

## SHoes における学習支援

大下 潔 菅原典子 橋本健吾 織田恵太 赤池英夫 角田博保  
電気通信大学 情報工学科

集合教育に用いる e-ラーニングシステム SHoes の開発を行っている。これまでの運用経験に基づき今回新たに組織学習機能、協調学習機能と行動表示機能を追加した。これらの機能により、学生相互による作問、解答、採点および講評(組織学習)、コミュニケーションを行いながらのテスト(協調学習)が可能になり、また学生の講義参加状況をリアルタイムに把握(行動表示)できるようになった。本稿ではシステムの各種機能および実際の講義での使用経験について報告する。

### Realtime e-learning System for Classroom Education:SHoes Study Support using SHoes

Kiyoshi OHSHITA Noriko SUGAWARA Kengo HASHIMOTO Keita ODA  
Hideo AKAIKE Hiroyasu KAKUDA

Department of Computer Science, The University of Electro-Communications

We are developing an e-learning system "Sheet Oriented Education System (SHoes)" for classroom education. It have been used in actual lecture for over a year. SHoes provides the following features: note-taking, short tests, bulletin boards and so on. And this time, based on the past experience, we added two new functions to SHoes to promote knowledge sharing. One is for collaborative learning and the other is for organizational learning. To support the later, a small program to monitor activities of students was also added. In this paper, the features of SHoes and the experience obtained via experimental lectures are described.

#### 1 はじめに

我々の研究室では数年にわたり、対面型の集合教育における学生の理解の促進や学習進度の柔軟化、教師の指導の効率化を目指して講義支援システムの構築と評価を続けており、昨年度より即応型 e-ラーニングシステム SHoes(Sheet Oriented Education System)を開発、運用している [1, 2].

SHoes には (1) 講義資料表示機能、(2) メモ書き機能、(3) コミュニケーション機能(質問機能等)、(4) 学生の行動を記録する機能、(5) 小テスト機能などがある。講義資料は OHP シートのメタファーである提示シートを単位として構成されているが、さらにメモ、講義参加者間でやりとりされる質問と回答および小テストなどもシートとして実現されており、統一した操作感

が提供されている。また、同時に異なる複数枚のシートを表示することができるため、学生は個々の学習進度に合わせて自由な組合せで講義資料を参照できる。

昨年度の試作段階で、基盤となるサーバ部と講義参加者間のコミュニケーション支援機能を持ったシート提示部を実装し、実際の講義で使用した [2]。評価の結果、学生からの印象は良好であったが、学生間で知識共有を行う機能の不足も見られた。そこで、今回新たに組織学習機能、協調学習機能と行動表示機能を追加した。

組織学習機能は、学生相互による作問、解答、採点および講評を行うものである。SHoes の既存の個人向け小テスト機能を拡張し、学生によるシート上でのテキストや図を用いた問題等の作成、そして、それらの問題等を学生同士が共有できる仕組みを作った。

協調学習機能は、少人数のグループでコミュニケーションをとりながらのテストを行うものである。グループ活動でいかに円滑なコミュニケーションを進められるかということを重視し、SHoesのメモ機能を拡張してグループ内のメモをリアルタイムに共有することや、チャットによりグループ内でディスカッションができる仕組みを追加した。また、TAが全てのグループを監視し、必要に応じて補助の必要なグループのディスカッションに加わることができるようにした。その時の学生の講義参加状況をリアルタイムに把握できるように行動表示機能も追加した。

本稿では、システムに新たに追加した各種機能および実際の講義での使用経験について報告する。以下、組織学習と協調学習の導入について2章、講義での使用結果について3章で述べ、4章で考察し、5章でまとめる。

## 2 組織学習と協調学習の導入

### 2.1 組織学習支援

学生は授業を受ける際、直接対面しているか否かにかかわらず、教師からの発問にのみ応答するといった受動的な態度をとってしまい、学習が進まない状態におちいることがある。その解決方法の一つとして組織学習が挙げられる。組織学習とは、個人が獲得した知識を組織全体で共有していくプロセスのことである。学生同士の相互作用を通して知識の交換や共有ができるという面で効果がある。これらは教育工学におけるケラーのARCS動機付けモデル[3]をカバーしていると考えられる。

