

**科学研究費助成事業 研究成果報告書**

平成 27 年 5 月 29 日現在

機関番号：25406

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2012～2014

課題番号：24520434

研究課題名(和文) 非母語子音クラスタへの母音添加の機序は言語により異なるか

研究課題名(英文) Do the mechanisms of vowel epenthesis in consonant clusters vary according to languages?

研究代表者

船津 誠也 (FUNATSU, Seiya)

県立広島大学・公私立大学の部局等・講師

研究者番号：30275383

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,900,000円

研究成果の概要(和文)：電磁式調音運動測定装置WAVE system (NDI Corp. カナダ)により子音クラスタ調音時の舌先の運動(子音クラスタの第1子音から第2子音までの変位)を日本語話者3名、英語話者3名において計測し、データを収集した。これらのデータを解析し、総合的評価を行なった。日本語および英語話者のデータを解析したところ、子音クラスタへの母音添加の機序に関して、言語による違いはないと考えられた。少なくとも日本語と英語においては母音添加の機序は異なっていないであろう、と考えられた。

研究成果の概要(英文)：We investigated the mechanisms of vowel epenthesis in consonant clusters using the WAVE system (NDI Corp.). Tongue tip movements were measured during the articulation of native and non-native consonant clusters in English. The subjects were three Japanese and three English speakers. The speech samples were 3 words: blat, bnat, btat. In these words, consonant cluster /bl/ is native in English, but /bn/ and /bt/ are non-native consonant clusters in English. These words were embedded in a carrier sentence, "Say X.", and these sentences were uttered 10 times each in random order. Tongue tip displacement from first consonant /b/ to second consonant /n, l, t/ was measured. In comparison with the data of English speakers indicated that the tongue tip displacement in Japanese speakers did not show significant difference from English speakers. We infer that the mechanisms of vowel epenthesis in consonant clusters in Japanese speakers are not different from that in English speakers.

研究分野：音声科学

キーワード：子音クラスタ 母音添加 日本語 英語 調音運動 WAVE system

### 1. 研究開始当初の背景

第二言語を習得する際に、母語に存在しない子音クラスターの発音には困難を伴うことがよく知られており、連続する子音間にはしばしば母音が添加されて発音される。日本語母語話者の子音クラスターへの母音添加について Dupoux, E. ら(1999, 2001)は、日本語母語話者は連続する子音間に実際には存在しない幻の母音 [u] を知覚する。このため日本語母語話者は母音を添加する(母音添加は知覚に起因する)と結論している。一方 Davidson, L. (2005, 2006)は、英語母語話者の子音クラスターへの母音添加(英語には存在しない子音配列 /zd/, /zb/ などでは子音間に /schwa/ が添加される)は子音を連続調音する際の調音タイミングのずれあるいはレキシカルな問題(英語において禁止されている子音配列を避けるために /schwa/ が添加される)としている。Dupoux, E.らと Davidson, L.の結果を合わせて考えると母音添加の機序は言語により異なり、日本語母語話者と英語母語話者ではそれぞれ知覚と生成という正反対の原因により生じていることになる。ここで「非母語子音クラスターへの母音添加の機序は言語により異なるのか?」という疑問が生じた。

### 2. 研究の目的

上記疑問を解明するためには、知覚および生成の両面からの研究が必要である。申請者らは、科学研究費補助金基盤研究(C)(課題番号:18520327、研究代表者:船津誠也、平成18-19年度)において、脳磁図を用いた知覚実験から日本語母語話者は子音クラスター中の母音の有無を音響レベルでは知覚できること、すなわち音響レベルでは子音クラスター中に幻の母音を知覚していないこと、を明らかにした。一方で、生成の面において、子音クラスター調音を舌等の調音運動と喉頭制御から系統的に研究したものは、申請者らの知る限りでは存在しない。本研究では、生成の面から母音添加の機序を明らかにした。本研究では日本語母語話者および子音クラスターが許容されている言語の話者において

- (1) 子音クラスター調音時の舌、唇などの調音器官の運動計測・解析を行ない、母音添加の有無による調音運動の違い
- (2) 子音クラスター調音時の声帯振動を電気式喉頭計(EGG)により計測・解析し、母音添加の有無による声帯振動の違い

