

免荷型パワーアシスト装置の開発と 実用化展開

徳島大学 大学院 社会産業理工学研究部
教授 高岩昌弘

研究背景①

日本は超高齢社会

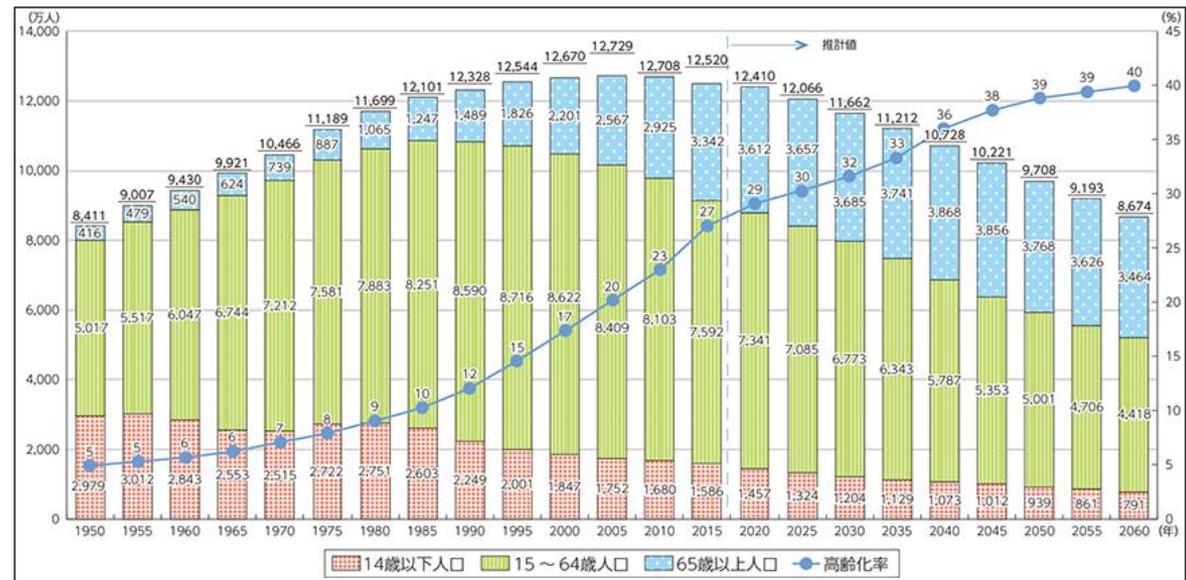
高齢者が2018年では

644万人に達している

(18年間で3.0倍に増加)

(出典：平成28年度情報通信白書)

少子高齢化に伴い
被介助者の増加



高齢者の人口推移

介助者の腰部負担の増加

看護業務従事者の5割以上が腰痛による仕事への支障

(出典：日本看護協会 2010年病院看護職の夜勤・交代制勤務等実態調査)

研究背景②



Stoop法



Squat法

厚生労働省は、持ち上げ動作を行う際に腰の負担の少ない**Squat法**を推奨している。



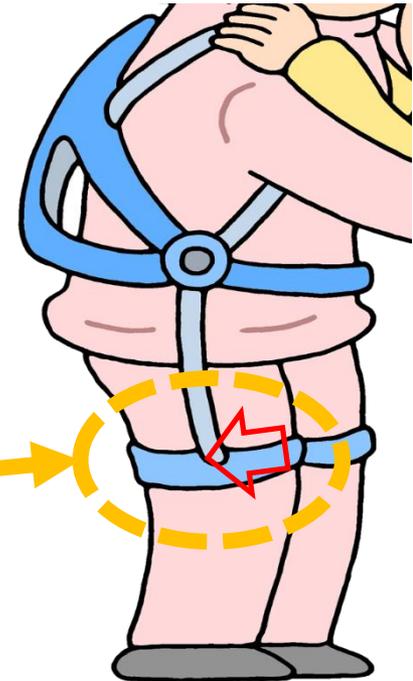
その一方

重量物の重さが体重の40%以上になると人は無意識にStoop法に移行してしまうという研究結果もある

研究背景③

装着型パワーアシスト装置の課題

- 装置重量が身体負担になる
- 着脱が容易ではない
- Squat法が容易ではない
- 高コスト



装着型の多くが
大腿部を押すことで支援

装着型パワーアシスト装置の例：
HAL腰タイプ, Cyberdyne社
HAL, Cyberdyne社
Every, イノフィス社
など

装着型パワーアシスト装置の
イメージ図

研究目的

**Squat法を阻害しない
免荷型空気式パワーアシスト装置を開発し、
本装置における支援効果を
筋骨格シミュレータと実機実験から検証する**

- 低コスト
- 装置重量が身体負担にならない
- 着脱が容易
- Squat法を阻害しない

特許出願済み（特願2021-165534）



免荷型空気式パワーアシスト装置 (アクティブ型)

新技術説明会
New Technology Presentation Meetings!

- 重量 : 5.0 [kg]
- 支援力 350 [N]
(450kPa時)
- 着脱が容易
- Squat法を阻害しない
- 脇下から支援
- 装置重量が**身体負担にならない**

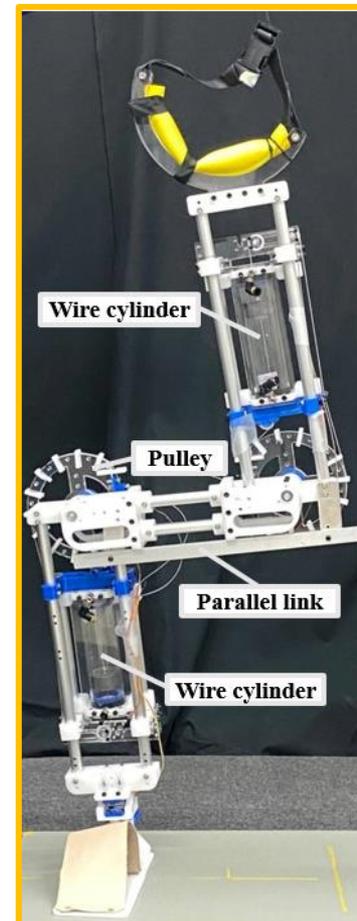


装着時

出力・重量比が高く、バックドライブ性を有する空気圧アクチュエータ



安全性向上

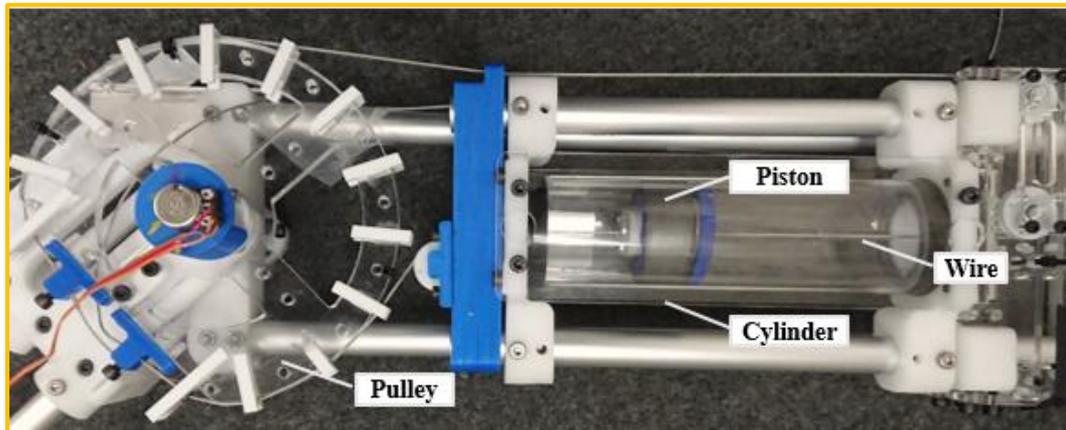


アシスト装置 外観

ワイヤー式空気圧アクチュエータ

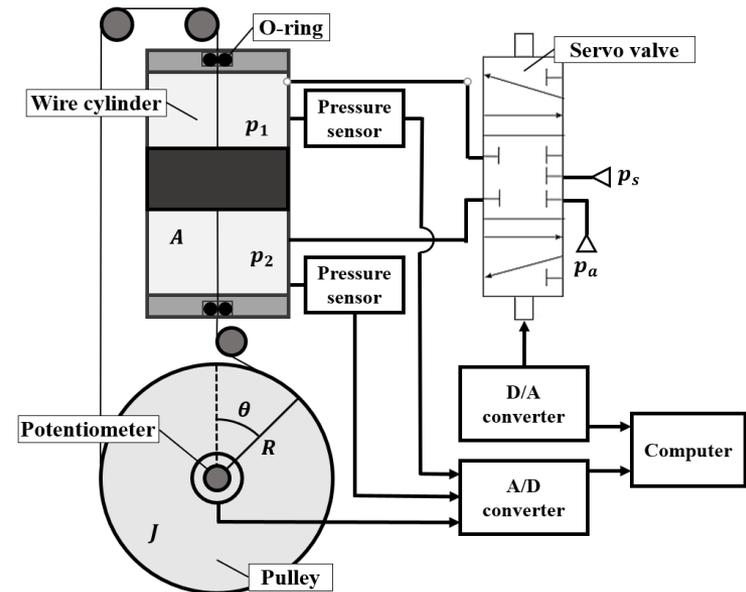
特許出願済み (特願2020-71563)

