

6自由度パラレルリンク脚機構を有する小型二足ロボットの開発: 第2 報

Development of a Small-Sized Bipedal Robot with 6-Axis Parallel Link Leg Mechanism: 2nd Report

田崎 勇一 (神戸大学)

Yuichi Tazaki (Kobe University)

A new design of bipedal walking robot that utilizes 6-dof parallel link mechanism for each leg is proposed. Reducing the weight of the legs is a crucial requirement for realizing rapid walking and fall avoidance involving multiple stepping. The parallel link design enables embedding all leg actuators in the torso and thereby significantly reduce the weight of the legs. The result of basic kinematic analysis of the proposed leg mechanism is reported.

目的 歩行やバランス制御の実機評価に対応可能な運動性能を備え、かつ低開発コストな二足歩行ロボットの提案

パラレルリンク式脚機構の利点

✓ 荷重分散

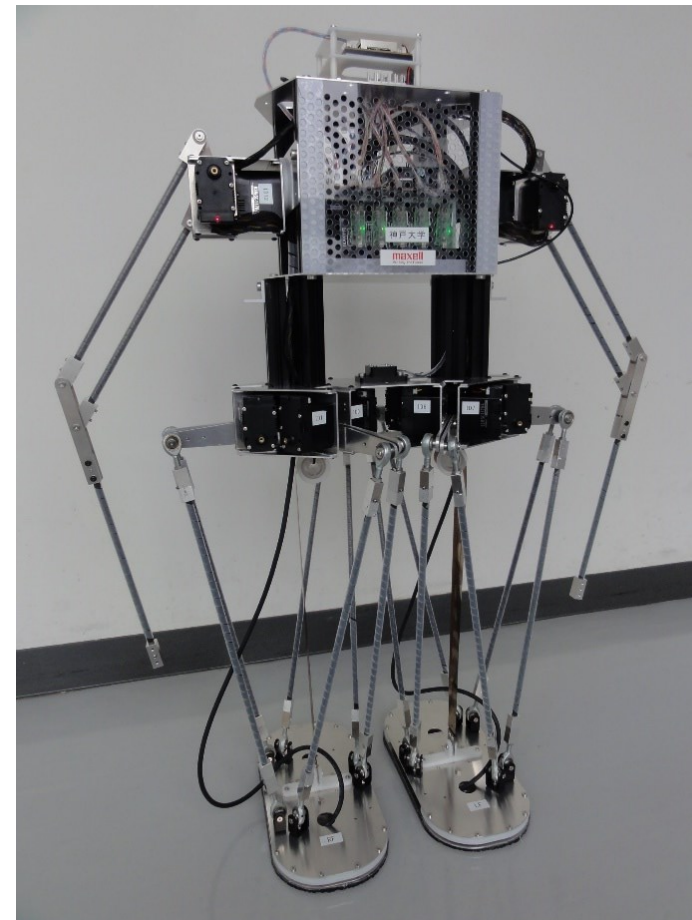
自重による負荷を複数のアクチュエータに分散できる
比較的低出力のモータを用いた設計が可能

