

確率判断課題の違いが追加情報の 有効性評定に及ぼす影響

南

学

1. 問 題

人の直観的確率判断に関する研究は、人はしばしば非合理的な判断をおこなうことを示し、そこには体系的な誤りの傾向があるということを明らかにしてきた。このような研究のうち、確率の更新に関する研究では、タクシー問題(Bar-Hillel, 1980 ; 南, 1997)や3囚人問題(市川, 1988)がしばしば用いられる。これらの課題は、基礎比率情報(事前確率)と事例情報(尤度)をもとに、求められている確率(事後確率)を推定するという、ベイズ的確率推定課題である。まず以下に両課題の簡単な概説をおこなっておく。

タクシー問題

タクシー問題は、Kahneman & Tversky (1972) においてはじめて紹介され、Tversky & Kahneman (1980) と Bar-Hillel (1980) において本格的に検討された課題である(図1)。

この課題において、2社のタクシーの台数の割合に関する情報が基礎比率情報であり、目撃者の証言とその信頼性が事例情報に相当する。この課題を呈示された被験者の多くは「80%」という回答を示すことが繰り返し示されている(Bar-Hillel, 1980 ; Lyon & Slovic, 1976 ; Tversky & Kahneman, 1980 ; Hinsz, Tindale, Nagao, Davis & Robertson, 1988)。また、被験者の多くは、「タクシーの割合は無関係である」と述べている(Lyon & Slovic, 1976) こと

タクシー問題 (南, 1997)

ある町では、緑のタクシーが85%、青のタクシーが15%走っている。ある夜この町でタクシーによるひき逃げ事件が起きた。ひとりの目撃者が見つかり、「青いタクシーが犯人である」と証言した。ところが、この目撃者の証言がどのくらい正確かを検査したところ、事故当時と同じような状況下では80%の確率で正しく色を見分けるが、20%の確率でまちがえてもう一方の色を答えてしまうことがわかった。

さて、この目撃者の言うとおりに、本当に青のタクシーが犯人である確率は大体いくらだろうか。

伝染病問題

ある国ではある伝染病が流行しており、従来の調査ではそのうち85%がG型ウィルスによるもので、15%がB型ウィルスによるものであることが明らかにされている。ある一人の患者がその伝染病であると診断された。この病気を治すには新たに開発されたワクチンが有効なのだが、ウィルスの型によってワクチンが異なる。検査の結果は、B型であった。しかし、この検査はどちらの型も80%の確率で正しく判定するが、20%の確率でまちがえてもう一方の型であるという結果を出してしまう。

さて、この検査の結果のとおり、この患者のウィルスがB型である確率は、現時点では大体いくらだろうか。

図1 タクシー問題および伝染病問題

から、この回答では、基礎比率が十分に考慮されておらず、事例情報のみにもとづいているといえるだろう。そのため、この典型的回答は基礎比率の無視 (base-rate neglect) と呼ばれる。

3 囚人問題

3 囚人問題は、Lindley (1971) などで紹介され、市川 (1988)、井原 (1988) において心理学的に検討がはじまった課題である。とくに、市川 (1988) が示した変形版では、看守からの情報によって釈放される人数が絞られたにもかかわらず、囚人Aが釈放される確率が1/4から1/5に減少することが反直観的であるという点で注目をあびた (図2)。本研究では、この変形版を用いる。

この課題において、3人の囚人がそれぞれ釈放される確率が基礎比率情報に

3 囚人問題 (市川版：市川, 1988)

3人の囚人A, B, Cがいて, 2人が処刑され1人が釈放されることがわかっている。それぞれの釈放される確率は $1/4$, $1/4$, $1/2$ であった。だれが釈放されるか知っている看守に対し, Aが「BとCのうち, 少なくとも1人は処刑されるのだから, 彼らのうち処刑される1人の名前を教えてください私の釈放についての情報を与えることにはならないだろう。1人を教えてください」と頼んだ。看守はしばし考えて, まあかまわないだろうと思い, 「Bは処刑される」と教えた。このとき, Aの釈放される確率はどのくらいになるだろうか。

