

# 日本語特殊拍音素の要素と構造について

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 elements and the structures of special moraic phonemes in Japanese

Michinao F. MATSUI

Shoin Institute for Linguistic Sciences, Osaka Health Science University

### Abstract

日本語に音節構造が存在するかという問題については、これまでに多くの議論がなされてきた。Labrune (2012) は日本語に音節が存在することを否定しているが、窪園・本間 (2002) や川原 (2014) は、日本語に音節が存在する多くの証拠を提出している。この問題に答えるため、本研究は撥音・促音・長音を含む付属モーラの構造と素性に注目した。結論として、付属モーラは“C/V”スロットを持っておらず、付属モーラの異音を引き起こす要因はコーダ位置という性質であることを述べる。このことは、日本語がモーラの上位構造として音節を持つことを示す。さらに、促音は空のスロットではなく、撥音と同様に基底形の段階で音韻情報を持っていることを提案する。

Labrune (2012) argues that Japanese has no syllables, with only morae below the foot. On the other hand, Kawahara (2014) and Kubozono et al. (2002) propose many evidences that show the existence of syllables in Japanese.

In order to solve this problem, this paper focuses the structures and features of the special morae including the moraic nasals (撥音), the geminate consonants (促音) and the long vowels (長音) in Japanese. In conclusion, this paper shows that the Japanese special morae have no “C/V” slot and that the primary factor of the assimilation which causes the allophones of the special morae is the coda position. This result supports that the syllable takes precedence over the mora in Japanese. Furthermore, this paper proposes that the geminate consonant in Japanese has not a vacuous slot but the definite phonological information as well as the moraic nasal.

キーワード: 音節、モーラ、異音、撥音、促音、日本語

**Key Words:** syllable, mora, allophone, moraic nasal, geminate consonant, Japanese

## 1. 研究の目的

日本語の分節音がまとまる単位として、モーラが存在することは広く認められてきた。例えば“1235”という内線電話番号を読み上げる際、「いち・にー・さん・ごー」という形で“2”と“5”が長音化するのは、2モーラ単位のリズムを好むためと考えられる。また、撥音・促音・長音を含む仮名文字も基本的にモーラを元にしているし、モーラが日本語の心理的等時性の単位であることもほぼ認めてよいだろう。一方、日本語の音節がどのような役割を持つかという問題については、未だに多くの議論がなされている。窪蘭・本間 (2002); Kawahara (2014)をはじめとする多くの研究は日本語に音節が存在することを認めているが、Labrune (2012) は日本語の分節音をまとめる音韻構造はモーラとのみでよいと言う。本稿は、日本語に音節を認める妥当性について、1つの生理学的根拠を与えることを目的とする。

この問題は、撥音・促音・長音の性質と密接な関係を持つ。まず、日本語でモーラになり得る分節音の構造は(1)の通りである。このうち、(1a), (1b)は単独で自立語になり得るが、(1c)は単独で自立語を形成しない(形態素としては存在し得る)。こうした性質の違いから、(1a), (1b)の構造を自立モーラ、(1c)の構造を付属モーラ(あるいは特殊モーラ)と呼ぶ。

- (1) a. 母音のみ (V): 胃、絵 etc.
- b. 子音+母音 (CV): 木、手 etc.
- c. 撥音 (N)、促音 (Q)、長音 (R)

日本語における音節の必要性を考えるためには、この自立モーラ／付属モーラの違いが何に起因するのかという問題をはっきりさせなければならない。その最も基本的な説明を(2)に示す。このうち、(2a)の説明は必然的に音節という概念を日本語に認めることにつながる。モーラは音節の下部単位であり、軽音節／重音節といった音節の性質と深く関わる単位であるということになる。

- (2) a. 自立モーラは単独で音節を構成できるものであるのに対し、付属モーラは(例外的な条件を除き)単独で音節を構成できない単位である。
- b. 自立モーラは基底形の情報のみでモーラ全体の音価を決定できるのに対し、付属モーラは同化過程かあるいは default 値によって初めて音価が決定される。

一方(2b)の説明では、音節という概念が必ずしも要求されない。その代わり、撥音・促音・長音については調音位置に関する情報が過小指定指定されている(促音に関しては調音方法についても過小指定される)と考える。それ故、例えば「カント・カット・カート」といった語における付属モーラでは、先行母音の順行同化や後続子音の逆行同化によって初めて音価が決まっていく。また、後続分節音がないために逆行同化が起こらな

い環境、すなわち語末撥音を持つ「カン」や語末促音を持つ「カッ (鹿児島方言の「柿」)」といった語では、default の調音位置を補完することで、口蓋垂鼻音や声門閉鎖音といった発音が決められると考えることになるだろう。このアプローチを自律分節的構造の点から見れば、促音や長音については (3), (4) のような「空の構造」を認め、後続子音や先行母音の情報が拡張される過程を考えていることに等しい。

(3) 促音 (例: カット)



(4) 長音 (例: カート)



これに対し、撥音は (5) に示すように元々 [nasal] という情報を持っているという点が促音や長音と異なる。しかし調音位置に関する情報に関しては、後続子音からの逆行同化を受けることで決定されるという点で違いがない。いずれにせよ自律分節論に基づく分析の最も重要なポイントは、撥音や促音が逆行同化を受けるのは“CC”という構造を持っているからであり、長音が順行同化となるのは“VV”という構造を持つという点にある。もしこうした“CC”, “VV”の構造がなければ、なぜ撥音や促音では逆行同化が起こり、長音では順行同化が起こるのかといった説明ができない。そして、もしこうした説明ができないのであれば、(2b) の妥当性も失われてしまうだろう。

(5) 撥音 (例: カント)



本稿は、この“CC”, “VV”という構造の妥当性について生理学的手法を用いた検証を行う。結論として、撥音における“CC”連鎖に妥当性がないこと、また促音の逆行同化や長音の順行同化についても“CC”/“VV”という構造が必須条件でないことを述べ、(2b)の説明が適切でないこと、結果的に(2a)のような音節の存在を前提とすることが妥当であることを論じる。

## 2. 撥音変異に関する先行研究

### 2.1. 撥音が中線的接触を持つ子音に先行する場合

撥音が“CC”連鎖を持つかという問題を論じるために、まず撥音の変異音に関する先行研究を概観しておこう。撥音に破裂口音や破裂鼻音あるいは弾き音といった閉鎖的性

質を持つ子音が後続する場合に、撥音が起こす変異については全ての先行研究で見解が一致している。すなわち、その撥音は後続子音から調音位置の情報を受け取り、逆行同化を起こす。

- (6) a. 両唇破裂 [p], [b], [m] が後続する場合：撥音は [m] に変異。
- b. 歯茎破裂 [t], [d], [n], [ts], [dz], 歯茎弾き音 [ɾ] が後続する場合：撥音は [n] に変異。
- c. 歯茎硬口蓋破擦音 [tʃ], [dʒ] が後続する場合：撥音は [nʲ] あるいは [ɲ] に変異。
- d. 軟口蓋破裂 [k], [g], [ŋ] が後続する場合：撥音は [ŋ] に変異。

ただし、ラ行子音が後続する場合については、この子音自体が様々な変異音を持つことを反映して、意見が一致するとは限らない。例えば、Vance (2008) は [ɾ] 音に先行する撥音は鼻音化接近音 [ɱ], [ɲ] に変異するという。また 益子 (2009) は、ラ行子音の異音として [l] 音も考慮に入れ、この音が撥音に後続する場合には [ɭ] になると指摘している。接近音や側面接近音が調音方法の一種であることを考慮すると、これらの指摘は非常に興味深い。撥音が調音位置の逆行同化のみならず、ある種の調音方法に関する情報の逆行同化も受けることを示唆しているからである。こうしたラ行子音の問題を置いておくと、破裂音・破裂鼻音・弾き音そして歯茎側面音はいずれも中線的接触を持つ調音であり、これらの子音が撥音に後続する場合は、少なくとも調音位置に関する拘束変異が起こるとまとめておいてよいだろう。

## 2.2. 撥音が末尾に位置する場合

これに対し、撥音が末尾に位置しており、他の分節音が後続しない環境では、撥音の変異について見解が食い違う。例えば、藤村・大泉 (1972) は [N] に変異するとし、斎藤 (2006) は「本」や「缶」では [N] だが、「銀」や「千」では [ŋ] としている。また、村木・中岡 (1989) は「口蓋垂と奥舌面の間が狭まるが、口腔内の閉鎖がない継続鼻音」と述べており、これは [ɱ] か [ɱ̚] に相当する音と見てよいだろう。同様に Vance (2008) も、撥音変異に接近音の鼻音化 [ɱ] があり得ることを指摘している。

末尾の撥音に関しては、吐師他 (2016) による生理学的手法を用いた精密な研究が極めて興味深い。彼らは、X線マイクロビームを用いた実験により、末尾に位置する撥音変異が [N] に限定されず、自由度が高く、話者間変動も大きいことを見いだした。先行研究における記述のばらつきも考慮すると、末尾に位置する撥音は自由変異であり、その自由度は、Itô and Mester (1995) が指摘した「撥音の調音位置は過小指定されている」という性質と関係している可能性がある。ただし、超音波測定を用いて撥音変異を実験的に調べた Yamane (2013) によると、こうした撥音変異の自由変異も、軟口蓋に明確な調音位置の指定を持っている [k] 音に比べて自由度が高いわけではないという。この指摘は、撥音の性質を考える上で見逃せないものの1つである。

### 2.3. 撥音が摩擦子音に先行する場合

撥音に摩擦音が後続する環境における変異については、益子 (2009) の記述が非常に詳しい。益子は後続摩擦音に従って鼻母音に変異すると見ており、[s], [ç], [z], [ʒ] が後続する場合は [ĩ] に、[ç] が後続する環境では [i] に、[ʃ] が後続する時には [ɥ] に変異するとしている。興味深いのは [h] 音に先行する撥音の変異で、これは [h] 音に後続する母音に従って変異音が決まるという。声門摩擦音は口腔の調音が指定されておらず、[h] 音の調音時点で口腔の構えは後続母音と同一のものになるため、これも通常の逆行同化とほぼ同様の現象であると見てよい。

摩擦音に先行する環境で撥音が鼻母音に変異するという点は、多くの先行研究が一致するところであるが、微妙な点で相違も見られる。服部 (1951) は、摩擦音に先行する撥音は後続摩擦音に同化し、鼻音化摩擦音になる (ただしその摩擦的噪音がなくなり、鼻母音になることもある) と指摘した。同じく Kochetov (2014) も、[s] 音に先行する撥音変異を EPG によって測定し、[i] か [z] に変異すると述べている。これらの現象は、前述した [ĩ] 音への同化と同様、撥音は単に調音位置の逆行同化を受けるだけでなく、調音方法の逆行同化も受けることを示しているのだろう。

しかし村木・中岡 (1989) によれば、摩擦音に先行する撥音変異はもう少し複雑なようだ。彼らは、撥音に摩擦音が後続した場合、「口構えは前後の音に従い、舌は口蓋に向かって持ち上げられるが、口腔内の閉鎖がない継続鼻音 (すなわち鼻音化摩擦音か鼻母音)」に変異するという。「前後の音に従い」という点に注目されたい。すなわち彼らによれば、撥音は逆行同化のみならず、順行同化の影響を受ける可能性も持つ。これは、次節で述べる母音が後続する環境における撥音変異でも同様に問題となる。

### 2.4. 撥音が母音に先行する場合

母音が撥音に後続する場合、ほぼ全ての研究が撥音は鼻母音に変異するとしており、この点では違いがない。大きく異なるのは、順行同化か逆行同化かという点である。服部 (1951) や 益子 (2009) は、撥音が後続母音に従って変異すると見なす。斎藤 (2006) は撥音変異の全体的な説明として「後続音に同化」と明記しているが、具体例を見ると、「線を」が [seẽ.o] となっており、例は少ないものの順行同化もあり得ると考えているようだ。これに対し、村木・中岡 (1989) は「口構えは前後の音に従い、舌は口蓋に向かって持ち上げられるが、口腔内の閉鎖かがない鼻音 (継続鼻音すなわち鼻音化摩擦音か鼻母音)」と述べ、「全員 [zeẽiĩ]」「禁煙 [kĩẽẽ]」、「安易 [aãi]」といった発話のスペクトログラムを示して、順行同化の例を多く示した。また Vance (2008) も、撥音が母音・接近音・流音・摩擦音の前で鼻母音に変異する可能性について指摘している。

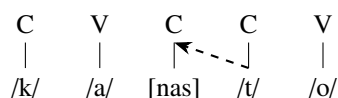
### 2.5. 音節構造内のスロット表示を巡って

以上の点を踏まえ、(5) に示した撥音の構造を再度検討してみよう。撥音構造の特徴は、その鼻音情報 ([+nasal] 素性) が基底形の段階で既に C スロットに結びついている点にある。これは基本的に促音の構造 (3) と並行的な関係であり、撥音部であれ促音部で

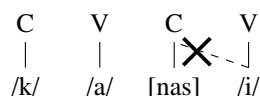
あれ、情報が過小指定されているため、後続の C スロットに結びついている調音位置の素性 (例えば [coronal] 素性) の拡張を許す。これによって、撥音や促音の逆行同化が引き起こされる。

しかし、撥音は促音と異なる特徴も持つ。まず、(一部の例外を除き) 促音は後続する分節音が子音に限定されており、促音の変異音が母音になることもない。しかし前述した通り、撥音は「簡易」のように母音が後続する可能性があり、またそのような環境では撥音が [kaŋ] のように鼻母音に変異する可能性もある。こうした環境では、撥音の結びついている“C”スロットは、逆行同化であれ順行同化であれ、一切の同化を引き起こす力にならない。また、そもそも撥音が“C”スロットに結びついている以上、鼻母音への変異も起こらないことを予測してしまう。

- (7) a. 「カント」の構造: “CC” スロットが撥音の逆行同化を引き起こす。

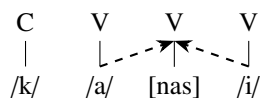


- b. 「簡易」の構造 (その 1): 「(鼻) 母音」への変異を予測できない。



もし母音に挟まれた撥音が“CV”スロットの性質によって鼻母音に変異するのであれば、こうした環境における撥音は“V”スロットを持たなければならない。(4)のように、“VV”構造は同化をもたらす要因になり得る。ただしこのアプローチを採用すると、子音に先行する撥音は (7a) のように“C”スロットに結びつき、母音に先行する撥音は (8) のように“V”スロットに結びついていることになってしまう。すなわち、「簡潔」の「簡」と「簡易」の「簡」は同一形態素であるにも関わらず、別個の構造を持つことを仮定しなければならない。これは、おそらく非現実的な仮定であろう。

- (8) 「簡易」の構造 (その 2): 撥音の同化現象や鼻母音への変異は予測できる。



この問題を解決する 1 つの理論的方法は、撥音が結びつくスロットは、“C/V”情報が過小指定されていると考えることである。このアプローチでは、(9) に示す 2 通りの可能性があり得よう。

- (9) a. 後続環境が“C”なら撥音のスロットは“C”に、後続環境が“V”なら撥音のスロットは“V”に決定される。  
 b. 後続環境に関わらず、撥音のスロットは“C”でも“V”でもよい。

(9a) のアプローチでは、撥音の後続環境が子音の場合は必ず鼻子音に変異し、撥音の後続環境が母音の場合は必ず鼻母音に変異することを予測する。一方 (9b) のアプローチでは、後続環境に関わらず撥音は自由変異音を持つことが期待されるだろう。すなわち、撥音が子音に先行する環境では、“C” スロットが与えられた場合には逆行同化が起こり、“V” スロットが与えられた場合には default 値が挿入されて鼻母音への変異が起こる。逆に撥音が母音に先行する環境では、“C” スロットなら default 値が挿入された鼻子音への変異を引き起こし、“V” スロットなら同化過程による拘束変異を引き起こす。

前述したように、先行研究では破裂子音に先行する撥音は逆行同化による拘束変異が起こり、母音に先行する撥音は鼻母音に変異するとされているため、この限りでは (9a) が正しいそうである。一方 吐師他 (2016) によれば、語末に位置する撥音の異音は自由変異であるという。この性質は、(9b) に近いものであろう。また、(9a) が正しいとしても、撥音の後続環境が母音の場合に (8) の構造が生じることになり、この時に順行同化が起こるのか逆行同化が起こるのかが明確でない。そもそも、先行研究でもこの点について一致した意見が見られないのも問題であろう。そこで次節では、こうした問題も明らかにするために、母音や摩擦音が後続する場合の撥音変異の詳細についてエレクトロパラトグラフィ (EPG) を用いた検討を行う。実験の結論として、撥音の変異は “C/V” スロットによって引き起こされるものではなく、「調音動態としてより狭窄が狭い」という条件こそが撥音変異の本質であることを述べる。

