

# Cartwright, Pemberton, & Wieten「メカニズム・法則・説明」(2020)

Cartwright, N., J. Pemberton, and S. Wieten, 2020, “Mechanisms, Laws and Explanation,” *European Journal for Philosophy of Science* 10 (3): Article Number 25.

## 紹介

メカニズム的説明（の一部）が、通説に反して、被覆法則説明の一種であると主張する論考。メカニズムへの言及を伴う説明を説明たらしめているのは、実際にはメカニズムの記述ではなく、法則による予測可能性の提示であるという見解を、認識論と存在論の両面から論じている。

## 概要

本論文は、メカニズムによる科学的説明について、それが与える説明の種類（認識論的問題）と、その存在論的な基盤（存在論的問題）を再検討するものである。ただし、ここでは扱われるのは、cp 法則のような規則性（規則的な振る舞い）を被説明項とする規則性説明に限られる（つまり出来事説明は扱われない）。メカニズムによる説明については、近年、（新）メカニストと呼ばれる論者たちが独特な種類の説明として論じているが、本論文はそうした議論とは異なり、メカニズムによる説明は被覆法則説明の一種だと主張する（認識論的問題への答え）。また、メカニズムによる説明の存在論的な基盤は、メカニズムの諸部分が持つ特性を統御する複数の原理（法則）が、メカニズム（諸部分の特定の配置）において、まさに被説明項たる規則性として実例化することにあると主張する（存在論的問題への答え）。

## 1 はじめに (pp. 2/19–3/19)

- ・現在の科学哲学において、メカニズムは科学の基本的な説明装置として広く受け入れられている。
  - メカニズムによって説明されることがらには様々な種類のものがあるが、  
ceteris paribus (cp) 法則によって示されるような規則的振る舞い (regular behaviors) もその1つ。  
>“ceteris paribus”は、「他の条件がすべて等しければ」などと訳される語であり、特に法則について述べる場合、それが普遍的ではなく、一定の範囲内でのみ成立するということを意味する。
  - cp 法則の例。  
>「他の条件がすべて等しければ (CP)、神経伝達物質がニューロンの末端に到達すると、その直後に、他方の末端にあるシナプス小胞から神経伝達物質が放出される」
- ・本論文の主題：cp 法則によって示されるような振る舞いをメカニズムはいかにして説明するのか。
  - 2つの相互に関連する問題に答える。
    - [1] 認識論的問題：メカニズムによる規則的振る舞いの説明は、どのような種類の説明か。
    - [2] 存在論的問題：メカニズムが規則的振る舞いを説明するとき、世界はどうなっているのか。

## 2 「説明する」を説明する——認識的問題への答え（pp. 3/19–13/19）

- ・認識論的問題の答えは明白であるように思われるかもしれない。
  - 規則的振る舞いのメカニズム的説明は、その振る舞いを生じさせる（give rise to）メカニズムの構造と作動を描き出すことによって説明するような種類の説明である、と。
- ・しかし、自然科学でも社会科学でも、多くのメカニズム的説明はそれ以上のものを提供している。
  - なぜそうした構造の作動が当該の規則的振る舞いを生じさせるのか、という部分も含まれる。
- ・認識論的問題に対する本論文の答え：
  - cp 法則を説明するメカニズム的説明の多くは、被覆法則（covering-law, CL）説明の一種である。
    - ただし、メカニズム的説明は CL 説明の特殊な部分集合であって、そこで持ち出されるメカニズムの部分・特徴・相互作用・配置に関する特定の事実が、メカニズム的説明に説明的な「深さ」（depth）を与えている。
- ・ここで、被覆法則説明（CL 説明）とは、以下のような演繹的論証としての説明のこと<sup>1</sup>。

$$\begin{array}{l}
 \text{(前提)} \quad C_1, C_2, \dots, C_k \\
 \text{(前提)} \quad \underline{L_1, L_2, \dots, L_r} \\
 \text{(結論)} \quad E
 \end{array}$$

- C は特定の事実（を記述する言明）；
- L は一般法則；
- E は被説明事象（を記述する言明）。
- ・メカニスト（科学的説明論におけるメカニズム説の支持者）の多くは、メカニズム的説明は被覆法則説明とはまったく異なった種類の説明だと考えている<sup>2</sup>。
  - たとえば、Glennan (2017)<sup>3</sup>, Revonsuo (2001)<sup>4</sup>, Craver & Tabery (2017)<sup>5</sup>。
- ・メカニストによる CL モデルへの反論。
  1. 因果的説明を扱えない。
  2. 一般概念による現象の再記述と、現象を産出するメカニズムの解明による説明を区別できない。
  3. 説明的な深さに欠けることがある。
  4. 法則を要求する。（生物科学などにおいては、しばしば利用可能な法則がない）
  5. アウトカムが特定の事実と法則によって固定（fix）されると考える。

