

Web サービスを用いた LMS 横断 コミュニケーション環境

湯川 高志^{†1} 福村 好美^{†1}

筆者らは、多数の高等教育機関（大学・高専）からなる単位互換協定に基づいた eラーニング教育連携プロジェクト「eHELP」を推進している。参加各機関では、それぞれ異なる学習管理システム（LMS）を利用しているため、科目を履修する際に、受講者はその科目を提供する機関の LMS の操作に習熟する必要があり、これが円滑な受講の妨げとなっている。そこで、他機関の科目でもあたかも受講者が自機関で受講しているかのように操作できる環境の構築を目指す。本稿では、この際に特に重要となるコミュニケーション環境について、その手法を提案するとともに、それを利用した実践を通じた評価結果を報告する。

A Cross-LMS Communication Environment using Web Service Protocols

TAKASHI YUKAWA ^{†1} and YOSHIMI FUKUMURA^{†1}

The present paper proposes a cross-LMS communication system for distributed, autonomous, and collaborative learning environments. The authors have been conducting the eHELP project, which promotes the sharing of e-learning contents and the transfer of credits between academic institutions in Japan. A problem in achieving collaboration between students at different institutions is revealed, whereby different LMSs are used at the participating institutions. To solve this problem, cross-LMS bulletin board and chat systems using a web services protocol are proposed. The present paper describes the requirements, designs, and implementations of these systems. The usability of the environment was also evaluated through an actual collaborative session.

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

1. はじめに

近年、フレキシブル・ラーニングの一環として、高等教育機関の間で単位互換制度への取り組みが盛んになって来ている。受講者が単位互換制度を利用して他の機関の科目を履修する場合、旧来は、現地へ赴いての対面授業や人工衛星回線を用いた TV 講義による受講が一般的であった。これに対し、長岡技術科学大学（長岡技大）では、eラーニングの授業形態による単位互換の仕組み「eラーニング高等教育連携（e-learning Higher Education Linkage Project, eHELP）」¹⁾を 2004 年度に開始した。当初は、4 校の国立大学と 6 校の高等専門学校（高専）の参加であったが、現在では高専の参加が 14 校にまで増えて、全体で 18 機関が参加する単位互換制度となっている。

長岡技大では、以下の方針の元に eラーニングによる授業を実施している。

- 教材は、すべて、国際標準である SCORM (Sharable Content Object Reference Model) 2004²⁾ に準拠するよう開発する
- 上記のことから、学習管理システム (Learning Management System, LMS) としては、SCORM に対応するシステムを用いる
- LMS はオープンソースソフトウェア (OSS) を用い、必要に応じて追加機能を開発したり改造を施して使う

これに基づき、LMS としては、SCORM2004 に対応している OSS である Open-SourceLMS³⁾ を利用している。

eHELP のプロジェクトとしての統一性、経済性、運用の容易性から考えれば、全参加機関において単一の LMS を利用するのが望ましいことである。しかし、プロジェクトへの参加各機関は、eラーニングの提供についてそれぞれの自身の方針を持ち、それら方針に基づいて LMS の採用を決定し、機関内へサービスしている。このため、各機関に、eHELP のために他の LMS へ移行してもらうことは、現実的ではない。結果として、eHELP 参加機関全体を通じて見ると、様々な LMS が混在して使われていることになる。

現状では、eHELP の単位互換制度に基づいて他機関の授業を履修する受講者は、授業を提供する機関の LMS を操作して学習することになる。上述のように機関によって異なる LMS を使っているため、受講者は、授業の内容についての学習を開始する以前に、様々な LMS の操作を修得しなければならない、非常に煩雑である。今後、eHELP 単位互換制度に参加する高等教育機関はさらに増えることが予測されるため、多種の LMS が混在することによる受講者の操作修得への負担が増加することが懸念される。そこで、各機関での独自の

LMS の選択を尊重しつつ、受講者にとっての操作修得の負担を軽減できる技術的な方策が必要となる。また、学習に利用するシステムの操作に一貫性がある方が学習効果が高まるという報告もある⁴⁾。このため、学習効果の面からも、個々の受講者にとって操作の一貫性を保ったシステムを利用できることは重要である。

