

## タブレットを用いた学習交流システムの開発

松原 道男

### The Development of Interactive Learning System Using Tablet

Michio MATSUBARA

#### I 問題の所在

基本的な知識・技能とそれを活用した思考力、判断力、表現力の育成は、新学習指導要領<sup>1)</sup>において目指されているところである。思考力、判断力、表現力を深めるためには、言語活動をとともう交流活動が必要となる<sup>2)</sup>。学習者の交流については、グループ活動などの学習形態とともに、表現したものを交流しやすくするホワイトボードや教材提示装置などの教具や教育機器の活用が考えられる。

しかし、これらの方法においては、全員が表現したものを一度に交流していくには限界がある。そこで、三浦ら<sup>3)</sup>は、PDAとデジタルペンを用いて、学習者全員のペン書きしたノートを提示できるシステムの開発を行っている。このようにノートに書く方法は、教育機器の活用による学習活動の変更や妨げを避けられるという点で利点がある。また、ノートに書く方法は、言語だけでなくイメージなどを図に表現することも可能になる。その他、表現活動の交流については、山口ら<sup>4)</sup>が概念地図を描きながら交流を図れるソフトの開発を行っている。

以上のように、学習者が表現することとその交流を図ることの重要性は、従来指摘されているところである<sup>5)</sup>。しかし、交流する情報が多くなってくると、それらを整理する必要があり、そうでなければ学習者にとっては情報が過剰になり、かえって学習にマイナスの影響を及ぼすことが考えられる。

そこで、これまでの研究においては、次の観

点から学習者が表現内容を交流できるシステムの開発を行ってきた。

- ①ノートに書く感覚で、自分の考えなどを表現できる。
- ②学習者の表現した内容について、視覚的にわかりやすく分類できる。
- ③運用上、複雑なシステムや専門的な知識を必要とせず、パソコンの基本ソフトを利用できる程度で使用できる。

以上の観点から、タブレット(タブレットPCを含む)を用いた交流システムの開発を行ってきた。これまでノート感覚で記入できる描画部分の開発、および自己組織化マップ<sup>6)</sup>を用いた考えの類似度の整理と表現について開発し、検証を行ってきた<sup>7)</sup>。

#### II 研究の目的

本研究では、これまで開発してきた交流システムの描画部分と類似度の表現を改善するとともに、ネットワーク上の情報の交流部分についてのシステムの確立を行い、システム全体を完成させることを目的とした。

#### III 方法

##### 1. システムの開発方法

システムは、パーソナルコンピュータとタブレットまたはタブレットPCを用いて動作することを考え、マイクロソフト社のVisual Basic .Netにより作成した。学習者用と教師用の2つからシステムを構成した。

## 2. 検証方法

教員養成を目的としている大学の講義においてシステムを活用し、システムの動作や学生どうしの考えの交流から、システムの評価を行うことにした。対象とした学生は9人である。中学理科における質量保存についての授業ビデオを視聴した後、システムを活用し、質量保存について中学生へ説明するためのイメージ図を描かせ、考えを交流するようにした。

## IV 開発したシステム

### 1. システム改善の概要

これまで開発したシステムについて、各コマンドボタンにロゴを入れるとともに、システムの名メニューや表示をわかりやすい色彩に変更し、操作をよりわかりやすくした。

類似度については、類似しているほど学習者の名前が近くに配置されるように表示していた。これについては、これまでテキスト形式で表示していたが、スプレッドシートを用いるように改善し、類似していれば近くのセルに学習者の名前が配置されるようにして、類似度をわかりやすくした。

情報の交流については、これまで各学習者のファイルおよび教師のファイルを1台のパソコンの共有ファイルとして保存していた。この方

法では、パソコンに負荷がかかりファイルの読み込みや書き込みの動作が遅くなってしまいうともに、Windows には同時にアクセスできるパソコンの台数に制限があるため限界があった。そこで、LAN 接続型ハードディスクを用いて、ファイルを共有することにより、システム全体が安定して動作するようにした。

### 2. システムの概要

システムは、図1に示したような構成になっている。教師用と学習者用のシステムに分かれ、ファイルの共有は、LAN 接続型ハードディスクにより行い、それらへのアクセスには、無線LAN ルーターあるいは有線ルーターを用いる。今回の検証は、学生の所有するPCを用いたため、無線LAN 機能のないものや無線LAN カードに不具合のあるものがあったため、有線LAN で行った。以上のように、有線または無線でルーターに接続するだけで、ファイルの共有を可能にし、ネットワークに関する専門的な知識がなくてもシステムを利用できるようにした。

