

問題演習型 e ラーニングシステム SANNO KNOWLEDGE FIELD の SCORM 規格への適用と実装

松本 馨*, 宮内 浩*, 古賀 暁彦**

* 学校法人産業能率大学総合研究所 (The SANNO Institute of Management)

** 産業能率大学情報マネジメント学部 (School of Information-Oriented Management, SANNO University)

2008年11月30日

JSiSE

教育システム情報学会誌

問題演習型 e ラーニングシステム SANNO KNOWLEDGE FIELD の SCORM 規格への適用と実装

松本 馨*, 宮内 浩*, 古賀 暁彦**

Adapting a Drill-and-practice-typed e-Learning System SANNO KNOWLEDGE FIELD to SCORM Standard and Developing Its Contents

Kaoru MATSUMOTO*, Hiroshi MIYAUCHI*, Akihiko KOGA**

This paper describes how to redesign a drill-and-practice-typed e-learning system SANNO KNOWLEDGE FIELD (SKF) and its contents in order to bring them into compliance with SCORM1.2/2004 international standard. At first, SKF had been independently developed as ASP-typed WBT and its contents had been also implemented on it with the unique specification. Such specification allowed the system to be most suitable and gave an advantage in not causing any compatibility problem. However, there was difficulty in providing the contents for the other e-learning systems. Redesigning the contents in compliance with the SCORM standard enables them to run on various types of LMSs in worldwide. In this paper, we show the way to adapt the contents to the SCORM standard and challenges in implementing them when the redesigned contents complying with the SCORM standard realizing the same learning mechanism as the existing LMS had.

キーワード：e ラーニング，インターネット，WBT，国際標準規格，SCORM

1. はじめに

学校法人産業能率大学では 2001 年より企業向けの e ラーニングシステムである SANNO KNOWLEDGE FIELD (以下では SKF と表記) のサービス提供を開始し⁽¹⁾，2006 年度単年で利用数が 250 社を超えた。SKF はインターネットを利用した WBT (Web Based Training) システムで一部が独自仕様で実装されている ASP (Application Service Provider) 型サービスである。

現在，このような WBT システムとして，多くの LMS (Learning Management System) ソフトウェア

が製品化されている。そして，その多くはアメリカ国防省系の標準化団体 ADL (Advanced Distributed Learning) が制定し，国際標準規格として認められた SCORM1.2^{(2)~(5)} (Sharable Content Object Reference Model) に準拠した製品である。

SCORM のような国際標準規格を用いる利点は，コンテンツの選択対象が広がることや，自社開発範囲の縮小によるランニングコストの低減，コンテンツ市場の拡大によるコンテンツの質向上や価格低減，異なるベンダのコンテンツを安心して購入できることなどがある。日本においても日本イーラーニングコンソシアム標準化推進委員会が SCORM1.2 の利用を推進して

* 学校法人産業能率大学総合研究所 (The SANNO Institute of Management)

** 産業能率大学情報マネジメント学部 (School of Information-Oriented Management, SANNO University)

受付日：2007 年 11 月 29 日；再受付日：2008 年 4 月 17 日；採録日：2008 年 5 月 28 日

おり、SCORM アセッサ制度や LMS、コンテンツ認証制度などを立ち上げて、運営している。

一方、われわれが SKF 事業を企画した当時は SCORM 規格が策定された直後であり、それを取り巻く周囲の動向が見えなかったことや、規格上の制約から実装において問題が生じることが懸念された。例えば、学習順序の制御ができないことや、学習履歴管理の機能が最低限のものしかないことが問題であった。

われわれは、これらの機能が SKF のコンセプトを実現する上で必要なものと考えていた。そこで、われわれは SKF をこれらの制約を受けないで動作する独自仕様の ASP 型 WBT システムとして設計、開発し、運用を開始した。コンテンツもこれにあわせて独自仕様で作られた。

その後、SCORM1.2 規格に準拠した製品が増えるにつれて、自社内に LMS を構築して学習を行わせたいという要望が多く聞かれるようになり、さらに SCORM1.2 規格でもある程度のレベルまでは SKF の機能が実現できることが分かってきた。また、SCORM1.2 規格に準拠した LMS が安定して稼働していることや、そのコンテンツ市場が急拡大してきていることも分かった。

そこで、われわれはこれまでに運用してきた独自仕様の SKF システムおよびコンテンツをもとに学習方法の選択機能や学習順序、学習履歴などの仕様に制限を加えた SCORM1.2 対応コンテンツを設計、開発し、販売を開始した。

その後、SCORM の最新版であるバージョン 2004 (以下では SCORM2004 と表記) が正式公開された⁽⁶⁾⁽⁷⁾。この規格では新たにコンテンツの遷移を規定するシーケンシングと操作インタフェースを規定するナビゲーションについての規格が制定され、SKF システムを構築する上で十分な機能を備えるようになった。

そこで、SCORM2004 が普及するのに先立ち、SKF コンテンツをもとに SCORM2004 規格を用いたコンテンツを生成するツールを開発し、それをもとに SCORM2004 コンテンツを試作した⁽⁸⁾。

本論文では、独自の設計がなされた SKF コンテンツと同様の学習の仕組みを、標準化された規格である SCORM 規格でどう実現したか、その実装方法と課題

について述べる。

以下、2. では独自仕様で作られた SKF システムおよびコンテンツの仕組みについて述べる。3. ではそれをもとにした SCORM1.2 コンテンツの実装を、4. では SCORM2004 について述べる。5. では相互運用性確認実験について述べ、考察する。6. では標準化における課題について考え、7. でまとめる。

なお、以下では特に断りのない限り SKF のオリジナルバージョンを ASP 版と表記し、SCORM1.2 用、2004 用として制作した SKF コンテンツを各々 SCORM1.2 版、SCORM2004 版と表記する。

2. SANNO KNOWLEDGE FIELD の概要

本章では、まず ASP 版 SKF の学習の仕組みについて述べ、その後、システム、コンテンツの構造および実装について述べる。

2.1 学習の流れ

SKF では、多くの学習システムで用いられているプログラム学習の原理⁽⁹⁾⁽¹⁰⁾に従い、次のような要件を設計に盛り込み、実装している。

- ・スモールステップ化された教材構成をとる
- ・解答に対して即時に正誤の確認を行い、フィードバックを与える
- ・自己採点して正誤を確認させる
- ・自己のペースで学習を進められる

SKF で用いた解答とフィードバックの流れを図 1 に示す。学習者は、問題を読み、答えを考え、解答を入力する。そして、その直後にフィードバックとして答えの正誤とそれに関連するテキストを提示する。そこで、自分の答えが合っていたかどうかを確認することができる。

SKF では、これらの一連のひとかたまりを“ユニット”と呼んで管理している。1 ユニットにはユニットガイダンスとテキストおよびそれに関連する問題演習が含まれており、学習の中断、再開はこのユニット単位で行うことができる。

