

Schurz 「cp 法則と cr 法則——その内容と因果的役割」（2014）

Schurz, G., 2014, “Ceteris Paribus and Ceteris Rectis Laws: Content and Causal Role,” *Erkenntnis* 79 (10): 1801–17.

紹介

ceteris paribus (cp) 法則を特集した *Erkenntnis* 誌（2014 年 79 巻 10 号）掲載の論文。一般に cp 法則と呼ばれているものは、「他の条件がすべて等しい」という文字通りの意味での cp 法則と、「他の条件がすべて適切である」という意味での ceteris rectis (cr) 一般則の 2 つに区別され得ると論じる。

概要

本論文の目標は次の 3 つである。第 1 に、「他の条件がすべて等しい」という文字通りの意味での ceteris paribus (cp) 法則と、「他の条件がすべて適切である」という意味での ceteris rectis (cr) 一般則の違いを明らかにする。cp 法則が全称量化を含んでいるのに対して、cr 一般則は存在量化を含んでいるという点で両者には重要な違いがある。また、確証可能性と法則的性質の点でも cp 法則と cr 一般則は異なる。第 2 に、cr 一般則には複数の異なる種類があることを明確化する。cr 一般則は、不確定的なものと確定的なもの、および通常的なものの 3 種類に分類され得る。第 3 に、cp 法則とすべての種類の cr 一般則に共通するものを明らかにする。cp 法則と cr 一般則はどちらも、変数間の因果的影響関係に関する主張の重要な情報源である。

1 導入 (pp. 1801–2)

- ・ ceteris paribus 主張 (cp assertion) には 2 つの重要な異なる種類がある：
 - [1] 「他の条件がすべて等しい (all others being equal)」という文字通りの意味での cp 法則¹について述べたもの。
 - [2] 「他の条件がすべて適切である (all others being right)」という意味での ceteris rectis (cr) 「法則」について述べたもの。
- ・ 本論文の目標は以下の 3 つ。
 - [a] cp 主張と cr 主張を再構成する。
 - [b] 両者の内容と確証可能性 (confirmability), および法則的性質 (lawlikeness) の違いを明確化する。
 - [c] 因果推論についての主張における両者に共通の本性を明らかにする。

¹ cp 法則をめぐる科学哲学上の議論については資料[20]と[21]を参照のこと。

- ・本論文では、変数概念を用いて cp/cr 主張の正確な形式を再構成する。
 - －大文字の X は変数を、小文字の x は変数の値を表す。
 - －変数 X は、個体の或る定義域 D から性質や数の集まりである値域 ($\text{Val}(X) = \{x_1, x_2, \dots\}$) への関数。
 - >たとえば、 X が色である場合、 X の値域は、赤や緑といった個々の色を要素とする集合。
 - －小文字の $a, b, \dots$ は、定義域 D の個体を網羅する個体変数 (individual variables)。
 - >「 $Xa = x_1$ 」は個体 a における X 値 (X -value) が x_1 であるということを表す。
 - －性質や出来事は変数ではなく、変数の値やその値の変化 (value-changes)、あるいはそれらを表す命題に相当する。
 - >たとえば、「熱さ」や「冷たさ」といった性質は、「温度」という同じ変数の異なる値の範囲。

2 cp 法則と cr 法則——分析と分類、および解説 (pp. 1802–10)

