

デジタル・ドリルの実態と課題 ——算数・数学のドリル問題に着目して——

肖瑤 (京都大学大学院教育学研究科・修士課程)
市橋千弥・糸川薫樹・小松佳生 (京都大学教育学部)

<概要>

子ども一人ひとりが一台端末を持って「個別最適な学び」を進めていく動きが活発になっている中で、塾のみならず学校現場でも、様々なデジタル・ドリルの導入が図られています。本稿は、5社のデジタル・ドリルを比較し、それぞれの相違点並びに類似点、従来の紙媒体によるドリルとの違いを明確にすることを目的とします。

デジタル・ドリルについて、①画面の作り方、②問題プール (用意されている問題群)、③レコメンド・フィードバック機能、④教員用の学習状況管理システム、という4つの観点に依拠して調査を行いました。その結果、デジタル・ドリルには、(1)モチベーションの維持、(2)レコメンド・遡行の効率性、(3)採点や達成度のデータの自動集計という点で強みがあることがわかりました。一方で、学習者一人ひとりのつまずきに応じた指導や、意味・概念の理解の促進という点では課題が残ることも明らかになりました。デジタル・ドリルの効果を過小評価も過大評価もすることなく、その意義と課題を意識しながら、学校現場のニーズに応じて取り入れることが重要だと考えられます。

1. はじめに

近年、文部科学省が示した「GIGA スクール構想」、及び経済産業省が提起した「未来の教室」という改革ビジョンのもとに、ICTを活用した個別最適化への期待が高まってきました。塾のみならず学校現場でも、様々なデジタル・ドリルの導入が図られています。従来の紙媒体によるドリルと比べ、デジタル・ドリルはどのように工夫されているのでしょうか。また、デジタル・ドリルといっても、その中身は多種多様であり、一括りにはできません。それぞれにどのような特徴があるのでしょうか。私たちは5社のご協力をいただき、調査を行いました。調査については、西岡加名恵教授、石井英真准教授、久富望助教の指導を受けつつ、進めました。

本稿は、5社のデジタル・ドリルを比較し、その相違点と類似点を明らかにすることを目的とします。その実態と課題を分析することで、学校現場のニーズに応じたデジタル・ドリルの取り入れ方を検討する一助となることを目指しています。

2. 調査内容と結果

デジタル・ドリルについて、下記の4点を観点として調査しました。まず、画面の作り方です (観点 1)。入力の方法、解答時間の制限の有無、達成・報酬のゲーミフィケーションのデザインがこの観点に含まれます。次に、問題プールについてです (観点 2)。問題がいかなる学力の質を試すものであるのか。特に、問題の種類や中身等によって、どのように学習者の数学の意味・概念の理解が促されるか、それともなされていないか、といった意味・概念の理解促進の度合いはこの観点で分析します。さらに、レコメンド・フィードバック機能についてです (観点 3)。問題へのアクセス過程、解説の多寡とその質、学習者・教師の参与の度合いはここで論じます。最後に、教員用の学習状況管理システムです (観点 4)。学習状況管理画面を通して、教員はどのような情報を把握できるか、その情報をどの程度クラス・個人指導に生かすことができるかを検討します。調査期間は、2021年6月から7月です。各ドリル・各単元の分析に、およそ5時間ずつをかけました。

なお、今回の調査は算数・数学を対象とし、子どもがつまずきやすい小学校低学年の割り算の文章題、小学校高学年の割合の文章題、分数の割り算、中学校数学の二次関数のドリル問題を中心に行いました。それ以外の科目・単元では下記の調査結果と一致しない可能性もあることをご了承ください。