新技術説明会
New Technology Presentation Meetings!



ワイヤー式シリンダと回転機構
(特願2020-071563)

- トルク : **55.8[Nm]** (450kPa時)
 - 重量 : 1.8[kg]
- (シリンダ+プーリ+アルミニウムフレーム)



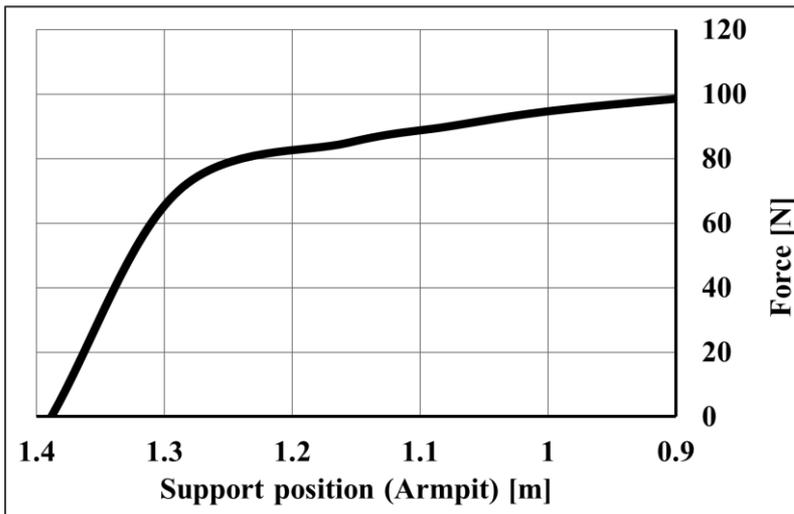
空気圧駆動回路

制御環境はLinuxの実
時間拡張RT-AIを使用

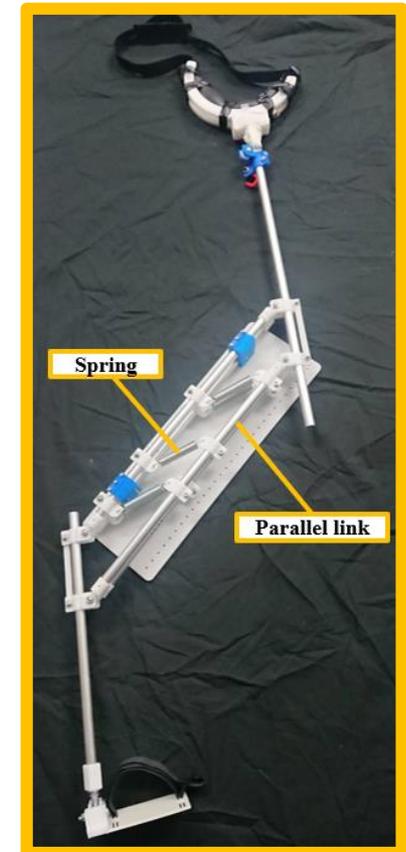
パッシブ型パワーアシスト装置

- 重量 : 1.8 [kg]
- 着脱が容易
- 装置重量が**身体負担にならない**
- **様々な環境での運用が可能**

新技術説明会
New Technology Presentation Meetings!



装着時



アシスト装置 外観

持ち上げ動作支援 検証実験

アクティブ型、パッシブ型
の支援効果を検証する。

Squat法で持ち上げ動作を行い、
アシスト装置を右脇に装着して実験を行った。

装着した時と装着していない時を
筋電センサ、床反力計、モーション
キャプチャカメラを用いて比較する。

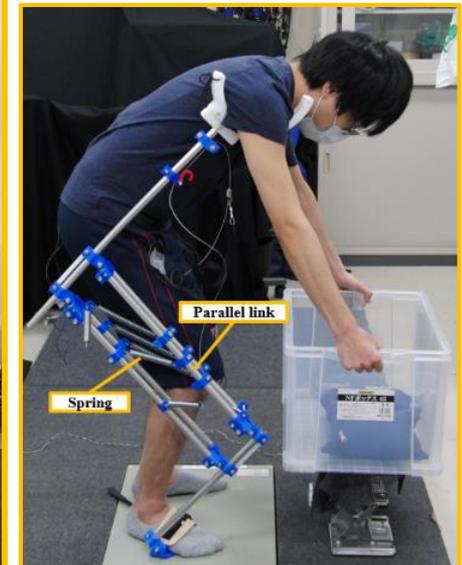
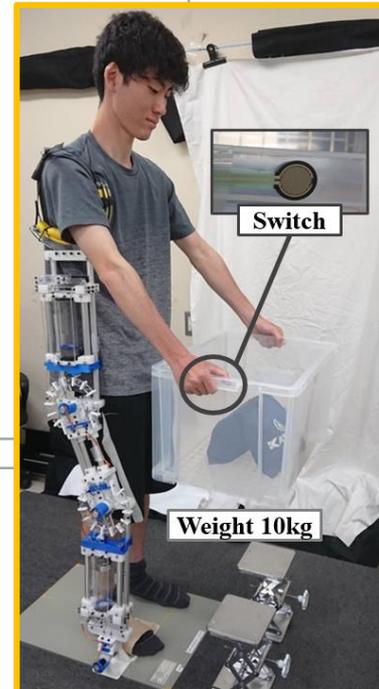
スイッチを押すと、支援力100Nが
右脇下に作用する。

被験者 (20代男性 3人)

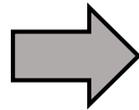
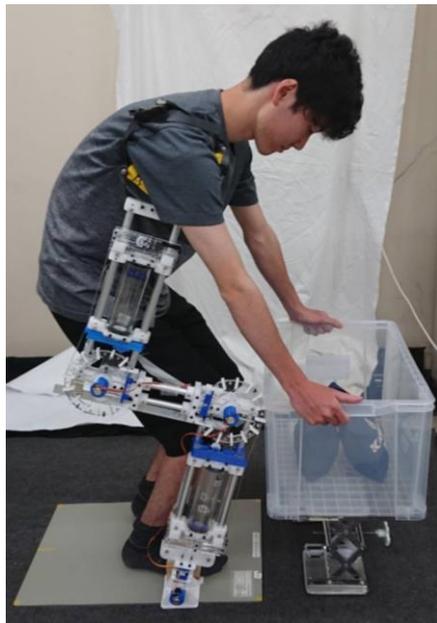
身長 : 170 ± 1 [cm], 体重 : 55 ± 1 [kg]

試行回数 : 4回

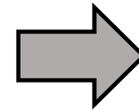
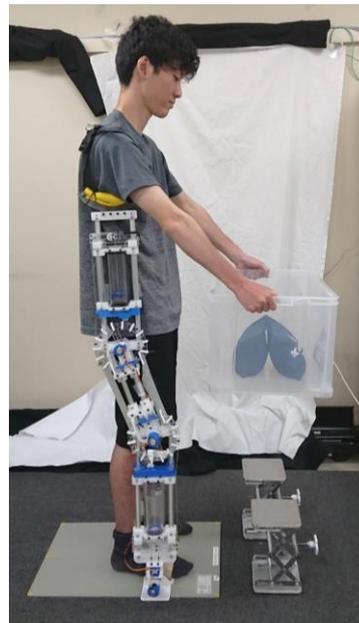
新技術説明会
New Technology Presentation Meetings!



