

# 老人福祉施設における高齢者音声の特徴 に関する実験音声学的一考察

平尾 麻衣子<sup>†</sup>

**【要旨】**本研究は、老人福祉施設に通所する高齢者の音声を、実験音声学的方法によって分析することにより、高齢化に伴う様々な声の変化や特徴の一端を模索したものである。音圧、ピッチ、持続時間長、SPG (Sound Spectrogram) の評価を中核とする分析結果から、高齢者音声の特徴が示唆された。特に今回の観察の範囲では、高齢者音声は「弱々しく、不安定な音声」になる原因は (1) 音圧の低下、(2) ピッチの不安定さであることが明らかになった。またその改善策として、(1) 声門へ送る呼気流の量を増大させる、(2) 声帯振動を安定させる朗読指導現場でのトレーニングの有用性が示唆された。

**キーワード：**高齢者音声、老人福祉施設、SPG、超高齢社会、介護予防

## 1. はじめに

厚生労働省が2019年7月30日に公表した簡易生命表<sup>1</sup>によると、2018年の日本人の平均寿命は男性81.25歳、女性は87.32歳で過去最高を更新した。一方で医療・介護に依存せず健康的に日常生活を送ることができる健康寿命と平均寿命との差は、男性8.84歳、女性12.35歳であり<sup>2</sup>、この不健康な期間をどう短くしていくのか、という問題に、超高齢社会を迎えた日本は常に真摯に向き合い、その解決策を様々な分野から模索していかねばならない。

高齢者が要介護状態等となることの予防又は要介護状態等の軽減、若しくは悪化の防止を目的として行う「介護予防」の理念として、厚生労働省は、

単に高齢者の運動機能や栄養状態といった心身機能の改善だけを目指すものではなく、日常生活の活動を高め、家庭や社会への参加を促し、それによって一人ひとりの生きがいや自己実現のための取組を支援して、QOL (Quality of Life) の向上を目指す。

としている<sup>3</sup>。

上記の目標を達成するためには、より介護予防のプログラムを多様化させ、従来取り組んできた運動や栄養に「言語」や「音声」という視点を加え、未だ注目されていないが、人間のみが持つ「話せる」という能力を終生維持していく事も重要である。

<sup>†</sup>特定非営利活動法人声とことばの力

<sup>1</sup>厚生労働省、『平成30年簡易生命表』より。

<sup>2</sup>厚生科学審議会地域保健健康増進栄養部会・次期国民健康づくり運動プラン策定専門委員会、『健康日本21(第二次)の推進に関する参考資料』より。

<sup>3</sup>厚生労働省、『これからの介護予防』より。

## 2. 目的

本研究は、人間として真の健康寿命を考えると、「話せる」という能力は、食べられる、歩けるとともにその3大要素となるべきと考え、(1) 高齢化に伴う様々な声の変化や特徴を実験音声学的研究によって明らかにする、(2) 高齢者特有の声の変化をもたらす原因を明らかにするとともにその改善策を模索する、(3) (1)、(2)の結果を、介護予防事業や老人福祉施設における、高齢者のための発声トレーニングのプログラムに反映していくことを目的とした。

「声」という側面から、高齢者の健康寿命延伸に寄与することを目的とした、長期プロジェクトの一端である。

平尾 (2018) において、フォルマント周波数と SPG の評価から、/i/ が音質的に /e/ に近くなる、という高齢者音声の特徴の1つが明らかになった。

本研究では、音圧、ピッチ、持続時間長の3要素と、SPG の評価との関連から、さらなる高齢者音声の特徴を明らかにし、その原因の改善策、及びトレーニング方法について検討を行う事を目的とする。

## 3. 方法

筆者が定期的に訪問し、声出しプログラム<sup>4</sup>を行っている東京都足立区の老人デイサービスセンターにおいて、75～96歳の被験者9名<sup>5</sup> (男性4名:被験者番号1～4、女性5名:被験者番号5～9、平均年齢81.6歳) の、プログラム実施後の被験者が調音した /i/、/a/、/o/ の音声を収録した。被験者の情報を表1に示す。

音種については、子音は調音が複雑であり、滑舌等の問題もあるため母音を選択し、被験者の精神的、肉体的負担を考慮し、今回は3種の母音に限定した調査を行った。なお今回の被験者は、表1に示すとおり言語形成地が様々である。音種を3母音に絞り込む際に通常は/i/、/a/、/u/とすべきところだが、城生 (1998: 59-68, 2008: 43-51) は、/u/ に関して、標準的な日本語では非円唇性母音であるが、沖縄をはじめとする京都以西の方言では円唇性の顕著なことが知られているなど、方言による影響を示唆しており、それぞれの母音に方言差はあるものの、今回は /u/ と同じ後舌母音に分類される /o/ を採択し、/i/、/a/、/o/ の3音種とした。(表2)

城生他 (2011: 68-73) は、声帯が振動することによって作られる音源と密接不可分な発声要素として、(1) 音質 (音色)、(2) 高さ、(3) 強さ、(4) 時間長 (長さ)、(5) 声たて (起声) と声止めの5項目が重要であるとしている。また、(2) の高さは単位時間内における声帯の振動回数に、(3) の強さは単位時間内に声門へ送り込まれてくる呼気流量の多寡に、(4) の長さは同一の音種を生成する際の発声に要する相対的な時間長にそれぞれ比例するとしている。

本研究の目的である高齢者音声の特徴を明らかにするとともに、高齢者特有の声の変化をもたらす原因を明らかにしながら、健康維持・向上に寄与するトレーニングメニューを模索するため、肺活量や筋肉量の低下など、身体的能力の低下に起因すると予想される声の強さ (音圧)、高さ (ピッチ)、長さ (持続時間長) の3要素を採択し、それぞれの標準偏差値の比較から声の

<sup>4</sup>筆者が日常的に朗読現場で声を出す前の準備体操として行っている、顔の体操 (フェイストレーニング)、腹式呼吸と発声、テキストを用いた発声練習を30分で構成したトレーニングメニュー。毎回収録前に、被験者を含めた最大15名の通所者に対して実施し、直後に被験者を1人ずつ個室へ移動してもらい、音声収録を行った。

<sup>5</sup>被験者は、老人デイサービスセンターに通所する方のうち、1.カラオケのレクリエーションに良く参加し、声を出す事に抵抗のない方、2. 研究の同意書に本人あるいは代理人による署名が可能な方という条件を満たす方に協力を依頼した。

安定性を評価するとともに、SPG 評価による音質（音色）との関連を含めて考察することとした。

録音機器は TASCAM DR-07MK II を用い、量子化 16bit、サンプリングレートは 44.1KHz の設定でモノラル録音した。収録した音声は、音声編集用ソフト Cool edit 2000 を用いて音源に正規化<sup>6</sup>をかけて入力レベルを一定にし、Multi-Speech 3700 を用いて解析した。

表 1：被験者情報

被験者番号	性別	年齢	言語形成地	介護認定
1	男	86	東京都江戸川区	介護2
2	男	78	滋賀県彦根市	要支援1
3	男	79	岩手県男鹿郡	介護3
4	男	81	東京都足立区	介護4
5	女	80	福島県福島市	介護4
6	女	96	山形県山形市	介護1
7	女	83	東京都板橋区	介護1
8	女	76	北海道室蘭市	介護2
9	女	75	岩手県盛岡市	要支援2

