

令和元年6月22日現在

機関番号：32619

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2015～2018

課題番号：15K00928

研究課題名（和文）理科教育における英語活用推進リーダー育成研修用のアクティブラーニング教材の開発

研究課題名（英文）Development of active learning materials for leader training of English utilization promotion in science education

研究代表者

奥田 宏志（Okuda, Hiroshi）

芝浦工業大学・システム理工学部・准教授

研究者番号：70734200

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,400,000円

研究成果の概要（和文）：理数教育の研究開発校等を中心に、課題研究の成果を英語で発表したり、英語の授業を聞いたりといった取り組みが始められている。しかし、指導している理科教員自身は、学校教育や教員養成課程において英語で理科を学ぶ・教えるといった経験を十分にしている。また、教科指導に必要な英語力を向上させる研修の機会も十分用意されていない。本研究では、将来の「教科教育の英語化」を見据え、理科教員対象の英語力向上を目指した英語版アクティブラーニング教材を開発した。また、理科教育の英語化に対する意識調査や理科教員等の英語力の現状分析、作成した教材を用いた授業実施を通して、教材の有効性や運用上課題について明らかにした。

研究成果の学術的意義や社会的意義

グローバル化に対応した教育環境の整備が進み、初等中等教育の現場においても今後英語で学ぶ機会がますます増えていくと考えられる。本研究で開発した理科教育における英語活用推進リーダー育成研修用教材は、理科教員の英語による指導力向上を目指した研修に加え、初等中等教育の段階での「英語による理科教育」や「理科教員養成段階における指導」にも使用することが可能であり、広く理科教育に貢献するものとする。

研究成果の概要（英文）：At upper secondary schools that implement advanced science and technology education, students are trying to present their results of research project in English and learn science classes in English. However, science teachers themselves have not enough experience of learning and teaching science in English in school education and teacher training courses. In addition, there are not enough training opportunities to improve the English language skills required for teaching science. In this study, we have developed active learning materials for leader training of English utilization promotion in science education. And I made a survey on attitudes toward science education in English, an analysis of the current situation of English skills of science teachers and clarified the effectiveness and operational issues of the developed teaching materials.

研究分野：科学技術教育

キーワード：教員養成 アクティブラーニング 理科教育 デジタル実験書 オンライン教育 教科教育の英語化

## 様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19、CK - 19 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

理科教育において、スーパーサイエンスハイスクールやスーパーグローバルハイスクールといった研究開発校等を中心に、課題研究の成果を英語で発表したり、英語の授業を聞いたりといった取り組みが始められている。しかし、指導している理科教員自身は、学校教育や教員養成課程において実践的な英語による活動、例えば英語で理科を学ぶ・教えるといった経験をしていない。また、教科指導に必要な英語力を向上させる研修の機会も十分用意されていない。そのため、こうした英語を含む活動における理科教員の役割は、大学教員や英語科教員、外国語指導助手 (ALT) と生徒をつなぐコーディネータに終わっているのが現状である。今後、小学校における外国語活動開始に伴い、初等中等教育の現場において外国語を使用する機会が増えていくと考えられる。英語教育に関しては英語教育推進リーダー育成のための研修が始まっているが、理科教員対象の英語力を向上させる研修は十分行われていない。

### 2. 研究の目的

本研究では、将来の「教科教育の英語化」を見据え、理科教員対象の英語力向上を目指した研修用教材の開発を目的とする。研究代表者は、これまで中学・高等学校の現場において ICT (Information and communication Technology) 機器を利用した観察・実験に関する事前学習「オンライン講義」と「デジタル実験書」を使った観察・実験活動とを組み合わせたアクティブラーニング教材を開発し、その有効性を明らかにしてきた。本研究では、上記の教材開発の経験を生かした英語版アクティブラーニング教材を開発する。また、理科教育の英語化に対する意識調査や理科教員等の英語力の現状分析、作成した教材を用いた授業実施を通して、教材の有効性や運用上課題について明らかにする。

