

# 人工的に生成されたログデータの説明学習に対する有用性検証 Examining the effectiveness of Artificial Log Data for Explanation Learning

浅野 恵生<sup>\*1</sup>, 下岡 拓哉<sup>\*1</sup>, 松本 慎平<sup>\*1</sup>  
Megumi ASANO<sup>\*1</sup>, Takuya SHIMOOKA<sup>\*1</sup>, Shimpei MATSUMOTO<sup>\*1</sup>

<sup>\*1</sup> 広島工業大学情報学部

<sup>\*1</sup> Faculty of Applied Information Science, Hiroshima Institute of Technology  
Email: {bl17004, bl16043, s.matsumoto.gk}@cc.it-hiroshima.ac.jp

**あらまし**：先行研究において、カードゲームプレイヤーの活動の観察と戦略の推察及びリフレクション・言語化・発話表現が論理的・批判的思考力と関係を持つといった仮定のもと、自己活動のリフレクションと他者活動の推察戦略の差異が調査された。その結果、自己のリプレイよりも他人の方がより批判的に思考できていたことを明らかにした。本研究では、先行研究の知見の一般性を確かにするを目的とする。先行研究とは異なったドメインで同様の実験を行うため、一人完全情報有限確定ゲームを題材とし、先の知見の一般性を調査する。本研究では、自己データではない典型例として、機械が生成した解決過程の人工データを用いる。実験の結果、先行研究の知見を支持する可能性が示された。

**キーワード**：説明学習、リフレクション、人工データ

## 1. はじめに

昨今、批判的思考力を兼ね備えた人材の養成は社会から高等教育機関に対して強く求められている<sup>(1)</sup>。このように近年注目を集めている批判的思考については、様々な研究が行われている。田中らは、目標志向的に批判的思考を行うためのメタ認知の重要性を指摘し、批判的思考プロセスを支えるメタ認知の役割を考慮した教育実践を行う必要性を訴えた<sup>(2)</sup>。道田は、我々が日常的に行っている直感的・経験的な思考に対して意識的にメタ認知的な観測・制御モニタリングやコントロールを行うことで思考が批判的になるとし、さらに、批判的思考そのものに対してもメタ認知的活動を行うことで思考が深まり広がると指摘した<sup>(3)</sup>。自身の認知過程そのものを対象とする認知活動であるメタ認知は人間の問題解決の遂行や学習において重要な役割を果たしていると言われている<sup>(4)</sup>。一方、メタ認知を行う能力は発達的に獲得されるものであるが、その活性化は容易ではないことが知られている。このため、メタ認知を活性化する方法を探ることは、学習、特に課題遂行の熟達化という観点から重要な課題とされている。

以上背景のもと、先行研究において、カードゲームプレイヤーの活動の観察と戦略の推察及びリフレクション・言語化・発話表現が論理的・批判的思考力と関係を持つといった仮定のもと、自己活動のリフレクションと他者活動の推察戦略の差異が調査された<sup>(5)</sup>。その結果、自己のリプレイよりも他人の方がより批判的に思考できていたことを明らかにした。これはCollinsらが提唱した学習<sup>(6)</sup>を更に発展可能な知見であると考えられる。ただし、この結果はドメイン依存の可能性があるため、先行研究の知見の一般性を確かにするためには他ドメインで同様の実験を行う必要がある。そこで本研究では、一人完全情報有限確定ゲーム<sup>(7)</sup>を題材とし、先の知見<sup>(5)</sup>を帰納的方略で確かにするを目的とする。本研究では、自己データではない典型例として、機械が生成した解

決過程のデータ(人工データ)を用いる。実験の結果、先行研究の知見を支持する可能性が示された。

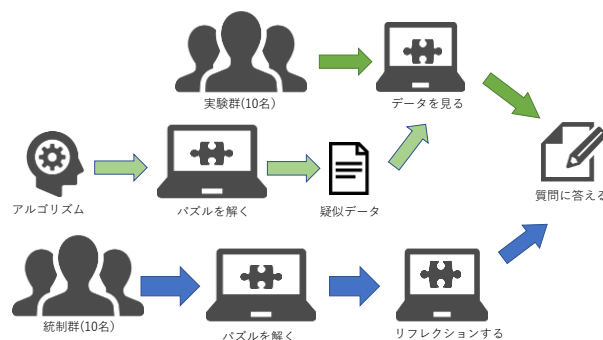


図1 教材の一部

## 2. 提案

問題解決における誤りを学習者自身に見付けさせ誤りの理由や修正の道筋を自己説明させることは、メタ認知の活性化に有効であることが平嶋の研究<sup>(8)</sup>で示されている。一般的な説明学習の場合、学習者自身が自ら問題を解きそれについてリフレクションする必要がある。一方先行研究は、自己以外の活動を観察しそれを批判的に捉え説明を行うことで、より容易に学習に取り組めると主張した<sup>(5)</sup>。本研究の新規性は、この知見の一般性を検証するため、一人完全情報有限確定ゲーム<sup>(7)</sup>を題材とし、他者活動ではなくアルゴリズムが問題解決の過程で生成した人工的な操作ログデータを用いて説明学習を実践する点にある。提案法の流れを図1に示す。本研究では一人完全情報有限確定ゲームの一例としてBubble Breakerに焦点を当て、SP-MCTS(Single Player Monte-Carlo Tree Search)が導出した解決過程をリフレクションに利用する。本研究の意義は、自己活動以外のデータの有用性をより確かにするため、属人性を完全に排除した人工データで説明学習の効果を明らかにしようとしている点にある。

