

原著論文

授業の双方向性を評価する タブレット PC 対応アプリケーションの開発

○安藤 明伸¹⁾, 青柳 章大²⁾, Darold Davis³⁾, 杵淵 信⁴⁾

1) 宮城教育大学 技術教育講座

2) ミライトス株式会社

3) Replicant AD, LLC

4) 北海道教育大学札幌校

Development of a Software Application for Tablet Mobile Devices to Support the Evaluation of Interactive Classes

○Akinobu ANDO¹⁾, Akihiro AOYAGI²⁾, Darold DAVIS³⁾, Makoto KINEFUCHI⁴⁾

1) Miyagi University of Education, 2) Miraitos, inc.

3) Replicant AD, LLC, 4) Hokkaido University of Education Sapporo

Abstract: In our research, we have developed the “I/O Classroom Analysis Application” for tablet devices. With this I/O analysis, the interactions between students and teachers can be visualized. The observable targets were of three types: a teacher, a small group of students and a large group of students. We then recorded the states (information output or input / hearing / thinking) as 3bit binary data. To evaluate how useful this method was using our application, we adapted it into actual classroom settings that used two different teachers. They taught the same content in each class. Subsequently, the results from the overall inquiry were not much different between using our method and the impressions from observing the class. In addition, with the I/O analysis, it was possible to quantitatively grasp 4 types of graphs, the degree of exchange between the teacher and the students, and what type of changes occurred over time.

Keywords: class, interactive, analyses, tablet PC and improve lecture

キーワード: 授業, 双方向性, 分析, タブレット PC, 授業改善

1. はじめに

学習者の学力形成を促進するために、教師の授業力向上を通じた授業改善の取り組みが行われている。特に授業分析は、行われた授業を記録し、教師の意図が授業にどのように反映されたのか等の分析・考察を通して授業を改善するアプローチである[1]。授業分析には、2つのアプローチがある。一つは、授業の様子を文章化し、定性的な分析を行うもの、もう一つは生起する授業事象を予め用意したカテゴリに分類し、その頻度や関連性などを分析する定量的な分析である[2]。どちらのアプローチにおいても、分析を行うためのデータ入力および処理といった前処理に手間が掛かり、実際の学校現場において日常的に実施することは容易ではない。カテゴリ分析は、Flanders(1962)が提唱したのが起源であるが[3]、座学を対

象としたカテゴリが主であり、実技を伴う授業を分析するには不向きであった。

そこで、これまで筆者らは、実技を伴う授業にも対応できる授業記録・分析方法を考案してきた。中でも、拡張 S-T 授業記録・分析は、S-T 授業記録・分析法[4]のシンプルさを活かしつつ、S-T 授業記録・分析では十分に表出できなかった授業の双方向性を表出する機能を持たせた分析法である[5]。この拡張 S-T 授業記録は、生起している授業事象が教師側の情報発信行動となっているか、予め定めた特定の生徒の情報発信行動となっているか、不特定の生徒の情報発信行動となっているのか、その変化を記録するものである。この方法はデータの記録および集計作業が煩雑であるため、手作業での分析は困難であった。さらに拡張 S-T 授業記録では、予め特定生徒が誰であるかを決め追跡的に記録を行う。しかし実際には、授業進行に影響を与える学習者は一定でないことも多い。そのため、特定の「誰か」を個別に記録するのではなく、「どの程度」の頻度で特定の(一部の)学習者達が情報発信行動を行っていたか把握したいというニーズも出てきた。

そのような中、ここ 2, 3 年でタブレット型のコンピュータが多

2012年5月31日受理. 2012年3月16日シンポジウム「モバイル'12」にて発表

数発売されるようになった。これらは、ノートパソコンよりも軽量で、タッチ操作のため入力音がせず、また入力スタイルが、一般的な授業観察で行われるようなバインダーを手にして用紙にメモを取るスタイルと類似しているために、授業者や生徒に対する違和感を与えにくいこと等、授業分析用の端末としての利点が多い。そこで本研究では、拡張 S-T 授業記録法を発展させ、かつタブレット型コンピュータで実行できる I/O 授業記録・分析アプリケーションを開発することを目的とした。

