

加速度計とピエゾ振動センサを用いた 臨床予測の研究

秋田県立大学 システム科学技術学部 機械知能システム学科

下井 信浩 間所 洋和



< 発表次第 >

1. 研究背景
2. 研究目的
3. 研究方法
4. 離床予測・離床の計測結果
5. 考察
6. まとめ

1. 研究背景～超高齢社会～

高齢化率(2010年)※1

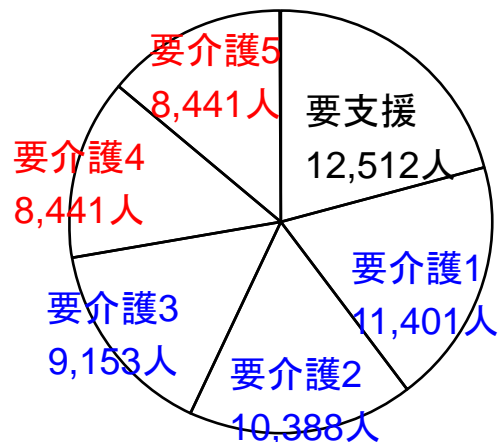
- ・全 国:23.1%
- ・秋田県:29.3%

2020年の予測値※2

- ・全 国:31.8%
- ・秋田県:40.1%

要支援・要介護者数※3

- ・全 国:469万人
- ・秋田県:60,236人



医療・介護の現場では:

少ないスタッフで多数の患者・入居者を看護・介護

⇒夜間の睡眠中の管理の問題

⇒患者・比介護者がベッドから転倒・転落する危険性

入院患者のベッドからの転倒・転落事故(2009年度)
(横浜市立脳血管医療センター)

- ・431件/73,924人(0.5%)
- ・損傷レベル2以上:52人

※損傷レベル2:包帯, 氷, 創傷洗浄,
四肢の挙上, 局所薬が必要となった,
あざ, 擦り傷を招いた損傷



転落・転倒は看護のヒヤリハット事例の2位(15.7%)

秋田県が直面している課題は将来の日本の課題

<出典>

※1総務省統計局「国勢調査報告」

※2国立社会保障・人口問題研究所「日本の都道府県別将来推計人口」

※3独立行政法人福祉医療記憶(2009年7月時点の集計値)

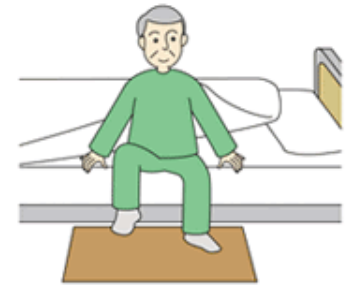
1.1 現状の離床予測センサ

赤外線カメラ(赤外線画像)



・プライバシーの問題大

マットセンサー(株式会社ケアコム)



マットセンサーを踏むと

うーご君 (株式会社フォトロン)



転倒むし (ニプロ株式会社)



・身体を拘束する
・QOLの問題

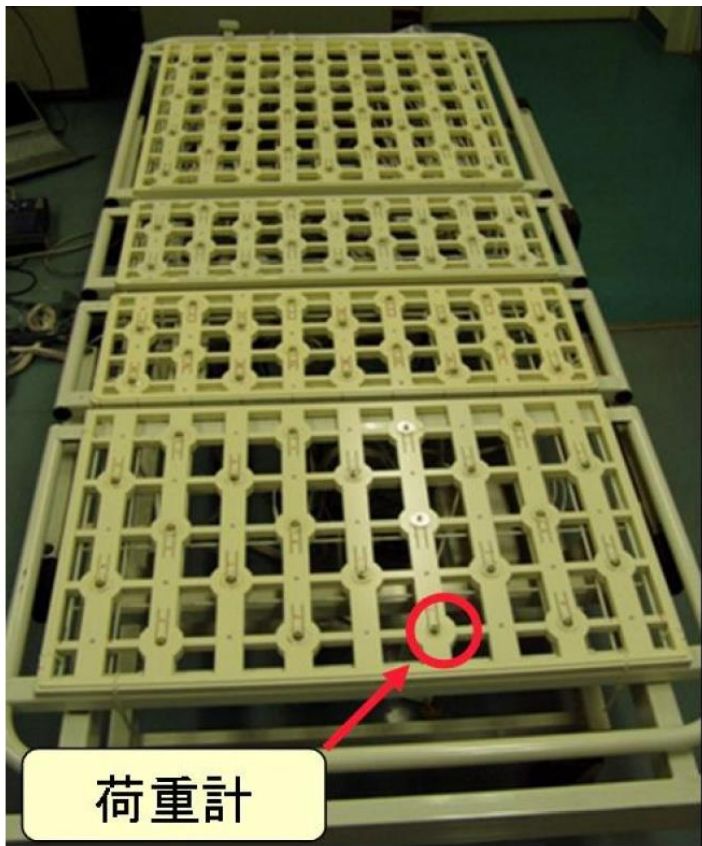


・離床した後での通報になる

1.2 関連研究

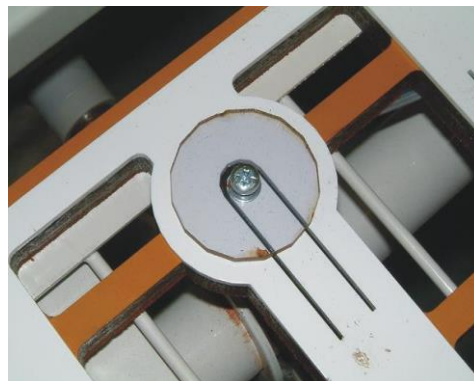
離床予測・体位モニタリングシステム(鹿児島県工業技術センター)

94個荷重計(ひずみゲージ)

