

態度動詞を含む人間の推論：know, believe, see, be-aware, be-informed, understand, remember

Human reasoning with attitude verbs: know, believe, see, be-aware, be-informed, understand, remember

佐藤 有理[†], 唐沢 かおり[‡], 橋本 剛明[‡], 出口 康夫[†]

Yuri Sato, Kaori Karasawa, Takaaki Hashimoto, Yasuo Deguchi

[†] 京都大学文学研究科哲学研究室, [‡] 東京大学人文社会系研究科社会心理学研究室

Department of Philosophy, Graduate School of Letters, Kyoto University,

Department of Social Psychology, Graduate School of Humanities and Sociology, The University of Tokyo
satoyuri0@gmail.com, karasawa@l.u-tokyo.ac.jp, hshmt@l.u-tokyo.ac.jp, ydeguchi@bun.kyoto-u.ac.jp

概要

認識概念の特性を明らかにするため、認知状態を表す態度動詞を含む様々な推論課題を用いた実験を実施した。know を含む人々の推論は、S4-D 体系（叙実性のため公理 D を様相論理体系 S4 から除いたもの）に合致していた。believe と see と understand の人々の推論パターンは、know といくつかの推論タイプで異なっていた。一方で、be-informed と be-aware と remember は、know との有意な違いが本実験では検出されなかった。

キーワード: 認識論 (epistemology), 認識論理 (epistemic logic), 推論 (inference), 言語使用 (language use), 実験哲学 (experimental philosophy)

1. これまでの研究状況

“Tom knows that Emily is a spy.” において、know は態度動詞と呼ばれ (Russell, 1940; Barwise & Perry, 1983; 小野, 2005; White et al. 2018)、埋め込み文に対するエージェントの認知状態を表す。本研究は、こうした態度動詞が人間の推論・含意関係の判断においてどう働くかを明らかにすることを目的とする。

知識（や比較対象としての信念など）においてどのような特性が成り立つのかという問題は、プラトン以来のエピステモロジー（認識論、知識の哲学）において、中心的な問題のひとつとして扱われてきた。認識特性は、態度動詞を含む推論の形式において明確化することができる。例えば、“Tom knows that Emily is a spy.” から “Emily is a spy.” が含意されると判断した場合、これは「知られていることは常に真である」（真実報告性 veridicality）という知識の特性を示すことになる。ちなみに、比較としてよく使用される信念 belief の場合 (“Tom believes that Emily is a spy.” ⇒ “Emily is a spy.”)、この含意は成り立たないとき

れることが多い。こうした推論的観点からの認識論は、Hintikka (1962) の認識様相論理としての定式化以降、とくに活発に研究が行われてきた。そこでは、様相論理 modal logic における様相演算子 \Box 部分を態度動詞 (Agent *c* knows that) として解釈する。そして、公理 (K, T, 4, 5 などと呼ばれる推論型; のちの説明を参照) がそれぞれの態度動詞のケースにおいて成り立つかが検討される (Lenzen, 1972)。最初期の対象は know と believe のみであったが、のちに see, be-aware, be-informed へも拡張された (Thomason, 1973; Fagin & Halpern, 1988; Floridi, 2006)。また認識論哲学においても、remember や understand の研究が進み (Malcolm, 1963; Baumberger et al., 2017)、部分的にはあるが扱われるようになってきている。しかし、態度動詞それぞれにおいて公理が成り立つかの判断は、理論研究者個人の言語使用に対する直観に依存しており、客観的で十分な根拠が示されてきたわけではない。こうした背景をもとに、近年では人々の言語使用を明らかにする実験手法を、理論研究を補完するために使用するタイプの研究が注目を集めている; 実験語用論や実験哲学などと呼ばれることがある (e.g., Noveck & Sperber, 2004)。実際、White & Rawlins (2017) の“実験”言語学的研究は、人間の推論における態度動詞の認識的特性についての実証的な知見を提供している。ただし彼らの研究は、非常に多くの態度動詞を対象にする一方で、公理・認識特性としては、2つのタイプ (真実報告性と叙実性 factivity) にしか焦点が当てられていなかった。¹

