

# 学校教育におけるAI型ドリル教材の活用に関する 国内の研究動向の整理

Utilization of AI-type Drill Materials in School Education Research Trends in Japan

津下 哲也\*・中川 一史\*\*  
赤磐市立山陽北小学校\*・放送大学\*\*

学校教育におけるAI型ドリル教材の活用に関する先行研究をレビューすることで活用の成果と課題を明らかにし、今後の学校教育におけるAI型ドリル教材に効果的な運用に関する研究への知見を得ることを目的として国内の研究動向を整理した。先行研究の整理により、小学校から大学に向け、学習効果が上がることを期待してAI型ドリル教材が活用され、その成果が報告されているが、条件統制の検討が必要であること、教師が学習状況を把握して適切に助言する必要があるといった知見が得られた。また、広い分野での教育データ活用への期待も示され、AI型ドリル教材の活用や運用に関してより詳しく調べていく必要性も指摘された。

キーワード：AI, 人工知能, AI型ドリル教材, 個別最適化, アダプティブラーニング, Edtech, ICT, タブレット, 研究動向, レビュー

## 1. 研究の背景

GIGAスクール構想により全国の小中学校での一人一台端末環境の学習支援が実現し、また経済産業省の未来の教室実証事業やEdtech補助金制度の後押しもあり、学校現場でのデジタルドリル導入が増えてきた。中には、問題の最適化が行われ理解度に応じた問題が提示される、いわゆるAI型ドリル教材と呼ばれるドリルがあるが、その活用方法の多くは各学校や現場の教員に任されていると考えられ、活用効果についても十分な知見が得られているとは言い難い。本研究では、AI型ドリル教材の効果的な運用方法について明らかにしていくための前提として、AI型ドリル教材の学校教育における活用に関して国内の研究動向に焦点をあて先行研究をレビューする。

## 2. 研究の目的

学校教育におけるAI型ドリル教材の活用に関する先行研究をレビューすることで活用の成果と課題を明らかにし、学校教育におけるAI型ドリル教材の効果的な運用に関する研究への知見を得ることを目的とする。

## 3. 研究の方法

### 3.1. AI型ドリル教材の選定

研究対象のAI型ドリル教材選定には、経済産業省の未来の教室ホームページに登録されているEdtechサービスデータベースを利用した。AI型ドリル教材を含む計209件(2022年9月11日現在)のEdtech教材が登録されているため、学校現場で導入されているAI型教材の多くを網羅できると考えたからである。教材の中から、「AI」「人工知能」「ドリル」「個別最適化」「アダプティブ」のキーワードをもとに教材を抽出した。次に、これらの教材を補完するため、検索エンジンGoogleを用いて、同様のキーワードで検索し、AI型ドリル教材の選定を行った。(AIと明記していないアダプティブ教材も含む。)

### 3.2. 教材名による検索と整理

3.1.で得られた各教材名を検索キーワードとして、Google scholarを用いて先行研究を抽出した。検索期間は、2010年～2022年とした。得られた研究論文の中から、小学校、中学校、高等学校、大学等の学校で実際に活用されたもの(課外での活用も含む)を中心に、AI型教材に関する理論的考察を行っているものも含めて本研究における整理の対象とした。

### 3.3. 分類整理の基準

先行研究分類の基準については、住本ら(2020)が「現職教員の成長に関する研究動向の分析」の中で

採用したPandolph(2009)が紹介するBorg, Gall, and Borg (1996)の先行研究レビュー方法 (Ogawa and Malen (1991)の先行研究レビューの方法を8つの観点にまとめたもの)を参考に、レビューの観点を定めた。レビューの観点は、①研究の目的と背景、②研究の成果と考察、の2点を設定して全体の傾向を捉えた後、特徴をより詳しく捉えるため、③学習時間と学習効果、④データ傾向の質的分析、⑤学習意欲など情緒面との関連、の3点にまとめた。後者の3点について本研究では研究を分類する中で帰納的に設定した。

## 4. 研究の結果と考察

### 4.1. 研究の結果

#### 4.1.1. 分析対象となった研究

本研究では、研究方法3.1、3.2の手続きによって選定された範囲のAI型ドリル教材及び先行研究を分析対象とする。対象教材の選定により、計15種類の教材が選定された。これらの教材を先行研究検索の対象としたところ、23件の先行研究が抽出された。これに、津下らが報告している3件の学会発表論文を加え、計26件を分析の対象とした。

