

令和元年6月13日現在

機関番号：32689

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2016～2018

課題番号：16K16884

研究課題名(和文) 事象関連電位による日本語母語話者の英語母音知覚

研究課題名(英文) Japanese speakers' English vowel perception assessed by event-related potentials (ERPs)

研究代表者

篠原 靖明 (Shinohara, Yasuaki)

早稲田大学・商学大学院・専任講師

研究者番号：10732737

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,100,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、第二言語音声に対する知覚能力は、母語の音韻体系の影響を受けるという理論に基づき、英語母音に対する日本語話者の知覚能力を行動実験と脳波計測の両面から調査した。日本語母音/a/の領域に重なる3種の英語母音(2組のコントラスト)を使って、その弁別能力を英語話者と日本語話者の間で比較した。行動実験の結果、英語話者は2組の音声に対して共に高い弁別能力を示した。一方で日本語話者は、2組の内片方においてより高い弁別能力を示した。脳波計測では予測していたものとは異なる結果が得られたが、行動実験の結果から、同一の刺激音に対する弁別能力は、母語の母音体系の影響によって異なると言える。

研究成果の学術的意義や社会的意義

母語の音韻体系が第二言語音声の知覚に及ぼす影響の解明に努めた本研究の成果は、これまで唱えられてきた第二言語音声知覚理論を検証するとどまらず、さらなる理論の構築及び発展に貢献する。また、本研究を通じて得られた知見は、外国語の教育にも活かせる。日本語の母音体系が及ぼす英語母音知覚への影響が明らかになったことで、日本語話者に対する適切な英語教授法を見出すきっかけに成り得る。さらに、脳波計測の結果が仮説と異なったことで、脳波が示すものを再検証するきっかけとなり、脳波を手掛かりに音声知覚能力を調査する研究手法の発展にも貢献する。

研究成果の概要(英文)：In the present study, Japanese speakers' English vowel perception has been investigated. According to the Perceptual Assimilation Model (PAM; Best, 1994), when perceiving unfamiliar non-native phonemes, people tend to assimilate them into the most articulatorily similar first-language (L1) phonemes, and therefore the discriminability of non-native phonemes depends on the listeners' L1 phonemic categories. This hypothesis has been examined in both behavioral and brain response experiments. As a result, there was a significant difference in the discriminability of the same vowel contrasts between English and Japanese speakers observed in the behavioral experiment. However, the brain response data did not show the expected results.

研究分野：音声学

キーワード：音声知覚 第二言語 母音 事象関連電位(ERP) ミスマッチ陰性電位(MMN)

様式 C-19、F-19-1、Z-19、CK-19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

非母語の音素を弁別することは、どの言語話者にとっても難しいことである。しかしながら、この弁別の難しさの程度は、母語の音韻体系と非母語の音素の関係に応じて予測ができる。それは、ヒトが非母語の音声を知覚する際、その音声が調音的に最も近い母語の音素に同化させられるためである(Perceptual Assimilation Model, Best 1994a, 1994b, 1995)。例えば、2つの非母語の音声が、異なる2種の母語の音素に同化する時(Two-Category assimilation type)、その弁別は容易である。一方で、2つの非母語の音声が同一の母語音素に同化する時、その弁別は難しくなる。中でも、2つの非母語音声が1つの母語の音素に同等に似ている場合、その弁別はより難しいとされるが(Single-Category assimilation type)、類似度合いが異なる2種の非母語の音声弁別は、比較的容易であるとされる(Category-Goodness Assimilation type)。

