

令和 5 年 6 月 29 日現在

機関番号：32823

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2018～2022

課題番号：18K00552

研究課題名（和文）発達障害における音声プロソディの解析的研究

研究課題名（英文）Analytical study of speech prosody in neuro-developmental disorders

研究代表者

今泉 敏（Imaizumi, Satoshi）

東京医療学院大学・保健医療学部・教授

研究者番号：80122018

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,300,000円

研究成果の概要（和文）：発達障害者の社会的コミュニケーションの改善方法を開発する目的で、非流暢性障害（吃音）や自閉症スペクトラム障害のある幼児・成人の自由発話の諸特性を解析した。その結果、発話文の複雑さと構音の難易度に関連する要因、状態不安を引き上げる要因が吃音や非流暢性に影響すること、個人差が大きく発達的に変化することが明らかになった。適切な支援方法の開発に有意義な結果が得られた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

発達障害者の社会的コミュニケーションの改善方法を開発する目的で、非流暢性障害（吃音）や自閉症スペクトラム障害のある幼児・成人の自由発話の諸特性を解析した。その結果、発話文の複雑さと構音の難易度に関連する要因、状態不安を引き上げる要因が吃音や非流暢性に影響すること、個人差が大きく発達的に変化することが明らかになった。適切な支援方法の開発に有意義な結果が得られた。

研究成果の概要（英文）：For the purpose of developing methods to improve social communication for people with developmental disabilities, we analyzed various characteristics of free speech in children and adults with non-fluency disorders (stuttering) and autism spectrum disorders. As a result, it was clarified that factors related to the complexity of utterances and the difficulty of articulation, factors that raise state anxiety affect stuttering and non-fluency, and that individual differences vary greatly and change developmentally. Significant results were obtained in developing appropriate support methods.

研究分野：コミュニケーション脳科学

キーワード：発達障害 非流暢性障害 音声言語 プロソディック・ユニット 吃音 コミュニケーション コミュニケーション脳科学 自閉症スペクトラム障害

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、研究者個人に帰属します。

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

## 1. 研究開始当初の背景

発達障害 (Neurodevelopmental disorders)、特にコミュニケーション障害は脳神経回路網発達の非定型性が主因とする仮説が有力である。脳画像研究法による解析で定型発達と非定型発達における脳神経ネットワークの差異が報告されてきた (例えば、Yang et al., 2016)。しかし、これらの研究は脳神経ネットワークの非定型性を明らかにしているものの、コミュニケーション障害が脳神経ネットワークの非定型性とどのように関わるのか、言い合えると脳神経ネットワークの非定型性がコミュニケーションに関わる諸機能のどの側面にどのような影響を与えているのかについては必ずしも直接的根拠を示すものになっていなかった。

## 2. 研究の目的

本研究では、非流暢性障害 (吃音) や自閉症スペクトラム障害のある幼児・成人の自由発話や音声知覚過程を定型発達持者と比較解析し、脳神経ネットワークの非定型性がコミュニケーションに関わる諸機能のどの側面にどのような影響を与えるのかについて研究した。

## 3. 研究の方法

成人を対象とした研究と幼児を対象とした研究を行った。成人を対象とした研究では緊張度の異なる 2 場面での音声コミュニケーションの差異を解析し、緊張が発話に及ぼす影響を調べた。幼児を対象とした研究では紙芝居を鑑賞した後にその内容を説明する課題を行い、音声コミュニケーションの特性を解析した。

成人を対象とする研究では、吃症状のある成人 16 名と吃症状のない成人 15 名を対象とした。所属大学研究倫理審査委員会の許可を得たうえで、研究協力者には目的や考えられる利益、不利益など、必要事項を書面および口頭で説明し、署名をもって研究参加の同意を得た。

図形情報を的確に相手に伝える図形伝言課題を対面場面と電話場面で実施した。図形情報としては、円、三角形、台形、星形など 7 種の要素図形を、大きさ (大、中、小) や色 (白、赤、青、黄、黒)、配置を様々に変え、16 枚の A4 画像を作製した。1 施行に 1 枚をランダムに選択して使用した。対面場面では実験室内で研究協力者が指定された図形情報を対面する実験者に説明する課題を実施した。電話場面では研究協力者が電話を介して実験室外の面識のない相手に図形情報を説明する課題とした。

