

デジタル描画解析による 原因疾患が異なる認知症の鑑別診断支援ツールを開発

認知症には原因となる疾患によっていくつかの種類があり、それぞれ異なるケアを必要とするため、早期の鑑別診断が非常に重要です。しかしながら、アルツハイマー型認知症とレビー小体型認知症には臨床症状に多くの類似点があり、鑑別は容易ではありません。また、鑑別診断に有効とされるバイオマーカー検査は高額で身体的侵襲性を伴うため、安価で非侵襲な診断支援ツールが必要とされています。

本研究では、文字や図形を描画する際の動作を解析することで、これら2つの認知症疾患の鑑別を支援するツールを開発しました。まず、市販のタブレットを用い、アルツハイマー型認知症例、レビー小体型認知症例、健常例の3群から、文章を書く、図形を模写するといった5つのタスク中の描画データを取得しました。このデータをもとに、描画速度、筆圧、静止時間の観点で描画動作を解析した結果、2つの認知症疾患が全く異なる傾向を示すことが分かりました。また、機械学習技術による分類モデルを検証し、複数の描画タスクを組み合わせた解析により3群を高精度で分類できることに加え、各群間の分類において、決め手となる描画タスクがそれぞれ異なっていることを示しました。

本研究は、デジタル描画解析技術をレビー小体型認知症のスクリーニングおよび鑑別支援に応用した世界初の試みであり、複数の異なる描画タスクを効果的に組み合わせることで、認知症疾患の検出と鑑別の両方が達成できることを示しました。簡便なスクリーニングツールとして、原因疾患に応じた認知症の早期診断・早期介入の一助となることが期待されます。

研究代表者

筑波大学 医学医療系
新井 哲明 教授

研究の背景

アルツハイマー病とレビー小体病はいずれも認知症を引き起こす主要な神経変性疾患です。これらが原因となる認知症はそれぞれ異なるケアを必要とするため、早期の鑑別診断が非常に重要です。しかし、アルツハイマー型認知症とレビー小体型認知症は、臨床症状に多くの類似点があり、鑑別は容易ではありません。また、鑑別診断に有効なバイオマーカー検査は高額で身体的侵襲性を伴うといった課題があります。そのため、バイオマーカー検査が必要な対象者を絞り込むための、安価かつ非侵襲なスクリーニングツールが必要とされています。

紙とペンを用いた描画検査は、認知・運動機能の低下を捉える安価・非侵襲なスクリーニングの手段として伝統的に用いられてきた検査法の一つで、認知症だけでなくパーキンソン病など多くの神経疾患に対する有用性が知られています。また近年では、デジタル機器（タブレット端末や電子ペンなど）を用いて描画動作を解析し、より精度の高いスクリーニングを行うアプローチも提案されています。例えば、本研究チームではこれまでに、複数の描画タスクを組み合わせる独自手法を開発し、アルツハイマー型認知症および軽度認知障害検出への有用性を報告しました (<https://www.tsukuba.ac.jp/journal/medicine-health/20220622140000.html>)。そこで今回、このようなデジタル描画解析技術について、レビー小体型認知症のスクリーニング・鑑別支援への応用を試みました。

研究内容と成果

本研究では、アルツハイマー型認知症例 47 名、レビー小体型認知症例 27 名、および認知機能の観点で健常な高齢者 49 名の 3 つのグループに対して、市販のタブレット端末を用いて、文章を書く、図形を模写するといった 5 つのタスク中の描画データを取得し、描画速度、筆圧、静止時間の 3 要素に着目して描画動作を解析しました (図 1)。

解析の結果、描画動作に関して、2 つの認知症疾患が全く異なる傾向を示すことが分かりました。アルツハイマー型認知症グループでは主に静止時間の増加のみが見られたのに対し、レビー小体型認知症グループでは描画速度・筆圧も含めた 3 要素すべてにおいて描画動作の変化が見られました (図 2 A)。このことは、両疾患における認知・運動機能の低下に関する差異を、デジタル描画解析によって捉えることが可能であることを示唆しています。

さらに、機械学習を用いた分類モデルを構築し、本手法の性能を検証したところ、3 つのグループを高い精度 (AUC^{注1} 0.81) で分類できることが明らかになりました。また、各グループ間の分類においては、それぞれ異なる描画タスクが決め手になっていることが分かりました (図 2 B)。これらの結果から、複数の異なる描画タスクを効果的に組み合わせることで、認知症疾患の検出と鑑別の両方が達成できることが初めて示されました。

今後の展開

今回開発した手法は、原因疾患に応じた認知症の早期診断・早期介入のための、簡便で有効なスクリーニングツールの一つとなり得るものです。認知症のスクリーニングに関しては、MRI 画像の利用など、さまざまな方法が提案されていますが、描画動作の解析によるアプローチは、市販のデジタル機器を用いて容易にデータを取得できるため、非専門的な環境にも導入しやすいというメリットがあります。また、パーキンソン病など、認知・運動機能の低下を伴う他の疾患への応用も考えられます。本研究チームは今後、軽度認知障害段階の患者を対象に、より早期の鑑別診断に対する本手法の有用性を検証する予定です。

