

機械・航空工学科概論

福祉工学における デジタルヒューマンと ロボット

名古屋大学大学院工学研究科
機械理工学専攻

長谷和徳



自己紹介

- 現在の所属

- ◆ 工学研究科 機械理工学専攻
福祉工学研究グループ
- ◆ 工学部 機械・航空工学科
機械システム工学コース
- ◆ 准教授

- 専門

- ◆ 機械工学, 生体力学, 人間工学, 福祉工学

- 担当講義

- ◆ 基礎セミナー(1年), 機構学(2年), 振動学(2年)

本講義の内容

- 福祉工学の紹介
- デジタルヒューマン技術の紹介
- 福祉工学における...
 - ◆デジタルヒューマン技術の紹介
 - ◆ロボット技術の紹介

本講義のねらい

- 前述内容に関心を持ってもらいたい
 - 専門的な話はしない(つもり)
 - 機械工学に, このような応用分野もあるということを知ってほしい
 - 我々の研究室の宣伝
-
- 講義の最後に連絡事項
 - ◆ 本スライドの入手法について
 - ◆ レポート課題について

福祉工学とは

福祉工学とは

- 高齢者や障害者など(社会的・身体的)弱者に対する支援のための工学技術
- 具体的には
 - ◆ 車椅子, 杖, 義足, 補聴器などの開発
- しかし, それだけでは
 - ◆ 少し意味が狭い印象

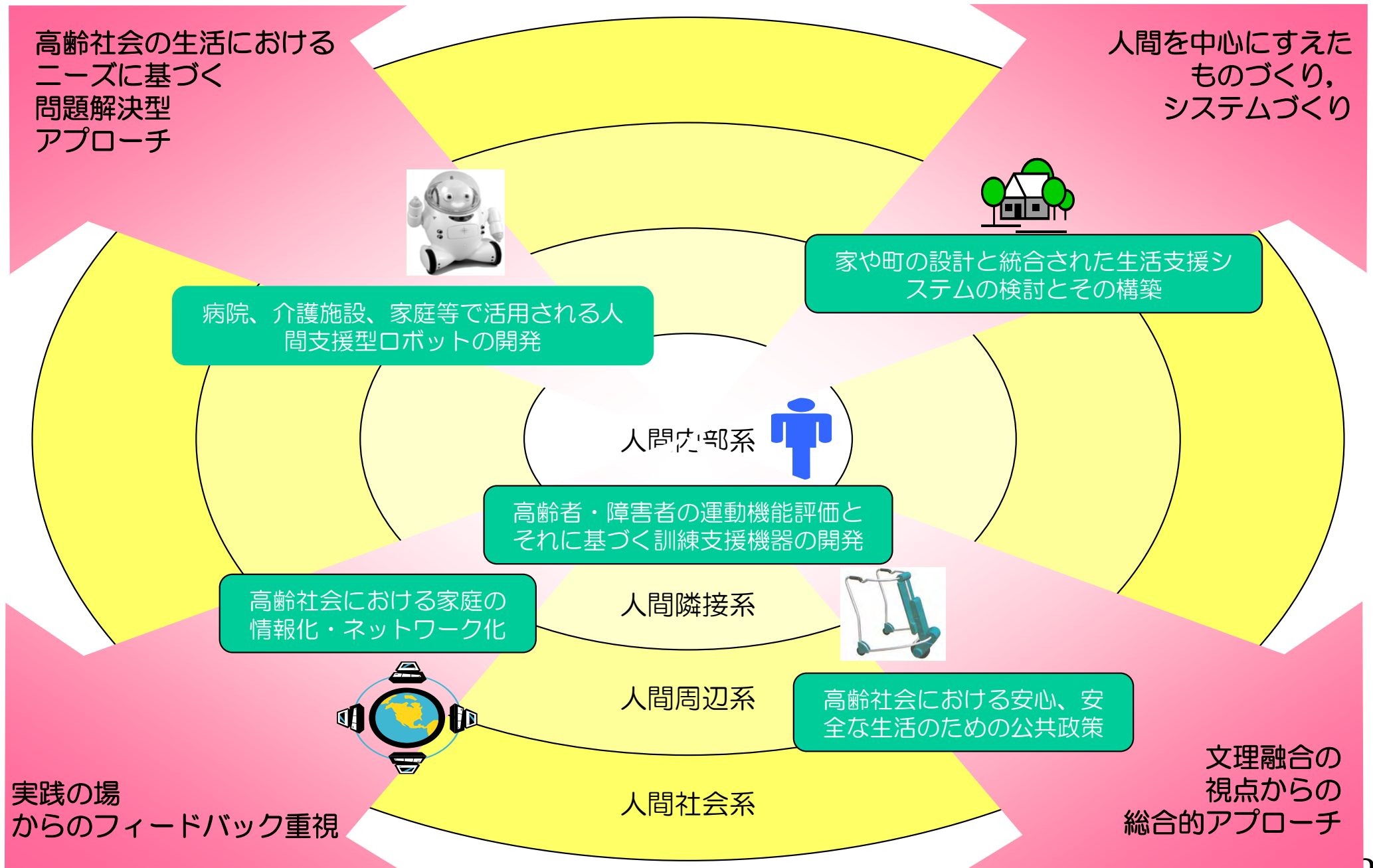


人間中心設計

- そのため、我々は「人間中心設計」という概念を提唱している
- 人間中心設計：機器設計の上流過程の段階から使い勝手（ユーザビリティ：usability）を考慮した設計プロセス
- システムの中に人間を考慮し、人の特性や相互作用に配慮した機械システムの設計開発

人間中心設計の概念

～人間を中心に据えた技術体系の再編～



これからの機械

● 従来

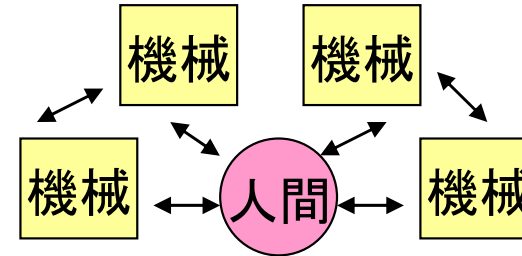
- ◆ 機械性能中心設計
- ◆ 機械としての基本性能のみを追及

● これから

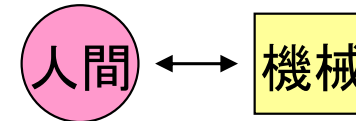
- ◆ 人間中心設計
- ◆ その機械の性能が最終的に人間にどう役立つのか, という視点で評価

類似の概念

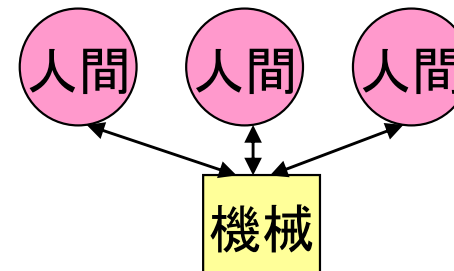
- 人間中心設計
Human Centered Design



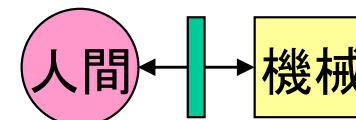
- ヒューマン・マシン インターフェース
Human-Machine Interface



- ユニバーサルデザイン
Universal Design

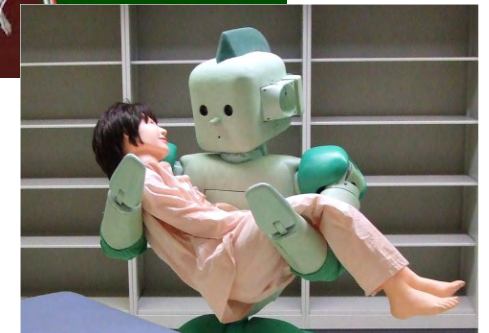
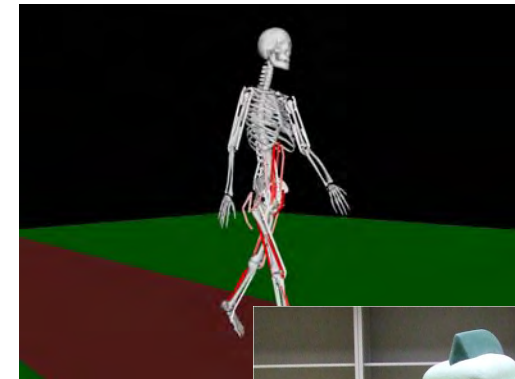


