

国立国語研究所学術情報リポジトリ

Multivariate Acoustic Analysis of Initial Consonant Clusters in English

メタデータ	言語: jpn 出版者: 公開日: 2019-02-14 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 張, 一新, 中島, 祥好, 于, 暁陽, 岸田, 拓也, 上田, 和夫, Arndt, Sophia, Elliott, Mark A., ZHANG, Yixin, YU, Xiaoyang, KISHIDA, Takuya, ARNDT, Sophia, ELLIOTT, Mark A. メールアドレス: 所属:
URL	https://doi.org/10.15084/00001649

英語における頭子音連結の多変量解析

張 一新 (九州大学芸術工学府)

中島 祥好 (九州大学芸術工学研究院)

于 曉陽 (九州大学芸術工学府)

岸田 拓也 (九州大学芸術工学研究院)

上田 和夫 (九州大学芸術工学研究院)

Sophia Arndt (School of Psychology, National University of Ireland, Galway)

Mark A. Elliott (School of Psychology, National University of Ireland, Galway)

Multivariate Acoustic Analysis of Initial Consonant Clusters in English

Yixin Zhang (Graduate School of Design, Kyushu University)

Yoshitaka Nakajima (Dept. Human Science/Research Center for Applied Perceptual Science, Kyushu University)

Xiaoyang Yu (Graduate School of Design, Kyushu University)

Takuya Kishida (Department of Human Science, Kyushu University)

Kazuo Ueda (Dept. Human Science/Research Center for Applied Perceptual Science, Kyushu University)

Sophia Arndt (School of Psychology, National University of Ireland, Galway)

Mark A. Elliott (School of Psychology, National University of Ireland Galway)

要旨

英語学習者にとって、子音連結を適切に発音・知覚することは大切である。本研究では、英語母語話者が発話した英語音声録音し、その音響的特徴の分析を行った。英語音節の頭子音連結や、頭子音とその次の母音をスペクトル変化の観点から調べ、録音した音声のスペクトル変化を因子分析した。得られた3因子から鳴音性と密接に関連する2つの因子が取り出された。一方の因子得点が高い場合、もう一方の因子得点は0に近く、因子空間におけるその散布図はL字型のように分布した。単語ごとの頭子音連結から母音に移る際の因子得点はこのL字型分布に沿って変化することが分かった。この際に、頭子音連結はL型の中央部に分布し、最も点が密集したのは、角の点に当たる原点の近くだった。第一子音から第二子音の間で、因子得点は統計的に有意に変化するが、第二子音から母音の間では因子得点に有意差はなかった。子音-子音-母音連結(CCV連結)の各音素に鳴音性と特に相関の高いmid-low factorの特徴がよく反映されていることが分かった。

1. はじめに

英語を外国語とする学習者にとって、子音と子音、子音と母音の組合せを正しく把握することが大切である。英語において子音のみが連続する現象は「子音連結」と呼ばれる。Nakajima et al. (2017) はイギリス英語音声に対して、因子分析を行って3つの因子を取り出し、各音素を三次元の因子得点空間で表した。因子得点空間内で音素が曲線状に並び、さらにその音素の並びは鳴音性の高低の順になることを見つけた。Spencer (1996) による鳴音性という尺度では、母音、渡り音、流音、鼻音、摩擦音・破擦音、破裂音の順に鳴音性が低くなるとしている。音節の始まりは、鳴音性が低い音素から高い音素へつながる、鳴音性連続原理 (sonority sequencing principle; Rahilly, 2016) に従うことが知られている。

この原理に従って、語頭で子音連結からその次の母音に至るスペクトル変化に注目し、鳴音性との関係を探ることを目的とする。

2 多変量解析

2.1 音声

2.1.1 分析対象音声

アイルランド英語母語話者の24歳から30歳までの男性1名、女性2名、計3名の音声を録音した。録音の内容は“The ATR English Database”というデータベースに用いられている200文を選択した。200文について、話者は普段の会話の速さで発音した。

2.1.2 録音条件

録音は暗騒音が30 dBA程度の防音室で行った。まず、防音室の暗騒音が話者の発話に影響するかどうかを確認するために、騒音計を設置した。全話者が発音する際の音圧レベルは65 dBA以上であり、暗騒音のレベルよりも十分に高かった。話者の口元から15 cmの距離に設置した録音機(TASCAM, DR-07)を用いてサンプリング周波数44.1 kHz、量子化ビット数16ビットという条件で録音を行った。

