

## 履歴再生機能を備えた オンラインホワイトボード・チャット連携システム

石田 佳 亮<sup>†1,\*1</sup> 湯川 高 志<sup>†1</sup>  
高橋 弘 毅<sup>†1,\*2</sup> 福村 好 美<sup>†1</sup>

eラーニングを用いた協調学習支援では、文字だけでなく図的な説明が必要とされている。また、それを同期的にも非同期的にも利用できて、振り返り学習にも活用したい要求がある。そこで、視覚的な説明ができるオンラインホワイトボードと文字による議論ができるチャットを連携させ、それらへの書込みの履歴を連動させて再生する機能を備えたシステムを実現した。そして、組込みシステムのプロジェクトベース学習において、提案したシステムを利用し、評価を行った。

### A Combination of Online Whiteboard and Chat with the Replay Function

KEISUKE ISHIDA,<sup>†1,\*1</sup> TAKASHI YUKAWA,<sup>†1</sup>  
HIROTAKA TAKAHASHI<sup>†1,\*2</sup> and YOSHIMI FUKUMURA<sup>†1</sup>

For an e-Learning communication system which supports collaborative learning, not only a function for discussion with text but also a function for graphical explanation are needed. There is also a demand to use it synchronously and asynchronously, and to apply it for retrospect. To satisfy those demands, a system which combines of the online whiteboard and the chat with replay function is proposed. The system is implemented and evaluated in the project-based learning course for embedded system development.

### 1. はじめに

近年、コンピュータ・ネットワーク技術の発展に従い、eラーニングが普及して来ている。eラーニングでは、マルチメディアを用いた学習教材が利用でき、時間や場所の制約を受けない学習できる特徴がある<sup>1),2)</sup>。これらを背景に、企業研修や学校教育を中心に社会的に普及している。eラーニングを実施のために、学習管理システム (Learning Management System, LMS) が開発されており、学習教材の配信、学習履歴・評価の管理、コミュニケーション支援などの体系的な管理・運用が可能となっている。

eラーニングには、遠隔地の学習者が共同で学習できる特徴があるため、協調学習を支援する試みが行われている。協調学習とは、学習者がグループ活動で共通課題に共同で対処する学習形態であり、問題解決能力を養うことが期待されている<sup>3),4)</sup>。特に、コンピュータを用いて協調学習を支援することは CSCL (Computer Supported Collaborative Learning) と呼ばれている<sup>5)</sup>。CSCL での支援の対象には、教師・受講者間や受講者間によるコミュニケーション、情報・知識の共有がある。

受講者が互いに遠隔地にいる場合には、特にコミュニケーションの支援が重要となる。従来から、コミュニケーション支援ツールとして、電子掲示板やチャットなどが普及している。しかし、これらは文字のみを用いたコミュニケーションであるため、図や数式を用いた視覚的な説明ができない問題がある。そこで、オンラインホワイトボードシステムが開発されており、図を用いた同期的なコミュニケーションの支援に用いられている。

従来のオンラインホワイトボードは同期的な利用を前提としているが、図的な説明は非同期的な議論においても必要である。また、協調学習の対象となるプロジェクトベース学習 (Project-Based Learning, PBL) では、プロジェクト完了後の「振り返り」が学習のために重要であり<sup>6)</sup>、この際に過去の議論の経過を見返したいという要求がある。そこで本稿では、ホワイトボードとチャットを連携させるとともに、その書込みの履歴を連動させて再生できる機能を備えたコミュニケーションシステムを提案する。さらに、組込みシステム開発の PBL において提案したシステムを利用し、その効果や使い勝手を評価した結果を報告

†1 長岡技術科学大学  
Nagaoka University of Technology

\*1 現在、福井県立春江工業高等学校  
Presently with Harue Technical High School

\*2 現在、山梨英和大学  
Presently with Yamanashi Eiwa College

する。

## 2. 既存研究と機能要求

### 2.1 既存研究

これまで、オンラインホワイトボードを用いて協調学習における図的なコミュニケーションを支援しようとする試みが提案されている。伊藤らの提案しているホワイトボード<sup>7)</sup>は、履歴再生機能を持ち、同期的にだけでなく非同期的にも利用できる。しかし、チャット機能がないため、文字による議論ができない問題がある。菅谷らの提案しているホワイトボードとチャット<sup>8)</sup>は、ホワイトボードにより視覚的な説明をチャットにより文字による議論ができる特徴があるが、ホワイトボードとチャットが独立していて、連携されていない問題がある。

