

令和 4 年 6 月 27 日現在

機関番号：12604

研究種目：挑戦的研究（萌芽）

研究期間：2019～2021

課題番号：19K21749

研究課題名（和文）規格準拠状況に対する柔軟性と横断性を備えた潜在教材リポジトリ自動生成メカニズム

研究課題名（英文）Methods for Automatically Generating the Repository of Latent Teaching Materials with Flexibility for Standards-Compliance Status

研究代表者

宮寺 庸造（Miyadera, Youzou）

東京学芸大学・教育学部・教授

研究者番号：10190802

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 4,900,000円

研究成果の概要（和文）：本研究では、e-learningの実際的发展のために不可欠な教材コンテンツの充実を阻害する要因として、「標準規格に準拠した教材作成の負担」と「教材発見の困難性」という連動する二重構造の問題に焦点をあて、それらに対応可能な形で、利用者の教材発見、作成者の現実的規格準拠、双方に対する実効的支援の実現を目指す。そのために、規格未準拠の公開教材を分析し、規格準拠に関わるメタデータを抽出する手法を開発した。その上で、複数のWebサーバから規格準拠状況に対して柔軟に教材を収集し、メタデータや所在情報等と共に体系化して潜在教材リポジトリを自動生成するメカニズムを開発した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

これまで目前に存在を認めながら十分に活かされてこなかった潜在教材を活用可能化し、標準規格準拠へのハードル軽減支援を合わせて提供することで、獲得・作成の両側面からe-learning教材充実の意義を有する。

また、教材の標準規格準拠状況やメタデータ、未準拠教材に不足している要素などを所在情報と共に整理し、教材リポジトリを生成することで、教材作成者に対する標準規格準拠のための示唆、教材利用者に対する教材獲得支援の双方に寄与する基礎情報の創出に挑戦する本研究は、従来とは異なる視点での知見積み上げを可能とし、教育工学研究の新たな可能性を提示する意義を有する。

研究成果の概要（英文）：The demand for enriching e-learning contents has increased with the diversification of learning styles. Although e-learning contents have been standardized (e.g., SCORM), the distribution and sharing of teaching materials has not progressed sufficiently. There has been a two-sided problem which arise this problem. The two factors are the heavy burden on creating teaching materials and the difficulty of acquiring teaching materials that comply with the standards. To overcome these problems, there have been systems to promote the sharing of learning contents. However, most existing systems targeted only the materials that comply with the standards. In this research, we aimed at developing methods to automatically generate the repository of e-learning contents by organizing the standard-conformance status of teaching materials scattered on the Web and the insufficient elements in non-compliant teaching materials together with location information.

研究分野：教育工学

キーワード：潜在教材リポジトリ e-learning教材 教材収集 規格準拠状況診断 教材標準規格

1. 研究開始当初の背景

近年、SCORM (Sharable Content Object Reference Model) を始めとする e-learning の標準化が進み、活用機会が広がったことで、それに準拠した LMS (Learning Management System) 等が普及してきている。それに伴い、教材コンテンツの重要性が増加し、教材の流通・共有が求められているが十分に進んでいない。その要因として、教材作成者にとって、規格に準拠した教材を作成することは負担が大きいという点が挙げられる。また、規格に準拠した公開教材が限られているため、教材利用者が求める教材を獲得することが難しいという点が挙げられる。この問題を解決するためには、作成者と利用者の双方に対する実効的支援が必要となっている。

これに対して、Web 上の教育コンテンツの自動収集手法、教材の再利用性向上のためのオブジェクトデザインパターンなどが報告されている。それぞれ一定の効果が期待できるが、規格に準拠した教材と準拠していない教材の混在には対応していないなど、課題が多い。

ゆえに、標準規格の利点を認めつつも、教材作成の負担軽減、および、規格未準拠教材を含めた教材発見・共有の容易化という2つの側面に対応し得る、抜本的な支援実現が必要と言える。