✓ 脚慣性の低減

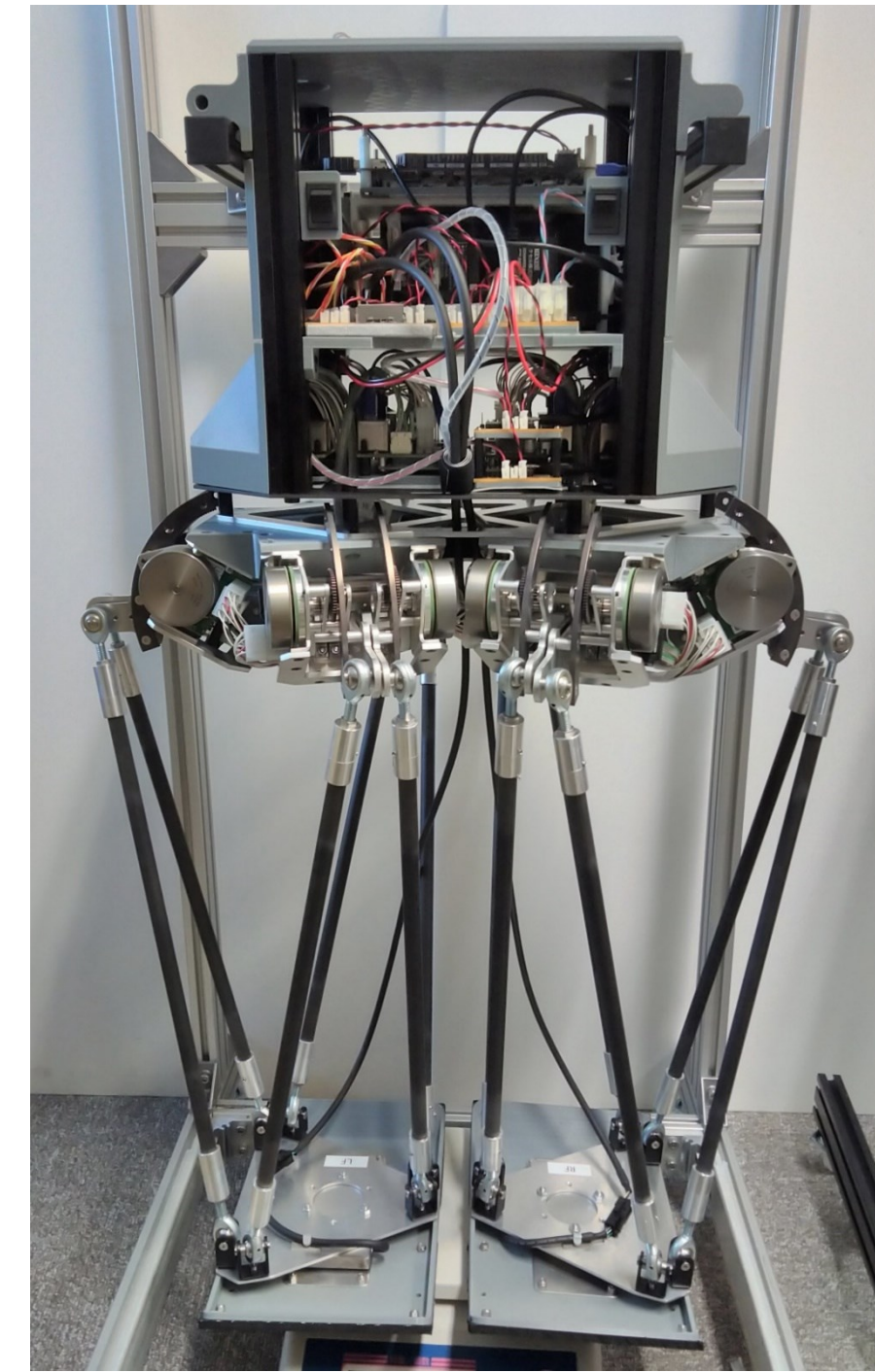
高速歩行や転倒回避に必要な俊敏な脚運動が可能

✓ 機構の簡素化

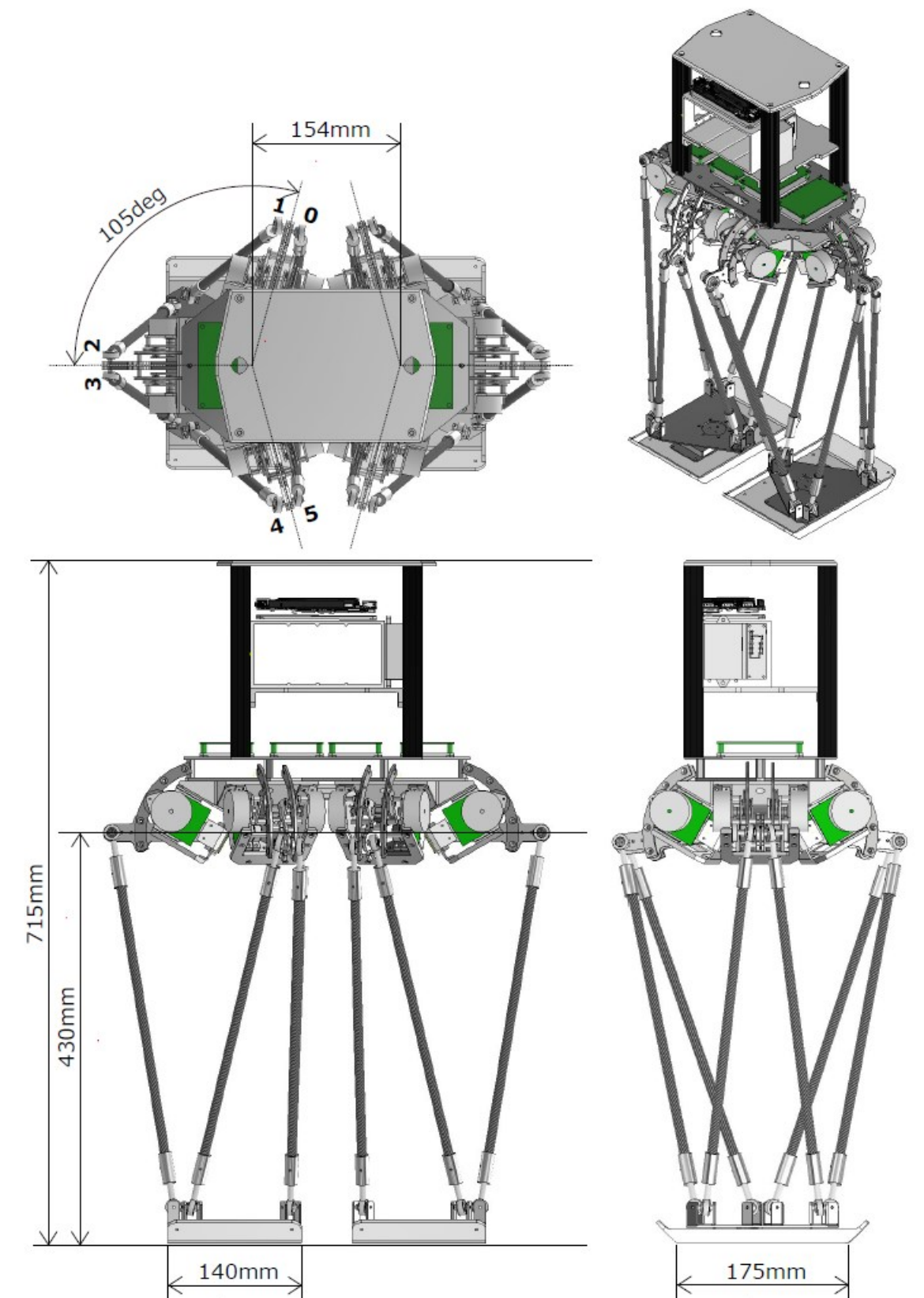
