを理解し得ないクラウスはガウス、リーマン的方法による集合體の研究にすべて一律に「假構性」の烙印をやりつけてゐる。實に笑ふべき誤解である。

* O. Krums, Fiktion und Hypothese in der Einsteinschen Relativitätstheorie (Ann. d. Philos. II. Bd. 3. Ht. 1921)
以下斷りなき限りクラウスからの引用の頁数は本論文のそれを示す。

アインスタインは一般相對性理論をリーマン幾何學を用ひて究明したが、この幾何學と物理學との關係をクラウスは單なる「アナロギイ」(三八九頁)、しかも「假構的アナロギイ」(三九二頁)と言つてゐる。即ち兩者の關係は偶然的外的とするにとゞまらず、假構性を宣告することによつて「偽」であると考へる。だがこの宣告の論證をクラウスが何處にも與へてゐないのは遺憾である。

勿論われわれにとつてもリーマン幾何學と相對性理

論とは同一ではない。計量テンソル g_{ik} と重力ポテンシャルとは同一ではない。然し兩者の間には内的聯關がある。即ち後者による前者の決定が。

また惰性運動を測地線として幾何學的に表示し得るのは、測地線が最短線であり、且つ座標變換で不變であること、このことが惰性運動が最小作用を満足し、且つ觀測系の如何に拘らぬ客觀的運動であることに、内的に對應してゐるからである。

(B)

次はマッハの弟子H・ディングラーの空間論である。^{*}

彼は「一般に幾何學的なるものに就て實驗によつて何ごとか決定され得るか？」との問ひに對して「不可能なり」と答へる。何となれば、例へばユークリッド幾何學を剛體に適用した場合に偽となることを證明するためには、ユークリッド幾何學そのものを再びその經驗的測定の際に前提するからであると。これは循環論であると言ふのである。かくして彼はユークリッド幾何學がアプリアリオリであること、及びそれが唯一の幾何學であることを論決する。

一般相対性理論の出発点となる惰性的質量と重力的質量との同一原理に確證を與へるエートヴェスの實驗では天秤其他の實驗器具を用ゐるが、これらはすべて三次元ユークリッド的である。また重力場の存在しない座標系又は小なる領域では特殊相対性理論とユークリッド幾何學が成立する。ところでディングラーは以上のことから直ちにユークリッド幾何學は“im Grossen”な世界に於ても成立すると論斷するのである。

然しこのディングラーの意見は“im Kleinen”と“im Grossen”との差別を識別し得ない謬見である。相対性理論は“im Kleinen”ではユークリッド幾何學が成立することと承認するが、まづしくこれによつて逆に“im Grossen”に於けるリーマン幾何學の成立を示す。其處には何等の悪しき循環論もない。

これらのディングラーの誤謬もまづたく彼が幾何學を、時間空間を物質から絶對的に切離し、ユークリッド幾何學を唯一至上のものとしたことに發してゐる。

* H. Dingler, Kritische Bemerkungen zu den Grundlagen der Relativitätstheorie. Physik. Zeitschr. 21. Jahrg. 1920.

相対性理論をめぐる認識論的諸問題

S. 471. 別刷では二七頁以下参照。

(C)

シュリック、ライヘンバッハの空間論の特色は、カント主義の幾何學のアプリオリスムスに對する徹底的な反抗にある。

カントに於てはユークリッド幾何學は直觀の形式として先天的に確然と固定したものであるが、シュリック、ライヘンバッハは、相対性理論が現實の世界のリーマン幾何學性を實證したことを利用して、空間形式をユークリッドに制限するカントの思想を真正面から否定するのである*。

* M. Schlick, Raum und Zeit in der gegenwärtigen Physik 2. Aufl. 1919.

Reichenbach, Relativitätstheorie und Erkenntnis apriori. 1920.

Reichenbach, Philosophie der Raum-Zeit-Lehre. 1928.

かくの如く、カントの固定したアプリオリスムスを否定する限りに於て、われわれは彼等の積極性を見出し得るのである。然し彼等是如何なる立場からこの批判を與

へたか。こゝに問題がある。以下専らライヘンバッハに就て叙述を進めて行く。^{*}

* 以下引用文の頁数はライヘンバッハの前掲書「時空論の哲學」からのそれである。

彼の立場の特色は前に挙げた『對應定義』の方法である。この方法のもつ非現實的な恣意的性質に就ては既に批判を與へたから、此處では繰返さない。

次に彼の空間論の特徴は『普遍力』(universale Kraft)の概念である。——この力の本質は

- (a) すべての物質に等しく作用する
- (b) それをさへぎる防壁がない

である(一一—一二頁)。然らざる力を『差別力』(differentielle Kraft)と彼は呼んでゐる。この普遍力の概念は彼の幾何學論の中軸である。

幾何學の中心概念の一として圖形の「合同」がある。ライヘンバッハの幾何學の「基礎付け」はこの概念を通じて侵入して来る。彼は次の如く考へる。

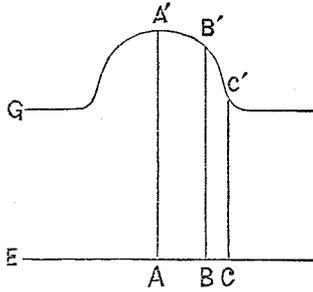
相異なる場所の物體の長さを測るには固體物指を運搬しなければならぬ。この際に途中で物指は不變と前