### 3. システムの供給

システムはとくにインストールの手間やその他のトラブルを防ぐため USB のフラッシュメモリーで提供し、その中のアプリケーションファイルをクリックすることによって、利用でき

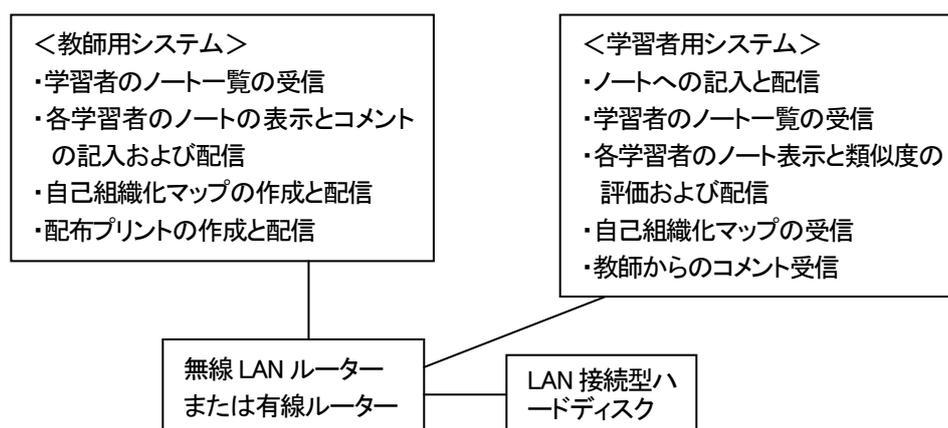


図1 システムの概要

るようにした。なお、学生の保有するPCは、全員 Windows XP であったため、システムが動作するか予め確認してもらい、必要に応じて「.NET framework」と「Tablet PC Platform SDK」をインストールしてもらった。なお、Windows Vista においては、これらのインストールは必要としない。

