

過 去 へ の 旅

雨 宮 民 雄

(奈良教育大学哲学教室)

(昭和56年4月30日受理)

タイムトラベルの実現可能性を以下に検討する。主題を「過去への旅」と限定したのは、タイムトラベルの引き起こす困難がもっぱら過去への向きに集中しているためである。「未来への旅」は相対論の出現以降、原理的には可能なものと認められている(宮沢 [32])。

論述の大筋を言えば、まず準備作業として、過去へ戻ることとを有意味とする時間概念の探索を行う。時間の本性に関しては意見の相異があるから、どのようなものとして時間を表象した時に過去への旅について有意味に語りえるかをはっきりさせておかないと以下の議論が空転する恐れがある。従来欠けていた視点である。次に、過去へ戻ることに関係する具体的な話題を四つ分析することによって、理論的可能性の度合と困難のありかを明らかにしてゆく。最後に、そこで明らかになった困難から抜け出る方策を三つ提案する。

なお、円環的時間やブラックホールについてもここで触れるべきかもしれないが、紙面の制約、及び、私の調べた関係論文にそれらが現われなかったことにより割愛する。また、議論はすべて物理的次元で行われる。心理的次元の話には立入らない。例えば、既に起きた飛行機事故の乗客の中に自分の息子が含まれていないことを祈るという場合、その祈りは過去に影響を与えようと試みていることになるから我々のテーマに関係してくるが、本稿では触れない(Dummett [10])。

I 「過去への旅」と三つの時間

我々の日常的時間表象は、直線とその上を辿る視点の動きとを合成したものである。即ち、直線上の各点は時刻という意味を与えられ、たの中の一点が「今」として視線を注がれる。視点の移動に従い「今」が移り行くと、その通過した跡が過去、未だ触れられていない部分が未来と言われる。つまり、ここには異質な二つの側面が含まれていることになる。一つは時刻の静的な集合であり、いま一つは、未だ無い未来がやがて現在となりさらに過去として消えてゆく、という生成消滅である。

ところがこれら異質な二側面の複合は、学者の目には不合理なものと映る。そのため、彼らは両者を分離し、その一方のみを時間の真の姿と看做す。

直線で表わされる順序づけられた時刻の集合の方を真の時間の姿と考える人々は、時間から生成消滅を排除する。時間は空間を構成する三つの次元と同質的な第四の次元であり、両者から形成される四次元の多様体が客観的世界である、とされる。ここには、より先の時刻、より後の時刻という順序はあるが、過ぎ去った過去、今ある現在、未だない未来という生成消滅の概念は存在しない。全ての時刻は対等にあり、ただ、時刻が違うという意味でだけ違っている。ラッセル(Russell [42])、グリーンバウム(Grünbaum [20])、スマート(Smart [46]、[47])、ウィリアムズ(Williams [60])、といった人々の抱く時間像である。マクタガートはこれをB系

列と名づけた (McTaggart [30] p. 458)。

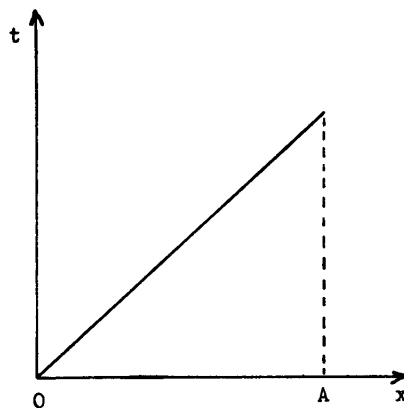
これに対して、未来が現在となり過去へと消えてゆくという生成消滅こそ客観的な時間の姿であると考えた人々がいる。彼らは、全ての時刻が一挙に与えられているようなB系列は時間を空間化し、動いているものを静止せしめる誤った時間像であると攻撃する。ベルグソン (Bergson [2])、ブロード (Broad [5])、ウィットロー (Whitrow [59] § 8)、チャペック (Čapek [6])、といった人々の立場である。マクタガートはこちらの時間表象をA系列と名づけた (McTaggart [30] p. 458)。

ここでいま、以上の三つ、日常的時間表象・B系列・A系列、のうちどれが正しい時間表象であるかを決めようというのではない。我々にとってさしあたり問題なのは、それら時間表象とタイムトラベルとの関係である。どれが過去へ戻ることを有意味とし、どれが無意味とするか、その所をまず調べる必要がある。

A系列に関しては見て取り易いであろう。A系列に於ては過去はもう消滅しているのであるから戻りようがない。そもそも「戻る」ということ自体、元来静的な空間的位置への帰還をいう。それを動いてやまない時間に転用することは時間の空間化ということになってしまう。A系列に於て何か起きる時、それは必ず新たに生成するのである。未来への向きしかこの時間には存在しない。よってA系列は過去へ戻ることを無意味化する。(直接の理由は異なるがこの派のウィットローやチャペックは明確にタイムトラベルの可能性を否定している。Whitrow [59] pp. 99-100、Čapek [6] § 4)。

B系列に於ては、過去の時点は現在と同等にあるから一見戻れそうに感ずる。しかし厳密に考えるならば、純粋なB系列には肝腎の「過去」という概念が欠落している。すべての時間点が一挙に(もちろん、同時に、ではない)与えられており、そこには先に視点の動きで表現されたような移りゆきはない。ウィリアムズによれば時の流れは神話である (Williams [60] pp. 164-5)。時は流れないから流れ去った過去へ戻るということもありえない。

そればかりか普通の空間的な運動すらこの世界像には含まれていない。例えば、空間を一次元と感じ、二次元多様体として世界を描くと、図1の世界線は等速直線運動を表わしていると解釈される。だが、この世界線そのものは単なる時刻と位置との対応関係以上のものではない。多様体の中に、O点からA点まで移りゆくという動きは見出しえないのである。これにともない、B



(図1)

系列にはタイムマシンやタイムトラベラーといった個体の概念も存在しえない (Smart [46] pp. 164-5)。生成のない四次元的世界の構成単位は、或る時刻、或る位置での点的事象である。個体はそれらの集合として定義されるにすぎない。今日の私の論文執筆と三十年前のよちよち歩きと、数十年後のタイムマシンへの可能的乗船とは、本来それぞれに独立した事象であり、ただそれらの集合が私の人生と名づけられるのみである。それらを繋ぐ世界線を辿る私なる個体は存在しえない。「辿る」という概念が存在しないのだから。

これに対して、A系列に於ては、何らかの個体がまずあり、その個体が種々な状態を次々に経験する。時の流れと、その流れを貫く個体とがそこにある。だが、このようにタイムマシンやタイムトラベラーの概念の成り立つA系列には、先述の如く、戻るべき過去はもうない。結局、A系列を採用してもB系列を採用しても、過去への旅は無意味ということになる。

一方、これら二系列の二側面を合わせ待った日常的時間に於てはその同じことが有意味である。これは明らかであろう。過去の出来事は生成の側面からは既に消滅したものであるという規定を与えられるが、同時に、一度起きたからには直線的に順序づけられた時刻の体系の中の或る位置を永遠に変わることなく割り当てられている。また、四次元的広がりには横たわる世界線を辿るということも視点の動きに示されるように有意味である。従って、時間を貫く個体もある。これらを合わせると、消滅したものである過去の過去へ時間旅行者やタイムマシンが戻ることは有意味ということになる。

さて、このような事情のもとでは、上記の三つの時間のうちどれが正しい時間表象なのか、ということが当然次の気懸りとなる。仮に、A系列もしくはB系列が正しいということになれば、過去へ旅する夢ははやくもここで崩れ去ってしまう。

しかし、さいわいなことに、そのような心配を無用にする事実がここにある。それは、A、B両系列とも、そのみせかけに反して、実は、それらのもととなった日常的時間表象と実質的に少しも異なるところがない、ということである。そのことを示そう。

A系列は過去・現在・未来の流れを以て時間とする。このうち過去は既になく、未来は未だなく、あるのは現在だけである。その現在が、言い換えれば、今が、次々に新生し、もとの今が消え去ることによって時間が成り立つと考える。チャペックはこれを「今の推移」transiency of 'now' と言う (Čapek [6] p. 453)。だが、今は本当に推移しうるのであるだろうか。第一に、今がいつも今であるならば不動ではないか。第二に、今が変化するならばその変化を可能にする超時間が必要とされよう (Williams [60] pp. 463-4)。第三に、今そのものは変化せず今の内容が変化するというなら、今の中に別な時間が流れることになるだろう。かくて、彼は、生成の原理だけによって「今の推移」を語っているはずはないことがわかる (Kant [26] A182, B224-5参照)。事実、彼は、空間軸とともに時間軸をも含む図を描いて議論をしている。本当に今の推移しかないというなら時間軸など意味を持つはずがないではないか。A系列にも、日常的時間表象と同じく生成のない延長が必須な要素として確かに含まれている。そして、その延長の上で今の推移が行われる。但し、前面に出てくることを禁じられているのである。

B系列の方は時刻の並置された総体を以て時間とする。各々の時刻は「より前」と「より後」(earlier-later) の関係に従って並ぶから、生成という概念はなくても出来事の時間関係は表現できる、とされる。しかし、時間的な前後の関係が空間的な前後の関係と質的に異なるのは何によるのか。それは、空間的に前にある物は後にある物と共に存在するが、時間的に前にある物は後の物が存在する時には既に消滅していなければならない、ということではないのか。B系列に

も単なる時間点の並置関係（これをマクタガートはC系列と名づけた。McTaggart [30] pp. 461-2。）以外に生成の概念がこっそり含まれているのである（McTaggart [30]、Broad [5] pp. 133-9）。スマートの *tenselessly earlier than* という如き言葉使いはトリックにすぎない（Smart [47] pp. 127-8）。また、ワイルやグリーンバウムは、客観的世界から生成をまず追いつき、次にそれを、意識あるいは心と物理的世界との出会いによって説明しているが、これも整合的でない（Weyle [55] p. 116, Grünbaum [20]）。生成のない世界には意識を持つ持続的個体は存在しないのだから。

詮まる所、A系列もB系列も実質上、延長と生成の相方を含む日常的時間表象と何ら変わるところがないことが明らかになった。となると、これら二つの側面がいかにして矛盾なく一つの時間表象へと結合せしめられうるかという点に過去への旅の有意義性の問題が収斂する。だが、時間論者達の間に先のような対立があることからわかるように、これは容易な問題ではない。実際、マクタガートはこの複合の可能性をきっぱり否定している（McTaggart [30]）。もっとも、彼が意識的に行なった作業は時間の非実在性を示すことであるが、彼が実在と呼ぶものは瞬間的出来事の並ぶ四次元の広がりであり、その広がり「過去・現在・未来」の系列を適用すると矛盾が生ずるということであるから、我々の観点からすれば、それは時間と実在との不適合の証明でなく、時間表象の二側面同士の不適合の証明とみなされる。（Broad [5] p. 140に於ける議論は外見が全く異なるにもかかわらず内容はここでの指摘に通ずるものがある）。とはいえ、広がり「過去・現在・未来」の系列を適用すると矛盾が生ずるということになれば時間はやはり崩壊に瀕する。いわんやタイムトラベルをやである。彼の論点は以下のようなものである。

