

厚生労働科学研究費補助金  
こころの健康科学研究事業

吃音の病態解明と検査法の確立および  
受療機会に関する研究

平成15年度 総括研究報告書

主任研究者 森 浩一  
平成16(2004)年4月

## 目 次

I	総括研究報告 吃音の病態解明と検査法の確立および受療機会に関する研究 森 浩一	----- 1
II	分担研究報告 吃音検査法の作成、検証 小澤 恵美, 原 由紀	----- 19
III	分担研究報告 吃音の受療機会・意識調査、海外現地調査、事例研究 若菜 陽子, 齋藤 友博	----- 32
IV	研究成果の刊行に関する一覧表	----- 36
V	研究成果の刊行物・別刷	----- 37

厚生科学研究費補助金（こころの健康科学研究事業）  
総括研究報告書

吃音の病態解明と検査法の確立および受療機会に関する研究

主任研究者 森 浩一  
国立身体障害者リハビリテーションセンター 研究所 感覚機能系障害研究部室長

研究要旨 幼小児期に発症する発達性吃音の有病率は1%弱あり、本人と家族の精神的苦痛はもちろん、コミュニケーション障害のために学業、職業などでも不利があり、本人と周囲の人々の重大な問題となるか、医療的ケアは十分ではない。その理由は複合しており、1)日本では吃音の検査と評価の方法が統一されておらず、2)吃音を十分に取扱う医療機関が少ない、3)幼児期には自然治癒があるため、しばしは重症例も治療に回されず、進展する、4)治療の有効性が衆知ではない、5)発症原因が解明されておらず、治療が対症療法的である等、約100万人いるとされる吃音者には厳しい状況があり、医療社会的に適切な扱いを求められている。これらの状況に鑑み、本研究では吃音検査法の確立に加え、吃音者の受療機会と事例の調査を行うと共に、脳機能と発話機能を定量的に計測し、病態解明と治療に役立てることで、総合的に吃音の保健ならびに医療ケアを改善しようとするものである。1,2)の問題に対して、従来、一部の吃音専門の言語聴覚士によって使われてきた「吃音検査法試案1」を広く普及させるために簡略化する改訂作業を進め、幼児版の改訂作業が終了し、実証のためのデータを採取し始め、成人版の改訂作業を進めている。3,4)については、幼小児の健診や治療、家族の意識等の実態調査と事例検討により、吃音のより良いケアのための基礎資料を提示するため事例検討と調査研究を実施し、意識調査の準備を行い、順次実施している。さらに、主に欧米の状況について海外インタビュー調査を行い、非常に参考になる結果を得た。5)については、幼児吃音症例で言語発達の遅れ、発話運動の異常などが報告されており、神経機構から見た病態生理の解明を目指し、医・工学的な検査による評価法を開発しつつある。病態生理に即したフィートハック等を利用した治療法を実施し、有効性の検証を開始した。脳機能検査によって吃音者・児では聴覚性言語機能の左優位性が認められないことを見いたした。さらに音声の周波数制御に対する聴覚フィートハックの影響を定量的に調べ、吃音者の異常を見いたした。本研究によって吃音の検査、診断、評価の全国共通の枠組みを提供すると共に、発症期を含めた実態調査と事例研究、病態検査によって、新たな検査・治療体系を確立するための基盤を提供することかてきる。ひいては吃音の治療機会の増大を期待でき、社会的要請に答えることになる。

## 分担研究者氏名・所属機関・職名

小澤 恵美 国立身体障害者リハビリテーションセンター病院第二機能回復訓練部 言語訓練専門職主任

原 由紀 北里大学 医療衛生学部リハビリテーション学科言語聴覚療法学専攻 助手

若葉 陽子 東京学芸大学特殊教育研究施設 教授

齋藤 友博 国立成育医療センター研究所 成育社会医学研究部 成育疫学研究室長

## A 研究目的

幼児期から発達性に生じる吃音は発症率が5%近くあり、有病率は1%弱ある。発話困難による苦痛は強く、学業・職業に不利を被る場合も多いが、症状が隠されるために社会的に理解が不足し、対策が遅れている。日本では 1)検査法が統一されていないため施設間の違いが大きく、2)十分に治療できる施設・専門家も少ない。よって、3)自然治癒がある一方、4)治療が有効であること自体が周知されていないので、必要な医療を受けていない患者も多く、進展して精神的問題を惹起し、それかさらに悪化要因になる。さらに、5)発症原因・病態が十分には解明されていないため、有効性は認められるか、治療が対症療法的である。1, 2, 3の問題には、全国的に統一した枠組で吃音

を検査・評価できることか解決の第一歩であり、症例の集計、治療効果の比較を行うなどの面からも必要性が高い。本研究では、試案の吃音検査法を統計解析に基づいてより正確、かつ実施しやすく改訂し、標準的な評価を可能とする吃音検査として普及を図る。3, 4の問題については、特に発症期に吃音かどのように認識され、扱われているのか、実態調査と事例検討が必要と考えられるので、これを地域と対象者を適切に選択して行い、推計学的な検討を加え、改善のための基礎資料とする。5に関して、幼児期吃音症例の6割には構音障害や言語発達の遅れなどが認められ、遺伝の関与、脳の解剖・機能異常等も報告されており、吃音の病態を精神面のみに求めるのは限界があり、脳機能を含めた病態生理を把握し、医学的所見に基づいて診断 評価 治療に結び付けていくことが求められる。本研究では聴覚フィードバックによる喉頭の制御特性の定量的計測や音声言語処理に関する脳機能測定を行い、症状の軽重・消長とも関連させて、吃音の機能異常を捉えられる諸変数を抽出する。このような研究は、吃音の病因や病態解明に多くの知見をもたらすと期待され、行動指標を補足する客観的な評価手段を提供し、新たな治療法に結びつく可能性がある。この総合的研究によって、吃音の検査法を標準化し、早期発見とその対処方針を明確にすることで、受療機