表 2：調査資料

指示：次の母音を長く引いて発音してください。
イーーーーー、イーーーーー、イーーーーー。
アーーーーー、アーーーーー、アーーーーー。
オーーーーー、オーーーーー、オーーーーー。

## 4. 1～3 回目の音声分析結果

### 4.1 音圧に関する結果

被験者の 1～3 回目音声を分析すると、音圧に関しては表 3～5 のような結果となった。音圧の平均値で、65.0dB 付近の特に低い特徴的な数値には黄色い色づけをして示した。

<sup>6</sup>正規化の値は、全データ一律で 55%にした。

表 3 : /i/ の 1~3 回目の音圧比較

被験者番号	/i/ 1回目		/i/ 2回目		/i/ 3回目	
	平均値	SD	平均値	SD	平均値	SD
1	64.86	10.68	69.06	7.99	67.56	9.11
2	68.63	8.57	71.02	5.27	67.50	9.07
3	68.23	9.54	68.89	10.14	69.02	9.97
4	70.13	6.12	70.47	6.91	70.56	5.37
5	69.45	6.52	72.13	8.24	68.75	6.77
6	72.47	5.91	72.48	5.62	72.58	5.18
7	64.34	9.55	67.11	8.69	68.48	8.17
8	71.22	6.57	69.96	8.61	71.11	6.83
9	71.35	6.20	65.70	8.22	69.06	7.43
平均	68.96	7.74	69.65	7.74	69.40	7.54
標準偏差	2.66	1.73	2.10	1.46	1.60	1.58

表 4 : /a/ の 1~3 回目の音圧比較

被験者番号	/a/ 1回目		/a/ 2回目		/a/ 3回目	
	平均値	SD	平均値	SD	平均値	SD
1	67.26	8.98	69.99	7.17	69.68	4.92
2	65.32	10.45	65.97	5.76	66.95	6.37
3	67.19	10.91	68.78	9.67	69.00	10.58
4	69.81	5.26	71.47	4.88	69.36	5.81
5	68.41	3.54	69.62	6.65	69.62	6.65
6	69.14	6.85	72.31	3.58	70.06	4.93
7	63.69	10.65	59.31	8.75	63.67	8.53
8	71.50	5.18	68.13	9.21	68.33	10.69
9	65.54	10.40	68.06	8.60	68.21	9.03
平均	67.54	8.02	68.18	7.14	68.32	7.50
標準偏差	2.31	2.68	3.61	1.98	1.87	2.14

表 5 : /o/ の 1~3 回目の音圧比較

被験者番号	/o/ 1回目		/o/ 2回目		/o/ 3回目	
	平均値	SD	平均値	SD	平均値	SD
1	68.73	7.94	73.82	6.59	72.21	7.49
2	66.11	8.74	68.64	6.68	69.96	8.56
3	70.75	9.64	70.44	9.45	72.18	8.97
4	71.56	3.39	68.48	8.25	67.81	5.29
5	70.96	6.78	71.72	6.98	67.71	8.43
6	72.85	4.40	72.70	6.62	70.77	7.50
7	69.96	7.73	63.62	8.77	66.14	9.55
8	72.22	6.92	72.48	7.76	68.70	11.92
9	70.91	8.27	73.75	7.23	71.42	10.52
平均	70.45	7.09	70.63	7.59	69.66	8.69
標準偏差	1.91	1.91	3.10	0.98	2.05	1.80

#### 4.2 ピッチに関する結果

被験者の 1~3 回目音声进行分析すると、ピッチに関しては表 6~8 のような結果となった。ピッチの平均値と標準偏差値 (SD) で特徴的な値、平均値では成人男女の数値と比較して目立って高い又は低い結果は黄色に、標準偏差値 (SD) では数値が 50 以上の目立って高い結果は緑色に色づけをして示した。

表 6 : /i/ の 1~3 回目のピッチ比較

被験者番号	/i/ 1回目		/i/ 2回目		/i/ 3回目	
	平均値	SD	平均値	SD	平均値	SD
1	194.71	35.40	209.81	12.93	197.23	7.60
2	175.73	27.29	155.45	16.72	171.44	7.22
3	228.84	3.29	221.76	60.67	219.15	15.17
4	136.51	6.22	140.99	5.41	170.17	49.66
5	191.83	58.11	230.95	64.46	245.78	59.39
6	195.26	22.93	209.61	45.47	220.46	9.09
7	179.35	51.32	165.8	40.34	230.83	67.79
8	211.56	3.75	247.19	45.70	224.67	45.66
9	221.74	47.46	242.56	17.80	271.82	9.92
平均	192.84	28.42	202.68	34.39	216.84	30.17
標準偏差	26.12	19.95	36.86	20.46	31.20	23.58

表 7 : /a/ の 1~3 回目のピッチ比較

被験者番号	/a/ 1回目		/a/ 2回目		/a/ 3回目	
	平均値	SD	平均値	SD	平均値	SD
1	174.43	0.32	184.51	7.06	192.29	11.04
2	162.06	11.70	152.32	19.81	147.20	15.35
3	227.04	7.08	224.08	9.78	199.75	13.35
4	140.43	15.86	134.97	3.59	160.08	69.29
5	177.96	43.60	256.26	51.01	267.95	4.70
6	178.82	10.67	197.05	9.80	167.13	3.78
7	166.68	34.70	141.25	0.73	170.75	33.20
8	200.76	14.22	255.16	24.39	245.04	2.66
9	198.05	13.09	228.11	6.89	236.93	8.30
平均	180.69	16.80	197.08	14.78	198.57	17.96
標準偏差	23.73	12.87	44.35	14.62	39.96	20.13

表 8 : /o/ の 1~3 回目のピッチ比較

被験者番号	/o/ 1回目		/o/ 2回目		/o/ 3回目	
	平均値	SD	平均値	SD	平均値	SD
1	186.52	8.61	189.59	7.50	188.35	6.85
2	166.18	29.78	150.37	17.19	156.45	10.66
3	232.08	6.56	229.70	5.35	210.30	10.36
4	157.58	61.10	155.50	36.92	145.02	36.26
5	152.15	52.90	195.33	69.21	219.46	76.79
6	192.77	30.27	214.29	19.20	168.92	5.54
7	185.30	18.24	175.96	58.37	172.86	19.06
8	204.98	3.04	255.54	3.12	243.59	2.97
9	200.21	22.95	228.22	11.25	223.07	12.33
平均	186.42	25.94	199.39	25.35	192.00	20.09
標準偏差	23.75	19.05	33.53	22.76	31.80	22.11

### 4.3 持続時間長に関する結果

被験者の 1~3 回目音声进行分析すると、持続時間長に関しては表 9 のような結果となった。持続時間長の平均値で特徴的な結果、全体の平均より目立って短かった値は黄色に、目立って長かった値は緑色に色づけをした。

