

長寿医療研究開発費 平成 29 年度 総括研究報告（総合報告及び年度報告）

高齢者の離床検知と転倒予防に関する研究（28-1）

主任研究者 伊藤直樹 国立長寿医療研究センター リハビリテーション科部（副理学療法士長）
分担研究者 近藤和泉 国立長寿医療研究センター 健康長寿支援ロボットセンター
（センター長）
加藤健治 国立長寿医療研究センター 健康長寿支援ロボットセンター
ロボット臨床評価研究室（室長）
高野映子 国立長寿医療研究センター 健康長寿支援ロボットセンター
ロボット臨床評価研究室（流動研究員）

研究要旨

2年間全体について

平成28年度は、静電容量の変化からセンシングする離床センサーを用い、離床見守りシステムの構築と計測環境の最適化の検討を行ったが、静電容量の変化からセンシングするため、院内や生体ノイズの影響が大きく、臨床応用には不適合であることがわかった。そのため、平成29年度は、新たに共同研究先の（株）メイクが開発した「リアルタイム見守りセンサー M-station」を用い、上半期に見守りセンサーに必要とされる医療現場のニーズの抽出し、下半期には、見守り対象者の判定基準策定を行う。そして、高齢者の離床検知と転倒予防を行う見守りシステムの構築を目指した。

主任研究者

伊藤 直樹 国立長寿医療研究センター リハビリテーション科部（副理学療法士長）

分担研究者

近藤 和泉 国立長寿医療研究センター 健康長寿支援ロボットセンター（センター長）

山田小桜里 国立長寿医療研究センター 看護部（看護師長）（平成 29 年度のみ）

加藤 健治 国立長寿医療研究センター 健康長寿支援ロボットセンター
ロボット臨床評価研究室（室長）
（平成 29 年度のみ）

高野 映子 国立長寿医療研究センター 健康長寿支援ロボットセンター
ロボット臨床評価研究室（流動研究員）

寺西 利夫 藤田保健衛生大学 医療科学部リハビリテーション学科（教授）

研究期間 平成 28 年 4 月 1 日 ～ 平成 30 年 3 月 31 日

A. 研究目的

先行研究において、転倒・転落（転倒）の発生場所は、76%がベットサイドや居室であること、また転倒の動作要因としては、立ち上がりや歩き出しであることが報告されている。転倒の原因となる行動として、特にトイレ動作が挙げられている。排泄行動は生理的行動であり、夜間など環境条件が悪くても切迫感が伴い動かざるをえない。また、介護項目の中で、「他人の世話になりたくない」が項目の1位となっており、動作が未自立の状態でも、対象者が自分でやろうとしてしまうこともある。転倒は、午前6時、午前9時、午後7時前後に増加し、十分覚醒していない状態でトイレに行くことも要因の1つとなっている。

また、認知症を有する高齢者は、健常高齢者と比較して転倒リスクが高い。そして、転倒により骨折する割合も高く、さらに機能予後・生命予後も健常高齢者と比較して悪い。

本事業では、まず、(株)メイクの見守りシステムを使用し、夜間見守り対象者の体動の映像記録、及び脈拍、呼吸数のログを取る。これらのログデータを日本IBM(株)がAIに機械学習させ、排尿直前の特徴ある動きや脈拍、呼吸数の変化を抽出するためのアルゴリズムを作成する。さらに、より現場のニーズに即した見守りシステムを運用するために、医療介護スタッフに対して、排尿意図がある場合の行動の特徴を捉えるためにNominal Group Discussion(NGD)の手法を用いて意見聴取を行う。そして、これらのニーズとシーズを合わせ、夜間見守り対象者のベッド上の体動の映像記録、及び脈拍、呼吸数より排尿意図を感知し、排泄誘導、転倒予防が可能な見守りシステムを構築することを目的とした。

B. 研究方法

本研究は2年間計画で行った。

平成28年度は、静電容量の変化からセンシングする離床センサーを用い、離床見守りシステムの構築と計測環境の最適化の検討を行ったが、静電容量の変化からセンシングするため、院内や生体ノイズの影響が大きく、臨床応用には不適合であることがわかった。