教材の配信については、教材を開発する際には SCORM に準拠させることで、上記の問題を解決できる。多くの LMS が SCORM に対応しているため、開発された教材のコピーを参加各機関に配布すれば、各機関が運用する LMS からの配信が可能となる。すなわち、受講者は自分が所属する機関の LMS 上で、他機関の講義を視聴できる。

近年では、LMS から受講者へ教材を一方向的に配信するのではなく、受講者が議論したり協調して問題を解決するような学習形態も増えて来ており、その場合には受講者の発言等を双方向にやりとりできる必要がある⁵⁾。このような学習形態を eHELP において実施する場合には、LMS を横断したコミュニケーションシステムが必要となる。すなわち、受講者には教材の視聴と同様に自機関の LMS を利用していると感じさせつつも、掲示板やチャットへの発言が、同じ科目を履修しているすべての受講者に届けられなければならない。

本稿では、このような異種の LMS をまたがったコミュニケーションシステムを提案するとともに、Web サービス向けのプロトコルである SOAP を利用した実装手法も提案し、協調学習の実施を通じたシステムの操作性評価の結果について報告する。

2. 背景

本章では、eHELP について概説するとともに、eHELP において利用されている LMS について述べる。

2.1 eHELP

eHELP は、日本の高等教育機関が有する様々な教育の資源を有効に共有して、多様な受講者に対して柔軟な学習体系（フレキシブル・ラーニング）を提供することを目的とし、eラーニングを用いた高等教育機関の教育に関する協調体制の構築、大規模な受講者集団に対する eラーニングの有効性の検証、コホートベース・モデル等を含む様々な eラーニングモデル（配信モデル）の適用領域の明確化等を目標とした研究プロジェクトである。1 章でも触れたように、大学、高専等から 20 機関近くの参加を得ている。

eHELP の初期段階には、eラーニングによる単位互換制度を立上げることが重要であり、授業を他機関に配信することに重点が置かれていた。授業を配信する機関は、他機関からの受講者にユーザ ID を発行して、自機関の LMS にログインさせることにより、eラーニ

ングの授業を提供している。したがって、受講者は、履修している科目を提供する機関の LMS に対応したユーザ ID を持っており、また、科目提供機関が利用している LMS の操作を修得しなければならない。複数の機関の科目を履修している場合、受講者は、複数のユーザ ID を管理し、複数の LMS の操作を修得する必要があった。

現在では、単純な授業配信のための体制はほぼ確立し、次のフェーズに移りつつある。科目を履修している受講者が、所属機関を越えて協調的に学習するための仕組みが求められつつある。

2.2 学習管理システム (LMS)

LMS は、教材の配信に加え、ユーザ（受講者）のアカウント管理、学習履歴の蓄積、受講者間あるいは受講者と教師とのコミュニケーション支援等の機能を持つ。特に、協調学習（Collaborative Learning）においては、コミュニケーションは非常に重要な要素となる。例えば、受講者が議論を通じて問題を解くような課題が出された場合、電子掲示板（Bulletin Board System, BBS）やチャット・システムが受講者間のコミュニケーションに使われることになる。

前述した通り、参加各機関は、それぞれ独自の方針に基づいて選定した LMS を利用している。比較的多くの機関で利用されているのは OSS の Moodle⁶⁾ である。他の機関は、同様に OSS である OpenSourceLMS³⁾ を利用している。また、商用の LMS を利用している機関もある。

3. LMS 横断コミュニケーション環境

多数のユーザ ID を管理したり多種の LMS の操作を修得することは、受講者にとって大きな負担になる。これを解決するためには、単一のユーザ ID でログインでき、また、コミュニケーション・ツールの操作体系が、自分の使っている LMS の操作に近い必要がある。

1 章で述べたように、eHELP では教材は SCORM に準拠させて開発する。多くの LMS は SCORM に対応しているため、他の機関で開発された教材を単にコピーして来れば、自機関の LMS で配信することができる。このようにすれば、受講者は、自分が所属する機関の LMS にログインして、教材を視聴することが可能となる。問題となるのは、所属機関の異なる受講者間あるいは受講者と講師との間のコミュニケーションである。LMS は、それぞれ掲示板やチャット等のコミュニケーション・ツールを持っているが、それらは当然ながら LMS 内に閉じている。複数機関の受講者が同じ科目を履修している場合、それぞれの機関の LMS のコミュニケーション・ツールを使うのでは、コミュニケーションが各機関内に