表 9 : /i/ /a/ /o/1~3 回目の持続時間長比較

被験者番号	/i/ 1回目	/i/ 2回目	/i/ 3回目	/a/ 1回目	/a/ 2回目	/a/ 3回目	/o/ 1回目	/o/ 2回目	/o/ 3回目
	平均値	平均値	平均値	平均値	平均値	平均値	平均値	平均値	平均値
1	0.51	0.57	0.91	0.50	1.13	1.13	0.91	0.51	1.07
2	1.09	1.04	0.97	1.13	1.37	1.37	0.97	1.13	1.04
3	1.54	0.80	0.60	0.90	0.57	0.57	0.60	0.70	0.46
4	2.05	1.15	1.99	3.04	1.97	1.97	1.99	0.60	1.47
5	1.24	1.37	0.87	1.00	1.37	0.87	1.38	0.84	0.98
6	1.26	1.04	0.84	1.35	1.04	0.84	1.07	0.74	0.89
7	0.99	0.59	0.70	0.51	0.59	0.70	0.60	0.58	0.58
8	0.96	1.32	1.39	1.06	1.32	1.39	0.96	1.33	1.78
9	0.70	0.73	0.92	0.97	0.73	0.92	0.78	0.94	1.03
平均	1.15	0.96	1.02	1.16	1.12	1.08	1.03	0.82	1.03
標準偏差	0.43	0.28	0.40	0.71	0.43	0.41	0.41	0.26	0.38

#### 4.4 SPG 評価に関する結果

城生 (2017a, b) は、声年齢の評価を科学的に検証する方法として、SPG の目視による評価が有効な手立ての一つであるとしている。

そこで本研究では、SPG に関する結果を、(1) 15KHz を上限に設定した際に、高域周波数値がどこまで出ているか、(2) フォルメントの出方が安定しているか、の 2 点に着目し、(1)、(2) ともにクリアしていれば 3、どちらか一方なら 2、どちらもできなかつたら 1 点を付与して評価すると、表 10 のような結果となった。最も低い数値には、黄色い色づけをして示した。

表 10 : SPG の評価結果

被験者番号	/i/ 1回目	/i/ 2回目	/i/ 3回目	/a/ 1回目	/a/ 2回目	/a/ 3回目	/o/ 1回目	/o/ 2回目	/o/ 3回目	計
1	2	2	2	2	2	1	2	2	1	16
2	2	2	2	3	3	3	2	2	2	21
3	1	3	2	2	2	3	3	2	3	21
4	1	3	2	2	3	2	1	3	1	18
5	2	2	3	2	3	2	1	2	1	18
6	2	2	2	2	2	3	2	3	2	20
7	2	2	2	1	2	2	2	2	1	16
8	1	3	2	2	2	2	1	2	1	16
9	3	3	3	2	3	2	1	3	2	22
合計	16	22	20	18	22	20	15	21	14	

## 5. 考察

### 5.1 音圧に関する考察

芝崎他 (2017) や岩田他 (2011) より、一般成人の自然音圧は、 $80.6 \pm 5.1$  dB である。対して本研究の被験者の音圧は  $69.2 \pm 2.63$  dB であり、平均 11.4 dB 低かった。この数値は、成人男女の弱い (p) 発声の音圧範囲に相当する。特に被験者 7 は 65.0 dB 付近の数値が散見し、音圧が低くなっていた。音声の聴覚的印象も息苦しさを感じ、嗄声の兆候も見られた。

芝崎他 (2017) や咳嗽メカニズムにおける先行研究により、呼気と呼出は肺活量 (Vital Capacity: VC) や努力肺活量 (Forced Vital Capacity: FVC) などの呼吸機能と関連することが明らかになっている。加齢に伴う呼吸機能の低下が音圧に影響を与え、個人差はあるものの成人の

声より音圧の低い、いわゆる「弱々しい声」になる事が高齢者音声の特徴の一つである事が明らかになった。

その改善策としては、声門へ送り込まれてくる呼気流量を増大させる事が考えられる。高橋他 (2002) は、我が国で行われている理学療法の呼吸訓練として

(1) 腹式呼吸、(2) ロすぼめ呼吸、(3) パニックコントロールなどを挙げている。筆者の朗読指導現場では(1) 腹式呼吸と (2) ロすぼめ呼吸を基礎トレーニングとして取り入れている。

呼吸訓練の効果を検討すると、城生 (2017b) の研究結果から、今回の被験者に比較的年齢の近い朗読長期経験者<sup>7</sup>の音声を比較すると 78 歳女性の音声の音圧は 87.60dB、70 歳女性は 85.31dB と 2 名とも本研究の被験者より高くなっており、トレーニングが有効である事が示唆された。

## 5.2 ピッチに関する考察

岩田他 (2011) より、成人男性の話声位 (Speaking Fundamental Frequency: SFF) は、100～130Hz、成人女性は 200～240Hz とされる。また、西尾他 (2005) は青年期以降の加齢に伴う話声位の変化について検討し、60 歳以上の男女各 55 人のピッチ平均値は、男性 127.82±18.72Hz、女性 178±19.71Hz としている。対して本研究の被験者のピッチ平均値は男性 180.24±30.01Hz、女性 209.11±32.36Hz であり、女性は平均数値の範囲であったが、男性は平均 52.42Hz 高い数値となった。西尾他 (2005: 142) は、

日本人男性の話声位は 60 歳代までは変化は小さく、70 歳代以降に若干の上昇が認められる傾向にあるといえる。

としているが、78～86 歳の後期高齢者以降の男性では、さらなるピッチの上昇が見られ、表 6～8 の結果に黄色で色づけして示した被験者 3 のように、成人女性に近い話声位まで上昇する例も見られており、異常な声帯振動が起こっている事が推察される。

一方、女性において、西尾他 (2005: 142) は、

従来欧米の横断的データから指摘されてきた以上に、日本人女性では話声位が低下することが示唆された。

とし、また、

男性よりも女性の方が話声位の変化は大きいことが示された。

とし、80 歳代まで加齢に伴うピッチの低下が認められたとしているが、本研究の被験者においては、被験者 8、9 はほぼ成人女性の平均内のピッチであり、60 歳以上の平均値を大きく下回ったのは被験者 7 の /i/、/a/ の音声であった。70 歳代と 80 歳代でピッチの低下の差が大きく異なる事は、高齢女性の音声における特徴と考えられる。

一方、音声のゆらぎについて検討すると、先の 60 歳以上男女の標準偏差値男性 18.72、女性 19.71 に対し、本研究の被験者は男性 30.01、女性 32.36 とどちらも値が大きく、音声のゆらぎ

<sup>7</sup>朗読の長期経験者とは、筆者の朗読指導現場で 10 年以上継続し、平均月 2 回の基礎トレーニングを行っている者をいう。



が大きかった。話声位は比較的大きなピッチ変動が見られ、適度なゆらぎを持つことが自然音声の特徴であるが、加齢に伴って、安定した正常な声帯振動が起こらず、ピッチの差が大きいいわゆる「不安定な声」になる事が高齢者音声の特徴の一つである事が明らかになった。

その改善策として、一定のピッチで安定して声帯を振動させる事が考えられる。音声治療分野における音声訓練の方法としては、軟起声（ため息）<sup>8</sup>・あくび発声法<sup>9</sup>、プッシング法<sup>10</sup>、そして VFE (Vocal Function Exercise)<sup>11</sup> などの包括的訓練があり、川村他 (2014)、平野 (2018) など様々な研究でその有効性が検証されている。また、楠他 (2016) は腹式呼吸に重点を置いた簡易音声訓練法を独自に開発し、その治療効果を実証している。

