

次世代 e-learning に関する研究

研究代表者 後藤 正幸
(創造理工学部 経営システム工学科 教授)

1. 研究課題

本研究では 2017 年度は以下の B から N までの 5 つの部会による研究課題を扱った。

部会 B : 「クラウド時代の協働学習ツールとそのユーザビリティ」

部会 C : 「英語教育と e ラーニング」

部会 G : 「ICT を用いた教育・学習などの地域社会への貢献」

部会 H : 「コンテキストウェアネスと学習分析方法」

部会 N : 「ラーニングアナリティクスに基づく ICT 教育の次世代モデルに関する研究」

2. 主な研究成果

2017 年度の研究成果の発表・報告内容は下記の 4 分野に大別される。

- (1) 学習者の脳波・視線追跡などの生体情報と WEB 上の閲覧・編集などの学習過程の履歴を解析する**学習分析**を行った。
- (2) 上記(1)と同様、学習者の学習履歴・小テスト結果とアンケート結果を用いて学習者の学習効果を推定し、反転授業におけるグループ化などの**授業改善**を行った。
- (3) サイバーゼミナールにおける通信品質を考慮した授業運営方法について報告した。
- (4) 高大連携における ICT の活用可能性について分析した。

ここでは、主として(1)、(2)の中から例を挙げて説明する。

[例 1] 学習状態の推定方法

学習教材の閲覧時間が短いという場合は、学習者にとって学習内容が簡単すぎるために短

時間で学習が終わったということも考えられるが、学習内容が難しすぎたために学習教材を見ることすら放棄してしまったために閲覧時間が短くなったという場合もあり得る。また閲覧時間が長い場合も、学習内容が難しくてより多くの時間がかかったという場合もあるが、そもそも学習に集中しておらず学習教材を閲覧して勉強しているのではなく、ただ学習教材が画面に表示されているだけで思考していないということも考えられる。このように閲覧履歴だけのログ情報では正確な学習者の状況を把握することは難しい場合がある。

そこで、図 1 に示す学習状態判定アルゴリズムを提案した。まず、脳波計測による集中度が低い状態があらかじめ設定された閾値（今回は 5 秒に設定）より長く続く場合、「学習に集中していない状態」とする。それ以外の場合は、脳波熟考度と教材閲覧時間との関係から「学習内容が簡単すぎる」か否かを判定する（条件 1）。さらに脳波熟考度と教材閲覧時間とから「学習内容が難しすぎる」か否かを判定する（条件 2）。最後に、「部分的に理解できない箇所がある」か否かを判定する（条件 3）。すべての条件に該当しない場合は、「標準的な理解をしている状態」と判定する。

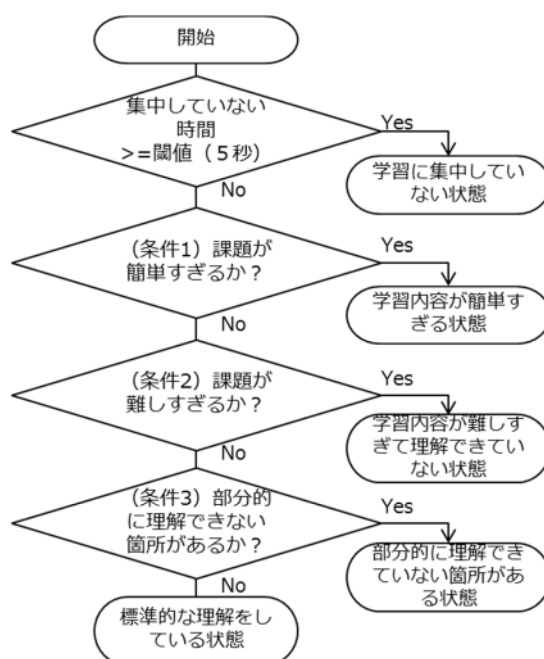


図 1：学習状態判定アルゴリズム

この提案アルゴリズムに基づき実験を行った。実験結果として得られたログを図 2 に示す。このログを基に図 1 に示した学習状態判定アルゴリズムで学習者の学習状態を判定した。学習状態の判定結果を図 3 に示す。