2. 研究の目的

少数教員グループなど限られた範囲で作成・共有使用されている標準規格未準拠教材を複数の Web サーバから収集し、学習目的・範囲などを体现するメタデータ、および、規格準拠状況 (未準拠要素) の分析・体系化により、「潜在教材リポジトリ」を自動生成するメカニズムを開発する。支援システムのプロトタイプを開発し、教材検索可能化 (利用者)・規格準拠のための示唆 (作成者) の両面的支援による教材コンテンツ充実策の新たな可能性を示す。

3. 研究の方法

本研究では、まず、Web 上の複数サーバから教材を自動収集する手法、収集した教材を分析して、メタデータを抽出する手法をそれぞれ開発する。次に、メタデータの分析に基づいて、個々の教材の規格準拠状況を診断する手法を開発する。これらの手法に基づいて、教材の規格準拠状況やメタデータ、未準拠教材に不足している要素などを所在情報と共に整理し、教材リポジトリを生成するシステム (図1) を開発する。これにより、教材作成者に対しては、標準規格に準拠するために満たすべき要素を示唆するサービスの基礎を構築し、規格に準拠した教材作成の負担軽減に資することを旨とする。教材利用者に対しては、規格に準拠していない教材を含めた教材検索を可能にするための基礎となる情報を提供し、教材獲得支援に資することを旨とする。

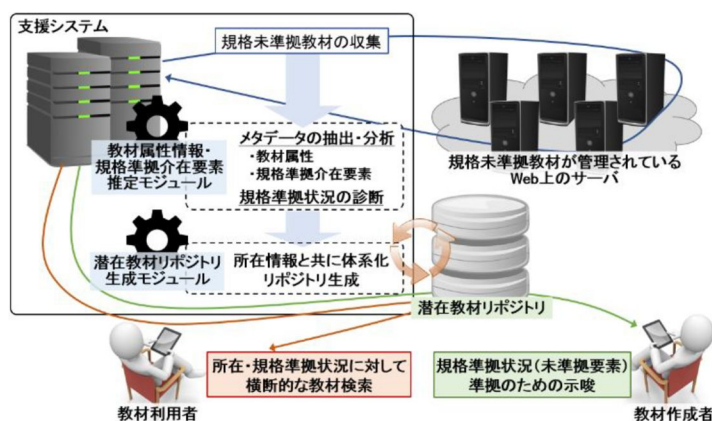


図1 潜在教材リポジトリの生成

4. 研究成果

4.1 潜在教材リポジトリの自動生成

(1) 支援の概要

本研究では、Web 上の複数のサーバから教材を自動収集し、標準規格準拠に関わるメタデータを抽出する手法を開発する。抽出したメタデータの分析に基づいて規格準拠状況を診断し、教材の所在情報等と共に体系化し、潜在教材リポジトリを生成する機構を開発する。これにより、教材作成者と利用者に対して教材の準拠状況の示唆や検索支援を行うための基盤を構築する。潜在教材リポジトリ生成システムによる支援の概要を図2に表す。

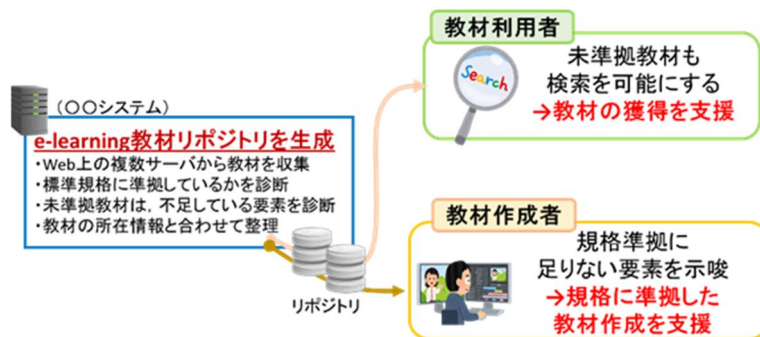


図2 支援の概要

(2) 属性情報・規格準拠介在要素の実際様態の把握

実際の e-learning 教材のうち、規格未準拠状態にあるものを1つ1つ丁寧に観察・分析した。特に「未準拠教材を対象とする上での実現性」を念頭に、属性情報(学習目的、内容・範囲等)、および 標準規格の準拠・未準拠の診断に用いる介在要素の候補を、実際様態と共に洗い出した。

