

情報表現教育を支援するボードシステムの開発と評価†

山内祐平*・須永剛司**・永井由美子**・田口真奈***

茨城大学人文学部*・多摩美術大学**・京都大学高等教育教授システム開発センター***

中学校美術や総合的学習の時間で行われる情報表現教育を支援するボードシステムを開発し、授業の中で評価を行った。その結果、本システムが関係性の発見、表現の調整、表現方法の創出などを支援していることが確認された。トレーシングペーパー機能や、身体的なコミュニケーションによる情報の共有、ペン入力インターフェイスなどが表現の過程において有効であったと考えられる。

キーワード：情報表現教育、ボードシステム、インターフェイスデザイン

1. はじめに

社会の急速な情報化に対応した教育課程の改変は、高等学校普通科における教科「情報」の新設のみならず、さまざまな教科の教育内容にもおよんでいる。中学校美術科においても、平成14年から施行される次期学習指導要領に「伝えたい内容を図や写真・ビデオ・コンピュータ等映像メディアなどで、効果的で美しく表現し伝達・交流すること」という項目が入っており、メディアを利用した情報表現が教育内容として取り上げられることになっている。

このようなメディアを利用した情報表現教育は、美術科にとどまるものではなく、さまざまな学習における表現活動の礎となるものである。特に総合的学習の時間では、学習者が自ら学んだことを表現することが日常的に行われることになるだろう。そこで求められるのは「美しい表現」であるだけでなく、「相手に伝わる表現」であり、「自らの学びに問い直しをせま

る表現」である。

しかし、メディアを用いた情報表現教育は、いままですあまり行われてこなかった領域でもある。特にコンピュータを用いた情報表現教育に関しては、初等中等教育では実践事例も少なく、内容もペイントソフトウェアや、モデリングソフトウェアを利用した作品制作が中心である。

現在市販されているペイントソフトウェアやモデリングソフトウェアなどは、クオリティの高い作品を作る時には有効なものであるが、教育現場で情報表現教育に利用する際にはいくつか課題が存在する。

1) 入力デバイス

入力デバイスとしてマウスやタブレットなどを想定しており、ペンで紙に描くようなスピードで表現ができない。

2) 集団での表現活動

ひとりで使用することを前提にして設計が行われており、集団で一つの作品を制作することが難しい。

3) 表現過程の支援

表現活動をしている間に起こる思考などの認知的過程を支援する仕組みがない。

このうち3)の項目については、大東文化大学の荻宿氏らが開発した「脳の鏡」というペイントツールが作品の過去のプロセスを振り返ることができ、自由に修正できる機能を有しているが、3つの課題すべてに対して対応したシステムは開発されていない。

2000年3月2日受理

† Yuhei YAMAUCHI*, Takeshi SUNAGA**, Yumiko NAGAI** and Mana TAGUCHI*** : FutureBoard: Supporting Collaborative Learning with Design Activities

* Faculty of Humanities, Ibaraki University Bunkyo 2-1-1, Mito, 310-8512 Japan

** Tama Art University 2-1723 Yarimizu, Hachioji Tokyo, 192-0394 Japan

*** Research Center for Higher Education, Kyoto University, Yoshidahonmachi, Sakyo-ku, Kyoto, 606-8501 Japan

2. システムの概要

今回のシステムを設計するにあたり、情報表現過程のモデルを得るため、3人のデザイナーのデザイン過程について分析を行った（このうち一人は大学の研究職であり、残りの二人は、企業で情報デザインに関する職務を行っている）。その結果、次の3つの特徴が抽出された。

1) トレーシングペーパーの利用

彼らは、グループでデザイン活動を行う場合に、トレーシングペーパーを利用してデザインを行っている。一人のデザイナーがアイデアを一枚のトレーシングペーパーに描くと、別のデザイナーがその上にもう一枚トレーシングペーパーを重ね、下のアイデアを修正しながら描いていく。

