

**科学研究費助成事業 研究成果報告書**

平成 28 年 6 月 3 日現在

機関番号：32665

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2013～2015

課題番号：25730209

研究課題名(和文)教材とノートの連携および共有支援を実現する学習メタデータ管理手法に関する研究

研究課題名(英文)Study on Learning Content Sharing System based on Learning Metadata Management

## 研究代表者

関 亜紀子 (SEKI, Akiko)

日本大学・生産工学部・専任講師

研究者番号：60386670

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,700,000円

研究成果の概要(和文)：学習履歴を複数の端末間で共有するためのプロトタイプを作成すると共に、関連する技術動向を調査することで、異なるアプリケーションやユーザ間で学習履歴を共有するためのシステムの基本の要件を抽出した。また、オープンコースウェアなどで公開される学習コンテンツの中から、学習状況に応じたコンテンツの探索を支援するためのコンテンツ探索手法を検討し、併せて書籍情報やシラバス情報を活用したコンテンツ管理のための学習メタデータを設計した。

研究成果の概要(英文)：We implemented a prototype for sharing a learning history between different devices, and clarified the functional requirement of the system based on the survey about related technology of Learning Support System. And we proposed the contents sharing system which supports searching for learning contents from the Internet based on a student's learning situation. Furthermore, we designed the learning metadata for the contents managing which used book's metadata and syllabuses

研究分野：情報通信

キーワード：電子書籍 シラバス 学習コンテンツ

## 1. 研究開始当初の背景

研究開始当初の学校教育の動向は、情報化に関する検討が各方面で進められており、E-learning、電子黒板、タブレット端末の活用などが広がっていた。中でも、教科書の電子化に関する検討が多くなされており、国内では、文部科学省「教育の情報ビジョン」やデジタル教科書教材協議会(DiIT)を中心に、デジタル教科書・機材の要件や課題の整理、ソフトウェア環境やハードウェア環境の構築、実証実験などが進められていた。そして、これらの実証実験を通して、コンテンツ不足やデジタル教科書を使った最適な授業手法の開発などが課題として挙げられていた。また、E-learningの分野でも議論されていた教材の共有に関して、全ての教員が必要なデジタル教材を作成するだけのスキルを備えているわけではないことから、必要とする教材を簡単に検索・編集する仕組みや、作成した教材を共有・販売するための仕組みの確立が要求されていた。

技術面の動向は、電子書籍のコンテンツフォーマットとして、IDPF(International digital Publishing forum)によりEPUB 3.0が策定された。また、電子書籍に対応したアプリケーションやリーダ端末の市場が拡大し、多様な選択肢が増え始めていた。端末の機能面では、ネットワーク機能を搭載した電子書籍端末が一般的となり、タブレット型PCやペン入力対応機器などが増加し、教育の場面でこれらの機器の利用が身近なものになるようになっていた。また、講義室内でのICTの活用も増えており、電子的な講義資料の配布や、インターネットを介した情報収集などが行われていたり、学生自身が講義中に個人用PCで授業のノートを記録したり、携帯端末を利用して板書内容等を撮影したり、講義内容や実験の様子を動画として記録する場面も増加していた。今後、複数のアプリケーションやデバイスで学習する機会が増えると予想される一方で、保存したデータを紛失したり、必要な資料になかなか辿り着けず、講義の進行に遅れをとる学生も存在しているという状況が課題になりつつあった。

## 2. 研究の目的

このような状況では、学習情報は一つのアプリケーションやデバイスに閉じて管理するのではなく、異なるアプリケーションや異なるデバイス間で共有し、連携できることが求められる。そこで、本研究は、学習中に、異なる複数のアプリケーションやデバイスで参照された教科書やノート、Webコンテンツを関連付けるための、データ管理と連携手法の確立を目的としている。

また、講義中に参照した教科書や配布資料や、MoodleなどのE-learning用の学習コンテンツ、教材やレポート作成時に参照したコンテンツを異なるユーザ間で共有し、利活用

を促進する教材共有システムをデザインすることを目的とする。

## 3. 研究の方法

学習コンテンツの共有支援をするための学習支援システムの基本構成と学習メタデータの設計を行う。また、併せて関連する技術動向調査を行う。

### (1) システムの基本構成の検討

学習支援システム全体の基本構成の検討では、学生向けの自己学習支援のための教材探索手法と、教員のための教材共有のためのコンテンツ推薦の実現手法を検討する。ここでは、特定のデバイスやアプリケーションに依存しない形での実現を念頭におき、Webアプリケーションベースでの設計を行う。これにより、学習教材の共有を同一のクラス内だけではなく、他のクラスや他校の授業で使用している教材の共有を実現し、それにより教室で学習している内容の理解を促すための関連資料や、発展学習に繋がる関連資料を効率よく発見できるようにすることを目的とする。