2. I/O 授業記録・分析について

2.1 I/O 授業記録・分析法の位置づけ

I/O 授業記録法は、カテゴリシステムに区分され、前述の藤田・吉崎(1980)による S-T 授業記録法から派生した授業記録・分析手法に位置づけることができる。この I/O 授業記録法では、観測対象を、授業者である「教師」、教室内の一人もしくは数人と言った一部の生徒を指す「一部の生徒」、そして「その他の大勢の生徒」の3つに分類する。従前の S-T 授業記録法では、授業の構成要素を「教師」と「生徒」という極限まで単純化したことで、授業記録の考察も技巧的にならずに授業の概要を捉えることができ、比較的客観的に解釈することが可能になった。その一方で、S-T 授業記録では捨て去られる情報も多く、授業記録から考察できる内容が荒削りになり、教師と生徒との双方向性の考察にも限界が生じやすい。特に、多数存在する生徒の中で、一部の特定生徒のみが特徴的な学習活動を行っている場合に、それを生徒という一括りのカテゴリに分類すべきかどうか、非常に悩ましい。授業観察においては、こうした特定生徒の学習活動が、授業反省会・検討会での議論の対象となることが多いため、生徒全体の記録しか残せないことが課題となる面もあった。

この記録の容易さと記録データの緻密さのバランスは、授業分析法を特徴付ける重要な要素である。本 I/O 授業記録・分析法では、こうした S-T 授業記録の長所を残しつつ、生徒とのインタラクションの表出を授業反省会・検討会で最低限必要とされる程度まで高めることを目指している。ただし、この I/O 授業記録による授業分析で表出できる点は、あくまでも授業の一側面であり、必要があれば他の授業記録法・分析法も併用することを前提としたものである。

一方、拡張 S-T 授業記録法は、予め定めた、ある学習者が授業過程の中でどのように情報発信行動を取ったかを把握することが目的であり、特定の学習者を追跡するためのものであった。これにより、S-T 授業記録法よりも具体的な考察が可能となった反面、授業全体の傾向を捉える上では、具体的に「誰が」という情報ではなく、どの程度の割合で一部の学習者達が情報発信行動をしたかを把握したいという要望もあった。そのため、I/O 授業記録法では、特定生徒を固定せず、教室内の一部の学習者と定義し直した。さらにデータの記録・分析方法

もデータを追跡して扱うのではなく、どの学習者であれ学習過程の中で少数の学習者が行っている情報発信行動のデータを残すようにした。記録方法としては拡張 S-T 授業記録法と類似した点があるが、目的や記録コンセプトが異なることから、改めて呼称を設けた。

2.2 授業観察データの記録・可視化方法

観測データの記録は、分析者が授業を参観しながら、各観測対象について、何らかの情報を発信している状態(Output)か否か(発信していない状態を、便宜的に「何か情報を入力している状態(Input)」としている)をバイナリデータとして記録する。観測対象が3つあるため、記録されるデータは3bitのデータとして表される。本研究では、上位ビットから、「教師」、「特定生徒」そして「その他の生徒」に割り当てている。表1はその分類と表記を示している。表2は各ビットの状態に応じた授業の状況の一例である。この授業記録法は、従来のカテゴリ分析のような、授業の状況に対する絶対的な観測指標語を持たないことを特徴としている。Flanders(1972)や西之園(1988)による従来のカテゴリシステムの分析法[6][7]では、カテゴリ数が10~20と多い。そしてカテゴリも、例えば「行動の指示」と「作業の指示」のように明確に判別することが困難なものがある。I/O 分析では、あくまでも各観測対象が何らかの情報を発信している状態か否かによって、学習状態を区分する。記録者は比較的直感的にこの状態を判断できることから、記録時の状況判断負荷や授業記録技術のトレーニングを軽減できる。