組織学習自体は広い適用範囲を持つが、とりわけ本研究では大学の講義におけるテストへの適用および支援について考えた。

#### 2.1.1 実施形態

これまでのSHoesでのテストは、教師から与えられた問題を学生が解き、それらの解答を教師が採点し結果を返却するといった流れで実施される。すなわち教師と学生の1対多のやりとりである。ここでは学生間でなされる多対多のテスト形態を導入した。

具体的には、教師が与えた課題に対して学生が相互に問題を作成し、解答し、採点を行う。また、教師は学生が作成した問題や解答、採点を吟味しコメントを与える。解答と採点で異なる問題を割り当てることで、より多くの問題に触れることができる。問題の解答においても、他の学生が作成した問題を解くことによって、他者の学習過程、知識、発想などを知ることができ、自己の理解を深めることにつながる。これらのことから、このテスト形態は有効であると考えた。

今回導入した多対多テストによる組織学習は、以下に示す3つのフェーズで構成されている。流れを図1に示す。

#### 1. 問題作成フェーズ

学生は、教師から与えられた課題に対する問題・正解例を作成する。教師は、学生から提出された問題・正解例を確認し、適当なものを選び、問題の作成者と解答者が異なるように配布する。

#### 2. 解答フェーズ

学生は、問題に解答する。教師は、学生から提出された解答を確認し、適当なものを選び、問題の作成者、解答者および採点者が異なるように配布する。

#### 3. 採点フェーズ

学生は、解答を採点し、講評する。教師は、提出された採点・採点者講評を確認してコメントを返す。

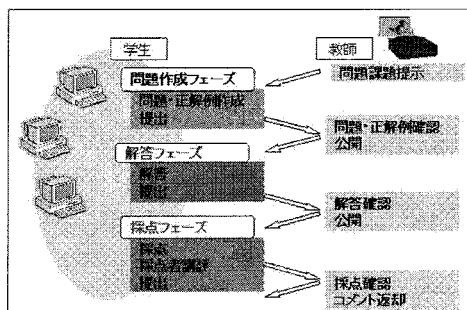


図 1: 多対多テストによる組織学習の流れ

### 2.1.2 SHoes を用いた実現

事前に紙媒体を用いて本組織学習を実施したところ、作問や解答のためにメモ機能を充実させたり、問題の回収・配布を行う仕組みを用意すべきことが分かった。これらの知見を元にSHoesに組織学習を支援する機能を追加した。

#### ・学生に対する機能

まず、各シートが作問、解答、採点のどのフェーズに対するものが容易に判別できるように、シナリオの表示形式を変更した(図2)。シナリオから“問題作成”、“正解例作成”、“解答”、“採点”、“採点者講評”を選択するとシートにそれぞれの編集画面が表示される。例えば、“問題作成”では、シート全体を問題用紙とみなし、メモ機能を使用してテキストや図形からなる問題を作成する。送信ボタンを押すと作成した問題が教師に提出される。他の作業についても同様である。ただし、解答と採点フェーズに関しては、それぞれ問題、解答が公開されるまでは利用できない。これらのフェーズの切替のタイミングは教師が与える。

#### ・教師に対する機能

教師は、学生から提出された問題・正解例、解答、採点、採点者講評の一覧を閲覧することができる。例えば、図3は問題・正解例の一覧を閲覧するWebページであるが、学生から提出された問題・正解例、ユーザ名、問題登録の有無が表示されている。教師は、このWebページから適当な問題を選択して、公開する。その時点

