

# 行動分析センサーによる認知機能の定量結果と、 MMSE検査との比較検討および相関性の考察

1) 韓 浩    2) 本井 ゆみ子    3) 羽田野 政治

1) コニカミノルタ株式会社 QOLソリューション事業部 [hao.han@konicaminolta.com](mailto:hao.han@konicaminolta.com)

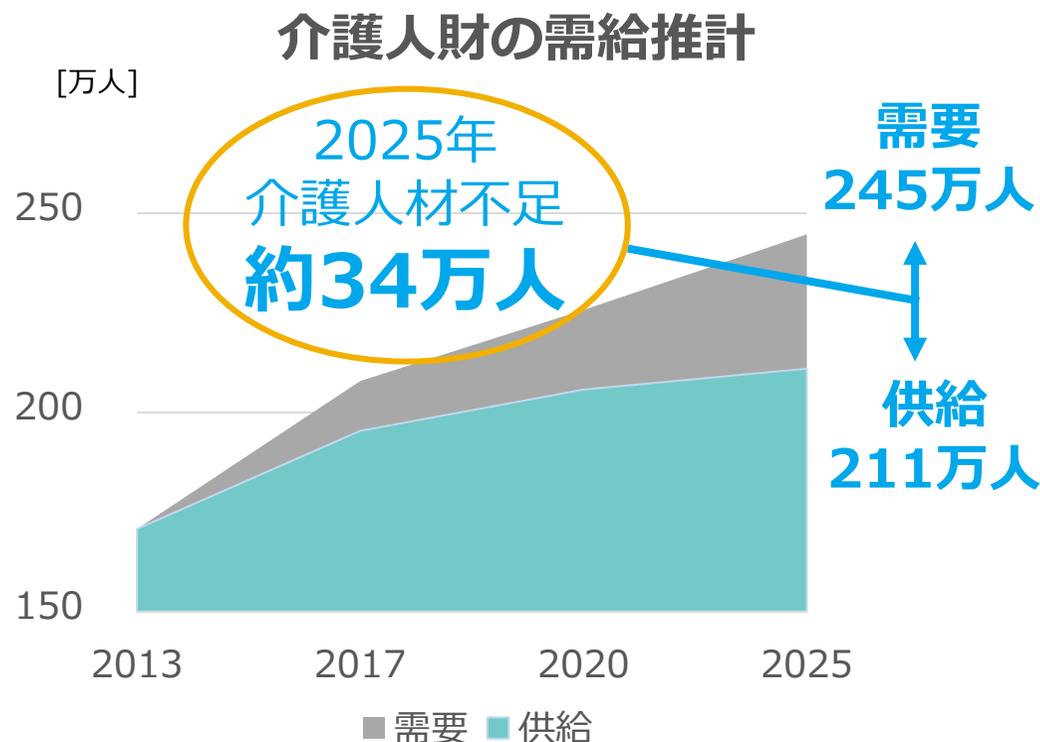
2) 順天堂大学大学院認知症診断・予防・治療学講座 認知症疾患医療センター

3) 一般社団法人 認知症高齢者研究所

# 研究目的

## 高齢者社会に伴う認知症患者の増加は、 介護現場に大きな負担を与えています

- 日本は、高齢者人口の割合が世界でも有数であり、高齢化社会が進んでいます。その中でも**認知症患者数は増加し続けており**、2025年には約700万人に達すると予測されています。
- 一方で、介護施設や介護士の不足が深刻な課題となっています、**介護現場で働く人々の負担が高く**、人員不足によるサービスの低下や介護離職者の増加などが問題となっています。



行動分析センサーにより収集される行動・睡眠データを活用して、  
AIにて解析し認知機能の定量評価の可能性を検証

## 現状課題

- まず、**認知機能レベルの現状把握が重要**。しかし、低活動性のBPSDや認知症進行が緩やかだと、認知機能の変化に本人を始め、介護スタッフでさえ気づきにくい。
- MMSEなどの評価手段はいくつかあるが、対象者の負担が大きく、意欲の低下があるときは実施が難しい、実施頻度や評価者によって評価が異なる。

