

## 集合教育に用いる即応型 e-ラーニングシステム SHoes における組織学習支援

菅原典子<sup>†</sup> 織田恵太<sup>†</sup>  
赤池英夫<sup>†</sup> 角田博保<sup>†</sup>

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的として，即応型 e-ラーニングシステム SHoes (Sheet Oriented Education System) を開発し，実際の授業で運用している．このシステムで扱う講義資料は，OHP シートのメタファである提示シートを単位として構成し，SHoes を用いた講義はシートを基盤として実施される．同時に異なる複数枚のシートを表示することができ，各学生は個々の学習進度に合わせて資料を参照できる．教師が作成した問題を学生に提示し解答させるための小テスト機能などもある．アンケート評価の結果，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必要性が見られた．そこで，教師・学生間での 1 対多の対応ではなく，学生間の多対多に対応した組織学習機能を考案し，実装した．組織学習機能では，学生相互による作問，解答，採点および講評を SHoes 上で行うことができる．実際に講義で使用してみたところ，組織学習の各フェーズにおける成果物の量，SHoes 利用記録の解析および実験後のアンケートから，組織学習が SHoes の上で有効に機能していることが確認できた．

### SHoes: Realtime e-learning System for Classroom Education and Organizational Learning

NORIKO SUGAWARA,<sup>†</sup> KEITA ODA,<sup>†</sup> HIDEO AKAIKE<sup>†</sup>  
and HIROYASU KAKUDA<sup>†</sup>

We are developing an e-learning system “SHoes (Sheet Oriented Education System)” for classroom education as a web application. Though this system is still under development, we have already employed it in actual lectures several times. In addition to fundamental functionalities which similar systems provide, SHoes has the following features: note taking to materials, short testing, bulletin boards, self-grading of degree of understanding, and so on. Materials in SHoes are prepared as a set of presentation sheets, which is a metaphor of OHP sheets. Since the viewer of the system allows displaying multiple sheets simultaneously, learners can browse any sheet in any arrangement, so it is possible for them to learn in their own pace. According to the questionnaires, SHoes had a good reputation from students, but, at the same time, it seemed necessary to support knowledge sharing among them. To meet this need, we designed and implemented a function for organizational learning anew. This function was introduced to support not one-to-many relations between a teacher and students, but many-to-many relation between students at short tests. In the embodiment of organizational learning we defined, students (or student groups) play several roles through small tests: problem maker, answerer and reviewer. As a result of experiments by SHoes with the function for organizational learning, we obtained circumstantial evidence of growing activity of students.

#### 1. はじめに

近年，教育機関ではネットワーク接続された計算機を利用する学習形態が増加している．筆者らの所属する研究室でも，以前から WWW を用いた講義支援シ

ステムを開発<sup>1),2)</sup>，運用<sup>3),4)</sup>してきた．その使用経験をふまえ，集合教育に用いる即応型 e-ラーニングシステム SHoes の開発を 2005 年度より新たに開始し，現在も運用と改良を続けている<sup>5),6)</sup>．SHoes では OHP シートのメタファである提示シート（以下，シート）を基本的な操作対象としているが，個々の学生の学習

<sup>†</sup> 電気通信大学情報工学科

Department of Computer Science, The University of  
Electro-Communications

Sheet Oriented Education System

進度に合わせて自由な組合せで講義資料を参照できるように、複数シートの同時表示を可能にしている。また、シートを介して、メモ書き、講義参加者間での質問と回答、講義内容の理解度の投票なども行える。このようにシート上に即応性のあるコミュニケーションの場を形成している点が特徴の1つとなっている。また、SHoesはWebアプリケーションであるため、一般的なWebブラウザを使用できる環境であればどこからでも利用できる。集合教育(対面教育)に重要となる(ブラウザ上での)メモ機能や即応性を有するコミュニケーション機能などはJavaScript, DHTML, Ajax, SVGなどの各種技術を用いて実現されている。

e-ラーニングシステムには非同同期型と同期型があり、基本的に学習者が同じ場所にいる必要はない。これに対して集合教育は学習者が一堂に会して行われるもので、生身の交流やコミュニケーションができるという利点がある。最近ではe-ラーニングと集合教育を交代で利用するブレンディングが使われるようになり、両者の利点を合わせ持たせることができるといわれている<sup>7)</sup>。SHoesは集合教育での使用を念頭に置いており、学習者個々の活動支援だけでなく、同時刻に同じ授業に参加している学生間の相互作用による効果の活用も目指している。そのためにチャットや掲示板といったコミュニケーション機能を提供している。Blackboard Learning System<sup>8)</sup>, Moodle<sup>9)</sup>, sakai<sup>10)</sup>, CFIVE<sup>11)</sup>, CEAS<sup>12)</sup>, exCampus<sup>13)</sup>など、現在普及している代表的なLMS(Learning Management System)の多くが、教材の配信や課題の実施といった個々の学習者向けの機能だけでなく、コミュニケーション/コラボレーション機能の充実を図っており、方向性としてはSHoesと一致している。

