

令和 5 年 6 月 12 日現在

機関番号：32675

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2018～2022

課題番号：18K11581

研究課題名（和文）LAにより意図的にグループを形成する大規模授業のアクティブラーニング化

研究課題名（英文）Active Learning in Large Classes intentionally grouped by LA.

研究代表者

常盤 祐司（Tokiwa, Yuji）

法政大学・情報メディア教育研究センター・研究員

研究者番号：70434181

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 2,800,000円

研究成果の概要（和文）：大学における大規模授業では教員からの一方向の講義が余儀なくされるため、受講する学生のGPA平均は小規模授業に比べ低くなる傾向にある。そのため、本研究では大規模授業でもグループ学習によるアクティブ・ラーニングを実現できる授業支援ツールの開発を行った。このツールは、自然言語処理のAIのひとつであるWord2Vecにより、教員と学生が事前に投稿したディスカッションテーマに関わるキーワード間の類似度を計算することで、グループを形成する。また、このシステムは国際技術標準のLTIに対応することで、多くの教育機関に導入されているLMSで利用することができる。

研究成果の学術的意義や社会的意義

学術的意義として、グループ形成のアルゴリズムが挙げられる。自然言語処理のAIのひとつであるWord2Vecにより、教員が提示したテーマと学生が投稿したキーワード間のSimilarityを計算し、その数値によって学生を順にグループに割り当てる方式である。生成AIが実用化されつつある現在、学習支援ツールへのAIの組み込み方法を示唆する事例でもある。また、社会的意義として、国際技術標準のLTIの実装が挙げられる。本研究の成果は日本IMS協会を通じて展開され、初等中等教育におけるテストシステムのMEXCBTや学習eポータルでも利用されるようになった。

研究成果の概要（英文）：In large-scale classes at universities, due to the necessity of one-way lectures from instructors, there is a tendency for the average GPA of students enrolled in these classes to be lower compared to small-scale classes. Therefore, in this study, a classroom support tool was developed that enables active learning through group work, even in large-scale classes. This tool utilizes Word2Vec, a natural language processing AI technique, to calculate the similarity between keywords related to discussion topics that instructors and students have posted in advance to form groups. Furthermore, this system is compatible with the international technical standard LTI, making it usable in Learning Management Systems (LMS) that are implemented in many educational institutions.

研究分野：教育学

キーワード：Classroom Support System Group formation Group learning LMS LTI Word2Vec AI

1. 研究開始当初の背景

申請者が在籍する大学では取り組むべき課題として「大規模授業のオンライン化」を掲げているが、その背景として100人以上の大規模授業のGPA平均が25名以下の小規模授業に比べ0.5ポイント以上も低いという事実がある。大規模授業の改善に関わる国内外の研究に関しては、規模の点ではMOOCを対象とした研究があるが、大教室での対面授業が考慮されていない。そこで、大規模授業において、2~6人からなるグループを形成し、アクティブラーニングが実現できれば学習改善につながると考えた。ただし、グループは無作為に形成せず、それぞれの学生が課題としているテーマ、小テストやレポートの成績、課題図書やビデオ予習の有無などの学習履歴を用いて意図的にグループを形成する。このグループ形成に関し、国外では2000年代後半からCSCLとは異なるComputer Supported Group Formation (CSGF)という用語で報告がなされているが、国内では未踏の分野であり、アクティブラーニングが注目を集めている現在、推進すべき研究テーマであると考えている。さらに授業中にグループ学習に速やかに移行できる着座位置指定制とすれば、これまで大規模教室において教員への負担が大きかったアクティブラーニングの導入が進むものと考えた。