を比較検討し、母音添加の有無と舌運動および喉頭制御(声帯振動)の関係を解明し、母音添加の機序が言語普遍的なものか言語固有のものかについても考察した。

### 3. 研究の方法

- (1) まず、予備的実験としてドイツ、ミ

ュンヘン大学において EMA( Electro Magnetic Articulograph : 電磁式調音運動記録装置)により、子音クラスター調音時の舌の運動を計測したものを解析した。ここで子音クラスター調音時の舌の変位の大きさは、調音器官の大きさの違い(発話者の体格、性別)および発話の態様(口をはっきり動かして発話する vs. 口をあまり動かさないで発話する)により変化することを見出した。これらの影響を除かなければ発話者間で調音器官の運動を比較検討することはできない。それゆえ、まず最初に舌運動を規格化し、発話者間での比較を可能にする方法を考案した。

#### 発話者および検査語

発話者はドイツ留学中の日本語母語話者2名およびドイツ語母語話者2名である。検査語は以下に示す4語である。これらは日本語およびドイツ語ともに無意味語である。

bnaht, gnaht, pnaht, knaht

これらの語をドイツ語キャリア文“Sage A.”(Say A.)に挿入し、日本語およびドイツ語母語話者が発話した。日本語母語話者においては各文8回、ドイツ語母語話者においては各文10回発話した。

#### EMA 計測

調音運動および音声は EMA (AG-500, Carstens)を用いて同時に記録した。図1に示すように子音クラスター中の第1子音(/b/, /g/, /p/, /k/)バースト点から第2子音(/n/)への舌先の運動(上下方向の変位(Dx)、前後方向の変位(Dy))および移動時間(T)、第1子音バースト点から最終子音/t/のバースト点(L)までの時間を計測した。Dは第1子音のバースト点から第2子音の上方最高到達点(調音完了点)までの変位であり、Tはその時間である。次に図2に示すように各発話中のDx、Dyの最大値および最小値を計測した。

#### X方向の規格化

$$D_{xn} = \frac{D_x}{(X_{\max} - X_{\min})}$$

#### Y方向の規格化

$$D_{yn} = \frac{D_y}{(Y_{\max} - Y_{\min})}$$

したがって変位Dnは

$$D_n = \sqrt{(D_{xn}^2 + D_{yn}^2)}$$

となる。

Tnは

$$T_n = \frac{T}{L}$$

である。

(2)(1)で確立した方法により調音器官の大きさおよび発話態様の違いによる舌

先の変位および移動時間への影響をある程度取り除くことができた。この方法を用い日本語話者、および英語話者における子音クラスタ調音時の舌先の運動および喉頭制御（声帯振動）を計測し、「非母語子音クラスタへの母音添加の機序は言語により異なるか」について考察した。

舌の調音運動計測には、新しく開発され、計測前の機器校正が不要な（旧来の EMA は事前の機器校正が非常に難しかった）WAVE system (NDI Corp.カナダ)を使用した。調音運動計測と同時に電気式喉頭計（EGG：Electro Glotto-Graph）により声帯振動も計測した。

発話者は日本語話者 3 名、英語話者 3 名である。検査語は(1)を参考に blat, bnat, btat の 3 語とした。いずれの語も日本語および英語において無意味語である。これらの語を英語キャリア文 “Say X.” に挿入し、日本語および英語話者が各文 10 回発話した。

舌先の調音運動は、上記 WAVE system において計測し、データは(1)で確立した規格化法を用いて規格化した。

#### 4. 研究成果

(1) 図 3 に日本語話者の規格化前のデータ、図 4 にドイツ話者の規格化前のデータを示す。これらの図において縦軸は、舌先の変位  $D$  (mm)、横軸は舌先の移動時間  $T$  (ms) である。図 3、4 とともに話者によるデータの局在化が見られる。これらは調音器官の大きさおよび発話の態様の違いによるものと思われる。

