

自己紹介

石垣 泰暉

東京大学大学院 情報理工学系研究科 知能機械情報学専攻 博士課程1年

2015 ~ 2019

横浜国立大学 理工学部 機械工学材料系学科 材料工学EP 構造材料設計研究室

専攻：材料工学 副専攻：ロボティクス・メカトロニクス学

卒業研究：状態図計算を用いた金属-セラミックス接合材の開発に携わる

2019 ~

東京大学大学院 情報理工学系研究科 知能機械情報学専攻 力学制御システム研究室

専門：ロボティクス

修士，博士研究：ヒューマノイドロボットの力学や制御の計算理論の研究に携わる

知能社会国際卓越大学院プログラム所属（情報学と異分野の融合を目指す）

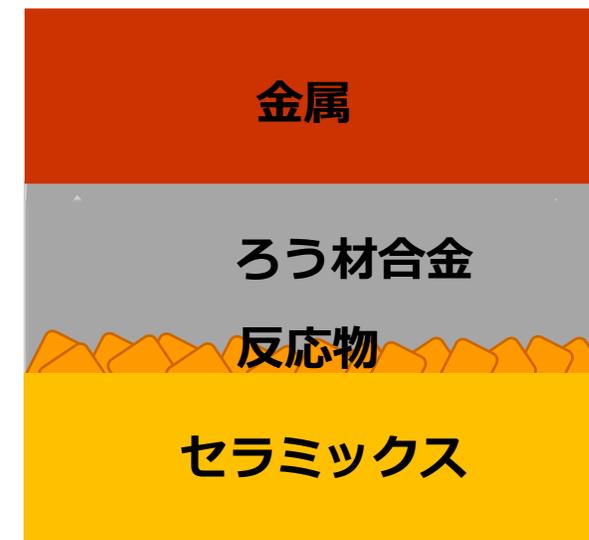
学部生での研究

セラミックス-金属を接合するろう材合金

融けたろう材合金をセラミックスと金属で挟み、冷却して接合

- セラミックスと接合材の**反応物**によって接合性が向上
- ろう材合金の**融点**が接合時に必要な温度に関係する

セラミックスとろう材合金の反応性が高く、融点の低いろう材合金の組成の探索が求められる



➡ 状態図計算(Calphad法)を利用して以下の図を作成，ろう材合金の組成の探索に利用

- 組成による融点がわかる液相面投影図
- 組成によるセラミックスとの反応性がわかる活量の組成依存性の図

現在の研究（修士以降）

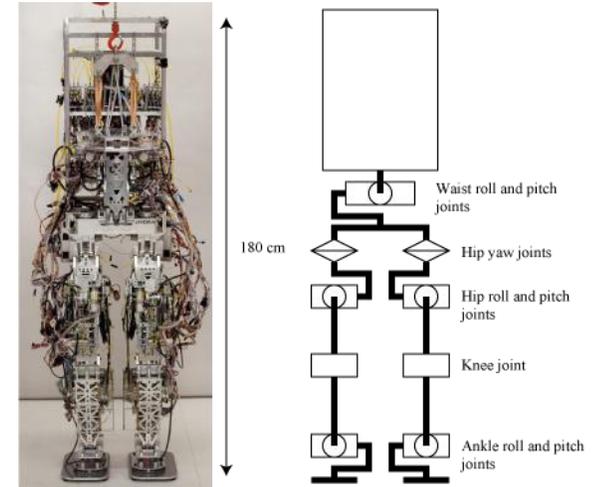
研究分野

ヒューマノイドロボットの力学と制御の計算理論

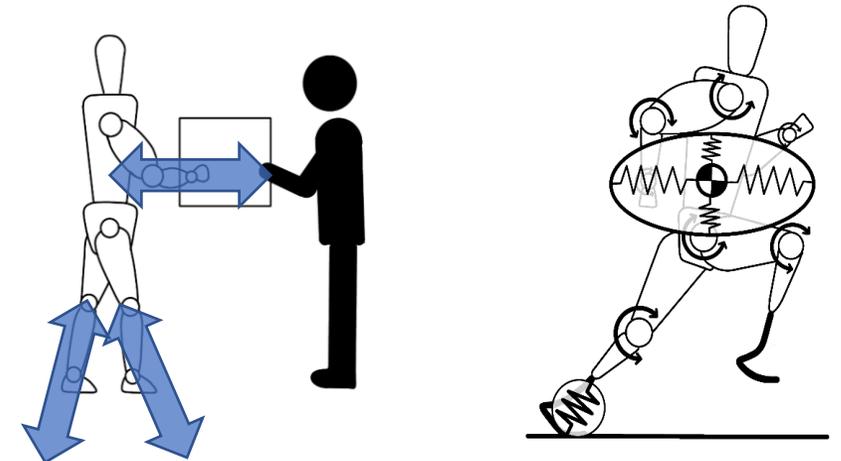
ヒューマノイドロボットが人間社会で活躍するために
力学や制御の問題を解決する

具体的には、