提されるのであるが、このことは彼によると事態の「認識」ではなくて、單なる「定義」にすぎない。普遍力が作用して物指は變化してゐるかも知れないが、普遍力はすべての物質に同様に作用するために(例へば或場所の物體がすべて二倍に延長する)等、それによる變化は認識されないのである。故に物指が他の場所に移されるとき同じ大きさを保つか否かは、普遍力の作用の可能性からして、認識出來ないのである。そしてこの普遍力を零と置き、エリミネートすることは、ライヘンバッハに依ると、單なる約束、定義にすぎない。其處には認識ではなく、「對應定義」があるのみと(二二五頁)。

ところで二つの固體物指が同一場所で同長であるならば、他の場所に違つた徑路を通つて持ち來されても相互に同じ長さを保つことは事實である。これは彼によると「經驗的命題」なのである(二二五頁)。勿論これによつて物指が異なる場所で同長であることは認識出來ない。これは添加された恣意的な規約にすぎぬ。だが右に述べた經驗的事實によつてこの添加される規約が、運搬の徑路に無關係に一意的に定まらねばならない(二二六頁)。剛體

に關するこの事實によつて、われわれの世界はより、簡單な合同の定義を許すのであるが、然しこのことはこのより、簡單な定義から其の定義的性格を除くものではないことに注意せねばならない(二七頁)。

この「合同」の定義的性格は幾何學の認識論的問題と不可離の關係にある。如何なる線分と相互に同長であるかを問ふからである。



直なる射影によつて生ずる點とする。

さてE上に於て $AB \parallel BC$ であるか否かは、ライヘンバッハに由ると、認識ではなくて單なる定義にすぎない。彼は此處で普遍力からの線分に對する影響を考へ

上圖は球狀の突起の

あるG面及び平面Eの
縦斷した切口を示す。

そして球面上の線分
 $A'B'$ と BC' とは普通の
の意味に於て等長であ
り、E上の點ABCは
夫々 $A'B'C'$ からの垂

てゐるのである。いま普遍力のために $AB \parallel EC$ とするときはEは半球面となる。かくてEは平面でありながら、しかもそれに於ては球面幾何學が成立するのである。然し普遍力がないとすればEでは平面幾何學が成立する。

かくしてライヘンバッハは「物體の幾何學的形態は經驗の絶對的 Datum ではなくして、それに先行する對應定義に依存する」(二七頁)と結論するのである。

このライヘンバッハの思想が擴張されるときは現實の空間の幾何學はすべて單なる規約の上なきづかれた砂上の樓閣となる。そしていづれの幾何學を、空間を、選定するかは、その採用の結果が論理的に簡單であるか否かに、記述の簡單か否かにのみ依存すると(二八頁)。

右に述べた「合同」の對應定義に於て實際の對象となるのは、Realized となるのは剛體である。これは運搬によつて其の形態を變へない物體であるとされてゐる。この剛體の定義は、合同の概念を使用せず、次の如く定義することが出来る。——

「固體が如何なる差別力をも受けず、乃至は差別力の影響が補正の計算によつて消去されるとき、その固體を剛體と言ふ。但し、普遍力はその際には考慮しない」(三二頁傍點筆者)。

勿論、固體は氣體、液體と區別される物質の一定の聚合状態であつて、これは對象の指示によつて定義される(對應定義)。この場合は普遍力を零とするのであるが、これはライヘンバッハによると單なる任意の定義にすぎない(三二頁)。これは定義であるから、事態的に必然なことからではないのである。

かくして以上からライヘンバッハは次の如き結論(これを彼は命題 ρ と呼んでゐる)をひき出して來る——「測度物體(尺度)が從ふ或幾何學 G が與へられたとする。するとわれわれは、普遍力 K が作用して幾何學が眞實には任意に選ばれる幾何學 G の形態をもち、且つ G からの偏差は測度物體の普遍的な變形のためであると考へることが出来る」(四四—四五頁)。

命題 ρ によつてすべての幾何學が同格化される。このことをライヘンバッハは「幾何學の相對原理」(Relativ-

itätsprinzip der Geometrie)と呼んでゐる(四五頁)。かくて彼によると或一定の幾何學が現實に眞に成立するといふことはまつたく無意味となつてくる。世界空間がリーマン的であるなどは主張されなくなるのである。いづれの幾何學が客觀の空間を特色付けるかは、空間の幾何學 G 以外に、普遍力の場 K を考慮に容れて始めて決定されるからである。

G を幾何學、 K を普遍力とすると

$G+K$

のみが認識の價値をもつのである。そして K を零とおくのはまつたく便宜のための定義にすぎないと(四五頁)。

周知の如くアインシュタインは

$K=0$

と置いて、重力に関する簡明な理論を得て、現實の空間のリーマン性を證明したが、このことも上記のライヘンバッハの理論によると眞理には無關係であり、リーマン幾何學がユークリッド幾何學よりも現實によりよく適合することの證示にはならないのである。

「實在性の性質には測度の命題と、その基礎にある

對應定義の結合によつて始めて接觸する(四七頁)。

勿論この對應定義のうちには、これのもつ恣意性を利用して普遍力が考へこまれてゐることをわれわれは忘れてはならない。かくて物理的空間に就て完全な一義的決定は否定され、定義の選擇は、幾何學の選擇は、簡單であるか否かの單なる便宜的なものとなるのである。かくて Konventionalismus が論證された。

