

要介護等の健康低下の予防に貢献する機械学習技術を用いた高齢者の転倒事故予測器の開発研究

ふじのくに介護データ分析コンソーシアム

○ 本事業の背景

高齢者の転倒事故
(傷害の発生を伴う転倒)



- 活動制限・参加制約
- 要介護度の重度化
- 医療費の増大化 etc.

○ 講じるべき対策

- 転倒・転倒事故発生
の予防

○ 対策の実現に必要な要素

- 正確な転倒事故リスク把握
- 高リスク高齢者の早期発見
- 適切な予防的介入の実施

○ 本事業の実施概要



予測モデルの一般化可能性の検討



予測モデルの精度向上の検討



予測結果と併せて提供される
個別機能訓練情報の検討

統合・
システム化

介護事業所向け情報サービス

転倒事故リスク判定・
介入情報の提案を行う
転倒事故予測器開発



○ 予測モデルの一般化可能性の検討の概要

予測モデルの一般化可能性の検討

- 介護事業所利用者3225名を対象に前向きコホート調査を実施
- 本コンソーシアム構成員が事前に開発した転倒・転倒事故予測モデルの予測精度を確認

予測モデル開発

2018年
入所施設データ

- 要介護者384名分データ
- 層化5分割交差検証法によるハイパーパラメータ最適化
- アップサンプリング処理



精度評価データ投入

転倒・転倒事故予測モデル

入力

- ・転倒と事故歴
- ・バランス能力
- ・ロコモーション

出力

- ・転倒 危+
- ・転倒 危-

本事業で収集した
入所・通所施設データ

- 介護事業所利用者3225名を対象に調査
- 追跡完了・欠損値のない1956名分使用

予測精度の評価

混同行列

		実際に転倒したか否か		
		転倒群	非転倒群	
予測結果	危+	TP	FP	陽性適中率
	危-	FN	TN	陰性適中率
		感度	特異度	的中率

評価指標

- 陽性適中率: $TP / (TP + FP)$
- 陰性適中率: $TN / (FN + TN)$
- 感度: $TP / (TP + FN)$
- 特異度: $TN / (FP + TN)$
- 的中率: $(TP + TN) / (TP + FP + FN + TN)$

結果

転倒予測モデルの精度

		6か月以内の 転倒発生		
		発生あり	発生なし	
転倒発生 リスク	リスク+	n = 240	n = 86	73.6%
	リスク-	n = 189	n = 144	88.4%
		55.9%	94.4%	85.9%

転倒事故予測モデルの精度

		6か月以内の 転倒事故発生		
		発生あり	発生なし	
転倒事故発生 リスク	リスク+	n = 187	n = 124	60.1%
	リスク-	n = 125	n = 1520	92.4%
		59.9%	92.5%	87.3%

0% 100%

- 予測モデルは実用的な範囲の精度を有し、一般化の可能性を持つものであった
- 本予測モデルは、細心の注意を払っても発生し得る要介護者の転倒および転倒事故の予防に一定の貢献をもたらす情報提供に資するモデルと推察される

予測モデルの精度向上の検討の概要

予測モデルの精度向上の検討

臨床場面で得られる医学情報（医学的診断名）の検討

- 医師・理学療法士の協力のもと調査内容の整理およびデータ収集装置を作成し、通所介護事業所利用者203名を対象に調査を実施
- 転倒事故発生群と対照群について、医学的診断名の有無に関する比較を実施

➢ 転倒事故発生の背景に医学的診断名の有無の差は認められなかった

診断名	転倒事故あり (N=92)		転倒事故なし (N=94)		p値
	診断あり	診断なし	診断あり	診断なし	
アルツハイマー病	8	84	5	89	0.403
レビー小体病	1	91	0	94	0.495
パーキンソン病	5	87	2	92	0.276
脳梗塞	28	64	18	76	0.074
脳出血	11	81	15	79	0.431
くも膜下出血	1	91	1	93	1.000
脳性傷	0	92	1	93	1.000
心筋梗塞	0	92	1	93	1.000
狭心症	3	89	3	91	1.000
不整脈	4	88	2	92	0.442
心房細動	3	89	2	92	0.681
高血圧症	9	83	6	88	0.246
関節リウマチ	0	92	3	91	0.084
大腿骨骨折	5	87	6	88	1.000
変形性関節症	11	81	9	85	0.600
圧迫骨折	13	79	12	82	0.785
悪性新生物(がん)	4	88	5	89	1.000

動画から得られるバランス機能情報の検討

- 通所介護事業所利用者50名を対象に起立動作時動画を収集
- 動画データから特徴量を抽出し、特徴量を用いて転倒経験を分類するモデルを深層学習で構築
- 検証データにおける分類精度を評価

