

日本語開拗音の音声的特徴について

松井 理直

神戸松蔭言語科学研究所・大阪保健医療大学

michinao.matsui [at] ohsu.ac.jp

On the phonetic features of the palatalized consonants in Japanese

Michinao F. MATSUI

Shoin Institute for Linguistic Sciences, Osaka Health Science University

Abstract

日本語の開拗音に関する解釈には、“CⁱV”, “CjV”, “CiV” という可能性が存在する。音韻情報としては、一般的に /CjV/ と捉えられることが多い。音声情報としても、Nogita (2016) および Hirajama & Vance (2018) は [CjV] という構造が妥当である根拠を提出している。本研究では、これらの先行研究では検討されていない口唇形状と口腔内の舌接触パターンの観点から、拗音の音声情報について再検討を行った。測定の結果、先行研究と同じく開拗音は [CjV] 構造を持つと考えるのが妥当と考えられる。

This study examines whether the yoo-on (拗音) in Japanese is the palatalized singleton [Cⁱ], the consonant-glide sequence [Cj] or the diphthong [CiV] from the view point of the lip shapes and the articulatory movements of the tongue. The results show that the yoo-on has the [CjV] structure.

キーワード: 拗音、直音、口唇形状、エレクトロパラトグラフィ、日本語

Key Words: consonant, palatalization, lip shapes, Electropalatography, Japanese

1. 研究の目的

開拗音の存在は、日本語の音節構造を考える上で興味深い問題を引き起こす。もし開拗音が1つの子音であると考えられるのであれば、日本語の頭子音に子音連鎖は認められない。これに対し、開拗音が子音+介音という構造を持っているのであれば、介音の位

置づけが問題となろう。介音が頭子音の一部であるなら、限定的であるとはいえ、日本語は頭子音の子音連続を許すことになる。一方、介音が音節構造のピークに位置づけられるものであれば、それは母音の一種と考えられるため、日本語に /ie/, /ue/, /ue/ といった上昇二重母音を認めなければならない。

本稿は、日本語における拗音の構造について生理学的手法を用いた検討を行う。結論として、いくつかの先行研究と同じく拗音は [CjV] という構造を持つと考えるのが妥当であることを述べる。

2. 開拗音に関する先行研究

2.1. 開拗音の音韻表示に関する先行研究

まず、日本語の拗音についての先行研究を概観しておく。McCawley (1968), Vance (2008), 窪蘭 (1998), 益子 (2009) を始めとした多くの研究が、日本語拗音の音素構造として /子音+ヤ行子音/ の構造を考えている。すなわち、カ行の音素 /k/ に対してキャ行は /kj/, ナ行の音素 /n/ に対しニャ音は /nje/ という音素表示を持つと見なす。ただしチャ行・シャ行・ジャ行に関しては、窪蘭 (1998) が「拗音」という体系を重視した /tj/, /sj/, /zj/ という構造を考えているのに対し、Vance (2008) は /te/, /e/, /z/ という /j/ を介入させない音素表示を提案した。これは、他の拗音がエ段をほぼ許していないのに対し、借用語という語種に限るとは言え、「チェック」「シェイク」「ジェット」のようにチャ行・シャ行・ジャ行がエ段の生起を許すという理由に依る。また 斎藤 (2006) などでは、拗音の性質として Cj という子音連鎖の構造と Cj という硬口蓋化した単子音が併記されており、どちらの性質が妥当であるかは明確にされていない。

これに対し 服部 (1954) は、直音と拗音の対立を母音の違いに帰着させた。例えば、/ka/ というカ音の音素表示に対し、キャ音は /kä/ という前舌化した母音の音素表示を持つ。事実、国立国語研究所 (1990) による日本語調音の X 線動態を見てみると、キャ音やキュー音における母音の調音位置は直音に後続する母音の調音位置よりも若干前方に偏っていることが見て取れる。

