

音声持続時間からみた日本語無声破裂音の性質

The temporal features of Voiceless Plosives in Japanese

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

The *plosives* in IPA (International Phonetic Alphabet) are defined by the closed interval of the articulatory constct, burst point and rapid opening movement. In contrast, the *stop sound* has only a closed section, not a plosive point and an open section. The English speech sounds [p], [t], [k] can be recognized as a plosive from the behavior of the coda consonant. On the other hand, it is not clear whether the Japanese sounds [p], [t], and [k] are plosives or stop sounds. In this study, we discuss this problem from the point of view of real-time articulatory features. In conclusion, it is appropriate to regard the Japanese sounds [p], [t], [k] as *stop sounds* rather than *plosives*.

Keywords — Japanese speech sounds, articulation, consonant, plosives, stop, duration, Electropalatography (EPG)

1. はじめに

1.1 研究の要旨

国際音声記号における破裂音は、一定の長さを持つ閉鎖区間と破裂時点および急速な開放区間によって定義される。これに対し、閉鎖音は閉鎖区間のみを持ち、破裂時点と開放区間を持たない。英語音声の [p], [t], [k] 音は音節末子音の振る舞いから、破裂音と認定できる。一方、日本語音声の [p], [t], [k] 音については破裂音か閉鎖音か明確でない。本研究では実時間の点からこの問題について議論を行う。結論として、日本語の [p], [t], [k] 音は破裂音というより閉鎖音と見なす方が妥当であることを述べる。

1.2 研究の目的

国際音声記号 (International Phonetic Alphabet ; 以下 IPA と略す) では、破裂音を口腔内に比較的長い時間の完全閉鎖を持つと共に、閉鎖後に口腔内の完全閉鎖が開放される調音動態として定義を行う。さらに IPA ではこの破裂音に2種類の変異を認め、開放区間のない調音方法を閉鎖音ゆつくりとした開放区間を持つ調音方法を破擦音と呼ぶ。閉鎖音は「開放なし」を示す補助記号 “̚” を

用いて [t̚] のように表し、破擦音は破裂の記号と摩擦の記号を合わせて [ts] のように書く (IPA tie の符号は任意)。図1にこれらの概念図を示す。

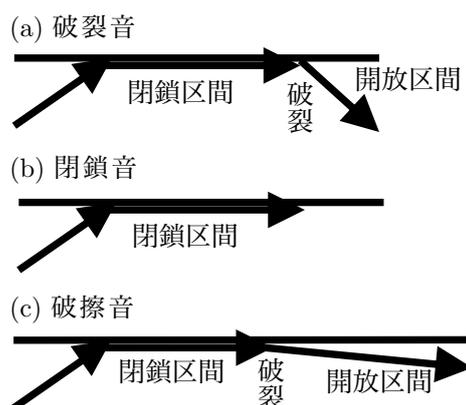


図1 IPAにおける破裂音の変異

英語では、音声頭子音が閉鎖性を伴う無声阻害音 [p], [t], [k] で始まる場合、[p^hit] のように強い帯気音を伴う。これは、口腔内の開放が喉頭の声門開大よりも遅れていることを示す。一方、英語の音節末子音は [bit] / [bit̚] のように破裂音で発音されることもあれば、閉鎖音で発音されてもよい。こうした英語の [p], [t], [k] の性質は、それらが基本は破裂音であり、音節末子音のような弱化しやすい所では自由変異として閉鎖音に弱まることがあると解釈してよいだろう。

