

厚生労働科学研究費補助金
(政策科学総合研究事業(臨床研究等 ICT 基盤構築・人工知能実装研究事業))
総合研究報告書

介護施設入居高齢者等の疾病の早期発見・重症化予防をAIを活用して行う実証研究

研究代表者:

今中雄一 (京都大学大学院医学研究科医療経済学分野 教授)

研究分担者:

鹿島 久嗣 (京都大学大学院情報学研究科知能情報学専攻 教授)

櫻井 保志 (大阪大学産業科学研究所トランスレーショナルデータビリティ研究分野 教授)

國澤 進 (京都大学大学院医学研究科医療経済学分野 准教授)

研究協力者:

佐々木典子 (京都大学大学院医学研究科医療経済学分野 特定准教授)

林 慧茹 (京都大学大学院医学研究科医療経済学分野 研究員)

原 広司 (京都大学産官学連携本部 特定助教)

中部 貴央 (京都大学大学院医学研究科医療経済学分野)

寺岡 英美 (京都大学大学院医学研究科医療経済学分野)

要旨

目的:

介護施設等に居住する高齢者等の疾病の早期発見・重症化予防を行うために、各種データを用いた評価・通知のシステムを研究開発し、現場にフィードバックすることを目的としている。

1) 【生体センサーデータの解析】

1.1)睡眠の推定と生活パターンの抽出

要介護状態にある被験者について、非接触型モーションセンサーの起床・睡眠推定データを用い、睡眠の推定の検証と、生活パターンの抽出の可能性を探索した。介護記録と照合したが、介護記録の記載の揺れもあり、判定の誤差は大きかった。規則的な生活リズムがある場合、その特定と変化を抽出できる可能性が示された。

1.2)入居者の状態のモデル化

データの入手、ノイズクリーニングや小サンプルでの検証等を行い、時系列ビッグデータ解析のためのリアルタイム AI 技術(特徴自動抽出およびリアルタイム予測技術)を開発し、センサーデータに適用した。本技術を活用することにより、施設から得られる大量の介護データを高速かつ正確に解析することが可能となり、入居者の状態の変遷、病状の悪化の検知向上に期待ができる。また、解析成果のフィードバックにより、疾病発症や重症化の予防実績、医療介護従事者等の負担軽減へつながると考えられる。予測にしたがった計画的な施策実行が可能となり、費用の削減が見込まれる。

2)【介護提供組織の体制・風土データ】

病院を対象に開発された調査票をもとに、介護施設での調査票開発および調査協力施設を確保した。介護事業所における組織文化・安全文化を構成する因子間の関係を探した結果、『安全確保の状況』に対し、『組織基盤』(資源、責任と権限)からの直接効果よりも、『チーム力』(チームワーク、情報共有、内部協働)および『現場職員の士気』(士気・やる気、プロとしての成長)を介した間接効果が大きく、『チーム力』や『現場職員の士気』の醸成の必要性が示唆された。

3)【健康関連データ(介護レセプト、調査票データ、介護カルテ等)】

3.1)入居者の QOL

入居者 QOL 調査票の開発および調査協力施設を確保した。介護サービス利用者の QOL と精神的健康状態に関する実態を把握し、関連要因の探索を行った。介護サービス利用者 2620 名を対象とした無記名自記式質問紙調査を実施し、1700 名から回答を得た。その結果、QOL 指標として測定した EQ-5D では、要介護度の悪化に伴って、そのスコアが減少する傾向がみられ、精神的健康状態指標として測定した WHO-5 では要介護度の悪化との関連はあまり見られなかった。EQ-5D と WHO-5 ではいずれも利用者の主観的幸福感と主観的健康感との関連がみられた。

3.2) レセプト等の情報の活用

AI・機械学習を用いて、介護ニーズの増加要因および要介護重症化、死亡率予測を行った。また、日本において 2015 年 8 月から実施された介護保険一部利用者の自己負担 2 割に上昇した政策について、介護サービス利用者に多大な影響を与えたことを差分の差分法で検証した。介護と医療の利用を合わせて考慮した結果、介護サービスの利用に有意の差はみられなかったが、自己負担 2 割になるグループに医療サービスの利用増加が見られた。介護と医療の一部サービスの代替性は存在する可能性がある。

3.3)介護カルテ情報の活用

介護カルテ情報の取得およびシソーラスの構築を行った。高齢者施設において、利用者の転倒等のインシデント予防は重要な課題である。本研究では、施設・居宅系サービスの介護カルテ情報から、睡眠状態とインシデント有無の関連について検討を行った。良眠記録があると翌日(起床後)のインシデント記録は大幅に減少することが示された。単日の傾向ではあるが、睡眠が翌日(起床後)の行動になんらかの影響を及ぼしていることが察せられる。

結論:

当研究は、これまで整備・追加したデータ(生体センサー、医療・介護レセプト、介護カルテ、調査票調査等)と解析成果に基づき、多側面からのデータ分析を発展的に行い、その成果を発表した。具体的には、AI 技術を適用し、生体センサーデータを用いて、高齢者の睡眠や生活パターンの検証、状態の把握のモデル化を行い、予後予測の基盤を作った。また、介護カルテの睡眠の情報からインシデント発生を予測する基盤を作った。加えて、調査票調査データから、利用者 QOL への関連要因、利用者安全と介護職員の組織文化との構造的な関連を同定し、職員組織文化から利用者の QOL 面、安全面での予後予測の基盤を作った。最後に、医療・介護レセプトを用いて、医療費・介護費の負担額増加に関する予測因子を明らかにし、介護保険の自己負担額増加による医療と介護のサービス代替性についても

明らかにするとともに、負担額増加の予測因子を解析した。以上より、介護施設入居高齢者等の疾病の早期発見・重症化予防の予後予測モデルを、AI を活用し多側面のデータから構築した。これらの多側面からの予測技術を組み合わせ、より精度高く重症化の予測をするための基盤を構築した。さらなる社会実装へと展開することが期待される。

A. 目的

AIを用いることで、介護施設等に居住する高齢者等の疾病の早期発見・重症化予防を行うために、各種データを用いた評価・通知のシステムを研究開発し、現場にフィードバックすることを目的としている。

【平成 29 年度】

1)生体センサーデータの解析

早期発見・重症化予防に向けて生体センサーデータを解析する。

2)医療・介護の大規模データ解析

医療・介護(病名・行為等)の大規模データを解析する。特に、認知症と居住の状態を考慮した、介護ニーズの増大に関連するハイリスク因子を探索する。

3)介護提供に係る組織文化と利用者の生活の質のモニタリングと包括的アプローチ

本研究では、介護施設のサービス向上・改善に活用することを旨すとともに、利用者満足度と QOL、職員満足度と組織文化に寄与する要因を明らかにするため、介護施設における、利用者の満足度と QOL 等、または職員の組織文化を測定し、多施設間比較を実施する。ケア提供に関わる組織文化と利用者生活の質・満足度をモニタリングして活用し、これらの多側面の情報を用いて包括的にアプローチする。

【平成 30 年度】

1)生体センサーデータの解析

近年の IoT デバイスの急速な普及に伴い、それ

らのデバイスから収集した多様かつ大量のデータを管理、解析することにより、高度なサービスに活用しようとする動きが盛んである。医療介護分野においては、ビッグデータ解析は医療介護サービスの質の向上および効率化を図り、様々な問題を解決できる重要なアプローチとして期待されている。本研究の目的は、介護施設入居者から得られた多種多様なセンサデータから、入居者の状態をモデル化し、入居者の状態や特徴を抽出、分類、さらに予測を行うことを可能とするデータ解析のための AI 関連技術を開発することである。

2)介護提供組織の体制・風土データ

介護提供者の組織風土が、介護施設入居高齢者の健康状態・活動状態に大きく影響すると考えられる。医療においては、組織風土に関する調査がいくつか行われているが、介護ではそれらがほとんど明らかになっていない。そこで、本研究では、介護施設のサービス向上・改善に活用することを目指し、介護提供者の組織風土を計測することで、組織基礎リスクの定量化することを目的とする。

3)健康関連データ(介護レセプト、調査票データ、介護カルテ等)

3.1)入居者の QOL

入居者の QOL や精神的健康状態、幸福感、サービス満足度等を測定し、それらをモニター・把握することで、サービスの向上や変化の予測を目的とする。

3.2)レセプト等の情報の活用

認知症リスクスコア評価尺度の作成、及び AI・機械学習を応用して、介護・医療レセプト等の大規模

データや調査票データを活用した要介護度重症化・死亡率予測モデルの構築、介護自己負担の変化から介護利用者にと与えた影響を検証する。

さらに、データマイニングの技術・手法などで、年齢、性別、地域別、傷病、入院日数、検査、薬剤、処置、介護サービス、要介護度などを変数として用い、複数期間において、年齢、性別、傷病、利用した介護サービス項目、要介護度などを説明変数とし、パネルデータ分析を行い、リスクが高い群を同定する。また、Deep Learning を利用して、要介護度別に利用したサービスを Dyadic Soft Clustering した結果と、性別、年齢、保険者を説明変数とし、一年後の要介護度を予測するモデルを構築する。上述のモデルの説明変数と一年後要介護度重症化有無をアウトカムにした予測モデルを構築、さらに従来の回帰モデルを同じデータに用い、モデルの精度を比較した。

3.3)介護カルテ情報の活用

介護記録には、利用者の状態変化(バイタルや転倒・発熱などのイベントの発生等)について記録されている。このデータを活用し、利用者の重症化の予測モデルを構築することを目的とする。データの整形およびテキスト抽出のためのシソーラスの構築を目指す。