データは、3bitの時系列データになり、システム的には1秒毎に各ビットのフラグ状況を記録している。授業が終了し、デ

表1 各データの分類と表記

行動状態	教師データ部	生徒データ部	
	2bit 目 教師	1bit 目 一部の生徒	0bit 目 その他大勢の生徒
	0 or 1	0 or 1	0 or 1

表2 各ビットパターンとその状況例

状態	状況例
000 (d0)	教師も全ての生徒も何らかの行動(出力)をしている状態 例:生徒が作業している間に、教師が解説や板書をしたり、機械・機器類を操作している状態。教室内が騒然としている状態。
001 (d1)	教師が何らかの行動(出力)をしている状態 かつ 特定の生徒も行動(出力)している 例:教師の説明に対して、作業をしている生徒と、話を聞く生徒が混在する状態。
010 (d2)	教師が何かしらの行動(出力)している状態 かつ 不特定の生徒が行動(出力)している状態 例:生徒全体が作業している中での教師の個別的指導など。
011 (d3)	教師だけが行動(出力)している状態 例:静かな環境下での教師の全体への説明、教師の全体への演示など
100 (d4)	全ての生徒が何かしらの行動(出力)している状態 例:生徒作業中における教師の観察行動など。
101 (d5)	特定の生徒が何かしらの行動(出力)している状態 例:グループ発表や、特定の生徒による模範など。
110 (d6)	不特定の生徒だけが何かしらの行動(出力)している状態 例:特定生徒の待機(順番待ち) 不特定生徒の模範など
111 (d7)	教室内で教師も生徒も発信を伴う行動をしていない状態 例:ビデオ視聴や音楽の鑑賞や全員で考える状態など。

ータ入力完了すると、授業のI/O状態を可視化するために、記録されたデータから4つのグラフが自動的に作成される。一つ目は、各ビットの累積度数を示す棒グラフ、二つ目は、各ビットが時間経過と共にどのように生じたかを把握する「時系列累積グラフ」、三つ目は、各ビットが時間の経過と共にどの程度頻繁に変化したかを把握する「時系列折れ線グラフ」、そして時系列に連続して記録された2つのデータが、どのように連鎖しているかを把握する「連鎖パターングラフ」である。

3. システムの概要

本システムは Android OS 用のアプリケーションとして開発した。使用する端末は分析者の身体的負担を軽減するためにも、より軽量であることが望ましい。ただし、記録結果を可視化するためにはスマートフォンよりも大きな画面が必要と考えた。そこで、本研究では携帯性と視認性を確保するため、表3のスペックのタブレット型コンピュータを用いて動作確認及び授業分析を行った。

表3 使用したタブレット型コンピュータの主なスペック

OS	Android OS 2.3
ディスプレイ	7インチ (1024x600)
重量	382g
内蔵ストレージ	16GB

3.1 システムの機能

本システムは、(1)授業の基本情報の管理、(2)授業データの入力、(3)入力結果の可視化、(4)分析結果の保存の4つの機能で構成されている。なお、授業の基本情報及び授業データの管理には、Android OS に標準搭載されている SQLite を用いた。

3.2 授業データの入力および操作方法

まず、授業開始前に授業の基本情報を登録する(図1)。その登録後から行う授業データの入力は、図2の入力画面で行う。分析者は、授業を参観しながら、観察対象の情報発信行動状態が変化したタイミングで、画面中央にある「授業者」「一部の生徒」「大勢の生徒」のボタンの中から変化が生じた対象のボタンに触れることで「INPUT」と「OUTPUT」を切り替え、授業状況を記録していく。実行環境となるハードウェアによっては、マルチタッチ非対応の場合も考えられる。そのため、現在のアプリケーションでは、ボタン同時押しには対応していない。即ち、複数対象の情報発信行動状態が同時に遷移した場であっても、ボタンを順次切り替えることになる。そのため、若干ではあるが、記録される時刻にタイムラグが生じてしまう。現在のところ、記録結果の分析に影響を与えるほどではないと考えているが、この点の改善については今後の課題である。

