

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

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

[†] 神戸大学 〒657-8501 神戸市灘区六甲台町 1-1

^{††††} 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

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

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

^{††††} 愛知淑徳大学 〒480-1197 愛知県長久手市片平二丁目 9

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

あらまし 現在、日本は超高齢社会による認知症患者数の増加に直面しており、認知症の早期発見に向けた集団認知機能検査の定期実施の実現が求められている。我々の研究グループでは先行研究として、認知症検査の一つである描画検査の DX を目指し、デジタル描画検査の実施・診断・分析を一手に行える Web サービス「EVIDENT」を実装したが、これはセキュリティ・運用の面から集団での描画検査には適していないという課題がある。本研究では、EVIDENT を集団での描画検査に適したサービスへと改良することを目的として、「EVIDENT-GROUP」を提案・実装した。また、実装したサービスを用いて通所介護施設の高齢者を対象に予備実験を行った結果、実際の現場でも問題なく描画検査が行えることを確認した。

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

Adaptation for Group Assessment in Drawing Process-Based Cognitive Function Testing Application

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

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

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

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

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

^{††††} Aichi Shukutoku University 2-9, Katahira, Nagakute-city, Aichi Prefecture, 480-1197 Japan

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

Abstract Japan faces a surge in dementia patients amid its super-aging society, emphasizing the need for regular group cognitive function tests. In our initial study, we pursued the digital transformation of drawing tests, creating the "EVIDENT" web service for comprehensive execution, diagnosis, and analysis. However, security and operational concerns limit its suitability for group drawing inspections. This study introduces "EVIDENT-GROUP" to refine EVIDENT into a service suitable for group drawing inspections. Preliminary experiments in day care facilities confirm smooth drawing test performance in real-world scenarios.

Key words Neuropsychological test, Drawing test, Clock drawing test, Cube copying 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、それに伴い医療需要が高まり、医療従事者の不足が問題視されている。この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) を進める動きがある。また、高齢者の増加に伴い、認知症患者の数も増加している。認知症の進行を遅らせるには、早期発見及び症状が軽い段階での適切な治療が重要であり、簡便で信頼性の高い認知症スクリーニング検査の重要性が増している。時計描画検査 [1] や立方体模写検査 [2] のような描画検査は、認知症のスクリーニング検査としてしばしば利用され [3]、元来これらの描画検査は描画の完成形のみを見て採点、評価を行うのが一般的であった。しかし、描き順や描き上げるまでの思考時間など、描画過程の情報を含めて総合的な判断を行うことで、より精度の高い認知症スクリーニング検査の実現が期待されている。また、認知症の早期発見において定期的な認知機能検査の実施は有効であり、そのために集団認知機能検査の重要性が増加し、それを目的とした集団認知機能検査も存在する [4]。

我々の研究グループでは、機械学習を用いず、書き順やストロークの速度といった描画過程をわかりやすく可視化し、医療従事者に提供することで、描画過程の特徴を利用する新たな採点法や診断法の開発に役立てられるのではないかと考え、先行研究としてデジタルデータで統一された描画検査・分析環境・診断環境を提供するシステムの構築を行うことで、描画検査の DX を目指し、デジタル描画検査の実施から診断、分析等を一手に行える Web アプリ、**EVIDENT (Extraction and Visualization Interface of Drawing Execution in Neuropsychological Tests)** を提案・実装した [5] [6]。しかし、先に述べた集団での描画検査においては、セキュリティ上と運用上で問題点があった。

本研究の目的は、EVIDENT を集団での描画検査に適したサービスへ改良することである。この目的を達成するために、集団での描画検査用の Web アプリ、**EVIDENT-GROUP** を提案する。キーアイデアとして、EVIDENT-GROUP では、EVIDENT で実装されていた機能を 3 つに分割し、被験者が描画検査を行うためのアプリである **EVIDENT-EXAM**、医療従事者が自身の管轄である被験者の情報を編集したり、被験者の描画データを閲覧し診断・分析を行うためのアプリである **EVIDENT-ADMIN**、管理者が被験者や医療従事者の情報を管理し、集団検査の準備を行うためのアプリである **EVIDENT-CONF** というそれぞれ別の機能を有したアプリを実装する。

本研究では、EVIDENT-GROUP を試作し、通所介護施設の高齢者及び職員を対象に予備評価実験を行い、実際の現場でも問題なく描画検査を実施できることを確認した。

