

招待論文

「主体的・対話的で深い学び」の実現に向けた 教育AI活用の現状と展望

森本 康彦^{1,a)}

受付日 2021年8月31日, 再受付日 2021年10月30日,
採録日 2021年11月9日

概要: 今, 教育が大きく変わろうとしている. 新学習指導要領では, これからの時代に求められる資質・能力を子供たちに育成し, 能動的なアクティブ・ラーナーを育てるための「主体的・対話的で深い学び」が強く求められている. 一方, GIGA スクール構想を背景に, 1人1台端末と高速大容量通信ネットワークが整備され, 先端技術を用いた教育AIが教育現場にも入り込んできた. しかし, この教育AIはこの教育改革を前に進める味方なのだろうか. 学習者を受け身にさせ, 暗記の勉強に逆戻りさせる可能性があるならば, 効果的な教育AIについて早急に議論する必要がある. そこで, 本論文では, 教育分野におけるAI活用の現状についてまとめ, 「主体的・対話的で深い学び」の実現に向けた教育AIの活用について議論し, その展望について述べた.

キーワード: 主体的・対話的で深い学び, 教育AI, ラーニングアナリティクス, 学習データ, eポートフォリオ

Current and Future Prospects of Artificial Intelligence in Education for Fostering Proactive, Interactive, and Authentic Learning

YASUHIKO MORIMOTO^{1,a)}

Received: August 31, 2021, Revised: October 30, 2021,
Accepted: November 9, 2021

Abstract: Japanese education is currently going through dramatic changes. Japanese school education requires proactive, interactive, and authentic learning (so-called active learning) to increase students' skills and competencies and enable them to become learners who engage in their learning proactively. In the context of the Global and Innovation Gateway for All (GIGA) School Program, most Japanese schools are equipped with one-to-one terminals for each student and all schools have high-speed and large-capacity communication networks. Artificial Intelligence in Education (AIED) using advanced technology should be used in a multitude of educational scenes. However, problems exist regarding whether AIED can encourage educational changes in Japan. If there is a possibility of schools reverting back to passive rote learning, it is necessary to discuss the effective use of AIED. We discuss a survey we conducted on how AIED is currently used and discuss future prospects of using AIED.

Keywords: active learning, artificial intelligence in education, learning analytics, learning data, e-portfolio

1. はじめに

今, 戦後最大といわれる大きな教育改革が進んでいる. これから到来する Society5.0 の時代では, すべての子供た

ちが持続可能な社会の創り手として, 予測不可能な未来社会を自立的に生きていくために必要な資質・能力を身に付け, 生涯にわたって学び続けていくことが大切であり [1], その実現のために, 初等中等教育の新学習指導要領では, 能動的な学び手 (アクティブ・ラーナー) を育てる「主体的・対話的で深い学び」が強く求められている [2].

一方, GIGA スクール構想の実施による, 1人1台端末

¹ 東京学芸大学
Tokyo Gakugei University, Koganei, Tokyo 184-8501, Japan
^{a)} morimoto@u-gakugei.ac.jp

と高速大容量の通信ネットワークの環境整備が整ったことで、教育のデジタル化の推進、ならびに AI や学習データの利活用がより期待されるようになった [3]。文部科学省では、これらを推進しながら、同時に、新学習指導要領を着実に実施することとしている [4]。

ここで疑問が湧いてくる。教育分野における AI の台頭は、まさに今推し進めようとしている新しい学校教育を後押しする存在になりうるのだろうか。たとえば、AI を活用した実証事業として、近年、学習者の能力に応じて適応的に問題を提示する AI ドリル教材を使用した学習が進められている。これは知識の効率的な習得が可能になるとされる一方、これだけでは新学習指導要領が求める「思考力、判断力、表現力等」の育成に資するものではなく留意する必要があると指摘されている [5]。確かに、使い方によっては、学習者の学びを単なる暗記のための単純作業に変えてしまったり、学習者を指示待ちにしまったりして、その結果、やる気（主体性）さえ奪ってしまうことがあるならば、あまり AI にかかわりたくないと思う教育者がいるのもうなずける。今、新しい時代に求められる学びでの AI 活用のあり方について議論し、効果的な方法を見つけ出していく必要があるだろう。

そこで、本論文では、新しい時代に求められる学びについて説明し、新しい時代の学びの実現に向けて AI がどのように貢献できるのかについて議論する。具体的には、教育分野における AI 活用の現状と「主体的・対話的で深い学び」における AI 活用の展望について述べる。

2. 求められる学び

2.1 育成を目指す資質・能力

新学習指導要領では、育成を目指す資質・能力を、三つの柱に整理した。その柱は、「知識及び技能」、「思考力、判断力、表現力等」、「学びに向かう力、人間性等」からなる [2]。

人が有する資質・能力は、よく氷山にたとえられる (図 1)。氷山は、水面から見える部分は小さいが、水面下はその何倍もの大きな塊からなっており、この部分が大きければ大

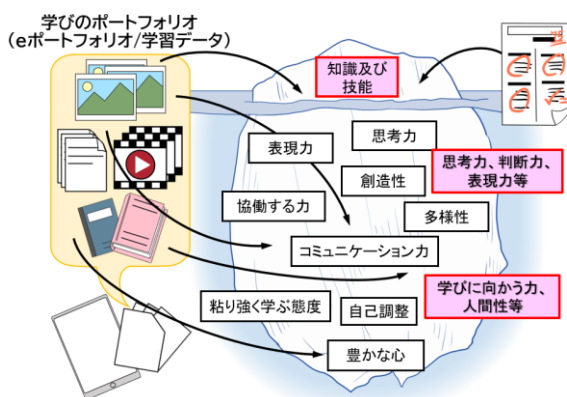


図 1 資質・能力の氷山モデル

Fig. 1 Iceberg model of skills and competencies.

きいほど安定する。資質・能力では、「知識及び技能」が水面上の小さな部分にたとえられ、テストで容易に測ることができるものである。実は、この「知識及び技能」を実際に学びに活用するためには、水面下の大きな塊の部分にあたる資質・能力をしっかりと有していることが不可欠である。これらが「思考力」や「協働する力」、「多様性」等のテストだけでは測ることが難しい資質・能力であり、「思考力、判断力、表現力等」と「学びに向かう力、人間性等」がそれにあたる。

図 1 の水面下の資質・能力を育成・涵養し、多面的・多角的に評価するためには、「学びのポートフォリオ」の活用が期待される。しかも、各教科・科目等の特質を生かし、教科等横断的な視点からのアプローチが必要とされている。そこで、学習プロセスにおいて、コンピュータや情報通信ネットワーク (ICT) を活用し学びのポートフォリオを eポートフォリオとして電子的に扱うことによって、これまでのあらゆる学びをつなぎ合わせ、その軌跡を見える化できるため、その結果、教科等横断的な学びを通じた資質・能力の育成・涵養が容易になる。