故に空間それ自身はユークリッド的でも、非ユークリッド的でもなく、連續な三次元の集合體にすぎないが、それに一定の合同を定義することによつて、その空間的性質が決定されるのである。勿論こゝで彼は普遍力といふ力を假想してゐる(七二頁)。

以上のことから相對性理論の空間論は當然にもまづたく恣意的な定義の上に立つてゐることが分るであらう。それは「合同」を、時計、固體物指、乃至は光で定めるが、この場合に普遍力 K を零とおいてゐるからである。ライヘンバッハの空間論の特色は、普遍力の概念にある。故に彼の空間論の批判には、この概念の慎重なる吟味が必要である。

普遍力の性質は、既に述べた如く、すべての物體に同様に作用し、それに對する防壁がないことである。この普遍力のタイプをもつものとして重力があげられるが、然しライヘンバッハの特異なところは、これ以外に、假想的な全く考へられただけの普遍力を想定してゐることにある。これは上述の平面 E 上の幾何學を球面幾何學とするために、彼が普遍力を想定したことからも明瞭である。

然し乍らこの兩種の普遍力、即ち實在する普遍力(例へば重力)と假想的な普遍力とは嚴密に區別すべきである。勿論ライヘンバッハはこの假想的普遍力の假想性を認めてはゐない。彼にとつては「合同」は認識の問題ではなく、また原則的に認識不可能のものであり、單なる對應定義、規約にすぎぬのであるから、眞實と假想との區別はないわけである。

だがわれわれは兩種の普遍力を次の如き特質によつて區別すべきであらう。——

普遍力は單なる定義の結果として従つて定義の變更によつて任意に零とおき得るとライヘンバッハは言ふ

が、然し實在する普遍力としての重力は單なる定義によつては消去することの出来ない實在性をもつてゐる。物質の分布によつて生ずる異質的な重力場は如何なる座標變換によつても消去されぬことは既に述べた。また重力は彈性體の彈力等とリアルに相互作用して、例へば棒の彎曲に於て、物體を吊したバネの延伸として、實際に認識されるのである。それは物質分布に原因をもつ實在的な普遍力である。

これに反してライヘンバッハが『幾何學の相對原理』を導出するに用ゐる假想的な普遍力は、上記の重力の性質とはまつたく相異つた性格を示す。それは單なる定義上の力、紙の上の方であつて、實在する物質にその原因を、根據をもつてゐないのである。それは謂はゞ「無原因の力」であつて、物理學的に、否科學的に何等の意義をも持つてゐない。「一夜のうちに凡ての物體が倍大となる」有名なポアンカレの寓話からも明かな如く、假想的普遍力の存在は近接的には認識されない。物指と物體との相互關係は不變のまゝであるから。

假想的普遍力はまさしく假想的であるが故に、實在す

る力、差別力とリアルに相互作用して自己を現象させることは不可能なのである。

以上の如く重力の存在は既に同一場所に於て近接的に認識されるが、假想的普遍力は、この場が異質的であると假想すれば in Grossen に於て幾何學の變化として知られるが、例へば前に述べたE幾何學が球面幾何學として。だがその存在は近接的に認識されず、且つ實在する物理的作用、差別力と何等の具體的な相互作用に立つことが出来ないのである。従つてそれは消去可能である(紙の上の定義の變更によつて)。

假想的普遍力は物理的に無意味であり、幾何學の、現實の空間の構造のアーキキをもたらしばかりである。

またライヘンバッハは

G+K

に於てKを零とおくと記述が簡單になるから、この定義を物理學は採用してはゐるが、このことは認識には無關係であると言つてゐる。然しこれはレアリテートを持たぬ普遍力であるからこそ、これを零とおけば叙述が簡單になるのではないか。これに反して例へば實在する重力

をわれわれは零とおくことは出来ないのである。實在する重力はリアルな作用を發揮するから、これは如何なる仕方に於てにせよ、物理的に意味ある仕方に於ては否定出来ないから。

ライヘンバッハの如き「假想の」立場に立てばこの不可能事も何かの仕方でも可能となるかも知れない。だがこれは科學の範圍を越えたファンタジイの問題である。

またライヘンバッハは

G+K

の組合せの如何によつて叙述の簡單の強度に差異があると言つてゐるが、こゝに問題がある。記述に差があれば、

G+K

の各組合せはライヘンバッハが他の箇處で主張する「同格」を破壊するからである。記述の差異を惹起したものは何か。われわれにとつては此處には單なる記述の問題ではなく、記述さるべき當の對象の構造自身が考察されねばならないであらう。然しこれらはライヘンバッハに於ては完全に無視されてゐる。

相對性理論をめぐる認識論的諸問題

いづれにせよ、ライヘンバッハの假想的な普遍力は哲學的にも無價値であるし、物理學的にも無意義である。それは實在する普遍力(例へば重力)から區別されて、科學の埒外に放逐すべきものである。かくしてKが放逐されればライヘンバッハ特有の『幾何學の相對原理』は否定されねばなくなるのである。

