

学習履歴の記録・閲覧が可能なプリント教材作成支援システムの開発

三浦 祐太郎*, 中島 平**

*学校法人南光学園東北高等学校

**東北大学大学院教育情報学研究部

要旨：教育現場では、計算技能や漢字、英単語、様々な用語などの記憶の定着を図るため、しばしばプリント教材を用いたドリル学習という形態の演習が行われている。このようなドリル学習のためのプリント教材は様々なものが出版されており、作成支援用のツールや教材そのものを公開している web ページも存在する。また、プリント教材の作成支援や運用方法についての様々な先行研究において、ドリル学習の効果が報告されている一方で、学習履歴の記録・蓄積が課題として挙げられている。そこで本研究では、Microsoft Excel 上で動作し、プリント教材の作成支援と学習履歴などの記録・管理が可能なシステムの開発を行った。本論文では、開発したシステムに関して、その概要と実装および機能を紹介する。

キーワード：学習履歴の記録・閲覧、プリント作成支援、ドリル学習

1. はじめに

教育現場では、基礎学力、とりわけ知識や技能といった領域の学力の定着のため、短時間で解答できる量の計算問題や漢字の書き取り問題などをテーマとするプリント教材を用いたドリル学習が行われている(齊藤ら 2009-08)(横山ら 2004)。

ドリル学習とは、CAIの「ドリル練習方式」の理論を背景にし、一般的にドリルと呼ばれるテキストに取り組むことにより、基礎的な知識の定着を図る教育法である。教育形態としては個別指導に分類され、知識技能の向上には効果がある一方で、その他の学力、たとえば課題発見能力や表現力などの向上には寄与しにくいという面もある(姫野ら 2007)。また、ドリル学習を通して自己効力感を高めることが可能であるという報告もなされている(齊藤ら 2009-08)。

ドリル学習に用いられるプリント教材は、通常、教員がPCや手書きで作成するか、出版されている様々なドリル教材から問題を選んでコピーすることで、作成されてきた。この教材は毎日継続的に作成されるが、教員が手作業でこれを行なうのには労力がかかる。というのも、出版されるドリル教材は学年ごとに区切られている上に、ドリルの分量や難易度にも出版社間でばらつきがあり、教員は児童・生徒の学力に合わせて、調整する必要があるためであ

る。

この問題に対する解決案の一つが、以下の先行研究によって提案されている。荒川らは学年別単元別に構成されている既存のプリント教材の利用では、下学年の学習内容の取り入れなど個に応じた活用が困難であると考え、小学校6年間の算数教材をどの学年でも自由に使えるようなシステムを開発し、その運用の結果として子どもの意欲的な学習や基礎学力の定着に効果があることを示している(荒川ら 2004)。また、プリント教材の作成を支援するツールやプリント教材を公開したホームページが開設されている。以下にその一例を示す。

- Keisan-PRI (フリーソフト)
- 進級式漢字・計算トレーニングプリント (教材公開)
- プリント作成ツール Prinpy (シェアウェア)
- 筆算プリント万能作成機 (シェアウェア)
- 計算問題.com (教材公開)

これらの中には、乱数によってプリント教材ごとに異なる計算問題の出力を可能としたものも存在する。

これらの先行研究やシステムの課題としては、プリント教材の作成に特化しており、学習の履歴や習熟状況の記録はできない点である。松井らによると、多種多様な習熟度の生徒がいる環境で、同じ課題を

全生徒に課すには、学習意欲の面でも、学習効率からいっても問題があると述べており、一人一人の習熟状況に合わせたプリント学習を行なわせ、肯定的な結果を得た（松井ら 1989）。

上記の研究では、繰り返し行うドリル学習ではなく、プリント教材を用いた自学自習について述べられているが、ドリル学習を行なわせる時にも同様に、生徒一人一人の学習履歴や習熟度が記録できることが望ましいと考える。そこで、本研究では、ドリル学習のためのプリント教材作成の手間やコストを軽減することと、生徒一人一人の学習履歴や習熟度を記録することを目的としたシステムを開発した。本論文では、この開発したシステムに関して、その概要と実装、および機能を紹介する。

