

EVIDENT2.0 を活用した描画検査自動採点に向けた ストロークタグ付け機能の実装

吉田 圭佑[†] 佐伯 幸郎^{††} 佐藤 厚^{†††} 児玉 直樹^{††††} 中村 匡秀^{†,††††}

[†] 神戸大学 〒657-8501 神戸市灘区六甲台町 1-1

^{††} 高知工科大学 〒782-8502 高知県香美市土佐山田町宮ノ口 185

^{†††} 新潟県立吉田病院 〒959-0242 新潟県燕市吉田大保町 32 番 14 号

^{††††} 新潟医療福祉大学 〒950-3198 新潟市北区島見町 1398 番地

^{†††††} 理化学研究所・革新知能統合研究センター 〒103-0027 東京都中央区日本橋 1-4-1

E-mail: †yoshikei@es4.eedept.kobe-u.ac.jp, ††saiki.sachio@kochi-tech.ac.jp, †††masa-n@cmds.kobe-u.ac.jp

あらまし 日本の超高齢社会に伴い、医療従事者の不足が深刻化しており、認知症の早期発見・スクリーニング検査の効率化が求められている。描画検査は認知機能評価に広く用いられるが、従来は完成形中心の採点が主であり、描き順や思考時間など描画過程の活用が十分ではない。我々は描画過程を可視化するシステム EVIDENT2.0 を開発してきたが、描画過程データを自動採点へ応用する上で、ストロークと描画部品（円・針・数字等）の対応関係が明示されていないことが課題である。本研究では、これらの課題解決に向けて、ストローク単位でタグ付与を行う機能を実装し、さらにタグ付き描画データをタグ別に分離表示して閲覧・検証できる機能を EVIDENT-ADMIN に実装する。提案機能により、部品単位の特徴抽出や採点根拠の提示が容易となり、品質を担保したタグ付きデータセットの構築を通じて、機械学習等による描画検査自動採点に向けた基盤整備が期待される。

キーワード 神経心理学検査, 描画検査, 時計描画検査, 描画過程, Web サービス, DX

Implementation of a Stroke-Tagging Function for Automated Scoring of Drawing Tests Using EVIDENT2.0

Keisuke YOSHIDA[†], Sachio SAIKI^{††}, Atsushi SATO^{†††}, Naoki KODAMA^{††††}, and Masahide
NAKAMURA^{†,††††}

[†] Kobe University 1-1 Rokkodai-cho, Nada-ku, Kobe, Hyogo 657-8501 Japan

^{††} Kochi University of Technology 185 Miyanokuchi, Tosayamada-cho, Kami City, Kochi 782-8502, Japan

^{†††} Niigata Prefectural Yoshida Hospital 32-14 Yoshida Daibo-cho, Tsubame City, Niigata, 959-0242, Japan

^{††††} Niigata University of Health and Welfare 1398 Shimami-cho, Kita-ku, Niigata, 950-3198 Japan

^{†††††} Riken AIP 1-4-1 Nihon-bashi, Chuo-ku, Tokyo 103-0027 Japan

E-mail: †yoshikei@es4.eedept.kobe-u.ac.jp, ††saiki.sachio@kochi-tech.ac.jp, †††masa-n@cmds.kobe-u.ac.jp

Abstract Japan's super-aging society has intensified the shortage of healthcare workers, increasing the need for efficient and reliable screening for cognitive decline. We developed **EVIDENT2.0**, a web-based system that records and visualizes drawing-process data for neuropsychological tests. In this study, we aim to enhance **EVIDENT2.0** for better detection of mild cognitive impairment (MCI) by adding the Trail Making Test (TMT) as a drawing-based assessment and implementing a feedback function for participants. Introducing a higher-difficulty test is expected to reveal subtle differences in drawing data, while the feedback function can motivate participants to engage in regular cognitive testing, thereby improving the practicality of group cognitive screening.

