

# 推論におけるヒューリスティックとしての対称性

服部 雅史

## Symmetry as a Heuristic in Reasoning

Masaki Hattori

### Abstract

Symmetry, which is supposed to be unique to human beings as a relation between two objects in focus, is known to be a prevalent bias in human reasoning and judgment. This paper structurally analyzes the advantage of symmetrical inferences as a heuristic. The results showed that (1) mutual exclusivity may be presupposed when symmetry comes into effect as a heuristic and (2) the inverse (i.e., diagnostic) probability can work in place of the original (i.e., predictive) probability in causal reasoning when the rarity assumption is maintained with regard to the effect event in terms of avoiding false negative conclusions. These results are consistent both with a phenomenon known as pseudodiagnosticity and with the cognitive basis for anthropomorphism and other false beliefs.

## 1. Sidman の対称性

行動分析学者 Sidman (1971) が提唱した**刺激等価性** (stimulus equivalence) という概念は、二つ以上の刺激が等価であるとみなせることを操作的に定義するものである。彼が開発した方法論的枠組み (Sidman & Tailby, 1982) の重要性は、この方法が、これまで、成人 (健常者) のみならず、動物、乳幼児、自閉症患者など、多様な対象に対して適用されてきたことから明らかである。刺激等価性は、数学的な二項間の同値関係に基づいており、反射律、推移律、対称律の三つが成立するとき、同値関係と呼ばれる。刺激等価性を構成する概念の中で、最も注目し得るのが**対称性** (symmetry) である。対称性は、その成立が、人間以外の動物で確かめられた事例はほとんどない (e.g., 友永, 2008; 山崎・小川・入来, 2008)。たとえば、対称性のテストでは、訓練フェーズにおいて、見本刺激としての実物のリンゴに対して、比較刺激としての [りんご] という名前 (トークン) を選択することを学習した後で、テストフェーズにおいて、逆に、見本刺激としての [りんご] という名前 (トークン) から比較刺激としてのリンゴを選択する (たとえば、バナナを選択しない) ことができるかどうかを試される。これは、いわば  $a \rightarrow b$  から  $b \rightarrow a$  を導く推論である。人間にはあたりまえの推論であるが、驚くべきことに、ごくわずかの例外 (e.g., 村山・藤井・勝俣・荒井・祖一, 2008) を除いて、ヒト以外の動物では (チンパンジーでも) 対称性の成立は認められない。

刺激等価性は語彙獲得と関係が深いこともあり、対称性の成立については、行動分析学や比較行

動学の一部の研究者によって精力的に研究された時期もあった。しかし、人間以外の動物においてほとんど成功が得られないことから、やがて研究は下火になり、2008年に『認知科学』誌で特集(服部・山崎, 2008)として取り上げられるまで、心理学の他の領域にはあまり知られることもなかった。しかし、対称性推論は、語彙獲得(今井・岡田, 2008)、因果推論(服部, 2008)、他者信念の推定、統合失調症に特有の推論(服部, 2008; 中野・篠原, 2008)などと深くかかわり、言語学(的場・中村・東条, 2008)や人類学(中沢, 2004)との接点も重要である。

## 2. 対称性推論

対称性が興味深いのは、この推論が論理的に正しくない点にある。たとえば、「合格したら電話する」と聞いていれば、通常「電話があった」ら「合格した」と思う(対称性推論)が、論理的には、 $a \rightarrow b$  だからといって  $b \rightarrow a$  とは限らない(実際、たとえば電車が止まったなど、別の理由で電話しても嘘をついたことにはならない)。このような「非論理的推論」が人間に特有のものであるということは、人間以外の動物の方がむしろ論理的とも言える。服部(2008)は、三段論法、条件文、ウェイソン選択課題、因果帰納、2-4-6課題、基準率錯誤、擬診断性などの課題パフォーマンスを分析し、これまで心理学において明らかにされてきた数多くの推論や判断のエラーが、対称性の概念を使って統合的に説明できることを示した。演繹推論のみならず、帰納、確率判断、意思決定などの広範囲に及ぶ課題を確率的手法で分析することにより、背後の認知過程に、**等確率性仮定**(*equiprobability assumption*)という対称性推論を生み出す機構があるという仮説を提唱した。対称性推論のエラーは、実験室課題では単にエラーと分類されるだけで済まされるとしても、現実社会においては、場合によっては社会に重大な影響を与えることもある。以下には、現実的問題に密接に結びついた二つの事例を紹介する。

