

電子情報通信学会「著作権規程」の基本方針より

電子的利用については、著作者本人ならびに所属機関が著作者の著作物の全文を著作者の研究室や所属機関のホームページもしくはプレプリントサーバに掲載する場合、一定条件の下で出版社版 PDF もしくは早期公開版 PDF の掲載を許諾します。

※掲載条件等、詳細については「利用申請基準」を御覧ください。

本会出版物に掲載された論文等の著作物の利用申請基準より

条件 A : 権利表示 (例 copyrightc2013 IEICE)

条件 B : 出版社版 PDF(紙版をスキャンで作成したもの含) の掲載。著者最終版は不可。

条件 C : 出所の明示 (例 著作者名、書名 (題号)、雑誌名、巻、号、頁、発行年など)

条件 D : 著作者の了解

条件 E : IEICE Transactions Online トップページへのリンク

上記、公開基準に従い出版社版 PDF を公開いたします。

なお、IEICE Transactions Online トップページは下記になります。

<https://search.ieice.org/>

グループ分け反転授業の2年間の実授業への適用と評価

梅澤 克之[†] 石田 崇^{††} 中澤 真^{†††} 平澤 茂一^{††††}

[†] 湘南工科大学 〒251-8511 神奈川県藤沢市辻堂西海岸 1-1-25

^{††} 高崎経済大学 〒370-0801 群馬県高崎市上並榎町 1300

^{†††} 会津大学短期大学部 〒965-0003 福島県会津若松市一箕町大字八幡門田 1-1

^{††††} 早稲田大学 〒169-8555 東京都新宿区大久保 3-4-1

E-mail: †umezawa@info.shonan-it.ac.jp, ††ishida@tcue.ac.jp, †††nakazawa@jc.u-aizu.ac.jp,
††††hira@waseda.jp

あらまし 近年、授業と宿題の役割を「反転」させ、授業時間に先立って知識習得（自習）を済ませ、教室では知識確認や問題解決学習を行う授業形態をとる反転授業が注目されている。我々は、学生が自宅で e-learning により自習を行うときに学習ログを取得し、学習時間と理解度の関係から学生を複数のグループに分類した上で教場での授業を行うグループ分け反転授業を提案し、提案方式と反転授業ではない従来の講義形式、および反転授業ではあるがグループ分けを行わない授業との比較評価を行ってきた。本論文では、いままで提案してきたグループ分け反転授業を 2017 年度と 2018 年度のそれぞれ 16 週間の実授業へ適用し、有効性を評価する。

キーワード 反転授業, e ラーニング, ブレンデッドラーニング, 効果的授業

Application and evaluation of grouped flipped classroom to two-year actual class

Katsuyuki UMEZAWA[†], Takashi ISHIDA^{††},

Makoto NAKAZAWA^{†††}, and Shigeichi HIRASAWA^{††††}

[†] Shonan Institute of Technology Tsujido-Nishikaigan 1-1-25, Fujisawa, Kanagawa, 251-8511, Japan

^{††} Takasaki City University of Economics 1300 Kaminamie, Takasaki, Gunma, 370-0801, Japan

^{†††} Junior College of Aizu Monden 1-1, Yahata, Ikki-Machi, Aizuwakamatsu, Fukushima 965-0003, Japan

^{††††} Waseda University Okubo 3-4-1, Shinjuku, Tokyo 169-8555, Japan

E-mail: †umezawa@info.shonan-it.ac.jp, ††ishida@tcue.ac.jp, †††nakazawa@jc.u-aizu.ac.jp,
††††hira@waseda.jp

Abstract Flipped classrooms have recently begun to attract attention. We have proposed a “grouped flipped classroom” in which students are classified into multiple groups based on the relationship between learning time and comprehension level at self-study. We applied this method to the actual lesson for 2017 and 2018, and evaluate the effectiveness of our proposed method.

Key words Flipped-Classroom, e-Learning, Brended-Learning, Effective Classroom

1. ま え が き

これまでの授業は知識を習得するために学校で講義を行い、その後、理解を深めるために家でレポートや演習を行っていた。それに対して反転授業が注目され始めた。反転授業とは、授業と宿題の役割を「反転」させ、授業時間に先立ってデジタル教材等により知識習得（以降、自習と呼ぶ）を済ませ、教室では知識確認や問題解決学習（以降、対面授業と呼ぶ）を行う形態

のことを指す [1].

