

様 式 C - 1 9、F - 1 9 - 1、Z - 1 9 （共通）

## 科学研究費助成事業

## 研究成果報告書



令和 6 年 6 月 1 2 日現在

機関番号：3 2 6 2 0

研究種目：若手研究

研究期間：2020～2023

課題番号：2 0 K 2 0 2 2 9

研究課題名（和文）医師-自宅にいるパーキンソン病患者間の双方向性三次元遠隔医療の有用性の検証

研究課題名（英文）Verification of the utility of interactive three-dimensional telemedicine system between neurologists and patients with Parkinson's disease at home

研究代表者

関本 智子（Sekimoto, Satoko）

順天堂大学・医学部・非常勤助教

研究者番号：2 0 8 4 8 3 0 3

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）：双方向性三次元遠隔医療の実用化として、人工知能によるパーキンソン病の下肢の症状の種類および重症度を自動判定するアルゴリズムを作成した。このアルゴリズムの精度について、脳神経内科専門医の評価を正解として正解率（accuracy）を用いて評価した。国際パーキンソン病・運動障害疾患学会が発行する、統一パーキンソン病評価スケールの評価項目のうち、両側のつま先タッピングと下肢の敏捷性について、accuracyは、軽症例については右つま先タッピングで0.828、左つま先タッピングで0.690、右下肢の敏捷性で0.862、左下肢の敏捷性で0.724と高い正解率を示した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

研究成果であるパーキンソン病の症状自動判定アルゴリズムについては、パーキンソン病の軽症例に対しては、専門医でなくとも症状を高い精度で評価できる。今後MDS-UPDRS part III の他の項目の評価や、重症例のデータ蓄積を行うことで、本アルゴリズムを用いたオンライン診療が、脳神経内科専門医への通院が困難な患者に対して、症状に応じた適切なケアを提供できるようになる。適切なケアの提供は、進行期パーキンソン病患者の生活の質向上に寄与する。

研究成果の概要（英文）：To assist non-specialists in evaluating patients with Parkinson's disease who have difficulty visiting specialists' hospitals, we developed an algorithm to automatically rate the severity of motor symptoms of Parkinson's disease. This study aims to assess the accuracy of this algorithm. Four items of the MDS-UPDRS part III were considered in this study: right toe-tapping, left toe-tapping, right lower limb agility, and left lower limb agility. The algorithm's accuracy was evaluated using the neurologist's evaluation as the gold standard. The accuracy were 0.828 for right toe-tapping, 0.690 for left toe-tapping, 0.862 for right lower limb agility, and 0.724 for left lower limb agility. The results show that this algorithm can estimate whether patients with Parkinson's disease have mild symptoms with high accuracy.

研究分野：神経学

キーワード：遠隔医療 パーキンソン病 三次元動作解析 人工知能 運動障害疾患 深層学習

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 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

パーキンソン病(PD)は振戦、筋強剛、動作緩慢、姿勢保持障害、歩行障害などの運動症状に加え、認知症・自律神経障害などの多様な非運動症状も出現する疾患である。超高齢社会の到来にともない患者数が急増し、本邦の患者数は約 16 万人と推定される。PD は夜間の睡眠・日中の運動量・食事内容などの生活習慣や服薬のタイミングによって薬剤の効果が大きく異なるため、患者の状態に合わせて経時的に薬剤を調整し、症状を安定させる必要がある。従って定期受診が必須となり、病院へ電話相談や予約外の病院受診が多くなる現状がある。

このような PD 患者と医師をバリアフリーにする試みとして通院困難な PD 患者のケアに対する遠隔医療(オンライン診療)があるが、これらは二次元のビデオ通話によるシステムが主流であり、直接診察で得られる筋強剛や姿勢保持障害の症状の情報量に限界がある。上記のような背景から、研究代表者は頻回の専門医への受診が困難な PD の治療・ケアに対して、多面的な運動症状の評価ができる遠隔医療システムが必要と考えた。三次元動作解析装置 (Kinect®)と複合現実をもちいたヘッドマウントディスプレイ (HoloLens®)を組み合わせた双方向性三次元遠隔診療システムを開発(図 1)、PD 患者の症状情報を収集した(S.Sekimoto et al., Movement Disorders, 2020)。

