

※ヘッダー・フッターには何も記入しないでください。  
※余白・行数など、ページ設定の変更をしないでください。

## 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、ICT を用いた次世代教育システムの構築を強力に推進するため、これまでに部会 A～部会 N のサブグループを立ち上げ、個々の研究課題に取り組んでいる。2021 年度は 2020 年度に引き続き、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

2021 年度は、前年度に引き続き新型コロナウイルス感染症の影響を多大に受け、設計した教育プログラムの実証実験や学習者のデータ観測実験を実施することが困難であった。そのため、主にこれまで蓄積された実証実験によって蓄積された様々なデータの分析を深め、新たな切り口による分析結果を得ることが主たる研究内容となった。2021 年度に得られた研究成果は、主に以下の通りである。

#### [例 1] 学習者の学習状況を把握するための脳波収集システムの開発

本研究では、昨年より引き続き、言語学習を統一的な枠組みで捉え、相手（学習者）を感じて助言を行う人工教師を搭載した自学自習システムに関する研究を推進した。「相手を感じる」とは、学習者の学習状況をシステム側が把握することを指す。今年度は成果のまとめとして、自学自習システムに必要な「ケアレスミス」、「文法誤り」、「論理誤り」を検出する方法に関する研究成果および、「相手を感じる」ための生体情報としての脳波を効率的に収集するために開発した脳波計測システムについての研究を推進した。これらの研究に関して、今年度は国際学会発表 2 件、国内学会発表 4 件を実施した。

ここでは、脳波を効率的に収集するために開発した脳波計測システムについて簡単に例示する。従来の簡易脳波計を用いた学習時の脳波計測方法では、脳波の計測開始や終了に関して実験参加者本人あるいはスタッフによって人手で行う必要があった。また、脳波シグナルが弱い場合も気づかず、データが取れていない場合もあった。さらに、実験参加者毎にそれぞれ計測を開始する必要があるため、開始と終了が各実験参加者でずれてしまうという欠点があった。このような従来の脳波データ取得方法の欠点を克服するために脳波収集システムの開発を行った（図 1 参照）。このシステムにより、脳波の計測開始や終了は遠隔管理サーバか

※ヘッダー・フッターには何も記入しないでください。  
※余白・行数など、ページ設定の変更をしないでください。

ら指示でき、脳波のステータス確認ができるので実験参加者をサポートする個別のスタッフは不要となり、かつ計測の開始時間と終了時間をすべての実験参加者でそろえることができる。また全脳波計のステータスを確認でき、確認後に脳波の取得開始を指示できるので、脳波がうまく取れていない（シグナルが弱い）ことに気づかず、実験データが取れていないというミスがなくなる。