皮膚電導度測定装置 Q センサーを手首に装着し、課題終了まで皮膚電導度 EDA を記録した。電話を使うことについては電話課題の最初に告知した。いずれの場面でも最初に課題を再度説明して参加同意を再確認し、緊張度の心理指標である STAI を記入してから図形伝

言を開始した。順序効果を最小限に抑えるため両場面の実施順序を研究協力者間でカウンターバランスをとった。両場面間に 10 分の安静時間を設けた。安静時間ではリラクゼーション用中性画像を視聴してもらった。

動画像記録を行い、吃症状と随伴症状を記録した。心理的指標として、心理検査 STAI による特性不安値と状態不安値、特定の発話場面に対する回避と反応の自己評定値を記録した。心理指標 STAI は、準備・説明時、対面課題開始前、電話課題開始前、および実験終了時の計 4 時点で記入してもらった。生理的指標として皮膚電導度を計測し、場面に応じた時系列変化を解析した。課題実施中の音声を記録し、音声分析ソフト Praat を使用して吃音頻度、非流暢度を求めた。吃音頻度、非流暢度は吃音検査法（小澤、原、鈴木、森山、大橋、2013）の方法により算出した。吃音中核症状数は吃音検査法の定義に従い、「音・モーラ・音節の繰り返し」、「語の部分の繰り返し」、「引き伸ばし」、「阻止」とした。その他の非流暢数は「語句の繰り返し」、「言い直し」、「中止」、「挿入」、「とぎれ」、「間」を対象とした。総発話文節数は文法的に正しく発話された文節数とした。なお、5 分間の発話の平均文節数は 203（標準偏差 62）であった。筆頭著者と言語聴覚士 1 名との間で吃音生起の評定の一致率を算出した。対面時の吃音頻度、電話時の吃音頻度、電話時と対話時の吃音頻度差を求めた。さらに、対面時の非流暢度、電話時の非流暢度、電話時と対話時の非流暢度差を求めた。

吃音頻度と非流暢度の場面による変化、およびそれらと EDA や STAI との関係を中心に解析した。

#### 4. 研究成果

非流暢性障害のある成人の緊張場面での自発発話を解析した結果、吃音群では対面場面より電話場面で吃音頻度と状態不安がともに上昇し、緊張の認知的制御特性と発話特性が有意に関連することが明らかになった。さらに、複数の発話単位（プロソディック・ユニット）が含まれる複雑な発話文の音声プロソディが非流暢性障害に及ぼす影響を解析した結果、メッセージ生成と、プロソディック・ユニット生成など発話に関わる複数の脳神経回路網間の情報伝達の円滑さが非流暢性障害に関与していることが示唆された。

吃音群では対面場面より電話場面で吃音頻度と状態不安（STAI）が相関して上昇し、状態不安と吃音頻度との関係が有意であることが示された。主成分分析では EDA に吃音頻度の上昇にも軽減にも相関する主成分が観測された。一般化線形モデルを活用した分析結果からは、状態不安が高い電話場面での EDA 上昇は吃音頻度の上昇に、状態不安が低い対面場面での EDA 上昇は非流暢度の減少に関連することが示された。ただし、一般化線形モデルでは、群（吃音群、非吃音群）の効果が有意で、吃音頻度および非流暢度とも吃音群の方が非吃音群より大きいことが示された。以上の結果は、予期不安は吃音頻度および非流暢度の増減には関与するものの、群の効果として表現される群間差異を生み出す要因は他にもあることを示唆するものである。生理的指標 EDA に吃音軽減と共変動する成分が含まれる