<sup>1</sup> 資料[3]参照。また、科学的説明論における被覆法則説明の位置づけについては、次の文献も参照。清水雄也・小林佑太、2021、「因果的説明論の現在——可操性説・メカニズム説・カイロス説」、『フィルカル』6 (1): 108–34.

<sup>2</sup> メカニズム的説明論の位置づけについても清水・小林（2021）を参照。

<sup>3</sup> Glennan, S., 2017, *The New Mechanical Philosophy*, Oxford University Press.

<sup>4</sup> Revonsuo, A., 2001, “On the Nature of Explanation in the Neurosciences,” in P. Machamer, R. Grush, and P. McLaughlin (eds.), *Theory and Method in the Neurosciences*, University of Pittsburgh Press, pp. 45–69.

<sup>5</sup> Craver, C. and J. Tabery, 2017, “Mechanisms in Science,” E. N. Zalta (ed.), *The Stanford Encyclopedia of Philosophy*.

- ・メカニストたちの被覆法則説明に対する批判にもかかわらず、規則的振る舞いに関する最良のメカニズム的説明の多くは、それらがまさに被覆法則説明であることによって機能する。
  - －この主張が述べていることを明確化しておく。
    - >CL モデルに合致しさえすればメカニズム的説明になるとは言っていない。
    - >CL モデルに合致しさえすれば良い説明になるとは言っていない。
    - >すべての良いメカニズム的説明が CL 説明だとは言っていない。（一部の例外は認める）
- ・CL モデルの根本にある考え：
  - 説明項が被説明項を説明するのは、説明項が与えられたときに被説明項が予期されるから。
    - －規則的振る舞い RB のメカニズム M：配置 A において特徴の集合 Y を示すような諸部分の集合 P。
      - >M = <P, Y, A, RB>
    - －M の反復的な作動が RB を説明するのは、部分的には、RB が、P の配置 A において現れる Y を統御 (govern) する原理の集合入によって予期されるということによる。
      - >要するに：複数の部分が特定の仕方で配置されているとき、諸部分は一定の諸特徴を示す；そして、そうした諸特徴は何らかの諸原理（一般則）にしたがう；そうした原理に基づいて RB が予期できるということが、それら（部分、配置、特徴）による RB の説明を説明たらしめている。
    - －P と Y と A が CL モデルにおける「特定の事実」(C<sub>1</sub>, C<sub>2</sub>, ..., C<sub>k</sub>) に相当し、
      - λ が「法則」(L<sub>1</sub>, L<sub>2</sub>, ..., L<sub>r</sub>) に相当する。
    - －(RB の) メカニズム的説明（の多く）を CL 説明の特別な部分集合にするのは前者 (P, Y, A)。
      - >そうした説明は、メカニズム的説明であり、同時に CL 説明でもあるということになる。
    - －RB のメカニズム的説明は、メカニズム的であることによって、RB を生じさせることの根底にある構造が何であるかを示し、CL 的であることによって、RB がなぜ予期されるのかを示す。
      - >要するに：メカニズム的説明の多くは、実際にはメカニズム的 CL 説明であり、そうした説明が説明になる（「なぜ」疑問に答える）のは、それが CL 的である（法則による予期をもたらす）ことによるのであって、「メカニズム的」なのは、法則と組み合わせる事実の方の話である。
- ・メカニズム的説明と CL 説明が（メカニストが言うように）異なるように見えるのは、CL 説明の中でも（以下の例のような）メカニズム的ではないようなものに注目するから。
  - －Q 「なぜこのニューロンはメッセージを伝達するのか？」
  - A 「CP, すべてのニューロンはメッセージを伝達するから」
- ・CL 説明において、メカニズムの部分や配置は「境界条件／先行条件／初期条件」といった仕方でまとめられてしまうために、どのような役割を果たしているのか不明確になることがある。
  - －あるいは、境界条件があまりに単純化されているためにそうなることがある。
    - >Kepler の第 1 法則や Phillips 曲線を説明する際、上位の原理（法則）だけでなく、その導出に必要な諸事実（の想定）を明示するならば、それは系の部分・特徴・配置であり、つまりメカニズム的説明になる。
- ・CL モデルに対する反論のうち最初の 3 つはここでの主張には当たらない。
  - －CL 説明は、因果的説明にもなるし、メカニズム的説明にもなるし、深い説明にもなる。（ここでの主張は CL 説明が常に因果・メカニズム・深さを捉えるというものではない）
  - －ただ、CL だけでそうした（因果・メカニズム・深さ）説明になるわけではないというだけ。

