

思考実験における提示手法の比較と評価： バーチャルスワンプマンは思考過程に影響を与えるか？

銭谷 碧人^{†1} 岩田 実莉^{†1} 塩見 昌裕^{†2} 滝口 哲也^{†1}

概要：思考実験は、現実には実行困難あるいは不可能な状況を仮想的に設定し、その状況下での判断や直感を通じて概念的・理論的問題を検討する手法として、哲学や認知科学の分野で広く用いられてきた。従来の思考実験は主に文章による提示を前提としており、参加者は提示された状況を自身の想像力に基づいて構築する必要がある。そのため、想像の鮮明さや臨場感、感情的関与の度合いといった点に個人差が生じやすく、判断や思考過程が提示形式に依存して変化する可能性が指摘されている。近年、この問題に対する新たな提示手法として、没入的な体験を提供可能なバーチャリアリティ（VR）技術の応用が注目されている。一方で、VRを用いた思考実験の提示が、従来の文章提示と比較して、参加者の判断や思考過程にどのような違いをもたらすのかについては、十分に検討されていない。そこで本研究では、哲学的思考実験を題材として、VR環境による提示と文章による提示を直接比較し、提示手法の違いが参加者の判断および思考過程に与える影響を検討する。初期段階として、「スワンプマン」の思考実験をVR環境上に再現し、文章提示条件と比較する実験を計画した。評価においては、判断結果そのものに加え、判断理由や重視される観点、感情的関与の程度などに着目し、自由記述および主観評価を組み合わせる。本研究は、思考実験における提示形式そのものを研究対象として捉え、抽象的な哲学的問題を体験として提示することの意義と可能性を検討する点に特徴がある。

1. 初めに

思考実験とは、現実には実行困難あるいは不可能な状況を仮想的に設定し、その状況下での判断や直感を通じて概念的、理論的問題を検討する方法である。物理学や哲学を始めとする多様な学問分野において長い歴史を持ち、ガリレオによる落体の思考実験やアインシュタインの相対性理論における列車例など、科学理論の構築や検証において重要な役割を果たしてきた[1]。とりわけ心の哲学や倫理学の分野では、思考実験は人間の直感的判断や概念理解を明らかにするための中核的な手法の一つとしても用いられており、例えば人格同一性や心身関係、自由意志といった問題は具体的な仮想状況を構築して検討されることも多い[2][3]。

これらの思考実験は、抽象的な理論議論を具体的な事例に落とし込むことで、参加者の理解を促進している。しかしながら、背景状況を仮想的に設定するという性質上、従来の思考実験の多くは文章による提示が前提となる。そのため、思考実験の参加者自身の想像力に基づいて、脳内で状況を再現することが求められてきた。想像の鮮明さや臨場感、感情的関与の度合いには個人差が発生しやすく、思考実験の主目的である問いかけへの判断が提示形式に依存して変化する可能性が指摘されている[3]。

近年、この点に着目し思考実験をより没入的・体験的な形で提示する手法としてVR技術の応用が着目されつつある。VRによって仮想的な空間を一律に提示することで参加者の問題に対する返答の個人差を減らすことが出来ると考えられるが、一方で文章による提示との間に差があることは否めない。そこで本研究では、VRによって思考実験の

仮想環境を提示した場合と、従来の文章による提示した場合を比較し、提示する刺激の種類によって参加者の判断や思考過程にもたらされる影響の違いを検討する。

2. 関連研究

2.1 思考実験とVR

仮想現実の思考実験における人間の判断への影響についてはいくつかの研究が行われており、哲学分野においてはVRが哲学的思考実験に対して持つ可能性を体系的に論じ、VRが単なる想像ではなく感覚入力や身体的反応を伴う準経験的状況を構成しうる点が指摘されている[4]。これによって、自己意識や道徳的判断といった文脈を理解し思考過程を問う問題をより現象学的に検討できる可能性があると考えられた。実験的研究としては倫理的思考実験をVRで再現する試みが報告されている。

