

女性声と判断される声の特徴について

～EG 女声強化合宿～



参考資料：「女性と判定される声の特徴-性同一性障害者の話声位-」

URL: https://www.jstage.jst.go.jp/article/jjlp/50/1/50_1_14/pdf

目次

翻訳してみましたw	3
要約	3
はじめに	4
研究の目的	6
方法	7
1.対象	8
2.録音方法	9
3.聴取実験	9
4.音響分析	11
結果	12
考察	17
まとめ	22
※注釈	23
■話声位	23
■有意差	23
■F0 値	23
■パス度 70%	23

翻訳してみましたw

どうもみさきです。 この PDF の内容はインターネットで見つけた資料を元に作っています。 **内容はほぼ同じですが、専門用語が多すぎたり、難しい言葉で書いてあったため現代風に（一般的に）読みやすく、馴染みのある言葉に翻訳してみました。**



ではいきましょう。

要約

Transsexual voice therapy（トランスセクシャル・ボイスセラピー）において、訓練ターゲットにする声の高さを色々と調べまくりたいので、男性から女性へと性別を変えて生きたいと願っている性同一性障害の方々（MTF）119名と、生まれ持った女性（純女さん）32名をお呼びして、母音発声（あー、いー）と、本を読む時の声（朗読音声）を、**事情を知らない一般人に聴かせてみて「この声は女性か？男性か？」を判断してもらいました。**

その時同時に声を出している人の基本的な周波数（声の高低）の分析もリアルタイムで計測して、MTFと純女さんそれぞれの声を比較して検討してみた。

そんな実験をした結果、70%以上の確率で「女性声だ」と判断された基本的な声の周波数は「あー、いー」などの母音で平均 270Hz（ヘルツ）、朗読（本を読んでいる時の声）では 217Hz となり、純女さん（生物学的女性）の平均値 243Hz（母音）217Hz（朗読）に近いとわかった。

だがしかし。

純女さんの声と同じ声の高さの音域なのに、女性とは判断されない声が70%近くあり、声の高さ（キーの高さ、周波数の高さ）だけではなく、それ以外にも何か女性らしい声を思わせる要因があるんじゃないかと、思わざるを得なかったんだぜ。

はじめに

今回実験をした私達は、男性から女性へ性別の以降を希望する性同一性障害者（MTF）に対して、声を女性化させるための「トランスボイスセラピー」を行なっている。

※以下、「ボイスセラピー」って略します

今更いうまでもないけど、一応性同一性障害がどーゆーものか説明しますと、米国精神医学会が決めた診断基準の「DSM-4-TR」

（Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders, Fourth Edition, Text Revision）

には、以下4つの診断基準を満たす場合が「性同一性障害」だと言われている

- （1）反対の性に対して「私はこっちの性別なんだ！」と強く持続的に思い続けている
- （2）自分の性に対して、なんらかの不快感や嫌な気持ちをずっと持ち続けている
- （3）その障害は半陰陽などの理由が原因ではないこと
- （4）社会生活、日常生活を送ってる時も、ものすごい苦痛や機能障害を起こしている

性同一性障害の理由はぶっちゃけ、今のところ明確にはわかっていない。

しかし、「**生物学的な性別とは逆方向に脳の性が発達しちゃったんじゃないの？**」っていう話が今のところ有力な仮説です。

日本では1995年（平成7年）から埼玉医科大学や岡山大学が

性同一性障害の診断を開始したことがキッカケで、

全国各地の医療機関で性同一性障害者への精神的、外科的治療が可能になった。

日常生活を希望する性(MTF の場合は女性)で送ろうとすれば、声は重要な問題である。

しかし、 MTF の場合、女性ホルモンをいくらやっても声が高くなるわけでも、女性的になるわけでもない
MTF が声を女性化させるためには、外科的な治療や、ボイスセラピーが必要になってくる。

声を女性化させる方法の中で、ボイスセラピーは喉を切ったりするわけでも、何かの薬剤とか注射とかで無理やり声を変化させるわけではないので、そういう面では身体にはなんの悪影響もないし、お金もほぼかからないので、おサイフに優しい声の女性化といえる。

