

令和 5 年 6 月 28 日現在

機関番号：33111

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2020～2022

課題番号：20K11059

研究課題名（和文）地域や在宅で使用可能な軽度認知障害スクリーニングシステムの開発と評価

研究課題名（英文）Development and evaluation of mild cognitive impairment screening system for community and home

研究代表者

児玉 直樹（KODAMA, NAOKI）

新潟医療福祉大学・医療技術学部・教授

研究者番号：50383146

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,200,000円

研究成果の概要（和文）：本研究では電子ドロ잉装置による図形描画データを高齢者から収集・蓄積し、地域や在宅で使用可能な軽度認知障害および認知症のスクリーニングシステムを開発することである。物忘れを主訴として協力医療機関を受診し、MMSE、ADAS、時計描画課題（CDT）、図形模写課題（CCT）を実施することのできた105名を対象に検討した。その結果、CDTにおける時計描画時間が長い高齢者ほどADASは高く、MMSEは低かった。平均筆圧が弱い高齢者ほどADASは高く、MMSEは低かった。さらに、CDTにおける時計の数字を1から12の順に書く高齢者ほどADASは高く、MMSEは低かった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

CDTとCCTの描画過程を電子保存し、特徴量を抽出することでMMSEやADASなどの認知機能を自動推定できる可能性が示唆された。また、データをさらに蓄積することで、神経心理学的検査の自動採点や認知症および軽度認知障害スクリーニングへの応用が可能になると考えられた。さらに、筆圧測定は運動機能の評価につながる可能性もあり、今後フレイルの早期発見にも役立つものと考えられた。

研究成果の概要（英文）：This study will collect and accumulate drawing data from the elderly using an electronic drawing system. Then, we will develop a screening system for mild cognitive impairment (MCI) and dementia for use in the community and at home.

The study included 105 patients who visited a medical clinic and completed the MMSE, ADAS, Clock Drawing Test (CDT), and Figure Copying Test (CCT). The results of this study showed that elderly patients with longer clock-drawing time on the CDT had higher ADAS and lower MMSE. The elderly with lower average writing pressure had higher ADAS and lower MMSE. Furthermore, the elderly who wrote the numbers of the clock on the CDT in the order of 1 to 12 had higher ADAS and lower MMSE.

研究分野：脳機能計測

キーワード：軽度認知障害 認知症 電子ドロ잉 スクリーニング 認知機能 自動採点

## 1. 研究開始当初の背景

超高齢社会に突入した我が国では、65歳以上の高齢者が3,300万人に達しているばかりか、75歳以上の後期高齢者は国民の約8人に1人を占めており、2050年には後期高齢者の割合も25%を超えることが予想されている。人口の高齢化により、日本の疾病構造は劇的に変化し、今まで注目されてこなかった疾病がクローズアップされるに至っている。その典型的な疾患は認知症である。認知症患者数は厚生労働省の想定をはるかに超えて増加しており、World Alzheimer Report 2018によると、2050年に認知症は世界で1億5,000万人を超えると推定されており、認知症の早期発見と予防は我が国だけの問題ではなく、世界共通の問題である。

一方、我が国は超スマート社会の実現を目指し、必要な物やサービスを必要な人に必要なだけ提供し、あらゆる人が質の高いサービスを受けられ、生き生きと快適に暮らす社会を実現するとしている。これをSociety 5.0といい、第5期科学技術基本計画において我が国の目指すべき未来社会の姿としている。IoT (Internet of Things) や人工知能の技術により、少子高齢化や地方の過疎化等の課題が克服され、希望の持てる社会、世代を超えて互いに尊重し合える社会、一人一人が活躍できる社会を実現するとしている。特に医療・介護の分野では、地域や年齢に関わらず、医療、介護、予防などの質の高いサービスを必要な時に受けられ、高齢化や寿命延伸等の諸問題を解決するとしている。リアルタイムの自動健康診断による病気の早期発見、医療・介護現場でのロボット支援技術、遠隔医療や在宅医療のための支援システム等を実現し、社会全体として医療費などの社会的コストの削減や医療・介護現場での人手不足問題を解決することを目指している。これらを受け、未来投資会議(将来の経済成長が見込まれる分野への投資を官民で進める会議、議長は内閣総理大臣)では、次世代ヘルスケアシステムの構築について議論されている。人生100年時代を見据え、今後の進むべき方向性として、医療・介護現場での多職種連携、役割分担の柔軟化、トータルなオンライン医療を推進し、利便性と質の高い在宅医療、地域医療を提供する、早期発見、早期治療、生活支援までを産学官が連携して認知症と共生する社会を構築する、医療・介護データを利活用し、医療・介護の現場や国民が利便性を実感できるシステムを構築する、としている。