以上の如くライヘンバッハの空想論は根本的誤謬をもつてはゐる。然し彼がカントの幾何學のアプリオリスを批判し、事實を経験の事實として率直に認めることに於て、われわれは彼のプラスの面をみる事が出来る。上に述べたGとKとの和そのものは、事象としてコンスタントなものであり、たゞこれに對して恣意的な解釋を與へるところに彼の誤謬が生ずるのであるが、GとKとの和の向ふところの事象そのものを事象として認めるところにライヘンバッハの良き半面がある。

例へば彼は(既に述べたが)計量基本形式が實在そのものによつて定まることを主張する。(だが此處で彼はこの定義的性格を挿入するを忘れてはゐない

K=0

が、彼はまた重力と運動との關係に就て、前者が後者で以て盡されぬことを主張して、幾何學主義に反抗してゐる。――

重力は、以上のものである。それは、であらばされること以外に、力の出現により、彈力的な棒の彎曲により、また質點の運動(例へば遊星の運動)に於て認識される。相對性理論の革新的なところは、これらの幾何學的量を規定する物理的狀態が同時に棒の長さ及び時計の週期、光の傳播狀況を規定することを認識したところにあると。だがライヘンバッハはこれによつてメトリックと重力場とが同一化 (Identifikation) したと語つてゐるのは、兩者の單なる同格を主張するものであるから、(二八九―二九〇頁) 右に述べた彼自身の主張に矛盾するところがありはしないか。

周知の如くアインスタインの重力理論はリーマン幾何學の言葉で表現されてゐるが、此處で認識論的に興味あるのは、このことが果して重力の幾何學化であるか否かの問題である。これが幾何學化でないことは既にわれわれの分析からも明白であるが、ライヘンバッハもこの

問題に對して正しい解答を與へてゐる。重力は、周知の如く、普遍力のタイプをもつてゐる。それはすべての物體に同様に作用するからである。このことから惰性的質量と重力的質量との同一が導出され、更にこのことから幾何學化が可能となるのである。(若し重力が普遍力のタイプを持たず、重力惰性力の相等性が不成立であるならば、自由質點の軌道は測地線を描かぬであらう。質點を構成する物質の質の如何によつて軌道が變り、幾何學化は不可能となるであらう。)更に光に對する重力の影響は

$$k_{\alpha\beta} = 0$$

を描き、また微小な時計及び固體物指に對する重力の影響は

$$k_{\alpha\beta} = \delta_{\alpha\beta}$$

であらはされる。――

以上の如き物理的基礎により、即ち測度物體に對する重力の作用の統一性のために唯一の幾何學が定まるのである。重力の幾何學化とは右の如き事情に由る。即ち幾何學的關係を攪亂することなく、統一的な幾何學の成

立を可能ならしめたところのものは、まづたく重力場のもつ特有性に基つてゐる。故にラインバッハは正當にも「重力論が幾何學となつたのではなくて、幾何學が重力場の表現となつたのである」(二九四頁)と結論してゐる。

ロバチエウスキイ、ガウス等は直接の測定によつて物理的空間のユークリッド的であるか否かを決定しようとして試みて失敗したことは前にも述べたが、アインスタインが物理的空間のリーマン性を美事に説明し得たのは、簡單に直接の測定を通してではなく、重力場の方程式を介して自然法則的に接近したからであるとライヘンバッハが指摘してゐる(二九四頁)のも注目すべき意見であらう。

相對性理論に於ける重力と幾何學との關係は力學的ダイナミクシエな性質を否定するのではなく、逆にこれまで純粹に幾何學的と考へられてゐるところのもの基礎にも力學的なるものを見出したのである。すべての幾何學的測定は *Hauften mit Indikatoren* であり、それ故にわれわれがこれの計量關係として與へるところのものは同時にこ

れの自身の近傍に對する關係(ライヘンバッハはワイルの言葉を借りて *Einstellung* と言ふ)を規定する場の測度でもあるとライヘンバッハは述べてゐる(二九六頁)。

時間系列が事象の因果關係を基礎にもつことは既に述べたが(ライヘンバッハはこれを時間秩序のトポロギッシュな基本的エレメントと呼んでゐる)、空間の順序關係の基礎にも因果關係のあることを彼は正當にも指摘してゐる(空間的關係を物自身の形式とするわれわれにとつて自明のことであるが)。空間の一點から或點が他の點よりも遠くにあるとは、かの一點から發する物理的作用がそれに達するにより、長き時間を要することである。シリウスが太陽よりも遠いとは、地球より發した物理作用の連鎖(*Wirkungskette*)が太陽によりも遅くシリウスに到達することである。

かくて時間空間に順序を與へるものはリアルな物理的作用の因果性であり、時間空間の秩序はまづたく世界の因果的構造の表現であるとしてライヘンバッハは正しい意見を述べてゐる(三〇七頁)。

これは彼のもつ實證主義のよき半面のもたらしすとこ

ろのものであるが、然しこゝで彼が時間空間の秩序の因果性による「基礎付け」を「對應定義」であると宣告して、その「基礎付け」に便宜的性格、恣意性をもちこんでゐるのは、彼のもつ Konventionalismus の最も悪しき側面のあらはれである。

實證主義者としてライヘンバッハは、以上の如く、相對性理論及び時間空間論に對して正しき分析を加へながらも、同時に實證主義のもつ便宜主義の弱點はこの正しき分析のうちに恣意性、便宜性を持ち込んで、折角の正當さを抹消し去つてしまふのである。