会の増加が期待され、社会的要請に答えることか  
てきる。また病態生理を解明し、受療機会か増し  
て治療により改善する症例か増えることで、疾患  
に対する社会的理解を増し、患者に対する無用な  
偏見や圧力を軽減することかてき、新たな治療法  
の提示と相まって、吃音に伴う社会的・精神的問  
題を緩和するという波及効果もあると考えられ  
る。

### A-1 吃音検査法改訂

吃音研究は1930年代米国で盛んになり、症状  
分類、重症度、進展段階、吃音への態度等の主要  
な評価法か提示され、現在はWHO(ICD-10)やアメ  
リカ精神医学会の統一基準(DMS-IV)かある。この  
ように、吃音の定性的な診断基準は疑義の少ない  
ところであるか、具体的な検査セクトは各国の言  
語環境に合わせて作成する必要かあり、それに  
応じて症状の点数化などの基準はそれぞれの国で  
決定する必要かある。わか国においては、症状分  
類や重症度尺度を各機関が独自に海外文献等か  
ら採用、翻訳、改変して使用している場合も多い  
ため、施設間の比較すら十分にはてきない。そこ  
で、全国的に統一した枠組と課題て吃音を検査  
評価 診断てきるようにすることは、吃音の問題  
を解決するのにまず必要てあり、症例の集計、治  
療方策の比較を行うためにも必須てある。

日本聴能言語士協会 日本音声言語医学会吃

音検査法委員会試案として作成され、研究されて  
きた旧来の吃音検査法(小澤ら、1981, '86, '90,  
'94, '95)は、項目数か多く煩雑てあるため、必  
ずしも全国には普及してていない。これを、信頼性  
高く、かつ実施しやすく改訂し、全国に普及する  
検査法として作成し直すことは喫緊の課題てあ  
り、分担研究者の小澤らは標準とすへき検査法を  
提案し(1981, '86, '90, '94, '95)、この幼児版  
の改訂か平成14年度の厚生労働科学研究て行わ  
れた。本研究ては、学童・成人版を改訂し、多数  
の被検者を用いて統計的検討を加え有効性を検  
証し、全国普及を目指した検査法を完成させるこ  
とを目的とする。具体的には、吃音検査法試案1  
の改訂版作成作業を、当年度は成人版について行  
う。すでに改定済の幼児版については、それに基  
ついた検査テータの集積・統計解析を開始する。

詳細については小澤・原の分担研究報告書を  
参照されたい。

### A-2 実態調査と事例研究

吃音の実態調査は諸外国てはいくつかあるも  
のの、日本ては豊田の学童の研究(1954)以来行わ  
れておらず、医療社会学的な検討か欠如してて  
いるため、小児期の吃音有病率を末めることと、特  
に治療に重要な吃音好発期である幼児期に吃音児  
かどのような経緯て医療的ケアを受けるに至る  
のか調査し、事例研究を通して典型的な対応を提

案していくことが重要である。そこで、吃音対策を立てるための資料が全くと言っていいほど存在しない現状にかんかみ、受療機会・意識調査について各種の実態調査を行い、吃音のより良いケアのための基礎資料を収集する。具体的には研究者の施設に紹介されて来た吃音児・者について、聞き取りと検査による事例研究を行う。また、調査対象とする地域ないし職種を選定し、その一部を抽出してアンケートによる意識調査や治療機会に関する調査等のパイロット研究を行う。有病率の調査には、学校等に協力を仰ぎ、全数調査ないし抽出調査で簡易な吃音のインタビュー検査を行い、できるだけ正確な小児の有病率を調べる。年齢毎の横断調査をすることで、自然治癒率もある程度推測できるものと思われる。さらに海外での吃音のスクリーニング・検査・治療・ならびに専門家育成の実態を調査し、改善への参考資料とする。

詳細については若葉 齋藤の分担研究報告書を参照されたい。

### A-3 病態生理と診断法の確立

発達性吃音の病態を解明する努力は以前から行われているが、長年研究されながらも原因はいまだ解明されていない。家族的な集積があることから、環境と遺伝(Kid, 1980)が要因としてある

ことか推定され、さらに精神的要素ないし神経症に似た発症機序の関与と、発話運動の異常(Contureら、1986)、器質的・機能的な脳の異常も観測されている。このような事実に基づき、様々な仮説が提唱されているが、逆に言えば、また吃音の原因ないし病態生理の定説がないということでもあり、その病態生理を把握し、診断・評価・治療に結び付けていくことが強く求められている。

吃音の原因としては、例えば、吃音の病態は、情緒の不安定、不適切な親子関係等、精神面が主要因であるとする説がある。幼児の親に吃音の理解を促すパンフレットを配付するなどによって、吃音の発生頻度が下がったという報告もある。精神的問題は吃音の重要な悪化要因であり、吃音が進展すると精神的ならびに身体的随伴症状も生じ、さらにそれによって症状の固定化と引きこもりなども生じ得るので、社会的環境と精神面への配慮の必要性は高く、治療においても同居者のカウンセリングを含めて精神面への配慮と環境調整は必須である。

