

<実践報告>

児童の回答を一筆ずつ再生するシステムによって  
明らかになる児童の実態

橋澤宏文 長野県飯綱町立牟礼西小学校  
東原義訓 信州大学教育学部教育実践総合センター

Assessing Children's Thinking Processes  
with a Computer System  
which can Reproduce Children's Responses Line by Line.

HASHIZAWA Hirofumi : Murenishi Elementary School, Iizuna Town  
HIGASHIBARA Yoshinori : Center of Educational Research and Training,  
Faculty of Education, Shinshu University

研究の目的	表現過程を再現できるデジタルペンシステムを活用した実践において、システムの活用目的や事例を示し、システムを活用することによって明らかになった児童の実態や教師の気づきを報告する。
キーワード	機器の活用 学習記録 個別評価 協働学習 指導方法
実践の目的	表現過程を再現できる機能を持つシステムを活用した指導実践
実践者名	第一著者と同じ
対象者	長野県飯綱町立牟礼西小学校2年生(7名)
実践期間	2011年9月～2012年3月
実践研究の方法と経過	2年生児童7名を対象に、5ヶ月にわたって、表現過程を再現できるデジタルペンシステムを活用して国語・算数・図画工作・特別活動(学級会)の授業を行った。授業中、児童にデジタルペンで問題の解法や解を記述させ、記述内容を一筆ずつ再現して過程や結果の正誤判定をしたり、比較検討をしたり、多様性を把握したりした。実践期間を終えて実践を整理して振り返り、システムを活用することによって明らかになった児童の実態や教師の気づきを明らかにした。
実践から得られた知見・提言	デジタルペンのシステムを活用した本実践には、次のような特徴が見られた。 (1)再現機能の活用にあたって①過程の正誤判定、②過程の比較検討、③結果の比較検討、④説明をしやすくするという目的で活用していた。 (2)本学級は少人数であるため、教師はすべての児童に目が届いているように感じていたが、表現過程の再現機能によって見過ごしがあることを発見できた。 (3)発表時に表現過程の再現機能を活用すると、児童は発表しやすくなると同時に、内容のまとまりで区切りをつけることを意識するようになり、相手の理解を確かめながら発表するようになる姿が見られた。

## 1. はじめに

もし、児童が文章や図を表現した過程を容易に再現して見ることができれば、児童にとっても教師にとっても、新たな学習や指導の可能性が広がるのではなかろうか。最近活用されるようになったデジタルペンは、これを実現してくれる新たな学習ツールである。デジタルペンのペン先には小型のカメラが内蔵されており、そのカメラが専用紙のいわば座標を読み取ることによって、描画した通りに軌跡がコンピュータに送られて記録される。記録データを用いれば、コンピュータ画面上で表現過程を再現することができる。

たとえば漢字テストで活用すれば字形や点画だけでなく筆順の正誤判定に活用できるし、プロジェクターで拡大して児童に提示すれば、表現過程を共有したり、どのように間違えてしまったのかを児童自身が振り返ったりするためにも役立つ。

本研究の目的は、表現過程を再現できるデジタルペンシステムを活用した実践において、システムの活用目的や事例を示し、システムを活用することによって明らかになった児童の実態や教師の気づきを報告するものである。

## 2. デジタルペンを活用した実践

### 2.1 活用した機器

次の機器を普通教室に設置して活用した。

デジタルペン：児童一人1本（図2）

デジタルペンシステム：OpenNOTE（ノートパソコン）一式

大型提示装置：1台

デジタルペンは無線でノートパソコンと接続される仕組みになっている（図1）。

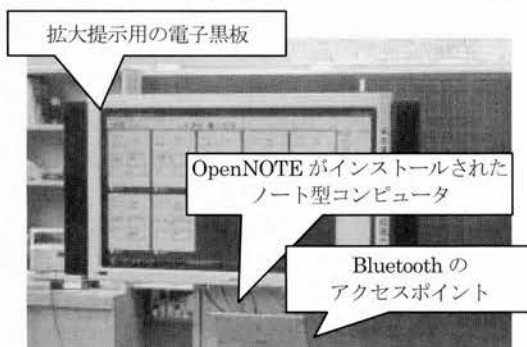


図1 機材の設置状況



図2 デジタルペン

### 2.2 授業の実施

2011年9月から2012年3月に飯綱町立牟礼西小学校2年生1クラス7名を対象に実践を行った。第一著者である担任が授業をした。期間中に行ったデジタルペンを活用した授業は27時間であった（表1左側）。その内訳は国語5時間、算数15時間、図画工作3時間、特別活動（学級会）4時間であった。