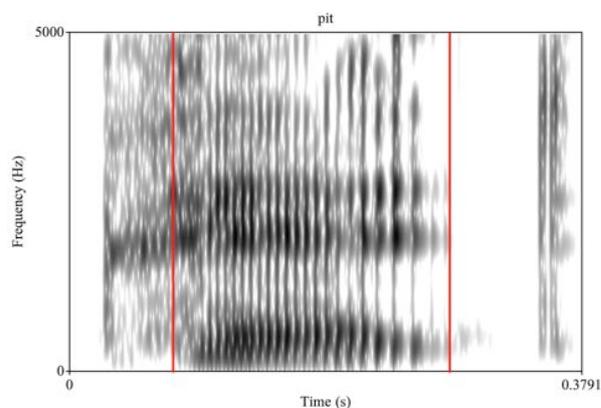


図2 英語における帯気音を伴う “pit” の p 音

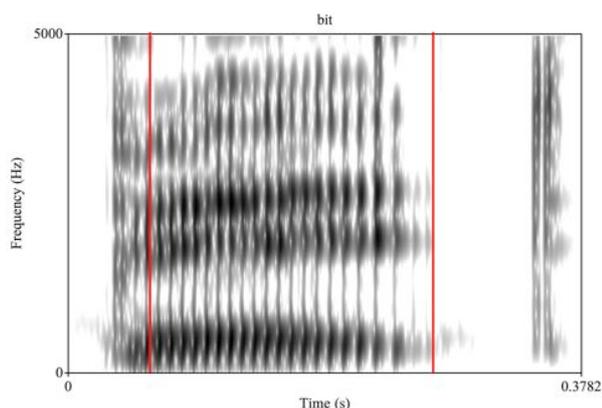


図3 英語における開放を伴う“bit”のt音

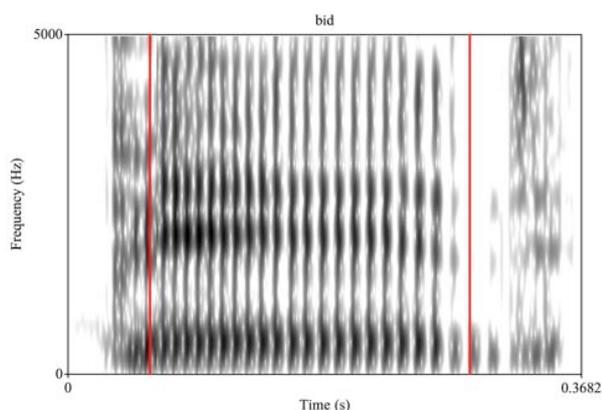


図4 英語における開放のない“bit”のt音

一方、日本語の [p], [t], [k] が基底情報として無声破裂音なのか無声閉鎖音なのかという問題は、これまでほとんど取り上げられてこなかった。その理由は、日本語において破裂か閉鎖かという違いがほとんど意味を成さないと考えられてきたからであろう。日本語は、撥音と促音を除いて、子音連続や音節末子音を許さない開音節言語である。したがって、日本語のパ行・タ行・カ行の子音は、基底情報が破裂であろうと閉鎖であろうと、必ず後続する母音に向かって必ず開放を伴う。この調音動態は安定しており、英語の音節末子音のような自由変異は認められない。したがって、日本語の [p], [t], [k] が無声破裂音なのか無声閉鎖音なのかという違いは、些細な問題として等閑視されてきたのも当然のことであった。

しかし、定量的な調音モデルである Articulatory Phonology (Browman 1992) や Converter/Distributor model (Fujimura 2002, 藤村 2007; 以下 C/D モデル) においては、破裂か閉鎖かという違いを無視できない。こうした定量的モデルでは、口腔閉鎖の開放が積極的に行われるか否かが実時間上の特性を決めるパラメータに違いをもたらすからであ

る。言うまでもなく、これらのモデルでは、定量的な調音動態の基になる質的な入力情報に開放性の情報が含まれるか否かという問題も検討しなければならない。本稿では、こうした定量的調音モデルを念頭に置き、日本語の [p], [t], [k] が無声破裂音なのか無声閉鎖音なのかを同定するため、生理学的指標と実時間特性の指標を用いた分析を試みる。

1.3 破裂／閉鎖に関連する先行研究

前述したように、日本語の [p], [t], [k] 音が無声破裂音なのか無声閉鎖音なのかという問題を検討した先行研究は少ない。その中で、服部 (1954) は、日本語の [p], [t], [k] 音を基本的に閉鎖音であるとし、ラ行子音と共に、音節頭のパ行子音・バ行子音・タ行子音・ダ行子音・カ行子音・ガ行子音・ラ行子音を破裂的閉鎖音としている。なお、ラ行子音は母音間では破裂的閉鎖音ではなく、弾き音であるとしていることから、服部が持続時間も含めた閉鎖区間の特性を重視していることが伺えよう。

一方、斎藤 (2006) は音節頭子音の [p], [t], [k] 音を無声破裂音と見なしているようである。ただし、斎藤は著書の中で破裂音と明記しているわけではない。しかし、無声破裂音が後続する促音「ッ」の変異に関する記述を見てみると、「一步」を [ipˈpo] ([ipˈo]), 「一途」を [itˈto] ([itˈo]), 「一個」を [ikˈko] ([ikˈo]) と表記し、音節末子音 (すなわち促音部) の [pˈ], [tˈ], [kˈ] 音と音節頭子音の [p], [t], [k] 音を明確に書き分けている。これは、音節末子音の [pˈ], [tˈ], [kˈ] 音が閉鎖音であるのに対し、音節頭子音の [p], [t], [k] 音は破裂音であることを意識したものであろう。興味深いことに、斎藤は 1996 年に出版した『日本語音声学入門』の初版では、「一步」を [ippo] ([ipˈo]), 「一途」を [itto] ([itˈo]), 「一個」を [ikko] ([ikˈo]) と表記しており、音節頭子音と音節末子音における開放性の有無については書き分けていない。それだけに、斎藤が改訂版において促音部に無開放の補助記号“ˈ”を追記したのは、破裂と閉鎖の違いを重視したからと推測できよう。

このように、少なくとも日本語の音節頭に生じる [p], [t], [k] 音が無声破裂音なのか無声閉鎖音なのかという点について、研究者の間で意見が一致しているとはいいがたい。

1.4 要素理論に基づく日本語の唇音退化・八行転呼

次に、二項対立的な音韻素性ではなく、単性的な音韻要素 (element) を用いる要素理論の面から、破裂／閉鎖の問題を見てみよう。例として、日本語の唇音退化・八行転呼を要素理論から分析した