2. 研究の目的

知識伝達型の大規模教室の授業を、意図的に形成するグループによる学習を中心としたアクティブラーニング形式に移行し、学びの質の向上を図ることを目的とする。

(1) グループ形成/着座位置指定支援システムの開発

目的に応じた評価基準によって意図的にグループを形成し、かつ速やかにグループ学習ができるように着座位置もしくは着座エリアを指定するシステムを開発する。

(2) グループ学習をとりいれた授業開発と評価基準の策定

本学では読む、書く、聞く、話すといった学習を支援する各種システムはすでに整備されている。これらのシステムの利用とそれらから生成される学習ログを用いてデータ分析ができることを前提とし、ピアインストラクションやジグソー法といったグループ学習方法を取り入れた授業開発を行い、さらに効果測定のための評価基準を策定する。

(3) コンテキストを含む Caliper 仕様の検証と国際標準化団体 1EdTech への提案

Caliper は 1EdTech が 2015 年 10 月に発表した学習ログに関する技術仕様である。本研究ではコンテキストを含む Caliper 形式の学習ログデータの利用を想定しているが、1EdTech ではグループ学習の方法や学習場所などのコンテキストを含んだ事例を公開していない。そのため、本研究のユースケースで Caliper の適合性を検証し、成果を 1EdTech に提案する。

3. 研究の方法

(1) Proof of Concept (2018 年度)

当時、筆者が兼務していたFD推進センターの業務の一環として、Best Teacher 賞を受賞した教員の授業のビデオ撮影に立ち会った。その授業は社会科学系の授業であり大教室において4~6名程度のグループを形成し、メンバ全員が数分のプレゼンを行っていた。グループは事前に教員が学生に提示した社会問題に関するミニツッパーパーの内容に応じて形成し、さらに教室を6つのエリアに分割し着座させていた。ただし、この授業では学生から提出された手書きの回答をExcelに転記し、さらにそのExcelにて数十のグループを形成し、着座エリアを指定するといったすべてのプロセスを教員およびTAによる人手で行っていた。そこで、これらのプロセスをIT化することによって教員やTAの手を煩わせることなく大規模授業にてアクティブラーニングを実施できるようにすることで、大学の課題となっている大規模授業の改善を行うこととした。

はじめに人手を介して実現している授業を支援するシステムの実現可能性を確認するために、Proof of Concept (PoC) としてプロトタイプを行った。そのシステムのユースケースを図1に示す。開発するシステムはLMSとして記載した学習支援システムに1EdTechで策定している技術標準のLTI (Learning Tools Interoperability) を用いて接続するTGLE (Tool for Group Learning Environment) として示されている。

TGLEのコアテクノロジーとしては自然言語処理システムのWord2Vecを用いている。TGLEでは、学生が投稿したキーワードと教員が設定したテーマに関わる複数のキーワードとのSimilarity (類似度) をWord2Vecで計算し、それを基準にしてグループを形成する機能を提供している。こ

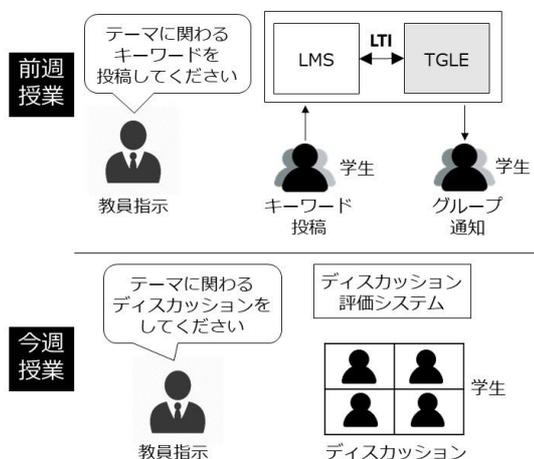


図1 ユースケース

のシステムにより、学生には授業前までに、グループと座席位置が提示される。その事例を図 2 に示す。

2018 年度はこの PoC により、教員が提示したテーマに興味を持つ学生同士がグループを形成するシステムの可能性を検証した。

(2) グループ学習の可視化 (2019 年度)