学習の流れの全体像を図 2 に示す。SKF による学習は大きく「学習方法の選択」「学習」「修了テスト」の 3 段階で構成されている。「学習」には、複数 (通常で

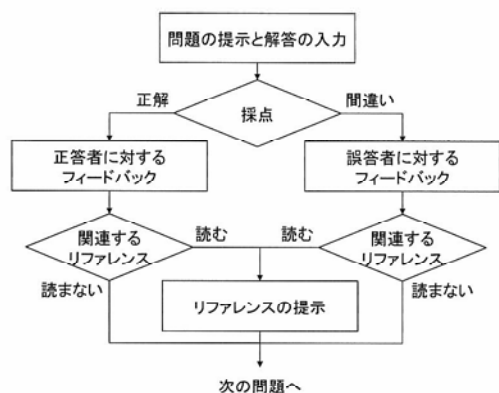


図1 問題の解答とフィードバック

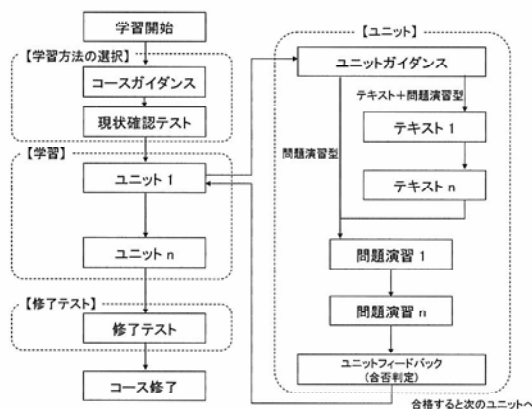


図2 学習の流れ

10～16程度)のユニットが入っている。

最初に「学習方法の選択」の段階で、受講者はコースの全体概要が提示される“コースガイダンス”を閲覧する。続いて、「テキスト+問題演習型」(最初にテキストを読んでから問題演習に挑戦するパターン)か「問題演習型」(最初から問題演習に挑戦するパターン)のどちらで学習を行うかを選択する画面になる。ここで「テキスト+問題演習型」を選択すると全てのユニットで最初にテキストを読んでから問題演習に挑戦するフローに設定される。もう一方の「問題演習型」を選んだ場合は、これから学習する各ユニットのことをどの程度理解しているか確認するための「現状確認テスト」を提示する。

現状確認テストは、ユニットごとに代表的な内容の質問を1問ずつ出題し、テストで正解したユニッ

トについては既に内容を理解していると判断し、テキストを閲覧することなく問題演習に挑戦できる「問題演習型」としてフローが設定され、テストで誤ったユニットについては最初にテキストを閲覧することを強制する「テキスト+問題演習型」にフローが設定される。つまり、現状確認テストの正解状況に応じて「問題演習型」と「テキスト+問題演習型」のフローが混在して設定されることになる。

続いて、学習スケジュールの設定画面が表示される。ここでは、受講者はこのコースをどのような日程で受講するか宣言し、それに基づいて各ユニットを終わらせる目標とする日付が設定される。

これら全ての手続きを終えると「学習」の段階になり、目次画面が表示される。ここから受講者は目次の並んだ順番に各ユニットを学習していくことになる。ユニットでは、学習者は「テキスト+問題演習型」を選んだ場合、最初にテキストが提示され、続いてそれに関連する問題演習が提示される。「問題演習型」を選んだ場合、最初から問題演習が提示される。この問題演習を一定基準以上正解するとそのユニットは修了となる。

全てのユニットを終えると「修了テスト」の段階になり、受講者は修了テストに挑戦することができるようになる。この修了テストを受け、基準点以上になるとコース修了と認定され、修了画面が表示された後、修了を認定する修了証をダウンロードすることができるようになる。

2.2 ユーザインタフェース

SKFのユーザインタフェースはWebブラウザによる表現の制約を考慮し、文字を単純に羅列するのではなく、1ページあたりの文字数を抑え、ページ切り替えボタンを押すことで、書籍をめくっていく感覚でテキストを読むことができるようにしている。

ボタンの配置については、ユーザが学習のために行う教材の操作と、SKFシステムのための操作で混乱が生じないようにボタンを大きく2つの領域に分けて配置し、さらに、近くにそれと関連した情報が表示されるようにしている。

SKFのユーザインタフェースの概略を図3に示す。ページをめくる、解答するといった学習に係るも

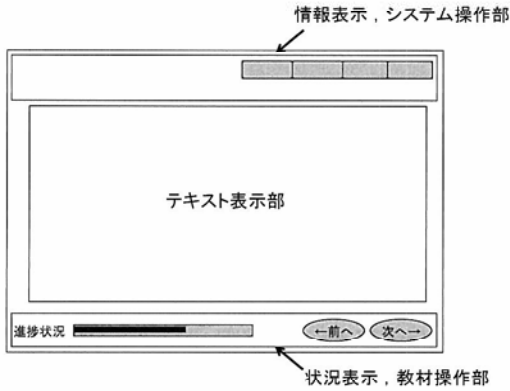


図3 ユーザインタフェース概略

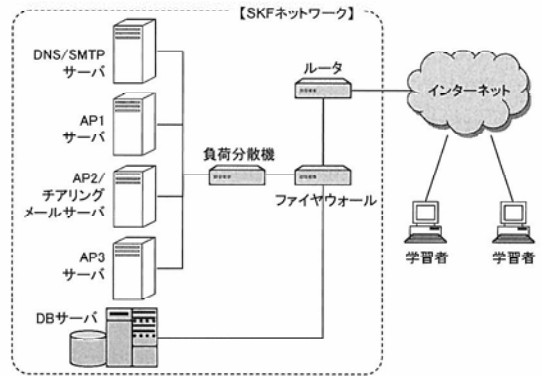


図4 サーバ構成

のは画面の下段に、質問や目次画面に戻る、終了するといったシステムに関連するものは上段に集められ、さらに、操作ボタンは右側、情報表示は左側に設定している。加えて、テキスト表示部は、これらの表示領域の中間部分に設けている。このインタフェース設計は、その他の画面でもこれに準ずる配置としており、SKF 全般に共通した画面仕様となっている。

2.3 サーバ構成

SKFのサーバ構成を図4に示す。SKFシステムの機能は大きく、コンテンツを配信する機能、教材の構造、学習者情報、問い合わせメールなどを格納するDB機能、学習者へのチャリングを行うメール配信機能の3つに区分される。

コンテンツを配信する機能として、アプリケーションサーバ (AP1 ~ AP3) を用意している。受講者からSKFサーバへの接続が行われると負荷分散機を経由してコンテンツが配信される。

DB機能は、DBサーバを動作させることで対応している。これはアプリケーションサーバとは分離したネットワーク上に配置し、アプリケーションサーバはDBサーバと通信を行うことでDB上の情報を取得できる。

メール配信機能は、アプリケーションサーバ上でメール送信プログラムを動かすことで対応している。

SKFのソフトウェア構成を図5に示す。SKFのアプリケーションサーバは、OSにWindows 2000 Server, WebサーバにIIS 5.0を使用している。さら

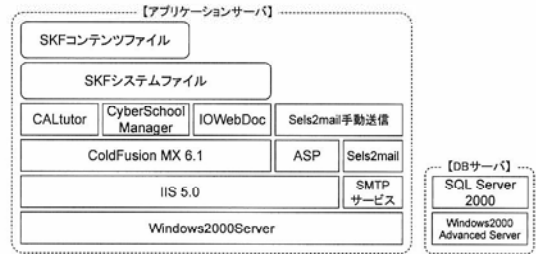


図5 ソフトウェア構成

に、Web ミドルウェアとしてColdFusionMX 6.1を使用し、その上でSKF 専用にカスタマイズしたCAL-Tutor, CyberSchoolが動作している。CALTutorはテストングに特化した学習プラットフォーム、CyberSchoolは学習管理プラットフォーム (いずれもNTTソフトウェア社製) であり、これらをカスタマイズして組み合わせることで1つのシステムとして動作している。また、学習者がコース修了時に修了証をダウンロードするためのPDFファイル作成モジュールがある。さらに、アプリケーションサーバのうち1台ではSKFからメールを自動送信させるためのメール送信プログラムが動いている。これには学習者へのチャリングメールを自動もしくはオペレータによる手動で送信することや、学習者からの質問メールを自動的に講師に送信すること、ユーザパスワードの再発行を行う際にメールを自動で送信するという役割がある。

