作成／更新日：令和８年６月 30 日
課題管理番号：25he2002033j0003

日本医療研究開発機構　次世代型医療機器開発等促進事業
事後評価報告書

公開

Ⅰ 基本情報

研究開発課題名：
（日本語）認知症対応型 AI・見守りロボットを実世界へ「介護現場で人間を含むデジタルツイン」の構築を目指す研究開発
（英　語）Development of BPSD detective AI combined with a communication robot to establish the digital twin in the nursing care fields.

研究開発実施期間：令和５年８月 17 日～令和８年３月 31 日

研究開発代表者　氏名：
（日本語）矢沢　一真
（英　語）Kazuma Yazawa

研究開発代表者　所属機関・部署・役職：
（日本語）ゲオム株式会社　代表取締役
（英　語）GEOM Corporation, CEO

Ⅱ 研究開発の概要

研究開発の成果およびその意義等（和文）

1. 背景と目的

認知症ケアの現場では、本人から正確な情報を継続的に聴取することが難しく、介護記録がケア判断、BPSD（認知症の行動・心理症状）の兆候把握、医療・介護連携を支える重要な情報基盤となる。一方で、BPSD 対応、見守り、排泄・食事・移動支援等の業務が重なることにより、記録作成が勤務終了後に後回しとなる、記録の即時性・正確性が低下する、職員間でケア判断が属人化する、といった課題が生じている。

本研究開発では、認知症ケア補助システム「DeCaAI」と見守りロボットを連携させ、音声入力、話者識別、自然言語処理、介護記録、環境・バイタル等のセンサーデータ、BPSD 予兆検知を統合することにより、介護現場における「人間を含むデジタルツイン型」のケア支援基盤を構築することを目的とした。AI が介護者を代替するのではなく、介護者の観察・判断・介入を支える情報基盤として機能させることを重視し、記録支援、予兆通知、ケアリコメンド、ロボットによる通知・介入支援を一体的に実現した。

2. 研究開発の成果

・BPSD 予兆検知モデルとして NPV98.9%/PPV2.4%を構築した。
・当該モデルの独立検証で AUC 0.87/F1 0.79/MAE 14.2 分を確認した。
・BPSD 予兆検知をコミュニケーションロボットを介し介護者に通知する技術を成立させた。
・言語解析、意図解析、感情認識技術による AI 分析フローを確立した。
・音声入力に基づく F-SOAIP 自動分割および介護記録連携を実現した。

第一の成果は、BPSD 予測における評価設計を拡張し、介護現場で連続取得される全時系列データを対象とした予兆検知モデルを構築・評価した点である。過年度研究では、BPSD 発症イベントを抽出したうえで、その直前データから病態種別を分類する高 PPV 型のイベント分類が中心であった。一方、本研究開発では、発症イベントを事前抽出せず、1 分単位の全時系列データを対象として、30〜60 分先の BPSD 発症リスクを検知する高 NPV 型の時系列予兆検知へ評価設計を拡張した。

この評価設計では、非発症時間帯が大半を占める Rare Event 構造となるため、PPV は低く算出されやすい。一方で、介護現場において安全時間帯・安定状態を高い信頼性で把握し、不要な介入を抑制しつつ予防的ケアのタイミングを提示する観点からは、NPV が重要な指標となる。本研究開発の最終評価では、PPV2.4%、NPV98.9%が示され、BPSD 発症を確定診断的に予測する AI ではなく、非発症状態の判別と予防的ケア介入のタイミング提示に資する NPV 型予兆検知 AI としての技術的意義を確認した。また、モデルの独立検証では AUC0.87、F1 0.79、MAE14.2 分、外部検証では AUC0.82、F1 0.75 が示され、施設間のばらつきを一定程度考慮した汎化性能の検証も行った。

第二の成果は、BPSD 予兆通知を介護者の判断・介入へ接続するためのロボット連携フローを検証した点である。DeCaAI による予測結果を、見守りロボットの接近、通知、見守り、声かけ等の動作へ接続し、介護者に対して必要な情報を伝達する業務フローを確認した。実運用上のアラート評価では、アラート発出件数 1,342 件のうち約 68.4%が事前に定義した評価時間窓内の BPSD 発症記録と対応し、アラートから介入までの中央値は 12 分であった。この指標は全時系列評価における PPV とは異なる運用指標であり、予兆通知を現場の介護判断や介入支援に接続するための有用な検討材料となった。

第三の成果は、言語解析・意図解析・感情認識技術を介護記録およびケア支援に接続する基盤を構築した点である。音声入力、話者識別、音声テキスト化、対話応答、介護記録生成、医療・介護連携に関する機能検証を行い、介護者が入力した介護記録テキストについて、自然言語処理および意図解析技術により、ケア上の意味や注意すべき状態変化を推察し、BPSD 予兆検知およびケアリコメンドと連携させる言語処理基盤を構築した。また、利用者本人の発話については、話者識別によりスタッフ発話と区別し、S：主観的情報として介護記録に登録するとともに、対話応答および DeCaAI 連携に接続するフローを検証した。