### 2.2 協調学習に必要とされる図的なコミュニケーション機能

上述のように図的なコミュニケーションにはオンラインホワイトボードが有用である。しかし、従来のオンラインホワイトボードは同期的に利用されることを前提としているので、学習者が遠隔地にいるとしても、時間的には同時に学習している必要がある。地理的にも時間的にも柔軟に協調学習を実施するためには、途中から議論に参加する者や別の時間に学習する者に対して、議論状況を把握できるような機能が必要である。また、振り返り学習の際には、過去の議論の過程を確認できる機能が必要である。さらに、協調学習では、学習の過程において文章や図面など成果物が作成され、それをもとに議論を行っている。そこで、ホワイトボードの初期状態として、学習過程で作成した図面が表示され、その上に書き込みながら議論ができる機能が必要である。

## 3. 履歴再生機能を備えたホワイトボード・チャット連携システムの提案

### 3.1 システムの構成

システムの構成を図1に示す。システムは、クライアント・サーバ構成である。ホワイトボードシステムとチャットシステムはそれぞれ既存のシステムをベースとしており、それぞれの書き込みログが独立してサーバに記録される。ログの記録の際に、書き込み時刻のタグが付与される。履歴再生時には、このタグに基づいて、ホワイトボードの描画とチャットの書き込みが時系列順にクライアントの送られるようになっている。ベースとしたシステムは、長岡らが提案しているスライド共有による講義支援システム<sup>9)</sup>である。

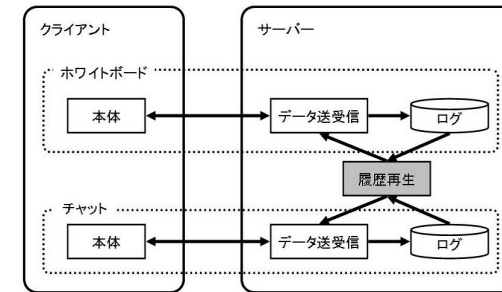


図1 システムの構成  
Fig.1 Structure of the system

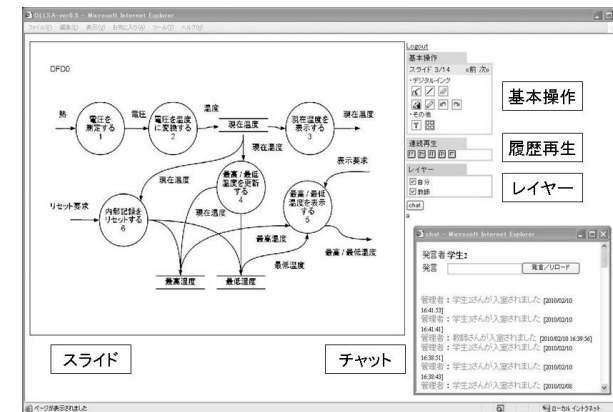


図2 スクリーンショット  
Fig.2 Screen shot of the proposed system

### 3.2 ユーザーインターフェースと機能

システムのユーザーインターフェースは、スライド、基本操作、履歴再生、レイヤー、チャットで構成されている。システムのスクリーンショットを図2に示す。

ベースとしたシステムは次のような機能を持っている。

- スライド表示機能

ホワイトボードにスライドを表示する機能である。サーバーにスライドを配置しておくことで、ホワイトボードに表示され、描画をすることができる。

● デジタルインク機能

ホワイトボードに線を描画する機能である。デジタルインクの種類はフリーハンドと直線があり、線の太さと色を変更することができる。消しゴムが使用できて、書き込んだ線を消すことができる。

● チャット機能

時系列で会話形式の議論をする機能である。これにより、ホワイトボードを用いた視覚的な説明だけでなく、文字による議論ができるようになっている。

このようなシステムに対し、筆者らは、次の機能を追加した。

● スライドアップロード機能

学習過程で作成した図をホワイトボードのスライドに表示させるために、画像ファイルをアップロードする機能である。スライドに表示させたい画像ファイルを参照してアップロードすれば、ファイルが一覧となって表示される。また、ファイルを削除することもできる。これにより、成果物に書き込みながらの議論ができるようになっている。アップローダを図3に示す。