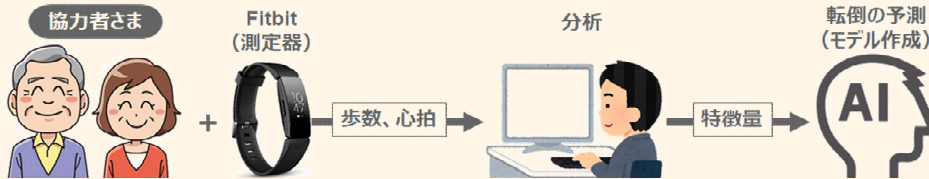
➢ 学習データに含まれる個人差を学習している可能性が示唆された

予測値	転倒経験		p値
	あり	なし	
転倒あり	n = 4	n = 8	33.3%
転倒なし	n = 0	n = 0	0.0%
	0.0%	0.0%	33.3%

センサーから得られる身体活動量情報の検討

- 通所介護事業所利用者50名を対象に前向き調査を実施

➢ 実用的な範囲の予測精度は得られなかった



転倒事故発生リスク	6か月以内の転倒事故発生		p値
	発生あり	発生なし	
リスク+	n = 0	n = 2	0.0%
リスク-	n = 13	n = 30	69.8%
	0.0%	93.8%	66.7%

○ 予測結果と併せて提供される個別機能訓練情報の検討の概要

予測結果と併せて提供される個別機能訓練情報の検討

○ 転倒予防に関する個別機能訓練標準モデルの開発

- 通所介護事業所利用者30名を対象に調査を実施
- 実施されている個別機能訓練の内容を数量化
- そこから、転倒予防を目的とした個別機能訓練を抽出
- さらに、研究協力者（理学療法士3名）と、抽出されなかった転倒予防に資する個別機能訓練を整理

身体機能訓練			生活場面準拠型訓練		
	名	%		名	%
足上げ動作(座位)	17	58.6	屋外歩行訓練	4	13.8
つま先立ち(立位)	15	51.7	8の字歩行訓練	2	6.9
片足立ち保持	13	44.8	洗濯物干し動作	1	3.4
起立動作練習	8	27.6	下衣更衣動作	1	3.4
またぎ動作	8	27.6	狭い道の方向転換	1	3.4
歩行練習	6	20.7			
床からの起立動作	6	20.7			
段差昇降	6	20.7			
タンDEM歩行	3	10.3			
立位保持練習	3	10.3			
手すり歩行練習	2	6.9			
膝曲げ動作	2	6.9			
足上げ動作(立位)	1	3.4			
大股歩行動作	1	3.4			

- さらに、身体機能訓練6種類・生活場面準拠型訓練8種類追加

○ 個別機能訓練における目標の潜在ランクに関する検討

- 通所介護事業所利用者203名を対象に調査を実施
- 個別機能訓練目標は姿勢の維持・ロコモーション・食事・入浴・排泄・更衣・整容の計20項目を検討
- 潜在ランクが3つ抽出され、ランクと転倒事故の対応関係を検討

潜在ランク数	χ^2	自由度	CFI	RMSEA	CAIC
2	486.638	460	0.955	0.020	-2284.347
3	352.649	440	1.000	0.000	-2297.858
4	296.657	420	1.000	0.000	-2233.373
5	264.748	400	1.000	0.000	-2144.804

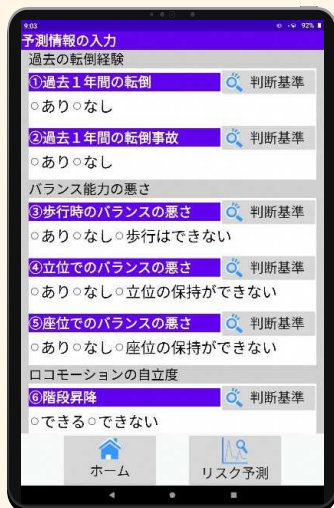
機能訓練目標のランクと対応する転倒事故の種類	個別機能訓練の種類	訓練の数
立位・歩行時の転倒事故	身体機能訓練	19
	生活場面準拠型訓練	9
起立動作時の転倒事故	身体機能訓練	7
	生活場面準拠型訓練	5
座位保持時の転倒事故	身体機能訓練	1
	生活場面準拠型訓練	4

検討結果を統合・システム化した転倒事故予測情報サービス：テスト版の実装

統合した検討結果と実装した転倒事故予測器

- 転倒事故予測モデルによるリスク判定と転倒事故予防に資する個別機能訓練情報を連結・システム化
- 転倒事故リスク判定と介入情報の提案を行う転倒事故予測器「転倒事故予測情報サービス：テスト版」を作成