2.2. 拗音の音声的性質に関する先行研究

拗音の音声的性質については、Nogita (2016) による日本語とロシア語の比較対照研究が非常に重要であろう。彼はまず持続時間についての検討を行い、日本語については、拗音を含むモーラの持続時間が直音を持つモーラの持続時間に対して統計学的に有意に長いことを実証した。しかしロシア語については、硬口蓋化した子音を含む音節の持続時間は非硬口蓋化子音を持つ音節の持続時間に対し有意差がないことが多いという。また野北は無声子音に挟まれた狭母音ウ音の無声化率についても検討を行い、拗音に後続するウ音の無声化率が直音に後続するウ音の無声化率に対し有意に低いことを示した。こうした傾向は、Hirayama (2018) の研究の中でも再確認されている。

これらの研究結果は、拗音が単一の子音ではなく、/Cj/ という複合的な子音であると仮定すると矛盾なく説明が付く。すなわち拗音は /j/ 要素を持つために持続時間が長くなる

し、/j/ 要素の無声化過程が余分に加わるが故に、拗音の無声化率は低下することになる。ただし、これらの研究では拗音を校正する複合要素が /CjV/ なのか /CiV/ なのかといった点は考慮されていない。そこで本稿は、これらの点を再度検討することを目的とする。

3. 口唇形状の観測

3.1. Vowel-to-Vowel Coarticulation

音声発話時に観測される調音結合は隣接する分節音間で起こることが多いが、Ohman (1966) は、自然な発話時に隣接する音節間における母音同士が干渉して調音結合が起こることを見いだした。こうした現象を母音間調音結合 (Vowel-to-Vowel coarticulation) と呼ぶ。母音間調音結合の性質は、Fujimura (1992), Fujimura (2002), 藤村 (2007) による定量的な調音動態モデルである C/D モデルでも重要な役割を果たしている。例えば、軟口蓋音である [ke] 音を繰り返して発音した場合、後舌面は大きく動くが、口唇や下顎はほとんどア音の状態から変動しない。

母音間調音結合の重要な点は、これが音節間における調音結合と考えられる点にある。例えば接近音である [j] 音は調音動態として母音である [i] 音に比較的近い性質を持っているが、[jo] 音や [ju] 音を繰り返して発音した場合、[o] 音や [u] 音に相当する母音間調音結合が生じるのであり、そこに母音 [i] に近い効果を持つ調音結合は生じにくい。

この性質から、拗音を含む音節における母音間調音結合のパターンを調べることで、開拗音における硬口蓋要素が子音に属しているものなのか、あるいは母音 [i] として存在しているのかといった問題に関する傍証が得られるはずである。すなわち、母音間調音結合が [i] に近い性質を持っているのか否かを調べればよい。

3.2. 実験方法と実験結果

関西方言話者男性 10 名、女性 3 名に対し、カ行およびキャ行の調音を連続で行わせた。検査語は無意味音列で、母音についてはカ行では全ての母音を、キャ行ではア音・ウ音・オ音を全ての組み合わせている。口唇形状の測定は、上唇中央部と下唇中央部および左右口角部に光学センサーを取り付け、サンプリング周期 2ms で垂直方向および水平方向のデータを取得した。データの処理は、被験者によって口唇の大きさが異なるため、ア音における口唇の開きを基準にし、被験者のデータを標準化した上で、集計を行っている。なおウ音に関しては、単独発話で唇の突出が認められた被験者 4 名を別データとした。

口唇形状の測定結果を図 1、図 2 に示す。唇の突出を持つ [u] 音を除き、カ行子音部における口唇形状とキャ行子音部における口唇形状のパターンに有意差はほぼ認められない。このことは、拗音の硬口蓋要素が母音として存在しているのではなく、子音として機能していることを示唆している。すなわち Nogita (2016), Hirayama (2018) の研究と同様に、口唇形状の観点から言っても、開拗音の音声情報は [CiV] ではなく、[CjV] か [CjV] のいずれかと見なしてよい。