【平成 31 年度】

1)生体センサーデータの解析

1.1)睡眠の推定と生活パターンの抽出

要介護状態にある被験者について、非接触・非侵襲型モーションセンサーの起床・睡眠推定データを用い、睡眠の推定の検証と、生活パターンの抽出の可能性を探索する。

1.2)入居者の状態のモデル化

近年の IoT デバイスの急速な普及に伴い、それらのデバイスから収集した多様かつ大量のデータを管理、解析することにより、高度なサービスに

活用しようとする動きが盛んである。医療介護分野においては、ビッグデータ解析は医療介護サービスの質の向上および効率化を図り、様々な問題を解決できる重要なアプローチとして期待されている。本研究の目的は、介護施設入居者から得られた多種多様なセンサデータから、入居者の状態をモデル化し、入居者の状態や特徴を抽出、分類、さらに予測を行うことを可能とするデータ解析のための AI 関連技術を開発することである。

2)介護提供組織の体制・風土データ

本研究では、介護事業所における組織文化・安全文化を構成する因子間の関係を明らかにすることを目的とした。

3)健康関連データ(介護レセプト、調査票データ、介護カルテ等)

3.1)入居者の QOL

介護サービス利用者の QOL ならびに精神的健康状態に基づく介護の質評価の必要性が高まるが、本邦での研究はいまだ少ない状況にある。そこで、本研究は介護サービス利用者の QOL および精神的健康状態の実態を把握し、関連要因の探索を目的とした。

3.2)レセプト等の情報の活用

本研究では介護サービス利用者の自己負担 2割の制度について、導入前後の介護と医療サービスの利用状況と費用の変化を比較することで、2割負担によって介護利用者にとどのような影響を与えるのかについて実証的に検証する。

3.3)介護カルテ情報の活用

施設・居住系サービスを利用する高齢者の介護記録から、睡眠の記録(良眠の記載)と転倒や大声などのインシデント有無の関連を検討する。

B. 対象・方法

【平成 29 年度】

1) 生体センサーデータの解析

協力を得られる医療・介護施設より、生体センサーデータやカルテデータ、匿名化レセプトデータ等の収集を行う。具体的には、パナソニック(27 棟約 840 室の協力を得て生体センサーデータの収集環境を構築済み)の協力によりデータ解析を開始した。加えて、医療・介護施設の協力・研究参加を得て、医療・介護の複合的なデータ収集を行う準備を進めた。

2) 医療・介護の大規模データ解析

医療・介護(病名・行為等)の大規模データを解析する。また、高齢者におけるアウトカムの予測モデルを構築するべく、国保連などの協力のもと医療と介護のレセプトデータを活用して多施設大規模な病名等・医療介護行為データベースを作り予後予測の基盤を構築した。データ収集では個人情報保護、倫理的配慮を十分に行い、関係者や観察対象者への説明と同意を確保しセキュリティの高いシステムを構築している。

解析では、1 年間に介護サービスを利用した 65 歳以上の利用者をその後 4 年間追跡した。介護ニーズ増加(要介護度上昇)を目的変数とし、性、年齢、登録時点の要介護度、観察期間中の独居有無、認知症有無、独居と認知症有無の交互作用因子を説明変数とし、Cox Regression でモデルを作成した。独居と認知症と介護ニーズ増加の関連を明らかにした。

3) 介護提供に係る組織文化と利用者の生活の質のモニタリングと包括的アプローチ

(1) 調査票の作成

京都大学医療経済学分野にて開発・使用されている、医療現場における多施設間での調査で用いられた調査票に基づき、また専門家との協議のもと、

調査票を作成した。

利用者および家族に関する調査については、「施設全般、スタッフの対応、食事、設備」等に対する満足度質問項目、「QOL、精神的健康状態、幸福度」等を問う項目ならびに回答者の属性に関する情報(性別、年齢)等を問う項目で構成された質問票を用いる。患者と家族に対する質問は同一質問紙上で調査を行う。

施設の組織文化調査については、回答者が所属する部署や施設における「チームワーク、情報共有、士気、やる気、プロとしての成長、組織の価値観、充実したケアの資源、責任と権限、改善のシステム、業務の改善、安全確保の状況、職務満足度、仕事量、利用者満足度、使命感」等に関する質問項目ならびに回答者の属性に関する情報(勤続年数、勤務時間、職種、役職、所属部門等)で構成された調査票を用いる。

(2) 調査対象

研究協力に承諾した介護施設の利用者本人やその家族、施設職員全員を対象とする。

【平成 30 年度】

1) 生体センサーデータの解析

本研究で扱うデータは、{入居者, センサ, 時間}の複数ドメインを持つテンソルとなっており、入居者の病状や特徴を多角的に解析する必要がある。具体的には、(1) 食事、読書、就寝など入居者の行動を表す時系列パターンとその変遷、(2) 入居者毎の共通パターン/入居者個人特有のパターンの抽出である。特に後者は(2)は、入居者間の行動の違いのみならず、就寝のような同じ行動であっても異なる振る舞いを示すような、入居者毎の特徴を示すものである。(1)の状態の変遷から病状悪化の予兆を検知したり、(2)により異常な振る舞いを示す入居者を早期に発見し、より細かく状態を観察することが可能になる。

以上を踏まえ、本研究目的を達成するため、大規模介護データのための多角的解析技術の開発を

行い、入居者の状態を多方面から分析する。

提案手法：提案手法の概要を図1に示す。提案手法は時間方向の解析を行う V-Split と、入居者方向の解析を行う H-Split で構成される。V-Split では、入居者の時間方向の状態遷移をセグメント分割し、共通セグメント（ここではレジームという）をモデル化する。一方 H-Split は、V-Split で得られたレジームの中から、入居者ごとの違いを抽出し、別のレジームとして表現する。これら2つのアルゴリズムを任意の順序で繰り返し、最終的な解を求める。

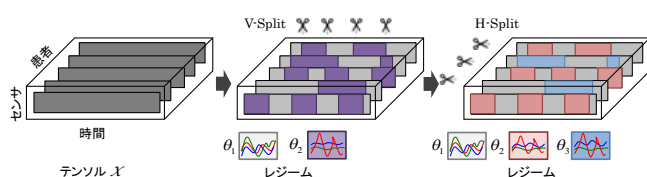


図1. 提案手法の概要

2)介護提供組織の体制・風土データ

介護事業所の職員に対して、自記式質問紙を配布し、無記名で調査票を封筒に入れ、厳封したうえで事業所ごとに回収をした。調査対象者は、介護事業所に勤務するすべての者(介護士、看護師、調理、清掃等)とした。質問紙には、回答者の職種や職位などを記入する欄を用意し、職種・職位ごとの違いも検証できるようにした。

質問項目の妥当性を確認するため、専門家を交えて内容を検証した。次に、作成した調査票の統計的な信頼性・妥当性を検証するため、2法人約200人に対してパイロット調査を実施した。結果を踏まえて、質問項目を一部改訂した。

統計的な妥当性・信頼性が確認された質問票を用いて、先の2法人に加えて、新たに5法人で調査を実施した。調査対象者は合計で約1300人となった。回収したデータを用いて、記述統計や職務満足度・勤務継続意欲を目的変数にした重回帰分析を行った。

3)健康関連データ(介護レセプト、調査票データ、介護

カルテ等)

3.1)入居者の QOL

協力を得られる介護事業所の利用者に対して、自記式質問紙を配布し、無記名で調査票を封筒に入れ、厳封したうえでポストに投函してもらい、調査票を回収した。ただし、重度な認知症患者等の回答が極めて困難な利用者については、施設側の判断で除外した。利用者が回答の記入を困難としている場合は、家族が補助をして回答をしていただいた。家族の訪問が少ない利用者の場合は、職員が回答の補助を行った。

調査票には、QOL、精神的健康状態、幸福感、サービス満足度等の項目を含んでいる。QOLはEQ-5D(世界的に使用されているQOL指標の一つ)、精神的健康状態はWHO-5(WHOが開発した精神的健康指標)を用いた。幸福感は、幸福感研究の第一人者である京都大学こころの未来研究センターの内田由紀子氏に協力いただき、項目を設定した。サービス満足度は、先行研究および専門家を交えて設定し、実際の介護職員へのヒアリングおよび利用者へのヒアリングにより改訂を行った。

5法人約55事業所に協力いただき、対象利用者数はおよそ2600人だった。

3.2)レセプト等の情報の活用

A市に在住する65歳以上の高齢者において基本チェックリストや健診データを用い、2011年から2015年までの約4年間の追跡により、新たに要支援・要介護認定された方の中で認知症が発症しているかどうかを分析し、認知症リスクスコア評価尺度を作成した。

A県より2014年8月から2016年7月に65歳以上かつ要介護度1以上の合計954,047人・月介護サービスレセプトデータを用いて、性、年齢、要介護度、補助の有無などを共変量として、「差分の差分法」(difference-in-difference estimation)により、その介護自己負担の変化が居宅サービス利用時間、施設入居日数と介護・医療費用それぞれ

