

意思決定に関する因果推論—因果モデルとパラメータの役割—

Causal Reasoning in Decision Making: The Role of Causal Models and Their Parameters

齋藤元幸[†], 嶋崎恒雄[‡]
Motoyuki Saito, Tsuneo Shimazaki

[†] 関西学院大学文学研究科, [‡] 関西学院大学文学部
Graduate School of Humanities, Kwansai Gakuin University, School of Humanities, Kwansai Gakuin University
m-saito@kwansai.ac.jp

Abstract

Hagmayer and Sloman (2009) proposed the causal model theory of choice which claims that deliberately chosen action serves as an intervention and that causal reasoning based on choice reflects only the qualitative aspect of causal models (i.e., causal structure). However, previous studies have suggested that interventional prediction is derived from both qualitative and quantitative aspects (i.e., base rates and causal strength). The purpose of the present study is to investigate what kind of information people use in inferences with choice. In Experiment 1, in which causal models were manipulated, participants were asked to infer probabilities conditional on deliberately chosen action, enforced actions, and merely observed actions. The results demonstrated that people conceive of choices as interventions and consider the qualitative aspect of causal models. In Experiment 2, in which base rates were manipulated, the results revealed the underuse of base rates in the inferences based on choice. These results are consistent with predictions derived from the causal model theory of choice.

Keywords — Causal Reasoning, Decision Making, Causal Model Theory of Choice, Intervention, Qualitative vs. Quantitative

序論

行動の原因や行動の結果の推測において因果推論と意思決定は密接に関連している。例えば、知的好奇心が読書行動とテスト成績に影響を及ぼしている事象 (Figure 1. Left: common-cause model) では、読書をしている人がいればその人の知的好奇心が高いことを推測できる。しかしながら、このような推測はいつでも成立するわけではない。

選択の因果モデル理論 (Hagmayer & Sloman, 2009) によると、強制された行動は何らかの指示によるもの、意図的に選択された行動は自由意志に基づくものとして解釈されるため、読書の有無から知

的好奇心は推測されなくなる。このように事象に対して何らかの操作を加えることは介入 (intervention) と呼ばれ、介入によって制御された事象は本来の原因からの影響を受けなくなる。したがって、強制的に読書をさせられている人の知的好奇心は、そもそも知的好奇心をどれくらい持っているかという基準率に従う。なお、読書が知的好奇心の高め、知的好奇心がテスト成績に影響を及ぼす事象 (Figure 1. Right: causal-chain model) では、行動の原因に関わらず、読書から知的好奇心の高さが推測できる。

介入に基づく推論については二つの理論的立場が存在している。質的推定説 (e.g., Sloman, 2005) によると、介入に基づく推論は因果モデル (causal model) のみを反映し、因果モデルのパラメータ (i.e., 基準率, 因果強度) は考慮されない。一方、量的推定説 (e.g., Waldmann, Hagmayer, & Blaisdell, 2006) では因果モデルおよびパラメータの両方が推定に用いられると考える。選択の因果モデル理論は前者の立場を取っているが、介入に焦点を当てたこれまでの研究では因果モデルだけでなく、そのパラメータも考慮されることが示されている (Meder, Hagmayer, & Waldmann, 2009; Waldmann & Hagmayer, 2005)。

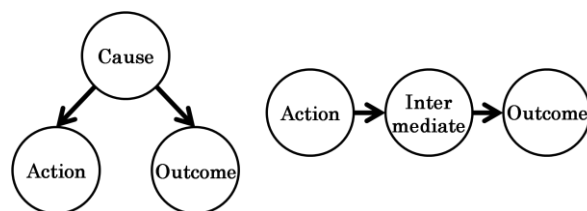


Figure 1. Common-cause model and causal chain model

Hagmayer and Sloman (2009) によって意図的に選択された行動が介入として機能することは示されたが、選択に基づく推論が因果モデルだけでなくそのパラメータを反映するかは明らかにされていない。したがって、本研究では (1) 意図的に選択された行動が介入として機能するか (2) 選択に基づく推論が因果モデルを反映するか、(3) 選択に基づく推論が基準率を反映するかについて実験的検討を行った。

