

謡の鼻的破裂音: 音響と構音の特徴

吉田 健二・坂本 清恵 (日本女子大学)

kenjiyo.work@gmail.com, kiyoe.s@fc.jwu.ac.jp

1. 検討する問題点

能の謡には「含・吞・入」とよばれる特殊な発音がある。漢語の舌内入声音に鼻音・濁音が後続する環境で現れ、英語の *kitten*, *button* 等の語や (Ladefoged and Johnson 2006, 吉田・坂本 2017), 日本語福井方言の「寝てしまった」の音訛形 [netnta] 等の句 (吉田・新田・市村・宇都木 2018) にみられる「鼻的破裂音」ときこえが似る。能が確立された室町時代、中国語の舌内入声音 (t 入声) は、日本語の音韻システムに受容された結果、すくなくとも日常語では寄生母音を伴う発音 (-ti, -tu) になっていたと思われる。この寄生母音の、連声の母音にたいする「弱さ」が後世の謡で強調された結果、母音が脱落し、t 音の閉鎖を保ったまま鼻腔のみ解放する発音様式が確立したと考えられ、現代の能楽師の謡にも伝承されている (坂本 2015)。上述のとおり、類似の発音が他の自然言語にもみられ、かならずしも謡の技巧に特殊なものでない性質をもつ可能性がある。本稿はこの問題について、能楽師 2 名による発話データの音響・構音の特徴から検討する。

2. 方法

2.1. 話者

味方 玄氏 1966 生 観世流 京都市生育 宇高 竜成氏 1981 生 金剛流 京都市生育

ここでの話者は、観世流、金剛流の伝承に沿った謡の技法を習得した能楽師お二人である。通常の実験研究とことなり、かぎられた個人のみが有する特殊技能にもとづく情報を提供していただく目的から、許可を得て話者情報を公表する。

2.2. 実験文

検討するのは(1)の 8 つのフレーズの下線部の、t 入声に半母音(5)、濁音(1, 3, 8)、または鼻子音 (2, 4, 6, 7) が後続する環境にあらわれる各語である。いずれも現代の代表的演目の一節で、能楽師のお二人に胡麻章などが付された譜の一部をしめし、各派の流儀により「うたって」いただいた。

(1) 実験文としてもちいた能楽の一節 (演目)。実験語は下線部。

- | | |
|-------------------------------|--------------------------------|
| 1) 名は高砂の <u>末代</u> の試しにも (高砂) | 2) 既に赴く <u>時節</u> に到りて (田村) |
| 3) この観音の <u>仏前</u> に参り (田村) | 4) 王威を背く <u>天罰</u> にて (田村) |
| 5) <u>一月</u> 夜々の (羽衣) | 6) 今宵は三五夜中の <u>新月</u> の色 (三井寺) |
| 7) <u>消滅滅已</u> (三井寺) | 8) 御花筐とて <u>湯仰</u> するは (花筐) |

2.3. 実験データの取得

構音運動を観察するため、MRI リアルタイムムービー撮像を ATR Promotions の脳活動イ

メーキングセンタ（BAIC）でおこなった．話者は MRI 装置内に仰臥位で横たわり，実験文それぞれを，1 回 30 秒の MRI 撮像セッション中，自由なタイミングで繰り返したい，この間の調音器官の正中矢状面の画像を 1 秒 10 フレームの間隔で記録した（図 1 参照）．撮像面や縦横の軸の調整などの操作は，筆者両名の確認のもと，BAIC の技師がおこなった．また，このときの発話音声も録音した．謡の話速は通常よりおそいので，各実験文 2 セッション，計 16 セッションの撮像をおこない，各 4～8 トークンの画像データを得た．実験セッションは MRI 装置に入る準備や説明と同意などの時間をふくめて 1 人 50 分以内．この MRI セッションに先立ち，音響特徴の検討のため，おなじ実験文の謡の音声を ATR 内の会議室でデジタル録音した（PCM レコーダとヘッドセットマイク使用）．2.1 節でのべた話者の個人情報の扱いをふくめ，本実験の遂行については，ATR Promotions「研究安全審査委員会」の承認を受けた（安 018-54）．

