

戦略的創造研究推進事業
(社会技術研究開発)
令和元年度研究開発実施報告書

「人と情報のエコシステム」

研究開発領域

「過信と不信のプロセス分析に基づく見守りAIと介護現場
との共進化支援」

北村 光司

(産業技術総合研究所、主任研究員)

目次

1. 研究開発プロジェクト名	2
2. 研究開発実施の具体的内	2
2-1. 研究開発目標	2
2-2. 実施内容・結果	2
2-3. 会議等の活動	12
3. 研究開発成果の活用・展開に向けた状況	13
4. 研究開発実施体制	13
5. 研究開発実施者	14
6. 研究開発成果の発表・発信状況、アウトリーチ活動など	15
6-1. シンポジウム等	15
6-2. 社会に向けた情報発信状況、アウトリーチ活動など	15
6-3. 論文発表	15
6-4. 口頭発表（国際学会発表及び主要な国内学会発表）	15
6-5. 新聞／TV報道・投稿、受賞等	16
6-6. 知財出願	16

ドバックする。

(3) 成果

今年度の到達点①

導入用の介護ケア支援のためのAI技術の開発・改良・現場導入を行う。

実施項目①：介護ケア支援のためのAI技術の開発と改良

成果：

昨年度に介護施設に導入するAI技術を含むソフトウェアとして開発を行ったMicrosoft社のKinectと計算機から構成される高齢者個人ごとの歩行速度計測システムについて、現場での活用のために、算出された歩行速度を保存したデータベースを参照し、可視化するソフトウェアの開発を行った。これにより、高齢者個人ごとに、Kinectを設置したエリアを通過した各歩行の速度を閲覧したり（図1）、日ごとの平均値歩行速度を閲覧（図2）することが可能である。