閲覧履歴		脳波履歴			
date	page	注意力	リラックス	(low)β/(low)α	
2016/08/18T11:31:01	7	43	34		1.10
2016/08/18T11:31:02	7	43	34		13.94
2016/08/18T11:31:03	7	30	29		0.37
2016/08/18T11:31:04	8	30	27		0.77
2016/08/18T11:31:05	8	40	38		3.12
2016/08/18T11:31:06	8	43	41		1.34
2016/08/18T11:31:07	8	67	69		0.09
2016/08/18T11:31:08	8	69	75		0.28
2016/08/18T11:31:09	8	44	80		0.48
2016/08/18T11:31:10	8	35	87		0.75
2016/08/18T11:31:11	8	11	78		0.69
2016/08/18T11:31:12	8	8	83		0.12
2016/08/18T11:31:13	8	21	66		0.96
2016/08/18T11:31:14	8	40	56		12.63
2016/08/18T11:31:15	8	43	57		0.51
2016/08/18T11:31:16	8	57	37		11.87
2016/08/18T11:31:17	8	60	56		0.22
2016/08/18T11:31:18	8	60	56		2.76
2016/08/18T11:31:19	8	66	51		1.85
2016/08/18T11:31:20	8	61	56		1.38

図 2：閲覧履歴と脳波履歴のログの例

ID	閲覧時間	閲覧時間の偏差	平均熟考度	熟考度の偏差	偏差の和	頁戻回数	判定			
ma001	154	-46.44	1.70	32.64	-13.81	3				標準
ma002	247	46.56	1.14	-23.56	23.00	11			部分理解	
ma003	225	24.56	1.45	7.84	32.40	4				標準
ma004	241	40.56	1.86	48.68	89.23	5		困難		
ma005	177	-23.44	0.94	-43.76	-67.21	4	簡単			
ma006	231	30.56	1.37	-0.10	30.45	7			部分理解	
ma007	199	-1.44	1.32	-5.60	-7.05	0				標準
ma009	134	-66.44	1.88	50.56	-15.88	0				標準
ma011	98	-102.44	1.02	-35.54	-137.99	0	簡単			
ma013	147	-53.44	1.16	-21.79	-75.23	0	簡単			
ma014	168	-32.44	1.28	-9.32	-41.77	0				標準
ma015	243	42.56	1.34	-3.59	38.97	0				標準
ma016	219	18.56	1.36	-1.20	17.36	8			部分理解	
ma021	211	10.56	1.47	9.88	20.43	0				標準
ma022	283	82.56	1.26	-11.39	71.17	0		困難		
ma023	283	82.56	1.26	-11.39	71.17	1		困難		
ma024	133	-67.44	1.67	29.22	-38.23	7			部分理解	
ma026	215	14.56	1.26	-11.57	2.99	6			部分理解	

図 3 学習状態の判定結果

本提案アルゴリズムによって学習者 (ID) ごとの学習状況を判定することができた。今回は学習教材全体で学習状況の判定を行ったが、教材のページ毎に判定を行うことによって学習教材の作成指針にもつなげることができると考える。また、編集を伴う学習の場合の編集履歴との統合も今後の課題である。

[例 2] 反転授業におけるグループ化による授業改善

昨年度までは、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、学生の理解度の向上を図ることができることを示した。

本年度は、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、その有効性の評価を行った。図 4 に提案する反転授業の全体アプローチを示す。

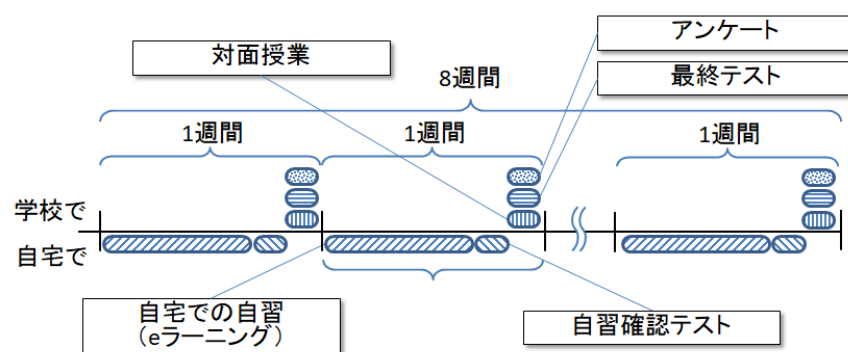


図 4 反転授業アプローチの全体構成

図 4 に示すように、授業が行われる前日の 23:55 を締め切りとした自習確認テストの終了後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。グループ化ツールの外観を図 5 に示す。図中、

