

日本語における知覚的挿入母音再考 Perceptual Vowel Epenthesis in Japanese Revisited

松井 理直
Michinao F. Matsui

大阪保健医療大学
Osaka Health Science University
michinao.matsui@ohsu.ac.jp

Abstract

“Perceptual Vowel Epenthesis”, which Dupoux et al. (2011) proposed, is based on the coarticulation information in a consonant. This process will also have various impacts on the loanword formation, geminate consonants and vowel devoicing in Japanese. Especially, Tokyo Japanese has the postlexical process of High Vowel Devoicing/Deletion, whereby high vowels lose their vocal fold vibration typically between two voiceless consonants or at word final position. The problem of the vowel devoicing is whether the vowel remains or not. This paper explores the nature of Vowel Devoicing in Japanese, and insists that the perceptual vowel epenthesis is not “epenthesis” but the “real” vowel perception.

Keywords — Perceptual Vowel Epenthesis, Fricative Vowels, Electropalatography (EPG), Speech Perception, Plosive/Stop

1. 研究の目的

1.1 知覚的母音挿入という現象

「知覚的母音挿入 (perceptual vowel epenthesis)」とは、Dupoux, Kakehi, Hirose, Pallier, and Mehler (1999), Dupoux, Parlato, Frota, Hirose, and Peperkamp (2011) によって見いだされた音声知覚様式の一つで、[ebzo] のような子音連続間に母音を知覚する現象を指す。彼らは、1 のような知覚実験を行うことで、この興味深い現象の特性について検証を行っている。

- (1) a. [ebuzo]~[ebzo] のように、“ $V_1CV_2CV_3$ ” という音韻構造から “ V_1CCV_3 ” という音韻構造に徐々に変化していく刺激連続体を、様々な言語の母語話者に聞いてもらう。
- b. どのような言語の母語話者でも、音響的に V_2 が存在する時には (当然ながら) 母音を知覚する。
- c. V_2 の音響情報が消失した刺激では、子音連続を許す英語母語話者やフランス語母語話者は「音響情報通りに」子音連続を知覚し、母音の知覚は生じない。

- d. しかし、日本語母語話者やブラジルポルトガル語母語話者は、 V_2 の音響情報が消失した刺激においても子音連続の間に母音を知覚する。

Dupoux らは、日本語母語話者やブラジル母語話者において、こうした知覚的母音挿入が起こるのは、音声知覚過程において調音結合の情報が取り出され、それが音素配列制約などの音韻知識と照合されることで、音響的に存在しない母音が理解されるのだと主張した。確かに日本語は基本的に開音節言語であり、撥音・促音を除き子音連続を許さない。その結果、実際の言語現象においても、英語などの閉音節言語から日本語に単語を借用する場合、子音が連続する箇所に対して母音が挿入されることが非常に多い。こうした言語知識のトップダウン処理とボトムアップな聴覚情報処理の相互作用として、知覚的母音挿入が行われる可能性は十分にあり得る。ただし、この主張が成立するためには、聴覚に影響を与える音響特性の面から、例えば [(e)bz(o)] 間には「(発音記号上ではなく) 音響的に母音が存在しない」ことが前提となっていなければならない。

1.2 日本語母音の特異性

知覚的母音挿入における問題は、少なくとも日本語において、「音響的に母音が存在しない」という前提がいかなる場合に成立するのかという点にある。通常、母音とは声帯振動を音源とし、気流の妨害を行わない調音のことを指す。英語の母音は、ほぼこの定義に合う。しかし、日本語の母音にこの定義が当てはまるとは限らない。その典型が、母音の無声化現象である。これは、本来有声であるはずの母音が声帯振動を失ってしまう現象のことを言う。東京方言では、「氣候」「苦闘」のように、無声子音に挟まれた狭母音 (イ音・ウ音) はほぼ規則的に無声化を引き起こす。また非狭母音であっても、「心」「ほか」「墓」における第1モーラ目の母音に見られるように、無声子音に挟まれ、かつ句頭イントネーション (initial lowering) を起こす位置で無声化母音になることがある。

川上 (1977) は、こうした無声化母音の音声的実体

について(2)のような特性を主張した。前川(1989)も、「秋から」の「き」は[kɨ]であるが、「明日」の「し」は[ɕi]と解釈してはならず、正しくは[ɕi]が少し延長したものであると述べ、川上の主張を支持している。

- (2) a. 無声子音に先行する「し、す、ち、つ、ひ、ふ」は無声母音すら持たない。
- b. 無声子音に先行する「き、び、く、ぶ、しゅ、ちゅ」等は無声母音を持つ。

この川上の観察が事実であれば、知覚的母音挿入と深い関係を持つ。母音が脱落している(2a)であっても、知覚上は母音のイ音やウ音を理解できるのであるから、(2a)が事実であるなら、これはまさに知覚的母音挿入そのものと考えられるからである。

残念ながら川上は、(2)の客観的な証拠を示していない。そこで本稿では、まず(2a)が事実か否か、もし事実でないとするばなぜこうした記述がなされたのかという点を検証する。次に、そこから知覚的母音挿入現象の実体について考察を行う。結論として、無声化母音の調音的・音響的実体が無声の摩擦母音というべき特殊な調音であること、(2a)であっても母音が存在していることを論じる。その理由として、日本語には無声摩擦母音のみならず、通常の母音と同じく有声性を伴った摩擦母音が存在する証拠を示す。さらにこれらの性質から、日本語の破裂音は厳密には「閉鎖音」であり、破裂音の持つ開放部の摩擦成分は日本語では摩擦母音として機能していることを導く。このことは、Dupoux et al. (2011)が実験で用いた[ebzo]等の「開放を持つ」破裂音が、英語母語話者などにとっては音響情報通りに「破裂子音」として認識されるが、日本語母語話者にとっては「閉鎖子音+摩擦母音」としての価値を持つことに他ならない。したがって、日本語母語話者が[ebzo]の「子音連続」間に母音を知覚するのは、知覚的母音挿入というより、通常の母音と同様の知覚過程に依るものであると結論づけられる。