#### 4.1.2. 結果の概要

先行研究26件のうち、実際に活用しデータを取得して分析しているものが22件、複数の教材の特徴を比較しているものが1件、関連テーマの中でAI型ドリル教材の特徴に言及しているものが3件あった。研究対象の教材は、すべからず10件、Qubenaが9件、ライズeライブラリが2件、やるkey(現navimaの前身)が1件、インタラクティブスタディが1件、その他が1件だった。対象の校種と件数は、小学校が6件、中学校が6件、高校が2件、大学が4件だった。教科は、算数数学が19件、英語が3件だった。研究目的は、大きく分けて、①学習効果を明らかにするもの15件、②利用実績を明らかにするもの3件、③その他8件に分類された。研究方法については、量的研究が18件、質的研究が3件、両方が2件見られた。

### 4.2. 考察

#### 4.2.1. 研究の目的と背景に関する考察—学習効果を中心に—

研究の目的として、学習効果を明らかにすることを目的とするものが最も多かった。小学校では、算数科の学習における個別学習支援システムの学習効果を明らかにするもの(宮原・東原、2014)、復習におけ

る効果を明らかにするもの(津下ら、2020)、学力下位層への利用動向と改善状況を明らかにするもの(稲垣ら、2019)があった。中学校では、数学におけるアダプティブラーニングの効果を明らかにするもの(大門ら、2021)(大門ら、2022)(平田・松本、2021)、不登校児童への学習効果を検証するもの(渡部、2019)、高校では、高校数学におけるe-ラーニング教材使用の効果を明らかにするもの(山崎、2020)があった。大学では、SPI非言語分野における学習効果を明らかにするもの(内海、2019)(内海、2020)(内海、2021)、英語の授業改善プロジェクトの成果を学習効果測定により明らかにするもの(小山、2017)、英語のリメディアル教育の効果を明らかにするもの(小湊、2018)があった。

研究背景としては、例えば中学校では、大門ら(2021)(2022)が「中1ギャップ」や「数学への関心の低下」など中学校教育や中学校数学教育の課題を解決するものとして期待を寄せていたり、渡部(2019)が不登校生徒を対象とした学力や自己有能感の向上を期待していたり、大学では内海(2019)(2020)(2021)が2000年代以降の大学生の基礎学力低下を踏まえ就職活動で使われることの多いSPI試験の非言語分野の理解力向上に期待を寄せていたりするなど、各校種で見られる課題の解決のためにAI型ドリル教材を用いようとしていた。校種が上がるにつれ、学力格差やそれを要因とする諸問題が生じ、大学では就職において学力格差が問題となるため、AI型ドリルによるアダプティブな対応が期待されていると考えられる。

#### 4.2.2. 研究の成果と方法に関する考察—学習効果を中心に—

学習効果を検証した研究では、学習効果があったと結論付ける研究が複数見られる。山崎ら(2020)は、高校生を対象として、e-ラーニング利用群と未利用群に分け、中間期末テストの平均点の差から学習効果を考察した。e-ラーニング利用群では、一斉講義型授業を2時間行った後、すべからずを用いた復習が1時間実施され、未利用群では3時間とも一斉授業が実施された。研究の結果から、e-ラーニング利用群の方が高い学習効果があると推察している。平田・松本(2021)は、数学科と英語科の高校1年生を対象に、Qubenaを利用した数学科の生徒と、Qubenaを利用していない英語科の生徒の偏差値の上昇を比較し、数学科のほうが、偏差値の上昇が多かったことを示している。これらの研究は、2群の比較でAI型ドリル教材の学習成果を示しているが、AI型ドリル未利用群の学習量

