

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

常盤祐司^{†1}

概要: 2018 年度から 100 人を超える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システムを開発している。初年度にはグループ形成からグループ学習の評価までの一連のシステムを構築した。そして 2019 年度には、このシステムを 2 つの授業に適用し、グループディスカッションの可視化と変動制および固定制グループにおける学生の発話量に関する実証実験を行った。Research Questions として、ディスカッション評価システムの評価、グループ学習構成が学生の発話量に及ぼす影響、大規模授業におけるグループ学習の適用を設定し、実証実験では、計 6 回のグループ学習をディスカッション評価システムにて記録、分析した。グループ学習における学生個人の定量的評価が可能となったことにより、グループ学習におけるメンバの意図的な入れ替えの影響や教員から学生への指示の相違による効果を観察できた。本報告では、これらの実証実験の概要と結果を示すとともに、大規模授業におけるグループ学習の方法について提案する。

キーワード: 大規模授業、グループ学習、Learning Analytics、可視化、授業支援システム

1. はじめに

100 人を超える大規模授業では教員から学生への一方向授業になることが多く、本学における大規模授業の GPA 平均は 25 名以下の小規模授業に比べ 0.5 ポイント以上も低い。それを改善することを目的として、大規模教室において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システムを開発している。そのシステムの概念実証結果は、2019 年 3 月に「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」[1]にて報告した。その中で、システムの中核となるグループ形成のためのツールの実現可能性を示し、さらに LMS との LTI 連携について述べた。その後、グループ学習を評価するために並行して検討していた Hylable 社が提供する Hylable Discussion (以下、Hylable) [2]についても仕様レベルで機能を確認でき、グループ形成～記録～分析～評価といった一連の授業支援基盤のプロトタイプを 2018 年度に構築した。

2019 年度となり、そのプロトタイプを大規模授業に適用する前に、著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、

学習効果などを検証することにした。

春学期と秋学期に開催されたそれぞれの授業に適用し、計 6 回のグループ学習が実施できた。図 1 は、中央に設置した Hylable の卵型マイクにより、グループディスカッションを記録している様子である。本稿では、大規模授業におけるグループ学習の可能性を明らかにするために、次の Research Questions (以下、RQ) を設定した。

RQ1: ディスカッション評価システムの評価

RQ2: グループ学習構成が学生の発話量に及ぼす影響

RQ3: 大規模授業へのグループ学習の適用

2. システム概要

2018 年度に開発した「意図的にグループを形成する授業支援システム」の授業でのユースケースを図 2 に示す。

教員がグループ学習を行うための準備として、グループ学習を予定している授業回の前週に、あらかじめ学生にキーワードを投稿させる。そのキーワードを用いて図 2 に示



図 1 グループ学習の Hylable による記録

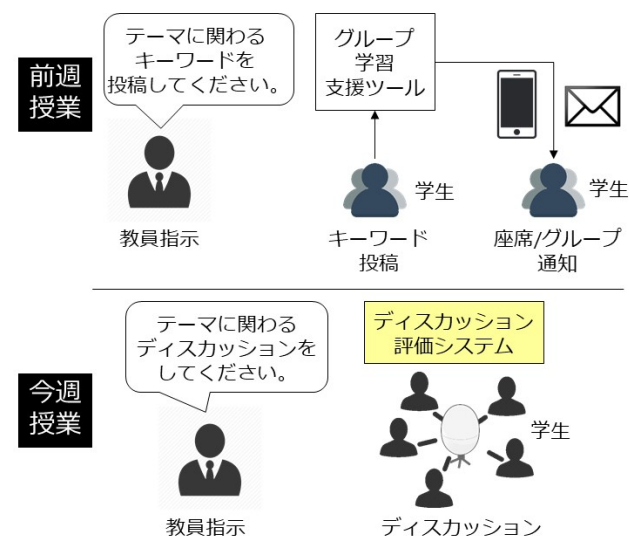


図 2 開発した授業支援システムのユースケース

^{†1} 法政大学 情報メディア教育研究センター
Research Center for Computing and Multimedia Studies, Hosei University

されているグループ学習支援ツールを用いてグループを形成し、座席位置とグループを授業前日までに学生に通知する。そして、授業当日、学生は通知された場所に着席し、教員の指示に基づき最寄りに着席している他の学生とグループを形成しディスカッションを行う。そこで利用されるディスカッション評価システムの実体が、新たに採用された Hylable である。

