

時間空間論における規約主義

中 釜 浩 一

序

時間空間論の哲学の目的はもちろん「時間空間とは何か」、「それらはどのような性格を持ち、またどのような在り方をしているか」等の問題に答えることである。我々がこれから検討しようとする規約主義(Conventionalism)の立場は、ごく大雑把に言えば、これらの問いに対して、「時間空間とはものや出来事の間で成立している最も一般的な関係である」、「時間空間は、ものや出来事が存在すると言われるのと同じ意味では、存在していると言われえない」、「時間空間の性質の多くの部分は、自体的に時間空間に備わっているというよりも、むしろ我々が自然を記述する仕方に依存して決まるのであり、その意味で規約的、定義的(Definitional)である」と答える。本論文の目的は規約主義者のこのような主張がどのような理由で生まれてきたのか、また、どのような論拠や欠点を持つか、を明らかにすることである。

時間空間論は古代ギリシア以来の長い伝統を持つが、現代時間空間論の特色は、これも当然のことながら、自然科学、特に物理学と密接な関係を持つと言ふことである。というのは、後述するように、時間空間は物理理論の「枠組み」として機能するのであり、物理学がいかなる理論を採るかということ、時間空間の構造がいかなるものかということには必然的な連関があるように見えるからである。このことは特に非ユークリッド幾何学の発見やアインシ

ユタインの相対性理論による劇的な時空観の転回が示すことであって、規約主義の立場もこのような一九世紀末から二〇世紀初頭における自然科学の革命に対する哲学者の側の応答として生まれてきたのであった。

しかし他方、時間空間は単なる科学における理論的存在者 (theoretical entity) ではない。我々は日常的世界を時間空間によって秩序付け、それに基づいて行動する。科学の描く世界と日常的常識的世界が相互に全く関係のない二つの描像だ、とするのでないかぎり、時間空間はこれら二つの描像をなんらかの仕方で繋ぎ止める役割を果たしていると考えられるのではないだろうか。このような役割に着目するとき、余りにも極端な規約主義の主張は批判されるべきであろう。私は反規約主義的実在論者の側からの批判のポイントの一つがこの点にあると考える。

以下ではライヘンバッハ、グリュンバウム、という時間空間論に関する代表的規約主義者達の主張を検討し、それらに対する反論を考察する。次に、規約主義的立場の一種の発展であると考えられるファン・フライセンの主張を考察する。ただし考察の範囲は、筆者の力の限界もあって、特殊相対論までとし、また実在論者の側のポジティブな主張も扱われていない。これらについては他日を期したい。

一 規約主義の起源

時間空間は物理理論の枠組みである、ということの意味をもう少し明確にしておこう。一般に物理理論は物質の運動や光と言った物理現象を記述し説明する。特に物質の運動を記述するのは運動論 (Kinematics) とよばれ、そのように記述された運動を基本的な法則から説明するのが力学 (Dynamics) である。ある系 (ここでは慣性系のみを問題にする) からみた運動の記述を他の系からみたそれに交換するのが変換法則である。よって同一の運動が異なった系から見てどのように記述されるかは、変換法則によって定まり、どのような変換法則が現に成立しているかは、時間空間の構造によって決まる。一方力学理論がどの系に対しても同一であるとき、すなわち、各系で記述された運動が

(これらはもちろん変換法則によって結び付けられている) 同一の力学理論によって説明されるとき、その理論はこの変換に対して不変であると言われる。物理理論がどの慣性系から見ても同一であることを要請するのが相対性原理である。従って、時間空間の構造が異なれば、各系での記述の間の変換法則が異なり、それ故、相対性原理を仮定すれば、その変換に関して不変な物理法則も異ならなければならない。すなわち、時間空間がどのような構造をしているかが、どの物理理論をとるかを決めるのである。

このような枠組みの変換という視点から相対性理論の誕生を跡づけて、時間空間に関する規約主義の主張が生じてくる理由を検討しよう。

ニュートン力学が仮定する時間空間(これをニュートン時空と呼ぼう)は、各慣性系をガリレイ変換⁽¹⁾で結び付ける。すなわち、任意の運動のある系での記述は、それをガリレイ変換することによって、他の系での記述に変えられる。これら各系において異なった記述を与えられた運動は、しかし、同一の物理法則(ニュートンの運動法則)によって説明される。すなわち、ニュートン力学はガリレイ変換に対して不変である。これをガリレイの(あるいはニュートンの)相対性原理とよぶ。

一方マックスウェルの電磁気学の法則はガリレイ変換不変ではなく、このことから特殊な慣性系(エーテルに対して静止した系)が物理的に特定可能であることが示唆される。これを実際に特定しようとした実験の一つが、有名なマイケルソン・モーリーの実験である。その結果は古典的に予測される干渉縞の移動の十分の一から百分の一程度しか観察されなかった。ここから古典的なニュートン理論は重大な修正を余儀なくされたのであった。

この修正には三通りの可能性があった。第一に電磁気学を修正して、光の速度が光源の速度に依存するようにすることである。この仮説は二重星の観察やフレネルの随伴係数に関するフィゾーの実験等によって、反証されることとなった。第二に、ローレンツやフィッツジェラルドによる、収縮仮説とよばれるニュートン力学のエーテル理論的修

正（以下ローレンツ、フィッツジェラルドの頭文字をとってLFとよぶ）である。第三がインシュタインの特殊相対性理論 Special Theory of Relativity（以下STRとよぶ）である。我々はこの第二と第三のものを問題にしよう。この二つの仮説はともに、エーテル系に対して速度 v で運動している物差し l_0 の長さが $l = l_0 \sqrt{1 - v^2/c^2}$ だけ収縮することを予測し、マイケルソン・モーリーの実験の結果をよく説明する。これらの仮説の違いはどこにあるのだろうか。

第一に、LFにおいては収縮が原子構造に関する物理理論によって説明されるのに対して、STRにおいては物理理論の枠組みである時空論によって説明されるのである。すなわち、LFにおいては収縮がエーテルに対する運動を原因とする物理的変化であるのに対して、STRにおいてはそれはある系において記述された運動が他の系においていかに記述されるのかに関するのであって、そこには物理法則によって説明されるべき物理的変化は存在しないのである。

よって第二に、LFは時空としては相変わらずガリレイ変換にしたがうニュートン時空を前提しているが、ただしエーテル系に対して運動している系における運動の記述は、一貫して誤った計測に基づく、誤った記述なのである。正しい運動の記述はエーテル系でのみなされ、したがって物理法則はエーテル系でのみ運動の正しい説明を与える。しかし、どの慣性系にいる観察者も、自分が運動の正しい記述を与えているのか誤った記述を与えているのかは、いかなる実験によっても決定することができない。一方STRでは、各慣性系にいる観察者のなす運動の記述は、すべて正しい記述であり、それらの記述はガリレイ変換ではなく、ローレンツ変換⁽²⁾によって結び付けられる。そこからSTRの前提する時空がニュートン時空ではなく、ミンコフスキー時空⁽³⁾であることが帰結する。

