

平成 20 年度
修士学位論文

学習履歴に基づいた支援を行う SCORM 対応 LMS

SCORM Conformant LMS for Supporting Learner
and Teacher Based on Learning History

1115092 大黒 隆弘

指導教員 妻鳥 貴彦

2009 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

学習履歴に基づいた支援を行う SCORM 対応 LMS

大黒 隆弘

近年、インターネットの普及によりいつでもどこでも通信が行える環境が整備されつつある。そしてそれは、「学習」という場面においても新たな学習スタイルを生み出した。それが WBT(Web-Based Training) と呼ばれる e-Learning の学習スタイルであり、ネットワーク経由による遠隔地へのデジタルコンテンツの配信を可能にした。WBT では LMS(Learning Management System) と呼ばれる学習管理システムを用いていつでもどこでも学習および学習管理が行える。また、WBT コンテンツおよび LMS の標準規格である SCORM(Sharable Content Object Reference Model) が策定され、WBT コンテンツの再利用性や相互運用性が向上した。SCORM に対応した LMS では、SCORM で規定されたデータモデルを取り扱うことができ、そのデータは学習履歴として LMS に保存される。LMS に保存された学習履歴は、適宜組み合わせることで WBT の学習者あるいは教師に対する支援に活用することができる。

そこで本研究では、SCORM において規定されたデータモデルおよび従来の LMS に保存される学習履歴を、学習者および教師に対する支援のために用いる方法を提案し、その機能を SCORM 対応 LMS に対して実装した。また、支援機能の評価実験を行い、その有用性を確かめた。

キーワード SCORM、WBT、SCORM 対応 LMS、学習履歴、ランタイム環境、データモデル

Abstract

SCORM Conformant LMS for Supporting Learner and Teacher Based on Learning History

Takahiro DAIKOKU

In recent year, WBT (Web Based Training) is mainly learning method which uses the Internet. WBT provides learning environment without time or place constraints. However, WBT has some problems in such as interoperability and reusability of content. Therefore, ADL (Advanced Distributed Learning, USA) defined SCORM (Sharable Content Object Reference Model). SCORM is WBT standard, and this specification aims to reuse and interoperate WBT contents between different LMSs (Learning Management Systems). SCORM also provides data model to communicate between LMS and SCO (Sharable Content Object), and the data is stored in LMS as learning history. We expect this learning history is useful for supporting learner and teacher.

In this study, we extended SCORM2004 conformant LMS to support learner and teacher by using learning history which stored in the LMS. The LMS shows such as score or learning time to motivate learners and to plan learning. In addition, the LMS shows learners' learning result and others' average to evaluate herself/himself. Moreover, the LMS provides change passing threshold method for teacher. After extended the LMS, we evaluated the LMS. As the result, the LMSs' support is effective for motivating, for self-evaluation and making learning plan.

key words SCORM, WBT, SCORM conformant LMS, Learning history, Run-Time Environment, Datamodel

目次

第 1 章	はじめに	1
第 2 章	研究背景	2
2.1	WBT	2
2.1.1	WBT における学習管理	2
2.1.2	WBT の標準化	3
2.2	SCORM	3
2.2.1	コンテンツアグリゲーションモデル	5
2.2.2	ランタイム環境	6
2.2.3	シーケンシング／ナビゲーション	8
第 3 章	LMS	11
3.1	LMS と SCORM のデータモデル	11
3.2	LMS の定義	12
3.2.1	一般の LMS	13
3.2.2	SCORM 対応 LMS	13
3.2.3	SCORM に対するベンダの対応状況	13
3.3	既存の LMS に関する先行研究	14
3.4	提案	15
3.4.1	学習者支援	15
3.4.2	教師支援	15
第 4 章	学習履歴に基づいた支援	17
4.1	学習者に対する支援	17
4.1.1	初学習者に対する支援	17

目次

4.1.2	学習を終えた学習者に対する支援	17
4.2	教師に対する支援	18
4.3	コンテンツに対するフィードバック	19
第 5 章	SCORM 対応 LMS への機能実装	20
5.1	実装環境	20
5.2	処理の流れ	21
5.2.1	タイトル情報の取得	22
5.2.2	学習履歴の取得	22
5.2.3	DB テーブルの新規作成およびフィールドの追加	24
5.3	学習者提示用画面の実装	27
5.3.1	初学習者に対する提示画面	27
5.3.2	学習を終えた学習者に対する提示画面	28
5.4	閾値変更機能の実装	30
5.5	コンテンツに対するアンケート機能	32
第 6 章	評価	34
6.1	評価の概要	34
6.2	提示画面を見せた被験者による評価	35
6.2.1	初学習者用提示画面に対する評価	35
6.2.2	学習終了時の提示画面に対する評価	36
6.3	提示画面を見せなかった被験者による評価	36
6.3.1	初学習者用提示画面に対する評価	36
6.3.2	学習終了時の提示画面に対する評価	36
6.4	全被験者共通の評価	38
6.5	考察	39

目次

第 7 章	まとめ	41
	謝辞	42
	参考文献	44
付録 A	評価アンケート	45
A.1	画面を提示した被験者に対するアンケート項目	45
A.2	画面を提示しなかった被験者に対するアンケート項目	49
付録 B	データモデル概要	53

目次

2.1	SCORM 対応による互換性の保証	3
2.2	マニフェストファイルの概要	7
2.3	コンテンツ構造木の例	7
2.4	ランタイム環境における処理の内容と流れ	8
2.5	シーケンシングルールの利用例	10
2.6	ナビゲーション GUI	10
2.7	ナビゲーション GUI (「前へ」ボタン非表示)	10
3.1	学習中の画面	12
3.2	SCORM の利用状況	14
5.1	画面を生成するまでの処理の流れ	21
5.2	初学習者に履歴提示を勧める画面	27
5.3	初学習者に提示する画面	28
5.4	学習終了後の提示画面	29
5.5	閾値変更ポップアップ画面	31
5.6	閾値変更処理画面	31
5.7	閾値設定画面	32
5.8	アンケート画面 (左: 変更前、右: 変更後)	33
5.9	アンケート結果表示画面 (左: 変更前、右: 変更後)	33

表目次

5.1	scorm_attempt テーブル	25
5.2	scorm_interaction テーブル	26
6.1	初学習時に提示される画面を見た理由 (複数回答可)	35
6.2	学習終了時に提示される画面を見た理由 (複数回答可)	37
6.3	画面が提示されたらどういうことに役立つかという質問に対する回答 (複数回答可)	38
6.4	学習終了時の画面を提示されたらどのように感じるか (複数回答可)	39
6.5	2章学習後の行動 (複数回答可)	40
B.1	データモデル要素ごとの SPM の値	57

第 1 章

はじめに

近年のインターネットの発展により、ネットワークを活用した学習スタイルである WBT が普及してきた。これによりデジタルコンテンツを用いた学習がいつでもどこでも行える環境が整いつつある。そして現在では、かつてパソコンを用いた学習スタイルであった e-Learning がこの WBT とほぼ同じ意味で使われるようになった。WBT では、LMS とよばれる学習管理システムを用いて学習者の学習履歴の保存やコンテンツの配信などを行っている。しかし、異なる LMS 間で同じコンテンツを使用できるほどの再利用性や相互運用性は持っておらず、あるコンテンツベンダが作成したコンテンツを他のベンダが構築した LMS でそのまま用いることはほぼ不可能であった。そのような状況の中、WBT コンテンツおよび LMS の標準規格として SCORM が策定され、LMS とコンテンツの再利用性等が向上した。SCORM は、コンテンツの構造や教材そのものの定義であるコンテンツアグリゲーションモデル、LMS と SCO の間における通信の定義であるランタイム環境、学習順序に関する定義であるシーケンシング／ナビゲーションから構成されている。この SCORM に対応した LMS では、一般の LMS で保存される学習時間などの学習履歴のみならず、SCORM のランタイム環境で定義されたデータモデルも学習履歴として扱われる。これらの履歴は、学習進捗状況の把握など、学習者管理のために用いられている。しかし、これらの学習履歴は、学習者管理のみならず、学習者および教師の支援のために役立てることが期待できる。LMS の学習履歴活用に関する先行研究では、一般の LMS に履歴として残った学習時間から学習時間の異常値検出などが行われている [1]。そこで本研究では、SCORM で定義されたデータモデルを含む学習履歴を用いた学習者および教師に対する支援方法を提案する。さらに、それを実現するために SCORM 対応 LMS の拡張を行う。

第 2 章

研究背景

2.1 WBT

WBT(Web-Based Training)とは、インターネットやイントラネットといったネットワーク技術を活用したウェブベースの学習スタイルのことをいう。

WBTの発達により、学習者は時間的あるいは空間的な制約を受けずいつでもどこでも学習できるようになった。WBTは、大学の講義や企業の研修などに利用されており、実際にWBTによる講義を行い単位を認定している大学もある [2]。また、WBTでは電子メールや掲示板などのサービスと併用することで、効果的な学習を実現している。

2.1.1 WBTにおける学習管理

WBTには、教師の教授活動あるいは学習者の学習活動を支援するための仕組みの具備が必要不可欠である [5]。これに該当するシステムとして、WBTではLMS(Learning Management System)という学習管理システムが用いられている。LMSには学習コンテンツの配信や学習者の学習進捗を管理する機能などがあり、LMSを用いることで多数のWBT学習者を容易に管理することが可能である。

LMSでは、登録されたコンテンツを学習者に配信し、その学習活動に関わる様々な情報が学習履歴としてLMSに保存・管理される。例えば、「学習者がいつ学習を開始したか」「学習者がコンテンツの学習にどれだけの時間をかけているか」などが学習履歴として扱われる。

2.2 SCORM

2.1.2 WBT の標準化

WBT では LMS を用いて学習管理が行われているが、他ベンダ間における LMS とコンテンツの互換性は保証されていない。例えば他ベンダの LMS に乗り換える際に、今まで使っていたコンテンツが使えなくなる場合もある。この問題を解決する標準規格として SCORM がある。SCORM[6] は、WBT コンテンツの再利用性や相互運用性の向上を目指す標準規格である。

2.2 SCORM

SCORM(Sharable Content Object Reference Model) は、米国国防総省の機関である ADL(Advanced Distributed Learning) によって策定された WBT コンテンツおよび LMS に関する標準規格である。LMS およびコンテンツを SCORM に準拠させることにより、ベンダの異なる LMS とコンテンツの間で互換性が保証されるようになる (図 2.1)。

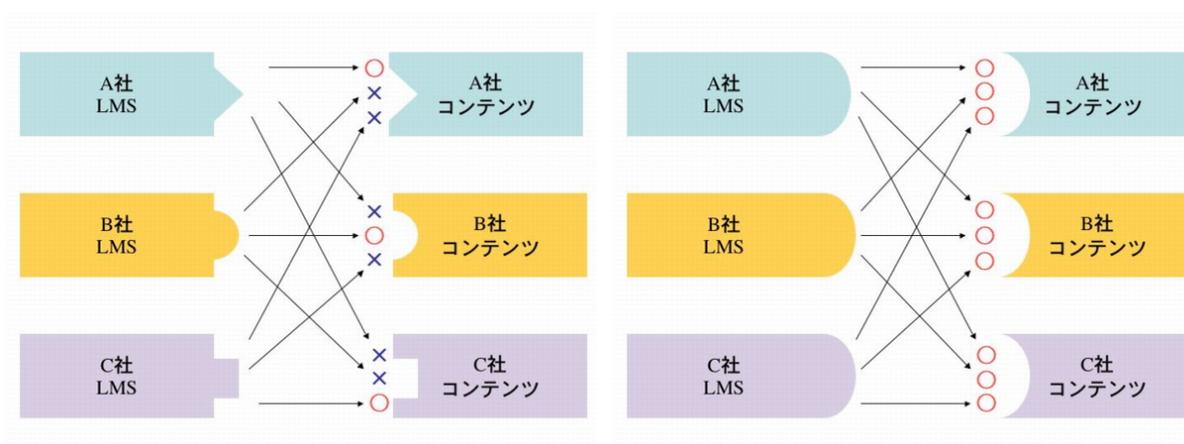


図 2.1 SCORM 対応による互換性の保証

SCORM は以下の 6 つの性能の実現により LMS およびコンテンツの互換性の向上を目指している。

- 再利用性 (Reusability) :