Key words Neuropsychological test, Drawing test, Clock drawing test, Drawing process, Web service, DX

1. はじめに

現在、日本は超高齢社会に直面しており、高齢者人口の増加に伴って医療需要が拡大している。その一方で、医療従事者の不足が顕在化しており、限られた人的資源で診療・介護の質を維持するために、業務の効率化や医療サービスのデジタル化、すなわちデジタルトランスフォーメーション（DX）の推進が重要となっている。このような背景の下、認知症の早期発見・早期介入を支えるスクリーニング検査の重要性も高まっている。

認知症のスクリーニングには、時計描画検査（Clock Drawing Test: CDT）[1] や立方体模写検査（Cube Copying Test: CCT）[2] など、紙と筆記具で簡便に実施できる描画検査が広く用いられてきた [3]。従来、描画検査は完成した図の形状を中心に採点・評価されることが多かったが、描き順、躊躇時間、ストロークの速度変化など、描画過程の情報を併せて参照することで、より精度の高い評価や、誤りの根拠提示につながる可能性が指摘されている。また、認知機能の低下を早期に捉えるには定期的な検査の実施が有効であり、そのために集団での実施を前提とした検査運用の重要性も増している [4]。

我々の研究グループでは、描画検査のDX化を目指し、描画過程をデジタルデータとして記録・可視化することで、医療従事者による解釈を支援するWebアプリケーションEVIDENT（Extraction and Visualization Interface of Drawing Execution in Neuropsychological Tests）を提案・実装した [5] [6]。さらに、EVIDENTを集団検査に適した形に拡張したEVIDENT2.0を開発し [7]、実証実験を通して描画データの収集と運用上の有用性を確認してきた [8]。また、EVIDENT2.0の実証実験を通して集団検査における実用性を確認できた一方で、描画過程データを採点や分析に活用する上では、以下の2つの課題が浮上した。

P1: ストロークと描画部品の対応関係が明示されていない

P2: タグ付与の妥当性確認・検証の仕組みが不足している

本研究では、上記課題の解決を通じて、EVIDENT2.0で収集される描画過程データに対しストローク単位で意味的なタグ情報を付与し、描画検査の自動採点に向けた基盤を整備することを目的とする。具体的なアプローチとして以下の2つを設定する。

A1: ストローク単位でのタグ付け機能の追加

描画結果をストローク単位で再生・選択可能とし、選択したストロークに対してタグ（例：円、針、数字、補助線、誤描画等）を付与する画面を設計・実装する。

A2: タグ付き描画データの閲覧・検証機能の実装

付与されたタグ付き描画データを医療従事者が閲覧・検証できる機能を実装する。タグごとで描画データを分けて表示することで、医療従事者が描画過程の特徴をより詳細に把握できるようにするとともに、今後の機械学習などによる自動採点のためのデータセット構築に役立つ。

本研究で行った改良により、部品単位での特徴抽出や採点根

拠の提示が容易になり、タグ付きデータの品質を担保した上で、自動採点手法の検討・評価へつなげられると考えられる。

また、本研究は、新潟医療福祉大学の倫理審査委員会の許可を受けている（承認番号 19323-240614）。

2. 準備

2.1 高齢化社会と認知症

現在、日本は超高齢社会によって医療需要が高まり、そのために医療従事者の不足が問題視されている。厚生労働省の発表によると、2030年には医師が約3万人不足すると予測されている [9]。このような医療現場の人手不足を補うために、デジタル化を用いた業務の効率化、すなわちデジタルトランスフォーメーション（DX）が推進されている。その例として電子カルテやオンライン問診表などが挙げられ、実際に使用する病院も徐々に増えてきている。また、現在は普及していないものの、オンライン診療の導入も期待されている。これにより訪問診療時の移動時間が短縮し、人手不足の解消や医療の地域格差の解決につながると考えられている。