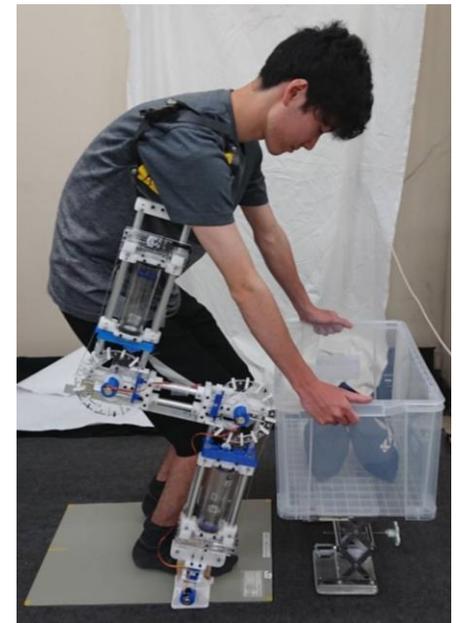
持ち上げ動作支援 検証実験



Extension



Flexion

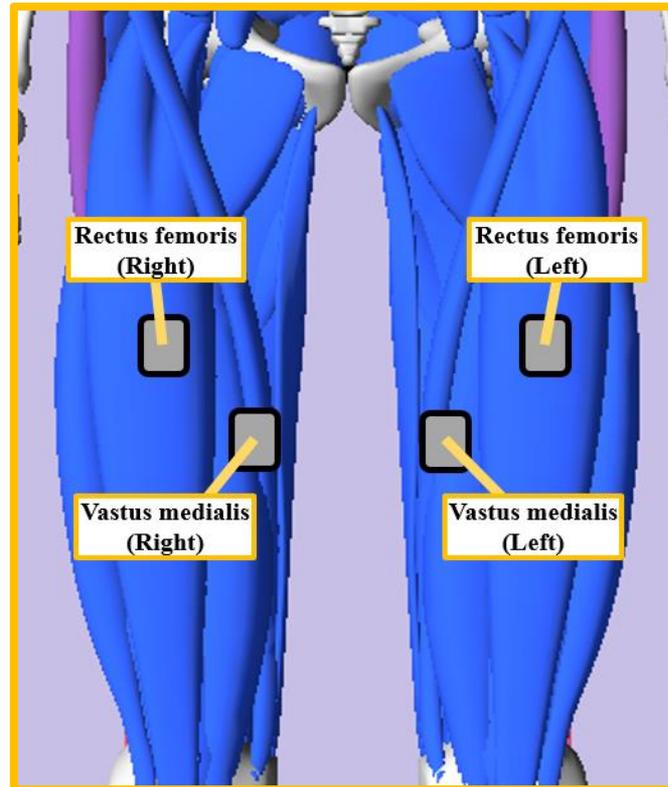
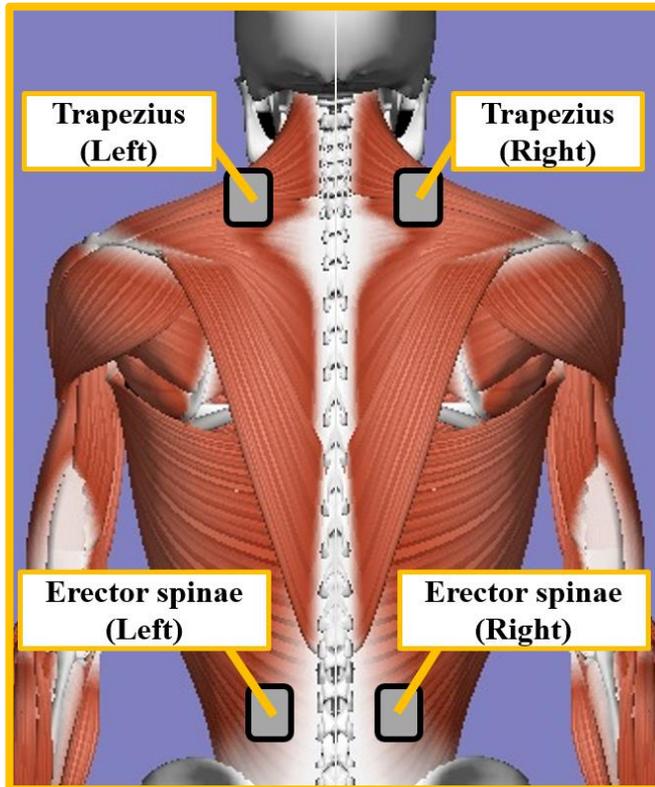


Lift up(4.0s)

Hold(4.0s)

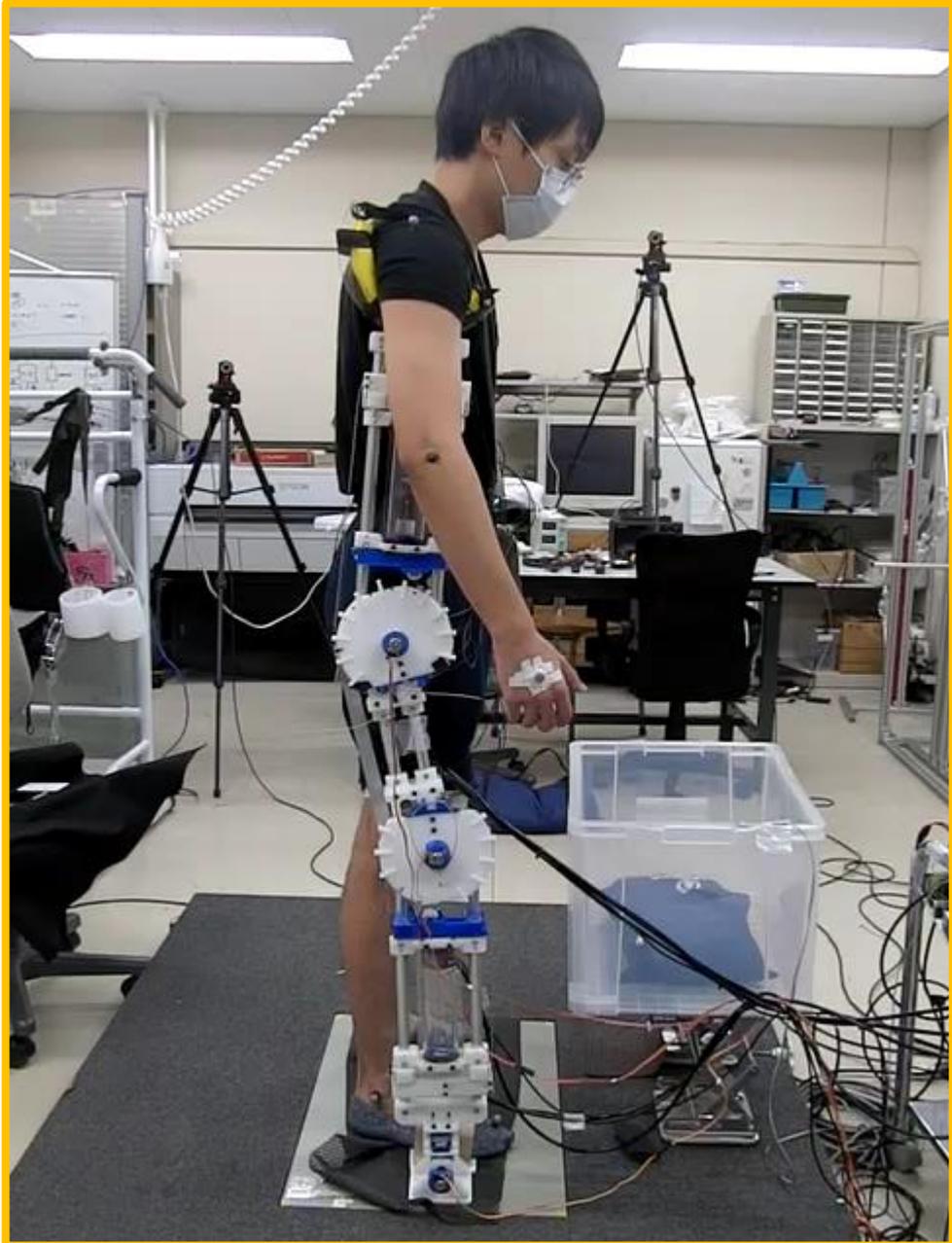
Lift down(4.0s)

