

余分な下肢関節負荷の小さい 動作軌道を描く起立支援装置



大阪公立大学 大学院工学研究科
機械系専攻 助教 高井飛鳥

2022年11月1日

発表の概要

- ◆ 本技術の概要
- ◆ 背景：既存技術における課題
- ◆ 本技術の特徴
- ◆ 実用化に向けて



本技術の概要

個人に適した軌道で座面が動くため
少ない負荷で立ち上がることができる



背景：既存技術における課題

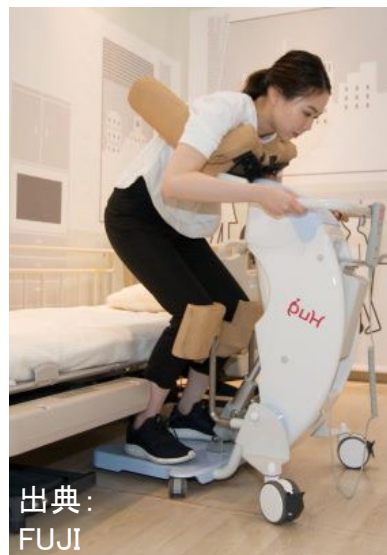
背景

- ◆ 独立して生活するための基本的な日常生活動作 (ADL)
起居動作・移乗・移動・食事・更衣・排泄・入浴・整容
— 立ち上がり・座位・ベッド上の移動・寝返り
⇒ **立ち上がり動作は日常生活で頻繁におこなわれる**
- ◆ ADLが低下すると寝たきりの状態へと進行しやすくなる
⇒ **立ち上がり動作は生活の要とも言える**



起立支援機器

- ◆ 一人で立ち上がることが難しい場合
支援機器を使う or 介助してもらう
— 利用者の身体機能に応じた様々な支援機器が存在する
- ◆ 介助者の腰痛発生の低減や利用者の活動性の向上に役立つ



