

A I 教材の特徴と分類

津下哲也* 佐藤幸江*2 中川一史*
放送大学大学院* 元金沢星稜大学*2 放送大学*

<抄 録>

学校現場における一人一台端末が整備され、Edtech 活用による公正に個別最適化された学びの実現が期待されている。経済産業省の未来の教室ポータルサイトに掲載されている人工知能(AI)教材を中心に、まず、英語学習教材と各教科学習用教材に大別し、後者をさらに、学年別、教科別、機能別の3つの視点で分類した。その結果をもとに、人工知能教材の効果と特徴、学校現場への導入の視点を考察した。

<キーワード>

A I 教材, 人工知能, 個別最適化, Edtech, タブレット, 一人一台

1 研究の背景

(1) GIGAスクール構想とEdtech

文部科学省が進めるGIGAスクール構想により、多くの学校で一人一台のデジタル端末環境整備が計画されている。近年のテクノロジーの進化は、教育現場にも影響を与えつつあり、EducationとTechnologyを組み合わせたEdtechという言葉も生まれている。文部科学省はこのEdtechを、ビッグデータや人工知能を用いたあらゆる取組として整理し、公正に個別最適化された学びを実現するとともに、教育の質の向上と教師の負担軽減のためにEdtechを開発・活用推進する方向性を出している。そのために、進化しつつある教育分野のテクノロジーについて、理解を深めていく必要がある。

(2) 個別最適化の枠組み

学習進度や内容、方法、集団を工夫し、それらの個人差にできるだけ対応しながら教育効果をあげようとする取り組みは、様々な学校で行われてきた。

水越(1985)は、学校教育における学習形態と授業の条件を整理した。学習形態を「一斉学習」「小集団学習」「個別学習」の大きく3つに分類し、授業の条件として「学習コース」「方法」「メディア」「内容」「場所」「時間」「目標」「方法」の7つの視点に基づき、授業スタイルを整理した。黒上(1987)は、教育の個別化・個性化の分類枠組を、図1のように整理した。個別化・個性化の視点においては、学習内容を教師が決定するか学習者が決定するか、また、質的個人差に対応するのか量的個人差に対応するのかによって分類の仕方が変わってくる。

テクノロジーによる個別最適化は、水越の枠組みでいえば、例えば「個別学習」の枠組みの中で、「方法」や「内容」や「時間」といった最適化を可能にするものであり、黒上の枠組みでいえば、学習者の実態に

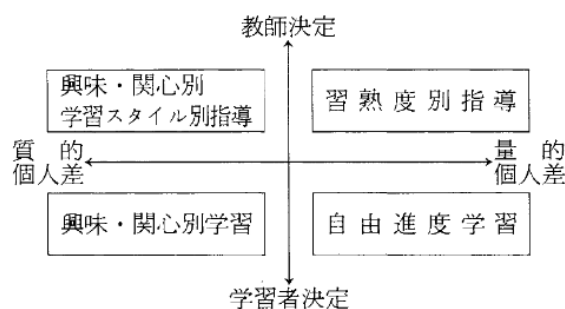


図1 教育の個別化・個性化の分類枠組

じて、学習量や学習進度を調整する「自由進度学習」を可能にするものとなる。

(3) 人工知能教材に関する先行研究

テクノロジーの進化により、人工知能を搭載した教材が登場し、個別最適化実現のため、学校教育の現場においても活用され始めた。

一ノ瀬ら(2019)は、中学校2年生を対象とした補習授業で人工知能教材「Qubena」を使ったアダプティブラーニング（適応学習）を行った。初回と最終回で小テストを実施し、計算分野、関数分野の平均点の変化を比較したところ、両分野とも平均点が上昇し、特に生徒にとって習熟しにくい分野である関数分野の成績の上昇がみられた。

稲垣ら(2019)は、児童の学習履歴に合わせて難易度の異なる問題を出題する適応学習を実践できるアプリケーション「やるkey」を提供し、授業、朝学習や放課後教室、家庭で活用を推進した。その結果、習熟度に応じて取り組む問題の正答率に関連が見られた。下位群の児童では、教科書と同程度の問題を繰り返し取り組む児童には改善傾向がみられた一方、取り組み状況に偏りがある児童のスコアは低下していたことが分かった。今後の課題として、教師による指導・支援方策を明確にしていくことをあげている。

