

睡眠および環境データ等を用いた せん妄の発症予測

千葉大学大学院情報学研究院

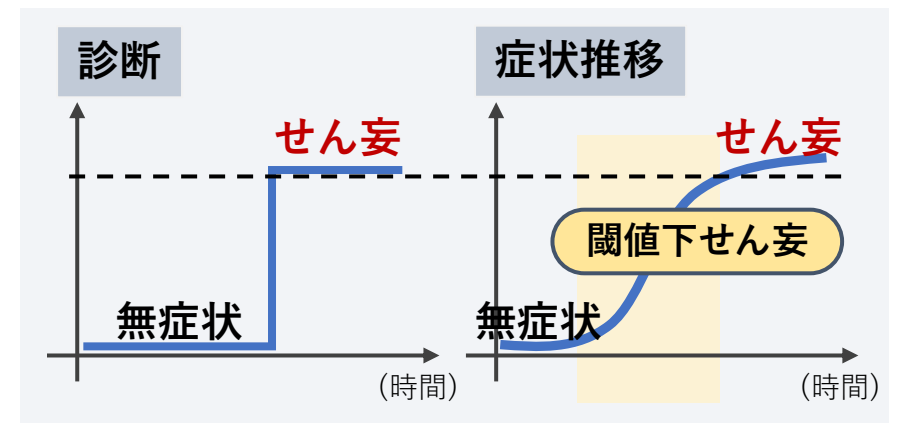
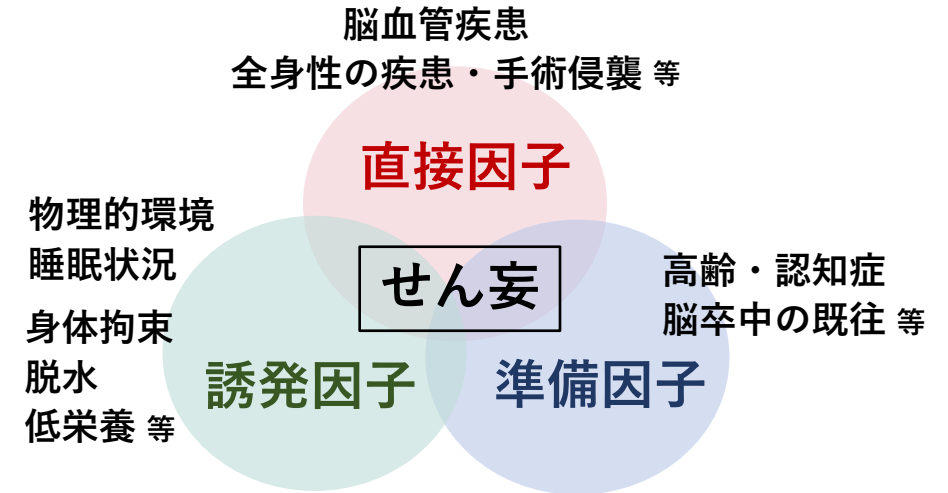
助教 實石 幸穂

2025年9月30日

せん妄 = 軽度意識障害を伴う外因性精神障害

- 多因子が複雑に重なり発症に至る (Lipowski, 1990)
- 閾値下せん妄 (Cole, 2013)
= せん妄と非せん妄の中間に位置する状態
診断されていないが、症状はある危険な状態
- 高齢者：再発・重症化・遷延化する傾向
見落とさずに早期介入、予防的ケア が原則

→ 発症予測モデルの構築



(鈴木, 2020)より引用・改変

AIを用いたせん妄発症予測

先行研究

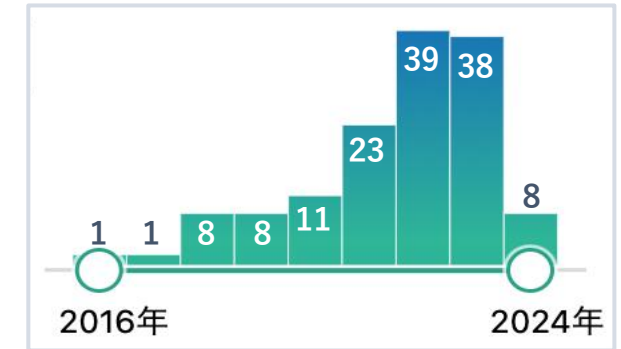
- PubMed 121件

検索式：(delirium [Title/Abstract]) AND (machine learning [Title/Abstract])

