

面積図によるベイズ的推論の改善

○寺尾 敦・佐藤 柚弥[‡]
(青山学院大学)

キーワード：ベイズの定理，図的推論，批判的思考

Use of diagrams for improving Bayesian reasoning
Atsushi Terao and Yuya Sato
(Aoyama Gakuin University)

Key Words : Bayes' theorem, diagrammatic reasoning, critical thinking

ベイズ的推論を含む批判的思考課題において，問題の準抽象化表示（鈴木・寺尾，2014，教心総会）としての図の効果を検討した。公式の背後にあるアイデアを示した図であり，「圧縮解法」（寺尾・楠見，1998，教心研）であるとも考えられる。本研究ではベン図と面積図を使用した。

方法

参加者：青山学院大学社会情報学部での1年生必修科目「人間科学概論」の受講者が，授業において研究に参加した。2017年度および18年度の参加者はそれぞれ，209名と171名であった。

材料と手続き：2017年12月11日と2018年12月10日に，人間の確率判断と意思決定をテーマとした90分の授業が行われた。授業者は本論文の第1著者であった。授業の最初に0. J. シンプソン事件の裁判について説明がされ，「妻に暴力をふるう夫が妻を殺してしまう確率は1/2500である」という弁護側の主張に反論するクイズが授業の最後に出題されるといふ予告がされた。「タクシー問題」を例にベイズ的推論課題での直観的な確率判断と数学的正解が解説された。2017年度は Figure 1 と同様のベン図，18年度は Figure 2 と同様の面積図が使用された。受講者は，授業の最後に，裁判での弁護側の主張に反論するというクイズに解答した。弁護側が主張する確率が図のどこに該当するかが説明され，反論のために見るべき確率は何かを考えるよう指示がされた。

結果

参加者の解答は独立した2人の採点者によって正解と不正解に分類された。「妻が殺されたという条件での，夫が犯人である確率」という内容を述べている解答を正解（正解A）とした。式で表現すると， $P\{H \& D\}/P\{D\}$ である。この他に， $P\{H \& D\}$ と $P\{\text{not } H \& D\}$ を比較するという解答も正解とした（正解B）。これら以外の解答は不正解とした。2人の採点の一致率は，2017年度（ベン図）の解答では84.7%，2018年度（面積図）の解答では82.5%であった。採点

が一致しなかった解答は2人が協議して分類を決定した。

問題をベン図で表現した2017年度の解答（ $N = 209$ ）では，正解Aが37名（17.7%），正解Bが4名（1.9%），不正解が168名（80.4%）であった。問題を面積図で表現した2018年度の解答（ $N = 171$ ）では，正解Aが54名（31.6%），正解Bが35名（20.5%），不正解が82名（48.0%）であった。この結果をまとめた Table 1 の分割表について独立性の検定を行ったところ， $\chi^2(2) = 54.142, p < .001, V = .378$ となった。2つの正解をまとめ，正解率について差の検定を行ったところ， $\chi^2(1) = 42.517, p < .001, 95\% \text{ CI} = [.23, .42], V = .334$ となった。年度によって正解と不正解の分布が異なっており，2018年度の正解率が高いこと，とりわけ正解Bが大きく増えていることがわかる。

考察

問題をベン図で表現した17年度に比べ，面積図で表現した18年度では正解率が上昇した。面積図による問題表現は批判的思考として妥当なベイズ的推論を促進したと考えられる。18年度の正解率は50%を超えており，17年度との相対的な比較ではなく，絶対的な正解率としてもかなり高い。年度によって学生の学力が異なるかもしれない点には注意が必要であるが，入学年度が1年違うだけで，問題の正答率を大きく変化させる学力変化があったとは考えにくい。

ベン図と面積図の大きな違いとして，ベン図での特定の領域は集合を意味するだけであるのに対して，面積図での特定の領域はその面積が確率を表しているという点が挙げられる。面積が確率と対応するという面積図の性質が推論成績を改善したのではないかと考えられる。特に，正解Bは2つの確率の大きさを比較するので，こうした情報を持たないベン図では難しいのだろう。

謝辞：本研究は青山学院大学総合研究所から支援を受けた「プロジェクション科学の基盤確立と社会的展開」（研究ユニット代表者：鈴木宏昭）の一部である。

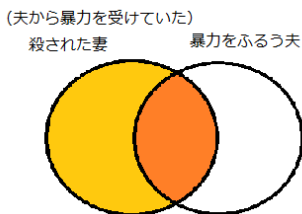


Figure 1. ベン図による問題表現



Figure 2. 面積図による問題表現

Table 1 年度ごとの解答の分布

年度	N	解答		
		正解A	正解B	不正解
2017	209	37	4	168
2018	171	54	35	82