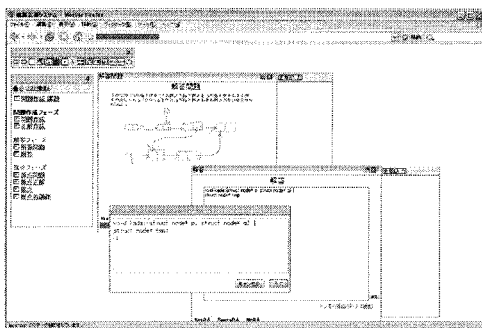


図 2: 解答画面の例

で、各学生に解答用の問題が割り振られ、解答フェーズに移る。解答の閲覧や公開、採点、採点者講評の閲覧についても同様である。

## 2.2 協調学習支援

協調学習とは、少人数のグループを編成し、その中で問題解決を通して学んでいく方法である。グループ活動の中で学習を行うことの有用性は以下に挙げる2つの認知的理論によって説明される[4, 5]。

### 1. 最近接発達領域に基づく認知発達理論

学生が独学により独自に学習するのではなく、教師や能力のある仲間の援助を受け入れることによって、個々の到達する学習領域の幅が広がる。

### 2. 認知構造の再構築

グループの内での観察、質問、説明、教え合いなどの相互作用を通して学習内容を再生することが、知識の再構築を行うのに効果的である。

組織学習と同様に協調学習も様々な場面に適用できるが、ここでは、グループでのテストの解答にあたるといった状況を想定し、その支援について考えた。

### 2.2.1 実施形態

協調学習の実施形態を図4に示す。まず教師は課題を提示するとともに、学生を小編成のグ

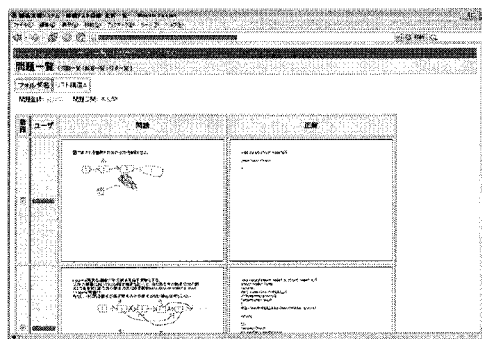


図 3: 学生が提出した問題一覧

ループに割り当てる。個々の学生はそれぞれが属したグループの仲間とともに、共通の課題を共通の作業場で議論しながら解決する。一方、TAは各グループの活動状況を監視し、議論の中で行き詰ったグループを発見した場合は積極的に介入し問題解決を支援する。前節で述べた最近接発達領域の考え方によると、能力のある仲間の援助を受け入れることが重要であった。グループ内にそのようなメンバーがいればよいが、そうでなければTAがその代わりに演じるのである。

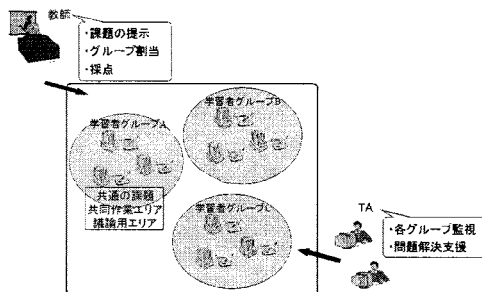


図 4: 導入する協調学習の実施形態

## 2.2.2 SHoes を用いた実現

### ・ 学生に対する機能

学生は、教師が定めた協調学習専用のシートを選択すると、そのシート内容が図5のシートウィンドウに表示され、画面右側にチャットウィンドウが現れる。そのとき、システムによってユーザが所属するグループが決められる。

同じグループに所属しているユーザ同士はシートとチャットを共有する。ユーザがシートウィンドウにメモを書き込んだり、チャットにメッセージを入力したりすると、同じグループのユーザにもリアルタイムに反映される。また、この協調学習専用シートを開くと、自分のユーザ名がチャットウィンドウに表示され、シートを閉じるとユーザ名が消えるので、他のメンバーの協調学習参加状況がリアルタイムにわかる。

