

Cognitive Psychology, 1998, Vol. 35, No. 1, pp. 1-33.

Category inference is not a tree: The myth of inheritance hierarchies

Steven A. Sloman

カテゴリ包含は、合理的推論における中心的仮定である。というか、論理的には要件である。で、多くの心理学モデルもこれを仮定している。¹

カテゴリ包含を前提するのはおかしいんじゃないのか？

例えば、

子供によるカテゴリ包含の理解の研究（新奇な線画と無意味綴りで新しく学習させるもの）において、下位カテゴリについては理解できているのに上位のカテゴリについてはエラーが多発する（Yes/No 質問に間違っ答える）。上位カテゴリの事例を1つ指差すように言うと、複数の事例を指差す。どうやら部分-全体（上位語はクラスじゃなくてコレクション）で理解しているみたい。

大人でも、あるオブジェクトを上位カテゴリとして同定する課題において、群提示のほうが単体提示より速い。

日常的オブジェクトのカテゴリ化でもカテゴリ包含を破りたがる。“A car headlight is a kind of a lamp”、“A lamp is a kind of furniture” は肯定するのに、“A car headlight is a kind of furniture” は肯定しない。

論証強度の研究では、推論においてさえ**包含関係は無視され類似関係で判断される**という結果。

inclusion fallacy

- ✓ (A) All robins have sesamoid bones.
Therefore, all birds have sesamoid bones.
- (B) All robins have sesamoid bones.
Therefore, all ostriches have sesamoid bones.

¹ 意味記憶、カテゴリ抽象の各レベルでの情報量（Roschの研究）、帰納推論、もっともらしい推論、常識推論、などの研究（そして多くのコンピュータサイエンスと哲学研究：発表者注）。明示的に例外だとマークされない限り、下位は上位のプロパティを継承すると見なされる。

inclusion similarity

- ✓ (C) All animals use norepinephrine as a neurotransmitter.
Therefore, all mammals use norepinephrine as a neurotransmitter.
- (D) All animals use norepinephrine as a neurotransmitter.
Therefore, all reptiles use norepinephrine as a neurotransmitter.

premise specificity

- ✓ (E) All birds require trace amounts of magnesium for reproduction.
Therefore, all sparrows require trace amounts of magnesium for reproduction.
- (F) All animals require trace amounts of magnesium for reproduction.
Therefore, all sparrows require trace amounts of magnesium for reproduction.

本論の

主目標：inclusion similarity 現象、premise specificity 現象の頑健性を実証し、包含関係の無視以外の説明可能性を排除すること。²

副目標 1：これらの現象が包含関係の顕現性に対してどれくらい敏感かを調べること。

副目標 2：これらの現象を様々な概念領域で示すこと。³

帰納とドメインについて少々

推論手続きはドメインと独立ではないかもしれない(cf. Hirschfeld & Gelman, 1994)。推論は領域特殊な因果法則に依存しているかもしれない(Carey, 1985)。Gelman(1988)曰く「動物種は人工物よりも大きな帰納的ポテンシャルを持っている」

Keil(1989)も同じ事を言っているが、しかし、彼は人工物もいくらかは帰納推論を支えるかもしれないと指摘している。とくに目的やデザインに関するもの(人間の意図の産物)ならば。

人工物で帰納に失敗するのは異質性が原因。例えば電話はいろんな形やサイズがあるから、そういうプロパティの投射は無理。でも述語が同質なものなら帰納推論できるときもあるだろう。だから、帰納的ポテンシャルは、カテゴリの種類に依存するというよりもカテゴリと述語の関係に依存する。

1つの可能性として、人々はすべてのカテゴリがいくらかは帰納的ポテンシャルを持つと仮定している、と考えられる。このポテンシャルは「すべてのカテゴリは本質(不変のコア)を持つ」という信念⁴に由来する(Medin & Ortony, 1989)。

² これらを示した Sloman(1993) ではこれらの現象が主な関心ではなかったので少数の題材しか用いていなかった。

³ 先行研究では領域一般の推論メカニズムを仮定しているのに題材はほとんど動物カテゴリ。

⁴ すなわち心理学的本質主義。(発表者注)