昨年度、基本機能を持った試作システムを実際の講義で用いたところ、利用した学生からの好印象を得たが、講義内容に対する理解の程度はこれまで同様に個人ごとに開きが見られた。その差を埋めるためにも学生間での知識共有促進の必要性が再確認された。そこで今回、学生相互による作問、解答、採点および講評を行う組織学習機能を追加した。学生による作問学習、小テストにおける協調学習の試みは、すでに関連研究においていくつかなされており<sup>14)~16)</sup>、作問学習が理解を深めるうえで有効であることが報告されている。しかし、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、SHoesはベースとなる基本的なe-ラーニングシステムを維持したまま、学習に効果が期待できる機能を漸次取り込む

ことで、総合的な学習支援システムの構築を目指している。また、Moodleを基盤とした相互評価支援の研究<sup>17)</sup>や、WebCTのディスカッション機能を用いた学生の問題作成などの協同学習支援に関する研究<sup>18)</sup>もあるが、本研究では、作問だけでなく、それに続く解答、採点および講評も組み合わせて学生間での知識共有を図ることで、学生の学習意欲や理解度の向上を狙っている。

本稿では、SHoesの設計、実装、および組織学習機能の使用経験について報告する。以下、SHoesの概要について2章、組織学習について3章、SHoesにおける組織学習について4章、実験を5章で述べ、6章で結論をまとめる。なお、特に区別を要する場合、組織学習機能がない方をSHoes1、組織学習機能がある方をSHoes2と呼ぶことにする。

## 2. SHoesの概要

### 2.1 SHoesの設計目標

SHoesが仮定している教室環境は、教師と各学生がそれぞれ利用できるネットワーク直結の端末を備えた中規模の教室である。この仮定は、計算機室を利用したり、無線LANでネットワーク接続した教室にノートパソコンを持ち込んで使ったりすることなどにより、現時点では大きな制約とはならない。この仮定のもとに、教師およびできる限り様々な種類の学生(成績の上位の学生から下位の学生まで、向学心の高い学生から低い学生まで)に対して支援を与えることがSHoesの目標である。

SHoesは集合教育の場で利用することを第一義としている。全員にまとめて資料を提示できるスクリーンなどによって、学生の注意を喚起できる形態で利用する。つまり、教師主導型の集合教育(対面教育)にe-ラーニングシステムを適用しようというものである。

SHoesではOHPシートのメタファである提示シートの上にコミュニケーションの場を形成する点を1つの特徴とする。そのため、SHoesには、(1)シート単位の講義資料表示機能、(2)シートに対するメモ書き機能、(3)シートを通じたコミュニケーション機能(質問機能など)、(4)学生の行動を記録する通信記録機能、(5)シートを通じた小テスト機能が要求される。

これらの要求は、学生が自分の進度で自由に学習を進められるようにするということである。教師はシートを順次提示して授業を進めてゆくが、進度が遅い学生はさかのぼってシートを見ることができ、進度が早い学生は先のシートを見ることができる。質問などがあれば、いつでもシートを通じて質問することができ

るといった具合に学生主導で学習の進捗を調整することができる。

それとは別に、同じ場所、同じ時間を共有していることを活かして、たとえば、問題作成、解答、採点を学生間で協調して行うといった組織学習機能も必要である。組織学習では同期した授業になり、個人が自由に進捗を調整することはできなくなるが、組織的に学習することで、進んだ者も遅れた者も利益を得ることができるはずである。

SHoes ではこのように個人の自主性を尊重した学習と組織学習の 2 種類を混ぜたハイブリッドな学習、教育環境の実現を目指している。

SHoes を設計するに際し、授業の効率をあげることは考えるが、学生の達成度を保ちながら教師の負担を減らすというのではなく、教師の負担は同じままで、学生の達成度を向上させることを狙っている。また、教師との対話（インタラクション）を重んじ、たとえば、口頭質問を掲示板に代えるなど、教育効果が変わらない範囲で計算機の支援を導入する。

## 2.2 システム構成

SHoes はネットワーク接続された計算機を用いて行う対面型の講義に対応するため、Web アプリケーションとして作成されている（図 1）。これによりユーザは専用ソフトを必要とせず、一般的な Web ブラウザを使用できる環境であればどこからでも、また予復習のために講義時間外でもシステムを利用できる。

## 2.3 講義資料の構成

SHoes で取り扱う講義資料は、シートを単位として構成されている。シートとは、テキストや図などを用いて具体的に表現した講義内容を、適度な物理サイズに分割したそれぞれである。教師が作成し、サーバにアップロードしたシートを受講者が Web ブラウザで閲覧することになる。シートはその内容から教材シートと問題シートに分類される。教材シートは、教師が学生に講義内容を提示するためのシートである。問題シートは、教師が学生に解答を求めるためのシートであり、小テストやアンケートなどの際に使用する。シートの並び順を示したものがシナリオである。