これは實證主義のもつ折衷性と脆弱性のあらはれであらう。實證主義は事象に客觀性アンジツヒを認め、その忠實な記述を主張することに於て事象への忠誠さを示しながらも、他方に於ては事象の記述と事象の法則による解釋とを絶對的に切離すために、この解釋から客觀性を奪ひ、恣意的なものに轉化して、かの忠實を裏切つてしまふ。事實と理論との分離（これは特殊と普遍との絶對的分離にまでさかのほりうる）、記述と解釋との絶對的分離がライヘンバッハの全理論を貫通してゐる。

このことは彼の「對應定義」の理論と假想的な「普遍力」の導入のうちに最もあからさまにあらはれてゐる。

ライヘンバッハが相對性理論に正しき解釋を與へながらも直ちにその反對に轉落するのは、まつたく彼のもつ實證主義の内的矛盾のためであらう。

(D)

最後に現象學派の O・ベッカーの空間論を檢討する。彼はライヘンバッハ批判のために書いた論文「Die apriorische Struktur des Anschauungsraumes」* に於て以下に述べる如き見解を展開する。

* Philosophischer Anzeiger, IV, Jahrg. 2, Heft 1930 所載（下村氏の邦譯あり、哲學研究百七十九號參照）。以下の引用文の頁數はこの論文のそれである。

彼は先づ問題を次の二つに分けて提示する。

(一) 物理學に於ける非ユークリッド幾何學の適用と通常の直觀空間のユークリッド的屬性の偶然的性質との間に必然的聯關があるか。

(二) われわれの直觀空間の三次元ユークリッド的構造はアブリオリに、若しくはアポストテリオリに存立するか……（一三〇—一三二頁）。

ライヘンバッハは(一)に對して肯定的に、(二)に對してアポストリオリの決定を下すが、これと反對にベッカーは「第一の間ひはわれわれの意見では否定さるべきであり、第二の間ひはアプリアリとなす方を採るべきである」と言ふ(一三二頁)。

周知の如く古典物理學までは、われわれの空間が三次元ユークリッド的であることは疑ひを容れぬ事實であつた。カントの空間論も基本的にはニュートン力學に據つてゐたのである。ところが相對性理論、量子論等の新物理學の發展によつて非ユークリッド幾何學が適用されるに及んで、空間の性質が改めて吟味され始めた。經驗論者(實證主義者)は以上の事實からカントのユークリッド空間アプリアリ説を否定したのである。

日常の經驗及び古典物理學が知識の進展によつて全面的に否定されることはなく、常に新しき段階のうちに止揚されて或制限付きのものとで依然として妥當することとは科學史の教へるところである。三次元ユークリッド空間を使用する古典物理學は人間の裸の感官が到達する範圍内に於ては、即ち運動速度が光速度に比して僅小

であり、恒星系等の宇宙の次元が、また原子内の構造の如き微細な次元が除外される限りに於ては、妥當性を保持してゐる。ベッカーは言ふ——「かくの如くして自然の空間は人間の環境に於て且つ人間の裸の感官に達し得る正確さを以てしては、三次元ユークリッド的であることを終局的確認として確定することが出来る」(一三二—一三三頁)。

ところでベッカーによると經驗論者は次の如く考へる。——

古典以後の物理學の發展から非ユークリッド的空間形式の適用に到り、かくてユークリッド的空間構造は「人間の近傍に於て」純粹に事實的性質のものであることを結論した。もしユークリッド的空間構造がアプリアリとするときは、單に「人間の近傍」(人間の周圍の世界、彼の身體の大きさの程度、彼の裸の感官の觀察力)に關係するのみでなく、一般的に全世界空間に對して大部に於ても小部に於ても妥當せねばならぬから、これは一般相對性理論並びに量子力學を不可能ならしめると。

經驗論者のアプリアリ説否定の論法は以上の如きも

のである。そして彼等經驗論者は次の如くに考へるとベッカーは言ふ。——

「若しわれわれの人間の『環境』に於けるユークリッド的空間構造を経験的と見做すならば、何等強いて宇宙的或は原子的次元に於てもこれを拘束しようとするものではない。理論物理学に於て用ゐられる空間幾何學を次の如く設定すれば全く十分であり、而してまた全く必要である。即ち人間の『環境』は十分に近似的に常にユークリッド的である」(一三三頁)と。

ベッカーはこの論法に對して、「この論證は堅牢であらうか」(一三四頁)と疑ひ、それに反對する。ベッカーは言ふ。——

「右に略述した證明法自身に従へば直接に直觀的な古典物理学に用ゐられたユークリッド的空間構造の『現象』を『救ふ』ためには、人間の『環境』が十分近似的に常にユークリッド的であることが必要にして十分である」(一三四頁)。

「それ故に空間形式の選擇はかの事態を保證するかの一つの條件のみに拘束されてゐるのである。——この場

合に猶ほかの事態が經驗的、若しくは本質的に存立するか否かの問ひを決定することは必要であらうか？」(一三四頁)。

かくてベッカーは物理学の與へる空間の形式は直觀空間の三次元ユークリッド性が先天的であるか、後天的であるかの決定に無關係であると主張するのである。

ライヘンバッハに於ては「若し空間が人間の『近傍』に於て先驗的にユークリッド的であるならば、それは到る處に於て、『人間から隔たれる』所に於ても、原子に於ても星の體系に於ても亦さうである」が、ベッカーはこの證明はアプリアリの意味を誤解したドグマとして否定する。

