

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 2015 年度の部会 E と F を統合して部会 H とし、以下の B から H 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 D : 「モバイルラーニングと協働人材育成」

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」

2. 主な研究成果

以前から英語を中心とした語学、コンピュータ入門・統計入門・プログラミング入門など専門導入科目の大学基盤教育を対象に、担当教員が電子教材を試作・開発し e-learning を導入しながら、教育の現場で試験的に学習効果を高めるような授業運営方法を模索してきた。2014～2015 年度には、企業から参画した共同研究者が精力的にそのためのソフトウェアを開発している。すなわち、実証実験のためのサーバを立ち上げ、コンテンツの配信や学習管理システム(LMS)と連携した学習履歴や閲覧履歴・編集履歴を収集・処理・可視化するシステムである。これらの開発ソフトは、本研究の成果として 2015 年 3 月に特許出願と同時にリリースしている。

2015 年度後半からは英語教育・プログラミング教育を中心に実証実験を重ね、得られた学習者のデータを分析する「ラーニングアナリティクス」に重点をおいて取り組み、効率的な授業運営方法の提案・分析・評価を行ってきた。「Discussion Tutorial English」, 「英語ライティング教育」(早稲田大学), 「C 言語プログラミング教育」(湘南工科大学, 早稲田大学), 「Scratch による初等プログラミング教育」(会津大学) では電子教材を使い詳細な閲覧・編集履歴の収集を可能とし、分析結果に基づいて教師が学習者の学習活動を容易に把握出来るよう可視化している。上記の開発ソフトは、もともと英語教育における英文読解・英作文などのプロセスを把握するために開発されてきたが、プログラミング教育も学習者が作成するプログラムの編集履歴より学習者モデルを作成し、理解度や満足度を評価しクラス分けをし、個別指導など細やかな授業運営に生かし効率の良い授業が展開できる。2016 年度からは学習者の学習記録・学習履歴に加え、学習者の生体情報を入力情報とし、ラーニングアナリティクス(学習分析)を行っている(図 1 参照)。

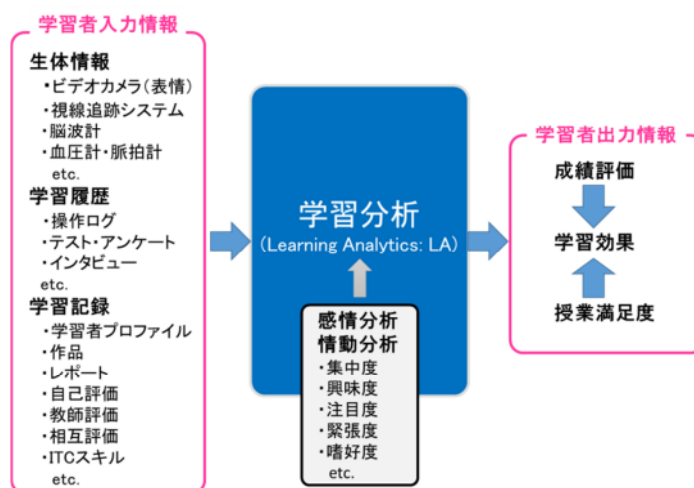


図 1：学習分析の入力情報と出力情報

次に，2016 年 8 月に実証実験を行った「高校向けプログラミング教育」の例を示す．平成 28 年 8 月 17-18 日の 2 日間，新潟県立松代高等学校の生徒 20 名を対象に「スクラッチ」と「C 言語」の体験授業を行った．脳波測定・視線追跡測定を行い，生徒の実験課題のためのリープモーションなどの操作確認や脳波測定に慣れるため余興を混ぜたシナリオを作成した．図 2 はリープモーションの操作の様子を示しており，課題はこれを用いて仮想的にロボットを組み立てるものである．また，脳波測定の抵抗を和らげるため，「集中するとドローンが飛ばせる」などの体験実験を取り入れている（図 3 参照）．