2. 準備

2.1 高齢化社会

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、2025 年には看護師や看護職員が 6 万人から 27 万人不足するとの推計を発表している [7]。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) を進める動きがある。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。また現在普及はしていないものの、オンライン診療なども期待がされている。オンライン診療は医療従事者が訪問診療をする際に移動時間を短縮し、人手不足の解消につながるだけでなく、医療における地域格差といった問題も解決することが期待されている。

2.2 認知症検査

昨今の高齢化社会を受け、認知症は我が国において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、2025 年には認知症高齢者数は 730 万人を超えと言われ、これは 65 歳以上の高齢者のうちおよそ 5 人に 1 人が認知症に罹患している推計になる。認知症は早期発見、早期治療が肝要であり、そのため様々な認知症検査が行われている。

2.3 神経心理学的描画検査

神経心理学とは、言語や認知、行為、記憶、前頭葉機能などの中枢神経機構を明らかにし、その障害に基づく諸症候に対処する学問である [8]。神経心理学的描画検査 (以降簡単のため、描画検査と呼ぶ) とは、神経心理学において、認知機能の状態を測るためしばしば用いられる検査法であり、医療従事者が検査対象者に紙を手渡し、対象者は指示された絵や字を紙上に描く (書く) ことで行われる。描画検査は認知症、脳機能障害、など、幅広い臨床の現場で活用されており、代表的な描画検査として以下のようなものが存在する。

時計描画検査

時計描画検査 (Clock Drawing Test, CDT) は、被験者が認知症かどうか調べるスクリーニング検査として用いられる描画検査である。被験者の前に A4 の紙とペンを置き、用紙のサイズに見合った 10 時 10 分 (又は 11 時 10 分) を指す丸時計を書くように口頭で指示する [9]。図 1 に時計描画検査の描画例を示す。図 1 の描画例では円い時計が描かれており、短針が 10 を、長針が 2 を指し、10 時 10 分を表している。

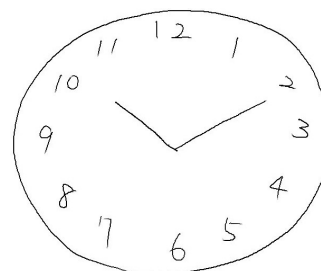


図 1: 時計描画検査の描画例

立方体模写検査

立方体模写検査 (Cube Copying Test, CCT) は、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。立方体模写検査では、図2に示される、紙に書かれた立方体透視図を被験者に対し視覚的に提示し、A4の白紙に模写するよう口頭で指示をする。図3に立方体模写検査の描画例を示す。図3の描画例ではフリーハンドで描かれているため直線に歪みはあるが、立方体は正確に模写されている。

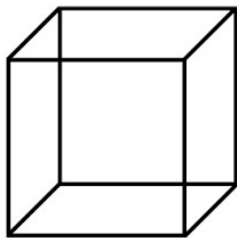


図2: 立方体模写検査の見本

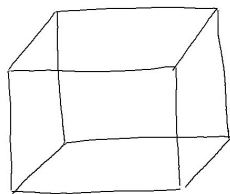


図3: 立方体模写検査の描画例

2.4 先行研究：EVIDENT

ICT 端末を用いて描画検査を行い、それを機械学習で回帰、分類する研究は、特に、時計描画検査の分野では広くされてきている。しかし、機械学習を用いた自動採点には、非常に膨大なデータが必要であり、結果の解釈可能性と精度の向上がトレードオフであることが知られている [10]。また、描画過程と診断の関係の解釈が困難な場合があることといった問題もあるため、機械学習を用いた自動採点は広く実用化には至っておらず、また、実用化まである程度時間を要すると考えている。

そこで我々の研究グループでは、機械学習を用いず、書き順やストロークの速度といった描画過程をわかりやすく可視化し、医療従事者に提供することで、描画過程の特徴を利用する新たな採点法や診断法の開発に役立てられるのではないかと考えた。先行研究では、デジタルデータで統一された描画検査・分析環境・診断環境を提供するシステムの構築を行うことで、描画検査のDXを目指し、デジタル描画検査の実施から診断、分析等を一手に行えるWebアプリ、EVIDENT (Extraction and Visualization Interface of Drawing Execution in Neuropsychological Tests) を提案・実装した [5] [6]。

このサービスにより、タブレット端末とインターネット環境さえ用意すれば、任意の場所から描画過程の情報を含んだ描画検査を行うことができ、医療従事者はWeb画面上から任意のタイミングで描画結果の閲覧、診断、分析が行え、2.1節で述べたオンライン診療の診断部分を担うことができる。また、描画検査を行う画面から検査方法を確認することも可能であり、医療従事者が立ち会うことなく描画検査を行えるため、日常的な認知機能検査が可能となった。

