

言語音声の「明瞭度」の数値化、評価を目指して －構音障害者と健常者の音声比較－

馬 場 良 二

キーワード 明瞭度の評価、発話長、ピッチ曲線、スペクトログラム、モジュール長のバラつき

0. はじめに

言語音声の聞き取りやすさ、「明瞭度^{注1}」を客観的に評価するというのはむずかしい。方法論が確立されているとはいいがたい。馬場(2005b)では、外国人留学生の発話を実験音声学的に分析することによって、日本語教育における明瞭度の客観的な評価構築のための基礎資料とした。第2言語としての日本語教育も、日本語母語話者に対する国語教育も、そして、構音障害、あるいは、失語症の方に対する言語治療もすべて言語教育である。ここでは、言語教育における音声の明瞭度評価の方法論確立のため、構音障害者の音読音声と健常者のそれとを分析、対照し、記述する。

1. この研究の目的

廣瀬肇(1994)の31ページ、「おわりに」に、「臨床の現場で実施する麻痺性構音障害の検査には方法論的な限界もあり、聴覚印象に基づく検査法が今後も中心となると考えられるが、より客観的な音響分析的手法や構音動態の解析・記述などがこれに加味されていくことが望ましいと考えられる」とある。言語治療の現場でも、日本語教育の教室でも、音声評価の中心は言語聴覚士、あるいは、日本語教師の耳による聴覚印象である。

ここでは、「明瞭度」の数値化、客観的な評価の実現のため、構音障害者の音読音声の話速、ピッチ、音調、語音の特徴、モジュールの等時性を実験音声学的に分析していく。必要に応じて健常者の音声とも比較する。

2. 音声データ

2-1 被験者について

C氏は、熊本出身の80代の男性で、2007年10月半ば視床出血、軽度の運動障害性構音障害を発症した。日本語として理解できないほどの問題はないが、本人がかなり発話のしにくさを感じ、また、発症を機に、家族から聞き返される場面が増えたと言う。そのため、同年11月から治療のために言語聴覚士のもとに通った。

Q氏は、50代の男性で、言語形成期を東京ですごした健常者である。

2-2 録音について

C氏の音声は、2007年11月14日に通院の際、検査のために録音された^{注2}。録音機は、アドテック社製のデジタルオーディオプレイヤーFY500シリーズで、内蔵マイクを使用し、サンプリング周波数は22.05kHz、録音フォーマットはADPC方式WAVEのモノラル録音であった。拍、語、短文、長文が録音され、ここでは長文のみを分析する。なお、検査では音声だけでなく、発声発語器官の運動機能評価もなされる。脳出血の影響による軟口蓋挙上不全や舌の運動機能低下が認められている。軟口蓋の挙上不全だと、口腔の呼気が鼻腔へともれやすく、子音の閉鎖がうまくいかなくなる。

Q氏の音声は、2008年5月に静かな部屋で、National社製コンデンサマイクロホンWM-8400とRoland社製デジタル録音機R-09を使い、SDメモリーカードに録音した。サンプリング周波数は44.1kHz、録音モードは16bitのWAV、モノラルであった。

2-3 データについて

音声データは、C氏、Q氏によって読み上げられた以下の長文、イソップの「北風と太陽」である。

title: 北風と太陽

- ① ある日、北風と太陽が力くらべをしました。
- ② 旅人の外套を脱がせたほうが勝ちということに決めてまず風からはじめました。
- ③ 風は「よし、ひとめぐりにしてやろう」とはげしくふきたてました。
- ④ 風が吹けば吹くほど旅人は外套をびったり身体にまきつけました。
- ⑤ 次は、太陽の番になりました。
- ⑥ 太陽は、雲の間から顔を出して温かな日差しを送りました。
- ⑦ 旅人はだんだんよい心持ちになりとうとう外套を脱ぎすてました。
- ⑧ そこで風の負けになりました。

Q氏の長文は、⑥が「太陽は、雲の間からやさしい顔を出して温かな日差しを

送りました」、⑦が「旅人はだんだんいい気持ちになりとうとう外套を脱ぎました」となっている。

C氏は、出だしはまったく余裕がなく、①では「き、きた」とつかえ「北風」を、②では「脱がせた」をそれぞれ言い直している。読み始めは、与えられた文章を読み上げるのに一生懸命で、音読自体に自信がなかった様子だが、だんだん自信が出てきたようで、後半では話速も上がり自信を持って滔々と読みあげている。

Q氏は、意味を明確に伝えようとすることによって発音を明確にしようとしたのだろう、意味の切れ目に意図的に充分なポーズを置いている。発話にメリハリをつけ、話速も均等に、と気をつけている。

C氏、Q氏の音声は、ウェブ上にアップロードしてある。URLは、以下の通り。

C氏の音声：http://www.pu-kumamoto.ac.jp/~babaryoj/C_Q/C_onsee.WAV

Q氏の音声：http://www.pu-kumamoto.ac.jp/~babaryoj/C_Q/Q_onsee.WAV

3. 発話長について

3-1 発話長の計測方法

音声分析ソフトpraatによるスペクトログラム、ピッチの図形から計測した。

以下、音声分析の図表はすべてスペクトログラムが0 - 10000Hz、ピッチ曲線が75 - 280Hzの表示である。長文「北風と太陽」のうちのどの部分の図表が示されているかは、図17を参照。図表のある部分をゴシック体で表記した。

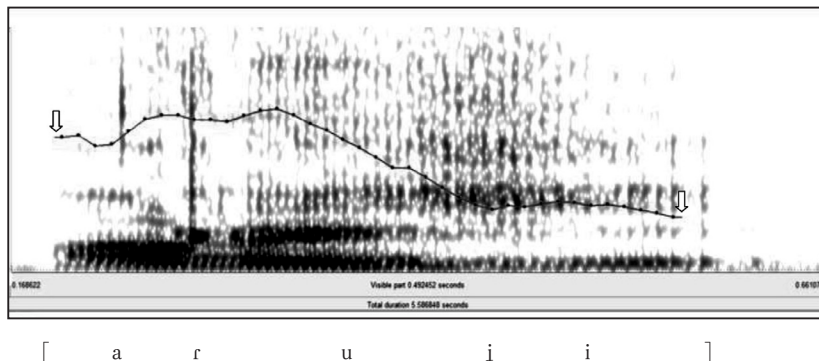


図1 C氏の①「ある日」

母音の初めと終わりは、ピッチ曲線の出だしと終端とにした(⇩)。

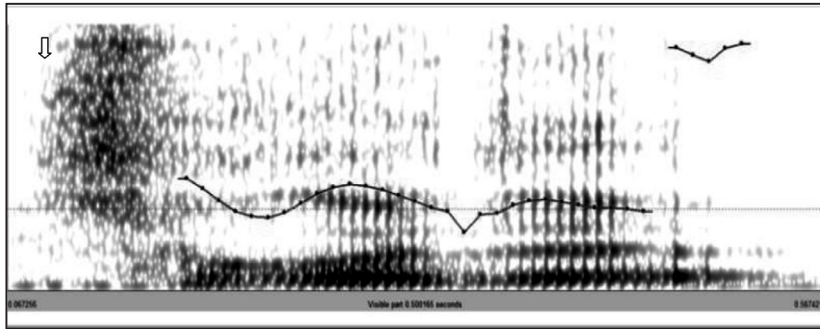


図2 C氏の⑧「そで」

子音の頭は、スペクトログラムの影が出始めているところとした。

計測した発話長は、表1にあげた。

表1 C氏とQ氏の発話長の比較

「発話長 全体」は各発話の全体長、「発話長 差し引き」は各発話からポーズと言い直し部分を差し引いた長さ。単位は、秒。「%」は、それぞれC氏の発話の長さをQ氏の発話の長さで割ったもの。

	発話長 全体		%	発話長 差し引き		%
	C氏	Q氏		C/Q	C氏	
title	1.438031	1.198039	120%	1.438031	1.198039	120%
①	5.191513	3.951337	131%	3.391732	3.116648	109%
②	8.650441	6.482398	134%	6.217649	5.181632	120%
③	6.227520	5.494123	113%	4.369183	3.878652	113%
④	6.404815	5.014137	128%	5.157468	4.406087	117%
⑤	2.277347	2.052853	111%	2.277347	2.052853	111%
⑥	4.256388	6.081470	70%	4.256388	4.758274	89%
⑦	4.705617	5.046551	93%	4.281376	3.917535	109%
⑧	2.040828	2.370468	86%	1.880585	1.855075	101%

3-2 ポーズについて

C氏の発話におけるポーズの個所は図17「きたかぜとたいよう」に示した。Q氏のポーズは、①、②で2か所、③で3か所、④で2か所、⑥で3か所、⑦で2か所、⑧で1か所である。それぞれのポーズの長さの合計、および、C氏のポーズの長さの合計に対するQ氏のポーズの長さの割合、言い直しの長さを表2に示した。