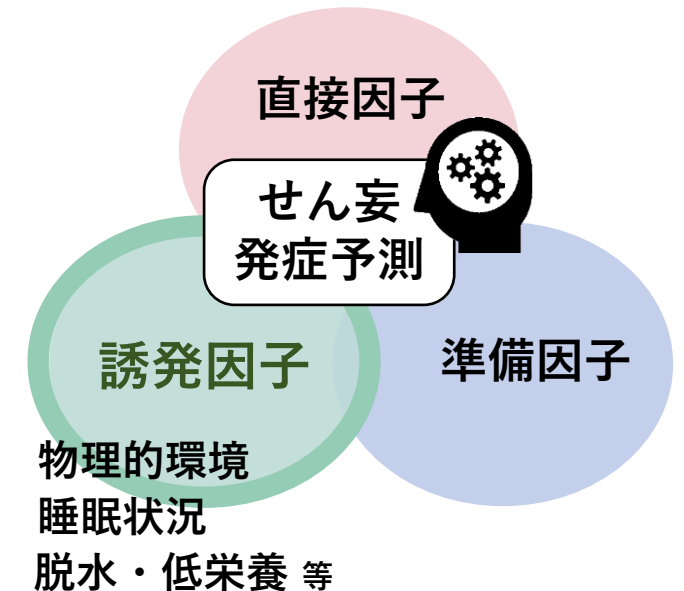
- 後向き研究 = カルテ上の患者情報を利用 (Xie, 2022)