授業直前にシステムが起動され、開始時にデジタルペンと専用紙が児童に配布される。

児童は、学習活動を始める前にデジタルペンで専用紙上に点を打つ。この一打点によってデジタルペンとシステムの通信が開始される。教師はコンピュータ画面で、全てのペンとシステムの通信が接続したことを確認し、学習活動の開始を指示した。その後児童は、学習課題や活動に応じた文字や図を専用紙に記した。児童が記述を終えたら、児童が書いた内容を拡大提示して、表現過程や表現結果を再現させながら児童に説明させたり、話し合ったりする一斉授業を行った。

## 2.3 ワークシート

ワークシートには A4 版のデジタルペン専用紙を用いた。専用紙は片面使用で使用面が決まっており、用紙の上下を示すガイドが印刷されている。本実践で用いた専用紙は全面に 1cm 方眼が薄く印刷された、用途を選ばない汎用タイプである(以下、無地用紙と称す)。

児童に配布したワークシートには、無地用紙の場合と、教師が無地用紙の上に問題や記入枠を印刷した場合があった(表 1 中)。それらのワークシートに児童が記入した例を、

表 1 デジタルペンシステムの再現機能を活用した実践

授業番号	実施日	教科等	単元等	ワークシート (デジタルペン専用紙)	児童が書いた内容	活用目的			
						A	B	C	D
1	9月26日	国語	漢字テスト1	問題	漢字(図a)	◎			
2	9月26日	国語	漢字練習	無地用紙	漢字	●			
3	9月26日	算数	たしざんひきざん復習	無地用紙	問題と解答(図b)	◎	◎		◆
4	9月26日	国語	詩「おおきなあれ」	無地用紙	詩の本文と感想(図c)			◎	
5	9月27日	特活	給食の希望献立決め	6枠用紙	アイデア(図d)			◎	
6	9月27日	算数	たしざん1	無地用紙	立式・筆算・解答・判定・修正	◎	◎		◆
7	9月28日	算数	たしざん2	無地用紙	立式・筆算・解答・判定・修正(図e)	◎	◎		◆
8	9月29日	算数	たしざん3	無地用紙	立式・筆算・解答・判定・修正	◎	◎		◆
9	9月30日	算数	たしざん4	無地用紙	立式・筆算・解答・判定・修正	◎	◎		◆
10	9月30日	国語	「あったらいいなこんなもの」	無地用紙	文章・絵(図f)			◎	
11	9月30日	算数	たしざん5間違い指摘	無地用紙	問題と解答, 解法の説明(図g)	◎	◎		◆
12	10月3日	算数	繰り下がりのあるひき算 1年生の復習	無地用紙	問題と解答, 判定(図h)	●			
13	10月3日	算数	繰り下がりのあるひき算 1学期の復習	無地用紙	問題と解答, 判定	●			
14	10月4日	図工	かぼちゃ下書き1	無地用紙	絵			◎	
15	10月4日	図工	かぼちゃ下書き2	無地用紙	絵			◎	
16	10月4日	図工	かぼちゃ下書き3	無地用紙	絵(図i)			◎	
17	10月7日	算数	ひきざん1	3枠用紙	問題と解答, 判定(図j)	◎	◎		◆
18	10月7日	算数	1学期ドリル23	無地用紙	問題と解答, 判定	●			
19	10月13日	算数	ひきざん2	3枠用紙	問題と解答, 判定	◎	◎		◆
20	10月14日	算数	ひきざん3	3枠用紙	問題と解答, 判定	◎	◎		◆
21	10月17日	算数	たしざんひきざん	3枠用紙	問題と解答, 判定	◎	◎		◆
22	1月24日	算数	九九を広げて	問題	解答, 解法の説明(図k)	◎	◎		◆
23	1月24日	国語	漢字テスト2	問題	漢字	◎			
24	2月20日	特活	学習発表会の計画	無地用紙	アイデア(図l)			◎	
25	2月20日	特活	学習発表会 劇の計画	無地用紙	アイデア			◎	
26	3月13日	特活	3学期お楽しみ会の計画	無地用紙	アイデア			◎	
27	3月13日	算数	読み取る算数(文章題)	問題	解答, 解法の説明(図m)	◎	◎		◆

