

## ユビキタス時代の情報教育のためのインターフェイス PBD SPACE の開発

加納 寛子\* 寺島 信義\*\*

本研究では、時間・地域を選ばないユビキタス時代に対応したインターネットによる同期型学習空間の実現と、学習者の形成的評価をフィードバックするところまで視野に入れた教育用インターフェイス、PBD SPACEを開発した。PBD SPACEには、インターネット上で動作する「コミュニケーションボード」「ディスカッションルーム」「学びの記録」「PBD Electronic Portfolio Cruiser (課題の登録と閲覧)」「PBD Web Mail」「自己評価と相互評価」「PBD ROOM (課題の公開)」「学習カウンセリング」「PBD Brainstorming」「ML」の機能が備えてある。本稿では、中学校および高等学校の数学の教員58名を被調査者とし、数学の教材作成を実施し、自己評価結果の分析を $\chi^2$ 検定によって分析した。その結果、自己評価項目「内容が充実しているか」「工夫しているか」「概念構成が明確であるか」「問題設定・場面設定が明確であるか」に関して、人数の偏りは有意であり、全体的傾向としては、高い自己評価をしていた。「内容が充実しているか」「問題設定・場面設定が明確であるか」に関しては、低い自己評価をしていた人もおり、その場合、コミュニケーションボードを利用して疑問を解決しようとしていた。PBD SPACEは、学習者がどのように自己評価し、疑問を解決しようとしているのか、教員のデータ管理画面で迅速にチェックすることができ、つまずきの早期発見に役立つことができるであろう。

キーワード: 情報教育, ユビキタス, インターフェイス, ポートフォリオ, PBD SPACE

### Development of the Interface System PBD SPACE

#### for the Education on Information in the ubiquitous Age

Hiroko KANOH Nobuyoshi TERASHIMA

PBD SPACE was developed. It provides "the synchronous type learning space" for the ubiquitous age, which is available anytime and any place through the Internet. It gives suggestions to learners about his/her learning process or results. The proposed system consists of sub systems such as "the communication board" and "the discussion room". "A record to learn". PBD Electronic Portfolio Cruiser (the registration and perusal of the subject). "PBD Web mail". "self-assessment and mutual assessment". PBD ROOM (public of the subject). "learning counseling". "PBD Brainstorming" and "ML" to work on the Internet in "PBD SPACE". 58 mathematical teachers of the junior high and the high schools participated in this project for reviewers. Of this system and experiment has been done. After the experiment, evaluation has been done, by using  $\chi$  square test analysis method. According to the evaluation, high scores have been obtained on major evaluation items such as system structure, contents and usability. However the result also showed that some of the items such as presentation of texts have to be studied further. Finally we conclude that the system will give suggestions about the tools that are desirable for education on information in the Information age.

Key word: Information Education, Ubiquitous, Interface, Portfolio, PBD SPACE.

\* 愛知産業大学短期大学経営学科 (Aichi Sangyo University, Department of Management)

\*\*早稲田大学大学院国際情報通信研究科

(Waseda University, Graduate School of Global Information and Telecommunication Studies)

## 1. はじめに

情報通信技術や携帯端末の発達と普及が進み、情報教育の学習環境も閉じられた空間（コンピュータルームなど）から、開かれた空間（家庭や地域、街中など様々な場所）へと拡大されつつある。学習空間が拡大されることにより、多くの情報を取り込み様々な人がともに学習を行える反面、学習者が隣同士に位置するような閉じられた空間での学習に比べて、コミュニケーションが容易でなくなる問題点がある。講義のためにはテレビ会議システム、個人的なやりとりにはメール、知識の共有には電子掲示板、などの活用がなされている。しかし、形成的評価を行うためには、学習者の評価の材料となる学習物や学習記録が散在する状況では、形成的評価を行うことは難しい（加納.1996.1997）。そこで、学習者の学習物と学習記録や自己評価・相互評価の記録が統合されたインターフェイスを本稿では提案する。

## 2. ユビキタス時代に対応したインターフェイス PBD SPACE のコンセプト

これまでに開発されている教育用インターフェイスの大半は、教材を羅列しているにとどまるものであったり、学習感想を書かせるまでにとどまるものであったり、ローカルエリアネットワーク上でしか動作しないタイプのものが多い。そこで、時間・地域を選ばないユビキタス時代に対応したインターネットによる同期型学習空間の実現と、学習者の形成的評価をフィードバックするところまで視野に入れた教育用インターフェイスを目指した。