本研究は、White & Rawlins の研究を拡張して6つ

¹ 態度動詞を含む人間の推論の実験研究は、発達科学の文脈でも部分的に行われてきた (e.g., Falmagne, Gonsalves, & Bennett-Lau, 1994)。しかし、この文脈の研究でも、真実報告性と叙実性だけしか扱われてこなかった。また、White, Hacquard, & Lidz (2018) では、叙実性以外の態度動詞の意味論的・語用論的性質が扱われているが、それらは認識論的特性とはあまり関係がない。

表1 態度動詞の推論型（認識様相論理における公理）と対応する認識特性

K.	$\vdash \Box c(P \rightarrow Q) \rightarrow (\Box cP \rightarrow \Box cQ)$	認識的閉包性; 全知
K ₂ .	$\vdash \Box c(P \rightarrow Q) \wedge \Box cP \rightarrow \Box cQ$	(Kの別バージョン)
D.	$\vdash \Box cP \rightarrow \neg \Box c\neg P$	(Tの弱化: 無矛盾)
T.	$\vdash \Box cP \rightarrow P$	真実報告性
4.	$\vdash \Box cP \rightarrow \Box \Box cP$	肯定的内省; KK原理
5.	$\vdash \neg \Box cP \rightarrow \Box c\neg \Box cP$	否定的内省; 無知の知

の公理（認識概念の特性）を使用し、より包括的に認識概念・認識態度動詞の特性を明らかにすることを旨とする。また、論理学や哲学において集中的に研究されてきた know, believe, see, be-aware, be-informed, understand, remember の7つの動詞に焦点をあてる。

2. 実験

2.1 方法

221名の一般市民が Amazon Mechanical Turk (MTurk) のクラウドソーシング・プラットフォームを利用してオンラインで参加した。参加には、95%以上の HIT スコアと USA からのアクセスの制限を課した。平均年齢は 33.84、標準偏差は 8.86 であった（2名分のデータ収集に失敗）。Hintikka 体系に代表される認識様相論理に関する事前知識がある参加者は分析から除外された（N=202）。全ての参加者には、インフォームドコンセントが与えられ、MTurk を通して謝金が支払われた。実験手続きは、京都大学心の先端研究ユニット研究倫理審査会の承認を受けた。参加者は、know, believe, see, be-aware, be-informed, understand, remember の7つの群に分けられた。実験指示や課題は全て英語で行われた。

表1は認識様相論理の公理であり、それぞれが哲学において議論されてきた認識概念の特徴に対応している（KとK₂は論理的には同じだが、この実験では区別した）。本実験では、この6つの公理を対象とし、 \vdash （証明可能である）の部分を外し、 \rightarrow （条件法）の前件を前提、後件を結論（仮説）として実験課題を作成した。know 群では、13個の課題（T, D, K, K₂, 4, 5 と、6つの filler 課題、1つの Direct Question Scale）が使用された。その他の群では、それに加えて、know からの含意と know への含意（例：c knows that $P \Rightarrow c$ believes that P ; c believes that $P \Rightarrow c$ knows that P ）が使用された（合計15題）。図1は実験課題の例である：know 群の公理 T に該当し、それが成り立っているとすれば正答は1である。filler 課題は、これらの公理に最小限の変更（前提と結論を逆にする等）を加え

If the following premise is true, is the hypothesis also true?

Premise: The person N knew that the thing A happened.

Hypothesis: The thing A happened.

- Hypothesis is true.
- Hypothesis is false.
- Neither 1 nor 2; Hypothesis may or may not be true.

