

国内外のアダプティブドリルシステムの動向調査と一考察

伊藤志帆¹ 白倉聖也¹ 中尾教子¹ 平野智紀¹ 緒方広明²

概要: 学習状況に合わせて適切なコンテンツを提供するアダプティブドリルシステムによって、児童生徒の習熟度に応じた学習の実現が期待されている。一方、データ収集・分析プロセスの不可視化への懸念やシステム間のデータ受け渡し体制の未整備などが課題とされている。そこで本研究では、今後のシステム開発に必要な視点を明らかにするために、国内外のシステムを対象に機能調査を実施した。その結果、学年・教科・フィードバックの内容と根拠・データ出力の有無などの観点で各システムの特徴が確認できた。これらのことから、問題登録機能およびデータ連携機能を強化することやフィードバック内容を多様化することの必要性が示唆された。

キーワード: アダプティブラーニング, 個別最適な学び, AIドリル, eラーニング, ICT活用

A Study on Adaptive Learning System in Japan and Other Countries

SHIHO ITO¹ SEIYA SIRAKURA¹ NORIKO NAKAO¹
TOMOKI HIRANO¹ HIROAKI OGATA²

1. はじめに

学校においてICTを活用して一人一人の子供が自分に合った難易度や学習ペースで学ぶ動きが広がり始めている。文部科学省が示した「新時代の学びを支える先端技術活用推進方策」(以下、文科省方策)[1]では、これからの時代には「多様な子供の一人一人の個性や置かれている状況に最適な学びを可能にしていくこと」が重要とされ、それを実現するために先端技術や教育ビッグデータが活用できるとされている。

個別最適な学びを実現するものとして近年注目されているのがアダプティブラーニングである。これは「学習者の知識やニーズ、好みに基づいて適切なコンテンツが適切な方法で適切な時間に提供されること」[2]とされ、個々の学習者の状況に応じた効果的な学びを目指すものである。提供するコンテンツはシステムによって異なるが、本稿ではデータをもとに学習者に対して適切な問題を推薦するオンライン学習システムをアダプティブドリルシステムと定義する。学習者がシステムを利用するごとに蓄積されるデータを基に学習内容を提示する仕組みをもち、最近ではデータ分析にAIを活用したシステムが続々と登場している。

アダプティブドリルシステムおよびシステム内に蓄積された教育ビッグデータの利活用には大きな期待が寄せられている一方で、課題も指摘されている。1つめに、AIを活用したアダプティブドリルシステムに対して文科省方策では、システムが証明問題をはじめとした記述式問題へ対応できておらず、学習者は自動的に出題された問題へ解答することになるため、思考力・判断力・表現力等の育成に

資するものにはなっていないと指摘している。システムは主に授業中の演習や始業前・放課後の個別学習、あるいは家庭学習で使われ、多くは知識・技能の効率的な習得を補助するにとどまっていると考えられる。このように、システムが活用できる学習分野や場面が限定されることに留意が必要である。

2つめに文科省方策ではデータ収集・分析がブラックボックスになっている場合にデータの結果だけを鵜呑みにすると解釈に偏りが生じるという懸念が示されている。

3つめに、教育ビッグデータの利活用に対してはデータ連携に関する課題改善が求められている。文科省方策では、機関や事業者の間でデータの標準化がなされておらずデータ・ポータビリティが確保されていないため、システムで収集した学習データが十分活用されていないと指摘されている。文科省では学習データを横断的・体系的に活用するために学習指導要領のコード化を進めている[3]が、本格的な活用はこれからである。そもそも民間企業では収集した学習データをシステム内部に囲いこむ場合が多いと日本学術会議[4]が指摘しており、システムの利用者である学校や教育委員会を含めた外部へのデータ提供が望まれている。

本稿ではこれらの課題をふまえて、(1)アダプティブドリルシステムを活用できる学習分野や場面を広げる、(2)データ収集・分析を可視化する、(3)異なるシステム間でのデータ連携を可能にする、という3つの視点で今後のアダプティブドリルシステム開発に必要な要件を検討することを目的として、国内・国外で利用されているアダプティブドリルシステムを対象に、その機能や特徴に関する調査を行う。

¹ 内田洋行教育総合研究所
Uchidayoko Institute for Education Research

² 京都大学学術情報メディアセンター
Academic Center for Computing and Media Studies, Kyoto University