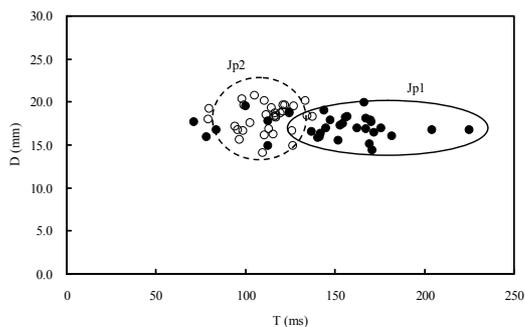


図 3

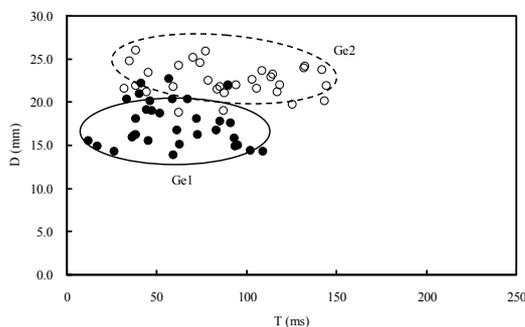


図 4

図 5 は図 3 の日本語話者のデータを規格化

したもの、図 6 は図 4 のドイツ話者のデータを規格化したものである。これらの図で、縦軸は規格化変位  $D_n$ 、横軸は規格化時間  $T_n$  である。図 5、6 とともに話者によるデータの局在化はかなり改善されており、本方法の有効性がうかがえる。

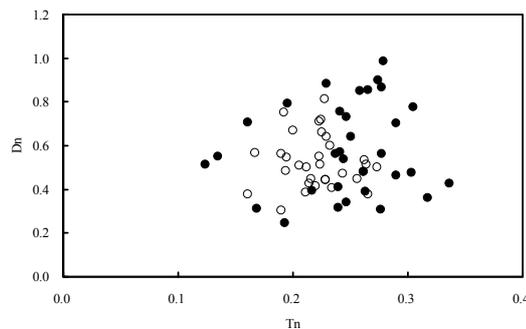


図 5

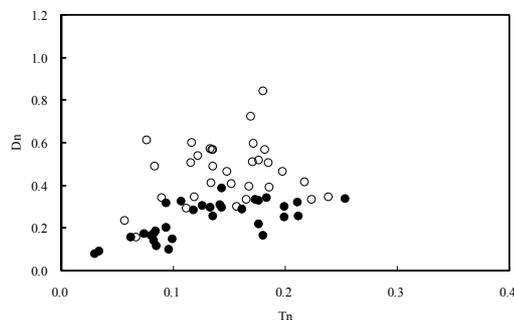


図 6

(2) 図 7 に測定結果の一例（英語話者の発話）を示す。この例では、声帯振動が生じ子音クラスタへ母音が添加されていることが EGG から明らかである。

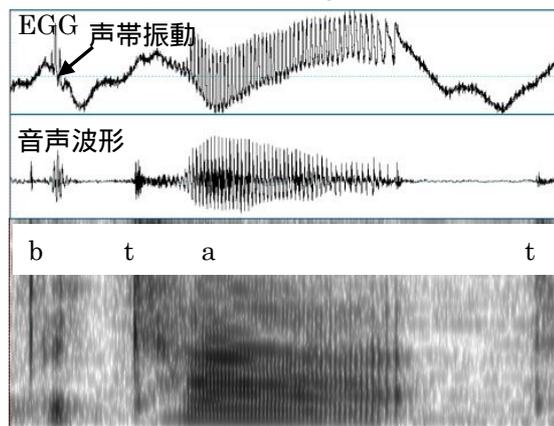


図 7

表 1 は日本語話者における第 1 子音から第 2 子音までの舌先の変位である。表 2 は英語話者の変位である。日本語話者と英語話者の変位の差は大きくない。日本語話者と英語話者の全クラスタ平均を統計的に検定すると  $p=0.8286$  となり有意差は生じなかった。さらにクラスタ別に検定してみると、/bl/では

p=0.2205、/bn/では p=0.3989、/bt/では p=0.4963 となり、すべてのクラスターで日本語話者と英語話者に有意差は生じなかった。この結果から、子音クラスター調音時の舌先の変位は、日本語話者と英語話者でほとんど差はないと考えられる。したがって子音クラスターへの母音添加の機序が日本語話者と英語話者で異なる(日本語話者は知覚が原因で母音添加が生じ、英語話者は生成が原因で母音添加が生じる)とは考えにくいであろう。

この結果をより明確なものにするためには、規格化をさらに精密に行なう必要がある。具体的には咬合面を正確に決定し、それをもとに規格化を行なう必要がある。これは次期科研費、「舌位置精密測定による子音クラスター調音運動の解析」(研究代表者:船津誠也、課題番号:15K02524)において行う予定である。

表 1

	bl	bn	bt	平均
J1	0.043	0.698	0.82	0.520
J2	0.376	0.352	0.263	0.330
J3	0.16	0.188	0.289	0.212
平均	0.193	0.413	0.457	

表 2

	bl	bn	bt	平均
E1	0.04	0.39	0.372	0.267
E2	0.255	0.168	0.182	0.202
E3	0.504	0.542	0.649	0.507
平均	0.258	0.367	0.409	

#### <引用文献>

Davidson, L. 2005. Addressing phonological questions with ultrasound. *Clinical Linguistics & Phonetics* 19, 619-633.

