

描画過程に基づく認知機能検査の日常的な実現に向けた プラットフォームの作成

関本 竜吉[†] 佐伯 幸郎^{††} 中村 匡秀^{†,†††} 児玉 直樹^{††††} 佐藤 厚^{†††††}

[†] 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

^{†††} 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

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

^{†††††} 五泉中央病院 〒959-1825 新潟県五泉市太田 489-1

E-mail: †sekimoto@ws.cs.kobe-u.ac.jp, ††saiki.sachio@kochi-tech.ac.jp, †††masa-n@cs.kobe-u.ac.jp

あらまし 遠隔での描画検査実施および描画過程の可視化・分析プラットフォーム **EVIDENT** を提案, 実装する. **EVIDENT** は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, 分析が行えるシステムである. また, 試作したシステムを用いて, 実際の医療現場, 介護施設, 一般家庭を対象に実運用が可能か検証を行ったところ, 描画検査の実施から診断まで, 一貫して行えることが確認でき, 本システムの実用可能性を示した. 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

Developing a Platform for the Digitalization of Cognitive Screening Tests Based on Drawing Process

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

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

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

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

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

^{†††††} Gosen Central hospital 489-1 Ota, Gosen-shi, Niigata, 959-1825 Japan

E-mail: †sekimoto@ws.cs.kobe-u.ac.jp, ††saiki.sachio@kochi-tech.ac.jp, †††masa-n@cs.kobe-u.ac.jp

Abstract We propose and implement **EVIDENT** (Extraction and Visualization Interface of Drawing Execution in Neuropsychological Tests), a platform for remotely conducting drawing inspections and visualizing and analyzing the drawing process. **EVIDENT** does not require anything other than a tablet device and an Internet environment. It is a system that allows drawing tests using the process from anywhere, and allows medical professionals to perform visualization results, analysis, and diagnosis on the web. In this study, we tested the feasibility of using the prototype system in medical facilities, nursing homes, and general households. As a result of our experiments, we were able to show that **EVIDENT** can be used to perform drawing tests and diagnosis in a consistent manner, demonstrating the practicality of the system.

Key words Neuropsychological Test, Drawing Test, Clock Drawing Test, Cube Copying Test, Drawing Process

1. はじめに

現在, 日本は超高齢社会に直面しており, 認知症患者の増加

と, 医療ニーズの増加による医療従事者不足が社会問題となっている [1]. 認知症は早期発見が重要であり, 認知症スクリーニング検査として, 10 時 10 分の丸時計を描く時計描画検査や,

立方体を描き写す立方体模写検査がしばしば利用される [2].

これらの描画検査は、一般的に描画の完成形だけを見て採点や診断が行われてきた [3]. しかし、描き上げるまでの思考時間や描き順など、描画過程の情報も認知機能に関わっていることが示されており、描画過程を利用した新たな採点法や診断法の開発が期待されている [4].

そこで我々の研究グループでは、描画過程を可視化する手法を提案し、実際に可視化アプリケーションの開発を行った [5]. 開発した可視化アプリケーションは、描画検査における描き順や思考時間、筆圧、速度などを、描画の完成形に適切な強調を施し、可視化結果を出力する。しかし [5] で実装した可視化アプリケーションは、あくまでも描画過程のペン先の紙面上の座標と時刻を、特定の形式の csv ファイルとして入力することで、画面上に可視化結果を表示する機能しか持たなかった。そのため、描画過程の情報を記録しながら描画検査を行い、可視化結果の内容から診断を行うといった、検査から診断までの流れを一貫して行うことが出来なかった。

また、従来の描画検査の実施方法にも課題が存在した。多くの描画検査では、検査の実施方法の説明や、検査中に被検者からの質問に答えるため、さらに、検査中の被検者の描画過程の様子を観察し異常があれば所見に記録するため、医療従事者が検査の場に立ち会うことが一般的であった。しかし、簡便な描画検査と言えど、高齢者や認知機能が低下した患者の場合、5分から10分程度かかることも少なくはない。昨今の高齢化社会に伴い認知症患者が増える中、1日に数十名の検査を行うことも、今後増えていくと考えられる。描画検査を行う間、医療従事者が拘束される時間を削減することができれば、他の作業に時間を当てることができ、医療現場の人手不足を少しでも補うことが可能となる。

加えて、医療従事者が検査の場に立ち会う必要があるため、日常的な描画検査の実施は困難であった。高齢者が描画検査を日常的に行うには、頻繁に病院に足を運ぶ、もしくは、高齢者の集まる施設に医療従事者が日常的に出向く必要があった。本節の冒頭で述べたように、認知症は早期発見が重要であるため、日常的な描画検査の実現が望まれている。