Eddy (1982, pp. 254–255) は、医療における判断のエラーを指摘している。たとえば、医学専門誌 *Surgery, Gynecology and Obstetrics* (1972, vol. 134, p. 98) からの引用として、以下の文章を紹介している。

胸に癌腫があることがわかっている患者がマンモグラフィーを受け、悪性疾患の証拠が認められなかったケースは、ほぼ5人に対して1人であった。つまり、マンモグラフィーで陰性の判定が出たために、生体組織検査が先延ばしにされ、悪性腫瘍が見逃されるケースが5人に1人あるということである。

この文章の前半で問題にされているのは、「癌であるのに陰性になる確率」 $P(\text{neg}|\text{cancer})$ であり、これが .20 とされている。しかし、後半で言及されているのは、「陰性と出たときに癌である確率」 $P(\text{cancer}|\text{neg})$ であり、この確率は  $P(\text{neg}|\text{cancer})$  とは異なる。 $P(\text{cancer}|\text{neg})$  を計算するためには、別の情報が必要である。

この課題に基づいて課題を作成した Gigerenzer & Hoffrage (1995) は、表1のような頻度情報を用意した。これに基づく、 $P(\text{neg}|\text{cancer}) = 2/10 = .20$  であるが、 $P(\text{cancer}|\text{neg}) = 2/897 = .0022$  となる。つまり、「マンモグラフィーで陰性の判定が出たために、生体組織検査が先延ばしにされ、

表1 Eddy (1982) の乳がん問題の頻度表現 (Gigerenzer &amp; Hoffrage, 1995)

	Cancer	No Cancer	Total
Positive	8	95	103
Negative	2	895	897
Total	10	990	1000

悪性腫瘍が見逃されるケース」は、5人に1人ではなく、その100分の1(500人に1人)ということである。問題は、このような間違っただけの推論に基づいて、間違っただけの提案が主張されることである。この引用は、このあと「マンモグラフィーで良性とされた病変の生体組織検査を先延ばしにすることは、癌腫の根絶に逆行することになる。」と続く。実際のところ、生体組織検査にもリスクが伴うことを考えれば、マンモグラフィーで良性となれば、むやみに生体組織検査を実施するべきではないかもしれない。ちょっとした初歩的な推論のエラーによって、専門家が不適切な提言をすることになるとすれば、その影響力の大きさを考えると、問題を看過することはできない。このように、データが得られたときの仮説の正しさの確率  $P(H|D)$  を、仮説が正しいときにデータが得られる確率  $P(D|H)$  と間違えるエラーを反転錯誤 (inverse fallacy; Koehler, 1996; Villejoubert & Mandel, 2002) という。

Manktelow (2012) は、実際の裁判における反転錯誤の例を紹介している。これは、訴追者の錯誤 (prosecutor's fallacy) ともいわれる。1999年、イギリスの弁護士 Sally Clark は、乳幼児突然死症候群 (SIDS) で相次いで死亡した自身の2人の子どもに対する殺人の罪で有罪判決を受けた。2人の子どもがいずれも SIDS で死亡する確率は7,300万分の1とされた。この極めて小さい値は、(その計算結果自体に問題があることが後に指摘されたが、いずれにせよ) 被告が無罪のとき ( $H$ ) に、偶然にこのような事故が起こる確率 ( $D$ ) である。この死亡事故が起こった ( $D$ ) ときに被告が無罪である ( $H$ ) 確率ではない。しかし、実際には、陪審員はこの誤りを犯した可能性が高いと考えられている (Nobles & Schiff, 2005)。結果として、Clark は、第2控訴審で有罪判決が覆るまでの3年以上の間服役し、釈放の4年後にアルコール中毒で死亡した。

### 3. 相互排他性：対称性ヒューリスティックの前提

このように重大な問題を発生するにもかかわらず、われわれ人間が対称性推論を駆逐することができないのはなぜであろうか。一つの可能性は、おそらく、日常生活の中で、この推論を行うことに何らかの認知的メリットがあるからであろう。この問題を検討するために、別の例を考えてみたい。以下は、「広がる格差」と題された新聞記事からの引用である。

格差が次世代に引き継がれるとの指摘もある。06年に公表された東大・学生生活実態調査によると「東大生の実家の半数は年収が950万円以上」だった。所得格差が教育機会の不平等につながるとの見方を広げた。山田昌弘・東京学芸大学教授は「親がフリーターで仕事に希望を持たなければ、子供のやる気のなさに結びつく」と警告。子供を持つフリーターや非正社員に公的な仕事を与え、格差の「遺伝」を防ぐべきだと主張する。