SHoes ではシートを軸としてすべての機能や操作法が設計されている。そのため、システム利用者は対象となるシートを基点に行動すればよく、目的達成の手順が分かりやすくなっている。

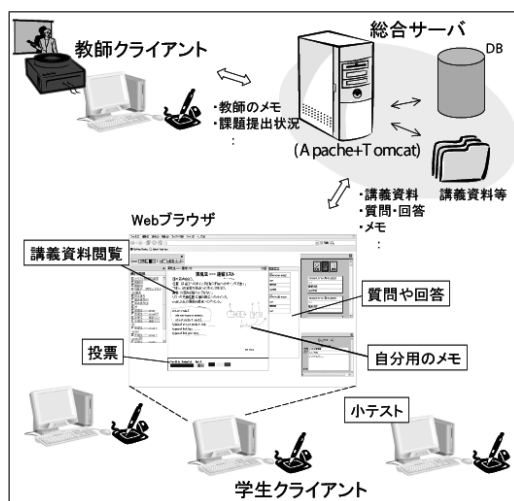


図 1 システム概念図

Fig. 1 Basic structure of the system.

## 2.4 外部仕様

クライアントを使ってシステムにログインすると講義資料の閲覧、メモ書き、シートの表示管理、問題シートの解答、掲示板の閲覧と書き込みなどができる。各機能の詳細は以下のとおりである。

- 講義資料表示機能
  - シート単位で用意された講義資料を任意に選択でき、またそれらを複数枚同時にオーバーラップウィンドウ方式で表示できる。
- メモ機能
  - (1) シート上の任意の位置に手書き、もしくはキーボード入力によるメモ書きができる。
  - (2) 教師のメモが学生端末にリアルタイムで反映され、また学生、教師それぞれのメモの表示、非表示の切替えができる。
- コミュニケーション機能
  - (1) 任意のシートに関係した発言、講義全体にわたる内容の発言をリアルタイムで投稿、検索、閲覧できる。
  - (2) 各シートに対し、その内容を理解したかどうかを投票できる。
- 通信記録機能
 

講義資料の配信や小テスト提出など、本システムを介した通信を記録でき、教師側でその閲覧が可能である。
- 小テスト機能
  - (1) 教師から学生に解答を求める問題シートを提示でき、学生はそれらの問題シートに対して個別に解答することができる。

具体的にはシートウィンドウの大きさであり、使用するコンピュータ端末の表示能力や視認性などから決まる。

- (2) 教師は学生から提出された解答に対し個別にコメントを返すことができる。

クライアントの画面は、シナリオウィンドウ、シートウィンドウ、掲示板、ツールバーからなる(図2)。これらのウィンドウは、自由に移動、拡大・縮小することができる。

シートウィンドウは複数枚表示することが可能で、最も手前に表示されているものを「アクティブなシートウィンドウ」と呼ぶ。従来の講義においても、学生が配布されたプリントなどの資料を机上で複数枚同時に参照する光景が多く見られるため、このオーバーラップウィンドウ方式は必須であると考えた。

シートには、手書きによるメモ、あるいはキーボード入力によるテキストメモを直接書き込むことができる。学生のメモはプライベートなものであり他の学生には見えないが、教師のメモは書き込まれるたびに全学生の画面にリアルタイムに反映される。教師と学生のメモを区別するために、教師のメモは薄い色で表示される。またメモの表示・非表示は切り替えることができる。

問題シートは問題文と解答欄からなる。解答欄には答えを入力するためのテキストフォーム、解答を開始あるいは再開するための編集ボタン、解答を提出するための送信ボタンがある。問題シート上でもメモ機能は使用可能であり、教師は学生の解答状況に応じて適宜問題にヒントやコメントを加えることができる。

## 2.5 内部仕様

SHoes はクライアントサーバ方式で実現されており、サーバ側は Apache, Tomcat, MySQL, Java サーブレットを組み合わせて構築され、またクライアント側では JavaScript, DHTML, Ajax を利用している。

### 2.5.1 講義資料

テキストや図からなる講義資料を学習者の好みに応じて拡大・縮小表示できるよう、描画には SVG<sup>19)</sup> を

用いることとした。講義資料は、シート内容を SVG で記述したシートファイルと、シートの並び順を記述したシナリオファイルからなる。これらのファイルは各講義に対応して作成されるサーバ上のディレクトリに格納される。ユーザごとのメモデータはこれとは別に保存し、シートがユーザからリクエストされた際に対応するメモを付加して返す。

### 2.5.2 サーバとの通信

ウィンドウの操作、メモの書き込みなどは JavaScript, DHTML などを用いクライアント側で処理するため、サーバとの通信は発生しない。講義資料の取得、メモの保存、教師のメモのリアルタイム表示などは、Ajax を用いたサーバとの非同期通信で実現している。これにより画面の部分書き換えやデータ転送量を減らすことが可能となっている。

## 2.6 システムの運用状況

SHoes は情報工学科 2 年次の学生を対象とした週 1 コマのプログラミングの講義において 2005 年度後学期から継続して使用している(表 1, 図 3)。

SHoes 導入以前の講義では、紙の講義資料を配布し、プロジェクトを用いて説明するといった従来の講義方式を通常の教室で行っていた。一方 SHoes を使用した講義は、同時に 130 人ほどが計算機を使える環

表 1 SHoes の使用状況

Table 1 SHoes's status of use.