我々は、反転授業の新たな方法を提案してきた。具体的には、反転授業の自習時の e-ラーニングの学習ログを取得し、自習時の理解度が高い学生のグループ、自習に時間をかけなかったために理解度が低い学生のグループ、自習に時間をかけたが理解度が低い学生のグループに分けて教場での対面授業を行う「グループ分け反転授業」を提案してきた。これにより学生の自習時における理解度別に対面授業を進めることができ、学生の理

理解度の向上を図ることができることを示した [2] [3] [4]。また、別の授業に提案方式を適用し [5]、グルー分けを行う提案方式の反転授業とグルー分けを行わない従来手法としての反転授業の比較を行い提案方式の優位性を示した [6]。さらにアンケートによる評価および統計的手法による評価を行った [7] [8] [9]。特に理解度の低い学生や事前に予習をしてこない学生に対して底上げの効果を期待できることが示した [6]。さらに、底上げの効果だけでなく理解度の高い学生に対しても飽きさせることなく高度な授業を行えたことも示した [7] [8] [9]。また半期 (16 週間) を通した実授業へ適用するために自動グループ化のためのツールを開発した [10]。これによりグループ化の手間が大幅に軽減され 16 週間の実授業への適用が可能になった。

上述のグループ分け反転授業の方式を 2017 年度後期における 16 週間の実授業に適用し [11]、実授業においても理解度の低い学生や事前に予習をしてこない学生に対して底上げの効果を期待できることやグルー分けを行う提案方式の反転授業とグルー分けを行わない従来手法としての反転授業の比較を行い提案方式の優位性を示した [12] [13]。また、実授業で得られたアンケート結果の分析評価を行った [14] [15] [16]。

本論文では、2017 年度に引き続き 2018 年度の 16 週間の実授業にグループ分け反転授業を適用したので、その結果と有効性を 2017 年度の結果とともに示す。

2 章では、実授業の方法および我々の提案方式であるグループ分け反転授業について述べる。3 章で全体的な点数の推移、グループごとの比較、グループ分け授業の評価について述べる。4 章でまとめと今後の課題を示す。

2. 実授業への適用

2.1 授業の全体説明

湘南工科大学において 2017 年度後期および 2018 年度後期に開催した「基礎プログラミング実習」の授業にグループ分け反転授業を適用した。本授業は、2 名の教員で実施し、16 週間を 8 週間ずつに分割し、1 人の教員が 8 週間分を 2 回担当する形で授業を行った。1 回の授業は 90 分の授業を 2 コマ分 (合計 180 分間) の授業である。授業内容は Java プログラミング言語の基礎的な内容であり、繰り返し学習の有効性も考慮して、2 名の教員間で授業内容の重複も許容した。

今回の報告では、上述の 2 名の教員のうちの 1 名が本提案方式のグループ化反転授業を行った結果である。実際には、2017 年度の前半の 8 週間で約半数の 98 名 (内 1 年生 82 名, 2 年生以上 16 名) (学生群 1 と呼ぶ) に対してグループ分け反転授業を実施し、後半の 8 週間で残りの約半数の 85 名 (全て 1 年生) (学生群 2 と呼ぶ) に対して同じ内容のグループ分け反転授業を実施した。また、2018 年度前半は 90 名 (内 1 年生 87 名, 2 年生以上 3 名)、後半は 99 名 (内 1 年生 93 名, 2 年生以上 6 名) であった。なお、教員 b は同様に前半の 8 週間で学生群 2 に対して通常の授業を実施し、次に 8 週間で学生群 1 に対して同じ内容の授業を実施した。

表 1 に示したように、学生群 2 の学生は教員 a による反転授業を受ける前に、教員 b によって 8 週間の Java プログラミン

表 1 授業の全体説明

前半 8 週間	教員 a	学生群 1 に反転授業を実施
	教員 b	学生群 2 に通常授業を実施
前半 8 週間	教員 a	学生群 2 に反転授業を実施
	教員 b	学生群 1 に通常授業を実施

