

エージェントとのインタラクションによる価値発見 An Interaction with Embodied Agent to Discover Alternative Values

堀田 拓海, 遠山 紗矢香, 竹内 勇剛

Takumi HOTTA, Sayaka TOHYAMA, and Yugo TAKEUCHI

静岡大学大学院総合科学技術研究科

Graduate School of Integrated Science and Technology, Shizuoka University

hotta.takumi.15@shizuoka.ac.jp

概要

創造的思考場面において、当初とは異なる使い道や目的を発見することで、より重要な発明品や概念を生み出すというアプローチは有用であるが、固着が生じることでそのアプローチを発見しづらくなると考えられる。本研究では、エージェントとインタラクションを行う創造的思考場面において、エージェントに対し帰属する価値観が、エージェントの行動に対する解釈と、固着の解消・創造的思考プロセスの転換に影響するという仮説を、実験により検証する。

キーワード: 協同, 創造的思考, HAI(Human Agent Interaction)

1. はじめに

偶然に予想外の良い結果を得られることを示す「セレンディピティ(serendipity)」という言葉があるように、失敗や偶然から生まれた発明は多く存在する。発明におけるセレンディピティの一つの有名な例として、世界初の糊付き付箋として販売された 3M 社のポストイットが挙げられる [1]。

3M 社の研究者スペンサー・シルバーは、接着力の強い接着剤の開発中に、くっつきやすいが簡単に剥がれやすいという接着剤を作り上げた。簡単に剥がすことのできる接着剤は、強力な接着剤を作るという本来の目的からすると失敗作であるといえる。しかし、スペンサーはその失敗作を棄てずに、その失敗作の接着剤の新しい用途を探し続けた。その結果、書類や書籍に使うしおりに用いる接着剤としての大きな利点が見出され、ポストイットが開発された。このような、新たな使い道を見出すことで生まれる発明は、どのようなアプローチによって実現されているのだろうか。

発明やデザインなどの創造的発見は、通常、目的や機能が先行し、それらに従いアイデアや生産物を作ろうとするというアプローチ(機能優先アプローチ)が一般的である。しかし、ポストイットの例のように、

ある目的に向かって試行錯誤するのではなく、既に存在するアイデアや生産物に基づいて、当初とは異なる使い道や目的を発見することで、より重要な発明品や概念を生み出すというアプローチ(形状優先アプローチ)がしばしばとられる。問題解決の研究においては、これを問題発見と呼び、創造的な問題解決をする上で重要なアプローチであると考えられている [2]。

しかし、発明などの創造的場面において形状優先アプローチを適応するには、まず発明者がそのアプローチに気づく必要がある。創造的思考をする上では、ほとんどの場合に機能優先アプローチが行われる。問題や状況に対し、慣習的・常套的なアプローチをすることは、新しい情報を体制化し理解するために有用である一方で、問題解決や創造的思考においてさまざまな種類の固着を引き起こす可能性があるため [3]、機能優先アプローチによって固着が生じた場合、たとえ形状優先アプローチが有効な場面であっても、それに気づきにくくなることが考えられる。

とりわけ、当初とは異なる使い道や目的を見出すというアプローチは、「機能的固着(functional fixedness)」によって阻害される可能性がある。機能的固着は、対象物をその典型的な機能でのみ考えてしまう傾向である。

創造的思考における障害を排除し、創造的思考を促進させる上で、他者との協同の重要性が指摘されている。石井らは、実験により創造的問題解決場面において 1人で考えて取り組むよりも、2人で話し合いながら取り組むことで、アイデアの解釈や評価、追加や修正がより積極的に行われ、創造性の高いアイデアが産出されることを示唆しており [4]、自分とは異なる他者の視点や解釈が、創造的思考を促進させるうえで重要な役割を果たすことが考えられる。

また、人の代わりにエージェントとのインタラクションによって創造的思考を促進させるアプローチの研究も行われている。林は、複数の対話エージェント

を用い、協同問題解決における重要な認知活動を捉えられることが可能であるとし、エージェントとの協同の有用性が示している [5].