● 履歴再生機能

ホワイトボードとチャットの履歴を連動させて再生する機能である。描画の連続再生には、最初に戻る、再生開始、一時停止、コマ送り、再生解除の機能がある。また、再生を開始すると、チャットが履歴再生モードに切り替わり、チャットの履歴が同時に再生できる。これにより、途中から議論に参加する者に対して、学習状況を把握できて、学習に入りやすくなる。振り返り学習の際には、議論の過程を確認することができる。また、チャットの履歴が同時に再生できるので、どの図が書かれたときにどの発言がされたかわかるようになっている。連続再生を図4に、履歴再生モードを図5に示す。

4. 評価実験

4.1 評価のための協調学習コース

開発したシステムの効果を検証するために、組込みシステム開発のプロジェクトベース学習コースにおいて本システムを利用してもらった。対象としたコースは、eラーニングと集合研修を組み合わせたもので、組込みソフトウェアの開発を行うものである。具体的には電子温度計ソフトウェアを作成する実習で、日程は10日間、受講者は大学院生と大学生の5

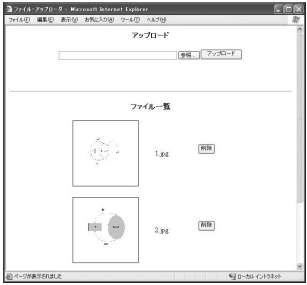


図3 アップローダ  
Fig.3 The uploader



図4 再生操作ボタン  
Fig.4 Replay buttons



図5 履歴再生モードにおけるチャットの表示  
Fig.5 Replay mode of the chat function

人であった。

組込みシステム開発は、要求を詳細化する設計工程、実装を行うコーディング、結果を検証するテスト工程から成る(図6)。学習者のグループは、与えられた課題に対し、これらの工程に沿って実際に開発を行い、最後に学習効果を向上させるため「振り返り」学習を行った。

各工程での学習は以下のような手順を取る。

- (1) eラーニングで講義を受講する。

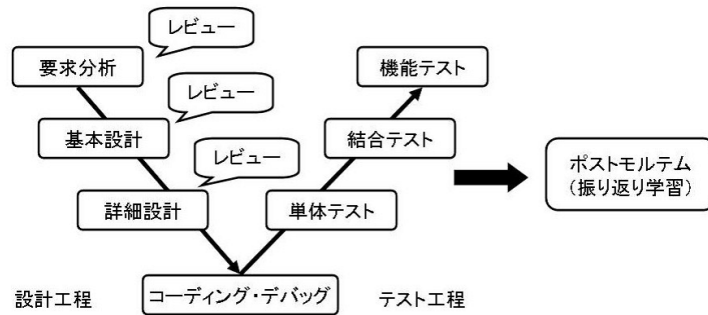


図 6 組み込みソフトウェアの開発プロセス  
Fig.6 Embedded software development process

- (2) 個別に作業を行い，設計書やプログラムなどの成果物を作成する．
- (3) 2人1組で相互にレビューを実施する．
- (4) 受講者が集合してレビューを実施する．

#### 4.2 本システムの利用

組み込みソフトウェア開発の設計工程では，その生成物は図である．そこで，図を用いた生成物に対する議論に本システムを使用してもらった．システムを用いた議論は，以下のような手順で行った．

- (1) 個別に作業を行い，設計書やプログラムなどの成果物を作成する．
- (2) 成果物をアップロードして，ホワイトボードのスライドに表示する．
- (3) 成果物に書き込みながら議論する．

議論は時間を決めて同期的に行い，教師の状況把握・介入は非同期で行った．また，振り返り学習において，議論の過程を確認するためにも，本システムを利用した．学習完了後，システムの使い勝手と学習効果の観点に基づいて，受講者にアンケート調査を行った．

#### 4.3 評価結果

システムの有効性について「ホワイトボードとチャットが連携していることは役に立ちましたか」という設問の結果を図7に示す．また，システムの使い勝手について「システムは使いやすかったですか」という設問の結果を図8に示す．その結果，システムは有効で使いやすく，ホワイトボードとチャットが連携していることで，ホワイトボードで視覚的な説