### 3. 母音や八行子音に先行する撥音変異に関する生理学的実験

#### 3.1. 本研究で用いるエレクトロパラトグラフィについて

パラトグラフは口腔内における舌の接触動態を視覚的に検査したものである。食紅などを舌に塗り、発音させることで口蓋に付いた色素の範囲から調音動態を調べる静的パラトグラフィの技法は 200 年以上の長い歴史を持つ。これに対し、微細な電極を埋め込んだ人工口蓋床を口蓋に装用し、舌の接触によってもたらされる抵抗値の変化によって時間的な舌の接触パターン変動を動的に追跡するエレクトロパラトグラフィ (electropalatograph; EPG) は、1930 年にドイツの Schilling によって初めて開発された。その後、Washington 大学、東京大学、米国 Kay 社、日本のリオン株式会社などで EPG の研究が続けられたが、現在では EPG の開発を継続している大学や企業は多くない。その中で、英国の Reading 大学は積極的な研究開発を継続し、現在ではその研究拠点を Edinburgh, Queen Margaret University College (QMUC) に移して研究が続けられている。QMUC の Articulate Instruments Ltd. が 2000 年に発表した、Microsoft Windows 上で動作する WinEPG system は、近年最もよく使われている EPG のシステムであろう。本研究における EPG による調音動態の分析も、この WinEPG を用いて行った。

#### 3.2. 人工口蓋床の電極位置

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1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、[ke] や [ko] などの [k] 音については測定が難しいが、[ki] や [ku] の [k] 音については接触のパターンを確認できる。また、EPG は舌の接触パターンを計測するものであるため、後舌半狭母音 [o], 後舌広母音 [e] については基本的に EPG パターンを得ることはできない (何の接触もないということから、[e] か [o] の発音が行われたという推測を行う)。しかし、[i], [e], [u] については舌体による側面狭窄という形で、EPG パターンのデータを計測可能である。

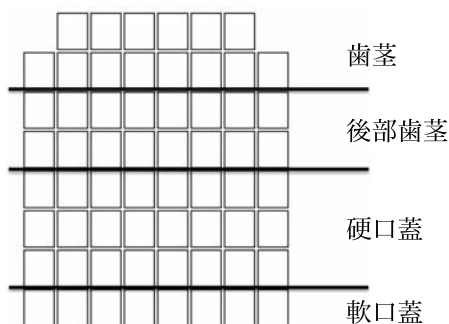


図1: IPA 記号の調音位置との対応

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。以下に、本稿で取り上げる母音 (鼻母音) の EPG の接触パターンを示しておく。これらの図は EPG 累積パターンと言われるもので、数値はある一定時間の間に舌が電極に接触していた確率を表す。

図2 (a) は母音 [i] の EPG 累積パターンで、前舌狭母音という性質を反映して硬口蓋部に最も広い側面狭窄が観察される。これに対し前舌半狭母音 [e] は、図2 (b) のように母音 [i] の EPG パターンに比べて側面狭窄の面積が少ない。一方、図2 (c) に示す非前舌狭母音 [u] では軟口蓋部での側面狭窄が最も広がっている。なお図2 (c) では硬口蓋でも明確な側面狭窄が現れており、中舌寄りの [u] でウ音が発音されていることが分かるが、ウ音の発音では硬口蓋後部から軟口蓋部でのみ側面狭窄が観察されることも少なく



ない。この場合は、後舌狭母音 [ɯ] と見なせる調音である。なお前述したように、広母音 [e] は口腔空間が広く舌が口蓋に接触しないため、後舌半狭母音 [o] では人工口蓋床の入っていない軟口蓋後方で側面狭窄が起こるため、EPG では図 1 のように接触パターンを観察することができない。なお、子音では閉鎖音であれ摩擦音であれ、図 3 に示すように調音位置まで側面狭窄が観察される。ただし、閉鎖子音では図 3(a) のように調音位置での中線の接触が現れる一方、摩擦音では図 3(b) のように中線の接触が観察されない。

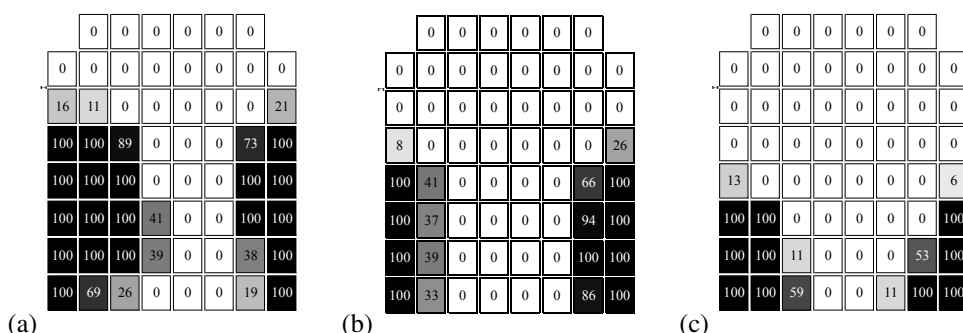


図 2: (a) 母音 [i], (b) 母音 [ɯ], 母音 [e] の EPG パターン

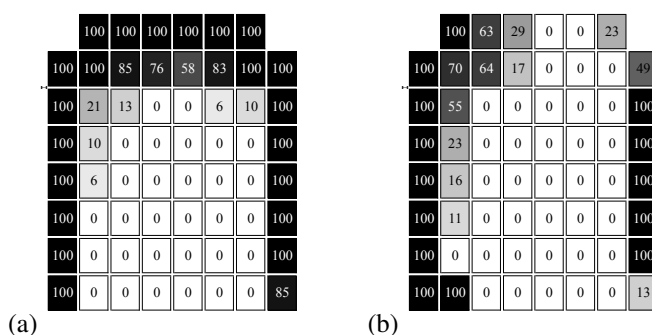


図 3: (a) 閉鎖歯茎音 [d], (b) 閉鎖摩擦音 [z] の EPG パターン

### 3.3. 実験方法と分析方法

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 および鼻腔用マイクと口腔用マイクを装着させ、3 モーラの刺激語をランダムに 5 回ずつ発話させる形で行った。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たもので、異なる話者の調音を比較できるように標準化されているため、被験者間の比較も容易である。EPG データの収録には、前述した WinEPG とタブレット端末を用いた。

次に、本論文で分析の対象とする刺激語のパターンを以下に示す(これ以外のデータも採ったが、本稿では触れない)。有意味語と無意味語が混ざっているため、EPG を装着する前に事前に全ての刺激語を順に 5 回連続で音読させ、無意味語に慣れてもらった。またアクセントは平板型で読むように指示しているが、起伏型で読まれた場合に言い直し等はさせていない。また、正中面からビデオカメラによって口唇の動きも撮影した。

- (10) a. (k)–母音–撥音–母音：「あんあ」「かんあ」「あんい」…「おんお」「かんお」  
 b. (k)–母音–撥音–/h/–母音：「あんは」「かんは」「あんひ」…「おんほ」「かんほ」  
 c. 摩擦音が /s/ の場合：「あんさ」「かんさ」「あんし」…「かんそ」

撥音が母音に挟まれている環境では、いずれの母音も鼻音化する可能性があるため、撥音区間の認定は、図 4～図 6 のように、鼻腔用マイクおよび口腔用マイクから収録した音とスペクトログラムを手がかりに行った。これらの図では、一番上のパネルが鼻音用マイクの振幅、2 番目のパネルが口腔用マイクの振幅、3 番目のパネルがスペクトログラムの情報となっている。一番下のパネルは IPA 記号を付与した segmentation で、ハイライトされている部分が撥音区間を表す。

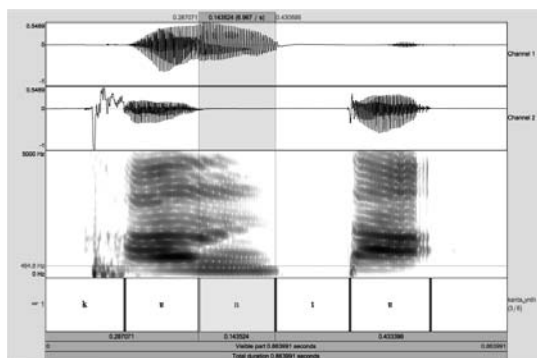


図 4: 子音に先行する撥音が鼻子音に変異した例

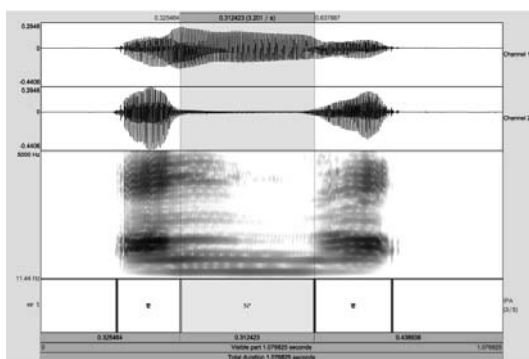


図 5: 母音に先行する撥音が鼻子音に変異した例

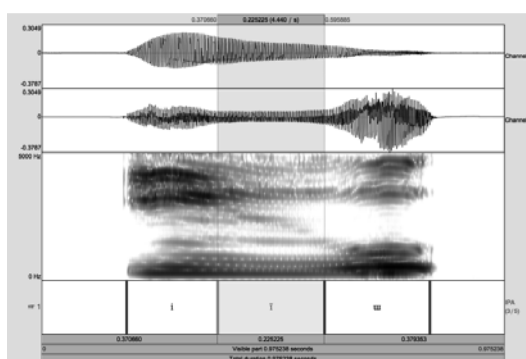


図 6: 母音に先行する撥音が鼻母音に変異した例

撥音である限り、変異音は必ず鼻音になるため、いずれの図においても鼻腔用マイクの振幅は必ず強く、ゼロに近くなることはない。これに対し、撥音に後続する分節音が中線の接触を持つ子音(閉鎖音や鼻音、はじき音)の場合は、図4に示す「かんだ」のように、撥音区間における口腔用マイクの振幅が極めて少なくなる。このことから、撥音が母音に挟まれている場合でも、図5のようなパターンは、図4の「かんだ」と類似した撥音区間を持つため、撥音部が鼻子音 [ŋ] か [N] であると見なす(調音位置が軟口蓋より後方になる [ŋ], [N] は、EPG 接触パターンを観測することができないため、いずれの調音であるかは生理学的・音響的には判断が難しい)。一方、図6のように撥音部であっても口腔用マイクが完全に音声を拾っている(そして鼻腔用マイクも音声を拾っている)場合には、撥音が鼻母音に変異していると判断してよい。

なお本論文の主旨と直接関係はしないが、図4～図6の鼻腔用マイクと口腔用マイクの関係から、撥音に先行する母音も鼻母音化を起し易いことが見て取れる。ただし、口腔用マイクの振幅におけるピークよりも鼻腔用マイクにおける振幅ピークが時間的に遅れていることから、先行母音を発音する時点で最初から鼻音化を起しているというより、その調音の途中から鼻音化を起し始めると解釈したほうがよいであろう。つまり先行母音の鼻音化は、条件変異というよりも、調音結合によって消極的に引き起こされるものと考えられる。

### 3.4. 母音に先行する撥音の結果

本節では、母音に先行する撥音(母音に挟まれた撥音)の変異について述べる。まずこの環境において、撥音が鼻母音に変異する確率であるが、口腔用マイクと鼻腔用マイクの振幅から推定できる限りにおいて87%であった。すなわち、前後を母音に挟まれる環境では撥音が「必ず」鼻母音に変異するとは限らない。変異の可能性としては低いものの、15%ほどの確率で鼻子音 [ŋ], [N] として実現されることがあり、自由変異の関係にあると見てよいだろう。これは、吐師他(2016)が報告している語末撥音の性質に近い。この結果は、少なくとも母音に挟まれた環境において、撥音の結びつくスロットが“C”や

“V”といった形で決定されているわけではないことを示す。

次に、鼻母音に変異した場合の音価について、EPG 遷移パターンを手がかりに見ておこう。まず分かりやすい例として、「あんい・いんあ」のスペクトログラムと EPG 遷移の結果を図7に示す。こうした広母音・狭母音の組み合わせにおいては、先行／後続環境という違いに関わらず、撥音部はイ音が鼻音化した [ɲ] になっていることが分かる。同様の傾向は、図8における「あんう・うんあ」を比較しても成り立つ。EPG 遷移パターンから分かる通り、この場合は撥音部がウ音の鼻音化である [ɰ] に変異している。この結果は、母音に挟まれた撥音変異は逆行同化・順行同化という条件に縛られているのではないことを示す。他のデータからも明確になることであるが、母音に挟まれた撥音は、それらの母音のうち、「より狭い空間」である母音が鼻音化した音価に変異していると考えられそうである。

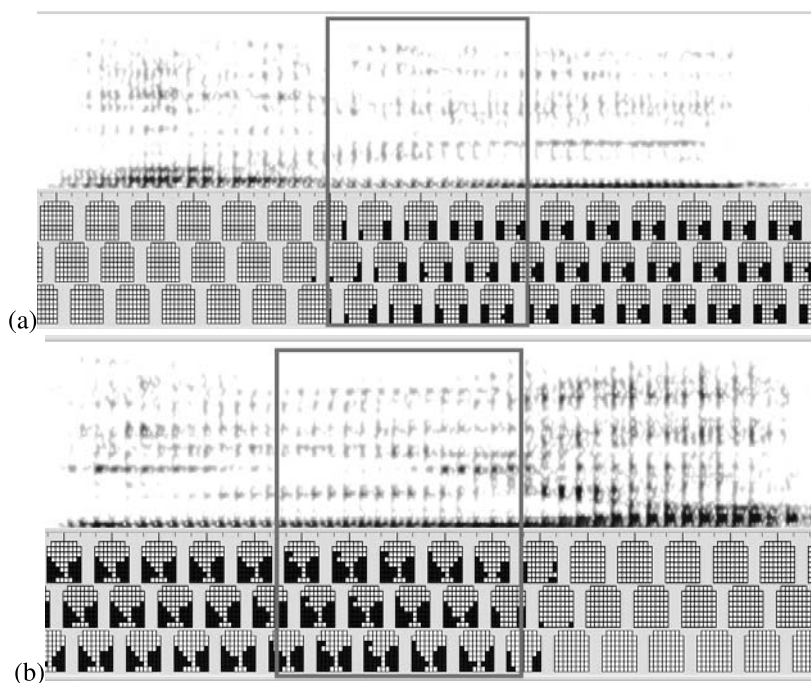


図7: EPG 遷移の結果 (a) あんい (b) いんあ

撥音の前後にある母音のうち、「より狭い空間」の鼻母音に変異するという性質は、環境でも成り立つ。例えば、図9は「いんお・おんい」の EPG 遷移パターン、図10は「うんお・おんう」の EPG 遷移パターンである。前者ではどちらも撥音の異音が [ɲ] に、後者ではいずれも [ɰ] に変異しており、やはりより狭い母音の鼻音化という変異を起こす。なお、「いんお」「うんお」では先行母音の鼻音化していることが多く、撥音区間の開始部が明確ではないため、撥音区間の終了部のみを示している。

