

The texture of causal construals: Domain-specific biases shape causal inferences from discourse

Strickland, B., Silver, I., & Keil, F. C. (2017). *Memory & Cognition*, 45, 442–455.

<Introduction>

- 人間は、分野を問わず、観察された事象をもとに因果関係を推論する
 - たとえば、ジョン・スノー博士は、1854年にロンドンで発生したコレラについて、複数の観察結果から、その感染の原因が飲料水の汚染にあることを示した
- 人間がどのように因果関係を推論するのかは、認知心理学で盛んに研究されている
 - 観察されたデータから因果関係を推測するとき、ドメイン固有の知識から因果の生起確率を推定する (theory-based causal induction. Griffiths and Tenenbaum, 2009)
- 本論文では、ある事象を引き起こす原因が、物理的なものであるか心理的なものであるかによって、想定される原因の数が異なるかどうかを検討する

Domain specificity in psychological versus physical reasoning

- 事象が心理学的であるか物理学的であるかによって、期待される因果構造や因果強度が異なる可能性がある
 - 幼児は、心理的な行為と物理的な行為とを区別して考える
 - 「算数の問題を解く」などの行為には脳が必要だが、「兄弟を愛する」などの行為には脳が必要ないと考えている (Bloom, 2004)
 - 心理的事象（精神状態、自由意志に基づく行動）は、複数の原因によって引き起こされるものであり、非決定論的であると考えている (Nichols, 2004)
 - 物理的事象は、直線的に連鎖するような因果構造によって引き起こされたものであり、決定論的であると考えている (Danks, 2007; Strevens, 2008)

Present experiments

- 概要: 心理的事象と物理的事象では、推定される原因の数と因果強度が異なる？
 - 推定される因果構造: 原因が少ない or 多い
 - 推定される因果強度: 強（決定論的） or 弱（非決定論的）
- 予測
 - 【物理的事象の因果構造】単純で、決定論的に解釈される

- 【心理的事象の因果構造】複雑で、非決定論的に解釈される
- 定義
 - 【心理的事象】
 - 人間が心理的な状態変化を起こす (e.g., 先生が落ち込んでいる)
 - 心理的な状態変化に伴う行動を示唆するような精神状態の変化を起こす (e.g., 政治家がある政策について考えを変える)
 - 心理的な状態変化に伴う心理状態を強く示唆するような行動を起こす (e.g., 涙を流す)
 - 【物理的事象】
 - 物体の状態を変化させる (e.g., 家が燃えている)
- その他やること
 - ドメインによって、事象（原因）から生じる結果の数が、ドメイン間で異なるかどうかとも検討した
 - 仮説は立てなかったが、以下の2つの理由から、原因からどのくらいの数の結果が引き起こされるのかを検討することは有益なであると言える
 1. 本実験によって観察された効果が、原因の推論に特有のものなのか、それとも他のタイプの推論にも関わる一般的なバイアスを反映したものなのかについて調べることが出来る
 2. この比較は、原因から結果を推測したときと、結果から原因を推測したときで、推定数が異なることを主張している研究 (Ahn & Nosek, 1998; Fernbach, Darlow, & Sloman, 2010; Waldmann & Holyoak, 1992) に貢献

<Experiment 1a>

- 目的: 事象のドメインによって、想定される原因の数が異なるかどうかを検討
- 概要: 参加者は、心理的事象と物理的事象のどちらかの性質を持つ単純な事象の文章を読み、その事象から生じる効果の総数、あるいは、その出来事に至った原因の総数を推定した
- Method
 - Participants: アメリカ人 18 人 (成人。Amazon Mechanical Turk で募集)
 - Design: 2 (ドメイン。物理 or 心理) × 2 (因果方向。原因 or 結果) の参加者内
 - 従属変数: ある事象 (結果) を引き起こした原因の数 (0~100 個)