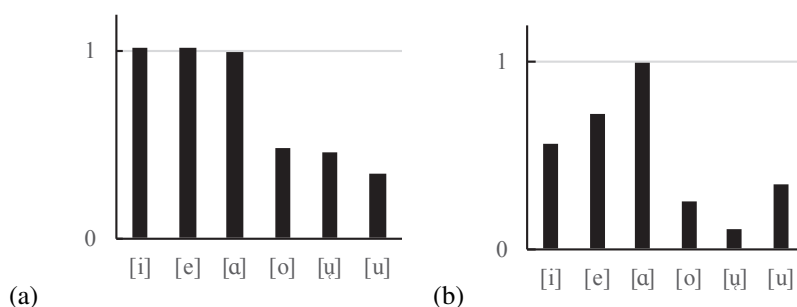


図 1: (a) カ行子音部における口唇水平方向, (b) カ行子音部における口唇水平方向

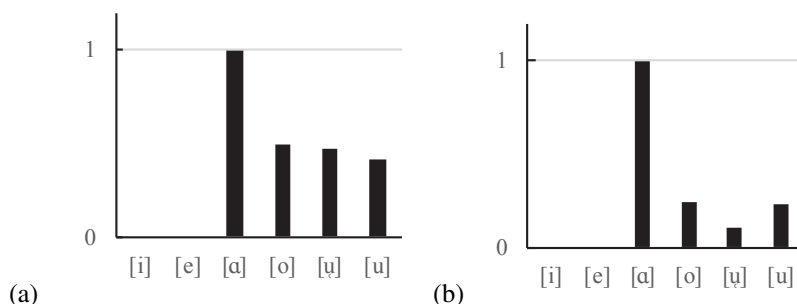


図 2: (a) キャ行子音部における口唇水平方向, (b) キャ行子音部における口唇水平方向

4. EPG を用いた口腔内舌動態の測定

次に、開拗音の音声情報は直音が単に硬口蓋化した $[C^hV]$ なのか、あるいは子音連続 $[CjV]$ なのかという問題について、エレクトロパラトグラフィ (EPG) を用いた口腔内の舌運動動態について測定を行った。

本研究で用いた EPG の人工口蓋床は、各個人ごとに、その口蓋の大きさに合わせて個別に作成されたもので、異なる話者の調音位置を比較検討できるよう、電極位置が標準化されている。この標準化された人工口蓋床の電極点と音声学的な調音位置との関係を図 3 に示す。図から分かる通り、前後方向の調音位置については、歯茎 2 列、後部歯茎 2 列、硬口蓋 3 列の分解精度で計測が可能である。軟口蓋に調音点を持つ子音については、EPG のみならず、口蓋や舌に測定器を取り付ける計測技法では一般に測定が難しい。ただしこの軟口蓋についても、硬口蓋との境界に近い 1 列については測定ができるようになっている。したがって、軟口蓋音の $[k]$ 音についても完全な測定は困難であるにせよ、ある程度の動態測定は可能であるし、硬口蓋化した $[k^h]$ 音については明確な接触のパターンを確認できる。

調音位置の指標となる前後方向の EPG データに対し、口腔の横方向における接触パターンは、側面部の狭窄 (lateral constriction) も含め、子音の調音における狭窄の程度を

推測する指標となる。この冠状面に関する EPG データについては、歯茎最前列を除き、8 点の分解能で計測を行う。最前列については 6 点の分解能を持っており、歯茎から軟口蓋前部まで計 62 点 (片側 31 点ずつ) の電極が配置され、調音動態のデータを計測できる。各電極は幅 1.4mm, 厚さ 0.7mm の銀製のもので、各電極に 0.1mm のエナメル線を配線し、そのエナメル線を束にして口角部から外部に引き出すことで口唇を用いる調音にも支障が生じにくいよう工夫されている。

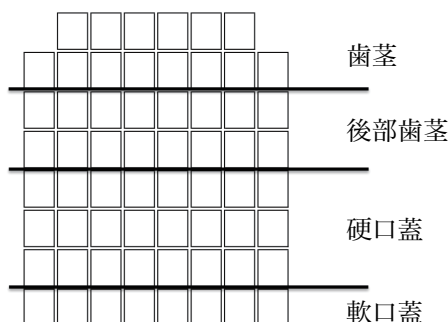


図 3: IPA 記号の調音位置との対応

4.1. 実験方法と実験結果

実験は被験者 4 名 (東京方言女性 1 名、関西方言女性 1 名、関西方言男性 2 名) に対し、EPG と口腔用マイクを装着し、刺激語をランダムに 5 回ずつ発話させる形で行った。刺激語は、直音と開拗音およびヤ行子音を持つもののミニマルペアとなる「格・客・気悪」「項・今日・既往・紀要」などを用いている。EPG データは、4 名の被験者に対し人工口蓋床を各被験者ごとに用意し、サンプリング周期 10 ms で収集した。この人工口蓋床は山本一郎氏によって調音への負担が最小限になるように開発され、電極位置は被験者間の違いがなるべく出ないように標準化されている。なお、EPG データの収録は、Bluetooth 経由でタブレット端末を用いて行った。