2.5 課題

2.2節で述べた通り、認知症の早期発見は重要であり、そのためには認知機能検査の定期的な実施が求められる。しかし、各家庭で個人単位で定期検査をするのは、家庭ごとにタブレットやタッチペンなどを用意しなければならず現実的でない。また、病院や施設などに個人で描画検査を受けに行くのも、病院

や施設に検査監督役の人を常駐させる必要があるという点から難しい。以上の点から、認知機能検査の定期的な実施は集団検査という手法で行うのが望ましく、それを目的とした集団認知機能検査も存在する [4]。

2.4節で述べたEVIDENTは、デジタル描画検査の実施から診断、分析等を一手に行えるWebアプリだが、以下に示すような認知機能検査の大規模な集団検査には適さない点がある。そのため、集団認知機能検査の定期実施を行う上で、これらの課題は解決する必要がある。

P1: セキュリティ上の問題

EVIDENTで集団検査を行う場合、各被験者の描画検査画面に移行するために毎回被験者一覧画面を経由する必要がある。しかし、被験者一覧画面には被験者の個人情報が記載されているほか、一覧画面から被験者が過去に行った描画検査のデータを閲覧する画面に遷移できてしまう。そのため、描画検査中に被験者がほかの被験者の情報を閲覧したり、ある医療従事者が別の医療従事者の管轄である被験者の情報を閲覧する危険があり、プライバシー保護の観点から問題がある。

P2: 運用上の問題

医療従事者は自身が担当する被験者の情報のみを閲覧できる状態でなければならない。しかし、EVIDENTは医療従事者ごとに被験者情報の閲覧制限をかける機能が存在しない。EVIDENTで複数の医療従事者が別々の被験者を管理する場合、データベースをわける必要があり、複数のEVIDENTを運用する必要がある。そのため複数の場所で集団検査を行う場合、検査会場の数だけEVIDENTの運用数を増やす必要があり、集団検査の準備や運用に手間がかかる。

P3: ログインシステムの問題

EVIDENTでは各被験者の描画検査画面に移行するために、P1で述べたように被験者一覧画面から遷移するか、各被験者の描画検査画面のURLをQRコード化し、個人でカメラ等を使い読み込む必要がある。しかし、個人でカメラ等を使ってQRコードを読み込む方法は、集団検査（特に2回目以降）において、QRコードがどの被験者のものか判別しづらく、手間がかかる。

3. 提案手法

3.1 目的とキーアイデア

本研究の目的は、2.4節で述べたEVIDENTを集団検査に適したサービスへ改良することである。本研究で想定している集団検査は、1つの会場内で複数の検査監督が、それぞれが別々の被験者に対し同時に検査を行い、医療従事者は検査監督が誰かに関わらず、均一にその描画データを閲覧・診断することができる状態とする。ここで、被験者は描画検査を受ける人、検査監督は描画検査の際、被験者のアシスト（タブレット及びスタ

イラストの操作の補助等)を行う人, 医療従事者は被験者が行った描画検査のデータを閲覧し, 分析・診断を行う人とする。

本研究のキーアイデアは EVIDENT の機能を 3 つに分割し, それぞれ別の機能を有したアプリを実装することである。アプローチとしてこの 3 つのアプリを, 「A1:EVIDENT-EXAM」, 「A2:EVIDENT-ADMIN」, 「A3:EVIDENT-CONF」とし, まとめて EVIDENT-GROUP と総称する。2.5 節の課題より, EVIDENT-GROUP が満たすべき要件を以下に示す。

R1: ユーザーのすみわけ

セキュリティ上の観点から, 医療従事者は描画データの閲覧や分析を行うアプリ, 被験者は描画検査を行うためだけのアプリをそれぞれ使用するというように, ユーザーの種類や役割に応じたすみわけを行うべきである。

R2: 医療従事者の属性の追加

複数の検査会場で実験を行う場合を想定し, サービスのエンティティに医療従事者の属性を追加し検査会場ごとにサービスを複製する必要がないようにするべきである。

R3: ログインシステムの簡略化

集団検査を円滑に実施するために, ログインの手法を簡略化する必要がある。また定期的な検査を想定し, 2 回目以降の検査において 1 回目に検査した被験者と同じ被験者の描画データとして簡単に登録できるようにするべきである。

