

因果の一般プロセス理論

西郷甲矢人 (Hayato Saigo) · 吉井達哉 (Tatsuya Yoshii) · 林智行 (Tomoyuki Hayashi) · 大塚淳 (Jun Otsuka)

ZEN 大学 · 一橋大学 · 京都大学 · ZEN 大学

現在の現実因果性 (actual causality) についての哲学的見解は、[Salmon, 1984] 流のプロセス因果説と、出来事説—中でも特に主流なのは Lewis 流の反事実的分析と [Pearl, 2000] 流の構造因果モデル (Structural Causal Models; SCM) を統合したアプローチ—に大別される。本発表では、プロセスの全体を圏として提示することにより、これらの見方を統合する因果概念を提案する。

我々のいう「プロセス」とは、ある特定の系の発展 (経路) である。そのような各プロセスは「系がある初期状態にある」という出来事から「系がある最終状態にある」という出来事への発展経路とみなすことができる。ある系とその外部環境を含めた全体が、それをさらに取り囲むメタ環境と一定の相互関係に落ちているとき、その系の可能なプロセス全体が定まる。このプロセス全体は、プロセスを射、出来事を対象とした圏をなす、つまりプロセスは合成可能であり、結合律を満たし、また各出来事に対して「何もしない」恒等プロセスが考えられる。これを (システム S の、メタ相互関係 M における) 可能なプロセスの圏と呼び、 $\mathbf{Proc}^{M;S}$ と書く。

この可能なプロセスの圏 $\mathbf{Proc}^{M;S}$ に含まれるプロセス (の集まり) に対して、因果関係を定義する。直感的に言って、あるプロセス (の集まり) P_0 が他のプロセス (の集まり) P_1 の原因であるとは、「もし P_0 がなければ、 P_1 がない (なかった) だろう」という but-for 条件が成り立つことである。いま、あるプロセスの集まり P に対し、 $\mathbf{Proc}^{M;S}$ の射 s が $p \in P$ を含む形で $s = s_1 \circ p \circ s_0$ と書けるとき (s_0, s_1 は $\mathbf{Proc}^{M;S}$ の任意の射)、 s を P が起こるプロセスと呼び、そのような s の全体を \tilde{P} と書く。

$\mathbf{Proc}^{M;S}$ における射の集まり P_0, T, P_1 が次の条件を満たすとき、 P_0 は T という条件の元での P_1 の原因であると定義する。

もし $\mathbf{Proc}^{M;S}$ の射 s が、何らかの射 $p_1 \in \tilde{P}_1$ および $t \in T$ によって $s = p_1 \circ t$ と書けるのであれば、 $s \in \tilde{P}_0$ である。

このような条件を満たす射の集まりの三つ組 (P_0, T, P_1) を因果関係と呼ぶと、これ自体は $\mathbf{Proc}^{M;S}$ の射の集まりを対象とする圏における射となることが示せる。つまり、因果関係 (上の三組) は (自然に定義される合成演算に関して) 合成可能であり、結合律を満たし、恒等射が存在する。よって可能なプロセスの圏 $\mathbf{Proc}^{M;S}$ 上の因果関係は圏をなす。

本発表では、以上の枠組みが、Salmon 的なプロセス因果説と因果モデルを用いる出来事説的アプローチの双方をうまく統合していることを示す。プロセス因果説の問題はその哲学的洞察を具体的事例における現実因果の判定基準にどのように応用すれば良いのかが不明であることである [Hitchcock, 2004]。他方、出来事説は SCM などの形式的道具立てを用いることで現

実因果の具体的な判定基準が可能であり、現実因果論における標準理論となっている。しかし、SCM アプローチには**構造的同型事例** (structural isomorphs) という深刻な問題が知られている [Hall, 2007, Menzies, 2017]。これは、(1) 同一の反事実的構造を持っておりそれゆえ同一の SCM でモデリングされる (2) にもかかわらず構造的に対応する因果関係の成否について相反する直観を与えるような二つの因果的シナリオが存在する、という問題である。この問題に関して「出来事間の関係だけでなくプロセスとしての因果を尊重した枠組み」の重要性が意識されているものの [Hall, 2004]、現状の SCM アプローチによる典型的な対応は、「デフォルト」や「逸脱」といった規範的な区別を因果モデルに導入する、というアドホックなものにとどまっている [Hitchcock, 2007, Halpern, 2016]。

これに対して本発表では、構造的同型事例として提示される事例は SCM としては同型であっても、異なる「可能なプロセス」を含んでおりプロセス圏としては同型にならないことを指摘する。その結果として、本発表で提案する枠組みを用いることで構造的同型事例における相反する直観のそれぞれを尊重することが可能になることを論じる。またこうした議論の副産物として、「因果の推移性」の問題についても、本発表の枠組みの観点から独特の整理を与えることができる。

参考文献

- [Hall, 2004] Hall, N. (2004). Two concepts of causation. In John Collins, Ned Hall, L. A. Paul, editor, *Causation and Counterfactuals*. MIT Press.
- [Hall, 2007] Hall, N. (2007). Structural equations and causation. *Philos. Stud.*, 132(1):109–136.
- [Halpern, 2016] Halpern, J. Y. (2016). *Actual causality*. MIT Press.
- [Hitchcock, 2004] Hitchcock, C. (2004). Causal processes and interactions: What are they and what are they good for? *Philos. Sci.*, 71(5):932–941.
- [Hitchcock, 2007] Hitchcock, C. (2007). Prevention, Preemption, and the Principle of Sufficient Reason. *Philos. Rev.*, 116(4):495–532.
- [Menzies, 2017] Menzies, P. (2017). The problem of counterfactual isomorphs. In Beebe, H., Hitchcock, C., and Price, H., editors, *Making a Difference: Essays on the Philosophy of Causation*, pages 153–174. Oxford University Press.
- [Pearl, 2000] Pearl, J. (2000). *Causality: Models, Reasoning and Inference*. Cambridge University Press, New York.
- [Salmon, 1984] Salmon, W. C. (1984). *Scientific Explanation and the Causal Structure of the World*. Princeton University Press.