

哲学歴史学科 哲学コース

タイムトラベルにおける環状因果の可能性

文学部 2020 年度

A17LA059

しもなかそうじろう

下仲宗次郎

## 目次

序論 .....	3
1章 タイムトラベルのパラドクス .....	5
1章1節 タイムトラベルとは何か：個人時間と外的時間の区別 .....	5
1章2節 過去改変の不可能性：過去の改変と影響を及ぼすこと .....	7
1章3節 逆向き因果と環状因果 .....	8
2章 環状因果の（不）可能性 .....	10
2章1節 自己因果と無からの発生 .....	10
2章2節 復元パラドクス .....	13
2章3節 頻度パラドクス .....	14
2章4節 反実仮想パラドクス .....	15
2章5節 まとめ .....	18
3章 破綻しない環状因果 .....	19
3章1節 タイムラインの単線性 .....	19
3章2節 タイムラインの有り様 .....	21
3章3節 タイムラインの単線化 .....	21
結論 .....	24
参考文献 .....	25

## 序論

時間移動を扱った研究や創作作品は多く存在するが、それらは同時に多くの議論を生み出してきた。その1つが環状因果 (causal loop)、俗に言う「因果のループ」である。例えば2020年にサムは博物館Mからタイムマシンを盗み、1990年へタイムトラベルしたとする。そして1990年に着いたサムは、その時代の博物館Mにタイムマシンを寄贈するのだ。こうして寄贈されたタイムマシンは30年後、2020年のサムによって盗まれることになる。この場合、2020年のタイムマシンと1990年のタイムマシンはどちらも、一方が他方の原因であると同時に結果でもあるのだ。以上のような因果関係は奇妙に感じる（少なくとも私はそう感じる）し、それ故にあり得ない事柄であるようにも感じるのである。そして本当に「あり得ない」ならば、それらを扱う研究や創作作品も意味を失うかもしれない。その点で、環状因果の可能性を検討することは、哲学のみならず科学や文学などの分野において決して軽くない役割を持つと言える。

本論文では、因果の連鎖が環状に繋がる「環状因果」が可能であることを、その成立は説明不可能であることを認めた上で主張する。環状因果についてD・ルイスは、説明は不可能だが成立は可能だとする。ルイスによれば、何かが説明不可能であることは、それが成立不可能であることを含意しない。例えばビッグバンについて、無から有を生み出す現象は説明ができないかもしれない。しかし、ビッグバン自体は明確に成立不可能となる要素、論理的な矛盾を含んでいない。そして環状因果も同様である。因果関係は確かに奇妙に感じる。前提とする時間移動も、（私が知る限りは）ありそうもない事柄だ。しかし、環状因果が含む個々の因果関係は成立している。加えて、環状因果の全体像も不明瞭な点を含むだけで、明確な矛盾を含むわけではない。つまり環状因果はありそうもない事柄かもしれないが、直ちに成立不可能だと結論付けることもできないのである。以上のルイスの主張は、環状因果が成立可能だとする議論の基礎となっている。

さて、ルイスの主張に対して筆者は、全ての環状因果が成立可能なわけではなく、環状因果には成立可能なケースと不可能なケースがあると考えている。例えばサムとタイムマシンのループに関して、本来はループに含まれないジョナサンが1990年に件のタイムマシンを寄贈していたが、この寄贈を2020年から来たサムが代わりに行う（そして環状因果が成立する）ケースを想定しよう。この場合、ジョナサンのタイムマシン寄贈はループ全体に対し外的な要因と考えられる。そして環状因果がなかったはずの時点において、外的出来事が環状因果を発生させることは過去の改変にあたる。従って、過去改変が不可能なら、外的出来事により成立する環状因果は不可能かもしれない。こうした事例を含め、本論では成立可能な環状因果と不可能な環状因果を区別することを試みる。

本論文では次のように議論を展開する。まず第1章において、環状因果の議論の前提となる問題を整理する。第一に、ルイスによるタイムトラベルの定義を参照する。第二に、過去を変えることが不可能であることと、「過去に影響を及ぼすこと」が必ずしも「過去を変えること」を含意しないことを示す。第三に、逆向き因果と環状因果の可能性について検討し、どちらも論理的に成立可能であると結論付ける。

第2章では、環状因果に対してこれまで議論されてきた5つのパラドクスを具体的に説明したうえで、それらが環状因果の成立可能性を完全には否定しきれないことを示す。第一に「ブーツストラップ・パラドクス」がある。これは、環状因果が可能ならば、ある出来事がそれ自体の原因になることがあり得るが、それはありえないという問題だ。第二に「無からの発生パラドクス」がある。これは大まかに言えば、環状因果にはそれ自体の始点や発生原因がないように見えるという問題だ。第三に「復元パラドクス」という問題がある。これは、経年的な変化は環状因果との間に齟齬を生む場合があるという問題である。例えば、上記のサムとタイムマシンのケースにおいて、タイムマシン自体の時間は寄贈と盗難を繰り返す中で経過し続ける。つまり、タイムマシンは経年的な劣化をするはずなのである。そうした劣化は最終的にタイムマシンの故障など、環状因果を破綻させる要因になるはずだ。第四の問題は、D・H・メラーによる「頻度パラドクス」だ。彼によると、確率や頻度と結びついた出来事を含む環状因果を設定した場合、初期設定とループの間で矛盾が生じ得るのである。最後に「反実仮想パラドクス」がある。これは、タイムトラベルは、両立できないはずの2つの反実仮想的条件文を同時に真にする場合があるという問題だ。

第3章では、環状因果が成立可能な場合と成立不可能な場合について検討する。第一に、具体的な環状因果の事例を提示し、それらが成立できない原因を一般的な形で明確化する。第二に、環状因果を成立させる条件を満たす事例を確認する。第三に、それまでの議論を踏まえて、問題のある環状因果の事例はどのように修正すれば成立できるのか検討する。

結論として、説明できないながらも成立可能な環状因果が存在することを改めて確認し、本論文が持つ意義を提示する。

## 1章 タイムトラベルのパラドクス

タイムトラベラーが登場するフィクション作品では、当然ながらタイムトラベルが扱われることになる。彼らは、例えば自分が生まれるよりも過去の時代を訪れたり、逆に自分が死ぬ時点よりも未来の時代を訪れたりすることになるのだ（例：『バック・トゥ・ザ・フューチャー』シリーズ）。そして、あるタイムトラベラーは現代で生じた悲劇を避けるために、悲劇の要因を排除しようと過去の時代で奮闘する（『12 モンキーズ』）。また、あるタイムトラベラーは過去の時代で子を授かるが、やがてその子が実は幼少のタイムトラベラー自身であることを知る（『輪廻の蛇』）。

しかしそうしたフィクション作品が一般に浸透する一方で、タイムトラベルを巡って多くの問題が議論されてきた。第一に、「タイムトラベル」が何を意味するのか分からない。私たちが日常的行為を行う合間にも時間は経過しており、その意味で私たちは常に過去から未来へ時間の移動をしていると言えるのだ。では、「タイムトラベル」は何を以て通常の時間の経過から区別され、どのように定義されるべきなのか。第二に、過去の改変が可能なのか検討しなければならない。過去へのタイムトラベルは過去改変を可能にするように思えるが、実際に過去改変は可能なのだろうか。第三に、因果の問題がある。例えばタイムトラベラーが自身の親になるケースでは、結果が原因に対して時間的に先行したり、ループを形成したりする因果関係が含まれる。こうした因果関係はどのように成立し得るのか、そもそも成立可能なのか。