3.2 全体アーキテクチャ

EVIDENT-GROUP の全体アーキテクチャを図 4 に示す。EVIDENT では, 描画検査の実施や描画データの閲覧・分析がすべて 1 つのアプリ内で行われていたのに対し, EVIDENT-GROUP では, 図 4 の通り被験者は EVIDENT-EXAM, 医療従事者は EVIDENT-ADMIN, 管理者は EVIDENT-CONF 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。ここで, 管理者とは, EVIDENT-GROUP 内に登録されているすべての被験者と医療従事者の情報を管理し, 集団検査の準備を行う人とする。また, 検査会場や病院, 医療従事者ごとにアプリを複数運用する必要がないように, EVIDENT-GROUP の 1 アプリで複数の医療従事者の情報を一括で管理できるよう改良した。詳しくは 3.3 節で述べる。以降では, EVIDENT からの変更点を主に挙げる。

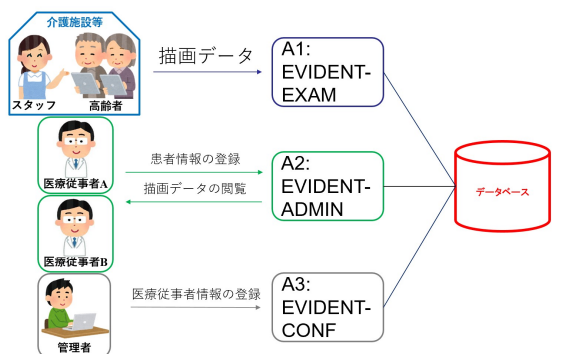


図 4: EVIDENT-GROUP の全体アーキテクチャ

3.3 エンティティ設計

まず, 図 5 に EVIDENT-GROUP のドメインモデルを ER 図で示す。この ER 図は文献 [11] で示された記法に基づいている。四角はエンティティを表しており, (―+―) は参照関係を表している。また, (―+o) は派生関係を表す。

EVIDENT からの主な変更点として, 医療従事者関連情報の追加がある。これにより, 1 つのサービスで複数の医療従事者が別々の描画データを取り扱うことができる。具体的な変更点は以下のとおりである。

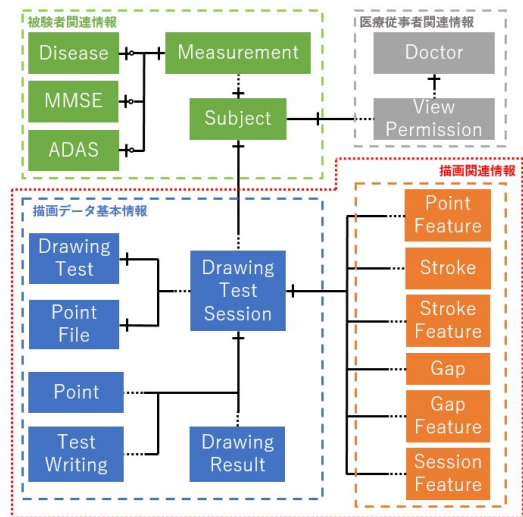


図 5: EVIDENT-GROUP のドメインモデル

医療従事者関連情報

図 6 は医療従事者関連情報のデータスキーマである。各属性名の中で下線が引かれているものは, そのテーブルのレコードを識別するための主キーを意味する。

Doctor テーブルは, 各医療従事者の名前やログイン時に使うパスワード, これまでの被験者の作成回数, 被験者を作成するときの名前, 医療従事者名を暗号化したハッシュ値など, 医療従事者に固有な情報を格納する。被験者の作成回数と被験者作成時の名前は, 後述の被験者の通し番号の作成に使用する。

ViewPermission テーブルは, 医療従事者 id と被験者 id を 1 つずつ格納する。例えば, 医療従事者 id と被験者 id がそれぞれ 1 と 3 であった場合, 医療従事者 id が 1 である医療従事者は被験者 id が 3 である被験者に関する情報, 描画データを閲覧できることを意味する。これにより, 医療従事者が自身のアカウントでログインした場合, 自身の医療従事者 id と各 ViewPermission 内に格納された医療従事者 id を照合することで, 自身がどの被験者の閲覧権限を持っているか調べ, 自身の管轄である被験者の情報だけ表示することが可能になる。またこれにより, 1 人の被験者に対し複数の医療従事者がデータ管理できる状態にすることも可能となる。