PoC で検証したプロトタイプを大規模授業に適用する前に、筆者自身が担当する少人数の授業で試用し、グループ学習を取り入れた授業設計、グループ形成の方法、学習効果等を検証した。春学期および秋学期に開講したそれぞれの授業にてプロトタイプを利用し、計 6 回のグループ学習を実施した。図 3 は 3 名でグループディスカッションを行っている様子である。中央に設置された卵型マイクで、それぞれの学習者の発話を録音し、個々の学生の発話量をクラウドサービスで計測した。

ここでは、グループ構成を毎回変更する変動制グループおよび常に同一メンバとする固定制グループを対象としてその特性を評価した。変動制グループでは、発話量が少ない学生同士がグループになれば発話量の改善が見込まれることを明らかにした。また、固定制および変動制グループにかかわらず、グループの学生の発話量を平均化するには、フリーディスカッションではなく、教員が個々の学生の発言時間を指示することで、発話量の偏りを改善できることを明らかにした。

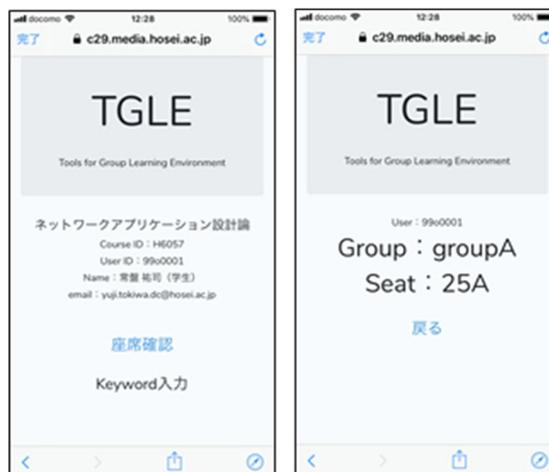


図 2 学生用 LTI Tool 画面事例



図 3 グループ学習における発話量の記録

(3) LTI 1.3 の適用 (2020 年度)

2018 年度の PoC では、LTI を実装し LMS を Platform とした LTI Tool として開発を行ってきた。2018 年に開始した本研究では、当時公開されていた LTI 1.1 を用いて開発を進めていた。ところが、1EdTech では 2019 年にセキュリティの観点からこの LTI をそれまでの 1.1 から 1.3 にリリースアップした。しかしながら、LTI 1.3 は LTI 1.1 と互換性がないため、将来的な授業での利用において課題となることがわかった。そこで、2020 年度は LTI 1.1 で開発してきた TGLE を LTI 1.3 に移行し、その開発を通じて LTI 1.3 の意義や現状の課題を明らかにした。

LTI 1.3 では、セキュリティ対応のため Platform から Tool にユーザのログイン ID は提供されないものの、ユーザ氏名が提供される。そのため、LTI 1.1 の実装ではユーザ識別のためにログイン ID を使っていたが、LTI 1.3 ではそれを氏名にすることで対応した。また、LTI 1.3 においては LTI Advantage により、LMS からクラス名簿や成績の取得ができ、システム開発にそれらの機能を利用できることを実証した。

(4) Word2Vec によるグループ形成 (2021 年度)

本研究では初年度の PoC において、Word2Vec により学生が提示したキーワードと教員が設定したキーワード間で計算される Similarity によるグループ分けの可能性を示した。PoC により Learning Analytics(以下、LA)の分析結果を用いることなく、グループ学習を実施する際に学生および教員がキーワードを入力し、Word2Vec にて Similarity を計算することでグループ形成ができることを実証できたため、2021 年度はその実用化を目指した。