- バリアフリーデザイン
Barrier Free Design



福祉工学とIT, RT

- IT (information technology)
RT (robot technology)
- IRT: 情報工学とロボット工学技術の融合
- IRTを福祉や人間生活に関連する分野へ応用
 - ◆ デジタルヒューマン
 - ◆ 福祉・生活支援ロボット



デジタルヒューマンとは

デジタルヒューマン研究の背景

- 機械システム

- ◆ 機械

- ◆ 人間

- 例：交通システム

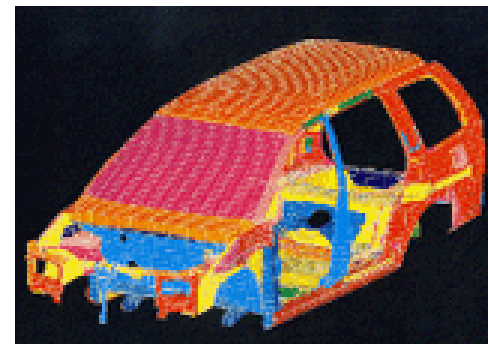
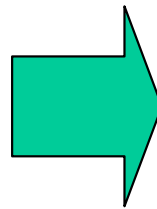
- ◆ 自動車

- ◆ ドライバー



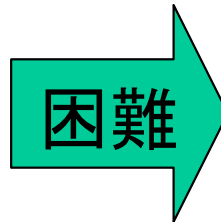
システムのデジタル化

- コンピュータ上でシステムを再現
 - ◆ 設計・開発・評価の効率化
 - ◆ CAD/CAE/CG/CAM
- 機械のデジタル化
 - ◆ (比較的)容易



人間のデジタル化

- 人間特性のデジタル化：困難



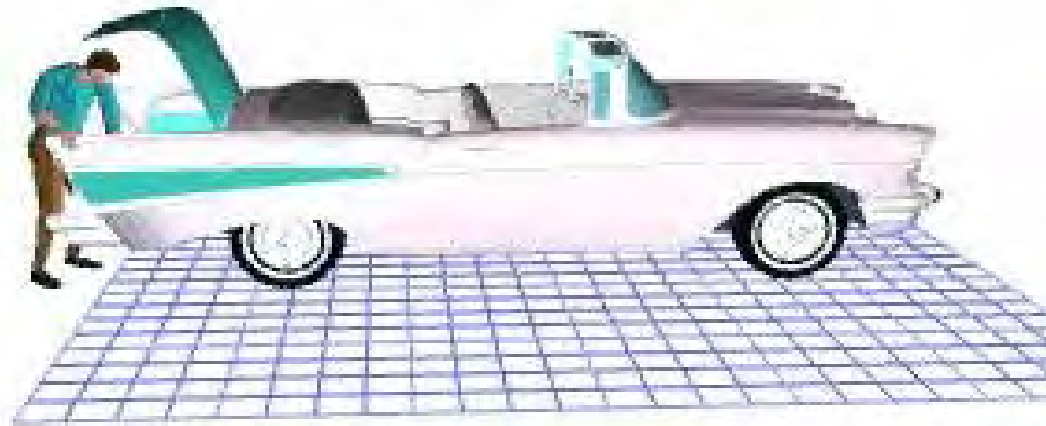
- ◆ 人間というモジュールはシステム設計において最も弱いリンク(つながり)

- デジタルヒューマン

- ◆ これを解決するため、人間の働き(機能)を再現したモデル

デジタルヒューマンの例

● Jack[®]