過去・現在・未来という系列（A系列）は、出来事間の関係か、もしくは出来事の持つ性質である。まず関係と考えるならば、第一に、或る出来事が他の出来事より先に起きたという関係は永遠に変化しないものである。しかるに、A系列の方は変化する系列であるから、その一つの項をどれかの出来事に適用すると他の項はどの出来事にも当てはまらなくなる。第二に、過去・現在・未来という規定は相互に排反的であるにもかかわらず、出来事は皆、未来であったり現在であったり過去であったりするという風にそれら総ての規定を与えられる。これに対してもし、或る出来事Mは同時に現在・過去・未来であるのではなく、Mは現在である（*is now*）、Mは過去になるだろう（*will be*）、Mは未来であった（*has been*）、という時制の違いを持つから矛盾でないと言うならば、悪循環である。なぜなら、矛盾を含む系列を救うために矛盾を含んだ当の系列の可能性を前提しているからである。次に、A系列が、現在性・過去性・未来性という性質の交代であるとするならば、出来事Mの期待・経験・記憶は確かにそれら三つの性質の交代のように見える。だが、実際は同一のMにそれらの性質が交互に与えられるのではなく、期待・経験・記憶という三つの異なる出来事がそれぞれ未来性・現在性・過去性を持っているにすぎない。また、三つの性質は排反的であるから、先の「関係」の場合と同様、同一のMに述語づけられることは不可能である。

このように、マクタガートによれば、出来事の並んだ四次元の広がりの中に、生成を書き込むことは出来ない。この点は我々も同意しなければならない。けれども、このことは、生成が実在に適用不可能ということをも未だ意味していない。既に述べたように、生成を捨象した四次元多様体は実在そのものではなく、実在の表象の一側面にすぎないからである。それにしても、生成と広がりとは互いに矛盾するならば、この両側面を共に含んではじめて可能となる時間は、自己矛盾を含むものとなり、やはり実在との繋がりを断たれることにならざるをえないだろう。が、次

のように考えればこの袋小路から抜けられよう。

三角と四角は相反するものである。一方に他方を重ね合わせることはいくつかできない。仮にこれらが二次元の或る対象を表象しようとしているとするならば、どちらか一方がその現実の対象に一致する時、他方はその対象とは関係を持ちえない。また、もしも、その対象が三角と四角の両方を使わなければ表象できないとするならば、そのような対象は実在しないものと言える。ところが問題の対象が三次元の場合にはどうだろうか。三角柱を考えてみよう。それは一方から見れば三角、他方から見れば四角である。設計図に於ける正面図と側面図のように、三角と四角とは相補になって一つの対象を表象することになる。仮にこの時、三角に見える側の人が四角に見えると言う側の人を攻撃したり、あるいは、その逆であったり、さらに、三角と四角とはピッタリ重ね合わせられないから三角柱は実在しないと言ったりしたらおかしいものであろう。A系列の擁護者、B系列の擁護者、そして、時間の実在性を否定するマクタガートは、かくの如き誤りを犯しているのである。

彼らは、実在と表象とを同次元のものと看做してしまった。表象間の対立関係をそのまま実在の問題と考えてしまった。その結果、片面の時間表象を実在に押しつけたり、実在から時間を奪うことになってしまった。だが、実際に我々の使っている時間表象には生成消滅と広がりとの両方が含まれているし、それで我々は不都合を感じていない。ということは、それらの表象と実在との関係は、三角形や四角形と三角柱との関係に等しいと考えなければならないことを意味している。つまり、生成と広がりとは互いに相入れないにもかかわらず、共働して実在を表現しているのである。といっても、それら二側面が常に一緒に我々の意識にのぼるというのではない。鏡を見つめながら、花の色は移りにけりな、と嘆く時には全てがはかなく消えてゆくように思われるし、逆に、宇宙に思いを馳せる時には静止しただけ広い広がりのみがあるように思われる。一方が露になっている時、他方は死角になって見えない。しかし、依然としてそれは見えない側として露な側を支えている。生成にとって広がりとは、広がりにとって生成は、物体の裏側のようなものと言えよう。正面を物体の正面として見ている限り裏側も或意味で見えているのである。

このようにして我々は、過去への旅を有意義とする時間表象の正当性を基礎づけることができる。もちろん、基礎づけというには内容はあまりに貧弱である。相対立する時間表象の二側面が直接に結合される必要はなく、正面図と側面図のような関係として実在の或る一面にそれぞれかわっていると考えれば理論上の困難が消失するということを示したのみで、なぜ実在は二面的なものとして捉えられなければならないか、を示していない。日常的時間表象も実在を捉え損ねているということは考えられることである。しかし、これについては、我々がそのような二面的時間表象を使って現実に生きているという事実を訴える他にない。また本稿の目的としてはそれで充分であろうと考える。そこで、次に、具体的な話題に沿いながら過去への旅の吟味を進めていこう。

II 「過去への旅」の具体相

(1) ウェルズ型タイムトラベル

タイムトラベルの原点は、言うまでもなく、十九世紀末に発表されたウェルズの小説『タイム・マシン』である。現代文明の批判を狙うこの物語は大変面白い。ここでその筋を詳しく追う余裕はないが、邦訳がたやすく手に入る (Wells [54])。ウェルズの考案したタイムマシンは、

空間移動は伴わずに時間軸を自由に行ったり来たりできるとされている。主人公はこの機械に乗って八十万年後に行き、未来社会で種々な体験をしてから、さらに数百万年後の世界を見物して現代に戻ってくる。

哲学の側からまず問題とされるのは、この旅行に伴う時間経過のずれである。八十万年後にたとえば五分間で行くとする、八十万年が五分で経過するという矛盾が生ずる。のみならず、数百万年後から戻る時には、その時点からみて数百万年前の現代が数十分後にあることになる。

(Williams [60] p. 463)。

時間の唯一絶対性を前提する限りこの矛盾は避けえない。しかし、時間の進み具合は観測者の運動状態に依存することが特殊相対論によって明らかとなった。また、一般相対論によれば、物質分布によっても時間の進行は影響を受ける。即ち、時間は複数考えることが可能である。そこで、ここでも、客観的世界の時間とタイムマシンの時間とを区別して考えればよい。一方の数十万年が他方の数分であったり、一方の後退が他方の前進であったりすることは論理的矛盾ではない (Horwich [23] p. 433)。

ただ、このタイムマシンが空間上の同じ位置にあり続けることは不都合である。タイムマシン作動中の同じ位置の定義や、その同じ位置に侵入してくる他の物体とのかかわりの問題を別にしても、相対論によれば、空間移動なしでは、周囲と別な時間を所有すること、あるいは、場所による時間進行の差を利用することは不可能である。とはいえ、将来の物理学に於てもそれが不可能であり続けると断定することはできないから、これを以てウェルズのタイムマシンの現実性を否定することはできない。

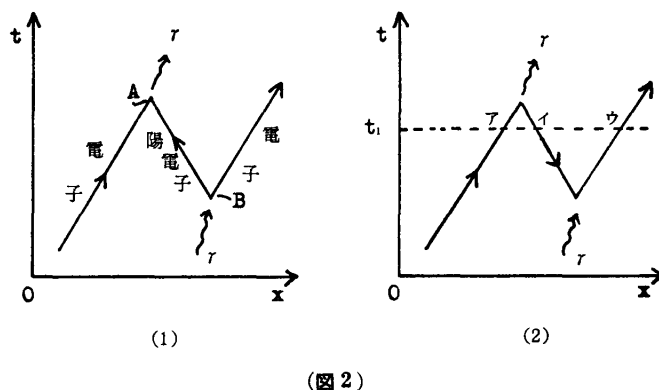
真性の哲学的困難は次のようなパラドックスの発生にある。タイムトラベラーの見た八十万年後の社会は、地下に生きる生産力を持った醜い人種と、地上で家畜のように飼われる美しい人種に分かれていた。彼からそのことについて聞かされれば、現代人は、おそらく人類の未来を救うべく画策するであろう。そうすると、八十万年後の社会はもっとましな状態になるはずである。すると、タイムトラベラーの体験した悪い社会は八十万年後の時点に存在しないことになってしまう。存在しない状態をタイムトラベラーはいかにして体験したのか。これは他の型のタイムトラベルにも生ずる難問であるから、後にまとめて論ずることにする。

(2) 陽電子の再解釈原理

ウェルズやその他の人々による SF の中にタイムトラベルがいかに頻繁に登場しようとも、それらが学的議論の機縁となることはない。タイムトラベルの問題を学問の領域に持ち込んだのは次の三つの物理学上の話題である。即ち、陽電子の再解釈、超光速粒子タキオン、ゲーデルの回転宇宙、の三つである。この節では最初的话题を取り上げよう。

電子の反粒子を陽電子と言う。陽電子と電子が衝突すると両者は消滅して γ 線が発生する。これを対消滅と言う。逆に、 γ 線のエネルギーがあれば真空から電子と陽電子とが対になって生ずる。これを対発生と言う。図2の(1)に於てはB点で対発生が起きている。発生した電子と陽電子はそれぞれ右と左に進み、陽電子の方はA点で別な電子と衝突して対消滅する。この過程には二つの電子と一つの陽電子とが登場する。

ところが、シュテッケルベルクやファインマンの示したところに従えば、BからAに進む陽電子は、逆にAからBへと進む電子と解釈することが可能である (Stückelberg [49], Feynman [15])。つまり、時間の正の向きに運動する陽電子は時間を逆行する電子と同一視できる。ここに電子が時間を逆行するというのは、電子の固有時間の経過に従って周囲の客観的時間の座標が



(図 2)

過去の向きへと減少することを言う。電子のまわりだけ客観的時間が逆に流れるというのではない。時間はそれ自身として考察された場合には常に進み続ける（大森 [35] §1、Čapek [6] p. 451）。ただ、別な時間との関係に於てはじめて逆行という意味が生ずるのである。物理学に於て方程式中の時間変数 t を $-t$ に変換することを時間反転と言うが、これは誤解のもとになる。時間があたかも終点で電車が折り返すように過去へと逆に進むことがありえるかのようなイメージを抱かせてしまう。しかし、 t から $-t$ への変換は出来事の順序の逆転にすぎない。そして物理法則が時間反転に対して不変というのは、その法則に従う或る物理過程の順序を逆にしてもやはりその法則にかなった現象になっているということである。（Earman [12] III、大森 [35] §1、Davies [8] §1.6）。

