

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 30 年 4 月 11 日現在

機関番号：17401

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2015～2017

課題番号：15K02757

研究課題名(和文) 音素配列の生起制限と音節の持続時間が第二言語学習者の言語処理に与える影響

研究課題名(英文) Effects of phonotactic constraints and syllable duration on L2 speech processing

研究代表者

片山 圭巳 (Katayama, Tamami)

熊本大学・大学院人文社会科学研究部(文)・准教授

研究者番号：00582371

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 1,600,000円

研究成果の概要(和文)：27年度は、国際学会(ICPhS, Interspeech)に参加し、研究者との情報交換を行い、エジンバラ大学に研究員として1カ月滞在した。28年度は、2つの国際学会(査読有り)で成果報告を行った。まず、ABX課題の結果はNew Sounds(Aarhus, Denmark: 2016年6月12日)で、探知課題の結果はInterspeech (San Francisco, US: 2016年9月9日)でそれぞれポスター発表を行った。また、後者の研究結果は、Interspeechの予稿集でも発表されている。29年度は、研究成果を論文にまとめあげ、国際誌に投稿し、査読中である。

研究成果の概要(英文)：In 2015, I stayed at the University of Edinburgh for one month (August-September, 2015) as a visiting researcher, received advice from first class researchers, created a program of experiments, and collected data. In 2016, I presented the results of my research at two international conferences: the results of the ABX task were presented at New Sounds (Aarhus, Denmark on June 12th, 2016) and the results of the monitoring task were presented at Interspeech (San Francisco, US on September 9th). The results of the latter were also published in the proceedings of Interspeech 2016 (doi: 10.21437/Interspeech.2016-182). In 2017, I wrote up the results of my research and submitted them to an International journal, which is under review.

研究分野：第二言語習得

キーワード：言語処理 音声知覚 単語分節

### 1. 研究開始当初の背景

グローバル化が進む現在、実践的な英語能力を身につける教育が必要とされている。特に音声によるコミュニケーションは重要視されており、小学校においては音声からの英語教育が導入されている。その中で流れる音声から単語を認識する能力は、コミュニケーションの成功にとって重要な要素である。特に、第二言語でコミュニケーションを図ろうとするとき、音響的手がかりをもとに単語を認識するのは容易ではない。しかし単語を音声から認識する分節能力に関する研究は、第二言語習得研究の領域においてまだ十分と言える状況ではない。学習者が何を母語から目標言語に転移するのかという詳細な説明を加えることは、第二言語の言語処理メカニズムの理解へ貢献することができ、目標言語の音韻的特徴を学ぶ学習者を支援することができると思われる。

### 2. 研究の目的

本研究の目的は、日本人英語学習者がどのように単語分節能力を発達するかを調査することにある。特に、音節の持続時間の知覚は、聞き手の第一言語によって異なることが報告されている(Katayama, 2013)ことから、本調査では、第二言語学習者の言語処理に影響を与えるのは音韻配列の生起制限なのか、あるいは音節の持続時間なのかを検証することとした。また、第二言語の習熟度によってその影響は変化するのかも調査した。

### 3. 研究の方法

#### 3.1. ABX 課題

##### 3.1.1. 実験方法

日本語では許されていない音素配列(VCCV)と日本語に存在する音素配列(VCVCV)の違いを認識できるかどうかを日本人上級英語学習者 18 名(JH)と初級学習

者 20 名(JL)、および英語母語話者 18 名(ES)に、以下の刺激音を用いて行った。

- (1)  $V_1C_1C_2V_2$ : /ebzo/\*, /ebdo/\*, /ebgu/, /egzo/, /egdo/, /egbu/, /ezgu/, /ezbu/, /ezdo/, /edbu/, /edgu/, edzo/
- (2)  $V_1C_1UC_2V_2$ : /ebuzo/\*, /ebudo/\*, /ebugu/, /eguzo/, egudo/, /egubu/, /ezugu/, /ezubu/, /ezudo/, /edubu/, /edugu/, /eduzo/

#### 3.1.2. 結果

ES の正答率はほぼ 100%で、JH は 87%、JL は 76%であり、Z 検定を行った結果、3 つのグループ間で有意差が見られた。また、本研究結果から第二言語の習熟度が上がるにつれて、目標言語の音節単位での知覚が発達することが示された。さらに、JL は文脈によっては、実際には存在する母音を知覚しおらず、(/egubu/ (56%), /edubu/ (39%), /egudo/ (28%), /ebudo/ (28%)), 「母語にない音素配列は母語にある音素配列に置き換えて知覚する」という Dupoux et al. (1999)の主張と異なる結果が得られた。

