

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 6 月 2 日現在

機関番号：32508

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2011～2013

課題番号：23700983

研究課題名(和文) 教育・学習コンテンツの再利用を促進する環境の構築と評価

研究課題名(英文) Development and Evaluation of Systems for Facilitating Sharing and Reuse of e-Learning Content

研究代表者

森本 容介 (Morimoto, Yosuke)

放送大学・教養学部・准教授

研究者番号：00435702

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,100,000円、(間接経費) 930,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、学習オブジェクトリポジトリを構築し、運用を行った。そして、学習オブジェクトリポジトリに登録された学習オブジェクトを、学習管理システムから利用できる環境を構築した。また、異種の規格を組み合わせたeラーニングコンテンツの実現方法を提案し、サブツリーにSCORMを含むコンテンツの事例で実証した。この仕組みを用いて、学習管理システム上に構築されたコースから、相互運用性を有するラーニングコンテンツを生成する機能を開発した。

研究成果の概要(英文)：This research aims to propose systems for facilitating sharing and reuse of learning objects. A learning object repository was implemented for operation. We designed and developed a system that can search learning objects in the repository from a learning management system. We also proposed a method to integrate learning objects compliant with different specifications. We demonstrated the feasibility of this method by creating learning materials which contain SCORM content as a sub-tree. By using this method, a program module that produces interoperable e-learning content from a course created in a learning management system was developed.

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：教育工学

キーワード：学習オブジェクトリポジトリ 学習管理システム eラーニングコンテンツ

1. 研究開始当初の背景

高等教育機関などにおいて多数の学習資源が制作されており、その一部は、インターネット上で公開されている。ここで、流通、再利用の単位となり、それ自身で完結した部品となる学習資源を「学習オブジェクト」という。再利用が許可された学習オブジェクトを利用することにより、高品質な教材を効率的に制作することができる。近年の OER 活動 (Open Educational Resources Movement) に代表されるように、共有可能な教材を制作する取り組みが広く行われ、利用可能な学習オブジェクトの数は大幅に増加した。

このような学習オブジェクトの流通、再利用を促進する取り組みも、特に海外において広く行われている。研究代表者は、これまで、学習オブジェクトに付与したメタデータを用いたサービスに関する研究を行ってきた。しかし、放送大学の調査 (放送大学学園, 平成 21 年度・22 年度文部科学省先導的・大学改革推進委託事業「ICT 活用教育の推進に関する調査研究」委託業務成果報告書, 2011) によれば、学習オブジェクトの利用や共有が広く行われているとは言い難い。一方で、学習管理システムは多くの高等教育機関で利用されており、学習管理システムを用いた教材の提供が広く行われている。そこで、学習管理システムにおいて、学習オブジェクトの利用補助を行う環境が有用であると考えた。

2. 研究の目的

学習オブジェクトのライフサイクルを、検索・入手、制作 (適応・組み合わせ)、利用、再共有と考え、これらを補助することにより、教育・学習コンテンツの共有・再利用を促進することを目的とする。

学習オブジェクトの検索・入手、および制作の段階においては、学習オブジェクトリポジトリに登録された学習オブジェクトを検索し、それらを学習管理システム上で組み合わせ利用できる仕組みを構築する。再共有の段階においては、制作したコース自体を学習オブジェクトと考える。これを学習オブジェクトリポジトリに登録し、流通させれば、さらに活用することができる。学習管理システム上に構築したコースを再利用する仕組みを研究開発する。

3. 研究の方法

本研究では、学習管理システムとして、オープンソースソフトウェアの Moodle を利用した。

まず、学習オブジェクトリポジトリの設計、開発、運用を行った。本学習オブジェクトリポジトリは、本研究課題が始まる以前に開発、運用を行っていたソフトウェアがベースと

なっている。本研究においては、メタデータ設計の見直し、改修、追加開発を行い、周辺ツールを含めてソフトウェア (ソースコード) を公開した。

次に、学習オブジェクトリポジトリに登録された学習オブジェクトを Moodle 上で検索し、利用できる機能を開発した。学習オブジェクトリポジトリ側にはメタデータの検索機能を提供する Web API を実装し、Moodle 側では Web API を呼び出して学習オブジェクトの検索と取り込みが行えるプラグインを開発した。