この理論を検証するために日本語話者の英語母音知覚能力を計測した研究は、すでに存在している。Strange et al. (1998)による研究では、日本語話者は3種の英語母音/æ/, /ʌ/, /ɑ/を全て日本語母音/a/に同化させる傾向があることがわかり、中でも/ʌ/と/a/は、/æ/に比べ両方とも日本語母音/a/により似ていることが証明された。また、Lengeris (2009)によれば、日本語話者の英語母音知覚において、Single-Category assimilation type に属する英語母音の対は、Category-Goodness assimilation type に属する英語母音の対よりも弁別が難しいことが証明された。しかしながら、これらの研究で用いられた刺激音は自然音声であったため、同化のパターンだけが弁別の難しさに影響を及ぼしているとは言い切れず、刺激音自体の音響差もそれに大きな影響を及ぼしていると言える。図1に示したように、/ʌ/と/a/の弁別が難しい理由は、それが Single-Category assimilation type に属していることだけでなく、単に音響的に近似していることが原因であると言える。また、/æ/と/a/の弁別が比較的容易であるのは、Category-Goodness assimilation type に属していることだけでなく、単に音響差が大きいことが原因である可能性がある。

こういった背景の下、本研究では音響差を統制した3種の英語母音(再合成音)を用いて、日本語話者による弁別能力の差が音響差ではなく同化パターンによるものであるか検証した。

2. 研究の目的

本研究では、日本語話者の英語母音/æ/, /ʌ/, /ɑ/に対する弁別能力を調査した。音響差を統制した刺激音を用いることで音響差による知覚への影響を除外し、日本語話者にとって Single-Category Assimilation type に属する英語母音/a/-/ʌ/の対が、Category-Goodness Assimilation type に属する英語母音/æ/-/ʌ/の対よりも弁別することが難しいか、行動実験及び脳波計測によって検証した。

3. 研究の方法

(1) 実験参加者

早稲田大学にて60名の日本語話者のデータを収集し、米国デラウェア大学にて58名の英語話者のデータを収集した。60名の日本語話者の内、半数の30名は行動実験に参加し、残りの30名は脳波計測実験へ参加した。同様に58名の英語話者の内、27名は行動実験へ、残りの31名は脳波計測実験へ参加した。

(2) 刺激音

第二フォルマント以外の音響要素は同一で、第二フォルマントのみ異なる連続刺激音を作成した。66個の連続刺激音は行動実験の識別テストで使用し、その結果をもとに選定した3種の母音を弁別テストに使用した。脳波計測実験にも同様に再合成刺激音を使用した。

(3) 実験手順

行動実験

最初の行動実験では、日本語話者と英語話者が、66個の連続刺激音を其々の母語の母音として識別し、レーティングを行った。その結果、英語話者にとっては英語母音3種/æ/, /ʌ/, /ɑ/に識別され、日本語話者にとっては日本語母音/a/の1種に識別される3つの刺激音を選定した。それらの3種の刺激音(/æ/, /ʌ/, /ɑ/)は、音響的に統制され、/æ/-/ʌ/間の音響差(第二フォルマントの差)は、/ɑ/-/ʌ/間の音響差と等しく設定されている。また、/ʌ/及び/a/は日本語母音/a/として同等に高いレーティングがなされ、/æ/は低いレーティングがなされた刺激音を選定した。

最後の行動実験では、/æ/-/ʌ/及び/a/-/ʌ/のコントラストに対する弁別能力を測定し、実際に Single-Category assimilation type に属する/a/-/ʌ/の方が Category-Goodness assimilation type に属する/æ/-/ʌ/よりも弁別が難しいか、検証した。

脳波計測実験

脳波計測実験では、音声の変化を知覚した際

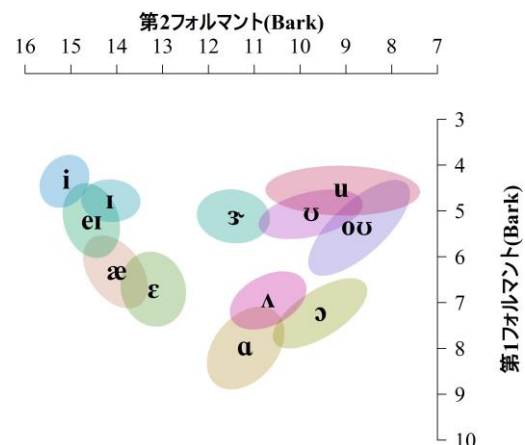


図1. アメリカ英語話者による英語母音の第1フォルマントと第二フォルマント(元データ:Hillenbrand et al., 1995)

