

城南海の「こぶし」の音声学的特徴と 音譜上の分布について：

『アイツムギ』と『あなたに逢えてよかった』をもとに*

川原繁人・古澤里菜

要旨

本稿では城南海氏のこぶしの音声学的特徴や楽譜上の分布傾向などを分析する。既存曲『アイツムギ』および『あなたに逢えてよかった』のアカペラ音声を題材として、こぶしがどのように音声的に実現するのかを分析し、こぶし産出の背後にある調音メカニズムに関して推察する。また、こぶしの音譜上の分布はランダムではなく、一定の規則性を持って現れることを示し、その背後にある原理を考察する。また、こぶしの出現に関する言語学的な要因についても論じる。本稿の分析は探索的なものであり、我々の目的は、こぶしについて何らかの結論を出すことではなく、こぶしについて今後どのような研究が可能かを示すことである。

1 はじめに

「歌う」という行為は我々人間にとって身近なことであり、人間を人間た

* 本プロジェクトは、さまざまな方々のアドバイスや洞察によってここまでたどり着くことができた。特に、清水紗季氏、谷口夏美氏、辻田麟氏、長塚全氏、松村維也氏、高野佐代子先生、藤井進也先生、Donna Erickson先生、John Kingston先生、Kerrie Obert先生、Jason Shaw先生に感謝申しあげる。また、我々の度重なる質問に丁寧な答えてくださり、さまざまな音声データも提供して下さった城南海さん、ありがとうございます。本稿は、我々を「歌の科学」という世界に引きずりこんでくださった北山陽一さんに捧げる。

らしめている要素のひとつである。親は生まれたばかりの赤ちゃんに歌を通して人生を教え、小さな子どもたちは歌うことを心から楽しむ。大人になっても、多くの人が音楽に活力や勇気をもたらした経験があるであろう。しかし、現代において「歌う」という行為に対して科学的な探究が十分になされているかといえ、否と言わざるを得ないだろう。特に言語学的な観点からの歌に関する分析は、非常に数が少ない (cf. Lerdahl & Jackendoff 1983; Pesetsky & Katz 2011)。しかし、一方で歌声の科学的な探究に関する興味・関心は高まってきていることは間違いない¹。本稿は、この「歌声の科学」という大きなテーマを背景に、城南海氏の「こぶし」に関する音声学的・言語学的分析を試みる。

城氏は南奄美の民謡出身の歌手であり、その民謡スタイルの一部をポップソングの歌唱にも応用している。彼女の歌唱方法の特徴のひとつが「こぶし」である。後述するように、こぶしは急激な声の高さの昇降をおこす歌唱技術で、「こぶしがどのような音響特徴を持つか」や「音譜上でどのように分布するか」など言語学的な観点から客観的に分析しやすい側面を多く持つ。よって、歌声の科学という未開拓な分野において、言語学者である著者たちにとって、こぶしは事例研究としてはうってつけの分析対象であった。よって、将来これから発展していくと思われる歌声の科学という分野に貢献するという広い目標を念頭に、本稿では事例研究として城氏のこぶしを音声学・言語学の観点から分析した。

1 例え、慶應義塾大学言語文化研究所では2022年度の公開講座において『うたごえを科学する』という一連のイベントを主催し、Zebra氏・北山陽一氏・城南海氏を招いて講演会を主催した。「歌声を科学する」ことの意義は、それぞれの講演者の講演内容からも、参加者の反応からも感じられるものであった。また、*Journal of Voice*という学術雑誌では歌声の音声学的分析が多く掲載されている。Sundberg (1987)は、丸々一冊、歌声の音声学的分析にあてられた著作である。アメリカのNational Institute of Health (NIH)は、2019年に音楽療法や音楽の神経科学研究に2千万ドルの研究資金を投入することを発表した(<https://www.nih.gov/news-events/news-releases/nih-awards-20-million-over-five-years-bring-together-music-therapy-neuroscience>, last access 12/19/2022)。

2 こぶしの定義

現在のところ、「こぶし」に関する明確な音声学的な定義はない。よって、本稿では議論のために「短時間で起こる急激な声の高さ²の上昇および下降」という定義を採用することとした。図1に『アイツムギ』で観察されるこぶしの一例を提示する。(本稿で報告する音声データはすべて城氏の好意により、彼女がアカペラで歌ってくださった音声に基づく。) 上段はスペクトログラム(声紋)で、それぞれの地点での音のエネルギーの分布を示している³。スペクトログラム上に実線で示したものが、声の高さの変化である。図1では、「かかげて」の最後の母音[e]の始まり付近に明確なこぶしが観察される。語頭の母音である[a]に見られるこぶしや末尾に観察されるビブラートについては後述する。

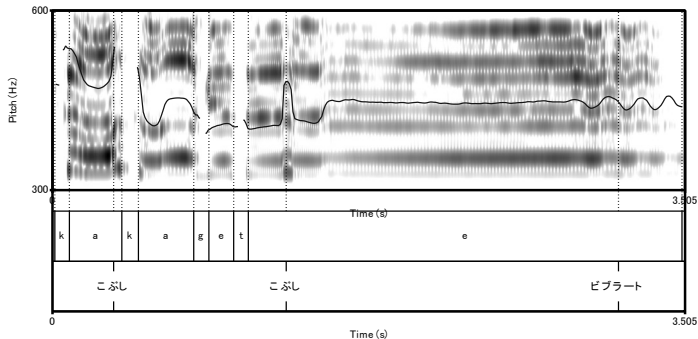


図1：「かかげて」の部分に観察される「こぶし」および「ビブラート」。

- 2 音声学的な分析を論じる本稿では、「声の高さ」という一般用語を用いず、「音声の基本周波数 (=F0またはFo)」という専門用語を用いるべきかもしれない。確かに「声の高さ」と言った場合、その指標が調音的なのか音響的なのか知覚的なのか曖昧である。しかし、本稿は音声学の専門的知識を持たない読者にも読んでもらえるよう、後者の表現は避けることとした。「声の高さ」≡「基本周波数」は、「声帯が一秒間で何回振動するか」を示し、単位はHzである。
- 3 音響音声学の知識があると、スペクトログラムを視ることで、どの時点でどのような音が発せられているのか、ある程度推測することができる(川原 2018)。

図2に、図1における「かかげて」の[e]の部分で観察されるこぶし部分をズームで示す。図の全体の長さは200 ms（ミリ秒）であり、上昇も下降も短時間＝15～20 ms程度で完了している。このこぶしの例では、瞬間的に70 Hz程度の声の高さの変化が観察される。

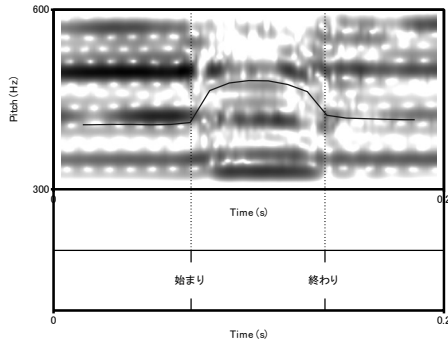


図2：「かかげて」の「て」の母音部分に観察されるこぶし（図1のズーム）。図の全体の長さは200 ms（0.2 sec）。この例では、409 Hzから482 Hzへの瞬間的な上昇が起こっている。

