

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 年度前期は以下の 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 年度前期の研究成果の発表・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をまとめたものであり、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（現在査読中）。
- (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。
- (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。

ここでは、主として (3), (4) の中から例を挙げて説明する。

[例 1] デバッグ練習問題に自動生成システム

我々は、プログラミング言語学習の学習環境である編集履歴可視化システムを提案してきた。このシステムは学習環境の準備を容易にするとともに学習者の状況把握することができる。また学習ログを蓄積することで学習者がプログラムのどこをどのように修正したかを確認できる。また我々は、自習時の学習ログに基づき対面授業時にグループ分けをして授業を行うグループ分け反転授業を提案してきた。この反転授業を実授業に適用するにあたり、前述の編集履歴可視化システムを活用した。その結果、約 90 名の学生が 16 週間の授業を受けた際の膨大な学習ログが蓄積された。

プログラミングの授業を実際に行ったところ、エラー表示がされているにもかかわらず、そのエラー表示を読もうともせずに、教員にヘルプを求める学生がとても多い事がわかった。編集履歴可視化システムでは、プログラムが完成するまでに修正されていく過程のソースコードをすべてログ

として蓄積している．これらの情報を元にあえて間違いを含むソースコードを学習者に与えて，そこに含まれている間違いを修正するデバッグ練習用の問題を自動生成することが可能であると考え，開発を行った．

今回開発したデバッグ練習問題抽出システムの全体構成を図 1 に示す．図 1 に示す通り，学習履歴を蓄積するまでは既存システムである編集履歴可視化システムを活用する．デバッグ練習問題抽出ツールは，編集履歴可視化ツールが蓄積した学習履歴を参照し，正解のソースコードと正解に至るまでの誤りを含むソースコードを比較し，誤りを含むソースコードを抽出する．抽出された誤りを含むソースコードは，編集履歴可視化システムの改造版で参照及び配布される．

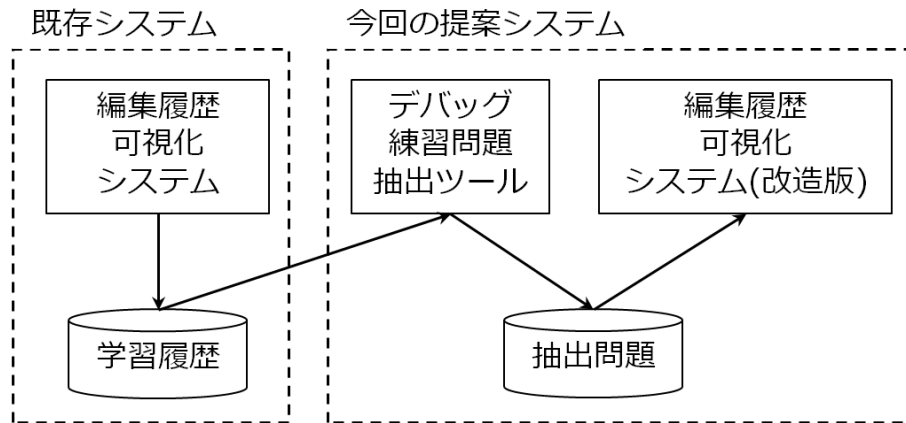


図 1 デバッグ練習問題抽出システムの全体構成

デバッグ練習問題抽出ツールは，編集履歴可視化ツールが蓄積した学習履歴，具体的には，各問題の完成フォルダ（last）に存在する MyClass.java と，作成途中の MyClass.java を比較し，修正箇所数および各修正箇所の修正文字数を抽出する．抽出した「修正箇所数」および「最大修正文字数」をもとにフォルダを再構成する．開発したデバッグ練習問題抽出ツールを図 2 に示す．