ある事象（原因）が引き起こした結果の数（0～100個）

- **Materials & Procedure:**
 - 各参加者は、オンラインで10種類の文章を読んだ（物理、心理5個ずつ）
 - 参加者は、提示された結果がいくつの原因によって引き起こされたか、提示された原因がいくつの結果を引き起こしたかを0～100個で推定した
 - 事象の心理・物理、回答の原因・結果はランダム
- **Results & Discussion**
 - 分散分析の結果、ドメイン・因果方向間に交互作用あり ($p = .001$)
 - 【原因の推定数】物理 < 心理 ($27.87 < 48.96$; $t(17) = 5.17$, $p < .001$, $\eta_p^2 = 0.61$)
 - 【結果の推定数】物理 \approx 心理 ($38.37 \approx 38.77$; $t(17) = 0.07$, $p = .950$, $\eta_p^2 = 0.01$)
 - ドメインの違いによって原因の推定数が変動するという仮説を支持

<Experiment 1b>

- **概要:** 回答のスケールを0～100から0～10に変更した
 - 参加者は、スケールの最大値が100であるならば、「多くの原因があるはずだ、原因や結果をもっと細かくを考えるべきだ」と考慮したかもしれないため
- **予測:** 0～10でも、実験1aと同様の結果が見られる
 - スケールによってではなく、ドメインによって推定数が変わるのであれば、スケールを変更しても同様のパターンが見られるはず
- **Method**
 - **Participants:** 18人 (AMT)
 - **Design, materials, and procedure:**
 - 従属変数の尺度を0-100から0-10に変更した以外は1aと同じ
- **Results**
 - 2×2 ANOVAの結果、ドメイン・因果方向間の交互作用あり ($p = .035$)
 - 【原因の推定数】物理 < 心理 ($3.71 < 4.79$; $t(17) = 2.13$, $p = .048$, $\eta_p^2 = 0.21$)
 - 【効果の推定数】物理 \approx 心理 ($5.8 \approx 6.2$; $t(17) = 1.18$, $p = 0.26$, $\eta_p^2 = 0.08$)
 - 実験1aと同様のパターンになった
 - 推定される原因・結果の数は、スケールに依存して増減しているというより、ドメインによって比率が決まっている

<Experiment 1c >

- 目的: 事象の複雑さによって、ドメインの影響がどのように変化するかを検討
- 概要: 物理、心理ともに、複雑な事象を追加し、0~100 で測定した
 - **【物理的事象】**
 - 単純: 物理的な人工物に関連する事象
e.g., コンピュータが起動する
 - 複雑: 水, 空気, 溶岩などの1つまたは複数の物理的物質を含む事象
e.g., 自然の気象現象
 - **【心理的事象】**
 - 単純: 一人の個人の心理状態の変化
e.g., ある教授が気が変わった
 - 複雑: 複雑な心理的事象は, 個人の組織の心理状態の変化
e.g., ある会社がコンピュータ作りに興味を持った
- 予測: 単純な事象、複雑な事象ともに、推定される原因の数は物理 < 心理
- Method
 - Participants: 19 人 (AMT)
 - Design, materials, and procedure:
 - 実験 1a と同じ
 - ただし、課題数を増やした (心理的事象 10 個、物理的事象 10 個)
- Results & Discussion
 - 2 (物理 or 心理) × 2 (原因 or 結果) × 2 (複雑 or 単純) ANOVA の結果
 - 2 次の交互作用なし ($F(1, 18) < 1, p = .91, \eta_p^2 = 0.001$)
 - 1 次の交互作用 (+ 多重比較)
 - ドメイン・複雑さ間の交互作用なし ($F(1, 18) < 1, p = .37, \eta_p^2 = 0.05$)
 - ドメイン・因果方向間の交互作用あり ($F(1, 18) = 15.25, p = .001, \eta_p^2 = 0.01$)
 - 原因の推定数は、事象の複雑さを問わずドメインの効果あり
 - 【単純】 物理 < 心理 ($12.94 < 40.25; p = .002, \eta_p^2 = 0.41$)
 - 【複雑】 物理 < 心理 ($29.41 < 52.95; p < .001, \eta_p^2 = .571$)
 - 結果の数は、事象の複雑さを問わずドメインの効果なし
 - 主効果
 - **【原因の推定数】** 単純 < 複雑 ($23.41 < 44.44; p < .001, \eta_p^2 = 0.21$)

