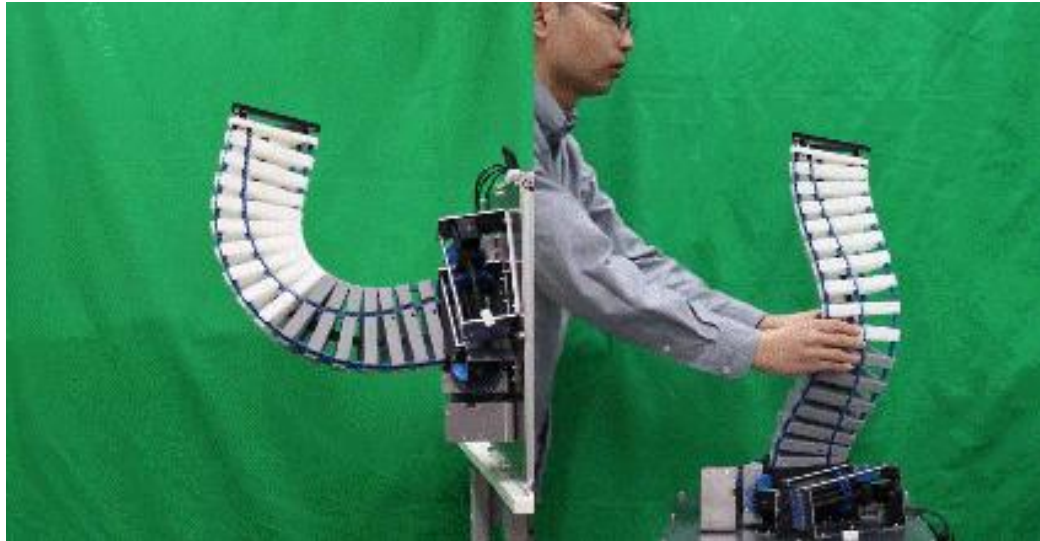


安全かつパワフルな伸縮アームと、 高所を踏破可能なクローラ

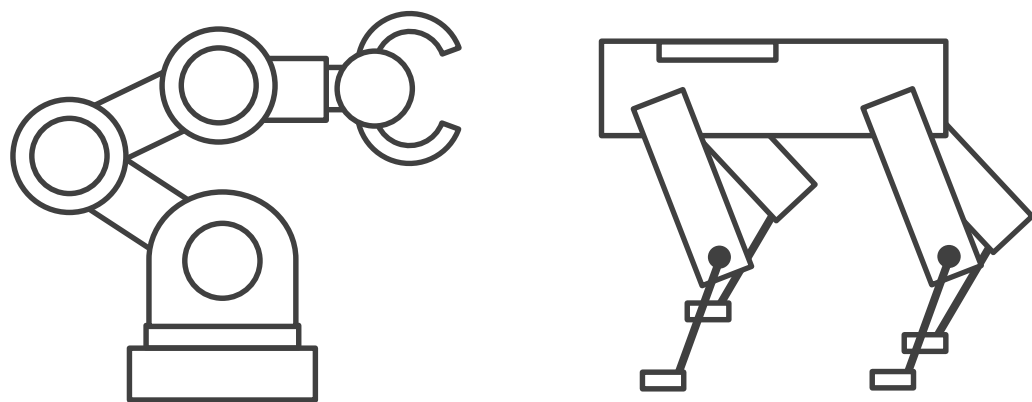


電気通信大学 情報理工学研究科
KANADA LAB 准教授 金田 礼人

2026年5月12日

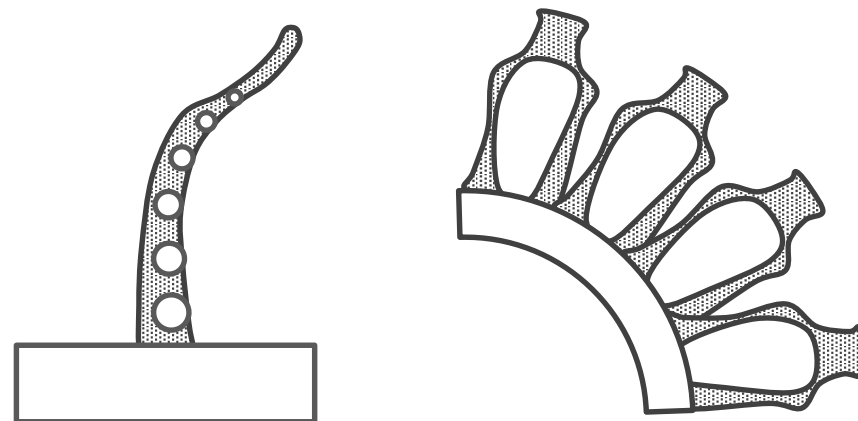
背景 | 人と共生する安全なロボット

金属などの剛体部品で構成



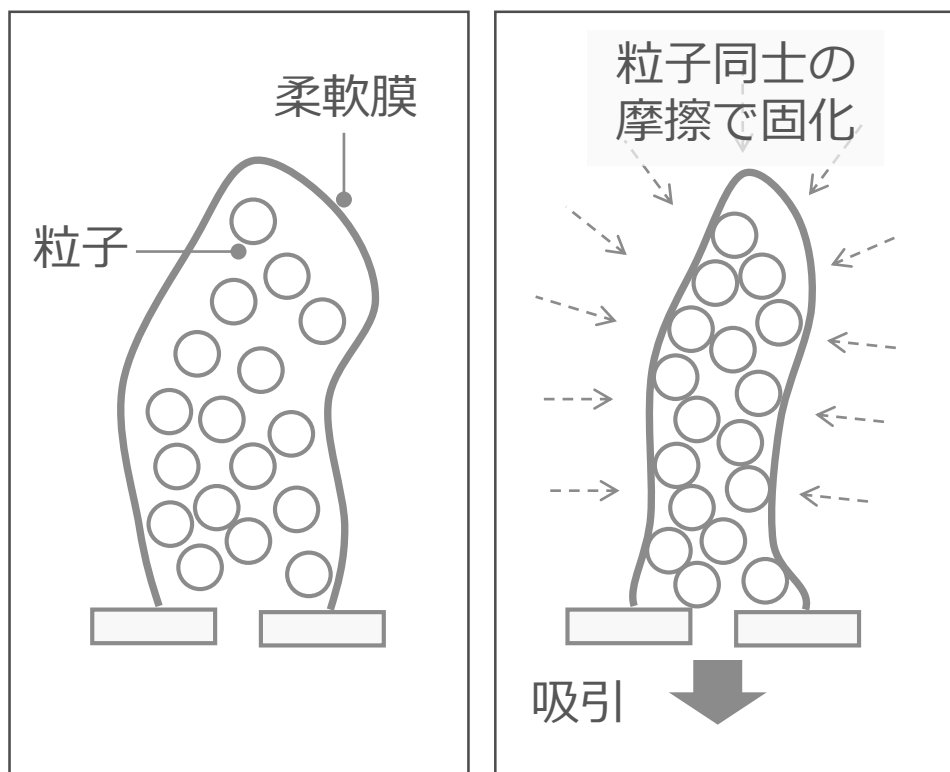
剛体ロボットはパワフル
だけど危険

