

日本語学習者における特殊拍生成時の音響学的特性

～英語・中国語母語話者の時間的調整を中心として～

太田 栄次¹⁾, スティーブン・スナイダー²⁾, 菊安 誠³⁾

Acoustic phonetic features of Japanese geminate consonant and elongated vowel produced by non-native Japanese learners

～Case study of temporal coordination of English/Chinese native speaker～

Eiji Ohta¹⁾, Steven Snyder²⁾, and Makoto Kariyasu³⁾

Abstract

Phonetically, Japanese is a mora-timed language which is very different from the majority of languages. Many learners of Japanese as a second language have difficulty producing the special mora phoneme.

Our initial research task was to describe the acoustical phonetic features of special mora as produced by non-native Japanese learners, in the hope of establishing in the future a training method for special mora phoneme pronunciation for non-native learners of Japanese language. In particular, this paper reviews our data on the geminate consonant and elongated vowel produced by English and Chinese native speakers. We observed features of temporal coordination during native Japanese speakers word production taking measurements of the geminate consonants and elongated vowels and compared these measurements with data from the nonnative speakers.

Subjects pronounced sets of words (minimal pairs differing in geminate and non-geminate consonant, and minimal pairing words with elongated vowels and non-elongated vowels) and compared the rate of change in the length of the stop gap and the vowel duration produced by speakers of differing native language backgrounds.

Our results indicated that the stop gap produced by English native speakers was significantly extended in comparison to the stop produced by native Japanese speakers, while the duration of elongated vowels were less extended than the native speakers. The stop gap produced by Chinese native speakers was less than the stop gap of native Japanese speakers.

Key words : English/Chinese native speaker, Japanese learner, Geminate consonant, Elongated vowel, Temporal coordination, Stop gap, Vowel duration

キーワード : 英語・中国語母語話者、日本語学習者、促音、長音、時間制御、閉鎖区間、母音持続時間
2008.11.26受理

¹⁾ Faculty of Health Sciences,

²⁾ Faculty of Social Welfare, Kyushu University of Health and Welfare, 1-1714 Yoshino-cho, Nobeoka-city, Miyazaki, JAPAN 882-8508

³⁾ School of Psychological Sciences, Health Sciences University of Hokkaido, Aomoto2-jyo 5-chome,kita-ku,Sapporo-city, Hokkaido,JAPAN 002-8072

I 問題と研究目的

音声は音響学的には時間軸上に切れ目のない連続量として存在しているが、聴覚的には、音韻として区切られた心理的実在として知覚されている。日本語の促音や長音の区分は、実際の音声の母音や子音の持続時間の測定などから、長音の存在は母音の持続時間、促音は無声閉鎖区間（以下閉鎖区間）の持続時間の相違によることが知られている。しかしこのような促音と長音などいわゆる特殊拍を含む語を正確に知覚、生成するのは日本語を母語としない日本語学習者にとって非常に困難である。例えば、「着てください」と「切ってください」や「聞いてください」などの言い分けや聞き分けは、学習者を悩ませるものとなっている。それは英語やロシア語などに見られるような強勢のある音節が時間制御の単位としてひとまとまりとなりリズムが生じる言語やスペイン語やフランス語や中国語などに見られるような各音節が時間制御の単位となってひとまとまりとなりリズムが生じる言語と異なり、日本語が一般的にモーラ（＝拍）が基本的な時間制御の単位となりリズムが生じる言語であるからである。母語と異なるリズムを持った言語を第二言語として学習する際には、このような特殊拍の知覚・生成が問題になる。

日本語学習者に対してこのような日本語特殊拍の習得を目指した指導法、訓練法を確立するためには、日本語学習者が特殊拍をどのように知覚しているかを明らかにすると同時に、日本語学習者によって生成された特殊拍がどのような音響学的特徴を有しているのかを記述し、両者の関係についても明らかにする必要がある。また、特殊拍の習得は、学習者の母語が何であるかに関わらず困難であることが報告されてはいる（文化庁1971）ものの、しかし、前述したように各言語のリズムのあり方が異なっている以上、特殊拍の生成に関して、学習者の母語干渉の傾向を考慮する必要があるだろう。