(2007年7月7日朝日新聞朝刊)

ここで主張が試みられていることは、親の高収入 ( $C$ ) が子の高学歴 ( $E$ ) につながり、親の低収入 ( $\neg C$ ) が子の低学歴 ( $\neg E$ ) につながるということである。したがって、検討すべきデータは、 $P(E|C)$ 、すなわち、親が高収入の家庭の中で子が高学歴である確率、あるいは、それと表裏の関係にある  $P(\neg E|\neg C)$ 、すなわち、親が低収入の家庭の中で子が低学歴である確率のはずである。ところが、ここで提示されているのは、その逆の  $P(C|E)$ 、すなわち、「東大生の実家が高収入」というデータである。 $P(C|E)$  が  $P(E|C)$  や  $P(\neg E|\neg C)$  の推定に役立つことがあるだろうか。あるとすれば、それはどのような場合なのだろうか。それが明らかになれば、対称性推論の存在理由が示唆されるかもしれない。そこで、次のように問いを設定しておく。

問：反転確率が因果関係の推定に役立つのはどのような場合か

以下では、対称性推論の対象となる 2 事象の関係として、主に因果関係を想定することにする。それは、対称性のバイアスは、因果関係を含む推論においてよく観察されるように思われるからである。たとえば、上の格差の例では、親の高収入を原因、子どもの高学歴を結果とみなしている。また、マンモグラフィや SIDS の例では、仮説が正しいこと ( $H$ )、すなわち、癌であることや無罪であることが原因であり、データが得られること ( $D$ ) が結果に相当する。原因を  $C$ 、結果を  $E$  で表すこととする。

原因と結果の生起頻度情報（共変動情報）は、両者の間の因果関係についての知識が少ない場合に、それを推定するための有益な情報となる。原因が起こったときに結果が起こりやすく、原因が起こらないときに結果が起こりにくければ、両者の間に因果関係を推定する根拠となる。原因が起こったときに結果が起こる確率  $P(E|C)$  が高く、原因が起こらないときに結果が起こらない確率  $P(\neg E|\neg C)$  も高い場合、因果関係は強く認識されるだろう。この考えは、次の  $\Delta P$  モデルによってあらわされる。

$$\Delta P = P(E|C) - P(E|\neg C)$$

原因が起こっても起こらなくても同じように結果が起こる場合、 $\Delta P$  はゼロとなる。反対に、原因が起こった場合と起こらなかった場合で、結果の起こる確率が違えば違うほど、 $\Delta P$  の絶対値は大きくなる。したがって、このモデルは原因が結果の生起をコントロールする程度を表すと考えられ (Jenkins & Ward, 1965)、その意味でも、われわれの直感的な因果の概念に一致する。しかし、このモデルは人間のデータにあまりよく合わない。すなわち、人間は必ずしもこのモデルが予測するように因果強度の判断をしないことが明らかにされている (e.g., Mandel & Lehman, 1998; Perales & Shanks, 2007; Ward & Jenkins, 1965)。そこで、Hattori & Oaksford (2007) は、人間の実際の因果帰納の記述的モデルとして、以下の二要因ヒューリスティックモデルを提唱した。

$$H = \sqrt{P(E|C)P(C|E)}$$

このモデルは、41 個のモデルの中で最も人間の因果帰納データによく合うことが示された。このモデルの特徴は、原因から結果に向かう条件付き確率を反転した確率  $P(C|E)$  を含んでいることである。結果から原因に向かう条件付き確率を考えることは、次のように正当化できる。たとえば、あ

るとき発生した食中毒について因果関係を調査するような場合、食中毒を起こした人が何を食べていたかが重要な情報となるだろう。食中毒を起こした ( $E$ ) 人のほとんどが共通に、たとえば生レバ肉を食べていた ( $C$ ) としたら、すなわち、 $P(C|E)$  が高ければ、生レバ肉と食中毒の間の因果関係が強く疑われる。このように、反転確率  $P(C|E)$  は、原因候補を効率的に絞り込むために有益な情報源になると考えられる。