(3) 教材の自動収集

e-learning 教材が公開されている Web 上のサーバやサイトを監視し、必要な教材コンテンツのデータを取得する教材取得モジュールを開発した。

本研究では、指定した Web サイトから a タグの href 属性を取得し、予め準備した指定フォルダに教材コンテンツをダウンロードする。また、アンカーテキストと URL をデータベースに保存する。

Web 上の教材コンテンツを教材と判定する基準として、事前に、教材のタイトルを表すキーワード群を用意する。これらのキーワードがアンカーテキストの一部と合致した場合、そのハイパーリンク先を教材とみなす。

(4) 教材メタデータの抽出

教材取得モジュールにより収集した教材からメタデータを抽出する。e-learning の標準規格である SCORM で用いられる LOM (Learning Object Metadata) 規格では約 60 のメタデータ要素を規定しており、大きく 9 つのカテゴリに分類される。SCORM メタデータ情報モデルを表 1 に示す。

表1 SCORM メタデータ情報モデル

属性カテゴリ	メタデータの例
1 一般	タイトル, キーワード
2 ライフサイクル	開発者, バージョン番号
3 メタメタデータ	メタデータを付与した人の情報
4 技術的事項	データのフォーマット
5 教育的事項	利用者の到達度, 難易度
6 権利	所有権, 利用状況
7 他オブジェクトとの関連	他の学習プロジェクトとの関連
8 注釈	対象へのコメント
9 分類体系	分類体系の目的

本研究では約 60 あるメタデータ要素から Title, Description, Metadata Scheme, Format, Location, Cost, Copyright And Other Restrictions の 7 つのメタデータに着目する。これらのメタデータはマニフェストファイルが教材フォルダ内の XML ドキュメントやスキーマ定義ファイルに最低限存在しなければならないものである。これらの必須メタデータに注目し、抽出する。抽出したメタデータから教材の標準規格準拠状況を診断し、各属性情報を所在情報と共に体系化する。

(5) 教材の標準規格準拠状況の診断

本研究では、SCORM コンテンツの適合性検査のうち、メタデータ適合性検査とコンテンツパッケージ適合性検査の一部にあたるものを実施する。規格準拠状況診断の流れを図 3 示す。

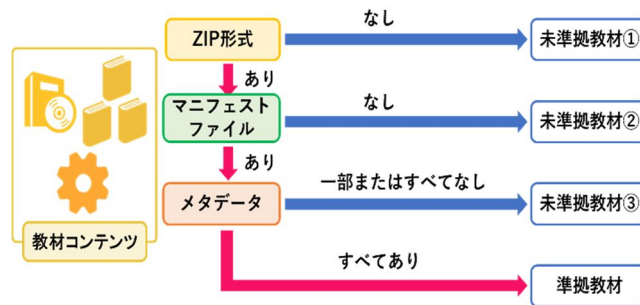


図3 規格準拠状況診断の流れ

教材の拡張子が ZIP 形式であるか、教材フォルダにマニフェストファイルが存在するか、XML ドキュメントやスキーマ定義ファイルに 7 つのメタデータが存在しているかに注目して規格準拠状況の診断を行う。

まず、SCORM に準拠した教材が主に ZIP 形式にまとめられていることから、教材が ZIP 形式ではない場合、その教材を未準拠教材 とする。

また、規格準拠教材は教材フォルダ内に必ずマニフェストファイルが存在していることから、マニフェストファイルが存在しない場合、その教材を未準拠教材 とみなす。

教材フォルダ内にマニフェストファイルが存在する場合でも、XML ドキュメントやスキーマ定義ファイルに、7 つのメタデータの一部もしくは全部が欠けている場合、その教材を規格未準拠教材 とみなす。

教材の拡張子が ZIP 形式であり、教材フォルダにマニフェストファイルが存在し、なおかつ、XML ドキュメントかスキーマ定義ファイルに 7 つのメタデータが全て存在している場合、その教材を規格準拠教材とみなす。

