

# 音韻カテゴリーの形成過程における音響手がかりの利用と抑制\*

## Attention and Inhibition in the Processing of Acoustic Cues at Different Stages of Phonemic Category Formation

川崎貴子  
Takako Kawasaki  
法政大学  
Hosei University  
kawasaki@hosei.ac.jp

マシューズ・ジョン  
John Matthews  
中央大学  
Chuo University  
matthews@tamacc.chuo-u.ac.jp

田中邦佳  
Kuniyoshi Tanaka  
法政大学 (非常勤)  
Hosei University  
tanaka.kuniyoshi@gmail.com

### Abstract

L2 learners are known to be sensitive to acoustic cues beyond those required to distinguish L2 phonemic contrasts. This paper examines changes in this sensitivity following extended exposure to L2 input. The Category Activation Threshold Model (CATM) proposed by Matthews & Kawasaki (2013) predicts that processing of acoustic cues not needed for phonemic distinction becomes inhibited as phonological category acquisition advances.

To assess the use of acoustic detail in speech perception at different levels of proficiency, we gave a similarity judgment task to two groups of JLEs: Japanese university students with no study-abroad experience (No-SA group), and Japanese university students with 3-12 months experience living and studying in an English-speaking country (SA group). We considered the immersion experience in studying abroad to have led to more advanced proficiency among participants in the SA group than in the No-SA group.

Participants with SA experience evaluated the acoustic distance between corresponding /s, z/ vs. /θ, ð/ pairs to be greater than participants with no SA experience did. On the other hand, the SA group rated the acoustic difference between two utterances of the same word containing English /f, v/ to be smaller than the No-SA group did. This result is consistent with predictions made by the CATM.

**Keywords— L2, Phonology, Phonetics, speech perception, inhibition**

### 1. はじめに

本研究の目的は、L2 音韻習得が進むにつれて L2 知覚における音響手がかりの利用がどのように変化するかを明らかにすることである。

母語の音声知覚では意味区別に必要な音響手がかりに集中的に注意を払い、そうでない音響特徴には注意を払わないという効率的な音韻知覚が行われている。一方、L2 の音声知覚では、母語用に調整された知覚システムが媒介となり、L1 に無い音の知覚では類似する L1 音との知覚同化が起こ

ることがある (Best, 1995)。では、新たな L2 音韻カテゴリーの習得はどのように起こるのであるのか。

母語の音韻システムを通して L2 音声の知覚を行うと考えた場合、母語の音素弁別に利用されない音響手がかりは L2 音声知覚においても利用されないことになる。しかし新たな音素カテゴリーを知覚し、構築するには、母語では使用しなかった音響手がかりに注意を払って聞き、新たなカテゴリーとその手がかりを結びつける必要がある。もし、母語に存在しない L2 音カテゴリーの学習が可能であるならば、L2 音韻弁別では利用されない音響手がかりの使用はどのように変化し、新たな音韻カテゴリーの構築につながっていくのであろうか。

Strange (2011)、川崎ら (2011) の研究では、学習者は L2 音を知覚する際、L1 カテゴリー弁別で利用されない音響手がかりにも注意を払っていることが明らかになった。この L2 でのカテゴリー構築のための音響手がかりの利用は、習得が進むにつれてどのように変化していくのであろうか。

### 2. Category Activation Threshold Model

Matthews & Kawasaki (2013) は音韻カテゴリーの習得を通して、音響手がかりの利用がどのように変化していくのかのモデルとして、Category Activation Threshold Model (CATM) を提唱した。CATM では、様々な音響的特徴に注意を払い、適切なカテゴリー構築のための input を蓄積する段階が習得初期に存在するとしている。そして、L2 の習得が進むと L2 音素の知覚に適切な音響的特徴が特定され、カテゴリーが構築されることにより、必要ではない手がかりの利用抑制が行われるとし

ている。つまり、音韻カテゴリ習得の前には、様々な音響手がかりをフィルターせずに注意を払う段階がある。その後、注意を集中すべき音響手がかりを特定し、音素カテゴリとマッピングを行う過程で、その他の必要ではない音響手がかりを抑制するとしている。

本研究では、(1) 学習者の音韻習得レベルが上がるに連れ、母語では利用されない音響手がかりの利用に変化が見られるか (2) CATM にて提唱されたように L2 のカテゴリ弁別に必要な手がかりに注意を払い、カテゴリが形成されるに連れ、必要でない手がかりの利用が抑制されるのかを、類似性判断タスクを用いて調査した。

