

平成 20 年度
修士学位論文

協調・同期型学習を実現する
SCORM 対応 LMS の構築

Development of SCORM conformant LMS for
Collaborative and Synchronous Learning

1115089 寒川 剛志

指導教員 妻鳥 貴彦

平成 21 年 3 月 5 日

高知工科大学大学院 工学研究科 基盤工学専攻
情報システム工学コース

要 旨

協調・同期型学習を実現する SCORM 対応 LMS の構築

寒川 剛志

近年，情報技術が発展し教育分野にも情報技術を利用するケースが増えている．情報技術を利用して教育を行うことを e-Learning とよぶが，企業や大学で用いられるのは WBT (Web Based Training) と呼ばれる Web ベースの e-Learning が多い．WBT の標準規格として ADL (Advanced Distributed Learning) は SCORM (Sharable Content Object Reference Model) を提唱している．SCORM の目的は，WBT の相互運用性，再利用性，アクセス可能性，耐久性を高めることである．

e-Learning の手法は WBT 以外にも様々あるが，学習の目的や学習者の構成に応じて適切な手法を選択することが望ましい．しかし，SCORM が想定しているのは WBT による個別学習のみである．SCORM の持つ再利用性や相互運用性などの利点は個別学習のみではなく，その他の学習手法に関しても有効であり，SCORM を用いた学習においても学習手法を選択できることが重要である．

そこで，本研究では SCORM を用いた学習において個別学習以外の手法として協調学習を実現することを目的とし，実際に協調学習を行う上で必要な学習者間のコミュニケーション機能を有する協調・同期型学習が実現する SCORM 対応 LMS を構築する．

キーワード e-Learning，WBT，SCORM，インストラクショナルデザイン，協調学習

Abstract

Development of SCORM conformant LMS for Collaborative and Synchronous Learning

SAMUKAWA, Takeshi

In recent years, education field is introducing ICT (Information and Communication Technology). It is called e-learning to use ICT in education. In particular, WBT (Web Based Training) is becoming to mainstream of e-Learning in Enterprise and University. WBT is one of e-Learning methods which accesses a network using a browser to learn. ADL(Advanced Distributed Learning, U.S.) has been offering SCORM(Sharable Content Reference Model) as standard model in WBT. SCORM aims to give four abilities to WBT system: Interoperability, Reusability, Accessibility and Durability.

e-Learning has many methods besides WBT. It is important for learning effect that e-Learning method is appropriately select by purpose of study, a student composition and so on. However, e-Learning method of SCORM is only individualized learning by WBT. The advantage of SCORM is effective not only individualized learning but also other e-Learning method. Therefore, other e-learning method is necessary in SCORM.

In this paper, we propose to realize collaborative learning in SCORM. Moreover, we developed SCORM conformant LMS for Collaborative and Synchronous Learning which has communicating function between learners.

key words e-Learning , WBT , SCORM , Instructional Design, Collaborative Learning

目次

第 1 章	はじめに	1
第 2 章	研究背景	2
2.1	WBT と SCORM	3
2.2	協調学習	4
2.3	ブレンディッドラーニング	4
2.4	インストラクショナルデザイン	5
2.5	研究の目的	6
第 3 章	SCORM における協調学習の実現の検討	7
3.1	SCORM	7
3.1.1	SCORM の目的	7
3.1.2	コンテンツアグリゲーションモデル	9
3.1.3	ランタイム環境	12
3.1.4	シーケンシング&ナビゲーション	13
3.2	協調学習の特徴	15
3.2.1	構成主義的な学習観	15
3.2.2	相互作用	16
3.2.3	知識の外化・共有・創生	16
3.2.4	相互依存性と課題の精選	17
3.2.5	協調学習を導入する目的	17
3.3	SCORM における協調学習の先行研究	18
3.4	SCORM における協調学習の実現	19
第 4 章	協調・同期型学習を実現する SCORM 対応 LMS の構築	21

目次

4.1	システムの設計	21
4.1.1	コミュニケーション機能	23
4.1.2	他者モニタリング機能	23
4.1.3	協調ログ表示機能	24
4.2	システムの概要	24
第 5 章	評価	29
5.1	評価の概要	29
5.2	評価結果	30
5.3	評価の考察	33
5.3.1	理解度に関する考察	33
5.3.2	議論ログの分析	34
5.3.3	アンケートに関する考察	36
5.3.4	考察のまとめ	37
第 6 章	おわりに	39
	謝辞	40
	参考文献	41

目次

2.1	ADDIE プロセスモデル	5
3.1	コンテンツ構造と資源リスト	11
3.2	ランタイム環境	12
3.3	Team Based Learning 環境の概念図	18
4.1	OpnesourceLMS の構成	21
4.2	システム構成	22
4.3	コンテンツ選択画面	25
4.4	ポップアップメニュー	26
4.5	学習コンテンツウィンドウ	27
4.6	協調学習用ウィンドウ	27
4.7	復習用ウィンドウ	28

表目次

3.1 SCORM メタデータの必須項目数	10
3.2 データモデルの概要	14
5.1 事前テスト確認テストの結果	31
5.2 議論ログの集計	34

第 1 章

はじめに

近年，e-Learning の重要度は高まっており，多くの企業や大学が e-Learning を利用し教育を行っている．e-Learning とは，情報通信技術を利用して学習を行う手法である．そのなかでも，Web を用いて学習を行う WBT (Web Based Training) が多く取り入れられている．WBT では，一般に学習者の成績や進捗などの管理を行う LMS (Learning Management System) と学習コンテンツから構成されており，学習者は Web ブラウザなどを利用して学習コンテンツにアクセスすることによって，時間や場所にとらわれない学習が可能である．WBT の標準規格として ADL (Advanced Distributed Learning) [1] は SCORM (Sharable Content Object Reference Model) [2] を提唱している．SCORM は WBT の相互運用性，再利用性，アクセス可能性，耐久性を高めることを目的としている．

e-Learning における学習手法は，多人数で学習を行う協調学習や e-Learning と対面授業を組み合わせたブレンディッドラーニングなどがある．学習手法はそれぞれ利点があり，インストラクショナルデザインという学習や教育の設計に関する概念によれば，学習の目的や学習者の構成を分析し，最適な学習手法を選択することで効果的な学習が行える．

一方で，SCORM における学習は個別学習のみを想定している．SCORM の再利用性や相互運用性などの利点は，個別学習以外でも有効であると考えられ，SCORM を用いた学習においても個別学習以外の手法を学習の目的などに応じて適切に選択できることが必要である．

そこで，本研究では SCORM を用いた学習において個別学習以外の手法として協調学習を実現することを目的とし，実際に協調学習を行う上で，必要な学習者間のコミュニケーション機能を有する協調同期型学習が実現する SCORM 対応 LMS を構築する．

第 2 章

研究背景

近年，情報技術の発展と普及，特にインターネットに代表されるネットワーク技術の著しい発展と普及によって，教育分野にも情報技術が利用されている．従来の教育では学習者と講師が同じ場所にいる必要があり，加えて学習管理には大きなコストがかかった．そこで情報技術を利用し，マルチメディアを用いた学習教材や情報処理による学習管理や教材管理が行われるようになった．このような学習形態は e-Learning とよばれ，多くの企業や大学で利用されている．

e-Learning の特徴としては学習の自由度とインタラクティブ性が挙げられる．学習の自由度とは，いつでもどこでも学習できることであり，教材のデジタル化のレベルが高いほど自由度が上昇する傾向にある．また，インタラクティブ性とは学習の受講側（学習者）と学習の提供側（講師など）が双方向でのコミュニケーションを行えることを指す．インタラクティブ性が高ければ，学習者からの反応が講師に伝わり，学習の効果や効率が上昇することとなる．

狭義の e-Learning は，WBT(Web Based Training) と呼ばれるネットワークを利用して，教材を配信するもののことを言う．広義の e-Learning は，情報機器あるいは情報処理を教育の中で利用するもの全般を指す [3]．例えば，教材を CD-ROM や DVD に収録し配布する CBT(Computer Based Training) や，多人数での学習である協調学習を情報システムによって実現する CSCL がある．最近では，WBT 単体ではなく対面授業と組み合わせたブレンディッドラーニングが一般的になっている．

2.1 WBT と SCORM

WBT はイントラネットやエクストラネットあるいはインターネット上で Web ブラウザを用いて行う e-Learning の手法の一つである。WBT は CBT の問題点である作成・更新コストの大きさを Web システムを用いることで軽減し、ネットワークを使用することで CBT に比べインタラクティブ性が向上している。加えて、コンテンツをサーバにアップロードすることで学習コンテンツを多くの学習者に配信することを可能にした。学習者にとっては、Web ブラウザを利用してコンテンツにアクセスするだけで学習ができるため、時間や場所に制約されず、いつでもどこでも学習することができる。WBT は LMS (Learning Management System:学習管理システム) を利用してよりインタラクティブ性を高めた手法が主流である。LMS は学習者の成績・個人情報や学習の進捗状況など学習管理に必要な情報の記録や学習コンテンツの管理を行うシステムである。また、単純に学習コンテンツをストックするだけの機能のものあり、それらは CMS(Course Management System) と呼ばれることもある。学習コンテンツは学習を行う教材そのものであるが、WBT では LMS との通信を行うための手段や LMS 上でのコンテンツの検索や管理に使用する情報がコンテンツ自体に付与されることが多い。WBT では LMS と学習コンテンツの相互の通信によってインタラクティブな学習が可能となる。

従来の WBT システムはシステムのベンダによって通信方法や管理方法が独自の仕様で作成されており、同一のベンダが作成した LMS と学習コンテンツをセットで使用する必要があった。つまり、異なったベンダの LMS と学習コンテンツの相互運用、学習コンテンツの再利用が困難であるという問題があった。そこで、教材本体と LMS と通信を行う機能やコンテンツの情報を分離し、教材本体の変更や切り出しが容易にする WBT の標準規格として、ADL (Advanced Distributed Learning) [1] は SCORM (Sharable Content Object Reference Model) [2] を提唱している。SCORM を用いることによって、WBT システムはベンダや規格の対応を考慮する必要がなくなり、LMS やコンテンツの導入がより簡単になったといえる。

2.2 協調学習

2.2 協調学習

協調学習とは、学習者がグループ活動の中で互いの学習を助け合い、一人一人の学習に対する責任を果たすことで、グループとしての目標を達成していく相互依存学習である [4]。協調学習は「学習や発達社会的な関係の中で生まれ、育まれるものである」とする構成主義的学習観より成り立っている [5]。協調学習では、学習者数人によるグループで学習が行われ、学習者個人が持っている知識を教えあったり、他の学習者を助けることによる相互作用によって課題解決が行われる。この課題解決のプロセスの中で知識の共有化や外化、新たな知識の創生が起こり、グループ全体の知識が深まる効果がある。他の学習者との相互作用によって、学習に対するモチベーションが向上する。また、他の学習者の行動をモニタリングすることで他者との差異を認識し自己にフィードバックすることによって、知識や行動を洗練化する他者モニタリング能力を獲得できる。