環状因果の可能性を検討するに先立ち、本章では議論の前提となるこれら三つの問題について整理する。

### 1章1節 タイムトラベルとは何か：個人時間と外的時間の区別

フィクションにおけるタイムトラベルの過程は様々で、タイムトラベル中のタイムマシン内部でも搭乗者にとって時間が経過している場合がある一方で、装置を起動すればタイムトラベラーが「トラベル」を体感する間もなく目的の時間に到着する場合もある。

ルイス（Lewis, 1976）はこれらのタイムトラベルに共通する特徴として、移動に費やす時間と、出発した時点・到着した時点の時間差が一致しないことを指摘する。例えば、日常生活において午前7時10分にリビングを出発し、午前7時11分にトイレに到着したとしよう。移動に費やした時間は1分で、また出発時点と到着時点の時間差も1分である。故に、移動の持続時間と、出発時点と到着時点の時間

差は一致する。ここで、未来へ1時間タイムトラベルする際に内部では1分経過するタイムマシンを考えよう。午前7時10分にこのタイムマシンに搭乗し、同日の午前8時10分へ移動したとする。この時、搭乗者にとって移動は1分間の出来事である一方で、出発時点と到着時点の時間差は60分である。故に、移動に費やした時間と、出発時点と到着時点の時間差が一致しない。また、他のタイムマシンを使って、内部時間で1分かけて午前7時10分から午前7時09分へタイムトラベルしたとしよう。この場合、移動に費やした時間は1分間で、出発時点・到着時点の時間差は-1分間だ。或いは、午前7時10分に入り口が、午前8時10分に出口が存在するワームホールについて考えてもいい。ワームホールを通過することにはほぼ0秒間しか費やさないかもしれないが、出発時点と到着時点の時間差は60分だ。もちろん、何百年の過去や未来へ多少の時間で、或いはほとんど時間を要することなく移動した場合も同様である。このようにタイムトラベルにおいては、移動に費やした時間と、出発時点・到着時点の時間差が一致しないのである。

こうした時間のズレによってタイムトラベルを定義するため、ルイスは「個人時間 (personal time)」と「外的時間 (external time)」の概念を導入する。彼は「個人時間」を「おおまかに言えば、タイムトラベラーの腕時計で計られる特有の時間」と説明している。それに対して「外的時間」は、非タイムトラベラーの腕時計で計られる時間を指す。見方を変えれば、非タイムトラベラーの個人時間は外的時間とズレることなく一致する。

例えば、タイムトラベラーの旅路が彼の個人時間上で1時間かかったとしよう。彼の腕時計は、到着が出発より1時間後の出来事だと示す。しかし彼が未来へトラベルする場合、外的時間において到着は出発より1時間よりさらに後の出来事である。また、彼が過去へトラベルする場合、外的時間において到着は出発よりも前の（或いは、出発から1時間以内の）出来事である。(Lewis, 1976)

加えてルイスは、タイムトラベラーの個人的時間における出来事の順序が、外的時間に沿った出来事の順序と異なることを指摘する。例えば、非タイムトラベラーの青年Aは1998年に生まれ、2020年に22歳になったとしよう。一方でタイムトラベラーの青年Bは1998年に22歳になり、2020年に生まれているかもしれない。しかし、これは外的時間に沿った順序である。Bの個人時間上では22歳になることは誕生の後の出来事であり、1998年は2020年よりも後なのだ。

以上を総合すると、タイムトラベルを次のように定義できる。すなわち、タイムトラベルとは、外的時間と個人時間の不一致を生じさせるような行為である。

ただし、この定義には議論の余地が残されている。例えば、SF作品に登場するワールドスリープ装置には、内部の人間の意識と肉体的変化を停止させるものがあ

る。そしてコールドスリープしていた者が目覚めた時、コールドスリープ開始時から外的時間が大きく経過しているのだ。このケースにおける「意識と肉体的変化の停止」が個人時間の停止を意味するならば、コールドスリープにおいて外的時間と個人時間は一致しない。他にも、物体の運動が光の速さに近づくほど、その物体の時間の流れが周囲の時間の流れよりも遅くなる「ウラシマ効果」は、外的時間と個人時間の不一致を含んでいる。こうしたコールドスリープやウラシマ効果がタイムトラベルに含まれるのかは定かではない。だが、ルイスによる定義は少なくともタイムトラベルの必要条件を満たしていると筆者は考えているため、本論文においてタイムトラベルの定義についてこれ以上は議論しない。もっとも、読者が支持するタイムトラベルの定義によっては、本論文の以降の議論の受け取り方が変化するかもしれないことを明記しておく。

## 1章2節 過去改変の不可能性：過去の改変と影響を及ぼすこと

タイムトラベルが関わるフィクション作品の中には、過去にタイムトラベルし歴史を改変する試みを扱うものがある。例えば、映画『バック・トゥ・ザ・フューチャー』において主人公は、親友・ドクが殺害されたという現代（1985年）の出来事を回避するために、過去の世界（1955年）で尽力する。そして映画のラストでは努力が実を結び、歴史が改変され、死ぬ運命だったドクは一命を取り留めるのだ。しかしこの時、「1985年にドクは死んでいる」一方で「1985年にドクは生きている」という矛盾が生じる。つまり、過去改変の成功は端的に矛盾だ。

ルイス（Lewis, 1976）は、過去改変の典型例として「祖父殺しのパラドクス」と呼ばれるケースを提示する。青年ティムは祖父を嫌っており、過去へタイムトラベルし、若かりし祖父の殺害を決める。ティムはライフルを用意し、ライフルの腕を十分に磨き、若かりし祖父の行動パターンを把握する。そして殺害の実行を試みる……というようなケースである。殺害の試みが成功すれば、ティムの祖父はティムの父が生まれる前に死亡し、従ってティムも生まれえない。そしてティムが生まれなければ殺害の試みも生じない。つまり、殺害の試みの成功は、試みの前提（ティムの存在）と矛盾するのだ。故に試みは決して成功しない。しかし一方で、万全の備えをしたティムが殺害に失敗するとは考えにくい。

ルイスは、過去改変の試みの失敗は「何らかのありふれた理由」、つまり通常の物理的要因によるものだと考える。例えば、急に腕をつる、バナナの皮で滑るなどの理由で、ティムは祖父の殺害に失敗するかもしれない。つまり、予測不可能な偶然が過去改変の試みの失敗を保証するのである。付け加えておくと、過去改変の試

みが繰り返される場合、例えばティムが1度目の失敗の後にまた殺害を試みる場合、「何らかのありふれた理由」も繰り返されることになる。過去改変の試みが続く限りこうした偶発も発生し続けることについて、ホーウィッチ (Horwich, 1987) はありそうにないことだと主張する。しかし「ありそうにない」(確率がとても低い)と「ありえない」は意味が異なるため、彼の主張は「何らかのありふれた理由」が重なることを不可能とするわけではない。