2. 開発経緯

算数、数学における基礎的な計算や、国語における漢字、英語における英単語などは、意識的な制御を伴わず実行される（自動化が起こる）程度の習熟度（スキルベースの行動）に到達するのが望ましいし、少なからず、それを目標として行われるべきである。そのためには、同じような問題を継続的かつ大量に解き続けることが必要である。しかし、算数や数学では、計算技能の他にも習得すべき能力が多く存在するうえ、このような技能の習熟はドリル学習のような個人的な演習で養われるため、授業では集団での学習で得られる学力の育成に重点が置かれる。

塾で働いた経験上、同じ形式の問題や児童生徒が苦手とする特定パターンのみを重点的に演習させた場面は多く存在する。著者もそのような場面において、複数の問題集を併用して実現しようとするも、1ページあたりの問題数や設定された難易度に差があったり、イメージするような問題集が見つからず苦勞をした。仕方なく手書きやパソコンで自作しようとするが、いざ10問分のランダムな数字を考えようとする、あれこれと考えてしまい、かえって時間がかかってしまっていた。もし、このような作業を一部でも自動化できれば、演習が不足している生徒個人に苦手とする分野のみを効率的に反復させたり、少ない時間と労力で毎日の反復学習のための教材を作成することができるようになると考え設計と開発を始めた。

3. 設計と開発

開発するシステムの持つべき機能として①大量の問題を蓄積したデータベースを持つ、②データベースから選んだ問題を自動で演習プリント(ドリル教材)として出力することの2つの要件が主なものとして挙げられた。特に②が重要であり、利用者は問題を選んだら、あとは印刷するだけ、というところまで自動化することが目標であった。また、多くの教育現場では、主にコストとセキュリティの側面から、新しいシステムの導入に際して、学内での協議・審査などを経る必要があるようである。これが、教育現場のIT化を妨げる一つの要因であると考えた。そこで、本研究においては、③無料であること、④インストール不要であることの2つの要件を加えた計4つの要件を満たすような動作環境と開発言語の選定を行った。

実装は Microsoft Office Excel（以後エクセル）を基盤に、Visual Basic for Application（以後 VBA）で行った。office は多くのパソコンに標準的にインストールされている傾向にある（最近の傾向として、office を標準搭載していない PC や、Libre Office のような Microsoft Office と互換性のある無償ソフトが標準搭載されていることも多いようである）。VBA はエクセルの標準機能の1つであり、上記の2つの条件を満たす言語と言える。

動作 OS は Windows（XP～8 までで起動を確認）である。また、エクセルのバージョンに関しては、office2000 以降であれば動作するようである。また、PC の性能によって動作速度に若干の差はあるものの、概ね標準的な PC であれば動作に問題はない。

開発に際しては、セルに直接数式や関数を埋め込む方式が楽であるように思われる。しかし、コンピュータやエクセルの操作に不慣れたユーザの使用を考えた場合、セルに埋め込まれた内容は消去されたりして失われてしまう可能性が高く、その結果、システムが正常に動作しなくなるおそれがある。そこで、本研究ではセルに数式や関数等を書き込んで利用する方法ではなく、Microsoft Office に搭載されているプログラミング言語である Visual Basic for Applications（ビジュアルベーシック・フォー・アプリケーションズ、VBA）を用いて、ユーザの操作が及ばない部分にプログラムの内容を記述することとした。また、フォーム画面をいくつも表示さ

せることで使用が難しそうなイメージを持たれないように、操作フォームはエクセルのシート上に構築した。問題データベースは同じくエクセルのシートとして作成し、ユーザからは見られない（非表示）状態で運用する。