教員が投稿したキーワードに対応する 3 つのグループと 11 名の学生が投稿したキーワードの関係は図 4 に示すような 2 次元の Similarity Matrix として表現することができる。1 行目を例にとると、学生が投稿したキーワードと教員が投稿した 3 つのキーワードとの Similarity が 0.621、0.518、0.51 であることがわかる。2 行目からは他の 10 名の学生が投稿したキーワードと教員が投稿した 3 つのキーワードとの Similarity が示されている。この Similarity が高い順にトピックグループに学生を割り当てるというアルゴリズムにより、トピックに関連性の高いキーワードを投稿した学生をそのグループに割り当てることができる。一方、Word2Vec の入力データといふべき自然言語モデルについては課題が多く、最新のデータが登録された自然言語モデルが必要であること、また、理工系の用語にも対応する必要があること、といった課題も明らかになった。

| | | |
|-------|-------|-------|
| 0.621 | 0.518 | 0.51 |
| 0.438 | 0.321 | 0.372 |
| 0.603 | 0.514 | 0.415 |
| 0.502 | 0.524 | 0.215 |
| 0.36 | 0.637 | 0.357 |
| 0.5 | 0.671 | 0.402 |
| 0.404 | 0.247 | 0.795 |
| 0.543 | 0.286 | 0.632 |
| 0.301 | 0.51 | 0.468 |
| 0.468 | 0.613 | 0.472 |
| 0.063 | 0.078 | 0.295 |

図 4 生成された Similarity Matrix

(5) システム実装 (2022 年度)

研究の最終年度となる 2022 年度は、これまでの研究成果を反映し、次の方針でシステムの実装を行った。

授業での利用を想定し LMS と LTI 1.3 で連携する LTI ツールとする。

Word2Vec を利用したキーワード間の Similarity によりグループを形成する。

Word2Vec や LTI 1.3 といったテクノロジーの実装に対応するために、多様な開発環境を選択できる REST アーキテクチャとする。

上述した方針を踏まえ、図 5 に示すような 4 つのコンポーネントからなる LTI 1.3 対応のツールとして TGLE を開発した。それぞれのコンポーネント間は REST API により連携する。なお、LMS は LTI 1.3 Platform に準拠した Moodle 3.10 を用いた。

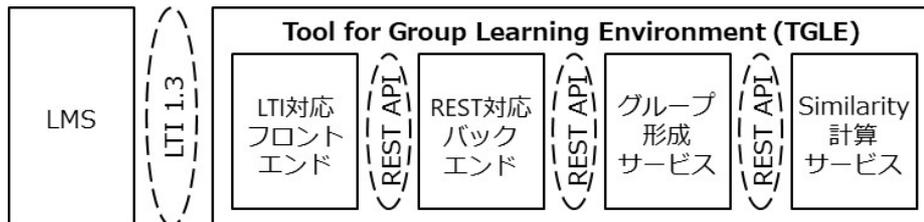


図 5 TGLE システム構成図

図 6 は、Moodle にログインした教員がコースに設置した TGLE 起動用のリンクをクリック後、LTI 1.3 により Moodle の画面内に確保された iframe 領域内に TGLE が起動した画面である。この事例では、指定したレッスンにおいて、11 名の受講生から投稿された 3 つのキーワードと、教員が設定した 3 つのキーワードが表示されている。また、教員のキーワードに対応する 3 グループの構成が最下部に表示されている。

本システムでは、Word2Vec 用の自然言語モデルに登録されていないキーワードが投稿されるとキーワード間の類似度を計算することができないことが課題となっていた。そこで、Similarity 計算サービスのコンポーネントで利用している自然言語モデルを、米国 OpenAI 社が生成した Large Language Model (LLM) である GPT-3 に差し替えた実装を試みた。その実装では投稿したすべてのキーワードについて単語ベクトルが計算でき、その内積から Similarity を求めることができた。また、LLM は単語だけではなく文章についてもベクトル化することができるため、キーワードの代わりに文章を入力したグループ形成についても Similarity を計算することができた。