両氏ともに⑤ではポーズを置いていない。Q氏は⑤以外すべての発話にポーズを入れている。一方、C氏は、④まではポーズが長く、⑥ではポーズなし、⑦、⑧では短くなっている。

C氏の発話では、①と②とに言い直しがあり、④ではポーズが倍の長さとなっている。これらが、もたもたした印象を与える要因の一つとなっているのだろう。一方、⑥、⑦、⑧ではポーズがないか、あっても短い。それが、一気にまくし立てている感じを与える要因の一つとなっている。

表2 C氏とQ氏のポーズ長、言い直し長の比較
titleと⑤には、ポーズも言い直しもない。長さの単位は、秒

	ポーズ長		%	言い直し長 C氏
	C氏	Q氏		
①	0.794130	0.834689	95%	1.005651
②	1.587653	1.300766	122%	0.845139
③	1.858337	1.615471	115%	—
④	1.247347	0.608050	205%	—
⑥	—	1.323196	—	—
⑦	0.424241	1.129016	38%	—
⑧	0.160243	0.515393	31%	—

3-3 発話長の分析

titleから⑧までの発話の頭から終端までの長さを、C氏のQ氏に対する割合で見ると、70%から134%の幅がある。しかし、ポーズと言い直し部分を取り除くと、その割合は89%から120%となり、2氏の差が縮まる。いずれにしても、聴覚印象の通り、前半でもたつき、後半ではよくなっていることがわかる。⑦で、C氏の発話文は「心持ち」、「脱ぎすてました」になっていて、その分だけ時間がかかったはずである。一方、⑥では、C氏のほうが「やさしい」だけ発話文が短いこともあり、発話時間が短くなっている。

4. ピッチと音調

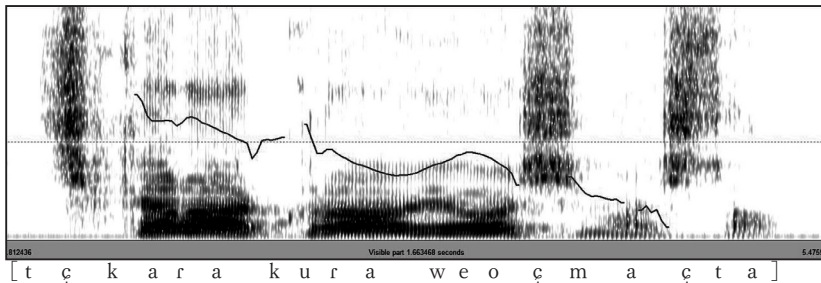
4-1 ピッチの分析

C氏のピッチの最高値は236Hz、Q氏は266Hzで、C氏のほうが低い。これは、個人的な特性なのか、加齢によるものなのか、構音障害によるのかははっきりしない。

最低値は、両氏ともに84Hzで、同じである。Q氏のほうがより高い音域まで使用していることになる。各発話における最高と最低のピッチの差は、C氏が56Hzから148Hz、Q氏が103Hzから176Hzである。C氏のほうが全体的にピッチ差が小さい。ことに⑧の発話でその差が小さくなっている。これは、物語をおさめよう、最後の発話は低く終えようという話者の演出の可能性がある。一方、Q氏のピッチ差が平均して大きいのは、十分なポーズを置いているのと同様に、意味、発音を明確にしようとしたからだろう。

両氏のピッチの間には、音域の違い、差の大きさの違いもあるが、それだけではない。ピッチ曲線の形状にも違いがみられる。発話①の「力くらべをしました」のピッチ曲線とスペクトログラムを見てみよう。

C氏



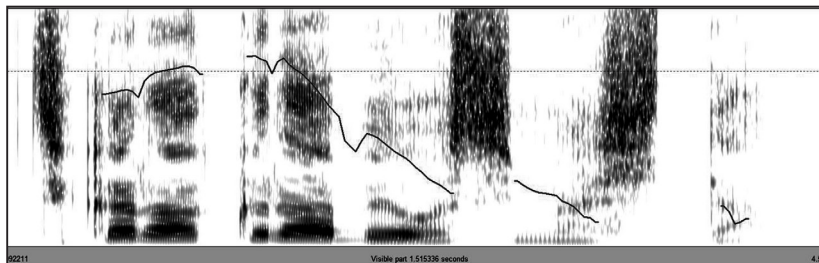
注3

表3 C氏とQ氏のピッチ

titleから⑧までの発話内のピッチの最高値と最低値を示した。数値の単位はHz。「ピッチ差」は各発話のピッチの最高値と最低値の差である。それぞれの値の出た個所をゴシック体で、両氏のピッチ、および、ピッチ差の最高値と最低値を二重枠線で示した。

	最高 Hz		最低 Hz		ピッチ差	
	C氏	Q氏	C氏	Q氏	C氏	Q氏
title	187 きたかぜ	227 きたかぜ	91 たいよう	95 たいよう	96	132
①	212 きたかぜ	240 ちからくらべ	91 ました	94 ました	121	146
②	200 まず	242 かちと	95 ました	94 ました	105	148
③	237 はげしく	249 はげしく	89 と	93 ました	148	156
④	208 びったり	248 ふくほど	85 ました	84 がいろいろ	123	164
⑤	182 たいよう	266 たいよう	108 の	90 なりました	74	176
⑥	204 あたたかな	265 あたたかな	84 ました	97 ました	120	168
⑦	236 とうとう	245 いいきもち	93 ぬぎました	94 なり	143	151
⑧	159 まげに	197 かぜの	103 ました	94 ました	56	103

Q氏



[t̚ k̚ a r a k̚ u r a b e o̚ ç m a ç t a]

図3 C氏とQ氏の①「力くらべをしました」

C氏では、「力」の[k]の開放のあと、ピッチが下がり続け、「べ」で少し上がっている。ここでリズムをとっているようだ。「ちからくらべ」までがんばり、一息つき、勢いをつけて「しました」となだれ込む感じである。一方、Q氏は「力く」全体のピッチを高めたもち、「ら」からおとして文末へ続けている。「ち」からく「らべ」という語アクセントを際立たせようとしたのであろう。Q氏のピッチ曲線のほうが力強くもりあがっている。

4-2 音調について

図17「きたかぜとたいよう」に、聴覚印象による音調記号を示した。C氏は熊本方言話者であるが、基本的に共通語アクセントで発話している。その中に、以下のよういくつか熊本方言的な音調がみられる。

- ①ち「からくらべ」をしました
- ③ふきた「て」ました
- ④か「ぜがふけばふく「ほ」ど、か「らだにまきつ「け」ました
- ⑥た「いようはくものあいだから」か「おをだして」あ「たかなひざしをおくりま」した。
- ⑦「とう」とう
- ⑧か「ぜ」の

とくに⑥では、意味のまとまりごとにダラダラとあがっていく特徴があきらかである(前川1992、馬場2005)。titleでも、①、⑤でも、頭高で発音している「たいよう」を、ここではまとまりの一部として平らに発音している。また、⑦は、音節内での音調の変化をきらう熊本方言音声の傾向のあらわれである。

以下のように、格助詞や接続助詞の「て」など、句末である特徴がみられる。これは、熊本方言的でもあり、共通語にみられる特徴でもある。

- ①き「たかぜとた」いよう「が」
 ②た「びびとのが」いとう「を」、きめ「て」
 ⑤た「いようのばん」に「に」なりました
 ⑧か「ぜ」のまけ「に」なりました

構音障害、失語症治療の世界で「音調」は評価、訓練の対象となっていないようである。日本語教育の世界でも、「音調」は軽視されがちである。しかし、患者、学習者のことを考えれば、軽視してはられない。ことに、構音障害、失語症治療の場合、共通語と方言とのどちらをターゲットとすべきかという点から議論、検討していかなくてはならない。

5. 母音の分析

5-1 あいまい母音

舌の運動機能低下がみとめられるということは、舌がうまく動かないということである。②「脱がせたほうが勝ち」では、「う」の口の構えができぬまま /n/ から/ga/ への調音に移ってしまったのだらう、「う」が次の母音「あ」にひっばられてあいまい母音[a]に近づき、「ぬ」が「な」[na]になってしまっている。