#### 4. 学習者用システム

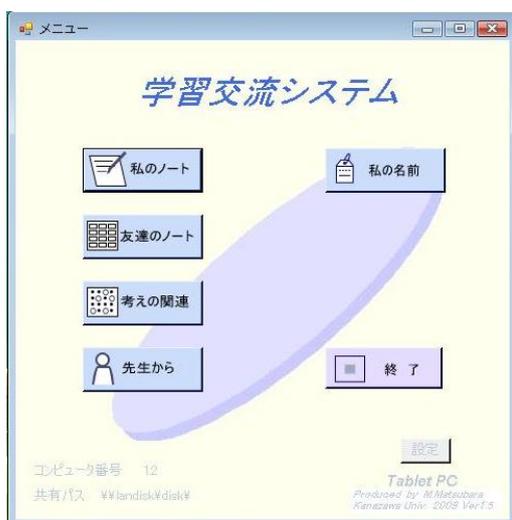


図2 学習者用システムのトップメニュー

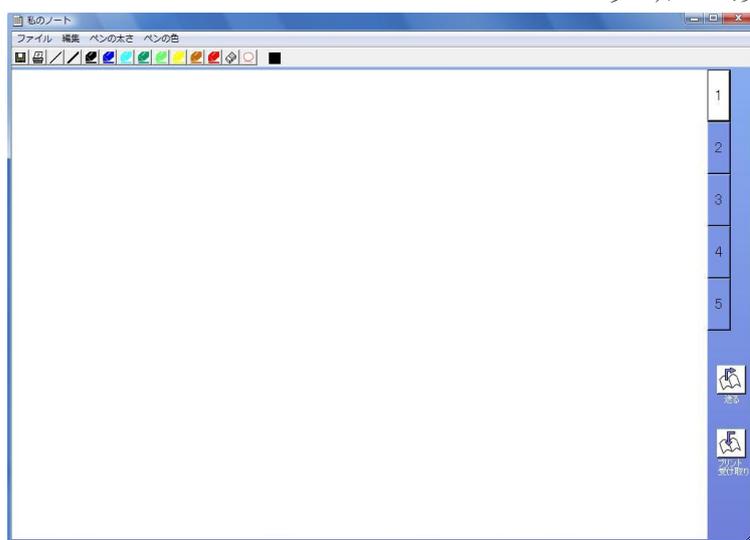


図3 記入画面「私のノート」

#### (1) トップメニュー

学習者用システムのトップメニュー画面は、図2に示したとおりである。メニューのコンボボタンにより、各操作画面が表示されるようになっている。

#### (2) 描画機能をもつ「ノート」への記入と開示

トップメニューの「私のノート」をクリックすると、図3の画面となる。ノートは、5ページ用意されている。これまでに保存している内容があればそれらが表示される。右の「1～5」の数字のタグをクリックすることにより、ページを変えて記入できる。選んだページのタグが白色となる。どのページもタブレットとペンで自由に記入でき、そのノートの保存と印刷ができるようになっている。ツールバーは、左から、保存、印刷、2段階の線の太さ、8色（黒色、青色、水色、緑色、黄緑色、黄色、茶色、赤色）のペンの色、消しゴム、領域の選択などの単純な機能のみとした。複雑な機能をもつようにすると操作が難解になるとともに、学習者が描画に凝ったり、操作のほうに興味をもったりして、本来のシステムの教育的意味を失うからである。

ツールバーの「領域の選択」は、記入したものを移動させたいときに、

あるいは記入したものの大きさを変更したいときに用いる。表示したノート全体を消したい場合は、メニューの「編集」→「全画面クリア」を選ぶことにより可能となる。

この「ノート」画面の右下の「送る」のロゴをクリックすることにより、現在のページを学習者全員と教師に開示することができる。また、「プリント受け取り」をクリックすると、予め教師のほうで準備した課題シ

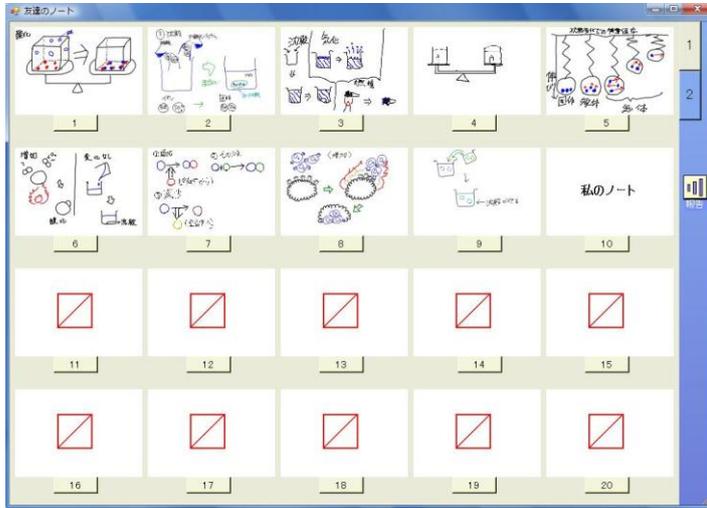


図4 学習者のノート一覧

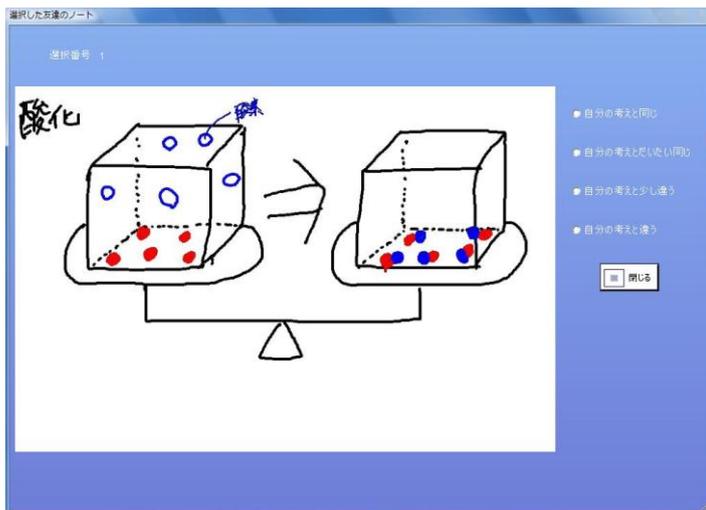


図5 選択した学習者のノートと類似度の評価

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13	C14	C15
1	2	0	0	5	0	0	0								
2	0	0	0	0	0	0	0								
3	0	0	0	0	0	0	0								
4	4	0	0	9	0	0	6								
5	0	0	0	0	0	0	0								
6	0	0	0	0	0	0	8								
7	1	0	0	7	0	3	0								
8															
9															
10															
11															
12															