ゴムやエラストマなど柔軟素材で構成



ソフトロボットは安全
だけど作業できない

ペイロードの向上 | 従来技術とその問題点



ソフトロボットを一時的に
硬くする技術はあるけど



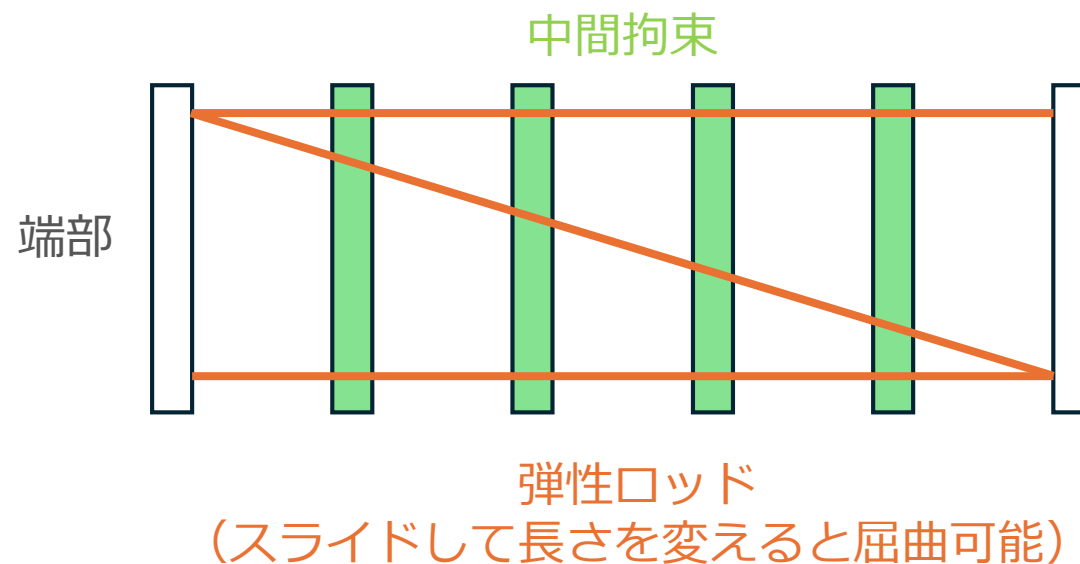
- ×硬化に時間が掛かる
- ×硬化時に動けない

可変剛性技術の一例

提案技術 | 柔らかさと硬さを同時に実現

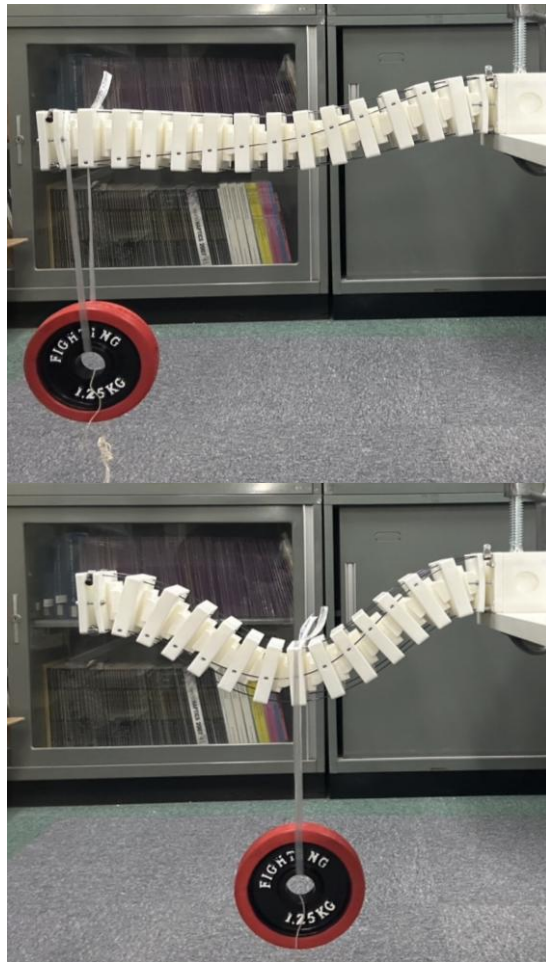


3つのロッドを束ねるだけ



先端が高剛性、中間は低剛性、変形しても先端姿勢を保持

新技術の特徴・従来技術との比較



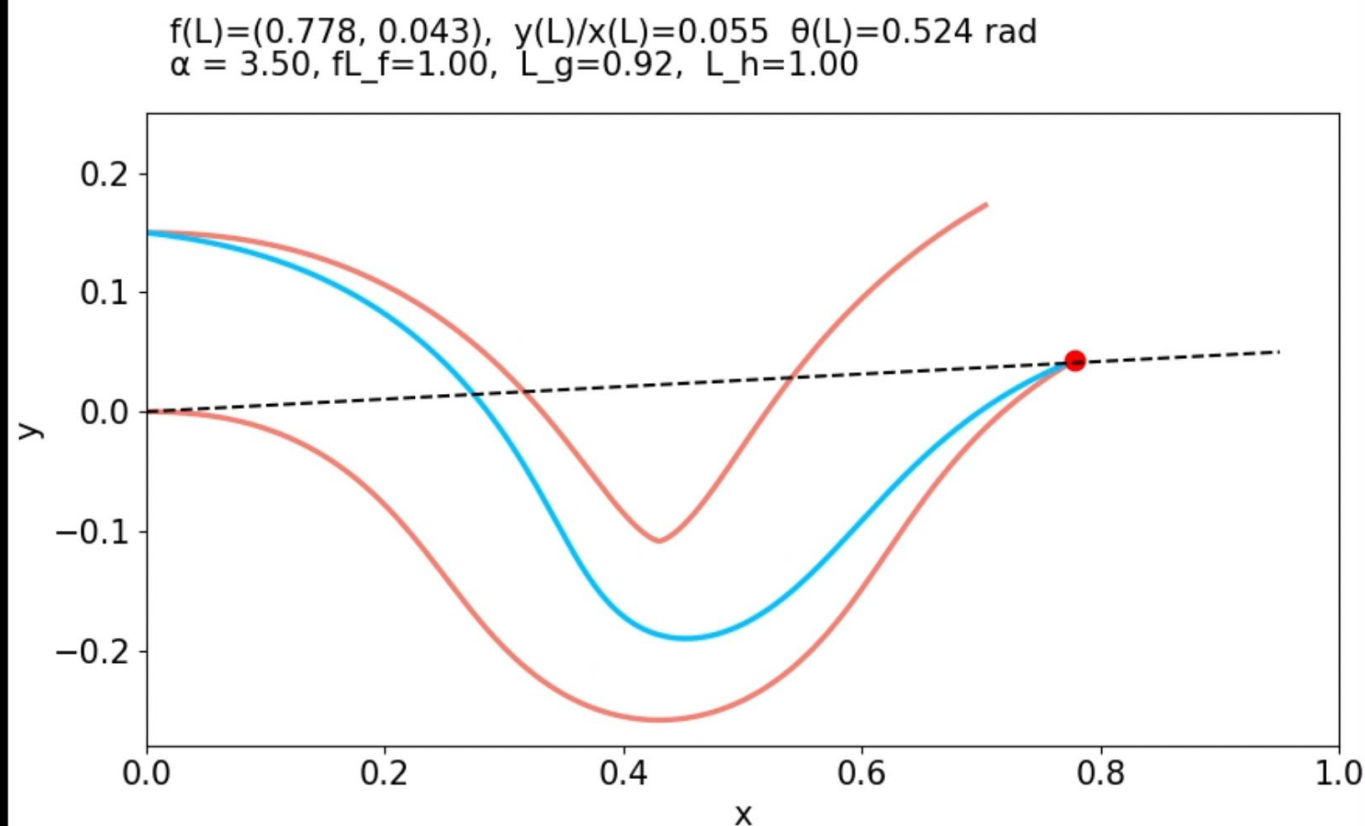