このように見てくれば、古典的な理論とインシュタインの理論の分かれ目が、任意の慣性系の観察者によって行われる運動の記述が、正しい計測に基づく正しい記述とみなせるか否かにかかっていることが明らかとなる。そしてインシュタインの理論の核心が、計測に関する根本的な認識論的反省にあったことも周知のことである。まさにこ

ここに、実証主義者達は彼らの「検証原理」の実際の適用を見、規約主義者達は、計測にまつわる規約性の故に、時空の構造には、規約によってしか定まらない部分が存在することを主張したのであった。

規約主義にはもう一つの源泉がある。それはポアンカレによる幾何学に関する規約主義である。非ユークリッド幾何学の発見以降、論理的に可能でかつ互いに両立不能な無数に多くの幾何学が存在することが明らかにされ、そこから現実の物理世界においてどの幾何学が実際に成立しているかが問題となった。ポアンカレの主張の要点は、幾何学の選択が経験的問題ではないこと、いかなる経験的データのもとでもユークリッド幾何学が擁護されるべきこと、である。ライヘンパッハらの主張は、このようなポアンカレの主張に対する応答とみなせるが、その議論は、幾何学の選択の規約性が、まさにどの点に見出されるべきかをより限定し、また、このような規約性がなぜ特に幾何学（および時間学）に関して主張されるのかの理由を述べ、ユークリッド幾何学に関してはその特権的身分を否定する、という方向をとる。

以下順次個々の規約主義者の主張を取り上げて検討する。

二 ライヘンパッハ

ライヘンパッハは相対性理論の哲学的意味を、真か偽であることが論証可能と見なされていた多くの言明が、実は単なる定義にすぎないことを発見したことにある、と考⁽⁴⁾える。このような一見真理値を持つ事実的主張と見えながら、実は真偽を問題に出来ない定義的主張であるとみなされるものの中には、ものの長さの合同、出来事の同時刻性等の主張がある。そしてここで問題にされている定義とは、語と語との間の意味の同一性を決定する言語的定義ではなく、ある語をどの外的対象（存在者、性質、関係）と対応させるかに関わる、対応的定義（coordinative definition）である。⁽⁵⁾すなわち、ライヘンパッハによれば、二つの（空間的に離れた）対象の長さの等不等を主張する言明は、対象の側に

成立している客観的關係を主張しているのではなく、長さの等しさ（合同）ということ、我々が何を意味しているのかを述べる、規約約定に関する言明なのである。同様に、二つの（空間的に離れた）出来事の同時刻性の關係は、我々が因果的信号（光）の振る舞いに基づいて世界の一般的時空的構造を記述する際の、その記述の仕方に關わるに過ぎないのである。

このような主張の論拠はどこにあるのだろうか。まず、長さの合同について考えよう。空間的に隣接した二つの対象の長さの等不等は、我々に直接觀察可能なものである。従って「検証原理」を保持する実証主義者にとっても、これに關する主張は単独で有意味であり、それ以上の分析は必要無い。一方空間的に離れた二つの対象の長さの關係は、一般的に直接には觀察不能であり、従ってこれに対する主張が有意味であるためには、検証原理にしたがって、觀察されうる出来事に関する主張の系列に分析還元されなければならない。そうすると、この主張は、第三の対象（物差し）を空間的に移動させることによって、二つの対象の長さを比べる、ということに帰着するだろう。しかしこのとき、物差しと二つの対象の各々との局所的な比較は確かに確かに直接に觀察可能であるが、空間的に移動する物差しの自己合同についてはそうではない。移動のもとで物差しが長さを変化させないかどうかの問題となるからである。よって、空間的に離れた二つの対象の長さの合同についての主張が有意味であるためには、物差しの自己合同の意味を定義によって定めるしかない。これはすなわち、物差しの剛体性（rigidity）を対応的定義によって定めることに他ならない。

ライヘンバツハ自身は、長さの合同の規約性を「普遍力」(universal force) という概念を用いて説明している。普遍力とは、全ての物体に同様の仕方⁽⁶⁾で作用し、かつ、それを遮るいかなる遮断壁も存在し得ないような、ある種の力である。普遍力が存在する場では、全ての物体が同様の仕方⁽⁶⁾で変形し、それ故、その場においては観測器具を用いてなされるいかなる計測も一貫して誤った結果をもたらす。正しい計測値を出すためには、普遍力を考慮にいれて実測

値を訂正しなければならない。ところが普遍力場ではすべての物体が同様に変形するのだから、どの観測者も自分がどのような普遍力場にいるのかを、観察によっては決定することができない。よって、ある領域がどのような普遍力場にあるかは、ただ規約によってしか定まらない。一度規約(対応的定義)によって普遍力場を決定すれば、物差しの変形を考慮にいれる実測値の訂正の方程式が一義的に決まり、長さの合同の意味が一義的に確定する。逆に、同一領域内で普遍力に関する異なった規約をとれば、そこにおいて異なった外延をもつ異なった長さの合同の関係が成り立つことになる。普遍力に関して異なった規約をとり、したがって、異なった合同の定義を採用する理論は、その記述する経験的内容に関しては同値な記述(equivalent description)を与えるのであり、単に記述の仕方が変わるにすぎない。実際には我々は普遍力 $\parallel 0$ という規約を採用する。ライヘンバッハはこのように論じた。⁽⁷⁾

このライヘンバッハの普遍力の役割に関しては、しかし、解釈が二通りにわかれる。⁽⁸⁾すなわち、これを字義通りに解釈して、ライヘンバッハが幾何学と物理学との区分が規約的に過ぎないと考えているとるか、あるいは、普遍力の想定が全く不要か単なる比喩に過ぎないとして、ライヘンバッハの真意が合同の(したがって計量的諸概念の)規約性を端的に主張することにあるとるか、の二つの立場がある。この点は時間空間論に関する規約主義のポイントがどこにあるのかを明瞭にする一助となると思われるので、やや詳しく論じたい。

第一の立場は、幾何学と物理学が本来切り離し得ないものであって、一方を単独で経験的に確証したり反証したりすることは不可能であることを主張するものと見なせる。グリーンバウムが指摘しているように⁽⁹⁾、これは、物理学と幾何学とに関して、デュエム、クワイン的なホーリスティック(全体論的)な見方をとることである。すなわち、いかなる合同の定義(それに基づいてどのような幾何学が成立しているかが決まる)を取るとしても、物理法則を適当に変えさえすれば、どのような経験的データに対しても、その定義は保持できる。したがって、経験的に反証できるのは、物理学と幾何学との一定の組み合わせであって、どちらか一方単独ではない。このような組み合わせのうち、

経験と両立可能なものは複数（無限に）存在し、これらは世界に対する同値な記述を与える。これらの中から特定の一つの組み合わせを選ぶのは、経験の問題ではなく規約、すなわち、記述の仕方の問題である。このような規約として例えば普遍力 $\parallel 0$ という条件が取られる。この立場はこう主張する。

