

Psillos & Ioannidis 「メカニズム因果——差異形成で十分」 (2019)

Psillos, S. and S. Ioannidis, 2019, “Mechanistic Causation: Difference-Making is Enough,” *Teorema: International Journal of Philosophy* 3 (38): 53–75.

紹介

因果のメカニズム説を批判し、メカニズムの差異形成説を擁護した論文。メカニズムを存在的カテゴリーとしての動作によって特徴づけるメカニズム説に対して、メカニズムとは差異形成関係のネットワークであると論じる。

概要

本論文は、因果のメカニズム説に対して、メカニズムとは差異形成関係のネットワークであるという見解を擁護する。哲学的因果論には2つの異なる因果概念、産出と差異形成が存在するが、メカニズム説によれば、因果概念としての産出は差異形成よりも基礎的である。また、産出概念はメカニズムによって説明され、メカニズムは動作という存在的カテゴリーによって特徴づけられる。こうした見解には、メカニズムの形而上学を優先するトップダウン式のもの、科学実践優先のボトムアップ式のものがあるが、本論文はどちらにも問題があると論じる。その上で、科学実践の事例（壊血病研究）を参照しつつ、メカニズムとは原因と結果および両者をつなぐ仲介者を含んだ因果経路であり、この種の因果経路は差異形成関係のネットワークであると主張する。

1 導入 (pp. 53–5)

- ・因果関係は説明的な関係である。
 - もしCがEを引き起こすのであれば、CはEの生起を説明する。
- ・メカニズムは或る関係を因果的なものにし、原因を説明的なものにすると広く考えられている。
 - Eをその原因Cによって説明する場合、一般に、原因と結果をつなぐメカニズムがもち出されると期待される。
 - >こうした介在メカニズムのおかげで、CはEを引き起こし、Eを因果的に説明する。
 - 因果に関するこの種の学説によれば、EがCに依存していることを示すだけでは十分ではない。
 - >一般にこの依存関係は、Cの生起／非生起はEの生起／非生起に違いをもたらすという差異形成関係 (difference-making relations) と考えられている。
 - >メカニズムが存在しなければ、因果もまた存在しない。
 - >差異形成関係は予測やコントロールには十分だが、Eの説明には十分ではない。

- ・因果については、産出説（production account）と呼ばれる学説と依存説（dependence account）もしくは差異形成説（difference-making account）と呼ばれる2つの学説がある。
 - －「産出」は因果的な意味をもつ専門用語であり、メカニズムを用いた「産出」の説明は、この用語を説明する典型的な方法。
 - －CがEを産出するのは、CとEをつなぐメカニズムが存在するとき、かつそのときにかぎる。
 - －差異形成説（依存説）では因果を次のように定義：
 - CがEを引き起こすのは、CがEに違いをもたらすとき、かつそのときにかぎる。
 - >この種の差異形成関係は一般に反事實的依存関係とみなされている。
 - >もし、Cが生じなければ、Eもまた生じなかつただろう。
- ・本論文の目標は、メカニズム因果（mechanistic causation）の理解において差異形成が産出よりも基礎的であるという見解を擁護し、メカニズムは差異形成関係のネットワークであると論じること。
- ・そのために、メカニズムの産出性は特殊な存在的カテゴリーとしての動作（activities）へのコミットメントを要請するという着想を批判。
 - －この着想にたどり着くルートは2つある。
 - [1] 形而上学優先のトップダウンアプローチ（Glennan 2017）¹：
 - 世界の中に存在する事物としてのメカニズムが何であるかを説明するには、形而上学的な項目（item）として動作を仮定しなければならない。
 - [2] 科学優先のボトムアップアプローチ（Illari & Williamson 2011）²：
 - 科学におけるメカニズムの役割やメカニズムが時空間上に局所化されるという事実を説明するには、メカニズムによって具体化される動作を考慮する必要がある。
 - －2節と3節では動作についてのこれら2つのアプローチが批判される。

2 動作に反対する 1（pp. 55–9）

- ・Glennan（2017）によるメカニズムのミニマルな定義：
 - 或る現象のメカニズムはモノ（entities）から構成され、モノの動作や相互作用はその現象を引き起こすように組織化されている。
 - －Glennanによれば、動作はモノの性質やモノ同士の関係に還元できない新しい存在論的なカテゴリー。
- ・動作のいくつかの特徴。
 - －動作は具体的（concrete）なものである。
 - >動作は時空間上に位置づけられる限定された個別者（particulars）。
 - －動作は動詞の存在的な相関者（correlate）である。
 - >動作には歩くことや押すこと、結びつくことなどが含まれる。
 - －動作は通時的な変化を本質的に含むプロセスの一種。

¹ Glennan, S., 2017, *The New Mechanical Philosophy*, Oxford University Press.