2.3 ブレンディッドラーニング

ブレンディッドラーニングは、WBT などの e-Learning と対面授業を組み合わせる相乗効果を狙う e-Learning の手法である。ブレンディッドラーニングは e-Learning を対面授業の単純な代替と捉えるのではなく、うまく組み合わせることで双方の利点を生かそうとしている。例えば、WBT を用いて学習者に基礎的で修得に時間がかかる知識を対面授業までに個別に学習させておき、対面授業では WBT で学習した知識を利用する応用的な知識を全ての学習者に実施することで、WBT の配信の容易さや時間や場所に制約されないという利点と対面授業の学習者へのフォローアップがしやすいなどの利点を同時に活かすことができるより効率的かつ効果的な学習が期待できる。

ブレンディッドラーニングは特に高等教育機関での採用が多く、e-Learning を導入している機関のおよそ 8 割がブレンディッドラーニングを行っているというデータもある [3]。

2.4 インストラクショナルデザイン

インストラクショナルデザイン (ID) は、学習者の有能な学びを実現するために、効果的な教授を計画し、開発し、評価し、管理する方法である。インストラクショナルデザインを用いることで教育活動の効果効率魅力を高めることができる [6][7]。ここでいう教育活動の効果高めるとは、学習者が教育によって何ができるようになったのか、何を理解したのかを把握し、できることやわかることを増やすことである。教育活動の効率とは、単に同じ時間で多くのことが学べるのではなく、学習者が無用な時間を費やさず、必要以上に頑張ることなく学習が行えることである。教育活動の魅力とは、学習者が学習に集中できる環境や教材を用意し、わかることやできることが面白いと感じさせることである。

ID の利点を実現するための具体的な授業や教材を作成する一連の流れを ID プロセスと言う。ID プロセスには様々なものがある。よく用いられる ID プロセスとして、図 2.1 に ADDIE プロセスモデルを示す。

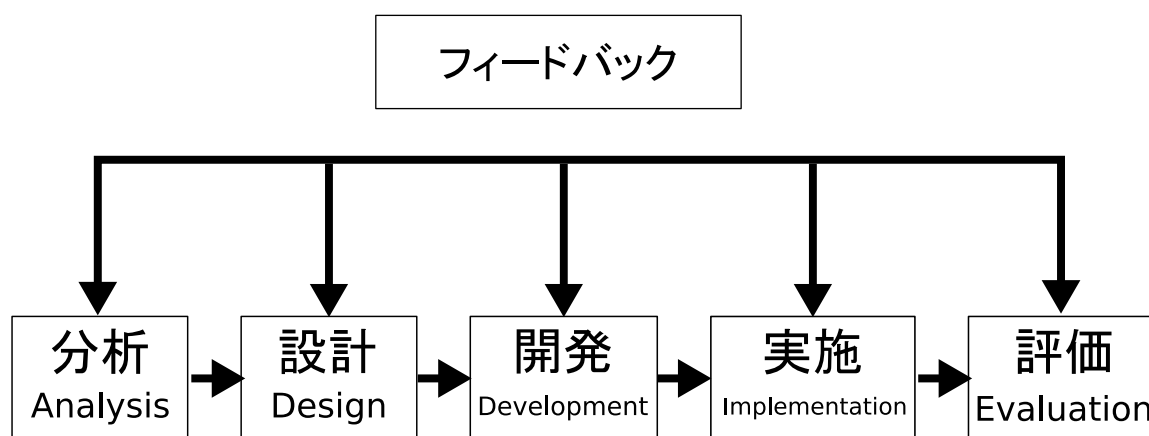


図 2.1 ADDIE プロセスモデル

ADDIE プロセスは分析 (Analysis)、設計 (Design)、開発 (Development)、実施 (Implementation)、評価 (Evaluation) の 5 つのフェーズから構成される。分析フェーズでは、学習活動の現状や学習環境、学習内容などについて分析する。設計フェーズでは、分析結果をもとに、具体的な教材の設計を行う。開発フェーズでは、設計に基づき、具体的な教材を設計する。実施フェーズでは、教材を使って授業や研修を行う。評価フェーズでは、学習活動

2.5 研究の目的

全体や教材などの問題点の洗い出しと改善を行う。各フェーズでは、常に前工程へのフィードバックや次工程への情報提供を行い、改善を行う。ADDIE プロセスモデルを適用することで、教材の品質管理、質の向上をシステムティックに目指すことができる。

e-Learning の進展とともに ID を用いて教育や学習を開発することが重要となっている。例えば、学習者の分析を行わずに WBT コンテンツを作成した場合、学習者の既存の知識レベルに対して著しく難しいまたは簡単なコンテンツになる可能性がある。また、学習の手法に関しても個別で反復して学習することに向く内容の場合もあれば、対面授業のように講師-学習者間、学習者-学習者間でコミュニケーションをとりながら進めた方が理解が進む内容もある。したがって、教材を作成する前に十分な分析を行って、学習全体を設計することが必要である。

2.5 研究の目的

e-Learning の手法は様々だが、2.4 節で述べたように学習の目的や学習者の構成に応じて手法を適切に選択することが重要である。SCORM を用いた学習においても、学習の目的などに応じて学習の手法が選択できることが必要である。しかし、SCORM で想定されている学習の手法は個別学習のみである。SCORM の持つ再利用性や相互運用性などの利点は個別学習のみではなく、その他の学習手法に関しても有効であり、SCORM を用いた学習においても学習手法を選択できることが重要である。

そこで、本研究では SCORM を用いた学習において個別学習以外の手法として協調学習を実現することを目的とし、実際に協調学習を行う上で必要な学習者間のコミュニケーション機能を有する協調同期型学習を実現する SCORM 対応 LMS を構築する。

第 3 章

SCORM における協調学習の実現 の検討

本章では，本研究で対象とする SCORM と協調学習の特徴を述べ，本研究で行う協調学習の実現方法に関する検討を行う．また，SCORM における協調学習の先行研究として現在策定作業が進んでいる SCORM の次期バージョンである SCORM2.0 より協調学習に関する項目を取り上げる．

3.1 SCORM

3.1.1 SCORM の目的

SCORM は ADL が提唱した WBT の標準規格である．WBT の規格は IMS (IMS Global Learning Consortium,) , AICC (the Aviation Industry CBT Committee) ARI-ADNE12(Alliance of Remote Instructional Authoring & Distribution Networks for Europe), IEEE LTSC2(Institute of Electrical and Electronics Engineers, Learning Technology Standards Committee) などの団体が策定した規格が存在しており，SCORM はそれらの規格を統合したものである．

SCORM2004 の仕様書 [2] によると，SCORM の目的は e-Learning コンテンツに次にあがる性質を与えることである．

- 再利用性

3.1 SCORM

学習コンテンツを複数のアプリケーションやその他のコンテンツに組み込める柔軟性

- アクセス可能性

遠隔から教材コンテンツを探してアクセスし，それを他の多くの場所に配信する機能

- 耐久性

再デザイン，再構成，再コーディングすることなく，技術上の変更に対応できる機能

- 相互運用性

ある場所であるツールもしくはプラットフォームを用いて開発した学習コンテンツを取り出し，それを他の場所で異なるツールもしくはプラットフォーム利用する機能

これらのことは次のように言い換えることができる。

- Web ベース LMS が異なったベンダのツールで作成したコンテンツを起動し，そのコンテンツとデータをやりとりできる
- 異なるベンダの Web ベース LMS が同じコンテンツを起動し，実行中に内容のデータをそのコンテンツとデータをやりとりできる
- 複数の Web ベース LMS/環境が，実行可能なコンテンツが格納されている共通レポジトリにアクセスし，そのようなコンテンツを起動できる

これらの目的を達成するために SCORM ではコンテンツアグリゲーションモデル (CAM)，ランタイム環境 (RTE)，シーケンシング&ナビゲーション (SN) を規定している。CAM はコンテンツに関する規定であり，コンテンツの発見，再利用，共有，相互運用可能な資源から教材を構成する方法を提供する。さらに，コンテンツの識別方法，記述方法，コースないしコースの一部への集約方法，LMS レポジトリなどのシステム間の移動方法を定義している。RTE は学習管理に関する規定であり，後述する学習コンテンツである SCO(Sharable Content Object) と LMS との通信の方法，コンテンツの起動方法，LMS-コンテンツ間でやり取りされるデータ要素を定義している。SN は学習者の理解状態に応じたコンテンツの提示方法を定義し，LMS が SN を処理するために導入すべき動作と機能をモデル化したものである。

3.1 SCORM

これらによって、SCORM では従来の WBT で困難であったコンテンツの相互運用や再利用が可能になった。

3.1.2 コンテンツアグリゲーションモデル

コンテンツアグリゲーションモデル (CAM) はコンテンツに関する規定である。CAM は教材設計者やコンテンツの実装者が学習資源を集約して、適切な学習体験を提供するための、教育手法に依存しない手段である [2]。学習コンテンツを作る際には単純な画像や動画などのコンテンツ素材を作成し、それらを複雑なコンテンツとしてまとめあげる、あるいは、集約する過程が存在する。CAM は以下の要素で構成される。

- コンテンツモデル
- メタデータ
- コンテンツパッケージング

コンテンツモデルは低レベルな学習資源を集約し高レベルな学習ユニットを構成するための手法である。コンテンツモデルの構成要素はアセット、SCO、コンテンツアグリゲーションである。CAM におけるコンテンツモデルは教材本体や後述するメタデータ、コンテンツパッケージングで作成するファイルやコンテンツの概念となる。

アセットは学習コンテンツの最も単純な形は動画、画像や音声などの単一のファイルで構成される学習コンテンツことである。アセットの属性や特徴はアセットメタデータに記述し、これにより学習コンテンツまたはそれらを集めたレポジトリからアセットの検索・発見が可能となる。

SCO は RTE を使用して LMS と通信を行う機能を有したアセットの集合である。SCORM ではアセットを HTML 形式によって整形し SCO を作成する。また、実際の学習コンテンツは SCO の集まりとして整形されていることが多い。そのため、再利用性の観点から SCO は他の SCO となるべく独立で、小さな規模することが要求される。つまり、SCORM コンテンツを作成する場合は学習の目的・内容や LMS との通信、再利用性をどの

3.1 SCORM

程度与えるかなどを考える必要がある。加えて、SCO では RTE を使用して学習の開始と終了を LMS に通知する必要がある。アセット同様に SCO の特徴や属性は SCO メタデータに記述される。