先端の方が12倍剛性が高い



通常の片持ち梁よりも**100**倍高剛性

※トラス状にすると硬くなることは知られていたけど
姿勢保持機能の報告はない

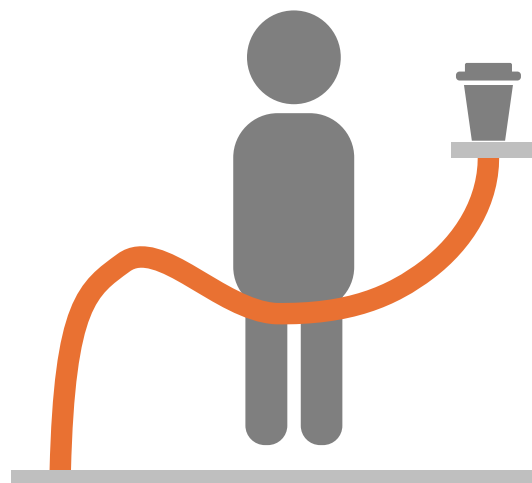
提案技術 | 姿勢保持機構の解明



数学的に証明 & シミュレーションで確認

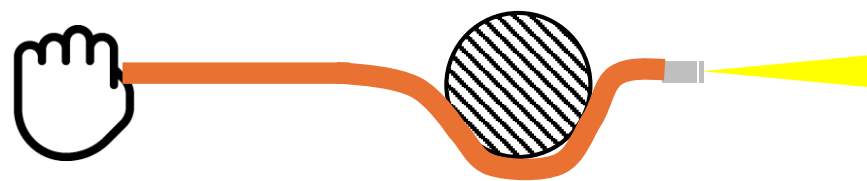
想定される用途1

オシャレな椅子



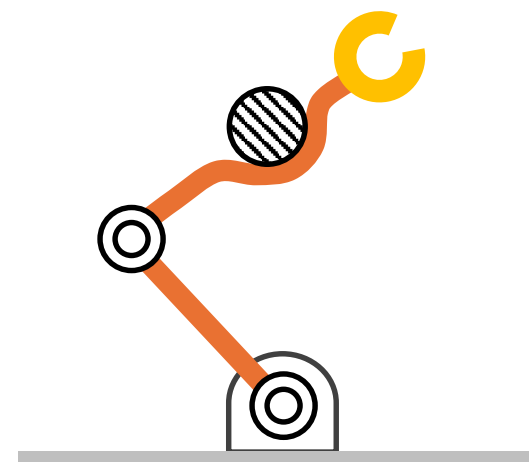
座ると体にフィットする

内視鏡



障害物を避けて映像を送れる