DBサーバはアプリケーションサーバとは別のシステムで動作しており、OSにWindows 2000 Ad-

vanced Server, データベースに SQL Server 2000 を利用している。

2.4 コンテンツ構造

SKF のコンテンツ構造の概要を図 6 に示す。SKF では教材情報、学習情報、管理情報などは DB で管理されている。SKF コンテンツは ColdFusion API を通じて DB と通信することで採点やナビゲーション処理を行う。

コンテンツファイルは、個々のファイルが一定の規則に基づいてディレクトリ名やファイル名が決められている。また、コースガイダンス、テキスト、問題演習、修了テストは全てモジュールとして別ディレクトリ下で管理されている。

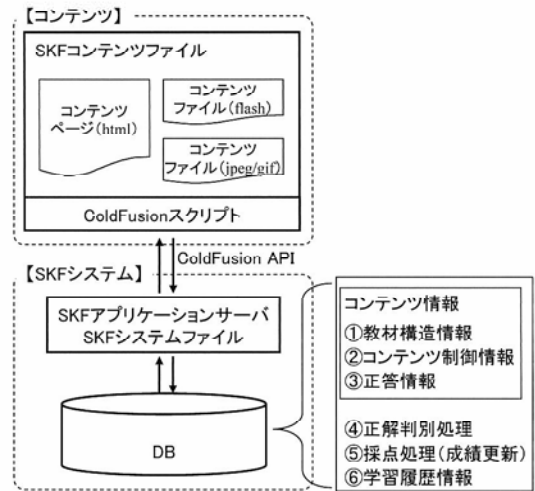


図 6 コンテンツ構造

2.5 学習者の支援

SKF では学習者の支援をコールセンターおよび e メールにて行っている。コールセンターでは電話を使い、主に受講手続きに関することや、PC の操作についての問い合わせに対応し、それ以外のことについては e メールでの自動配信または SKF の画面上に情報を提示することで学習者の支援を行っている。

表 1 に、SKF システムにて自動配信される eメールの概略を示す。送付対象者は主にコースの学習者、研修担当者（顧客企業の担当者および本学の担当者を含む）である。コース受講の催促に関する eメールは学習者本人だけでなく研修担当者にも同様の内容を送付している。これにより、学習者の学習進捗状況が順調でない場合でも担当者経由で学習者に対してコース修了を働きかけてもらうことができる。

表 1 自動配信する eメールの概略

目的	対象者	内容
登録通知	共通	ユーザ登録
		研修受講登録
		パスワード変更
アラーム	学習者	開講通知
		研修受講開始催促
		経過連絡 (10, 20, 30 日)
		修了認定期間終了予告
		修了通知
	研修担当者	未修了者の通知 (期限切れ前)
		研修受講開始催促
		修了認定期間終了予告
		修了通知

3. SCORM1.2 を用いたコンテンツ制作

本章では、SCORM1.2 規格の仕組みについてその概要を述べ、ASP 版 SKF の仕組みの適用方法を検討し、それをもとに制作した SCORM1.2 版 SKF コンテンツの実装について述べる。

3.1 SCORM1.2 とは

SCORM 規格は WBT 型 eラーニングシステムにおける学習コンテンツの共有化を図るための仕様を標

準化したものである。このうち SCORM のバージョン 1.2 である SCORM1.2 規格では、学習資源 (LO ; Learning Object) を集約してコースにするためのコンテンツモデル、メタデータ、コンテンツパッケージングについてまとめた“SCORM コンテンツアグリゲーションモデル”⁽⁴⁾ と、LMS とコンテンツ間で情報をやりとりするための仕組みと、そこで実際に送受信される情報を定義した“SCORM ランタイム環境”⁽⁵⁾ などについて述べている。

SCORM1.2 規格では、LMS の役割として「目次を提

示する」「学習者に選択された目次に対応する学習資源を配信する」「進捗状況や得点などを受け取り格納する」といった機能を定めている。

コンテンツの役割としては「学習者に学習画面を提示する」「学習状況を判定（修了・学習中など）する」「LMSに学習状況を送信する」「採点などを行い結果をLMSに送信する」といったことを定めている。

SCORM ランタイム環境の概要を図7に示す。SCORM1.2 上ではコンテンツの各々のデータをアセットとSCO (Sharable Content Object) の2つで区分している。アセットはSCORM1.2 上で動作の記録対象にならない学習資源であり、SCORM APIを実装する必要はない。一方SCOはSCORM APIを通じてLMSと通信を行う学習資源であり、SCORM ランタイム環境にてLMSに動作を記録できる最小単位の学習資源となる。

LMSとコンテンツ間の情報のやり取りは必ずSCORM APIを通じて行う必要がある、これらは互いに独立していなければならない。また、一度に1つのSCOだけが起動でき、SCOが別のSCOを起動(SCOの入れ子やSCOの制御によるSCOの移動)することはできない。

続いて、SCORM コンテンツアグリゲーションモデルの概要を図8に示す。コンテンツアグリゲーションモデルは、学習ユニット(コース、章、節、モジュールなど)を1つにまとめ、学習者に学習内容を提示する順序やコンテンツ構造を定義するものである。

図9にSCORM コンテンツパッケージ構造を示す。SCORM1.2 コンテンツの構造はマニフェストファイル(imsmanifest.xml)で記述され、LMSはこれをもとにコースの目次を生成し、実際の物理ファイルとのリンクが確立される。また、学習の順序をマニフェストファイルへの記述で制御することが可能であるが、この機能はSCORM1.2 規格では必須要件として明確な定義がなされていないため、この機能に対応し、実装するかどうかはLMS 開発ベンダの判断に任されている。

なお、本規格についてのより詳細な情報は、文献(3)~(5)を参照されたい。

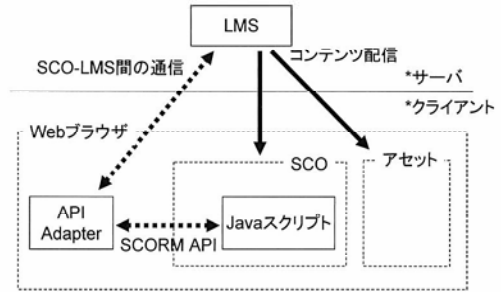


図7 SCORM ランタイム環境 (文献(5), p.3をもとに加工)

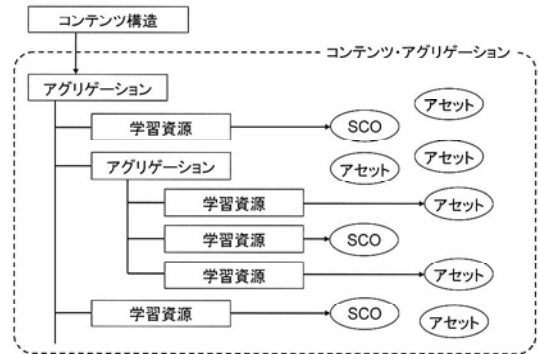


図8 SCORM コンテンツアグリゲーションモデル (文献(4), p.7をもとに加工)

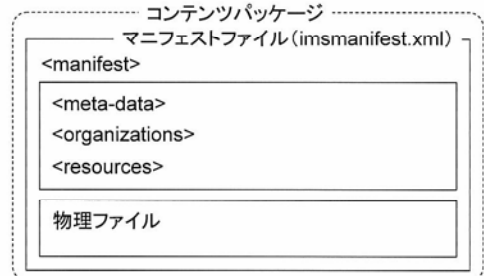


図9 SCORM コンテンツパッケージ構造 (文献(4), p.111をもとに加工)