低

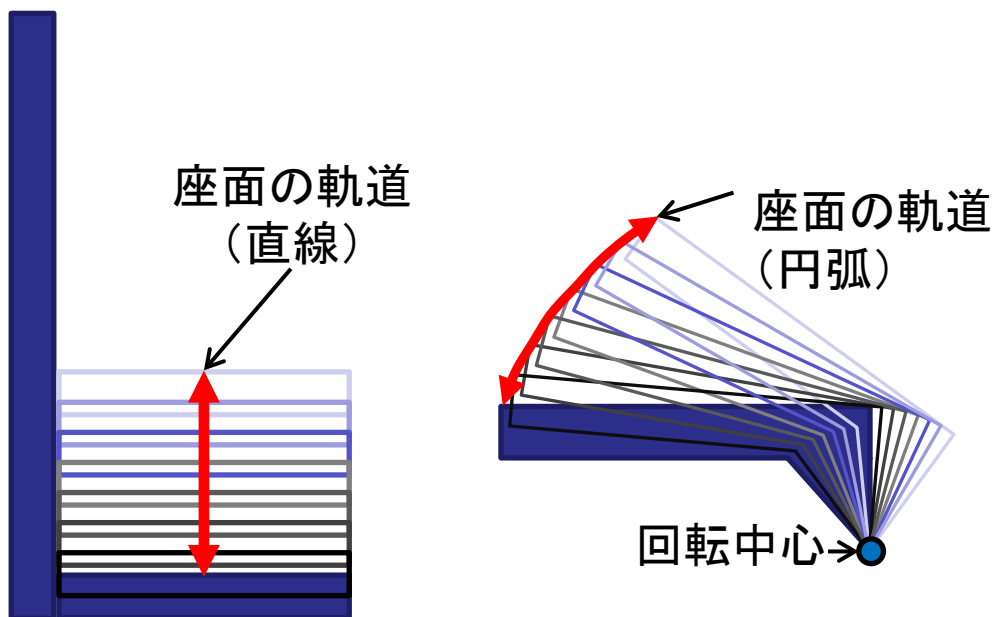
利用者の身体機能

高

身体機能の比較的高い利用者向けの 起立支援機器における課題

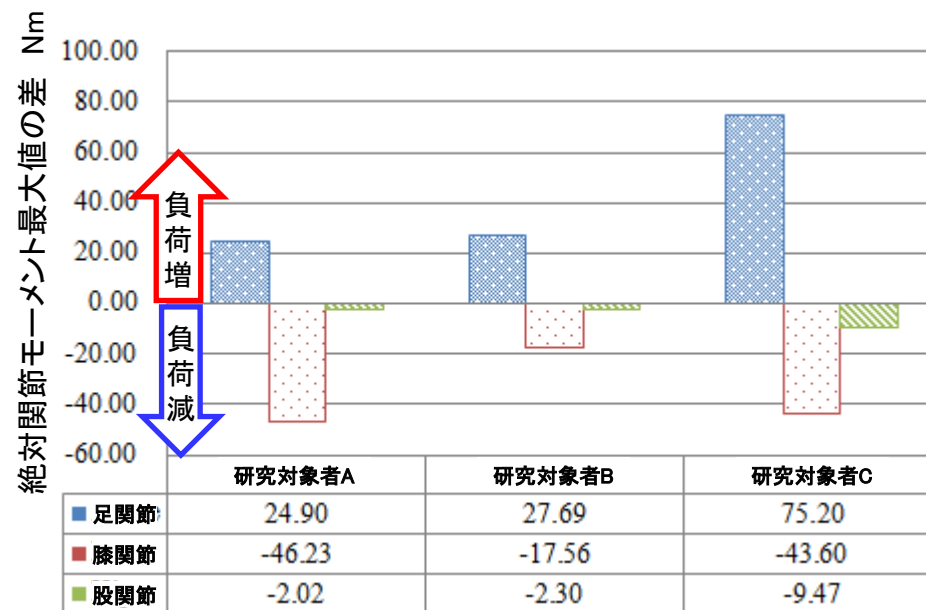
- ◆ 支援軌道が利用者の支援されている時の身体負荷を決める
 - ◆ 直線的であったり、曲線的であっても利用者が自然な立ち上がり動作ができない支援軌道となっている
- ⇒ 個人に適した立ち上がり動作で無いと余分な負荷がかかる