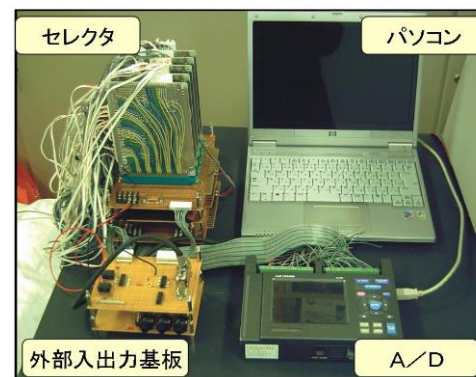


ベッド下に配置された荷重計

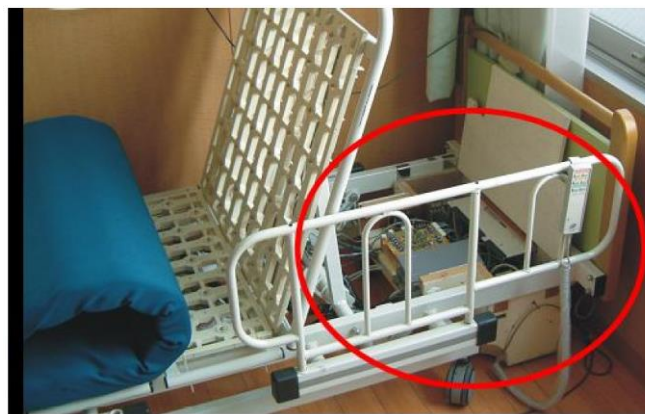
ひずみゲージ



制御装置

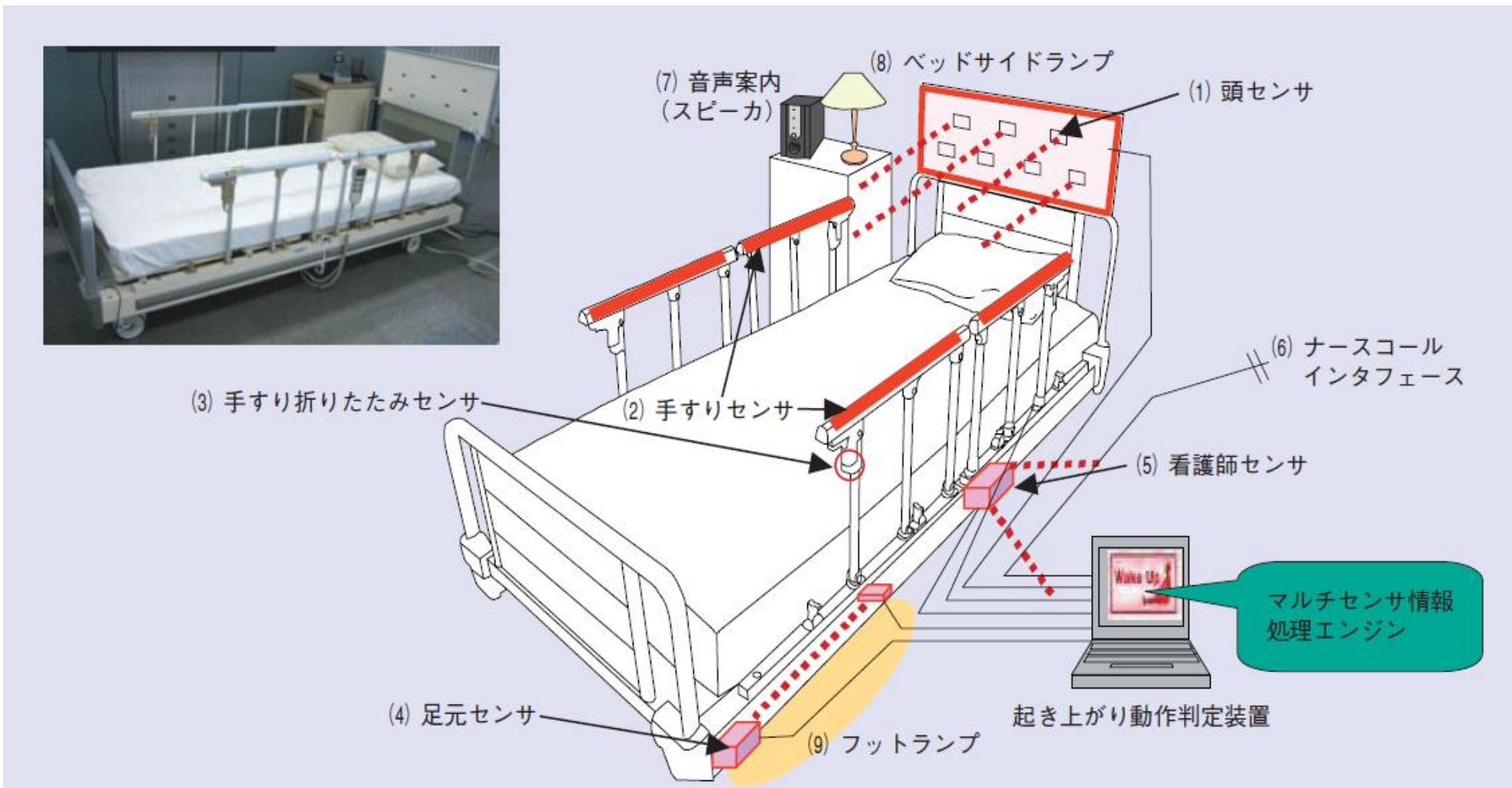


ベッド下に格納された制御装置



- ・装置が大掛かり
- ・開発コスト大
- ・実用化が困難

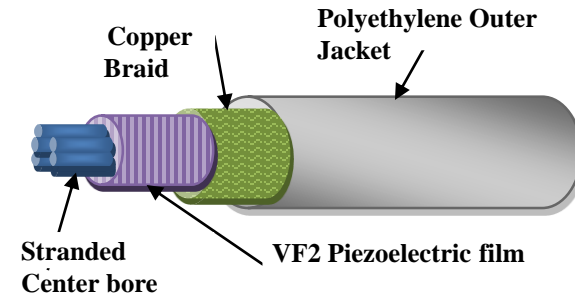
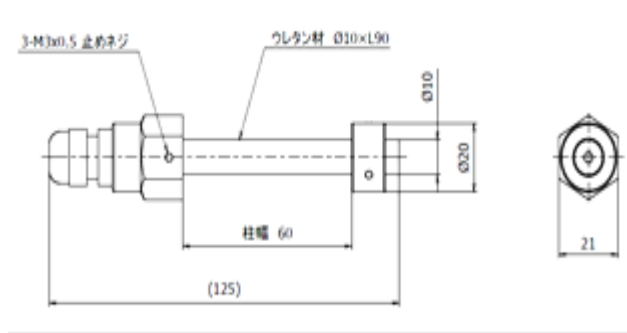
1.3 転倒転落事故予防システム事例



資料提供:NTTサイバーソリューション研究所

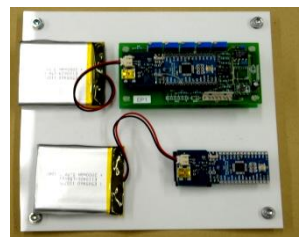
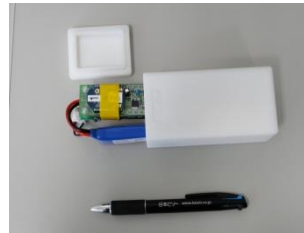
2. 研究目的 ～離床予測の実現～

1) 計測用電源を必要としない piezo 圧電素子を用いた QOL 重視のセンサ開発

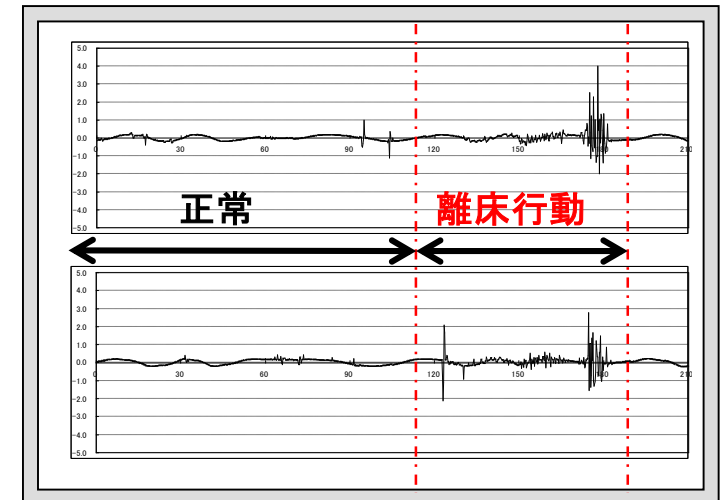


2) リアルタイムの離床行動を予測・判定するための 離床予測システムの開発

パーティション

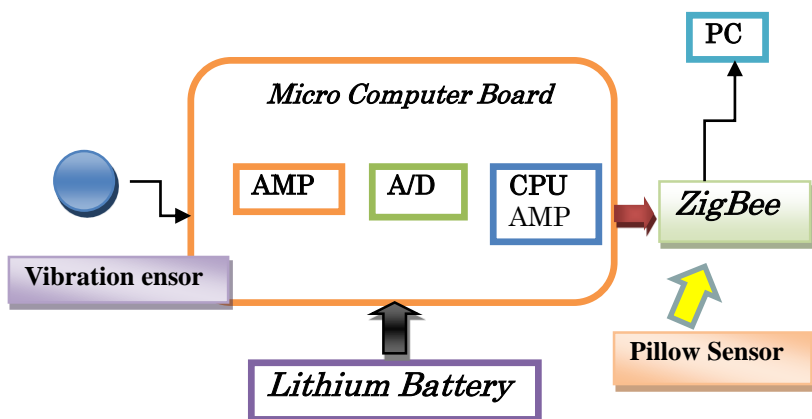


モニタリング画面



3. 研究方法

3.1 システムの構成



加速度計内蔵枕センサ



ピエゾケーブル振動センサ

ピエゾ振動センサと加速度計内蔵の枕センサによる複合検知システムを用いた離床・離床予測の実現

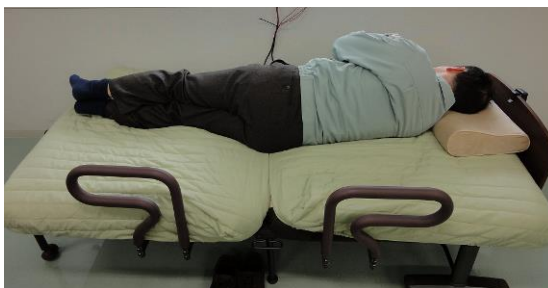
機械学習法による判定方式と閾値の設定による判定解析時のデータ量を削減した省エネの解析技術