TSUGE Tetsuya*, SATO Yukie*2, NAKAGAWA Hitoshi*

* The Open University of Japan, 2-11 Wakaba, Mihama-ku, Chiba 261- 8586 Japan

*2 Kanazawa Seiryō University, 10-1 Ushi, Gosho-machi, Kanazawa-shi, Ishikawa, 920-8620, Japan

(4) 人工知能教材を用いた学校での実証事業

経済産業省の未来の教室ポータルサイトでは、人工知能教材を用いた実証事業として、学校現場での活用方法や実証成果が報告されている。長野県立坂城高等学校では、「すらら」を用い高校1年生75名を対象に、英数国の3教科において授業が行われた。生徒がそれぞれのペースで学習を進め、国語と英語において小テストの結果が上昇した。学習進捗が概ね速くなることで学習の生産性が上がり、授業準備やの教材準備の時間削減など、教師の負担軽減にもつながった。

武蔵野大学中学校・高等学校では、数学学習の効率化と理解進化の両立、数学を学ぶ意欲の向上をねらいとして、中学校1年生138名を対象に「Atama+」を用いた授業が行われた。本教材の特徴である完全習得学習により、数学に苦手意識があった生徒も基礎学力を身に付け得点力が向上していることが確認された。一方、応用問題や記述問題への対応、教員をはじめとした「人」が介在する授業・教育画面について改善の余地があると指摘されている。

静岡県袋井市立三川小学校では、5年生34名を対象に、レクチャー機能を備えたアダプティブサービス「やるkey+」と、前出の「やるkey」を用いて、授業の効率化と習熟度の向上などを目的として実証事業が行われた。各層での習熟度は高水準で、基礎問題については9割以上の正答率が得られた。応用問題の正答率は5割程度であった。学力上位層では自己効力感の向上が見られたが、学力下位層は自己効力感が低下する傾向も見られた。児童アンケートから、自分のペースで進められるよさがある反面、分からない時に教えてもらえないといった課題が報告されている。

東京都千代田区立麹町中学校では、人工知能教材「Qubena」を用いた2つの実証授業が行われた。1つ目は、中学校1～3年生の数学の授業において、基礎クラス（全生徒の3分の2）を対象にQubenaを用いた自由進度学習を行った。Qubenaを活用したクラスは、通常の教科書を使った授業の約半分の時間で同じ範囲の学習が終了した。発展クラスと基礎クラスの偏差値を比較すると、1年から3年にあがるにつれ、偏差値差は少なくなり、Qubena使用の上位15%程度が発展クラスの偏差値を上回る結果も得られた。2つ目の実証事業では、2年生を対象に、英語科においてQubenaを活用した4技能の集中学習が行われた。授業時数は2～3割程度削減され、アプリを使用した群と使用しない群の単元テスト偏差値を比較した結果、アプリを使用した群のほうが偏差値の向上がみられた。

(5) 研究の位置づけ

先行研究や実証事業を概観すると、授業の効率化、教師の仕事量の負担削減といった成果がみられる。成績の向上も見られた。一方、そのまま教材を与えるだけでは十分な効果が上がらない、といったように、人工知能教材を使うだけで、個別に最適化された学びが実現されるとは言い難い。そこで本研究においては、学校現場における人工知能教材を用いた個別最適化の実現を目指すにあたり、その前提としてまず、現在教材として学校現場に導入されようとしている人工知能教材にはどのようなものがあり、どのような特徴を持っているかを比較検討することで、学校現場での導入活用の視点を得ることをねらいとする。

2 研究の目的と方法

(1) 目的

人工知能教材の特徴を分類整理し、学校現場への導入活用の視点を得る。

(2) 方法

経済産業省未来の教室ポータルサイトに掲載されているEdtechサービスの中から、「人工知能」「AI」「教材」「個別最適化」をキーワードに、該当するものを抽出した。次に、各教材の特徴について、登録サイトのサマリーから、各教材の特徴となるキーワードを記録した。サマリーを中心に、広く一般向けの「英語学習用教材」と、初等中等教育向けの「各教科学習用教材」に大別した。その後、「各教科学習用教材」について、各サービスのホームページや紹介動画を参考に、特徴を記録した。得られた各教材の特徴を元に、「学年別」「教科別」「機能別」の3つの視点で教材を分類した。最後に、分類結果を元に、各教材における人工知能の役割と学校現場導入の視点を考察した。