明をチャットで文字による議論を支援できたといえる．

履歴再生機能の使い勝手に関して「履歴再生機能は使いやすかったですか」という設問の結果を図9に示す．図より，履歴再生機能の使い勝手については高い評価が得られていないことがわかる．これは，1ステップずつ後戻りする機能や，途中から再生する機能がなかったためであると考えられる．今後はこれらの機能を追加することが必要である．

履歴再生機能の非同期コミュニケーションへの効果について「学習状況の把握に履歴再生機能は役に立ちましたか」という設問の結果を図10に示す．また，履歴再生機能の振り返り学習への効果について「振り返り学習に履歴再生機能は役に立ちましたか」という設問の結果を図11に示す．結果から，振り返り学習の支援には効果があったが，非同期コミュニケーションの支援に効果が得られなかったことがわかる．これは，時間を決めて議論を行ったため，議論に途中から参加する状況がなかったことが考えられる．

学習効果について「ホワイトボードはレビューにおいて議論する際に役に立ちましたか」という設問の結果を図12に示す．図を共有できて，視覚的にわかりやすく，図を用いた成果物に対する議論の支援に効果があったといえる．

Q: ホワイトボードとチャットが連携していることは役に立ちましたか

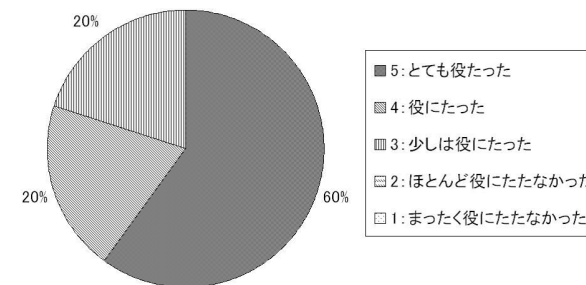


図 7 システムの有効性  
Fig.7 Effectiveness of the system

Q:システムは全体として使いやすかったですか

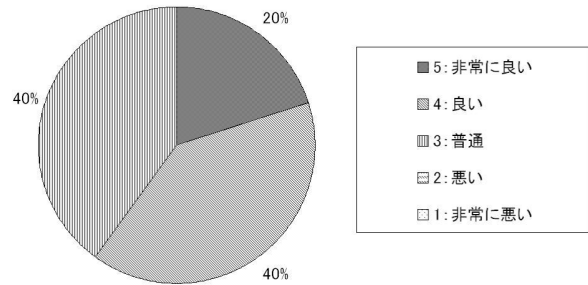


図 8 システムの使い勝手  
 Fig. 8 Usability of the system

Q:学習状況の把握に履歴再生機能は役に立ちましたか

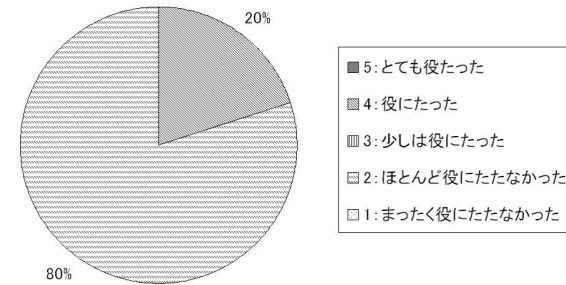


図 10 非同期コミュニケーションの効果  
 Fig. 10 Effectiveness of asynchronous communication

Q:履歴再生機能は使いやすかったですか

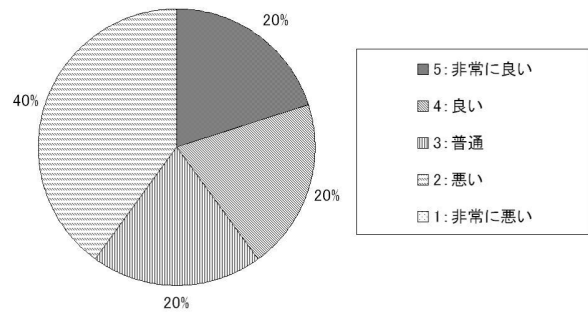


図 9 履歴再生機能の使い勝手  
 Fig. 9 Usability of the replay function

Q:振り返り学習に履歴再生機能は役に立ちましたか

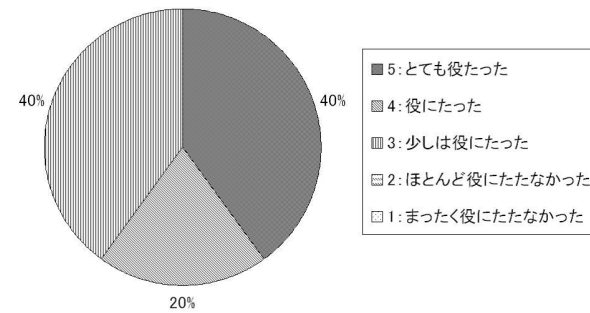


図 11 振り返り学習の効果  
 Fig. 11 Effectiveness of the retrospect

Q:ホワイトボードはレビューにおいて議論する際に役に立ちましたか

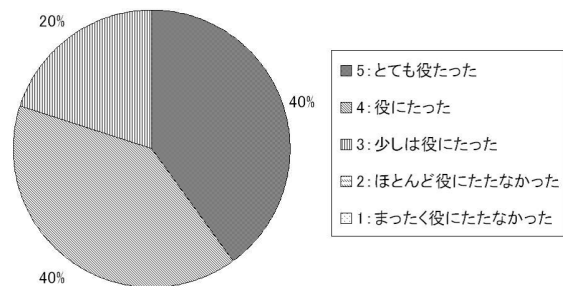


図 12 レビューにおけるホワイトボードの有効性  
Fig.12 Effectiveness of the white-board function for the review process