陽電子が時間を逆行する電子と同一視される時、図2の(1)は(2)となる。即ち、三つの粒子のかかわる過程とみられていたものが、たった一つの電子の散乱過程となる（Margenau [29]）。電子が時間を正の向きや負の向きにジグザグ運動をするのである。（もちろん、その間、電子の固有時間は進み続ける）。

この解釈の利点としてまず、普通の見方よりも同じ過程の扱いが技術的にずっと能率的になる。次に、真空中に於ける粒子の発生や消滅がなくなり、古典的な物質保存の法則が回復される。もっとも、エネルギーも物質の一形態と考えれば普通の見方にも格別困難はないが。また、三つの粒子を一つの電子の動きに環元する操作は、「存在は必要以上にふやすべからず」というオッカムのカミソリの原理にもかなっている。ただし、これは、裏返せば、再解釈原理の不利な側面とも看做されうる。つまり、同一時刻に同じ物が複数存在することが不自然に感じられるのである。図2の(2)に於て、時刻 t_i にはイロハの三つの同じ電子がある。これは常識からすれば不合理である。けれども、目を客観的時間から電子の固有時間に転ずればこの不合理は消えてしまう。それら三つには異なった三時刻が割当てられているのである。仮にまた電子の固有時間が導入されなかったとしても、三つの電子が同一であること自体に矛盾が含まれているわけではない。四肢と胴と首の六つはともに同一の私である。それらの間に一センチずつの間隙をこしらえたとしても今と同じように動きが連携するならばすべてが私であり続けるであろう。

しかし、これらは哲学的に見てさほど重大な問題ではない。再解釈原理に関して最も議論が分かれるのは、その現実的意味の有無である。再解釈原理はその名が示すように或る事態を普通とは別様に解釈し直すにすぎない。時間の逆行と言っても、そのことによって現象そのものに何か

変化がもたらされるというのではない。そこで、一方では好都合にも、再解釈原理はウェルズ型タイムトラベル等と違って深刻な不合理を引き起こす危険性を免れている。が、反面そのことは、電子が時間を逆行するというのは単なる表現上の言い替えにすぎず、実在の意味を有しない、という批判を生むことにもなる (Earman [12])。それほど極端でなくとも、電子による時間の逆行は理論的構成物であり、物理学的には有用であっても、虚数や負の数と同じように、現実的意味は持たない、とする意見も出る (Margenau [29])。

だが、電子の時間に於ける逆行が通常の陽電子の言い替えにすぎないと言うならば、逆に、陽電子は時間を逆行する電子の言い替えにすぎないと同等の権利で主張できよう。ここで、非ユークリッド幾可学の正当化の手続きが思い出される。クラインやボアンカレは非ユークリッド幾可学の模型をユークリッド幾可学の中に構成し、それによって両者が無矛盾性に関して一連託生であることを示した。これは非ユークリッド幾可学がユークリッド幾可学に吸収されてしまうことを証明したのではない。一方が正当ならば他方も同等に正当であることを証明したのである。

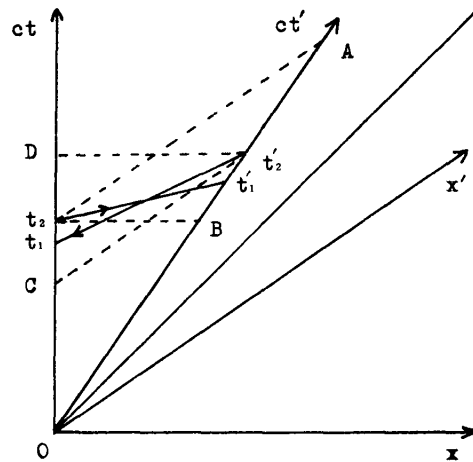
陽電子の再解釈も状況は似ている。時間を逆行する電子が陽電子の解釈にすぎないから、陽電子のみ現実的で時間を逆行する電子は現実的でないと決めつけるのどうであろうか。むしろ解釈にすぎないからこそ、一方が現実的ならば他方も同等に現実的であると言うべきではなかろうか。電子の固有時の向きと周囲の時間の向きが一致していることが有意味ならば、両者が逆になっていることも有意味であろう。そして、現実には起きている或る現象が、そのような逆向きの時間関係によって記述されうらば、その現実性を拒否する根拠は心理的抵抗以外のどこにも見出しえないのではないか。

とはいえ、電子が時間を逆行したとしても、現象としては何も新しいことは起きないという事実は残る。この話題に於ては、時間を逆行することが現実的意味を持つことの確認で満足しなければならない。

(3) タキオン

粒子の質量は速度によって変化する。静止質量を m_0 とすれば、運動中の質量 m は $m = m_0 / \sqrt{1 - v^2/c^2}$ である。この式からわかるように、速度が光速に近づくと質量は限りなく増大する。よって、粒子はどのような力を加えられても光速を超えることはない。しかし、この事実は、超光速粒子の存在まで禁止してはいない。禁止されているのは光速以下の粒子を超光速へと加速することである。生まれながらに超光速で運動している粒子があってもよい。素粒子物理学に於ては粒子の発生・消滅はありふれた出来事である。発生した粒子が超光速の場合質量公式の分母は虚数になるが、分子、即ち、静止質量も虚数と考えれば運動中の質量は実数となる。超光速粒子は普通の粒子とは逆に光速以下にはなれないので、光速を超えない観測者との関係を考えると静止質量が虚数であっても物理学的に不都合はない。ファインバークはこのような粒子にタキオンという名を与えた。ギリシャ語の早いという意味の $\tauαχ\iotaς$ に由来する名である (Feinberg [16])。タキオンが存在するか否かについてはいくつかの実験が行われているが、まだはっきりした結論は出ていない (本間 [22])。

今仮に、このようなタキオンが存在するとするならば、我々はこれを利用して過去へ信号を送ることができる。そのためにはロケットの協力が必要である。協力するロケットの出発する時刻及び位置を原点にとり、その進行方向を x 軸とする。ロケットの速さは v と考える。その時、我々の座標系 (t, x) とロケットの座標系 (t', x') との間には $t' = t - (v/c^2)x$ 、 $x' = x - vt$ / $\sqrt{1 - \beta^2}$ 、 $\beta = v/c$ の関係がある。ロケットの世界線 (t' 軸) とロケットに於ける時刻 0 の線 (x'



- A ロケットからみて t_2 と同時刻
- B 我々からみて t_2 と同時刻
- C ロケットからみて t'_2 と同時刻
- D 我々からみて t'_2 と同時刻

(図 3)

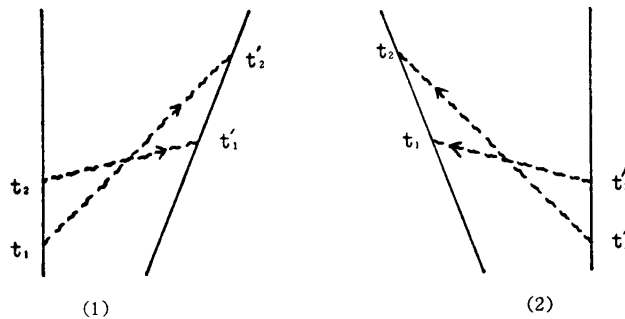
軸)は、それぞれ、 $x = \beta ct$, $ct = \beta x$ で表わされる。図 3 では簡単のため t, t' に c をかけたものを時間軸として採用している。また、ロケットと我々の相方に、タキオンの発信機兼受信機を備えつけておくものとする。

さて、ロケットが出発した後、時刻 t_2 に於て我々はロケットに向かって $c/\beta (>c)$ より速いタキオンを発射する。このタキオンはロケットから見て t_2 と同時刻に当る A より以前にロケットに達する。その時刻を t'_1 とする。 t'_1 でタキオンを受信したロケットは、その後間もなく t'_2 に於て我々に向かって別なタキオンを発射する。この時、ロケットから見て t'_2 と同時刻に当る C は t_2 より以前であるから、ロケットから発せられるタキオンの速さを適当に調節するならば、そのタキオンは C と t_2 の間の時刻 t_1 に於て我々に達する。つまり、我々もロケットもそれぞれの観点からは未来に向けてタキオンを発射したにもかかわらず、送った信号に対する応答は過去に戻ってくるのである。この一連の過程により我々は過去へ信号を送ることができる。

しかしながら、こうした変則的因果関係を消去してしまうかに見える別な記述の仕方がある。それは次のようなものである。

我々から時刻 t_2 に発射されたタキオンがロケットへ到達する時刻 t'_1 は、時刻 B (我々から見て t_2 と同時刻) よりはもちろん後であるが、A (ロケットから見て t_2 と同時刻) より前である。つまり、両座標系の間で、発射と到着の時間順序が逆転している。一方、この時間順序の逆転には必ずエネルギーの符号の逆転が伴うことが示される。即ち、我々から発射された正エネルギーのタキオンは、ロケットからは負のエネルギー状態にあるタキオンとして観測される。そこで、両方の逆転を合わせると、我々にとっては正エネルギーのタキオンが正常な時間関係に従ってロケットに吸収されたと見えるその同じ過程が、ロケットからは、負のエネルギーのタキオンが時間を逆行してやってきたものと見える。ところが、負のエネルギーの吸収は正のエネルギーの放出と同じことである。よって、結局のところ、ロケットの方でも自分から正のエネルギー

一のタキオンを未来に向けて放出したと解釈することになる。同様に、ロケットからタキオンが送り返されてくる過程も、我々の座標系からは、逆に我々の方からタキオンを放出しているように見える。そうすると、先の往復過程は実は、我々の系からもロケットの系からも二個の正エネルギー状態のタキオンが放出された過程と解釈され、過去へと向かう閉じた経路は消失してしまう（図4）。



(図4)

ファインバーグ等は、このような記述の仕方の変換によって、現在の原因が過去へ影響を及ぼすというタキオンの存在に伴う異常事態が取り除かれると考えている (Feinberg [16]、Bilaniuk 他 [4])。けれども、それは誤解である。図4の矢印が示すものは放出と吸収との関係であり、原因と結果との関係ではない。後者は前者と違い、座標変換に対して不変なのである (Rolnick [41])。 t'_2 と t_1 (簡単のため時刻と出来事を同一視する) との間のタキオンのやりとりをロケットから見ると t'_2 が放出口で t_1 が吸収口である。一方、同じ過程を我々の座標系からみると t_1 の方が放出口で t'_2 は吸収口となる。放出と吸収の関係は確かに観測者によって異なって見える。だが、放出と原因、吸収と結果、は同一ではない。例えて言えば、床から掃除機がゴミを吸い取る時、床の方が原因であるとは誰も思わない。ロケットから見て放出口である t'_2 が我々から見て吸収口となっても、それはロケットから見て原因であったところのものが我々から見て結果になることを意味しない。 t_1 で起きたことは、それがタキオンの吸収であれ放出であれ、 t'_2 に原因を持つ「結果」である。(すべての地点で正エネルギーのタキオンを吸収・放出する閉じた経路を工夫した Pirani [37] も、それに反論する Parmentola 他 [36] も、ともに原因—結果の関係と放出—吸収の関係を同一視している)。我々の信号を受けてロケットが我々に信号を送り返したという因果の鎖は記述の仕方の変化によって少しも影響されない。ただ、結果の方も我々の系からは原因と同じくタキオンの放出として観測されるという意外性があるだけである。

