

# デジタルペンを利用したデジタル教材ツールの開発

前川 司† 古川 文人†‡ 高井 久美子†‡ 渡辺 博芳†‡

† 帝京大学大学院 理工学研究科

‡ 帝京大学ラーニングテクノロジー開発室

## 1 はじめに

近年、eラーニングの普及など、授業のデジタル化が進んでおり、デジタル教材が広く利用されている。一般にデジタル教材の作成は手間がかかるとい問題がある。そのため教材は長期間繰り返し利用することを前提としたものが多い。また、教材の作成にはコンピュータへの入力や情報の表現方法に関するスキルが求められる。そのため、短期間の使用や個別指導における使用などでは、教材による学習効果が作成の負担に見合わない状況になる場合がある。

一方、デジタルペンの教育利用が行われている[1]。デジタルペンは手書きで入力を行えるため、だれでも簡単に扱うことができるため、コンピュータの操作に不慣れであっても利用しやすい。本研究では短期間の使用や個別指導での使用を想定し、コンピュータでの入力に手間がかかる教材を対象に、デジタルペンを活用した教材を編集・表示する教材ツールを開発することを目的とする。

## 2 対象とするデジタルペン

本研究では、アノト方式を用いたデジタルペン DP-201 を利用する。アノト方式[2]では専用の用紙を利用する。この用紙は 0.3mm 間隔の格子状の位置に対し、それぞれ上下左右に僅かにずれた細かなドットが印刷されている。筆記の際、ペンに内蔵されたカメラが通過した箇所のパターンを読み取り記録する。一定の範囲内にあるドット位置の組み合わせによりペンが通過した座標を特定できる。取得したデータはペンの内蔵メモリに保存され、USB などによりパソコンと接続されるとサーバに送られ、XML で保存される。

アノトペンが生成する軌跡のデータは複数のストロークの集まったものである。一つのストロークはペンを紙に当ててから離すまでの一筆の軌跡である。ストロークは離散時間における通過点の集まりで表される。各通過点は時刻(1/1000 秒単位)、座標、筆圧の情報を持つ。

## 3 ツールの概要

デジタルペンを利用した教材を扱うために、編集ツールと表示ツールを開発する。はじめにデジタルペンを使い、手書きで教材を筆記する。ペンをパソコンに接続すると、データがサーバに送付され、XML ファイルで保存される。この XML ファイルを取得して利用する。再生する範囲を指定したり、色を付けたりといった編集を行う際には編集ツールを使用する。

したがって、通常は、教員がデジタルペンで教材の内容を筆記し、編集ツールで仕上げる。その後、表示ツールを使って授業をしたり、学習者が表示ツールで学んだりするという流れになる。

ツールの開発言語は Java 言語、開発環境は Eclipse, GUI ツールキットとして Swing を用いる。編集ツールは Java Application, 表示ツールはウェブでの活用も視野に入れて、Java Application に加えて、Java Applet 版も準備する。

### 3.1 編集ツール

編集ツールは、ストロークのグループ分け機能、色を付ける機能、ストロークの削除機能を持つ。編集ツールの動作例を図1に示す。図1の左側のペインにはストロークのグループ、中央にはデジタルペンで筆記した内容、右側には操作のためのボタンを配置している。

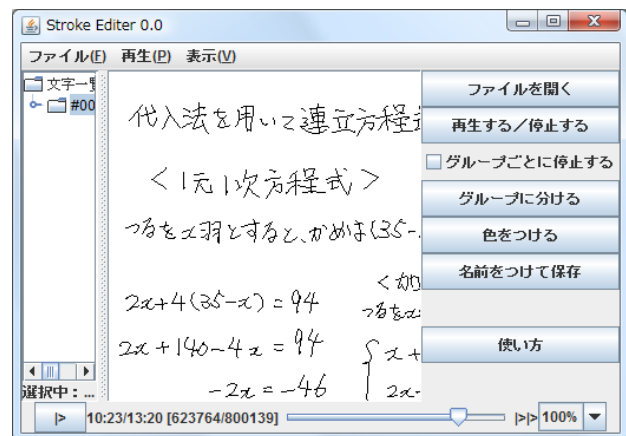


図1 編集ツールの動作例

Development of Teaching Material Tools Using Digital Pen.  
Tsukasa Maekawa, Graduate School of Science and  
Engineering, Teikyo University.  
Fumihito Furukawa, Kumiko Takai and Hiroyoshi Watanabe,  
Learning Technology Laboratory, Teikyo University.