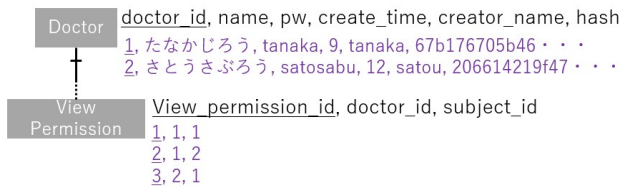


図 6: 医療従事者関連情報のデータスキーマ

被験者関連情報

図 7 は被験者関連情報のデータスキーマである。EVIDENT の被験者関連情報から、Subject テーブル内の項目を変更している。具体的には、通し番号として serial_number を追加し、また性別の項目を削除している。

EVIDENT では、被験者の情報を追加する際名前を必ず入力しなければならず、また重複した場合はエラーが発生していた。そこで、通し番号を Doctor テーブル内の create_time と creator_name を用いて自動的に生成するようにし、名前が空欄の状態でも被験者を作成することができるように変更する。これにより、集団検査を準備する際あらかじめ通し番号だけで登録した被験者情報を大量に用意しておき、集団検査終了後に各被験者の名前や生年月日を後から入力することが可能となる。

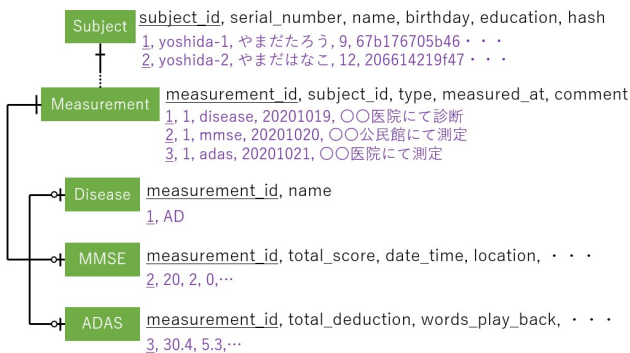


図 7: 被験者関連情報のデータスキーマ

3.4 A1:EVIDENT-EXAM

EVIDENT-EXAM は被験者が検査監督の補助の下で、描画検査を受けるためのアプリである。被験者とは描画検査を実際に受ける人、検査監督は描画検査の際、被験者のアシスト（タブレット及びスタイラスペンの操作の補助等）を行う人を指す。被験者は自分 1 人でなく、医療従事者を介して描画データや診断結果を閲覧するため、EVIDENT-EXAM には被験者のログイン及び描画検査の実施以外の機能を実装せず、被験者及び検査監督は過去の描画データや別の被験者の情報を閲覧できないようにする。具体的な実装機能を以下に示す。

F1: 被験者のログイン機能

被験者が自身の専用ページにログインする機能。

また、被験者のログインを QR コードを用いた方法にすることで、集団検査を行う上で迅速かつ正確に個人認証を行

えるよう改良する。

F2: 端末上での描画検査遂行機能

タブレット端末上で描画検査を行う機能。描画検査の種類を選択し、描画検査の種類に応じた適切な画面上で、描画を行う。

3.5 A2:EVIDENT-ADMIN

EVIDENT-ADMIN は医療従事者が自身の管轄である被験者に関する情報を編集するほか、被験者が過去に行った描画データを閲覧し、診断・分析を行うアプリである。医療従事者は、被験者の描画データを分析し、認知機能の診断を行う人のことを指し、描画検査時に被験者のサポートを行う検査監督とは必ずしも一致する必要がないものとする。また各医療従事者は、あくまで自身の管轄である被験者のデータのみ閲覧・管理し、ほかの医療従事者の管轄である被験者情報及び描画データは閲覧できないようにしている。具体的な実装機能を以下に示す。

F1: 被験者情報の管理

被験者の生年月日や名前、教育年数など、被験者に固有で不変的な情報に加えて、病態、MMSE 及び ADAS の合計減点や各項目に対する減点の内訳等の、更新されうる情報を履歴として管理する機能。

また、EVIDENT-EXAM のログインで使用する QR コードの出力も行い、その際集団検査を円滑に実施できるよう QR コードのフォーマットを自動で作成する。

F2: 描画のリアルタイム再生機能

検査の遂行中における、ペンが画面に触れている間のペン先の軌跡を、時間間隔を保持したまま忠実に再現する機能。

F3: 描画過程の可視化

描画過程を再現することができ、描画過程における動的な特徴量の抽出と 2 次元データとして可視化する機能。

F4: 統計量の計算

1 回の描画検査全体の動的な特徴量の統計情報や、完成形から計算される描画された図形のアスペクト比の出力機能。

F5: 被験者情報との突合

各被験者の可視化結果と、対応する被験者情報を突き合わせて表示する機能。

F6: 分析支援

計算した統計量や被験者情報を基準とした、可視化結果の抽出や並べ替え機能。

3.6 A3:EVIDENT-CONF

EVIDENT-CONF は EVIDENT-GROUP 全体の管理者が、全ての被験者や医療従事者の情報を管理し、集団検査の準備を行うアプリである。管理者は、全ての被験者、医療従事者の情