- ・理論経済学は cp 法則が文字通りの意味で使用されるもっとも重要な分野。
 - －(例 1) 他の条件がすべて等しければ、需要の増加は価格の上昇を引き起こす。
 - >cp 法則は 2 つの変数 X, Y 間の単調な (monotonic) 関数的 cp 関係²について述べている。
 - >この関係の正確な形式は種々の背景変数 Z に依存しており、詳細を特定するにはあまりに複雑。
 - －(例 2) X の結果ではない他のすべての変数 Z の値が、これらの値が何であれ、不変のままであるならば、或る変数 X の値の増加は別の変数 Y の値の増加（もしくは減少）を引き起こす。
- ・cp 法則の 2 つの特徴が(例 2)から生じる：
 - (A) cp 法則は常に比較にもとづく。
 - －2 つの異なる時点における或る個体 a の別々の状態、もしくは 2 つの別々の個体 a と b の状態を比較している。
 - (B) cp 法則は残余変数 (remainder variables) Z に対する全称量化 (universal quantification) を含む。
 - －2 つの比較されている状況において Z の値はすべて同じ。
 - >このことは、「これらの値が何であれ」という表現に現れている。
- ・しかし、ほとんどの哲学上の議論において“ceteris paribus”は“ceteris rectis”の意味で理解されている。
 - －cp 法則における残余変数は「適切な (right)」値を取ることが要求されている。
- ・cr 条項は「阻害要因 (disturbing factors)」の排除として解釈されることもある。
- ・cr 条項のもう 1 つ別の解釈は、「適切である」を「通常である (being normal)」という意味にとるというもの。
 - －(例 3) 他の条件がすべて適切（通常）であるならば、鳥は飛ぶことができる。
 - >cr 条項は、鳥が飛ぶことを可能にする適切な生物学的、環境的条件に言及。
 - －cr 法則は、比較にもとづくものではないという点と、何らかの適切な、しかし、明示的には特定されていない条件に言及しているという点で cp 法則とは異なる。
 - －cr 法則は、残余変数の値に対する存在量化 (existential quantification) を含む。

² ここで単調な関数関係とは、 x の値が増加すると常に y の値が増加ないしは減少するような関数関係のこと。

- －(例 4) 残余変数 Z の「適切な」値の何らかの範囲で、 A （状態／出来事）は B （状態／出来事）を引き起こす。
- ・ cp 法則と cr 法則はその論理的な違いにもかかわらず、なぜ“*ceteris paribus*”という同じカテゴリーに投げ込まれるのか？
 - －このことは、理論経済学における cp 論争の典型例を振り返ることで理解され得る。
 - －需要法則の真理性は cp 条項だけでなく cr 条項も要求する。
 - > cp 条項を伴う需要と価格の関係は、「理想的な市場」という条件下でのみ成り立つ。
 - > 売り手と買い手は十分な情報を持ち、自由に効用を最大化する。非合理的行動や政府による価格規制は排除されている…など。
 - －(例 5) 他の条件がすべて適切であり、かつ、等しければ、需要の増加は価格の上昇を引き起こす。
- ・ cp 法則と cr 法則の区別がなぜ重要なのか？
 - －第 1 に、cp と cr を別々の理想タイプ（ideal types）として解明することはそれ自体で重要。
 - －第 2 に、真である cp 法則の純粋なケースを、経済学や他の社会科学分野ほど複雑ではない別の分野に見出すことが可能。
 - －(例 6) 他の条件がすべて等しければ、或る気体の温度 T の上昇は、その気体の体積 V の増加を引き起こす。
 - > (例 6) は、あらゆる状況下における、すべて気体について普遍的に真であるような変数 T と V の間の単調的 cp 関係を述べている。
 - －(例 6) に対して、正確な数値予測を可能にする量的な気体法則は cr 法則。
 - －(例 7) 他の条件がすべて適切であるならば、体積 V と圧力 P と絶対温度 T 、および気体のモル数 n は、理想気体の状態方程式 ($pV = nRT$) によって関係づけられる (R はリュードベリ定数)。
 - > (例 7) は温度が十分に高く、圧力が十分に低い気体だけにあてはまる。
 - －(例 7) は本論文が確定（definite）cr 法則と呼ぶもの。
 - －この種の cr 法則における cr 条項は背景知識にもとづいて消去可能。
 - > 物理化学の教科書には、種々の気体がほぼ理想的な仕方で振舞うような温度と圧力の範囲に関する一覧が載っている。
 - －これに対して、不確定（indefinite）cr 主張では「適切な」 Z 値は未知であり、存在量子子は消去できない。
- ・ cp 条項と cr 条項の探求は、一般則の安定性（stability）あるいは不変性（invariance）分析と呼ばれるものの重要な一部を構成する。
 - －Woodward (2003)³によれば、或る関数関係 ($Y = f(X)$) の不変性の程度は、その関数関係が成り立つような X と残余変数 Z の値の範囲とともに増加する。
 - －Strevens (2008)⁴によれば、原因的に関連する要因は、その変化がアウトカム変数に違いをもたらす要因であるため、安定性は因果分析にとって重要な情報源である。
 - －この意味で、cp 条項の下での気体の温度の上昇は、気体の体積の増加に対する唯一の原因的に関連する要因であるが、この増加の規模は、気体の圧力の定常的な数値にも依存している。