閉じてしまい、他機関の受講者との協調ができない。そこで、自機関の LMS を使っているかのような操作感を受講者に持たせつつ、他機関の受講者ともコミュニケーションが取れるツールが必要となる。

以下では、このような LMS を横断するコミュニケーション環境について、その要件を明らかにするとともに、それらを実現する実装について述べる。

3.1 LMS 横断コミュニケーション環境の機能要件

受講者が、自身は単一の LMS を使いつつ、他機関の同一科目を履修している受講者とも BBS やチャットを用いて、協調的に学習することを考える。そのような学習形態を可能とする環境には次のような機能が必要とされる。

- 受講者が自機関の LMS にログインして、自機関の LMS 上の BBS 記事やチャット発言を読んだり、投稿/発言できる。
- 同じ科目を履修している受講者が、所属機関や利用している LMS に関わらず、その科目に関するすべての BBS 記事やチャット発言を読むことができる。また、ある受講者が自機関の LMS に記事を投稿したり、チャットで発言した場合、同一科目のすべての受講者は、それらを読むことができる。
- BBS の個々の記事は、テキスト、メッセージ間の親子関係（スレッド）、ワードプロセッサ・図・映像・音響などのファイル（添付ファイル）を含むことができる。

上記のような機能を持った BBS とチャット・システムを、それぞれ、cBBS、cChat と呼ぶことにする。

3.2 cBBS と cChat の実現手法

cBBS、cChat を実現するためのシステム形態としては、クライアント・サーバ型とピア・トゥー・ピア（P2P）型が考えられる。P2P 型は負荷を分散できる利点があるが、同時に管理すべき機能も分散配置されることになり、eHELP のように多数の独立した機関が参加している場合には、管理が煩雑となる。結果として、全体として見た管理コストが高くつくことになる。一方、クライアント・サーバ型では、負荷がサーバに集中することにより応答速度に支障が生じる懸念があるが、接続に関する管理機能もサーバを中心に配置されるため、管理が容易となり、そのコストを低く抑えることができる。eHELP では、各科目の受講者が数十人であり、また、同時期に開講され、かつ、協調的な学習を必要とする科目は数科目程度であるため、サーバへの負荷はそれほど高くはないと予想される。このため、クライアント・サーバ型を選択する。

BBS の記事やチャットの発言は、すべてサーバに蓄積するものとする。このサーバをコ

ミュニケーション・サーバ（Communications Server, CS）と呼ぶことにする。ユーザは各機関が管理し、またユーザ・インタフェースの操作性も各機関の LMS に適合する必要があるため、ユーザ認証・権限管理およびユーザ・インタフェースの提供は、LMS の提供と同じマシンで行う。すなわち、各機関において LMS を実行しているマシン上で、上記機能を提供するクライアント・モジュール（Client Module, CL）が実行される。各機関において LMS を実行しているマシンは一般に「サーバ」と呼ばれるが、本環境に関しては、そのマシンが CS に対するクライアントとなる。

各機関では、機関ごとのネットワーク運用ポリシーに基づき、ファイアウォールが設置されているのが一般的である。ファイアウォールによっては、in-bound のポートのみではなく out-bound のポートも遮断している。ただし、ほとんどの機関において、WWW に関するポートだけは（proxy を通す場合も多いが）アクセス可能となっている。このため、クライアント・サーバ間の通信に WWW 関連ポートを使うことにすれば、システム構築の際にファイアウォールの調整や動作検証を省くことができ、CS-CL 間の接続に関する管理作業を軽減できる。そこで、通信プロトコルとして Web サービスに良く用いられている SOAP を用いることにする。

