

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 2019 年度，以下の G，H と N の 3 つの部会による研究課題を扱った。

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

2019 年度の研究成果の発表・報告内容は主として，2017 年度に行った実証実験の成果，2018 年度に実授業に適用した結果，2019 年度新たに行った実証実験の実施内容と結果をまとめたものであり，下記の 5 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アンケートおよび統計的手法に基づき解析を行い，研究論文として投稿した。
- (2) 2017 年度および 2018 年度の 2 年間の実授業に適用した反転授業におけるテスト得点の評価，およびアンケート評価の結果を分析・評価を行い，授業改善を行った。
- (3) プログラミング学習時の実装過程のログから間違いやすいエラーを抽出することでプログラミング初学者のデバッグの練習になるような問題を自動生成するシステムを提案した。また，生体情報を用いて，課題の回答時間と脳波の関係に着目し，注意力が欠けたためのケアレスミスを検出することを試みた。さらに，アンケートを併用して評価し，難易度に影響するのはマイクラフトの経験の有無の影響が大きいという結果を得た。
- (4) 松代小学校 5・6 年生を対象に 2020 年度から実施される小学校プログラミング教育必修化に関連した実証実験を行った。
- (5) 高大連携を目指した英語教育教材の開発・実証実験を行い，事前・事後のテスト結果と学習履歴を用いて分析し，その教育効果を評価した。

ここでは，主として(3)，(5)の中から例を挙げて説明する。

【例 1】簡易脳波計を用いたプログラミング学習時のケアレスミスの検出

学習コンテンツの出来の良し悪し，学習内容そのものの難易度，学習の習熟度など，学生の学習時のつまずきのポイントは多く存在する。学習コンテンツの閲覧履歴や編集履歴，学習時の脳波や視線などの生体情報を計測することによって，そのような学習時のつまずきのポイントを検出でき

る場合がある。課題遂行の難易度によって異なる脳波が測定できれば e ラーニング時に出題する課題の難易度を脳波に合わせて動的に易しくしたり難しくしたりでき、個々の学生に対して最適な学習効果を得られることが期待できる。本研究では、プログラミングの学習時の脳波情報を計測し、課題の回答時間と脳波の関係に着目し、注意力が欠けたためのケアレスミスを検出することを試みた。

図 1 に実験参加者 1 の各設問回答時の平均脳波を示す。丸で示した箇所は β/α が下がっている箇所である。もしその個所の回答が誤答で、かつ回答時間が短くて、かつ、統計的に有意に β/α が低ければ、そこがケアレスミスということが出来る。3 名の実験参加者のうち、実験参加者 1 はそもそも誤答が少なく実験で行った Java プログラミングの内容は得意だったと考えられる。実験参加者 2 に関しては、誤答の数は少なくはないがケアレスミスと判定されるものではなく、熟考したうえで間違えてしまったと考えられる。実験参加者 3 に関しては、多くの誤答があり、その中の課題 2 の設問 9、課題 4 の設問 9、課題 5 の設問 7、課題 6 の設問 7、課題 8 の設問 3 と 9 に関してはケアレスミスであると判定できた。実験参加者 3 は各課題について後半の設問になるとケアレスミスが目立つ結果となった。

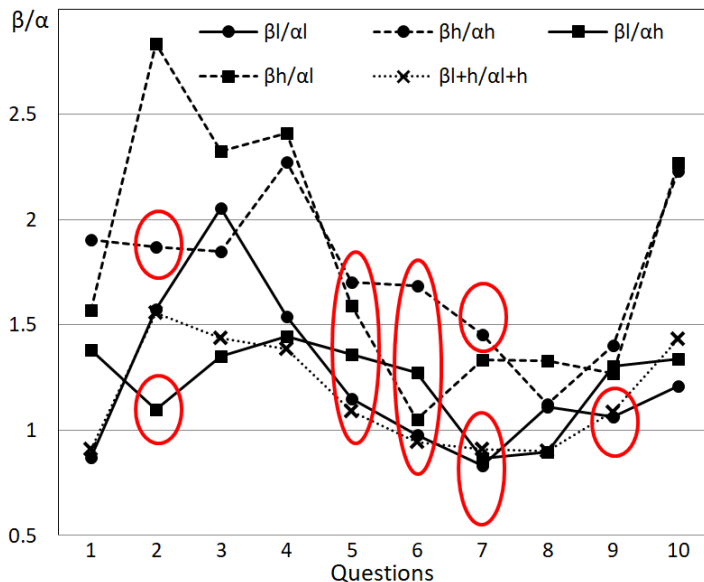


図 1 実験参加者 1 の各設問回答時の平均脳波

[例 2] 簡易脳波計と教育版マイクラフトを用いたビジュアルプログラミング学習時の難易度の評価

脳波計測を学習へ応用する目的や効果は上述のとおりである。本研究では、教育版マイクラフトを利用しビジュアルプログラミングの学習時に脳波情報を計測することによって、個々の学習者の学習状況を把握し、その学習状況を実験後に実施したアンケートの結果を用いて統計的な評価を行った。その結果、課題が難しいと感じるか否かはプログラミング経験の有無よりもマイクラフトの経験の有無の方が有意に影響していることが分かった。