なぜデジタルヒューマンが必要か

- 人間を含んだ機械システムの設計・事前評価

- ◆ 機器の使い勝手, 操作感, 作業環境

- 医療福祉関係の事前評価

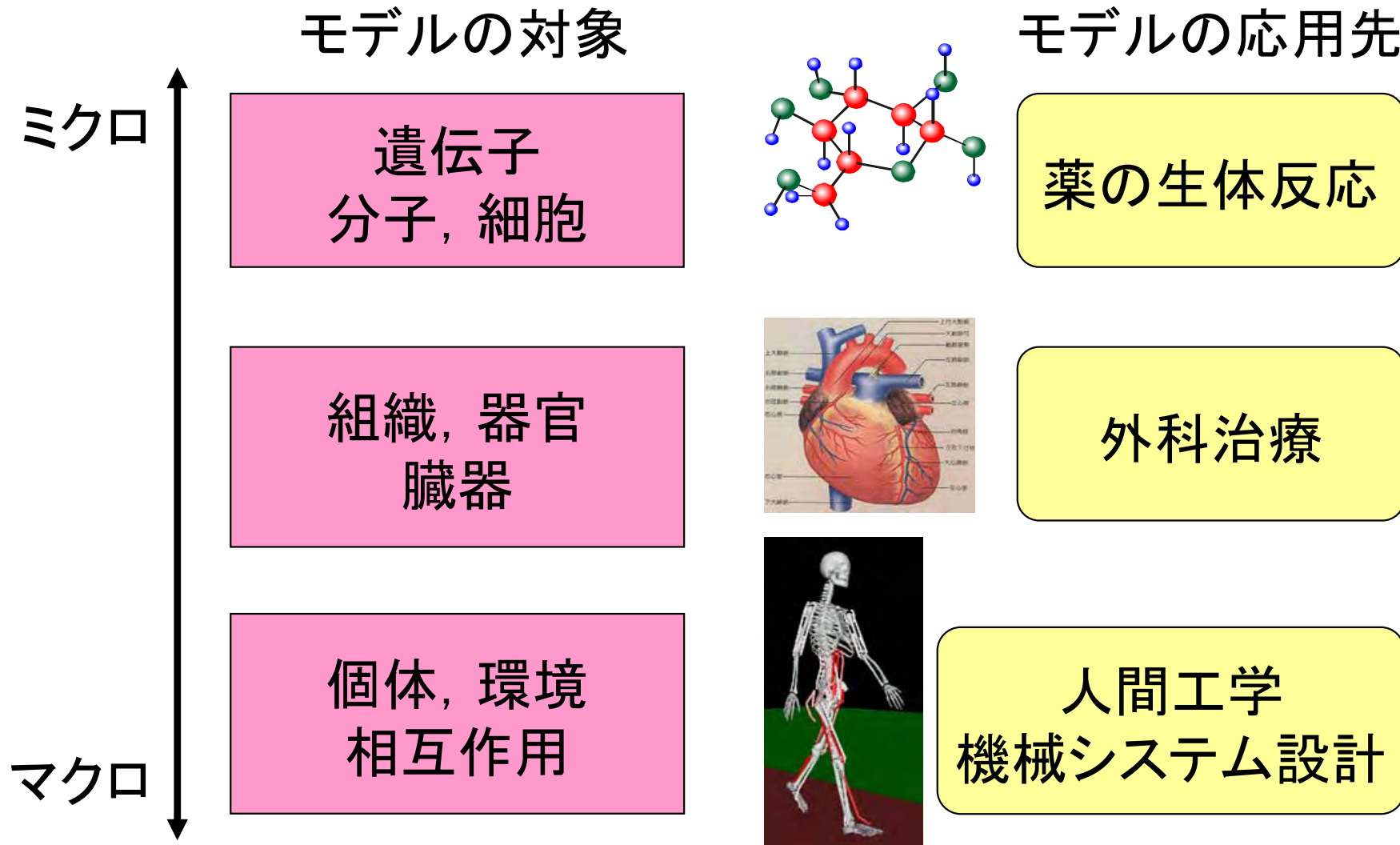
- ◆ 治療, リハビリの効果を知ること

- ◆ 患者への負担軽減

- ◆ より効果的な治療法



デジタルヒューマンのレベル



呼び方

- デジタル ヒューマン

- ◆ Digital Human

- バーチャル ヒューマン

- ◆ Virtual Human

- コンピュータ マネキン

- ◆ Computer Manikin

- ◆ 明確は区分はなし

デジタルヒューマン 関連研究の動向

学会関連

● Society of Automotive Engineers

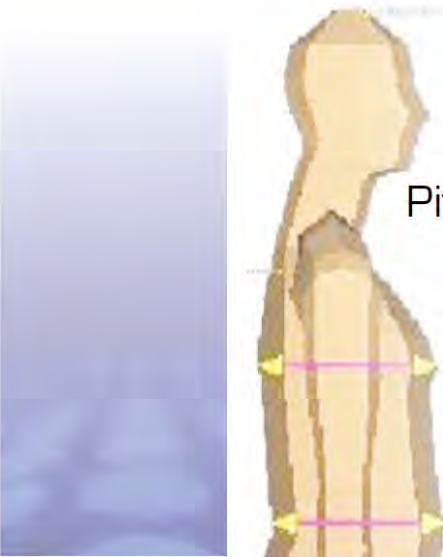


SAE International
"The society dedicated to advancing mobility engineering worldwide"

SAE Digital Human Modeling for Design and Engineering Conference and Exhibition

research to practice 

June 17-19, 2008
Sheraton Station Square
Pittsburgh, Pennsylvania, USA



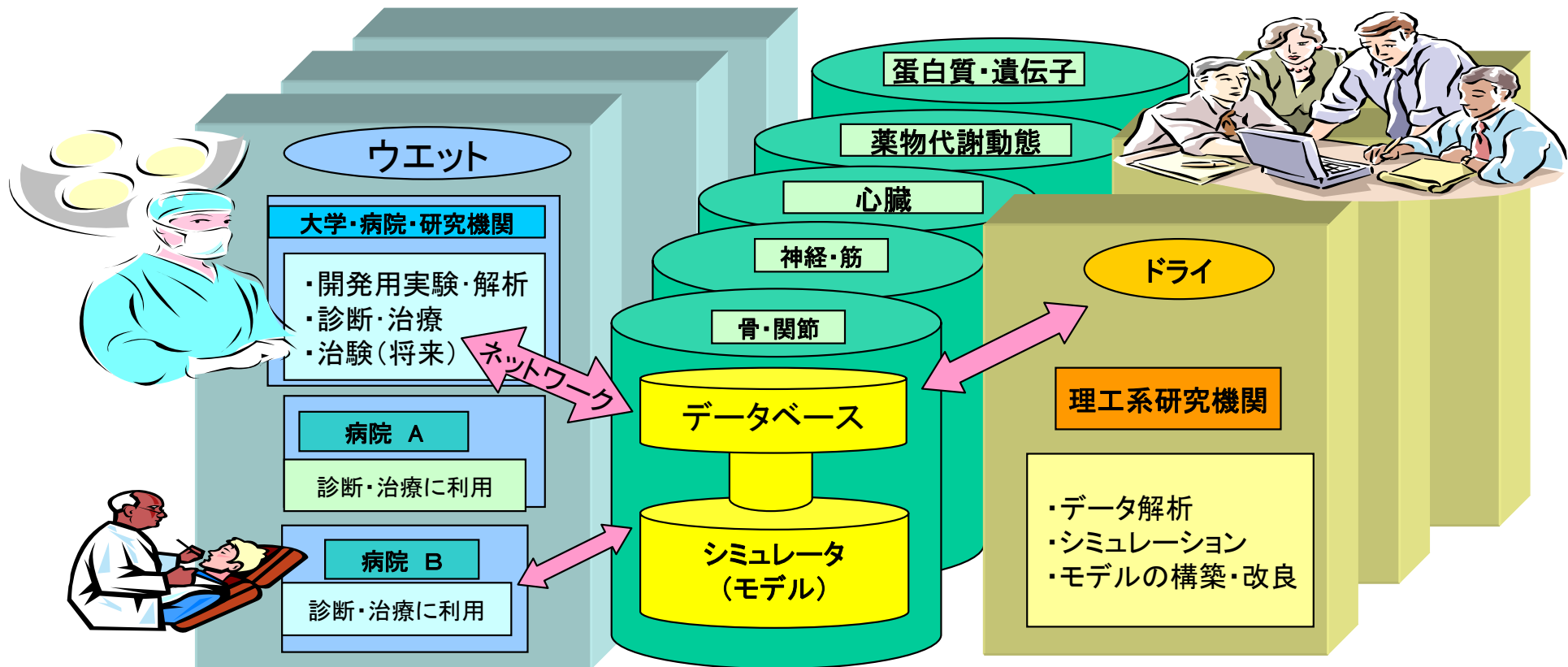
Key areas of focus:

- Biomechanics
- Safety
- Applications
- Comfort & Discomfort

国内研究プロジェクト(1)

● in silico Human Project (大阪大学)

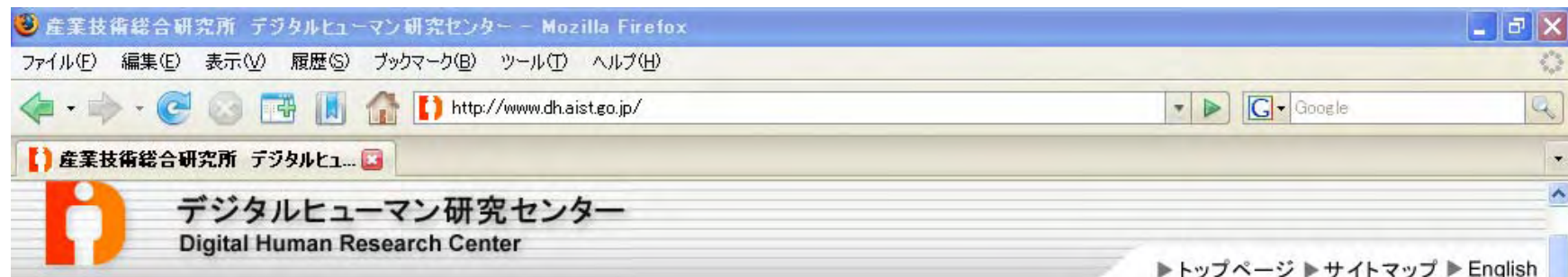
◆ 医療支援(ネットワークも含む)



国内研究プロジェクト(2)

●産業技術総合研究所

◆デジタルヒューマン研究センター



新着情報

センター長挨拶

研究内容

メンバーリスト

研究業績

ワークショップ

公開データ

共同研究

コンソーシアム

人材募集

交通案内

お問い合わせ

TOPICS

- デジタルヒューマン技術協議会リニューアルスタートのお知らせ (2007/03/13)
- デジタルヒューマン・ワークショップ2007終了いたしました (2007/03/02)
- ユニバーサルデザインマウスを共同開発しました (2006/11/14)
- 平成18年度ISO/IEC国際標準化セミナーのご案内(終了しました)

当センターの研究内容



人を知る

人間モデルを構築するのに必要な人間機能の基本構造に関する研究や、それらの機能を統合的にモデル化するソフトウェアプラットフォームの研究を行っています。特に、人間の心理・認知的機能のモデル化研究に挑戦しています。



人を見守る

部屋や環境に配置されたたくさんのセンサによって人間の状態や行動を知り、状態・行動に応じたサービスを提供するための研究をしています。そのためのセンサ開発や行動モデル化技術の研究を進めています。