後述の通り（3.6節）、これまでの分析の結果、城氏の歌唱法において2種類のこぶしがあることが浮かびあがってきた。これら2種類のこぶしは、「母音のどこに顕現するか」「どのような子音の近くに現れるか」などの面で異なる。これら2種類のこぶし両方を城氏本人がこぶしとして発しているのか、また、聴者がこぶしとして認識しているのかは不明であり、答えはおそらく否である。しかし、以下の3つの理由から、本稿では分析対象を絞ることは避け、こぶしを広め（inclusive）に定義することとした。

第一の理由は、この研究初期の段階で、分析の視野を限定しないためである。第二の理由は、2種類のこぶしの比較から見えてくる洞察がある可能性を排除しないためである。第三の理由は、本稿の最後に述べる通り、こぶしの練習方法として、1種類のこぶしを「平行移動」することで、もう1種類のこぶしを作り出すことができる可能性もあるからである（図14）。つまり、2種類のこぶしには何らかの共通性が存在すると考えられるのである。

3 こぶしの音声特徴

3.1 こぶしと音の強さ

図1と図2の例からもわかるように、こぶしは「声の高さの急激な上昇および下降」として現れる。一方で、こぶしは「声の強さ」とは必ずしも関連しないようである。図3は、図2で示したこぶし付近の音の強さ (intensity: dB)⁴の変化を点線で示している (実線は声の高さの変化)。この例では、こぶしの声の高さの上昇・下降にともなって、声の強さも同じように変化している。しかし、一方で図4に示すように、こぶし近辺で声の強さが弱くなる場合もある。つまり、声の強弱をこぶしの定義として使うことはできない。

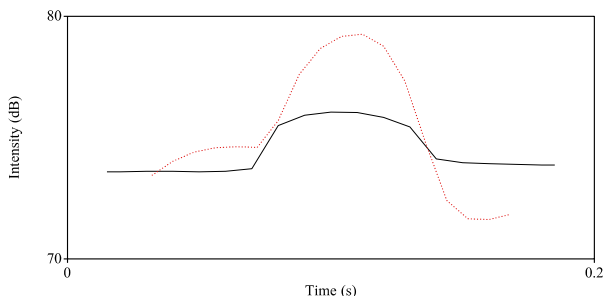


図3：図2で示したこぶし付近の音の強さ (intensity: dB) の変化。実線が声の高さの変化。点線が声の強さの変化。この例では、声の高さの上昇に対応して、声の強さも大きくなっている。

図1から、こぶしとビブラートの違いも明確に観察される。簡単にいって、こぶしは瞬間的で音の昇降は一回で終わるのに対して、ビブラートは連続的であり、声の高さの変化もビブラートは度合いが小さい。

3.2 こぶしの音響特徴

図4に、『アイツムギ』における「たからかに」の「か」の部分に現れるこぶしを、城氏に強調して繰り返し発音してもらい、その音声に基づいて作成した狭帯域スペクトログラムを示す。狭帯域スペクトログラムは、いわゆ

4 より正確には「音圧レベル (sound pressure level: SPL)」。SPLの数学的定義は、川原 (2018: 110-113) を参照。

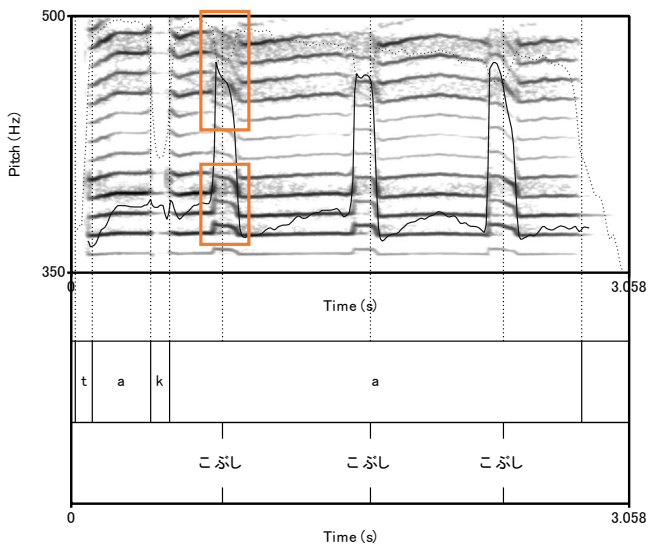


図4：「たからかに」のこぶしを強調して繰り返してもらった音声の狭帯域スペクトログラム。こぶし付近に倍音構造（横線）とともに摩擦成分（横線の乱れ）が観察される。こぶしにおける倍音構造の乱れを、最初のこぶしを例に四角を使って示めした。点線は音の強さ（dB）を示す。こぶしの瞬間、強さが弱まっている。

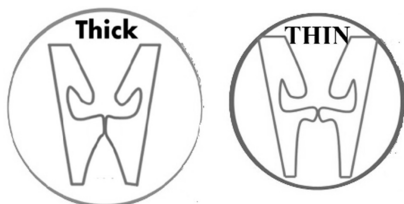


図5：厚く接触している声帯（左）と薄く接触している声帯（右）。Erickson et al. (2020)より引用。

る「倍音構造」をはっきり観察しやすいという利点がある。図4では、特にこぶし付近に倍音構造（横線）とともに摩擦成分（横線が乱れている部分、例を四角で表示）が観察される。

この摩擦成分は、声の高さを上げるために、声帯を引き伸ばしていることの現れであると考えられる。声帯が伸びると薄くなり、2枚の声帯が触れる面積が小さくなる（図5）。結果として、肺からの空気が声帯を振動させる

ことなく通過しやすく、息漏れ声が生じやすい。

こぶし近辺で息漏れ声が生じていることは、図 6に示すスペクトルの比較からもわかる。スペクトルとは、それぞれの音がどのような周波数のエネルギーをどれだけ持っているのかの平均を示したもので、横軸は周波数、縦軸は強さを示している（川原 2018）。それぞれのスペクトルにおいて、一番左の山が声の高さ（＝基本周波数）に対応し、その整数倍の周波数を持つ山が「倍音」である。こぶし後の母音のスペクトル（右）は綺麗な倍音の山々を持っているのに対して、こぶし中のスペクトル（左）には、とくに3500 Hz 付近および6000 Hz以上の帯域で倍音の乱れが観察される（それぞれの山のピークがはっきりしない）。高い周波数帯の倍音エネルギーが弱いというのは、息漏れ声の特徴である（Garellek 2019）。