そこで本研究では、医療従事者と患者に対する負荷低減、及び一貫したシステムによる描画検査・診断環境の実現を目的とする。そのためには、デジタルデータで統一された情報を基に認知機能診断を実現する描画検査のDX(Digital Transformation)が必要であると考えた。本稿では遠隔での描画検査実施および描画過程の可視化・分析プラットフォーム EVIDENT(Extraction and Visualization Interface of Drawing Execution in Neuropsychological Tests) を提案・試作した。EVIDENTは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、分析が行えるシステムである。また、試作したシステムを用いて、実際の医療現場、介護施設、一般家庭を対象に実運用が可能か検証を行ったところ、描画検査の実施から可視化結果の閲覧まで、一貫して行えることが確認でき、本システ

ムの有用性が示された。

本研究は、新潟医療福祉大学及び五泉中央病院との共同研究の一部であり、倫理的配慮に関しては新潟医療福祉大学の倫理委員会にて承認を得ている。

2. EVIDENT：遠隔での描画検査実施および描画過程の可視化・分析プラットフォーム

2.1 システム概要

EVIDENTはデジタル描画検査の実施から診断、分析などを一手に行えるwebサービスである。

描画検査の実施はタブレット端末を用いて行う。しかし、単純にタブレット端末の電源を起動し、カメラアプリ等を起動するだけでも、高齢者や認知機能に障害を持った患者にとっては複雑に感じることも少なくはない。そこで、検査の実施とは別に、端末の操作を補助するサポーターを前提にアプリケーションの開発を行う。サポーターは医学的な知識を要さない。タブレット端末の起動やブラウザの起動、カメラアプリ等の利用ができる程度のITリテラシーを持った人物であれば良い。

患者はサポーターの補助のもと、タブレット端末上のアプリケーションを起動し、スタイラスペンを用いて、タブレット端末上で描画検査を行う。一方、医療従事者は行われた描画検査の様々な情報を閲覧し、描画過程を含んだ総合的な診断を行う。さらに、登録された描画データを比較、分析することも可能となっており、より精度の高い採点法や、病態鑑別法の開発に寄与することができる。また、検査専用のアプリとして患者に利用してもらっただけでなく、電子メモ帳として利用することもできるような機能が備わっている。メモとして記録されたデータに対しても分析を行うことで、普段の何気ない書字における、認知機能低下の兆候を発見することが期待できる。

2.2 システム要件

複数の患者が様々な場所から検査を行い、その結果に対し診断を行うためには、描画データと患者の情報を紐づけなくてはならない。また、時計描画検査や立方体模写検査以外にも、これまでに様々な描画検査が考案され、広く使われている。どのような描画検査を行うのか、模写検査であればどのような模写見本を検査画面に表示するのかなど、描画検査そのものに関わる情報を管理できる必要がある。描画過程を通じた診断・分析には、様々な情報が必要となる。まず、描画過程そのものを把握するには、患者がどのように描画を行ったか時系列的に再現できることが必要である。また、複数の描画過程を分析するには時系列的な特徴だけでなく、描画全体を通じた特徴を定量的に評価できる仕組みが必要となる。さらに、患者がどのような認知機能に関する疾患を診断されているのかは描画過程の分析を行う上で重要な情報となりえる。これらの情報を様々な条件を設定し並列に提示することは、分析ツールとして必要となる。加えて、電子メモ帳として使用するためには、メモを行った本人のみが、過去のメモを振り返られる必要がある。

以上の仮定の下、デジタル描画検査プラットフォームサービスとして、EVIDENTに次の10機能が必要と結論づける。

F1: 患者のログイン機能

患者が自身の専用ページにログインする機能。

F2: 患者情報の管理

患者の生年月日や性別、教育年数など、患者に固有で不変的な情報に加えて、病態、認知症検査の一種である MMSE のスコアや各検査項目に対する内訳などの、更新されうる情報を履歴として管理する機能。

F3: 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。描画検査実施画面において、適切な画面を提供するために必要となる。

F4: 端末上での描画検査実施機能

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。また、サポーター及び患者は必要に応じて検査手順を確認することも可能である。

F5: 描画のリアルタイム再生機能

検査の実施中における、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。

F6: 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。以降、これらの描画における動的な特徴量を「動的特徴量」と呼ぶ。