³ Woodward, J., 2003, *Making Things Happen: A Theory of Causal Explanation*, Oxford University Press.

⁴ Strevens, M., 2008, *Depth: An Account of Scientific Explanation*, Harvard University Press.

- ・同様の分析は他の多くの事例にもあてはまる。
 - －(例 8) 他の条件がすべて等しければ、重力の増加は加速度の比例的な増加を引き起こす。
 - －(例 8)は Newton の第 2 法則と、重力は力の一種であるという事実から帰結。
 - －現代物理学にしたがえば、この単調的関数関係は普遍的に真。
 - －他方で、重力に関する量的な Newton の法則は cr 法則。
 - ＞ユークリッド空間に近似した構造をもつ時空領域でのみ成り立つ。
- ・純粋な cp 法則は特殊科学の中にも見出される。
 - －そこでは、定常的な Z 値が追加条件によって制限されるということがしばしば生じる。
 - －(例 9) 雨が汚染されておらず、その量と気温が或る閾値を超えないという条件の下で、他の条件がすべて等しければ、雨が多く降ることは植物のより良い生育を引き起こす。
 - －(例 9)は本論文が限定された cp 法則（restricted cp law）と呼ぶもの。
 - ＞確定された cr 条件の範囲内の cp 法則。
 - ＞cr 条件は単なる制約を表現しており、Z 変数の値を固定するものであってはならない。
 - ＞Z 変数が変化し得る余地を残していなければならない。
 - ＞もし、条件が Z 値を固定してしまうと、その cp 法則は普遍性を失う。
 - －他方で、或る cp 法則が不確定 cr 条項によって限定される場合、不確定な比較 cr「法則」に分類される。
 - ＞不確定な比較 cr「法則」は 4 節で論じるようにその法則的性質に問題を抱えているので、本論文では、cr 法則の代わりに cr 主張もしくは cr「法則」という表現を使用する。
- ・不確定 cr 法則の明らかな事例は次のようなもの。
 - －(例 10) 他の条件がすべて適切ならば、目的指向的な効用最大化（goal-oriented utility maximization）という意味で、人々は合理的に行動する。
 - －(例 10)の意味で人々が合理的に行動するための、或る個人の脳の状態や環境条件の「適切な」値はほとんど知られていない。
 - ＞同じ診断が(例 3)にもあてはまる。
 - －本論文では、「適切な」Z 値が制約されているものの、その値の範囲がほとんど特定されていない cr 一般則を「部分的に不確定な（partially indefinite）」cr 一般則に分類する。
- ・しかし、(例 10)と(例 3)のような cr 一般則には違いがある。
 - －(例 10)では、合理的行動が人々の通常の行動なのか、それとも、もっとも頻度の高い行動なのかは明確ではない。
 - －それに対して、(例 3)における cr 条項は鳥の生物学的に通常の状態を記述している。
 - －このことから、cr 条項を通常性（normality）条項によって置き換えることで cr 条項を消去するという可能性が生じる。
 - －(例 11) 通常、鳥は飛ぶことができる。