類似性判断タスクとは、2 つの語の発話を聞き、それらがどれくらい異なるように聞こえるか、判断するものである。母語において、異なる音素の区別に用いられる音響的な違いはより大きく（類似性はより低く）判断され、一方、意味区別に関わらないような音響の違いはより小さく（類似性はより高く）判断されるはずである。本研究では、(1) 母語に無い L2 子音を含む 2 つの異なる語の発話 (aθa-asa, aθa-afa 等) (Different 試行) と、(2) 同じく母語に無い L2 子音を含む 1 つの語の、物理的に異なる発話 (aθa-aθa, afa-afa 等) (Same 試行) の 2 つの試行タイプにおける類似性判断が習得が進むにつれ、どのように変化するか比較した。本研究で行った実験では、英語圏への留学経験を有する学習者と、留学体験の無い学習者とで、類似性判断テストの結果がどのように異なるのかを調査した。音韻習得が進んでいると想定される留学経験者のグループと非留学経験者のグループの類似性判断を比較することにより、母語では利用されない音響手がかりの利用がどのように変化していくのかを調査した。

もし音響手がかりの利用が CATM の提唱するように変化するのであれば、非母語子音を含む Same 試行における類似性判断の評定は図 1 のように変化していくと考えられる。Same 試行では、物理的には異なる、同一語の発話 2 つが提示される。つまり、母語では利用されなかった（音韻レベ

ルでは無視される）音響的な違いのみが存在する単語対の類似性が判断される。新たな L2 音の知覚の必要性を認識する前の段階では、学習者は、L1 の知覚システムを利用して L2 音の知覚を行い、L1 で利用しなかった音響手がかりに注意を払わない(Phase I)。しかし新たな L2 音を知覚する必要性を認識した後に、様々な音響的な違いにより注意を払うようになり、弁別に適切な音響手がかりを特定するまで input 蓄積を行なう。よって、この段階では、話者や発話の違いによって生じる物理的な差がより大きく判定されるようになっていくことが予想される。しかし Phase II にてカテゴリ特定に必要な音響特性が特定された後、L2 音の知覚に必要な無い音響手がかりは利用抑制される段階に入る。よって、そのような差は小さく判定されるようになるのである (Phase II-Phase III)。

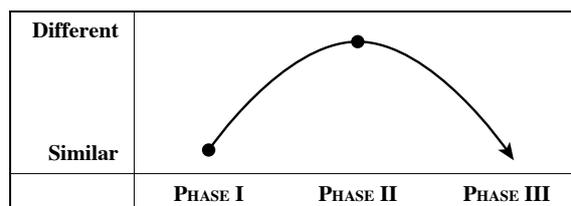


図 1. CATM が予想する Same 試行における類似性判断の変化

### 3. 方法

本研究の目的は、音声弁別の際に使用する音響手がかりの利用に学習者の音韻習得レベルによる変化が生じるかどうかを検証することであった。CATM で提唱されたように、習得が進み、音韻カテゴリ形成が進むにつれてカテゴリ弁別に必要でない手がかりの利用が抑制されるのかどうかを調査するため、川崎ら (2014) が使用したのと同様の類似度判定タスクによる実験を行った。本研究では、学習者の音韻習得レベルが音響手がかりの利用に与える影響を検証するため、L2 である英語の input の量に差があり、音韻習得レベルが異なると考えられる 2 つの参加者群を対象に実験を行った。

本実験の参加者は、日本語を母語とする大学生英語学習者であった。本実験では 3 ヶ月～1 年の

英語圏への中期留学 (SA) 経験を持つ「SA 有群」と、SA 経験のない「SA 無群」の 2 群を設けた。参加者はそれぞれ「SA 有群」18 名、「SA 無群」が 22 名であった。

実験に用いた音声刺激は、 $V_iCV_i$  という形の無意味語 24 語であった。刺激に用いられた子音は、/s, t, θ, f, z, d, ð, v/ の 8 音であった。この 8 音のうち /s, t, z, d/ は、参加者の L1 の日本語に存在する母語音、/θ, f, ð, v/ は L1 に存在しない非母語音である。子音の両隣の母音 ( $V_i$ ) は、/a, e, o/ の 3 つの音であった。男女各 1 名の英語を母語とする音声学のトレーニングを受けた話者による発話を録音し、音声刺激として使用した。収録した音声のサンプリング周波数は 44.1kHz、量子化ビットレートは 16 bit であった。刺激の音量の標準化には Praat (Boersma & Weenink, 2013) を使用した。

実験の構築および実施には、Inquisit (2014) を使用した。参加者は、各自のコンピューターを使用して millisecond 社が用意するサーバーにアクセスし、ウェブブラウザで実験を実施した。

