

## 科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成 25 年 6 月 7 日現在

機関番号：32508  
 研究種目：若手研究(B)  
 研究期間：2010～2012  
 課題番号：22700823  
 研究課題名（和文） 複数コンソーシアムを横断した教材共有化システムの開発  
 研究課題名（英文） Development of a content sharing system for educational resources on multiple repositories.

研究代表者  
 杉山 秀則 (SUGIYAMA HIDENORI)  
 放送大学・ICT 活用・遠隔教育センター・助教  
 研究者番号：10435703

## 研究成果の概要（和文）：

本研究では、異なる組織・団体が管理する複数のサーバ上に存在する教材を利用可能とする教材配信システムの開発を目的とする。本システムでは、eラーニングの標準規格として普及している SCORM 形式の教材を対象とした。システムを実現するため、複数のサーバ上に存在する教材及び教材メタデータの利用方式を設計した。また教材利用の認証・認可方式を設計した。設計に基づくプロトタイプの開発を通じて、システムが機能することを確認した。

## 研究成果の概要（英文）：

The purpose of this study is to development of a content sharing system for educational resources on multiple repositories. In this study, the system is developed based on SCORM that is widely used e-learning standard. In order to realize the system, we designed utilization method for teaching materials and metadata that exist on multiple servers. We also designed the authentication and authorization method for teaching materials. We confirmed the effectiveness of the system through prototyping.

## 交付決定額

(金額単位：円)

|         | 直接経費      | 間接経費    | 合計        |
|---------|-----------|---------|-----------|
| 2010 年度 | 900,000   | 270,000 | 1,170,000 |
| 2011 年度 | 800,000   | 240,000 | 1,040,000 |
| 2012 年度 | 600,000   | 180,000 | 780,000   |
| 年度      |           |         |           |
| 年度      |           |         |           |
| 総計      | 2,300,000 | 690,000 | 2,990,000 |

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：科学教育・教育工学、教育工学

キーワード：eラーニング、学習管理システム、SCORM、コンテンツ共有

## 1. 研究開始当初の背景

国内の大学等における eラーニングの利用率は低く、普及が進んでいない状況にある。その原因の一つに、eラーニングの実施において必要となるコンテンツの不足が考えられる。大学等では、eラーニング教材を個別

の大学・教員が製作することが一般的であり、必要となるコンテンツを全て用意することは、大きな負担が生じることにつながってしまう。

eラーニング教材の開発には、多大なコストがかかることから、開発した教材の共有・再利用を図っていくことが重要となる。教材

の共有・再利用の取り組みとして、近年では、eラーニング教材を大学・コンソーシアム等の単位で組織的に開発する試みが行われてきている。このようにして製作された教材は、単に製作したコンソーシアム内に閉じた利用を行うのみではなく、他のコンソーシアムを含めた複数の組織・団体に相互に教材を利用していくことが、大学等におけるeラーニング利用の推進に有用と考えられる。

## 2. 研究の目的

本研究では、複数の異なる団体・組織等により開発されたeラーニング教材の共有・再利用を想定した教材配信システムの実現を目的とする。複数の異なる団体・組織等を対象とする場合、特定の中心となるサーバに教材を集約するのではなく、各々が管理するサーバから個別のポリシーに基づいて公開する形式が望ましいものと考えられる。そこで、本研究では、複数の団体・組織が個別に管理するサーバ上に存在する教材を横断的に参照して学習できる教材配信システムの実現を図る。

## 3. 研究の方法

本研究では、システムに必要となる技術要素について、プロトタイプの開発による実証を積み重ねることで研究を進める。具体的には、複数の教材サーバ上に存在する教材を同時に利用した学習、教材管理サーバ上に集約された教材群からの教材の選択、教材の利用権限の管理という主に3つの要素について、以下に示す手順により研究を行う。

### (1) 複数サーバ上の教材利用

最初に、システムの実現に向けた基礎的取り組みとして、複数のコンソーシアム等が個別に管理するサーバ上に存在する教材を参照し、学習することを可能とする方式について検討を行う。