表 1. 観点 1「画面の作り方」による比較結果

	相違点					類似点
	ドリル A	ドリル B	ドリル C	ドリル D	ドリル E	
画面上でのメモ	メモ不可 紙でメモすることが重視されている。	メモ不可 (2021年9月に機能を追加予定とのこと*)。	メモ可 再起動後に消えるため、後で自分の思考過程を再確認したり、見直したりすることができない。	メモ可 再起動後に消えるため、後で自分の思考過程を再確認したり、見直したりすることができない。	メモ可 再起動後に消えるため、後で自分の思考過程を再確認したり、見直したりすることができない。	
答えの入力方法	選択式 PC キーボード入力	ドリルのキーボード入力 PC キーボード入力 手書き入力	ドリルのキーボード入力 PC キーボード入力 (数字のみ) 手書き入力	ドリルのキーボード入力	PC キーボード入力 手書き入力	
解答時間の制限の有無	解答時間の制限があり、2分で設定されている。(問題によって制限時間は異なるとのこと。)	解答時間の制限はないが、問題ごとの平均解答時間が表示されている。	診断問題の解答時間は10分で統一されているが、10分を過ぎても続けて解答することが可能である。	解答時間の制限はない。	解答時間の制限はない。	
達成・報酬のゲーミフィケーション	各単元をクリアするごとに最初の目標設定に照らした達成度が数値とバーで表示される。 単元一覧でクリア済みの単元は色が変わる。 シンボルとしての報酬はない。	クリア済みの単元は色が変わって表示される。また、正解率によって、金銀銅のメダルが表示される。 特定の進捗を満たすことでアバター・アイテムを獲得し、プロフィールのカスタマイズやゲームに利用できる。	各問題に付されているマークが、その正答率に応じて2段階の色で表示される。 教科・学年別に問題を解いた回数をカウントし、10回毎にメダルが取得できる、教科メダルを10枚集めるとゴールドメダルが取得できる。	一連の問題の正答率が数値とドーナツグラフで表示される。 クリア如何にかかわらず取り組んだ問題は色が変わって表示される。 問題に取り組むごとにポイントが加算される。 連続正解で加算ポイントが増える。 このポイントに応じてランクが上がる。	各問題に、クリアした回数に応じて3段階のマークが表示される。 問題に取り組むごとにポイントが加算される。 このポイントに応じてキャラクターが進化する。	その場で、問題の成否に応じて異なる音が鳴る。 問題をクリアすると、数値が増えたり選択ボタンの色が変わったりと、画面上に何らかの変化が起こる。

※ 今回の調査では、デジタル・ドリルのすべての機能を確認できなかった場合もありうるため、表1～4については各社に確認・検討を依頼し、加筆・修正が必要な箇所をご指摘くださるよう依頼した(2021年8月)。ご指摘いただいた箇所については、再度、機能を確認するよう努めたが、追加調査においても確認できなかった情報については、「(～とのこと。)」という伝聞情報として記載することにした(以下、同様)。

表 2. 観点 2「問題プール」による比較結果

	相違点					類似点
	ドリル A	ドリル B	ドリル C	ドリル D	ドリル E	
問題の種類	通常、教科書等で想定されている単元より細分化された内容区分で単元が設定されており、各単元における重要問題が出題される。経過する認知過程、一つの単元で出される問題の種類はそれほど多くない。	解説部分と問題演習部分に分かれ、前者は多くの認知段階を踏み、後者は単元を代表する問題が続く。正答か誤答かによって、出題される類題の数が増える。	難易度により 3 段階の問題に分かれる。第 1 段階と第 2 段階では、異なる難易度の問題で学習者のレベルを診断する。第 3 段階では図なども用いながら多くの認知過程を踏み演習を行う。	難易度により 2 段階の問題に分かれる。第 1 段階は単元を代表する問題が多く搭載されている。問題の種類はそれほど多くない（細かな認知過程により区分されてはいない）が、種類 1 つ当たりの問題数は豊富。第 2 段階はより日常の事象に落とし込んだ問題設定からなり、多くの認知過程を含む。	問題の形式と種類は豊富である。経過する認知過程の数はそれほど多くない。	
遡行機能の概要	診断問題、問題演習、復習のすべてにおいて、ミスに応じて遡行が行われる。遡行先では、目標単元に関わる土台単元の講義動画が提供され、問題や類題が出題される。	遡行先では、その問題を解く前提となる知識を確認する問題や類題が出題される。分野によっては、単元を超えて問題や類題が出題されること。	単元により異なるが、「思い出そう」というボタンより、自ら既習学年・単元の問題を選択することができる（システムによる自動的な遡行機能はない）。	遡行先では、目標単元に関わる土台単元や類題のプリントが提案される。	遡行先では、目標単元に関わる土台単元の問題や類題が出題される。	
意味・概念の理解促進の度合い	イメージを伴った意味・概念の理解のための指導は教員によってなされている、あるいはフォローされる前提で、問題演習においては操作的解説・例示が多く与えられている。	イメージを伴った意味・概念の理解について、講義動画で重点的に扱っている。講義中に例題を提示し、学習者に入力を促すことで、理解を確認する。	イメージを伴った意味・概念の理解について、講義動画で重点的に扱っている。	イメージを伴った意味・概念の理解のための指導は教員によってなされている、あるいはフォローされる前提で、問題演習においては操作的解説・例示が多く与えられている。	イメージを伴った意味・概念の理解について、講義動画で重点的に扱っている。	イメージを伴った意味・概念の理解のための指導は十分なものとはいえない※。