平成29年度は、(1)医療介護スタッフに対するNGDの手法を用いたニーズの抽出と、(2)認知症病棟における過去5年間の転倒転落のインシデントレポートのテキスト分析による実態調査、(3)排尿意図を検知するための予測モデルの開発のための実機を用いた生体計測の3つのPhaseで構成した。

平成29年度について

伊藤直樹：国立長寿医療研究センターリハビリテーション科部・副理学療法士長

近藤和泉：国立長寿医療研究センター健康長寿支援ロボットセンター・センター長

山田小桜里：国立長寿医療研究センター看護部・看護師長

加藤健治：国立長寿医療研究センター健康長寿支援ロボットセンター
ロボット臨床評価研究室・室長

高野映子：国立長寿医療研究センター健康長寿支援ロボットセンター
ロボット臨床評価研究室・流動研究員

寺西利生：藤田保健衛生大学医療科学部リハビリテーション学科・教授

以上6名のメンバーで、

- ・ 病棟での転倒・転落の詳細検討と見守りセンサーの運用の総括→山田小桜里
- ・ 見守りセンサーの修正・改良→伊藤直樹・近藤和泉・加藤健治
- ・ 見守りセンサーに対する医療現場のニーズの抽出→伊藤直樹・近藤和泉・高野映子
- ・ 見守り対象者の判定基準策定→伊藤直樹・近藤和泉・寺西利生・高野映子
を行なった。

Phase 1. 医療介護スタッフに対する NGD の手法を用いたニーズの抽出

- 対象：回復期リハ病棟、介護老人保健施設、介護付老人ホームで勤務する医療介護スタッフ。
- 研究方法：NGD の手法を用い実施した（図 1）。NGD は、質的研究の中で使われる標準的な手法で、極端な意見を取り除き、スタッフが共通で感じている中心的なニーズを捉えるのに適している。その実施手順は、(1) NGD の対象者に 5 段階でアンケート調査を行う。(2) アンケート結果を集計し、(3) 対象者全員でアンケート結果について討論会を行う。(4) 討論会の内容を踏まえ、もう一度同様のアンケートを行う。この手順を踏まえることで、他者の意見と自分の意見を比較し、自分の意見の立ち位置を把握し、偏りのない全体の意見を集約することができる。
- 評価項目：リアルタイム見守りセンサ M-station に対するアンケート（表 1）
- 分析方法：初回アンケート調査の集積結果から、ポジティブな意見が 80%（8/10 人）以上の項目は採用、ネガティブな意見が 80%（8/10 人）以上の項目は棄却し、その他の項目について討論した。そして、最終アンケート調査の集積結果から、ポジティブな意見が 80%（8/10 人）以上の項目をニーズとして採用した。