しかし、エージェントとのインタラクションにおいて、「エージェントがどのような価値観・視点に基づいて行動しているのか」というエージェントに対する認識が、創造的思考に及ぼす影響に着目している研究は少ない。そこで本研究では、創造的思考場面において、エージェントに対する意図帰属、およびエージェントに対し帰属する価値観の、エージェントの行動に対する解釈と創造的思考プロセスの転換への影響を実験により観察する。

2. 背景

2.1 エージェントとの協同

哲学者 Dennett は、人は対象物の振る舞いを理解するために物理スタンス、設計スタンス、意図スタンスの3つのスタンスを使い分けると述べている [8]. 物理スタンスは、主体の振る舞いをその物理的性質や法則により理解するスタンスである。設計スタンスは、主体はある設計原理に基づき設計されていて、設計通りに動作しているのだと、物理的な性質には着目せずに理解するスタンスである。そして、意図スタンスは、主体はなんらかの意図や信念を持ち、それらに基づき行動していると解釈するスタンスである。人間のような複雑なシステムに対しては、そのふるまいを理解し予測するためには、そのシステムに心の状態を帰属させることが有効かつ容易である。そのため、われわれは通常、人間に対して意図スタンスを採用する [9].

意図性を知覚させやすくする要因として、外部からの力を受けずに動作する自己推進運動 [10] や、ある目標に向かおうとする目的指向性 [11] があるとされており、われわれは人間だけでなく人工的なエージェントの振る舞いに対しても意図スタンスにより理解することができる (図 1).

2.2 協同場面における他者に対する認識による影響

他者との協同場面において、どのような要素が創造的思考を促進させるのだろうか。

清河・伊澤・植田 (2007) は、言語的なやりとりを行わない状況でも、洞察問題の解決過程で他者の試行の観察を行った場合、解決を阻害する制約が緩和され、過去の自分の試行の観察を行った場合には制約は緩和



図 1 エージェントに対する意図の帰属

されないことを示している [6]. このことから、言語的なやりとりが行われなくとも他者との協同が創造的思考プロセスを促進しうることが考えられる。

また、自分の試行の観察による制約の緩和の妨害効果について、小寺ら (2011) は、洞察問題解決場面で過去の自分の試行を観察する場面において、その試行を「他人の試行である」と認識した場合、「自分の試行である」と認識した場合より妨害効果が抑制されることを明らかにしている [7]. つまり、協同場面において創造的思考を促進する要素には、他者との直接的・言語的なやりとりや、環境に対する行動のみならず、他者自体に対する自らの認識も含まれているといえる (図 2).

エージェントとの協同場面に置き換えれば、エージェントが同じ行動をした場合でも、「エージェントがどのような意図に基づいて行動しているか」「エージェントがどのような価値観を持っているのか」という認識の違いによって、制約の緩和への影響が変化するのはないかと考えられる。

たとえば、創造的思考場面で機能的固着が生じている場合にエージェントが何らかの行動をしている状況において、エージェントの行動に対し意図を帰属し、「自分とは異なる価値観をエージェントが持っている」と認識することにより、制約が緩和され、固着が解消される可能性が考えられる。

そこで本研究の実験では、創造的思考場面において、エージェントの外見を変え、意図を帰属させた際に推定する価値観を変化させることにより、固着の解消や、発明のアプローチの転換に影響するかどうかを検証する。本研究においては、実験参加者がエージェントに対して帰属する意図や価値観を、エージェントの外見を変えることにより調節する。人間に似た形の



図2 他者との言語的なやり取りだけでなく、他者の行動や他者に対する認識が創造的思考の促進に影響する。

エージェントに対して意図を帰属させる場合、人間の価値観に基づいた意図によって行動していると推測すると考えられる。一方で、動物やより単純なつくりのエージェントに対して意図を帰属させる場合は、人間に似た形のエージェントと比べて、人間の価値観を適応しづらくなり、同じ行動に対しても異なる解釈が生じると考えられる。