年度	学期	コース	受講者数	講義数	使用回数
2005	後	夜間主	19	12	8
2006	前	昼間	64	14	14
2006	後	夜間主	24	13	13



図 3 実際の講義風景

Fig. 3 Actual lecture scene.



図 2 クライアントの画面例

Fig. 2 An example display for client.

このため本システムでは Firefox (バージョン 1.5 以降) を使用している。

5 回目の講義から SHoes を導入。

境(情報工学科教育用計算機室)で学生には1人1台の計算機端末とペンタブレットが与えられ,教師は前面に設置されたスクリーンにSHoesの画面を映し出して説明を行った。

講義での使用を通してのアンケート調査ではおおむね良い回答が得られた<sup>6)</sup>。しかし,ログ解析から学生間での知識や意見の交換が活発ではなかったことが分かり,講義内容に対する理解の程度もこれまで同様に個人ごとに開きが見られた。その差を埋めるためにも学生間での知識共有促進の必要性が再確認された。そこで,SHoes1に組織学習を支援する機能を追加し,この問題の解決を図った。

### 3. 組織学習

#### 3.1 組織学習の意義

学生は授業を受ける際,対面型,非対面型によらず教師からの発問に対してのみ応対するという,受動的な姿勢をとってしまうケースが多い。その解決方法として協調学習があげられる。協調学習の位置付けとその意義,実践,評価に関する文献や論文は多くあり<sup>15),16),20)</sup>,その有用性は主に以下のようなものにまとめられる。

- コミュニケーションや協調作業が個人の知識獲得に有効である。
- 「組織学習」を促す効果がある。

組織学習の抽象的な定義には「組織で有する価値基準の妥当性を評価し,もしくは修正していくプロセスのこと<sup>20)</sup>」がある。しかし具体的に特定の実施形態や条件があるわけではなく「個人が自身の努力のみによって行う学習に対し,個人の努力に加え協調的な活動を通して個人の総体としての組織が学んでいくこと」といったニュアンスを表すための標語として使われることが多い。本研究では,この緩い定義に「学習の主体を個人に限定し,協調的な活動のためのコミュニケーションが比較的疎(あるいは皆無)である」といった条件を付加したものを(単純な)組織学習と呼ぶことにする。さらに,複数名からなる明示的に構成されたグループを単位として,より密なコミュニケーションをとる組織学習を協調型組織学習と呼ぶことにする。

この組織学習は教育工学において以下にあげられるケラーのARCS動機付けモデル<sup>21)</sup>をカバーしていると考えられる。

- Attention (注意) 面白そうだ。
- Relevance (関連性) 役に立ちそうだ。
- Confidence (自信) やればできそうだ。

- Satisfaction (満足) やってよかった。

さらに学生は組織学習に参加し,他者に対して自身の知識を説明することで,学習の成果とその中の不足部分に自ら気付く機会を得ることができる。

#### 3.2 実施形態

前節で述べたように,組織学習は様々な学習状況に適用可能な概念である。そこで本研究では具体的にテストへの適用を考えた。旧来のテストは,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返却するといった流れで行われ,基本的に教師と学生の1対多のやりとりしかない。これに対し,本研究では組織学習の形態として,学生同士で知識を共有しながら行う多対多のテストを提案した。

ここでは,学生同士で問題の作成,解答,採点をしあうという方式をとる。まず,学生に問題・正解例を作成させ,回収した問題・正解例を別の受講者に配布し解答させる。次に,同様に,回収した解答を別の受講者に配布し採点,講評させる。解答させる問題と採点させる問題で異なる問題を割り当てることにより,より多くの問題に触れることができる。また,各自作成した問題や解答,採点に対して教師からのフィードバックも与える。

学習者による問題作成に関して学習効果があることは一般的に知られており,実践結果も多数報告されている<sup>14),15)</sup>。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。また学習者同士が採点しあい,各自が文献<sup>20)</sup>で示されたチュータとしての役割を果たすようチュータリングを繰り返すことで,課題に関する誤りを推論する能力や批判的な姿勢をとる能力が訓練される。これらのことから,提案した方式は有効であると考えた。

学生による作問学習,小テストにおける協調学習の試みは,すでに関連研究においていくつかなされており<sup>14)~16),18)</sup>,作問学習が理解を深めるうえで有効であることが報告されている。高木ら<sup>15)</sup>は,学生による協調学習的な問題作成が可能なWebベースオンラインシステムを開発し,グループレビューを通して協調的な問題作成をさせ,学生の競争意識を刺激することによる学習意欲の向上を確認している。また,平井ら<sup>16)</sup>は,学習者が学習内容に対する問題を作成して教材を開発し,他の学習者が開発した問題に解答して評価・コメントができる協調学習支援システムの構築を行っている。この研究では,学習者同士が複数の問題を解き,問題に対する議論を行うことで学習効果を