² 資料[15].

- Glennan によれば、ほとんどの動作はモノの変化を生じさせる時空間的に広がったメカニズムのプロセス。
 - 或るプロセスがメカニズムのプロセスと呼ばれるのは、プロセスのアウトカムがモノの動作と相互作用のタイミングおよび組織化に依存しているとき。
- Glennan の議論にはかなり厄介な循環があるように見える。
 - 或るプロセスがメカニズムのプロセスであるのは、モノが動作に従事している場合。
 - しかし、もし動作がメカニズムのプロセスであるならば、或るプロセスがメカニズム的であるのは、モノがメカニズムのプロセスに従事しているとき、ということになってしまう。
- Glennan の指摘は、動作とプロセスが、それらを別々に理解することができないほど結びついているという指摘なのかもしれないが、動作とプロセスにはやはり違いがあるように思われる。
 - 動作は（能動的な）作用（action）を含むが、プロセスはそうした作用を含んでいる必要はない。
- プロセスは出来事の時間的あるいは因果的シークエンスとして理解され得る。
 - 科学においては、すべての種類のプロセスがメカニズム的なものとして特徴づけられる。
 - >たとえば、或る種の分子は濃度勾配によって自由に細胞膜を透過するが、他の分子は ATP（アデノシン三リン酸）エネルギーを使って細胞膜を透過する。前者は受動輸送（passive transport）、後者は能動輸送（active transport）と呼ばれるが、どちらも因果的プロセスである。
- Glennan によれば、ほとんどの、あるいはすべての動作がメカニズムに依存している。
 - このことは、変化を産出するという動作の重要な特徴が、プロセス内の中間物（intermediates）同士の産出的関係に由来していること、および、相互作用するもの（interactors）の因果パワー（causal power）が相互作用するものの部分間の産出的関係に由来することを示唆。
 - Glennan のこの主張はとくに何かを明らかにしてくれるようなものではない。
 - 動作の産出的特徴を中間物の産出的動作への言及によって説明することは、或る動作 A の産出性という問題を、A を実現するメカニズムの要素的動作 A_1, \dots, A_n の産出性へと先送りすること。
 - Glennan による追加的な対応は、何らかの産出すること（some producings）を、規則性や反事實的依存性のような非因果的な特徴によって説明するのではなく、別の産出すること（other producings）で説明するというもの。
 - 動作と動作でないものの区別を理解するという文脈においては、この議論は単に論点をずらしているだけ。
- もし、モノを動作に従事させるものがモノの性質や別のモノとの関係であるならば、動作がそうした性質や関係とは違う事柄であるというのはどういう意味なのか？
 - どのような意味で、動作は新しい存在論的カテゴリーなのか？
 - Glennan によれば、動作を事物の性質やそれらの関係によって固定されたものと考えてしまうと、すること（doing）をもっていること（having）に還元してしまうことになる。
 - >動作は静的なものでなく動的なもの。
 - しかし一般に、事物は種々の性質をもつがゆえに、互いに静的もしくは動的な関係をもつ。
 - >Newton 理論によれば、物体は質量を持つがゆえに互いに引きつけ合う。

- －Glennan にとって動作とは具体的な個別者であるが、もしそうであるならば、なおかつ、動作が押すことや引くことのような特定のなものであるならば、動作が新しい存在のカテゴリーを構成すると考える必要はない。
- －具体的な動作については、モノとその性質およびモノ同士の関係による説明が存在する。
 - >押すこと（押すという動作）は出来事もしくはプロセスであり、その本質は、他の物体との接触によって位置を変える物体にある。
 - >出来事それ自体の本質は、或る事物もしくはその事物と他の事物の関係の変化にある。
- －ゆえに、Glennan のように、動作をモノの性質やモノ同士の関係によって固定された（fixed）出来事とは異なるものと考えする必要はない。
- ・モノについての Glennan の二元論的見解：
 - モノの因果パワーや性能（capacities）によってモノは動作に従事し、変化を産出する。
 - －変化を産出するものは因果パワー（もしくは性能）なのか、それとも動作なのか。
 - －Glennan は、モノの（因果パワーを含む）性質やモノ同士の関係からの動作の独立性を主張。
- ・Glennan の見解は正しくない。
 - －動作はモノやその性質から独立して存在することはできない。
 - －或るモノが従事する動作が何かは、モノの性質に依存。
 - >たとえば、水は塩を溶かすが、鉄は溶かさない。塩を溶かすという動作は水や鉄の性質に依存。
 - －Glennan のようにパワーの存在論を前提にするならば、変化を産出するのはパワーであり、動作は単にパワーの現れ（manifestation）でしかない。

