

EVIDENT2.0：神経心理学的描画検査のDXを実現するクラウドプラットフォーム

吉田 圭佑^{1,a)} 平井 駿^{1,b)} 佐伯 幸郎^{2,c)} 佐藤 厚³ 児玉 直樹⁴ 中村 匡秀^{1,5,d)}

概要：日本の超高齢社会においては、医療従事者の不足や認知症患者の増加が深刻化しており、簡便かつ効率的なスクリーニング検査の重要性が高まっている。我々は、描画過程を可視化するシステム「EVIDENT」を発展させ、新時代の描画検査プラットフォーム「EVIDENT2.0」を構築した。EVIDENT2.0では、従来の描画検査に加えて新たな検査や採点機能、集団検査を支援する仕組みを備えている。本稿では、その全体像を紹介するとともに、実際の施設での活用事例を報告し、描画過程データに基づく認知症スクリーニングの新たな可能性を示す。

キーワード：神経心理学検査、描画検査、Web サービス、DX

EVIDENT2.0: A cloud platform for digitally transforming neuropsychological drawing tests

Abstract: In Japan's super-aging society, the shortage of healthcare professionals and the increasing number of dementia patients are becoming serious concerns, highlighting the need for simple and efficient screening methods. We have advanced our previous system "EVIDENT", which visualizes drawing processes, and developed a new neuropsychological drawing test platform, "EVIDENT2.0". EVIDENT2.0 extends conventional drawing tests by incorporating additional tasks, scoring functions, and mechanisms to support group testing. In this paper, we introduce the overall architecture of EVIDENT2.0, present practical case studies conducted in clinical facilities, and demonstrate the new potential of dementia screening based on drawing process data.

Keywords: Neuropsychological test, Drawing test, Web service, DX

¹ 神戸大学 〒 657-8501 神戸市灘区六甲台町 1-1
Kobe University 1-1 Rokkodai-cho, Nada-ku, Kobe, Hyogo 657-8501 Japan
² 高知工科大学 〒 782-8502 高知県香美市土佐山田町宮ノ口 185
Kochi University of Technology 185 Miyanokuchi, Tosayamada, Kami City, Kochi 782-8502, Japan
³ 愛知淑徳大学 〒 480-1197 愛知県長久手市片平二丁目 9
Aichi Shukutoku University 2-9, Katahira, Nagakute-city, Aichi Prefecture, 480-1197 Japan
⁴ 新潟医療福祉大学 〒 950-3198 新潟市北区島見町 1398 番地
Niigata University of Health and Welfare 1398 Shimamicho, Kita-ku, Niigata, 950-3198 Japan
⁵ 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
Riken AIP 1-4-1 Nihon-bashi, Chuo-ku, Tokyo 103-0027 Japan
a) yoshikei@es4.eedept.kobe-u.ac.jp
b) hirashun@es4.eedept.kobe-u.ac.jp
c) saiki.sachio@kochi-tech.ac.jp
d) masa-n@cmds.kobe-u.ac.jp

1. はじめに

日本は超高齢社会に直面し、医療需要の増大と医療従事者不足が深刻化している。認知症患者の増加に伴い、簡便で信頼性の高いスクリーニング検査の重要性も高まっている。従来、時計描画検査 [1] や立方体模写検査 [2] などの描画検査は完成図のみで評価されてきたが、描画過程（描き順・思考時間など）を含めた分析により、より精度の高い診断が期待できる。また、定期的な認知機能検査の有効性から、集団での検査ニーズも拡大している [3]。

我々の研究グループでは、こうした課題に対応するため、描画過程を可視化し医療従事者に提供する Web アプリ EVIDENT を開発してきた [4] [5]。EVIDENT は、デジタル描画検査の実施・診断・分析を統合的に行える環境を

提供し、描画検査の DX を実現する初の取り組みであった。しかし、さらなる発展のためには、描画機能の拡張 (P1)、診断支援の強化 (P2)、集団検査への適応 (P3) といった課題が残されていた。