一方では、吃音幼児の6割に構音障害や言語発達の遅れなどの異常が認められ、成人吃音者で脳の解剖的・機能的異常が検出されるなど、精神面のみでは説明がつかない器質的問題を示唆する研究も多くある。これらの要因がどのようにか

らんで吃音という病態が生じるのかまたわかっていないか、これらのうちの1要素のみでは発症や進展をしない可能性もある。最近ではストレスなどの精神面の問題のみで吃音が生じることは、頻度としては低いのではないかと考えられ、吃音の原因としては何らかの器質的因子を想定し、精神面は悪化因子として重要であると考えることが多い。

吃音の原因とされるものがまた仮説の段階であるため、言語治療はある程度試行錯誤的にならざるをえない。従来、吃音の評価は精神的・言語的検査を中心としてなされてきたか、治療法をさらに進歩させるには、病態生理を解明し、それを診断・評価・治療に結び付けていくことが必要となる。近年の非侵襲的な医学的・工学的計測技術の進歩が著しいことにかんがみ、これらを利用した検査を、特に従来不可能であった吃音小児を含めて行うことで、病態解明に新たな貢献が期待できる。また、その検査所見に基づいて個々の患者の病態に合わせて治療ないし訓練を行う方法を開発していくことも必要であろう。

そこで本研究では最新の医・工学的検査を導入し、病態の解明と治療への応用の可能性を探った。具体的には、音声制御の聴覚フィードバックによる制御特性の定量的解析、そして、脳機能計測による言語処理機能の検査を実施し、吃音検査

への応用の可能性を調べる。このように、行動指標以外にも客観的な吃音の評価手段を開発・提供することで、より精密な診断・治療が可能になり、病態生理の解明と共に新たな治療方法の開発や予後の予測に結びつく可能性がある。

### A-3-1 [音声制御特性の検査]

発話において聴覚は重要な位置を占める。発声は聴覚によって自動的にフィードバック制御されており、例えば、騒音下では静かな環境に比して、自然に発話音声が大きく、有声音の部分か長くなる (Lombard効果、Lane & Tranel, 1971)。また、自分の発話を50-200ms程度遅らせて聞く遅延聴覚フィードバック (Delayed Auditory Feedback DAF, Lee, 1950) という手法を使うと、吃音に似た症状が誘発される (人工吃音)。ところか、DAFにより吃音者では吃音症状がある程度改善する。このことから、吃音者は聴覚フィードバックに障害があるのではないかという説が提唱された (Servo Theory, Mysak, 1960)。聴覚障害者の中で吃音者の割合は0.3%以下であり、健聴者中の1%と比較してはるかに少ないという事実もこの説を支持する。

DAFの他、雑音を用いて聴覚を遮断したときに吃音が減少するマスキング効果 (Cherry and Sayers, 1956) は、治療へも応用されている。ま

た、話者に通常と異なる聴覚フィードバックを負荷することにより吃音の減少を図るものとして、ピッチをオクターフシフトする手法(Frequency Altered Feedback FAF)が試みられており、吃音が80%以上減少したと報告されている (Ingham et al、1997)。これらの手法は、吃音の改善にはある程度有効であるか、定量性が不十分なため、そのメカニズムに関する詳しい検討が困難である。

河原 (1993) は通常の発声時における音声知覚から生成への作用を定量的に明らかにすることを目的とし、聴覚フィードバックされる音声の周波数に摂動を加えた人工的なフィードバック (変換聴覚フィードバック、Transformed Auditory Feedback, TAF) により、発声された音声の基本周波数に対する聴覚の影響を定量的に測定した。そして、非吃音者において、基本周波数の変動に対しては約150 msの遅れを伴う補償方向の応答が発声時に働いていると報告している (平山・河原, 1994, Kawahara, 1994)。本研究ではTAFを用いて吃音者の音声制御特性を調べた。

### A-3-2 [脳機能検査]

吃音者には言語に関係する脳機能の異常が想定されているか、発話に直接関係する脳部分のみではなく、大脳聴覚野も含めて広範に機能異常が見いだされている。心理学的検査 (Blood, 1985,

Foster & Webster, 2001) や、脳機能計測によって、発話時 (Wuら、1995, Braunら、1997, Watsonら、1994)や言語聴取時 (Foxら、1996, Salmelinら、1996, 佐藤ら、1999)の言語処理の左右機能の分化が弱いことが報告されている。

しかしこれらの研究は成人についてであるので、観察されたような脳内言語処理の左右分化異常が吃音の原因であるのか結果であるのか不明であり、この問題の解決には吃音好発時期である幼少児の測定も必要である。しかし従来の脳機能測定装置では、その安全性 拘束性の面から幼少児には不適であった。本研究は、これを可能とする方法を探索し、それを吃音の病態の解明に使おうとするものである。

脳機能を無侵襲ないし低侵襲で記録する方法はいくつかあり、特に最近の10年の進歩は著しい。それぞれに長所短所があり、目的に応じて使い分ける必要がある。

誘発脳波検査は最も古くから使われ、比較的感受度が高い。しかし、脳活動の局在を検討することは困難である。

脳磁図は神経の電気活動により誘発される磁場を高感度の超伝導磁束計で計測する。微小な磁界を検出するために100回程度以上の加算平均が要求され、その間は頭を動かさないようにする必要があるため、幼少児や発話を伴う記録は困難で、



臨床的には有用性が限定される。

一般に脳内に神経活動があると、神経細胞がエネルギーを消費し、それを反映して局所の血液量や血流速度が変化する。以下に記す方法は、これを測定することによって、神経活動の程度を間接的に知るものである。時間分解能は、神経活動を血液の反応を通して間接的に計測するため、せいぜい1秒程度となる。