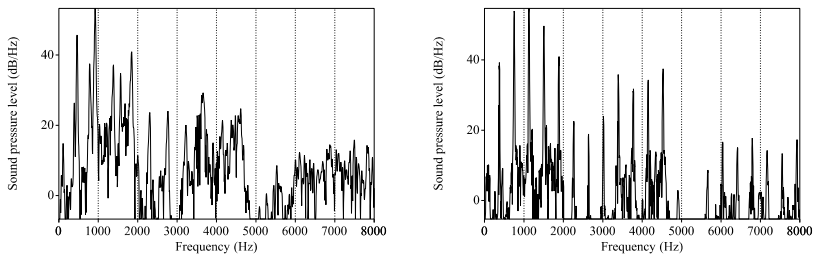


図6：図4で示したおおげさに発音されたこぶし中のスペクトル（左）とその直後の母音のスペクトルの比較（右）。右側のスペクトルの方が倍音構造がはっきりと観察される。

3.3 こぶしにおける喉頭の動きに関する推察

我々が解明すべき究極的な問いのひとつは、城氏がこぶしをどのように発しているのかという調音メカニズム、つまり「喉頭の動き」の解明である。喉頭とは、声帯を含みさまざまな軟骨や筋肉によって構成される器官で、その仕組みは非常に複雑であり（Gick et al 2013; 榊原 2015; 本多2018）、こぶし発声時の喉頭の動きを解明するためには、ハイスピードカメラで直接的に喉頭の動きを観察する必要がある（川原 2018: 53-55）。ただし、このデータの録画は容易でないため、本稿では城氏が提供してくれたアカペラ音声の音響信号をもとに、こぶしを作り出す喉頭の動きに関して推察を提示す

るに留める。

音響信号から推察可能なひとつの点は、図2や図4で示したような急激な声の高さの変化を考えると、どのように喉頭が動いているにせよ、「その動きはballisticな動きである」という点である。この動きは、日本語の「ラ行」の発音のような「はじき音」などの発音における舌の動きとして観察される(Solé 2002)。はじき音の発音では、舌先が歯茎(上の歯の根元)に瞬時に到達するが、そこでの状態を保持しない。同様の動きを喉頭が何かしらの形でおこなっていると考えられる⁵。実際に城氏がこぶしを調音する瞬間の喉頭を外側から触診すると、何かしらの瞬間的な動きが感じられた。

もうひとつ推察可能な点は、おそらくこぶしの発音において、「明確な調音ゴール(≒狙った特定の声の高さ)は存在せず、全力で喉頭を動かし、喉頭の動きの限界によってこぶしの音の高さが決まっているであろう」ということである。こぶしが15-20 msという短期間で上昇を達成することを考えれば、明確な調音ゴールなしに全力で喉頭を動かしている可能性の方が高い。喩えて言えば、ボールを出来るだけ遠くに投げることの方が、ボールをある特定の地点に狙って投げることよりも容易に達成できることに似ている。音声学の文脈では、「タ行」のような閉鎖音では、舌が口腔を完全に塞いでしまえば良いのに対して、「ヤ行」のような接近音や「サ行」のような摩擦音では、舌が口腔を完全に塞いでしまわず、ある特定の位置に、ある程度の正確性をもって舌を配置しなければならない⁶。こぶしにおける喉頭の

5 ただし、こぶしの調音がballisticであると言っても、声が上がった部分が保持されている区間(=H plateau)が観察されることもある。例えば、図2の例では40 ms程度、声の高い区間が続いている。この動きは、まるでArticulatory Phonology理論で想定される4つのgestural landmarksをもった台形のようなものである(Gafos 2002)。この観察は、Karlin (2022)の「声調も4つのgestural landmarksをもつ」という仮説とも整合的である。

6 Articulatory Phonologyの理論でstiffness(≒調音器官が動く早さ)の問題として論じられる性質に関わる。Roon et al. (2007)は、閉鎖音や摩擦音といった調音法の違いがstiffnessに影響をあたえる話者が存在することを報告している。

また、Twitter上のアンケートで、「パタパタパタパタ」と「ワヤワヤワヤワヤ」と繰り返して発音した場合、どちらがより早くより簡単に発音できるか尋ねたと

動きは、おそらく閉鎖音発音時の舌の動きに似ていると推察される。

この推察は、城氏本人の「こぶしの高い部分の音程はとっていない」という感覚とも合致する。ただし、城氏はプロの歌手であり、「こぶしに音程をあてながら発音することも可能である」とも語っている。この点に関して、上記の仮説は以下の予測をする：「こぶしを自然に発した場合とコントロールして発した場合を比べた際、後者の方が声の高さの上がり方が減り、時間もかかる」。この予測は、今後計量的な分析を用いて検証する必要がある。

3.4 具体的にどのように喉頭が動いているのか

具体的に、喉頭がどのように動いてこぶしを達成しているのかは、今の時点では不明である。教科書的に考えれば、声の高さがあがることから、輪状甲状筋（CT）の伸縮により、声帯を引き延ばしている可能性（Gick et al. 2013; 榊原 2015）が頭に浮かぶ（図 7左）。また、側輪状被劣筋（LCA）の働きにより実質的な声帯長を短縮している可能性（図 7右）や、甲状被劣筋（TA）により声帯の緊張度を上げている可能性なども考えられる（本多 2018; Eckert & Laver 1994も参照）。

ボイストレーナーである長塚全氏（p.c. 2022/11/17）は、こぶしの音声に関して以下のような推察をおこなっている。声の高さが上がる時には、被裂軟骨を逆ハの字に後ろにロックバックして、声帯が伸びるとともに後部が開き、結果として小さな三角形の空間ができる（図 8）⁷。この動作により、声帯が背中側に引っ張られ、声の高さが上昇する。この仮説では、声帯の後部が開いていることから（図8左）、息漏れ声が生じる理由も同時に説明できる。こぶし発音中は、声帯は薄く引っ張られて縁が硬くなる。こぶし終了時、被裂軟骨が急速に内転して開いた声帯が閉じ、息漏れのない声に戻る。

ころ、音楽未経験者の79.8%（N=1,052）、音楽経験者の約70.4%（N=449）が「前者が発音しやすい」と回答した。正確な調音ゴールを必要としない破裂音のような調音運動の方が、正確な調音ゴールをもつ接近音よりも早く発音できる、という仮説は理にかなっていると考えられる。

7 参考動画『How to Sing Falsetto vs How to Sing Head Voice』：<https://www.youtube.com/watch?v=1DH--KCZc8g&t=85s>

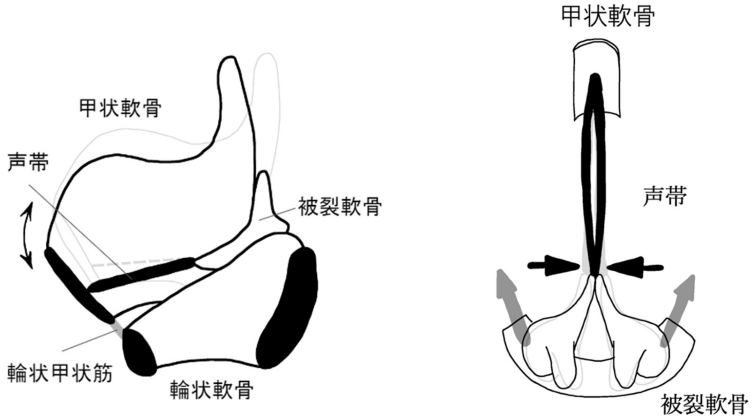


図7：声の高さの上昇に関わるメカニズム。輪状甲狀筋（CT）の収縮による声帯の伸び（左）（榑原 2015の図5をもとに描きなおしたもの）。側輪状被劣筋（LCA）の働きによる実質的な声帯長の短縮（右）（本多 2018の図2.7(a)を描きなおしたもの）。どちらも薄色で示したものが元の喉頭の状態で、濃い色で示したものが声帯を伸ばした状態。