グ言語に関する通常授業をすでに受けているので、基礎的な理解力が上がっている可能性があることに注意する必要がある。

2.2 反転授業の全体説明

教員 a によって、まず学生群 1 に対して 8 週間の反転授業を実施し、その後の 8 週間で学生群 2 に対して反転授業を実施実施した^(注1)。8 週間分の授業の内容は表 2 に示す通りである。また、表 2 に示した各内容を図 1 に示すように 8 週間の反転授業として実施した。

表 2 教員 a の授業内容の全体説明

	内容
1 週目	Java 言語 (入出力)
2 週目	Java 言語 (変数・演算)
3 週目	Java 言語 (分岐)
4 週目	Java 言語 (繰り返し)
5 週目	Java 言語 (配列)
6 週目	Java 言語 (メソッド)
7 週目	Java 言語 (クラス I)
8 週目	Java 言語 (クラス II)

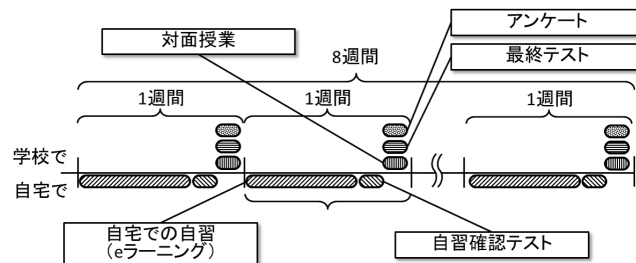


図 1 反転授業アプローチの全体構成

2.3 1 週間分の反転授業の説明

1 週間分の反転授業は Moodle システムに集約し、各週ごとに下記のコンテンツを用意した。

- [自習時] 自習用教材
- [自習時] 自習理解度確認テスト
- [講義時] 自習理解度確認テスト (再)
- [講義時] 講義資料
- [講義時] 最終テスト
- [講義時] 授業後のアンケート

2.3.1 自習用教材

自習時にどれだけの時間をかけて自習を行ったかの学習ログを取得するために自習教材は閲覧履歴システム [17] を活用した。閲覧履歴システムは Moodle と連携することでユーザ認証を実現した。

(注1): 教員 b の授業は今回の報告の対象外である。

2.3.2 自習理解度確認テスト

自習期間の後半には、同じ Moodle 上で自習確認テストを実施した。自習確認テストは Moodle 上の小テストの機能を使って実施した。10 点満点の Java プログラムの穴埋め問題として実施した。

2.3.3 グループ分け

自習確認テストは、授業が行われる前日の 23:55 を締め切りとした。この締め切りの時間から翌日の授業が始まる時間までの間に自習時間と自習確認テストによる理解度の関係から学生を 3 つのグループに分ける作業を行う必要がある。この作業を効率化するためにグループ化ツールを開発した。このツールは、入力として Moodle システムからダウンロードできる自習確認テストの結果と、自習時の閲覧履歴システムが保存するログデータを入力として、自動的に学生を 3 つのグループに分割して表示するツールである。

2.3.4 対面授業

1 週間の自習の後の大学の教室における対面授業の際には、前節で示したグループ分けツールの学籍番号表示機能を使って学生のグループ分けを行った上で授業を実施した。

具体的には、下記の通りグループごとに対面授業の方法を異なるものになっている^(注2)。

グループ A: 自習の結果、この週の内容は理解できているので Moodle システム上に用意した演習問題を自分のペースで解き進める。事前に用意した演習問題が終わってしまう学生もいるので、さらなる追加問題も用意して取り組ませた。

グループ B: 自習を行わなかったか、あるいは自習時間がとても短かった結果、内容を理解できていない学生の為、別の教室に移動したうえで、もう一度自習用のコンテンツで学習してもらい、その後理解度を測るために自習確認テスト(再)を実施した。テスト結果によって A あるいは C グループに再編した。

グループ C: 時間をかけて自習を行ったにもかかわらず内容を理解できていない学生に対して、教員の近くに着席させ、丁寧に学習内容を解説した。解説後はグループ A と同様に Moodle システム上に用意した演習問題を解かせた。