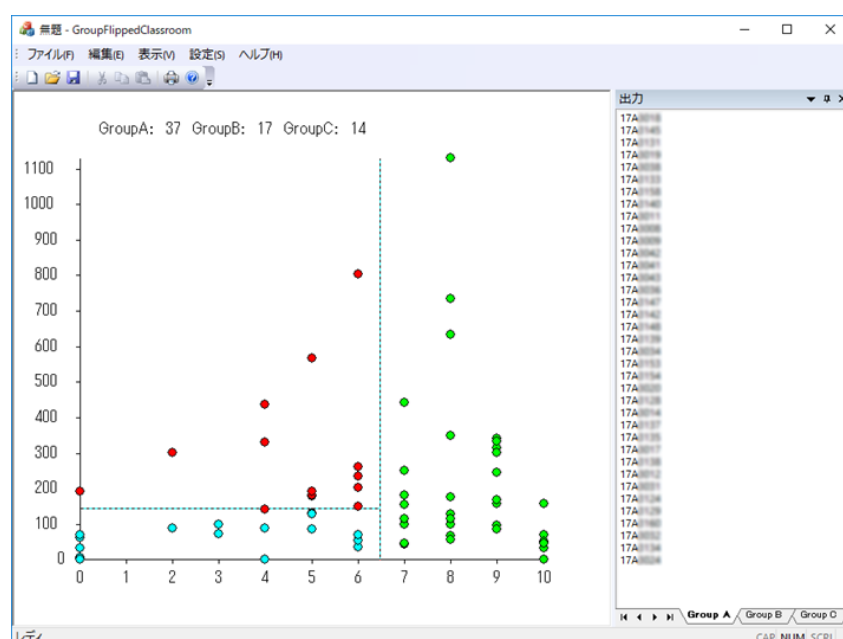


図 5 グループ化ツール

縦軸は自習時間（単位：sec），横軸は自習確認テストの結果（10 点満点）を示す。

図 6 に学生群 1 の，図 7 に学生群 2 の自習確認テストの点数と最終テストの点数の変化の様子を示す。両学生群ともにグループ 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にはなかったが，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 4 と図 5 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。

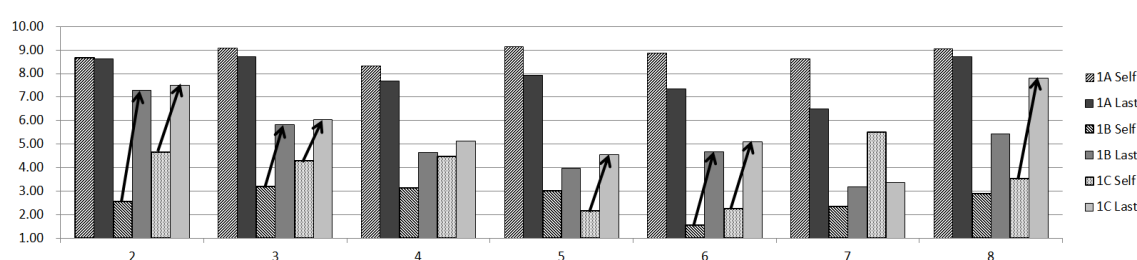


図 6：学生群 1 のグループ毎の自習確認テストと最終テストの点数の変化

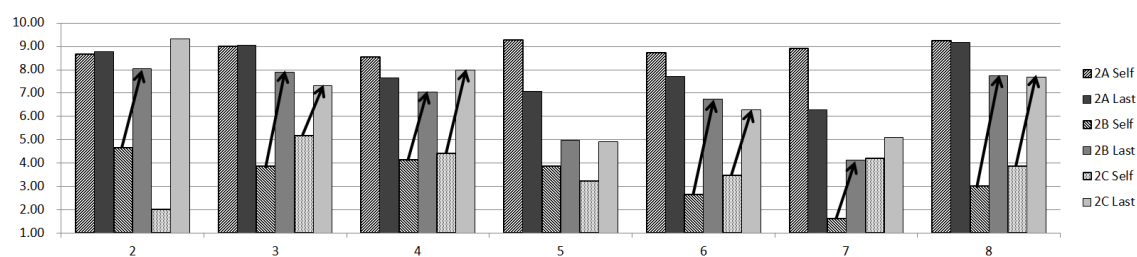


図 7：学生群 2 のグループ毎の自習確認テストと最終テストの点数の変化

今年度は，グループ分け反転授業を 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。具体的には，(1)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った。また，(2)従来型の対面授業と比較してグループ分け対面授業に効果があることも示した。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。

