

学習記事共有ネットワークシステムの提案

岡井 成遊^{1,a)} 峰松 翼^{2,b)} 大久保 文哉^{2,c)} 谷口 雄太^{3,d)} 内山 英昭^{4,e)} 島田 敬士^{2,f)}

概要：学習者が互いに教え合い、学び合いを行うことは主体的な学習姿勢を身に着ける上で有効な方法の一つである。本論文では学習者を中心とした、オンラインでの教え合い、学び合いの場所を提供する仕組みを提案する。学習者は、主体的に自らの学びを要約した学習記事を投稿し他の学習者の学びに貢献する。さらに他の学習者が執筆した学習記事を閲覧することで自らの知識を広め、深化させる。提案するネットワークシステムは、学習者が記事を投稿し、共有するだけでなく、投稿される記事のトピックや記事の属性のバランスを調整する仕組みを持つ。実験を通して、提案する学習記事共有ネットワークシステムの持続運用可能性を検証した。

1. はじめに

近年の情報技術の発展により、教育の情報化が進み、デジタル教科書や Learning Management System(LMS) の導入が積極的に行われている [1]。それに伴い、教育に関するビッグデータが容易に蓄積され、それらを分析し教育現場にフィードバックを行う Learning Analytics(LA) が盛んに研究されるようになってきた。LA 研究は様々あり、例えば学生の成績予測 [2] や教材推薦 [3]、学習日誌の分析 [4] 等がある。

このように多様な研究分野を持つ LA 研究の中でも、学習者同士の教え合い、学び合いに着目した研究は注目されているものの一つである。その理由に、教育現場において従来の教育手法からの変化が起きていることが挙げられる。従来の教育手法とは、教師から学習者に一方向で知識を伝えることを指す。このような教育方法では学習者は教師から教えられることを当たり前と感じるようになり、自立して学ぶ能力を身につけることは難しいと考えられる [5]。そのため、従来の教育の中に学習者自身が他の学習者と互いに教え合い、学び合うという過程を取り入れることにより、自ら積極的に学ぶ姿勢が身に付き、より良い学習が行えることが期待される。しかしながら、既存の学習者同士の教

え合い、学び合いに着目した研究では学習活動が授業時間内やクラス内での交流に制限されるという問題が生じる。たとえ、学習を行う過程で有用な知見や考え方などが生まれたとしても、それを共有できるのは同じクラス内の参加者にとどまってしまうため、他のクラスや後の学習者とそのような知識を共有することは難しい。

上述の課題を解消し、学習者主体の教え合い、学び合いを実現する方法として、Web 上に学習記事を投稿したり、他者と共有したりする『知恵袋』のような仕組みを構築することが挙げられる。Web システムとして展開することで、場所や時間の制約を受けることなくという利点が生じるが、その一方で、持続性をどのように担保し、自律的な運用を実現するかが課題になる。例えば、学習者の自由意思で任意の学習トピックに関する記事を投稿する仕組みのみで運用を続けると、教科書で取り上げられているメジャーなトピックや理解が簡単なトピックに関する記事が多く集まることが容易に想像できる。一方で、教科書では紹介されないような、発展的、斬新なトピックに関する投稿は進まないことが懸念される。さらに、多くの学習者が難しいと感じるトピックについての投稿も進まない可能性があり、学習者が他の学習者の役に立つような記事を投稿することはやがて困難になる。従って、単に記事の投稿を受けつけ学習者に公開する仕組みだけでは不十分であり、システムに投稿される学習トピックやトピックが持つ属性（本稿では、基本、発展、まとめなどの記事の特徴を属性と呼んでいる）のバランスを監視しながら、学習者に対して現在求められている学習トピックを提示し、そのトピックあるいは属性に関する記事の投稿を促す仕組みが必要である。そのような自律運用を見据えた持続性を持つ学習記事

¹ 九州大学 大学院システム情報科学府 情報理工学専攻 修士課程

² 九州大学 大学院システム情報科学研究院

³ 九州大学 情報基盤研究開発センター

⁴ 奈良先端科学技術大学 先端科学技術研究科

a) okai@limu.ait.kyushu-u.ac.jp

b) minematsu@limu.ait.kyushu-u.ac.jp

c) fokubo@ait.kyushu-u.ac.jp

d) taniguchi.yuta.941@ait.kyushu-u.ac.jp

e) hideaki.uchiyama@is.naist.jp

f) atsushi@ait.kyushu-u.ac.jp

共有の仕組みとして、本稿では「学習記事共有ネットワークシステム」を提案する。学習記事共有ネットワークシステムは以下の3つのサブシステムから構成される。

学習記事管理システム： 学習記事の投稿を受け付け、他の学習者に公開を行うシステムである。簡単な検索機能も提供する

Teaching Bot： 学習者の要望に応じてインタラクティブに既投稿記事を推薦する。

Learning Topic Picker： 学習者全体が必要としているトピックの投稿を促し、投稿トピックの偏りを緩和する。先述の懸念点を解消し、学習記事共有ネットワークを持続的に運用するための中心的な役割を担う。