ただ、ここで注意すべき点がある。反転確率  $P(C|E)$  が高いことが重要な情報となるための前提として、 $P(C|\neg E)$  が低いことが暗黙の裡に仮定されていると考えられることである。たとえば、日本の食卓においてはご飯の出現確率が高いので、「ご飯を食べる」を  $C$  とすれば、 $P(C|E)$  は高いが、同様に  $P(C|\neg E)$  も高いことになる。このような場合、 $C$  を食中毒の原因とは考えにくいのではないだろうか。上の「格差」の例でいえば、「東大生の実家の半数は年収が950万円以上」という情報に価値があるように見えるのは、「東大生以外の子どもの実家の平均水準はそこまで裕福ではないだろう」という暗黙の推論がはたらいっているからである。たとえば、もし提示された情報が「東大生の実家の半数は年収が650万円以上」というものであったならば、この文章に説得力を期待することはほとんどできない。なぜなら、東大生以外の子どもの実家も同様に、その程度の裕福さであるからである（国税庁『平成25年分民間給与実態統計調査』によれば、50代前半男性の平均給与は649万円である）。

$P(C|E)$  の高さだけでなく、 $P(C|\neg E)$  の低さ、すなわち  $P(\neg C|\neg E)$  の高さも同時に考慮することは、**相互排他性** (mutual exclusivity) を考慮していることになる。相互排他性とは、論理的には、「もし  $p$  ならば  $q$  である」が成立するとき、「もし  $p$  でないならば  $q$  でない」も成立すると考えることをいう。これは、語彙獲得の文脈でとらえれば、「リンゴが [りんご] と呼ばれるなら、リンゴ以外のものが [りんご] と呼ばれることはない」と仮定することに相当する。この仮定は必ずしも正しいとは限らない（たとえば、 $A$  が動物と呼ばれるとき、 $A$  以外のものは動物でないと考えると間違いになる）が、効率的な語彙獲得のためには不可欠のバイアスである (Markman & Wachtel, 1988)。相互排他性を因果条件文の範囲でとらえれば、「火のないところに煙は立たず」（原因のないところに結果はない）という図式の推論に相当する。論理的には、「もし  $p$  でないならば  $q$  でない」と「もし  $q$  ならば  $p$  である」は対偶の関係にあることから、その観点からはこれも対称性推論の一種とみなせなくもないが、確率論的観点からは両者は一致しない。しかし、対称性が一種のヒューリスティックとして使用されており、対称性推論の前提として  $P(\neg C|\neg E)$  の高さが仮定されているとすれば、相互排他性が対称性ヒューリスティックの使用の前提になっていると見ることもできよう。その意味では、両者の結びつきは密接であると言える。

われわれが暗黙の裡に相互排他性を利用していることは、**擬診断性** (pseudodiagnosticity) と呼ばれる錯誤の研究結果からも推定することができる。Mynatt, Doherty, & Dragan (1993) が使用したのは、次のような課題である（数値は現在の日本の状況に合うよう変更している）。「姉は、X社かY社のどちらかの車を持っている。その車は15 km/l（単位燃料あたりの走行距離）以上走り、買ってから5年経つがメカの問題はない。X社の車の65%は15 km/l以上走ることがわかっている。姉の車がどちらの会社のものかを知るために最も役立つ情報は、次のうちどれか」（括弧内は実験での選択率）。

- (1) Y社の車の何%が15 km/l以上走るか (28%)
- (2) X社の車の何%が初期5年間にメカ問題を起こさないか (59%)
- (3) Y社の車の何%が初期5年間にメカ問題を起こさないか (13%)

正解は、(1) である。同じ特性 (15 km/l 以上走るかどうか) について両社を対比するデータがないと、その特性に関するデータは診断性を持たないからである。多くの参加者が (1) を選択しなかった理由は、おそらく、Y 社の車が 15 km/l 以上走る確率は 65% よりも低いと (常識に基づいて) 推論したからではないだろうか。いま、「X 社の車である」ことを  $X$ 、「Y 社の車である」ことを  $\neg X$ 、「15 km/l 以上走る」ことを  $F$  とすると、課題で与えられている情報は  $P(F|X) = .65$  である。もし、一般的知識として、15 km/l 以上走る車が非常に多いわけではないことを知っているとしたら、そのことは  $P(F|\neg X) < .65$  と推定する根拠となる。この推論が正しいとすれば、「姉の車が X 社である」事後確率  $P(X|F)$  は、上昇してしかるべきである (正確な上昇値はわからないとしても)。確かに、(1) の情報を得ることによって、事後確率が正確にどれくらい上昇するかを特定することができる。しかし、それよりも別の種類の追加情報、すなわち、メカ問題についての (2) の情報を得た方が、総合的には推論に有益かもしれない。やはり、(2) についても同様に、相互排他性が利用されることになるだろう。すなわち、Y 社 (というより、正確にはデフォルトの) メカ問題発生についての知識を使って、事後確率が上昇するかどうかを推定することができる。こうして、1 種類の正確な情報を得るより、不正確でも 2 種類の情報を得ることを選択する。確かに、正確な診断ではないが、いわば、推定された診断 (presumed diagnosis) を行っていると考えることができる。