一つのコンテンツを異なる LMS において利用できる柔軟性

2.2 SCORM

- 相互運用性 (Interoperability) :
一つのコンテンツが異なるプラットフォームにおいて動作できる能力
- 耐久性 (Durability) :
LMS のバージョンアップ等に伴うコンテンツの再設計を必要としない耐久力
- アクセス可能性 (Accessibility) :
一つの場所に存在する教材にアクセスし、その教材を他の多くの場所に配信できる能力
- 適応性 (Adaptability) :
個人的及び組織的な教育ニーズに適応できる能力
- 手ごろさ (Affordability) :
教材配信に関わる時間及びコストの減少による効率と生産性を上げる能力

SCORM では、これらの性能を実現することで LMS 及びコンテンツの標準化の実現を目指しているが、WBT の標準化は SCORM 策定以前から世界中の標準化団体により進められていた。このうち、ADL が他の標準規格をまとめ上げることで、SCORM が WBT の代表的な標準規格となった。以下に WBT の標準化に関わった団体及び SCORM で採用された標準規格は以下の通りである。

- AICC (Aviation Industry CBT*¹ Committee)
- ADL (The Advanced Distributed Learning)
- IMS (The Instructional Management Systems)
 - Content Packaging
 - Simple Sequencing
- IEEE LTSC (The Institute of Electrical and Electronics Engineers. Learning Technology Standards Committee)
 - Data Model For Content Object Communication

*¹ CBT(Computer Based Training)

2.2 SCORM

- ECMAScript*² Application Programming Interface for Content to Runtime Services Communication
- Learning Object Metadata
- XML Schema Binding for Learning Object Metadata Data Model

SCORM の初期バージョンは 2000 年 1 月に策定された “SCORM1.0” であり、策定当時の SCORM は、“Sharable Courseware Object Reference Model” の略語であった [8]。これが 2001 年 1 月に SCORM1.1 へバージョンアップし、それに伴い “Sharable Content Object Reference Model” に変更された。そしてさらに SCORM1.2、SCORM1.3 へとバージョンアップを繰り返し、現在では SCORM2004 3rd Edition*³ が SCORM の最新版となっている。

SCORM では、まとめあげた標準規格に基づいて SCORM を 3 つの定義に分けることができる。一つは、コンテンツアグリゲーションモデル (CAM)、もう一つはランタイム環境 (RTE)、そして、SCORM2004 で新たに追加されたシーケンシング／ナビゲーション (SN) である。

2.2.1 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、コンテンツの構造あるいはパッケージング方法、教材およびそのメタデータに関する定義であり、IMS の規格である Content Packaging(CP)、IEEE LTSC の規格である Learning Object Metadata(LOM) が基になっている。SCORM で扱われる教材には、SCO(Sharable Content Object) とアセットがある。SCO は LMS との通信ができる教材のことであり、アセットを適宜組み合わせることで作られる。またアセットは、それ以上分解できない教材の最小単位であり、アセットは LMS と通信できる機能を持たないという点で SCO と異なる。

*² ECMAScript とはヨーロッパ電子計算機工業会 ECMA(European Computer Manufacturer Association) によって規定された JavaScript の標準規格である [7]

*³ 厳密に述べると、ADL は 2008 年 12 月現在で “SCORM2004 4th Edition” を公表している [8]。

2.2 SCORM

SCORM では、コンテンツ構造、メタデータ、コンテンツ内に存在する教材リストを「imsmanifest.xml」という XML で記述されたマニフェストファイルに対して記述する。マニフェストファイルの要素は、“Metadata”、“Organizations”、“Resources”で構成される。図 2.2 にマニフェストファイルの概要を示す。

“Metadata”は、コンテンツ内に存在するそれぞれの SCO、アセット、部分あるいは全体のコンテンツ構造に対して付与される個別情報である。メタデータはマニフェストファイルに直接書き込むが、各々のメタデータを個別の XML ファイルに記述することも可能である。

“Organizations”は、単数あるいは複数のコンテンツ構造の集まりのことである。また、Organizations 要素内に存在するコンテンツ構造のまとまりを“organization”という。organization は、SCO あるいはアセットを末端のノードとする木構造をしている。図 2.3 に、コンテンツ構造木の一例を示す。この木に存在するノードのことを「アクティビティ」と呼ぶ。また、organization 要素を除くアクティビティは“item”という要素名で扱われる。この item 要素にはアクティビティのタイトル及び ID が記述される。

“Resources”は、organization 内に存在する全ての SCO およびアセットの一覧を記述したリストである。

“(sub)Manifest(s)”は、あらゆる入れ子構造を持つ学習単位を記述するマニフェストである。マニフェストは、独立した教材構造として扱うことができる。

2.2.2 ランタイム環境

ランタイム環境 (RTE) は、学習の開始から終了に至る間のさまざまな動作を規定した実行環境に関する定義である。RTE は IEEE LTSC の Data Model For Content Object Communication などが基となっている。RTE では、LMS と SCO の間で行われる通信に関して定義されている。SCORM2004 では LMS と SCO の間でやりとり可能なデータがデータモデルとして定義されおり、学習者からのインタラクションや得点など 78 種類のデータモデル要素が存在する。これらのデータモデル要素は、通信の際に API インスタンスと呼

2.2 SCORM

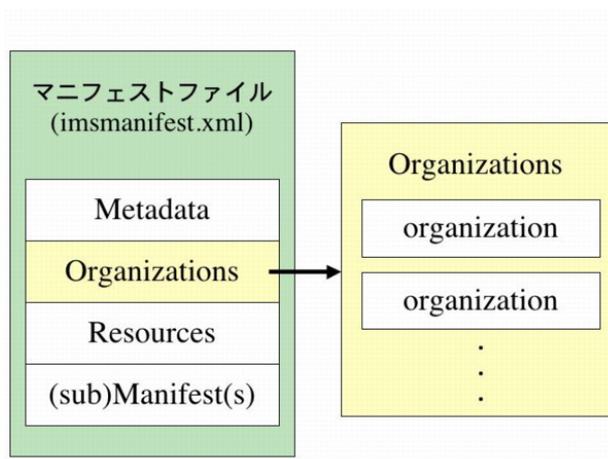


図 2.2 マニフェストファイルの概要

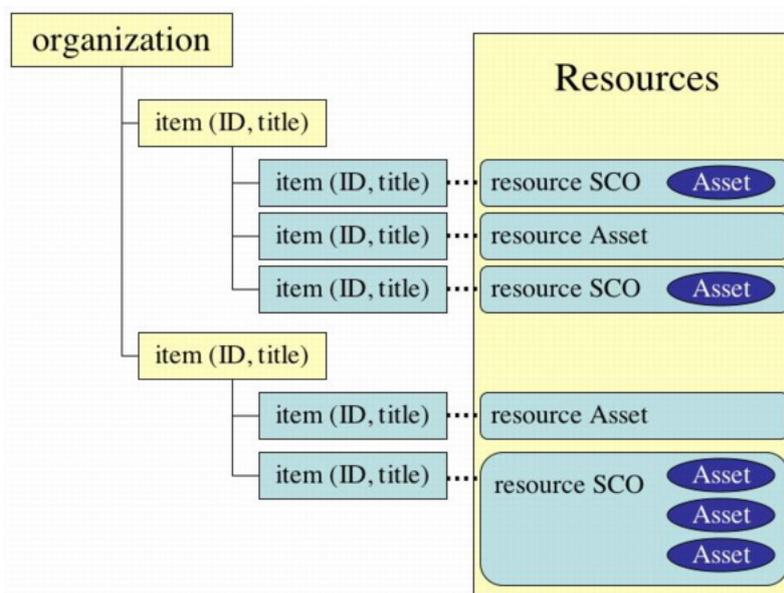


図 2.3 コンテンツ構造木の例

ばれる SCORM 専用の関数を用いることでやりとりされる。関数の種類は大きく分けて、学習の開始あるいは終了を制御する関数、データのやり取りに用いる関数、エラーに関する関数がある。図 2.4 は、RTE の概要であり、ひとつの SCO を起動してから終了するまでの処理の内容と流れを示している。

SCO は、起動直後に LMS 側に用意されている API インスタンスを探し出す処理を実行する。API インスタンスが見つかったら、SCO は直ちに初期化され LMS と通信ができる状

2.2 SCORM

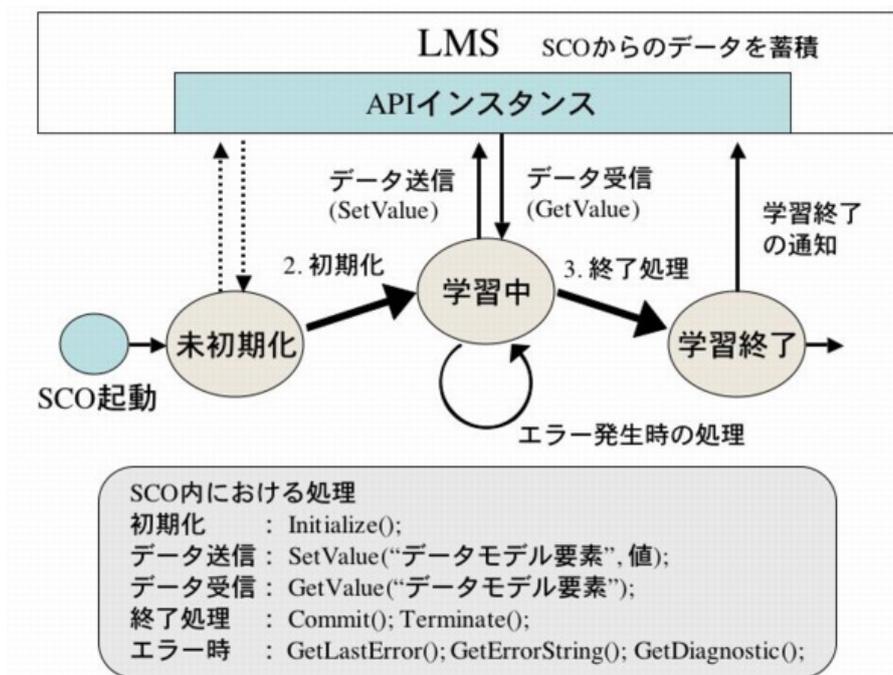


図 2.4 ランタイム環境における処理の内容と流れ

態に移行する。この時点で学習が開始された状態となり、学習中はデータ通信用 API である GetValue() あるいは SetValue() を用いてデータをやりとりできる。それには、テストの解答、得点、学習時間などがある。ここで LMS に送信されたデータは、学習履歴として LMS に保存される。学習終了時は、SCO を終了することを LMS に通知する必要がある。これを行う API として Commit() 及び Terminate() がある。Commit() は SetValue() によって LMS に送信されるデータを一括して送信する API であり、Terminate() によって LMS との通信を終了する。この処理の実行後、次のアクティビティへの移行あるいは学習終了となる。

2.2.3 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、ひとつのコンテンツ内に存在するアクティビティの学習順序に関する定義である。この定義は、2004 年 1 月に定義された SCORM2004 で追加された。シーケンシングは、IMS のシンプルシーケンシング (SS) が基になっている。シー

2.2 SCORM

ケンシングの定義により、例えば学習者の事前テストの成績によって提示するコンテンツを動的に変化させることが可能になった。図 2.5 にシーケンシングの例を示す。

ナビゲーションは、シーケンシングと同様にアクティビティの学習順序に関する定義である。ナビゲーションの定義により、SCORM1.2 まではナビゲーション GUI (図 2.6) に関する設定を LMS が行っていたのが、SCORM2004 からはコンテンツ側で設定できるようになった。例えば、学習中に表示されるナビゲーション GUI の「前へ」ボタンを非表示にする設定をコンテンツ側に記述することで、その設定が反映されたナビゲーション GUI の提示が可能になる。図 2.7 は図 2.6 に示すナビゲーション GUI から「前へ」のボタンを非表示にした例を示す。シーケンシング／ナビゲーションに関する記述は、マニフェストファイルの organization 要素に含まれているアクティビティに対して行う。記述内容が適用される範囲は、記述したアクティビティ及びその子アクティビティである。SCORM ではこの親子関係をもつアクティビティ群を「クラスタ」と呼ぶ。例えば、複数の子アクティビティを持つ親アクティビティに「前進のみ可能」というシーケンシングルールを設定すると、そのアクティビティの子アクティビティでは学習の際、前に進むことだけが可能になる。

