

無線デジタルペンが可能にする新しい授業のかたち

A New Lecture Style Presented by Wireless Digital Pens

三浦 元喜[†] 杉原 太郎[‡] 阪本 康之[§] 三浦 匠[¶] 國藤 進[‡]
Motoki Miura[†] Taro Sugihara[‡] Yasuyuki Sakamoto[§] Takumi Miura[¶] Susumu Kunifuji[‡]

[†]九州工業大学 大学院工学研究院 基礎科学研究系

[‡]北陸先端科学技術大学院大学 知識科学研究科

[§]筑波大学附属坂戸高等学校

[¶]弘前大学教育学部附属小学校

<あらまし> 我々は生徒が紙に書いた筆記内容を、無線デジタルペンによって随時収集し、教師やシステムによるフィードバックを可能とするシステム AirTransNote を構築し、実践を行ってきた。システムにより生徒の回答を即座に切り替えて表示できるため、多くの生徒の意見を取り上げたり、普段は提示しにくい「間違い」など「生徒の生の回答」を提示することができるようになった。また机間指導を効果的にするための情報を提供することが可能となった。本稿では無線デジタルペンというメディアによって可能となる授業の方向性と、その課題について述べる。

<キーワード> 教育メディア 教具開発 コミュニケーション ヒューマンインタフェース 教室の情報化

1 はじめに

近年携帯電話やネットブック、携帯ゲーム機をはじめとする無線通信機能を備えた小型情報機器が安価になり、モバイル/ユビキタスラーニング環境 (Ogata and Yano, 2003; Yang and Chen, 2006) を構築しやすい状況になってきている。これらの情報機器を学習者が使用することで、従来の教育におけるコミュニケーションの量と質を大幅に改善することが可能となった。しかし一方で、情報機器の操作負荷が学習者の問題解決時の思考を妨げる (Oviatt et al., 2006) という報告もあり、メディアを用いた学びの場をどうデザインするかが課題となっている。

我々は学習者の情報機器の操作負荷を軽減しつつ、学習者の状況を詳細に教師に伝達し、集団一斉学習の効果を高めることを目的として、学習者が紙に行った筆記をデジタルペンと無線通信により無理なく自然に逐次収集するインタラクティブ学習環境 AirTransNote を開発・改良してきた (Miura et al., 2004; 三浦他, 2005)。AirTransNote は逐次集約した授業中の学習者筆記を、教師が閲覧したりプロジェクトに投影提示したりする機能を備えている。これにより多様な意見に触れる機会を増加させ、教室内でのコ

ミュニケーションを活性化し、集団学習の効果を高めることをねらいとしている。

近年では我々以外にも無線デジタルペンを用いた様々な実践活動が行われている (株式会社ワオネット, 2008; 河村他, 2008; 御園・赤堀, 2008)。そのため、本発表では無線デジタルペンと他のメディア/デバイスを比較し長短所を整理しながら、我々のシステムの特徴と実践から得られた知見を紹介し、無線デジタルペンを用いた学びの場の方向性について検討する。

2 無線デジタルペンの効果

本稿では、無線デジタルペンとして最も一般的に使われているアノト方式のデジタルペン (日立マクセル DP-201 Bluetooth+USB モデル, 図 1) をとりあげる。アノト方式のデジタルペンは、ドットパターンが印刷された特殊な紙を使用する必要があるが、誤差が 1mm 程度と超音波方式のデジタルペン (図 2) に比べて精度が高い。また、内蔵の Bluetooth により筆記データを教師用 PC に直接送信できるため、教育現場で多数の生徒の筆記を集約するのに適している (Miura et al., 2007)。

無線デジタルペンを用いると学習者筆

記 (座標, 時刻, 筆圧) が取得できるため EduClick(Huang et al., 2001) 等のリモコン型レスポンスアナライザ (RA) よりも高次の学習状況を取得できる。また教師によるスポット的な質問に限らず, 継続的な思考活動を対象とできる点が異なる。

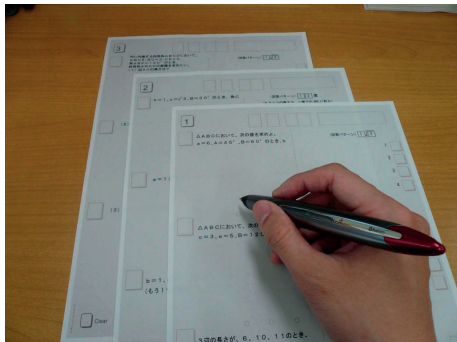


図 1: アノト方式のデジタルペン (Miura et al., 2007)