以上の議論の注意点として、「過去を変えること」と「過去に影響を及ぼすこと」を区別する必要がある。上述のように、過去の改変はそれを行うための前提と矛盾するため不可能である。他方、過去でのタイムトラベラーの行為の影響が歴史に組み込まれているならば、その行為は可能だ。例えば、ある朝、青年 C は自宅の窓ガラスが割られているのを発見する。そして誰が窓ガラスを割ったのか確かめるため、C はタイムマシンで数時間前の過去へ向かう。しかし彼は操作を誤り、数時間前の過去に到着したタイムマシンは窓ガラスに衝突してしまうのである。この時、過去へのタイムトラベルや窓ガラスの破壊は、それらが起こるための前提(窓ガラスが割られているのを発見したこと)と矛盾しない。寧ろこのケースでは、C が過去にタイムトラベルをせず、窓ガラスも破られなかった場合に矛盾が生じるのだ。このように、過去の出来事に影響を及ぼす行為に論理的な矛盾はない。実際にそうした行為が行われたならば、その行為の存在は歴史に組み込まれており、過去の改変と違って、寧ろ歴史的に発生しなければならない事柄なのである。

### 1章3節 逆向き因果と環状因果

前節で提示した青年 C と窓ガラスのケースにおいて、窓ガラスが割れたのは、C が過去へタイムトラベルしたからだと考えることができる。この時、「窓ガラスが割れた」という結果は「C が過去に向かってタイムトラベルした」という原因に対し、外的時間において先行している。しかし通常、原因は結果に先立って生じ、結果は原因が生じた後に生じるものである。従って、原因と結果の一般的な前後関係を前提とするならば、青年 C のケースを含め、原因と結果の時間的順序が逆転する「逆向き因果」は不可能に思われる。

マクベス (Macbeath, 1982: pp.413-415) は、逆向き因果のこうした不可能性が、原因と結果の前後関係を因果の定義に組み込んだ故に生じたに過ぎないことを指摘する。彼によると、「原因が必ず結果に先行する」という考え方は、時間が一方方向にのみ流れるという、一般的だが絶対的な根拠があるとはいえない考え方に立脚している。つまり、原因と結果の一般的な定義は、タイムトラベルの可能性を考慮



にいていないのである。この点で、逆向き因果の不可能性を、逆向き因果や逆向き因果を発生させるタイムトラベルを否定する根拠とすることは論点先取であると、マクベスは主張する。寧ろ、タイムトラベルを介して結果が原因に先行する何らかのケースが論理的に矛盾なく成立可能ならば、そのケースは逆向き因果が可能である根拠になり得るのだ。

そしてタイムトラベルが引き起こすもう一つの奇妙な因果関係が、本論文の主題である「環状因果」だ。例えば、2020年にサムは博物館 M からタイムマシンを盗み、1990年へタイムトラベルしたとする。そして1990年に着いたサムは、その時代の博物館 M にタイムマシンを寄贈するのだ。こうして寄贈されたタイムマシンは30年後、2020年のサムによって盗まれることになる。この時、因果関係は一巡してループを形成する。2020年にタイムマシンが盗まれたのは1990年に寄贈されたからであり、タイムマシンが1990年に寄贈されたのは2020年にタイムマシンが盗まれたからだ。

こうした奇妙さを認めたくえで、ルイス (Lewis, 1976) は環状因果について論理的に成立可能だと主張する。何故なら、全体としての環状因果の成立などは確かに説明不可能であるかもしれないが、環状因果それ自体は必ずしも論理的な矛盾をととは限らないためである。例えばサムとタイムマシンのケースにおいて、ループ全体がどのように始まったのかを明確に説明できない点は奇妙である。他方で、タイムマシン盗難の原因がかつての寄贈であることも、寄贈の原因が将来の盗難であることも、それらの因果関係に何か明白な矛盾があるわけではないのだ。また、ループ全体の始まりが説明不可能であることはループが成立不可能であることを意味しない。それは例えば、宇宙全体が誕生した原因は最終的には説明不可能かもしれないが、宇宙が存在することは否定できない事実であることと同様である。従って、何かが説明不可能であることは、その存在が不可能であることを含意しない。

以上のように、逆向き因果や環状因果は少なくとも論理的な矛盾を含まず、その成立が説明不可能であることはそれが成立不可能であることを意味しない。

## 2章 環状因果の（不）可能性

環状因果について、これまで様々な議論が為されてきた。そしてワッサーマンは環状因果に対し提起されてきたパラドクスを5つに分類し、いずれも環状因果の実現可能性を否定する決定的な論拠にはならないと結論付ける。本章では、ワッサーマンの議論に基づき、これら5つのパラドクスが環状因果の可能性の全てを否定するわけでないことを示す。

本題に入る前に、ワッサーマンが取り扱う環状因果について概観しよう。一連の出来事  $E_1$ 、 $E_2$ 、 $E_3$ 、 $\dots$ 、 $E_n$  について、 $E_1$  が  $E_2$  の原因であり、 $E_2$  が  $E_3$  の原因であり、 $\dots E_{(n-1)}$  が  $E_n$  の原因であり、 $E_n$  が  $E_1$  の原因であるとする。この時、環状の因果関係が成立する。

そしてワッサーマンは、次の2点について注意を促す。第一に、因果のループに関わる出来事の全てがループの発生に関わるわけではない。例えば、前述のサムとタイムマシンのケースに関連して、2020年の盗難事件をきっかけに、2021年では博物館 M の警備が強化されているかもしれない。しかし2021年に警備が強化されることは、このケースにおける因果のループの発生に関わらない。

第二に、環状の因果関係は、ループ内の出来事自体が永久に繰り返されるわけではない。例えば、サムとタイムマシンのケースでは、博物館 M の観点から見ると、1990年にタイムマシンが寄贈され、2020年にタイムマシンが盗まれたに過ぎない。またタイムトラベラーであるサムの視点でも、彼は2020年にタイムマシンを盗んで1990年に寄贈しただけだ。タイムマシンに関しては盗まれ、サムに使用され、寄贈され、30年間保管され、盗まれ……を永久的に繰り返すことになるように思われるが、それはタイムマシンの個人時間に関するものである。タイムマシンにとっては環状因果の「周回」が存在するように見えても、外的時間では「周回」は存在しない。そしてこのケースにおいて、タイムマシンにとって「周回」が存在することがある種のパラドクスを引き起こすのだが、これは本章2節や3章1節で説明する。

以上が、ワッサーマンの提示する環状因果モデルである。(Wasserman, 2019: pp.146-149)

### 2章1節 自己因果と無からの発生

環状因果において、原因と結果に関わる二つのパラドクスがある。第一に、「ブーツストラップ・パラドクス」がある。その議論によると、因果のループを形成す

る出来事はそれ自体の原因であるといえるが、事物や出来事がそれ自体の原因となる「自己原因」は不可能であり、それゆえ、因果のループも不可能である。

例えばサムとタイムマシンのケースにおいて、2020年でのタイムマシン盗難の原因は1990年にそれが寄贈されたことであり、1990年でのタイムマシン寄贈の原因は2020年にそれが盗まれたことである。このケースに