Hylable は所属する研究センターにて共同研究を進めていたベンダからの紹介で情報を得た。そこで、Hylable 社と技術的な打ち合わせを行い、グループ学習を定量的に評価するための様々な機能が実装されていることを確認できたため採用に至った。Hylable は図 1 に示すような卵型をした 360 度アレー型マイクとクラウドに構築した SaaS 型分析システムから構成される。マイクには SIM が装備されており、インターネットを介してクラウドに接続される。学生の位置はマイク正面からみた極座標の角度で分析システムにて設定する。マイクは分析システムから遠隔で制御され、教員が録音の Start/End を管理する。録音が終了するとマイクからクラウドにデータがアップロードされ、即座に分析が開始される。発話量の時間変化、総発話量、メンバー間の発話の方向、重複した発話量、ディスカッションの盛り上げ量などが分析結果として得られる。Hylable は音声を取録できるが、現時点では音声認識機能は有しておらず、文脈を分析することはできない。

本稿では、学生の発話に注目し、次の分析結果を利用した。

- 発話量の時間変化
- 総発話量

Hylable による分析結果の事例として、発話量の時間変化を図 3 に示す。横軸は録音開始時からの経過時間、縦軸はグループ全員の発話量である。メンバー個々の発話量は 20 秒間話していた場合に 1 とカウントされる。図 3 において、1 分 40 秒の時点では前後 10 秒間の間に、学生 A が $20 \text{ 秒} \times 0.3 = 6 \text{ 秒}$ 、学生 C が $20 \text{ 秒} \times 0.5 = 10 \text{ 秒}$ 発話し、学生 B は

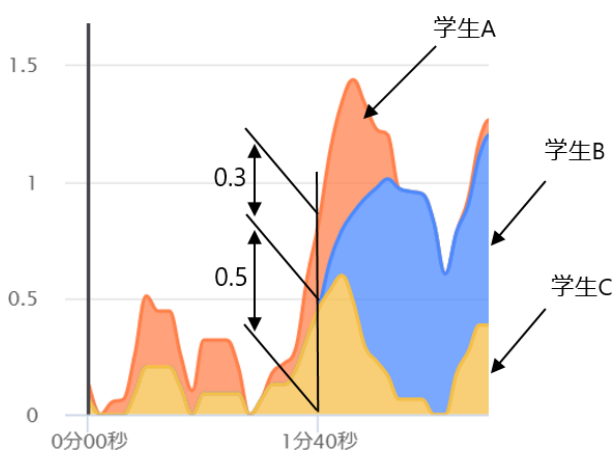


図 3 Hylable における発話時間の評価方法

発話していないと評価される。極端な事例として、もし 3 名で構成されるグループにてすべての学生が 20 秒間話続けると、個々の学生の評価がそれぞれ 1 となり、縦軸はそれらを合算した 3 となる。

3. グループ形成方針

通常 13~15 回実施される授業においては、複数回のグループ学習を取り入れることができ、対象とした 2 つの授業でもそれぞれ 3 回ずつグループディスカッションを取り入れた。複数回の場合、2 回目以降のグループ構成を変更することができる。例えば、ジグソー法のようなグループ学習は、当初からグループ学習は複数回で、かつグループ構成は変更されることが前提となっている。そこで、本稿ではグループ形成に関し、次のケースを評価する方針とした。

- 固定制グループ構成

PBL などで採用されているように、2 回目以降もグループメンバーは 1 回目と同一とする。

- 変動制グループ構成

ジグソー法などで採用されているように、2 回目以降のグループメンバーは必ずしも 1 回目と同一としない。

2019 年度は春学期および秋学期にそれぞれ授業を担当したので、春学期の授業を変動制グループ構成、秋学期の授業を固定制グループ構成とすることにした。

4. 変動制グループによるグループ学習

4.1 授業概要

- 開催時期：2019 年度春学期
- 科目：ネットワークアプリケーション設計論
- 授業回：100 分 x 14 回
- 対象：法政大学理工学部応用情報工学科 3 年
- 学生数：5 人

はじめにそれぞれの学生が設計を希望する Web アプリケーションを企画する。そして、それ以降の授業で要素毎に設計し、最終的に学生が希望した Web アプリケーションの要件定義書が完成するといった授業である。基本的には知識伝達型の授業であるが、2018 年度には次の①および②のグループ学習を取り入れており、今回新たに③を追加した。