システムの構成概要を図 1 に示す。CS は、cBBS の記事や cChat の発言を格納するとともに、これら記事や発言に CL が SOAP によってアクセスするためのインタフェース（Application Programming Interface, API）を提供する。CL は、LMS に紐込まれるか、または連携して、その LMS と同様の操作性を持ったユーザ・インタフェースを提供する。すなわち、CL は、SOAP API を介して CS にアクセスして記事や発言を読み出し、それらをその LMS の見掛けや操作体系に則って表示したり、ユーザが投稿した記事や発言を CS に送り込んだりする。また、LMS の認証状態と権限設定に基づいて、アクセス制御を行う。

多くの LMS は、BBS やチャットの機能を自己のモジュールとして持っており、様々な機能を提供している。LMS の操作体系に則るとはいえ、各 LMS が提供するすべての機能を実現することは、実装上の工数が膨大になるという問題があるだけでなく、異種の LMS 間で機能的な矛盾が生じる可能性もある。このため、CL が提供する機能は、協調的な学習に必須となるものに絞る。

cBBS の CL には、以下の機能を実装する。

- 記事の表示と投稿
- ある記事に対する子記事（返信）の投稿
- 標題のスレッド（記事の親子関係に基づいたツリー）形式による一覧表示

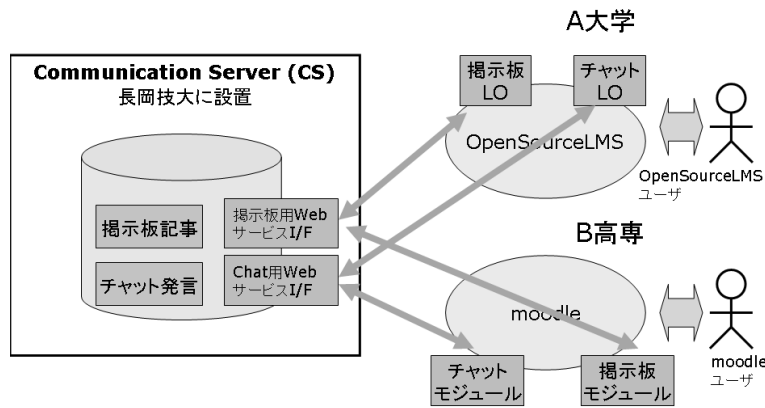


図1 システムの構成概要図
Fig.1 System Structure

- 文書・図・映像・音響等のファイルの記事への添付, また, 本学で実施している統合安全教育プログラム eSAFE⁷⁾ で利用するための squeak プロジェクトファイルの添付
- 重要発言通知 (Important Posting Notification, IPN)⁸⁾ のための表示 (重要発言のタイトルの横にアイコンを付加)

cChat の CL には, 以下の機能を実装する.

- 発言の表示と書込み
- チャットルームの発言から話されている話題を抽出しユーザに提示する自動話題提示 (Automated Topic Display, ATD)⁹⁾ のための表示機能.

各 LMS の CL がこれらの機能を持つことにより, 学習者は, 自機関の LMS 上の BBS やチャットを利用して, 他機関の受講者や教師とコミュニケーションを取ることが可能となる.

3.3 cBBS と cChat の実装

前述の機能を実現するに際しての実装上の設計事項として以下が挙げられる.

- 記事や発言を CS 上で蓄積する際の格納形態
- CS の API と, CS-CL 間のインタラクション・シーケンス
- IPN および ATD の機能の配置

記事や発言の格納には, 柔軟性とアクセス速度のバランスの観点からリレーショナルデータベース (RDB) を利用する. 本システムでは RDB 管理システム (RDBMS) とし

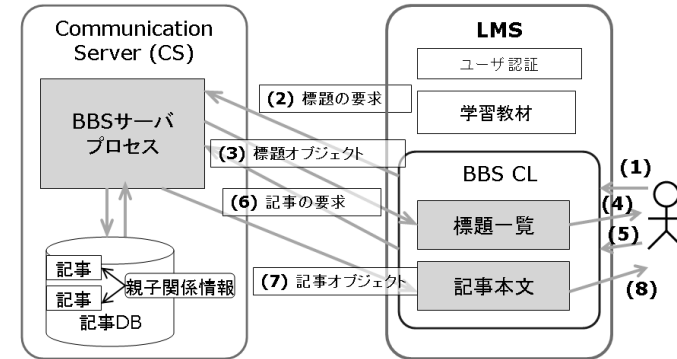


図2 cBBS の記事読出しにおけるシステム・シーケンス図
Fig.2 System Sequence for Reading an Article in cBBS