- ・ cp 一般則と cr 一般則の形式的で正確な再構成。
 - － 以下で、太字の大文字 **Z** は連続した残余変数を、太字の小文字 **z** はそれに対応する連続した値を網羅するとする。
 - － cp 条項と cr 条項は、独立変数 X の結果ではない変数だけに言及する。
 - > 因果的観点からは、従属変数 Y の直接原因であるような残余変数に言及すると想定すれば十分だが、そうした因果的知識を欠いているケースでは、**Z** は単に X の結果ではない他のすべての変数を指すと考える。
 - － cp 主張と cr 主張には厳密なものと同率率のものの 2 つがある。
 - － 本論文における cp 主張と cr 主張の定式化には、「引き起こす」という因果概念が含まれる。
- ・ cp 法則の定式化。
 - － (例 12) 他の条件がすべて等しければ、 X の値の増加は、条件 C の下で、 Y の値の増加を引き起こす。
 - [1] 「他の条件がすべて等しい」：残余変数 **Z** の値であるすべての **z** ($\forall \mathbf{z} \in \text{Val}(\mathbf{Z})$) に対して、2 つの個体変数 a と b の **Z** 値は **z** に等しい ($\mathbf{Z}a = \mathbf{Z}b = \mathbf{z}$)。
 - [2] 「 X の値の増加」： a の X 値が b の X 値よりも大きい ($Xa > Xb$)。
 - [3] 「条件 C の下で」：確定（特定）された cr 条件の下で。
 - > ただし、条件 C が存在しない（空である）場合もある。
 - [4] 「 Y の値の増加」： a の Y 値が b の Y 値よりも大きい ($Ya > Yb$)。
 - [5] 「引き起こす」：[4]である確率が増加する。
 - － (例 5)は(例 12)の具体例。
 - > a と b は 2 つの異なる市場を指す。
 - > 「 Xa が Xb よりも大きい」： a における或る財の需要が b における需要よりも大きい。
 - > 「 Ya が Yb よりも大きい」： a におけるその財の価格が b における価格よりも大きい。
 - > 「2 つの市場 a と b の **Z** 値が **z** に等しい」：他の要因の配置がすべて同じ。
- ・ (非比較) cr 主張の定式化。
 - － (例 13) 他の条件がすべて適切ならば、 A は、条件 C の下で、 B を引き起こす。
 - [1] 「他の条件がすべて適切ならば」：
 - > [1-a] 或る変数 X の値の範囲 (Δx) に対して、 Δx_A の部分集合であるような Δx が存在し ($\exists \Delta x \subset \Delta x_A$)、或る個体変数 a の X 値は Δx の要素である ($Xa \in \Delta x$)。
 - > [1-b] **Z** の値域 ($\text{Val}(\mathbf{Z})$) の部分集合であるような **z** の範囲 ($\Delta \mathbf{z}$) が存在し ($\exists \Delta \mathbf{z} \subset \text{Val}(\mathbf{Z})$)、個体変数 a の **Z** 値は $\Delta \mathbf{z}$ の要素である ($\mathbf{Z}a \in \Delta \mathbf{z}$)
 - [2] 「 A 」：或る個体変数 a の X 値が Δx_A の要素である ($Xa \in \Delta x_A$)。
 - [3] 「条件 C の下で」：(部分的に) 確定（特定）された cr 条件の下で。
 - > (例 12)と同様に C が存在しない場合もある。
 - [4] 「 B 」：個体変数 a の Y 値 (Ya) は y_B の範囲 (Δy_B) の要素である ($Ya \in \Delta y_B$)。
 - [5] 「引き起こす」：[4]である確率が増加する。

－(例 3)は(例 13)の具体例.

- > 「他の条件がすべて適切である」: a が「適切な」環境下において ($Za \in \Delta_Z$), a は「適切な」生物学的構成の鳥である ($Xa \in \Delta_X$).
- > 「A」: a は鳥である ($Xa \in \Delta_{XA}$).
- > 「B」: a は飛ぶことができる ($Ya \in \Delta_{YB}$).

・ cp 法則と cr 主張の 2 つの違い:

[1] cp 法則における Z と X の値の範囲は全称量化, cr 主張における Z と X の値の範囲は存在量化.