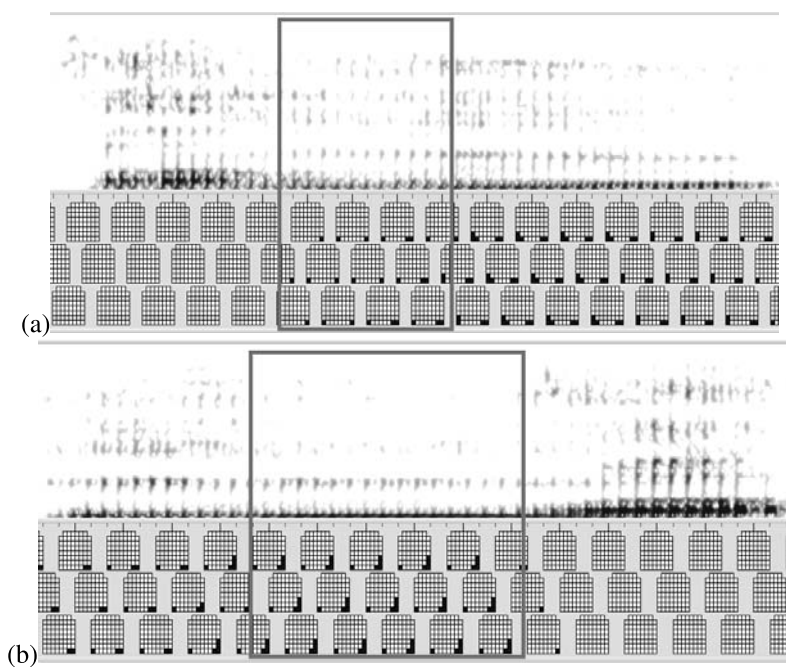


図 8: EPG 遷移の結果 (a) あんう (b) うんあ

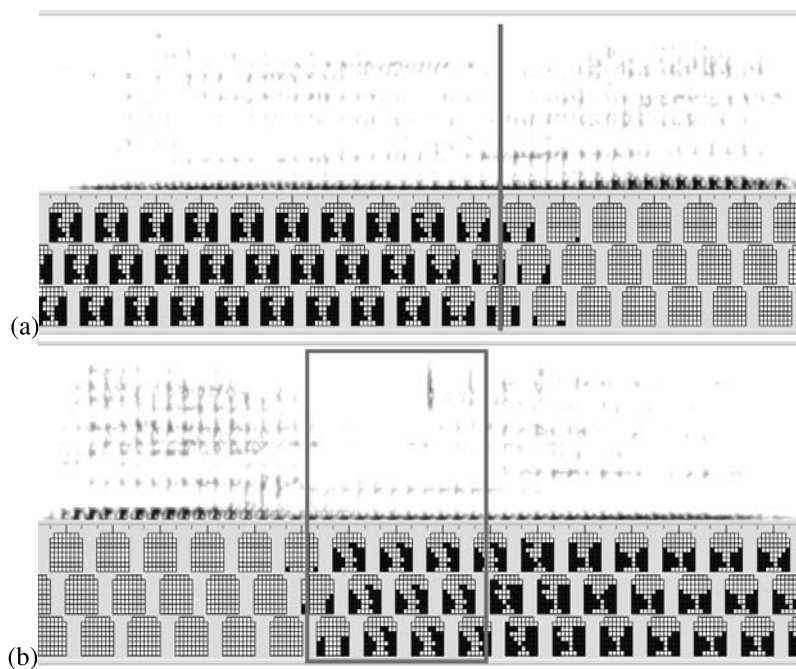


図 9: EPG 遷移の結果 (a) いんお (b) おんい

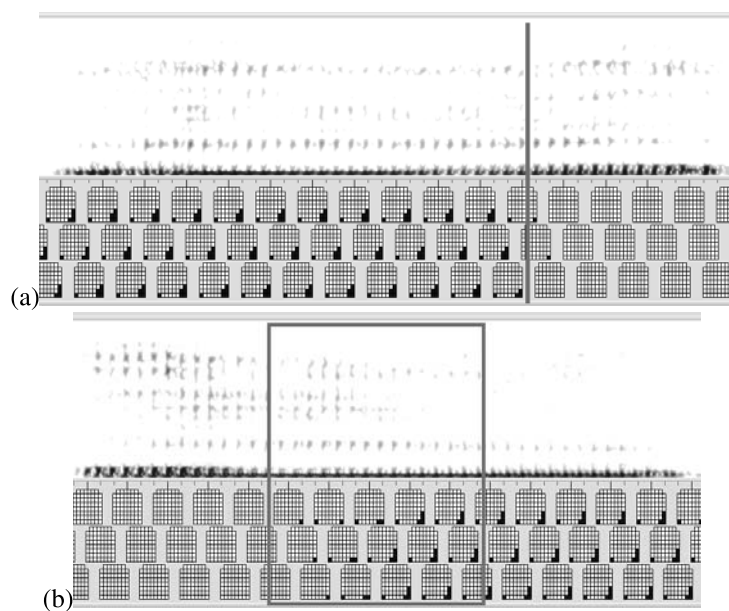


図 10: EPG 遷移の結果 (a) うんお (b) おんう

では、撥音前後にある母音の狭さに違いがない場合に撥音はどのような変異を起こすのであろうか。図 11 は「いんう・うんい」の EPG 遷移パターンを示す。図から、この場合は撥音が [ɲ] に変異していることが分かる。

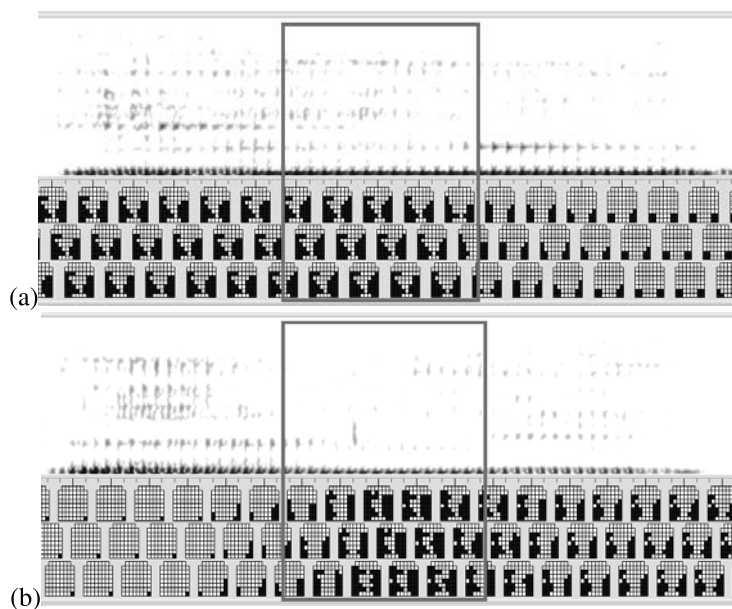


図 11: EPG 遷移の結果 (a) いんう (b) うんい

この結果は、松井 (2016a) の主張と整合性を持つ。すなわち、日本語母音の前後関係は [back] 素性で区別されるのではなく、[front] 素性 ([palatal] 素性) で区別されており、それ故、非前舌母音であるウ音よりも前舌母音イのほうが明確で強い性質を持つためと考えられる。同様の結果は、「えんお・おんえ」でも成り立つ。ただし、「おんえ」「おんい」の場合は、撥音は [ẽ], [ĩ] に変異しつつ、口唇は円唇の構えを取りやすい。これは日本語のオ音が (余剰的であるにせよ) 円唇性を持つことに由来するであろう。この点については、刺激語を追加した実験を行っており、また稿を改めて議論を行う予定である。

以上で見た母音間における撥音の鼻母音変異を、表 1 にまとめておく。表中の“?” は、EPG の反応が取れないために明確なことがいえないことを表す。結果的に、撥音の鼻母音変異については以下の条件が関与していると見てよいだろう。

- (11) a. 母音に挟まれた撥音は、より狭い母音が鼻音化した音に変異する。  
 b. 前後の母音が同じ狭さを持つ場合、撥音は前舌性の鼻母音に変異しやすい。  
 c. 撥音にオ音が先行する場合、撥音に円唇性が付加されることがある。

表 1: 撥音部における鼻母音の音価  
後続母音

		[e]	[i]	[ɯ]	[ẽ]	[o]
先行母音	[e]	?	[ĩ]	[ũ]	[ẽ]	?
	[i]	[ĩ]	[ĩ]	[ĩ]	[ĩ]	[ĩ]
	[ɯ]	[ũ]	[ĩ]	[ũ]	[ũ]	[ũ]
	[ẽ]	[ẽ]	[ĩ]	[ũ]	[ẽ]	[ẽ]
	[o]	?	[ĩ]	[ũ]	[ẽ]	?

なお (11) の傾向から、表 1 の“?” 部分がどのような音価になるか、ある程度の推測が付く。まず、前後を [e] 音で挟まれた撥音は鼻母音 [ẽ] に変異するであろう。同様に、前後を [o] 音で挟まれた撥音は鼻母音 [o] に変異すると思われる。一方、先行母音が [e] 音で後続母音が [o] 音の場合は、(11a) の性質から後続母音 [o] からの逆行同化を受け、鼻母音 [õ] に変異するであろう。同様に、先行母音が [o] 音で後続母音が [e] 音の場合も、(11a) の性質から先行母音 [o] に同化し、やはり鼻母音 [õ] に変異すると思われる。ただし繰り返しになるが、これらの変異は拘束変異ではなく、鼻子音 [N], [ŋ] に変異することも稀ではない (少なくとも 10% 以上の確率で起こりうるであろう)。実際の聴覚印象としても、基本的にはこの変異でほぼ間違いないように感じられる。

### 3.5. 八行子音に先行する撥音の結果

(11) の性質は、撥音が八行子音に先行する場合にも成り立つ。言うまでもなく、これは八行子音が後続母音の逆行同化を受けることが原因であろう。特に八行変異音のうち、[h] 音は声門で摩擦を起こす調音で、口腔の形状は関与しない。その結果、[h] の調音時

に唇や口腔内の舌は後続母音と一致した構えを取る。したがって、撥音にハ行子音が後続する環境というのは、撥音に母音が後続する環境とほとんど違いがなく、(11)の性質が成立するのも当然であろう。以下に、ハ行子音子音に先行する撥音の EPG 遷移パターンの例をいくつか示しておく。



図 12: EPG 遷移の結果 (a) いんは (b) あんひ

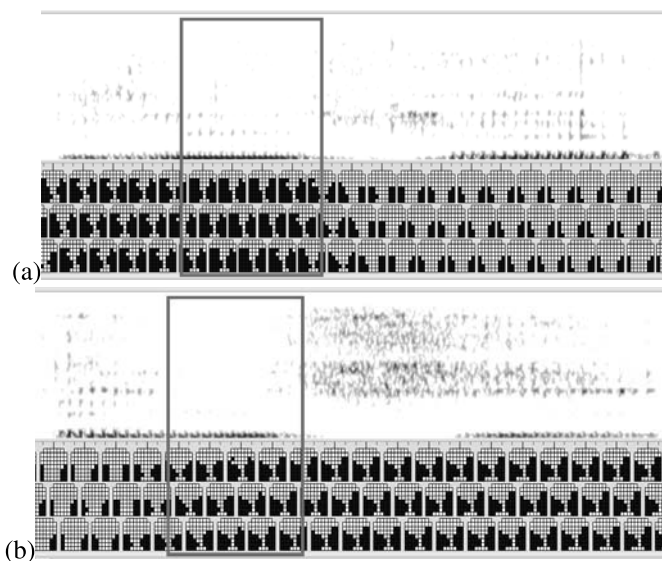


図 13: EPG 遷移の結果 (a) いんへ (b) えんひ



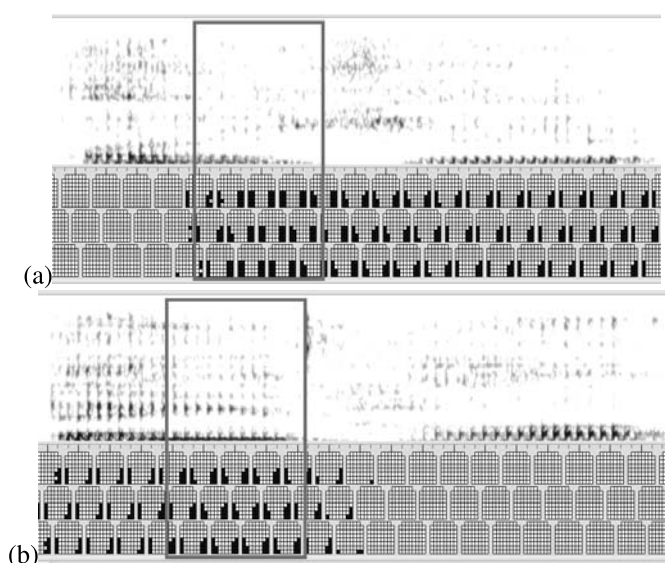


図 14: EPG 遷移の結果 (a) あんへ (b) えんは

ハ行子音に対し、「母音-撥音-/s/-母音」「/k/-母音-撥音-/s/-母音」の連鎖では Kochetov (2014) の結果とほぼ同一の結果が得られ、服部 (1951) が指摘するように撥音部は [s], ɸ に変異していた。その一例を図 15 に示す。このことは、破裂音と同じく /s/ 音が後続する場合にも調音位置の逆行同化が起こると共に、[cont] 素性についても同化を起こしていることを示す。この性質は、基底形の情報において撥音に [+nasal] 素性が指定されているという Itô and Mester (1995) の指摘とも整合的である。

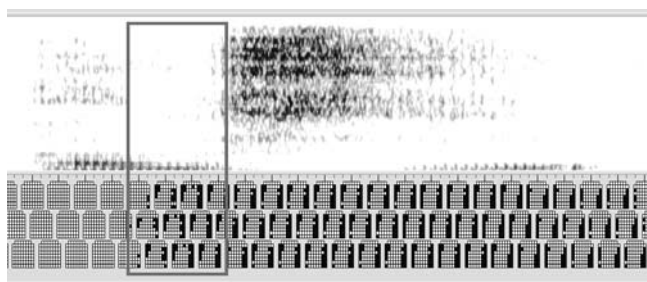


図 15: 「あんす」における EPG 遷移の結果

## 4. 促音変異に関する生理学的実験

### 4.1. 促音と撥音の中和可能性について

前節で述べた [s] 音に先行する撥音が [z] あるいは [ʒ] 音に変異するという事実は、(11a) の条件と整合性を持つ。つまり、より一般的に言って、撥音は「先行環境-撥音-後続環境」という連鎖における前後環境のうち「より狭い調音を持つ分節音の鼻音」に変異する

ということである。このことは、最も一般的な撥音の逆行同化、すなわち「母音-撥音-後続子音」という環境において、なぜ逆行同化が起こるのかという問題に新しい知見をもたらす。つまり、「母音-撥音-後続子音」という連鎖において、「より狭い調音を持つ分節音」とは撥音の「後続子音」であり、この性質の反映として撥音の調音位置に関する逆行同化が起こるのであるという説明である。この考えに立てば、(7a), (7b), (8) で見たジレンマは問題にならない。撥音が“C” スロットや“V” スロットにリンクされているという音韻条件が撥音の同化現象を引き起こしているのではなく、「狭い空間」に同化するという音声条件によって同化現象を説明できるからである。

残る疑問は、撥音変異における「より狭い空間を好む」という条件が何に由来するのかという問題である。その最も簡単な仮説は、「撥音が音節のコード位置にあるため、より狭い空間＝より低い sonority を好むのである」というものであろう。もしこの仮説が正しいとするなら、促音でも同様の条件が成立するはずである。

ただし促音は撥音と違って、多くの日本語方言では「母音-促音-後続子音」という連鎖でしか生じない。したがって「より狭い空間を好む」という条件によっても、あるいは“CC” スロット連鎖という条件によっても、促音の逆行同化は説明できてしまう。本節では、促音の逆行同化も「より狭い空間を好む」という仮説に関係すると思われる音韻現象と音声現象を1つずつ取り上げ、仮説の妥当性について議論を行う。

#### 4.2. 促音の音韻現象：鼻音に先行する促音について

日本語の促音は一般的に後続子音と同化し、Kawahara (2015b) で詳述されている通り「一体 (/iQtai/) : [it̚tei] = [it̚ɕei]」「一切 (/iQsai/) : [is̚sei] = [is̚ɕei]」といった長子音を成す。つまり、撥音と若干異なり、促音は後続子音の完全逆行同化を受けるように見える。もし促音が後続子音の完全逆行同化であるなら、鼻音の前に促音が生じた場合、その促音は鼻音となり、撥音と区別できないことが予測されよう。

関東方言や関西方言では、促音が鼻音に先行することはほとんどない。しかし、標準的な語彙でなければ「うまい→うっまい」「この野郎→こっの野郎」のように、鼻音の前に促音が生じることもある。さらに鹿児島串木野方言などでは、「焚き物→たっもん」「一枚→いっめ」「聞き間違い→きつまげ」「月の夜→つつのよ」といった鼻音前の促音が通常の語彙として存在するという。そこで、串木野方言話者4名に対して、口腔用マイク・鼻腔用マイクで「たっもん、いっめ、ろっめ、きつまげ、つつのよ、かごつま」といった調査語の発音を収録すると共に、EPG と光学的グロトグラフィ (PGG) によってその生理学的特性を調査した。この調査は、神戸松蔭女子学院大学の黒木邦彦准教授から多大の援助を受け、実施できたものである。詳しい調査結果は別稿で議論するため、本稿では概要だけを報告しておく。

調査の結果、「たっもん」「いっめ」「きつまげ」では、PGG によって声門閉鎖が起きていることが確認でき、さらに声門閉鎖と同時に両唇の閉鎖をも伴うことが明確となった。促音部では声門閉鎖が起こっているため、鼻腔に空気が抜けることはなく、したがって促音が鼻音に変異することはない。すなわち撥音との混同は避けられている。「つつの

よ」も同様に、PGG によって声門閉鎖の生起が確認できると共に、舌端が上歯茎へ接触していることが EPG により検証できた。ただし、「かごつま」については、「かごんま」という撥音と中和することも起こるようである。

ただし、鹿児島串木野方言における「たつもん」「いっめ」等の促音は、基底形で子音の形態音素情報を持っており、「情報を持たない」促音ではないことが、声門閉鎖の調音を引き起こした可能性も否定できない。しかし、基底形で形態音素を持っていないと思われる関西方言の「うっまい」「こっの野郎」という調音においても、鼻音に先行する促音が声門閉鎖に変異し、さらに後続子音の調音位置にも影響されることが確認できた。このことから、鼻音前の促音は声門閉鎖により撥音との中和を回避すると共に、調音位置については後続子音の逆行同化も受けるという性質を持つと見てよいだろう。この性質は、促音が「音韻情報の指定がなされておらず、“CC” スロットによって逆行同化を受ける」という (3) の構造に一致しない。すなわち、撥音が元々 [nasal] 要素を持っているように、促音も元々「鼻音を回避する何らかの子音情報」を持っていると考えられる。この点については、最後の総合論議で考察を行う。