例) 簡易型支援装置を用いた場合、自然起立に比べて膝・股関節で負荷減少するも、足関節では負荷増加



座椅子型支援装置

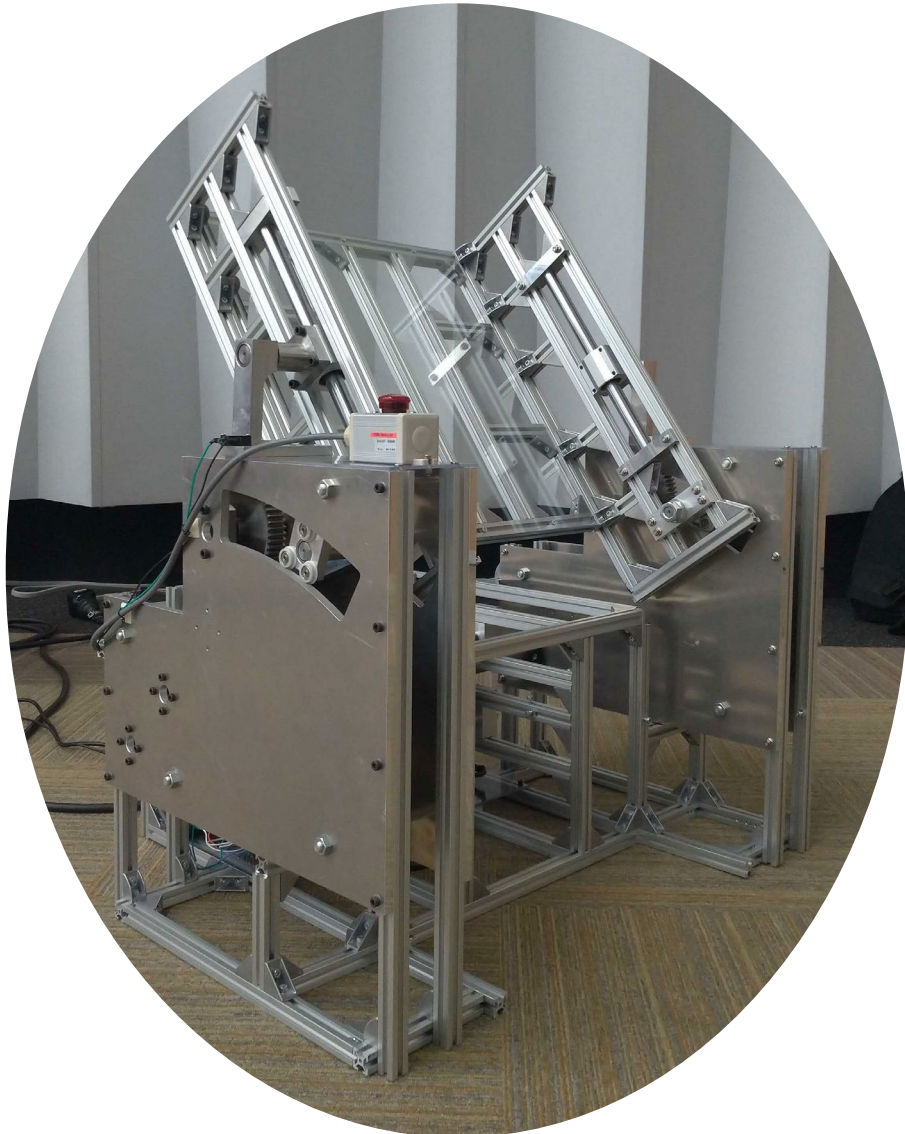
簡易型支援装置



簡易型支援装置を用いた場合の
被験者ごとの自然起立時に対する負荷の増減

本技術の特徴

本技術の特徴



- ◆ 比較的自立度の高い利用者が自宅等で使用することを想定
 - ◆ 座部に腰掛ける利用者の臀部を押し上げて支援する
 - ◆ 座部の動きは**利用者に適した軌道を再現**している
- ⇒ **利用者の負荷となりにくい支援**ができるように設計されている

本技術の詳細: 身体の負荷

- ◆ 身体の負荷の大きさを測る基準は1つに定まっていない