人に合わせる

衣服や眼鏡、カメラ、自動車など人が扱う製品を使いやすく・分かりやすく設計する

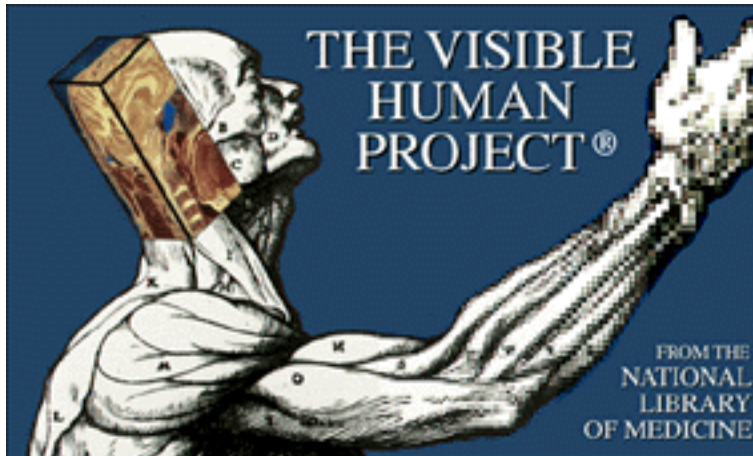


人を支える

人間の生活・行動を支える技術としてヒト型ロボット(ヒューマノイド)や音の

Visible Human Project®

- National Library of Medicine (USA)
 - ◆ 人体の精密断層デジタル写真の提供



Visible Human Project®

●コンピュータマネキン

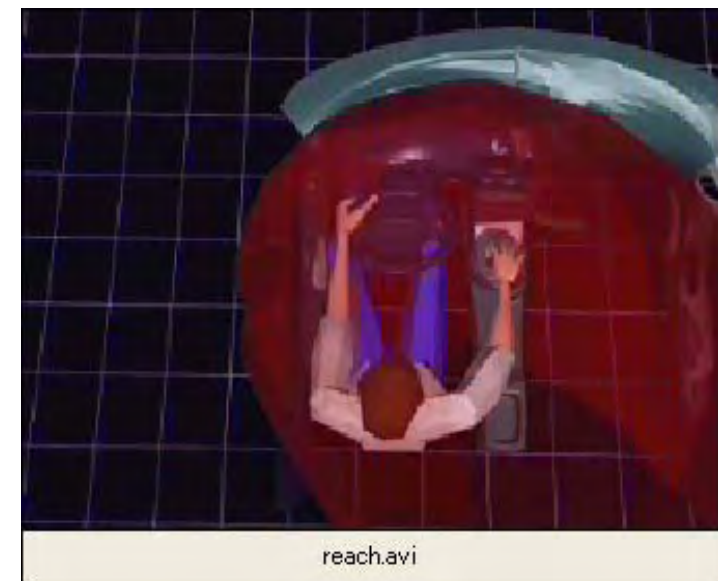
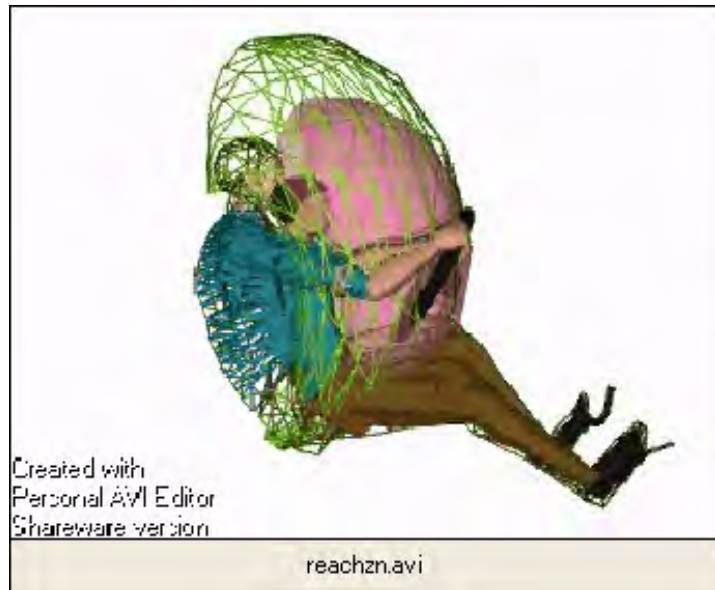
- ◆体形モデル
- ◆運動生成モデル
- ◆運動，姿勢評価



●応用

- ◆機械製品評価
- ◆工場生産ラインの作業性評価

Jack[®]



◆ 体格の違いによる手先到達域の変化

Jack[®]



小柄なJack

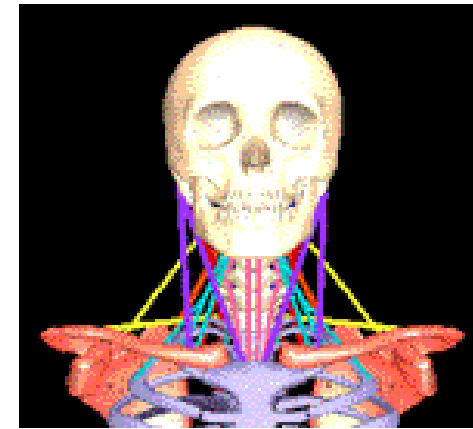
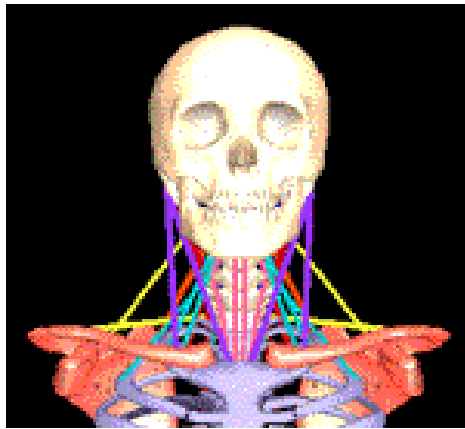


大柄なJack

- 自動車の移乗動作の評価
 - ◆ 動作は人為的に作成

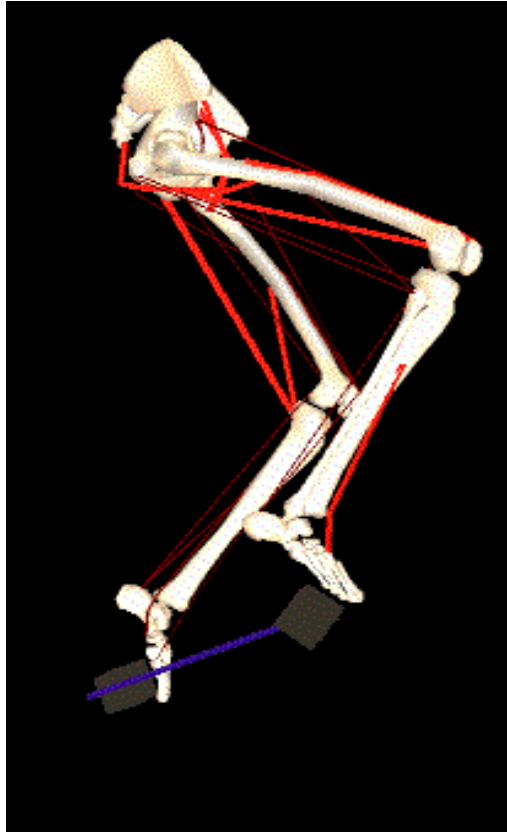
実用化システム(2)

SIMM (MusculoGraphics, Inc.)