表 1. ABX 課題の正答率と信頼性区間

	N	CR	%	CI	LL	UL
ES	432	429	99%	±0.94	98.1%	99.9%
JH	432	375	87%	±3.17	83.8%	90.2%
JL	432	327	76%	±4.03	72.0%	80.0%

Note. CR= correct responses, CI = confidence interval, LL = the lower limit, UL = the upper limit

#### 3.2. 探知課題

本課題では、習熟度の異なった日本人英語学習者がどのように日本語で許容されている音節で構成されている語(CV)と許容されていない音節で構成されている語(CVC)を

分節するかを検証する。当初、刺激音声の持続時間の加工を試みたが、不自然さが残ったため、代わりにモーラの音節配列を変数に用いて実験を行った。

### 3.2.1. 実験方法

#### 3.2.1.1. 実験材料

2種類の目標音韻配列(CVC/CV)を含み、2音節の無意味語(強勢は第一音節)を目標単語として(表2参照)、日本語の音素配列(CV)で分節しているのかどうかを調査した。

表2. 目標単語および目標音韻配列

no.	目標単語	目標音韻配列(ver.1)	目標音韻配列(ver.2)
1	basetove	bay	base
2	peaksom	peak	pea
3	cuteklef	cue	cute
4	laceklus	lace	lay
5	tightroz	tie	tight
6	dukeramp	duke	due
7	looptrep	loo	loop
8	teamfesh	team	tea
9	needfem	knee	need
10	dimenen	dime	dye

E-prime ソフトウェアを使って日本語話者と英語母語話者用にそれぞれ2つのバージョンの探知課題を作成した。それぞれのバージョンは20の単語リストからできており、目標単語を含む10のポジティブリストと含まない10のネガティブリストで構成した。各リストは8~12の単語で構成された。目標単語の位置は無作為に変えられているが、目標単語を除けば、すべて同じ条件であった。目標音韻配列の刺激音を聴覚的に提示すると同時に、目標音韻配列が750ms画面上に視覚的に提示され、その後750msの空白画面が続く。画面中央に“+”マークが現われている間、リスト内の単語が音声で提示されるようにプログラムを組んだ。回答に対する反応が、音声リストが流れている最中にされている

かどうかによって異なるように組んだ。音声リストが提示されている間に回答されれば、次のリストへと飛ぶ。もし参加者がリストの提示の最後まで反応しなければ、画面上にそのリストが終わりだということを告げるメッセージが提示され、参加者はボタンを押して次のリストに移るように指示がされる。

目標音韻配列の刺激音は、“Please listen for..”という音声指示のあとに提示され、1秒語に音声リストがスタートする。音声リスト内の単語感覚は900msである。英語母語話者には指示が英語で書かれ、日本人参加者には日本語で書かれる。

#### 3.2.1.2. 実験参加者

英語母語話者17名(ES)(エジンバラ大学学部生および大学院生、英国出身15名、英国出身2名、平均年齢22.6歳)、日本人上級英語学習者18名(JH)(主に大学レベルでの英語教員や日本語教員。TOEIC平均スコア931.8点、TOEFL(ibt)108点。平均英語圏在住期間3.6年、平研年齢38.3歳)、日本人初級英語学習者20名(JL)(英語圏での在住経験のない、日本語を母語とする学部生。平均年齢19.7歳。TOEFL平均スコア359.7点)が参加した。アンケートから聴覚の異常は報告されなかった。

#### 3.2.1.3. 実験手順

実験参加者は静かな部屋でコンピューターの前に座ってヘッドフォンを装着する。指示が画面上に提示され、実験参加者は目標音韻配列の刺激音を聞いたら、できるだけ素早く刺激反応ボックスの「1」を押して反応するように指示される。実験参加者は、目標刺激音を聞かなかつたら、「5」のボタンを押して続けるよう指示される。

#### 3.2.2. 結果

目標単語に正しく探知できた回答の反応

時間からそれぞれの目標単語の持続時間を差し引き分析を行った。図1は正解した回答への平均反応時間(RT)を、図2は誤答率を示している。平均反応時間(F1)および誤答率(F2)を従属変数としてそれぞれ2要因の分散分析を行った(3(グループ)×2(目標音韻配列の種類))。その結果、反応時間では、音韻配列に主効果が見られ(F1(1, 52) = 76.2,  $p < .001$ ; F2(1, 27) = 20.2,  $p < .001$ )、グループと音韻配列の間にも有意な交互作用が見られた(F1(2, 52) = 3.5,  $p < .05$ ) but not in the items analysis (F2(2, 27) = .7,  $p > .1$ )。しかし、グループの主効果は見られなかった(F1(1, 52) = .22,  $p > .1$ ; F2(2, 27) = .38,  $p > .01$ )。さらに、3つのグループで、異なった音韻配列刺激音(CV と CVC)に対して反応時間に差があるかどうか検証するためt検定を行った。その結果、全てのグループでCVとCVCに対しての反応時間に有意な差が見られた(ES:  $t_1(16) = 6.2$ ,  $p < .001$ ;  $t_2(9) = 2.9$ ,  $p < .02$ , JH:  $t_1(17) = 3.9$ ,  $p = .001$ ;  $t_2(9) = 2.2$ ,  $p = .05$ , JL:  $t_1(19) = 4.8$ ,  $p < .001$ ;  $t_2(9) = 3.0$ ,  $p < .05$ )。

