

科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 6 年 9 月 5 日現在

機関番号：32421

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2020～2023

課題番号：20K03450

研究課題名（和文）吃音の重症度別機序の検討と重症度による認知神経心理学的介入の試み

研究課題名（英文）Exploring Mechanisms of Developmental Stuttering Across Severity Levels and Cognitive Neuropsychological Intervention Attempts Based on Stuttering Severity

研究代表者

安崎 文子（Anzaki, Fumiko）

埼玉学園大学・人間学部・教授

研究者番号：60738996

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,400,000円

研究成果の概要（和文）：我々は、吃音をもつ成人では聴性脳幹反応検査I-V波間の潜時で左右の耳での差が有意であったことを報告した。ヒトは自身の声を聴きながら話しているが、左右差の為に発語のタイミングがずれ、吃音の一因になっていると考えた。そこで、左右差を調整するアプリケーションを作成、介入を試み比較的良好な結果を得た。また吃音を持つ者は、構音障害を重複する者が3割であった。聴覚系統の問題が層状に重なっていることを確認するために、語音の弁別課題の施行時に事象関連電位P300を計測し、潜時を計測したところ、対照群と比較し吃音を持つ者の潜時の遅延が認められた。聴覚系統の問題が発達性吃音の機序として推察された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

発達性吃音（吃音）の機序については様々な説があるものの十分明らかにされておらず、また治療も十分確立していない。我々は吃音の機序の一因として、聴覚伝導の左右差が発語のタイミング障害を起こすと捉え、左右差を解消するためのアプリケーションを作成した。アプリケーションを用いることで、吃音症状の改善がみられた。また吃音を持つ者には機能的構音障害の重複する者が3割と多い。その機序として語音弁別の問題を考え、語音弁別課題試行中に事象関連電位P300を計測したところ、吃音を有する群では潜時の遅延がみられた。吃音の機序として、聴覚系統の問題を捉え介入を試み、吃音症状の改善を得たことは研究の意義がある。

研究成果の概要（英文）：Our research on developmental stuttering showed that in adults who stutter (AWS), there was a significant difference between the left and right ear in latency, the speed of transmission between I and V waves in the auditory brainstem response test. We posited that while individuals speak, they simultaneously listen to their own voices, and this left-right dissonance might disrupt the timing of speech production, thereby contributing to stuttering. Therefore, we developed an application to adjust the left-right difference and tried an intervention with good results. In addition, 30% of AWS had an overlapping functional articulation disorders. To confirm the layering of auditory system problems, we measured event-related potential P300 during syllable discrimination tasks, latency delay was observed in AWS. Auditory system problems were considered as a possible mechanism of developmental stuttering.

研究分野：神経心理学，発達性言語障害

キーワード：発達性吃音 聴覚伝導路 語音認知 聴覚のモニタリング障害 アプリケーション開発

1. 研究開始当初の背景

(1) これまでの発達性吃音研究の成果

吃音を有する児童の脳機能について、Chang et al (2009) は、両側聴覚野(Heschel's Gyrus; HG), 左上側頭回(Superior Temporal Gyrus; STG), 及び左運動野(Pre-motor areas; BA6)等の活動が乏しかった事を報している。我々は、成人の発達性吃音を持つ者の脳機能を functional Near-infrared Spectroscopy (fNIRS) を用いて計測したところ、右耳から聞いたとき左脳の言語野の活性が乏しい例を報告した(Anzaki et al, 2015)。

そこで、吃音を持つ成人の聴覚伝導路の障害を確認するため、聴性脳幹反応 (Auditory Brainstem Response: ABR) 検査を行った。その結果、吃音のない対照群と比較して、吃音群全体で潜時の遅延があり、その差は有意であった。また、吃音軽度群では右耳に比べ左耳の潜時の遅延が有意であり、吃音中重度群では左耳に比べ右耳の潜時の遅延が有意だった。ヒトは自身の声を聴きながら話している、つまりモニタリングしている。しかし、吃音を有する者は、左右差が一因となり話すタイミングがずれ吃音になっている可能性を考えた(安崎 他, 2020)。