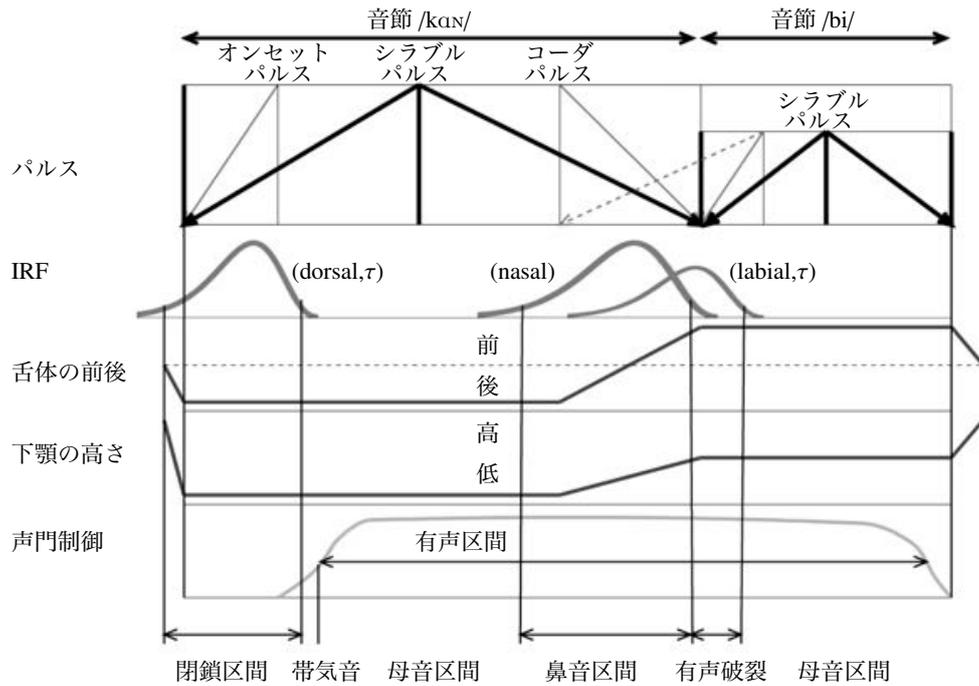


図5 「甘美」の C/D ダイアグラム

Nasukawa (2016) を取り上げる。

よく知られているように、和語形態素や漢語形態素におけるハ行子音は、「歯／出っ歯」「昼／真っ昼間」「尻／最後っ尻」「筆談・毛筆／一筆・鉛筆」「歩道・競歩／一步・散歩」のひょうに、しばしばハ行子音と音韻形態的な交替を起こす。また、羽根 [hä(ne)], 十羽 [pä], 二羽 [wä] のように、母音間ではワ行音に代わっていく。これらの現象は唇音退化およびハ行転呼と呼ばれるもので、歴史的に、両唇をしっかりと閉じる [p] 音が両唇間に薄い隙間の空く [ɸ] 音に弱化し、さらに形態素頭では両唇性をも失った [h] 音に、母音間では摩擦性を失った [w] 音に変化していった過程の反映である。

Nasukawa (2016) は、この唇音退化・ハ行転呼を要素理論の要素喪失過程として捉えられると主張した。要素理論では、要素 N は単独では有声口蓋垂鼻音として存在可能なカテゴリーであり、要素 h は単独では無声声門摩擦音、単独の要素 q は声門破裂音としての実体を持つ。この性質から、要素 N, h, q が複合要素を構成した時に (1) のような特性を表す。したがって、例えば両唇阻害音は (2) のような複合要素を成す。

- (1) a. 要素 N: 有声性や鼻音と関係 (periodicity).
 b. 要素 h: 無声や摩擦音に關係 (aperiodicity).
 c. 要素 q: 完全閉鎖に關係 (closure).
- (2) [p]: {h, q, U} [b]: {N, q, U} [m]: {N, U} [ɸ]: {h, U} [β]: {N, h, U}

(2) の表示に基づき、Nasukawa (2016) は「羽」などに見られる日本語の唇音退化およびハ行転呼を次のような要素の喪失過程と分析した。すなわち、[p]: {h, q, U} の要素 q が失われて [ɸ]: {h, U} となり、さらに残った要素のうち h か U のいずれかを失って [h]: {h} または [w]: {U} に変化する過程である。この考え方に従うと、「寂しい」の [b] 音「さみしい」という [m] 音に弱化するの、[b]: {N, q, U} から要素 q が失われる過程と見なすことができよう。また、英語の t 音が母音間で歯茎はじき音や声門破裂音に変異する現象も、[t]: {q, h, I} から要素 h が失われて [ɾ]: {q, I} や [ʔ]: {q} と変異する過程と見てよい。

要素理論に基づく、[p] 音を構成する要素群 {h, q, U} のうち、h 要素は [p] 音における無声性をもたらすと共に、潜在的に [ɸ] への変異をもたらす摩擦性を与える役割を担う。すなわち、[p] 音は潜在的に開放性を持っており、これは [p] 音が基底では閉鎖音ではなく、破裂音の性質を持つことを示す。

しかし、こうした分析で捉えられない現象もある。例えば、日本語やスペイン語では有声破裂音 [b], [g] が母音間で弱化し、摩擦音に変化しやすい。弁別素性を用いるなら、この現象は母音の [+continuant] 素性が子音に波及した結果という形で変異の動機を説明できる。一方の要素理論では、有声破裂音は無声破裂音と異なり要素 h を持たないため、有声破裂音の弱化を説明するためには要素 q と要素 h の交換過程を考えなければなら

ない。しかし、原子要素という実在性を伴う表示を用いる要素理論において、母音間でこうした交換過程の起こる動機が明確でない。(1a), (1b) から分かる通り、無声阻害音は無声性に関わる摩擦要素 h を構成成分として持つが故に摩擦音に変わる可能性を潜在的に持っているが、有声阻害音は要素集合にこの摩擦要素 h を含まないため、摩擦化する潜在的可能性を導出できないのである。従来の要素理論では、こうした変異を十分に捉えることができていない。