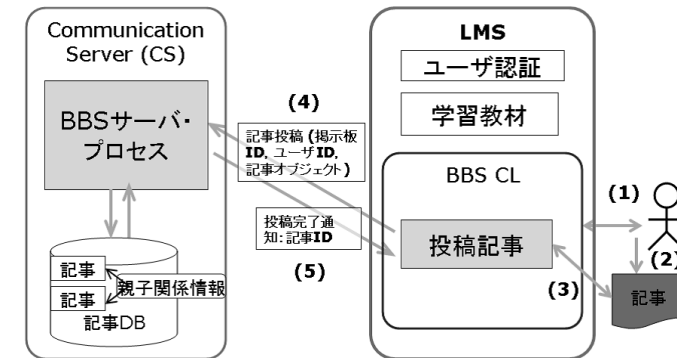


図3 cBBS の記事投稿におけるシステム・シーケンス図
Fig.3 System Sequence for Posting an Article in cBBS

て PostgreSQL を用いることとした.

ユーザが cBBS の記事を読む際の CS-CL 間の代表的なインタラクション・シーケンスを図 2 のように定めた.

- (1) ユーザが cBBS (の CL) を起動する
- (2) CL は記事一覧を表紙するために, CS にタイトルを要求する

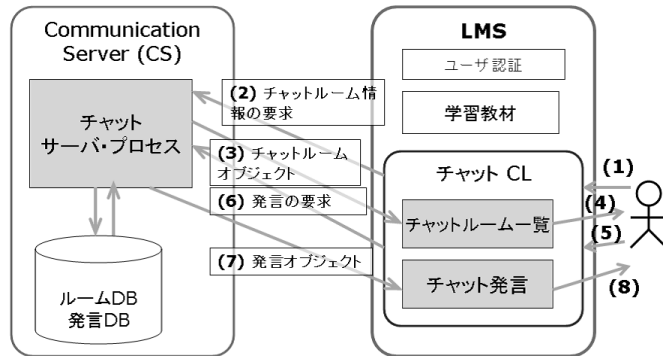


図 4 cChat の発言表示におけるシステム・シーケンス図
Fig. 4 System Sequence for Reading Utterances in cChat



図 5 スクリーンショット (1)
Fig. 5 Screen-shot of a Working Example (1)

- (3) CS は格納されている記事から当該の BBS の記事の標題を取得して返す
- (4) CL は標題の一覧を表示する
- (5) ユーザがある標題を持つ記事の本文を読むための操作をする
- (6) CL は CS に対して記事全体を要求する
- (7) CS は要求された記事をデータベースから取得し、記事オブジェクトとして返す
- (8) CL は記事本文を表示する

また、cBBS への記事投稿の際のシーケンス図 3 に、cChat の発言表示の際のシーケンスを図 4 に、それぞれ示す。他に、記事の削除、チャットの発言書込みがあるが、同様の考え方でシーケンスを設計した。

IPN および ATD 機能には、自然言語処理が利用されており、CPU リソースを多く消費する。また、これら機能は必ずしも投稿や発言があるごとに動作する必要はなく、非同期で定期的に処理を起動しても運用上支障はない。このため、これら機能は cBBS や cChat のサーバ・プロセスとは独立したプロセスとして CS 上で実行するものとした。

IPN のためのプロセスは、定期的に記事 DB をスキャンし、ユーザごとに設定されたキーワードと関連度の高い記事があるか否かを検出する。あるユーザのキーワードに適合する記事があれば、記事 DB にその情報を書込む。BBS のサーバ・プロセスは、標題の要求があった際に、標題オブジェクトにこの適合情報も含めて返し、BBS の CL はその情報に基づいて標題の横にアイコンを表示する。