3. 構音運動の特徴

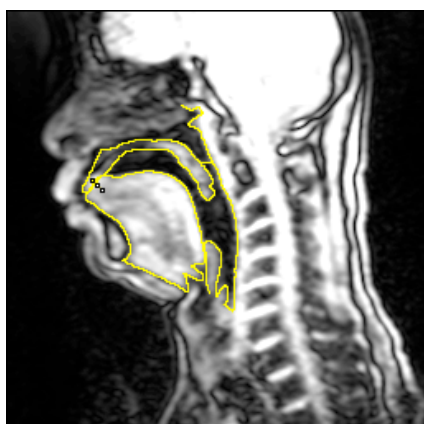
3.1. 観察する特徴と方法

第一の課題は，問題の謡の発音が「鼻的破裂（nasal plosion）」をとまなうものか確認することである．鼻的破裂は，Ladefoged and Johnson (2006:62-63) で英語の *hidden* [hɪdn] を例に，口腔内の閉鎖を保ったまま口蓋帆を下げ，高まった空気圧が解放されることで産出されると説明されている．本研究のデータについてもそのような構音運動の時間的展開があるかを確認する必要があるが，ここでもちいた MRI ムービーの時間解像能は 1 秒間 10 フレーム（0.1 秒間隔）で，構音運動の一部始終をとらえることはできない．たとえば，口蓋帆が開閉する瞬間はたまたまあるフレームにとらえられることもあるが，おおくはその直前または直後にとらえられる．このため，構音運動タイミングの正確な確定は困難である．ここでは(2)の手順により，後鼻孔・前舌部の開口度の時間変化を推定する方法を採った．

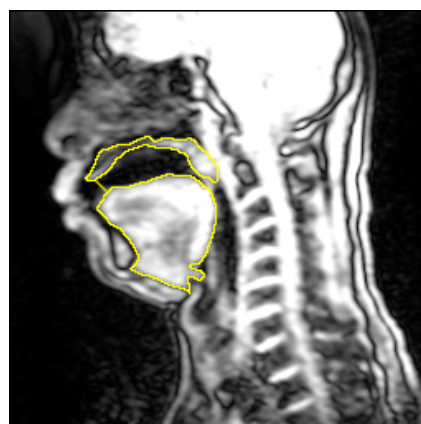
(2) MRI リアルタイム画像の分析手順

- i) 音声ファイルの時間経過を参照し，分析対象フレームを推定する
- ii) MRI 画像ファイルの明度・コントラストを調整
- iii) (i)の情報と MRI 画像を対照して分析フレームを特定
- iv) フレームごとに，口蓋（口蓋帆ふくむ），咽頭壁，舌の輪郭をトレース（図 1 参照）
- v) (iv)のトレースを利用し，後鼻孔，前舌部の開口度を測定

(i)は Praat（ver.6.0.43：Boersma and Weenink 2018），(ii)-(v)は画像処理ソフトウェア imageJ（ver.1.52o：Schneider, Rasband and Eliceiri 2012）を利用しておこなった．(i)で推定した分析対象フレーム初頭付近に，たとえば「末代」であれば，語頭の両唇の閉鎖が達成されたフレームを特定し(iii)，そこから一定のフレーム数についてトレース・測定を実行した(iv)．開口度は，後鼻孔については口蓋帆と咽頭壁の水平直線距離（図 1a），前舌部については，MRI では歯が撮像されないのので，口蓋の先端部に対して 45 度の角度でもっとも近い舌端までの距離とした(v)(図 1b)．