陽電子断層法（PET）ないし単一光子断層法（SPECT）は、発話とは干渉しないため、吃音者の脳活動についての重要な知見をもたらしている。しかし、放射能を体内に入れる必要があり、特に患児に日常検査として使用することはできない。時間分解能は1分以上である。

機能的MRI（fMRI）は、各種の無侵襲脳機能計測のうち最も空間分解能がよい方法である。しかし、狭い空間で一定時間動かないようにしながら課題をこなす必要があるため、一般には小児の機能検査には向かない。

近赤外分光法（NIRS near infrared spectroscopy Makiら、1996）は、近赤外領域の光の組織透過性が高いことを利用し、脳内のヘモクロヒン濃度の相対変化を頭外から計測する方法である。波長による吸光度の違いから、酸素化ヘモクロヒンと脱酸素化ヘモクロヒンの量の変化を計算し、両者の加算である総ヘモクロヒンの

変化量を求めることかできる。空間分解能は光の拡散のため2 cm程度となる。また、頭皮から3 cm程度の深さまでの現象しか計測できないか（牧ら、1996, Yamashitaら、1996）、この点は局所の反応を感度よく検出できるという長所にもなる。1プローブ当たり3 mW以下の微弱な光出力による計測であるため、直近で光出力部を覗き込むようなことかかない限り安全性の問題はない。光は可撓性のクラスファイバーによって送受信するので、先端を頭表に固定しておけば、自由な姿勢で記録可能である。特に小児で無麻酔に記録をしたい場合に、この点は重要である。この方法ですでに過去の厚生労働科学研究において、聴覚性の言語反応が得られている。従来の脳機能計測法は吃音好発時期の幼小児には適応して左右機能の分化を感度良く検出するのは困難であったか、上述のように、近年発展してきた無侵襲な近赤外分光法（森ら、2000, 佐藤ら、2003）を使用することにより、これか可能になる。

脳機能計測によって、行動指標以外にも客観的な吃音の評価手段を提供し、吃音の発症原因と病態に迫り、新たな治療方法や予後の予測に結びつく可能性かある。

#### A-4 病態に基づく治具の訓練効果の評価

上述のように、DAFやFAFで吃音が改善するか、メトロノームに合わせて発声するように練習す

ることで吃音が減少することかさらに古くから知られている (Barber, 1940, Fransella & Beech 1965等)。DAFやFAFを実現する旧来の装置は据置型であり、外来で検査や訓練に使用されてきたか、日常的に患者が使用するのは困難であった。携帯型のメトロノームは以前より用いられている (Trotter & Silverman, 1974) か、近年では電子集積回路の進歩によって、DAFやFAFを実現する装置も携帯可能になってきた。しかし、これらの装置はどうしても目立つため、日常的に使うことは抵抗を感じる者も多い。さらに最近ではこれらの機能を耳掛け型ないし耳内型の補聴器のような小型装置として製作することか可能になり、ようやく常時使用ができる環境になった。このような機種の一部は海外で大きな話題となり、これによって吃音者のQOLが向上する例も多数あるとされている。しかし国内ではあまり使われておらず、正確な評価が必要と思われる。そこで本研究ではこれらの原理に基づく耳掛け型の装置の訓練効果を調へることにした。

吃音者の一部では口唇や喉頭周辺の筋緊張が過度に高まっている例があり、筋緊張を解除することて吃音の改善が望める場合がある。しかし緊張解除をするには本人が筋緊張があることを認識する必要があるか、自発的にはできないことが多い。そこで筋電図を使用したフィートハノク治

療が行われることかあるか、装置が大掛かりであり、通常は視覚を中心とするフィートハノクであるため、朗読などの課題遂行時には使えない不便もある。そこで音響的にフィートハノクする装置を試作し、効果を検討することにした。

## B 研究方法

### B-1 被検者

吃音被検者は、治療施設およびセルフヘルプグループより協力者を募集した。対照群の被検者は、研究者所属施設内・外に広告を出し、募集した。すべての被検者は、十分な説明の上、本人(成人の場合)ないし保護者(小児の場合)が書面で研究への参加に同意した。小児は検査中も保護者が付き添った。脳機能検査の被検者は、全員右利きである。被検者には謝金を支払っている。

### [倫理面への配慮]

ヘルシンキ宣言と、研究者の所属施設の倫理ガイドラインに従って研究を行った。当研究については、所属施設の生物医学研究倫理審査による承認を得ている。すべての被検者(未成年者についてはその保護者)には十分な説明と書面による同意を得た後に検査を実施した。吃音患者をボランティアとして被検者に採用する場合には、当該検査を受けるか否かの選択が患者の通常の診療になんら影響を及ぼさないことを確認の上で同

意を求めた。工学検査ならひに脳機能検査は非侵襲的な方法を用い、安全面の問題が起らないように配慮した。個人を特定できる情報は非公開とし、人権・プライバシーを保護する。患者の検査結果は統計的データ以外は原則非公開であるか、本人ないしその保護者から要請があれば、本人に関する部分に関してのみ本人ないしその指定する代理人にのみ知らせることとした。