2. 歯擦音に後続する狭母音

2.1 エレクトロパラトグラフィ(EPG)

音声は言語における最も基本的な表現形式であるが故に、その仕組みについては古い時代から多くの関心が払われてきた。西洋の音声学や東洋の等韻学などは、いずれも古代インド音声学に直接の影響を受けた学問であるが、既に古代インドにおいて唇音・子音・硬口蓋音・軟口蓋音といった調音器官の位置に関する驚くほど正確な観察が行われ

ている。しかし、そうはいつても口の中を直接観測する手法が未発達であった時代には、音声産出のメカニズムに関する観察は舌運動に関する主観的な印象や聴覚印象に頼らざるを得なかった。その影響は、現在の国際音声字母(IPA記号)にも残っている。例えばIPAの母音表は、舌の前後・舌の高低および円唇性という3つの分類基準を持つ。しかし、実際の調音における舌位の最高点はIPAの母音表通りにはならないことも少なくない。その典型例が英語の緊張母音/弛緩母音の対立で、[i]と[ɪ]あるいは[u]と[ʊ]の違いはIPAの母音表においては舌位が違っているように表現されているが、最も重要な差異は舌根の前進性にあることが分かっている。舌位による口腔空間の共鳴特性と同様に、舌根の前進性がもたらす咽頭空間もフォルマント周波数に影響を与えるため、聴覚的には正確な調音動態を捉えることが難しい。

舌を用いた調音動態を観測するための静的パラトグラフィは、こうした問題点を克服するために古くから利用されてきたテクニックである。この技法は、動的な調音器官である舌と、その動きを待ち受ける調音器官である口蓋の様子を、リングオグラム-パラトグラムという結果のペアで観察できるという利点を持つ。ただし、静的パラトグラフィは舌接触の最大点しか計測できず、調音における舌の継時的な調音動態を観測することには向かない。こうした静的パラトグラフィの欠点を克服した電子機器が、1970年代後半に開発されたエレクトロパラトグラフィであった。EPGは、人工口蓋床の上に一定数の電極を配置し、舌と電極が接触した時にその電極がスイッチの役割を果たして、外部の信号検出器に電流を流す仕組みを持つ。舌の接触がなくなると電流が流れなくなるため、継時的な調音動態の測定が可能であり、それゆえ動的パラトグラフィ(dynamic palatography)とも呼ばれる。図??に、ある話者が「楠/kusu/」という語を発話した時のスペクトログラムとパラトグラム遷移パターンを示す(サンプリング周期は10ms)。いずれも横軸は時間で、EPG遷移パターンが2段以上になっている場合は、図の矢印に示すようにジグザグに読んでいく。なお、本稿ではスペクトログラムの最高周波数を10kHzとしている。

EPGにおける電極配置は、実験目的によって様々な形式が用いられてきた。時には、上歯をカバーする形で人工口蓋床を作り、歯と舌の接触まで計測した事例まで報告されている。ただし、電極配置が個々の実験で異なっている場合、多くの実験結果を比較して検討することが難しくなってしまう。そこで現在では、WinEPG(Articulate Instruments Ltd)で採用された電極配置を標準的なものとして

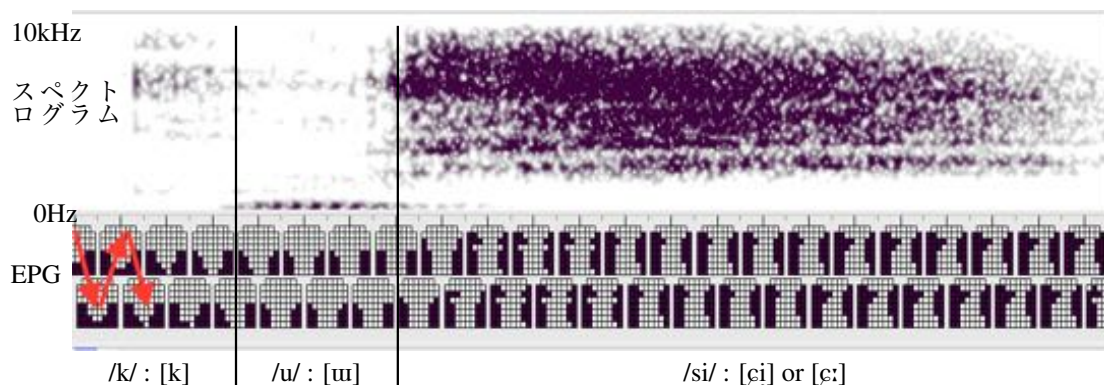


図1：/i/音が無声化を起こした「櫛」のEPG遷移パターン例

用いることが多い。これは、歯茎から後部歯茎までに電極を4列、硬口蓋から軟口蓋との境界部までに4列の電極を配置するよう標準化されたパターンである。側面方向は最前列の歯茎以外は8コラムずつ電極を配置するが、最前列の歯茎部分は幅が狭いため、ここだけ電極数は6コラムに減らす。上顎(口蓋)の型に、この標準化パターンに従って電極の位置を決めた例を図2に示す。最終的に、このパターンに従って計62個の電極を人工口蓋に埋め込む。