本研究のシステムでは、多様な環境での教材利用を可能とするため、ADLによる標準規格であるSCORM形式の教材を対象とする。SCORM形式の教材には、教材構造等のメタデータを表すマニフェストファイルが含まれている。そこで、教材ファイルが置かれているアドレスをマニフェストファイルに対して付与し、学習時に参照することで、複数のサーバ上にある教材を同時に利用可能とする方式を検討する。またこのような方式を用いる際に問題となる、学習管理システム

(LMS)とSCORM教材間での通信方式についても検討を行う。これらの検討結果に基づき、実証システムの設計と開発を行い、実験環境にてシステムが機能することを検証する

(2) 教材情報(メタデータ)の横断的利用  
各団体・組織等が管理する教材の中から、利用大学・教員が必要な教材を選択可能とするため、サーバ上に分散して存在する教材情報(メタデータ)を横断的に検索し、コースとして再構成するための仕組みを検討する。教材メタデータの横断的な利用については、既存の方式として、複数サーバが協調して検索を行うFederated-Searchや、OAI-PMHによるメタデータ交換で情報を集約して検索を行うハーベスティングなどがある。そこで、これら既存の方式について、仕組みや交換するメタデータの形式等について調査を行う。その後、調査結果を参考として、本研究のシステムに適合するメタデータの横断的な利用方式を検討する。

検討結果に基づき、メタデータを横断的に利用するシステムとして、各団体・組織のサーバ上に分散して存在する教材から、利用者が必要とする教材を選択し、学習コースとして利用することが可能な実証用システムの設計と開発を行い、実験環境にてシステムが機能することを検証する

### (3) 教材利用の認証・認可

各団体・組織等が管理する教材を外部に公開する場合、不特定多数に公開する、特定の団体や利用者だけに制限するなど様々なポリシーが考えられる。そこで、複数の団体・組織が異なるポリシーを持って教材を管理することを可能するべく、本研究のシステムにおいて、教材利用者の認証及び利用制限を行うためのプロトコルについて検討を行う。

本研究のシステムでは、認証・認可の単位として、特定の組織等の粒度の大きな単位、特定の教材等の粒度の小さな単位の2種類が混在することが予想される。それぞれに適合可能な方式という観点から、リソースへのアクセス管理に用いられる既存の認証・認可プロトコルについて調査を行う。

その後、本研究のシステムで想定される利用形態を検討し、それぞれの利用形態で必要と考えられる認証・認可ポリシーを仮定する。その上で、仮定したポリシーをサポートすることが可能な認証・認可の方式について、既存のプロトコルの適用も含めて、本システムに適したプロトコルの設計を行う。

設計した認証・認可プロトコルに適合させるため、複数サーバ上の教材の利用方式、メタデータの横断的な利用方式についても再検討を行った上で、認証・認可プロトコルを組み込んだ教材配信システムの設計と実証システムの開発を行う。開発した実証システムを実験環境にて稼働させ、想定した利用形態においてシステムが実際に機能することを検証する。

#### 4. 研究成果

本研究では、異なる団体・組織が管理する複数の教材管理サーバ上に存在する e ラーニング教材を横断的に利用することが可能な教材配信システムを開発した。また必要となる技術要素について、プロトタイプによる検証を進めることで、システムが機能することを確認した。以降では、本研究で開発したシステムの詳細について述べる。

(1) 本研究のシステムでは、SCORM 形式の教材を対象とし、複数の教材配信サーバ上に存在する SCORM 教材を同時に利用可能とした。具体的には、SCORM 教材の構成を示すマニフェストファイルに対して、SCORM 教材が存在するアドレスを記載しておき、学習時にマニフェストファイルの記載に従って、教材配信サーバ上の教材を参照するようにした。

SCORM では、教材内容を表す SCO が LMS から提供される API Adapter を利用して学習履歴の保存等の通信を行う。本システムでは、LMS が提供する API Adapter と SCO は異なるサーバ上に存在することになるが、この場合、Web ブラウザのセキュリティ上の制限により、SCO と API Adapter は直接通信することができないという制約が存在する。