### 3. 研究の方法

本研究では、理科教育における英語版アクティブラーニング教材の主な対象学年を中学3年～高校3年生とする。また、「実験を中心に行う英語版教材」と「会話やディスカッションを中心に行う英語版教材」の2つの形式に分けて開発する。使用する英語のレベルは、作成した教材の試行やリスニングテスト等を通して調整を行ない、その後教員向けの音声ファイルのデータベース化を行う。次に、英語版アクティブラーニング教材の視聴、参加者への配布、振り返りなど研修を想定した運用については、LMS(ラーニング・マネージメント・システム)により試行する。理科教育の英語化に対する意識や理科教員等の英語力については、アンケートやインタビュー調査を用いて現状を把握する。

### 4. 研究成果

#### (1) 英語版アクティブラーニング教材の開発と実施

「実験を中心に行う英語版教材作成」において主に開発したものは、ベテラン教員の技術・技能を加えた動画を含む「デジタル実験書」である。英語を用いた「理科実験」では、指導する教員や実験に参加する生徒にとって慣れない活動となるため、説明・聞き取り不足・作業の遅延等が予想される。本研究では、そのような事態を想定し、実験において必要とされる技術・技能をベテラン教員からインタビュー形式で抽出し、より分かりやすい実験動画を組み込んだ英語版デジタル実験書を作成することにした。英語版デジタル実験書はタブレット型端末で再生し、4名に1台、または2名に1台配布する想定とした。

作成した英語版デジタル実験書を用いて、中学3年生と高校1年生に加え、大学生及び留学生も対象に実験活動を行なった。安全に実験が行われたものの、実験内容やタブレット型端末の配布数によって、実験成果に影響が出ることが分かった。また、教員が口頭で説明した実験内容の理解度に差があることが分かった。原因として基本的な科学分野の専門用語の理解が十分でないことが考えられたため、英語によるリスニングテストを実施し現状把握を行なった。

理系大学に所属する学生に対して、20種の元素名(英語)のリスニングテスト(20点満点)及びTOEICの得点等に関するアンケート調査を実施した。調査対象学生のリスニングテストの平均点は10.9点( $SD=2.5$ )、大学入学時のTOEICの平均点は431.2点( $SD=82.5$ )であった。リスニングテストにおける各元素の正解率を分析すると、Mg(95.1%)、Al(91.4%)と高いものがある一方で、中学・高等学校で頻出する元素Na(2.5%)やK(0.0%)の正解率が極端に低いことが分かった。

以上より、中学・高等学校段階において、頻出する元素等の専門用語に関する指導を英語で受ける機会が十分提供されていないことが推察された。高等学校検定教科書の一部に英語による表記が加えられたが、実験活動では口頭で説明されることも多く、読ませるだけの指導では不十分と考えられる。

さらに、TOEICとリスニングテストの得点に関する相関について分析すると、両者の間に強い相関関係は無かった(図1  $R^2=0.1348$ )。TOEICの得点に関わらずリスニングテストにおいて高得点を得ている学生がいることが分かった。専門用語に対するリスニング能力が、TOEIC対策の学習とは別の場面で身につけている可能性が考えられる。以上の結果より、英語版デジタル実験書や英語による口頭説明については、基本的な英語の専門用語のリスニング力不足を想定して作成・実施する必要があることが分かった(詳細については発表論文 参照)。

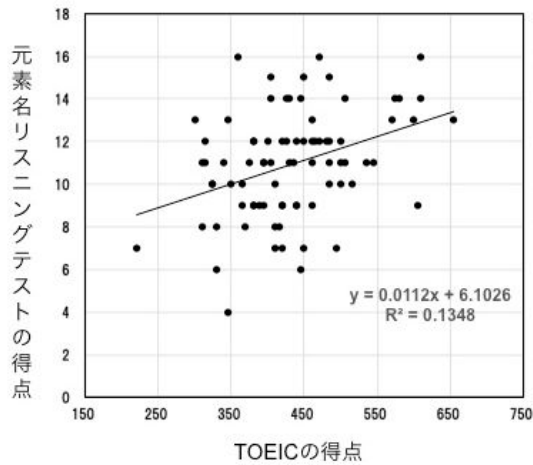


図1 TOEIC とリスニングテストの得点相関図

次に、英語版デジタル実験書や口頭説明に用いる専門用語の範囲やレベルをさらに決定するため、5社の高等学校検定教科書（生物基礎）を用いて、英語による専門用語の掲載数等について調査を行なった。5社のうち3社の教科書において、200以上の専門用語について英語表記が加えられていた（図2）。これらの英語表記のうち、5社の教科書に全てに掲載されていた英語表記数は8であり、DNA、塩基5種（Adenine等）、ATP等であった（表1）。また、4社の教科書に記載されていた英語表記数は10であり、免疫分野や体液、RNA等に関するものであった。さらに、5社の教科書に掲載されている英語表記総数の合計は約400であった。その内の約50%は1社のみが掲載している英語表記であった（図3 詳細については発表論文 参照）。