ベッカーは「空間は専ら人間の近傍に於て先驗的にユークリッド的である」(一三五頁)として、これは「歴史のカントの意見の意味でさへあるのではないか」と。また「カントは空間が人間の、そして確かに人間のみの……純粹直觀の、——『感性』の一形式であることを教へる。そしてそれは勿論また(感性的)經驗に於て達し得る『現象』の總體である限りの『自然』の形式である」(一三

五頁)と説き、カントの一七七〇年の就職論文中の有名な言葉「感性の法則は自然が、感官に屬し得る限り、自然の法則であるだらう」を典拠として引用してゐる(一三五頁)。

ベッカーによるとこの「自然が感官に屬する限り」といふ制限は「感官に屬し」ない、「自然」の可能を保留する」と(一三五頁)。そして彼はこの「制限」を現代の空間論に持ち込んで来る。――

「カントのかの注目すべき制限の實質的效力を現代の問題状態の燦光中に引き入れても差支へないと思はれる(一三五頁)。

「重力的電氣的場や旋回――或はむしろ旋回せずして記述し難き仕方で核の周りの軌道を『充す』――原子中の電子は決して『感官に屬する』『現象』ではない。然しまたそれは『物自體』でもない。……それは現象と物自體との獨自的な中間存在者である」(一三五―一三六頁)。

「それ故に一七七〇年からのかのカントの言葉を發展せしめると實際、空間は唯だ人間の感性的近傍に於ての

みアプリオリにユークリッド的であり得、他の場合にはたゞそれによつて最初の構造が攪亂されねば、任意に非ユークリッド的であり得る、との命題に導く」(一三七頁)。

以上がベッカーの物理的空間の非ユークリッド性の可能なることの説明である。彼は量子論、相對性理論の對象を現實の世界から非感性的世界へ放逐することによつて、直觀空間の三次元ユークリッド性のアプリオリが可能であることと、物理的空間の非ユークリッド性の可能であることを保證する。

勿論これのみでは直觀空間の三次元ユークリッド性のアプリオリは積極的には證明されてはゐない。彼はこの證明を、曲率が零であることと、次元が三であることの二項に分けて、與へてゐるが、彼のこの證明が果してアプリオリを保證してゐるか否かは甚だ怪しいものである。

彼は直觀空間のユークリッド性(曲率が零)を示すために、

(1) 全空間が空間要素の等質的擴張によつて成立す

ること、従つて等質性は空間とその要素との等質性を意味すること、故に要素が一次的であれば空間自身も亦さうであること、及び、

(2) 等方位の要請から(要素的考察による)空間要素がユークリッド的(一次的)であること、を證明しようとする(一五〇—一五一頁)。

ベッカーは言ふ。——

「これらの『證明』は直觀的な空間形成と緊密に與へられねばならぬ。」(一五一頁)

「(1)に就いて」われわれはそれ故に空間は唯だ『直觀的綜合』によつてのみ把握され得ることから出發する。直觀空間の『中心點』にあつて、われわれは二つの現象上全然獨立な運動可能性を區別する。——

(1) 眞直ぐに空間の與への運動『トワレンズチヤオン移轉』

(2) 空間の『中心點』、即ちその時その時の觀察者の立脚點を固定して其の場所における廻轉。

(1)の運動は何ら(2)の運動を起さない。従つてそれは方向體系を變化することなく移轉する。(1)の運動と其の間に挿入された(2)の廻轉とを並列させること

によつて一つの完結した多角形運動——その循環後、方向體系は各々の角で行はれた廻轉を顧慮すれば、變化なく歸着せねばならないところの——が形成される。もし然らざる場合には現象上廻轉と全然獨立な純粹な『移轉』中に作用してゐた筈の伏在的な轉向的影響……を假定せねばならぬであらう。若し(ヴィルと共に)方向移轉は専ら微分的な剛性傾向に基く。従つて一般に出發の方向に復歸しないと云ふならば、それに對して次の如く答へられる。即ちこのことは、それは小部(*in Klein*)に於ては測り難き程に小で、謂はゞ潛行症ではあるが、然し大部(*im Grossen*)に於ては『積分』に於ては(効力を生じる微分的剛性力の不完全を示すものである)と(一五一—一五二頁)。

「小部に於ける方向移轉の場合に於ける完全な剛性は大部に於ける方向の完全な恒常性をも制約する。」

「もしこれ(小部……筆者)に對して剛性が嚴密に妥當するならば——而してわれわれはこれを假定せねばならない、移轉と廻轉との現象上の獨立性は絕對的嚴密に妥當するからである——それはまた(有限の)大部に