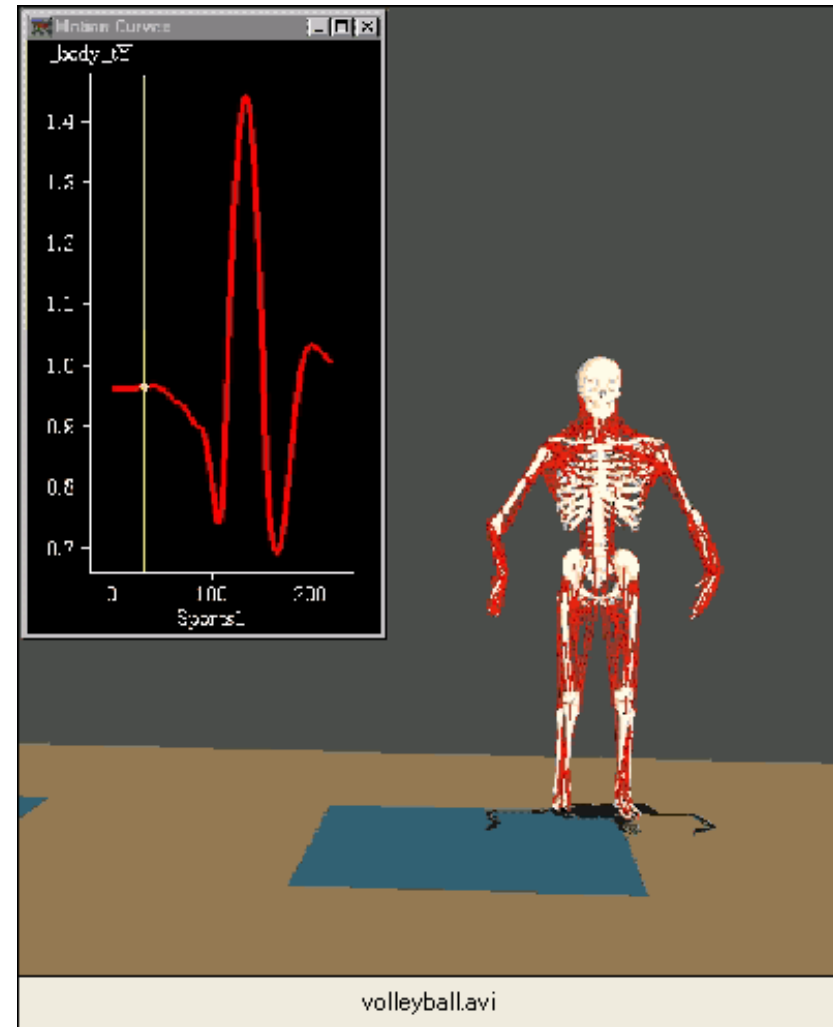


- 筋・骨格形状を精密にモデル化

SIMM



ペダリング動作



全身モデル

実用システムの応用例

● 積水化学の例

◆ 介護支援ドットコム

◆ <http://www.kaigoshien.com/>

◆ 高齢者対応の浴槽設計

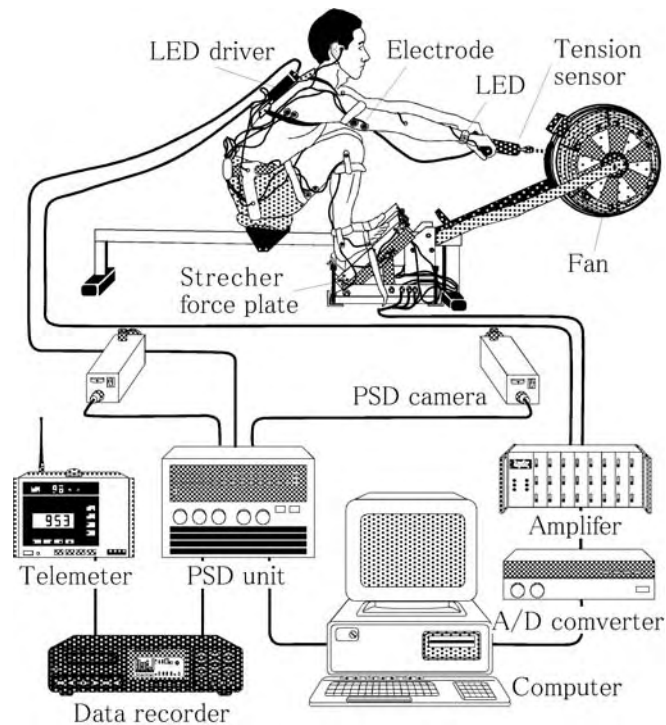
◆ 車イス対応の洗面台



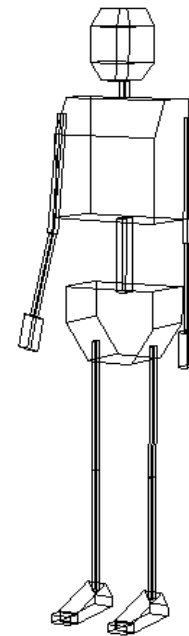
名古屋大学における デジタルヒューマン研究

我々の研究紹介

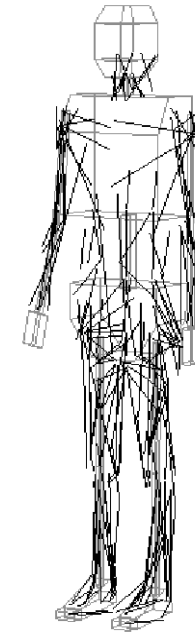
運動計測と筋骨格モデルによる 身体運動の力学分析



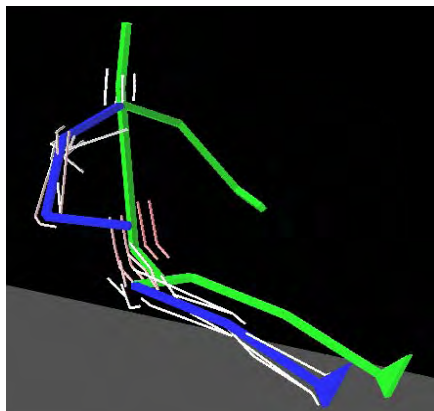
