

福祉工学カフェ  
 上肢の支援とリハビリのためのロボット技術

空気圧ゴム人工筋を用いた  
 身体装着型パワーアシスト装置の開発

岡山大学大学院自然科学研究科  
 則次俊郎



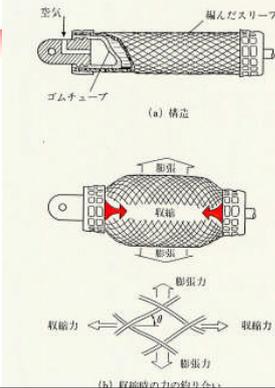
2013年3月15日  
 (NEDO分室 東京)

研究開発の目標

身体各部位の動作に適合した小型・軽量・単純機構・簡便・低価格な  
 人に優しい身体装着型  
 パワーアシストロボットの実用化

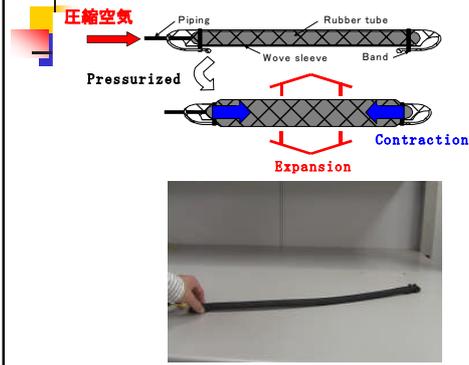
空気圧ゴム人工筋  
 (小型・軽量・柔軟)

マッキベン型ゴム人工筋



1958年 米国で開発  
 1980年代 国内メーカー  
 「ラバチューエータ」  
 ロボットへの応用  
 1995年 リハビリ支援ロボット(則次ら)  
 現在 日本, ドイツ, イギリスのメーカー

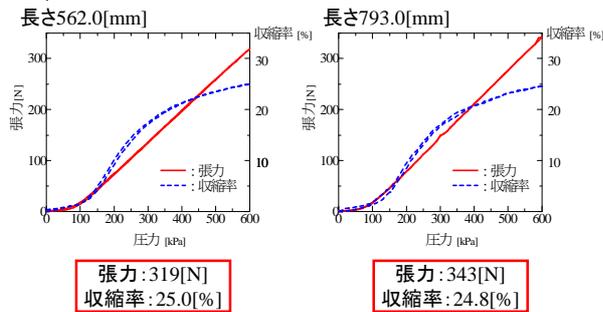
収縮型直動空気圧ゴム人工筋  
 (マッキベン型空気圧ゴム人工筋)



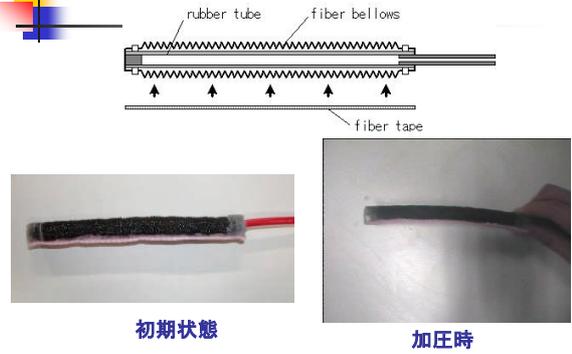
収縮力は圧力により調整可能

ゴム人工筋の静特性

ゴムチューブ  
 外径11.6mm  
 内径8.0mm



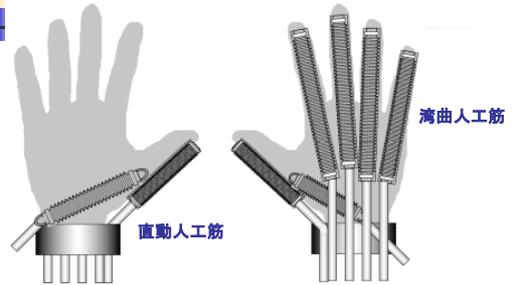
伸長型湾曲空気圧ゴム人工筋の構造と動作



## 肩部動作支援装置



## パワーアシストグローブの構造



特願2004-178516  
装着型パワーアシスト装置  
(出願日 2004年6月16日)

## パワーアシストグローブの装着状況

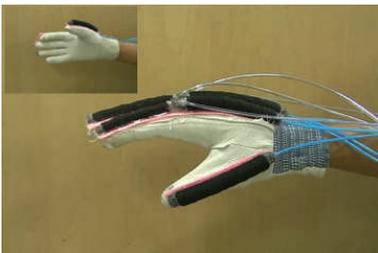


## パワーアシストグローブによる各種基本動作



## パワーアシストグローブ

用途: 筋力補助、麻痺患者の動作支援、リハビリテーション、訓練



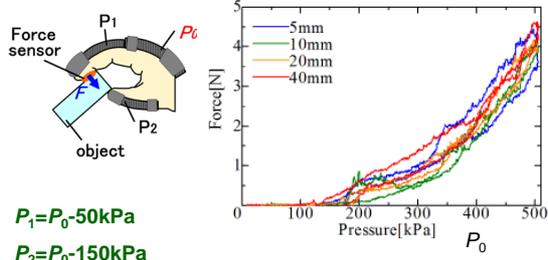
特願2004-178516  
装着型パワーアシスト装置 (出願日2004年6月16日)