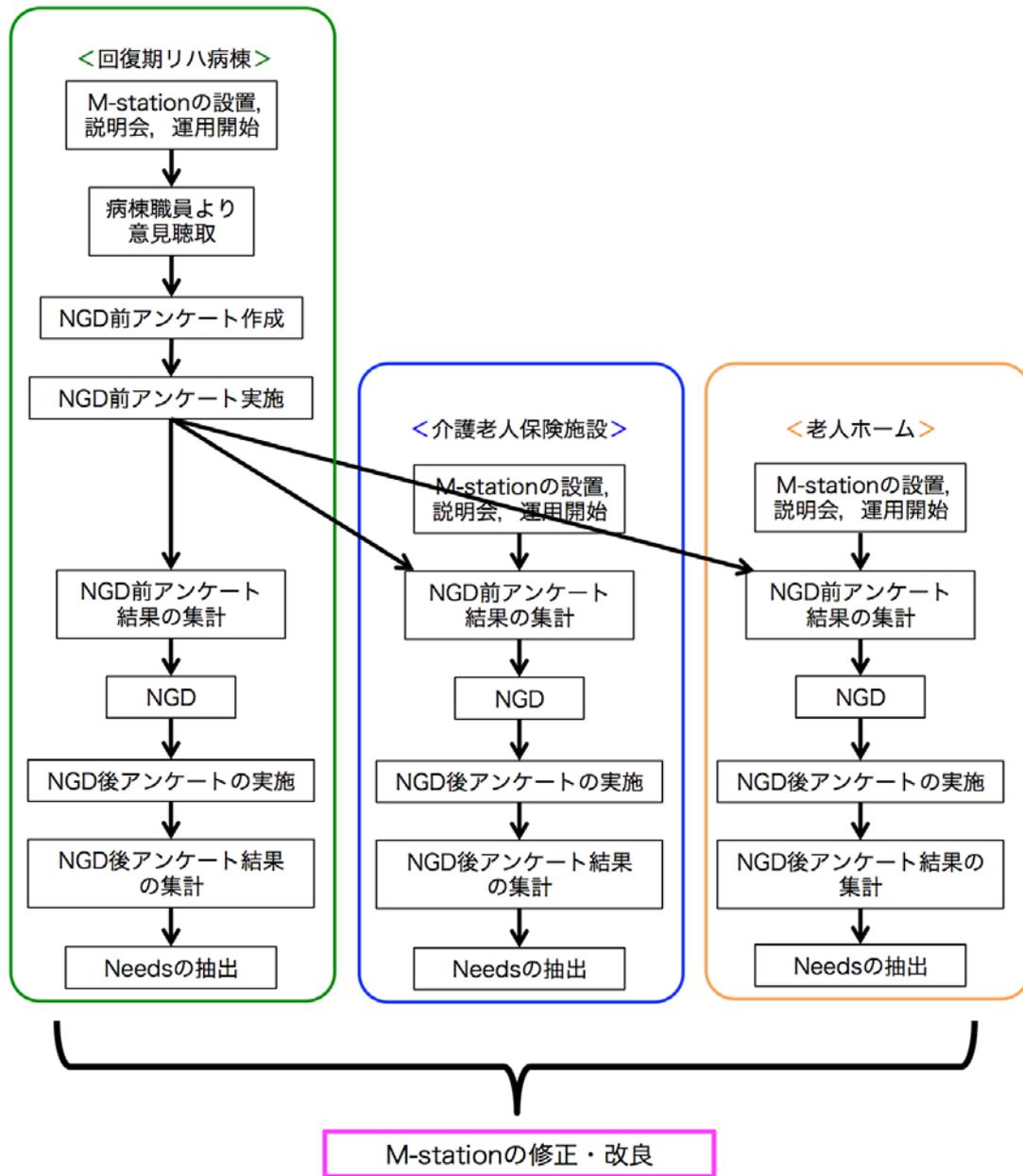


図 1. Nominal Group Discussion (NGD) の実施手順

表 1. リアルタイム見守りセンサ M-station に対するアンケート

評価項目	
大項目	小項目
夜間、患者や利用者がベッドを離れる頻度	トイレに行きたい時 消灯台のものを取りたい時 喉が渴いた時 床のものが取りたい時 不穏（不安、心配、寂しいなど）の時 空腹の時
M-station を使用された感想 （Out put 端末と設定方法）	Out put 端末（タブレット PC）が使いにくい Out put 端末（タブレット PC）が持ち運びにくい Out put 端末（タブレット PC）の画面が見にくい 異常を感知するためのエリア設定が面倒 異常通知がわかりづらい ドップラーセンサの設定が面倒
M-station を使用された感想 （患者や対象者）	患者や対象者のバイタルサインを把握することができる 患者や対象者の急変を感知することができる 患者や対象者がベッドから離れる前に感知することができる
M-station に追加した方が良く と思う機能	Out put 端末と M-station を介したスタッフと患者の会話機能 M-station 自体からも声かけして患者や利用者の離床を防ぐ機能 バイブレーションによる異常通知機能 電子カルテとの連動機能 物理的に患者や利用者の離床を防ぐ機能（拘束ネットなど） ナースコールとの連動機能