同じモジュールを複数、並列に配置する設計
胴体への集約による配線の削減



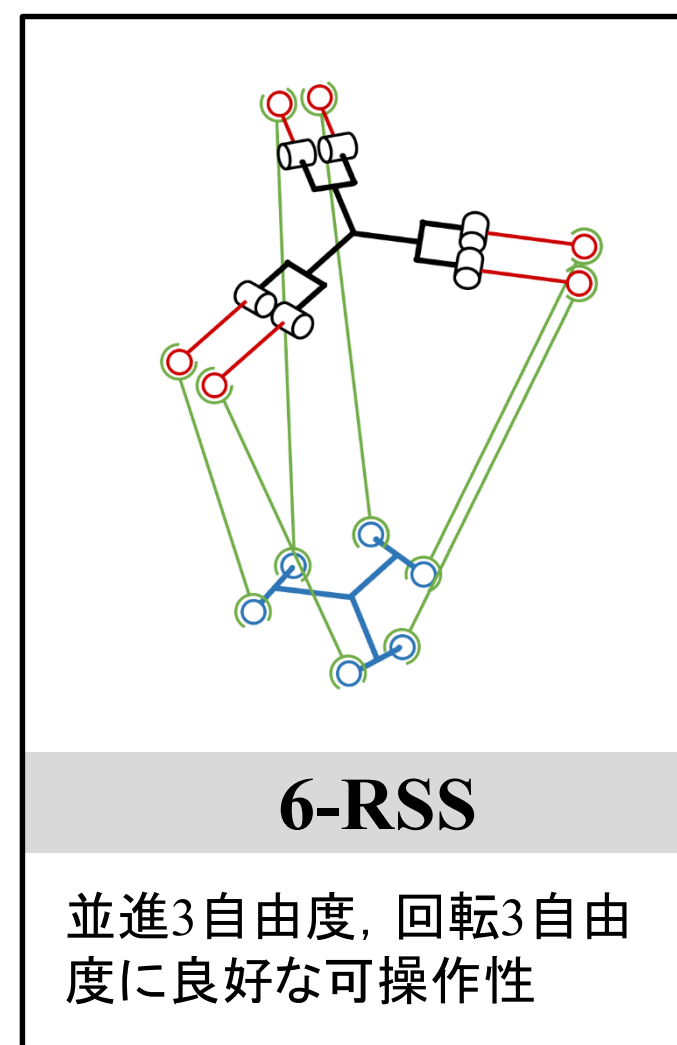
Paraniso 1号機
(第一報参照)