### (2) 技術動向の調査

既存の教育機関向けの学習支援システムや電子教科書システム、クラウド型のファイルや情報共有のためのサービスを調査する。さらに、コンテンツ共有システムのコンテンツフォーマットとして、既存のMoodleなどの学習支援システムのコンテンツフォーマット、電子書籍のコンテンツフォーマットであるEPUBと対応するリーダの技術動向を調査する。そして、それらのフォーマットを活用したコンテンツ検索や学習支援システム、リーダやエディタの機能特性を調査する。

### (3) コンテンツ共有手法の検討

ネットワーク上で配信されているコンテンツの中から、学習者や教育者が意図する学習コンテンツを効率よく探索するためのコンテンツ管理手法を検討する。Web上で公開されるコンテンツの中から、ユーザの目的に応じたコンテンツを効率よく発見することに重点をおき、類似の学習内容を学ぶ他校の教材を効率よく探索するための学習メタデータの検討と、Web上のコンテンツの探索方法、図書の選別支援について検討することで、従来のWeb検索や書店の選書にかけていたコンテンツの選別時間を削減することを目的とする。

## 4. 研究成果

### (1) システムの基本要件の抽出

まずは、学習履歴を一元管理手法の検討として、Webアプリケーションベースのプロトタイプを作成した。ログイン後のホーム画面で学習したい科目を選択させることで科目情報を付加し、Webブラウザ上でユーザが操

作した日時を記録することで、参照した講義資料のローケーション、学習中に記録したノートのデータ、ユーザが主体的に登録した Web ページの URL をサーバに登録する。この学習履歴を各デバイスで共有することにより、科目単位での学習内容を整理し、教材やノート、Web などの閲覧関係を知ることができる。なお、今回の試作では、ユーザによるファイルの開閉や保存操作について履歴を登録しているが、キーボード操作やマウス操作などに対応してバックグラウンドで履歴を管理することで、教科書の閲覧部分とノートの書き込み内容の関係など、より細かな教材間の閲覧関係を履歴から分析できると考えられる。また、数ページ以上にわたる教材の場合は、コンテンツの識別だけでなく、コンテンツ内の閲覧部分やノートの編集箇所を対応づけられるように、コンテンツの構造情報も管理することが有効と考えられる。

プロトタイプを検討のほか、教育システムやクラウドを活用としたサービスや研究の技術動向を調査した。まず、電子教科書に関する製品や研究では、義務教育を対象とした提案が多く、従来の紙媒体に対して行われているラインやメモの挿入、画像などのファイルの添付、ブックマークや菜の機能が共通して存在することが分かった。また、講義中の情報共有に関しては、専用装置を教室内に導入することで、教師と学習者間の資料の共有や同期が実現されていた。また、クラウドを活用したアプリケーションでは、複数のデバイス上で閲覧した Web ページの履歴を登録やドキュメントの編集履歴の共有、さらに、クラウド上に保存した情報を他者と共有できると分かった。

これらのことから、ファイルや Web ページなどのコンテンツ単位の参照履歴の管理とデータ共有については、技術的に必要な機能が実現できていることが分かった。またノートや電子教科書のプラットフォームとしては、多種多様なアプリケーションが存在するが最低限の基本機能は揃っていることから、専用のアプリケーションに限定するのではなく、使い慣れたアプリケーションを各学習者が自由に選定し利用できるシステム設計が重要になることが分かった。

そこで、システムの基本要件は、1. 教材やノートの保存先を限定しない、2. 操作履歴に科目 ID を対応づけた履歴を付加することがある。さらに、今後の課題として、異なるユーザやアプリケーション間でこれらの履歴情報を活用できるように、履歴の共通フォーマットを作成することが重要である。また、こうした学習履歴を学習者間で共有することで効率の良い学習の支援ができると考えられる。例えば、学習者の多くが教科書の内容理解に参照した Web ページや教材の URL 等を、教科書のページと関連づけて管理し、新規の学習者に推薦することで、情報検索にかけていた時間を省くとともに、情報検