2.2 SCORM

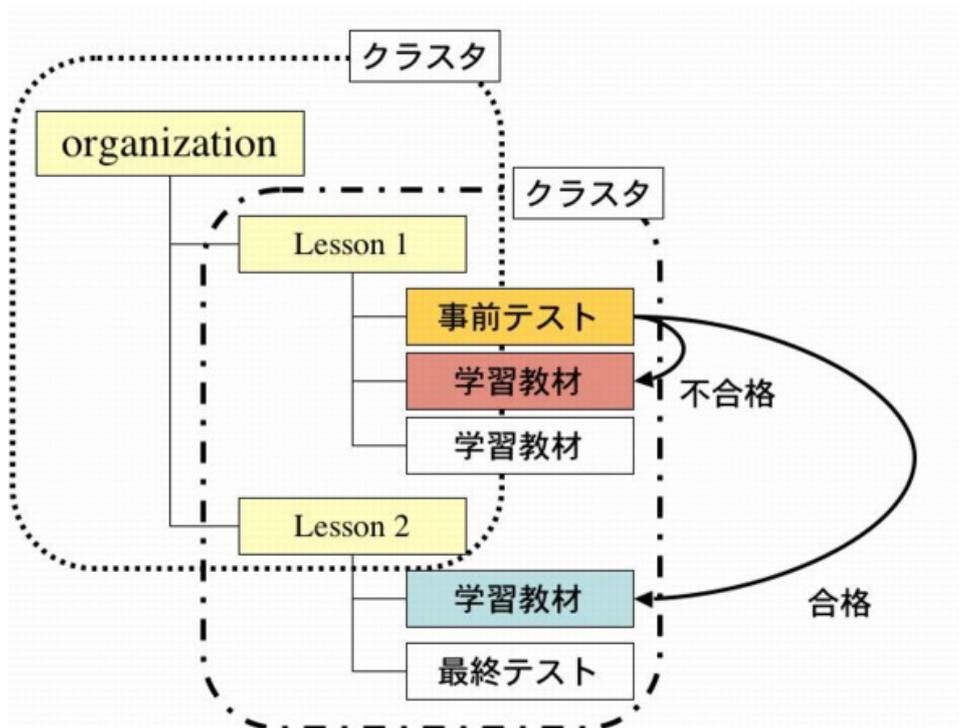


図 2.5 シーケンシングルールの利用例



図 2.6 ナビゲーション GUI



図 2.7 ナビゲーション GUI (「前へ」ボタン非表示)

第 3 章

LMS

3.1 LMS と SCORM のデータモデル

SCORM において、LMS とコンテンツが通信できるデータはデータモデルとして定義されており、それぞれのデータモデル要素には SCO から LMS に対する読み込みあるいは書き込みの制限が設定されている。LMS に対して書き込み可能なデータモデル要素のデータは、そのまま学習履歴として LMS に保存される。

データモデルの中には、一つのデータモデル要素で複数のデータを扱うことができる要素も存在する。これに該当するデータモデル要素は、その要素名の中に 0 から始まる整数 $n(n=0,1,2,\dots)$ を割り当てることで使用できる。記述例を示すと、“cmi.interactions.2.correct_responses.3.pattern” というようになる。ただし、この数は要素ごとに上限が設けられており、それは SPM(Smallest Permitted Maximums) として定義されている。SPM は、最低限保証される最大値という意味で、文字列データの最大文字数としても設定されている。

これらのデータモデル要素は、コンテンツを作成する際に、コンテンツ側で API を使用する JavaScript を実装することで利用される。つまり、SCO と LMS の間でやりとりするデータはコンテンツに依存している。

3.2 LMS の定義

LMS とは、WBT における学習管理を行うシステムのことで、その主な機能として以下が挙げられる [5]。

- 学習履歴の蓄積および管理
- コンテンツの配信および管理
- 学習者、学習管理者等の LMS ユーザの管理

LMS ではこれらの機能を動作させるためのサーバマシン及びデータベース (DB) が必要になる。また、WBT 全体における動作環境を含めると、LMS を動かすサーバマシンの他に学習を行うために用いるクライアントマシン、LMS とクライアントを繋ぐネットワーク環境、そして学習用コンテンツが必要になる。さらに、コンテンツによっては動画再生プレイヤー等、コンテンツを動作させるためのソフトウェアを必要とする場合もある。

LMS は、学習者が学習を行う際に学習画面用のインタフェースを提示する。このインタフェースには「進む」や「戻る」といった学習をナビゲートするボタンが存在する。図 3.1 は OpenSourceLMS を用いた際に表示される学習中の画面である。

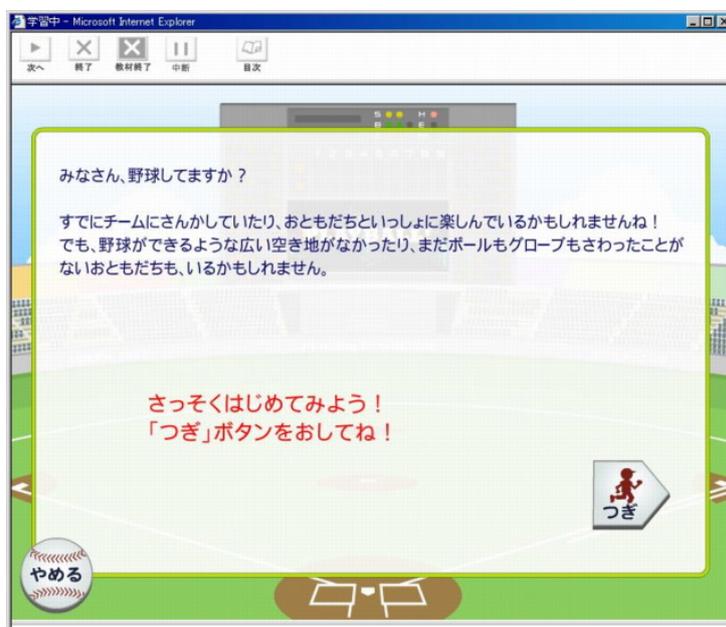


図 3.1 学習中の画面

3.2 LMS の定義

3.2.1 一般の LMS

SCORM に対応していない一般の LMS では、例えば LMS とコンテンツの間でやりとりされるデータの種類など、LMS の仕様を各 LMS ベンダが独自に定義している。各ベンダが独自に仕様を決めるということは、他のベンダが作ったコンテンツの利用を想定していないということでもある。例えば、やりとりされるデータの形式やコンテンツのパッケージング方法などが異なるため、他のベンダの仕様に対応するのが難しいといった欠点がある。

3.2.2 SCORM 対応 LMS

SCORM 対応 LMS は、SCORM の仕様書 [6] で定義された機能を有する。以下に、SCORM が LMS に対して要求している仕様を示す。

- SCORM で定義された API インスタンスを実装しており、SCO が起動された際に API インスタンスを提供できる
- SCORM で定義された全てのデータモデル要素を使用できる
- コンテンツに記述されたマニフェストファイルを解析し、それを基に学習完了とみなす閾値の設定、シーケンシングルールに従ったアクティビティの提示、学習中に提示するナビゲーション GUI の決定などができる

3.2.3 SCORM に対するベンダの対応状況

SCORM に対するベンダの対応状況は、e ラーニング白書によると、「SCORM アセッサに対する関心は年々向上している」と述べられている [2]。SCORM アセッサとは、日本イーラーニングコンソシアムが認定した SCORM 技術者・ベンダのことである。現時点では SCORM1.2 のアセッサ認証制度が最新であるが、将来的には SCORM2004 のアセッサ認証制度を設けることを望んでいるベンダも多い。以下の図 3.2 は、イーラーニングコンソシアムが行った SCORM の普及状況に関する調査である [2]。

3.3 既存の LMS に関する先行研究

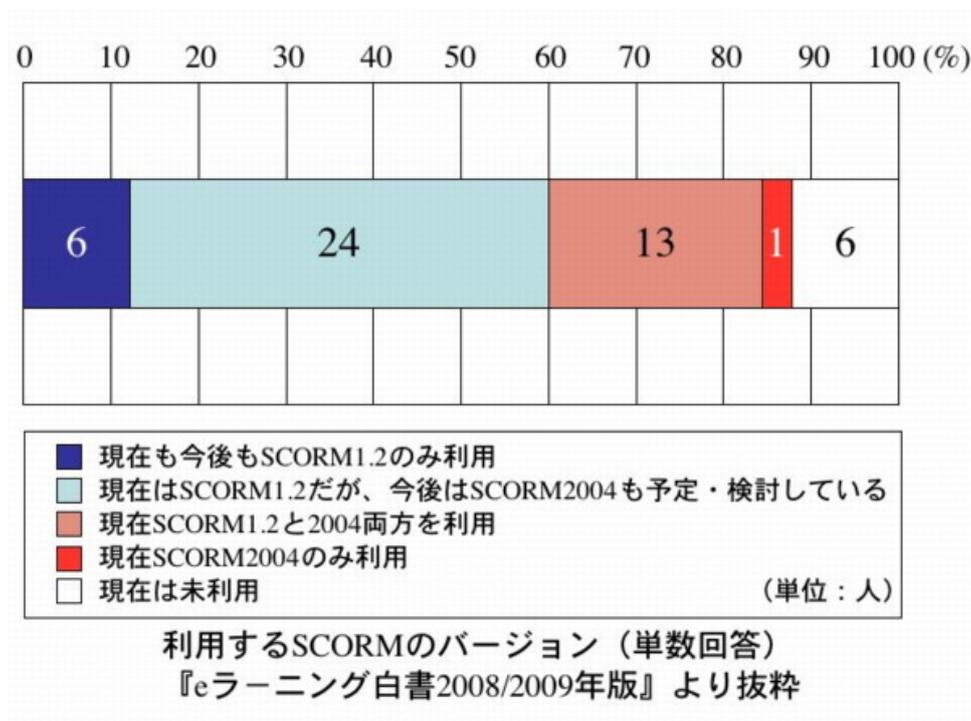


図 3.2 SCORM の利用状況

3.3 既存の LMS に関する先行研究

LMS に関する研究の一つに、植野らが開発を行った “Samurai” という LMS がある [1]。この “Samurai” では、LMS に保存された学習履歴を活用することで学習活動におけるさまざまな支援を行っている。例えば、データマイニング手法を用いることで学習異常を検出する機能を “Samurai” に組み込んでいる。ここでいう学習異常とは、飛ばし読みや他のことをしながらの学習を指す。学習時間が平均値より極端に低ければ飛ばし読みをした可能性があるともみなすことができ、逆に学習時間が平均値より極端に高ければ学習中に他のことをしていた可能性があるともみなすことができる。他にも、学習回数や正答率などの履歴を学習エージェントに学習させ、それを用いて学習者に適したメッセージを生成する機能も組み込まれている。

3.4 提案

3.4 提案

“Samurai”では、主に学習時間や進捗状況に関する学習履歴を活用して、例えば学習者の学習異常の検出や、学習状況に適したメッセージの生成を行い、それらの機能を学習者のモチベーション向上などに役立てている。一方、SCORM 対応 LMS では既存の LMS に保存される学習履歴に加え、SCORM で定義されたデータモデルで取り扱われるインタラクションやテストの得点なども LMS に保存できる。これらのデータを活用することにより、学習者の学習活動に対するモチベーションの向上や自己評価、あるいは学習管理を行う教師の学習管理面における支援につながることを期待できる。そこで本研究では、SCORM 対応の LMS に保存される学習履歴を、LMS のユーザである学習者あるいは教師に対して有効に活用し、学習者支援および教師支援の手法を提案する。