本稿では、これらの課題に対処するために構築した新しいプラットフォーム **EVIDENT2.0** を紹介する [6] [7] [8]。EVIDENT2.0 は、描画検査の実施から採点・診断支援までを一貫して行えることを目的とし、次の要件を満たすよう設計されている：描画機能の拡張 (R1)、医療従事者の診断支援 (R2)、集団検査への効率的適応 (R3)。これに基づき、書字検査や TMT の追加 (A1)、フィードバック機能 (A2)、採点機能 (A3)、QR コードログイン (A4)、イベント管理機能 (A5) を実装した。

さらに、通所介護施設や地域コミュニティ等で 5 回の実験を実施し、実際の現場環境においても円滑に動作することを確認した。以上を踏まえ、本稿では EVIDENT2.0 の全体像を紹介するとともに、今後のデータ分析への展開可能性について論じる。

本研究は新潟医療福祉大学倫理審査委員会の承認を受けて実施された (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。厚生労働省の試算によると、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、脳の中枢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

書字検査も上の 2 つの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、被験者に A4 サイズの白紙とペンを渡し、特定の文を書くように口頭で指示する。本研究では、「犬も歩けば棒にあたる」という文を指示文として使用する。

トレイルメイキングテスト

トレイルメイキングテスト (Trail Making Test, TMT) も時計描画検査と同様に、認知症のスクリーニング検査として用いられる描画検査である。トレイルメイキングテストは大きく 2 種類に分けられ、それぞれ TMT-A、TMT-B と呼ばれる。TMT-A は図 1 のように数字が書かれた円を数字が小さい順番に線で結ぶ検査であり、TMT-B は日本の場合、図 2 のように数字と平仮名が描かれた円を、1 → あ → 2 → い → … と交互に線で結ぶ検査である。

一般的にトレイルメイキングテストは、時計描画検査や立方体模写検査と比べ難易度が高く、軽度認知障害 (MCI) の評価に用いられることが多い。

2.3 先行研究：EVIDENT

ICT 端末を活用して描画検査を行い、その結果を機械学習によって回帰分析や分類を行う研究は、特に時計描画検査の分野で多く進められている。一方で、機械学習を用いた自動採点には膨大なデータが必要であることに加え、解釈可能性と精度の向上がトレードオフの関係にあることが指摘されている [13]。さらに、描画の過程と診断結果の関連性を解釈するのが難しい場合もあり、こうした課題が自

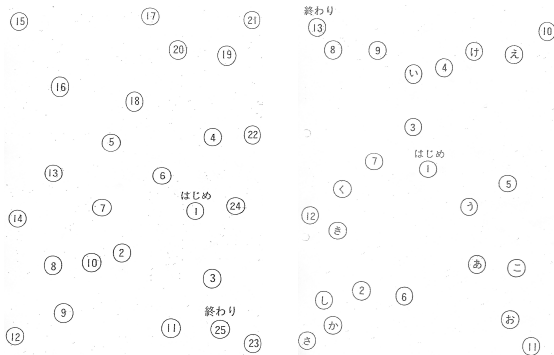


図 1: TMT-A の背景例 図 2: TMT-B の背景例

動採点の実用化を妨げる要因となっている。これらの問題から、機械学習を利用した描画検査の自動採点は現時点では広く普及しておらず、実用化には一定の時間が必要と考えられている。

こうした背景を踏まえ、私たちの研究グループでは、機械学習を用いるのではなく、描画の順序やストローク速度といった描画過程のデータを直感的に可視化し、それを医療従事者に提供することで、描画の特徴を活用した新たな採点基準や診断手法の開発に寄与できるのではないかと考えた。これに関連して、デジタル描画データを統一して管理し、描画検査から診断・分析までを一元的に行うシステムの開発に取り組み、その成果として、デジタル描画検査の DX 化を目指した 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 [4] [5]。