△ 検討できる予測因子が限定されている

→ AI（機械学習）を用いて、
入院期間中に変動しうる **生体・環境情報に着目し**、
高齢者における せん妄発症予測モデル を構築

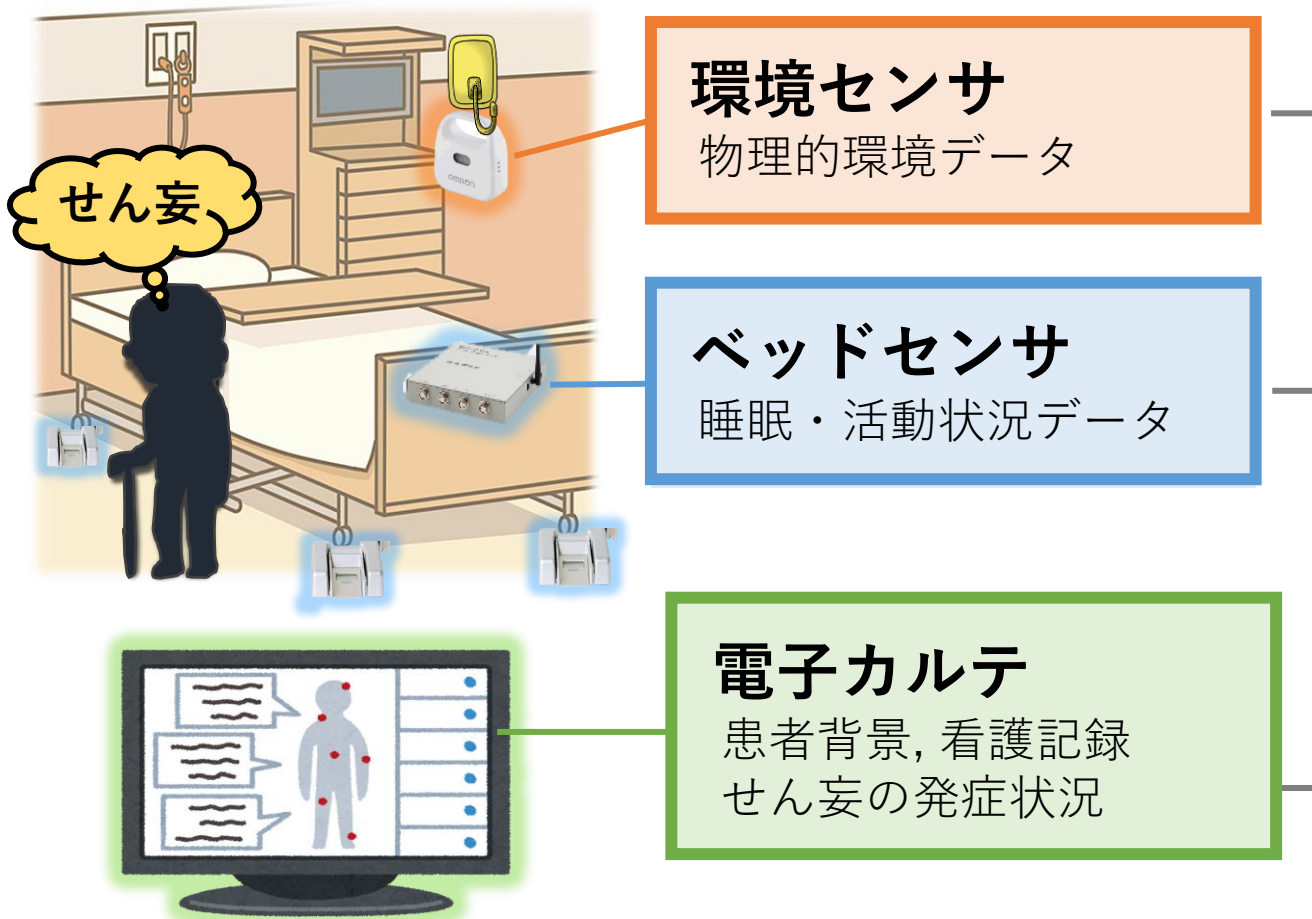


年度別発行論文数
(PubMedより引用・加筆)



入院病棟でのデータ収集

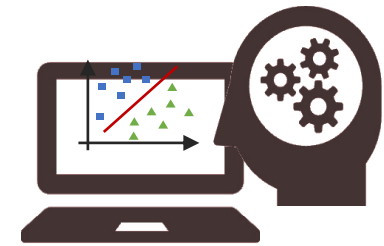
前向き観察



データ解析

機械学習を用いた
せん妄発症予測モデルの構築

説明変数：せん妄の予測因子
目的変数：せん妄の発症
= 4AT-Jスコア



研究方法 - データ収集

■ 環境センサ



- ・ 室温
- ・ 湿度
- ・ 照度
- ・ 騒音

(オムロン製)

- ・ 複合型物理的環境センシング機器
- ・ フラッシュメモリ保存
- ・ 無線通信機能(Bluetooth®)搭載
- ・ CSVファイルでデータ取得

Date	Temperature (°C)	Humidity (%)	Light (Lux)	Noise (dB)	Battery (%)
2023/12/01 00:00:00	17.2	58.2	0.001	1014.5	98.7
2023/12/01 00:01:00	17.2	58.2	0.000	1014.4	97.2
2023/12/01 00:02:00	17.2	58.2	0.001	1014.4	96.7
2023/12/01 00:03:00	17.2	58.2	0.000	1014.3	97.0
2023/12/01 00:04:00	17.2	58.2	0.000	1014.4	97.7
2023/12/01 00:05:00	17.2	58.2	0.001	1014.3	98.7
2023/12/01 00:06:00	17.2	58.2	0.001	1014.3	97.2
2023/12/01 00:07:00	17.2	58.2	0.000	1014.3	96.5
2023/12/01 00:08:00	17.2	58.2	0.001	1014.5	96.5
2023/12/01 00:09:00	17.2	58.2	0.000	1014.4	97.2
2023/12/01 00:10:00	17.2	58.2	0.001	1014.4	97.0
2023/12/01 00:11:00	17.2	58.2	0.000	1014.4	97.0
2023/12/01 00:12:00	17.2	58.2	0.000	1014.4	97.9
2023/12/01 00:13:00	17.2	58.2	0.000	1014.3	97.0
2023/12/01 00:14:00	17.2	58.2	0.000	1014.3	97.0
2023/12/01 00:15:00	17.2	58.2	0.001	1014.3	96.5
2023/12/01 00:16:00	17.2	58.2	0.001	1014.3	96.5
2023/12/01 00:17:00	17.2	58.2	0.000	1014.4	97.0
2023/12/01 00:18:00	17.2	58.2	0.000	1014.3	97.0
2023/12/01 00:19:00	17.2	58.2	0.000	1014.3	96.5
2023/12/01 00:20:00	17.2	58.2	0.000	1014.2	97.0
2023/12/01 00:21:00	17.2	58.2	0.000	1014.3	96.5
2023/12/01 00:22:00	17.2	58.2	0.001	1014.4	96.5
2023/12/01 00:23:00	17.2	58.2	0.000	1014.3	96.7
2023/12/01 00:24:00	17.2	58.2	0.000	1014.2	96.3
2023/12/01 00:25:00	17.2	58.2	0.001	1014.2	97.2
2023/12/01 00:26:00	17.2	58.2	0.000	1014.3	96.5
2023/12/01 00:27:00	17.2	58.2	0.000	1014.1	94.6
2023/12/01 00:28:00	17.2	58.2	0.000	1014.1	97.2
2023/12/01 00:29:00	17.2	58.2	0.000	1014.0	96.0
2023/12/01 00:30:00	17.2	58.2	0.001	1013.9	96.7
2023/12/01 00:31:00	17.2	58.2	0.000	1014.0	96.0
2023/12/01 00:32:00	17.2	58.2	0.000	1013.9	95.9
2023/12/01 00:33:00	17.2	58.2	0.000	1013.9	95.9