すなわち、本稿で提案する PBD SPACE は、「学習者の自己評価支援」「ユビキタス時代に対応した学習空間」の2つの特徴を持つ。

### 2-1 学習者の自己評価支援

ポートフォリオを用いた学習と評価の役割の一つは自己評価を促すことであり、論理的思考力や推論する力が高められることも検証されている（加納.2000.2001.2002）。初期の頃には、学習の履歴を示すコンテンツ（作文や日記、問題解決を行う過程で書いたもの、作品など）の保管と管理に、フォルダーや箱などを用いたポートフォリオの事例が中心であった。けれども、近年では持ち運びの利便性や評価の効率の良さなどから、学習の履歴を示すコンテンツの保管と管理に、Web や、CD-R などを用いた電子ポートフォリオ (Electronic Portfolio / Digital Portfolio) が多く用いられるようになった (Barrett. 2000 ; 余田.2000 ; Guenter.1998 ; 福永・長瀬・正司.2000.2001)。本研究により、電子ポートフォリオの自己評価を学習者自身にフィードバックさせるよう支援するためのインターフェイスを実現させた。

ポートフォリオを用いた学習と評価をベースとし

て設計したため、本稿で提案するインターフェイスを PBD SPACE (Portfolio Based Design Space) と名づけた。

### 2-2 ユビキタス時代に対応した学習空間

情報教育は、技術教育と異なり、パソコンの操作方法などの技術を習得することが目的ではない。収集した様々な情報を客観的に判断し意志決定に役立てることや情報を発信していくことが求められている。情報を客観的に判断し、発信するためには、いつでも・どこでもさまざまな情報を参照し、コミュニケーションのとれるインタラクティブな環境、双方向性・対話性をもつ同期型学習空間が必要である。すなわち、PBD SPACE は、ユビキタス (Ubiquitous) 時代に対応した学習空間の実現を可能とする、教育用インターフェイスである。

PBD SPACE によって、電子ポートフォリオの作成やレポートの提出、閲覧、検索、自己評価・相互評価、及び、インターネット上でのディスカッションや、学習カウンセリングを実施することができる。

## 3. PBD SPACE の機能

PBD SPACE は、単独機能のインターフェイスではなく、学習プロセスに合わせてトータルコーディネートしたインターフェイスである。本節では、トータルコーディネートしたインターフェイスである PBD SPACE の機能について述べる。

PBD SPACE の全貌は図1に示した。左上「コミュニケーションボード」は、授業に関する連絡や学生の呼び出し、学生同士の連絡など、授業に関する連絡のための掲示板である。受講生以外閲覧する必要はないので、パスワード管理型の掲示板にしてある。

「ディスカッションルーム」の様子は図2に示した。テーマを決めてディスカッションを行うための掲示板で、同一の話題に関しては連続したスレッドになるように、ツリー型の掲示板になっている。

「学びの記録」の様子は図3に示した。記録当番を決め、授業で行ったことの記録を残していくための掲示板で、順を追って授業の流れを確認したり、順に過去へさかのぼることができるよう、記載順に記述内容が表示されるボード型の掲示板になっている。授業をやむなく欠席した場合など、自分で授業の内容を確認することができる。

またメーリングリストによってコミュニケーションやディスカッションが行えるよう、メーリングリストを作成しており、登録の入り口が「ML」である。

YAHOO や GOO などの、ロボット検索機能を備えた検索エンジンでは、非教育的なページや営利目

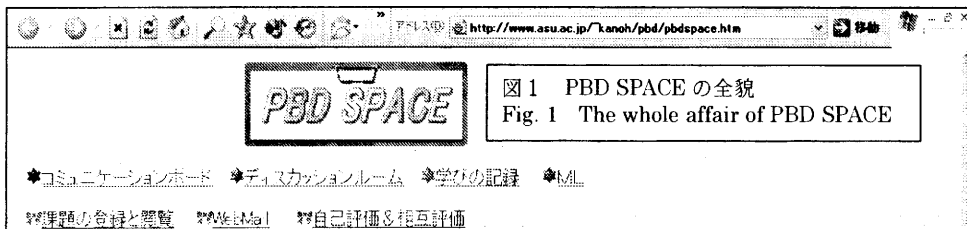


図1 PBD SPACEの全貌  
Fig. 1 The whole affair of PBD SPACE

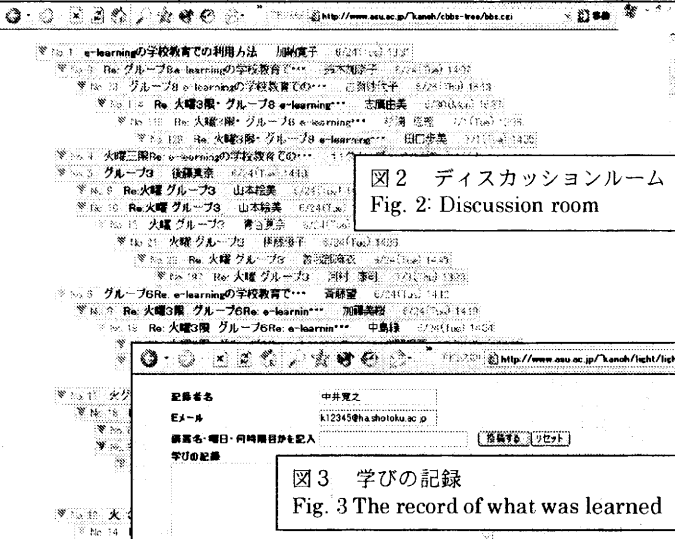
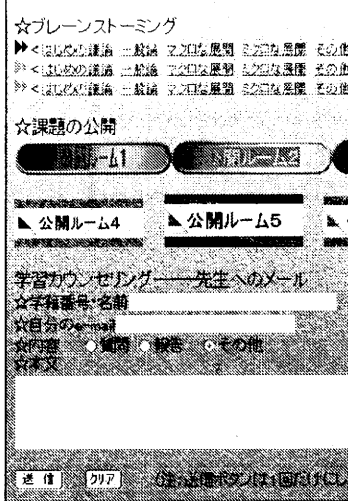