## 2関節型パワーアシストグローブを用いたPinch動作



2006年9月18日 日本機械学会市民フォーラム(熊本)  
手の不自由な女性より、「どこで売っているのですか！」

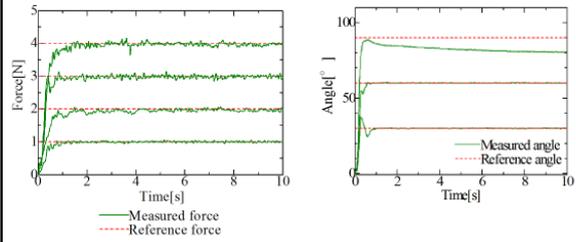
## Generated force of glove in pinch operation



$$P_1 = P_0 - 50 \text{ kPa}$$

$$P_2 = P_0 - 150 \text{ kPa}$$

## パワーアシストグローブの制御 (PI制御)



ピンチ力 (対象物 20mm)  
【薄型触覚センサ】

屈曲角度  
【曲げセンサ】

## パワーアシストグローブによる動作指示



データグローブ → パワーアシストグローブ  
(3秒後追従: 任意設定可)

## コンパクトパワーアシストグローブ



夢のロボットを作りたくて

## 「握る」ことから「出さる」を始める Ican do it! パワーアシストグローブ



私達の研究では、高齢者や障害者自身の日常生活やリハビリテーションを支援する身体機能強化ウェア（アシストロボットの前身）を開発しています。安全かつ確実な力支援を実現することにより、必要の身体機能を補完し、このような課題を克服できるのが目標・趣意であることが前提です。そこで、私達は「認知症・高齢者」をターゲットとし、この問題の解決に役立つと考えられるウェア（アシストロボットの前身）を開発することを決意しました。

パワーアシストグローブは、パワーアシストウェアの第一歩です。私達の研究開発とプロトタイプウェアの開発により、高齢者の身体機能を補完し、安全かつ確実な力支援を実現することを目指しています。高齢者の身体機能が衰えることにより、日常生活で抱える課題は、さまざまな課題が顕在化してきています。パワーアシストウェアの開発は、高齢者の生活の質を向上させるために必要不可欠な取り組みです。まずは、パワーアシストウェアの開発に取り組んでいきたいと思います。

山辺 啓太 教授

**Wear** 空気がなじむ。 高齢者の身体機能が衰えることにより、日常生活で抱える課題は、さまざまな課題が顕在化してきています。パワーアシストウェアの開発は、高齢者の生活の質を向上させるために必要不可欠な取り組みです。まずは、パワーアシストウェアの開発に取り組んでいきたいと思います。

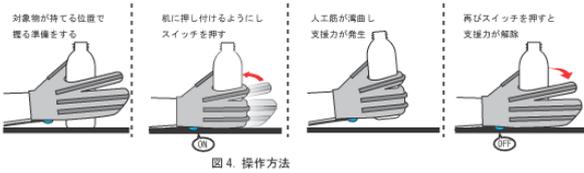
**Carry** 空気力をもち運ぶ。 グローブは2kgと軽量化で、持ち運びが容易なように設計されています。コンパクトなデザインで、高齢者の生活の質を向上させるために必要不可欠な取り組みです。まずは、パワーアシストウェアの開発に取り組んでいきたいと思います。

**Power Assist Glove** 空気力で握る。 高齢者の身体機能が衰えることにより、日常生活で抱える課題は、さまざまな課題が顕在化してきています。パワーアシストウェアの開発は、高齢者の生活の質を向上させるために必要不可欠な取り組みです。まずは、パワーアシストウェアの開発に取り組んでいきたいと思います。

**Ican do it!** 私達の研究では、高齢者や障害者自身の日常生活やリハビリテーションを支援する身体機能強化ウェア（アシストロボットの前身）を開発しています。安全かつ確実な力支援を実現することにより、必要の身体機能を補完し、このような課題を克服できるのが目標・趣意であることが前提です。そこで、私達は「認知症・高齢者」をターゲットとし、この問題の解決に役立つと考えられるウェア（アシストロボットの前身）を開発することを決意しました。