2.3.5 最終テスト

授業の最後に、最終的な理解度を測るために、従来方法クラスと提案方法クラスの両クラスともに同じ問題の最終テストを実施した。最終テストも 2.3.2 節に示した自習確認テストと同様に、Moodle 上の小テストの機能を使って 10 点満点の Java プログラムの穴埋め問題として実施した。この最終テストは、自習確認テストとは異なる問題である。

2.3.6 授業後のアンケート

最後に、授業時間の最後にグループ分けに関する理解度と授業の難易度に関するアンケートを実施した。

2.4 16 週間分の授業の説明

基本的には、2.3 節に示した 1 週間分の反転授業を学生群 1

および学生群 2 に対して 8 週間分ずつ実施したが、対照実験の分析を行うために表 3 に示すように 4 週目と 13 週目に講義形式の授業も実施した。これにより、4 週目と 12 週目、および 5 週目と 13 週目を比較評価できる。なお、6 週目と 15 週目に実施した混合グループ分けとは、グループ A に割り当てられた学生 1 名(リーダー)とグループ C に割り当てられた学生 1~2 名(合計 2~3 名)のグループ^(注3)で学習を行った。なお 2 年目の 2018 年度は対照実験は行わずすべての週でグループ分け反転授業を行った。

表 3 教員 a の授業の全体説明

学生群 1		学生群 2	
1 週目	グループ分け	9 週目	グループ分け
2 週目	グループ分け	10 週目	グループ分け
3 週目	グループ分け	11 週目	グループ分け
4 週目	講義形式	12 週目	グループ分け
5 週目	グループ分け	13 週目	講義形式
6 週目	混合グループ	14 週目	グループ分け
7 週目	グループ分け	15 週目	混合グループ
8 週目	グループ分け	16 週目	グループ分け

*2 年目はすべての週でグループ分け反転授業を実施

3. 評価

本章では実授業への適用結果の評価を行う。なお、本章で示すグラフの凡例は以下の正規表現に従う。

$$(2017|2018) - (1|2)(Total|A|B|C)(Self|Last)$$

ここで、2017, 2018 は実施年度を表し、1 は学生群 1 を、2 は学生群 2 を表す。また、Total は学生群の全体を、A,B,C はそれぞれグループを表す。さらに、Self は自習確認テストを、Last は最終テストを表す^(注4)。

3.1 全体評価

図 2 に自習確認テストの週毎の全体平均点、図 3 に最終テストの週毎の全体平均点を示す^(注5)。2.1 節で示した通り、学生を学生群 1 と学生群 2 に分割して実授業を実施した。後半の学生群 2 の学生は、教員 b により通常授業で前半 8 週間の授業を受けた上での受講である為、Java 言語に関する事前知識は多く持っていたと考えられる。このため全体的に学生群 2 の方が高い点数を示したと考えられる。なお、図 2 と図 3 に示したデータの t-検定の p 値を表 4 と表 5 に示す。

3.2 グループ毎の比較

図 4,5,6 にそれぞれグループ A, B, C の自習確認テストと最終テストの点数の変化の様子を示す。図 4 に示すように、グループ A の学生に関しては、自習確認テストの点数が満点近く

(注3): グループ B に割り当てられた学生は別室で自習と自習確認テストを受けた後グループ A あるいは C に割り当て同様の混合グループを編成した。

(注4): 例えば“2017-1Total Self”は、2017 年度の学生群 1 の全体の自習確認テストを表し、“2018-2A Last”は、2018 年度の学生群 2 のグループ A の最終テストを表す。