(2) 構音障害の重複と、吃音を持つ者からの聴覚情報処理障害の訴え

吃音を持つ者では、発達障害、精神障害、言語発達障害などの重複する者が多いことが報告されている(冨里 他, 2016)。我々は、機能的構音障害、特に側音化構音障害の重複が3割と多かったことを報告した(安崎 他, 2019)。更にこの当事者の中から、語音の聞き取りの悪さについての訴えもあった。聴覚伝導の遅延、左右差に加え、語音の聞き取り弁別に問題がある可能性も考えられた。

(3) 遅延聴覚フィードバック (Delayed Auditory Feedback: DAF) について

DAFは自身の声を55~200msほど遅れて聴くシステムで、DAFにより吃音が改善されることが古くから報告されてきた(Stromsta, 1965; 酒井他, 2008)。その機序については、遅れて聴くことで発語が意図的に引き伸ばされ吃音が改善された可能性がある。また吃音では誰かと一緒に話すとき吃音が減少する斉唱効果があるが、遅れて聞こえてくることで、タイミングが得やすいためとも考えられている。現在、DAFは、スマートフォンでのアプリケーションでも手軽に利用できる。

2. 研究の目的

2つの研究を行ったため、本研究の目的は以下の2つである。

研究1. 申請者が行った研究成果を踏まえ、聴覚伝導の左右差から生じるタイミング障害、吃音のモニタリング障害説に基づいて、DAFを応用し左右差を解消するアプリケーション(アプリ)の開発を行う。またそのアプリを用いて、吃音を持つ成人に対して介入を行い、介入効果も検討する。

研究2. 更に聴覚伝導の遅延・左右差に加え、聴覚情報処理障害・語音の弁別の問題も含め、聴覚系統の問題を多角的・層的に捉え、吃音の重症度も含めて機序の解明を進める。

3. 方法

研究1. DAFを応用したアプリの開発と介入

(1) アプリの開発と介入計画

アプリ Speech Delay2 (SD2)のデザイン: アプリは、スマートフォン iPhone SE2[®]用として作成された。Apple社の統合プログラミング環境 xcode 上でプログラム言語 swift を用いて作成した。対象者それぞれの ABR での I-V 間の潜時の左右差を、潜時の速い方の耳側に加算した。従って、SD2 は対象者毎にカスタマイズされた。なお、システム遅延は 55ms であり、加算しない場合は、遅延時間 55ms の DAF と同じであった。

介入計画: 先行研究で ABR 計測を行った吃音を持つ成人 6 名が対象者であった。SD2 は、iPhoneSE2 に有線イヤホンを用いた。勤務中はイヤホンをすることはできないので、自宅での音読やリモートでの仕事で約 2 年間使用してもらった。なお、ボリュームはイヤホンをして相手の方が聞こえる程度の小ささにしてもらった。

評価方法: SD2 使用条件, SD2 無し状態, 加算無し SD2 使用時, 左右差調整 SD2 使用時の 3 条件別に、吃音検査法(小澤他, 2016)の基本検査(絵の説明・文章音読・自由会話)を実施し、吃音中核症状(音・音節の繰り返し、語の部分の繰り返し、引き延ばし、阻止)の出現頻度を算出した。また SD2 使用の確認と継続の依頼の為に 1~2 か月おきに SD2 無し状態, 加算無し SD2 使用時, 左右差調整 SD2 使用時の 3 条件で自由会話を行い、SD2 の各使用条件による吃音中核症状の出現頻度を分散分析にて比較した。