2.2 因子分析

Nakajima et al. (2017) において示された鳴音性に関連する因子を取り出し、その因子得点を音素ごとに観察するために、Kishida et al. (2016) の方法を用いて、男性1名の英語音声のパワースペクトル変化に対して因子分析を行った。Kishida et al. (2016) の分析法がNakajima et al. (2017) の分析法と異なる点は、パワースペクトルの平滑化にケプストラム分析が用いられる点と、因子分析で導かれる部分空間の起点をパワーが零となる点に修正された、起点移動主成分分析が用いられている点である。本研究では、鳴音性と子音の関係を見る観点からKishidaらの方法を採用した。

3. 結果と考察

因子分析により、Fig. 1 に示すような特徴をもつ3つの因子が得られた。得られた3つの因子は先行研究で得られた因子と共通する特徴があった。つまり、Nakajima et al. (2017) と同様に約1100 Hz付近の中帯域に大きい因子負荷量をもつ因子(mid-low factor)、約3300 Hz以上の高帯域に大きい因子負荷量を持つ因子(high factor)、そして因子の約500 Hz以下と約1700~3300 Hzの間の2帯域で大きい因子負荷量をもつ因子(low & mid-high factor)の3つが得られた。

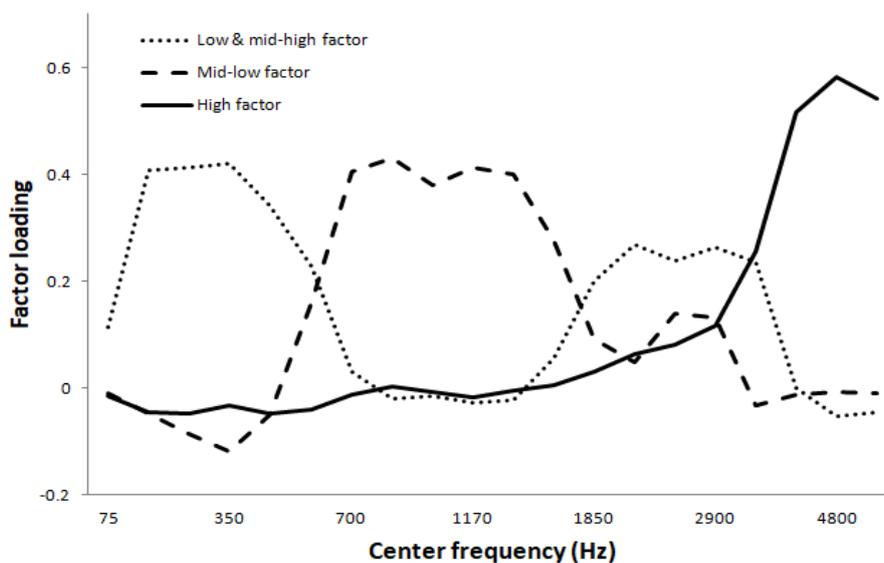


Fig.1 因子分析により、得られた3因子の特徴

文頭に現れる 30 の子音-子音-母音連結(CCV 連結)について因子得点を分析した。CCV 連結の各音素にどの因子の特徴が反映されているかを見るために、CCV 連結を音素ごとに分け、音素の時間的中央点における因子得点を因子空間内にプロットした (Fig. 2)。母音は low & mid-high factor、mid-low factor とともに因子得点が大きく、子音はともに小さい傾向があることが Fig. 2-2 から分かる。high factor の因子得点は low & mid-high factor と mid-low factor の因子得点が低い時に高くなる傾向にあった(Fig. 2-1, 2-3)。mid-low factor と high factor の 2 つの因子について、一方の因子得点が高い場合、もう一方の因子得点は 0 に近く、因子空間上で L 字型に分布した(Fig. 2-3)。以上の因子得点の分布の仕方は、Nakajima et al. (2017) における分布と一致している。