■ ベッドセンサ



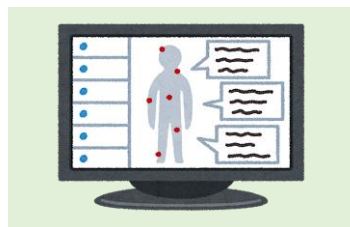
- ・ 睡眠時間
- ・ 在床時間
- ・ 離床時間

(ミネベアミツミ製)

- ・ 非侵襲・非接触の見守りシステム
- ・ 体動変化→睡眠/覚醒/離床を分析
- ・ クラウドを介してデータ取得



■ カルテ



- ・ 基本属性：年齢、性別、現病歴、既往歴、診療科、入院目的
- ・ 看護記録：バイタルサイン、食事摂取量、IN/OUTバランス
- ・ 血液検査データ
- ・ 薬剤情報：処方薬、持参薬
- ・ せん妄発症に関する記載：4AT-Jスコア、サブタイプ・症状

研究方法 - 説明変数

せん妄の3因子分類 (Lipowski, 1990) に基づいて整理

直接因子		誘発因子		準備因子	
中枢神経系疾患	脳血管疾患、脳挫傷、脳腫瘍、感染症、低酸素脳症、正常水頭症てんかん等	物理的環境	照度	高齡	
			騒音	認知症の診断	
全身性疾患	内分泌・代謝性異常		室温	脳血管性障害の既往	
	循環器・呼吸器疾患		湿度	糖尿病の既往	
	電解質異常		転室・転床	せん妄の既往	
身体侵襲	感染症（敗血症、HIV感染症）	睡眠状況	ICU入室	分類外	
	手術侵襲		睡眠/在床/離床時間		
	せん妄を惹起しやすい薬剤の服用	身体要因	脱水	バイタルサイン	収縮期血圧
	多剤服用		低栄養		拡張期血圧
	アルコール・薬物離脱		便秘	SpO ₂	
感覚遮断		感覚遮断	ライン・ドレーン類留置	脈拍	
			身体拘束	体温	
			視力障害		
			聴力障害		

研究方法 - 説明変数

■ 27因子 を解析に使用

直接因子

電解質異常 Na (ナトリウム)
 K (カリウム)
 Cl (クロール)

血液検査データ
直近の検査結果を使用

誘発因子

物理的 環境	照度
	騒音
	室温
	湿度
睡眠状況	睡眠時間
	在床時間
	離床時間
脱水	HCT (ヘマトクリット) BUN/クレアチニン比
低栄養	Alb (アルブミン) TP (総タンパク)