そこで、非同期メッセージングを利用することで、異なるサーバ上に存在する SCORM 教材と LMS 間での通信を可能とする方式を考案した。この方式では、図 1 に示すように、Player と Wrapper と呼ばれるモジュールを用いて、SCO と API Adapter 間の通信を中継する。Player は SCO に対して、実際の API Adapter と同じインターフェイスを提供し、SCO から受け取った要求を Player から Wrapper への非同期メッセージングにより受け渡す。Wrapper は受け取った要求を実際の API Adapter に対して伝えることで、SCO と LMS 間での通信が成立する。

SCO から API Adapter への通信は、非同期に行われる。一方、SCORM の API Adapter は、同期での呼び出しとなる。そのため、実際の API 呼び出しが完了する前に、Player は SCO に対して結果を返す必要が生じる。また一般的な SCORM 教材では、学習終了直前に学習履歴の保存を実行するため、データ保存が完了

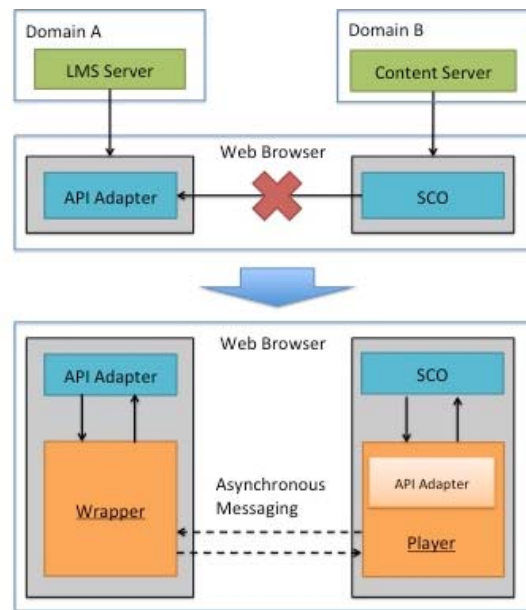


図 1 異なるサーバ上に存在する SCORM 教材を利用した学習の実現

しない可能性も存在する。

本研究では、これらの問題を解消する方法として、前者については、教材の起動時に必要となる値を Wrapper が取得し、事前に Player に保存しておく方式、後者については、教材間のナビゲーションを工夫する方式により、問題を回避できることを明らかにした。ただし、この方式では、利用できる機能やナビゲーションに制約が生じるという問題があった。そこで、マニフェストファイル中に、教材が本システムでの非同期メッセージングを利用していることを示すフラグを付与し、既存の SCORM エンジンにフラグに応じて動作を変更するように拡張することで、問題の解消を可能とした。

(2) 複数サーバ上に存在する教材のメタデータを収集し、教材を横断的に組み合わせ利用可能とした。複数サーバ上のメタデータを利用するシステムの構成を図 2 に示す。複数の組織・団体等がそれぞれの教材を公開する際、本システムでは、公開相手ごとに異なるポリシーでの提供を想定していることから、実際の教材管理を行うリポジトリと教材のメタデータを扱うレジストリという異なるサーバからなる構成とした。

リポジトリは、大学等の教材を公開する主体ごとに存在し、それぞれが公開する教材が登録される。登録される教材は SCORM 形式の教材であり、SCORM パッケージの単位で管理される。一方、レジストリは、教材を利用する主体ごとに存在する。レジストリには、複数のリポジトリが登録可能であり、各リポジトリに登録されているマニフェストファイ

ルとリポジトリ管理者により付与されたメタ情報を収集して蓄積する。レジストリに蓄積される情報は、利用者の指示により、HTTPを利用してリポジトリから収集される。

収集した教材から、利用教材を選択する機能を実現する際、課題となる点を明らかにするため、既存の教材配信事例について調査を行った。具体的な教材配信事例として、全国の大学等へ SCORM 形式の汎用的な e ラーニング教材を配信することを目的とした UPO-NET プロジェクトを対象とし、教材選択機能に必要とされる機能を検証した。その結果、制作者が設定したコースの範囲を越えて、複数のコースから教材を組み合わせて利用する機能への必要性が示唆された。

