伸びれば伸びるほど剛性が高くなる非線形バネＳＡＴで柔らかなロボットの実現を目指す

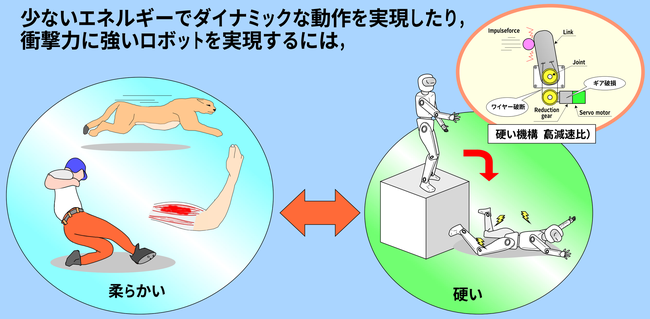
講演番号：2P2-L1-22
セッション名：ワイヤ駆動系の機構と制御
コアタイム：15:45〜16:45
発表者：田中 駿一(鈴鹿高専)

関節剛性調整機構 *SAT* の応用
第2報 一脚式ロボットの開発

○田中駿一 鈴鹿高専)，白井達也(鈴鹿高専)，田中信行 広島大学)，冨岡 巧(鈴鹿高専)

[A] 研究の目的

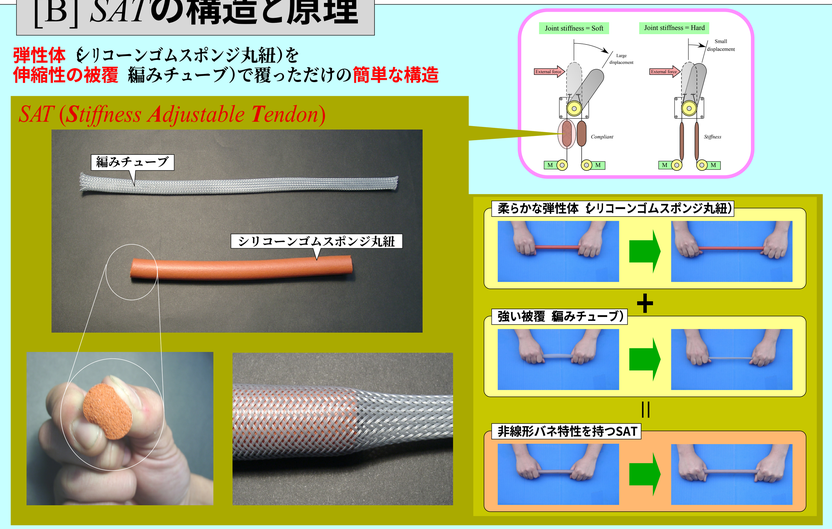
少ないエネルギーでダイナミックな動作を実現したり，
衝撃力に強いロボットを実現するには，



関節剛性を ’柔らかく ’も ’硬く ’も調整できる機構が必要

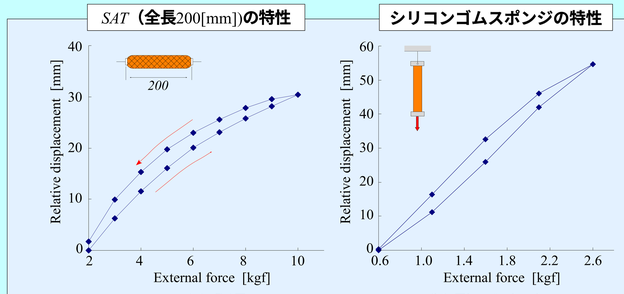
[B] *SAT*の構造と原理

弾性体 シリコーンゴムスポンジ丸紐)を
伸縮性の被覆 編みチューブ)で覆っただけの簡単な構造



[C] *SAT*の特性

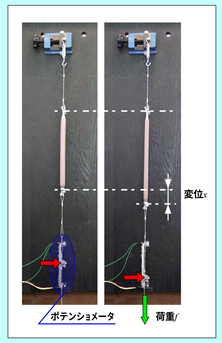
傾きが緩やかなほど剛性が高い

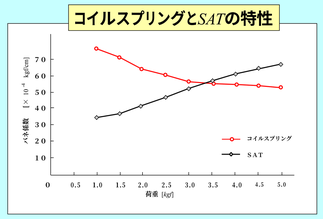


(a) *SAT*. (b) Elastic body.

