

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 29 年 6 月 28 日現在

機関番号：53203

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2014～2016

課題番号：26350354

研究課題名(和文)理工系公開学習資源を活用した高専生向け英語学習教材の開発法

研究課題名(英文) ESP learning materials for students at colleges of technology based on the research on STEM OERs

研究代表者

青山 晶子 (AOYAMA, AKIKO)

富山高等専門学校・一般教養科・教授

研究者番号：40231790

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,900,000円

研究成果の概要(和文)：理工系公開学習資源を活用した高専生向け英語学習教材の開発法を研究した。先進的なOERレポジトリと、収蔵されている理工系の公開学習資源の調査研究を行い、その結果に基づき、理数系の基礎的な知識や概念を英語で表現できるようにすることをコンセプトとする教材を開発した。教材で扱う理数系の10トピック(37サブトピック)と高専高学年や専攻科での英語論文作成の基礎となる67個の文法事項および表現を精選し、それらを組み合わせた37個の学習オブジェクトを作成し、テキストにまとめた。

研究成果の概要(英文)：We studied how to develop an ESP material for technical college students based on the research on peer-reviewed STEM OERs. First, we investigated advanced institutional repositories such as MERLOT, OpenStax and OER Commons, as well as the STEM OERs stored there. Then, we developed an ESP material to teach the students how to use English to express fundamental knowledge and general ideas in math and science. We selected 10 STEM topics with 37 subtopics and 67 grammatical items and expressions that are important for students aiming to be engineers or researchers. Our research product was published as a textbook in 2017.

研究分野：英語教育

キーワード：OER STEM institutional repository

1. 研究開始当初の背景

(1) それまでの成果

高専の英語教員である研究代表者らは、15年以上にわたり、高専生の理工系専門分野の英語 (ESP :English for Specific Purpose 以下 ESP) の運用能力の向上のための、英語教材の開発に取り組んできた。

それまで開発した代表的な教材には、単語学習用の「理工系学生のための必修英単語 3300 COCET3300」がある。同教材は、高専生のために必要な理工系分野を中心に 3300語を選択し、例文と解説をつけたものである。2005年から6年間にわたり放送大学の Web サイトで公開されたほか、電子辞書への搭載、国際電気通信基礎技術研究所の CALL システムへの採用、書籍「理工系学生のための必修英単語 COCET 3300」(2007年出版、2010年絶版)での出版と、複数の媒体で利用された。書籍版は、その後、語数を 2600語に精選した「理工系学生のための必修英単語 COCET2600」¹⁾に改定され、現在も流通している。

(2) オープン教育資源の普及

英語教員が理工系 ESP 教材を作成する際には、いつも、どのようにして高品質な素材を確保するかという問題に直面する。

内容の質が保証されているという点では、専門書などからの引用が考えられるが、原著者の許諾を得るにはコストがかかりすぎる。インターネット上の情報は手軽だが、内容の信頼性や著作権確認の問題がについて回る。

そのため、質保証済みの理工系 ESP 素材として利用できるのは、高専の英語教員が独自に開発した理工系コーパスや、使用許諾を得た工業英検の過去問などに限られ、量も内容の多様性も十分とは言えなかった。

そのような中、2012年、ユネスコが「パリ OER 宣言」²⁾を採択した。パリ宣言の中の OER (Open Educational Resource : オープン教育資源) は、パブリックドメイン (知的財産権の保護期間が終了したり、権利が放棄されている状態) やオープンライセンスで公開された教育、学習、研究のための資料を指す。オープンライセンスとは、利用や再利用、再配布などデータを利用する際の著作権の制約が極めて少ないライセンスの形態である。実際には、原著者の著作権を保護しながら受け手も作品を自由に扱うことができる Creative Commons³⁾ライセンス (以下 CC ライセンス) を付与する。

パリ宣言によって、OER の研究奨励や検索、再利用、共有の促進など 10 項目についての勧告がなされ、高等教育機関や政府機関等によって運営されてきたレポジトリ (集積庫) におけるメタデータの充実や標準化、さらにはレポジトリ間の連合やコンソーシアム (共同運営機関) の形成などが進んだ。