コンテンツアグリゲーションはアセットを結合した SCO を集約して作成した学習コンテンツの分類や検索のために使用されるコンテンツ構造である。

メタデータはコンテンツモデル構成要素の属性や特徴を記述するための仕組みである。SCORM では、アセット、SCO、コンテンツアグリゲーションを LMS で検索し共有・再利用するために、これらにメタデータを付与している。また、メタデータではコンテンツモデルで定義された SCO、アセット、コンテンツアグリゲーションの各要素についてメタデータに記述すべき必須項目と任意項目が存在する。コンテンツモデルの構成要素の必須項目と任意項目の個数を表 3.1 に示す。

表 3.1 SCORM メタデータの必須項目数

名前	必須項目数	任意項目数
アセット	7	49
SCO	15	42
コンテンツアグリゲーション	15	42

コンテンツパッケージングは学習コンテンツの意図した振る舞いの記述方法（コンテンツ構造）、および、異なる環境に移植するために学習資源を 1 つのパッケージにする方法である。コンテンツパッケージングは異なるシステム間でのコンテンツの交換する標準化手法といえる。コンテンツパッケージングはマニフェストファイルと呼ばれるファイルに記述される。マニフェストファイルには以下の内容を記述する。

- コンテンツパッケージそのものに対する記述
- パッケージに関するメタデータ
- コンテンツ構造と動作を定義する任意のオーガニゼーション

3.1 SCORM

- パッケージに含まれる資源のリスト

コンテンツの構造は、コンテンツ作成者に対し学習資源の集合をひとつに統合した学習ユニットに編集する方法、および、構造とそれに伴う固有の動作を異なる LMS で再現可能にする方法を提供している。つまり、コンテンツ構造はコンテンツ作成者が提示したいコンテンツの提示順などの意図を LMS に伝える役割がある。

コンテンツ構造の例を図 3.1 に示す。コンテンツパッケージングでは図に示すように、コンテンツ構造と資源リストが関連性を持ち該当する SCO を指し示す。また、資源リストは個々の SCO に含まれるアセットなどの情報も持ちコンテンツに使用されているすべての要素を記述することが可能である。

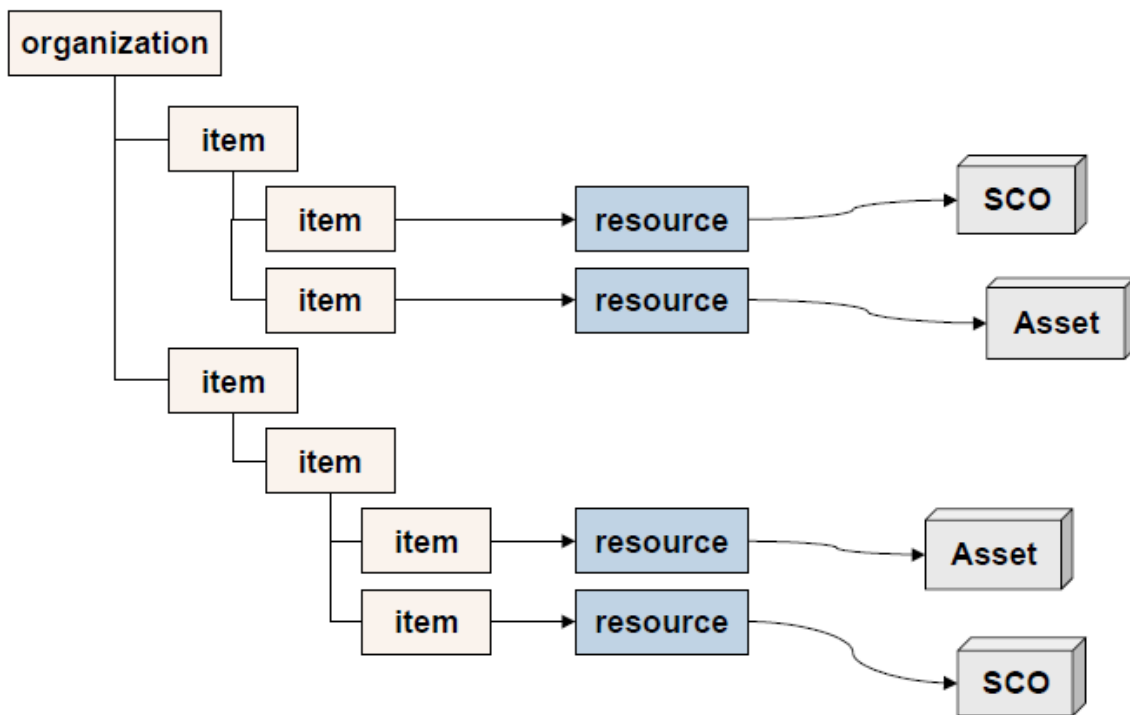


図 3.1 コンテンツ構造と資源リスト

3.1 SCORM

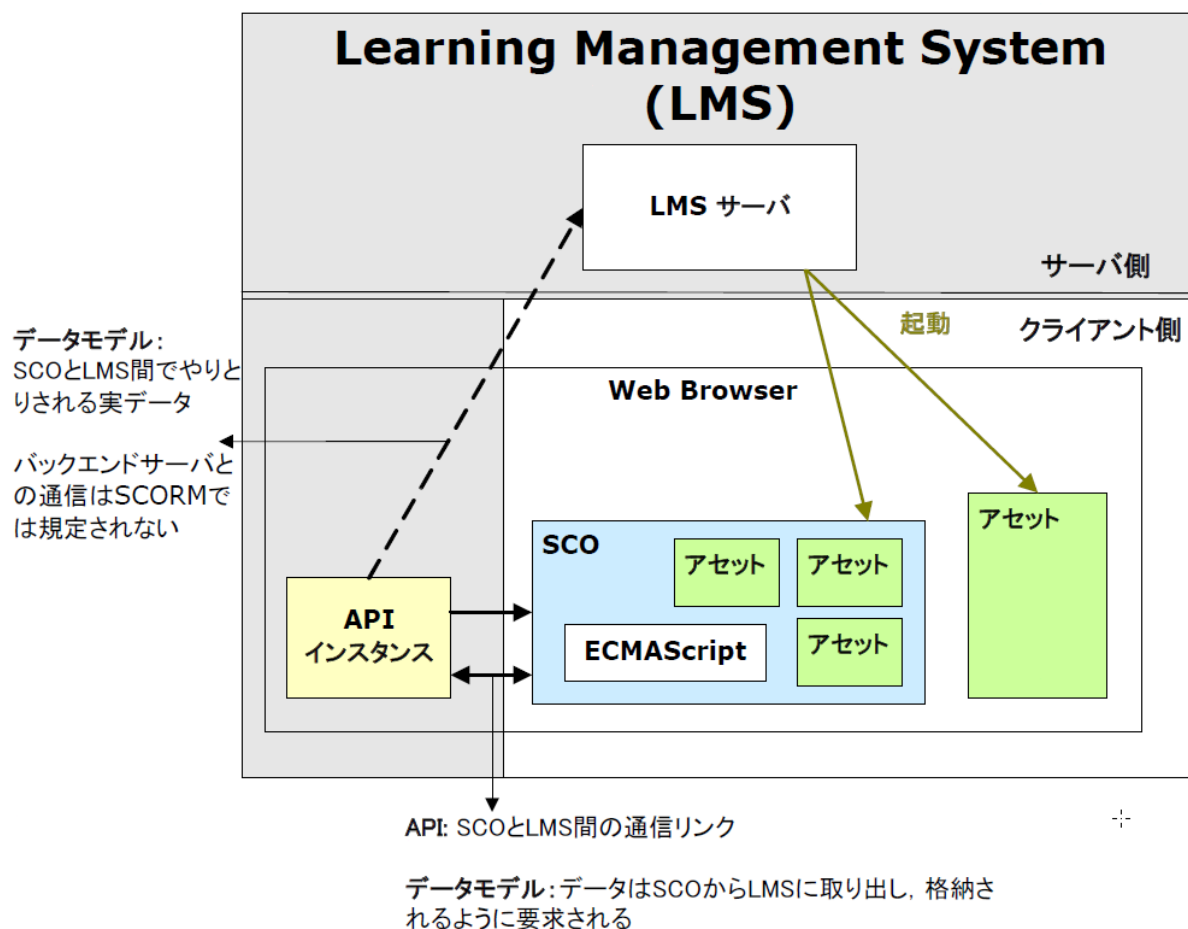


図 3.2 ランタイム環境

3.1.3 ランタイム環境

RTE は学習管理に関する規定で、コンテンツと LMS との標準通信手法を定義するとともに、LMS においてデータを保持する方法やデータの送受信の方法を規定している。RTE を構成する要素は、API とデータモデルである。API には LMS にコンテンツが終了したのか中断したのかなどの進捗状況などのコンテンツの実行状態用関数、LMS-SCO 間で成績データをやり取りするためのデータ転送用関数、エラー用関数があり、LMS-SCO 間のデータ通信に用いられる。SCO では学習の開始と終了を LMS に通知する必要があるため、実行状態用関数を SCO 内で実行する必要がある。

データモデルは API のデータ通信関数で用いられる SCORM で規定された SCORM

3.1 SCORM

対応 LMS に標準で用意されたデータ要素である。データモデルをデータ通信用関数に用いることで LMS から SCO が特定のデータを取得し学習コンテンツに使用したり、逆に SCO から LMS へデータを設定することができる。データモデルの概要を表 3.2 に示す。表 3.2 に示したデータモデルはそれぞれのカテゴリにおいて、さらに詳細な設定が可能のように子要素が存在する。

3.1.4 シーケンシング&ナビゲーション

シーケンシング&ナビゲーションは、学習者の情報に応じた教材の提示に関する規定である。SN では、教材の提示順序に関する設定と教材提示の制限を行うことができる。

教材の提示順序の設定では、学習者に関して動的な教材提示を行うことができる。この際に、条件としてデータモデルに定義されている学習者の情報を利用することができる。例えば、教材内にあるテストの得点に応じて、学習者にとって既知の内容のコンテンツの場合は提示を飛ばしたり、テストが不合格の場合にはもう一度教材を提示することができる。

教材提示の制限では、学習者に提示する教材をコンテンツ作成者が制限するための設定ができる。例えば、コンテンツの冒頭に事前テストを設けている場合に学習者がテストを受けず、教材の目次などから直接コンテンツを選択することを制限できる。同様に、確認テストを何回も受けることを制限できる。つまり、教材の提示に条件を設定し条件を満たすまで教材の配信を制限することで、コンテンツ作成者の意図通りに学習を行わせることが可能となる。

