

令和元年6月21日現在

機関番号：34506

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2016～2018

課題番号：16K13226

研究課題名(和文) 発話のしにくさの自覚に関する機能的および器質的要因の調査

研究課題名(英文) Study on functional and organic factors of feelings of clumsiness while speaking

研究代表者

北村 達也 (Kitamura, Tatsuya)

甲南大学・知能情報学部・教授

研究者番号：60293594

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,600,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、音声器官の形状や機能、基礎的な発話能力に病的な問題がないにもかかわらず、日常的に発話のしにくさを自覚する人々の実態を調査した。まず、15大学の学生約2,000名を対象にしてアンケート調査を実施し、調査対象の31%が普段の会話で発音がうまくいかないと感じていることを示した。次に、MRI装置などを用いて、発話のしにくさを自覚する人の音声器官の形状や機能に見られる特徴を調査した。さらに、ペンや割り箸などの細い棒を前歯で噛んだ状態で練習をする発話訓練法について調査し、この方法を用いることによって、下顎や舌の動きが大きくなり、1つ1つの音が明瞭に発声されるようになることを示した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究の最も大きな成果は、健常者と分類される人々の中にも、日常的に発話のしにくさを感じ、それを改善したいと考えている人が多数存在することを明らかにしたことである。このことは専門家の間でもほとんど認識されてこなかった。教育にたずさわる人がこの事実留意して日々の指導を行う必要があることを指摘した点は社会的意義が大きい。また、本研究では発話運動(舌や顎の運動)計測用のセンサを開発し、それを用いて発話のしにくさを自覚する人の発話運動の特徴を調査した。これにより得られた知見は、今後、発話のしにくさが生じる原因の調査や、効果的、効率的な発話訓練法の開発などに利用されることが期待され、大きな意義がある。

研究成果の概要(英文)：This study conducted a survey on people who have feelings of clumsiness while speaking during daily conversation even though they did not have medical problem on the shape and function of the speech organs nor disability of basic speech abilities. First, a questionnaire survey was conducted on native Japanese students in 15 universities and institutes in Japan. The results showed that 31% of the participants felt clumsiness while speaking. Second, we measured the shape and function of the speech organs of subjects who felt clumsiness while speaking by using a magnetic resonance imaging (MRI) technique and electromagnetic articulography (EMA). Third, we investigated effects of a speech exercise method in which trainees practiced speaking sentences holding a pen or a thin wooden bar between the upper and lower front teeth and found that the speech intelligibility became better by practicing speaking with the method.

研究分野：音声科学

キーワード：音声 音声生成 発話訓練 発話のしにくさ MRI 磁気センサシステム

様式 C-19、F-19-1、Z-19、CK-19（共通）

1. 研究開始当初の背景

音声のコミュニケーション障害を持つ人は人口のおよそ5%程度存在すると言われている。しかし、医学的には問題がないとされている人の中にも音声コミュニケーションに何らかの不自由を感じている人が存在している。

2013年、立川は大学生約150名を対象にして発話のしにくさ（発話運動がうまくいかない感じ）の自覚に関するアンケート調査を行い、約半数がある程度自覚することを報告した。また、2014年に北村らも大学生500名を対象にした調査で同様の結果を得ている。ここで述べている「発話のしにくさ」とは、緊張によってうまく話せなくなることは異なり、ごく軽度の発話障害と見なされるべきものである。

発話は複雑な運動の一種であるので、手先が器用でない人がいるのと同じように発話運動が不得意な人がいることは不思議ではない。しかし、研究開始当初の時点ではこのような人々が存在することやその実態はほとんど認識されておらず、国内外で報告はなかった。また、上記の立川らの結果は、この問題の潜在的な対象者数の大きさを示唆しており、大規模な調査の必要性があった。