## 目標

- 対象者（被介護者）に**意識させることなく**、認知機能レベルを**定量的に**計測する
- 認知機能の**進行と変化を可視化する**

## 解決案

- 行動分析センサーにより収集される行動・睡眠データを活用して、AIにて解析し**認知機能の定量評価を実施した**。

研究内容説明・同意書取得・倫理審査などは実施済

個人情報保護に関しては、倫理審査委員会の承諾を受け本人および家族、施設に研究の目的、方法、趣旨を伝え得られた情報は研究発表以外には使用しないことを説明し書面にて了承を得ている。今回の発表も被験施設に報告済。

# 認知機能定量化

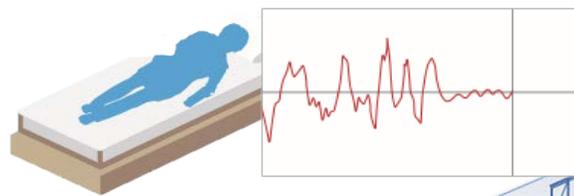
～定量方法と結果考察～

天井設置の近赤外線カメラとドップラセンサにより、入居者の行動を検知し、スマートフォンにお知らせ。  
介護記録連携を含め、介護士のワークフローをトータルにサポート。

01 状況を  
「見て駆けつけ」



02 呼吸異常通知で  
「安否確認」



03 転倒・転落時の  
「エビデンス」