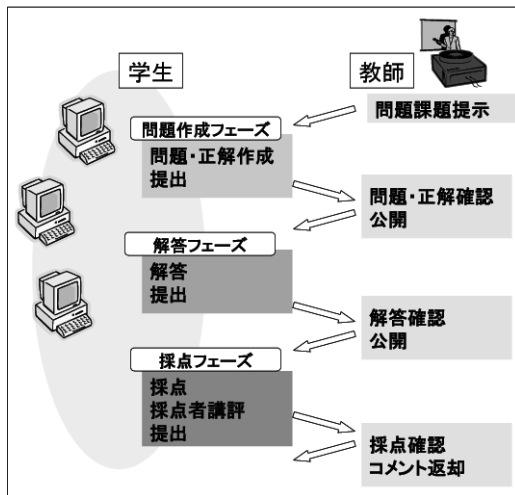


図 4 組織学習の流れ

Fig. 4 Steps in our organizational learning.

向上させることを目標としている。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、作問学習や学生による相互評価を LMS で行っている事例<sup>[17],[18]</sup>もあるが、本研究では、学生が問題作成の課題に関する問題を作成し、さらに学生同士がそれらの問題の解答、さらには採点を行うという形で、テスト全体を通して支援することで、より学習効果があると期待できる。すなわち、既存システムを活かし、さらに学習効果が期待できる組織学習の機能を取り入れ、学習を統合的に支援できるシステムを目指しているのである。

### 3.3 実施手順

今回実施した組織学習は、以下に示す 3 つのフェーズで構成されている。流れを図 4 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。

### 3.4 紙媒体を用いた予備実験の実施

提案した組織学習を紙媒体において実施した。2006

年度前学期の情報工学科 2 年次の学生を対象にした講義「プログラミング通論」の最後の日で行い、参加者は 37 名であった。

以下に示すような課題で、約 90 分の組織学習授業を実施した。

問題作成課題：「プログラミング通論の期末テストの範囲（リスト構造，整列，探索）. 20 分で解けるような難易度の問題を作成すること。」

時間は、問題フェーズに 30 分，解答フェーズに 20 分，採点フェーズに 10 分を割り当てた。

リストに関する問題では、リスト構造を図示して説明している問題がいくつか見られた。また、採点する際には、ある特定の部分を矢印などで示して指摘してある例も多く見られた。このことから、オンラインで同様の機能を実装する場合には、紙媒体と同様に記述上の柔軟性がメモ機能にも必要であると考えた。

また、紙媒体で行った場合には、問題を回収してコピーをとって配布するまでに 18 分，解答を回収してコピーをとって配布するまでに 20 分かかり、全体として約 39%もの時間的ロスがあった。このように紙媒体で行うと、肝心の問題作成以外のところで無駄に時間がかかってしまったり、用紙を回収して配布するという手間が発生してしまう。そこで、回収や配布を支援する仕組みも必要であると考えた。これらの知見をもとに組織学習機能の要求定義を行った。

## 4. SHoes における組織学習

### 4.1 概要

提案した組織学習を実施するための機能を SHoes1 へ追加実装し、集合教育の中で用いる e-ラーニングシステムを用いた統合的な組織学習の支援を行う。

具体的には、SHoes1 にすでに実装されている個人向けの小テスト機能を拡張し、SHoes2 上で学生による問題作成、解答、採点ができる仕組みをつくる。この学習を行う際にも、SHoes1 のすべての機能を用いることができるため、前回までの講義資料を参照しながら、掲示板を使用して学生間でコミュニケーションをとり、問題作成に取り組むことができる。学習の課題に関連したシートにアクセスすれば、教師が講義で説明しながら補足したメモや、学生自身が残したメモ、さらにはシート掲示板で議論した内容やそのシートに対する学生の理解度など、知りたい様々な情報をいつでも見ることができる。他のシートを参照する際には、SHoes1 のシートを複数枚表示する機能が役立つ。また、SHoes1 のメモ機能を活用することで、単なるテキストだけでなく、図を用いた問題作成が可能となり、

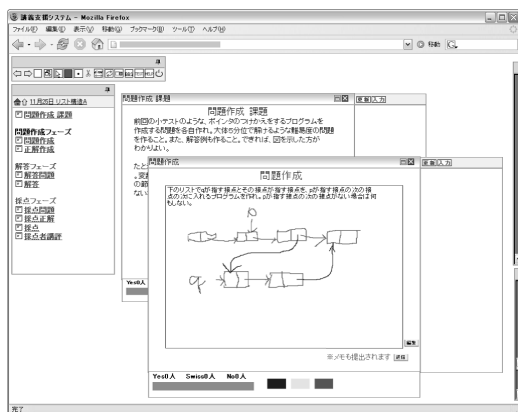


図 5 問題作成画面の例

Fig. 5 A screen shot of quizzes created.