本論文の貢献は以下の3点である。

- (1) 授業、時間に依存せず、学習者が主体的に教え合い、学び合いを行うことができる学習記事共有ネットワークシステムの提案(第3節)。
- (2) 学習記事共有ネットワークシステムが持続可能性を持つうえで重要なサブシステム、Learning Topic Pickerの提案(第3節)。
- (3) 実験結果から Learning Topic Picker を取り入れることにより、学習記事共有ネットワークが持続可能性を持つことを示した(第4節)。

本論文の構成を述べる。まず、第2節にて学習者同士の学び合いに関連する研究として協調学習について述べる。第3節では、学習記事共有ネットワークシステムを構成する各サブシステムについて概説する。第4節では、Learning Topic Picker の評価実験の結果を報告し、提案する学習記事共有ネットワークシステムの持続可能性を示す。

2. 関連研究

協調学習は、学習者間での意見の交換や、協働作業により、合意形成や解の導出を目指す学習形態である。他者からの刺激を受けることで自らの学習動機を高めるきっかけになったり、他者の考えを共有することで自らの知識を拡張したり、理解を深めたりすることができる期待されている。これらの理念は、本研究で実現を目指している学習記事共有ネットワークシステムのデザインにも強く通じるため、本節では協調学習に関する先行研究について整理し、本研究の位置づけを示す。

Dillenbourg ら [6] は、協調学習が研究されるようになったのは1970年代からだ述べている。Laal ら [7] によると、研究分野として大きな注目を集めるようになり、積極的な研究が行われるようになったのは20世紀初頭からとされる。その背景として、社会が協力して大きな問題を解決することの重要性が高まっている点 [8] と、個人での成果よりもグループでの成果、独立性よりも社会性が重要視されるようになった点 [9] が指摘されている。

Laal ら [7] は協調学習を「問題を解決したり、課題を達成

したり、創作物をつくったりするために、学習者のグループが協力することを用いた教育的アプローチ」と定義している。この定義から推察されるが、協調学習は様々な方法を用いて実現されている。Lazakidou [10] らは協調学習をコンピュータを用いてサポートするシステム、Computer Supported Collaborative Learning を小学生の数学の授業に取り入れた。彼らの研究では学生に数人のグループを組ませテキストチャット上で問題を解決するための議論を行わせた。実験の結果から、協調学習により学生の問題解決能力が向上することが示された。Meng ら [11] は、ジグゾー法を「教師グループと専門家グループという役割の異なる2つのグループを作り、知識を統合して学習教材の理解を達成する教育手法」と定義した。彼らは英語の読解演習にジグゾー法を取り入れることで読解能力が向上することを示した。Maity ら [12] は、協調学習を授業と教師を中心とした従来の学習環境からの脱却の動きであると総括した。

以上の研究はいずれも協調学習を実際の授業時間内に限定しており、参加者は同時間帯を共有する必要がある。一方、学習記事共有ネットワークシステムでは、学習者が投稿された記事をデータベースに蓄積することで、他の学習者は時間や場所を問わず学習記事を閲覧できる。つまり、学習記事共有ネットワークシステムは時間に依存しない協調学習を提供することが可能である。

一方で、既存の時間、場所に依存しない教え合いという点では、質問解答型インターネットサービスの「Yahoo! 知恵袋」*1や「Stack Overflow」*2が該当する。しかし、これらのシステムは質問者の質問がトリガとなり、スレッド形式で回答が続けられる方式である。それに対して、学習記事共有ネットワークシステムは、学習者が任意の学習トピックに関する自らの考え方や理解の要点を投稿することから始まり、他の学習者は既投稿記事を検索することで理解の深化や知識の拡張を行う仕組みを提供する。記事を閲覧した学習者は、共感を持つことができた記事を評価したり、さらには自らの観点を新たな記事として投稿することもできるため、既存の質問解答型のWebサービスと比較して、学習者の主体性を重視した設計を行っている。