このシステムを利用することで、タブレット端末とインターネット環境があればどこでも時計描画検査と立方体模写検査を実施でき、また、描画過程の詳細なデータを医療従事者が Web 上でいつでも確認でき、これにより 2.1 節で触れたオンライン診療における診断業務を補完することが可能である。さらに、描画検査の画面から手順を確認する機能を備えているため、医療従事者が直接立ち会わなくても検査が実施可能となり、日常的な認知機能検査をより効率的に行うことが可能となった。

2.4 本研究で着目する課題

2.3 節で述べた通り、従来のタブレット型描画検査システム EVIDENT により、時計描画検査や立方体模写検査といった基本的な描画検査の実施環境は整備された。しかし、現代の認知機能評価におけるニーズを考慮すると、依然として以下の課題が残されている。

P1: 描画検査の機能的制約

EVIDENT が対応している検査は限定的であり、利用可能な描画課題は時計描画検査や立方体模写検査にとどまっていた。これらの描画検査は認知症のスクリー

ニングには有効であるが、健常者向けに描画検査を行う場合には難易度が低く、十分な差異が得られない可能性が考えられる。そのため、書字検査やトレイルメイキングテストといったより難易度の高い描画検査を実施することで、健常者の中での差異を発見しやすくし、MCI の早期発見を目指す必要がある。

また、描画検査を実施した際の被験者に対するフィードバックが不足しており、被験者が自分の描画過程を振り返ることができないため、定期的な認知機能検査に対するモチベーションの維持が難しい。そのため、被験者が自分の描画結果を振り返られるようなフィードバック機能の実装が求められる。

P2: 医療従事者の診断支援の不足

従来のシステムでは描画データを収集・保存することは可能であったが、その後の採点や結果解釈を効率的に行う仕組みは十分ではなかった。医療従事者が診断を行う際に活用できるよう、採点やデータ可視化の機能を備え、診断を補助することが求められる。

P3: 集団検査への適応と効率性

EVIDENT における描画検査は主に個別実施を前提としており、複数被験者を対象とする大規模検査やイベントにおいては、ログインやデータ管理の手間が大きく効率的ではなかった。特に集団環境での迅速な認証や一括管理の仕組みが不足しており、効率的な運用が課題となっている。

本稿では、これらの課題に着目し、これまで個別に機能改良を積み重ねてきた成果 [6] [7] [8] を包括的に整理し、新時代の描画検査プラットフォームに向けた位置付けを明らかにする。

3. EVIDENT2.0

3.1 目的と要件

本研究の目的は、2.3 節で述べた EVIDENT をもとに、新時代の神経心理学的描画検査プラットフォーム EVIDENT2.0 を構築することである。

本研究のキーマイデアは、描画検査の実施から医療従事者による描画データの採点までを 1 サービス内で完結させることである。

本研究の目的を達成するために、2.4 節で述べた課題に対応した以下の満たすべき要件を設定する。

R1: 描画検査の機能拡張

時計描画検査や立方体模写検査のみに限定されていた検査を拡張し、書字検査やトレイルメイキングテストなどを実装することで認知機能をより詳細に評価できる必要がある。加えて、被験者が自身の描画過程や結

果を振り返ることができるフィードバック機能を導入し、定期的な検査参加へのモチベーションを維持できる。

R2: 医療従事者の診断支援

描画データを効率的に採点・可視化し、医療従事者が診断を行う際の負担を軽減する機能が求められる。具体的には、描画結果や描画過程を定量的に評価し、診断を補助する環境を提供する必要がある。

R3: 集団検査への適応と効率化

複数の被験者を対象とする大規模検査やイベントに対応するために、集団環境での効率的な運用を実現する仕組みが必要である。そのため、QRコードを用いた迅速なログイン手法やイベント単位でのデータ管理機能を整備し、複数被験者の検査を円滑に進められるようにする。

