

日本語とイタリア語における 重子音に先行する母音の音響的特徴について*

☆角田正路（上智大院），守本真帆（国立国語研究所），岩上恵梨，荒井隆行（上智大）

1 はじめに

日本語の共通語（東京方言）はモーラ言語で、イタリア語は音節言語であるというような違いはあるものの、両言語には子音の長短対立が存在する。日本語の重子音である促音とイタリア語の重子音である *geminazione* に共通する、重子音と単子音を判別する際の第一の手がかりとなる音響的特徴は、子音の長さである^[1]。判別の閾値に日本語とイタリア語で差はあるが、いずれの言語も先行母音や後続母音、単語の長さによっても重子音と単子音の間で違いが報告されている^[2,3]。

さらに、日本語母語話者による促音の発話では、先行母音末尾にフォルマント遷移が観察された^[4]。一方で、日本語学習者による促音の発話においては、先行母音末尾にフォルマント遷移がない場合に促音らしく聴取されなかった^[4]。そのため、日本語の促音においてはフォルマント遷移も知覚の手がかりとなる音響的特徴と考えられる。

しかし、子音の長短対立がある他の言語に関しては、まず第一言語(L1)でのフォルマント遷移についての検討が不十分である。また、子音の長短対立を持つ言語どうしの第二言語(L2)の発話においても観察の余地がある。これをうけた角田ほか(2020)では、イタリア語母語話者によるイタリア語(L1)の重子音語 /kot:a/ の発話における先行母音末尾にフォルマント遷移がみられ、日本語母語話者によるイタリア語(L2)とイタリア語母語話者による日本語(L2)の重子音語 /kot:a/ の発話でも同様にフォルマント遷移が観察された^[5]。

本研究は、日本語とイタリア語における重子音の発話を比較し、イタリア語においても先行母音末尾にフォルマント遷移があることを、より多くの発話を根拠として示す。また、日本語母語話者によるイタリア語やイタリア

語母語話者による日本語の重子音でのフォルマント遷移が L1 から転移したものである可能性を、重子音やフォルマント遷移との関連が高い音響特徴量である先行母音長や後続子音長、先行母音の第1フォルマント(F₁)、第2フォルマント(F₂)と関連付けながら論じる。

2 分析

2.1 音声データの概要

本研究は、角田ほか(2020)の発話実験^[5]により得られた音声データをより詳細に分析したものとなっている。

発話実験^[5]の参加者は、イタリア語学習経験のある日本語母語話者13人（男性7人、女性6人）と、日本語学習経験のあるイタリア語母語話者4人（男性2人、女性2人）であった。発話実験で録音した単語20語のうち、本研究では、国際音声記号(IPA)で子音(C)と母音(V)が対応する日本語とイタリア語の重子音語 C₁V₁C₂:V₂ 3組6語を分析対象とした。表1に分析対象とした単語を示す。キャリア文（日本語は「これは、～。」、イタリア語は“Questa è ～.”）に各言語の単語を入れたものを文として発話してもらった。日本語のアクセント型は頭高型、イタリア語のアクセントは表記通り最初の母音につけることとした。また、参加者は母語にかかわらず日本語とイタリア語の両方の言語で読んでもらうため、L1は日常的な会話の発音で、L2は言語学習の際に習った発音とした。1つの単語を入れた各文は3回ずつ発話し、話速は、いずれの言語も自然な発話の速度（5モーラ/秒）とした。提示の順番は参加者によって異なり、日本語とイタリア語を混ぜてランダムにした場合と日本語とイタリア語でセッションを分け、単語の順番のみをランダムにした場合があった。

* Acoustic properties of vowels preceding geminate consonants in Japanese and Italian, by SUMIDA, Masamichi (Sophia University), MORIMOTO, Maho (National Institute for Japanese Language and Linguistics), IWAGAMI, Eri and ARAI, Takayuki (Sophia University).