#### 4.3. 促音の音声現象：促音における調音の強化について

次に、促音 (重子音) と短子音に関する調音動態の差異について、EPG を用いた分析を行った。結論として、一部の摩擦音を除くと、促音では調音動態の強化が起こること、その強化が持続時間に依存した overshoot/undershoot という要因だけでなく、調音計画自体の変異という要因も考えるべきであることを述べる。

実験は、発話者に短子音／長子音 (促音) を持つオノマトペのミニマルペアを単独でランダムに 5 回ずつ発音させ、音声と EPG データを同時に収集した。また、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 2 名 (関東方言 M1、関西方言 M2)、女性 2 名 (帰国子女 F1、関西方言 F2) の計 4 名で、いずれの被験者も構音および聴覚に異常はない。本実験に用いた刺激語は、いずれも同一形態素を繰り返す「カタカタ／カッタカタ」「ネチネチ／ネッチネチ」「グツグツ／グッツグツ」といった構造を持ったものであった。

まず、短子音 [t]／促音 [t:] の EPG パターンについて、単子音 [t] で最も接触面積の広がった話者 M1 と接触面積の最も小さかった話者 F2 のデータを図 16、図 17 に示す。

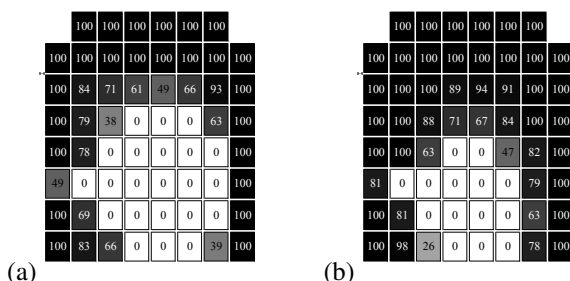


図 16: (a) 話者 M1 の単子音 [t], (b) 促音 [t:] の EPG

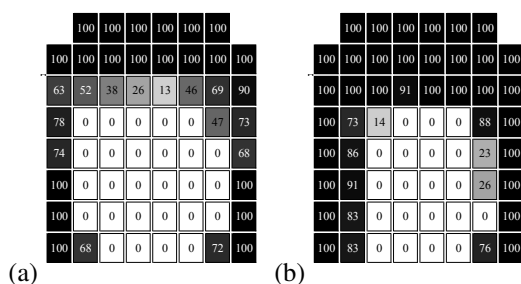


図 17: (a) 話者 F2 の単子音 [t], (b) 促音 [t:] の EPG

話者 M1 の EPG パターン (a)–(b) のフリードマン統計量は  $\chi^2 = 19.17$  で、単子音 [t] と促音 [t:] の間に有意差が認められた ( $df = 1, p < 0.001$ )。また、話者 F1 の EPG パターン (c)–(d) にも統計的に有意な差が存在する ( $\chi^2 = 22.0, df = 1, p < 0.001$ )。他の話者 M2, F1 についても同様に、単子音 [t] に比べ促音 [t:] では舌の接触パターンが有意に増大していた。

この結果は、借用語以外ではほとんど観察されない有声子音の促音でも同様に観察される。例として、話者 M1 における単子音 [d] と促音 [d:] の EPG パターンを図 18(a), (b) に示す。両者間のフリードマン統計量は  $\chi^2 = 12.46$  ( $df = 1, p < 0.001$ ) で、有意差が認められる。

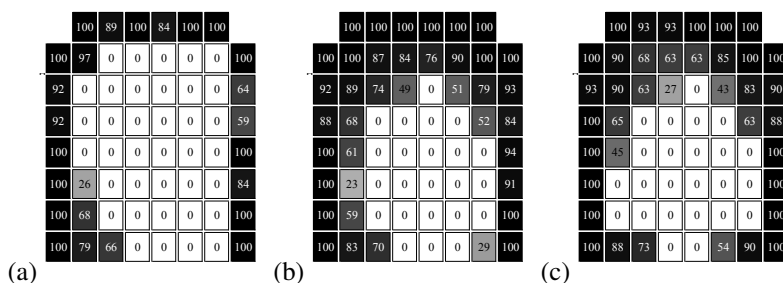


図 18: (a) 話者 M1 の語中単子音 [d], (b) 促音 [d:], (c) 語頭単子音 [d] の EPG パターン

#### 4.4. 促音の調音強化は調音計画実現性によるものか

単子音と重子音 (促音) における接触パターンにこのような違いが生じる理由として、すぐに思いつくのが子音の持続時間に依存する調音運動の undershoot 現象である。前述したように、日本語の単子音は促音に比べて持続時間がかなり短い。したがって、単子音と促音とで調音計画における潜在的なターゲット点が同一であったとしても、単子音ではターゲットを実現する十分な時間を確保できず、undershoot を起こす可能性がある。一方、促音は十分な持続時間があるため潜在的なターゲット点を実現しやすいであろう。こうした考え方を、調音計画の実現性 (undershoot/satisfaction) という。

しかし、EPG の接触パターン遷移を詳細に観察すると、単子音／促音における舌運動の違いは、単にターゲット点の undershoot/satisfaction のみに起因するわけではないように思われる。ここで、「カタカタ／カッタカタ」における第 1 音節の母音最終部から第 2 音節の子音にかけての EPG パターン遷移を見てみよう (話者 F2 の例)。

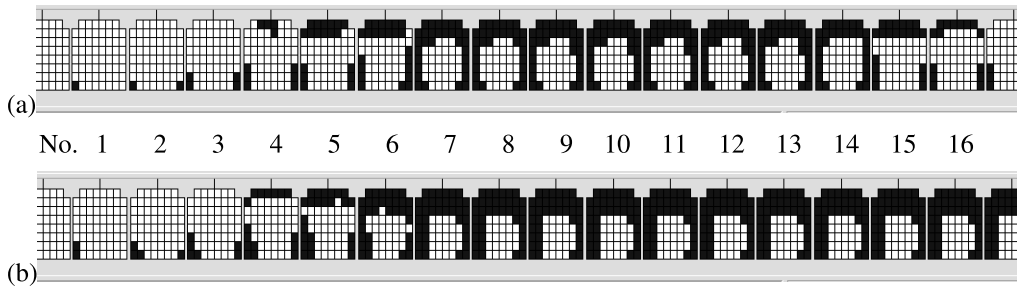


図 19: (a) 単子音と (b) 促音の EPG パターン遷移 (16 フレーム・実時間 160 ms 分)

どちらもフレーム No.3 までは上歯茎に対する舌端の接触が見られず、フレーム No.4 から上歯茎への接触が始まる。また、単子音においても促音においても、フレーム No.7 以降では [t] 音に関するほぼ同一の調音パターンが続く。このフレーム No.7 以降における接触パターンの安定性は、無声阻害音において undershoot が起こっていることを支持しないように思われる。むしろ、フレーム No.7 以降の接触パターンは潜在的な調音計画におけるターゲット点を反映した実現値である可能性が高い。もしこの解釈が正しいなら、単子音と促音における接触パターンの違いは、調音計画の実現性 (undershoot/satisfaction) に依るだけではなく、潜在的な調音計画そのものにも原因があると考えらるべきであろう。

#### 4.5. 促音の調音強化は子音準備時間 (TACA) によるものか

調音計画の実現性は、ターゲット点の undershoot/satisfaction のみならず、調音のために利用できる時間の違い (TACA: Time Allotted for Consonant Articulation) にも影響される。(前川, 2010) は、日本語の有声阻害音が母音間で [ɐbe]/[ɐβe], [ɛge]/[ɛŋe]/[ɛɣe] のような弱化を起こす原因が TACA にあることをデータベースに基づいて明らかにした。そうすると、単子音と促音では後者のほうが TACA が 2 倍以上長いため、促音で調音の強化が生じたとしても不思議ではない。だが、この説明も促音の調音強化を説明するためには不十分なものである。

ここで、図 18 (a), (b) と同じ話者が撥音した「ドロドロ／ドッロドロ」における語頭 [d] 音の EPG パターンである図 18(c) を見直してみよう。TACA の予測通り、この語頭の単子音 [d] の EPG パターンは、図 18(a) の語中単子音 [d] との間に有意差が認められる ( $\chi^2 = 12.57$ ,  $df = 1$ ,  $p < 0.001$ )。すなわち同じ [d] 音であっても、語頭の [d] 音に対し語中の [d] 音は舌の接触パターンに関して弱化を起こしていると言えるだろう。しかし興味深いことに、この語頭子音の EPG パターンでさえ促音 [d:] のパターン (図 18(b)) よりも有意に接触面積が少ない ( $\chi^2 = 4.48$ ,  $df = 1$ ,  $p = 0.034$ )。語頭というポジションが TACA

の点で促音以上に自由度が高いことを考慮すれば、促音が語頭子音よりも舌の接触面積が有意に広いという事実は、促音の強い調音動態が単に TACA だけに基づくものではないことを示す。やはり、促音と単子音とでは潜在的な調音計画の情報自体が異なっており、促音は基底形の音韻情報として「狭い空間を好む (ために、舌の接触面積も増大する)」のであろうと考えられる。

## 5. 総合論議

### 5.1. 実験結果のまとめ

ここで、前節までに述べた議論の中で、本稿の考察に必要な事項を (12) にまとめておこう。(12a) は、(3), (5) のような “CC” スロット構造がなくてもよいことを主張するものである。また (12c) から、(4) に示した「空のスロットを持つ」ような基底形の構造も正しいとはいえない。

- (12) a. 撥音・促音とも、前後の環境のうち「より狭い空間」を持つ性質に依存して同化を起こす。したがって、撥音でも促音でも “CC” スロット連鎖が同化を引き起こしていると考えする必要はない。
- b. 撥音の変異音は必ず鼻音であり、基底形の情報として [+nasal] を持つ。また鼻子音にも鼻母音にも変異するため、基底形で撥音が “C” スロットか “V” スロットに決め打ちで結びついているわけではない。
- c. 促音も、基底形の情報として [+nasal] を回避する性質を持つ。すなわち、促音部であっても要素が空のスロットというわけではない。

(12b), (12c) の性質は、Kuroda (1965) の研究と深く関わっているように思われる。一般的にやまとことばでは、撥音と促音が相補分布を成す。促音は「すぼすぼ／すっぱり、ぱたぱた／ぱったり、はきはき／はっきり、ひそひそ／ひっそり」のように、無声子音の前でしか生じない。一方、撥音は「しょぼしょぼ／しょんぼり、まじまじ／まんじり、ふわふわ／ふんわり、どよどよ／どんより」のように有声子音の前で生じるのが基本であった。この性質は、無声子音／鼻音という二項対立から、無声子音／有声害音／鼻音という三項対立への変遷とも関係する。すなわち、日本語阻害音の有声性は何らかの形で鼻音と関わりを持つ。

こうした [nasal] 素性と [voiced] 素性の依存関係は、いくつかの方法で表現可能である。二値的弁別素性を用いるのであれば、過小指定表示を導入すればよい。日本語では [+nasal] なら [+voiced] 素性は当然予測できるし、(一部の琉球語を除くと) [-voiced] なら [-nasal] を予測できる。徹底過小指定のアプローチを取るのであれば、default 値として [+voiced] の時に [(pre)nasal] を代入してもよい。これは、少なくともやまとことばにおける撥音と促音の分布と整合性を持つ。すなわち、古い時代の撥音も促音は空のスロットを仮定できそうである。もちろん、現代日本語では撥音後に無声子音が許され、また有声促音も観察されるが、これも最適性理論を採用すると、制約の順序を入れ替える形で、適切な解を導出可能であろう。

あるいは、二値的弁別素性ではなく、原子的素性である原子要素 (element, particle) を分節音の構成要素として導入してもよい。原子的素性を用いるメリットは、過小指定というプロセスを必要としないこと、また Fujimura (2002); 藤村 (2007); Fujimura and Williams (2008) が提案している C/D モデルのような定量的音声生成理論の入力情報とも整合性を持つところにある。本稿では、松井 (2016b) に従った原子要素表示を用いて、撥音と促音の構造を考えてみよう。

## 5.2. 日本語分節音の原子要素表示

原子要素は、Government Phonology (Harris, 1994) や Dependency Phonology (Anderson and Durand, 1987) などでは集中的に研究されてきた。原子要素としてどのような原子要素が必要か、いくつの原子要素があるか、また各原子要素は内部構造として弁別素性を持つかといった点については、研究者によって立場が異なり、完全に一致した見解はない (Charette, 1991)。本稿では、6つの原子要素のみを用い、以下のような各原子要素は内部構造として弁別素性を持っていると考えておく。弁別素性のうち、 で囲まれたものは強素性と呼ばれるもので、それ以外の素性値は弱素性である。要素間の関係がどのようなものであれ、強素性は弱素性よりも常に強い。なお、各原子要素の持つ弁別素性は言語による違いはないが、ある素性が強素性になるか弱素性になるかという点は言語によって異なる。これが言語間の音声における微妙な差異を生み出す要因にもなるが、この点については本稿では議論を省く。

表 2: 東京方言の音韻体系を構成する原子要素の内部構造

	開口性	硬口蓋性	周辺性	鼻音性	狭窄性	接触性
	A	I	U	N	H	C
sonorant	+	+	+	+	<span style="border: 1px solid black; padding: 0 2px;">-</span>	+
voiced	+	+	+	<span style="border: 1px solid black; padding: 0 2px;">+</span>	<span style="border: 1px solid black; padding: 0 2px;">-</span>	+
nasal				+	<span style="border: 1px solid black; padding: 0 2px;">-</span>	-
contact	<span style="border: 1px solid black; padding: 0 2px;">-</span>	-	-	-	<span style="border: 1px solid black; padding: 0 2px;">-</span>	<span style="border: 1px solid black; padding: 0 2px;">+</span>
lat. constriction	-			+	<span style="border: 1px solid black; padding: 0 2px;">+</span>	
strident	-	-	-		+	-
high	<span style="border: 1px solid black; padding: 0 2px;">-</span>	+	+		<span style="border: 1px solid black; padding: 0 2px;">ϕ</span>	<span style="border: 1px solid black; padding: 0 2px;">ϕ</span>
low	+	-	-			
palatal	-	<span style="border: 1px solid black; padding: 0 2px;">+</span>	-	-	-	-
grave	+	-	++			-
labial			+	-	-	-

原子要素 A, I, U は母音や調音位置に関与する要素で、要素 A は単独で母音 [e], 要素 I は単独では母音 [i], 要素 U 単独では母音 [u] に相当する。残りの原子要素 N, H, C は調音方法と深く関わる要素で、要素 N は単独で子音 [n], 要素 H は単独で声門阻害要素を表

し、C は単独で子音 [ɾ] という音価を作り出す。各要素は要素間に支配関係を持つ形で、組み合わせることができる。例えば複合要素  $\bigcirc > \square$  は、要素  $\bigcirc$  と要素  $\square$  を組み合わせた分節音で、要素  $\bigcirc$  が要素  $\square$  を支配していることを表す。また  $\bigcirc = \square$  なら両方の要素が対等の関係であり、 $\bigcirc \geq \square$  は要素が互いに支配関係を持つことを意味する。なお、支配している要素を主要素、支配される要素を依存要素と呼ぶ。

要素を組み合わせて分節音を構成した場合、分節音の素性値は次のようにして決定される。まず、前述したように強素性は弱素性よりも常に強い。また、素性の強さが同等であれば、常に主要素の素性値が勝つ。この結果、原子要素の弁別素性は次のような強さで分節音に引き継がれる。

(13) 主要素の強素性  $\gg$  依存要素の強素性  $\gg$  主要素の弱素性  $\gg$  依存要素の弱素性

さらに、原子要素あるいは複合要素は1つあるいは複数集まって、モーラ集合を成す。この結果、例えば母音のみで成立するモーラや、接近音+母音からなるモーラは(14)のように表せる。また、代表的な子音は(15)のような要素構造を持つ。この結果、「パ」というモーラであれば、 $\{U > C > H, A\}$  というモーラ集合で表されることになる。また二重母音(アイなど)は、モーラ集合を要素に取る音節集合  $\{\{A\}, \{I\}\}$  という構造を持つ。

- (14) a. [e] : {A}      [i] : {I}      [u] : {U}      [e] : {I > A}      [o] : {U > A}
- b. [ẽ] : {N > A}      [ĩ] : {N > I}      [ũ] : {N > U}      [ẽ] : {N > I > A}      [õ] : {N > U > A}
- c. [jẽ] : {I, A}      [jũ] : {I, U}      [jo] : {I, U > A}
- d. [wa] : {U, A}
- (15) a. [p] : {U > C > H}      [b] : {U > N > C > H}      [m] : {U > N > C}      [ɸ] : {U > H}
- b. [t] : {C > H}      [d] : {C > N > H}      [n] : {N > C}      [ɾ] : {C}
- c. [s] : {H > C}      [z] : {N > H > C}      [ç] : {H > C > I}      [ʒ] : {N > H > C > I}
- d. [t͡s] : {C ≥ H}      [d͡z] : {C ≥ N > H}      [t͡ç] : {C ≥ H > I}      [d͡ʒ] : {C ≥ N > H > I}
- e. [ç] : {I > H}
- f. [k] : {H = U = C > C}      [g] : {N > H = U = C > C}      [ŋ] : {N > U = C > C}      [N] : {N}

なお6つの原子要素のうち、強素性を一切持たないUが日本語における default の原子要素である。この要素は強素性を持たないため、ある分節音が要素Uを最も弱い依存要素として持った場合、要素Uの持つ弁別素性は分節音に何の影響も与えない。この性質は、歯茎音の要素構造に影響を及ぼす。つまり歯茎音は、(15b), (15c) のような構造と共に、(16) のような構造であってもよい。

- (16) a. [t] : {C > H > U}      [d] : {C > N > H > U}      [n] : {N > C > U}      [ɾ] : {C > U}
- b. [s] : {H > C > U}      [z] : {N > H > C > U}      [ç] : {N > H > C > I}...