ここまで、本研究で行った方法を述べてきたが、2. 研究の目的(3)については、グループ形成をするにあたり、Caliper を利用する必要がなくなったことから 1EdTech への提案は見送った。その背景としては、グループ形成を他システムに蓄積される学習ログデータを用いる LA 方式ではなく、当該システムに投稿されたキーワード間の Similarity を Word2Vec で計算する方式に変更し、他システムに依存することなく、当該ツールを利用できるようにしたためである。

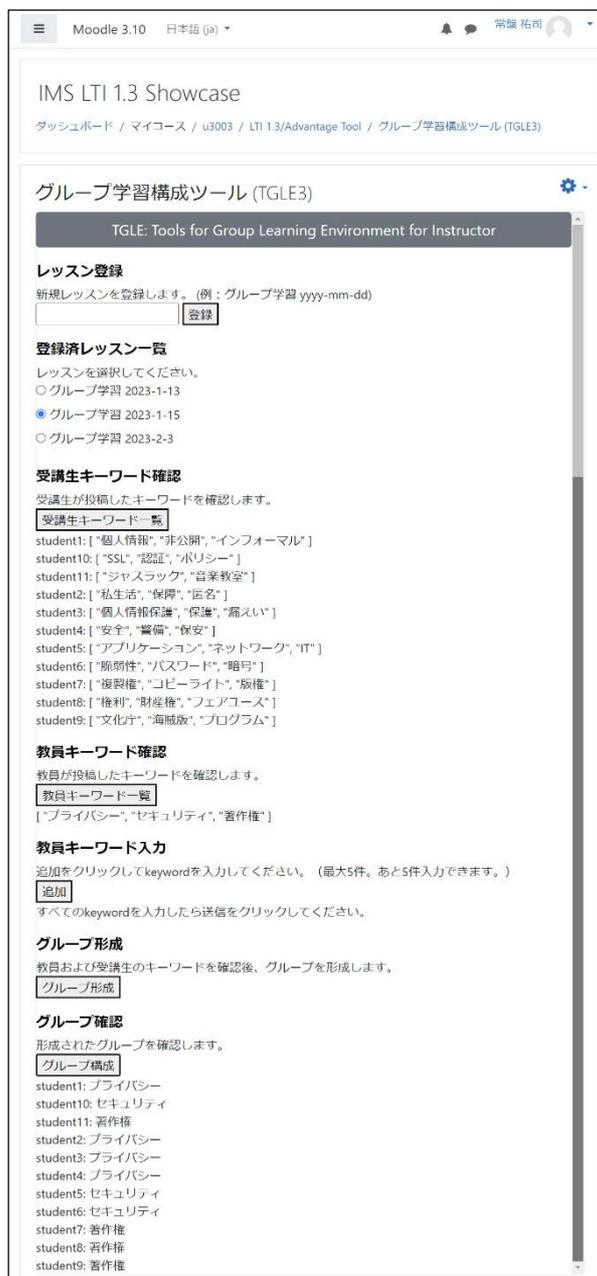


図 6 TGLE 教員画面事例

4. 研究成果

本研究の成果としては、次の3点が挙げられる。

- (1) AI の一領域である自然言語モデルの Word2Vec を用い、教員と学生から提示されたキーワード間の距離を Similarity として計算し、その尺度によりグループを形成できることを実証した。
- (2) 国際技術標準の 1EdTech LTI 1.3 を実装することで、Moodle をはじめとする多くの LMS と連携した学習支援ツールとして利用できることを実証した。
- (3) (1)、(2)で示した機能を実装した学習支援ツールを開発し、GitHubにて公開した。
* : <https://github.com/tokiwa/tgle>