に表れるミスマッチ陰性電位 (MMN) と呼ばれる脳波成分を採取し、/æ/-/ʌ/及び/ɑ/-/ʌ/のコントラストに対する MMN の大きさを日本語話者と英語話者の間で比較分析した。

4. 研究成果

(1) 行動実験

上述の通り、行動実験ではまず、英語話者と日本語話者による 66 個の連続刺激音に対する母音の識別テストを実施した。英語話者はそれら 66 個の刺激音を 5 つの英語母音に識別し (図 2)、日本語話者は 3 つの日本語母音に識別した (図 3)。その後、英語話者にとっては 3 種の英語母音 (/æ/, /ʌ/, /ɑ/) に属し、日本語話者にとっては 1 種の日本語母音 /a/ に属する 3 つの刺激音を選定した。それら 3 つの刺激音 /æ/, /ʌ/, /ɑ/ は、日本語話者にとって、/ʌ/ と /ɑ/ は同等に日本語母音 /a/ に類似しており、/æ/ は日本語母音 /a/ に分類されるものの、/ʌ/ よりも有意に低いレーティング結果を得ている (図 4)。すなわち、/ɑ/-/ʌ/ の対は **Single-Category Assimilation type** に属し、/æ/-/ʌ/ の対は **Category-Goodness Assimilation type** に属している。

識別テストの結果をもとに刺激音を選定し、行動実験の最後には、/æ/-/ʌ/ と /ɑ/-/ʌ/ の 2 つのコントラストに対する弁別テストを実施した。英語話者は両コントラスト共に、同等に高い弁別の正答率を示した。一方で日本語話者は、/æ/-/ʌ/ の弁別では高い正答率を示したものの、/ɑ/-/ʌ/ に対する弁別では /æ/-/ʌ/ よりも低い正答率を示すことが分かった (図 5)。

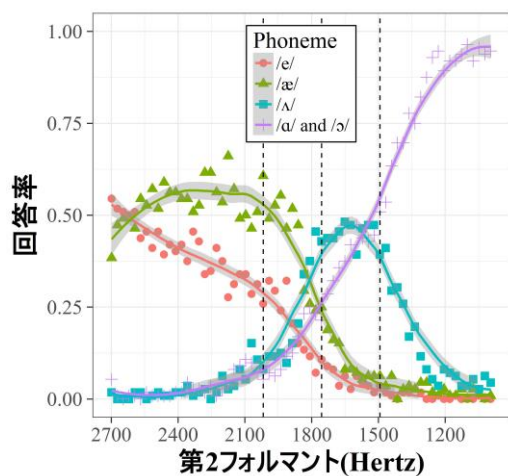


図 2. 英語話者による刺激音識別 (英語母音として)

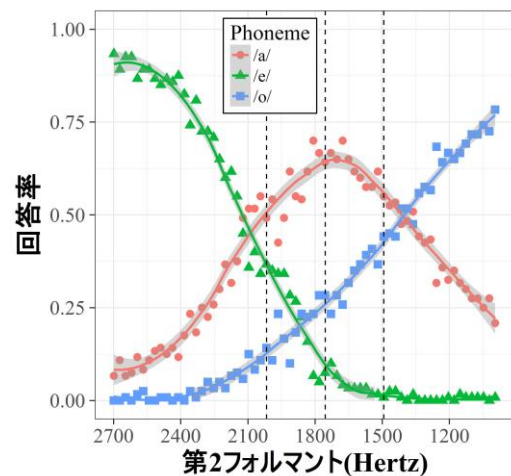


図 3. 日本語話者による刺激音識別 (日本語母音として)