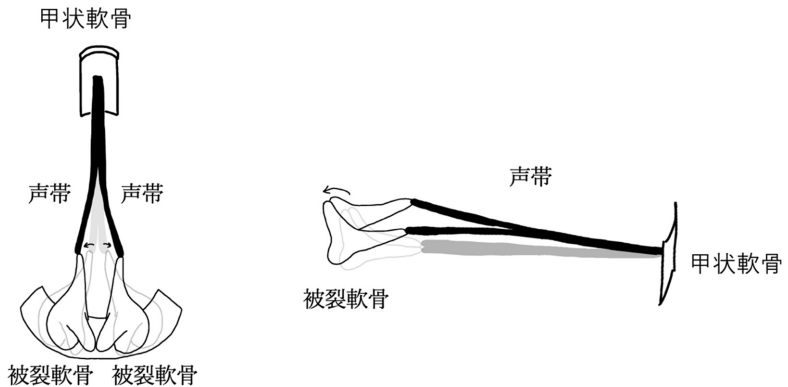


図8：長塚氏のロックバック理論の模式図。上から見た図（左）と横から見た図（右）。薄色で表示しているのがこぶし前の状態、濃い色で表示しているのがこぶしの瞬間の状態。作図参考：本多（2018、図2.7(a)）。

また、こぶし発音中は、甲状軟骨は傾かず直立しているが、こぶし終了時に甲状軟骨が前方に傾く（歌声は基本的に、甲状軟骨を傾ける事が多いので戻す必要がある）。

John Kingston 氏 (p.c. 2022/11/16) は、「喉頭全体を瞬時に持ち上げている」という別の可能性を提示してくれた。喉頭の上昇が声の高さの上昇と相関することはよく知られており (Honda et al 1999; 本多 2018)、このメカニズムがこぶしに使用されている可能性は多いにありうる。この根拠となっているのは、喉頭全体を引き上げて発音する ejective は 100 ms で終了することが多いということで、こぶしも全体で 100 ms 程度で終了することから (図 2)、同じようなメカニズムが関わっている可能性がある。

以上、さまざまな可能性を考えてきたが、これらの仮説はお互いに排他的ではなく、実際は複数の調音メカニズムを組み合わせることで、こぶしを作りだしている可能性も低くはない。また、城氏との会話から我々が得た印象では、すべてのこぶしが同じメカニズムで発せられてはいない可能性もある。言い換えると、場合によって、違った調音メカニズムを組み合わせている可能性すらあるのである。

3.5. 一般人との比較

最後に、城氏の声の高さのコントロールの速さを一般人のそれと比較してみたい。Xu & Sun (2004) では、過去の先行研究に基づき、実験参加者に音の高さが交互に上下する刺激を提示し、それを真似る形で一般の話者がどの程度のスピードで声の高さを調整するかを計測している。この Xu & Sun (2004) の実験結果は、(1) 中国語話者と英語話者が対象であること (2) 与えられた刺激を真似る形で音声を発していること (3) 発話が歌声ではないことなどに鑑みて、城氏の歌声との直接的な比較は難しいものの、参考までに簡単な分析をおこなった。

Xu & Sun (2004) の結果では、女性話者はおおよそ 130 ms で声の上昇・下降をおこない、その平均スピードはおおよそ「秒速 40 半音 (semi-tone)」であることが報告されている (当該論文の Table 1)。図 2 で観察したように、城氏

は（長めに考えても）20 ms程度で声の上昇および下降を成し遂げており、その早さは一般人の約6.5倍である。また、上昇のスピードを計算するため「アイツムギ」における「背負う」の部分に現れるこぶしを分析した（図9）。この例は周りに子音が存在しないため、音の高さを正確に測りやすいという利点があるからである。

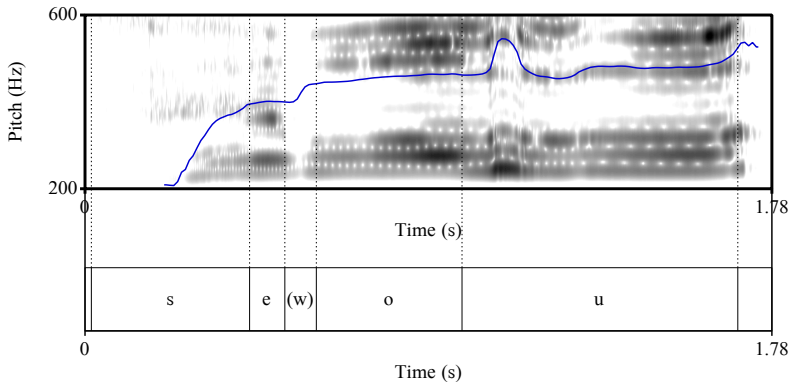


図9：「背負う」部分に現れるこぶし。460 Hzから549 Hzへの上昇が観察される。この例では25 msで上昇が完了している。

この例では、直前の母音が460 Hzであり、こぶしの最大値が549 Hzであったため、4.4半音の上昇が観察される⁸。つまり、25 msで上昇が達成されていることから、Xu & Sun (2004) の結果に揃えて秒速換算すると、「176半音」であり、一般人のスピードと大きく違いがあることがわかる。同様に、「かかげて」に現れるこぶしは（図2）、直前の母音が409 Hzで、こぶしの最大地点が482 Hzであり、2.8半音程度の上昇が観察された。上記の通り、このこぶしは15 ms程度で上昇が完了している。つまり秒速「189半音」である。

8 1半音 (semi-tone) = $12 \cdot \log_2(A/B)$ 。本稿では2例の分析に留めるが、城氏は「ま」のみで歌った『アイツムギ』と『あなたに逢えてよかった』の音声を提供してくださっており、計量的な分析は現在進行中である (Furusawa & Kawahara 2023)。

3.6 二種類のこぶし

『アイテムギ』や『あなたに逢えてよかった』を分析すると、母音の左寄りにあらわれるこぶしと右寄りに現れるこぶしがあることが判明した。図10に実例を示す(図1を再掲)。ひとつ目のこぶしは、これまでも例示として使ってきたもので、母音の左端近辺に現れ、図10では[e]の母音に顕現している。もうひとつのこぶしは、母音の右端近辺に現れ、図10では[a]の母音に現れている。興味深いことに、母音の中心に現れるこぶしはない。

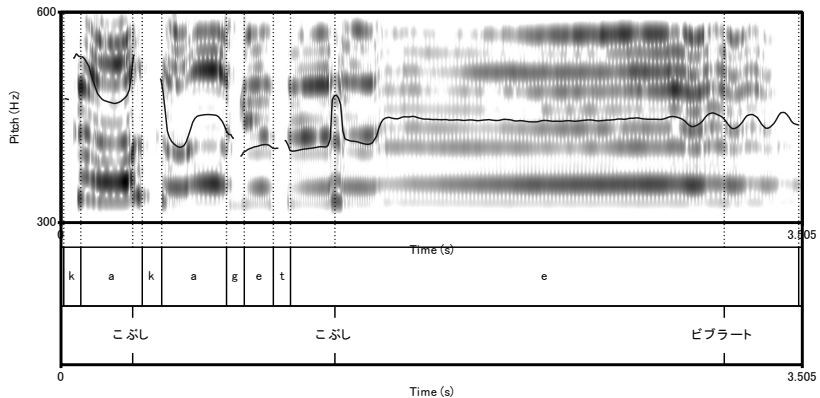


図10: 右寄りこぶしと左寄りのこぶし。図1を再掲したもの。

音楽経験のない第一著者の印象では、左寄りに現れるこぶしの方が右寄りのこぶしより知覚的に顕著であるが、これは主観的評価であり、この印象を裏付けるためには、知覚実験が必要となる。左寄りのこぶしは、図11に示すように、子音と母音の境目近辺に実現する。