図1 実験課題の例

表2 最も選ばれた含意関係とその頻度：*は3択のうちの各選択の χ^2 検定での有意

	T	D	K	K ₂	4	5	know \rightarrow	\rightarrow know
Know	含意	矛盾	含意	含意	含意	矛盾	-	-
	95.0	75.0	80.0	80.0	85.0	45.0	-	-
	*	*	*	*	*	n.s.	-	-
Believe	整合	含意	含意	含意	含意	含意	含意	整合
	90.0	68.2	59.1	68.2	86.4	63.6	72.7	63.6
	*	n.s.	n.s.	n.s.	*	n.s.	*	n.s.
See	含意	矛盾	含意	含意	含意	含意	整合	含意
	95.5	54.5	86.4	45.5	50.0	54.5	63.6	95.5
	*	n.s.	*	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	*
BeAware	含意	矛盾	含意	含意	含意	含意	含意	含意
	86.4	63.6	90.9	86.4	77.3	45.5	95.5	100
	*	*	*	*	*	n.s.	*	*
BeInformed	含意	矛盾	含意	含意	含意	矛盾	整合	含意
	75.0	50.0	80.0	75.0	55.0	50.0	70.0	70.0
	*	n.s.	*	*	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Understand	含意	矛盾	含意	含意	含意	含意	含意	含意
	68.2	63.6	77.3	63.6	63.6	45.5	68.2	68.2
	*	n.s.	*	n.s.	n.s.	n.s.	*	*
Remember	含意	矛盾	含意	含意	含意	整合	含意	含意
	90.0	70.0	75.0	80.0	70.0	45.0	80.0	80.0
	*	*	*	*	n.s.	n.s.	*	*

て作られた。Direct Question Scale (DQS) は、設問文を “Select the option 3 for this question.” として、指示を読みさえすれば、答えられるようにした。

実験は、M-Turk のオンライン上で、(1) 実験について一般的な指示、(2) 含意、矛盾、整合性（3つの選択肢に対応する）の説明、(3) メインの推論課題（時間制限なし、目安として10分）(4) 年齢や性別などのアンケートの手続き順で実施された。

2.2 結果と考察

DQS において誤答した参加者のデータは、以後の分析から除外した；N=148 となった。表2は、各課題において最も選ばれた含意関係とその頻度（パーセンテージ）の結果である。*は3択における各選択が χ^2 検定において有意であったことを示す。ここでは、例えば、本稿の導入で触れたように、know では真実報告性に関する公理 T が成り立っている一方で、believe

では整合が有意な結果となっていて、公理 T は成り立っていない。さらに、know において、強い主張である公理 5 は、know において有意な選択ではなかったため、成り立っているとは言えない。また、公理 D において矛盾が選択された結果は、叙実性によって説明することができる²。このことから、know の結果は S4-D (Hintikka らの様相論理体系 S4 としての古典的見解から公理 D を抜いたもの) と合致している。

続いて、know と他の動詞との比較すると、know からの含意関係 (know \rightarrow) と know への含意関係 (\rightarrow know) が、be-aware, understand, remember において有意に選択され、believe では know \rightarrow だけが、see では \rightarrow know だけが有意に選択されていた。know 群において最も選ばれていた選択肢の割合と他の群における割合が、 χ^2 検定によって分析された。その結果、believe では、公理 T と公理 D と公理 5 において、know 群との間に有意差があった ($\chi^2 = 34.37$, adjusted residual= 5.682, $p < .01$; adjusted residual= 3.090, $p < .01$; adjusted residual= 2.247, $p < .05$)。see では、公理 K₂ と公理 4 において有意差があった ($\chi^2 = 5.30$, adjusted residual= 2.302, $p < .05$; $\chi^2 = 7.21$, adjusted residual= 2.403, $p < .05$)。understand では、公理 T において有意差があった ($\chi^2 = 5.19$, adjusted residual= 2.211, $p < .05$)。他の be-informed, be-aware, remember では、いずれの推論課題においても、know 群との間に有意差はなかった。

第 1 章でふれた認識論や認識様相論理の研究では、公理 (認識特性) がそれぞれの態度動詞において成り立つかが、とくに反例の是非を問うことで検討されてきた。本実験の知見と合わせることで、それらの反例が各動詞が使用される自然なケースにあたるのか (例えば、see は錯覚のケースでは通常使用されず、真実報告性の反例としては不适当) 検討することができる。