測定結果として、まず「格・客・規約」の EPG 遷移パターンを図 4 に示す。「格」の場合は [k] 音に硬口蓋化が起こっていないため、図 4(a) に見るように、EPG パターンの最後列部に相当する軟口蓋最前列に完全な接触が認められるのみで、硬口蓋部分には側面狭窄などが一切観察されない。これに対し、「客」「気悪」の場合は図 4(b), (c) から分かる通り、最初の k 音部分で軟口蓋部から硬口蓋部にまで「完全」接触パターンが広がっており、いずれも硬口蓋化した軟口蓋「破裂」音である [k] 音になっていることが見て取れる。すなわちしばしば言われる通り、カ行イ音の子音とキャ行の子音に定性的な音声情報の違いはないと言ってよいだろう。両者の違いは、「完全」接触パターンを失った後に硬口蓋部の側面狭窄のみが残っている持続時間であり、言うまでもなく「客」より「気悪」のほうが硬口蓋部の側面狭窄が残る時間が長い。

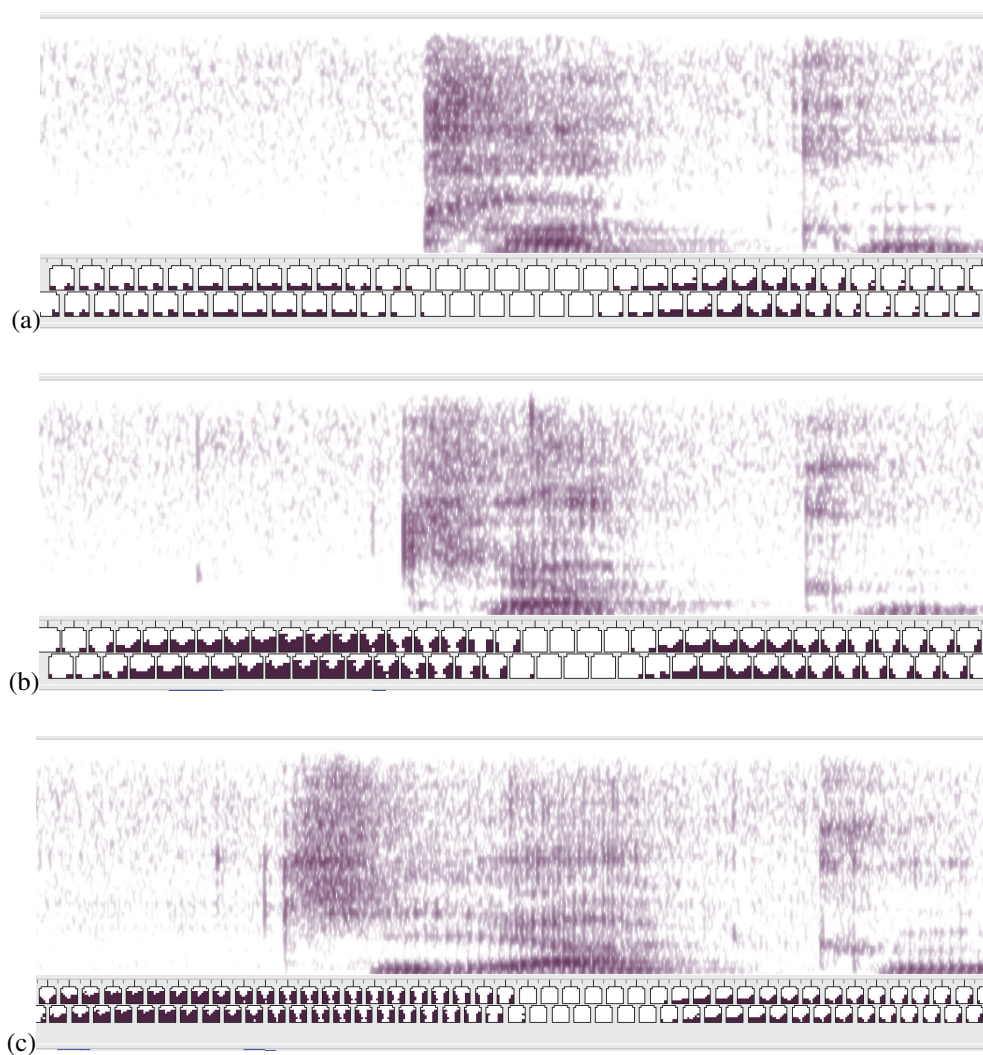


図 4: 「(a) 格」「(b) 客」「(c) 気悪」の EPG 遷移パターン

しかしここで重要なことは、「客」でも「気悪」でも「完全」接触パターンを失った後に硬口蓋部の側面狭窄のみが残っている点にある。「気悪」において硬口蓋部の側面狭窄のみが残るのは母音 [i] 音のためであると説明が付く。それに対し、「客」においても硬口蓋部の側面狭窄のみが残るのは、明らかに母音 [e] 音のためではない。このことは、キャ音の子音が単に硬口蓋化した [kɛ] という一つの子音なのではなく、[kj] という子音連続と見なした方がよいことを示唆している。

軟口蓋音に母音 [o] 音が後続する「項・今日・既往・紀要」でも、同様の現象を確認しておこう。これらの語における EPG 遷移パターンを図 4 に示す。図 4 (a) の「項」における EPG 遷移パターンでは、硬口蓋部分に側面狭窄は全く観察されない。なお図 4 (a)

における EPG パターンの最後列部に「完全」接触パターンが観察されないのは(最後列中央部に抜けがあるのは)、母音が最も後舌となる [o] 音の効果によって、軟口蓋最前列より後方に完全な閉鎖が起こるためである。これに対し、図 4 (b), (c), (d) では、いずれも軟口蓋から硬口蓋までの広い範囲で EPG パターンの完全な接触が観察されており、図 4 (a) の EPG パターンと大きく違う。すなわち、いずれも語頭の子音は硬口蓋化した軟口蓋音 [kʲ] であるといつてよい。