表1 分析対象とした単語：

下線付きは無意味語

u003cdiv data-bbox="113 99 468 171" data-label="Table">

C ₁ V ₁	C ₂ :V ₂	日語表記	伊語表記
/ko/	/t:a/	こ <u>っ</u> た	<u>cotta</u>
/ka/		か <u>っ</u> た	<u>catta</u>
/fa/		ふ <u>あ</u> った	<u>fatta</u>

表2 分析パラメータ

FFT 手法	burg
Number of formants	5.0
Max. formant (男性の発話)	5000 Hz
Max. formant (女性の発話)	5500 Hz
Window length	0.020 s
Time step	0.0025 s

2.2 方法

Praat で、先行母音長、後続子音長および先行母音のフォルマント(F₁, F₂)について分析を行った。先行母音の F₁, F₂ は時間ごとに数値として取り出した。先行母音と後続子音の長さは、音声波形やスペクトルを基に取り出した。母音そのもののフォルマントは母音全体の 25% から 75% の時間での中央値とした。フォルマント遷移の傾きの値は母音全体の 50% から終端までの値を使用した。先行母音のフォルマントと後続子音のローカス値^[6]から、今回分析対象とした単語の先行母音のフォルマント遷移は全て、F₁ は下降、F₂ は上昇を正の方向とし、分析区間の各時間で前後 0.010 s 間での回帰直線の傾きを求め、その最大値をその発話におけるフォルマント遷移の傾き a₁, a₂ とした。

分析パラメータは表 2 のように設定した。なお、実験の指示通りでない発話や、フォルマントが分析できない発話 (306 発話中 8 発話) は、分析対象から除外した。

表 3 フォルマント遷移 a₁, a₂(L1) : 平均値±標準偏差 (Hz/ms), 有意差
Nn...日本語母語話者による日本語, Ii...イタリア語母語話者によるイタリア語

単語		a ₁	a ₂
/kot:a/	Nn	3.78±1.53**	7.12±4.74**
	Ii	7.47±3.07**	9.10±5.38**
/kat:a/	Nn	10.01±4.78**	5.01±5.87**
	Ii	10.28±8.34**	5.50±6.79*
/fat:a/	Nn	8.54±5.70**	9.33±5.56**
	Ii	11.35±6.99**	8.19±5.96**

*p<0.05, **p<0.01

3 結果

3.1 イタリア語のフォルマント遷移

図 1 に日本語母語話者の L1 とイタリア語母語話者の L1 の /kat:a/, /fat:a/ の先行母音部 /a/ のスペクトログラムの一例を示す。また、図 2 に /kat:a/, /fat:a/ の a₁, a₂ の箱ひげ図、表 3 に L1 について a₁, a₂ の平均値と標準偏差および t 検定で平均値を 0 と仮定したときの p 値の大小を示す。a₁, a₂ についていずれの単語でも平均値は 0 を有意に上回った。すなわち、イタリア語母語話者による L1 の重子音の発話では、/kot:a/, /kat:a/, /fat:a/ のいずれにおいても日本語母語話者による L1 と同様、先行母音末尾のフォルマント遷移を確認した。

3.2 L2 でのフォルマント遷移

図 2 の箱ひげ図には、イタリア語母語話者による日本語の発話や、日本語母語話者によるイタリア語の発話についても a₁, a₂ を示している。日本語母語話者によるイタリア語やイタリア語母語話者による日本語のすべての重子音でも a₁, a₂ について t 検定を行ったところ、いずれの単語でも平均値は 0 を有意に上回った。すなわち、L2 においても重子音の発話では、先行母音末尾のフォルマント遷移を確認した。

3.3 他の音響的特徴量

表 4 に母語・性別ごとの音響的特徴量、重子音語の先行母音長、後続子音長、F₁, F₂ について、L1, L2 の平均値と標準偏差および L1 と L2 の有意差の有無を示す。日本語母語話者の先行母音長と後続子音長についてのみ L1 と L2 で有意差があったが、イタリア語母語話者による先行母音長と後続母音長およびすべての話者の F₁, F₂ では L1 と L2 に有意差はなかった。

