

日本語の歯茎摩擦音に後続するウ音について

松井 理直 (大阪保健医療大学)
 michinao.matsui@ohsu.ac.jp

キーワード：音素 /u/、異音、エレクトロパラトグラフィ (EPG)、歯茎摩擦音、摩擦母音

1. 研究の目的

一般に日本語のウ音は、IPA で定義されている [u] と比べるとその特徴が明確ではない。斎藤 (2003) は日本語ウ音の精密表記として [u̠], 簡易表記として [ɯ] を当てて、さらに日本語の音素 /u/ に異音 [ɯ] が生じることを指摘した。斎藤によると、この異音 [ɯ] の生起環境と特性は以下のようなものである。

- (1) a. ウ音が [s], [ts], [dz], [tɕ], [ç], [ç], [j], [pʲ], [bʲ], [mʲ], [nʲ], [kʲ], [gʲ] など歯茎や硬口蓋に関わる子音に続く場合、より中舌母音的な [ɯ̠] となる。
- b. ただし、上村・高田 (1990) のレントゲントレース図を見る限り、歯茎音 [s], [ts], [dz] に続くウ音は後舌が盛り上がり、舌の最高点は全く中舌寄りになっていない。
- c. しかし、聴覚印象は [u̠] と確かに異なり、音響的にも [pʲ] や [kʲ] などの続く場合と同様に、第 2 フォルマントが高めに現れる。母音の記述は調音音声学的記述といっても聴覚的な要素が大きいので、その意味で歯茎音に続くウ音でも「中舌的」という用語を使うことはできなくはないし、それを [ɯ̠] で表記することは問題ない。

本発表では、斎藤の指摘をエレクトロパラトグラフィを使って確認すると共に、[s], [z], [ç], [ʒ] に後続するウ音の性質について調査を行った。結論として、(1a) に述べられている環境のうち、(1b) に相当する条件が特別であること、(1b) の条件に相当するウ音は摩擦母音と呼ぶべき母音変異であること、[ç], [ʒ] に後続するイ音にも類似した現象があることを述べる。また、音響モデルにより、(1c) の記述に関する検討も行う。

2. EPG を用いたウ音の調音動態に関する実験

2.1 実験方法

実験は、発話者に刺激語をランダムに 5 回ずつ発音させ、その音声と EPG データを同時に収集した。なお、開口度の参考にするため、正中面から両唇の画像もビデオで収録している。実験に参加した被験者は 30 歳台～40 歳台の男性 1 名および女性 1 名で、いずれの被験者も構音および聴覚に異常はない。実験は大阪保健医療大学で行われ、実験所要時間は休憩を入れて 2 時間半程度であった。

EPG データは各被験者ごとに人工口蓋床を用意し、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負担が最小限になるように開発されたもので、異なる話者の調音を比較できるよう標準化され、前後方向に歯茎 2 列、後部歯茎 2 列、硬口蓋 3 列、軟口蓋境界部 1 列の電極配置を持つ (図 1 参照)。また、左右方向は歯茎最前列のみ電極が 6 点、他の列は電極が 8 点配置され、歯茎から軟口蓋境界部まで計 62 点の計測が可能となっている。なお、EPG データの収録には WinEPG (Articulate Instruments Ltd.) およびタブレット端末を用いて行った。

本実験に用いた刺激語は 2 モーラ語で、「この単語は (C)VCV です」というキャリアセンテンスに入れて被験者に発話させた。刺激語の子音および母音は、拗音も含めて日本語の全ての音素を組み合わせている。また、タ行・ダ行については、「ティ・トゥ・ディ・ドウ」の発音も行わせた。EPG の結果としては男性・女性で大きな違いはなかったため、本発表では女性発話者の EPG パターンについて、いくつかの具体例を報告する。