a. 味方氏「新月」:後鼻孔のみ開口

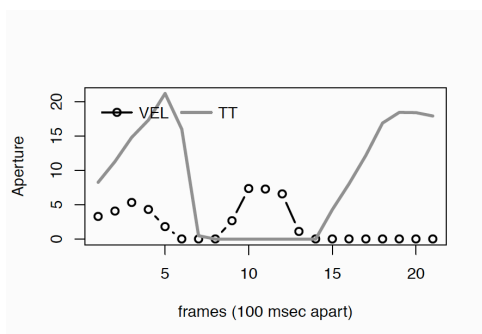


b. 同氏「新月」:前舌部のみ開口

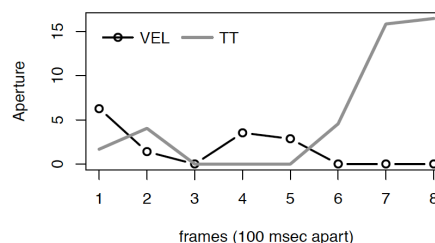
図 1: MRI 画像トレーシング, 開口度測定为例

3.2. 結果

前節の方法でもとめた二つの開口度の, フレームごとの平均値を求めた. 図 2a に味方氏の「末代」(1-1)の開口度の時間変化をしめす. . 比較のため図 2b に, 福井方言の [netnta] について, おなじ処理をおこなった結果をしめす (Yoshida and Sakamoto 2019 より). それぞれ 6 回, 11 回の繰り返しの平均値をみることにより, MRI ムービーの時間解像能の低さがあるていど補われ, 後鼻孔 (VEL) と前舌 (TT) の開口度の時間変化の概略がとらえられたことがわかる. たとえば図 2a 「末代」の [ma] (第 1-6 フレーム) や, 図 2b [netnta] の [ne] (第 1-2 フレーム) では, 後鼻孔, 前舌の開口が同時に達成され, 母音が産出されていることがうかがえる. この直後, 「末代」第 7-8 フレームと [netnta] の第 3 フレームでは, 後鼻孔, 前舌が同時に閉鎖される. つづく「末代」第 8-13 フレーム, [netnta] 第 4-5 フレームで, 前舌の閉鎖を保ったまま, 後鼻孔の開口が達成され, 鼻的破裂が生じていることが確認される. 図 1a がこのタイミングにあたる. 舌は歯裏をふくむ硬口蓋前部に密着し, 完全な閉鎖が維持されている一方で, 後鼻孔はおおきく開口している. 他の実験語についても同様の時間変化がみられた.



a. 能楽師(味方氏)の「末代」(N=6)



b. 福井方言話者の [netn.ta] (N=11)

図 2: MRI リアルタイムムービーによる, 後鼻孔 (VEL) と前舌 (TT) の開口度の時間変化. 横軸は MRI のフレーム番号 (100 msec.ごと). 縦軸は開口度 (単位 pixel). それぞれくりかえし測定の平均値

4. 持続時間の特徴

4.1. 観察する特徴と方法

MRI 装置の強い磁気により大きな音が発生するため、MRI ムービー撮像時の音声は音響特徴の分析に利用できない。このため 2 節で述べたように、MRI セッションとは別に、おなじ実験文の謡の音声のデジタル録音をおこなった（味方氏は各実験文 3 回、宇高氏は 4 回発音）。これにより問題の箇所にとどのような音声現象がどのような順序であらわれるか、またそれぞれの事象の持続時間のパターンはどうなっているか検討する。この作業のため、英語（吉田・坂本 2017）、福井方言（吉田・新田・市村・宇都木 2018）とおなじ基準で語音区間の注記をほどこした(3)。結果の一例を図 3 にしめす。

(3) 音声事象の持続時間の確定をほどこした区間（図 3 の区間番号：図 4 以降の略称）

- (i) 先行音節の子音（区間 1：preC）
- (ii) 先行音節の母音（区間 2：preV）
- (iii) ターゲット音節の閉鎖区間（区間 3：closure）
- (iv) 閉鎖解放から鼻腔の共鳴が始まるまでの区間（区間 4：VOT）
- (v) 鼻腔共鳴区間（区間 5：postN）
- (vi) 後続音節の子音（区間 6：postC）
- (vii) 後続音節の母音（区間 7）