各大項目の最後に、自由記載欄を設け、上記の項目に対して 5 段階で回答をした。

Phase 2. 転倒転落のインシデントレポートのテキスト分析による実態調査

- 対象：認知症病棟における過去 5 年間の転倒転落のインシデントレポート合計 3,439 件
- 分析方法：Watson Explorer を用いて転倒転落のインシデントレポートにある Key word をタグ付けし、テキスト分析による実態調査を行った。Key word は「トイレ関係（トイレ、ポータブル、用足し、尿器、便座、排尿、排便、排泄、失禁、尿意）」と「トイレ以外（床頭台、オーバーテーブル、オーバーベッドテーブル、椅子、義歯、入れ歯、車いす、杖、歩行器、履物、点滴スタンド、カーテン、ワゴン、箸、コップ、財布、眼鏡、空腹、端坐位、浴室、しまう、取ろうとする、洗う、きれいにする）」とした。

Phase 3. 排尿意図を検知するための予測モデルの開発のための実機を用いた生体計測

- 対象：介護付老人ホームの利用者 5 名
- 研究方法：夜間（21：00～6：00）×17 日間（H29/12/25～H30/1/11）の呼吸数と脈拍数を M-station のドップラーセンサを用い計測し、集積された生体データ合計 1,000 件と排尿記録を用いて、排尿意図を検知するための予測モデルの検討を行った。

（倫理面への配慮）

本研究は、臨床研究に関する倫理指針を遵守し行った。本研究により得られた個人情報には研究担当者が厳重に保管し、本研究以外の目的で使用することは無い。動画データにおいては顔などの個人を特定できるデータは取得しない。その他のデータも連結可能匿名化を行い、キーファイルとデータファイルは別々の鍵のかかる保管庫に収納した。また、データ保存時には暗号化を行い個人情報の保護に努めた。インフォームド・コンセントについては、研究計画、方法、意義、危険性、利益と不利益、個人情報管理を口頭および書面にて説明し、同意書に署名を頂いた。

C. 研究結果

2 年間全体について

まず、静電容量の変化からセンシングする離床センサーを用い、離床見守りシステムの構築と計測環境の最適化の検討を行ったが、静電容量の変化からセンシングするため、院内や生体ノイズの影響が大きく、臨床応用には不適合であることがわかった。そのため、平成 29 年度は、新たに共同研究先の（株）メイクが開発した「リアルタイム見守りセンサー M-station」を用い、下記の(1) 医療介護スタッフに対する NGD の手法を用いたニーズの抽出と、(2) 認知症病棟における過去 5 年間の転倒転落のインシデントレポートのテキスト分析による実態調査、(3) 排尿意図を検知するための予測モデルの開発のための実機を用いた生体計測の 3 つの Phase を行なった。結果は下記の通りである。

平成 29 年度について

Phase 1. 医療介護スタッフに対する NGD の手法を用いたニーズの抽出

NGD 結果、見守りシステムを使用する施設により、ニーズが異なることが明らかになった。介護老人保健施設での見守りシステムの使用目的は、活動量が多い対象者の転倒転落予防であり、これらの有害事象が発生する前に検知する機能、スタッフが現場に駆けつけるまで対象者をそのまま留め置く「ストップ機能」の追加のニーズがあった。介護付有料老人ホームでの使用目的は、看取り目的で入所されている利用者に対してのモニタリングであり、心拍数、呼吸数、体温、血圧、経皮的動脈血酸素飽和度（SPO2）などの測定機能の追加のニーズがあった（表 2）。回復期リハ病棟では、無線環境の混線によりしばしば見守りシステムが停止してしまい、実機使用後のニーズを十分把握することができなかった。見守り機器の多くは、Wi-Fi や Bluetooth を使用してデータを送受信するものが多いが、病院内