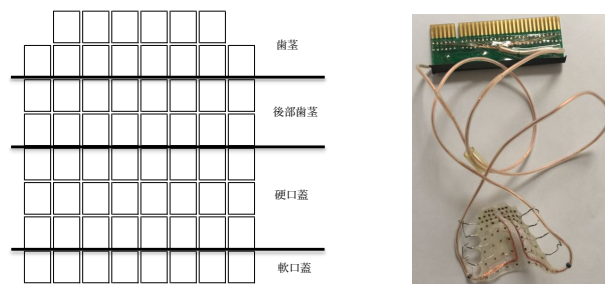


図1 EPG の電極点と調音位置との関係および実験に用いた人工口蓋床

2.2 標準的なイ音とウ音の EPG パターン

まず始めに、「行く」における EPG の遷移パターンを図 2 に、歯茎阻害音以外の子音に後続するイ音とウ音の EPG 累積パターンを図 3 に示す。標準的な [i] 音では歯茎部における舌の接触がなく、硬口蓋において最大の接触面積を持つ。一方、標準的な [u] 音は硬口蓋後部以降に職面狭窄が生じている。すなわち、標準的な [i] 音は前舌母音、標準的なウ音は後舌母音と見なしてよい。

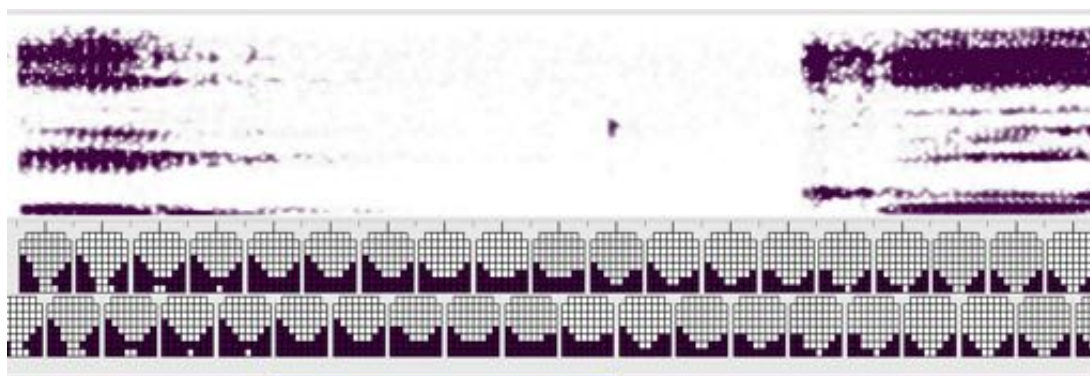


図2 「行く」の EPG 遷移パターン

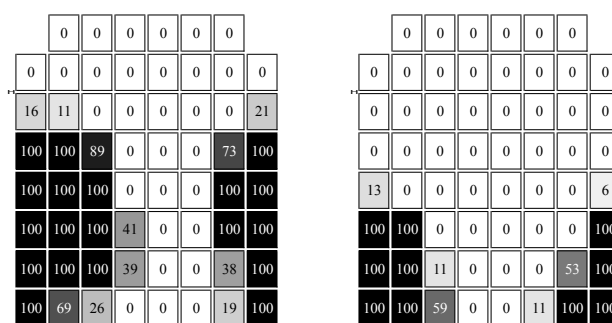


図3 標準的な [i] 音と [u] 音の EPG 累積パターン

2.3 歯茎阻害音に後続するウ音の EPG パターン

次に、有声歯擦音にウ音が後続する「オズ」の EPG パターンを図 4 に示す (この例では有声歯擦音が破擦音で調音されているが、摩擦音であっても基本的な性質は変わらない)。スペクトログラムで見ると、このウ音の部分においてボイスパーと 3000Hz 以下の周波数帯域で明確なフォルマント構造が出現している。すなわち、このウ音は母音に近い性質を持つ。しかし EPG 遷移パターンを見ると、ズ音の摩擦部から母音部にかけてほとんど一定の EPG パターンが続く。すなわち、このズ音における母

音 /u/ は舌の構えとしては [z] 音とほぼ同一の調音が行われている。この性質は、スペクトログラムにおいても 3000Hz 以上に観察される摩擦成分に反映されており、図 4 のウ音部では図 2 のウ音部のような高周波帯域における明確なフォルマント構造が存在しない。