3.2 仕様の検討

前章にて述べたASP版SKFの仕組みをもとに同様の動きがSCORM1.2 規格に準拠したLMSでどこまで再現できるかを検討した。実装するうえで必要となる要件とSCORM1.2 規格の対応状況を表2に示す。

表 2 実装における要件と SCORM1.2 規格の対応

SKF コンテンツ実装における要件	SCORM1.2 規格の対応状況
コンテンツファイルを流用できるか	○ (W3C 標準に準拠)
教材構造を再現できるか	○ (同等の表現が可能)
学習履歴を管理できるか	△ (必須と任意のデータモデルが混在し, LMS に依存)
ナビゲーションボタンの利用が可能か	△ (コンテンツ側による SCO 間のナビゲーション不可)
学習順序を制御できるか	△ (LMS によって対応状況が異なる)
学習方法の選択機能を再現できるか	× (シーケンス機能が定義されていない)
ユニット間の移動ができるか	× (SCO から SCO を呼び出せない)
メールや各種通知機能があるか	× (定義なし, LMS に依存)

ASP 版 SKF を SCORM1.2 に実装する上で問題となる点は、ナビゲーションボタンをカスタマイズできないこと、学習順序を制御できないこと、シーケンス機能が定義されていないため学習方法の選択機能を実装できないこと、ユニット間の直接移動ができないこと、メールや各種の通知機能を規定できないことである。このような制限のなか、SCORM1.2 版 SKF をどのように実装するか検討し、次のように対応することにした。

- ・テキスト学習、問題演習、修了テスト機能はコンテンツファイルを流用し ASP 版と同等にする
- ・1つのユニットに含まれるテキスト、問題演習を各々1つのSCOとして目次に表示する
- ・最初にコースを選択したときに表示されるコースガイドランスを1つのSCOとして目次に表示する
- ・学習履歴情報は最低限のデータモデルだけを使う
- ・SCO内のみコンテンツ側でナビゲーションを提示する
- ・学習の順序制御(SCO単位のシーケンス)は行わず、任意とする
- ・学習方法は「テキスト+問題演習型」に限定する
- ・メールや各種通知に関する機能は削除する

3.3 コンテンツの実装

われわれは、前節の方針に従い ASP 版 SKF コンテンツの構造を図 10 のように変更することにした。ASP 版とそれに対応する SCORM1.2 版の機能割り当て先を表 3 に示す。

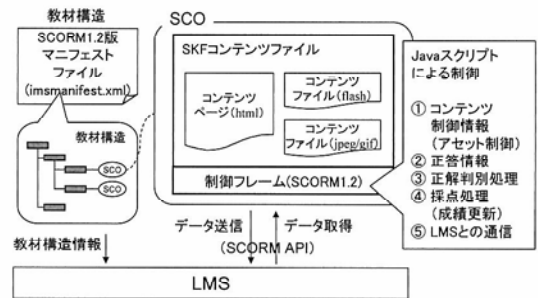


図 10 SCORM1.2 版 SKF コンテンツのシステム構造

まず、DB サーバで管理していた教材構成情報はマニフェストファイルに記述するようにした。

そして、Web ミドルウェアである ColdFusion を利用して DB 経由で教材の遷移情報を読みとり、制御を行っていた部分を Java スクリプトによる制御に置き換えた。この制御に関連する情報は全てコンテンツと同じディレクトリ上に配置した。

さらに、問題演習の正誤判別処理と採点処理 (合計で何パーセント正答したかを計算) も同じく Java スクリプト上でを行い、正答情報もコンテンツと同じディレクトリに配置した。

加えて、SCORM API を使ってこれらの処理結果を LMS に送信する処理を実装した。コースガイドランスやテキストといった読むだけで修了と判定される SCO については、テキストの最終ページに到達した段階で SCORM データモデルの cmi.core.lesson_status 値に完了を意味する completed を格納し、LMS に送信する。問題演習を採点した場合には、採点時の問題演習の点

表3 ASP版とSCORM1.2版での機能割り当て先

機能	ASP版	SCORM1.2版
教材構成情報の管理	DBサーバにて独自仕様	マニフェストファイル (imsmanifest.xml)
制御情報管理 (採点およびコンテンツ制御等)	DBサーバにて独自仕様	教材コンテンツファイル内 Java スクリプト (アセットでの制御)
LMSとの通信	SKFアプリケーション独自仕様 (ColdFusion API)	SCORM API

数を cmi.core.score.raw 値に格納し、その点数が基準値以上の場合 cmi.core.lesson_status には合格を意味する passed を、基準値より小さい場合は不合格を意味する failed を格納し、LMS に送信する。

ASP版 SKF システムでは、このような処理はサーバサイドスクリプトとDBを用いていたが、SCORM1.2版ではこれら全ての処理をクライアントサイドスクリプトで行い、LMSは教材の配信とSCOとの通信のみを管理することになる。

SCORM1.2版は、図11のような範囲でSCOを定義し、それ以外のコンテンツ(現状確認テストおよび学習方法の問題演習型)はSCORM1.2規格上で実装するのが困難であったため除外した。コンテンツファイルは、コースガイダンスSCO、テキストSCO、問題演習SCO、修了テストSCOと、これらのSCOをまとめてコンテンツの目次構造を定義するマニフェストファイルで構成される。

ASP版とSCORM1.2版の目次画面例を図12、13に示す。ASP版では、目次の1項目にテキストと問題演習の両方が含まれているのに対して、SCORM1.2版では別々に1項目ずつ定義している。

また、ASP版では最初にコースを開始するとコースガイダンスが表示されるようになっており、それ自体は目次に表示されないが、SCORM1.2版ではコースガイダンスがSCOとして扱われ、目次の中に表示される。

本節にて述べたSCORM APIの処理については文献(11)のChapter 4に詳しく記述されているので参考にされたい。

3.4 ユーザインタフェースの実装

ASP版では、学習者に一貫した操作を提供するため

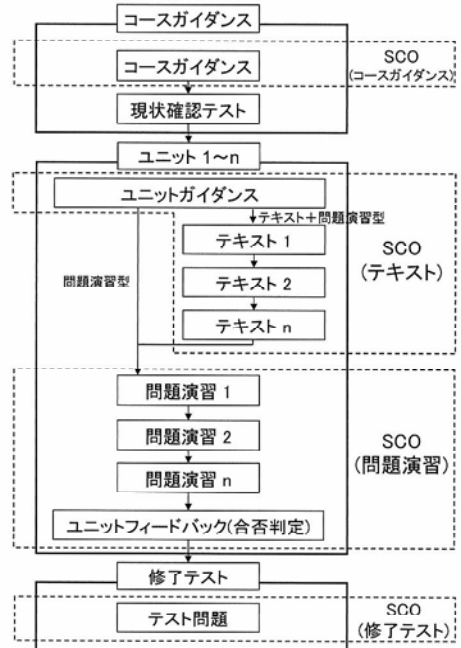


図11 SCOの実装範囲 (SCORM1.2版)

にページ送りや解答操作などのユーザインタフェースを統一感のあるものにしていく。SCORM1.2版でもこれに準じた操作が可能となるように、ユーザインタフェースの仕様を検討した。テキスト画面の実装結果を図14、15に示す。

SCORM1.2規格では、ナビゲーションに関する詳細の仕様が定義されていない、LMSごとに独自のインタフェースを提供している。このため、画面遷移を行う場合、コンテンツ側に遷移ボタンを用意しないと確実な動作を保証できない。そこで、ASP版でテキスト画面の右下に自動表示している「前へ」「次へ」ボタンを、SCORM1.2版ではコンテンツ内に埋め込み、ページの右下に配置した。また、SCORM1.2準拠のLMS