図2 ディスカッションルーム  
Fig. 2: Discussion room

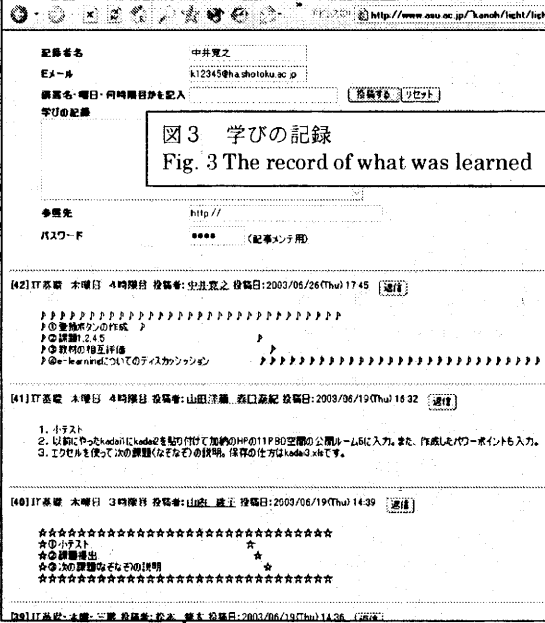


図3 学びの記録  
Fig. 3 The record of what was learned

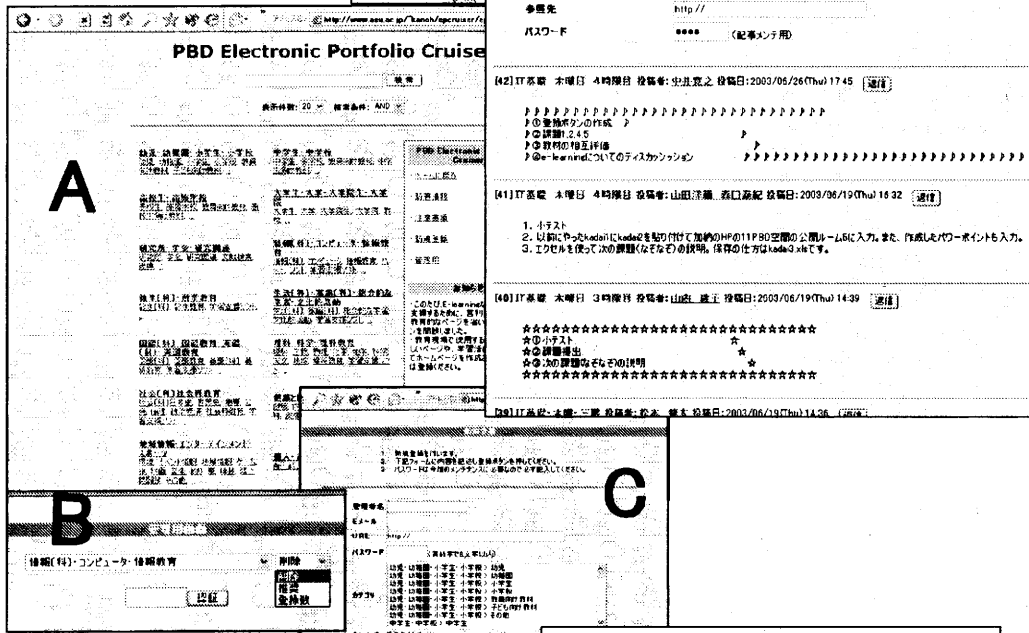
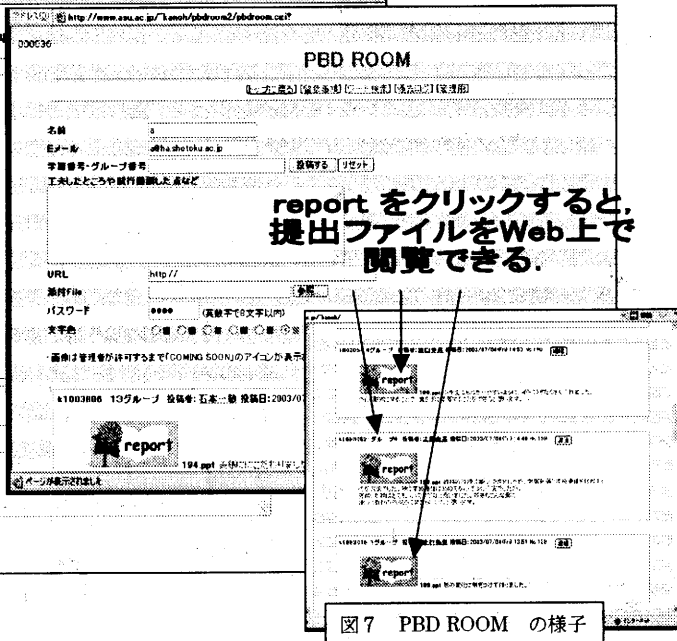
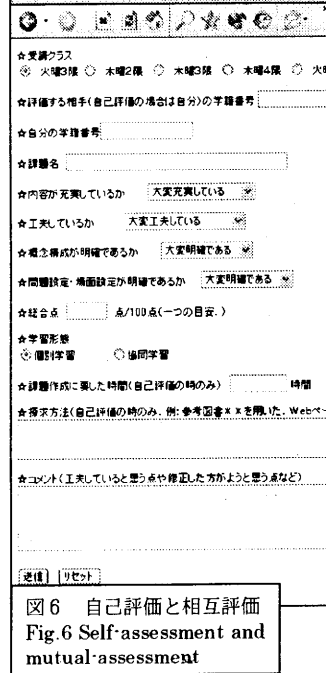
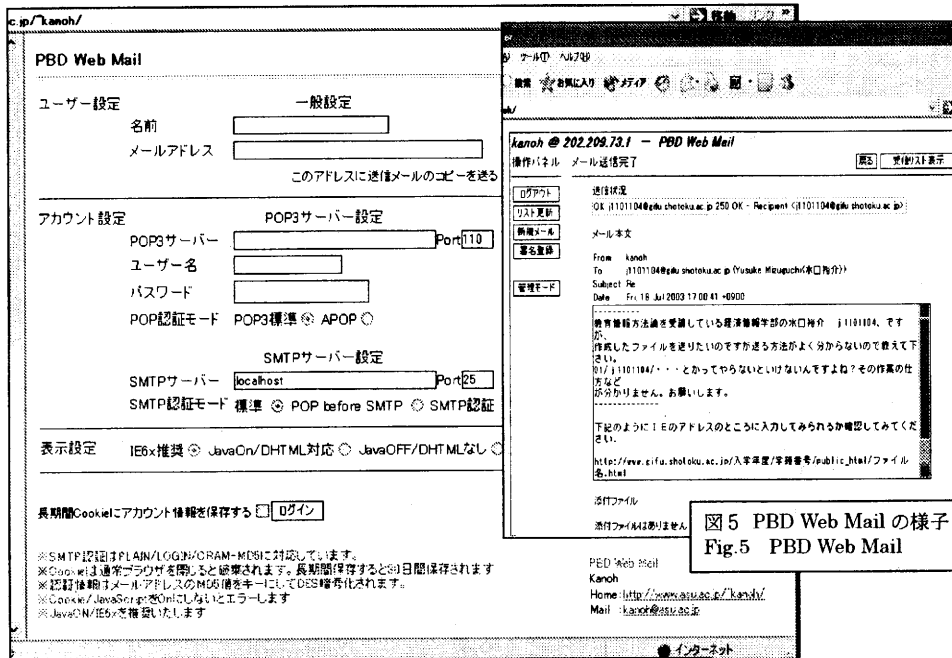


図4 PBD Electronic Portfolio Cruiserの様子  
Fig.4 PBD Electronic Portfolio Cruiser



的の広告ページなども検索されてしまい、目的に適したページを判別することが困難である場合が少なくない。従って、教育上必要なWebのみを登録し、その中から検索・閲覧が行えるようにした検索エンジンが、PBD Electronic Portfolio Cruiser (メインペー

ジでは「課題の登録と閲覧」からリンク)である。PBD Electronic Portfolio Cruiserの様子は、図4に示した。図4-Aは、検索ページである。カテゴリでたどることも、キーワード検索することもできる。図4-Bは、管理ページで、教育上不適切なページ

などが登録された場合に管理者権限で登録を削除したり、すばらしいページを推奨したり、カテゴリ別登録件数を自動カウントしたりすることができる。図4-Cは、新規登録のページで、誰でも登録することができる。