運動計測



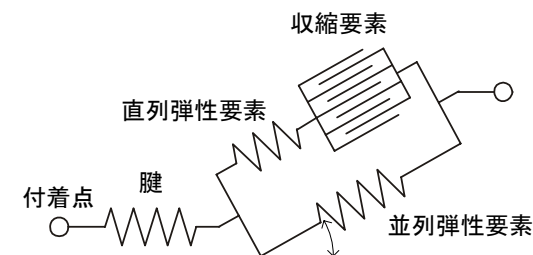
剛体リンクモデル



筋骨格モデル

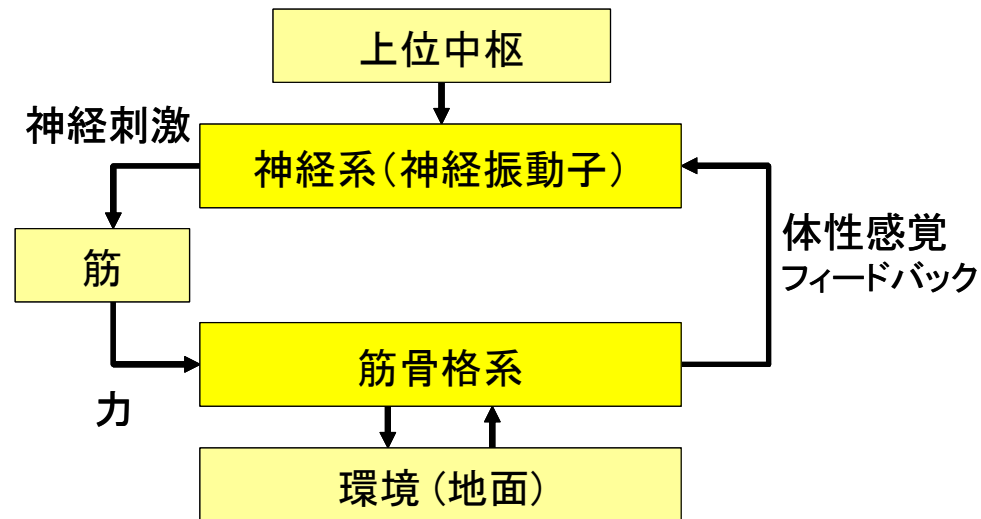


解析結果



筋モデル

歩行のシミュレーション技術



歩行の運動発生原理のモデル化



大規模な最適化計算



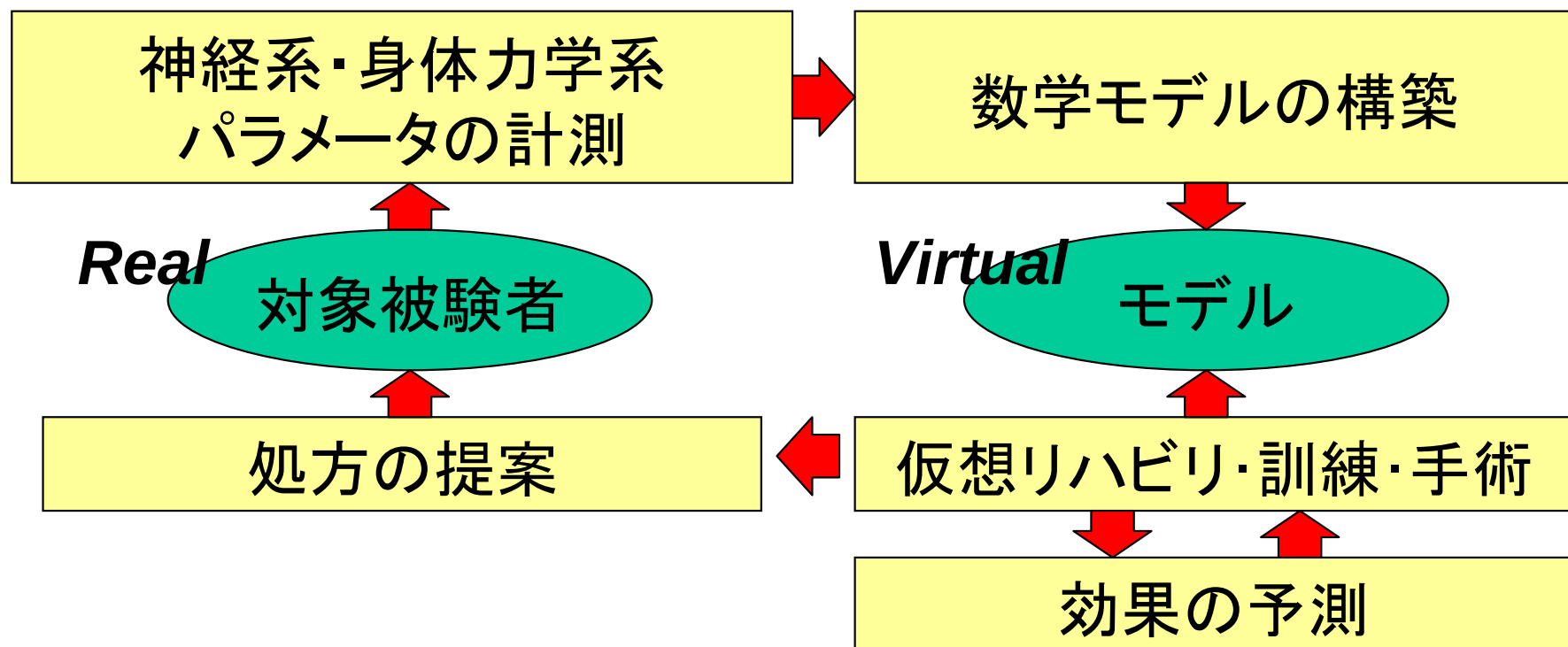
筋骨格系の3次元の力学特性
を考慮した運動生成技術

歩行シミュレーション技術の意義

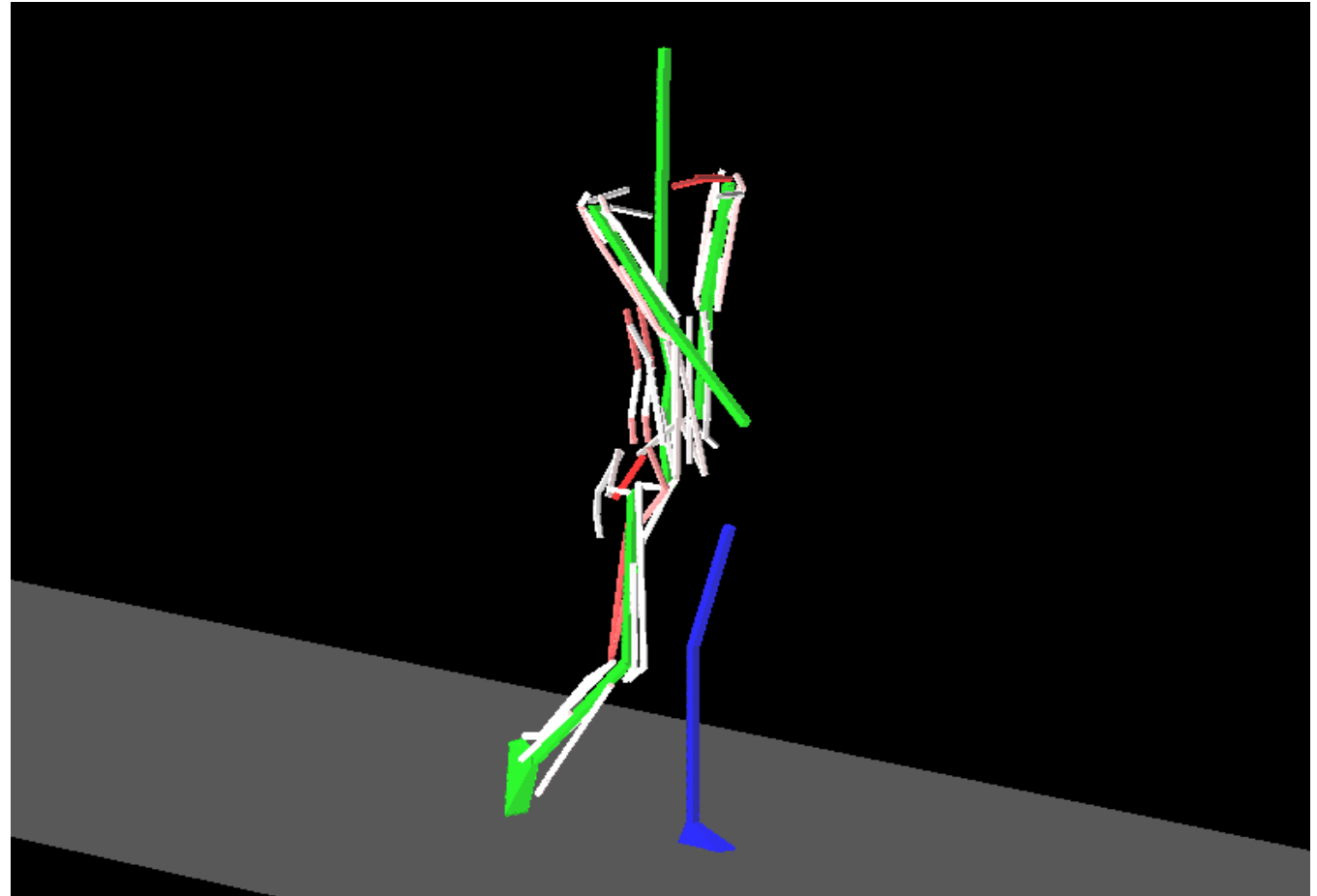
- 実験的アプローチの限界の打破
 - ◆ 多数の繰り返し実験, 高齢者転倒問題
 - ◆ 進化過程, 成長過程
- リハビリ・手術効果の事前評価