なお、ボタンが押された時刻は UNIX 時間で取得し、状態継続時間は次に記録された UNIX 時間との差分で算出している。記録された内容については、図2の画面下部の表に随時表示される。授業終了時には、「授業を終了する」ボタンに触れることでデータ入力を終了し、分析画面に遷移する。

分析画面は図3のように、4つの図から構成されており、任意の図に触れることで画面全体に拡大表示することができる。また、この分析画面については視認性を向上させるために、端末を傾けることで、横向きで表示することも可能とした。



図1 授業の基本情報登録画面



図2 データ入力画面



図3 分析結果表示画面

4. システムの利用と分析例

本システムが実際の授業の様子をどの程度比較できるか評価するために、同一授業内容で複数の教員が指導する授業を対象に分析を行った。表 4 は授業の概要である。この授業内容において、異なるクラスで異なる教師(教師 A, 教師 B)によって実施される授業が、本システムを用いてどのように可視化され、比較・考察が可能かを検討する。授業の様子は、図 4 に示した。

図 5 は両教師の授業で表出された各カテゴリの累積度数である。両授業とも 011(教師が出力して、生徒全体が入力している状態)と 100(教師が入力して、生徒全体が出力している状態)が目立って多いことから、どちらの授業も教師の話聞く状態が出来ていることと、生徒の作業時間を確保できていたことが理解できる。しかし教師 A の授業では、000 の状態が多いことが特徴的と言える。この 000 は教室全体が情報発信状態で、いわゆる聞き手が居ないという望ましくない状況である。そこでこの 000 の状態が時間の経過と共にどのように推移したのかを図 6 を比較して考察する。教師 A の場合は、授業開始 10 分後から 22~23 分後に増加していることがわかる。この場面は、生徒が製作を行っている場面であった。実際の場面は教師 A が生徒の作業中に全体に対して補足的な説明や注意事項を指導していた状況である。全体に対して、作業と平行し

表 4 授業の概要

対象学年	中学校 2 年生
対象授業	技術・家庭科 技術分野
授業単元・目標	エネルギー変換・電気エネルギーから熱エネルギーへの変換の仕組みと使用方法について理解することができる。
指導過程	<ol style="list-style-type: none"> 1. エネルギーの種類を整理させる 2. 発泡スチロールカッターを製作させる 3. 発泡スチロールカッターの動作原理を理解させる 4. 熱エネルギーへ電気エネルギーが変換されている装置を整理させる 5. 安全面を整理させる



図 4 分析を行った授業の様子(教師 A)

た追加・補足的指導は指示が行き届かない場合が想定されるため、最小限に留めるべきで、作業前に生徒を注意事項に集中させて説明するよう改善すべきであろう。

累積度数では教師 A と教師 B とで 011 と 100 の状態は差が小さかったが、その時系列変化には大きな違いがあったことが同図 6 より把握できる。教師 B の推移は、011 と 100 が直線的な形状をしており、時間と共に増加している箇所と変化の見