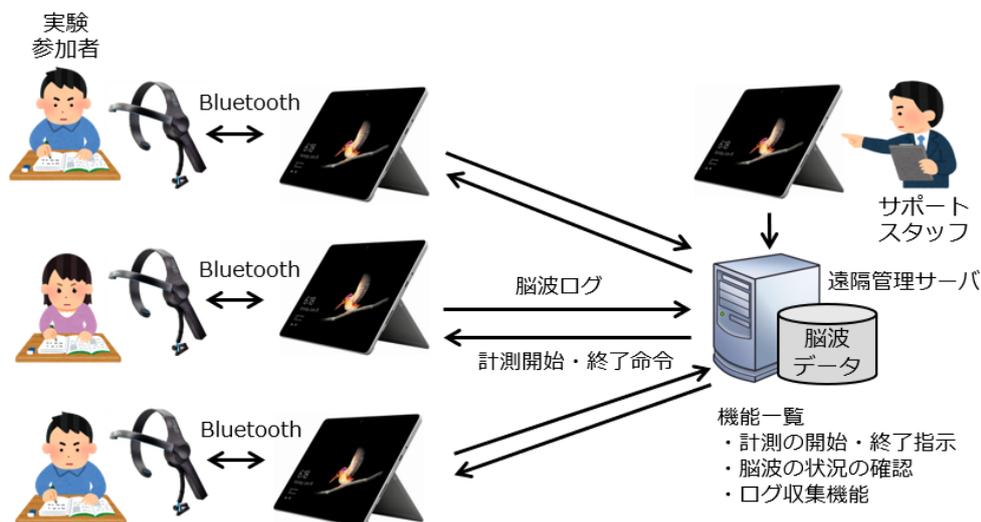


図1 脳波データ収集システム

## [例2] ビジュアル型言語とテキスト型言語の差異を埋める中間コンテンツの作成

プログラミング学習に関して、ビジュアル型言語からテキスト型言語への移行の方法論を確立することを目的として研究を行った。具体的には、ビジュアル型言語とテキスト型言語の学習の利点を有し、両者の差異を埋める教育コンテンツ（中間型言語とよぶ）を検討・試作し、実証実験を通して、評価を行った。今年度は、ビジュアル型言語からテキスト型言語のプログラミング間の差異を埋める中間教育コンテンツの施策を行った。この中間教育コンテンツは、シンプル（テキスト型言語特有の追加知識不要）、素早いフィードバック（実行結果がすぐわかる）、文法エラーが起こりにくく、論理エラーの箇所がわかり易い、というような特徴を持つものである。湘南工科大学情報工学科において附属高校の生徒および研究室の大学生を対象に実証実験を実施しアンケート評価を行い、上述の中間教育コンテンツが持つべき特徴を有していることを確認した。本件に関して国際学会発表1件、国内学会発表1件を実施した。

現状のビジュアル型言語は見た目が楽しい、すぐ実行して動作する、文法エラーが存在しないなどの特徴がある。これに対してテキスト型言語は、文字ばかりであり、1文字でも間違えれば動作せず、グラフィカルなことをやろうとするととても手間がかかる、というような特徴がある。提案する中間コンテンツは、シンプル（テキスト型言語特有の追加知識不要）、素早いフィードバック（実行結果がすぐわかる）、文法エラーが起こりにくく、論理エラーの箇所がわかり易い、というような特徴を持つ必要があると考えた。このような特徴を持ったコンテンツとして、JavaScriptで音楽を作るという授業を行った。使用したシステムはJSFiddleを活用した。湘南工科大学附属高等学校の3年生（21名）に対して、2021年度に7回の授業を実施し、アンケートにより中間コンテンツの持つべき特徴を持っているかの確認を行った。ここでは、4段階の選択回答式の設問を4つ設定した。設問内容を以下に

※ヘッダー・フッターには何も記入しないでください。  
※余白・行数など、ページ設定の変更をしないでください。

示す。

#### アンケート項目：

**設問 1：** JsFiddle での音楽作成は楽しかったですか

- 1： 楽しかった
- 2： 少し楽しかった
- 3： あまり楽しくなかった
- 4： 楽しくなかった

**設問 2：** JsFiddle での音を鳴らすプログラムは、覚えなければならぬ英単語 (play など) は多いと思いますか、少ないと思いますか

- 1： とても少ない
- 2： 少ない
- 3： 多い
- 4： とても多い

**設問 3：** JsFiddle での音を鳴らすプログラムは、結果がすぐわかりますか (実行後すぐ音を確認できるなど)

- 1： 実行結果がすぐわかる
- 2： やや実行結果がすぐわかる
- 3： やや実行結果がすぐわからない
- 4： 実行結果がすぐわからない

**設問 4：** JsFiddle での音を鳴らすプログラムは、間違えている箇所がわかり易いですか (音がずれている箇所が耳で聞いてすぐわかるなど)

- 1： 間違えている箇所がわかり易い
- 2： やや間違えている箇所がわかり易い
- 3： やや間違えている箇所がわかりにくい
- 4： 間違えている箇所がわかりにくい

アンケート結果を表 1 に示す。表 1 よりビジュアル型言語とテキスト型言語の中間に位置づけられる特徴を有することがわかった。

表 1 アンケート結果

設問	平均値	最頻値	解釈
1	1.77	1	少し楽しかった
2	2.46	3	覚えるべき英単語は「少ない」と「多い」の中間あたり
3	1.54	1	実行結果が「すぐわかる」と「ややすぐわかる」の中間
4	1.85	1,2	やや間違えている箇所がわかり易い

※ヘッダー・フッターには何も記入しないでください。  
※余白・行数など、ページ設定の変更をしないでください。

### 3. 共同研究者

新目 真紀（職業能力開発総合大学校 准教授）  
石井 雄隆（千葉大学教育学部・大学院教育学研究科・准教授）  
石田 崇（高崎経済大学 経済学部・准教授）  
梅澤 克之（湘南工科大学 情報工学科・教授）  
大谷 康介（(株) CAI メディア）  
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（株）法人事業統括 ICT イノベーション本部 PaaS エンジニア  
リング部・部長）  
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（芝浦工業大学システム理工学部電子情報システム学科・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）管理本部経営企画部）  
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）  
樋山 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（阪南大学 経営情報学部 経営情報学科・准教授）  
藪 潤二郎（日本工学院八王子専門学校 IT カレッジ AI システム科・講師）  
吉田 諭史（近畿大学理工学部・教養・基礎教育部門・特任講師）  
（五十音順）

### 4. 研究業績

#### 4.1 学術論文

なし

#### 4.2 総説・著書

なし

#### 4.3 招待講演

※ヘッダー・フッターには何も記入しないでください。  
※余白・行数など、ページ設定の変更をしないでください。

なし

#### 4.4 受賞・表彰

なし

#### 4.5 学会および社会的活動

Katsuyuki Umezawa, Makoto Nakazawa, Manabu Kobayashi, Yutaka Ishii, Michiko Nakano, and Shigeichi Hirasawa, “Research Results on System Development of the Research Project of a Self-Study System for Language Learning,” *Proceeding of the IEEE World Engineering Education Conference (IEEE EDUNINE 2022)*, Mar. 2022.