れに与える影響を検証した。

B 県の介護保険、国民健康保険、後期高齢者医療制度のレセプトデータを連結し用いた。2010 年 10 月から 2011 年 9 月の間に、介護サービス利用があり、かつ 2011 年 10 月に要介護度が明らかであり、さらに 2014 年 9 月まで追跡できた者あるいは死亡した者を対象とした。2010 年 10 月を登録月とし、2009 年 10 月から 2010 年 9 月までに診断された疾患を ICD10 コードより同定し、それを既存疾患という説明変数とし、登録月に新たに診断された疾患を新規疾患、登録月の介護サービス利用種類、登録月の入院日数を説明変数とした。ランダムフォレストで変数の既存疾患と新規診断された疾患の重要度を示して、そして高齢者死因ランキング上位の疾患及び介護が必要になった原因となる主な疾患を考慮した上で説明変数を選択した。

年齢、性別、独居および上記で選択された説明変数を用いて、Kaplan-Meier 生存分析を行った。登録日から観察終了月（2014 年 9 月）までの約 3 年間の死亡有無を目的変数とし、Cox 回帰分析で死亡予測モデルを構築した。

要介護度予測及び重症化予測モデルは、N 県で、2017 年 4 月から 2018 年 3 月までの介護レセプトデータベースで、要介護度別のサービス利用を Dyadic Soft Clustering 分析を行った。結果と最も関連がみられるグループと性別、年齢、保険者を Deep Learning に適用して、2018 年 3 月の要介護度および重症化有無を予測した。さらに、同じデータを用い、従来の回帰分析モデルを作成して、モデルの精度を比較した。

3.3) 介護カルテ情報の活用

株式会社介護サプリーおよび介護サプリーの電子カルテを利用する介護事業所のデータ提供を受けた。介護サービス形態は様々であり、有料老人ホームやサービス付き高齢者向け住宅などである。対象者数は約 2000 人、約 2 年間のデータが含まれている。

データには、データ項目および言語情報があり、具体的には、個人属性、日時情報、バイタル、飲食・排泄、異変の把握がある。異変の把握とは、介護者（介護士や看護師等）が記録した自由記述データを指す。およそ 470 万件のデータが含まれている。この記録には、発熱や転倒、入院、不穏等のイベントが記載されるため、それらのキーワードを拾い上げて、アウトカムを把握する。ここで把握されたアウトカムを目的変数とし、個人属性で調整をして、バイタル、飲食・排泄、その他の自由記述の内容を説明変数とした予測モデルの構築を目指す。そのために、まずは異変の把握からアウトカムを適切に抽出するためのシソーラスを構築する。

【平成 31 年度】

1) 生体センサーデータの解

1.1) 睡眠の推定と生活パターンの抽出

介護施設に導入されている、非接触・非侵襲型モーションセンサーの記録および介護記録の提供を受け、分析を行った。データはいずれも匿名化され提供を受けた。モーションセンサーの記録については、動きの有無に加え、メーカー独自のアルゴリズムによる睡眠状態を示す記録が付加されたデータであり、本研究ではこの睡眠・覚醒・不在に変換されたデータを用い、その妥当性を検討した。次に、この睡眠・覚醒・不在データ用いた場合の生活パターンを描出する方法およびその生活パターンの変化の描出の可能性を探索した。

1.2) 入居者の状態のモデル化

本研究では、生体センサーデータから、入居者の病状や特徴を多角的に解析することを目的とする。実用化に向け、大量に生成される生体センサーデータを高速かつ自動的に処理する特徴自動抽出およびリアルタイム予測手法を検討する。具体的には、(1) 自動的にパターンや特徴を見つけ、時系列データをモデル化し、(2) 時系列モデル間の因果関係（要因-結果関係）を捉え、事象の連鎖

それらの特徴を統計的に要約しながら、データを構成するすべての特徴を明らかにするとともに高精度な予測を可能とする。また、(3) 計算時間はデータの長さに依存せず、高速な処理を行う技術を開発する。

2) 介護提供組織の体制・風土データ

5 法人 77 事業所に対し、2018 年 8 月～3 月に職員 1,008 名に対し調査を実施した。Kobuse & Imanaka et al.により開発された医療機関の職員を対象とした組織文化調査票をもとに、介護事業所の職員を対象とした調査票へ改訂し、その信頼性・妥当性を検証した調査票を用いた。

調査項目は、組織文化の 8 領域(改善への適応、士気・やる気、プロとしての成長、資源、内部協働、責任と権限、チームワーク、情報共有)ならびに安全確保の充実度に関する全 26 項目である。

各領域間の関係をみるため、相関分析(スピアマンの相関係数)を行った。また、組織文化の 8 領域そして安全確保の充実度の 9 因子を用いて、多重指標モデルを作成し、共分散構造分析により安全文化に関する因子間の構造を検討した。

3) 健康関連データ(介護レセプト、調査票データ、介護カルテ等)

3.1) 入居者の QOL

介護サービス利用者 2620 名(65 事業所)を対象とした無記名自記式質問紙調査を実施した(2018 年 11 月～2019 年 1 月)。

調査項目は、QOL(EQ-5D-5L)、精神的健康状態(WHO-5)、主観的幸福感、主観的健康感、利用者の属性(性別・年代・要介護度)である。本人による回答が困難な場合、家族やスタッフによる代理回答によって回収した。

利用者の精神的健康状態は、WHO-5 の粗点が 13 点未満を「不良な精神的健康状態」とした。各調査項目について層別(要介護度・性別・年代・回答者)で記述し、群間比較を行い、項目間の関連をみ

るため相関分析を行った。QOL ならびに精神的健康状態を従属変数、その他調査項目を独立変数、事業所特性(施設もしくは居宅・訪問、法人)ならびに利用者の属性を調整変数とした、重回帰分析および二項ロジスティック回帰分析を行った。

3.2) レセプト等の情報の活用

本研究では、A 県より 2014 年 8 月から 2016 年 7 月に 65 歳以上かつ要介護度 1 以上の合計 570,434 人・月介護レセプト(2014 年 8 月時点 23,879 人)を用いて、性、年齢、要介護度、補助受けの有無、生活保護受給有無を共変量として、「差分の差分法」(difference-in-difference estimation)を用いて、その介護自己負担の変化が居宅サービス利用時間、施設サービス利用日数、介護費用、医療入院日数、医療費、全費用(介護費と医療費合計)それぞれに与える影響を検証する。分析には、統計ソフトウェア Stata 15.1 を用いた。

3.3) 介護カルテ情報の活用

データ

- 某社から二次データとして提供された有料老人ホームの匿名加工情報。
- 2 施設、計 199 部屋分。期間は 2019 年 3 月～2020 年 1 月、ただし利用者ごとに利用期間が異なる。
- 介護職員によって記録されている介護記録を用いた。介護記録は、日時、食事や血圧等のバイタルデータ、巡回時の記録、自由記載による利用者の状況等が記載されている。

データ整理

1. 介護記録から、インシデントに相当する「転倒、入院、死亡、徘徊、放尿、暴力、暴言、大声、口論、けが、せん妄」の文字列を抽出した。これらの文字列が一日に 1 回以上あればインシデントありとした。また、転倒等の当日にインシデントの記載がなく、後日の記録に日付入りでインシデントが記

載されている場合、該当日にインシデントありとした。

2. 介護記録から良眠の文字列を抽出し、良眠が記録された日付を良眠ありとした。介護職員の夜間巡回は、基本的に22時、0時、3時に行われており、このうちのどれか一回に良眠が記載されていれば、良眠記録ありとした。また、22時以降の記載は翌日の日付とした。

3. 良眠記録とインシデント記録を施設と部屋番号と日付で紐づけ、1人日のデータとした(例えば、3月10日22:30の良眠記録は3月11日のデータとし、同施設、同部屋番号の3月11日のインシデント記録と紐づけた)。

4. 良眠記録及びインシデント記録は在室期間中の全日で記載がされていないため、在室中は必ず記録が存在するバイタルデータから全期間全施設全部屋の在室人日を算出した。

解析方法

1. 良眠記録とインシデント記録を施設と部屋番号と日付で紐づけた1人日データを分析の単位とした。

2. クロス表を作成し良眠記録の有無とインシデント記録の有無の関連を検討し、カイ二乗検定を行い両記録の有無に有意な差があるか検討した。

C. 結果

【平成29年度】

1) 生体センサーデータの解析

介護施設等の居住者の生体センサーを用いた見守りサービスの導入施設のデータ解析を開始した。

エアコンに付帯させるセンサーシステムをパナソニック株式会社が開発・実用化し、2017年8月時点で27棟840室への導入が行われている。これは、人の動きについて非接触・非侵襲にデータ取得し、解析されたデータから適切なモニタリングと介護等の介入の契機とするものである。このシステムでは単純な「人の動き」データを解析することにより、一

日の生活リズムを把握することができるようになることが特徴である。在不在や、在宅中の「活動状況」に加え、睡眠に係る行動パターンを推測することができ、日中の活力低下や異常行動の関係が想定され、それらのパターンの把握に、医師との連携も含め適切な把握と適切な介入により、生活の質の改善が示唆される。また、少し長い時間のスパンで疾患発症や活動度悪化の予測因子が見いだせる可能性がある。

協力の得られた介護事業者へのヒアリングや現場視察を行い、設備やセンサー、職員そして入居者など物理面での知見を共有することともに、行われているサービスやそこで必要と感じられていること、現在の課題、センサーの非導入施設では導入の障害要因など、現場の方々とのディスカッションを行い、悪化予防やより良い介護に向けて必要な情報のニーズやケア提供システムによる改善への期待を探索した。たとえば現在の「エアコンみまもりサービス」でも各種モニタリングやアラートは実施されており、数あるデータやアラートのフィードバックの中でも、組合せや選別により業務の効率化や要介護者の状況改善・悪化予防が一層効果的になることも期待されていた。