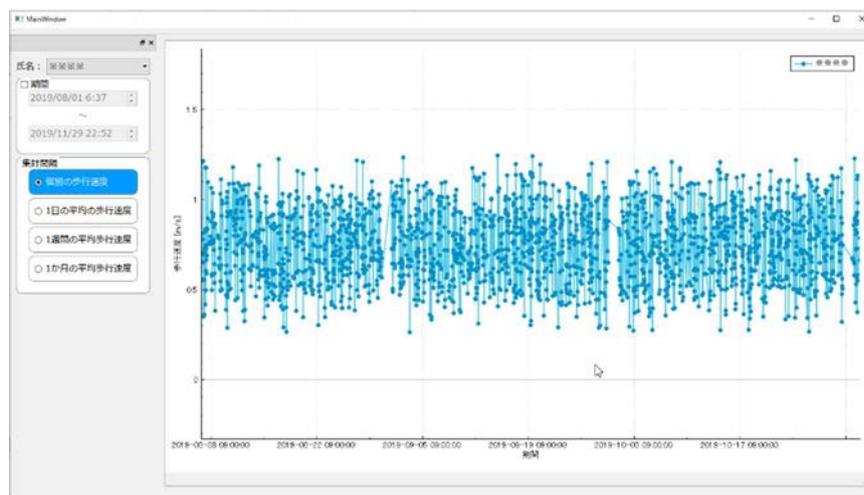


図1 歩行ごとの歩行速度グラフ

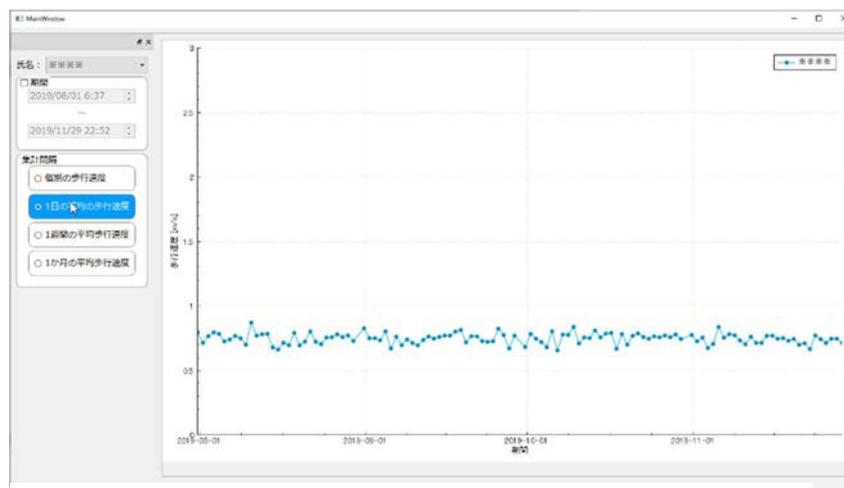


図2 日ごとの平均歩行速度

これにより、介護現場で、高齢者の健康状態を歩行速度データから確認することができ、スタッフの目で確認するだけでは難しい1日の活動や変動についても把握が可能となった。しかし、歩行速度データを見るだけでは、状況を確認することができないため、適切な判断が難しい、といった現場の声が聞かれたため、歩行速度を算出するのに使用したデータに対応するカラー画像データも保存して閲覧できるように改良を行った。これにより、例えば、歩行速度が遅くなっている場合に、そのシーンを確認することで、途中で誰かと話しながら歩いていたために歩行速度が遅くなっていた、などといった背景も含めて解釈ができ、歩行速度が遅くなっている問題がない、といった判断が可能になった。普段の生活の中で歩行速度を計測しているため、自然な健康状態を継続的に把握できる、というメリットがあるものの、歩行速度を計測するために歩行しているわけではないため、歩行速度に影響を与える要因が様々あり、それらを考慮した判断の必要があることが分かった。現状では、気になる歩行について、そのシーンの動画データを確認できるようになっているが、普段の業務の中でそのような作業を頻繁に行うことは難しいことも考えられるので、歩行速度に影響を与え得る状況を検討した上で、それらの状況をシステムが識別して、その結果も合わせてみる、といった方法も検討する必要が分かった。

RGBDカメラを用いた歩行速度の計測では、RGBDカメラを設置したエリアしか把握ができない。現場では歩行速度だけでなく、どのような経路を移動しているのか、徘徊行動が見られないか、といったことも重要である、といった声が聞かれた。また、カメラを設置するためプライバシーへの配慮の検討が必要な場合や施設もあるのではないかと、といった声も聞かれた。このことから、RGBDカメラ以外のセンサを用いた移動経路の把握についても検討を行った。具体的には、施設内で使用する靴の中に発信機を入れ、廊下などの環境側に受信機を設置することで、どの受信機の近くを通ったのか、を記録することによって移動経路を記録するシステムを開発してきた(図3)。このシステムについても、現場に導入

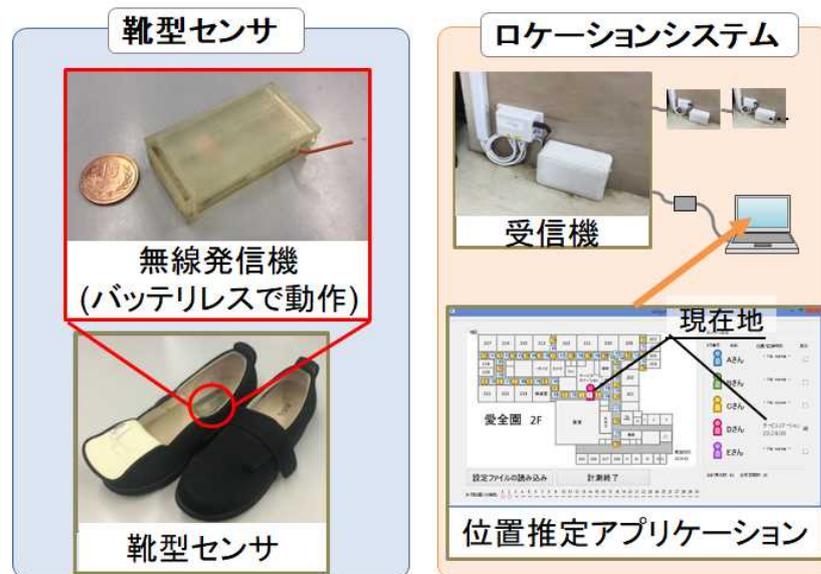


図3 靴型ロケーションセンサシステム

し、初期の動作検証を行った。80代女性1名を対象に、計測を行い、230日(約7.5か月)分のデータを取得でき、継続的な稼働が可能であることを確認した。取得したデータの分析についても検討を行った。具体的には、1日の移動距離によって活動量を把握することができ(図4)、これによって活動量が少ないときには、レクリエーション等で運動を促すなどの介入に活用可能であることが分かった。また、移動経路を分析することで、認知症高齢者に見られる、同じ場所を行ったり来たりする行動、同じ経路を何度も移動する行動を見つけ出すことができ、これによって、認知症の度合いの変化や徘徊行動を把握することができ、見守りやケア方法の検討に有効なデータを得られることが分かった。