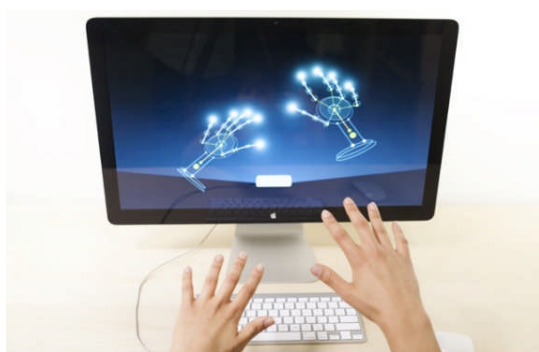


図 2：リープモーションの操作模様



図 3：集中力でドローンを飛ばす体験実験

2.1 実施概要

1回目 (1日間) プログラミング未経験者向け	2回目 (1日間) プログラミング初心者経験者向け
脳波で情報処理 ✓ 脳波センサで集中力を測ってみよう。 ✓ 脳波を使ってゲームをしよう。 ✓ 脳波でドローンを飛ばそう。	
3Dモーションセンサデバイス (LeapMotion) を体験 ✓ 3Dセンサでゲームをしよう。	
ビジュアルプログラミング言語「スクラッチ」体験 ✓ 「ブロックを積んでいく」ことによるプログラミングを体験しよう	C言語入門 ✓ より本格的なプログラミングに取り組もう

図4：プログラミング体験学習の実施概要

[例1] 脳波計出力と作業の難易度

実験で用いた簡易脳波測定器には8波形（ α 波・ β 波など）の浮動小数点出力がある。課題の難易度（タイピング入力における1文字入力など容易な作業と仮名漢字変換を伴う文書入力など困難な作業）の違いによる脳波出力の傾向を分析し、難易度を最も良く示す指標は β_L/α_L （ β_L は低 β 波， α_L は低 α 波）であることを突き止めた。図5はある被験者（生徒）の β_L/α_L 波の応答波形である。これを用いて課題の選択を生徒により動的に変えたり，学習時のつまづき状態を検出したりすることができる。これらの結果は，徐々に習熟していくような課題を用いた実験結果にも当てはまり， β_L/α_L が課題の難易度を良く表していることを示した。

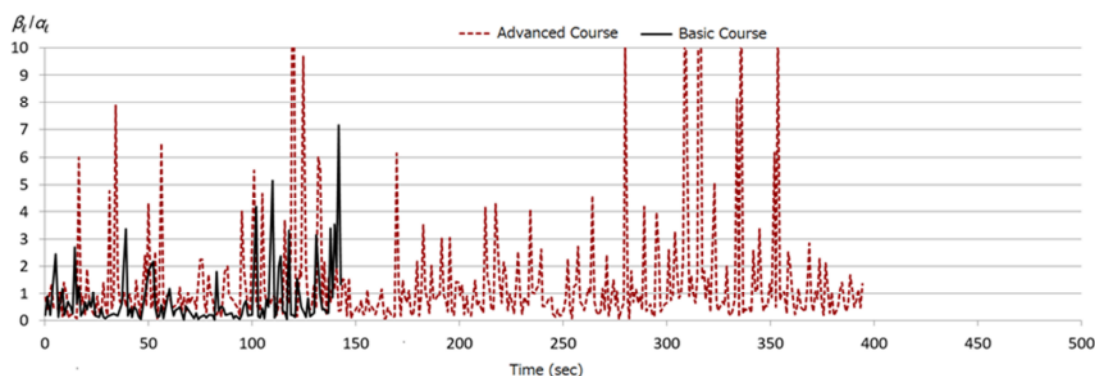


図5：ある被験者の β_L/α_L 波の応答波形

[例2] 学習記録と脳波履歴の分析

体験授業前に実施したアンケートや簡単な基礎学力テストの結果などの学習記録を利用して，スクラッチとC言語による簡単なプログラム演習における脳波による課題の難易度を検証した。図6にテストの平均値に対する難易度を示す指数 β_L/α_L の値を示す。両者に負の相関があることが分かる。このことから同じ問題（C言語難解2）に対し基礎学力が低い生徒がより困難だと感じていると考えられる。