そこで本稿では、特に英語母語話者と中国語母語話者の生成する促音と長音に焦点を絞り、英語、中国語それぞれの母語話者が促音及び長音を含む語を生成する際の時間的調整の特徴を観察する。

II. 実験方法

1. 対象： 中国語母語話者6名、英語母語話者6名（原則的に、研究時点で日本在住）、日本語母語話者10名とした。日本語学習者に対しては日本語のレベルを測定するため、まずBoston失語症検査の会

話叙述課題を施行した。その音声言語資料を、発話の語数、誤り数等の観点から分析し、さらに日本語学習歴、日本語能力試験の結果も考慮した上で上級、中級、初級の3グループに分けた。その結果、中国語母語話者6名の内訳は上級2名、中級2名、初級2名、英語母語話者の6名の内訳は上級2名、中級2名、初級2名であった。対照Control群は、日本語話者で、実験群の年齢とほぼ同じ範囲の成人とした。

2. 装置：音声の収録は静かな部屋で行われた。録音には高性能マイクロホンを用い、口から15cm離して卓上に固定した。マイクロホンから入る音声信号は、音響入力装置（SC-70,ローランド社）を介して、音響分析ソフトウェア（Multi-speech3700, Kay Elemetrics 社）とパーソナルコンピュータを用いてサンプリング率22KHzでデジタル化して保存した。
3. 材料：実験の音声材料は日本語の有意味語で、促音が含まれないものと含まれるもののミニマルペア、「あか（赤）」/aka/対「あっか（悪化）」/ak ka/、「かこ（過去）」/k ako/対「かっこ（括弧）」/k akko/の4語と長音が含まれないものと含まれるもののミニマルペア、「あと（跡）」/ato/対「アート」/a:to/、「かど（角）」/k ado/対「カード」/k a:do/、「まく（幕）」/mako/対「マーク」/ma:ko/の4語を用いた。
4. 手順：被験者には、出しやすい声の大きさと高さ、いつも通りのテンポで、標的語を発語するように指示した。発語の前には数回の練習をし、滞りなく一定の声とテンポで発語できるようになってから、本番として音声を収録した。各標的語を5回ずつ繰り返して発語して拍った。
5. 分析：保存された音声信号は、波形とスペクトログラムとして表示され、それら基に語持続時間（WD）、有声開始時間（VTO1・VTO2）、母音持続時間（VD1・VD2）、閉鎖区間（SG）を計測した。後持続時間は音声波形の立ち上がり（スペクトログラム上の語頭音の音響特性の開始時点）から音声波形の終末までの時間、スペクトログラムの（語尾音の音響特性の終了時点・後続音の音響特性との接合点）までの時間、有声開始時間は閉鎖音の口腔気流開放に伴うNoise Burst（波形での単発波およびスペクトログラム上の雑音部分）から後続母音の立ち上がり（規則的振動を持った波形および母音の第2、3ホルマントの開始）までの時間、母音持続時間は第2、3フォルマントの開始部から終端部までの時間、閉鎖

区間は閉鎖音の口腔閉鎖に伴う区間で、先行する語音の終末からNoise Burstまでの時間とした。

III. 実験の結果

Table 1 は語持続時間 (WD)、母音持続時間 (VD1・VD2)、閉鎖区間 (SG)、有声開始時間 (VOT1・VOT2) の平均 (ミリ秒ms) と標準偏差をそれぞれ示したものである。