図6 類似度を示した自己組織化マップ

ートを受け取ることができる。今回の検証では、学生に自由に記入させるため、教師は課シーとを用意せず、何も書いていない「ノート」に自由に記入させた。

### (3)学習者の記入内容の閲覧

ホームメニューの「友達のノート」をクリックすると、図4に示したように、縮小された全員のノートを見ることができる。右の「1」「2」のタグをクリックすることによって、それぞれ20人の計40人まで表示できる。この中で、見たいノートの番号をクリックすると、図5のように拡大され、自分の考えに近いかどうかの類似度について4段階でチェックできるようになっている。チェックをしたノートの番号のタグは、類似度に応じて水色からオレンジの4色に分けて表示される。このようにして、全員あるいは任意の友達の考えの類似度をチェックし、「報告」をクリックすると、その結果が保存される。この報告をもとに、教師用システムで、学習者どうし

の考えの類似度を分析する。

### (4)考えの関連の閲覧

トップメニューの「考えの関連」を選択すると、後に述べる教師用ソフトで分析した考えの類似度についての自己組織化マップを見ることができる。このマップは、図6に示したように、類似していればいるほど、近いセルに名前が配置されるというものである。なお、個人名が表示されるため、図6においては学生の名前をコンピュータ番号に書き換えて示している。

(5)教師からのコメント

トップメニューの「先生から」をクリックすると、開示した自分のノートに対して、教師からのコメントが記入されていれば、それを見ることができる。

(6)学生の名前

トップメニューの「私の名前」をクリックすると、図7に示したように自分の名前を記入できる。「考えの関連」の表示においては、ここに記入した名前が表示される。

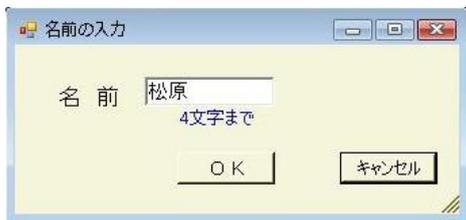


図7 自分の名前の入力

(7)個人識別と共有フォルダの設定

トップメニューの右下の「設定」をクリックすると、図8に示したようになる。この「設定」は学習者のほうでは操作せず、教師が操作して設定を行う。「コンピュータ番号」には、1から40までの数字を入れ、各学習者のコンピュータを区別する。また、この番号は、保存するファイル名に反映しており、ファイル区別に用いられている。さらに、この番号は、図4に示したノート一覧で表示される番号に対応している。

「共有フォルダのパス」は、報告したノートのファイルや類似度のファイルの共有フォルダパスである。ここでは、LAN 接続型ハードディスクを用いているため、「¥¥landisk¥disk¥」である。これによって、

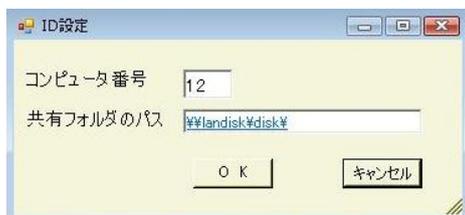


図8 個人識別と共有ファイルの設定

ネットワーク上の特別な設定を必要とせず、サーバー等を用いずにファイルのやり取りができる。

5. 教師用システム

(1)トップメニュー

教師用システムのトップメニュー画面は、図9に示したとおりである。メニューのコマンドボタンにより、各操作画面が表示されるようになっている。



図9 教師用システムのトップメニュー

(2)学習者の記入内容の一覧

トップメニューの「子どものノート」を選択すると図4に示した学習者用システムと同様、縮小された全員のノートを見ることができる。その中で、見たいノートを選ぶと、図10に示

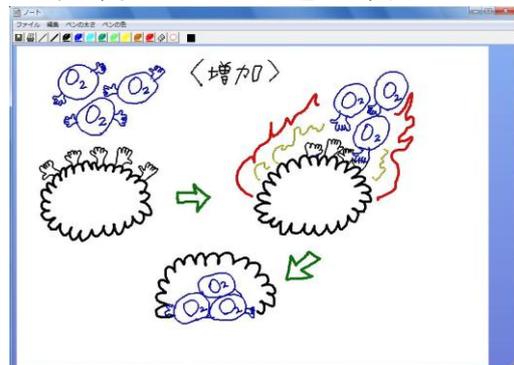


図10 コメント記入画面

したようにタブレットとペンでコメントなどを記入できる画面になる。ツールバーの機能は、図 3 に示した学習者用システムの「ノート」と同じである。ここで記入したコメントは、学習者用システムにおいてトップメニューの「先生から」をクリックすることにより、その学習者だけが見ることができる。