2.2 「主体的・対話的で深い学び」の実現

これら資質・能力を育成するために、「主体的・対話的で深い学び」の実現が求められている [2]。「主体的・対話的で深い学び」とは、単なる新しい授業の型ではない。単元等の内容のまとまり全体を 1 つの大きな授業としてとらえて、一斉に教えたり、グループで議論しながら協働したり、個人で振り返って次の学びにつなげて、再びグループで学び合ったり…(図 2)、このような様々な場面での学びが集まった、1 つの大きな学びが「主体的・対話的で深い学び」であり、この学びを実現するには、次の 3 つの視点から創り上げていくことが求められている。しかも、これは教室の中だけに限ったことではない。むしろ学校外の地域等を含めて「主体的・対話的で深い学び」はつながり、いつでもどこでも学習者が主導して学びに取り組むイメージだ。

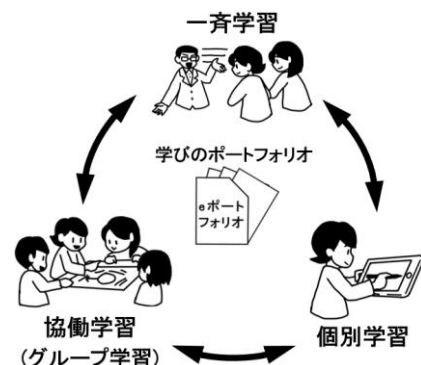


図 2 「主体的・対話的で深い学び」のイメージ

Fig. 2 Image of proactive, interactive, and authentic learning.

① 「主体的な学び」の視点

学ぶことに興味や関心を持ち、自己のキャリア形成の方向性と関連付けながら、見通しを持って粘り強く取り組み、自己の学習活動を振り返って次につなげる学びの過程が実現できているか、という視点である。これは、「主体的・対話的で深い学び」のベースとなる学び方そのものであり、学習者が、あらかじめ定まった解き方を丸暗記するものではなく、絶えず自ら「なぜ?」「どうしよう?」と振り返り(自問自答し)、気づきを得て、それを教訓化し、自らの学びを調整しながら新たな見通しを立てて次につなげていく学びといえる。

② 「対話的な学び」の視点

学習者同士の協働、教員や地域の人との対話、先哲の考え方を手掛かりに考えること等を通じ、自己の考えを広げ深める対話的な学びが実現できているか、という視点である。これは、「学び合い」や「相互評価」と同じ概念で、仲間同士が対話による相互作用により、学びを高め合う効果を期待している。

③ 「深い学び」の視点

習得・活用・探究という学びの過程の中で、知識を相互に関連付けてより深く理解したり、情報を精査して考えを形成したり、問題を見い出して解決策を考えたり、思いや考えを基に創造したりすることに向かう深い学びの過程が実現できているか、という視点である。しかし、1つの教科内だけで、深い学びを実現し、三つの柱の資質・能力をバランスよく育成することは難しいため、各教科で習得した資質・能力を他の教科等で活用し、総合的な探究の時間等の統合的な学びの中で探究していくような、教科等横断的な大きな学びを学期や学年をまたがってデザインする必要がある。これが、カリキュラム・マネジメントである。

日常的に1人1台のICTを活用することで、「主体的・対話的で深い学び」は、地理的・時間的制約が緩和され、教室の枠を飛び越えて、いつでもどこでも家庭や地域等を含めてつながっていく。遠隔地の専門家とつないだ授業や他の学校・地域や海外との交流等、今までできなかった学習活動も可能となり、地域全体、かかわるすべての人が仲間となる、長期にわたる大きな学びが実現できる。

3. 教育 AI とラーニングアナリティクス

3.1 教育 AI, ラーニングアナリティクスとは

教育 AI とは、世界でいわれる AIED (Artificial Intelligence in Education) にあたるものであり、教育における AI の総称を指す。特に、学びの過程で生成される学習データを教育 AI により分析し、学習者や教員に分かりやすい形で見える化する仕組みはラーニングアナリティクスと呼ばれる。この分野は近年注目されており、学習効果の向上や学習促進の方法論として研究が進められてきている。

学習者はこのラーニングアナリティクスにより、自身の

表 1 学習データの一覧

Table 1 List of learning data.

分類	項目	主な内容	説明
学習履歴	学習ログ	行動・活動履歴	授業等の内外や諸活動における行動・活動の履歴 例) 学習活動の履歴, ボランティア活動の履歴
	操作ログ	ICT機器の操作履歴	ICT機器の操作履歴 例) タブレット端末への書き込みの履歴, LMS等の利用履歴, デジタル教材の閲覧履歴
	活動の様子	観察の記録	活動の様子を観察して記録したもの 例) 委員会活動の様子を収めた写真, 係活動の様子を記述した記録, 学習活動の様子動画
	テスト/アンケート	テスト	テストとその結果
アンケート		質問紙等のアンケートとその結果	例) 授業アンケートとその回答の記録
学習成果物	作品	作品	授業や実習等で制作(製作)したもの 例) 水彩画の下絵と完成した作品
		レポート	授業や実習等で作成された文書 例) 調べたことをまとめたレポート, 小論文
	日誌	自身の活動や振り返りを綴った文書 例) 生活の記録, 部活ノート	
	実技	実技のパフォーマンスを記録したもの 例) マット運動の実技を撮った動画	
	体験	体験活動を記録したもの 例) 地域の奉仕活動の記録	
	プレゼンテーション	プレゼンテーションを記録したもの 例) 発表会でのプレゼンテーションの動画	
	議論・対話	議論・討論した記録, 対話の記録 例) 生徒会での議論の記録, チャットの記録, 教員と生徒の対話の記録	
学習の記録	ワークシート	ワークシート	思考プロセスをワークシート等に記録したもの 例) 教材用プリント, 実験プリント
		メモ・ノート	獲得した知識や技能, 考えたことや気づきなどを記録したもの 例) 学習中に書いたメモ, 授業ノート
	情報収集・分析の記録	情報収集・分析の記録	学習の際に副次的に生成, 収集したりしたもの 例) 収集したWebページ, インタビューした記録
		演習の記録	演習したことを記録したもの 例) 演習問題とその解答の記録, 演習課題の解決過程の記録
解決プロセス	実習の記録	実習したことを記録したもの 例) 教育実習ノート, 看護実習の活動の記録	
	課題解決の記録	設定した課題・問いや仮説, それを解決するための見通しや道筋の構想, 課題・問いの解決の評価, 仮説の検証などについて記録したもの 例) 探究ファイル(探究活動の記録), 総合的な学習の時間の学習プリント集	
	振り返り	振り返りの記録	学習者自身による学びの振り返りの記述 例) 授業の振り返りの記述
評価の記録	ゴール設定	学習目標	設定した目標やゴール, めあてを記録したもの 例) 授業で設定した学習目標
		学習計画	学習の計画や見通しを記録したもの 例) 家庭学習の学習計画表
	学習評価	自己評価	自己評価の内容を記録したもの 例) 自身の評価の記録, 授業の振り返りの記録
		相互評価	相互評価の内容を記録したもの 例) 仲間からのコメントの記録
		教員評価	教員評価の内容を記録したもの 例) 教員からのフィードバックの記録
他者評価	他者評価の内容を記録したもの 例) 専門家からのフィードバックの記録		
評定	評定等の評価を記録したもの 例) 通知表		