3 結果

(1) 英語学習用教材と各教科学習用教材

経済産業省未来の教室ポータルサイトに掲載されているEdtechサービス135件のうち、人工知能を活用した教材は、15サービスあった（2020年8月1日現在）。このうち、学生に加えて一般の人も対象とする英語学習用教材が6社、英語以外の各教科を含み、主に小中高校生を対象とする各教科学習用教材は9社あった。以下、各教科学習用教材の分類結果を示す。

(2) 各教科学習用教材の特徴と分類

① 学年別分類

各教材学習用教材について、小1～高3でどの学年を

対象とするサービスが提供されているかを表1に整理した。

表1 人工知能教材学年別分類

	小1	小2	小3	小4	小5	小6	中1	中2	中3	高1	高2	高3
A社	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
B社	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
C社	○	○	○	○	○	○	○	○	○			
D社			○	○	○	○						
E社					○	○	○	○	○			
F社							○	○	○	○	○	○
G社							○	○	○	○	○	○
H社							○	○	○	○	○	○
I社										○	○	○

全9社のうち、小学生を対象とするものが5社、そのうち小学校全学年対象の教材が3社、小3～小6が1社、小5～6が1社あった。中学生を対象とするものは、4社あった。高校生を対象とするものは、6社、そのうち中学生から続いている会社が5社あった。高校生のみ対応とする教示は1社だった。ちなみに、学生のみ対象とする教材は1社のみであり、中学生のみを対象とする会社は無かった。全9社のうち、小学生から高校生まですべてに対応しているのは2社だった。

②教科別分類

各教材学習用教材について、どの教科を対象とするサービスが提供されているかを表2に整理した。

表2 人工知能教材教科別分類

	英語	算数	国語	理科	社会	備考
A社	○	○	○	○	○	
B社	○	○				※5教科対応予定
C社	○	○				※A Iは中英数
D社		○				※5教科対応予定
E社	○	○	○	○	○	
F社	○※	○		○※		※英文法, 語法 ※物理, 化学
G社	○	○				
H社	○	○	○	○	○	
I社	○	○	○※	○※		※古文 ※物理, 化学
割合	8/9	9/9	4/9	5/9	3/9	

数学と算数は、9社ともすべて対応していた。次に英語が8社対応していた。国語は4社が対応、そのうち1社は古文のみに対応していた。理科は4社が対応。そのうち2社は、物理と科学に対応していた。社会は3社が対応していた。なお、B社とD社については、2021年より、対応教科が5教科に増える予定になっている。またC社の人工知能は、中学校の英語と数学のみ対応となっていた。

③機能別分類

各教材学習用教材について、それぞれの教材ごとに搭載されている機能を表3に整理した。

表3 人工知能教材機能別分類

	学習	問題	解説	最適化	分析
A社	○	○	○	○	○
B社		○	○	○	○
C社		○	○	○	○
D社		○	○	○	○
E社	○	○	○	○	○
F社	○	○	○	○	○
G社	○	○	○	○	○
H社	○	○	○	○	○
I社	○	○	○	○	○
割合	6/9	9/9	9/9	9/9	9/9

「学習」は、問題を解く前や復習の際に見る、内容や概念を理解するための動画やアニメーション機能を指す。「問題」は、各教科で難易度別に用意された練習問題（テスト等も含む）を指す。「解説」は、問題を解き終わった後に提示される静止画や動画で提示される問題ごとの解説を指す。「最適化」は、問題の解答状況に応じて、人工知能によって個別に最適化された問題が提供される機能（個別最適化、アダプティブラーニング）を指す。「分析」は、履修・習得状況に応じて学習者に対して提示される分析結果が提示される機能を指す。

これらの機能のうち、人工知能は主に「問題」と「最適化」と「分析」に用いられている。「問題」については、ほぼすべての教材が、人工知能による判定を行っている。「最適化」についてはすべての教材が人工知能の機能を用いて、問題の最適化を図っている。「分析」には、人工知能の機能が用いられているものと、用いられていないものがあると考えられる。本調査では、確認し明確に分類することはできなかった。また、「学習」や「解説」の場面においても人工知能が用いられているものもあった。