Skulmowskiらによれば、「トロツク問題」という人命の倫理に関する思考実験をVR環境内で提示し、参加者の意思決定および視線分析を行ったところ、従来の文章ベースの研究と類似する判断傾向が確認された一方で、状況の知覚や注意配分に関してVR特有の影響の示唆があった[5]。加えて家庭用VR機器を用いた道徳的思考実験環境は、遠隔環境下でも従来研究と整合的な結果が得られることが示されており[6]、思考実験の再現によって思考実験の本質的な問題が損なわれないと分かる。他にも、視点の違いが共感や態度形成に与える影響を検討したVRゲームを用いた研究[7]などが報告されているが、文章提示とVR体験を直接比較し、判断や印象の変化を定量的に検討した研究は依然として限定的である。

VRが人間の判断や意思決定に与える影響については

^{†1} 神戸大学/ATR

^{†2} ATR

HCI および心理学の分野で数多くの研究が行われてきた。VR は高い臨場感を提供することで利用者の感情反応や行動を現実に近い形で引き出すことが知られている[8]。道徳的判断を対象とした研究では、VR 体験が文章や映像による提示と比べてより強い感情的関与を引き起こすことが報告されており、トロック問題を VR で体験させた場合、文章条件と比べて功利主義的判断が増加する傾向を示した[9]。この結果は、身体的にその場にいるという感覚が判断に影響を及ぼす可能性を示唆している。また、VR による道徳的ジレンマの提示が、参加者のストレス反応や生理指標に影響を与えることも報告されており、VR が認知的判断だけでなく感情的・身体的反応を含む包括的な意思決定過程に作用すること [10] や、HCI 分野においても VR 内で倫理的状況を実行させることで、判断や自己評価が変化することが示されている [11]。

これらの研究は VR が判断に影響を与えることのできる媒体である事を示す一方で、多くが道徳的判断や行動選択に焦点が当てられており、哲学的思考実験に対する概念理解や印象変化を主な評価対象とした研究は多くない。

3. 実験計画

本研究は思考実験を VR 環境で提示し、文章の提示と直接比較して参加者の思考にどのような影響違いがあるかを比較する。ここでは初期段階として実験前仮説と利用する実験シナリオの詳細、作成システム、評価項目および実験順序について述べる。

3.1 仮説

先行研究によれば、思考実験を VR 環境で提示することで参加者の判断傾向に影響を与えうることが判明している[9]。本研究では、思考実験における情報提示手法を文章・VR 体験間で比較することで、倫理的・道徳的判断だけでなく、参加者の思考の過程にどのような影響が与えられるのかを検討する。VR による環境提示によって与えうる影響については主に探索的に検討するものとするが、先行研究を基に2つの仮説を立てた。

Hyp-1. VR 環境による思考実験の提示は、文章による提示よりも判断における感情的関与を高める

Hyp-2. VR 環境による思考実験の提示は、判断結果よりも判断理由に影響を与える

Francis らによれば、VR 環境下で道徳的ジレンマに対して行動を求める条件において、文章による判断条件と比較した際心拍数に上昇傾向がある事が報告されており[10]、これは VR による提示がより強い感情的・身体的影響を伴う可能性を示していると考えられる。また、VR 研究においてはその環境に没入している事や身体性が伴っていることが“どのように考えるか”という点に影響することが示唆されており[8]、この研究においても判断結果そのものよりも理由や感情反応に対して同様の傾向が得られるのではな

いかと考えた。これら2つの基礎的な仮説を元にして、さらに1つ発展的な仮説を立てる。

Hyp-3. VR 環境による思考実験の提示は、文章による提示よりも人間や自身と似た境遇の物に重きを置いた思考へ導きやすい。

感情的影響を与えやすい事から発展して、参加者自身と同じ環境・境遇に居る物に対しての思い入れが強くなる傾向があるのではないかと考えた。

3.2 思考実験シナリオ

本研究においては再現する思考実験として、まず「スワンプマン」を採用した。「スワンプマン」とは1987年にDonald Davidsonによって提唱された思考実験であり、「ある男が沼の淵を歩いていると落雷に会い、死亡して遺体が沼に落ちて消えてしまう。ほぼ同時にもう一つの雷が沼に落ち、沼の養分と反応して寸分違わぬ構造を保有する沼男(Swamp man)を沼から生み出した。これによって生み出されたスワンプマンの体は分子・原子・素粒子レベルまで死んだ男と全く同一であり、脳の構造まで同じであることから同じ記憶・知識を保有している。この後スワンプマンは、死ぬ直前の男と同じ姿のまま、何事も起こらなかったかのように歩き出し、死んだ男がかつて送っていた日常へと戻っていく。スワンプマンには自身がスワンプマンであるという自覚はなく、自身は落雷から運よく生き延びた男であると認識している。さて、最初の男とスワンプマンは同一人物だと言えるだろうか？」という原初のシナリオは同一性やアイデンティティに関する問題を考えるために使われることが多い。これに加え、スワンプマンという生命体の繁殖限界の仮定、最初の男の縁者であった場合の判断の変化など幾つかの仮説を交えた議論を行うことが出来る。