04 その場で  
「ケア記録作成」



05 即時・確実な  
「情報共有」



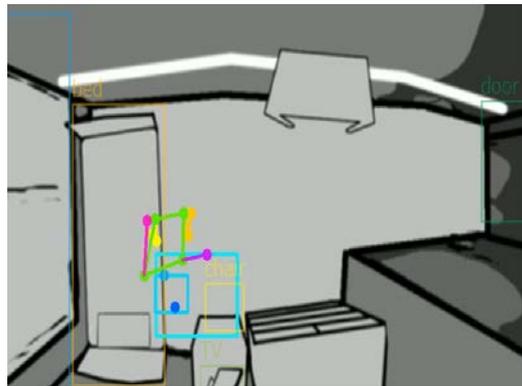
06 入居者様の自立を促す  
「お声がけ」



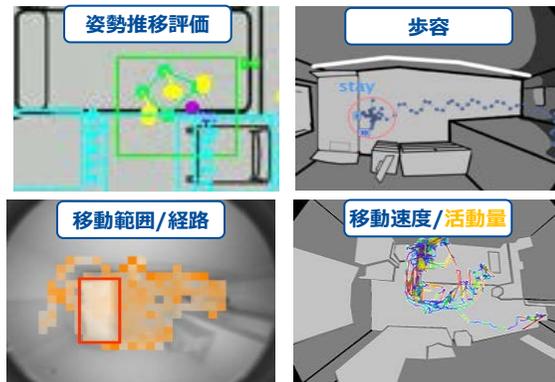
# センサーデータの解析

映像を活用した入居者の行動解析や、ドップラーセンサのデータを活用することにより  
入居者の行動特性や生活状態の分析を実現

直上視点  
- 俯瞰的に居室全体を観察 -

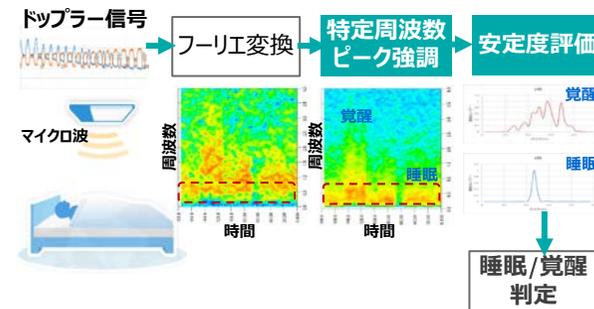


行動の意味/特徴

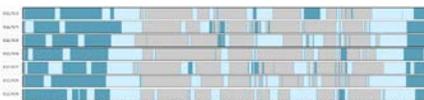


室内での行動を数値化・指標化

ドップラーセンサー  
- ベッド上の微体動を測定 -

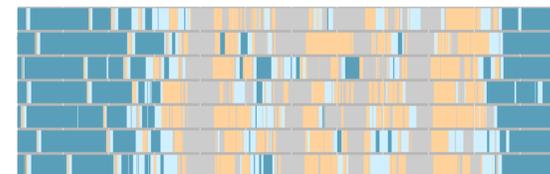


睡眠指標化



睡眠 覚醒 ベッド外

活動量データ+睡眠データ



睡眠 覚醒 ベッド外 居室外