3.2 全体アーキテクチャ

EVIDENT2.0の全体アーキテクチャを図3に示す。EVIDENT2.0では、図3の通り被験者はEVIDENT-EXAM、医療従事者はEVIDENT-ADMINといったように、ユーザーの役割によってアプリそのものを分けている。EVIDENT-EXAMは被験者が描画検査を行うためのアプリであり、EVIDENT-ADMINは医療従事者が被験者情報の管理や描画データの閲覧・分析を行うためのアプリである。

3.3 実装機能

本研究では、3.1節で述べた要件R1~R3を満たすために、以下の具体的な機能を新たに実装した。各機能の詳細については、以下で述べる。

A1: 書字検査およびトレイルメイキングテストの追加

A2: フィードバック機能

A3: 描画データの採点機能

A4: QRコードによるログイン手法の拡張

A5: イベント管理機能

3.3.1 A1: 書字検査およびトレイルメイキングテストの追加

要件R1を満たすために、時計描画検査や立方体模写検査に加え、書字検査やトレイルメイキングテストを追加する。これにより、認知機能をより詳細に評価できる。

なお、トレイルメイキングテストに関しては2.2節で述べた2種類のうち、TMT-Bを実装し、背景画像に関しては図4に示すEVIDENT2.0用に新たに作成したものを使用する。2.2節の図2に示す背景画像に比べ、丸の数を減

らし、文字や丸を大きくしている。これにより、高齢者でも見やすく、描きやすいように配慮している。

また、トレイルメイキングテストの説明はほかの描画検査の指示と比べ複雑であり、より丁寧な説明が求められる。そのため、トレイルメイキングテストの練習版も新たに設定した。図5に示すように本番と比べてさらに丸の数を減らし、検査監督は練習版を用いて被験者に説明を行う。

3.3.2 A2: フィードバック機能の追加

要件R1を満たすために、描画検査時に被験者に見せるフィードバック用の画面を設計し、実装する。このフィードバック画面は、描画検査後に被験者にその描画データを見せるためのものであり、医療従事者用のアプリであるEVIDENT-ADMINにて確認できる。

フィードバック画面には、日付や描画検査名、検査回数などの基本情報や描画原本を表示するほか、描画データの筆圧や速度などの特徴量を数値で表示し、その数値が他の被験者と比較してどの程度の値なのかを箱ひげ図形式で示す。また、その被験者が過去に同じ描画検査を受けていた場合、その過去の描画データと比較した結果も表示する。

3.3.3 A3: 描画データの採点機能の追加

要件R2を満たすために、医療従事者がEVIDENT-ADMINにて描画検査の採点を行うための機能を実装する。この機能では、医療従事者が1画面内で描画データを閲覧し、その描画データを採点できる。この採点画面に関しては、2.2節で述べた時計描画検査、立方体模写検査、書字検査の3つの描画検査それぞれに対して個別で実装する。採点の項目に関しては、医療従事者の監修のもと作成を行った。

また、採点結果は描画データと紐づけられ、医療従事者はEVIDENT-ADMINの描画データ閲覧画面で採点結果を確認できる。この採点結果は、医療従事者がEVIDENT-ADMINの描画データ閲覧画面で確認できるだけでなく、各描画検査ごとに描画データを一覧表示する画面にて採点スコア順に並べ表示できるよう改良する。

3.3.4 A4: QRコードによるログイン手法の拡張

要件R3を満たすために、被験者のログイン手法を拡張する。ログイン手法としては、QRコードによるログイン手法、被験者の氏名と生年月日を用いた手法、被験者情報の新規登録による手法の3つを実装する。これらのログイン方法はすべてEVIDENT-EXAMの被験者ログイン画面から選択できる。これにより、実験を行う状況に応じて、ログイン手法を使い分けられるようになる。

例えば、初めてその被験者が検査を受ける場合は、事前に被験者情報がわかっているかどうかに応じて使い分けられる。もし被験者情報が事前にわかっている場合は、その被験者情報を使いアカウントをあらかじめ作成し、そのアカウントのQRコードでログインし、そのまま検査を受けることができる。一方で、その被験者情報が事前にわから