いやいや、でもですよ。

まだまだ日本では「声練習して女性の声を手に入れました！」って人が少ないし
そういう人が世の中に知れ渡っていない。

更に、さらに、**MTF の声を女性化させるための研究なんて、無いに等しいくらいだ。**

そこで、今回の研究では、MTF の声の高さについて、日本で初めての調査をしたのです。

研究の目的

この研究の目的は、日本人の MTF にボイスセラピー（女声指導）を行う場合、「うわっ！モロ女じゃん！」と思えるような、最適の声の高さを提案するものである。

男女の声の違いは、「日常会話に使われる高さ」やフォルマント周波数によって違っているとされている

※フォルマント周波数

声道（声帯から口～鼻に至る部分）の共振（周波数）をフォルマント周波数と呼ぶ
人間が声を出す際に、声道の形を変えることで「あ」「い」「う」などの区別を行なっている

そこで、**声を女性化させるためには、声の高さやフォルマント周波数を女性域まで持ってくる必要がある。**

フォルマント周波数に注目した欧米の研究によると第2フォルマント（低すぎず、高過ぎない音域）が、声の女性化と関与するんだってことがわかってきた。

そんな欧米の研究者達が指摘してるように「フォルマント周波数」ってのは、声の性別に、重要な役割を果たしているんじゃないかと思われるぞ。

（いや、でも計測が難しんだけどね（苦笑））

フォルマント周波数ってのは、話すスピードや、会話前後の音によって、値が変動するからだ。

なので、私達の研究では、比較的安定してる声が見られている周波数（以下、F0 と記す）に限定して声の女性化の検討を行なってみよう。

私達の研究では、話し声を聴かせる相手に、MTF が含まれているってことを隠して、MTF と純女さんの母音と朗読を聞かせ、話者（声を出している人）の性別が女性か男性かを判断してもらった。

母音、朗読のそれぞれで、聴者（聞いている人）が「あ！この声は女性だな♪」と判断した回数を前読別判定数で割った割合を女性判定率（以下、女性判定率）として、F0 の値との関係を調べた。

これによって、以下の仮説を検証してみた。

- (1) 聴取実験で「女性」と判断された MTF の音声の F0 値は欧米の研究より高い
- (2) 母音と朗読での女性判定率は MTF では母音の方が朗読よりも明らかに高いが、純女さんでは差がない。
- (3) 母音と朗読での F0 値は MTF では母音の方が朗読よりも明らかに高いが、純女さんでは差がない
- (4) 女性と判断されなかった MTF は F0 値と女性判定率の関係が密接に関わっていたが、女性と判断された MTF では、そうでもなかった。

方法

こっから先は専門用語が多くてちょっとわかりづらいけど、
わかりにくい所は読み飛ばして OK です

1.対象

表1 発話者の年代別内訳

年代	MtF	生物学的な女性
16～20	1	4
21～30	30	13
31～40	40	6
41～50	40	2
51～60	6	6
61以上	2	1
合計	119	32

(人)

※引用
https://www.jstage.jst.go.jp/article/jjlp/50/1/50_1_14/_pdf

今回の研究に協力してくれた MTF119 名は、19～78 歳。（平均年齢 37 歳）
ボイスセラピー（ボイトレ）を希望している人から、現在ボイトレ中の人。

そして、今回の研究への協力者を性同一性障害関連の学会や、著者のホームページ、
性同一性障害の診療に携わる意思に紹介してもらうなどの方法で、広く募集した。

比較対照として集まってもらった純女さん 32 名は、19～77 歳。（平均 35 歳）

私が勤務するデイケアセンターや障害者施設、保険センターなどに勤務する
女のコ達に、研究の内容と意図を説明して協力してもらった。

もちろん参加してくれた MTF の方々にも、研究参加に同意してもらったよ

2.録音方法

音声の録音は防音室で行い、防音室が使用できない状況下では、静かな個室で収録した。防音設備がなくても、録音中は話者（話している人）の声以外入らないようにした。

はじめに母音（あー、いー）を録音した。

1つの母音の長さを5秒程度にするため、話者には発声中指を使って秒を数えてもらった。

朗読は「ジャックと豆の木」を読み上げてもらって、その音声を録音したよ。音声は「48kHz」でデジタル音声テープに録音した後、「16kHz」にダウンサンプリング（圧縮）してパソコンに保存した。