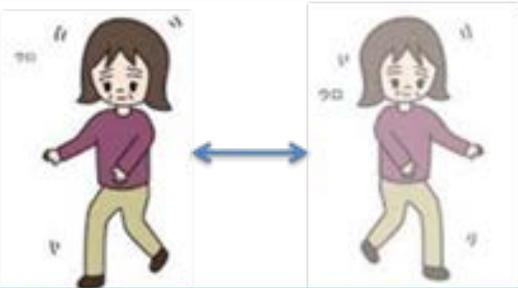
利用者の生活リズムを把握

生活リズム



## 定量的な指標（34個）の変化の測定を目指します

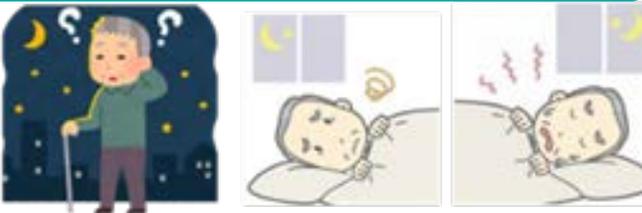
### 繰り返し行動や行動範囲の変化



### 移動速度/立止まり量/行動量変化

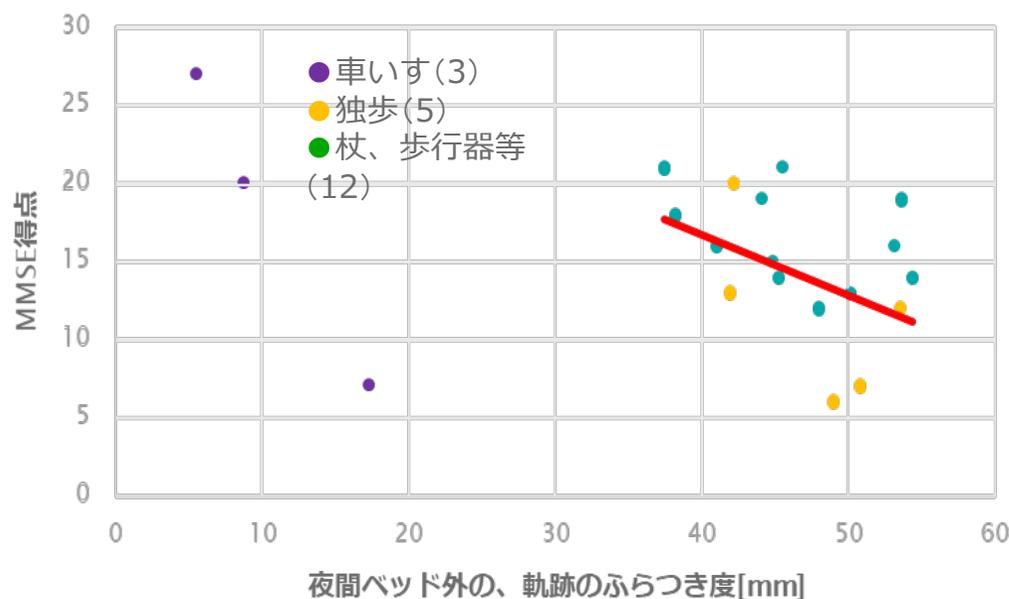


### 夜間の行動量/安静状況変化

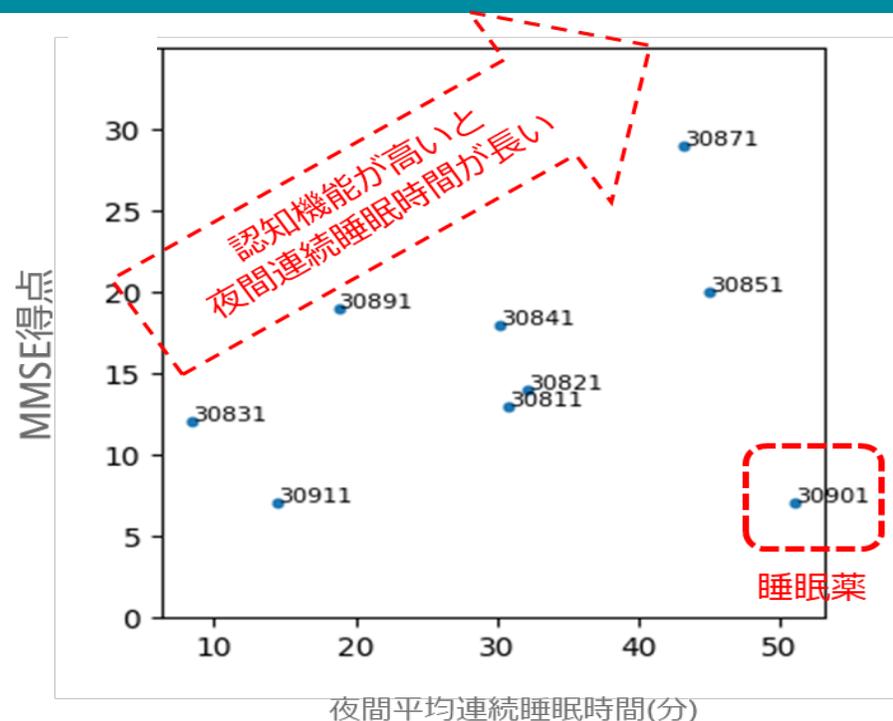


項目	説明	指標案	身体指標	認知指標
習慣の変化	繰り返し行動	繰り返し行動回数		○
		繰り返し行動時間		○
	行動範囲	ベッド外行動領域面積	○	
移動速度変化	室内での歩行速度	夜間ベッド外歩行速度	○	
	移動時の立止まり	ベッド外作業時間	○	○
		移動時立止まり時間	○	○
夜間行動量	夜間行動量	夜間ベッド外移動距離		○
		夜間ベッド外滞在時間		○
睡眠状態	ベッド上での動き	夜間安静	○	○
		夜間覚醒	○	○