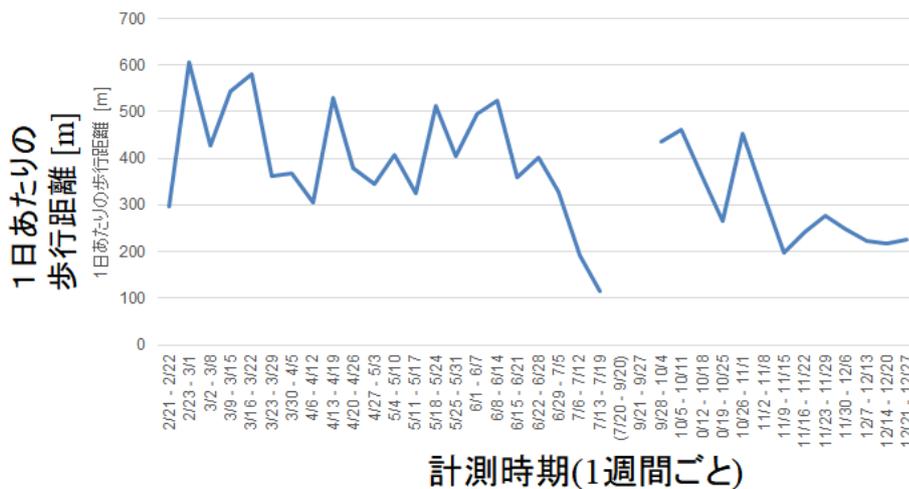


図4 靴型ロケーションシステムによる1日あたりの歩行距離[m]

歩行速度や移動経路は健康状態を把握するのに活用可能な指標ではあるが、健康状態の変化や事故のリスクが変化したことを把握するためには、歩行以外に、椅子などからの立ち上がり動作などの変化なども分かると、立ち上がり後にバランスを崩して転倒する、といったリスクを把握できるといった声が聞かれた。また、一人で椅子から立ち上がると転倒のリスクがある方については、スタッフが目を離した際に立ち上がろうとしている、といったことをシステムが検知して知らせてくれると、転倒を未然に防ぐことに役立つ、といった声が聞かれた。このことから、RGBDカメラを用いて、椅子からの立ち上がり動作の変化などを分析したり、検知することが可能かについて、検討を行った。

RGBDカメラであるKinectには、人の3次元姿勢を推定する機能があるが、物体とのインタラクションがある動作の場合、人の身体と物体との境目を見分けることができず、姿勢の推定を間違えることが多々起きる。そこで、カラー静止画を入力として、2次元姿勢を推定可能な深層学習モデルであるOpenPoseを活用し、OpenPoseで推定された2次元姿勢とデプス情報を組み合わせることで、3次元姿勢を推定する機能を開発した。この機能によって取得された3次元姿勢データを元に、時空間的に正規化した上で、複数の動作データの類似度を算出するア

ルゴリズムを開発した。具体的には、動作の開始から終了までのデータを抽出し、得られたデータ数（フレーム数）を比較するデータ同士で共通にするために、一定のデータ数となるように、データの補完処理を用いてフレーム数を増加させて処理した。また、立ち上がり動作が常に同じ椅子で発生するわけではないため、異なる椅子で起きた立ち上がり動作でも比較可能なように、立ち上がり時に手を添えた位置（例えば、ひじ掛けなど）を原点として、空間的な正規化を行い、比較が可能となるようにした。図5に、時空間的に正規化された立ち上がり動作の姿勢データを示す。このような時空間的な正規化を行ったデータを用いて、対応する関節の同時刻のズレをユークリッド距離で算出し、これを全ての関節について、時間方向にも総和をとり、その結果を2つの動作データの距離とした。このように2つの動作間の距離が計算できると、個人の立ち上がり動作を比較すれば、どの程度変化が起きているのかを把握することができ、複数人の立ち上がり動作をクラスタリングすれば、高齢者の立ち上がり動作のパターンを把握することができる。以上のアルゴリズムを、実際に介護施設で取得したRGBDデータを対象に分析を行い、クラスタリングなどの解析が可能であることを確認した。クラスタリング結果の一例を、図6に示す。