図2 3 囚人問題

相当し, 看守から得た情報が事例情報に相当する。この課題を呈示された被験者の回答は, さまざまに分類されるが(高橋・井原, 1991; 寺尾, 1993), 代表的なものは3つある(市川, 1988)。1つは, 等比解と呼ばれるもので, 変形版では「 $1/3$ 」解がそれに該当する。この回答は, 事前の囚人A, Cの釈放の確率 $1/4$, $1/2$ の相対比率(1:2なので, このうちの囚人Aの割合は $1/3$ になる)から導出される。もう1つは, 不変解と呼ばれるもので, 「 $1/4$ 」解が該当する。囚人Aの事前の釈放確率 $1/4$ は変わらないという考えにもとづいて導出されるものである。最後は, 残る2人のうちの1人が釈放されるという考えから「 $1/2$ 」解が導出されるものであり, 場合解と呼ばれる。先行研究によると, このうちもっとも多く見いだされる回答は等比解である(繁桝, 1987; 伊東, 1988; Shimojo & Ichikawa, 1989; Ichikawa & Takeichi, 1990)。また, 前2者は, 基礎比率に言及して導出されているといえる。

これら2つの課題は, とともに基礎比率, 事例情報と呼ばれる2つの確率情報で構成されており, 同一の形式的課題構造をもっている。しかし, 寺尾(1993), 南(1994)などが指摘するように, 両課題において見られる典型的回答は異なった特徴をもつ。上述しているように, タクシー問題を呈示された被験者の典型的回答は基礎比率を無視しているように見えるのに対して, 3囚人問題を呈示

された被験者の典型的回答は基礎比率を反映しているように見えるのである。このように、両課題において見られる典型的回答を比較すると、同じ形式的課題構造をもつにもかかわらず、対照的な誤りの傾向が示されている。

ところで、従来、タクシー問題と3囚人問題を扱った研究は別個におこなわれており、両課題において見られる典型的回答に対して統一的な説明が試みられることはほとんどなかった。それは、3囚人問題を扱った研究がこれまで日本を中心におこなわれていることと、その議論が主になぜ3囚人問題は難しいのか、すなわち、なぜ正答を導出できないのか、あるいは、なぜ正答を納得することができないのかという点に向けられ、典型的回答の傾向、すなわち、なぜ多くの被験者が同じような「誤り」を算出するのかという点にはあまり注意が向けられていなかったことが原因と考えられる。この結果として、それぞれの問題に見られる典型的回答に対する説明はえてして事後的なものになりやすく、「誤り」の説明に対して「誤るような推論ルールを用いたからだ」という、問題を先送りにした説明にとどまることになった。しかし、両課題において見られる典型的回答の対照的な違いがどのようにして生じるのかという点を明らかにせずに、これらの課題を与えられた被験者がどのように課題を受け取り、推論をおこなっているかという、推論研究における心理学的にもっとも基本的な問題を解明することはできないだろう。そのためには、両課題を視野に入れた統一的な説明を検討することが必要であると思われる。

事例表象モデルによる説明

南(1994)は、この両課題の回答の違いに関して、それぞれの課題を与えられた被験者が形成する、課題中の事例の表象が異なるという観点からの説明を提出した。

被験者は、課題および課題が呈示される状況全体をもとに、課題表象を構築し、推論をおこなっていると考えられる(Grice, 1975; Hilton, 1995)。よって、たとえ3囚人問題とタクシー問題が形式上は同一の課題であったとしても、課

題文脈が異なる場合には、それぞれを呈示された被験者が構築する課題表象が異なることが予想される。両課題の課題文脈には、被験者がどのような課題表象を構築するかという点に関して、重要な相違点がある。それは、個別事例に関する事例情報が確定的であるか不確定的であるかという点である。具体的には、3 囚人問題では看守がもたらす情報は確定的で完結しているのに対して、タクシー問題では、目撃者の証言は「青が犯人である」と断定しつつも不確定で確率的である。したがって、3 囚人問題を呈示された被験者は、事例情報が確定的であるために、事例情報そのものに注意を向けず、むしろその事例情報が指し示すそれぞれの事象（囚人Aと囚人C）およびその分布に注意を向けると考えられる。他方、タクシー問題を与えられた被験者は、不確定的である事例情報のさらなる吟味に注意を向けると考えられる。言い換えると、3 囚人問題群の被験者は単一事例の外側に注意を向けるのに対し、タクシー問題群の被験者は単一事例の内側に注意を向けると考えられる(図3)。この説明は、タクシー問題に類する課題を与えられた被験者が事例情報のみを探索しようとするという知見 (Doherty & Mynatt, 1990), タクシー問題を与えられた被験者が単

