

認知症者の危険行動の 監視/通報/制御システム

福岡大学 工学部 電子情報工学科
助教 橋本 浩二

2024年5月28日

認知症者の増加

日本は高齢化が最も進んだ国とされている

- 総人口 14,442万人
- 65歳以上 3,623万人
- 高齢化率 29.1%

認知症有病率は増加傾向にある

- 2030年 20.2% (高齢者の5人に1人)
- 2060年 24.5% (〃 4人に1人)

行方不明者に占める認知症者

- 警察庁生活安全局発表の統計によれば、行方不明者全体で認知症者の占める割合は2割に達し、最大の要因となっている。

年	H27	H28	H29	H30	R1	R2	R3	R4
認知症	12,208	15,432	15,863	16,927	17,479	17,565	17,636	18,709
総数	82,035	84,850	84,850	87,962	86,933	77,022	79,218	84,910
認知症 /総数	14.9%	18.2%	18.7%	19.2%	20.1%	22.8%	22.3%	22.0%

※警察庁「令和元年における行方不明者の状況」「令和4年における行方不明者の状況」より。「認知症」は、行方不明者届受理時に届出人から、認知症又は認知症の疑いにより行方不明になった旨の申出のあった者を計上。

介護施設・在宅介護での問題

- 脳機能が低下することで認知機能障害を引き起こし、そこに環境やその時の心理状態が絡み合うことでBPSD (Behavioral and Psychological Symptoms of Dementia) : 認知症における行動・心理症状が生じる。
- その中でも特に、**徘徊にともなう行方不明・死亡リスク**や、**暴力** (介護者や他患者に対して) が社会問題化している。
- 医療・介護従事者の労働負担、在宅介護者の介護疲れが**深刻な社会問題**となっている。

従来技術とその問題点(1)

センサによるモニタリング

センサを使用し、外出時（センサ設置場所）を通過した時、介護者に通知される。

センサ技術例…フロアマット型圧力センサ、赤外線モーションセンサ、電波ドップラーセンサ等、機械学習/AIによるセンサ情報-行動判別技術

欠点

- どの患者、またはスタッフ・介護者かどうか識別をしない。
- 認知症者の精神状態の良しあしの考慮ができない。

従来技術とその問題点(2)

監視対象者に携帯させた発信機の情報から徘徊状態を監視する技術

- 発信機（ビーコン）：アクティブRFIDタグ、小型BLEデバイス等
- 複数の受信機・中継器を施設内の適所に配置し、発信機的位置を特定する。
- 民間企業・自治体ベースで、屋外、特に街中における位置特定サービスも実運用されている。

従来技術とその問題点(3)

欠点

- 徘徊などの危険度は複雑な精神症状や心理状態などに関連しており、予め登録された情報だけでは真の危険度を計れず、適切に行動監視を行うことは難しい。その時々
の患者の精神状態の良しあしの考慮ができない。
- 必要がない場合であっても警告がなされたり、本当に必要な場面で警告がなされないなど処理の品質に問題が生じる可能性
- 患者の精神状態にかかわらず、一律に監視対象者に対して介護／支援を促すことになる。その都度、状況確認が必要になり、負担が増す。

認知症患者の精神状態の変化に 対応した徘徊防止システム

認知症により患者本人や他患者に危害を及ぼす可能性があるため、そのような状況を防ぐシステムが必要

- しかし、既存の徘徊防止システムは、患者のその時々
の精神状態を考慮する柔軟な構成になっていない。
- 実際に危険な状況に陥る可能性が高いかどうかにかかわ
らず、介護者による確認が必要 → 過重な負担となりかね
ない。

患者の行動から精神状態を自動的に評価し、適切な
行動監視を実現する介護施設向け徘徊防止システム
を提案・試作・検証する。

精神状態の評価方法

認知症患者の行動・心理症状を評価する尺度（BPSD）は様々なものが提案&活用されている。暴言・暴力・興奮・徘徊リスクといった観点に焦点をあてたものとして、**CMAI**（Cohen-Mansfield Agitation Inventory）がある。CMAIでは、行動症状の一つである Agitation（焦燥）の出現頻度を介護者が評価し点数化する。

- Agitationとは：理由があって発現したものおよび錯乱・混乱によって発現したものではないと判断された、不適切な言語や発語や行動
- 点数を合算して総合スコア算出
- 高いスコア = 興奮や攻撃的行動の可能性