1.5 C/D モデルについて

藤村靖が提案した C/D モデルでは、調音運動を音節の大きな流れ上に局所的な子音動作が重畳したものと見なす。例えば「甘美」という語の調音運動は、母音 “ä, i” が作る大きな調音変化に子音 “k, m, b” が局所的に影響を与える形で計算される。分節音の情報である素性情報も、音素単位ではなく音節単位で与えられ、音韻要素のような単一的素性の集合を成す。C/D モデルでは、こうした音韻素性・韻律・発話スタイルといった定性的情報を「シラブル・パルス」を中心とした定量的性質に変換し (convert), その中に素性の定量的特徴を分配 (distribute) する。図 5 に、この変換/分配の様子 (C/D ダイアグラム) を示す。太線で示された 2 箇所の縦棒がシラブル・パルスで、全ての計算の元となる。

このシラブル・パルスの強度によって、音節およびその中核領域 (通常は母音) の「実時間領域」や強さが決まっていく。例えば、「甘美」の場合は最初のシラブル・パルスが強いため、第 1 音節の持続時間が長い。こうした抽象的な音節時間領域は、シラブル・パルスの頂点から左右に伸びる「シラブル三角形」(図 5 の太い矢印) で示される。なお C/D モデルでは、理論の自由度を制限するために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いている点に注意されたい。

日本語の韻律構造は基本的に開音節であるため、撥音と促音を除くと、音節構造はモーラと一致する。したがって、シラブル・パルスの強度が一定であれば、音節はモーラ等時性を持つ。一方、シラブル・パルスの強度が強ければ、音節内における子音と母音は補償効果を持ちながら、音節全体の持続時間が長くなる方向性で調音が実現される。すなわち強いシラブル・パルスの元では、子音の持続時間も、母音との補償効果が保たれる限り、音節全体の持続時間に従って長くなりやすい。

このことから、次の仮説を立てることができる。もし、日本語の [p], [t], [k] 音が破裂音であるなら、音節の持続時間が長くなる (シラブル・パルスが

強くなる) にしたがって、母音との補償効果が保たれる範囲内で、閉鎖区間の持続時間も開放区間の持続時間も長くなる傾向を示すはずである。一方、日本語の [p], [t], [k] 音が破裂音であるなら、音節の持続時間が長くなると、母音との補償効果が保たれる範囲内で、閉鎖区間の持続時間も長くなるが、開放区間の持続時間は音節持続時間との相関は観測されないであろう。

2. 仮説の検証

2.1 モーラにおける頭子音と母音との補償効果

日本語音声において、頭子音と主母音の間に実時間上の補償効果が生じることはある程度成立すると思われる。図 6 に示したグラフは、日本音響学会が出している音声データベースから 500 文を選択し、 $C_1V_1C_2V_2C_3V_3$ の連鎖について、各子音の平均持続時間を計測した結果である。大まかな傾向ではあるが、頭子音 C_2 と主母音 V_2 間に、頭子音が長いほど主母音が短くなるという時間補償効果が見て取れるだろう。(??b) の構造を組み込んだ C/D モデルにおいても、この現象は、主要なシラブル・パルスが自立モーラの実時間特性を決め (付属モーラの実時間特性は周辺パルスによって決まる), その中で頭子音と主母音が持続時間を分け合うという形で説明が付く。

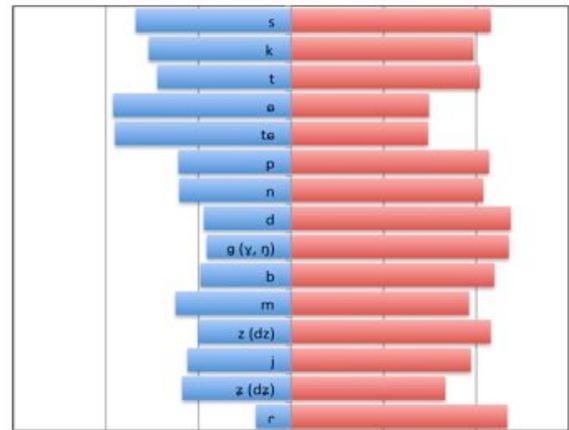


図 6 語中のモーラにおける先行子音・後続母音間の時間補償効果

2.2 シラブル・パルスの強度が持続時間に与える影響

しかし、図 6 の結果はあくまで平均値に過ぎない。実際の発話では、少なくとも物理的な実時間上の持続時間はかなりの変動を持つ。例えば、上記のデータベースから得られるタ音における子音持続時間と母音持続時間の分布を図 7 に示す。グラフから分かる通り、単純に物理的な持続時間という観点から見ると、子音と母音の間で常に代償

効果が起きているわけではない。子音持続時間が同じであっても、母音の持続時間は様々な範囲を持っており、結果的にモーラ全体の持続時間も大きく変動する。線形混合分析でも、母音持続時間に与える子音の効果は弱いもので、単純相関としても相関係数は0.2ほどである。