3.2 判定の対象パターン

仰向け(睡眠中)



寝返り(左向き)



寝返り(右向き)



起床・着座(長座位)



短座位



離床直前(端座位)



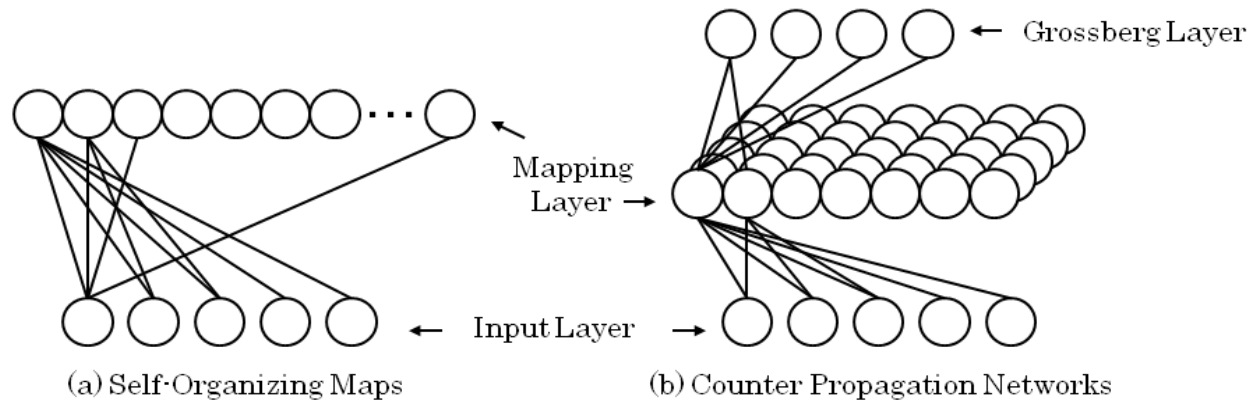
離床



3.3 行動の判定基準

(1) 枕センサ(3軸加速度計)

SOMによるノイズの除去
閾値の設定による度数分布の重み+CNP



加速度計の3軸方向: 身体をX軸,両腕をY軸,起き上がりをZ軸として測定
治験者数10名,行動姿勢の認知時間は20秒で設定

- ①就寝中: 加速度の3軸方向に変動が大きい場合
- ②離床行動中: 加速度の3軸方向に変動が少ないが、小さな振幅が多くある
- ③完全離床: 加速度計の3軸方向の全てに出力がなくなる場合

(2)ピエゾ振動センサ

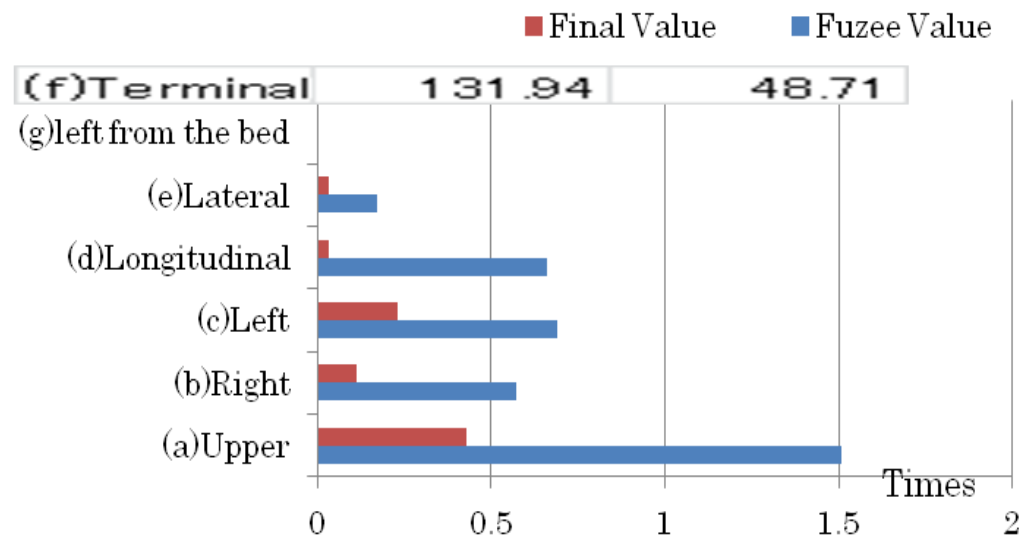
SOMによるノイズ除去

出力値に閾値を設定した確定値と不確定値の分類

就寝中、離床行動中、完全離床の行動判定

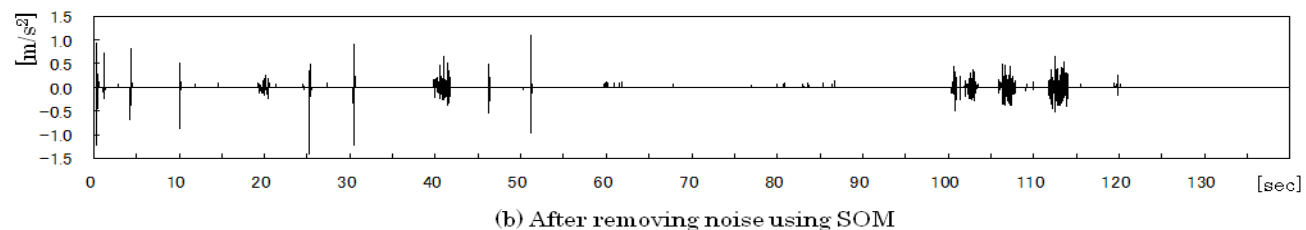
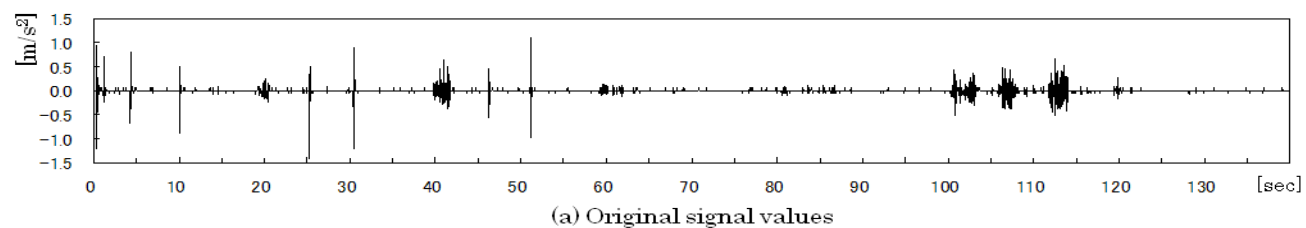
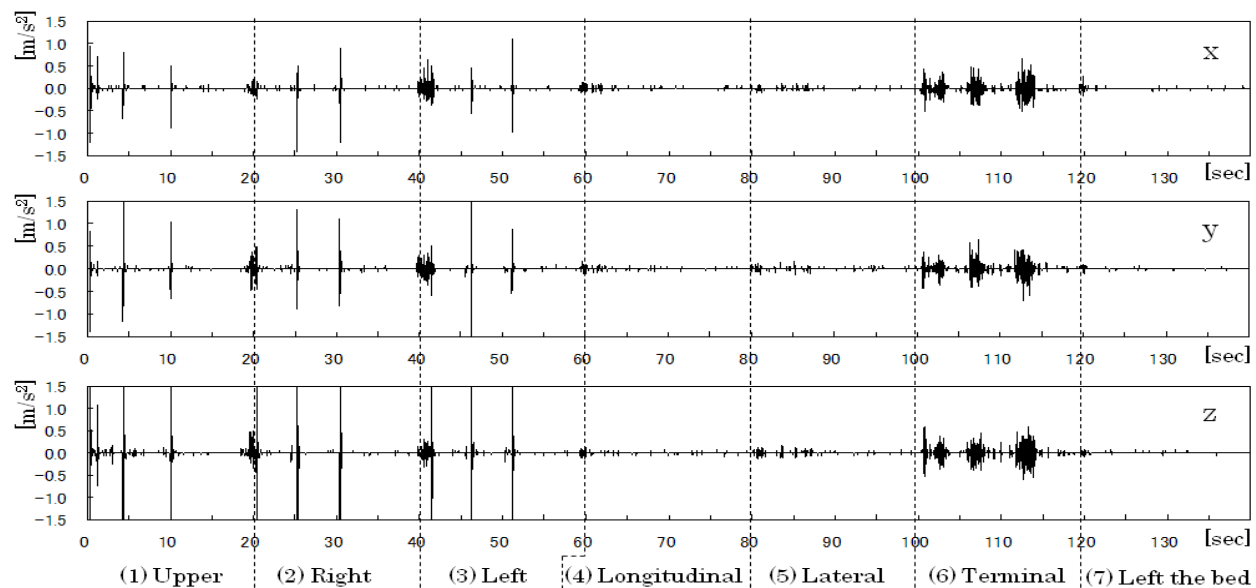
治験者数10名,行動姿勢の認知時間は20秒で設定