3. 学習記事共有ネットワークシステムの概要

学習記事共有ネットワークシステムは、学習者が学習記事を投稿し他の学習者と知識の共有を図るシステムである。このシステムは、次の3つのサブシステムから構成される。1つ目に学習記事管理システム、2つ目に Teaching Bot、3つ目に Learning Topic Picker である。本節では、各サブシステムの概要を示す。

*1 <https://chiebukuro.yahoo.co.jp/>

*2 <https://ja.stackoverflow.com/>

3.1 学習記事管理システム

学習記事管理システムは、投稿された学習記事の投稿を受け付け、蓄積を行う Web アプリケーションである。学習記事管理システムのトップ画面を図 1 に示す。学習記事管理システムは主に以下の機能を提供しており、学習者の操作ログは全てデータベースに格納され、Learning Topic Picker においてランキングを生成する際のソースデータとして利用される。

検索機能： 学習者はキーワード検索、投稿年度検索、ハッシュタグ検索を利用して記事を絞り込むことができる。

閲覧機能： 学習者は所望の記事を閲覧することができる。

いいね機能： 学習者は閲覧していて、共感した記事、納得した記事にはいいねボタンを押下することができる。

投稿機能： 学習者は自らが学んだことを自らの言葉で表現し、記事の投稿を行うことができる。学習記事を執筆し投稿する際の画面を図 2 に示す。また、「デジタル信号処理」のコースで投稿されている記事の例を図 3 に示す。

3.2 Teaching Bot

学習記事管理システムには数多くの記事が投稿されているため、学習者が所望の記事を見つけることは困難である。Teaching Bot は学習者とインタラクティブなコミュニケーションを行いフィードバックを得ることで、学習者が記事を検索する際の支援を行う。本節では、Teaching Bot がどのようにして推薦する記事を決めているかに加え、学習者からどのようなフィードバックを収集しているかについて述べる。

図 4 は Teaching Bot と学習者のインタラクションの流れを示したものである。検索を開始すると、学習者は記事の属性とキーワード、コース名を入力する。属性は 4 種類あり、学習者はその中から一つの属性を選択し入力する。それぞれの属性は次のような意味を持つ。学習者がキーワードを入力する際の画面を図 5 に、学習記事を推薦されている状態の画面を図 6 に示す。

基本： 学習者が教科書を理解する上で助けとなる記事。

発展： 学習者が教科書の範囲外のコンテンツを理解する上で助けとなる記事。

まとめ： 単一あるいは複数の概念についてまとめられた記事。

その他： 上の 3 つのカテゴリの内、いずれに分類することも難しい記事。

Teaching Bot ではキーワードと記事の属性を組み合わせで記事の絞り込みを行うことにより、学習者に所望の記事を推薦する。さらに、学習者が推薦された記事に対して満足いかなかった場合、Teaching Bot は学習者にそれぞれの記事が所望しているものに対して近いか遠いかのフィードバックを得る。フィードバックの結果を分析し再推薦を行

う対話的なアプローチで記事の推薦を行っている。

学習者の Teaching Bot のフィードバックログはデータベースに格納され、Learning Topic Picker においてランキングを生成する際のソースデータとして利用される。

3.3 Learning Topic Picker

Learning Topic Picker は Web アプリケーションであり、学習記事管理システムや Teaching Bot のデータベースからデータを取得し、投稿が必要とされているトピックをランキング化して提示することで学習者に投稿を促すシステムである。ランキングは学習者の最新の学習状況を反映するために、5 分に一度更新される。

Learning Topic Picker において、トピックはキーワードと属性の組み合わせにより決まる。Learning Topic Picker のトップ画面は図 7 の様になっている。学習者はコースを選択することで 2 つのランキングを閲覧することができる。左側に表示されているランキングは、多くの学習者にとって検索をしたが所望の記事が見つからない、納得できる質の記事が見つからないといった観点でランク付けされているランキングであり、「みんなが困っているトピックランキング」と呼ぶ(以下、「困っているトピックランキング」とする)。学習者は、困っているトピックランキングを閲覧することで現在の学習者が必要としているトピックを把握することができる。右側に表示されているランキングは投稿数の少なさによってランク付けされるランキングであり、「記事が不足しているトピックランキング」と呼ぶ。学習者は、記事が不足しているトピックランキングを閲覧することで彼ら自身の学びの広がりにつながるトピックを把握することができる。