(注5): 第 1 週はガイダンスのため事前の自習は行っておらず評価の対象外としている。以降のグラフも同様である。

(注2): 2.4 節に示す通り、対照実験とするためにグループ分けを行わずに対面授業を実施した週もある。

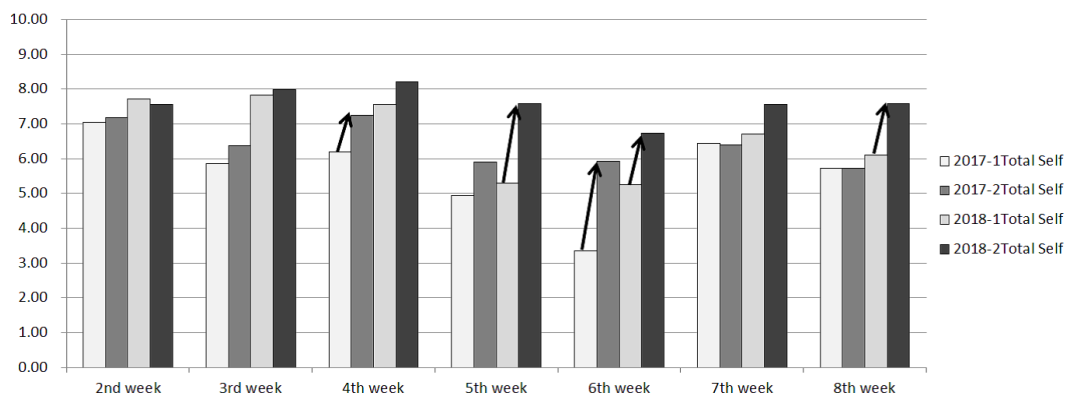


図2 自習確認テストの週毎の全体平均点

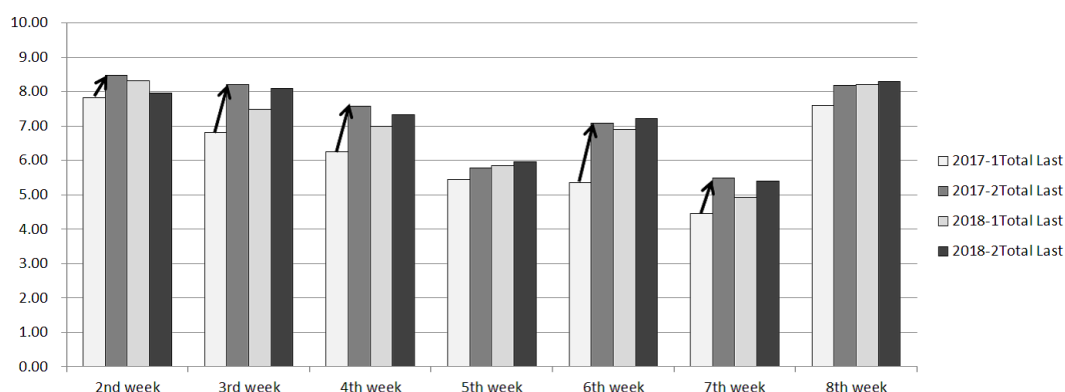


図3 最終テストの週毎の全体平均点

表4 図2に示したデータのt-検定のp値

week	2	3	4	5	6	7	8
2017-Self	0.793	0.320	0.015*	0.121	0.000*	0.901	0.998
2018-Self	0.736	0.639	0.053	0.000*	0.009*	0.064	0.001*

*: $p < 0.05$

表5 図3に示したデータのt-検定のp値

week	2	3	4	5	6	7	8
2017-Last	0.035*	0.000*	0.001*	0.535	0.000*	0.048*	0.180
2018-Last	0.178	0.087	0.323	0.798	0.389	0.361	0.777

*: $p < 0.05$

に達しており、最終テストでさらに点数が高くなるということ
はなかった。図5と図6に示すようにグループBとCに関し
ては、明らかに自習確認テストの点数よりも最終テストの点数
の方が高くなった。なお、図5と図6に示した矢印は、t-検定
によって5%の有意水準で平均値に差があるという結果を得た
データを示している。図5と図6に示したデータのt-検定のp
値を表6と表7に示す。

3.3 グループ分け授業の効果

2年目は対照実験を行えなかったもので、本節で示す結果は
2017年度のみのものである。図7に学生群1と学生群2のグ
ループAの最終テストの点数を示す。3.1節で述べたように、
学生群2の方が全体的に高得点の傾向があった。しかし図7の