山辺 啓太 教授

## 簡単操作



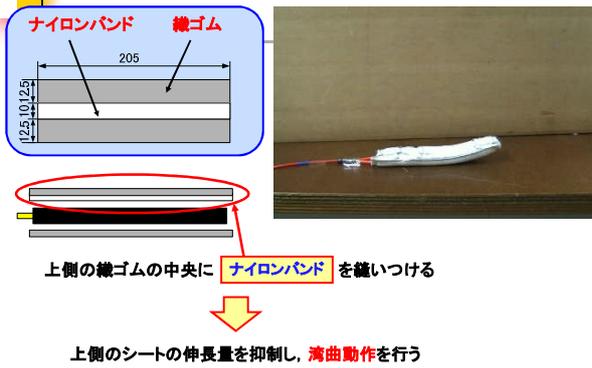
## エネルギー源の携帯

### ●小型軽量で携帯可能

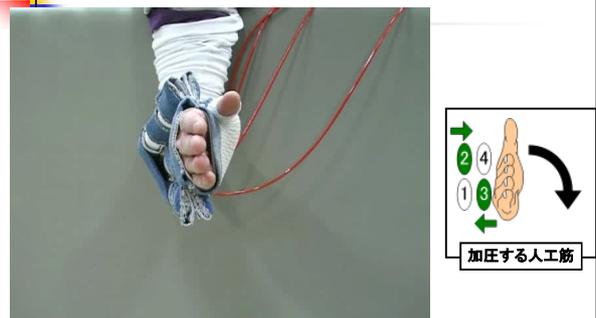
本装置の圧力源には5L未満の小型液化CO<sub>2</sub>ポンプを採用している。ポンプの交換は必要だが、コンプレッサやポンプに比べると、小型軽量、無騒動、無音、電線不要など、携帯性に優れている面が多い。50mlポンプを使用した場合、総重量約700g、使用回数約200回である。



## シート状湾曲空気圧ゴム人工筋



## 手首部パワーアシストウェア



## 肘部パワーアシストウェア



## ツイストアクチュエータ

### 構造



### 上肢用パワーアシストウェア

重量: 460[g]

上肢7自由度の内  
肘部, 前腕部, 手首部(2自由度)の  
4自由度の動作を実現

前腕部ひねり動作用  
パワーアシストウェア

肘部屈曲用  
パワーアシストウェア

手首部用  
パワーアシストウェア

### 空気圧ゴム人工筋を用いた リハビリ支援装置の特徴

- 装着者に安全で親和
- 小型で軽量
- 柔軟でやさしい装着感
- 空気圧力の加減で容易に支援力を調整可能
- 装着者のサイズ変更に対応可能

### 開発した歩行支援装置

MCRLAB

アクチュエータ  
McKibben型空気圧ゴム人工筋  
サポーターにマジックテープで固定

支援装置の機能

- ・股関節・膝関節の屈曲動作
- ・足関節はサポーターで固定

センサ  
ジャイロ, 加速度センサ

→ 下肢関節角度を計測

### 実際の歩行動画

MCRLAB

### 実験結果

MCRLAB

高い支援効果

EMGに明確な差異

### 医工連携&企業との協力

#### 医工連携と主な役割

(工)	研究開発全般
(医)	実証試験・評価
(協力企業)	装具製作 コントローラ製作

## 両足歩行訓練装置



## 両足歩行訓練



足底センサによりタイミング制御

### 男性患者の使用後の感想

- ・足が上がらないのが上がるようになった。
- ・自分で歩く動作ができた。
- ・感覚が軽く感じた。
- ・続けると感覚がよみがえるように思う。

## 動画: 両足歩行訓練



## 歩行訓練装置(片麻痺患者用)



## 動画: 立上り立下り支援



## 動画: 歩行片足支援



## 大学病院での実証試験

歩行訓練 2010-2013



## グローブ型手指リハビリ装置(男性用)



屈曲: 湾曲型空気圧ゴム人工筋  
伸長: マッキベン型空気圧ゴム人工筋

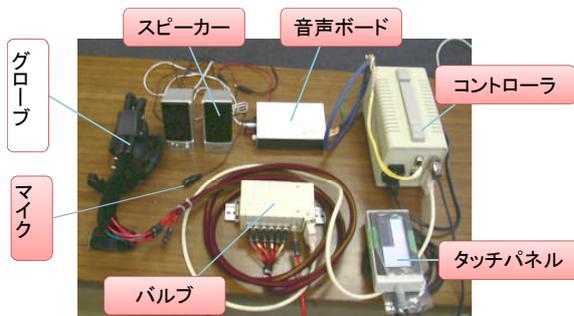
## 動画: グローブ男性用



## 動画: グローブ女性用



## 音声によるグローブ操作系の構成



## 動画: 音声によるグローブ操作



- 各装置とも機能・性能ともに実用可能なレベルに到達している

→近い将来

各病院や施設に設置  
在宅リハビリへの利用

- 課題:  
コンパクト化、ユーザフレンドリー、  
製品化(製造販売企業)、安全性・信頼性保証

ご静聴ありがとうございました。