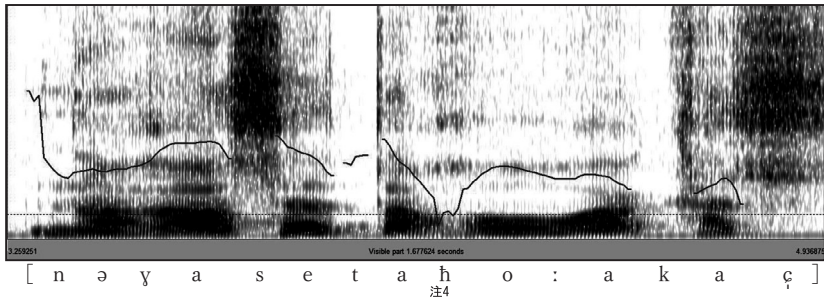


図4 C氏の②「脱がせたほうが勝ち」

5-2 母音の無声化

以下のように、無声子音にはさまれた狭母音 /i/、/u/ は無声化している。無声化して聞こえる母音は、スペクトログラムを見ても声帯は振動していない。

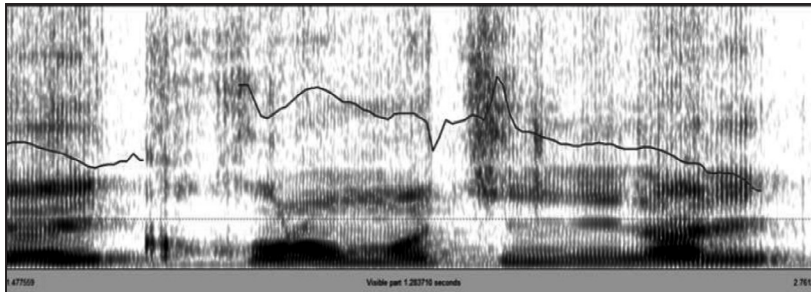
title きたかぜ

- ① きたかぜ ちからくらべ しました(図3を参照)
 ② かち(図4を参照) はじめました

- ③ ようし ひとめくり してやろう はげしく ふきたてました
 ④ ふけば ふく ぴったり まきつけました(図7を参照)
 ⑤ なりました
 ⑥ だして(図11を参照) おくりました
 ⑦ ぬぎすてました
 ⑧ なりました

しかし、①の「しました」の一つ目の「し」の母音は後続の子音が有声である。隣が有声子音なのだから無声化しないはずであるが、この母音は、Q氏の音声でも無声化をおこなっている。図3を見ると、両氏ともに [e]と[m]の間に母音のフォルマントがみられない。

一方、④の「き」の母音の場合は、無声化する可能性のある母音であるが、母音が無声化するのではなく、子音が有声化している。閉鎖がゆるみ、有声の摩擦音化したのであろう。図7「C氏の④「身体にまきつけました」」を見ると、「き」の子音にある部分に声帯の振動があらわれている。



[j o i k h̥ h o r o m o t c i p i n a r i]
 注5

図5 C氏の⑦「よい心持ちになり」

⑦「心持ち」の一つ目の「こ」の母音は、狭母音ではないのに、上図のとおり無声化している。

6. 有声子音の分析

6-1 消えてしまった有声子音

図4を見ると、「脱がせた」の「が」の子音は、母音のフォルマントがうすくなってい

ることによって確認できる。しかし、「ほうが」の「が」はスペクトログラム上に痕跡がない。耳で聞いても、「あ」としか聞こえない。「脱がせた」の「が」の子音は摩擦音 [ɣ] 化し、「ほうが」の「が」の子音は消えてしまった、あるいは、母音化したと考えられる。一方、図6の④「旅人は外套を」の「が」では、ポーズのあとであり、しっかり閉鎖し開放している。

6-2 有声閉鎖子音の半母音化

下の図のように、④の「旅人」の一つ目の「び」の子音は、両唇有声摩擦音の [β] である。一方、二つ目の「び」の子音は、[i] の口の構えのまま少し唇を近付けるだけのような調音で、スペクトログラムには前後の [i] と変わらぬフォルマントがあらわれている。半母音化して有声両唇軟口蓋接近音 [w] となっているのである。[w] の位置は、音声分析をしながら耳で聞いて特定した。また、⑦の「旅人」も一つ目の /b/ は [β]、二つ目は [w] となっている。

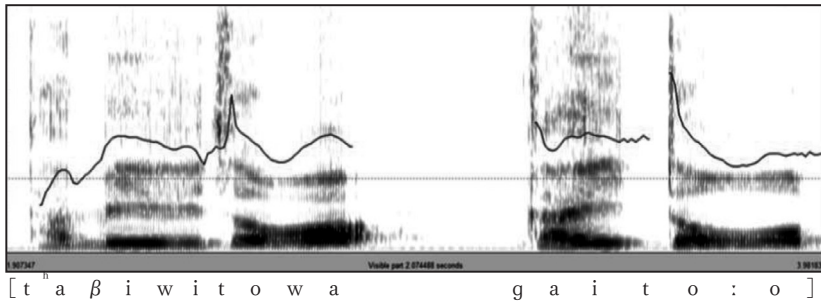


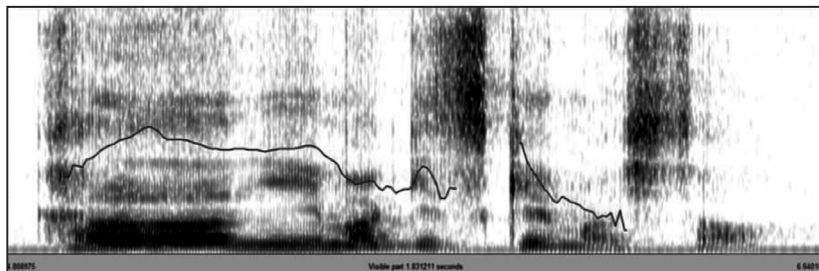
図6 C氏の④「旅人は外套を」

図3のC氏の「かくらべ」の「べ」の子音も、スペクトログラムを見ると、フォルマントがはっきり見え、前後の母音のフォルマントとつながっている。/b/ が半母音化 [w] しているのである。一方、Q氏の「かくらべ」の「べ」では、低周波数部分にわずかに声帯の振動を示す影がみられるだけで、あとは閉鎖のための無音となっている。

6-3 有声子音の母音化

母音にはさまれたラ行子音は、弾き音として実現し、調音での弾きが弱まると接近音となる。また、母音にはさまれた有声閉鎖子音は、摩擦音化しやすく、有声の摩擦音はその摩擦を弱めて母音化しやすい。

図7はC氏の発話④の「身体にまきつけました」の部分のスペクトログラムとピッチ曲線である。



[k a ɾ a ð a ɲ i m a ɣ i ʃ k e m a ɕ t a]

図7 C氏の④「身体にまきつけました」

スペクトログラムにごくわずかに白い影が縦にはいつているのが「身体」の「ら」の子音である。しっかりした発音なら弾き音[r]で実現するはずのラ行子音が、ここでは接近音[ɾ]となっている。[ɾ]のスペクトログラムでは、フォルマントが高い音域で途切れる。しかし、図5の⑦「よい心持になり」の「り」や⑥「送りました」の「り」では、「り」と聞こえるが、途切れていない。弾きが弱くなり、接近音化、母音化しているのである。

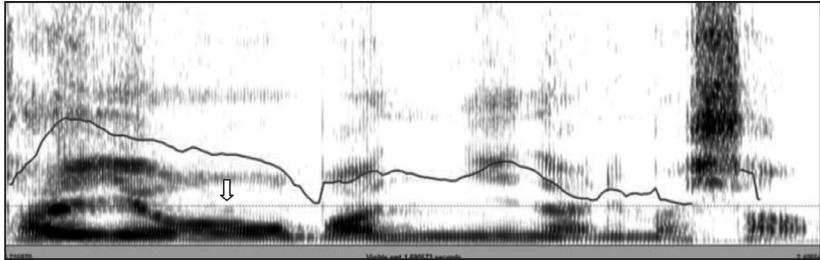
また、「だ」の子音は母音間で摩擦音化し、[ð]となりやすい。ここではさらに摩擦が弱く、スペクトログラム上では、わずかにフォルマントが薄くなっているだけである。[ɹ]も[ð]も母音に近い調音であるが、それでも、聞くと「からだ」に聞こえる。

発話②の「風からはじめ」の「じ」の[z]、発話③の「かぜは」の[z]、発話④「かぜが」の[ɣ]もその調音はゆるく、母音化している。そのため、次の子音との境界は判別しづらく、刻も特定できない(参照:8-1「モジュールについて」)。