という結果は吃音の認知行動療法や自律訓練法との関連で興味深く、予期不安の軽減が吃音の軽減には繋がらないとする先行研究には再考の余地があることも示唆する。

さらに、学齢期前後の児童の発話を解析した結果、発話文の複雑さと構音の難易度に関連する要因が吃音率や非流暢度など発話特性に有意な効果を示すこと、それらの効果は個人差が大きく発達的变化を示すことを明らかになった。日本語音声のプロソディはアクセントを基本とするプロソディック・ユニットが連結して発話文全体のイントネーションを構成する。各プロソディック・ユニットの基本周波数の時間変化パターンは発話文の構文構造とも密接な関係があり、係り受けの関係にあるユニット間を比較すると先行ユニットほど基本周波数のピーク値は高く、後続(受け側の)ユニットほど低くなる特性がある。また、文法上の深い切れ目では長いポーズが出現し、基本周波数の低下はリセットされて高く始まる。このような構造をもった発話の円滑な生成のためには、メッセージを構成する形態素の適正な選択と構文、およびそのプロソディ構築がある程度完成してから発話を開始する必要がある。そうしないと発話途上で破綻が生じて非流暢性を生じてしまう可能性があることが示唆された。

非流暢性障害を持つ発達障害児の発話特性を解析し、発話文の構文上の複雑さと構音の難易度に関連する要因が吃音率や非流暢度など発話特性に有意な効果を示すこと、それらの効果には個人差が大きく発達的变化を示すこと、メッセージ生成にかかわる脳神経回路網とプロソディック・ユニット生成など音声生成運動企画過程にかかわる脳神経回路網の非定形性が非流暢性障害に関与する可能性があること、定量的に測定した話者の緊張度と吃音生起確率が相関することなどが明らかになった。これらの結果は、非流暢性障害にはメッセージ生成にかかわる脳神経回路網と音声生成にかかわる脳神経回路網に不整合があり、緊張場面でそれが増大することを示唆する。

## 発表論文

1. 槇本義正、本間孝信、今泉敏：不安と吃音 - 対面発話と電話による差異 -、吃音・流暢性障害学研究 第2巻第1号、2018年12月 1-11頁 オープンアクセス
2. Yoshimasa Makimoto, Takanobu Honma, Satoshi Imaizumi: Anxiety and stuttering: Differences in speech between face-to-face and telephone communication. The 2018 Inaugural Joint World Congress of Stuttering and Cluttering (国際学会), 2018
3. 世木秀明、今泉 敏: 調音結合としての母音無声化-口唇運動解析に基づく検討-. 日本音声学会第338研究例会, 2018
4. 今泉 敏: 発声の基礎: 音声コミュニケーションの視点から. 第63回日本音声言語医学会総会・学術講演会教育講演(招待講演), 2018.
5. 青木さつき, 遠藤理沙, 長谷川史弥, 秋元瑞帆, 田中裕美子: 自閉スペクトラム症児の言語特徴: ナラティブ「かえるさんどこいったの」における動詞に着目した分析. コミュニケーション障害学, 2018.

6. Satoshi Imaizumi, Takanobu Honma, Yoshimasa Makimoto: Speech Patterns of Children with Neuro-developmental Disorders. The 3rd International Symposium on Linguistic Patterns in Spontaneous Speech (招待講演)(国際学会), 2019.
7. 青木さつき, 大石敬子: 発達性ディスレクシアの 1 症例: 何を優先して指導すべきか. 日本コミュニケーション障害学会, 2019.
8. 今泉敏: コロナ社、障害と音声、187-204, 2019.3.22、in「音響サイエンスシリーズ こどもの音声、麦谷綾子編著」 978-4339013412 総ページ数 240.
9. 今泉敏、小澤由嗣編著: 医学書院、言語聴覚士のための基礎知識 音声学・言語学 第2版、320, 2020.3.1, 978-4260041270
10. 青木さつき、長谷川史弥、今泉敏: 表出言語の遅れが著しかった児が示した吃音症状. 第46回日本コミュニケーション障害学会学術講演会, 2020.5.31
11. 大島航太郎、林豊彦、入山満恵子、青木さつき、青木高光: 拡張現実を用いた音声出力コミュニケーションエイド: VCAN/AR の開発と言語訓練課題への応用. 第27回バイオメカニズム・シンポジウム, 2022.8.30
12. 今泉敏: 嚙声の音響分析—コンピュータスピーチラボ CSL4500b とフリーソフトウェア Praat—、JOHNS, 38、1393-1398. 2022.
13. 今泉敏編著、軍司敦子、皆川泰代、能田由紀子、河内山隆紀、中澤栄輔共著: コロナ社、音響テクノロジーシリーズ 聴覚・発話に関する脳活動観測、179, 2022.9.16, 978-4339011647.