や内容についての言及はされていない。この点へ示唆を得る研究として、内海(2019)(2020)は、キャリアベーシック科目(SPI)において通常の紙テキストを使った授業群と、AI型ドリルすららを使った授業群について、前期SPIテストと比較対象となるSPIテスト(後期SPIテスト、マイナビSPIテスト)の相関関係を調べることで、AI型ドリル利用授業群のほうが学習効果が高かったことを示している。このことからAI型ドリル教材を授業に用いることで、従来の紙のテキストベースの授業に比べて効果があることが示唆される。ただし、AI型ドリルの特徴は、学習者の間違いに応じて最適な難易度や量の問題をレコメンドする点であり、ドリルが単にアダプティブである(例えば非AI型)ことの効果が測定できているかどうかは疑問が残る。この点について、津下ら(2021)は、小学生を対象に、AI型ドリル教材群と非AI型ドリル教材群に分けて復習を行い、平均点の変化の違いを考察している。研究の結果、両群とも平均点上昇し、プレテストとポストテスト間の平均点には有意な差が見られたが、どちらの群も平均点が上昇しており、AI型である点が有意であるという結果は得られなかった。この要因として、取り組んだ問題数や正答率の違い、それぞれのドリルの問題の出題形式や解答形式の違い、プレ・ポストテストに用いた問題との関連に言及している。このことから、AIによる個別最適化の効果を群間の比較により測定するための条件統制については、細部にわたって検討する必要があることが分かる。

#### 4.2.3. 学習時間と学習効果の関連

小山ら(2017)は、リメディアル教育にすららを用いた効果の検証を行った。英語上位群と英語下位群に分けて各実態に応じた活用方法ですららを用いた学習を行い、学習時間と前期テスト、学習時間と小テストについて、時間と成績の相関を調べた。この中で小山ら(2017)は、研究に先立ち他大学のe-Learning実施状況を視察して得られた知見として「学生が自分の理解度を把握できるような工夫が必要」「長期的e-learningの使用による意欲低下する傾向」「学生まかせにしない(定期的な学習管理・不適切なe-learning学習の防止・動機づけ等が必要)」といった留意点を挙げ、これらを踏まえた上で検証し、授業外の学習時間の確保には効果があったが、学習時間と成績については上位群、下位群とも相関がみられなかった。これらのことから、単に学習時間のみで学習成果を測定することは難しく、AI型ドリル教材の正

答率と評価テストの相関を調べるなど、学習効果の測定について工夫することの必要性や、より適切な運用の必要性が示唆される。

#### 4.2.4. データ傾向の質的な分析

AI型ドリル教材を用いた学習効果について、得られたデータの傾向を分析したり、質的に分析したり知見を述べたりしているものがある。津下ら(2021)は、小学生を対象にしたAI型ドリル教材を用いた復習の効果について、プレテスト・ポストテストの結果を分析し、学力上位層から中間層・下位層にかけて学力が一定の割合で向上したことを示した上で、それぞれの層から特徴的な児童を抽出し、誤答分析を行っている。これによると、AIによる問題の個別最適化により知識理解が進んだ児童がいる一方で、同じ問題を繰り返し間違えたり、概念が十分身につけていなかったりする児童がいることを指摘し、教師による実態把握の必要性や学習内容の理解が不十分な児童への学習支援の必要性を述べている。植阪ら(2021)は、認知カウンセリングの手法を用いて貧困家庭の子どもへの学習支援を行う中で、学習支援のツールとしてeboard・Qubena・Quizlet・MonoxerといったAI型ドリル教材を含む学習アプリが利用されていることを取り上げ、生徒の様子を記したケースレポートの読み取りから「単純反復を繰り返して成果を上げる様子は見られるが、問題の意味を本質的に理解することなく、答えだけ覚えて回答を進めているような実態も見受けられた」と報告している。このことから、個別のケースに着目すると、すべての児童の学力問題が解決されるとは言い切れず、学習者を支援する者が学習実態を把握し、適切に学習支援を行っていくことは必要であると言える。

#### 4.2.5. 学習意欲など情緒面との関連

学習意欲などの情意面との関連を調べた研究もある。大門ら(2022)は、中学生を対象としてアダプティブラーニング教材Qubenaが、学業成績や数学への意識に与える影響を調べた。研究の結果として、学業成績に良い効果が与えられる可能性を示すとともに、小学校から中学校への移行期において、意欲の低下を低減させることが可能であり、アダプティブラーニングが有効に働く生徒が一定数いることを示した。一方で、学業成績が低かったり、数学への意識の低下が見られたりする生徒の存在にも言及しており、教師による学習状況の把握や個別の支援の必要性を提言している。渡部(2018)は、不適応傾向にある中学生