Table 1

	日本語話者 (N=10)	英語話者 (N=6)	中国語話者 (N=6)
「あか(赤) /aka/			
・WD	297.7(60.0)	295.2(58.0)	350.0(88.4)
・VD1	83.9(12.4)	75.0(17.1)	80.5(19.5)
・SG	100.8(15.1)	75.3(14.0)	94.8(27.4)
・VOT	20.0(7.4)	31.8(10.1)	39.7(12.3)
・VD2	93.4(40.1)	113.0(41.4)	134.0(45.8)
「あつか(悪化) /akka/			
・WD	468.3(74.0)	519.8(91.6)	457.2(102.8)
・VD1	89.0(12.)	99.8(20.6)	93.0(24.5)
・SG	253.2(60.1)	235.3(17.2)	189.0(31.3)
・VOT	20.8(4.9)	36.0(13.8)	34.5(19.4)
・VD2	104.2(19.4)	151.5(66.7)	140.5(42.0)
日本語話者 英語話者 中国語話者			
「かこ(過去) /kako/			
・WD	340.0(51.1)	367.02(47.1)	437.7(110.8)
・VOT1	40.1(10.2)	57.7(19.8)	48.3(16.4)
・VD1	74.1(19.7)	61.8(18.7)	80.0(12.8)
・SG	100.1(16.7)	99.3(23.0)	111.5(54.2)
・VOT2	26.8(5.8)	47.2(10.9)	53.8(22.1)
・VD2	83.2(26.0)	101.0(38.0)	146.2(54.9)
「かっこ(括弧) /kakko/			
・WD	476.1(84.5)	579.8(180.4)	506.7(77.7)
・VOT1	42.3(8.2)	54.5(25.0)	42.8(16.6)
・VD1	82.2(19.0)	74.5(20.8)	76.2(20.3)
・SG	243.5(50.6)	259.0(45.8)	201.7(37.9)
・VOT2	231.2(12.7)	37.0(8.0)	59.5(17.2)
・VD2	80.0(23.8)	153.5(128.9)	131.7(30.4)

「あと(跡) /ato/			
・WD	307.6(54.3)	313.7(38.7)	429.2(77.3)
・VD1	87.7(29.2)	80.2(16.2)	90.3(11.1)
・SG	114.8(15.0)	95.0(14.8)	117.3(22.0)
・VOT	13.9(4.8)	26.3(12.3)	28.5(17.5)
・VD2	91.4(35.9)	112.0(31.5)	193.5(51.8)

「アート /a:to/			
・WD	434.9(55.4)	560.2(156.6)	527.2(70.4)
・VD1	214.9(36.9)	207.7(59.6)	241.8(48.3)
・SG	121.9(20.1)	165.0(66.3)	51.2(31.2)
・VOT	16.3(3.8)	30.2(14.2)	43.2(44.7)
・VD2	83.3(36.3)	157.3(124.3)	112.2(10.9)

日本語話者 (N=10) 英語話者 (N=6) 中国語話者 (N=6)

「まく(幕) /maku/			
・WD	398.2(34.9)	429.3(125.0)	410.5(62.0)
・VOT1	41.9(14.5)	69.3(19.6)	41.2(15.6)
・VD1	107.7(21.4)	101.7(32.4)	91.7(10.2)
・SG	113(13.4)	106.0(28.5)	108.5(29.9)
・VOT2	28.7(5.8)	46.8(20.4)	50.7(28.3)
・VD2	103.8(15.1)	107.5(79.4)	118.2(35.3)

「マーク /ma:ku/			
・WD	506.5(78.9)	582.5(96.6)	539.5(115.6)
・VOT1	44.8(15.8)	63.7(23.2)	36.5(8.8)
・VD1	203.3(40.6)	198.8(41.8)	208.8(45.2)
・SG	125(29.9)	140.3(30.8)	125.2(35.3)
・VOT2	82.6(76.3)	47(13.3)	97(66.1)
・VD2	50.4(51.7)	133.8(69.1)	107.5(54.9)