こうしたデータは、匿名化されたデータとしてサーバーに蓄積されてきている。このデータベースを解析することにより、さらに機械学習・AIを活用し、高齢者のセンサーデータや生活パターンの様々な観点からの解析を進めることを目的としてデータベース情報を入手し解析を開始した。

パナソニック株式会社が開発・実用化している動きデータの二次利用の承諾を得た。

このデータを利用する具体的な研究計画を、京都大学倫理委員会にて審議を受け、2018年4月に承認を得た。

2017年度は、実データの提供を受けるための準備を進め、データを想定した検討を行った。

アウトカムの設定については、要介護状態の悪化あるいは改善などの日常生活との関わりを重点

課題として検討した。

そのほか、データのノイズ除去の必要性の把握とその除去する方法等の検討を行った。例えば、動作の有無を検出するための時間幅の設定や、他人が入室した場合と入居者が動作をした場合の違いが判別できるかどうかなど、データのクリーニングの必要性を検討した。

2)医療・介護の大規模データ解析

1 年間に介護サービスの利用があった要支援 1～2 と要介護度 1～4 の利用者を対象にした。登録期間中、最初に介護サービス利用があった月から最大 4.5 年間追跡した。サンプル数は 77,159 人であった。認知症あり群は 23,638 人(30.6%)、平均年齢 84 歳、認知症なし群は 53,521 人(69.4%)、平均年齢 83.3 歳であった。

Cox 回帰モデルを用いて、年齢、性別、ベースラインの要介護度、認知症、独居有無などの要因を解析した。

認知症あり、高齢、女性、低い要介護度は要介護度上昇のリスク因子であった。高齢者独居は要介護度が上昇しにくいだが、認知症になった高齢者が独居になると、要介護度が上昇しやすくなった。

また、4.5 年の追跡が終わったところで、認知症あり群の累積生存率は 17.6%であった。追跡 21 ヶ月目に半数で介護ニーズ増加した。認知症なし群の累積生存率は 31.9%であり、半数で介護ニーズが増加する時点は追跡から 31 か月目であった。

3)介護提供に係る組織文化と利用者の生活の質のモニタリングと包括的アプローチ

以下の計 19 施設を対象に、組織文化調査を開始した。

サービス付高齢者向け住宅5、グループホーム2、住宅型有料老人ホーム2、通所介護事業所9、運営本部1

今後、調査協力施設を募集し、増やす予定であ

る。また、利用者満足度に関する調査も実施を予定する。調査実施施設への報告書の作成、報告会の実施をすすめる。さらに、回収した調査票を元に、利用者の生活の質や組織文化に寄与する要因等について解析を行い、学会発表や論文作成をすすめる。

【平成 30 年度】

1)生体センサーデータの解析

実データに対する実験結果を図 2 に示す。

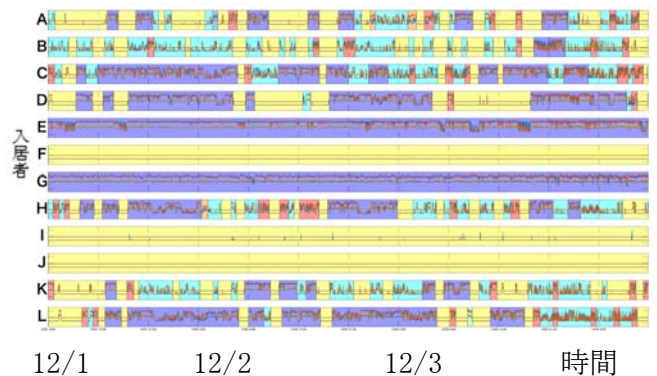


図 2. 実データに対する実験結果

使用したデータは、ある介護施設の A から L までの 12 人の入居者から 3 日間にわたって計測された、心拍数、呼吸数、呼吸レベルの 3 次元のセンサーで構成されている。提案手法は複数入居者のセンサーデータから、退室や歩行、睡眠などの入居者ごとに異なる活動状態を抽出し、共通の状態（図 2 における同じ色のセグメント、すなわちレジーム）ごとにモデル化することに成功した。

2)介護提供組織の体制・風土データ

2018 年 4 月からのおよそ 1 年間で、7 法人、77 の介護事業所、1355 人を対象に調査を実施し、1069 人から回答を得た。同一法人内であっても、施設によって組織文化スコアに大きなばらつきがみられた。つまり、法人レベルだけでなく、施設レベルでも介護の質にばらつきがみられる可能性が示唆された。職員のヒアリングにより、施設によって研修の頻度や内容、運用方針等に違いがあり、そういった要因が関連している可能性がある。

職位間で比較すると、中間管理職が、幹部や非管理職に比べて組織文化スコアが低い傾向がみられた。とくに「資源(の充足感)」や「(組織としての)改善のシステム」、「職務満足度」等で中間管理職のスコアが低い傾向にあった。介護施設でのヒアリングを通じて、中間管理職の確保および育成に課題があることが指摘されており、今回の結果はそれを支持するものであった。介護施設における中間管理職の確保・育成の取組がうまく機能している組織では、介護の質も高い可能性が示唆された。

また、介護分野では人手不足が極めて大きな問題になっており、職員の確保、リテンションマネジメントを検討することが重要である。本調査のデータにおいて、職員の職務満足度や職場への定着意欲と関連が深い領域を、重回帰分析を用いて検証した。その結果、「プロとしての成長」や「責任と権限」、「仕事量と負担」、「(組織の)将来像」がこれらとの関連していることが明らかになった。とくに、「プロとしての成長」の偏回帰係数が最も高く、関連が強いことが示された。研修機会の提供や、日々の業務の中での技術的な指導、職員間で学び合う環境づくりを作り出すことで、職員のリテンションマネジメントにつながると考えられる。この成果の一部を学会で発表した。

3)健康関連データ(介護レセプト、調査票データ、介護カルテ等)

3.1)入居者の QOL

入居者の QOL は、生活をする場である介護施設において、重要なアウトカムの一つである。当研究チームでは、入居者の QOL をモニター・把握し、その変化を予測することを目指している。

入居者の QOL 等を把握するため、入居者の「生活とケアの満足度」調査票を開発した。調査項目は、世界で最も使用されている QOL 尺度の EQ-5D、精神的健康状態を把握するために WHO-5、幸福感、介護サービスに対する満足度等とした。

2018 年 4 月から調査を開始し、上記の組織文化

調査と同時に調査を行った。5 法人、約 50 事業所、2677 人を対象とし、そのうち 1701 人から回答を得た。EQ-5D や WHO-5 といった世界的に使用されている指標について、介護サービス利用者の状況はこれまでほとんど明らかになっておらず、本調査によってこれらの基礎的なデータを取得できた。EQ-5D では、介護サービスを利用していない一般の 70 代以上の人で 0.866 だが、利用者では 0.48 ~ 0.56 であることが明らかになった。また、施設サービス利用者のほうが在宅での介護サービス利用者よりも EQ-5D は高い傾向がみられた。ただし、対象法人が限られているため、さらなる検証が必要である。同様に、WHO-5 では、一般の 70 代前半は 16.9 に対して、介護施設利用者は 15.1、在宅での介護サービス利用者は 11.6 であった。その他の年代でも一般に比べて介護サービス利用者のほうが低く、かつ在宅での介護サービス利用者のほうがさらに低い傾向にあった。こうした基礎的なデータは、利用者の実態を把握するうえで重要な情報であり、今後はこの変化を把握し、その予測モデルを構築できるように、引き続き調査や分析を進める。

職員の組織文化調査の結果と、利用者の生活とケアの満足度調査の結果の相関関係を検証した。その結果、利用者のサービス満足度と職員の「チームワーク」との間の関連が強いことが明らかになった。ただし、事業所単位での分析となるため、検証にはサンプル数をさらに増やす必要があり、また施設ごとの利用者の状態に違いがあることがこれらの結果に影響している可能性がある。今後、個人や施設ごとに調整をし、利用者の重症化予測につなげる。

3.2)レセプト等の情報の活用

約 4 年間のデータで 72,127 名地域在住高齢者を追跡し、そのうち 6,656 人(約 9.2%)が新たに要介護・要支援の認定され、認知症を発症した。基本チェックリストの中の 13 項目と、性別、年齢と、健診の BMI と血糖値から、0~62 点(点数が高いほど高

リスク)となる評価尺度を作成した。

2015年8月から、約1割の介護サービス利用者の自己負担割合が1割から2割に増加した。所得による介護自己負担1割から2割に増え介護利用者は、自己負担上昇前後一年の月平均居宅サービス利用時間、施設入居日数と介護費用の変化を比較することで、相対的な月平均居宅サービス利用時間の減少が顕著に観察された。また、月平均介護費用と介護点数は大幅に減少したことが分かった。

介護利用者の死亡予測について、対象者の平均追跡期間は959日であり、新たに診断された疾患のない介護利用者の平均追跡期間は962日であったが、新たに診断された疾患があった介護利用者の平均追跡期間は696日だった。

男性、高齢、高い要介護度、登録月に3週間以上介護施設に入所・入居、および登録月の前年に入院日数が長い期間だった高齢者は、3年間死亡に有意に正の関連があった。

既存疾患には急性心筋梗塞と大腿骨骨折以外、すべて3年間死亡と関連があった。新たに診断された疾病の中で、気管支及び肺の悪性新生物が最もリスクが高かった。既存か新規診断に関わらず、がんは3年間死亡に最もリスク高い関連因子と示した。