### 5.3. 有声性に関する要素表示

(15) の構造から分かる通り、日本語では鼻音の持つ [+nasal] の性質も有声阻害音の持つ [+voiced] の性質も、いずれもが原子要素 N によってもたらされる。言い換えるなら、原子要素 N がやまことばにおける鼻音と有声性の関係を取り持つ。両者の重要な違いは、原子要素 H を含むか否かに掛かっている。阻害音は有声音であれ無声音に関わらず、また破裂音であれ摩擦音であれ、常に原子要素 H を含む。一方、鼻音は決して H 要素を持たない。

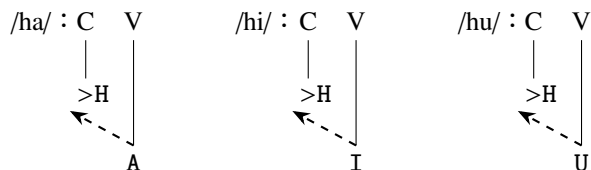
日本語の有声阻害音が原子要素 H を持つ理由は、日本語における無声阻害音と有声阻害音の構造に由来する。まず、表 2 から分かる通り、原子要素の中で [-voiced] を生み出せる要素は H しかない。したがって、無声阻害音は要素 H を必然的に持つ。こうした無声阻害音を元にして、日本語の有声阻害音は、対応する無声音が持つ要素 H を支配する形で、要素 N を組み込んでいく。例えば、[β] であれば、[ϕ] の構造である {U>H} を元に、要素 H を支配する形で要素 N を組み込めばよい。その結果、[β] は {U>N>H} という構造になる。[ɣ] なら {N>H=U} という構造を持つ。こうした要素表示は、日本語の様々な音変異を適切に説明できる。例えば日本語でよく見られる破裂音から摩擦音への弱化現象 ([p] 音から [ϕ] 音、[b] 音から [β] 音、[g] 音から [ɣ] 音への弱化) は、いずれも原子要素 C を失う過程と見てよい (松井, 2016a)。

こうした有声阻害音に対し、一般的な日本語の鼻音は鼻子音であれ鼻母音であれ、要素 H を持たない (琉球方言の摩擦鼻音を除く)。これは日本語の鼻音が [+sonorant] でなければならないという性質に由来する。表 2 から分かる通り、要素 H は [-sonorant] 素性を強素性として持つ。一方、要素 N の [+sonorant] 素性は弱素性であるため、要素 N に要素 H を組み合わせた場合、どのような支配関係であれ、その分節音が [+sonorant] の性質を持つことは決してない。このため、日本語の鼻音は要素 H を持たないのである。後述するように、この要素 H を巡る性質が撥音と促音の関係に強い影響を持つ。

### 5.4. 声門に調音位置を持つ分節音の要素表示

口腔内に明確な調音位置を持つ子音 (15) に対し、声門を調音位置とする子音である [h] 音は少々特別な性質を持つ。前述したように、この子音は声門で (声帯が振動しない程度の) 摩擦が起こりさえすればよいので、口腔内の形状については制限が掛からない。このため、日本語の [h] 音は後続する母音が摩擦要素 H を支配する (17) のような構造を持つ。

(17) モーラ /ha/ : [hə], /hi/ : [çi], /hu/ : [φu] の要素構造



なお、(17) の自律分節的構造をモーラ集合として表記する時には、{ $\boxed{1}>H$ ,  $\boxed{1}A$ } のよう

に表す。この  $\boxed{1}$  といったタグはトークン同一性を意味するもので、主辞構造文法でも使われる表記である (Pollard and Sag, 1994; 郡司, 1994)。ここで、 $\{\boxed{1}>H, \boxed{1}A\}$  と  $\{A>H, A\}$  の表す意味が異なる点に注意されたい。前者では要素  $A$  がモーラ集合の中に 1 のみ存在するのに対し、後者はモーラ集合の中に性質としては同じだが個体として異なる 2 つの要素  $A$  が存在している (タイプ同一性) ことを表す。

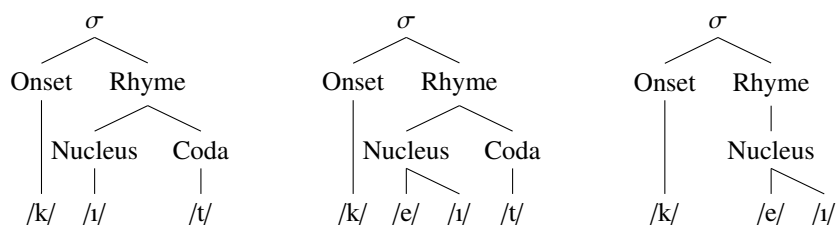
この性質から、ハ行子音における変異音が自然と導きだされる。すなわち、ハ行モーラのモーラ集合は、 $/ha/ : \{\boxed{1}>H, \boxed{1}A\}$ ,  $/hi/ : \{\boxed{1}>H, \boxed{1}I\}$ ,  $/hu/ : \{\boxed{1}>H, \boxed{1}U\}$  となり、結果的に  $/hi/$  の子音は  $[\text{ç}] : \{I>H\}$  と、 $/hu/$  の子音は  $[\text{ɸ}] : \{U>H\}$  と等しい音価を持つ。ただし、「ヒャ」と「ヒ」の子音、「ファ」と「フ」の子音はタイプ同一性かトークン同一性かという存在論的な価値が異なる。言い換えると、「ヒャ」の  $[\text{ç}]$  音と「ファ」の  $[\text{ɸ}]$  音は基底形において  $\{I>H\}$  や  $\{U>H\}$  という構造を持つが、ハ行子音  $/h/$  は基底形で  $\{ \quad >H\}$  という依存要素しか持たない。同様に、 $[\text{ʔ}]$  は基本構造  $\{C>H\}$  を持ち、これに他の要素が加わった場合には  $[\text{ʔp}]$  のような二重調音となる。

### 5.5. 音節のコードとしての撥音と促音

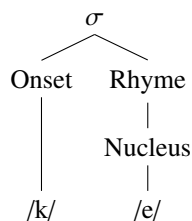
ここで (12) に関する議論に戻ろう。まず (12a) の「撥音と促音の変異は、前後環境の中でより狭い分節音を好む」という性質は、撥音と促音がなるべく sonority の低い音に変異する傾向を持つということに等しい。これは (少なくとも先行環境が母音である限り) 撥音と促音が音節のコードに位置していることを強く示唆している。

一般に、英語の音節は (18a) のような構造をしていると言われてきた。この構造は、“br(eakfast)+(l)unch  $\rightarrow$  brunch”, “sm(og)+(f)og  $\rightarrow$  smog”, “sn(oke)+(sh)ark  $\rightarrow$  snark”, “sp(oon)+(f)ork  $\rightarrow$  spork” といったかばん語の形成や、母音と音節末子音との間で時間的な相互作用といった現象を説明できる。

#### (18) a. *kit, kate, kay* の音節構造

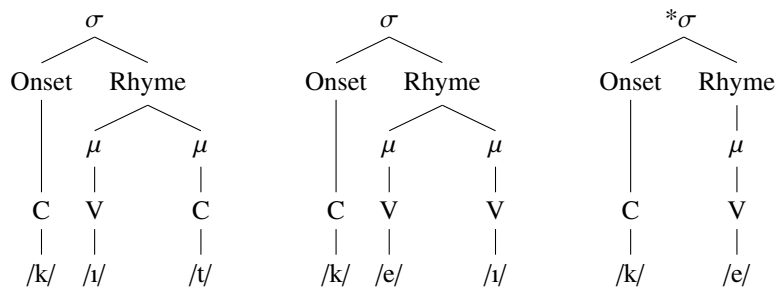


#### b. 第一強勢を持つ音節として許されない構造

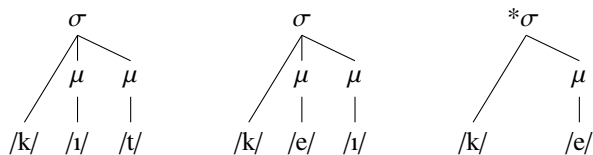


さらに英語の第一強勢を持つ音節には、(18b)のような軽音節にならないという制約が掛かる。この音節量(音節の重さ)という概念は、(18)のような構造では表しにくい。ライムの下位構造が何らかの形で枝分かれしていることとして表現はできるが、(18)の構造では直接的に音節量を反映する単位が存在しないのである。これに対し、音節の下部構造としてモーラが存在する構造(19)では、音節に含まれるモーラ数によって音節量をカウントすることが可能となる。軽音節であれば1つのモーラのみを持ち、重音節であれば2つのモーラを、超重音節であれば3つ以上のモーラを音節内部に含む。また、かばん語の形成過程は、モーラに支配されていない分節音(すなわち頭子音)とモーラに支配されている分節音(母音および音節末子音)を切り分けるという形で説明がつく。言い換えるなら、英語では音節内のモーラ構造を分解することができないということになる。また、英語における母音と音節末子音との時間的相互作用も、モーラ間の中で代償効果が生じるためと考えられよう。

(19) a. 音節量を反映する複雑な音節構造



b. 音節量を反映する最も単純な音節構造

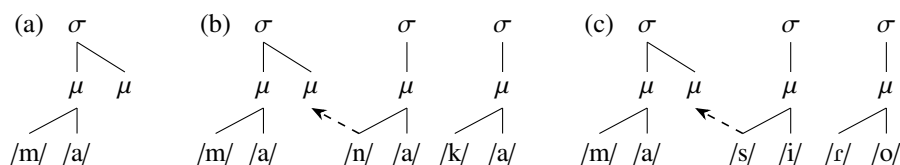


モーラを組み込んだ音節構造の場合、(19a)のような複雑な表示から、(19b)のような極めて簡素な表示まで、様々なタイプのものを考えることができる。特に CV スロットについては、存在していても構わないとはいえ、その必要性が全くない。ライム構造についても同様で、モーラという単位があれば、多くの音声音韻現象の説明がつく。日本語でも、(12b)で見たように、撥音の変異を適切に扱うためには“CV”スロットが存在しないほうが望ましい。前述したように、促音の変異にしても“CC”スロットの存在は必須条件ではない。狭い口腔空間を好むという条件があれば十分である。そこで本稿でも、最も単純な音節構造である(19b)のような構造を仮定しよう。ただし英語と異なり、日本語では頭子音と母音の間で時間的な相互作用が生じるため、頭子音は音節に直接支配されるのではなく、後続母音と同一のモーラに組み込まれると考えておく。同様に、日

本語の撥音と促音も(少なくとも母音に後続する限り)重音節における音節末モーラに直接結びついているとしよう。音節の最も基本的な性質は sonority の変化なので、音節末モーラに位置する促音や撥音は先行モーラよりも低い sonority を持つことが要求される。

さらに、撥音と促音が(語弊のある用語だが)同一音素の異音として振る舞うようなやまとことばや(Kuroda, 1965)、同一形態素で撥音と促音が交代する語彙(例えば真ん中、真ん丸/真っ白、真っ黒)では、撥音や促音の音韻要素は何も指定されておらず、音節末モーラのみが指定された構造(20a)を持つと見てよいだろう。なお、歴史的には要素 N の [+nasal] 素性が強素性であったため、無声阻害音と鼻音破裂音が二項対立を成し、前鼻音の起こる構造であったと思われるが、この点については本稿では議論を省く。

(20) (a) 形態素「真」の構造と、(b)「真ん中」、(c)「真っ白」における撥音と促音の生起

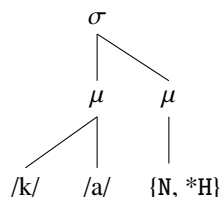


## 5.6. 撥音の基底要素表示

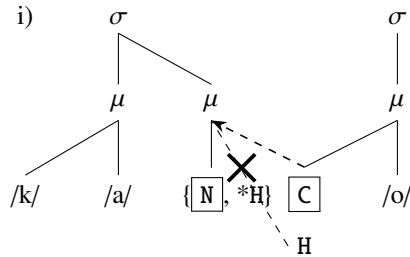
しかし、現代日本語の撥音は後続環境に無声阻害音も取り、独立した音韻情報を持つようになった。この情報を原子要素として表現するなら、(12b)の性質から、撥音は基底形の情報として要素 N を存在論的に持つと同時に、制約として要素 H を含んでいてはいけないという制約を持つと考えられる。この情報を {N, \*H} と表現しておく。これにより、一般的な撥音は(21a)のような構造を持つ。したがって、語末撥音は要素 N 単独の音価 [N] か、あるいは default 要素である U が結びついた {N>U} : [ũ] として調音される。

次に、撥音に子音が後続する環境(21b)では、「口腔空間の狭さ」について先行母音である [e] 音と後続子音である [t] : {C>H} との比較が行われ、より sonority の低い [t] 音の要素が撥音 {N, \*H} の属する音節末モーラに結びついて、逆行同化を引き起こす。ただし、[t] 音の要素である C, H のうち、要素 H は撥音の情報 {N, \*H} によって自律分節の拡張が妨害される。この結果、要素 C のみが撥音の属するモーラと結びつき、最終的に撥音は [n] : {N>C} に変異を起こす。これは、有声阻害音が後続する(21c)でも全く同様である。いずれの環境でも、“CC” スロットではなく、音節末モーラという性質が逆行同化の原因である点に注意されたい。

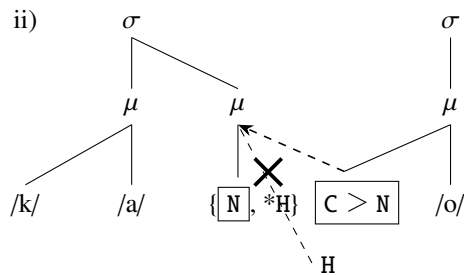
(21) a. 撥音の一般的な構造



## b. 撥音に後続する要素のある構造 (例：カント)

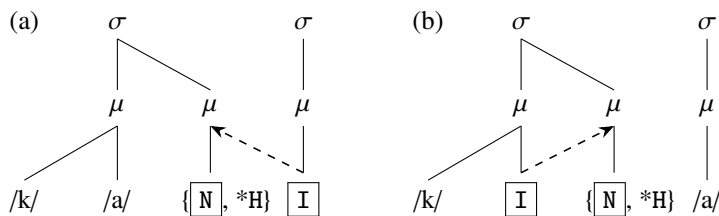


## c. 撥音に後続する要素のある構造 (例：感度)



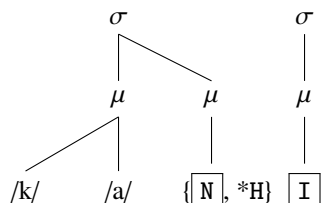
同様のアプローチで、「かんい (簡易)」「きんあ (つ、禁圧)」のような母音に挟まれた撥音の変異を考えてみよう。音節末モーラには狭い空間を好むため、母音 [e] と母音 [i] のうち、より狭い母音である [i] 音が自律分節的拡張を起こして、撥音の属するモーラと結びつく。すなわち「簡易」では逆行同化が、「禁圧」では順行同化が起こって、撥音が鼻母音 [i] : {N>I} に変異し、各々 [kẽi̯], [ki̯et̚su̯] という発音が決まる。この同化過程では、(7a), (7b), (8) で見たようなジレンマが生じない。

(22) (a) 「かんい」、および (b) 「きんあ (つ)」における鼻母音への撥音変異



しかし、このアプローチは問題を残す。前後を母音に挟まれた撥音の変異は自由変異に近く、鼻母音のみならず (低い確率だが) 鼻子音 [N] に変異することもある。本節の説明では、この [N] 音への変異は (23) のように自律分節的拡張が起こらず、撥音の情報 {N} : [N] がそのまま実現されたものと考えるのが妥当であろう。こうなると、自律分節的拡張を妨害する要因は、結局のところ (7b), (8) のような “C/V” スロットの性質と考えざるを得ない。したがって、本稿では前後を母音に挟まれた撥音変異については、別のアプローチが必要と思われる。この点については、5.9 節で議論を行う。