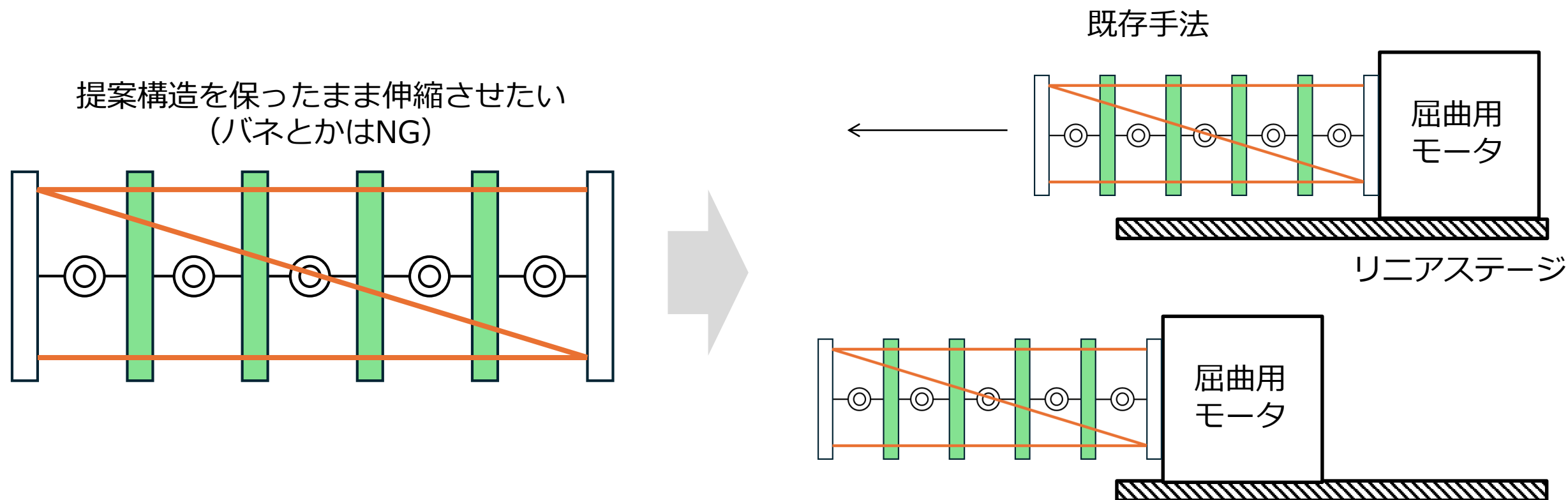
ロボットのリンク



障害物にぶつかっても無視

あらゆる構造物に応用可能

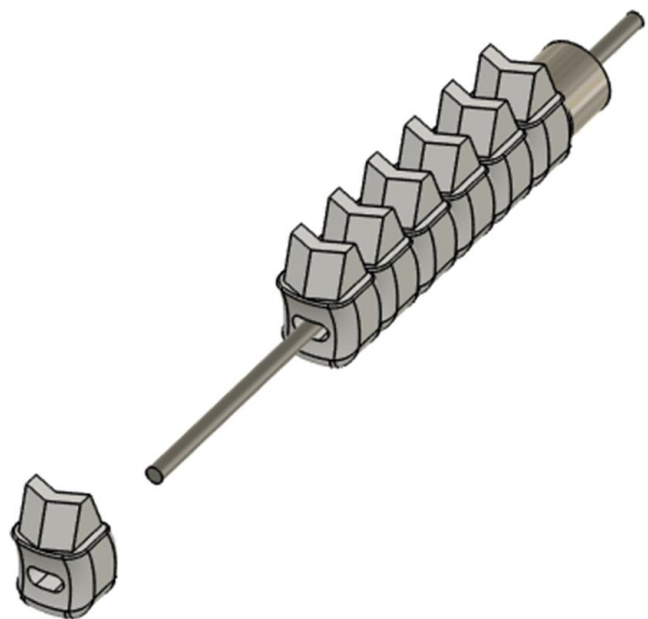
伸縮アームに応用 | 従来技術とその問題点



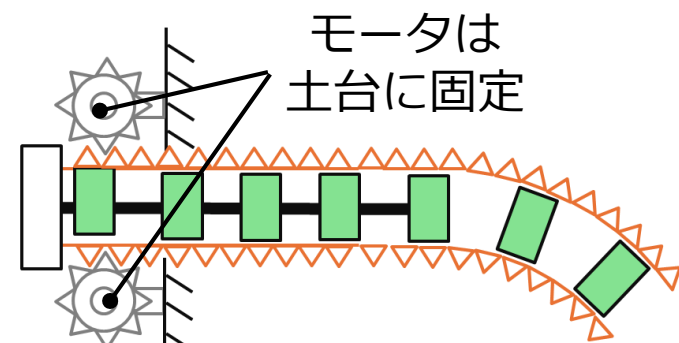
リニアステージは重くかさばる

新技術の特徴・従来技術との比較

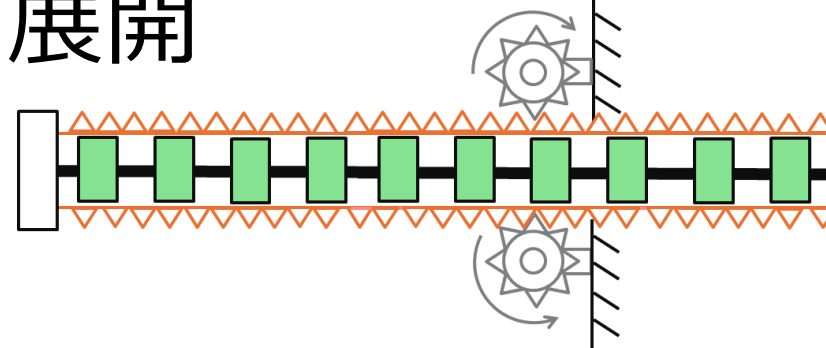
三次元に曲がるラックギアを開発



収納

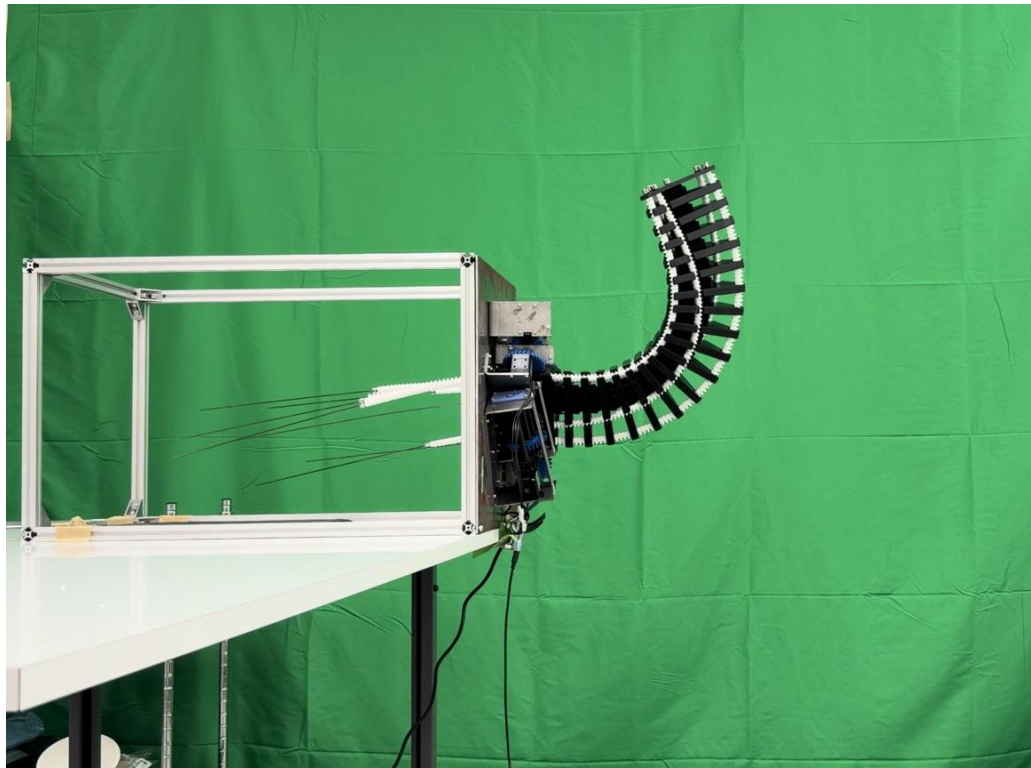