プリント教材として出力される問題は、開発と同時に著者が作り問題データベースに蓄積していったのだが、その際に実装上の工夫を行った。本システムでは Excel のシートを疑似的にデータベースとして利用するので、問題データは効率的に格納する必要がある。たとえば、「 $1 \times 1 =$ 」という問題を1つの問題データとして登録するとし、様々な掛け算の問題を出力するためには、「 100×100 」まで10000通りのデータを登録しなければならないことになる。また、数学の文字式の計算で「 $4a - 8a$ 」という引き算の問題の場合、同様の問題は各項の係数のみを1桁の自然数（1~9）に限定して変えるとしても、81通りとなる。実際には文字の部分も変えなければ、ワンパターンな問題となってしまうおそれがある。これらをすべて考え、1つ1つを登録していくのは、システムの開発より大変な作業であると思われる。よって、以下に示すような、問題を記述するための構文規則を定義し、同時にそれを処理するための機構を開発・実装することで、解決した。

① rand[n:m]

n~m の間の数を1つランダムで出力する。

使用例：rand[12:100] → 59 を出力

② calc[a+b]

a+b のような計算の結果を出力する。

使用例：calc[12+100] → 112 を出力

③ mask[英単語、日本語など:3]

文字列から3文字分を虫食いにする（位置はランダム）。

使用例：mask[beautiful:3] → be_ut__ul を出力

④ type[コマンド:n]

ひらがなやカタカナ、アルファベットや1~2桁の素数を出力する。

使用例：type[jh:1] → あ を出力 ※jh:japan hiragana

これらを用いると、上述した問題は以下のように記述することができる。

○ 1~100 までを使った掛け算

問題：rand[1:100]×rand[1:100]

解答：calc[rv1*rv2]

○ 文字式の整理問題

問題：rand[-50:50]type[es:rand[1:26]]+rand[-50:50]type[es:rv2]

解答：calc[rv1+rv2] ype[es:rv2]

なお、rv1 や rv2 はそれぞれ rand によって1つ目に出力された数、2つ目に出力された数を参照するための記述様式である。通常、文の左端にあるものから処理し、番号が順に振られていく。

これらの構文規則は操作を簡略化するため、通常はユーザからは見ることができない問題データベース上でのみ使用される。しかし、将来的にはシステムに熟達したユーザが構文を用いて新たに問題を定義しデータベースに追加できるような機能の提供も必要であると考えている。

このような考えのもとで、まず試作バージョンの開発を行った。試作バージョンは先行研究と同様に、プリント教材の作成に特化させる形で開発を進めた。以下で簡単に紹介する。

本システムは Excel 上で動作するため、実行形式のファイル(.exe)ではなく、Excel のファイル(.xls)として提供される。なお、動作するために特別なファイルをインストールする必要はない。ユーザはそのファイルを開くことでシステムを起動させる。起動すると現れるのがメイン画面である(図1)。ユーザはこの画面において、あらかじめデータベースに登録されている問題テーマを選択することができる(図2)。「プレビュー」というボタンを押すと、選択した問題テーマに従って出力される予定の問題を、画面下部に表示させることができる(図3)。その問題でプリントを作る場合は、「プリントをつくる」というボタンを押下することで、選択した問題テーマに沿ったプリント教材が別シートに作成されることになる(図4)。問題テーマは最大4つまで選択することができ、複数の単元や教科にまたがった横断的なプリント教材の作成が可能である(図5)。

このようにして実装した試作バージョンを、勤務する塾における演習教材や家庭学習用の課題の作成に用いた。プリント教材の作成にかかる時間は短縮され負担も以前より軽くなった。そうしているうちに、演習の際にどの生徒がどんなミスをしたのか、それを改善するためにどんな課題をどれくらい出し

