

人型ロボットとの会話における軽度認知症患者の言語的特徴分析

徐 黄棟[†] 吉井 謙太[†] 木村 大毅[‡] 小杉 晋央[‡] 新川 香[‡] 高瀬 俊郎[‡]小林 正朋[‡] 山田 康智[‡] 根本 みゆき[§] 渡辺 亮平^{||} 太田 深秀[§]東 晋二^{||} 根本 清貴[§] 新井 哲明[§] 西村 雅史[†]静岡大学大学院 総合科学技術研究科[†] 日本アイ・ビー・エム株式会社[‡]筑波大学[§]東京医科大学茨城医療センター^{||}

1. はじめに

認知症患者の増加を抑えるためには認知症の前段階が含まれる、軽度認知障害 (MCI: Mild Cognitive Impairment) と呼ばれる段階での早期発見が重要である。現在、認知症の診断は専門の臨床医のチームが神経心理学的検査 (MMSE: Mini Mental State Examination など)、身体検査 (EEG: Electroencephalography など) を実施することによって行われている。しかし、これらの検査の実施に時間とコストが掛かるため、認知症の早期発見のためには介護施設といった場所での簡易スクリーニングが望まれている。

既に、認知症早期発見の試みとして心理検査時の会話音声における患者の語彙の使用頻度や豊かさなどの言語的特徴を分析し、認知症の自動判定について検討したものがあ[1]。さらに、言語特徴と音響特徴組み合わせることで認知症の判別精度の向上を目的とする検討もある[2]。一方、家庭や介護施設にロボットを設置することによって日頃から気軽に検査を実施できるのではないかと期待されている[3]。これまで、我々は人型ロボットとの日常会話に着目し、MCI 患者の発話の音響的特徴を中心に分析を進めてきたが[4]、今回は発話に含まれる言語的特徴について分析したので報告する。

2. 分析データと言語的特徴量

2.1 分析データ

本研究においては吉井ら[4]が収録した人型ロボットとの日常会話データを分析対象とした。この会話音声は Wizard of Oz (WoZ) 法によって収録されたもので、一問一答形式の対話から構成されている。今回は認知機能検査や血液検査など様々な検査の結果から医師が健常と診断した 45 名、MCI と診断した 46 名と認知症と診断した 27 名、合計 118 名のデータを人手で書き起こした上で言語的特徴の分析を行った。

2.2 言語的特徴量

認知症の症状として発話に代名詞や「もの」「こと」など代用語の使用や、迂言が多くなり、より症状が進んだ患者では発話量があっても単調な語彙を繰り返して使うことが分かっている[5]。また、Linguistic Feature Analysis of Mild Cognitive Impairment in Conversation with a Humanoid Robot

[†]Shizuoka University[‡]IBM Japan, Ltd.[§]University of Tsukuba^{||}Tokyo Medical University Ibaraki Medical Center

先行研究[1][2]でも品詞割合や、語彙の豊かさを示す TTR (Type Token Ratio) といった特徴量が認知症の識別に有効な特徴であることが既に報告されている。本研究でもロボットとの会話を対象として、品詞割合と TTR について分析を行なった。言語特徴を分析するにあたっては、人手で書き起こした発話内容を形態素解析器 (MeCab) にかけている。品詞割合は実験参加者の全発話に現れた形態素 (= 単語) を数え、以下の式で割合を算出した。

$$\text{品詞}x\text{の割合} = \frac{\text{特定の品詞}x\text{の出現回数}}{\text{出現単語数}}$$

一方、TTR については、以下の式で算出した。

$$\text{TTR} = \frac{\text{異なり単語数}}{\text{出現単語数}}$$

2.3 統計的有意差検定

判別に有効な言語特徴を明らかにするために、特徴量ごとに統計的有意差検定を実施した。検定を実施する前に Shapiro-Wilk 検定と F 検定で正規性および等分散性を確認したところ、すべての特徴量において正規性と等分散性が確認されなかった。そして、健常者群、MCI 患者群、認知症患者群の三群比較になるため、ノンパラメトリックの Kruskal Wallis 検定を用いて三群間の差について分析を行った。その結果を表 1 に示す。

ここでは、P 値が 0.05 未満の場合に有意差ありとする。

表 1 三群間の有意差検定結果

| 特徴量 | P 値 | 特徴量 | P 値 |
|-------|---------|--------|-----------|
| 名詞割合 | 0.04* | 助詞割合 | <0.001*** |
| 助動詞割合 | <0.01** | 感動詞割合 | <0.001*** |
| 動詞割合 | 0.04* | 代名詞割合 | 0.24 |
| 形容詞割合 | 0.65 | 固有名詞割合 | 0.48 |
| 副詞割合 | 0.11 | 連体詞割合 | 0.21 |
| 接続詞割合 | 0.43 | TTR | 0.40 |

*P<0.1 **P<0.05 ***P<0.001

表 1 を基に、三群比較で有意差が見られた特徴量に対してさらに健常者群と MCI 患者群間、健常者群と認知症患者群間で有意差を持つ特徴量について分析した。この際、等分散性が仮定されない際に利用可能な検定手法である Brunner-Munzel