では無線環境の混線によりシステムの停止がしばしば見られるため、Wi-Fi や Bluetooth の使用には検討の余地があると考える。

表 2. コンセンサスを得た施設毎の見守りシステムに対するニーズ

項目	コンセンサスを得たニーズ		
	回復期リハ病棟	介護老人保健施設	老人ホーム
夜間、対象者がベッドを離れる理由	トイレに行きたい時 不穩の時	トイレに行きたい時 消灯台のものを取りたい時 喉が渴いた時 不穩 不眠の時 体調不良の時	トイレに行きたい時 消灯台のものを取りたい時 喉が渴いた時 リモコンが床に落ちた時 不穩の時 空腹の時
M-station の使用感	Out put 端末と設定方法 使いにくい 持ち運びにくい 画面が見にくい	エリア設定が面倒 ドップラーセンサの設定が面倒	使いにくい 持ち運びにくい 画面が見にくい アラームの音が同じで異常通知がわかりづらい ドップラーセンサの設定が面倒 その場でセンサのアラームを OFF にすることができない
対象者	なし	バイタルサインを把握することができる 急変を感知することができる ベッドから離れる前に感知することができる	バイタルサインを把握することができる 急変を感知することができる
M-station の追加機能	スタッフと患者の会話機能 ナースコールとの連動機能	バイブレーションによる異常通知機能 ナースコールとの連動機能 時間(夜間と日中)でセンシングレベルが自動的に切り替わる機能	スタッフと患者の会話機能 声かけして対象者の離床を防ぐ機能 バイブレーションによる異常通知機能 物理的に対象者の離床を

対象者の体温を把握する機能	防ぐ機能（話をするロボットの利用等）
	ナースコールとの連動機能
	携帯できるモニター
	体温をモニタリングできる機能

回復期リハ病棟：回復期リハビリテーション病棟、老人ホーム：介護付有料老人ホーム

Phase 2. 転倒転落のインシデントレポートのテキスト分析による実態調査

全 3,439 レコードに対し、排尿意図ありに起因すると記載があったとフラグ付けされた事故は全体の 41%であった（図 2）。排尿意図の予兆検知や、排尿のための移動の補助を行うことで、最大 41%の転倒転落事故を防止することが可能だと考えられる。

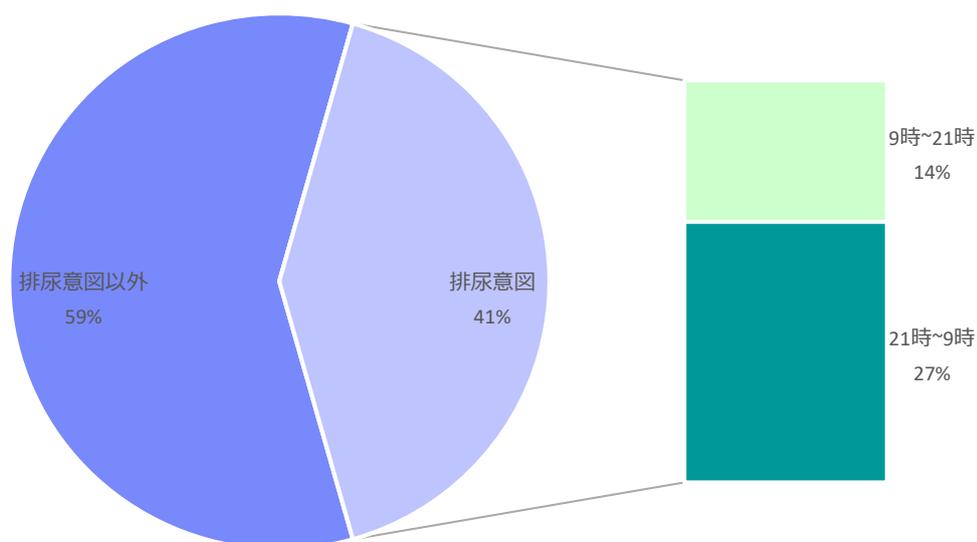


図 2. 転倒事故に占める排尿意図の割合

Phase 3. 排尿意図を検知するための予測モデルの開発のための実機を用いた生体計測

ドップラーセンサによる計測データは測定期間全体の 15%～56%が欠損値となっており、連続性もないため、有用な知見を見出すことができなかった（図 3）。機械学習によるモデルを作成するためには、一定期間安定して取得されたデータを準備することが望ましいが、

一部のデータが欠けた「欠損値」となっており、異常な値となる「外れ値」が存在することは多々ある。その場合は、分析処理を行う前に、取得したデータの欠損値を補ったり、外れ値を置き換えたりするデータ前処理を行ってから、分析処理を行うことが可能である。しかし、今回取得したデータは、欠損の割合が非常に高く、十分なデータ前処理を行うことができず、分析モデルを作成することができなかつた。