協調学習中の学生の画面を図5に示す。

### ・ TA に対する機能

各グループを自由に出入りする機能がある。閲覧したいグループを選択すると、選択したグ

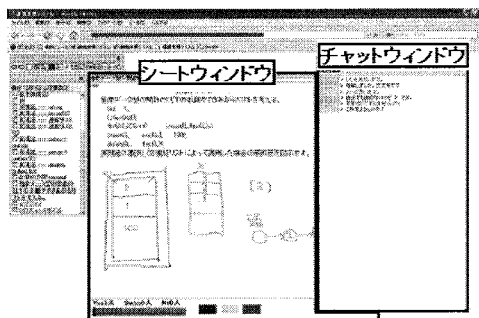


図 5: 学生の画面

ループのメンバーの一員となって、学生同様にメモの共有やチャットを使用することができる。

### ・ 行動表示機能

計算機室での対面型講義では学生の端末の画面は教師やTAから見えず、学生の状況を一括して把握することができない。そこで、以下の情報を1つの画面にまとめて表示する行動表示機能を作成した。

1. SHoes 使用状況
2. 座席情報
3. 解答提出状況
4. シート閲覧状況
5. 協調学習時のグループ情報

画面を3分割し、それぞれの画面上記の情報を取り扱う(図6)。座席情報は実際の座席を模したボックスを画面に並べることで表した。そのボックスの色を変えることでSHoesの使用状況を表し、ボックスの右上部に所属しているグループ番号が表示される。また、解答提出状況は下部に、シート閲覧状況は右部に分離し、見やすいようにグラフ化した。

この機能を用いて、教師は講義進行を調整し、TAは各グループの状況を把握して必要に応じて問題解決支援を行う。

## 2.2.3 協調型の組織学習

組織学習の一連の作業をグループ内で分担して行うという形態である。3つのフェーズをグ

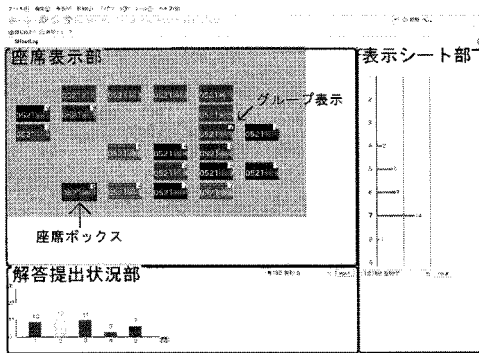


図 6: 行動表示ツールの画面

ループのメンバー一人一人が担当する。そのためグループの編成は3人に設定しておく。それぞれの役割は、協調学習専用のシートを選択すると自動的に一意に与えられる。また、テキスト編集を開始するための編集ボタンと成果物を提出するための送信ボタンは、それぞれのフェーズを担当するメンバーのシート上のみ存在する。編集は主に担当メンバーが行い、他のメンバーはメモ機能を使って編集作業を支援する。

このように全ての学生に特有の役割を与えることで自らに責任を持つようになる。それが学習に対する大きな動機付けになる。

## 2.3 関連研究

学生による作問学習、テストにおける協調学習の試みは多数なされており [4, 6, 7], 作問学習が理解を深める上で有効な学習方法であることは広く認識されている。これらのシステムは、それぞれ作問学習や、学生による協調学習的な問題作成だけを支援することに特化したシステムになっている。

一方、本研究では、基盤となる既存のシステムに学習効果が期待できる組織学習や協調学習のための機能を取り込み、集合学習を統合的に支援するシステムの構築を目指している。また、組織学習支援では、大学レベルの講義の対面型の集合教育において、学生同士で問題の作成、解答、採点という学習効果がある3つのフェーズを組み合わせることで、学生の理解度の向上を支援することを狙っている。さらに、全ての学

生に独自の役割を与えた上でグループ学習を行うことにより、学生の学習に対する意識を高め、学生間のインタラクションを活発にし、学習内容の知識だけでなく、学習自体に対する肯定的な意識を共有することを狙っている。