情報教育は、教わったことを教わったとおりに授業の中で情報活用できればよいのではなく、様々な学習場面や日常生活の中に還元されてはじめて身についたといえる。メールの送受信は、情報教育の中で基本事項の一つであり、授業の中ではじめに行う。しかし、多くの学生は、携帯電話のメールアドレスは自分専用のメールアドレスを持っているが、パソコン用のアドレスは、自分専用のアドレスを持っている者と持っていない者がおり、活用範囲に格差が見られる。個人でプロバイダーに加入していても、大学から配布されるアドレスが、どこからでも利用可能であれば格差が縮まるであろうと考えた。そこで、帰省先や海外からであっても、インターネットに接続していれば、メールの送受信可能にした環境がPBD Web Mailである。PBD Web Mailの様子は、図5に示した。

学習には、自己評価と相互評価は欠かせない。「自己評価と相互評価」を行うためフォームの様子は、図6に示した。フォームに従って記入し、送信ボタンを押すと、サーバー上にCSV形式でデータを保管し、必要に応じてデータを取り出し、指導助言・学生へのフィードバックに活用している。

相互評価を効率よく行うためには、作成した課題を簡単に公開し、閲覧できる必要がある。以前 ftp ソフトを用いてサーバーにアップロードを行わせたことがあるが、設定やしくみの理解など初心者には難しいようであった。そこで、初心者でも課題を簡単に公開し閲覧できるようにしたのがPBD ROOM

である。その様子を、図7に示した（PBD ROOMでは、ワード・一太郎・パワーポイント・Excel等のファイルを添付ファイル形式でWeb化できる）。

また、PBD SPACEのメイン画面から、直接教員に質問や連絡などを送ることができるフォームメールも備え、学習カウンセリングに役立てている。Webメールの他に教員宛のフォームメールを設置した理由は、初心者の中には、「(通常の)メールの送受信がうまくいかない」という質問も少なくなく、メールの設定ができていない段階であっても、フォームメールを用いれば教員と連絡を取ることができるように配慮したためである。連絡したい内容を書いて送信ボタンを押すだけで、教員にメールが届くようになっている(図1後半部分)。

マイクロソフト社によるソフトウェア Outlookの機能の一つで、コンピュータ上にカードを貼る機能(メモ機能)が存在しているが、ローカルエリアネットワーク内での利用を目的としている。PBD Brainstorming(図8)においては、インターネット上で実現させ、発想支援を目的としたインターフェイスとして設計した。

新しい知識を作り出す時に用いる方法として、発想法がある。発想法は、カードを用いた具体的な作業方法を提案した川喜多次郎のイニシアルに由来するKJ法の名でよく知られている。川喜多による発案では、物理的な紙と鉛筆を用いた方法であったが、パソコンを用いてKJ法を行えるよう作成されたツールに、「KJエディタ(小山, 河合, 大岩, 1992)」がある。KJエディタは、個人向けカード操作ツールであったが、ネットワーク環境での協調作業においても使用可能としたネットワーク版KJエディタも開発されている(大見, 河合, 竹田, 大岩, 1996)。協調作業の方法を同期対面型と同期分散型に分け、

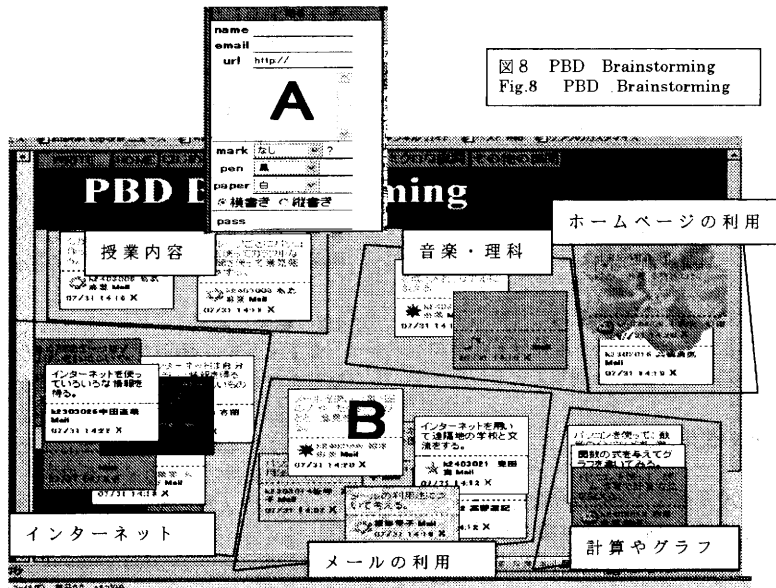


図8 PBD Brainstorming  
Fig.8 PBD Brainstorming

カードをピックアップする回数や書き込み回数、発言回数などで比較している。しかし、ネットワーク版KJエディタが使用可能な範囲は、ローカルエリアネットワーク内での使用である。授業設計によっては、ローカルエリアネットワーク内での使用で十分な場合もあり、その場合、インターネット経由でないほうが速度面などで学習がスムーズに行えるなどの利点がある。

しかし、本稿で提案しているPBD SPACEは、ユビキタス型学習空間の実現を目指しており、インターネット経由での実現が必要である。新しい発想は、特定の場所にいる時間以外に思いつくこともある。インターネット上で行えるようにすれば、家で思いついたときにも書き込むこともできる。