3.4.1 学習者支援

学習履歴は教師に限らず学習者に対しても何らかの「気付き」を与えてくれることが考えられる。例えば、学習履歴を基に自分を過去の学習者と比較することで、それを自分自身の評価に繋げることができると思う。また、そのような比較がモチベーションの向上にも繋がることを期待できる。学習者が行う学習活動に関して、モチベーションは重要である。モチベーションとは、学習者の学習活動に対する動機・意欲・やる気を指す。このモチベーションの維持あるいは向上が、学習活動を続けていく上での重要な要因となる。

そこで、モチベーションの維持や向上、および学習者自身の自己評価のために、LMS に保存された学習履歴を活用する。

3.4.2 教師支援

膨大な学習履歴は、教師に対していくつもの「気付き」を与えてくれる [2]。教師は、学習履歴により与えられた「気付き」から、それに対する何らかの行動を起こす場合がある。例えば、学習者全員に対して行った事後テストの成績が全体的に見て悪かった場合、その対策

3.4 提案

として配点の調整する。また、学習の進捗が見られない学習者に対して激励のメールを送るなどの行動が挙げられる。LMS 利用下において、このような教師の行動を実行できる機能が教師に対する行動支援として役立つと考える。

そこで、ある学習履歴を参照した教師が行える行動の可能性を広げるための機能を提案する。

第4章

学習履歴に基づいた支援

4.1 学習者に対する支援

学習者に対する支援は、あるコンテンツに対して初めて学習を試行する初学習者と、あるコンテンツの学習を終えた学習者に対してそれぞれ支援できる機能を追加する。

4.1.1 初学習者に対する支援

学習者がある科目を初めて学習する際、その学習に移る前に学習内容に関する情報を参照することがある。例えば、大学の講義ではある講義を初めて受ける前に“シラバス”と呼ばれる講義内容に関する詳細な情報を参照したり、講義の始めに講師による講義内容のアナウンスが行われる場合がある。このように、学習前に学習計画を立てるための情報を提示することは、学習者の学習活動を支援する上で重要な役割を果たし得ると考える。そこで初学習者に対しては、コンテンツの学習計画を立てる際の参考にしてもらうために、過去の学習者の履歴から得点・学習時間・学習回数を取り出し、これらの平均値を合格者と不合格者別に提示する。さらに、今までにそのコンテンツを学習してきた学習者のアンケート結果についても提示する。

4.1.2 学習を終えた学習者に対する支援

学習終了後、学習者は自分自身の学習に対する行動を振り返ることで自己の行動に対する評価を行う場合がある。例えば、テストを受けた直後に正解の見直しを行うといった行動が

4.2 教師に対する支援

それにあたる。また、自己評価は次の学習へのモチベーションに繋がる場合もある。このような反省あるいは自己評価を促進し、さらにはモチベーションの向上に繋げるために LMS に保存された学習履歴を活用する。

支援方法としては、学習を終えた学習者に対してテストの得点、合格あるいは完了の状態、学習時間、学習回数について提示する。また、過去の学習者が残した得点・学習時間・学習回数の平均値を、合格者あるいは不合格者別に提示して、他の学習者との比較による自己の状況把握に役立てる。

さらに、学習者の学習に対するモチベーションを向上させるために、メッセージの提示が重要であると考え。メッセージ生成機能は、前章の LMS の先行研究において紹介した“Samurai”で既に用いられている [1]。“Samurai”では「学習時間」、「学習回数」、「掲示板への投稿の有無」など、9 種類のフィールドを用いて学習者に適応したメッセージの生成を行っている。このようなメッセージの生成機能は、モチベーションを向上させる上で極めて重要であると考え、植野らが提案した決定木に基づくメッセージ生成手法を採用する。

4.2 教師に対する支援

SCORM コンテンツの作成者とそのコンテンツを利用する教師は、必ずしも同じであるとは限らない。例えば、教師が商用のコンテンツを購入してそれを学習に利用する場合がある。このような場合、コンテンツの設定情報が利用する教師の活用方法と一致するとは限らない。教師が自作のコンテンツを用いる場合は、コンテンツの記述内容を教師自身の判断で調節し直せばよいが、既存のコンテンツを用いる場合、著作権保護の観点からコンテンツ作成者に無断で中身を書き換えることは許されていない。しかし、コンテンツを利用する教師の意図でコンテンツ作成者の設定とは異なった設定を適用したい場合も十分に考えられる。また、コンテンツを利用する教師の意図を反映できるようにすることで、アクティビティの柔軟な再利用にも繋がるのが期待できる。そこで、教師の判断により合格判定の閾値を任意に設定できる機能を提案する。

4.3 コンテンツに対するフィードバック

コンテンツに関するアンケート機能を実装することで、教師にとってはコンテンツの評価につながる。同時に、学習者にとっては有用なコンテンツかどうかを評価でき、これは後々の学習者にとって有用な情報となり得る。そこで、学習者がひとつのコンテンツの学習を終了した際にアンケートによるコンテンツの評価を行わせる。評価項目は「合格するために努力したか」「コンテンツは将来自分の役に立ちそうか」をそれぞれ5段階で評価してもらい、さらにコンテンツに関するコメントを自由に記入できるようにする。この評価により得られた値の平均値は、初学習者に対して提示される。

第 5 章

SCORM 対応 LMS への機能実装

5.1 実装環境

本研究では、NTT レゾナント（旧 NTT-X）株式会社が提供している“OpenSourceLMS”[9] および NTT レゾナントと特定非営利活動法人日本イーラーニングコンソシアムが共同で開発した“SCORM2004 学習エンジン”[10] に対して機能追加を行った。これらはオープンソースのソフトウェアとして無料で配布されており、オープンソースライセンスに遵守する限りでソースコードを改造することが可能である。OpenSourceLMS は、「学習管理系機能」と「学習エンジン」の 2 つのアプリケーションから構成されており、学習コンテンツやユーザの登録・管理を行っている。また、SCORM2004 学習エンジンは、LMS に組み込むことを前提に設計された SCORM コンテンツ用学習エンジンである。OpenSourceLMS では、この SCORM2004 学習エンジンを組み込むことで SCORM 対応コンテンツの学習が行えるようになっている。OpenSourceLMS の動作環境は以下のとおりである。

- サーバの動作環境
 - OS : RedHat Linux 9.0 (Linux カーネル 2.4 系の Redhat 系ディストリビューション)
 - ウェブサーバ : Apache (バージョン 2.0.x x:54)
 - TOMCAT (バージョン 4.1.x x:31 以前のバージョンで動作を保証)
 - Java2SDK (バージョン 1.4.2_0x x:8)
 - DB : PostgreSQL (バージョン 7.4.x x:8)

5.2 処理の流れ

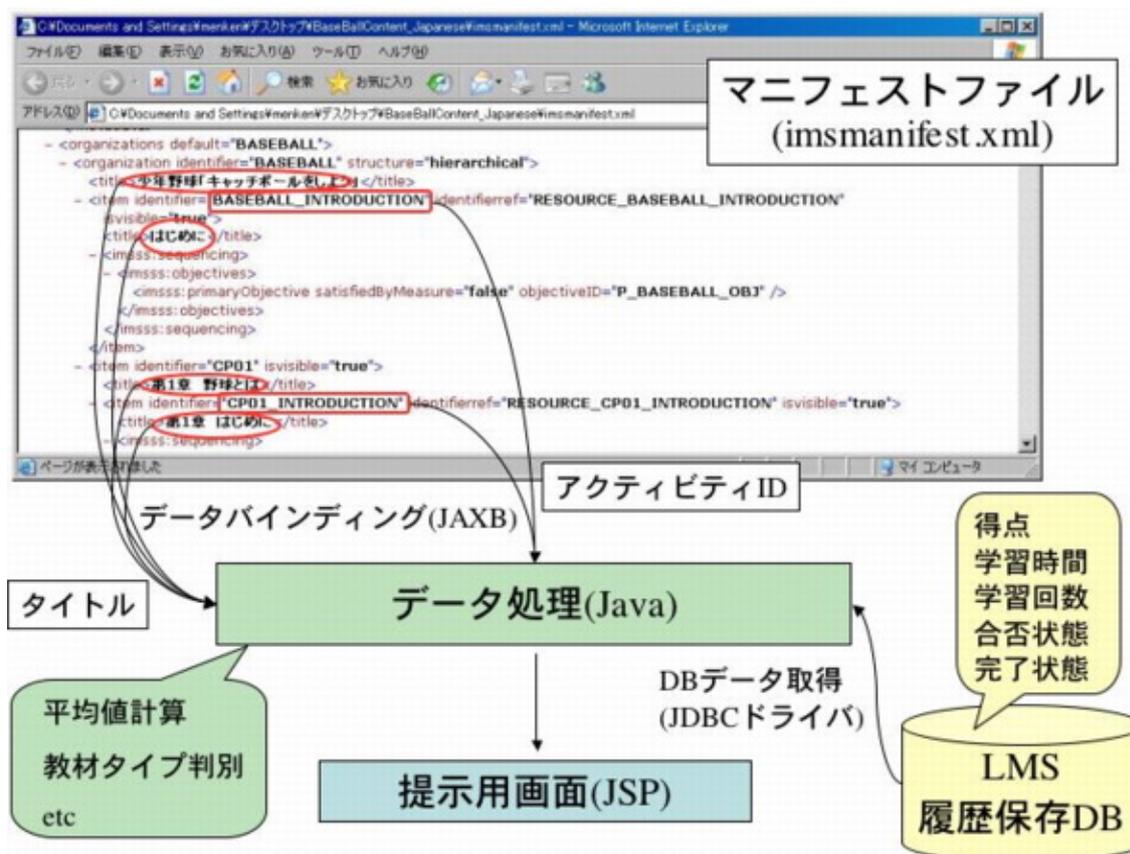


図 5.1 画面を生成するまでの処理の流れ

- クライアントの動作環境
 - OS : Windows 2000/XP
 - ブラウザ : Microsoft Internet Explorer (バージョン 5.5 以降)

5.2 処理の流れ

図 5.1 に提示用画面を生成するまでの処理の流れを示す。この処理は、SCORM2004 学習エンジンにおいて学習が開始された直後あるいは学習終了直後に実行される。

5.2 処理の流れ

5.2.1 タイトル情報の取得

アクティビティタイトルおよびアクティビティIDに関する情報は、XML で記述されたマニフェストファイル (imsmanifest.xml) が保持している。そこで、アクティビティのタイトル情報取得にあたり、本研究では JAXB(The Java Architecture XML for Binding) を使用した。JAXB とは、Sun Microsystems によって提供されている XML と Java のデータバインディングツールであり、XML の各要素を Java のオブジェクトとして扱うこと、あるいはその逆に Java のオブジェクトを XML の要素として扱うことを可能にしている。本研究では、JAXB を用いてマニフェストファイルに記述されたタイトルおよびアクティビティID、さらには SCO の参照情報を教材構造の意味を持たせた上で取得し、それらを提示画面生成の際に用いる。

5.2.2 学習履歴の取得

学習履歴は、OpenSourceLMS をインストールする際に作成された DB に保存される。特に、SCORM 独自の学習履歴、つまりデータモデルのデータは DB 内の “scorm_attempt” および “scorm_interaction” というテーブルに格納されている。本研究では、この 2 つのテーブルにアクセスすることで学習履歴の取得を行う。ここで、それぞれのテーブルが所持するフィールドを表 5.1 および表 5.2 に示す。

DB に存在するこれらのフィールドへのアクセスおよびデータの取得、さらにそれらを扱う処理は Java で実装した。また、DB のデータを Java プログラム内で扱うために JDBC(Java Database Connectivity) ドライバを使用した。DB テーブルからのデータ取得は、Java ファイルにおいて JDBC ドライバのロードおよび SQL 問い合わせ言語を記述することで行った。以下に本研究で DB から取得して扱うデータを示す。

- scorm_attempt テーブル
 - userid : ユーザ ID
 - loid : LO (コンテンツ) ID

5.2 処理の流れ

- studysessioncount : 学習回数
 - activityid : アクティビティID
 - learnsession_date : 学習日時
 - completion_status : 完了状態
 - rawscore : 実得点
 - attempt_session_time : 学習所要時間
 - success_status : 合格状態
- scorm_interaction テーブル
 - loid
 - activityid
 - interactionid : インタラクション ID
 - interactiontype : インタラクションタイプ