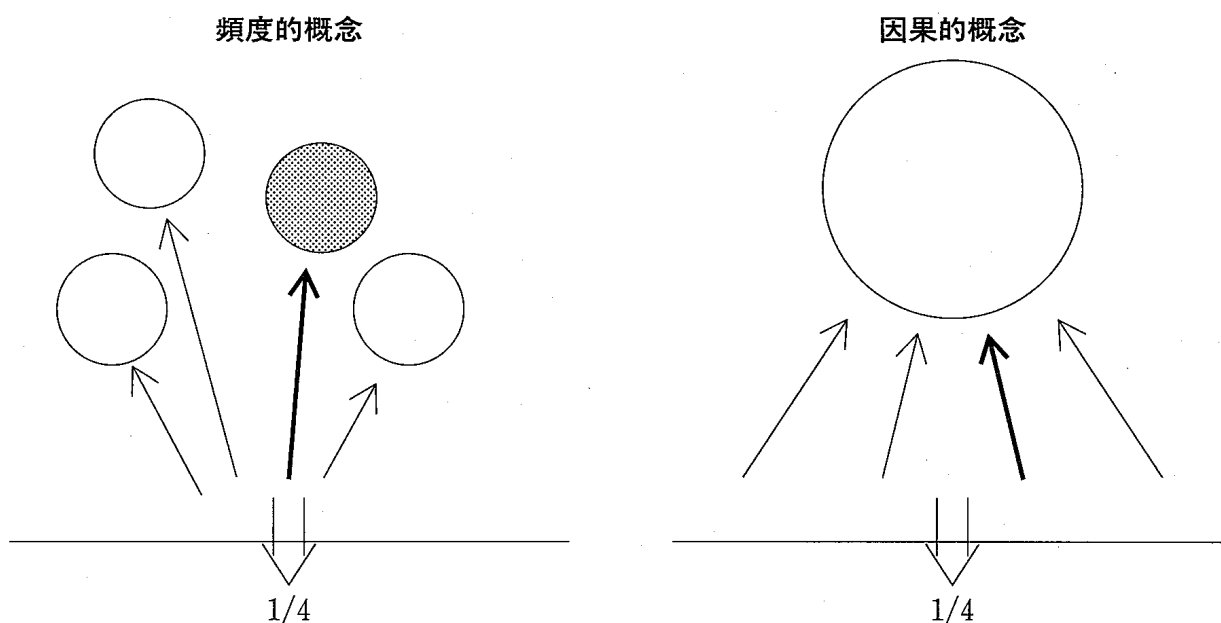


図3 事例表象モデルにもとづいた概念表象の図示

一の事例に注意を限定するようながされると基礎比率の無視が増加するという知見（南，1997）からも支持される。

このような注意の方向性が異なる結果，3囚人問題群では，囚人AとCに関する事例表象にもとづいた回答（等比解など）が増加し，タクシー問題群では，目撃者が証言した青のタクシーに関する事例表象のみにもとづいた回答（「80%」解）が増加すると説明することができる。

以上のような解釈にもとづくと，それぞれの課題で被験者が誘導される注意の方向の違いは，続く確率の更新のための情報探索に影響を与えることが予測される。すなわち次にどのような情報を得ることに関心に向けるかという点においてその差異が見いだされるだろう。そこで本研究では，それぞれの課題を呈示された被験者に，追加される情報それぞれに対する有効性の評価をおこなわせ，被験者がどこに関心に向けているかを調べる。そして，それらを比較することによって，南（1994）の仮説を検証することを本研究の目的とする。

2. 方 法

被験者 福祉関係の専門学校生 69名

実験計画 課題2（3囚人問題，伝染病問題（後述））の被験者間変数（それぞれ34名，35名）

手続き 講義の時間を利用して集団的に実施した。被験者は3囚人問題，もしくはタクシー問題をもとにした伝染病問題（図1）のいずれかが示され，課題で求められる確率を評価した。タクシー問題そのままを用いず，伝染病を題材とした伝染病問題を用いた理由は，3囚人問題の困難さは死に関わる題材である点にもその原因があるという指摘がなされており（守，1988），その点において両課題の差異をなくすためである。なお，以下では，議論との対応の点から，「タクシー問題群」と呼称する。