筆者の朗読指導現場では (1) 腹式呼吸の訓練で十分な呼気流を声帯に送る事が出来るようになった後、(2) 腹式呼吸を用いて声帯に力みなく、軟起声発声を用いて、語頭に /h/ をつけて息を吐き、徐々に発声していく方法、(3) 一定の音域で、持続して発声する方法を基礎トレーニングとして取り入れている。

発声訓練の効果を検討すると、城生 (2017b) の研究結果から、今回の被験者に比較的年齢の近い朗読長期経験者の音声を比較すると 78 歳女性の音声のピッチは平均値 203.21Hz、標準偏差値 12.4、70 歳女性は 269.49Hz、標準偏差値 3.33 で、2 名とも本研究の被験者より標準偏差値が小さく、声のゆらぎが小さい安定した発声が出来ており、トレーニングが有効である事が示唆された。

### 5.3 持続時間長に関する考察

本研究の被験者の持続時間長の平均は  $1.04 \pm 0.44$  sec であった。柳原他 (1969) は、発声持続時間は、肺活量や平均気流率によって規定されるとしており、持続時間長が短く、平均の約半分 0.50sec 付近の値が見られた被験者 1、3、7 は、呼吸機能の低下が考えられる。特に被験者 7 については、音圧も他の被験者より低い数値が多く、肺活量を増大させる呼吸機能トレーニングが必要である。

持続時間長を延長させるためには、呼気流の増大を目指して、(1) 腹式呼吸や (2) ロすぼめ呼吸を基礎トレーニングとして取り入れていることが有効であると示唆される。

### 5.4 SPG 評価による音質（音色）との関連に関する考察

音圧の平均値が最も高かった被験者 1 の 2 回目 /o/ の SPG を図 1、最も低かった被験者 7 の 2 回目 /a/ の SPG を図 2 に示す。両者を比較すると、図 1 の方が音圧は高いので原波形は色濃くはっきりとしているが、フォルマントはあまり高域周波数値まで出ておらず、図 2 は音圧が弱く原波形もフォルマントの出方は弱々しいが、12KHz 付近まで黄色い層が出ており、SPG の評価としてはどちらも 2 である。

<sup>8</sup>ため息をつくとき声帯は弛緩した状態で、しかも声門は呼気を通すため少し開いた状態で発声でき、声帯接触を緩やかにすることが出来る。

<sup>9</sup>あくびをすることにより、声門が適度に弛緩させることが出来る。

<sup>10</sup>声門閉鎖不全による音声障害に有用な方法。両腕の握りこぶしを胸前に構え、肘を支点にしてすばやく振り下ろしながら発声させたり、胸の前で手を合わせて力を入れ、胸郭に力を入れながら発声させたりする。

<sup>11</sup>総合的に音声をつくり出す過程(呼吸・発声・共鳴)の調節能力を高めることを目的とした音声治療技法。発声持続練習、音階上昇練習、音階下降練習、特定の高さでの発声持続練習の 4 つのプログラムで構成されている。