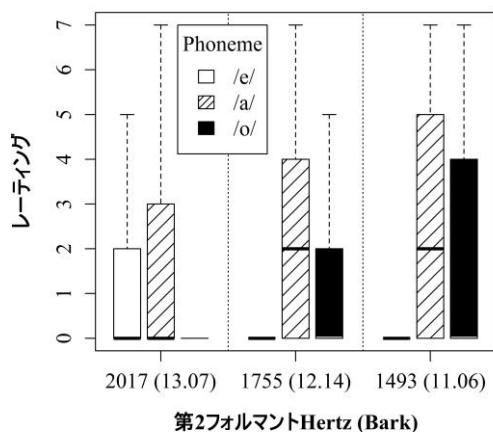


図 4. 日本語話者が 3 種の刺激音を日本語母音として知覚した際のレーティング

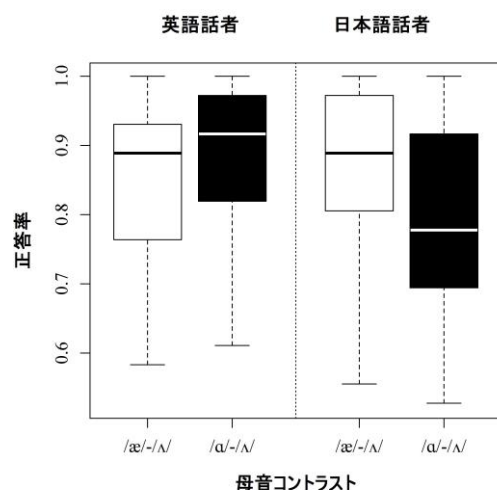


図 5. 英語話者及び日本語話者による 3 種の刺激音 (2 組の英語母音の対) の弁別正答率

(2) 脳波計測実験

上述の弁別能力の差が脳波にどのように表れるか解析するため、一定の連続する音声 (standards) を知覚している最中、急に異なる音声 (deviants) を聞いた際に誘発される脳波成分、ミスマッチ陰性電位 (MMN) を英語話者と日本語話者の両言語グループから採取した。行動実験で得られた弁別テストの結果から、日本語話者が /æ/ (standard) から /ʌ/ (deviant) への音声変化を知覚した際に表れる MMN は、/ɑ/ (standard) から /ʌ/ (deviant) への変化を知覚した際よりも大きいことが仮説として立てられた。実験を遂行した結果、その仮説とは反対の結果が表れた。すなわ

ち、日本語話者に関しては、/a/から/ʌ/への音声変化を知覚した際に表れる MMN の方が、/æ/から/ʌ/への音声変化を知覚した際に表れる MMN よりも大きかった（図 6、図 7）。

（3）本研究成果によって期待される社会への貢献

本研究プロジェクトにおける最大の成果は、仮説と異なる結果が脳波計測実験において発見されたことである。先行研究の結果から立てられた仮説が正しくなかったことが証明されたことで、ミスマッチ陰性電位が示すそのもの自体に疑問を呈する結果となった。本研究を通して発見できたその疑問こそがこれまで構築してきた理論を検証するきっかけとなり、将来の研究に対する展望を開かせたと言えるであろう。今後は新たな研究プロジェクトの中で、ミスマッチ陰性電位が示すものについて追及する予定である。