原因が未来にあり、結果が過去にある、というのは異様に見える。しかし、因果関係と時間の前後関係とは、その概念内容を異にしている。原因が先で結果が後の場合とその逆の場合とは同等に可能的である。例えば、乱数表に従った間隔で何か或る作業を行なった時、それ以前の時間帯に於てそれとぴったり一致する間隔で何かが起きていたことが発見されたとすれば、それを、時間的には前とは言え、先の作業の結果と見なすことは自然であろう (Newton [33])。これは非常に考えにくい状況であるが、ありえないことではない。

だが、タキオンによる過去への通信が可能とすれば次のようなパラドックスが生ずる (Rolnick

[40] に多少手を加えた)。今、我々のタキオン発信＝受信機に図3の t_1 に於て何事も起きなかった時、その時に限り、 t_2 に於てタキオンを発射することにする。仮に、 t_1 に於て実際何事も起こらず、 t_2 に於てタキオンが発射されたとすると、その結果 t_1 でタキオンの放出が起きる。放出が起きると方針に従い t_2 ではタキオンは発射されない。発射されなければ t_1 では何事も起こらず、こんどは t_2 で発射しなければならなくなる。 t_2 が t_1 より後であるから最初の方針は少しも不合理を含んでいない。ここでのタキオンは古典的な粒子と考えているわけであるが、仮に時間や速度に於ける量子力学的不確定性を考慮しても事態は改善されないことがロルニックによって示されている (Rolnick [40])。

内容的にみてこのパラドックスが(1)の第三の問題と一致していることは明らかであろう。時間的出来事は、過去を土台とし、その上に未来方向へ順に積み重ねが行われて成り立つ。過去は未来のよって立つ根拠とも言える。その根拠である過去へ未来の側から逆に干渉することが可能となると、自分で自分の足を切り落すようなことになる。とうてい受け入れられそうにない。これはどう考えたら良いのか。もう一つ的话题に触れて後、この点に立ち返ろう。

(4) ゲーデルの回転宇宙

1949年に発表されたゲーデルの相対論的宇宙モデルは、それまでに知られていた宇宙モデルと比べ、時間概念に関して大きな相違を示していた (Gödel [17])。即ち、それまでのモデルに於ては宇宙に散らばる基本観測者(周囲の物体の平均的運動に合わせて運動している観測者)の間に普遍的に通用する宇宙時間を定義することが可能であったのに対し、ゲーデルのモデルの場合、物体が慣性の局所的コンパスに相対的に回転運動をしているため、そのような時間合わせは不可能である。いいかえれば、時間の流れは局所的にしか意味を持たない。のみならず、この宇宙にあっては、宇宙ロケットは、常に周囲の客観的時間の正の向きに運動しながら、しかも、自己のスタート地点の過去に戻ることができる。閉じた時間的世界線が存在するのである(閉じた世界線を許さない回転宇宙のモデルもある。Whitrow [58] p. 573)。もちろん、タキオンと違ってロケットの速度は光速以下でかまわないし、過去のどこに戻るかは自由に選べる。また、過去へではなく、宇宙をぐるっと回ってスタート地点の現在や未来へ戻ることも可能である。これはまさしく時間旅行そのものと言えよう。ウェルズのタイムマシンの現代版である。

1961年にチャンドラセカールとライトから、ゲーデルのこのような結論に対して異議が申し立てられた (Chandrasekhar & Wright [7])。だが、間もなく、イヤーマンとスタインによって独立にその異議の誤りが指摘された (Earman [12], Stein [48])。また、ゲーデルの提出した解は膨張を含まない静的な解であるが、膨張を含んだ回転宇宙の解も存在することが彼自身により同じ年の別な文中で言及されている (Gödel [18] p. 457)。

しかし、残念なことに、回転宇宙は膨張を含むものであっても現実味は大層薄い。現在の標準的宇宙観によれば、宇宙全体は原始火の球から今日に至る百数十億年の歴史を共有している。つまり、我々の住む現実の宇宙は、ニュートンの絶対時間の概念をある意味で受け入れうるほどに整ったものであるらしい。だが、何といても宇宙は広い。芥子粒にも満たない小さな地球上からその全容をうかがい知ろうとする時には実際のところ 仮定につぐ仮定を重ねている。早急に決定的結論が下せるとは思えない。それに、宇宙全体としてゲーデル模型に適合しないとしても、宇宙の一部の物質分布や流れを変形して回転小宇宙を建設することは原理的に可能であろう (Stein [48], p. 594)。(ゲーデル解は、マッハ原理を一般相対論が完全には満たしていないことを示す解としても有名くらいであるから、この言い方は多少問題を含むが)。

ところでゲーデルは、タイムトラベルが可能となった場合、時間旅行者が過去の自己の近くに帰り、そして、自己の記憶にはないことを昔の自己に向かってしかけるようなことにならないか気遣っている。ただし、彼は、このことが自己の解を排除する根拠となるには、それが現実に行き渡るものでなければならないが、タイムトラベルを納得のゆく時間内に為し遂げるために要するロケットの速度は実際的可能性をはるかに超えた高速であるから、彼のモデルがア priori に否定されることはない、と言っている (Gödel [18] pp. 456-7)。もちろん、このような弁護の仕方は受け入れ難い。技術的問題などを持ち出す場ではないのだから。

ゲーデルのこうした心配をより論理的に仕上げたのが、次の、イヤーマンの提出したパラドックスである (Earman [13])。これは形に於ても内容に於てもタキオンについての先のパラドックスと一致する。時空の一点に於てその点に於ける光円錐の過去の領域に探索ロケットを送り込める宇宙空母を考える。この空母は、安全スイッチがオンになっていない限りは探索ロケットを発射するように仕組まれている。一方、その安全スイッチは探索ロケットが過去へと戻ってきた時にはオンになるようにセットしてある。それでは、空母から探索ロケットは発射されるのか否か。発射されるとするならばそれは過去へと戻ってきて安全スイッチをオンにするから発射されない。発射されないとするならば安全スイッチはオンにならないから発射される。

これは致命的な困難にみえる。が、このようなパラドックスが生ずることを以てただちにゲーデルの回転宇宙を排除するという考え方には同調し難い。同じアインシュタインの重力方程式の他の解は現実の宇宙を描写するモデルとして使用されているのである。出生が同じである以上、同様に現実的意味を持ちうると考えるのが自然ではなからうか。タイムトラベルを許すか否かを踏み絵にして解を選り分けるよりは、反対に、タイムトラベルを許す解があることを根拠に、それになかった時空表象を案出してみるべきではないか。

III 困難の解決

前節に現われた三つのパラドックスは共通の根を持っている。それは、閉じた因果の鎖が存在することである。普通、原因と結果との関係は一方方向的である。何かが起きるとそれに促されて他の事が起き、さらにそれに規定されて他の何かが起きるという具合にして一つの脈絡ある世界が漸次形成されてゆく。ところが、タイムトラベルや過去への通信が許されるとこの一方方向的繋がりは乱され、結果が逆に原因に作用してこれに変化を与える。そうして、原因の変化は当然その結果にはね返ってくるから、ここに自己破壊的な状況が生ずることになる。

ウェルズ型タイムマシンの場合には、80万年後を経験した科学者の持ち帰った情報は当の80万年後を書き替えてしまう。そのため、タイムトラベラーが経験した書き替え前の有様は、いったい夢であったのか現であったのか不明になる。また、タキオンの場合には、タキオン放出の条件であったタキオン発信機の平穩状態はその放出の結果によって打ち消され、原因となったタキオンの放出自体がなかったはずのこととされる。さらにまたゲーデルの回転宇宙では、探索ロケットの発射を許す安全スイッチのオンの状態は、やがて一周してきた当のロケットによってオンに切り換えられ、ロケット発射の実現が阻止される。

こうした自己破壊的な状況は、しばしば、よりドラマチックに次のようなパラドックスへと集約される。タイムトラベラーは自分が子供だった頃に旅をする。そして、子供である自己にピストルを向け引き金を引く。弾丸は子供に当たり子供は死ぬ。すると当然、生長過程はそこで止まる。

その結果、成人のタイムトラベラーはこの世には存在しないことになる。存在しない彼がいかにして引き金を引いたのか。

結果が常に先へ先へと現われる世界では、一度起きた出来事は永遠にその現実性を保証され、世界は刻々とその実在内容を豊かにしてゆく。けれども、結果が既に起きた事の上にふりかかるとなると、せつかく生起したことがそれと連なっている事共諸共に崩れ去ってしまう。書いたそばから訂正をせまられる原稿にも似て、いくらたっても世界の内容が定まらない。これは、我々が常識的に世界あるいは現実と呼ぶものの崩壊を意味する。

そこで、我々はどうしても出来事の確定性、即ち、一度起きたことは変わらない、という有り方を実在の基本的性格と認めざるをえない。この性格がなければ事実も夢幻の如く把まえどころがなくなってしまう。いや夢幻でさえ、それが一つの心理的出来事である限り、或る時、或る人の心の中に起きたということは永遠に変化しない。ただその内容が不定なのである。これをもう少し論理的に定式化すると、「或る時点で真な命題は、それ以降ずっと真であり続けなければならない」(Harrison [21])、或いは、「Pが現在時制の命題で P' がそれを過去時制に直した命題の時、Pが今真ならば、P' はこの先ずっと真であり続ける」(Thom [51] p. 211)、という規則があることになる。これらの規則を破らずに、しかも過去へ戻ることの出来る道を我々は捜さなければならない。

はじめに、パラドックスに対する最も速効性のある処方から調べてみよう。それはパラドックスの引き金となる事件の起きる可能性を禁止してしまうことである。四つ挙げたパラドックスは本質的に皆同一であるから四番目のものによって代表させると、この場合、成人の時間旅行者が子供の自分を射殺することは不可能である、として退ぞける道が最も簡便である。無論、そのような禁止の物理学的根拠がないという反論も当然なされるが(Gorovitz [19] pp. 366-7)、必ずしもその反論は妥当でない。身近な例を上げれば、我々は物体に力を加えることによってこれを移動することができるにもかかわらず、自分の坐った椅子を持ち上げることは角力取りと言えども出来ない。これと同じように、時間旅行者は他人にピストルを発射することはできても、幼い日の自分に対しては不可能、と考えることにさして不自然さはない。他のパラドックスについてもそこで設定された条件を実現不可能と看做せばよい。これで当面の困難は解消される。