表 1 採点結果

	実験群	統制群
平均	102.4	95.4
標準偏差	15.45	11.43

表 2 回答時間(平均, 秒)

	問 1	問 2	問 3
実験群	55.1	50.2	50.4
統制群	55.4	51.5	57.3

### 3. 実験

被験者計 20 名を採用し、経験や性格の特性を明らかにできるエゴグラムやメタ認知アンケートから特徴がほぼ均一になるようにし、かつ Bubble Breaker のプレイ経験も踏まえて被験者を 2 群に分けた。実験群は人工データ、統制群は自己データを観察させ、解決過程を批判的に分析させた。まず、被験者が実験群か統制群かを意識させないようにするため、全被験者は最初に Bubble Breaker をプレイした。この時、全被験者の操作ログを取得した。Bubble Breaker の問題の難易度は説明学習に適切な規模である 5 行 5 列とし、問題数は 3 問とした。試行ごとに十分に考えさせるため、被験者が問題を解く際はやり直しを禁止し、かつ時間制限を設けなかった。初回のプレイ後 1 週間程度の期間を用意した後、実験群には人工データで作成されたプレイを説明し、統制群は自分自身の解決過程を説明する学習課題を与えた。人工データは適切なヒューリスティック(記述可能な知識)のもとで動作したもののみを用いた。プレイに関する質問は 9 問、その質問に対する発話による回答はそれぞれ 1 分 30 秒ずつ、計 13 分 30 秒とした。課題は、Bubble Breaker のプレイ動画を再生しながらプレイヤの行動に関する説明を被験者に求めるものとした。これら質問に対する正解はなく、プレイヤの戦略を批判的に解釈し、聞き手を十分に納得させられる明確な理由付けのもと筋道を立てて説明できていれば可と判断した。なお、説明を行う際、プレイ動画の早戻し/早送りの操作、再生は何度も可能とした。発話後その内容を文章化し、採点者 3 名が回答を 6 段階で評価した。点数の根拠は分岐採点方式とした。まず論理が破綻しているかどうかを採点者の判断で場合分けし、破綻していれば 1 か 2、それら以外で論理は破綻していないものの納得できない理由であれば 3 か 4、それら以外で納得できる説明であれば 5 か 6 とした。

実験の結果を表 1 に示す。Welch の t 検定の結果統計的に有意な差は見られなかった。この結果から、先行研究の知見を再確認できなかったが、「自分以外のログを使った説明学習は話やすかった」といった多くの声が被験者から寄せられたこと、実験群の評価は統制群よりも高かったことを踏まえると、人工データは自己データよりも説明学習に有用な可能性は十分に残されていると考えられる。

特に、先行研究では他者の操作ログを用いた点について、本研究は属人性を完全に排除した人工データであっても自己説明学習と同等の効果を明らかにしている。この点で本研究は意義のある結果を示せたと言える。なお、発話データについて、実験群では発話の最短は 15 秒で最長が 195 秒、平均時間は 51.9 秒であった。統制群の最短は 11 秒、最長で 160 秒であり、平均時間は 55.9 秒であった。表 2 に両群の回答時間の平均をまとめる。両群の間には統計的に有意な差は見られなかった。

### 4. おわりに

本研究では Bubble Breaker を題材とし、自己のプレイよりも他人の方がより批判的に思考できるとした先行研究の知見の一般性をより確かにするを目的とした。本研究では、まず説明学習を行わせるための Bubble Breaker を開発した。次に、機械が生成した解決過程の人工データを説明学習に利用するため、SP-MCTS を Bubble Breaker に実装すると共に、その解決過程を視覚的に提示可能なシステムを開発した。実験の結果、自己リプレイでないほうがより批判的に思考しやすいとした先行研究の知見を確かにはできなかったが、その可能性は確認できた。本研究は特に、属人性を完全に排除した人工データであっても自己説明学習と同等の効果を示せた点で意義のある結果を示せた。

### 謝辞

本研究は、独立行政法人日本学術振興会科学研究費助成事業(基盤研究(C)17K01164, No.19K02987)の助成を受けて実施した成果の一部である。ここに記して謝意を表します。

### 参考文献

- (1) 公益社団法人経済同友会, 企業の採用と教育に関するアンケート調査 (2016)
- (2) 田中優子, 楠見孝, 批判的思考プロセスにおけるメタ認知の役割, 心理学評論, 50(3), pp.256-269 (2007).
- (3) 道田泰司, メタ認知の働きで批判的思考が深まる, 現代のエスプリ, 497, pp.59-67 (2008).
- (4) 岡本真彦, 算数文章題の解決におけるメタ認知の検討, 教育心理学研究, 40(1), pp.81-88 (1992).
- (5) 水島冬馬, 松本慎平, カードゲームのプレイ過程に焦点を当てた批判的思考学習のための基盤開発, 教育システム情報学会 2018 年度学生研究会発表会講演論文集, A13, pp.179-180 (2019)
- (6) A. Collins and J. S. Brown. The Computer as a Tool for Learning Through Reflection. In Heinz Mandl and Alan Lesgold, editors, Learning Issues for Intelligent Tutoring Systems, SpringerVerlag, pp.1-18 (1988)
- (7) S. Matsumoto et al., Evaluating Simulation Heuristics in Monte-Carlo Tree Search and its Application to a Production Scheduling, IAENG Transactions on Engineering Technologies, Vol.5, pp.109-123 (2010).
- (8) 平嶋宗, メタ認知の活性化支援, 人工知能学会誌, Vol.21, pp.58-64 (2006)