しかしグリーンバウムによれば、ライヘンバッハの（そして彼自身の）規約主義のポイントはここにはない。なによりも、デュエム、クワインのテーゼ（以下Dテーゼと呼ぶ）は、一般的テーゼとしては根拠がなく、時間空間論に關しては誤りである。Dテーゼは任意の仮説Hと経験的データOとに対して適当な補助仮説Aが存在して、 $H \cdot A \cup O$ （HとAとからOが帰結する）とすることが出来ることを主張する。しかしこのテーゼは補助仮説Aに適当な制限を加えなければトリヴィアルである。たとえばAにO自身を代入すれば、上の式はトリヴィアルに成り立つ。何がトリヴィアルでない補助仮説であるかの規定は困難であり場合によって異なるであろうが、そのようなトリヴィアルでない補助仮説を特定できたとき、こんどは、任意の仮説と経験的データとそれに対するトリヴィアルでない補助仮説に關して、Dテーゼが一般的に成り立つか否かは決して自明でない。それには単純なDテーゼとは別種の正当化の議論が必要であろうがデュエム、クワインはそれを与えていない。一方時間空間論においては、合同の定義を端的に（普遍力のような物理理論を介さずに）与えてしまえば、計測によって時間空間の構造を、どの物理理論が成り立っているようにも、一義的に決定する手続きが存在する。⁽¹⁰⁾それ故、時間空間の構造は、合同の定義を一度定めてしまえば、経験的問題であって、Dテーゼの主張するような多義性は存在しない。

こうしてグリーンバウムはライヘンバッハによる普遍力の導入は比喩に過ぎず、規約主義の中心的主張は合同の定義の規約性にあるのであって、物理学と幾何学の区別の規約性にあるのではない、という第二の立場を主張するのである。実際にライヘンバッハは一度合同の定義を定めてしまえば、いかなる幾何学が現実⁽¹¹⁾に成立しているかは経験的問題になることを認めているので、普遍力の解釈に關してはグリーンバウムが正しいと認めなければならないだろう。

しかしそうすると次に、なぜ幾何学に關してのみこのような規約性が主張されなければならないかが問題となるであらう。すなわち、合同の規約性とは、ある語にどの対象を關係付けるかに関わる、語とその指示対象との間のトリヴァルな意味論的規約性 T S C (trivial semantic conventionality) の一例に過ぎないのではないか、という批判が生じてくるのである。これについてはグリーンバウムの規約主義の項で扱うことにする。

次に同時刻性の問題に移る。アインシュタインの有名な一九〇五年の論文が同時刻の定義に關する考察で始まっていることは周知の事実であり、この論文の第二節では、相対性の原理と、同時刻の定義に基づく光速不変の原理からローレンツ変換の変換式が導かれる。このローレンツの変換式から、互いに運動する系の間での同時刻の相対性、長さの収縮、時計の遅れ等の重要な運動論的帰結が導出される。したがってライヘンバッハらの規約主義者が、特殊相対性理論の核心を、同時刻の概念の定義的、規約的性格に見たのはある意味では当然のことであつた。

アインシュタインの定義は、ある慣性系において静止している二つの場所を光の信号で繋ぐとき、光の速度が行きと帰りで同じであることを主張している。この定義に基づいてこの慣性系の各点での時計が合わせられ (synchronize)、その系から見られた出来事の間的时间的關係が一義的に決定される。

このようなアインシュタインの手続きの定義的性格をより明確にするために、ライヘンバッハはこれを次のように定式化した。⁽¹⁴⁾ある慣性系において静止している空間的に離れた二つの場所を a、b とする。a、b に付属する時計を合わせるために、a から b へ光の信号をおくる。a における信号の発信を e_1 、b におけるその反射を e_2 、a におけるその受信を e_3 とする。a に付属した時計で e_1 の時刻が t_1 、 e_3 の時刻が t_3 とすれば、b における時計は e_2 に対して $\frac{1}{2}(t_3 - t_1)$ 、 $\frac{1}{2}$ となるように合わせられなければならない。ここで $\frac{1}{2}$ という規定が光の速度が行きと帰りで同じであることを示している。そこでライヘンバッハの主張は、この $\frac{1}{2}$ という値がいかにして定まるか、という点に集約される。彼の解答は、光の速度が因果的信号の最高の速度であり、かつ、それは有限であるという物理

的事実に基づいて、物理的手段によっては ϵ の値は $0 \leq \epsilon < 1$ の範囲でしか決まらず、それにある特定の値を与えるのは定義、規約によるしかない、というものであった。アインシュタイン自身は $\epsilon = 1/2$ という規約をとったが、それはその値が物理的に必然的であったからではなく、理論の記述的単純性の考慮によってであった、とライヘンバッハは論ずる。

このように論ずるライヘンバッハの論拠は二つある⁽¹⁵⁾。第一に、離れた場所での同時性の関係を定める手続きには循環がある、ということである。すなわち、離れた二点間の同時性を決めるためには光の速度をまず知らなければならぬが、しかし、光の速度を知るためには離れた二点に付属する時計が合わされていなければならず、このことは離れた二点間の同時性の関係がすでに知られていることが前提されている。よって経験的手段によって同時刻性を決定することはできない。第二に、 ϵ の値として $1/2$ 以外の 0 と 1 の間の任意の値をとっても、同様に良い運動論的記述を与えることが出来る、ということである。もちろんその場合、変換法則はより複雑な形をとることになるが、そのことは理論の記述的単純性に関わるのみであって、理論の記述する内容に違いが生ずるわけではない。

現在では、ライヘンバッハのこのどちらの論点に対しても、实在論者の側から反論が加えられている。第一に、同時刻性の決定の手続きの循環性に関しては、光の信号を用いず、また、循環的でない、同時刻関係の決定の方法が考案されている⁽¹⁶⁾。第二に、 ϵ の値に関しては、 ϵ の値は決して任意ではなく、特殊相対性理論が真であるならば、 $\epsilon = 1/2$ でなければならぬ、と主張されている⁽¹⁷⁾。

これらの論争に関して、今は詳びらかにする余裕はないが、次の点は明らかであると思われる。ライヘンバッハは、特殊相対性理論によってニュートンのな絶対的同時刻性の概念(すなわち、すべての慣性系において同一の同時刻性の関係)が否定されねばならず、かつ、各慣性系における相対的な同時刻性の概念は規約に基づく非實在的なものであると考えた。その根拠はアインシュタインの同時刻性の定義に見られるような、検証主義的手続きの存在であった。

しかし、同時刻の絶対性を否定し、その相対性を「発見」するために、検証主義的手続きが取られたということは、そのような概念に基づいて確立した理論が、その概念に対して当初とは異なった解釈を与えるという可能性を排除しない。すなわち、特殊相対性理論の主張する同時刻の相対性を時空の客観的実在的性質と解釈することを否定することにはならないのである。したがって、ライヘンバッハの主張（この問題に関してはグリーンバウムの主張もほぼ同じである）は、特殊相対性理論という物理理論の論理的帰結というよりも、同時刻の決定手続きに見られるような（アインシュタイン自身の内にもある）実証主義的態度の帰結である、と考えられる。よって問題は、概念の意味や科学的探究に関する実証主義の立場の哲学的正当化というより広い文脈へと連なるのである。いずれにせよ、反実証主義的実在論的立場をとる人々にとっては、時間空間の規約性に対するライヘンバッハの議論は決定的論証とは考えられない。