鼻的破裂直前の閉鎖区間とかんがえられる(iii)のあと、音声波形やスペクトログラム上で明瞭な、ときに微弱なパルス波がみられる。閉鎖が開放されたことをしめすとかんがえられるが、ほとんどのケースで、このあとの、高周波数域までの共鳴がみられる区間(v)までに若干のタイムラグがみられる。これを区間(iv)として、つぎの区間(v)と区別した。同様の音声事象の連続は福井方言話者の鼻的破裂音にもみられるが、謡ではこの区間で、図 3 の区間 4 のように声帯振動がみられる点がことなる。福井方言ではこの区間に声帯振動はなく、明瞭な息漏れがみられた（吉田・新田・市村・宇都木 2018:146）。

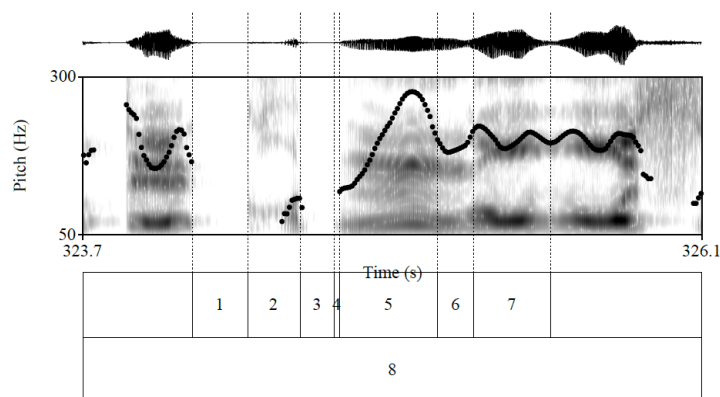
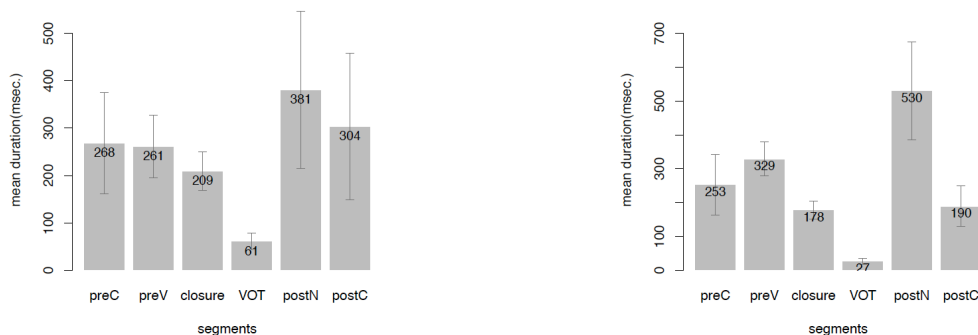


図 3: 語音区間注記の例。「御花筐とて渴仰するは」(1-8)の一部

([tekatnɲo:s]の区間:宇高氏, 下線の[katnɲo]が区間 1-7)。

4.2. 結果：各区間の持続時間と相互の関連

図4に前節(3)の区間(i)から区間(vi)の持続時間の平均値と、バラツキの指標として中央値絶対偏差（統計言語 R の **mad** 関数による：R Core Team 2018）をしめす。二名の話者は、概略同様の持続時間パターンをしめす。福井方言話者3名の、それぞれのセグメントの平均持続時間が 20-155msec.だったのに対し、この2名では 27-530msec.と全体的に長い。また福井方言とおなじく、閉鎖解放後、鼻腔共鳴の立ち上がりまでの区間（前節の区間(iv)，図4で VOT と仮称）は短く、直後の鼻腔共鳴区間はひじょうに長い（吉田・坂本 2017:60 の図 10 の結果とも類似）。また，closure，VOT 区間をのぞくとエラーバーが長い。謡の節ごとの持続時間の変動（速さの変化）のおおきさを反映すると思われる。