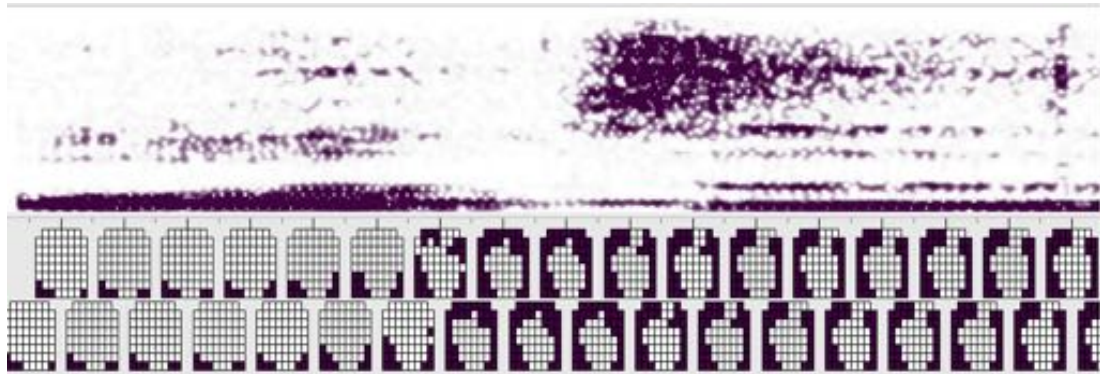


図 4 「オズ」の EPG 遷移パターン

同様の性質は、無声歯擦音に後続するウ音でも観察される。図 5 に「靴」の EPG 遷移パターンを示す。スペクトログラムを見ると、第 1 音節のウ音も第 2 音節のウ音もボイスバーと 3000Hz 以下にフォルマント構造を持っているが、高次周波数領域になると、第 1 音節のウ音がエネルギーを持つのに対し、第 2 音節のウ音は弱い摩擦成分を持つもののエネルギー成分が非常に弱くなっている。この違いは EPG パターンでも明確であり、第 1 音節のウ音はほぼ後舌狭母音のパターンを持っているが、第 2 音節のウ音は調音動態として [s] 音との違いがない。

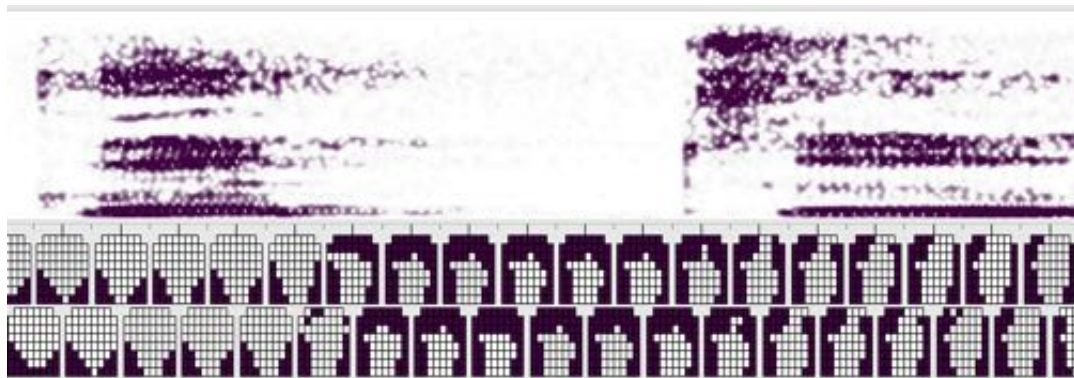


図 5 「靴」の EPG 遷移パターン

図 4, 図 5 の EPG パターンとスペクトログラムから、日本語の音素 /u/ は変異音として歯茎摩擦音とほぼ同等の音価を持つと言ってよいだろう。すなわち、日本語は後舌母音ではなく、また中舌母音とすら言えないウ音の異音を持つ。特に高次周波数の特性から見て、この異音は一種の摩擦母音と見なしてよい。Ladefoged & Maddieson (1996) によると、摩擦母音を持つ言語は中国語やバンツー諸語の一部などに限られると言う。しかし、これは音素体系における摩擦母音の話であって、異音としては様々な言語で観察される。また、宮古諸方言における「舌尖母音／中舌母音」も [s] 音や [z] 音に近い摩擦母音として捉え直せるかもしれない (青井 2010)。