3 動作に反対する 2 (pp. 59–63)

- ・動作に対する Glennan のモチベーションはメカニズムの形而上学から生じているが、科学がメカニズムを要請するという論拠によって動作を裏づけようとする哲学者も存在する。
 - －この手の哲学者たちのモチベーションは、形而上学は科学によって制約されなければならないというもの。
 - >動作のこの種の支持者によれば、分子生物学や神経生物学のような分野が提供する記述を真剣に受け取るとき、これらの記述において動作が重要であることに気がつく。
 - －Illari & Williamson (2011) はメカニズムの働きに関する「能動的形而上学」(‘active metaphysics’) ³を支持するボトムアップ式の議論を提供。
 - －以下では、本論文が「局所論証」(‘local argument’) と呼ぶこの種のボトムアップ式の論証を検討。

³ 能動的形而上学として、Cartwright の性能の形而上学や Gillett のパワーの形而上学、MDC による動作の形而上学などがあり、これらの形而上学は、メカニズムの働きを法則や反事実によって特徴づける「受動的形而上学」(‘passive metaphysics’) と対照される。詳細については資料[15]を参照。

- Illari & Williamson は、生物学の実践、およびメカニズムが説明的なものと考えられているという事実が、メカニズムの存在論を制約すると主張。
 - －メカニズム内相互作用（within-mechanism interactions）を法則や反事実によって捉えようとするメカニズムの形而上学は、メカニズム的説明構築の際に時空間上の局所的領域だけを探索する科学の実践と緊張関係にある。
 - －局所論証によれば、メカニズムの特徴づけは能動的形而上学によって与えられる必要がある。
- 局所論証は次のように再構築され得る（cf. Illari & Williamson 2013）⁴：
 - [1] メカニズム的説明の実践はメカニズムが局所的であることを要求する。
 - [2] このことは、メカニズムを局所的なものとして特徴づける必要があることを含意する。
 - [3] パワーや動作の形而上学だけが局所的形而上学（local metaphysics）である。
 - [4] ゆえに、メカニズムの局所的な特徴づけは、パワーや動作の形而上学を要請する。
 - －しかし、[1]および[2]と[3]では「局所的」という語が同じ意味をもち得ないようにみえる。
 - －局所的形而上学なしでもメカニズムを局所的なものとして特徴づけることは可能。
- 指摘されるべきポイントは3つ。
 - －第1に、或るメカニズムはそれが産出する現象に対して局所的である、というのは真であるが、この文脈における「局所的」は、メカニズム的説明がメカニズムの部分の局所化（localisation）を含んでいるということを意味している。
 - >要するに：或るメカニズムはその部分の働き（operations）によって或る現象を生じさせるが、メカニズム的説明はそうした部分やそれらの働きを特定の時空間上に位置づけることを含む。
 - >この場合、メカニズムの局所化は、「局所的」形而上学を伴わずともメカニズムが「局所的である」ということの意味を十分に捉えている。
 - －第2に、メカニズム内相互作用を「局所的」形而上学によって説明するのは簡単ではない。
 - >生物学的な系におけるエネルギー変換は熱力学に従うが、エネルギー保存則のような全域的原則（global principle）とパワー存在論（のような形而上学）を調和させるのは困難。
 - >むしろ、科学の実践へのフォーカスは、メカニズム内相互作用の説明には熱力学の法則のような全域的原則が必要とされるという結論を含意するように思われる。
 - >全域的原則の適切な説明を提供するのは法則の形而上学だけであるように思われるので、メカニズム形而上学の特徴づけには法則の形而上学が要請される。
 - －第3のポイントは、メカニズム的説明と法則の形而上学は両立しないという議論に対してなされてきた指摘。
 - >[3]が受け入れられるためには、「局所的」の意味から曖昧さを取り除く必要がある。
 - >オプションの1つは、メカニズム内相互作用はメカニズム周辺の事実に基礎づけられなければならないという意味で、メカニズムは局所的でなければならないと述べること。
 - >因果を、規則性を含む全域的な事柄としてではなく、2つの出来事の関係のような局所的な事柄として考えることは可能。
 - >しかし、いわゆる単一因果は法則の形而上学と両立する。因果を「局所的」出来事同士の関係とみなしつつ、法則の存在論を採用することは可能。