持ち上げ動作支援 検証実験



筋電位センサの貼付位置
上半身 4個， 下半身 4個 計8個

持ち上げ動作支援 検証実験

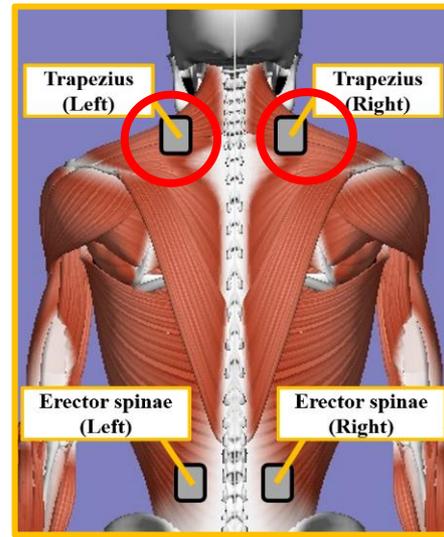


新技術説明会
New Technology Presentation Meetings!

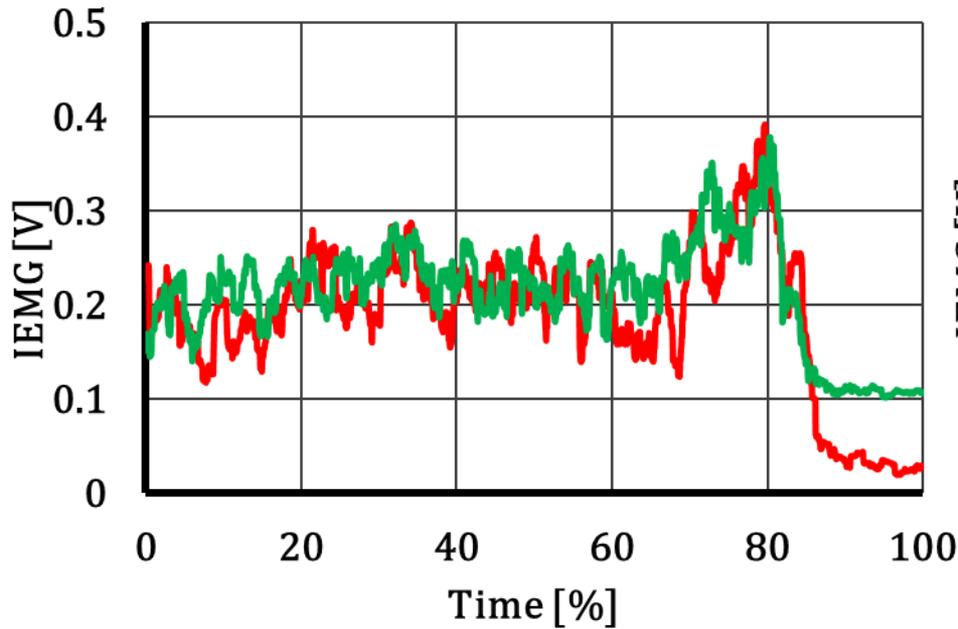
持ち上げ動作支援 実験結果

アクティブ型 (力制御)

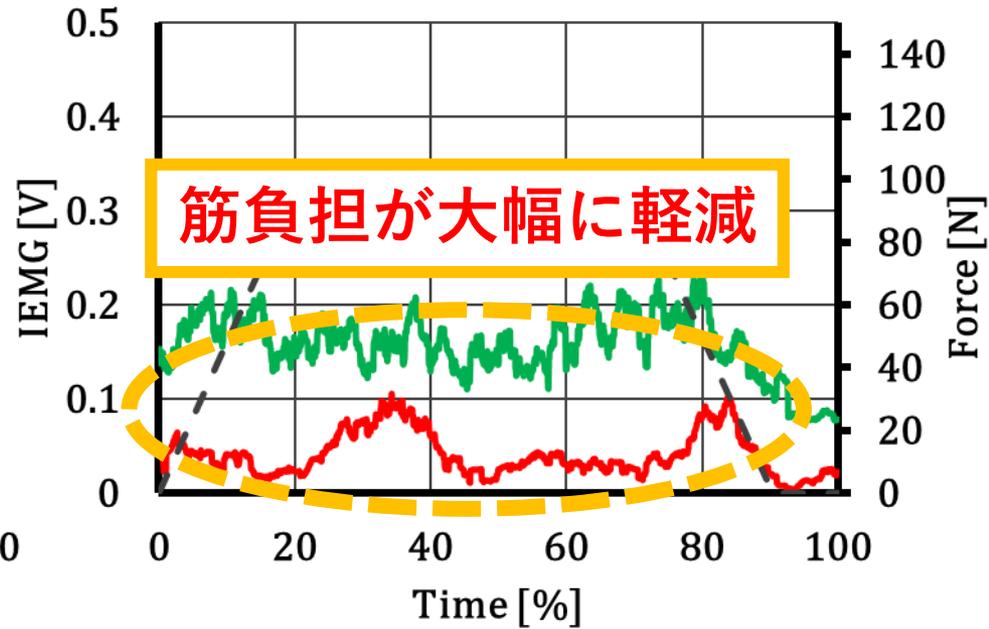
(Trapezius : 僧帽筋)



新技術説明会
New Technology Presentation Meetings!



装置なし



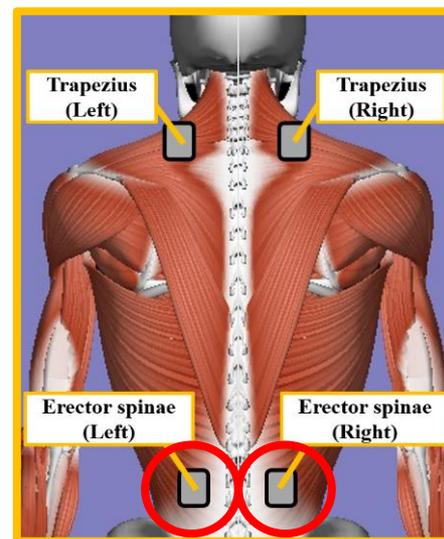
装置あり

— Trapezius (Right) — Trapezius (Left) - - Force

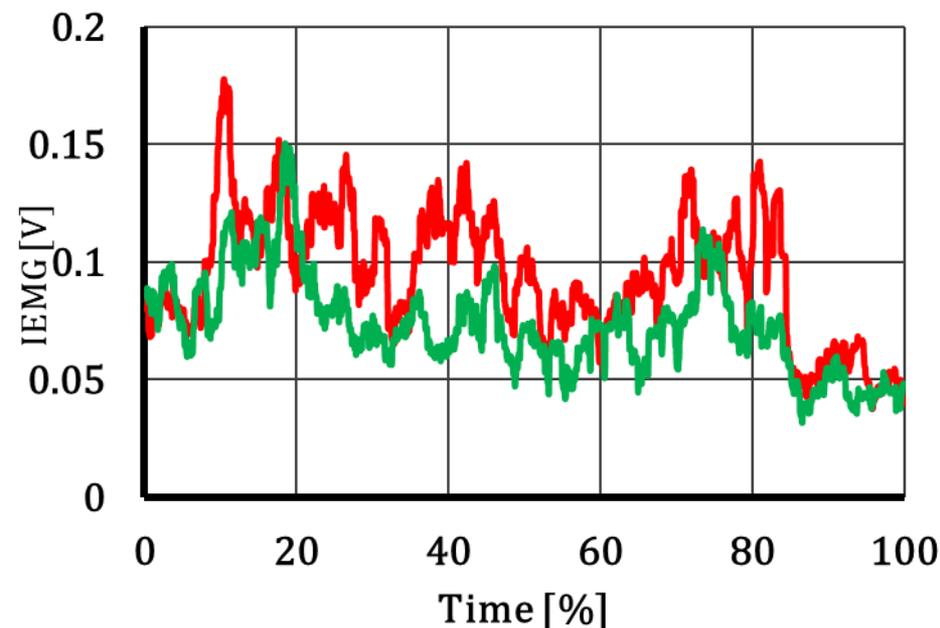
持ち上げ動作支援 実験結果

アクティブ型 (力制御)