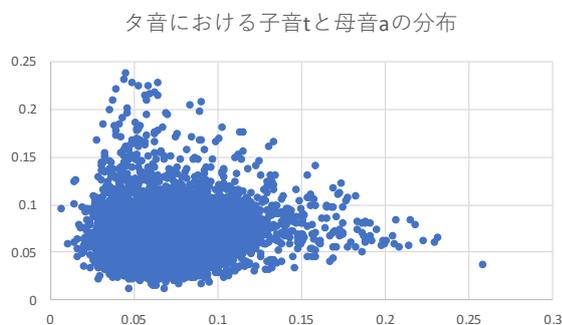


図7 夕音における子音持続時間と母音持続時間の分布

しかし、子音持続時間とモーラ持続時間、あるいは母音持続時間とモーラ持続時間については、分散は大きいものの、ある程度の因果関係を持つ。同じく、夕音における子音持続時間とモーラの関係を図8に、母音持続時間とモーラの関係を図9に示す。このことは、子音のインパルス応答の強さにシラブル・パルスの強度が一定の影響を与えていることを意味する。

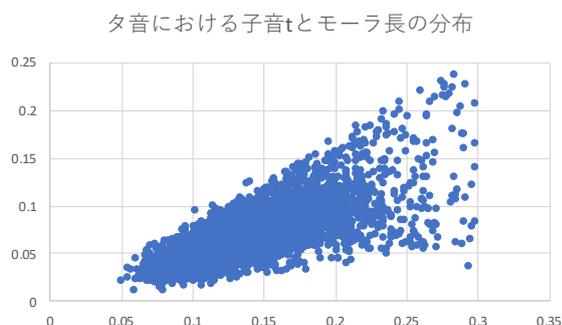


図8 夕音における子音持続時間とモーラ持続時間の分布

夕音における母音aとモーラ長の分布

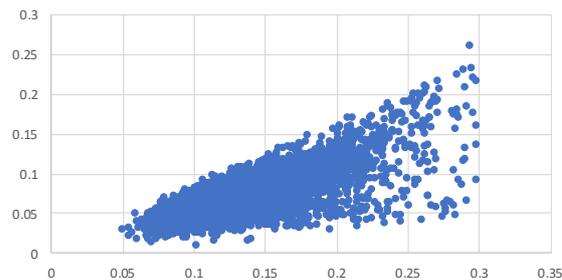


図9 夕音における母音持続時間とモーラ持続時間の分布

破裂音のみならず、無声摩擦音でも同様の傾向を示す。破裂子音でも摩擦子音でも、母音持続時間からモーラ長への予測は説明力が高く、子音持続時間からモーラ長への予測も一定の説明力を持つ。ただし、両者を比較すると、母音持続時間のほうがモーラ長への影響が強い。

サ音における子音とモーラの分布

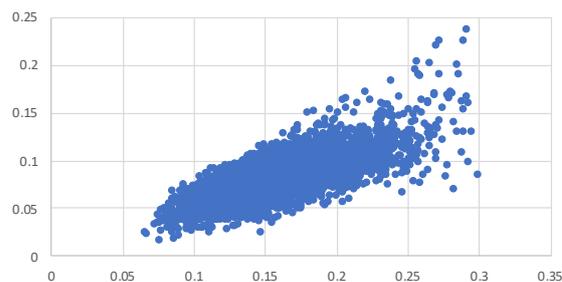


図10 サ音における子音持続時間とモーラ持続時間の分布

サ音における母音とモーラの分布

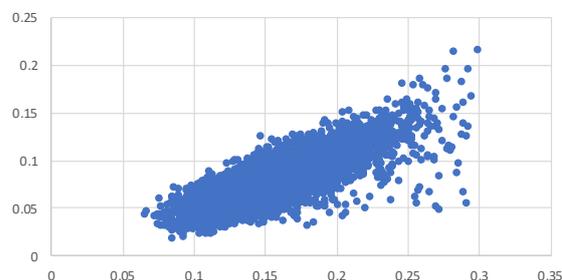


図11 サ音における母音持続時間とモーラ持続時間の分布

なお、夕音における子音持続時間とモーラの関係である図8とサ音における子音持続時間とモーラの関係である図10を比較すると、破裂音である[t]音のほうが[s]音よりもデータの分散が大きい。

2.3 閉鎖区間・解放区間の時間特性

次に、上記のデータにおけるタ音の子音持続時間を、閉鎖部と帯気が起こっている開放部とにわけよう。タ音における子音閉鎖持続時間とモーラ持続時間の分布を図 12 に、タ音における開放部持続時間とモーラ持続時間の分布を図 13 に示す。タ音における子音閉鎖持続時間はモーラ持続時間との間に正の相関を持つが、タ音における開放部持続時間はモーラ持続時間との間に相関をほぼ持たないことが見て取れる。これは、[t] 音における開放がシラブル・パルスの影響を受けておらず、受動的に引き起こされていることを示す。すなわち、これらの時間特性は日本語の [t] 音が破裂音ではなく、閉鎖音であることを支持するデータといえる。

