

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 6 月 17 日現在

機関番号：32689

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2012～2015

課題番号：24300273

研究課題名(和文) 英語を介した理工系高等教育の向上を支援するシステムの開発

研究課題名(英文) Development of an online system to support English-medium instruction in science and engineering

研究代表者

国吉 ニルソン (Kunioshi, Nilson)

早稲田大学・理工学術院・教授

研究者番号：30254577

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 10,700,000円

研究成果の概要(和文)：英語による講義を行うまたは受講する英語非母語話者教員と学生を支援するためにMITおよびStanford大学が公開している理工系講義から430の講義書き起こしを収集し、Online Corpus of Academic Lectures (OnCAL, <http://www.oncal.sci.waseda.ac.jp/>) を構築した。OnCALユーザは、英語母語話者教員がどのように英語をとおりて理工系講義を行うかを参考にし、講義ディスコース中にある説明の種類(pedagogical function) 毎を分析できるようにした。これにより英語による教授法における特定ニーズ毎の支援を実現した。

研究成果の概要(英文)：In order to support teachers and students who are involved in English-medium instruction and are nonnative English speakers, we built the Online Corpus of Academic Lectures (OnCAL, <http://www.oncal.sci.waseda.ac.jp/>) from 430 lecture transcripts made available by MIT and Stanford University. We identified various pedagogical functions, which are related to different types of explanations in the classroom discourse, so that OnCAL users can see in detail how native English speakers use language in the classroom to realize each pedagogical purpose.

研究分野：科学教育における言語解析

キーワード：英語による教授法 理工系講義ディスコース

1. 研究開始当初の背景

科学教育を行う際、抽象的概念を説明する機会が多い。説明内容を分かり易くするため教員は工夫し、言語を操る必要がある。第1言語を用いても効果的に講義を行うことは容易ではない。

その中で、大学の国際化が加速化し、英語による講義を提供する大学が増加している。英語非母語話者の教員および学生にとっては第2言語による講義は喫緊の課題となっている。英語を介した高等教育は、大学生の国際意識やコミュニケーション力を向上させるため、また優秀な留学生を獲得するために有効な手段とされ、英語圏外のヨーロッパ諸国では20年以上前から実施されている。日本においても2009年度に国際化拠点整備事業(G30)がスタートし、英語を介した高等教育を提供する大学が増加してきた。しかし、非英語圏の国々において英語による講義を担当する教員および受講する学生にとって大きな負担となることは想像に難くない。

講義で教育効果を得る(専門知識の習得を効果的に実現する)ためには、教員および学生は講義口述を操り、言語や他の手段(理工系では図式等)を通して共同で意味を構築していく必要がある。つまり、高等教育における専門知識の意味を構築する作業には、ある程度以上の言語能力は必要であるため、その教授言語が教員や学生の第2言語である場合、意味の構築作業が難しくなる。

2. 研究の目的

日本の理工系教員の場合、英語による論文作成や口頭発表の経験は豊富であるが、英語による講義を行った経験のある教員は少ない。また、理工系の講義には、物理的現象をモデル化した理論等の説明が多く含まれ、抽象的な概念の説明が頻繁に出現するため、英語が第2言語の受講者にとっても英語による講義口述から抽象的概念を理解することは困難な場合が多い。

そこで本研究では、理工系分野における英語による講義の書き起こしを収集し、英語による講義口述のサンプルを多く提供することによって英語非母語話者教員と学生が「英語による講義」というジャンルに対する経験不足を補う。また、理工系分野における英語による講義口述を解析し、その言語的特徴を特定することによって英語を介した高等教育に対する新しい見解を見いだしたい。

3. 研究の方法

まず、MIT (Massachusetts Institute of Technology) および Stanford University がインターネット上で(それぞれ、MIT Open Courseware および Stanford Engineering Everywhere をとおして)公開している講義の映像データおよびその書き起こしを430個収集し、Online Corpus of Academic Lectures (OnCAL, <http://www.oncal.sci>

www.oncal.sci) を構築し、インターネット上で公開した。MITからは数学、物理、化学および生物の基礎(主に学部1年生向け)科目、Stanfordからは人工知能、応用数学、プログラミングなどの応用(主に大学院生向け)科目における書き起こしを集めた。構築したコーパスは、約400講義時間から書き起こされた約350万語からなる。表1には各科目に関するいくつかのデータを示す(詳細なデータはオンライン <http://www.oncal.sci.waseda.ac.jp/lists.aspx> にて公開している)。