Deep Learning を用い、一年後の要介護度予測及び重症化予測モデルを構築した。要介護度予測モデルの精度は0.68、要介護度重症化予測モデルの精度は0.79であった。さらに、同データを従来の回帰分析を行った結果、AUC0.612であった。

3.3)介護カルテ情報の活用

約470万件の自由記述データのうち、約77万件のデータを抽出し、「熱」および「転倒」を含むデータにフラグを立てた。「熱」というキーワードを含むデータは7572件(出現率0.98%)だった。ただし、「熱」は含むが、「熱中」や「熱心」、「熱唱」など、発熱とは異なるキーワードが多く混ざっており、除外

すべきキーワードを整理した。また、「熱」というキーワードは含まないが、具体的な体温を記載しているデータ(たとえば38度)も「熱」と同程度存在した(7526件、出現率0.98%)。これらのデータにフラグを立て、文章を検証し、「熱が下がった」や「熱ではない」などの状態回復および否定のものを除外した結果、実際に発熱が確認されたのは8646件(出現率1.12%)だった。

「転倒」も同様に、シソーラスの構築を行った。「転倒」の類語には、「転ぶ」、「倒れる」、「こける」などが含まれる。「転倒」を含むデータは2193件(出現率0.28%)であり、「転ぶ(ん)」、「倒れ」、「こける(た)」を含むデータは620件(出現率0.08%)だった。「熱」と同様に、状態回復や否定の文章を確認し、実際に「転倒」が確認されたのは831件(0.11%)だった。

「熱」および「転倒」に関するシソーラスを整理し、およその出現率を確認した。今後、このデータを機械学習等に活用し、解析を進める。

【平成31年度】

1)生体センサーデータの解析

1.1)睡眠の推定と生活パターンの抽出

介護記録により、睡眠状態を推定できる時間帯(20分間)と、モーションセンサーの解析による睡眠との比較を行った。一部の被験者では、センサーデータがほぼ睡眠を示している(図3の下部 値0付近に集中)ものの、一部の被験者では全く逆の「覚醒」(グラフの上部 値「1」付近に集中)しているものもみられ、また、パターンが分散しているものも多くみられた。

次に、モーションセンサーの解析による睡眠・覚醒・不在のデータを用いた生活パターンの抽出を試みた(図4)。

例えば1分間隔で睡眠・覚醒を繰り返すなど、ノイズと思われるパターンについて、移動平均を用いて平準化し、さらに1時間単位での平均状態を求

めることにより、生活パターンの概観の描出に成功した。

さらに、推定された生活パターンによる標準的な睡眠時間帯を仮定することにより、睡眠「しているべき」時間帯の睡眠量の変化を検出することのできる可能性が示された。また、検証に利用したパターンでは、異常パターンと考えられる付近で発熱などの体調変化が記載されており、検出に有用である可能性が考えられた。

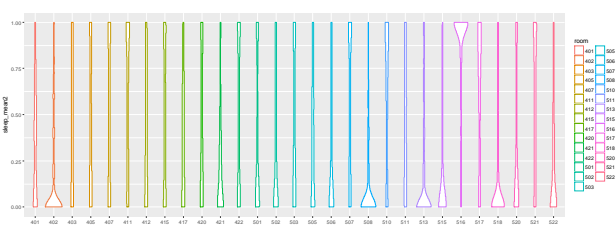


図3 介護記録による睡眠状態を推測できる時間帯のモーションセンサーの解析による睡眠状態(睡眠を0、覚醒を1とした場合)の20分間の平均値の分布

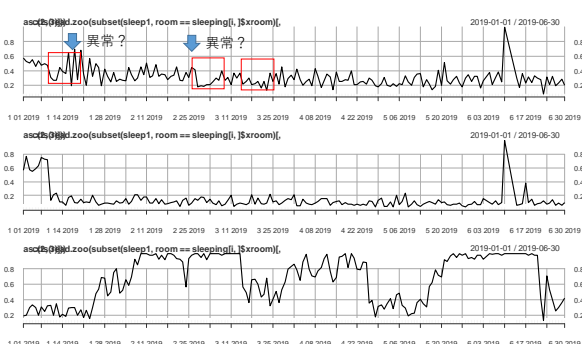


図4 データから仮定した標準睡眠時間帯における睡眠量の推定

1.2)入居者の状態のモデル化

図5はモーションセンサーデータを用いた実験結果であり、時系列データは合計4種類の動作パターン(Rotate, Walk, Lift, Wipe, Rest)で構成されている。提案手法は、データに含まれる動作に関する事前知識を必要とせず、特徴的なパターン(Rotate, Walk, Lift, Wipe, Rest)と変化点を自動的に取得し、高精度に予測できることを確認した。また、

数ある予測手法の中で、世界最高の予測精度と計算速度を示しており、最新の深層学習と比較し最大で約670,000倍の高速化、約10倍の高精度化(予測誤差88%減)を達成した。

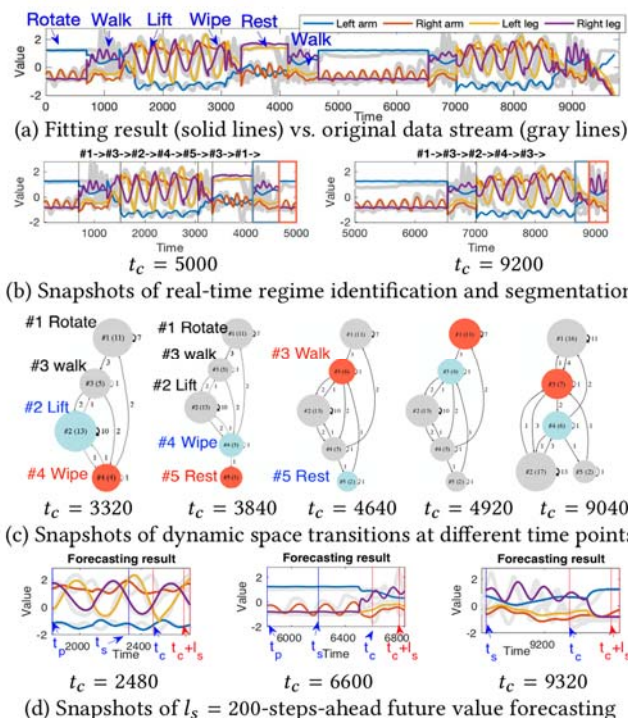


図5 モーションセンサーデータを用いた要因分析の様子

2)介護提供組織の体制・風土データ

対象職員1,008人中から回答を得た838人(回収率83.1%)のうち、欠損値のない710名のデータを解析した。領域間の相関係数[領域名]は、0.417[資源とチームワーク]-0.800[安全確保の取組と改善への適応]であった。改善への適応ならびに安全確保の充実度から構成される潜在変数(『』で示す)の『安全確保の状況』に対して、『組織基盤』(資源、責任と権限)からの直接効果よりも、『チーム力』(チームワーク、情報共有、内部協働)および『現場職員の士気』(士気・やる気、プロとしての成長)を介した間接効果が大きかった(図6)。仮説に反し、『チーム力』から『安全確保の状況』への直接効果は認められなかった。

これらの結果から、指揮系統や権限の明確化によって、チームワークや情報共有の体制が構築さ

れ、職員の士気・やる気およびプロとしての成長の機会が、安全確保の充実につながる仕組みが示唆された。仮定したモデルのデータに対する適合度はRMSEA =0.045, GFI =0.928, AGFI =0.906であり、一定程度の適合を示した。

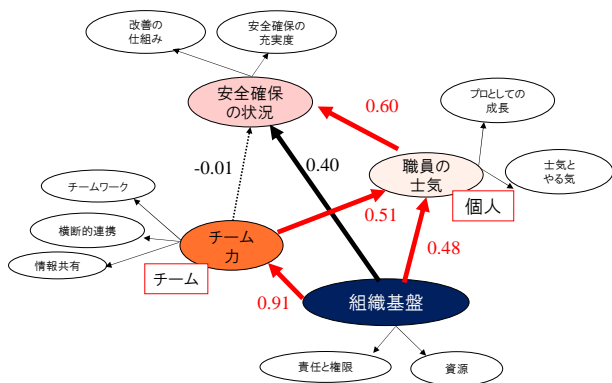


図6 安全確保に対する組織文化の構造

3)健康関連データ(介護レセプト、調査票データ、介護カルテ等)

3.1)入居者の QOL

回答者 1700 名(回収率 64.9%)のうち、QOL および精神的健康状態について欠損のない 1468 名を解析対象とした。結果は表1に示したとおりである。介護サービス利用者全体の EQ-5D[平均(SD)]は、0.52(0.24)であり、要介護度が高いと著しく低かった[要介護 1: 0.61(0.20), 要介護 5: 0.30(0.19)]。不良な精神的健康状態にある者 [%] は、661/1468(45.0%)であり、要介護度 5 でのみ増加がみられた[要介護 1: 39.1%、要介護 5: 58.4%]。家族による代理回答では、本人の回答もしくはスタッフの代理回答と比して、EQ-5D や WHO-5 のいずれも有意に低く評価された。高い EQ-5D スコアおよび良好な精神的健康状態に共通して、高い主観的幸福感・高い主観的健康感が関連した。とくに要介護 3 以上の利用者の EQ-5D スコアは有意に低かった。