さらに、高齢化社会の進展に伴い、認知症は日本における大きな社会問題となっている。内閣府発表の高齢社会白書によると、2040年には認知症高齢者数が584万人を超えるとされ、これは65歳以上の高齢者の約6人に1人が認知症を患うとの推計である [10]。認知症は早期発見と早期治療が重要であり、そのためにさまざまな認知症検査が行われている。中でも認知症の前段階とされる軽度認知障害（Mild Cognitive Impairment, MCI）の段階での診断が重要であり、そのためには定期的な認知機能検査が必要である。

2.2 神経心理学的描画検査

神経心理学は、言語、記憶、認知、行為、前頭葉の機能など、脳の中樞神経系が果たす役割を解明し、その障害に伴う症状への対処を目的とする学問分野である [11]。この分野における一つの重要な診断手法が、描画を用いた検査法である。これらの検査では、被験者が指示に基づいて特定の絵や図形を紙に描くことを通じて、認知機能の状態を評価する。描画検査は、認知症や脳機能障害の評価に広く使用されており、以下はその代表的な例である。

時計描画検査

時計描画検査は、認知症スクリーニングに用いられる基本的な検査である。この検査では、被験者にA4サイズの白紙とペンを渡し、「10時10分（または11時10分）を指すアナログ時計を描いてください」と口頭で指示する [12]。

立方体模写検査

立方体模写検査は、時計描画検査と同様に認知症のスクリーニングに使用される描画検査の一つである。この検査では、立方体の透視図を被験者に提示し、それをA4サイズの白紙に模写するよう指示する。

書字検査

に要する負担が大きい。また、将来的に機械学習や LLM 等を用いた自動採点を行う場合でも、部品対応が不明確なままでは学習・推論が不安定になり、誤判定や根拠提示の困難さにつながる。

P2: タグ付与の妥当性確認・検証の仕組みが不足している

自動採点に向けてタグ付きデータを蓄積するには、付与したタグが適切であることを医療従事者が確認・修正できる仕組みが不可欠である。しかし、タグが付与されても、タグごとの描画の分離表示や、タグ付き描画データの俯瞰・検証が容易に行えない場合、誤タグやタグ漏れが発生しても気づきにくく、データ品質の低下を招く。その結果、構築されるデータセットの信頼性が損なわれ、機械学習等による自動採点モデルの性能低下や、臨床利用に耐える説明可能性の不足につながる。

3. 提案手法

3.1 目的とアプローチ

本研究の目的は、EVIDENT2.0 で収集される描画過程データに対し、ストローク単位で意味的なタグ情報を付与できる機能を実装し、描画検査の自動採点に向けた基盤を整備することである。本研究のキーアイデアは、描画をストローク集合として捉え、各ストロークに対して人手で付与したタグを保持することで、描画のストロークの情報と過程情報を同時に扱えるようにする点にある。これにより、採点規則や学習モデルが参照すべき対象（円、針、数字等）を明確化し、採点結果の根拠提示や誤り箇所の特定を容易にすることが期待される。具体的なアプローチとして、以下の2つを挙げる。

A1: ストローク単位でのタグ付け機能の追加

描画結果をストローク単位で再生・選択可能とし、選択したストロークに対してタグ（例：円、針、数字、補助線、誤描画等）を付与する画面を設計・実装する。

A2: タグ付き描画データの閲覧・検証機能の実装

付与されたタグ付きの描画データを医療従事者が閲覧・検証できる機能を実装する。タグごとで描画データを分けて表示することで、医療従事者が描画過程の特徴をより詳細に把握できるようにするとともに、今後の機械学習などによる自動採点のためのデータセット構築に役立つ。

各アプローチの詳細については、以下で述べる。

3.2 A1: ストローク単位でのタグ付け機能の追加

3.1 節で述べた通り、描画結果をストローク単位で再生・選択可能とし、選択したストロークに対してタグ（例：円、針、数字、補助線、誤描画等）を付与する画面を設計・実装する。このタグ付け機能は、EVIDENT-ADMIN 内の 1 機能として実装する。タグの種類は、描画検査それぞれに対して以下の表 1 に示すように設定する。また、表 1 に示すタグの選択肢以外を選択したい場合に備え、自由記述欄も設ける。