⇒ 指標として相応しい値を選ぶ必要がある

- ◆ 他人(共通)の指標値 or 個人の指標値

物理量

- 関節角度・関節角速度
- 関節モーメント・反力
- 起立に要した時間 等々



計算方法

- 最大値: 動作中の瞬間的な評価
- 総和: 動作の包括的な評価

⇒ 約90候補

- ◆ 動作中に感じる「立ち上がりにくさ」の定量化

⇒ 椅子の座面の高さに応じて「立ち上がりにくさ」は変化する

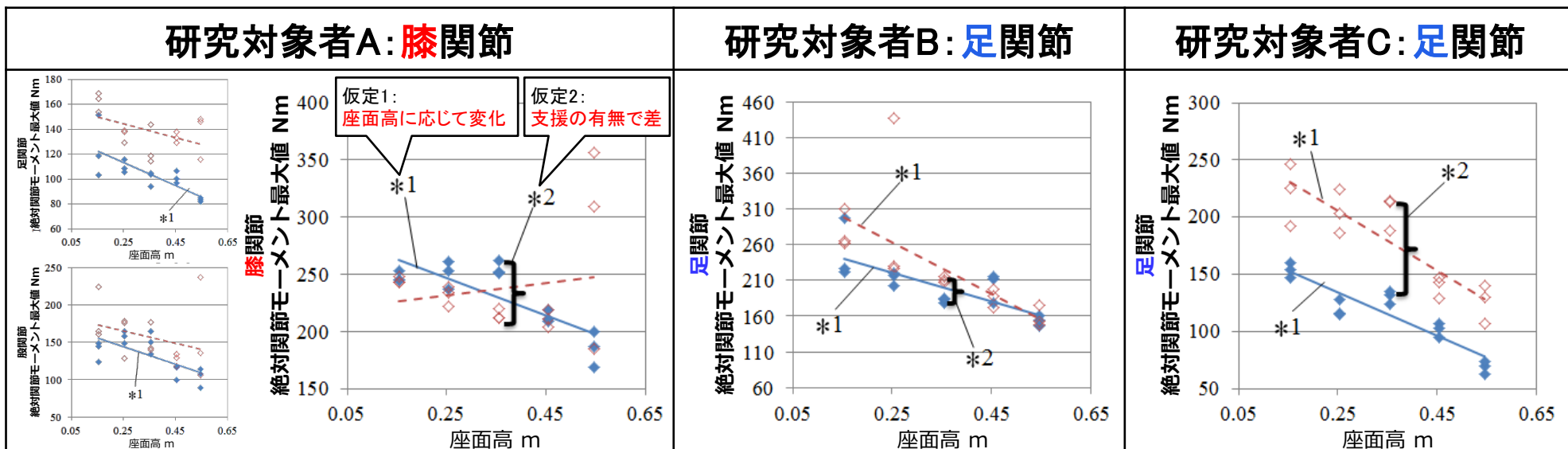
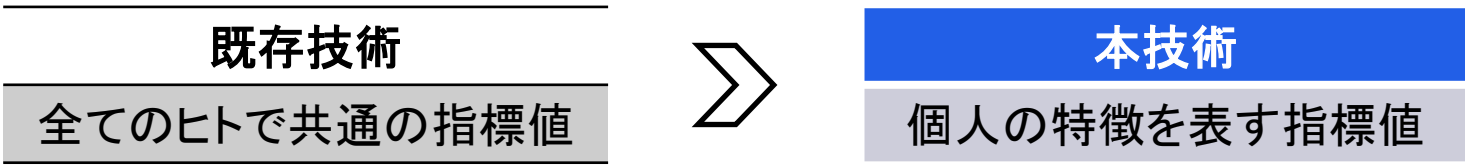
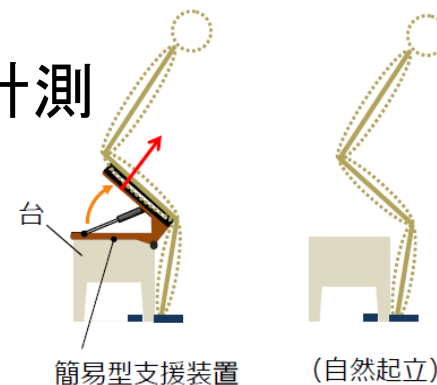
仮定1: 負荷の指標値も座面高に応じて変化する