3.聴取実験

聴取実験では、静かな部屋で聴者（声の判定をするモニターさん）にヘッドホンを付けて聴いてもらった。

MTFの151発話と純女の33発話は発話が集まるごとに聴取実験を実施し、その結果、聴取実験は計10回、数ヶ月を要するものとなった。

MTFの発話数が対象人数（119名）より多いのは、複数の声を時と場合に応じて使い分けている話者や、複数回における聴取実験の間に訓練によって声に変化した話者について、それぞれ複数のサンプリングを行ったためである。

これらの同一話者による複数の声のサンプルも、ボイスセラピーのためのターゲットピッチ選定の重要なデータと考えています。

今回サンプリングした声を聞いてもらった人（聴者）は、**全員とも性同一性障害に対する聴取実験を受けたことがない学生**で、その内訳は、

女性声と判断される声の特徴について -EG 女声強化合宿-

男性 109 名（平均年齢 22 歳）女性 191 名（平均年齢 21 歳）でした。

聴取実験前の説明では、**聞いてもらう声の中に性同一性障害の人がいるとは伝えず、「年齢と性別と話し方を判定する実験」ということしか伝えなかった。**

性別判定の他に、年齢や話し方を判定してもらったのは、**性別判定だけに集中されるのをあえて避けたためである。**

日常生活場面では、電話やラジオなど声だけの情報でも話者（ラジオの場合はパーソナリティのこと）の性別の他に、年齢や話し方の印象も同時に得ていると考えられ、**日常生活に近い注意の分散状態で声の性別を判定させるためである。**

実験後、聴者（モニターさん）には今回の実験の目的を説明した。

実験の手順はまず初めに今回判定する話者全部の「ジャックと豆の木」の 1 文 「むかしむかしあるところにジャックという男の子がいました」を朗読したものを聴かせた。

この時点では、今回判定対象となる話者全員の声聴かせるだけで、モニターさん達に話し手の性別判定はさせていない。

次に「母音（あー）（いー）」を聴かせて、発話者が男性化女性かを選ばせる性別判定をさせた。

音声は 1 音声ずつ 2 秒間隔で提示し、その後「ジャックと豆の木」の 2 文まで→ 「むかしむかしあるところに、ジャックという男の子がいました。ジャックのおうちにはおとうさんがなく、貧乏でしたので、ジャックは学校に行くこともできませんでした」 ←を聴かせて、話者の年代（子供、10、20、30、40、50、60、70、80 代）、性別判断に加えて 7 段階評定尺度を使って、**話し方の男らしさ、女らしさを評定させた。**

段階評定尺度は、話者の性別に関係なく、話し方の女性らしさを判定するもので、

- (1) 非常に女性らしい話し方
- (2) 女性らしい話し方
- (3) どちらかと言うと女性らしい話し方
- (4) どちらでもない (中性的な声)
- (5) どちらかと言うと男性的な話し方
- (6) 男性的な話し方
- (7) 非常に男性らしい話し方

という感じで段階別に声を聴き比べてもらった。

音声は2秒間隔で1音声ずつモニターに聴かせた。

練習試行も含めたすべての音声をモニターに聴いてもらった後に、
再び順序を変えてもう1回、声を聴かせた。

つまり聴者（モニターさん）は各話者の音声を2回聴いて、2回判定したことになる。

4. 音響分析

MTF および純女の声のF0値を「Praat」というソフトを使って、
自己相関法（という難しい解析方法）によるピッチ解析を行った。

結果

表2 MtF と生物学的女性の女性判定率と F0 値の比較

	発話数	F0 値 (Hz)		
		最小	最大	平均
母音				
MtF 女性判定率不良群 (69%以下)	102 (68%)	114	425	205
MtF 女性判定率良好群 (70%以上)	49 (32%)	169	375	270
生物学的女性	32	171	286	243
朗読				
MtF 女性判定率不良群 (69%以下)	112 (74%)	111	398	181
MtF 女性判定率良好群 (70%以上)	39 (26%)	172	315	217
生物学的女性	32	155	254	217

※引用

https://www.jstage.jst.go.jp/article/jjlp/50/1/50_1_14/_pdf

表2に聴取実験結果と F0 値を示していますのでどうぞ見ておいてください。

聴取実験で、**女性判定率が70%以上の発話を**

「MTF 女性判定率良好群」 (MTF 声パス組) とし、**70%未満を**

「MTF 女性判定率不良群」 (MTF 非声パス組) とした。

70%以上を「声パス組」とした理由は、**生物学的女性(純女)でも、80%しか声パスできないことがあり、MTFでも声パス率が80%以上あれば、女性の声として通用すると考えた。**