また、心拍数、呼吸数共に、変動が激しく、特定のパターンを見出すことができず、体位による変動やノイズの影響などを除去することが極めて困難なデータとなっていた。

まず、健常者に対して接触型の医療用モニタにて生体計測を行い、排尿行動が起こる前の心拍数と呼吸数の特定の変動パターンを抽出する必要性が示唆された。

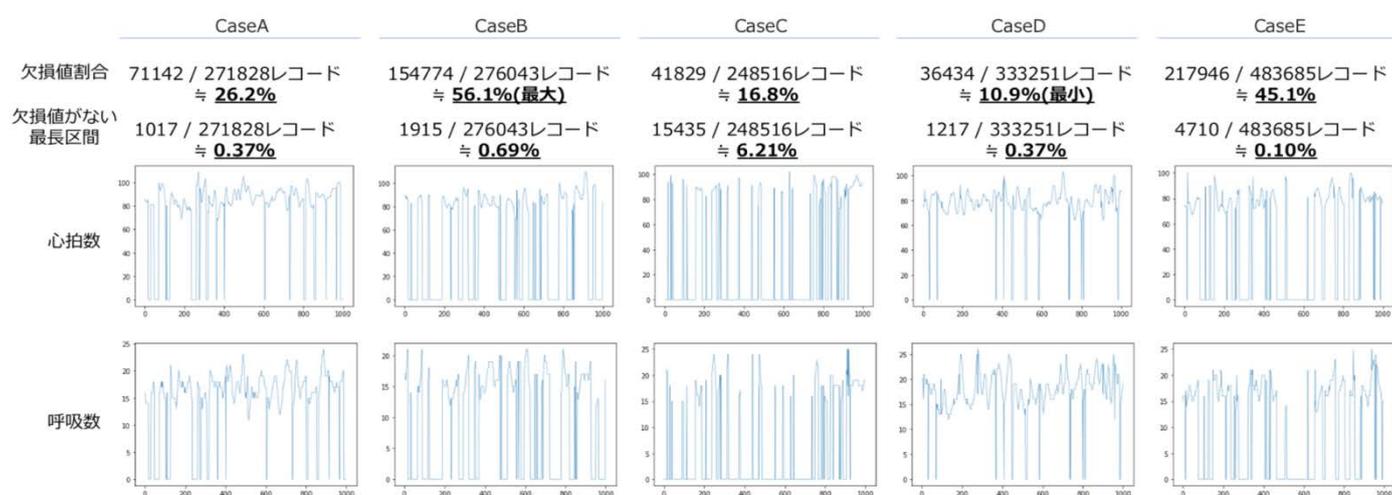


図 3. ドップラーセンサによる計測データ

D. 考察と結論

2 年間全体について

医療介護スタッフに対する NGD の手法を用いニーズを抽出した結果、排尿意図の感知と声掛けなどのストップ機能を追加することで、見守り機器を使用して、転倒予防やトイレ介助などの介助量が軽減できる可能性が示唆された。

認知症病棟における過去 5 年間の転倒転落のインシデントレポート合計 3,439 件の Watson Explorer を用いたテキスト分析による実態調査で、「排尿意図あり」因子の抽出を行った結果、排尿意図ありに起因すると記載があったとフラグ付けされた事故は全体の 41%であった。排尿意図の検知や、排尿のための移動の補助を行うことで、最大 41%の転倒事故を予防できる可能性が示唆された。

介護付老人ホーム在住者の 1,000 件の生体計測データと排尿記録を用いた排尿意図を検知するための予測モデルを検討した結果、ドップラーセンサによる計測データが 15%～56%欠損値しており、連続性も乏しいため、有用な知見を見出すことができなかった。

まず、排尿意図を検知するための予測モデルを開発するために、まず健常者に対して接

触型の医療用モニタにて生体計測を行い、排尿行動が起こる前の心拍数と呼吸数の特定の変動パターン抽出を行う必要がある。現在、見守りセンサやコミュニケーションロボット等の Iot を活用し、高齢者の排泄動作の自立支援を確保するシステムの構築を検討中である。