この性質は、無声歯擦音に後続するウ音が無声化する図 6 のような場合にさらに明確になる。すなわち、このタイプのウ音は調音動態からも音響的特性からも [s] 音と言ってよい。また、図 6 のようなパターンであっても、ウ音が脱落したのではなく、音素 /u/ の変異音として摩擦母音の発音が行われていると見なすのが妥当である。この点については、松井 (2015a), 松井 (2015b) を参照されたい。なお、

子音が歯擦音ではなく、歯茎破裂音である「トゥ」「ドゥ」音では後舌かあるいは中舌に近い母音としてウ音が発音される。図7に「タトゥ」の EPG 遷移パターンを挙げておく。

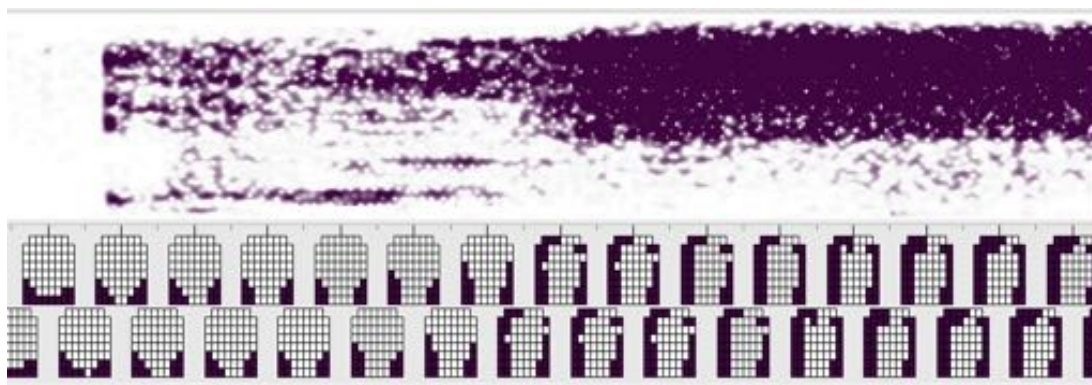


図6 「タト」の EPG 遷移パターン



図7 「タトゥ」の EPG 遷移パターン

2.4 歯茎硬口蓋摩擦音に後続するウ音の EPG パターン

「タトゥ」の場合と同様に、[ɕ] 音や他の開拗音に後続するウ音でも中舌に近いウ音が発音される。図8に「クシュ」の EPG 遷移パターンを示す。これに対し、[ɕ] 音に後続するイ音は、無声化を起こさない場合であっても摩擦母音に近い調音動態を持つ。例として、「無視」の EPG 遷移パターンを図9に示しておく。こうした違いは、川上 (1977) が指摘した2種類の母音無声化とも密接な関係を持つと考えられる。この点については、松井 (2015b) の議論を参照されたい。