さらに、Moodle 上のコースを再利用に適した形式でエクスポートできる機能を設計、開発した。当初は、コースを学習オブジェクトリポジトリに登録する機能の研究開発を想定していた。しかし、学習オブジェクトリポジトリに閉じるよりは、多様な流通形式に対応できるパッケージの出力が有用と考えた。本研究では、異種の規格を組み合わせた学習コンテンツを、流通可能な形式でパッケージングできる仕組みを提案した。そして、Moodle 上に構築されたコースから、メタデータを含む e ラーニングパッケージを生成できるプラグインを開発した。

4. 研究成果

(1) 学習オブジェクトリポジトリの構築と運用

学習オブジェクトの共有・再利用のために、学習オブジェクトリポジトリが用いられる。学習オブジェクトリポジトリは、学習オブジェクトの所在、概要、権利情報、利用条件などのメタデータを管理する。本研究では、既存の学習オブジェクトリポジトリ (森本容介, 辻靖彦, 山田恒夫, “学習コミュニティや学習目的に特化した学習情報提供環境の構築”, メディア教育研究, 第 7 巻, 第 1 号, pp. S44-S56, 2010) を改修, 機能追加し, 運用した。学習オブジェクトリポジトリは, 主にメタデータデータベースと, OAI-PMH リポジトリソフトウェアから構成される。メタデータは, IEEE LOM (IEEE 1484.12.1 - 2002 Standard for Learning Object Metadata) をベースに設計した。IEEE LOM では, ライセンスと品質は, 構造化して記述することができない。そこで, これらは, 体系とその値を保持する独自の項目とした。また, OAI-PMH の選択的ハーベスティング (selective harvesting) のためのセット (set) を記述する項目も定義した。周辺ツールとして, メタデータの登録ツール, 検索インデックスを利用した全文検索機能を提供する検索モジュール, LOM 形式でのメタデータ出力ツール等を開発し, これらも含めて学習オブジェクトリポジトリのソフトウェアを Web サイトで公開した。構築した学習オブジェクトリポジトリは, 研究期間全体にわたり運用した。メタデータの保守を行い, OAI-PMH により主に

海外の機関へメタデータを提供するとともに、次項で述べる検索システムにも利用した。メタデータのデータ項目や IEEE LOM とのマッピング、本リポジトリソフトウェア群の詳細は、「5. 主な発表論文等」の[その他]に示す Web サイトに記載している。

(2) 学習オブジェクトの検索と利用

本研究の対象者は、学習管理システムでコースを制作する教員である。学習オブジェクトリポジトリの利用シーンとして、主に「(a) 他の教員の講義を参考にする」、「(b) OER を自身のコースで利用する」、「(c) 自身のコースから、参考情報を参照する」の3つが考えられる。本研究では、このうち、(b)、(c)の利用シーンに対する補助を行う。学習オブジェクトリポジトリの利用目的によって、提示すべき学習オブジェクトの粒度や、検索結果の扱いが異なる。(a)の目的には、コース単位での検索が有用である。このためには、メタデータにおける「内容のまとめり」(IEEE LOM では“Aggregation Level”)が「3」(コース)または「4」(複数コースの集合)であるメタデータを検索対象とすればよい。ただし、本研究では、(a)のような検索のみの利用は特に対象としていない。(b)の目的には、「内容のまとめり」が「1」(素材)や「2」(素材の集合)が有用であり、その検索結果は、コースに取り込んで利用される。(c)の目的に対する要件は(a)に近く、コースに検索結果へのリンクが設置できれば有用である。