2. 調査の方法

2.1 対象

国内システムの選定は津下らの調査[5]を参考に経済産業省「未来の教室」web サイト[6]の EdTech サービスデータベースを利用した。調査時点においてデータベースには151件のサービスが登録されており、「eラーニング」「個別最適化」「人工知能」「AI」のキーワードで検索すると、「eラーニング」で3件、「個別最適化」で1件、「人工知能」で1件、「AI」で7件が抽出された。掲載された概要や特徴を読み、公教育で活用されており、学習者に最適な問題を推薦する機能（以下、問題推薦機能）が確認できたシステムのみ絞った結果、計6件が調査対象となった。

国外システムについてはどのようなシステムがあるのかweb上で検索し、その過程で見つけたアダプティブラーニングシステムに関する英語記事[7]とレビュー[8]から対象を選定した。選定にあたっては、公教育で活用されているか、問題推薦機能があるか、日本のシステムと活用場面が近いかなどを考慮して総合的に判断し、7件を選んで調査した。

2.2 手順

webにてシステム概要情報を収集した。国外システムは先述のレビューに記載された情報も参考にした。可能なものはデモアカウントの発行やデモ動画の閲覧を行い、それぞれのシステムの特徴を調査した。

3. 結果

調査対象のシステムについて、①タイプ、②対象学年、③教科、④学習機能の有無、⑤ドリル機能の有無、⑥アダプティブな推薦の内容、⑦その根拠、⑧データ出力が可能か、⑨LMS連携が可能か、という項目で特徴を整理した。

タイプとは調査したシステムが保有する学習コンテンツに着目して行った分類であり、学習コンテンツ搭載型/オーサリングプラットフォーム型/AIエンジン型の3つである。学習コンテンツ搭載型とはあらかじめ民間企業等が開発した学習コンテンツや出版されている問題集を搭載しているシステム、オーサリングプラットフォーム型とは教員等が教材や問題をアップロードして学習コンテンツを作成できるシステム、そしてAIエンジン型とはパートナー企業等の基盤として働くシステムを意図している。また学習機能とは動画・アニメーション・テキスト等により、学習内容を理解するための機能、ドリル機能とは問題を出題し解答させる機能を指す。

国内システムを表1に、国外システムを表2にそれぞれ整理した。なお各表中の空欄（備考を除く）は情報が確認できなかったことを意味し、該当項目の機能等が存在する可能性もある。

3.1 国内システム

表1の項目①タイプから、調査したシステムは全て学習コンテンツ搭載型であることがわかった。利用可能な教科は、算数・数学と英語を中心としつつ、理科（高校物理・高校化学を含む）や国語、社会も存在していた（項目③）。

全てのシステムにおいてドリル機能があった（項目⑤）。また一部のシステムには動画等で学習内容を理解したりあとから復習したりできる機能があった（項目④）。問題への解答方法は、選択肢、キーボード入力、手書き入力、音声入力などの形式があった。アダプティブな推薦については、最適な問題の出題機能が全てのシステムで確認されたほか、視聴すべき動画や読むべき解説を推薦するシステムもあった（項目⑥）。推薦の根拠（項目⑦）はweb上の記事を参照したものである。「理解度」などの文言の具体的な内容や忘却度の算出方法などを明らかにすることはできなかったものの、根拠の内容は大きく3つに分けることができた。すなわち、事前テストによる理解度診断、システム上に記録される問題への正誤や解答時間などの学習履歴、システム上で計算された忘却度合である。学習履歴を他のシステム等で利用できる形式で出力する機能や、LMSと連携する機能は確認することができなかった（項目⑧⑨）。

3.2 国外システム

表2の項目①タイプから、学習コンテンツ搭載型のシステム以外にも、教員が自分で学習コースやドリルを作成できるオーサリングプラットフォーム型のシステムや、AIエンジン型のシステムがあることが分かった。学習コンテンツ搭載型システムにおいて利用可能な科目としては算数・理科が共通していた。オーサリングプラットフォーム型は教員の作成する内容次第であり、AIエンジン型は上部のシステム次第であるため、特定の教科によらず利用可能である（項目③）。

国外システムでも、全てにおいてドリル機能があり最適な問題が出題可能であった（項目⑤⑥）。選択肢やキーボード入力など国内システムと同様の解答方法に加え、あるシステムでは算数の概念を理解させるためにシミュレーションを使って例題を解くことがあった。学習者の習熟度に応じて学習動画やテキストを提示する場合や、教員が作成した動画やテキストのまとまりである学習コースを推薦する場合もあった（項目④⑥）。推薦の根拠については国内システムと同様に、事前テストによる理解度診断とシステム上に記録される学習履歴が使われていることがわかった（項目⑦）。