展開



モータを土台に設置できるので軽量かつコンパクト

提案技術 | デモンストレーション



6自由度で動作、丸めて収納可能、1~5kgくらい持てそう

想定される用途2

- 人や障害物に衝突しても作業を継続可能→協働ロボット
- アームを収納・展開可能→家庭用ロボット、天井ロボット
- 壊れにくい&すぐに修理可能→AIロボット
- 軽量&高速動作→スポーツロボット

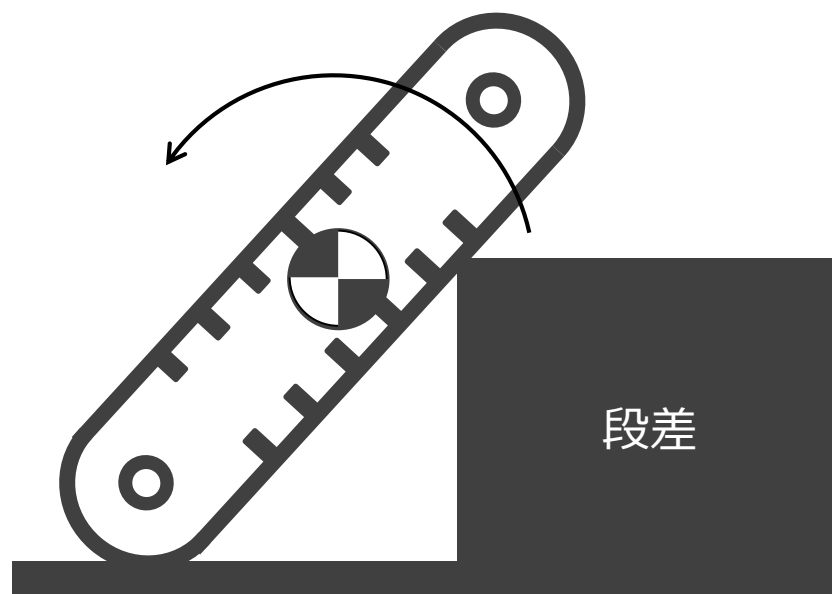
実用化に向けた課題

- 剛性を設計する技術はこれからの課題。剛性比にも現状は限界あり（10倍くらい）。