SAT
- 伸びるほど硬くなる非線形特性を有する
- ヒステリシスを有する

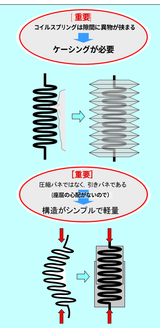
弾性体のみ
- バネ特性は線形で，*SAT*の約 1/ 5の剛性
- ヒステリシスが存在する





変位量が増える → コイルスプリングは柔らかくなる
*SAT*は硬くなる

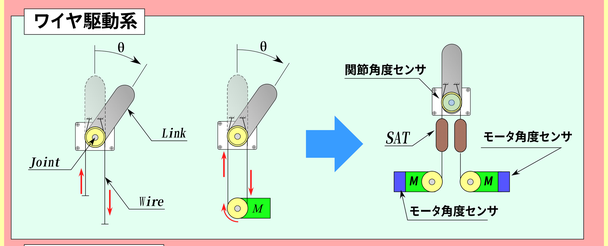
従来から用いられているコイルスプリングとの比較



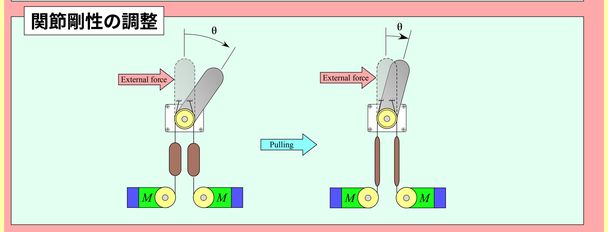
[D] ランディングマシン

*SAT*を用いたワイヤ駆動型動力伝達機構

ワイヤ駆動系



関節剛性の調整

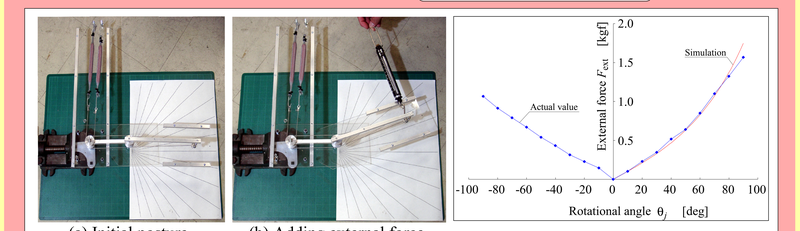


各関節)
- 一対の*SAT*を二つのモータで制御
- 関節角度センサでリンクの角度を計測
- モータ角度センサで各*SAT*の変位量を計測

比較的安定な)
変位センサの出力を
利用して，

関節角度制御
関節トルク制御
関節コンプライアンス制御 } が可能

コイルスプリング ：関節剛性は一定
非線形バネ*SAT* ：関節剛性が変化

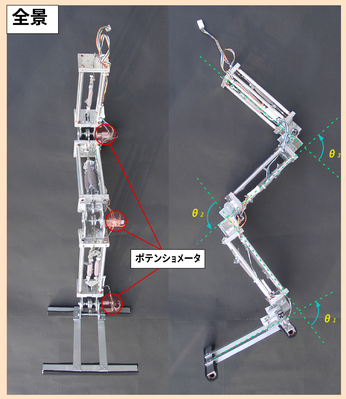


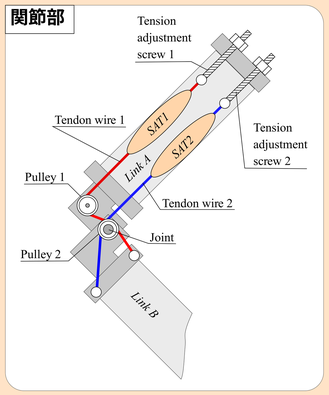
(a) Initial posture. (b) Adding external force.