危険度の定義

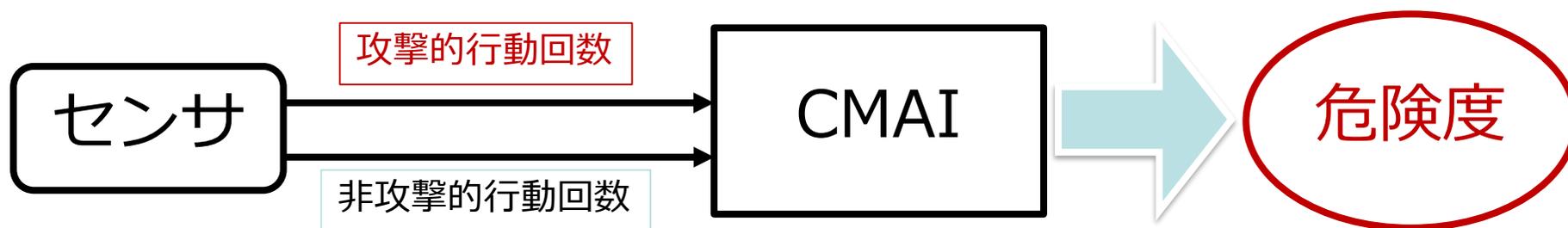
今回の提案では、患者の精神状態を危険度として3段階で評価する。

危険度		内容
1	低 Mild	<ul style="list-style-type: none">徘徊や攻撃的な行動が時折見られるが、頻度は少ない。周囲に軽度の懸念がある場合があるが、一般的には問題を起こさない。
2	中 Moderate	<ul style="list-style-type: none">徘徊や攻撃的な行動が頻繁にみられる。行動が継続しており、周囲に影響を与える可能性がある。
3	高 Severe	<ul style="list-style-type: none">徘徊や攻撃的行動が頻繁に発生し、周囲に重大な影響を与える。常に監視が必要で、周囲の人々や自身の安全に影響を与える可能性がある。

CMAIを用いた危険度判定(1)

今回の提案では、攻撃的行動として①叩く、②物を投げる、③物を引き裂く、④胸ぐらを掴む、非攻撃的行動として⑤徘徊試み、⑥うろつき回る、の計6項目について、危険度評価を行うこととする。

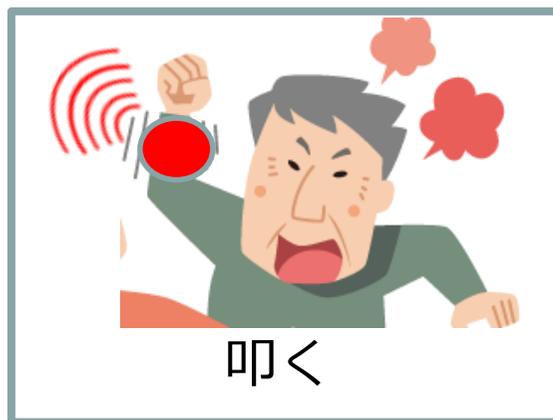
センサからのデータを用いて、実時間で自動的に危険度を判定することを目指す。



CMAIを用いた危険度判定(2)

本提案における評価シート

行動	評価基準						
	一度もない	一週間に一回未満	一週間に一回か二回	一週間に複数回	一日に一回か二回	一日に複数回	一時間に複数回
叩く	1	2	3	4	5	6	7
物を投げる	1	2	3	4	5	6	7
物を引き裂く	1	2	3	4	5	6	7
胸ぐらを掴む	1	2	3	4	5	6	7
徘徊試み	1	2	3	4	5	6	7
うろつき回る	1	2	3	4	5	6	7
総合スコア	/ 42						