Davidson, L. 2006. Phonology, phonetics, or frequency: Influences on the production of non-native sequences, *Journal of Phonetics*, 34, 104-137.

Dupoux, E., Kakehi, K., Hirose, Y., Pallier, C., Mehler, J., (1999) Epenthetic vowels in Japanese: A perceptual illusion?, *Journal of Experimental Psychology: Human Perception & Performance*, 25, 1568-1578.

Dupoux, E., Pallier, C., Kakehi, K., Mehler, J., (2001) New evidence for prelexical phonological processing in word recognition, *Language & Cognitive Processes*, 16, 491-505.

#### 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](計 6件)

Seiya Funatsu, Masako Fujimoto, Satoshi Imaizumi & Hiroshi Imagawa. The mechanisms of vowel epenthesis in non-native consonant

clusters. *Forum Acusticum. European Acoustics Association*, 査読あり, 2014, 1-5.

藤本雅子, 促音の喉頭調節の高速度カメラと PGG による検討: ケーススタディー, *音声研究*, 査読あり, Vol. 18 No. 2 pp.44-51, 平成 26 年 8 月

Seiya Funatsu, Masako Fujimoto, A study of data normalization measured by an electro-magnetic articulograph. *International Congress on Acoustics 2013*, 2013, 1-8.

船津誠也, 藤本雅子, EMA 計測値の normalization の検討 - 子音クラスター調音時の舌運動について -, *電子情報通信学会技術研究報告*, sp2012-89, 2012, 59-64.

Masako Fujimoto, Seiya Funatsu, Ichiro Fujimoto., How consonants, dialect and speech rate affect vowel devoicing?, *Proceedings of Interspeech*, 査読あり, 2012, 2012, 4.

Funatsu, S. & Fujimoto, M., Mechanisms of vowel epenthesis in consonant clusters: an EMA study. *Acoustics2012*, 査読あり, 2012, 333-338.

#### [学会発表](計 3件)

船津誠也, 今泉敏, 子音クラスター構音時のクラスター構成音素による影響, *日本音声言語医学会総会*, 2014 年 10 月 09 日 ~ 2014 年 10 月 10 日, アクロス福岡

船津誠也, 藤本雅子, 今泉敏, 子音クラスターへの挿入母音を如何に知覚するか - ドイツ語母語話者の場合 -, *日本音響学会 2013 年秋季研究発表会*, 2013 年 09 月 25 日 ~ 2013 年 09 月 27 日, 豊橋技術科学大学

S. Funatsu, M. Fujimoto, S. Imaizumi, Is the mechanism of vowel epenthesis language specific or language universal?: an EMA study, *International Congress of Linguists*, 2013 年 07 月 21 日 ~ 2013 年 07 月 27 日, スイス、ジュネーブ大学.

#### 6. 研究組織

##### (1) 研究代表者

船津誠也 (FUNATSU, Seiya)  
 県立広島大学・学術情報センター・講師  
 研究者番号: 30275383

##### (2) 研究分担者

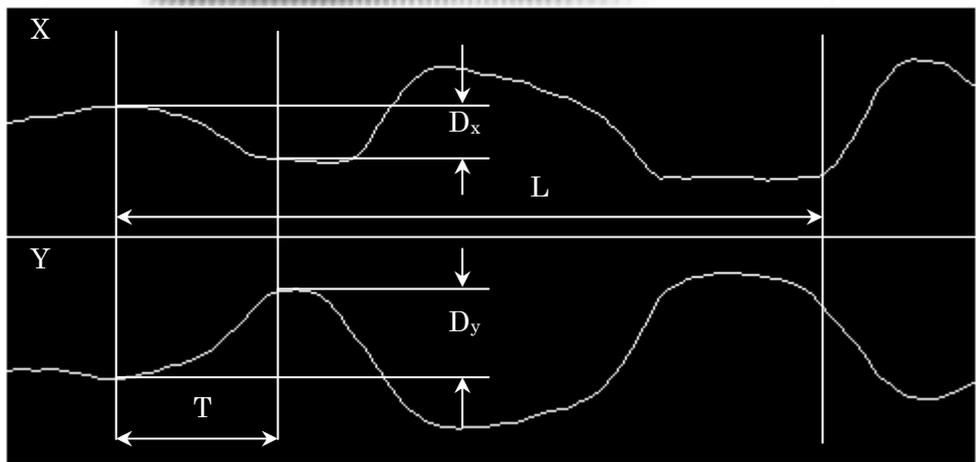
藤本雅子 (FUJIMOTO, Masako)  
 早稲田大学・人間科学学術院・招聘研究員  
 研究者番号: 30392541