研究2. 聴覚系統の問題の解明

(2) 事象関連電位 P300 による聴覚系統の問題の解明

刺激音：オドボール課題は語音弁別課題で4ペアだった。1)高頻度刺激は1kHz,低頻度刺激は2kHzの純音,2)高頻度刺激[da]と低頻度刺激は[da]の口蓋化の歪音,3)高頻度刺激[i]と低頻度刺激は[i]の側音化の歪音,4)高頻度刺激と低頻度刺激は[ki]の側音化の歪音だった。刺激回数は200回で,高頻度刺激と低頻度刺激は4:1でランダム呈示した。

生体計測：生体計測は,ポリメイト P216™(ミユキ技研,Tokyo),サンプリング周波数は1kHz,記録部位は,国際10-20法の電極位置F3,F4,F7,F8,T3,T4,Fz,Cz,Pzの9カ所を計測した。

評価方法：P300は,標的刺激提示から,250~600msの間に出現する陽性電位の頂点が出現するまでの時間を潜時とし,吃音を有する者の群と吃音を有さない対照群で分散分析を行った。

4. 研究成果

研究1. (1) 開発されたアプリ Speech Delay 2(SD2)と吃音中核症状への効果

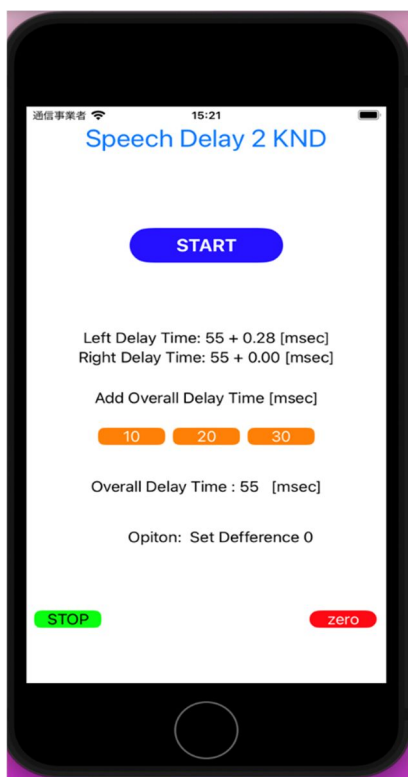


図1に,作成したSD2アプリのiPhone上の操作画面を示した。startボタンをタップすると,システム遅延55msに潜時の速い左耳に0.28ms加算し,右耳はシステム遅延のみで加算は0msとなっている。右下のzeroボタンをタップすると,左右の加算はなくなり,システム遅延だけのDAFとなる。システム遅延は55msに加え,10~30ms加えることができるが,今回はシステム遅延のみ使用した。

図2は,SD2使用条件別,SD2無し,左右差調整なしSD2(遅延55msのDAFとなる),対象者毎に左右差を調整したSD2使用時の3条件で,吃音検査法の基本検査での吃音中核症状の出現頻度を示したものである。被験者内1要因分散分析の結果,使用条件による差は有意($F(1.09, 5.43)=6.28, p=.049$)だった。多重比較の結果,SD2使用無しと,左右差調整SD2使用時で,中核症状の頻度の差が有意だった($p<.05$)。

吃音検査法の「文章音読」と「絵の説明」は,同じ検査を繰り返すため,自由会話のみでの評価もおこなった。自由会話においても左右差調整SD2使用時に,中核症状は有意に改善した。

(2) 研究1で得られた成果の意味

聴覚での左右差を調整することで,吃音の中核症状が改善されたことから,聴覚伝導での左右差が,発語の際にタイミング障害となり吃音をひき起こす一因となっている可能性が示唆された。