叩く行動を一週間に3回、徘徊試みを一日に3回、うろつき回る行動を一時間に3回行った患者の例

$$\text{総合スコア} = 4 + 1 + 1 + 1 + 6 + 7 = 20$$

危険度と安全領域の設定

- 総合スコアから危険度を決定する。

前スライドの患者の例

総合スコア = 20

危険度は2と決定

- 患者が移動しても問題ない領域を「安全領域」とする。各患者の安全領域は、その患者の危険度にもとづいて決定される。

総合スコアと危険度の対応

総合スコア	Risk	危険度
6 ~ 18	Mild	1
19 ~ 29	Moderate	2
30 ~ 42	Severe	3

リスク低

危険度1 : 施設内



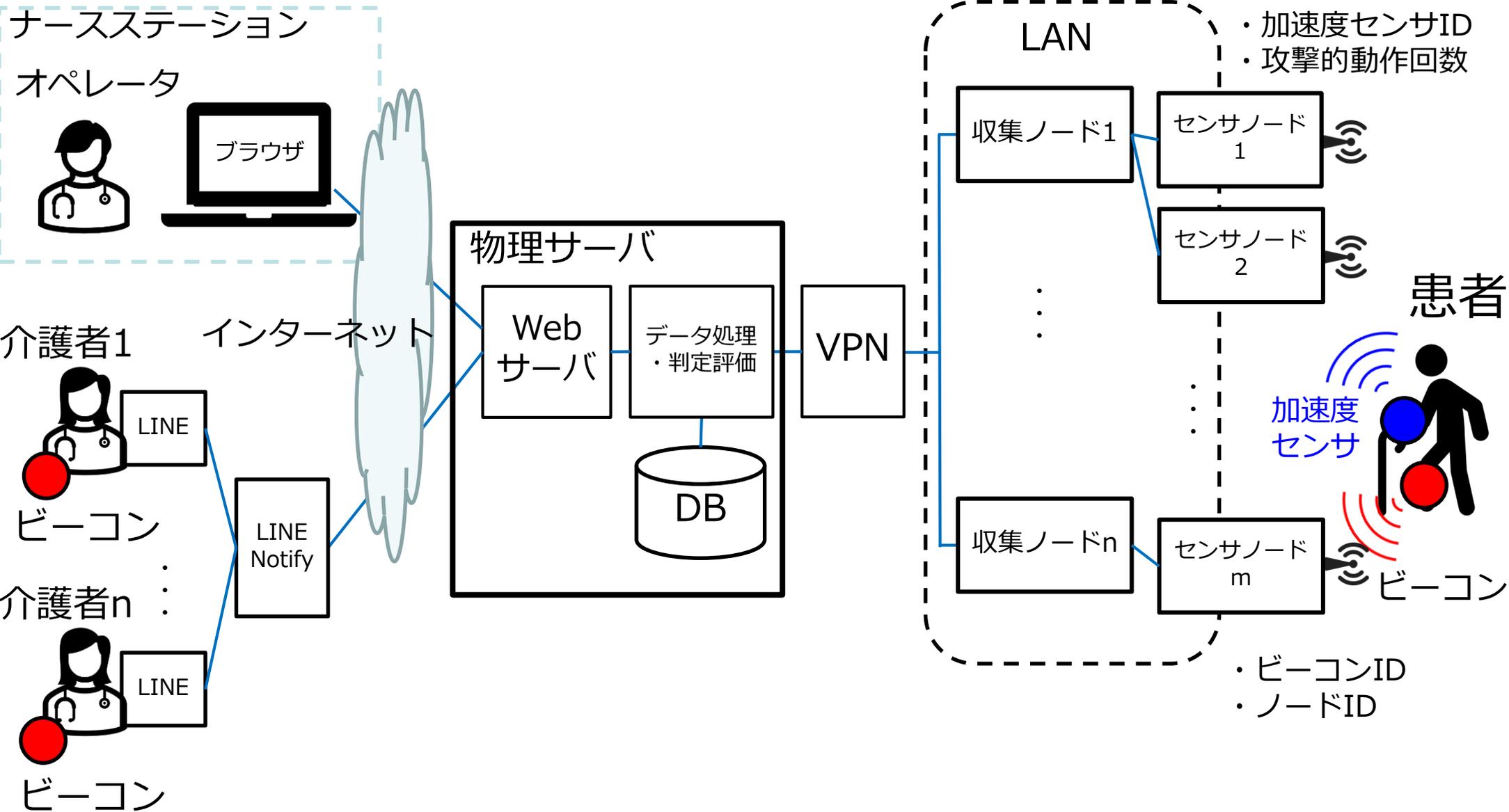
危険度2 : フロア内



リスク高

危険度3 : 自身の居室内

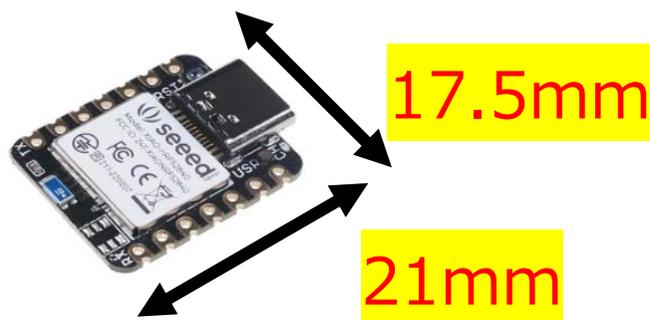
提案システム構成



加速度センサ

加速度センサ機能付きマイコン

- 6軸慣性計測ユニットとARM Cortex-M4を搭載するNordic nRF52840 MCUベースの超小型マイコンモジュール