や不登校の中学生を対象に、個別の支援計画の作成と合わせてタブレット学習を用いた学習を試み、学業成績や自己有用感の変化を調べている。合わせて4つの研究を行い、コンピテンスの変化を調べるとともに、得られた総合考察として、個別の支援計画とタブレットを活用した個別の学習支援により、コンピテンスの上昇やストレスの減少につながった可能性のあることを示している。また、個別支援にAI型ドリル教材を用いる利点として、学習内容が主体的に選択できること、教師が学習ログを把握して指導法の助言ができる利点があることなどの知見にも言及している。大門ら(2022)や渡部(2018)の研究からは、AI型ドリル教材が、学習意欲などの情意面に関して、正の影響を及ぼすことが示唆されるが、学習に関する教師の支援が情意面の変化に影響を与えるために必要である可能性があることを、意識しておく必要があると考えられる。

#### 4.2.6. その他の研究動向

その他、AI型ドリル教材を活用した研究には、中学校数学科の授業において授業のねらいに応じてAI型ドリル教材の活用場面を検討したもの(中村ら、2021)、コロナ渦や休校期間を経た後の期間における個別最適化学習システムの活用状況を報告したもの(林・奥村2020、奥村・林2021)、AI型対話サポーターの学習促進効果を検証したもの(亀田、2018)、AI型教材の特徴を分類したもの(津下ら2021)、AI型ドリル教材を用いて得られる教育データを活用して労働生産性や認知バイアスの効果を検証したもの(中室・萱場、2016; Kayaba・Tanaka、2014)、といった研究が報告されている。このうち、教育データの活用については、AI型であるかどうかにかかわらず、デジタル教材を用いる中で記録し蓄積されていくものであるため、学習効果に関する研究だけでなく、より広い分野での活用が期待される場所である。

#### 4.2.7. 活用や運用に関する研究の必要性

AI型ドリル教材研究の多くは、学習効果を測定することを中心テーマとしたものであり、活用・運用方法が研究の中心テーマのものは見られなかった。そのような中、内海(2021)は、2018年から2020年にかけて、すららによる学習効果を測定しているが、2020年は過去2年に見られたような成績の向上が確認できなかった要因として、学習サポートがオンラインのみになり、動機づけのサポートがなかったことを上げている。その証拠として、2020年のクリアユニ

ット数は、2018年、2019年に比べて非常に少なくなっており、すららを用いた学習時間が授業10回を終えた時点で5時間未満(1回の授業の平均学習時間が30分未満、1コマ90分と推察)の学生が多く見られたことも指摘している。また、10時間以上学習したが50ユニットをクリアしていない学生で、低得点となってしまった学生最終クリアユニットを見ると、小学校高学年になっていたことも指摘している。そして、これらの結果について、サポートがオンラインだけになり、教員の机間巡回や教員とのコミュニケーション、学生同士の教えあい、といった対面授業の要素が数理学習のモチベーション維持に寄与していたことを指摘している。この研究から、AI型教材がアダプティブな機能を有しているとはいえ、活用を学習者に自由に任せているだけでは、学習効果が上がらないことが示唆される。この示唆については、稲垣ら(2016)がアダプティブ教材を用いた課外や家庭学習において、下位層の児童の学習効果や学習意欲が十分喚起されなかった点や、津下ら(2021)がAI型ドリル教材を用いた復習の際の誤答分析において、学力低位層の児童がAI型ドリル教材を用いた復習の効果が上がらなかった点からも裏付けられるところであり、AI型ドリル教材を用いて学習効果を十分に上げていくには、効果的な運用方法をより詳しく調べていくことの必要性を示しているといえる。

## 5. 研究のまとめと今後に向けて

本研究では、各校種の課題解決を目的としてAI型ドリル教材が用いられ、学習効果は上がったと結論付ける研究が多いが、条件統制の検討の必要性や、教師の学習状況把握及び適切な支援の必要性、AI型ドリル教材の活用や運用をより詳しく調べていく必要性が明らかになった。また、AI型ドリル教材活用から得られる教育データ活用への期待も明らかになった。AI型ドリル教材は、全国で活用の広がりがみられ、この傾向は今後さらに大きくなると予測される。AI型ドリル教材のもつ個別最適化の機能を十分発揮させ、個別最適な学びを実現させるために、AI型ドリル教材の活用実態について調査し、よりよい運用の仕方を追及していくことが求められると考える。

### 参考文献

経済産業省(2018)未来の教室(閲覧日2021年12月1日)  
<https://www.learning-innovation.go.jp/>