このうち、scorm_interaction テーブルのインタラクション ID およびインタラクションタイプは SCO が閲覧用 (browse) のものかテスト用 (test) のものかを区別するために用いる。インタラクションのタイプには、「選択」や「穴埋め」などの他に「アンケート」というタイプがあり、インタラクションタイプがアンケートである場合はテストと判断しないように実装した。

ここで、DB より取得したそれぞれのデータは、再利用を考慮してテーブルの行ごとに文字列型の配列に格納して保持した。以下に配列が保持するデータとそのインデックスを示す。

- 0 : ユーザ ID
- 1 : コンテンツの ID (LOID)
- 2 : 学習回数
- 3 : アクティビティID

5.2 処理の流れ

- 4 : 学習日時
- 5 : 完了状態
- 6 : 実得点
- 7 : 学習所要時間
- 8 : 合格状態
- 9 : アクティビティがテスト用か閲覧用かを示す情報

さらに、この文字列型配列をひとつのオブジェクトとして可変長配列である Vector オブジェクトに格納した。平均値計算等の処理を行う際、再度 DB には問い合わせずに、この Vector が保持するデータを用いる。

5.2.3 DB テーブルの新規作成およびフィールドの追加

OpenSourceLMS への機能追加にあたり、DB が保持できるデータを拡張する必要がある。そこで、それらのデータを保存するためのテーブルの作成、あるいは既存テーブルへのフィールドの追加を行った。

テーブルの新規作成は、閾値変更機能において変更後の閾値を保存するために行った。新たに作成するテーブル名を “mypassingthreshold” とし、テーブル内のフィールドは “userid (root ユーザの ID) ”、“loid (コンテンツ ID) ”、“activityid (アクティビティ ID) ”、“threshold (変更後の閾値) ”とした。

既存テーブルへのフィールドの追加は、アンケート機能の拡張に伴い新たに取り扱うアンケート項目の入力値を格納するために行った。アンケートのデータは、“evaluate” というテーブルに格納されている。改造前の evaluate テーブルのフィールドは、“user_id (ユーザ ID) ”、“loid (コンテンツ ID) ”、“score_date (入力日) ”、“score (5 段階の評価値) ”、“custom_msg_dir (コメント) ”である。このテーブルに対し、新たに 5 段階評価の値を格納するためのフィールドとして “score2” を追加した。また、“score” には「この教材に合格するために努力しましたか?」というアンケートに対する回答が格納され、“score2” には

5.2 処理の流れ

「この教材は将来あなたの役に立ちそうですか?」というアンケートに対する回答が格納される。

表 5.1 scorm_attempt テーブル

フィールド名	説明
userid	ユーザ ID
loid	コンテンツ (Learning Object) 用の ID
studysessioncount	ひとつおりの学習し終えた回数
activityid	アクティビティ用の ID
attemptcount	アテンプト回数
learnsessioncount	コンテンツの学習終了までにアクセスした回数
sessionid	セッション ID
learnsession_date	学習日時
completion_status	完了状態
scaledscore	正規化された得点
rawscore	得点
maxscore	最高得点
minscore	最低得点
attempt_session_time	学習所要時間
success_status	完了状態
locaton	アクティビティのロケーション
exit	SCO 退出に関する情報

5.2 処理の流れ

表 5.2 scorm_interaction テーブル

フィールド名	説明
userid	ユーザ ID
loid	コンテンツ用 ID
studysessioncount	ひとつおりの学習し終えた回数
activityid	アクティビティ用 ID
attemptcount	アテンプト回数
learnsessioncount	コンテンツの学習終了までにアクセスした回数
interactioncount	インタラクション数
sessionid	セッション用 ID
interactionid	インタラクション用 ID
interactiontype	インタラクションタイプ
objectiveid	学習目標用 ID
timestamp	インタラクション発生日時
correctresponse(1~5)	正解パターン
weighting	インタラクションの重み付け
learnersresponse	学習者の解答
learne_result	インタラクションの結果
latency	インタラクションにかかった時間
description	インタラクションに関する記述

5.3 学習者提示用画面の実装

学習者に提示する初学習時の画面および学習終了後の画面の実装についてそれぞれ説明する。学習者提示用画面の実装は JSP(JavaServer Pages) を用いて SCORM2004 学習エンジンに対して行った。また、画面提示処理のために JavaScript を用いた。

5.3.1 初学習者に対する提示画面

初学習者には、学習の前に学習計画を立ててもらうために過去の学習者の学習履歴を提示する。過去の学習者の学習履歴を参考にするかしないかは、学習開始直後に学習者自身が判断できるように実装した。初学習者が、あるコンテンツを初めて起動した直後に図 5.2 に示すウィンドウをポップアップし、「はい」を選べば図 5.3 に示す画面が提示される。

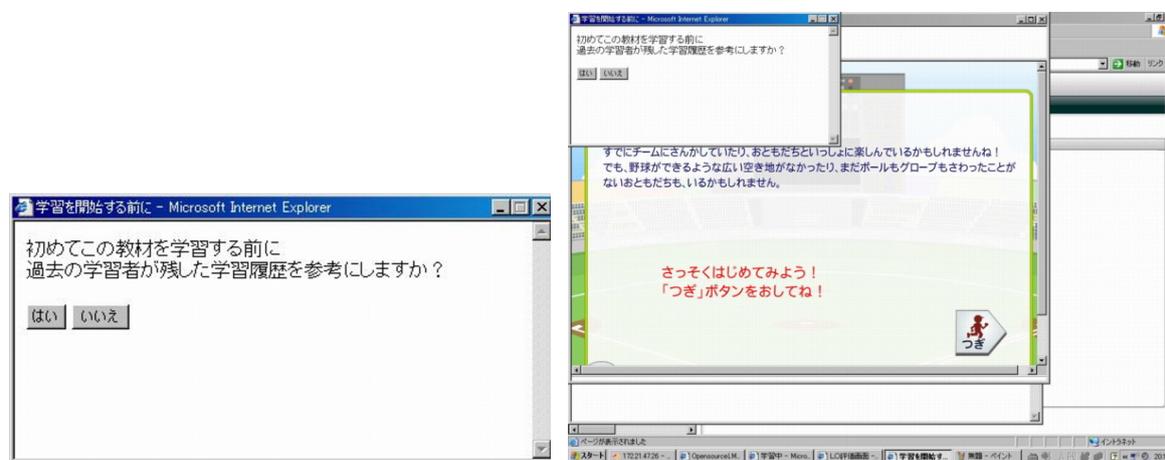


図 5.2 初学習者に履歴提示を勧める画面

図 5.3 に示す初学習者用の画面には、以下の内容が表示される。

- 選択されたコンテンツ内にある全てのアクティビティ
- SCO にあたる各アクティビティがテスト用か閲覧用かを示す情報
- 過去の学習者がコンテンツ学習後に回答した各アンケート項目（5段階評価）の平均値
- 過去の合格者・不合格者・全体それぞれの平均点、平均学習時間、平均学習回数

5.3 学習者提示用画面の実装

アクティビティ(教材)名	教材タイプ	合格者			不合格者		
		平均点	平均学習時間(分)	平均学習回数	平均点	平均学習時間(分)	平均学習回数
はじめに	browse	0	0	3	0	0	0
第1章 野球とは							
第1章 (はじめに)	browse	0	0	3	0	0	0
うでためクイズ	test	53	0	2	0	0	1
うでためクイズせつめい							
はじめに	browse	0	0	2	0	0	0
野球とは	browse	0	0	1	0	0	0
かちまけの決め方	browse	0	0	1	0	0	0
必要な用具	browse	0	0	2	0	0	0
キャッチボール	browse	0	0	0	0	0	0
守ること	browse	0	0	1	0	0	0
打つこと	browse	0	0	1	0	0	0
走ること	browse	0	0	1	0	0	0
バッテリー	browse	0	0	2	0	0	0
とく点	browse	0	0	1	0	0	0

図 5.3 初学習者に提示する画面

5.3.2 学習を終えた学習者に対する提示画面

あるコンテンツの学習を終了した学習者には、学習後の反省や自己評価のために学習履歴を提示する。さらに、学習者のモチベーション向上のためにメッセージの提示が大きな要因となり得ると考え、植野らが提案した決定木による最適なメッセージ生成手法 [1] を採用した。この手法を用いることで、学習者自身の学習結果と全体平均値の比較からメッセージを生成する。

図 5.4 は、学習終了後に学習者に対して提示する画面を示している。この画面は、学習履歴等を表示するフレームおよび各アクティビティに対するメッセージを提示するフレームから構成されている。学習履歴等を提示するフレームにおいて提示する詳細項目を以下に述べる。

- 各アクティビティのタイトル (アクティビティへのリンクとして提示)
- SCO にあたるアクティビティがテスト用か閲覧用かを示す情報

5.3 学習者提示用画面の実装

学習結果
日付: Tue Feb 03 20:42:38 JST 2009
コンテンツタイトル: XML基礎《概要》
ユーザID: PE000000

アクティビティ(教材名)	教材タイプ	あなたの最新履歴			合格者				不合格者				全体の履歴		メッセージの表示		
		合格/完了	得点	学習時間	学習回数	平均点	平均学習時間	平均学習回数	平均点	平均学習時間	平均学習回数	平均点	平均学習時間	平均学習回数			
XML基礎《概要》	browse	--/○ 0	0	051666665	3	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0.0	05	1	メッセージの表示
第1章 XMLの概要																	
第1章 XMLの概要	browse	--/○ 0	0.4		3	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0.0	0.59	2	メッセージの表示
1.1 SGMLからXMLへ																	
1.1.1 XMLとは	browse	--/○ 0	0	2.5	3	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	2.33	2	メッセージの表示	
1.1.2 XMLの元となったSGML	browse	--/○ 0	0	3.5666666	3	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	2.94	1	メッセージの表示	
1.1.3 HTMLの登場	browse	--/○ 0	0	12.166667	3	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	2.76	1	メッセージの表示	
1.1.4 HTMLの問題点	browse	--/○ 0	0	2.7166667	3	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	3.48	1	メッセージの表示	

1.1.1 XMLとは：
学習を繰り返し行っているのは良い心がけです。その調子で頑張ってください

図 5.4 学習終了後の提示画面

- 学習を行った結果：合否、完了の状態、得点、学習時間、学習回数
- 過去の合格者および不合格者それぞれの平均点、平均学習時間、平均学習回数
- メッセージ表示用ボタン

図 5.4 に示した画面に表示される「メッセージの表示」と書かれたボタンは、そのアクティビティに対するメッセージを表示するためのものである。このボタンを押すことで、画面下側のフレームにそのアクティビティに対応したメッセージが表示される。

例えば図 5.4 の画面では、アクティビティタイトルの「1.1.1 XML とは」のメッセージ表示ボタンを押した時に「学習を繰り返し行っているのは良い心がけです。その調子で頑張ってください」というメッセージが表示される。このメッセージは、合格あるいは不合格の状態、学習者自身の学習結果である得点・学習時間・学習回数を学習者全体の平均点・平均学習時間・平均学習回数と比較した結果生成されている。生成するメッセージの決定手順

5.4 閾値変更機能の実装

として、まず最初に学習者が学習したアクティビティが合格か不合格かを判別する、次に学習者自身の得点と学習履歴の平均得点を比較して「高い・近い・低い」で場合分けする。さらに学習者自身の学習時間と平均学習時間を比較して「長い・近い・短い」で場合分けする。その次に、学習回数が1回か2回以上かで場合分けする。ここで、その回数が1回の場合はその時点でメッセージを生成し、その回数が2回以上の場合は、自分の学習回数が平均学習回数より多いか少ないかで場合分けする。また、学習結果が不合格の場合は、過去の学習において合格した経験があるかないかで生成するメッセージを切り替えている。

5.4 閾値変更機能の実装

教師に対しては、テストの結果を参照してそのテストの合格閾値を変更できる機能を提供する。この機能を実装するにあたり、学習者支援画面の実装と同様に JSP および JavaScript を用い、さらに閾値変更処理画面の実装は Java アプレットで行った。また、変更後の閾値を保持するために PostgreSQL へテーブルの追加を行った。