3. 予備実験

創造的思考場面において、エージェントの視線をきっかけにエージェントに対する意図の推定を行うことで、制約が緩和され、創造的思考プロセスが促進されるのではないかと仮説のもと実験を行った。

実験では、指定されたパーツを組み合わせて独創的かつ実用的な発明品を生み出す創造的思考課題をVR空間内で実施した。この課題は、Finke[12]による創造的発明実験を元に作成した。様々なパーツに視線を向けるエージェントの存在が、実験参加者の行動や発明品にどのように影響を及ぼすかどうか観察した(図3)。実験条件と実験手順を図4に、実験結果と考察を図5に示す。その結果、エージェントの視線による主効果は認められなかったが、チュートリアル中にエージェントがパーツを組み立て、課題を理解している様子を見せることでエージェントに対し意図の帰属を促した場合は、視線が創造性に影響することが示唆されており、同じ行動を他者がとっていても、その他者対

し意図を帰属させるかどうかによって創造的思考プロセスに及ぼす影響が変化することが考えられる。



図3 実験環境

実験計画: 2要因被験者間計画
 実験協力者: 大学生・大学院生 計31名

実験条件

	デモ	指し示す方法			
		視線	ポインティング	統制	
なし	条件A	条件B	条件C		
あり	条件D	条件E	条件F		

視線: 改良フェーズ中にエージェントがパーツ・発明品に視線を向ける
 ポインティング: 視線の代わりに、パーツ自体がハイライトされる
 ⇒ 視線が単なる指し示し以外の効果(メタ認知の促進)を持つことを示すための水準
 統制: エージェントやポインティングを登場させない

デモ: チュートリアル中にエージェントが実際にパーツを組み立てる様子を見せ、エージェントへの意図の帰属を促す

チュートリアル
 課題の説明
 操作の練習

発明フェーズ
 発明品の作成
 発明品の説明を記述
 評価を受ける(0~500円)
 実際は固定額

改良フェーズ
 発明品の改良
 改良品の説明を記述

アンケート

デモあり条件ではエージェントがデモを行う

・パーツ8個以内
 ・5分以上15分以下

図4 実験条件と実験手順

この結果をふまえ、創造的思考場面において、エージェントに帰属する価値観の差によって固着の解消や創造的思考プロセスに対する影響が変化するか実験により検証を行う。

4. 実験

4.1 目的

創造的思考を要する問題解決場面での、エージェントに対する意図の帰属、およびエージェントに帰属する価値観の差が、エージェントの行動に対する解釈と創造的思考におけるアプローチの転換に及ぼす影響を観察する。実験の課題は、VR空間内で部屋の中から脱出するゲームを行うものである。