- ハードウェアの完成度を向上させる。ディスクの厚さやディスク間距離、ラックの摩擦など考慮が必要。
- 提案アームはモデル化が凄く難しい。位置制御や力制御の実装が必要。ただしAIで解決できるかも。

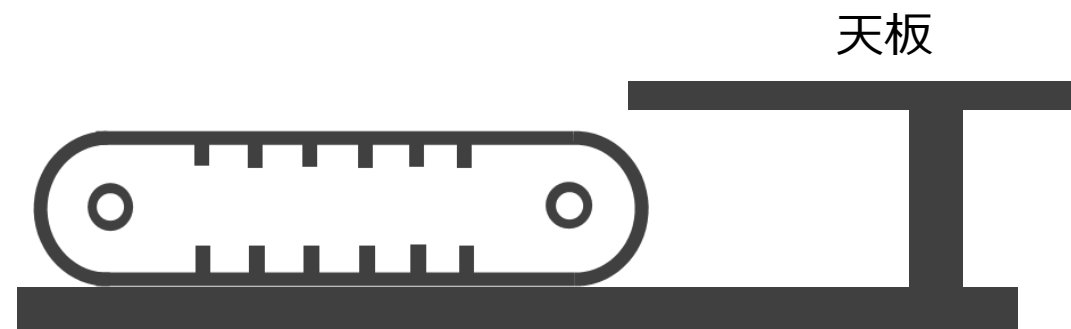
社会実装への道筋

時期	取り組む課題や明らかにしたい原理等	社会実装への取り組みについて
1年後	・提案構造体の設計技術を確立 ・ロボットハードの完成度を上げる&1kgのペイロードを実現	デモンストレーション実施 提案構造体のサンプル提供
2年後	・ロボットの制御技術を確立(AI技術を含む) ・先端/中間部の剛性比向上	
3年後	・実用レベルのアームを開発	