タ音における子音閉鎖部とモーラ長の分布

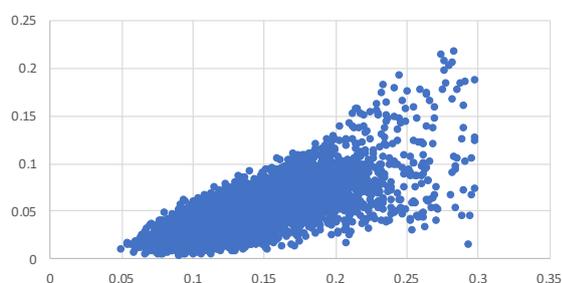


図 12 タ音における子音閉鎖持続時間とモーラ持続時間の分布

タ音における子音帯気部とモーラ長の分布

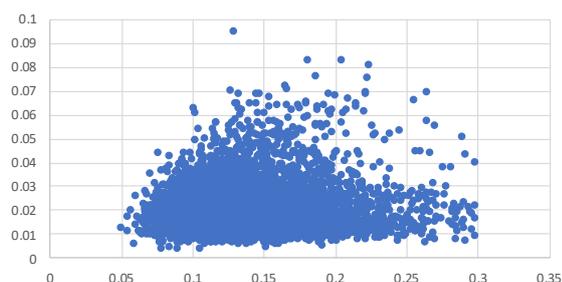


図 13 タ音における開放部持続時間とモーラ持続時間の分布

3. EPG を用いた [t] 音の調音動態に関する実験

3.1 実験方法

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。実験は慶應義塾大学および大阪保健医療大学で行われ、実験所要時間は25分～40分程度であった。

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。この人工口蓋床は異なる話者の調音を比較できるように標準化され、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。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。

3.2 実験に用いた刺激語の特性

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 $C_1VC_2V-C_1VC_2V$ (単子音条件) および $C_1VC_2C_2V-C_1VC_2V$ (促音条件) という構造を持つ。なお EPG の特性から、今回の実験では子音 C_2 を歯茎音・歯茎硬口蓋音に限定している。

3.3 無声歯茎破裂音 [t]/[t:] の結果

EPG データの解析には、Articulate Instruments Ltd. の開発したソフトウェア Articulate Assistant を使用した。EPG パターンは舌の接触がない場合に null 値が生じるため、単子音／促音における接触パターンの有意差検定にはフリードマン検定を用い、統計量 χ^2 を求めている。なお、被験者によって EPG の接触パターンに違いがあったため、本研究では発話者4名のデータを丸め込むことはせず、各被験者ごとに単子音／促音の有意差を検討した。

まず、(??) に示した [t] 音の EPG パターンについて見てみる。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 15 に示す。

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 についても同様で、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。

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

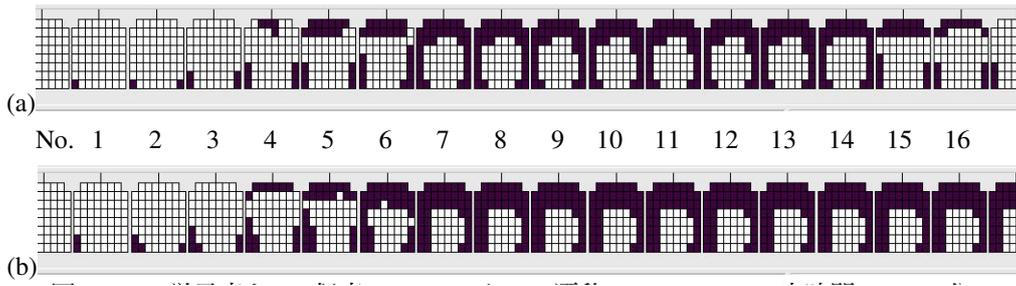


図 14 (a) 単子音と (b) 促音の EPG パターン遷移 (16 フレーム・実時間 160 ms 分)

いくつかの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。

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)。

まず、この 1 モーラ分の遷移パターンから分かることは、促音部において一切の口腔内開放が行われていないことである。すなわち、斎藤 (2006) でも指摘されているように、促音部における [t] 音は閉鎖音であって、破裂音ではない。

また、単子音／促音を比べた場合、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、すなわち後続母音が存在するか否かに起因していると考えられる。

なお、単子音と促音とで潜在的な調音計画自体が異なっている可能性について、有声子音 [d] においても、発話者 4 名全てで、促音 [d:] における舌の接触面積が単子音 [d] の時よりも有意に増大していた。例として、話者 M1 における EPG パターンを図 16(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、有意差が認められた。無声阻害音のみならず有声阻害音でも同様の現象が生じているということは、こうした調音動態が喉頭制御の影響ではなく、純粋に口腔内制御の問題であることを意味する。

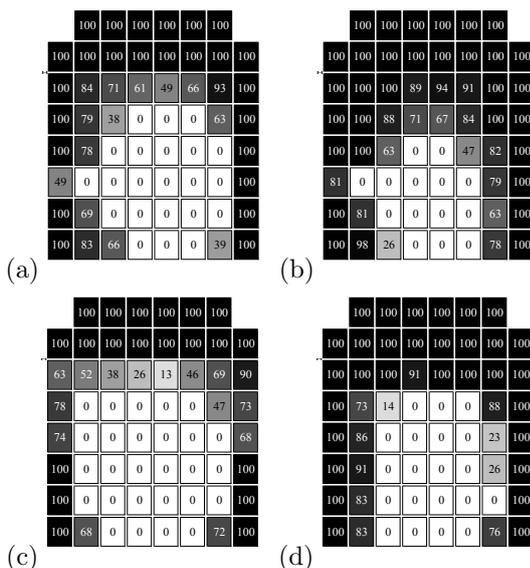


図 15 (a) 話者 M1 の単子音 [t], (b) 促音 [t:], (c) 単子音 [t], (d) 促音 [t:] (F2) の EPG

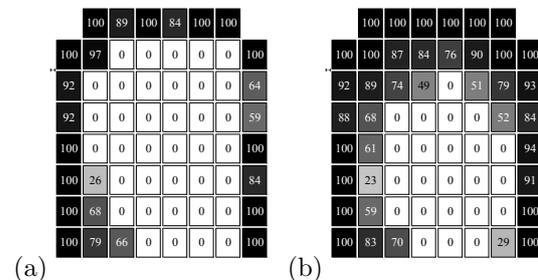


図 16 (a) 話者 M1 の語中単子音 [d], (b) 促音 [d:] の EPG パターン

ここまで述べてきた [t] 音の時間的特性および

調音動態の特徴から、日本語音声の [t] 音は破裂音というより閉鎖音と呼ぶべき性質を持っていると見てよいだろう。次節では、この点を踏まえ、日本語音声の音韻情報について音韻理論の観点から考察を行う。