EXPERIMENT 1a

すべての参加者にとって述語が空だということはないと後で気づいたので、補強的に実験 1b を行った。

目的

カテゴリの包含関係があるときですら類似性が論証強度のよい予測子であることを示すこと。

方法

Appendix の題材を見よ。ただしこの実験では all は付いていない。

この実験で操作したのは、現象(inclusion similarity, premise specificity)、類似性(high, vs. low)、ドメイン(自然種、人工物、社会的カテゴリ)、

すべての参加者がすべての論証を評定。

4つの質問紙で、

論証強度判断(フィラー含む 108 ペアについてどちらが convincing か 2 択)

特徴のリストアップ(20 のカテゴリについて。本論とは関係ない)

類似性評定(18+ の論証について前提と結論のカテゴリの類似度を 7 件法)

典型性評定(同じく各論証についてカテゴリ成員としての典型性を 7 件法)

の順に行った。

結果

予想通り、類似している論証のほうが強度が高いと判断されやすいという結果。

被験者の類似性評定に基づいても、実験者の事前の期待に基づいても、典型性の評定に基づいても、同じパターン結果になった。

数が少ないのでドメイン間の比較はしていない。

TABLE 1

EXPERIMENT 1b

目的

述語が空である程度を測って、空でない述語を実験 1a の結果から除いて再分析すること。

方法

各論証の各ステートメントにそれぞれについて真である確率を 0~10 で評定させた。

1人が350のステートメントを評定！！1ステートメントを10人が評定。

判断された確率の平均を算出し、尺度の中心(5)から1SD以内にあるものを採用した。

結果

この基準によって inclusion similarity の各ドメインで1つずつ、premise specificity の人工物ドメインで1つ論証が除かれた。

上の TABLE.1 を参照。結果パターンは変わらなかった。有意な変化があったのは人工物ドメインでパーセンテージが落ちた点だけだが、これは数が少なくなったからだろう。

EXPERIMENT 2

目的

実験 1 の結果だけでは包含関係の無視だとは言えない。他の説明可能性を排除することが目的。

1つ目。両方完全な強度を持つと思ったけどどっちか選べと言われたから類似性に基づいて選んだだけかも。よって、違う方法（結論の確率評定）でも同じ結果が出るかを調べる。両方完全な強度だと思っていたら1をつけるはず。1でないことが包含関係を使っていない証拠。

2つ目。参加者が包含関係に同意していないという可能性も考えられる。なので、確認のため包含関係についても判断させる。

3つ目。参加者は全称量化されていると解釈していないかもしれない。これを排除するため、参加者に、すべての前提と結論には all という単語を明示的に付ける。

方法

同じ材料。実験 1b で落とされたものは他の適切な述語に置き換えられた。また、すべてのステートメントに all をつけた。

ターゲットの論証は 144 の論証リスト（他の論証は弱い）にちりばめられた。出現箇所は考慮されている。

操作した変数は実験 1 と同じ。

5つの質問紙を作って、

条件付確率の評定（前提が真のとき結論が真である確率を0から1の範囲で評定）

カテゴリ包含の判断（36のターゲット論証と36のフィラーについて各カテゴリが包含関係になっているかをyes/no、フィラーはターゲットのカテゴリを組み替えたもの）

類似性評定（各論証について7件法）

共通特徴（ターゲットの論証ペアの各カテゴリペアについて、どちらが共通特徴が多いと思うかを選択）

知識（記述なし）

典型性評定（inclusion similarityの各論証について、どちらの結論カテゴリが前提カテゴリについて典型的かを選択、「同じ」を含め3択）

の順に行った。

結果

題材の92%が参加者に包含関係を肯定されたので、以下の分析はこれのみを使った。

誰もすべての論証の確率判断に1をつけなかった。全員から1をつけられた論証も1つもなかった。

確率評定の平均値はすべて有意に1より小さい。(TABLE. 2)

共通特徴の多少で似ている/似ていないに振り分けて分析しても、類似性評定と同じ結果。

類似性効果はどのドメインでも見られた（有意性がmarginalなものいくつかあるが）。

現象の違いの効果は有意ではなかった。

TABLE 2

EXPERIMENT 3

目的

さらに他の説明を排除する。見たいところは同じ。

1つ目。上位カテゴリが曖昧で、allはevery individualとも取れる（こちらが意図したほう）し、every kind ofとも取れる。明確にするために、allの代わりにevery individual