参考図

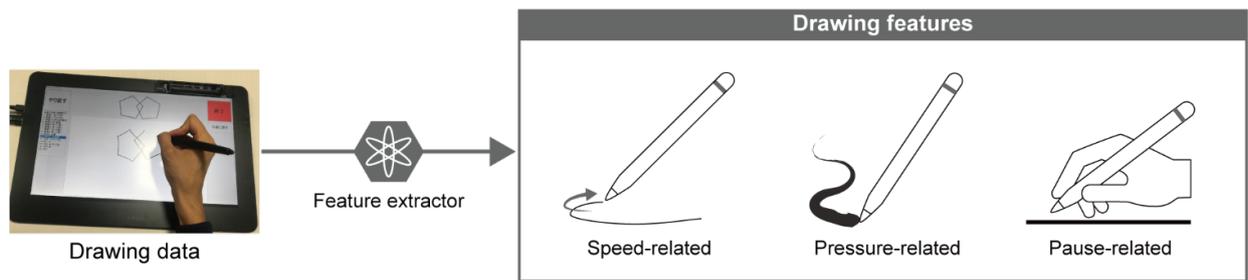


図1 本研究で開発した手法の概要。市販のタブレット機器を用いて取得した描画データから、描画速度、筆圧、静止時間に関する描画動作指標を抽出、解析する。

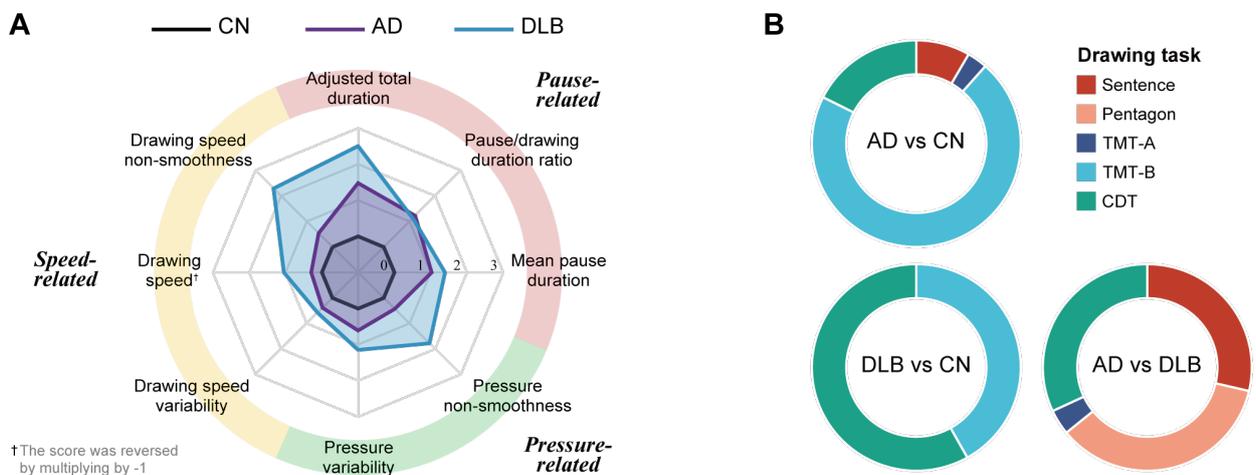


図2 本手法による解析結果の概要。

A: アルツハイマー型認知症 (AD) グループ、レビー小体型認知症 (DLB) グループおよび健常 (CN) グループの描画動作の特徴 (Z-スコア^{注2})。AD グループでは主に静止時間の増加のみが見られるのに対し、DLB グループでは静止時間に加えて描画速度および筆圧にも変化が見られる。

B: 描画データの元となる5種類の描画タスクについて、各分類モデルへの寄与率 (SHAP 値^{注3}の割合)。

AD と CN、DLB と CN、AD と DLB を分類する際、それぞれ異なるタスクの寄与が大きいことが分かる。(Sentence: 文章筆記課題、Pentagon: 図形模写課題、TMT-A: 数字をつなぐ課題、TMT-B: 数字と文字を交互につなぐ課題、CDT: 時計描画課題)

用語解説

注1) AUC (area under the receiver operating characteristic curve)

分類モデルの性能指標の一つ。0~1の値を取り、1に近いほど分類の性能が高い。

注2) Z-スコア

健常グループの描画動作指標の平均値・標準偏差をもとに標準化されたスコア。健常グループからの逸脱の度合いを示す。

注3) SHAP (shapley additive explanations) 値

機械学習モデルの出力に対し、それぞれの入力データがどれだけ寄与したかを示す指標の一つ。

研究資金

本研究は、筑波大学と IBM Research との共同研究契約に基づき、日本学術振興会 科学研究費の一環として実施されました。

掲載論文

【題名】 Characteristics of Drawing Process Differentiate Alzheimer's Disease and Dementia with Lewy Bodies.

(描画動作の特徴に基づくアルツハイマー型認知症とレビー小体型認知症の鑑別支援)

【著者名】 Yasunori Yamada, Masatomo Kobayashi, Kaoru Shinkawa, Miyuki Nemoto, Miho Ota, Kiyotaka Nemoto, Tetsuaki Arai

【掲載誌】 Journal of Alzheimer's Disease

【掲載日】 2022年9月20日

【DOI】 10.3233/JAD-220546

問合わせ先

【研究に関すること】

新井 哲明 (あらい てつあき)

筑波大学 医学医療系 教授

URL: <http://www.tsukuba-psychiatry.com/>

【取材・報道に関すること】

筑波大学広報局

TEL: 029-853-2040

E-mail: kohositu@un.tsukuba.ac.jp