9社中6社の教材に、「学習」機能が搭載されていた。これらの機能はスキップ可能なものも多く、また、最適化の際に、動画などが再度提示されるものもあった。

4 考察と今後の課題

(1) 人工知能の機能と教科特性

教科の特性をみると、英語や数学・算数の分野で人工知能が活躍していることが分かる。英語や数学・算数の学習にコンピュータを活用する試みは、人工知能

機能搭載の有無に関わらず、古くからCAIの歴史の中で行われてきた。これは、教科の特徴によるものと考えられる。数学・算数は積み重ねの教科であり、現在の学習内容を学ぶために、それまでの習得が影響する。英語は数学・算数ほどではないが、内容理解のためには、単語や文法の理解など、それまでの習得が影響する。これらの教科は、内容そのものが、いくつかの系統性に従って積み上がっている。その積み上げに応じてロジックを組むことで、人工知能が搭載されていなくても学習プログラムは作成できる。しかし、学年が進むにつれ、個人差が大きくなる。個々の習得状況に応じて適切なプログラムを組むことは難しくなっていく。そこに、人工知能を活用することで、より無駄なく効率的な個別に最適化された学習が可能となる。理科については、物理・科学、国語に関しては古文で活用されており、これらの教科も積み上げを必要とする教科の学習において、特に効果を発揮すると考えられる。

(2) 発達段階と教材

小学校においては、全学年対応のものと、中学年から高学年にかけて対応するものに分かれる。小1から対応の物は、中学校から高校にかけて、全体的に多くの学年を網羅している。中学年からスタートするものは、高学年または中学校にかけて対応している。中学年や高学年になると、それまでの積み重ねが原因で学習に困難が生じるケースがあり、それらのケースに対応できるようになっていると考えられる。中学校から高校にかけては、小学校とは異なり、学習への動機づけが足りていれば、デジタルツールを活用して自分で学習を進めることができる。内容は小学校に比べて難しくなっていくが、理解が不十分な場面があれば、動画解説などを見ながら、問題に応じた内容の復習や習熟を図ることができる。全学年対応のものを使う場合には、小中高校生のそれぞれの発達段階や、個々の実態に応じて、人工知能教材を適切に活用するための計画を立てたり、サポートをしたりといったことも必要になってくる。

(3) 個別最適化を図る人工知能の役割

個別に最適な問題を提示するために人工知能が用いられているが、その用いられ方については、さらに細分化される。人工知能が判断する場面は、例えば「学習」においては、視聴した動画の種類、回数、時間などがある。「問題」においては、問題の種類、解いた回数、時間などに加えて、間違え方、途中の思考や計

算などを判定するものもある。「最適化」においては、アルゴリズムによってある程度分岐が決められていていくつかの類型の中から提示されるものもあれば、学習の類型を遡る判定や分岐のすべてを人工知能が行い、個人の間違え方の特性を人工知能が学習していくことで、個別最適化を図るものもある。「分析」の場面においては、このように一口に人工知能教材といっても、人工知能を用いる場面や、人工知能の用いられ方は、会社によって様々であることが分かった。

(4) 教材特性と運用場面

人工知能教材を学校現場で活用する場合、学校現場のどの場面で、どの教材を、どのように活用するかを具体的に決めていく必要がある。例えば授業中の活用について考えると、一斉授業を行った後の習熟場面で活用することを想定すると、「学習」の機能は必ずしも必要ではない。一方、補習の場面や課外、家庭に持ち帰るなどして、前学年までの復習をしながら、基本的に児童生徒一人で学力の補充を図る場合には、「学習」の機能が必要な場合も多いと想定される。これらの教材は塾等でも活用されており、人工知能教材だけでなく、人によるコーチングを合わせることで、学力の保障を図っているものもある。学校で人工知能教材の活用を行う際にも、教師の適切な支援を必要とする場面が生じると考えられる。

本研究は、人工知能教材の大まかな特徴と比較分類を試みたものであるが、実際に学校現場で導入するには、教材特性と活用方針を踏まえた上で導入することが必要となるであろう。また、実際の運用の仕方や、運用する上で生じる課題について、今後さらに研究を深めていきたい。

引用・参考文献

- 文部科学省(2019), Society5.0におけるEdTechを活用した教育ビジョンの策定に向けた方向性
- 水越敏行(1985), 個を生かす教育, 明治図書
- 黒上晴夫(1987), 教育の個別化・個性化: 類型とその特徴, 教育方法学研究, vol. 12, pp. 49-56
- 一ノ瀬秀司ら(2019), 人工知能教材とループリックによるアダプティブラーニングの効果—数学の学力・学習力の変化に着目して—, 日本教育工学会 大会講演論文集, 秋季, pp. 503-504
- 稲垣忠ら(2019), 学校および家庭における適応学習の実践と評価, 日本教育工学会, vol. 42, no. 4, pp. 345-354
- 経済産業省, “未来の教室 ~learning innovation~.”
<https://www.learning-innovation.go.jp/>