学習状況を絶えず分析的に把握し、それをヒントにして気づきを得ながら、自らの学びを主導する。教員は、ラーニングアナリティクスで見える化された学習者の学習状況を確認しながら最適な支援を行う。この過程においては、教育 AI を用いて、どの学習データをどう分析し、どのような学習支援を実現すればよいのか、それは、いつ、どの活動で生成された何の学習データなのかを明らかにする必要がある。

3.2 学習データ (eポートフォリオ)

学習データとは、学習者の学校内外での継続的な学習を

表 2 ラーニングアナリティクスで活用されている分析手法
Table 2 List of learning analytics methods.

メソッド	説明	先行研究
1 統計 Statistics	データの特徴や性質を説明する「記述統計」及び手元にはないデータを含めた全データの一般的な性質について予測する「推測統計」の総称。たとえば、グループ学習の対話の記録とグループのテストの結果に対して回帰分析を行い、学習のプロセスと学習成果の相関関係を発見する。	Chiu. 2018 [11]
2 予測 Prediction	いくつかのデータの組み合わせから、ターゲットとなる値（予測したい値）の推定を行う手法。たとえば、オンライン学習において正誤の情報や解答時間や画面操作の記録等のデータから、コースの合格・不合格を分類し、落第の可能性のある学生の早期発見を行う。	Casey. 2017 [12]
3 クラスタリング Clustering	いくつかの点で類似するデータを、クラスターと呼ばれる部分集合として分けることで、似たような特徴を持つデータをグループ化する手法。たとえば、オンライン学習環境における学習行動のログ等のデータをクラスタリングし、各クラスターから学習者の特徴を抽出しグループ化する。	Lee. et al. 2017 [13]
4 レコメンド Recommendation	情報収集を行う人間のログから、登録されているルールあるいは興味・関心の傾向に応じて、最適な情報を提供する手法。たとえば、学習者の取り組んだコンテンツやその難易度、正誤の状況からもっとも学習効果が高いと予想されるコンテンツ群を提示する。	Khosravi. et al. 2019 [14]
5 関係マイニング Relationship mining	データ間の関係性を識別し、パターンやルールを抽出する手法。たとえば、オンライン学習環境における過去の学習者の行動の頻出パターンを抽出し、各パターンが見られる学習者の特徴を把握する。	Shirvani and Dillenburg. 2019 [15]
6 人間による判断のためのデータの抽出 Distillation of data for human judgement	人間がデータの識別や分類をすることをやりやすくするために、データをわかりやすい形で表現する手法。たとえば、オンライン学習における学習者の知識構造の関係性を把握するために、問題の解答のデータ、正誤の情報、システム利用の操作ログ等のデータをt-SNEで次元削減することで、知識構造を分析してその結果を可視化する。	Pardos and Horodyskyj. 2019[16]
7 可視化 Visualization	蓄積・分析されたデータをダッシュボード上にグラフィカルに表示する手法。たとえば、授業中に取得したログデータやアンケートの結果をグラフや表として教員や学習者に提示する。	Ahn. et al. 2019 [17]
8 モデルを用いた発見 Discovery with models	予測やクラスタリング、または人間により作られた、すでに検証されているモデルを、他の分析に用いるという概念。たとえば、過去の学習者の入学から卒業までの学習の経路をモデル化し、それに基づき現在の学習者の状況を分析することで、つまづいている原因は何かを特定する。	Andrade. et al. 2017 [18]
9 知識追跡 Knowledge tracing	学習者の特定のスキルやコンセプトに関する知識の定着度合いを推定する手法。たとえば、学習者の正誤の情報と取り組んだ問題の難易度から学習者の能力値とその変化を推定する。	Brinkhuis. et al. 2018 [19]
10 異常値検知 Outlier detection	継続的に蓄積されたデータ群から、異常値や外れ値を検出する手法。たとえば、日々の活動の自己評価をとりまく中で急激に自己評価が大きく変化したタイミングを外れ値分析によって検出し、その変化の要因は何か、学習者が振り返ることを促す。	蛸名, 森本. 2020 [20]
11 プロセスマイニング Process mining	あるイベントでのログから行動パターンを抽出し、知識習得の過程や傾向等を発見する手法。たとえば、プログラミングのプロセス（コード作成、セーブ、再設計など）を分析し、協働的な学習における学習の調整に関するプロセスを発見する。	Emara. et al. 2021 [21]
12 社会ネットワーク分析 Social network analysis	ネットワークとして概念化された社会構造と、いかにそのネットワークが内部の行為者に影響を与えているかを測定する手法。たとえば、オンライン環境における SNS のテキストチャットより、誰が誰に発信したのかをもとに学習者の関係性を分析する。	Gruzd. et al. 2016 [22]
13 テキストマイニング Text mining	フォーラムやチャット、Web ページ等における、多量なテキストから人間が分かりやすい形で情報を抽出する手法。たとえば、学習者が記入した振り返りの記述から内省的な記述か否かを判断し、内省的な記述ではないものは加筆・修正を促す。	Buckingham. et al. 2017 [23]
14 非負行列因子分解 Non-negative matrix factorization	行列因子分解の一つであり、非負値の行列を2つの行列に因子分解する手法。たとえば、学習者のテスト結果を、Q-matrix（問題とスキルを表す行列）と S-matrix（学生とスキルを表す行列）に分解することで、学習者のスキルの習得状況を把握する。	Xu. et al. 2017 [24]
15 画像解析/映像解析 Image analysis/Video content analysis	画像や映像を処理・解析し、特定の対象物や行動などの有効な情報を抽出する手法。たとえば、学習者の目の動きを解析し、プログラミング作成の成功との関係性を分析する。	Mangaroska. et al. 2018 [25]
16 音声分析 Voice analysis	人間の音声を認識・記録し、テキストデータなどのデジタル信号として置き換える手法。たとえば、対話的な活動における発話内容を音声で取得し、発話内容と話している方向をダッシュボード上に表示する。	Worsley. et al. 2021 [26]