実験では、異なる話者による 2 語の発話が提示された。参加者は、その 2 語がどの程度似ているかを 5 段階 (1: とても似ている ~ 5: とても異なる) で判定し、キーボード、マウスなどの機器を使用して回答した。

実験試行は異なる 2 つの単語 (例: ①asa—②aθa) が提示される Different 試行が 48 試行、同一の単語が 2 度 (例: ①aθa—②aθa) 提示される Same 試行が 36 試行、12 試行のフィラー試行の合計 96 試行であった。提示された 2 語の ISI は、1500ms であり、試行の提示順は、参加者 1 人ごとにラン

ダムイズされた。実験の所要時間は 20 分程度であった。

SA 経験により、音韻習得が促進されているのであれば、Different 試行中の非母語音を含む対立 (①asa—②aθa) の知覚において、SA 有群は SA 無群よりも 2 つの発話の違いを大きく判定すると考えられる。一方、Same 試行では、非母語音を含んだ同一単語のペア (①aθa—②aθa) において、SA 有群は話者間の違いを無視し、両者をより似ていると判定するはずである。

#### 4. 結果

実験で得られた類似度判定の数値を、Different と Same の試行のタイプ別に分類し、分析を行った。

Different 試行において提示された子音の対立ごとに、参加者群ごとの類似度判定の平均値をまとめたのが図 2 である。

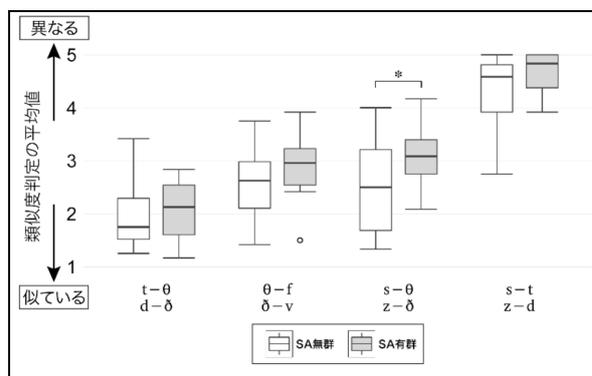


図 2. Different 試行の類似度判定の平均値

音韻習得の度合いによって 2 つの発話の違いの判定に違いが示されるかどうか、つまり、SA

表 1. Different 試行の類似度判定

子音のペア	SA無群			SA有群			p	Cohen's d
	Mean	SD	CI	Mean	SD	CI		
t-θ, d-ð	1.97	0.63	2.11-1.84	2.08	0.54	2.21-1.95	.578	0.180
θ-f, ð-v	2.53	0.62	2.66-2.40	2.91	0.56	3.04-2.78	.051	0.644
s-θ, z-ð	2.45	0.86	2.64-2.27	3.15	0.57	3.29-3.02	.005	0.959
s-t, z-d	4.38	0.58	4.50-4.25	4.67	0.39	4.76-4.58	.075	0.593

表 2. Same 試行の類似度判定

子音のペア	SA無群			SA有群			<i>p</i>	Cohen's <i>d</i>
	Mean	SD	CI	Mean	SD	CI		
θ - θ, ð - ð	1.97	0.63	2.11 - 1.84	2.08	0.54	2.21 - 1.95	.578	0.180
f - f, v - v	2.06	0.67	2.20 - 1.91	1.62	0.53	1.75 - 1.50	.032	0.715
s - s, z - z	1.51	0.43	1.60 - 1.42	1.50	0.55	1.63 - 1.37	.966	0.014

経験の有無が類似度判定に影響しているかどうかを検証するため、SAの有無を独立変数、類似度判定の数値を従属変数として、4種類のコントラスト別に *t* 検定を行った(表1)。検定の結果、4つのタイプの Different 試行の中では /s, z/-/θ, ð/の対立においてのみ有意差が見られた( $t(38) = -2.959, p = .005, d = 0.959$ )。SA有群は、SA無群よりも /s/-/θ/, /z/-/ð/の違いを大きく評定したのである。Same 試行の結果に対しても、各ペア毎に同様の分析を行った(図3, 表2)。