##### (3) 研究分担者

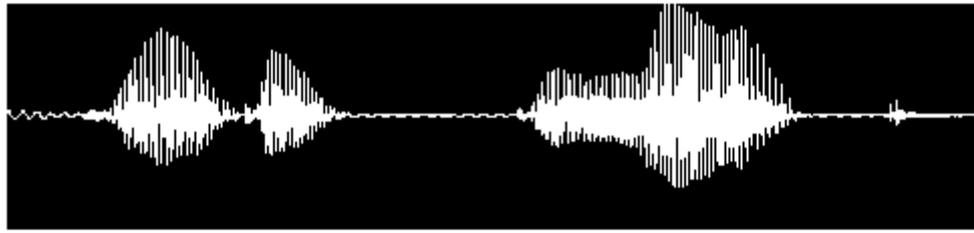
今泉敏 (IMAIZUMI, Satoshi)  
 県立広島大学・保健福祉学部・教授  
 研究者番号: 80122018



b n a t



1200 1300 1400 1500 1600 1700 1800 1900 2000



s a g e b n a t

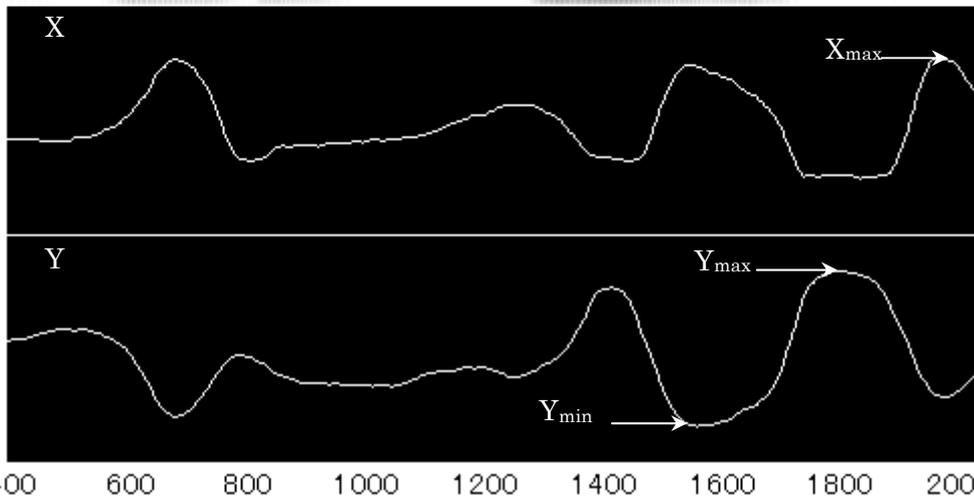
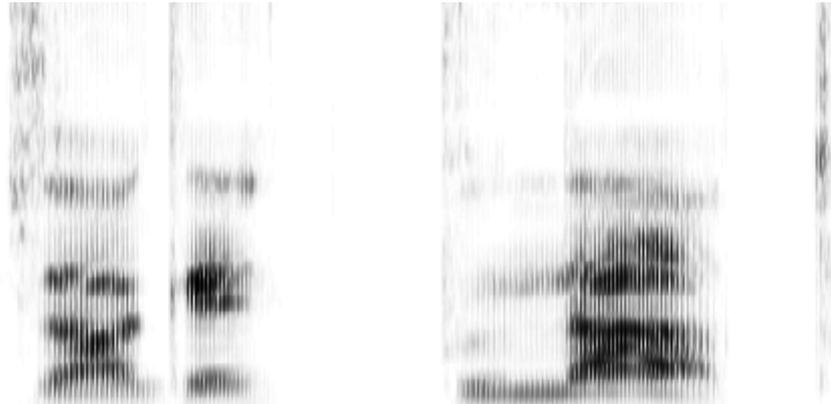


图 2