ライヘンバッハの時間空間論には、実証主義的哲学一般に見出されるような、長所と欠点がある、と思われる。すなわち不必要な形而上学的対象を排除して、物理的言明の意味を敲密、明確にしようとする態度と、個々の言明を理論全体あるいは理論の歴史的な脈絡から切り離して、単独で経験的証拠と突き合わせようという傾向である。この点に留意しながら、次にグリーンバウムの主張を考察しよう。

三 グリーンバウム

前節で長さの合同に関して残された問題は、合同の規約性が単なるトリヴィアルな意味論的規約性TSCとどう異なるのか、TSCと区別される幾何学に特有な規約性GC (Geometrical Conventionality) は存在するのか、という問題であった。グリーンバウムが Grünbaum [1974] 第一章で論じている計量の問題は、この点に関わるのである。

グリーンバウムによれば、時間空間の計量の規定は本質的に規約的要因を含むが、このこと自身は決して規約の問

題ではない。すなわち、時間空間の計量的性質が規約的であることは時間空間の實在的性質からの帰結なのである。この点でGCはTSCと明確に区別されなければならない。TSCは結局ある語とある対象との指示関係にまつわる規約性であるが、それに対してGCはある語（例えば合同）の指示対象の指定にかかわる規約性である。すなわち、そのような指定以前には対象は客観的には存在しないのである。そして、計量概念に対しては規約的指定以前に指示対象は客観的には存在しない、ということは時間空間の實在的な（規約によらない）性質に由来するのである。

このように見てくれば、グリーンバウムがライヘンバッハの規約主義のテーゼを受け継ぎながら、論拠としては全く異なった論点を展開しようとしていることがわかるだろう。ライヘンバッハの規約主義が、基本的には実証主義的な検証原理に従う、認識論的、意味論的主張であったのに対して、グリーンバウムはそれを存在論的主張へと転換させたのである。それではこのような主張はどのようにして出てくるのであろうか。

グリーンバウムがGCを主張する根拠は、現実の時間空間が連続体の濃度を持つ多様体であるという点に存する⁽¹⁸⁾。離散的空間においては、その空間中の二点間の距離を決定する自然な、内在的な仕方が存在する。すなわち、その二点間に存在する要素の最小の数をその距離と定義することである。このように定義された距離は、その空間中での二点の位置に依存せず、かつ、その空間の位相的性質のみによって定まって、何か外的な尺度を持ち込む必要はない。このようにして定まる空間の計量を内的計量（intrinsic metric）という。これに対して、稠密あるいは連続な空間においては、上のような計量を定めるための標準的な手続きは存在しない。例えば連続的空間では、二点を結ぶどの線分をとっても、それに含まれる要素の数は全て同じである。稠密あるいは連続的空間においては、その空間のいかなる位相的性質もある特定の計量を選びだす根拠を与えない。よって、このような空間においては、計量は外的に、規約によって決められるしかない。このようにして定まる計量を外的計量（extrinsic metric）という。現実の時間空間は連続的多様体であると考えられるから（どの物理理論もそのように前提している）、時間空間の計量的性質は外的計量

によって与えられ、したがって、規約主義のテーゼは、時間空間の位相的な実在的性質からの必然的帰結である。すなわち、時間空間そのものは計量的には不定形なのである。これがグリュンバウムの主張の大略である。

ただしグリュンバウムは、計量的不定形性が連続多様体一般の性質であるとは考えない。例えば色のスペクトルのように、連続的ではあるが、その各要素（特定の周波数の色）が非同質的であれば、その要素間の距離（色の違い）を決める内在的な手続きが存在しうる（例えば、その周波数の違いを距離とする）。時間空間の場合は各要素（点）は同質的であるから、その連続性から計量的不定形性が帰結するのである。⁽¹⁹⁾

このようなグリュンバウムの論法は成立するだろうか。多くの論者はそれに疑問を投げかけている。まず、内的計量と外的計量との区別は有意義な区別であるのかが問題にされる。例えば Friedman [1973] では以下のように論じられている。⁽²⁰⁾ グリュンバウムが時間空間の内的性質とよぶものは、上の要約から分かるように、まず第一にその位相的性質およびそこから定義できる性質のことであると考えられる。しかし内在性をこの意味でとると、グリュンバウムの定めたような離散的空間における距離は、内的ではなくなる。というのは、二つの同相な離散的位相空間の各々に対して、距離関数をグリュンバウムのいうやり方で定義したとき、これは同相写像のもとで不変でなく、よって位相的性質ではないことが容易に示せるからである。したがって、グリュンバウムのいう内的性質とは、位相的性質だけでなく、少なくとも順序構造を考慮にいれるものでなければならぬ。しかし内的の意味をこのように変更したとしても、それによって示せるのは、位相的性質と順序構造とから計量的性質は導出できない、という事にすぎない。なぜ計量的性質を、位相的性質や順序構造と同様に、空間の原初概念に属し、その意味で内的なものとしてはならないのか、その理由は明らかでない。よって、連続的か離散的かという空間の濃度、基数に関する性質から内的外的の区別を立てる試みは成功していない。

同様の批判は Fine [1973] にも見られる。⁽²¹⁾ グリュンバウムの内的、外的の区別は空間の濃度、基数と結び付いてい

なければならぬ(すなわち、二点間を結ぶ線分のなかで最小の基数を持つ線分が存在し、かつ、その線分の基数の一意的な関数として二点間の距離が定義される時、この距離は内的である)が、この結び付きが内的と呼ばれる理由は不明のままである。例えば、離散的空間においては線分に含まれる要素の数を数えることによって決められ、二つの線分はそれらの要素の間の一対一対応が成り立つ時合同とされるが、この手続きは、連続的空間において物差しを用いて計測する時と同様、空間自身にとって外的ではないか。いずれの場合も、空間自身とは異なる尺度(一方では物差しの振る舞い、他方では自然数系の性質)を用いているのであって、一方を外的他方を内的とする理由はない。

これらの指摘は、グリュンバウムの内的小よび外的計量の区別の不十分さを明瞭に示している。確かに、空間の計量の規定が位相的規定よりもより強い仮定を置くものであることは事実である。すなわち、距離の定義された計量空間は位相空間である(計量概念に基づいて、開集合、近傍等の位相的概念が定義されうる)が、逆に位相空間は必ずしも計量空間ではない。また、(同じ基底集合のもとで)異なった距離の定義を持つ二つの異なった計量空間が、位相空間としては同一(同じ開集合を与える)でありえ、よって、たとえ計量化可能であるとしても、位相的性質によっては計量的性質は一意的には定まらない。これらは位相空間論のごく初歩的なことからである。

