

非公式オンライン協調学習コミュニティにおける LLM 生成 コラボレーション・スクリプト導入後の変化の持続性の検討

Examining the persistence of changes after introducing LLM-generated collaboration scripts in an informal online collaborative learning community

近藤 秀樹[†], 遠山 紗矢香[‡], 山田 雅之[§]

Hideki Kondo, Sayaka Tohyama, Masayuki Yamada

[†] 神田外語大学, [‡] 静岡大学, [§] 九州工業大学

Kanda University of International Studies, Shizuoka University, Kyushu Institute of Technology

kondo-h@kanda.kuis.ac.jp

概要

本研究では, LLM が生成するコラボレーション・スクリプトを非公式なオンライン協調学習コミュニティに導入したときの行動変化が, 介入終了後も保持されるかを検討した. 介入前・介入中・介入後の各 7 週間の電子掲示板ログをアクセスあたりの活動密度 (presence density) で比較した. 投稿数の密度がおおむね介入前の水準に戻った一方, 返信記事のテキスト量の密度は介入前を約 2 割上回る水準を維持した. 変化は均質ではなく, 話題を精緻化するような貢献の定着, 訪問習慣の定着, 関与の縮小が併存していた. 変化の質的な検討が今後の課題である.

キーワード: インフォーマル学習, 知識構築, 協調スクリプト, 大規模言語モデル, CSCL

1. はじめに

自主ゼミや勉強会などの非公式なオンライン協調学習コミュニティでは, 活動は任意であり, 探究の焦点も流動的であるため, 学習者の主体性を損なわずに協調を支援することは難しい. こうした場での協調を支援する方法の一つに, 相互作用の手順や役割を事前に定めることで学習活動を構造化するコラボレーション・スクリプトがあり, 正課の教育場面で有効性が示されてきた(Kollar et al., 2006; Fischer et al., 2013). しかし正課外での学習者のコミュニティにそのまま導入すると, 学習者が自らの探究を方向づける認識論的主体性を弱めるおそれがある(Dillenbourg, 2002). したがって, 介入しすぎることと主体性を弱めるリスクと, 介入しなさすぎることと協調が生まれにくいリスクとのあいだで, 文脈に応じた均衡を設計する必要がある(Cress & Kimmerle, 2023).

我々はこれまでに, 学習原則・活動目標・コミュニティ上の制約・電子掲示板の活動ログを LLM に与え, 各メンバーの文脈に即したコラボレーション・スクリプトを生成する「原則に基づくマイクロスクリプト生成

(Principle-Driven Micro-Script Generation; PDMSG)」を提案してきた(近藤, 2025; Kondo, 2025). Kondo (2026)では, 非公式オンライン学習コミュニティ BookClub にこの手法を導入し, 知識構築 12 の原則(Scardamalia, 2002)を組み込んだスクリプトを毎週 1 回, 各メンバーにメールで配信した. その結果, 投稿数の密度には大きな変化がみられなかった一方で, 参加あたりの投稿テキスト量は増加し, スクリプトは概して読みやすく押しつけがましくないものとして受け取られることが示唆された. ただし, これらの知見は導入可能性・受容性・行動傾向を示すにとどまる. 観察された変化が, スクリプトを遂行すべき課題と捉えて集中した結果なのか, 通知メールのリマインド効果なのか, それともメンバーが他者の活動に応答し, 共同体の探究を方向づける実践をより自発的に担うようになったことを示すのかは明らかでない.

変化がタスクへの応答やリマインド効果によるものであれば, 配信の停止とともに消失するはずである. そこで本研究では, 介入の終了を, これらの解釈を分けて観察する機会と捉え, 介入前・介入中・介入後の各 7 週間のログを比較し, 介入中に観察された傾向の変化が介入後も保持されるのかを分析する. とくに, 記事のテキスト量や投稿頻度の推移に注目し, 観察された変化がタスク遂行への応答やリマインド効果なのか, それとも主体性の持続的な変容を示唆するものなのかを検討する. これにより, 非公式オンラインコミュニティにおける PDMSG による短期的変化の持続性とその意味を検討し, 主体性を尊重しつつ協調を促す支援の設計条件を考察する.

表 1 三期の presence density と rate ratio

Presence あたり指標	介入前	介入中	介入後	後 / 前 RR [95% CI]
新規記事数	0.108	0.092	0.105	0.97 [0.62, 1.51]
新規記事テキスト量	39.8	44.2	32.9	0.83 [0.81, 0.85]
返信記事数	0.349	0.287	0.330	0.94 [0.74, 1.21]
返信記事テキスト量	71.1	98.7	85.5	1.20 [1.18, 1.22]

表 2 メンバー別の返信記事テキスト量と Presence

メンバー	返信記事テキスト量 (文字数)			Presence (最大 98)		
	介入前	介入中	介入後	介入前	介入中	介入後
A	19,242	34,651	30,431	98	98	98
B	5,035	6,966	1,560	98	98	98
C	550	1,245	119	27	55	51
D	8	311	150	57	95	80
E	38	3,916	1,180	36	81	58
F	153	85	0	36	51	6