Learning Topic Picker は学習記事の投稿機能も提供している。ランキングに表示されているトピックをクリックすることで投稿画面に遷移する。投稿画面は図 8 の様になっており、学習者が選択したトピックに関するハッシュタグが 2 つ付与された状態となる。1 つ目のハッシュタグは学習者が選んだトピックに対応するキーワードのハッシュタグである。2 つ目のハッシュタグは属性に対応するハッシュタグである。それぞれ図 8 においては、「デジタル信号処理」、「基本」が該当する。

Learning Topic Picker は、以上に述べた仕組みにより学習者に 2 つの観点から必要なトピックの投稿を促す。

4. 実験

学習記事共有ネットワークシステムは 3 つのサブシステムから構成されているため、それぞれのサブシステムの利便性や有効性を検証する必要があるが、学習記事管理システムと Teaching bot については、一般的に普及しているシステムが提供している機能と大きな差分はないため、本稿ではシステムの持続的な運用のための中核的な役割を果た

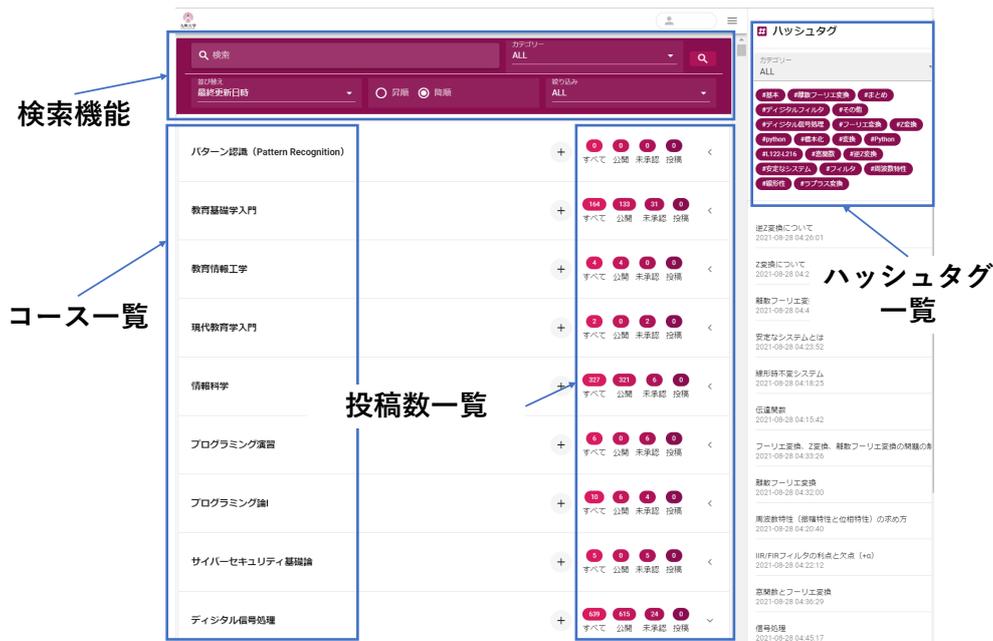


図 1 学習記事管理システムのトップ画面

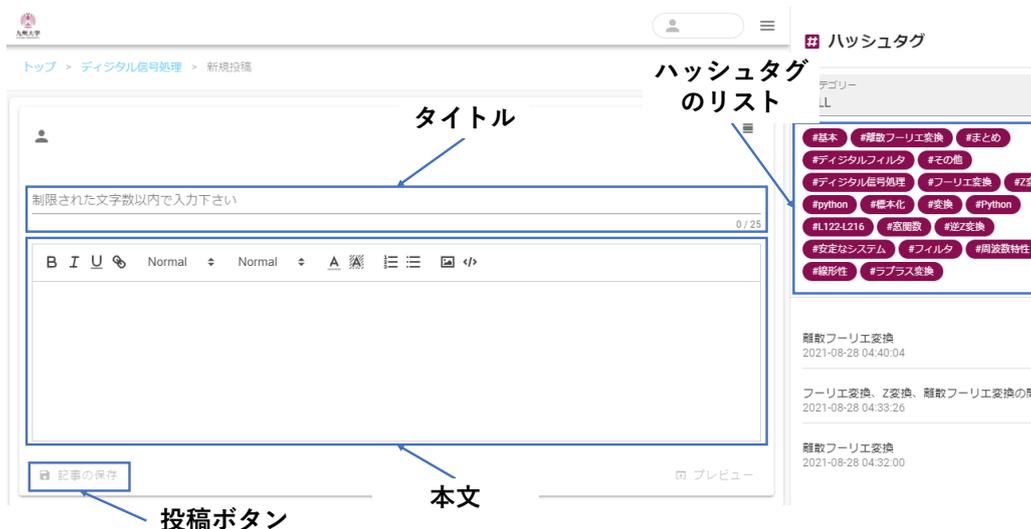


図 2 学習記事を執筆、閲覧する際の画面

す Learning Topic Picker の有効性を検証するために行った評価実験について報告する。具体的には、学習者が投稿した記事の分析 (第 4.2 節, 第 4.3 節) と, 学習者による評価アンケート (第 4.4 節) を報告する。Learning Topic Picker は, 多くの学習者が困っている学習トピックに関する記事や, 登録数が不足している学習トピックに関する記事の投稿を促す仕組みを実現しているため, Learning Topic Picker により投稿を促した学習トピックに関する記事の投稿件数の増加が見込めれば, 学習記事共有ネットワークシステムの持続運用の可能性が高まる事が期待できる。