(3) Learning Object の考え方

デジタルコンテンツに限らず、教材は、特定の学習者が特定の学習目標を達成するために開発されたものである。従って、ある目的に特化している分品質は向上するが、異なる文脈 (学習者のレベルや学習目標など) では使いにくくなる。品質が良くても、共有による普及が進まなければ、そのコンテンツが無駄になってしまう可能性が高い。

そこで考案されたのが、学習オブジェクト (Learning Object: 以下 LO) である。LO は、コンテンツをある程度の小さな単位に分解して文脈依存性を低めた「部品」として、コンテンツを開発するものである。LO は、収集先のレポジトリやコンソーシアムが決めたメタデータ (対象、言語、媒体、ライセンス、登録日などの情報) によって管理される。LO による少量多品種の素材が数多く流通するようになり、素材確保のコストは大きく削減した。

2. 研究の目的

本研究は、英語で書かれた理工系 OER を研究し、得られた情報をもとに、高専生のための理工系 ESP の教材を作成するためのノウハウを確立する。

3. 研究の方法

理工系 OER が多数収集されている先進的な機関レポジトリやコンソーシアムと、収集されている理工系 OER の調査研究を行う。

に基づき、高専生向けの理工系 ESP 教材の基本シラバス (対象、文法事項、トピック、配列) を決定する。

に基づき、LO 群を作成した後、配列を決め、テキストとして使用できるモデル教材を開発する。

4. 研究成果

(1) 先進的な機関レポジトリの特色調査

OER の共有再利用推進のための連合組織 GLOBE (Global Learning Object Brokered Exchange) の主要メンバーを中心に調査した。ここでは、理工系コンテンツが豊富な、米国カリフォルニア州立大学のオンライン教育用マルチメディア教材のレポジトリである MERLOT (Multimedia Educational Resource for Learning and Online Teaching)⁴⁾、米国 Rice 大のオープンテキストプロジェクトである OpenStax⁵⁾、米国知識管理教育研究機関 ISKME (Institute for the Study of Knowledge Management Education) の OER Commons⁶⁾、および北海道大学オープンエデュケーションセンター⁷⁾について報告する。

MERLOT

MERLOT は、1997 年カリフォルニア州立大学の分散学習センター (CSU-CDL :

California State University Center for Distributed Learning) による教材共有プロジェクトに始まる。翌年、CSU-CDL は、北米の優良実践センターのリーダーとして、100 のキャンパスに在籍する 90 万人の学生を擁するコンソーシアムを立ち上げる。現在は、MERLOT を管理するカリフォルニア州立大学システムを含むシステムパートナー 9 機関、キャンパスパートナー 5 校、国際連携機関 7 機関、Blackboard⁸⁾などの連携企業、および、Creative Commons などの 4 つの連携組織から成る巨大組織である。

MERLOT の主な特徴は、4 万を超える豊富なコンテンツである。特に理工系コンテンツが豊富で、「science」で絞り込むと 14,000 件余り、「technology」では 8,600 件余りが登録されている(2017 年 5 月 31 日現在)。全てのコンテンツが MERLOT 上にあるわけではなく、レファトリ機能(他のレポジトリのコンテンツのメタデータのみを管理する)によって、膨大なコンテンツを管理している。

絞り込み検索の項目には、学習者向けの基本情報を始めとする 7 つの項目がある。9 つの小項目からなる基本情報には、学習者の英語レベルの基準となる CEFL (Common European Framework of Reference for Languages の略。欧州評議会による外国語能力の参照基準)⁹⁾と ACTFL (American Council on the Teaching of Foreign Languages の略。全米外国語教育協会による英語口頭運用能力基準)¹⁰⁾も含まれる。教材開発者向けには、査読結果やコメントの有無、MERLOT が提供する教材制作ツール Content Builder の使用の有無、ライセンスの種類などの項目があり、google 翻訳による 30 を超える言語への翻訳機能などと合わせ、様々な配慮がなされている。