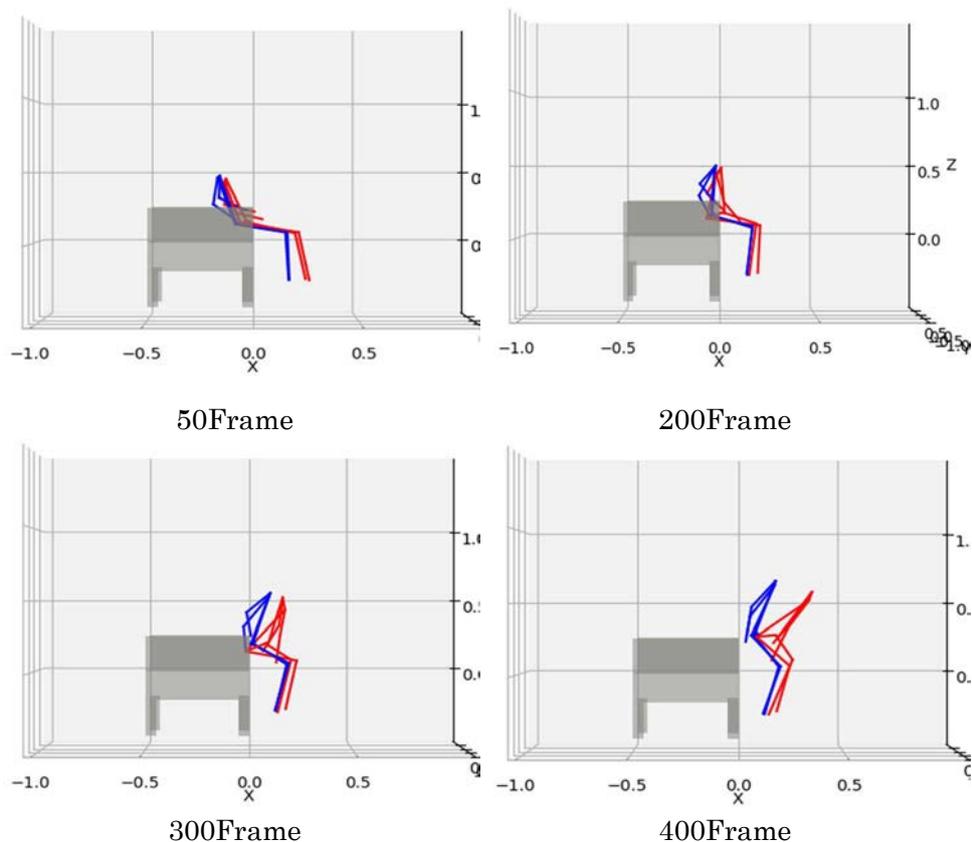


図5 時空間的に正規化された立ち上がり動作の姿勢データ

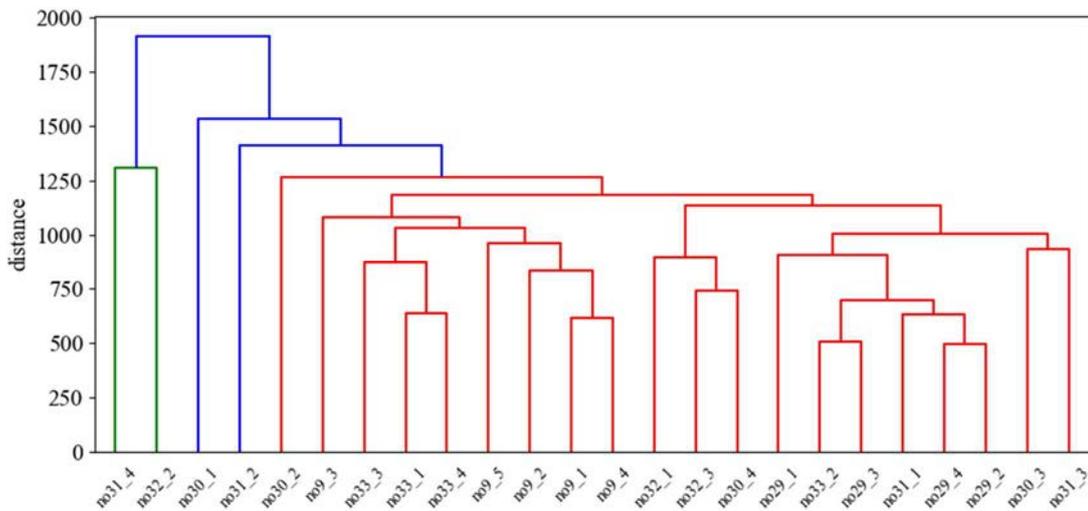


図6 時空間的に正規化した姿勢データを持ちいた立ち上がり動作のクラスタリング結果

今年度の到達点②

介護ケア支援のためのAI技術の導入・改良を行い、それにとまなう現場の考え方や活用方法の変容を調査する。

実施項目②：AI技術の導入による現場の考え方や活用方法の変容調査

システムの導入を受けて、現場から得られた新たな気づきや要望といった形で、現場の変化が出ており、それらについては、上記の「実施項目①：介護ケア支援のためのAI技術の開発と改良」内でも触れているため、ここでは、現場及びシステムの変容の観点で整理を行う。