しかしこのことから、より弱い仮定はより多く実在的であり、より強い仮定はより多く規約的である、と主張することは不合理である。しかしおそらくグリュンバウムの真意はこのような不合理な主張をするところにあつたのではないであろう。むしろグリュンバウム(そしてライヘンバッハも)にとって重要なのは、時間空間の位相的性質が世界の因果的構造に対応しそれによって決定されると考えられるのに対して、計量的性質はそうではない、ということであろう。計量的性質が位相的性質(および順序構造)によって決まるならば、後者は因果的構造によって決定されるのだから、結局前者も世界の因果的構造に基づくことになる。「内的」とはこの意味であろう。それに対して、現

実の連続的時間空間においては、同一の位相的規定と両立する無数の計量的規定が存在し、それらはどれも世界の因果的構造と矛盾しない。よって、それらのなかから物理理論の記述のために一つを選び出すことは恣意的な選択であり、選ばれた計量は世界にとって「外的」なのである。

もちろん我々の因果に関する概念を根本的に変えることを許せば、位相的性質をも規約的と見なすことは可能である。例えば、全く同じ性質をもつ無数の出来事が、同時に、空間的にある間隔において周期的に、生起することが観察されるとき、そのような世界の内部に住む生物は、自分達の世界の空間が円筒の表面のような構造をしていると考えて、通常の因果関係を保持することもできるし、因果の概念を根本的に改めて、空間がユークリッド的な構造をしていると考えることもできる。それ故、感覚的証拠から世界の位相的構造を決めるためには、因果的変則 (Causal Anomaly) を排除する、という制約を付け加えることが必要である。そして、この制約の身分を定義的、規約的なものと見なすことは可能である。

しかし、ライヘンバッハやグリーンバウムの議論の大筋は、通常の因果関係の実在性を認めた上で、時間空間の構造がいかにして因果の構造に還元されるかを示すことにある (時間空間の因果説)。それ故、「内的計量」、「外的計量」の区別に基づくグリーンバウムの幾何学の規約性の主張は、結局次のような主張に帰着すると考えることができるだろう。物理幾何学の言明のうちで、真偽を問題にできる部分は世界の因果的構造に関する言明へと還元でき、それに還元できない言明は、定義あるいは規約、すなわち、我々の側の記述の仕方に基づくのである、と。

しかし、このような言い換えが正しいとしても、それではなぜ因果に関する主張のみが真偽を問題にできる事実的主張と見なされるべきかが示されないうちは、GCはTSCの一種にすぎないのではないか、という反論に答えたことにはならないだろう。なぜなら、上のフリードマンの議論と同様に、ここでもまた示されたことは、ある種の時間空間的主張が因果的主張に還元されない、ということだけだからである。グリーンバウムは、時間空間に関するある

種の主張が事実的でないのは、時間空間が内的計量を持たないからだ、と論じた。一方、我々がグリーンバウムを解釈するところでは、時間空間が内的計量を持たないのは、計量に関する主張が事実的（因果的）主張でないからなのである。ここには循環があるように見える。少なくとも、因果的言明に還元できない計量的言明について、その真偽を問題にできる状況が存在するのではないか。

Putnam [1975] は次のように論じた。⁽²²⁾ 計量に関する規約主義者のテーゼは、距離関数の公理を満たす複数の関数が存在し、これらからの選択は事実問題ではないことを主張する。しかし、任意に選びだされた関数を距離であると主張することは、偽であるか TSC の一例であるかのどちらかである。我々が現に採用している距離関数を d とする。空間中の任意の二点から実数への関数 f があって、それは距離の公理を満たし、かつ、ある二点 q, p に関して、 $f(p, q) \neq d(p, q)$ とする。よって、ある実数 n に対して、条件 $f(x, y) = n$ と、 $d(x, y) = n$ とは、外延として異なった点の順序対の集合を与える。(すなわち、異なった合同の定義を与える)。このとき、(1) f を採用する理論 T' が、 d を採用する我々の理論 T に比べて、極めて複雑なものとなるならば、(a) f は距離を意味し、かつ、理論 T' は偽である(したがって、 f に基づく距離判断は偽な判断である)か、(b) f は距離以外のある量を意味し、 f を「距離」と呼ぶことは、距離 d の同音異義語を与えることにすぎないか、である。(2) T' が T に比べて方法的に優先されるならば、 T' は真で、距離は f に基づいてあらわされる量を意味するのであり、我々はこれまで距離を d であるとする誤った信念を抱いていたのである。いずれの場合も、 f と d との選択は、事実的な(真偽を問いうる)選択であって単なる規約ではないか、あるいは、「合同」という語にどのような関係を外延として選ぶかというトリヴィアルな選択の問題であるか、である。

Friedman [op. cit.] も同様の指摘をしている。⁽²³⁾ 手元のシャープペンシルとエヴェレスト山とが、距離関数の公理を満たすある関係に関して等しい(「合同」である)と言われうるとしても、そのような関係について語ることは「長

「長さ」について語るのではなく、そのような量の計測は、いかなる意味でも「長さ」の計測ではない。「長さ」に関しては我々は前科学的な概念と、それに基づく計測の手續きとを持っているのであり、いかなる科学理論もそれに恣意的な変更を加えることは許されない。

兩者とも、時間空間の構造が、ある理論の因果関係に関する主張を最も単純に記述するための枠組みとして恣意的に採用でき、その意味で時間空間に関する種の主張は事実的な主張でないとする考えに反対して、時間空間の構造は単にある理論内部の問題として決定されるのではなく、その決定には他の理論や前科学的経験等が関与しているのであり、それ故それが恣意的な規約によって定まるといふ主張は誤りである、とするものである。もちろん、フリードマンも認めているように、前科学的な経験に基づく判断は、科学理論の発展によって訂正されていくものではないが、その訂正は全く任意であるわけではなく、どのような訂正が許されるかは、前科学的な経験によって規定されているのである。

以上の指摘は妥当であるように見える。よって、全く無制限の規約主義のテーゼは受け入れ難いと結論されるべきである。我々は全く任意の計量的構造を現実の時間空間の構造として採用しうるわけではない。少なくとも、計量に関する言明には端的に偽であると主張できる言明が存在する。

しかしこの結論は、計量の規定にはある程度恣意的な要因が存在し、時間空間の計量構造は、ある範囲内で、規約的に定まる、とするより穏当な規約主義のテーゼを否定できるわけではない。前科学的、日常的結論が、科学理論がどのような時間空間構造を採用すべきか、に関して一定の制約としての役割を果たすとしても、それを一義的に決定するという保証はない。この点については、ファン・フラージェンを論じる中で、もう少し論じることしよう。だがその前に、上の指摘を我々が妥当と考える理由を簡単に論じておく。

四 時間空間と日常的経験

我々は前節で、科学理論においていかなる時間の概念を採用するかは、前科学的な時間空間的概念によって制約されている、とするフリードマンの見解をあげ、これを妥当な見解と認めたが、フリードマンはなぜ科学理論がこのような制約を受けなければならないかについては論じていない。この理由を考察してみよう。