しかし同じ [kʲ] 音といっても、細かな時間遷移パターンを見ると、図 4 (b), (c), (d) では異なる点も観察される。まず言うまでもなく、「紀要」では EPG の完全接触パターン後に続く硬口蓋部における側面狭窄が長く続く。これは母音 [i] に続いて接近音 [j] が存在している効果である。また、その他に気がつく違いとして [kʲ] 音の完全接触パターンを作るまでの遷移パターンを挙げることができよう。各図における左端付近の EPG 遷移パターンに注目されたい。カ行イ段の子音を語頭に持つ図 4 (c), (d) では、EPG 遷移パターンの開始部から、硬口蓋部に接触パターンが現れ始めている。これに対しキャ行子音を語頭に持つ図 4 (b) では、まず軟口蓋部から接触パターンが起こり始め、その後に接触パターンが硬口蓋部まで広がっていく。つまり、キャ行子音の [kʲ] 音とカ行イ段における [kʲ] 音は定性的には同一のものと見なせるかもしれないが、実時間遷移という定量的性質としては違いを持ち得る。

この違いは、Fujimura (1992), Fujimura (2002), 藤村 (2007) による C/D モデルなどでうまく説明が付く。C/D モデルは、母音が調音運動の大局的基底状態を作り、その上に子音が局所的な影響を与えると見なす。カ行イ段の場合なら、母音である [i] 音が大局的な基底状態を成し、その上に局所的に [k] 音の性質が重畳するため、子音は結果的に硬口蓋化すると共に、硬口蓋の性質が音節当初から出現しやすい。一方、キャ行音が [kʲe] あるいは [kʲo] という構造を持っている場合、大局的基底状態は [e] 音か [o] 音が作るようになるが、頭子音自体が硬口蓋化した性質を持っているため、やはり硬口蓋の性質が音節当初から出現することを予測する。しかし、キャ行音が [kje] あるいは [kjo] という構造を持っている場合には、音節の頭子音が子音連鎖を成しており、その中で硬口蓋子音である [j] 音が先頭にあるわけではないため、音節当初から硬口蓋の性質が出現するとは限らない。その一方で、図 4 (b) の「完全」接触パターンから舌が離れていく運動を見てみると、軟口蓋部の閉鎖から消失していき、硬口蓋における側面狭窄だけが残っていく運動を観察できる。この調音動態も [kje] あるいは [kjo] という構造を考えると、C/D モデルで説明が付く。