このこぶしに関して、興味深く、そして夢のある仮説が浮かびあがってくる。子音と母音の境目は、聴者の脳の上側頭回 (superior temporal gyrus: STG) がもっとも反応する地点であり (Oganian & Chang 2019)、城氏は、その地点を狙ってこぶしを出している可能性がある。母音の中心は、子音と母音の境目に比べて知覚的インパクトが少ないこともわかっており (Oganian & Chang 2019)、この結果はこぶしが母音の中心に現れないことと整合性がある。つまり、城氏は無意識的に聴者の脳がもっとも敏感な場所にこぶしを

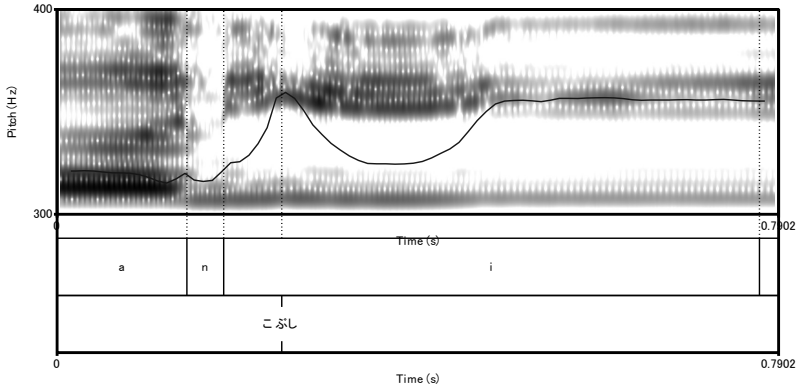


図 11：子音と母音の境目近辺に現れる「左寄りのこぶし」。

合わせている可能性があるのである。もちろん、この可能性を本当の意味で実証するためには、こぶしの位置をさまざまに変化させた歌声を聴覚刺激として使った神経科学的な実験検証が必要となる。

さらに興味深いことに、左寄りのこぶしが起こる場合、先行する子音はほとんどが共鳴音である。アカペラ音声⁹をもとに、左寄りのこぶしに先行する子音の分布を集計した結果が表 1 と表 2 である。ただし、『アイツムギ』では、[w] と同時に起こる例が 4 例あり（図 12 に例示）¹⁰、これは左寄りのこぶしか右寄りのこぶしかが明確でないので、これらの例は表の集計から除外し

9 こぶしの出現は同じ曲であれば一定ということではなく、同じ『アイツムギ』であっても、YouTube 上で視聴できるオフィシャル音源とアカペラ音声では、こぶしは多少異なった分布を示していた。アカペラ音声を使ったのは、音響分析を通して、印象評価ではあいまいな例を分類できるという利点があったからである。こぶしの出現に関して、城氏は「観客との心理的な距離」などを要因としてあげている。「どのような要素がこぶしの出現に関わるのか」も今後の研究課題として意義のあるものになろう。また「どのような環境に位置するこぶしが現れやすく、どのような環境に位置するこぶしが消えやすいのか」も研究テーマとして興味深い。

10 この点も計量的に示せているわけではないが、城氏が「を」を発するとき、こぶしがある場合、それに先行する[w]を強く発音するという印象を受けた。上で論じたように、城氏がこぶしを子音から母音へ変化する地点に合わせているのであれば、この印象とも整合性がある。

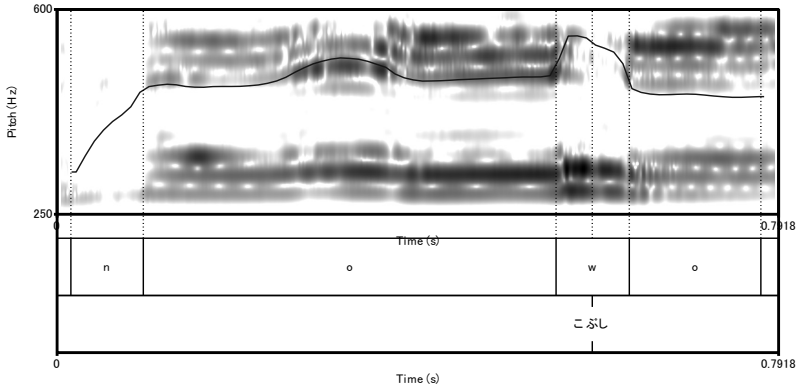


図12：子音中に現れるこぶし。こぶしが[w]の調音とほぼ完全に同期されている。

た。また、「あなたに～いったい」において「に」の母音がのぼされ、「いったい」の「い」と同化した長母音中で現れたこぶしも1例あり、この例も位置の判別が不可能として除外した。

『あなたに逢えてよかった』では、[n]とほぼ同時に起こっているこぶしの例が1個あり、これを除外した。

[n]: 4	[m]: 2	子音なし: 1
[ɾ]: 4	[k]: 3	[t]: 1

表1：左寄りのこぶしの左に位置する子音（『アイツムギ』）。合計15例。

[n]: 4	[j] ¹¹ : 3
[ɾ]: 5	子音なし: 1

表2：左寄りのこぶしの左に位置する子音（『あなたに逢えてよかった』）。合計13例。

表1と表2の結果は、「左寄りのこぶしに先行する子音として、阻害音が避けられる」という制約が働いていることを示唆している。これは、先行す

11 この記号は国際音声記号では「ヤ行」の子音を表し、有声阻害音である「ジャ行」の子音とは異なる。

る子音が阻害音である場合、後続する母音の声の高さに影響を及ぼすため (=F0 perturbation: Gao & Arai 2019; Kingston & Diehl 1994等)、こぶしの知覚を阻害してしまう可能性があるからであると考えられる。この仮説のさらなる証拠として、「ま」と「た」のみで歌ってもらった『アイツムギ』の音声データでは、「ま」に比べて、「た」の方が遠くにこぶし为实现する例が散見された(図13)。城氏は、「た」の後にこぶしが来る場合、無声破裂音とこぶしの距離を確保していることがわかる¹²。この傾向の計量的な分析は現在進行中である(Furusawa & Kawahara 2023)。これらの観察は、こぶしは自然言語における声調と似た性質を持っており、周りの子音から影響をうけるということを示している(consonant-tone interaction: Lee 2008)。

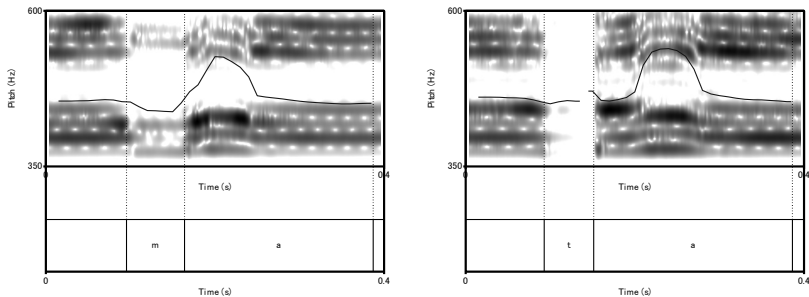


図13: 「ま」のみで歌った場合(左)と「た」のみで歌った場合(右)のこぶしの位置の比較。「ま」の場合、子音の終わり周辺や子音終了前からこぶしが現れるのに対して、「た」の場合、子音終了時に間を空けてこぶしが始まる傾向にある。