序で論じたように、時間空間は単なる科学の理論的存在者ではなく、我々の日常的常識的世界の枠組みでもある。時間空間が前科学的な経験に基づく規定を有しているというのはこの意味である。だが、科学理論はなぜこのような規定に拘泥しなければならないのだろうか。それは科学と常識が同じ世界について語っているからだ、と我々は主張したい。すなわち、科学理論は我々が経験しているこの世界について何事かを語っているであり、我々が経験しているこの世界においてその時間空間的位置を特定可能なある出来事について何らかの説明を与えているのである。原子や分子は、もし存在するとすれば、この世界のどこかに、またある時に、存在するのであって、「存在する」にはこれ以外の意味はない、それ故に、我々に経験されるマクロな知覚的対象も、我々に観察不能なミクロな理論的対象も、同じ時間空間的秩序のうちにあるのである。例えば、ある原子の直径が他の原子の直径の約3倍である、というのは、この物差し¹の長さがあの物差し²の長さの約3倍である、というのと同じ意味で、語られるのである。さらに、科学的対象と知覚的対象との間の時間空間的關係についても有意義に語ることができる。テレビのアンテナが電波を受信することはテレビの画像を我々が見ることに時間的に先行している、と語ることが有意義であり、かつ、どれだけの時間先行しているのかと有意義に問うことができる。

以上のように論じたのは、科学理論が何を目的としており、何について語っているのかに関して様々な立場が存在しているからであり、時間空間に関する無制限の規約主義的主張は、日常的世界と科学的世界を全く切り離す可能性

があることを指摘したかったからである。

だが、我々は科学的な時間空間概念が、日常的な前科学的なそれへと還元されると主張しているわけではなく、後者が前者を一義的に規定していると主張しているわけでもない。この世界の時間空間の構造には、経験的証拠によっては定まらない部分があり、科学理論がどのような時空の構造を採用するかにはある程度の自由度がある、と考えられるだろう。このような考えをファン・フラッセンの主張の中心に読み取ることができる。

五 ファン・フラッセン

Ellis [1985] が指摘し、ファン・フラッセン自身認めているように、van Fraassen [1980] で展開される構成的経験論 (constructive empiricism) の考えは、彼の時間空間に関する考えを科学一般に発展させたものと見なすことができる。⁽²⁴⁾ そこで、この構成的経験論の主張を考慮しながら、ファン・フラッセンが時間空間に関する規約主義のテーゼをどのような論拠から発展させうるかを考察しよう。

ファン・フラッセンによれば、構成的経験論とその対立物である科学的事実在論の違いはまずなによりも、科学的目的と科学理論の受容の意味とに関する見解の違いである。科学的事実在論が、科学はこの世界に関する文字通り真な理論を提出することを目的とし、科学理論を受容することは、それが真な理論であるという信念を含む、と主張するの⁽²⁵⁾ に対して、構成的経験論は、科学は経験的に十分な (empirically adequate) 理論を提出することが目的であり、また科学はそのようなものとして受容されるべきである、と説く。⁽²⁶⁾ 後者の主張は前者の主張よりはるかに弱い主張である。なぜなら、科学的事実在論の立場ではある科学理論を受け入れるとき、それと同時に、その理論の主張する存在者や構造の全体を、それが経験的に確かめられるか否かにかかわらず、実在し真なものとして受け入れねばならないことになるが、構成的経験論の立場では、科学理論の主張する観察不能な理論的存在者やそれに関する理論的言明について

は、あくまで不可知論的立場に留まり、ただその理論が、我々に観察可能な対象やそれらの間の観察可能な関係を十分に説明していることのみが要求されるからである。すなわち、構成的経験論の立場では、科学理論は実在その物を描き出すことを目指すのではなく、我々に観察可能なものの全体（これをファン・フラージェン⁽²⁷⁾は現象 (appearance) とよぶ）を部分構造として埋め込みうるような、あるモデルを提出することを目指すのである。

このような構成的経験論の主張が成立するためには、幾つかの前提がある。まず、観察可能と観察不能との区別が有意味な区別でなければならぬ。これについてファン・フラージェンは、この区別の境界が曖昧なことを認めるが、観察可能なものの典型事例（肉眼で見えるもの）と観察不能なものの典型事例（電子など）を指摘できるゆえに、有意味な区別であるという⁽²⁸⁾。第二に、ある特定の理論は現象にとって十分であっても必要であってはならない。もしもある理論が現象にとって十分であるばかりでなく必要でもあれば、現象によって理論は一義的に決まる。この場合には経験的に十分な理論は端的に真な理論であり、経験的十分性という構成的経験論の中心概念は真理の概念と同じものになってしまふ。一方、ある理論が現象にとって十分であるが必要でなければ、同じく現象をそのモデルの部分構造として含む他の理論が存在しうる。これら現象にとって十分であるが必要ではない複数の理論は、経験的に等値 (empirically equivalent)⁽²⁹⁾である。すなわち、それらはそれらの主張する経験内容に関しては優劣が存在せず、逆に言えば、それらは経験的証拠によって不完全決定的 (underdeterminate) なのである。第三に、経験的証拠によって不完全決定的な諸理論は、それ自身が指定する経験的部分構造に関して通約不能 (incommensurable) であってはならない。なぜなら、経験的に等値な二つの理論とは、その提出するモデルの経験的部分構造の間に同型対応が成り立っている理論のことであるから、その部分構造が互いに通約不能であれば理論の経験内容と比較することさえ不可能になり、不完全決定的ということが言えなくなるからである。これについてはファン・フラージェンは、観察可能なものそれ自身は理論独立であることを主張し、理論の経験内容の比較が有意味になされうると考える⁽³⁰⁾。

このような経験的に不完全決定的な諸理論の存在がなぜ反實在論的な主張へと導くかといえ、そうした諸理論からどれか一つの理論を選択し受容する際になされる考察——理論の単純性、形式的なエレガンス、説明力等の考慮——は、その理論の真理と関わり無く、単にその理論のプラグマティックな利点(virtue)に関わっており、これらの利点が理論の真理性と何らかの仕方に関わりがあると科学的實在論の議論はどれも成功していない、とファン・フラースンは考えるからである。

以上のような構成的経験論の主張を背景において、van Fraassen [1985]における彼の時間空間に関する主張を吟味してみよう。

時間空間に関するファン・フラースンの主張は前掲書の後書きで明快に示されている。⁽³¹⁾すなわち、第一に、時間空間は、物理的存在者や出来事が存在すると言われるのと同じ意味では存在していない。もちろん、それらの存在者や出来事は時間空間の関係にあるものとして存在しており、それらの関係はある数学的構造物によって様々に表現されることが出来る。第二に、したがって「時間空間とは何か」という問いに対する最善の答えは、「それは時空間関係(logical space)表現するために用いられる数学的構造である」というものである。この考えは本文では「論理空間(logical space)」という概念を使って説明されている(本文中ではこの考えは時間に関して語られているが、当然空間あるいは時空にも拡張されることが出来る。⁽³²⁾)。論理空間とは、性質あるいは関係の族の間の概念的相互連関を表現するのに用いられる数学的構造である。論理空間としての時間空間は出来事の現実の時間空間的關係を十分に(adaptate)表現しなければならないが、後者と同型的構造をしていなければならない。後者は前者のうちに埋め込まれることが必要なだけである。このように見てくれば、ここでファン・フラースンが論理空間と呼んでいるものは、構成的経験論で彼がモデルと呼ぶものに対応していることがわかる。したがって、上の主張を構成的経験論の言葉で言い換えれば、時間空間は理論の提出するモデルであり、それは経験的部分構造として経験可能な現実の時間空間關係を含んでいるが、