[2] cp 法則は常に 2 つの比較される個体 (もしくは状況) a, b に言及しているのに対して, cr 主張は 1 つの個体 a にのみ言及.

－ただし, 「他の条件がすべて適切であるならば, X の値の増加は, 条件 C の下で, Y の値の増加を引き起こす」という形式の比較 cr 「法則」(comparative cr “Law”) も存在する.

> 比較 cr 法則は, 或る cr 条項のスコープ内での cp 法則.

・ (例 12)と(例 13)は関連性要求を満たしていなければならない.

－ X について述べた前件は, Y について述べた後件の Z 値と条件 C で条件付けられた確率を増加させなければならない.

・ より洗練された cp 法則.

－(例 14) 「十分に理想的な」気体について, 他の条件がすべて等しければ, 温度の上昇は体積 V の比例的な増加を引き起こす.

> (例 14)は一般性を犠牲にした(例 6)よりも強い cp 主張.

・ (例 12)と(例 13)にもとづいて, cp 主張と cr 主張の「極端な」タイプとサブタイプ, および混合タイプを次のような区別することができる.

－理想タイプ 1: 非限定的な cp 法則.

> 常に比較的. (例 12)における条件 C がない形式.

－理想タイプ 2: 不確定 cr 法則. 次の 2 つの形式がある.

> (2a) 非比較形式: (例 13)において条件 C がない形式.

> (2b) 比較形式: (例 12)において不確定 cr 条項を伴う cp 法則で, 条件 C がない形式.

－混合タイプ 1.1: 限定された cp 法則 ((例 9)).

> 確定 cr 条項を伴う cp 法則.

－混合タイプ 2.1: 部分的に不確定な cr 「法則」 ((例 10)).

－サブタイプ 2.2: 確定 cr 法則 ((例 7)).

－サブタイプ 2.3: 通常性条項を伴う cr 法則 ((例 11)).

3 cp 法則の内容強力性と不確定 cr 主張 (pp. 1810–2)

- ・ cr 主張が弱い主張であるのに対して, cp 法則は強い主張.
 - このことから, cp 法則は確証することが困難であり, 反証することは容易.
 - 逆に, 不確定 cr 主張は確証することが容易だが, 反証することは困難.
- ・ 原因的に関連する残余変数のリストを知ることなしに cp 法則をテストする標準的方法はランダム化実験.
 - この方法は以下の 4 つの手順を踏む:
 - [1] 個体の定義域 D の下位定義域 (subdomain) D_c からランダムサンプル s を抜き出す.
 - [2] s をランダムに 2 つのサンプル s_1 と s_2 に分ける.
 - [3] 介入によって s_1 のすべての要素についてその X 値を増加させる.
 - [4] s_1 における Y の平均値を s_2 における Y の平均値と比較する.
 - s_1 における Y の平均値が s_2 における Y の平均値と比較して有意に増加していない場合, cp 法則は反証される.
 - 他方で, s_1 における Y の平均値が s_2 における Y の平均値と比較して増加している場合, cp 法則は確証される.
 - > ただし, この確証は弱い確証.
 - cp 法則の強い確証が得られるのは, 2 つのサンプルにおける Z 値が, そのサンプルの母集団における Z 値と同じように分布している場合.
- ・ 不確定 cr 主張もランダム化実験によってテストされるが, cp 法則の場合とは異なる.
 - 比較 cr 主張については, cp 法則の場合と同様の実験によってテストされる.
 - 非比較 cr 主張のケースにおいて, s_1 は A であるような個体 (A -individuals) のサンプルであり, s_2 は, 仮に A でないような ($\text{if } \neg A$ -individuals) 個体のサンプル.
 - s_1 における B であるような個体 (B -individuals) の頻度が, s_2 における B であるような個体の頻度よりも大きい場合, cr 主張は確証される.
 - 他方で, 結果がネガティブな場合, cr 主張が偽である可能性については何も推測され得ない.
 - > というもの, 定義域 D_c における X 値と Z 値の分布が「適切な」ものではないかもしれないから.
 - X 値と Z 値の範囲の代表的クラスについて一連のランダム化実験を遂行し,
 - すべてのランダム化実験がネガティブなアウトカムをもつ場合のみ, cr 主張は反証される.