また、逆方向の可能性も考えられ、こぶしによって声の高さが乱高下するが、声の高さは有声性の対立(≡濁音の有無)の知覚に影響することから(Diehl & Molis 1995)、こぶしは阻害音の知覚を妨げる恐れがある。つまり、城氏は「こぶしによって単語の知覚を乱すことを避けている」という可能性も考えられる。

12 北山陽一氏は、阻害音による声の高さの影響に関して、似たような意識を持っていることを語っている。有声阻害音によって後続の母音の声の高さが乱される場合、その母音の音程を、子音と母音の遷移部分避け、母音の中盤から後半にかけて調整するという方略である。詳しくは川原(2022)に収録されている対談を参照(pp. 251-253)。

このような知覚的な要因に加え、調音上の要因も関わっているのかもしれない。城氏によると、こぶしの産出には「空気の流れ」が大事であり、「空気の流れがとまる子音」の後ではこぶしを発しにくいということである。彼女の感覚では、「鼻音や無声摩擦音」>「有声破裂音・有声摩擦音」>「無声破裂音」の順で、こぶしとの相性が変化するとしていた。

逆に、右寄りのこぶしは、無声阻害音の直前に現れることが多い。表3と表4に集計結果をまとめる。無声阻害音は、もともと周りの母音の声の高さをあげる効果をもっている (Gao & Arai 2019; Kingston & Diehl 1994他)。この効果は生理学的な要請だけでなく、話者がコントロールしていると考えられ (Hanson 2009; Kingston & Diehl 1994)、つまり城氏は無声阻害音による声の高さの上昇を強調することで、この右寄りこぶしをつくりあげている可能性がある¹³。無声阻害音が多く観察されるのに対して、有声阻害音は[g]が1例、[d]が1例存在するだけである。これは、有声阻害音は周りの母音の声の高さを下げる性質を持っているため (Kingston & Diehl 1994)、こぶしを発しにくいことに起因していると考えられる。または、逆に考えて、こぶしによって声の高さを上げてしまうと、後続する子音を無声子音と混同してしまう可能性が生じるので、城氏はこれを避けているという可能性も考えられる。

[n]: 2	[w]: 1	無声阻害音: 12 ([t]: 3, [k]: 5, [s]: 1, [ç]: 3)
[r]: 1	[g]: 1	子音なし: 1

表3: 右寄りのこぶしの右に位置する子音 (『アイツムギ』)。合計18例。

[n]: 11	[m]: 1	無声阻害音: 21 ([t]: 16, [k]: 3, [ç]: 2)
[r]: 2	[d]: 1	子音なし: 2

表4: 右寄りのこぶしの右に位置する子音 (『あなたに逢えてよかった』)。合計38例。

13 例えば声調の対立をもつ言語では、阻害音の母音に対する効果と声調の相互作用が観察される (Luo 2018)。これは、前者がある程度コントロール可能であることを示している。であるならば、城氏が無声阻害音によって声の高さがあがる現象を利用して歌唱法に応用している可能性は十分にありうる。

実は、城氏本人は、我々が「右寄りのこぶし」と呼んでいるものを「こぶし」として認識していない可能性も高い。城氏は「右寄りのこぶし」を「フリップ」と表現していた。実際に、この歌唱技術は、平井堅氏やゴスペラーズの黒沢薫氏や村上てつや氏など、他の歌手も用いているが、「左寄りのこぶし」は城氏（≒奄美民謡歌手）に独特のものである。

このように2種類のこぶしは別物として扱うべきであるとする根拠もあるが、同時に共通性を持つものとしても考えられる。第二著者は、普段からアカペラを歌い、右寄りのこぶしは以前から歌唱に使用していた。この右寄りのこぶしを「子音を超えて、次の母音に押し込む」という感覚をもって左寄りのこぶしを練習したところ、左寄りのこぶしもできるようになった¹⁴。その際の意識を図14に示す。

また、楽譜を参照しながら、城氏本人からどの声の高さの急昇降をこぶしとして認識しているかを聞き取り調査したところ、本人にとっても「こぶし」

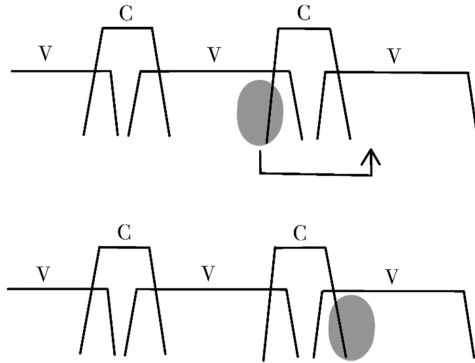


図14: 右寄りのこぶしから左寄りのこぶしへの平行移動。第二著者の練習中の感覚を図にしたもの。C=子音の発話運動、V=母音の発話運動、灰色の丸=こぶし。

14 喉頭の動きによって作り出される帯気 (aspiration) は、口腔の開鎖の開放後に現れるのが一般的であるが (post-aspiration)、アイスランド語のように帯気が閉鎖前に現れることも可能である (pre-aspiration) (Thráisson 1978)。人間言語において、喉頭の動きと口腔内の動きの同期パターン (coordination pattern) には様々な種類があり (Kingston 1990)、第二著者のこの経験は、この同期パターンを調整した結果と考えられる。

か「フリップ」か明確に区別しづらい例も存在した。つまり、「左寄りのこぶし」と「右寄りのこぶし」がまったく別物というわけでもなさそうである。

4 こぶしの楽譜上の分布について

4.1 小節内の分布

今まで論じてきたようなこぶしの特徴に加えて、こぶしには音譜上でも分布にさまざまな制約があることが浮かびあがってきた。本節では、左寄りこぶしに関する制約を分析する（右寄りのこぶしに関しては、これからの研究が必要となる）。第一番目の一般化は、『アイツムギ』では、「左寄りこぶしは小節内の1拍目か3拍目にしか現れない」というものである。ただし、城氏本人は「1拍目か3拍目という意識は持っていない」ということである。

この制約自体興味深いものであり、3つの仮説が考えられる。これらは、互いに排他的ではなく、全てが正しい可能性もある。

仮説1：楽曲的に、1拍目と3拍目に長い音がきやすく、左寄りこぶしは長い音に当てやすいから。

仮説2：1拍目と3拍目が、韻律上強い拍だから。

仮説3：小節と文法的な切れ目が一致していないことが多く、左寄りこぶしによって文法的な切れ目を示しているから。

仮説1は、1拍目と3拍目それぞれ自体が重要なのではなく、「楽曲上、1拍目と3拍目に長い音がきやすく、左寄りこぶしを出すためにはそれなりに長い母音が必要である」という可能性である。少なくとも城氏は「左寄りこぶしは長い音の時に出しやすい」という意識を持っている。