#### 4. 見逃し回避：対称性ヒューリスティックの前提

反転確率  $P(C|E)$  の高さが考慮されるのが事実だとして、しかし、上述のように暗黙裡に  $P(C|\neg E)$  の低さも考慮されているとすれば、実際には  $P(C|E) - P(C|\neg E)$  の値が計算されているとみなすこともできるだろう。これは、 $\Delta P$  の  $C$  と  $E$  を入れ替えたものに相当する (これを反転  $\Delta P$  と呼び、以下では  $\Delta P'$  で表すことにする)。以上のように考えると、先の「 $P(C|E)$  が  $P(E|C)$  や  $P(\neg E|\neg C)$  の推定に役立つのはどのような場合か」という問いは、より特定化すると次のように言い換えられることがわかる。

問 (特定版) :  $\Delta P'$  が  $\Delta P$  の代用になるのは、どのような条件が成立している場合か

$\Delta P$  の定義から、 $\Delta P$  と  $\Delta P'$  の間には以下の関係が成り立つことを導くことができる。

$$\Delta P = \frac{P(E)[1 - P(E)]}{P(C)[1 - P(C)]} \Delta P'$$

この関係からわかることは、第 1 に、 $C$  と  $E$  の確率が (ほぼ) 等しいとき、すなわち、等確率性  $P(C) \approx P(E)$  が保たれている場合 (服部, 2008) には、 $\Delta P' \approx \Delta P$  となり代用が利く。第 2 に、 $\Delta P'$  による代用が利かない場合に 2 種類あり、まず過大評価が起こるのは、分子が小さく分母が大きい場合、すなわち、 $P(E) \approx 0$  (または  $\approx 1$ ) かつ  $P(C) \approx 0.5$  の場合である。逆に過小評価が起こるのは、 $P(C) \approx 0$  (または  $\approx 1$ ) かつ  $P(E) \approx 0.5$  の場合である。

ここで、**稀少性仮定** (rarity assumption; Oaksford & Chater, 1994) を前提としてみよう。稀少性仮

定とは、事象の生起確率のデフォルト値が小さいと仮定することをいう。たとえば、「キーを回すと車がスタートする」といった因果叙述文について、キーを回すことや車がスタートすることの生起確率は、一般に小さいと考えられることを指す。稀少性仮定の下では、 $P(C) \approx 1$  にはなりにくく、そのような場合には、 $C$  の否定が稀少性を持つことになるため、むしろそちらを語彙化する傾向が発生する。たとえば、「職に就かない」ことを表現するのに「不労」とするといったことである。したがって、以下では  $P(C) \approx 0$  だけを考えることにする。 $P(E)$  についても同様である。そうすると、 $\Delta P'$  による代用が誤りに導く場合について整理し直すと、 $P(C) \approx 0.5$  のとき、すなわち、原因の稀少性が成立しないとき（あるいは結果と比べて相対的に弱いとき）は  $\Delta P'$  による代用が**虚報** (false alarm) を生み、結果の稀少性が成立しないとき（あるいは弱いとき）は**見逃し** (miss) を生むことになる。なお、虚報とは、関係がない（弱い）のにある（強い）と誤って推定することを指し、偽陽性 (false positive) または**第1種過誤** (Type I error) とも呼ばれる。見逃しはその逆で、関係がある（強い）のにない（弱い）と誤推定することを指し、偽陰性 (false negative) または**第2種過誤** (Type II error) とも呼ばれる。