- ① Xの原因はYである（例：マッチに火が付いたのは、熱を帯びたから）
- ② Yの原因はZである（例：マッチが熱を帯びたのは、擦られたから）
- ③ ①②より、Xの原因はZである（例：マッチに火が付いたのは、擦られたから）

という因果の推移性を組み合わせれば、2020年にタイムマシンが盗まれた出来事（X）の原因（Z）はそれ自体だ（ $Z=X$ であるため）ということになるのだ。そして、これは事物がそれ自体の原因であるという自己因果であり、そうした自己因果は不可能であるため、自己因果を発生させる環状因果は不可能である。これがブーツストラップ・パラドクスである。

この問題について、ワッサーマンは直接的因果と間接的因果を区別する。自己因果が不可能であるという考えは、直接的な因果関係（①～③におけるXとY、およびYとZの関係）に適用されるものである。また、環状因果が含む自己因果は多くの場合、間接的な因果関係（①～③におけるXとZの関係）だ。そして、間接的な自己因果が不可能であるとする決定的な根拠はないため、自己因果の直感的な不可能性だけでは環状因果を否定しきれないのである（Wasserman, 2019: pp.155-157）。

原因と結果に関わる第二の問題が「無からの発生パラドクス」だ。因果のループに含まれる出来事は全て、同じループ内の出来事に原因を持つ。そのため、ループ全体の発生原因がないように見えるのである。言い換えると、全体としての因果のループやそこに含まれる出来事がどのように始まったのか分からない（例えば、サムのケースにおいて、どのようにタイムマシンが生まれたのか分からない）のだ。そして発生原因のない出来事は不可能であるため、そうした出来事を含む環状因果は不可能だとするのがこの問題である。

これについてワッサーマンは次のような意見を述べる（Wasserman, 2019: pp.159-162）。まず、因果のループを形成する出来事の原因として、ループそれ自体には含まれない出来事を設定することは可能である。ただし、次のことに注意しなければならない。第一に、こうした外的原因は全ての環状因果に設定できるとは限らないとワッサーマンは主張する。第二に、過去改変の不可能性を考慮すれば、外的原因がループを発生させることは不可能であると筆者は考える。この点については後述する。

加えて、発生原因のない出来事が不可能であることを根拠に環状因果を否定することについて、ワッサーマンは議論の余地があるとする。環状因果を発生させる出来事群のそれぞれは、直接的な原因を持っている。例えば、サムの場合において、1990年にタイムマシンが寄贈された直接的な原因は、2020年に盗まれたことなのである。全体としての因果のループを発生させた原因がなかったとしても、ループ内部のそれぞれの出来事は直接的な因果関係によって結ばれている。その点で、こうした因果のループを否定する内的な不合理はないのだ。

以上がワッサーマンの議論の概要だが、筆者も、全体としての環状因果に発生原因がないことは問題ではないと考える。例えば、次のケースを想定しよう。

- ① 発生原因無しに、何もない場所からマッチが発生する
- ② マッチを擦ると、マッチに火が点いた

この時、発生原因のない出来事が不可能ならば、①は不可能だ。一方で、ただマッチを擦り火が点くだけなので、②は可能な出来事である。つまり、間接的な原因がない（マッチ自体に発生原因がない）場合も、マッチが存在する限り、マッチに火を点ける行為は可能なのだ。同様に、タイムマシンの制作者が存在せずとも、タイムマシンが存在する限り、サムがそれを盗み、寄贈することは可能である。従って、全体としての因果のループを発生させる原因が分からないこと、もしくは欠如していることは、ループ内部のそれぞれの因果関係の整合性に影響しない。つまり、ループを形成するそれぞれの因果関係に矛盾がなければ、ループ全体の発生原因がなかったとしても、環状因果は成立可能である。

以上のように、全体としての環状因果に発生原因がない（或いは、そう見える）としても、環状因果の成立可能性が完全に否定されるわけではない。結局のところ、因果のループを形成するそれぞれの出来事に明確な矛盾はない。「ブーツストラップ・パラドクス」および「無からの発生パラドクス」のいずれに関しても、環状因果という考えそれ自体が論駁されることはなく、環状因果は少なくとも論理的には可能であるように思われる。

ここで、ワッサーマンの反論について補足しよう。筆者は環状因果全体の原因を、ループの外側に設定することはできないと考える。何故なら、環状因果に含まれる出来事の発生原因が変化する、つまり過去改変が発生するためだ。例えばサムとタイムマシンのケースにおいて、第一段階で1990年に別の人物ジョナサンが件のタイムマシンを寄贈していたとしよう。その後、2020年においてタイムマシンはサムによって盗まれ、起動され、1990年において寄贈されるはずである。しかしここで1990年の寄贈と2020年の盗難の環状因果は、「1990年にジョナサンが博物館Mにタイムマシンを寄贈した」と「1990年にサムが博物館Mにタイムマシンを寄

贈した」の両方が真になるという矛盾を抱えることになるのだ。従って、環状因果に含まれない外的な出来事を、全体としての環状因果の発生原因として設定することはできない。

## 2章2節 復元パラドクス

環状因果の中には、特定の物体がループし続けるケースが存在する。例えばサムとタイムマシンのケースでは、盗難・寄贈されるタイムマシンは環状因果を形成する一連の出来事を循環し続けるように思われる。こうしたケースを、ワッサーマンは「物体ループ」と呼ぶ (Wasserman, 2019: pp.158)。そしてこうした物体ループにおいて、「復元パラドクス」が生じ得る。

例えば、1冊のノートが物体ループの過程にあるとしよう。1995年に少年が街角で拾ったノートには、同じ詩が何度も繰り返し書かれていた。少年もそれに習って、同じ詩を白紙のページに書き足すのだ。その後、2000年において少年はワームホールにノートを落としてしまう。ノートはワームホールを通過して、1995年の街角に到着する。それを少年が拾い、同じ詩を書き足し……という形で、同じ出来事が繰り返される。この物体ループでは、ノートの白紙ページが消費され続ける。そしていつかノートの白紙ページはなくなるが、そうすれば因果のループが成立しなくなる。また循環の過程で、ノート自体も経年劣化するかもしれない。因果のループを維持するには、ノートの状態が完全に維持される、或いは復元されなければならない。しかし、循環し続けるノートが同じ状態を維持したり、循環前の状態に復元されたりすることはありそうもない。これが復元パラドクスである。

ワッサーマンはこの問題について、ありそうにないが理に適った説明を加えることが可能だと述べる。ノートのケースの場合、例えば、「1998年に、何故かノートを構成する原子が拡散する。そして何故か原子が再び結合し、どういう訳か 1995年に少年が発見した状態のノートを構築した」という出来事が生じていればいい。白紙ページは消費されず、経年劣化もない。原因不明の原子の拡散と結合は奇跡的な偶然でも生じない限りありそうもない事柄だが、そうした偶然が生じれば物体ループは破綻せず、矛盾も生じない (Wasserman, 2019: pp.163-164)。ただし筆者自身は、こうした奇跡的な偶然によって物体ループを擁護するよりも、同一の物体がループし続けることを否定する方が自然であると考え。この点については、3章で詳しく議論する。