はじめに、Word2Vec を活用したグループ形成について詳述する。これまでのグループ形成は出席番号順あるいはデモグラフィックデータ等を用いて機械的に行われてきた。最近では、安定結婚問題として知られている Gale-Shapley アルゴリズムを取り入れた方式や学習ログによる LA からグループを構成する方式が提案されている。ただし、安定結婚問題方式では序数による選好順序が用いられる。その場合、学生は教員が提示した複数のディスカッションテーマに対して希望する順位をつけることができても、教員は成績等の指標で学生を順位付けしておくといった課題がある。また、LA 方式では事前にグループ形成用のデータを生成しておく必要がある。本研究で提案した方式は、教員が提示した複数のキーワードに対して、学生がキーワードを提示することで、自然言語処理の AI のひとつである Word2Vec がそれらのキーワード間の Similarity を計算し、その数値によって学生を順にグループに割り当てる方式である。生成 AI が実用化されつつある現在、学習支援ツールへの AI の組み込み事例として、この研究成果が参考になるであろう。

次は LTI 1.3 に関わる成果である。LTI は LMS から学習ツールを起動するための国際標準である。この LTI については LTI 1.1 の時代から実装事例を研究会等で報告し、LTI 1.3 については筆者も構成メンバとなっている日本 IMS 協会を通じて日本における展開をリードしてきた。本研究においてもこの LTI 1.3 を実装し、ここで得られた成果は研究報告や講演会で報告してきた。その結果、LTI 1.3 は大学の教育システムだけでなく、初等中等教育のシステムでも採用され、文部科学省がリードする Computer Based Testing システムの MEXCBT や学習 e ポータル等全国的なプロジェクトにて採用されることとなった。成果としては間接的ではあるが、本研究が実施されていなければ日本における LTI は異なる展開になっていたかもしれない。

最後は実装したシステムの公開である。(1)、(2)のような EdTech の研究は要素技術の検証に留まることが多く、実際の授業で利用できるレベルの実装に至ることは稀である。本研究では Word2Vec および LTI 1.3 を実装したシステムを図 5 で示した構成で開発し、GitHub に公開した。このシステムは REST アーキテクチャで開発されており、それ自体が最新のシステム事例として参考になる。また、REST API の仕様に準拠すれば、特定のコンポーネントを入れ替えて LTI 1.3 対応の学習支援ツールとすることができる。本システム構築時に生成 AI の公開が大きなニュースとなったが、Similarity 計算サービスを生成 AI によるサービスに差し替えることで、それまでの自然言語モデルでは計算できなかったキーワードでも Similarity を計算できるようになり、課題を解決することができた。このようなユースケースの一環として、EdTech ベンダーのプロトタイピングや大学におけるシステム構築演習等で、GitHub にて公開されたソースコードを利用できるようになることも、この研究成果だと考えている。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計7件（うち査読付論文 2件／うち国際共著 0件／うちオープンアクセス 7件）

| | |
|---|---------------------|
| 1. 著者名 常盤祐司 | 4. 巻 2022-CLE-36 |
| 2. 論文標題 Word2Vec による意図的なグループ形成に関する一考察 | 5. 発行年 2022年 |
| 3. 雑誌名 研究報告教育学習支援情報システム (CLE) | 6. 最初と最後の頁 1 - 6 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし | 査読の有無 無 |
| オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である) | 国際共著 - |
| 1. 著者名 常盤祐司 | 4. 巻 2021-CLE-33 |
| 2. 論文標題 意図的にグループを形成する授業支援システムのLTI 1.3化 | 5. 発行年 2021年 |
| 3. 雑誌名 研究報告教育学習支援情報システム (CLE) | 6. 最初と最後の頁 1-6 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし | 査読の有無 無 |
| オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である) | 国際共著 - |
| 1. 著者名 常盤祐司 | 4. 巻 7 |
| 2. 論文標題 大学教育におけるDXの実現に向けて | 5. 発行年 2021年 |
| 3. 雑誌名 情報処理学会論文誌教育とコンピュータ (TCE) | 6. 最初と最後の頁 1-13 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし | 査読の有無 有 |
| オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である) | 国際共著 - |
| 1. 著者名 畠山久、常盤祐司、戸田智基、梶田 将司 | 4. 巻 2020-CLE-32 |
| 2. 論文標題 Open Apero 2020 Online参加報告 | 5. 発行年 2020年 |
| 3. 雑誌名 研究報告教育学習支援情報システム (CLE) | 6. 最初と最後の頁 1-5 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし | 査読の有無 無 |
| オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である) | 国際共著 - |

