

令和 5 年 6 月 9 日現在

機関番号：12103

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2018～2022

課題番号：18K10741

研究課題名（和文）吃音の治療前後での脳の構造的・機能的接続の変化と病態の関係

研究課題名（英文）Visualization of speech intelligibility for the purpose of speech training for the deaf and hard of hearing

研究代表者

安 啓一（Yasu, Keiichi）

筑波技術大学・産業技術学部・講師

研究者番号：70407352

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,000,000円

研究成果の概要（和文）：本研究では吃音のある成人130件以上のMRI画像を収集した。コロナ禍の制約で被験者募集と実験が難しかったため、統制群の数は目標に達しなかった。安静時の脳活動測定から得られた脳白質の接続性についての結果が国際会議で報告された。治療前後の比較を行う予定だったが、各治療の種類の違いから比較を断念し、統制群との比較に重点を置くこととした。また、白質の経路追跡による解析結果から、吃音のある者において特定の脳部位で白質の構造が変化していることが示唆された。最終年度では統制群のデータ収集や解析環境整備を行い、公開データセットを活用した予備的な解析を行った。

研究成果の学術的意義や社会的意義

吃音に関するMRI研究により、脳の画像データを収集した。研究結果は国際会議で報告され、特定の脳部位で吃音者の白質の構造変化が示唆された。この研究は吃音の病態理解に貢献し、将来的に吃音の臨床の指標となる可能性が示唆された。また、研究実施や一般手法によるデータ共有化に向けた取り組みが行われた。これらの成果は社会や医療現場において、吃音の理解や臨床研究の向上に寄与することが期待される。

研究成果の概要（英文）：In this study, we collected MRI images from over 130 adults with stuttering. Due to the constraints imposed by the COVID-19 pandemic, participant recruitment and experiments were challenging, resulting in a shortfall in the number of control group participants. Results regarding the connectivity of white matter in the brain obtained from resting-state functional MRI were presented at an international conference. Although initial plans involved comparing pre- and post-treatment data, the diversity of treatment types led us to focus on comparisons with the control group instead. Analyses of white matter tractography suggested structural alterations in specific brain regions in individuals with stuttering. In the final year, we conducted data collection from the control group and established an analysis environment, including preliminary analyses using publicly available datasets.

研究分野：吃音・流暢性障害 神経科学

キーワード：吃音 白質 MRI 接続性 デフォルトモードネットワーク

1. 研究開始当初の背景

吃音(きつおん,どもり)とは発話の滑らかさが損なわれた非流暢な話し方が頻発する状態であり(Guitar, 2013), その原因や病態, 神経基盤についての研究が多くあるが, まだ十分には明らかにされていない。聴覚フィードバックなどの制御系アプローチおよび脳機能・構造解明のアプローチにより, 吃音の脳機能・構造ネットワークを解明することにより, 吃音の病態究明に近づく。さらに脳の神経線維の接続や安静時脳活動の測定により吃音に関係する脳部位を検証する。

これまでに吃音者・非吃音者を対象にした実験を行った結果, 聴覚フィードバックの応答特性が次第に分かりつつあり(Cai *et al.*, 2016; Yasu *et al.*, 2015, 2016), 白質(脳神経繊維)については, 音声生成の言語-運動ネットワークに重要な弓状束(弓の形をした太い神経束)の接続が低下することが予備的な検討からわかってきた。ここから, 本研究の目的である吃音の病態を網羅的に表し, 脳機能の裏付けを持った分析的かつ総合的な吃音の発話ネットワークの解明を目指して, 吃音者の治療・訓練の前後での脳の機能的・構造的接続の回復や代償ネットワークの状態について調査する。白質の接続に加えてさらに安静時の脳活動であるデフォルトモードネットワーク(default mode network, DMN) の測定を通して吃音に関係する脳部位の特定を行い, 脳機能学的な裏付けを得ることを試みる。まず, 吃頻度などの重症度や各種評価との対応がまだ十分には行われていない(酒井他, 2008)。吃音重症度・指標との対応によりより細かな吃音症状と対応した脳機能接続のネットワークが明らかになることが期待される。