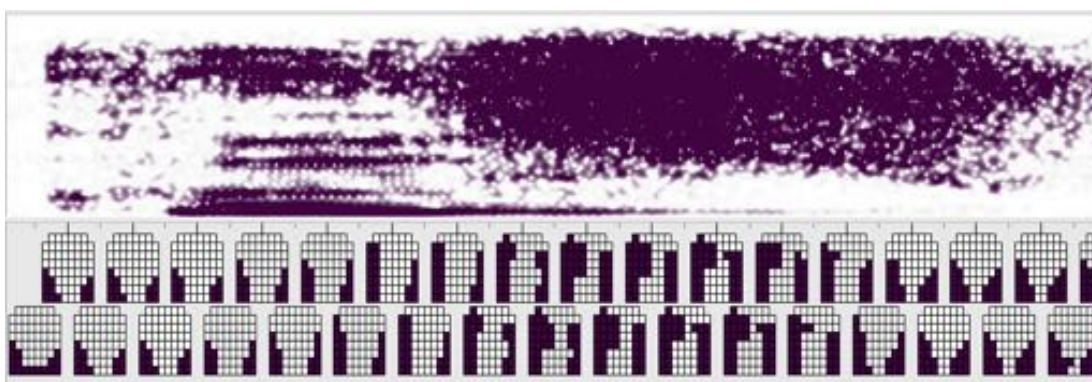


図8 「クシュ」の EPG 遷移パターン

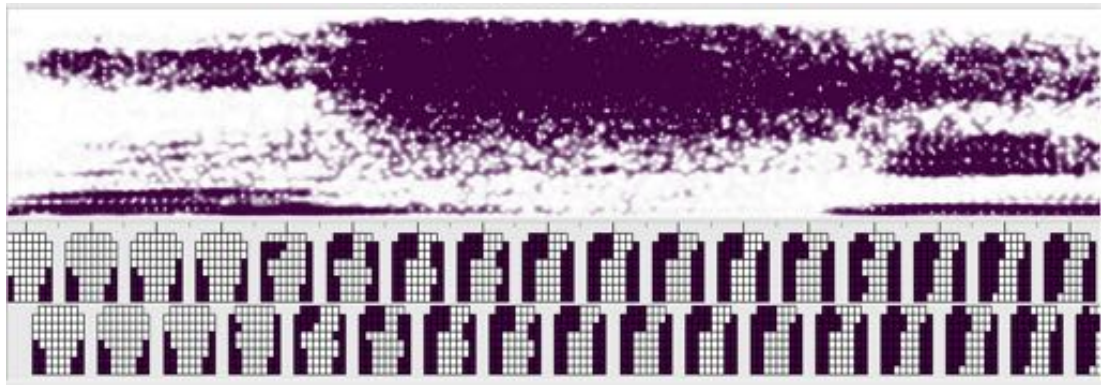


図9 「無視」のEPG 遷移パターン

3. 考察

斎藤 (2003) が指摘した (1a), (1b) の性質については、今回の実験からもほぼ成立することが分かった。すなわち、歯擦音 [s], [z], [ts], [dz] に後続するウ音は、母音無声化の有無に関わらず、先行する歯擦音とほぼ同一の調音動態で発音されることが多い。また、この時のウ音は 3000Hz 以上の高周波数帯域で明確なフォルマント構造を持たず、摩擦成分が生じていたり、通常の後舌狭母音に比べてエネルギーの減衰が生じる。これらの性質は、歯擦音に後続するウ音が一種の摩擦母音—すなわち調音上は [s] 音や [z] 音—であることを示す。

この点に関係する興味深い資料として、明治時代の宣教師 Brown (1863) が著した *Colloquial Japanese* を挙げておく。この本は、日本語の発音・文法の解説と共に、図 10 のように、英語和訳が各々ローマ字とカタカナで示されている。図 10(a) はその最初に出てくる例文で、ブラウンは “A bow knot is easy to untie.” の和訳をローマ字で 「Hi-za o-ri ni mu-sz-bu to to-ke ya-sz-u go za-ri-ma-s'.

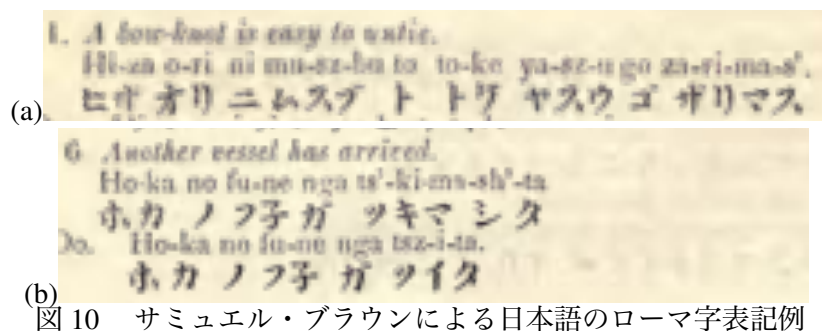


図 10 サミュエル・ブラウンによる日本語のローマ字表記例

このように、日本語のウ音 (およびイ音) の変異音として摩擦母音 [s], [z] (イ音の場合は [ç], [ʝ]) が存在することは疑い得ない。残る問題は、なぜ「歯茎の摩擦母音」が中舌母音 [ɨ] として知覚されるのかという (1c) に関わる点である。これについては、調音の最も単純な物理モデルである「3 共鳴管モデル」から説明が付く (Arai 2006)。