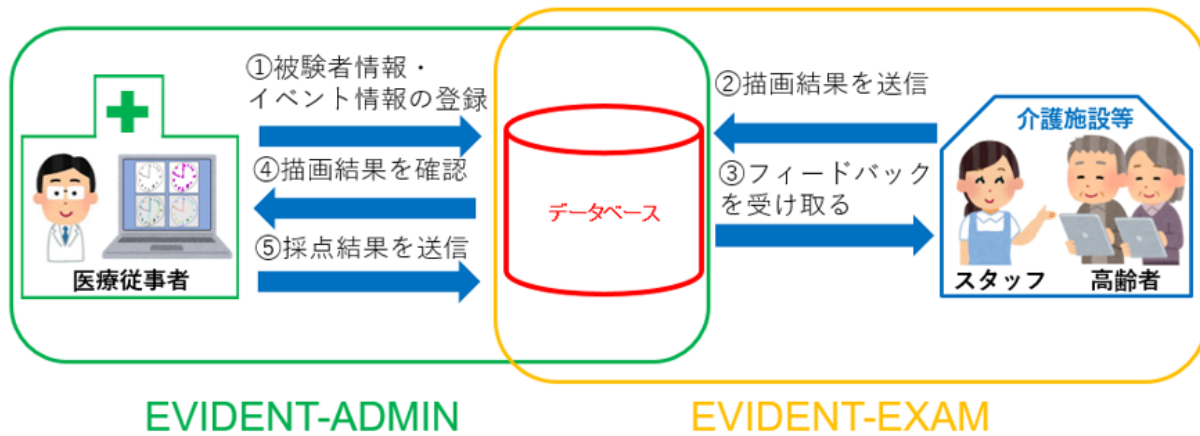


図 3: EVIDENT2.0 の全体アーキテクチャ

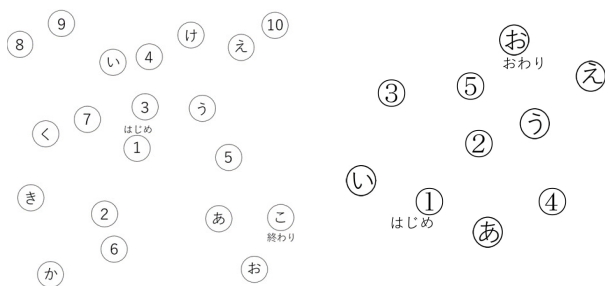


図 4: TMT-B 本番の
背景画像

図 5: TMT-B 練習用の
背景画像

ない場合は、その場で新たに被験者情報を登録し、そのまま検査を受けることができる。QR コードを用いたログイン手法は、2 回目以降被験者自身に持たせ診察券のように利用できるが、もしそれを忘れた場合でも、氏名と生年月日を用いたログイン手法を用いることで検査を受けられるようになる。

3.3.5 A5: イベント管理機能の追加

要件 R3 を満たすために、イベント管理機能を実装する。EVIDENT2.0 ではイベント属性としてエンティティに Event を追加している。Event は、EVIDENT-ADMIN 内で医療従事者が作成・管理を行い、各描画データは Event に紐づけられる。イベント属性を追加することで、医療従事者は複数のイベントのデータを一括で閲覧でき、また、医療従事者は自身の管理しているイベントを経由しその参加者を管理できる。もちろん、複数の医療従事者が同じイベントの情報を閲覧することも可能である。

描画データとイベントの紐づけは、EVIDENT-EXAM にて描画検査を行う際に行われる。具体的な手順としては、被験者のログインの前にイベントのログイン画面を用意し、医療従事者はあらかじめイベントを作成、QR コードを出力し、その QR コードをイベントログイン画面で読み取らせることで、イベントにログインできる。その後、イベントにログインした状態で被験者のログインを行い、描画検査を実施することで、その被験者が受けた描画検査の

各データが自動的にイベントに紐づけられるようになる。このようにすることで、実験後に描画データごとにイベントを紐づける作業を行う必要がなくなり、描画データの管理が容易になる。