索に対するリテラシーの低い学習者への支援に繋がると考えられる。

## (2) 学習コンテンツの探索手法

近年、大学や大学院などの高等教育機関で正規に提供された講義と関連する学習コンテンツが、オープンコースウェアとしてインターネット上で無償公開されることが増えている。このような他の教育機関で開発された学習教材を、自己学習に活用することで、さらなる学習内容の理解の定着や、発展学習に繋がると期待される。一方で、これらの学習コンテンツは、大学ごとあるいは学科ごとに公開されており、異なる大学を対象とした横断検索に十分に対応していない。また、教材検索は、科目名や教材名を対象としたキーワード検索が主流であるが、同じキーワードを含む科目でも、教科の対象分野や学科のカリキュラムの違いなど、専攻分野や前提となる科目の学習状況が異なると適した教材を見つけにくい状況にある。そこで、学習コンテンツの探索を支援するための検討として、シラバスに着目した類似教科の探索手法と、学習目的に応じた参考書の推薦手法、資料内容を基準としたコンテンツの選定支援手法を検討した。

### 類似教科の探索手法

類似教科の探索手法の検討では、学習中の科目内容だけでなく、その前提科目の存在を考慮した探索手法を提案した。ここでは、シラバス情報をもとに学科間のカリキュラムの類似度を算出し、類似カリキュラム内での科目の類似度を評価する。まず、カリキュラム別のクラスタを構築するために、基準となる学部・学科を選定し、各学科のカリキュラムの類似度をもとにクラスタを構築し、特徴を抽出する。このクラスタと新規の学部・学科の類似度を評価することでクラスタを拡張し、細分化する。

基準のクラスタの構築は、進学や就職向けのサイトで活用されている学部・学科の区分を活用し、工学や理学、理工学などの学部開設されている情報系の学科を対象とする。次に、細目で分類される学部・学科から複数校を選定し、それらの学部・学科の専門分野の必修科目の講義科目を対象にクラスタを作成する。クラスタの作成は、各大学の Web シラバスの情報を活用する。一般的なシラバスに共通して含まれる「対象学年」、「科目名」、「授業目的」、「到達目標」、「各回の講義内容」に相当する項目から、特徴語を抽出し、得られた特徴語の類似度を用いてカリキュラムごとのクラスタを作成する。このクラスタを基準として、新規の学部・学科のカリキュラムの類似度を判別する。

次に、類似科目の探索は、同一クラスタに分類された学部・学科を対象に、シラバス間の類似度を求める。ここでは、各回の講義内容の進行や順序は考慮せず、対象の科目の学

習内容に現れる特徴語の類似度を用いて判別する。コンテンツ探索者が学習する科目のシラバスを基準に主要語を抽出し、それらの語が含まれるシラバスを対象に類似度を計算することで科目の候補を絞り込み、コンテンツ共有時の優先度を決定する。

#### 参考図書の推薦手法

参考図書の推薦手法では、シラバスに記載された各回の授業内容、教科書、参考書の情報を用いて、図書館が蔵書する書籍を対象とした図書のクラス分け手法を提案している。書籍および書籍情報のデジタル化のメリットとして、書籍名やジャンル、書籍の目次や概要情報をメタデータとして活用できる点がある。そこで、これらをメタデータとして、対象となる科目を基準とした図書の分類を学習者に示し、推薦する。

図書の分類は、まず、各科目の担当教員に、各レベルに応じた数点の書籍の選定を依頼する。図書のレベルとしては、初学者の学習に必要な入門レベル、復習や試験勉強など学習の理解を進めるために必要となる基本レベル、発展学習や研究用途などでの活用が期待される応用レベルがあり、さらに、プログラミングや統計解析などの科目の場合は、実践タイプの書籍などが存在する。これらの図書の選定は、シラバス作成時に教科書や参考書として行われていることが多いことから、各参考書のレベル分けだけでも対応できる。次に、選定された書籍を対象に、タイトルと目次に含まれる専門用語を抽出し、各レベルを特徴づける語のマップを生成する。その後、このマップを基準に、図書館で所蔵するキーワード検索された図書も同様にしてタイトルと目次の類似度を分析し、分類するモデルを構築した。また、シラバスに示された各回の講義内容と図書の目次に含まれる専門用語の類似度をもとに、授業内容と関連度の高い図書および授業の進行と各図書の対応関係をマッピングする。

これらの図書の分類とマッピングについては、C言語のプログラミングに関する科目と、オブジェクト指向に関する科目について実施し、それぞれ約30冊を対象に試行した。この結果、図書のレベル分けは、書籍の目次情報に含まれる専門用語の構成状況および、タイトルと目次、紹介文に含まれる特徴語から推定できることが分かった。また、提案手法により、概ね期待する図書の分類が可能なことを確認している。今後は、プログラミング以外の分野についても同手法の有効性を検証する必要がある。