原初のシナリオではこれら一連の流れが森の中で行われていると仮定されていたが、本研究においては親近感・没入感を高めるために背景環境を都市部に変更して利用する(図1)。また、本実験において「スワンプマン」に関連するシナリオは、A. 最初の男と無関係の人間である場合とB. 最初の男の縁者である場合の2種類とする。



図1 「スワンプマン」のシナリオにおける1シーン

3.3 作成システム

本研究では思考実験の環境を再現するため Unity を用いて VR コンテンツを作成した。Unity は ver. 600.2.7f2 をベースに言語は C#, HMD として HTC VIVE Pro EYE を使用する。システム内は一人称視点を基本として進められ、システム内で参加者による操作が発生する場合、付属のコントローラーを利用する。

3.4 評価項目

本研究では、思考実験に関する判断を単純な選択結果として捉えるのではなく、参加者がどのような観点や理由に基づいて思考を行ったのかに着目し思考評価の提示法の影響を比較する。そのため定性的評価と定量的評価を組み合わせ、参加者の意見を多面的に評価することとした。

3.4.1 定性評価

思考に関する研究においては、参加者の直感や概念理解を把握するため、自由記述形式による回答がしばしば用いられてきた[12]。特に人格同一性や心の哲学に関わる思考実験では、単純な選択式回答では捉えきれない特有の解釈や前提認識が含まれるため自由記述が重要な情報源となり得る。参加者には(a)提示された状況をどのように理解したか、(b)提示された問に対してどのように結論づけたか、(c)結論までに生じた迷い・矛盾・代替解釈の有無・相反意見に対する解釈を記述式で回答してもらおう。これらの回答は心理学領域で広く用いられるテーマ分析の手順に従い、記述から反復的に意味のあるテーマを抽出する[13]。これに加え必要に応じて内容分析の枠組みを併用しコード化・集計可能な形に整理する[14]。

3.4.2 定量評価

自由記述とは別に定量的な計測として、参加者自身の判断がどのような性質を持ち合わせているのかを調べるため、(a) 判断に対する確信度、(b) 別解釈の可能性度、(c) 回答の困難度を Likert 尺度で測定する。また、VR 体験の質が思考実験の提示方法として妥当であったかを確認するため、Igroup Presence Questionnaire (IPQ) [15]を利用し、参加者がどの程度 VR 環境をリアルに感じていたかを計測する。さらに回答において思考時間がどれだけかけられていたかを比較するため、評価の回答時間と様子をビデオカメラによって計測する。

3.5 実験順序

本研究では 2 種類のシナリオと 2 種類の思考実験提示手法を組み合わせる実験を行う。シナリオ間の比較は参加者間、手法の比較は被験者内で行われるものとし、これらの順序と組み合わせは偏りが発生しないようにカウンターバランスを考慮して決定する。実験で使用されるシナリオと手法の組み合わせは 2*2 で全 4 通りであり、参加者はシナリオと手法が被らないようにこのうち 2 つを体験する (表 1: Text_A と VR_B または Text_B と VR_A)。

表 1 手法とシナリオの組み合わせ

	文章提示	VR 提示
シナリオ A	Text_A	VR_A
シナリオ B	Text_B	VR_B

4. まとめと今後

4.1 まとめ

本研究は思考実験において提示方法を変化させた際に起こり得る影響を直接比較し検討するためのものである。提示方法の変化による影響が与える要素として参加者の判断のみを対象とするのではなく判断に至るまでの思考に焦点を置くことで、VR が人間に与える体験の価値を判断する一助になりうる。抽象的な問題が体験として得られた際に思考に影響を与える事が分かれば、教育や合意形成支援の現場に置いてこの知見が有益になると考える。