仮説2は、「1拍目と3拍目が韻律上、強い拍であり（Katz 2022）、左寄りこぶしという現象をひきつけやすい」とするものである。4拍で構成される小節において、1拍目と3拍目に強い音や大きな動きが観察されるのは、ボイスパーカッションや指揮・盆踊りなどのパタンでも観察される。この仮説に関連して、『あなたに逢えてよかった』では、左寄りこぶしが4拍目に位

置ることが多いことも興味深い。具体的には、左寄りこぶし13個中、12個が4拍目に位置している。『アイツムギ』では、小節が「強弱強弱」の構造を持っており、「強い拍」に左寄りこぶしが一致するのに対して、『あなたに逢えてよかった』では小節末に左寄りこぶしが一致する、と考えることができる。自然言語でも、声調が強勢を担う音節に引きつけられることもあれば、句の始まりや終わりに結びつけられることもあり (Beckman & Pierrehumbert 1988他)、この二曲の違いも非常に興味深い¹⁵。

仮説 3は、例えば、『アイツムギ』では、「こころつなぎおくる」の最後の「る」に左寄りこぶしがあたるが、小節の切れ目は「おく」と「る」に位置している。つまり「る」は、音譜上は小節の始まりに位置するのに対して、文法的には句の終わりに位置する。よって、文法的な切れ目を左寄りこぶしによって表していると考えられるのである。

4.2 四分音符より小さい単位に分かれている場合

第二番目の観察は、1拍目や3拍目が4分音符よりも小さい単位に分かれている場合、かならず右側に左寄りこぶしがくる、というものである。例えば「ひきさくこことが」「ちいさな手から」「はかりにかけて」では全て下線部に左寄りこぶしが位置しているが、これらの場合、4分音符が16分音符と符点8分音符に分かれており、右側の符点8分音符にこぶしが位置している。これらの例も、左寄りこぶしが文法上の句の終わりに位置していることから、仮説 3を指示していると言えるかもしれない。または、もっと直接的に「四分音符内が内部構造を持っていて、左寄りこぶしはその右側に合う」という制約が働いているのかもしれない。さらに、4分音符が小さく別れた場合、より長い音符の方に左寄りこぶしが位置しているという意味では、仮説

15 自然言語において声調が強勢のある音節や句の境界に引きつけられることが観察されるのと同様に、形態素も位置的に強い (positionally strong) 場所や境界に引きつけられることがある。例えば、Ulwa語の所属格を示す接辞は、第一強勢を司る韻脚の右に現れ (McCarthy & Prince 1993)、一般的な接頭辞 (prefix) や接尾辞 (suffix) は語幹の境界に現れると捉えることができる。これらの声調や形態素の振る舞いとこぶしの振る舞いの共通性も言語学的な観点からは興味をそそられる。

1 (左寄りこぶしは長い音に当てやすい)とも整合性があると言える。

5 こぶしの分布に関する言語学的制約

5.1 こぶしを語頭にあてない

こぶしの分布に関しては、言語学的な制約も観察される。第一に、語頭に左寄りこぶしが来ることはとても少ない(右寄りのこぶしは、語頭母音の左端に現れることが原理的にできないため議論から除外する)。我々が分析した2曲における例外は、『アイツムギ』において「あなたにいったい何が残ろうか」の「いったい」の語頭に現れる左寄りこぶしのみであるが、「いったい」は強調句であり、意味内容は重くない(=この語がなくても文の意味内容は大きく変わらない)¹⁶。

この一般化は、こぶしによって、何の単語が発せられたかわかりにくくなることを回避していることの証左かもしれない。語頭の音は、人間が単語を知覚する際にもっとも重要な役割を担うことが多くの研究から判明しており(Hawkins & Cutler 1988; Nootebaum 1981他)、語頭の母音に急激な音の変化をもたらすこぶしが入ると、その語を認識しづらくなる可能性は多いにある。城氏本人も「メッセージ性重視の部分はこぶしを押さえる」と証言しており、語頭でのこぶしが避けられるという観察は、この証言とも整合性がある。上記の左寄りのこぶしは阻害音付近に現れにくいという観察も同じ原理から説明がつく。

まとめると、城氏は「歌詞によって伝えるメッセージ」の伝達を阻害する可能性がある場所にこぶしをおくことを避けている。これは、3.6節で論じたこぶしと周りの子音の分布に関する議論とも整合性がある結論である。総じて、これらの観察は、歌というものが、「歌詞によって伝えるメッセージ」と「歌い方によって伝えるメッセージ」の2重構造しており、城氏は両者が

16 この例は、左寄りのこぶしか右寄りのこぶしか判断がつきにくく、3.6節の分析から除外したのものである。また、城氏本人もこの例を「右寄りのこぶし(=フリップ)」として認識しており、こぶしとして発せられたものではないのかもしれない。

対立しないような歌い方をしていることを示している。こぶし（＝歌い方によって伝えるメッセージ）は、歌詞を損なわないように実現しているということである¹⁷。

この観察に関連して、歌人の俵万智氏も第一著者との対談の中で、音の響きを意識して短歌を詠むことはあるが、あくまで単語の選択が第一原理であり、音の響きを優先して短歌のメッセージを変えることはないとしていた（俵&川原 2023）。歌や短歌における意味の重層構造的性やそれぞれの意味次元の相互作用も、今後さらなる研究が期待される問題であろう。

5.2 舌の前後とこぶし

第二の観察は、こぶしは「あ」「お」「う」のような舌を後ろに引いて発音する後舌母音に現れやすく、「い」「え」のような舌を前にだして発音する前舌母音に現れにくい、というものである。『アイツムギ』のアカペラ音声では、左寄りのこぶし15個中、「い」が3例、「え」が1例で、後舌母音に現れているこぶしは11例であった。『あなたに逢えてよかった』ではもっと極端で、こぶし13個中、「え」「い」にあてられるこぶしはなく、すべて後舌母音に現れている。「こぶし＝後舌母音」という（緩やかな）制約が働いていると考えて間違いないであろう。

本稿の分析を通して、第二著者はこぶしを習得することができたが、その練習中、左寄りのこぶしは前舌母音で発するのが難しいと感じた¹⁸。なぜ、

17 歌詞によって表現する意味と歌い方によって表現する意味には本質的な差がある可能性がある。歌詞で表現する意味（の一部）は論理的な意味（logical meaning）であり、その真理条件（truth condition）によって意味を定義できる。一方、歌い方によって表現する意味は、expressive meaningであり、論理的な判定を持ち込めない意味である可能性がある（この二種類の意味の違いに関してはPotts 2005を参照）。例えば、歌の意味では論理的な意味で成り立つtransitivityのような性質が成り立たないかもしれない。

18 第二著者がこぶしを習得した順は：「う」>「あ」「え」「お」>「い」であった。ここで「特定の母音とこぶしの組み合わせが難しい（＝有標である）」と考えると、第二著者の経験は（第二言語習得における）the emergence of the unmarkedと捉えることもできる（Broselow et al. 1998; McCarthy & Prince 1994）。ただし、こ

舌の前後がこぶしの分布に影響を及ぼしているのかは、まったくをもって謎である¹⁹。第二著者は、1人でこぶしを練習していたので、「ある特定の母音だとこぶしが聞こえにくい」という知覚的な問題でないことは確かである。しかし、こぶしと後舌母音の相性を良くしている調音上のメカニズムは不明である。

6 結論にかえて

本稿の分析は文字通り「はじめの一步」であり、城氏のこぶしの氷山に一角に光りを照らしたに過ぎない。また、本稿では計量的な分析はおこなっておらず、本文のさまざまなところで、今後、計量的な分析が期待される点を列挙してきた。本来であれば、結論でこれらを繰り返すべきであろうが、あまりの多さにここでは割愛せざるを得ない。城氏のこぶしだけで、これだけ大きな山なのであるから、「歌声の科学」は登りがいのある大きな山脈に喩えることもできよう。我々はその山脈のふもとに到着し、あるひとつの山のさまざまな登山道を発見したにすぎない。それでも、本稿の分析を通して、「音声学・言語学の観点から歌声を科学することが可能である」ということを示せたのであれば、本稿の目的は果たされたと言っても良いだろう。

参考文献

Beckman, M. & J. Pierrehumbert (1986) Intonational structure in Japanese and English.