#### 学習コンテンツの選定支援

学習内容の理解に役立つ学習コンテンツを効率よく探索するためのキーワードの抽出と、キーワード検索によりリストされた各Webページの内容評価を検討している。ここでは、学習者が記録したノートや講義資料等

から主要語を抽出し、得られたキーワードと学習目的に応じたキーワードを組み合わせる形で、既存の検索エンジンによるWebコンテンツ検索を行う。そして、検索結果の各ページ内容と元になった資料を基準とした内容の類似度および専門度を図書の判別と同等のモデルを用いて判別する。これについては、十分な検証を終えていないが、キーワードの選定手法と検索結果の評価手法について検討を進めている。

#### (3) 学習メタデータの設計

オープンコースウェア上のコンテンツや、MoodleなどのE-learning用の学習コンテンツを他校の教員や学習者向けに公開し共有するための学習メタデータとその管理手法を提案している。ここでは、高校学校等の学習内容と大学での専門分野との連携を視野に入れ、各教科およびその単元間の関連を管理するための学習メタデータを設計している。また、コンテンツの管理には、各学校が使用する教科書および授業計画を基準に行い、さらに教科書間の関連度をシステム内で管理することでコンテンツ共有を支援する方法を提案している。

高等学校までの学習コンテンツの管理には、文部科学省が提示する学習指導要領の各目標を仲介データとし、各教科書出版社が提供する年間指導計画案との対応をメタデータ化し、これをコンテンツ共有システム内で管理する。コンテンツ共有時には、コンテンツの公開情報と共に、対応する教科書のページ情報の登録を促す。これにより、コンテンツ検索時は、ユーザが使用する教科書のページを入力することで、共有されているコンテンツの中から関連の強いコンテンツの探索を支援する。このように異なる出版社の教科書を対象とした各ページ内容の対応関係と、コンテンツと教科書のページ内容との関連情報をシステムが管理することで、大学教育や学習塾などのように、各学習者が異なる出版社の教科書を所有する状況でも、一つの教科書を基準に統一的に復習ページを通知することや、教科書のページを基準としたコンテンツ参照が可能になると考える。

大学教育向けのコンテンツは、シラバスと教科書の章構成を基準に、参照する電子書籍の各項目と、講義計画や教材、Webコンテンツ等を学習メタデータとして関連づけて管理する。教科書として電子書籍を採用している場合は、EPUBCFI (EPUB Canonical Fragment Identifier)を用いて章構成を管理する。これにより、同一の書籍を使用している場合は、教科書のページに対応するコンテンツを検索できるようになる。また、異なる書籍を使用している場合も、書籍間の類似度、または、シラバスに基づく科目の類似度で絞り込むこと、学習目的に応じたコンテンツの探索を支援できると考えている。今後は、各研究成果と統合したプロトタイプを設計し、提案す

る学習メタデータを用いたコンテンツ共有システムの有用性を評価する必要がある。

## 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6件)

関 亜紀子、「シラバス情報を用いた教材探索支援システムの検討」,電子情報通信学会,2015年ソサイエティ大会,A-13-1,2015年9月10日,東北大学川内北キャンパス(宮城県・仙台市)

関 亜紀子、「学習コンテンツ共有支援のための教材メタデータ管理手法の検討」,日本デジタル教科書学会,2015年度年次大会(札幌)2P-02,2015年8月12日,ノボテル札幌(北海道・札幌市)

沖田 有里,関 亜紀子、「シラバスを用いた共通知識をもつ他大学生探索手法」,電子情報通信学会,2015年総合大会 ISS-SP-215,2015年3月12日,立命館大学 びわこ・くさつキャンパス(滋賀県・草津市)

坂東 文香,関 亜紀子「学生のためのシラバスを用いた図書分類手法の検討」,電子情報通信学会,2015年総合大会 ISS-P-130,2015年3月11日,立命館大学 びわこ・くさつキャンパス(滋賀県・草津市)

進藤 一輝,沖田 有里,関 亜紀子、「EPUBを用いた学習履歴共有システムの一検討」,電子情報通信学会,2014年総合大会 D-15-9,2014年3月20日,新潟大学(新潟県・新潟市)

沖田 有里,進藤 一輝,関 亜紀子、「電子教科書と関連教材の連携のための教育コンテンツ共有支援システムの提案」,電子情報通信学会,2014年総合大会 ISS-P-257,2014年3月19日,新潟大学(新潟県・新潟市)

## 6. 研究組織

### (1)研究代表者

関 亜紀子 (SEKI, Akiko)

日本大学・生産工学部・専任講師

研究者番号:60386670