

日本語の語中破裂音発話における母語話者による有声・無声対立 および中国語を母語とする日本語学習者との比較*

○李瑋昱（上智大），守本真帆（上智大・学振），
溝口愛（前橋工科大），荒井隆行（上智大）

1 はじめに

日本語の語頭破裂音の有声・無声対立について様々な先行研究が行われてきた[1,2,3]。近年では、VOTのみでは区別できなくなりつつある有声・無声対立を維持するために、後続母音の f_0 による対立強化[2]やその地域共通性[3]が指摘されている。しかし、語中破裂音についての研究が少なく、VOTの機能弱化に加え、閉鎖区間の持続時間[4,5]や先行母音の長さ[5]が指摘されているが、まだ十分な調査が行われていない。

一方、中国語の破裂音は有声・無声対立を持たずに、有気と無気の対立を持っている。中国語を母語とする日本語学習者は日本語破裂音を発音する時に、中国語破裂音で代用しがち[6]と言われているが、母語話者と同じように有声音に挟まれる語中位置であれば有声化しやすい可能性がある。

そこで本研究では日本語母語話者と中国語を母語とする日本語学習者を対象に、語中の日本語破裂音の録音実験を行い、母語話者と学習者の発話の時間的特徴を調べた。

2 録音実験

2.1 参加者

日本語母語話者 10 名（男性 3 名、女性 7 名）と中国語を母語とする日本語学習者 11 名（男性 5 名、女性 6 名）が実験に参加したが、本稿では日本語母語話者 2 名と学習者 2 名について報告する。なお、4 名ともに発話障害と聴覚障害のない 10 代~20 代女性である。

母語話者は 2 名（CJF01、CJF06）ともに関東地方出身である。学習者 2 名のうち、上級者が 1 名（参加者コード CCF05）で普通話と北京方言を話す。中級者が 1 名（CCF03）で普通話と広東語を話す。

2.2 調査語彙と実験方法

調査語彙は「あ」を先行母音と後続母音とした破裂音ペア /t,d/k,g/p,b/ である。ひらがなで表示し、キャリアセンテンス「これは~と言います。」に入れて発話してもらった。平板型アクセントと頭高型アクセントの両方をそれぞれランダム提示で 10 回繰り返し録音した。両アクセントの録音順番は母語話者内と学習者内と均衡を取っている。同時に超音波装置で舌の動きを録画したが、それについての報告はまた今度とする。

2.3 分析方法

Praat[7]で音声データに先行母音（V1）、有声閉鎖区間（VDCLO）、無声閉鎖区間（VLCLO）、閉鎖の解放（REL）と気音（ASP、存在する場合のみ）、後続母音（V2）と分節ラベルを付けた。各部分の持続時間を抽出して分析を行った。VOTも同時に計測した。[8]を参照し、有声閉鎖区間の長さが閉鎖区間全体の半分以上を超える場合は閉鎖区間の全体長を $-VOT$ として計測し、それ以外の場合は解放と気音部分の長さを $+VOT$ とした。

先行母音の始まりと後続母音の終わりがきしみ声になっている場合が全員に観察されたが、波形とフォルマントが安定している部分のみを母音区間とした。

先行母音のフォルマントが消えて声帯振動のみ見られる区間を有声閉鎖区間（VDCLO）とラベルを付けた。声帯振動が消えまたは著しく弱くなり、かつ知覚的にほぼ無音の区間を、わずかに声帯振動が存在していても無声閉鎖区間（VLCLO）というラベルを付けた。

閉鎖の解放と気音部が見られず、声帯振動が先行母音から後続母音までずっと続く場合は、母音フォルマントが曖昧な中間部分に子音（C）ラベルを付けた。また、閉鎖の解放

* Japanese voicing contrast in word-medial plosives produced by native speakers and comparison with Chinese-native Japanese learners, by LI, Weiyu (Sophia Univ.), MORIMOTO, Maho (Sophia Univ. / JSPS), MIZOGUCHI, Ai (Maebashi Institute of Technology), ARAI, Takayuki (Sophia Univ.).

が見られなかったが、気音部のみが閉鎖区間に続く場合は REL ラベルを付けずに ASP ラベルのみを付けた。いずれの場合も母語話者が発話した有声音に生じているが、子音が弱化して破裂音として実現されていないと思われるため、VOT 測定を行わずに分析データから除外した。本稿では計 154 回の発話（無声と有聲破裂音のペア×アクセント 2 種類×話者 4 名から上記の VOT 測定が行えない 6 回分のデータを除外）を分析対象とした。

3 結果と考察

本稿では /ata/ と /ada/ の時間的特徴の結果について報告する。

3.1 日本語母語話者の場合

VOT の観点から見ると、分析した母語話者 2 名のデータともに全ての有声音が -VOT を持ち、無声音が +VOT を持つ（表 1）。VOT だけで有聲・無声の対立を説明できるように見えるが、発話の時間構造をさらに詳しく見ると、VOT では説明しきれない違いが両者にあることが判明した。