本研究では、Moodle から学習オブジェクトリポジトリのメタデータを検索し、検索された学習オブジェクトを利用できる機能を設計、開発した。本機能を実現するためには、学習オブジェクトリポジトリ側、および Moodle 側の双方に開発が必要である。学習オブジェクトリポジトリ側では、メタデータの検索機能を提供する Web API を開発した。本 API は HTTP 経由で利用し、URI のクエリ文字列を用いて検索条件を指定する。タイトル、概要、ファイル形式、利用言語、権利情報など、ほぼすべてのメタデータ項目を指定しての検索が行える。Moodle 側では、本 API を利用して学習オブジェクトを検索でき、検索した学習オブジェクトをコースに取り込めるリポジトリプラグインを開発した。Moodle のコース上に「ファイル」、または「URI」(最新版では「URL」)を追加する際に、本プラグインの機能を利用できる。図 1 に、本プラグインの利用の流れを示す。「URI」の追加時の設定画面(図 1:ア)からファイルピッカーを呼び出し(図 1:イ)、本プラグインを選択すると検索画面が表示される(図 1:ウ)。この画面では、検索キーワードに加えて、クリエイティブ・コモンズ・ライセンスの「改変可」や「商用利用可」などのオプションを指定した検索が行える。検索対象の既定はコースのみであるが、オプションにより素材も対象とすることができる。これは、メタデータの「内

容のまとめり」を参照している。検索結果(図 1:エ)から学習オブジェクトを選択し、設定を終えると、コースにリンクが設置される。「ファイル」の追加時も「URI」と同様の動作を行うが、選択した学習オブジェクトは、リモートサーバからコース(Moodle)へ取り込まれる。そのため、クリエイティブ・コモンズ・ライセンスが適用されており、かつ素材の学習オブジェクトのみを検索対象としている。ライセンスは、取り込み後も保持される。

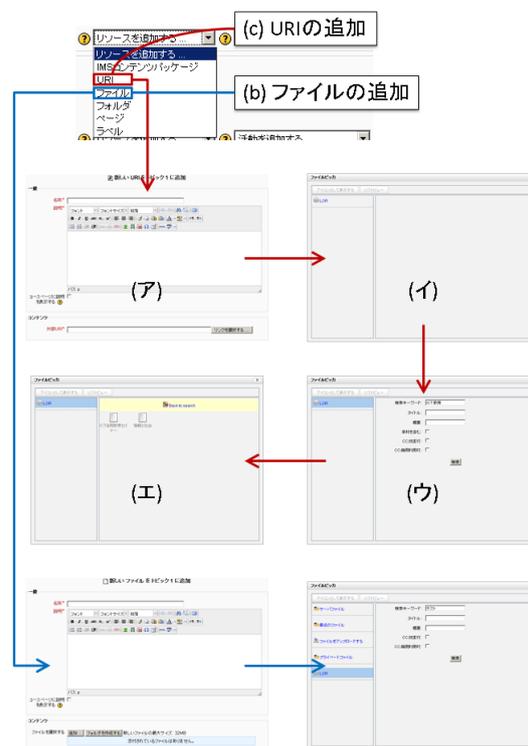


図 1 学習オブジェクトリポジトリの検索

(3) 学習管理システムにおける e ラーニングコンテンツの生成

① 異種規格を組み合わせた e ラーニングコンテンツ実行環境の設計

e ラーニングシステムの機能拡張性と、e ラーニングコンテンツの流通再利用性を両立できるアーキテクチャである ELECOA (Extensible Learning Environment with Courseware Object Architecture) をベースに、異種規格を組み合わせた e ラーニングコンテンツの実現方法を提案し、実証した。ELECOA では、「教材オブジェクト」と呼ばれるプログラム部品をプラットフォームに追加することにより、相互運用性を損なわずに機能拡張が行える。ここで、プラットフォームとは e ラーニングコンテンツを動作させるシステムであり、一般的には学習管理システム自体、または学習管理システム上で動作するプラグインが該当する。たとえば、Moodle であれば、SCORM コンテンツを動作させるためのプラットフォームは、活動モジュールの