- ① 設計する Web アプリケーションの相互評価
- ② IT ベンダが提供するサーバ構成ツールを使った実習
- ③ 最終回の授業における省察相互評価

4.2 グループ分け

初回のグループ分けは 2018 年度に開発したグループ学習支援ツールを用いた。学生に 3 つのキーワードを投稿さ

せ、教育に関連するテーマと仕事に関連するテーマで学生を分け、2名構成と3名構成の2グループとした。

2回目以降のグループ分けは総発話量に注目し、2回目は発話量の多かった学生をひとつのグループにまとめた。また、3回目のグループ分けは発話量の少なかった学生をひとつのグループにまとめた。

4.3 結果

(1) 総発話時間

Hylable で分析された 5名の学生 S1～S5 の発話時間を表 1 に示す。SG1 および SG2 はそれぞれの回で形成したグループ ID を表している。また表 1 における発話時間のセルの背景色は、その学生の発話時間がそのグループで最も長い場合は赤、最も短い場合は青、中間は黄とした。

初回の 5 月 15 日において SG1 では学生 S5 が、SG2 では学生 S1 の発話時間が最長となった。2 回目のグループ学習では、1 回目のグループ学習において発話時間が長かった学生 S1 と S5 をグループ SG1 として形成した。結果として学生 S1 が学生 S5 に比べ 2 分長い発話を行った。3 回目はそれまでの回で発話時間が短かった学生 S2 と S4 のグループを SG2 として形成した。結果として、2 回目のグループ学習ではわずか 1 分の発話に留まった学生 S2 の発話時間が増加した。

それぞれの学生に注目した場合、学生 S1 は、どのグループでも発話時間は最長であった。一方、6 月 12 日において、学生 S1 と同じグループであった学生 S5 は、他の回において最も長い発話時間となった。また、5 月 15 日において、学生 S1 と同じグループであった学生 S3 においても 6 月 12 日の回ではグループ SG2 で長い発話時間を記録した。

(2) 発話量の時間変化

5 月 15 日のグループディスカッションにおける SG2 の発話量の時間変化を図 4 に示す。最初に学生 S1 が 8 分程度のプレゼンを行い、経過時間が 10 分になった時点で、学生 S3 がプレゼンを行っている。また、経過時間が 18 分になった時点で、ディスカッションが始まり、以後短い間隔で交互に発話していることがわかる。当日のグループディ

表 1 春学期グループ学習における発話時間

学生	5 月 15 日*		6 月 12 日		7 月 17 日*	
	SG1	SG2	SG1	SG2	SG1	SG2
S1		10 分	12 分		欠席	
S2	7 分			1 分		6 分
S3		8 分		9 分	7 分	
S4	10 分			6 分		8 分
S5	13 分		10 分		10 分	

備考：月日の右肩に*を付した回は、教員が事前に個々の学生の発表時間を指定した。

スカッションの進め方は、ディスカッション開始前に教員が「メンバ各自の持ち時間は発表 10 分、Q&A 3 分、計 13 分とする。また、時間管理はグループに任せる。」と指示しており、それをほぼ順守していたことがわかる。

一方、6 月 12 日における SG2 の発話量の時間変化は図 5 に示すように、一人の学生が長い時間話し続けることはなく、交互に発話していた。この回は、グループでサーバを構成する実習であり、時間の使い方については指示をしなかった。学生 S2 においてはほとんど発話しておらず。表 1 で示したように発話時間は 1 分に留まっていた。

5. 固定制グループによるグループ学習

5.1 授業概要

- 開催時期：2019 年度秋学期
- 科目：コンピュータサイエンス論
- 授業回：100 分 x 14 回
- 対象：法政大学デザイン工学科工学科 1 年
- 学生数：8 人

IT 関連の主要な技術や最新動向を座学で学習する授業であるが、並行して Rest/JSON による Web API を取り入れた分散システムをグループで開発する。例えば 3 名のグループでは、1 名がフロントエンドサーバを開発し、他の 2 名がそれぞれ機能の異なる Web API を提供するバックエンドサーバを開発する。フロントエンドサーバとバックエンドサーバは Web API で接続される。

本授業では 5 回目からグループで開発計画を練り始め、6 回目からは個人が単体サーバの開発を開始した。さらに 11 回目からはそれぞれのメンバーが開発した単体サーバ