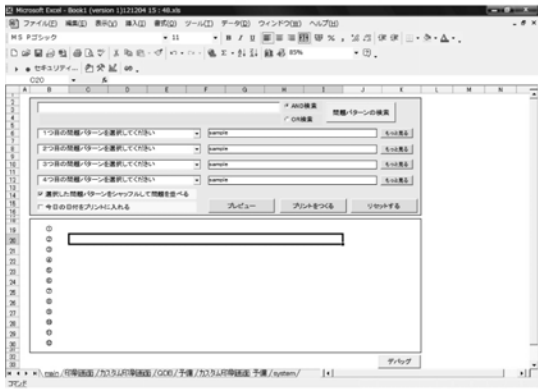


図1. 試作バージョンの操作画面①：メイン画面

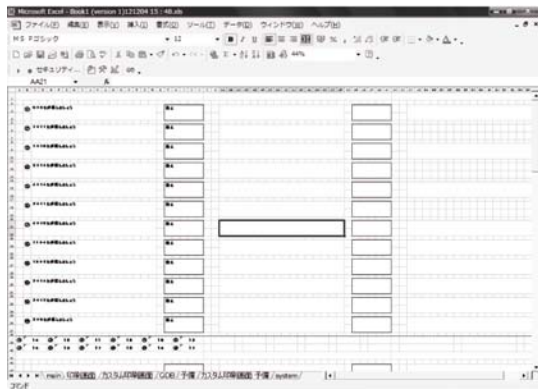


図4. 試作バージョンの操作画面④：作成されたプリント教材

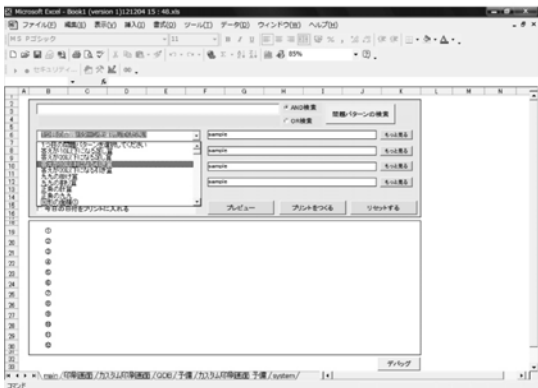


図2. 試作バージョンの操作画面②：問題テーマの選択

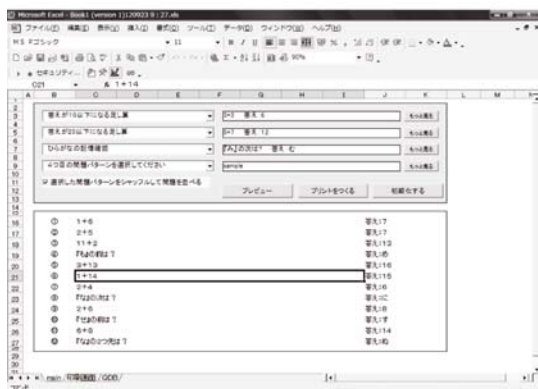


図5. 試作バージョンの操作画面⑤：複数の問題テーマによるプリント作成

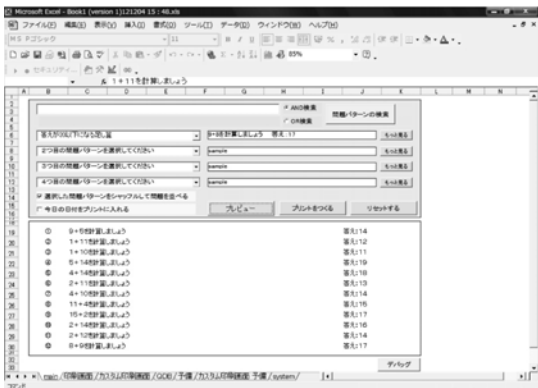


図3. 試作バージョンの操作画面③：問題のプレビュー

たか、その結果はどうだったか…といった学習履歴や、それに対する講師の考察などを記録することで、より効果的な運用が可能になるのではないかと考えるようになった。もちろん、Wordなどの別なス