報を閲覧、管理を行い、集団検査においては最初に医療従事者情報（検査会場の情報）を登録する人を指す。また、各医療従事者の閲覧権限を編集することで、1人の被験者に対し複数の医療従事者がデータ管理できる状態にすることもできる。具体的な実装機能は、3.5節で述べた機能に加え、以下のものがある。

F7: 医療従事者情報の管理

医療従事者の名前や、ログインに使用するID等を設定し追加を行う。また、医療従事者の閲覧権限を編集し、各医療従事者がどの被験者の情報を閲覧・編集できるかを操作することができる。

F8: 描画検査の管理

描画検査そのものに関する情報の管理機能。

3.7 全体の流れ

集団での描画検査をEVIDENT-GROUPを用いて実施する手順は以下の通りである。

- (1) 管理者が、EVIDENT-CONFで医療従事者情報（検査会場の情報）を登録する。
- (2) 医療従事者または検査監督が、EVIDENT-ADMINで被験者情報を追加する。集団検査の場合は、被験者追加時に名前等は空欄にしておき、通し番号だけで追加しQRコードを出力する。
- (3) 被験者が、EVIDENT-EXAMで検査監督の指示の下で描画検査を行う。その際、ログインに先に出力したQRコードを使用し、描画検査中に被験者の名前や生年月日等を聞いておく。
- (4) 描画検査終了後、医療従事者または検査監督が、EVIDENT-ADMINで描画検査中に聞いた名前や生年月日等をもとに被験者情報を編集する。

2回目以降の場合は、上の手順2で出力したQRコードと被験者の情報を照合し、1回目に描画検査を行った被験者アカウントと同じもので描画検査を行う。

4. 実装

4.1 実装に利用した技術

- 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

EVIDENT-GROUPの実装は、Spring MVCに基づいて設計を行い、WebサービスフレームワークとしてSpring bootを使用した。クライアントとサーバ間のデータの受け渡しには、テンプレートエンジンであるThymeleafを用いて実装を行った。また、サーバから受け取った点描データや特徴量をもとに可視化を行うクライアントサイドGUIは、HTML5, JavaScript, CSSを用いて実装した。

4.2 画面

本節ではEVIDENT-GROUP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。

医療従事者管理画面

EVIDENT-CONFに実装した医療従事者の管理画面を図8に示す。各医療従事者に対し、「基本情報の管理」と「閲覧権限の管理」のボタンが用意されており、それぞれの操作を行う画面に遷移することができる。また、画面上部にある「医療従事者追加」のアイコンを押すことで、新規医療従事者の追加を行うことができる。



図 8: 医療従事者管理画面

QRコード表示画面

EVIDENT-CONFおよびEVIDENT-ADMINに実装した、被験者一覧画面から「QRコードを表示」ボタンを押した際に遷移する画面を図9に示す。このQRコードをEVIDENT-EXAM内のQRコード読み取り画面で読み取ることで、被験者固有のトップページに遷移される。また、集団検査の効率化を図るため、QRコードを印刷するときのフォーマットをEVIDENTから変更した。具体的には、QRコード以外に被験者IDと名前、生年月日、教育年数の欄を設けている、これにより1回目の検査では被験者ID以外空欄になっているため、検査時に空欄を埋める要領で被験者情報を聞き、検査後にその情報を追加することで、2回目以降の検査時には名前と生年月日を用いて照合することができる。



図 9: QR コード表示画面

QR コード読み取り画面

EVIDENT-EXAM に実装した、QR コードの読み取り画面を図 10 に示す。読み取り画面に遷移したときに、タブレットの内カメラが起動し、図の下部分に表示される。EVIDENT-CONF や EVIDENT-ADMIN で出力した QR コードを内カメラに読み取らせることで、被験者固有のトップページである描画検査選択画面に遷移される。