ユーザー数が多いコンテンツは、MERLOT の編集委員会によって、内容の質、教育効果、使いやすさ、および総合評価の 4 項目の評価を受けるシステムがあり、査読者によるコメント(強みと弱み)も公開される。優良コンテンツは、MERLOT Classics、Editor's Choice として認証される。

さらに、作成者と利用者、査読者が書き込んだコメントを通じて、ユーザーによるコミュニティが形成される仕組みがあり、コンテンツの收藏から利用者をつなぐ役割へとその機能を拡大しつつある。

OpenStax

OpenStax は、1999 年に米国 Rice 大で CC ライセンス付き OER のレポジトリである Connexions として始まったものである。現在は、Rice 大を基盤とする非営利の組織となり、pages と呼ばれる数万におよぶ LO や、LO 群を教科書風に仕立てた books と呼ばれるコンテンツが集められている。

2006 年、同大の出版局はオンラインのみの

テキストの出版を開始し、2012 年には、最も自由度の高い CC ライセンスを付加して公開し、誰もが無料で利用できる「オープンテキスト」を管理する現在の OpenStax となった。

OpenStax の最大の特徴は、設計当初から共有と再利用を目的とする教材の蓄積を目的としている点にある。従って、登録されているすべての教材の改変・再利用が、教育的、技術的、かつ法的に認められている。

OpenStax にも、理数系の教科書が多い。前身である Connections の大きな目的が、教科書購入による学生の経済的負担軽減であったため、履修する学生の数が多く、教科書も高価な理数系科目から充実していったものと考えられる。2012 年には 20 タイトルだったものが、2017 年 5 月現在で 28 タイトル(数学 10、科学 12、社会科学 8、自分科学 10)に増え、高校生が大学での単位を先取りする Advance Placement Course とよばれるコース用の 3 冊(科学 1、社会科学 2)も含まれる。

また、誰でも自由に教材を投稿できるオープンライブラリ OpenStax CNX を持つ。

OER Commons

2002 年に、非営利団体 ISKME (Institute for the Study of Knowledge Management Education) によって運営が始まった OER レポジトリである。2007 年からは、OER ライブラリとして、メタデータの充実、標準化、相互運用性、パラデータ(調査データを取得するプロセスのデータ)、包括的設計などが行われている。

登録された教材は、Collections (デジタルライブラリー全体)、K12 (幼稚園から高校卒業まで教育機関の共通学力基準である Common Core 対策用教材)、STEM Literacy (科学・技術・工学・数学のリテラシー教育)に分けられており、それぞれのタブから検索できる。

また、登録教材のカスタマイズによる再利用促進のためのオーサリングツールが提供されており、マルチメディア教材作成用の Open Author、K12 向けの Lesson Builder、高等教育向けの Module Builder の 3 種類がある。さらに、教材開発について共通の目的を持つ教材制作者のコミュニティである Group や、複数の Group をつなぐ Hub と呼ばれるシステムがあり、共有拡大の仕組みも準備されている。

北海道大学オープンエデュケーションセンター

北海道大学オープンエデュケーションセンターは、2014 年に、ICT を活用した教育・学習支援と OER の研究・開発を推進するために設置された。

前身である北海道大学 OCW (オープンコースウェア)の時代から、地域に根付いた市民向けの公開講座を多数配信してきたが、その特色は、コンテンツの独自性や充実度だけ

でなく、コンテンツ公開までの過程や必要な手続きのノウハウを公開している点にある。

同センターの平成 28 年度活動報告書¹¹⁾には、Web 公開時に必要となる原著者からの転載許諾の処理手順が詳細に解説されている。また、自作と第三者著作物なのか判別ができないものが多いという実情を踏まえ、著作物利用許諾に関する判断リストや著作権フリーの素材情報を、あらかじめ教職員に周知し、効率化と省力化を図る方法も紹介されている。これらは一例であるが、これから教材を制作し公開しようとする教育関係者には有用な情報が多数発信されている。