2) 高速な相互作用

デザインは、非常に早いペースで行われる。スケッチは数秒で行われ、そのスケッチを指さしながら、会話を中心とした相互作用が行われている。

3) 個人スペースの利用

小さなメモやトレーシングペーパーのすみなど、個人的にアイデアを練るスペースを利用している。

今回開発するシステムは、デザイナーのデザイン過程と、従来のソフトウェアの問題点を考慮して、次のような設計を行った。

1) 個人活動と集団活動のシステムの分離

デザイン過程の分析 3) 個人スペースの利用と、ソフトウェアの問題点 2) 集団での表現活動を考慮して、個人活動のシステムと集団活動のシステムを分離して開発することにした。以下、個人での活動を支援するシステムを「パーソナルボード (PB)」, 集団での活動を支援するシステムを「コミュニケーションボード (CB)」と呼ぶことにする (図1)。

2) トレーシングペーパー機能

デザイン過程の分析 1) トレーシングペーパーの利用とソフトウェアの問題点 3) 表現過程の支援から、システムにトレーシングペーパー機能を実装した。コミュニケーションボードでは、思考やコミュニケーションの支援のために、半透明のトレーシングペーパー状のレイヤーを7層用意しており、下のレイヤーにある地図や他者の表現などを参照しながら、新しい表現を上書き加えていくようになっている。ただのボードではなく、下

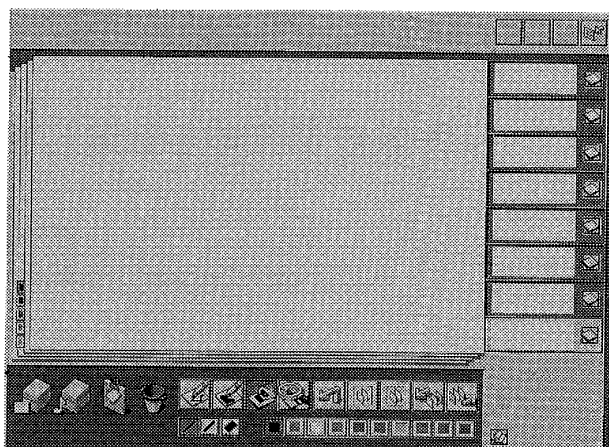


図1 コミュニケーションボードの画面 (右に並んでいるのが半透明レイヤー)



図2 パーソナルボード

に「認知的資源」としての素材が透けて見えていることにより、表現活動やコミュニケーション活動を支援することを目指した。

パーソナルボードの概要

パーソナルボードは、ハードウェア的には1kg程度のペン入力型ノートPCに無線LANシステムを組み合わせたものを利用した (図2)。

ソフトウェア的には、ペン入力に特化したドローツールとレイヤーの透明度コントロール機能などを備えている。ペン入力に特化したのは、思考やコミュニケーションの速度に対応するためと、図やグルーピングなどで、柔軟な表現が可能になるからである。

学習者は、PB上で、トレーシングペーパー機能を使ってアイデアを練り、結果を無線LAN経由でコミュニケーションボードに転送する。

コミュニケーションボードの概要

コミュニケーションボードは、ハードウェア的には、50インチの大型スクリーンにペン入力装置を取り付

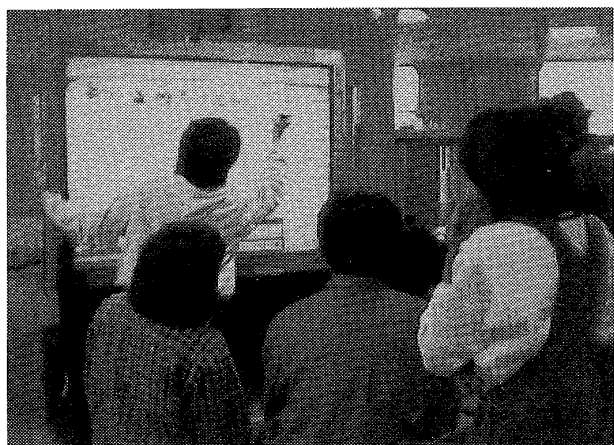


図 3 コミュニケーションボード

けたものと PC を組み合わせたものである（入力にはペンだけでなく、指先でもできるようになっている）。3人から5人の学習者が、パーソナルボードで練った表現を出し合い、レイヤーを使って情報を重ねながら、集団で新しい表現を作り出す（図3）。

ソフトウェア的には、PBの機能に加え、レイヤーのサムネイル化による順序の入れ替えや、特定レイヤーの表示・非表示などが可能になっている。学習者は、このレイヤー機能を使い、他の学習者が調べてきた異質な情報を組み合わせながら、協調して新しい情報を作り上げる作業を行う。