図 1 と図 2 は調査語彙の 2 モーラの中での各部分が占める割合を示している。-VOT は VDCLO と VLCLO の合計を計測しており、+VOT は REL と ASP の合計を計測している。分散が等しくないと仮定した 2 標本による t 検定の片側検定を行った結果、V1 と V2 は全ての条件において絶対的な持続時間と全体での割合両方で /ada/ が /ata/ より有意に大きかった ($p < .001$)。VLCLO は絶対的な持続時間と全体での割合両方で /ata/ が /ada/ より有意に大きかった ($p < .001$)。VDCLO は CJF01 の頭高型アクセント発話を除いて絶対的な持続時間と全体での割合両方で /ada/ が /ata/ より有意

表 1 母語話者発話の VOT 平均値 (ms)

CJF01	頭高型/ada/		頭高型/ata/	
	VOT	SD	VOT	SD
	-38.58	5.80	13.02	2.27
	平板型/ada/		平板型/ata/	
	VOT	SD	VOT	SD
	-40.39	5.86	13.97	2.66
CJF06	頭高型/ada/		頭高型/ata/	
	VOT	SD	VOT	SD
	-35.44	6.14	12.20	2.14
	平板型/ada/		平板型/ata/	
	VOT	SD	VOT	SD
	-42.19	7.70	13.42	1.64

に大きかった ($p < .001$)。CJF01 の頭高型アクセント発話の VDCLO は /ata/ と /ada/ で絶対的な持続時間と全体での割合両方で有意差がなかった（持続時間： $p = .158$, 割合： $p = .257$ ）。REL+ASP は全ての条件において絶対的な持続時間と全体での割合両方で有意差がなかった ($p > .05$)。

無声破裂音にも有聲閉鎖区間 (VDCLO) が存在することと、無声閉鎖区間の長さが有声音と無声音で異なることと、解放から後続母音の声帯振動が始まるまでの時間 (REL+ASP) が有声音と無声音で差がないことから、日本語母語話者による語中有聲破裂音の最も大きな特徴は、声帯振動が始まるタイミング (voice onset time) が早いわけではなく、先行母音に続く声帯振動が終わるタイミング (voice offset time) が遅いことである可能性が確認された。無声破裂音では声帯振動を早く止める必要があるため、先行母音 (V1) が

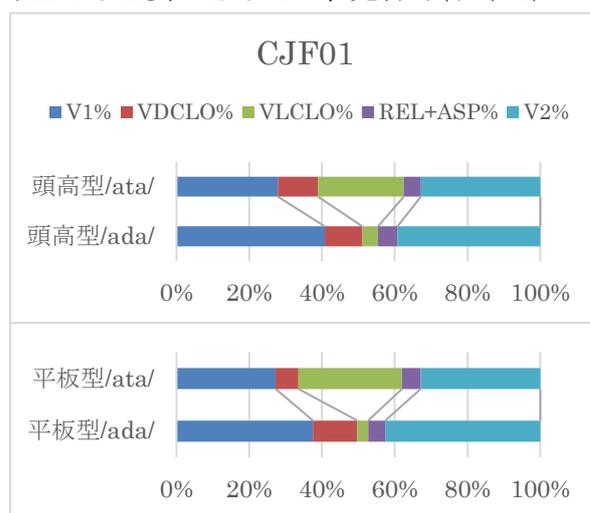


図 1 話者 CJF01 による発話の時間長割合

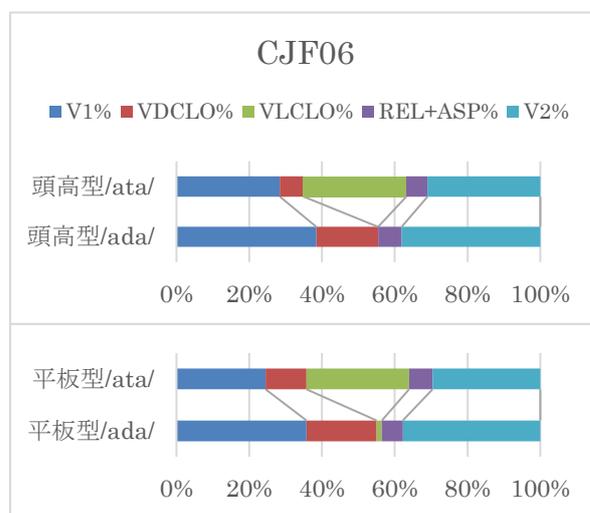


図 2 話者 CJF06 による発話の時間長割合

その分短くなる。しかし、閉鎖区間の持続時間だけ違えばよいのであれば、後続母音 (V2) が無声と有声破裂音で長さが変わらないと予想される。さらに、先行母音の長さを変えずに無声閉鎖区間の長さだけを無声破裂音で伸ばして発音することも可能であろうが、そうしないのはもう1つの、発話全体の持続時間を一定に保つという制約があるからである。