### (3) 自己組織化マップによる考えの関連の分析

トップメニューの「考えの関連」を選択すると、学習者から報告のあった考えの類似度のデータをもとに自己組織化マップを作成する。自己組織化マップ作成にあたっては、図 11 に示したように学習者の人数を入力する。学習者の考えの類似度を示した自己組織化マップは、図 6 に示したように、考えが類似している学習者の名前が近くに配置されるものである。

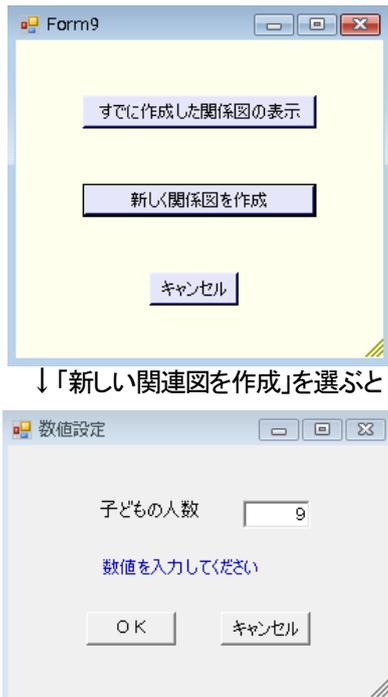


図 11 自己組織化マップの作成

### (4) プリント作成

トップメニューの「プリント作成」を選択すると図 12 に示したように、描画を中心とした

プリントを作成できる。図 3 に示した学習者用システムのノートと同じツールバーがあり、タブレットとペンで記入ができる。右の「プリント開示」をクリックすると、学習者が、学習者用システムでそのプリントを受け取ることができる。「ペイントで編集」をクリックすると Windows の「ペイント」が起動し、それで編集を行うこともできるようになっている。

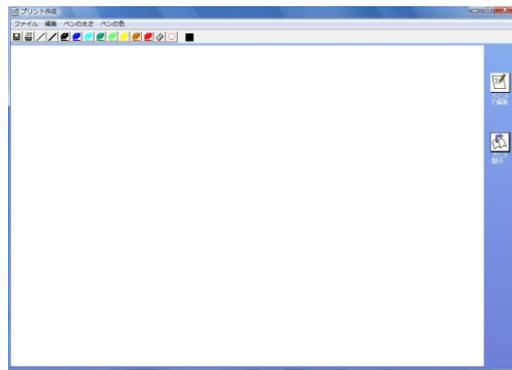


図 12 プリントの作成

### (5) ファイルの管理

トップメニューの「ファイルの管理」を選択すると、図 13 に示したように、学習者から開示されたノートのファイル、それに対する教師のコメントのファイル、考えの類似度に関するファイルを削除することができる。

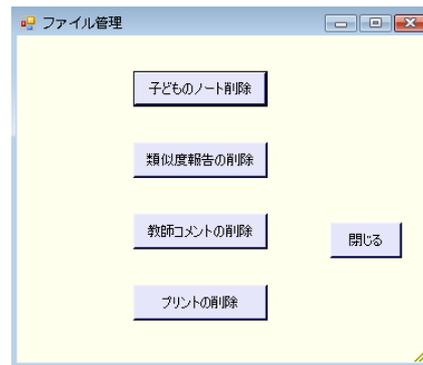


図 13 共有ファイルの管理

### (6) ファイルの共有設定

トップメニューの「共有パス」をクリックすると、学習者用システムの「設定」の「共有フ

フォルダのパス」と同様、図 14 に示したようにファイル共有フォルダのパスの設定を行うことができる。



図 14 共有ファイルの設定

## V 結果および考察

本システムによる検証の様子を、図 15 に示した。各学生がタブレットを用いて、質量保存の説明のためのイメージ図を記入し、その内容の開示を行った。そして、記入内容について、自分の考えとの類似度をチェックし「報告」した。そして、教師が、そのデータをもとにその場で自己組織化マップの作成を行い、それに基づき、学生の類似した考えや異なる考えなどの解説を行った。この一連の学習活動から、次のような結果が得られた。