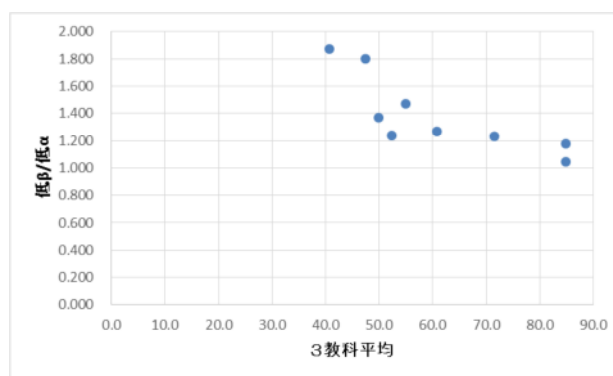


図6：基礎学力テスト結果と難易度を示す指数 β_L/α_L の関係（C 言語難解2 のケース）

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（命婦山長延寺・住職）
 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 営業開発本部）
 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 祐介（岩手県立大学 ソフトウェア情報学部・准教授）
 斉藤 友彦（東京都市大学・教育講師）
 佐藤 一裕（アドソル日進株式会社 先端 IT 技術部・部長）
 須子 統太（早稲田大学 社会科学部・専任講師）
 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・准教授）
 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）
 藪 潤二郎（早稲田大学 総務部・調査役）

(五十音順, 敬称略)

4. 研究業績

4.1 学術論文

玉木欽也, “『地方創生ディレクター』育成に向けたインバウンド体験ツーリズムに関する調査研究—国際文化交流によるインバウンド観光立国に向けた産業雇用創生の専門家【G-CEP : Global-Cultural Experience Professional】—,” 青山経営論集 第 51 巻 第 4 号, (2017.3)

後藤正幸, 中澤 真, 梅澤克之, 藤原靖宏, 井田安俊, 岩村相哲: “ラーニングアナリティクスに基づく次世代 ICT 教育モデル”, 経営システム, 第 26 巻, 第 3 号, pp.172-179, (2016.10)

玉木欽也, 越島一郎, 荒川雅裕, 朴英元, 木内正光, 阿部武志, 後藤智, 浅井龍男, “「社会人・大学教育向け「Global-Product and Service Lifecycle Management プロデューサー(Global-PSLM)」育成プログラムの産学共同研究開発とその実証,” 経営システム誌, 第 26 巻, 第 2 号, pp.1-6 (2016.7)

Katsuyuki Umezawa, Takashi Ishida, Michitaka Aramoto, Manabu Kobayashi, Makoto Nakazawa, Shigeichi Hirasawa, “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, (2016.4)

4.2 総説・著書

玉木欽也編著, “地方創生に向けた Global-CEP プロデューサー」 「第 1 章 Global-CEP 事業構想総論」,” 博進堂, ISBN978-4-938137-75-5, (2016.9)

4.3 招待講演

4.3.1 オーガナイズドセッション

- 経営情報学会 (JASMIN) 2016 年秋季全国研究発表大会, 2016.9.15-16.
オーガナイズドセッション「ICT と教育研究部会」

司会: 平澤 茂一 (早稲田大学)

後藤裕介, 鈴木一真, 南野謙一, 渡邊慶和, “コミュニケーション活性化を意図するタブレット PC 教室の設計と分析,” 経営情報学会(JASMIN) 2016 年秋季全国研究発表大会, G3-1, (2016.9)