4. 閉鎖音の音韻情報

4.1 音韻要素

音韻理論では分節音の内部構造について様々な議論がなされてきた。分節音の内部構造に関する最も代表的なアプローチは、ソシュールの主張する「差異に基づく記号体系」を表現するために導入された弁別素性であろう。これは現在でも主流のアプローチであるが、全ての弁別素性に値を付与した完全表示の形式では、素性間にある依存関係をうまく表現することができない。素性間の依存関係を適切に扱うには、依存関係にある弁別素性値を表示しない過小指定か、あるいは階層的な素性構造を導入する必要がある。前者のアプローチは、透明性などの点でいくつかの問題が残り、後者のアプローチでは一部の素性を除き二値的な弁別素性が意味を失う。

こうした問題を踏まえ、Government Phonology (Harris 1994) や Dependency Phonology (Anderson 1987) などでは原子的素性である音韻要素 (element, particle) を分節音の構成要素として導入している。2節でも述べたように、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と共に、C/D モデルのような定量的な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。しかし、各々の分節音がどのような音韻要素で構成されているか、また音韻要素自体が内部構造として弁別素性を持つかといった問題については未解決な点も多い。

4.2 調音方法に関する音韻要素

子音の調音方法は大きく分けて、閉鎖を持つものと口腔内に隙間を残すものに分類される。閉鎖は弾きといった調音方法は前者に属し、摩擦音や接近音は後者に属す。このうち、接近音は狭母音と極めて類似した特徴を有するため、狭母音に関わる音韻要素である I(前舌・硬口蓋性の要素)、U(非前舌・非硬口蓋性の要素) が母音スロットではなく子音スロットに結びつくことで接近音の表現が可能である。したがって、日本語子音の調音方法については、閉鎖性の音韻要素 C と摩擦性の音韻要素 H があればよい。なお、閉鎖性の要素は q という単独では声門閉鎖音となる要素で表現されることも多いが、本稿では contact の要素として C を用いておく。

一般に、摩擦音は摩擦性要素 H のみを持ち、閉鎖性要素 C を内部構造に持たない。この点については、要素理論を用いるほぼ全ての研究で見解が一致している。これに対し、破裂音の内部構造については2つの立場があり、日本語の破裂音は閉鎖性要素 C と摩擦性要素 H を共に内部構造に持つのか、あるいは破裂音は閉鎖性要素 C のみを持つのかという点で意見が分かれてきた。

調音方法のうち、明らかに閉鎖性要素 C と摩擦性要素 H を共に内部構造に持つものは破擦音である。日本語は音声的には「チ」「ツ」「チャ行子音」「ジャ行子音の変異」において明らかに破擦音を持つ。しかし、これはあくまで音声情報であり、音韻的に破擦音が存在するの点については様々な議論が行われてきた。歯茎に閉鎖を持つ子音に狭母音に関わる情報が関与した場合に破擦化するような音韻過程が存在すれば、基底情報に破擦情報を設定する必要はないからである。一方、歴史的に言えば、「シャ行子音」は破擦音であった可能性が高く(「ジャ行子音」の変異で摩擦と共に破擦が起こるのはその名残とも考えられる)、この点から現代日本語のチャ行に基底情報として破擦音を設定しておく可能性も十分に考え得る。

基底情報に破擦音を置かないのであれば、日本語の [p], [t], [k] 音は閉鎖性要素 C と摩擦性要素 H を共に内部構造に持っているのが妥当であろう。タ行子音やチャ行子音の破擦化を自然に導出できると共に、日本語の唇音退化である [p] → [ɸ] → [h] の過程も自然に導出できる。ただし、「ジャ行」の破擦化に関しては、複雑なプロセスが必要となり、この点で多少の問題を残す。

一方、日本語の [p], [t], [k] 音は閉鎖性要素 C のみを持つと考えた場合、タ行子音やチャ行子音の破擦化は狭母音要素への調音動態遷移によって引き起こされると考えるのが妥当であろう (Pinter 2008)。ジャ行の破擦音化に関しても、類似した調音動態過程によって説明ができる。この場合、日本語の唇音退化である [p] → [ɸ] → [h] の過程は、[p] → [ɸ] の変異が一旦音声的な弱化として実現され、それが基底情報として定着していくプロセスによって説明されることになる。

4.3 日本語音声の発声について

日本語の阻害音は有声/無声という発声に関する対立を持つ。要素理論では、この発声についていくつかの表現が可能である。発声に関する最も典型的な音韻要素は、トーンと関わりを持つ。有声音は声門を軽く閉じる喉頭運動によってもたらされるため、低いトーンをもたらず音韻要素によって表現が可能である。これに対し、高いトーン