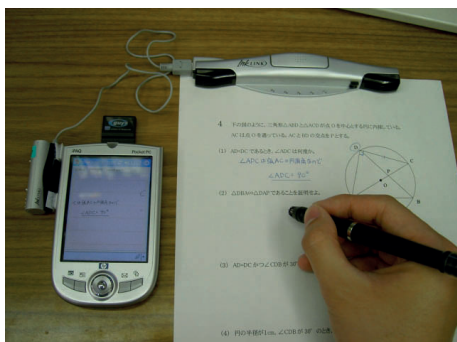


図 2: 超音波方式のデジタルペンと筆記送信用 PDA (Miura and Kunifujii, 2006)

無線デジタルペンは「多数の生徒筆記を集約するのに適している」ため, 一般教室における教科教育において利用されることが多い。利用例としては, ワークシートを配布し, それに回答させうたえで, 教師が説明したり生徒に考えを公表させるといった活動が一般的である。無線デジタルペンで集約された筆記は, (1) 教師が生徒の進捗状況を確認, (2) スクリーンに投影してクラスで共有 という 2 つの方法で利用される。前者は机間指導の代替として, 後者は板書や書画カメラ等の代替と位置付けられる。

2.1 生徒の進捗確認 (机間指導との比較)

教師が生徒の状況を把握する手段として, 机間指導が一般的である。教育学辞典 (日本教育工学会 (2000)) の「机間指導」(p.137) には, 机間指導の機能として以下の 3 つが挙げられている。

1. 子どものつまづきや学習状況を把握する。(観察・実態把握)
2. 個別に適切な指導助言を行う。(指導)
3. クラス全体の傾向をつかみ (子どもに共通する誤りやその後の授業に取り上げる素材の発見等), 今後の授業の指導方針を立てる。(評価・計画)

机間指導の利点は, 一斉授業のなかで個別学習や学習の個別化・個性化を図ることができることにある。しかし机間指導ですべての生徒の状況を把握するには時間がかかる。また机間指導にかけられる時間は限られているため, 観察・実態把握は「鍵となる生徒」をあらかじめ想定し, その生徒が理解していればこの子も理解しているだろう, という教師の推測によって行われることもある (日本教育工学会 (2000) の「授業実施」(p.277) より)。この推測がもし間違っていた場合には, その後の指導計画に生徒の実態が反映されないことになる。

我々は 2008 年 10 月に高校 2 年生の数学 II の極大・極小を扱う単元 (3 時間, 生徒数 31 名) において, 与えられた式から回答用紙の増減表とグラフを完成させる演習問題を用いて実践を行なった。このとき回答領域の文字・図形認識を行うことで正解か不正解かをスクリーンに色で表示し, 教師と生徒が確認できるような仕組み (図 3) を導入した。これにより教師は正解判定を参考にしながら机間指導を行えるようになった。生徒数が少ない場合は直接机間指導を行った場合との差は現れにくい, 生徒数が多い場合は無線デジタルペンを用いて漏れなく状況を把握することの意義が顕著になると考えられる。

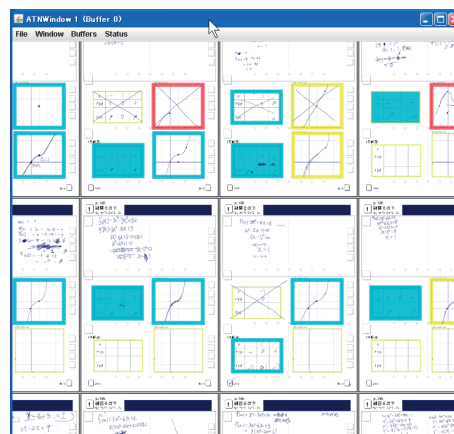


図 3: 正解判定表示 (増減表とグラフ)

2.2 クラスで共有 (板書, 書画カメラ等との比較)

生徒の考えをクラス内で視覚的に共有する方法として, 板書や書画カメラを用いる方法がある. 一般に, 板書は教師が指名した生徒が前に出て行く. そのとき, ノートから写したり, 他の生徒と相談してから板書を行うため, 単なる正解の“お披露目”になりやすい. そのため, 誤答を含む教師がとりあげたい生徒の「生」の考え(最初の思考)は板書には現れにくい¹.