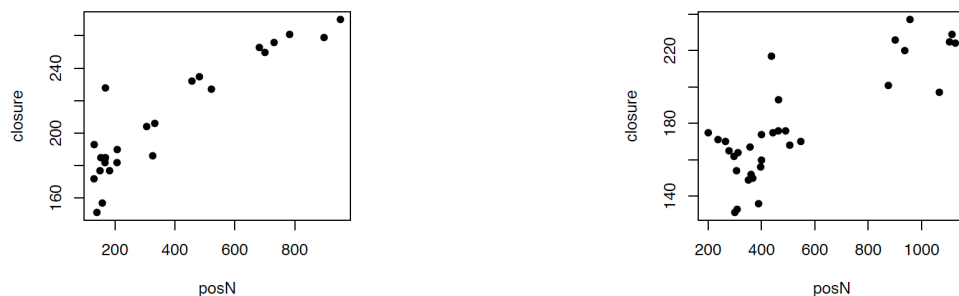


a. 味方氏 (N=24)

b. 宇高氏 (N=32)

図 4: 各音声事象の持続時間(平均値). 略称は 4.1 節の(3)を参照. 単位は msec.

鼻的破裂直前の閉鎖区間（区間(iii)）と、前後の音声事象との持続時間の相関も検討した。その結果，先行母音（区間(ii)），後続の鼻腔共鳴区間（区間(v)），さらに後続する子音（区間(vi)）の持続時間とのあいだに有意な正の相関がみられた（ $r=.792 \sim .916$: $p < .000001$ ）。一例として，後続子音との散布図を図5にしめす。



a. 味方氏 (N=24)

b. 宇高氏 (N=32)

図 5: 持続時間の散布図:ヨコ=posN(区間(v), タテ=closure(区間(iii))

鼻的破裂前後の、かなり広い範囲にわたる明瞭な持続時間の正の相関は、英語や福井方言にはみられなかった。節ごとの速さの変化によって各音声事象の長さがおおきく変動する、という謡に特有の現象によるとおもわれるが、これに鼻的破裂音の構音時間の制御も連動していることがわかる。宇高氏の posN（図 5b ヨコ軸）の、600msec 以下と 800msec 以上に二分化する傾向はほかの音声事象にもみられる。両氏の流儀のちがいに起因する可能性がかんがえられる。

5. まとめ

能楽師 2 名の構音と音響の特徴を検討した結果、以下の知見がえられた。

(4) 口腔内（前舌部）の閉鎖を維持したまま鼻腔を解放する構音（鼻的破裂）がみられる

(5) 音声現象も、福井方言とほぼおなじものがおなじ時間的展開であられる

(6) 各音声現象の持続時間が長く、それぞれが正の相関をしめす

以上の特徴は両能楽師に共通してみられた。構音時間制御の規則性の高さ、声帯振動が維持される傾向という、謡固有の特徴に起因するちがいをのぞけば、謡の鼻的破裂音が自然言語とかなり共通した構音制御パターン、音響的特徴をもつことを示唆する。

謝辞 MRI 画像の処理・分析について、正木信夫氏（ATR Promotions）、北村達也氏（甲南大学）にご教示を賜りました。本研究は、日本学術振興会の科学研究費助成金（日本女子大学 17K02692「言語音声産出における構音運動の相互調整にかんする通言語的研究」研究代表者：吉田健二）の助成をうけています。

参考文献

坂本清恵（2015）「謡の連声」『能と狂言』13, 55-77.

吉田健二・坂本清恵（2017）「鼻的破裂音の産出にかんする予備的検討：英語と謡の対照」アクトン史資料研究会『論集 XII』39, 47-63.

吉田健二・新田哲夫・市村葉子・宇都木昭（2018）「日本語福井方言の鼻的破裂音：持続時間パターンの特徴」『日本音声学会第 32 回全国大会予稿集』144-149.

Boersma, Paul & Weenink, David (2018). Praat: doing phonetics by computer. Version 6.0.43, retrieved from <http://www.praat.org/>

Ladefoged, Peter and Keith Johnson (2006). *A Course in Phonetics* 6th edition. Stamford, CT: Wadsworth, Cengage Learning.

R Core Team (2018). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.

Schneider, C. A., Rasband, W. S., and Eliceiri, K. W. (2012). NIH Image to ImageJ: 25 years of image analysis. *Nature Methods*, 9(7), 671-675.

Yoshida, K. and K. Sakamoto (2019). Articulatory coordination of nasal plosion in Fukui Japanese and Noh performers: An MRI-based investigation. 名古屋音声研究会発表資料（2月9日）.