## B-2 音声制御特性の検査

### [装置]

実験系は河原(1993)で用いられたTAFの手法に準じた。マイクからヘッドフォンに至る人工的な音響フィードバック系に、音声の基本周波数の変換装置(SUPER EFFECTS PROCESSOR SE70, BOSS)を挿入し、変換量をMIDIコントローラ(Power Macintosh 9600/300、アップルコンピュータ)により制御することで、フィードバック音声に1/2半音以下の周波数の微小な摂動を加えた。周波数摂動のための制御信号には、擬似白色信号であるM系列信号を用いた。実際に与えた制御信号は、周期31のM系列を8倍にオーバーサンプリングした後、8 Hzのローパスフィルターで帯域制限して作成したMIDIデータ(和歌山大学河原英紀教授提供)である。この摂動信号のくり返し周期は2秒である。

自己音声を気導や骨導で聴取することによる

影響を取り除くため、密閉型のヘッドフォン(ST-12M, ASHIDA SOUND)を用いると共に、noise generator(1405, B&K)により、約80 dB(A)のピンクノイズを持続的に重畳して再生した。フィードバック音声と発声された音声は、DAT(Digital Audio Tape Deck TCD-D10ないしDTC-2000ES, Sony)の左右チャンネルに同時に取り込まれた。

### [課題]

被検者には、母音/a/を約1分間にわたって発声するよう教示した。約10秒毎に見継ぎの合図を実験者が示した。発声する声の高さ(ピッチ)は自分の発しやすいものにし、できるだけ一定にするよう教示した。

### [データ処理]

データ処理は河原(1995)をもとに、若干の変更を加えて以下の手順で行った。

(1) 基本周波数の抽出 DATに記録されたデータを計算機に転送し、左右チャンネルの同期を失わないように発声部分を取り出し、5 ms毎に25msのフレーム長で基本周波数を抽出した(CSL4400, KayないしWindows版音声録聞見、Data1)。

(2) 同期加算による平均化 基本周波数(F0)のデータを左右チャンネルの同じ位置で2秒毎に切り取り、摂動信号の周期性を利用しそれぞれのチャンネル毎に同期加算を行った。F0の抽出に関して2秒ずつ切り取った際に基本周波数が0(無音)を

含む回は加算から除外した。同期加算の結果、400ポイントの信号系列となる。

(3)相互相関の計算 発声開始期・持続中それぞれ、発声音声とフィートハノク音声のF0の周期的相互相関を計算した(佐藤ら, 2002)。

(4)発声の開始期と持続中のフィートハノク特性を比較する際には、それぞれ10秒前後の持続発声中で2秒毎に区切られた最初の区間を発声開始期(first part)のデータとして採用し、残りの区間は発声持続中(middle part)のデータとしておのおのについて同期加算平均と周期相互相関の計算を行った。

### B-3 NIRS 法による脳活動記録

#### [装置と光プローブの装着]

無侵襲近赤外多チャンネル脳機能計測装置(ETG-100、日立メティコ)を用いて、左右両側頭部に近赤外の送・受光プローブを3 cm間隔に3×3の「田」の字の形の正方格子状に配置した。この配置では、測定点は片側につき12の部位(両側で計24部位)となる。光プローブの装着位置は、耳介上方でなるべく低い位置とした。脳磁図の研究から、成人の聴覚野の反応(N100mの成分)は、耳前部の前後1 cm程度の範囲で、上に5ないし6 cm程度の位置に認められることが多いので、これか記録部に含まれるように留意した。小児は、最下

端の中央のプローブかほとんど耳介上端に触れる程度のできるだけ低い位置に取り付けた。光プローブ先端は髪をかき分けて、できるだけ頭皮に直接接するようにした。

#### [記録位置の確認]

記録終了後に磁気式3次元デシタイザによってプローブか頭皮に接していた場所と鼻根部、左右の耳前部等の点を入力した。一部の小児ではデジタル写真のみで装着位置を確認した。成人では鼻根部と耳前部にマーカーをつけてMRIでT1強調の解剖画像をとり、耳前部等のランドマークを合わせて、3次元デシタイザの情報から記録中心(送受光部の中点で頭皮より2 cmの深さ)となる脳部位を同定した。小児においてはMRI撮像は麻酔が必要となるため、施行していない。

#### [音刺激の提示方法]

音刺激はウィントウスを搭載したパソコンから、サンプルレート 22.05 kHz, 16 bitの量子化で作成し、内蔵したサウントホート(Wave Center PCI)と外部のデジタルアナログ変換器(Tango 24)によって再生し、10 kHzのローパスフィルタ(FT-8)とプロクラマフル・アンテナータ(PA-4)、ヘッドフォン・アンプ(HB-5)を経て、挿耳型イヤホン(EAR-TONE 3A)で被検者に聞かせた。小児では、一部はオーディオ用パワーアンプ(P2080)とスピーカ(i15)によって音を聞か

せた。記録はすべて防音室内でおこなった。再生音圧は快適レベル（約60 dB SPL）である。

### [刺激の種類と課題]

言語機能の左右分化を調べるため、以前の脳磁図を使った研究で同様の目的のために使用されたのと同じ分析合成単語である「行った（断定）」「行って（依頼）」「行った？（疑問）」を使用した。断定/依頼では、最後の音韻のみか異なる音韻の最小対語（minimal pair）であり、断定/疑問では「た」の抑揚のみか異なる抑揚対である。約1秒毎に1単語を再生し、20秒を1ブロックとした。「行った（断定）」のみのブロックをヘースラインブロックとし、「行った（断定）」と「行って（依頼）」か等確率で疑似ランダム順に再生されるブロック（音韻対比ブロック）と、「行った（断定）」と「行った？（疑問）」か同様に等確率で混じるブロック（抑揚対比ブロック）を作成し、それぞれ20秒毎にヘースラインブロックと切り替えて数回呈示した。これは脳波や脳磁図で行われるオトホール課題の応用であるか、単語毎の誘発反応ではなく、ブロック毎の反応を調べるブロックデザインを採用したため、対比ブロック中では2つの刺激が等確率で出現し、通常のオトホール課題のように標準刺激と目標刺激間の出現確率の差はつけなかった。