## 3 講義での使用結果

### 3.1 概要

昨年度版のSHoesによる講義を受講している学生に対し、今回改良したSHoesを使用した授業を行い、組織学習機能(実験1)、協調学習機能(実験2)、協調型の組織学習機能(実験3)を評価した。この時、各種機能の説明はほとんど行わなかった。各実験の課題、参加学生数、グループ数、時間配分(問題作成・解答・採点)を表1に示す。なお3種の実験は別々の講義日に行ったため、参加人数に違いがある。

### 3.2 結果

#### 3.2.1 実験1,3 -組織学習について

問題・正解例、解答、採点、採点者講評のそれぞれの提出数と公開数は、表2に示す通りとなった。提出物から公開物を選んでいる最中に届いたものがこれらの差となっている。公開数とは、使用された問題や正解例などの数を表す。

組織学習を行う場合、1人でやるよりもグループでやった方が積極的に取り組む傾向があることが分かった。ただ、実験3では共同で作業を行っているために問題作成や採点の意見がまとまらず、制限時間内に正解例や講評まで手が回っていないグループも見られた。

また、問題作成等に図を用いている様子が多く見られた。実験1では問題にリスト構造を、実験3では整列される要素の動きを図示している例がいくつかあり、メモ機能を活用し紙媒体の場合と同様に自由な問題作成を実現していることが分かった。

#### 3.2.2 実験2,3 -協調学習について

メモとチャットの使用人数は表3に示す通りとなった。先に行った実験2では、とまどいを感じて積極的にチャットやメモを使用する学生



表 1: 実験1,2,3の概要

実験	課題	参加数(人)	グループ数(組)	時間(分)
1	ポインタつけかえのプログラムを作成させる問題の作成	18	-	40(20,10,10)
2	抽象データ型のリストができあがる手順を考えて最終形を図示	20	5(4人/組)	15
3	ソートアルゴリズムを理解させる問題の作成	20	7(3人/組)	55(25,20,10)

がなかなか現れず、教師が一言「何もしない学生には評価を与えない」と加えると次第に書き込むようになった。

チャットに書き込まれたメッセージの内容に関する内訳は表4に示す通りとなった<sup>1</sup>。実験3ではそれぞれに役割が与えられているために、責任感から講義に対して積極的に取り組んだようだ。

表 2: 実験1および実験3の提出数と公開数

種類	実験1		実験3	
	提出(人)	公開(人)	提出(組)	公開(組)
問題	7 (39%)	5	7 (100%)	5
正解例	3 (16%)	3	2 (29%)	0
解答	10 (56%)	7	6 (86%)	4
採点	11 (61%)	-	7 (100%)	-
講評	11 (61%)	-	4 (59%)	-

表 3: 実験2および実験3のメモとチャットの使用人数

実験	メモ使用人数(人)	チャット使用人数(人)
実験2	19	18
実験3	20	20

表 4: 実験2および実験3のチャットのメッセージの内訳

メッセージ内容	実験2(件)	実験3(件)
講義関連	8 (17%)	136 (68%)
挨拶	6 (13%)	13 (6%)
不要なコメント	25 (54%)	27 (13%)
その他	7 (15%)	25 (12%)
計	46 (100%)	201 (100%)

### 3.3 アンケート評価

#### 3.3.1 評価方法

各実験終了後、アンケートを実施した。SHoesの小テスト機能を利用し、アンケート項目をシート上に示し、オンラインで回答するよう指示し

<sup>1</sup>初めてチャットを使うときに試験的に使用したと思われるコメントは不要コメント。実験3に限るが、誰が担当かを質問するような内容などはその他。

た。主なアンケート項目を以下に示す。

実験1-1: 解答と採点で異なる問題を割り当てることはよかったか

実験1-2: 3つのフェーズの流れは分かりやすかったか

実験1-3: 問題作りにより理解度は向上したか

実験1-4: これからもこのような問題作りをやってみたいか

実験2-1: グループで取り組むことによる効果はあったか

実験2-2: 課題に対してグループで取り組む方式はよかったか

実験2-3: これからもこのようなグループでの課題に取り組みたいか

実験3-1: 特有の役割を持つことにより学習に対する意識・態度は向上したか

実験3-2: 他のメンバーからのサポートにより学習に対する意識・態度は向上したか

実験3-3: 担当のフェーズの時、積極的に活動できたか

実験3-4: 担当でないフェーズの時、積極的に活動できたか

また、問題作りの経験や、作業を1人で行った場合とグループで行った場合のメリット・デメリットについても尋ねた。最後に自由に感想、要望、コメント等を書くよう指示した。