於ても妥當する」(一五二頁)。

これは(1)の「證明」の前半なのであるが、この冗長な引用文の中から、われわれはベッカーの所謂アプリオリの證明の手法を看取することが出来る。

ベッカーは空間中に中心點をとつて、これから移轉と廻轉とを與へてゐるが、この運動たるや全く現實の物理的空間に於ける物體の力學的運動以外の何ものでもないではないか。われわれの直觀空間に於て移轉と廻轉とを云々するためには何よりもこの空間中に現實に物體が存在し、これの移轉と廻轉とを知覺しなければならぬ。純粹に經驗から獨立に直觀空間に於ける廻轉移轉を知ることとは不可能である。こゝにはアプリオリを持ち出す餘地は存在しない。ベッカーはこゝで「現象上」なる言葉を屢々使用してゐるが、その内容から言へば現象上とは經驗的實在的といふこと以外のものではない。彼は「現象上」といふ言葉の使用によつて、彼の説明をフッサノルの現象學乃至はハイデッガーの哲學等のアプリオリズムスに結び付けようとしてゐるが、これはまつたく言葉の上での手品にすぎない。

相對性理論をめぐる認識論的諸問題

また彼は移轉と廻轉との獨立を示すために剛體性といふ概念を導入して使用してゐる。たがこの剛體性は現實の或特定の物體に關する力學物理學の概念の借用ではないか。純粹に觀念的に剛體性を云々することは妄想以外の何ものでもない。

かくしてベッカーの「證明」は些かもアプリオリを保證するものではない。彼は直觀空間のユークリッド性のアプリオリを證明するために却つて其の空間中に或物體のリアルな性質、その經驗的な諸性質を基礎として使用してゐるのである。かゝる證明を以てアプリオリを保證しようとするのは全く奇怪な惡循環論法である。

なほ彼は(1)の證明の後半に於てユークリッド的な立體網の構成を持ち出し、(2)の證明に於ては「單位ヴェクトルの物體或は等しき長さを持つた線要素の廻轉」(一五四頁)を考へてゐる。

また彼は直觀空間の三次元性のアプリオリの證明に於ては生物(人間)を持ち出してゐる。彼は言ふ。——「空間に於ける『生物(第一に人間)』はその存在のあらゆる『瞬間』に於て(あらゆる具體的な境遇に於ても)一

定の傾向のもとに、即ちあるものに對する定向性のもとに生きてゐる。これは空間的に表現すれば何時でも常に一定の方向が『執られる』といふことになる（一五六—一五七頁）。

そしてこの生物のもつ性向から方向「眞直ぐ前へ」、「前方」をベッカーはひき出して來る。

この三次元性の彼の證明は甚だ複雑多岐にわたつてゐるが、その證明の性格は以上の一端からもうかゞはれるであらう。彼は「運動感覺的」の言葉を彼の「證明」に於て屢々使用してゐる（例へば一五九頁を見よ）ことから分るが、彼の「證明」の全體は些かも三次元性の純粹なアプリアオリ性を示すものではない。

要するにベッカーの直観空間の三次元ユークリッド性のアプリアオリの「證明」はまつたく現實の物體の方學的性質の上に、乃至は生物の運動様式の上に立てられたものにすぎない。これらの現實の過程を單にベッカー獨自の現象學的用語に翻譯したものが彼の所謂「證明」であり、彼が直観空間の先驗的構造の論證と稱するところのものなのである。

ベッカーの「證明」の批判は以上の略評にとゞめておく。

われわれの問題はベッカーが物理的空間を、特に相對性理論の空間を如何に理解したかにある。前述の如く彼はこの空間を現實の感性界から引離して「非感性的」なるものと轉化するのである。この理由として彼は相對性理論の空間は直接には感官の對象とならぬからであるといふ。勿論われわれもこの空間が直接的に感覺されると主張するのではない。然しベッカーの如く、これを現實から引離して現象の彼岸に追ひやることには多大の危険を感じるのである。

相對性理論の空間の非ユークリッド的性格は直接には、ベッカーの所謂「裸の感官」では感覺されぬが、然しこの空間の特質は例へば重力場に於ける光線の彎曲として、水星の近日點の移動として、スペクトル線の赤方變位として、望遠鏡により、スペクトルによつて、われわれの感性にまでもち來されるではないか。ベッカーは物理的空間に直接的な感性的性質がないことから、直ちにこの空間と感性的世界との内的脈絡を切斷してしま

ぶが、これは全くの形式主義的ドグマである。實のところ物理的空間は感性的なわれわれの空間の延長であり、展開であり、または精密化であり、微細化である。そして物理的空間は、認識が直接的な感覺から實踐(實驗觀測)を媒介として思惟にまで高められることによつて、把握される。感性は實踐を通じて思惟へ、そして思惟の成果は再び實踐によつて感性に於て檢證される。この認識の巡回運動は一廻轉毎に自己の内容を豊富にして行く。謂はゞ其處には認識の螺旋運動がある。

そしてこの運動する認識の諸對象間の統一は、認識の對象である實在そのものの持つ獨立性と統一性にあることを注意せねばならない。相對性理論の空間がわれわれの直觀空間から一應區別されながらも、しかも右に述べた如き實驗觀測を通じて直接的に感性にまでもたらされることは(即ち直觀空間と物理的空間との聯關は)宇宙の物質そのものが直觀空間のうちに自己の一側面を露呈すると共にまた物理的空間のうちに自己の内的構造を提示する(實在そのものの獨立性と統一性)からである。

われわれの分析によれば空間は實在そのものの形式である。故にこの實在の認識される側面の質に應じて、その現象的表面が感覺されるか、その本質が思惟されるかに對應して、また實在そのものの展望される範圍の擴大乃至は微細化されるに照應して、空間の形態が變化するのは少しも不可思議ではない。また諸空間形式の間の統一が、これらを形式として持つ諸實在そのものの實在的な統一に基礎を持つことも當然のことである。