少子高齢化の問題を解決する必要がある我が国において、高齢になっても地域で安心して暮らせる環境づくり及び健康寿命の延伸を図るためには、住み慣れた地域での医療・ケア(在宅医療、地域包括ケア)の充実が必要不可欠である。特に、認知症患者は急増しており、家族や地域社会に与える影響は非常に大きいため、地域や在宅で切れ目のない医療・介護を提供する必要がある。また、認知症患者のデータを収集・蓄積し、診断や治療法の開発につなげていく必要もある。国内外の諸問題、我が国の進むべき方向性を鑑み、認知症患者から収集・蓄積したデータに基づき、在宅医療を支援する新しい認知症診断支援技術が必要であるとの結論に至った。

## 2. 研究の目的

本研究の目的は、電子ドロワー装置による図形描画データを高齢者から収集・蓄積し、機械学習や統計解析の結果から軽度認知障害や認知症に特有な描画遂行プロセスや脳活動パターンを明らかにし、地域や在宅で使用可能な軽度認知障害スクリーニングシステムを開発することである。時計描画課題(CDT)と図形模写課題(CCT)を電子データで保存・再生できる電子ドロワー装置を開発した。本装置は電子下敷き(ワコム製、Bamboo Slate)とボールペンを使用したシンプルな装置で、軽量(約470g)なため保健師や看護師などの女性でも地域や在宅へ持ち運ぶことが可能である。また、Bluetooth接続により計測データはノートPCなどに蓄積され、完成した図形だけでなく、描画過程や筆圧も電子データとして保存されるため、遂行過程の評価も可能である。

## 3. 研究の方法

対象は物忘れを主訴として協力医療機関を受診し、MMSE、ADAS、時計描画課題(CDT)、図形模写課題(CCT)を実施することのできた105名(平均年齢82.1±5.9歳、男性41名、女性64名)を対象とした。Wacom社製スマートパッドBamboo Slateを使用し、データの電子保存用専用ソフトウェアを作成した。タブレットPCとスマートパッドはBluetoothにて無線接続した。描画は筆圧を測定できる専用ボールペンを使用し、普通紙上に描くことでより自然に取り組めるようにした。データは1/133秒単位でX-Y座標と筆圧が保存され、CDTとCCTの秒数、ストローク数、描画速度などの特徴量を算出した。なお、CDTは電子下敷き上の白紙を示し、円を描き、時計の文字盤の数字を全部書き、10時10分を表すよう指示を与えた。CCTは既に描かれた立方体透視図を電子下敷き上の白紙に模写するよう指示した。

## 4. 研究成果

電子ドロ잉装置の操作は容易であり、課題の遂行時、多くの対象者は電子機器操作に対する違和感はなく、自然に取り組むことができていた。また、時計描画課題を可視化することにより、ストローク数、描画時間、平均筆圧などを検討することが可能となった。

従属変数を MMSE としてステップワイズ法による重回帰分析を行ったところ、CDT 速度の最小値、CCT ストロークの数、CDT 筆圧の最大値、CCT 筆圧の最大値、CDT 速度の最大値が説明変数として抽出された ( $R^2 = 0.332$ ,  $F=8.163$ ,  $p<0.001$ ) また、従属変数を ADAS としてステップワイズ法による重回帰分析を行ったところ、CCT 筆圧の中央値、CDT のペンが離れていた時間が説明変数として抽出された ( $R^2 = 0.116$ ,  $F=5.272$ ,  $p=0.008$ )

また、時計描画時間が長いと ADAS は高く (+1.6 点)、MMSE は低く (-1.1 点) になった。平均筆圧が弱いと ADAS は高く (+1.4 点)、MMSE は低く (-0.6 点) になった。さらに、時計の数字を順番に書くと ADAS は高く (+1.9 点)、MMSE は低く (-1.6 点) になった。