表 1: 描画検査ごとのタグの種類

| 検査種類 | タグ種類 |
|----------|---|
| 時計描画検査 | 数字 (1-12), 外円, 針, その他 (ノイズ) |
| 書字検査 | 犬, も, 歩, け, ば, 棒, に, 当, た, る, その他 (ノイズ) |
| その他の描画検査 | その他 (ノイズ) |

3.3 A2: タグ付き描画データの閲覧・検証機能の実装

3.1 節で述べた通り、A1 で付与したタグ付き描画データを医療従事者が閲覧・検証できる機能を実装する。本機能は EVIDENT-ADMIN 内の描画データ閲覧機能として実装し、原本（全ストローク）の表示に加えて、タグごとにストロークを抽出して分離表示できるようにする。これにより、例えば時計描画検査において「外円」「針」「数字」など部品単位で描画過程を確認でき、誤タグやタグ漏れの発見・修正が容易になる。また、タグ別表示は部品単位の特徴量抽出や採点根拠の提示にも直結するため、将来的に機械学習や LLM 等を用いた自動採点に向けたデータセット構築の基盤として活用できる。

4. 実装

4.1 実装に利用した技術

本研究で行った実装は、EVIDENT2.0 の実装時と同様に以下の技術を用いて行った。

- 開発言語：Java1.8, HTML5, CSS3, JavaScript
- DBMS：MySQL
- Web サービスフレームワーク：Spring Boot 2.6.0
- テンプレートエンジン：Thymeleaf
- JavaScript ライブラリ：jquery 3.5.1, bootstrap 3, canvas-arrow, bootstrap-select
- CSS ライブラリ：bootstrap 3, bootstrap-select, Material Icon
- Web サーバ：Apache Tomcat 9.0.29

4.2 画面

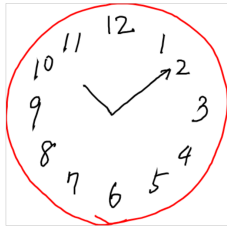
本節では本研究で新しく実装した代表的な機能を表す画面を示し、説明を行う。

タグ付与画面

EVIDENT-ADMIN に実装したタグ付与画面を検査種類ごとに示す。時計描画検査のタグ付与画面を図 4 に、書字検査のタグ付与画面を図 5 に、立方体模写検査のタグ付与画面を図 6 に示す。それぞれの画面では、描画データの完成形が黒で表示され、特定のストロークの部分のみ赤で表示される。医療従事者は赤で表示されたストロークが時計描画検査であればどの数字を表しているか、書字検査であればどの文字を表しているかなどをページ下部の選択肢から選択していく。選択されると自動的に次のストロークが赤で表示される。選択肢以外のタグを

付与したい場合は、選択肢の下にある自由記述欄にタグを入力する。

ストロークのタグ付け



現在のストローク： 1

← 前へ 次へ →

ストローク 1
ストロークのタグを選択

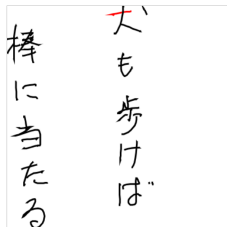
外円 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 針 その他(ノイズ)

選択肢にない場合 (自由記述) :
例) 0, 分岐線 など

※入力すると上の選択より優先して保存されます

図 4: 時計描画検査のタグ付与画面

ストロークのタグ付け



現在のストローク： 1

← 前へ 次へ →

ストローク 1
ストロークのタグを選択

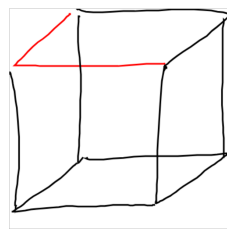
犬 歩 け ば 棒 に 当 たる その他(ノイズ)