Paraniso 3号機



運動学解析

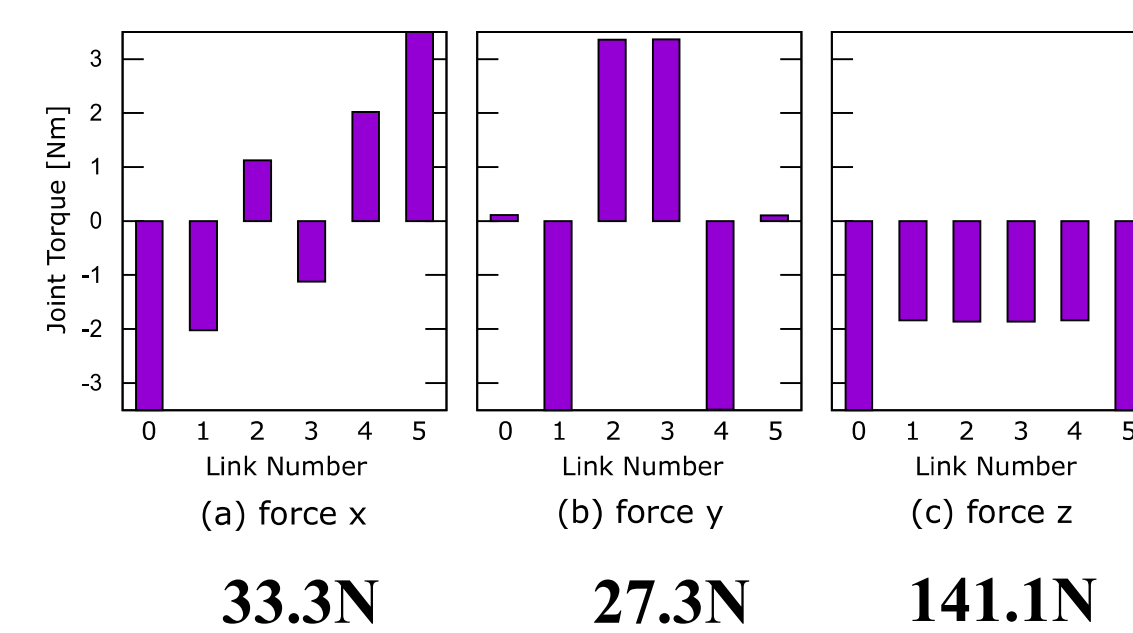


類似のパラレルリンク機構の比較

Stewart-Gough	HEXA	Delta
動力伝達部に直動アクチュエータ 高慣性	Yaw回転の可操作性に難点	並進運動のみ

静力学解析

関節最大トルクを3.5Nmとし、足への各方向の許容最大荷重と関節トルク分布を計算



荷重の向きによっては少数の関節に負荷が集中する