義足歩行

転倒



股義足歩行シミュレータ



デジタルヒューマン技術 の検討

デジタルヒューマンで 何がわかるか／わからないか

●わかること

◆視認性の評価

◆視野

◆身体の力学的負担

◆関節トルク, 腰部負担, エネルギー消費

◆物体, 物との干渉

●わからないこと

◆感性情報(心地よい, 快適, 不快)



動作・姿勢の生成

- 関節角度を与える
- 手先・足先位置を与え, 関節角度を自動計算
- 運動計測装置により計測
- 自動生成

現実的にはこのあたりか？

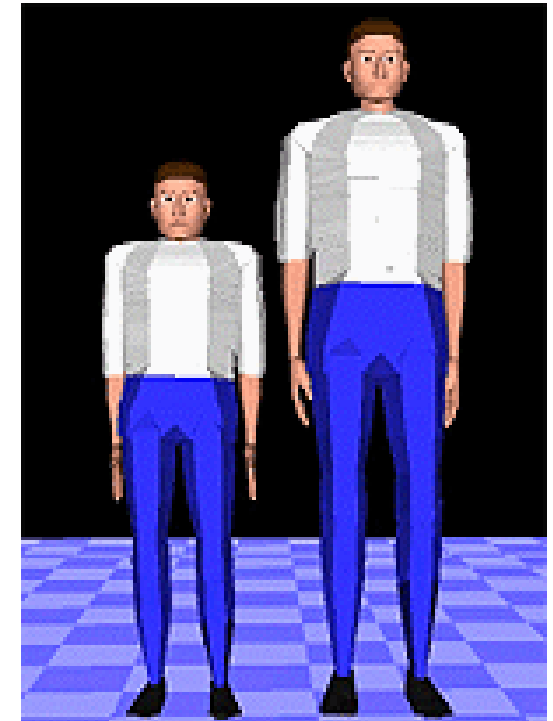
技術的に容易

ユーザにとって
より便利

デジタルヒューマンは 何が得意か／不得意か

●得意

- ◆仮想的な体格条件の変化
- ◆高身長，低身長
- ◆静的な姿勢

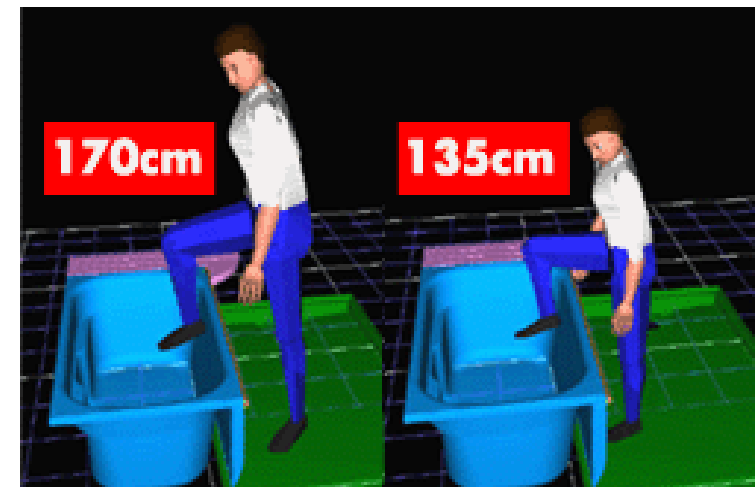


●不得意

- ◆複雑な動きの生成

現実的な利用法

- 実際の人による予備実験と最終評価実験は不可欠
- デジタルヒューマンは被験者のバリエーションを考慮するときに有効
- 計測困難な生体内負荷の推定にも利用価値あり



福祉・生活支援ロボット

福祉・生活支援ロボットのねらい

- 運動機能障害の補助

- ◆ 歩行，起立動作支援

- ◆ 介助動作支援

- ◆ リハビリテーション支援

- コミュニケーション機能の補助

- ◆ 視覚，聴覚障害，独り暮らし支援

- 一般生活支援



ヒューマノイドロボットの福祉応用は...？

福祉ロボットで重要なこと

- 安全・安心

- ◆人とロボットが接触する
- ◆柔軟性，触覚センサー

- パワー

- ◆人間は重い

- インターフェース

- ◆人間の意図をロボットが理解



産業用ロボットでは...

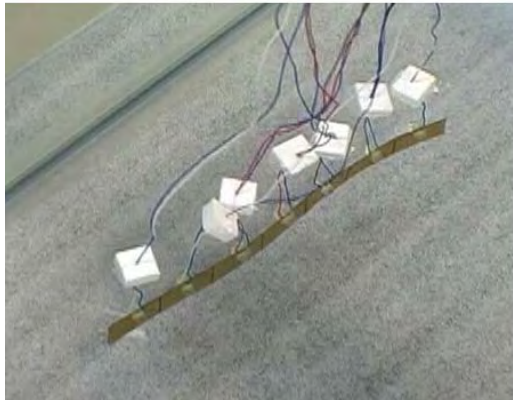
福祉ロボットのための基礎研究



人間の意図を知る
光トポグラフィ(日立メディコ)



触覚センサ(慶應義塾大学)

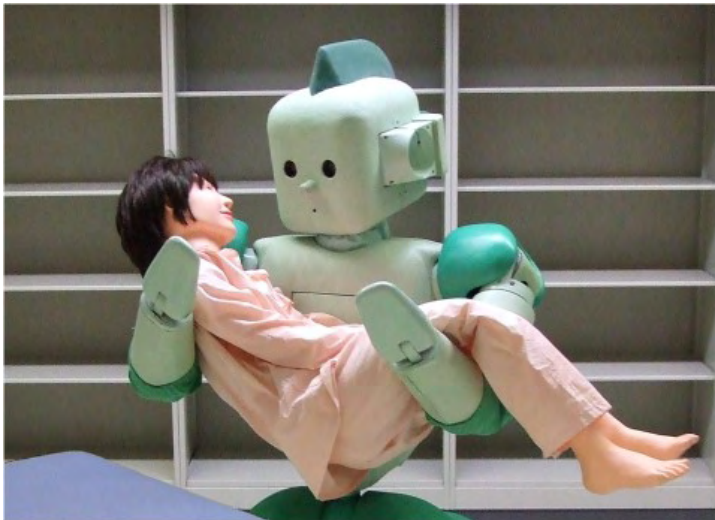


人工筋肉アクチュエータ
(理化学研究所)



人間との協調制御(岡山大学)

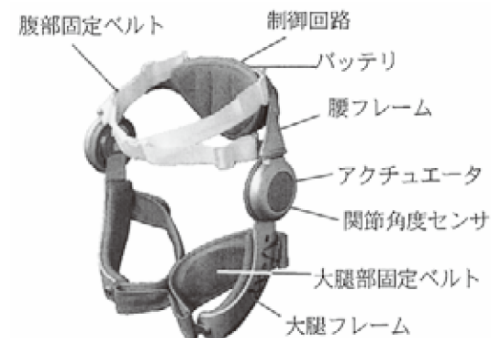
動作支援関係のロボット



介助ロボット:RI-MAN
(理化学研究所)



ロボットスーツ:HAL(筑波大学
山海研究室)



歩行アシスト装置

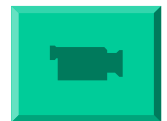
動作支援関係のロボット



INDEPENDENCE社
iBOT



Hocoma社 locomat System

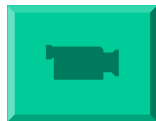
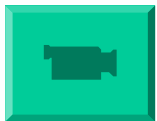