⇒ 支援されると「立ち上がりにくさ」は変化する

仮定2: 負荷の指標値も支援の有無で差が生じる

本技術の詳細：個人の指標値の選定

- ◆ 5種の高さの椅子からの自然起立とアシスト有り起立を計測
アシストは座部を押すタイプの簡易型支援装置にて実施
- ◆ 負荷のかかり方は個人で異なる
⇒ 仮定1と仮定2の両方を満たす指標値は個人で異なる



● 自然起立 ● アシスト有り = 回帰モデル(自然起立) = 回帰モデル(アシスト有り)

本技術の詳細：支援軌道の検討

- ◆ 利用者は立ち上がりにくい動作＝負荷の高い動作をしている
⇒ 負荷の少ない支援軌道を導き出す必要がある

- ◆ 他人(健常者)の動作 or 個人の最適動作

身長・体重 × 環境 × クセ ⇒ 無数の候補

- ◆ 選ばれた指標値を使い、負荷の少ない起立動作を導き出す
⇒ 自然起立からかけ離れた動きはできない
⇒ ヒトは自然と効率的な動作をしている

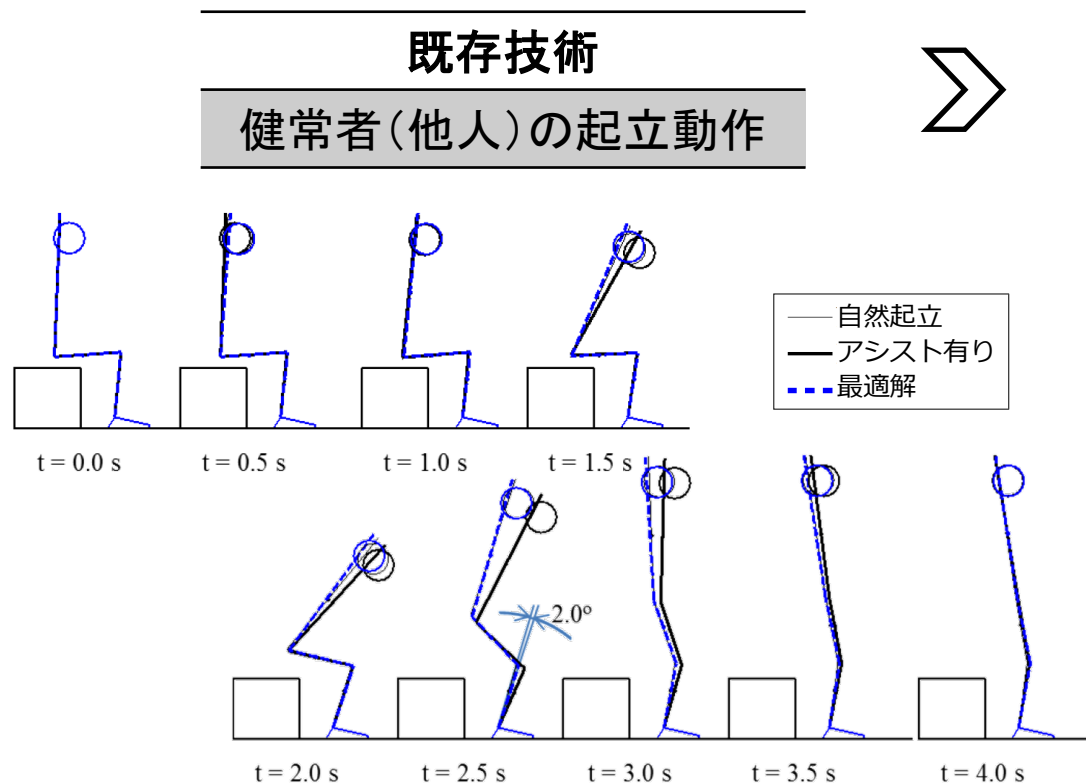
仮定：自然起立の近傍に余分な負荷の少ない最適起立動作がある

例) 研究対象者Aの場合

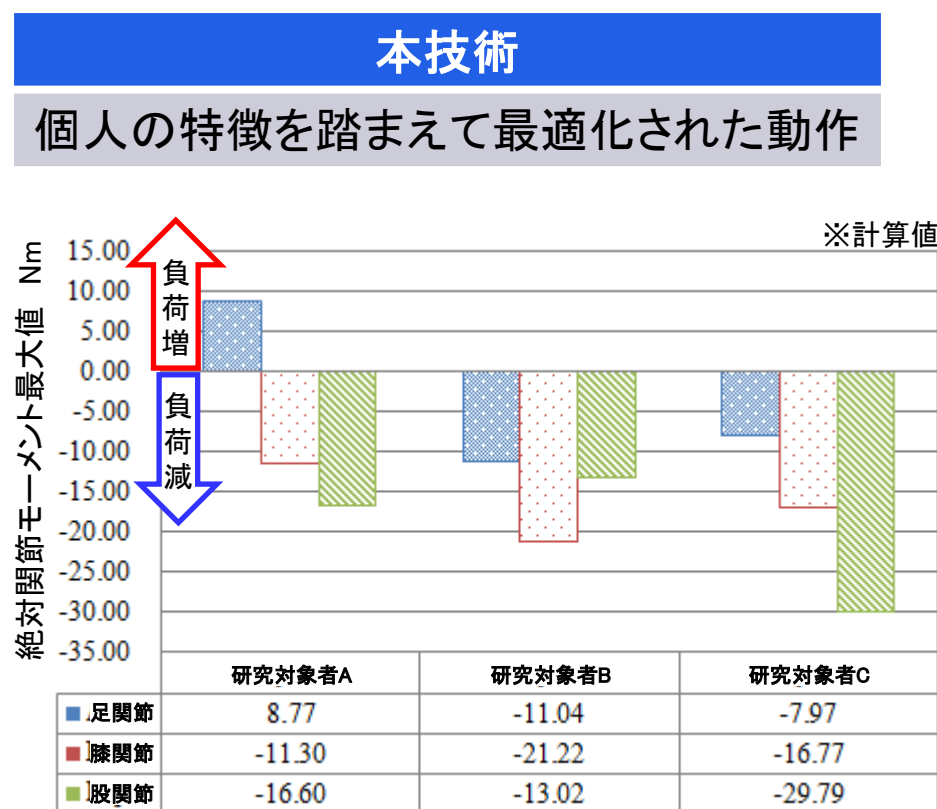
膝関節における絶対モーメントの最大値を最小とする

本技術の詳細: 最適起立動作の導出

- ◆ 自然起立を含む多数(約2000通り)の起立動作をシミュレーション
負荷(個人の指標値)が最小となる起立動作を探索(計算手法: 遺伝的アルゴリズム)
- ◆ 自然起立より余分な負荷が小さい起立動作を導出