- ①就寝中:確定値と不確定値の両方に出力が認められる場合
- ②離床行動中:確定値と不確定値の両方に10回以上の出力が認められる場合
- ③完全離床:センサ出力が認められない場合

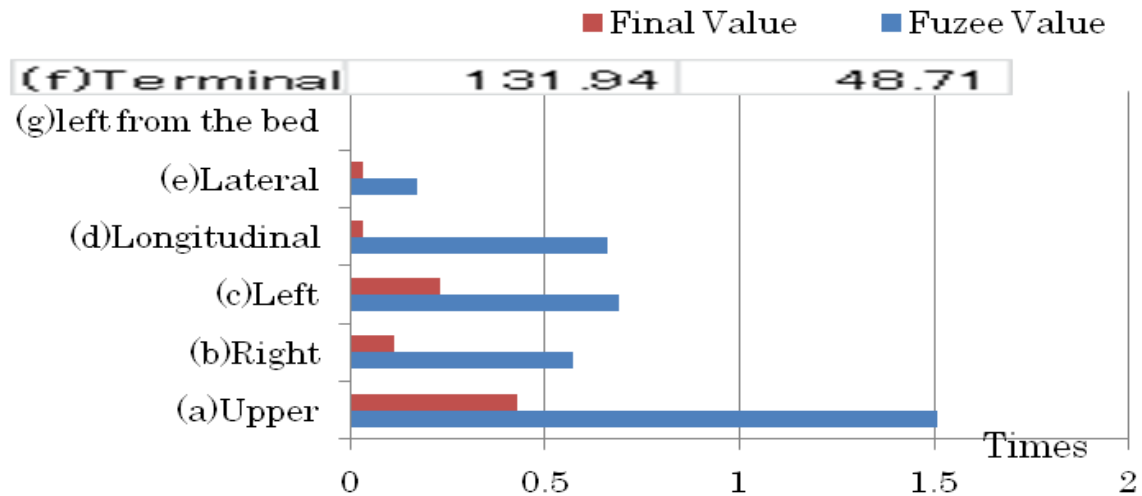
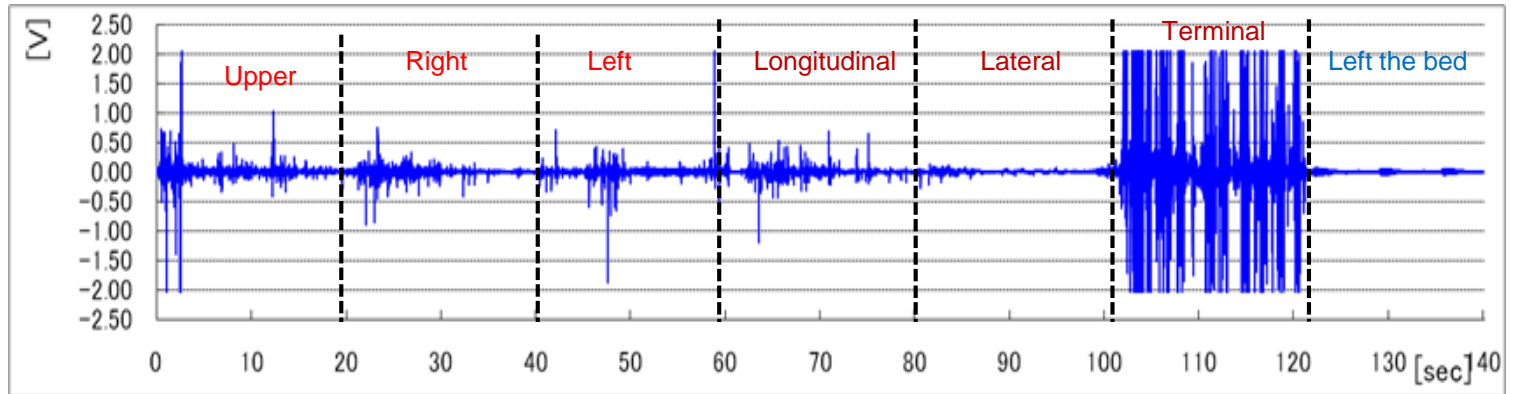


4.結果

4.1 枕センサ(3軸加速度計)



4.2 ピエゾ振動センサ



3.3 総合結果

Table 1 Recognition accuracies of respective subjects and positions for seven patterns [%].

Subject	Upper	Right	Left	Longitudinal	Lateral	terminal	Left from the bed	Average
A	80.8	20.0	40.0	60.0	0	100	100	57.1
B	80.8	80.0	20.0	80.0	60.0	80.0	80.0	68.6
C	100	20.0	60.0	40.0	80.0	80.0	80.0	65.7
D	80.0	60.0	60.0	60.0	80.0	40.0	80.0	65.7
E	20.0	40.0	80.0	100	40.0	60.0	80.0	60.0
F	60.0	20.0	0	20.0	0	80.0	80.0	37.1
G	60.0	40.0	80.0	0	40.0	60.0	80.0	51.4
H	40.0	20.0	40.0	40.0	40.0	80.0	80.0	51.4
I	100	40.0	40.0	60.0	40.0	80.0	100	65.7
J	60.0	0	40.0	60.0	80.0	80.0	100	60.0
Average	68.0	34.0	46.0	52.0	46.0	74.0	88.0	58.3

Table 2 Recognition accuracies of respective subjects and positions for three patterns [%].