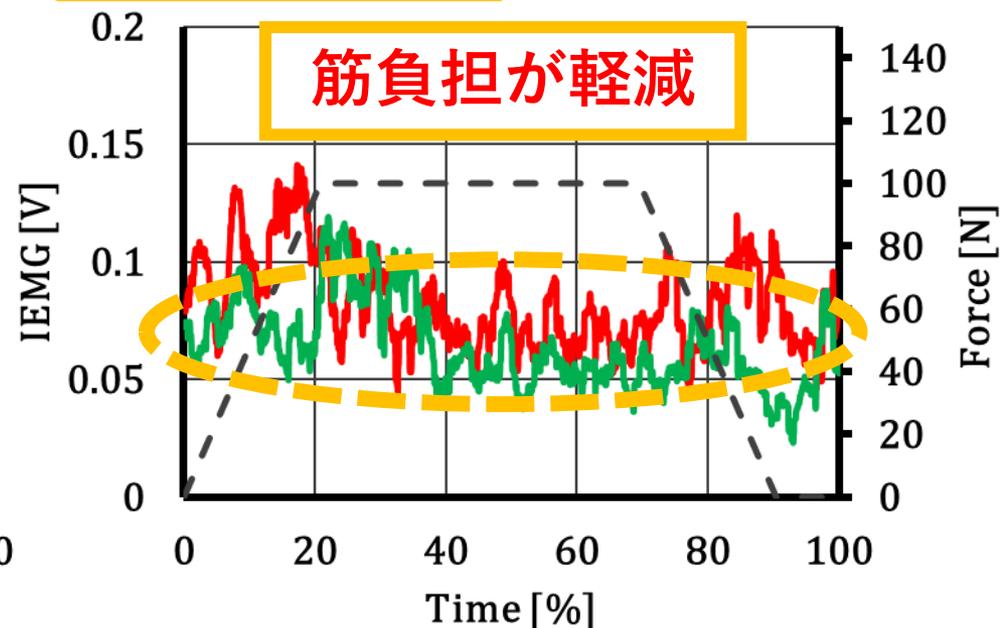
(Erector spinae : 脊柱起立筋)



新技術説明会
New Technology Presentation Meetings!



装置なし



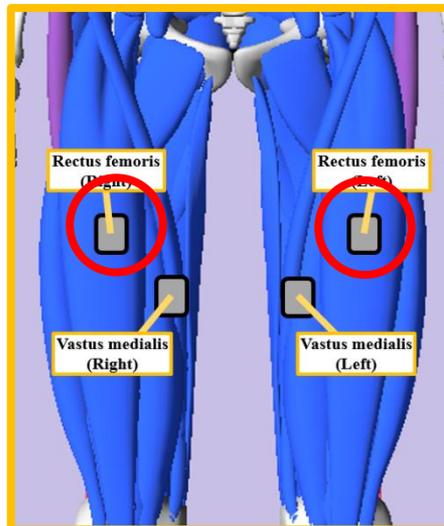
装置あり

— Erector spinae (Right) — Erector spinae (Left) - - Force

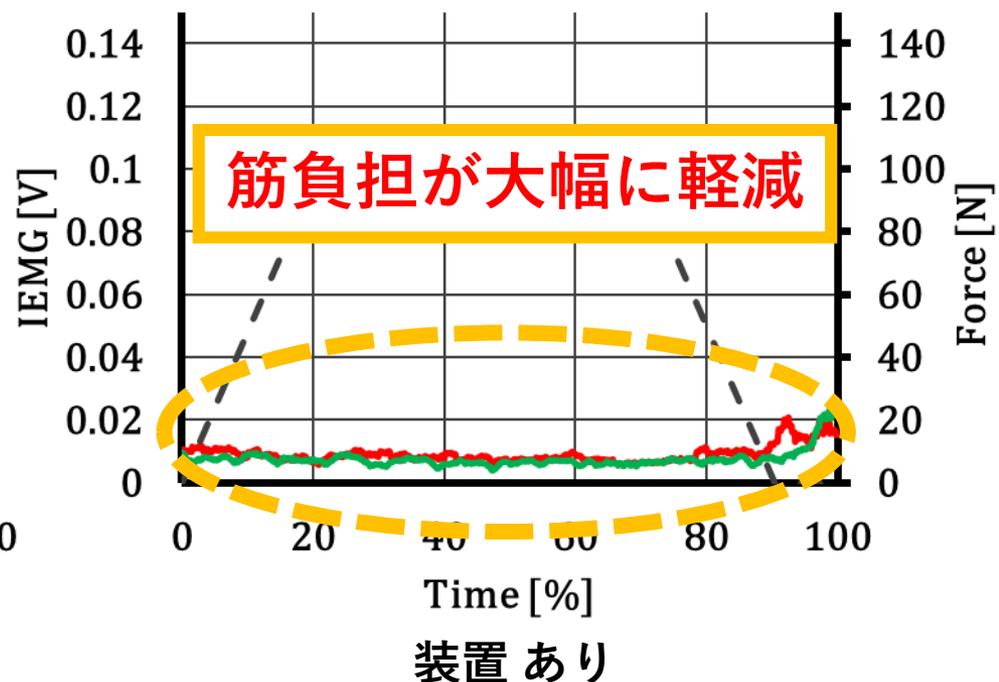
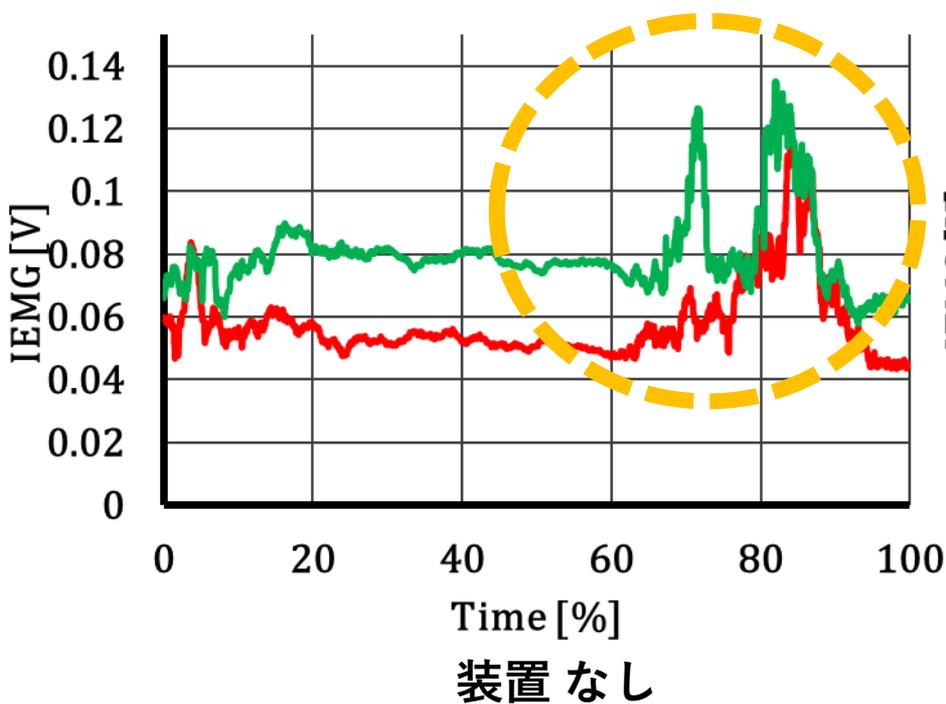
持ち上げ動作支援 実験結果

アクティブ型 (力制御)

(Rectus femoris : 大腿直筋)



新技術説明会
New Technology Presentation Meetings!