- ・反論 5 も当たらない。
  - －ここでの議論は、あらゆる被覆法則が「決定論的」であるとは想定していない。
  - －メカニズム的説明で用いられる主な法則は「傾向法則」(tendency laws) である。
    - >結果に対する原因の寄与を述べるのであって、実際に起きる結果を述べるのではないような法則。
- ・反論 4 も当たらない。
  - －生物学の多くの進展は、一般法則の発見ではなく、系の構造の解明に向けられている。
  - －しかし、生物学者が系の振る舞いを捉えるために構築するモデルにおいて法則は用いられる。
- ・反論 1-5 以外にも、メカニストによる CL モデルへの批判はある。
  - －たとえば、「予測主義」(predictivism) への批判の流れから、CL モデルが批判されることがある。
    - >ここで批判されている予測主義は、「予測を与えるものは説明を与え、説明を与えるものは予測を与える」という立場。(説明と予測の対称性)
    - >これを認めると、「気圧計の示度から台風の到来を予測できるので、気圧計の示度が台風の到来を説明する」と言わねばならなくなるが、それは説明とは言えないという批判。
    - >気圧計の示度による台風到来の説明のようなケースが CL モデルに適合することは CL モデルの問題点として指摘されることがある。
  - －しかし、本論文は説明と予測の対称性を主張しない。(なので、この批判も当たらない)
    - >法則による予測を与えるものが必ずしも説明を与えるとは限らない、という立場。
- ・CL モデルに対する 3 つのよくある批判。
  - i. 法則と、単なる偶然や非説明的一般則との区別の問題。
  - ii. 説明的関連性の問題。
  - iii. 説明のために必ずしも予測は必要ではないという事実の問題。
    - － i はメカニズム的説明が CL 説明の一種であるか否かという件とは関係ない。
    - － ii は次節で論じるメカニズムの存在論に関する学説に訴えることで解決できる。
- ・iii の問題：予測されない事象の説明。
  - －10 回に 1 回しか作動しないメカニズム、減多に作動しない気まぐれなメカニズムのケース。
  - －この批判には、2 つの仕方で応答できる。
    - －[1] そこで働いている CL 的原理が非決定論的である場合がある。
    - －[2] その事象が生じないときには、メカニズムを作動させる条件が揃っていないのかもしれない。
- ・Bogen (2008)<sup>6</sup>によれば、メカニズム的説明において重要なのは動作 (activities) の厚い記述である。
  - －「そこ」にある動作が重要なのであって、どこか別の場所／場合に何が起こるかは重要でない。
  - －この Bogen の主張が正しければ、動作が一般的な因果的原理に包摂されるという見解を脅かす。
  - －しかし、Bogen の挙げているケースを見ても、それが真実であるようには思われない。
  - －Bogen は、19 世紀後半における発酵現象の研究を取り上げ、「発酵が物理的／化学的なプロセスであることが解明された」ことを論じている。
  - －これは、発酵現象が一般的な物理的原理や化学的原理にしたがうことがわかったということ。
  - －たしかに、一般的な因果的原理がいつでもメカニズム的説明に現れるわけではない。
  - －しかしそれは、1 つの動作は様々な仕方や抽象レベルで記述され得るからにすぎない。

<sup>6</sup> Bogen, J., 2008, "Causally Productive Activities," *Studies in the History and Philosophy of Science* 39:112-23.