日毎に
昼・夜の
平均値を
算出

準備因子

年齢

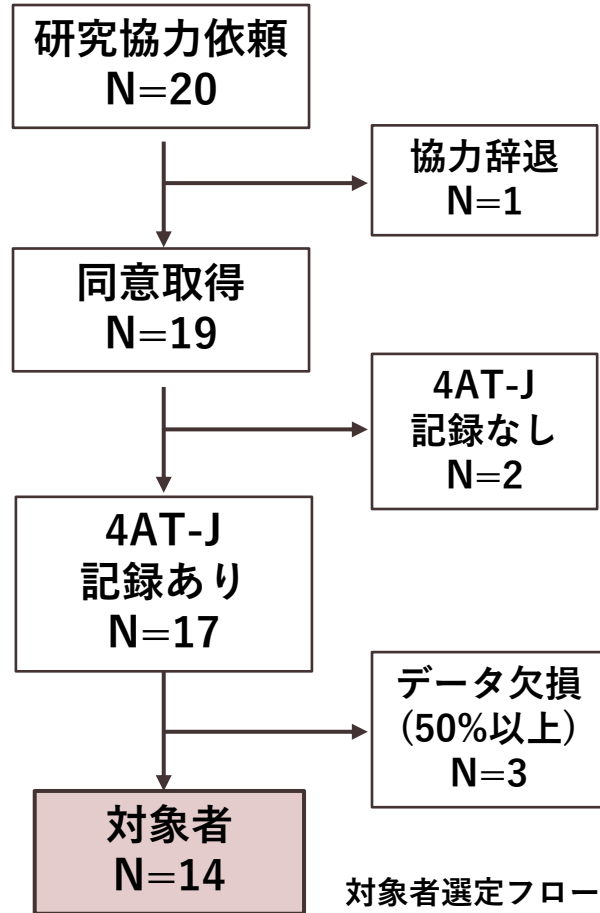
分類外

バイタルサイン	収縮期血圧
	拡張期血圧
	SpO ₂
	脈拍
	体温

毎日定時に
看護師が測定

結果 -対象者の基本属性

 **対象者数** N= 14 人
 **ケース数** n= 143 例



対象者の基本属性 (N=14)

	N
年齢	
70歳代	4
80歳代	10
性別	
男性	6
女性	8
診療科	
脳神経内科	4
皮膚科	6
形成外科	4
入院目的	
手術 (全身麻酔)	7
手術 (局所麻酔)	4
検査	3

4AT-Jスコア

各対象者
4AT-J最高点 (N=14)

	N
12点	1
6点	1
5点	1
4点	2
1点	1
0点	8

各ケース
4AT-J内訳 (n=143)

	n
12点	6
10点	1
8点	3
6点	2
5点	1
4点	14
3点	5
2点	7
1点	5
0点	99

→ 4点以上 : N= 5人 n= 27例

結果 - 説明変数の特徴

2群間比較 t 検定を実施

4AT-Jスコア 4点以上 vs 3点以下

■ 4AT-J 4点以上のケースの特徴

- HCT、BUN/Cr比が有意に高い
→ **脱水傾向**
- Alb、TPが有意に低い
→ **低栄養傾向**
- 睡眠状況：
昼間の睡眠時間が長い
- 物理的環境：
昼夜とも照度、室温が高い

		項目	4AT-J 4点以上 (n=27)	4AT-J 3点以下 (n=116)	P値 *p<0.05;**p<0.01	
直接因子	電解質異常	Na, mEq/L	138.17	140.29	0.001**	
		K, mEq/L	3.88	3.89	0.950	
		Cl, mEq/L	103.72	106.50	0.000**	
誘発因子	脱水	HCT, %	31.58	37.84	0.000**	
		BUN/Cr比	40.81	33.13	0.001**	
	低栄養	Alb, g/dl	3.13	3.92	0.000**	
		TP, g/dl	5.95	7.00	0.000**	
	物理的環境	照度(昼 平均値), lx	656.24	249.36	0.000**	
		照度(夜 平均値), lx	6.83	9.72	0.000**	
	睡眠状況	騒音(昼 平均値), dB	37.39	37.24	0.619	
		騒音(夜 平均値), dB	35.99	36.20	0.524	
		室温(昼 平均値), °C	25.07	23.79	0.000**	
		室温(夜 平均値), °C	23.90	22.93	0.006**	
		湿度(昼 平均値), %	52.46	56.16	0.047*	
		湿度(夜 平均値), %	54.73	57.96	0.074	
		睡眠時間(昼), 分	523.31	411.00	0.013*	
		睡眠時間(夜), 分	615.19	588.10	0.190	
		在床時間(昼), 分	132.25	179.71	0.129	
		在床時間(夜), 分	36.94	53.57	0.540	
		離床時間(昼), 分	107.00	199.66	0.032*	
		離床時間(夜), 分	7.88	40.88	0.233	
		準備因子	高齢	年齢, 歳	80.32	80.92
その他				バイタルサイン	収縮期血圧, mmHg	115.21
		拡張期血圧, mmHg	68.14		69.99	0.472
	SpO2, %	97.08	96.84		0.549	
	脈拍, 回/分	82.36	78.05		0.134	
	体温, °C	36.70	37.46		0.600	