## 5. おわりに

本研究では、視覚的な説明ができるオンラインホワイトボードと文字による議論ができるチャットを連携させたシステムを実現した。さらに、非同期的にも利用できて、振り返り学習を支援するために、ホワイトボードとチャットの履歴を連動させて再生する機能を実現した。そして、組込みソフトウェア開発のプロジェクトベース学習において、図を用いた生成物に対する議論に使用する評価実験を行った。その後、システムと学習効果の観点に基づいて評価を行った。

評価の結果として、オンラインホワイトボードとチャットを連携させたシステムは有効であり使いやすく、ホワイトボードで視覚的な説明をチャットで文字による議論を支援できた。履歴再生機能は振り返り学習の支援に効果があった。また、図を共有できて、視覚的にわかりやすく、図を用いた生成物に対する議論の支援に効果があった。

同期的にも非同期的にも利用できるシステムを実現したが、評価実験では、時間を決めて議論を行ったため、議論に途中から参加する状況がなかった。今後は非同期コミュニケーションにおける履歴再生機能の効果を検証することが必要である。また、履歴再生機能の使い勝手については高い評価が得られなかった。これは、1ステップずつ後戻りする機能と途中から再生する機能がなかったためであると考えられ、今後はこれらの機能を追加すること

で使い勝手が向上すると期待できる。

謝辞

ベースとなるシステムを提供していただいた豊橋技術科学大学の新田恒雄教授、入部百合絵助教に感謝致します。本研究は、総務省の戦略的情報通信研究開発推進制度（SCOPE）から財政的支援を受けたものである。

## 参考文献

- 1) 先進学習基盤協議会：eラーニング白書 2003/2004年版，オーム社（2003）。
- 2) 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 2004/2005年版，オーム社（2004）。
- 3) 情報教育事典編集委員会：情報教育事典，丸善（2008）。
- 4) 日本教育工学会：教育工学事典，実教出版（2000）。
- 5) 小尻智子，香山瑞恵，田村恭久，原潔，伊東幸宏：CSCLと支援技術，教育システム情報学会誌，Vol.23，No.4，pp.209-221（2006）。
- 6) 湯川高志，福村好美，高橋弘毅，山崎誠，宮崎敏昌，矢野昌平，竹内麻希子，長谷川直樹，三浦元，山田大介：組込みソフトウェア PBL への ICT 活用とその教育効果の考察，情報教育研究集会予稿集（2009）。
- 7) 伊藤清美，酒井三四郎，赤堀侃司：協調学習支援のための共有ホワイトボードの開発と評価，日本教育工学会論文誌，Vol.27，No.Suppl.，pp.77-80（2003）。
- 8) 菅谷真行，五十嵐晃，伊丹誠，伊藤紘二：チャットシステムと共有ホワイトボードの複合利用，電子情報通信学会技術研究報告，Vol.98，No.35，pp.71-75（1998）。
- 9) 長岡紘昭，入部百合絵，新田恒雄：スライド共有による質疑応答機能を組み込んだ講義システムの開発，電子情報通信学会技術研究報告，Vol.109，No.82，pp.17-20（2009）。