続いて，被験者は，当該事例の母集団（囚人A，青）に関する情報，当該事

例に対立する事例の母集団に関する情報(囚人C, 緑), 事例情報(看守, 検査結果)に関連する情報, その他の4つについて, 確率評価をより正確にするにあたって, これらの追加情報それぞれを入手することがどれくらい有効であるかを, それぞれ7段階尺度で評価させた。

3. 結 果

タクシー問題における被験者の回答は「80%」解が多く, 3 囚人問題では「50%」(「1/2」) 解が多かった(図4)。

追加情報の有効性評価のうち, その他の情報に関しては, 被験者の多くが共通した情報を挙げていないこと, 他の情報よりも明らかに有効性評価が低いことから, 以下の分析からは除いた。追加情報の有効性評価に関して, 2 (タクシー問題, 3 囚人問題) \times 3 (当該, 対立, 事例情報) の分散分析を行った結果, 交互作用が有意であった [$F(2, 134) = 5.33, p < .01$]。下位検定の結果, タク

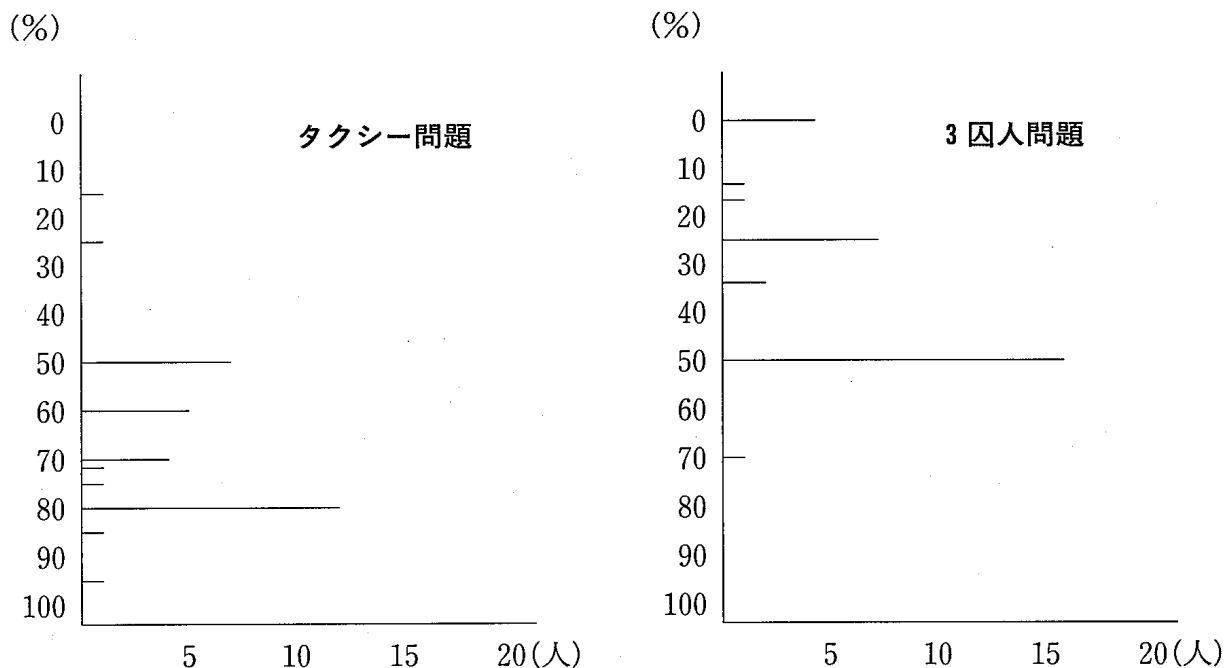


図4 課題ごとの回答の分布

シー問題群において当該基礎比率情報と事例情報の有効性評定が有意に高かった[それぞれ $F_s(1,201)=5.50, 13.56, p<.05, p<.01$]。また、タクシー問題群において情報の種類の単純主効果が有意であった [$F(2,134)=3.08, p<.05$] ので、Ryan 法によって多重比較を行った結果、事例情報-対立基礎比率情報間で有意な差がみられた [$t(134)=2.50, p<.05$]。さらに3囚人問題群では情報の種類の単純主効果に有意な傾向がみられた [$F(2,134)=2.59, p<.10$] (図5)。