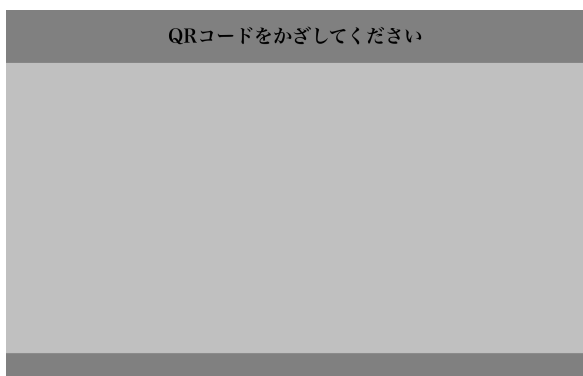


図 10: QR コード読み取り画面

描画検査選択画面

EVIDENT-EXAM に実装した、QR コードを読み取った後に表示される描画検査選択画面を図 11 に示す。EVIDENT-CONF で追加された描画検査が一覧として表示される。また、集団検査の際データの重複等を避けるため、それぞれの描画検査が次に何回目の検査かが表示される。

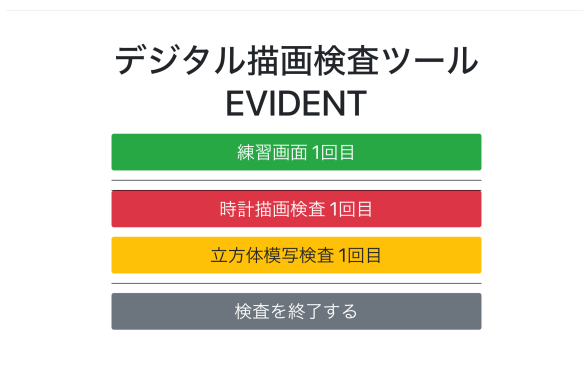


図 11: 描画検査選択画面

5. 予備実験

5.1 実験概要

今回の実験では、集団検査を想定した状態で EVIDENT-GROUP を使い描画検査を行った。実験の目的は、本研究で実装した EVIDENT-GROUP で高齢者を相手に描画検査が問題なく行えるかを確認し、また集団認知機能検査を効率的に行う上で必要な要素があるか調査することである。

対象は通所介護施設を利用している高齢者 8 人及び職員 7 人の計 15 名である、職員に描画検査を実施したのは、健常者に対して描画検査をした場合と、認知症の疑いがある高齢者に対して描画検査をした場合の違いを調べるためである。

実験で使用したタブレット端末は iPad (第 7 世代) で、より紙に近い描き心地を実現するために画面にはペーパーライクシートを貼り付けた。ペーパーライクシートとは、画面に貼ることで紙のような質感を与える保護フィルムである。スタイラスペンには、握りやすさ向上のために専用の滑り止めカバーを取り付けた Apple Pencil (第 1 世代) を使用した。

また、実験の手順は 3.7 節で述べた通り行った。

5.2 実験結果

実験の結果、15 名は時計描画検査及び立方体模写検査を問題なく行い、データを記録することが出来た。図 12 は、本実験で行った 15 名の時計描画検査での描画結果であり、図 13 は、立方体模写検査での描画結果である。なお、高齢者は被験者 ID の数字が 2 から 5 及び 11 から 14 のデータである。

図 12 のように、高齢者は総じて正しく 10 時 10 分の時計は描けず、また図 13 のように立方体についても概形は描けているが細かい部分で間違っている高齢者がほとんどであったが、検査監督の指示を聞き、タブレットの液晶画面にスタイラスペンを使い描画検査を行うことに関しては、全員が抵抗を持つことなくできていた。

EVIDENT-GROUP の各アプリの操作面では、EVIDENT では被験者固有のページに移行する際被験者一覧画面を経由していたために、描画検査の実施では必要ないボタンが多く、押し間違える危険が多かったが、EVIDENT-EXAM として被験者が描画検査を行う機能のみを分離したことで、意図しないページに移行するリスクがなくなり、検査監督側も操作がわかりやすく、効率的な描画検査を行うことができた。EVIDENT-ADMIN での操作に関しても、被験者情報を通し番号のみで追加できるよう改良したことで、集団検査の準備を行う上で被験者情報の追加に要する手間が減り、スムーズな検査の実施が可能となった。

しかし、時計描画検査を実施するにあたり、本来であれば検査の冒頭だけ「10 時 10 分を指す丸い時計を画面いっぱい描いてください」と指示し、以降は細かい指示をしないとするのが正しいが、指示の通り被験者が描けず、結果として「まず大きく丸を描いて」、「次に 1~12 の数字を描いて」といったように、少しずつ指示を行うといったことがあった。このように指示の仕方が検査監督によって違くと、医療従事者が均一に診断を行うことができなため、集団検査という点では課題となった。