図 12 ASP 版 SKF 目次画面



図 14 ASP 版 SKF テキスト画面



図 13 SCORM1.2 版 SKF 目次画面
(富士通 Internet Navigware 7 による画面例)

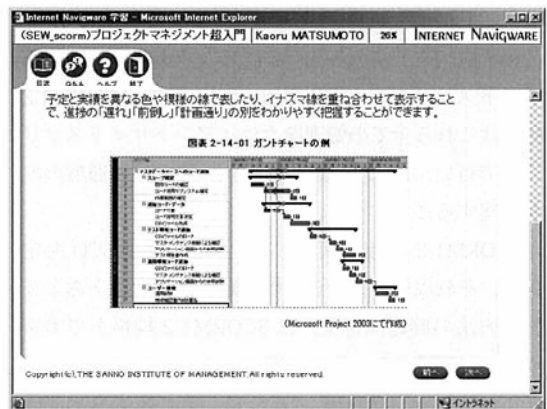


図 15 SCORM1.2 版 SKF テキスト画面
(富士通 Internet Navigware 7 による画面例)

側でサポートされない目次に戻る、質問をする、マイページ、進捗状況表示などのボタンは全て画面上から削除した。

これらの画面仕様に関する指針も文献 (11) の Chapter 4 に記述されているので参考にされたい。

3.5 問題点とその対応

ここでは制作した SCORM1.2 版 SKF コンテンツをもとに、SCORM1.2 規格の問題点と対応策を考えてみたい。

第一の問題点は、オプション項目の存在である。LMS のオプション項目に対する対応状況の違いにより、うまく相互運用性が確保されないことがある。コンテンツでオプション項目を使用している場合、対象となる LMS がその項目に対応していなければ正しく

動作することが保証されないためである。

そこで SCORM1.2 版 SKF コンテンツでは、SCORM ランタイム環境にて定義しているデータモデルについては、必須として定義された項目だけを用いるようにした。

SCORM コンテンツアグリゲーションモデルについては、ADL 拡張要素として定義された“前提条件”を示す要素 <adlcp:prerequisites> を必要に応じて使用することにした。この要素は規格書の中で必須であると明確に示されていないため、LMS によって対応状況が異なるという問題を抱えている。一方で、コンテンツを前から順番に利用させたい、修了テストは全てのユニットを終えてから実施したいといったコンテンツの流れをカスタマイズする要望に応えるためにはこれを利用する必要がある。そこで、この要素に

については顧客からの要望に応じて利用するかどうかを選択することにした。LMS によってはこれに対応していないことがあるため、LMS ごとに適宜マニフェストファイルを書き換えて提供する必要があるが、その作業は当該要素の定義行をマニフェストファイル中に記述/削除するだけで済むため、負担は大きくない。

第二の問題点は、ナビゲーションボタンの問題である。LMS によってはナビゲーションボタンを常時表示しているものがある。そこでコンテンツ側にナビゲーションボタンを配置した場合、画面中に同じような意味のボタンが混在するため、学習者が混乱してしまう危険がある。

また SCO の最後のページに行ったときに「次へ」ボタンが出なくなるため学習者が混乱する問題もある。これは目次ボタンを押して一旦、目次に戻り、次の SCO を選択して学習を継続するのが多くの場合で正しい操作手順となるが、この操作に関する仕様は LMS 側に委ねられている役割であり、この画面がどのように構成されているかはコンテンツ側から判断することができない。よって、LMS が提示する画面を見て学習者はどのように操作する必要があるのかを判断しなければならないが、これを直感的に判断できる学習者は少ないと思われる。

この問題は、LMS の画面構成がベンダによって異なることや、その状況をコンテンツ側で把握できない規格にも原因がある。これについては、コンテンツ上でどのように操作するのが正しいか情報を提示し、そのように操作をするよう促すといった、各 LMS に応じてコンテンツをカスタマイズする程度しか対応策がないのが現状である。

第三の問題点は、マニフェストファイルに処理を記述したにも関わらず、意図通りに動作しない LMS が存在する問題である。例えば、SCO の合格判定のための基準点を定義する `<adlcp:masteryscore>` の動作は LMS によって異なるため、そのまま利用することが困難であった。

SCORM1.2 版 SKF コンテンツでは、各 LMS で問題が起きないようにマニフェストファイルにこの記述をした上で、さらに Java スクリプトによる処理を入れて対応する必要があった。このような不具合は、主に

規格の定義が曖昧であることが原因であるが、コンテンツ制作側にとって負担が大きく改善が必要であると考える。

4. SCORM2004 を用いたコンテンツ制作

本章では、SCORM2004 規格の仕組みについて概要を述べ、適用方法を検討し、それをもとに制作した SCORM2004 版 SKF コンテンツの実装について述べる。

4.1 SCORM2004 とは

SCORM2004 規格は SCORM 規格の最新バージョンであり、現在 ADL の Web サイトでは SCORM2004 3rd edition が公開されている⁽⁶⁾。

SCORM2004 規格では、SCORM1.2 規格にて生じた問題をもとに規格の追加定義や改訂が行われた。基本的な考え方や仕組みは変わっていないが、SKF のコンテンツを実装する上でいくつかの重要な変更がなされている。大きな変更点を挙げると次のようになる。

- ・シーケンシング機能の追加
- ・SCO からのナビゲーションコマンド発行機能の追加
- ・LMS ナビゲーションボタンの表示/非表示が選択可能になった
- ・ランタイムデータモデル要素の全てが必須項目になった
- ・仕様が明確化、詳細化され、多言語にも対応した

4.2 仕様の検討

ASP 版 SKF の動きを SCORM2004 規格の記述の枠組みにてどれだけ実現できるかを検討した。実装するうえで必要となる要件と SCORM1.2 および 2004 規格の対応状況を表 4 に示す。

最も大きな変更点は、シーケンシング機能に対応したことである。これを用いることで、これまでの SCORM1.2 規格では実現できなかった学習方法の選択機能を ASP 版以外の環境でも利用できるようになる。

さらに、SCORM1.2 規格ではナビゲーションに関する規格が定義されていなく、LMS ごとにそれぞれが独自のインタフェースを提供していたため、学習者が画面を操作する上で問題が生じていた。しかし、

表 4 実装における要件と SCORM2004 規格の対応

SKF コンテンツ実装における要件	SCORM1.2	SCORM2004 規格の対応状況
コンテンツファイルを流用できるか	○	○ (W3C 標準に準拠)
教材構造を再現できるか	○	○ (同等の表現が可能)
学習履歴を管理できるか	△	○ (全データモデルが必須項目になった)
ナビゲーションボタンの利用が可能か	△	○ (コンテンツ側の制御による SCO 間のナビゲーションが可能になった)
学習順序を制御できるか	△	○ (シーケンシング機能にて対応)
学習方法の選択機能を再現できるか	×	○ (シーケンシング機能にて対応)
ユニット間の移動ができるか	×	○ (SCO から次の SCO を呼び出し可能)
メールや各種通知機能があるか	×	×

SCORM2004 規格ではナビゲーションに関する規格が制定され、コンテンツ側から SCO の制御が行えるようになった。さらに、LMS が提示する操作ボタンの表示/非表示を選択することが可能になった。

これらから、SCORM2004 版では SCORM1.2 版の仕様に加えて次のような対応を行うことにした。

- ・コースガイダンスの後に現状確認テストを提示する
- ・現状確認テストの結果をもとにユニットごとに「テキスト+問題演習型」「問題演習型」を設定する
- ・SCO の最後のページから次の SCO を起動する
- ・コンテンツを表示している間は LMS が提示するナビゲーションボタンを非表示にする
- ・学習順序を制御する