背景 | 不整地を走行するクローラ



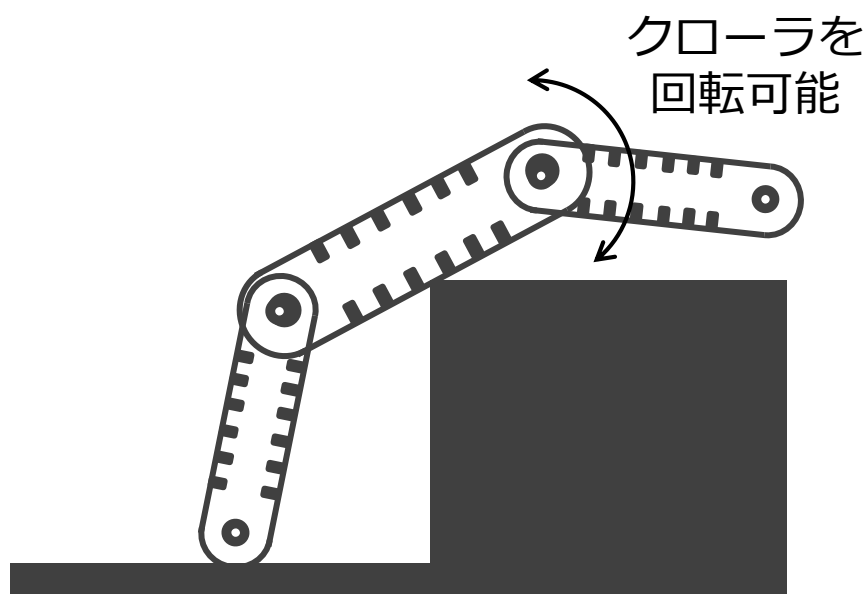
登ろうとしても
後方へ転倒してしまう



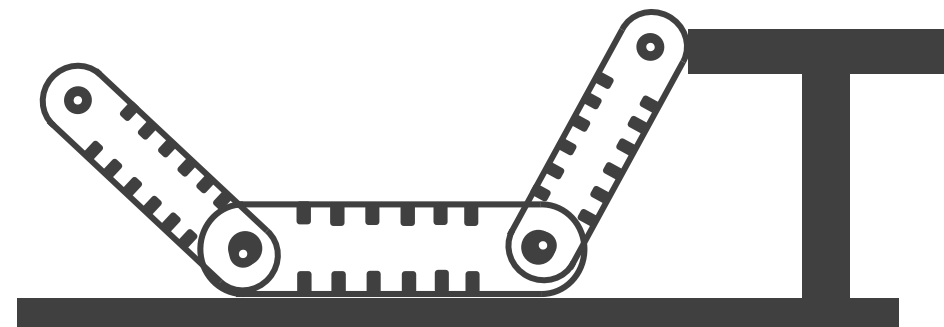
天板のような構造物は
そもそも上段へアプローチできない

クローラで高所を踏破するのは難しい

変形クローラ | 従来技術とその問題点