をつける。

2つ目。システムティックに 1 より小さくなったのは参加者が反応尺度全体を使うつもりがなかったからかもしれない（類似性効果の説明にはならないけど）。よって、実験3では同一論証（同じステートメントを2つ並べた論証、もちろん空述語）を使い、1 がつけられるかどうかを確かめる。

3つ目。参加者は前提が真ならばというのを完全に受け入れずに結論を評価したのかもしれない。包含論証と同じ前提を持つ同一論証を使って 1 より小さくなるかを調べることでこれを確かめる。

4つ目。実験2では包含関係を肯定するかどうかの尋ね方が曖昧だったのでこれを all ではなく some と解釈したかもしれない。よって明確化のため結論カテゴリに all をつける。

5つ目。包含関係の質問が yes/no だったため不確実だと思っていなくても yes と答えたかもしれない。よって選択肢に maybe を入れる。

方法

材料に対して目的に挙げた修正を行った。また、いくつか問題のある熟語を修正した（tend to がついていたものなど）。これも Appendix にあるので参照されたし。

18 の inclusion similarity、premise specificity に加え、9 つの同一論証を入れた。

フィルターは every を使うもの、most を使うもの、some を使うもの、限量詞のないものを 1/4 ずつ 96 個。

3 つの質問紙を作って、

条件付確率の評定（実験2と同様だが、教示を精緻化）

カテゴリ包含の判断（実験2と同様だが、maybe を入れて3択になった）

類似性評定（論証ペアからとったどちらのカテゴリペアがより類似しているかを選択）の順に行った。

結果

以下の分析は包含関係に yes と回答されたもの(77%)について行われた。

TABLE 3

すべての論証に 1 をつけた参加者はいなかった。また、36 の論証のうち 1 つだけが全員から 1 をつけられた。すべてのドメインで確率評定が有意に 1 より小さい。(TABLE. 3) 類似性の効果は全体では有意だが、ドメイン個別では有意でないところも出てきた。現象の違いの効果は被験者分析でのみ有意な差があった。同一論証の確率判断はほぼすべて 1。包含論証と比較すると有意な差がある。

EXPERIMENT 4

目的

著者の仮説は「包含関係は推理する時にいつもアクセスされるわけではない」というものなので、包含関係がよりアクセシブルなときはもっと頻繁に使われるはずだ。もしこれが正しいなら、人々は包含の論理を使うつもりも能力もあるのに、ただ常には使わない、ということが示唆される。

これを確かめるため、前提に包含関係についてのステートメントを追加する（三段論法の形にする）。

これは、上記仮説のテストだけでなく、条件付確率判断を理解できているかの確認や、反応尺度全体を使うつもりがあるかの確認にもなる。

方法

実験 3 と大部分同じ方法を使った。

修正点は、包含関係のステートメントを前提に追加したこと、同一論証が書き換えられたこと、違うサンプルでテストしたこと。

結果

包含関係の 67% が肯定され、それを対象に分析。

inclusion similarity や premise specificity は消えた。

27 人中 23 人の参加者が、すべての包含論証に 1 をつけた。1 人だけ全部 .9 を付けたので、これを除くと、36 論証のうち 32 が全員から 1 をつけられた。

EXPERIMENT 5

目的

実験 4 の結果は、包含関係が記憶においてよりアクセシブルになったことによるのか、それが推理と関連があることが明示的になったことによるのか、わからない。よって、確率判断を行う直前に参加者に包含関係について尋ねることで包含関係を目立たせ、その効果があるか検討する。

方法

実験 2 の方法とほぼ同じ。違うのは、質問紙の順序が入れ替えられ、カテゴリ包含の判断を確率判断の前に行うという点。参加者は異なる。

結果

肯定された 89% の論証について分析。

再び、すべての論証に 1 をつける参加者はいなくなった。36 のうち 1 つの論証だけが全員から 1 をつけられた。確率判断は有意に 1 より小さかった。(TABLE. 4)

カテゴリ包含判断を最初に行うと確率評価は上昇する(実験 5 では.92、実験 2 では.87)。これは被験者分析では有意でないが論証分析では有意。

類似性の効果は有意だが、相対的に小さかった。

現象の主効果は被験者分析でのみ有意だった (inclusion similarity のほうが大きい)。類似性と現象との交互作用も有意。

TABLE 4

実験 2 , 3 と同様に、inclusion similarity、premise specificity が見られ、条件付確率判断は有意に 1 より小さい。包含関係のアクセシビリティは増したのに。