4. 実装

4.1 実装に利用した技術

本研究で行った実装は、EVIDENT-GROUP 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。

トレイルメイキングテスト検査画面

EVIDENT-EXAM に実装したトレイルメイキングテスト検査画面を図 6 に示す。被験者は右側のキャンバス内にある数字と平仮名が書かれた円を、1 → あ → 2 → い → … と交互に線で結ぶ検査を行う。また、画面の左側には描画検査の説明画面を表示するボタン、検査を完了するボタンがあり、検査を完了するボタンを押すと、描画データがサーバに送信され、EVIDENT-ADMIN で確認できる。

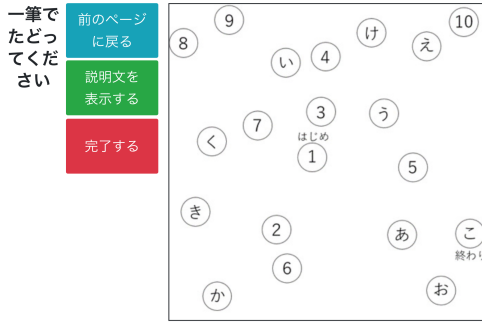


図 6: トレイルメイキングテスト検査画面

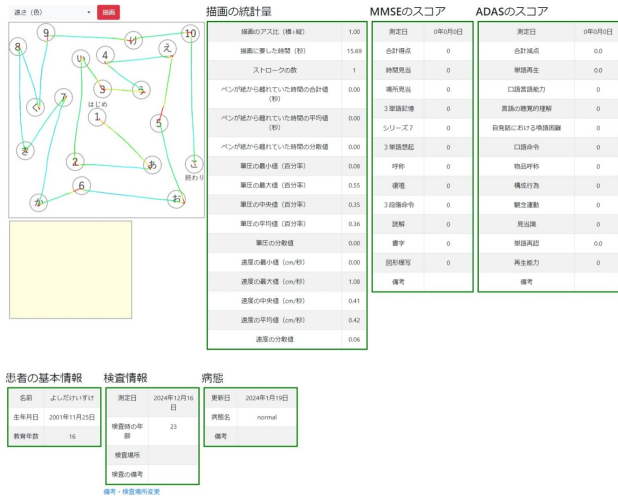


図 7: トレイルメイキングテストの描画データ閲覧画面

トレイルメイキングテストの描画データ閲覧画面

EVIDENT-ADMIN に実装した、トレイルメイキングテストの描画データ閲覧画面を図7に示す。この画面は、主に医療従事者が被験者の描画データを閲覧する画面であり、描画データの可視化画像や特徴量の数値などを表示する。可視化画像では被験者の描画データを原本だけでなく、筆圧や速度などの特徴量を色や線の太さで表現した画像も表示する。

フィードバック画面

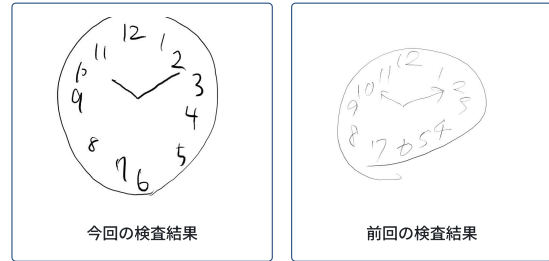
EVIDENT-ADMIN に実装した、フィードバック画面を図8に示す。この画面は描画データの一覧ページなどから遷移できる画面であり、描画データの基本情報や特徴量の数値だけでなく、箱ひげ図形式での他者との相対的な比較も行うことが可能である。また、図8が示すように、2回目以降の描画検査の場合は、前回の描画データとの比較も行うことができる。