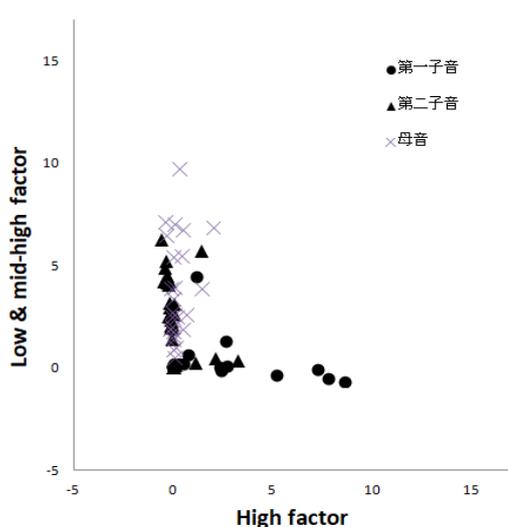


Fig. 2-1

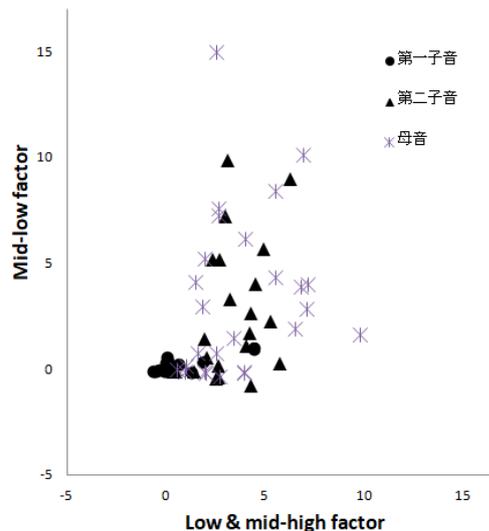


Fig. 2-2

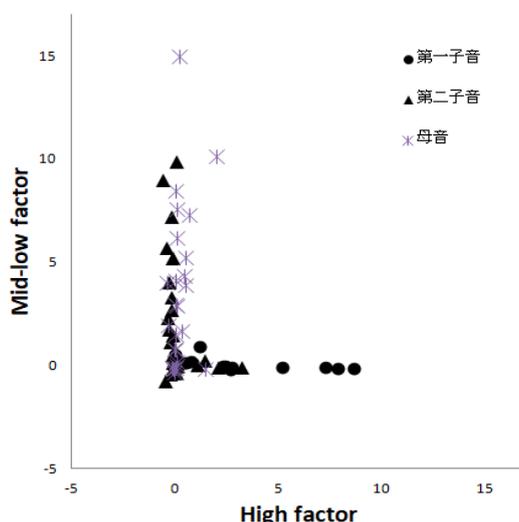


Fig. 2-3

Fig.2 英語母語話者の男性 1 名について、各音素の時間的な中央点での因子得点

また、この因子空間上で、30 の CCV 連結のつながりのそれぞれについて第一子音、第二子音、母音の順に線でつなぐことで各 CCV 連結の発話の際の因子得点の動きを観察した(Fig. 3)。第一子音から第二子音、そして母音に移行する際に、mid-low factor の因子得点が高くなることが分かった(Fig. 3-1)。頭子音連結(第一子音と第二子音)は、因子空間の原点に近い

L字型の角の付近から始まるか、その付近で終わるかのいずれかである(Fig. 3-2)。第二子音から母音に移行する際に、mid-low factor の因子得点も高くなる傾向があった(Fig. 3-3)。high factor の因子得点が大きく変化するのは、第一子音から第二子音に移行するときだけである。また、頭子音連結(第一子音と第二子音)はL字型の角に接しており、それは因子空間の原点付近であった。