2. 研究の目的

将来的に訓練前後の脳機能構造の測定により治療の効果の測定や吃音の症状の改善の客観的な裏付けにより, 吃音者にあったより良い治療・訓練を提案できるようになることを当初の目的とした。聴覚フィードバックなどの制御系アプローチおよび脳機能・構造解明のアプローチにより, 吃音の脳機能・構造ネットワークを解明することにより, 吃音の病態究明に近づくことが期待される。さらに脳の神経線維の接続やデフォルトモードネットワークの測定により吃音に関係する脳部位を検証する。将来的に訓練前後の脳機能構造の測定により治療の効果の測定や吃音の症状の改善の客観的な裏付けにより, 吃音者にあったより良い治療・訓練を提案できるようになることを目的とした。

3. 研究の方法

吃音者における白質の異方性および接続性に関する研究

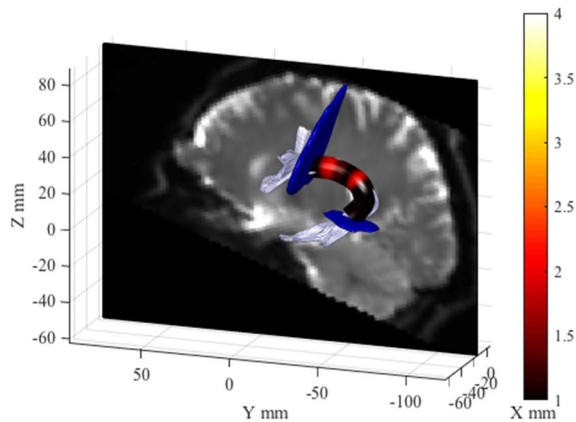
吃音病態解明のため, 拡散テンソル画像(DTI)及びデフォルトモードネットワーク(DMN)の測定を行い, 拡散テンソル tractographyによる可視化及び脳内ネットワーク接続から吃音者・非吃音者の比較を行うことによって, 吃音の原因となる脳神経の接続関係の特定を行う。

これまでの実験にて吃音者では弓状束を中心にFAが低下していることがこれまでの研究状況で述べた予備的な実験で明らかになってきた。さらに, 白質の神経接続を表す tractography がFAの低下に対応して繊維接続の量が低下するのかを検証した。使用したMRI装置はSIEMENS Skyra 3T 64 ch ヘッドコイル, DTIデータはdiffusion weighted echo-planar imagingで取得, Multi-directional diffusion weighting (MDDR) 64 方向解析ソフトウェアFSLにて異方性(FA)マップを取得した。これまでの実験で行っているように拡散テンソル画像法(DTI)に加えて安静時脳機能測定(default mode network 測定)を行う。さらに得られたFAデータから解析ソフトウェアにより白質の3次元繊維接続を表したtractographyを得る。弓状束の場合, プローカ野とウェルニッケ野の2つの領域を関心領域(region of interest, ROI)とし, 得られた繊維の太さ, 長さを比較することを目的とした。

4. 研究成果

本研究では吃音の治療前後の脳神経の機能的・器質的な違いについて着目し、これまでに130件以上の実験データを取得している。研究期間の開始後、コロナ禍のため、MRI実験のための被験者募集と実験の実施が制限されている状態が続き、特に統制群の被験者目標の数には届かない状況であった。2019年度は、耳鼻科医、言語聴覚士、臨床心理士との連携し、主に介入前の脳機能構造データ取得と解析を行った。安静時の脳活動測定から得られたデフォルトモードネットワークの測定データについては、介入前のデータ解析が完了した。吃音のワーキングメモリとの関係を示した論文を投稿し掲載された(Arongna, et al. 2020)。また、治療前後の比較のために、これまでに吃音の治療を受けた方の2回目の実験を実施しようと計画していたが、吃音の治療の種類もさまざまであるため比較を断念した。当初は吃音の治療後の脳画像を被験者内で比較することを目標としていたが、方針を変更し、統制群との比較を中心に、吃音に関するアンケート結果をなどのさまざまな被験者の属性を共変量とした統計的な分析に重きを置くこととした。