まず、初期のシステムとして、介護施設内の廊下などに設置されたRGBDカメラで取得されたデータを用いて、歩行速度を算出し、個人の歩行速度の時系列変化を閲覧可能なソフトを導入した。これを閲覧することで、普段を感覚的にしか把握できない個人ごとの活動量や歩行状態を確認でき、人手では難しい1日の全体像が把握できる、といった反応が聞かれた。しかしながら、歩行速度が極端に遅くなっているデータなどが見られることから、それがシステムの不具合やセンサーデータの不具合などによるものなのか、本当に歩行速度が遅くなっているのか、途中で立ち止まるなどの影響で歩行速度が遅くデータとして計算されてしまったのか、など理由が確認できないので、どのように解釈して良いかわからない、といった声が聞かれた。そのため、歩行速度を計算するのに使用したデータに対応したカラー画像を元にした動画データを閲覧可能にし、気になる歩行速度のデータがある場合には、実際の状況を確認できるようにした。これにより、なぜ歩行速度が遅くなっているのか、それが健康状態によるもののように問題があるものではないか、といった確認ができ、良いという声が聞かれた。しかしながら、これまでに歩行速度の変化などを元にケアプランを変えるといったことは行っていないため、歩行速度データが何らかの気づきにつながる可能性はあるが、歩行速度の変化が発生したからといって、直ぐにケアプランを変えるといったことは現

状では考えにくく、その他の情報と合わせて人が判断する方が適切であるとの声が聞かれた。

システムを用いて高齢者の状態を把握できることは、人手だけでは把握が難しい1日を通した活動の状況を把握できる点が良い点である、という認識になったことにより、施設全体をどのように移動しているのか、どの時間帯に移動を良くしているのか、といったことも把握できると、さらに良いとの声が聞かれたため、より広範囲をカバーしやすいシステムとして、靴型ロケーションシステムを導入を検討した。まず、1人の高齢者に適用し、計測の実現可能性の確認を行った。また計測データを分析することで、高齢者の状態を把握可能であるかについても検討を行った。靴型ロケーションシステムについては、今後現場へのフィードバック方法を検討するなどして、実際に活用していくこと検討する予定である。

また同様に、限られた場所での歩行速度だけでなく、その他の動作についても違いをデータに基づいて把握することができると、良いといった声が聞かれた。特に、立ち上がり動作は、転倒リスクもあることから重要であるとのことであった。そのため、RGBDカメラで取得したデータを用いて、立ち上がり動作の比較などの分析が可能であるかを検証した。現状では、介護施設で取得したデータを対象に分析方法などを検討した段階で、今後どのような活用方法が考えられるか、場所や活用のタイミングについて検討を行う予定である。

今年度の到達点③

介護現場のヒアリング内容に応じて、法律や制度面での検討が必要な内容については考え方や対応の検討を行う。

実施項目③：AI技術の導入による課題・リスクの法律・制度面での検討

現状では、導入したAI技術に関して、法律や制度面での検討が必要な課題が発生していないことから、昨年度に引き続き、介護施設や医療機関、高齢者関連サービスで起きた身体的な傷害に関連する過去の訴訟事例について、最高裁判所のサイト (<https://www.courts.go.jp/index.html>) で公開されている判例データから選定した4例を対象に、問題点のポイントについて検討を行った。介護施設や医療機関、高齢者関連サービスにおける訴訟事例で、AI技術やセンサ技術が影響したものはないため、現場でのスタッフの対応や事業者の規定などに関連して発生した事故に関するものを選定した。以下に、それぞれの判例の内容と争点について示し、介護現場等でのシステムを活用していく場合に、法律や制度面で注意すべき点について検討を行った。

・ 判例（1）

病院の浴室において、全身の熱傷を負い意識不明の状態で見えられ、その後死亡した。この事案では、主に、①病院の担当看護師が介助なしで入浴させたこと、②浴室の使用方法を説明しなかったこと、③看視を怠ったこと、④過