テムで別途に記録をつけるということが現実的な案として考えられたが、プリント教材を作成しながら同じシステム上で学習履歴や考察等を記録し、データベース上で管理することができれば、より効果的にこれらの情報を活用でき、プリント教材を用いた継続的な学習支援として有効なのではないかと考えた。このような考えのもと、プリント教材の作成に特化した試作バージョンを、プリント教材の作成と学習履歴をはじめとした様々な情報の記録と閲覧という機能を有する新たなシステムとして、画面のデザインや操作も含め、設計・実装し直すこととした。以下で実装したシステムを紹介する。

試作バージョンに引き続き、システムはExcelのファイルとして提供される。ユーザはそのファイルを開くことでシステムを起動させる。起動すると現れるのがメイン画面である(図6)。メイン画面の

左側には、問題テーマと呼ばれる問題パターンが一覧で表示され、右側にはプリント作成の履歴や記録

などが一覧で時系列に表示される (図6)。また、生徒情報タブをクリックすると、表示される情報が生徒情報の一覧と学習履歴などの一覧に切り替わる (図7)。最初に示した問題テーマの一覧から1つ選びダブルクリックすると、問題プリントを作成するか問題テーマの詳細を閲覧するかの選択を促される (図8)。ここで問題プリントの作成を選択すれば、選択した問題テーマに沿ったプリント教材が別シートに作成されることになる (図9)。問題テーマの詳細を閲覧することを選択すれば、時系列に表示されたプリントの作成履歴やユーザによる様々な記録を閲覧・記録することができる画面に遷移する (図10)。プリント作成は、この画面からも行うことができる。なお、プリントの作成履歴はシステムによって自動的に問題テーマに記録される。また、加筆したり、別に記録をつけることもできる (図11)。



図6. 開発したシステムの操作画面①：メイン画面 (問題テーマ表示モード)



図7. 開発したシステムの操作画面②：メイン画面 (生徒情報表示モード)