ATD も同様に、各チャットルームの発言 DB を定期的にスキャンして、最新的话题を抽出し、それを DB に書込む。cChat のサーバ・プロセスは、チャットルーム情報の要求があった際に、この話題もルーム情報オブジェクトに含めて返す。チャットの CL は、この情報に基づいて話題を表示する。

3.4 動作例

CS、および、Moodle 用と OpneSourceLMS 用の CL を実装した。以下では、その動作例をスクリーンショットにより示す。

図 5、図 6 および図 7 は cBBS を利用しているときのスクリーンショットである。図 5 では、OpenSourceLMS 使っている受講者（受講者 A）が記事を投稿している。記事が投稿されると、図 6 に示すように Moodle を使っている他機関の受講者（受講者 B）からもその記事を読むことができる。受講者 B の用いているユーザインタフェースの操作は Moodle に準拠している。図 6 において、この受講者 B は、返信を投稿しようとしている。返信が投稿されると、図 7 に示したように、受講者 A からそれが読めるようになる。

4. 協調学習の実践による操作性の評価

LMS 横断コミュニケーション環境の操作性を評価するため、実験的な協調学習の演習を実施した。cChat を用いて数学の問題を議論しながら解くというもので、3 機関に所属する計 14 名の学生が参加した。問題は 1 題であるが、その中に小問が 3 題含まれている。教師

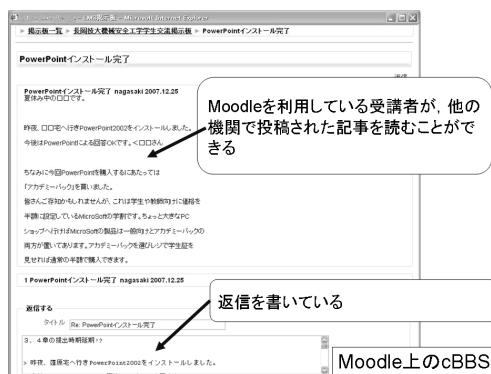


図 6 スクリーンショット (2)

Fig.6 Screen-shot of a Working Example (2)

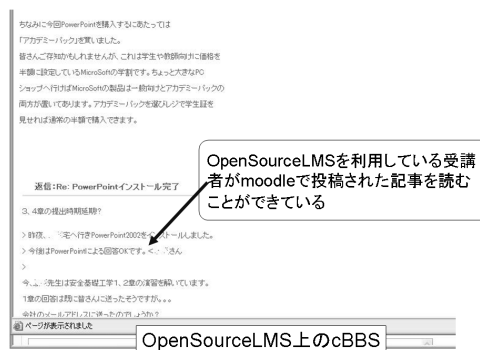


図 7 スクリーンショット (3)

Fig.7 Screen-shot of a Working Example (3)

は演習開始直前にこれを電子メールにより受講者に配布した。演習開始とともに、3 機関からの受講者が cChat を使って議論し、解答を試みた。演習の時間は 2 時間に設定した。

最終的には、受講者は 3 つの小問のうち 2 つを解くことができた。対面授業において、本実践の参加者とは別の受講者 13 名にそれぞれ個人で問題を解かせたが、ほとんど学生は小問を 1 問も解くことができなかった。このことから、cChat を用いた協調が学習効果を高めたと示唆される。

本実践の後、受講者に対して操作性に関するアンケート調査を実施した。

まず、本コミュニケーション環境の操作性について、次の 4 つの選択肢からひとつを選んで回答してもらった。

- (1) 利用している LMS と一体であるかのような操作感であり、まったく戸惑わずに操作できた
- (2) 利用している LMS の操作感に良く似た操作感であり、ほとんど戸惑いなく操作できた
- (3) 利用している LMS とはかなり異なる操作感であり、なんとか操作できた。
- (4) 利用している LMS とは全く別の操作感であり、操作することが苦痛であった。

なお、14 名中、Moodle を利用している受講者が 8 名、OpenSourceLMS を利用している受講者が 6 名であった。

結果を図 8 に示す。図からわかるように、約 7 割の受講者からポジティブな回答が得られた。この結果から、利用している LMS と同様な操作性を提供しつつ、機関および LMS を横断して情報を交換するという本研究の目的は、達成されたと言える。