閾値変更の処理は、複数の教師存在による閾値適用の混乱を避けるために OpenSourceLMS における最高権限を持つ root ユーザのみが行えるようにした。閾値変更処理は、OpenSourceLMS の LO 画面よりコンテンツを指定することで行う。図 5.5 に示すように、LO 画面からコンテンツを選択すると、そのコンテンツに対する様々な処理を行うためのメニューがポップアップされる。そのメニューの中に「閾値変更」という項目があるので、それを選択することで図 5.6 に示す閾値変更画面が表示される。この閾値変更画面では各テスト用アクティビティにおける合格者・不合格者それぞれの人数およびそれぞれの平均点を提示する。

図 5.6 に示す画面より、閾値変更を行うテストアクティビティを選択する。ここで「閾値変更」と書かれたボタンを押すことで図 5.7 の左に示す閾値変更画面が提示される。教師はこの画面に示されるスライダーを用いて閾値の変更を行う。適用したい閾値が決定したら図 5.7 の右に示す画面に移行する。この画面で閾値の最終確認を行った後、設定した閾値が反

5.4 閾値変更機能の実装

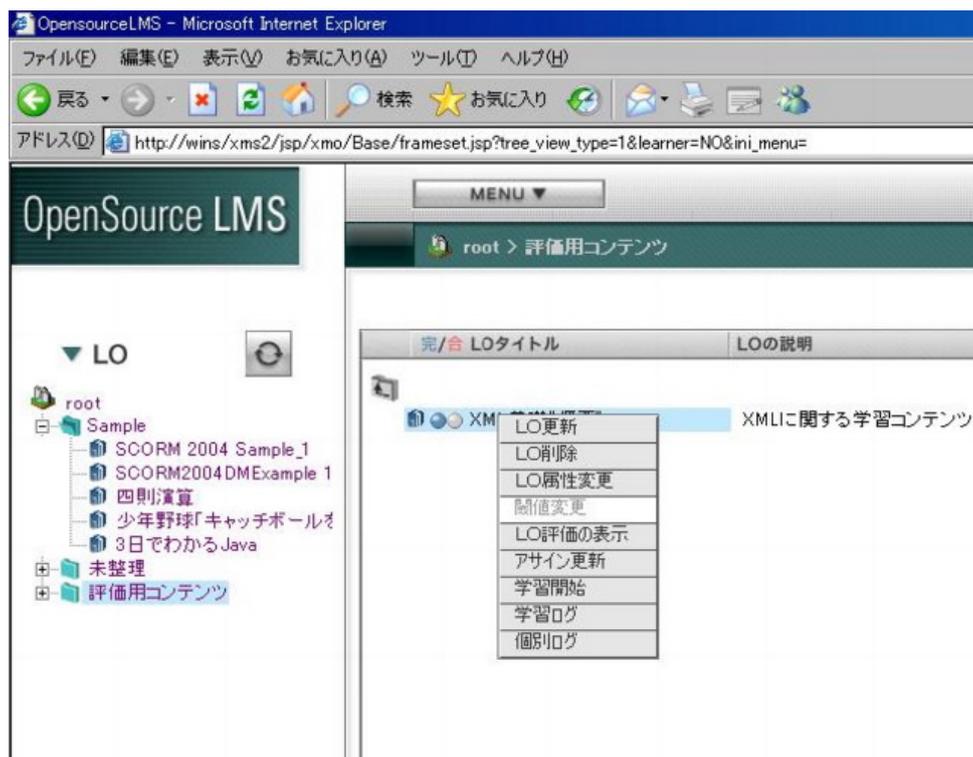


図 5.5 閾値変更ポップアップ画面

テスト教材一覧 - Microsoft Internet Explorer

閾値の変更処理

日付: Wed Feb 04 04:21:14 JST 2009
 コンテンツタイトル: XML基礎《概要》

テストの合格閾値を変更できます。
 (ただし、コンテンツ側の設定情報を書き換えるわけではありません)

アクティビティ(教材)名	合格者		不合格者	
	平均点	合格者数	平均点	不合格者数
第1章 XMLの概要				
1.1 SGMLからXMLへ				
1.2 XMLの特長				
1.3 XML活用のメリット				
演習問題				
閾値編集	86	2	33	2
第2章 XML文書作成の手順				
2.1 XML文書を構成するもの				
2.2 XML文書作成の基礎知識				
演習問題				
閾値編集	85	2	20	2

図 5.6 閾値変更処理画面

5.5 コンテンツに対するアンケート機能

映される。

合格閾値の反映後は、提示画面生成時に DB に格納されている各学習者の得点と変更後の閾値が比較されることで合否判定が行われる。この判定による合否の結果が提示画面に表示される。

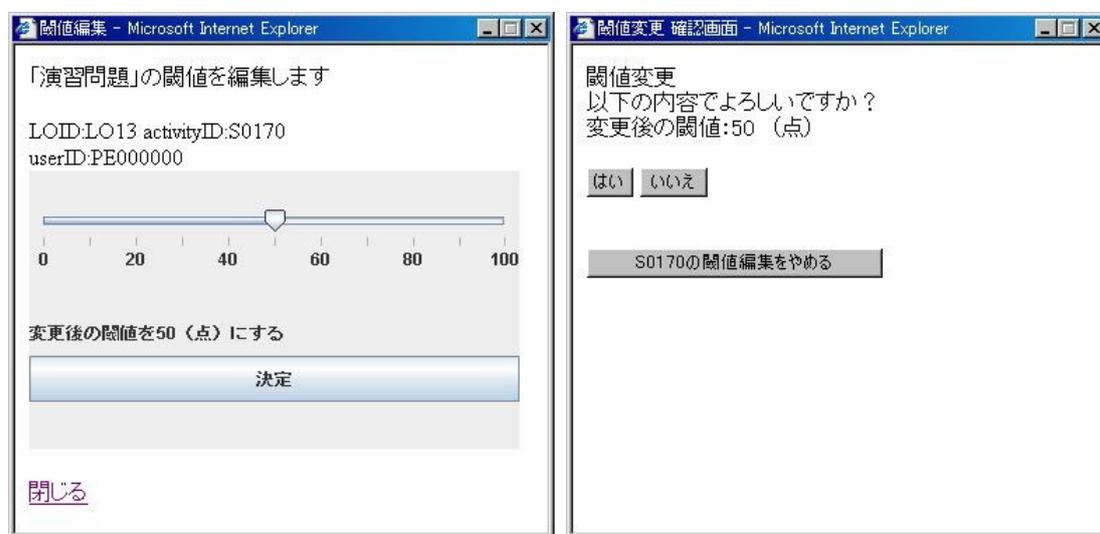


図 5.7 閾値設定画面

5.5 コンテンツに対するアンケート機能

アンケート機能の実装は、予め OpenSourceLMS に用意されているアンケート機能を拡張することで行った。予め用意されているアンケート項目は図 5.8 の左側の図で示すように、5 段階評価の値入力フォームと、コメントを記入する空欄がそれぞれ一つずつ用意されている。ここで、「教材に合格するために努力したか」「この教材は今後あなたの役に立つと思うか」という 2 つの質問項目をアンケート項目として扱うために、ページ用 JSP ファイルの書き換えによる外観の変更、DB テーブルへのフィールドの追加、そして、新たにデータの取り扱いを行う処理を既存の Java ファイルに記述した。

このアンケート画面は、学習コンテンツ起動時より個別のウィンドウで表示される。そして、学習終了後に学習用ウィンドウおよび学習後の提示画面が閉じられた時に前面に表示さ

5.5 コンテンツに対するアンケート機能

れる。ここで入力された値は図 5.9 に示す画面および初学習時に提示される画面において表示される。図 5.9 に示す画面を表示させるためには、教材選択画面（図 5.5）にて教材を選択することでポップアップされるメニューから「LO 評価の表示」を選択する。

図 5.8 アンケート画面（左：変更前、右：変更後）

LO名	評価点	平均	コメント
四則計算	1	1	

LO名	努力したか	平均	役に立ちそうか	平均	コメント
少年野球「キャッチボールをしよう」	21	3.0	21	3.0	
	3		2		
	4		3		どうだろう？
	2		3		難しかった
	3		3		
	5		5		決勝
	4		5		おもしろかった！

図 5.9 アンケート結果表示画面（左：変更前、右：変更後）

第 6 章

評価

6.1 評価の概要

本研究に関する評価は、学習履歴の提示が学習計画を立てる際の参考になるか、および学習者のモチベーション向上や自己評価に繋がったかどうかをアンケートにより評価してもらった。この評価は、高知工科大学情報システム工学科所属の学生 13 名および修士の学生 1 名の協力のもと行った。

まず、学習履歴提示の必要性を評価するために、被験者 14 名をそれぞれ 7 名ずつのグループに分けた。次にその二つのグループのうち、一方のグループには画面を提示して学習を行ってもらい、もう一方のグループには画面を提示せずに学習を行ってもらった。また、グループ分けの際にコンテンツの学習内容に関する知識の有無を把握するための聞き取り調査を行い、知識の有無でグループのメンバーが偏らないようにした。

この評価を行うにあたり、両グループには 1 章から 3 章までの 3 つの章で構成されるコンテンツを学習してもらった。学習の際、まず学習してもらおう部分をこちらが指定し、その後そのコンテンツを自由に学習させた。

学習終了後、両グループごとに質問内容が異なるアンケートを行った。画面を提示したグループには学習後にそのままアンケートに回答してもらい、画面を提示しなかったグループには提示用の画面を見せながらアンケートに回答してもらった。

6.2 提示画面を見せた被験者による評価

6.2 提示画面を見せた被験者による評価

学習の前後に提示画面を LMS 利用中に提示した被験者 7 名には、本研究で改造した LMS を用いて学習を行ってもらった。

6.2.1 初学習者用提示画面に対する評価

被験者に対し、初学習時に提示される画面を見たかあるいは見てないかを質問したところ、7 名中 6 名が「見た」と回答した。その画面を見た理由の一覧を表 6.1 に示す。

表 6.1 初学習時に提示される画面を見た理由（複数回答可）

回答項目	回答人数
学習計画を立てるための役に立ちそうだったから	0 名
他の学習者の履歴が気になったから	2 名
どの項目が気になったか	
得点	1 名
学習時間	0 名
学習回数	1 名
アンケート結果の平均値が気になったから	3 名
モチベーションが上がると思ったから	0 名
その他	2 名

このうち、「その他」にあたる理由として「どのような情報が表示されるのかを知りたかったから」「何が表示されるのかわからなかったから」という回答があった。逆に「見なかった」と回答した被験者は、その理由として「モチベーションが下がると思ったから」と回答した。

6.3 提示画面を見せなかった被験者による評価

6.2.2 学習終了時の提示画面に対する評価

本研究で改造した LMS を利用した被験者には、学習終了後に学習の結果が反映された履歴の一覧が提示される。その画面を見て被験者自身にあてはまると思った項目を複数回答してもらった。その結果を表 6.2 に示す。

6.3 提示画面を見せなかった被験者による評価

学習履歴の提示画面を見せない学習者には、別の LMS から一度学習を行ってもらい、その学習後を終えた後に改めて本研究において実装した二つの学習者用画面を提示し、アンケートによる評価を行った。

6.3.1 初学習者用提示画面に対する評価

画面を見せなかった被験者 7 名に対し、初学習者用の画面を見せて欲しかったかどうかを質問したところ、7 名中 6 名が「画面を提示してほしかった」と回答した。また、そのように回答した被験者に対し、初学習者用の画面が提示された場合どういうことに役立ちそうかを質問した。その回答を表 6.3 に示す。このうち、「その他」を回答した被験者からは、「他のユーザの動向が知れる」、「合格者と不合格者の人数や割合を出すことで、その章や節の難易度を推測でき、学習計画を立てるために役立つかもしれません」という回答があった。

逆に、「いいえ」と解答した被験者 1 名からは、画面を提示してほしくなかった理由として「一度目は自分だけでやってみて、二度目以降に自分の「位置」を確認しながら学習の目安としてデータを見たいと思った」という回答があった。