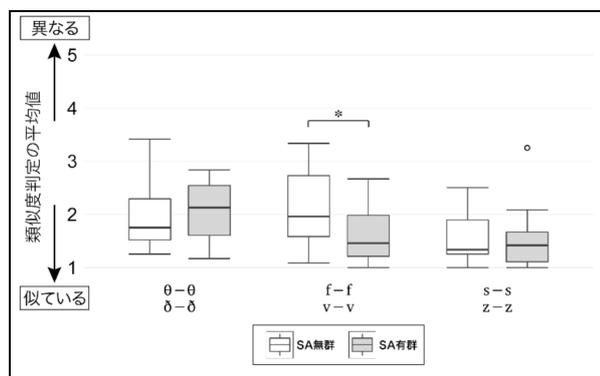


図 3. Same 試行の類似度判定の平均値

その結果、labiodental fricative のペア (/f/-/f/, /v/-/v/) においてのみ、参加者群間の類似性評定値に有意差が見られた ( $t(38) = 2.222, p = .032, d = 0.715$ )。Same 試行では異なる話者による同一の単語の発話の類似度が判定された。提示された2つの単語が「似ている」と判定されたならば、発話間の話者の違いによる音響的な差を小さく判定したと言える。この検定結果は、labial fricative において、SA有群の方がSA無群よりも話者間の差を有意に小さく判断したことを示すものである。

## 5. 結論・考察

本実験の結果、より音韻習得が進んでいると考えられる SA 有群は、/s/-/θ/, /z/-/ð/の対立の差をより大きく評価し、/f, v/を含む同一語の話者間の発話の違いについてはその差を小さく評価した。この結果は CATM が予想する変化と一致する。

まず Different 試行において、/s/-/θ/, /z/-/ð/の差の評定に有意差が見られたことは、SA有群の学習者が SA無群よりも、alveolar と interdental fricative を区別するための音響手がかりに注意を払い、重みを置いていることを示している。学習者は L1 では利用されなかった手がかりにも注意を向ける段階にあると考えられる。この結果は SA有群の interdental の L2 カテゴリ習得が進んでいることの表れでもある。

一方、Same 試行における /f, v/の話者間の差の評価差であるが、これは SA有群の参加者は labiodental fricative のカテゴリ習得が進んでいるため、弁別に必要の無い音響手がかりの利用が抑制される段階に入っていることを示していると考えられる。先に示した図1では、Phase II から Phase III の段階にあたる。つまり、日本語母語話者にとって比較的習得が容易であるとされる /f, v/ (Brown 2000) については、より難易度の高い /θ, ð/ よりも先に抑制段階への移行が進み、カテゴリ習得の Phase II から III への抑制段階への変化が見られたと解釈できる。一方、より困難であるとされる /θ, ð/の習得については Phase I から II へ向かう段階であり、カテゴリ形成のための音響手がかりを模索している段階であると考えられる。

## 参考文献

- Best, C. T. (1995). "A direct realist view of cross-language speech perception." In: W. Strange (Ed.), *Speech perception and linguistic experience: Issues in cross-language research*. Timonium, MD: York Press, 171-204.
- Best, C. T. & M. D. Tyler (2007). Non-native and second language speech perception: Commonalities and complementarities. In O.-S. Bohn and M.J. Munro (eds.), *Language Experience in Second Language Speech Learning: In honor of James Emil Flege*, 13-34. Amsterdam: John Benjamins.
- Boersma, P. & D. Weenink (2013). *Praat: doing phonetics by computer* [Computer program]. Version 5.3.60, retrieved 22 December 2013 from <http://www.praat.org/>
- Brown, C. A. (2000). The interrelation between speech perception and phonological acquisition from infant to adult. In J. Archibald (ed.), *Second Language Acquisition and Linguistic Theory*, 4-63. Oxford: Blackwell.
- Inquisit 4.0.6.0 [Computer software]. (2014). Seattle, WA: Millisecond Software.
- Kawasaki, T., J. Matthews, K. Tanaka, & Y. Odate (2014). "Persistent Sensitivity to Acoustic Detail in Non-Native Segments: The Perception of English Interdentals by Japanese Listeners." *English Language and Literature*, 54, 41-56.
- 川崎貴子・マッシュューズジョン・田中邦佳 (2014). 「L2知覚における抑制効果-類似度判定タスクによる検証」2014年度日本認知科学会第31回大会ポスター発表. 302-306.
- Matthews, J. & T. Kawasaki (2013) "Decay or not decay? The loss of fine-grained perceptual sensitivity in the course of speech processing." Paper presented at *New Sounds 2013*. Concordia University: Montréal, Canada.
- Strange, W. (2011). Automatic selective perception (ASP) of first and second language speech: A working model. *Journal of Phonetics*, 39, 456-466.

\*本研究の実施にあたっては日本学術振興会科学研究費補助金(基盤研究C) (「L2習得における音響特徴と音韻カテゴリマッピング—メタ認知的知識の役割」課題番号: 26370711) の助成を受けた。