受講者には、さらに自由記述形式で、操作性についての意見（操作性が悪い原因）を回答してもらった。意見として、以下が挙げられた。

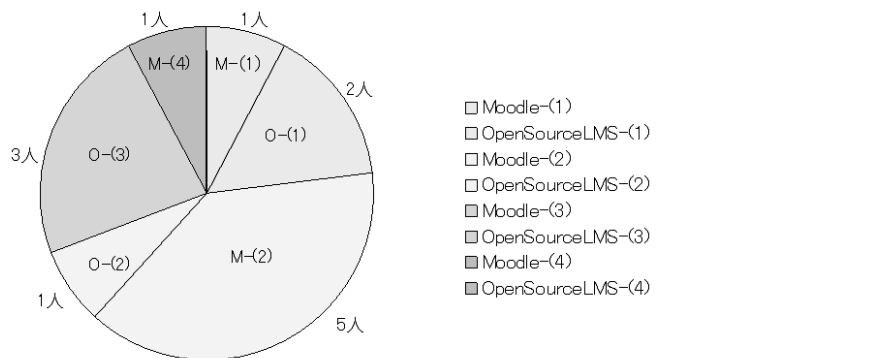
- チャットの最中にエラーが度々表示されて、操作性が悪かった
- 発言を入力のためのテキスト・ボックスが小さすぎる
- 発言してからそれが反映されるまでの遅延が大きすぎる
- 過去の発言をスクロールバックして読んでいる最中に誰かが発言すると、画面が最新発言に戻ってしまい、不便である

最初の意見は OpenSourceLMS の CL のバグによるものである。また、2 番目の意見は画面設計の不備によるものであり、本稿執筆時点では、この 2 点はすでに修正済みである。後の 2 つの意見は画面更新に関するものであり、web ベースのチャットシステムでは問題になることが多い。これについても、ajax 等を使うことにより、解決が可能であると考えられる。

表 1 機関を横断するコミュニケーション環境の比較
Table 1 Comparison of multi-institutional communication systems

| システム | LMS との操作一貫性 | 単一ログイン | ユーザ管理の容易性 |
|---------------------|-------------|--------|-----------|
| LMS 付属システム | × | × | × |
| 単一サーバ・システム | | × | × |
| 単一サーバ+シングル・サイン・オン | | | × |
| LMS 横断システム (提案システム) | | | |

チャットシステムの操作感



- (1) 利用しているLMSと一体であるかのような操作感であり、まったく戸惑わずに操作できた。
- (2) 利用しているLMSの操作感に良く似た操作感であり、ほとんど戸惑いなく操作できた。
- (3) 利用しているLMSとはかなり異なる操作感であり、なんとか操作できた。
- (4) 利用しているLMSとは全く別の操作感であり、操作することが苦痛であった。

図 8 操作性の評価結果
Fig. 8 Results of Usability Evaluation

5. 考 察

本稿で提案した LMS 横断コミュニケーション環境は、受講者が所属機関の LMS の操作方法を知っているだけで、他の機関の同一科目の受講者ともコミュニケーションを取れることを目指している。しかし、BBS やチャットは、標題やルームの一覧表示領域、記事や発言の本文の表示領域、投稿や発言のための記述領域、投稿・発言ボタンといった比較的単純な要素から構成されているため、どのような LMS においても類似したユーザ・インタフェースとなる。

このため、単一の BBS やチャット・サーバをいずれかの機関に設置し、全受講者がそれを利用すること（単一サーバ・システム）にしても、操作性の面からはさほど大きな問題にはならないかも知れない。しかしながら、この場合には、サーバ・システムを運用している機関において全ユーザを管理する必要があるため負担が大きくなる上、受講者にとっても、LMS と単一サーバとの両者に対してログイン操作をする必要があり煩雑である。

また、シングル・サイン・オン機構を利用した場合、受講者のログインの煩雑さは解消されるものの、複数機関にまたがったユーザ権限の管理が必要となり、依然としてユーザ管理の煩雑さがつきまとうことになる。