IV. 考察

語中の閉鎖区間や母音の持続時間はそれぞれ促音や長音が含まれるときに延長するもので、促音や長音を含まない語との比較により閉鎖区間や母音の持続時間の変化率 (△測定=測定akka/測定aka-1×100) を求めた。

1. 促音の生成

促音を含まない語と含む語において、その閉鎖区間の

引き伸ばし方に学習者の母語による違いがあるのを見るために、得られた結果を話者の母語別（日本語・英語・中国語）によって3ブロックに分け、さらに各ブロックを拍認識に関わる閉鎖区間の変化率を比較してみる。各母語話者の閉鎖区間の変化率の平均、及び標準偏差をそれぞれTable 2に示す。

Table 2 各言語別の閉鎖区間の変化率の平均と標準偏差

母語	mean	SD
日本語	154.2 %	52.9
英語	203 %	93.7
中国語	111.4 %	62.1

閉鎖区間の変化率を従属変数として、被験者の母語（日本語・英語・中国語の3水準）を独立変数とする分散分析を行ったところ5%水準で有意差 ($F(2,40) = 4.83$ $p=0.0131$)が見られたので、どの群間で差があるかを把握するためさらにtukeyの多重比較法を用いて比較を行った結果、日本語母語話者-英語母語話者での比較では英語母語話者の閉鎖区間が有意に長く引き伸ばされており ($P < 0.05$ *)、また日本語母語話者-中国語母語話者間の比較では中国語母語話者の閉鎖区間が有意に短く引き伸ばされている ($P < 0.05$ *) という結果を得た。

しかし、注意しなければならないのは、英語母語話者が日本語母語話者と比して有意に長く閉鎖区間を引き伸ばしていることが、そのまま英語の母語話者が生成する促音の閉鎖区間が長すぎるということにはならないということである。各母語話者の閉鎖区間の長さを各目標語ごとに図式化したものを示したFigure 1、2を見られたい。

英語の母語話者が促音を含まない語を生成する際の閉鎖区間は日本語の母語話者のそれと比べて有意に短かった ($Student's t-test$ $p = .00554$) が、促音を含んだ語を生成する際の閉鎖区間は日本語のそれとほぼ同等の長

さとなっており有意な差は見られなかった ($Student's t-test$ $p = .417785$)。このことは英語の母語話者が非促音-促音を生成する際に日本語母語話者と異なる時間制御をしていることを示唆しており、「拍」の感覚の習得を考える際に重要な意味を持つ。

一方で中国語母語話者では、促音を含まない語の生成する際の閉鎖区間は日本語の母語話者のそれとほぼ同じ長さであるが、促音を含む語を生成する際の閉鎖区間は、日本人のそれと比べて有意に短い ($Student's t-test$ $p < .0076$) という特徴が見られた。このことより、中国語母語話者が促音を生成する際の“一拍”分は日本人のそれと比べて短いことを意味している。また、中国語の母語話者が生成する促音を含む語は日本語母語話者には促音を含んでいない語であると知覚されるかもしれない。

促音の知覚に関する先行研究では、日本語母語話者、中国語母語話者の両方において/k/が閉鎖区間に後続した場合には、/t/,/p/と比べて、短い閉鎖区間で促音が知覚されているという報告がある(西端千賀子(1993))。つまり、後続する子音のなんらかの特徴が促音の知覚に関して影響しているということであるが、この促音の知覚に関する現象が生成においても見られる可能性はある。今後/t/,/p/など/k/以外の子音が閉鎖区間に後続する場合についても調査する必要がある。

2. 長音の生成

次に、長音を含まない語と含む語において、その母音持続時間 (VD1) の引き伸ばし方に学習者の母語による違いがあるのを見るために、得られた結果を話者の母語別（日本語・英語・中国語）によって3ブロックに分け、さらに各ブロックを拍認識に関わる母音持続時間の変化率を比較してみる。各母語話者のDV1の変化率の平均、及び標準偏差をそれぞれTable 3に示す。

