

令和7年度 研究成果報告

高齢者見守りAIのための 仮想検証環境の構築と今後の展開

現場データなしでAIを事前検証できる仕組みを作りました

豊橋技術科学大学 スマートシステム研究室

ショウ シュン (SHAO, Xun) shao.xun.ls@tut.jp

豊橋市総合老人ホーム (つつじ荘) 様のご協力に感謝申し上げます

現場の課題

① 問題提起

豊橋市の高齢化率は上昇を続けており、介護施設での転倒・夜間徘徊・長時間不動などの早期検知が急務です。



施設ごとに センサが違う

部屋によって床センサ・
LiDAR・人感センサと
異なる環境



データを 共有できない

入居者のプライバシー保護
のため、センサデータを
外部送信できない



AIの精度を 高められない

データが集まらないと、
精度の高いAIモデルを
学習・検証できない

→ 結果：AI導入が進まない / 精度検証もできない

実際に取り組んだこと — そして見えてきた壁

② 研究の経緯

実データ収集を試みた



大学内の模擬環境で実際のセンサデータを収集。
→ 問題：得られる情報が不十分で、
転倒などの行動を正確に捉えられない

壁①



データを増やす手法を試みた



収集したデータをもとに人工的なデータを増やす手法を試みた。
→ 問題：施設ごとにセンサの種類が違くと、
そのままではAIが使えないことが判明

壁②



根本原因を特定



施設ごとにデータの傾向が違うことは対応できる。
しかし「センサの種類そのものが違う」場合は
既存のAIツールでは対応できない——これが本質的な壁だった。

発見

③ アプローチ

私たちの取り組み：

「仮想環境でセンサと行動を再現する」

現場データがなくても、コンピュータ上で「介護施設の部屋」と「高齢者の行動」を再現し、センサデータを自動生成できるシステムを開発しました。

👉 この一連の流れを、すべてコンピュータ上で再現できますー 導入前にAIの性能を検証できる基盤を構築しました



高齢者の 行動モデル

歩行・転倒・静止
不在 など



センサデータ 自動生成

LiDAR点群
ベッド圧カマップ



施設ごとの 差を再現

センサが違って
自動で対応



AI学習・ 評価が可能

導入前に
精度を検証

データは外に出さず、モデルだけ共有する

✗ 従来の方法

各施設のデータをクラウドへ集約

AIをクラウドで一括学習

- 個人情報が外部に流出
- 施設間でデータ共有不可
- プライバシー問題で参加困難



✓ 連合学習 (FL)