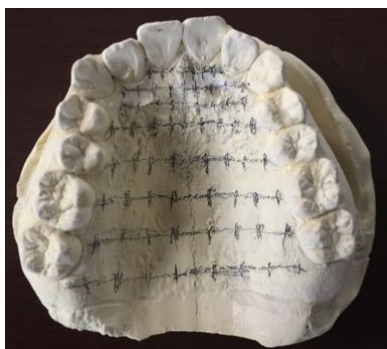


図2：口蓋型と電極の配置パターン

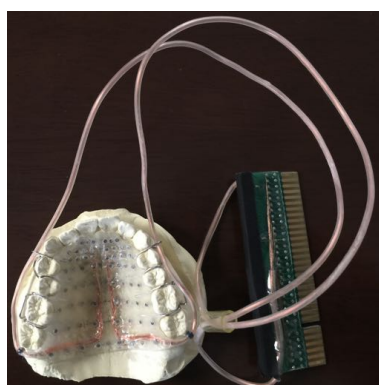


図3：EPG用人工口蓋床

電極と調音位置との関係については、最も大雑把に調音位置を把握するなら前部3列を歯茎、残り5列を硬口蓋として解釈することが多い。IPA

が定める肺臓気流音の調音位置と対応させる場合は、図4のように前列2列を歯茎、その後の2列を後部歯茎、次の3列を硬口蓋、最後の1列を軟口蓋の最前部と解釈するのが妥当であろう。図1で言うなら、第1音節の[ɯ]において硬口蓋後部から軟口蓋にかけてのみ舌の接触が見られる。こうした特徴は、後部歯茎の母音や軟口蓋子音が典型的に持つ。そこから第2音節の[ç]にかけて時間と共に歯茎部分にも接触が広がっていく様子から、調音結合の時間的推移を知ることができる。

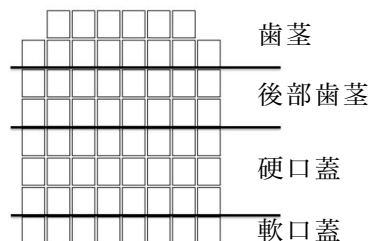


図4 IPA記号の調音位置との対応

ある一定時間のEPG遷移パターンや、複数の対象者から得られたEPGパターンを平均化したものを、EPG累積パターンと呼ぶ。発音というものは一回ごとに何らかの微妙な変異が起こるものであるが、EPG累積パターンは標準的な発音がどのように行われているのかを知るのに役立つ。例として、図5に日本語の標準的な[i]音と[ɯ]音のEPG累積パターンを示す。一般に、イ音は舌背中部(前舌面)と硬口蓋で狭ば目を作る前舌母音であり、ウ音は舌背後部(後舌面)と軟口蓋で狭ば目を作る後舌母音の性質を持つ。また、イ音もウ音も口腔内空間を摩擦が起こらない程度まで狭くする狭母音である。すなわち、ア音のような広母音と異なり、狭母音では口腔空間が狭いため舌縁が口蓋に接触しやすい。これらの性質を反映し、イ音とウ音の標準的なEPG累積パターンでは、イ音では硬口蓋に明確な側面狭窄が現れ、ウ音では軟口蓋に側面狭窄が現れる。なお、EPG累積パターンにおけ

る数字は、各電極への接触確率を表す。すなわち、数値の高い部分は当該調音にとって必要不可欠な安定した調音動態であることを示し、数値の低い部分は当該調音にとって本質的ではない動態であることを意味する。

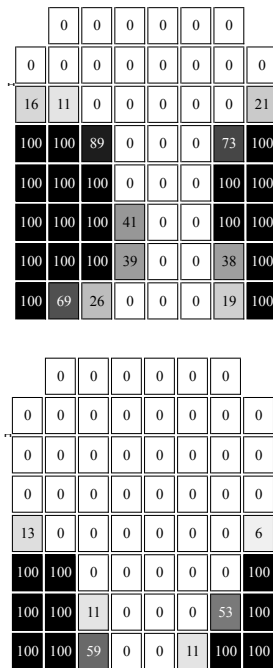


図5：標準的な [i] 音と [ɯ] 音の EPG 累積パターン

2.2 歯擦音に後続する狭母音の調音動態

この EPG の遷移パターンから、(2a) の特性を見直してみよう。図1は「くし」のシ音における母音 /i/ が無声化したもの、図6は「むし」のシ音が無声化していないものである。ここで、図1の第2モーラにおいても、図6の第2モーラにおいても、子音 [ç] の調音動態がモーラ全体で持続している点に注目されたい。特に、スペクトログラムに注目すると、図6の第2モーラ後半部でボイスバーが出現していることから分かる通り、無声子音 [ç] の後に母音の有声性に起因する喉頭制御が行われていることは確実である。つまり、図6の第2モーラは、音声的に無声子音と母音の調音を持つ。しかし、それにも関わらず、舌の調音動態は第2モーラ全体で変動していない。このことは、子音 [ç] に後続するイ音が、図5で見た標準的な [i] 音とは異なった調音動態を持つことを意味する。すなわち、標準的な [i] 音では歯茎部に側面狭窄が存在しないのに対し、子音 [ç] に後続するイ音は歯茎部にまで側面狭窄を持つ。そして、その調音動態は歯茎硬口蓋摩擦音と変わらない。

同様の性質は、子音 [s] に後続するウ音でも観察される。「靴」の EPG 遷移パターンを示した図7における第2モーラをご覧いただきたい。スペクト

ログラムを見ると、第2モーラの前半部ではボイスバーが出ておらず、無声子音の喉頭制御が行われ、第2モーラの後半部ではボイスバーが出現していて、母音の有声性に基づく喉頭制御が行われていることが分かる。すなわち、この調音でも第2モーラは音声的に明確な母音を持つ。それにも関わらず、EPG 遷移パターンを見ると、第2モーラ全体で [s] と等価な調音動態が続く。すなわち、標準的な [ɯ] 音は言うまでもなく歯茎部に側面狭窄を持たないが、[s] 音や [z] 音・[ts] 音・[dz] 音に後続するウ音は歯茎部にまで側面狭窄を持つ。そして、その調音動態は歯茎摩擦音とほぼ同一である。