Subject	Sleeping	Terminal	Left from the bed	Average
A	86.7	100	100	95.6
B	80.8	100	100	93.3
C	100	100	100	100
D	93.3	100	100	97.8
E	100	100	100	100
F	73.3	100	100	91.9
G	100	100	100	100
H	93.3	100	100	97.8
I	86.7	100	100	95.6
J	80.0	100	100	93.4
Average	93.3	100	100	96.5

5. 考察

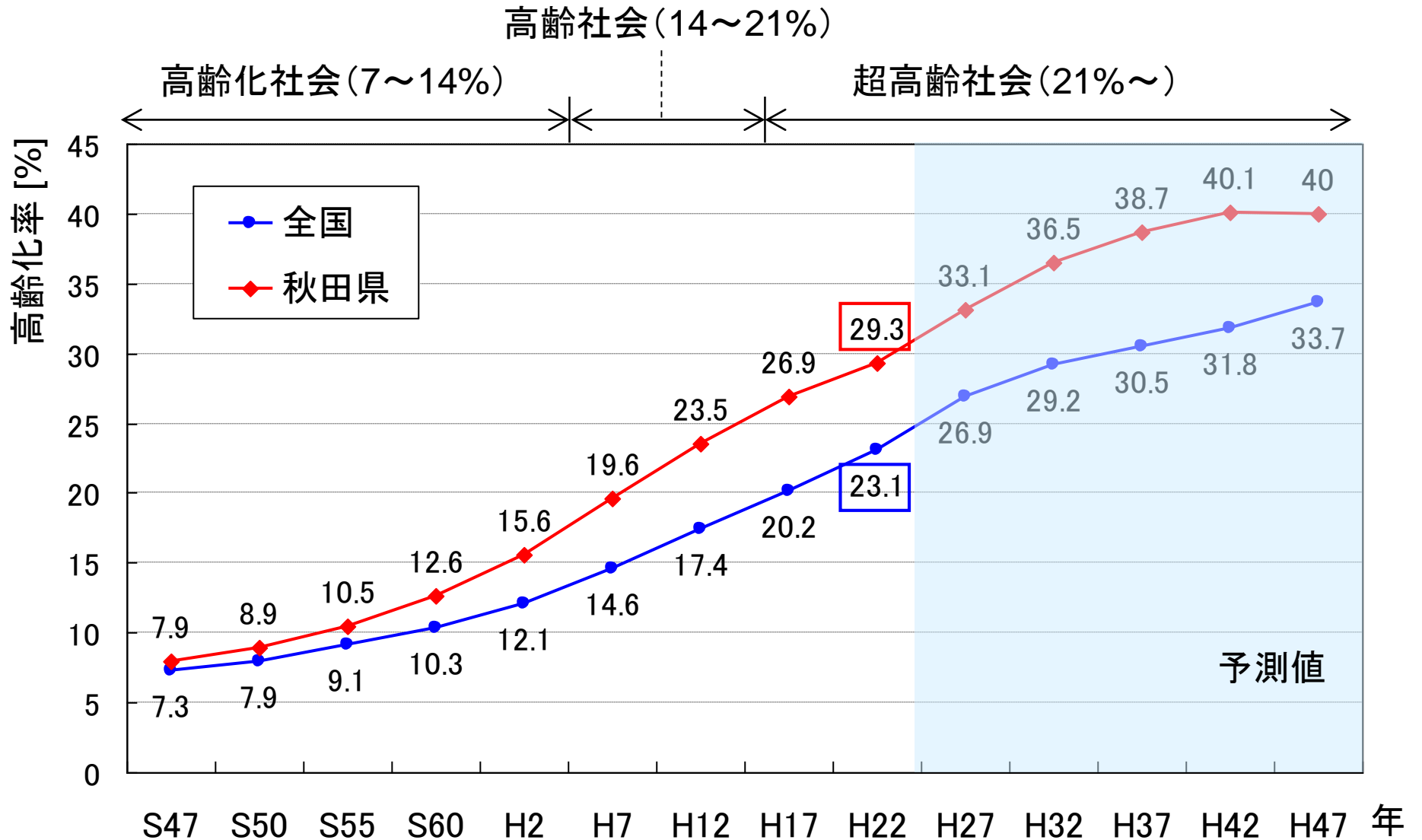
- (1) 2種類の異なるセンサを用いた複合センサ技術においても7種類の姿勢を個々に判断することは困難であったが、「就寝中」「離床行動中」「完全離床」の3項目にまとめることで96.5%の検知が可能であると考えられる。
- (2) 完全離床後は、両センサの出力が無くなるため、高い確率で完全離床の認知が可能になると考える。
- (3) 離床予測において、重要点は「就寝中」の確実な認知と「長座位」の姿勢から「ベッド端座位」までの行動姿勢を認知する両センサの出力判定が重要である。
- (4) 単体のセンサで行動姿勢を認知することは困難であるが、性質の異なるセンサを使用することで認知率を向上させることが可能である。

6 まとめ

- (1) 本システムを発展させることにより医療・介護施設や老人宅等における高齢者の安心・安全を見守ることが可能となり、従来技術と比較してQOL (quality of life) の向上にも貢献が可能である。
- (2) 時系列計測において、姿勢判定の「始め」と「終わり」の判定基準が必要になるが、本システムは横になっている時と完全離床後の計測結果が他の測定値と明らかに異なるので基準設定が可能である。
- (3) 離床予測の精度を向上させるためには、更に異なる種類センサをプラスした複合センサによる計測システムの検討が必要であると判断された。