4.3 コンテンツの実装

SCORM2004 版 SKF コンテンツは、専用に開発したツールを利用して図 16 のように ASP 版 SKF コンテンツの構造情報（データ構成表）をもとにマニフェストファイルを自動作成し、さらにコンテンツについては SCORM1.2 版 SKF コンテンツで利用した制御フレームを SCORM2004 用のものに差し替え、その他のファイルはそのまま利用した。なお、ここで述べる SCORM2004 版 SKF コンテンツは当時の最新バージョンである SCORM2004 2nd edition をもとに制作している。

図 17 に SCORM2004 版 SKF コンテンツの仕組みを示す。基本的な仕組みは SCORM1.2 版とほとんど変わっていない。主な違いは、教材構造を記述するマ

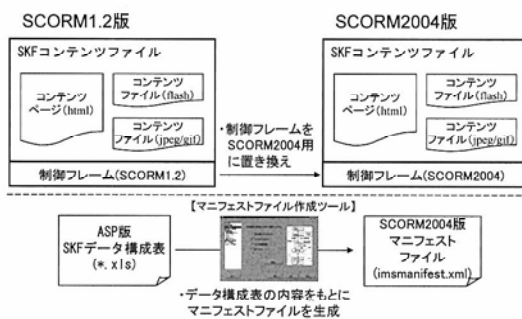


図 16 コンテンツ変換の仕組み

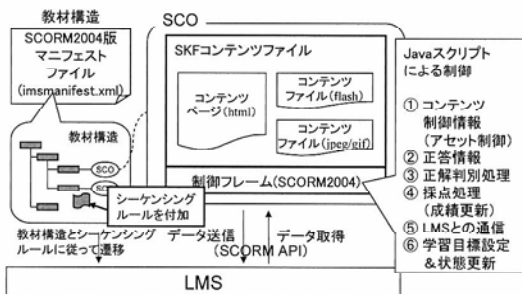


図 17 SCORM2004 版 SKF コンテンツのシステム構造

ニフェストファイルにシーケンシングルールを付加したことで、Java スクリプトを使って学習目標を設定することや、その状態を更新するためのロジックが追加されたことである。

SCORM2004 版 SKF コンテンツは、図 18 のように ASP 版の全ての範囲で SCO を定義した。コンテンツファイルは、コースガイダンス SCO、現状確認テス

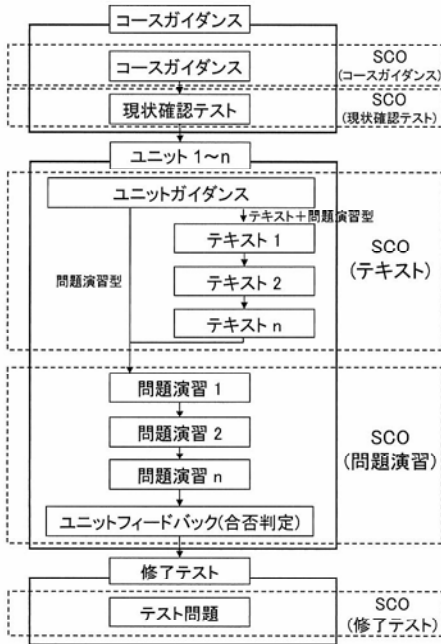


図 18 SCO の実装範囲 (SCORM2004 版)

ト SCO、テキスト SCO、問題演習 SCO、修了テスト SCO と、これらの SCO をまとめてコンテンツの目次構造とシーケンシングルールを定義するマニフェストファイルで構成される。

現状確認テストを実装するにあたっては SCORM2004 データモデルで新たに追加定義された共有グローバル学習目標を利用した。この値は全ての SCO から設定、参照することができ、コンテンツを動的に遷移させる上で重要となる値である。SCORM2004 版では、この共有グローバル学習目標を図 19 のように用いた。

最初に現状確認テストを行い、その結果をもとに対応する学習目標の習得状態 (OBJ-x) を合格したユニットについては passed を、不合格のユニットについては failed を設定する。そして、学習を開始し、テキスト SCO が呼び出される段階で学習目標の習得状態が passed である場合はそのテキスト SCO の起動をスキップするようにシーケンシングルールを設定した。

これにより、現状確認テストの結果によって、共有グローバル学習目標の値が設定され、その値に応じ

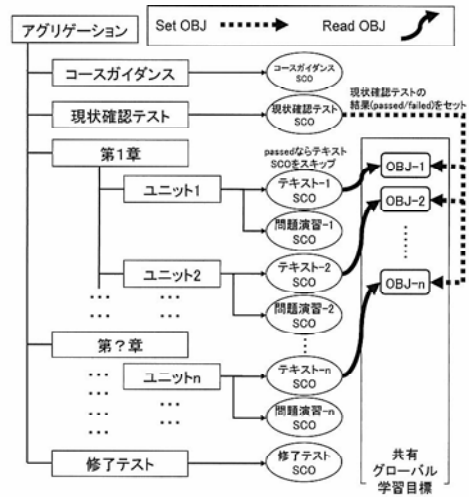


図 19 コンテンツアグリゲーションと学習目標

てユニットごとに「テキスト+問題演習型」「問題演習型」のいずれかが自動選択されるようになった。

その他のシーケンシングルールについては次のように設定した。

- 問題演習が合格であれば、ユニット完了とする (Rollup ルールで制御)
- ユニット完了になると次のユニットを学習することができる (Stop Forward Traversal ルールで制御)
- 全てのユニットが完了すると、修了テストに挑戦できる (Rollup ルールで制御)
- 修了テストに合格するとコース修了と判定する

なお、本節にて述べた SCORM2004 の共有グローバル学習目標およびシーケンシングルールの振る舞いについては文献 (12) の 3 章に詳しく記述されているので参考にされたい。

4.4 ユーザインタフェースの実装

SCORM2004 版では一貫した操作環境を提供するために SCORM1.2 版をもとにユーザインタフェースを改良した。

まず、テキストの「前へ」「次へ」進むナビゲーションボタンをコンテンツ側で提供し、さらに LMS のナビゲーションボタンは非表示となるように設定を行った。これによりコンテンツと LMS の両方が同じような意味のコントロールボタンを同時に表示して学習

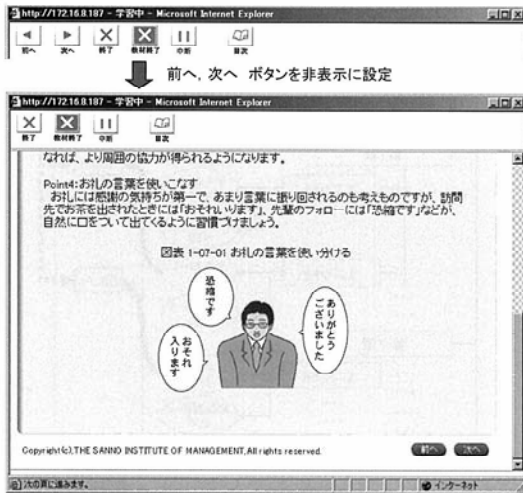


図 20 SCORM2004 テキスト画面
(Opensource LMS v1.0.4 による画面例)

者が混乱しないように配慮した。実装結果を図 20 に示す。

さらに、SCORM1.2 版の仕様では SCO 内の最後の画面で一旦、目次に戻る必要があったが、SCORM2004 版では次の SCO に進むためのボタンを実装し、SCO 側で次の SCO に遷移するためのナビゲーションコマンドを発行するようにした。これにより、学習者は目次に戻ることを強制されずに、シームレスにコンテンツが閲覧できるようになった。