$\Delta P'$  は、現実ではどのような場合によく使われるだろうか。 $\Delta P'$  の使用がメリットになる事態として、 $P(C|E)$  の方が  $P(E|C)$  よりも把握しやすい場合があるだろう。たとえば、食中毒の例では、 $P(E|C)$  については、原因候補  $C_i$  ( $i=1, 2, \dots$ ) が多すぎるため無数の  $P(E|C_i)$  を計算して比較する必要があるが、 $P(C|E)$  については、 $E$  は食中毒という一つの事象であるため、原因候補の目星をつけるのはずっと楽である。また、格差の例では、 $P(C|E)$  を得ること、すなわち「東大生の親の年収を調べること」は比較的楽であるが、その逆の「高収入者の子どもの進学先を調べること」には、ずっと大きな困難が予想される。いずれの場合も、 $E$  の稀少性が前提となっている。つまり、 $E$  の稀少性が  $P(C|E)$  の把握を容易にしている。数少ない  $E$  の事例だけを網羅すればよいからである。また、 $\Delta P'$  の計算には同時に  $P(C|\neg E)$  の推定も必要になるが、 $E$  が稀少であれば  $P(C|\neg E) \approx P(C)$  であるため、 $P(C|\neg E)$  を  $P(C)$  で代用しても大きな誤差は生じない。つまり、推定は容易である。以上より、 $\Delta P'$  が利用される事態では、 $E$  の稀少性が前提となっており、その結果、見逃しが発生しにくくなっていると考えられる。つまり、 $\Delta P'$  の方が  $\Delta P$  よりも利用しやすいときに  $\Delta P$  を  $\Delta P'$  で代用すると、そのことによって間違えることはあるが、それでも、「見逃しを避ける」という要件は相変わらず満たされていることになる。つまり、先述の問いに対する回答は以下のようなになる。

**答：**結果事象が稀少であるとき、反転確率や反転  $\Delta P$  は因果関係の推定に役立つ

以上の分析は、対称性ヒューリスティックの特性、ひいては、ヒューリスティック一般の傾向についてある示唆をもたらすように思われる。それは、環境の中でのわれわれの認知にとって、虚報を避けることよりも見逃しを避けることの方がずっと重要である可能性である。認知的手抜きはリソースを節約するために重要なことであるが、そのことによるデメリットの増加は最低限に抑えたい。そのとき優先されるのは、見逃しを避けることではないか。私たちの認知機能は、おそらく偽陰性を避けることを優先し、偽陽性に寛容になる方に偏っている（服部, 2007, p. 136）。たとえば、壁の模様や雲の中に顔を見つけてしまうのも、その結果であり、それが擬人化や宗教的信仰の認知的基盤にもなっている (e.g., Guthrie, 1993)。

ここまでの議論を整理しておきたい。Sidman 型の実験パラダイムは、人間とそれ以外の動物の

推論の間に本質的な違いがあることを浮き彫りにした。しかし、そこで明らかにされたことが正確に何を意味しているのかは、今でもわからないままである。それが、単に実験手続き上の制約によるものなのか (e.g., Sidman, 2008; 友永, 2008)、言語使用や他者理解、あるいは因果推論のコンピテンスにかかわるものなのかといった問題は、今後の学際的研究で明らかにしていく価値があるだろう。これまでの研究で明らかにされたことの中で重要なのは、人間のさまざまな推論や判断のエラーと考えられてきた多くの現象が、いずれも、この対称性という人間に独特の推論とかかわっているという点である。それを踏まえて本稿では、対称性がヒューリスティックとして有効に機能するときに満たされるべき条件を考察した。その結果、因果関係における結果事象の稀少性が守られている限り、相互排他性を前提とした対称性推論は、比較的誤りの少ない推論結果を、効率的に導く可能性が高いことが明らかになった。このことは、対称性がヒューリスティックとして存在することの意義と、私たちがさまざまな推論のエラーからなかなか逃れられない理由を示唆する。

## 5. 思考の対称性と非対称性

本稿の締めくくりに、ここまでで考察した対称性と思考の非対称性 (服部, 2014) の関係について考察しておきたい。服部 (2014) は、命題の肯定と否定の間に、視覚的な図地関係 (Rubin, 1915/1958) に似た非対称性が存在し、そのような非対称性が、やはり多くの思考のエラーと密接に結びついていることを指摘した。たとえば、私たちはものごとが起こったことには注意が向くが、起こらないことには注意が向かないため、共変動情報に基づく因果推論では、原因も結果も生じた場合の頻度が過大評価される。シャーロック・ホームズの推理小説の中には、事件の夜に犬が吠えなかったという事実から犯人を推理する話があるが、この話を面白くしているのは、事象の不生起に気づくことが容易ではない (生起と不生起の非対称性) という私たちの認知的特性である (服部, 2014)。このような非対称性を生む認知的枠組みを**図地フレーミング (figure-ground framing)** という。なお、こうした肯定と否定の非対称性は、対称性推論とは異なり、ハトの学習においても認められている (Sainsbury & Jenkins, 1967) ことから、よりプリミティブな認知機能であると推定できる。