実験 1

実験1の目的は、Hagmayer and Sloman (2009, Experiment 4) とほぼ同様の手続きを用いて、(1) 意図的に選択された行動が介入と同等の役割を持つか、(2) 選択に基づく推論が因果モデルを反映するか検討することであった。実験課題はシナリオを読んで推測を行うことであり、3ページで構成される小冊子を2種類用意した。シナリオの大部分は先行研究と同様であったが、因果モデルのパラメータを操作するという一連の研究目的のため、シナリオに記載されていた数値は取り除かれた。

1ページ目にはシナリオとその内容を図で表現した因果モデルが記載されていた。運動に関するシナリオでは、神経伝達物質CNAが増加すると運動するようになり、摂取カロリーが減少したりすること (Figure 1. Left: common-cause model), もしくは運動することで神経伝達物質CNAが増加し、神経伝達物質CNAの増加によって摂取カロリーが減少

することが伝えられた (Figure 1. Right: causal-chain model). もう一方のシナリオは家事の手伝いに関するものであり、運動に関するシナリオとは異なる因果モデルが提示された。

実験参加者は3群に分けられ、各群では2ページ目と3ページ目で求められる確率判断の問題文における行動の意図が異なっていた。運動に関するシナリオにおいて、選択群は友人が意図的な決断の上で運動している場合、介入群は友人が運動させられている場合、観察群は友人が運動している場合に神経伝達物質CNAが存在する確率を予測した。同様に、行動を行っていない場合についても推測することが求められた。2つのシナリオを通して $P(\text{cause} | \text{action})$, $P(\text{cause} | \neg \text{action})$, $P(\text{intermediate} | \text{action})$, $P(\text{intermediate} | \neg \text{action})$ という4種類の確率を推測させた。

Table 1に評定値の平均と標準偏差および選択の因果モデル理論の予測値を示した。causal-chainモデルでは行動の生起時に媒介事象の生起確率が高く、行動の非生起時に媒介事象の生起確率が低くなっている。一方、common-causeモデルでは、選択群と介入群は行動の有無に関わらず同様の評定を行っていることが示された。しかしながら、観察群では行動生起時の評定値が行動非生起時よりも高くなっている。これらの結果は、意図的に選択された行動が介入として機能することだけでなく、選択に基づく推論が因果モデルを反映することを示しており、先

Table 1: Means and Standard Deviations for Probabilistic Inference Questions in Experiment 1

Inference	Common-cause		Causal-chain	
	$P(\text{cause} \text{action})$	$P(\text{cause} \neg \text{action})$	$P(\text{intermediate} \text{action})$	$P(\text{intermediate} \neg \text{action})$
Choice				
<i>Predicted values</i>	50	50	100	0
<i>M</i>	48.50	44.25	71.25	37.00
<i>SD</i>	32.54	27.49	15.02	29.33
Intervention				
<i>Predicted values</i>	50	50	100	0
<i>M</i>	50.50	54.17	76.75	42.42
<i>SD</i>	35.74	30.70	30.27	32.51
Observation				
<i>Predicted values</i>	100	0	100	0
<i>M</i>	68.50	37.67	74.33	37.17
<i>SD</i>	17.32	25.42	15.44	21.60

行研究の結果 (Hagmayer & Sloman, 2009, Experiment 4) と一致するものであった。

実験2

実験1の結果から選択に基づく推論が因果モデルを反映することは示されたが、基準率を考慮した推論が行われているかは不明である。そこで、実験2では(3) 選択に基づく推論が基準率を反映するかについて検討を行った。

実験課題は実験1と類似していたが、以下の二点で異なっていた。一点目は使用する因果モデルを common-causeモデルに限定したことであり、二点目はシナリオを提示するページと評定を求めるページの間、事象の共変情報を記載したページを挿入して2種類の基準率を設定したことであった。共変情報は表形式で提示され、高基準率条件では原因事象の基準率が0.8であり (i.e., $P(\text{cause}) = 0.8$), 低基準率条件では0.2であった (i.e., $P(\text{cause}) = 0.2$).