2. 研究の目的

上記のアンケート調査によると、音声器官には器質的、機能的、そして神経学的な異常が認められなくても日常的に発話のしにくさを感じている人が多数存在する。これらの人々は、現在の医学における「健常」と「障害または病気」という二分法から抜け落ちてしまっている。本研究はこの二分法のはざまに存在する人々の発話に光を当てる新しいものである。本研究で対象にする人々は発話に苦手意識を持っているものの、「健常」と見なされているためその悩みが社会的に認知されず、問題の原因も分からず、対策も立てられていない。本研究では、この問題の存在およびこの問題を抱える人々の存在を定量的に明らかにし、その原因と対策を探る。

本研究では、まず大規模なアンケート調査により、発話のしにくさの自覚の実態について調査することとした。具体的には、年齢、性別による発話のしにくさを自覚する人の比率の違い、自分の声に対する意識、苦手な音などを明らかにする。また、発話に滑らかさを欠く人を見つける方法を研究し、さらにそのような人の音声器官や発話運動に見られる特徴を調査する。我々は、これまでに磁気共鳴画像法 (MRI) や磁気センサシステムなどの音声器官の形状や発話時の動きを観測する手法を開発してきた。そこで、これらの技術を用いて発話のしにくさを自覚する人について調査する。以上の申請段階の目的に加え、本研究では発話の滑らかさや明瞭さを改善する発話訓練法についても検討した。これらの研究を通して、多くの人々の Quality of life 向上に貢献することが本研究の最終的な目標である。

3. 研究の方法

3. 1 発話のしにくさの自覚に関するアンケート調査

日本国内の15大学の日本語を母語とする大学生、大学院生2000名以上を対象にして日常的な発話のしにくさの自覚に関するアンケート調査を行った。調査はアンケート用紙を配布して記入後に回収する質問紙法により実施した。

また、30代、40代、50代、60代の男女各100名、計800名を対象にして同様のアンケート調査をインターネット経由で行った。

3. 2 発話のしにくさを自覚する人の音声器官の観測

発話のしにくさを自覚する人および自覚しない人を対象に、発話時の音声器官の動きを観測した。撮像は、ATR・Promotions 脳活動イメージングセンタの3テスラMRI装置 (Siemens社製 MAGNETOM Prisma fit 3T) にて行った。観測は10フレーム/秒の動画をリアルタイムで撮像できるダイナミックMRIと呼ばれる手法にて行った。被験者はMRI装置内で仰向けに横になり、指示された母音や文などを読み上げた。

3. 3 磁気センサシステムの改良

磁気センサシステムは、舌や口唇などの音声器官に小型 (3 mm×3 mm×3 mm) のセンサを貼り付けて、磁気を利用してその位置をリアルタイムで追跡することができるシステムである。我々が利用する磁気センサシステム (Northern Digital Inc.社製 Wave Speech Research System) のセンサはワイヤで本体と接続されているが、このワイヤがやや太く、柔軟性に欠けるため発話に影響する可能性があった。そこで、このワイヤを細く、柔軟性のあるものに交換する改良を行った。

3. 4 発話のしにくさを自覚する人の発話運動の観測

上記の改良型センサを用いて、発話のしにくさを自覚する人としらない人を対象にした発話運動の計測を行った。発話タスクは文や繰り返し発話である。

3. 5 発話訓練法の検討

太めのストローをくわえ、「うー」と長く発声するチューブ発声法においては、唇上部の振動を意識するように指導される。しかし、実際の振動を定量的に把握する方法がなく、言語聴覚士

の感覚に頼っていた。そこで、本研究では唇上部の振動を加速度ピックアップで計測して被訓練者にリアルタイムでフィードバックするシステムを開発し、その効果を実験により調査した。

また、前歯でペンや割り箸などの細い棒をくわえた状態で発声練習をする手法（本研究では顎運動制約法と呼ぶ）の効果も調査した。

4. 研究成果

4. 1 発話のしにくさの自覚に関するアンケート調査

日本国内の15大学の日本語を母語とする大学生、大学院生を対象としたアンケート調査により得られた回答のうち、言葉や聞こえの問題がないと回答した1831名を対象に分析した。その結果、普段の会話で発音がうまくいかないと感じることが「ある」または「どちらかといえばある」と回答した者は全体の31.0%であった（図1）。教育にたずさわる者はこの結果を十分に認識し、日々の指導やコミュニケーションに配慮する必要がある。