6-4 閉鎖鼻音の鼻母音化

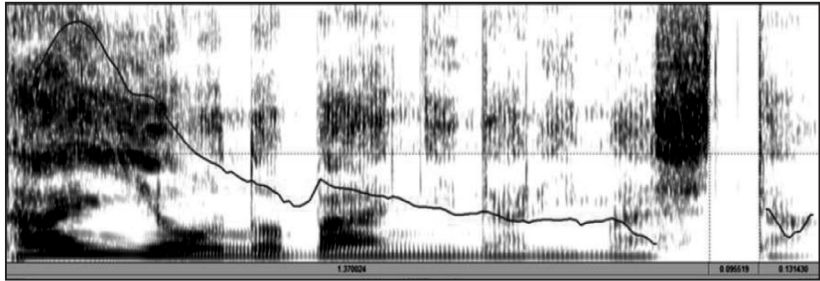
C氏の⑤「次は太陽の番になりました」(図8)の「の」の /n/ は、音学的には口腔内の舌による閉鎖をとまわず、母音 [o] の鼻音化として実現している。フォルマントの上に見られる小さな影(♀)がその鼻音化のあかしのようである。鼻音化を「~」で、子音の/n/として音節副音となっていることを「_」で示した。分析図を見ながら音声聞き、この [ŋ] を/n/の発音の位置にあわせて表記した。一方、Q氏のスペクトログラムを見ると、「太陽の」の [n] の閉鎖と破裂の瞬間はたての線ではっきり示されている。閉鎖、破裂の調音がしっかりしているのである。

C氏



[t a i j o : ō o b a j : j i n a r i m a ç t a]

Q氏



[t a i j o : n o b a j : j i n a r i m a ç t a]

図8 C氏とQ氏の⑤「太陽の番になりました」

③「ひとめぐりに」の「に」の[j]も口腔における閉鎖はともなわず調音されているようである。図17「きたかぜとたいよう」で、「ひとめぐりに」は[çtomekuri̞i̞]と表記した。

7. 無声子音の分析

7-1 有声化した無声子音

下の図はQ氏の発話①の「ある日」の部分である。無声の硬口蓋摩擦音 [ç]が発せられている間は、声帯が振動せず、フォルマントもあらわれない。1500Hzあたりより高い周波数域に噪音の影があらわれているだけである。一方、C氏の「ある日」の「ひ」は、聞くと「ひ」に聞こえるのだが、図1を見る、「ひ」の子音にあたる部分にもピッチ曲線と声帯の振動をあらわす縦のしまがみられる。C氏の場合には [ç]が有声化し、有声の硬口蓋摩擦音 [j]となっている、あるいは、かなり母音に近づいていると考えられる。C氏の発話では、⑥においても「日差し」の「ひ」の子音が、母音 [a]と[i]にはさまれ、有声化、あるいは、母音化している。

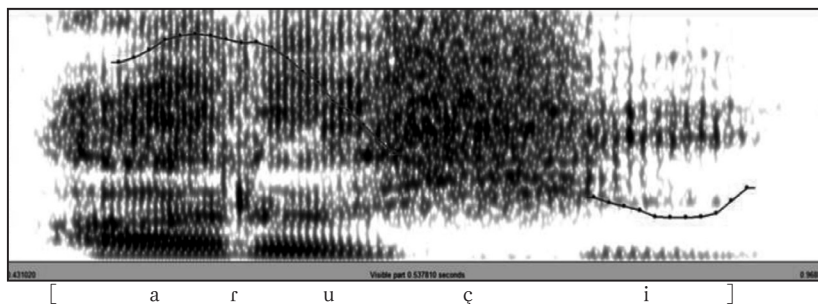


図9 Q氏の①「ある日」

同じハ行音の、発話②の「はじめました」、発話④の「吹くほど」の /h/ も同様に、有声化、あるいは、母音化している。

発話④の「まきつけました」(図7参照)の「き」の子音、発話⑧の「そこで」(図2参照)の「こ」の子音も有声摩擦音化しており、声帯の振動がはっきり見える。

声帯の振動をはじめ、おわらせるという制御は簡単でなく、C氏の場合、無声子音の調音に際し声帯の振動がとまらないことがあることがわかる。

7-2 消えてしまった無声子音

発話②の「勝ち」の一つの実現形は [katɕi] であるが、図4「C氏の②「脱がせたほうが勝ち」」を見ると、[t] の閉鎖があるべきところに閉鎖らしきものがみられない。よく聞くと、はっきり「脱がせたほうが勝し」と言っている。[t] の閉鎖と [s] のせばめを連続させるという破擦音の調音はむずかしいのであろう。[t] のほうが閉鎖しきれず息がもれ、[s] だけになってしまうようだ。「ち」の母音が無声化し、「ち」の母音部分を無声の歯茎硬口蓋摩擦音 [ç] がみたしているから [i] もない。IPAで表記すると図17にあるように、[kaç] となる。

発話④の「まきつけました」は、「まぎすけました」と発音されている(図7参照)。「m」のように唇を使う音に[k]のように喉の奥で調音する音がつづき、そこへ両者の間で調音する破擦音[ts]がきて、調音しづらかったのであろう。破擦音の [ts] から [t] がおちて[s]だけになっている。軟口蓋挙上不全のため呼気が鼻腔へともれやすくなっていることも、[t] の閉鎖がなくなりやすくなっている要因の一つであろう。また、「き」では声帯の振動がとまらず、「き」が「ぎ」となっている。

7-3 聞こえるけれども見えない無声子音

[t]の閉鎖は、不安定である。八つの発話すべてで、文末の「ました」の「た」の子音 [t] が落ちている。

もっとも顕著なのが⑧で、その「した」の部分のスペクトログラムを下に示す。

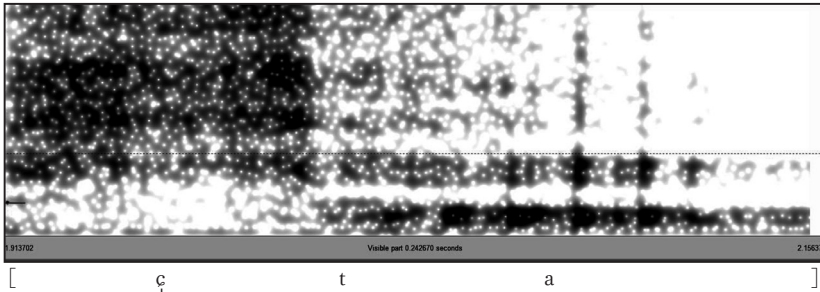


図10 C氏の⑧「そこで風の負けになりました」の「した」

耳で聞くと「した」と[t]の破裂が聞こえるが、音声分析図にはその閉鎖が見られない。「し」の母音は無声化し、「し」の拍の長さ全体が歯茎硬口蓋無声摩擦音[c̣]でみたとされ、そのあとすぐに母音の[a]がはじまる。逆回して聞くと、[t]の閉鎖があれば[atc̣]となり、「あち」と聞こえるはずだが、「あし」としか聞こえない。やはり、無声閉鎖子音[t]にみられるはずの無音部分がまったくないのである。

[c̣]のせばめから[t]の閉鎖をへずして開放しているのに、聴覚的には「た」が聞こえる。[c̣]と[a]との境目に無音部分はないが、スペクトログラムの色がうすくなっているのがわかる。それはなぜか。[c̣]から[a]へのわたり部分で[c̣]のせばめが一瞬強まりそれが開放することによって「た」の音色を形成しているからかもしれない^{注7}。

⑥「太陽は、雲の間から顔を出してあたたかな日差しを送りました」の「て」と「た」も、聞くと「だして」「あたたかな」と聞こえるが、スペクトログラムに無声部分はあらわれない。

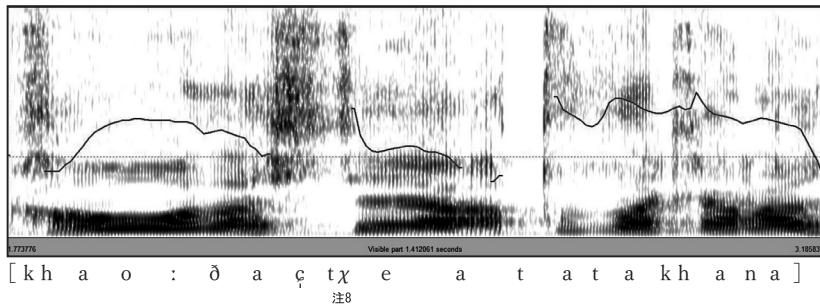


図11 C氏の⑥「顔を出して温かな」

無声部分はないが、「て」には閉鎖した後で生じるであろう気音の[ɣ]らしきものがみえる。この気音で、閉鎖子音を知覚しているのであろうか。「あたたかな」の二つ目の「た」の子音[t]が聞こえるあたりは母音のフォルマントがうすくなっているだけで閉鎖の痕跡がない。どうして[t]が聞き取れるのかわからない。

8. 等時性について

言語には、その音声のリズムを保つ単位がある。英語では、強勢アクセントから強勢アクセントまでが一つの単位であり、韓国語、ポルトガル語などでは音節である。日本語は、「子音+母音」の「拍」がそれだと言われている。