3.1 SCORM

表 3.2 データモデルの概要

データモデル要素	説明
Comments From Learner	学習者からのテキスト
Comments From LMS	学習者が利用することを意図したコメントおよび注釈
Completion Status	学習者が SCO を完了したかを示す
Completion Threshold	SCO が学習者の進捗状態を完了とみなすための目安にする値
Credit	当該 SCO のパフォーマンスに関して学習者が評価するかどうかを示す
Entry	学習者が SCO に以前アクセスしたかどうかの情報
Exit	学習者が SCO を終了した理由や状況の情報
Interactions	LMS と SCO との情報のやりとりに関する情報の定義
Launch Data	SCO が初期化に利用する SCO 固有のデータ
Learner Id	SCO インスタンスが起動された学習者の ID
Learner Name	学習者の名前
Learner Preference	学習者の SCO の利用に関連する情報
Location	SCO 中のロケーション
Maximum Time Allowed	SCO を利用して学習する際の最大許容時間
Mode	SCO の動作モード
Objectives	SCO の学習目標
Progress Measure	SCO の完了への進捗度合
Scaled Passing Score	SCO に対する正規化された合格点
Score	SCO に対する学習者の得点
Session Time	SCO に対して学習者が費やしたセッション時間
Success Status	学習者が SCO に合格したか
Suspend Data	SCO 中断時に中断しておくデータ
Time Limit Action	SCO の最大許容時間を超過した場合の動作の定義
Total Time	すべての学習者のセッション時間の合計

3.2 協調学習の特徴

3.2 協調学習の特徴

協調学習とは、学習者がグループ活動の中で互いの学習を助け合い、一人一人の学習に対する責任を果たすことで、グループとしての目標を達成していく相互依存学習である [4]。協調学習の特徴は以下に挙げる 4 点である。

- 構成主義的な知識観
- 学習者間で生じる相互作用
- 相互作用による知識の外化や共有と新たな知識の創生
- 学習者間の相互依存性と課題の精選

3.2.1 構成主義的な学習観

構成主義的な学習観とは、「学習や発達社会的 (他者) な関係の中で生まれ、育まれるものであるとする学習観」である [5]。構成主義が登場する以前の学習観として行動主義と認知主義と呼ばれるものがある。

行動主義は何らかの客観的な評価基準を設定し、学習者の反応が評価基準を満たしているかによって、学習したかどうかを判定するという考え方である。この考え方では、学習者が達成すべき行動を細分化し、それらを系統的に並べ、それらをひとつずつ確実に達成することが教育であるとされる。行動主義的学習観では、学習は行動の変化として観察することができ、測定可能であるとしている。

認知主義は人の認知構造をモデル化し、人間の記憶や問題解決などの知的活動を情報処理システムとみなすという考え方である。認知主義的学習観では学習は理解を通じた知識獲得であるとされる。理解が生まれるには、学習者が既に持つ知識との関連付けを行う必要がある。

行動主義や認知主義は、個人の能力や知識の向上に対する学習観である。構成主義的な学習観はこれらの学習観とは違い、学習や発達が社会的な関係の中で生まれ、育まれるものであるとする。つまり、現実の社会的な状況の中で他者と関わりながら課題解決を行う学習が

3.2 協調学習の特徴

重要であると言える。例えば、学習者個人が他者の助けを借りず解決できる課題のレベルと他者の助けを得れば解決できる課題のレベルには差がある。この差の領域を最近接発達領域 (ZPD:Zone of Proximal Development) とよぶ。他者の助けを得て解決できる課題を他者とともに解決することで、ZPD の領域を埋め個人でも課題が解決できるようになる。

協調学習はこのような構成主義的な学習観に基づき、学習者を他の学習者など周囲の環境とやり取りし、自ら知識を構成していく存在としている。そのなかで、学習者は行動主義や認知主義のように受動的に知識が与えられるのではなく、学習者の環境とのかかわりのなかで主体的に知識を獲得する存在となる必要がある。

3.2.2 相互作用

協調学習は 3.2.1 節で述べた構成主義的な学習観に基づくため、個別学習ではなく多人数での学習を志向している。構成主義的な学習を行うためには、学習者が環境との相互作用が重要になる。協調学習における相互作用とは、教えあい助け合いのことである。相互作用の効果を示す考え方として、「分散認知」という概念がある。

分散認知は、人間の認知が個人の頭の中でだけに存在するのではなく、他者や道具などの周囲の環境に分かちもたれているとする考え方である。課題解決を行うために必要な知識は、環境や他者の中にあるため相互作用によって得ることが必要である。

このように、協調学習では課題解決を行うために学習者間の相互作用は不可欠であり、相互作用がどのように行われるかによって課題解決の成果が変わる。また、相互作用を行うことで最近接発達領域を埋めることにもつながり、学習者の理解を助けることにもつながる。

3.2.3 知識の外化・共有・創生

学習者間で相互作用を行うことによって、学習者の理解を助けることができる。学習者が他者に自身のもつ知識を説明することは、知識の外化共有化を促す。知識を外化することは、学習者が知識を正しく捉え、他者が理解できる状態にすることを促す。これは学習者の

3.2 協調学習の特徴

知識を洗練化されたといえる。また、学習者間の相互作用によって、外化共有された知識の中から新たな発見や理解が起こり、新たな知識が創生されることにもつながる

学習者が他者との相互作用を行うためには、他者がどの程度課題に関して理解をしているのかを正しく把握する必要がある。これにより、学習者自身がグループの中でどのような役割を持ち他者との理解や行動の差異の把握する他者モニタリング能力を育成することができる。

3.2.4 相互依存性と課題の精選

協調学習では、3.2.1 節で述べたように学習者は主体的に知識を獲得する存在となる必要がある。学習者は「教えることと教えを求めること」ができるしかし、学習者ひとりひとりが学習に責任をもち課題解決を行う責任があると言える。つまり、学習の達成度は学習者に依存している [17]。協調学習をうまく行うためには、学習者のグループ編成を考え、グループの中で過度な依存関係が起こらないようにする必要がある。

また、協調学習を行ううえでの課題は学習者が内容を理解し、他者への説明が考えられ学習者自身の意見を述べる必要がある。このため、課題に関しては学習者間での相互作用をうまく誘導するものが望ましい。

3.2.5 協調学習を導入する目的

協調学習を学習の手法として導入する目的として代表的なものは以下の 3 点である [16]。

1. 知識の外化共有による知識の洗練化
2. 多人数による学習での他者モニタリング能力の育成
3. 他者を意識することによる学習に対するモチベーションの向上

知識の洗練化は個別学習では教材を繰り返し学習することによって起こる野に対し、協調学習では、他者に知識を説明するというプロセスの中で起こる。この目的は、個別学習に比

3.3 SCORM における協調学習の先行研究

べてより有効な手段として協調学習を導入する場合である。他者モニタリング能力の育成は個別学習では得られない効果であり、協調学習特有のものであるといえる。モチベーションの向上では、他者との相互作用によって他者を意識し、学習に対して責任を持つことで、個別学習では得られない効果がある。

3.3 SCORM における協調学習の先行研究

ADL で策定中の SCORM の次期バージョンである SCORM2.0 では、SCORM に協調学習の考え方を取り入れることが議論されている [8]。

Berking[9] は TBL(Team Based Learning) と呼ばれるチーム単位の学習手法を SCORM に導入し、異なる学習コンテンツで学習している学習者間のデータのやり取りの方法を提案している。

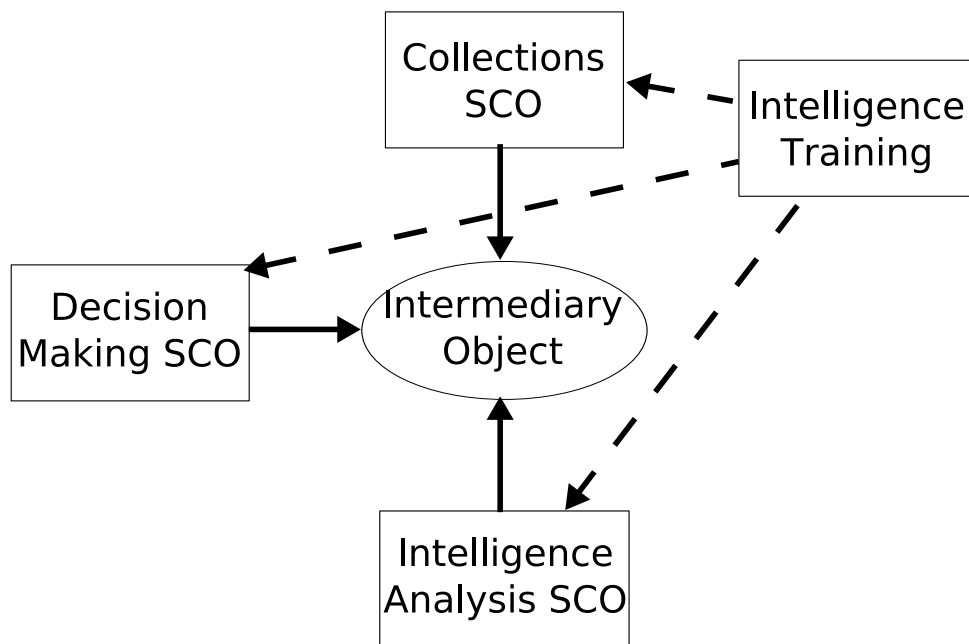


図 3.3 Team Based Learning 環境の概念図

図 3.3 にある 3 つの SCO はそれぞれ異なる学習者が学習している。これらの SCO は Berking が定義した Intelligence Training という新しいコンテンツアグリゲーションで集約されており、3 つの SCO で学習している情報は Intermediary Object に送られ、後にグ

3.4 SCORM における協調学習の実現

ループ間で利用するデータに生成される。

同様に，Delibler ら [10] は，同一の学習コンテンツで学習するグループでの学習者同士のデータのやり取りの仕方や学習者の役割を LMS に登録する方法を提案している．この提案では，グループ内の学習者の役割をリーダーやタイムキーパーなどに定めることができるように RTE のデータモデルを拡張している．学習時にはこれらのデータを利用して，定められた役割に応じて学習を進めることができる．

3.4 SCORM における協調学習の実現

e-Learning において協調学習を実現したものとして，議論支援と共有ホワイトボードを利用した初等幾何学の論証を教授する知的個別指導システム [11][12] や協調学習を用いてオブジェクト指向プログラミングを学ぶオブジェクトモデルエディタ，初等物理学を題材とした問題解決のための立式とその解決手法を協調学習で学ぶもの [13] などがある．これらの研究では，チャットによる議論の支援や学習者が共有するホワイトボードやエディタなどの作業領域を用いて協調学習を実現している．協調学習を行う際の議論支援や共有の作業場は対象とする知識や科目などの問題領域に応じて，支援する内容が異なっている．例えば，初等幾何学の論証を対象にする場合は数式の入力やシステムによるその誤りの指摘，学習者間の画面共有などである．当然，これらの具体的な支援は学習領域が設定されることが必要で，問題領域に依存しているといえる．