ブロックデザインはfMRIの研究によると、刺

激毎の反応を記録する事象関連誘発反応法より感度が高いとされている。すでにこの方法で健常者の音韻処理と抑揚処理の聴覚野の左右差を検出できることか以前の厚生科学研究によって示されており、健聴右利き成人では85%で音韻対比反応の左優位性か検出できることか判明している。吃音者にもこの刺激セットを施行し、左右聴覚野の音声言語処理の機能分化を調べた。

### [課題]

成人では音を注意して聞くように求め、小児では特には教示を行わず、ディスプレイ上に無音でアニメを再生するなどして自発的な動きを抑制し、その間に記録した。

### [データ処理]

測定結果は各刺激ブロックの3回ないし6回程度の繰り返しのうち、粗大なアーチファクトを除いた回のデータをそれぞれのセッションごとに加算平均した。

1ないし5秒の移動平均でデータを平滑化した後、対比ブロックが始まる直前の10秒の平均を0として総ヘモグロビン濃度の最大反応値を求めた。

MRI上で第1横側頭回（Heschl回）の外側後端部を聴覚野の中心と定義し、矢状断面上にNIRSの記録中心部を投射し、聴覚野中心より1.5 cm以内にあるチャンネルのうち、全ヘモグロビン量の

変化が最大であるチャンネルの反応最大値をその側の聴覚野の反応の代表値（「聴覚野の反応」）として採用した。MRIのない小児では、耳上部の聴覚野と推定される位置付近の最大反応を採用した。左右差の比較のために、左右の聴覚野の反応の最大値をそれぞれL・Rとし、側化指数（laterality index LI）を下記の式によって計算した。

$$LI = (L - R) / (L + R)$$

ここでLIは、反応が完全に左によっていると1になり、その逆は-1になる。個人毎の左右差を検討するには、毎回の刺激毎にLIを計算し、0に対して正か負のどちらに偏っているかを検定した。2つの刺激（音韻と抑揚など）の間の左右分化に関しては、毎刺激回のLIをプールし、2つの刺激条件間で検定を行った。

#### B-4 病態に基づく治具の訓練効果の評価

耳掛け型のメトロノームは市販品がないため、新規に開発した。DAFとFAFについては市販品があるため、それを用いて訓練効果を判定することにした。5人の患者を選定し、1ヶ月程度の期間装置を貸し出して装用してもらい、日常生活場面での効果を記録してもらおうと共に、吃音が起こりやすい場面では音声を録音してもらおうこととした。定期的に外来を受診してもらい、標準的な吃音検査を行う。

筋電フィードバックについては、小型ではあるが口囲ないし頸部に筋電図用の電極を貼付する必要があるため、日常場面では使用不能と判断し、訓練室内で使用し、モニター音を聞きながら筋緊張を解除する方法を探らせる訓練を行い、他の方法と比較する。

## C 研究結果

### C-1 聴覚フィードバックによる音声制御

本手法を用いることにより、非吃音者に周波数摂動を加えた場合には、500 ms以内に明確なピークか2つ（極小・大）みられ、M系列による変調によって十分に相互相関成分、すなわち、聴覚フィードバックによる制御特性が検出できる。また、吃音者では500 ms以内の速い制御が十分に働いておらず、結果にばらつきが存在する（平成14年度厚生労働科学研究）。

同様の手法で小児～青年期の吃音者7名（5～16歳）を測定したところ、500 ms以内に極小 極大のピークは存在するかその差が小さい者と500 ms以内に極小 極大の2つのピークが存在しない者が存在し、成人吃音者と同様、結果が一様ではなかった。

### C-2 NIRS 法による脳活動の記録

#### [言語音に対する聴覚野の反応]

成人(10名)と小児(学童5名)の吃音者(全員右

利き)を被検者とした結果を報告した。そこでは、成人吃音者群の左右聴覚野の反応から側化指数を算出し音韻と抑揚処理の差を検討したところ、成人・小児吃音者群共に有意差がなく、個人内の検定では、健常右利き成人の85%で音韻処理が左優位と判定できるのに対し、成人吃音者・吃音児ともに、左優位を示さないものかほとんどで、残りは逆に右優位となっていた。

当年度は、去年の学童吃音児より年齢層の低い健聴右利き幼児（年齢毎に6-8名）を対象に測定を行ったところ、幼児吃音者では5名とも、音韻抑揚対比間の側化指数に有意差がなく、音韻処理に対して左優位を示さなかった。兄弟例として、幼児吃音者1名（5歳男児）の姉（吃音既往歴なし、8歳）に同様の測定を行ったところ、音韻対比に対して左優位を示す結果となった。

また、10名の成人吃音者について音韻対比の側化指数と吃音重症度評価の関係を調べたところ、この2変数間に有意な負の相関があった ( $r=-0.64$ ,  $P < 0.05$ , Spearman's coefficient of rank correlation)。

### C-3 病態に基づく治具の訓練効果の評価

耳掛け式のメトロノームはメーカーとの調整を数回行い、小音量で会話の邪魔にならないものを開発することかてきた。音量ないしメトロノームの周波数は2種類プログラムしておくことかて