紙媒体と同様に制約のない自由な問題を作成することができる。

#### 4.2 組織学習向けに追加した機能

SHoes2 を使用した組織学習では、図 4 に示したように、問題フェーズ、解答フェーズ、採点フェーズの順に行えるようシナリオにこの流れを明記する。

##### 4.2.1 問題・正解例作成，解答，採点，採点者講評（学生）

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。たとえば，“問題作成”では，シート全体を問題用紙と見なし，問題を作成する（図 5）。その際，メモ機能を使用することで任意の場所にテキストや図を描画することができる。作成した問題は送信ボタンを押すことで教師に提出される。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。フェーズの切替えのタイミングは教師が決める。

協調型組織学習においてグループで取り組む場合には，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。シートに書き込んだメモやチャットの内容はグループメンバーにリアルタイムに反映される。

##### 4.2.2 問題・正解例，解答，採点，採点者講評結果の閲覧（教師）

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。たとえば，図 6 は，問題・正解例の一覧を閲覧する Web ページであり，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

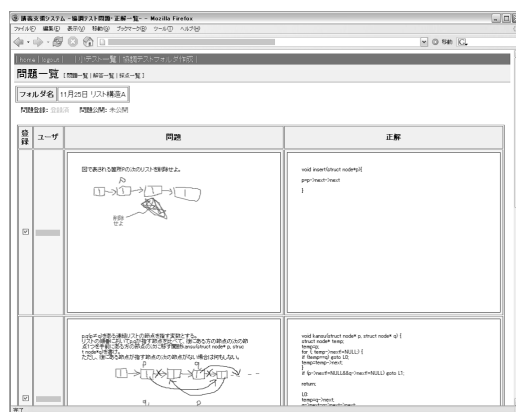


図 6 学生が提出した問題一覧

Fig. 6 A list of quizzes.

点で，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。

## 5. 実験

### 5.1 目的

実験の目的は，今回提案した組織学習の試行を通して，(1) それが生徒の意識や理解度に対して及ぼす影響と，(2) その際の SHoes の利用状況を調査することである。目的 (1) は組織学習の各フェーズにおける成果物の量および実験後のアンケートを，目的 (2) はサーバに記録される SHoes 利用記録の解析および実験後のアンケートを用いて行う。

### 5.2 設定

SHoes1 による講義を受講している学生（表 1 の最下行）を対象として，個々の学生が各フェーズを担当する単純な組織学習（実験 1）と，3 名の学生からなるグループ単位に各フェーズを割り当てる協調型組織学習（実験 2）を行った。実験 2 で，各学生は特有の役割，つまり，問題作成，解答，採点のいずれかの主導的役割を与えられる。各実験の課題内容，参加学生数，グループ数（実験 2 のみ），時間配分（問題作成，解答，採点）を表 2 に示す。なお実験 1 と 2 は別の講義日に行ったため参加人数が異なっている。

### 5.3 結果

#### 5.3.1 今回提案した組織学習について

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 3 に示すとおりとなった。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 人で行うよりもグループで

表 2 実験 1, 2 の設定

Table 2 The setting of experiment 1 and 2.

実験	課題	参加数(人)	グループ数(組)	時間(分)
1	ポイント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	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)

表 3 実験 1 および実験 2 の提出数と公開数

Table 3 The number of submitting and opening quizzes.

種類	実験 1		実験 2	
	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 4 メモ機能使用状況

Table 4 Memo function's status of use.

種類	実験 1(人)	実験 2(組)
問題	6	4
正解例	0	2
解答	0	2
採点	1	1
採点者講評	2	0

表 5 シート表示枚数

Table 5 The number of sheets displayed.

枚数(枚)	実験 1(人)	実験 2(人)	普段の平均(%)
1	4(22%)	2(10%)	44%
2	6(33%)	8(40%)	46%
3	6(33%)	8(40%)	8%
4	1(6%)	2(10%)	0%
5	1(6%)	0(0%)	1%

行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 2 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。

### 5.3.2 SHoes との連携について

問題作成などに図を用いている様子が多く見られた(表 4)。実験 1 では問題にリスト構造を、実験 2 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。

また、SHoes のオーバーラップウィンドウ機能を利用して、複数枚シートを表示させながら課題に取り組んでいる学生が多く見られた(表 5)。たとえば実験 1 では、前回の講義におけるリストに関する問題シートの閲覧時間が最も長く、ほとんどの学生(15人)が問題作成のために参照していた(表 6)。次に、課題に関

表 6 実験 1 のシート閲覧時間(上位 3 つ)

Table 6 Sheet browsing time (top 3).