- ヒトや環境との接触で生じる力に対応する運動制御
- 走行など動的な運動を実現するためのヒューマノイドロボットの力学計算

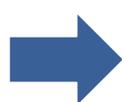


油圧駆動ヒューマノイド Hydra[Kaminaga 2015]



コンプライアンス最適化制御

ヒトや環境とロボット間の力学的なインタラクション



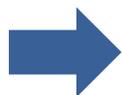
運動に必要な関節の柔らかさ(コンプライアンス)の最適化により
身体の柔らかさを制御する

$$\min_{K_\theta^{-1}} \frac{1}{2} \underbrace{\|Y^{-1} - K_\theta^{-1}\|^2}_{\text{柔らかさの目標値}} \quad \text{s.t.} \quad \underbrace{J K_\theta^{-1}}_{\text{unknown}} = \underbrace{K_\theta^{-1} J^T}_{\text{given}}$$



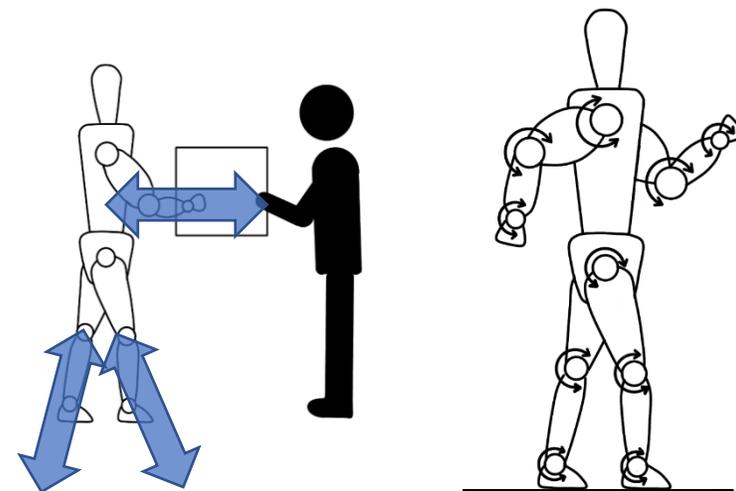
剛性行列が
正定値である必要

$$K_\theta^{-1} \succ 0$$



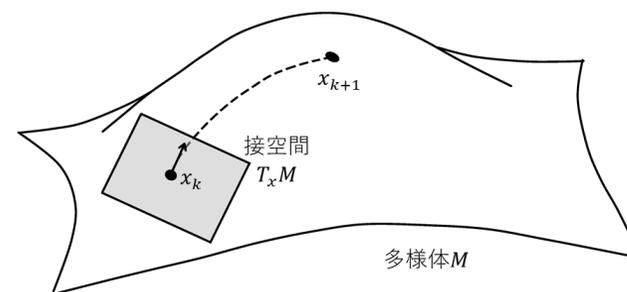
リーマン多様体

多様体上の最適化問題に置き換えた計算法を提案



リーマン多様体上の測地線距離

$$d^2(A, B) = \text{trace} \left[\log^2 \left(A^{-\frac{1}{2}} B A^{-\frac{1}{2}} \right) \right] = \sum_i (\log \lambda_i)^2$$