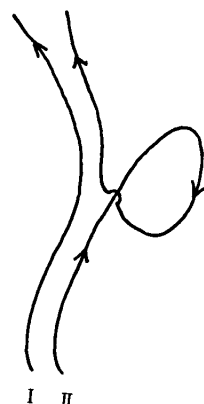
しかしながら、パラドックスは、それさえ除けば困難が全て消失するという性質のものではなく、ただ単に、困難な状況を極限化して定式化した、いわば戯画である。問題の本質は、既に起きてしまった出来事の現場へ再び戻るという行為が、その出来事の内容を乱すという点にある。たとえ幼児期の自己に発砲しなかったとしても、過去へ戻ったということだけで、定まっていたはずの現実に修正を加えることになる。このような、事実の確定性の侵害という一般的困難こそが問題である。

我々はここで次のことに注目しよう。即ち、タイムトラベルが行われると、同じ時刻、同じ場所が二度に数えられることになるということである。はじめに何かが生起し、次に再び同じ時刻・同じ場所で他の何かが起きる。すると、一度目に起きたことが、二度目の出来事によって書き替えられ、実在の確定性が破棄される。少くとも今はそう見える。これに対して、閉じた世界線がない場合、或る時刻・ある場所では、或る出来事が一回限り生起し、そのまま永遠に変わることなくそこに有り続ける。一回性が守られる限り、その出来事の確定性は保証されるのである。なぜなら、仮に何らかの変様をその出来事がこうむるとすれば、その変様も一つの出来事であるから、もともとの出来事と合わせて二つの出来事が同一時刻・同一場所に存在することになり、

一回性の前提に矛盾するからである。 $(\sim q \supset \sim p, \therefore p \supset q)$ 。

そこで、一回性を破らずにしかも過去への旅行を実現させる道が困難の解決策として有力である。この道は一見そう感じられるほど複雑ではない。これまで、過去へ再び戻るとか、結果が過去に再び現われるとか考えてきたわけであるが、この「再び」と形容される当の出来事が、はじめから一度目の出来事に含まれていると捉え直せば、同じ時刻、同じ場所で二度、出来事が起きなくて済む (Dwyer [11])。

ライヘンバッハの例を引こう (Reichenbach [38] pp. 141-3)。図 5 の I と II はともに人の世界線を表わす。(II の方は閉じているが完全にもとの点と一致するのではなくその近傍に戻る)。物語はこうである。II の世界線の若者が自分に似た年上の男に会う。その男は、若者のことを、若い頃の自分自身に他ならないと告げる。そして、若者の現在の境遇はおろか考えていることまで知っている。のみならず、若者が将来彼の立場に立ち、自分自身の若い頃に出会うだろうと予言さえる。若者は薄気味悪がってその男を気違い扱いする。その場に居合わせた I の世界線の人間も同じように男をうさんくさい目でみる。さて、男はニヤニヤしながら去り、I の人間も同じ方向に去って、若者はその場のことを忘れてしまう。数年して彼は自分に似た年少の男に会う。そして、それが若い頃の自分だと気づき、前に男がやったと全く同じに、若者の現在の境遇や考えていることを言い当てる。さらに、若者が将来自分の立場に立つであろうと予言する。若者は薄気味悪がって彼を気違い扱いし、そばに居合わせた I の人間も同じ目で見ると。やがて彼は「今にわかる」という思いで薄笑いを浮かべながら、若者から離れる。I の人間も同じ方角に歩いてくるのを見ながら。



(図 5)

ここにはタイムマシンやロケットは登場しないが、それが当面問題となっている事柄に本質的でないことは言うまでもない。重要なのは、始めから未来の自分を含んだ出来事が若者の身に起きるところである。II の人間の固有時間からすれば二度の出来事も、客観的には一度しか起きていない。仮に男が I の人間に向かって以前自分が若かった頃会ったことがあると言っても否定されるはずである。II の男は若い頃の自分がいる過去に年を重ねた自分を新たに現わすのではなく、年上の自分も既に居る過去に戻るのである。これは、過去を乱さないようにタイムトラベラーの行動に制約を加えるというのと根本的に違っている。つまり、前の出来事を乱さないように次の出来事を重ねるというのではなしに、重ね合わせのそもそも存在しない一回きりの出来事として自己への対面を考えるのである。こう考えるならば、その場で展開された事柄は一回限りのことであるから再び変様されることなく永遠に保存され、閉じた世界線が禁じられている場合と同様に世界はその実在内容を刻々増してゆくことになる。

ただ、普通の場合と異なるのは、物語の生起の仕方がそれ以前の段階で何が起こったかによって規定されるばかりでなく、それ以降に起きるはずのことによっても規定されている点である。つまり、個々の出来事は、あらかじめ未来を見越してそこで起きることと辻褄が合うように起きるのである。これは一見奇妙に見える。しかし、通常の因果律に於ても現在を規定しているものは既にある過去の出来事である。とすれば、未だないものによっても影響を受けることが不合理ということはなかり。どちらも原因が無の領域に属している点で対等である。のみならず、我々が過去を反省しながら同時に未来の目標を心に描いて行為するのになぞらえるならば、一方向的

影響よりはむしろ自然であると言ええる。

元来、時間順序と因果の順序とは異なった概念である。それらが事実として一致していようと、分離して理解すべきものである。どちらが原因でどちらが結果であるかによって時間的順序を決めようとする時間の因果説でさえ、この認識の上に立ってはじめて可能である。実は、ここに引用した物語も、ライヘンバッハにより、時間の因果説への予想される反例の一つとして挙げられたものであるが、彼の再反論は弱腰である。つまり、彼は、同時に二人の同一人物が存在するという帰結が生ずることを理由に、この物語のような、時間順序に逆らう因果関係の現実性を拒んでいるが、それにもかかわらず、その論理的可能性の方は認めている (Reichenbach [38] p. 143)。だが、論理的可能性さえ認められれば、我々にとっては充分である。なぜなら、二人の自己の存在の方は、現代物理学の教える突飛な諸事実に馴らされている我々にとって、苦になるほどの非常識ではないのであるから。

ファインマン・ウィーラーの遠隔作用電磁気学には、この、未来から過去への因果作用が正当な物理概念として次のような形で登場する (Wheeler & Feynman [56], [57])。彼らの電磁気学に於ては、ファラデー以来の電磁場の存在は否定され、荷電粒子に働らく力は他の粒子からの遠隔作用にのみ求められる。電磁気学の量子論を脅かす無限大の困難の元凶が場の概念にあると信じられたための処方である。ところが、この遠隔作用の理論によると、荷電粒子を運動させる時に生ずる副射抵抗を説明することがむずかしくなる。副射抵抗は荷電粒子の運動と同時に生ずる力であるが、遠隔作用理論に於ては、その力は粒子の運動の影響が他の粒子に及んでその反応が返ってくるまでの時間だけ遅れて生ずるはずだからである。一方、マックスウェルの方程式は、遅延解と先進解の仕意の一次結合を解として許容する。前者は普通の電磁波であるが、後者は過去へと伝わる彼と解釈できる。こちらは普通には使われないが理論的な根拠にもとづく排除ではない。そこで、荷電粒子が運動する時、その因果作用は未来と過去の両側に半分ずつ伝わると考える。すると、距離 d だけ離れた粒子へは $t=0$ に発せられた作用は $t=+d/c$ と $t=-d/c$ に達する。即ち、当の粒子が動く以前にその影響の半分が他の粒子に達するのである。その結果、影響を受けた粒子は、それに対する応答を丁度 $t=0$ にもとの粒子に達するように返すことができる。これが運動と同時に粒子に加わる副射抵抗である。

もちろん、過去へ伝播する波は観測されない。厳密に言えばそう言い切ってよいかどうかは問題であるが、少なくともこれまでの経験では、粒子が何もされないのに突然副射エネルギーを得て励気状態に移るようなことはない。だが、その理由は現実宇宙の特殊な条件に帰することができる。即ち、次のことが証明される。宇宙が全体として電磁波の完全吸収体をなしていると考えれば、宇宙内の全荷電粒子が $1/2$ 遅延波と $1/2$ 先進波を発しつつ互いに辻褄の合うように釣り合っている時、それらの波はうまい具合に打ち消し合ったり強め合ったりして結局普通の完全遅延波のみが観測される世界となるのである。

しかしながら、出来事の一回性を保存したままタイムトラベルを実現させるために、これにならって未来への通常の因果作用と未来からの変則的因果作用とを同等に扱った場合、過去と未来とは一面で同質化されることになるから、時間の方向性は薄れ、時空の全局面が一挙に与えられた静的世界像に陥りやすいことは否めない。あたかもジグソーパズルの如く、個々の場面はその役割を全体によってきっちり決められてしまい、自己無撞着という条件のもとにがんじがらめにされる。常に新たに生成してゆく世界というイメージが維持し難くなる。

けれども、この点は、因果の方向が未来に限定されている場合にも同様に起きる困難である。

現在が過去によって決定され、未来が現在によって決定されるならば、過去・現在・未来が一挙に与えられたも同然である。現在が未来を結果としてのみ従えるか、原因としても予想するかにさしたる差はない。いずれの場合にも、世界の一部が与えられるならば全体も内容的には与えられてしまっている。仮に、両者の間に差があるとするならば、それは次の点であろう。即ち、一方向の因果性の場合には、内容的に決定されているとは言え、実在面では序々に個々の場が現象するのに対して、両方向の因果性の場合には、未来も原因性を持つものとして過去と同じく既に存在しているものの領域に組み込まれ、かくて、生成一般が無意味化されるように見えることである。しかし、この見方には既に、原因性と既存性とを同一視する誤謬が入りこんでいる。実在するか、実在したか、どちらかでなければ原因とはなりえないとするのは、単に過去から未来方向への因果性しか存在しないとする主張を言い替えたにすぎない。いまだかつて存在したことのないもの、これから存在するものが原因であるということに論理的な矛盾はない。

このように、未来からの因果作用の含む難点は、因果律一般がもたらす困難と同じであり、それ以上ではない。従って、始めから未来人を含む現象が生起したからといって、そうでない場合と根本的に異なった困難が生ずるわけではない。例えば、あらかじめタイムトラベルを予想して生起した過去へ戻るのならば、タイムトラベラーの自由意志はどうなるか、といったことも気にかかるが、それは普通の因果律に支配されている世界でも起きる問題である。ここで特に取り上げる必要を認めない。