補足資料

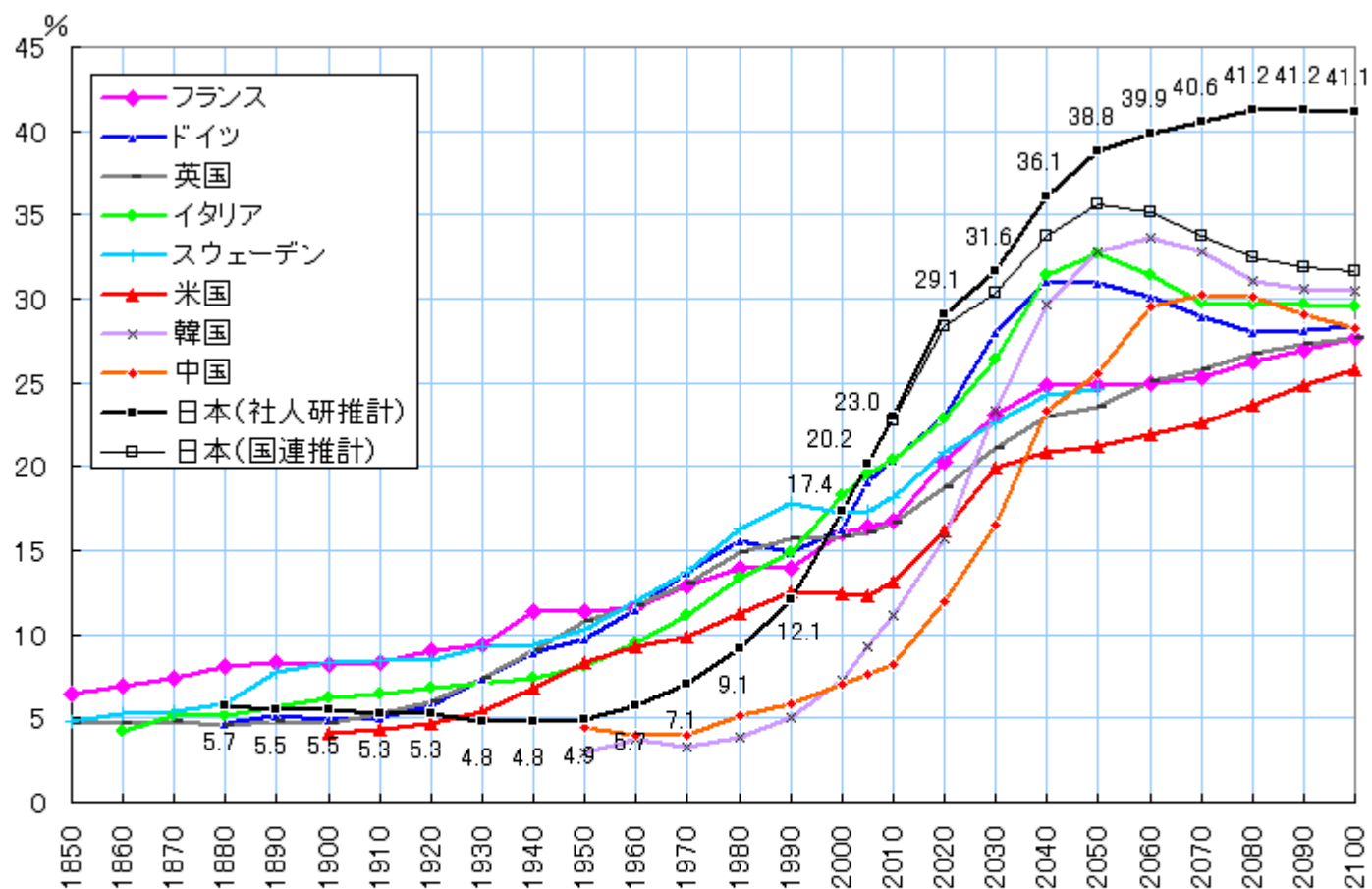
我が国及び本県の高齢化率



※出典:総務省統計局「国勢調査報告」,「人口推計年報」,国立社会保障・人口問題研究所「日本の都道府県別将来推計人口」

世界の高齢化率

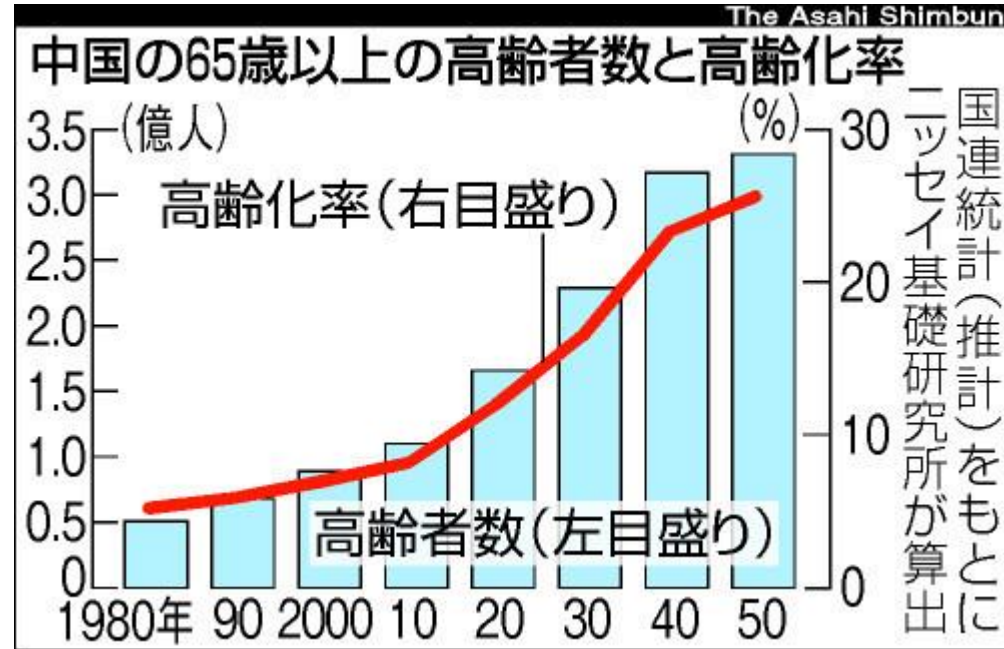
主要国における人口高齢化率の長期推移・将来推計



(注) 65歳以上人口比率。1940年以前は国により年次に前後あり。ドイツは全ドイツ。日本は1950年以降国調ベース（2005年迄は実績値）。諸外国は国連資料による。日本（社人研推計）は国立社会保障・人口問題研究所「日本の将来推計人口（平成24年1月推計）」における2060年までは出生中位（死亡中位）推計値、それ以後は2061年以降出生率、生残率等を一定とした参考推計値。

(資料) 国勢調査、国立社会保障・人口問題研究所「人口資料集」等、国連”2010年改訂国連推計”