## (23) 「かんい」における鼻子音 [N] への撥音変異

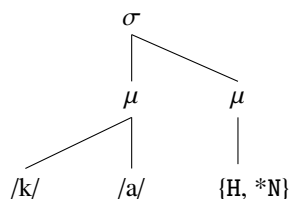


## 5.7. 無声阻害音のみに変異する促音の基底要素表示

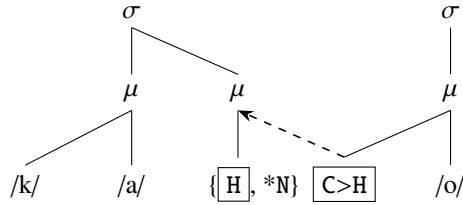
次に、促音の基底形情報を考えてみよう。まず、古くから存在する和語やある種の語彙では、促音は音節末モーラという構造のみが存在する (20) のような構造を持っていればよく、基底形の音韻情報を持っていない。したがって、促音に先行する母音と後続する子音が比較され、より sonority の低い後続子音が完全な逆行同化を引き起こす。これにより、後続子音が無声子音であれば促音として、鼻音であれば撥音として現れ、促音と撥音は異音の関係を持つ。促音に関しては、大半の研究がこうした「空の情報」を持つ構造を採用している。

しかし串木野方言のような言語では、促音が鼻音として (すなわち撥音として) 現れることはない。むしろ、(12c) の性質からも分かる通り、促音は基本的に撥音 {N, \*H} と鏡像関係を成す。こうした方言の促音は、基底形において {H, \*N} という情報 (24)、すなわち要素 H を存在論的に持ち、かつ要素 N を排除するという制約を持つと考えられよう。促音が要素 H を持つことにより、促音変異が阻害音に限定され、要素 N を排除する制約によって促音変異が鼻音や有声音にならないことが保証される。この結果、後続子音が有聲阻害音であっても、促音部の音価は無声阻害音にしか変異しない。例えば (24c) に示す「カッド (線)」のような語の場合、促音が {H, \*N} という情報を持つ限り、[d] : {C>N>H} が持つ要素 N の自律分節的拡張が妨害され、{C>H} : [t] という情報のみが音節末モーラに結びつく。この結果、「カッド」の促音部は [ked̥˥˥do] と無声化し、促音部は事実上 [t̥˥˥] 音で発音される。同様に、「こっの (野郎)」のように促音が鼻音に先行する (24d) の場合でも、[n] : {N>C} の持つ要素 N は音節末モーラに結びつくことができず、声門閉鎖音が実現されていく。なお、こうした方言でも促音に無声阻害音が後続する場合には、(24b) のように後続子音の情報が促音部である音節末モーラにそのまま結びつくことが許され、結果的に (20c) とほぼ同一の発音が行われることになる。

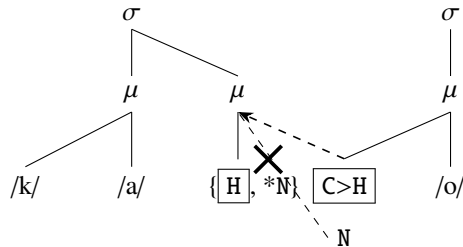
## (24) a. 無声阻害音のみに変化する促音の基本構造



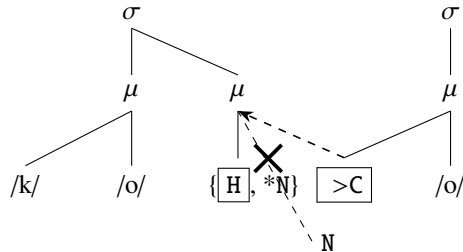
- b. 促音に無声阻害音が後続した場合 (例: カット [ket̚to])



- c. 促音に有声阻害音が後続した場合 (例: カットド [ket̚do])



- d. 促音に鼻音が後続した場合 (例: こっの (野郎) [ko̞no])



なお、有声促音を許さないという現象は「ベッド」が「ベツト」と無声化してしまう現象と無関係ではないが、促音に後続する子音まで無声化してしまうのか、あるいは後続子音の有声性は保持されるのかという面では異なる現象である点に注意されたい。「ベツト」か「ベツト」となる現象は、Nishimura (2003) が詳しく議論しているように、ライマンの法則に依存する純粋な音韻現象であり、Kuroda (1965) が議論しているような撥音や促音に後続する分節音に掛かる制約の問題でもある。促音に後続する分節音については、元々は (25) のような条件が存在していたのに対し、現在では (26) のような条件に緩められていると考えられるであろう。

- (25) a. 撥音 {N∧¬H} に後続する分節音の条件: {NV¬H}  
 b. 促音 {¬N∧H} に後続する分節音の条件: {¬N∧H} = ¬{NV¬H} (撥音の後続条件を否定)
- (26) a. 撥音 {N∧¬H} に後続する分節音の条件: なし  
 b. 促音 {H} に後続する分節音の条件: {¬NVH} = ¬{N∧¬H} (撥音の基底情報を否定)

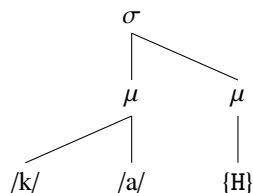
### 5.8. 有声促音を許す促音の基底要素表示

このように、日本語の促音は基本的に無声阻害音にしか変異しない。しかし、松浦 (2012, 2016) や高田 (2013, 2017) は、九州や東北の方言などでは有声促音が許されることを見いだした。これらの方言では、実際に促音区間中に何らかの形で声帯振動が観察され、「カッド」なども IPA の表記上は [kɛd̚˥˥do] ではなく、[kɛd̚˥˥do] と表記できるような促音の変異が生じるという。こうした現象を説明するために、方言や世代によっては促音に \*N という制約が掛かっておらず、促音が {H} という構造を持つこともであると仮定して、(24) の現象を再考してみよう。要素 {H} のみを持つ促音の変異を、(27) に示す。

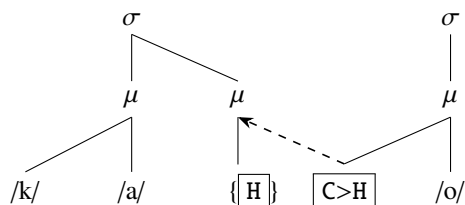
まず、促音に無声阻害音が後続した場合には、後続子音自体が要素 N を持たないので、促音の基底形情報が {H, \*N} であろうと {H} であろうと、(24b), (27b) から分かる通り、促音の音価が決まる過程に違いはない。一方、促音に有声阻害音が後続した場合には、促音の基底形情報が {H, \*N} の場合には (24c) のように促音部が必ず無声化するが (有声促音を許さないが)、促音情報が {H} の場合には (27c) のように後続子音の要素 N も音節末モーラに拡張でき、[kod̚˥˥do] という有声促音の生起を許す。

では、促音に鼻音が後続する (27d) を見てみよう。この場合、促音の基底形情報が {H} であっても、やはり促音は鼻音に変異することはないのだが、その理由が (24d) とは大きく異なる。(24d) では、有声阻害音が後続する時に有声促音を妨害する理由と全く同様に、鼻音の持つ要素 N が {\*N} という制約によって妨害されていた。しかし、(27d) では鼻音の持つ要素 N は促音の基底形情報 {H} によってブロックされず、主要素として音節末モーラに拡張すること自体は可能である。しかし前述したように、日本語の音韻体系では、主要素 N が依存要素要素 H を支配する {N>H} という構造が絶対に認められない。この結果、要素 N を音節末モーラに拡張する過程は排除されてしまい、もともと促音が持っている {H} という情報と、後続子音が持つ要素 {C} のみが音節末モーラに拡張され、声門閉鎖音が生じることになる。

#### (27) a. 有声促音を許す促音の基本構造

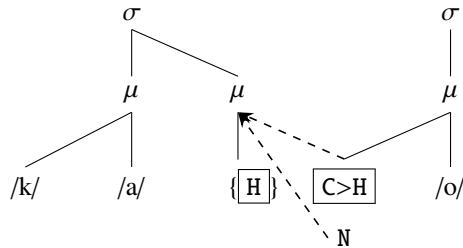


#### b. 促音に無声阻害音が後続した場合 (例: カット [kɛt̚˥˥to])

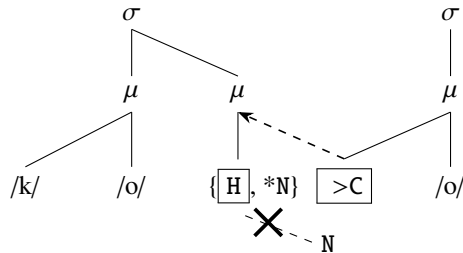




- c. 促音に有声阻害音が後続した場合 (例: カッド [kæd̚ˈdo])



- d. 促音に鼻音が後続した場合 (例: こっの (野郎) [koʔˈno])



### 5.9. C/D モデルに基づく撥音の調音運動指令

前節では、促音の基底形情報が {H} である時には、有声阻害音に先行する促音が有声促音に変異することを述べた。関与していることを明かにした。しかし有声促音とはいえ、促音区間全てで声帯振動を持続する full voicing が起きるとは限らず、促音区間の途中で声帯振動が失われてしまう half voicing がしばしば起こることが知られている。高田 (2013, 2017) は、有声阻害音に先行する促音が有声促音として発音された場合であっても、促音区間で様々な声帯振動のパターンが生じていること、それには男女差や世代差をはじめとする様々な要因が関わることを明らかにした。さらに、また half voicing の中でも leading voicing が起こるか起こらないかといった様々な変異が観測されるという。

こうした現象は、(27) のような音韻過程だけでは捉えることができない。音韻過程は基本的に実時間に束縛される性質を捨象してしまっているからである。Fujimura (1992) や藤村 (2007) などでは提案されている Converter/Distributor model (以下 C/D モデル) は、音韻要素といった定性的情報を入力として、定量的な調音運動・音響情報を導出する枠組みの 1 つであり、こうした実時間上の音声現象を扱うことができる。Articulatory Phonology をはじめとして、こうした定量的音声産出理論は他にも提案されているが、C/D モデルは、「音節単位」の音韻情報を入力情報とし、調音運動を「音節」が決定する大局的な運動の上に子音の局所的な調音動作が乗ったものと見なす点に、他の理論にはない重要な特徴を持つ (北原, 2008; Kawahara, 2015a)。

例として、「感度」という語の調音運動計画を見てみよう。まず、C/D モデルへの入力情報は (21c) の要素集合表現である  $\langle \{H=U=C>C, A\}, \{N, *H\}, \{C>N>H, U>A\} \rangle$  である (簡単に言うと  $\langle \{k, a\}, \{n\}, \{d, o\} \rangle$  という音節集合になる)。各音節の情報は「シラブル・パ

ルス ( $\sigma$ -p)」を中心とした定量的性質に変換され (convert)、その中に音韻要素の定量的特徴が分配 (distribute) されていく。この時、音節の中心となる母音 “e, o” が調音の大局的な基底状態を成し、その上に子音 “k, n, d” が局所的に影響を与える形で調音運動が計算されるというのが、C/D モデルの最大の特徴である。図 20 に、この変換／分配の様子 (C/D ダイアグラム) を示す。

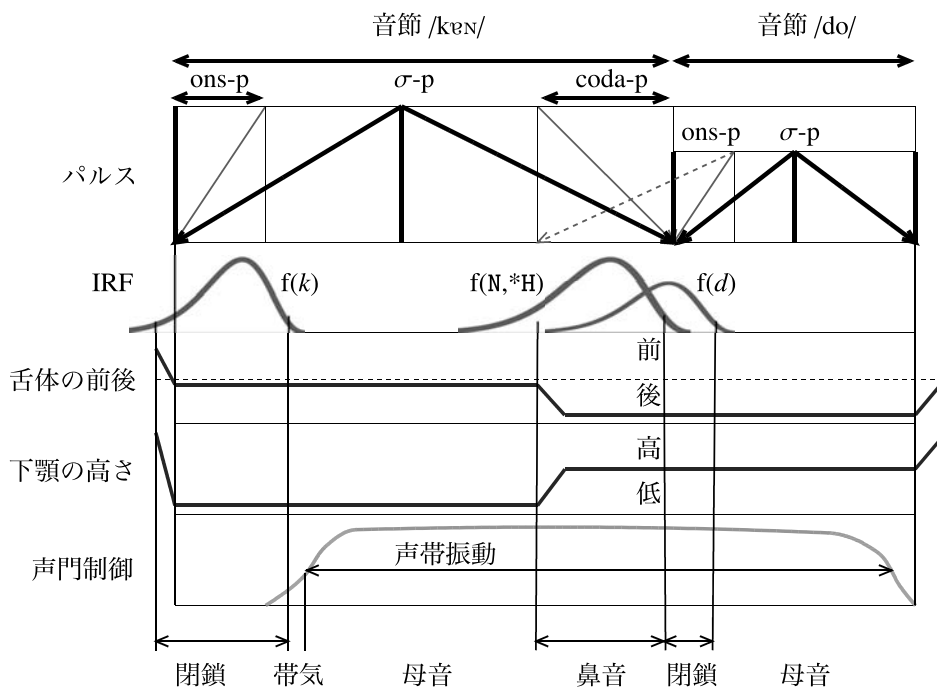


図 20: 「感度」の C/D ダイアグラム

この「シラブル・パルス ( $\sigma$ -p)」の強度によって、音節およびその中核領域 (通常は母音) の時間領域や強さが決まっていく。「感度」の場合は、第 1 音節が重音節であるために第 2 音節よりもシラブル・パルスが強く、結果的に第 1 音節の持続時間は第 2 音節よりも長い。こうした抽象的な音節時間領域は、 $\sigma$ -p の頂点から左右に伸びる「シラブル三角形」(図 20 の太い矢印) で示される。<sup>1</sup> この時間領域内で、各音節の母音が調音運動の基本となる大局的な基底状態を作り出す。「感度」の場合は、第 1 音節の [e] 音が舌体の前後位置としては若干後舌寄りの中舌、下顎の高さとしては低い (すなわち口腔空間が広い) 基底状態を作る。第 2 音節の [o] 音は後舌で中程度の下顎の高さとしては低い基底状態を成す。「感度」の場合、撥音部に相当する coda-p の範囲内で第 1 音節から第 2 音節にかけての基底状態遷移が起こり、より sonority の低い (より口腔空間の狭い) [o] 音を

<sup>1</sup> なお C/D モデルでは、理論の自由度を制限するため、一発話内のシラブル三角形は相似形を成すという仮定を置く。

優先する形で基底状態が変化する。図 20 の舌体と下顎の変化に注目されたい。

こうした音節中核領域の周縁には、子音に関する周縁パルスである「オンセット・パルス (ons-p) およびコーダ・パルス (coda-p) が出力される。この ons-p と coda-p の特性に基づいて、各子音の瞬間的な命令が出され、その反応であるインパルス応答関数 (IRF) によって各子音の実時間特性が決まっていく。図 20 の「IRF」における  $f(k)$  が [k] 音の特性を、 $f(N, *H)$  が撥音の特性を、 $f(d)$  が [d] 音の特性を表す。<sup>2</sup>最終的に、母音の大局的な基底状態と子音の局所的な IRF によって、調音全体の定量的性質が計算される。例えば、図 20 における [k] 音の IRF である  $f(k)$  の時間範囲内で、[k] に含まれる要素 H と C が閉鎖区間を作り出し、同時に要素 H が声帯振動の抑制を引き起こす。この  $f(k)$  が閾値以下のレベルに達した時点で [k] 音の閉鎖区間が終わり、口腔空間が開放されると共に、声門の制御が始まっていく。声門制御が閾値を超えた時点で声帯が動し始めるため、口腔開放から声帯振動発生時までの時間が帯気音区間となる。その後、撥音の IRF である  $f(N, *H)$  や [d] 音の IRF である  $f(d)$  が閾値を超えるまでは [e] 音の母音区間が続く。その後、撥音の調音が始まる。

この撥音区間について、少し詳しく見てみよう。まず、入力情報 (21c) における自律分節的拡張は、C/D ダイアグラム (図 20) における第 1 音節のコーダパルス (coda-p) が及ぶ範囲内に、第 2 音節のオンセットパルス (ons-p) が食い込むことと対応する。このパルスの相互作用が、子音の IRF である  $f(N, *H)$  と  $f(d)$  の重畳を引き起こす。この結果、 $f(N, *H)$  と  $f(d)$  が重なっている範囲で [n] 音の調音指令が実現化する。 $f(d)$  の重畳を受けていない  $f(N, *H)$  の範囲では要素 N による鼻音化の指令だけが実現化されるため、これが母音 [e] 音の後半部における鼻母音化を引き起こす。一方、 $f(N, *H)$  と重畳していない  $f(d)$  の範囲で第 2 音節の頭子音 [d] 音が現実され、 $f(d)$  の終了後は [o] 音の母音区間が続く。このように、C/D モデルでは子音の帯気音化や撥音前の母音鼻音化といった現象を自然に導出でき、細かい音声現象を音韻論で無理に説明する必要がない。