- 各軸の加速度データから攻撃的行動（叩く、物を投げる、物を引き裂く、胸ぐらを掴む）を分類し、一定間隔でセンサノードへデータを送信（Bluetooth通信）する。

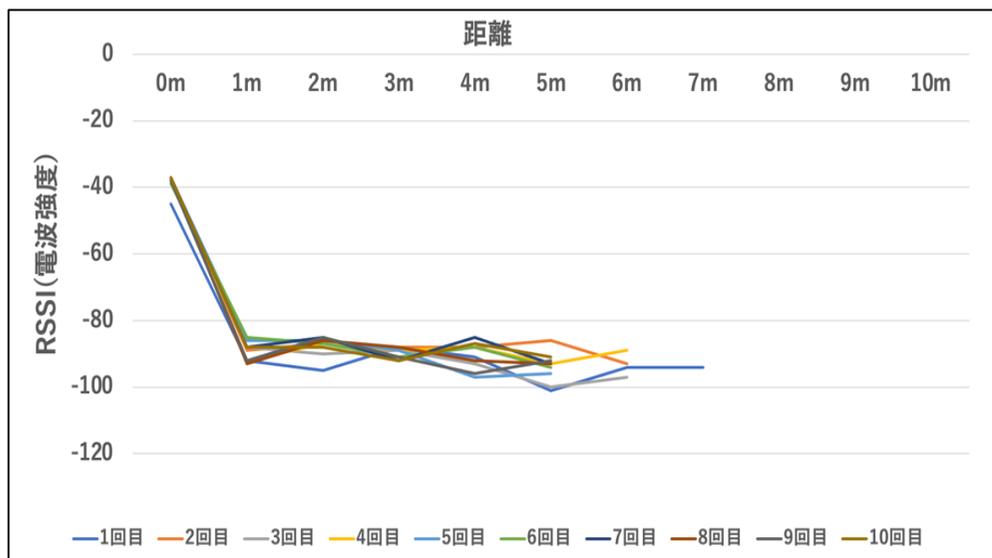


実験で使用したマイコンモジュールの外観

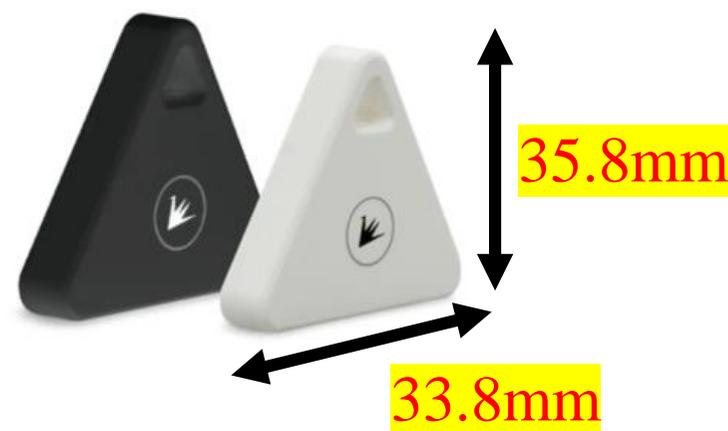
ビーコン

BLE (Bluetooth Low Energy) ビーコン

- コイン型電池駆動
- 本実験で用いたビーコン・実験環境では受信電波強度の変化がやや不安定だったため、ビーコンの電波の送信出力 (TXパワー) を最小に設定し、センサノードがビーコンが検出できた場合に「接近した」と判断させることとした。



受信電波強度とセンサノードとの距離の関係



実験で使用したビーコンの外観

センサノードと収集ノード

センサノード

- ESP32-WROOM-32E
(Bluetooth, BLE, Wi-Fi
802.11bgn 2.4G 内蔵SoC)