つづいて、典型的回答を示したかどうかで被験者をさらに分け、各課題群において、有効性評定について2 (典型的回答か否か) \times 3 (情報の種類) の分散分析をおこなった。その結果、両課題群とも有意な交互作用は見いだせなかったが、試みとして下位検定をおこなった結果、タクシー問題群においては、「80%」解であるとき事例情報の有効性評定が高い傾向があることが示された (図6)。

3囚人問題群において、「50%」解を示した被験者は、対立基礎比率情報の有

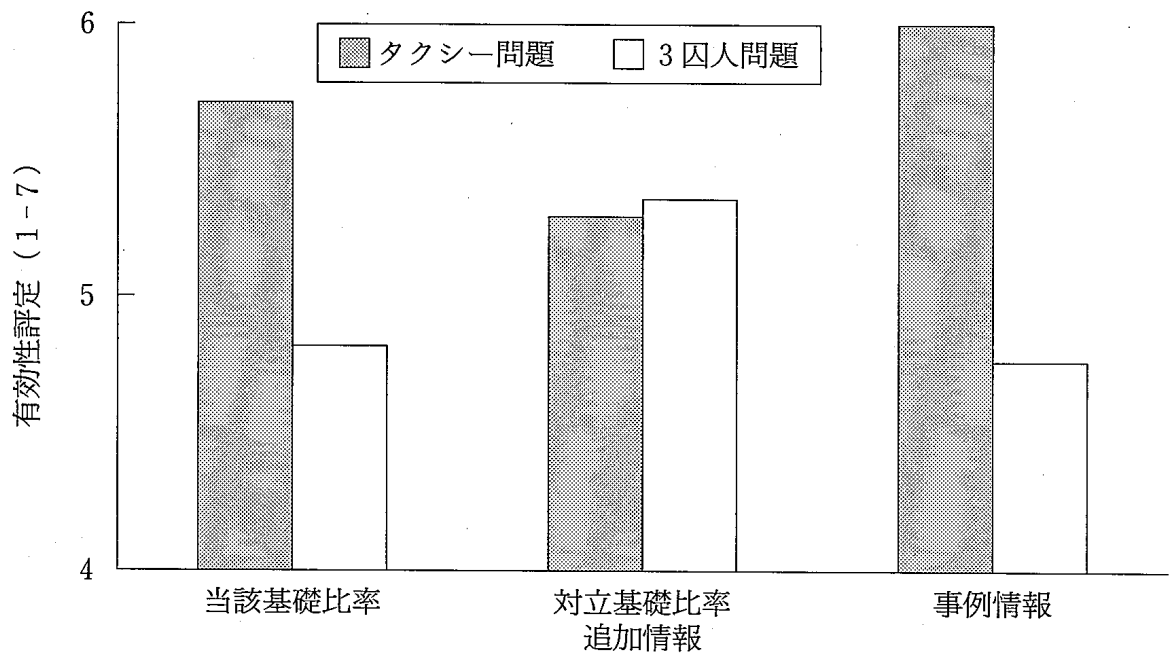


図5 課題ごとの追加情報の有効性評定

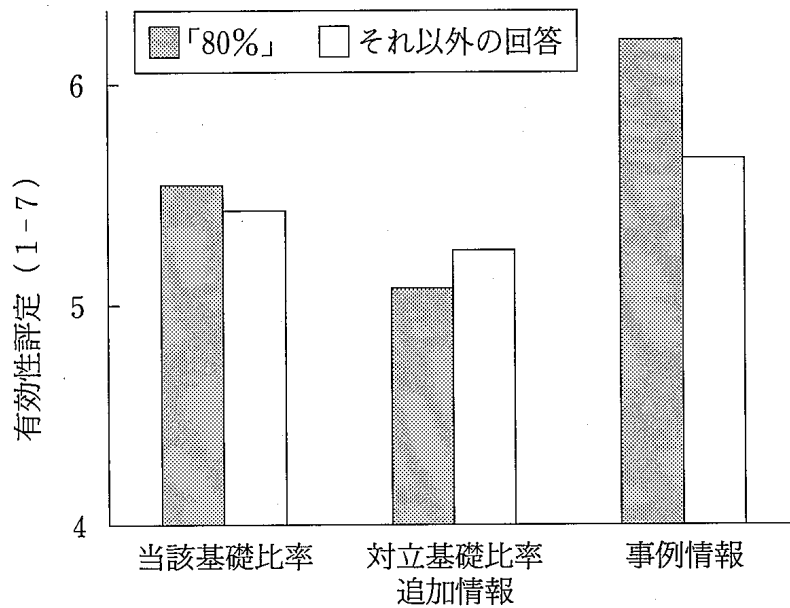