以上より、使用している教科書により、英語の専門用語の知識レベルや網羅されている範囲に大きな差が生じていると考えられた。また、口頭で説明する際に、聞き間違いによる「実験中の作業ミス」や「試薬の誤使用」につながらないようにする必要がある。例えば、日本の教科書における日本語表記アルカン（Alkane）は英語発音ではアルケン、アルケン（Alkene）はアルキン、DNAを構成する塩基であるシトシン（Cytosine）はサイトシンとなるため、聞き間違いが起きることが考えられる。これまでの調査結果を踏まえ、検定教科書（生物基礎）に記載のある専門用語を含む約500個の音声ファイル（ネイティブスピーカーによる発音）を作成し、英語版デジタル実験書と対応するように教員向けの音声ファイルをデータベースに搭載することにした。

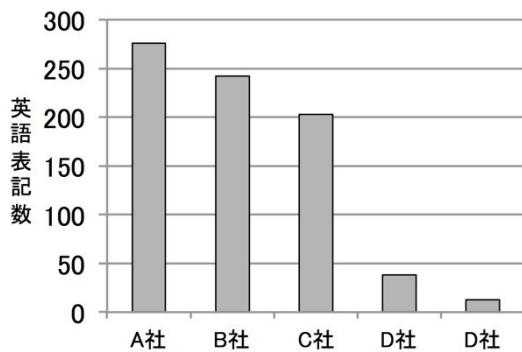


図2 検定教科書「生物基礎」中の英語表記数

Adenine
Adenosine diphosphate (ADP)
Adenosine triphosphate (ATP)
Cytosine
Deoxyribonucleic acid (DNA)
Guanine
Thymine
Uracil

表1 5社全てに掲載されていた英語表記

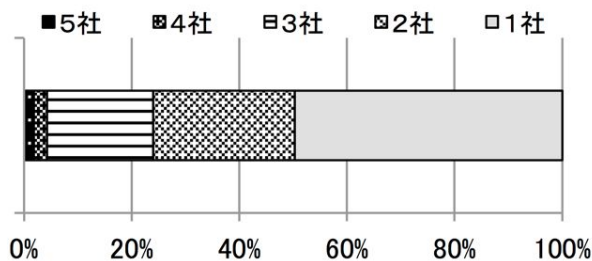


図3 英語表記総数における5社の掲載割合

「会話やディスカッションを中心に行う英語版教材作成」において主に開発したものは、生態系等に関する指導プランである。関係する専門用語約 150 個の音声ファイル（ネイティブスピーカーによる発音）を作成し、教員向けの音声ファイルのデータベースに搭載することとした。開発した指導プランをもとに、中学 3 年生と高校 1 年生に加え、大学生及び留学生も対象に授業を行なった。扱う専門用語を平易なレベルに設定したため、開始直後は参加者同士の活発なディスカッションが観察された。しかし、多くの日本人参加者は、「ディスカッションのための英語力」が不足しているため、長時間継続することができなかった。こうした状況は英語版デジタル実験書を使用する際にも確認された。実験書を視聴・使用することで円滑に作業がすすむため、参加者同士の英語での話し合いが十分促進されなかった。実験を中心に行う場合においても、英語による会話や意見交換を促す仕組みを加えていく必要があることが確認できた。以上より、会話やディスカッションに用いる英語表現を教材化し、データベースに搭載する必要があることが分かった。