検定を用いた。

ここでは、特定の対象群（健常者群）のみとの比較になるため、ダネット法よりP値を0.025未満の場合に有意差ありとする。

3. 結果と考察

健常者群とMCI患者群間の分析結果を表2に、健常者群と認知症患者群間の分析結果を表3に示す。表2を見ると、健常者群とMCI患者群間では11種類の特徴量のうち、2種類の特徴量（助詞割合、感動詞割合、）で有意差が見られた。一方、健常者群と認知症患者群間では名詞、動詞の割合でも有意差が見られている。実際に健常者の回答としては「そうですね」と答えることが多いが、MCI患者では「はい」といった感動詞を使用することが多くなった。また、MCI患者は文章の末尾に「～ね」、「～よ」といった助詞を追加しないため、助詞割合が低くなっている。助詞のような品詞は感情の豊かさを表現しており、認知症による感情表現力の低下の兆しを表すものと考えることができる。

さらに、表2のMCI患者群と健常者群間の分析に有意な特徴量が表3の認知症患者群と健常者群間の分析結果にも有意な特徴量として現れた。その例として助詞割合の症状ごとの分布を図1に示す。この図から、認知症患者群では健常者群とMCI患者群間で有意差が見られた助詞割合において健常者群とより大きな差が生じていることが分かる。その他に、表2,3から認知症の進行によ

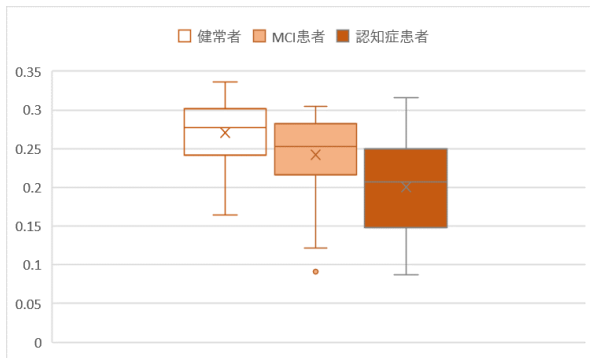


図1 助詞割合の症状ごとの分布

表2 健常者とMCI患者間の分析結果

| 特徴量 | 健常者 | MCI患者 | P値 |
|-------|--------|--------|---------|
| | (n=45) | (n=46) | |
| | 平均 | 平均 | |
| 名詞割合 | 0.23 | 0.22 | 0.47 |
| 助動詞割合 | 0.18 | 0.20 | 0.03 |
| 動詞割合 | 0.15 | 0.14 | 0.08 |
| 助詞割合 | 0.27 | 0.24 | <0.01** |
| 感動詞割合 | 0.05 | 0.08 | 0.02* |

• P<0.1 *P<0.025 **P<0.01 ***P<0.001

て認知症患者群がMCI患者群より助動詞割合および感動詞割合では認知症患者群の平均値がMCI群患者より高いことが分かる。

そして、その大小関係はMCI患者群と健常者群間でも見られた。これは症状の進行によって現れる傾向であると見ることもできる。

4. おわりに

本研究では人型ロボットとの会話データを基に健常者群とMCI患者群、認知症患者群の会話言語特徴の差異について分析を行った。その結果、健常者群とMCI患者群間で複数の特徴量に統計的に有意差がある言語特徴を見出すことができた。また、健常者群と認知症患者群間の分析結果と比較することで認知症の進行に言語的傾向が見られた。今後は心理検査の音声データと比較することで人型ロボットとの会話の有効性について確認していきたい。

謝辞

本研究はJSPS科研費JP19H01084の助成を受けたものである。

参考文献

- [1]梅澤 他., "音声言語情報に基づいた認知症高齢者の判別", IEICE Technical Report (Web), Vol.120, No.197, pp.21-26, 2020.
- [2]G. Gosztolya, et al., "Identifying Mild Cognitive Impairment and mild Alzheimer's disease based on spontaneous speech using ASR and linguistic features," Computer Speech & Language, Vol53, p.181-197, 2019.
- [3]M. Luperto, et al., "Evaluating the Acceptability of Assistive Robots for Early Detection of Mild Cognitive Impairment," 2019 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems, 2019, pp. 1-8.
- [4]K. Yoshi, et al., "A Study for Detecting Mild Cognitive Impairment by Analyzing Conversations with Humanoid Robots", Proc. of Lifetech2021, pp. 348-351, 2021.3.
- [5]松井 実, "アルツハイマー型認知症の言語症状の多様性", 日本高次脳機能障害学会, 第35巻第3号, pp.312-324, 2015.

表3 健常者と認知症患者間の分析結果

| 特徴量 | 健常者 | 認知症患者 | P値 |
|-------|--------|--------|-----------|
| | (n=45) | (n=27) | |
| | 平均 | 平均 | |
| 名詞割合 | 0.23 | 0.20 | 0.02* |
| 助動詞割合 | 0.18 | 0.23 | <0.01** |
| 動詞割合 | 0.15 | 0.13 | 0.03 |
| 助詞割合 | 0.27 | 0.20 | <0.001*** |
| 感動詞割合 | 0.05 | 0.13 | <0.001*** |

• P<0.1 *P<0.025 **P<0.01 ***P<0.001