発話のしにくさを自覚する学生の多さの原因として、近年のスマートフォンやSNSの普及との関連が予想された。そこで、日々のSNSの利用時間についても調査した。しかし、発話のしにくさの自覚とSNSの利用時間との間には相関が見られなかった。

男女別に分析すると、男性の35.5%、女性の24.4%が普段の会話で発音がうまくいかないと感じることが「ある」または「どちらかといえばある」と回答していた。男性の方が女性より吃音が生じやすいなど、言語能力の性差は以前より報告されている。本研究の結果もそれを支持するものである。

高校時代に文系であったか理系であったかによる違いも見られ、発話のしにくさを自覚する比率が最も高いのは理系の男性であり、最も低いのは文系の女性であった。文系、理系の志向が発話やコミュニケーションに及ぼす影響に関しては今後引き続き研究する必要がある。

苦手とする音に関する調査では、発話のしにくさの自覚のある人は、サ行、ラ行、カ行、タ行などを苦手としていることがわかった。さらに、発話のしにくさを自覚する人は自分の音声聞き返されることが多いと感じる傾向があった。発話のしにくさの自覚のある人の90%以上が発声を改善したいと考えており、適切な発話訓練法を提供し、指導すれば、積極的に訓練に参加し、発話を改善できることが期待される。以上の研究成果は雑誌論文①にて発表した。

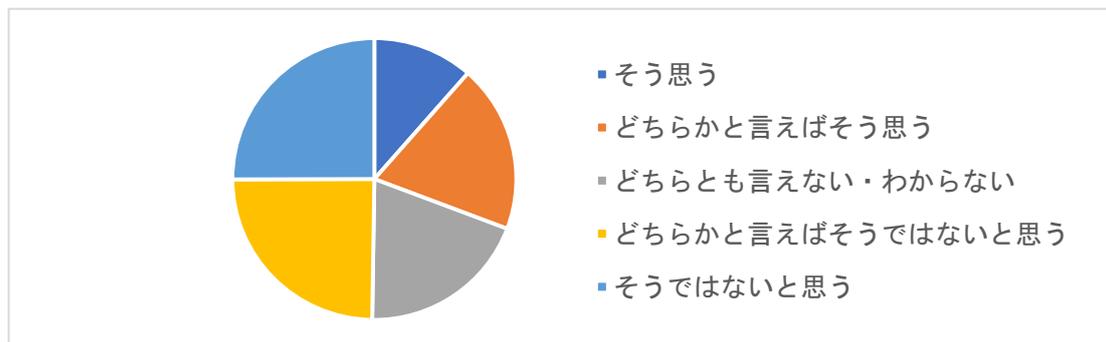


図1:「発音がうまくいかないことがあるか」という質問に対する回答

その後、30代、40代、50代、60代の男女各100名、計800名を対象にして同様のアンケート調査をインターネット経由で行い、次のような結果が得られた。男性では約20%が発話のしにくさを自覚しており、30代から60代にかけて大きな変動はない。一方、女性の30代、40代では約20%が発話のしにくさを自覚していたが、50代、60代ではその比率が減少し、それぞれ15%、7%となり、男性とは異なる傾向を示した。また、大学生、大学院生では約30%が発話のしにくさを自覚していたが、30代以上では約20%もしくはそれ以下に減少する。これは社会人としての生活の中で自然と発話の訓練が行われたものと考えられる。しかしながら、30代以上でも5名に1名は発話のしにくさを自覚しているという結果は、この問題の対象者の大きさを示すものとなった。