機能

- 対象のビーコンの探索
- 加速度センサからのデータ受信
- 収集ノードへのデータ送信



収集ノード

- Raspberry Pi 3 model B

機能

- 複数のセンサノードからのデータ受信
- データをパラメータとしてhttpリクエストをサーバに送信



サーバの処理

サーバーはWebサーバー（Apache）、データ処理・判定評価プログラムおよびデータベース（DB）で構成される。

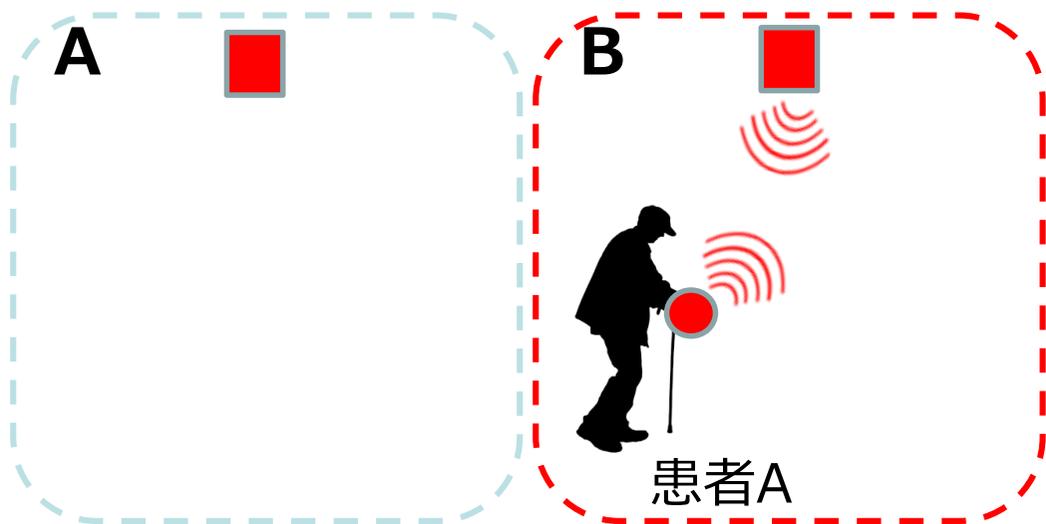
- **主な処理**

- 収集ノードからのデータのDBへの登録
- 登録されたデータによる、非攻撃的行動の検出
- 患者の位置情報、危険度、安全領域の算出
- Webベースのユーザインタフェースの提供
- ユーザインタフェースによるDBの操作
- LINE Notifyを通じた介護者への通知

非攻撃的行動の検出手法の検討

徘徊試み

患者が安全領域(Aエリア)外 (Bエリア)へ移動し、Bエリアのセンサードに近づいたら徘徊を試みたと判断する。



患者名	安全領域
患者A	A

DBに登録されたある患者の情報

うろつき回る行動

行動記録において行動パターンからカウントを増やし、閾値を超えたら検出したと判断する。

日時	場所	
2023-07-14-12:02:02	A	
2023-07-14-12:02:06	B	
2023-07-14-12:02:10	A	count += 1
2023-07-14-12:02:16	B	count += 1
2023-07-14-12:02:24	C	
2023-07-14-12:02:30	B	count += 1
:		