ンをもたらす音韻要素は無声の情報をもたらす。

しかし、発声の情報はこれ以外の音韻要素によっても表現ができる。例えば、鼻音は内在的に有声の性質を持つ。したがって、鼻音情報をもたらす音韻要素 N が有声性と係わっていても不思議ではない。実際、現代の日本語は [p]/[b]/[m], [t]/[d]/[n] という無声/有声/鼻音の三項対立を持つが、やまとことばでは無声/鼻音が対立しており、特に形態素頭において有声子音は弁別機能を持っていなかった。また、鼻音である撥音と後続子音に無声音を選ぶ促音は、やまとことばでは同一音素の異音として振る舞う。こうした性質は、現代日本語でも「呼ぶ→呼んだ/勝つ→勝った」「真っ白・真っ黒/真ん中・真ん丸」「はきはき→はつきり/ふわふわ→ふんわり」といった形態現象に影響を残す。これらのことから、日本語の有声性は鼻音要素 N によって実現されると考えてよい。

さて、有声性の音源が声帯振動であるのに対し、無声子音の音源は口腔内摩擦音源である。なお、ここでいう口腔内摩擦音源は無声破裂音におけるスパイクノイズを含む。したがって、日本語の無声子音には以下の2つのアプローチが考えられる。

- (3) a. 摩擦要素 H を明示的に持つことで、無声性を表す。
 b. 閉鎖要素 C と摩擦要素 H は、共に内部構造として [-voiced] を持つ。

(3a) のアプローチを取った場合、[p], [t], [k] 音などの閉鎖性を持つ無声子音は、閉鎖をもたらす要素 C と共に、無声をもたらす要素として要素 H をも持つ。そして、この要素 H は同時に口腔内に隙間を開ける摩擦性の要素でもあるため、結果的にこの表示は [p], [t], [k] 音が「破裂音」であることを示す。これは、本稿の結論である日本語音声の [t] 音が閉鎖音であるという性質に矛盾する。したがって、日本語の音韻要素を考える場合、(3b) のアプローチが妥当ということになるだろう。

5. まとめ

本稿は、日本語における破裂音の調音の実体について、持続時間および生理学的調音動態の観点から分析を行った。結果として、日本語の閉鎖性無声阻害音は、破裂音ではなく閉鎖音と考える方が妥当と考えられる。日本語の閉鎖性無声阻害音が閉鎖音であるという性質は、英語の音節末子音における自由変異と異なり、日本語の閉鎖性無声阻害音が開放の有無に関して自由度を持たないことの原因であろう。すなわち、閉鎖音に口腔内

開放を持つ母音が後続した時のみ、後続母音の影響によって受動的な開放が起こるのであり、それ以外の場合には一貫して閉鎖のみが積極的な調音動態として実行されているということである。また、この性質は調音動態の入力となる質的な音韻情報の予測にも役立つ。すなわち、日本語の無声閉鎖子音は閉鎖要素を入力とするが、摩擦要素は入力情報に含まれない。これは、単性的音韻要素が潜在的に持っている弁別素性の性質を示唆する結果でもある。この点については、また稿を改めて考察を行いたい。さらに、今回は [t] 音のみの分析結果を示したが、その他の阻害音についても同様の検証を行う予定である。また、方言も含め、日本語音声の持つ時間特性についてより詳細な研究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) 「日本語音素の異音における喉頭制御と口腔内制御に関する総合的研究」(2022年度～2025年度, 研究代表者: 松井理直, 課題番号: 22K00544), 基盤研究 (B) 「自閉症を中心とした発達障害児の音韻体系の言語学・音声学的研究」(2018年度～2023年度, 研究代表者: 上田功, 課題番号: 18H00666), 基盤研究 (B) 「疑問詞文のプロソディーに関する音声学・言語学の融合的・実証的研究」(2021年度～2024年度, 研究代表者: 田中真一, 課題番号: 21H00523), および国立国語研究所プロジェクト「語のプロソディーと文のプロソディー」(プロジェクトリーダー: 窪蘭晴夫教授) による援助を受けました。また本研究の症例報告に関する倫理審査は、厚生労働省の「人を対象とする生命科学・医学系研究に関する倫理指針」に基づき、大阪保健医療大学研究倫理委員会での承認(承認番号: 大保大研倫1803)を得ています(付記: 令和4年度の改正においても変更されていない倫理指針基準内における研究です)。

参考文献

- Anderson, John and Jacques Monica Durand (1987). *Explorations in Dependency Phonology*, Foris Publications, Dordrecht, Netherlands.
- Browman, Catherine and Goldstein, Louise (1992) Articulatory phonology: an overview. *Phonetica*. 49 (3-4): 155-180.
- Charette, Monica (1991). *Conditions on Phonological Government*, Cambridge University Press, Cambridge.

- 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.
- 服部二郎 (1954) 『音韻論と正書法』, 研究社, 東京.
- 国立国語研究所 (2006) 『日本語話し言葉コーパス』
- 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.
- 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.
- Nasukawa, Kuniya (2016). The Role of Elements in the Development of Japanese *h*, 『音韻研究』, 19, 51–58.
- Öhman, S. E. G. (1966) Coarticulation in VCV utterances: spectrographic measurements. *Journal of Acoustical Society of America*, 39, 151–168.
- Pinter, Gabor. (2008). *Asymmetrical segment distributions in Japanese*, Ph. D. dissertation, Kobe University.
- 齋藤純男 (2006) 『日本語音声学入門 (改訂版)』 三省堂, 東京.