教材の規格準拠状況の診断後に、個々の教材のデータ類と規格準拠状況を表すメタデータを対応づけて、潜在教材リポジトリを構築する。

4.2 潜在教材リポジトリ生成システム

(1) リポジトリ生成システムの概要

リポジトリ生成システムの概要を図4に示す。本システムは、予め定めた複数の Web サーバを定期的に監視し、教材を逐次収集する。収集した教材について、上述した手法に基づいて、規格準拠状況を診断する。教材のファイル構成・形式のチェックに加えて、個々の教材からメタデータを抽出し、データベースに蓄積する。一方、標準規格で要求されるメタデータをデータベースとして整備しておく。両者を照合することで診断を実施する。

未準拠教材については、不足しているメタデータを特定する。加えて、未準拠教材のタイトル情報や Web サーバ上における当該教材の HTML アンカー等を分析し、メタデータに類する候補を推定する。これらを所在情報と共に整理し、リポジトリを生成・更新する。

これにより、教材作成者・教材利用者双方に対する支援の基盤を構築する。

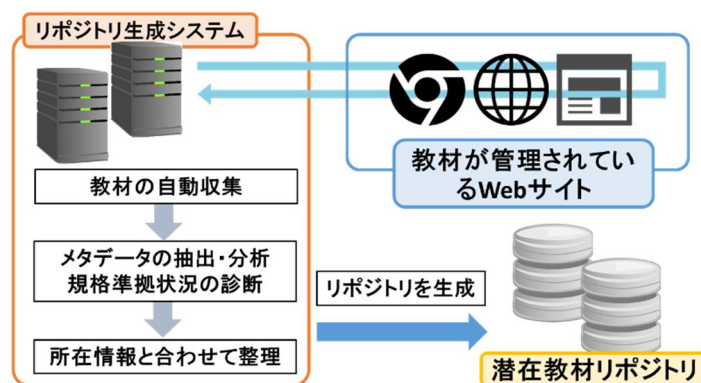


図4 リポジトリ生成システムの概要

(2) システム要件

目標とする支援と、実際の e-learning 教材の観察を踏まえて、システム要件を以下の通り整理した。

要件1: 予め指定した複数の Web サイトから教材を自動的に収集できること。

要件2: 収集した教材フォルダからメタデータを抽出できること。

要件3: メタデータの分析に基づいて、教材が規格に準拠しているかどうかを診断できること。

要件4: 未準拠教材について、メタデータになり得るデータを抽出できること。

要件5: 標準規格に準拠するために充足すべき要素(不足しているメタデータ)を出力できること。

要件 6：教材の規格準拠状況，メタデータを所在情報と共に整理し，リポジトリを生成できること。

(3) 機能設計

上記のシステム要件を満たすために，本システムに以下の機能を具備する。

教材自動収集機能：予め指定した Web サイトの a タグの href 属性を取得し，その分析に基づいて教材を収集・蓄積する（要件 1 に対応）。

メタデータ抽出機能：収集した教材から，準拠状況の診断に使用するメタデータを抽出し，それぞれデータベースに蓄積する。未準拠教材については，不足しているメタデータを特定し，データベースに蓄積する（要件 2 に対応）。

規格準拠状況診断機能：収集した教材フォルダの形式が規格に合っているか，また，フォルダ内の特定ファイルが規格通り存在するかを調べ，その情報をデータベースに蓄積する。データベースに蓄積された情報をもとに準拠状況を診断する（要件 3 に対応）。

メタデータ候補抽出機能：規格未準拠と診断された教材について，教材のタイトルや該当する HTML のタグ等を分析する。予め用意したワードセットと照合し，メタデータの候補を推定し，データベースに蓄積する（要件 4 に対応）。

リポジトリ生成機能：教材のタイトル，規格準拠状況，メタデータ，さらに，未準拠教材については不足している要素，メタデータ候補を，所在情報と共に体系化し，リポジトリを生成する（要件 5，6 に対応）。