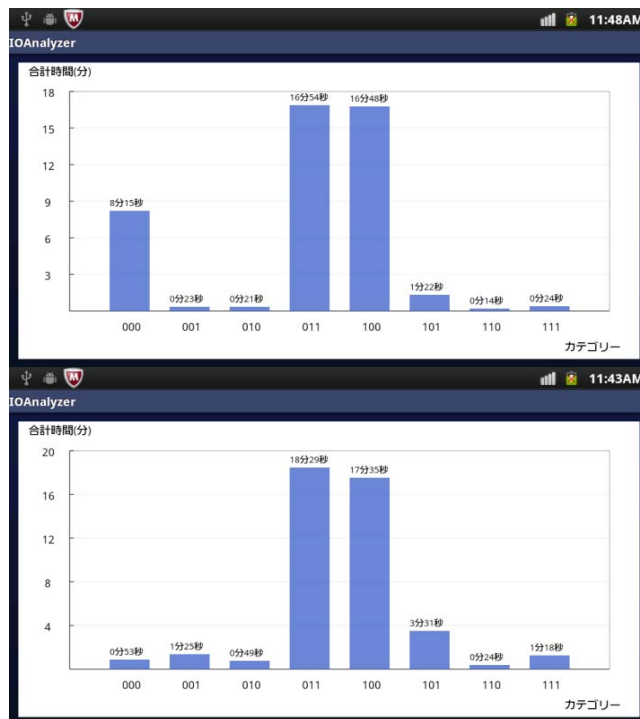


図 5 教師 A(上), 教師 B(下)の累積度数



図 6 教師 A(上), 教師 B(下)のカテゴリ累積時系列変化

られない箇所が相互に表出していることがわかる。つまり、教師 B は、指導過程の切り替えが明確であり、各指導過程に専念できていることが考察できる。このことは、先の図 5 の 000 の値が小さいことから裏付けられる。一方教師 A では、011 は直線的な部分が多いことが把握できるものの、100 は、細かな階段状に推移している。100 は生徒全体の活動の指標である。すなわち、全体的な活動の中に他の活動が断片的に入り込んだことが把握できる。そしてそれは特に最初に行った生徒の活動においてより顕著であった。この活動時間はちょうど 000 のグラフが増加している時間帯とも一致することから、この時に、教師が頻繁に全体に対する指導を行っていたことが表出されていると言える。授業中盤からは、学習内容を整理するために、教師が生徒に指名発言をしていた。この様子は、101(一部の生徒が情報発信している状態)のグラフに現れている。教師 A は授業開始 40 分過ぎに、一部の生徒の情報発信行動が見られたのに対し、教師 B は授業開始の約 30 分後に既にそうした変化を把握することができる。

このまとめに入る場面の特徴は、図 7 のカテゴリ出現時系列変化グラフにも現れている。教師 B は授業開始約 30 分後付近で、グラフが密になっていることがわかる。これはカテゴリ変化が頻繁だったことを意味している。特に 111(教室全体で入力状態。本授業では全員で思考している状態)、101(一部の生徒が情報発信している状態)、011(教師が情報発信している状態)の変化が目立っている。この場面は、教師の発問に対して、生徒が思考し、発言が行われている状態であった。一方教師 A では、授業開始 40 分後のグラフの変化より、教師と生徒のまとめのやりとりが数回しか行われていないことがわかる。これらの結果からは、教師 B の方が授業の双方向性が高いと評価することができる。これは、授業の参観者の主観評価と一致しており、参観者が感じていることを定量的に表現できたと言える。

最後に、表出された状況がどのように切り替わったのか、そのパターンを図 8 の出現連鎖図を用いて比較する。両授業で特徴的なのは、011→111 のパターンであり、教師 A が 11.2%、教師 B が 15.5%であった。これは 011(教師が情報発信している状態)の後に、111(教室全体で思考している状態)への変化である。そして 111→101(一部の生徒が情報発信している状態)を比較すると、教師 A は 4.0%、教師 B は 10.8%と大きく異なった。前述のように、教師 B では、双方向性が高いことが示唆されたが、思考状態から生徒が発言するというパターンが教師 A は特に少なかったことを理解することができる。