2.3 言語類型論から見た摩擦母音

摩擦母音は、いうまでもなく一般的な母音の定義に当てはまらない。国際音声記号 (IPA) における母音の定義でも、母音とは、硬口蓋から軟口蓋までの口腔空間で発音され、呼気流の妨害がない調音を指すからである。歯茎部にまで側面狭窄を持ち、調音動態としては歯茎摩擦音(および歯茎破擦音)や歯茎硬口蓋摩擦音(および歯茎硬口蓋破擦音)と調音動態として違いのない母音は、IPA の発音記号においても合致するものが見当たらない。しかし Ladefoged and Maddieson (1996) によると、中国語やバンツ語では音韻体系として摩擦母音を持つという。また、母音の変異音として摩擦母音を持つ言語も存在する。例えば、青井 (2010, 2012) は、宮古諸方言などは母音の変異音として摩擦母音を持つことを静的パラトグラフィによって明確に示した。その摩擦母音は、記述的には「[s], [z] を発するを発する舌の位置で発せられる母音」であるという。この記述は、図7における第2モーラの /u/ 音に見られる性質と全く同一である。本稿では、中国語や琉球方言で使われている発音記号を踏襲し、イ音の変異音である舌端摩擦母音を [ɿ] で表し、ウ音の変異音である舌端摩擦母音を [ɿ] で表すことにしたい。[ɿ] の調音的音響の実態は [z] とほぼ同一であり、無声化した [ɿ] の実態は [ç] とほぼ同一ということになる。同様に、[ɿ] の調音的音響の実態は [z] との違いがなく、無声化した [ɿ] の実態は [s] 音との違いがない。

2.4 川上による2種類の無声化母音と摩擦母音の関係

こうして見ると、川上が (2a) において、「母音が存在しない」と述べた理由が分かる。すなわち、母音が無声化したシ音 [ç] やス音 [s₁]、あるいはチ音 [tç] やツ音 [ts₁] 音の調音の実態は、各々 [ç], [s], [tç], [ts] となり、子音から「母音」への調音的遷移が起こらない。さらに言うと、無声化しないシ

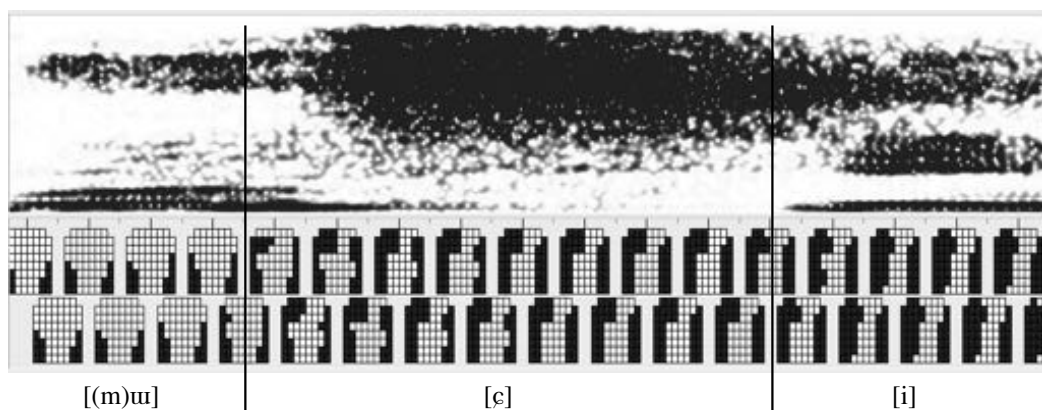


図6：/i/音が無声化を起こしていない「無視」のEPG遷移パターン例

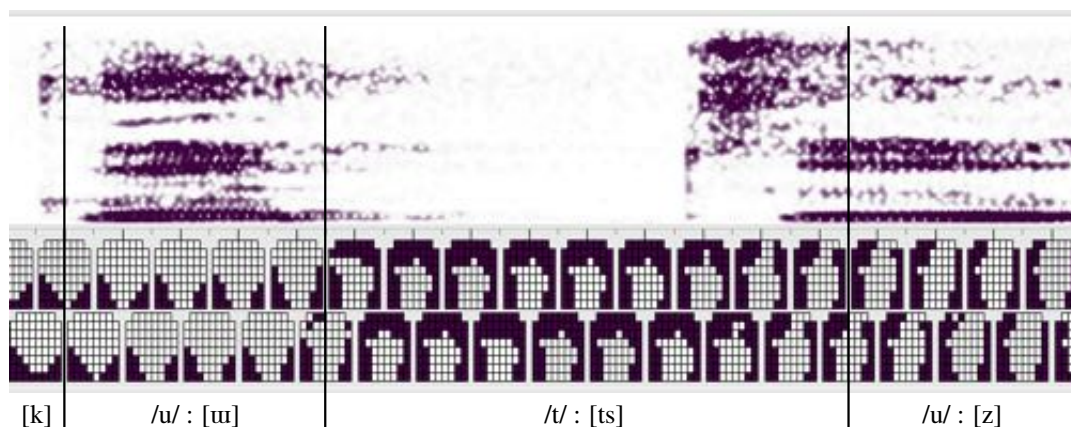


図7：「靴」のEPG遷移パターン例

音 [ɕ] やス音 [sɿ]、ジ音 [zɿ] やズ音 [zɿ] 音でも、[ɕz] ≡ [ɕç], [sz] ≡ [sʃ], [zɿ], [zɿ] となり、喉頭制御の違いは生じるものの、やはり口腔内における調音は一定の位置を保つ。

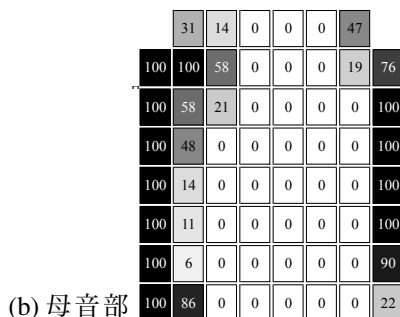
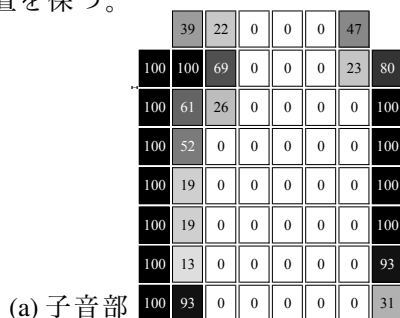