図1. 作成したSD2アプリのiPhone上の操作画面

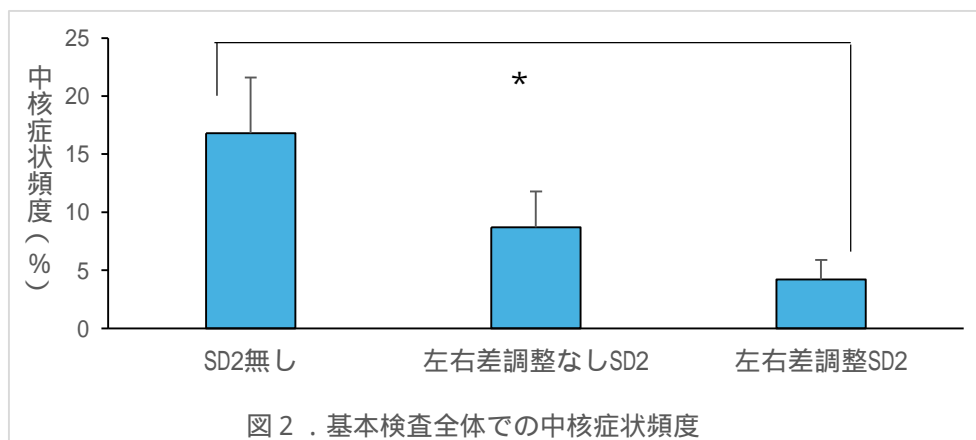


図2. 基本検査全体での中核症状頻度

研究2 . (1) 語音弁別課題実施時の事象関連電位 P300

語音弁別課題実施時の事象関連電位 P300 の測定部位 Pz での潜時について、群別・課題別の 2 要因混合計画の分散分析を行ったところ、群別の主効果が有意であり、課題別の主効果と交互作用は有意ではなかった。図 3 に、語音弁別課題試行時の事象関連電位 P300 潜時の群別比較を示した。吃音を有する群と対照群での潜時の比較では、[i]と[i]の側音化の弁別、[ki]と[kɪ]の側音化の 2 つの弁別課題において、吃音を有する群の潜時は遅延し、2 群の潜時の差は有意だった ($p < .05$)。

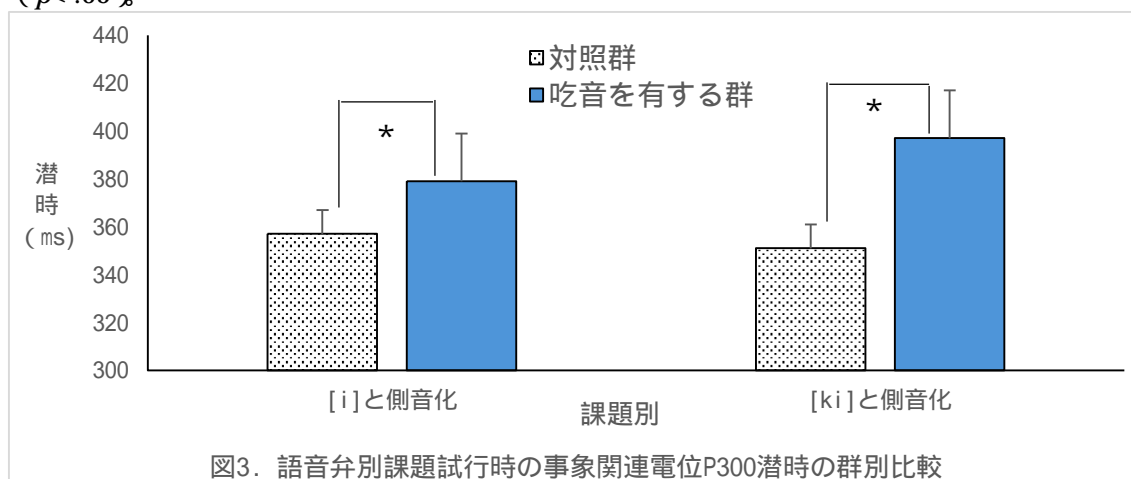


図3. 語音弁別課題試行時の事象関連電位P300潜時の群別比較

(2) 研究2 で得られた成果の意味と今後の展望

吃音を有する者は、聴覚伝導での左右差に加え、語音の弁別課題においても、吃音を有さない対照群と比較し潜時が遅延した。従って、聴覚系統での問題が、音の伝導速度の左右差だけでなく語音の認知においても推察され、問題が層状に考えられることが示唆された。また、本研究の解析は不十分である為、今後さらに分析を進めていく予定である。