一方，SCORM は学習領域である学習コンテンツと学習のための機能を提供する LMS の依存性を抑え，相互運用性，再利用性などを高めることを目的とした WBT の標準規格である．SCORM において学習コンテンツは，SCORM に準拠している限りありとあらゆる内容が存在する．そのため，SCORM において協調学習を可能にする際には，問題領域を限定することはできない．言い換えると，LMS というプラットフォームが協調学習を可能にする機能を持つ必要がある．

3.3 節で述べた SCORM2.0 での提案は，SCORM 自体を拡張し LMS 上に協調学習のた

3.4 SCORM における協調学習の実現

めのデータのやり取り方法を実現するものである。しかし、これらの研究は協調学習を行う際のデータのやり取りに関して述べられており、協調学習を行う上でのコミュニケーションの方法は議論されていない。

本研究では、実際に協調学習を行う上で必要である学習者間の相互作用による学びを可能にするコミュニケーションの仕組みと協調学習に特有の効果である他者モニタリング能力を育成に着目し、これらを機能を有する LMS を実現する。

第 4 章

協調・同期型学習を実現する SCORM 対応 LMS の構築

4.1 システムの設計

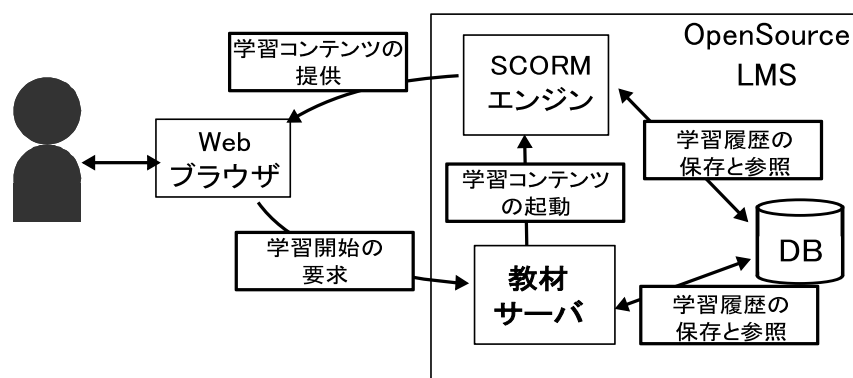


図 4.1 OpnesourceLMS の構成

本研究では、協調学習を可能にする SCORM 対応 LMS の実現のために、SCORM 対応 LMS の一つである OpenSourceLMS の改良と協調学習のための機能をもつ協調サーバを構築する。

図 4.1 に OpenSourceLMS の構成を示す。OpenSourceLMS では教材サーバで教材や成績の管理・閲覧，SCORM エンジンで SCORM に準拠した学習が可能である。学習の進捗や成績などの学習履歴はデータベース (DB) に保存され，教材サーバと SCORM エンジンの双方から利用される。学習者からの学習開始の要求は，教材サーバが受け取り，SCORM エンジンに学習コンテンツの起動を伝える。学習コンテンツ自体を提供するのは SCORM

4.1 システムの設計

エンジンである。

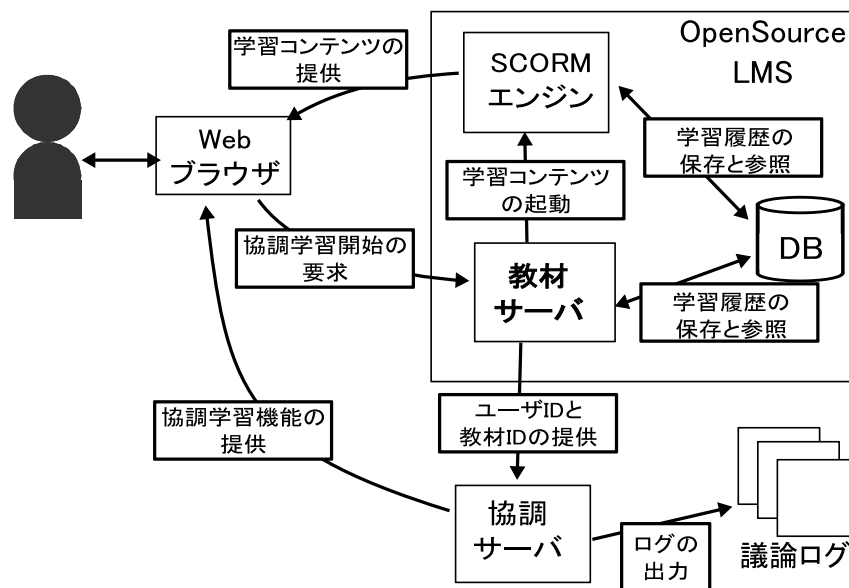


図 4.2 システム構成

本研究では、OpenSourceLMS の SCORM への対応を維持するために、協調学習の機能は LMS の外部の協調サーバが持つ。図 4.2 にシステムの構成を示す。

協調サーバは協調学習に必要な機能を以下の 3 つの機能を持つ。

- コミュニケーション機能
- 他者モニタリング機能
- 協調ログ表示機能

LMS と協調サーバ間では学習者のログイン ID と協調学習を行う教材の ID を提供のみである。学習者から協調学習の開始要求があれば、教材サーバが SCORM エンジンと協調サーバに要求を送る。協調サーバは学習者に協調学習機能を利用できる Web ページを提供する。

4.1 システムの設計

4.1.1 コミュニケーション機能

3.4 節で述べたように，本研究では協調学習を実現するためのコミュニケーション機能を実装する．コミュニケーションを行う方法としては，掲示板やメーリングリストなどの非同期型とチャットなどの同期型が考えられる．非同期型コミュニケーションは，学習者が他者に対して相互作用を起こす場合に文章や論理展開などを考慮し，正確な記述をすることができる．反面，他の学習者を意識しづらく，他の学習者の理解レベルも捉えづらいため有効な相互作用にならない場合がある．同期型コミュニケーションは，議論という形でリアルタイムに相互作用が起こり，他者を意識しやすく，他者の理解レベルに応じた説明が可能である．欠点としては，学習者が理解してる知識をもとに教えあいが起こるため，必ずしも正確な説明とならない可能性がある．

本研究では，同期型のコミュニケーションであるチャット用いた議論による相互作用を可能にする．これにより，他者への意識を学習者に持たせ，協調学習特有の効果である他者モニタリング能力を育成可能にする．

4.1.2 他者モニタリング機能

他者への意識を学習者に持たせるためには，単純な議論では不十分である．例えば，他者が学習コンテンツの内容に対して，理解をしているのかやコンテンツを学習中であるかなどの情報は議論のみでは認識しづらい．そのため，他者の理解状態を表示し，学習者が他者の状態を直接確認することで他者への意識を促進する他者モニタリング機能が必要である．これによって，他者の理解状態を把握することができ，他者モニタリングにもつながる．

学習者が選択できる状態としては，コンテンツ学習中，「理解した」，「わからない」の3つとする．「コンテンツ学習中」の状態は，学習者がコンテンツを学習しており，内容の深い部分に関する議論がまだ行えない状態を示す．「理解した」「わからない」の状態は，それぞれ学習者が質問や説明をするユーザの指針となる．例えば，「わからない」の状態のユーザは「理解した」状態のユーザがいることをチェックし，議論を開始することができる．理解状態

4.2 システムの概要

が細分化されていれば、学習者が他者に伝えることができる自分の状況が詳細になるが、学習者が完全に内容を理解していない場合に自分が理解すべき内容からどの程度、わかっていないのかは判別が不可能である。そこで、本研究では学習者が多くの状態から自分の理解状態に近いものを選択するのではなく、完全に理解したかどうかを学習者が考え理解状態を選択できるように「理解した」と「わからない」の2つとした。

協調学習はグループで課題解決を行うことが必要であるため、「わからない」状態の学習者が無視して次のコンテンツに遷移することは制限する。学習者の足並みをそろえる意味でも、全員が「理解した」状態で次のコンテンツに遷移できるように実装する。

4.1.3 協調ログ表示機能

議論のログは、学習者もしくは学習者のグループが知識を獲得した過程とみなすことができる。学習者が学習コンテンツを何らかの理由で復習するとき、議論のログを参照することによって知識獲得の過程を振り返り、知識の強化が行える。

議論のログは協調学習の終了時に保存され、協調サーバで学習者のログイン ID と教材 ID で管理される。議論ログを閲覧する際には、LMS からは学習コンテンツ、協調サーバからは議論のログをそれぞれ取得する

4.2 システムの概要

協調サーバの実装には JavaScript のライブラリである DWR(Direct Web Remoting)[15] と Java Servlet コンテナである Tomcat を用いて実装した。

学習者が協調学習を行う際に以下の4つの操作をする。

1. コンテンツ選択画面からチャットルームを選択または作成する
2. コンテンツ選択画面からコンテンツを選択し学習を開始する
3. コンテンツを読み終わったら、学習コンテンツウィンドウの読後終了ボタンを押す
4. 表示された協調学習ウィンドウで他者と議論を行う