きる。メトロノームのテンポはあらかじめ範囲を設定して、使用者がボリュームで微調整できるようにした。これとは別に、海外でよく使われ始めた耳掛け式のDAFないしFAFが行える治具を導入した。いずれの治具も動作確認後、訓練に應用を開始した。被験者にはデジタルオーディオテープレコーダと共に貸し出し、日常生活での効果を記録してもらっている。結果の評価は数ヶ月後になる予定である。

## D 考察

### D-1 聴覚フィードバックによる音声制御

本実験では、TAF（河原、1993）の変法を用いてフィードバック音声から発話音声への相互相関を算出し、成人吃音者・非吃音者及び学童～青年期の吃音者を比較した。

吃音者の聴覚フィードバック特性には、500 ms以内にピークが認められない者も多く存在し、一定の傾向をつかむことは困難であった。このことから、吃音者のフィードバック機構の問題が一様でないと考えられる。これらの特徴は、成人のみならず吃音小児にもみられ、フィードバック機構の障害をすでに有している吃音小児の存在が示唆された。

Mysak（1960）がフィードバックの問題は発話機構の様々な部分で生じると考えたように、聴覚フィードバック機構の異常には発話器官

(Conture et al ,1977) や聴覚、さらには両者を結ぶ経路の異常も考えられ、それらの多様性が吃音者の結果にはらつきをもたらした可能性がある。

吃音者ではDAFの感受性についても個人差があることが知られており、吃音の軽減するグループと全く効果のないグループが存在する。これは今回の結果で吃音者の聴覚フィードバック特性にはらつきが大きいということと関連している可能性がある。今後それ以外の言語症状等の検査との関連性も含めて検討していくことで、吃音の病態解明に貢献することと考えられる。

今回実施した聴覚フィードバック機構の検査は、吃音症状の認められない持続発声を数分行うだけで定量的な解析が可能であるため、被検者に精神的・肉体的苦痛を与えず、環境によって重症度が変化しやすい吃音の補助診断として有用である可能性があることが認められた。さらに、今回確認されたように、幼児の吃音者にも適用可能であることからその有用性は高いと思われる。

## D-2 NIRS法による脳活動の記録

成人と小児に共通して使える無侵襲脳機能検査法であるNIRSを吃音者・児に用い、聴覚言語刺激の音韻及び抑揚処理の側性化について調べた。その結果、成人吃音者では音韻・抑揚間の側化指数間に有意差が無く、音韻処理に関して通常認め

られるような左優位性が見られないこと、及び学童吃音児群でも同様の結果となることか報告されている(平成14年度厚生労働科学研究)。これらのことから、吃音と言語処理の脳半球優位性の異常との強い関連が示唆された。

本研究では、以前の報告より若年層の幼児吃音児を対象としたか、その結果も学童以上と同様であった。このことから、学童・成人で音韻処理が左に側性化していないのは、長年吃音という状態にあった結果というより、幼児期の吃音発症時期早期から観察されることであると結論される。したがって、この音声言語反応の側性化の異常が、吃音の発症に深く関わっている可能性があることが示唆される。

個人毎の音韻・抑揚処理の左右差の検定では、右利き非吃音成人では85%で音韻処理が有意に左に寄っている。しかし、吃音者群では、そのような者は存在しなかった。したがって、右利き成人については脳機能計測により、吃音が感度100%、特異度85%で診断できることになり、客観的補助検査として使用可能であることが示された。吃音の重症度と言語処理の側性化と個人毎の吃音重症度変化と対応するかどうかに関して、成人吃音者では、吃音重症度と音韻処理の側化指数に、有意な負の相関があることがわかった。さらに、重症例ほど音韻対比に対する反応が左右差なしに



らさらに右優位となって、正常とは逆転する傾向があった。このことは、1930年前後からTravisらによって提唱されてきた左右対立仮説(吃音は言語優位かはっきりせず、左右半球が拮抗して機能不全に陥るために起こるとする仮説)に終止符が打たれることになった。

吃音と幼児期からの言語処理の大脳半球優位性の異常との関連が示唆され、今回の手法が吃音の病態の解明に有力な手掛かりを与える可能性を示した。

今後は吃音重症度との関連や症状の消長に伴う変化、発症好発期の幼児等を詳しく調へることで、聴覚性の言語処理機能の異常が吃音病態とどう関わるのか、さらに詳細に決定できると期待される。

### D-3 総合討論

吃音は真の原因が不明で、その進展に多数の環境要因が影響する複雑な疾患であり、問題が多岐にわたり複合している。したかつて、吃音には多方面から同時にアプローチしないと問題解決になかなか至らないことがある。本研究ではそのような観点から、吃音の主要な問題に関してそれぞれの対策を研究課題として採り上げ、総合研究としている。

今年度は計画の初年度であるが、吃音検査法の改訂と医工学的検査については前年度の厚生

労働科学研究でパイロット・スタディとして研究を開始しているため、研究としては2年目とも言え、それぞれの項目について計画されたような成果が上かっている。フィートハノク訓練治具と実態調査については前年度のパイロット・スタディでは含めることができなかった部分で、今回の研究で分担研究者を加えて新規に開始しており、若干の試験調査等を行い、次年度からの本格的な研究の準備が整った段階である。このような研究をさらに継続して、人口の1%近くを占める吃音者の医療ケアが改善されることを望まれる。