私たちは、因果関係について考えるとき、原因候補事象と結果事象に焦点を当てる。このとき、焦点が当たった事象は「図」として前面に現れ、その他の無数の事象は「地」として背景に退く。つまり、考慮対象となった2事象とそれ以外の事象の間で非対称性が生じる。ところが、図となった2事象間には対称性が生じる。一般に、ある特定の結果事象に対して、原因は複数存在する。よく知られた例を挙げれば、火事の原因はタバコの火であったり放火であったりするが、酸素の存在も同様に原因の一つである (e.g., Mackie, 1965)。実際、論理的な位置づけは、酸素もタバコの火もまったく同じである。タバコの火がなければ火事が発生しないのと同様、酸素がなければ火事は発生しない。また、タバコの火があってもそれだけでは火事にならないのと同様、酸素があってもそれだけでは火事にならない。それでも、タバコの火は原因候補になるが、通常、酸素が原因候補になることはない。酸素は、火事が生起するための条件 (可能化条件) である。このように、多くの場合、私たちは他の原因 (酸素など) の存在を知っている場合でさえ、単一の原因についてしか考慮しない。「条件」というのは、そのような思考法、すなわち図地フレーミングのための概念装置であると考えられる。



複数の要因を同時に扱わない理由は、認知的負荷の問題であろう。扱う要因数が増えるにつれて、考慮すべき論理状態は指数関数的に増加する。単一原因と結果の生起・不生起の頻度情報は $2 \times 2$ 分割表で表現できるが、原因が二つになると、 $2 \times 2 \times 2 = 8$ 個のセルが必要になる。こうして、要因が一つ増えるたびに情報量は倍になる。入力情報量の増加と出力情報の有益さの間のバランスをとった結果、単一原因しか考えないように、つまり対称性推論をするところで、一定の最適化が実現されていると考えるのが妥当なのではないだろうか。

## 6. 謝辞

本研究の一部は、日本学術振興会二国間交流事業共同研究 CHORUS プログラム J121000148 (2011–2013 年) の助成を受けて実施された。本研究のアイデアは、学外研究として 2014 年前期に滞在した *École Pratique des Hautes Études* および *Durham University* において深めることができた。CHORUS プログラム参加メンバー、特に、高橋達二氏、服部郁子氏、David Over 氏、Jean Baratgin 氏との議論は有益であった。ここに記して謝意を表する。

## 7. 文献

- Eddy, D. M. (1982). Probabilistic reasoning in clinical medicine: Problems and opportunities. In D. Kahneman, P. Slovic & A. Tversky (Eds.), *Judgment under uncertainty: Heuristics and biases* (pp. 249–267). Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Gigerenzer, G., & Hoffrage, U. (1995). How to improve Bayesian reasoning without instruction: Frequency formats. *Psychological Review*, *102*, 684–704. doi: 10.1037/0033-295X.102.4.684
- Guthrie, S. E. (1993). *Faces in the clouds: A new theory of religion*. New York: Oxford University Press.
- 服部雅史 (2007). 推論の諸相 稲垣佳世子・鈴木宏昭・大浦容子 (編) 認知過程研究：知識の獲得とその利用 (pp. 125–139) 放送大学教育振興会
- 服部雅史 (2008). 推論と判断の等確率性仮説：思考の対称性とその適応的意味 認知科学, *15*, 408–427. doi: 10.11225/jcss.15.408
- 服部雅史 (2014). 思考の図と地：フレーミングによる肯定・否定の非対称性 立命館文学, *636*, 131–147.
- Hattori, M., & Oaksford, M. (2007). Adaptive non-interventional heuristics for covariation detection in causal induction: Model comparison and rational analysis. *Cognitive Science*, *31*, 765–814. doi: 10.1080/03640210701530755
- 服部雅史・山崎由美子 (2008). 対称性と双方向性の認知科学：特集「対称性」の編集にあたって 認知科学, *15*, 315–321. doi: 10.11225/jcss.15.315
- 今井むつみ・岡田浩之 (2008). 特集「対称性」へのコメントリー：言語の成立にとって、対称性はたまごかにわとりか 認知科学, *15*, 470–481. doi: 10.11225/jcss.15.481
- Jenkins, H. M., & Ward, W. C. (1965). Judgment of contingency between responses and outcomes. *Psychological Monographs: General and Applied*, *79*, 1–17. (Whole No. 594) doi: 10.1037/h0093874
- Koehler, J. J. (1996). The base rate fallacy reconsidered: Descriptive, normative, and methodological challenges. *Behavioral and Brain Sciences*, *19*, 1–53. doi: 10.1017/S0140525X00041157
- Mackie, J. L. (1965). Causes and conditions. *American Philosophical Quarterly*, *2*, 245–264.
- Mandel, D. R., & Lehman, D. R. (1998). Integration of contingency information in judgments of cause,

