

平成 20 年 5 月 19 日現在

研究種目：若手（スタートアップ）
 研究期間：2007～2008
 課題番号：19800064
 研究課題名（和文） 聴覚フィードバックの定量的評価と吃音者における非流暢性の神経基盤に関する研究
 研究課題名（英文） Quantitative analyses of speech control by auditory feedback and neural substrates of disfluency in persons who stutter
 研究代表者
 岡崎 俊太郎（OKAZAKI SHUNTARO）
 国立障害者リハビリテーションセンター研究所・流動研究員
 研究者番号：80455378

研究成果の概要：本研究の目的は、吃音の原因のひとつと考えられる聴覚フィードバック機構の障害を、医工学的検査や神経科学的な手法に基づいて定量的に評価し、非吃音者における流暢性および吃音者における非流暢性の神経基盤を明らかにすることである。非吃音者においては発話の非流暢性を引き起こし、吃音者においてはむしろ治療効果を示す遅延聴覚性フィードバックを用いて発声の非流暢性を定量的に分析した。以下に本科学研究費によって行われた研究の主な成果を示す。

- (1) -① 聴覚フィードバックによる発話のピッチ調節は発声方法によって変化する。
- (1) -② 吃音者では発声の基本周波数の上昇によってピッチ調節量が大きくなるのに対し、吃音者では聴覚フィードバックに対する感受性が低くほとんど調節量が大きくなるらない。
- (2) -① 遅延聴覚フィードバックによって発声音長が延長する。
- (2) -② 遅延聴覚フィードバックの開ループ特性の分析により、発話が自動的に聴覚フィードバックに対し同期する「引き込み現象」が観測された。

本研究の結果は聴覚フィードバックが発声の流暢性、非流暢性に重要な役割を果たしていることを示しており、吃音者の非流暢性の神経基盤を調べる上で非常に重要な基礎的知見である。

交付額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2007 年度	940,000	0	940,000
2008 年度	580,000	174,000	754,000
年度			
年度			
年度			
総計	1520,000	174,000	1694,000

研究分野：リハビリテーション科学・福祉工学

科研費の分科・細目：

キーワード：聴覚，発話，吃音，脳・神経，流暢性

1. 研究開始当初の背景

コミュニケーションにおいて音声の聴取（聴覚系）と生成（発話系）は連動しており、通常、ヒトは努力や意識をすることなく流暢に発話することができる。実際には自己発声の聴覚フィードバックにより、常に音量やリズムを意識下にモニターして、発声を調節していることが知られている[e.g. 1, 2]。この聴覚フィードバックの障害は吃音の原因のひとつと考えられている[3]が、正確な病態は未解明である。

吃音には発達性吃音と獲得性吃音があり、発達性吃音は言語獲得の時期や過程に大きく関わっており、主に2歳から5歳に発症する。その過半数が一時的にせよ言語発達遅延か構音障害を伴い、何らかの異常をきっかけ発症しやすいと考えられる。約5%の発症率であるが、有病率は思春期までに1%程度に減少する。すなわち、自然にまたは簡単な指導で治癒する率は60%から80%程度である。幼児期に治癒せずに遷延する場合は、非流暢によるコミュニケーション障害が彼らの社会生活に引き起こす不利益は大きい。また知的障害は無いにもかかわらず、身体の随伴症状や強い情緒反応、状況回避等が非流暢以上に問題になることもある。

獲得性の吃音は脳卒中などの脳損傷によるもので、その発症機序や病態が発達性吃音とは異なる。（本研究では対象外とする）。発達性吃音は発吃後、各児について吃が自然治癒するのかどうかを早期において予測できれば、不要な治療を減らすことができ、また必要な者にはより早い段階から治療を行うことが可能であると考えられ、またその重要性が指摘されている[4]。過去に吃音のリハビリテーションとして、聴覚フィードバックを人工的に変化させる方法が用いられてきた。例えば自分の発声音を遅らせて聞かせる遅延聴覚フィードバック（Delayed auditory feedback, DAF）により、非吃音者には人工吃音が引き起こされる[5]が、吃音者では逆に流暢性が増加する[e.g. 6]ため、吃音リハビリテーションに応用されている。しかし、なぜDAFによって吃音者の非流暢性が軽減するのか、その作用機序や神経基盤については分かっていない。