5. おわりに

本研究では、タブレット型コンピュータで実行できる I/O 授業記録・分析アプリケーションの開発を行った。この I/O 授業

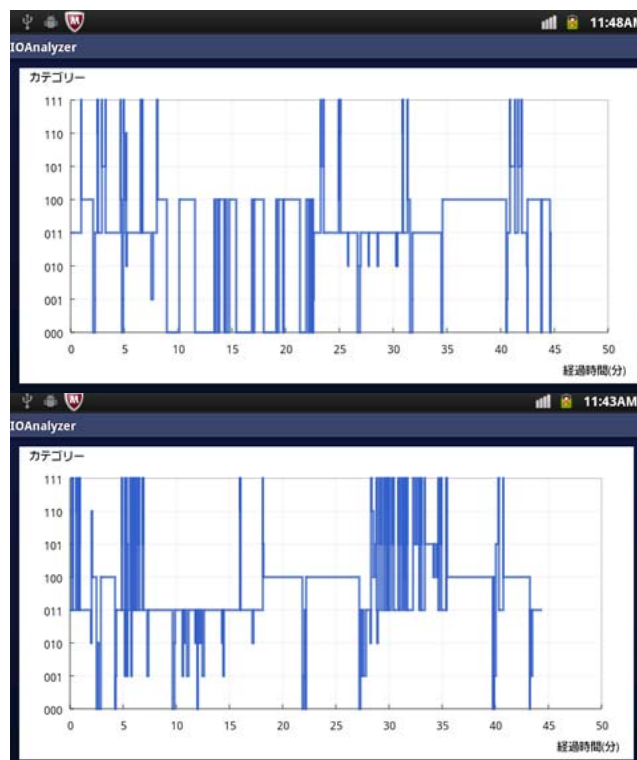


図 7 教師 A(上), 教師 B(下)のカテゴリ出現時系列変化

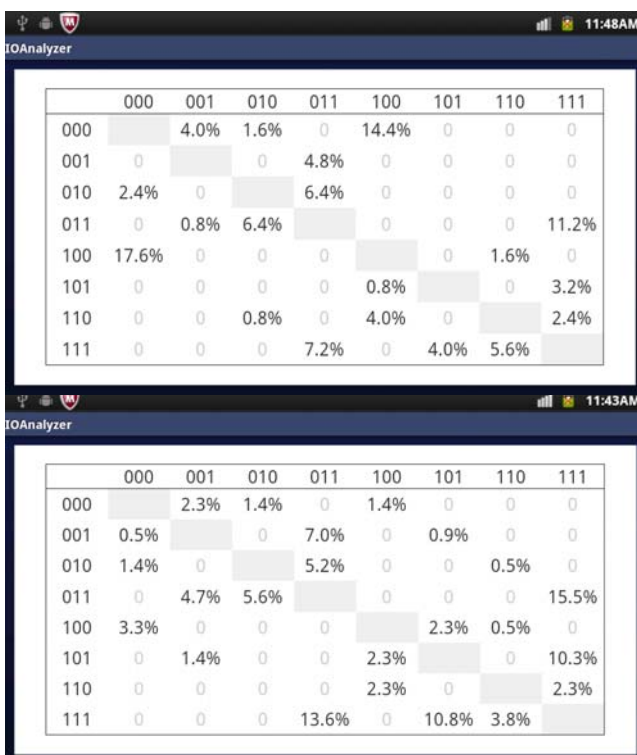


図 8 教師 A(上), 教師 B(下)のカテゴリ出現連鎖

記録・分析は、教師と生徒との双方向性を可視化するもので、教師、一部の生徒、そしてその他の大勢の生徒という 3 種類の観察対象が、情報発信行動しているかどうかをそれぞれ時系列に記録するものである。データは、情報発信している (Output) か否か (便宜的に入力状態 (Input) とする) を時系列に 3bit のバイナリデータとなる。この分析方法およびアプリケ

ーションを評価するために、同一の授業内容を 2 名の教師が行った授業を分析した。その結果、分析結果からの考察は、実際の授業を参観した場合と同様なものとなった。しかしそれに加えて、I/O 分析では、4 種類のグラフから、教師と生徒とのやり取りがどの程度あったのか、どのように変化したのか等、定量的に把握することが可能であった。

I/O 授業記録で表出および分析できるのは、授業の一側面に過ぎないため、これで授業の全てを考察することはできない。そのため、参観者の主観評価や他の授業分析手法も併用することが望ましい。カテゴリの定義においても、従来の分析方法のように詳細な授業事象を定義するのではなく、「情報を発信しているか否か」という極限まで単純化したことで、それ以外の多くの情報を捨て去っている。そのため、各カテゴリの数の過多を他の授業とで単純比較し考察することは誤解を招く可能性がある。本手法は、あくまでも「ある授業」の双方向性について授業改善を行う目的において効果を発揮すると思われる。例えば、初任者の教員や教育実習生などを対象にして、授業計画と結果を比較することや、授業後の授業反省会の場における資料とする利用が考えられる。その際は、各カテゴリがどのような状況であったかを確認する必要がある。