以上が、物体ループを巡る議論である。本論文の主題が環状因果全体の成立可能性を研究することにあるため、本節の結論は「何らかの奇跡的な偶然を伴わない限

り、物体ループは不可能である」ことに留めておく。ここで注意すべきなのは、復元パラドクスが全ての環状因果に共通する問題ではない点だ。例えば、幼少時に見知らぬ男性からタイムマシンの製造法を口伝された男が、成人後にタイムマシンを作って過去へ遡ったとしよう。そして男は偶然出会った幼少時の自分自身に、タイムマシンの製造法を口伝するのだ。この時、タイムマシン製造法の情報伝達は環状因果を形成する。しかし、口伝されるタイムマシン製造法は（たとえループが複数回繰り返されるとしても）そもそも経年劣化することがなく、維持や復元も必要としない。このように、復元パラドクスが問題となるのは、環状因果の一部のケースのみなのだ。

## 2章3節 頻度パラドクス

一般に認められる確率論を考慮した場合、ある種の環状因果のケースは破綻することがある。以下に見るのは、メラー (Mellor, 1998) やワッサーマン (Wasserman, 2019: pp.167-169) がこの問題を説明するために提示したケースを、簡略化したものである。まず、次の出来事 A・B を想定しよう。

出来事 A : 時点  $t_1$  において、原子は 80% の確率で、時間逆行ワームホールから出てきた光子を吸収する

出来事 B : 外的時間上で時点  $t_1$  の直後である時点  $t_2$  において、直前に光子を吸収していた原子は 80% の確率で光子を放出し、放出された光子は時間逆行ワームホールに入っていく

※時間逆行ワームホールは時点  $t_2$  に入り口、時点  $t_1$  に出口がある

これらの出来事 A・B において、光子は原子と時間逆行ワームホールを介して環状因果を形成するよう見える。ここで、無数の原子と 1000 万個の光子を観測したとしよう。出来事 A・B は次の流れを形成する。

- ① 出来事 A に関して、時間逆行ワームホールから出てきた 1000 万個の光子の内、800 万個の光子が原子に吸収される見込みがある。
- ② 出来事 B に関して、①で 800 万個の光子が原子に吸収される見込みがあるので、640 万個の光子が放出される見込みがある。放出された光子は時間逆行ワームホールを通して時点  $t_1$  へ。
- ③ 出来事 A に関して、時間逆行ワームホールから出てきた 640 万個の光子の内、

512 万個の光子が原子に吸収される見込みがある。

ここで、出来事 A・B が環状因果を形成するならば、①と③は同じ時点・同じ出来事に関する記述となる。ところが、①では 800 万個の光子が吸収される見込みだが、③で吸収される見込みがある光子は 512 万個なのだ。つまり、①と③は同一の出来事であるにもかかわらず、吸収される見込みの光子の数が異なる、という矛盾が生じるのである。

このように、それを形成する出来事に確率計算が関わる環状因果には、矛盾が生じることがある。ワッサーマンはこの問題を「頻度パラドクス」と呼称する。

筆者は頻度パラドクスについて、全ての環状因果を否定するものではないと考える。第一の理由として、ワッサーマン (Wasserman, 2019: pp.169-170) も指摘するように、頻度パラドクスは見込みの問題に過ぎない点が挙げられる。例えば、表裏がそれぞれ同じ確率で出るコイントスを 1000 万回試行したとしよう。この時、表だけが 1000 万回出る可能性は限りなく低いが、ゼロではない。上記の光子のケースでも、①において 1000 万個の光子が全て吸収され、②においてそれらが全て放出され、③において再び 1000 万個全てが吸収されることも論理的には可能である。つまり、頻度パラドクスは環状因果が「ありそうにない」ことを示すのみで、それが不可能であることを示したわけではないのだ。

第二の理由として、確率計算が全ての環状因果に対して問題になるわけでない点が挙げられる。例えばサムとタイムマシンのケースにおいて、2020 年の盗難と 1990 年の寄贈はそれぞれ互いの原因・結果になり合うが、この関係に確率は関わらない (片方が発生すれば、確実にもう片方が発生する) ように思われる。

以上の理由から、頻度パラドクスによって環状因果の成立可能性が完全に否定されることはない。頻度パラドクスは確率計算の関わる環状因果ケースの成立可能性を否定しきることができず、また、このパラドクスが適用されるケースの範囲は議論の余地があるのだ。

## 2 章 4 節 反実仮想パラドクス

事物の因果関係を示す際、反実仮想はその根拠になると考えられる。例えば、道端に落ちていたバナナの皮を踏んで、少年が転んだとしよう。この時、「バナナの皮が落ちていなければ、少年は転ばなかった」という反実仮想が妥当であるならば、バナナの皮は少年転倒の原因と言える。しかしトゥーリーは、反実仮想の考え方はタイムトラベルや逆向き因果と両立できないと主張する (Tooley, 2002)。

一般に、「もし C だったとしたら、E だろう」という反実仮想が真であるのは、C が成り立つ可能世界のうち現実世界に最も近い（類似している）可能世界において、E が成り立つ場合であり且つその場合に限る。例えば、青年 D と友人がコイントスで賭け事をしていて、まず友人は裏に賭けたとしよう。直後に D は勝負を降りるが、トスしたコインは表を出した。この時、「D が勝負を降りなければ、D は賭けに勝っていた」と言えるだろう。ここで、「D が勝負を降りず、（コインが表を出して）D は賭けに勝った」可能世界 W1 と、「D が勝負を降りず、（コインが裏を出して）D は賭けに負けた」可能世界 W2 を想定しよう。この場合、他の条件が同じならば、コインが表を出す点で、W1 は W2 よりも現実世界に近い（より類似している）と言える。そのため、「D が勝負を降りなければ、D は賭けに勝っていた」という反実仮想は真である。

さてここで、タイムトラベルが可能であるという前提のもとで、ある反実仮想を検討しよう。次のケースは、トゥーリーが提示した一例を簡略化したものである。第一に、次の 2 つのタイムマシン M・N を設定する。

タイムマシン M : 2100 年に存在する。発進スイッチが押されると、2100 年から 2300 年へタイムトラベルする。到着後、タイムマシン N の燃料を抜き、N の発進スイッチを押すようプログラムされている。  
タイムマシン N : 2300 年に存在する。発進スイッチが押されると、2300 年から 2100 年へタイムトラベルする。到着後、タイムマシン M の燃料を抜き、M の発進スイッチを押すようプログラムされている。

なお、燃料がなければ、それぞれのタイムマシンは発進しないとする。

第二に、次の 3 つの世界を設定しよう。

現実世界 W0 : 2100 年のタイムマシン M も、2300 年のタイムマシン N も発進スイッチが押されない。それぞれ燃料は残される。  
可能世界 W1 : 2100 年において M の発進スイッチが押されている。結果として 2300 年において、N は燃料が抜かれ、N の発進スイッチが押された（しかし N は発進しない）。  
可能世界 W2 : 2300 年において N の発進スイッチが押されている。結果として 2100 年において、M は燃料が抜かれ、M の発進スイッチが押された（しかし M は発進しない）。