4 不確定 cr 法則の 2 つの問題——対立と非法則性 (pp. 1812–3)

- ・本論文における「法則」という言葉は、反事実的主張を支えるという広い意味での法則的主張を表す。
 - 広義の法則性という概念は、物理的必然性として理解されるような狭義の自然法則概念よりも弱い。
 - 物理的必然性はすべての可能な宇宙で成り立つが、広義の法則は物理的必然性と現実世界の偶然性の両方に依存する。
- ・多くの哲学者は cr 主張が或る種の法則とみなされ得るという見解をもっているが、この見解は次のような問題をかかえている：

同一の前件をもつ一方で、対立する帰結をもつような cr 主張がある。

 - (例 15) 真だが、対立する帰結を伴う cr 主張：
 - (例 15-a) 他の条件がすべて適切であれば、もし或る人が右を向けば (A)，カンガルーを見る (B)。
 - (例 15-b) 他の条件がすべて適切であれば、もし或る人が右を向けば (A)，カンガルーを見ない (B)。
 - この種の cr 主張が表現しているのは、或る人が右を向くとカンガルーを見る、もしくは、見ないような何らかの **Z** 値が存在することなので、どちらの cr 主張も真である。
 - > もちろん、カンガルーを見ないということになるような状況の方が、逆の状況よりも「通常」。
 - > しかし、上記の cr 主張は何が通常なのかについては何も述べていない。
 - A が B と $\neg B$ のどちらも引き起こし得るのであれば、2 つの cr 主張のどちらかは法則的なものではない。
 - > 2 つの反事実、「もし A であるならば、B」と「もし A であるならば、B でない」が同時に真であることはない。
- ・2 つの対立 cr 主張の 1 つを法則的なものと考えるのであれば、このことは通常の **Z** 値に関する追加的仮定によって成り立つ。
 - 以下の 2 つの例を考える：
 - (例 16-1) 他の条件がすべて適切であれば、マッチを擦ると火がつく。
 - (例 16-2) 他の条件がすべて適切であれば、マッチを擦っても火がつかない。
 - > **Z** 値が大気中に酸素が存在することであるならば、(例 16-1)は真。**Z** 値が大気中に酸素が存在しないことであるならば、(例 16-2)が真。
 - > 直観的には、(例 16-2)ではなく(例 16-1)を法則的なものと考えよう。
 - > というのも、酸素が存在する状態が「通常ケース」であるということを想定しているから。
- ・(例 15-a)のような真である cr 一般則が非法則的である理由は、「適切な」**Z** 値が定義されていない、もしくは、「適切な」**Z** 値が通常の **Z** 値として前提されていないことにある。
 - とはいえ、不確定 cr 主張が対立する帰結を許してしまうという事実は、cr 主張が科学的に役に立たないということを含意しない。

5 cr 主張と cp 法則の因果的解釈 (pp. 1814–5)

- ・なぜ、cr 主張や cp 主張は重要なのか？なぜ、残余変数を定数に固定した場合における、X 値の増加と Y 値の増加の相関を知ることは、条件付けがない場合の X - Y の相関を知ることよりも重要なのか？
 - この問いに対する最善の答え：前者のタイプの情報だけが因果情報を私たちに教えてくれるから。
 - >後者の情報では因果的相関と非因果的相関を区別することができない。
- ・因果的観点からの cp 一般則と cr 一般則の違い。
 - cp 法則は、すべての値 z の条件付けの下で、X が Y に対する因果的影響をもつということを含意。
 - cr 一般則は、何らかの値 z の条件付けの下でのみ、X が Y に対する因果的影響をもつことを主張。
 - 両者の違いは、XY 間の因果関係の不変性の程度や変数 Z 、および Z についての私たちの知識にかかわる。