シート名	総閲覧時間(秒)	総閲覧人数(人)
小テスト 5	14,795	15
リストに節点を挿入	2,104	5
リストから節点を削除	1,980	5

連するリストの挿入や削除について説明したシートの閲覧が多かった。その他のシート閲覧に関しては、個人ごとに参照しているシートの数や閲覧時間などで違いが見られた。

### 5.3.3 アンケート結果

各実験終了後、SHoes の小テスト機能を利用してシート上に示されたアンケート項目に対し、オンラインで回答するように指示した。主なアンケート項目は、実験 1 では、

- Q1-1: 解答と採点で異なる問題を割り当てることは良かったか、
- Q1-2: 3つのフェーズの流れは分かりやすかったか、
- Q1-3: 問題作りにより理解度は向上したか、
- Q1-4: これからもこのような問題作りをやってみたいか

であり、実験 2 では、

- Q2-1: 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、
- Q2-2: 他のメンバ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、
- Q2-3: 担当のフェーズのとき、積極的に活動できたか、
- Q2-4: 担当でないフェーズのとき、積極的に活動できたか

であった。これらに対して 5 段階評価を求めた。

さらに問題作りの経験の有無(実験 1)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(実験 2)。また、いずれのアンケートにも、最後に自由形式での感想、要望、コメントの欄を設けた。

5 段階評価の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、うち 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良かったと感じている学生は 40%、そうでない学生は

1 分以上シートを表示していることを閲覧の判断基準とした。



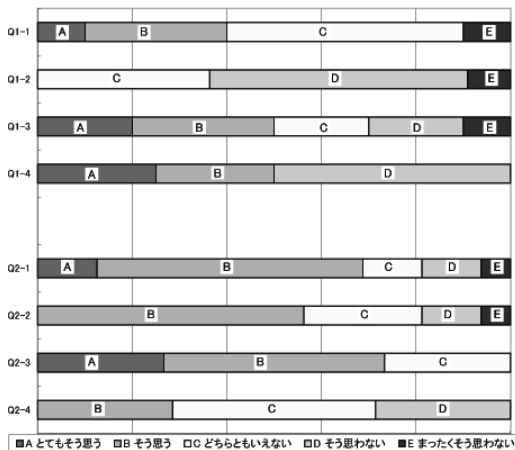


図 7 アンケート結果

Fig. 7 Questionnaire results.

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、問題点としてあげられる。また、これから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%で差は出なかったが、完全に否定した学生はいなかった。

また、問題の作成時間が足りなかったという意見も多くあった。

実験 2 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 2 の比較になるが、問題作成などを 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、連帯責任が良い、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。

### 5.3.4 考 察

今回提案した組織学習の実施形態について

学生から提出された採点者講評の内容は主に、以下の項目に分類される。

- 問題に対する講評
- 解答に対する講評
- 解答の間違いの指摘、正解例の提示
- 採点の感想

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、解答の間違い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あい、助言などができていたのではないと思われる。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。

また、アンケート結果より、理解度が向上したと感じている学生やまたやってみたいと感じている学生は、それぞれ半数おり、組織学習について何らかの効果を感じているようだった。また、グループで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が多いことが分かった。これらのことは、成績が良い学生も悪い学生も感じており、このようにペースを合わせて組織学習を行うことで、互いに刺激しあって積極的に課題に取り組むことができると考えられる。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向上した。我々が見たところ、実験 1 を実施したとき、最初はとまどいを感じている学生もいるようだったが、その後、意欲的に取り組んでいる様子が見てとれた。実験 2 を実施した際には、すぐにとりかかる学生が多く、グループで行うことでさらに活発に学習ができていたように思われる。ただし、グループで行うことで、意見がまとまらず制限時間内にすべてできないという問題もあることが分かった。

アンケートの自由回答欄からは、“今回の実習は自分で予想していた以上におもしろく、学習の糧になったと思います。こういった新しい試みをどんどん続けていってほしいと思いました”といった肯定的な意見が得られ、本研究に対する期待が感じられた。以上から、本稿で提案した組織学習が、学生間での知識共有の手段として有効であり、ひいては学生の意識の変化にもつながるのではないかと期待される。

### SHoes との連携について

提案した組織学習を 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、紙媒体で行ったとき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。

また、組織学習を行うにあたって、前回までの講義

資料のシートを閲覧できるという SHoes の利点を活用している様子が観察できた。表 6 に示したように、複数の学生が課題に関連するシートを閲覧しており、問題作成に重要であると推測されるシートにアクセスして確認していることが分かった。また、学生ごとに閲覧しているシートや閲覧時間の違いがあるという状況も見られ、各学生にとって必要なシートを自由に見て問題作成などを行っている様子が確認できた。SHoes の個々のペースにあった学習を支援する環境が組織学習をする際にも利用されたようだ。

総じて、SHoes を用いた多対多のテストにおいても組織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、アンケート結果から、問題・正解例、解答、採点の流れが分かりにくかったことがあげられる。確かに、シナリオにフェーズの流れは明記してあるが、フェーズ間の移行のタイミングがはっきり分からなかったことが原因だと考えられる。これは、フェーズが変わったことを明確に受講者に知らせる機能を持たせるなど、SHoes のインタフェースを改善することで解決できると思われる。