4.2 システムの概要

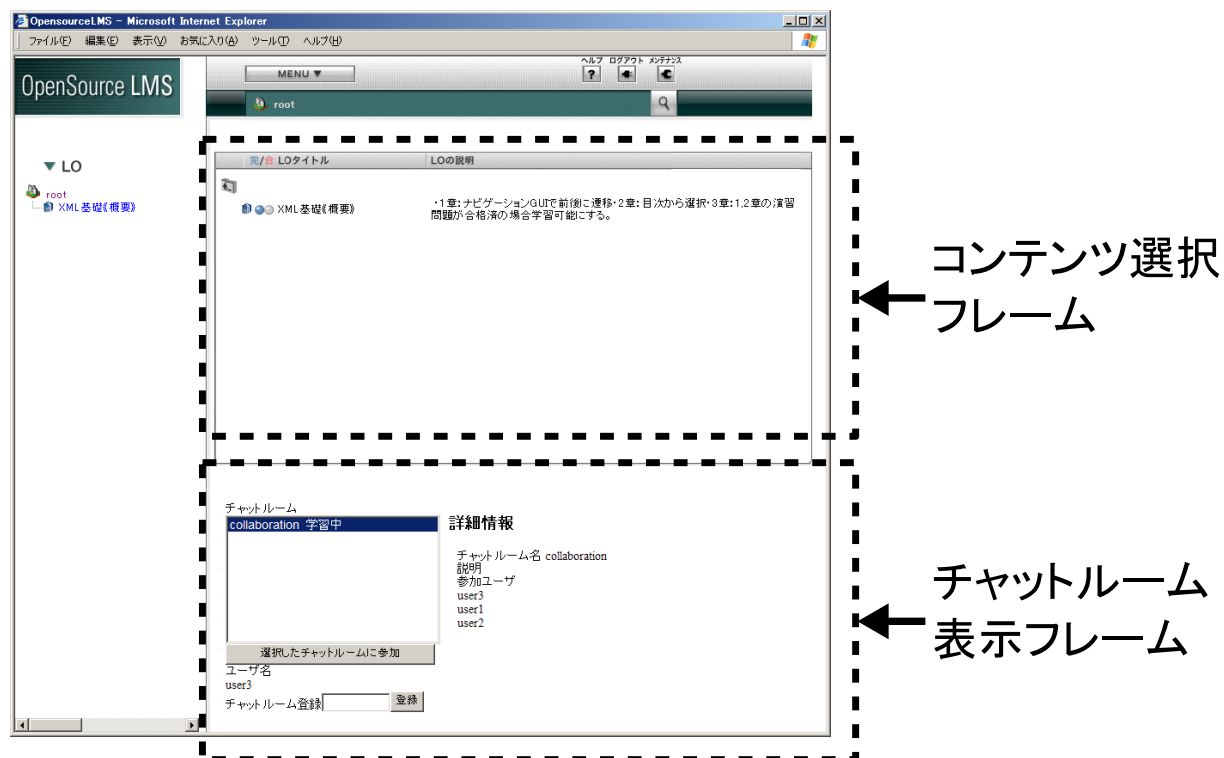


図 4.3 コンテンツ選択画面

5. 全ての学習者が理解したら次のコンテンツに進む
6. 学習終了時に表示されたウィンドウを閉じる

図 4.3 にコンテンツ選択画面を示す．コンテンツ選択画面には OpenSourceLMS が提供するコンテンツ選択フレームと今回実装したチャットルーム表示フレームがある．協調学習を行う学習者はチャットルーム表示フレームからチャットルームがあるかを確認し，無ければチャットルームを作成することができる．チャットルーム表示フレームはチャットルームを選択した際に，チャットルームの情報として，チャットルーム名，チャットルームの説明，参加ユーザが閲覧できる．既に学習が開始されているチャットルームは学習中の表示になり，チャットルームに新たに参加することは出来ない．学習を開始する際には，図 4.4 コンテンツ選択画面のコンテンツをクリックすることで開始する学習のタイプが指定できる．

協調学習を開始すると，図 4.5 に示す学習コンテンツウィンドウと図 4.6 に示す協調学習用ウィンドウが表示される．学習者は学習コンテンツとチャットを閲覧することによって，

4.2 システムの概要

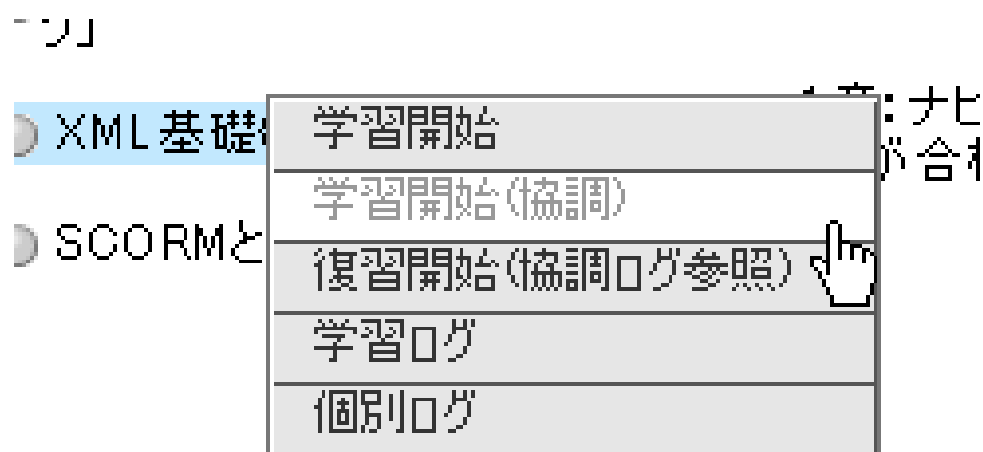


図 4.4 ポップアップメニュー

議論中の話題と話題となっているコンテンツの対応を把握することができる。

図 4.5 に示す学習コンテンツウィンドウには、読後終了ボタンがあり、学習者はコンテンツが表示され最初に閲覧が終わったときにボタンを押すことで、理解状態の表示を「わからない」に変更することができる。読後終了ボタンを押し、コンテンツを一度読み終わって出ないと図 4.6 に示している理解状態の変更ボタンを使用できない。

協調学習ウィンドウには、理解状態の表示と理解状態の変更、チャット表示がある。学習者はチャットを用いて議論を行い、質問や他者への説明を行う。議論の結果、理解状態が変化した場合は理解状態の変更ボタンによって、状態を変えることができる。変更した状態は、同じチャットルームで協調学習中のメンバに通知され、表示される。表示の際に、理解状態が変更したことをチャットメッセージとして表示する。

議論ログを使った復習時には、学習コンテンツウィンドウと図 4.7 に示す復習用ウィンドウが表示される。復習用ウィンドウは、学習中のコンテンツで協調学習を行った際の全てのログを選択、表示できる。