< 引用文献 >

- Chang, SE, Kenney, MK, Loucks, TM, et al.: Brain activation abnormalities during speech and non-speech in stuttering speakers. *Neuroimage*, 2009, 46(1): 201-212.
- Anzaki, F, Yamamoto, S, and Inoue, M.: Differences in brain activities of Japanese interpreters and Japanese monolingual speakers during working memory tasks measured by using functional near-infrared spectroscopy. *International Neuropsychological Society, Mid-Year Meeting, Sydney, Australia. J of INS*, 2015, 21 S2, p.113
- 安崎文子, 山本佐代子, 桐生昭吾, 他: 吃音当事者の聴性脳幹反応を用いた聴覚伝導路の特徴 - 左右差からの検討. *コミュニケーション障害学*, 2020, 37(2), 81-89
- 富里周太, 大石直樹, 浅野和海, 他: 吃音に併存する発達障害・精神神経疾患に関する検討. *音声言語医学*, 2016, 57(1), 7-11.
- 安崎文子, 柴崎光世, 山本佐代子: 吃音検査法からみた成人吃音当事者の言語症状の様相. *音声言語医学*, 2019, 60, 52-61
- Stromsta C.: A Procedure Using Group Consensus in Adult Stuttering Therapy. *J Speech Hear Disord*, 30: 277-279, 1965.
- 酒井奈緒美, 森浩一, 小澤恵美, 他: 日常場面における耳掛け型遅延聴覚フィードバック装置の有効性 - 成人吃音1症例を対象に -. *音声言語医学*, 49: 107 - 114, 2008.
- 小澤恵美, 原由紀, 鈴木夏枝, 他: 吃音検査法. 学苑社: 東京, 2016.
- 人見健文, 池田昭夫: 脳波の基礎知識. *臨床神経生理学*, 42: 365-370, 2014.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計2件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 1件）

1. 発表者名 Anzaki, F., Kiryu, S.
2. 発表標題 Neuropsychological Intervention for Developmental Stuttering using Delayed Auditory Feedback Application
3. 学会等名 International Neuropsychological Society 2023 San Diego (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Anzaki, F., Shibasaki, M., Yamamoto, S., and Kiryu, S.
2. 発表標題 Syllable Discrimination of People with Developmental Stuttering Using P300 of Event-related Potential Components
3. 学会等名 The International Neuropsychological Society, 2023, Taiwan Meeting
4. 発表年 2023年

〔図書〕 計1件

1. 著者名 安崎文子	4. 発行年 2021年
2. 出版社 朝倉書店	5. 総ページ数 2
3. 書名 吃音の脳内機序に関する最近の議論, 手を動かしながら学ぶ神経心理学 (柴崎・橋本編)	

〔産業財産権〕

〔その他〕

学術振興会の基盤研究(C)に加え、一部カワイ音楽産業の研究助成を受けた。「吃音改善のための左右異なる遅延時間で再生可能な遅延聴覚フィードバックデバイスの作成」の研究報告は、以下のURLより参照可能である。ただし、本報告は、1年間の研究成果であり、アプリケーションSpeech delayを作成し、直ちに装着した結果のみである。Speech delay 2は本報告のSpeech delayを改良したものである。http://sound-zaidan.workarea.jp/2020R06S.pdf

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	柴崎 光世 (Shibasaki Mitsuyo) (00325135)	明星大学・心理学部・教授 (32685)	
研究分担者	桐生 昭吾 (Kiryu Shogo) (00356908)	東京都市大学・理工学部・教授 (32678)	

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究協力者	山本 佐代子 (Yamamoto Sayoko)	明星大学・心理学部・研究員 (32685)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関