6.3.2 学習終了時の提示画面に対する評価

学習終了時の画面を見せなかった被験者 7 名に対して、学習終了時の画面を提示して欲しかったかどうかを質問したところ、7 名中 7 名全員が「提示してほしかった」と回答した。また、仮に学習終了時の画面を提示された場合どのように感じるかを回答してもらった。表

6.3 提示画面を見せなかった被験者による評価

表 6.2 学習終了時に提示される画面を見た理由（複数回答可）

回答項目	回答人数
自己評価の役に立った	4名
提示されたメッセージが復習や今後の学習活動の役に立つと思った	2名
提示された内容を見てモチベーションが上がった	4名
どの内容を見てモチベーションが上がったか	
合否の結果	1名
完了の結果	0名
得点	2名
学習時間	2名
学習回数	0名
メッセージ	3名
提示された内容を見てモチベーションが下がった	1名
どの内容を見てモチベーションが下がったか	
合否の結果	0名
完了の結果	0名
得点	0名
学習時間	0名
学習回数	0名
メッセージ	1名
提示されたメッセージの内容が不適切だった	2名
他者と比較されたのが嫌だった	0名
画面に提示される内容は何の役にも立ちそうにないと思った	0名
提示される他の学習者の履歴に興味はない	1名
画面が見つらなかった	3名
その他	0名

6.4 全被験者共通の評価

表 6.3 画面が提示されたらどういうことに役立つかという質問に対する回答（複数回答可）

回答項目	回答人数
学習計画を立てるための役に立ちそう	2名
モチベーションの向上に役立ちそう	2名
アンケート結果の平均値が役に立ちそう	2名
その他	5名

6.4 に回答の詳細を示す。

このうち、「その他」を回答した被験者からは、「画面が見づらい」「数字ではわかりづらいのでグラフにするといいかもしれない」といった画面の見た目に関する回答があった。

6.4 全被験者共通の評価

本研究に関する評価の試行にあたり、被験者に対して3つの章で構成される学習コンテンツのうち2章を学習してもらった。そして、その学習の直後に被験者がとった行動が何であるか、つまり2章学習後の行動が「1章を学習」「2章を学習」「3章を学習」「学習をやめた」のいずれにあてはまるかを調査した。その結果、1章を勉強したのが3名、2章を勉強したのが2名、3章を勉強したのが1名、学習をやめたのが10名という結果が得られた。また、その行動理由を以下の項目で質問した。「その他」にあたる理由として、提示ありの被験者からは「終了後に分からない所があった場合もう一度学習すれば良い」「後でやりたいとは思ったがモチベーションが続かなかった」などの回答があった。また、提示なしの被験者からは「やってみたら意外と面白かった」などの回答があった。

6.5 考察

表 6.4 学習終了時の画面を提示されたらどのように感じるか（複数回答可）

回答項目	回答人数
自己評価の役に立ちそう	4名
メッセージが復習や今後の学習活動の役に立ちそう	3名
提示された内容を見たとすればモチベーションが上がると思う	3名
どの内容を見たらモチベーションが上がるか	
合否の結果	2名
完了の結果	1名
得点	2名
学習時間	0名
学習回数	0名
メッセージ	1名
自己評価の役に立ちそう	4名
メッセージが復習や今後の学習活動の役に立ちそう	3名
提示された内容を見たとすればモチベーションが上がると思う	3名
その他	2名

6.5 考察

本研究で実装した提示画面に関する評価を行った結果から、被験者に提示した画面は学習活動に関するモチベーションの向上や自己管理につながる事が期待できる。また、一部の被験者には、学習後に行うアンケートの平均値提示が学習活動に影響を与えており、このことから少数ではあるがアンケート結果の平均値提示が学習者の行動のきっかけとなり得る可能性があることが考えられる。学習活動に影響を与えたのは、今回の評価では14人中2人という割合であったが、今後より多くの被験者に対して評価を行ってもらうことで、さらにこれに該当する人数が増えていくことが期待される。

6.5 考察

表 6.5 2 章学習後の行動（複数回答可）

回答項目	提示あり	提示なし
アンケートの結果を見て学習する気になったから	1 名	1 名
個人的に興味があったから	2 名	1 名
学習終了後に提示された内容の影響を受けたから	1 名	0 名
どのような内容の影響を受けたか		
合否の状態	0 名	0 名
完了の状態	0 名	0 名
得点	1 名	0 名
学習時間	0 名	0 名
学習回数	0 名	0 名
メッセージ	0 名	0 名
学習に対するやる気がなかったから	0 名	2 名
その他	3 名	4 名

また、今回の評価で、提示画面の外観に関して数名の被験者から「画面が見づらい」と指摘があった。このように回答した理由は、提示していた学習履歴が数値データのためであることが被験者からの回答から判断できる。このことから、学習者に提示する画面を数値以外で表現する工夫が必要であると考えられる。

また、提示されたメッセージが不適切という回答もあった。被験者がこのように回答した原因として、学習履歴の蓄積量が十分でなかったため適切なメッセージの決定ができなかったことが考えられる。あるいは、学習直後に提示されたメッセージそのものに問題があることも考えられる。評価の際に提示されたメッセージが何であるかは、学習を行う度に変化する平均値から特定することはほぼ不可能である。従って、提示されるメッセージを改めて検討することで改善に繋げる必要がある。

第7章

まとめ

本研究では、LMS に保存された SCORM のデータモデルを含む学習履歴の活用による学習者および教師の支援を行うために、SCORM2004 対応の LMS である OpenSourceLMS および SCORM2004 学習エンジンに対して機能の追加を行った。支援方法としては、学習者に対してモチベーションの向上や自己評価に繋げるための学習履歴の提示をすることで支援した。また、教師に対してコンテンツ作成者と異なる教師自身の意図する合格閾値を反映させるために、合格閾値を設定できる機能を提供することで支援した。

実装した機能のうち、学習者に関わりがある二つの履歴提示画面に対する評価を被験者 14 名の協力のもと行った。その結果、本研究で実装した履歴の提示画面に関して概ね必要性を感じていることがわかった。しかし、得点、学習時間、学習回数は数値で提示したため、画面が見づらいという指摘があった。

今後の課題として提示画面をより見やすくするために改良する必要がある。また、本研究では SCORM で扱われているデータモデル要素の主要な一部を使っただけにすぎない。その他のデータモデル要素をうまく組み合わせて活用できれば、更なる学習者および教師の支援が可能になることが期待できる。また、現在 ADL では SCORM2.0 の策定に向けて議論が進められている。SCORM2004 から SCORM2.0[11] への移行に伴い、SCORM のデータモデルがより詳細なものになると予想される。そうなれば更にユーザの状況に応じた様々な支援が実現可能になることが期待できる。

謝辞

まず最初に、本研究は私の周りにいてくださった皆様の御協力なくしては成し得なかったということを述べさせていただきます。先生をはじめ、皆様には多々ご迷惑もお掛けしてしまうこともありました。そんな私を支えてくださったことを厚く御礼申し上げます。以下、拙い表現かもしれませんが、まずは本研究に御協力いただいた先生方に謝辞を述べさせていただきます。

本研究を進めていくにあたり、高知工科大学情報システム工学科講師の妻鳥貴彦先生には、心の底から感謝しております。御自分の時間を割いてまで私のために論文添削等に付き合ってくださいましたことを本当に嬉しく思います。先生から教わった優しさを忘れずこれからも精進して参ります。

同じく、本研究の副査を務めてくださりました高知工科大学情報システム工学科教授の島村和典先生には、その御厚意に深く感謝の意を申し上げます。まだまだ至らぬ所もございですが、島村先生が私に教えてくださった「週単位で計画を立てる」という言葉を一つの教訓としてこれからも精進して参ります。

同じく、本研究の副査を務めてくださりました高知工科大学情報システム工学科講師の吉田真一先生には、その御厚意に深く感謝の意を申し上げます。論文の提出にお伺いした際、(多々あるため割愛させていただきますが) 吉田先生が教えてくれたことを今後の生活に取り入れて精進して参ります。

続きまして、同じ研究室のメンバーに対する謝辞を述べさせていただきます。

高知工科大学大学院情報システム工学コース修士2年の寒川剛志君には心配や迷惑をかけてしまったこともありました。最後まで一緒に研究のパートナーとして付き合ってくれたことを心から感謝しております。寒川君が教えてくれた、「たとえ憎まれてもその人にとって大事だと思ったことは言う」というスタンスを取り入れて本当の意味で優しい人間を目指していきます。

謝辞

同じく、高知工科大学大学院情報システム工学コース修士1年の畠山博和君にも心配や迷惑をかけてしまったこともありましたが、研究に付き合ってくれて本当にありがとうございました。私が研究を行ってきた中で、畠山君の助けは非常に大きかったことを深く感謝しております。

そして、本研究の評価に付き合ってくださいました高知工科大学情報システム工学科4年生および3年生の皆様にも心より感謝しております。皆様お忙しい中、本研究の評価に御協力頂き誠にありがとうございました。

続きまして、影ながら本研究の進行を支えてくださった皆様への謝辞を述べさせていただきます。

まずは元妻鳥研究室所属の大先輩であり、NTTラーニングシステムズ総合研修事業部開発推進部基盤システム開発・運用担当の高木翔平様には、御自身の仕事でお忙しいにもかかわらず私や寒川君の研究のためにSCORM2004対応のサンプルコンテンツがあるということを紹介してくださったことを心より御礼申し上げます。紹介してくださったコンテンツは研究のために有効に活用させていただきました。

さらに、改造用のSCORM2004対応LMSあるいはサンプルコンテンツの提供元であるNTTレゾナント株式会社ならびに特定非営利活動法人日本イーラーニングコンソシアムの皆様にもこの場を借りて厚く御礼申し上げます。

最後になりますが、以上の皆様に卒業後再び会う時は、社会の波に揉まれて心身ともに育った姿でお会いしたいということを述べ、謝辞とさせていただきます。

参考文献

- [1] 植野真臣, “知識社会における e ラーニング,” 培風館, 2007 年
- [2] 特定非営利活動法人日本イーラーニングコンソシアム, “e ラーニング白書 2008 / 2009 年版,” 東京電気大学出版局 2008 年
- [3] 青木利晴, “効率化から価値創造へ IT プロフェッショナルからの提言,” NTT 出版株式会社, 2004 年
- [4] 先進学習基盤協議会 (ALIC), “e ラーニング白書 2003 / 2004 年版,” オーム社, 2003 年
- [5] 岡本敏雄, 小松秀圀, 香山瑞恵, “e ラーニングの理論と実際,” 丸善株式会社, 2004 年
- [6] Advanced Distributed Learning, “SCORM 2004 3rd EDITION,” 2006/10/20
- [7] IT 用語辞典 e-Words, <http://e-words.jp/>
- [8] Advanced Distributed learning, <http://www.adlnet.gov/>
- [9] OpensourceLMS, <https://www.oss.ecl.ntt.co.jp/lms/index.html>
- [10] e ラーニング情報ポータルサイト—SCORM2004 エンジン—日本 e ラーニングコンソシアム, http://www.elc.or.jp/cgi-bin/scorm_engine/lms/index-scorm.html
- [11] SCORM2.0-LETSI, <http://www.letsi.org/display/nextscorm/Home>
- [12] 特定非営利活動法人日本イーラーニングコンソシアム, “SCORM 2004 解説書 第 1.0.4 版”, 2006 年 3 月
- [13] 特定非営利活動法人日本イーラーニングコンソシアム, “SCORM 2004 コンテンツ作成ガイド 第 1.0.4 版”, 2006 年 3 月

付録 A

評価アンケート

A.1 画面を提示した被験者に対するアンケート項目

修論評価アンケート（学習者用）

妻鳥研究室 大黒隆弘

2月に入り、学生の皆様は研究あるいは就職活動にご多忙な毎日を送っていることと存じます。

さて、私は自分の研究において、学習履歴の活用が学習者の自己評価やモチベーション向上に繋がると考え、過去の学習者の履歴を提示する機能を提案致しました。つきましては、皆様に LMS より学習コンテンツ「XML 基礎 <<概要>>」の2章を受講して頂き、その際提示される2種類の提示画面について評価して頂きたく存じます。