4.2 システムの概要

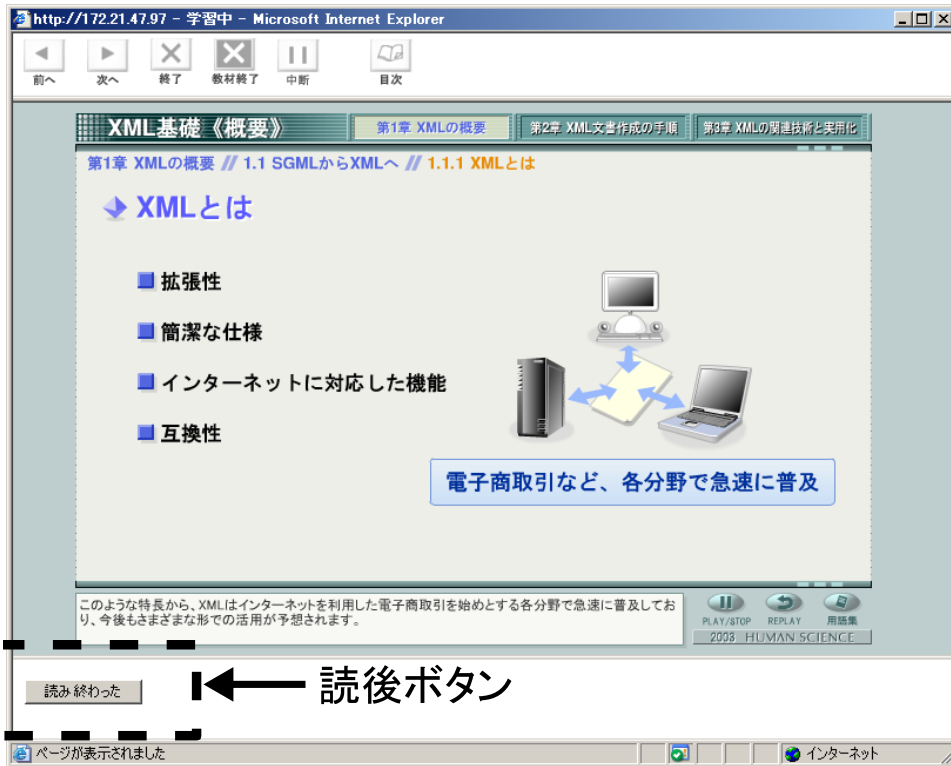


図 4.5 学習コンテンツウィンドウ

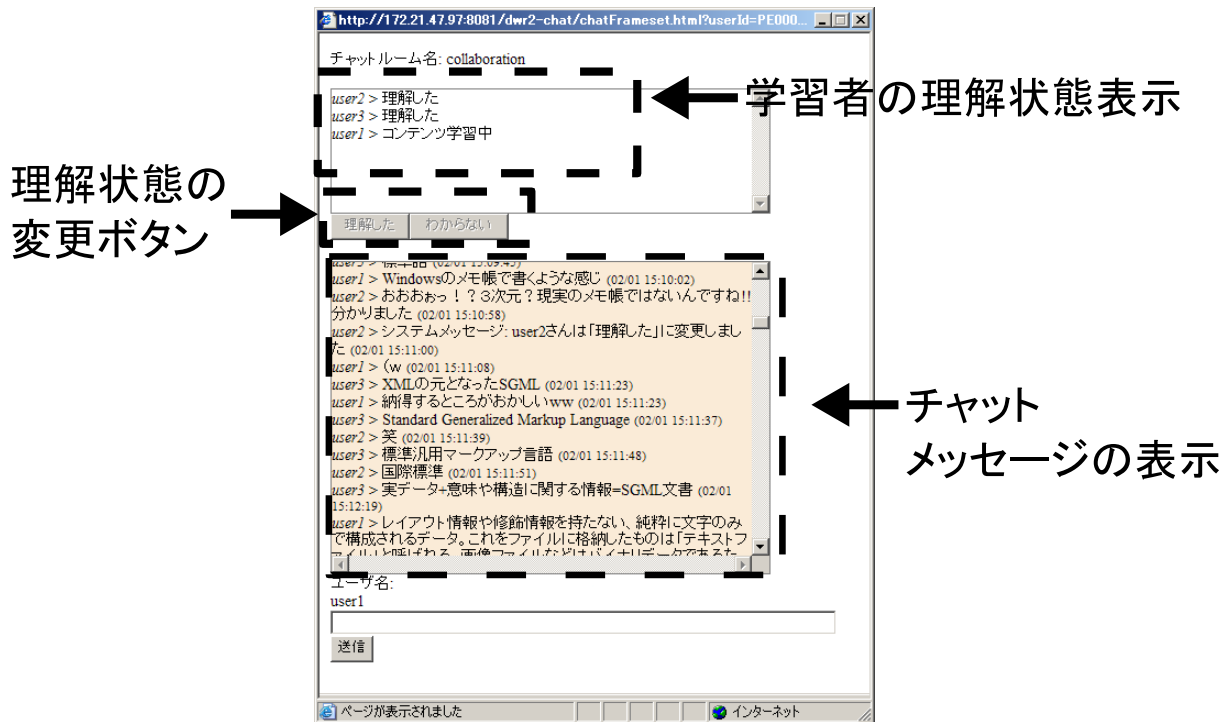


図 4.6 協調学習用ウィンドウ

4.2 システムの概要

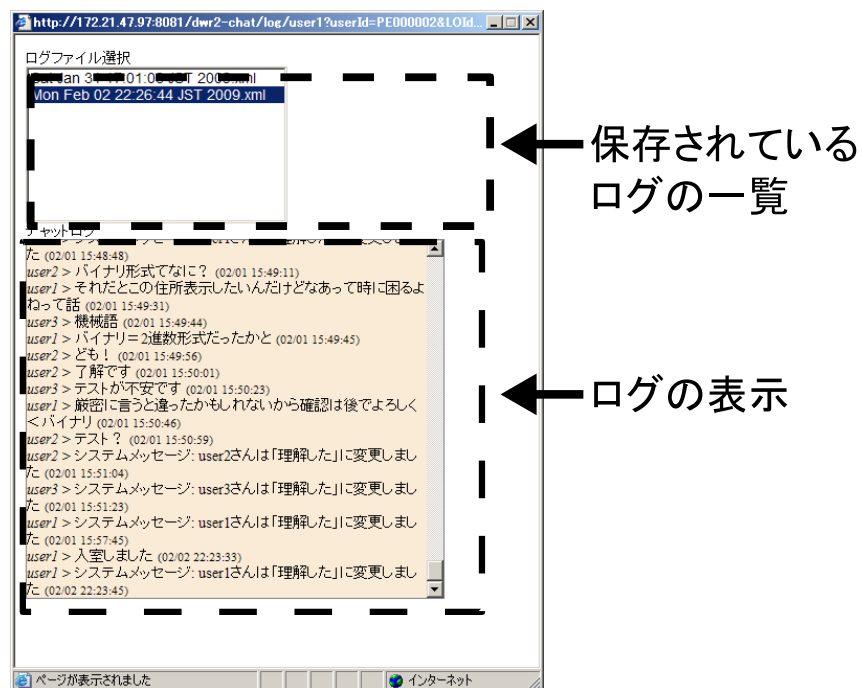


図 4.7 復習用ウィンドウ

第 5 章

評価

5.1 評価の概要

本システムを用いて、協調学習が行えているを評価した。評価手法としては、被験者を協調学習を行うグループと個別学習を行うグループに分け、実際に学習を行ってもらい学習の理解度を確認テストを用いて測定し 2 つのグループの結果を比較した。評価に先立って、まず被験者にコンテンツに関する事前テストを実施し、協調学習を行うグループを成績に応じて決定した。学習終了後、協調学習を行った被験者にはアンケートを行いシステムによって他の学習者を意識して学習が行えていたかを評価した。

また、チャットサーバに残された議論のログを学習者ごとの発言頻度および内容について分析した。これによって、議論の展開の中で他の学習者に対する発言を行った回数を計測することで議論が活発に行っていたか、グループの中で学習者間で役割が形成されていたかを評価した。

アンケート項目は以下の 3 点と自由記述である

1. 理解状態の表示によって他の学習者に対するあなたの発言内容が変わったか
2. 他の学習者に対して質問を行ったか
3. 他の学習者に対して解説を行ったか
4. あなたの発言によって他の学習者の発言に変化があったか

設問 1 では、理解状態の表示によって他者に対する意識を学習者が持っているかを調べた。他者を意識できている場合は、理解状態の表示によって他者と自身との差異を認識でき

5.2 評価結果

たと推測できる。

設問 2 と 3 では、学習者が自身の状態を把握して、主体的な行動をとっていたかを調べた。この項目では、議論ログの分析結果とあわせて、他者の状態が変化し、他者への質問や説明が本当に必要なタイミングで行われていたかを調べる。

設問 4 では、他者からモニタリングされていることを意識しているかを調べた。他者をモニタリングすること同様、他者からモニターされていることを意識することは、学習者が自身の振る舞いに振り返る効果がある。したがって、この項目が肯定的である場合は、他者からモニターされていること認識し、自身の振る舞いが変化したと推測される。

5.2 評価結果

評価として、6 名の被験者を協調学習を行う 3 名のグループと 3 名の個別学習の被験者に対して分けた評価を 2 回行った。1 回目の評価を実験 1、2 回目の評価を実験 2 とする。それぞれの評価は協調学習のグループ分けの基準を変更している。実験 1 の被験者に関しては、事前テストの内容から成績の近い被験者を協調学習のグループとし、実験 2 の被験者に関しては成績上位者 1 名と成績下位者 2 名による協調学習のグループとした。実験 1 の被験者は情報システム工学科 3 年生 4 名、修士 1 年生 2 名である。実験 2 の被験者は 4 年生 5 名、修士 2 年生 1 名である。使用したコンテンツの内容は XML の基礎的な知識を学習するものである。

事前テストの結果と確認テストの結果を表 5.2 に示す。なお、事前テストの満点は 10 点、確認テストの満点は 20 点である。

アンケート結果は以下の通りである。

1. 理解状態の表示によって他の学習者に対するあなたの発言内容が変わったか

- よくあった・あった・多少あった・まったくなかった・わからない

実験 1

－ よくあった : 1 名

5.2 評価結果

表 5.1 事前テスト確認テストの結果

評価番号	被験者番号	学習の種類	事前テスト	確認テスト
実験 1	被験者 1	協調学習	5	15
	被験者 2	協調学習	3	14
	被験者 3	協調学習	4	10
	被験者 4	個別学習	6	17
	被験者 5	個別学習	4	18
	被験者 6	個別学習	4	15
実験 2	被験者 7	協調学習	3	18
	被験者 8	協調学習	0	13
	被験者 9	協調学習	1	19
	被験者 10	個別学習	3	16
	被験者 11	個別学習	1	11
	被験者 12	個別学習	1	14

－ あった : 1名

－ まったくなかった : 1名

実験 2

－ あった : 2名

－ わからない : 1名

2. 他の学習者に対して質問を行ったか

- よく行った・行った・多少行った・まったく行っていない・わからない

実験 1

－ よく行った : 2名

－ 多少行った : 1名

5.2 評価結果

実験 2

- － 行った : 2名
- － まったく行っていない : 1名

3. 他の学習者に対して解説を行ったか

- よく行った・行った・多少行った・まったく行っていない・わからない

実験 1

- － よく行った : 2名
- － 多少行った : 1名

実験 2

- － 行った : 2名
- － 多少行った : 1名

4. あなたの発言によって他の学習者の発言に変化があったか

- よくあった・あった・多少あった・まったくなかった・わからない

実験 1

- － よくあった : 1名
- － あった : 2名

実験 2

- － あった : 2名
- － わからない : 1名

5. 自由記述

- Web と同時に使えるので便利 .
- ウィンドウが複数開くので , 読み終わった状態から理解したまたはわからないに移動するのが手間に感じた .
- 読み終わったあとの表示が「わからない」になることで相手が本当に悩んでいるのか判断できず , 表示している効果が半減しているように感じた .
- ユーザの状況に応じて , コンテンツを読むペースが変化し , 多くの時間が縛られ

5.3 評価の考察

る．学習時間の設定やコンテンツの選別は綿密にすべきだ．

- 会話しながら学習するのはモチベーションが上がった．音声会話ならもう少し近い関係でリアルタイム化できるのではないか
- チャットを行なうことで理解度が上昇したように感じた．
- チャットの文がよみづらかった．

5.3 評価の考察

5.3.1 理解度に関する考察

実験 1 では確認テストの結果は協調学習を行った被験者と個別学習を行った被験者で、個別学習を行った被験者が優位となった．また、事前テストの結果と確認テストの結果の比較も、協調学習に優位性は見られなかった．一方、実験 2 の確認テストの結果、事前テストと確認テストの結果比較ともに協調学習が優位となった．

二つの実験の結果の違いが現れた原因として以下の 2 点が考えられる

- グループの編成方法の違い
- コンテンツの対象と被験者のズレ

実験 1 は事前テストの成績に近い被験者でグループを編成し、実験 2 では成績上位者と成績下位者でグループを編成した．結果として、本システムを利用した場合に協調学習でより理解を深めるには成績に違いがある参加者でグループを編成した方がよいことがわかった．事前テストの成績による被験者の組み合わせは、さらに評価を重ねることで最適な組み合わせが発見できる可能性が高いが、コンテンツが変わってしまった場合、最適な組み合わせも変わる可能性がある．そのため、コンテンツの内容をカテゴリ分けしたうえで評価を行なう必要がある．

また、今回のコンテンツは XML の基礎的な内容であり、コンテンツの対象は情報を学び始めた学習者であると考えられる．実験 1 の被験者は事前テストの結果が表すように、

5.3 評価の考察

表 5.2 議論ログの集計

実験番号	被験者番号	発言回数	質問	解説	議論	進行	その他
実験 1	被験者 1	48	0	10	15	9	14
	被験者 2	42	8	0	15	10	9
	被験者 3	45	2	2	4	20	17
実験 2	被験者 7	13	1	2	5	3	2
	被験者 8	5	1	1	1	1	1
	被験者 9	20	1	1	4	5	9

XML に関する知識がある程度ある被験者である。このような被験者には、今回のコンテンツの内容では既存知識によって理解が深まった可能性がある。実験 2 の被験者は XML に関する知識をあまりもたず、XML の基礎的な内容に関してコンテンツの内容のみで理解したため、実験 2 において協調学習の結果に優位性が現れたと考えられる。

しかし、実験 1・2 での結果はグループ編成の成功失敗の影響が大きいのか、被験者の知識レベルがコンテンツと合致したため優位性が現れたのかはわからない。そのため、グループ編成やコンテンツを変え、様々な条件下で評価を重ねて、グループ編成やコンテンツを決定するために考慮すべき要素を明らかにする必要がある。

5.3.2 議論ログの分析

議論のログを被験者ごとの発言回数と議論の文脈から発言を質問、解説、質問に対する議論、議論の進行に関わる発言、その他の発言に分類し集計したものを表 5.2 に示す。ここで集計している議論の進行に関わる発言とは、例えば今どこを読んでいるかや次のコンテンツに進んでよいかなどのグループメンバーの足並みや意思統一のための発言のことである。その他の発言とは、雑談やタイプミスなどの学習に関係のない発言である。

5.3 評価の考察

発言回数

実験 1 の発言回数は 3 名の被験者ともにほぼ同じ値となった。これは、協調学習を行って行く中でグループの中に孤立したメンバが生まれず、全員が会話に参加したことを表していると考えられる。

実験 2 では、実験 1 に比べて発言回数も少なく、発言回数に偏りが生まれた。議論の文脈を見ると、発言が少ない被験者 8 は理解した状態に移行するのが被験者の中で最後であることが多い、その間に被験者 2 から質問をすることはほとんどない。他の参加者から質問を促すような議論の展開も見られない。これは消極的な参加者に対してシステムが質問を促すような機能を実装することで、ある程度解消できる可能性がある。発言回数が少ない問題に関しても同様で、「理解した」状態になった参加者に解説を促すような機能によって解消できる可能性がある。