- 【結果の推定数】単純 < 複雑（統計値記述なし）
- 実験 1a～1b の結果が、事象の複雑さが異なっても再現された

<Experiment 1d>

- 目的: 実験 1a～1c で用いた課題から、実験者が意図せず参加者を仮説通りに誘導するような文章を作成していた可能性を排除して、実験 1a の結果を再検討
- 概要: 実験者の仮説を知らない参加者に、物理的事象と心理的事象を表す文を作成してもらい、それを課題として用いて、同様の実験を実施した
- Method
 - Participants: 20 人 (AMT)
 - Design, materials, and procedure:
 - 基本的に実験 1a と同様だが、項目が 40 個（物理、心理とも 20 個）に増えた
 - 参加者は、以下のような指示を受け、物理的な出来事に言及した 5 つの文と、心理的な出来事に言及した 5 つの文を作成した
 - 【物理的事象の生成】

物理的な出来事に関する文章を 5 つ書いてください。これらの文はすべて、文法的に主語となる物理的な目的語を持ち、物理的世界の変化を特徴とする純粋に物理的な出来事を記述していなければなりません。例文としては、「火山が噴火する。(A volcano erupts.)」や「飛行機が着陸する。(An airplane lands.)」などが挙げられます。なお、どの文も人や動物を主語とすることはできません。たとえば、「喉が渴いた人が水を飲む。(A thirsty man drinks water.)」のような文は、主語が「man」であるため、認められません。同様に、「小さな犬が吠える。(A small dog barks.)」のような文も、主語が動物であるため、認められません。

- 【心理的事象の生成】
 - 基本的には物理と同じ
 - 主語が人で、人の精神状態の変化に関わる心理的な出来事を記述
 - 例文は、「ある人が神様を信じようと決心する。(A person decides to believe in God.)」と「ある犯罪者が、より良い人間になろうと決意

する。(A criminal decides to be a better person.)」

- Results & Discussion
 - 実験 1a で見られた結果のパターンをほぼ再現した
 - ドメイン・因果方向間の交互作用あり ($F(1, 19) = 24.82, p < .001, \eta_p^2 = .57$)
 - 【原因推定数】物理 < 心理的 ($20.47 < 32.33, p = .04, \eta_p^2 = 0.20$)
 - 【結果推定数】物理 > 心理的 ($34.89 > 26.44, p = .02, \eta_p^2 = 0.25$)
 - 実験 1s の結果は、仮説を知らない参加者が作成した課題でも再現された

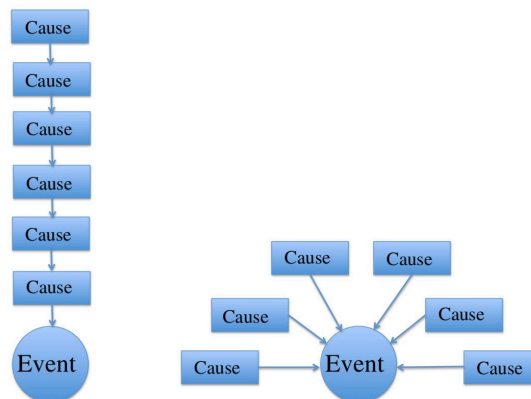
<Experiment 2>

- 目的: ドメインの影響を、推定課題以外でも検討
 - 推定課題以外でも、実験 1s と同様の結果のパターンが見られるかどうかを検討
 - 参加者は、さまざまな事象に対して仮説的な原因 or 結果を作成してもらい、実験 1s と同様、ドメイン間で差が生じるかどうかを検証した
- Method
 - Participants: 42 人 (AMT。9 人を分析から除外)
 - Design, materials, and procedure:
 - 参加者は、事象の原因あるいは結果をできるだけ多く列挙した
 - 各事象につき、12 個の空欄を用意された
- Results & Discussion
 - 実験 1s と同様の結果が得られた
 - ドメイン・判断タイプ間に交互作用 ($F(1, 32) = 31.85, p < .001, \eta_p^2 = 0.50$)
 - 【原因の生成数】物理 < 心理 ($3.65 > 2.50, p < .001$)
 - 【原因の生成数】物理 \approx 心理 ($2.43 \approx 2.31, p = .16$)
 - 原因数の推定に限らず、ドメインの影響は様々な認知活動に影響する可能性