データは施設の外に出さない

AIのモデルだけをサーバーと共有

- プライバシーを完全に守れる
- 複数施設でAIを強化できる
- データは外部に一切出ない

3ステップで異種センサー環境を再現する

STEP 1

高齢者の 行動モデル

歩行・静止・転倒・不在
マルコフ連鎖で自動生成

STEP 2

センサーデータ 自動生成

LiDAR点群 + ベッド圧力
マップを自動生成

STEP 3

AI学習・ 評価

異なるセンサー構成で
連合学習の精度を比較

現場データ・個人情報は一切不要 — コンピューターだけで完結する検証環境

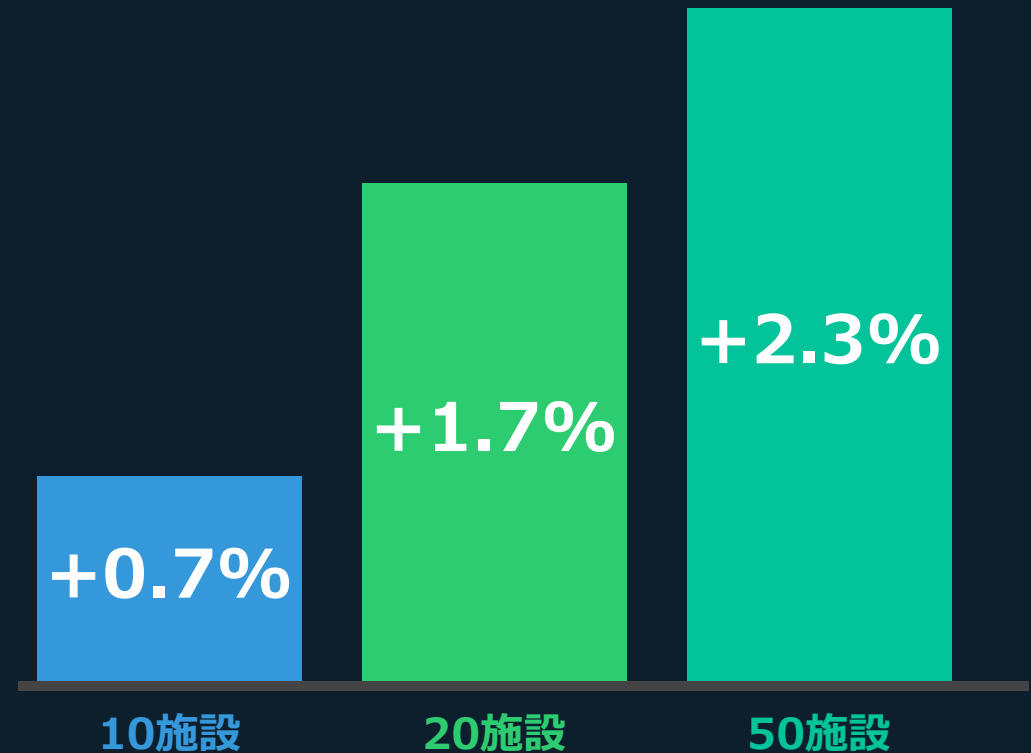
施設が増えるほど、連合学習の効果が大きくなる

✓ センサーが違う施設同士でも
連合学習で精度が向上

✓ 参加施設が多いほど
改善効果が大きくなる

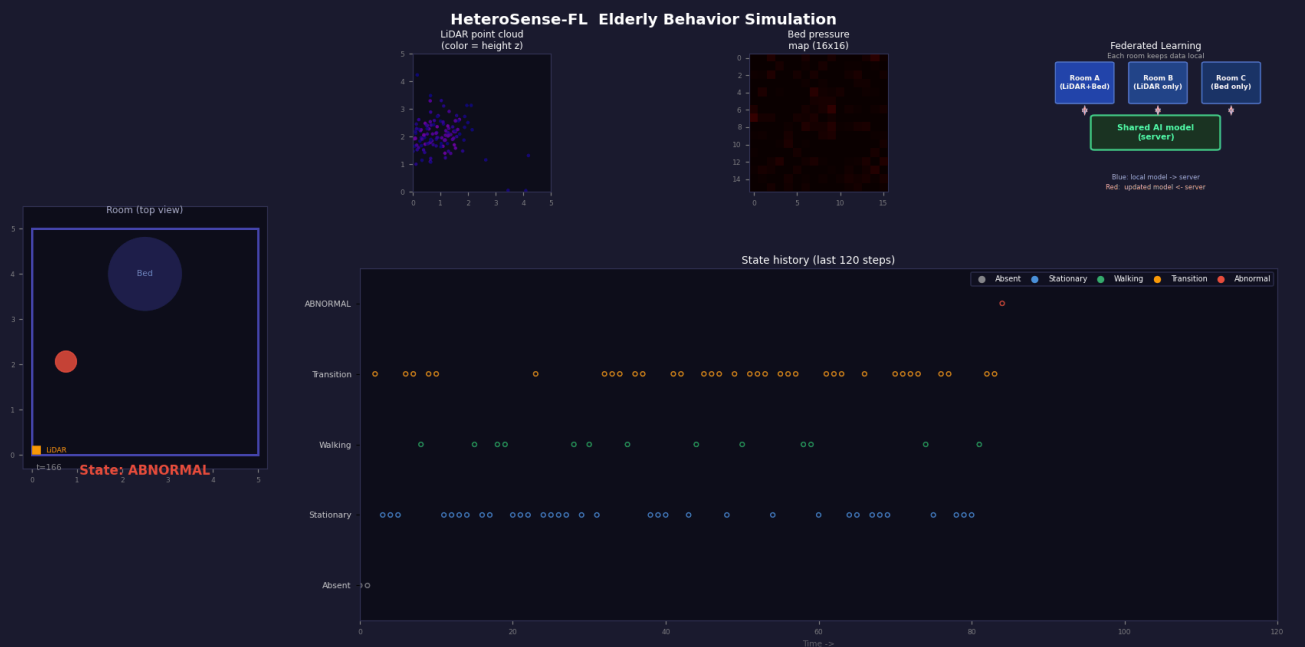
→ 将来、市内施設が増えるほど
AIの検知精度が向上する

連合学習による改善率（単独学習比）



④-補足 シミュレーションのデモ

実際に動いているシミュレーション画面



- 📍 **左下：居室の俯瞰図**
位置・状態を色で確認
- 📍 **上中：LiDAR点群**
転倒で点群が床面に拡散
- 📍 **上右：ベッド圧カマップ**
在床・離床をヒートマップ
- 📍 **下段：状態の時系列**
歩行・静止・転倒の推移

3つのデータは同じ物理状態から整合生成 — 物理的に矛盾のないデータでAIを検証できる

具体的な成果：すでに動いています

④ 現在の状況



システム構築完了

コンピュータ上でN部屋分の異なるセンサ環境を自動再現。
転倒・歩行・静止などの行動シミュレーションが可能。



AI性能の比較実験

「施設ごとに学習」 vs 「施設間で協調学習（連合学習）」を同じ条件で比較検証できるようになりました。



国際論文誌に投稿中

SoftwareX (Elsevier) に条件付き採択。
GitHubでオープンソース公開済み。
「稀なイベント（転倒）を連合学習で正確に検知する際の理論的境界」についても論文投稿中。

申請時：「作りたい」 → 現在：「研究基盤が整いました」 → 令和8年度：「つつじ荘レポート提供・スマートルーム2軒体制へ」