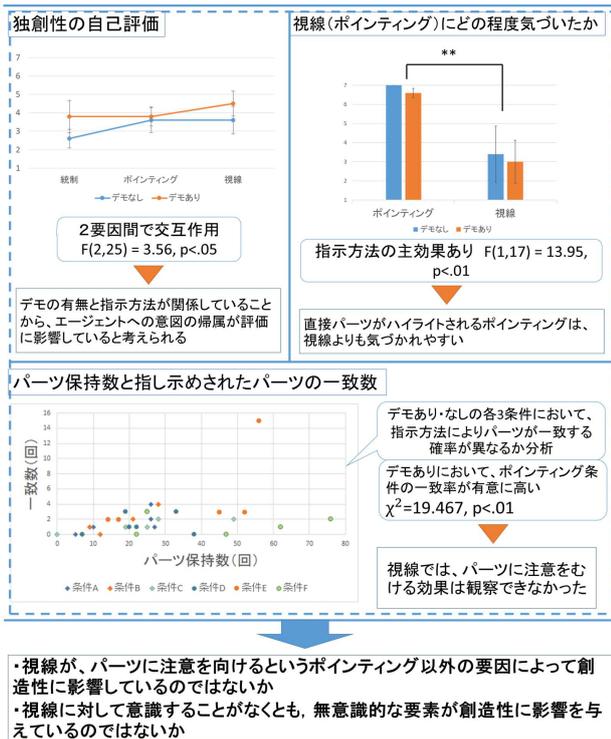


図5 実験結果と考察

4.2 実験方法

4.2.1 実験環境

本実験は、ヘッドマウントディスプレイ (HMD) を用いた VR 空間内で行う。VR 空間の環境は、統合開発環境内蔵のゲームエンジンである Unity[13] を使用して構築する。使用する HMD は Oculus Rift[14] を使用し、付属の Oculus Touch コントローラ (以下、コントローラ) と、HMD とコントローラの位置をトラッキングするためのセンサーを併せて用いる (図 6)。コントローラは VR 空間内では手のオブジェクトとして表示され、コントローラのボタン操作により指の形を変えることができる。HMD とセンサーは PC に接続して使用する。センサーと PC、記録用のカメラの位置と、実験参加者の初期位置を図 7 の左側に示す。

VR 空間内は、図 7 の右側に示す環境によって構成される。部屋の中には、スロットマシン、テーブル、はしご、札束、エージェントが存在している。部屋の天井は一部空いており、そこから部屋の外につながっており、外にはゴールを示す旗が設置されている。旗をつかんだ時点で脱出したと見なし、ゲームを終了する。

はしごは、部屋の外に脱出する際に用いるオブジェクトで、テーブル上に一定額の札束を置くことにより

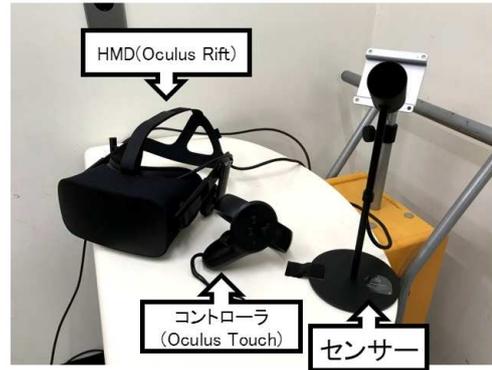


図6 実験に用いるデバイス

利用することができる。また、テーブルや札束の上にも上ることができる。

スロットマシンは各リールに対応するボタンを押すことでリールを止めることができ、各リールの絵柄がそろろうと賞金として札束が出現する。なお、各リールはボタンを押してからランダム時間経過後に停止するため、狙った絵柄をそろえるのは困難である。かわりに、一定確率でボタンを押すタイミングと関係なく絵柄がそろろう。また、スロットマシンの上には上ることができる。

エージェントは人型、または非人型の自律するオブジェクトで、テーブルの上に札束を階段状に積み上げようとする。

4.2.2 実験条件

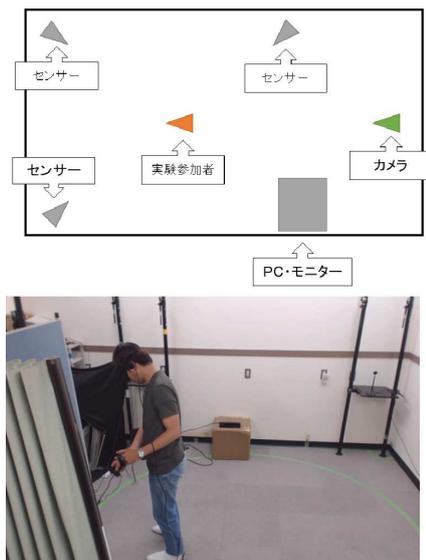
エージェントの外見要因による被験者間実験を行う。エージェントの外見要因は、人型エージェント、非人型エージェント、エージェントなしの3条件によって構成される (表 1)。実験で用いるエージェントのモデルを図 8 に示す。