表1 コーパス内の各科目に関するデータ (SEE = Stanford Engineering Everywhere)

科目	大学	対象学年	授業時間(時:分:秒)	語数
化学	MIT	1年生	27:23:08	185,290
物理1	MIT	1年生	28:44:35	228,582
物理2	MIT	1年生	30:11:40	248,620
生物	MIT	1年生	28:37:51	240,627
数学1	MIT	1年生	28:20:14	201,194
数学2	MIT	1年生	25:24:31	189,548
プログラム1	SEE	学部	22:17:30	292,165
プログラム2	SEE	学部	21:02:25	278,003
プログラム3	SEE	学部	22:27:22	214,539
応用数学1	SEE	大学院	25:38:05	222,721
応用数学2	SEE	大学院	24:26:52	238,649
応用数学3	SEE	大学院	24:00:06	233,967
応用数学4	SEE	大学院	21:58:28	209,853
人工知能1	SEE	大学院	17:35:35	124,223
人工知能2	SEE	大学院	22:01:12	193,299
人工知能3	SEE	大学院	25:09:12	188,100
計			395:18:46	3,489,380

また、OnCAL ユーザが英語による講義の言語特徴について自ら調査できるように、使いやすいインターフェースを設計した。これにより、科目や対象学年、教員性別などの選択ができ、ユーザのニーズに合わせた利用が可能となる。図1にOnCALのホームページを示した。



図1 OnCALのホームページ

具体的には、OnCAL ホームページ画面で「Search string」のフィールドに任意の単語を記入し、検索ボタンを押すとその単語を含んだ多数の例文（講義中でアメリカの大学教員が実際に用いた例文）が表示されるようにした。これにより、任意の単語をどのように講義中で用いられるかを調べることは容易である。

初回の OnCAL 公開後に英語による講義を行う予定の教員を対象にワークショップを開催し、OnCAL の活用を促した。参加した教員が「Search string」フィールドに記入した単語はすべて専門用語（例えば「partial derivative」）、式の読み方と関連ある用語であった。つまり、英語による教授法に関する単語（例えば「explain」や「reason」）は検索されなかった。その後、英語による教授法の意識を高めるために説明の種類毎に頻繁に出現する表現を OnCAL が表示するようにした。

4. 研究成果

講義で頻繁に出現する表現を特定するためにまず単語クラスター（表現）の出現頻度を調べた。結果の一例として最も頻繁に講義中で用いられる 4 語を含む表現を表 2 に示す。

表 2 出現頻度が最も高い 4 語を含む表現

順位	頻度	4 語クラスター
1	2,552	I'm going to I am going to
2	1,866	we're going to we are going to
3	1,175	is going to be 's going to be
4	919	I don't know I do not know
5	901	or something like that
6	593	if you want to
7	583	Does that make sense
8	556	a little bit of
9	452	a little bit more
10	441	to be able to

表 2 の表現は、第 10 位の「to be able to」以外、すべて話し言葉の特徴を反映していることが明らかである。これらの表現は英語による講義の典型的な表現であり、講義口述に自然な流れをもたらすと思われる。英語による論文作成に関する経験は豊富であっても上記の表現を効果的に用い、円滑な講義口述を行えるとは限らない。

次に、講義を円滑に行うための表現の重要性を強調するために、頻度の高い表現をいくつかの linguistic functions に分類した。例えば、表 2 の順位一位の「I'm going to」は function 「Announcing」、順位 5 位の「or something like that」は「Approximating」などに分類した。

しかし、上記の linguistic functions は理工系教員や学生にとっては重要性が明らかではない。そこで、英語による教授法との関連

が明らかな pedagogical functions を特定することにした。各 pedagogical function（教授目的）に頻繁に出現する表現を特定し、OnCAL のシステム上で登録しておくことによってユーザが任意の pedagogical function を指定した場合にその function に特有の表現を含む例文が表示されるようにした。現在の pedagogical function リストおよびそれぞれの目的を表 3 に示した。