図6 「80%」解であるか否かによる有効性評価の比較
(タクシー問題)

効性を高く評価する傾向が見られた (図7-a)。さらに、「33%」($1/3$) 解と「25%」($1/4$) 解を示したか否かでの分析もおこなったが、下位検定の結果、有意な差は見られなかった (図7-b)。

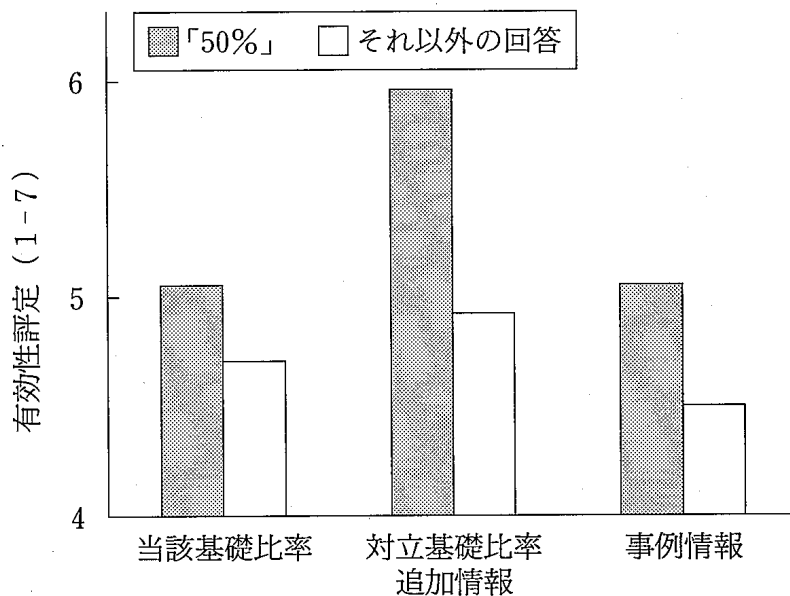


図7-a 「50%」解であるか否かによる有効性評価の比較
(タクシー問題)

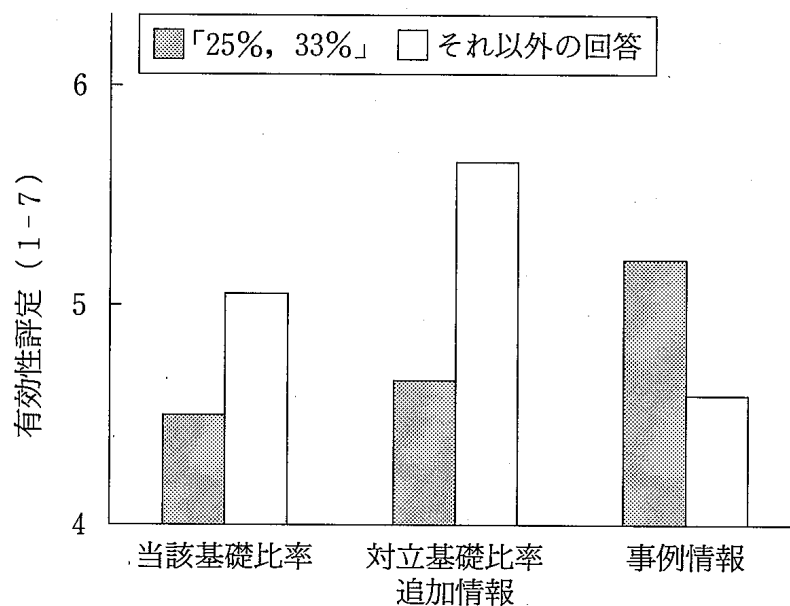


図7-b 「25%, 33%」解であるか否かによる有効性
評価の比較 (タクシー問題)