記録したデジタルデータの集合体であり、「学習履歴」と「学習記録」から構成される(表 1) [6]。これら学習データは、教育分野では従来、e ポートフォリオとして扱われている。学習履歴とは、システムや情報端末等の ICT 機器を使うと自動的に取得できるログデータ、または、行動履歴等の記録である。また、テストやアンケート等の結果を含めることがあり、これをスタディ・ログと呼んでいる [7]。学習記録とは、学習者の入力をもとに意図的な活動によって収集されるデータであり、学習者が作成した学習成果物、学習者の考え等を外化した思考プロセスの記録、学びの振り返りの記述等があげられる。これら2つを利活用することで、多面的かつ多角的な学習評価を行うことが可能になり、学習者が主体的に学習を進めることや、教員がエビデンスに基づいた授業改善の実施が期待できる。また、各学習者に関する学習データをつなぎ合わせ、さらに、そのデータの所有者を特定することなく、組織全体、地域全体と合わせていくと、膨大なデータができあがる。これが教育ビッグデータである。

3.3 分析手法

ラーニングアナリティクスを活用した学びにおいては、

収集した学習データをただ闇雲に分析し、学習者にその結果を提示すればよいというものではなく、それ自体が学習者の学びや教員の何らかの支援のために使われることが求められる。本論文では、Romero らがまとめた分析手法 [8]、Journal of Learning Analytics に掲載されている論文の6年分(2016~2021年、計166件) [9]、International Conference on Artificial Intelligence in Education に掲載されている論文の3年分(2019~2021年、計368件) [10]、について調査分析した。本調査から、教育 AI において、ラーニングアナリティクスで活用されている分析手法は、現在、大きく16の手法に分類されることが分かった(表 2)。

4. 教育 AI のシステム・ツールの現状

本章では、教育 AI のシステム・ツールに関する研究および実践事例について述べる。ここにあげる教育 AI のシステム・ツールは、ホルムスほか [27] で整理されていたシステム・ツールの一覧を参考に、3.3 節で行ったラーニングアナリティクスで活用されている分析手法の調査と同様の論文 (Journal of Learning Analytics, International Conference on Artificial Intelligence in Education) から抽出した。本論文では、これら抽出した教育 AI で活用されているシス

テム・ツールを、以下の8つに再整理した。

(1) 知的学習支援システム

システムが学習者の個々の学習状況に応じて、自動的に学習の難易度を調整した問題やコンテンツを提示し、それをもとに学習を進めるものである。

Brinkhuisらは、小学生向けの数学学習における知的学習支援システムである「Math Garden」の開発を行った。このシステムは、問題の正解率と応答時間から学習者の能力値の推定を行い、学習者が選択する問題の難易度を最適化するものである。具体的には、問題選択画面に表示される問題が能力値をもとにやさしい、普通、難しい、それぞれの段階の問題が提示され、学習者はその中から自分が進める問題を選択することができる [19]。

実践事例として、麴町中学校では、解答や正誤の情報等の学習履歴から学習者の理解度を推定し、その理解度に応じた問題を提示するAIドリル教材を活用している。具体的には、教材を使って問題演習に取り組む際、自分の理解度に応じた問題が教材から提示されることで、個に応じた学習を進められるようにしている [28]。

(2) 対話型学習支援システム

システムが学習者の学習状況に応じて、質問やヒント等を学習者に提示し、それをもとに音声やキーボードによる入力を介した対話を繰り返し、学習を進めるものである。

Nyeらは、アメリカのメンフィス大学で開発された対話型学習支援システム「AutoTutor」について調査した。このシステムは、システムが提示した問題に対する問題の回答情報や対話の内容を分析することで、学習者により詳細な解答を提示したり、深い思考を促すようなフィードバックを与えるものである。調査によると、AutoTutorは複数の研究でその効果が評価されており、少なくとも知識の習得に関して、専門家による個別指導と同等の学習効果があることが明らかになった [29]。

実践事例として、東海大学菅生高等学校では、アニメーションキャラクターとの対話やナビゲートにより学習を進めることができる学習教材を活用している。具体的には、学習者は、レクチャー機能と呼ばれる講義形式の映像を見ながら学習に取り組む。映像内では、個人に合わせた質問がキャラクターにより投げ掛けられ、その質問に答えながら講義を進めていくことで、学習内容の理解と定着を促すようにしている [30]。

(3) 言語学習アプリ

単語の発音や文法等、音声分析やテキストマイニングを取り入れたアプリケーションにより、外国語の言語学習を支援するものである。

Mundayは、アメリカのサクレッド・ハート大学のスペイン語の授業において、言語学習アプリ「Duolingo」を使用した学習の効果を検証した。このシステムは、音声認識による発音の練習や、学習効果の予測により、効果的な言

語学習を支援するものである。大学生を対象にした検証の結果、スペイン語の能力向上に役立つことが明らかになった [31]。

実践事例として、富並小学校では、発音チェックや英会話練習を支援する英語学習ロボットを活用している。具体的には、英会話学習に取り組む際、このロボットとの対話形式での学習を行うことで、学習者は、ネイティブ英語に触れられコミュニケーションのための英語力を養うことができる [32]。また、松蔭中学校・高等学校でも、言語学習アプリや言語学習ロボットを活用した音読練習や英会話学習の取り組みが行われている [33]。

(4) 探索型学習環境

構成主義的アプローチを取り入れ、自動化されたプロンプトを学習者に提示し、学習者自身が思考・判断しながら探索型学習や発見学習に取り組む際の支援を行うものである。

Biswasらは、河川生態系の科学的概念の理解を深めることを目的にした探索型学習環境「Betty's Brain」の開発と実践を行った。このシステムは、学習者がバーチャルキャラクターに学習内容を教えることで、学習者にメタ認知を促したり、教えることによる効果的な学びの実現を支援するものである。実践では、事前テストと事後テストの間に統計的に有意な差を示し、このシステムを用いた学習効果が明らかになった [34]。

実践事例として、ドイツ、イギリスの学校では、数学学習を支援する「Fractions Lab」を用いた実践を行った。このシステムは、学習中の進捗状況や感情状態等に合わせ、プロンプトを提示するものである。実践では、他の学習支援システム等と組み合わせて使うことの有用性が検証されており、単独での学習よりも学習効果がよく出ることが明らかになった [35]。

(5) 自動ライティング評価

学習者が提出したテストやレポート課題における、テキストを分析し、点数化や、学習者の支援となるフィードバックを自動で行うものである。

Buckinghamらは、学習者の振り返りの支援を目指したシステムの開発を目指している。具体的には、自動で振り返りの記述の分析を行うことができるプラットフォーム「XIP」を用い、学習者の振り返りの記述を分析し、振り返りが浅い記述をアノテーションし、記述し直すように促すシステムの開発を目指している。なお、現状としては、記述分析の精度に課題が見られており、改善することを通してシステムの開発と実用化を目指している [23]。

実践事例として、日本英語検定協会では、英語学習の支援を目的としたツール「スタディギア for EIKEN」を開発した。このツールは、学習者の解答に対して個別の評価を提示することで学習者のライティング能力の向上を支援するものである。具体的には、学習者の作成した英作文を5

段階のレベルに分類することで、即時に個々のレベルに応じた具体的なフィードバックの提示を実現している [36].