## E 結論

### E-1 吃音検査法改訂

- (1) 改訂した幼児版で検査データを集積しつつあり、検査の信頼性について統計的に検証する方法を検討している。
- (2) 成人版については、幼児版と同様に、過去の検査データで期待した発話が得られない課題や、年齢にそぐわない課題から削除して、検査時間を減らしつつも全体のスコアがあまり変化しないような改訂を実施している。

### E-2 実態調査・事例研究

- (1) 幼児期の吃音については、発症直後は、吃音をいう問題を重大視せず、自然治癒を期待する状況がみられた。保護者の吃音に対する対

処の変革に役立つような図書の出版および専門家の配置が必要であると判断された。

- (2) 海外では、吃音の進展を防ぐため、幼児期における計画的な精査（英国）や吃音治療に関して特に子供に関するより専門化された治療者の育成（米国、英国）が行われていた。

### E-3 聴覚フィードバックによる音声制御

- (1) 非吃音者では、聴覚フィードバックによって発声の500ミリ秒以内にF0変化を補正する方向とその反対に再補正する方向の2つピークが認められるが吃音者ではばらつきが大きく、非吃音者のような一定した傾向は見られなかった。
- (2) 吃音小児でも同様であった。
- (3) 発話器官の検査と異なり、吃症状のない状況で数分検査するのみで結果を得られるため、しばしば状況によって重症度が変化してしまう吃音の補助診断として有用である。

### E-4 脳機能検査

- (1) 吃音の病態生理を解明する一環として、聴覚性言語処理における大脳の左右機能分化を調べた。
- (2) 個人内の検定では、健常右利き成人の85%で音韻処理が左優位と判定できるのに対し、吃音者は成人・学童・幼児のいずれも左優位と

なる者は存在しなかった。

- (3) 成人吃音者では、音韻対比の側化指数と重症度評定に負の相関があり、重症者では音韻対比に対する反応が右優位となる者も存在し、左右対立仮説が正しくないことが示された。

### E-5 病態に基づく治具の訓練効果の評価

- (1) 耳掛け型のメトロノームを5台試作し、日常的に装用してもらい、効果を見る臨床試験を開始した。
- (2) 耳掛け型の遅延聴覚フィードバック装置を5台導入し、日常的に装用してもらい、効果を見る臨床試験を開始した。
- (3) 筋電フィードバックによる訓練を行えるよう、筋電を音響信号として出力する装置を作成した。

### E-6 総括結論

- (1) 総合的な吃音ならびに医療ケアの改善を目指し、吃音の検査法の改訂、吃音の実態調査、最新の医・工学的手段を用いた機能検査による病態へのアプローチ、及び病態に基づいた検査治具による訓練効果の評価を開始した。
- (2) 吃音検査法〈試案1〉の改訂作業を成人版について開始し、幼児版については吃音幼児と対照幼児について実効性を検証するためのデータの採取を始めた。これによって使いやすく信頼性の高い検査法ができれば、国内に

広く普及し、患者の実態や治療法の集計 比較・検討も容易となり、畢竟は吃音を扱う施設と専門家が増え、患者が適切な治療を受けられる可能性が増すであろう。

- (3) 吃音の受療機会・意識調査、海外現地調査、事例研究の結果から、早期の吃音の発見が十分なされていないこと、吃音に関する専門的情報の啓発的広報が不十分であること、初期段階のより効果的な治療の推進が必要であることを見出された。
- (4) 医工学的手段を用いた聴覚フィードバックによる音声制御の検査により、吃音者はばらつきが大きく、吃音の下位分類検査としても応用できる可能性が見いだされた。
- (4) 吃音成人では言語処理の脳機能の側性化が認められないということかすでに知られているか、これを小児にも安全に適用できる近赤外分光法脳オキシメータを使用したところ、成人・学童・幼児問わず吃音者は言語処理に対する側性化に異常を示した。特に、幼児・学童について世界で初めてこの結果を示した。また、言語処理の側性化と重症度の関連も見いだされ、この手法が吃音の病態解明に有効であることが示された。
- (5) 病態に基づいた各種フィードバックを使用した訓練治具の効果の検証を開始した。

## F 健康危険情報

特になし。

## G 研究発表

### (1) 書籍

- 1 小澤恵美 電話困難を主訴とするAさんについての検討 インリース言語臨床事例集第9巻「吃音」, 盛由紀子, 小澤恵美 編 学苑社, 東京, 2004, pp 153-176

### (2) 論文発表

- 1 佐藤裕, 森浩一, 小泉敏三, 皆川泰代, 田中章浩, 小澤恵美 吃音者の聴覚言語処理における左右聴覚野の優位性 ―近赤外分光法脳オキシメータによる検討― 音声言語医学, 45 in press, 2004

### (3) 学会発表

- 1 Koichi Mori, Yutaka Sato, Emi Ozawa, Satoshi Imaizumi Cerebral Lateralization of Speech Processing in Adult and Child Stutterers Proceedings of the IFA 4th World Congress on Fluency Disorders, Montreal, Quebec, Canada, August 11 - 15, 2004, in press

- 2 佐藤裕, 森浩一, 小泉敏三, 皆川泰代, 田中章浩, 小澤恵美 吃音者・児の聴覚言語処理における左右聴覚野の優位性-近赤外分光脳オキシメータによる検討- 聴覚研究会, 名古屋 2003 9月, 日本音響学会聴覚研究会資料 33(7) 513-518, 2003
  
- 3 森浩一, 佐藤裕 吃音児における脳活動 2003/11/15, 平成15年度東京学芸大学秋期公開講座「吃音における生理的、心理的、言語的問題の探求」資料集 p 15-20

#### H 知的財産権の出願 登録状況

特になし。