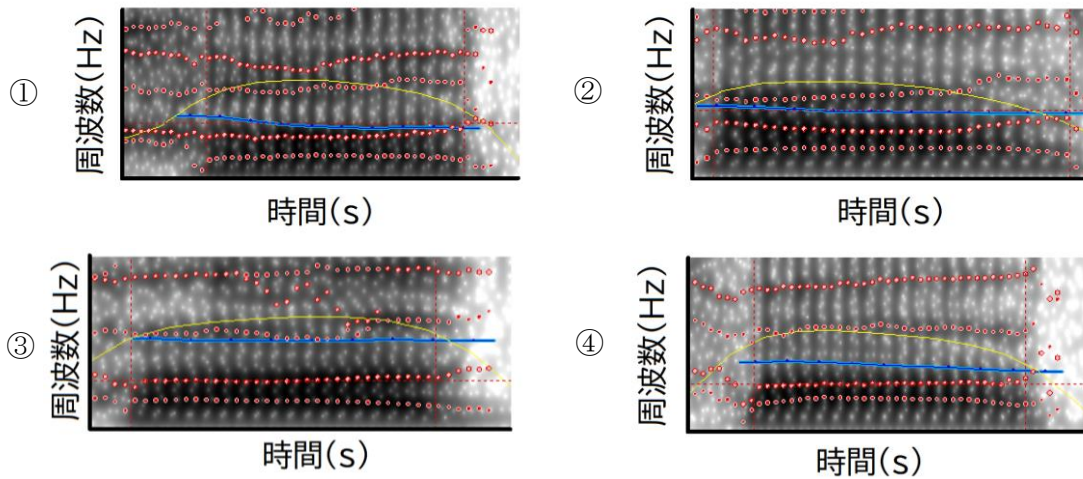


図 1 ①②/kat:a/と③④/fat:a/の先行母音部/a/周辺のスペクトログラム①③日本語母語話者の L1 (日本語) ②④イタリア語母語話者の L1 (イタリア語) : 赤点は下から F₁, F₂. 縦軸の周波数は下限が 0 Hz, 上限が 5,000 Hz. 縦の赤点線は, 先行母音の範囲.

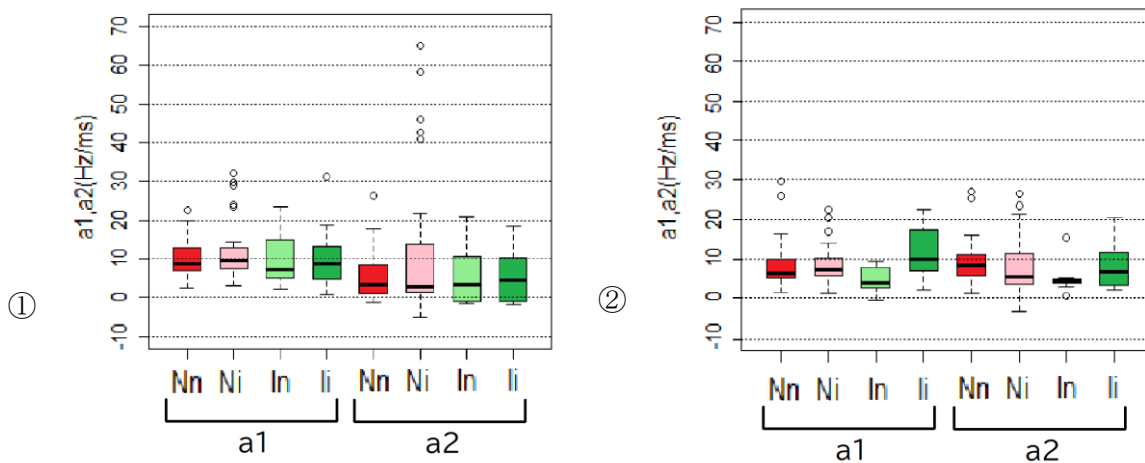


図 2 ①/kat:a/と②/fat:a/の先行母音/a/のフォルマント遷移 a₁, a₂の箱ひげ図 :

Nn...日本語母語話者による日本語(L1), Ni...日本語母語話者によるイタリア語(L2), In...イタリア語母語話者による日本語(L2), Ii...イタリア語母語話者によるイタリア語(L1)

表 4 重子音語の母語・性別ごとの音響的特徴量 : L1, L2 それぞれ平均値±標準偏差, 有意差

特徴量	話者の母語	L1	L2	p
先行母音長* ¹	日本語	0.070±0.015 s	0.083±0.028 s	**
	イタリア語	0.084±0.014 s	0.076±0.022 s	
後続子音長* ¹	日本語	0.224±0.033 s	0.208±0.034 s	**
	イタリア語	0.239±0.019 s	0.247±0.025 s	
F ₁ (男性話者) * ²	日本語	731±52 Hz	752±45 Hz	
	イタリア語	677±35 Hz	683±63 Hz	
F ₂ (男性話者) * ²	日本語	1268±93 Hz	1296±93 Hz	
	イタリア語	1288±92 Hz	1270±61 Hz	
F ₁ (女性話者) * ²	日本語	850±53 Hz	846±91 Hz	
	イタリア語	977±111 Hz	962±124 Hz	
F ₂ (女性話者) * ²	日本語	1449±122 Hz	1476±140 Hz	
	イタリア語	1477±134 Hz	1472±105 Hz	