F7: 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。なお、以降、これらの1回の描画における情報を、本稿では「統計量」と呼ぶ。

F8: 患者情報との突合

各患者の可視化結果と、対応する患者情報を突き合わせて表示する機能。

F9: 分析支援

計算した統計量や患者情報を基準とした、可視化結果の抽出や並べ替え機能。

F10: メモ帳機能

検査ではなく電子メモとして日常的に何気ないメモデータを記録し、メモを残した患者本人が後に振り返られる機能。

2.3 全体アーキテクチャ

EVIDENT の全体アーキテクチャを図1に示す。患者はタブレット端末を使用し、家庭や介護施設から描画検査を行い、描画データをサーバに送信する。サーバは描画データを受信すると、動的特徴量及び統計量の計算を行い、可視化画像を生成する。クライアントから受信した描画データや、計算された特徴量、生成された可視化画像は、サーバ内のデータベースに保存される。医療従事者は、オンライン上で患者情報や描画検査の種類登録や編集を行う。EVIDENT は登録された患者情報とその描画データを紐づけ、医療従事者に可視化結果の提供を行う。

2.4 描画過程の可視化と統計量の算出

F6:描画過程の可視化で抽出する特徴量はストローク、ストロークを描く速度、ストロークを描く加速度、ストローク間の時間、ストロークの書き初めの時間、ストロークの向き、書き

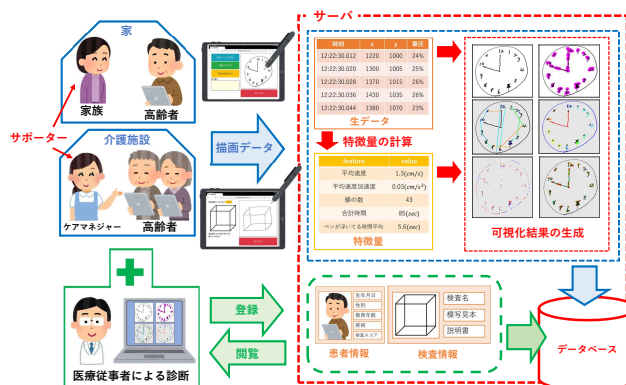


図1 EVIDENT の全体アーキテクチャ

順、筆圧の変化の8種類であり、これらの特徴量を全15種類の可視化手法で可視化する。また、**F7:**統計量の計算で出力する統計量は描画にかかった総時間、ペンが紙に触れていた合計時間、ペンが紙から離れていた合計時間、ペンが紙から離れていた時間の平均値、ペンが紙から離れていた時間の分散値、筆圧の最小値、筆圧の最大値、筆圧の平均値、筆圧の中央値、筆圧の分散値、ストロークの総数、ストロークを描く速度の最小値、ストロークを描く速度の最大値、ストロークを描く速度の平均値、ストロークを描く速度の中央値、ストロークを描く速度の分散値、描画の完成図のアスペクト比、の計17種類である。特徴量の具体的な計算方法、可視化手法、統計量の計算方法は先行研究[5]で提案、実装したものを利用する。

2.5 端末上での描画検査実施機能

EVIDENT は描画検査の種類に応じた適切な検査画面を提供する。例えば模写検査の場合は、登録された模写見本と、描画スペースの両方が同時に画面に表示され、模写見本の印刷物を用意することなく、模写検査が行える。また、検査画面では検査の手順説明画像を閲覧することが可能であり、検査の手順を忘れた場合でも、問題なく検査を行うことができる。

3. 実装

3.1 実装に利用した技術

EVIDENT の実装にあたり、用いた技術は以下の通りである

- 開発言語：Java1.8, HTML5, CSS3, JavaScript
- DBMS：MariaDB 10.4.11
- Web サービスフレームワーク：Spring Boot 2.3.2
- 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 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

検査を新規登録する

検査の英語名

半角英数字で描画検査の英語名を入力してください(例: clock drawing test)

検査の英語略称

半角英数字で描画検査の英語略称を入力してください(例: CDT)

検査の日本語名

登録する検査の日本語名(例: 時計描画検査)

検査画面上部に表示されるテキスト

被験者の描画実行ページの上部に表示されるテキスト(例: 時計を描いてください)

この描画検査に関するコメント

この描画検査について残しておきたいコメント(例: 時計を描く検査。被験者は白紙に10分10分の時計を・・・)

検査の種類 (種類は後から変更できません)

模写しない検査 模写検査 メモ機能

模写検査の見本画像 (後から変更できます) (jpg)