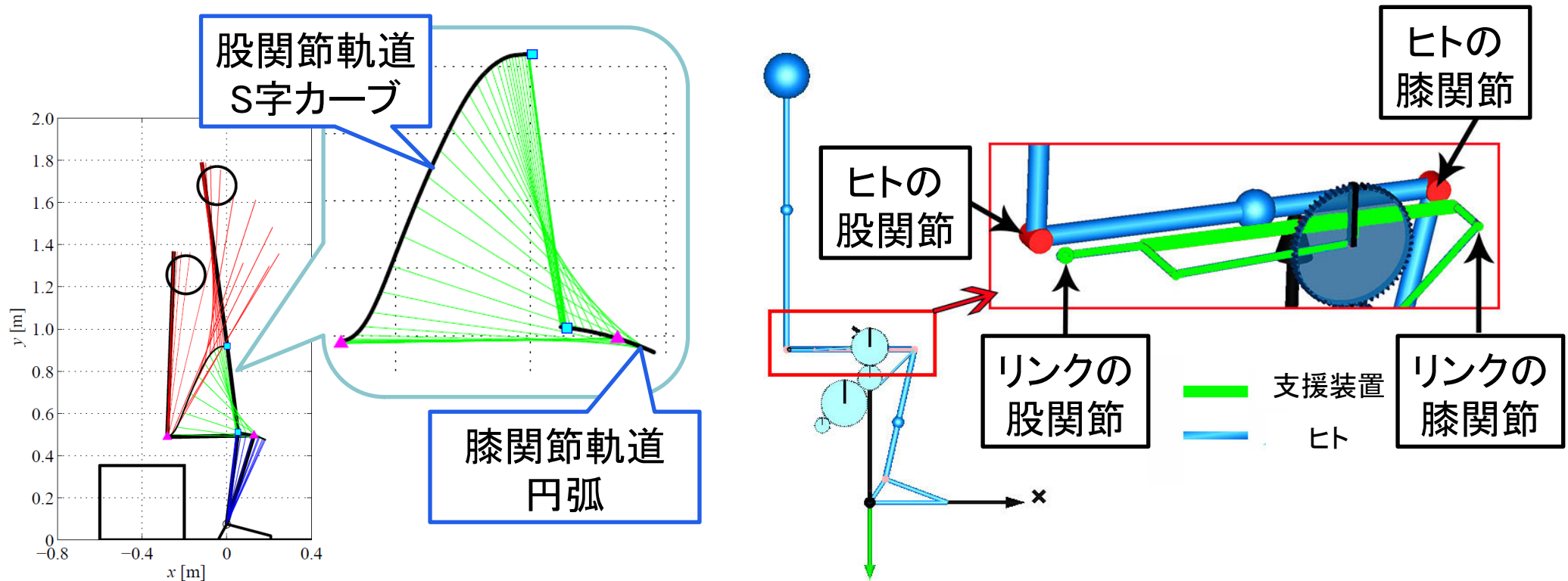
例) 研究対象者Aに対して座面高35.4cmの場合に指標値(膝関節の絶対モーメントの最大値)が最小となる時刻毎の立ち上がり動作