Figure 1 /aka//akka/の閉鎖区間長

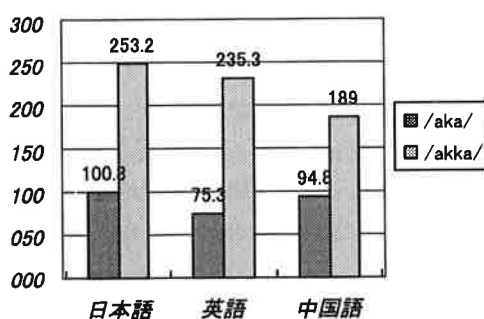


Figure 2 /kako//kakko/ 閉鎖区間長

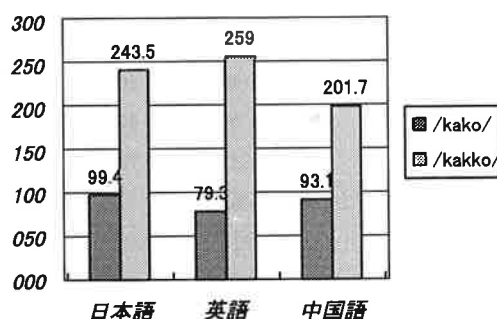


Table 3 各言語別の母音持続時間の変化率の平均と標準偏差

母語	mean	SD
日本語	154.0 %	83.8
英語	163.0 %	129.9
中国語	159.9 %	117.6

母音持続時間の変化率を従属変数として、被験者の母語（日本語・英語・中国語の3水準）を独立変数とする分散分析を行ったところ有意差が見られなかった ($F(2,39) = 1.56$ $p = 0.2221$)。つまり、母音持続時間の引き伸ばしについては学習者の母語によって特徴的な違いは見られなかったということである。しかし、この結果は少なくとも、母音/a/の引き伸ばしについてののみいえることであり、その他の母音/i//u//e//o/に関しては更なる検討が必要である。

V. まとめ

促音・長音を含む語を生成する際に、日本語母語話者と日本語学習者（英語母語話者、中国語母語話者）との間でどのような音響学的な違いがあるかを調べるために、実験を行い、次の点を分析した。

- 1) 促音を含まない語と促音を含む語の生成を比較し閉鎖区間の引き伸ばし方に母語話者間の違いがあるか。
- 2) 長音を含まない語と長音を含む語の生成を比較し母音の持続時間の引き伸ばし方に母語話者間の違いがあるか。

その結果、特に1)において次のような特徴的な違いが見い出された。英語母語話者は、日本語母語話者と比較して閉鎖区間をより長く引き伸ばすことで促音を生成している。このことは、促音と知覚される部分の閉鎖区間が日本人のそれと比べて長すぎるということではなく、促音を含まない語における閉鎖区間長が日本語母語話者と比べて短すぎることによっておこっていた。一方で中国語母語話者は、日本語母語話者と比較して閉鎖区間の引き伸ばしが足りていない。中国語母語話者の生成する「あっか（悪化）/akka/は日本人母語話者には「あか（赤）/aka/に聞き間違えられやすいであろう。以上のようなことから見ると、促音の生成に関して、英語母語話者と中国語話者がそれぞれ日本語母語話者とは異なる時間制御を行っていること、さらに、それぞれの母語話者の促音の生成にある一定の特徴が観察されたこ

とから、それぞれの日本語学習者の促音の生成が母語の音韻体系によって、なんらかの影響を受けていることが示唆されたといえよう。このこと自体非常に興味深いことであるが、当然、一体なぜそのような特徴が観察されたのか、或いはそれぞれの母語のどのような音韻的特徴が関係しているのか、等の疑問が残る。本稿では、それらの疑問に答える妥当な説明までには至っておらず、今後の課題である。