佐藤一裕, 荒本道隆, 中澤真, 小林学, 中野美知子, 後藤正幸, 平澤茂一, “Learning Analytics のための学習履歴可視化システムの開発,” 経営情報学会(JASMIN) 2016 年秋季全国研究発表大

会, G3-2, (2016.9)

中野美知子, “時事英語文読解過程のログ分析と教室運営への示唆,” 経営情報学会(JASMIN) 2016年秋季全国研究発表大会, G3-3, (2016.9)

4.3.2 その他の学会発表

森田有稀, 後藤裕介, 南野謙一, 渡邊慶和, “参加者間の交流持続を実現するタブレット PC 教室の提案,” 計測自動制御学会 システム・情報部門 第12回社会システム部会研究会, pp.7-15, (2017.3)

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, (2017.3)

梅澤克之, 石田崇, 齋藤友彦, 中澤真, 平澤茂一, “高校生を対象とした C 言語学習時の閲覧履歴と脳波履歴による学習状態判定方法,” 情報処理学会第 79 回全国大会, pp.4-419-420, (2017.3)

齋藤友彦, 梅澤克之, 石田崇, 中澤真, 平澤茂一, “高校生を対象としたプログラミング学習時の脳波履歴の収集とその分析,” 情報処理学会第 79 回全国大会, pp.4-415-416, (2017.3)

中澤真, 梅澤克之, 後藤正幸, “自己学習時の閲覧履歴・編集履歴・脳波履歴を組み合わせた学習者分析 -ビジュアルプログラミング言語「Scratch」を用いて-,” 情報処理学会第 79 回全国大会, pp.4-417-418, (2017.3)

石田崇, 梅澤克之, 齋藤友彦, 中澤真, 平澤茂一, “高校生を対象とした C 言語学習時の編集履歴による学習状況の分析,” 情報処理学会第 79 回全国大会, pp.4-421-422, (2017.3)

梅澤克之, 石田崇, 齋藤友彦, 中澤真, 平澤茂一, “簡易脳波計測を用いた課題遂行時の脳波の推移について,” 情報処理学会 コンピュータと教育研究会 138 回研究発表会, pp.1-6, (2017.2)

中澤真, 梅澤克之, 後藤正幸, 平澤茂一, “「Scratch」を用いたプログラミング学習時の閲覧履歴・編集履歴・脳波履歴を組み合わせた学習者分析,” 情報処理学会 コンピュータと教育研究会 138 回研究発表会, pp.1-6, (2017.2)

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, (2017.1)

梅澤克之, 石田崇, 齋藤友彦, 中澤真, 平澤茂一, “簡易脳波計測を用いた学習者にとっての課題難易度の判定方法,” 情報処理学会 コンピュータと教育研究会 137 回研究発表会, pp.1-6, (2016.12)

石田 崇, 梅澤 克之, 齋藤 友彦, 中澤 真, 平澤 茂一, “プログラミング学習時における簡易脳波

計による脳波計測とその分析”，コンピュータ利用教育学会（CIEC）九州 PC カンファレンス 2016 予稿集，p.p.8-9, (2016.11)

玉木 欽也，朴英元，阿部武志，後藤智，“「Global-Product and Service Lifecycle Management(Global-PSLM)プロデューサー」産学連携研究会活動と大学教育への実証，” 横幹連合学会 第 7 回横幹連合カンファレンス（於 慶應義塾大学）（2016.11）

玉木 欽也，“『グローバル製品サービス戦略プロデューサー』育成プログラム開発に向けた産学連携研究会のフレームワーク，” 平成 28 年度日本経営工学会秋季研究発表大会（2016.10）

玉木 欽也，権藤俊彦，野口新司，“産学連携による地方創生と首都圏を結ぶ Global-CEP プロデューサーの人材開発ーGlobal-CEP:体験ツーリズムによるインバウンド国際文化交流・産業雇用創出の総合演出家としての Global Cultural Experience Professionalー，” 国際 P2M 学会 2016 年度秋季研究発表大会（2016.10）

