

シンポジウム「25年問題に向けた医療・福祉・介護－現状と課題」

## 福祉ロボットにおける安全性の問題とそれに対する取り組み

東海大学 機械工学科  
教授 甲斐義弘

(研究室HP: [http://www.mech.u-tokai.ac.jp/~kai\\_lab/](http://www.mech.u-tokai.ac.jp/~kai_lab/))

### 高齢化とロボティクス技術

2025年: 約30% (65歳以上/ 総人口), 約18%(75歳以上)  
2060年: 約40% ( " " ), 約27%( " " )

- ・高齢者世帯の増加→日常生活を支援するロボット
- ・歩行機能に障害をもつ患者の増加  
→歩行を支援するロボット  
→ロボットスーツ

など

今後, 福祉ロボットの活躍が期待される.

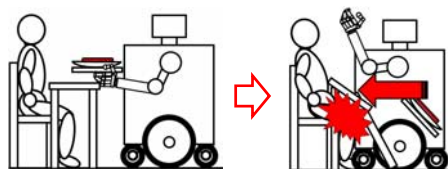
## 福祉ロボットの問題点

### 安全性

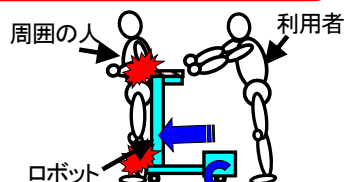
制御用コンピュータが  
機能しない



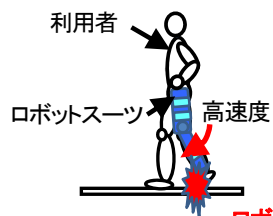
⇒ ロボットは意図せず動く  
非常に危険な機械



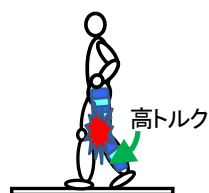
生活支援ロボット



歩行支援ロボット



ロボットスーツ



## 自己紹介

教員として、高知工科大学(1999～2002年度)・  
東海大学(2003年度～現在)

人と関わるロボット・機械の研究に従事

研究を進める中で、ロボットの更なる安全性の向上に必要性を感じ、東海大学着任後からロボットの安全性向上に関する研究を実施。

## ロボットの安全性に関する規格等

ようやく、2014年2月に**国際規格ISO-13482**

「**ロボット及びロボティクスデバイス-パーソナルケア  
ロボットの安全要求事項**」が制定された段階.

製造物責任法(PL法): 取扱説明書に危険性等明記.

ユーザの同意,  
(医療に関わる内容) 医師の同意など.

今後、社会基盤整備(法, 保険など含む)が必要.

## 研究の目標：リスクの軽減

安全性

制御用コンピュータが  
機能しない

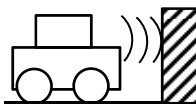


ロボットは意図せず動く  
非常に危険な機械

工学者・エンジニアとしては、  
**危険性(リスク)を可能な限り減らしたい！！**

自動車のように

シートベルト → エアバック → 衝突被害軽減ブレーキ



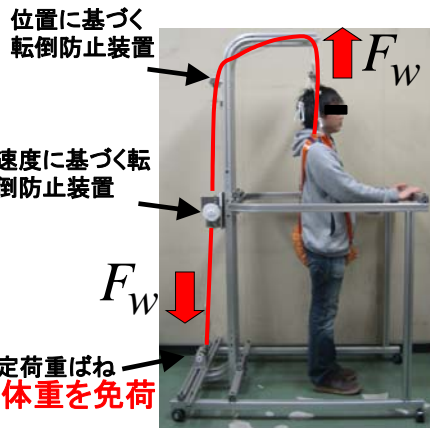
特にシートベルトや衝突被害軽減ブレーキが無くても  
自動車は走る → シートベルトは必要ない？

**リスク軽減のため → 必要！！**

## 取り組み(1)

コンピュータも動力(モータなど)も使わない！！  
ばね等の受動要素のみを使用！！

人の体重を免荷し, 人の転倒を防止する歩行支援機

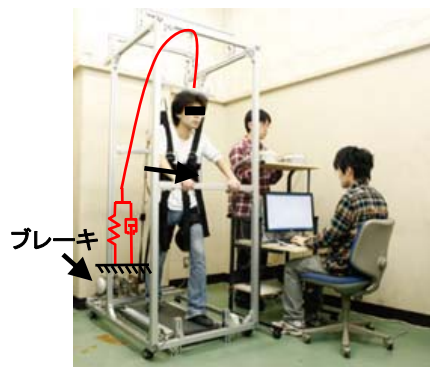


速度に基づく転倒防止装置  
(実験動画)