## 6. 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 についての概要や講義での利用状況、さらに、実際の講義での使用を通して分かった問題点を解決するために SHoes に組織学習を支援する機能を追加したことを述べた。

問題・正解例作成、解答、採点という流れで学生同士でテスト学習を行う組織学習を提案し、SHoes を拡張して実際に使用した。

アンケート結果などからは、提案した組織学習において学生の意識の変化が見られた。また、SHoes を利用した組織学習支援ができていた様子が観察でき、SHoes の有効性が示されたと考えた。

現在、使い勝手の改善、動画閲覧機能の追加を進めている。今後、長期にわたるシステムの利用を通して本形態の組織学習の効果を検証するとともに、他の実施形態についても模索する必要がある。

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: 予習・講義・復習支援システムの試作, 平成 11 年度情報処理教育研究会講演論文集, pp.649-652 (1999).
- 2) 小島勇治, 赤池英夫, 角田博保: WWW を用い

た講義支援システムの開発, 2001 年度情報教育シンポジウム講演論文集, pp.123-128 (2001).

- 3) 角田博保, 赤池英夫, 朝日啓太: WWW を用いた講義支援システムの運用, 情報処理学会研究報告, 2003-CE-70, pp.27-34 (2003).
- 4) 角田博保: WWW を用いた講義支援システムの運用経験と問題点の検討, 平成 16 年度情報処理教育研究会講演論文集, D3-10 (2004).
- 5) 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).
- 6) 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).
- 7) 経済産業省商務情報政策局情報処理振興課: e-ラーニング白書 2005/2006 年版, p.324, オーム社 (2005).
- 8) Blackboard Inc.  
<http://www.blackboard.com/>
- 9) Moodle. <http://moodle.org/>
- 10) Sakai Project. <http://sakaiproject.org/>
- 11) CFIVE. <http://cfive.itc.u-tokyo.ac.jp/>
- 12) CEAS. <http://ceasdemo.iecs.kansai-u.ac.jp/>
- 13) exCampus. <http://excampus.nime.ac.jp/>
- 14) 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).
- 15) 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).
- 16) 平井佑樹, 樋山淳雄: 作問による協調学習支援システムの構築, 情報処理学会第 68 回全国大会講演論文集, Vol.4, 1V-9, pp.567-568 (2006).
- 17) 秋山 實, 下村 勉, 天野昌和, 奥村晴彦, 杉浦徳宏, 中島英博: Moodle を基盤とした相互評価システムの開発, 情報処理学会第 2 回 CMS 研究会, pp.77-82 (2006).
- 18) 渡辺博芳: 情報基礎教育における「ディスカッション」を用いた協同学習活動, 第 3 回日本 WebCT ユーザカンファレンス予稿集, pp.83-88 (2005).
- 19) SVG1.1 Specification.  
<http://www.w3.org/TR/SVG/>
- 20) 岡本敏雄, 小松秀園, 香山瑞穂: e-ラーニングの理論と実際, p.304, 丸善株式会社 (2004).
- 21) 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 (2002).

(平成 18 年 12 月 4 日受付)

(平成 19 年 5 月 9 日採録)



菅原 典子 (学生会員)

1983 年生。2004 年徳山工業高等専門学校情報電子工学科卒業。2006 年電気通信大学電気通信学部情報工学科卒業。現在、同大学院電気通信学研究科情報工学専攻博士前期課程

在学中。教育支援システム、ヒューマンコンピュータインタラクションに興味を持つ。



織田 恵太 (学生会員)

1983 年生。2006 年電気通信大学電気通信学部情報工学科卒業。現在、同大学院電気通信学研究科情報工学専攻博士前期課程在学中。教育支援システム、ヒューマンコンピュータ

インタラクションに興味を持つ。



赤池 英夫 (正会員)

1988 年電気通信大学計算機科学科卒業。1990 年同大学院修士課程修了。1994 年同大学院博士課程単位取得退学。1996 年電気通信大学情報工学科助手。2007 年電気通信

大学情報工学科助教、現在に至る。工学修士。ヒューマンコンピュータインタラクション、インタラクティブシステムに興味を持つ。ヒューマンインタフェース学会会員。



角田 博保 (正会員)

1950 年生。1974 年東京工業大学理学部情報科学科卒業。1976 年同大学院修士課程修了。1981 年同大学院博士課程単位取得退学。1982 年電気通信大学計算機科学科助手。1990 年

同大学情報工学科講師、1992 年助教授、2007 年准教授、現在に至る。理学博士 (東京工業大学)。教育支援システム、ヒューマンコンピュータインタラクション、日本語文書処理、文字列処理等に興味を持つ。ACM、電子情報通信学会、日本ソフトウェア科学会、日本認知科学会、ヒューマンインタフェース学会、人間中心設計推進機構各会員。

---