更に、本研究の目的である MTF のボイトレのためのターゲットピッチの選定を色々と考えた結果、

70%まで許容範囲を広げるほうが、実用的であると考えたからであります。

女性声と判断される声の特徴について -EG 女声強化合宿-

その結果、母音では「MTF 非声パス組」の初話数は 102 発話で、その F0 値の範囲は 114~425Hz で**平均値は 205Hz** となった。
(非声パス組は、MTF 全体でみると 70%)

それに比べて「MTF 声パス組」の初話数は 49 発話、**全体の 30%**で、F0 値の範囲は 169~375Hz で、**平均値は 270Hz**

純女では、声パスしたのが全体の 92%で、F0 値の範囲は 171~286Hz となり**平均値は 243Hz** だった。

朗読では、「MTF 非声パス組」の初話数が 112 発話で、MTF 全体の 70%強。F0 値の範囲は 111~398Hz で、その平均値は 181Hz

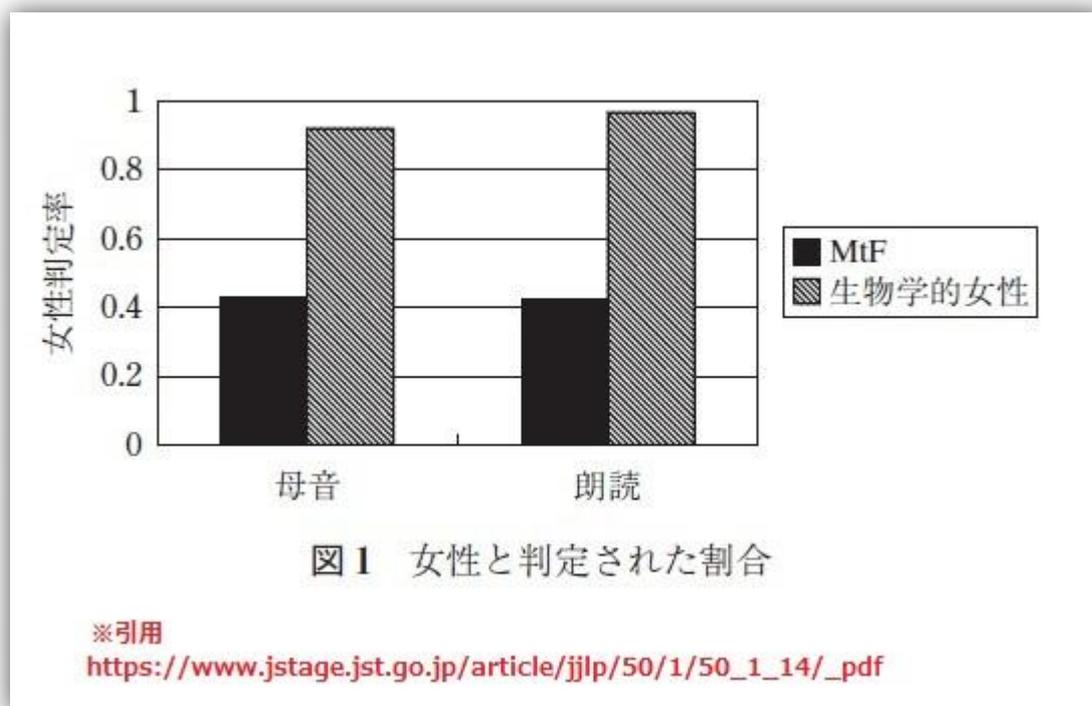
「MTF 声パス組」の初話数は 39 発話で MTF 全体の 30%弱。F0 値の範囲は 172~315Hz で、平均値は 217Hz だった。

純女の母音での判定は 32 名中、声パスしたのが 30 名だったけど、声パスしなかった 2 人の純女さんは声パス度が 57% (37 歳、F0 値 205Hz) と 5% (59 歳、F0 値 171Hz) であった。