だが「現象學者」ベッカーに於ては、認識の展開されるに應じて把握される對象の諸側面の統一の基礎が、即ち實在そのものが缺如してゐる。だから彼にあつては、相對性理論、量子論等の「物理的空間」は、直觀の世界から相對的に區別されることは直ちに絶對的に區別されることとなる。かくして物理的空間はそれの居るべき場所を見失ひ、「現象」とカントの意味に於ての神秘的な「物自體」との中間に浮遊しなければならなくなるのである(一三三六頁)。

かくの如く彼はかの空間の實在的基礎(これが空間の形式を決定する!!)を看過してゐるのであるから、認識

の發展(感性から思惟への)につれての空間形式の變轉のこの事實(單なる變轉の抽象的な可能ではなく)を、特に相對性理論の空間のリーマン的性質の何故にかくあるかの根據を(單にかくありうることではなく)、説明することは不可能であらう。彼の證明力の及ぶところは、物理的空間の非ユークリッド性の單なる抽象的な可能性にすぎない。その非ユークリッド性の本質は、その現實的根據は彼の理解力の及ばざるところにある。

十一

相對性理論の提出した認識論的諸問題の全面的展開は、われわれの小論のよくするところではない。然しこれまでのわれわれの拙い分析からも明かであるが、相對性理論は或論者の主張する如き單なる合理的思惟の所産ではなく、それは實驗的事實に促進されて誕生し、發展し、この事實の解明によつて自己の眞理を證明した。

相對性理論は時間空間のアイデアリテートを證明するものではなかつた。それは却つて時間空間を物質に結合し、これの形式とした。

また相對性理論は物理學を幾何學に解消し、觀念化し、物理的方を解消してダイナミクをキネマティックに轉化するものでもなかつた。それは却つて空間の根據に物質を見出し、これまで物理的作用と無縁であると思惟された空間的なものも此の作用の威力から自由でないことを發見した。キネマティックが却つてダイナミックとなることさへ屢々あつた。かくて幾何學の物理學化が(その逆ではなく)行はれた。

相對性理論のケルンは相對原理である。この原理は相對性と絶對性とを、可變性と不變性とを、客觀そのものを基底として統一した。相對原理は單なる思惟の要請にもとづく形式的原理ではなく、觀察から獨立に存在する對象自身の客觀的本質の把握であり、しかも相對化を媒介として其の絶對的性質(本質)が認識される。(絶對性と相對性ととの統一。現象から本質への認識の深化。)故に相對原理は天下りの的に要請されて生れたものではなく、絶えざる認識と實踐との交互作用によつて漸次に確立された。そして相對原理の含む相對立する諸モメント(例へば相對と絶對、可變性と不變性等々)は、對象その

ものうちにある對立する諸傾向の認識の所産である。そしてこれらの相互に對抗する諸モメントの統一が、この相對原理そのものの展開推進力であつた。

相對性理論はもともとニュートン物理学の含む内的矛盾（しかもこの矛盾は特にニュートンの物理学の一部門たる電磁氣學の發展により激成された）の發現に端を發してゐる。相互に對する個別前判斷はひとまづ特殊相對性理論に於て特殊の判斷として統一され、更にこれは一般相對性理論に於て普遍的判斷として一應完成された。勿論この完成は一時的のもの、相對的のものにすぎない。それは重力場、電磁場の統一理論として、量子論の相對論化として更に新しい段階へと歩みを進めてゐる。だがこの新しき進展はこの小論の範圍外に屬する。

とは言へ、われわれは既に古典的ながらも、アインスタイン相對性理論の認識論的分析を通じて、認識論的立場が如何に物理學理論そのものの理解に影響するかを知つた。そして現象の表面にのみ固執する實證主義者、理論と實踐を峻別する新カント主義者等々が如何に相對性理論そのものを歪曲したかをも知つた。實に相對性

相對性理論をめぐる認識論的諸問題

理論の正しき理解にとつては、その理論のもつ諸モメント（特殊と普遍、相對と絶對、可變性と不變性、理論と實驗等々）の統一、及びこの統一の中心を貫く客觀性それ自身の把握が不可缺である。そしてまたこの理論は古典物理学を土臺として、その含む諸矛盾を媒介として、それを超えて行く人間の認識の進展（現象の表面から本質の核心へと）の所産であることを忘れてはならない。

（一九三八・四・二三 完）

後記

この小論は一九三七年秋脱稿、更に今年四月に至つて多少の變更を加へたものである。この拙い論稿は筆者の仙臺生活のさ、やかな結晶にすぎない。論じ残したイギリス・フランス等の文獻（メートルソン・パセラー・エティントン・ゲインズ等）及び統一場理論や量子論の相對論化に關する分析は筆者の準備不足のため他日を期したい。またこの小論には批評の對象とした諸哲學者の意見にひきづられて、著しき體系性の不足が見られ、充分に統一的な認識論的分析を果し得なかつた。言はゞこの小論は筆者自身の勉強の覺え書きにすぎない。なほ本稿を草するに當つて多大の援助と教示を與へられた東北帝大數學、物理学教室の諸先生、及び先學諸兄、特にテクストを貸與された三宅先生及びT氏、問題の所在を指示された田邊先生に厚く感謝します。