図 2 にマイクロソフト社が提供している教育版マイクラフトの画面を示す。MakeCode と呼ばれるビジュアルプログラミングと連携してエージェント（ロボット）をプログラムで動かして様々

なアクション（ブロックを積む等）を行うことができる。図3および図4に実験参加者27の β 波/ α 波の値を示す。



図2 マイクロソフト社が提供している教育版マイクラフト

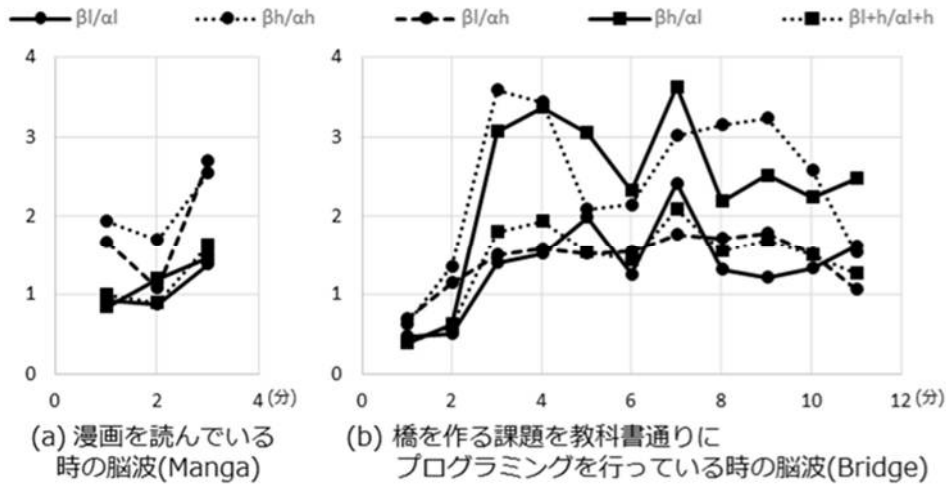


図3 実験参加者27の β 波/ α 波の値 (a) (b)

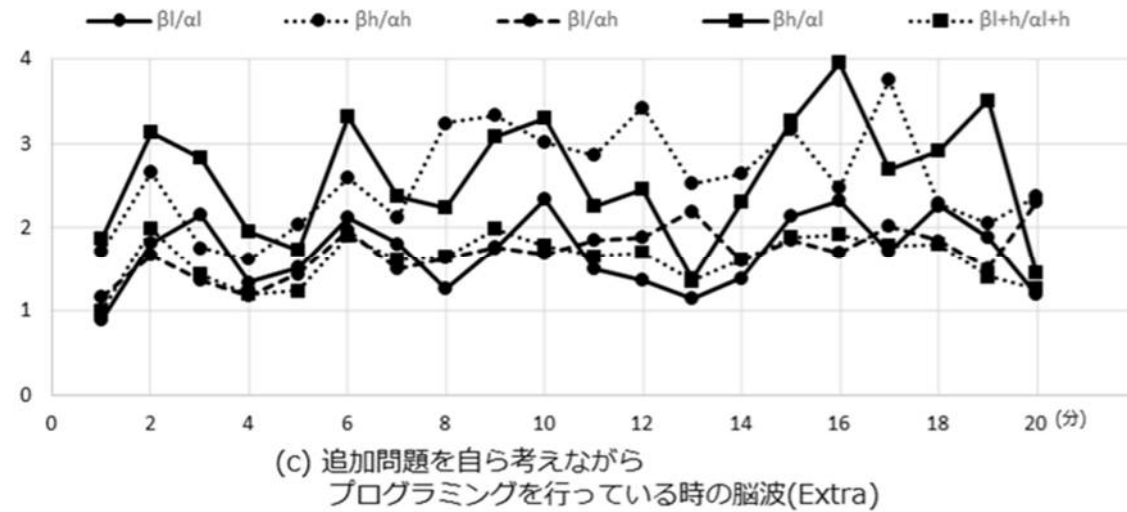


図4 実験参加者27の β 波/ α 波の値 (c)