2. 方法

2.1. 対象コミュニティ

対象は、読書を出発点として知識やアイデアの継続的な発展を志向する小規模な非公式コミュニティ BookClub である。メンバーは職業的背景の異なる 7 名 (ファシリテータ 1 名を含む) であり、ツリー構造の電子掲示板と週に一度のビデオ会議を通じて活動している。参加は任意であり、成績評価や締切のような外的な強制は存在しない。ファシリテータはスクリプトの生成・配信を行った実験者を兼ねるため分析から除外し、メンバー A～F の 6 名を分析対象とした (Kondo, 2026)。本研究は所属機関の倫理審査の承認を得ており、全参加者から同意を得ている。

2.2. 介入

介入は Kondo (2026) のとおり、PDMSG により生成したスクリプトとその根拠の説明を、毎週月曜の朝に各メンバー宛のメールで配信するものである (2025 年 8 月 11 日～9 月 28 日の 7 週間)。メールには、提案に従う義務はないことを明記した。

2.3. デザイン

介入期間の前後に各 7 週間の観察期間を設け、介入前 (6 月 23 日～8 月 10 日)・介入中 (8 月 11 日～9 月 28 日)・介入後 (9 月 29 日～11 月 16 日) の三期を比較した。単一コミュニティの前後比較であり統制群を持たないため、本研究の目的は因果効果の主張ではなく、介入の終了にともなう行動傾向の記述と、その解釈の弁別にある。

2.4. 指標

指標は Kondo (2026) と同一である。メンバーの週ごとの関与を $Presence = \sum_d \min(x_d, 2)(x_d \text{ は日ごとの掲示板訪問数, 週の上限は } 14)$ として操作的に定義し、新規記事数・新規記事テキスト量 (文字数)・返信記事数・返信記事テキスト量の 4 指標それぞれを Presence で除した presence density (アクセスあたりの活動密度。以下、密度) によって評価する。日ごとの上限を設けた理由は、正課外の活動における掲示板へのアクセス回数に個人ごとの差が大きいと考えられるためである。この共同体で共有されている規範として 1 日に 1 度程度のアクセスが期待されており、加えて記事の投稿時にはアクセスが 1 回自動的に記録されるため、日ごとの寄与の上限を 2 とした。期間の比較には rate ratio (RR) と、対数

スケールでの正規近似による 95%信頼区間を用いる。なお、この信頼区間はイベントレベルの推定であり、個人差を考慮しない。

3. 結果

三期の合算 Presence は 352, 478, 391 であった。表 1 に 4 指標の presence density と期間間の RR を示す。

新規記事・返信記事の投稿数の密度は、介入中にやや低下し、介入後にはほぼ介入前の水準に戻った(後/前 RR の信頼区間はいずれも 1 をまたぐ)。新規記事のテキスト量の密度は介入中に上昇したのち(中/前 RR = 1.11), 介入後には介入前を下回った(0.83)。一方で、返信記事のテキスト量の密度は介入中に上昇し(1.39 [1.37, 1.41]), 介入の終了後も介入前を上回る水準を維持した(1.20 [1.18, 1.22])。介入期の上昇分に対する保持率はおよそ 52%であった。週ごとの変動は大きいですが、返信記事テキスト量の密度は介入終了直後に急落せず、介入後の期間を通じて介入前より高い水準で推移していた。

個人レベルの内訳を表 2 に示す。変化は不均質であり、返信記事テキスト量を Presence で除した密度でみたとき、介入後が介入前を上回ったのは 6 名中 3 名(A, D, E)であった。合算値の維持には三期を通じて活動量が最も多かった中核的メンバー A の寄与が大きい(A を除外した場合の後/前 RR = 0.45 [0.43, 0.47])。ただし D と E では、絶対量は小さいものの相対的には大きな増加がみられた。また、Presence に注目すると、上限に達していない 4 名のうち 3 名(C, D, E)が、介入後も介入前の 1.4~1.9 倍の水準を保っており、掲示板を定期的に訪問する習慣は、書く行動よりも多くのメンバーで維持されていた。F は介入後に訪問がほぼみられなくなった。

4. 考察

4.1. 介入終了後に残った変化とその解釈

週ごとの配信が止まったのちに投稿数の密度が介入前の水準に戻ったことは、介入中の変化の一部が配信への応答であったことと整合する。一方で、返信記事のテキスト量の密度は、介入前を約 2 割上回った。リマインド効果であれば配信の停止とともに消失するはずであるから、この残余は通知のみでは説明できない。既存のスレッドに分量のある返信を書く行為は、他者の

貢献を参照し発展させる知識構築的な実践の代理指標であり(Kondo, 2026), 介入終了後の残余は、既存のスレッドへの補足や情報の追記、アイデアの要約・整理といった貢献行動が部分的に内面化されたことと整合する可能性がある。ただし本研究のデザインは関連の記述であり、因果を主張するものではない。