誤答率に関しても同様に3要因の分散分析を行った結果、音韻配列の主効果(F1(1, 52) = 18.2,  $p < .001$ ; F2(1, 27) = 18.4,  $p < .001$ )、および音韻配列とグループ間の有意な交互作用が(F1(2, 52) = 3.5,  $p < .05$ ) but not in the items analysis (F2(2, 27) = 3.1,  $p = .06$ )見られた。また、ここでもグループの主効果は見られなかったT(F1(1, 52) = 2.5,  $p = .1$ ; F2(2, 27) = 2.4,  $p > .1$ )。また、それぞれのグループで、音韻配列刺激音の種類によって誤答率に違いがあるかどうかt検定を用いて検証した結果、ESとJLに有意差が見られたが(ES:  $t_1(16) = 3.4$ ,  $p = .004$ ;  $t_2(9) = 3.4$ ,  $p = .008$ , JL:  $t_1(19) = 2.5$ ,  $p < .05$ ;  $t_2(9) = 3.0$ ,  $p < .05$ )、JHには見られなかった( $t_1(17) = 1.0$ ,  $p > .1$ ;  $t_2(9) = 1.0$ ,  $p > .1$ )。

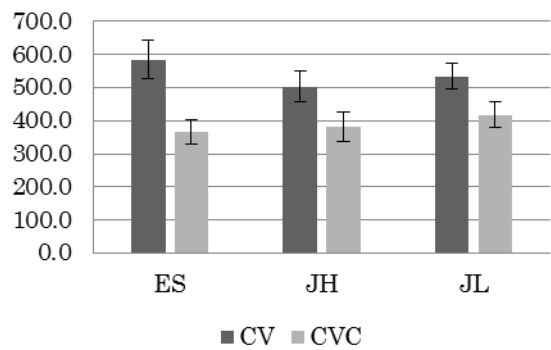


図1: 探知課題の平均刺激反応時間

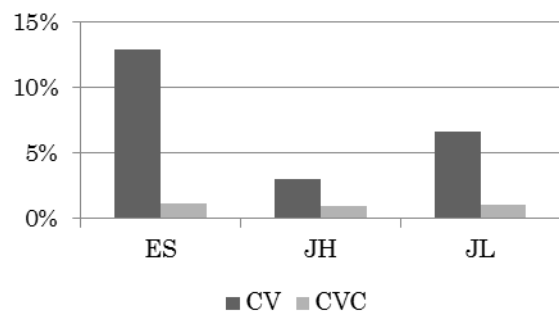


図2: 探知課題の誤答率

全てのグループがCVCの音韻配列刺激音に対してCV刺激音よりも有意に早く正確に探知していた(JHのみ誤答率に有意差は確認できなかった)。ESは日本人グループよりCV刺激音を認識するのにより時間がかかり、より誤答が多かった(ES: mean RT = 584.9, mean error rate = 0.65, JH: mean RT = 502.5, mean error rate = 0.30; JL: mean RT = 534.1, mean error rate = 0.17)。JLはCV刺激音に対する誤答率が高いという点においてESと同様の傾向を示した。また、JHが音韻配列の種類に関わらず、正確に認識していたことに注目した。

### 3.2.3. 考察

本研究は、日本語母語話者は外国語でもモーラ単位で単語を分節しているという主張とは異なる結果を示した。「日本語の音声知覚単位はモーラであることから、日本人英語学習者はCVCから成る単語よりCVから成

る単語を英語母語話者より早く正確に認識する」という仮説は棄却された。本研究においては、第二言語の習熟度は日本語母語話者の分節方略に影響を与えなかったが、母語と異なった分節方略を用いていた。JLとJH共に、第二言語の単語を探知するのに音節を用いており、両者の唯一の違いは誤答率だった。予測に反して、JLはCVCを認知するのにCVよりも誤答が少なかった。一方、JHはCV、CVC両方のタイプの音韻配列に対して正確に分節していた。このことは、JHは音節だけではなく、他の音響情報も用いて音節レベル同様、音韻レベルでも言語処理していたと考えられる。JLに関しての考えられる理由は、持続時間をもとに、2音節持つ目標単語を2つの単位に分けていたとも考えられる。もしJLが時間的単位を使って単語を2つに分けていたと考えるなら、より情報を持つCVC音韻配列をCV音韻配列よりも早く正確に反応していたことにも説明がつく。しかし、この推測にはさらなる検証を必要とする。