梅澤克之，中澤真，石田崇，齋藤友彦，平澤茂一，“高校生を対象とした学習時の閲覧編集履歴と生体情報の収集とその分析，” 経営情報学会(JASMIN) 2016 年秋季全国研究発表大会，D2-1, (2016.9)

玉木 欽也，朴英元，荒川雅裕，阿部武志，後藤智，“「グローバル製品サービス戦略(Global-PSLM)プロデューサー」の産学連携による研究会活動および育成プログラムの開発と実証ーGlobal-PSLM: Global-Product and Service Lifecycle Management ー，” 国際戦略経営研究学会，2016 年 第 9 回全国大会（2016.9）

玉木 欽也，権藤俊彦，“地方創生に向けた Global-CEP プロデューサー育成プログラムの産学連携研究開発とその大学教育への展開ー体験ツーリズムによる国際文化交流・産業雇用創出の総合演出家(Global-CEP: Global Cultural Experience Professional)ー，” 国際戦略経営研究学会，2016 年 第 9 回全国大会（2016.9）

玉木 欽也，朴英元，阿部武志，後藤智，浅井龍男，“PLM を拡張した「Global-Product & Service Lifecycle Management プロデューサ」育成プログラムの産学共同研究，” 平成 28 年度日本経営工学会春季研究発表大会（2016.5）

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 8 回）

日時：平成 28 年 12 月 20 日（火）17:00-19:05

場所：早稲田大学早稲田キャンパス国際会議場第一会議室

プログラム：

開会あいさつ: 小林 学 (湘南工科大学)

司会: 近藤 悠介 (早稲田大学)

(1) 「生体情報を用いた学習分析について」

講演者: 梅澤 克之 (湘南工科大学情報工学科)

(2) 「早稲田大学における教育ビッグデータの利活用・グローバル MOOC の
取り組み」

講演者: 石井 雄隆 (早稲田大学大学総合研究センター)

招待講演

「クラウドとライフスタイルの変革」

講演者: 近藤 知子 (ソフトバンク株式会社 ICT イノベーション本部)

閉会あいさつ: 大野 高裕 (早稲田大学)

5. 研究活動の課題と展望

2016 年度の活動では、研究成果の学外への発信として「次世代 e-learning」公開フォーラム（第 8 回：早稲田大学）の他、2 回の合宿形式による研究ワークショップ（2016.9.9-10, 於：水上, 2017.2.26-27, 於：熱海）を開催した。なお、「次世代 e-learning」公開フォーラム（第 8 回）は本特別研究が主催、理工研・第 3 種行事として申請し実施している。また、2016 年 4 月から新規に「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」を開始した。テーマは「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」である。

2016 年度の活動成果としては、主として部会 F による新潟県立松代高等学校とその周辺にて生徒を対象とした初等プログラミング教育の実証実験を実施した「まつだいサイエンス講座～コンピュータの不思議～」があり、2016 年度後半の一連の研究発表がある。

今後の課題と展望として、閲覧・編集履歴の他、生体情報を用いた学習履歴を援用することにより、学習者の理解度や満足度を評価し、アクティブラーニングを誘発し、効率の良い授業運営方法を見出すことが課題である。その結果、反転授業や協働学習に代わる新しい学習スタイルを創造することが望まれる。そのためには、膨大な学習者の学習履歴・学習記録（レポート・テストの成績や自己評価・相互評価など）の学習分析（ラーニングアナリティクス）など、大規模データ解析技術の開発・活用が必要である。幸い主査はじめ共同研究者にはビッグデータの研究者が多数含まれ、データ解析技法の学習履歴・学習記録の解析への適用が期待される。

一方、近い将来本格的に導入される小中高の ICT による教育システムも視野に入れ、同時に企業などへの e-learning の応用と地域社会への貢献を目指し、標準化動向を睨みながら研究を進める必要がある。