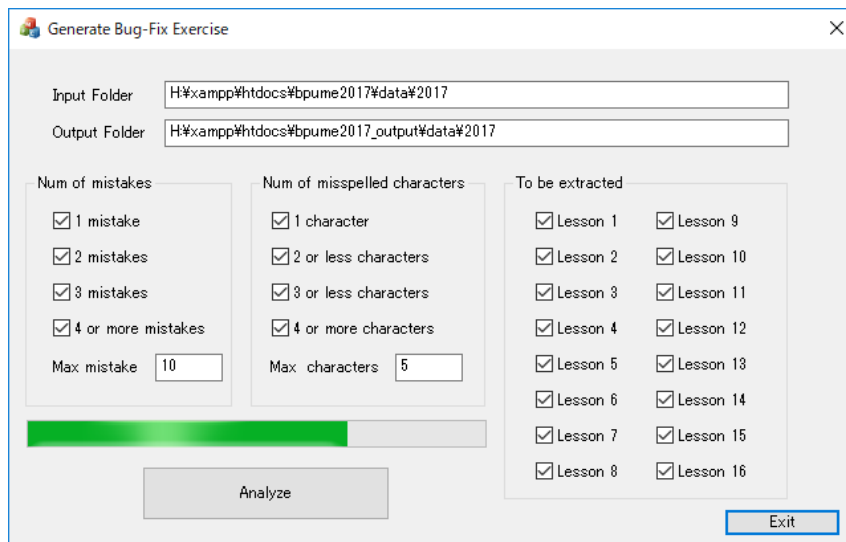


図 2 デバッグ練習問題抽出ツール

図 2 に示すように，何個までの修正箇所のものを抽出するか，何文字までの修正文字数のものを

抽出するか、どの授業の問題を抽出するか等を指定出来るようにしている。

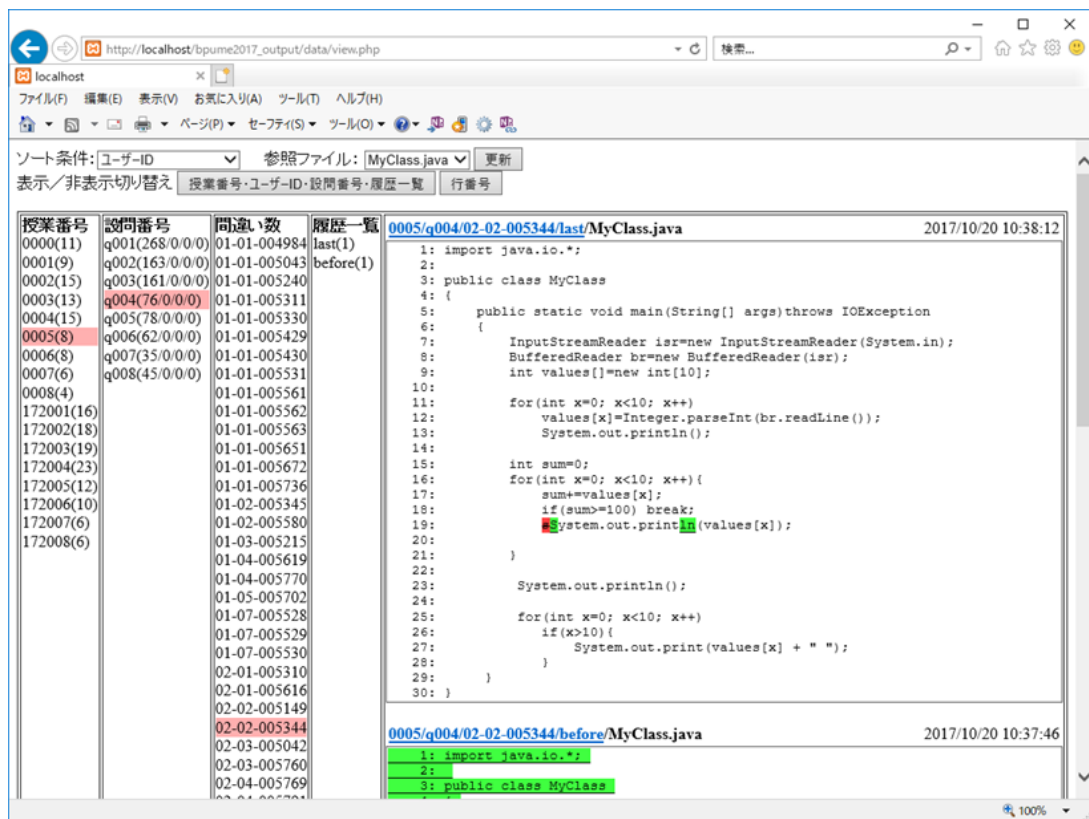


図 3 抽出したデータの可視化

図 3 に示すように、抽出したデータは編集履歴可視化システム（改造版）で可視化できる。図 3 は、授業番号 5 の設問 4 の 2 か所の間違い、かつ最大 2 文字の間違いを含むソースコードが示されている。編集履歴可視化システムはソースコードの配布機能も付いているので、このソースコードを学生に配布して間違いを修正させる問題を出題することができる。

上述のように、16 週間の実授業において、学習ログを蓄積することで学習者がプログラムのどこをどのように修正したかを確認できる編集履歴可視化システムが蓄積した学習ログをもとに、デバッグ練習用の問題を自動生成するデバッグ練習問題抽出システムを開発した。今後は、間違いやすさまで考慮した抽出方法を確立するとともに、このシステムを使って作成したデバッグ練習用の問題を使ってプログラミング学習を行い、デバッグ練習を行わない場合と比較して教師への依存度が低減することを実証していく。

[例 2] 小学生 5・6 年生を対象としたプログラミング教育の実施

文科省が来年度 2020 年 4 月から導入されることが周知された全国の小学校のプログラミング教育を念頭に、小学生を対象にした「プログラミング」教育（松代サイエンス講座）を実施した。文科省の実施構想に準拠して、いわゆる入門向けプログラミング環境「スクラッチ」を用いる。ブロックに書かれた命令を組み合わせるだけで、思い通りに画像を動かしたり、演奏させたりするインターフェースを持っている。