なお、SCORM2004 のナビゲーションについては文献 (12) の 4 章に詳しく記述されている。

4.5 問題点とその対応

SCORM2004 版では、シーケンス情報を持つことができるようになったことで、ASP 版に実装されていた学習方法の選択や学習資源の制御ができるようになった。さらに、学習ナビゲーション機能の追加やカスタマイズが行えるようになったことで、ユーザインタフェースを改善することができた。これにより SCORM2004 版では ASP 版とほぼ同等の学習の仕組みやユーザインタフェースを提供することができた。

一方で問題点もまだ残されている。SCORM2004 規格では多様な教材設計が可能になった反面、教材設

計・開発の段階において規格に関する深い理解が必要とされる。特にシーケンシングルールを設定するところでは、その仕組みを理解した上で構造を考える必要があり、その構造を表現するマニフェストファイルへの記述が複雑になった。

しかし、SKF は全てのコースが同じ構造で設計、制作されており、学習資源はユニット単位で独立して構成されている。このため、大きな変更を加えない限り、既存のマニフェストファイルやファイル構造をそのまま活かしてコンテンツを再構成することが可能であり、変更箇所も最小限で済む。

SKF をコンテンツとしてではなく、システムとして捉えて見た場合、これらとは別の問題点も浮上してくる。例えば、ASP 版を SCORM1.2 版にする際に削除されたメールや各種通知に関する機能である。この機能には、チアリングメールを自動で送信し受講を促す機能や、修了認定期限が迫ったときにそれをメールで知らせる機能、その他、画面上で各種の通知を行う機能があるが、これらは ASP 版でしか実装されていない。

この問題は SCORM 規格の範囲外の事項であるが、学習をコンテンツだけでなく教育システムとして、大きな枠で捉えた場合には必要となってくると考えられる機能である。

5. 動作検証

本章では、SCORM1.2 版 SKF コンテンツが各社の LMS 上で正常に動作するかを確認した相互運用性確認実験について述べる。

5.1 相互運用性確認実験

日本イーラーニングコンソシアム標準化推進委員会では、SCORM1.2 規格に適合している LMS やコンテンツの認証を行っている。ここでは、テストツールを使用し、エラーが出なかった LMS やコンテンツを SCORM1.2 規格適合と判断している。

これに加えて、認証 LMS に認証コンテンツを実際に載せて動作させ、製品間の相互運用性の検証を行うものがこの相互運用性確認実験である。ここでは 2005、2006 年度に行われた相互運用性確認実験に

表 5 実施日時と対象

日時	2005年6月24日～7月8日(2005年度), 2006年6月19日～6月30日(2006年度)
対象	日本イーラーニングコンソシアム認証 SCORM1.2 規格適合の LMS 及びコンテンツ, LMS: 10 製品(2005年度)+4 製品(2006年度), コンテンツ: 5 製品(2005年度)+5 製品(2006 年度)

ついて述べる。実験の実施日時および対象を表 5 に示す。

実験は、次のような手順で行われた。

- (a) SCORM アセッサは SCORM1.2 規格適合コンテンツを標準化推進委員会へ提供し、LMS ベンダに配布する
- (b) LMS ベンダはコンテンツを自社 LMS に載せて動作実験をする。不具合が起きないかを確認する
- (c) LMS ベンダは動作結果を標準化推進委員会に報告する

5.2 結果

実験結果のうち SKF に関連するものを表 6 に示す(より詳細な内容は、日本イーラーニングコンソシアムの Web ページを参照されたい)。

SCORM1.2 版 SKF コンテンツは実験した全ての LMS 上で問題なく動作した。しかし、2つの LMS で“マニフェストファイルのファイル形式の変更が必要”という条件が付いた。これはマニフェストファイルで使われるファイル符号化方式である UTF-8 の BOM (Byte Order Mark) を付加するか/しないかの違いで生じている問題であり、SCORM 規格とは直接関係しない。

これはテキストエディタで簡単に修正できる問題であるため、その後は標準状態として BOM なしの UTF-8 形式でマニフェストファイルを作成するようにした。

5.3 考察および課題

実験の結果、SCORM1.2 版 SKF コンテンツは実験対象となった全ての LMS で問題なく動作したことが確認された。これはコンテンツの使用するデータモデ

表 6 相互運用性確認実験の結果

認証番号: コース名	結果	認証番号:ベンダ名, LMS 名
C04-0008: ビジネスマナー	○	P03-0004: 日立電子サービス, HIPLUS on Web v8
	○*1	P03-0005: 日本電気, Cultiva II v1.6
	○	P03-0008: 日本電気, Cultiva Enterprise Powered by SumTotal v6
	○	P03-0009: コンパック, AcademicWare WBT v2
	○	P03-0011: NRI ラーニングネットワーク, NetTutor II v4
	○	P04-0001: ウィルソン・ラーニングワールドワイド, eARTH-LMS v1.0
	○	P04-0002: レックウェル, MSTeLMS v2.0
	○	P04-0003: 空, Challenge Learning System v2
	○	P04-0004: 松下電器産業, Let's learning v1
	○*1	P04-0005: 富士通, Internet Navigware Server Enterprise Edition v8
C05-0016: プロジェクト マネジメン 超入門	○	P03-0009: コンパック, AcademicWare WBT v3.0
	○	P04-0002: 日本リズテック, MSTeLMS v2.0
	○	P06-0001: キバン, eLearning Manager v3
	○	(参考): NTT Resonant, eLC, NTT, OpensourceLMS / SCORM2004 学習エンジン v1.0

*1: マニフェストファイルのファイル形式の変更が必要。

ルを必須項目のみに絞って制作したことが要因と考ええる。

しかし、一部の他社コンテンツでは“当該 LMS 非対応のオプション項目をコンテンツで使用しているためテスト未実施”という結果になっているものがあった。これはオプション項目について各 LMS の対応状況が異なるために生じている問題であり、一概に

SCORM1.2 規格準拠といってもその対応レベル (LMS-RTE1 ~ RTE3) の違いを利用者が意識しないといけない状況にあることを示している。

このような状況を考えると、LMS 開発ベンダはなるべく全ての項目に対応すべきであるし、コンテンツ開発ベンダはなるべく必須項目だけでコンテンツを制作することで、全てのコンテンツが問題なく動作することを保証する必要がある。根本的な対策としては、全ての項目が必須項目として定義された SCORM2004 規格への移行が最も単純で確実な方法であろう。

6. 標準化における課題

SCORM1.2 規格は今や、多くの LMS が準拠しており、WBT 型 e ラーニングシステムにおけるコンテンツ形式の標準的規格となっている。仕様には若干の制限があるが SKF コンテンツもオリジナルである ASP 版に近い形で再現されており、しばらくは業界標準の形式として利用されると考える。

SCORM2004 規格は、まだそれほど普及していないが、近年になって準拠した LMS 製品が増えはじめていく状況にある。本学会や他においてもオープンソースとして開発した LMS や規格を応用したシステムについての報告がある^{(13)~(16)}。

SCORM2004 規格では、複雑な設計や動作が規定できるようになったが、その分、仕組みが複雑になっており、教材設計や開発を行う際に、規格に関する深い理解が必要となる。現状では、教材開発者が簡便に SCORM2004 教材を開発できるツールは少ないため、今後はこれらの教材設計、開発ツールや環境の充実が求められてくるであろう。

こういった規格は、本来、システム開発側が意図した通りに動作させるためのものというよりも、コンテンツを作る側の意図を反映することができるようにすべきものである。これからは、教材設計、開発を行う者にとって“どう規格を適用するか”よりも“どう学ばせるか”を考えて教材を制作できるような規格に発展していくことが望まれる。