表 1 実験条件

エージェントの外見	人型	非人型	エージェントなし
	条件 A	条件 B	条件 C

4.2.3 課題内容

実験内容は、VR 空間内の部屋から脱出するゲームを行うものである。実験は、練習と本番の2つのフェーズで構成される。

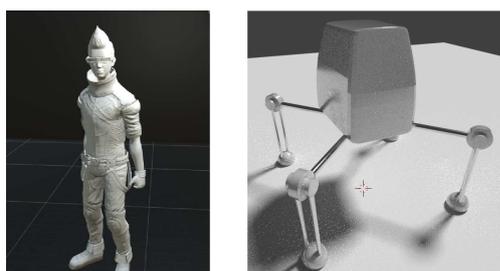


実環境



VR内環境

図 7 実験環境



人型エージェント

非人型エージェント

図 8 実験に用いるエージェント

まず、練習のフェーズでは、VR空間内で小さなオブジェクトをつかんで移動させる練習や、台のオブジェクトの上に上る練習を行う。

練習のフェーズが終了したのち行われる本番のフェーズでは、VR空間内で部屋の中から脱出するゲームを行う。ゲーム開始時点の状態では、ゴールを示す旗は手の届かない壁の上の高い位置にある。実験参加者は、スロットマシンにより札束を集め、はしごを購入するか、あるいは札束を高く積みその上に上ることによって旗のオブジェクトをつかみ脱出することができる。

制限時間は20分で、旗のオブジェクトを掴んで脱出するか、脱出できないまま20分が経過した時点でゲームを終了する。

この課題において札束のオブジェクトは2つの使い道が想定されている。一つは、はしごを購入するための資金としての使い道である。そしてもう一つは、高

い場所に上るための踏み台としての使い道である(図9)。

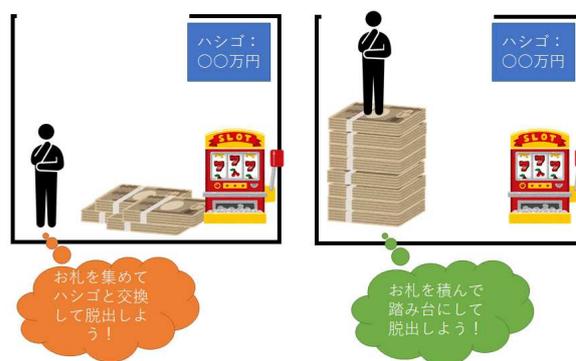


図 9 札束を貨幣として用いるアプローチ(左)と踏み台として用いるアプローチ(右)

はしごを購入して脱出するためには、大量の札束を集める必要があり、時間がかかるようになっている。一方で札束を踏み台にして脱出の場合に必要な札束の数は、はしごを購入するために必要な数と比べかなり少なく、札束を踏み台にすれば最も効率よく脱出できるようになっている。

しかし、一般的に紙幣は「ものを購入する(交換する)」という機能を有しており、札束に対し紙幣としての機能を認識してしまった場合、機能的固着が生じ、紙の束という物理的な機能に気づくためにはその固着を解消させる必要があると考えられる。

札束をテーブルに積み上げるエージェントが存在した場合、そのエージェントの行動を、紙幣の価値を理解した上での行動とみなすか、紙幣の価値を理解せず、単なる「もの」として扱っている行動としてみなすかにより、機能的固着の解消における影響が変化すると考えられる。

4.2.4 観察項目

はしごを購入するためにテーブルに札束を積んでいる状態から、踏み台にするためにゴールの真下に札束を積み始めるようになる状態へ遷移するまでの時間を計測することで、札束の「ものを購入する」という機能による機能的固着が解消されるまでの時間を観察する。またアンケートにより、エージェントが持っていると推定される価値観や、エージェントの行動に対する解釈など、エージェントへの認識の違いを観察する。