このモデルでは、図 11 の左パネルのように声道を「A: 声門・咽頭側 (2 倍管で近似)」「B: 調音位置」

「C：口唇側 (4 倍管で近似)」に分割し、調音位置とフォルマントの関係を導く。第 1 フォルマントは A と C の管の断面積と長さによって (ヘルムホルツ共鳴によって) 決まる。断面積が一定の時は調音位置が前方になるほど F1 は下がっていく。ただし、その影響は軟口蓋～硬口蓋後部までで著しく、硬口蓋～歯茎では弱い。一方、F2 と F3 は A の長さと B の長さのいずれかが関与する。B の管長の 4 倍が A の管長の 2 倍より長ければ管長 B が F2 周波数を決定し (図の F2-(B), F3-(A))、そうでない場合は管長 A が F2 周波数 (図の F2-(A), F3-(B)) を決めていく。この結果、調音位置が硬口蓋にある時に F2 周波数はピークとなり、調音点が歯茎にある時には調音点が硬口蓋と軟口蓋の境界である中舌とほぼ同一の F1, F2 になる。これが、斎藤 (2003) による (1c) の原因であろう。すなわち歯擦音に後続するウ音は、調音的には摩擦母音であり中舌母音とはいえないが、音響的には中舌母音と類似した性質を持つのである。音韻論の立場からこの性質を見ると、日本語の母音は素性 [± Back] ではなく、素性 [± Palatal] (あるいは [± Front]) で区別されることを示す。この点については、松井 (2015a) を参照されたい。

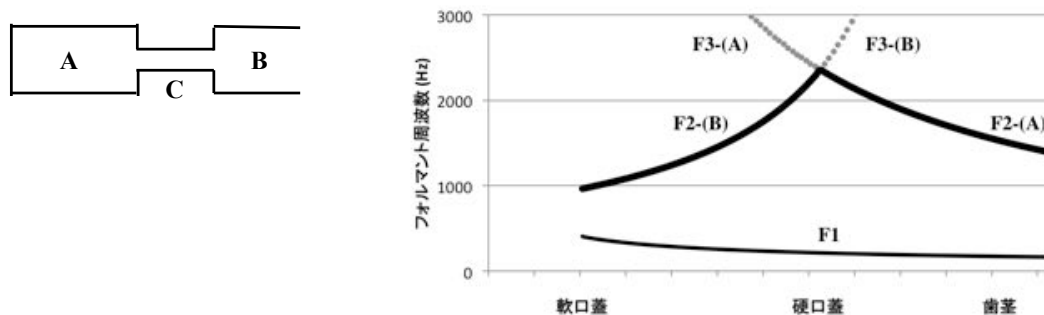


図 11 三音響管モデルと生成されるフォルマントパターン

残された問題は、摩擦子音と摩擦母音の違いである。高周波帯域のエネルギーから見て、声門開口度と呼気流量が両者の違いに関係すると考えられるが、この点については稿を改めて議論を行いたい。

謝辞：本研究は科学研究費・基盤研究 (C) 「音声知覚における摩擦性極周波数特性の影響に関する総合的研究」の援助を受けた。

参考文献

- 青井 隼人 (2010) 「南琉球方言における「舌先の母音」の調音的特徴—宮古多良間方言を対象としたパラトグラフィー調査の初期報告—」 『音声研究』 14: 2, 16–24.
- Arai, T. (2006) “Sliding three-tube model as a simple educational tool for vowel production.” *Acoustical Science and Technology*, 27, 384–388.
- Brown, S. R. (1863) *Colloquial Japanese*. Changhai: Presbyterian Mission Press.
- Ladefoged, P., & Maddieson, I. (1996) *The Sounds of the World's Languages*. Oxford: Blackwell.
- 松井 理直 (2015a) 「日本語における無声摩擦音の特性と摩擦母音」 *Proceedings of the Fortieth Annual Meeting of the Kansai Linguistic Society (KLS)* 36, 147–158.
- 松井 理直 (2015b) 「日本語の母音無声化に関する C/D モデルの入力情報について」 『音声研究』 19: 2, 55–69.
- 斎藤 純男 (2003) 「現代日本語の音声—分節音と音声記号—」 北原 保雄・上野 善道 (編) 『朝倉日本語講座 3 音声・音韻』 1–21, 東京: 朝倉書店.
- 川上 泰 (1977) 『日本語音声概説』 桜楓社.
- 上村 幸雄・高田 正治 (1990) 『国立国語研究所報告 100 日本語の母音, 子音, 音節: 調音運動の実験音声学的研究』 東京: 秀英出版.