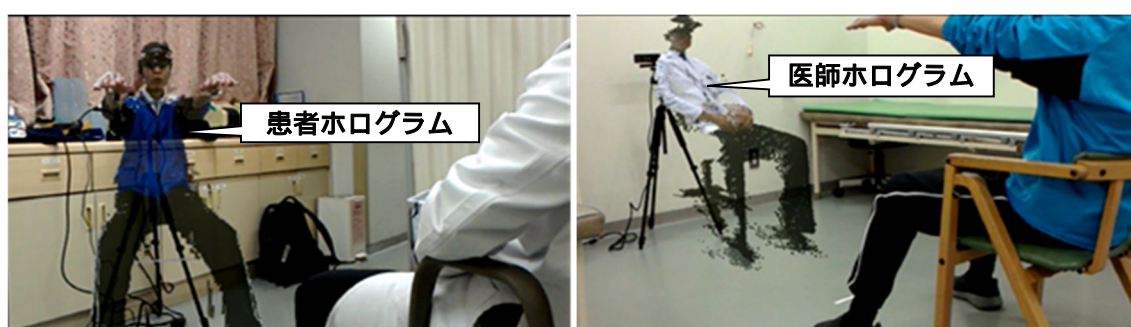


図 1 双方向性三次元遠隔医療の実際

そして痙性斜頸の重症度スケール(TWSTRS)の自動算出プログラムを開発し、専門医の目視による TWSTRS のスコアリングと比較しその有用性を検証したところ、30 症例でプログラムと専門医のスコアリングで高い相関がみられ、専門医の評価と遜色のない結果を得ることができた(図 2、T.Nakamura, S.Sekimoto et al., PLoS One, 2019)。

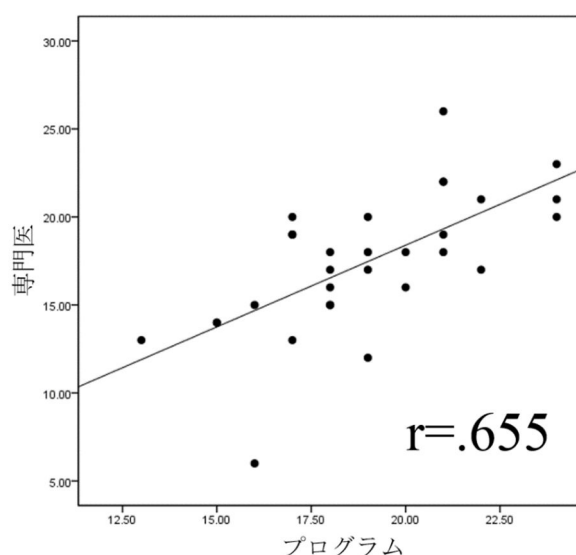


図 2 TWSTRS のスコアリングの相関

この自身の先行研究の結果を踏まえ、研究代表者は『双方向性三次元遠隔診療システムにより頻回に専門医の診察を受けることができれば、PD の症状を長期間安定させることができる』という仮説を考えるに至った。

## 2. 研究の目的

本研究では上記仮説の証明のため、医師 自宅にいる患者間の双方向性三次元遠隔診療の実証実験を行う。これが達成されることにより、

- (1) 双方向性三次元遠隔診療が PD の長期間の症状安定化に有用であることの実証（世界初）
- (2) 患者は自宅にいなが診察室での直接診察と同様の、臨場感ある診察を受けられる
- (3) 患者は詳細な運動症状の評価に基づく投薬を専門医から受けることができる
- (4) 通院負担・介護負担が減少し、医療費負担の抑制を実現できる
- (5) 診察で得られたデータを三次元動作データとして記録し蓄積できる
- (6) 蓄積された三次元動作データをもとに、将来深層学習させた人工知能による診断補助システムの開発に応用でき、専門医のいない地域でも PD の早期診断が可能となる
- (7) 三次元遠隔診療の標準化・ガイドライン・プロトコール作成など、この実証を通して三次元遠隔診療を今後実施する他の研究者や医療関係者が活用できるようにするための道筋をつくるという成果を得ることができる。