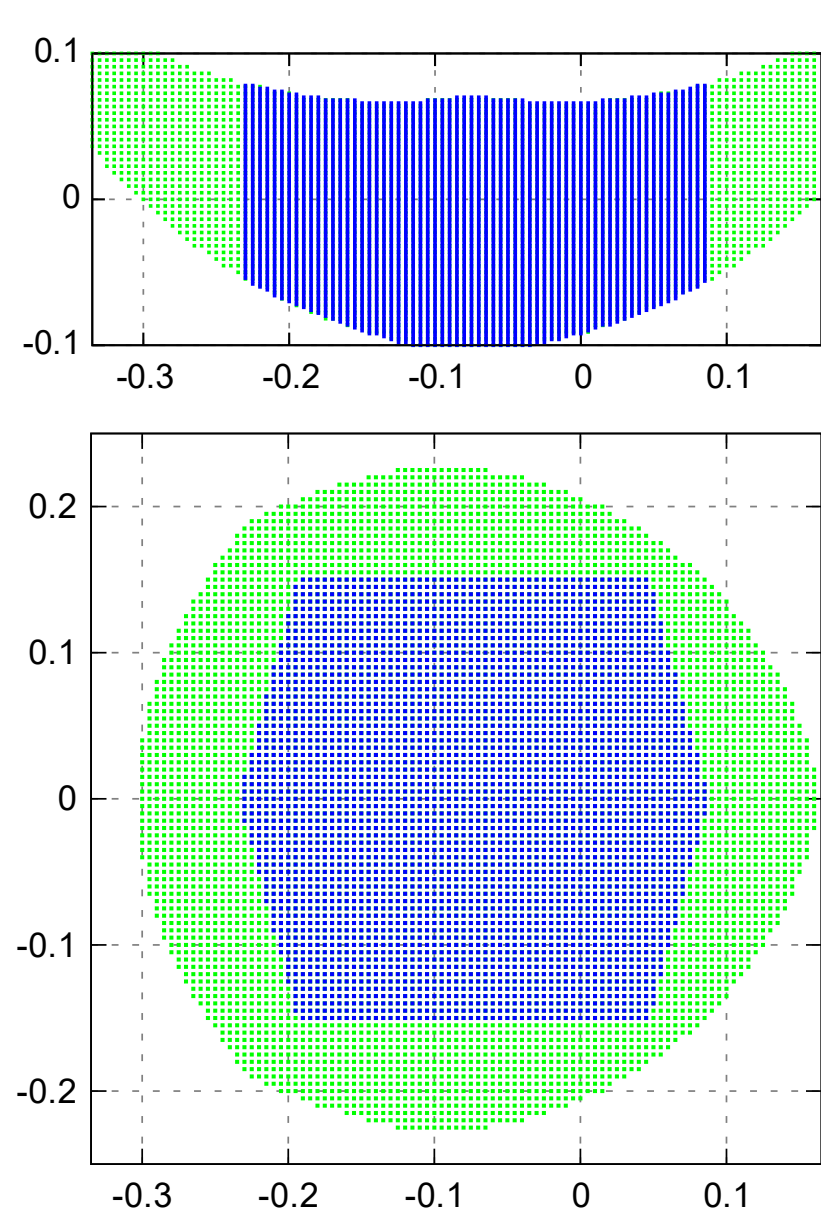
関節ごとのモータ選定や減速比の調整が耐荷重向上に有効

$$\tau = J^T f$$

関節トルク 6軸
脚ヤコビアン 6×6
足負荷レンチ 並進3, 回転3

◆ 脚の可動範囲

並進可動範囲



回転の可動範囲 [deg]

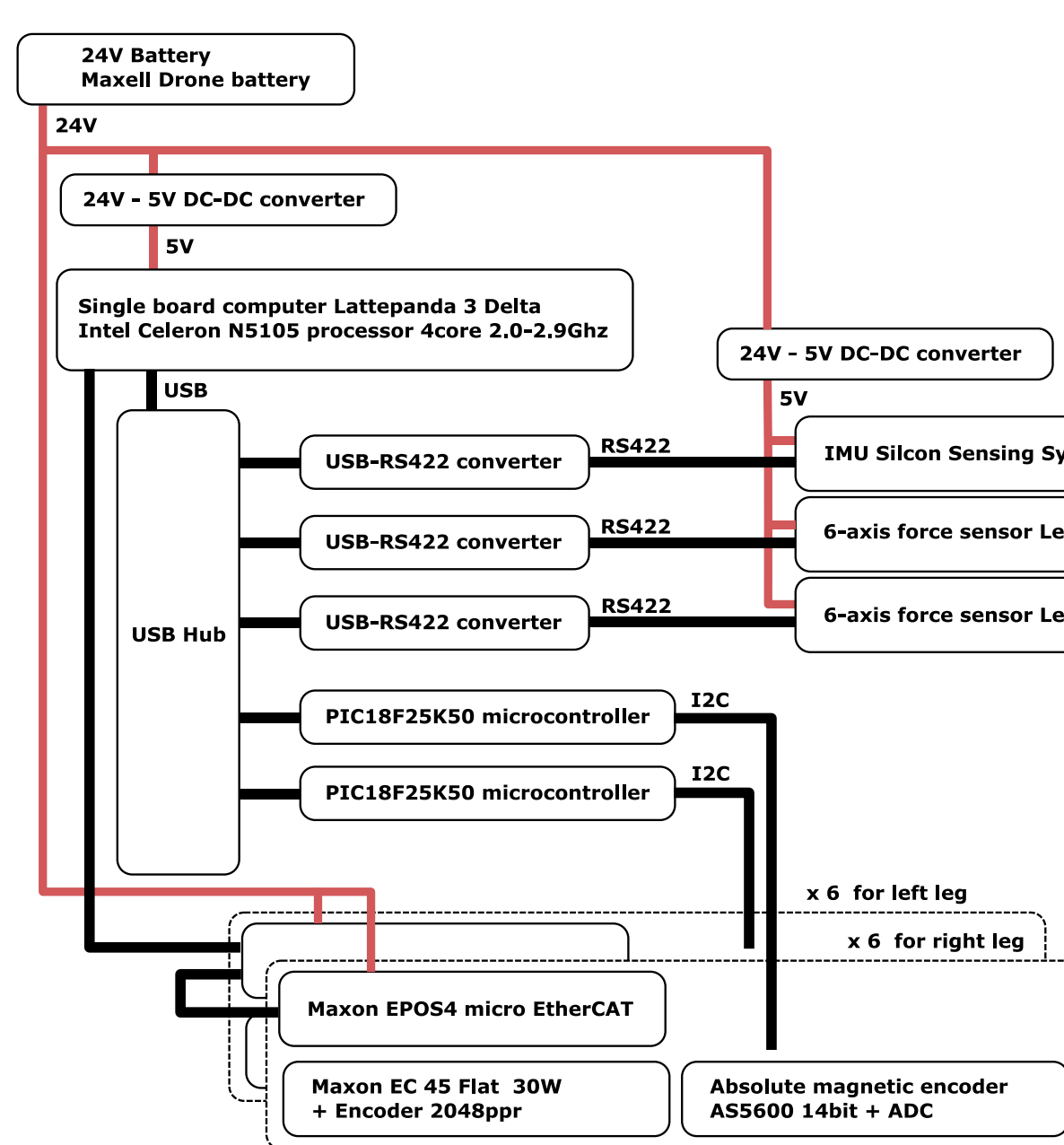
	min	max
roll (x)	-28	+28
pitch (y)	-23	+23
yaw (z)	-51	+51