お忙しい所、誠に恐縮ですが、御協力の程よろしくお願い致します。

尚、このアンケートの集計結果は、当研究の評価のみに利用させていただきます。

LMS の URL（学習には Internet Explorer をお使いください）

<http://wins/xms2/index.html>

A.1 画面を提示した被験者に対するアンケート項目

質問 1： 学習開始時に提示される画面に関する質問です。

1. 初学習者提示用画面は見ましたか？ はい いいえ

2. 1で「はい」と答えた方への質問です。この画面を見た理由としてあてはまるものをすべて選んでください。

1 学習計画を立てるための役に立ちそうだったから

2 他の学習者の履歴が気になったから

-また、どの履歴が気になりましたか？(複数回答可)

得点 学習時間 学習回数

3 アンケート結果の平均値が気になったから

4 モチベーションが上がると思ったから

5 その他に理由がある

-その理由を教えてください：

3. 1で「いいえ」と答えた方への質問です。この画面を見なかった理由としてあてはまるものをすべて選んでください。

1 見ても何の役にも立たないと思ったから

2 見たらモチベーションが下がると思ったから

3 他の学習者の学習履歴には興味がなかったから

4 その他に理由がある

-その理由を教えてください：

A.1 画面を提示した被験者に対するアンケート項目

質問 2： 学習終了時に提示される画面に関する質問です。

1. この画面を見て、自分にあてはまる項目をすべて選んでください。

- 1 自己評価（反省など）の役に立った
- 2 提示されたメッセージが復習や今後の学習活動の役に立つと思った
- 3 提示された内容を見てモチベーションが上がった
-また、何を見てそう思いましたか？（複数回答可）
合否の結果 完了の結果 得点 学習時間 学習回数 メッセージ
- 4 提示された内容を見てモチベーションが下がった
-また、何を見てそう思いましたか？（複数回答可）
合否の結果 完了の結果 得点 学習時間 学習回数 メッセージ
- 5 提示されたメッセージの内容が不適切だった
- 6 他者と比較されたのが嫌だった
- 7 画面に表示される内容は何の役にも立ちそうにないと思った
- 8 提示される他の学習者の履歴に興味はない
- 9 画面が見つらなかった
- 10 その他にも思っていることがある
-その詳細を教えてください：

A.1 画面を提示した被験者に対するアンケート項目

質問 3： 2 章を学習した後の行動についての質問です。

1. 何章を勉強しましたか？(複数回答可)

- 1 1 章
- 2 2 章
- 3 3 章
- 4 学習をやめた、もしくは学習していない

2. その理由としてあてはまるものをすべて選んでください。

1 学習終了後に提示された内容の影響を受けたから

-また、何の影響を受けましたか？(複数回答可)

合否の状態 完了の状態 得点 学習時間 学習回数 メッセージ

2 アンケートの結果を見て学習する気になったから

3 個人的に興味があったから

4 その他にも理由がある

-どのような理由かを教えてください：

(アンケートは以上です。御協力ありがとうございました。)

A.2 画面を提示しなかった被験者に対するアンケート項目

修論評価アンケート（学習者用）

妻鳥研究室 大黒隆弘

2月に入り、学生の皆様は研究あるいは就職活動にご多忙な毎日を送っていることと存じます。

さて、私は自分の研究において、学習履歴の活用が学習者の自己評価やモチベーション向上に繋がると考え、過去の学習者の履歴を提示する機能を提案致しました。つきましては、皆様に LMS より学習コンテンツ「XML 基礎 <<概要>>」の2章を受講して頂き、2種類の画面を提示しない場合についての評価をして頂きたく存じます。

お忙しい所、誠に恐縮ですが、御協力の程よろしくお願い致します。

尚、このアンケートの集計結果は、当研究の評価のみに利用させていただきます。

LMS の URL（学習には Internet Explorer をお使いください）

<http://xxx.xxx.xxx.xxx/xms2/index.html>

A.2 画面を提示しなかった被験者に対するアンケート項目

質問 1： 学習開始時に提示される画面に関する質問です。

1. このような画面を提示してほしかったですか？ はい いいえ

2. 1で「はい」と答えた方への質問です。

このような画面が提示されたとき、自分が思うことについてあてはまるものをすべて選んでください。

- 1 学習計画を立てるための役に立ちそう
- 2 モチベーションの向上に役立ちそう
- 3 アンケート結果の平均値が役に立ちそう
- 4 その他にも思うところがある

-その詳細を教えてください：

3. 1で「いいえ」と答えた方への質問です。

この画面を提示してほしくなかった理由としてあてはまるものをすべて選んでください。

- 1 見ても何の役にも立たないと思う
- 2 他の学習者の履歴には興味がない
- 3 その他にも理由がある

-その理由を教えてください：

A.2 画面を提示しなかった被験者に対するアンケート項目

質問 2： 学習終了時に提示される画面に関する質問です。

1. このような画面を提示してほしかったですか はい いいえ
2. 1で「はい」と答えた方への質問です。

学習終了後、仮にこの画面が提示された場合自分にあてはまる項目をすべて選んでください。

- 1 自己評価（反省など）の役に立ちそう
- 2 メッセージが復習や今後の学習活動の役に立ちそう
- 3 提示された内容を見たとすればモチベーションが上がると思う
-また、それにあたるのはどの項目ですか？（複数回答可）
 可否の結果 完了の結果 得点 学習時間 学習回数 メッセージ
- 4 その他にも思っていることがある
-その詳細を教えてください：

1で「いいえ」と答えた方への質問です

学習終了後、仮にこの画面が提示された場合自分にあてはまる項目をすべて選んでください。

- 1 提示された内容を見たとすればモチベーションが下がると思う
-また、それにあたるのはどの項目ですか？（複数回答可）
 可否の結果 完了の結果 得点 学習時間 学習回数 メッセージ
- 2 他の学習者と比較されるのは嫌だ
- 3 画面に表示される内容は何の役にも立ちそうにないと思う
- 4 提示される他の学習者の履歴に興味はない
- 5 画面が見づらい
- 6 その他にも思うところがある
-その詳細を教えてください

A.2 画面を提示しなかった被験者に対するアンケート項目

質問 3： 2章を学習した後の行動についての質問です。

1. 何章を勉強しましたか？(複数回答可)

1 1章 2 2章 3 3章

4 学習をやめた、もしくは学習していない

2. 1でそのように回答した理由としてあてはまるものをすべて選んでください。

1 個人的に興味があったから

2 LO 評価画面のアンケート結果やそのコメントを見て学習する気になったから

3 学習に対するやる気がなかったから

4 その他にも理由がある

-どのような理由かを教えてください-

(アンケートは以上です。御協力ありがとうございました。)

付録 B

データモデル概要

以下は、SCORM2004 で定義された書き込み可能なデータモデル要素を示す [13]。

- `cmi.comments_from_learner.n.comment`
学習者からのコメント文
- `cmi.comments_from_learner.n.location`
学習者からのコメントを適用する SCO の場所を示す情報
- `cmi.comments_from_learner.n.timestamp`
学習者からのコメントが記入あるいは更新された日時
- `cmi.completion_status`
学習者が SCO を完了したかどうかを示す状態 “completed (完了) ”、“incomplete (未完了) ”、“not_attempted (未試行) ”、“unknown (不明) ”
- `cmi.exit`
SCO 学習を終了した方法および理由 “time-out (時間切れ) ”、“suspend (中断) ”、“logout (退席希望による中断) ”、“normal (通常終了) ”、“ (データなし) ”
- `cmi.interactions.n.id`
学習者のインタラクションを識別する ID であり、SCO の内部でユニークである必要がある。
- `cmi.interactions.n.type`
インタラクションのタイプ “true-false (○×) ”、“choice (選択) ”、“fill-in (穴埋め) ”、“long-fill-in (記述) ”、“likert (アンケート) ”、“matching (組組み合わせ) ”、

“performance（パフォーマンス測定）”、“sequencing（並べ替え）”、“numeric（数値）”、“other（その他）”

- `cmi.interactions.n.objectives.m.id`
インタラクションに対する学習目標を識別する ID
- `cmi.interactions.n.timestamp`
学習者からのインタラクションが発生した日時
- `cmi.interactions.n.correct_responses.m.pattern`
インタラクションに対する正解のパターン。この正解パターンは *m* 種類設定できる。
また、このパターンはインタラクションのタイプに依存する。
- `cmi.interactions.n.weighting`
インタラクションに対する重み付け
- `cmi.interactions.n.learner_response`
学習者からの解答
- `cmi.interactions.n.result`
学習者のインタラクションに対する結果 “correct（正しい）”、“incorrect（間違い）”、“unanticipated（予期しない結果）”、“neutral（どっちつかず）”、“（数値）”
- `cmi.interactions.n.latency`
インタラクションの所要時間
- `cmi.interactions.n.description`
インタラクションに関する記述
- `cmi.learner_preference.audio_level`
学習者のオーディオレベルに関する情報
- `cmi.learner_preference.language`
学習者が使用している言語に関する情報
- `cmi.learner_preference.delivery_speed`
学習者の配信速度に関する情報

- `cmi.learner_preference.audio_captioning`
学習者の音声テキスト表示に関する情報 “-1 (テキスト OFF) ”、 “0 (状態の変化なし) ”、 “1 (テキスト ON) ”
- `cmi.location`
SCO の格納場所を示す情報
- `cmi.objectives.n.id`
学習目標を識別するための ID であり、SCO 内部ではユニークである必要がある。
- `cmi.objectives.n.score.scaled`
-1~1 の範囲の実数で正規化された得点
- `cmi.objectives.n.score.raw`
学習者の学習に対するパフォーマンスを反映した実得点
- `cmi.objectives.n.score.min`
学習目標に対する最低得点
- `cmi.objectives.n.score.max`
学習目標に対する最高得点
- `cmi.objectives.n.success_status`
学習目標に対して学習者が合格しているかどうかを示す状態 “passed (合格) ”、 “failed (不合格) ”、 “unknown (不明) ”
- `cmi.objectives.n.completion_status`
学習目標に対して学習者が完了しているかどうかを示す状態 “completed (完了) ”、 “incomplete (未完了) ”、 “not_attempted (未試行) ”、 “unknown (不明) ”
- `cmi.objectives.n.progress_measure`
学習目標の完了に対する進捗の度合い 0 (学習開始) ~1 (完了) の範囲の実数で表現される。
- `cmi.objectives.n.description`
学習目標に関する記述

- cmi.progress_measure
SCO の完了に向けた学習者の進捗状態 0~1 の範囲の実数で表される値である。この値は “cmi.completion_status” の値にマッピングされる。0: “not_attempted”、1: “completed”、0<value<1: “incomplete” (ただし、閾値未設定の場合)
- cmi.score.scaled
-1~1 の範囲の実数で正規化された学習者の得点
- cmi.score.raw
学習者の実得点
- cmi.score.max
学習者の最高得点
- cmi.score.min
学習者の最低得点
- cmi.session_time
学習者が学習のために費やした時間
- cmi.success_status
学習に対する合否状態 “passed (合格) ”、 “failed (不合格) ”、 “unknown (不明) ”
- cmi.suspend_data
SCO が中断・再開する際に利用するデータ

表 B.1 データモデル要素ごとの SPM の値

データモデル要素	SPM
cmi.comments_from_learner	250 (個)
cmi.comments_from_learner.n.comment	4000 (文字)
cmi.comments_from_learner.n.location	250 (文字)
cmi.comments_from_lms	100 個
cmi.comments_from_lms.n.comment	4000 (文字)
cmi.comments_from_lms.n.location	250 (文字)
cmi.interactions	250 (個)
cmi.interactions.n.id	4000 (文字)
cmi.interactions.n.objectives	10 (個)
cmi.interactions.n.objectives.n.id	4000 (文字)
cmi.interactions.n.correct_responses	10 (個)
cmi.interactions.n.description	250 (文字)
cmi.launch_data	4000 (文字)
cmi.learner_id	4000 (文字)
cmi.learner_name	4000 (文字)