本提案の環境では、LMS 上で許可されたユーザのみがコミュニケーション機能を利用できるため、ユーザ管理や認証手段の設定は各機関が独立して行うことが可能であり、受講者にとっても、自機関の LMS にログインするだけでコミュニケーション機能を利用でき、至便である。

上記の議論を表 1 にまとめる。

6. まとめと今後の課題

本稿では、複数機関の学生が履修する単位互換科目における受講者間のコミュニケーショ

ンを、操作法の一貫性を保って提供する LMS 横断コミュニケーション環境を提案し、その機能要件を明らかにするとともに、実装手法について述べた。さらに、提案したコミュニケーション環境を利用した協調学習を実践し、受講者へのアンケート調査に基づいて操作性について評価した。

提案した LMS 横断コミュニケーション環境は、電子掲示板 (cBBS) とチャット (cChat) とを提供する。cBBS の記事や cChat の発言は集中サーバ (コミュニケーション・サーバ、CS) に蓄積し、ユーザ・インタフェース (クライアント・モジュール、CL) は各 LMS が稼動するマシン上で動作する形態とした。また、CS と CL との間は、各機関のファイアウォールの設定をできるだけ変更せずに済むよう、WWW 関連ポートを利用する SOAP によって通信する。この設計に基づいて、CS、Moodle 用 CL、OpneSourceLMS 用 CL を実装し、動作することを確認した。

本環境を利用した協調学習の実践のために、複数機関の受講者からなるグループで cChat を利用して議論し数学の問題を解答する授業 (演習) を設定した。3 機関から 14 名の受講者を得て 2 時間の演習を実施し、3 題出題した数学の小問のうち 2 題が正解となった。アンケート調査の結果、LMS との操作の一貫性について、約 7 割の受講者からポジティブな回答が得られた。

ネガティブな回答が約 3 割あったが、これらは、CL のバグ、画面設計の不備、あるいは、web ブラウザを用いたチャットの一般的な問題に起因するものであった。画面設計の見直しや ajax 等の利用により、これら問題は比較的容易に解決が可能であると考えられる。実際に CL を改良して、操作性をより向上させることが今後の課題である。

本稿は、操作に一貫性を持つ LMS 横断コミュニケーション環境の実現を目的としており、評価においても操作一貫性に焦点を絞った。しかし、その前提となっている、複数機関の学生が参加する協調学習の学習効果についても、様々な面から評価が必要であろう。このような評価も今後の課題である。

参 考 文 献

- 1) 福村好美, 丸山久一: 安全・安心社会の創成を支援する e ラーニング, メディア教育研究, Vol.12, No.2, pp.37-48 (2006).
- 2) Advanced Distributed Learning: Scorm 2004 4th Edition Documentation (2008). <http://www.adlnet.org/Technologies/scorm/SCORMSDocuments/2004%20204th%20Edition/Overview.aspx>.

- 3) 日本イーラーニングコンソーシアム: SCORM2004 Engine (2004). <http://www.elc.or.jp/cgi-bin/scorm.engin/lms/index-scorm.html>.
- 4) Rhee, C., Moon, J. and Choe, Y.: Web Interface Consistency in e-Learning, *Online Information Review*, Vol.30, No.1, pp.53-69 (2006).
- 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) Moodle Community: Moodle (2008). <http://moodle.org/about/>.
- 7) Yukawa, T., Amarume, H., Tochio, M., Kimura, T., Nakahira, K.T. and Fukumura, Y.: An intelligent bulletin board system for an e-Learning program for safety engineering, *Proceedings of 18th World Conference on Educational Multimedia, Hypermedia and Telecommunications (ED-MEDIA 2006)*, pp.2493-2500 (2006).
- 8) Yukawa, T., Amarume, H. and Fukumura, Y.: An Important Posting Notification Function in an Intelligent Bulletin Board System for e-Learning, *Proceedings of 11th International Conference on Knowledge-Based and Intelligent Information and Engineering Systems (KES 2007)*, pp.761-768 (2007).
- 9) Yukawa, T., Kawano, K. and Fukumura, Y.: Introducing Sense of Connectedness in e-learning, *Proceedings of 20th World Conference on Educational Multimedia and Hypermedia (ED-MEDIA 2008)*, pp.1198-1207 (2008).