

# ベイズの確率推論課題での準抽象化教示の効果

○ 鈴木宏昭 (青山学院大学)

寺尾 敦 (青山学院大学)

3 囚人問題 (Shimojo & Ichikawa, 1989 *Cognition*) など、ベイズの確率推論課題において、人はしばしば数学的規範解と大きく異なった解を与えることが知られている。これを克服するために様々な探求がなされてきたが (市川, 1998), 大きな成果を残したものは少ない。

本研究では、準抽象化 (鈴木, 1995) の観点から、ベイズ課題の解決を促進する教授法を提案する。準抽象化とは人が素朴に作り上げる問題状況のモデルの基盤となる知識である。この観点からベイズの定理を考えると、事後確率はデータ (D) が得られる「世界」の中で「仮説」(H) が正しい確率と見なすことができる。こうした表現を生み出す準抽象化は、ベイズの定理を知らない学習者にとってもなじみのあるものと想定できる。

## 方 法

**参加者:** 青山学院大学教育人間科学部の学生 23 名が、授業においてベイズの定理の学習を行った。

**材料と手続き:** 最初に、ある人の血液型が B 型である確率は、この人が A 型ではないという情報を得た後では更新されるという例を用いて、ベイズの定理の準抽象化が導入された。ベイズの定理は、新しいデータが得られたときに、ある仮説が正しい確率を計算するために用いるということが説明された。新しいデータが得られたら、それが得られる世界の中で確率を計算するということが、特に強調された。

続いて、準抽象化教示に沿って、Monty Hall 問題と病気診断問題 (いずれも有名なベイズの確率推論課題) の解決方法が説明された。仮説が正しい世界 (H) とデータが得られる世界 (D) を円で表し、この交わりを HD とすると、HD と notHD から構成される全体 (D) に対する HD の割合が、求める確率であることが教示された。Monty Hall 問題では、問題提示の直後に、最初の選択 (扉 A) を変えるかどうか尋ねられた。病気診断問題では、問題提示の直後に確率の計算が要求された。

最後に、学生は以下のテスト課題に取り組んだ。これは 3 囚人問題と本質的に同一の問題である。テスト課題: 毎年一人しか単位を取れないとてつもなく難しい講義があります。今年は X, Y, Z 君のたった三人しか受講していません。日頃の成

績から考えて、単位を取る確率は X 君が 1/4, Y 君が 1/4, Z 君が 1/2 です。学期末の試験の採点が終わったあと、この講義の先生と会った X 君は「僕の結果は教えなくてかまいませんから、Y と Z のどちらが落第するかを教えてください」と聞きました。この教授は・・・(途中省略)・・・「Y は落第」と言いました。さてこの情報を得た後の X 君の合格の確率はどうなるかを計算してください。教授が「Y は落第」と言うときはどのようなときなのか、その時の確率はどのくらいかをよく考えて答えてください。

## 結果と考察

例題として用いられた Monty Hall 問題において、最初の選択を変える (これが正解) と回答した学生は 6 名 (26%) であった。やはり例題である病気診断問題に初めから正答したのは 3 名 (13%) であった。この実験の参加者は、全体として素朴な学生であったことがわかる。

テスト課題には 9 名 (39%) の学生が正答した。3 囚人問題を用いた先行研究での結果と比較して、これはかなり高い正答率である。準抽象化教示の有効性が支持されたと考えられる。

準抽象化教示は、すべてのベイズの推論課題に適用できる一般性を有するという点で、これまでに有効性が示された他の教示方法よりも優れている。Gigerenzer & Hoffrage (1995 *Psych. Review*) は、情報を確率でなく頻度で提示すれば、ベイズの確率推論課題での成績を改善できることを示した。頻度教示は有効と考えられるが、3 囚人問題のように頻度表現の使用が難しい問題もある。準抽象化教示はこうした問題にも適用できる。西田・服部 (2011『認知科学』) は、 $P(D)$  と  $P(H)$  が等しいと暗黙的に仮定されるために、これらが大きく異なる「偏確率構造」を持つ問題で誤りが生じると主張した。この構造を顕在化させると推論は改善された。偏確率構造を持つ問題に対しても準抽象化教示が有効であるかは不明であるが、少なくとも原理的には、こうした問題でも準抽象化教示に沿った解決が可能である。さらに、 $P(D)$  と  $P(H)$  の比較はベイズの定理の数学的形式には関係ないが、準抽象化教示は数学的形式を言語的に表現しているため、数学教育的な観点からも準抽象化教示は優れていると言える。