つまり、母音では、純女の 6%が声パスしなかったことになる。

しかしながら、**この声パスしなかった 2 名の人達も朗読ではともに 86%の声パスをしており、純女の朗読では声パス度 80%未満の人はいなかった。**

MTF および、純女の声パス度を発話内容の違いで示したのが「図1」である



MTF および純女で、母音と朗読の「声パス度の有意差」(明らかな違い) に関して、T 検定を行った。

どちらの群においても有意差は認められなかった。

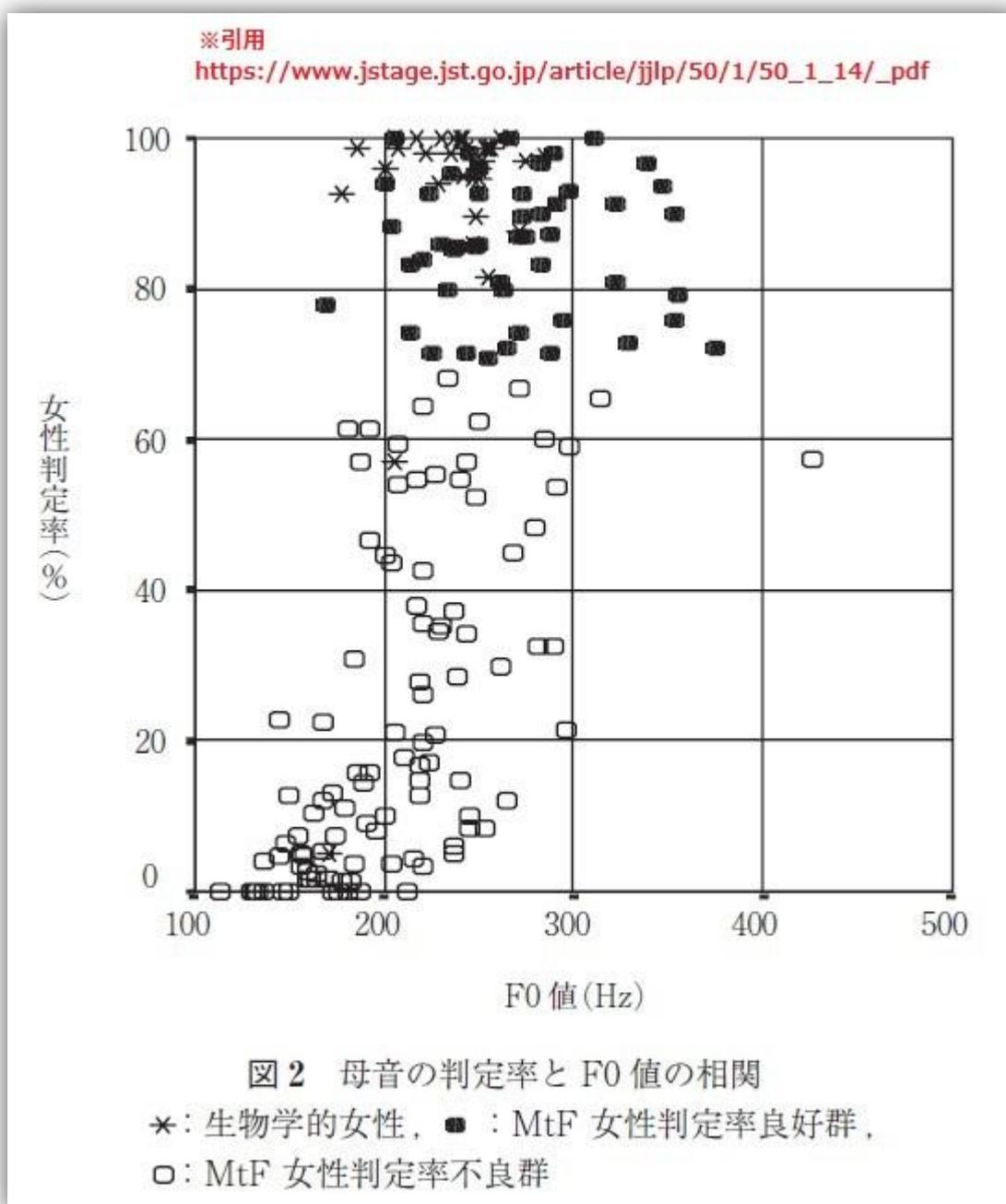
母音と朗読の F0 値の有意差についても同様に T 判定を行った。

その結果、純女 ($t=5.641, p<0.0001$) MTF 声パス組 ($t=6.006, p<0.0001$)