4. 2 発話のしにくさを自覚する人の音声器官の観測

発話のしにくさを自覚する人および自覚しない人を対象に、発話時の音声器官の動きを観測した。その結果、被験者の一部（健常に分類される）に、軟口蓋が平均的なサイズより大きく、発話時の動きが悪い人が発見された。この被験者は音声の明瞭性が低く、健常の範囲に入る人であってもこのような音声器官のサイズや動きの問題によって音声に影響しうることが明らかになった。

4. 3 磁気センサシステムの改良

MRIは被験者が仰向け（寝た状態）で計測を行うのに対し、磁気センサシステムでは被験者の姿勢は自由に設定できる。通常、発話は立った状態もしくは座った状態にて行われるので、後

者の方がより自然な発話の状態を観測できる。また、観測点はセンサの位置に限定されるものの、MRI よりも高い時間分解能 (100 Hz~400 Hz) で計測することができる。さらに、実験装置は可搬性があるため、実験場所の自由度が高いというメリットもある。

Wave Speech Research System のセンサはワイヤで本体と接続されているが、このワイヤがやや太く、柔軟性に欠けるため発話に影響する可能性があった。そこで、本研究では、このワイヤを細く (直径 0.1 mm)、柔軟性の高いものに交換するという改良を行った。図 2 にオリジナルと改良型のセンサの写真を示す。そして、この改良が計測精度に悪影響を与えないことを確認し、さらに被験者の発話に影響しづらいことを実証した。そして、企業と共同でこの改良型センサの生産体制、販売体制を構築し、現在では他の研究者にも利用されるようになっていく。この成果は雑誌論文③にて発表し、その後、海外からの問い合わせもある。



図 2 : (上) オリジナルのセンサ, (下) 改良型センサ

4. 4 発話のしにくさを自覚する人の発話運動の観測

上記の改良型センサを用いて、発話のしにくさを自覚する人としにくい人を対象にした発話運動の計測を行った。様々な発話タスクの中、特にこれらの被験者群の間に違いが見られたのは、「たたた…」、「だだだ…」などの繰り返しを最大速度で行うものであった。繰り返し発話における舌の運動速度とその変化パターンを調査したところ、これらのデータに顕著な差が確認された。発話のしにくさを自覚しない人は、舌運動の速度が速く、その変化パターンも周期性が高い。逆に、発話のしにくさを自覚する人は、舌運動の速度が遅く、その変化パターンの周期性が低い。さらに、後者では発話運動が安定しておらず、ばらつきが大きいことも示された。加えて、繰り返し発話がうまくできないことと、その人の文音声の明瞭性や流暢性の評価には相関があることも明らかとなった。

この結果に着想を得て、音声の分析によって発話運動の流暢性の指標を得る手法を検討した。音声のみから検出できれば、磁気センサシステムによる発話運動計測よりはるかに簡便であり、スマートフォンやマイコンボード等の安価な機器でも利用できるからである。音声の振幅包絡を抽出し、その自己相関係数を求め、そのグラフから繰り返し発話の安定性や速度を計算し、それによって流暢性の指標を得る手法を開発した。そして、得られた手法と言語聴覚士による評価の間に高い相関があることを示した。

4. 5 発話訓練法の検討

チューブ発声法は、太めのストローをくわえ、「うー」と長く発声することを繰り返すことによって発声の改善を目指す訓練法である。この手法は物理学的な解析が行われ、効果が出るメカニズムが示されている。言語聴覚士は、この手法による訓練の際、口元の振動を意識するよう被訓練者に指導する。しかし、言語聴覚士が実際の振動の状態を客観的に把握できないという問題があった。そこで、小型の加速度ピックアップを上唇の上部に貼り付け、それによって計測した加速度の大きさを被訓練者にリアルタイムでフィードバックする訓練システムを開発した。この効果を調べる実験を行ったところ、このシステムを用いることにより、被験者の上唇上部の振動が有意に大きくなることが確認できた。この研究成果は雑誌論文②にて発表した。今後、小型化、低価格化を進め、実用化していく計画である。