吃音の症状がある場合には左右の脳活動の差が低下することから、吃音者における安静時のネットワークにおいても右の負荷が増えているのかを検証したところ(1)、AFQ (Automated fiber quantification, Yeatman et al., 2012) による白質の経路追跡(tractography)を行った。AFQにて経路を20に分割後、各経路を100分割し各点において群間比較を行った。その結果、吃音のある者において有意な白質のFA上昇が右弓状束中央に見られた(Middle part of the right arcuate fasciculus および Posterior part of the left and right IFOF ($p < 0.05$, FWE corrected))。



最終年度はMRI実験のうち、統制群の28名分のデータ収集を行った。介入後の患者及び実験協力者に対して再度実験を行うことが難しかったため、これまでに得られた約実験データから被験者の属性に合わせた分析を進めた。統制群が足りない状況のため、公開データセットの調査および予備的な解析を進めた。MRI画像データの解析環境整備として、国際標準規格であるBIDS (Brain Imaging Data Structure)形式でのデータ保存のための変換作業を行った。さらに解析の方法としてHCP pipeline およびfMRIprepの環境を整備した。アウトリーチ活動として高校生向けのイベントにて吃音の脳研究について講演を行った。

<引用文献>

1. K. Yasu, Rongna A, N. Sakai, and K. Mori, Fractional anisotropy decreases in the left arcuate fasciculus in people who stutter (PWS): A tractography study, 2018 Joint world congress One World Many Voices, 2018, Hiroshima
2. 阿栄娜, 酒井奈緒美, 安啓一, 森浩一: スピーチ・シャドーイングの自宅訓練により改善が見られた成人吃音の1例, 音声言語医学, 59, pp. 169-177, 2018. 査読有. <https://doi.org/10.5112/jjlp.59.169>
3. 灰谷知純 (2022). マインドフルネス, コンパッションを用いた介入の吃音のある人に対する応用: 系統的レビュー. 吃音・流暢性障害学研究, 5(1), 1-22.
4. 灰谷知純 (2022). 吃音のある成人に対するエビデンスに基づく心理的实践. コミュニケーション障害学研究, 39(2), 112-118.
5. Arongna, Naomi Sakai, Keiichi Yasu and Koichi Mori, "Disfluencies and Strategies Used by People Who Stutter During a Working Memory Task," Journal of Speech, Language, and Hearing Research, 63(3), pp. 688-701, 2020 https://doi.org/10.1044/2019_JSLHR-19-00393

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計7件（うち査読付論文 4件／うち国際共著 0件／うちオープンアクセス 5件）