※ 講義動画では、具体物や半具体物を用いて学習者の理解を促すような工夫も見られるが、単元によっては問題の解法についての説明が中心となっているものもある。

表 3. 観点 3「レコメンド・フィードバック機能」による比較結果

	相違点					類似点
	ドリル A	ドリル B	ドリル C	ドリル D	ドリル E	
問題へのアクセス過程	<p>目標に応じた診断問題の正誤で遡行内容が決定する。一つ一つの単元に 6 段階のクリア状況が表示され、関連する単元のつながりや、習得状況に応じて、次の単元が推奨される。</p> <p>* 別機能を通して、すべての単元の問題に自由にアクセスすることもできる。</p> <p>クリア済みの単元について、適宜復習がレコメンドされる。</p>	<p>教師が指定する目標単元に合った問題が配列され、学習者はそのうちどの問題にも自由にアクセスできる。</p> <p>個々のセクションでは類題が繰り返される（正答・誤答により、出題される類題の数が増える）。</p> <p>合否は、想定解答と、学習者の解答が一致しているか否かで判断される。正解するごとにメーターが上がり、それが溜まりきればクリアとなる。</p> <p>* 別機能を通して、すべての単元の問題に自由にアクセスすることもできる。</p> <p>クリア済みの単元について、復習のレコメンドはない。</p>	<p>最初からすべての単元にアクセス可能。</p> <p>各単元に 3 段階の問題があり、正答率に応じてレコメンドがなされる。</p> <p>十分な正答率でクリアとなる。</p> <p>取り組んだがクリアとなっていない問題のレコメンドがなされる。</p> <p>クリア済みの単元について、復習のレコメンドはない。</p>	<p>最初からすべての単元にアクセス可能。</p> <p>一連の問題の正誤に応じて、類題のレコメンドがなされる。</p> <p>最初から各単元に遡行単元のレコメンドが付される。</p> <p>十分な正答率でクリアとなる。</p> <p>クリア済みの単元について、復習のレコメンドはない。</p>	<p>最初からすべての単元にアクセス可能。</p> <p>各問題の正誤に応じて遡行単元にあたる問題に移る。間違えれば遡行が続くが、一度正解すれば最初の問題に戻る。遡行の有無は、想定解答と、学習者の解答が一致しているか否かで判断される。最初の問題を全問正解でクリアとなる。</p> <p>(学年や単元を遡って学習者が苦手を解消できるような問題をレコメンドする機能や、一度正解した学習要素は次回の出題からは省く機能もあるとのこと。)</p> <p>クリア済みの単元について、それぞれ 2 回ずつ復習がレコメンドされる。</p>	

<p>解説</p>	<p>問題ごとに解説が出される。(文字では解説がわかりにくい問題には、解説動画が付されている場合もあるとのこと。) 解説を読んでも理解できない場合、メッセージで質問を送ることができ、一人ひとりのつまずきに応じた回答がもらえる。</p>	<p>問題ごとに解説が出される。</p>	<p>問題によっては解説が出されない。解答するためのヒントが出される場合もある。</p>	<p>問題によって答えだけが出されたり、答えと解説がともに出されたりする。</p>	<p>問題ごとに解答するためのポイントが提示される。 問題の関連単元の講義動画は画面の右上に添付される。</p>	<p>不正解の原因にかかわらず、解説は固定的で一様なものとなっている。 解説の内容は、数学の意味・概念に関する理解よりは、問題の「解き方」が中心となっている。</p>
<p>学習者・教員の参加の度合い</p>	<p>1 問ごとにカリキュラムが自動的に組まれる。 ある程度遡った土台問題のクリアが前提となっており、学習者・教員が問題を選んだり、学習計画を立てたりする裁量は比較的小さい。 (代わりに、指導者用コーチングツールを用いて学習姿勢やモチベーション管理による参加が期待されているとのこと。) *別機能を通して、学習者自身で単元を選ぶことも可能である。</p>	<p>どの単元のどのプリントをやるか、学習者・教員自身が選ぶことができるため、裁量は大きい。</p>	<p>どの単元のどのプリントをやるか、学習者・教員自身が選ぶことができるため、裁量は大きい。</p>	<p>どの単元のどのプリントをやるか、学習者・教員自身が選ぶことができるため、裁量は大きい。 遡行問題のプリントが提案されるが、やらなくても目標単元のドリル問題への影響がないため、強制ではない。</p>	<p>どの単元のどのプリントをやるか一覧画面の中から学習者・教員が選ぶことができるが、問題はランダムに出題される。遡った問題を全てクリアしなくても目標単元の問題を練習できるという点から、学習者・教員の裁量はやや大きいといえよう。</p>	