8-1 モジュールについて

川上(1977)の100ページに、「例えば [コドモ] (kodomo) という音声連鎖の中での特定の契機とは、第一には [k] の破裂の瞬間、第二には [d] の破裂の瞬間、第三には [m] から母音への移行の瞬間である。」「上記の「契機」を以下では、「刻」と言っている。」「そして、川上(1982)の51ページには、「ある刻と隣の刻との距離を「モジュール」と呼ぶ」とある。

[コドモ] で言うと、その第1拍は無声閉鎖子音 [k] で口を閉じた瞬間から次の子音の[d]の調音の開始までであるが、物理的に「無声閉鎖子音 [k] で口を閉じた瞬間」を聞きとることはできない。川上(1982)の50ページに「指先で机をたたきながらゆっくり発音することによってもわかることである」とあるように、「こども」とゆっくり発音しながら指先で机をたたくと、たたいているのは [k] の閉鎖の瞬間でも [d] の閉鎖の瞬間でもなくそれぞれの破裂の瞬間である。そこで、ここでは「子音+母音」の「拍」ではなく、「母音+子音」の「モジュール」を単位としてその長さを計測し、C氏とQ氏とで、音声言語の単位の等時性が保たれているかどうかを見てみた^{注9}。

構音障害を持つC氏のほうが、モジュール長の制御能力がおとる、つまり、モジュール長のバラつきが大きいという仮説をたてて実験にのぞんだ。

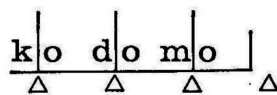


図12 /kodomo/に
おける刻の位置

8-2 モジュール長の計測方法

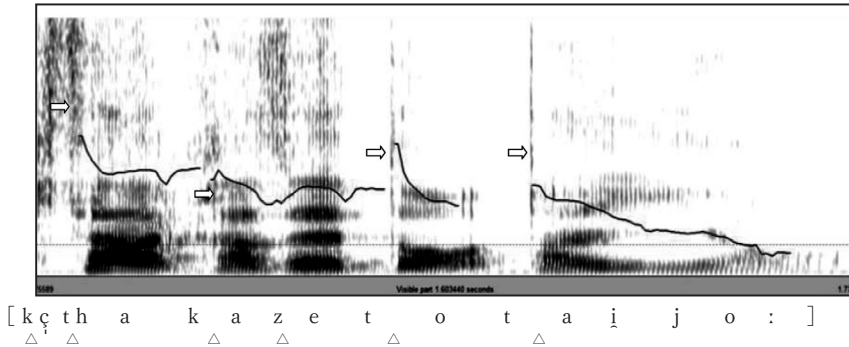
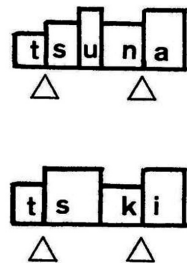


図13 C氏のtitle「北風と太陽」

title「北風と太陽」では、[k]の閉鎖の無音のあと無声化した母音音素/i/として[c̠]があらわれる。この[k]と[c̠]との境に第1の刻がくる。第2の刻は、[t]と気音[h]の間、第3は[k]と[a]、それから、[z]と[e]、[t]と[o]とつづく。「太陽」の[a, i, j, o]の切れ目、境目というのはわからない。分析図にあらわれないだけでなく、音声そのものに物理的な切れ目、というのではない。声帯は振動し続け、音声は口腔内で共鳴を続ける。その共鳴が口腔の形状の連続的な変化によって連続的に音色を変え、切れ目、境目は形成されない。発話末には子音がないので、刻は設定できず、[aijo:]全体が、モジュール長の計測から排除される。

「北」の「た」の子音にだけは気音を認め、音声表記に[h]をいれた。スペクトログラムを見ると、そのあとの[k], [t], [t]にも気音はみられる。閉鎖子音の終わりは、破裂の瞬間に気音があればその気音の出現の瞬間である。[k], [t], [t]それぞれ、もっとも明確にあらわれている気音のはじまりを刻とした(⇒)。

川上(1982)の52ページには、「[綱][tsuna]では、[s]から[u]への転移点ではなく[t]から[s]への転移点が第一刻に当たる。」「[月]の「つ」は、普通、母音がなく(無声母音すらなく)、[ts]だけである。そして[t]から[s]への転移点第一刻に当たる。」とある。ここでは、このやり方に従ってモジュール長を計測した。

図14
摩擦音の刻の位置

8-3 モジュール長の一覧表

表4がC氏のモジュール長の一覧である。titleから⑧までの文を音素表記し、刻がセルの境目になるようにならべた。Q氏のモジュール長の一覧は、ウェブ上にアップロードしてある。

Q氏のモジュール長の一覧

http://www.pu-kumamoto.ac.jp/~babaryoj/C_Q/Q_modules.pdf

8-3-1 長さを計測できない場合

表4にモジュール長の数値のないコマがある。これは、ポーズの前であり、母音の次に子音がないためモジュールを形成できないからである。

8-3-2 刻を特定できない場合

8-2で述べた「太陽」の[a, i, j, o]の他にも、発話②の「勝ち」のように母音が無声化してしまった場合(参照:7-2「消えてしまった無声子音」)、[kaç]の[ç]を「し」の子音部分の[ç]と母音部分の[ç]とに分けることはできず、表4には「atsit」とひとまとめにして2モジュール分のコマに表記している。

発話①の「ある日」の「ひ」のように無声子音が有声化した場合(参照:7-1「有声化した無声子音」)、あるいは、6「有声子音の分析」のような場合、子音とその後の母音との境目が特定できず、刻を特定できない。したがって、「uh」でひとつのモジュールとはしていない。

長音、撥音、促音の特殊拍は、1拍全体が母音、鼻音、無声子音でみだされており、子音部分と母音部分とに分けることはできない。よって、特殊拍の中に刻を特定することもできない。図8の⑤「太陽の番になりました」の「番」の「ん」は、音声的には「番」の「ば」の母音が鼻音化した[ã]から口蓋垂音の[N]をへて硬口蓋音の[n]となり、「番に」の「に」の子音である硬口蓋音の[n]へと連続している。撥音末尾の[n]と「に」の頭の[n]との境目は判別できない。したがって、「aŋn」を2モジュール分のコマに表記した。

本実験の文章に促音は、④「ぴったり」の一つだけである。C氏の「ぴったり」を、ここでは [pç̣ɰtitaṛi]と表記した。「ぴ」の母音は無声化し、/i/の異音として硬口蓋無声摩擦音の[ç̣]が発せられ、促音部分は無声歯茎閉鎖子音の[ṭ]である。この[ṭ]は促音の拍と「た」の子音部分とを合わせた長さを持つ。IPAでは、促音に相当する[ṭ:]と「た」の子音の[ṭ]とをわけて表記したが、音声上で二つの間に切れ目を特定することは不可能で、この[ṭ]の内部に刻を設定することはできない。

8-3-3 長いモジュール、短いモジュール

表4から、C氏の発音で0.2秒以上の長さを持つ単独モジュールは以下の九つである^{注10}。

- title kit/AK/azet/OT、① kitak/AZ/e、tsikar/AK/urabe、
 ② tabibiton/OG/aitoR、nug/AS/eta、⑤ t/SUG/iwa、
 ⑥ aidakar/AK/ao、hiz/AS/i

このうち、「kit/AK/ azet/OT」、「tsikar/AK/urabe」、「tabibiton/OG/aitoR」、「aidakar/AK/ao」は、意味の区切りで母音を伸ばし、発音しやすいように調子をつけているようである。一方、①の「kitak/AZ/e」と②の「nug/AS/eta」とは、つかえて言い直した部分であり、発音しづらいところをゆっくり調音したために長くなったと思われる。

0.1秒より短い単独モジュールは以下の五つである。

- ① tsikarak/UR/abe、⑥ aidak/AR/akao、atatak/AN/a、
 ⑦ kok/OR/omotsin/IN/ari

文章の後半に短いモジュールが多いことになる。発話の速度が上がったためであろう。

8-4 C氏とQ氏のモジュール長の比較

表4のデータから、C氏、Q氏のモジュール長の変化を見るために図15、モジュール長のバラつきを見るために図16を作成した。モジュールは日本語のリズムの基礎である。C氏はそのリズムがみだれ、モジュール長のバラつきが大きいのではないかと考え、図16を作成した。

8-4-1 モジュール長の変化

図15は、C氏(——)とQ氏(-----)の各モジュールの長さを時系列にそって並べ、その値のバラつきをloess平滑化によって合理的に除去したものである。縦軸はモジュールの長さ、単位は秒であり、横軸はモジュールの通し番号で(その長さを計測していないモジュールはとばしてある)、「1」はタイトルの「it」、「100」は④の「身体にまきつけ」の「im」、最後の198個目は⑧「ました」の「it」である。