そのようなモデルに指定されている構造全てが實在すると考える必要はないし、そう考える根拠もない、ということになるだろう。ファン・フラッセンの主張は、時間空間を概念的構造物として思考の対象とは認めるが、その实在性を認めないという点で、一種の概念論 (Conceptualism) の立場に立っていると言うことができる。

ファン・フラッセンの立場は、物理的世界を記述するための枠組みとしてどのような時間空間の構造を選択するかに関して、ある程度の恣意性を認め、その選択が真理、實在への考察によってではなく、我々の側のプラグマティックな目的にしたがってなされる、とする点で、広い意味での規約主義に入れられるであろう。だがそれは、ライヘンバッハの対応的定義に基づく規約主義とどこが違っているのだろうか。この点は、ライヘンバッハの「等値な記述」とファン・フラッセンの「経験的に等値」の意味の違いを考えれば明瞭となる。

ライヘンバッハの場合、二つの理論が等値な記述を与えるとき、それらの理論はその主張している内容に関しては実は同一の理論なのであり、単にことばの使い方が異なるだけなのである。⁽³³⁾ ユークリッド幾何学と非ユークリッド幾何学とは、理論としての構造は異なっているように見えるが、それらが適当な物理学と結び付けられた時物理的世界に関して完全な記述を与えるなら、それらは同じことをことばを変えて言っているにすぎないのである。これがライヘンバッハの「幾何学の相対性」の主張である。簡単に言えば、二つの解釈されない記号体系が、適当な異なる解釈のもとで、物理世界の適切な記述を与えるとき、それらは等値な記述を与えていると言われるのである。このような「幾何学の相対性」の主張が、反規約主義者の側から、それはTSCCの一例にすぎない、という批判を招いたのは当然であろう。

一方、ファン・フラッセンのいう経験的に等値な二つの理論は、単にことばの違いばかりでなく、その主張する内容に関して実質的な違いを含むのである。ただしその違いは、観察不能な構造に関わるのであり、理論の提出するモデルの「経験的部分構造」は、観察可能なものに関して同様によい記述を与えるのである。したがって、二つの理論

が同一の語彙からなり、かつ、観察不能なものに関して論理的に両立しない主張を含む場合でも、同一の解釈のもとで、それらは経験的に等値でありうるのである。

このように、「論理空間」としての時間空間というファン・フラースンの考えは、言語的、意味論的規約性とは別種の論拠に基づいているのであり、ライヘンバッハラに向けられた批判の多くを免れるであろう。それだけでなく、ファン・フラースンによれば、この考えは時間空間に関する我々の直観に良く合致する。我々は通常、生起するできごとの間の関係によって時間空間の構造が一義的に決定されると考えるよりも、現実のできごとが時間空間中に生起し、そのことによってあるできごととは他のできごとと時間空間の関係を持つようになる⁽³⁴⁾と考える。例えば、この宇宙に始まりがあるとしても、それをただちに時間の始まりとはみなさないであろう。

上で見てきたように、ファン・フラースンの主張は、理論の経験的証拠による不完全決定性という一般的テーゼに依存している。しかしこれはファン・フラースンの議論の強みとも、弱みともなりうるものだと思われる。検証主義的な意味の理論を中心的テーゼとする初期の実証主義者にとっては、不完全決定性の成立は認められない。例えば、ライヘンバッハへの対応的定義はそれを排除しようとする方向を持つ⁽³⁵⁾。しかし、定義の規約性ということに基づいた時間空間の規約主義の主張は、それは言語一般にまつわるトリヴィアルな規約性と異ならないのではないか、という反論を招いたのであった。一方ファン・フラースンは検証主義的な還元主義と言う方策をとらず、モデルの概念を用いた一種の概念論の立場に立つことによって、不完全決定性を規約主義の主張の論拠として積極的に用いることができるのである。

しかし、不完全決定性という概念は、それ自身多くの議論のまとなっている概念である。これについてここで論ずることはできないが、経験的証拠をどのように理解するか、また、科学の発展をアプリアリに予測できない以上、不完全決定性を論理的可能性以上のものとして考えうるか、等の難問が山積している。ファン・フラースンの時間空

問論の当否は、このような一般的な科学哲学上の問題の検討を通して論じられていかなければならないであろう。

結 語

序で述べたように、我々の研究は、一般相対論と、实在論の側のポジティブな主張の検討とが抜け落ちていたゆえに、今だ不完全なものである。⁽³⁶⁾しかし、限られた範囲ではあるが、時間空間に関する規約主義の議論の展開に一定の見通しをつけたつもりである。すなわち、特殊相対性理論と非ユークリッド幾何学の誕生が規約主義にどのようなインパクトを与えたのかを論じ、規約主義の主張が、ライヘンバッハによる言語的、意味論的テーゼから、グリーンバウムによる存在論的テーゼへ、さらに、ファン・フラッセンによって、経験的データによる理論の不完全決定性の一例へと転化されていく過程を、实在論者の反論を考慮しながら、跡づけたのである。

このような議論の展開は、しかし、時間空間論の哲学のみに見られるものではなく、現代科学哲学一般の動向と考えることもできるだろう。すなわち、科学哲学の非言語哲学化とでもいうべき動向である。あるいはむしろ、ファン・フラッセンの場合に典型的であるように、現代科学哲学の多くの議論が、時間空間論を巡る議論に由来するといふほうが正しいかもしれない。⁽³⁷⁾

時間空間論には、論ずべき高度な専門的技術的問題が多くある。これらの検討を抜きにしては我々の研究は十分な実質を備えているとはいえない。しかしこれもまた我々の今後の課題とせざるを得ない。

註

(1) 二つの慣性系 S と S' の原点 O 、 O' が時刻 $t=0$ で一致しており、 S' が S の x 軸の正の方向へ速度 v で運動していると
する。このときガリレイ変換は、

時間空間論における規約主義

$$x' = x + vt$$

$$y' = y$$

$$z' = z$$

$$t' = t$$

に表わされる。

(2) 註(1)と同じ条件で、ローレンツ変換は

$$x' = (x - vt) / \sqrt{1 - v^2/c^2}$$

$$y' = y$$

$$z' = z$$

$$t' = (t - (v/c^2)x) / \sqrt{1 - v^2/c^2}$$

に表わされる。

(3) ミンコフスキー空間の特徴は、計量が

$$ds^2 = dx^2 + dy^2 + dz^2 - c^2 dt^2$$

に表わされる。

(4) Reichenbach [1957], p. 15; Reichenbach [1982], p. 293

(5) Reichenbach [1957], sec. 4

(6) *ibid.*, p. 13

(7) *ibid.*, sec. 8; Reichenbach [1951], pp. 132 ff.