4.2.5 仮説と予測

仮説

創造的思考場面において、エージェントに対する意図帰属、およびエージェントに対し帰属する価値観が、エージェントの行動に対する解釈、そして固着の解消・創造的思考プロセスの転換に影響する。

予測

人型エージェント条件では、エージェントに対して人間の価値観を帰属させるため、エージェントの行動は札束を貨幣として見ているとみなされ、札束の物理的な特性に気づくまでの時間が長くなる。非人型では、エージェントに対して人間の価値観が適応されずらく、エージェントの行動は札束をブロックや踏み台として見ているとみなされるため、物理的な特性に気づくまでの時間が短くなる。

5. まとめ

本研究では、創造的思考場面で「エージェントがどのような価値観を持っているか」という認識の違いにより、エージェントが同じ行動をしている場合でも、エージェントに対して推定する意図、そしてエージェントの行動に対する解釈が変化し、固着の解消・創造的思考の促進に影響を与えるかどうかについて検討する。

予備実験では、エージェントに対する意図の帰属とエージェントの視線操作による創造的思考プロセスへの影響を観察した。その結果、エージェントに意図を帰属させることで、そのエージェントが同じ行動をし

た場合でも、創造的思考に対し異なる影響を与える可能性が示唆された。

この結果をふまえ、創造的思考場面において、機能的固着により物の新しい使い道を発見しようとするアプローチが阻害される状況下で、エージェントが同じ行動をしている場合でも、「エージェントがどのような価値観や視点に基づいて行動しているか」という認識の違いにより、エージェントの行動に対する解釈、そして固着の解消・創造的思考の促進に与える影響に差が生じるという仮説のもと、実験を行う。

本研究が、人間と協同を行うエージェントシステムにおいて、より人間の創造的思考を促進させるようなエージェントの設計に貢献することが期待される。

文献

- [1] 3M | ポスト・イット® ノート | 製品開発ストーリー, <https://www.mmm.co.jp/wakuwaku/story/story2-2.html> (アクセス日: 2019/6/27)
- [2] Bransford, J.D., and Stein, B.S.(1984). The ideal problem solver. Newyork: Freeman.
- [3] Finke, R. A., Ward, T. B., and Smith, S. M.(1992). Creative Cognition: Theory, Research, and Applications, The MIT Press, Cambridge, MA (小橋康章訳, 森北出版)
- [4] 石井成郎・三輪和久 (2001). 創造的問題解決における協調認知プロセス. 『認知科学』 8, pp.151-168
- [5] 林勇吾 (2014). エージェントベースの協同に関する実験的検討. 『認知科学』 24(3), pp.382-395
- [6] 清河幸子・伊澤太郎・植田一博 (2007). 洞察問題解決に試行と他者観察の交替が及ぼす影響の検討. 『教育心理学研究』 55(2), pp.255-265
- [7] 小寺礼香・清河幸子・足利純・植田一博 (2011). 協同問題解決における観察の効果とその意味: 観察対象の動作主体に対する認識が洞察問題解決に及ぼす影響. 『認知科学』 18(1), pp.114-126
- [8] Dennett, D.C.(1987). The Intentional Stance. Bradford Books/The MIT Press.
- [9] 山田誠二 (2007). 人とロボットの<間>をデザインする. 東京電機大学出版局.
- [10] Premack, D.(1990). The infant's theory of self-propelled objects. Cognition, 36(1), pp1-16.
- [11] Dittrich, W. H., Feldman, J.(1994). The influence of spatial context and the role of intentionality in the interpretation of animacy from motion, Preception & Psychophysics, 23(3), pp.253-268.
- [12] Finke, R. A.(1990). Creative imagery: Discoveries and inventions in visualization. Hillsdale, NJ:Erlbaum.
- [13] Unity. <https://unity.com/ja> (アクセス日: 2019/7/2)
- [14] Oculus Rift: VR 対応 PC 用の VR ヘッドセット — Oculus. <https://www.oculus.com/rift/> (アクセス日: 2019/7/2)