図8に示したPBD Brainstormingの画面の、自分の考えや意見をAの部分に書いて、上部にある「貼る」のボタンを押すと、Bの部分のように、好きな位置に、付箋を貼ることができる。自分の意見に近い意見の近くに、自分の意見を貼り、反対の場合は対峙する位置に貼るようにする。そうすることにより、議論の方向と枠組みを視覚化していくことができる。また、一度貼った後にも自由に動かすことができる。

PBD Brainstormingは、インターネットに接続された環境であれば、世界中のどこからでも付箋を貼ることができる。そして、自分以外の人貼ったカードも自由に誰でも移動させ、並べ替えることができる。従って、カードのグルーピングは、それぞれの人の観点でカテゴリ化することができる。図8に示した例は、「授業内容」「計算やグラフ」など、6つのカテゴリで分類しているが、4つ5つのカテゴリの人もある。つまりPBD Brainstormingの特徴は、アイデアを様々な場所から多くの人で出し合い共有し、まとめる段階では、個人個人の観点で作業を行い試行錯誤することができるのである。

また、PBD Brainstormingでは、カードの色を変えたり、花柄などデザインタイプのカードを用いたり、ペンの色を変えたり、マークを追加したりすることもできる。事前に人数が限られている場合は、一人一人使用する色やマークを決めたり、類似した提案は同じ色にするなど、工夫することができる。

さらに、カード上の[Mail]の部分をクリックすると、カードを貼った人へメールを送ることができ、カードだけでは伝わらない部分を訊ねたり補足することができる点など、カードを貼って並び替えるだけでなく、コミュニケーションを促す工夫をした。

#### 4. BD SPACEの使用実験

##### 4-1 方法

A県で行われた教育委員会主催の教職員研修の受講生58名(中学校および高等学校の数学の教員)

を被調査者とした。

教職員研修のプログラムでは、午前中教材作成と評価方法に関する講義が行われた。午後から3時間数学の教材作成とそのプレゼンテーションと自己評価が行われた。数学の教材の作成例は図9に示した。

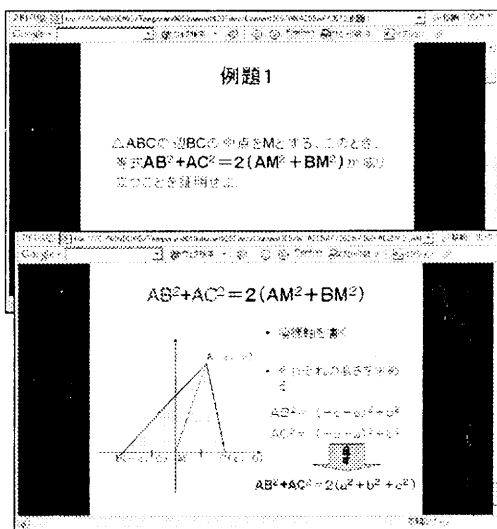


図9 数学の教材の作成例

Fig.9 The example of the mathematical subject

教材を作成した後、プレゼンテーションを行い、その後、図6に示した評価フォームにしたがって、自己評価を行った。評価項目は、以下の4項目および総合点である。

- ☆1) 内容が充実しているか。6:大変充実している 5:充実している 4:やや充実している 3:あまり充実していない 2:充実していない 1:全く充実していない
- ☆2) 工夫しているか。6:大変工夫している 5:工夫している 4:やや工夫している 3:あまり工夫していない 2:工夫していない 1:全く工夫していない
- ☆3) 概念構成が明確であるか。6:大変明確である 5:明確である 4:やや明確である 3:あまり明確でない 2:明確でない 1:全く明確でない
- ☆4) 問題設定・場面設定が明確であるか。6:大変明確である 5:明確である 4:やや明確である 3:あまり明確でない 2:明確でない 1:全く明確でない

##### 4-2 結果と考察

☆1~☆4の項目について、6:大変充実しているなどを6とし、1から6まで選択した人数について集計を行った。1を選択した人数はいずれの項目もいなかったため、2から6までの人数を集計した。そして各項目ごとにカイ二乗検定と残差分析を行った。集計した人数と残差分析の結果は表1に示した。

カイ二乗検定の結果、4項目すべてに関して、人数の偏りは有意であった「内容が充実しているか」( $\chi^2(4)=54.59, p<.01$ )「工夫しているか」( $\chi^2(2)=16.59, p<.01$ )「概念構成が明確であるか」( $\chi^2(3)=53.03, p<.01$ )「問題設定・場面設定が明確であるか」( $\chi^2(4)=75.97, p<.01$ )。

