

BCI(Brain Computer Interface)ひらがな発音の韻律情報と認知機能の関係

Relationship between Prosodic information and Cognitive Function in Hiragana Pronunciation

Experiment using Brain-Computer Interface

金成 健太郎[†] 田中 久弥[†]Kentarō KANARI[†] Hisaya TANAKA[†][†] 工学院大学情報学部情報デザイン学科[†] Faculty of Engineering, Kogakuin University

1. 序論

日本における認知症患者は年々増加傾向にあり、認知症を早期発見し、適切な治療を行うことで症状の進行を抑制することや改善することができる^[1]。そのため認知症の早期診断・早期発見が重要である。我々はこれまで BCI(Brain-Computer Interface)による認知機能検査法を研究開発してきたが^[2]、検査精度の向上のために、同時記録したひらがな発音の音韻データとの関係に着目した。音声と認知機能の関係は知られており^[3]、今回の研究ではフォルマント周波数との関係を明らかにする。今回認知機能が低下するとフォルマント周波数が減少するという仮説を立てた。本研究では、患者の実験音声から音声の韻律情報を分析することで、認知機能と韻律情報との関係を明らかにした。

2. 評価指標

2.1 神経心理学検査 MMSE(Mini-Mental State Examination)

神経心理学的検査(MMSE)は、30 点満点の認知機能検査である。点数が低いほど認知機能が低下しているとされる。認知機能と韻律情報との関係を分析するために使用した。

2.2 フォルマント周波数

発音をする際の声道の共鳴周波数である。音声に含まれる文字にあらわれないような情報である韻律情報の 1 つ。フォルマント周波数は低いものから第 1 フォルマント周波数、第 2 フォルマント周波数と呼ばれる。

3. 研究方法

東京医科大学高齢診療科を受診した女性 14 名を対象に実施した。本実験は、工学院大学のヒトを対象とする研究倫理審「認知症の早期診断を目的とした新しい認知機能検査法 2021-B-30」に基づいて実施した。被験者には書面での同意を得た。また被験者には、BCI の文字盤の文字盤の特定の 1 文字を注視させ、特定の 1 文字が点灯した際にその文字を発声してもらった。本実験では、5 文字課題を 2 回(/a/, /n/, /ko/, /mo/, /chi/)、6 文字課題を 2 回(/a/, /me/, /no/, /chi/, /ha/, /re/)、計 4 回の計測を行った。その後実験動画ファイルを wav ファイルに変換した。次に wav ファイルから対象文字の部分を切り抜いた。その後音声解析ソフト Praat で韻律情報を抽出した。韻律情報と MMSE との相関係数や決定係数を求め、認知機能と関係のある韻律情報を解析した。

4. 結果と考察

今回の研究で /re/ の「第 2 フォルマント周波数の最小値」(図 1)などで認知機能低下(MMSE スコアの点数の低さ)との関係が確認できた(図 1)。

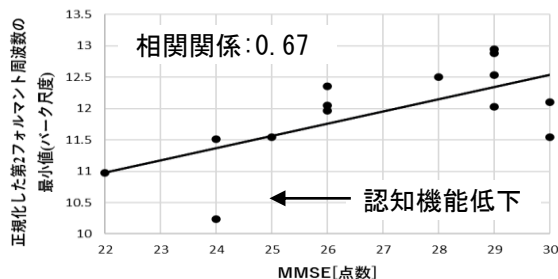


図 1 第 2 フォルマント周波数の最小値 (/re/)

一方、認知機能が低下するほど韻律特徴量が増加し、仮説と逆の結果になったパラメータもあった。この要因は 2 つあると考える。1 つ目は、第 2 フォルマント周波数が舌の前後の位置に関係していることである^[4]。2 つ目は、加齢に伴い声帯に隙間が生じ、声帯の振動が不安定になることである^[5]。つまり舌の位置や声帯の不安定な振動により、認知機能が低下するほどフォルマント周波数が増加した可能性が示唆される。

5. 結論

本研究では、認知機能の低下に伴う韻律特徴量の変化について分析し、認知機能とフォルマント周波数に関係があることが示唆された。今回は BCI を用いた際の音声を解析する特殊な条件下で研究し、かつ 15 名の限られた被験者で検証した研究結果である。そのため今後は自然発生の音声をを用いた分析、被験者数を増やせる方法での認知機能と韻律情報の関係を分析する。

謝辞

本研究を実施するにあたり検証実験に協力していた皆様に深く感謝申し上げます。この研究の一部は東京医科大学・工学院大学の医工連携共同研究に関する研究費助成を受けて実施しました。また、JSPS 科研費 JP22K12913 の助成を受けて実施しました。

参考文献

- [1] 浦上 : これからの認知症予防 ; 老年期認知症研究会, vol.23, No.5 (2019).
- [2] 福島ら : Classification of dementia type using the brain-computer interface, AROB vol.26, pp.216-221, (2021).
- [3] 加藤ら : 音声をを用いた認知機能障害の早期スクリーニングをめざして ; 人工知能学会, 1H2-NFC3b-12 (2010).
- [4] Sebastian et al. : Acoustic measurements of geriatric voice ; Journal of Laryngology and Voice, doi:10.4103/2230-9748.106984 (2012).
- [5] Tarafder et al. : The Aging Voice ; Bangabandhu Sheikh Mujib Medical University Journal, doi:10.3329/bsmmuj.v5i1.11033 (2012).