Table 2に評定値の平均と標準偏差および選択の因果モデル理論の予測値を示した。選択群は行動の有無に関わらず同程度の評定を行っており、さらに二つの基準率条件間で評定値に差は見られない。同様の傾向は介入群においても見られ、これらの推論において基準率が反映されないことが明らかとなった。一方、観察群では行動生起時の評定値が非生起時よりも高く評定されている。行動の生起時におい

ては、高基準率条件の評定値が低基準率条件よりも高くなっており、基準率を考慮した推論がなされていることが示された。

総合論議

本研究の結果、意図的に選択された行動が介入として機能し、その推論において因果モデルは考慮されるが、基準率は考慮されないことが明らかになった。これらの結果は選択の因果モデル理論 (Hagmayer & Sloman, 2009) の予測と一致しており、基準率が使用されないという実験2の結果は質的推定説を支持するものであった。

選択に基づく推論に基準率が反映されなかったことの原因として、実験事態の差異が考えられる。量的推定説を支持する研究は事象の操作としての介入を扱っているのに対して、本研究における介入は選択された行動や強制された行動であった。これらの行動の原因は明確に示されておらず、どのようにして介入が生じているかという実験事態の差異が基準率の使用に影響したかもしれない。

基準率の使用に関してはTversky & Kahneman (1974) を始めとして数多くの研究が行われており、基準率錯誤では尤度に基づく判断が広く観察されている。しかしながら、本研究ではそのような傾向は見られず、本研究の結果を一般的な基準率錯誤と捉えてよいかについては議論の余地が残されている。

Table 2: Means and Standard Deviations for Probabilistic Inference Questions in Experiment 2

Inference	High base rate		Low base rate	
	$P(\text{cause} \text{action})$	$P(\text{cause} \neg\text{action})$	$P(\text{cause} \text{action})$	$P(\text{cause} \neg\text{action})$
Choice				
<i>Predicted values</i>	50	50	50	50
<i>M</i>	53.06	48.69	52.25	44.38
<i>SD</i>	32.25	27.49	28.71	26.12
Intervention				
<i>Predicted values</i>	50	50	50	50
<i>M</i>	49.63	52.81	50.06	50.13
<i>SD</i>	35.20	31.65	29.48	29.74
Observation				
<i>Predicted values</i>	100	20	80	0
<i>M</i>	83.19	29.63	72.31	33.75
<i>SD</i>	18.48	22.13	24.34	27.64

参考文献

- [1] Hagmayer, Y., & Sloman, S. A. (2009). Decision makers conceive of their choices as interventions. *Journal of Experimental Psychology: General*, *138*, 22-38.
- [2] Meder, B., Hagmayer, Y., & Waldmann, M. R. (2009). The role of learning data in causal reasoning about observations and interventions. *Memory & Cognition*, *37*, 249-264.
- [3] Sloman, S. A. (2005). *Causal models: how people think about the world and its alternatives*. New York: Oxford University Press.
- [4] Tversky, A. & Kahneman, D. (1974) Judgment under uncertainty: Heuristics and biases. *Science*, *185*, 1124–1130.
- [5] Waldmann, M. R., & Hagmayer, Y. (2005). Seeing versus doing: Two modes of accessing causal knowledge. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, *31*, 216-227.
- [6] Waldmann, M. R., Hagmayer, Y., & Blaisdell, A. P. (2006). Beyond the information given: Causal models in learning and reasoning. *Current Directions in Psychological Science*, *15*, 307-311.