3. 共同研究者

新目 真紀（青山学院大学 ヒューマンイノベーション研究センター・客員研究員）
 石井 雄隆（早稲田大学 大学総合研究センター・助手）
 石田 崇（高崎経済大学 経済学部・准教授）

Enriquez, Guillermo (早稲田大学 先進理工学部・助教)
梅澤 克之 (湘南工科大学 情報工学科・准教授)
大谷 康介 ((合)binary lab・代表社員)
小椋 則樹 (ユニアデックス (株) エクセレントサービス創生本部
未来サービス研究所・所長)
加藤 泰久 (NTT サービスエボリューション研究所・主幹研究員)
隈 裕子 (湘南工科大学 情報工学科・専任講師)
雲居 玄道 (早稲田大学 創造理工学研究科・博士後期課程在学中)
小林 学 (湘南工科大学 情報工学科・教授)
近藤 知子 (ソフトバンクテレコム株式会社 IT イノベーション本部)
近藤 悠介 (早稲田大学 グローバルエデュケーションセンター・准教授)
権藤 俊彦 (青山学院大学 ヒューマンイノベーション研究センター・客員研究員)
後藤 裕介 (岩手県立大学 ソフトウェア情報学部・准教授)
斉藤 友彦 (湘南工科大学 情報工学科・専任講師)
佐藤 一裕 (アドソル日進株式会社 セキュリティ・ソリューション推進部)
須子 統太 (早稲田大学 社会科学部・准教授)
玉木 欽也 (青山学院大学 経営学部・教授)
中澤 真 (会津大学 短期大学部・教授)
中野 美知子 (早稲田大学 教務部参与 (英語教育担当)・名誉教授, 大学総合研究
センター・招聘研究員)
平澤 茂一 (早稲田大学 理工学総合研究所・名誉教授)
福島 康夫 (ユニアデックス (株)・取締役常務執行役員)
松田 健 (長崎県立大学 情報システム学部・准教授)
吉田 諭史 (早稲田大学 グローバルエデュケーションセンター・助教)
薮 潤二郎 (早稲田大学 本庄高等学院・事務長)
(五十音順, 敬称略)

4. 研究業績

4.1 学術論文

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.

4.2 総説・著書

4.3 招待講演

4.3.1 その他の学会発表（海外発表）

Katsuyuki Umezawa, Tomohiko Saito, Takashi Ishida, Makoto Nakazawa and Shigeichi Hirasawa, "Learning State Estimation Method by Browsing History and Brain Waves During Programming Language," The 6th World Conference on Information Systems and Technologies (World CIST'18), Conference Proceedings *, Napoli, Italia, March 27-29, 2018.

* Álvaro Rocha, Hojjat Adeli, Luís Paulo Reis and Sandra Costanzo, Ed. Trends and Advances in Information Systems and Technologies, Volume 2, pp.1307-1316, Springer International Publishing AG.

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.

Tomohiko Saito, Katsuyuki Umezawa, Takashi Ishida, Makoto Nakazawa and Shigeichi Hirasawa, "Collection and analysis of the history of brain wave during programming language learning for high school students," Proceeding of the 16th Hawaii International Conference on Education, p.p. 1671-1676, Jan. 2018.

Katsuyuki Umezawa, Manabu Kobayashi, Takashi Ishida, Makoto Nakazawa, and Shigeichi Hirasawa, "Experiment and Evaluation of Effective Grouped Flipped Classroom," Proceeding of the 5th International Conference on Applied Computing & Information Technology (ACIT 2017), pp.71-76, July 2017.

Katsuyuki Umezawa, Tomohiko Saito, Takashi Ishida, Makoto Nakazawa and Shigeichi Hirasawa, "An Electroencephalograph-based Method for Judging the Difficulty of a Task given to a Learner," Proceeding of the IEEE 17th International Conference on Advanced Learning Technologies (IEEE ICALT 2017), pp.384-386, July 2017.