(6) 協働学習支援

協働的な学習の過程や成果をもとにグループや学習者個々の学習状況を分析して、その状況を教員に提示したり、グループや学習者個々にフィードバックを返したりする等、協働学習を支援するものである。

Diziolらは、協働的な問題解決の活動において、グループの議論を促進するためのシステム「Cognitive Tutor Algebra」の開発と実践を行った。このシステムは、グループ活動に取り組む学習者の音声进行分析し、議論が活発に行われているか、必要な知識を習得できているかを推測することで、グループに対してより議論が進むようなフィードバックを提示するものである。実践では、協働場面での支援を必要とするタイミングを特定し、システムによる支援が容易かつ効果的であることが明らかになった [37].

実践事例として、京都市では、協働学習中の学習者の支援を目的としたシステムを開発した。このシステムは、発話を音声データとして取得して、そのデータをAIで分析することで即時にテキスト化したり、事前に登録したキーワードを学習者が発したときや発話量が少なくなってきた学習者に通知を出したり、支援を必要とするグループや学習者に自動でフィードバックを返す等といった機能が搭載されている [38].

(7) 自己調整学習支援

学習者が自身の状況を把握し、それに応じて目標設定し、学習を調整しながら進めていく、自己調整学習を支援するものである。

Nussbaumerらは、オンライン学習環境における、学習者の自己調整学習を支援するウェブベースのシステムを開発と実践を行った。具体的には、学習者には個別化された学習コンテンツが提示され、その中から取り組みたいコンテンツを選択、目標を設定し学習に取り組む。問題をひとつおわり終えたら、正誤の情報が折れ線グラフとして表示され、そのグラフを見て自身の状況を把握し、再度目標を設定し学習を進めていくというものである。実践では、学習者が振り返りを行う際に自分の有している能力の状況を把握したり、目標を設定したりしながら学習を進めることができることが明らかになった [39].

実践事例として、日本の小学校では、学習者のための振り返り支援ツール「スクールライフノート」を導入している。このツールは、授業場面や日常生活の中での自分の気持ちを天気として表し、振り返りやメモ等のコメントと合わせて登録することで、自分だけのノートを作成していくものである。このツールを用いて自身の状況を把握し、日常的に振り返りを行うことで、学習者が自身の学習を調整しながら学んでいくことが期待される [40].

(8) e パートナー

e パートナーとは、プロンプトやフィードバックの提示、学習活動やコンテンツへの誘導、過去のデータからそのときに必要な情報を分かりやすい形で提示する等、様々な学びの場面において、学習者や教員を対話的に支援するものである。

学習者支援に関する研究として、Hiremathらは、学習者個々の質問に自動で回答するチャットボット機能を開発し、教育システム内に搭載した。このシステムには、過去の質問データが蓄積されており、学習者がシステム内に入力した質問が機械学習の手法を用いて分析される。そして、最適であると判断された回答が自動で作成され、学習者に応答することで、学習者が必要としている情報を即座に提供するものである [41].

教員支援に関する研究として、Holsteinらは、個別学習に取り組む学習者の状況を分析し、教員に情報提供するスマートグラス「Lumilo」を用いた実践を行った。このシステムは、学習システムと連携しており、システム内で蓄積されたログデータを分析し、学習者が取り組んでいる問題や、問題に詰まっているのか、支援を必要としているのかといった状況が、教員の身に付けているグラスのディスプレイ上に提示される。実践では、教員の支援を必要としている学習者を、リアルタイムで視覚的に発見できることが明らかになった [42].

5. 教育 AI を活用した「主体的・対話的で深い学び」の実現と展望

「主体的・対話的で深い学び」は、2.2節で示しているように、学習者が能動的な学び手（アクティブ・ラーナー）となり、見通しを持って、粘り強く取り組み、振り返って自己調整しながら学んでいく「主体的な学び」がベースにある。そのうえで、一斉学習-協働学習-個別学習と学習形態を変えながら、ICTを活用することで、学校の教室だけでなく、学校外の家庭やその他の地域にも学びの場を広げ、時空を超えて学びがつながって、教科等横断的な長期にわたる大きな学びへと昇華していく。

この「主体的・対話的で深い学び」を教育 AI は支援していくことが可能だろうか。4章の(1)~(8)のシステムは、それぞれ想定した教育とその活動場面が限定されていることに気づく。これらのどのシステムを選んだとしても、単独ではこの学びの支援をすることは難しいだろう。しかし、これらすべてのシステムを上手く連携させ、あたかも1つの大きなシステムとして論理的にとらえることができたかどうか。図3を見て欲しい。

図3は、図2の「主体的・対話的で深い学び」を教育 AI の視点から、4章の(1)~(8)のシステムを「主体的・対話的で深い学び」のイメージに合わせ、該当する学びの場に対応して配置したものである。学校の教室では一斉学習と

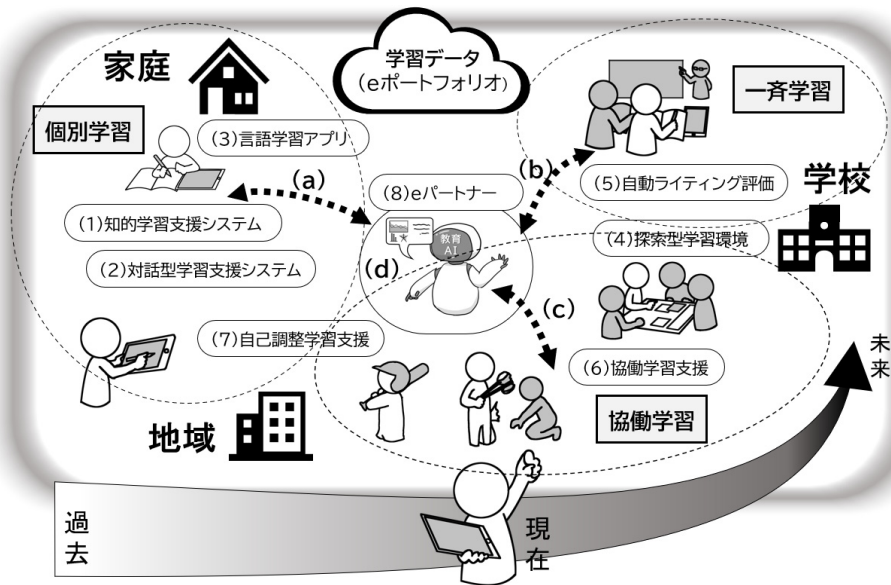


図 3 教育 AI を活用した「主体的・対話的で深い学び」

Fig. 3 Fostering proactive, interactive, and authentic learning by utilizing AIED.