1. 著者名 角田 航平, 灰谷 知純, 酒井 奈緒美, 北條 具仁, 小林 宏明, 宮本 昌子, 森 浩一	4. 巻 38 (2)
2. 論文標題 学齢期吃音児が抱える困難を包括的に評価する質問紙OASES-S-Jの標準化	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 コミュニケーション障害学	6. 最初と最後の頁 113-122
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Kobayashi Akio, Yasu Keiichi, Nishizaki Hiromitsu, Kitaoka Norihide	4. 巻 N.A.
2. 論文標題 Corpus Design and Automatic Speech Recognition for Deaf and Hard-of-Hearing People	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 2021 IEEE 10th Global Conference on Consumer Electronics (GCCE)	6. 最初と最後の頁 17-18
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/GCCE53005.2021.9621959	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Haitani Tomosumi, Sakai Naomi, Mori Koichi, Houjou Tomohito	4. 巻 N.A.
2. 論文標題 Heterogeneity of social anxiety in treatment-seeking adults who stutter: A latent profile analysis	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 PsyArXiv Preprints	6. 最初と最後の頁 1-39
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.31234/osf.io/8sc7d	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -
1. 著者名 Haitani Tomosumi, Sakai Naomi, Mori Koichi, Houjou Tomohito	4. 巻 N.A.
2. 論文標題 Situational factors influencing social anxiety in treatment-seeking adults who stutter: An exploratory factor analysis	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 PsyArXiv Preprints	6. 最初と最後の頁 1-43
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.31234/osf.io/h3957	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Haitani Tomosumi, Sakai Naomi, Mori Koichi	4. 巻 N.A.
2. 論文標題 Factors predicting satisfaction with communication in daily lives of adults who stutter: An experience sampling study	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 PsyArXiv Preprints	6. 最初と最後の頁 1-39
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.31234/osf.io/4sc5t	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Arongna, Naomi Sakai, Keiichi Yasu and Koichi Mori	4. 巻 63(3)
2. 論文標題 Disfluencies and Strategies Used by People Who Stutter During a Working Memory Task	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of Speech, Language, and Hearing Research	6. 最初と最後の頁 688-701
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1044/2019_JSLHR-19-00393	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 A Rongna, Sakai Naomi, Yasu Keiichi, Mori Koichi	4. 巻 59
2. 論文標題 A Case of Improvement in Stuttering with Home-Based Speech Shadowing Training	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 The Japan Journal of Logopedics and Phoniatrics	6. 最初と最後の頁 169 ~ 177
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.5112/jjlp.59.169	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

〔学会発表〕 計20件 (うち招待講演 0件 / うち国際学会 3件)

1. 発表者名 竹内京子, 青木直史, 荒井隆行, 鈴木恵子, 世木秀明, 秦若葉, 安啓一
2. 発表標題 音響学は聴覚検査と関係あるのか?
3. 学会等名 日本音響学会春季研究発表会講演論文集
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 竹内京子, 青木直史, 荒井隆行, 鈴木恵子, 世木秀明, 秦若葉, 安啓一
2. 発表標題 音響学は必要? 卒業後に変わったこと
3. 学会等名 日本音響学会春季研究発表会講演論文集
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 三井颯人, 若狭健太, 平賀瑠美, 安啓一, 田淵経司, 寺澤洋子
2. 発表標題 聴覚障害者のメロディ認知におけるピッチ変形とリズム変形の効果
3. 学会等名 研究報告アクセシビリティ (AAC)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 赤木志帆, 森山大地, 若狭健太, 平賀瑠美, 安啓一, 田淵経司, 寺澤洋子
2. 発表標題 聴覚障害者の楽器音認知に関する検討-楽器分類に着目して
3. 学会等名 研究報告アクセシビリティ (AAC)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 竹内京子, 青木直史, 荒井隆行, 鈴木恵子, 世木秀明, 秦若葉, 安啓一
2. 発表標題 STの臨床のための音響学
3. 学会等名 第66回日本音声言語医学会学術講演会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 永田 優志, 安 啓一, 平賀 瑠美
2. 発表標題 聴覚障害者に向けた歌唱時のピッチの可視化訓練システムの提案
3. 学会等名 日本音響学会音声コミュニケーション研究会資料
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 竹内京子, 青木直史, 荒井隆行, 鈴木恵子, 世木秀明, 秦若葉, 安啓一
2. 発表標題 言語聴覚士養成校の聴覚心理学
3. 学会等名 日本音響学会音声コミュニケーション研究会資料
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 芝菜月, 安啓一, 平賀瑠美
2. 発表標題 様々な声や場面を想定した聴覚障害者のための聞き取り訓練システムの検討
3. 学会等名 日本音響学会聴覚研究会資料(The 3rd Japan-Taiwan Symposium on Psychological and Physiological Acoustics Jointly held with ASJ Auditory Research Meeting) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 "S. Akaki, D. Moriyama, K. Wakasa, R. Hiraga, K. Yasu, K. Tabuchi and H. Terasawa"
2. 発表標題 Consideration on the Difficulty of Timbre Identification of Musical Instrument Sounds for Hearing Training of the Hearing Impaired
3. 学会等名 日本音響学会聴覚研究会資料(The 3rd Japan-Taiwan Symposium on Psychological and Physiological Acoustics Jointly held with ASJ Auditory Research Meeting) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 小林彰夫, 安啓一, 西崎博光, 北岡教英
2. 発表標題 聴覚障害者の音声データの収集と音素認識による評価
3. 学会等名 日本音響学会秋季研究発表会講演論文集
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 安啓一, 石井悠貴, 種子田尚人
2. 発表標題 発声発語訓練のための視覚的フィードバックに向けた聴覚障害者による発話の音響分析
3. 学会等名 日本音響学会秋季研究発表会講演論文集
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 竹内京子, 青木直史, 荒井隆行, 鈴木恵子, 世木秀明, 秦若葉, 安啓一
2. 発表標題 STの臨床における録音環境調査
3. 学会等名 日本音響学会秋季研究発表会講演論文集
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 竹内京子, 青木直史, 荒井隆行, 鈴木恵子, 世木秀明, 秦若葉, 安啓一
2. 発表標題 ST養成校の音響学の思い出調査
3. 学会等名 日本音響学会秋季研究発表会講演論文集
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 灰谷知純
2. 発表標題 マインドフルネスとコンパッション：吃音への応用と当事者・支援者のセルフケア
3. 学会等名 日本吃音・流暢性障害学会第9回大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 安 啓一, 種子田 尚人, 石井 悠貴
2. 発表標題 若年の補聴器・人工内耳装用者における語音検査と自身の発話明瞭性の関係
3. 学会等名 日本音響学会春季研究発表会講演論文集
4. 発表年 2020年～2021年