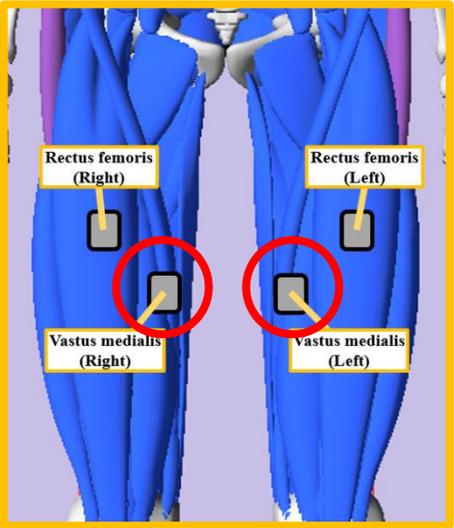


— Rectus femoris (Right) — Rectus femoris (Left) - - Force

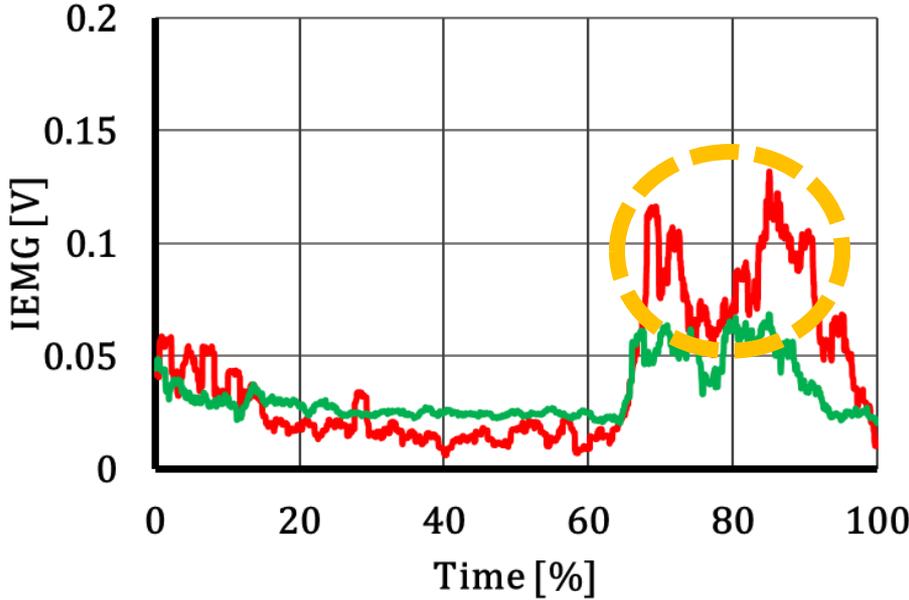
持ち上げ動作支援 実験結果

アクティブ型 (力制御)

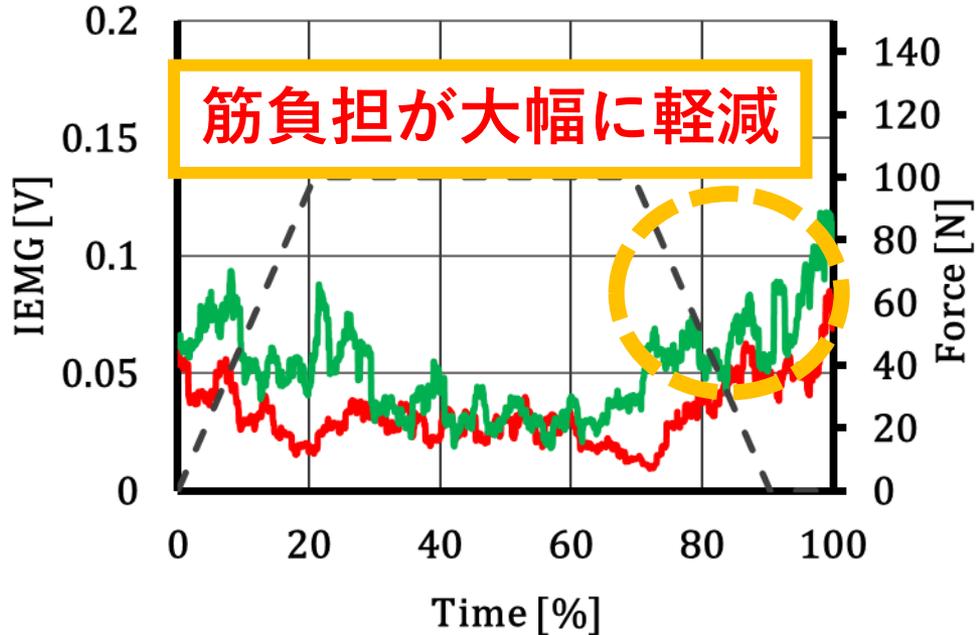
(Vastus medialis : 内側広筋)



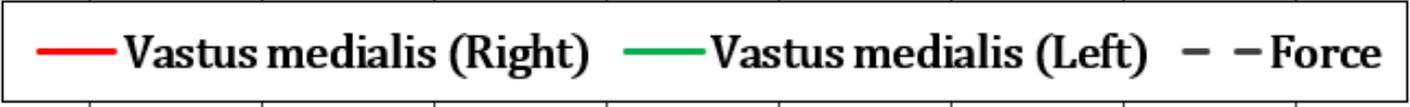
新技術説明会
New Technology Presentation Meetings!



装置なし



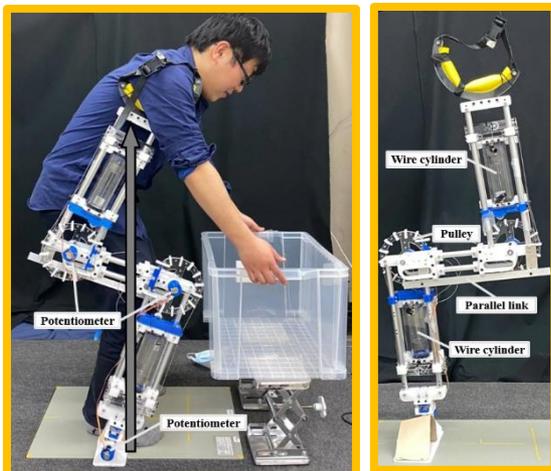
装置あり



持ち上げ動作支援 実験結果

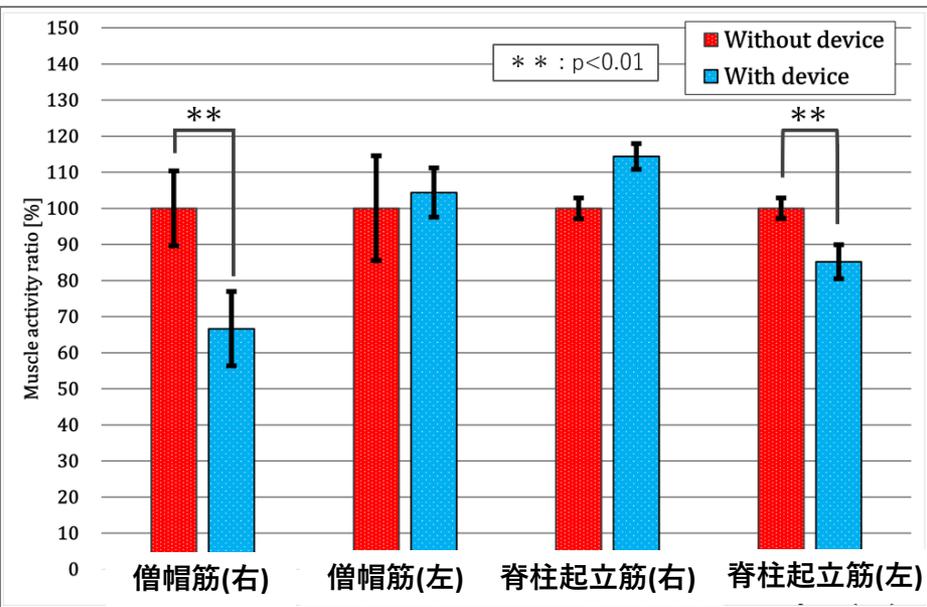
アクティブ型 (力制御)

(筋活動量)