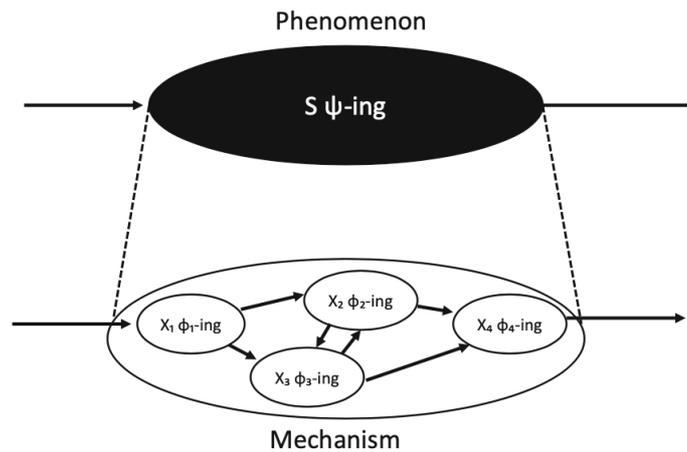
### 3 存在論的問題への答え (pp. 13/19–18/19)

- ・本論文では、メカニズム M は cp 法則で記述されるような振る舞い B を「生じさせる」(give rise to) という言い方をしている。
  - メカニズムが振る舞いをどうするのかという部分の表現には様々なものがある。
  - M is “productive” of B (MDC),  
M “produces” B (Glennan),  
the operation of M is “responsible for” B (Bechtel & Abrahamsen),  
”underlying,” “maintaining” (Craver & Tabery).
  - メカニズムとそれが生じさせる規則的振る舞い (cp 法則) との関係の内実については、様々な考え方があるが、ここでは3つの立場を検討する。
- ・第1の立場：引き起こす (その1)
  - 「産出」(production) 系の用語法が示唆するのは「引き起こす」という関係 (因果関係)。
  - だが、M が「cp 法則で記述されるような規則的振る舞い B」(以下 cpRB と略す) を引き起こすという考えは役に立たない。
    - >ここで想定されている cpRB は因果的な規則性。(形式は「CP, Fs cause Gs」)
  - 例：〈トイレのメカニズム〉が〈レバーを押すことが水を流すことを引き起こすこと〉を引き起こす。
    - >cpRB は、「他の条件が等しければ (CP), レバーを押すことが水を流すことを引き起こす」。
  - 一般的に、原因の後に結果が生じる。
  - しかし、メカニズムの作動とそれが生じさせるもの (レバー押し→流水) は同時。
  - また一般的に、原因と結果の間には、原因から結果に向かう影響 (influence) の流れがある。
  - しかし、メカニズムと cpRB の間にそうしたものは見い出せない。
- ・第2の立場：引き起こす (その2)
  - cp 法則は十分に特定されていない (under specified) という考えを加えればどうだろうか。
  - つまり、生じさせられるものを完全に特定しさえすれば、M はその十分に特定された法則の前件 (antecedent) になるという考え方。
  - 形式は、「M and F cause G」。
  - これは Pearl (2009)<sup>7</sup>などがとっている立場。
  - そこでいう「M」をどう解釈するかによって、異なる問題が出てくる。
  - もし M がメカニズムの作動を意味するなら、F は余計 (redundant) である。
    - >メカニズムが作動するならレバーは押されている。(トイレの作動にレバー押しは含まれる)
  - もし M が部分と配置を意味するなら、それらが結果の原因になるということになる。
    - >部分と配置とレバー押しがトイレの流水を引き起こす、と。
  - Pearl がコミットしているのは後者だと思われる。
    - >M は F と同じ仕方で因果グラフ (有向グラフ) や因果方程式 (構造方程式) に入るとしている。
  - しかし、M は結果の前に生じるものではないし、M から結果への影響の流れもない。
  - また、グラフや式に入るなら M は (確率) 変数でなければならないが、そうした解釈は困難。

<sup>7</sup> Pearl, J., 2009, *Causality: Models, Reasoning and Inference* (Second Edition), Cambridge University Press.

・第3の立場：構成する

- －Craver (2007)<sup>8</sup>によれば，メカニズムの説明は「構成的」(constitutive)な説明である<sup>9</sup>：  
Sが $\psi$ することは，モノ $\{X_1, X_2, \dots, X_M\}$ と動作 $\{\phi_1, \phi_2, \dots, \phi_M\}$ の組織化によって説明される。
- －Sはメカニズム；  
 $\psi$ はSの「全体としての」振る舞い；  
 $X_i$ はSを構成するモノ；  
 $\phi_i$ は $X_i$ の動作。