導出された最適起立動作における被験者ごとの自然起立時に対する負荷の増減

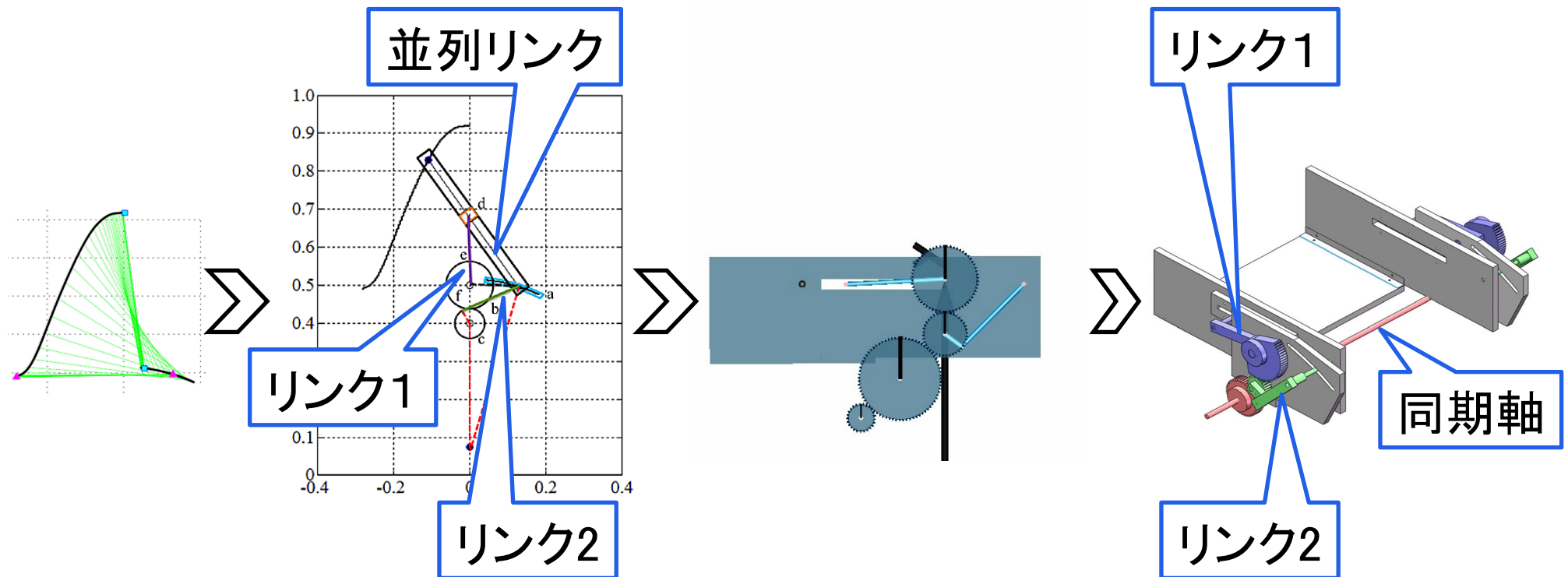
本技術の詳細：最適起立動作を機構で再現

- ◆ 座面は、単に開くのではなく、**前方は前後に往復運動をしながら後方は曲線的に持ち上がる**
⇒ 導出された最適起立動作における股関節・膝関節の軌道に着目
- ◆ 利用者の大腿部と並列するリンクを定義



本技術の詳細：座部移動機構の設計

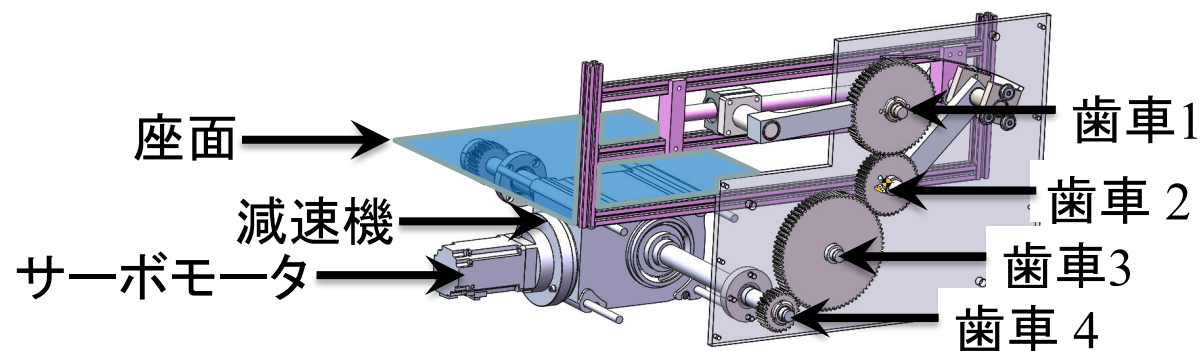
- ◆ 並列リンクを駆動するため、リンク機構を採用
- ◆ 座面は、並列リンクの軸方向を法線ベクトルに持つ平面で囲む
- ◆ 座部移動機構を座部の両側に配置し、同期して駆動する



本技術試作機の製作



- ◆ 歯数やリンク長で支援軌道が変わる
⇒ 軌道がパーソナライズ可能



既存技術

シンプルな軌道で支援



本技術

個人の特徴軌道で支援

本技術試作機の効果評価

- ◆ 既存技術に比べて、床反力波形が自然起立に近い
- ◆ 自然起立に比べて、床反力が減少
⇒ 利用者は**自然起立に近い動き**でより**負荷が少なく立ち上がった**