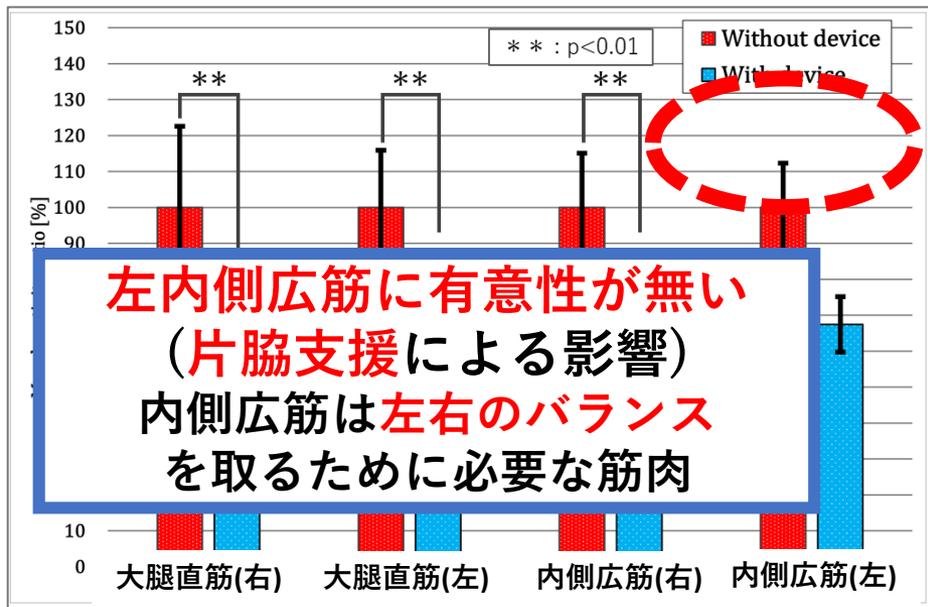


新技術説明会
New Technology Presentation Meetings!

未装着時の筋活動量を100%とした場合



上半身



左内側広筋に有意性が無い
(片脇支援による影響)
内側広筋は左右のバランス
を取るために必要な筋肉

下半身

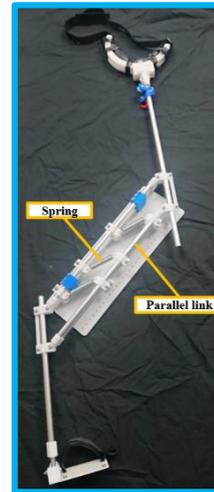
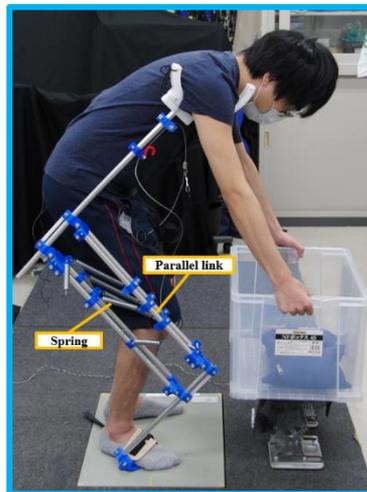
Squat法での持ち上げ動作は
下半身の筋負担が増加する



下半身の筋負担が大幅に軽減

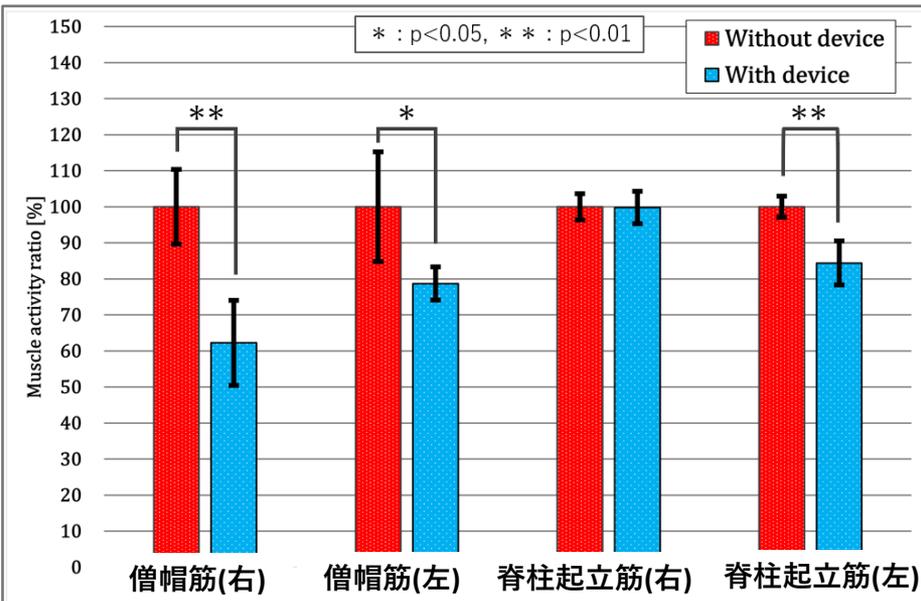
免荷型空気式アシスト装置

持ち上げ動作支援 実験結果 パッシブ型 (筋活動量)

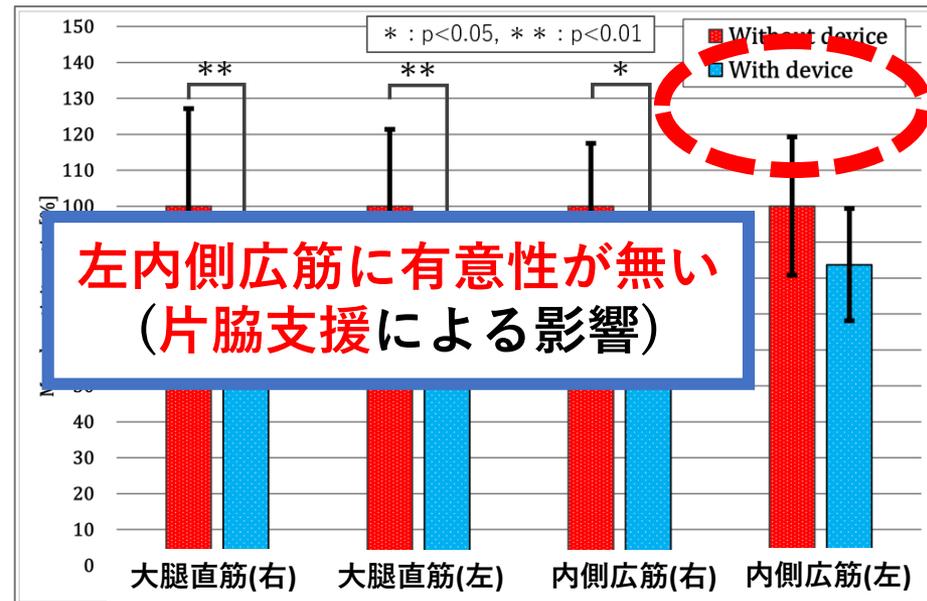


新技術説明会
New Technology Presentation Meetings!