CB上で作業した内容は、無線LANを経由してもう一度PB上に転送することができ、集団で練り上げた表現をもう一度個人ベースの表現活動に戻すことができるようになっている（図3）。

3. カリキュラムの概要

本システムを開発するのと並行して、システムを利用して行う情報表現教育のカリキュラムを開発した。

実践が行われた千葉市立打瀬中学校は、幕張ベイタウンが校区になっている。ベイタウンは1990年代に新しく設計された街で、さまざまな工夫がこらされている。学習者は独自の視点からこの街の特徴や現状などについてとらえ、それを表現することになった。学習の題材は総合的学習に近いが、学習目標は、説明可能性を追求した表現にあり、情報表現教育ととらえることができる（表1）。

カリキュラムは、美術科の2学期の授業すべてを使って行われ、1年生2クラスで実施された（今回開発されたシステムを利用したのは、1クラス15名ずつ、合計30名である）。

表 1 「ベイタウンの顔を表現しよう」学習の流れ

学習の段階	学習の内容	時数
導入	説明可能性を追求する表現を理解するために、街で使われている色を地図上に表現する活動を行う	8
個人学習	各自課題を決め、アンケート調査などの調査活動を行い、PB上で表現活動を行う	6
グループ学習	PBの作品をCBに転送し、グループでの表現を討議しながら模索する	4
発表	父兄、街づくり関係者などを呼び、調べたことを発表する	2

表 2 学習者の選んだ代表的なテーマ

グループの課題	個人の課題
ベイタウンの優先 (ベイタウン中のさまざまなプライオリティ)	建築物の高さ 建築される順番 歩道脇にある鎖
ベイタウンの死角	交通事故現場と状況 駐停車状況 高齢者が危険と感ずる場所 交差点の信号の有無
ベイタウンにたまる	高校生が集まる場所 ゴミが集まる場所 虫が集まる場所
ベイタウンの24時	学校にでかけるのは何時 中庭があるのはなぜか ベイタウンで聞こえる音

学習者は、身近なテーマを中心にさまざまな課題を選んで調査活動を行い、パーソナルボードにその結果をまとめた。次に関連する課題を選んだ5名でグループを構成し、コミュニケーションボードのレイヤー機能を使って、個人の作品を積み重ねたものをベースにしながらグループで作品を作り上げていった（表2）。

4. 評価の概要

評価方法

今回開発したシステムを評価するために以下のようなデータを収集し、分析を行った。

1) 学習者の活動履歴

学習者がシステムに対して行ったすべてのアクション（ドローイングのすべてのストロークや取り消しなどの機能的操作）を記録し、データとした。

2) 学習者の活動の様子の映像とプロトコル

学習者の活動の様子をビデオで撮影し、CBを利用した活動に関してはすべての発言をプロトコルデータ

【事例 1】

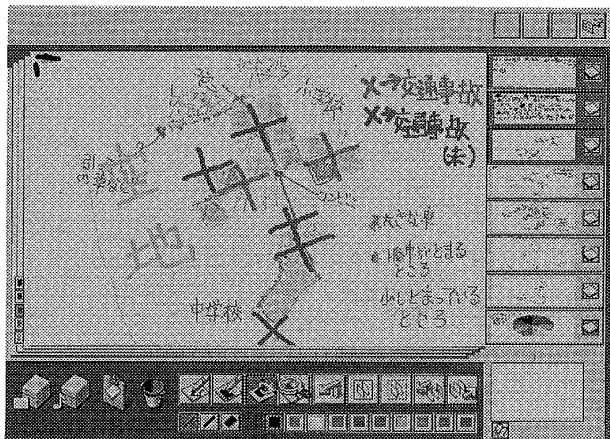


図 4 事例 1 の画面

とした。また、作業のため発話がでてこない場合は、インタビュアーが介入インタビューを行っている。

評価結果

ここでは、分析の結果明らかになった学習プロセスのうち、代表的なものを3つあげ、事例を紹介しながら、システムの支援について考察していくことにする(プロトコル中でてくるIはインタビュアーである)。

1) 関係性の発見

本実践においては、学習者が個別に表現した作品を、複数のレイヤーにまたがって重ね合わせる活動を行った。その中で、情報の重なりの中から事象と事象との因果関係あるいは類似関係といったものを、発見する学習者があらわれた。