リハビリ前 リハビリ中 リハビリ後

コミュニケーション関係のロボット



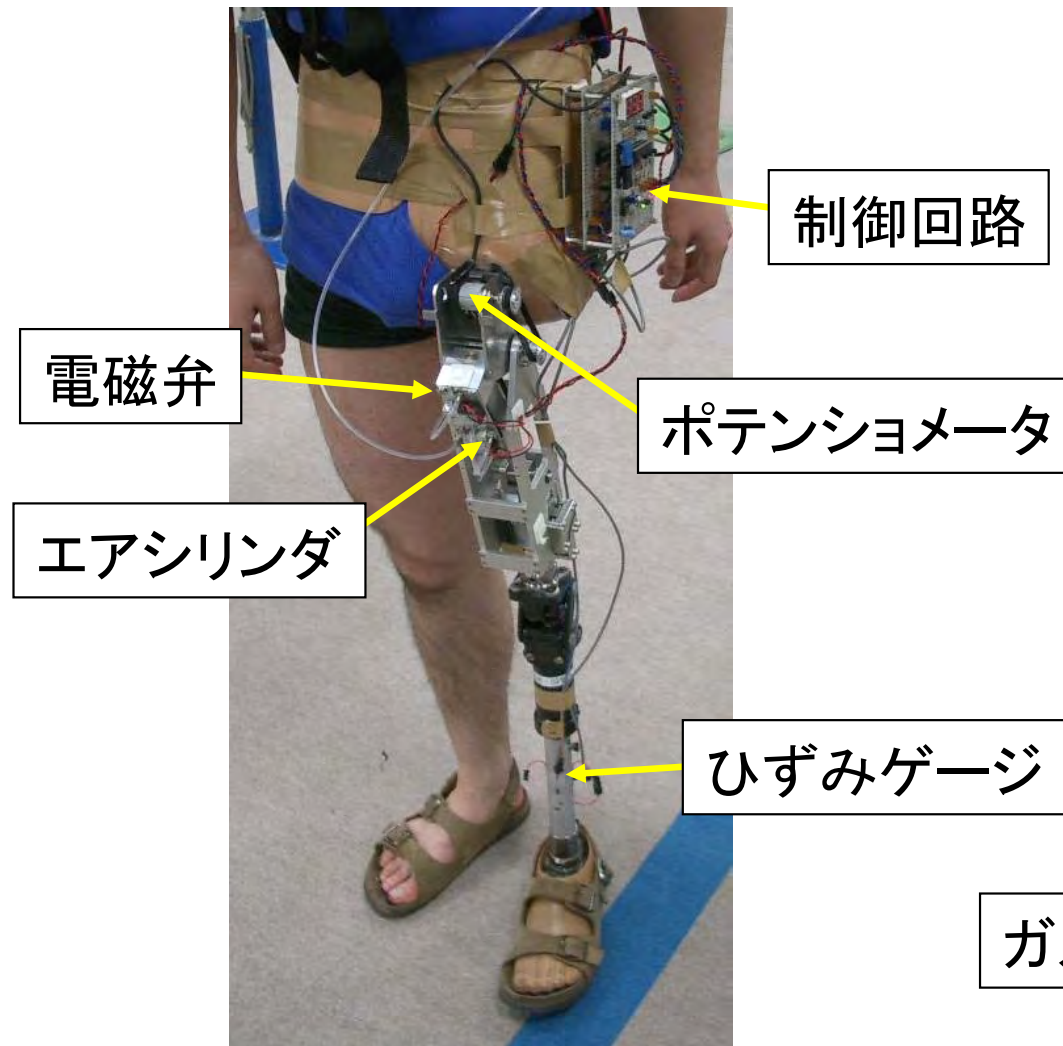
癒し効果があるロボット: paro
(産業技術総合研究所)



会話をするロボット: ifbot
(ビジネスデザイン研究所)

我々の取り組み(1)

補助動力付き股義足



股関節の屈曲のみ
を補助する股義足



我々の取り組み(2)

機能的電気刺激(FES)とロボット制御技術による歩行補助システム



転倒予防歩行訓練システム

- 歩行路面ベルト速度をランダムに変更
- 転倒刺激を模擬
- 日立製作所系列会社から販売



我々の取り組み(4) 車イスの適合性評価システム

計測

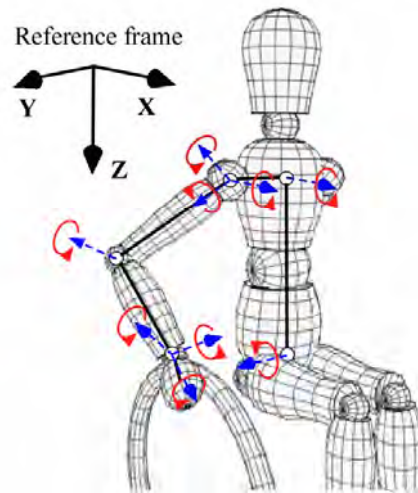


計測用車イスによる
駆動フォームの計測

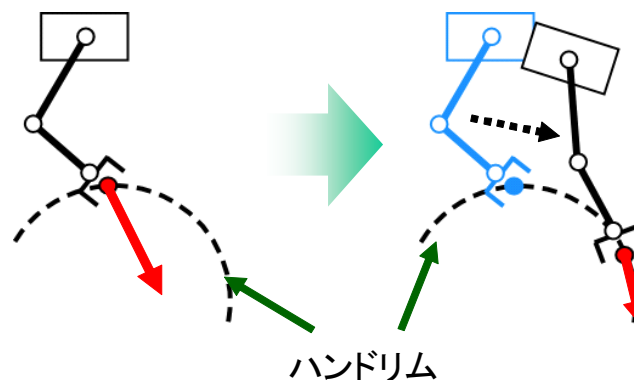


筋力測定

モデル化・定式化



身体構造のモデル化



ハンドリム

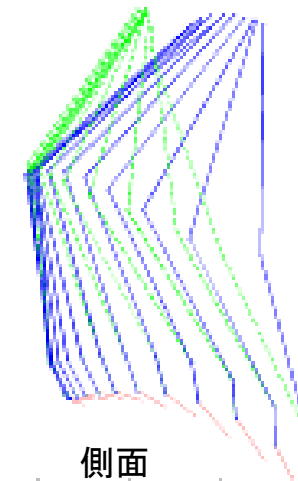
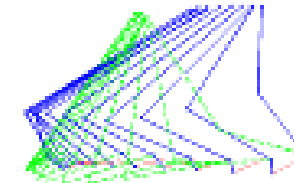
運動学計算による軌道生成

最適化

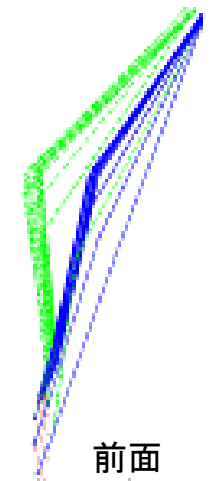
エネルギー消費を最小化
するように駆動フォーム
を最適化

— 実験データ
— 最適化後の結果

上面



側面



前面

総括

福祉工学における デジタルヒューマンとロボット

人間は...

- やわらかい身体
- 疲労する, 怪我をする, 年をとる
- 解剖, 改造できない
- 感情がある
- 再現性がない, いい加減
- 非デジタル(アナログ)な存在

人間の機能特性のデジタル化

●長所

- ◆人間の機能特性の理解，本質に迫る
- ◆人間を含めたシステム設計の効率化
- ◆医用福祉応用

●短所

- ◆デジタル化（抽象化）したことで，本質を見失っていないか？

●常に検証する心がけが必要

ロボットと福祉

- 支援のしすぎに注意

- ◆ 例：自動車は便利だが、運動不足などの不健康をもたらすこともある

- 人間がやるべきこととロボットでやるべきことの明確化

- 現場のニーズと技術側のシーズの乖離

- 本当に役に立つ技術を...！

おわりに

- ご質問などがありましたらご連絡ください
 - ◆ kazunori.hase@mech.nagoya-u.ac.jp
 - ◆ 居室：工学研究科2号館305室
- 下記のWebページに私（長谷）が執筆したデジタルヒューマンの解説記事があります
 - ◆ Mathematicaフォーラム
<http://www.mathforum.jp/>
 - ◆ 最先端ラボ → デジタルヒューマン
<http://www.mathforum.jp/sentan/04digital/intro.html>