E. 健康危険情報

なし

F. 研究発表

1. 論文発表

平成 28 年度

1) 伊藤直樹、近藤和泉

SIDE による立位バランス能力の評価. リハビリナース vol9 No1. 72-7. 2016

2) Yoshie Omiya, Shota Suzumura, Naoki Itoh, Aiko Osawa, Rie Tateno, Aki Mizuno and Izumi

Kondo: Effect of adaptations to the living environment on ADL abilities and self-perception of performance/satisfaction -Based on experience from post-discharge home visits-. Jpn J Compr Rehabil Sci 7: 95-101, 2016

3) 伊藤直樹、近藤和泉

ロボットを用いたトレーニング. 高齢者理学療法、島田裕之（編）、医歯薬出版株式会社、558-564, 2017

平成 29 年度

1) Eiko Takano, Keita Aimoto, Masanori Tanimoto, Toshio Teranishi, Naoki Itoh、 Kenji Toba

and Izumi Kondo: Comprehensive approach for community-based integrated care reduces risk of falls after fracture. Journal of Frailty, Sarcopenia and Falls 2, 73-77, 2017

2) 伊藤直樹、佐藤健二、尾崎健一、近藤和泉：高齢者の転倒 臨床に役立つ Q&A 1.

ロボットバランス練習で転倒予防はできますか? Geriatric Medicine, 55(9), 1017-1020, 2017

2. 学会発表

平成 28 年度

1) 大藪実和、相本啓太、宇佐見和也、橋本駿、小笠原友香里、戸澤のぞみ、片桐辰弥、大脇駿平、大野健介、伊藤直樹、近藤和泉：健常者におけるタンDEM立位の足部間距離に着目した姿勢保持の検討. 第 53 回日本リハビリテーション医学会学術集会、2016 年 6 月 9 日-11 日、京都

- 2) 田口大輔、大沢愛子、宇佐見和也、松田佳恵、植田郁恵、神谷正樹、村松隆二郎、篠田勇介、横田和代、伊藤直樹、近藤和泉：上肢課題を加えた **Timed up and go test** における認知症患者と健常者の差異. 第 53 回日本リハビリテーション医学会学術集会、2016 年 6 月 9 日-11 日、京都
- 3) 谷本正智、太田隆二、飯田圭祐、片桐辰弥、伊藤直樹、近藤和泉：手すりの有無が階段昇段動作に及ぼす影響－三次元動作解析装置を用いた運動学的分析－. 第 53 回日本リハビリテーション医学会学術集会、2016 年 6 月 9 日-11 日、京都
- 4) Takano E, Teranishi T, Satou K, Itoh N, Ozaki K and Kondo I: Preliminary trial of training using a balance exercise assist robot for inpatients with a hip fracture. Asian Prosthetic and Orthotic Scientific Meeting 2016, 4-6 November 2016, Seoul, Korea
- 5) 田口大輔、佐藤健二、尾崎健一、橋本駿、伊藤直樹、近藤和泉：フレイル高齢者におけるバランス練習アシストの有用性. 第 26 回 愛知県理学療法学会学術大会、2017 年 3 月 5 日、名古屋市

平成 29 年度

- 1) Takano E, Teranishi T, Aimoto K, Itoh N and Kondo I: DECREASING THE FALL RISK IN A WARD FOR COMMUNITY REHABILITATION IN JAPAN. 11th International Society of Physical and Rehabilitation Medicine (ISPRM) World Congress, 2017/4/30-5/4, Buenos Aires, Argentina
- 2) 伊藤直樹、高野映子、相本啓太、小早川千寿子、太田隆二、谷本正智、近藤和泉：転倒転落のリスク軽減に対する地域包括ケア病棟の意義. 第 52 回日本理学療法学会学術大会、2017 年 5 月 12 日-14 日、千葉市
- 3) 伊藤直樹、太田隆二、飯田圭紀、佐藤健二、近藤和泉：多職種が連携し健康長寿を支えるロボットを開発「ロボット技術を用いたフレイル予防」. 日本老年看護学会 第 22 回学術大会、2017 年 6 月 14 日-16 日、名古屋市

G. 知的財産権の出願・登録状況

1. 特許取得
なし
2. 実用新案登録
なし
3. その他
なし