ファイル選択
JPEGファイルで正方形に近い見本画像を用意してください

検査の説明画像 (jpg)

ファイル選択
パワーポイントで1枚の**説明画像**を作成⇒名前を付けて保存⇒ファイルの種類を「JPEG ファイル交換形式 (*.jpg)」に選択⇒保存⇒エクスポートするスライドを「このスライドのみ」にして保存した画像(例: clock_drawing_test.jpg)を選択。メモの場合は何を登録しても関係ありませんが、仕様上何かしらの画像を登録する必要があります。

付箋機能の適応 (OFF推奨)

OFF ON

描画画面の左下に手書きで動などをメモする小さなスペースを用意するか、onなら用意する。付箋は描画の詳細画面で確認できる。無駄に被験者の混乱を避けるためにもOFFを推奨。

被験者側での検査の表示

表示 非表示

非表示にする和被験者の描画検査選択画面から消える。データは残るので分析などはこれまで通り可能。

図2 描画検査の登録画面

クライアントサイド GUI は、HTML5、JavaScript、CSS を用いて実装した。

3.2 画面

本節では実装した EVIDENT の代表的な機能を表す画面を示し、説明を行う。

描画検査登録画面

描画検査の登録画面を図2に示す。この例では画面中央部の描画検査の種類で「模写検査」を選択しているため、その直下に模写検査の見本画像を登録するボックスが表示されている。「メモ機能」を選択した場合、この描画検査を行った患者は、この検査に限り、振り返って過去の描画結果を閲覧、削除することができる。また、画面下部に存在する「付箋機能の適応」では、本番の描画前に液晶での描き心地を試す、試し書きスペースの公開を行うか否かを選択することができる。検査の種類以外の情報は全て描画検査更新画面で更新することができるため、検査方法の多少の変化などには柔軟に対応することができる。

模写検査実施画面

立方体模写検査の実施画面では図3のように、模写見本が、画面左に表示される。そのため、本来なら模写見本の印刷物を

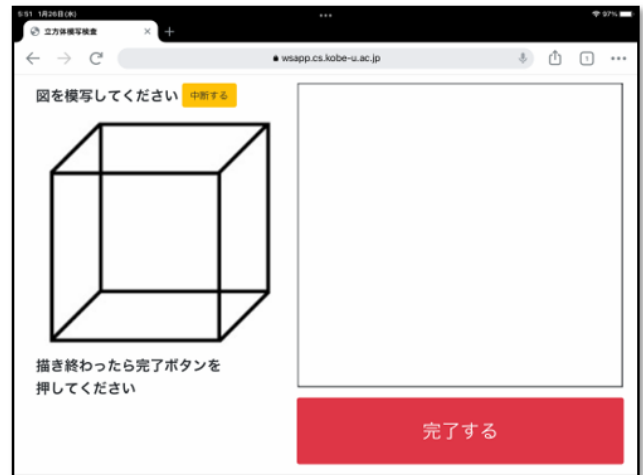


図3 立方体模写検査の画面

必要とする検査でも、タブレット端末だけで行うことができる。この模写見本は、描画検査登録画面で登録した画像であるため、医療従事者が見本画像を変更した場合は、検査実施画面での模写見本も変更される。

4. 評価実験

4.1 実験概要

描画検査を行う場として病院、高齢者の集まる施設、一般家庭の3つのケースを想定し、それぞれの場で EVIDENT を使用してもらう。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。

実験に参加していただいた医療従事者、通所介護施設のケアマネジャー、及び家庭に高齢者がいる女性、の3名には、口頭や事前に用意した動画などを用いて EVIDENT の使用方法を説明した。EVIDENT の使用方法をある程度熟知した上で、我々システム開発者の協力無く、描画検査の遂行から検査結果の閲覧、患者の登録等が行えるか検証した。

図4は実際に実験に使用した端末で、時計描画検査を行っている様子である。

4.2 実験結果

4.2.1 医療従事者による病院での実用可能性の検証

病院内の患者に対し、日常的に描画検査を行う医療従事者に EVIDENT を使用してもらい、63歳から89歳までの計7名の患者を対象に、患者の登録、MMSE スコアの登録、時計描画検査及び立方体模写検査を行ってもらった。実験は患者を4名と3名に分け、2度にわたって行われた。1度目の実験の結果、患者情報及び MMSE のスコアは医療従事者によって問題なく登録できることが確認できた。しかし、患者による描画検査の遂行時に、ペンを持つ手の小指の付け根が描画スペースに触れ、ペン先の軌跡とは別に不必要な線が保存されてしまうケースが