データの外部出力について、一部のシステムには回答内容や受講者一覧をcsv出力する機能があった（項目⑧）。またLMSとの連携機能が学習コンテンツ搭載型とオーサリングプラットフォーム型に分類されるシステムにおいて確認できた（項目⑨）。

4. 考察

調査の結果をふまえ、1. で示した 3 つの視点にそって今後のアダプティブドリルシステムの改善につながる要件と今後の展望について考察する。

4.1 学習分野や場面の広がりについて

国外システムにおいて、教員等が教材や問題をアップロードして学習コンテンツを作成できるオーサリングプラットフォーム型のシステムが確認できた。学習分野を広げるという点では、既存の問題や学習コンテンツを使うだけではなく、教員が自由に自作の解説資料や問題をアップロードでき、学習者に応じて最適なものが提示されるようにできれば、教科や学習内容の自由度が高まっていくと考えられる。

問題のバリエーションを増やすという点では、調査したシステムにおいて確認できた手書きの解答入力機能やシミュレーション機能の開発をさらに進めていくことが有効であると考えられる。今後ペンストロークデータの収集が進むことで、その分析技術の開発や問題推薦機能の発展につながると考えられる。またシミュレーションを問題の中に組み込むことによって、試行錯誤しながら問題への正解を導き出そうとする過程で学習者が学習内容への理解を深めることが期待できる。

4.2 データ収集・分析の可視化について

調査したすべてのシステムにおいて、独自の分析プロセスを経て学習者に最適な問題や学習コンテンツを推薦していた。ただし、どのような根拠に基づいて推薦が行われたかを学習者に明確に知らせるようなシステムは確認することができなかった。学習者に対して、何のデータを収集してどのように分析した結果このコンテンツが推薦されたのか認識できるようにすることによって、自分が取り組む問題等への納得感が向上したり、分析の透明性が高まったりすると考えられるため、推薦の根拠を学習者に示す機能について検討することが必要だと考える。

4.3 データ連携について

国内システム調査では利用者がシステム内のデータを出力する機能や LMS 等の外部システムと連携する機能を確認することができなかった。一方、国外システムにおいては一部にそのような機能を確認することができた。

今後は、各システムにおけるデータ出力機能や外部連携機能の開発および学習指導要領コードの活用と、関連する機関や事業者が一体となったデータ標準化の議論が並行して進められる必要があると考える。それによりシステムには相互利用可能なデータが収集されるようになり、学校や

教育委員会がそれを自分たちの学習データとして自由に活用することを実現する必要があると考える。例えばあるアダプティブドリルシステムから別のシステムへ成績データをインポートすることにより、事前の診断テストなしで問題推薦ができるようになったり、出力した学習データを分析し教育改善に役立てたりすることができるようになると期待できる。

5. まとめ

本稿では国内外のアダプティブドリルシステムの動向を調査し、今後のシステム改善に必要と考えられる要件の考察を試みた。

今回考察した視点のうち 4.2 については、4.1 や 4.3 とは異なり今回調査したシステムの中から改善の参考となるような機能を見出すことが難しかった。

そこで今後は、著者らが行っている教育 AI エンジン開発・実証研究[9]において、学習者へ推薦の根拠を示す機能の検討を進めたいと考えている。当該研究では、AI が解析したデータに学習者が納得し主体的な意欲をもって学習することをねらい、教育用 AI エンジン EXAIT (Educational Explainable AI Tools) を開発する。この AI エンジンには、システム上での学習者の学習行動から学習プロセスを理解し、理由を説明しつつ学ぶべき事項を推薦する。開発と実証校への導入を行い、根拠を示し学習事項を推薦するシステムの効果検証を進める予定である。

謝辞 この成果は、国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO) の委託業務 (JPNP 20006) の結果得られたものです。

アダプティブドリルシステム調査には、東京工業大学環境・社会理工学院博士後期課程の林愛彩香さんにご協力いただきました。

参考文献

- [1] “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)”. 文部科学省. 2019-6-25.
https://www.mext.go.jp/component/a_menu/other/detail/_icsFiles/afildfile/2019/06/24/1418387_02.pdf, (参照 2021-2-7)
- [2] Shi, Lei; Cristea, Alexandra I.; Foss, Jonathan G. K.; Al Qudah, Dana; Qaffas, Alaa. A Social Personalized Adaptive e-Learning Environment: A Case Study in Topolor. IADIS International Journal on WWW/Internet. 2013, Vol. 11, No. 3, p. 13-34.
<http://www.iadisportal.org/ijwi/papers/2013113102.pdf>, (参照 2021-2-7)
- [3] “教育データ標準”. 文部科学省.
https://www.mext.go.jp/a_menu/other/data_00001.htm, (参照 2021-2-7)
- [4] “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”. 日本学術会議. 2020-9-30.
<http://www.scj.go.jp/ja/info/kohyo/pdf/kohyo-24-t299-1.pdf>, (参照 2021-2-7)