失と死亡の因果関係が、争点となった。①については、事前に確認できた情報から、介助する必要があると判断できるかどうか判断のポイントになっていた。②については、初めて使用する浴室では使用方法が分からないと、リスクが高いことは明らかである、という判断であった。③については、他の病院で看視の仕方やタイミングなどと照らし合わせて、身体的な不具合などがなければ一般的な対応であるものの、対象の高齢者は身体機能が低下しており、より手厚い看視が必要であった、との判断であった。④については、熱傷が発生した状況を誰も現認していないものの、傷害の状態などからあり得る発生状況を検証すると、過失と死亡には因果関係があるとの判断であった。

これらのことから、介護施設や医療機関などで使用する機器などについては、適切な説明をしていたか、適用する対象者が適切か、対象者に合わせた使用方法が適切か、といった点が判断のポイントになっていることが分かる。

・ 判例（2）

介護施設に入所していた異食癖がある高齢者が、紙おむつと尿取りパッドを誤嚥して窒息し、死亡した。この事案では、高齢者が疥癬に感染したことから、他者への感染を予防するために、相部屋から個室に移動させた後に発生したものである。この事案では、主に、①紙おむつ等を使用していたことが安全配慮義務違反に当たるか、②介護服の使用による異食の予防がなされていたか、が争点となっている。①については、疥癬の感染拡大の予防のために個室に移動させたこと、布おむつを使うと洗濯時に感染を広げる可能性があることから、紙おむつと尿取りパッドを使用することは妥当である、との判断であった。②については、介護服を使用していたと思われる記録は見られるが、実際に紙おむつと尿取りパッドを誤嚥していることから、ファスナーの締め忘れ、介護服の生地破損など、の不備が発生していたと判断された。

これらのことから、介護ケアの仕方を変更したり、使用する機器を変更した場合に、どのようなリスクが発生し得て、それに対する適切な対処を行っていたか、という点が判断のポイントになっていることが分かる。

・ 判例（3）

介護サービスを受けた後に、自宅に送迎され、自宅前の階段を上っている途中で、階段を踏み外して転倒・転落し、道路に後頭部を強打し、脳挫傷などを負い、最終的に死に至った。この事案では、主に、①安全配慮義務違反又は不法行為があったか、②高齢者の家族が昇降機を設置するなどの安全な環境の整備を怠ったことによる過失の相殺の可否、が争点となっている。①については、高齢者の身体状況や普段の介助の状態から、リスクを十分に予見できたと判断されている。②については、金銭的な負担を理由に設置をしていないとの主張であったが、金銭的な負担が過剰でないことから、十分に対応可能であったとの判断がなされた。一方で、介護スタッフが昇降機が無いことを認識しながら、問題として指摘しなかったことの落ち度の方が大きいとの判断もなされている。

これらのことから、事故を予見可能であったか、介護施設外であっても予防のための対策が取られていないことを指摘していたか、といった点が判断に影響していることが分かる。

・ 判例（４）

緊急時対応サービスが付随した高齢者向け優良賃貸住宅に入居していた高齢者が、パッシブセンサーによる生活異常監視サービスによって異常を検知され、サービス提供事業者が現場に急行したものの、緊急時対応サービス全体の管理事業者から提供されていた合鍵が異なった合鍵であったため、即座に住居に入ることができず、家族に連絡し、家族が合鍵を持ってきた後に住居内に入り、高齢者の死亡が確認された。この事案では、安全配慮義務違反と債務不履行が争点となっている。サービス提供事業者が現場に急行した時点よりも十数時間前に死亡していたため、合鍵を適切に管理し、即座に住居内に入って対応する、という緊急時対応サービスにおける義務の範囲内であるかどうか判断のポイントになっている。裁判では、死亡していたとしても、サービスの目的やそれに対する対価を支払っていたことから、サービスの義務を全うする必要があるとの判断がなされている。

人を対象としたサービスや業務では、AIシステムや情報システムが直接対象の人に対して、支援や介入を行うことはあまりなく、サービス提供スタッフなどに対して情報を提供するなどして、スタッフが適切に対応を行える必要がある。本件では、パッシブセンサーによる異常検知は適切に動作しており、その情報を受けた事業者の対応も適切に取られているが、その対応を構成する要素に不備があり、適切なサービスが提供できなかった、という問題が発生している。これは、AIシステムや情報システムが人を介して、対象者を支援するような仕組みの場合、十分に起き得る課題であり、仕組み全体で適切に機能するかを検討した上で、活用していく必要がある。また、本件では問題とならなかったが、AIシステムや情報システムが扱う情報が複雑になると、提供する情報が同じであっても、人によって、また場合によって判断が異なってしまう可能性があるため、適切に解釈できるような情報提供の仕方や可視化の方法も検討が必要である。