本研究における解析の方向性

【解析 1】 予測に影響する因子を明らかにする

【解析 2】 4AT-Jスコアのカットオフ値を下げた場合の発症予測

【解析 3】 数日前のデータを用いた発症予測

結果 -モデルの評価

【解析 1】 予測に影響する因子を明らかにする

説明変数 せん妄の予測因子 27因子

目的変数 4AT-Jスコア カットオフ値 4点

■ せん妄予測に影響する4因子

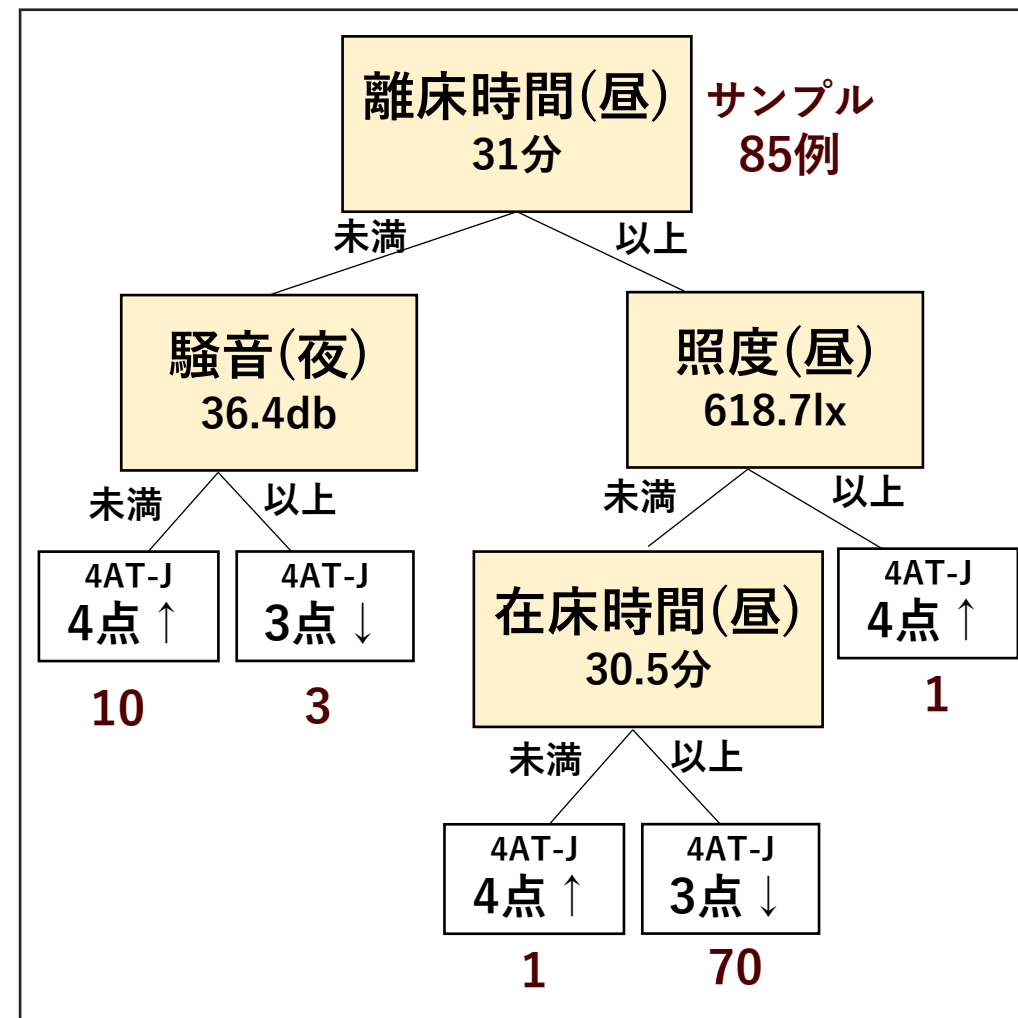
睡眠状況：昼間の離床時間、在床時間

物理的環境：昼間の照度、夜間の騒音

	評価指標				
	正解率	適合率	再現率	F値	AUC
決定木	0.81	0.73	0.42	0.54	0.84
SVM	0.78	0.75	0.23	0.35	0.94