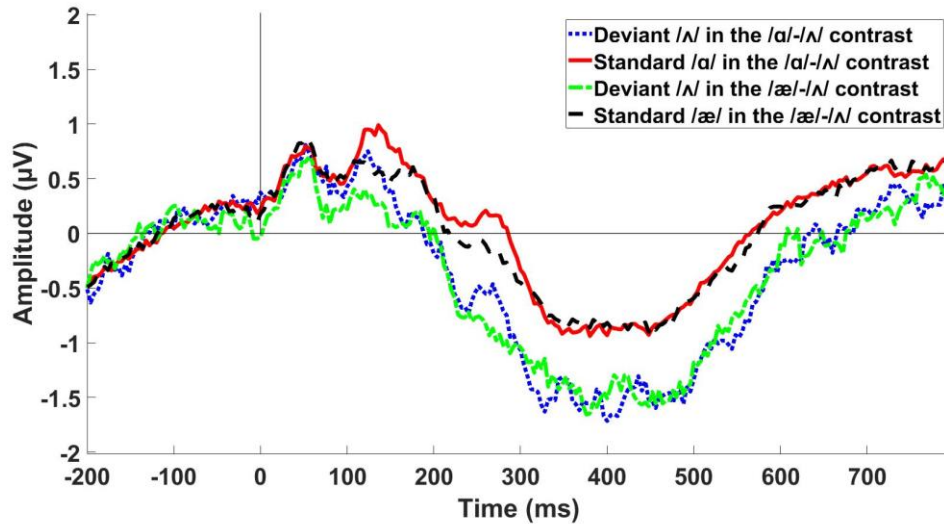


図 6. 英語話者の刺激音変化知覚時に表れる事象関連電位

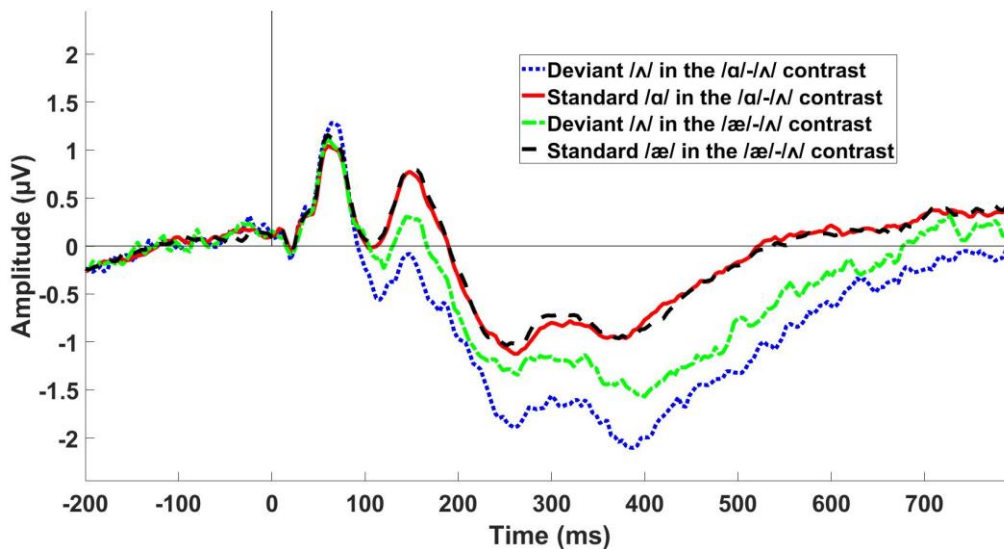


図 7. 日本語話者の刺激音変化知覚時に表れる事象関連電位

References

- Best, C. T. (1994a). Learning to perceive the sound pattern of English. In C. Rovee-Collier & L. P. Lipsitt (Eds.), *Advances in infancy research* (Vol. 8, pp. 217–304). Hillsdale, NJ: Ablex Publishers.
- Best, C. T. (1994b). The emergence of native-language phonological influences in infants: A perceptual assimilation model. In J. C. Goodman & H. C. Nusbaum (Eds.), *The development of speech perception: The transition from speech sound to spoken words* (pp. 167–224). Cambridge, MA: MIT Press.
- Best, C. T. (1995). A direct realist perspective on cross-language speech perception. In W. Strange (Ed.), *Speech perception and linguistic experience: Issues in cross-language research* (pp. 171–204). Timonium, MD: York Press.
- Hillenbrand, J., Getty, L. A., Clark, M. J., & Wheeler, K. (1995). Acoustic characteristics of American English vowels. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 97(5), 3099–3111. <https://doi.org/10.1121/1.411872>
- Lengeris, A. (2009). Perceptual assimilation and L2 learning: Evidence from the perception of Southern British English vowels by native speakers of Greek and Japanese. *Phonetica*, 66(3), 169–187.
- Strange, W., Akahane-Yamada, R., Kubo, R., Trent, S. A., Nishi, K., & Jenkins, J. J. (1998). Perceptual assimilation of American English vowels by Japanese listeners. *Journal of Phonetics*, 26, 311–344.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕（計3件）