CDT と CCT の描画過程を電子保存し、特徴量を抽出することで MMSE や ADAS などの認知機能を推定できる可能性が示唆された。今後データをさらに蓄積することで、神経心理学的検査の自動採点や軽度認知障害スクリーニングへ応用が可能となるものと考えられた。また、筆圧測定は運動機能の評価につながる可能性もある。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計7件（うち査読付論文 6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 Sakurai Noriko, Ohno Ken, Kasai Satoshi, Nagasaka Kazuaki, Onishi Hideaki, Kodama Naoki	4. 巻 15
2. 論文標題 Induction of Relaxation by Autonomous Sensory Meridian Response	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Frontiers in Behavioral Neuroscience	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.3389/fnbeh.2021.761621	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 Ryukichi Sekimoto, Sachio Saiki, Masahide Nakamura, Naoki Kodama, Atsushi Sato	4. 巻 LNCS_12198
2. 論文標題 EVIDENT: Extraction and Visualization Interface of Drawing Execution in Neuropsychological Test	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 10th International Conference, DHM 2020, Held as Part of the 22nd HCI International Conference, HCII 2020	6. 最初と最後の頁 460-472
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 関本竜吉、佐伯幸郎、中村匡秀、児玉直樹、佐藤厚	4. 巻 120
2. 論文標題 神経心理学的描画検査における描画過程の可視化インターフェースEVIDENTの実装	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 電子情報通信学会技術研究報告	6. 最初と最後の頁 63-69
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 Takahashi Shingo, Sakurai Noriko, Kasai Satoshi, Kodama Naoki	4. 巻 12
2. 論文標題 Stress Evaluation by Hemoglobin Concentration Change Using Mobile NIRS	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Brain Sciences	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.3390/brainsci12040488	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 Kobayashi Ryota, Sakurai Noriko, Nagasaka Kazuaki, Kasai Satoshi, Kodama Naoki	4. 巻 12
2. 論文標題 Relationship between Tactile Sensation, Motor Activity, and Differential Brain Activity in Young Individuals	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Brain Sciences	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/brainsci12070924	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 Takahashi Shingo, Tomita Yosuke, Tanaka Shigeya, Sakurai Noriko, Kodama Naoki	4. 巻 12
2. 論文標題 Prefrontal Cerebral Oxygenated Hemoglobin Concentration during the Category Fluency and Finger-Tapping Tasks in Adults with and without Mild Cognitive Impairment: A Near-Infrared Spectroscopy Study	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Brain Sciences	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/brainsci12121636	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 Sakurai Noriko, Nagasaka Kazuaki, Takahashi Shingo, Kasai Satoshi, Onishi Hideaki, Kodama Naoki	4. 巻 17
2. 論文標題 Brain function effects of autonomous sensory meridian response (ASMR) video viewing	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Frontiers in Neuroscience	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3389/fnins.2023.1025745	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4件 (うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件)

1. 発表者名 児玉直樹、関本竜吉、佐伯幸郎、中村匡秀、佐藤厚、田中克明、掛晃幸
2. 発表標題 描画遂行過程の可視化による認知機能の自動推定手法
3. 学会等名 第10回日本認知症予防学会学術集会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 関本竜吉、佐伯幸郎、中村匡秀、児玉直樹、佐藤厚
2. 発表標題 描画検査遂行過程の分析を支援するアプリケーションEVIDENTの研究開発
3. 学会等名 第10回日本認知症予防学会学術集会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 関本竜吉、佐伯幸郎、中村匡秀、児玉直樹、佐藤厚
2. 発表標題 描画過程に基づく認知機能検査のデジタル化に向けたプラットフォームの作成
3. 学会等名 電子情報通信学会 ソフトウェアサイエンス研究会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 児玉直樹、関本竜吉、佐伯幸郎、中村匡秀、佐藤厚、田中克明、掛晃幸
2. 発表標題 描画遂行過程の可視化による認知症スクリーニングの可能性
3. 学会等名 第35回日本老年精神医学会
4. 発表年 2020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
研究分担者	浦上 克哉  (URAKAMI KATSUYA)  (30213507)	鳥取大学・医学部・教授    (15101)	

6. 研究組織（つづき）

	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	中村 匡秀  (NAKAMURA MASAHIDE)  (30324859)	神戸大学・数理・データサイエンスセンター・教授    (14501)	
研究 分担者	小杉 尚子  (KOSUGI NAOKO)  (80589648)	専修大学・ネットワーク情報学部・教授    (32634)	
研究 分担者	佐藤 厚  (SATO ATSUSHI)  (80769745)	新潟リハビリテーション大学（大学院）・医療学部・講師    (33113)	

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