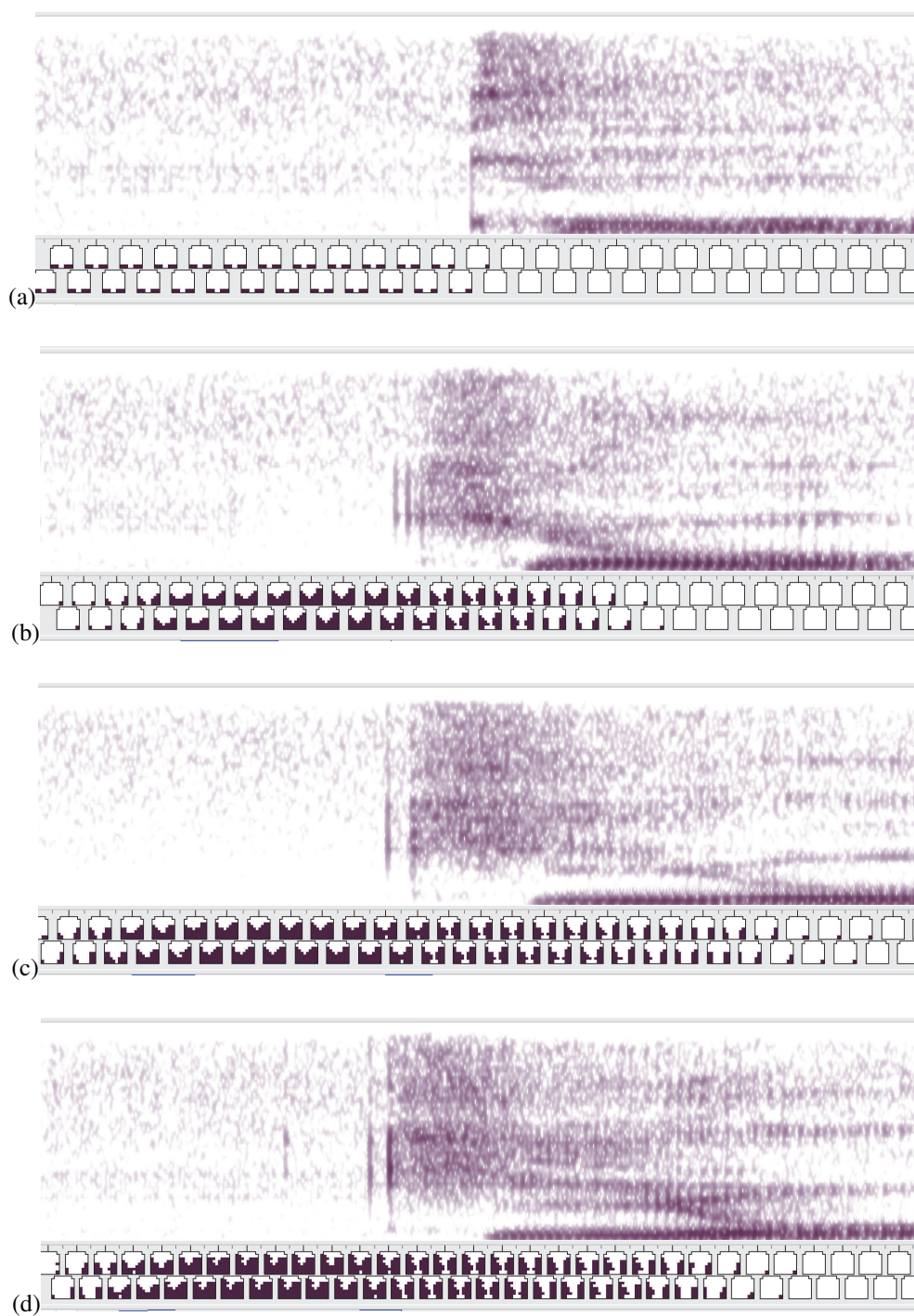


図 5: 「(a) 項」「(b) 今日」「(c) 既往」「(d) 紀要」の EPG 遷移パターン

5. まとめ

本研究では、口唇形状と口腔内の舌運動パターンから日本語の開拗音の性質について考察を行った。口唇形状についていえば、もし開拗音が [CiV] 構造を持っているのであれば [i] 音の性質が強く反映されるはずであるが、実際には [V] の性質が現れやすく、直音の口唇形状とほとんど有意差がない。したがって、開拗音は [kʲV] か [kjV] という音声構造を持っていると考えられる。一方、舌運動パターンを EPG で調べて見ると、音節頭に硬口蓋要素が出現していないことがあり、完全閉鎖が終わった後の開放部では硬口蓋部分に側面狭窄が残っていく。このことは、[kʲV] 構造よりも [kjV] 構造のほうが妥当性を持つことを示唆している。したがって、少なくともキャ行に関しては [kjV] 構造を持つと結論づけてよいであろう。この結果は、Nogita (2016), Hirayama (2018) の実験結果とも整合性を持つ。

今後の課題としては、ピャ行やチャ行といった開拗音でも同様の結果が得られるか調査を行う必要がある。今回の研究で用いた光学センサーによる口唇形状の測定法では、両唇音に関しては違いを検出するのが難しい。そのため、研究対象から外さざるを得なかった。こうした点も考慮し、今後は実験手法に関しても改良を行う予定である。

謝辞

本研究は、日本学術振興会科学研究費補助金・基盤研究 (C) 「日本語音声の調音協調運動に関する総合的研究」(2018 年度～2021 年度、研究代表者：松井理直、課題番号：18K00597) による援助を受けました。

参考文献

- Fujimura, Osamu (1992) Phonology and phonetics — a syllable-based model of articulatory organization. *The Acoustical Society of Japan (E)* 13(1): 39–48.
- Fujimura, Osamu (2002) Temporal organization of speech utterance: A C/D model perspective. *Cadernos de Estudos Linguísticos, Instituto de Estudos da Linguagem, Campinas* 43: 9–36.