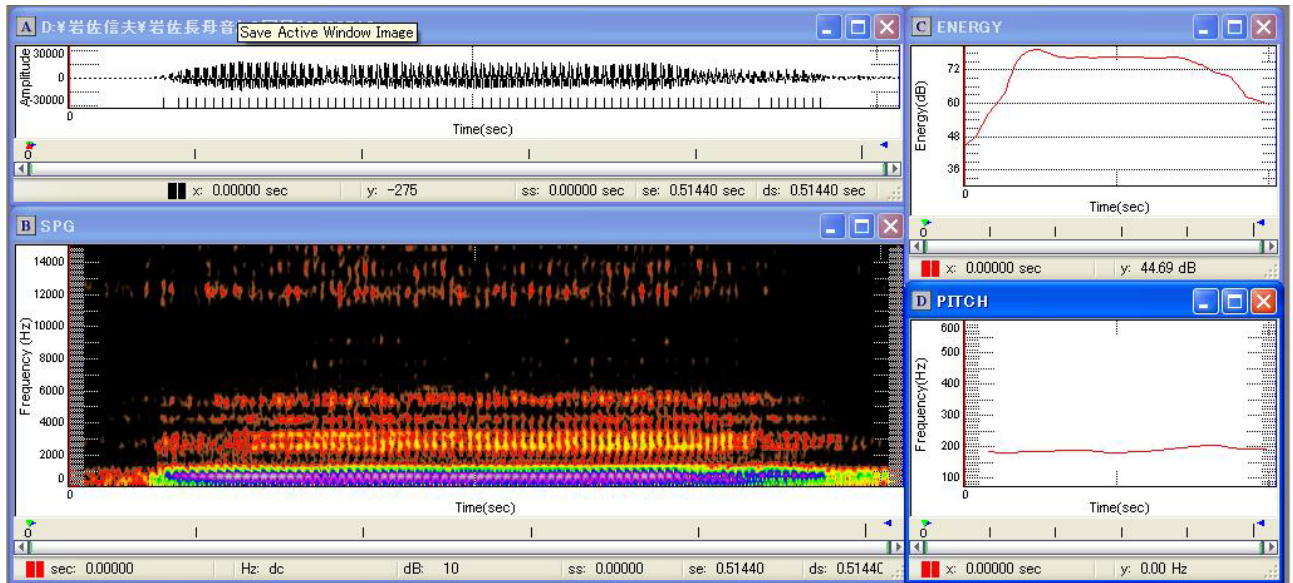


図 1：被験者 1 の 2 回目 /o/ の SPG

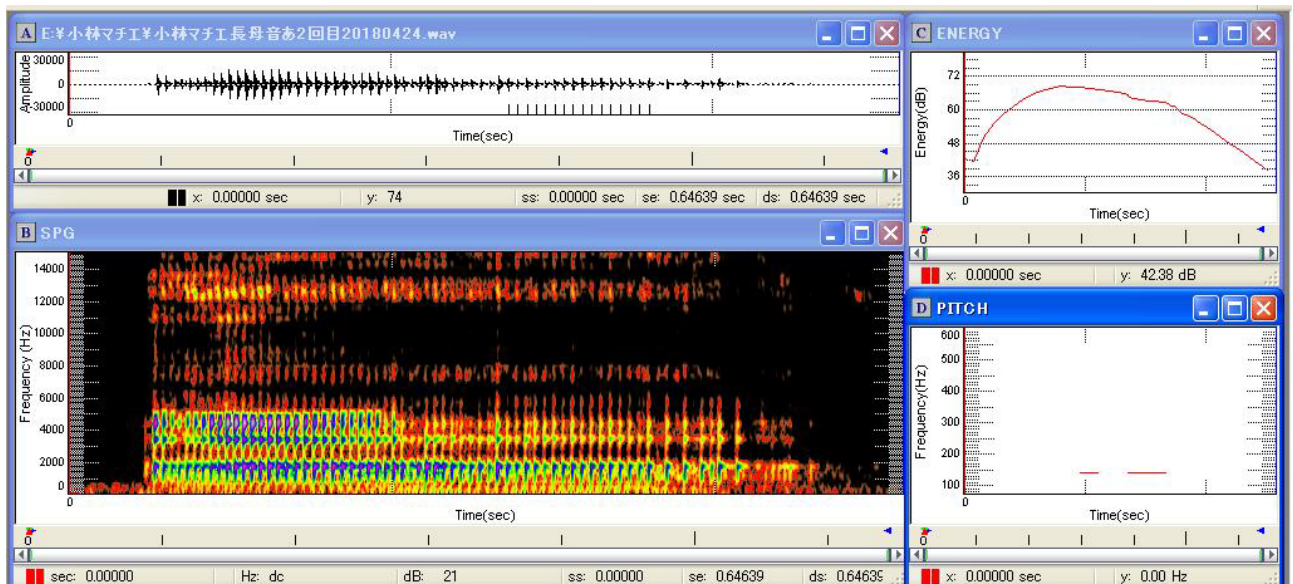


図 2：被験者 7 の 2 回目 /a/ の SPG

音圧の標準偏差値が最も小さかった被験者 4 の 1 回目 /o/ の SPG を図 3 に、最も大きかった被験者 3 の 1 回目 /a/ の SPG を図 4 に示す。両者を比較すると、図 3 の方が標準偏差値は小さく、原波形は色濃くはっきりとしているが、フォルマントは高域周波数値まで出ておらず、図 4 は標準偏差値が大きく、音圧は安定していないが、フォルマントは 8KHz 付近まで黄色い層が出ており、SPG の評価としては図 3 が 1、図 4 が 2 で声のゆらぎが大きくても SPG の評価は図 4 の方が高評価となった。

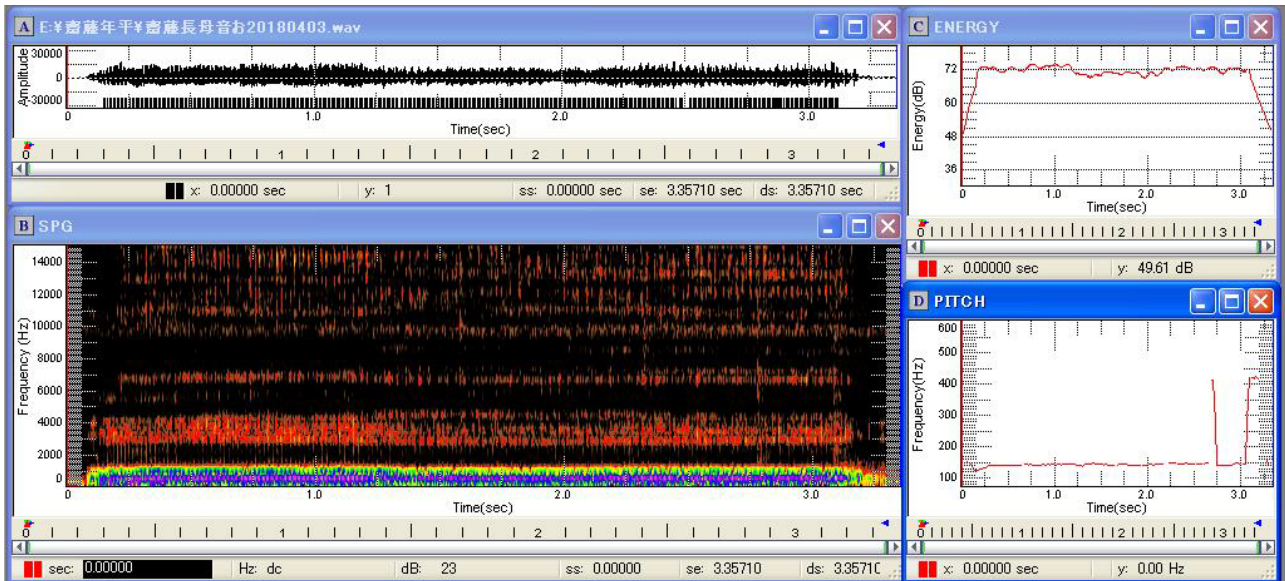


図 3：被験者 4 の 1 回目 /o/ の SPG

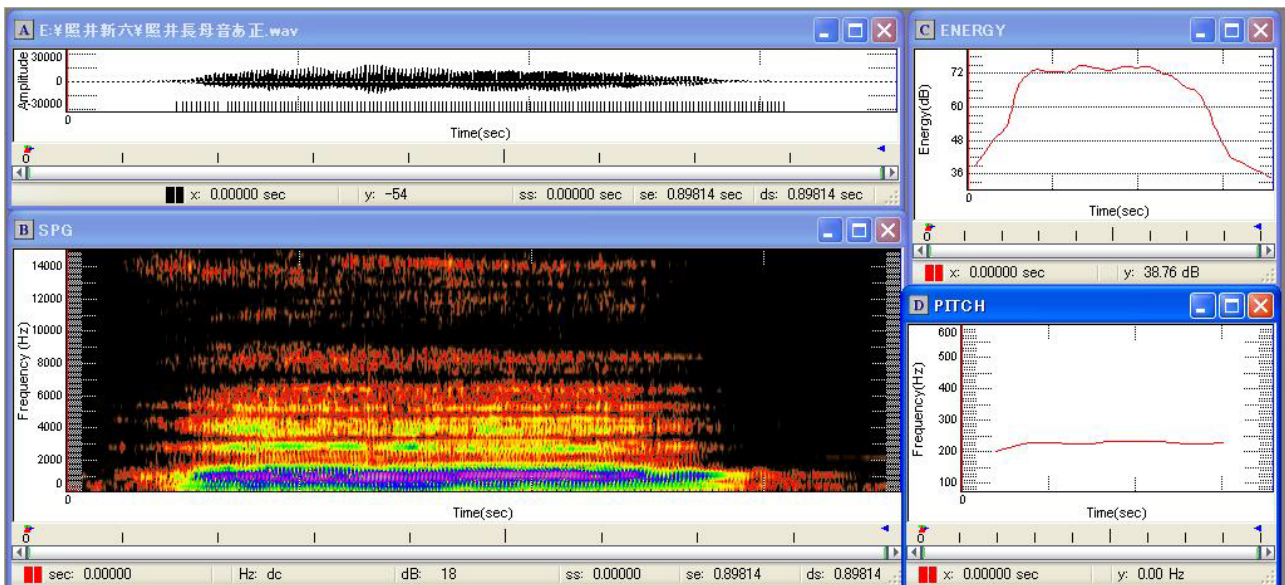


図 4：被験者 3 の 1 回目 /a/ の SPG

ピッチの平均値が最も高かった被験者 5 の 3 回目 /a/ の SPG を図 5、最も低かった被験者 4 の 2 回目 /a/ の SPG を図 6 に示す。両者を比較すると、図 5 の方がピッチの平均値は高いが、フォルマントの出方は不安定で、高域周波数値まで出ていない。一方図 6 はピッチの平均値は低い、フォルマントは 14KHz 付近まで黄色い層が出ており、SPG の評価としては図 5 が 2、図 6 が 3 で、SPG の評価は図 6 の方が高評価となった。