表1 自己評価項目ごとの人数と残差

Table 1 The number of every self-assessment item and residual

		3	4	5	6
内容充実	人数	-	-	15	32
	期待値	11.8	11.8	11.8	11.8
	残差	-0.8	+0.8	-4.8	20.4
工夫	人数	0	8	17	33
	期待値	-	19.3	19.3	19.3
	残差	-	-11.3	-2.3	13.7
概念構成	人数	2	9	9	38
	期待値	14.5	14.5	14.5	14.5
	残差	-12.5	-5.5	-5.5	12.5
問題設定	人数	3	4	8	33
	期待値	11.8	11.8	11.8	11.8
	残差	-8.8	-7.8	-3.8	26.4

全体的傾向としては、表1によると、「内容が充実しているか」に関しては、「大変充実している」の

残差が+方向に高く、充実した内容の教材が作成できたと自己評価していることがわかる。「工夫しているか」についても、「大変工夫している」の残差が+方向に高く、工夫した教材ができたとして自己評価していることがわかる。「概念構成が明確であるか」についても、「大変明確である」の残差が+方向に高く、概念構成が明確に教材を作成することができたと自己評価していることがわかる。「問題設定・場面設定が明確であるか」についても、「大変明確である」の残差が+方向に高く、問題設定・場面設定が明確に教材を作成することができたと自己評価していることがわかる。

一方で個別に見てみると、「内容が充実していない・あまり充実していない」としている人が4名、「問題設定・場面設定が明確でない・あまり明確でない」としている人が10名おり、このように自己評価している人は、自分の目指していた教材と実際にできあがった教材の間に乖離を感じているのだと推察される。どこをどのように修正すれば自分の目指していた教材になるのかわかっているならば、自分で修正して完成させるはずである。自分では修正できないために、低い自己評価になっていると考え

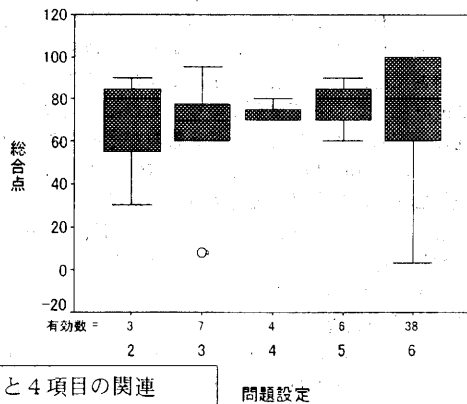
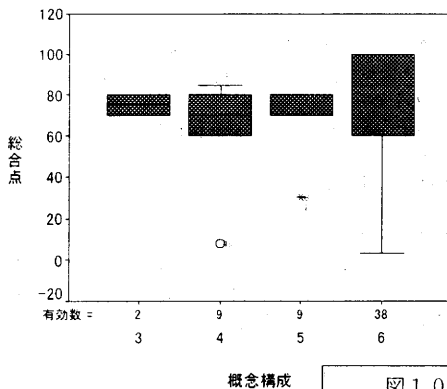
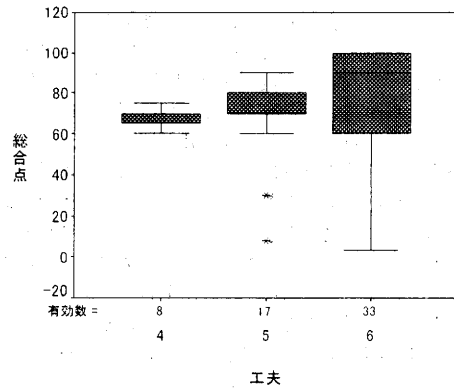
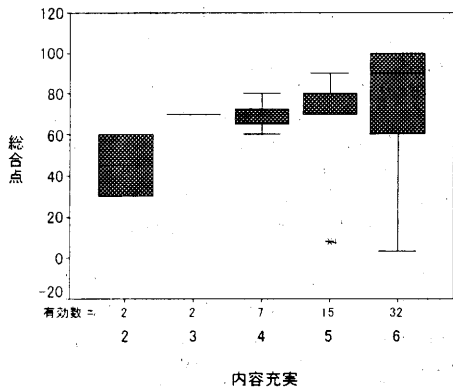


図10 総合点と4項目の関連  
Fig.10 Relation between "the score" and "4 viewpoint"

られる。被調査者の作成後の感想を見ると、低い自己評価をしていた人は「動きをつけたいのだけ動きのつけかたがわからなく、コミュニケーションボードで質問をして、回答が来たときには時間がなかったが、時間があれば自分で修正して満足いく教材ができたと思う」など、修正方法がわからない場合、PBD SPACEの機能を利用し疑問を解決しようとしている。修正方法がわからない場合は、「コミュニケーションボード」の他、「ML」を利用して、学習者同士助け合うことも、「学習カウンセリング」を利用して、質問内容を記入して教員に質問することによって解決することができる。

作品を完成した段階で自己評価してみることで、自分が不十分であると感じている部分が明確化され、学習者同士助け合ったり教員に質問したりできる機能も備えており、いつでも・どこでも自分で自己評価し修正を加え完成度を高めつつ学習を進めることができる。