- 藤村靖 (2007) 『音声科学原論—言語の本質を考える』 岩波書店, 東京.
- 服部四郎 (1954) 『音韻論と正書法』, 研究社, 東京.
- Hirayama, Manami and Vance, Timothy J. (2018) Onset Cy and High Vowel Devoicing in Japanese. *Journal of Japanese Linguistics* 34(1): 103–126.
- 窪園晴夫 (1998) 『音韻構造とアクセント』, 研究社, 東京.
- 国立国語研究所 (1990) 『日本語の母音, 子音, 音節—調音運動の実験音声学的研究—』, 秀英出版, 東京.
- 益子幸江 (2009) 「音声記号」 今泉敏 (編) 『言語聴覚士のための音声学・言語学』: 20–36. 医学書院, 東京.
- McCawley, James (1968) *The Phonological Component of a Grammar of Japanese*, Mouton, Hague.

- Nogita, Akitsugu (2016) Arguments that Japanese [Cj]s are complex onsets: durations of Japanese [Cj]s and Russian [C^j]s and blocking of Japanese vowel devoicing. *Working Papers of the Linguistics Circle of the University of Victoria* 26(1): 73–99.
- Öhman, S. E. G. (1966) Coarticulation in VCV utterances: spectrographic measurements. *Journal of Acoustical Society of America*, 39, 151–168.
- 斎藤純男 (2006) 『日本語音声学入門』 三省堂, 東京.
- Vance, Timothy J. (2008) *The sound of Japanese*. New York: Cambridge University Press.

Author's web site: <http://sil.s.shoin.ac.jp/~matsui/>

(受付日: 2018 年 12 月 10 日)