表1 QOL および精神的健康状態への関連要因

	QOL			WHO-5	
	β	t値	p	Odds ratio [95%CI]	p
性別(Ref.女性)	0.04	1.61	0.11	1.21 [0.91-1.62]	0.18
年齢(Ref.-64)					
65-74	0.10	2.89	0.00	0.97 [0.51-1.85]	0.93
75-84	0.10	2.35	0.02	0.65 [0.36-1.17]	0.15
85-	0.12	2.68	0.01	0.51 [0.29-0.92]	0.03
要介護度(Ref.要支援1)					
要支援2	-0.01	-0.32	0.75	1.60 [0.82-3.12]	0.17
要介護1	0.05	1.63	0.10	1.88 [1.10-3.19]	0.02
要介護2	-0.05	-1.51	0.13	1.45 [0.872-2.41]	0.15
要介護3	-0.09	-2.93	0.00	1.70 [0.97-3.01]	0.07
要介護4	-0.23	-7.77	0.00	1.56 [0.88-2.78]	0.13
要介護5	-0.27	-9.39	0.00	1.36 [0.72-2.55]	0.34
法人(Ref.法人A)					
法人B	-0.01	-0.21	0.84	0.94 [0.55-1.58]	0.80
法人C	0.15	2.68	0.01	0.32 [0.15-0.69]	0.00
法人D	0.04	1.34	0.18	0.42 [0.14-1.25]	0.12
施設入居(Ref.在宅)	-0.06	-1.22	0.22	3.22 [1.63-6.37]	0.00
回答者(Ref.本人)					
家族と本人	-0.10	-4.21	0.00	0.56 [0.37-0.83]	0.00
家族のみ	-0.13	-5.21	0.00	0.44 [0.29-0.67]	0.00
スタッフと本人	-0.01	-0.41	0.68	1.13 [0.79-1.61]	0.52
スタッフのみ	-0.02	-0.87	0.39	1.39 [0.47-4.13]	0.55
主観的幸福感	0.10	3.63	0.00	1.45 [1.35-1.56]	0.00
主観的健康感	0.38	14.37	0.00	1.41 [1.31-1.52]	0.00
説明力		R ² =0.43		R ² =0.40	

3.2)レセプト等の情報の活用

2015年8月に約10%の介護サービス利用者に対して、自己負担が1割から2割に増加していた。介護サービス利用自己負担割合上昇前後の保険者支払い費用と介護利用者自己負担に有意差が見られ、一方で、自己負担上昇前後一年の居宅サービス利用時間、施設サービス利用日数と介護費用に有意差は見られなかった。医療入院日数、医療費と全費用は有意差が見られた。

介護利用者の自己負担の増加により、介護サービスの利用と保険者の支払いが減少したが、介護費用は時間とともに増加した。さらに、自己負担が増加した介護サービス利用者においては、医療費が増加し続けた。介護サービスと医療サービスの部分を代替する「バルーン効果」が存在する可能性がある。

3.3)介護カルテ情報の活用

・全期間全施設全部屋の在室人日数は40993人日であり、良眠記録ありは40449人日、インシデント記

録ありは 720 人日であった。

・良眠記録の有無とインシデント記録の有無のクロス集計表を表 2 に示す。

表 2 インシデント発生と良眠記録のクロス集計

[単位:人日]

		インシデント記録		合計
		なし	あり	
良眠記録	なし	383 (70.4%)	161 (29.6%)	544 (100%)
	あり	39890 (98.6%)	559 (1.4%)	40449 (100%)
合計		40273	720	40993

χ^2 二乗値 = 2459.884

P 値 = 0.000

クロス集計表より、粗集計ではあるが、良眠記録がない時はインシデント発生が 29.6%であるのに対し、良眠記録がある時はインシデント発生が 1.4%であった。良眠記録があるとインシデント発生が大幅に減少していた。

D. 考察

【平成 29 年度】

1) 生体センサーデータの解析

早期発見・重症化予防に向けて生体センサーデータの解析を進めていく。

2) 医療・介護の大規模データ解析

独居は介護ニーズ増加のリスク因子ではないが、認知症あり群の独居は介護ニーズのリスク因子であった。近年、日本では人口減少と高齢化から、単身世帯が増加しており、そのなかで「高齢世帯の単身化」も増加している。介護保険の持続可能性を考慮する際、独居高齢者に対して、より効率的なサポートが必要である。

介護度の悪化には、認知症の有無が強く関連しており、介護・医療制度の今後の持続可能性のためには、認知症関連の施策が重要となることが改

めて示された。

3) 介護提供に係る組織文化と利用者の生活の質のモニタリングと包括的アプローチ

調査協力を得ることができ、また倫理委員会での承認も得られた。今後、調査を進めていくとともに、協力施設を募集し、研究を充実させていく。

【平成 30 年度】

1) 生体センサーデータの解析

図2において、赤いレジームは特に激しい活動を表しており、入居者 C、H などで顕著にみられる。これらの入居者は赤いレジームが多いだけでなく、安静時を表す黄色いセグメントの時間も相対的に短い。このようなことから、他の入居者と比較し、活動量が多く健康的であると考えられる。実際にこれらの結果と実際の病状を照らし合わせ、入居者の健康状態をより詳しく把握することが可能であると考えられる。

現在のところ、目視によって確認できる特徴的な状態が正しく抽出できていない部分もあり、詳細な入居者の活動状態の分類には成功していない一方、大まかな活動状態までは抽出できており、さらなる技術の改善が見込まれる。

2) 介護提供組織の体制・風土データ

介護ケアのパフォーマンスは組織により大きくばらつく想定され、人が直接ふれあう介護のパフォーマンスにおいては、特に人と組織の影響が大きいと考えられる。そのため、介護施設における組織風土を可視化することが重要である。本研究で実施した調査は、77 事業所、1000 人以上の介護職員に対して行っており、これほどの大規模調査はほとんど行われていない。本研究の結果から、法人間および事業所間でのばらつきがあることが認められた。こうしたばらつきが介護の質に関連していると考えられる。本調査をさらに拡大させて一般化を目指すとともに、介護の質との関連を検証することが今

後の課題である。

また、介護現場における人材確保は最重要課題となっている。本研究では、職員満足度や勤務継続意欲に関連する要因として、「プロとしての成長」や「責任と権限」が重要であることを明らかにした。「プロとしての成長」は、研修機会があるかどうかや上司、同僚と高め合えるかどうかという内容を含んでいる。これは、職員不足と関連しており、職員が少ないために研修に派遣できないという事業所も多い。つまり、「プロとしての成長」を高めるためには、研修機会の提供だけでなく、業務の効率化や組織体制の見直しといった根本的な課題解決が必要と考えられる。今後、さらに調査を展開し、好事例の情報収集も同時に行っていく。

3)健康関連データ(介護レセプト、調査票データ、介護カルテ等)

3.1)入居者の QOL

QOL は医療・介護における主要なアウトカムの一つである。EQ-5D は QOL 指標として広く使用されており、様々なセッティングとの比較を可能とする。本研究は、介護サービス利用者から EQ-5D の回答を得ており、1701 名分のデータという大規模調査を実現している。EQ-5D は広く使用されているものの、高齢者、とくに要介護認定を受けた高齢者の EQ-5D は明らかになっておらず、本研究によってその基礎情報を把握することができた。

QOL は、当然ながら、介護サービスの質だけではなく、本人の心身の状態、家族・友人との交流などの影響を受ける。本研究の調査票には、QOL 以外に本人の属性、精神的健康や幸福感、他人との信頼関係等の質問項目が含まれている。現時点においては、記述統計情報のみだが、今後、介護サービスとの質との関連をさらに見出せるように、これらのデータを用いて調整をする必要がある。

3.2)レセプト等の情報の活用

本研究で開発した認知症リスクスコア評価尺度

は基本チェックリストと健診の項目を使っているため、非専門職でも使用でき、一般化可能性が高い。また、新規要介護認定者に対して、認知症発症に高い予測力のあるモデルが作成できた。認知症予防施策に有用なツールになりうると思われる。

また、2015年8月に介護負担が 2 割になったグループの平均要介護度と平均年齢は、1 割負担のグループよりも低かった。相対的に年齢が若い高齢者の方が一定所得以上(収入が現役並み)、そして自立度が高い可能性がある。2 割負担グループの平均要介護度が低く、その結果は居宅サービス利用者の報告分析結果と同じ傾向がみられた。居宅サービス利用時間減少にもかかわらず、施設サービス利用は増加傾向だった。先行研究では、居宅サービスの利用により、施設サービス利用が介護費用に大きな影響を与えると指摘されている。そのため、介護費用は増加したと考えられる。

介護利用者の死亡予測において、新たに診断された疾患のうち、がんは最もリスクが高い疾患を示した。特に気管支及び肺の悪性新生物は約 3 年間の死亡リスクが大きかった。新たに疾患を診断された後の介護サービス利用者の平均追跡期間は短く、地域在住高齢者の約 3 年間の死亡に関連があった。地域在住高齢者の健康状況に影響を及ぼす新規疾病発症に対して、適切なスクリーニングが重要である。

最後に、機械学習の dyadic Soft Clustering と Deep Learning 手法を用い、一年後要介護度と重症化予測モデルを構築した。同じデータ、同じ変数で、従来の回帰モデルより高い精度が得られることが分かった。

3.3)介護カルテ情報の活用

約 77 万件の自由記述データ(テキストデータ)を分析し、「熱」および「転倒」に関するシソーラスを構築した。また、それぞれの出現率も把握した。発熱はおよそ 1%、転倒はおよそ 0.1%の出現率であった。シソーラスを整理する中で、テキストデータは表記