判断された確率は多少高くなったが、この上昇は有意ではない。

この結果から、記憶における包含関係のアクセシビリティを増すことは、包含関係を使わせるには十分でなく、**関連性が明示的にならなければならない**ことが示唆される。

GENERAL DISCUSSION

Summary and Conclusions

データは人々が日常的カテゴリについての推理で包含関係を無視することを示している。

そのかわり類似関係にのっかる。多くの他の説明可能性が今回の実験で排除された。

参加者が端っこの値を使うつもりがなかったせいだとは言えない(実験 3、実験 4 より)。

また、多くの論証に 1 と答えている参加者でもすべてに 1 と答えるのには失敗している。

まあ、そういう反応バイアスは類似性の効果についてはまったく説明できないんだけど。

同様に、演繹的に妥当な論証に対する反応の仕方を誤解していたというのも説明にならない。

確率を評定するよう言われたときそれをどう理解したか。

尺度の特性については理解していたはずだ。スケールのそれぞれの値が何を意味するかは教示されたし、参加者の反応も大部分意味のある値を取っている。先行研究とも一貫している。もちろん理想的な確率論者の意味でこの課題を理解してはいないだろうが、研究の目的はカテゴリ推理の fallacy があることと理想的な解釈者ならば fallacy は犯さないことを実証することで、その意味では参加者は理解しているし、深い意味で確率を理解していないことはそもそも著者の主張の一部である。

この結果は論証そのものの理解に失敗したせいだと言えるか？

そりゃおそらく参加者はステートメントをわけわからんと思っていただろう。カテゴリの全事例に対してその述語がどれくらいあり得るものなのか想像できないので。

しかしこの説明では不完全である。というのも、

- (i) 類似性の体系的な効果を説明できない
- (ii) 包含関係の無視は1つや2つのヘンテコな論証でなく全部の論証で見られることを説明できない
- (iii) 同一論証を使って最大の評定値が得られた結果を説明できない
- (iv) 実験4で包含関係と同じステートメントを使っても最大の評定値が得られたことを説明できない

まあ、結論が理解できないというならば同様に前提も理解できないわけで、協力的な参加者なら前提が真ならばという実験者の言葉を疑ってかかるよりもその前提をなんとか解釈しようとするはずだから、結論についてもそうしているよ。

どう見てもクラス包含関係を正しく適用する能力はある。ただし、そのような関係を自動的に適用してはいない。

すべての実験で、判断は他の多くの弱い論証もまぜて行われた。もしかすると包含論証だけの均質なリストでやればこの現象は生じないかもしれない。

ただ、この現象は包含論証が長いリストに埋め込まれたことには関係ない。ブラウン大学の授業で行った質問紙テストによると、確率とは何で 0, .5, 1 がどう定義されるかを教示し、包含関係について質問し (yes, no, maybe) その後たった一つの論証を評定したところ、包含関係に yes と回答した 40 人のうち 28% が 1 より小さい値を答えた(平均は.89)。

Limitations

この現象は明確に意味があって説明可能な述語でも、例えばその結論が不確実なものであ

ればおそらく見られるだろう。

また、もっと抽象性の低いカテゴリを使った論証でも見られるはずだ。でも具体的なカテゴリだと包含関係に敏感になるかもしれない。

解釈の余地が残るのは、包含関係について yes と答えていても、いくらか不確実性が残っているのではないかという点。そこで maybe を選ばないというのはおかしい話だが、可能性はある。つまり、尺度が荒っぽすぎる。⁵もしそうなら強い意味の fallacy ではなくなる。しかし弱い意味の fallacy であることに変わりはない。

これに関連する問題として、実験参加者は意識的に無視することを決めたという意味で包含関係を無視したのかどうか。そうならば、1 でなければならないという論理は自覚しているにも関わらず 1 ではないという判断を下したことになる。実験 5 の結果はこれを弱く支持するが、それ以上のことはデータからはわからない。データからわかるのは、論証評価のときに包含関係を一貫して適用しておらず、その代わりに類似性ベースのヒューリスティックに拠っているということ。