発話全体の持続時間を見ると (表 2)、話者間で話速の違いがあるものの、CJF01 の頭高型アクセント発話を除いて /ata/ と /ada/ で有意差がなかった (CJF01 平板型 : $p = .197$, CJF06 頭高型 : $p = .492$, CJF06 平板型 : $p = .256$)。CJF01 の頭高型アクセント発話の全体の持続時間は /ata/ が /ada/ より有意に長かった ($p = .001$)。

個人差が多少あるものの、日本語母語話者が語中の破裂音を発話するとき、先行母音と後続母音を含めた 2 モーラの持続時間を一定に保つ傾向があり、その中で有声音と無声音で母音と閉鎖区間に振る割合を調節して発音していると思われる。そのため、無声閉鎖区間が長い無声破裂音では先行母音と後続母音が有声破裂音より短くなったと思われる。

表 2 母語話者発話の語長平均値 (ms)

CJF01	頭高型 /ada/	SD	頭高型 /ata/	SD
	264.25	6.78	275.79	6.87
	平板型 /ada/	SD	平板型 /ata/	SD
	267.00	11.27	271.75	11.01
CJF06	頭高型 /ada/	SD	頭高型 /ata/	SD
	209.00	10.43	208.87	13.59
	平板型 /ada/	SD	平板型 /ata/	SD
	203.60	18.48	209.02	15.84

3.2 中国語を母語とする日本語学習者の場合

学習者は 2 名ともに有声・無声破裂音が +VOT を持つが、無声音の方が有意に長かった ($p < .001$)。表 3 から、中国語を母語とする日本語学習者は日本語の破裂音を発音する時、帯気の有無で有声音と無声音を区別していることが分かる。

さらに、学習者による発話が母語話者による発話と同じような時間構造を持つかを検証した。図 3 と図 4 は学習者による発話の 2 モーラ

ーラの中での各部分が占める割合を示している。2 名の話者でやや異なる傾向を示している。

表 3 学習者発話の VOT 平均値 (ms)

CCF03	頭高型/ada/		頭高型/ata/	
	VOT	SD	VOT	SD
	11.78	5.34	34.78	6.76
CCF05	頭高型/ada/		頭高型/ata/	
	VOT	SD	VOT	SD
	13.54	1.63	29.09	5.06
CCF03	平板型/ada/		平板型/ata/	
	VOT	SD	VOT	SD
	7.28	2.80	24.49	8.03
CCF05	平板型/ada/		平板型/ata/	
	VOT	SD	VOT	SD
	14.41	1.37	25.21	2.87