4.1 実験設定

九州大学において 2021 年度前期に学部 3 年生を対象に行われた「デジタル信号処理」を受講した学生 116 名を対象に評価実験を実施した。現状の運用では, Learning Topic Picker は 2 つのランキングを提示するが, それぞれ単独で提示された場合と同時に提示された場合の効果を検証するために, 学生を表 1 に示す 28 から 30 人の 4 つのグループに分割した。グループ A と B の学生は 1 種類のランキングが提示され, グループ C の学生は 2 つのランキングが提示された。また, グループ D の学生はベースラインとしての役割を担うため, どちらのランキングも提示されなかった。学生をグループに分割する際は, デジタル教



図 3 LGC に投稿されている記事の例

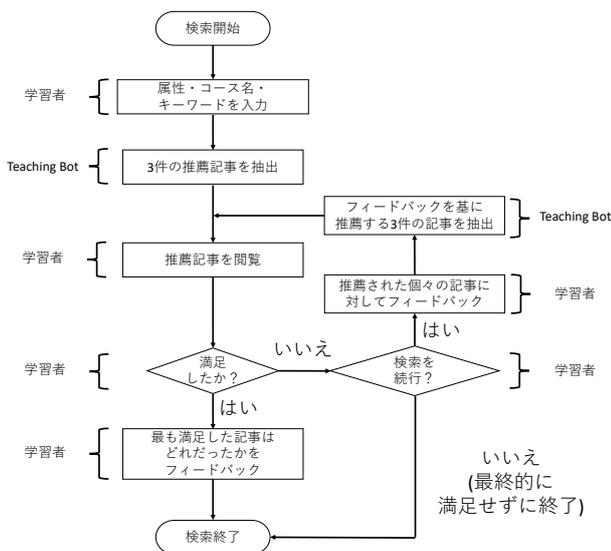


図 4 Teaching Bot と学習者間のインタラクションの流れ

材の合計利用時間を参考に各グループができるだけ均等になるようにした。全ての学生に最終講義終了後に1週間の期間を与え、授業を振り返り最低2件の学習記事を投稿するよう指示をした。また、学習記事を投稿する際には、自らが投稿した記事に最低2個のハッシュタグを付与しておくように指示した。1つ目は属性に関するハッシュタグであり、2つ目は、キーワードに関するハッシュタグである。属性は、(基本, 発展, まとめ, その他)から1つのみ選択され、キーワードは「デジタル信号処理」に関連する用

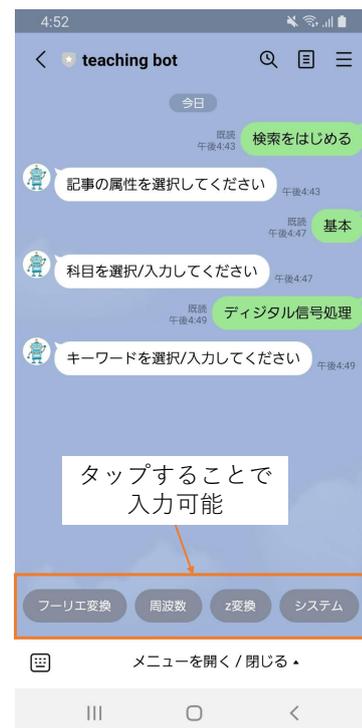


図 5 Teaching Bot においてキーワード入力を行う際の画面

語から1つ以上選択される。学習記事の投稿期間終了後、学生には他の学習記事の評価を行う期間を2週間設けた。その間、学生は記事を自由に閲覧し、共感した記事や納得した記事には「いいねボタン」を押下するよう指示をした。