今回報告した研究では、エージェントは一人に限定されていたが、主文と補文の主語を別にしてエージェントを複数にすることができる。こうすることで、複数エージェントにおいて共有される社会的知識・信念を扱うことができる (Verbrugge, 2009)。しかし、一方でこのようなタイプの知識・信念は計算困難でもある (Dégremont et al. 2014; Van De Pol et al. 2018)。このような乖離ケースにおける人間の思考・推論のモデ

ル化は認知科学的に興味深い次なるステップである。

謝辞

本研究は John Templeton Foundation の助成を受けました。本研究の見解は著者らによるものであり、John Templeton Foundation の見解を反映したものではありません。

文献

- [1] Barwise, J., & Perry, J. (1983). *Situations and Attitudes*. Cambridge: MIT Press/Bradford. 『状況と態度』産業図書。
- [2] Baumberger, C., Beisbart, C., & Brun, G. (2017). What is understanding? An overview of recent debates in epistemology and philosophy of science. In *Explaining Understanding: New Perspectives from Epistemology and Philosophy of Science* (pp.1–34). Routledge.
- [3] Dégremont, C., Kurzen, L., & Szymanik, J. (2014). Exploring the tractability border in epistemic tasks. *Synthese*, 191, 371–408.
- [4] Egré, P. (2008). Question-embedding and factivity. *Grazer Philosophische Studien*, 77, 85–125.
- [5] Fagin, R., & Halpern, J. Y. (1988). Belief, awareness, and limited reasoning. *Artificial Intelligence*, 34, 39–76.
- [6] Falmagne, R.J., Gonsalves, J. & Bennett-Lau, S. (1994). Children's linguistic intuitions about factive presuppositions. *Cognitive Development*, 9, 1–22.
- [7] Floridi, L. (2006). The logic of being informed. *Logique & Analyse*, 49, 433–460.
- [8] Hintikka, J. (1962). *Knowledge and Belief: An Introduction to the Logic of the Two Notions*. Ithaca, NY: Cornell University Press. 『知識と信念』紀伊国屋書店。
- [9] Kiparsky, P., & Kiparsky, C. (1970). Fact. In M. Bierwisch & K. E. Heidolph (Eds.), *Progress in Linguistics: A Collection of Papers* (pp. 143–173). Mouton.
- [10] Lenzen, W. (1972). Recent work in epistemic logic. *Acta Philosophica Fennica*, 30, 1–219.
- [11] Malcolm, N. (1963). *Knowledge and Certainty*. Ithaca, NY: Cornell University Press.
- [12] Noveck, I. A., & Sperber, D. (Eds.). (2004). *Experimental Pragmatics*. Basingstoke: Palgrave Macmillan.
- [13] 小野正樹. (2005). 『日本語態度動詞文の情報構造』ひつじ書房。
- [14] Russell, B. (1940). *An Inquiry into Meaning and Truth*. London: George Allen and Unwin.
- [15] Thomason, R. (1973). Perception and individuation. In M.K. Munitz (Ed.) *Logic and Ontology* (pp. 261–285). New York: New York University Press.
- [16] Van De Pol, I., Van Rooij, I., & Szymanik, J. (2018). Parameterized complexity of theory of mind reasoning in dynamic epistemic logic. *Journal of Logic, Language and Information*, 27, 255–294.
- [17] Verbrugge, R. (2009). Logic and social cognition. *Journal of Philosophical Logic*, 38, 649–680.
- [18] White, A. S., Hacquard, V., & Lidz, J. (2018). Semantic information and the syntax of propositional attitude verbs. *Cognitive Science*, 42, 416–456.
- [19] White, A. S. & Rawlins, K. (2017). The role of veridicality and factivity in clause selection. *Proceedings of the 48th Meeting of the North East Linguistic Society*.

²know は、真実報告的 veridical だけでなく叙実的 factive でもある。John does not know that P において P は前提 (presupposition) とされる (Kiparsky & Kiparsky, 1970; Egré, 2008)。そのため、John does not know that P は P を含意することになる。これが正しいとなると、公理 D は know において成り立たない。 $\neg \Box c \neg P$ は $\neg P$ を含意する、一方で公理 T によって $\Box c P \Rightarrow P$ である；これは矛盾である。