① データの入力



- 判定のために専用の測定機器不要
- 介護現場において日常的に収集可能な情報（転倒経験と観察法項目）を入力

② 転倒事故発生リスク判定



- 転倒・転倒事故発生リスク有無を提示
- 表示された結果の精度等の説明も提示

③ 個別機能訓練メニューの提示



- 転倒事故の種類別・訓練の種類別に訓練内容の情報を参考画像等で提示
- 介護保険制度の個別機能訓練加算の短期目標設定に関連する説明も提示

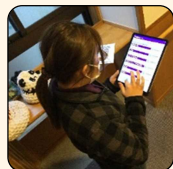
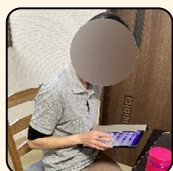
『転倒事故予測情報サービス:テスト版』によるトライアルサービスの概要

トライアルサービス対象者および実施内容

- 静岡県下の入所・通所介護施設5事業所協力のもと、現職の介護職員50名（男性16名、女性34名）を対象に実施
- 『転倒事故予測情報サービス:テスト版』の使用およびそのユーザビリティの評価を依頼

現場でのトライアルサービス

『情報サービス:テスト版』のユーザビリティに関する評価の結果

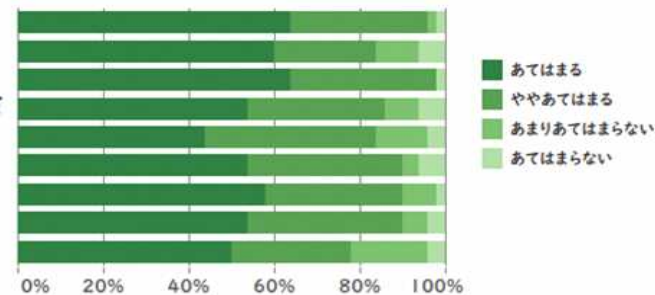


ユーザビリティ(usability) :

利用者がシステム、製品又はサービスを利用する際に、効果、効率及び満足を伴って特定の目標(意図した成果)を達成する度合い

- 使いやすさ、情報入力に必要なリソース、得られる情報の完全性や有用性について調査

- Q1. 情報サービスの全体的な操作性は直感的でわかりやすい
- Q2. リスク判定のために入力する情報は入力に困らない内容だ
- Q3. 情報の入力にかかる時間は許容できる範囲内だ
- Q4. 転倒事故リスク判定結果は転倒事故発生防止に役立ちそう
- Q5. リスク判定結果の精度の情報は具体的でわかりやすい
- Q6. 転倒予防訓練情報は転倒事故発生防止に役立ちそう
- Q7. 転倒予防訓練情報は転倒予防の検討の参考になる
- Q8. 訓練情報の分類は具体的でわかりやすい
- Q9. 訓練内容の画像やポイント等は知りたい情報が揃っている



その他に寄せられた意見

- 日々の機能訓練の参考にもなりそう
- 利用者情報や訓練内容などフェイスシートや個別機能訓練計画に反映出来ると活用しやすい

- テスト版は一定のユーザビリティを有していると同時に、将来的に介護記録システムと連結する必要性が示唆された

○ 本事業の成果

本事業で検討した研究成果とそれらを集約した実装について

- 転倒事故リスク予測モデルは、実用的な範囲内の予測精度であった
- 収集が困難な情報を導入せず、介護事業所で簡便に使用可能な転倒事故予測器を実装した
- 転倒事故予防に資する個別機能訓練を構造化し、その情報がフィードバックされるシステムを構築した

トライアルサービスについて

- ビジネス化を想定した際のユーザーである現職の介護職員が実操作したうえで、一定の評価を得た
- 情報サービスに入力される情報と出力される情報が現場にとって利活用しやすい形態が示唆された

○ 今後の展望

現状の課題

- 本事業で検討した転倒・転倒事故予測モデルは、更なるデータの収集や分析を進める中で、精度の向上や内容の更新が発生し得るものの、『転倒事故予測情報サービス：テスト版』では独立したシステム内にモデルが内包されている
- そのため、搭載した予測モデルの効率的な更新方法を確立すると同時に、介護カルテ「CAREKARTE」との連携を視野に入れ、転倒事故予測情報サービスに連結するためのAPI開発が求められよう

サービス化に向けて

- 上記課題への対応を行い、介護記録システムと連携した介護現場向け情報サービス化を目指す