こうして、過去への旅や過去への通信の可能性をはばむかに見える種々のパラドックスやその他の困難は、既に一度生起した過去へ改めて戻るのではなく、あらかじめ、戻ることを含んだ過去が生起していると考えることによって除かれる。出来事の一回性が実在の基本的要請である確定性を含意することから、その一回性を破らないようにしてタイムトラベルに意味を与えたわけである。だが、これは一つの解決策にすぎない。残念ながら、我々のテーマは、たった一つの解決策を以て充分とすることができるよう具体性を備えていない。ひょっとしたら蜃気楼かもしれない目的地を我々はめざしているのである。従って、あらかじめ考えられる限りの道筋を考慮しておくことが賢明であろう。我々はさらに、別な角度からの検討を加えたいと思う。

今みてきたように、出来事の一回性が保たれるならば確定性は満足される。けれども、一回性が破られたからといって必ずしも確定性が乱されるということにはならない。 $p \supset q$ から $\sim p \supset \sim q$ は帰結しない。そこで、既に起きたことの確定性を損なわないような具合に一回性を除去することによってタイムトラベルのパラドックスを回避するという別な道を探ってみよう。

事実はすべて偶然性を持つ。偶然性とは、現にあるとは別様にありうる可能性を言う。現実には何かが起きる時、それは、そのように起きなくてもよいものとして起きる。いや物事はすべて起きるべくして起きるのだ、と言われるかもしれないが、その場合の必然性は、特定の原因に相対的な必然性のことである。別な原因があればまた違ったあり方をする。例えば今、私は諸々の条件に促されてこの原稿を書いている。だが、気分と体調次第では、何もせずに寝ころがっていることになったかもしれない。同様に、すべての事実は、それが現にあるとは別なあり方をとる可能性を孕みつつある。

ところが、この別様にありうる可能性というのは、我々が日常何気なく使う気軽さからは予想されない重要な意味あいを含んでいる。というのは、我々はよく「単なる可能性にすぎない」などと口にするように、可能性を現実性から遊離したものと考え勝である。が、可能性とは、実は

現実にかくかくでありうる可能性のことにほかならない。言い替えれば、或るあり方の可能性が云々される時、あらかじめ、そうあることの現実性が了解されていなければならない。現実性から切り離された可能性は中身の無い空虚な名前にすぎない。そこで、私が今机に向かっていることが偶然であり、寝ころんでいる可能性もあるというのが本当ならば、机に向かっている当の私が、そのあり方を取り消し、替りに、寝ころんでいるということも現実でありうるものでなければならぬまい。実際に寝ころぶ必要はないとしても、それが現実化される可能性は保証されていなければならない。言うまでもなく、「今この時に」である。しかし、時間が経過した後ならばともかく、今事実机に向っている私が、どうやってその現実的状態と寝ころんでいる状態とを現実置き換えることができるのか。

現実寝ころぶべくとも想像できればよいと考えるかもしれない。が、その想像は、私が寝ころぶこと一般の想像ではなく（そのような抽象的可能性では具体的偶然性を保証しえない）、やはり、現実今寝ころんでいる様の想像でなくてはならないであろう。もちろん、事実としては机に向かっていることを承知した上での想像である。とすれば、ここで想像という概念を持ち出しても事柄がより理解しやすくなるわけではない。なぜなら、或るあり方と他のあり方を入れ替えるという想像は、もしそれが一般論としての想像でなく、現実起きうることの想像であろうとするならば、あらかじめその想像内容の現実的可能性を前提せねばならず、そうなると、想像可能性から想像される内容の現実的可能性を導くことは、とりも直さず、論点先取ということになるからである。現実ありえないことはそれが現実ありえると想像することはできない。現実性の想像の範囲は現実性の範囲より広くない。従って、現実ありえなくとも想像することはできるとするのは錯覚であり、その錯覚は、現実であることの想像と抽象的想像との混同に由来する。

「想像」の替りに「論理的可能性」という概念に救いを求めても同様である。確かに「私が机に向かう」という命題と「私が寝ころぶ」という命題の間に論理的優劣はないから、一方が現実である時、同等に他方も現実的でありうると言えよう。だが、あくまでもそれは命題と実在との一般的関係の上の話である。特定の事実に関するものではない。私についての種々な命題は、矛盾さえ含まなければどれも同じように私の現実を表現しうる。そのかぎり、実在一般との関係に於ては一つの命題を現実と考える替りに他の命題の方を現実と考えることは自由である。しかし、そのことは、特定の命題と結びついた実在内容が他の命題によって表わされる実在内容と現実に入れ替えるか否かという問題とは無関係である。つまり、論理的に可能な状態というのは、特定の現実に関連的なそれではないから、個々の事実の偶然性を示す役割を果たしえない。かくて、想像に訴えても、論理に訴えても事態は改善されないことがわかる。

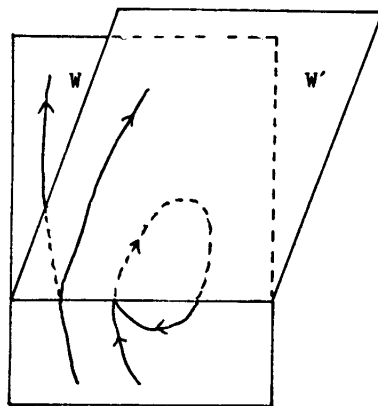
一度起きた事実は変えようがない、という確定性を、我々は実在の基本的性格と認めている。一方、事実は偶然性を持つ。そして、その偶然性のためには、現実にあるとは別な状態が現実その状態に取って替る可能性が保証されなければならない。しかし、確定性を持った事実はそれを他の状態で現実置き替えることはできないし、また、想像あるいは論理にその置き替えを代行させることもできない。こうなると、我々に残された道は一つであろう。即ち、第一に、現実にあるとは別様にありうるという偶然性の意味を、現実の状態が別様な状態によって取って替られる可能性としてでなく、現実の状態他に別様な状態も同時に実現されうる可能性として理解する（事実の確定性の保存）。第二に、その可能的状態は「想像上」とか「論理的」という但書なしに端的に現実化されうることを認める（現実的偶然性の保証）。つまり、（第一と第二を合わせ）私が今机に向かっているという事実の偶然性は、その上に他の可能的状態、例えば、寝ころんで

いる状態を、重ねて実現することができることを示している、と解釈するのである。

このような解釈はあるいは乱暴すぎるように思われるかもしれない。けれども、可能的世界の意味論に於ては、現実世界とそれに相関的な可能的世界がセットで考察されるのみならず、D・ルイスのような論理学者は、そのような可能的世界のすべてを現実世界と文字通りの意味で対等に現存するものと考えている (Lewis[28])。我々はそこまで強く主張はしないが、ただ、可能的なものから現実性を奪うことに反対するものである。

偶然性をこうして、現実とは異なる状態を現実の現実の状態と重ね合わせることでできる可能性と把握することが許されるならば、このことをタイムトラベルの難所攻略に利用できる。最初の解決に於ては、一回性を崩さないために、タイムトラベルを最初から含んだ出来事が生起するとした。今度は、過去への旅をはっきり二度目の事件と看做す。即ち、目的地の過去は全くタイムトラベルを予想せずに通常の因果律に従ってのみ生起したものと考ええる。すると、そうした過去へロケットで航行したり、タキオンの信号を送ったりすれば、そのことによって過去はもともととは異なる状態をとることをせまられるが、この新しい状態は前の状態を打ち消すのではなく、それと平行して生ずると考えるのである。こう考えると、一回性を捨てても実在の確定性は損なわれない。

前に見た如く、一回性を保つためには過去への変則的因果作用は全体の整合性により強い制約を受ける。これに対して、一回性を捨てると、物理法則の許す限りのことが許される。タイムトラベラーは自己を射殺することができるし、パラドックスの引き金となるような諸条件も回避する必要がない。過去へ戻ることによって生じた新しい事態は、もとの世界から切り離された独自の世界を形成するから、もとの世界との間に対立を生ずることはない。例えば、幼児期の自己を射殺した場合、自己が無事に成人してゆくもとの世界 (W) の上に、幼くして射殺されてしまう別な世界 (W') が新たに重ねられる (図6)。もしくは、そのような無暴な行為を慎んだ場合、幼児と成人の二人の自己を含んだ世界が重ねられる。重ね合わされた二つの世界は互いに独立であるからどちらの場合も相互矛盾に陥ることはない。これは、SFで良く用いられるパラレルワールドのアイデアにはほぼ一致する (Laumer[27]など)。ただSFの中では W と W' とは大抵超物

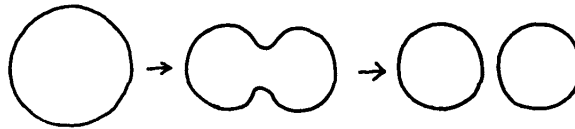


タイムトラベラーはWには居るがW'には居ない
他の人はWにもW'にも居る

(図6)

理学的な方法で行き来できると考えられ、それをもとにエキサイティングな物語が展開されるのに対し、ここでは両者は絶対的に切り離されたものと考えられている。仮に、 W' の住人が W との共通部分を経由して W に移ろうと試みるなら、それも過去への旅行になるから、彼はその時、 W でも W' でもない別な平行世界に入りこんでしまう。

もっとも、全く無縁な複数世界の存在が果たして現実的意味を持ちえるか否か疑問であろう。しかし、これについてはタイムトラベルとは直接関係なしに書かれたワインガートの論文を援用することができる(Weingard[53])。今、球面の二次元世界が図のようにくびれて二つになるとする。我々はこの過程を三次元空間の中で想像するが、くびれてゆくこと自体は、三次元の中に埋め込まれなくとも意味を持つ。なぜなら、この過程は、二次元面の内在的性質のみによって完全に記述されるからである。この二次元世界の住人は、例えば、くびれてゆくあたりの曲率の急激な変化によってこの分裂に気付くであろう。同様に、我々の三次元空間が全く繋がりのない二つの空間に分裂することも、それを外から観察する視点なしに充分意味を持つ。くびれの部分は最小の閉じた測地線のありかとして観測されるであろうから、それがしだいにすばまってゆけば分裂が進行している印となる。従って、我々はある時点で我々の世界が二つの独立した世界に分かれるという事件に遭遇する。そしてそれ以降、たとえ繋がりが皆無であっても、我々の世界の他にもう一つの世界があるということは現実的意味を持つ。



(図7)

これは、互いに無縁な複数世界の存在が空虚な思弁でない証拠となろう。平行世界の場合にはこの例のようにくびれるのでなしに、現実世界を芽に新たに発生するわけであるから、同列に論ずることのできないことは認める。だがともかくも、基本的な点でその有意味性が示されたと思えることは許されよう。