図 15 システムの検証(授業風景)

結果①：学生は、タブレットとペンで記入を行ったが、これらを始めて使用する学生が多かった。そのため、最初はマウスのほうが書きやすいと感じる学生もいたが、利用していくにつれてある程度慣れてくるようであった。

結果②：記入内容については、いくつかのページに書き、すべてを開示したいとする学生もい

た。本システムでは、一人につき一つのノートしか開示できないため、考えの代表的なものを一つ開示させた。

結果③：自分のノートの開示、学生のノート一覧およびその類似度の評価、評価結果の報告、自己組織化マップの閲覧など、ネットワークを通じたシステムの動作はスムーズであった。

結果④：自己組織化マップによって類似度を示した図 6 の結果から、学生番号の「8」「7」「3」は、近くに配置されており類似していると考えられる。それらに対して学生番号「2」「5」は離れており、考え方が異なるといえる。これらを見ると、「8」は、酸化による質量の増加を分子モデル的に表現している。「7」は、分子モデル的に化学反応の前後で、空気中から分子が入ると増加、空気中に出ると減少、そのままと変化しないといった表現を行っている。「3」は、「7」とほぼ同じで、より図が具体的になっている。一方、「2」は、質量の変化のない沈殿について、イオンから表現している。「5」は、質量の増減について、ばねばかりのモデルから示している。

以上の結果について、次のことが考察できる。結果①については、本システムは、鉛筆でノートに書く感覚で使用できることを念頭におき、タブレット PC の使用を考えてこれまで開発してきた。タブレット PC であれば、もっと記入が容易になると思われる。

結果②についても、本システムは、鉛筆でノートに書くことを基本におき、あまり複雑な機能をもたないようにしてきた。そのため、各ノートは独立した形になっている。しかし、各ノートに書いたものを用いたいこともあると思われるので、あるノートの必要な部分をコピーして、他のノートに貼り付けるといった機能を加えていくことが今後考えられる。

結果③から、本研究の目的の一つであるネットワーク上のシステムの動作については、うまくいったと思われる。とくに、学習者のノートの保存においては、ノート一覧に表示するため

の小さいサイズのファイルと、選択したときに大きく表示するための大きいサイズのファイルを自動的に2つ作成するようにした。このことにより、ノート一覧を学生が一斉に見る場合においても、動作が重くなることがなかったと思われる。

結果④から、自己組織化マップで分類された類似度については、うまく分類されていると思われる。このことを利用して、同じような考えの学習者をグループにしたり、逆に、自分の考えと違う学習者の意見を聞いたりするなど、学習交流に役立てていけるとと思われる。教師においては、たとえばいろいろな考えを発表させたときには、自己組織化マップを参考にして、自己組織化マップで離れている学習者に発表させることにより、いろいろな考えを発表させることができるといえる。

以上のように、いくつかの改善点はあげられるが、本システムのねらいとする考えの記入、開示、交流および情報の集約については、おおむね達成したと思われる。

#### 参考文献

- 1) 文部科学省：「小学校学習指導要領」、2008年3月告示。
- 2) 中央教育審議会：「幼稚園、小学校、中学校、高等学校及び特別支援学校の学習指導要領等の改善について(答申)」、2008。

- 3) 三浦元喜・國藤進・志築文太郎・田中二郎：「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、Vol. 46、No. 9、2300-2310、2005。
- 4) 山口悦司・稲垣成哲・船生日出男：「再構成型コンセプトマップ作成ソフトウェアに関する実験的研究：再生・修正機能が学習者の内省や対話に及ぼす効果の分析」、科学教育研究、Vol. 26、No. 53、36-349、2002。
- 5) リチャード・ホワイト、リチャード・ガンストン：「子どもの学びを探る：知の多様な表現を基底にした教室をめざして」、東洋館出版社、15-31、1995。
- 6) T. コホネン：「自己組織化マップ」、シュプリンガー・フェアラク東京、102-171、1996
- 7) 松原道男：「タブレットによる描画を対象とした学習交流システムの開発」、日本科学教育学会年会論文集27、389-390、2003。
- 8) 松原道男：「タブレットPCによる描画の交流のためのソフト開発」、日本科学教育学会年会論文集28、609-610、2004。