活用目的  
A 過程の正誤判定  
B 過程の比較検討

C 結果の比較検討  
D 説明をしやすくする

◎教師と児童  
●教師のみ  
◆児童のみ



図 a 漢字 (問題)

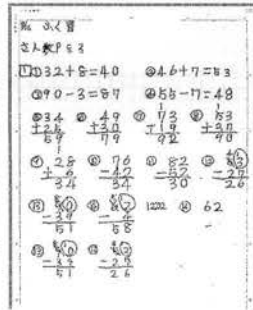


図 b 問題と解答 (無地用紙)

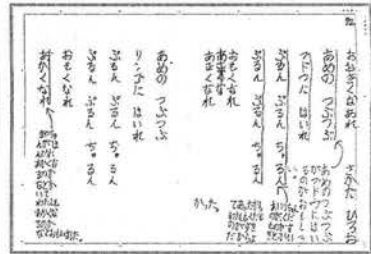


図 c 詩の本文と感想 (無地用紙)



図 d アイデア (6 枠用紙)

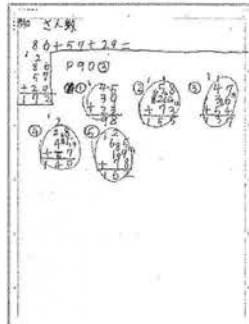


図 e 立式・筆算・解答・判定・修正 (無地用紙)



図 f 文章・絵 (無地用紙)



図 g 問題と解答, 解法の説明 (無地用紙)

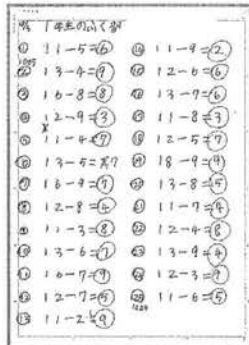


図 h 問題と解答, 判定 (無地用紙)

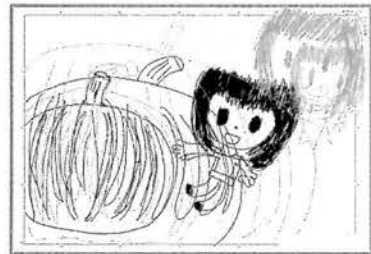


図 i 絵 (無地用紙)

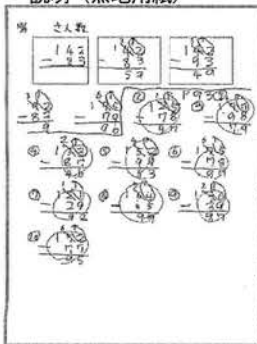


図 j 問題と解答, 判定 (3 枠用紙)

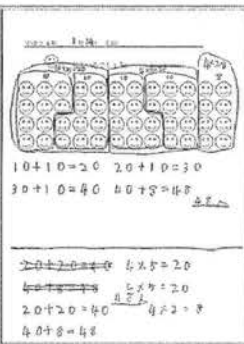


図 k 解答・解法の説明 (問題)



図 l アイデア (無地用紙)



図 m 解答・解法の説明 (問題)

図 3 児童が書いたワークシートの例

図3に示す。図3の図aから図mは、表1の「児童が書いた内容」欄に示した記号に対応している。

#### 2.4 活用の目的

小塚(2011)らは小学6年生を対象に、デジタルペンで描画の過程を記録し、児童が互いの描画過程を再現して見合う活動を行った。その結果、互いの描画過程から学んだことが児童自身の制作に大きな影響を与えていた。また東原(2011)は思考過程を可視化して共有することが、他の学習者の思考を促すと指摘している。

そのため、本実践では、教師と児童それぞれが、最終的な表現結果だけでなく表現過程を活用する場面を多く取り入れようとした。

本実践で、表現過程と表現結果がどのような目的で活用されたのかを分類したところ次のようになった。「過程の正誤判定(A)」、「過程の比較検討(B)」、「結果の比較検討(C)」、「説明をしやすくする(D)」の4種類である。(A)から(C)は、教師のみ、あるいは教師と児童の双方の、(D)は児童のみの活用である。各実践がどの目的に当てはまるのかを表1右側に示した。なお、本実践では結果のみを表示して「正誤判定する活用」は見られなかった。

(A)から(D)のそれぞれについて述べる。

##### (1) 過程の正誤判定(A)

学習したとおりの手順が習得されているかどうかや、結果に至る過程が正しいかどうかを判定するものである。この活用によって、本来、過程と結果の両方が正しくないときと正答と言えないにもかかわらず、結果だけの正誤評価になりがちであったものが、両方を判定できるようになる。また、間違ったやり方で偶然に正答となっている内容を発見できるようになる。