通常の歩行運動には十分な可動範囲

階段歩行などのためには、 α 方向可動範囲が不足

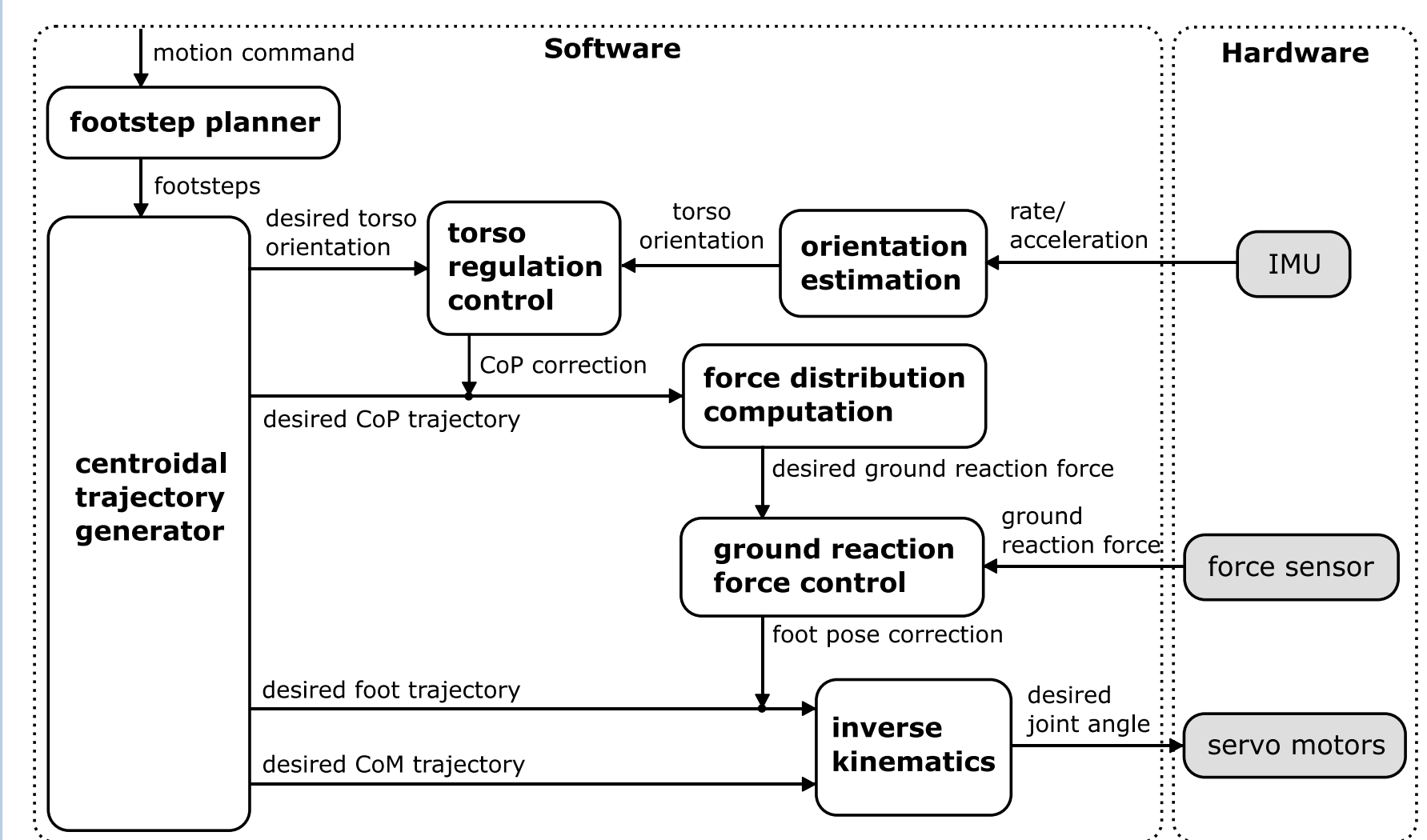
青: ロッドエンドジョイントの開き角制限 (30度) を考慮した可動範囲
緑: 開き角制限なしの可動範囲