第四の成果は、音声入力に基づく介護記録連携フローの成立性を確認した点である。スタッフ発話については、会話モードと介護記録モードを切り替え、介護記録モードでは入力テキストを F-SOAIP 形式に分割し、客観的情報、評価、計画等として記録化する流れを確認した。利用者発話についても、主観的情報として記録し、対話応答および DeCaAI 連携へ接続するフローを検証した。過去 PoC および一部施設の過去ログを含む参考分析では、記録時間短縮および記録漏れ低減の傾向が示されたが、令和 7 年度実証単独では、施設ごとの入力運用、音声入力の利用状況、二重入力、記録すべき事象の定義のばらつき等により、同効果の定量的再現には至らなかった。この結果は否定的な成果ではなく、介護現場で継続利用可能な記録支援システムへ改善するための重要な実証知見である。

3. 研究開発の意義と社会的インパクト

本研究開発は、認知症ケアにおける BPSD 予兆検知、ロボット介入、音声記録支援、介護記録データの知識構造化を統合したデジタルツイン型ケア支援基盤の技術的可能性を示した。特に、BPSD 予測について、イベント分類型から全時系列 Rare Event 型の予兆検知へ評価設計を拡張し、NPV 型の

安全時間帯判別という実装上の価値を明確化した点は、新技術創出および介護ソリューションとしての意義が大きく先駆的な事例となった。今後は、BPSD 個別予測機能と合わせ二段階ケア支援モデルとして統合し、ロボット非依存型のケア AI 統合基盤「MIMORI OS（仮称）」として、複数のロボット、スマートデバイス、介護記録システム、IoT 基盤と接続可能な社会実装モデルへ発展させることにより、介護現場を「予測できる空間」として成立させ、ケアの質の向上と介護負担の軽減に寄与することを目指す。

Research and Development Achievements and Significance

In dementia care settings, it is often difficult to continuously obtain accurate information directly from persons with dementia. Care records therefore serve as an essential information infrastructure for care decision-making, early recognition of behavioral and psychological symptoms of dementia (BPSD), and medical-care collaboration. However, care workers must handle BPSD responses, monitoring, toileting, eating, mobility assistance, and other daily care tasks simultaneously, which can delay documentation, reduce record quality, and make care decisions dependent on individual experience.

This project aimed to establish a digital-twin-based care support platform that includes humans in the loop by integrating “DeCaAI (Dementia Care-Assist AI System)” with monitoring robots. The platform combines voice input, speaker identification, natural language processing, care records, environmental and vital sensor data, and BPSD early-risk detection. The system was designed not to replace care workers, but to support their observation, judgment, and intervention through documentation assistance, early-risk notification, care recommendations, and robot-mediated alerts.

The main technical achievement was the expansion of the BPSD prediction framework. Previous related research mainly focused on a high-PPV event-classification approach, in which BPSD onset events were extracted in advance and pathological categories were classified from data immediately before onset. In contrast, this project expanded the evaluation design to a high-NPV continuous time-series early-risk detection approach, assessing whether BPSD would occur 30 to 60 minutes later using one-minute time-series data without prior event extraction.

Because most time periods in actual care settings are non-onset periods, this evaluation design has a rare-event structure. In such a setting, positive predictive value (PPV) tends to be structurally low, while negative predictive value (NPV) is important for identifying stable periods and supporting preventive care timing. In the final evaluation, PPV was 2.4% and NPV was 98.9%. Independent validation showed AUC 0.87, F1 score 0.79, and MAE 14.2 minutes. External validation showed AUC 0.82 and F1 score 0.75, suggesting a certain level of generalizability across facility differences. Operational alert evaluation also showed that, among 1,342 alerts, approximately 68.4% corresponded to BPSD onset records within the predefined assessment window, and the median time from alert to intervention was 12 minutes.

The project also verified language analysis, intention analysis, emotion recognition, voice-based documentation, and care record linkage. Staff utterances were separated into conversation mode and care-record mode, while care recipient utterances were incorporated into care records as “S: subjective information” and linked to dialogue support and DeCaAI. In care-record mode, input text was segmented into F-SOAIP format and connected to care record workflows. Reference analyses based on past proof-of-concept data suggested reduced documentation time and fewer missing records; however, these quantitative effects were not reproduced in the FY2025 field verification alone, highlighting the need for operational standardization and UI/UX improvement.

The significance of this project lies in redefining care records as data infrastructure for BPSD early-risk detection, care recommendations, and care worker support. By integrating voice, records, sensor data, AI prediction, and robot interfaces, the project demonstrated the technical potential of a human-centered digital-twin care platform. Future work will integrate individualized BPSD prediction with high-NPV early-risk detection into a two-stage care support model and develop these outcomes into a robot-agnostic care AI integration platform, provisionally named “MIMORI OS.”