4.2 今後の課題

現段階において導入されている思考実験シナリオは「スワンプマン」のみであるが、今後はより多くの環境を構築し複数にわたって検討・検証を行えるように開発を進めていく。思考実験においては現実世界で再現が困難なものや一見して理解することが困難なものが多いため、仮想環境でこれらを分かりやすく再現し、パッケージ化することで、多様な検証が容易になる。例として、アインシュタインによって提示された特殊相対性理論に関する「双子のパラドックス」 [16] やその内容から視覚的な影響が大きいのではないかと予想される「テセウスの船」、AI 問題に対して引用されることの多い「中国語の部屋」 [17]、VR の性質に近い問題を扱う「水槽の中の脳」 [18] などについては、現代で広く議論された問題についてさらに深堀を進める一助となると考えらえる。

謝辞 本研究は JSPS 科研費 JP25K00838, JP24K21327 の助成を受けた。原稿作成にあたり、著者らは文章表現の調整および一部の図の作成に ChatGPT (OpenAI, GPT-5.1) を使用した。著者らはすべての内容を確認・修正し、論文の責任を負う。

参考文献

- [1]Norton, J., 1991, Thought Experiments in Einstein's Work, in Horowitz and Massey 1991, p. 129-148
- [2]Dennett, D. C. (1984). *Elbow Room: The Varieties of Free Will Worth Wanting*. MIT Press.
- [3]Gendler, Tamar Szabó (2004). Thought experiments rethought—and re-perceived. *Philosophy of Science* 71 (5):1152-1163.
- [4]Metzinger T. K. (2018). Why Is Virtual Reality Interesting for Philosophers?. *Frontiers in robotics and AI*, 5, 101. <https://doi.org/10.3389/frobt.2018.00101>
- [5]Skulmowski, A., Bunge, A., Kaspar, K., & Pipa, G. (2014). Forced-choice decision-making in modified trolley dilemma situations: A virtual reality and eye tracking study. *Frontiers in Behavioral*

Neuroscience, 8, 426.

- [6]Kissel A, Rechowicz KJ, Shull JB. Murder on the VR Express: Studying the Impact of Thought Experiments at a Distance in Virtual Reality. *Societies*. 2023; 13(3):69.
- [7]神戸亜紗, 他 (2021). VR ゲームにおける視点の違いが共感の志向性に与える影響. *情報処理学会インタラクシオン2021 論文集*.
- [8]Slater, M., & Sanchez-Vives, M. V. (2016). Enhancing our lives with immersive virtual reality. *Frontiers in Robotics and AI*, 3, 74.
- [9]Navarrete, C. D., McDonald, M. M., Mott, M. L., & Asher, B. (2012). Virtual morality: Emotion and action in a simulated three-dimensional “trolley problem”. *Emotion*, 12(2), p. 364–370.
- [10]Francis, K. B., Terbeck, S., Briazu, R. A., Haines, A., Gummerum, M., Ganis, G., & Farrow, T. F. D. (2016). Virtual morality: Transitioning from moral judgment to moral action? *PLoS ONE*, 11(10), e0164374.
- [11]Pan, X., & Slater, M. (2011). Confronting a moral dilemma in virtual reality: A pilot study. *Proceedings of the 25th BCS Conference on Human-Computer Interaction*, p. 46–51.
- [12]Bascandziew I. (2024). Thought Experiments as an Error Detection and Correction Tool. *Cognitive science*, 48(1), e13401. <https://doi.org/10.1111/cogs.13401>
- [13]Braun, Virginia & Clarke, Victoria. (2006). Using thematic analysis in psychology. *Qualitative Research in Psychology*. 3. p. 77-101. 10.1191/1478088706qp063oa.
- [14]Krippendorff, K. (2018). *Content Analysis: An Introduction to Its Methodology* (4th ed.). SAGE.
- [15]Igroup Presence Questionnaire (IPQ) overview, <https://www.igroup.org/pq/ipq/>
- [16]Einstein, A. (1905). Zur Elektrodynamik bewegter Körper. *Annalen der Physik*, 322(10), p. 891-921.
- [17]Searle, J. R. (1980). Minds, brains, and programs. *Behavioral and Brain Sciences*, 3(3), p. 417–424. <https://doi.org/10.1017/S0140525X00005756>
- [18]Putnam, H. (1981). *Reason, Truth, and History*. Cambridge: Cambridge University Press.