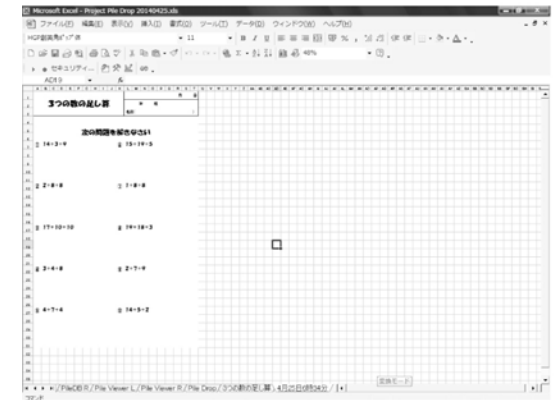


図9. 開発したシステムの操作画面④：出力されたプリント教材

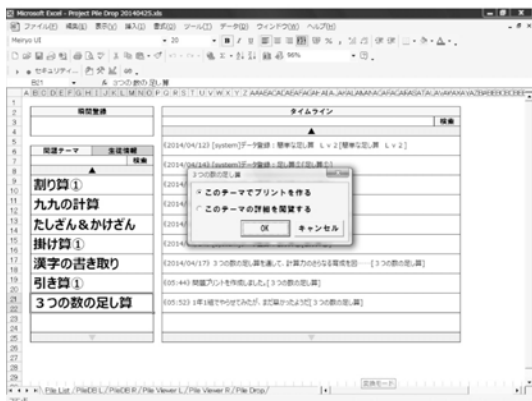


図8. 開発したシステムの操作画面③：プリント作成と詳細表示の選択

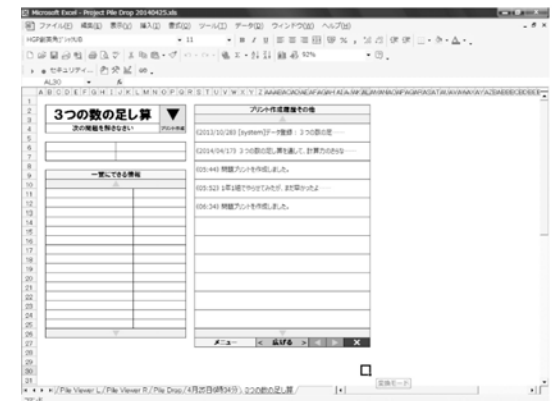


図10. 開発したシステムの操作画面⑤：問題テーマの詳細閲覧画面



図 1 1. 開発したシステムの操作画面⑥：問題テーマについての記録の入力



図 1 2. 開発したシステムの操作画面⑦：生徒についての記録の入力

メイン画面で生徒情報の一覧から1つ選びダブルクリックすると、生徒情報の詳細を閲覧することができる画面に遷移する。問題テーマの詳細閲覧画面と同様、この画面でも登録した生徒に対しての様々な記録を閲覧・記録することができる(図12)。本研究で開発したシステムでは、学年、学級、学習班、生徒個人といった様々な学習者単位を意識することなく、同じように扱い、登録・管理することが可能となっている。

4. まとめと今後の課題

本論文では、プリント教材の作成と学習履歴をはじめとした様々な情報の記録と閲覧を行うために開発したシステムに関して、その概要と実装、および機能について紹介した。

本研究で開発したシステムは Microsoft Excel 上

で動作するため、導入に特別なインストール作業を必要としない。また、操作が簡潔になるように設計されたインターフェースを持ち、ドリル学習のための多様な問題プリントの作成を支援するとともに、学習者集団や学習者個人などの学習履歴を記録・蓄積することが可能である。これにより、学習者に対しての効率的かつ継続的な学習支援が可能となると考えられる。

今後は、ユーザによる問題テーマや問題データベースへの問題データ追加や編集機能、テーマ同士の関係性をデータベース内に記述することで実現可能な簡易的なテーマ推薦システム、まとめて複数枚のプリントを出力できるようにする機能の追加実装を予定している。また、完成したシステムを利用してもらうことで、評価を行う予定である。

5. 参考文献

- 齊藤 信子, 相良 順子 PB045 ドリル学習が算数効力感の向上に及ぼす効果：小学校高学年の児童を対象に 日本教育心理学会総会発表論文集 (51), 144, 2009-08
- 荒川 信行, 丸子 寛美 1A3 習熟用学習プリント作成ソフトの開発(教材コンテンツ) 日本教育情報学会年会論文集 (20), 122-123, 2004-08-10
- 松井 徹, 交告 政昭, 大澤 賢二, 牛丸 関典, 笠原 康弘, 原 朋子 教育情報システム SCHOOL-EDIN を用いた数学教育：個別プリントの作成 日本教育情報学会年会論文集 (5), 113-114, 1989-08
- 横山 隆光, 中馬 悟朗, 服部 晃, 小山 徹 1A1 小中高の関連を図った算数・数学の学習支援：「楽しく学ぶ算数・数学」プロジェクト(教材コンテンツ) 日本教育情報学会年会論文集 (20), 114-117, 2004-08-10
- 姫野 完治, 柳田 育哉, HIMENO Kanji, YANAGIDA Ikuya 学力と教育方法の関係性に関する研究 --現職教員への質問紙調査を通して-- 秋田大学教育文化学部教育実践研究紀要 29, 73-82, 2007-05-31

Development of Printed Teaching Materials Support System Capable of Recording and Viewing of Learning History

Yutaro MIURA*, Taira NAKAJIMA**

* Tohoku high school

** Graduate School of Educational Informatics Research Division

ABSTRACT

In this study we developed a printed teaching materials support system on Microsoft Excel, capable of recording and management of learning, such as history and creation support of print materials. In this paper, with respect to the system that we have developed, we introduce the function, implementation and its summary.

Key words: learning history, printed learning materials, drill learning