mod_scorm である。教材オブジェクトは、階層構造を持つコンテンツのすべてのノードに配置され、教材オブジェクト同士が連携動作することにより、様々な機能を実現する。これまでの ELECOA の実装では、SCORM コンテンツのルートノードに SCORMRoot、セクションノードに SCORMBlock、SCO に SCORMSCO、アセットに SCORMAsset、共有グローバル学習目標 (Shared global objectives) に SCORMObjective と命名した教材オブジェクトを配置することにより、シーケンシング規格を含む SCORM 2004 コンテンツを動作させることができる。教材オブジェクトは、自身が配置されたサブツリーの動作を制御する。このため、コンテンツのサブツリーごとに、異なる教授戦略を持たせることができる。本研究では、SCORM コンテンツをサブツリー化する仕組みを設計した。ELECOA における教材オブジェクト間の通信は、親子ノード間、およびノードと学習目標 (コンテンツの階層構造とは独立したノードで、階層構造内のノード間で情報を共有することができる。) 間に限られる。このため、ある規格のコンテンツをサブツリー化する場合、異種規格の教材オブジェクトと通信するノード以外、すなわちサブツリー内の最上位のノード以外は、従来の教材オブジェクトがそのまま利用できる。サブツリー化するコンテンツが SCORM である場合、サブツリー内の最上位のノードを配下のノードから見ると、SCORM の機能に関しては SCORMRoot のように振る舞わなければならない。一方、サブツリー内の最上位ノードはセクションノードであるため、セクションノードとしての役割も必要である。SCORMRoot は、ルートノードとしての基本機能と、SCORM の最上位のノードとしての機能を持っている。同様に、SCORMBlock は、セクションノードとしての基本機能と、SCORM の中間ノードとしての機能を持っている。サブツリー化した SCORM コンテンツの最上位ノードに配置する教材オブジェクトは、セクションノードとしての基本機能と SCORM の最上位のノードとしての機能が必要である。たとえば、サブツリー化した SCORM コンテンツ内で CONTINUE (次へ進む) コマンドを発行したとする。セクションノードでは、自身の配下から次の配信ノードが見つからない場合、自分の親へ CONTINUE コマンドの処理を依頼しなければならない。ルートノードでは、次の配信ノードが見つからないとき、エラーを返す。通常の SCORM コンテンツでは、最上位ノードで配信ノードが見つからない場合はエラーとなるが、サブツリー化した SCORM コンテンツの最上位ノードでは、さらに親に処理を依頼する。このような考え方にに基づき、サブツリーの SCORM コンテンツの最上位ノードに配置するための教材オブジェクトである SCORMRootBlock を設計し、開発した。配置する SCORMRoot を SCORMRootBlock に置き換えるだけで、SCORM コンテンツをサブツリー化

することができる。開発した教材オブジェクトを用いて、異種規格のコンテンツ中に SCORM コンテンツを配置し、動作検証を行った。SCORM 2004 3rd Edition Conformance Test Suite に含まれるテストケースのいくつかを用いて、サブツリーの外から SCORM コンテンツへの遷移、SCORM コンテンツ内における SCORM の規約に準拠する動作、SCORM コンテンツからサブツリー外への遷移、を確認した。

② eラーニングコンテンツの生成

Moodle のコース上に配置されたリソース、活動から、再利用に適した形式の eラーニングコンテンツを生成できる機能を、Moodle のプラグインとして開発した。本プラグインは、Moodle のコースを eラーニングパッケージとしてエクスポートできる。パッケージに含めることができるリソース、活動は、ファイルリソースと、ELECOA に対応した Moodle の活動モジュールである mod_elecoa のインスタンスである。mod_elecoa インスタンスを含まない場合は、SCORM 2004 と ELECOA のハイブリッドパッケージ、すなわち SCORM 2004 のマニフェストファイルと ELECOA のマニフェストファイルの両方を含むパッケージを生成する。mod_elecoa インスタンスを含む場合は、ELECOA パッケージを生成する。一つのリソースまたは活動が、それぞれ一つ、またはそれ以上のノード (ELECOA パッケージから見た場合)、またはアクティビティ (SCORM パッケージから見た場合) となる。学習オブジェクトを組み合わせるコンテンツを制作するためには、権利情報を考慮することが重要であることから、本プラグインは権利情報の選択補助機能を持つ。コース上に配置されるリソースが制作者とライセンスの情報を保持している場合、パッケージ生成時の設定画面において、これらを表示する。また、パッケージを生成する際に選択するライセンスと矛盾する場合に警告を行う。たとえば、クリエイティブ・コモンズ・ライセンスのファイルを使っているにも関わらずパッケージのライセンスとして “All rights reserved” を選択した場合や、非営利 (NonCommercial) を含むクリエイティブ・コモンズ・ライセンスのファイルを使っているにも関わらずパッケージのライセンスとして非営利を含まないライセンスを選択した場合に、警告が表示される。また、本プラグインは、生成するパッケージにコンテキスト情報 (利用シーンなどに関するコメント) を付与する機能も持つ。パッケージの再利用の際に、これらの情報を参照することができる。生成するパッケージのメタデータの記述には、IEEE LOM が用いられる。複数の海外機関の取り組みを調査し、ライセンスは IEEE LOM の “6.3 Rights - Description” にマッピングし、構造化された形式で記述することとした。メタデータは LOM として記録されるほか、SCORM のメタデータも生成され、マニフェストファイルに含