グループによる協働学習が展開され、家庭学習では学校での学びと関連した知識を個別学習で学び、そして次の学校での学びにつなげる。いわゆる反転授業である。また、探究学習や課外活動等は、地域や遠隔地の人達と連携して協働するキャリア形成には欠かせない大切な学びである。さらに、これらの学びは1つの授業や1つの教科の学びだけにとどまらず、1日が1つの大きな学び、そして、1週間、1学期、1年、というように「過去・現在・未来」をつなぐ、大きな1つの学びとなっている。これら学びは互いにシームレスにつながり合うことが求められるが、学習者が自らこれら学びを渡り歩くことは容易ではなく支援が必要である。もちろん一番の支援者は教員であるが、教員がいつでもどこでも学習者の学習状況を把握し支援し続けることは無理がある。これを一気に解決し可能にするのがAIだ。「(8) eパートナー」に注目して欲しい。eパートナーは、学びを主導する学習者にとって、いつも後ろからそっと背中を押す伴走者のような存在でありたい。学習者が様々な学びの場面において蓄積した学習データを分析・活用することで、学びの場面どうしをつなげるための誘導や、各場面での学びの促進を行い、あたかもその学習者が自分の意志で(a)から(c)を選び、学びを進めていると思わせるぐらいのギリギリの支援(足場かけ)を与え続ける。教員もeパートナーをアシスタントとして利用する。このようにして、時空を超えて有機的につながった大きな学びは、まさに新しい時代の学びであり、「主体的・対話的で深い学び」そのものといえる。しかし、ただ既存の(1)~(8)のシステムを組み合わせただけでは上手いかわない。教育AIの進化が必要である。そこで、図3の(a)~(d)に対応した表3に示す例のようなAIによる支援が実現することで、図3に描いた各場面での学びの促進や、学びへの誘導

を通じて、「主体的・対話的で深い学び」を教育AIで支援する理想の統合システムが、1つのかたちとして現実化されるのではないだろうか。

6. おわりに

本論文では、教育AIの現状について整理し説明した。さらに、今求められている「主体的・対話的で深い学び」を、教育AIを活用することで実現できるのか、どのような教育AIによる支援が必要なのか、について述べた。

「主体的・対話的で深い学び」は、学習者1人1人を主役として、自ら学び続ける学習者を育成する学ばせ方でもある。これは、AI時代に求められる学びそのものであり、学習者1人1人にとっての「個別最適な学び」ともいえる。中教審の答申(令和3年1月)では、目指すべき「令和の日本型学校教育」の姿を「全ての子供たちの可能性を引き出す、個別最適な学びと、協働的な学びの実現」としている[4]。つまり、本論文で議論してきた教育AIを活用した「主体的・対話的で深い学び」は、そのまま「令和の日本型学校教育」における教育AI活用のあり方といっても過言ではないだろう。

謝辞 本論文の執筆にあたり、調査分析に協力してくれた、東京学芸大学大学院生の芝本隆也君、高村浩輝君、田中遼君、小嶋智志君に感謝申し上げます。また、本研究の一部は科研費(20K03174)の助成を受けたものである。

参考文献

- [1] 中央教育審議会：新しい時代の初等中等教育の在り方 論点取りまとめ(2019)，入手先 (https://www.mext.go.jp/content/20200106-mext_syoto02-000003701_2.pdf) (参照2021-08-20)。
- [2] 文部科学省：小学校学習指導要領(平成29年度告示)解

表 3 「主体的・対話的で深い学び」の実現に向けた教育 AI による支援

Table 3 Learning support of AIED for fostering proactive, interactive, and authentic learning.

場	AI による支援	対象者	説明	主なデータ	主な分析手法
(a)	適応的コンテンツ提示	学習者	<難易度・能力値ごとのコンテンツの推薦> 正誤の情報や取り組んだ問題の難易度から学習者の能力値を推定することで、演習途中に提示するヒントの量を調整したり、「やさしい・普通・難しい」のようにレベル別で、その学習者に最適な問題を推薦したりする。	学習ログ 演習の記録	モデルを用いた発見 知識追跡 レコメンド
			<学習内容の推薦> 取り組んできた問題とその正誤の情報等から、その単元における学習者の知識の定着度の変化を推定することで、発展的な内容や苦手を克服するための内容を含む問題を推薦する。	学習ログ 演習の記録	モデルを用いた発見 知識追跡 レコメンド
	主体的な学びの支援	学習者	<学習タイプの分類とそれにもとづく支援> 学習への取組の状況やそのやり方等を分析し、学習者の学習スタイルを予測・分類することで、学習者が自ら円滑に学習を進められるように、スタイルに応じた学習支援を提供する。	学習ログ 演習の記録	予測
			<自己調整学習の支援> 問題の正誤の情報や演習中の表情の変化、その後の振り返りの記録などを分析することで、問題解決の確度を予測し、フィードバックを返して自己調整を促し、振り返りながら学ぶことを支援するとともに、次はどの問題に進むべきかを自分で判断するための情報を可視化する。	演習の記録 活動の様子 振り返りの記録	予測 画像解析/映像解析 可視化
(b)	クラス状況分析	教員	<e ポートフォリオの記述内容の分析による状況把握> ノートやワークシート等の e ポートフォリオの記述内容を分析して可視化したり、学習状況を予測により分類したりして、クラス全体の様子を教員に提示し、授業改善や個別指導を促す。	メモ・ノート ワークシート	予測 人間による判断のためのデータの抽出
			<学習者の動きや表情などからの状況把握> 授業中の学習者の活動の様子や顔の表情の映像等を即時的に分析することで、取り組み具合などを予測して、クラスの状況を教員に提示し、必要に応じて授業の改善を促す。	活動の様子 操作ログ	予測 画像解析/映像解析 異常値検知
	思考プロセス支援	学習者	<思考・判断・表現する学習プロセスの支援> 授業の学習活動のプロセスを分析により明らかにするとともに、ノートやワークシート等の記述内容の分析から、思考プロセスの状況を予測し、タイミングよくメタ認知を誘発するための声かけ(プロンプト)を提示するなどして、思考・判断・表現の学習プロセスを支援する。	学習ログ メモ・ノート ワークシート	予測 プロセスマイニング
(c)	グループ編成・活動分析	教員	<グループ編成の支援> これまでの学習者個々の取り組みの記録から、同様の特徴を持つ学習者同士のグループや、逆に様々な異なる特徴を持つ学習者を集めたグループなどのグループ化を支援する。	学習ログ 課題解決の記録 振り返りの記録	クラスタリング
			<協働学習の状況、活動パターンの抽出> 協働して課題解決する活動のパターンを分析しその状況を可視化するとともに、最終的に成功に至るか否かを予測したり、各グループの活動パターンを発見して教員に提示したりする。	学習ログ 議論・対話 ワークシート	予測 関係マイニング 可視化
	対話的で深い学びの支援	学習者	<議論・対話の促進> ICTを活用したグループ内での議論、仲間同士や他者との対話、学び合いなど、コメントの内容、インタラクションの状況、頻度等を分析し、相互作用が高まるように支援する。	議論・対話	社会ネットワーク分析 モデルを用いた発見 テキストマイニング
			<協働学習の支援> グループで協働して課題に取り組む探究学習などのプロジェクトにおいて、最終的に成功に至る活動パターンを発見する。これをもとに、学習者やグループに対し、成功に導くためのアドバイスや、失敗しないための足場かけを与えるなど、適応的に協働学習を支援する。	学習ログ 議論・対話 課題解決の記録 振り返りの記録	予測 関係マイニング 可視化
			<学校内外の諸活動、社会活動への参画> 学習者の様々な e ポートフォリオから、活動歴、特徴(得意な分野、興味のある分野など)等の本人の情報をクラスタリングによりグループ化し、それに応じた学校内外の諸活動や地域のイベント、社会活動(ボランティアなど)への参加を推薦し、情報社会への参画を促す。	学習ログ 日誌 実習の記録 振り返りの記録	クラスタリング レコメンド
(d)	学びの促進・支援	学習者	<e ポートフォリオの蓄積・活用の支援> 日々の様々な学びの特徴(場所や時間帯、学習内容など)に応じて、タイミングよく適切な e ポートフォリオの蓄積を求めたり、活用を促したりすることで、学びのプロセスを支援する。	学習ログ 学習記録全般	モデルを用いた発見 プロセスマイニング 予測
			<学びの振り返りの支援> 学びの切りのいいタイミングを発見し形成的な振り返りを促すとともに、単元末や活動期間の終わりなどに、それまで蓄積してきた振り返りの記録とそれに紐づく e ポートフォリオを提示し、学んできた過程を可視化することで、エビデンスに基づいた総括的な振り返りを支援する。	学習ログ 学習記録全般	テキストマイニング 可視化 予測
	学びの誘導	学習者	<時空を超えて学びを誘導> 学習者は(a)から(c)のシステムを渡り歩きながら学びを進める。個々の学びのパターンを発見したり、予測しながら選択肢を与えて対話的に誘導し、学習者が主導する学びを支える。	学習ログ 学習記録全般	予測 プロセスマイニング レコメンド
	支援のアドバイス	教員	<学びの支援のためのアドバイス> 学習者の(a)から(c)のシステム上での一連の学びのプロセスを個々に分析して学習状況を可視化したり、未来の姿を予測しながら、アシスタントとして教員に対話的なアドバイスを送る。	学習ログ 学習記録全般	統計 予測 可視化
	継続的評価の支援	学習者 / 教員	<長期にわたる継続的に行う評価の支援> 単元末や活動期間の終わりなどに、学習者の学習成果とそれに紐づく e ポートフォリオを学習者本人または教員に示す。そして、資質・能力の育成状況を予測し、総括的な評価の機会を与えるとともに、必要に応じて改善を促す。これを定期的に繰り返すことで、在学期間を通じた継続的な学習評価を支援する。	学習記録全般	テキストマイニング 人間による判断のためのデータの抽出 予測