<Experiment 3>

- 目的: 物理的事象を説明する時、なぜ少ない数の原因で説明しようとするのかを検討
 - 物理ドメインでは、一続きの連鎖的な因果構造を想定しているからだ予想
- 予測: 物理のドメインでは、因果連鎖 (Causal chain) を期待する傾向が強い
- Method
 - Participants: 42 人 (AMT。9 人を分析から除外)

- Design, materials, and procedure:
 - 以下の点のみ、実験 1d と異なる
 - 参加者は、各事象について、原因が直線的に連なる因果構造と、複数の原因によって事象を説明する因果構造のいずれかを提示し、2つの図（連鎖 or complex）のうち、より良く事象を説明する方を選択



- Results & Discussion
 - ドメイン・判断タイプ間の交互作用は有意傾向 ($F(1, 41) = 3.87, p = .056$)
 - 【原因】連鎖的な原因の選択率: 物理 > 心理 (64.86% > 38.90%, $p < .001$)
 - 人は物理的事象の原因を特定する際に、心理的事象と比較して、直線的な因果関係をより強く期待するという仮説を支持
 - 【結果】連鎖的な結果の選択率: 物理 < 心理 (38.84% < 54.14%, $p < .010$)
 - 原因条件の結果よりも弱いため、交互作用が見られたと考えられる

<Experiment 4>

- 目的: 物理的事象と心理的事象の間で、連鎖的な因果関係に対して抱く主観確率（その原因が生じた結果、提示された事象が生じる確率）に差があるかを検討
- 概要: 参加者は、ある事象のテキストを読み、その事象がどのように引き起こされたかを、原因が直線的につながっている図と、複数の原因によって説明されている図のどちらかから選択した後に、原因が結果を引き起こす確率を推定した
- Method
 - Participants: 214 人 (AMT。各条件 10 人ずつ)
 - Design:

- 独立変数: ドメイン (心理的事象 or 物理的事象)
- 従属変数: どちらの因果構造を選択したか (chain or complex)
選択した説明に対する主観確率 (0~100%)
- Materials and procedure:
 - 参加者は、20 事象のうち 1 つだけを読んだ
 - 物理的事象と心理的事象が 10 個ずつ
 - 参加者は、事象を読んだ後、その事象の原因をより良く説明する図を選択
 - 使用した図は、実験 3 の原因条件で使用したものと同一
 - 図の選択後、参加者は自分が選んだ因果関係の図と同じ図を提示された
 - たとえば、参加者が連鎖の図を選択していた場合には、ノードの 1 つが赤くハイライトされている (ランダムに選択されている) ことを除いては、選択時に見た図と同じものが提示された
 - 参加者は、ハイライトされた原因が存在するとき、当該事象が発生する確率を 0 から 100 で回答した
- Results & Discussion
 - 【連鎖の選好度】 t 検定の結果、物理 > 心理 (51.33 > 22.86; $p = .002$, $\eta_p^2 = 0.41$)
 - 物理ドメインでは、心理ドメインよりも連鎖が好まれた (実験 3 と同様)
 - 【主観確率】
 - chain、complex を区別せず t 検定を行った結果、物理的原因が結果を引き起こす確率は、心理的原因よりも高いと予測された (50.55 > 36.30, $p = 0.001$)
 - 物理的事象の方が、心理的事象よりも決定論的に判断されている
 - chain、complex を区別して行った 2×2 の ANOVA では、連鎖の方が complex よりも主観確率が高かった (51.3% > 37.6%, $p = .005$ 。交互作用なし)
 - 物理・心理を問わず、連鎖では主観確率がより高く推定される