さて図6の W に於て、タイムトラベラーが過去へ旅した折に、もし、以前の自己を殺さなければ W' には彼という同一人が二人になる。この二人になった平行世界でもう一度過去への旅を行なうと W'' という、三人の彼のいる世界ができる。同様にして、無限に自己をふやしてゆくことができる。これは新たなパラドックスと感じられるであろう。しかし、不自然と不合理とは異なる。自己の無限複製の可能性は、それを帰結として持つことを以てもとの世界像を否定すべき性格のものではなく、新しい世界像に付随する新しい経験とみなすべきものである。

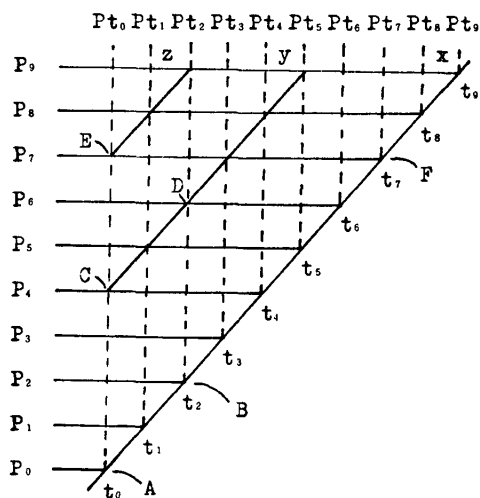
平行世界のアイデアが物理学の分野で使われたものとしてエヴァリットによる量子力学の定式化が有名である(EverettIII[14])。量子力学的な系の状態関数は次の二種類の形態に於て変化する。観測による非連続的な変化とシュレーディンガーの波動方程式に従う連続的、決定論的な推移の二つである。エヴァリットは、互いに調和しないこれら二つの変化の混在を除くために、通常は物理系の外部のものとして扱われる観測者を物理系の内部に取り入れた。即ち、観測者を、一連の記憶と対象からの刺激のみによってその状態が定まる一つの系とみなし、対象系と対応させた。こうした上で、決定論的なシュレーディンガーの方程式のみがその物理系の変化を支配す

ると考えた。この時、観測者系の状態は、観測が行われるごとに多数の異なった状態に枝わかれする。そして、枝わかれする観測者の諸状態にはそれぞれ対象系の特定の状態が対応しているから、枝のそれぞれは、対象と観測者の組からなる一つの世界を形成していると解釈される。つまり、普通には観測による一状態への収束にともない現実から排除されてしまう種々な可能的状態が、現実を形成する他の枝として現実の中にそのまま残されるのである。言い替えれば、実在界は断えず平行世界に分裂する。それは全体として決定論的な宇宙を構成するが、一方、それぞれの枝に於ては従来通り確率論が支配する。

Skyrms の言うように、このような平行世界が物理学の理論的道具という意味を越えてどの程度現実的でありえるか疑問である (Skyrms[45])。また、すぐ前に引いたワインガートの議論と同じく、この理論もタイムトラベルと直接の関係を持っていない。だが、これを、多重世界が単なる空想以上の地位を築きつつある証拠と受けとめることに異論はあるまい。観測によって多重化するか、タイムトラベルによって多重化するか、その点の違いはあれ、両者ともに実在を我々の狭い経験に基づく概念の枠から解き放とうとしている。

このように、平行世界の考えは、世界を多層的に把えることによって出来事の確定性と過去への帰還を調和させるが、一方、時間そのものに厚みを持たせ、同じ目的を達成しようとする試みがある。それは、ウェルズ型タイムトラベルの可能性を救うために考案されたメイランドの二次元時間である (Meiland[31])。これを以下に第三の解決策として述べよう。

我々は時間を一次元と考え、個々の時刻を一つの点によって表象する。そうして、その点状の時刻は変化を受けつけないと考える。ところが、我々は過去のある時点の思い出が、思い出す時によって変わった相貌を呈するのを経験する。つまり、思い出としての過去は思い出す時に相対的にそのあり方を変えうる。この構造を思い出される時点そのものの構造と解釈すれば、過去の一時点は一次元の線上に静的にとどまるのではなく、「現在」がどの時刻にあるかに相関的に変移することになる。図8に於て、 t_i ($i=0, 1, 2, \dots$) の並んだ斜めの線Xが自然的時間の流れを示している。一方 Pt_i は過去となった t_i が現在のありかに相対的に推移してゆく道すじである。ま



(図8)

た、 P_i は t_i に相対的な過去である。よってこの図は、現在の移動と共に過去の全体も変質してゆくことを示している。そこで、例えば、タイムトラベラーが t_2 (B点) に於てタイムマシンに乗りこみ、 t_0 に向けて旅立つ時、その所要時間を t_4 と t_2 の差に等しいとすると、到達する位置はAではなく、 P_{t_0} と P_4 の交点Cとなる。Cに到着した後、彼がそこに住みつけば、彼にとって時間はYに沿って流れてゆく。仮に、D点で彼がまた t_0 に向けて旅立つと、例えばE点に着き、時間はZのように流れる。A点での出来事はC点まで保存されてそこで変様を受け、その変様を受けた出来事はE点まで保存されてそこでまた変様を受ける。 t_1, t_2 等における出来事についても同様である。 t_3, t_4 等がYに達した時にはタイムトラベラーはすでにD点で消えているので、そこでは出来事は一見変質しないように見えるが、それ以前の擾乱が尾を引くためやはり変様をうける。こうして、X、Y、という互いに似てはいるが異なった世界が生ずることになる。タイムトラベラーが自己破壊を行わなければC—D間には二人の彼が、そして、E以降のZには三人の彼が存在する。既に明らかであると思うが、X、Y、Zは P_{t_i} に沿って圧縮してしまえば前述の平行世界と全く同じになる。従って、タイムトラベルの難所を切り抜ける力も等しい。ただし、先の場合にはもとの世界へ戻ることは禁じられていたが、こちらの場合には、D点からE点へ移る可能性を認める以上、例えばF点への移行を禁ずる特別な理由はない。

この二次元的時間がウェルズ型タイムトラベルのために考案されたことは既に述べた。ということは、ここでの時間が宇宙全体を覆う絶対時間であることを意味している。だが、これを局所的な時間と捉え直すならばゲーデル型タイムトラベルにも応用できる。その際、 P_i 方向の位置移動は一次元の折と同じとし、 P_{t_i} 方向の進み具合はロケットの固有時間で決めればよい。これに対して、タキオン信号の場合はタキオンの固有時が虚数であるため応用はむずかしいであろう。

常識から言えば、時間は一次元である。カントはそれを先天的総合判断の中に数えてさえいる (Kant[26]A31, B47)。しかし、時間の形は我々が実在の本性を探ろうとする際に我々の側から実在に向けて投げかけるアイデアである。実在から我々に一意的に課せられた枠組ではない。第1章で示した如く、時間には生成と広がり の二側面が必要である。けれども、その広がり の形がどのように表象されるかは経験的問題である。このことを忘れると、我々は自己の所有する特殊な時間の表象を絶対化する誤りに陥る。それに時間を二次元と表象する試みは他にもないわけではない (Thomson[52]Appendix, Whitrow[59] p. 141)。そうして、それらに対する反論は説得力に欠けている (Nusenoff[34], Whitrow[59] p. 142)。無論、二次元の時間などははなはだ想像しにくい。けれども、世界が我々の限られた経験に基づく想像に全的に従うほど単調であるということも想像しにくいことである。少くとも想像力の限界を意識できるほどには想像力を逞しくしなければ実在の総体へはせまりえないのではないか。

まとめにかえて

頼朝13才の折の髑髏が骨董屋の店前に並んでいるという話を落語で聞いたことがある。ばかばかしはあるが、どこかもっともらしいところのある話である。そのもっともらしさの源は、13才の頼朝が他の時期の頼朝と区別されたそれ独自のあり方を有しているところに求められる。なるほど、頼朝という人間はただ一人であり、ただ一つしか髑髏を残せない。だが、頼朝の52年に渡る生涯の一コマ一コマはそれぞれに他からは区別された個性を持っている。だから、髑髏もそうした生涯の長さ に相当する個数あってもおかしくないかのように感じられる。

我々は、時間に於ける多様が絶えず同一者の中に吸収されてゆくことを知っている。52才になった頼朝は52年の歳月をそっくり飲み込んで52才になっている。そこにはもはや13才の頼朝も30才の頼朝もなく、一人の年輪を重ねた頼朝があるのみである。が、彼の生長の諸段階は消え失せてしまったわけではない。依然、彼の背後に遠くかすむが如く連なっている。でなければ、年輪を重ねるといふことの現実性が危うくなる。時間的広がり形成する多様は、時間の中で刻々その存在を否定され次の段階に吸収されつつも、それ独自のあり方を保持する。つまり、時間には多様と多様の否定との二側面が含まれている。空間と時間とは個別化の原理と言われるが (Schoenhauer [43])、時間はある意味で個別化の否定の原理という側面も持っている。一方で多様が産出され、他方でそれらが個別的に並置されることを阻む作用が働らく。二つのモメントがからみ合ってはじめて、同一なる何物かが種々に変化するという時間的あり方が可能となる。これは第一章に述べた、延長と生成の二つの側面の複合と同じ問題である。延長は多様を供給し、生成はその多様を包みこみつつ同一化する。事実として、これら相反する二側面が時間の中に含まれている。

すべてのものの世界線が気を揃えて先へ先へと進む限り、これら二つの側面の混合は具体的困難へと我々を導かない。二度と再び過去と関係を持つ気遣いのない以上、一面から見れば既に生起し終え存在をやめた様々な過去が、他面から見れば現在と同等に存在しつつ延長を形成しようとも、実際上の葛藤はそこに起こらない。これに反して、過去へ戻るという事態が可能的なものの中に数え入れられるとたん、過去は現在との対等性を現実化される。そうして、既に現在の中に吸収され発展的解消を遂げたという側面との間に軋轢を生ずる。これがタイムトラベルの引き起こすパラドックスである。

パラドックスを解消するために我々の挙げた三つの道は、いずれも結局は世界の一方向的進行を回復しようとする試みと言える。最初の道は、タイムトラベラー個人としての過去への回帰を彼の世界線を含む客観的世界全体の一方向性の中に融かし込んでしまった。二番目の道は、世界を多重化することによって過去へ戻りつつも実際は新しい平行世界へと進行するものとした。そして三番目の道は、過去の中にもう一つの時間を進行させ、文字通りには過去へと戻らないようにした。

広がり形成する多様の存在と、多様を打ち消し同一化を計る生成と。この二つの側面の混在は、世界が何らかの形で一方向的に進行するものとして把えられるべきことを要求しているように見える。しかし、このことは当面の問題ではなかった。我々は、タイムトラベルの夢にささやかな先を投げかけるよう苦闘してみたのである。