図8：ス音のEPG累積パターン

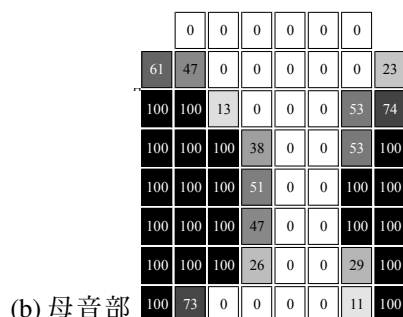
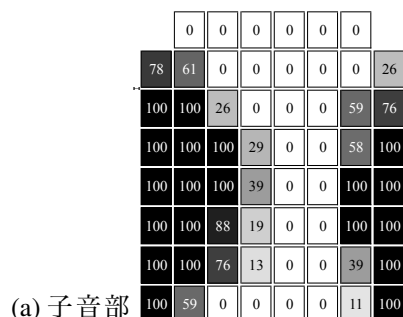


図9：シ音のEPG累積パターン

これに対し、川上が(2b)に分類した「シュ音」では、子音から母音にかけて調音動態の遷移が生じ、それは母音が無声化した場合でも変わらない。例

として、シュ音の母音が無声化した「クシュ(国)」のEPG遷移パターン例を図10に、EPG累積パターンを図11に示す。図から分かる通り、母音部ではウ音に特有の軟口蓋部分における側面狭窄が子音部よりも増大していることが見て取れる。スペクトログラムにおいても、無声化を起こしたス音・シ音では摩擦成分が安定して持続するのに対し、シュ音では時間と共に摩擦極周波数が低下し、極周波数遷移を伴う。これは、シュ音の子音部から母音部にかけて舌が徐々に後方に移動していることの何よりの証拠といってよい。言い換えるなら、シュ音の場合は母音が無声化し、摩擦母音への変異を起こしている場合であっても、明らかに通常のウ音の調音特性が残留する。川上はこの性質を持って、シュ音を(2b)に分類したのであろう。

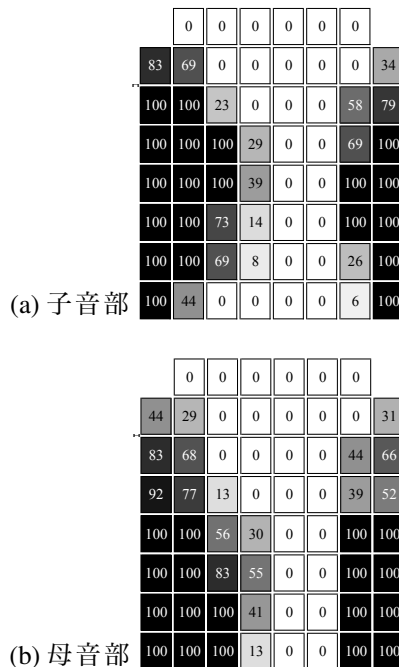


図11 無声化を起こしたシュ音のEPG累積パターン

母音無声化については、母音が残留しているのかそれとも母音は脱落しているのかという点を巡って、長らく議論が行われてきた。しかし、これはあくまで母音が「IPAなどが定める通常の母音の調音」、すなわち硬口蓋から軟口蓋にかけての口腔空間内のみで母音の調音が行われるという前提の元での議論であったといえよう。しかし、摩擦母音を認め、かつ舌端摩擦母音の存在を認めるなら、母音無声化は母音脱落と考える必要はない。(2b)であれ(2a)であれ、母音の無声化は無声の摩擦母音への変異であり、その違いは調音動態の遷移があるのか無いのかという点に帰着される。さらに、母音無声化に見られる無声摩擦母音のみならず、有声の摩擦母音も存在するという事実は、

母音が無声化を起こすか否かに関わらず、狭母音が摩擦音に変異しうる何よりの証拠であろう。

3. 破裂音・閉鎖音に関する知覚実験

3.1 知覚実験1：摩擦持続時間の影響

知覚的母音挿入に関するもう1つの問題は、摩擦の極周波数成分から母音の情報を直接知覚可能か否かという点にある。シュ音では、極周波数遷移部が摩擦子音に続く「後舌母音」の存在を示す手がかりとなっていると見てよいだろう。一方、ス音やシ音では音響的には後続母音を示唆する手がかりが欠落している。それにも関わらず[s]音の情報は母音/u/の知覚を、[ç]音の情報は母音/i/の知覚を引き起こす。その理由として、以下の2つの仮説が考えられる。

- (3) a. これは知覚的母音挿入 Dupoux et al. (1999, 2011)であり、実体としての母音ではない。知覚過程において、図??(a), (b)の音響情報からボトムアップに子音が理解され、日本語の音素配列に関する知識(促音を除き、無声子音には母音が後続するという知識)がトップダウンに掛かって、母音が認識される。
- b. 日本語の/u/, /i/は、無声子音に後続する環境で「摩擦母音」という変異音を持つ。その実体は図??(a), (b)で、母音の知覚がボトムアップ処理として可能となる。

(3a)の仮説が正しければ、入力情報において母音が削除され、音節を形成していない可能性が残り、音節形成に関して明確なことは言えない。一方、(3b)の仮説が正しければ、摩擦母音によって音節構造が保持されていることになる。この点を検証するため、以下の実験を行った。