められる。パッケージ全体のメタデータは Content Aggregation Metadata (SCORM 2004 3rd Edition CAM book の“4.5.1. Metadata Describing Content Aggregations”)であり、含まれる素材(ファイルリソース)のメタデータは Asset Metadata (同“4.5.5. Metadata Describing Assets”)である。ELECOA は、基本機能として教材オブジェクトが連携して実現する目次の生成機能を有している。これとは別に、本プラグインには、コンテンツの目次ノードを生成できる機能も用意した。

本機能が出力するコンテンツの、階層の例を図2に示す。丸がノードであり、括弧内には各ノードに配置される教材オブジェクトの種別を示している。この例では、“トピック1”から“リソース1”、“SCORM1”、“リソース2”の3つのリソース、または活動が選択され、パッケージに含められている。“トピック1”の直下では単純なページめくりの動作が行われるため、“リソース1”から次に進むと“SCORM1”が配信される。この場合、Start ナビゲーションリクエストによりシーケンシングセッションを開始したときと同様の動作を行い、配信ノードが決定される。“SCORM1”の内部では、SCORMの規約通りのページ遷移(シーケンシング)が行われる。“SCORM1”の学習を終えると、終了時の動作に応じて“リソース1”や“リソース2”が配信される。このパッケージは、ELECOAに対応した異種のプラットフォームで動作させることができる。このように、相互運用性を保ったまま異種規格を組み合わせたコンテンツを実現できる。これは、従来の標準規格では実現できない性質である。

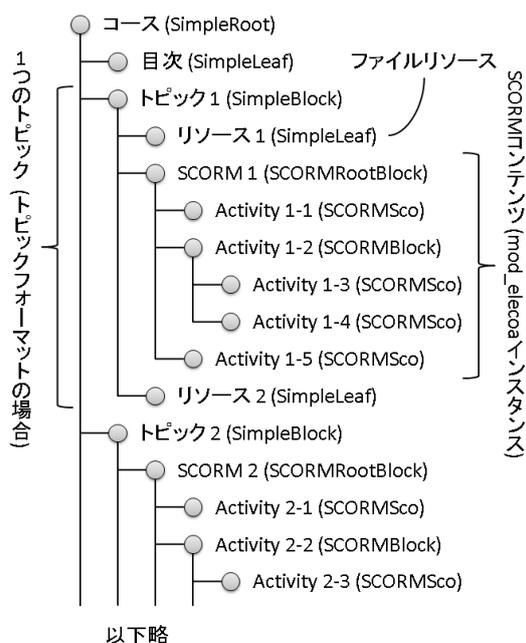


図2 生成されるコンテンツ階層の例

パッケージにリソース、活動を含める場合は、その種別に対応した教材オブジェクトが

必要である。mod_elecoa インスタンスでは、それに加えて、コンテンツ規格と、サブツリー化のために最上位ノードに配置する教材オブジェクトとの対応を記述する必要がある。新規の教材オブジェクトを開発することにより、対応リソース、活動を増やすことができる。本機能の実現に当たり、コンテンツ規格に依存しない共通の語彙が必要であることが示された。たとえば、SCORMコンテンツが“終了”(Exit All)した場合、SCORMのサブツリーの終了、またはコンテンツ全体の終了の2通りの解釈が行える。これらの規約の設計は今後の課題である。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[学会発表] (計 19 件)