4. 考 察

本研究は、タクシー問題と3囚人問題における典型的回答の違いに関する説明として提出された事例表象モデルから導かれた予測に関して、追加情報の有効性評価という点から検討をおこなった。

まず、本研究における、タクシー問題における被験者の回答は「80%」解が多く、3囚人問題では「50%」解が多いという回答分布は、タクシー問題については先行研究 (Bar-Hillel, 1980; Hinsz *et al.*, 1988) に一致しているが、3囚人問題については一致していない (繁梲, 1987; 伊東, 1988; Shimojo & Ichikawa, 1989; Ichikawa & Takeichi, 1990)。このように、先行研究と異なった結果が得られた理由として、今回、タクシー問題の回答との比較をおこなうために、回答をパーセント表現によって表すよう求めていた点が考えられる。先行研究では、このような指定はしておらず、分数による表現を許している。パーセント表現による確率の表出を求めた結果、被験者は表出される確率に「回答困難」という別の意味を込めて「50%」と回答してしまった可能性が

考えられる。この点については、本研究の問題点として後述する。

次に、追加情報の有効性評価に関する分析では、図5から、当該基礎比率と事例情報に関する追加情報の有効性評価が、タクシー問題において高いことが示された。また、図6で示されたように、典型的回答である「80%」解を示した被験者はとくに、事例情報の評価が高い傾向があることもあわせると、これらの結果は、タクシー問題を提示された被験者が事例情報を反映した回答を示すのは、不確定的である事例情報のさらなる吟味をおこなうため、目撃者が証言した青のタクシーに関する事例表象に注意を向けたためであるという事例表象モデルの説明に一致しているといえるだろう。

3 囚人問題においては、図5から、対立基礎比率に関する有効性評価が高い傾向があることが示唆された。ただし、図7-aに示されたように、この傾向は、最頻解である「50%」解を示した被験者の回答には顕著に現れているが、それ以外の回答を示した被験者の場合この傾向は弱いものとなっている。また、図7-bのように、先行研究において基礎比率をもとに算出したと考えられている「33%」解と「25%」解を示した被験者とそれ以外の回答を示した被験者に分けて評価平均を比較した場合、「33%」解、「25%」解を示した被験者の評価パターンは、統計的には有意ではないが、全体の傾向とはやや異なっていることが示された。

先行研究では、「50%」解、すなわち場合解は、釈放されるのは残る2人のうちのどちらかであるという理由から導出されると考えられている(市川, 1988)。そのため、「50%」解を示した被験者が対立基礎比率(囚人B)に関する情報に高い有効性評価をおこなったのは、囚人A以外のもう1人に注目したからこそであり、それゆえ「2人のうちのどちらかである」と考えたのだと説明できる。しかし、「33%」解、「25%」解を示した被験者の評価パターンについては、このような説明は困難である。従来、これらの回答は、基礎比率にもとづいて導出されていると考えられていたのであるが、本研究の有効性評価では逆に、事例情報に関する評価平均が高いものとなっている。ただし、統計的には有意な差

はないこと、群内をさらに分けて検討したため、被験者数が十分とはいえないことを考えると、詳細まで予測に一致する必要はないと考えられる。しかしながら、3囚人問題におけるこれらの結果は、少なくとも事例表象モデルの予測には一致していないという点は認めざるをえないだろう。

3囚人問題では、なぜ先行研究や予測とは一致しなかったのかという点を考察するにあたっては、被験者から回答を求めると同時に、詳細な回答理由を収集する必要があった。本研究でも回答理由を記述する欄は設けていたが、個別実験ではなかったことから回答理由の収集に限界があったこと、詳細な回答理由を記述することの重要性を強調する教示が不足していたことなどが原因となって、十分な回答理由の記述はえられなかった。この点は本研究の問題点として挙げられるだろう。それゆえ、たとえば「どちらともいえない」という判断の先送りの意味をもって「50%」解を表出した被験者がいたとしても、本研究では、区別をすることができなかった。