採点画面

EVIDENT-ADMIN に実装した採点画面を図9, 10, 11に示す。この画面は、時計描画検査、立方体模写検査、書

よしだけいすけさんの検査記録

検査種別	時計描画検査
測定日	2025/8/1
検査回数	3回目
前回の測定日	2024/1/24



項目	今回のスコア	前回のスコア	みんなの平均	あなたのポジション
描画に要した総時間(秒)	18.107	11.877	35.44	短い 長い
画数	20.0	22.0	24.0	少ない 多い
紙から離れた時間(秒)	9.6	5.65	20.71	短い 長い
筆圧の平均値(百分率)	0.57	0.11	0.28	弱い 強い
速度の平均値	0.38	0.42	0.25	遅い 速い

図 8: フィードバック画面



図 9: 時計描画検査の採点画面

字検査のそれぞれに対して実装されており、医療従事者は描画データを確認しながら、採点を行うことができる。描画データに関しては、EVIDENT の機能である描画過程の可視化機能を用いて、描画データの完成形だけでなく、筆圧やペンが浮いた時間などといった描画過程の情報も確認しながら採点を行うことができる。採点項目は、時計描画検査と立方体模写検査に関しては各項目を満たしているかどうかの2段階、書字検査に関しては各項目に対して正しい、正しくないが書かれている、書かれていないの3段階で採点を行う。どの画面においても、「採点結果を保存」ボタンを押すことで、採点結果をDBに送信し保存できる。



図 10: 立方体模写検査の採点画面



図 11: 書字検査の採点画面

可視化結果



図 12: 描画データ一覧画面

描画データ一覧画面

EVIDENT-ADMIN に実装した描画データ一覧画面を図 12 に示す。この画面では、医療従事者は描画検査の結果を一覧として確認できる。描画検査の種類ごとの全データ表示が可能であり、また、各特徴量の数値や採点スコア順に並べ替えが可能である。

イベント管理画面

EVIDENT-ADMIN に実装したイベント管理画面を図 13 に示す。医療従事者は自身の管轄であるイベントを一覧として確認でき、それぞれのイベントに対して管理や描画

イベント一覧



図 13: イベント管理画面

データの閲覧、EVIDENT-EXAM 内でイベントの判別に用いるイベント QR コードの出力が行える。イベントの新規作成も可能であり、作成したイベントは自動的に作成した医療従事者に紐づけられる。

5. 集団検査実験

5.1 実験概要

本研究で開発した描画検査プラットフォームの有効性を検証するため、過去に 5 回の実験を実施した。実験は通所介護施設で 1 回、大学研究室で 1 回、地域コミュニティにおいて 3 回行った。被験者は延べ 81 名であり、いずれの実験も 2~3 台のタブレット端末を用いて同時並行で実施した。

実験に使用した端末は iPad (第 7 世代) であり、紙に近い描き心地を再現するためにペーパーライクシートを貼付した。入力デバイスには Apple Pencil (第 1 世代) を使用し、握りやすさを高めるために専用の滑り止めカバーを装着した。これにより、被験者が違和感なく描画できる環境を整備した。

5.2 実験結果

5 回の実験を通じて、以下の描画データを収集することができた。

- 時計描画検査：90 件
- 立方体模写検査：90 件
- 書字検査：75 件
- トレイルメイキングテスト：50 件

合計で 305 件の描画データが収集され、被験者ごとに異なる検査セットを実施した。また、複数台のタブレットを用いた並列実施においても大きな問題は生じず、実際の現

場環境においても複数人を対象に効率的に検査を進められることが確認された。

6. 考察

本研究で開発した EVIDENT2.0 を用いた集団検査実験から、以下の3点が明らかとなる。

第一に、被験者体験と検査実施環境の実用性である。本研究では iPad と Apple Pencil を用いたシステムを通所施設・大学研究室・地域コミュニティで実運用しており、紙に近い描画感覚を維持するためにペーパーライクシートや滑り止めカバーを活用している。これにより、高齢者でも違和感なく検査に取り組むことができる。さらに、検査終了後にはフィードバック画面を提示することで、被験者が自分の描画過程を振り返る機会を得られ、定期的な認知機能検査におけるモチベーション維持につながる。また、複数台のタブレットを用いた並列実施も円滑に行えるため、集団環境における実用性が確認できる。