- (1) Shinohara, Y., Han, C., & Hestvik, A. (2019). Effects of perceptual assimilation: The perception of English /æ/, /ʌ/, and /ɑ/ by Japanese speakers. *Proc. the 19th International Congress of Phonetic Sciences*, (accepted).
- (2) Shinohara, Y., & Iverson, P. (2018). High variability identification and discrimination training for Japanese speakers learning English /r/-/l/. *Journal of Phonetics*, 66, 242–251. DOI: 10.1016/j.wocn.2017.11.002
- (3) Shinohara, Y. (2016). Audiovisual Training Effects for Japanese Children Learning English /r/-/l/. *Proc. Interspeech 2016*, 204–207. DOI: 10.21437/Interspeech.2016.641

〔学会発表等〕（計13件）

- (1) Shinohara, Y., Han, C., & Hestvik, A. (2019, September). *Effects of perceptual assimilation and vowel peripherality in perceiving non-native vowels*. New Sounds 2019, Tokyo, Japan.
- (2) Shinohara, Y., Han, C., & Hestvik, A. (2019, August). *Effects of perceptual assimilation: The perception of English /æ/, /ʌ/, and /ɑ/ by Japanese speakers*. International Congress of Phonetic Sciences (ICPhS) 2019, Melbourne, Australia
- (3) Shinohara, Y. (2019, May). *Examination of theoretical models in second-language (L2) speech perception: The Perceptual Assimilation Model (PAM) and the Natural Referent Vowel (NRV) framework*. Research Workshop of Institute of Language and Speech Science, Tokyo, Japan
- (4) Shinohara, Y. (2018, December). *Effects of perceptual assimilation for Japanese speakers perceiving English vowels*. Invited talk given at the Department of Linguistics and Cognitive Sciences, University of Delaware, Delaware, USA.
- (5) Shinohara, Y. (2018, July). *English /r/-/l/ perception for Japanese speakers: Training methods and age effects*. The 33rd annual meeting of the Sophia Linguistic Society, Tokyo, Japan.
- (6) Shinohara, Y., Hestvik, A., Durvasula, K., & Sakai, H. (2018, June). *Asymmetric memory encoding for voicing contrasts across languages*. The 8th Mismatch Negativity Conference (MMN 2018), Helsinki, Finland.
- (7) Shinohara, Y., & Sakai, H. (2018, May). *Phonological representation of voicing contrasts and Mismatch Negativity*. 2018 Research Workshop of Institute of Language and Speech Science, Tokyo, Japan.
- (8) Shinohara, Y., & Sakai, H. (2018, April). *Underspecification and MMN asymmetry: Voicing contrasts in Japanese*. Brain Science of Language Inference and Thought (BLIT) Colloquium, Tokyo, Japan.
- (9) Shinohara, Y., Hestvik, A., Durvasula, K., Verdonschot, R., & Sakai, H. (2017, November). *Cross-linguistic differences in MMN asymmetry: Voicing underspecification in Japanese*. Society for the Neurobiology of Language (SNL) 2017, Baltimore, Maryland, USA.
- (10) Shinohara, Y. (2017, September). *L2 phonetic perceptual training for Japanese speakers learning English /r/-/l/*. Invited talk given at the Department of Linguistics and Cognitive Sciences, University of Delaware, Delaware, USA
- (11) Shinohara, Y. (2016, December). *Influence of age-related factors on English /r/-/l/ audiovisual training for Japanese speakers*. The 5th Joint meeting of the Acoustical Society of America and the Acoustical Society of Japan, Hawaii, USA.
- (12) Shinohara, Y. (2016, August). *Audiovisual Training Effects for Japanese Children Learning English /r/-/l/*. Interspeech 2016, San Francisco, US.
- (13) Shinohara, Y. (2016, April). *Effects of audiovisual training on the English /r/-/l/ identification by Japanese adults and children*. Center for English Language Education in Science and Engineering Colloquium, Waseda University, Tokyo, Japan.

6. 研究組織

研究代表者氏名：篠原靖明

ローマ字氏名：Yasuaki SHINOHARA

所属研究機関名：早稲田大学

部局名：商学学術院

職名：専任講師

研究者番号：10732737