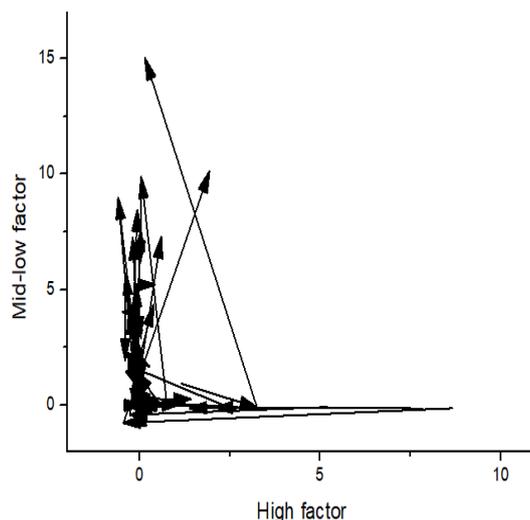


Fig. 3-1

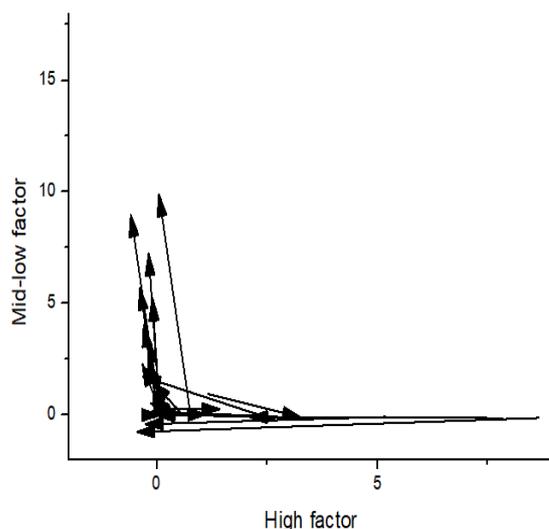


Fig. 3-2

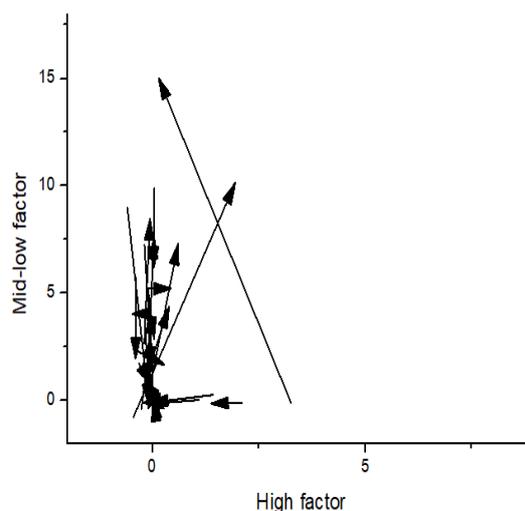


Fig. 3-3

Fig. 3 英語母語話者の男性1名について、子音1、子音2と母音の時間的な中央点での因子得点の動きを矢印で示した。

各因子の因子得点が一組の連結における音素の間で統計的に有意に変化するかどうかを確かめるために、符号検定(有意水準 5%)を行った。low & mid-high factor の因子得点は、第一子音、第二子音の間では有意に大きくなり、第二子音、母音の間では有意差はなかった。mid-low factor の因子得点は、第一子音、第二子音の間では有意に大きくなり、第二子音、母音の間では有意差はなかった。high factor の因子得点は、第一子音、第二子音の間では有意に小さくなり、第二子音、母音の間では有意差はなかった。

第一子音と第二子音の因子得点の変化において、明確な結論が得られた。第二子音、母

音の間では有意差について、統計的に有意となるかどうか、比率の差の大きさ以外に、標本数にも依存している。以上得られた結果を更に検証し、現れた子音-子音-母音音節(CCV連結)を60個に増やす予定である。子音連結については、/s/のない子音連結、/sl/, /sw/, /sm/, /sn/の子音連結、/sp/, /st/, /sk/の子音連結、子音が三つの連結(最初は必ず/s/)という四つの種類ごとにそれぞれ線でつなぎ観察することを追加分析として行う予定である。

謝 辞

本研究は、科学研究費補助金(17H06197)の助成を受けた。

文 献

- de Saussure, F. (1959). *Course in general linguistics* (Baskin, W. Trans.). *New York: Philosophical Library.[JL]*.
- Kishida, T., Nakajima, Y., Ueda, K., & Remijn, G. B. (2016). Three factors are critical in order to synthesize intelligible noise-vocoded Japanese speech. *Frontiers in Psychology*, 7:517.
- Nakajima, Y., Ueda, K., Fujimaru, S., Motomura, H., & Ohsaka, Y. (2017). English phonology and an acoustic language universal. *Scientific Reports*, 7:46049.
- Rahilly, J. (2016). Sonority in natural language: A review. In M. J. Ball & N. Müller (Eds.), *Challenging Sonority: Cross-Linguistic Evidence*. South Yorkshire, UK: Equinox Publishing Ltd.
- Spencer, A (1996). *Phonology: Theory and Description*. Oxford: Blackwell.
- Ueda, K., & Nakajima, Y. (2017). An acoustic key to eight languages/ dialects: Factor analyses of critical-band-filtered speech. *Scientific Reports*, 7:42468.