行動・睡眠指標とMMSE得点との相関では、  
認知機能が低いほどふらつき度が高くなる傾向  
認知機能が低いほど連続睡眠時間も長くなる傾向



認知機能が低いほどふらつき度が高い  
認知症患者の自覚症状と一致



認知機能が低いほど夜間よく  
お休み

# MMSE（認知機能レベル評価）測定

対象者：介護付き有料老人ホーム入居者46名（正常4名、MCI・認知症42名）

担当：認知症専門医師・臨床心理士

## 1. 時間に関する見当識：1点×5個

時間に関する見当識を評価します。ここでは季節や日付など、時間に関する見当識を測定する問題がいくつか出されます。

（例：「今日は何日ですか？」「今日は何曜日ですか？」）

## 2. 場所に関する見当識：1点×5個

場所に関する見当識を評価します。都道府県や場所について、いくつかの質問に答えます。

（例：「ここは何県ですか？」「ここは何地方ですか？」）

## 3. 聴覚言語記録：1点×3個

ここでは、新しいことを覚える能力について確認します。質問者が3つの単語を言うので、その単語を繰り返します（1個1点）。

3つ全て答えられるまで行きます（6回まで）。

（例：「梅、犬、飛行機」）

## 4. 注意と計算：5点

作業や動作に必要な情報を一時的に記憶する能力について評価します。暗算で特定の条件の引き算をする問題、または特定の単語を逆から言う逆唱課題が出されます。

計算問題では例えば、100から7を繰り返し引き算するように指示されます。

## 5. 再生：1点×3個

新しく覚えた記憶を保持し、思い出すことができるかを確認する項目です。

3.「聴覚言語記録」項目で覚えてもらった3つの単語を答えてもらいます。

## 6. 呼称：1点×2個

ここでは物品の正しい名称を自分の記憶の中から思い出せるかを確認します。質問者が日常的にありふれた物品を提示するので、その名称を言ってもらいます。

（例：はさみを見せながら「これは何ですか」と質問する）

## 7. 復唱：1点

ある程度の長い文章を一時的に覚えていられるかを確認します。文章が提示されるので、それを正確に声に出して繰り返します。

（例：みんなで力を合わせて棒を倒します）