表 4. 観点 4「教員用の学習状況管理システム」による比較結果

	相違点					類似点
	ドリル A	ドリル B	ドリル C	ドリル D	ドリル E	
クラスの情報	学習者全員の難易度設定、目標単元の達成状況と達成率、1 週間の学習時間、学習姿勢の傾向（アラートの推移）が表示される。	目標単元について、学習者全員の目標進捗状況と達成率が表示される。	学習者全員の最終学習日、累計学習回数、平均学習時間、平均点、成績変化を確認できる。 各科目のクラス全体の平均点、学習者数などの情報が集計グラフによって、見やすい統計として整理されている。	学年平均・クラス平均、また学習者全員の学習時間、解答ドリル数、正答率、正答数、解き直した問題数が集計される。	クラス全体のプリントごとの習熟度は、各レベルのトロフィーを何人の学習者が獲得したかによって判断できる。	採点や達成度などの情報は自動的に集計されるため、教員にとってそれにかかる時間が削減できる。
各学習者の情報	各学習者の学習履歴、学習時間、学習単元、単元ごとの達成度が表示される。 「学習姿勢アラート」機能によって、「不正解時に解説をきちんと見ていない可能性がある」、「講義動画の視聴時間が所要時間の半分以下である」などの情報をリアルタイムで把握することができる。 単元ごとの詳細で、どの問題に正解し、どの問題を間違えたかを確認できるが、当該の学習者がどの選択肢を選んだかは表示できない。	各学習者の詳細確認で、目標単元に関する目標ごとの達成率、単元ごとの状態（未・中断・済）と学習履歴を確認できる。 各ユニットの解答確認を通して、正解・不正解の問題だけではなく、当該の学習者が入力した解答も表示される。	集計グラフによって、各学習者の科目ごとの平均点を把握できる。 各学習者の「得点の高いプリント」と「得点の低いプリント」が表示されるため、よく習得できている内容と、苦手な内容を把握するのに役立つ。 各プリントの解答状況の詳細で、正解・不正解の問題だけではなく、当該の学習者が入力した解答も表示される。	各学習者の学習詳細画面では、プリントごとの達成度が、「もう一度チャレンジ!」、「パーフェクト!」、「復習カンペキ!」などの表示によって評価される。 各プリントの解答状況の詳細で、正解・不正解の問題だけではなく、メモを含んだ学習者の解答も表示される。この機能を活用すれば、学習者が解答過程のどこにつまずいたかも把握できると考えられる。	各学習者のプリントごとの習熟度は、獲得したトロフィーの数によって判断できる。 どの問題を間違えたか、どのように間違えたかが表示されないため、個人指導に生かすことが難しいと考えられる。	
問題の作成・問題集の配信	教員は学習状況管理システムを通して、個人もしくは学習者全員に対し、問題集を配信することができる。	教員は学習状況管理システムを通して、個人もしくは学習者全員に対し、問題集を配信することができる。	教員は学習状況管理システムを通して、個人もしくは学習者全員に対し、問題集を配信することができる。また、教員は新規問題を作成することもできる。	教員は学習状況管理システムを通して、個人もしくは学習者全員に対し、問題集を配信することができる。また、教員は新規問題を作成することもできる。	問題の作成・問題集の配信はできない。	