⁴ Illari, P. and J. Williamson, 2013, "In Defense of Activities," *Journal for General Philosophy of Science* 44 (1): 69–83.

4 産出としての因果（pp. 63–6）

- ・多くの哲学者が因果とは産出であると考えている。
 - Glennan はこの見解の擁護者の 1 人。
 - ・ Glennan (2017) によれば、メカニズムは因果主張の真理メーカー (truth-makers) である。
 - 「出来事 c は出来事 e を引き起こす」という形式の言明が真であるのは、c がそれによって e の産出に貢献するようなメカニズムが存在するとき。
 - ・ Glennan による因果のメカニズム理論 (mechanistic theory of causation) :
 - 単一主義 (singularity) : 単一因果の理論。因果関係は単一の出来事 (singular events) 同士の関係。
 - 多元論 (pluralism) : 動作と同じぐらい多くの種類の因果関係が存在する。
 - ・ 因果が関係であるとして、その関係項とは何か。
 - 関係項の候補としてまず浮かぶのは出来事。Glennan もこのことには賛成。
 - 他方で Glennan は、出来事は個別者であり、動作を含むと主張。出来事は特定の動作や相互作用に従事する特定の個体 (individuals) を含んでいる。
 - 出来事は或る対象 (object) による性質や関係の具現化 (exemplification) であるという学説があるが、Glennan によれば、性質の具現化と動作への従事には重要な違いが存在する。
 - > 性質はモノの共時的な状態 (synchronic states) であり変化を含まないが、出来事は変化を含む。
 - ・ 因果は産出なのか差異形成なのかという問いに対する Glennan の解答は、産出と差異形成は因果の 2 つの異なる概念だが、産出の方が基礎的である、というもの。
 - メカニズムの存在によって原因は結果に違いをもたらすことができる。
 - ・ Glennan によれば、メカニズムは出来事間の差異形成関係のネットワークであるという主張の問題点は因果主張の真理性が反事実の真理性に依存しているという点にある。
 - メカニズム説では、因果主張の真理性は現実のメカニズムが存在することに依存。
 - ・ 産出説 (あるいはメカニズム説) は反事実を回避することができるか？
 - Glennan によれば、産出としての因果に必要なのは現実の差異形成項 (actual difference-maker) 。
 - > 現実の差異形成項とは、現実のモノおよびその相互作用の特徴。
 - ・ 現実の差異形成項とは何か。
 - それが起きなければ、結果が成り立たなかったような要因。
- [a] 或る結果を引き起こした出来事の実際の具体的なシーケンスにおいては、すべての出来事が (その結果の生起に) 必要であった。つまり、すべての出来事が差異形成項であり、どれか 1 つが欠けてしまうと結果は成り立たなかつただろう。
- [b] x が実際に起きなければ、y は成立しなかつただろうという反事実を真にするものは何か？
 現実のシーケンスから x を除くことは、x なしの反事実的なシーケンスを考えること。
- 実際のシーケンスと反事実的なシーケンスが比較されている。
 - 要するに：産出に差異形成項が必要であるならば、反事実を回避することはできない。