こうした C/D モデルの利点は、(7b), (8) や (22), (23) で問題となる撥音が母音に挟まれた場合の変異音についても発揮される。まず、図 21 に「簡易」の C/D ダイアグラムを示す。図 21 との違いは、図 21 では第 2 音節のオンセット・パルス (ons-p) がなく、その結果、第 2 音節の IRF も出力されていない点にある。すなわち、調音位置の逆行同化を引き起こす明示的な出力がない。ここでポイントになるのは、調音において母音という大局的基底状態の上に子音が局所的に実現されるという性質である。「簡易」の場合、まず母音 [e] と [i] が大局的基底状態を成す。また撥音部では、音節末モーラという性質によって sonority の低い母音が好まれるため、[i] が基底になりやすい。この基底状態である [i] の上に、鼻音性をもたらす IRF である  $f(N, *H)$  が重畳していくため、結果的に鼻母音 [ɨ] に変異するのである。

<sup>2</sup> $f(k)$  は実際には  $f(H=U=C>C)$ 、 $f(d)$  は  $f(C>N>H)$  であるが、煩雑になるので本稿では略記する。

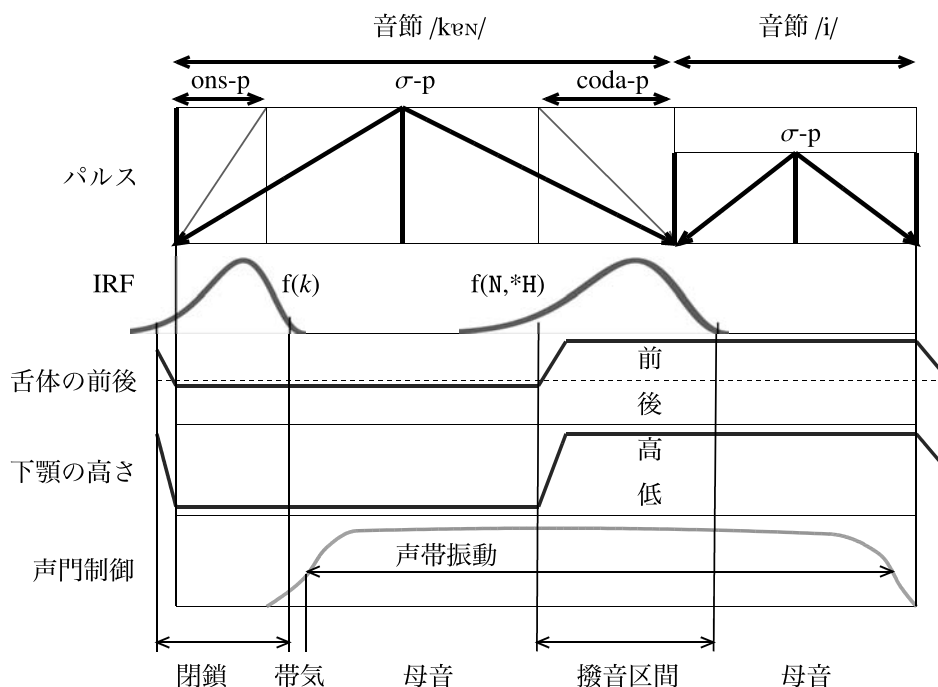


図 21: 「簡易」の C/D ダイアグラム

さらに、IRF の強度は調音の接触度に影響を及ぼす。例えば 松井 (2016b) は、バ行子音 [b] が [β] に弱化する現象を IRF の強度低下によって表現できることを示した。図 21 の場合も同様で、撥音部の IRF 強度が通常のものであれば撥音は鼻母音に変異するが、IRF の強度が通常より強ければ口蓋への舌接触が引き起こされるようになり、鼻子音への変異が起こるようになる。つまり、母音に挟まれた撥音に関しては、C/D モデルの入力情報は (22) であっても (23) であってもよい。どちらの入力情報であれ、母音 [i] が撥音部の基底状態を作るという同じ様な C/D ダイアグラムが生成され、撥音の IRF 強度が通常なら鼻母音に、丁寧にしっかりと発音したいといった理由により IRF 強度が強ければ鼻子音に変異することになる。

#### 5.10. C/D モデルに基づく促音の調音運動指令

次に促音の C/D ダイアグラムを見てみよう。前述した通り、促音には (20) のような基底形で情報が無いもの、(24) に示した {H, \*N} という情報を持つもの、(27) のような情報 {H} のみが指定されているものという 3 通りが考えられる。このうち、最も標準的な促音は (24) を入力とするものであろう。まず、(24b) を入力とする「カット」の C/D ダイアグラムを (22) に示す。この場合も、第 1 音節および第 2 音節の母音を作る大局的基底状態は今までの C/D ダイアグラムと変わらない。また「カット」のように無声子音に先

行する促音の場合は、付属モーラ部分における IRF の振る舞いも、図 20 に類似した性質を持つ。すなわち、促音の情報 {H, \*N} が後続子音 [t] : {C>H} に含まれる要素 H をほぼ完全に引きつけるため、後続子音 [t] の IRF である  $f(C>H)$  が促音の IRF である  $f(H, *N)$  の上にほぼ重畳していく。この結果、 $[ket^{\sim}to]=[ket:to]$  という重子音が成立する。

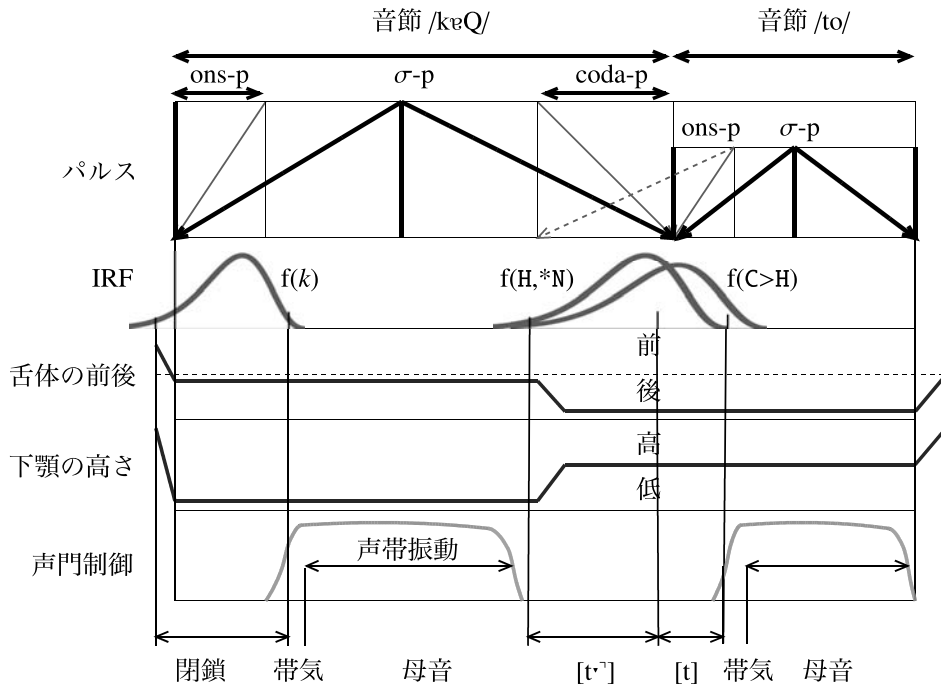


図 22: (24b) を入力とする「カッ」の C/D ダイアグラム

一方、有声子音が後続する「カッド」の入力情報 (24c) が生成する C/D ダイアグラムは多少複雑な IRF の特徴を持つ。「カッド」の場合、まず第 2 音節のオンセット・パルス (ons-p) は、[d] 音の IRF である  $f(C>N>H)$  という出力を生み出す。しかし (24c) の入力情報からも分かる通り、後続子音 [d] : {C>N>H} に含まれる要素のうち、[d] 音の有声性を生み出す要素 N の効果が、要素 N を抑制する促音 {H, \*N} の IRF によって、「 $f(H, *N)$ 」の効果が持続する時間内で押さえ込まれてしまう。この結果、促音の IRF である  $f(H, *N)$  と重畳するのは図 22 と同じく  $f(C>H)$  のみとなり、第 2 音節の子音は有声子音 [d] 音としてではなく、[t] 音として促音部に影響を与えることになる。この結果、促音部では無声阻害音 [t^~] しか生じない。しかし、促音の IRF である  $f(H, *N)$  の効果が閾値以下に下がった時点で、本来 [d] 音が持っている IRF である  $f(C>N>H)$  の  $f(N)$  が効果を発揮できるようになる。この結果、第 2 音節のオンセット部では子音 [d] 音が音声的に実現されていく。いずれにせよ、前述したように、促音の基底形が {H, \*N} という情報を持っている限り、full voicing であれば half voicing であれば、促音部に有声促音が出現することはない。

なお、音声表記の細かい話になるが、こうした状態で生じる「カッド」の IPA 表記は  $[\text{k}\epsilon\text{d}^{\text{r}}\text{d}\text{o}]$  ではなく、 $[\text{k}\epsilon\text{t}^{\text{r}}\text{d}\text{o}]$  と記した方がよいであろう。促音部が受動的に voiceless になっているのではなく、能動的に無声子音として発音されているからである。言い換えるなら、この促音を後続子音と一体化した「重子音」と呼ぶことは、音韻情報としてはもちろん、音声情報としても適切ではない。

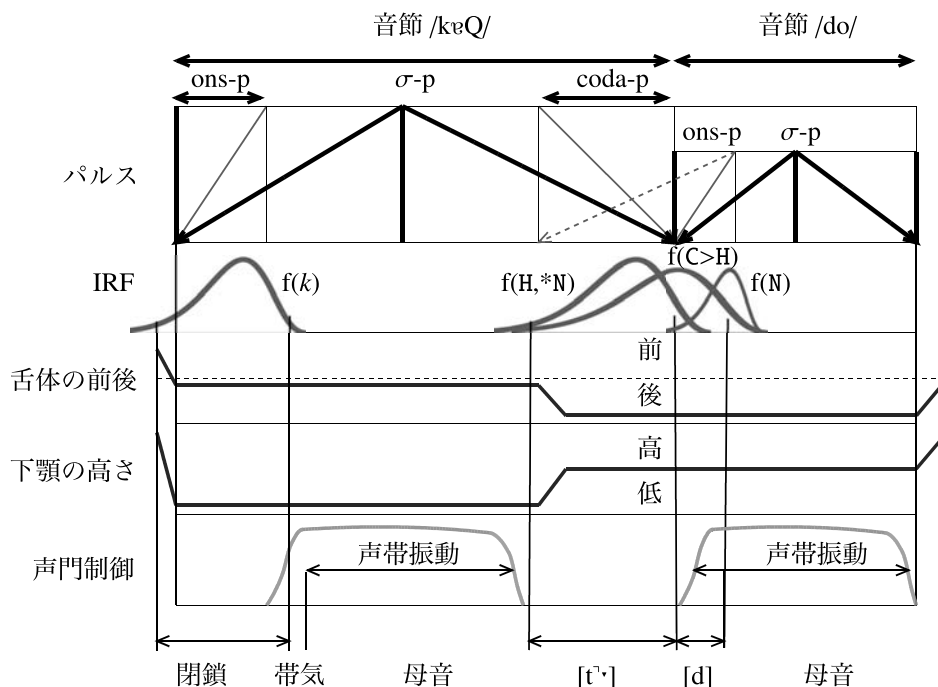


図 23: (24c) を入力とする「カッド」の C/D ダイアグラム

これに対して、基底形として {H} という情報のみを持つ促音は興味深い振る舞いを示す。まず後続子音が無声子音の場合は、入力情報 (24b) と (27b) にほとんど違いがないため、入力情報が生成する C/D ダイアグラムについても、図 22 とほぼ同一になる。しかし、後続子音が有声阻害音であった場合には、促音の基底形情報 {H} は様々な声帯振動パターンを生み出す。

まず、図 23 とほぼ同一のパルスで、促音の入力情報を {H, \*N} から {H} に変更した C/D ダイアグラムが、図 24 である (母音についてはこれまでの C/D ダイアグラムと違いはないので、舌体と下顎の情報を省く)。この場合、促音部ではほぼ完全に声帯振動が抑制されており、図 23 との違いはない。しかし、第 2 音節のシラブル・パルスが第 1 音節のシラブル・パルスと類似した強さになったとしよう。この状態における C/D ダイアグラムは、図 24 のように変化する。この図 24 において、第 2 音節の語頭子音に関する IRF である  $f(d)$  が非常に強く、促音の IRF である  $f(H)$  をオーバーライドしている点に注意さ

りたい。これによって、先行母音の声帯振動が残留し、また後続する有声子音の VOT がマイナス値となって、促音区間中に声帯振動が生じるようになる。ただし、促音区間の途中では、促音の IRF である  $f(H)$  が後続子音の IRF である  $f(d)$  を上回り、[d] 音の持つ声帯振動を抑制することができるようになるため、促音区間の途中で声帯振動が消失し、full voicing の有声促音にはならない。

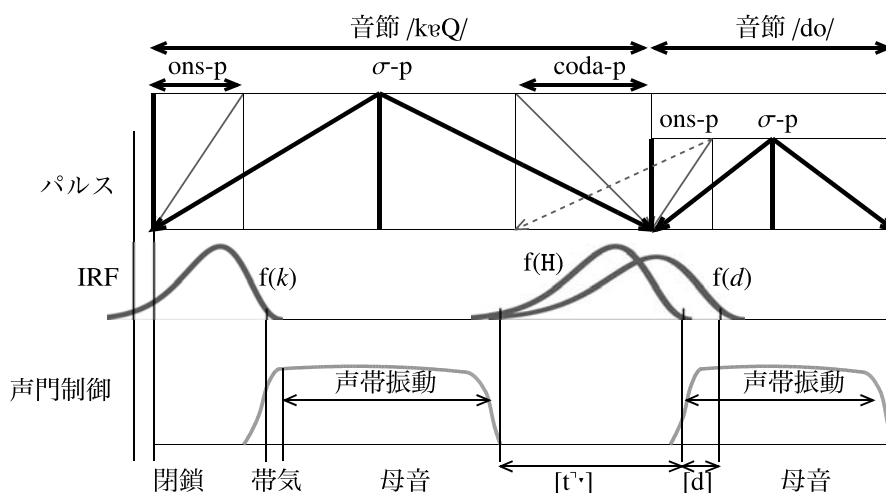


図 24: (27c) を入力とする「カッド」の C/D ダイアグラム

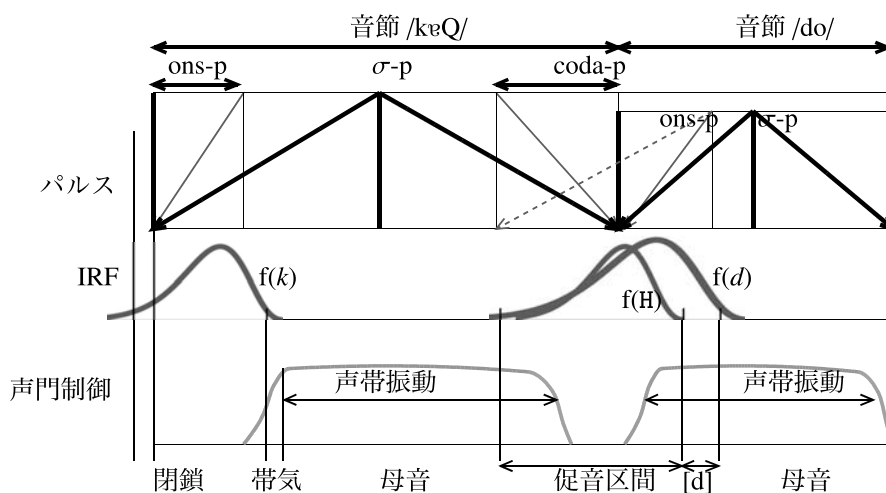


図 25: 第 2 音節のシラブル・パルスが強くなった「カッド」の促音部

さらに図 25 の状態から、第 2 音節の子音が通常の強度に戻ったとしよう。促音の開始部では、[d] 音の IRF である  $f(d)$  が促音の IRF である  $f(H)$  より素性実現値が若干強いいため、[d] 音の有声性が第 1 音節の母音が持っている声帯振動をコーダ位置に食い込む形で残留させる効果を持つ。しかし、促音区間の途中以降は促音の IRF である  $f(H)$  が  $f(d)$  の効果を上回るため、 $f(H)$  が閾値以下に収束するまで、声帯振動の抑制が掛かる。この結果、有声促音でありながら、やはり half voicing になってしまう。ただし、この場合の half voicing は、促音区間の最初だけに声帯振動が起り、その後は声帯振動が消えてしまう特徴を持つ。このように、促音の基底形情報が {H} のみの場合には、促音を持つ音節とそれに後続する音節のパルス強度によって、様々な half voicing のパターンを示す有声促音が生成されることになる。