## 8. 理解：1点×3段階

一度に複数の指示を理解して遂行できるかを確認する項目です。3段階の命令が出されるのでそれを理解し、順番に実行します。

（例：「右手にハンカチを持つ」→「ハンカチを折りたたむ」→「ハンカチを質問者に渡す」）

## 9. 読字：1点

文章を理解する能力と、それを実行する能力を評価します。紙に書かれた文章を読み、そこに書かれた指示を理解して実行します。

（例：「手を握ってください」）

## 10. 書字：1点

この項目では、文章を正しく構成するための能力について確認します。どのような内容でも構わないので、自由に文章を書いてもらいます。

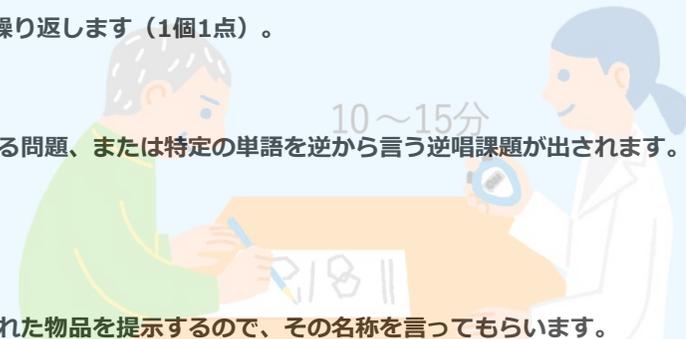
## 11. 描画：1点

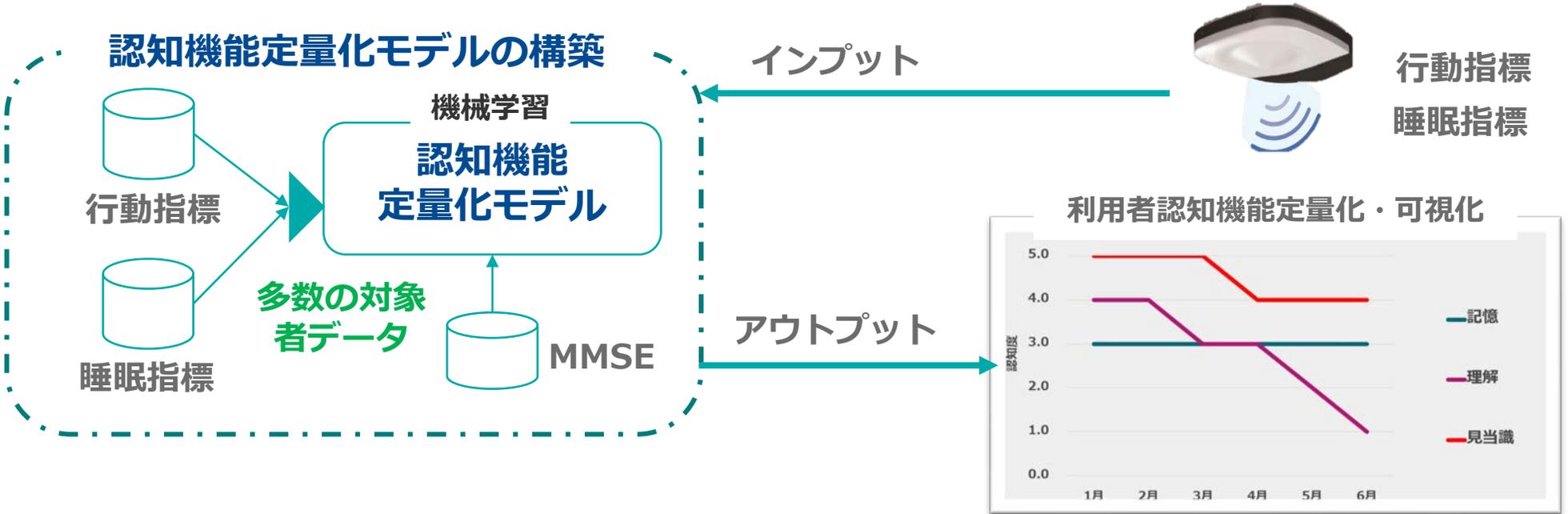
目の前にある物の位置関係などの空間情報を把握して、それを再構成する能力をチェックします。ある図形を見せられるので、それと同じ図形を描きます。

（例：重なり合う五角形の図形をどれだけ正確に書き写せるかを確認する）

## 【MMSE とは】

国際的に使われている認知症スクリーニングテストのひとつ





- 学習モデル：
  - **LGBM分類 (Gradient Boosting Decision Tree 2値/多値分類)**
- データ：
  - 対象者：46名
  - 期間：MMSE評価前後合計約6ヶ月
  - 説明変数：行動・睡眠指標週間平均値
  - 目的変数：MMSE各項目の点数
  - データ件数：1014

## cluster sampling-based cross validationの検証方法

(45名を学習、1名を推定、46回の平均値を求め)

既存の入居者データを学習して他入居者MMSEを推定することに想定

- **記録、呼称、再生等記憶機能**

に関連する項目の正解率が高い

- 理解・注意・見当識等の認知機能の正解率が低い

- 回帰分析、重回帰分析を試したが、結果はあまり変わらない
- 学習データが不均衡（各項目の各点数のデータ数）に対して、サンプリング調整（アンダーサンプリング・オーバーサンプリング）しても正解率が上がらない
- 説明変数を減らすため、主成分分析も試したが、結果もあまり変わらない