(8) Grünbaum [1974], pp. 85 ff.

(9) *ibid.*, chap. 4

(10) *ibid.*, p. 144; だがこの手続きが成功するかに関しは反論がある。cf. Fine [1973] pp. 261 ff.

- (11) Reichenbach [1957], p. 37; Reichenbach [1951], pp. 133 ff.
- (12) マインシュタイン自身の言葉では、相対性原理とは次のようなものである。「物理的系の変化に関する法則は、それらの状態の変化が、互いに一様な並進運動にある二つの座標系の間で言われるか、無関係である」Einstein [1952] p. 41
- (13) 光速度不変の原理とは次のようなものである。「いかなる光線も、「静止」座標系においては、静止した物体によって発せられた場合でも運動する物体によって発せられた場合でも、一定速度 c で運動する」Einstein, loc. cit.
- (14) Reichenbach [1957], p. 127.
- (15) *ibid.* pp. 126-27.
- (16) Slow Clock Transport と呼ばれる方法による。cf. Ellis and Bowman [1967]
- (17) Friedman [1983], p. 313.
- (18) Grünbaum, op. cit., pp. 10 ff.
- (19) *ibid.*, p. 16.
- (20) pp. 222-27.
- (21) pp. 245-47.
- (22) pp. 164 ff, 参考として pp. 165-66 の註。
- (23) Friedman, op. cit., p. 232.
- (24) Ellis, op. cit., p. 58; van Fraassen [1985], pp. 199-200.
- (25) van Fraassen [1980], p. 8.
- (26) *ibid.*, p. 12.
- (27) *ibid.*, p. 64.
- (28) *ibid.*, pp. 16-18.

- (29) *ibid.*, p. 46.
- (30) *ibid.*, pp. 57-8.
- (31) p. 200.
- (32) *ibid.*, pp. 104 ff.
- (33) Reichenbach [1951], p. 133.
- (34) van Fraassen, *op. cit.*, p. 106.
- (35) cf. Sklar [1977], Chap. II, Sec. H.
- (36) 一般相対論を考慮にいれるときに、これまで述べてきたような問題は解消してしまうのではないか、という疑問に簡単に触れておきたい。一般相対論の方程式では、質量 \parallel エネルギーの分布によって時空の構造が定まる。したがって時間空間はまさに物理学の問題として処理しうるのであって、一般相対論が真であれば時間空間論に関する特別な哲学的問題は存在しないのではないか、という疑問である。これに対しては Sklar [1977] の議論が援用できる (p. 220)。一般相対論の方程式は微分方程式で与えられるから、それを解くためには質量の分布だけでなく、なんらかの境界条件を置かなければならない。この境界条件としては、自然な仮定として、無限遠でフラットなミンコフスキー空間になる、というような条件が取られる。物理学で無限遠とは、物理的作用の影響が無視できるほど小さい場所、ということを意味するから、ここでは物理的影響を受けない時間空間そのものが持つ特性が仮定されるのである。したがって、このような仮定に対してこれまで述べてきた様々な議論が起こりうる。一般相対論は新たな哲学的問題を突き付けることはあっても、それを解消してしまうことはないと思われ。

(37) Friedman [1983], Introduction は、相対性理論が論理実証主義の科学哲学に与えた決定的影響について論じている。

参考文献 (本文および註で言及したもののみ)

Einstein, A. 1952, "On the Electrodynamics of Moving Bodies", in *The Principle of Relativity*, Dover.

- Ellis, B. 1985. "What Science Aims to Do", in *Images of Science*, eds. Churchland, P. and Hooker, C. A., The Univ. of Chicago Press.
- and Bowman, P. 1967. "Conventionality in Distant Simultaneity", *Philosophy of Science* 34.
- Fine, A. 1973. "Reflections on a Relational Theory of Space", in *Space, time and Geometry*, ed. Suppes, P., Reidel.
- Friedman, M. 1973. "Grünbaum on the Conventionality of Geometry", in *Space, Time and Geometry*.
- . 1983. *Foundations of Space-Time Theories*, Princeton Univ. Press
- Grünbaum, A. 1974. *Philosophical Problems of Space and Time*, Reidel.
- Putnam, H. 1975. "The Refutation of Conventionalism", in his *Mind Language and Reality*, Cambridge Univ. Press.
- Reichenbach, H. 1951. *The Rise of Scientific Philosophy*, Univ. of California Press
- . 1957. *The Philosophy of Space and Time*, Dover.
- . 1982. "Philosophical Significance of Relativity", in *Albert Einstein, Philosopher-Scientist*, ed. Shilpp, P. A., Open Court.
- Sklar, L. 1977. *Space, Time, and Space-Time*, Univ. of California Press
- van Fraassen, B. C. 1980. *The Scientific Image*, Clarendon Press.
- . 1985. *An Introduction to the Philosophy of Time and Space*, Columbia Univ. Press.

(本稿は昭和六三・平成一年度文部省科学研究費補助金(奨励研究A)による研究成果の一部である。)

(筆者 なかがま・こういち 京都大学文学部(哲学)研修員)

Conventionalism in Space and Time Theory

by Koichi Nakagama
Research Fellow
Faculty of Letters
Kyoto University

The conventionalists in space and time theory assert that many characters of space and time are not their real properties but determined by the way we describe nature, and that in this sense they are conventional or definitional. We examine the origin and reason of this assertion and discuss its merits and flaws.

Special theory of relativity by Einstein and the thesis of conventionality in geometry by Poincaré are two main sources of conventionalism. They are concerned with the measurement and the coordination between geometrical concepts and physical concepts. Reichenbach finds that the philosophical significance of them is to recognize the definitional character of those many statements concerning space and time which were considered factual before. Especially he discusses the congruence of line segments and the simultaneity of the distant events. According to Reichenbach, these relations can not be discovered by measurement but measurement itself presupposes these relations, so that their meanings must first be defined by the “coordinative definition.”

The anti-conventionalists oppose this view, however, and argue that Reichenbach’s conventionalism is trivial in the sense that it is only one version of the “trivial semantic conventionality.”

Grünbaum defends the conventionalist’s thesis in terms of his distinction

between the intrinsic metric and the extrinsic metric. He argues that physical space and time have no intrinsic metric, that the metrical properties of space and time must be determined extrinsically, and that so conventionalism in space and time is not trivial but has an ontological basis.

But the distinction between the intrinsic and extrinsic metric is not so clear as it may seem, and we find that Grünbaum's approach is not fully successful. One reason of our criticism is that the extreme version of conventionalism, which seems to be entailed from Reichenbach's and Grünbaum's arguments, may wholly separate the scientific picture from our ordinary experience of space and time.

We regard van Fraassen's position as one possible development of the conventionalistic approach. He considers space and time as a logical space, which is a mathematical construction and which embeds the actually observable space and time relations. His argument is based upon a general philosophical thesis of "underdetermination of theories by the empirical data." But this latter thesis itself is a serious philosophical problem and in order to evaluate van Fraassen's position, we need the more elaborate analysis of this thesis.