また、本研究では、被験者の注意の方向を検討するために、追加情報の有効性評価をおこなったが、被験者は、先の回答においてどの情報をどれだけ利用したかという、利用度評価と混同していたという可能性を否定できない。本研究で検討している直観的確率判断過程は、自覚が容易ではないこともあわせると、いっそう有効性評価と利用度評価を明確に区別させる工夫が必要であったかもしれない。

本研究では、確率更新に関する代表的な課題であるタクシー問題と3囚人問題における典型的回答の違いが生じる過程について検討をおこなった。事例表象モデルにもとづいて、被験者の注意の方向性の違いについて、追加情報の有効性評価という点から実証的に検討をおこなった。結果は、タクシー問題においては、概して予測に一致する結果がえられたが、3囚人問題においては、先行研究との比較も困難な結果であった。この結果は事例表象モデルの反証ととらえる以前に、操作の不十分を考えるべきであると思われる。今後はいっそう精練された研究をおこない、再度検討する必要があるといえるだろう。

引用文献

- Bar-Hillel, M. 1980 The base-rate fallacy in probability judgments. *Acta Psychologica*, 44, 211-233.
- Doherty, M. E., & Mynatt, C. R. 1990 Inattention to $P(H)$ and to $P(D|\sim H)$: A converging operation. *Acta Psychologica*, 75, 1-11.
- Grice, H. P. 1975 Logic and conversation. In P. Cole & J. L. Morgan (Eds.), *Syntax and Semantics*, Vol. 3. *Speech Acts*. pp. 41-58.
- Hilton, D. J. 1995 The social context of reasoning: Conversational inference and rational judgment. *Psychological Bulletin*, 118, 248-271.
- Hinsz, V. B., Tindale, R. S., Nagao, D. H., Davis, J. H., & Robertson, B. A. 1988 The influence of the accuracy of individuating information on the use of base rate information in probability judgment. *Journal of Experimental Social Psychology*, 24, 127-145.
- 市川伸一 1988 3囚人問題の解決と理解の過程をめぐって 日本認知科学会(編) 認知科学の発展1 講談社 pp. 1-32.
- Ichikawa, S. & Takeichi, H. 1990 Erroneous beliefs in estimating posterior probability. *Behaviormetrika*, 27, 59-73.
- 井原二郎 1988 3囚人問題の理論的探究 日本認知科学会(編) 認知科学の発展1 講談社 pp. 33-71.
- 伊東裕司 1988 確率的問題解決における頻度論的モデルの役割 日本心理学会第52回大会発表論文集 p. 762.
- Kahneman, D., & Tversky, A. 1972 On prediction and judgment. *ORI Research Monograph*, 12.
- Lindley, D. V. 1971 *Making Decisions*. John Wiley & Sons.
- Lyon, D., & Slovic, P. 1976 Dominance of accuracy information and neglect of base rates in probability estimation. *Acta Psychologica*, 40, 287-298.
- 南 学 1994 確率に関する素朴概念のメンタルモデル的記述—3囚人問題とタクシー問題における確率判断について— 日本認知科学会第11回大会論文集, pp. 122-123.
- 南 学 1997 判断者のとる役割が確率判断に与える影響 心理学研究, 68, 79-87.
- 守 一雄 1988 「3囚人問題」はなぜ難しいか 信州大学教育学部紀要 第62号, 45-50.
- 繁樹算男 1987 「3囚人問題」の具体化について 日本心理学会第51回大会発表論文集 p. 337.
- Shimojo, S. & Ichikawa, S. 1989 Intuitive reasoning about probability: Theoretical and experimental analyses of the "problem of three prisoners". *Cognition*, 32, 1-24.
- 高橋和弘・井原二郎 1991 3囚人問題と夕食問題のさまざまな解: 実験的検討 日本認知科学会第8回大会論文集, pp. 66-67.

寺尾 敦 1993 3 囚人問題の事前確率が場合わけ方略の採・否に与える影響について 日本認知科学会第9回大会論文集, pp. 114-115.

Tversky, A., & Kahneman, D. 1980 Causal schemas in judgments under uncertainty. In M. Fishbein (Ed.), *Progress in Social Psychology*, Vol. 1. Hillsdale, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, Publishers. pp. 49-72.

本研究は、松山大学の平成10年度特別研究助成を受けて行われた。