Domain Specificity

どのドメインでも包含関係の無視が確認された。

Atran(1990)は比較的普遍的なクラス包含構造を持つのは生物 living kind ドメインだけであると言う。そうならば、少なくともそのドメインではクラス包含関係が推理に大きな役割を果たしていてもよさそうだが、今回の結果では他のドメインと大して違いはなかった。⁶どのドメインが相対的に帰納的ポテンシャルが高いかは、今回の実験では比較していないのでわからない(空述語を使っているが、すべて投射可能なものである)。

Explaining the Neglect of Inclusion Relations

包含関係の無視はどのようにして起こったか。

1 つには、推論時に他のことを考えていて包含関係が利用可能な状態になかった(気づいていなかった)という可能性があるが、これは実験 5 の結果と合わない。

もう 1 つの可能性は、包含関係が関係するよういつも見えるわけではなく、人々はカテゴリ構造について(プロパティを推論する時でさえ)ルーズな見方をしている、というものの。

この説は Sloman(1993)の「特徴ベースの帰納」モデルに一致している。Osherson ら(1990)の類似性-網羅範囲モデルではダメ。⁷

⁵ これについてはパイロット実験をやっている、もっと細かい尺度で包含確率が 1 だと回答されたものでも論証の確率判断が 1 になったものはかなり少ない。

⁶ ただし、living kind の題材は 2 つしか入っていない。flower や fruit はダメなので(Atran の意味では living kind じゃない)。

⁷ straw な気もするが(発表者注)

これは、「概念がカテゴリ階層で表象されるが故にプロパティは継承される」と仮定する如何なる心理学モデルにも共通する問題である。(例えば、Anderson & Bower, 1973; Collins & Michalski, 1989; Glass & Holyoak, 1975; Shastri & Ajjanagadde, 1993, Smith, Shoben, & Rips, 1974)

例外を扱う方法があるモデル(例えば、Fahlman, 1989; Holland, Holyoak, Nisbett, & Thagard, 1986)ではこの問題は減じられるが、それでも、例外は非典型的なものに限られる傾向がある。典型的な事例で低い確率を判断される場合を説明できない。

推論プロセスの2つの見方(Tversky & Kahneman (1983)に従って)

“inside” view : カテゴリ表象の内的構造の点からパフォーマンスをモデル化する

“outside” view : 推論するときカテゴリの事例を思い浮かべる

特徴ベースの帰納モデルは inside (特徴比較過程なので)

inclusion similarity と premise specificity に関する outside な仮定は(e.g., Cherniak, 1984)

(i) カテゴリの事例はその典型性に比例して心に浮かぶ

(ii) いつも心に浮かぶような事例はない

(iii) 結論についての確率は、前提によって思い浮かんだ事例の結論カテゴリにおける典型性の関数になっている

inside と outside に共通するのはクラス包含の外延的關係が無視され典型性が好まれるという仮定。

Implications

明らかに、クラス包含論理を思考や推理に組み入れる能力は持っている(実験4より)。それが常に自発的になされるわけではないということ。

・・・ 推理の2システム説(rule-based vs. associative) (Sloman, 1996; response として Gigerenzer & Regier, 1996)⁸

ルールというものが体系的で厳密な包含關係の表象を必要とするならば、そして日常的推論のほとんどがルールに従ったものではないなら、クラス包含推理は概念や日常的推論を(通常)一貫したものにしている骨組みの一部ではないということになる。包含推理が知的能力の一部であるのは確かだが、それが使われるのは限られた状況のみである。

包含關係は適切な条件の下われわれが適用できるルール集合の一部であって、記憶構造を構成する關係性の集合の一部ではない。クラス包含推理の能力はルールを言語で表現する能力の一部だ、という可能性がある。

Conclusion

包含關係の無視は日常ではほとんど問題にならない。自然にまとめると継承階

⁸ その後の dual processes or two systems 關係の文献を見ればほとんどこれが載っているはず(発表者注)

層を構成するようなカテゴリというのは驚くほどレアである。生物学的階層は明らかなレアケースなのだが、その構造すら論争の下にあって(Gould, 1983)、周知の例外がある。⁹

クラスの区別は常に可能であり、恣意的な階層を特定の目的に沿う形で常に構成することができる。しかし、そのような階層構造は、論理学が言うほど人間の推論において明らかに中心的ではない。

発表者のコメントと批判

(removed)

APPENDIX

(removed)

⁹ ある哺乳類は空を飛ぶし、ある哺乳類は海に住む。