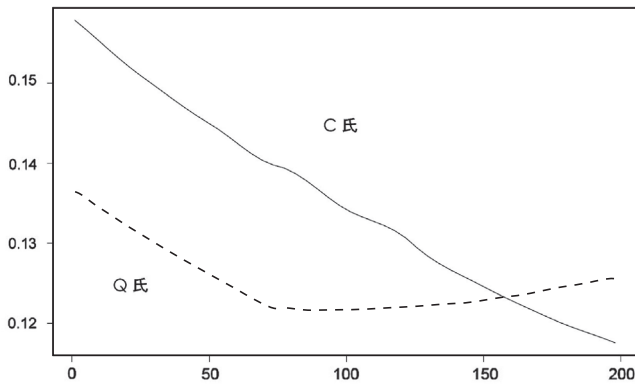


図15 C氏、Q氏のモジュール長の変化

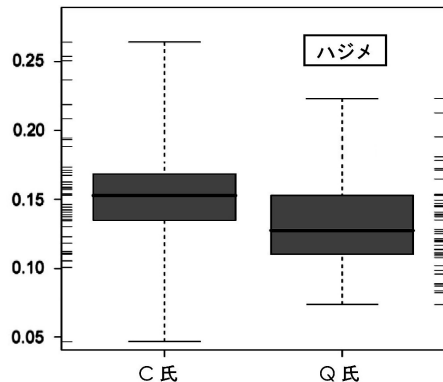
発話の初めではC氏のモジュールが長く、それがどんどん短くなっていく様子がよくわかる。症状が出てから人の前でモノを読むというのは初めてで、その緊張から、はじめはゆっくり、自信がつくにつれてどんどんはやくなっているのだろう。一方のQ氏のモジュールは、長く始まって短くなり、底を打つと最後に向かって少し長くなっている。物語のはじめはゆっくり読み、だんだんはやく、そして、最後に向けてまた話速をおそめているのだろう。

8-4-2 モジュール長のバラつき

C氏の発話では、話速が変化しているので、発話全体を統計処理した場合、モジュール長のバラつきが大きくなるのは当然である。そこで、全9発話をハジメ (titleから②まで)、ナカ (③から⑤)、シメ (⑥から⑧) の三つに分けて、以下の図16を作製した。

図16は箱ヒゲ図である。その中央の太い横線はメディアンを示している。メディアンとは複数のデータを並べたときの中央の値である。ハジメ、ナカではC氏のほうが長く、話速は遅い。そして、シメでは、Q氏と逆転していることがわかる。

箱の高さとヒゲの長さはバラつきをあらわす。短いほうから25%の順



位にあるモジュールの長さを箱の下端が、75%の順位にあるモジュールの長さを箱の上端が示す。ナカとシメにおいては、C氏のほうがQ氏より箱の高さが大きく、モジュールの長さが不安定なことがわかる。ハジメでは、C氏のほうが箱が低い。これは、①、②での言い直しを削除しているからではないだろうか。

また、ヒゲの先端は最短値、最長値を示しており、C氏の最短モジュールは0.05秒より少し短く(具体的には、①「力くらべ」の「ur: 0.046853秒)、最長モジュールは0.25秒より長い(⑥「雲の間から顔」の「ak: 0.266099秒)。こちらからも、C氏のほうがモジュール長のバラつきが大きいことがわかる。

タテ軸上の横棒はひとつひとつのモジュールの長さを示す。C氏のほうが拡散しており、バラつきが大きいことがわかる。

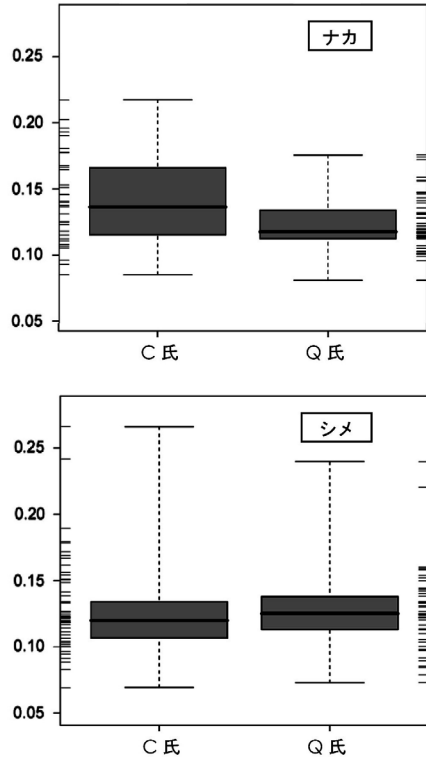


図16 C氏、Q氏の
モジュール長のバラつき

9. C氏とQ氏の音声の比較

ここでは、図1のC氏の①「ある日」と図9のQ氏の「ある日」、図3のC氏とQ氏の①「力くらべをしました」、図8のC氏とQ氏の⑤「太陽の番になりました」を見ながら、両氏の音声进行比较する。

9-1 ピッチ曲線

「力くらべを」と「しました」の共通語のアクセントは、それぞれ「ち「からく」らべを」、「し「ま」した」である。図3のQ氏のピッチ曲線を見ると、「ちからくらべを」は共通語のアクセントどおりに力強く盛り上がり、「しました」はdownstepの影響で再上昇がわずかであるか、あるいは、「ちからくらべをしました」全体で一つの音調句を形成し、「しました」のアクセントは消滅している。聴覚印象では「ち「からく」らべをしました」のように聞こえる。C氏の発話の聴覚印象は、図17にあるように「ち「からくらべ」

をしました」で、図3の分析は4-1「ピッチの分析」のとおりである。「べ」の次で音調がさがっているのは熊本方言の特徴であろう。

「太陽の」、「番になりました」のアクセントは、「た¹いようの」、「ば¹んになりました」である。図8のQ氏のピッチ曲線を見ると、「太陽」の頭でピッチが高く、急下降している。「番になりました」の「ば¹ん」の音調はdownstepの影響でおさえられ、聴覚印象では「た¹いようのばんになりました」のように聞こえる。一方、C氏の発話の聴覚印象は、「た¹いようのばん¹に¹になりました」で、高音、低音の差が小さく、メリハリにかける。

9-2 スペクトログラム

スペクトログラムを見て横に流れるしまは、母音のフォルマントによるものである。Q氏のフォルマントは明確で、はっきりしており、高周波域でもきれいにみえる。これは、口腔の形状が精緻にコントロールできており、高い周波数の音まで声道内で安定して共鳴しているからである。一方、C氏の母音は全般的に高い周波数域での共鳴が弱い。

一方、摩擦子音の噪音は、スペクトログラム上では灰色の影となってあらわれる。Q氏ではその影の輪郭が明確であるが、C氏では口腔内での調音のせがめがゆるいからであろう、ぼやけている。

Q氏では、たてに見えるしまも直線的ではっきりしている。子音の閉鎖の瞬間、破裂の瞬間に調音器官が精緻に運動しているからである。子音から母音、母音から子音への遷移の際のパワーの変動幅が大きく、聴覚的にインパクトも大きい(廣瀬1994)。

正木(1990)の要約には、「協調運動の異常は調音器官同士ばかりでなく、調音器官と発声器官の間にも起こりうる」とある。口腔内の調音器官の動きに関する脳からの指令と声帯の振動の開始と停止の指令とは別々だからである。耳で聞くと無声子音でも、スペクトログラムを見ると白くなるはずの閉鎖部分に影が見えていることがある。物理的には声帯が振動したままなのである。それでも無声だと知覚されるのはなぜか。今後の研究が期待される。

10. 考察

『音聲學大辞典』によると、「明瞭度」は「呼吸」、「共鳴を含めた調音」、「発声」、「プロソディー」と深くかかわりがある。言語聴覚士によるC氏の運動機能評価では、呼吸機能に異常は認められない。

「共鳴」に関して言えば、舌の運動機能低下と軟口蓋挙上不全によって、口腔の形状の形成が不十分なのであろう、母音の共鳴がうまくいかないようである。母音があいまい母音化してしまったり(5-1)、フォルマントが高い周波数領域にみられな

かったりしている(9-2)。

「調音」に関して言えば、有声摩擦子音が母音化、半母音化、あるいは、消えてしまっている様子(6-1~4)がみられた。無声閉鎖子音の [t] の閉鎖がなくなっている場合(7-2)、有声になってしまっている場合(7-1)が観察された。その他、聞こえるけれども分析にかからない無声子音(7-3)があることがわかった。

物理的な現象を空間的と時間的に分けるなら、口腔内の形状は空間的、その変化やタイミングは時間的と言える。プロソディーというのは、時間的な事柄で、声の高さや長さがこれに分類される。