表6 図5に示したデータのt-検定のp値

week	2	3	4	5	6	7	8
2017-1B	0.000*	0.002*	0.117	0.270	0.000*	0.422	0.067
2017-2B	0.000*	0.000*	0.001*	0.136	0.000*	0.047*	0.003*
2018-1B	0.003*	0.434	0.244	0.017*	0.005*	1.000	0.000*
2018-2B	0.000*	0.030*	0.068	0.191	0.000*	0.531	0.045*

*: $p < 0.05$

表7 図6に示したデータのt-検定のp値

week	2	3	4	5	6	7	8
2017-1C	0.016*	0.008*	0.248	0.002*	0.000*	0.000*	0.000*
2017-2C	0.074	0.013*	0.000*	0.166	0.016*	0.271	0.000*
2018-1C	0.018*	0.069	0.000*	0.001*	0.000*	0.782	0.000*
2018-2C	0.159	0.022*	0.183	0.076	0.000*	0.391	0.000*

*: $p < 0.05$

5週目と7週目(学生群2にとっては13週目と15週目)を見
ると、学生群2の方が点数が低くなっている。これはまさに学
生群2に対して、提案方式の対面授業を行わず、講義形式(13
週)と混合グループ分け(15週)を行った回と一致する。これ
により提案方式のグループ分け反転授業の効果を示せた。