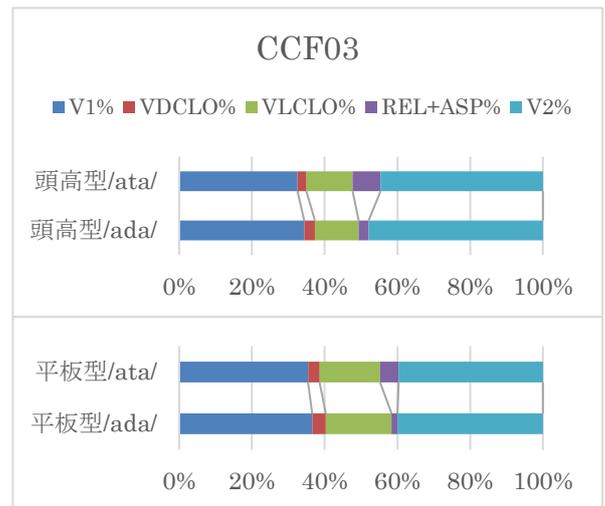


図 3 話者 CCF03 による発話の時間長割合

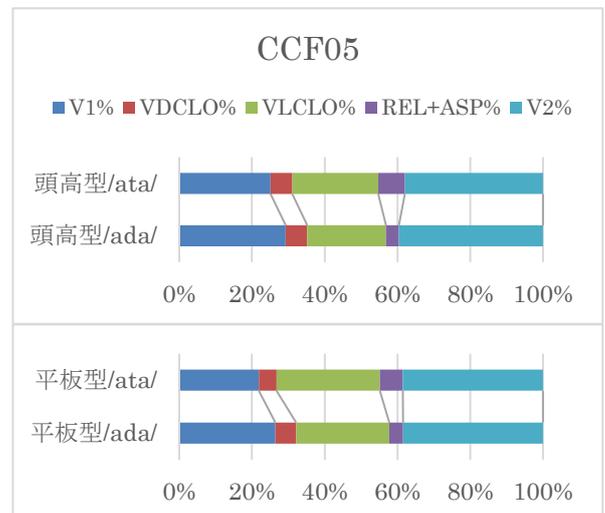


図 4 話者 CCF05 による発話の時間長割合

話者 CCF03 は発話全体の持続時間と+VOT (=REL+ASP) 以外の各部分の絶対的な持続時間が両アクセント型ともに/ata/と/ada/で有意差がなかった ($p > .05$) が、割合にすると、頭高型アクセントの V1 ($p = .048$)、VDCLO ($p = .037$)、V2 ($p = .001$) と平板型アクセントの VDCLO ($p = .034$) で/ata/と/ada/で有意差があった。母語話者の閉鎖区間主導の割合差とは異なり、+VOT の差が最も顕著な違いである。

話者 CCF05 は頭高型アクセントの V1 の絶対的な持続時間と頭高型アクセントの VDCLO の絶対的な持続時間と割合で有意差がなかった ($p > .05$) もの、頭高型アクセントの V1 の割合 ($p = .010$)、頭高型アクセントの VLCLO (時間長 $p = .017$:、割合 : $p = .046$) と平板型アクセントの V1 (時間長 : $p = .031$ 、割合 : $p = .001$)、VDCLO (時間長 : $p = .037$ 、割合 : $p = .007$)、VLCLO (時間長 : $p < .001$ 、割合 : $p = .009$) の絶対的な持続時間と割合で母語話者と同じ傾向で有意差があった。V2 は全ての条件下で有意差がなかった ($p > .05$)。発話全体の持続時間は平板型アクセントのみ/ata/が有意に長かった ($p = .043$)。CCF03 と比べて CCF05 は母語話者の発話の時間構造に近づいている。この違いは日本語レベルによると思われるが、CCF05 の日本滞在歴が CCF03 より約 1 年 7 か月長い(調査時点) ことも影響している可能性がある。

表 4 学習者発話の語長平均値 (ms)

CCF03	頭高型 /ada/	SD	頭高型 /ata/	SD
	438.93	26.10	452.92	9.42
	平板型 /ada/	SD	平板型 /ata/	SD
	464.97	33.61	477.76	16.12
CCF05	頭高型 /ada/	SD	頭高型 /ata/	SD
	383.27	28.92	395.78	33.19
	平板型 /ada/	SD	平板型 /ata/	SD
	382.55	19.06	401.98	25.70

4 おわりに

本稿では、日本語母語話者と中国語を母語とする日本語学習者を対象に、語中の日本語

破裂音を調査語彙とした録音実験を行い、母語話者と学習者の発話の時間的特徴を調べた。母語話者は有声と無声破裂音で、閉鎖区間の持続時間を優先して各部分が発話全体における割合と先行母音に続く声帯振動の停止するタイミングを調整していたのに対し、中国語を母語とする学習者は母語の影響で破裂後の帯気の有無と声帯振動が開始するタイミングを優先して調整していた。今後は分析対象になる話者と子音を増やしてより普遍的な研究を行う予定である。また、本稿で言及した生成の違いが知覚にも用いられているかを検証する必要がある。

謝辞

本研究は上智大学重点領域研究および JSPS 科研費 JP22J01381 の助成を受けた。

参考文献

- [1] 佐藤利男, “有声,無声破裂音の時間要素の差異について”, 日本音響学会誌, 14(2), 117-122, 1958.
- [2] J. Gao, T. Arai, “Plosive (de-)voicing and f0 perturbations in Tokyo Japanese: Positional variation, cue enhancement, and contrast recovery”, Journal of Phonetics, 77, 2019.
- [3] 邊姫京, “日本語における語頭閉鎖音の音響特徴—VOT と後続母音の fo—”, 音声研究, 23, 174-197, 2019.
- [4] 杉藤美代子, 神田靖子, “日本語話者と中国語話者の発話による日本語の無声及び有声破裂子音の音響的特徴”, 大阪樟蔭女子大学論集, 24, 1-17, 1987.
- [5] 江佩璇, “中国語を母語とする日本語学習者による語中破裂音/t/と/d/の生成—持続時間の特徴を中心に—”, 言葉と文化, 11, 99-117, 2010.
- [6] 胡偉, “中国人学習者による日本語の破裂音の習得に関する考察 -学習者の意識と学習リソースを中心に-”, 早稲田日本語教育学, 26, 87-105, 2019.
- [7] P. Boersma, D. Weenink, “Praat: Doing phonetics by computer. Version 6.1.42, retrieved 2021 from <http://www.praat.org/>,” 2021.
- [8] S. Abramson, D.H. Whalen, “Voice Onset Time (VOT) at 50: Theoretical and practical issues in measuring voicing distinctions”, Journal of Phonetics, 63, 75-86, 2017.