Hikari Nakamura, Brenda Bushell, Masayuki Goto: "Awareness and Opinions of Nepalese Citizens on Gender Inequality in Nepal", Canadian Student Research

Conference 2017 (CSRC2017), Ryerson University, Toronto, Canada, July 2017.

Hirotake Arai, Haruka Yamashita, Manita Shrestha, Masayuki Goto, Brenda Bushell: "A Study of the Present and Future Utilization of ICT in Nepal", Canadian Student Research Conference 2017 (CSRC2017), Ryerson University, Toronto, Canada, July 2017

Megumi Asada, Haruka Yamashita, Manita Shrestha, Masayuki Goto, Brenda Bushell: "An Investigation into the Awareness of the Need for Quality Education in Nepal", Canadian Student Research Conference 2017 (CSRC2017), Ryerson University, Toronto, Canada, July 2017

Makoto Nakazawa, and Michiko Nakano, "On the Influence of Network Quality upon International Distance Learning," 2018 International Conference on Big Data and Education (ICBDE '18), International Journal of e-Education, e-Business, e-Management and e-Learning (IJEEEE) in press, March. 2018.

4.3.2 その他の学会発表（国内発表）

後藤裕介，市川尚，小西良尚，櫻井敬士，“回遊行動シミュレーションを題材とした高校におけるシミュレーション教育の検討,” 経営情報学会 2018 年春季全国研究発表大会，東京，(2018.3)

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, (2018.2)

中野美知子，“学習とは何か?,” 関東支部特別企画シンポジウム 第 56 回大学英語教育学会、青山学院大学、(2017.8)

4.4 受賞・表彰

4.5 学会および社会的活動

- 「次世代 e-learning」公開フォーラム（第 9 回）

日時：平成 30 年 1 月 30 日（火）15:00～19:00

場所：早稲田大学早稲田キャンパス 7 号館 307 教室

プログラム：

開会挨拶：後藤 正幸（早稲田大学 理工学術院教授）

【第Ⅰ部：テクニカルセッション】

司会：石井 雄隆（早稲田大学 大学総合研究センター助手）

(1) 「グループ分け反転授業の実授業への適用について」

梅澤 克之（湘南工科大学 工学部情報工学科准教授）

(2) 「英語学習者の発話自動採点システムの開発」

近藤 悠介（早稲田大学 グローバルエデュケーションセンター准教授）

(3) 「トポロジカルデータアナリシスによる状態推定と教育データ解析」

松田 健（長崎県立大学 情報システム学部情報セキュリティ学科准教授）

(4) 「初等教育におけるプログラミング教育の現状」

中澤 真（会津大学 産業情報学科准教授）

【第Ⅱ部：招待講演】

司会：服部 令（早稲田大学 大学総合研究センター事務長）

(1) 「MOOCs による高等教育のイノベーション」

森田 裕介（早稲田大学 大学総合研究センター副所長 人間科学学術院准教授）

(2) 「教育分野における e ポートフォリオに関する最新動向」

森本 康彦（東京学芸大学 情報処理センター教授）

開会挨拶：早稲田大学 DCC 会長 大野 高裕（早稲田大学理事 理工学術院教授）

5. 研究活動の課題と展望

2017 年度は主として前年度までの成果発表を行った。すなわち、国際会議や国内学会での発表、フォーラム（第 9 回）における報告などである。昨年度スタートした「早稲田大学と NTT との産学連携に係る包括協定に基づく共同研究」の成果も含まれる。これらの成果は夏・冬の 2 回の合宿形式による研究ワークショップにより、メンバー相互の情報交換・共有を図り、同時に今後の方向として「e ポートフォリオ」の強化、次年度以降の高大連携による「プログラミング教育」・「英語教育」を取り上げた。

今後の課題と展望として、上述の通り具体的に早稲田大学本庄高等学院の高校生を対象に、高大連携を図るような人材の発掘と講座運営方法を検討している。例えば課外講座としてプログラミングコンテストに興味を持つ生徒に対しプログラミングスキルを向上させるような仕組みを導入し、これを AI コーチにより援用する方法である。また

今後、高大直結のeポートフォリオの構築も大切な課題である。