4. まとめと今後の課題

本研究では、我々の提案であるグループ分け反転授業を2年

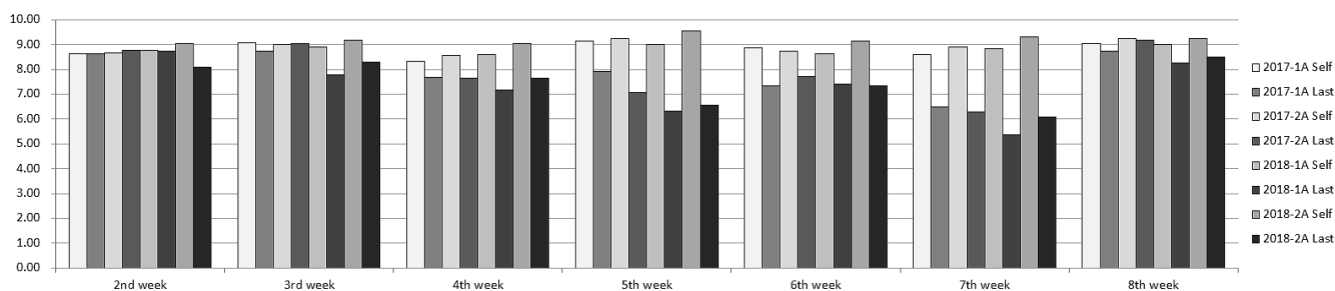


図4 グループ A の自習確認テストと最終テストの点数の変化

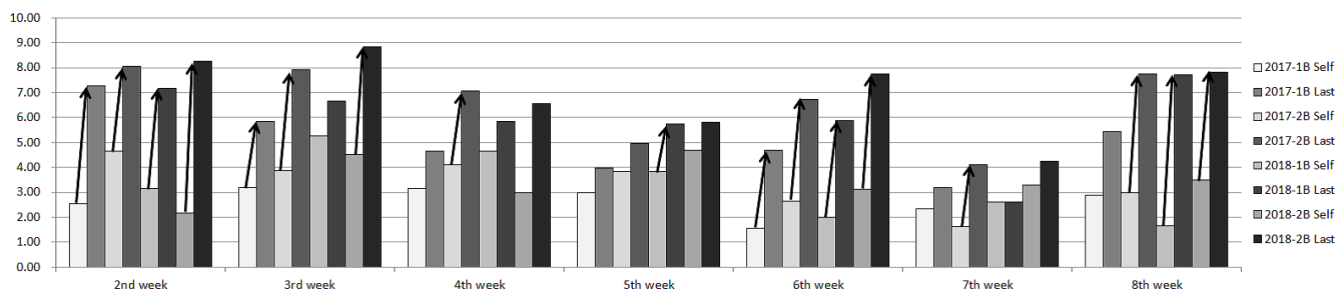


図5 グループ B の自習確認テストと最終テストの点数の変化

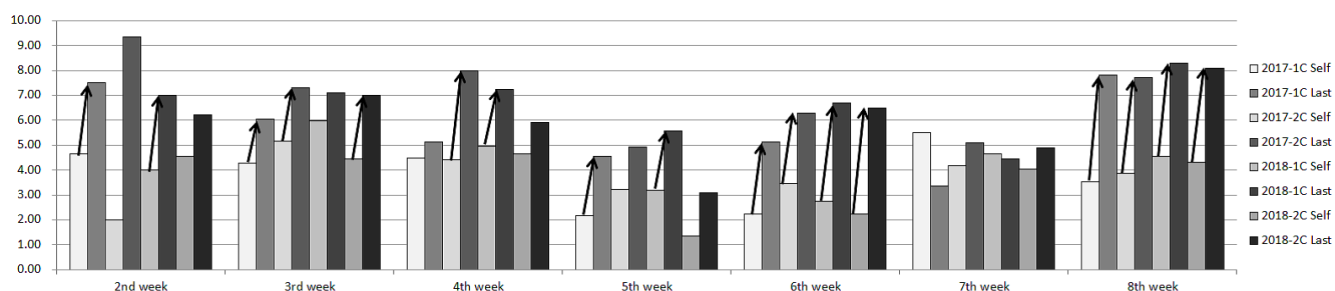


図6 グループ C の自習確認テストと最終テストの点数の変化

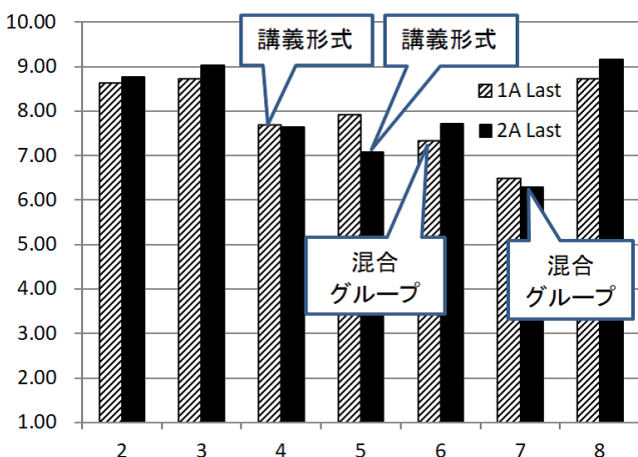


図7 学生群 1 と 2 のグループ A の最終テストの点数

間にわたって 16 週間の実授業に適用し、適用結果とその有効性を評価した。結果は 1 年目の結果を踏襲するものであり、理解度の低い学生に対して授業前と授業後で理解度が統計的にも高くなることを示した。

自習確認テストを実施する際の不正（他の学生に教えてもらう等）や、自習時間のカウント方法の周知の徹底などいくつか

の課題も浮き彫りになった。これらを解決しながら次年度の授業にも適用していきたい。

謝 辞

本研究の実施にあたり、早稲田大学理工学研究所特別研究「次世代 e-learning に関する研究」のメンバより貴重なコメントをいただき感謝いたします。本研究の一部は、独立行政法人日本学術振興会学術研究助成基金助成金基盤研究(B)19H01721,(C)17K01101,(C)16K00491、早稲田理工研特別助成 1010000175806 NTT 包括協定共同研究、および、経営情報学会「ICT と教育」研究部会の助成による。

文 献

- [1] 重田勝介,「反転授業 ICT による教育改革の進展,」情報管理 vol.56, no.10, pp.677-683, 2014 年.
- [2] 梅澤克之, 小林学, 石田崇, 中澤真, 荒本道隆, 平澤茂一, “自習時のログ情報に基づく効率的な反転授業について, ” 情報処理学会第 77 回全国大会, 京都, pp.4-599-600, Mar. 2015.
- [3] Umezawa, K., Aramoto, M., Kobayashi, M., Ishida, T., Nakazawa, M. and Hirasawa, S., “An Effective Flipped Classroom based on the Log Information of the Self-study, ” Proceeding of the 3rd International Conference on Applied Computing & Information Technology (ACIT 2015), pp.263-268, Okayama, Japan, July 2015.