(2) 高専生向けのモデル教材の作成

上述のレポジトリを中心に、高専生向けの ESP 教材の素材とすべき理工系 OER を研究し、高専生向けの LO (文字媒体) を集めた。しかし、それらに日本語の解説や練習問題を追加したりするだけでは、授業用のテキストとして使うことは極めて難しい。テキストとして使用する際には、英文の分量や内容の粒度、英語と内容の難易度などがある程度統一し、配列も考慮しなければならないためである。

そこで、素材となる英文は、基準となる語数を決めて研究代表者らが書きおろすこととし、内容そのものではなく、「理工系の基礎知識を英語でどのように表現するか」をコンセプトした教材を開発することにした。

高専の英語授業でテキストとして使う事を念頭に、トピックと文法事項および表現の選定を行う計画を学会で発表したところ、書籍「Fundamental Science in English I」として出版できることとなった(〔図書〕参照)。

トピックの決定

参考としたのは、K12 を主な対象とする理工系 OER、CLIL (Content Language Integrated Learning) や CLII (Content Language Integrated Instruction) などの名称でよばれる教科と英語の統合学習用テキスト、および日本の中学校で使用されている日本語の理科と数学の教科書とその学習指導要領である。

最初に、中学校の理科の教科書のシラバスから、学習目標となっている内容や術語の一覧表を作成したのち、英語論文執筆の際に必要な表現を考慮しながら、10 個の大トピックと 37 個の小トピックを決定した。(表 1)

文法項目の決定

高専低学年での使用実績の高い検定教科書 2 冊の文法項目と言語材料を一覧表にまとめ、理工系英語の文脈で必要となる文法事項や表現のリストと照合しながら、以下の方針に従って精選した(表 2)。

・理工系英語の文脈では必須であるが、一

般英語ではほとんど扱われることのない数や数式、表やグラフの読み方など。

- ・一般英語のテキストでも扱われるが、学生にとってはあまりなじみのない理工系の文脈で使われる文法項目(関係代名詞や分詞による後置修飾、比較、動名詞、不定詞、冠詞)。
- ・一般英語と理工系英語で、使われ方が異なる動詞や名詞(特に無生物主語を取る動詞)。
- ・理工系の英語表現で必須となる前置詞(位置、時、手段、差など)。

表 1 分野とトピック

数学分野	<ul style="list-style-type: none"> ・ 数と計算(足し算・引き算・掛け算・割り算) ・ 図形(多角形・面積・円・空間図形・体積) ・ グラフと関数(座標・一次方程式のグラフ・二次方程式)
物理分野	<ul style="list-style-type: none"> ・ 電気と電子(電荷・電気回路・導体と絶縁体・オームの法則) ・ 熱(伝導体と絶縁体・対流・放射) ・ エネルギー (太陽エネルギー・エネルギーの保存・運動エネルギーと位置エネルギー・エネルギー変換)
化学分野	<ul style="list-style-type: none"> ・ 物質の状態 (原子と分子・沸点と融点・温度と体積) ・ イオン(イオン・電気分解・酸とアルカリ)
生物分野	<ul style="list-style-type: none"> ・ 人体(骨と筋肉・循環系・消化器系・神経系)
地学分野	<ul style="list-style-type: none"> ・ 星と惑星(七夕祭り・銀河系・太陽系・金星)