■ 決定木によって構築された予測モデル



結果 -モデルの評価

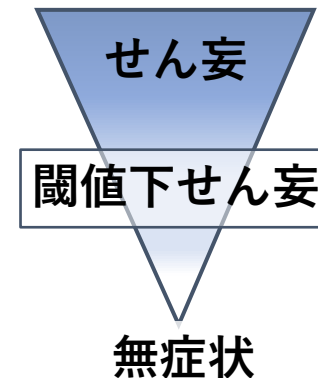
【解析 2】 4AT-Jスコアのカットオフ値を下げた場合の発症予測

説明変数 せん妄の予測因子 27因子

目的変数 4AT-Jスコア カットオフ値1～4点

	決定木					SVM				
	正解率	適合率	再現率	F値	AUC	正解率	適合率	再現率	F値	AUC
カットオフ値4点	0.81	0.73	0.42	0.54	0.84	0.78	0.75	0.23	0.35	0.94
カットオフ値3点	0.78	0.73	0.38	0.50	0.84	0.77	1.00	0.21	0.34	0.93
カットオフ値2点	0.78	0.81	0.41	0.54	0.86	0.71	0.75	0.19	0.30	0.94
カットオフ値1点	0.65	0.62	0.22	0.32	0.73	0.66	0.75	0.16	0.27	0.89

カットオフ値 2点～4点において、同程度の予測精度
→ 閾値下せん妄の発症予測も可能である可能性

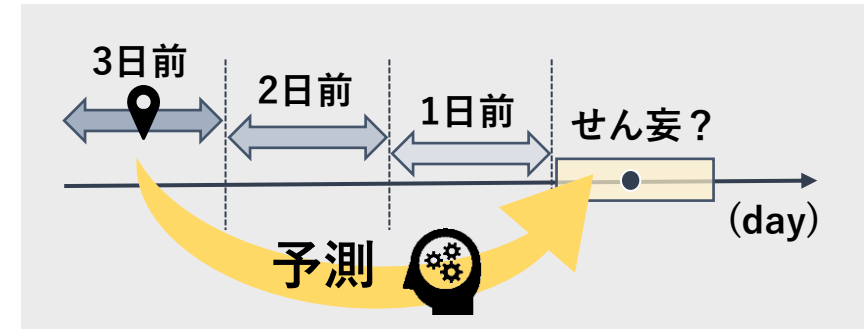


結果 -モデルの評価

【解析 3】 数日前のデータを用いた発症予測

説明変数 経時的変化のある因子について
1～3日前のデータを使用

目的変数 4AT-Jスコア カットオフ値4点

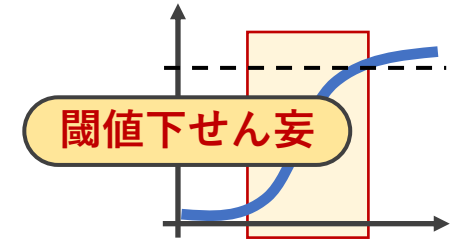


	決定木					SVM				
	正解率	適合率	再現率	F値	AUC	正解率	適合率	再現率	F値	AUC
当日	0.81	0.73	0.42	0.54	0.84	0.78	0.75	0.23	0.35	0.94
1日前	0.80	0.71	0.38	0.50	0.86	0.80	1.00	0.23	0.38	0.97
2日前	0.79	0.73	0.42	0.54	0.86	0.78	1.00	0.23	0.38	0.93
3日前	0.87	0.88	0.58	0.70	0.92	0.80	1.00	0.25	0.40	0.97