- [4] Umezawa, K., Ishida, T., Aramoto, M., Kobayashi, M., Nakazawa, M. and Hirasawa, S., "A Method based on Self-study Log Information for Improving Effectiveness of Classroom Component in Flipped Classroom Approach," International Journal of Software Innovation (IJSI), Volume 4, Issue 2, pp.17-32, April 2016.
- [5] 梅澤克之, 小林学, 石田崇, 中澤真, 荒本道隆, 平澤茂一, "自習時のログ情報に基づく効果的な反転授業に関する考察," 情報処理学会第 78 回全国大会, pp.4-535-536, 横浜, Mar. 2016.
- [6] 梅澤克之, 小林学, 石田崇, 中澤真, 平澤茂一, "自習時のログ情報に基づく効果的な反転授業の評価," 電子情報通信学会 教育工学研究会 (ET), 技術報告, pp.1-6, 横須賀, Jan. 2017.
- [7] 梅澤克之, 小林学, 石田崇, 中澤真, 平澤茂一, "グループ分け反転授業のアンケートによる評価," 電子情報通信学会 2017 年度総合大会, 情報・システム講演論文集 1, p.191, 名古屋, Mar. 2017.
- [8] Umezawa, K., Kobayashi, M., Ishida, T., Nakazawa, M. and Hirasawa, S., "Experiment and Evaluation of Effective Grouped Flipped Classroom," Proceeding of the 5th International Conference on Applied Computing & Information Technology (ACIT 2017), pp.71-76, Hamamatsu, Japan, July 2017.
- [9] 梅澤克之, "効果的な反転授業の提案と実験による評価," 湘南工科大学紀要, 第 52 巻, 第 1 号, pp.37-52, Feb. 2018.
- [10] Katsuyuki Umezawa, Manabu Kobayashi, Takashi Ishida, Makoto Nakazawa, and Shigeichi Hirasawa, "Use of Student Grouping to Make Flipped Classroom More Effective," Proceeding of the 16th Hawaii International Conference on Education, p.p. 1249-1250, Jan. 2018.
- [11] 梅澤克之, 小林学, 石田崇, 中澤真, 平澤茂一, "グループ分け反転授業の実授業への適用," 電子情報通信学会 教育工学研究会 (ET) 予稿集, pp.199-204, Feb. 2018.
- [12] 梅澤克之, 石田崇, 中澤真, 平澤茂一, "グループ分け反転授業の実授業への適用について," 経営情報学会 PACIS2018 主催記念特別全国研究発表会, 1G-1, June 2018.
- [13] Katsuyuki Umezawa, Takashi Ishida, Makoto Nakazawa and Shigeichi Hirasawa, "Application and Evaluation of Grouped Flipped Classroom Method to Real Classes," Proceeding of the International Conference on Engineering, Technology, and Applied Science (ICETA2018), p.99, June 2018.
- [14] 梅澤克之, 石田崇, 中澤真, 平澤茂一, "グループ分け反転授業の実授業への適用とアンケート評価," 電子情報通信学会 教育工学研究会 (ET) 予稿集, pp.65-70, Oct. 2018.
- [15] Katsuyuki Umezawa, Takashi Ishida, Makoto Nakazawa, and Shigeichi Hirasawa, "Evaluation by Questionnaire on Grouped Flipped Classroom Method," Proceeding of the IEEE 10th International Conference on Engineering Education (ICEED2018), p.p. 87-92, Nov. 2018.
- [16] Katsuyuki Umezawa, Takashi Ishida, Makoto Nakazawa, and Shigeichi Hirasawa, "Application and Evaluation of a Grouped Flipped Classroom Method," Proceeding of the IEEE International Conference on Teaching, Assessment and Learning for Engineering (TALE2018), p.p. 39-45, Dec. 2018.
- [17] 荒本道隆, 小泉大城, 須子統太, 平澤茂一, "PDF ファイルをベースとした電子教材作成支援システム," 情報処理学会第 76 回全国大会, 講演論文集, pp.4-359-4-360, 東京, Mar. 2014.