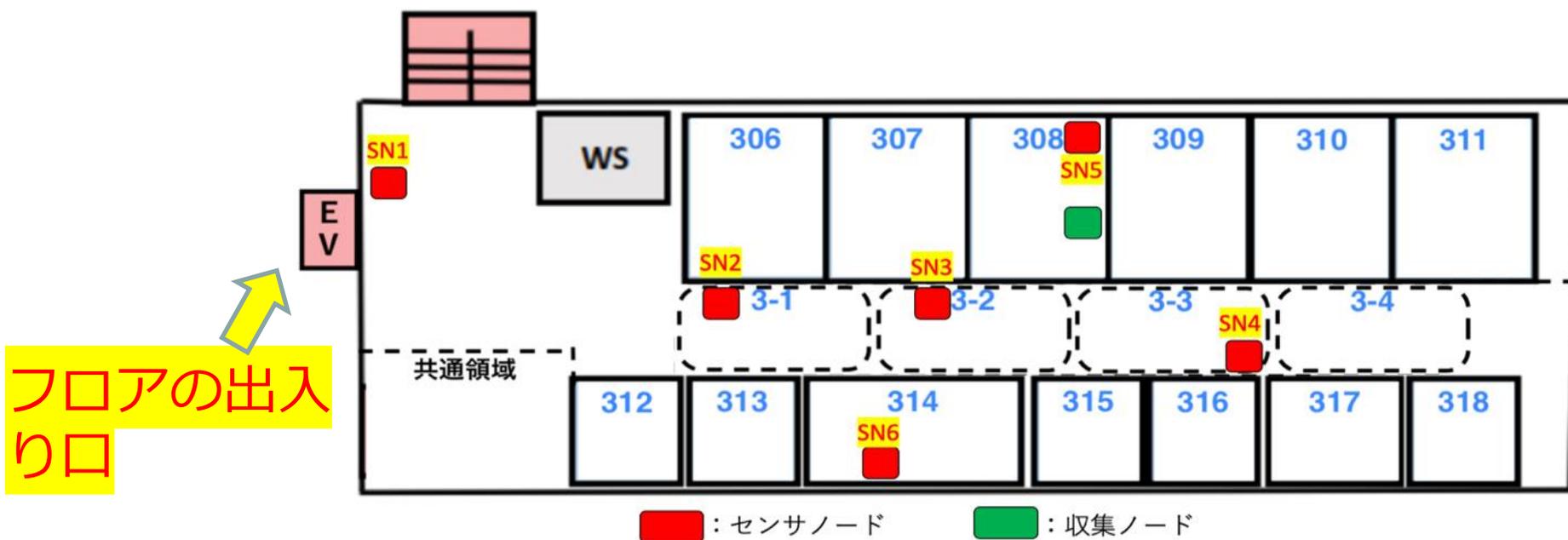
DBに登録されたある患者の行動記録

Webユーザインタフェース

- 医療介護施設スタッフ、サービス提供者側の管理機能のプロトタイプ実装
- 主な機能
 - 患者・デバイス情報の登録・表示
 - 精神状態評価に関する（各項目の点数、評価結果）情報の可視化
 - 患者の行動記録の可視化
 - 実時間での位置情報、アラートの表示

システム検証環境の構築

2023年度、本大学校舎内にシステム検証のための環境を構築し、実験を行った。



本検証におけるフロアマップ設定およびノード設置位置

本提案のまとめ

- 認知症者の行動から精神状態を自動的に評価し、適切な行動監視を実現する徘徊防止システムを提案する。
- 適切に徘徊を抑止することで、介護従事者の労働負担の軽減に寄与できる。
- 現在、検証のためのシステム構築を行っており、様々な実験を実施している。

現状の課題

- ビーコンによる位置検出精度に問題がある。現手法の改良または新手法によるセンサノードの実装が必要。
- CMAIの他の項目について、新たなセンサの使用も検討し、より細かい危険度評価を可能にする必要がある。

実用化に向けた課題

- CMAI以外の指標を含めて幅広く多層的に評価する仕組みが求められる。
- 本技術の特徴を生かすためには、実際の医療・介護の現場で使用されている既存システムとの融合が重要である。
- 屋内外での測位技術としてBLE以外、例えばUWB技術の導入や、認知症者からビーコンの存在が意識できないような実装・装着技術開発が求められる。
- 本技術の導入による社会的・費用的メリットのプロモーション

企業への期待

- 現在の徘徊防止システムにおいて、CMAI以外の評価指標も含めてさらなる検討を一緒に行っていたいただきたい。
- 実際の医療・介護分野で使用できる程度に安価かつ十分な精度の測位技術、および実装・装着技術等、共同開発していただきたい。
- 医療介護向けにすでにいろいろなITシステム・サービスが構築・提供されているが様々な問題を抱えている。本技術に関する市場開拓とあわせて、諸問題の洗い出し&解決に協力していただきたい。

企業への貢献、PRポイント

- 本技術の導入にあたってのシステム試作、既存システムへの導入、新規システム構築に関する全般的な支援が可能。
 - ソフトウェア開発の協業
 - ハードウェア開発設計・少数製造・技術指導
 - 実験のためのフィールド提供（本学内）
 - 実際の医療・介護施設との共同実証実験の推進

本技術に関する知的財産権

- 発明の名称：監視装置、監視システム、監視方法及び監視プログラム
- 出願番号：特願2022-106530
- 出願人：学校法人福岡大学
- 発明者：池田 智、モシニヤガ ワシリー、橋本 浩二、堀 輝、掛田 遥

お問い合わせ先

福岡大学 研究推進部 産学官連携センター

T E L 092-871-6631

e-mail sanchi@adm.fukuoka-u.ac.jp