## (2) LMS を使った英語版アクティブラーニング教材の運用

LMS(ラーニング・マネージメント・システム)を用いた運用について検討した。図 4 は、想定した全体図である。研修に必要な英語版アクティブラーニング教材や英語化された専門用語は、LMS を通して視聴・使用することができるようにし、教員自身が研修を通して英語による授業を体験することができるものとした。また、研修後は教員自身で生徒に対して英語で授業を実施するという流れを想定した。本研究では既存の LMS を使用し、作成した英語版アクティブラーニング教材を使用し試行した。その際、研修時に重要と考えられる参加者と運営側のフィードバック状況について確認を行なった。

参加者が PC かスマートフォンのどちらでシステムに情報を入力するかによって、多少の差は生じるものの概ね順調に運用することができた。しかし、参加者からのフィードバックに対する運営側のレスポンスの負担等を考えると、相談される内容についてもデータベース化し、運営側の負担をできるだけ減らすシステムを構築する必要があることが分かった。参加者のログデータ等は蓄積されており、効果的に運用するために活用することができる。

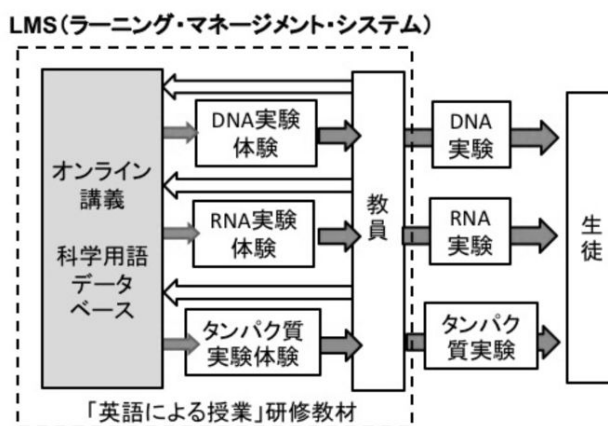


図 4 LMS を使った研修プログラム全体図

## (3) 理科教育の英語化に対する意識と理科教員等の英語力把握

現職の教員へのアンケートやインタビュー調査を通して分かったことは、研究開始 2015 年と比べて英語による理科の授業の必要性は徐々に認知され始めているということである。研究開始当初は、学会発表時の質疑応答において理科教育の英語化について否定的な意見が出るが多かった。しかし、2017 年頃からは「こうした研修を企画している」といった意見が出るようになってきた。こうした意見は、主に学校における教科主任や、課題研究を行なっている研究開発校等に勤務している教員、大学関係者から出たものであった。一方で、現場で指導を行なっている教員からは、必要性を感じるものの理科等の教科担当教員の責務ではないという意見が出された。また、教員の卒業後の英語への取り組みについては、一部の教員が TOEIC や英会話学校を利用していたものの、主に教科指導のためでは無かった。

次に、現在初等中等教育の現場で指導しており、理科教育において英語活用を推進するリーダーとなることを想定している中堅教員は、大学入学前と教員養成課程において英語で理科を学ぶ・教えるといった経験を十分していないと考えられる。本研究では上記の現職教員へのアンケート・インタビュー調査結果を踏まえ、現状把握のため教職課程を有する理系大学に所属する学生対象に、大学入学前の英語学習状況と入学後の英語を活用する諸活動に対する意識調査を行なった。主に、英語学習についての考え方、これまでの英語の学習経験、英語活用能力、英語を活用する諸活動への参加希望等に関する内容について調査を実施した。

調査の結果、大学入学後に「英語を活用する諸活動への参加」に積極的な学生はそうでない学生と比べて、英文法・英単語の理解、記憶や練習問題といった「書く・読む」学習に加え、

「話す・聞く」といった学習も大事だと思いう傾向があることが分かった。また、参加に積極的な学生は、「書く・読む」学習に加え、英語で話したり聞いたりといった機会をこれまでに多く経験しており、さらに自身の英語を話す・聞く能力を肯定的に考えていることが分かった。英語を学ぶ目的に関して、積極的な学生は将来を見据えた「長期的な目的意識」を持っていることが分かった。しかし、英語への諸活動についてさらに分析を行うと「海外への語学留学等」に積極的であっても、「英語で行われる専門科目の授業」に対しては参加に消極的になる傾向が確認された。このことから、大学入学前の段階で「英語を話す・聞く」といった学習経験を多く持ち、また「英語を話す・聞く」能力に対して肯定的に考えているとしても、語学以外の教科を英語で学ぶことには消極的になると考えられる。当初、理科教育において英語活用を推進するリーダーとなる中堅教員の養成を考えていた。しかし、将来の「教科教育の英語化」を見据えた場合には、教員になってからの研修だけに頼るのではなく、初等中等教育の段階から「英語による教科教育」を経験させ、大学における教員養成段階においても一定数の専門科目を英語で学ぶといった取り組みを始める必要があると考えられる。