- [5] 津下哲也, 佐藤幸江, 中川一史. “A I 教材の特徴と分類”. AI 時代の教育学会研究会論集. オンライン, 2020-9-5. AI 時代の教育学会研究委員会, 2020, p. 5-8.
<https://eduaiera.org/wp-content/uploads/2020/09/AI%E6%99%82%E4%BB%A3%E3%81%AE%E6%95%99%E8%82%B2%E5%AD%A6%E4%BC%9A%E7%A0%94%E7%A9%B6%E4%BC%9A%E8%AB%96%E9%9B%86-2020%E5%B9%B4%E5%BA%A6%E7%AC%AC1%E5%8F%B7.pdf>, (参照 2021-2-7)
- [6] “未来の教室～learning innovation～”. 経済産業省.
<https://www.learning-innovation.go.jp/db-list/>, (参照 2021-2-7)
- [7] Riddell, Roger. “Adaptive learning: The best approaches we've seen so far”. Higher Ed Dive.2013-10-31.
<https://www.highereddive.com/news/adaptive-learning-the-best-approaches-weve-seen-so-far/187875/>, (参照 2021-2-11)
- [8] Bryant, Gates. “Learning to Adapt 2.0: The Evolution of Adaptive Learning in Higher Education”. TytonPartners.2016-4-18.
<https://tytonpartners.com/library/learning-to-adapt-2-0-the-evolution-of-adaptive-learning-in-higher-education/>, (参照 2021-2-7)
- [9] “京都大学・京都市と内田洋行、教育 AI の開発・実証研究を開始”. 内田洋行プレスリリース.
<https://www.uchida.co.jp/company/news/press/201110.html>, (参照 2021-2-22)

表 1 国内のアダプティブドリルシステムの機能整理

システム名	システムA	システムB	システムC	システムD	システムE	システムF
①タイプ	学習コンテンツ搭載	学習コンテンツ搭載	学習コンテンツ搭載	学習コンテンツ搭載	学習コンテンツ搭載	学習コンテンツ搭載
②対象	小学校～高校	小学校～高校	小学校～高校	小学校～中学校	高校	小学校～大学
③教科	算数・数学, 英語	数学, 英語, 理科, 物理, 化学	国語, 算数・数学, 英語, 理科, 社会	国語, 算数・数学, 英語, 理科, 社会	国語(古文), 数学, 英語, 物理, 化学, 日本史, 世界史	英語
④学習機能		○	○		○	
⑤ドリル機能	○	○	○	○	○	○
⑥内容 アダプティブな推薦	問題	動画 問題	問題 苦手単元	問題	動画 問題	問題
	⑦根拠	回答時間・解説・ヒントの閲覧時間・回数, 回答内容・回答プロセス、学習履歴、過去の習熟度	各単元の理解度(事前診断テストあり), 学習履歴, 忘却度	学習状況, 学習結果(正答率など)	正誤、解答時間、忘却曲線	理解度(受講前テストあり), 学習履歴
⑧データ出力						
⑨LMS連携						
備考		理科は中学向け 物理と化学は高校向け		推薦機能は中学の教英	日本史, 世界史には推薦機能なし	

表 2 国外のアダプティブドリルシステムの機能整理

システム名	システムG	システムH	システムI	システムJ	システムK	システムL	システムM
①タイプ	学習コンテンツ搭載	学習コンテンツ搭載	学習コンテンツ搭載	オーサリングプラットフォーム	オーサリングプラットフォーム	オーサリングプラットフォーム	AIエンジン
②対象	高校	K-8	K-12, 高等教育	高等教育	K-12, 高等教育	高等教育	K-12, 高等教育
③教科	数学	算数・数学	数学, 理科・化学, 会計学, 統計学	任意	任意	任意	提携先による
④学習機能	○				○	○	○
⑤ドリル機能	○	○	○	○	○	○	○
アダプティブな推薦	⑥内容	問題	問題	問題	コース問題	動画・テキスト問題	動画・テキスト問題
	⑦根拠						正誤, 解答時間, 教材コンテンツを見た時間
⑧データ出力			習熟度 (事前診断テストあり)			解答CSV	
⑨LMS連携	○		受講者CSV			学習時間や点数等コー ス全体の集計CSV	
備考			○	○	○	○	