事例1(図4)においては、学習者Mの収集した情報である「住民が安全だと思う場所」と、学習者Kの収集した「(交通事故が発生したことがある)危険な場所」が一致することが、レイヤーの重ね合わせ活動によって発見された。この2つの対照的な情報の重ね合わせによって、子どもたちは、「安心して油断してるから事故が起こる」という発言をしており、「安全だと思っている場所ほど実は危険である」という新しい意味を導きだした(表3)。このようなことは学習者個人の活動からだけでは導き出せなかった知見であり、集団での表現活動ならではのものである。

2) 表現の調整

個々に収集した情報を互いに重ね合わせるために、自らの表現方法を他者の表現方法と共有可能な形に変更したり、あるいは互いの表現方法の重複を避け、また重なったときにより美しい表現にするために色や形を変更したりする活動がみられた。子どもたちが、自

表 3 事例 1 のプロトコルデータ

11:04:50	K	危険なところと安全なところが近接している
11:04:54	I	危険なところと安全な所の場所がだいたい同じなんだ
	K	はい
	O	じゃあ、危ないじゃん
<中略>		
11:35:47	O	あのさー、住民の人が危険と感じない場所で、事故が起きるということは、油断しているんだ

【事例 2】

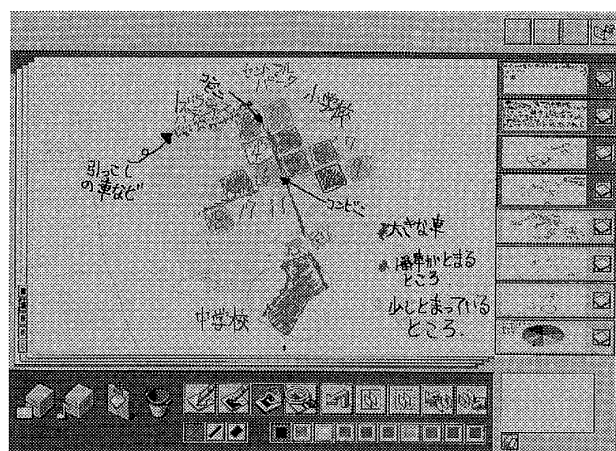


図 5 事例 2 の画面

表 4 事例 2 のプロトコルデータ

11:07:03	O	僕だけ円グラフなんですけど…
この後 11:16 に、なにもいわずに作品を変更し始める。		

らの表現活動を他者の表現活動との関連性の中で調整したと考えられる。

事例2(図5)では、個別の表現活動においては、円グラフで作品を完成させた学習者Oが、班員の作品と重ねあわせる中で、「円グラフによる作品と地図を基にした作品では、重ねあわせることが不可能である」ことに気づき、自らの作品を地図を基にした作品へと変更した。この変更は、重ね合わせ活動を行う中で行われており、個人の表現を重ねながら集団の表現活動が行える本システムの特徴がこのような活動を誘発していると考えられる(表4)。

3) 表現方法の創出

色数や線種などの点において制約された表現機能しかもたないコンピュータシステムにおいて、その機能にとらわれた表現のみをするのではなく、より満足の

【事例3】

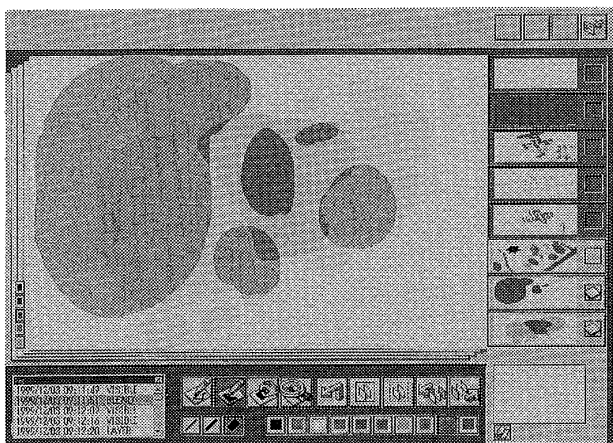


図 6 事例3の画面

表 5 事例3のプロトコルデータ

9:11:12	F	この辺は空き地だから
9:11:27	H	一回透かしてみよう
9:11:32	H	おお、いい感じ
	F	グラデーションばい
<中略>		
9:11:55	I	きれい。ところでこれなに？説明して？
9:12:00	K	これは、日当たりがいいところ黄色で、悪いところが青です。これの茶色は風通しが悪いところで、紫色のところは風通しがいい所です。