グループ分けは、ストロークを時間軸に沿って分割し、分割したストロークの集まりを単位としてグループを指定する。指定されたグループは編集ツールの左側のペインに表示される。ストロークの色付けや削除は、指定したグループ単位で行う。

編集ツールで再生をして確認することもできる。「グループごとに停止する」にチェックを付けておくと、自動的にグループごとに再生が停止する。また、「再生する/停止する」ボタンによって、任意の時点で停止したり、再生を再開したりすることができる。また、図 1 下にあるスライダで、任意の再生時間の描画状態に移動できる。

編集結果は JSON 形式[3]でファイルに保存する。JSON とは JavaScript を利用した情報交換用のフォーマットである。2006 年 7 月に RFC 4627 で仕様が規定された。デジタルペンで生成される XML データに加えて、グループ、色などの情報を保存するために独自のフォーマットを定義した。

### 3.2 表示ツール

表示ツールは編集ツールで説明した、グループごとの再生、任意の時点での再生・停止機能、スライダによる移動機能を持つ。再生においては、筆記した時間順にストロークを順次再生する。デジタルペンが生成した XML ファイルと編集ツールで保存した JSON ファイルの両方を読み込むことができる。

## 4 ツールの評価実験

### 4.1 実験条件

中学校の数学における教材を対象として Microsoft PowerPoint による教材作成と、デジタルペンと本ツールを用いた教材作成を比較した。対象とする教材は (a) 連立方程式に関する授業 1 コマ分の板書内容と (b) 三角形の相似の証明問題の解説の 2 種類である。教材の内容は教職課程の学生が設計し、被験者が入力してデジタル教材に仕上げた。被験者は大学 4 年生 3 名である。比較内容は作成時間と教材の見やすさの主観的な判定とした。

作成時間の測定は、PowerPoint 教材作成においては、内容の入力とアニメーションの設定に分けた。一方、デジタルペンでは入力(筆記)時間と編集ツールを使って PowerPoint のアニメーションと同じまとまりで再生されるようにグループ指定を行った時間を測定した。教材の見やすさの主観的な比較は、教材作成と研究開発に関わらなかった大学教員 1 名が行った。

表 1 PowerPoint 教材の作成時間の平均(分)

| 教材  | 入力   | アニメ設定 | 合計   |
|-----|------|-------|------|
| (a) | 33.7 | 11.7  | 45.3 |
| (b) | 24.7 | 6.7   | 31.3 |

表 2 デジタルペンによる教材の作成時間の平均(分)

| 教材  | 入力   | グループ指定 | 合計   |
|-----|------|--------|------|
| (a) | 11.3 | 7      | 18.3 |
| (b) | 11.3 | 7      | 18.3 |

### 4.2 実験結果

PowerPoint 教材とデジタルペンによる教材の作成時間の平均をそれぞれ表 1、表 2 に示す。作成時間は平均で、教材 (a) で 40%、教材 (b) で 58% に短縮されている。デジタルペン教材では、グループ指定をしなくても再生が可能であるので、グループ指定をしない場合は教材 (a) で 25%、教材 (b) で 36% に短縮されることになる。

一方、見やすさについては、3 名中 2 名分は PowerPoint の方が見やすく、1 名分はほぼ同等という判定であった。デジタルペンによる教材の見やすさは、手書きでの文字の綺麗さやレイアウトの技量に依存する。多くの場合は PowerPoint の方が有利であるが、手書き慣れた教師であれば、見やすさが同等以上の教材を作成する可能性もある。

## 5 おわりに

本稿では、デジタルペンを使った教材を提示するための編集ツールと表示ツールの開発について述べた。本ツールにより、作成時間は短縮されることが示された。教材の見やすさを高めるために、ストロークの調整を行うことも考えられる。これらについて、今後、改良を行いたい。

謝辞 ツールの評価実験を実施した村木陽介君に感謝する。

### 参考文献

- [1] 今井順一, 山本大輔, 小松川浩: デジタルペンを活用したリメディア教育での授業デザイン, メディア教育研究, Vol. 5, No. 1, pp. 57-66 (2005)
- [2] Anoto-Maxell <http://www.anoto.co.jp/> (2011/01/07 閲覧)
- [3] JSON <http://www.json.org/json-ja.html> (2011/01/07 閲覧)