5 差異形成としての因果——壊血病の場合（pp. 66–72）

- ・ここでは具体的事例（壊血病事例）を参照しつつ差異形成説によるメカニズムの説明を与える。
 - Ioannidis & Psillos (2017)⁵などによれば、科学者がメカニズムについて語るときに捉えようとしているのは、或る結果が産出される因果経路（causal pathway）。
 - >メカニズムの同定とは、最初の原因（initial cause）と特定の結果をつなぐ特定の因果経路を同定することであり、因果経路の同定とはその構成要素間の差異形成関係を同定すること。
- ・壊血病とその歴史の概略。
 - 壊血病はビタミンC（アスコルビン酸）の欠乏によって生じる。ビタミンCはコラーゲンの合成に必要な酵素の補因子（cofactor）であり、これが不足するとコラーゲン合成が減少し、体内組織の結合に支障をきたす。そのため血管が損傷し、皮膚や粘膜、歯茎などから出血が生じる。
 - 大航海時代には少なくとも200万人の水夫が壊血病で死亡したとされているが、1747年には、柑橘類の摂取が壊血病の予防および治癒に効果をもつことが判明。
 - >英国海軍の軍医であったJ. Lindの実験によって柑橘類摂取の効果が示される。
 - >実験にもとづく差異形成項の特定。柑橘類の摂取が壊血病の予防や治癒に違いをもたらす。
 - >ただし、この段階ではビタミンCの存在は知られていない。
 - 1912年にC. Funkは壊血病や脚気のような病気が、不足している何らかの物質を摂取することで予防できると主張し、予防に必要な（不足している）物質をビタミンと呼んだ。
- ・仲介者の探索。
 - 壊血病研究の突破口は、仲介者（mediator）と呼ばれるものを探求することで開かれた。
 - 仲介者は、処置（柑橘類の摂取）の効果をアウトカム（壊血病の予防または治癒）に伝達する。
 - 仲介（mediation）はメカニズムを表し、そのメカニズムによって或る独立変数は従属変数に影響することができる（Baron & Kenny 1986）⁶。
 - この意味でのメカニズムはまさに差異形成のネットワークである⁷。
- ・メカニズムの差異形成説によれば、或るメカニズムが差異形成関係によってつながれた出来事の連鎖を含む場合に、AとBをつなぐメカニズムによってAがBを引き起こすのであれば、差異形成の証拠は因果連鎖を確立するのに十分である。
- ・この見解は、有名なRusso-Williamsonのテーゼ（Russo-Williamson thesis, RWT）と両立しないようにみえる。
 - RWT：健康科学の分野においてAとBの間の因果結合を確立するためには、AとBの間に差異形成関係が存在することと、AとBをつなぐメカニズムが存在することの両方の証拠が必要である（Russo & Williamson 2007）⁸。

⁵ Ioannidis, S. and S. Psillos, 2017, “In Defense of Methodological Mechanism: The Case of Apoptosis,” *Axiomathes* (27): 601–19.

⁶ Baron, R. M. and D. A. Kenny, 1986, “The Moderator-Mediator Variable Distinction in Social Psychological Research: Conceptual, Strategic, and Statistical Considerations,” *Journal of Personality and Social Psychology* (51): 1173–82.

⁷ 原因から結果への仲介者を含む因果経路としてのメカニズムと因果推論の関係については資料[4]を参照のこと。

⁸ Russo, F. and J. Williamson, 2007, “Interpreting Causality in the Health Sciences,” *International Studies in the Philosophy of Science* (21): 157–70.

- －RWT が、差異形成関係についての証拠とメカニズムに関する証拠が異なる種類のものであると述べているのであれば、本論文の主張とは両立しない。
- －しかし、壊血病事例が示しているのは、メカニズム証拠の探索は特殊な種類の差異形成証拠を探索することであり、異なる種類の証拠を探すことではないということ。
- －この特殊な差異形成証拠は、「仲介者」の探索を含んでいる。
- －仲介者を同定するための証拠は、種々の動作に従事する特定のモノに関する証拠ではなく、より多くの差異形成関係に関する証拠である。
- ・メカニズムの差異形成説によれば RWT は次のように理解され得る：
A と B の間の因果結合を確立するためには、A と B の間の差異形成関係の証拠と、複数の仲介者の証拠が必要だが、これらの証拠はすべて差異形成関係の証拠である。

6 結論 (p. 72)

- ・本論文では、メカニズムは差異形成関係のネットワークによって支えられているという見解を擁護し、メカニズム因果の理解においては産出よりも差異形成が基礎的であることを示してきた。
 - －要点は 2 つ：
 - [1] メカニズムの産出性が存在的カテゴリーとしての動作概念を要求するという見解には種々の問題がある。
 - > 動作概念や能動的形而上学なしでも、メカニズムを特徴づけることは可能。
 - [2] 科学におけるメカニズム証拠は差異形成関係に関する証拠にほかならない。