日本語の促音知覚は、子音の持続時間が極めて重要な手がかりとなる。ここで、図??の定常的摩擦部だけを長くした刺激音(図12)を考えてみよう。仮説(3a)では、摩擦部が全て「摩擦子音」としての処理されるため、図12は全て「オッス」「オッシ」「オッシュ」と促音が知覚されるはずである。一方、仮説(3b)が正しいなら、図12(a), (b)における摩擦部のある区間が「摩擦子音」として、残りが「摩擦母音」として処理されるため、促音知覚が起こるとは限らない。ただし図12(c)だけは、極周波数遷移部が「摩擦母音」として理解され、それに先行する定常的摩擦部は「摩擦子音」となるため、促音知覚が起こることを予測する。

実験条件として、[o]音を120msで固定して、摩擦音の持続時間を180ms~360msまで20msずつ変

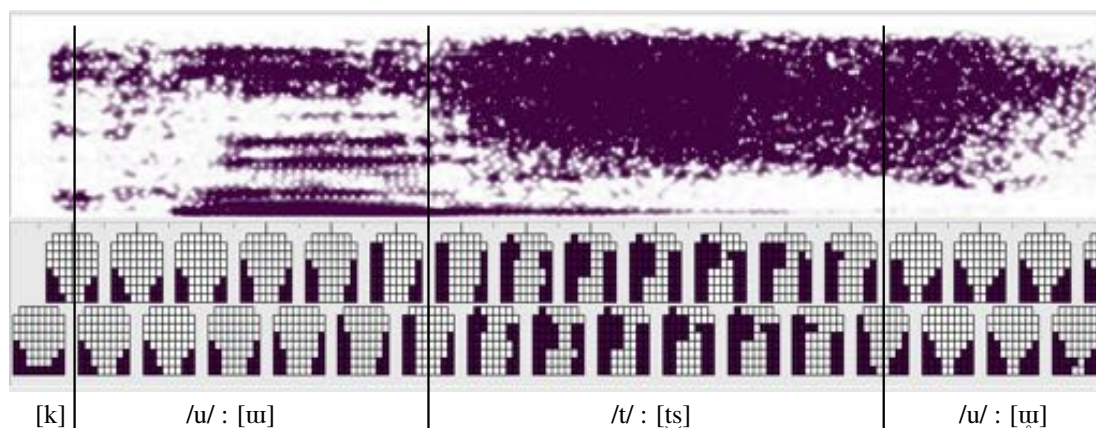


図10 「クシュ」のEPG遷移パターン例

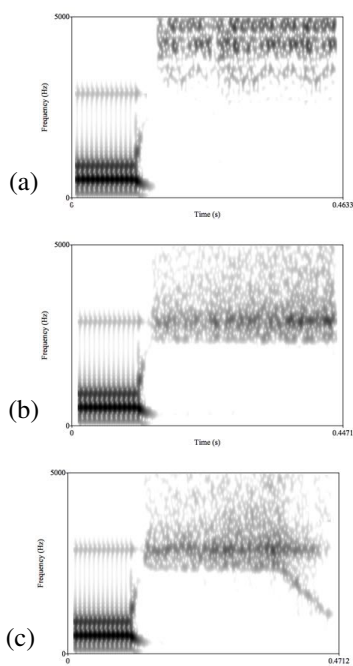


図12 無声化したス音・シ音・シュ音の知覚を引き起こす刺激音の音響特性

化させ、また摩擦部の極周波数は遷移のない条件と終端部60msの間で600Hzの周波数遷移を持つものを設定した。被験者39名が実験に参加し、「オス・オッス・オサー・オシ・オッシ・オシー・オシュ・オッシュ・オシュー」の中から強制選択で反応を取っている。その結果を図13に示す。●は図12(a)系列、■は図12(b)系列、▲は図12(c)系列の各刺激に対する反応で、いずれも実線は促音に知覚された傾向を、点線は長音に理解された傾向を意味する。グラフから分かる通り、図12(a), (b)のような定常的摩擦部を延長した刺激では促音知覚がほとんど生じず、摩擦部の延長は「オサー」「オシー」という長母音の知覚を引き起こす。一方、極周波数遷移を持つ条件では促音知覚が起これ、長母音の知覚はほとんど生じていない。この結果は、仮説

(3a)を棄却し、仮説(3b)を支持するものである。

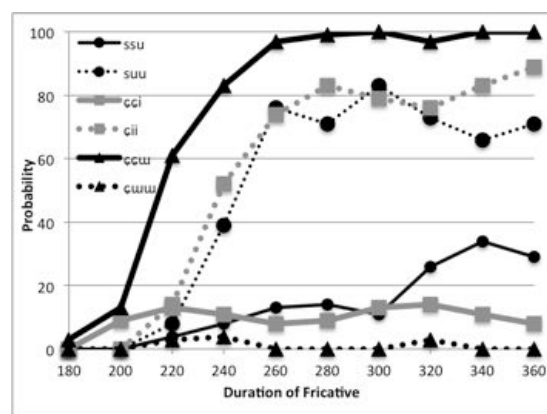


図13 摩擦部の持続時間と音節量の知覚

3.2 知覚実験2：開放のない閉鎖音と母音知覚

次に、Dupoux et al. (1999), Dupoux et al. (2011)で議論された破裂音の特性が後続母音の知覚に与える関係について見ておこう。まず、閉鎖音(すなわち開放を持たない破裂音)に対する知覚様式を調べるため、Klatt synthesizerによって合成された刺激音[ot]に対する知覚様式を調査した。図14に刺激音の例を示す。図14(a)は母音[o]のフォルマントが残留している刺激音であり、この性質は閉鎖に伴うアンチフォルマントの影響と、口腔内における共鳴特性の残留と見なしてよい。一方、図14(b)は子音[t]のフォルマント・ローカスに向かって極周波数遷移を起こしている刺激音の例であり、これは末尾子音に向かって変化する調音運動に対応する音響情報に相当する。すなわち、いずれの刺激音も調音結合に関する何らかの情報を保持している刺激音であると見なしてよい。