*¹/kot:a/, /kat:a/, /fat:a/, *²/kat:a/, /fat:a/の先行母音/a/, *p<0.05, **p<0.01

4 考察・課題

イタリア語の重子音の先行母音末尾でのフォルマント遷移を、/kot:a/のみだった以前の分析よりも多くの発話を根拠に確認できた。イタリア語の重子音でも発話においてフォルマント遷移が存在することから、イタリア語においてもフォルマント遷移が知覚上の手がかりとなっている可能性が考えられる。日本語とイタリア語で先行母音のフォルマントそのもの^[7,8]や先行母音長、後続子音長^[2,3]は異なるため、フォルマント遷移の開始時点や傾きも異なると考えられるが、先行母音末尾でのフォルマント遷移があることは共通している。そもそも、フォルマント遷移の傾きの値は同じ言語の母語話者でも個人差があるが、重子音としての発話・知覚に重要であるのはフォルマント遷移の有無である^[4]。

L1 と L2 での有意差が先行母音長と後続子音長でみられた本研究の日本語母語話者に関しては、これらの特徴量をイタリア語学習の成果として新たに得ていたという可能性が考えられる。しかし、母音の F₁, F₂ については、日本語とイタリア語では差があるにもかかわらず各母語話者の L1 と L2 で有意差がなかった。そのため、フォルマントに関しては L1 が L2 に影響を与えていると考えられる。すなわち、フォルマント遷移の直前までの母音の発話では、L1 からの転移が起こっている可能性が高い。L2 の学習において重子音の先行母音から後続母音までの一連の調音器官の動作をまとめて習得しているのであれば、先行母音長と後続子音長の有意差から考えられる動作に要する時間の違いはあっても、フォルマント遷移は L1 からの転移だと考えられる。

先行研究で日本語母語話者は、子音の長短対立のない言語の母語話者に比べてイタリア語の重子音判定の成績がよかった^[9]。日本語母語話者は、日本語の重子音の知覚においてフォルマント遷移のある音声をより重子音として判定しやすいとされているため^[4]、イタリア語の重子音の判定においてもフォルマント遷移が影響を与えていた可能性が考えられる。この影響を確かめるため、日本語母語話者を対象とし、フォルマント遷移を制御したイタリア語の重子音の聴取実験を行う必要がある。

5 おわりに

本研究では、日本語の重子音の先行母音末尾にみられるフォルマント遷移が、イタリア語母語話者の重子音の発話にも同様にみられることを、より多くの発話で示した。そして、L2 においてもフォルマント遷移が存在することを示した。また、他の音響的特徴量について調べたところ、日本語母語話者の先行母音長と後続子音長以外には L1, L2 での有意差がなかった。特に F₁, F₂ の値は日本語とイタリア語で差があるにもかかわらず L1 と L2 で有意差がなく、フォルマントそのものは L1 が L2 に大きな影響を与えているといえる。このことから、フォルマント遷移は L1 から転移したものである可能性がある。

謝辞

無響室の使用に関して上智大学音声学研究室の北原真冬教授に、また実験協力に関して 17 名の学生および講師に感謝の意を表します。本研究は、上智大学重点領域研究の助成を受けています。

参考文献

- [1] H. Fujisaki *et al.*, *Auditory Analysis and Perception of Speech*, Academic Press, London, 197-216, 1975.
- [2] Y. Hirata, *Journal of the Phonetic Society of Japan*, 11 (1), 9-22, 2007.
- [3] E. M. Payne, *Journal of the International Phonetic Association*, 35 (2), 153-181, 2005.
- [4] 柳澤絵美, 荒井隆行, *日本音響学会誌*, 71 巻 (10 号), 505-515, 2015.
- [5] 角田正路ほか, 重子音に関わる先行母音末のフォルマント遷移について—日本語とイタリア語の比較—, *日本音響学会講演論文集*, 975-978, 2020.9.
- [6] R. D. Kent & C. Read 著, 荒井隆行, 菅原勉監訳, *音声の音響分析*, 海文堂, 1996.
- [7] 粕谷英樹ほか, *日本音響学会誌*, 24 巻 (6 号), 355-364, 1968.
- [8] M. Loporcaro *et al.*, *Journal of the International Phonetic Association*, 35 (2), 131-151, 2005.
- [9] K. Tsukada, *et al.*, *Second Language Research*, 34 (2), 179-200, 2018.