なお、学習記事共有ネットワークシステムは2020年度から運用されており、一部の実験結果にはこれまでのデー



図 6 Teaching Bot における推薦記事提示画面



図 8 Learning Topic Picker の投稿画面

4.2 ランキングに提示されたトピックに関する投稿数の比較

ランキングを提示することで特定のトピックに関する投稿数を増加させることは可能であるかを調べるために、それぞれのグループによって投稿された記事についてトピックの集計を行った。それぞれの記事がどのトピックを含むかは第 4.1 節で述べた各記事に付与されている属性に関するハッシュタグとキーワードに関するハッシュタグを組み合わせたものとした。集計結果を表 2, 3 に示す。実験前の投稿数は参考のために示している。

表 2 について、投稿数の合計とは実験期間中に 1 度でも、困っているトピックランキングにおいて、10 位以内に入ったトピックについての投稿数の合計である。各グループの投稿数を比較するとグループ A, C, B, D の順に投稿数が多くなっており、上位 2 グループはいずれも困っているトピックランキングを提示されたグループであり、下位 2 グループはいずれも困っているトピックランキングを提示されなかったグループであった。

表 3 について、投稿数の合計はグループ B, D, C, A の順で大きくなっていく。記事が不足しているトピックランキングを提示されたグループは、B, C であり、グループ B に関してはもう一方のランキングのみ提示されていた。

これらの結果から、困っているトピックランキングを単独あるいはもう一方のランキングと組み合わせる場合、ランキングを提示されない場合と比較して投稿数が増加することが分かる。一方、記事が不足しているトピックランキングについては、単独で提示されると投稿数の増加がみられた一方で、グループ C が D よりも投稿数が少なかったことから、もう一方のランキングと組み合わせると投稿数の増加は見られず、むしろ減少することが分かった。

今後、同時にランキングを提示した場合でも記事が不足しているトピックランキングに関する投稿をより増加させる必要がある。

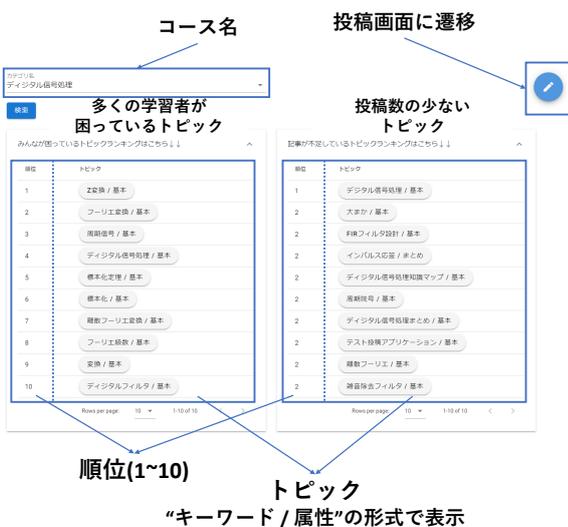


図 7 Learning Topic Picker のトップ画面

表 1 各グループと提示されたランキングの関係

	困っているトピックランキング	記事が不足しているトピックランキング
グループ A	閲覧した	閲覧しなかった
グループ B	閲覧しなかった	閲覧した
グループ C	閲覧した	閲覧した
グループ D	閲覧しなかった	閲覧しなかった

タを参考値として掲載することにした。

表 2 困っているトピックランキングに関する投稿数の比較

グループ名	実験前	A	B	C	D
投稿数合計	260	30	13	23	12

表 3 記事が不足しているトピックランキングに関する投稿数の比較

グループ名	実験前	A	B	C	D
投稿数合計	105	2	19	5	11

4.3 ランキングの利用の有無に注目したいね数の比較

投稿期間終了後、対象学生に自身が良いと感じた記事や共感した記事にいいねボタンを押下するよう指示した。つまり、各記事についてのいいねボタンが押された回数は、学習者にとっての記事の質が反映されていると考えられる。このことを踏まえ、各記事についてのいいねボタンを押下された回数を集計し、ランキングを提示して特定のトピックへの投稿を促すことが、記事の質に悪影響を与えるのかを検証した。

集計結果を表 4 に示す。表 4 では、それぞれのランキングを利用して投稿された記事の総数と、そのうち 1 度以上いいねボタンを押下された記事数やその割合を示している。困っているトピックランキングを利用して投稿された記事の内、1 度以上いいねボタンを押下された記事の割合は 51%であった。また、記事が不足しているトピックランキングを利用して投稿された記事の内、1 度以上いいねボタンを押下された記事の割合は 65%であった。ランキングを利用せずに投稿された記事についてその割合が 49%であったことを踏まえると、学習者にランキングを提示しても投稿記事の質は低下しないことが分かる。