(4) プロトタイプの開発

上記の設計に基づいて，リポジトリ生成システムのプロトタイプを実装した。本システムは，上記の機能群を実現するための，教材自動取得部，準拠状況診断部などのモジュール，および，各モジュール間の連携などの基礎的な機能を司る基盤システムから構成される。開発言語は Python，OS は Windows10 を採用した。また，取得した教材のメタデータや所在情報を管理するためにデータベースを構築した。DBMS には MySQL を使用した。

4.3 実験と考察

潜在教材リポジトリ生成手法の有効性検証と知見獲得を目的として，実験を行った。具体的には，開発したシステム・モジュールを用いて，インターネット上で公開されている e-learning 教材を対象として，リポジトリ生成を試行した。

まず，教材収集から，メタデータ等の分析，リポジトリ生成まで一連の処理を概ね意図通り行えることを確認した。また，今後の運用に向けた課題抽出と知見整理を念頭に，以下の検証を実施した。

(1) 教材コンテンツの自動収集手法の妥当性検証

e-learning 教材を公開している複数の Web サイトを指定し，開発したシステムを用いて教材の収集を実施した。その結果，規格準拠教材，未準拠教材いずれについても高い精度で収集できることを確認した。また，Web 上の教材抽出に際して分析している href 属性について，現状の条件では対応できないケースなど，今後対応すべき課題を抽出した。

(2) 標準規格準拠状況診断手法の妥当性検証

開発したシステムを用いて Web 上から収集した e-learning 教材の標準規格準拠状況を診断した。一方，教材を 1 つ 1 つ目視で精査して正解データ（個々の教材の標準規格準拠状況）を準備した。両者を比較することで診断の精度を確認した。その結果，開発したシステムにより，高い精度で準拠状況を診断できることを確認した。ただし，本研究で対応範囲とする規格未準拠状況のうちの一部は，実験で扱った教材の中に該当するケースが存在していなかった。対象教材を広げた更なる検証が必要である。

(3) 不足データ推定手法の妥当性検証

実際の標準規格未準拠教材を対象として，開発したシステムを用いて規格準拠に照らして不足しているメタデータの候補の抽出を試行した。その結果，概ね意図通りの抽出処理が行えることを確認した。ただし，メタデータの種別によって，現状では精度にばらつきが認められ，候補選出の基準について更に検討が必要だと考えられる。

今後は，対象とする e-learning 公開サイトを広げて更に実験を行い，検証と知見集約を重ねることが重要と考える。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計2件（うち査読付論文 2件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 Shoichi Nakamura, Takuya Kobari, Ryo Onuma, Hiroki Nakayama, Hiroaki Kaminaga, Youzou Miyadera	4. 巻 -
2. 論文標題 Methods for Diagnosing the Standards-Compliance Status of Latent Teaching Materials	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Proc. 2021 IEEE International Conference on Computing	6. 最初と最後の頁 61-65
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1109/ICOC053166.2021.9673505	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Shoichi Nakamura, Taiga Kumada, Ryo Onuma, Hiroki Nakayama, Hiroaki Kaminaga, Youzou Miyadera	4. 巻 -
2. 論文標題 Methods for Automatically Generating the Repository of Latent Teaching Materials Considering the Mixed Levels of Standards-Compliance	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Proc. 2020 IEEE Conference on e-Learning, e-Management and e-Services (IC3e)	6. 最初と最後の頁 71-75
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1109/IC3e50159.2020.9288387	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計2件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 渡邊優介, 大沼亮, 中山祐貴, 神長裕明, 宮寺庸造, 中村勝一
2. 発表標題 規格準拠状況の分析に基づく潜在教材リポジトリ生成システムの開発
3. 学会等名 情報処理学会東北支部研究会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 熊田大雅, 大沼亮, 中山祐貴, 神長裕明, 宮寺庸造, 中村勝一
2. 発表標題 e-learning教材の規格準拠状況の分析に基づいた潜在教材リポジトリの自動生成手法の提案
3. 学会等名 情報処理学会 東北支部研究会
4. 発表年 2020年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究 分担 者	中村 勝一 (NAKAMURA Shoichi) (60364395)	福島大学・共生システム理工学類・教授 (11601)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------