最後に、上記の意識調査の結果、長期的な目的意識で英語を学ぶものと、短期的な目的意識で学ぶものとの間には、自己効力感において違いがあることが確認できた。理科教育における英語活用を推進するリーダー育成研修を実施する際には、成人教育の観点を持ち、教員の持つ英語学習への目的意識の丁寧な把握、自己効力感を高めるための入念な研修設計を行う必要があることが分かった。

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計5件)

奥田宏志. タブレット型端末を用いた教員研修用「デジタル実験書」の開発と評価、日本科学教育学会年会論文集 40(0)、313-314、2016. 査読無、doi:10.14935/jssep.40.0\_313

奥田宏志. 英語による理科授業スキルの育成を目指したオンラインデータベースの開発、日本科学教育学会年会論文集 41(0)、255-256、2017. 査読無、doi:10.14935/jssep.41.0\_255

奥田宏志、梶野雄二. 教員研修用教材「デジタル実験書」の開発と評価、日本理科教育学会全国大会発表論文集 14(0)、403-403、2016. 査読無、ISSN 1348-5342

奥田宏志、梶野雄二. 英語版アクティブ・ラーニング教材用データベースの開発-理科教育における英語活用推進リーダー育成研修用教材開発-、日本理科教育学会全国大会発表論文集 15(0)、410-410、2017. 査読無、ISSN 1348-5342

奥田宏志、梶野雄二、佐藤正行. 理科教育における「英語による授業」研修用教材の開発、日本理科教育学会全国大会発表論文集 16(0)、338-338、2018. 査読無、ISSN 1348-5342

〔学会発表〕(計8件)

奥田宏志. ICT 機器を活用した教員用「デジタル実験書」の開発、日本生物教育学会第 100 回全国大会、2016 年 1 月.

奥田宏志、梶野雄二. 教員研修用教材「デジタル実験書」の開発と評価、日本理科教育学会第 66 回全国大会、2016 年 8 月.

奥田宏志. タブレット型端末を用いた教員研修用「デジタル実験書」の開発と評価、日本科学教育学会第 40 回年会、2016 年 8 月.

奥田宏志、タブレット型端末を用いた教員研修用アクティブ・ラーニング教材の開発、日本生物教育学会第 101 回全国大会、2017 年 1 月.

奥田宏志. 英語による理科授業スキルの育成を目指したオンラインデータベースの開発、日本科学教育学会第 41 回年会、2017 年 8 月.

奥田宏志、梶野雄二. 英語版アクティブ・ラーニング教材用データベースの開発-理科教育における英語活用推進リーダー育成研修用教材開発-、日本理科教育学会第 67 回全国大会、2017 年 8 月.

奥田宏志、英語による生命科学実験教材の開発-理工系教員対象の「英語による授業」ワークショップ用教材開発-、日本生物教育学会第 102 回全国大会、2018 年 1 月.

奥田宏志、梶野雄二、佐藤正行.理科教育における「英語による授業」研修用教材の開発、  
日本理科教育学会第 68 回全国大会、2018 年 8 月.

〔図書〕(計 0 件)

〔産業財産権〕

出願状況(計 0 件)

名称：  
発明者：  
権利者：  
種類：  
番号：  
出願年：  
国内外の別：

取得状況(計 0 件)

名称：  
発明者：  
権利者：  
種類：  
番号：  
取得年：  
国内外の別：

〔その他〕

ホームページ等

## 6. 研究組織

### (1) 研究分担者

研究分担者氏名：

ローマ字氏名：

所属研究機関名：

部局名：

職名：

研究者番号(8桁)：

### (2) 研究協力者

研究協力者氏名：梶野 雄二

ローマ字氏名：(KAJINO、yuji)

研究協力者氏名：佐藤 正行

ローマ字氏名：(SATO、masayuki)

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。