4.4 学習者による Learning Topic Picker のアンケート評価

グループ A から C の学生に、Learning Topic Picker に関するアンケートに回答を依頼した。集計結果を表 5、6 に示す。表 5 については、評価値が大きいほど強く当てはまっており、評価値 3 はどちらでもない場合に選択される。表 6 では、評価値が小さいほど表示されるトピック数が少なすぎた場合に、数字が大きいほどトピック数が多すぎた場合に選択される。評価値 3 は適切だと感じた場合に選択される。

表 5 に関して各グループの評価値の平均値は 3.7 から 3.9 であり、グループ間で大きな差は見られなかった。グループ A から C の結果を合計すると、41 人中 28 人の学生が質問 1 に対して評価値 4 または 5 の肯定的評価を選択していることとなる。このことから、ランキングを提示すること自体が約 6 割の学生にとって参考になったことが分かる。表 6 では、グループ A と C の間で分布に大きな違いは見られず、ランキングの数が多すぎると感じた学生は約 2 割、少なすぎると感じた学生は約 4 割であった。このことから、適切な順位数は個人によって大きく異なることが

わかる。これらの対策としては、Learning Topic Picker が提示するランキング数を個人が選択できるように改良することを計画している。

次に自由記述欄に記述された評価を表 7、表 8 に示す。自由記述からは、トピックをランキングとして提示することで、投稿するトピックを選びやすくなったと感じた学習者が一定数いたことが示された。一方で、授業に関係のないトピックがある、複数のトピックを選択できるとよい、といった改善点の指摘も見受けられた。これらの点については、ランキング生成アルゴリズムの変更や、Learning Topic Picker のユーザーインターフェースを変更することで改善していく予定である。

4.5 考察

上記の実験により得られた結果から、4.2 節からは Learning Topic Picker を利用することで、必要なトピックに対する投稿件数の増加が期待できることが分かった。また、4.3 節からは、Learning Topic Picker を利用して投稿された記事の質は担保できていることも検証できた。また、4.4 節からは Learning Topic Picker が提供する情報は、学習者が受容できる内容であることが示唆された。これらの結果を踏まえると、学習記事共有ネットワークシステムに Learning Topic Picker を導入することで、システムに蓄積される学習記事のトピックバランスを調整しながら、学習者に対して記事の投稿を促すことができるといえる。その結果、記事の内容が過度に偏ることを回避できるだけでなく、幅広い学習トピックを様々な学習者の観点で学習記事として収集できるようになり、それは他の学習者の理解の助長や知識の拡大にさらにつながるという好循環を生み出す可能性が大いに期待できる。

5. まとめと今後の方針

本論文では、時間やクラスに依存せず学習者同士が学び合うことのできる学習記事共有ネットワークシステムを提案した。提案システムは 3 つのサブシステムから構成されており、その中でも 2 種類のランキングを用いて学習者に投稿を促す Learning Topic Picker に焦点を絞ってその役割を紹介した。その後、Learning Topic Picker が学習者に与える影響を調査するための評価実験の結果を報告した。実験結果から、Learning Topic Picker は、2 つの観点から重要度の高いトピックの投稿を促すことができ、学習記事共有ネットワークシステムが持続的に運用される上で大きく貢献することが期待できることを示した。

今後の方針は以下の通りである。まず、投稿された記事に対していいねボタンの押下数だけではなくより詳細な評価を行う必要がある。また、本論文では実施しなかったが、学習記事管理システム、Teaching Bot、Learning Topic Picker といった学習記事共有ネットワークシステム全体の

表 4 ランキングの利用の有無についての投稿記事のいいね数の比較

	困っているトピックランキングを 利用して投稿された記事	記事が不足しているトピックランキングを 利用して投稿された記事	ランキングを利用せずに 投稿された記事
全投稿記事数 (x)	41	23	55
1度以上いいねボタンを 押下された記事数 (y)	21	15	27
1度以上いいねボタンを 押下された記事の割合 ($x \div y$)	51(%)	65(%)	49(%)

表 5 設問「Learning Topic Picker は投稿記事のトピックを決める上で参考になったか」についてのグループ A から C のアンケート結果 (1: 全く参考にならなかった, 2: 参考にならなかった, 3: どちらともいえない, 4: 参考になった, 5: 非常に参考になった)