## 3. 研究の方法

医師-自宅にいるパーキンソン病患者間の双方向性三次元遠隔医療の実用化として、人工知能によるパーキンソン病（PD）の症状の種類判別および重症度判別が可能か検証した。方法として、患者の症状評価において、二次元ビデオの動作解析を用いて、パーキンソン病の三次元動作解析の研究を行った。PD 患者 23 例に対して、PD 統一スケール（MDS-UPDRS part Ⅲ）のうち、話し方・表情・筋強剛を除いた項目について、脳神経内科専門医が視診で症状の評価を行い、その様子を研究参加者の正面からビデオカメラを用いて記録した。この記録をもとに、共同研究者の BonBon 社が動画解析ソフト（MediaPipe®）を用いて、MDS-UPDRS part Ⅲ のそれぞれの項目について二次元ビデオの三次元動作解析を行った。上記の解析結果から運動の周波数のパラメータを抽出し、人工知能にデータを学習させ、PD の症状評価を MDS-UPDRS part Ⅲ のスコアに基づいて、1 以下か 2 以上かを自動判定するアルゴリズムを作成した。このアルゴリズムの精度について、脳神経内科専門医の評価を正解として正解率(accuracy)を用いて評価した。

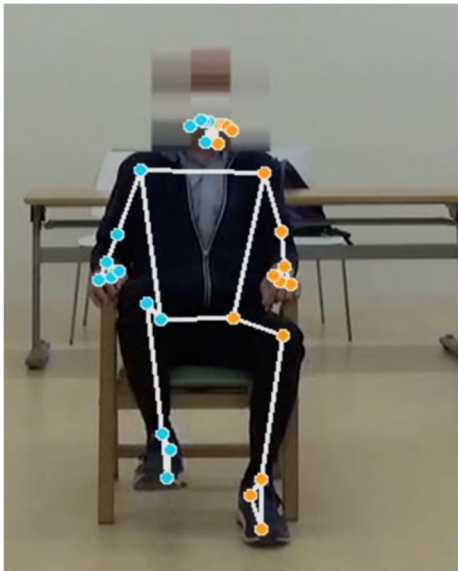


図3 MediaPipe®を用いた動画解析

## 4. 研究成果

研究参加者の平均年齢は  $63.3 \pm 8.6$  歳、男女比は 16:7、平均罹病期間は  $12.7 \pm 6.0$  年であった。MDS-UPDRS part Ⅲ の評価項目のうち両側のつま先タッピングと下肢の敏捷性についての accuracy は、軽症例については右つま先タッピングで 0.828、左つま先タッピングで 0.690、右下肢の敏捷性で 0.862、左下肢の敏捷性で 0.724 と高い正解率を得た。MDS-UPDRS part Ⅲ の各項目の評価は 0-4 の 5 段階だが、国内外でこの評価スケールに沿って 5 段階の症状判定が可能なアルゴリズムは未だ発表されていない。今後の展望として、MDS-UPDRS part Ⅲ の他の項目(歩行や手の動きなど)の評価や、重症例のデータ蓄積が必要となる。将来的には、オンライン診療と本アルゴリズムを組み合わせることで、専門医でなくてもパーキンソン病の症状を評価できるようになるかもしれない。

尚、本アルゴリズムは MDS-UPDRS part Ⅲ をもとにして作成したため、MDS-UPDRS part Ⅲ を発行する国際パーキンソン病・運動障害疾患学会から、評価スケールの使用許諾を得た。

5 . 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計3件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 2件）

1 . 発表者名 Satoko Sekimoto, Genko Oyama, Yuta Nonomiya, Tatsunaga Hayashi, Mano Soshi, Shinji Chiba, Nobutaka Hattori
2 . 発表標題 Development of an Algorithm to Automatically Assess Motor Symptoms of Parkinson's Disease
3 . 学会等名 第64回日本神経学会学術大会
4 . 発表年 2023年

1 . 発表者名 Satoko Sekimoto, Genko Oyama, Yuta Nonomiya, Tatsunaga Hayashi, Mano Soshi, Shinji Chiba, Nobutaka Hattori
2 . 発表標題 Development and Validation of an Algorithm to Automatically Assess Motor Symptoms of Parkinson's Disease
3 . 学会等名 International Congress of Parkinson's Disease and Movement Disorders 2023 ( 国際学会 )
4 . 発表年 2023年

1 . 発表者名 Satoko Sekimoto
2 . 発表標題 An Algorithm for Automatically Assessing Parkinson's Disease-Related Motor Symptoms
3 . 学会等名 The 4th International Taiwanese Congress of Neurology 2023 ( 国際学会 )
4 . 発表年 2023年

〔図書〕 計0件

〔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
--	-------------------------------	-------------------------	----

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