書画カメラや, デジタルカメラと無線通信メモリカード²(以降, 無線デジカメ)を用いれば, 生徒のノートを直接撮影し, 即座に投影することが可能となるため, 上記の問題は解決できる. 書画カメラの場合生徒のノートを一旦回収する必要があるが, 無線デジカメの場合は机間指導のあいだに撮影しておくことで時間短縮できる. しかしながら, 撮影の手間は依然として残る.

無線デジタルペンで集約した筆記をスクリーンに投影すると, 板書や書画カメラ, 無線デジカメよりも簡単に切り替えができるため, 多くの生徒の回答をとりあげることが可能となる. また撮影の必要もない. さらにデジタルペンの筆記情報は書き順(ストローク)を含むので, どういった順番で書いていったかを再生することができる. Explanogram(Pears and Erickson, 2003)も教材として同様の効果をねらっているが, Air-TransNote では筆記にペンを伴って再生することで筆記時の手の動きや様子を想起しやすくしている(図4). 再生提示により, 従来ビデオを用いて行われていた再生刺激法(stimulated-recall procedures)(吉崎・渡辺, 1992)による授業内のふりかえり活動を, ペン筆記によって代用することも可能となる. ペン筆記の場合, ビデオ映像や音声は再生できない反面, ペンを使用したすべての学習者の筆記活動に焦点を当てることができる. またペン筆記はビデオよりもデータ量が少なく参照範囲を選択しやすいため, 授業の流れのなかで適宜利用するのに向いている.

我々が2006年12月に行った実践では, 角を表現する弧を描く際の筆記の方向や, 360° 以上の角をとる際にペンが何周したかを再生提示

によりスクリーンで確認した(図4). その結果, 生徒が 180° 毎にペンを止め, 残りの角を計算しながら回答していた様子が再現されたり, 自分の回答と他者の回答のプロセスを比較して客観的に発話する様子がみられた.

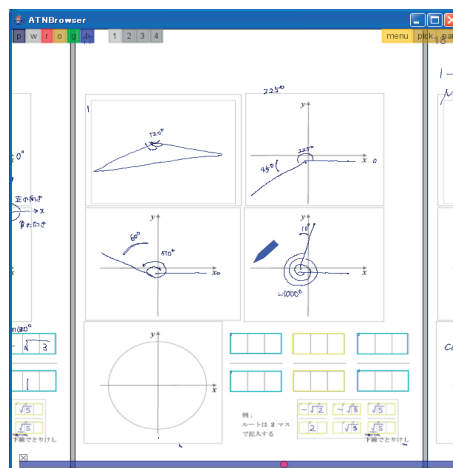


図4: ペンを伴う筆記再生(画面下のタイムスライダで自由に再生点制御可能)

3 課題: 動機付けと信頼関係の維持

これまで既存メディアに対する無線デジタルペンの利点を中心に述べてきた. もちろん無線デジタルペンにもいくつかの問題点(紙やペンが比較的高価である, 鉛筆よりも重く疲れやすい, ペンの充電が必要である等)が残されている. しかし無線デジタルペンで筆記収集することは本質的に「先生に見られる」「他の人に見られるかも」という緊張感を与え, 授業や課題への継続的な集中を促進する効果がある. 教師が「授業の最後にノートを集めるから, ちゃんとノートを取る/課題を解くように」という指導を行うことがあるが, 無線デジタルペンは“逐次ノートを集める”ことから, こうした指導と同じか, それ以上の効果が期待できる. このような強制的な収集と管理が行えることから, 無線デジタルペンは生徒の継続的な授業参加を促すための「非常に強力なツール」であるといえる.

しかしツールが強力である反面, その使用に際しては注意が必要であるといえる. 特に筆記の提示に際し, 教師への信頼感が薄れたり, 自信喪失により授業への参加意欲を逆に減少させないような手立てが必要である. これまでの

¹もちろん再考による教育効果や, 考えを練ってわかりやすい表現に直す機会として板書行為は有益である.