表 3 Pedagogical function のリストとそれぞれの意味

Function	目的
Framing content	説明内容の事前アウトライン 説明内容の復習
Science Chronology	重要な発見や理論の発展の説明
Linking ideas	以前に説明した内容との関連説明
Clarifying	例、他の可能性、重要な部分の強調による詳細説明
Visuals	数式、図表を用いた説明
Cause-effect	原因と効果の説明
Conditions	条件の説明
Analogy	類似、比較を用いた説明
Thought Experiment	実験を想像し、結果を予想させる説明
Question	理解を促す質問

Pedagogical functions を特定するために講義で重要と思われる説明の目的を考えた。表 3 中の「Visuals」については、上述の教員向けワークショップにて把握した「数式の読み方」のニーズから指定した。「Visuals」に関連する表現はかなり多いため、数式の説明時に出現する表現を「Formula」と図表の説明時に用いられる表現を「Blackboard | projections」の 2 種類にさらに分類した。つまり、「Visuals」function には 2 種類の sub-function が含まれることになる。複数の sub-function を含む function を category とした。同様に、「Linking ideas」も category であり、以前の説明との関連を示す「To previous ideas」と後で詳細に説明する内容との関連を示す「Projecting ideas」を含む。「Clarifying」category には例を挙げる時の「Exemplifying」、説明を繰り返す際の「Restating」と重要性を強調する際の「Emphasizing」を含み、「Framing content」category には説明内容のアウトラインを事前に示す場合の「Previewing」と説明後に復習を示す場合の「Reviewing」を含む。

各 pedagogical function の典型的な表現を OnCAL システムに登録することによってユ

ーザが function を選択するだけでその function を実現している例文を表示させることができる。「Visuals」category を指定して検索した場合の結果の一部を図 2 に示す。「Formula」と「Blackboard|projections」の sub-function に関する結果が表示されていることがわかる。

The screenshot shows the OnCAL search interface with the search string 'variation' and filters for 'Using Visuals', 'Native-like', 'Non-native', 'Male', and 'Female'. The results table shows 22 hits, with the first few rows showing search results for 'variation' in the context of 'Formula' and 'Blackboard|projections'.

No.	OriginalText	Function	PreviousWords	SearchString	FollowingWords
1	MIT1BI0a34Nsm US.txt	Formula		variation	
2	STPqMFXf05Nsm US.txt	Formula		variation	
3	STPqMFXf05Nsm US.txt	Formula		variation	
4	STPqMFXf05Nsm US.txt	Formula		variation	
5	STPqMFXf05Nsm US.txt	Formula		variation	
6	MIT1BI0a34Nsm US.txt	Formula		variation	
7	MIT1BI0a34Nsm US.txt	Blackboard projections		variation	
8	MIT1BI0a34Nsm US.txt	Formula		variation	
9	MIT1BI0a34Nsm US.txt	Formula		variation	
10	STPqMFXf05Nsm US.txt	Formula		variation	
11	STPqMFXf05Nsm US.txt	Formula		variation	
12	MIT1IMXa11Nsm US.txt	Formula		variation	
13	STPqMFXf05Nsm US.txt	Formula		variation	
14	STPqMFXf05Nsm US.txt	Formula		variation	
15	STPqMFXf05Nsm US.txt	Blackboard projections		variation	
16	MIT1BI0a34Nsm US.txt	Formula		variation	
17	STPqMFXf05Nsm US.txt	Formula		variation	
18	MIT1IMXa11Nsm US.txt	Formula		variation	
19	MIT1IMXa11Nsm US.txt	Formula		variation	
20	STPqMFXf05Nsm US.txt	Blackboard projections		variation	
21	STPqMFXf05Nsm US.txt	Formula		variation	
22	MIT1IMXa11Nsm US.txt	Formula		variation	

図 2 Category「Visuals」を指定した場合の検索結果の一部

ユーザは「Visuals」を選択したまま「Search string」フィールドに「variation」を記入して検索した場合、「Visuals」に特有の表現が含まれ、さらに「variation」が含まれる例文は表示される(図 3)。このように、任意の単語の検索を、任意の pedagogical function 内に限定ことができ、function 毎の言語特徴を詳細に解析できる。

The screenshot shows the OnCAL search interface with the search string 'variation' and filters for 'Using Visuals', 'Native-like', 'Non-native', 'Male', and 'Female'. The results table shows 22 hits, with the first few rows showing search results for 'variation' in the context of 'Formula' and 'Blackboard|projections'.