これを目的とした活用には、教師のみが活用する場合と、教師と児童の双方が活用する場合がある。児童の実態を把握したり成績評価をしたりするのは教師による活用である。また、教師が行った正誤判定の結果を児童に示す場合がある。これは児童に過程の間違いを理解させ、正しい過程を習得させるためである。授業中に児童が解法や考え方を友に説明し、相互評価をする中で、教師が正誤判定を行うこともある。

##### (2) 過程の比較検討(B)

授業中に児童が表現過程を発表し合い、互いに比較して検討するものである。この活用によって、これまでなかなか見えにくかった表現過程を繰り返し見ることができるようになるため、児童は互いの過程の比較検討をしやすくなる。

この目的での活用は、教師と児童の両者が行う。教師は児童の実態を把握して児童に必要な指導を行う。児童は、授業中に解法や考え方を友に説明し、相互に比較検討を行う。本実践では、算数の授業はほとんどがこの目的で活用されている。

##### (3) 結果の比較検討(C)

授業中に児童が記した結果を表示して、互いに比較検討する活用である。児童が記述した内容をそのまま電子黒板などに一覧表示できるため、比較検討の活動が効率よく行える。

教師は、これにより児童の実態を把握して必要な指導を行い、児童は互いに提案した内容を比較検討する。本実践には、学級会の話し合いで児童が考えたアイデアを一覧表示して、比較検討して集約したり選択したりした例がある。

#### (4) 説明をしやすくする(D)

児童が自分の解法や考え方を発表するときに、説明しやすくするためのものである。この活用によって、自分が記述した順に再現させながら話せるようになるため、つまることなく発表することができる。算数のほとんどの授業でこの活用が行われた(後述事例 3.2)。

### 3. 再現機能を活用した具体例

表3 漢字テストの結果

#### 3.1 漢字テストと練習での活用

問題(10問)	A児	B児	C児	D児	E児	F児	G児
字形のみの正誤判定による正答数	10	8	7	9	2	1	8
筆順の誤答数	0	2	0	0	0	0	2

##### (1) 筆順の診断

漢字テストをデジタルペンで解答させることによって、筆順が正しいかどうかを診断した。字形のみを正誤判定した場合は表3の上段のような正答数になるが、そのうち、筆順まで判定の基準にすると何文字が誤答になるかを下段に示した。

教師は普段の様子からB児の筆順の間違いを予想できていたが、G児についてはこの実践で初めて誤答に気づくことになった。G児は日頃から漢字テストの点数が高かったので、筆順も正しいだろうと思いついていたためである。本学級はわずか7人の少人数であるため、教師はすべての児童に目が届いているつもりでいたが、見過ごしがあつたことを発見できた。この漢字テスト以降、教師はG児の学習の様子を注意して見るようになった。