未装着時の筋活動量を100%とした場合



上半身



下半身

下半身の筋負担が大幅に軽減

筋骨格シミュレータを用いた動作解析

被験者BとCで 支援効果に差が生じている

被験者B：筋負担 **大幅に軽減**

被験者C：筋負担 **一部増加** (内側広筋も含む)

B	Avg.	100	42.5	100	56.3	100	59.3	100	75.9
	SD	28.6	3.1	27.3	5.6	54.1	3.8	33.4	11.3
C	Avg.	100	97.5	100	128.1	100	83.4	100	95.0
	SD	3.0	11.3	3.7	14.4	13.7	8.9	8.9	12.4

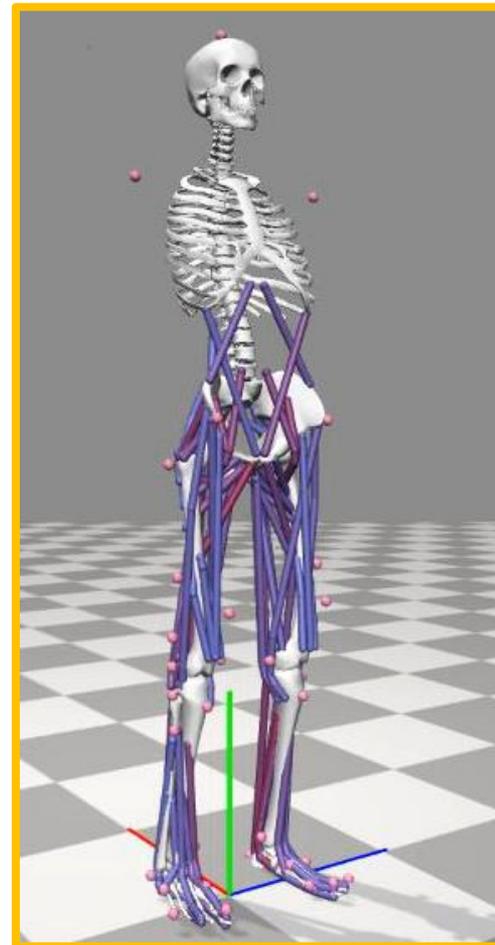
V.M. : Vastus medialis, R.F. : Rectus femoris

筋骨格シミュレータ (OpenSim) を用いて、
片脇支援時の筋活動を調べ、本装置の支援効果
を検証する。

片脇支援に対する影響を調べ、
運用方法を提案する。

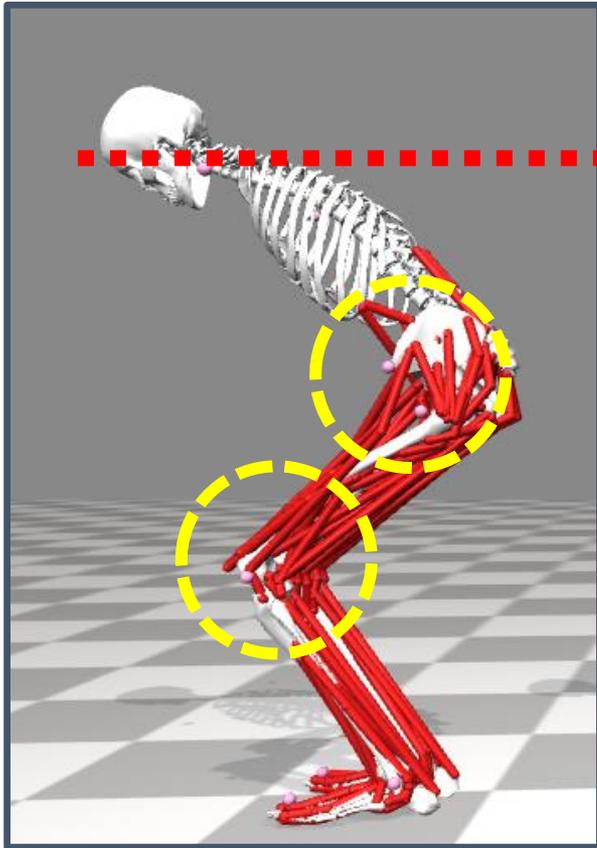
(特に左内側広筋 や 持ち下げ時の上半身を調べる)

新技術説明会
New Technology Presentation Meetings!

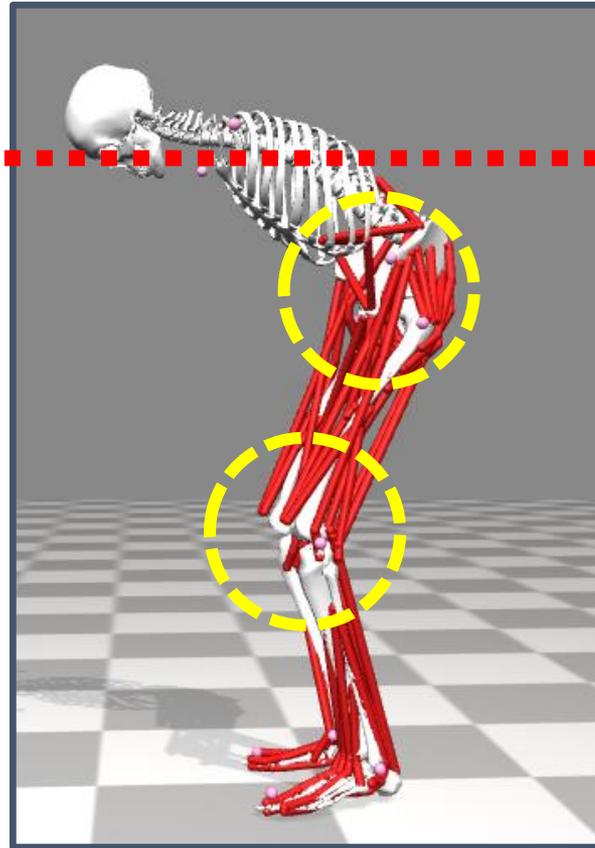


筋骨格シミュレータを用いた動作解析

新技術説明会
New Technology Presentation Meetings!



被験者B (身長：170cm)



被験者C (身長：173cm)

被験者Cは膝関節をあまり曲げず、
腰部を曲げている



重心が高くなり、
バランスが不安定になる

下半身の負担を減らす免荷型アシスト装置の支援効果を得ることが難しい

結 論

- 脇下から支援を行うことで、身体への物理的拘束が少なく、Squat法を阻害しない**免荷型空気式パワーアシスト装置**を開発した。
- 様々な環境での運用を考慮した外部動力をもたない**パッシブ型アシスト装置**を開発した。
- **持ち上げ動作支援**の検証実験により、アクティブ型とパッシブ型双方で**右半身の筋負担が大幅に軽減**されていることが示され、**本装置の有効性**が確認された。
- **筋骨格シミュレータ (OpenSim)**を用いて、持ち上げ動作時の関節角度や筋活動を**定量的に評価**し、片脇支援に対する影響を調べた。**シミュレーション解析**ならびに**本アシスト装置の有効性**を確認した。

想定される用途

- 本技術はしゃがみ込み動作や中腰姿勢維持のように、特に下半身の筋負担に対して高い軽減効果が期待できるため、一般的な一次産業分野における重量物の持ち上げ支援や介助動作支援への適用が期待される。
- 免荷型かつ脇下支援という特徴を利用することで、片麻痺患者の歩行支援としての用途も考えられ、リハビリテーション支援デバイスとしても有用であると考えられる。
- 本装置は人体との接触部がシューズ部と脇下部の2点のみであるため、圧倒的な着脱の容易さを特徴としている。必要な時だけ素早く装着し、不要時には素早く外す、オンデマンド的使用形態が可能である。

実用化に向けた課題

- 本支援装置は脇下支援という支援形態を特徴としている。これにより、下半身の筋負担軽減効果を有するが、同時に脇下部の圧迫という問題が生じる。現在、種々の方法により脇下圧迫力の低減法を構築しようとしている。
- 全体重量やコストの観点からパッシブ型アシスト装置の市場投入をまずは考えている。現在、農家における実証試験を行っており、実用上の問題点をフィードバックすることで、機能向上を目指している。
- 実用化に向けては、使用者の体格に装置を容易にフィットさせる機能や、支援力の調整機能などの機能を実現する必要があると考えている。

企業への期待

- パワーアシスト装置の市場についても高い見識を有するとともに、一次産業分野や介護分野における身体負担問題に精通し、その解決に向けた製品作りに熱意をもって対応可能なユーザー企業との共同研究を希望

本技術に関する知的財産権

- 発明の名称 : アシスト装置
- 出願番号 : 特願2021-165534
- 出願人 : 徳島大学
- 発明者 : 高岩 昌弘、横田 雅司

産学連携の経歴

- 2006年-現在 複数の企業と共同研究実施
(計5社：実施中を含む)
- 2006年度 JSTシーズ発掘試験採択
- 2008年-2009年 JSTシーズ発掘試験採択
- 2012年-2013年 JST A-STEP採択

お問い合わせ先

徳島大学

研究支援・産官学連携センター 宮澤 日子太

Mobile: 090-1576-2591

Tel: 088-656-9400

E-mail: miyazawa@s-tlo.co.jp

株式会社テクノネットワーク四国（四国TLO）

Tel: 087-813-5672