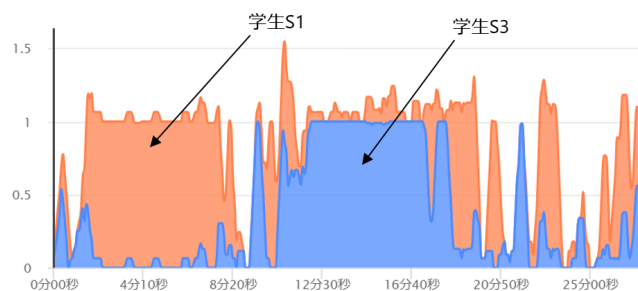


図 4 発話量の時間変化(5/15、SG2)

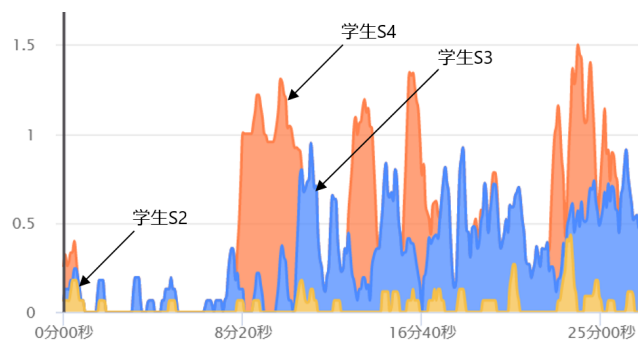


図 5 発話量の時間変化(6/12、SG2)

を結合し、システムを完成させるスケジュールとした。

過年度の経験から、大学院生は授業以外の時間に来ることが難しいため、グループ学習は授業内で行うこととし、次の3回のグループ学習を設定した。

- ① システム企画のためのセッション
- ② 単体サーバ開発半ばの中間報告セッション
- ③ 最終回の授業における省察相互評価

5.2 グループ分け

秋学期の授業ではグループでシステムを開発するため、初回のグループ構成を2回目以降も継続とし、固定制グループとした。春学期の授業で採用した変動制グループと比較させることも理由のひとつである。

システム企画セッションの前週の4回目の授業にて、それぞれの学生から次の項目をヒアリングした。そして、開発環境が似通っており、かつプログラミングスキルレベルが高いリーダー的な学生を各グループに配置することにより、グループ分けを行った。

- 普段携帯している PC (Windows or MacOS)
- 経験のあるプログラミング言語やフレームワーク
- プログラミングスキルレベル

5.3 結果

(1) 総発話時間

Hylable で分析されたそれぞれの学生の発話時間を表 2 に示す。セルの背景色は表 1 と同等の基準で色分けした。ただし、発話時間はグラフから目分量で読み取っており ±20 秒程度の誤差となるため、差が 1 分である場合には同等、すなわち黄とした。

グループ AG1 の学生 A1 は 12 月 2 日のセッションでわずか 1 分しか発話をしていなかった。また、グループ AG2 における学生 A3 およびグループ AG3 における学生 A6 は 1 回目、2 回目のグループ学習において発言量が少ない。一

表 2 秋学期グループ学習における発話時間

Group	学生	10 月 21 日	12 月 2 日*	1 月 20 日*
AG1	A1	14 分	1 分	8 分
	A2	13 分	18 分	9 分
AG2	A3	6 分	3 分	4 分
	A4	11 分	10 分	6 分
	A5	18 分	12 分	5 分
AG3	A6	5 分	4 分	4 分
	A7	24 分	9 分	8 分
	A8	13 分	7 分	5 分

備考：月日の右肩に*を付した回は、教員が事前に個々の学生の発表時間を指定した。

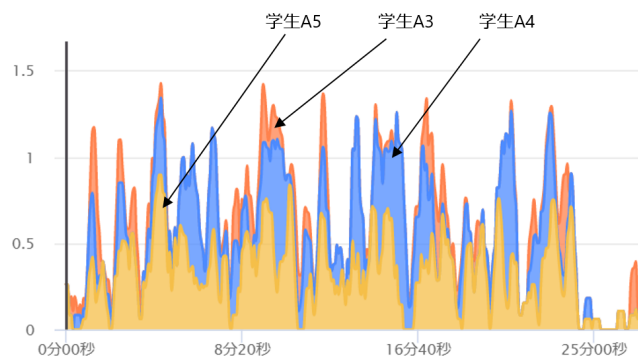


図 6 発話量の時間変化 (10/21、AG2)