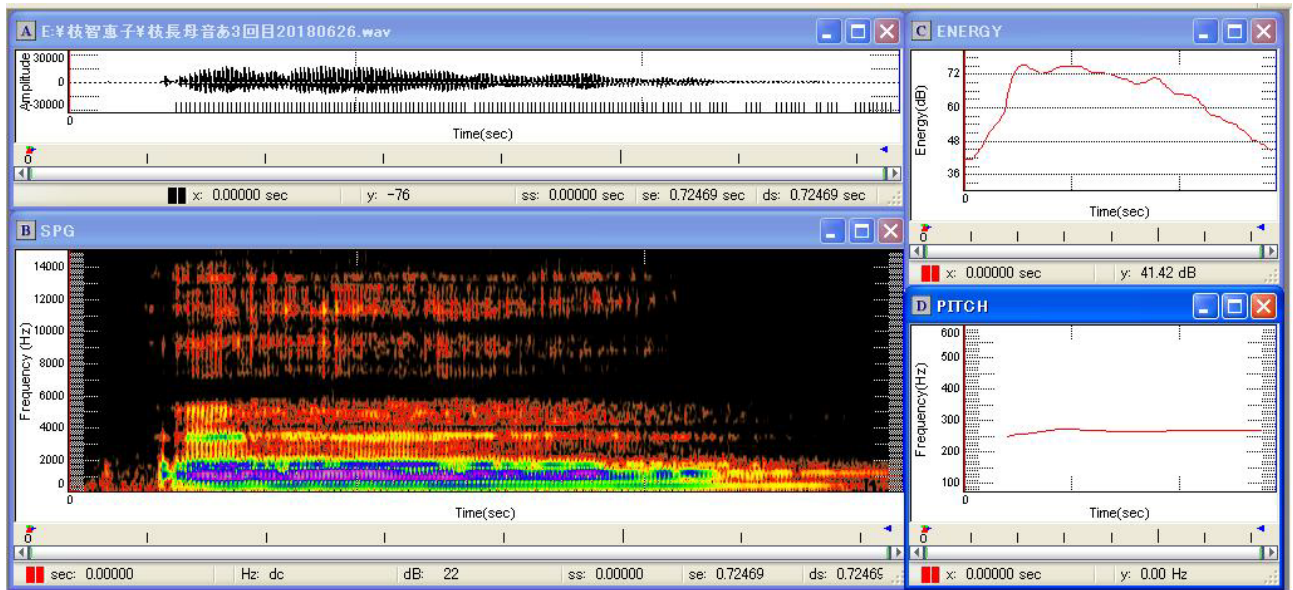


図 5：被験者 5 の 3 回目 /a/ の SPG

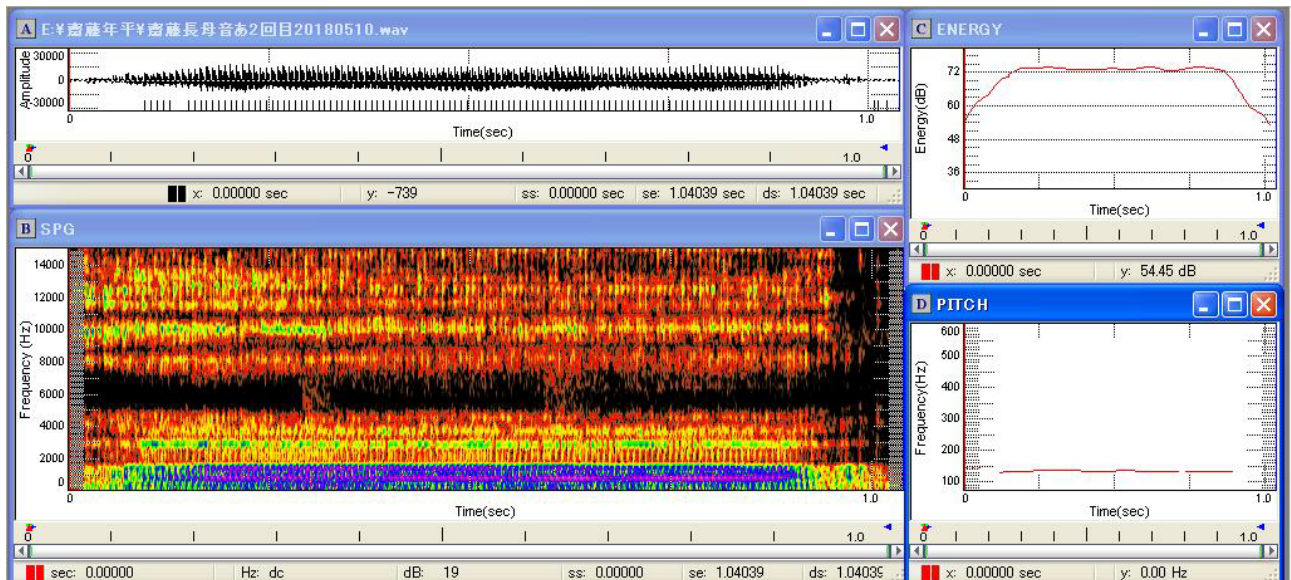


図 6：被験者 4 の 2 回目 /a/ の SPG

ピッチの標準偏差値が最も小さかった被験者 1 の 1 回目 /a/ の SPG を図 7 に、最も大きかった被験者 5 の 3 回目 /o/ の SPG を図 8 に示す。両者を比較すると、図 7 の方がピッチの標準偏差値は小さく、高域周波数値まで出ていないものの、低域周波数では安定したフォルマント成分が見られる。図 8 はピッチの標準偏差値は大きく、フォルマントの出方も安定していない。SPG の評価としては図 7 が 2、図 8 が 1 である。