選択肢にない場合 (自由記述) :
例) 誤字 など

※入力すると上の選択より優先して保存されます

図 5: 書字検査のタグ付与画面

ストロークのタグ付け



現在のストローク： 1

← 前へ 次へ →

ストローク 1
ストロークのタグを選択

その他(ノイズ)

選択肢にない場合 (自由記述) :
例) 誤字 など

※入力すると上の選択より優先して保存されます

図 6: 立方体模写検査のタグ付与画面

付与されたタグ付き描画データの閲覧画面

EVIDENT-ADMIN に実装した、付与されたタグ付き描画データの閲覧画面を図 7 に示す。この画面は、すでに付与された描画データのタグを確認するための画面である。付与されたタグごとに描画データを分けて表示することで、医療従事者が描画過程の特徴をより詳細に把握できるようにしている。また、タグの内容を確認することで、誤タグやタグ漏れの発見・修正が容易になる。

タグごとのストローク一覧

タグ付与画面へ戻る

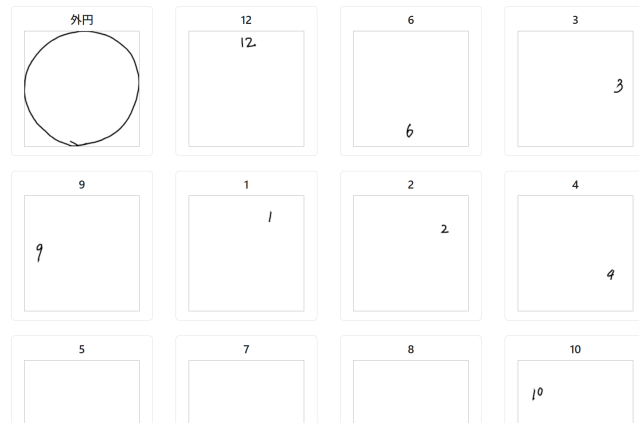


図 7: 付与されたタグ付き描画データの閲覧画面

5. 考 察

本研究では、描画過程データに対してストローク単位のタグ付与機能 (A1) と、タグ付き描画データの閲覧・検証機能 (A2) を実装し、自動採点に向けた基盤整備を行った。

A1 により、各ストロークが「外円」「針」「数字」等の描画部品に対応づけられ、従来は可視化結果を参照しながら人手で解釈していた部品同定をデータとして保持できるようになった。これにより、部品単位での特徴量抽出や採点根拠の提示が行いやすくなると期待される。また A2 により、タグごとの分離表示を可能とし、誤タグやタグ漏れの発見・修正を支援できるようになった。タグ付きデータの品質を確保する仕組みを提供できた点は、学習用データセット構築において有用である。

一方で、タグ付与作業の人的コストや、タグ体系の一貫性確保といった課題が残る。今後は、付与ガイドラインの整備や作業支援 (候補提示等) による負担軽減を検討するとともに、タグ情報を活用した自動採点手法の設計と評価を進める必要がある。

6. ま と め

本研究では、EVIDENT2.0 で収集される描画過程データを将来的な自動採点に応用するため、ストロークと描画部品の対応関係を明示できるタグ付きデータの構築基盤を整備した。従来の EVIDENT2.0 では描画過程をストローク列として記録できる一方、各ストロークが「外円」「針」「数字」等のどの部品に対応するかがデータ上で明示されておらず、医療従事者が可視化結果を見ながら手作業で解釈する必要があった。この問題は、部品単位の特徴抽出や採点根拠の提示を難しくし、学習

データの安定的な構築の妨げにもなっていた。

そこでアプローチ A1 として、描画結果をストローク単位で再生・選択可能とし、選択したストロークに対してタグを付与できる機能を EVIDENT-ADMIN に実装した。検査種類ごとにタグ候補を用意し、候補にない場合に備えた自由記述欄も設けることで、多様な描画パターンに対応できるようにした。これにより、各ストロークがどの部品に属するかをデータとして保持でき、部品単位での特徴量設計や採点規則の検討、学習モデルが参照すべき対象の明確化が可能となった。