また、学習をコンテンツだけでなく教育システムとして捉えた場合、一般には学習者の支援機能が求められることが多い。SCORM1.2 から 2004 になったこと

で、この可能性は大きく広がってきており、SCORM 規格を拡張して学習者の支援を行う研究^{(17) (18)} や、学習デザインを記述するための標準規格^{(19)~(21)} が制定されている。

SKF においては学習者に e メールを自動送信し、受講開始や修了を促すような働きかけを行っているが、これは ASP 版でのみ実装されており、SCORM 版では LMS に依存するため定義できていない。これらの手続きについても標準化によってコンテンツ側に記述できるようにになれば、より効果的な学習コンテンツが設計できるようになるであろう。今後の発展が期待される。

7. むすび

本論文では、産業能率大学で開発した独自仕様の問題演習型 e ラーニングシステム SANNO KNOWLEDGE FIELD の概要を述べ、その仕組みを国際標準規格である SCORM1.2 および 2004 規格へ適用、実装し、その結果と課題について考察した。

SCORM1.2 版 SKF コンテンツは仕様には制限があるが、オリジナルに近い形で再現することができ、各 LMS 製品上で問題なく動作することが確認された。

SCORM2004 版 SKF コンテンツは新たに追加定義されたシーケンシングや学習ナビゲーション機能を利用し、SKF の学習の仕組みやユーザインタフェースをより近い形に再現することができた。この SCORM2004 版はまだ正式な商品としては利用されていないが、今後、市場の動向を踏まえた上でいくつかの LMS との相互運用性を検証し、リリースすることを検討している。

SCORM2004 規格は準拠した製品が出始めている状況である。規格の普及には準拠した LMS の開発が前提ではあるが、その上で利用されるコンテンツ制作ツールの開発がより一層重要になってくると考える。

今回、SCORM 版 SKF コンテンツの動作を検証する上で日本イーラーニングコンソシアムの相互運用性確認実験について述べたが、SCORM1.2 規格だけでなく、SCORM2004 規格を対象にした実験も必要であるし、実際の利用を考えると、他の観点、例えばユーザインタフェースの適切さなどを考慮した実験も必要

となる。本論文ではそこまでの検証はできていないので、これらは今後の課題としたい。

謝辞

本システムの設計、開発に関わった企業、関係者の方々に深謝する。

参考文献

- (1) 古賀暁彦：“企業内教育での活用：eラーニング”，デジタル教材の教育学，第5章，東京大学出版会（2009 予定）
- (2) Fallon, C. and Brown, S.: “e-Learning Standards”, St. Lucie Press, Boca Raton (2003)
- (3) Sharable Content Object Reference Model (SCORM) Version 1.2—The SCORM Overview, Advanced Distributed Learning Initiative (2001)
- (4) Sharable Content Object Reference Model (SCORM) Version 1.2—The SCORM Content Aggregation Model, Advanced Distributed Learning Initiative (2001)
- (5) Sharable Content Object Reference Model (SCORM) Version 1.2—The SCORM Run-Time Environment, Advanced Distributed Learning Initiative (2001)
- (6) Sharable Content Object Reference Model (SCORM) 2004 3rd Edition Documentation Suite, Advanced Distributed Learning Initiative (2006)
- (7) 仲林 清，清水康敬，山田恒夫：“eLearning 標準化技術の開発と実践の新しい展開—SCORM と LOM を中心に—”，人工知能学会誌，Vol. 20, No. 1, pp. 92-98 (2006)
- (8) 宮内 浩，太田 衛：“ASP 独自規格の WBT コンテンツから SCORM2004 コンテンツへの実装展開事例”，教育システム情報学会第 30 回全国大会講演論文集，pp. 7-8, 金沢学院大学 (2005)
- (9) 森正義彦：“プログラム学習”，学習指導法の心理学，pp. 128-157, 有斐閣 (1993)
- (10) 向後千春：“Web ベース個別化教授システム (PSI) によるプログラミング授業の設計，実施とその評価”，教育システム情報学会誌，Vol. 20, No. 3, pp. 293-303 (2003)
- (11) アジア Eラーニングネットワーク WG2：SCORM アセッサ研修テキスト，経済産業省，日本イーラーニングコンソシアム (2005)，http://www.elc.or.jp/kigyuu/kigyuu_scorm_kenshuu.html
- (12) 宮内 浩，太田 衛，仲林 清：SCORM2004 コンテンツ作成ガイド，日本イーラーニングコンソシアム (2006)
- (13) 仲林 清，中村明仁，小坂洋一，永岡慶三：“SCORM2004 実行エンジンの実装と課題”，教育システム情報学会研究報告，Vol. 20, No. 1, pp. 23-30, 青山学院大学 (2005)
- (14) 仲林 清，中村明仁，星出高秀，福原美三，高橋教善，堂下 恵：“オープンソース LMS Sui² の構成と導入事例”，情報処理学会研究報告，教育学習支援情報システム研究グループ第 1 回 CMS 研究会，pp. 63-70, 大阪大学 (2005)
- (15) 仲林 清，細川真伸，川上太一，佐藤一夫，永岡慶三：“SCORM2004 を拡張したモバイルラーニング環境の設計と実装”，電子情報通信学会論文誌 D, Vol. J91-D, No. 2, pp. 143-151 (2008)
- (16) 星野忠明，樋田 稔：“GUI を重視した SCORM2004 対応オープンソース LMS 「Attain3」の開発”，教育システム情報学会第 32 回全国大会講演論文集，pp. 310-311, 信州大学 (2007)
- (17) Morimoto, Y., Ueno, M., and Kikukawa, I., et al.: “SALMS: SCORM-compliant Adaptive LMS”, Proc. E-Learn2007, pp. 2903-2912 (2007)
- (18) 森本康彦，植野真臣，喜久川功，横山節雄，宮寺庸造：“教育用メタモデルとの関係を考慮した e-Learning システム動作記述手法”，第 51 回人工知能学会先進的学習科学と工学研究会，SIG-ALST-A702, pp. 13-19 (2007)
- (19) IMS Learning Design Information Model, IMS Global Learning Consortium (2003)
- (20) IMS Learning Design XML Binding, IMS Global Learning Consortium (2003)
- (21) IMS Learning Design Best Practice and Implementation Guide, IMS Global Learning Consortium (2003)

著者紹介



松本 馨

1997年東京農工大学工学部電子情報工学科卒業。1999年同大学院博士前期課程修了。2004年同大学院博士後期課程修了。博士(工学)。2002年学校法人産業能率大学入職。総合研究所HRM研究センター、産能大学IIRM研究所、総合研究所eラーニング開

発センターを経て、現在、総合研究所セルフラーニングシステム開発部第2開発センター所属。eラーニングシステムおよびコンテンツの設計、開発、運用に従事。日本イーラーニングコンソシアム認証SCORMアセッサ。情報処理学会、電子情報通信学会、人工知能学会、教育システム情報学会各会員。



宮内 浩

1995年学校法人産業能率大学入職。企業向けの教育プログラムおよび教育教材の企画、開発に従事し、現在、総合研究所セルフラーニングシステム開発部第1開発センター所属。日本イーラーニングコンソシアム標準化推進委員会副委員長。日本イーラーニングコン

ソシアム認証SCORMアセッサ。教育システム情報学会会員。



古賀 暁彦

1988年学校法人産業能率大学入職。企業教育部門への教育普及活動の後、eラーニング事業の企画、開発に従事。現在、産能率大学情報マネジメント学部准教授。2007年桜美林大学大学院大学アドミニストレーション専攻通信教育課程修了。日本イーラーニング

コンソシアム活用事例委員会副委員長。熊本大学大学院教授システム学専攻非常勤講師。教育システム情報学会、日本通信教育学会、日本高等教育学会各会員。