²Eye-f Share, <http://www.eyefi.co.jp>

我々の実践からは、生徒は「教師が筆記を見る」ところまでは特に大きな抵抗を感じていないが、「スクリーンに自分の回答が映され、他人に見られる」のは(特に回答に自信がない場合に)非常に気になるという意見が多かった。ちなみに我々は2008年度から高校以外に小学校でも2年生を対象に実践を行っているが、小学2年生でも同様の配慮が必要であるとの印象を得ている。そのため回答を大映しにする際には、事前に生徒に確認したり、単独で表示しないようにしたり、間違い例を出すことは皆の理解を深め促進することで役立つということを十分認知させるといった授業中の配慮が必要である。実際、生徒は他人の回答を見ることは「楽しい」と感じており、大映しにするものの利点は理解している。

4 まとめと今後の方向性

無線デジタルペンの機能的な特徴を、他のメディアとの対比と、我々の実践事例の紹介を混じえながら述べてきた。無線デジタルペンは他のメディアと比べ強力なツールであるため、有効活用すれば生徒の授業参加意欲や学習効果を飛躍的に増大させることが可能である。メディアとしての無線デジタルペンの特徴を最大限利用するには集約した筆記を用いて即座に教師や生徒にフィードバックすることが求められる。我々はこれまでも正解判定表示により机間指導を補助するための情報を教師に提供してきたが、今後はその役割を強化し、教師のきめ細かな指導や、生徒の多様な意見をうまくとりあげていけるような環境を提供していきたい。

謝辞

本研究の一部は文部科学省科学研究費補助金(若手研究(A))、「生徒の紙への筆記を活用する学習支援システムの実践的検証」、課題番号20680036)の支援によるものです。

参考文献

Huang, Chi Wei, Jen Kei Liang, and Hsu Yie Wang (2001) “EduClick: A Computer-Supported Formative Evaluation System with Wireless Devices in Ordinary Classroom”, in *Proceedings of Int. Conference on Computers in Education*, pp. 1462–1469.

Miura, Motoki and Susumu Kunifuji (2006) “Hybrid Approach of Augmented Classroom Environment with Digital Pens and Personal Handhelds”, in *Proceedings of the 10th International Conference on Knowledge-Based Intelligent Information and Engineering Systems (KES2006)*, pp. 1019–1026.

ceedings of the 10th International Conference on Knowledge-Based Intelligent Information and Engineering Systems (KES2006), pp. 1019–1026.

Miura, Motoki, Susumu Kunifuji, Buntarou Shizuki, and Jiro Tanaka (2004) “Augmented Classroom: A Paper-Centric Approach for Collaborative Learning System”, in *Proceedings of 2nd Int. Symposium on Ubiquitous Computing Systems (UCS2004)*, LNCS 3598, pp. 104–116.

Miura, Motoki, Susumu Kunifuji, and Yasuyuki Sakamoto (2007) “Practical Environment for Realizing Augmented Classroom with Wireless Digital Pens”, in *Proceedings of the 11th International Conference on Knowledge-Based Intelligent Information and Engineering Systems (KES2007)*, pp. 777–785. (LNAI 4694).

Ogata, Hiroaki and Yoneo Yano (2003) “Supporting Knowledge Awareness for a Ubiquitous CSCL”, in *Proceedings of eLearn 2003*, pp. 2362–2369.

Oviatt, Sharon, Alex Arthur, and Julia Cohen (2006) “Quiet Interfaces that Help Students Think”, in *Proceedings of UIST 2006*, pp. 191–200.

Pears, Arnold N. and Carl Erickson (2003) “Enriching Online Learning Resources with “Explanograms””, in *Proceedings of ISICT 2003*, pp. 261–266.

Yang, Jie Chi and Chih Hung Chen (2006) “Design of Inquiry Learning Activity Using Wireless and Mobile Technologies”, in *Proceedings of ICALT 2006*, pp. 398–402.

河村広之・須曾野仁志・下村勉 (2008) 「小学校英語活動における「デジタルペン」利用の試み」, 『日本教育工学会第24回大会講演論文集』, 347–348頁.

株式会社ワオネット (2008) 「学びあい, 考えあう! 授業支援ツール」. (Web サイト) <http://www.pennavi.com/>.

吉崎静夫・渡辺和志 (1992) 「授業における子どもの認知過程—再生刺激法による子どもの自己報告をもとにして—」, 『日本教育工学雑誌』, 第16巻, 第1号, 23–39頁.

御園真史・赤堀侃司 (2008) 「デジタルペンと携帯電話を連携させたデジタルノートシステムの開発」, 『日本教育工学会第24回大会講演論文集』, 779–780頁.

三浦元喜・國藤進・志築文太郎・田中二郎 (2005) 「デジタルペンとPDAを利用した実世界指向インタラクティブ授業支援システム」, 『情報処理学会論文誌』, 第46巻, 第9号, 2300–2310頁, 9月.

日本教育工学会 (編) (2000) 『教育工学辞典』, 実教出版.