- covariation, and probability. *Journal of Experimental Psychology: General*, *127*, 269–285.  
doi: 10.1037/0096-3445.127.3.269
- Manktelow, K. I. (2012). *Thinking and reasoning: An introduction to the psychology of reason, judgment and decision making*. Psychology Press. (マンクテロウ, K. I. (著) 服部雅史・山 祐嗣 (監訳) (2015). 思考と推論: 思考心理学への招待 北大路書房)
- Markman, E. M., & Wachtel, G. F. (1988). Children's use of mutual exclusivity to constrain the meanings of words. *Cognitive Psychology*, *20*, 121–157. doi: 10.1016/0010-0285(88)90017-5
- の場隆一・中村 誠・東条 敏 (2008). 構文獲得における対称性バイアスの有効性 認知科学, *15*, 457–469. doi: 10.11225/jcss.15.457
- 村山 司・藤井有希・勝俣 浩・荒井一利・祖一 誠 (2008). シロイルカにおける対称性の成立について 認知科学, *15*, 358–365. doi: 10.11225/jcss.15.358
- Mynatt, C. R., Doherty, M. E., & Dragan, W. (1993). Information relevance, working memory, and the consideration of alternatives. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology A: Human Experimental Psychology*, *46A*, 759–778. doi: 10.1080/14640749308401038
- 中野昌宏・篠原修二 (2008). 対称性バイアスの必然性と可能性: 無意識の思考をどうモデル化するか 認知科学, *15*, 428–441. doi: 10.11225/jcss.15.428
- 中沢新一 (2004). 対称性人類学 講談社
- Nobles, R., & Schiff, D. (2005). Misleading statistics within criminal trials. *Significance*, *2*, 17–19. doi: 10.1111/j.1740-9713.2005.00078.x
- Oaksford, M., & Chater, N. (1994). A rational analysis of the selection task as optimal data selection. *Psychological Review*, *101*, 608–631. doi: 10.1037/0033-295X.101.4.608
- Perales, J. C., & Shanks, D. R. (2007). Models of covariation-based causal judgment: A review and synthesis. *Psychonomic Bulletin & Review*, *14*, 577–596. doi: 10.3758/BF03196807
- Rubin, E. (1915/1958). Figure and ground. In D. C. Beardslee & M. Wertheimer (Eds.), *Readings in perception* (pp. 194–203). Princeton, NJ: D. Van Nostrand. English translation of key sections from Rubin's dissertation
- Sainsbury, R. S., & Jenkins, H. M. (1967) Feature-positive effect in discrimination learning. *Proceedings of the 75th Annual Convention of the American Psychological Association* (pp. 17–18).
- Sidman, M. (1971). Reading and auditory-visual equivalences. *Journal of Speech & Hearing Research*, *14*, 5–13.
- Sidman, M. (2008). Symmetry and equivalence relations in behavior. 認知科学, *15*, 322–332. doi: 10.11225/jcss.15.322
- Sidman, M., & Tailby, W. (1982). Conditional discrimination vs. matching to sample: An expansion of the testing paradigm. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, *37*, 5–22. doi: 10.1901/jeab.1982.37-5
- 友永雅己 (2008). チンパンジーにおける対称性の(不)成立 認知科学, *15*, 347–357. doi: 10.11225/jcss.15.347
- Villejoubert, G., & Mandel, D. R. (2002). The inverse fallacy: An account of deviations from Bayes's theorem and the additivity principle. *Memory & Cognition*, *30*, 171–178. doi: 10.3758/BF03195278
- 山崎由美子・小川昭利・入來篤史 (2008). 対称性に関わる生物学的要因の解明に向けて 認知科学, *15*, 366–377. doi: 10.11225/jcss.15.366
- Ward, W. C., & Jenkins, H. M. (1965). The display of information and the judgment of contingency. *Canadian Journal of Psychology*, *19*, 231–241. doi: 10.1037/h0082908

(本学文学部教授)