以上の4つの判例から、事故を予見可能であったか、適切な説明をしていたか、適用する対象者が適切か、対象者に合わせた使用方法が適切か、介護ケアの仕方を変更したり、使用する機器を変更した場合に、どのようなリスクが発生し得て、それに対する適切な対処を行っていたか、センサシステムやAIシステムなどを含むサービス全体が適切に機能するか、といった観点が重要であることが分かった。介護施設でのAIシステムによってケアの方法を変えると考えると、高齢者、介護スタッフ、支援機器、環境、AIシステムといった要素から構成されるシステム全体を考慮する必要がある。現時点で、AIシステムが扱える高齢者の特性に関する情報は限定的であり、その情報だけで支援機器の変更などまで扱うことは難しい、と思われる。そのため、AIシステム

と介護スタッフとの適切な協業が必要であると考えられる。

一方で、判例からは、高齢者に対する介助・見守りの必要性や適切さ、高齢者自身の身体機能とそれによって可能な動作や行動は、現場での定性的な記録や、疾病や傷病、障がいなどから判断されており、科学的な根拠に基づいた判断とは言い難いことが分かる。センサシステムやAIシステムは、何らかの定量的なデータで、高齢者の普段の状態を記録することが可能であり、そのデータが科学的な根拠にもとづいた判断を支援することが可能である。しかしながら、センサシステムについては、計測可能な物理量が明確であり、そのデータから言えることもハッキリしているが、AIシステムの場合、生のデータではなく、計算機による何らかの処理後のデータとなるため、そのようなデータが裁判において、科学的な根拠として扱えるのか、については検討する必要がある。

(4) 当該年度の成果の総括・次年度に向けた課題

システムを導入しながら、システムと人の役割分担や協業方法を検討しているが、これまでに扱ったことがないデータや機能が提供された場合に、それを実際のケアなどのどのように活用していくのか、どのように扱うのが効果的なのか、といった点はすぐに結論が出るものではなく、検討には時間が掛かる。また、高齢者の状態がほとんど変化しない場合、システムが提供するデータや機能は変化がないことを確認するだけになり、あまり意味をなさない。高齢者の状態が変化するかどうかは制御不能であるため、対象とする高齢者を特に注意が必要な方を選定するなど、高齢者の状態変化を把握できる効果を確認しやすい方法を検討する必要がある。

2-3. 会議等の活動

年月日	名称	場所	概要
2019年6月4日	ミーティング	愛全園	センサシステムの設置工事について
2019年9月27日	ミーティング	愛全園	導入システム、靴型センサシステムに関して
2019年10月17日	ミーティング	愛全園	センサシステムの設置工事について
2019年12月16日	ミーティング	愛全園	導入システムのデータについて
2020年1月27日	ミーティング	愛全園	導入システムについて

3. 研究開発成果の活用・展開に向けた状況

研究の成果については、現状では1つの介護施設での検証などを進めている段階である。もし、他の施設にも取り入れやすいパターンが整理されてくれば、他の施設での検証等も進めていく予定である。

4. 研究開発実施体制

(1) AIを活用した介護支援技術開発グループ（北村光司）

産業技術総合研究所人工知能研究センター

実施項目①： AI技術に対する現場の考え方の事前調査

グループの役割の説明： 事前調査の調査項目の検討を行い、調査票を作成し、介護現場での調査を実施する。

実施項目②： 初期導入用の介護ケア支援のためのAI技術の開発・導入

グループの役割の説明： 現場でのAI技術を活用した介護検討グループとともに、初期導入用の介護ケア支援のためのAI技術の機能について検討を行い、ソフトウェアとして開発し、導入を行う。また、AI技術の利用後、どのように感じたか、問題点や利点などについて、定期的実施するアンケート項目の検討を行う。