表 2 文法事項と表現

項目	詳細
数や数式の読み方	小数、整数、分数、指数と根、単位、数式
不定詞	基本 3 用法、結果、不定詞の意味上の主語、~ enough to..., 疑問詞+to 不定詞、It is was+形容詞+to 不定詞、in order to ~
動名詞	基本用法、前置詞の目的語になる用法
分詞形容詞用法	前置修飾の用法、後置修飾の用法
関係代名詞制限用法	which の主格・所有格・目的格、what、接触節、前置詞+関係代名詞
関係副詞(制限用法・非制限用法)	where、[This That] is why ~
受動態	助動詞+受動態、句動詞を使った受動態、動名詞の受動態、受動態の進行形
無生物主語を取る動詞	tell、make、allow、get、prevent、cause
比較、比例・反比例	half~, twice~, 分数を使った表現、比較級、最上級、the+比較級~, the+比較級、in proportion to ~
否定	部分否定、準否定
接続詞	理由、譲歩、条件
完了形	現在完了、受動態の完了形
二者関係	both A and B、not...A or B、not A but B、not only A but also B、the same A as B、except for ~
その他	不定代名詞の one など

配列の決定

表 1 の 37 トピックと、表 2 の 67 個の文法

項目を組み合わせた 37 個の LO を作成し、中学での数学や理科の履修順を参考に配列した。以下に、トピックの配列順（テキストではレスタイトル）を示す。

Numbers and Calculations, Figures,
State of Substance, Graphs and Functions,
Human Body, Electricity, Heat,
Stars and Planets, Ions, Energy

高校向け検定教科書で扱われる文法項目の半数程度は盛り込むことができたが、同一の文法項目のサブトピックを複数のトピックにまたがって扱わざるを得ない項目もあった。結果的に、文型や時制から始まる従来の検定教科書の文法事項の配列とは大きく異なる文法配列になった。

なお、研究期間内で、テキストに収めることができなかったトピックと文法事項は、「Fundamental Science in English I」の続編出版に向け、研究を継続する予定である。

(3) まとめ

表 2 に示す文法項目は、高専英語教員が理工系 OER を利用して英語の教材の開発する際の一つの基準となりえるであろう。指導すべき項目が決まっていれば、素材の加工や蓄積が容易になり、教材の共有による質の向上も期待できる。

実際、本研究チームが編集したテキストをモデル教材として、高専生が習得すべき理数系の基礎英語について、トピックや文法事項、教授方法などについての意見交換を行うコミュニティが形成されつつある。また、一部では、練習問題の共有が始まっている。

研究代表者らが、今後の課題の一つと捉えているのは、文章を書く力の強化である。本研究で開発した教材は、既知の理数系基礎知識を適切な英文で表現できるようにすることをコンセプトとしており、目標は、高専生が「文レベル」で正しい英文が書けるようにすることである。今後、英語論文など、まとまりのある「文章」を英語で書くことができるようになるには、パラグラフィティングの力が必要になる。研究代表者らは、土台となる日本語も含め、ライティングプロセスを可視化し、高専生が無理なく英文作成技能を学べる教材の開発を新たな研究課題としている。

< 引用文献 >

1) 亀山太一監修、(2012)『COCET2600-理工系学生のための必修英単語 2600』、成美堂

2) UNESCO Communication and Information
<http://www.unesco.org/new/en/communication-resources/what-is-the-paris-oer-declaration-and-information/access-to-knowledge/open-education>

3) <https://creativecommons.jp/licenses/>

クリエイティブ・コモンズ・ライセンスを提供している国際的非営利組織。

4) <https://www.merlot.org/merlot/index.htm>

5) <https://openstax.org/>

6) <https://www.oercommons.org/>

7) <http://www.open-ed.hokudai.ac.jp/>

8)

<http://www.blackboard.com/default.aspx?lang=en-us> オンラインによる学習と教育を管理する LMS (Learning Management System) の代表的な企業。

9)

<http://www.coe.int/en/web/common-european-framework-reference-languages/>

10) <https://www.actfl.org/>

11)

http://www.open-ed.hokudai.ac.jp/about-us/huoc/c_annual_report_h28.pdf pp.29-31

上記インターネットサイトは全て 2017.6.1 参照。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計 7 件)

亀山太一、青山晶子、武田淳、「高専の特色に配慮した『高専生のための英語教科書』の開発」、全国高等専門学校英語教育学会研究論集、第 36 号、pp.175-184、2017、査読有