質問回数と解説回数

実験 1 での質問回数と解説回数は被験者によって偏りがあり、特に被験者 1 と被験者 2 ではほぼ逆転する結果である。議論の文脈を見ると、被験者 1 がコンテンツの内容を理解した状態に遷移するのが他の 2 名よりも早く、自然発生的に被験者 1 が解説の役割になっていたと考えられる。同様に、被験者 2 に関しては疑問点を積極的に質問する役割になっていたと考えられる。このことより、議論の中でグループ内に役割ができていたと考えられる。

一方、実験 2 では全ての被験者は質問回数と解説回数がほぼ同じで議論を多く行なう傾向が見られる。実験 2 では被験者間で大きな知識の違いがなかったことが事前テストの結果から考えられる。議論の中で、解説と質問の役割が発生するよりも、互いに議論をして知識を深めていたと考えられる。

5.3 評価の考察

進行

実験 1 では、3 名とも進行に関する発言を行っており全体の足並みをそろえるという意識があったものと思われる。実験 2 でも、特定の進行の役割の被験者はいなかったが、どのコンテンツをやっているのかを意識して学習を行っていたと推測できる。特に、実験 1 の被験者 3 の発言回数は顕著である。発言の文脈をみると、被験者 3 はコンテンツの内容で重要と思われる内容をチャットをメモのように使用していたのではないかとと思われる発言がある。

5.3.3 アンケートに関する考察

設問 1

システムの理解状態の表示によって、他者に対する意識が持っていたかを調査したこの設問では、実験 1・2 とともに肯定的な回答が多い結果となった。したがって、被験者は理解状態の表示によってある程度他者を意識して発言を行っていたと推測できる。

しかし、被験者の回答にばらつきがあることから、現状の理解状態の表示では個人によって他者を意識できない可能性があることを示している。そのため、現状の理解状態の表示を改善し、より他者に対する意識を持たせる方法が必要である。

設問 2・設問 3

被験者が主体的に発言を行っていたかを調査した設問 2 と 3 では、実験 1 の被験者のうち、肯定的な「よく行った」が 2 名、否定的な「多少行った」が 1 名となった。実験 1 の議論ログによると、質問はいずれかの被験者が「理解した」状態になったとき、解説は質問への返答による場面が多い。また、設問 2 と設問 3 とともに多少行ったという回答があるが、議論ログより質問数と回答数に大きな偏りがある被験者がいることから妥当な回答であるといえる。このことから、被験者は理解状態の表示を参照して、正しいタイミングで主体的に質問や解説を行っていたと考えられる。

5.3 評価の考察

一方で実験 2 では肯定的な「行った」が 2 名となった。実験 2 の議論ログによると、「理解した」状態になっていても「わからない」状態の被験者に対して解説を行なう、または「わからない」状態の被験者が積極的に質問を行なう場面はあまりなかった。そのため、このアンケート結果は被験者の主観と客観的に議論を考察したときのズレが現れている。被験者の主観としては、設問 2 と設問 3 とともに回答は肯定的で一致しているが、有効な解説や質問が行なわれていない可能性がある。したがって、協調学習を有効にするために、被験者の解説や質問の発言に関して、有効な発言であるかを判定する必要がある。

設問 4

他者からモニタリングされていること意識できていたかを調査した設問 4 では、ほとんどの被験者が肯定的な回答を選択している。これは、自身の発言によって他者の発言が変化したことを認識し、他者が自身をモニターしていることを意識できたと考えられる。

自由記述

自由記述では、システムの使用感や協調学習用 SCORM コンテンツの必要性、理解状態の種類に関する課題が得られた。システムの使用感に関しては評価に基づいて、読後ボタンを協調学習用ウィンドウに設置することやチャットウィンドウの改良を行う、理解状態の種類に関しては、状態を増やして評価を行うことで、最適な状態の種類を把握し改良する。また、協調学習の効果の一つであるモチベーションの向上が起こったとの意見が確認できた。

5.3.4 考察のまとめ

評価の結果から、議論の中で役割が発生し、議論がスムーズに行えていたことが確認できた。これは他者との関係にある程度意識して、議論に主体的に参加していたといえる。議論の中で、孤立する学習者はおらず、議論としては良好であったと考えられる。

しかし、課題も多くみられた。まず、協調学習によって理解を深めることは、グループの

5.3 評価の考察

編成とコンテンツの選択が重要で、グループ編成とコンテンツを変え、グループ編成とコンテンツの選択する上で考慮すべき要素を明らかにすることが必要である。他者に対する意識に関しては、現状の理解状態の表示では不十分である。具体的には、理解状態の種類を増やすことや他の方法を併用し他者への意識を促すことが考えられる。例えば、学習者の主観による状態表示と別に議論の文脈を解析し、システムが学習者の状態を同定し表示するなどの機能が考えられる。また、議論を活発に行なうために、システム側から発言を促す機能が必須である。

第 6 章

おわりに

本研究では、SCORM における学習手法を学習目的や学習者の構成によって適切に選択可能にする必要性をインストラクショナルデザインの概念を用いて説明し、既存の WBT の手法に加えて協調学習を SCORM を用いて行うための方法を検討した。その上で、協調学習を行うための機能として、チャットを用いたリアルタイムなコミュニケーション機能、他者の理解状態を表示することによる他者モニタリング機能、学習コンテンツを復習する際に有効な協調ログ表示機能を有する SCORM 対応 LMS を構築した。また、構築した LMS を用いて、実際に協調学習を行いシステムによって協調学習による効果が得られたかを評価した。評価の結果として、協調学習に必要な学習者の主体的な行動や議論中の学習者の役割の発生を確認することが出来たしかし、他者に対する意識を持たせる事に関しては、現状の理解状態の表示のみでは不十分である。そのため、システムによってなんらかの基準で学習者の状態を同定し、学習者の主観以外の状態表示を用いて、他者への意識を客観的に表示することが必要である。

今後の展望として、議論の状態を監視し議論を促進するエージェントの実装や本研究で作成したシステムを利用して、蓄積された成績情報や議論ログなどの学習履歴を協調学習を行う際のグルーピングを行うことが考えられる。また、SCORM を用いた学習が学習の目的や学習者の構成に応じて適切に選択可能にするために、より多くの学習手法を SCORM で実現することが必要である。

謝辞

本研究の遂行および本論文に関して、多大なるご指導、適切なお助言を頂きました高知工科大学情報システム工学科、妻鳥貴彦講師に心より御礼申し上げます。

ご多忙な中、本研究の副査をお引き受け頂き適切なお助言を頂いた同学科、篠森敬三教授に、心より御礼申し上げます。

同じくご多忙な中、本研究の副査をお引き受け頂き適切なお助言を頂いた同学科、吉田真一講師に心より御礼申し上げます。

妻鳥研究室修士2年大黒隆弘君には研究の助言を頂きありがとうございます。同じ研究グループとして4年間苦楽をともにし、こうして無事そろって卒業できることを本当にうれしくおもいます。

論文の完成にご協力いただいた妻鳥研究室修士1年畠山博和君、藤原健太郎君、福田将行君、山崎雄大君、学部4年森拓也君、清水雅也君、浜田洋君、竹内雄人、西川貴仁君、池田真美さん、別府瞳さん、学部3年生のみなさんに本当に感謝します。特に畠山君にはTAで忙しい中、研究の議論や色々な仕事をお願いし、それを完璧なクオリティで仕上げていただき本当にありがとうございます。

妻鳥研究室OBの高木翔平氏、木下聡氏には、研究のことのみならず、私が妻鳥研究室に在籍した4年間にわたり多大なるご指導、ご支援を頂きありがとうございます。

うまくいかない論文や研究の悩みを聞いていただいたフロンティア工学コース修士傍士裕生君、本当にありがとうございます。

卒論や修論、就職活動など様々な仕事があるなか、本研究の評価に参加していただきました被験者の皆様、本当にありがとうございます。

思えば6年という長い年月を高知工科大学ですごしてきました。この6年、色々な人に迷惑をかけ続けた私を暖かく、時に厳しくしかっていただいた皆様本当にありがとうございます。この6年で得たものを忘れず、社会に出ても精進します。

参考文献

- [1] Advanced Distributed Learning ,
<http://www.adlnet.gov/>
- [2] Advanced Distributed Learning, “SCORM 2004 3rd EDITION”, 2006/10/20.
- [3] 日本イーラーニングコンソシアム編, “e ラーニング白書 2008/2009”, 東京電機大学出版, 2008 年 8 月 .
- [4] 日本教育工学会, “教育工学辞典”, 実教出版, 2000.
- [5] 佐伯胖監修 / CIEC 編, “学びとコンピュータハンドブック”, 東京電機大学出版局, 2008 年 8 月 .
- [6] 玉木欽也監修, “e ラーニング専門家のためのインストラクショナルデザイン”, 東京電機大学出版局, 2006 年 5 月 .
- [7] 鄭仁星, 久保田賢一, 鈴木克明, “最適モデルによるインストラクショナルデザイン”, 東京電機大学出版局, 2008 年 4 月.
- [8] SCORM2.0-LETSI,
<http://www.lets.org/display/nextscorm/Home>
- [9] Peter Berking, Tom Archibald, “Proposal for Team Based Learning(TBL) SCORM Integration”, SCORM2.0 White Paper, 2008/8.
- [10] Nina Pasini Deibler, Ellen Epstein, “CLAM:A Collaborative Learning Activity Data Model”, SCORM2.0 White Paper, 2008/8.
- [11] 稲葉晶子, 柳場泰孝, 岡本敏雄, “分散協調支型作業/学習環境における知的議論支援”, 電子情報通信学会論文誌 Vol.79-A No.2 pp207-215, 1996 年 2 月 .
- [12] 岡本敏雄, 松田昇, 佐々木宏, “直接操作可能なグラフィック・インターフェースを有する幾何学論証知的 CAI システム”, 情報処理学会論文誌 Vol.37 No.9, 1996 年 9 月 .
- [13] 岡本敏雄, 香山瑞恵, “人工知能と教育工学 pp.265-307”, オーム社, 平成 20 年 2 月 .

参考文献

- [14] Open Source LMS Project, <https://www.oss.ecl.ntt.co.jp/lms/index.html>
- [15] DWR-Easy Ajax for JAVA, <http://directwebremoting.org/>
- [16] 教育システム情報学会編, “教育システム情報ハンドブック”, 実教出版, 2001 年 10 月.
- [17] 三宅なほみ, “協調的な学習と AI”, 人工知能学会誌 23 巻 2 号 pp.174-183, 2008 年 3 月 .