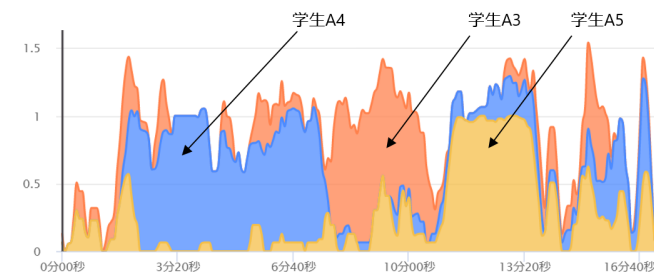


図 7 発話量の時間変化 (1/20、AG2)

方、AG3 の学生 A7 においてはすべての回で発言が多かったことがわかる。

しかしながら、省察を行った3回目、1月20日のグループディスカッションでは、すべてのグループでそれぞれの学生がほぼ均等に発言していた。

(2) 発話量の時間変化

初回 10 月 21 日のグループディスカッションにおけるグループ AG2 の発話量の時間変化を図 6 に示す。内容は開発するシステムを確定するためのセッションである。同様の企画セッションを行った春学期では図 4 に示したように、学生はまとまった時間で発話していたが、秋学期では図 6 に示すように短時間の間に学生が交互に発言を繰り返していた。春学期は個人課題であったため学生には決められた時間で説明するよう指示をしたが、秋学期はグループに対する課題であったため、学生個人の説明時間は指示しなかった。

一方、図 7 は 1 月 20 日の最終回の AG2 のグループディスカッションの発話量の時間変化を示している。ここでは教員が指示したとおり、学生 A4、学生 A3、学生 A5 の順に授業の省察をするためのプレゼンを 3 分から 5 分行っていたことがわかる。

6. 考察

RQ1: ディスカッション評価システムの評価

4 章および 5 章で示した実験結果から、グループディスカッションにおいて個々の学生の発話量を定量的に評価するシステムとして、Hylable は実用に供することができると評価できる。

こうしたグループ学習については、これまで多くの先行研

究が行われている[3]。それらのなかで、グループディスカッションにおける個々の学生の発話を可視化した研究については、先行研究を見出すことはできなかった。

グループ学習のような協調的な学習は、一般的に協同学習と協調学習に分類され[4]、いずれの場合でも学生個人とグループの活動を評価する必要がある。Hylable では、学生個人はもとより、グループ全体としての評価を可視化することができ、協調的な学習の分析に新たな可能性を提供できるものと評価する。

次に使い勝手の視点からの評価である。Hylable のようなネットワーク対応の機器は一般的に環境設定や設置などの準備作業が煩雑で、TA などの授業補助者を必要とすることがある。計 6 回行った授業における準備作業については、学生着座位置の入力にやや手間はかかるものの準備作業は 1 グループあたり 1、2 分であった。また、インターネット接続の SIM は Hylable 社で設定作業が完了しているので IP アドレスなどの設定も不要である。そのため、20~30 名の教室で 10 グループ程度までの測定であれば実用に供することができると考えられる。しかしながら、100 名を超す大規模教室での利用は、コスト的なことも相まって事実上難しい。

最後に Learning Analytics の視点からは、Hylable は秒単位の学習活動を記録できるという点で、Learning Analytics のためのツールの一つとして位置づけられる。IMS GLC が策定する技術標準である Caliper[5]により、すでに多くの LMS や動画配信アプリケーションが Caliper 準拠の標準的な学習ログを生成できるが、グループ活動における標準的な学習ログを生成する新たな領域への展開が期待される。

RQ2: グループ学習構成が学生の発話量に及ぼす影響

グループ活動については学生個人の活動が記録できたため多くの情報が得られた。ここでは、固定制と変動制のグループに関する考察と教員の指示の影響について考察する。なお、ここで提案するグループ学習方法については、教員の教育哲学と相容れないことも予想されるので、ここでは発話量に及ぼす影響という範囲での考察に留める。

(1) グループの固定制と変動制

毎回構成が変動するグループ学習を行った春学期の授業において、発話量の少ない学生同士が同じグループになった 7 月 17 日のグループ SG2 では、それまで発話量が少ない傾向があった学生 S2 に発話量の改善が認められた。一方、発話量が多い傾向にある学生同士がグループを形成した 5 月 15 日の SG2 および 6 月 12 日の SG1 では、他のグループでは発話量が多い学生 S3 および S5 の発話量が減り、聞き手に回っていることが認められた。