ゆれが多く、たとえば、38.5 度のピリオドが点やカンマになっているなど、様々な記載が存在する。テキストマイニングにおいては、正確かつ網羅的な辞書登録がその精度を左右するため、今回の整理を活かすことで精度を高めることができる。

今後、「熱」や「転倒」のイベント発生有無を目的変数にし、個人属性やバイタル、飲食・排泄、そのほかの自由記述から把握できるものを説明変数としたモデルを構築することで、介護カルテ情報を活用した重症化予測モデルの構築を目指す。

【平成 31 年度】

1)生体センサーデータの解析

1.1)睡眠の推定と生活パターンの抽出

非接触・非侵襲モーションセンサーを用いた、被験者の状態についての解析を行った。非接触・非侵襲モーションセンサーは、被験者に負担をかけない一方で、その記録に誤差やノイズが多くなる。これらを意味のあるデータにするには、工夫が必要になる。

また、状態を「正しく」記録できたとして、例えば実際の「睡眠」状態が記録できたところで、そこに生活としての意味を解釈するには、さらに検討が必要になる。本研究では、各個人に標準的な生活パターンがあることを仮定し、それとの違いという形での検出を試みた。しかし、生活パターンが必ずしも存在するとは限らず、今後、より汎用性の高い検出方法の検討も必要になる。

1.2)入居者の状態のモデル化

現段階は予備的な実証実験であるが、今後、収集した生体センサーデータを本手法で解析することにより、高速かつ高精度な特徴(行動の変化、病状の異常等)の抽出が可能となり、本医療プロジェクトにおいて有用なものとなる。高齢化により予測される大量介護データを、オンライン上で高速に処理可能であることから、解析作業の性能向上につながると考えられる。

本研究では大規模介護データのための AI 技術を開発した。今後、介護データを入力値として解析を進めることにより、高速かつ正確にパラメータ(疾病・健康の悪化・重症化のリスク等)の取得が可能となる。得られた解析結果を介護サービス従事者に提供し、状態変化の早期発見や効果的な介護サービスを入居者に実施することができる。さらに本研究成果を拡張し、病気の予測や生活改善など、新たなサービスの実現が期待できる。

2)介護提供組織の体制・風土データ

『安全確保の状況』へ『組織基盤』(資源、責任と権限)からの直接効果も認められたが、『チーム力』(チームワーク、情報共有、内部協働)および『現場職員の士気』(士気・やる気、プロとしての成長)を介した間接効果が直接効果よりも大きかった。

施設内の安全確保において、「他者への働きかけ」や「安全行動への信念」が関連することや、医療安全文化を醸成するために必要な要因は、「経営者の安全関与」「安全教育」「職場の雰囲気」であることが先行研究では指摘されている。

病院と比較して、事業所の規模が小さい介護事業所では、職員と利用者が 1 対 1 でケアを行い、よりインタラクションが大きいいため、介護の場合には、安全確保において、組織基盤の整備も重要である一方で、職員個人の士気やチーム力の向上が安全確保において影響が大きい可能性が示唆されたといえる。

今後は、サンプル数をさらに増やし、介護事業所の種類や職種別の組織文化の構造の相違について検討が期待される。

3)健康関連データ(介護レセプト、調査票データ、介護カルテ等)

3.1)入居者の QOL

EQ-5D は、身体的な状態と関連しているため、要介護度の悪化に伴ってそのスコアが減少していた。一方で、WHO-5 では、要介護度との関連はほ

とんどみられなかった。WHO-5は、事業所ごとに異なる利用者の要介護度に影響を受けない指標の一つとして活用できる可能性が示唆された。

また、代理回答者によって結果に若干の偏りがみられる点について、今後さらなる研究を行う必要がある。最後に、EQ-5D や WHO-5 は利用者の主観的な幸福感と関連がみられた。因果関係までは明らかではないが、これらは密接に関連しあっていることは重要な点であり、QOL や精神的健康状態の向上を目指す意義が改めて確認された。

3.2) レセプト等の情報の活用

本研究で開発した認知症リスクスコア評価尺度は基本チェックリストと健診の項目を使っているため、非専門職でも使用でき、一般化可能性が高い。また、新規要介護認定者に対して、認知症発症に高い予測力のあるモデルが作成できた。認知症予防施策に有用なツールになりうると思われる。

また、2015年8月に介護負担が2割になったグループの平均要介護度と平均年齢は、1割負担のグループよりも低かった。相対的に年齢が若い高齢者の方が一定所得以上(収入が現役並み)、そして自立度が高い可能性がある。2割負担グループの平均要介護度が低く、その結果は居宅サービス利用者の報告分析結果と同じ傾向がみられた。居宅サービス利用時間減少にもかかわらず、施設サービス利用は増加傾向だった。先行研究では、居宅サービスの利用により、施設サービス利用が介護費用に大きな影響を与えると指摘されている。そのため、介護費用は増加したと考えられる。

介護利用者の死亡予測において、新たに診断された疾患のうち、がんは最もリスクが高い疾患を示した。特に気管支及び肺の悪性新生物は約3年間の死亡リスクが大きかった。新たに疾患を診断された後の介護サービス利用者の平均追跡期間は短く、地域在住高齢者の約3年間の死亡に関連があった。地域在住高齢者の健康状況に影響を及ぼす新規疾病発症に対して、適切なスクリーニングが重

要である。

最後に、機械学習の dyadic Soft Clustering と Deep Learning 手法を用い、一年後要介護度と重症化予測モデルを構築した。同じデータ、同じ変数で、従来の回帰モデルより高い精度が得られることが分かった。

3.3) 介護カルテ情報の活用

有料老人ホームの介護記録を用いて良眠記録有無とインシデント記録有無の関連を検討した。良眠記録があると翌日(起床後)のインシデント記録は大幅に減少することが示された。単日の傾向ではあるが、睡眠が翌日(起床後)の行動になんらかの影響を及ぼしていることが察せられる。

しかしながら、本研究は介護記録をもとにしているため、介護職員が把握できなかったことは記録に残っていない。良眠記録がないことが、良眠していないことを示すのか、あるいは介護職員が巡回していないために記録がないのかが不明である。良眠記録が「ない」ことに関し、注意が必要である。また、良眠の定量的な定義がないため、何を以って良眠とするかについて介護職員間で差異がある可能性が否めない。この点については今後センサーデータとの突合による良眠の同定が期待される。

E. 結論

当研究は、これまで整備・追加したデータ(生体センサー、医療・介護レセプト、介護カルテ、調査票調査等)と解析成果に基づき、多側面からのデータ分析を発展的に行い、その成果を発表した。具体的には、AI 技術を適用し、生体センサーデータを用いて、高齢者の睡眠や生活パターンの検証、状態の把握のモデル化を行い、予後予測の基盤を作った。また、介護カルテの睡眠の情報からインシデント発生を予測する基盤を作った。加えて、調査票調査データから、利用者QOLへの関連要因、利用者安全と介護職員の組織文化との構造的な関連を同定し、職員組織文化から利用者のQOL面、

安全面での予後予測の基盤を作った。最後に、医療・介護レセプトを用いて、医療費・介護費の負担額増加に関する予測因子を明らかにし、介護保険の自己負担額増加による医療と介護のサービス代替性についても明らかにするとともに、負担額増加の予測因子を解析した。以上より、介護施設入居高齢者等の疾病の早期発見・重症化予防の予後予測モデルを、AI を活用し多側面のデータから構築した。これらの多側面からの予測技術を組み合わせ、より精度高く重症化の予測をするための基盤を構築した。さらなる社会実装へと展開することが期待される。

F. 健康危険情報

特になし

G. 研究発表

学会発表:

1. 林慧茹, 後藤悦, 國澤進, 今中雄一. 介護サービスの利用状況を考慮した疾患発症が高齢者の死亡に及ぼす影響. 第 55 回日本医療・病院管理学会学術総会: 東京, 2017 年 9 月 17 日-18 日.
2. 林慧茹, 國澤進, 佐々木典子, 今中雄一. Impact of newly diagnosed conditions on medical and long-term care expenditures. 第 76 回日本公衆衛生学会総会: 鹿児島, 2017 年 10 月 31 日-11 月 2 日.
3. 中部貴央, 原広司, 今中雄一. 介護施設別・職種別の組織文化の把握および勤務継続意欲への関連要因の検討. 第 56 回日本医療・病院管理学会学術総会: 福島, 2018 年 10 月 27 日-10 月 28 日.
4. 原広司, 中部貴央, 今中雄一. 介護施設職員と病院職員の組織文化および業務・職場環境の比較—自記式質問紙を用いた横断研究—. 第 56 回日本医療・病院管理学会学術総会: 福島, 2018 年 10 月 27 日-10 月 28 日.