Katsuyuki Umezawa, Makoto Nakazawa, Manabu Kobayashi, Yutaka Ishii, Michiko Nakano, and Shigeichi Hirasawa, “Comparison Experiment of Learning State Between Visual Programming Language and Text Programming Language,” *Proceeding of the IEEE International Conference on Teaching, Assessment and Learning for Engineering (TAL2021)*, p.p. 1-5, Dec. 2021.

Katsuyuki Umezawa, Makoto Nakazawa, Manabu Kobayashi, Yutaka Ishii, Michiko Nakano, and Shigeichi Hirasawa, “The Development of a Self-Study System for Language Learning – Overview of the Project and Related Work–,” *2021 6th International STEM Education Conference (iSTEM-Ed)*, Nov. 2021, pp. 1-4, doi: 10.1109/iSTEM-Ed52129.2021.9625093.

梅澤 克之, 中澤 真, 平澤 茂一, “ビジュアル型言語からテキスト型言語へのシームレスな移行について,” 情報処理学会 第84回全国大会予稿集, pp. 4-519-520, Feb. 2022.

梅澤 克之, 中澤 真, 石井 雄隆, 小林 学, 中野 美知子, 平澤 茂一, “言語学習を対象とした自学自習システムの研究～関連研究と研究成果～,” 経営情報学会(JASMIN) 2021年度全国大会予稿集, Nov. 2021.

梅澤 克之, 中澤 真, 石井 雄隆, 小林 学, 中野 美知子, 平澤 茂一, “言語学習を対象とした自学自習システムの研究～システム開発に関する研究成果～,” 情報処理学会 情報教育シンポジウム SSS2021 予稿集, pp. 93-99, Aug. 2021.

梅澤 克之, 中澤 真, 石井 雄隆, 小林 学, 中野 美知子, 平澤 茂一, “言語学習を対象とした自学自習システムの研究～関連研究と脳波収集システムの開発～,” 電子情報通信学会 教育工学研究会 (ET) 予稿集, pp. 7-12, July 2021.

梅澤 克之, 中澤 真, 石井 雄隆, 小林 学, 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ついて,” 日本経営工学会 2021年春季大

※ヘッダー・フッターには何も記入しないでください。  
※余白・行数など、ページ設定の変更をしないでください。

会予稿集, p.p. 294-295, May 2021.

石倉 滉大, 小林 学, 雲居 玄道, 中野 美知子, 梅澤 克之, 平澤 茂一, “プログラミング言語教育のための自然言語における第2言語教育法の援用に関する調査研究,” 情報処理学会 第84回全国大会予稿集, pp. 4-963-964, Feb. 2022.

藪 潤二郎, 梅澤 克之, 平澤 茂一, “高校生を対象とした生体情報を活用した情報処理の実験・体験,” 日本経営工学会 2021年春季大会予稿集, p.p. 298-299, May 2021.

## 5. 研究活動の課題と展望

2021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。これらの実証実験の結果を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(2019~2021年度)」)の一部を含んでいる。2020年度に始まったコロナ禍の影響は、本研究の活動にも様々な影響を与えてきたが、オンライン研究会やオンラインワークショップを積極的に実施するなど、対面での研究活動が制約を受ける中でも様々な取り組みを継続してきた。2022年度も、様々な制約下においても、研究活動の成果向上に寄与するような取り組みを模索しながら研究活動を継続する予定である。この研究活動の在り方は、ポストコロナ時代における教育活動にも繋がる課題であり、積極的に効果的な方法の研究を行う。

一方、本研究の活動は様々な教育教材や教育法の開発と共に、実際に教育プログラムの実施と学習者のデータ収集を通じて評価分析を行っているが、これらの実証実験は新型コロナウイルス感染症による影響を多大に受けているのが現実である。実際に小学生から高校生に至る教育対象者に新たな教育プログラムを実施するためには、新型コロナウイルス感染症の問題のある程度の沈静化が必要であるため、現段階ではポストコロナに向けた研究の準備を進める予定である。新型コロナウイルス感染症の問題が沈静化した後には、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・定着を目指す。