第二に、機能拡張による検査データの多様性が確保されている。従来の時計描画検査・立方体模写検査に加えて、書字検査やトレイルメイキングテストを実装することで、異なる認知機能領域を評価することが可能となっている。この結果、81名から合計305件の多様な描画データが収集され、健常高齢者から軽度認知障害(MCI)を含む幅広い対象に対して差異を検出する基盤が整備される。

第三に、医療従事者の診断支援の観点でも有効性が示された。採点機能やデータ可視化の仕組みを導入することで、従来は手作業に依存していた採点作業がシステム内で完結する。これにより、医療従事者は被験者の描画過程や特徴量を一画面で把握でき、評価効率が大幅に向上する。

一方で、今後の課題も存在する。採点基準は依然として医療従事者の経験に依存する部分が大きく、再現性の確保には基準の標準化や典型例の提示が不可欠である。また、データ件数は蓄積されつつあるが、統計的解析やクラスターリングによる特徴抽出を行うためにはさらなる収集が望ましい。

7. まとめ

本稿では、これまで我々が取り組んできた神経心理学的描画検査のデジタル化を目的としたプラットフォーム EVIDENT に対し、段階的に改良を積み重ね、その成果を統合した新しいプラットフォーム EVIDENT2.0 について紹介した。EVIDENT2.0 は、描画検査の拡張、医療従事者による診断支援機能、および集団検査への対応といった要件を満たすように設計されており、個別検査にとどまらず、より実用的で効率的な運用を可能にする。さらに、実際に EVIDENT2.0 を用いて通所介護施設や地域コミュニティ等において集団検査を実施し、複数台の端末を用いた同時並行の運用においても問題なく機能することを確認した。

今後は、EVIDENT2.0 により収集した描画過程データ(筆圧、描画速度、停留時間などの時系列情報)を解析し、認知機能との関連性を明らかにしていく。さらに、時計描画検査・立方体模写・書字検査・トレイルメイキングテストといった複数の課題間における描画特徴の関連性を検討することで、従来の単一検査に依存しない、多角的かつ高精度な認知機能評価の基盤構築を目指す。

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。

参考文献

- [1] Agrell, B. and Dehlin, O.: The clock-drawing test, *Age and ageing*, Vol. 27, No. 3, pp. 399–403 (1998).
- [2] Sino, M., Aiko, O., Sinnichiro, M., Kennichi, O., Takashi, S., Izumi, K. and Eichi., S.: 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] : ファイブ・コグ 高齢者用集団認知検査, <https://www.iiyobou.org/fivecog>. (Accessed on 07/25/2025).
- [4] Ryukichi, S., Sachio, S., Masahide, N., Naoki, K. and Atsushi, S.: 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).
- [5] Ryukichi, S., Sachio, S., Masahide, N., Naoki, K. and Atsushi, S.: 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).
- [6] Keisuke, Y., Sachio, S., Naoki, K., Atsushi, S., Sinan, C. and Masahide, N.: 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).
- [7] Keisuke, Y., Shun, H., Sachio, S., Atsushi, S., Naoki, K. and Masahide, N.: 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).
- [8] Keisuke, Y., Sachio, S., Naoki, K., Atsushi, S., Sinan, C. and Masahide, N.: 描画検査アプリケーション EVIDENT への TMT 及びフィードバック機能の追加実装, 電子情報通信学会技術研究報告, Vol. 124, No. 334 LOIS2024-58, pp. 38–43 (2025).
- [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 07/25/2025).
- [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 07/29/2025).
- [11] Koichi, T.: 神経心理学評価ハンドブック (2004).
- [12] : How the Clock-Drawing Test Screens for Dementia, <https://www.verywellhealth.com/the-clock-drawing-test-98619>. (Accessed on 07/25/2025).
- [13] Souillard-Mandar, W., Davis, R., Rudin, C., Au, R. and Penney, D.: Interpretable Machine Learning Models for the Digital Clock Drawing Test (2016).