MTF 非声パス組 ($t=5.217, p<0.000$) のすべての群において、有意差が認められた

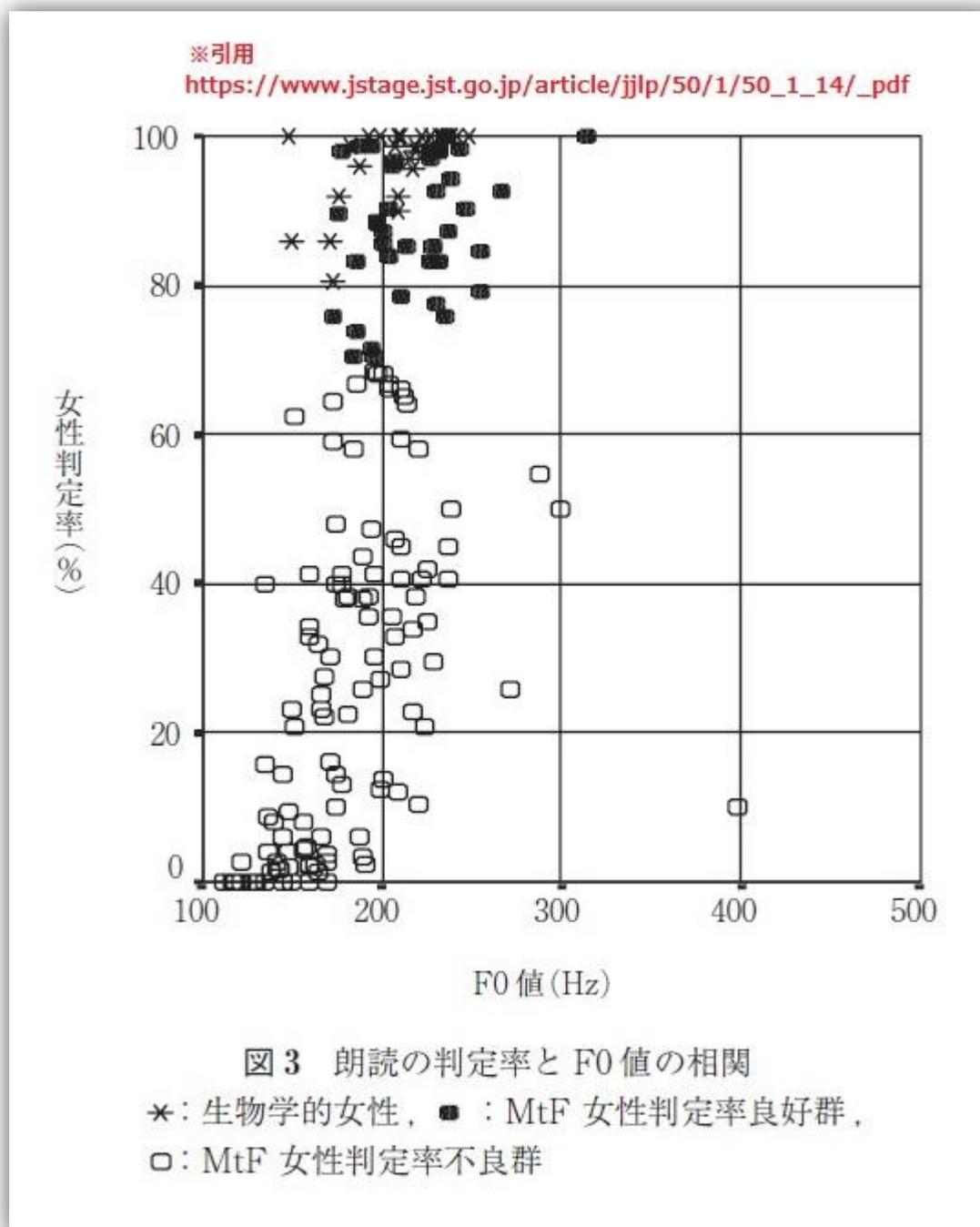
更に、純女と MTF 声パス組の F0 値の有意差についての T 検定結果では、母音 ($t=-3.621, p<0.0001$) で有意差が認められ、朗読では認められなかった。