また、図 3 のように、ペンや割り箸など細い棒を前歯でかんだ状態で訓練する顎運動制約法の効果を調査した。顎運動制約法は広く知られた発話訓練法であるが、その効果を科学的に分析した報告はない。そこで、本研究ではこの発話訓練法の効果を調査した。その結果、この方法により 5 分間練習するだけで、口腔内の母音空間が拡大し (これは舌や顎が大きく動き、音声の明瞭性が向上することを意味する)、声量も増加するなど、声質に顕著な改善が見られることが明らかになった。顎運動制約法は 1 人でも練習でき、安価で、しかも効果が高い手法であるので、発話のしにくさを自覚する人々に対する訓練法として普及に努める計画である。



図3：顎運動制約法による訓練の様子

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕（計3件）

- ① 北村達也, 能田由紀子, 吐師道子, 竹本浩典, 大学生・大学院生を対象とした発話のしにくさの自覚に関するアンケート調査, 日本音響学会誌, 75(3), 118-124 (2019).
- ② 川村直子, 北村達也, 城本修, チューブ発声時の皮膚振動を利用したバイオフィードバックシステムの開発と効果の検討, 音声言語医学, 59(4), 334-341 (2018).
DOI:10.5112/jjlp.59.334
- ③ Tatsuya Kitamura, Yukiko Nota, Michiko Hashi, Hiroaki Hatano, Replacement of sensor cables for reducing effects on articulation in the Northern Digital Incorporated's Wave electromagnetic articulography system, JASA Express Letters 143(3), EL154-EL159 (2018).
DOI: 10.1121/1.5025167

〔学会発表〕（計7件）

- ① 川村直子, 北村達也, 前川圭子, 音声治療に用いられる発声方法による顔面皮膚振動パターンの変化: 言語聴覚士を対象にした計測, 日本音響学会秋季研究発表会, 871-872 (2018).
- ② 立川渉, 吐師道子, 北村達也, 能田由紀子, 歯茎破裂音調音における舌尖運動スピードの経時変化パターンと発話の明瞭さの関係, 日本音響学会秋季研究発表会, 1217-1218 (2018).
- ③ 三谷巧, 尾下克樹, 北村達也, 能田由紀子, 吐師道子, 顎運動制約法による発話訓練の口唇・頬領域の運動への影響, 日本音響学会春季研究発表会, 1387-1388 (2018).
- ④ 北村達也, 能田由紀子, 吐師道子, 竹本浩典, 発話のしにくさに関する意識や実態に関するアンケート調査, 聴覚研究会資料, 48, 1, 67-72 (2018).
- ⑤ 川村直子, 北村達也, 城本修, 吐師道子, 土師知行, チューブ発声法におけるバイオフィードバックシステムを用いた訓練効果の検討, 音声言語医学会学術講演会 (2017).
- ⑥ 立川渉, 北村達也, 能田由紀子, 吐師道子, 話しにくさを自覚する健常発話者の調音動態と発話器官形状: MRI および NDI WAVE を用いて, 日本音響学会秋季研究発表会, 197-198 (2017).
- ⑦ Yukiko Nota, Tatsuya Kitamura, Michiko Hashi, Hiroaki Hatano, Improvement of sensor for electromagnetic articulography to reduce detrimental effects of sensor attachment on articulation, ASA/ASJ joint meeting, 3115 (2016).

〔図書〕（計0件）

〔産業財産権〕

○出願状況（計0件）
なし

○取得状況（計0件）
なし

〔その他〕

ホームページ等

甲南大学知能情報学部音声科学研究室

<http://www.konan-u.ac.jp/hp/kitlab/>

6. 研究組織

(1) 研究分担者

なし

(2) 研究協力者

研究協力者氏名：吐師道子

ローマ字氏名：Michiko Hashi

研究協力者氏名：能田由紀子

ローマ字氏名：Yukiko Nota

研究協力者氏名：川村直子

ローマ字氏名：Naoko Kawamura

※科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。