ハイブリッドリンク系の力学計算

走行や跳躍などの動的な運動を実現するために
スポーツ義足（板ばね）を装着したヒューマノイド

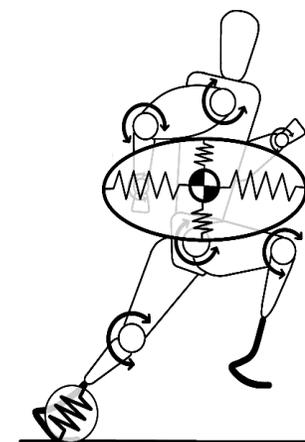
変形時の弾性エネルギーを利用し効率的に動作

➡ 従来のロボティクスの力学計算法では剛体のみしか扱えないため
柔軟変形する構造も扱える力学モデルが必要

柔軟構造の変形とロボットの剛体リンク系の運動を扱うことができる
ハイブリッドリンク系の力学モデルを提案



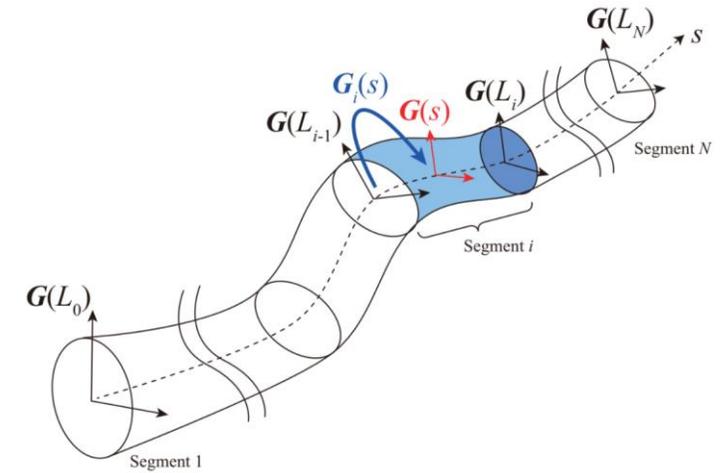
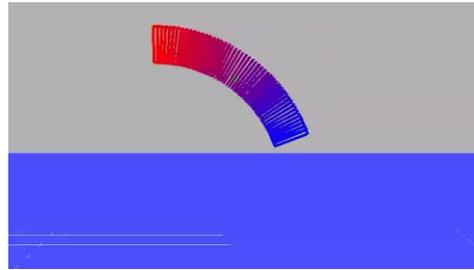
https://www.ottobock.co.jp/prosthetic_le/joint/sports/sports/



ハイブリッドリンク系の力学計算

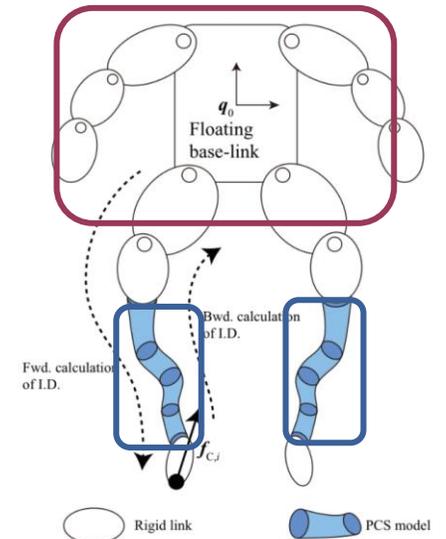
柔軟構造の力学モデルに連続体力学から発展した
Piecewise Constant Strain(PCS) モデル[Renda, et al 2018]を利用する

連続体の動力学シミュレーション
プログラムをゼロから自分で実装



PCSモデルとロボットの剛体リンクの力学モデルを統合した
ハイブリッドリンク系の運動方程式

$$\begin{array}{|c|c|c|c|c|c|} \hline M_R & M_{RS} & q_R & + & b_R & \tau_R \\ \hline M_{RS}^T & M_S & q_S & + & b_S & \tau_S \\ \hline \end{array} + \sum_i J_{C,i}^T f_{C,i}$$



スキル・経験

- **材料工学・計算材料学の知識, 経験**

大学での計算材料学の講義や同研究室内の研究テーマで,
有限要素法, フェーズフィールド法, 状態図計算, 第一原理計算等に触れる
特に, 卒業研究では状態図計算に触れ, ThermoCalcソフトウェアを使用した

- **プログラミングスキル**

C, C++, python, Matlab (授業等で, R や Java)

学部生時代, ロボットを製作するサークルで4年間ロボット制御のプログラムを作成
修士課程以降, 研究において提案した計算理論を自身の手でプログラミングによって実装

- **情報工学の知識, 経験**

基本情報技術者試験に合格

講義や趣味で, 機械学習や人工知能の理論の勉強や実装経験