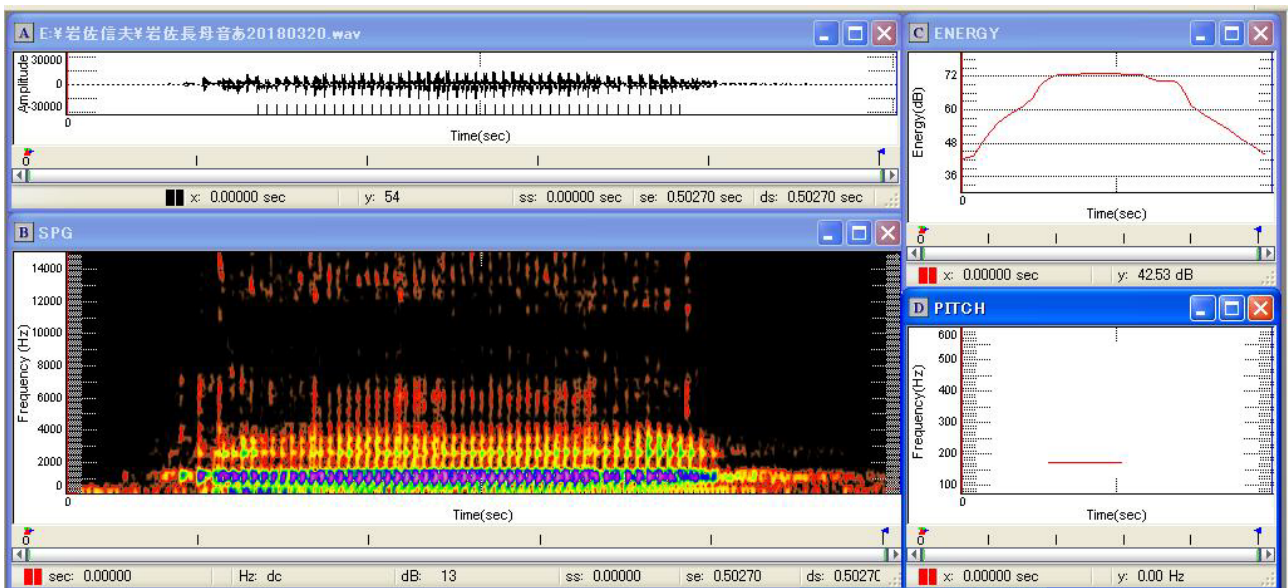


図 7：被験者 1 の 1 回目 /a/ の SPG

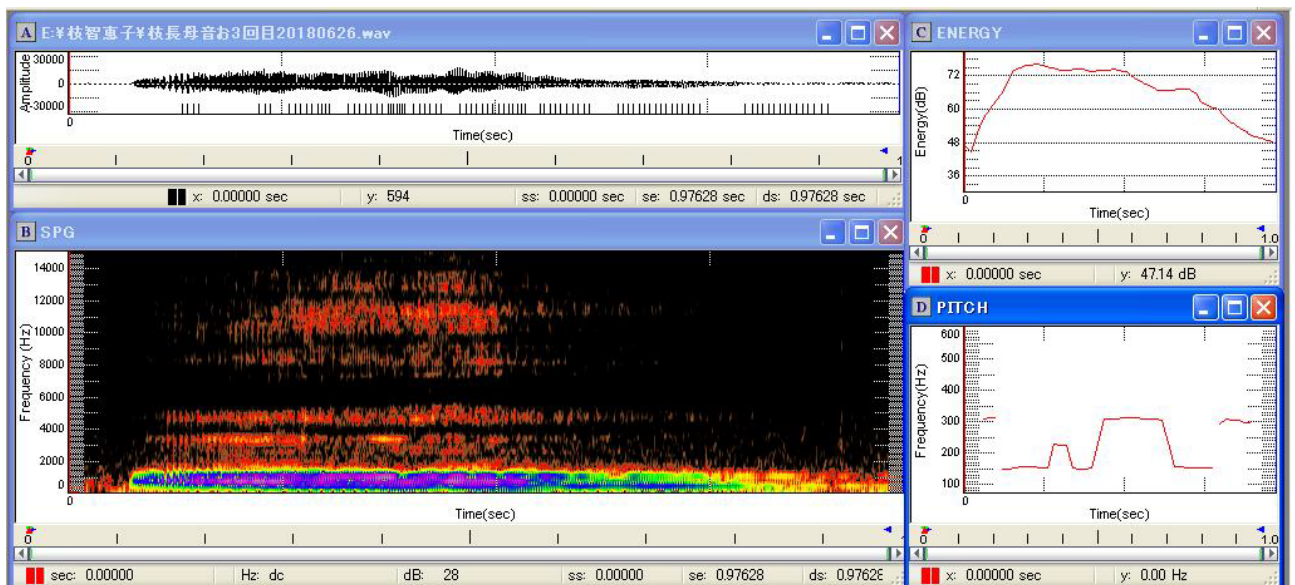


図 8：被験者 5 の 3 回目 /o/ の SPG

最後に SPG の評価が最も高く、ピッチの平均値が最も高かった被験者 9 の 3 回目 /i/ の SPG を図 9 に示す。音圧の平均値は  $69.06 \pm 7.43$ 、ピッチの平均値は  $271.82 \pm 9.92$  と数値も高く安定しているように思われるが、SPG を見ると声たてと声止め時にフォルマントのうねりが見られる。これは声帯に強いストレスを加えて、いわゆる力任せに発声したことに影響されると思われる、健康的な声とは言い難い。

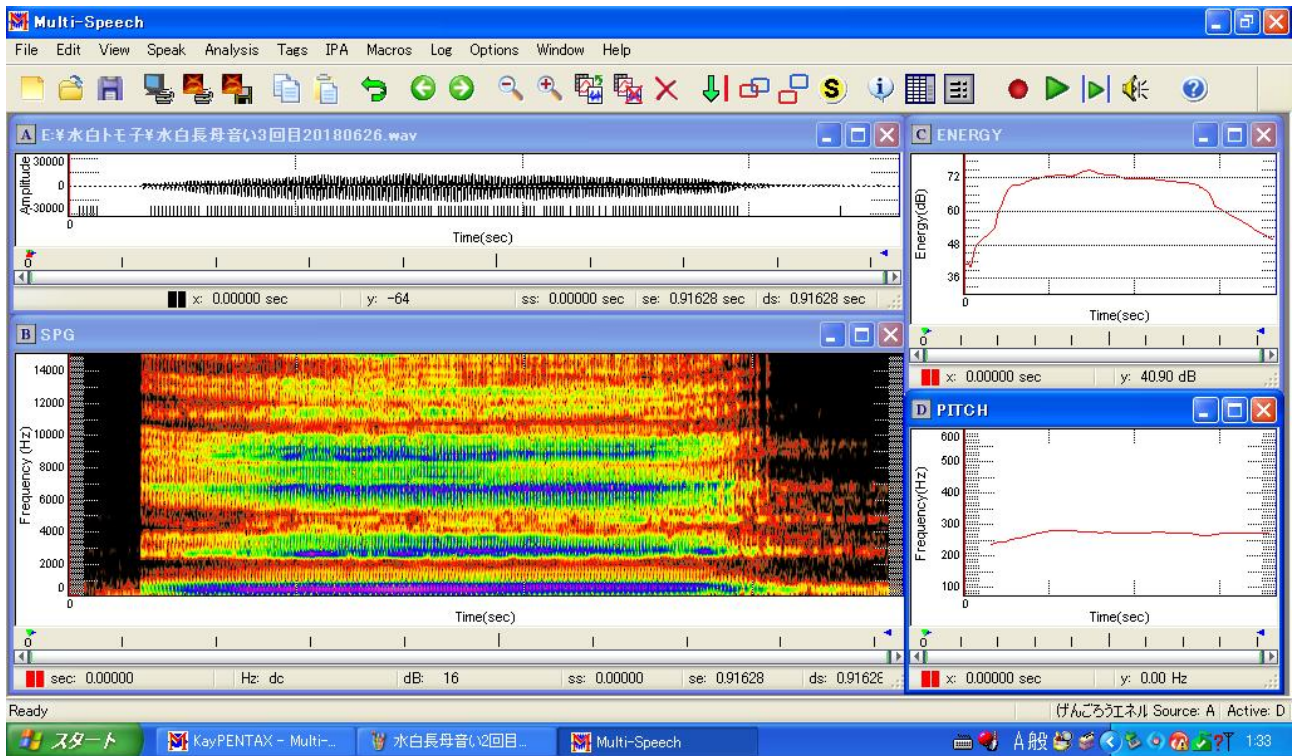


図 9：被験者 9 の 3 回目 /i/ の SPG

音圧、ピッチ、SPG の評価の関連を分析すると、必ずしも音圧やピッチの数値が SPG の評価とは一致しない事が明らかになった。

城生 (2017b) は、SPG の評価で表される共鳴の良さや声の良し悪しは生得的なものがあるが、音圧やピッチなど、声のゆらぎに関しては訓練によって逓減することが出来るとしている。また、音圧やピッチなどの情報を元に発声訓練を行いながら、同時に SPG による視覚的情報で図 9 のようなうねりやフォルマント成分の出方を分析することにより、強い声や高い声を出す時に、力任せの声帯に余分な負荷をかけた状態ではなく、「健康的に」発声が出来ているかどうかを判断する事ができるのではないかと考えられる。