説 総則編, 東洋館出版社 (2018).

- [3] 日本学術会議：教育のデジタル化を踏まえた学習データの利活用に関する提言—エビデンスに基づく教育に向けて (2020), 入手先 (<http://www.scj.go.jp/ja/info/kohyo/pdf/kohyo-24-t299-1.pdf>) (参照 2021-08-20).
- [4] 中央教育審議会：「令和の日本型学校教育」の構築を目指して—全ての子供たちの可能性を引き出す、個別最適な学びと、協働的な学びの実現 (答申) (2021), 入手先 (https://www.mext.go.jp/content/20210126-mxt_
- [5] syoto02-000012321.2-4.pdf) (参照 2021-08-20).
- [5] 文部科学省：新時代の学びを支える先端技術活用推進方策 (最終まとめ) (2019), 入手先 (https://www.mext.go.jp/component/a_menu/other/detail/_icsFiles/afieldfile/2019/06/24/1418387_02.pdf) (参照 2021-08-20).
- [6] 森本康彦：学校教育における学習記録データ分析の現状とこれから, 学術情報研究, Vol.275, pp.4-7 (2020).
- [7] 文部科学省：教育データの利活用に関する有識者会議 教育データの利活用に係る論点整理 (中間まとめ), 入手先

- (https://www.mext.go.jp/content/20210331-mxt_syoto01-000013887_1.pdf) (参照 2021-08-20).
- [8] Romero, C. and Ventura, S.: Educational data mining and learning analytics: An updated survey, *Wiley Interdisciplinary Reviews: Data Mining and Knowledge Discovery*, Vol.10, No.3, e1355 (2020).
- [9] SOLAR: Journal of Learning Analytics, available from (<https://learning-analytics.info/index.php/JLA/index>) (accessed 2021-08-20).
- [10] International Conference on Artificial Intelligence in Education, available from (<https://link.springer.com/conference/aied>) (accessed 2021-08-20).
- [11] Chiu, M.M.: Statistically Modelling Effects of Dynamic Processes on Outcomes: An Example of Discourse Sequences and Group Solutions, *Journal of Learning Analytics*, Vol.5, No.1, pp.75-91 (2018).
- [12] Casey, K.: Using Keystroke Analytics to Improve Pass-Fail Classifiers, *Journal of Learning Analytics*, Vol.4, No.2, pp.189-211 (2017).
- [13] Lee, A.V.Y. and Tan, S.C.: Promising Ideas for Collective Advancement of Communal Knowledge Using Temporal Analytics and Cluster Analysis, *Journal of Learning Analytics*, Vol.4, No.3, pp.76-101 (2017).
- [14] Khosravi, H., Kitto, K. and Williams, J.J.: RiPPLE: A Crowdsourced Adaptive Platform for Recommendation of Learning Activities, *Journal of Learning Analytics*, Vol.6, No.3, pp.91-105 (2019).
- [15] Shirvani Boroujeni, M. and Dillenbourg, P.: Discovery and Temporal Analysis of MOOC Study Patterns, *Journal of Learning Analytics*, Vol.6, No.1, pp.16-33 (2019).
- [16] Pardos, Z.A. and Horodyskyj, L.: Analysis of Student Behaviour in Habitable Worlds Using Continuous Representation Visualization, *Journal of Learning Analytics*, Vol.6, No.1, pp.1-15 (2019).
- [17] Ahn, J., Campos, F., Hays, M. and Digiacomio, D.: Designing in Context: Reaching Beyond Usability in Learning Analytics Dashboard Design, *Journal of Learning Analytics*, Vol.6, No.2, pp.70-85 (2019).
- [18] Andrade, A., Danish, J.A. and Maltese, A.V.: A Measurement Model of Gestures in an Embodied Learning Environment: Accounting for Temporal Dependencies, *Journal of Learning Analytics*, Vol.4, No.3, pp.18-46 (2017).
- [19] Brinkhuis, M.J.S., Savi, A.O., Hofman, A.D., Coomans, F., van der Maas, H.L.J. and Maris, G.: Learning As It Happens: A Decade of Analyzing and Shaping a Large-Scale Online Learning System, *Journal of Learning Analytics*, Vol.5, No.2, pp.29-46 (2018).
- [20] 蛭名哲也, 森本康彦: 外れ値分析を用いて自己評価の変化を検出する評価支援システムの開発, 電子情報通信学会技術研究報告, Vol.119, No.468, pp.13-18 (2020).
- [21] Emara, M., Hutchins, N., Grover, S., Snyder, C. and Biswas, G.: Examining Student Regulation of Collaborative, Computational, Problem-Solving Processes in Open-Ended Learning Environments, *Journal of Learning Analytics*, Vol.8, No.1, pp.49-74 (2021).
- [22] Gruzd, A., Paulin, D. and Haythornthwaite, C.: Analyzing Social Media and Learning Through Content and Social Network Analysis: A Faceted Methodological Approach, *Journal of Learning Analytics*, Vol.3, No.3, pp.46-71 (2016).
- [23] Buckingham Shum, S., Sándor, Ágnes, Goldsmith, R., Bass, R. and McWilliams, M.: Towards Reflective Writing Analytics: Rationale, Methodology and Preliminary Results, *Journal of Learning Analytics*, Vol.4, No.1, pp.58-84 (2017).