さらにアプローチ A2 として、付与したタグの妥当性を医療従事者が確認・修正できるよう、タグ付き描画データの閲覧・検証機能を実装した。本機能では原本（全ストローク）の表示に加え、タグごとにストロークを抽出して分離表示できるようにし、誤タグやタグ漏れの発見を容易にした。今後は、タグ付与作業の負担軽減やタグ体系・付与基準の整備を進めるとともに、蓄積したタグ付きデータを用いた特徴量抽出と自動採点手法の検討・評価を行うことが課題である。

謝辞 本研究の一部は JSPS 科研費 JP25H01167, JP25K02946, JP25K24389, JP24K02765, JP24K02774, JP23K17006, JP23K28091, JP23K28383 の研究助成を受けて行われている。

文 献

- [1] B. Agrell and O. Dehlin, "The clock-drawing test," *Age and ageing*, vol.27, no.3, pp.399-403, 1998.
- [2] M. S, O. A, M. S, O. K, S. T, K. I, and Saito E., "Cube Copying Test(CCT) 採点法の信頼性・妥当性に関する臨床的検討," *Japanese Journal of Comprehensive Rehabilitation Science*, pp.5-102, 2014.
- [3] N. Masami, N. Masahiro, I. Eiji, O. Kanami, K. Masako, H. Akiko, M. Yasuyo, and W. Shinnichi, "MMSE and scoring of clock drawing test increase the accuracy of diagnosis of dementia," *医学検査*, vol.68, no.3, pp.424-429, 2019.
- [4] "ファイブ・コグ 高齢者用集団認知検査," <https://www.iiyobou.org/fivecog>. (Accessed on 02/25/2026).
- [5] S. Ryukichi, S. Sachio, N. Masahide, K. Naoki, and S. Atsushi, "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," *電子情報通信学会技術研究報告*, vol.120, no.232 SC2020-31, pp.63-69, 2020.
- [6] S. Ryukichi, S. Sachio, N. Masahide, K. Naoki, and S. Atsushi, "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," *電子情報通信学会技術研究報告*, vol.121, no.416, pp.151-156, 2022.
- [7] Y. Keisuke, S. Sachio, K. Naoki, S. Atsushi, C. Sinan, and N. Masahide, "描画過程に基づく認知機能検査アプリケーションの集団検査に向けた改良," *電子情報通信学会技術研究報告*, vol.123, no.429, LOIS2023-60, pp.070-077, 2024.
- [8] Y. Keisuke, H. Shun, S. Sachio, S. Atsushi, K. Naoki, and N. Masahide, "描画検査アプリ EVIDENT を用いた集団検査実験の実施と探索的データ分析," *電子情報通信学会技術研究報告*, vol.124, no.245 SC2024-40, pp.108-115, 2024.
- [9] 日本看護協会, "2019 年 病院看護実態調査," https://www.nurse.or.jp/up_pdf/20200330151534_f.pdf. (Accessed on 02/25/2026).
- [10] 内閣府, "2024 年 高齢社会白書," https://www8.cao.go.jp/kourei/whitepaper/w-2024/html/zenbun/s1_2_2.html. (Accessed on 02/25/2026).
- [11] T. Koichi, "神経心理学評価ハンドブック," 2004. <https://books.google.co.jp/books?id=RRouAwAACAAJ>
- [12] "How the Clock-Drawing Test Screens for Dementia," <https://www.verywellhealth.com/the-clock-drawi>

ng-test-98619. (Accessed on 02/25/2026).

- [13] W. Souillard-Mandar, R. Davis, C. Rudin, R. Au, and D. Penney, "Interpretable Machine Learning Models for the Digital Clock Drawing Test," 2016.