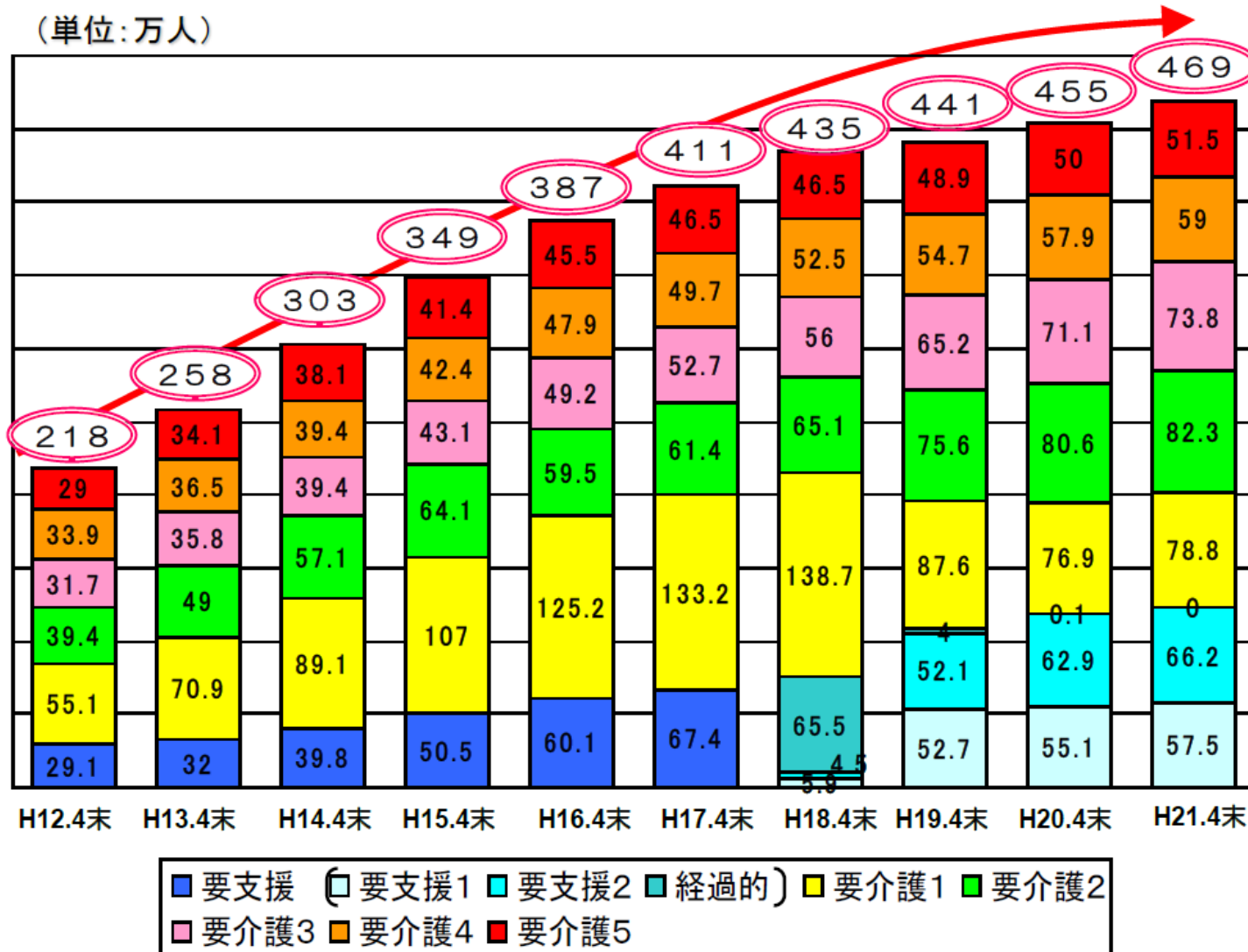
中国の高齢化率



- ・1979年:一人っ子政策開始
- ・2010年:高齢化率8%(約1億1千万人)
- ・2020年は12%, 40年には23%に達する予測

要介護度別認定者数の推移

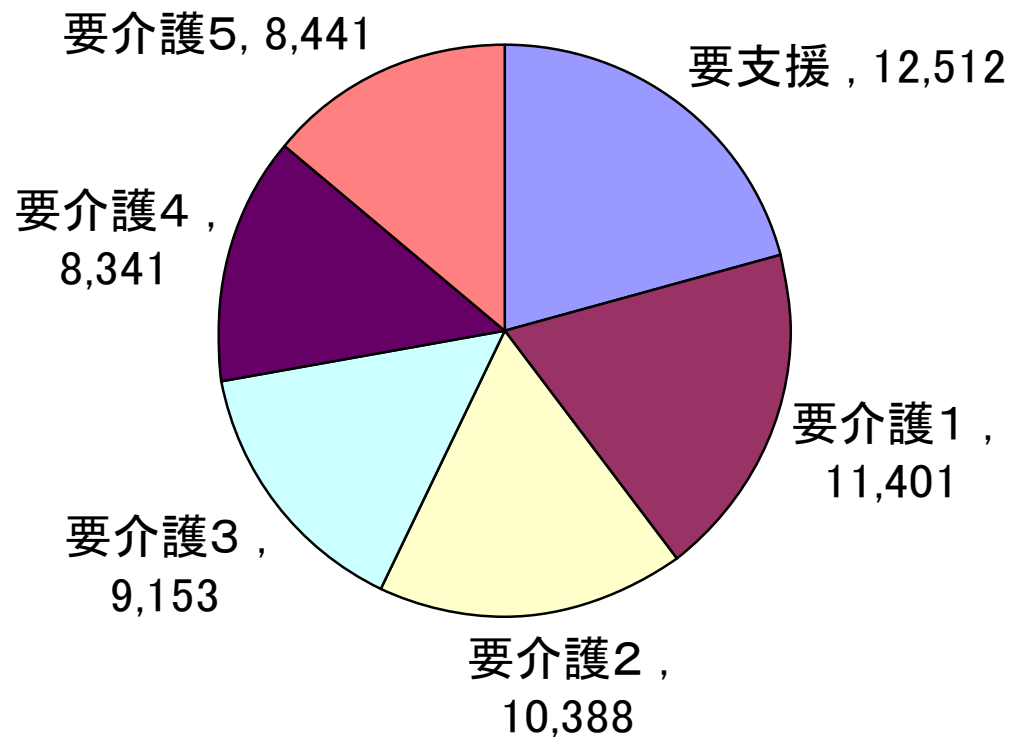
(単位:万人)



※出典:厚生労働省「介護保険事業状況報告」

秋田県の要介護・要支援認定者数

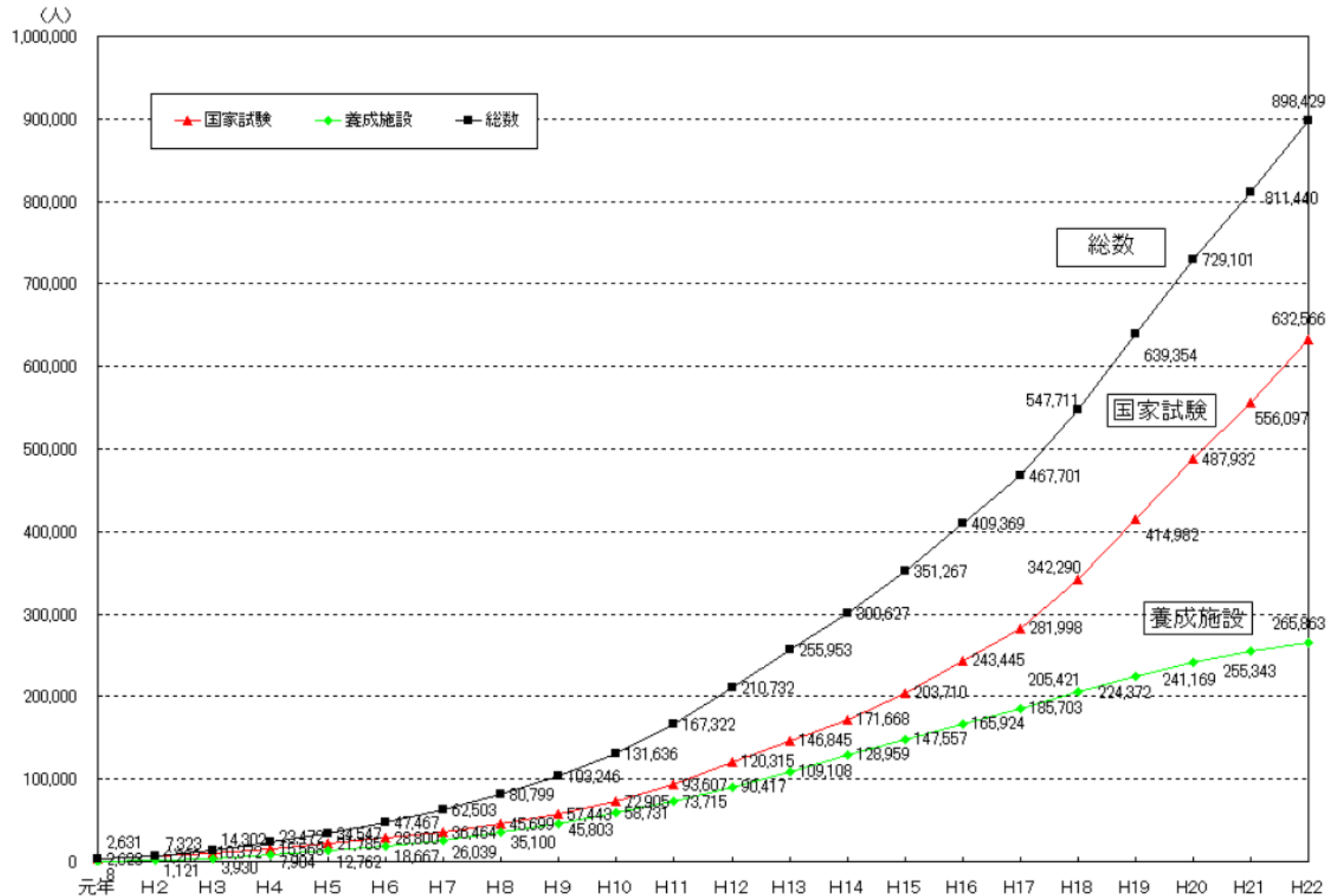
2009年7月末時点



合計：60,236人

出典：独立行政法人福祉医療記憶（2009年）

介護福祉士の登録者数の推移

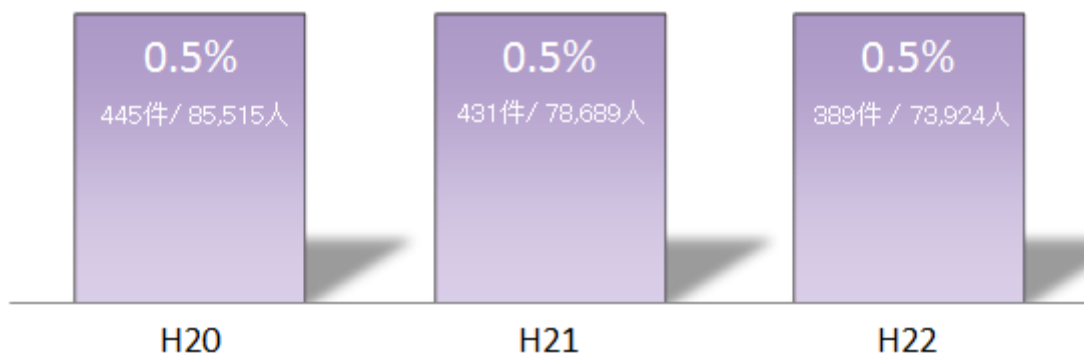


※出典:厚生労働省ホームページ「社会福祉士の概要について」より

転倒・転落事故

横浜市立脳血管医療センターの事例

入院患者の転倒・転落発生率(2009年)