ハードウェア構成



制御系構成

バランス制御部はHumanoid Virtual Athletics Challenge のサンプルコード (<https://github.com/ytazz/vnoid>) とほぼ同一のものを実機に実装



駆動機構

【1号機】 ロボットサーボにリンクを直結

△駆動速度不足
△角度分解能の不足のため制振性に難あり



近藤科学 B3M-SC-1170-A
(減速比362.88:1)

【2号機】 ボールねじ駆動方式

△駆動速度、保持力、バックドライブ性の両立が困難

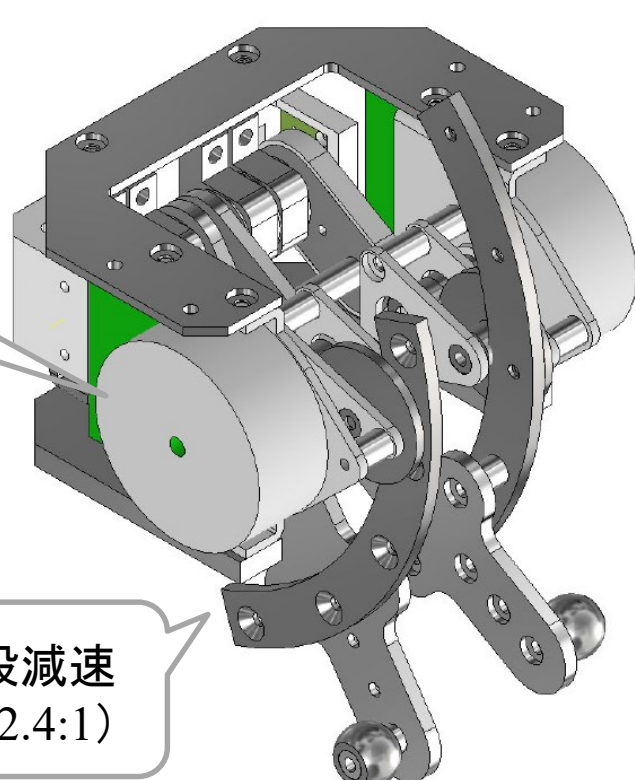
【3号機】