母音における声パス度と F0 の関係を
プロットした（点を打った）ものが「図2」である



MTF 非声パス組 ($r=0.612, p<0.0001$), および純女 ($r=0.429, p<0.05$) で
有意な相関が認められ、**MTF 声パス組では有意な相関がないことが確認された。**

同様に、朗読における声パス度と F0 の関係をプロットしたのが「**図 3**」である。



MTF 非声パス組 ($r=0.477, p<0.0001$), および純女 ($r=0.610, p<0.0001$) で相関が認められ、**MTF 声パス組では相関がないことが確認された**

考察

声パス度 70%以上の MTF の発話、つまり、「MTF 声パス組」の基準となる声の高さ (F0 値) は母音で 270Hz、朗読では 217Hz となり、欧米の声パス度研究結果よりも、日本の MTF の方が、F0 値が高かった。

欧米の研究者がやっている MTF の話し声 (話声位) に関する研究では、女声に聞こえる高さは 172Hz (参考資料→「Wolfe」) から、187Hz (参考資料→「Gelfer」) という報告がある。

「欧米人に比べると、日本人は喉頭が小さいので、F0 値が高くなるんじゃない？」

と推測される

また、日欧米における女性アナウンサーの声を比較してみると、一般的に、日本人アナウンサーのほうが、欧米に比べて声が高い傾向がある。

これは、

「女性の声は高く可愛らしいこと」がデフォになってる萌声大好き日本人的な文化背景が影響してると考えられ、身長や体格などの解剖学的違いに加え、そーいう文化的背景の違いも女性アナウンサーの声の高さに影響していると思われる。

生物学的女性 (純女) と「MTF の声パス組」の、F0 値 (平均値) を比べると、朗読では同じ F0 値となっており、同じ文化圏で暮らす純女の F0 値が MTF の発話の話声位に影響することを示す結果となった。

「話す言葉の違いによって、声パスするか、しないか？」という「判定率の有意差」（偶然とは思えない明らかな違い）は、どの群（純女、MTF 声パス組、非声パス組）においても生じなかった。

しかしながら、表2にあるように、MTFの女性判定率良好群（MTF 声パス組）では、母音のほうが6ポイント多くっており、統計的に明らかな違いはないものの、**母音（あー、いー）判定の方が、女性の声と聴かれやすい傾向があることがわかった。**

一方、生物学的女性（純女）では、**母音で声パスしなかった人でも、朗読では80%以上声パスできていた。**

この結果から、純女では声が低くても、朗読をすれば女性として判定されることが分かった。

一方、MTFでは、朗読した時の方が、母音より声パス度が低くなる傾向があり、**声の高さばかりではなく、話し方などの部分が、声パスに重要であることが分かった。**

発話内容の違いによるF0値はどの群においても母音の方が朗読よりも、あきらかに高かった。

一般に、話声位（話し声）の測定には、母音、会話音声、朗読、特定の語の引き伸ばされた語尾などが使用される。

測定方法によって差があるという報告もあれば、逆に差がないという報告もある。しかし、今回の研究では、差が生じた。

MTF の場合、単独の母音では、声の高さを一定に維持することは比較的容易であると思われるものの、朗読発声ではイントネーションなど、声の高さの変化を生じさせたり、話し続けることによって次第に声の高さが下がってくることもあるので、F0 値は、朗読では単独母音より低くなったと考える。

しかしながら、純女においても、MTF ほどの開きはないものの、母音と朗読の F0 値を比べた場合、やはり、母音の方が高いので、**朗読時の F0 値が低くなるのはある程度は自然な生理現象であるといえる。**

いずれにしても、今回の研究では、話し声は発話内容によって少なからず変化することが示唆された。

女性判定率（声パス度）と F0 値の関係を見ると、「MTF の非声パス組」と、純女ではこえの高さに明らかな違いが認められ、その人の声の基準値となる F0 値が上がるにつれて、MTF の声パス度も上がった。

つまり、非声パス組では、声が高いほうがパス度が高かったんです。

しかし、「MTF 声パス組」では、純女さんと比べて、声の高さに大きな違いは見られなかった。

この結果から分かったのは、声の高さと声パス度はある高さまでは関係がある（声が低いと声パスはできない）が、ある一定の高さを超えると、声の高さだけではない他の要因が声パスに関係することを示唆するものであった。