No.	OriginalText	Function	PreviousWords	SearchString	FollowingWords
1	MIT1BI0a34Nsm US.txt	Formula		variation	
2	STPqMFXf05Nsm US.txt	Formula		variation	
3	STPqMFXf05Nsm US.txt	Formula		variation	
4	STPqMFXf05Nsm US.txt	Formula		variation	
5	STPqMFXf05Nsm US.txt	Formula		variation	
6	MIT1BI0a34Nsm US.txt	Formula		variation	
7	MIT1BI0a34Nsm US.txt	Blackboard projections		variation	
8	MIT1BI0a34Nsm US.txt	Formula		variation	
9	MIT1BI0a34Nsm US.txt	Formula		variation	
10	STPqMFXf05Nsm US.txt	Formula		variation	
11	STPqMFXf05Nsm US.txt	Formula		variation	
12	MIT1IMXa11Nsm US.txt	Formula		variation	
13	STPqMFXf05Nsm US.txt	Formula		variation	
14	STPqMFXf05Nsm US.txt	Formula		variation	
15	STPqMFXf05Nsm US.txt	Blackboard projections		variation	
16	MIT1BI0a34Nsm US.txt	Formula		variation	
17	STPqMFXf05Nsm US.txt	Formula		variation	
18	MIT1IMXa11Nsm US.txt	Formula		variation	
19	MIT1IMXa11Nsm US.txt	Formula		variation	
20	STPqMFXf05Nsm US.txt	Blackboard projections		variation	
21	STPqMFXf05Nsm US.txt	Formula		variation	
22	MIT1IMXa11Nsm US.txt	Formula		variation	

図 3 「Visuals」category を指定したまま「variation」を検索した場合の結果

OnCAL を効果的に活用すれば、教員や学生は説明の種類毎の講義口述の言語特徴を把

握することができる。これにより、教員は言語を操り、英語による講義口述を円滑に行うだけでなく、英語による教授法を改善することができる。また、学生は説明の種類と表現との関連を把握し、英語による講義から抽象的概念の説明に対する理解力を高めることができる。

引用文献

J. Wellington & J. Osborn (2001). *Language and literacy in science education*. Philadelphia: Open University Press.
 S. Evans & B. Morrison (2011). The student experience of English-medium higher education in Hong Kong. *Language and Education*, 25, 147–162.
 J. Coleman (2006). English-medium teaching in European higher education. *Language Teaching* 39, 1–14.

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者には下線)

(雑誌論文)(計 8 件)

N. Kunioshi, J. Noguchi, K. Tojo & H. Hayashi (2016). Supporting English-medium pedagogy through an online corpus of science and engineering lectures, *European Journal of Engineering Education*, 41, 293–303. 査読有
林洋子 (2016). グローバリゼーションと言語教育. 工学教育, in press, 査読有
H. Hayashi & J. Noguchi, J. (2015). Aspects of scientific Japanese revealed by JECPRESE. *Journal of Japanese Linguistics* 31, 87–104. 査読有
東條加寿子 (2015). 「大学英語教育の中のジャンル分析：その影響力の検証」『大阪女学院大学紀要』12, 17–26. 査読有
K. Tojo, K., H. Hayashi & J. Noguchi (2014). Linguistic dimensions of hint expressions in science and engineering research presentations. *JACET Selected Papers* 1, 131–163. 査読有
N. Kunioshi, J. Noguchi, K. Tojo & H. Hayashi (2012). An online support site for preparation of oral presentations in science and engineering, *European Journal of Engineering Education* 37, 600–608. 査読有
N. Kunioshi, J. Noguchi, K. Tojo, K. & H. Hayashi (2012). Identifying English words and expressions used frequently in a corpus of science and engineering lectures. *Studies in e-Learning Language Education* 7, pp. 49–54. 査読有
林洋子, 国吉ニルソン, 野口ジュディー, 東條加寿子 (2012). 「グローバルな社会に向けての理系日本語を用いたコミュニケーション」. 工学教育 60, 162–169. 査読有

〔学会発表〕(計 11 件)

N. Kunioshi, J. Noguchi, K. Tojo & H. Hayashi (2015). Analyzing pedagogical link-making devices in science classroom language using an online corpus of science and engineering lectures. *Proceedings of the INTED2015 Conference* (Madrid, Spain, March 2015), pp. 3065–3071.