2. 研究の目的

本研究の目的は、吃音の原因のひとつと考えられる聴覚フィードバック機構の障害を、

医工学的検査や神経科学的な手法に基づいて定量的に評価し、非吃音者における流暢性および吃音者における非流暢性の神経基盤を明らかにすることである。特に聴覚フィードバックに対して以下のような変化を加えることで、より定量的な分析を目指すことを目的とする。本研究の結果は、今後の吃音リハビリテーションに対して有用な情報を提供し、科学的な根拠に基づく吃音リハビリテーションの発展に貢献するのみでなく、これまで健常者だけでは不明瞭であった聴覚・発話相互作用の神経基盤解明につながるものである。

3. 研究の方法

本研究は大きく次の二つに分けられる。

- (1) 変換聴覚フィードバックに関する研究
- (2) 遅延聴覚フィードバックに関する研究

よって、共通の実験方法、(1)変換聴覚フィードバックに関する研究、(2)遅延聴覚フィードバックに関する研究の三つに分けて記述する。

共通の実験方法

- ・ 発話音声をマイクで採取し、人工的にピッチやタイミングを変化させ被験者に聴取させた。
- ・ 音声に付加した人工的な変化前後の音声データや課題のパラメータ等をレコーダに同時に記録した。
- ・ ヘッドフォンの直前の段階で遮蔽雑音を混合し、自声が直接聞こえてしまうのを防止した。
- ・ 図1は実験のシステム概図である

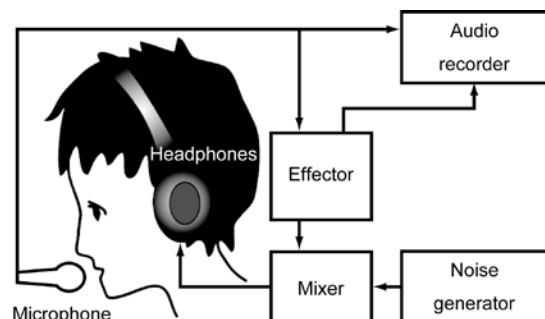


図 1

<変換聴覚フィードバックに関する研究>

- ・ ピッチ周波数を M 系列と呼ばれるランダム信号を用いて変化させ（変換聴覚フ

- ・ イードバック), 被験者に聴取させた.
- ・ 被験者に/a/を持続発声させ, 上記の変換聴覚フィードバックに対する発声ピッチの調節量を聴覚発話システムのインパルス応答として同定した [c.f. 7]
- ・ 同課題において, 地声, 裏声等の発声方法によって発声ピッチの調節量が異なるかを調べた.
- ・ 同課題において吃音者と非吃音者の発声ピッチ調節量を比較した.

<遅延聴覚フィードバックに関する研究>

- ・ 聴覚フィードバックに人工的な遅延を付加し被験者に聴取させた (遅延聴覚フィードバック).
- ・ 遅延聴覚フィードバック中に母音発声による時間再生課題を行った.
- ・ 一般的な遅延聴覚フィードバックの代わりに録音した音声を次の発話の前後にフィードバックし, 文章発話に対する影響 (遅延聴覚フィードバックの開ループ特性) を分析した.

4. 研究成果

研究成果の概要で記載した5つの研究成果それぞれについて個別に記述する.

(1) - ① 聴覚フィードバックによる発話のピッチ調節は発声方法によって変化する (学会発表 [1])

本研究では前述の変換聴覚フィードバックを用い, 非吃音者6名を対象とし, 聴覚発話システムにおけるピッチ調節成分を解析した. 発声の平均ピッチや地声/裏声の違いによって, ピッチ調節機構がどのように変化するかを調べた. その結果, 低音での発声に比べて, 高音での発声, 裏声での発声においてピッチ補正值が有意に高いが, 高音と裏声での補正值の差は有意ではなかった (図2). 実験結果より, 発声ピッチの違いがピッチ調節の大きさに違いをもたらす要因であることが示唆された. 発声のピッチは主に輪状甲状筋, 甲状破裂筋によって調節されているが, 発声モードよりもピッチの高低によって補正值が変化したことから, 輪状甲状筋の調節がより大きく関与していることが示唆された.