多極ブラシレスモータと低減速比の減速器を組み合わせた駆動モジュール

駆動速度、保持力、バックドライブ性の両立が可能

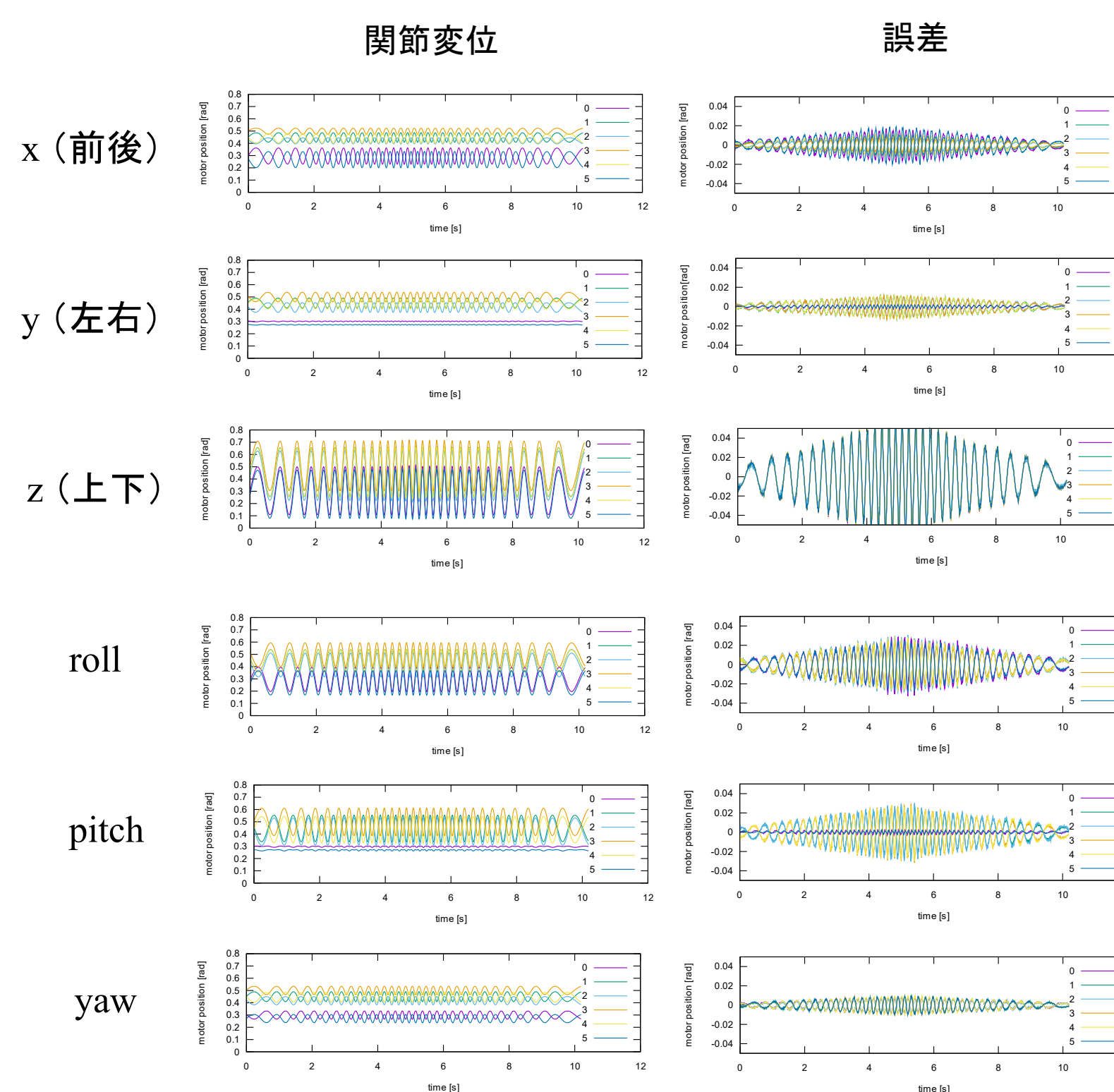
ブラシレスモータ
30W, 8磁極

平歯車2段減速
(減速比62.4:1)



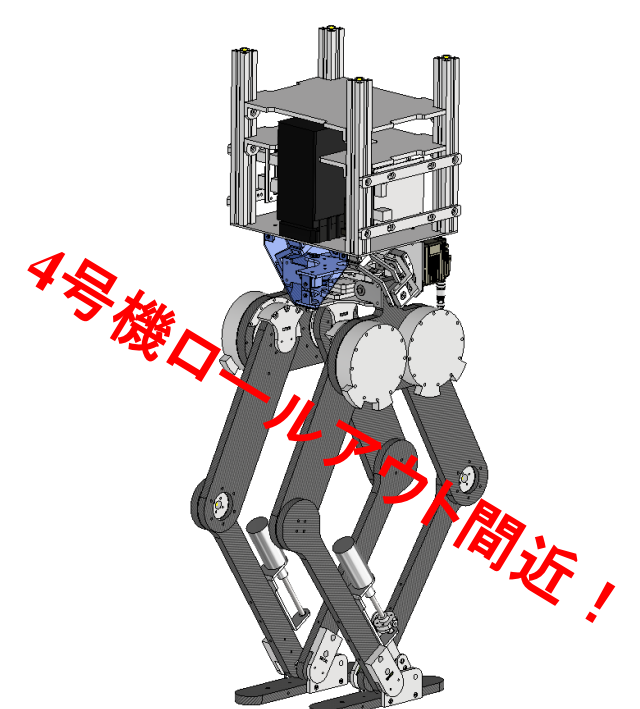
位置追従性能評価

0.5~2.5Hzのチャープ信号で応答性評価
良好な追従性を確認



今後の展望

- ・ オープンハードウェア化
- ・ 歩行, 転倒回避性能の定量評価
- ・ 屋外歩行試験, ナビゲーションシステムとの統合



謝辞 本研究は公益財団法人永守財団の研究助成を受けて行ったものである。