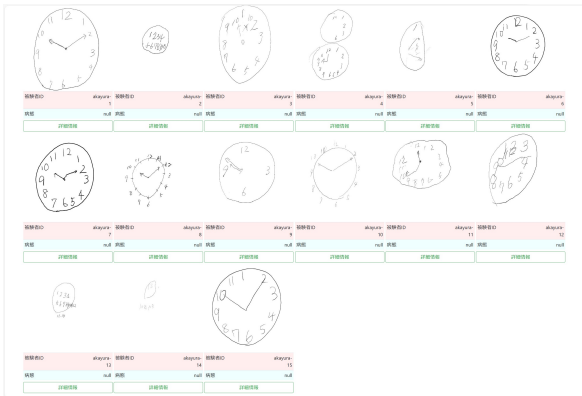


図 12: 時計描画検査の描画結果

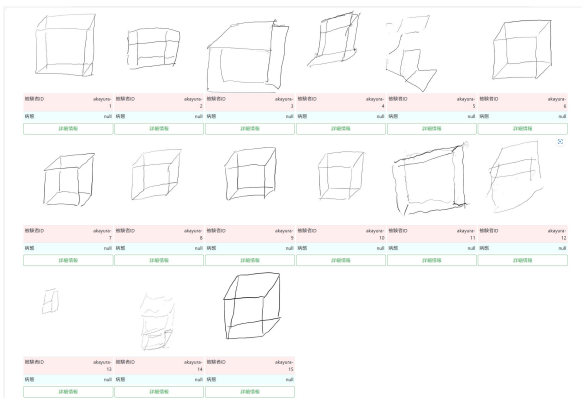


図 13: 立方体模写検査の描画結果

5.3 考察

本実験の結果から、EVIDENT-GROUP を用いることで、高齢者に対し描画検査が問題なく実施できることが示唆された。ただし、集団検査という点では、5.2 節で述べたように描画検査時の指示の仕方のばらつきという課題があった。この課題に関しては、今後描画検査時に指示していく上でのプロトコルを作成するなどして、検査監督間でのばらつきを無くす必要がある。

また、本実験は通所介護施設を対象としたが、認知症の早期発見を目的とする場合、今後の実験の対象は要介護認定されていない高齢者にする方が望ましいと考えられる。

6. まとめ

本研究では、高齢化社会において認知症患者が増加し、またそれに伴って認知機能検査における医療従事者の負担も増加していることや、集団認知機能検査の定期的な実施が認知症の早期発見に重要であることを受け、描画過程を含む描画検査の遂行から医療従事者による診断まで一貫して行えるシステムである EVIDENT を改良し、集団での描画検査に適したサービス、EVIDENT-GROUP の実装を行った。

アプローチとしては、EVIDENT の機能を 3 つに分割し、被験者が描画検査を行うためのアプリである EVIDENT-EXAM、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 EVIDENT-ADMIN、管理者が被験者や医療従事者の情報を管理し、集団検査の準備を行うアプリであ

る EVIDENT-CONF を実装した。また、試作したサービスを用いて、実際の通所介護施設を対象に、実運用が可能か検証を行ったところ、描画検査ツールとしては問題なく運用できた。

しかし、実験を通して、集団検査を行う上で描画検査時での指示の仕方にばらつきがみられた等の問題が判明した。よって今後の課題として、集団検査に向けてより効率的な検査を行うための改良を行い、また本研究で実装した EVIDENT-GROUP を用いて大量の描画データを収集し、描画過程において注目すべき点の自動抽出に向けて描画データを分析していく。

謝辞 本研究の一部は JSPS 科研費 JP19H01138, JP20H05706, JP20H04014, JP20K11059, JP22H03699, JP19K02973, 若手研究 23K17006 の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.iiyo bou.org/fivecog>. (Accessed on 2/1/2024).
- [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] 厚生労働省, "医療従事者の需給に関する検討会," <https://www.mhlw.go.jp/content/10805000/000553127.pdf>. (Accessed on 1/25/2024).
- [8] T. Koichi, "神経心理学評価ハンドブック," 2004. <https://books.google.co.jp/books?id=RRouAwAACAAJ>
- [9] "How the clock-drawing test screens for dementia," <https://www.verywellhealth.com/the-clock-drawing-test-98619>. (Accessed on 1/25/2024).
- [10] W. Souillard-Mandar, R. Davis, C. Rudin, R. Au, and D. Penney, "Interpretable machine learning models for the digital clock drawing test," 2016.
- [11] 渡辺幸三, 販売管理システムで学ぶモデリング講座, 翔泳社, 2008.