今後の課題としては、前述のように複数ボタン同時押しの状況で、少しでもより正確な時刻が取得できるよう改善する必要がある。そして、授業の振り返りをより効果的にするために、データの分析結果表示にインタラクティブな機能があると良いと思われる。例えば、記録結果表示画面では、現在は画面 4 分割かフル画面かの 2 通りのみの表示となっている。分析結果をより柔軟に把握するためには、ピンチイン・ピンチアウトでの拡大・縮小やスワイプ操作でのグラフの切り替え等に対応させることが望ましい。

参考文献

- [1] 教育工学辞典, 実教出版, pp. 289-290 (2000).
- [2] 田邊: 授業改善のための授業分析ガイドブック, p.25, 神奈川県立総合教育センター(2008).
- [3] Ned A. Flanders: Using Interaction Analysis in the Inservice Training of Teachers, pp. 313-316, The Journal of Experimental Education Vol. 30, No. 4 (1962).
- [4] 藤田, 吉本: Binary 表示による教師教育のための授業分析 S-T 授業分析, pp.119-128, 日本教育工学雑誌 5 号(1980).
- [5] 安藤, 杵淵, 佐藤: 拡張 S-T 授業分析法を用いた教育実習生指導, pp.577-579, 日本教育工学会第 24 回全国大会講演論文集 (2008).
- [6] Ned A. Flanders: Analyzing teaching behavior, pp.428-433, Addison-Wesley Pub. Co. (1970).
- [7] 西之園: 授業技術講座—基礎技術編— 授業をつくる, ぎょうせい (1988).

著者紹介

安藤 明伸 (正会員)



1998 札幌市中学校技術・家庭科教諭。現在、宮城教育大学技術教育講座准教授。博士(学術)。専門分野は、技術科教育, 教育工学。ICT を導入した学習支援システム開発および学習ツールとしてのモバイル端末利用と学習効果について研究している。所属学会は、モバイル学会, 日本教育工学会, 日本産業技術教育学会, 情報処理学会など。

青柳 章大 (正会員)



育工学会。

2010 宮城教育大学大学院生活系教育専修修了。技術教育, 教育工学について学ぶ。現在、ミライト株式会社にて WEB サイト製作に従事。その傍ら ICT を用いた総合的な学習支援システムの開発や授業評価に関する研究を行っている。所属学会は、モバイル学会, 日本教育工学会。

デイヴィス・ダロルド (非会員)



1993 ペンシルベニア州立大学卒業。現在、アカデミー・オブ・アート大学院修士在籍。専門分野は、ウェブデザインと開発。OMG 認定 UML 技術者。2010 年「合同会社レプリカントエージェンシー」を設立し、ウェブとソフトウェア・アーキテクチャの研究開発に従事。所属学会は、アメリカ計算機学会(ACM), 米国電気電子学会(IEEE), 国際ユニヴァーサルデザイン協議会(IAUD), ユーザビリティ・プロフェッショナル協会(UPA), 情報アーキテクチャ研究所(IA 研究所), 人間中心設計推進機構(HCD), IEEE コンピュータソサエティ, ACM/SIGGRAPH など。

杵淵 信 (非会員)



北海道教育大学札幌校, 学校・地域教育研究支援センター: 学校教育研究支援部門 教授。専門分野は、教育用ロボット, 情報教育, 創生教育, 職業教育, へき地教育。実習授業の授業分析手法の改善と開発とマイクロコンピュータを用いたロボット教材の効果的な教育利用について研究している。また、教育原理や指導案の作成などの教育の基本に関係する内容と、教員養成教育(ボランティア学習や教育実習)が、学生や現場教師の効力感にもたらす影響について、心理的調査研究を行っている。所属学会は、電気通信情報学会, 日本教科教育学会, 日本産業技術教育学会など。