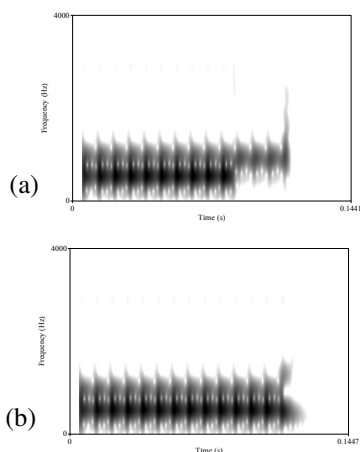


図 14 実験に用いた刺激例

実験の結果を以下の通りであった。まず、閉鎖運動に伴うアンチフォルマント(図 14(a))の効果であるが、末尾子音の判断自体は不安定で、/p/, /t/, /k/ の知覚判断が各々 13%, 41%, 8% の確率であり、安定した子音知覚が生起しない。しかし、計 62% の確率で母音に何らかの子音が後続しているという知覚判断は可能であった。一方、図 14(b) のような極周波数遷移は末尾子音の知覚にほとんど影響を与えず、子音の判断が行われた 96 例のうち、子音の後に母音をつけて表記したものはわずか 2 例のみである。これは、子音の後に知覚的母音挿入が常に行われるとは限らないこと、[ot] の子音が日本語の中では変則的な語末促音として認識されていることを示す。

3.3 知覚実験 3：開放を持つ破裂音と母音知覚

一方、[ot] のように末尾子音が開放を持っている時には、100% の確率で子音の知覚が可能であり、かつ 74% の確率で子音 [t] の後に母音の知覚が引き起こされていた。全ての被験者が英語について 10 年以上の経験を持っており、末尾子音で終わる音声に関する知識を持っているにも関わらず、[ot] という刺激に対して語末子音のみの判断を行った確率はわずか 26% に過ぎない。

また後続母音の知覚は、吉田 (2008) が p 音の知覚実験で確認している通り、帯気音の周波数帯域に強く依存することも分かった。例えばスパイクノイズの周波数帯域が低い図 15 (a) ではウ音の知覚が中心であるのに対し、2500Hz を超える帯域に極周波数を持つ図 15 (c) では 100% の確率でイ音を知覚が起こる。また、図 15 (b) は母音知覚が曖昧で、判断の揺れが大きい。いずれにせよ、後続母音が知覚されるためには必ず破裂の開放に関する音響情報が必要であり、これは Dupoux らが考えている調音結合に基づく知覚的母音挿入の説明に

も合う。すなわち、知覚的母音挿入の考えに従うと、帯気音を調音結合の手がかりとして、認知主体者は知覚的母音挿入によって後続母音を同定を行う。開放のない閉鎖音の場合は、調音結合の手がかりである帯気音がないため、知覚的母音挿入は行われない。

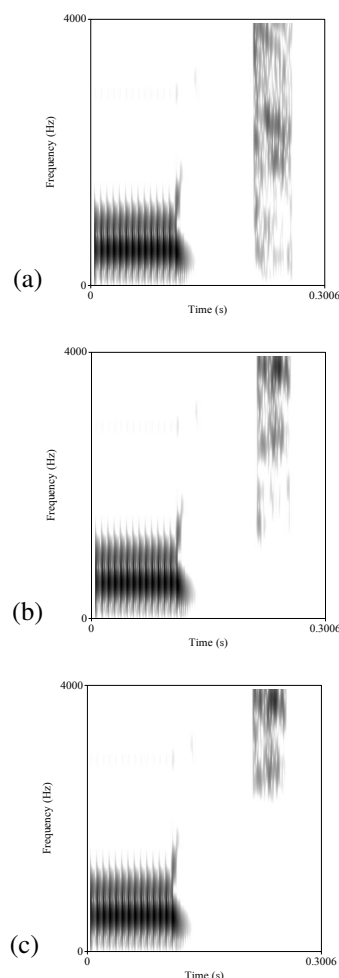


図 15 子音後に /u/ 音を知覚する刺激 (a) と、曖昧な刺激 (b)、/i/ 音を知覚する刺激 (c)

しかし、こうした過程を考えた場合、[ot] 音の後に /o/ 音が知覚されない理由を説明できない。実際、借用語においては [kit], [bed] のように歯茎破裂音後には母音の /o/ が挿入される。この借用語における母音挿入には、/t/, /d/ に狭母音 /i/, /u/ が後続する場合には [tɛ], [ts], [dz], [dz] といった破擦音に変異し、破裂音でなくなるという音韻知識の影響が強く働く。本項で述べた実験は子音を破擦音として知覚した被験者はほとんどいない。したがって、/o/ 音の挿入が起こる可能性も十分に考えられるが、実際には狭母音以外の母音を知覚した被験者は一人もいなかった。したがって、本項の実験における知覚的母音挿入は音韻知識の影響によるものとは言えない。

そうになると、この母音知覚をもたらした原因は、被験者がスパイクノイズ部の摩擦成分を摩擦母音の性質として利用したと考えるのが最も妥当であろう。すなわち、帯気音の特性は摩擦母音の情報であり、この情報から後続母音が直接同定される。この場合、帯気音のない閉鎖音では母音の情報が得られないため、当然のことながら母音知覚が生じないことの説明も付く。借用語を見ても、“sheet(シーツ)”, “shirt(シャツ)”, “suit(スーツ)”, “nut(ナッツ)”, “tree(ツリー)”, “bucket(バケツ)”など、[t]音の後にウ音を挿入し、結果として[t]ではなく[ts]として借用語形成が行われている例も少なくない。これは音節末子音[t]の後に直接母音のウを知覚し、/tu/という音韻認識を受けた結果、調音上は[tsuu]として発音されるようになった効果と考えられるだろう。このように、実験室事態においても、また借用語形成という日常言語レベルの事態においても、知覚的母音挿入よりも摩擦母音に対する知覚様式を前提にしたほうが、より妥当な説明を行えるのである。