(2) 現場でのAI技術を活用した介護検討グループ（丸山和代）

特別養護老人ホーム 愛全園

実施項目①： AI技術に対する現場の考え方の事前調査

グループの役割の説明： AIを活用した介護支援技術開発グループと連携して、事前調査の調査項目の検討を行い、調査票を用いた介護現場での調査を実施する。

実施項目②： 初期導入用の介護ケア支援のためのAI技術の開発・導入

グループの役割の説明： AIを活用した介護支援技術開発グループと連携して、初期導入として適切なAI技術について検討を行い、機能を整理する。AIを活用した介護支援技術開発グループが開発したAI技術を現場へ導入し、利用を開始する。また、AI技術の利用後、どのように感じたか、問題点や利点などについて、定期的実施するアンケート項目の検討を行い、定期的な調査を実施する。

(3) 法律・制度面でのリスク検討グループ（望月浩一郎）

虎ノ門協同法律事務所

実施項目①： 介護現場で起きた訴訟事例の洗い出しと整理方法の検討・決定

グループの役割の説明： 介護施設で過去に起きた訴訟事例の調査を行い、問題点のポイントなどについて整理を行う。また、AI技術の利用において同様の問題点が発生し得るかなどについて整理方法を検討し、その整理方法で整理を行う。

5. 研究開発実施者

AIを活用した介護支援技術開発グループ

氏名	フリガナ	所属機関	所属部署	役職 (身分)
北村 光司	キタムラ コウジ	産業技術総合研究所	人工知能研究センター	主任研究員
西田 佳史	ニシダ ヨシフミ	産業技術総合研究所	人工知能研究センター	招聘研究員
大野美喜子	オオノ ミキコ	産業技術総合研究所	人工知能研究センター	研究員

現場でのAI技術を活用した介護検討グループ

氏名	フリガナ	所属機関	所属部署	役職 (身分)
丸山 和代	マルヤマ カズヨ	特別養護老人ホーム 愛全園		園長

法律・制度面でのリスク検討グループ

氏名	フリガナ	所属機関	所属部署	役職 (身分)
望月 浩一郎	モチヅキ コウイチロウ	虎ノ門協同法律事務所		弁護士

6. 研究開発成果の発表・発信状況、アウトリーチ活動など

6-1. シンポジウム等

6-2. 社会に向けた情報発信状況、アウトリーチ活動など

(1) 書籍・冊子等出版物、DVD等)

(2) ウェブメディアの開設・運営

(3) 学会（6-4.参照）以外のシンポジウム等への招聘講演実施等

6-3. 論文発表

(1) 査読付き（ 2 件）

●国内誌（ 0 件）

・

●国際誌（ 2 件）

- ・ Kei Hirano, Kohei Shoda, Koji Kitamura, Yusuke Miyazaki, Yoshifumi Nishida, "A Behavior Normalization Method to Enable Comparative Understanding of the Elderly's Interaction with Consumer Products using a Behavior Video Database," Procedia Computer Science(Proc of the 9th International Conference on Current and Future Trends of Information and Communication Technologies in Healthcare (ICTH-2019)), Vol. 160, pp. 409-416, 2019
- ・ Kazuya Takahashi, Koji Kitamura, Yoshifumi Nishida, Hiroshi Mizoguchi, "Battery-less shoe-type wearable location sensor system for monitoring people with dementia," Proc. of the 13th International Conference on Sensing Technology, pp. 12-15, 2019

(2) 査読なし（ 0 件）

・

・

6-4. 口頭発表（国際学会発表及び主要な国内学会発表）

(1) 招待講演（国内会議 0 件、国際会議 0 件）

・

(2) 口頭発表（国内会議 0 件、国際会議 2 件）

- ・ Kei Hirano, Kohei Shoda, Koji Kitamura, Yusuke Miyazaki, Yoshifumi Nishida, "A Behavior Normalization Method to Enable Comparative Understanding of the Elderly's Interaction with Consumer Products using a Behavior Video Database," the 9th International Conference on Current and Future Trends of Information and Communication Technologies in Healthcare (ICTH-2019)), 2019
- ・ Kazuya Takahashi, Koji Kitamura, Yoshifumi Nishida, Hiroshi Mizoguchi,

"Battery-less shoe-type wearable location sensor system for monitoring people with dementia," the 13th International Conference on Sensing Technology, 2019

- ・
- (3) ポスター発表 (国内会議 0 件、国際会議 0 件)
- ・

6-5. 新聞／TV報道・投稿、受賞等

-
- (1) 新聞報道・投稿 (0 件)
- ・
- (2) 受賞 (0 件) ・
- ・
- (3) その他 (0 件)
- ・

6-6. 知財出願

-
- (1) 国内出願 (0 件)
- ・
- (2) 海外出願 (0 件)
- ・