第三に、現実世界 W0 に関して、次の 2 つの反実仮想を考えよう。



反実仮想1：もしタイムマシン M の発進スイッチが押されていたら、タイムマシン N は燃料が抜かれていた。

反実仮想2：もし N の発進スイッチが押されていたら、M は燃料が抜かれていた。

この時、一見2つの反実仮想は共に正しいように思われる。

しかしここで、矛盾が生じる。反実仮想1が真であるためには、可能世界 W1 が W2 よりも現実世界 W0 に近い（類似している）必要がある。同様に、反実仮想2が真であるためには、W2 が W1 よりも W0 に近い必要がある。つまり、反実仮想1・2が同時に真になるためには、「可能世界 W1 は可能世界 W2 よりも現実世界 W0 に近い」と「W2 は W1 よりも W0 に近い」が同時に満たされなければならないのだ。これら2つの事態は矛盾しており、2つの反実仮想を同時に真にする現実世界 W0（タイムマシンが存在する世界）は不可能である。従って、タイムトラベルや逆向き因果を可能とする現実世界は存在せず、よって、タイムトラベルや逆向きは不可能であると結論付けられる。この問題を、ワッサーマンは「反実仮想パラドクス」と呼称する。反実仮想パラドクスは環状因果の可能性のみをターゲットとするものではないが、仮にこのパラドクスによりタイムトラベルや逆向き因果の不可能性が示されるとすれば、それらの産物である環状因果も不可能になる。それ故、反実仮想パラドクスは、環状因果の成立可能性を議論する際に無視できないだろう。

しかし、現実世界と可能世界との類似性の矛盾に関しては議論の余地が残されている。例えばワッサーマンは、矛盾を抱える可能世界の類似性に、注釈を付けることを提案する（Wasserman, 2019: pp.180-182）。可能世界 W1 と W2 のいずれにおいてもタイムマシン M と N の両方の発進スイッチが（燃料の有無を問わず）共に押されており、各発進スイッチが押されているか否かは、W1・W2 の類似性に差異を生まない。他方、現実世界 W0 と W1 においてタイムマシン M には燃料があるが、W2 において M に燃料はない（抜かれている）。この点で、W1 は W2 よりも現実世界 W0 に近い。同様に、タイムマシン N に燃料がある点で、W2 は W1 よりも W0 に近い。つまり、可能世界の類似性を述べる際に、どの観点で現実世界に類似するのか言及するのだ。この提案を適用した場合、当初は矛盾を含んでいた「可能世界 W1 は W2 よりも現実世界 W0 に近い」と「W2 は W1 よりも W0 に近い」の両立は、「どの観点での近さか」注釈を加えることによって、矛盾が解消される。

以上の理由より、反実仮想パラドクスは環状因果に対する決定的な問題とは言い切れない。タイムトラベルが関わる複数の反実仮想の同時成立は、矛盾を抱えずに成立することができるのである。

## 2章5節 まとめ

以上が、ワッサーマンが分類した、環状因果の議論点となる5つのパラドクスである。いずれも環状因果の成立可能性に対する決定的な困難にならないか、一部の環状因果ケースを排除するに留まっている。

これまでの議論で明らかになったのは、次の事柄である。すなわち、環状因果が矛盾を抱えないための条件は、因果関係がループする中で、経年的な変化が発生しないことだ。何故なら、蓄積や劣化など経年的な変化は過去改変を発生させるためである。この観点から見れば、例えば2章2節で提示したノートのケースのように、何か1つの物理的な事物が繰り返しループし続けると想定することはできない。物体は基本的に何らかの経年的変化を伴い、そのような物体が繰り返しループすると考えることは矛盾を生じさせるためである。また、頻度パラドクスも見方を変えれば経年変化の問題である。頻度パラドクスが問題となったのは、「特定の出来事が発生しない確率」が因果のループを重ねる中で累乗計算的に蓄積されたからである。もっとも、恒久的に変化しない理想的な（物理的）物体が存在するならば、その物体は経年変化の要素を抱えることなく物体ループを形成できるかもしれない。

### 3章 破綻しない環状因果

私たちは1・2章でタイムトラベルおよび環状因果に関わるパラドクスを議論し、整理してきた。その結論については2章5節で示した通りである。そこで本章では、具体的な環状因果のケースについて成立可能か否かを議論する。

1節では、まず環状因果に関わる時間移動ケースを2つ提示する。そしてそれらのケースが成立できるのかどうか、できないなら何故かを説明する。2節では、1節での議論を踏まえた上で、矛盾を含まない環状因果がどのように成立するのか確認する。3節では、それまでの議論を総括する形で、1節で提示したケースはどのように修正すれば成立可能なのか検討する。

#### 3章1節 タイムラインの単線性

「環状因果とは何か」と誰かに尋ねられる時、筆者はタイムトラベラーが自分自身の親/子になる自己産出的なケースを典型的な例として挙げる。このケースでは、幼少時に親に捨てられた青年 E が 20 年ほど過去にタイムスリップし、その時代で女性と恋に落ちる。やがて青年 E は男の子を授かるが、何らかの事情からその子を捨ててしまう。そして捨てられた子こそが、幼少時の青年 E だったという筋書きである。このケースにおいて青年 E は自身の父親であり子である。つまり大まかに言えば「父親がいたから子が生まれた」と「子がいたから父親が生まれた」という環状因果が成立するのである。

ところがこのケースは、不安定な自己産出の要素を含むため、成立が難しい。まず、子供は父親と母親の遺伝子を単純に 50%ずつ持つと仮定しよう。そうすると、青年 E の子供は青年 E と妻の遺伝子を 50%ずつ持っている。しかし、生まれた子供と青年 E は同一人物であるため、子供と青年 E の遺伝子は一致しなければならない。さらに青年 E の子供の子供（青年 E の孫）以降もまた、青年 E と同一人物のはずだが、やはり父親や祖父と遺伝子が異なるはずである。つまり、青年 E の自己産出的ケースは、「父親と子供は厳密に同一の人間（青年 E）だが、遺伝子の構成が異なる可能性が高い」、「自己産出を繰り返せば、自身の遺伝子の内、母親の遺伝子が占める割合が大きくなる」という問題を抱えるのである。もちろん、父親と子供の遺伝子が偶然に一致する確率はゼロではないかもしれないが、その確率はとても低いだろう。ましてその一致が繰り返し発生し続けることは、極めてありそうにない事柄である。