| | |
|--|-----------------------|
| 1. 著者名 常盤 祐司 | 4. 巻 33 |
| 2. 論文標題 最新のIMS標準を実装するCanvasによる授業改善の可能性 - 法政大学における事例研究 - | 5. 発行年 2018年 |
| 3. 雑誌名 法政大学情報メディア教育研究センター研究報告 | 6. 最初と最後の頁 30 - 37 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし | 査読の有無 無 |
| オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である) | 国際共著 - |

| | |
|--|---------------------|
| 1. 著者名 常盤 祐司 | 4. 巻 2019-CLE-27 |
| 2. 論文標題 意図的にグループを形成する大規模授業支援システムの概念実証 | 5. 発行年 2019年 |
| 3. 雑誌名 情報処理学会 研究報告教育学習支援情報システム (CLE) | 6. 最初と最後の頁 1 - 5 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし | 査読の有無 無 |
| オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である) | 国際共著 - |

| | |
|--|-----------------|
| 1. 著者名 常盤 祐司 | 4. 巻 38 |
| 2. 論文標題 意図的にグループを形成する授業支援システムの開発 | 5. 発行年 2023年 |
| 3. 雑誌名 法政大学情報メディア教育研究センター研究報告 | 6. 最初と最後の頁 - |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし | 査読の有無 有 |
| オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である) | 国際共著 - |

〔学会発表〕 計7件 (うち招待講演 0件 / うち国際学会 1件)

| |
|---|
| 1. 発表者名 常盤祐司 |
| 2. 発表標題 Word2Vecによる意図的なグループ形成に関する一考察 |
| 3. 学会等名 情報処理学会 |
| 4. 発表年 2022年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 常盤祐司 |
| 2. 発表標題 意図的にグループを形成する授業支援システムのLT11.3化 |
| 3. 学会等名 情報処理学会CLE研究会 第33回研究会 |
| 4. 発表年 2021年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 畠山久、常盤祐司、戸田智基、梶田将司 |
| 2. 発表標題 Open Apereo 2020 Online 参加報告 |
| 3. 学会等名 情報処理学会CLE研究会 第32回研究会 |
| 4. 発表年 2020年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 常盤祐司 |
| 2. 発表標題 意図的にグループを形成する授業支援システムの授業への適用と評価 |
| 3. 学会等名 情報処理学会 教育学習支援情報システム (CLE) 研究会 |
| 4. 発表年 2020年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 Yuji Tokiwa |
| 2. 発表標題 Group Learning Environment Prototyping |
| 3. 学会等名 Open Apereo 2019 Conference (国際学会) |
| 4. 発表年 2019年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 畠山 久、常盤 祐司、梶田 将司 |
| 2. 発表標題 Open Apereo 2019 Conference参加報告 |
| 3. 学会等名 情報処理学会 教育学習支援情報システム (CLE) 研究会 |
| 4. 発表年 2019年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 常盤 祐司 |
| 2. 発表標題 意図的にグループを形成する大規模授業支援システム |
| 3. 学会等名 情報処理学会 教育学習支援情報システム (CLE) 研究会 |
| 4. 発表年 2019年 |

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

| |
|--|
| 開発したソフトウェアのGitHubでの公開 Tool for Group Learning Environment (TGLE) https://github.com/tokiwa/tgle |
|--|

| | | |
|---------------------------|-----------------------|----|
| 6. 研究組織 | | |
| 氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号) | 所属研究機関・部局・職 (機関番号) | 備考 |

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8 . 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

| 共同研究相手国 | 相手方研究機関 |
|---------|---------|
|---------|---------|