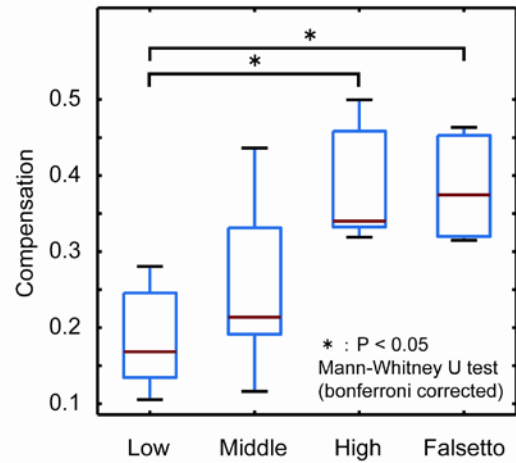


図2

(1) - ② 吃音者では発声の基本周波数の上昇によってピッチ調節量が大きくなるのに対し, 吃音者では聴覚フィードバックに対する感受性が低くほとんど調節量が大きくならない (学会発表 [2])

本研究では前述の変換聴覚フィードバックを用い, 吃音者と非吃音者のピッチ調節特性の違いを検討した. 非吃音者 (女性6名, 男性8名), 吃音者 (男性5名) が実験に参加した. その結果, 女性非吃音者, 男性非吃音者, 男性吃音者の順にピッチ変動に対する補正量が大きかった (図3). 発声の基本周波数が与える影響を考慮し, 男性の吃音, 非吃音者間で比較したところ, 話声位では補正量に有意な差が見られなかったが, より高い基本周波数の発声では, 吃音者において補正量が小さかった. この結果は, 発声基本周波数を高くしても吃音者では聴覚フィードバックに対する感受性が十分に上昇しないことを示唆しており, 吃音者の病態解明に有用な情報であると考えられる.

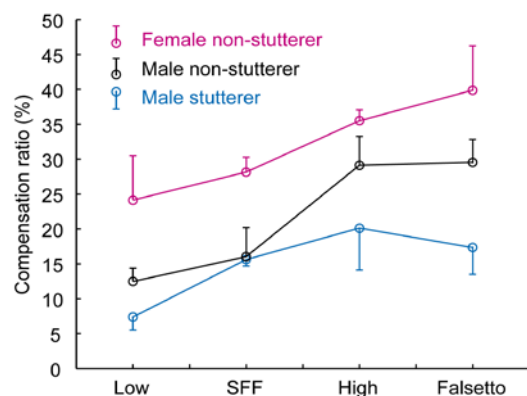


図3

(2) - ① 遅延聴覚フィードバックによって発声音長が延長する (学会発表 [3])

本研究では、遅延聴覚フィードバックの効果を定量的に分析するため、まず発話速度の低下に寄与すると考えられる母音長の延長についての実験を行った。最も遅延聴覚フィードバックの効果が高い遅延時間 200 ms において、非吃音者 10 人を被験者とし、指示音と同じ時間を再生する発声課題 (/a/) を行った。その結果、遅延聴覚フィードバックを適用した場合は、しなかった場合に比べ、再生した発声の母音長が延長した (図 4)。このことは単純な発声課題において遅延聴覚フィードバックの効果を定量的に調べることが可能であることを示唆している。また、遅延聴覚フィードバックは発話の非流暢性だけでなく、ピッチの上昇、発話音圧の増加を引き起こすことが知られているが [8]、本研究の結果では見られなかった。このことから母音長延長等の時間的な障害効果が遅延聴覚フィードバックの本質的な効果であり、ピッチの上昇、発話音長の増加の効果は発話の困難さによる二次的な効果である可能性がある。

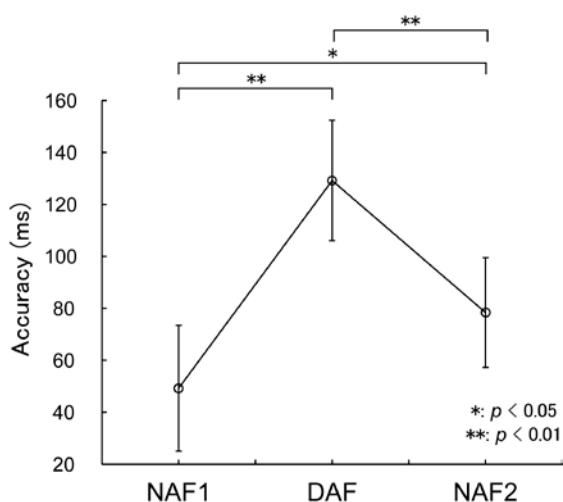


図 4

(2) - ② 遅延聴覚フィードバックの開ループ特性の分析により、発話が自動的に聴覚フィードバックに対し同期する「引き込み現象」が観測された (学会発表 [4])