つまり、**ある一定の高さを過ぎると、
声が高くてもパスできるわけじゃなかったのだ。**

※声が高いのに声パス出来ない人がいたり、
声が低めなのに、声パスしている人がいたってことさ。

このことは、表2に示された結果からも、示唆される。
母音においてF0 最大値が最も高いのはMTFの非声パス組にいる方で、425Hzであり、
朗読においてもMTFの非パス組にいる398Hzであった。

この結果はF0値が引くすぎても高すぎても女性とは判断されにくいことを示唆する

これらの結果をまとめると、女性の声と判断（声パス）されるためには、

まず男性の声には聞こえない高さが必要

純女では今回の研究の例のように150Hz半ばでも女性と判断されるが、
MTFの場合は声パス組の結果から170Hzは必要になってくる。

しかし、高すぎると逆に声パス度が低くなる傾向があり、朗読の場合には
300Hzを超える声の高さだと、女性とは判断されにくくなることがわかった。

次に、声の高さ以外の部分が重要である

(話し方、イントネーション、強弱など)

たとえ声の高さの条件を満たしても、女性とは判断されない場合があり、声パスするためには、高さ以外の要素も重要であることがわかった。

今回の研究では、とある純女さんの声の高さが 160Hz 付近だった。この純女さんは、母音では 5%の人にしか声パスされなかったのに、朗読では 80%以上の人に女性だと判断された（声パスした）。

このことから、女性の声に聞こえるには、話し方、イントネーション、話す速度などが重要であるように考えられる。

ボイスセラピーを実施していくなかで、私の臨床上の経験を照らし合わせて考えてみると、女声と判断されるための、声の高さ以外の重要な要因として、イントネーション、語尾、強弱、速度、などが関係するようと思われるものの、それらの評価の方法に関しては現在検討中である。

これら声の高さ以外の要因の解明は、今後の研究の課題としていきたい。

まとめ

今回の研究では、MTF と純女の母音と朗読について聴取実験と音響分析を行い、女性に聞こえる声の高さの検討を行い、その結果、以下のようなことがわかった。

- (1) MTF の声パス組の平均 F 値は朗読では 217Hz、欧米の報告より高かった。
- (2) 平均 F0 値は発話内容によって明らかな差があり、母音と朗読では、朗読の方が F0 値は低い傾向にあった
- (3) 聴取実験において、女性と判断された率が 70%以上の声パス組の F0 は純女に比べて母音では明らかに高くなり、朗読では差が無かった。
- (4) MTF では声パス度と F0 値、それぞれの関連が声パス度 70%までは明らかに違いがあるものの、それ以上では大した差がなかった。
- (5) 純女と同じ F0 値にあっても、女性の声と判断される率が低い MTF の発話があり、高さだけが声パスに必要なかつ重要な要因ではないことがわかった。

今後の研究では、女性の声に聞こえるための高さ以外の要因を考えていきたいと考えている

謝辞：本論文作成にあたり、さいたま医科大学の山内俊雄学長、東京大学情報処理工学研究所の広瀬啓吉教授、鈴木雅之氏にご助言、お励ましいただきました。
深く感謝いたします

※注釈

■話声位

もっとも低い声と、もっとも高い声の範囲を声域（せいいき）といい、日常の会話に使われる高さを話声位（わせいい）といいます。

声の高さは、年齢や性によって平均的な範囲があり、この範囲から外れた場合を異常とします。したがって、一般的には男性で声が高すぎたり、女性で声が低すぎたりする場合はさします。

■有意差

偶然とは思えない差があること。誤差の範囲とかではなく、明らかにこれは差があるなというものを「有意差」とここでは呼んでいる

■F0 値

声を録音した MTF、純女それぞれの基本的な声の高さをここでは「F0」と呼んでいる。その人の平均的な声の高さのことである。

■パス度 70%

ここでいうパス度とは、声を聴いてもらった学生のモニター（男性 109 名、女性 191 名）のうち「女性だ」と判断された割合のことをパス度としている。

例えば、モニターの学生全員が「この声は女性だ」と判断した場合、その人の声パス度は 100%となる。

パス度 70%とは、全モニター 300 人のうち、210 名に「女性だ」と判断された人のこと。