<Experiment 5>

- 概要: 人間は、ある種の心理的な状態と、脳を使った (物理的な) 行動とを明確に区別する (Bloom, 2004) ため、たとえ同じ事象であっても、説明のドメインが異なると、原因の推定数も変わるのではないか?
- 【因果方向】参加者内 (実験 1s) → 参加者間 (今回) に変更
- Method

- Participants: 192 人 (AMT)
- Design: 2×2 の混合要因
 - 【内】ドメイン (物理的事象 or 心理的事象)
 - 【間】因果方向 (原因 or 結果)
- Materials and procedure:
 - 参加者は、次のようなテキストを 10 個見せられた

自尊心が低いという現象について考えてみましょう。現代の研究では、自尊心の低さは純粋に物理的な現象であることがわかってきました。つまり、自尊心の低さは、実際には脳内の物理的なプロセスに過ぎないのです。多くの人が、自尊心の低さは本質的に心理的なものだと考えているにもかかわらず、ほとんどの研究がそうではないことを示しています。さて、あなたの知り合いに自尊心が低い人がいるとします。自尊心の低さが脳内の物理的な現象であることを考えると、自尊心の低さの原因となりそうな具体的な事柄はいくつあると思いますか？

- cause 条件の参加者は、ある事象 (e.g., 自尊心の低さ) の原因と考えられる事象がいくつあるかを推定した (0~100)
- effect 条件の参加者は、ある事象の結果として生じたと考えられる事象がいくつあるかを推定した (0~100)
- 10 個の事象のうち、半分が物理的 (脳的) に、半分が心理的に説明された
 - 自己肯定感の低さ、政治的保守性、不安、過食症、うつ病、強迫性障害、反社会性人格障害、拒食症、強迫的ギャンブル、心的外傷後ストレス障害
- Results & Discussion
 - 2×2 の ANOVA では、有意な交互作用が見られた ($p = .009$, $\eta_p^2 = 0.035$)
 - 【原因の推定数】物理 < 心理 (31.89 < 39.80; $t(96)=3.38$, $p = .001$, $\eta_p^2 = 0.110$)
 - 【結果の推定数】物理 = 心理 (47.77 = 48.16; $t(94)=1.08$, $p = .240$, $\eta_p^2 = 0.001$)
 - 一般的によく知られた事象であっても、物理的に説明されるか心理的に説明されるかによって、異なる因果構造 (原因の数) を推定した
 - 結果から原因を推論する際の傾向の違いは、ドメイン固有のバイアスに

よるものだが、原因から結果を推論する際には、そのようなバイアスは存在しなかった

<General discussion>

- ある出来事を引き起こした原因の数を推定する場合、心理的に説明するよりも物理的に説明した方が、原因の数が少なくなると推定した
- 診断的推論（結果→原因の推論）と予測的推論（原因→結果の推論）に非対称性があることを示唆し、先行研究と一致（Ahn & Nosek, 1998; Fernbach et al., 2010; Waldmann & Holyoak, 1992）
- この結果は、ドメインの違いによる影響が因果推定（というより診断的推論）に特有のものであり、どのような種類の判断課題でも得られるような一般的な応答バイアスを反映したものではない
- また、物理的事象の原因は、心理的事象の原因に比べて、決定論的で直線的な Causal chain として理解される傾向があることも示した
 - 心理的事象の原因は、物理的事象に比べて、複数の原因が非決定論的に収束して生じたものとみなされる傾向がある
- この結果は、人間が、非心理的な原因・結果間の関係と、心理的な理由・行動間の関係を異なるように考えていることを示唆する先行研究と一致する (Walsh & Byrne, 2007)
 - 理由・行動間の因果関係は、一般的に、非心理的な原因・結果間の因果関係ほど安定していないため、人々は心理・非心理で異なる期待をしている可能性がある (Juhos, Quelhas, & Byrne, 2015; Walsh & Byrne, 2007)