点数化した自己評価「総合点」に関しては、平均が75.5、標準偏差が21.4であった。総合点と4項目に関して、探索的に関連を調べるため、箱ひげ図を作成した。その結果は図10に示した。これを見ると、「内容が充実しているか」「工夫しているか」に関しては、大変充実している、大変工夫していると答えている人ほど、高い総合点をつけていることがわかる。一方で、「概念構成が明確であるか」「問題設定・場面設定が明確であるか」に関しては、必ずしも「大変明確であると自己評価している人が高い総合点をつけているわけではない」「あまり明確でない」と自己評価した人がつけた総合点と「大変明確である」と自己評価した人がつけた総合点を比較すると、大差がない。つまり、学習成果の自己評価を点数で表現させた場合、非常に主観的であり、項目ごとの自己評価を必ずしも反映しているとは限らない。部分的に不十分と感じていても、高い点数の自己評価をし、それを教員側が鵜呑みにした場合、手だてが遅れる心配もある。総合点をつけさせることよりも、項目ごとの自己評価によって学習者の様子を迅速に把握して、必要な手だてを講じることが形成的評価として大変重要である。そのため、迅速に学習者が入力したデータを教員が把握する必要がある。それ故PBD SPACEでは、学習者の自己評価を、教員だけが閲覧できるパスワードによって管理されたデータ管理のページで、即入力データを教員が把握することができるようにしてあり、つまり早期発見に役立てることができるであろう。

## 5. 今後の課題

低い自己評価の人はコミュニケーションボードを利用して疑問を解決しようとしていた。低い自己評価をしている者への対処として、PBD SPACEには様々な機能が備えてある。しかし今回は、低い

自己評価をしていた人が少なく、低い自己評価をした場合のPBD SPACEの利用傾向と修正に至るまでの行動分析には至らなかった。被調査者が比較的高い自己評価であった要因の一つに、日頃評価する立場にある教員という属性が考えられる。今後は学生・生徒を母集団とした使用状況に関しても分析を進めていきたい。

## 参考文献

- Barrett, H. C. : Electronic Teaching Portfolios: Multimedia Skills + Portfolio Development = Powerful Professional Development, *Proceedings of the Society for Information Technology & Teacher Training (SITE) Annual Conference Technology*, 2000.
- Barrett, H. C. : Using Adobe Acrobat for Electronic Portfolio Development, *Association for the Advancement of Computing in Education*, 2000.
- Guenter, C. : Electronic Portfolios. Teaching & Learning. Final Report. Learning and Productivity Project, 1998.
- 福永浩一・長瀬久明・正司和彦:遠隔協同学習のための電子ポートフォリオシステムの開発と授業実践, 教育工学関連学会連合第6回全国大会, 2000. Pp.103-106.
- 福永浩一・長瀬久明・正司和彦:学習の振り返りを支援する電子ポートフォリオシステムの開発とその利用による授業実践, 日本教育工学会誌, 25(Supple.), 2001. Pp.83-88.
- IRVINE, S. BARLOW, J. : The Digital Portfolio in Education: an innovative learning and assessment tool, *Journal of Information Technology for Teacher Education*. Vol. 7, No. 3, 1998. Pp.321-330.
- 加納寛子:子どもの自己評価を中核とした算数・数学学習における教育評価システムのデザイン, 数学教育論文発表会論文集, 1996. Pp.635-636.
- 加納寛子:アメリカの数学教育におけるPortfolioを用いた実践, 教育目標・評価学会紀要, 1997. Pp.16-25.
- 加納寛子:アナロジーによる推論をする力を高めるための授業設計と評価 ポートフォリオによって伸びる力の一つ「アナロジーによる推論をする力」に着目して, 教育工学関連学会連合第6回全国大会, 2000. Pp.503-506.
- 加納寛子:ポートフォリオによる情報ネットワークの構想, 日本科学教育学会研究会報告 Vol. 15(4), 2001. Pp.29-34.
- 加納寛子:電子ポートフォリオを評価するためのルーブリックの開発に向けて, 日本科学教育学会年会論文集, 2002. Pp.297-298.
- 加納寛子:「ポートフォリオで情報をつくる」北大路書房, 2002.
- 小山雅庸, 河合和久, 大岩元:「カード操作ツールKJエディタの実現と評価」, 共著, コンピュータソフトウェア(日本ソフトウェア科学会誌), Vol. 9 No. 5, 1992, pp38-53
- 大見嘉弘, 河合和久, 竹田尚彦, 大岩元:「カード操作ツールKJエディタを用いた協調作業における指示操作に関する考察」, 情報処理学会論文誌 vol. 36, 1996, pp. 2720-2727.
- 余田 義彦・山野井一夫:学校教育用グループウェア「スタディノート」を用いたデジタル・ポートフォリオ評価, 日本科学教育学会年会論文集 24, 2000. Pp.289-290.