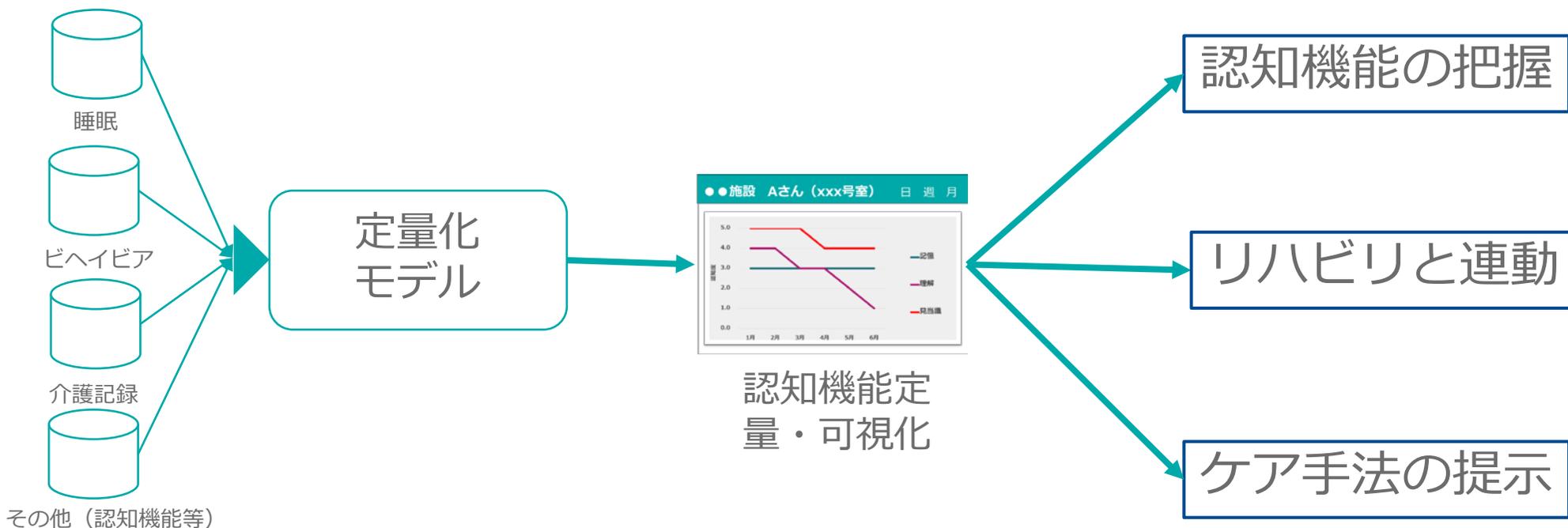
MMSE項目	項目数	正解率	平均絶対誤差値
	(点数)	accuracy score	mean absolute error
記録	3	0.79	0.52
読字	1	0.78	0.22
書字	1	0.72	0.28
呼称	2	0.68	0.52
再生	3	0.61	0.77
挿画	1	0.57	0.43
復唱	1	0.50	0.50
理解	3	0.41	0.84
注意と計算	5	0.37	1.55
場所見当識	5	0.30	1.23
時間見当識	5	0.27	1.46
平均値		<b>0.54</b>	<b>0.76</b>

- センサーデータから算出された行動・睡眠指標とMMSE得点との相関では、認知機能が低いほどふらつき度が高くなる傾向が認められ、認知機能が高いほど連続睡眠時間も長くなる傾向が認められた。
- 妥当性の検討では、施設入居者46人にセンサーデータを使って認知機能の定量評価を行った結果、記銘などの記憶能力項目に70%以上の正解率を得るなど一定の定量化が認められたが、全体的に高い信憑性の結果は示すことは出来なかった。

- 学習データが足りない
  - 対象者が不足（46人）
  - 被験期間が短い（半年のデータ）
  - MMSE回数が不足（1回の場合は認知機能低下の変化が見られない）
  - MMSE評価点数はアンバランス（各項目の各点数ランクが平均的に分布であれば理想）
- 介護記録は未利用（BPSDの情報を利用すれば結果は改善される可能性あり）
- IoTとAI最新技術を利用し、センサーデータの分析に基づく、認知機能定量化モデル構築できた



被験施設・対象者・MMSE回数の増加  
他センサーの導入、介護記録の利用、学習手法の改善  
認知症の早期発見・早期の対応の**一貫性システム**の構築



本研究は、東京都大学研究者による事業提案制度「AIとIoTにより認知症高齢者問題を多面的に解決する東京アプローチの確立」にて研究された成果の一部である。

安心して暮らせる

# 認知症の未来

電気通信大学は東京都へ、認知症の方が笑顔で安心して暮らせるように事業提案を行いました。からだにあらわれる不安の兆候を見守り、行動や心の動きを予測してその方の状況に応じた適切なケアの方法を介護者やご家族に提供する事業です。

東京都「大学研究者による事業提案制度」採択事業

AIとIoTにより認知症高齢者問題を多面的に解決する東京アプローチの確立



# HitomeQ

Care Support



KONICA MINOLTA