5. 林慧茹, 國澤進, 今中雄一. 介護保険自己負担上昇が個人レベルの総介護費用とサービス利用に及ぼす影響. 医療経済学会 第 13 回研究大会: 東京, 2018 年 9 月 1 日.
6. Lin HR, Imanaka Y. Predicting mortality based on the database combining health and long-term care: An indicator of quality in community integrated care systems. The International Society for Quality in Health Care 35th International Conference, Kuala Lumpur, Malaysia. 23-26 September, 2018.
7. 中部貴央, 原広司, 今中雄一. 介護事業所における組織文化の構造に関する検討. 第 57 回日本医療・病院管理学会学術総会: 新潟, 2019 年 11 月 2 日-4 日.
8. 原広司, 中部貴央, 今中雄一. 介護職員の職務満足と組織文化・職場環境との関係. 第 57 回日本医療・病院管理学会学術総会: 新潟, 2019 年 11 月 2 日-4 日.
9. 原広司, 中部貴央, 今中雄一. 介護サービス利用者のサービス満足および精神的健康と職員の組織文化との関連. 第 78 回日本公衆衛生学会: 高知, 2019 年 10 月 23 日-10 月 25 日.
10. 中部貴央, 原広司, 今中雄一. 介護サービス利用者の QOL・精神的健康状態への関連要因の探索. 第 78 回日本公衆衛生学会: 高知, 2019 年 10 月 23 日-10 月 25 日.
11. 林慧茹, 瀬川裕美, 今中雄一. 介護サービス利用の組み合わせによる、深層学習を用いた要介護度変化の予測モデル構築. 第 78 回日本公衆衛生学会: 高知, 2019 年 10 月 23 日-10 月 25 日.

論文発表:

1. Lin H, Otsubo T, Imanaka Y. Survival analysis of increases in care needs associated with dementia and living alone among older long-term care service users in Japan. BMC Geriatrics 2017;17(1):182.

2. Lin H, Tsuji T, Kondo K, Imanaka Y. Development of a risk score for the prediction of incident dementia in older adults using a frailty index and health checkup data: The JAGES longitudinal study. *Preventive Medicine* 2018;112:88-96.
3. 本田 崇人 , 松原 靖子 , 川畑 光希 , 櫻井 保志: “大規模時系列テンソルによる多角的イベント予測” , 情報処理学会論文誌:データベース, Vol. 13, No. 1, pp. 8-19, 2020年1月.
4. 川畑光希, 松原靖子, 櫻井保志: “自動パターン検出のためのストリームアルゴリズム” , 情報処理学会論文誌:データベース, Vol. 11, No. 1, pp. 1-10, 2018年4月.
5. Honda T, Matsubara Y, Sakurai Y. Automatic Mining of Large IoT Sensor Tensor. *IEEE International Conference on Data Mining (ICDM 2018)*, pp. 1503-1504, Singapore. 17-20 November, 2018.
DOI: 10.1109/ICDMW.2018.00219
6. Lin H, Imanaka Y. Effects of copayment in long-term care insurance on long-term care and medical care expenditure. *JAMDA* 2020;21(5):640-646.e5.
7. Takato Honda, Yasuko Matsubara, Ryo Neyama, Mutsumi Abe, Yasushi Sakurai: “Multi-Aspect Mining of Complex Sensor Sequences”, *IEEE International Conference on Data Mining (ICDM)*, pp. 299-308, Beijing, China, November 2019 (Acceptance Rate: 95/1046, 9.1%).
<https://doi.org/10.1109/ICDM.2019.00040>
8. Koki Kawabata, Yasuko Matsubara, Yasushi Sakurai: “Automatic Sequential Pattern Mining in Data Streams”, *ACM International Conference on Information and Knowledge Management (CIKM)*, pp. 1733-1742, Beijing, China, November 2019 (Acceptance Rate: 200/1030, 19.4%).
<https://doi.org/10.1145/3357384.3358002>
9. Yasuko Matsubara, Yasushi Sakurai: “Dynamic Modeling and Forecasting of Time-evolving Data Streams”, *ACM SIGKDD International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining (KDD)*, pp. 458-468, Anchorage, Alaska, August 2019 (Acceptance Rate: 170/1200, 14.2%).
<https://doi.org/10.1145/3292500.3330947>

図表 当研究の概要図

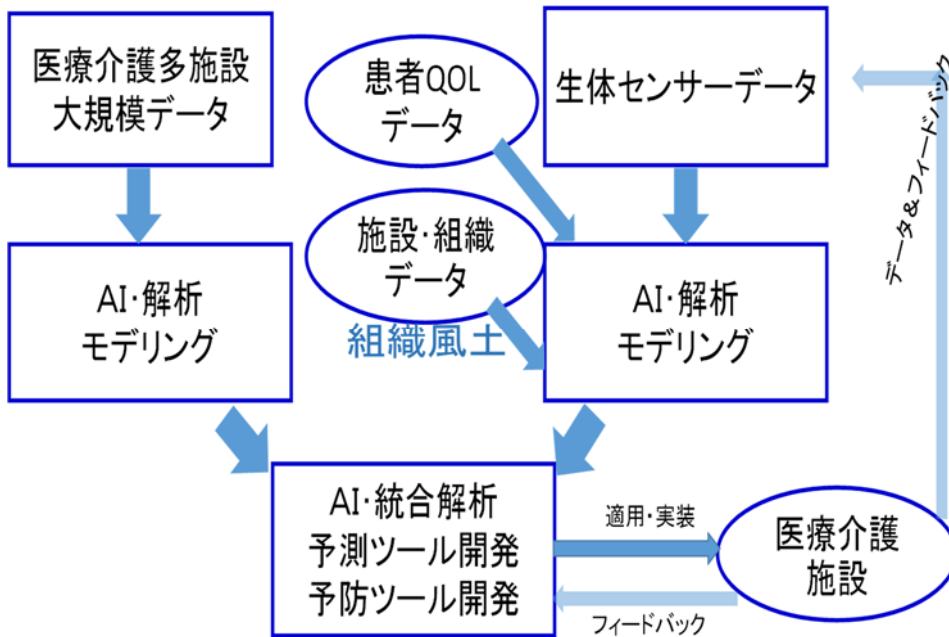


図1. 研究の流れ概要図

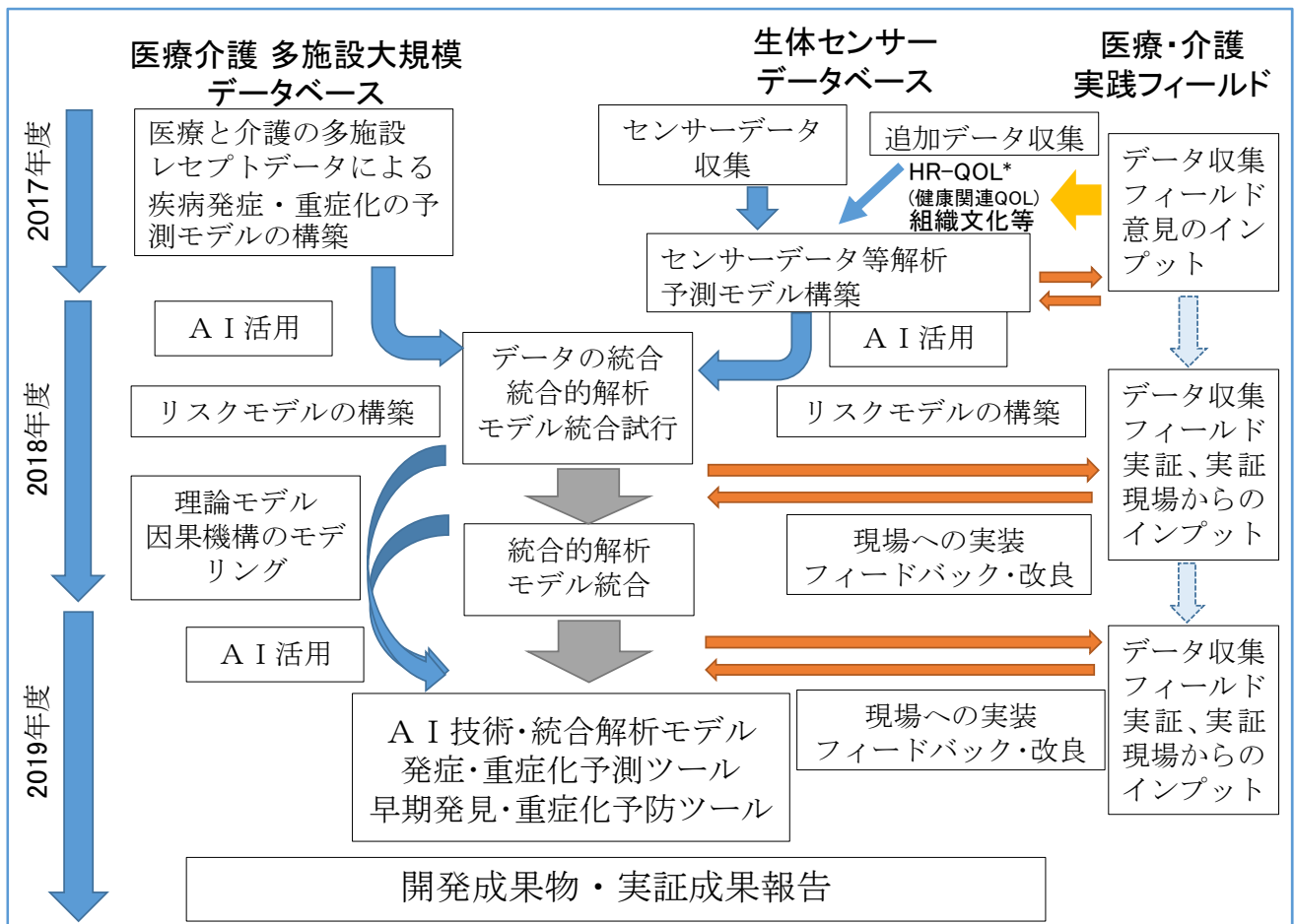


図2. 研究の流れと情報の流れ