#### 参考論文

1. Yang, Y., Jia, F., Siok, W. T., Tan, L. H.: Altered functional connectivity in persistent developmental stuttering. *Sci. Rep.* 6, 19128; doi: 10.1038/srep19128, 2016.
2. 小澤恵美、原由紀、鈴木夏枝、森山晴之、大橋由紀江、餅田亜希子、坂田善政、酒井奈緒美; 吃音検査法、学苑社、doi: 4761407824, 2016.

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 3件）

1. 著者名 佐藤 友貴, 小淵 千絵, 籠宮 隆之, 大金 さや香, 城間 将江, 野口 佳裕, 加我 君孝	4. 巻 63
2. 論文標題 人工内耳装用児の話者の男女識別に関する検討	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 AUDIOLOGY JAPAN	6. 最初と最後の頁 181-188
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.4295/audiology.63.181	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 Sudo Michiko Mochizuki, Kagomiya Takayuki, Hori Tomoko	4. 巻 5
2. 論文標題 Present state analysis and measurement of pronunciation training effectiveness in English acquisition: Relationships between production patterns and English proficiencies	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Proceedings of the 10th International Conference on Speech Prosody 2020	6. 最初と最後の頁 872-875
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.21437/SpeechProsody.2020-178	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 横山晶子・籠宮隆之	4. 巻 8
2. 論文標題 言語実験に基づく言語衰退の実態の解明 琉球沖永良部島を事例に	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 方言の研究	6. 最初と最後の頁 353-378
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 榎本義正、本間孝信、今泉敏	4. 巻 2
2. 論文標題 不安と吃音-対面発話と電話による差異-	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 吃音・流暢性障害学研究	6. 最初と最後の頁 1-11
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 オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 小淵千絵、佐藤友貴、籠宮隆之、大金さや香、菅波沙耶、廣田栄子、城間将江、加我君孝	4. 巻 61
2. 論文標題 聴覚障害児の発話における韻律特徴	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Audiology Japan	6. 最初と最後の頁 449
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 無
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 佐藤友貴、小淵千絵、籠宮隆之、城間将江、大金さや香、加我君孝	4. 巻 61
2. 論文標題 人工内耳装用児における話者の男女識別	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Audiology Japan	6. 最初と最後の頁 447
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 無
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 今泉 敏	4. 巻 38
2. 論文標題 嘔声の音響分析—コンピュータスピーチラボCSL4500bとフリーソフトウェアPraat—	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 JOHNS, 38, 1393-1398. 2022.	6. 最初と最後の頁 1393-1398
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 無
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 -

〔学会発表〕 計15件 (うち招待講演 4件 / うち国際学会 6件)

1. 発表者名 Sudo Michiko Mochizuki, Kagomiya Takayuki, Hori Tomoko
2. 発表標題 Present state analysis and measurement of pronunciation training effectiveness in English acquisition: Relationships between production patterns and English proficiencies
3. 学会等名 10th International Conference on Speech Prosody 2020 (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Satoshi Imaizumi, Takanobu Honma, Yoshimasa Makimoto
2. 発表標題 Speech Patterns of Children with Neuro-developmental Disorders
3. 学会等名 The 3rd International Symposium on Linguistic Patterns in Spontaneous Speech (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Takayuki Kagomiya
2. 発表標題 Statistical studies on Japanese sonority by using loudness calibration scores
3. 学会等名 Proceedings of Oriental COCOSDA 2019 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 青木さつき, 大石敬子
2. 発表標題 発達性ディスレクシアの1症例：何を優先して指導すべきか
3. 学会等名 日本コミュニケーション障害学会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Takanobu HONMA and Satoshi IMAIZUMI
2. 発表標題 Stuttering on function and content words in Japanese children of two age groups
3. 学会等名 The 2018 Inaugural Joint World Congress of Stuttering and Cluttering (国際学会)
4. 発表年 2018年