[例 3] 学習履歴を用いた高大連携教材の開発と評価

本研究では、約 500 語の英文を読み、英語による記述問題解答能力の育成に焦点を当てた。学習期間は 2 週間とし、事前・事後テストと 3 回の演習を行った。学習履歴を参照できるよう Moodle を用いて下記のようなコンテンツを作成した。

- (1) 主張、支持する内容、主張を展開していくためのサブテーマへの気づき、想定される主張への反論、反駁への気づきを高める課題
- (2) 移民政策と動物実験に関する 500 語のエッセイを読み、適切な反論の仕方と証拠の出し方の学習
- (3) 対面授業では、読解過程の可視化グラフを提示しながら、読解ストラテジーの解説、反論、立証の仕方を復習

クラスは 2 つに分け (クラス A:19 名・クラス B:20 名) 記述統計を求めた。その結果、

- ・クラス A の結果は、 $t(18)=-3.73$, $p<.005$, $95\%CI[-10.45, -2.92]$ で有意差があり、事前テストに比べて事後テストの方がテストの得点が有意に伸びている。
- ・それに対して、クラス B の結果は、 $t(19)=1.02$, $p>.005$, $95\%CI[-2.31, 6.71]$ で有意差はない。ただし、事後テストの方がやや劣っている。これは事後テストの時期がクラス A より 1 週間遅れていることが影響していると考えられる。

事後テストの記述問題に対する主観的困難度と点数との相関を参照すると、事前・事後テスト結果を比較し、開発したコンテンツによる教育効果の測定が可能であることが分かった。

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 (千葉大学 教育学部・大学院教育学研究科・助教)

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 (東京通信大学 情報マネジメント学部・教授)

隈 裕子 (湘南工科大学 情報工学科・准教授)

雲居 玄道 (早稲田大学 創造理工学部・助手)

小林 学 (早稲田大学 データ科学総合研究教育センター・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)

佐々木 智志 (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 経営企画室)

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）
樺山 淳雄（東京学芸大学 技術・情報科学講座情報科学分野・教授）
平澤 茂一（早稲田大学 理工学術院総合研究所・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）
藪 潤二郎（早稲田大学 本庄高等学院・事務長）
吉田 諭史（近畿大学 理工学部・講師）
（五十音順）

4. 研究業績

4.1 学術論文

後藤裕介，伊藤有里香，“地理的に分散した複数高等学校で実施される課題研究の学習環境の整備，” 工学教育，Vol.67，No.5，pp.76-82，2019年9月.

Kinya Tamaki, Masahiro Arakawa, Maki Arame and Yoshiyuki Ono, “Development of Educational Programs for System Creators and Business Producers in Future Strategy Design Based on Action Project Group Activities through Industry-University Cooperation,” Journal of Mechanics Engineering and Automation, Vol.9, No.7, pp.243-247, 2019.

4.2 招待講演

4.3 その他の学会発表 (海外発表)

Katsuyuki Umezawa, Makoto Nakazawa, Manabu Kobayashi, Yutaka Ishii, Michiko Nakano and Shigeichi Hirasawa, “Research and Development Plan of Language-Learning Self-Study System that can Detect Learners’ Conditions over Time and Space,” Proceeding of the 18th Hawaii International Conference on Education, Jan. 2020.

Yoko Kuma, Tomohiko Saito, Tomoyuki Sasaki, Katsuyuki Umezawa and Shigeichi Hirasawa, “Construction of E-Learning System for Programing: Extract Patterns of Mistakes Occur by Language Lerner,” Proceeding of the 18th Hawaii International Conference on Education, pp.1185-1186, Jan. 2020.

Kinya Tamaki, Hiroshi Sakuta, Maki Arame and Yoshiyuki Ono, “Development and Demonstration of Adult Educational Programs for System Creators in Future Strategy Design in Action Project Group Activities Through Industry-University Cooperation,” The 2019 Conference Proceeding, Dec. 2019.

Maki Arame, Junko Handa, Kinya Tamaki, “Business Producer Development Program for Future Strategic Design -Design a process to provide customer experience value in all aspects of customer interaction -,” The 2019 Conference Proceeding, Dec. 2019.

Katsuyuki Umezawa , Makoto Nakazawa, Masayuki Goto and Shigeichi Hirasawa, “Development of Debugging Exercise Extraction System using Learning History,” Proceeding of the 10th The International Conference on Technology for Education (IEEE T4E 2019), pp.244-245, Dec. 2019.

Katsuyuki Umezawa, Takashi Ishida, Makoto Nakazawa, and Shigeichi Hirasawa, “Evaluation by Questionnaire on Grouped Flipped Classroom to Two-Year Actual Class,” Proceeding of the 5th International Symposium on Engineering Accreditation and Education(ICACIT2019), Sept. 2019.