1～3日前のデータと当日のデータを使用した場合の予測結果が類似
 ➔ 数日前の様子をもとに将来的なせん妄の発症予測ができる可能性

■ 高齢者におけるせん妄発症予測モデルの構築

1. 睡眠状況と物理的環境 がせん妄の発症予測に関わる
2. 閾値下せん妄の発症予測 が可能
3. 数日前の様子をもとにした将来的なせん妄発症予測



➡ せん妄発症リスクを示す → せん妄の見落とし減少・早期段階での予防的ケア

新技術の特徴・従来技術との比較

既存

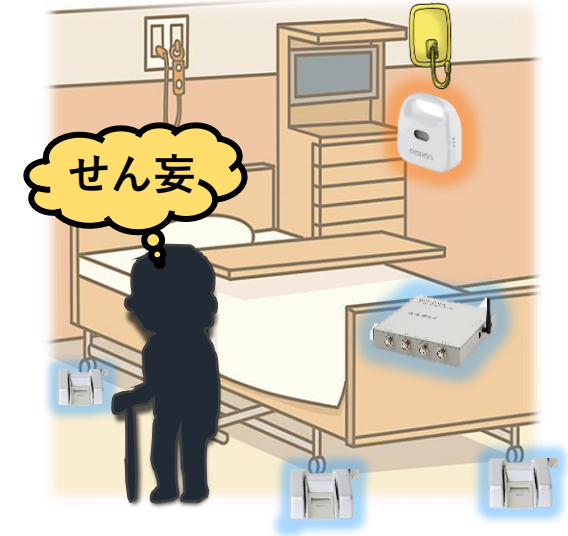
- アセスメントツール：
 - 発症しているせん妄の鑑別
 - ▲ 将来的な発症予測, 早期検出
- 予測モデル：
 - 不穏, 不調等の大まかな予測
 - 動的な予測は不可

本技術

- 複数のせん妄発症予測因子（睡眠, 物理的環境因子）を用いた予測モデル
 - 閾値下せん妄を含む将来的なせん妄の発症が予測可能
- ➡ 継続した
せん妄の早期検出が可能

想定される用途

非侵襲・非接触による
せん妄および閾値下せん妄の発症予測



➡ せん妄の“予防的”ケア

- ・ せん妄ハイリスク状態からの発症・重症化を食い止める
- ・ 身体疾患の増悪， 認知症進行， 再入院の回避

実用化に向けた課題

パイロット研究：

- 睡眠・物理的環境をパラメータに含めたモデルの作成
- 実用化に向けてサンプル数は不十分

➡ 大規模な多施設研究による検証が必要

- せん妄・閾値下せん妄の予測精度を向上
- 臨床において有用なモデルを確立する必要がある
- (将来的には)せん妄特化型 から 汎用性の拡張が現実的

社会実装への道筋

時期	取り組む課題や明らかにしたい原理等	社会実装へ取り組み
基礎研究	<ul style="list-style-type: none">臨床におけるデータ収集、解析	
現在	<ul style="list-style-type: none">パイロット版せん妄予測モデルの構築	
2年後～	<ul style="list-style-type: none">せん妄発症予測精度の向上せん妄発症予測システムの実現在宅ケアにおけるマルチモーダルサポートシステム(仮)の構築	<p>多施設での実証研究</p> <p>JSTの公募事業にて研究資金獲得</p>

企業への期待

- ・マルチモーダルなデータ解析を想定した
センサおよびシステム開発

データの蓄積 ➡ 統合・解析 ➡ 予測結果提示

- ・人間 - AI・データ間の相互作用をともに考える
医療ケア職，家族介護者，患者本人がどう活用するか
- ・共同研究として共にグラント獲得を目指す

企業へのPRポイント

① せん妄予測モデルの構築・開発

- ・せん妄予防の意義 瀬戸際での予防
本人, 家族介護者のWell-Beingへの貢献



② マルチモーダルなケアサポートシステムの構築

- ・ケアを支える新たなかたちの創造
- ・複数センサデータ 蓄積→統合・解析→予測
- ・住環境×IoT×予防的ヘルスケア



本技術に関する知的財産権

- 発明の名称 :
 せん妄発症予測装置、せん妄発症予測システム、
 せん妄発症予測方法、及び、予測モデル構築方法
- 出願番号 :
 特願 2 0 2 5 - 0 1 8 2 4 3
- 出願人 :
 千葉大学
- 発明者 :
 寶石幸穂, 諏訪さゆり

お問い合わせ先

千葉大学
学術研究・イノベーション推進機構（IMO）

T E L 043-290-3048
e-mail ccrcu@[faculty.chiba-u.jp](mailto:ccrcu@faculty.chiba-u.jp)