武田淳、亀山太一、青山晶子、「高専低学年における反転習の導入と展開...新コンセプトの教材と汎用モデルの組み合わせ...」、全国高等専門学校英語教育学会研究論集、第 36 号、pp.237-246、2017、査読有

ISHINUKI Fumiko, NISHIGUCHI Hiroshi, YAGYU Yoshihito, HARAGUCHI Kazuko, Evaluation of a Course Comprised of International Exchange Meetings in a Japanese EFL Engineering Program Context: A Case Study、全国高等専門学校英語教育学会研究論集、第 36 号、pp.125-134、2017、査読有

Scientific Exchange meetings with Overseas Students to Improve Technical Communication in English、Hiroshi Nishiguchi, Yoshihito Yagyū, Fumiko Ishinuki, Kenji Nakashima, 2015 IEEE/SICE International Symposium on System Integration(SII)、pp.151-156、2015、査読有

技術英文ライティングの基礎となる文法項目の一般英語における位置づけ、青山晶子、全国高等専門学校英語教育学会研究論集、第 34 号、pp.137-146、2015、査読有

Learning English with TED Talks: Blended Learning for Learner Autonomy、Fumiko Ishinuki, SOPHIA LINGUISTICA、62、pp.133-155、2014、査読有

〔学会発表〕(計 15 件)

反転授業を活用した教授法改善の提案...
専門学科と英語科とのコラボレーション...、
武田淳、第 3 回産学官交流技術フォーラム仙
台 2017 年 03 月 8 日、TKP 仙台カンファレン
スセンター(宮城県・仙台市)

高専低学年における反転習の導入と展開
新コンセプトの教材と汎用モデルの組み合
わせ、武田淳、亀山太一、青山晶子、全国高
等専門学校英語教育学会第 40 回研究大会、
2016 年 09 月 4 日、国立オリンピック記念青
少年総合センター(東京都・渋谷区)

高専の特色に配慮した「高専生のための英
語教科書」開発、亀山太一、青山晶子、武田
淳、全国高等専門学校英語教育学会第 40 回
研究大会、2016 年 09 月 3 日、国立オリンピ
ック記念青少年総合センター(東京都・渋谷
区)

英語授業における理工系 OER の活用、青
山晶子、亀山太一、武田淳、石貫文子、全国
高等専門学校英語教育学会第 40 回研究大会、
2016 年 09 月 3 日、国立オリンピック記念青
少年総合センター(東京都・渋谷区)

Exploring the potential of Content-based
English instruction in Japanese colleges of
Technology, Akiko AOYAMA, National Institute
of Technology, Toyama College and Northeastern
University Joint Seminar 2016, 2016 年 3 月 24
日、富山高等専門学校本郷キャンパス(富山
県・富山市)

学習者オートノミーに向けた TED talks を
利用した英語学習、石貫文子、全国高等専門
学校英語教育学会第 38 回研究大会、2014 年
9 月 14 日、オリンピック記念青少年センター
(東京都・渋谷区)

専門英語に必要とされる文法項目の一般
英語における位置づけ、青山晶子、全国高等
専門学校英語教育学会第 38 回研究大会、2014
年 9 月 13 日、オリンピック記念青少年セン
ター(東京都・渋谷区)

〔図書〕(計 1 件)

「Fundamental Science in English I」、亀川太
一、青山晶子、武田淳、石貫文子他 9 名、成
美堂、2017、117

6. 研究組織

(1) 研究代表者

青山晶子 (AOYAMA, Akiko)
富山高等専門学校・一般教養科・教授
研究者番号：40231790

(2) 研究分担者

亀山太一 (KAMEYAMA, Taichi)
岐阜工業高等専門学校・一般科目・教授
研究者番号：602145558

武田淳 (TAKEDA, Jun)
仙台高等専門学校・総合科学系文科・教授
研究者番号：60271096

石貫文子 (ISHINUKI, Fumiko)
熊本高等専門学校・共通教育科・准教授
研究者番号：00450148