グループ固定でグループ学習を行った秋学期の授業では、グループ AG3 の学生 A7 のように常に発話時間が長く、そのため同じグループの学生 A6 のように常に発話時間が

短くなってしまうことが生じていた。

以上により、発話時間を学生に均等に与えることを目的とする授業においては、変動制のグループ形成が望ましいと考えられる。

(2) グループ活動に対する教員の指示

固定制のグループで発話量の偏りを減らすためのもうひとつの方策として、教員主導型の協同学習的なグループ運営が考えられる。それを確認するために、表 1 および表 2 の「月日」のタイトル欄において、教員が個々の学生の発表時間を指示した回には右上に＊を付した。それらによると 5 月 15 日、7 月 17 日、1 月 20 日の回においては、発話時間の極端な偏りはなく、ある程度の時間すべての学生が発話していることがわかる。

しかしながら、12 月 2 日に関しては、教員が指示をしたにもかかわらずグループ AG1 の学生 A1 は、わずか 1 分の発話量に留まっていた。また、12 月 2 日には、他の AG2、AG3 といったグループにおいても偏りが認められる。この回は、開発の中間報告といったグループセッションを行ったが、学生によって開発が思うように進捗せず、報告すべき内容がなかったことが原因だと考えられる。

実際、すべての開発を終了し、学生が様々な経験や知見を積んだ 1 月 20 日には、それぞれの学生が 4 分以上の発話をしている。そのため、12 月 2 日のグループ学習は時期尚早であり、報告すべき内容がそう時期まで延期することが望ましかったと考えられる。したがって、教員主導型で教員が指示をする場合でも、学生の進捗状況を的確に見計らったうえで、グループ学習を実施することが望まれる。一方、教員が細かい指示をしない学生主導型の協調学習的なグループ運営は、6 月 12 日、10 月 21 日が該当する。それらの分析結果から、学生の発話量が偏る傾向を見て取れるため、こうした点については教員が指示をすべきだと考える。

RQ3: 大規模授業へのグループ学習の適用

100 名を超す大規模教室における Hylable の使用が難しいことは前述したが、少人数の授業を対象として Hylable を用いて研究を行い、その成果を大規模授業に適用するといった対応は可能だと思われる。

すべての学生に一定の発話量を確保するために、変動制グループ形成および教員による学生への的確なグループ活動指示といった授業運営方法を提案したが、これは大規模教室でも可能なことだと考えられる。

また、大規模教室において毎回のようにグループ編成を変動させることは手作業では困難であるが、2018 年度に開発したグループ学習支援ツールによる座席およびグループの事前通知機能を利用すれば、実現は可能だと思われる。

7. おわりに

グループ学習を評価するシステムとして Hylable を利用し、6 回のグループ学習の状況を可視化した。また、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ーとな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が明らかになった。また、固定制および変動制グループにかかわらず、学生個人がまとまった時間発言できるようにグループ活動方法を教員が的確に指示すれば、発話量の偏りを改善できることを明らかにした。

これにより「1. はじめに」で掲げた RQ1: ディスカッション評価システムの評価は「実用に供することができる」とし、RQ2: グループ学習構成が学生の発話量に及ぼす影響については「影響がある」とした。ただし、ジグゾー法のような意図的なグループ構成の評価などを含め、さらなる検証が残されている。また、RQ3: 大規模授業へのグループ学習の適用については「可能」と評価した。

本研究で開発したシステムは将来的にオープンソースとして公開を予定しているため、他大学での利用を通じ大学における教育の質向上に貢献できれば幸いである。

謝辞 本研究は JSPS 科研費 18K11581 の助成を受けたものです。

参考文献

- [1] 常盤祐司. 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. 情報処理学会研究報告, 2019, Vol.2019-CLE-27 No.13, p. 1-5.
- [2] “Hylable Discussion”. <https://www.hylable.com/products/>, (参照 2020-2-12)
- [3] 三宅なほみ. 協調的な学習と AI. 人工知能学会誌, 2008, 23-2, p.174-183.
- [4] 溝上慎一. アクティブラーニングと教授学習パラダイムの転換. 東信堂, 2014, p88-101.
- [5] “Caliper Analytics”. <https://www.imsglobal.org/activity/caliperhttps://www.hylable.com/products/>, (参照 2020-2-12)