## 6 結論

平尾 (2018) の先行研究により高齢者の音声の実態の一部、(1) 顎や舌など、口腔内の筋力低下が、口の開閉や舌の上下運動に支障をきたし、特に /i/ が音質的に /e/ に近くなっている被験者が目立った、(2) /i/ は音種の中でフォルマント周波数値に最もばらつきが多かったが、トレーニング効果が得やすく、/o/ は高齢者にとって最も調音が難しい音種であったという特徴が明らかになった。伊賀上他 (2014) は、高齢者は筋力の低下により口や舌の動きが鈍くなり、口や舌の動きの小さい /u/ に他の母音の声道の形が近づく、としている。通常、城生他 (2011: 420) が模式図に示すように、/o/ は /a/ 同様口腔内が大きく広げられるが、高齢者は筋力の低下により、口腔内が小さく潰されてしまうことが、SPG 評価の低下につながっていると考えられる。

加えて本研究では、高齢者音声「弱々しく、不安定な音声」になる原因は (1) 音圧の低下、(2) ピッチの不安定さであることが明らかになった。

そこで改善策として、(1) 声門へ送る呼気流の量を増大、(2) 声帯振動の安定が重要である事が示唆された。

そのトレーニング方法として、現在筆者が朗読指導現場で取り入れている (1) 腹式呼吸、口すぼめ呼吸等の呼吸訓練、(2) 腹式呼吸の訓練で十分な呼気流を声帯に送る事が出来るようになった後、腹式呼吸を用いて声帯に力みなく、軟起声発声を用いて、語頭に /h/ をつけて息を吐き、徐々に発声していく訓練、(3) 一定の音域で、持続して発声する訓練を、高齢者特有の発声の問題を解決し、健康寿命延伸に寄与する手段として、高齢者福祉施設等でも導入していく。そして訓練前後や中間で SPG の評価を行うことにより、高齢者が無理なく、健康的に発声出来ているかどうかを検討しながら、トレーニングメニューを対応させる事が可能となる。

また、トレーニングを実践してもらうには、まず高齢者自身がやりたいという気持ちを持ってもらう事が何より重要である。城生 (2012)、平尾 (2004) は、朗読により、高齢化に伴う声の問題を解決する可能性を示唆しており、単なる単調な訓練ではなく、朗読を手法とした楽しく、高齢者がモチベーションを維持しながら継続出来るプログラムが、介護現場での「声のトレーニング」の普及を推進するのではないかと考えている。

## 7 展望

今後の展望として、SPG の評価により、健康的な声かどうかの評価基準を定め、高齢者の「声と健康」という問題を掘り下げていくとともに、「声のトレーニング」と口腔機能や嚥下機能との相関を明らかにし、研究結果が介護予防や老人福祉施設の現場で、積極的に取り入れられるようにプロジェクトを前進させていきたい。

### 【参考文献】

- 平野滋 (2018) 「アンチエイジングへの挑戦—声のアンチエイジング—」『耳鼻咽喉科雑誌』121-1: 1-7. 日本耳鼻咽喉科学会.
- 平尾登紀子 (2004) 「朗読学研究試論—高齢化社会と朗読に関する実験音声学的考察—」桜美林大学大学院国際学研究科, 修士論文.
- 平尾麻衣子 (2018) 「老人福祉施設における SPG を活用した「声と健康」に関する実験音声学的一考察」11: 39-53. 日本実験言語学会.
- 岩田誠・小川郁・立石雅子 (2011) 『編集言語聴覚士テキスト 第2版』医歯薬出版社.
- 伊賀上祐彰・田中裕人・水町光徳・中藤良久 (2014) 「高齢者音声の音響的特徴に基づいた明瞭性改善方法の検討」『産業応用工学全国大会 2014 講演論文集』20-21. 産業応用工学会.
- 城生佰太郎 (1989) 『音声学』アポロン音楽工業.
- 城生佰太郎 (1998) 『日本語音声科学』サン・エデュケーショナル.
- 城生佰太郎 (2008) 『実験音声学入門』サン・エデュケーショナル.
- 城生佰太郎・福盛貴弘・斎藤純男 (2011) 『音声学基本事典』勉誠出版.
- 城生佰太郎 (2012) 『日本語教育の音声』勉誠出版.
- 城生佰太郎 (2015) 「実験言語学序説」『実験音声学・言語学研究』7: 1-43. 日本実験言語学会.
- 城生佰太郎 (2017a) 「「声年齢」の評価に関する音声学的研究 (1)」『声と健康に関する研究成果第1号』1-8. 有限会社げんごろう.
- 城生佰太郎 (2017b) 「「声年齢」の評価に関する音声学的研究 (2)」『声と健康に関する研究成果第2号』1-21. 有限会社げんごろう.

- 川村直子・城本修・望月隆一・岩城忍・梅田陽子 (2014) 「Vocal Function Exercise (VFE) の訓練効果に影響を及ぼす要因」『音声言語医学』55-2: 137-145. 日本音声言語医学会.
- 楠威志・文珠敏郎 (2016) 「日常診療で行える「腹式呼吸に重点を置いた簡易音声訓練法」」『耳鼻咽喉科臨床』109-7: 518-519. 耳鼻咽喉科臨床学会.
- 日本音声言語医学会 (1999) 『声の検査法・臨床編』医歯薬出版社.
- 西尾正輝・新見成二 (2005) 「加齢に伴う話声位の変化」『音声言語医学』46: 136-144. 日本音声言語医学会.
- 芝崎伸彦・加藤太郎・沼山貴也・望月久 (2017) 「一般成人における咳嗽時最大呼気流速と音圧の関係」『理学療法 - 臨床・研究・教育』24: 59-61. 埼玉県理学療法士会.
- 高橋仁美・塩谷隆信・宮川哲夫 (2002) 「我が国における呼吸理学療法の科学性—メタアナリシスを用いて—」『日本呼吸管理学会誌』11-3: 399-403. 日本理学療法士協会.
- 柳原尚明・小池靖雄 (1969) 「持続発声と呼吸機能」『音声言語医学』10-1: 37. 日本音声言語医学会.



## A study carried out on the elderly at nursing homes employs experimental phonetics to examine their voice characteristics.

Maiko HIRAO†

The present study analyzes the voice characteristics of elderly people regularly visiting nursing homes. The study was conducted using experimental phonetics methods in order to examine the voice characteristics of the elderly and to define the various changes that may accompany aging.

The results acquired using: sound pressure analysis, sound pitch analysis, length of sound duration and sound spectrogram (SPG) evaluations; indicate the typical voice characteristics of the elderly.

Within the scope of the implemented study, it was suggested that the two main factors that influence weakness or instability in the voices of the elderly; are (1) decreased sound pressure, and (2) pitch instability.

It was also suggested that training comprising recitation which (1) increases the amount of exhalation flow sent to the vocal cords, and (2) stabilizes vocal cord vibration; may improve the above mentioned voice characteristics of the elderly.

†*The power of voice and language. Nonprofit Organization*

*4-24-19-702 Midori, Sumida, Tokyo 130-0021, Japan*

*E-mail: m.hirao@koetokotoba.org.*