また、エフフィンガムとロブソン（Effingham&Robson, 2007）は興味深い環状

因果ケースを提示している。次に示すのは、彼らが提示するモデルを簡略化したケースである。まず、時点  $t_1$ 、 $t_2$ 、 $t_3$  において青年 F は 1 個のブロックを持っている。次に彼は時点  $t_3$  において、時点  $t_1$  の青年 F 自身の元へ、1 個のブロックを送り込む。すると、時点  $t_1$  では青年 F は 2 個のブロックを持つことになる。そして同様に、時点  $t_3$  の青年 F から時点  $t_1$  の青年 F の元へとさらにブロックが送られ、時点  $t_1$  において青年 F は 3 個のブロックを持つことになり……。こうして過去の自分へブロックを渡すことを繰り返すことで、青年 F はブロックを無限に増やすことができるのだ。しかし、このブロック増加は成立できない。例えば、時点  $t_1$  で青年 F が持っていたブロックは本来 1 個だったのに、ブロック増加に成功して時点  $t_1$  において複数個のブロックを持っていたならば、これは明らかに過去改変である。こうした過去改変の要因を含むため、青年 F の環状因果は成立できないのだ。

これらの問題あるケースに共通するのは、出来事の一回性が失われていることだ。環状因果を構成する出来事は、因果関係がループし続ける中で何度も発生するように思われるかもしれない。しかし 2 章冒頭で述べたように、ループ上の出来事も歴史において 1 度しか発生しない。「E の誕生」という出来事を子供時点と父親時点で 2 回経験するように、同一の事物が何らかの出来事を異なる段階で複数回にわたって経験したとしても、出来事の発生それ自体は外的時間上で 1 度きりなのだ。ここで、外的時間の流れを示す数直線を想像しよう。外的時間上で出来事は 1 度しか発生しないため、数直線上にはそれぞれの出来事が点のように配置される。次に、何らかの事物が複数の出来事を経ることを想定すれば、経由された点（出来事）を線（事物の個人時間）で結ぶことができる。さて、この時に点を結ぶ線分を、私はその事物の「タイムライン」と呼称しよう。時間移動を経験しない事物のタイムラインは正方向にのみ、直線状に伸びることになる。一方で時間移動する事物のタイムラインは、過去への時間移動によって負の方向へ伸びたり、未来への時間移動によって隔たりのある箇所から伸びたりする。しかし、その事物の個人時間は 1 つしか存在せず、タイムラインも分岐のない一本線を描くのだ。

ところが、青年 E と青年 F のケースには、単線的でないタイムラインが含まれる。例えば、青年 F とブロックのケースにおいて、「時点  $t_1$  にブロックが到着する」という出来事は複数回発生しており、その一回性が失われている。結果としてブロックは時間移動を繰り返す中で経年劣化し、時点  $t_3$  から時点  $t_1$  へ送られることがなくなるかもしれない。その場合、ブロックのタイムラインは時点  $t_3$  において、時点  $t_1$  へ送付される場合とされない場合の 2 方向へ分岐するのだ。また、青年 E のケースにおいて青年 E の遺伝子が父子間で変化していくならば、子供の誕生という 1 つの出来事を、遺伝子の異なる複数の（且つ無限数の）「青年 E」のタイムラインが経ることになる。他方、青年 E のタイムラインを単線にするためには、青年 E が完全な自己生産に成功する必要がある。しかし前述の通り、何度も繰り返されるループに

において、偶然の一致による完全な自己生産が実現することはありそうもないことだ。

### 3章2節 タイムラインの有り様

タイムラインの単線性を議論するにあたって、タイムラインが単線である環状因果のケースを例示しておこう。例えば、少年 G はある時、見知らぬ青年からタイムマシンの製法を口頭で教わり、完全に暗記する。その出来事から 20 年経ち、G はタイムマシンを完成させる。今や青年となった G は 20 年前の過去に遡り、出会った少年にタイムマシンの製法を口頭で過不足なく伝えるのだが、その少年こそかつての G 自身だったのだ。このケースでは「タイムマシンの製法を伝える・教わる」という 1 つの出来事において 2 人の G が存在するが、これは G の単線状のタイムラインが同じ出来事を 2 回経由しているに過ぎない。また、タイムマシンの製法の伝達に際しては、復元パラドクスや不完全な自己産出の問題が発生せず、従って環状因果を構成する出来事が変化することもない。加えて、タイムマシンの製法自体のタイムラインに関しても単線性が保たれる。これは、タイムマシンの製法も青年/少年 G 同様に、「タイムマシンの製法を伝える・教わる」という 1 つの出来事を、自己産出する（青年 G が伝える）側と自己産出される（少年 G が教わる）側という別々の立場で経由しているに過ぎないためである。以上より、このケースに含まれる事物のタイムラインは全て単線であり、このケースが持つ環状因果は成立可能である。

ここで補足事項として、2 章 5 節で触れた「恒久的に変化することがない理想的な物体」（物体 Z と呼称しよう）を物体ループさせた場合のタイムラインを説明しておく。通常の事物は経年劣化やその他の理由から、タイムラインを始終のある線分として描く。しかし、物体ループにおける物体 Z のタイムラインは閉じた円のように、始点も終点もないものになる。また、物体 Z は時間移動に際して経年劣化などを伴わないため、そのタイムラインは分岐のない一本線を描く。つまり物体 Z は奇妙なタイムラインを描きこそすれど、その奇妙さは環状因果に対して矛盾を生じさせるものではないのである。

### 3章3節 タイムラインの単線化

本章 1・2 節では環状因果が成立できるための要件として、タイムラインの単線

性を挙げた。そこで本節では、問題を抱えていた 2 つのケースのタイムラインを単線化し、出来事の一回性を維持したうえで環状因果が成立可能になるよう修正することを試みる。

まず、青年 F とブロック増加のケースについて検討しよう。このケースにおけるタイムラインを単線化する際のポイントは、「時点  $t_1$  でのブロックの数が増える、という過去改変が生じる」とことと「ブロックが時間移動を無限に繰り返すことで、ブロックの経年劣化など、復元パラドクスが生じる」とことの 2 つの問題を解決することにある。これらの問題を念頭に、青年 F のケースに修正を加えたのが次のケースである。

まず時点  $t_1$  において、青年 F の元に未来から 3 個のブロックが届く。その後、青年 F は時点  $t_3$ 、 $t_4$ 、 $t_5$  から時点  $t_1$  に向かって、1 個ずつブロックを送る。そして時点  $t_6$  において、ブロックの数は元通りになる。つまりブロックの数は、

時点  $t_1$  : ブロックが 1 個あるところに、1 個のブロックが未来（時点  $t_3 \sim t_5$ ）から到着。

時点  $t_2$  : ブロックが 4 個ある（ブロック増加の目的を達成）。

時点  $t_3$  : ブロックを 1 個、時点  $t_1$  へ送る。ブロックは 3 個になる。

時点  $t_4$  : ブロックを 1 個、時点  $t_1$  へ送る。ブロックは 2 個になる。

時点  $t_5$  : ブロックを 1 個、時点  $t_1$  へ送る。ブロックは 1 個になる。

時点  $t_6$  : ブロックは 1 個ある。

のように推移する。この修正案において、ブロックの数が（一時的に、だが）増えている一方で、数の増加自体は歴史に組み込まれた出来事である。そのため、ブロックの数に関して過去改変は発生しない。加えて、この修正案では、同一のブロックが 2 つの時点の間を無限に時間移動し続けるわけではない。そのため、経年的な変化による復元パラドクスは生じず、過去改変によるタイムラインの分岐も生じないのだ。以上より、この修正を適用した場合、関連する全てのタイムラインが一本化され、青年 F とブロックの環状因果はパラドクスを抱えることなく成立することになる。