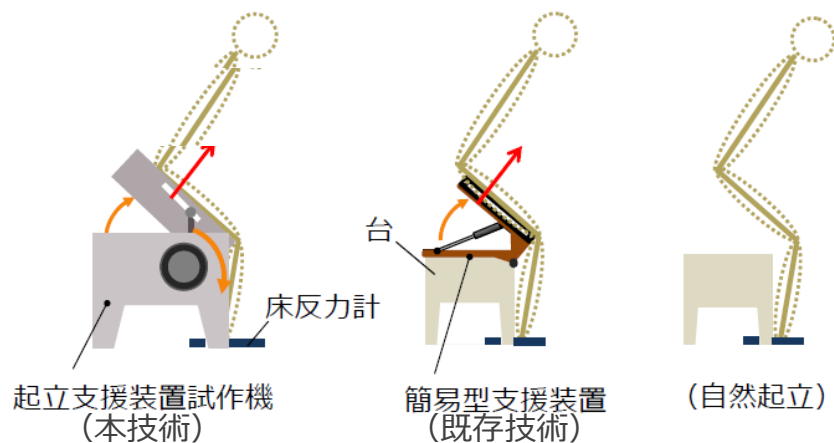
既存技術

負荷のかかり方が不自然

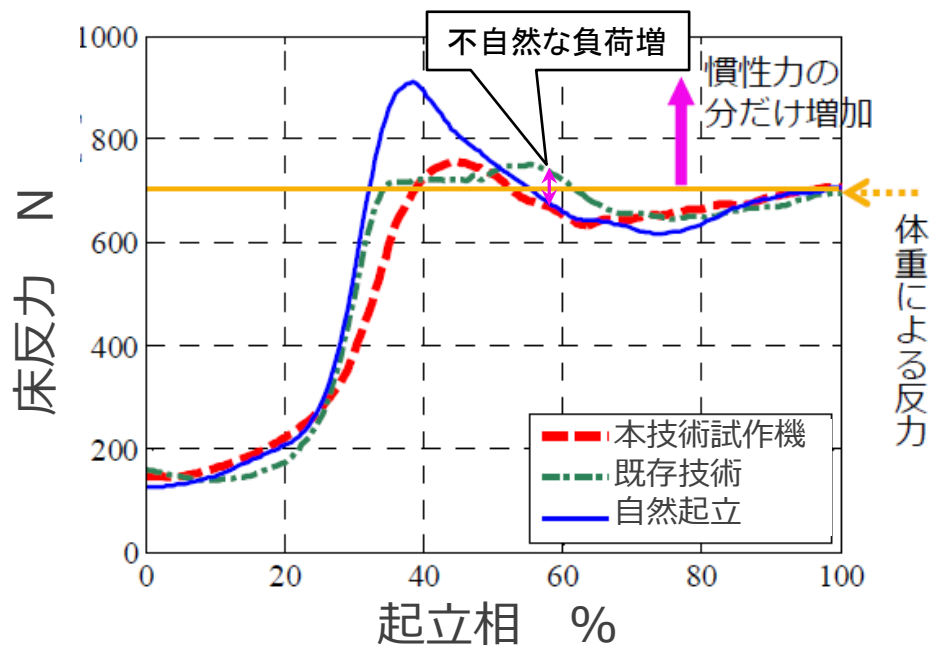


本技術

負荷のかかり方が自然起立に近い



実験条件および計測機器



各実験条件における床反力の傾向

実用化に向けて

想定される用途

- ◆ 比較的自立度の高い利用者の立ち上がり動作支援に利用できる
 - **利用者に適した軌道**で座面が動く
 - ⇒ **負荷となりにくい支援**ができる
 - ⇒ 自宅等での介助者の負荷軽減や利用者の活動性向上も期待できる
 - 利用者の特徴をデータから得て、最適な軌道を導出する
 - ⇒ **立ち上がり方が変われば、その状態の適した軌道を再計算**できる
- ◆ 展望：
 - 介助者や理学療法士などの適切なサポートがあるならば、介護施設や医療現場にて**自立度の低下した利用者の支援に展開**することも期待される
 - 個人に適した軌道を到達目標にした**リハビリテーションへの展開**も可能と思われる

実用化に向けた課題

- ◆ 操作方法を検討する
実際の利用者が安全に操作するための方法を検討・検証する
- ◆ 設計手順を簡単にする
機構のモデル化など、個人に合わせた設計を容易にする仕組みを構築する
- ◆ 意匠性を検討する
自宅等に適用できる小型装置を開発する



企業への期待

- ◆ 実証系の共同研究
 - ⇒ 実証フィールドの提供
 - ⇒ 現場フィードバックによる操作性・安全性・機能性の検証・向上
- ◆ 開発系の共同研究
 - ⇒ デジタルツインなどの設計支援のシステム開発
 - ⇒ 装置の小型化や耐久性・意匠性の向上
 - ⇒ 運動解析ソフトウェアでの負荷解析やアプリ化・カルテ化
- ◆ 技術移転・展開
 - ⇒ 自社製品との連携や組み込み



本技術に関する知的財産権

- ◆発明の名称 : 起立支援装置
- ◆特許番号 : 特許第6579507号
- ◆出願人 : 公立大学法人大阪
- ◆発明者 : 新谷篤彦、高井飛鳥、
伊藤智博、中川智皓、
山田 智貴

産学連携の経歴

該当なし

お問い合わせ先

大阪公立大学
URAセンター URA 梶田 進

TEL : 06-6605-3550

FAX : 06-6605-2058

E-mail : gr-knky-uracenter@omu.ac.jp

謝辞: 本技術はJSPS科研費・特別研究員奨励費の助成を受けたものです。

新技術説明会
New Technology Presentation Meetings!

大阪公立大学
Osaka Metropolitan University

総合知で、超えていく大学。



大阪公立大学

Osaka Metropolitan University

大阪市立大学 × 大阪府立大学



大阪公立大学のHPで**研究シーズ集**を公開しています。QRコードもしくは下記URLよりご覧ください。

<https://www.omu.ac.jp/research/collaboration/seeds/>

大阪公立大学 研究シーズ一覧

検索