運動機能評価によれば、発声機能にも問題がない。が、プロソディーのうちのタイミングに関連して、声帯の振動の開始と停止のタイミング、コントロールがうまくいっていない例(7-1)が多くみられた。

ピッチに関しては、C氏は高い音域が出しにくいのではないかと(4-1)、また、コントロールがしにくいのではないかと(4-2)という推測がなされる。話速(3-3)、モジュール長(8-4)に関してもコントロールしにくいのだろうと考えられるが、どの事象が障害によるものでどの事象が意図的なものなのかという客観的な判断はくだせなかった。今後、話速変化をおりこんでモジュール長のバラつきを算出する方法を考える必要がある。

軟口蓋が自由に動かないからであろう、全体的に鼻にかかって聞こえる。鼻音と口音との別が明確でないことも、聞き取りにくい発音の原因ではないかと考えたが、分析図から鼻音化傾向を読み取る方法がわからず、今回はふれなかった。

有声子音の前で母音が無声化する現象がC氏にもQ氏にもみられた(5-2)。理論通りでない言語現象はいくらでもみられる。構音障害の方、健常者、日本語母語話者、日本語学習者に限らず、そのデータを分析することが、日本語音声の本質を解明していくことに役立つに違いない。

11. まとめ

言語聴覚士と連携をとってデータを収集し、構音障害を持つ方の言語音声进行分析した。今後、日本語学習者もふくめてデータの量を増やし、「明瞭度」の本質の解明、評価の数値化、客観化を実現していきたい。

プロソディーのうちのアクセント、音調に関しては、C氏の母語である熊本方言を基準とすべきなのか、構音検査の標準である共通語を基準とすべきなのかが決定できない。日本語教育であれば、教えた日本語が基準となる。熊本方言を教えたのであれば熊本方言のアクセント、音調、共通語を教えたのであれば共通語のアクセント、音調が基準となる。

いかなる検査であってもその標準化は必須である。それを考えると、共通語の音

調で読めるかどうかが検査対象となる。が、本人の言語能力を見きわめたいのなら方言^{注1}を対象としたほうが精度があがるのかもしれない。さらに、言語治療の目標言語も大切である。方言を自由にあやつることを望んでいる患者の場合、共通語よりは方言の音調を検査したほうが効率がよいこともあるだろう。方言と共通語のどちらを検査、訓練すべきか、言語治療の世界で真剣な議論が必要である。

リズムに関して、8-3-3を見るかぎり、閉鎖子音、摩擦子音でおわるモジュールは長く、鼻音、流音でおわるモジュールは短い。モジュール全般もさることながら、特定のモジュールだけを見てその長さを検討し、リズムの標準度を測定できるようになるかもしれない。

7-3の「ました」や「あたたかな」の [t] はどのようにして知覚されるのか。ほかにも耳には聞こえるがスペクトログラムにはあらわれない音があった。興味がつきない。

また、「異音」とは何か、あらためて考えさせられた。日本語における/t/の異音には、気音をともなった[tʰ]、「ち」の[te]、「つ」の[ts]などがあると言われている。しかし、今回の観察結果では、声帯が振動していても、あるいは、そこに閉鎖の痕跡がなくても/t/が聞こえることがあった。そうすると、[d]、[c]は/t/の異音と言っていいのだろうか。/b/、/n/の異音に[w]、[ŋ]を認めるのだろうか。

日本語教育、言語教育にとっても、言語治療にとっても、言語音声の明瞭度評価の数値化、客観化はのぞまれている。今後、データをふやし、精度を高め、実現していきたい。

C氏には、構音検査の際の録音音声を公開させていただきました。菊南病院の言語聴覚士の宮本恵美さんには、検査方法、検査内容に関して教えていただきました。また、熊本県立大学総合管理学部の貞廣素造准教授には、データの統計処理に関してすっかりお世話になりました。ありがとうございました。

本研究は、平成20－22年度科学研究費補助金(挑戦的萌芽研究)、課題番号20652037「失語症治療における検査・訓練法の日本語力判断テストおよび教授法への応用」の研究成果の一部である。

注

注1 『音聲学大辞典』の「明瞭度」の項には、「(1) 言語教育からいう場合と、(2) 通信工学上でいう場合との別がある」とあり、前者は、「話し言葉そのものの分り易さ、つまり聴分け易さを指し」、後者は、「通信工学・心理学などにおける

用語で、一連の無意味音節を送話した場合に受話者が正しく聞取った割合をパーセントで表わしたものをいう」とある。ここで言う「明瞭度」とは、前者のことである。

- 注2 検査の様子全体の録音を聞くと、言語聴覚士がC氏をはげましている様子がよくわかる。実力を発揮してもらおうとしているのである。検査なのだが、あくまでも今後どのような訓練をすべきかのカリキュラム作成のための資料だからである。
- 注3 「力」の「ち」の母音 /i/ は無声化を起こし、異音である無声歯茎硬口蓋摩擦音の [c] として実現しており、この子音が「ち」という音節の音節主音となっている。それで、IPA表記には音節主音であることを示す [,] をくわえた。
- 注4 日本語の /ハ、ヒ、フ、ヘ、ホ/ はすべて母音が無声化することがあり、無声化すると拍全体がハ行子音で形成される。実際には、調音する際の口の構えが重要なのだろうが、「ア」の口の構えでハ行子音を調音する、というIPAは存在しないようだ。そこで、ここでは /ハヒフヘホ/ の子音の違いを調音点の違いととらえ [h, ç, ø / x, χ, h] と表記する。
- 注5 閉鎖子音 [k] の破裂のあとの母音 [o] で無声化したものは、[o] の口の構えをしたハ行子音 [h] であらわす(注4参照)。また、この母音 /o/ の異音としての [h] のあとにつづく摩擦音化した子音 /k/ の実現形も調音法が同化して [h] となっている。
- 注6 「太陽」の /ai/ は二つの母音の間にアクセントのタキがあり、二重母音を形成している。二重母音は2拍で1音節を形成すると考え、後要素には音節副音の記号を付して、[i] とした。
- 注7 廣瀬(1994)では、LPC分析を行って子音から母音への遷移部のスペクトルとパワーの変化幅を算出、健常者は変化幅が大きいと述べている。物理的に閉鎖がなくても、この幅が大きければタ行音に聞こえるのかもしれない。
- 注8 無声閉鎖子音の破裂のあとに生じる気音は、後続の母音の口の構えで発せられる。ここでは、後続の母音は [e] なので、[χ] と表記した(注4参照)。
- 注9 加藤(2004)の「要旨」には「テンポの判断は主としてV-onset間隔で行われ、V-offset(子音から母音への境界)の貢献は皆無であった」、114ページには「モーラ時間長が知覚上の発話テンポ(発話速度)に直接対応するわけではないということは知っておくべきである」とある。V-onset間隔というのはモジュールであり、発話テンポの知覚には拍ではなく、モジュールが貢献していると主張している。
- 注10 これらのモジュールでは、母音ばかりが引き延ばされるのではなく、子音にも長いものがある。「tsikar/AK/urabe」では [k] が 0.113391秒、「nug/AS/eta」、「hiz/AS/i」では [s] が 0.109882秒、0.109210秒である。

注11 大塚(2008)では、失語症検査における発話の復唱で熊本方言を使用し、その様子を報告している。失語症検査に方言を導入することの意味の検証ははじまったばかりである。

文献

- 大塚裕一(2008)、宮本恵美、橋本幸成、馬場良二発表「標準失語症検査に熊本方言が与える影響－聴覚的理解と復唱の視点より－」、第7回九州地区言語聴覚士会合同学術集会宮崎大会
- 加藤宏明(2004)、津崎実、匂坂芳典著「音声のリズム・テンポのきこえとそのしくみ－持続長とタイミングの処理の違い－」、音声文法研究会編『文法と音声IV』、くろしお出版
- 川上葵(1977)『日本語音声概説』、桜楓社
- 川上葵(1982)「日本語のリズムの原理」、『国学院雑誌』82-9、p.p.48-55
- 郡史郎(2006)「熊本市および周辺の非定型アクセント方言における語音調と音調句の形成」、『音声研究』10-2、p.p.43-60
- 田川恭識(2008)「熊本方言談話音声収集班 報告書」、『基盤研究(B)(一般)平成18年度－平成20年度「地方中核都市在住外国人のための方言教材の開発－その理念の構築と実際」報告集』
- 西尾正輝(2004)『標準 ディサースリア検査』、インテルナ出版
- 日本音聲學會(1976)『音聲學大辞典』、三修社
- 日本高次脳機能障害学会(2003)(旧 日本失語症学会)編『標準失語症検査マニュアル 改訂第二版』、新興医学出版社
- 馬場良二(2004)「熊本方言における引用の助詞「て」を含む節の韻律について」、『信学技報』SP2004-21、p.p.11-16
- 馬場良二(2005a)「現代熊本市内方言話者の発話分析」、『熊本県立大学文学部紀要』11- 1、p.p.79-97
- 馬場良二(2005b)「外国人留学生の自己紹介発話の分析」、『日本音響学会聴覚研究会資料』、35-11、p.p.675-680
- 廣瀬肇(1994)「麻痺性構音障害」、『失語症研究』14- 2、p.p.25-31
- 本間慎治(2000)編著『言語聴覚療法シリーズ7 機能性構音障害』建帛社
- 前川喜久雄(1992)、「熊本アクセント方言のイントネーション」、『月刊言語』21-9、p.p.66-74
- 正木信夫(1990)、辰巳格、笹沼澄子、「発語失行症患者の単語アクセント生成における調音器官と発声器官の協調運動の異常」『音声言語医学』、31-2、p.p.186-194

title き¹た¹か¹ぜ と た¹い¹よ¹う
○ 図13
 [kç t^hakaze to ta i j o :]