#### 3.3.2 アンケート結果

アンケート結果を図7に示す。

実験1 問題作りの経験については、10人から回答があり、内9人は問題作りの未経験者だった。

解答と採点で異なる問題が割り当てられたことがよかったと感じている学生は40%、そうでない学生は10%だった。また、問題作りをすることにより理解度が向上したと感じている学生は50%で、否定的な学生は30%であった。

一方、問題・正解例、解答、採点の流れが分かりやすかったと回答した学生がおらず問題点として挙げられる。また、これからもこのような問題作りをやってみたいと回答した学生は、肯定・否定それぞれ50%で差はでなかったが、完全に否定した学生はいなかった。

**実験 2** グループで取り組むことによる効果があったと感じている学生は33%、そうでない学生は11%、またこの方式をよかったと感じている学生は43%、そうでない学生は7%であった。どちらも言えないと答えた学生のほとんどが「テスト内容による」と回答していた。

この方式に関する肯定的な意見としては、いろいろな人の考えが聞けること、単純に楽しいとか面白いといった意見があった。一方で、否定的な意見として、人に見られているということで、解答を書くのに慎重になるとか抵抗を感じるという意見もあった。

**実験 3** 特有の役割を持つことで学習に対する意識・態度が向上した学生は69%、さらに他のメンバーからサポートを受けることによって学習に対する意識・態度が向上した学生は56%であった。また自分が担当となっているときに積極的に活動したと答えた学生は73%であった。これらの理由として、自分にしかできない役割を持つことで責任を負わされているから、他の人が積極的にやっていて自分も影響された、という意見があった。

実験1と3の比較になるが、問題作成等を1人で行ったときに対してグループで行ったときのメリットは、連帯責任がよい、やる気が出る、楽しい、いろんな考えが聞ける、気軽に相談できる、などの意見があった。一方デメリットとしては、担当でないからといって責任逃れできてしまう、自分のペースでできずテンポが悪くなり時間が足りなくなる、という意見があった。

## 4 考察

### 4.1 組織学習について

学生から提出された採点者講評の内容は主に、(1) 問題に対する講評、(2) 解答に対する講評、

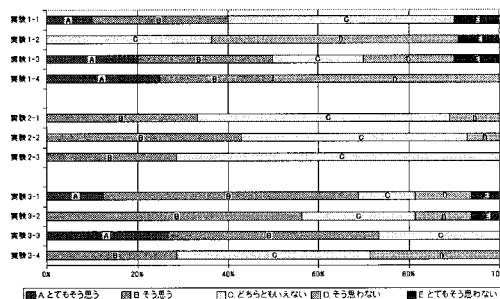


図 7: アンケート結果

(3) 解答の間違ひの指摘・正解例の提示、(4) 採点の感想の4項目に分類された。問題や解答に対する講評で、他の学生の問題や解答の優れているところをコメントしている例や、解答の間違ひに対して適切に指摘している例が多く見られ、学生間による知識の共有や教え合い、助言などができていたのではないと思われる。また、採点の感想から学生同士で採点をしあうことで刺激を受けた学生もいることが分かった。アンケートの自由回答欄からは、この学習方法に対する肯定的な意見も得られた。

### 4.2 協調学習について

少数編成のグループ内でチャットを用いて議論しながら課題に取り組むという形態をとることによって、学生の講義に対する姿勢が大きく変わったようである。表3に示したように、課題提出状況は組織学習の課題に個人で取り組むよりもグループで取り組んだ方がかなり向上した。