次に、青年 E の不安定な自己産出ケースについて議論しよう。このケースのタイムラインを単線化するためのポイントは、「父親と子供の遺伝子が偶然に一致することはありそうにない」とことにある。そこで第一に、「子供は生まれた時点で父親とは（高い確率で）異なる遺伝子を持つ」ことを前提とした修正を提案しよう。つまり、青年 E が持つ遺伝子を、生まれた時点と子を授かる時点で別になるよう修正するのである。前節で触れたように、父親と子供の遺伝子が何の処置もなく偶然に一致することは、ありそうにないことである。しかし、産出される側の E の遺伝子

が産出する側の E の遺伝子と同一になるよう後天的に改竄するなど、遺伝子の構造が人為的に一致するよう修正したならば、遺伝子の一致は十分にあり得ることだ。この修正を適用した場合、タイムラインが単線になること、ないし環状因果が成立することは十分に可能だと言える。

第二に、第一の修正案で前提とした「子供は生まれた時点で父親とは（高い確率で）異なる遺伝子を持つ」ことを回避した修正案を提示しよう。これを回避するには、父親と子供の遺伝子が同一であることが自然になるよう修正すればいい。その修正方法の 1 つが、産出される E の父親だけでなく、母親も E と同一の遺伝子を持つよう設定することである。この方法により単線的なタイムラインで構成された自己産出を描いた物語が、ハインラインの『輪廻の蛇』だ。詳細は省くが、この物語において孤児院で女兒として生きてきた主人公は、ある時、見知らぬ男性と娘を授かることになる。その後諸事情（主人公が両性具有だったことも判明する）から主人公は男へと性転換することになり、同時期に男性と生まれたばかりの娘は行方不明になってしまう。さらに時間が経ち、男となった主人公は過去へタイムトラベルし、到着した時代の女性との間に娘を授かることになる。そして、別のタイムトラベラーの手で、生まれた娘はさらに過去の時代の孤児院へ預けられる（この時点で、女性はこの事実を知らない）。最終的に主人公は、自分との間に娘を授かった女性が女だった頃の自分自身であることと、孤児院に預けられた娘が幼少の自分自身であることを理解するのである。つまり『輪廻の蛇』において娘・母親・父親は同一人物であり、遺伝子が同一なのだ。従って、主人公のタイムラインは単線的である。主人公は同一の出来事を異なる段階で複数回にわたり経験するが、外的時間上ではその出来事はたった一度しか生じないのである。これと同様に、青年 E の妻/母親もまた青年 E と同一の遺伝子を持つよう修正すれば、青年 E の環状因果は成立可能になる。

以上で、環状因果の成立可能性を検討するにあたっての、環状因果を成立させる条件を議論し終えた。もちろん、本節で紹介した修正案は、数あるアイデアの一部に過ぎない。従って、読者には、本節で提示した修正案を絶対的な正解としてではなく、あくまで環状因果ケースにおいてタイムラインが分岐したり複数になったりすることを避けるための方策の一例として捉えていただきたい。

## 結論

私たちは未来や過去について思いを巡らせる折、いつしかタイムトラベルの概念を得た。つまり、歴史（「外的時間」に等しい）上を行き来する様を想像するようになったのである。ある者はその想像を元に小説を書き、ある者は想像を現実のものにするため科学の道を歩んできた。そんな中で考案・議論されたのが、環状因果である。本論文で述べたように、環状因果は複数の奇妙な点を含んでいる。それ故に、環状因果の成立可能性を巡って、多くの議論が為されてきた。そして環状因果を成立不可能であると結論付ける議論では、「タイムトラベルが成立可能なら、環状因果は成立可能である。しかし環状因果は（論理的に）成立不可能である。故に、タイムトラベルも成立不可能である」というかたちで、タイムトラベルの成立可能性も同時に疑われることが多い。

本論文において筆者は、成立可能な環状因果のケースも存在することを主張した。少なくとも、環状因果に関して中心的に研究されてきたパラドクスが、環状因果の成立可能性を完全に否定するわけではないことを十分に示したつもりだ。そして筆者は、「環状因果が成立できない故に、タイムトラベルも成立不可能である」という考え方も否定する。考え得る全てのタイムトラベルが論理的に成立可能かどうかは、筆者には分からない。また、これまで議論したように、成立不可能な環状因果のケースが存在することも事実である。しかし、これまでの議論が正しければ、環状因果の概念がタイムトラベルの成立可能性を阻害することはないと断言しよう。

本論文に対して読者は、ネガティブな一面を持つと評するかもしれない。その一面とは、本論文が環状因果を取り扱った創作作品の一部（特に、因果のループを破壊するもの）を否定してしまうことである。本論文がそんな一面を持つことを、筆者は否定しない。ただ、この一面に関連して、2つほど明言しておきたい。第一に、環状因果には未だ議論すべき点や説明できない点が残されている。そのため、本論文に従えばあり得ないはずの環状因果ケースないしそれを含む創作作品も、これまでの議論をひっくり返すような理由によって成立できるかもしれない。第二に、本論文の意義は一部の環状因果ケースを否定することではなく、環状因果そのものの成立可能性を探ることにある。本論文はネガティブな一面を持つかもしれないが、全体としては寧ろポジティブなものであると筆者は考えている。環状因果は、論理的に可能なのである。タイムトラベルも、いつの日か何らかのかたちで実現可能になるかもしれない（何なら、筆者の知らない場所で既に実現しているかもしれない）。本論文は環状因果やタイムトラベルの成立可能性を、そしてそれに関わる創作作品や技術開発を肯定するものなのである。



## 参考文献

- Lewis, David (1976) “The Paradoxes of Time Travel”, *American Philosophical Quarterly*, 1976: 145-152.
- Wasserman, Ryan (2019) *Paradoxes of Time Travel*, Oxford University Press.
- Horwich, Paul (1987) *Asymmetries in Time*, Cambridge, Mass: MIT Press. (ポール・ホーウィッチ 『時間に向きはあるか』, 丹治信治訳, 丸善株式会社, 1992年.)
- Macbeath, Murray (1982) “Who Was Dr. Who’s Father?”, *Synthese*, Vol. 51, : 397-430.
- Mellor, David Hugh. (1998) *Real Time II*, New York: Routledge.
- Tooley, Michael (2002) “Backward Causation and the Stalnaker-Lewis Approach to Counterfactuals”, *Analysis* 62: 191-197.
- Effingham, Nikk & Robson, Jon (2007) “A Mereological Challenge to Endurantism”, *Australasian Journal of Philosophy*, Vol. 85: 633-640.
- 佐金武(2007) 「ミステリーとしてのタイムトラベル-サイエンス・フィクションを哲学する試論-」, 『京都大学文学部哲学研究室紀要』第10巻: 72-84.
- Nicholas, J. J. Smith (2018年3月改訂) “Time Travel”, *Stanford Encyclopedia of Philosophy*: <https://plato.stanford.edu/entries/time-travel/>: 2020年5月8日閲覧.