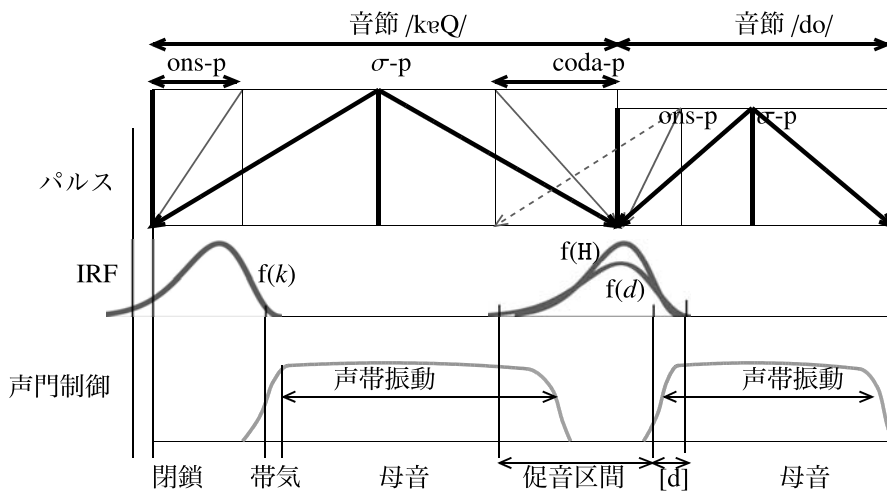


図 26: 第 2 音節のオンセット・パルスが通常の強度強になった「カッド」の促音部

最後に、(20) のような空のモーラを持つ促音について見ておこう。無声子音が後続した場合に C/D ダイアグラムは図 27 のようになり、当然のことながら促音部は後続子音によって完全な逆行同化を起こす。これまでの C/D ダイアグラムと異なり、撥音の IRF が出力されておらず、促音部は後続子音の IRF だけに被覆されている点に注意されたい。

一方、空のスロットを持つ促音に有声阻害音が後続した場合には、有声の後続子音に基づく IRF が促音全体を覆うため、完全な full voicing の有声促音が生じる。ただし声門上圧が上がりすぎて、受動的に声帯振動が留まってしまうことは考えられるだろう。この点については、C/D モデルにおける声門運動のモデルを 3 質量モデルに置き換えるなど、さらに精緻化する必要がある。また、空のスロットを持つ促音に鼻音が後続した場合には、C/D ダイアグラムにおいても撥音との違いがなくなってしまうことは言うまでもない。



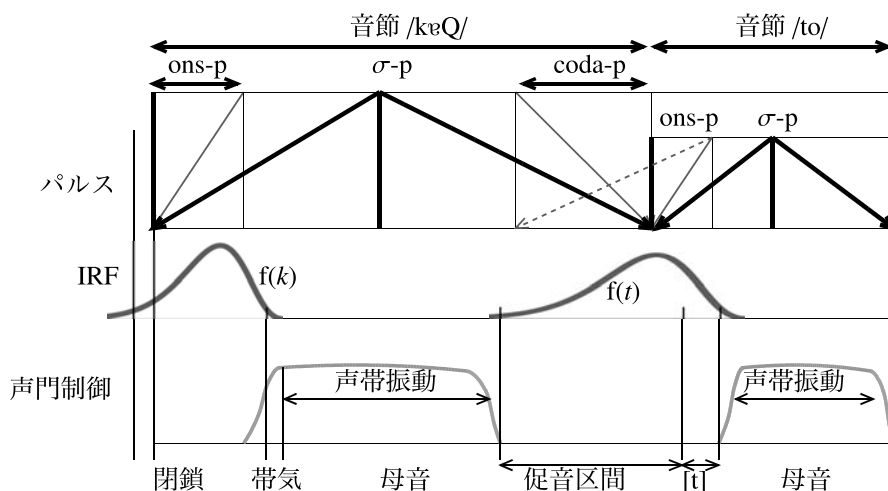


図 27: 空のスロットを持つ促音に無声阻害音が後続した時の C/D ダイアグラム

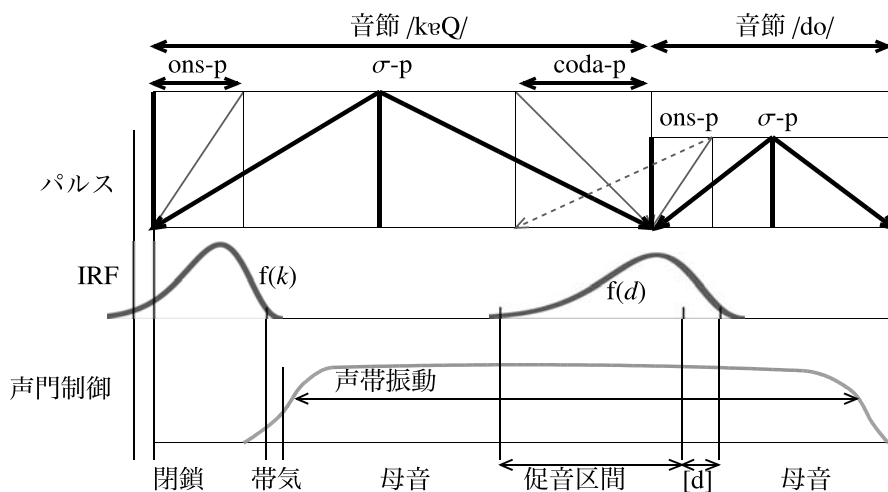


図 28: 空のスロットを持つ促音に有声阻害音が後続した時の C/D ダイアグラム

### 5.11. 総合論議のまとめ

最後に以上の議論をまとめておく。まず、促音であれ撥音であれ“CC”スロットが逆行同化を引き起こすのではなく、音節末コーダという sonority の低さ (口腔空間の狭さ) を要求する構造が、促音や発音の変異を引き起こす。これにより、母音に挟まれた撥音が「順行同化」を起こす可能性までも説明できる。また促音に関しては、これまで提

案されてきたような「空の情報」のみならず、基底形として {H, \*N} あるいは {H} という情報を持っている可能性も指摘した。促音が要素 H を持っていることで、“CC” スロットというシステムを用いなくても、促音が常に子音に変異することが保証される。一方、撥音は基底形として {N, \*H} を持つ。これにより、撥音は常に鼻音に変異することが保証される。

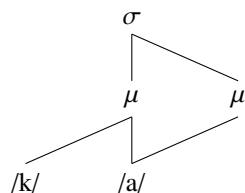
促音として指定される各基底形は、後続子音が有声音の場合に異なった振る舞いを示す。要素が存在しない「空のモーラ」を持つ促音は、後続子音が有聲阻害音の場合は full voicing が商事、後続子音が鼻音の場合は撥音との違いを失う。これに対し、{H, \*N} の情報を持つ促音では、後続子音が有聲阻害音であれ鼻音であれ、促音部では声帯振動が生じない。すなわち、有聲促音の生起は常に妨害される。一方、促音の基底形が {H} の場合は、後続子音が有聲阻害音であれ鼻音であれ、有聲促音の生起を許す。また、促音を持つ重音節と後続する音節との関係により、有聲促音は full voicing になることもあれば、half voicing になることもある。ただしこの違いは、C/D モデルにおける IRF が引き起こす現象で、音韻過程で生じるものではない。なお、いずれも基底形の場合でも、後続子音が無声音の場合は重子音が実現され、類似した結果を示す。

#### 5.12. 理論上の深刻な問題：長音の構造について

しかし、もしも本稿の議論が正しかったとしても、日本語の韻律構造に“C/V” スロットが必要ないという主張はできない可能性が高い。その一番深刻な理由が、長音の振る舞いである。(4) で見た通り、長音の生成には“VV” スロットに対する自律分節的拡張が必要と考えられてきた。もし“VV” スロットがなかったとしたら、長音はどのような構造を持つのだろう。

最も単純な答は、長音では (28) のように最初から 2 つのモーラに母音が結びつけられていると考えることである。ただしこのアプローチでは、「じつと見る／じーと見る」といった強調形における音節量の増加（モーラ構造の挿入）といった操作を加えた語彙の生成が難しくなるだろう。もちろん、「いたい→いてー」のような母音融合と同じく、一旦同一の母音を基底形として挿入しておき、その後に母音融合を起こすという操作を行えば、こうした現象も扱うこと自体はできるのだが、おそらく誤った説明であろう。

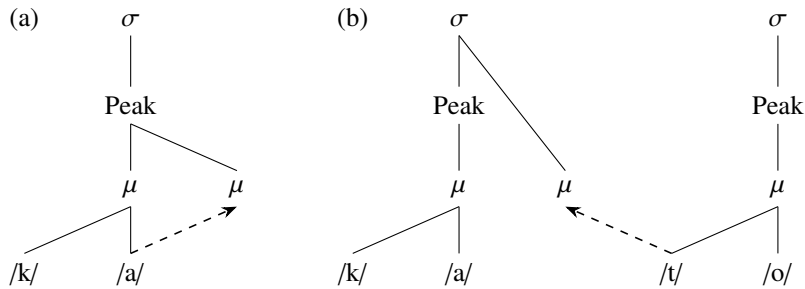
(28) 最初から要素がモーラに結びつけられた長音の構造



他のアプローチとしては、(29) のように音節とモーラの間に peak という段階を設けることが考えられるだろう。Peak に支配されているモーラは、音節末モーラと違い、sonority の低さを要求されないで、母音の自律分節的拡張を許す。一方、音節に直接支配され

ているモーラは、本稿で議論したように、sonority の低さが要求されるので先行母音の自律分節的拡張を許さない。確かに英語の音節構造には、こうした peak や nucleus という段階があると思われるいくつかの現象がある。ただし、日本語の音節構造において、peak という構造が積極的な役割を果たす音韻形態現象は見出しがたい。

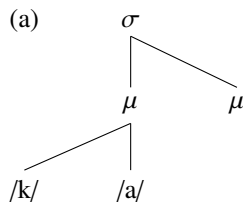
(29) Peak を設定した (a) 長音 (カー) と (b) 促音 (カット) の構造

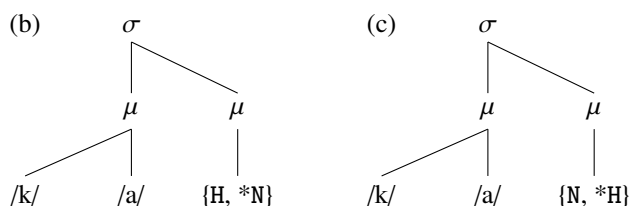


また本稿で議論した促音の基底形について、空のモーラを認めないというアプローチもあり得るだろう。もし促音に空のモーラを認めないとするなら、促音は {H, \*N} か {H} という情報を持ち、撥音は {N, \*H} という情報を持つため、この基底形の時点で既に促音と撥音は特定できてしまう。そうすると、空のモーラこそが長音の特徴であると考えることができよう。

このアプローチでは、(30a) の構造に子音が後続した場合、その子音が空のモーラに対して自律分節的拡張を持つのではないかという疑問が生じる。これについては、自律分節的構造は音節内で起こった方がよい (すなわち逆行同化よりも順行同化が優先される) という制約を与えておく と 解決策が考えられよう。本稿では、一貫して音節末モーラは sonority の低い要素を要求するというアプローチを採ってきたが、実はこれにこだわる必要はない。促音が {H, \*N} か {H} という情報を持ち、撥音が {N, \*H} という情報を基底形で持つのであれば、この情報そのものが母音より sonority の低い要素を要求していることになるからである。したがって、音節末モーラが sonority の低さを要求しているのではなく、促音や撥音の基底形そのものが sonority の低さを要求していると考えればよい。

(30) (a) 長音、(b) 促音、(c) 撥音の基本構造





しかしこのアプローチを採用してしまうと、促音や撥音に空のモーラを認めることができなくなるため、(20)で述べた「真」という形態素の振る舞いや、ある種の強調形を適切に説明することができなくなってしまう。

実は、C/Dモデルの枠組みからいうと、(28)のアプローチが最も扱いやすい。撥音や促音と違って、母音は短母音であろうと長母音であろうと、明確な大局的基底状態を作るからである。また、シラビーム方言においても、撥音や促音と違って、長母音の存在はあまり明確なものではない。こうした長音の構造についても、今後の課題としたい。

## 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)「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」(平成26年度～平成29年度、研究代表者：松井理直、課題番号：26370467)による援助を受けました。また鹿児島串木野方言の調査に関して、神戸松蔭女子学院大学・黒木邦彦准教授に大変お世話になりました。ここに記して感謝致します。

## 参考文献

- Anderson, John and Jacques Monica Durand (1987) *Explorations in Dependency Phonology*. Dordrecht, Netherlands: Foris Publications.
- Charette, Monica (1991) *Conditions on Phonological Government*. Cambridge: Cambridge University Press.
- 藤村靖・大泉充郎 (1972) 『音声科学』 東京大学出版会, 東京.
- 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.
- Fujimura, Osamu and Julia C. Williams (2008) Prosody and syllables. 『音韻研究』 11: 65–74.
- 郡司隆男 (1994) 『自然言語』 東京: 日本評論社.
- Harris, John (1994) *English Sound Structure*.
- Itô, Junko. and Armin. Mester (1995) Japanese phonology. In: Goldsmith, John A. (ed.) *The Handbook of Phonological Theory*: 817–838. Oxford: Blackwell.

- Kawahara, Shigeto (2014) Japanese has syllables: A reply to Labrune (2012). LingBuzz web site (<http://ling.auf.net/lingbuzz/002171>), December, URL: <http://ling.auf.net/lingbuzz/002171>.
- Kawahara, Shigeto (2015a) The C/D model as a theory of the phonetics-phonology interface. 『音声研究』 18 (3).
- Kawahara, Shigeto (2015b) The phonetics of sokuon, obstruent geminates. In: Kubozono, Haruo (ed.) *The Handbook of Japanese Language and Linguistics: Phonetics and Phonology*: 43–73. Leiden: Mouton.
- Kochetov, Alexei (2014) Japanese in the typology of nasal place assimilation: Electropalatographic evidence. *Formal Approaches to Japanese Linguistics (FAJL)* 7, Handout.
- 窪蘭晴夫・本間猛 (2002) 『音節とモーラ』, 英語モノグラフシリーズ 東京: 研究社.
- Kuroda, Shige-Yuki (1965) *Generative grammatical studies in the Japanese language*. Ph. D. dissertation, Massachusetts Institute of Technology.
- Labrune, Laurence (2012) Questioning the universality of the syllable: Evidence from Japanese. *Phonology* 29(1): 113–152.
- 前川喜久雄 (2010) 「日本語有声破裂音における閉鎖調音の弱化」『音声研究』 14 (2): 1–15.
- 北原真冬 (2008) 「書評: 藤村靖著『音声科学原論』岩波書店 2007」『音声研究』 12 (1): 63–69.
- 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.
- 松井理直 (2016a) 「C/D モデルにおける閉鎖要素と摩擦要素について」 *Theoretical and Applied Linguistics at Kobe Shoin* 19: 57–100.
- 松井理直 (2016b) 「日本語分節音の音韻要素表現とその内部構造」田中真一他 (編) 『音韻研究の新展開: 窪蘭晴夫教授還暦記念論文集』: 211–248. 開拓社, 東京.
- 松浦年男 (2012) 「有声阻害重子音の音声実現における地域差に関する予備的分析」『第26回日本音声学全国大会講演論文集』: 37–42.
- 松浦年男 (2016) 「天草諸方言における有声促音の音韻論的・音声学的記述」『国立国語研究所論集』 10: 159–177.
- 村木正武・中岡典子 (1989) 「撥音と促音—英語・中国語話者の発音—」杉藤美代子 (編) 『講座日本語と日本語教育第3巻』: 139–177. 東京: 明治書院, 東京.
- Nishimura, Kohei (2003) *Lyman's Law in loanwords*. M. A. Thesis, Nagoya University.
- Pollard, Carl J. and Ivan A. Sag (1994) *Head-Driven Phrase Structure Grammar*. Chicago: University of Chicago Press.
- 斎藤純男 (2006) 『日本語音声学入門』三省堂, 東京.
- 服部四郎 (1951) 『音声学』岩波書店, 東京.
- 高田三枝子 (2013) 「有声破裂音の後続する促音閉鎖区間の有声性に関する音声パターン」『明海日本語』 18: 15–30.
- 高田三枝子 (2017) 「有声破裂音の後続する促音閉鎖区間の有声性に関する音声パターン」

ン」: 90–95.

吐師道子・小玉明菜・三浦貴生・大門正太郎・高倉祐樹・林良子 (2016) 「日本語語尾撥音の調音実態: X線マイクロビーム日本語発話データベースを用いて」『音声研究』 18 (2): 95–105.

Vance, Timothy J. (2008) *The sound of Japanese*. New York: Cambridge University Press.

Yamane, Noriko (2013) 'Placelessss' Consonants in Japanese: An Ultrasound Investigation. Ph.D. dissertation, The University of British Columbia.

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

(受付日: 2017 年 12 月 10 日)