1. 発表者名 竹内 京子, 青木 直史, 荒井 隆行, 鈴木 恵子, 世木 秀明, 安 啓一
2. 発表標題 非常事態宣言下の言語聴覚士養成校の音響学の授業
3. 学会等名 日本音響学会春季研究発表会講演論文集
4. 発表年 2020年～2021年

1. 発表者名 竹内 京子, 青木 直史, 荒井 隆行, 鈴木 恵子, 世木 秀明, 安 啓一
2. 発表標題 言語聴覚士養成校の音響学教育を考える
3. 学会等名 日本音響学会春季研究発表会講演論文集
4. 発表年 2020年～2021年

1. 発表者名 小林 彰夫, 安 啓一, 西崎 博光, 北岡 教英
2. 発表標題 聴覚障害者の音声データの収集と音素認識による評価
3. 学会等名 日本音響学会秋季研究発表会講演論文集
4. 発表年 2020年～2021年

1. 発表者名 安 啓一, 石井 悠貴, 種子田 尚人
2. 発表標題 発声発語訓練のための視覚的フィードバックに向けた聴覚障害者による発話の音響分析
3. 学会等名 日本音響学会秋季研究発表会講演論文集
4. 発表年 2020年～2021年

1. 発表者名 K. Yasu, RongnaA, N. Sakai, and K. Mori
2. 発表標題 Fractional anisotropy decreases in the left arcuate fasciculus in people who stutter (PWS): A tractography study
3. 学会等名 2018 Joint world congress One World Many Voices, 2018, Hiroshima(国際学会) (国際学会)
4. 発表年 2018年

〔図書〕 計1件

1. 著者名 イヴォンヌ・ヴァンザーレン、イザベラ・K・レイチェル、森浩一、宮本昌子	4. 発行年 2018年
2. 出版社 学苑社	5. 総ページ数 224
3. 書名 クラタリング [早口言語症]	

〔産業財産権〕

〔その他〕

聴覚障害や吃音のある人を支える「音声コミュニケーション科学」 | 夢ナビ講義
<https://yumenavi.info/vue/lecture.html?gnkcd=g010297&University=V&SerKbn=6>

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	灰谷 知純 (Haitani Tomosumi) (90804500)	国立障害者リハビリテーションセンター(研究所)・研究所 感覚機能系障害研究部・流動研究員 (82404)	

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
---------	---------