1. 発表者名 Yoshimasa MAKIMOTO, Takanobu HONMA, Satoshi IMAIZUMI
2. 発表標題 Anxiety and stuttering:Differences in speech between face-to-face and telephone communication
3. 学会等名 The 2018 Inaugural Joint World Congress of Stuttering and Cluttering (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 世木秀明、今泉 敏
2. 発表標題 調音結合としての母音無声化-口唇運動解析に基づく検討-
3. 学会等名 日本音声学会第338研究例会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 今泉 敏
2. 発表標題 発声の基礎：音声コミュニケーションの視点から
3. 学会等名 第63回日本音声言語医学会総会・学術講演会教育講演（招待講演）
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 青木さつき, 遠藤理沙, 長谷川史弥, 秋元瑞帆, 田中裕美子
2. 発表標題 自閉スペクトラム症児の言語特徴：ナラティブ「かえるさんどこいったの」における動詞に着目した分析
3. 学会等名 コミュニケーション障害学
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 小淵千絵, 坂本圭, 大金さや香, 田原敬, 籠宮隆之, 城間将江, 原島恒夫
2. 発表標題 聴覚障害児者の聴覚特性に応じた支援について考える
3. 学会等名 日本特殊教育学会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 佐藤友貴, 小淵千絵, 籠宮隆之, 城間将江, 大金さや香, 加我君孝
2. 発表標題 人工内耳装用児における話者の男女識別
3. 学会等名 日本聴覚医学会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 小淵千絵, 佐藤友貴, 籠宮隆之, 大金さや香, 菅波沙耶, 廣田栄子, 城間将江, 加我君孝
2. 発表標題 聴覚障害児の発話における韻律特徴
3. 学会等名 日本聴覚医学会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Satoshi Imaizumi, Takanobu Honma, Yoshimasa Makimoto
2. 発表標題 Speech Patterns of Children with Neuro-developmental Disorders
3. 学会等名 The 3rd International Symposium on Linguistic Patterns in Spontaneous Speech (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 青木さつき、長谷川史弥、今泉敏
2. 発表標題 表出言語の遅れが著しかった児が示した吃音症状
3. 学会等名 第46回日本コミュニケーション障害学会学術講演会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 大島航太郎、林豊彦、入山満恵子、青木さつき、青木高光
2. 発表標題 拡張現実を用いた音声出力コミュニケーションエイド：VCAN/ARの開発と言語訓練課題への応用
3. 学会等名 第27回バイオメカニズム・シンポジウム
4. 発表年 2022年

〔図書〕 計3件

1. 著者名 今泉敏・小澤由嗣	4. 発行年 2020年
2. 出版社 医学書院	5. 総ページ数 320
3. 書名 言語聴覚士のための基礎知識 音声学・言語学	

1. 著者名 日本音響学会編、麦谷綾子編著、今泉 敏共著	4. 発行年 2019年
2. 出版社 コロナ社	5. 総ページ数 240
3. 書名 こどもの音声：障害と音声	

1. 著者名 日本音響学会編、今泉 敏編著, 軍司敦子、皆川泰代、能田由紀子、河内山隆紀、中澤栄輔共著	4. 発行年 2022年
2. 出版社 コロナ社	5. 総ページ数 179
3. 書名 音響テクノロジーシリーズ 聴覚・発話に関する脳活動観測	

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

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	籠宮 隆之 (Kagomiya Takayuki) (10528269)	大学共同利用機関法人人間文化研究機構国立国語研究所・言語資源開発センター・プロジェクト非常勤研究員  (62618)	
研究分担者	青木 さつき (Aoki Satsuki) (40809331)	東京医療学院大学・保健医療学部・講師  (32823)	

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