のデータはひとりの著者の経験に基づくもので、信頼性は高くない。将来の課題として、右寄りのこぶしをすでに使っている歌手に左寄りのこぶしを教え、どのような習得順序が観察されるのか体系的に調べてみるのも興味深い。その際は、「城氏の曲中で後舌母音にくるこぶしが多いから」という理由を排除するため、城氏の曲は聴かせず、「い」の刺激ひとつと「う」の刺激ひとつだけを提示して練習させるべきであろう。

- 19 「舌の高さが影響する」というのであれば、明確な仮説を立てることができる。舌と喉頭はオトガイ舌骨筋と舌骨を通して繋がっており（本多 2018）、舌が上げれば喉頭も同時に上がるのが自然である（Whalen & Levitt 1995も参照）。もし、喉頭を瞬時に引き上げる動作がこぶしの発声に関わっているのであれば（3.4節）、舌が高くあがる母音（「い」や「う」）でこぶしが出しにくいことが予想される。

- Phonology Yearbook* 3: 255-309.
- Broselow, E., S-I., Chen & W. Chilin (1998) The emergence of the unmarked in second language phonology. *Studies in Second Language Acquisition* 20: 261-280.
- Erickson, D., J. Yun, J. Gao & K. Obert (2020) Interaction between phonation mode and pharyngeal narrowing: A pilot EGG study. *International Seminar of Speech Production*, 2020.
- Diehl, R. & M. Molis (1995) Effects of fundamental frequency on medial [voice] judgments. *Phonetica* 52: 188-195.
- Eckert, H. & J. Laver (1994) *Menschen und ihre Stimmen*. BeltzPVU.
- Furusawa, R. & S. Kawahara (2023) A quantitative exploration of the *kobushi* technique by Minami Kizuki. *ICU Working Papers in Linguistics* 24.
- Gafos, D. (2002) A grammar of gestural coordination. *Natural Language and Linguistic Theory* 20: 269-337.
- Gao, J. & T. Arai (2019) Plosive (de-)voicing and f₀ perturbations in Tokyo Japanese: Positional variation, cue enhancement, and contrast recovery. *Journal of Phonetics* 77. 100932.
- Garellek, M. (2019). The phonetics of voice. In W. F. Katz & P. F. Assmann (eds.) *The Routledge Handbook of Phonetics*, pp. 75-106. Oxford: Routledge.
- Gick, B., I. Wilson & D. Derrick (2013) *Articulatory Phonetics*. Oxford: Wiley-Blackwell.
- Hanson, H. M. (2009) Effects of obstruent consonants on fundamental frequency at vowel onset in English. *Journal of the Acoustical Society of America* 125: 425-411.
- Hawkins, J. & A. Cutler (1988) Psycholinguistic factors in morphological asymmetry. In J. A. Hawkins (ed.) *Explaining Language Universals*, pp. 280-317. Oxford: Basil Blackwell.
- Honda, K., H. Hirai, S. Masaki & Y. Shimada (1999) Role of vertical larynx movement and cervical lordosis in F₀ control. *Language and Speech* 42: 401-411.
- Karlin, R. (2022) Expanding the gestural model of lexical tone: Evidence from two dialects of Serbian. *Laboratory Phonology* 13(1): 1-43.
- Katz, J. (2022) Metre, grouping, and event hierarchies in music: A tutorial for linguists. *Language and Linguistic Compass* 2022: e12472.
- Katz, J. & D. Pesetsky (2011) *The identity thesis between language and music*. Ms., MIT.
- Kingston, J. (1990) Articulatory binding. In J. Kingston & M. Beckman (eds.) *Papers in Laboratory Phonology*, pp. 406-434. Cambridge: Cambridge University Press.
- Kingston, J. & R. Diehl (1994) Phonetic knowledge. *Language* 70: 419-454.
- Lerdahl, F. & R. Jackendoff (1983) *A Generative Theory of Tonal Music*. Cambridge: MIT Press.
- Lee, S. (2008) *Consonant-tone interaction in Optimality Theory*. Doctoral dissertation. Rutgers University.
- Luo, Q. (2018) *Consonantal effect on F₀ in tonal languages*. Doctoral dissertation. Michigan State University.

- McCarthy, J. J. & A. Prince (1993) Generalized alignment. *Morphological Yearbook 1993*: 79-153.
- McCarthy, J. J. & A. Prince (1994) The emergence of the unmarked: Optimality in prosodic morphology. *Proceedings of the North East Linguistics Society 24*: 333-379.
- Nootebaum, S. (1981) Lexical retrieval from fragments of spoken words: Beginnings vs. endings. *Journal of the Acoustical Society of America 9*: 407-424.
- Oganian, Y. & E. Chang (2019) A speech envelope landmark for syllable encoding in human superior temporal gyrus. *Science Advances 2019*(5):eaay6279.
- Potts, Christopher (2005) *The Logic of Conventional Implicatures*. Oxford: Oxford University Press.
- Roon, K., A. Gafos, P. Hoole & C. Zeroual (2007) Influence of articulator and manner on stiffness. *Proceedings of ICPHs 2007*: 409-412.
- Solé, M.-J. (2002) Aerodynamic characteristics of trills and phonological patterning. *Journal of Phonetics 30*: 655-688.
- Sundberg, J. (1987) *The science of the singing voice*. Northern Illinois University Press.
- Thráisson, H. (1978) On the phonology of Icelandic preaspiration. *Nordic Journal of Linguistics 1*: 3-54.
- Whalen, D. H. & A. G. Levitt (1995) The universality of intrinsic F0 of vowels. *Journal of Phonetics 23*: 349-366.
- Xu, Y & X. Sun (2004) Maximum speed of pitch change and how it may relate to speech. *Journal of the Acoustical Society of America 111*: 1399-1413.
- 川原繁人 (2018) ビジュアル音声学. 三省堂.
- 川原繁人 (2022) 音声学者、娘とことばの不思議に飛び込む. 朝日出版社.
- 榊原健一 (2015) 発声と声帯振動の基礎. *日本音響学会誌 71* (2): 73-79.
- 俵万智 & 川原繁人 (2023) 歌人が見ている言葉の世界を、言語学者が覗いてみた. 現代ビジネス.
- 本多清志 (2018) *実験音声科学*. コロナ社.