- [24] Xu, K., Liu, R., Sun, Y., Zou, K., Huang, Y. and Zhang, X.: Improve the Prediction of Student Performance with Hint's Assistance Based on an Efficient Non-Negative Factorization, *IEICE Trans. Information and Systems*, Vol.E100-D, No.4, pp.768-775 (2017).
- [25] Mangaroska, K., Sharma, K., Giannakos, M., Trætteberg, H. and Dillenbourg, P.: Gaze-Driven Design Insights to Amplify Debugging Skills: A Learner-Centered Analysis Approach, *Journal of Learning Analytics*, Vol.5, No.3, pp.98-119 (2018).
- [26] Worsley, M., Anderson, K., Melo, N. and Jang, J.Y.: Designing Analytics for Collaboration Literacy and Student Empowerment, *Journal of Learning Analytics*, Vol.8, No.1, pp.30-48 (2021).
- [27] ウェイン・ホルムス, マヤ・ピアリック, チャールズ・ファデル, 関口貴裕 (編訳), 東京学芸大学大学院・教育AI研究プログラム (訳): 教育AIが変える21世紀の学び—指導と学習の新たなかたち, 北大路書房 (2020).
- [28] AI教材で授業時間が半分に!? 麹町中学の授業改革, 入手先 (<https://wedge.ismedia.jp/articles/-/18006>) (参照 2021-08-20).
- [29] Nye, B.D., Graesser, A.C. and Hu, X.: AutoTutor and Family: A Review of 17 Years of Natural Language Tutoring, *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, Vol.24, No.4, pp.427-469 (2014).
- [30] 東海大学菅生高等学校 部活動に忙しい生徒たちの学習時間を確保し, GTEC のスコアも向上, 入手先 (https://surala.jp/school/case/download/2019_tokaidaisugao.pdf) (参照 2021-08-20).
- [31] Munday, P.: The case for using DUOLINGO as part of the language classroom experience, *RIED: Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, Vol.19, No.1, pp.83-101 (2016).
- [32] AKA 株式会社: 村山市立富並小学校へ英語学習 AI ロボット「Musio」を導入, 入手先 (<https://japan.cnet.com/release/30571929/>) (参照 2021-08-20).
- [33] 松蔭中・高、生徒 600 人に英会話アプリ「TerraTalk」採用で外部試験合格率 10% 向上, 入手先 (<https://edtechzine.jp/article/detail/3149>) (参照 2021-08-20).
- [34] Biswas, G., Segedy, J.R. and Bunchongchit, K.: From Design to Implementation to Practice a Learning by Teaching System: Betty's Brain, *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, Vol.26, No.1, pp.350-364 (2016).
- [35] Rummel, N., Mavrikis, M., Wiedmann, M., Loibl, K., Mazziotti, C., Holmes, W. and Hansen, A.: Combining Exploratory Learning With Structured Practice to Foster Conceptual and Procedural Fractions Knowledge, *International Conference of the Learning Sciences*, Vol.1, pp.58-65 (2016).
- [36] スタディギア for EIKEN, 入手先 (<https://www.ei-navi.jp/information/2569/>) (参照 2021-08-20).
- [37] Diziol, D., Walker, E., Rummel, N. and Koedinger, K.R.: Using Intelligent Tutor Technology to Implement Adaptive Support for Student Collaboration, *Educational Psychology Review*, Vol.22, No.1, pp.89-102 (2010).
- [38] 京都市教育委員会: 未来型教育 京都モデル実証事業, 入手先 (https://www.mext.go.jp/content/20210323-mxt_jogai02-100013299_004.pdf) (参照 2021-08-20).
- [39] Nussbaumer, A., Hillemann, E.-C., Gütl, C. and Albert, D.: A Competence-based Service for Supporting Self-Regulated Learning in Virtual Environments, *Journal of Learning Analytics*, Vol.2, No.1, pp.101-133 (2015).
- [40] スクールライフノート, 入手先 ([© 2022 Information Processing Society of Japan](https://www.learning-</p>
</div>
<div data-bbox=)

innovation.go.jp/db/ed0135/) (参照 2021-08-20).

- [41] Hiremath, G., Hajare, A., Bhosale, P., Nanaware, R. and Wagh, K.S.: Chatbot for Education System, *International Journal of Advance Research, Ideas, and Innovations in Technology*, Vol.4, No.3, pp.37-43 (2018).
- [42] Holstein, K., McLaren, B.M. and Alevan, V.: Co-Designing a Real-Time Classroom Orchestration Tool to Support Teacher – AI Complementarity, *Journal of Learning Analytics*, Vol.6, No.2, pp.27-52 (2019).



森本 康彦 (正会員)

1991年三菱電機株式会社・情報技術総合研究所。1996年広島市立牛田中学校・教諭(数学), その後, 千葉学芸高等学校・教諭(情報), 富士常葉大学・准教授を経て, 2009年東京学芸大学・情報処理センター・准教授,

2017年同大学・教授, 2020年同大学・ICTセンター・教授, 現在に至る。2007年長岡技術科学大学大学院・工学研究科博士後期課程修了。博士(工学)。教育システム情報学会2018年度および2020年度論文賞を受賞。eポートフォリオ, eラーニング, ICT活用教育, 教育AI活用の研究に従事。日本情報科教育学会, 日本教育工学会, 教育システム情報学会, 電子情報通信学会各会員。