参考文献

- [1] Baltay, C., Feinberg, G., Yeh, N., and Linsker, R., "Search for Uncharged Faster-than-Light Particles", *Physical Review D* 1 (1970), 759-770.
- [2] Bergson, H., *Essai sur les données immédiates de la conscience*, Presses Universitaires de France, Paris, Chap. 2.
- [3] Bilaniuk, O. M. P., Deshpande V. K., and Sudarshan, E. C. G., "Meta Relativity", *Am. J. Phys.* 30(1962), 718-723.
- [4] Bilaniuk, O. M. P., and Sudarshan, E. C. G., "Particles Beyond the Light Barrier", *Physics Today* 22(1969), 43-51.
- [5] Broad, C. D., *An Examination of McTaggart's Philosophy*, Vol. 2, Part I, Cambridge U. P., Cam-

- bridge, 1938.
- [6] Čapek, M., "Time in Relativity Theory : Arguments for a Philosophy of Becoming", *The Voices of Time*, ed. by Fraser, J. T., George Braziller, New York, 1966, 434-454.
 - [7] Chandrasekhar, S., and Wright, J., "The Goedesics in Gödel's Universe", *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 47 (1961), 341-347.
 - [8] Davies, P. C. W., 『時間の物理学』, 戸田・田中訳、培風館、昭和54年
 - [9] Dretske, F. I., "Moving Backward in Time", *Philosophical Review* 71 (1962), 94-98.
 - [10] Dummett, M., "Bringing about the Past", *Philosophical Review* 73 (1964), 338-359.
 - [11] Dwyer, L., "Time-Travel and Changing the Past", *Philosophical Studies* 27 (1975) 341-350.
 - [12] Earman, J., "On Going Backward in Time" *Philosophy of Science* 34 (1967), 211-222.
 - [13] ———, "Implications of Causal Propagation outside the Null Cone", *Australasian Journal of Philosophy*, L, 3, 1972, 222-237.
 - [14] Everett III, H., "Relative State Formulation of Quantum Mechanics", *Reviews of Modern Physics*, Vol. 29, No. 3, 1957, 454-462.
 - [15] Feynman, R. P., "The Theory of Positrons", *Physical Review*, Vol. 76, No. 6, 1949, 749-759.
 - [16] Feinberg, G., "Possibility of Faster-Than-Light Particles", *Physical Review* 159 (1967), 1089-1105.
 - [17] Gödel, K., "An Example of a New Type of Cosmological Solutions of Einstein's Field Equations of Gravitation", *Reviews of Modern Physics*, Vol. 21, No. 3, 1949, 447-450.
 - [18] ———, "A Remark about the Relationship between Relativity Theory and Idealistic Philosophy", *Albert Einstein, Philosopher-scientist*, Vol. 7, The Library of Living Philosophers, ed. by Paul Schilpp, Evanston, 1949, 557-562.
 - [19] Gorovitz, S., "Leaving the Past Alone", *Philosophical Review* 73 (1964), 366-367.
 - [20] Grünbaum, A., "The Exclusion of Becoming From the Physical World", *The Concepts of Space and Time*, ed. by Čapek, M., Boston Studies Vol. 22, Reidel, 1976, 471-500.
 - [21] Harrison, J., "Dr. Who and the Philosophers or Time Travel for Beginners", *Aristotelian Society* Suppl. Vol. 14 (1971), 1-24.
 - [22] 本間三郎、『幻の素粒子』、岩波現代選書、岩波、1980、IIIの6と7
 - [23] Horwich, P., "On Some Alleged Paradoxes of Time Travel", *The Journal of Philosophy*, Vol. 72, 1975, 432-444.
 - [24] 伊東俊太郎、「存在の時間と意識の時間」、東京大学公開講座『時間』、東大出版会、1980、3-42.
 - [25] 亀淵迪、「因果的時間からの解放」、『時間とは何か』、伏見・柳瀬編、中央公論社、昭和49年、83-104.
 - [26] Kant, I., *Kritik der reinen Vernunft*, Philosophische Bibliothek, Felix Meiner.
 - [27] Laumer, K., 『多元宇宙の帝国』、矢野訳、ハヤカワ文庫 SF 293, 昭和53年.
 - [28] Lewis, D., *Counterfactuals*, Harvard U. P., Cambridge, 1973.
 - [29] Margenau, H., "Can Time flow Backwards", *Philosophy of Science*, Vol. 21, No. 2, 1954, 79-92.
 - [30] McTaggart, J. E., "The Unreality of Time", *Mind*, New Series No. 68, 1908, 457-474
 - [31] Meiland, J. W., "A Two-Dimensional Passage Model of Time for Time Travel", *Philosophical Studies* 26 (1974), 153-173.
 - [32] 宮沢弘成、「時間と空間」、東京大学公開講座『時間』、東大出版会、1980、73-98.
 - [33] Newton, R. G., "Causality Effects of Particles That Travel Faster Than Light", *Physical Review* 162 (1967), 1274.
 - [34] Nusenoff, R. E. "Two-Dimensional Time", *Philosophical Studies* 29 (1976) 337-341.
 - [35] 大森荘蔵、「時の迷路」、『物と心』、東大出版会、1976、287-300.
 - [36] Parmentola, J. A., and Yee, D. D. H., "Peculiar Properties of Tachyon Signals", *Physical Review*

- D4 (1971), 1912-1915.
- [37] Pirani, F. A. E., "Noncausal Behavior of Classical Tachyons", *Physical Review* D1(1970), 3224-3225.
 - [38] Reichenbach, *The Philosophy of Space and Time*, Translated by M. Reichenbach and J. Freund, Dover, New York, 1957.
 - [39] ———, *The Direction of Time*, ed. by M. Reichenbach, University of California Press, Berkley and Los Angeles, 1956.
 - [40] Rolnick, W. B., "Implications of Causality for Faster-than-Light Matter", *Physical Review* 183 (1969), 1105-1108.
 - [41] ———, "Tachyons and the Arrow of Causality", *Physical Review* D6 (1972), 2300-2301
 - [42] Russell, B., *The Principles of Mathematics*, 2nd ed., Norton Library, Chp. 17 and Chp. 54.
 - [43] Schopenhauer, *Die Welt als Wille und Vorstellung*, Erster Band, Zweites Buch, §23.
 - [44] Sklar, L., *Space, Time, and Spacetime*, University of California Press, Berkley and Los Angeles, 1977.
 - [45] Skyrms, B., "Possible Worlds, Physics and Metaphysics", *Philosophical Studies* 30 (1976), 323-332.
 - [46] Smart, J. J. C., "Spatialising Time", *Mind* 64 (1955), Reprinted in *The Philosophy of Time*, ed. by R. M. Gale, Humanities Press, New Jersey, 1968, 163-167
 - [47] ———, "Time", *Encyclopedia of Philosophy*, ed. by P. Edward, Macmillan, 1967.
 - [48] Stein, H., "On the Paradoxical Time-Structures of Gödel", *Philosophy of Science* 37 (1970), 589-601.
 - [49] Stückelberg, E. C. G., "Remarque à propos de la création de paires de particules en théorie de relativité", *Helv. phys. Acta*, Vol. 14, 1941, 588-594.
 - [50] Tanaka, S., "Theory of Matter with Super Light Velocity", *Progress of Theoretical Physics* 24(1960), 171-200.
 - [51] Thom, P., "Time-Travel and Non-Fatal Suicide", *Philosophical Studies* 27 (1975), 211-216.
 - [52] Thomson, J. J., "Time, Space, and Objects", *Mind*, Vol. 74, No. 293, 1965, 1-27.
 - [53] Weingard, R., "On the Unity of Space", *Philosophical Studies* 29 (1976), 215-220.
 - [54] Wells, H. G., 『ウェルズ SF 傑作集=1』、阿部訳、創元推理文庫607, 1965, 141-270.
 - [55] Weyle, H., *Philosophy of Mathematics and Natural Science*, Princeton U. P., Princenton, 1949..
 - [56] Wheeler, J. A. & Feynman, R. P., "Interaction with the Absorber as the Mechanism of Radiation", *Reviews of Modern Physics*, Vol. 17, No. 2 and 3, 1945, 157-181.
 - [57] ———, "Classical Electrodynamics in Terms of Direct Interparticle Action", *Reviews of Modern Physics*, Vol. 21, No. 3, 1949, 425-433.
 - [58] Whitrow, G. J., "Time and the Universe", *The Voices of Time*, ed. by Fraser, J. T., George Braziller, New York, 1966, 564-581.
 - [59] ———, *The Nature of Time*, Pelican Books, 1975.
 - [60] Williams, D. C., "The Myth of Passage", *The Journal of Philosophy*, Vol. 48, No. 15, 1951, 457-472.

Travel to the Past

Tamio AMEMIYA

Department of Philosophy, Nara University of Education, Nara, Japan

(Received April 30, 1981)

Time travel is an exciting idea for human beings whose lives are shut up in a short region of time. With the advent of Relativity, it was found possible to travel to the Future. But the travel to the Past is still considered to be impossible because of the causal anomaly brought about by it. The purpose of the present paper is to find our way out of this difficulty, and show the possibility of going back to the Past.

Before entering into the main subject, the present writer discusses a question of whether or not it is significant to talk about 'the Travel to the Past.' His argument is as follows. When so-called A-series or B-series is considered as real time representation, time travel becomes meaningless. On the contrary, ordinary time representation which is the mixture of A-series and B-series makes it meaningful.

Here the four topics below are analyzed ; (1) Wellsian time travel, (2) reinterpretation of posiron, (3) tachyon, (4) Gödel's rotating universe. The analysis of these topics gives us some theoretical ground for the possibility of time travel. But at the same time serious paradoxes arise. The most dramatical one is as follows. Time traveler goes back to the time when he was a child, and shoots his younger self. Then what happens ?

Three ways for dealing with a situation of this sort will be proposed here;

(1) Let us suppose that everything happens in conformity with the rest of the world, past or future. If the time traveler shoots his younger self, then it breaks the consistency with the future events. Therefore it is prohibited physically. This way is also formed on the assumption that at one time only one event can happen at one place. Especially the event at the time when the time traveler arrives has to happen so that his arrival is included there from the first. (2) The second way is that two different events can be caused at the same place at the same time. The first event is without the time traveler, and the second event with his appearance. These events build up parallel worlds. In this case he can kill his younger self without making any contradiction. Because the duplication of the world removes the contradiction. (3) The third way is to consider time as two-dimensional. As the position of the Present moves along the ordinary time dimension, the past instants themselves vary along the other dimension. So the instant when the time traveler comes back is different from the original one. Hence, he can do what he knows did not happen before.