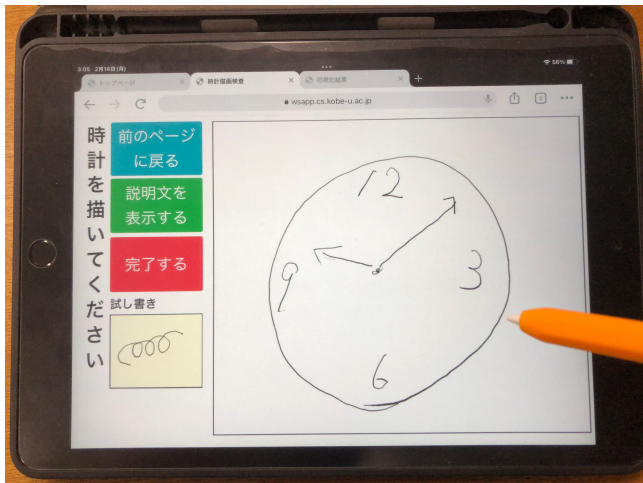


図4 実験に使用した端末での描画

みられた。図5は、1回目の実験の際に保存された4名の描画結果であり、とくにID003, ID004, の患者は描画された時計以外に、細かな線が記録されていることがみ取れる。

そこで、描画スペースにはペン以外の入力を受け付けないように変更を加えた。描画スペースはHTMLの要素の一つである canvas と、何かが画面に触れたときに発火する touch イベントや何かが画面を触れながら動いている間発火し続ける touch move イベントなどを組み合わせて構築されている。touch イベントは、触れている物体がスタイラスペンか指なのかを変数として直接返してはくれないが、ペン先の座標や筆圧、接触面の円の半径、時刻といった情報を取得することができる。surface pro や、実験に使用した iPad では、指が接触した場合は筆圧が0として取得され、スタイラスペンが接触した場合は筆圧が0以外の正しい値となることが判明したため、筆圧を判断の基準とし、スタイラスペン以外の入力を描画せずデータとしても保存しないことで、肌の接触による余分な線が引かれないように改善した。

その後病院での2度目の実験を行った。図6は2度目の実験の際に保存された3名の描画結果であり、いずれの患者も余分な線は記録されず、描画データとして問題なく保存されていることが見て取れる。また、図7はID007の患者の詳細画面である。試し書きスペースを有効に活用し、タブレット端末を用いた描画が問題なく行えていることが確認できる。実験に協力した医療従事者からも、2回目の実験では問題なく描画検査が行え、取得した描画データに対し可視化結果の閲覧が行えたことを確認した。

以降の実験は改善後の EVIDENT を使用している。

4.2.2 通所介護施設における実用可能性の検証

通所介護施設で勤務するケアマネジャーにサポーターとして EVIDENT を使用してもらい、81歳から95歳までの計9名の高齢者に対し、時計描画検査及び立方体模写検査におけるデジタルデータの保存が行えるか確認した。

実験の結果、8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。1名のみ、立方体模写検査を中断したが、理由としては、立方体を模写するという

被験者ID	001	被験者ID	002
病態	null	病態	null
詳細情報		詳細情報	

被験者ID	003	被験者ID	004
病態	null	病態	null
詳細情報		詳細情報	

図5 病院での1度目の実験で得られた時計描画データ

被験者ID	005	被験者ID	006	被験者ID	007
病態	null	病態	null	病態	null
詳細情報		詳細情報		詳細情報	

図6 病院での2度目の実験で得られた時計描画データ

課題が本人にとって困難であり、検査を続行したくないという強い要望が存在したためであった。本人によると、紙による検査であっても立方体模写検査を行いたくないということであった。立方体模写検査を行う以前に時計描画検査を行っていたため、時計描画検査に関しては、9名分の検査のデータが記録できた。

4.2.3 家庭内における実用可能性の検証

70代以上の2名の高齢者及び1名の50代の女性がいる家庭に依頼し、家庭内で EVIDENT を使用してもらい、描画検査を行えるか検証した。50代の女性にサポーターとして EVIDENT を操作してもらい、2名の高齢者に対して時計描画検査及び立方体模写検査を行ってもらった。