本研究は、これまでの先行研究(Otake, Hatano, Cutler, & Mehler, 1993)と異なり、第二言語の刺激語を用いて視覚的および聴覚的に提示した。日本人グループが目標単語を英語として認識していたことは明白であり、この明示的な提示が第一言語とは異なる分節方法を用いた要因の一つかもしれない。一方、ESの調査結果は先行研究のそれと一致していた。つまり、音節の知覚は目標単語を全体として処理する必要があり、尾子音が単語の反応時間に影響を与えるということである。CVC刺激音を与えられたとき、ESは異なった尾子音を持つ他のCVC単語を目標から排除し、CV刺激音より少ない候補の中から目標単語にアクセスできたと考えられ、そのことが探知を用意にさせたと言える。一方、CV刺激音は、音節処理するのにCVの後にさらに子音が続くかを待ってCV

目標単語を認識しなければならない。さらに、CV刺激音はCVCを持つ無意味語から切り取ったため、CV目標単語と必ずしも心内辞書と一致しなかった可能性もある。こういった要因が、CV刺激音がCVC刺激音よりも有意に誤答が多かった理由として考えられる。

Katayama (2015) では、意味のない音節(e.g., *bi* or *bis*) を単語の代わりに用い、日本語母語話者は英語の習熟度に関わらず強勢を用いて目標音節を探知していることが報告されている。本研究では、強勢に関しては調査していないが、日本語母語話者は英単語を分節するのにモーラを用いてはいなかった。本研究結果から、日本語母語話者は、その習熟度に関わらず、第二言語である英語の音節および単語を探知するのに強勢と音節を用いていることが推測される。興味深いことに、JLは誤答に関しても同様の傾向を示した。この点で、第二言語の分節方略の発達は、学習者が第二言語の経験とともに発達していく音声知覚の発達とは異なっている。JHは音韻配列に影響されず、単語分節の正確性が高かったため、英語上級者はどのように第二言語を処理しているのかを解明するさらなる研究が求められる。

#### 4. 研究の成果

本研究は、母語の音韻配列の生起制限、および第二言語の習熟度が日本人英語学習者の言語処理に影響するかを調査した。先行研究では、分節方略は言語特有であると報告されていたが、本研究結果では、第二言語学習者は母語と異なった分節方略を用いていることが示された。つまり、第一言語の音韻配列生起制限は第二言語処理を阻害することではなく、また単語分節方略も、日本人英語学習者の場合においては、言語特有ではないと考えられる。しかし、第二言語の習熟度によって異なった傾向が見られたことから、処理方法に影響を与えているようである。

本調査の結果は、母語と第二言語の音韻配列の差異が、言語処理の阻害要因になるのではなく、日本語母語話者によるモーラ単位による分節方略を支持する結果とはならず、これまでの先行研究と異なる結論となった。今後の調査として、言語習熟度によって使用する音響の手がかりは異なるのかを解明し、第二言語の言語処理メカニズムを明らかにしたい。

#### 参考文献

- T. Katayama. (2015). Effect of Phonotactic Constraints on L2 Speech Processing. *i-Perception*, 6(6), 1-13, doi: 10.1177/2041669515615714.
- T. Otake, G. Hatano, A. Cutler, and J. Mehler, (1993). Mora or syllable? Speech segmentation in Japanese. *Journal of Memory and Language*, 32(2), 258-278.

#### 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 )

[ 雑誌論文 ( 査読あり ) ] ( 計 2 件 )

- Katayama, T. (2015). Effect of Phonotactic Constraints on L2 Speech Processing. *i-Perception*, 6 (6), 1-13. doi: 10.1177/2041669515615714
- Katayama, T. (2016). Effects of L1 Phonotactic Constraints on L2 Word Segmentation Strategies. *Proceedings of Interspeech 2016*, 190-194. San Francisco, USA. doi:10.21437/Interspeech.2016-182

[ 学会発表 ( 査読あり ) ] ( 計 2 件 )

- Katayama, T. (June 12th, 2016). Effects of Phonotactic Constraints on Vowel Perception by L2 Speakers of English. New Sounds: Aarhus University, Denmark.
- Katayama, T. (September 9th, 2016). Effects of L1 Phonotactic Constraints on L2 Word Segmentation Strategies. Interspeech 2016,

San Francisco.

#### 6 . 研究組織

##### (1) 研究代表者

片山圭巳 ( KATAYAMA, Tamami )  
熊本大学・大学院人文社会科学部・  
准教授  
研究者番号 : 00582371