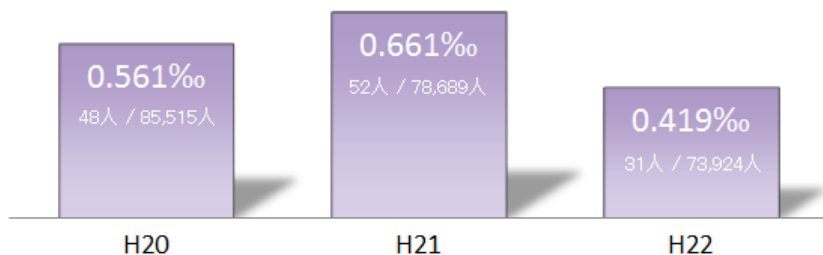
損傷レベル2 (軽度)

包帯、氷、創傷洗浄、四肢の挙上、局所薬が必要となった、あざ、擦り傷を招いた事例

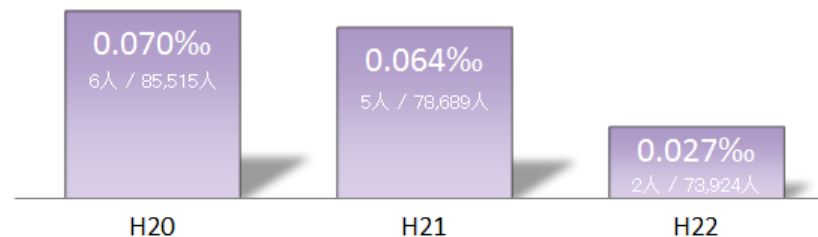
損傷レベル4 (重度)

手術、ギプス、牽引、骨折を招いた・必要となった、または神経損傷・身体内部の損傷の診察が必要となった事例

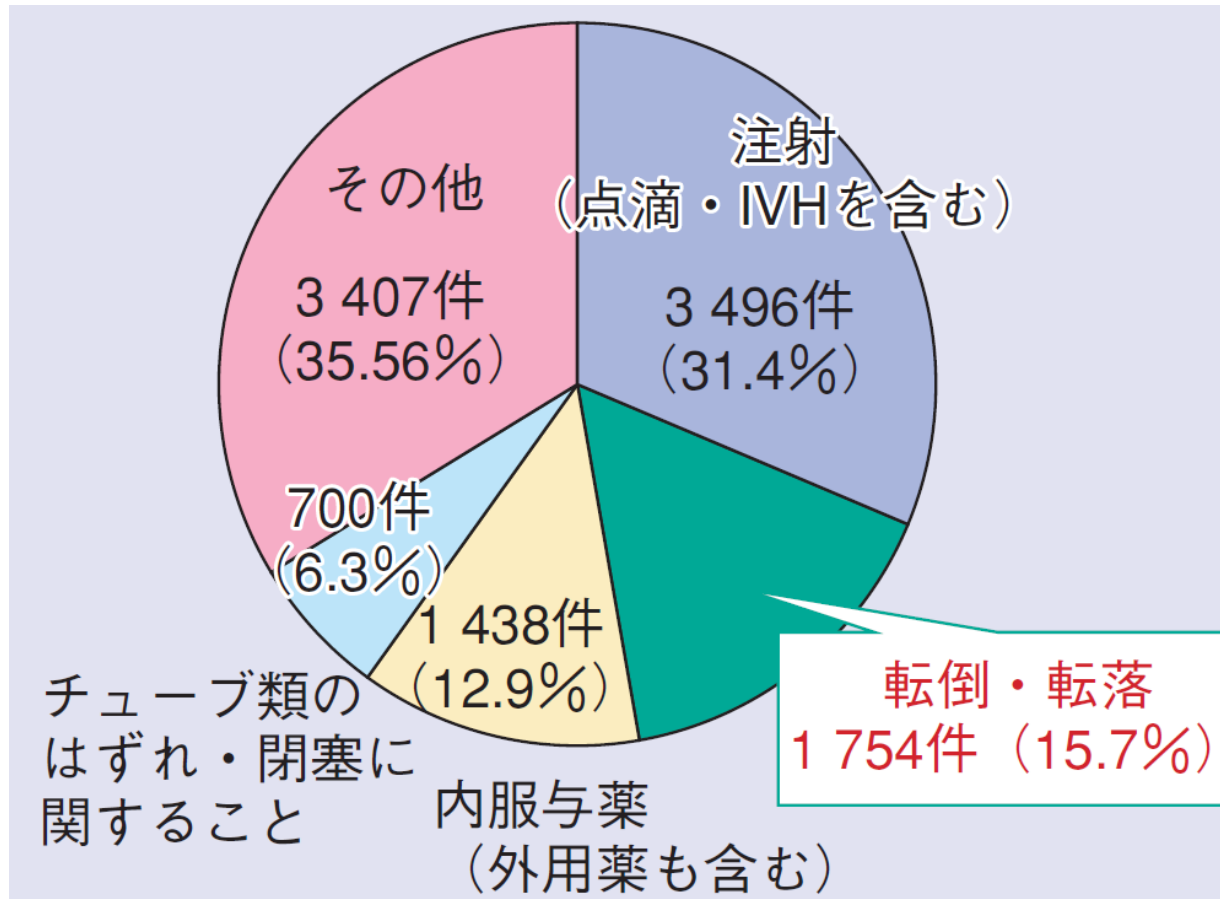
損傷レベル2以上



損傷レベル4以上



看護のヒヤリ・ハット1万事例



出典:新しい視点で取り組む転倒・転落対策, "Expert Nurse, Vol.23, No.3 : pp.112-129, 2007.

要支援・要介護の認定基準

要支援状態又は要介護状態については、おおむね次のような状態像が考えられる。

自立(非該当):歩行や起き上がりなどの日常生活上の基本的動作を自分で行うことが可能であり、かつ、薬の内服、電話の利用などの手段的日常生活動作を行う能力もある状態

要支援状態:日常生活上の基本的動作については、ほぼ自分で行うことが可能であるが、日常生活動作の介助や現在の状態の防止により要介護状態となることの予防に資するよう手段的日常生活動作について何らかの支援を要する状態

要介護状態:日常生活上の基本的動作についても、自分で行うことが困難であり、何らかの介護を要する状態

要介護状態については、おおむね次のような状態像が考えられる。

要介護1:要支援状態から、手段的日常生活動作を行う能力がさらに低下し、部分的な介護が必要となる状態

要介護2:要介護1の状態に加え、日常生活動作についても部分的な介護が必要となる状態

要介護3:要介護2の状態と比較して、日常生活動作及び手段的日常生活動作の両方の観点からも著しく低下し、ほぼ全面的な介護が必要となる状態

要介護4:要介護3の状態に加え、さらに動作能力が低下し、介護なしには日常生活を営むことが困難となる状態

要介護5:要介護4の状態よりさらに動作能力が低下しており、介護なしには日常生活を営むことがほぼ不可能な状態

出典:厚生労働省「2015年の高齢者介護～高齢者の尊厳を支えるケアの確立に向けて～」

フィールドテスト

指定介護老人福祉施設 ふるさと学び舎