2) については、少なくとも母音/a/に関して母語の違いによる特徴的な事柄は見られなかった。これは、促音の生成において、日本語学習者の時間制御にそれぞれ日本語母語話者とは異なる特徴が見られたのとは対照的であり、この点から見ると日本語学習者にとって、長音は促音に比べると比較的容易に生成できているともいえる。逆に言うと日本語学習者にとって促音の生成の方が長音のそれと比べてより習得に難があるようすが伺える。

1) 2) 以外の特筆すべき点として、日本語学習者が語を生成する際に、語末の母音の持続時間 (VD2) が日本語母語話者に比して有意に長く生成される傾向が見られたことがある。このことは日本語学習者に共通して見られた傾向であり、語中に含まれるのが促音か長音かに関わらず、またそのような特殊音韻が含まれるか否かに関わらず確認された (Table 4)。

Table 4 各言語別の語末母音持続時間の平均

	日本語	英語	中国語
/aka/	93.4	113	134
/akka/	104.2	151.5	140.5
/kako/	83.2	101.1	146.2
/kkako/	80	153.5	131.7
/kado/	90.3	111.7	144.8
/ka:do/	81.2	135.2	131.5
/maku/	103.8	107.5	118.2
/ma:ku/	84	133.8	107.5

渡部・平籾(1985)および平籾・渡部(1987)の調査の結果では、先行母音の持続時間は促音の判断に影響を与えるが、後続母音は影響を与えないということが明らかになっているものの、このことは日本語学習者の時間調節を考える上で見逃すことのできない特徴であろう。モーラを基本的な時間制御の単位として、一定のリズムを刻む日本語の音声においては、それぞれ閉鎖区間や母音の持続時間の正確な時間制御に加え、それら以外の母音

の持続時間も正しく生成する必要があるからである。特殊拍に関わる部分以外でも、母音の持続時間が一定でなければ流暢性を欠いた発話となり、日本語のリズムを習得しているとは言えない。

今回は特殊音素を含む語を生成する際の閉鎖区間と母音持続時間の変化について焦点を当てたが、特殊音素の有無を知覚する際には、当然なことではあるが、無音区間の母音の絶対的長さを基準として知覚するわけではない。促音や長音と知覚される閉鎖区間や母音持続時間の持続時間はアクセントのような音韻環境の違いによっても異なるし、発話速度など、さまざまな音環境によってもその境界値は流動するのである。また、藤崎・杉藤(1977)、渡部・平藤(1985)(1987)、平田(1990)などをはじめとする日本語の促音の知覚研究において指摘されていることだが、先行母音、後続子音などの閉鎖区間以外の音環境が促音の知覚を左右することも知られている。

今後日本語学習者に対して日本語の特殊音素を指導する際の有益な指導法を確立するためには、このような特殊音素の知覚に影響を与えるさまざまな要因を考慮しながら、知覚と生成の両側面からより綿密に調査していく必要がある。

謝辞

本研究は、九州保健福祉大学・平成19年度共同研究費(荻安誠・太田栄次・Steven Snyder)を受けて行われたプロジェクトの一部をまとめたものである。

参考文献

1. 西端千香子：閉鎖持続時間を変数とした日本語促音の知覚の研究—日本語母語話者と中国語母語話者との比較—。日本語教育 81号：1993
2. 平田由香里：単語レベル・文レベルにおける日本人の促音の聴き取り。音声学会会報 No.194:23-28,1990
3. 平藤暢夫・渡部真一郎：促音の知覚と後続母音の持続時間との関係。音声言語「」。近畿音声学研究会：99-106,1987
4. 藤崎博也・杉藤美代子：音声の物理的性質—岩波講座 日本語 5 音韻—。岩波書店，大阪：66-106, 1977
5. 文化庁：日本語教育指導参考書 1-音声と音声教育—。大蔵省印刷局，大阪：1971
6. 渡部真一郎・平藤暢夫：二音節語における無声破裂音と促音の判断境界と先行母音の長さの関係。近畿音声学研究会：1-8,1985