3. 考察

以上述べてきた通り、各社のデジタル・ドリルはそれぞれに固有の特徴を持っていますが、従来の紙媒体によるドリルに比べ、共通して3点が工夫されていると考えられます。

一つ目は、モチベーションの維持の仕方です。従来の紙媒体のドリルによる反復練習において、学習者の学習の意欲、モチベーションを維持する役割は教員が担ってきました。加えて、「報酬」の感覚が喚起されるかどうかは、その場の工夫次第だと言えます。一方、デジタル・ドリルでは、問題の正誤に応じて音や色が変わったり、アバター・アイテム、キャラクターが進化したりするような視覚上の刺激、ゲーム感覚を学習者に与えています。このことは、無味乾燥となりがちなドリル学習における一種の「動機づけ」になるでしょう。

二つ目は、レコメンドや遡行についてです。デジタル・ドリルでは、出題された問題における学習者一人ひとりの正誤に応じて、まだ十分に習得していない内容がレコメンドされます。特に AI 的な機能を備えたデジタル・ドリルは、目標単位にとどまらず、苦手の原因を特定して土台となる単元の問題に遡るようになっていきます。これによって、学習者自身も気づいていないような「つまずき」、「穴」を埋めていく効果が期待されます。場合によって、レコメンド・遡行問題の精度が問われますし、あまりたくさんの遡行が必要になると学習者の動機づけが困難な側面もあります。しかしながら、教員の指導とうまく組み合わせれば、従来の紙媒体のドリルよりも効率的な「個別最適な学び」を実現できると期待されます。

三つ目は、採点や達成度の集計です。従来の紙媒体のドリルでは、クラス全員の問題を一つ一つ採点し、その結果を集計するのに教員の多くの時間が費やされています。ところが、デジタル・ドリルでは、採点やデータ入力、クラス全員もしくは各学習者の達成度が全て自動的に集計されるので、教員の負担が大幅に削減されます。また、多くのデジタル・ドリルが、様々な形の集計グラフを用いてデータを表示する機能を有しています。集計グラフによって、ある時点のクラス・学習者の学習状況だけでなく、各学習者のクラスにおける位置づけ、クラス・学習者の学習状況の変化も把握できるでしょう。

一方、デジタル・ドリルの現状での限界も認識しておかなければなりません。従来の紙媒体のドリルに比べて、問題ごとに解説が自動的に出てくるのは便利な機能です。ただし、その解説は、現状では、どのような間違え方であっても、固定的で一様なものとなっています。すなわち、学習者一人ひとりのつまずきに応じた指導にはなっていません。今後は、「学習者の間違え方に応じた解説が得られる機能」の実装が期待されます。また、解説や講義動画の質を見れば、どのデジタル・ドリルでも、数学の意味・概念の理解よりは問題の解法についての説明が中心となっています。意味・概念の理解に重きを置く授業以外の、一種の復習題材や理解補助として講義動画を活用するのは有意義ですが、それだけで授業を代替するには至りませんし、それに頼りすぎると深い学びにつながらない「知っている・できる」レベルの学習にとどまる危惧があります（石井英真『今求められる学力と学びとは——コンピテンシー・ベースのカリキュラムの光と影』日本標準、2015年参照）。従来の授業のどの要素をデジタル・ドリルに助けてもらい、何のために、どのように使うかについて、紙媒体のドリルの時以上によく考察する必要があるでしょう。今回の調査対象の中には、導入時には、自社のデジタル・ドリルをどう使ってもらおう想定で開発したかを説明する会を必須としている例も見られました。

以上、デジタル・ドリルは従来の紙媒体によるドリルと比較して、強みは持っているものの、万能なものであるとはいえません。デジタル・ドリルの意義と限界を意識しながら、教員による指導との組み合わせ方を練り上げた上で、学校現場のニーズに応じて取り入れることが重要でしょう。

今回の調査においては、算数・数学に着目して行いましたが、それ以外の科目のドリル問題はどのような特質があるのか、今後の課題として検討していきたいと思えます。

<謝辞>

本調査は、京都大学の GAP 臨時プログラム「ポスト・コロナの初等中等教育における ICT 活用に関する研修プログラム開発と具体的提言」の一環として行いました。調査に当たっては、atama plus、すららネット、東京書籍、凸版印刷、ベネッセの5社に多大なご協力をいただきました（ここでは50音順で示しており、ドリルA～Eには対応していません）。また、調査の依頼に際しては、一部、経済産業省「未来の教室」教育・広報アドバイザーである寺西隆行氏に仲介の労を取っていただきました。さらに、野田塾に訪問調査の機会をいただきました。ここに記して感謝いたします。
(2021年10月16日)