Katsuyuki Umezawa, Takashi Ishida, Makoto Nakazawa, and Shigeichi Hirasawa, “Application of grouped flipped classroom to two-year actual class and its statistical evaluation,” Proceeding of the IEEE 14th International Conference on Computer Science & Education (ICCSE2019), pp.283-288. Aug. 2019.

Katsuyuki Umezawa, Takashi Ishida, Makoto Nakazawa, and Shigeichi Hirasawa, “Understanding of Self-Study in a Grouped Flipped Classroom,” Proceedings of the 15th International Conference on Education, Technology, E-Learning & Society (ICE19Hong Kong Conference), Paper ID: HE914, pp.1-8, Aug. 2019.

(国内発表)

[

梅澤克之, 中澤真, 小林学, 石井雄隆, 中野美知子, 平澤茂一, “言語学習を対象とした時空を越えて相手を感じられる自学自習システムにおける脳波収集システムの開発,” 電子情報通信学会総合大会予稿集, p.143, Mar. 2020.

中野美知子, 石井雄隆, 松田健, 赤塚祐哉, 中澤真, “ラーニング・アナリティクスを用いた高大一貫英語教育教材の開発,” 情報処理学会第82回全国大会講演論文集, pp.1-2, Mar. 2020.

梅澤克之, 中澤真, 石井雄隆, 小林学, 中野美知子, 平澤茂一, “簡易脳波計を用いたプログラミング学習時のケアレスミスの検出,” 電子情報通信学会 教育工学研究会 (ET) 予稿集, pp.135-140, Mar. 2020.

梅澤克之, 中澤真, 石井雄隆, 小林学, 中野美知子, 平澤茂一, “簡易脳波計と教育版マイクラフトを用いたビジュアルプログラミング学習時の難易度の評価,” 情報処理学会コンピュータと教育研究会 153 回研究発表会, pp.1-6, Feb. 2020.

梅澤克之, 中澤真, 小林学, 石井雄隆, 中野美知子, 平澤茂一, “言語学習を対象とした時空を越えて相手を感じられる自学自習システムの開発の概要,” 2019年電子情報通信学会ソサイエティ大会予稿集, Vol.2, p.276, Sept. 2019.

梅澤克之, 中澤真, 後藤正幸, 平澤茂一, “学習履歴を活用したデバッグ練習問題抽出システムの開発” 第18回情報科学技術フォーラム (FIT2019) 予稿集, Vol.3, pp.331-334, Sept. 2019.

梅澤克之, 石田崇, 中澤真, 平澤茂一, “グループ分け反転授業における自習時の理解度について” 電子情報通信学会 教育工学研究会 (ET) 予稿集, pp.21-24, July 2019.

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2年間の実授業への適用と評価” 電子情報通信学会 教育工学研究会 (ET) 予稿集, pp.7-12, June. 2019.

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2年間の実授業への適用とアンケート評価” 情報処理学会 コンピュータと教育研究会 (CE) 予稿集, pp.1-8, June. 2019.

4.3 受賞・表彰

4.4 学会および社会的活動

5. 研究活動の課題と展望

2019年度は前年度に引き続き, 大学における実授業に反転授業を導入し, 実用に耐える授業改善方式の開発やその周辺ソフトの開発を行った. 実証実験結果は国際会議や国内学会で発表した. これらの成果は2016年度に開始した「早稲田大学とNTTとの産学連携に係る包括契約に基づく共同研究」(研究題目:「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(2016~2018年度)」, 並びに「実データ分析のためのデータサイエンスの高度化に関する研究(2019年度)」)の一部を含んでいる.

昨年5月18日~19日に本庄セミナーハウスで「小中校生を対象とした松代サイエンス講座の実証実験に向けて」というテーマでワークショップを行い, 集中討議を行った. その結果

- (1) ワークショップの初日5月8日に, 本庄高等学院の生徒(有志)を対象に簡易脳波計と教育版マイクラフトを用いたビジュアルプログラミングの実証実験を行った.
- (2) 8月12日~14日に松代で小学生を対象にスクラッチを用いたプログラミング教育の実証実験を行った.

これを契機に6月21日, 本庄高等学院と次世代e-learningプロジェクト研究グループの間に「高大連携英語・プログラミングに関する共同研究」を開始し

- (3) 11月18日~12月2日(事後テストは12月9日)に本庄高等学院において, 高大連携英語教育に関する実証実験を行った.

今後の課題と展望としては, LMSと組み合わせ現在までに構築したe-learningシステムの適用と

そのノウハウを活用し、高校におけるプログラミング教育と英語教育を実施する計画である。さらに、今後小中高の児童・生徒を対象に実証実験を行い、本プロジェクト研究で開発したシステムを適用・普及・定着を図っていききたい。