4. 総合論議

4.1 無声化母音と音節構造に関する考察の要約

以上、日本語の歯擦音に後続する母音無声化について、EPGを用いた調音動態、音響特性、知覚特性の3点から考察を行った。(4)に無声化母音について明らかになった点をまとめておく。

- (4) a. 東京方言や大阪方言において、母音は摩擦母音というべき異音を持つ。歯擦音に後続する母音の無声化はこの異音であり、母音脱落ではない。
- b. ウ音の変異音としての摩擦母音は[s]や[z]、イ音の変異摩擦母音は[c]や[ç]の性質に近い。

この結果から、日本語の音韻的性質に関してもいくつかの示唆が得られる。例えば、母音の持つ素性について考えてみよう。一般に、母音の前舌性／後舌性は[±back]という性質で扱われてきた。すなわち、日本語では「ア・オ・ウ」音が[+back]の性質を持ち、一方「イ・エ」音は[-back]の性質を持つ。しかし、無声化したス音にはウ音の持つ[+back]の性質が調音上も音響的にも存在しない。一方、無声化したシ音にはイ音の持つ硬口蓋性の性質が強い影響を残す。このことから、日本語の母音は[±back]という性質を持つのではなく、[±palatal] (あるいは[±front])の素性を持つと考えられる。

[±palatal] (あるいは[±front])と[∓back]は、結局は同じ事を意味するように思えるが、実はそう

ではない。Backnessの性質を用いる限り、ウ音は[+back]の性質を持つ。しかし、無声化したス音には[+back]の性質が観察されないため、摩擦母音の考えに基づこうと、知覚的母音挿入の考えに基づこうと、なぜウ音と結びつけなければならないのかという説明ができない。しかし、[±palatal]素性を用いると、ウ音は[-palatal]の性質を持つことになるため、無声化したス音が音節全体で[s]音になること、すなわち[+coronal, -palatal]の性質を持つ摩擦母音に変異することの説明がつく。

4.2 日本語の「破裂音」について

また、日本語の破裂音についても一定の示唆が得られる。実験5で述べたように、日本語においては破裂後に生じる帯気音は摩擦母音として認識されている可能性が高い。これは、日本語における破裂音の「開放」は破裂音自体が持っている性質ではなく、後続母音によって受動的に引き起こされる性質であることを示す。言い換えるなら、日本語の/p/, /t/, /k/, /b/, /d/, /g/音は「破裂音」ではなく、「閉鎖音」と考えたほうがよい。

こうなると、日本語の促音についても非常に綺麗な説明が付く。よく知られているように、日本語の促音は(5)に示すような逆行同化を引き起こす。

- (5) a. 一杯：[ip^hpai] ([ip:ai])
 b. 一体：[it^htai] ([it:ai])
 c. 一階：[ik^hkai] ([ik:ai])
 d. 一歳：[is^hsai] ([is:ai])
 e. 一子：[ic^hci] ([ic:i])

しかし厳密に音声学的に考えるなら、(5d), (5e)のように摩擦音[s], [ç]が完全な逆行同化を引き起こすのに対して、破裂音[p], [t], [k]は(5a), (5b), (5c)から分かる通り「開放の有無」という点に関して完全な逆行同化を引き起こしているとは言えない。しかし、日本語の破裂音が「閉鎖音」であるなら、(5a), (5b), (5c)は完全な逆行同化であり、促音部の「閉鎖音」が開放を持たず、最終音節の「閉鎖音」が開放を持っているのは、前者が後続母音を持たないのに対し、後者は後続母音を持っているという性質に帰着できる。こうした点を総合すると、Dupoux et al. (1999), Dupoux et al. (2011)らが[ebzo]のような刺激を用いて見出した知覚的母音挿入は、日本語においては「母音挿入」ではなく、摩擦母音の直接的な知覚であると結論づけてよいだろう。実際、彼らの用いた刺激を改編し、[e^hdo]という刺激音で実験を行ったところ、[b^hd]間に母音を知覚する被験者はほとんどいなかった。多くの被験者はこの子音連続間に(有声の)促音、すなわ

ち長子音を知覚しており、これは破裂の開放こそが母音知覚の原因であったことを示唆している。

なお、本稿で述べた舌端摩擦母音以外にも、日本語はハ行摩擦音とほぼ同等の摩擦母音への変異を持つ。この場合でも、無声のみならず有声の摩擦母音への変異が可能と思われる。この点については、また稿を改めて議論を行いたい。

謝辞

EPGのご指導および人工口蓋床を作成してくださいました山本一郎先生に心から感謝いたします。なお、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」の援助を受けました。

参考文献

- 青井隼人 (2010). u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—v. 『音声研究』, **14** (2), 16–24.
- 青井隼人 (2012). u宮古多良間方言における「中舌母音」の音声的解釈v. 『言語研究』, **142**, 77–94.
- Dupoux, Emmanuel., Kakehi, Kazuhiko., Hirose, Yuki., Pallier, Christophe., & Mehler, Jacques. (1999). Epenthetic vowels in Japanese: A perceptual illusion?. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, **25** (6), 1568–1578.
- Dupoux, Emmanuel., Parlato, Erika., Frota, Sonia., Hirose, Yuki., & Peperkamp, Sharon (2011). Where do illusory vowels come from?. *Journal of Memory and Language*, **64**, 199–210.
- Fujimura, Osamu (2002). Temporal Organization of Speech Utterance: A C/D Model Perspective. *Cadernos de Estudos Linguisticos, 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.
- Ladefoged, Peter & Maddieson, Ian (1996). *The Sounds of the World's Languages*. Oxford: Blackwell.
- 前川喜久雄 (1989). u母音の無声化v. 杉藤美代子 ij, 『講座 日本語と日本語教育第2巻』, pp. 135–153. 明治書院, 東京.
- 川上夔 (1977). 『日本語音声概説』. 桜楓社.
- 吉田夏也 (2008). u/p/に後続する無声化母音を知覚する音響上の手がかりv. 『音声研究』, **12** (3), 52–58u.