##### (2) 漢字練習のモニタリング

児童が誤った筆順や字形で漢字練習を続けてしまわないように、練習時にデジタルペンを活用させた。練習中に誤りを発見した時に、ただちに指導することができるからである。

教師は7名の児童の漢字練習の様子を教卓のノートパソコンの画面(図4)からモニタ

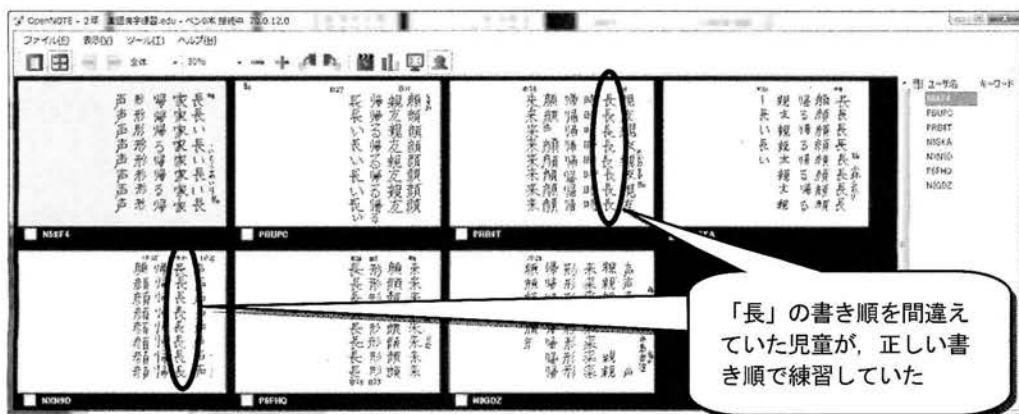


図4 複数児童の漢字練習の様子を画面上でリアルタイムでモニター

一した。診断テストで「長」の字の筆順を誤っていた二人の児童（表 3）について注目していたところ、幸い二人とも正しい書き順で練習していた。

教師が7名全員の筆順の正誤を一度にモニターすることができたのは、児童数が少ないためだけではない。むしろ、同じ字を1行に8回ずつ丁寧に書かせる練習を課したことによって、教師が児童の筆跡をモニターできるチャンスが多かったことと、8ますの練習用紙に書いた字の大きさが、7名の画面を一覧表示（図 4）しても十分に筆跡が判別できる大きさであったことなどの条件が重なったためと考えられる。

一字の練習回数が少なかったり、字が小さかったりすると、一斉にモニターすることは難しくなる。筆順に誤りが見つかった児童のみが、練習時にデジタルペンを使うとか、筆順をまちがった文字のみを練習するなどの工夫により、教師がモニターしやすくなると考えられる。

### 3.2 筆算のやり方の発表での活用例

引き算の筆算問題をデジタルペンで解答させ、児童が計算の過程を一筆ずつ再現しながら発表しあう活動を行った。A児は、図 5①の丸印に示された“62-4”の筆算のやり方を電子黒板の前で説明した。「58 です」と説明をし終えたとき、友から「よく分からなかったので、もう一度お願いします（①）」と要望があった。そのため A 児は、コンピュータを操作して画面を最初に戻し、初めから再現しながら再度説明した。手で画面の一部分を隠したりしながら（③）、ステップごとに「ここまではいいですか？」と友に問いかけながら説明した。最後に友から「わかりました（⑥）」という反応を得た。

このような、発表のために過程を再現させるいくつかの実践から感じられたデジタルペ



①「58です。どうですか」「よく分からなかったで、もう一度お願いします。」 ②「では、最初に戻ってやり方を説明します。」 ③「2から4はひけないので、10借りてきます。ここまではいいですか？」「いいです。」



④「12-4をします。ここまでは、いいですか？」 ⑤「使わなかった50をおろしてきます。」 ⑥「58です。どうですか？」「わかりました。」

図 5 友の要望に応じて、再度自分で再現箇所を示して解法を説明

ンの活用の良さは、次のとおりである。

- ①普段は、次に何を言っているのか分からなくなってしまう児童も、書いた順序で次々に再現されたとおりに語ればいいので、発表しやすい。
- ②説明にふさわしい場所から再現したり、内容のまとまりで区切りをつけたりすることを、児童は意識するようになる。その結果、友が理解してくれたことを確かめてから次のまとまりの説明に進んだり、友からの質問に適切に答えたりするようになる。
- ③このようにして、児童は自信を持って、わかりやすく発表する力を高めていくことができる。

#### 4. おわりに

デジタルペンのシステムを活用した本実践には、次のような特徴が見られた。

- (1) 再現機能の活用にあたって①過程の正誤判定、②過程の比較検討、③結果の比較検討、④説明をしやすくするという目的で活用をしていた。
- (2) 本学級は少人数であるため、教師はすべての児童に目が届いているように感じていたが、表現過程の再現機能によって見過ごしがあったことを発見できた。
- (3) 発表時に表現過程の再現機能を活用すると、児童は発表しやすくなると同時に、内容のまとまりで区切りをつけることを意識するようになり、相手の理解を確かめながら発表するようになる姿が見られた。

表現過程を再現する機能により、これまでにはできなかった実態把握が可能となり、また、児童が発表する力を向上させる指導法の可能性を感じた。

#### 謝辞

本実践にあたり、大日本印刷株式会社よりデジタルペンおよびOpenNOTEのシステムの貸与と運用上のサポートをいただきました。ここに感謝申し上げます。

#### 文献

小塚忠史，五十嵐俊子，東原義訓，2011，デジタルペンによる描画過程を記録・共有する学び合い学習，日本教育工学会全国大会講演論文集，pp.601-602

日野市教育委員会 ICT 活用教育推進室 Web ページ，2012，ICT 活用実践事例集，  
<http://www.hino-tky.ed.jp/ict-edu/>

東原義訓，2011，表現過程を見せることが子どもの思考を促す，視聴覚教育，pp.2-3

(2012年6月28日 受付)