## 取り組み(2)

動力(モータなど)は使わない！！  
コンピュータ, 制御可能なブレーキ, ばね等の受動要素のみを使用！！  
コンピュータ機能しない→ 歩行支援機(ブレーキ)は自ら動かない

人の体重を免荷し, 人の転倒を柔らかく防止する歩行支援機



定荷重ばね  
体重を免荷

転倒しそうになるとセンサで検知し, あたかも「自動車のショックアブソーバー」がロープについているようにブレーキを制御(インピーダンス制御)し, 柔らかく患者の転倒を防ぐ.



制御(実験動画)

## “動力を使わない”に限界あり



足をサポートしなければ  
(ロボットスーツ)



立ち上がりをサポートしなければ  
(生活支援ロボット)

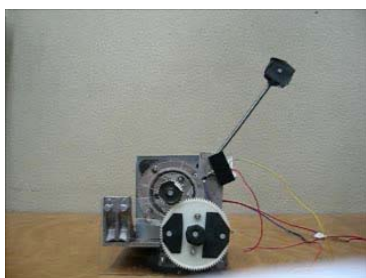


利用者が押してスロープを上るのは困難(歩行支援ロボット)

人をサポートするために力  
(動力)が必要

## メカニカル安全装置

甲斐研究室では、  
ロボット暴走時に人にとって危険なロボットの**高速度・高トルク・高接触力**などをバネやダンパなどの**機械要素のみ**(コンピュータやバッテリー不要)により**検知し**、**ロボットを停止させるメカニカル安全装置**を開発している。



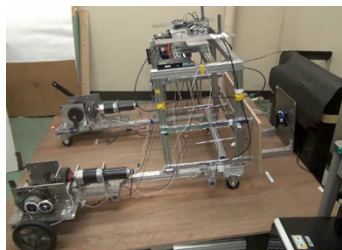
高速度を検知しロボットを  
停止させる安全装置(動画)



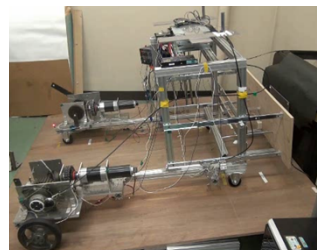
ロボット自体のバッテリー切れの場合でも機能する。

## 取り組み(3)

### メカニカル安全装置を搭載した移動式歩行支援ロボットの開発



予め設定した速度(高速度)  
が発生:検知→停止  
(動画)



予め設定した接触力(高接触力)  
が発生:検知→停止  
(動画)

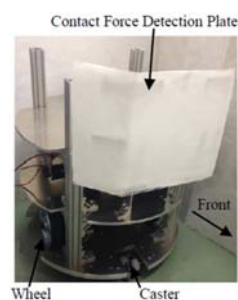
速度・接触力の設定変更可能

## 取り組み(4)

### メカニカル安全装置を搭載した生活支援ロボットの開発



1号機

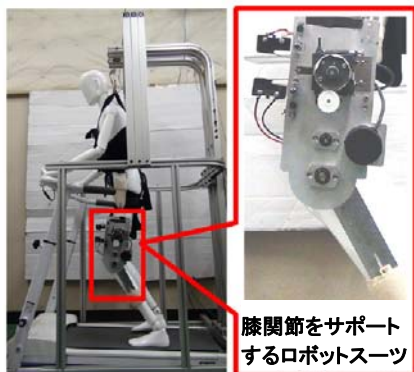


2号機

## 取り組み(5)

### メカニカル安全装置を搭載したロボツスーツの開発

人に装着できるようにするため安全装置の構造を変更.



膝関節をサポートするロボツスーツ



通常→動作  
(動画)



高速度発生  
→停止(動画)



高トルク発生  
→停止(動画)

速度・トルクの  
設定変更可能

## まとめ

福祉ロボットの安全性の問題とそれに対する取り組みについて述べた。

福祉ロボットの今後の普及に関しては、法整備等も含めた社会基盤整備が重要であると考え、**工学者・エンジニアとして**は今後もロボットの安全性の向上にチャレンジしていきたい。