現場・行政へのメリット

⑤ 導入価値

最も重要なメリット：導入前に失敗を防げる — 無駄な設備投資のリスクを大幅に低減



コスト削減

実際にセンサを設置する前に
コンピュータ上で検証できる。
設備投資の無駄を減らせる。



プライバシー保護

実際の入居者データを使わずにAIを開発・検証。
個人情報リスクがない。



最適なセンサ構成の発見

「どのセンサを置けば良いか」
「何台必要か」を
事前にシミュレーションできる。



複数施設への対応

施設ごとにセンサが違ってても
同じAIフレームワークで
対応できる。



導入リスクの低減

「実際に入れたら使えなかった」
というリスクを大幅に減らせる。



人材育成

学生が実用システム開発を
経験。地域のAI人材育成に
貢献できる。

⑥-補足 令和8年度の具体的な活動

今年度、豊橋市内で実現すること



スマートルーム 2軒目の整備

1軒目と異なる
レイアウト・センサー構成
の模擬居室を新設

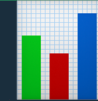
 4~6月



つつじ荘 ヒアリング

部屋レイアウトと
行動パターンを
現場スタッフから聞き取る

 4~10月



シミュレーション & レポート提供

仮想検証システムで
検知精度を予測し
レポートをつつじ荘へ

 10月~令和9年3月

センサーなし・個人情報なし — 令和8年度中につつじ荘に具体的な成果を届ける

まとめ

課題の発見

実データ収集（2D LiDAR・GAN擬似データ）を通じて、「センサ種類の違い」が根本的な課題であることを特定。

研究基盤の構築

現場データなしでAIを事前検証できる仮想環境（HeteroSense-FL）を開発・公開。国際論文誌に条件付き採択。

豊橋市への貢献

つつじ荘との連携から生まれた研究。豊橋市助成金の支援のもと実施。現場導入の前段階を担う基盤を構築した。

次のステップ

基礎検証（2026-27）→ システム検証（2027-28）→ 社会実装の検討（2028～）。段階的・誠実に進める。

お願い：部屋レイアウトと高齢者行動パターンのヒアリングへのご協力と、継続的な連携をよろしくお願いいたします。