図8は、2名の高齢者の立方体模写検査の描画データである。2名とも画面内の模写見本を確認し、模写検査を行えているこ



図 7 病院での 2 度目の実験で得られた時計描画データの詳細画面

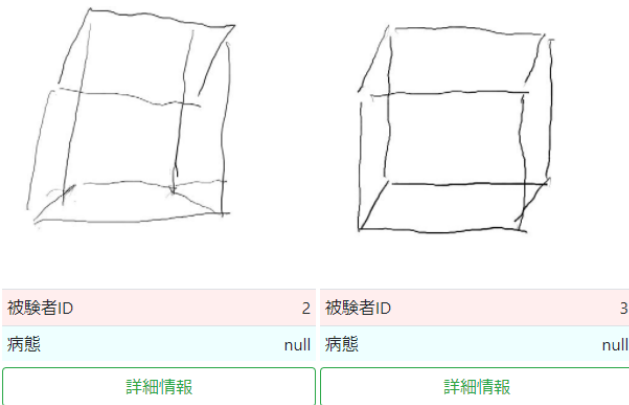


図 8 一般家庭での実験で得られた立方体データ

とが見て取れる。

5. 考察

本実験では 3 名の方にタブレット端末を通して EVIDENT を操作してもらったが、実験中はおおよそ操作方法に戸惑うことなく、患者の登録や描画検査が行えた。また、今回 EVIDENT を操作した 3 名の方々は、全員 50 代以上であり、普段タブレット端末を使用しない方もいた。しかし、問題なく実験が行えたということは、EVIDENT の操作が容易であることを示していると考えられる。また、紙とは違いタブレット端末の液晶画面に描画を行うことに抵抗を持つ高齢者も存在することが懸念されたが、実験で描画検査を行った計 18 名の高齢者全員が、問題なく端末の液晶画面に描画を行うことが出来た。そのため、多くの高齢者は、タブレット端末の液晶画面でも問題なく描画を行えることが示せたと言える。病院での 1 回目の実験後に改善を行って以降、実験中に行われた全ての描画検査に対し、システム上の問題なく描画データの保存、及び可視化結果の閲覧が行えた。

以上の結果から、EVIDENT を用いることで、患者情報の管理、描画過程を含む描画検査の実施、描画過程の可視化及び分析が一貫して行えることが示唆された。

また、施設のケアマネジャーから、外見や言動から想像される認知機能と描画結果には大きなギャップがあり、施設を利用する高齢者に対する理解の重要性を改めて感じたという意見を頂いた。EVIDENT は、描画検査を必要とする患者や、描画検査を診断する医療従事者に向けて、提案、実装したものであったが、このように描画検査を気軽に行える環境を提供することで、医療現場だけでなく介護現場においても新たな価値をもたらすことが可能であると考えられる。

6. まとめ

本研究では、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、EVIDENT の提案・試作を行った。

EVIDENT は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、分析が行えるシステムである。

本稿では、試作した EVIDENT を使い、病院、介護施設、一般家庭で描画検査の実施から描画過程の可視化まで問題なく行えるか検証を行ったところ、EVIDENT の実用性を示すことができた。さらに、ケアマネジャーからのフィードバックにより、介護現場へ新たな価値を提供する可能性が存在することも明らかとなった。

また、EVIDENT は検査から診断までを一貫して行えるツールというだけでなく、これまでに存在しなかった、描画検査のデジタルデータ収集の基盤であるとも言える。様々な面での拡張性を重視し、設計、実装しているため、時計描画検査や立方体模写検査によらず、様々な描画検査に対して、描画データの収集を加速させることが期待できる。今後は、EVIDENT を用いてより多くのデータを収集し、描画検査の発展に寄与することができると考えている。

文 献

- [1] 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 9/30/2019).
- [2] B. Agrell and O. Dehlin, “The clock-drawing test,” Age and ageing, vol.27, no.3, pp.399–403, 1998.
- [3] P.J. Manos and R. Wu, “The ten point clock test: a quick screen and grading method for cognitive impairment in medical and surgical patients,” The International Journal of Psychiatry in Medicine, vol.24, no.3, pp.229–244, 1994.
- [4] S. Müller, O. Preische, P. Heymann, U. Elbing, and C. Laske, “Increased diagnostic accuracy of digital vs. conventional clock drawing test for discrimination of patients in the early course of alzheimer’s disease from cognitively healthy individuals,” Frontiers in aging neuroscience, vol.9, p.101, 2017.
- [5] S. Ryukichi, S. Sachio, N. Masahide, K. Naoki, and S. Atsushi, “Evident : 神経心理学的描画検査における描画過程の可視化及び可視化インターフェース,” 電子情報通信学会技術研究報告, vol.119, no.482, pp.424–429, 2020.