グループ名	1	2	3	4	5	平均値
A	1	0	2	9	3	3.9
B	0	0	4	5	3	3.9
C	0	2	4	4	4	3.7

表 6 設問「Learning Topic Picker に表示されるランキングの数は十分だった」についてのグループ A から C のアンケート結果 (1: 非常に少なかった, 2: 少なかった, 3: ちょうどよかった, 4: 多かった, 5: 非常に多かった)

グループ名	1	2	3	4	5	平均値
A	1	4	8	1	1	2.8
B	1	4	5	2	0	2.7
C	0	4	7	2	1	2.9

表 7 自由記述から得られた肯定的な評価 (○は該当する意見が見られたことを意味し, ×は見られなかったことを意味する)

グループ名	A	B	C
他の学習者が困っている要点を 短時間で把握でき学習効率の向上につながった.	○	×	×
ランキング形式で表示されていて 非常に見やすかった.	○	○	×
他の学習者が困っているトピックのランキングを みられることで投稿するトピックを決めるのに役立った.	×	×	○
シンプルで使いやすかった.	×	×	○

表 8 自由記述から得られた否定的な評価 (○は該当する意見が見られたことを意味し, ×は見られなかったことを意味する)

グループ名	A	B	C
しばしば授業と関係のない トピックがランクインしていた.	○	×	×
複数のトピックが 同時に選べるようにしてほしいかった.	○	×	×
動作が遅かった.	×	○	×
表示されるトピックが少なかった もっと多くしてほしいかった.	×	×	○

評価も行う予定である。中期的な改善策として、ランキングの生成手法、ユーザインタフェースを工夫してランキングに反応する学習者をより増やす必要がある。長期的にはデジタル教科書や LMS、小テストの点数など他の学習支援

システムとのクロス分析を行っていく予定である。分析結果からどのような活動が有意義な学習記事を投稿する際に強い関連性や貢献度があるのかを発見し、学習記事の投稿を個別に促す仕組みも検討する予定である。

謝辞 本研究は、JST AIP 加速課題 JPMJCR19U1 と科研費基盤研究 (A) JP18H04125 の支援を受けた。

参考文献

- [1] Bilyalova, A., Salimova, D. and Zelenina, T.: Digital transformation in education, *International conference on integrated science*, Springer, pp. 265–276 (2019).
- [2] Moreno-Marcos, P. M., Pong, T.-C., Munoz-Merino, P. J. and Kloos, C. D.: Analysis of the factors influencing learners' performance prediction with learning analytics, *IEEE Access*, Vol. 8, pp. 5264–5282 (2020).
- [3] Lu, J., Wu, D., Mao, M., Wang, W. and Zhang, G.: Recommender system application developments: a survey, *Decision Support Systems*, Vol. 74, pp. 12–32 (2015).
- [4] Chen, Y., Yu, B., Zhang, X. and Yu, Y.: Topic modeling for evaluating students' reflective writing: a case study of pre-service teachers' journals, *Proceedings of the sixth international conference on learning analytics & knowledge*, pp. 1–5 (2016).
- [5] Johnson, R. T. and Johnson, D. W.: Active learning: Cooperation in the classroom, *The annual report of educational psychology in Japan*, Vol. 47, pp. 29–30 (2008).
- [6] Dillenbourg, P., Baker, M., Blaye, A. and O'Malley, C.: The evolution of research on collaborative learning In H. Spada and P. Reimann (Eds) *Learning in Humans and Machines* (1996).
- [7] Laal, M. and Laal, M.: Collaborative learning: what is it?, *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, Vol. 31, pp. 491–495 (2012).
- [8] Austin, J. E.: Principles for partnership (2000).
- [9] Leonard, P. E. and Leonard, L. J.: The collaborative prescription: Remedy or reverie?, *International Journal of Leadership in education*, Vol. 4, No. 4, pp. 383–399 (2001).
- [10] Lazakidou, G. and Retalis, S.: Using computer supported collaborative learning strategies for helping students acquire self-regulated problem-solving skills in mathematics, *Computers & Education*, Vol. 54, No. 1, pp. 3–13 (2010).
- [11] Resor, C.: Encouraging students to read the texts: the jigsaw method, *Teaching History: A Journal of Methods*, Vol. 33, No. 1, pp. 20–28 (2008).
- [12] Maity, A.: COLLABORATIVE ACTIVE LEARNING: AN EFFECTIVE STUDY AT TRAINING COLLEGES, *TRANSITION FROM TRADITIONAL TEACHING METHODOLOGY TO ONLINE TEACHING*, p. 80 (2020).