本研究では、遅延聴覚フィードバックの効果を開ループで分析するため、文発話を超える長い遅延時間を用いて発声の前後に数百 ms のずれで自声の聴覚フィードバックを提示する実験を行った。その結果、聴覚フィードバックの提示された時刻の前後に関わらず、発話が聴覚フィードバックに対し次第に

同期する現象 (引き込み) が確認された (図 5)。この現象は非吃音者では発話が非流暢になり、吃音者では発話が流暢になるメカニズムを説明する基礎的な知見であると考えられる。

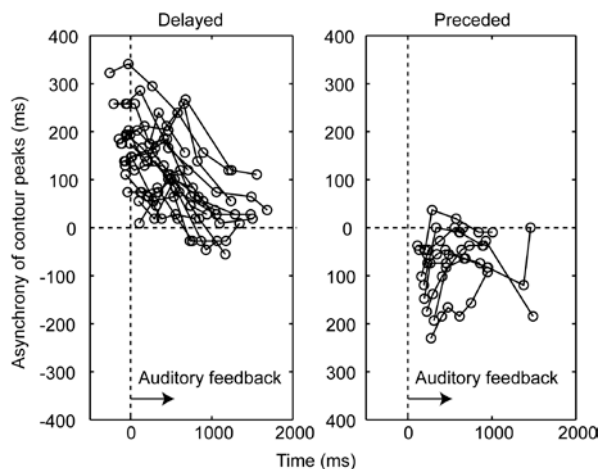


図 5

上記に示した 4 項目の研究結果は聴覚フィードバックが発声の流暢性、非流暢性に重要な役割を果たしていることを示しており、吃音者の非流暢性の神経基盤を調べる上で非常に重要な基礎的な知見である。また本研究の結果は、今後の吃音リハビリテーションに対して有用な情報を提供し、科学的な根拠に基づく吃音リハビリテーションの発展に貢献するのみでなく、これまで健常者だけでは不明瞭であった聴覚・発話相互作用の神経基盤解明につながるものである。

参考文献

[1] Lane H, Tranel B (1971) J Speech Hear Res 14: 667-709
 [2] Levelt WJM (1999) Trends Cogn Sci 3: 223-231
 [3] Salmelin R, Schnitzler A, Schmitz F, Jancke L, Witte OW (1998) Freund HJ. Neuroreport 9(10): 2225-2229
 [4] Saltuklaroglu T, Kalinowski J (2005) Int J Lang Commun Disord 40(3): 359-374
 [5] Lee BS (1950) J Acoust Soc Am 22: 639-640
 [6] Van Riper C. Br J (1970) Disord Commun 5(1): 40-45
 [7] Kawahara H and Williams JC. "Effects of auditory feedback on voice pitch trajectories: Characteristic responses to pitch perturbations", in Vocal Fold Physiology, Controlling Complexity and Chaos, Ch. 18, Singular Publishing Group, 1996.

[8] Van Borsel J, Sierens S, Pereira MM.
Pro Fono 19, 323-332, 2007.

(2)研究分担者
なし

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

(3)連携研究者
なし

[雑誌論文] (計 0 件)

[学会発表] (計 4 件)

[1] 岡崎俊太郎, 森浩一, 鎌谷大樹, 増田早哉子. 聴覚フィードバックを用いたピッチ調節特性の同定と定量的解析, 第 5 2 回音声言語医学会, 2007/10/26

[2] 岡崎俊太郎, 森浩一, 鎌谷大樹, 増田早哉子. 聴覚フィードバックによるピッチ調節機構に発声の基本周波数が及ぼす影響, 日本音響学会 2008 年春季研究発表会, 2008/3/17-19

[3] 岡崎俊太郎, 森浩一, 蔡暢, 鎌谷大樹. 遅延聴覚フィードバックによる発声の母音長延長効果, 日本音響学会 2009 年秋季研究発表会, 2008/9/10

[4] 岡崎俊太郎, 森浩一, 蔡暢, 鎌谷大樹. 聴覚フィードバックに対する発話の引き込み現象, 日本音響学会 2008 年春季研究発表会, 2009/3/19

[図書] (計 0 件)

[産業財産権]

○出願状況 (計 0 件)

○取得状況 (計 0 件)

[その他]

6. 研究組織

(1)研究代表者

岡崎 俊太郎 (OKAZAKI SHUNTARO)

国立障害者リハビリテーションセンター
研究所・流動研究員

研究者番号: 80455378