- ・この学説は，Craverが着目している種類の事例はうまくとらえているように思われる。
  - －被説明現象が系Sの振る舞い $\psi$ で，メカニズムがS自体の部分の組織化された動作であるケース。  
 >例：神経細胞のシグナル伝達。
  - －こうしたケースにおいて，SとMは同一物を支持している。
- ・しかし別の種類のケースにおいてはうまくいかない。
  - －つまり，メカニズムによって説明されるcp法則(CP, Fs cause Gs)に現れるFやGが，メカニズム自体の特性ではなく，インプットとアウトプットの特性であるようなケース。  
 >例：自動販売機(「CP, コインの投入がコーラの投下を引き起こす」)
  - －こうしたケースにおいて，メカニズムはメカニズム自体のものではないような特性がどのように別の特性を引き起こすのかを説明するために持ち出される。  
 >コインは自販機の外から入ってくるものであり，コーラは自販機の外へ出ていくもの。  
 >コイン投入(F)とコーラ投下(G)は自販機のメカニズム自体の部分の動作ではない。
  - －この種のケースにおいて，メカニズムはcpRBを「構成」しているとは言い難い。  
 >自販機そのものはコインやコーラでできているわけではない。

<sup>8</sup> Craver, C., 2007, *Explaining the Brain: Mechanisms and the Mosaic Unity of Neuroscience*, Oxford University Press.

<sup>9</sup> Craver (2007) については資料[8]も参照。

- ・しかも、「メカニズム M (の動作) が〈F が G を引き起こすこと〉を構成している」ということを仮に認めたとしても、問題は解決しない。
  - －それは「なぜ」に答えていない。
  - －一般的に、「x が y を構成する」が真であるとき、なぜそうなのかという理由がある。
    - >それがなければ x が y を構成しないような別の事実。
  - －つまり、仮にメカニズムの振る舞いと cp 法則の関係が構成関係だとしても、それだけでは答えられない存在論的問題が残ってしまう。
- ・存在論的問題（「メカニズムの作動が規則的振る舞いを生じさせるとはいかなることか」）に対する本論文の答えは、「構成」にも関わるが、Craver が描いたものとは異なる。
  - －Grunbaum (1963)<sup>10</sup>の着想が手がかりを与えてくれる。
  - －Newton の法則が Kepler の法則を説明するのは、Kepler の法則が、惑星系という文脈において Newton の法則がそうなる (amount to) ところのものだからである。
    - >Kepler の法則が述べる振る舞いは、惑星と太陽の特性と配置の下で Newton の法則によって成立することがらを構成する。
  - －存在論的問題に対する本論文の（認識論的問題に対する答えと密接に関わる）答え：
    - メカニズム M ( $\langle P, Y, A \rangle$ ) が繰り返うまく作動した場合に規則的振る舞い RB が生じるとする；このとき、 $Y' \subseteq Y$  と、 $Y'$  に属する特性を統御する一般原則  $\lambda(Y')$  について、 $\lambda(Y')$  に属するすべての原則が RB の生起によって実例化されるとき、M は RB を生じさせる。
    - >復習：P は M の部分の集合、Y はそれらの特性の集合、A はそれらの配置、 $\lambda(Y)$  は Y を統御する原則（法則）の集合。
    - > $Y' \subseteq Y$  は M の部分の特性の集合の部分集合（つまり、メカニズムの部分を持つ特性の一部）。
    - >つまり、メカニズム M が cp 法則で述べられる規則的振る舞い cpRB を生じさせるといのは、まさに cpRB そのものが、M の一部の特性を統御するような原則（法則）全体の実例であるということにほかならない、というのがここでの「答え」である。
- ・ここでの答えは、Craver の構成説でうまく扱えなかった種類の問題も扱える。
  - －インプット F がアウトプット G を引き起こすようなケース。（例：コーラの自動販売機）
  - －メカニズムへのインプット（コイン投入）がアウトプット（コーラ投下）を引き起こす理由は、自販機のメカニズムの関連する諸部分を統御する諸々の原則（法則）。
- ・本論文の答えは、メカニズムに関するその他の存在論的問題に対しては中立的なものである。
  - －たとえば、多くの「新メカニスト」(new mechanist) は、メカニズムの土台となる因果関係の本性に関する学説を提示している。（定評があるのは Woodward の可操性説）
  - －ここでは、メカニズムに例化される一般原則が、変化を関係づける (change-relating) 一般則か、Hume 的な規則性か、パワーか、あるいは別の何かか、といったことや、一般原則が関連づけるものが、実体か、出来事（事象）か、生起物 (occurents) か、存続物 (continuants) か、モノか、あるいは別の形而上学カテゴリーに属するものか、といったことについては、何も主張しない。

<sup>10</sup> Grunbaum, A., 1963, *Philosophy of Science Undergraduate Lectures*, University of Pittsburgh.