1. 森本容介, “学習管理システム上の学習リソースを用いたeラーニングコンテンツおよびメタデータの生成”, 電子情報通信学会 2014 年総合大会, 2014 年 3 月 21 日, 新潟大学.
2. 森本容介, 仲林清, “SCORM 2004 対応とコースのエクスポート”, Moodle Moot Japan 2014, 2014 年 2 月 20 日, 沖縄国際大学.
3. 森本容介, 山田恒夫, “講義映像・音声のインターネット配信の視聴傾向と検索機能”, 電子情報通信学会教育工学研究会, 2013 年 10 月 19 日, 富山大学.
4. 森本容介, 仲林清, 芝崎順司, “Moodle の SCORM 2004 プラグインのユーザインタフェースの改良”, 教育システム情報学会第 38 回全国大会, 2013 年 9 月 4 日, 金沢大学.
5. 森本容介, 仲林清, 芝崎順司, “異種規格を組み合わせたeラーニングコンテンツ実行環境の開発”, 電子情報通信学会教育工学研究会, 2013 年 7 月 27 日, 熊本大学.
6. 森本容介, 仲林清, 芝崎順司, “SCORM 2004 対応 Moodle プラグインのモバイルデバイス用インタフェースの開発”, 教育システム情報学会研究会, 2013 年 5 月 18 日, 放送大学.
7. 森本容介, 仲林清, 芝崎順司, “eラーニングコンテンツの流通を支援するプラグインの開発”, Moodle Moot Japan 2013, 2013 年 3 月 3 日, 東京家政大学.
8. 森本容介, 仲林清, 芝崎順司, “SCORM 2004 対応プラグインの開発”, Moodle Moot Japan 2013, 2013 年 3 月 2 日, 東京家政大学.
9. Yosuke MORIMOTO, Kiyoshi NAKABAYASHI, Hidenori SUGIYAMA, and Junji SHIBASAKI, “Development of Moodle Plug-ins That Support SCORM 2004,”

The 20th International Conference on Computers in Education, 2012-11-28, National Institute of Education, Singapore.

10. 森本容介, “Moodle の学習オブジェクトリポジトリ検索プラグインの開発”, 日本教育工学会第 28 回全国大会, 2012 年 9 月 16 日, 長崎大学.
11. 森本容介, 仲林清, “教材オブジェクトによる e ラーニングコンテンツ流通再利用の実現”, 教育システム情報学会第 37 回全国大会, 2012 年 8 月 23 日, 千葉工業大学.
12. 森本容介, 中川一史, 苑復傑, “大学教員の ICT 活用のためのヒント集の改善”, 教育システム情報学会第 37 回全国大会, 2012 年 8 月 22 日, 千葉工業大学.
13. 森本容介, 仲林清, 杉山秀則, 芝崎順司, “SCORM 2004 に対応した Moodle 活動モジュールのインタフェースの開発”, 教育システム情報学会研究会, 2012 年 5 月 18 日, 放送大学.
14. 森本容介, 仲林清, 杉山秀則, 芝崎順司, “SCORM 2004 対応活動モジュールの開発”, Moodle Moot Japan 2012, 2012 年 2 月 22 日, 三重大学.
15. 森本容介, “学習管理システムにおける学習オブジェクトリポジトリの利用補助”, 電子情報通信学会教育工学研究会, 2011 年 12 月 8 日, かんぽの宿熱海.
16. Yosuke MORIMOTO, and Tsuneo YAMADA, “OCW and OER Activities at the Open University of Japan,” The 25th AAOU Annual Conference, 2011-9-29, Wawasan Open University, Malaysia.
17. 森本容介, 仲林清, 杉山秀則, 芝崎順司, “Moodle の SCORM 2004 対応モジュールの開発”, 日本教育工学会第 27 回全国大会, 2011 年 9 月 19 日, 首都大学東京.
18. 森本容介, 山田恒夫, “放送大学 OCW の公開と現状”, 平成 23 年度工学教育研究講演会, 2011 年 9 月 9 日, 北海道大学.
19. 森本容介, 山田恒夫, “学習オブジェクトリポジトリを活用する教材作成・流通環境へ向けての検討”, 教育システム情報学会第 36 回全国大会, 2011 年 9 月 2 日, 広島市立大学.

[その他]

ホームページ等

1. <http://lor.code.ouj.ac.jp/doc/>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

森本 容介 (MORIMOTO, Yosuke)

放送大学・教養学部・准教授

研究者番号 : 00435702