いく表現方法を学習者自身で創出する活動がみられた。

事例3(図6)において、学習者F、Hは、色と色との重なりを意識しており、レイヤーを重ねることで、微妙な色合いの表現が可能となることを発見し、それを自分たちの作品に活かしている(表5)。

考 察

1) レイヤー機能を用いた情報の重ねあわせ

事例1~3のような学習活動が可能となったのは、本システムがレイヤー機能を有していたためである。

この機能により、「個人の作品」がレイヤー上に個別のものとして存在しながらも、他者のレイヤーと相互に重ねあわせることが可能となる。そのため事例1のように、その重なりの中から新たな関係性を発見したり、事例3にみられるように重ねあわせによる表現という新しい表現方法の創出が可能となった。また、互いの表現が同軸上に存在し、それらを重ねることが可能であったために、事例2のような表現の調整といった活動が起こったと考えられる。

2) 自然なインターフェイスと試行錯誤

本システムは、ペン入力に特化したドローツールであるため、情報の書き加えや削除、変更といったことが容易にできる。そのため子どもたちは、システム上でより適切な表現を自ら納得がいくまで試行錯誤することができた。ある学習者の表現したオブジェクトを別の学習者が手で移動したり変更したりといった試行錯誤をしながら、適切な表現を選択することが複数例確認されている。

3) 身体的コミュニケーションによる情報の共有

本システムは、複数の子どもが同時に見ることができ、大きさを有した画面であるため、情報へ同時にアクセスすることが可能となっている。すべてのグループで、5人の子どもたちが同時に画面に向かい、対象物を指で指し示しながら「これ」「それ」などの指示語を用いて情報を共有する様子が観察されている。このことが活発なコミュニケーション活動を成立させ、学習につながったと解釈できる。

4) 透明度の変更と表現方法の工夫

本システムではレイヤーの透明度を変更することが可能である。そのため、同じ色であっても、透明度を変更することで微妙な色合いの表現が可能となっている。事例3で子どもがグラデーションを意識した活動が可能となったのは紙のトレーシングペーパーにはない本システムの特徴が背景にあったからであろう。

5. ま と め

我々は、実践研究での評価を通じて、情報表現の過程を支援する本システムの有効性が確認されたと考えている。

本システムは情報表現教育を支援するシステムの第一歩であり、この領域にはまだまだ多様なシステムが生まれる余地がある。

特に集団による表現活動に関しては、CSCL(Computer Supported Collaborative Learning)のアプリケーションとしてとらえることができ、今後さらなる研究と開発が必要となるだろう。

本研究は、以下の研究プロジェクトの一環として行われたものである。

発注者：情報処理振興事業協会(IPA)

受託者：株式会社リクルート

事業名：「教育の情報化推進事業」

案件名：「小中学生向け「情報編集力=ネットワークコミュニケーションリテラシー」養成インフラシス

テムの構築」

プロジェクト名：シーホースペイプロジェクト

本研究の実施にあたり，協力いただいた千葉市立打瀬中学校 渡部二好先生，および生徒のみなさんに深く感謝いたします。

参 考 文 献

荻宿俊文(1999) プロセスの可視化の教育的な意味について—再構成型描画ソフトウェア「脳の鏡」の実践を通して—。可視化情報学会誌, 19(75) : 299-304

宮脇 理編(1993) デザイン教育ダイナミズム。建帛社, 東京

文部省(1998) 中学校学習指導要領

BELL, P.(1997) Using argumentation representation to make thinking visible for individuals and group. In HALL, R., MIYAKE, N. and ENYEDY, N.(eds.), *Proceedings of CSCL '97*, pp. 10-19

山内祐平, 須永剛司, 永井由美子, 高橋敏也, 小川俊二, 松井 功(1999) 協調学習を支援するボードシステムの開発. 日本教育工学会第15回大会発表論文集 : 627-628

山内祐平(1998) 教育ソフトウェアとインターフェイスデザイン. 田村 博(編), ヒューマンインターフェイス. オーム社, 東京, pp. 524-529