- ① あ¹る¹ひ ○ 図1 // き¹た¹か¹ぜ と た¹い¹よ¹う が¹ // ち¹か¹ら¹く¹ら¹べ¹ を ○ 図3
 [a ru ji kç takaze to ta i j o : ya tç karakurawe o]
- ② た¹び¹び¹と の が¹い¹と¹う を¹ // め¹が¹せ¹た ほ¹う が¹ か¹ち¹ と ○ 図4
 [taβiβito no ya i to : o nəγaseta ho: a kaç to]
- ③ か¹ぜ は // 「よ¹うし // ひ¹と¹め¹くり に し¹てや¹ろ¹う」
 [kaze wa jo : ç ç t o meku ri i i ç te ja ro :]
- ④ か¹ぜ が ふ¹け¹ば ふ¹く ほ¹ど // た¹び¹び¹と は // が¹い¹と¹う を ○ 図6
 [kaze ya φ keβa φ ku ho do t^haβiwito wa ga i to : o]
- ⑤ つ¹ぎ¹ は た¹い¹よ¹う の ば¹ん に¹ な¹り¹ま¹し¹た。 ○ 図8
 [tsuyi wa ta i j o : ōo ban: ni narimaç ta]
- ⑥ た¹い¹よ¹う は く¹も の あ¹い¹だ から か¹お を だ¹し¹て あ¹た¹た¹か¹な ○ 図11
 [t^haijo: wa kumo no ai da kara k^hao : ðaç t^he atatak^hana]
- ⑦ た¹び¹び¹と は だ¹ん¹だ¹ん よ¹い こ¹こ¹ろ¹も¹ち に な¹り // 「と¹う¹と¹う」 ○ 図5
 [taβiwito wa dan:daī jo i k^hhoromotçei ni nari t^ho : t^ho :]
- ⑧ そ¹こ¹で // か¹ぜ の ま¹け に¹ な¹り¹ま¹し¹た。 ○ 図2 ○ 図10
 [soyoðe ka ze no make ni nari maç ta]

図17 きたかぜとたいよう

かな書きは、音読された文章であり、発音の結果を表記したものではない。
 ゴシックは音声分析をした結果の図表が掲載されている箇所、図番号はその図

しました。
 ɸ ma ɸ ta]

いう こと に きめ^て // 「ま^ず // か^ぜ から はじめ^ました。
 ju: koto ni kimete mazu kaze kara hazimemaɸ ta]

// 「と<sup>」 // はげし^く ふきた^てました。
 to hayeɸ ku ɸ kɸ ta te ma ɸ ta]</sup>

び^つたり // か^らだ に ま^きつ^けました。
 pɸ ttari karaɗa ni maɸi ɧ ke maɸ ta]

ひざし を おくり^ました。
 ɸizaɸ i o o ku ri maɸ ta]

が^いとう を ぬぎ^すて^ました。
 ɸa i to : o nuɸi ɧ tema ɸ ta]

表の番号である。「//」はポーズ、「^て」は聴覚印象による音調、「^く」は母音の無声化を示し、音声表記は IPA である。

表4 C氏のモジュール長一覧

1コマが1モジュールに、コマとコマの境目が刻に相当する。表記は音素表記で、長母音は「R」、促音は「Q」、撥音は「N」。破擦音は、閉鎖部分と摩擦部分とを分けて表記する必要があるため、「ち」は「tsi」、「つ」は「tsu」と表記。発話の頭の子音はモジュール長に入れないため、「/」で切つてある。「||」は、ポーズを示している。モ

title	k/it 0.100639	ak 0.236566	az 0.142462	et 0.193435	ot 0.264013	ai	
①	ar 0.118332	uhi		k/it 0.110874	ak 0.167353	az 0.208585	et 0.170836
②	t/ab 0.169546	ib 0.173648	it 0.140833	on 0.142200	og 0.218769	ait 0.146302 0.146302	
③	kazewa			yoRsi			hit
④	k/az 0.177207	egahuk 0.123120 0.123120 0.123120			eb 0.139844	ahuk 0.195889 0.195889	
⑤	t/sug 0.217285	iwat 0.202357 0.202357		aiyoRnob 0.131143 0.131143 0.131143 0.131143			
⑥	taiyoRwak 0.122628 0.122628 0.122628 0.122628 0.122628					um 0.123957	on 0.104221
⑦	t/ab 0.141474	ibit 0.133054 0.133054		owad 0.179370 0.179370		aNd 0.111159 0.111159	
⑧	s/ok 0.094585	od 0.104322	e	k/az 0.168921	en 0.124568	om 0.178358	ak 0.134005

ジュール末の子音を特定できない場合、複数のモジュールをあわせてモジュール群とし、その長さに合わせた大きさのコマにいられている。その場合の長さの数値は、モジュール群の全体長を該当するモジュールの数で割ったものである。発話末の母音を含んでいてその長さを計測できないモジュール、あるいは、モジュール群は数値欄を空欄にしてある。

yoR							
ot	aiyoRg				a	t/sik	ar
0.194594	0.160940	0.160940	0.160940	0.160940		0.157065	0.135221
oRo			n/ug	as	et	ah	
			0.162172	0.253653	0.195438	0.193359	0.142074
om	ek	ur	inisit			eyar	
0.106676	0.177794	0.131294	0.105461	0.105461	0.105461	0.085206	0.085206
uhod		o	t/ab	ibit		owa	
0.117961	0.117961		0.190212	0.136254	0.136254		
	aNh		in	ar	im	asit	
0.131143	0.145963	0.145963	0.137669	0.150938	0.096203	0.092885	0.092885
oaid			ak	ar	ak	aood	
0.100480	0.100480	0.100480	0.148446	0.088422	0.266099	0.116690	0.116690
aNyoik				ok	or	om	ot
0.118317	0.118317	0.118317	0.118317	0.166738	0.069252	0.156260	0.126267
en	in	ar	im	asit		a	
0.150991	0.189683	0.119849	0.101919	0.083045	0.083045		

①

ak	ur	abeos			imasit		
0.250680	0.046853	0.158718	0.158718	0.158718	0.105057	0.105057	0.105057

②

oRgak		atsit		oyuRk		ot
0.142074	0.142074	0.188161	0.188161	0.144153	0.144153	0.122668

③

oR	to	h/ag	esik		uhuk	
		0.124670	0.145665	0.145665	0.164463	0.164463

④

g/ait		oRop			iQt		ari
0.177641	0.177641	0.152879	0.152879	0.152879	0.115198	0.115198	

⑤

a

⑥

	asit		e/at		at	ak	an
0.116690	0.118773	0.118773	0.161623	0.161623	0.123405	0.150285	0.096525

⑦

sin	in	ari	t/oRt		oRg	
0.171790	0.090948		0.154280	0.154280	0.122161	0.122161

②

ek	ar	ahaz		im	em	asit		a
0.112098	0.130147	0.105448	0.105448	0.138697	0.153897	0.134422	0.134422	

④

em	asit		a
0.166089	0.125463	0.125463	

⑥

asit		a
0.102023	0.102023	

⑦

em	asit		a
0.121264	0.109138	0.109138	

a

on	ik	im	et	e	m/az	u	k/az
0.137222	0.158014	0.107218	0.198414		0.110178		0.162447

it	at	em	asit		a
0.108092	0.140636	0.192939	0.112160	0.112160	

	k/aradan			im	ak	itsuk	
	0.167803	0.167803	0.167803	0.180428	0.145776	0.110527	0.110527

ahiz		as	iook			urim	
0.119129	0.119129	0.241922	0.122183	0.122183	0.122183	0.103250	0.103250

ait		oRon			ug	isut	
0.126654	0.126654	0.106443	0.106443	0.106443	0.138586	0.099802	0.099802