LM1 (Landing Machine1)

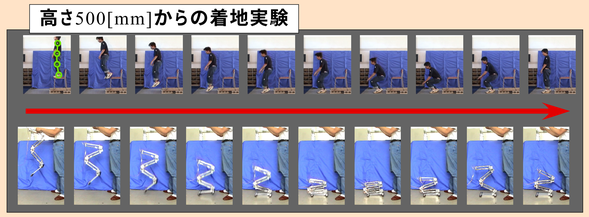
【LM1の目的】
*SAT*を用いたワイヤ駆動型動力伝達機構を用いることで，
衝撃力を伴うダイナミックな動作 高所からの着地)が可能か？

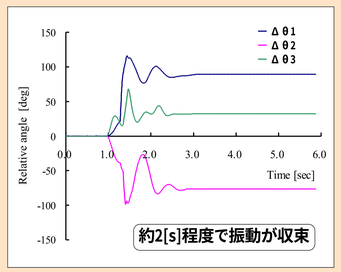
- 各リンク間の長さ：300[mm]
- 重量：2.1[kgf]
- アクチュエータなし





高さ500[mm]からの着地実験





LM1の問題点

(1) モータを搭載していない ＝ *SAT*の剛性調節が手動
正確な調節が困難)

(2) *SAT*が一系統のみ ＝ ワイヤ破断時にロボット破損の危険

(3) 目標とする大きさに対して小型/軽量
ヒトと同程度の大きさのヒューマノイドロボットに対して)

LM2の開発

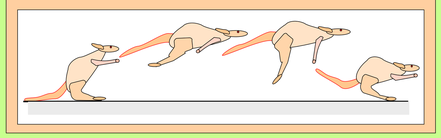
LM2の改善点

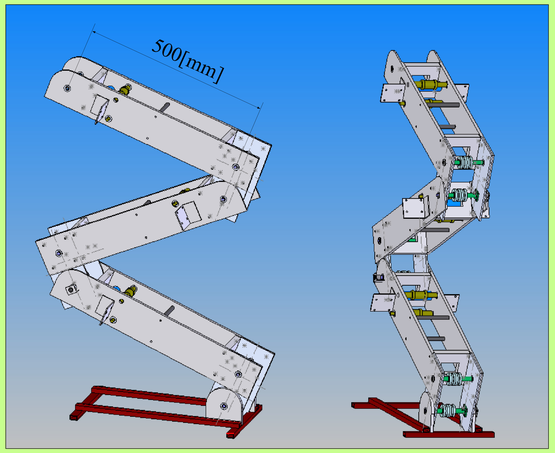
(1) 各関節に2個ずつDCギアードモータを搭載
→ 各関節角度／剛性／トルク制御の実現

(2) *SAT*を二系統並列化
→ ワイヤ破断時のためのフェイルセイフ

(3) 各リンク間の長さを300[mm]→500[mm]に大型化
→ ヒトと同程度の大きさ)

- 衝撃吸収時の安全性の向上
- ヒトと同程度の大きさのロボット
- 運動エネルギーの吸収・蓄積・放出





まとめと今後の課題

まとめ
- *SAT*を用いたワイヤ駆動式動力伝達系の非線形特性を確認.
- LM1によるダイナミック動作実現可能性の確認 → LM2の設計

今後の課題

○LM2の完成
- 位置制御／トルク制御／コンプライアンス制御性能の確認
- 着地実験
- 跳躍動作の実現可能性について検証

○LM2の拡張
- 2本脚への拡張 柔軟性を生かした歩行動作)

○*SAT*の耐久性評価試験
- 繰り返し荷重，過荷重印加状態における静特性の経時変化
- 動特性の計測