4.2. 変化の不均質性

個人レベルの変化は一様ではなく、中核メンバーにおける精緻化的な実践の深化と定着、周辺メンバーにおける訪問習慣の定着、一部メンバーの関与の縮小という三つの様相が併存していた。外的なスクリプトの効果が学習者の内的スクリプトとの相互作用に依存するというスクリプト理論の観点(Fischer et al., 2013)からみれば、この不均質さはむしろ予測される形である。また訪問習慣の定着は、新しいメンバーが観察的な関与から実践への参加を形づくっていく過程(Lave & Wenger, 1991)としても読める変化であり、貢献量には表れない持続として注目に値する。なお、介入後の期間には質問紙などによる調査を実施しておらず、各メンバーの変化には学業や職業上の負荷など、介入と無関係の外的な要因が寄与している可能性がある。これは活動が増加した側についても同様であり、本研究では個人ごとの変化の帰属は行わない。

4.3. 依存の反動の不在

足場が取り除かれたのちに活動がベースラインを下回るような依存の反動は、過度の構造化への懸念(Dillenbourg, 2002)のひとつの形である。本研究のデータでは、介入後の各指標は介入前の 0.83~1.20 倍の範囲にとどまり(低下が最も大きいのは新規記事テキスト量)、合算の Presence はむしろ介入前を上回っていた(352→391)。少なくとも本事例において、PDMSG は撤去後の反動をともなわない支援として機能したといえる。参加が任意であり外的な強制を欠くこの環境では、介入終了後に残った行動の変化を義務や慣性に帰属することができない。この点で、非公式な場は持続性の解釈をむしろ助ける観察条件になり得ると考えられる。

4.4. 制限

本研究は単一コミュニティ 6 名の観察であり、結果を一般化することはできない。合算値の持続は特定の

メンバーへの依存度が高く、信頼区間はイベントレベルの推定である。また、読書サイクルの局面変化を含む共同体の自然な変動と介入の効果とを分離することはできない。テキスト量の増加がただちに知識構築の促進や認識論的主体性の向上を意味するわけではないため、複数コミュニティでの追試と、投稿内容の質的な分析が今後の課題である。

5. まとめ

本研究では、LLM 生成コラボレーション・スクリプトの 7 週間の導入とその終了を通じて、返信記事のテキスト量の密度のみが介入前を上回る水準で持続し、掲示板訪問の習慣が投稿量の少ない周辺のメンバーに残ることを示した。介入の終了を解釈の弁別に用いる本研究のアプローチは、支援が止まったあとに何が残るのかという設計上の問いに対して、非公式な学習環境におけるひとつの観察の枠組みを提供する。任意性を保った文脈依存の提案が、撤去後の反動をとまわずに実践と関与の部分的な定着に結びつき得ることは、主体性を尊重しつつ協調を促す支援の設計条件を考えるうえで、基礎的な知見になると考えられる。

謝辞

本研究は JSPS 科研費 JP24K06334 の助成を受けたものである。

文献

- Cress, U., & Kimmerle, J. (2023). Co-constructing knowledge with generative AI tools: Reflections from a CSCL perspective. *International Journal of Computer-Supported Collaborative Learning*, 18(4), 607–614. <https://doi.org/10.1007/s11412-023-09409-w>
- Dillenbourg, P. (2002). Over-scripting CSCL: The risks of blending collaborative learning with instructional design. In P. A. Kirschner (Ed.), *Three worlds of CSCL: Can we support CSCL?* (pp. 61–91). Open University of the Netherlands.
- Fischer, F., Kollar, I., Stegmann, K., & Wecker, C. (2013). Toward a script theory of guidance in computer-supported collaborative learning. *Educational Psychologist*, 48(1), 56–66. <https://doi.org/10.1080/00461520.2012.748005>
- Kollar, I., Fischer, F., & Hesse, F. W. (2006). Collaboration scripts—A conceptual analysis. *Educational Psychology Review*, 18(2), 159–185. <https://doi.org/10.1007/s10648-006-9007-2>
- Kondo, H. (2025). Principle-driven micro-script generation for informal collaborative learning on discussion boards. *IIAI Letters on Informatics and Interdisciplinary Research*, 6. <https://doi.org/10.52731/liir.v006.398>
- Kondo, H. (2026). Principle-driven scaffolding: Implementing and evaluating LLM-generated micro-scripts in an informal learning community. In C. Rosé, G. Gweon, C. Asterhan, & A. Keune (Eds.), *Proceedings of the 19th International Conference on Computer-Supported Collaborative Learning – CSCL 2026* (pp. 716–718). International Society of the Learning Sciences.
- 近藤秀樹 (2025). オンライン上のインフォーマルな協調学習における生成 AI による適応型協調スクリプトの予備的評価. 日本教育工学会 2025 年春季全国大会講演論文集, 439–440.
- Lave, J., & Wenger, E. (1991). *Situated learning: Legitimate peripheral participation*. Cambridge University Press.
- Scardamalia, M. (2002). Collective cognitive responsibility for the advancement of knowledge. In B. Smith (Ed.), *Liberal education in a knowledge society* (pp. 67–98). Open Court.