講座は松代小学校に通う小学 5、6 年生 21 名を対象に実施された。スケジュールは表 1 の通りである。

表 1 松代サイエンス講座スケジュール

		8 月 13 日 (火)	8 月 14 日 (水)
1 コマ目	9:00～9:50		・算数テスト (5 分) ・スクラッチで学ぶ算数 1
2 コマ目	10:00～10:50	・スクラッチの基本操作 1	・スクラッチで学ぶ算数 2 ・算数テスト (5 分)
3 コマ目	11:00～11:50	・スクラッチの基本操作 2	ドローンプログラミング

講座ではスクラッチを用いてプログラミングの基本を学び (図 4), さらに算数の「多角形」や「対角線」の単位についてプログラミングを活用して理解を深めた (図 5). 与えられた問題について, 論理的思考によって解決を図る方法を学ぶことが目的である. またドローンによる自動宅配を想定して, 体育館でスクラッチを用いてドローンを自動飛行させる実習も行った (図 6).

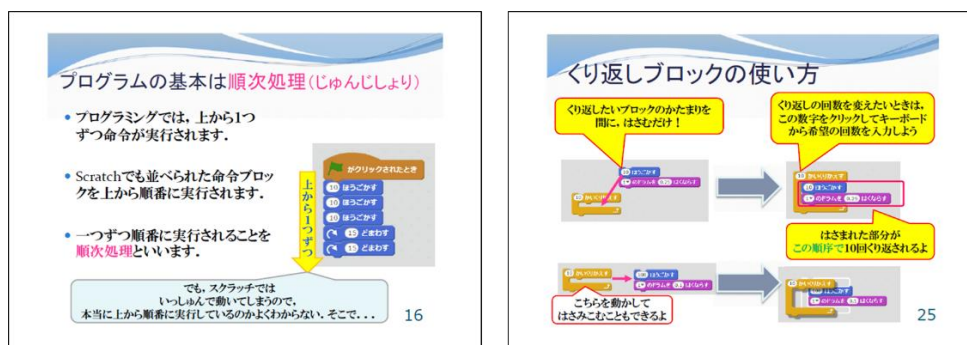


図 4 スクラッチの基本操作



図 5 スクラッチで学ぶ算数

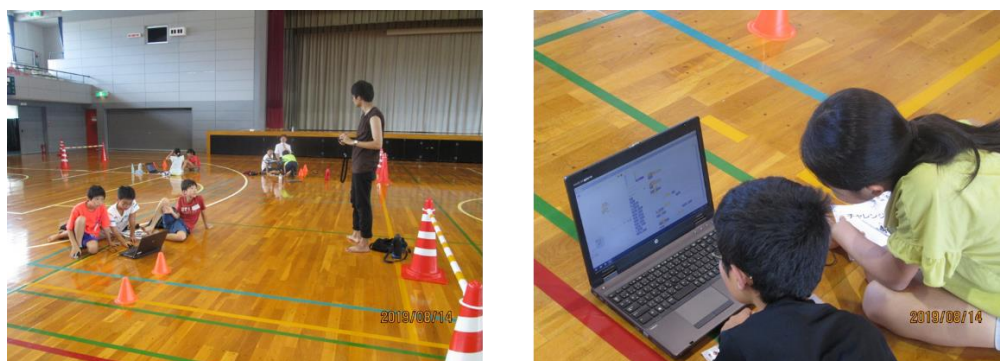


図 6 ドローンプログラミング

本講座では、プログラミング教育を実施するとともに、生徒たちのプログラミング編集履歴データを収集している。また、プログラミングを通して学んだ算数の理解度を測定するため算数の小テストも行った。今後はこれらの分析を行い、来年度から始まる小学生プログラミング必修化推進のために役立てる予定である。なお、本講座の様子が地元新聞4紙（十日町タイムス、新潟日報、東頸新聞、妻有新聞）に掲載された（図7）。



図7 妻有新聞（2019年9月7日）掲載記事

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 創造理工学研究科・博士後期課程在学中）
- 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）
檜山 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）
薮 潤二郎（早稲田大学 本庄高等学院・事務長）
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・講師）
（五十音順，敬称略）

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．

4.2 総説・著書

4.3 招待講演

4.3 その他の学会発表

（海外発表）

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.

（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の開発の概要，”信学会ソサエティ大会，B-15-33，p. 276，豊中市，大阪大学豊中キャンパス，2019.9.12.

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.

4.4 受賞・表彰

4.5 学会および社会的活動

5. 研究活動の課題と展望

2019年度前期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．実証実験結果の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）の一部を含んでいる．また，本年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，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．現在，結果を取りまとめ中で今後学会発表の予定である．

今後の課題と展望として，現在までに構築したe-learningシステム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．前者は上記ワークショップの際，本庄高等学院の一部の生徒を対象に既に脳波を用いて受講者の状態を推定しながら，マインクラフトによる実証実験を行った．後者は以前大学生を対象に開発した電子コンテンツの閲覧履歴・編集履歴とその可視化システムを用いて本庄高等学院の英語履修者を対象に実証実験を計画中有る．このように，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・定着・普及を図っていききたい．