実験2の通常の小テストをグループによって取り組んだ場合と実験3の組織学習をグループによって取り組んだ場合とでは、表4に示したようにチャットで会話される内容の質に大きく違いが現れた。これは実験3において、各学生にグループ内で特有の役割を持たせたためであった。それぞれの学生はグループのメンバーに迷惑をかけられないと感じて、ある種の連帯責任を負うことになるので積極的にならざるを得なかったようだ。

これらのことから、本研究で導入した組織学習および協調学習が、学生間での知識や学習に

対する肯定的な意識の共有の手段のひとつとして提供できた。今後、長期に渡り利用することで、学習効果の向上が期待される。

#### 4.3 行動表示機能について

行動表示機能を開発し、SHoes と連動させることにより、講義を円滑に進めることが可能になった。特に解答提出状況などは授業を進める具合を調整する上で重要な情報であり、それをリアルタイムに確認できることは教師の役に立った。また、協調学習において、TA が各グループを監視するのに各学生・グループの状況を一括して把握できることが可能となり、問題解決支援の役に立った。

#### 4.4 SHoes との連携について

本稿で述べた組織学習支援や協調学習支援の機能を SHoes に組み込むことで、オンラインで組織学習による多対多のテストを実施でき、紙媒体で行った時の回収や配布の問題点が克服できた。また、SHoes の特徴であるメモ機能やシートの複数枚表示機能を活用することで、紙媒体と同様に自由な問題作りも実現できた。さらにそのメモを共有し、それにチャット機能を加えることによって、グループ学習も実現できた。総じて、SHoes を用いた多対多のテストにおいても組織学習および協調学習の有効性を損なうことなく発揮できた。

問題点としては、組織学習において3つのフェーズの流れが分かりにくかったということや、協調型組織学習においてフェーズ毎の担当が誰か分からなかったということが挙げられた。これらの問題は SHoes のインタフェースの改善や、事前の説明の工夫により解決できると思われる。

## 5 おわりに

本稿では、まず、筆者らが開発した集合教育に用いる即応型 e-ラーニングシステム SHoes に新たに追加した組織学習機能、協調学習機能と行動表示機能について述べた。

組織学習や協調学習機能を実際に使用した結果、アンケート結果等から、学生の知識共有、学習に対する意識改善ができたことが分かった。

現在、使い勝手の改善、動画閲覧機能の追加を進めている。さらに既存の他のシステムの提供する優れた機能や、学習に効果のあるとされている様々な手法などを取り込み、長期の使用を通して評価、改善を行うことが今後の課題である。

## 謝辞

本研究は文部科学省科学研究費基盤研究(C)(No:17500628)の補助によって行ったものである。

## 参考文献

- [1] 角田博保, 赤池英夫, 菅原典子, 織田恵太: 集合教育に用いる即応型 e-ラーニングシステムの構想, 情報処理学会研究報告, 2006-CE-83, pp.47-52 (2006)
- [2] 菅原典子, 織田恵太, 赤池英夫, 角田博保: 集合教育に用いる即応型 e-ラーニングシステム—基本部の開発および使用経験—, 情報処理学会研究報告, 2006-CE-83, pp.53-60 (2006)
- [3] 鈴木克明: 教材設計マニュアル—独学を支援するために—, p.188, 北大路書房
- [4] 植野真臣, 山田友貴, 江口宏行: 大学-高校間での協調型 e-ラーニングのデザイン, <http://lib.nagaokaut.ac.jp/kiyou/data/language/g18/G18.1.pdf>
- [5] <http://www.bun-eido.co.jp/aste/sakai.html>
- [6] 高木正則, 田中充, 勅使河原可海: グループを用いた競争かつ協調的問題作成が可能な Web ベース講義支援システムの有効性, 情報教育シンポジウム論文集, pp.51-56 (2004)
- [7] 平嶋宗: 「問題を作ることによる学習」の分類と知的支援の方法, 教育システム情報学会研究報告, Vol.20, No.3, pp.3-10 (2005)