N. Kunioshi, J. Noguchi & K. Tojo (2015). Explanations of mathematical equations in science and engineering lectures.

Proceedings of the ICERI2015 Conference (Sevilla, Spain, November 2015)

J. Noguchi (2015). Effective Language Learning for the 21st Century Based on ESP Concepts. 2015 International Conference on English for Specific Purposes, Feng Chia University, Taichung, Taiwan. Keynote Address, October 23, 2015.

N. Kunioshi, J. Noguchi, K. Tojo & H. Hayashi (2014) Fostering content and language integration with an online corpus of science and engineering lectures. AILA World Congress 2014, Brisbane, Australia, August 14, 2014.

J. Noguchi, K. Tojo, H. Hayashi & N. Kunioshi (2014). Formality and politeness markers in English and Japanese corpora of scientific lectures and presentations. AILA World Congress 2014, Brisbane, Australia, August 14, 2014.

N. Kunioshi, J. Noguchi, K. Tojo & H. Hayashi (2014). Identifying Pedagogical Functions in University Science and Engineering Lectures. The 3rd edition of the International Conference, New Perspectives in Science Education, Florence, Italy, March 20, 2014.

K. Tojo, J. Noguchi & H. Hayashi (2013). How learners perceive moves. *The JACET 52nd International Convention*, Kyoto, September 1, 2013.

N. Kunioshi, J. Noguchi, K. Tojo, & H. Hayashi (2013). Language support for teachers and students in engineering via a lecture corpus interface. *Proceedings of 19th European Symposium on Languages for Special Purposes (LSP)*, pp. 380–385, Vienna, Austria, July 9, 2013.

J. Noguchi (2013). English that Works! - Motivated, Self-directed, Informed Plurilinguistic EFL Learners. 大学英語教育学会(JACET) 北海道支部第 27 回大会基調講演, 2013 年 7 月 5 日.

林洋子, 国吉ニルソン, 東條加寿子, 小山敏子, 野口ジュディー. 「コーパス JECPRESE と OnCAL からみた科学日本語の諸相」. 第 8 回日本語実用言語学国際会議 (ICPLJ8), 国立国語研究所, 東京 2014 年 3 月 22 日.

N. Kunioshi, J. Noguchi, K. Tojo & H. Hayashi (2012). OnCAL, the online corpus of academic lectures, and English language support system for university science and engineering instructors. *Proceedings of the 60th Annual Conference and Exposition, International Session*, The Japanese Society of Engineering Education, pp. 70–75, Tokyo, August 23, 2012.

〔図書〕(計 5 件)

N. Kunioshi & H. Nakakoji (2016). Features, Challenges and Prospects of a Science and Engineering English-taught Program. In A. Bradford & H. Brown (eds.), *English-Medium Instruction in Japanese Higher Education: Policy, Challenges and Outcomes*. Chapter 16. Multilingual Matters, in press (ページ数 14 の予定).

J. Noguchi (2015). *Secondary English education in Japan: an overview and a preview*. *Secondary School English Education in Asia: From policy to practice*. pp. 33–46. Edited by B. Spolsky and K. Sung. Routledge: London and New York.

野口ジュディー, 松浦克美, 春田伸 (2015) 『Judy 先生の英語科学論文の書き方』増補改訂版, 講談社, ページ数 208 .
野口ジュディー, 照井雅子, 藤田 清士 (2014). 『Judy 先生の成功する理系英語プレゼンテーション』講談社, ページ数 135 .
野口ジュディー (2013). 「文学テキストへの E S P アプローチの応用」, 『文学教材実践ハンドブックー英語教育を活性化するー』英宝社 . pp. 9–19.

〔その他〕

ホームページ等

<http://www.oncal.sci.waseda.ac.jp/>

6 . 研究組織

(1)研究代表者

国吉ニルソン (Nilson Kunioshi)

早稲田大学・理工学術院・教授

研究者番号 : 30254577

(2)研究分担者

野口ジュディー (Judy Noguchi)

神戸学院大学・グローバル・コミュニケーション学部・教授

研究者番号 : 30351787

(3)研究分担者

東條加寿子 (Kazuko Tojo)

大阪女学院大学・国際・英語学部・教授

研究者番号 : 20258346

(4)研究分担者

林洋子 (Hiroko Hayashi)

大阪大学・国際教育交流センター・非常勤講師

研究者番号 : 90437377