そこで、本システムでは、単に教材を選択するだけではなく、教材を複数のリポジトリを横断して組み合わせて利用することを可能とした。利用者がレジストリにアクセスすると、教材のリストが提示され、リストから教材を選択することで、選択した教材の教材構造が提示される。他に組み合わせて利用したい教材がある場合は、改めて教材リストから教材を選択することで、異なるサーバ上の教材を含めた利用を可能とした。また教材中の不要部分については、教材構造から削除することを可能とした。

教材を選択すると、SCORM パッケージがダウンロード可能となり、LMS に登録することで教材を利用した学習が実現される。SCORM パッケージには、(1) で示した方式により学習を実現するため、教材のアドレスが記載されたマニフェストファイルと Wrapper が含まれている。

(3) 想定される利用形態を検討し、教材を利用するための LMS の運用形態として、組織単位で導入された統合認証等を LMS で利用する場合、及び教員個人や特定の部署単位等で LMS を単独で利用する場合を対象とした。それぞれに対応する教材利用の認証・認可方式として、前者には複数の組織間で認証情報を受け渡すことが可能な Shibboleth を利用し、後者には教材登録時に認証トークンを発行してメタデータに含め、教材利用時に認証トークンを送信することで、利用組織の認証と教材利用の認可を行うプロトコルを設計して利用することとした。

これまでに示した一連の要素を組み合わせたシステムにより、異なる複数の団体・組織等により開発された e ラーニング教材の共有・再利用を想定した教材配信システムを実現することができた。

今後は、本研究での成果に基づき、実運用が可能なシステムを開発し、実際の教材配信に適用することが課題となる。これにより、

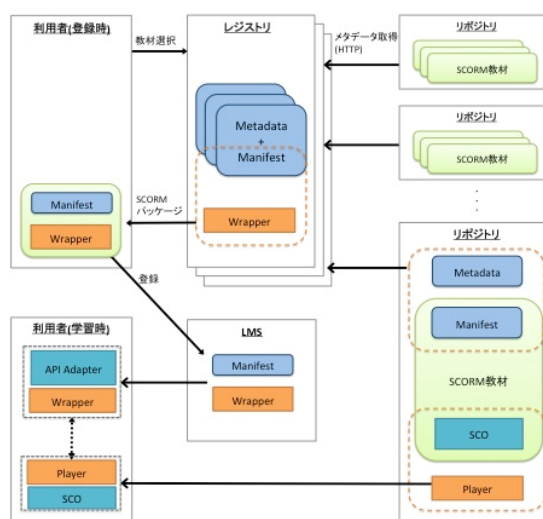


図2 複数サーバ上のメタデータの利用

運用を通じたシステムの改良が図られると共に、大学等における e ラーニング教材の共有・再利用の推進に資することが期待される。

## 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)

[雑誌論文] (計 1 件)

- ① 杉山秀則、小松川浩、仲林清: 教材管理機能を有する教材配信システムの開発、日本教育工学会論文誌、34 巻 4 号、pp. 353-364、2011 年 (査読有)

[学会発表] (計 3 件)

- ① 杉山秀則: 複数サーバ上の SCORM 教材を利用可能な教材配信システムの開発、日本教育工学会第 28 回全国大会、2012 年 9 月 16 日 (長崎大学)
- ② 杉山秀則: クライアントサイドでの非同期通信により SCORM2004 のクロスドメイン制約を回避する手法の提案、教育システム情報学会第 26 回全国大会、2011 年 9 月 2 日 (広島市立大学)
- ③ 杉山秀則、小松川浩、仲林清: 大学間での共通基盤としての利用を想定した e ラーニング教材配信の実践、教育システム情報学会 2010 年度特集論文研究会、2011 年 3 月 19 日 (九州工業大学)

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

杉山 秀則 (SUGIYAMA HIDENORI)  
放送大学・ICT 活用・遠隔教育センター・助教  
研究者番号: 10435703