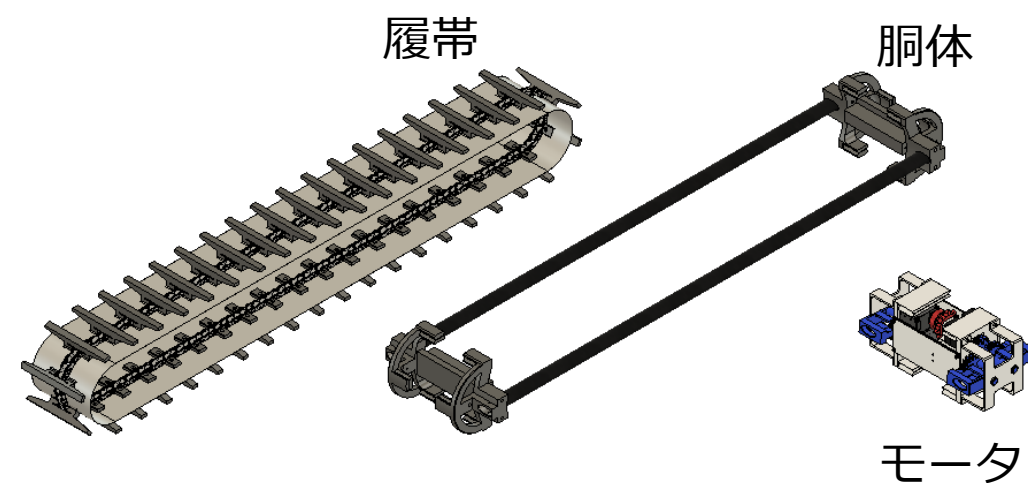
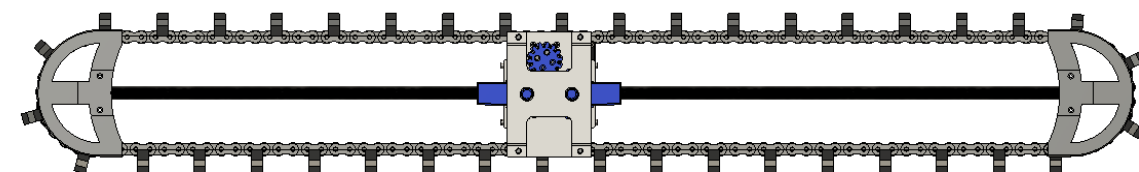
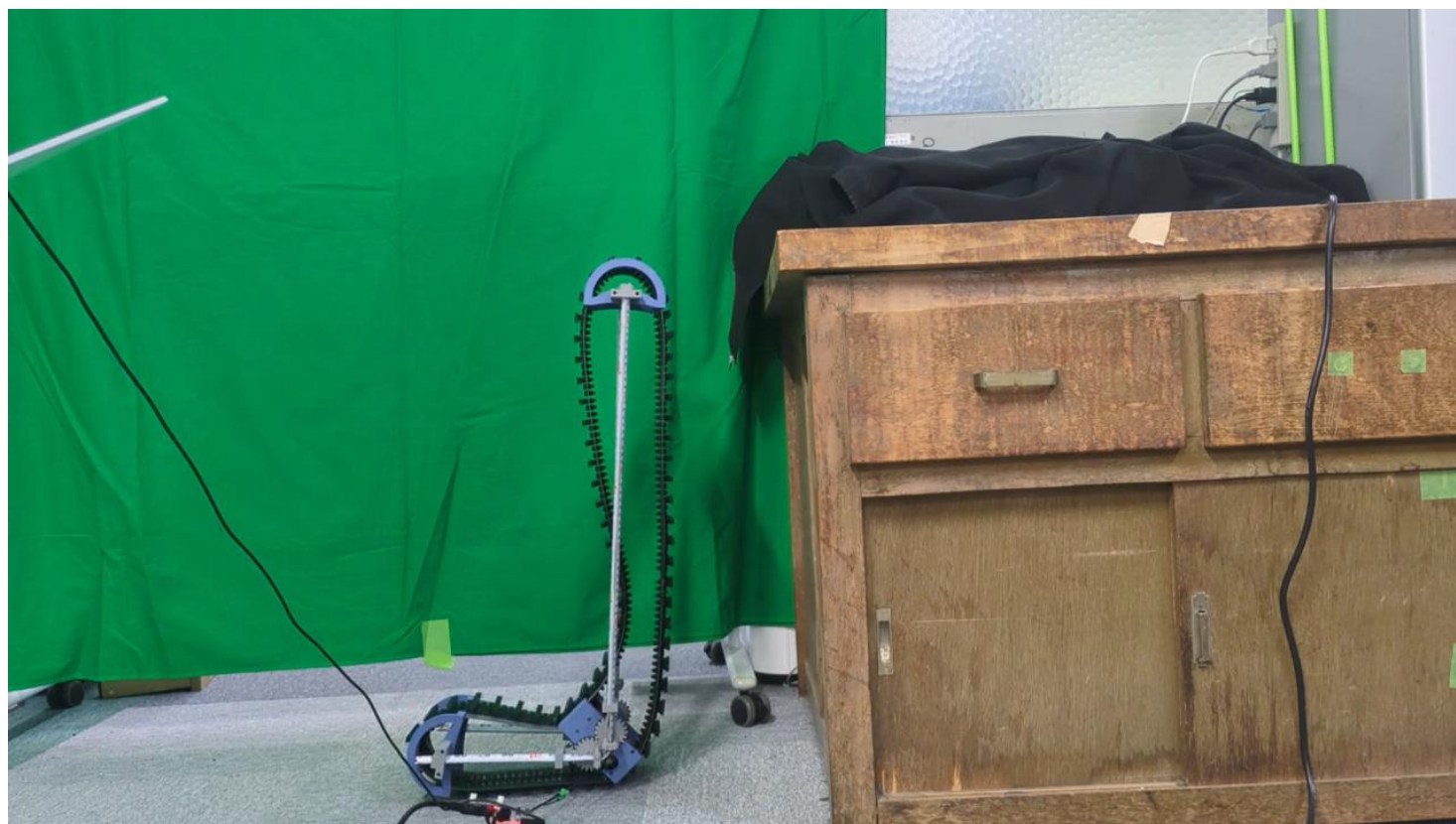
クローラを振って体重移動



前方クローラを振り上げて
高所にアプローチ

全長の**30%**程度の高さしか登れない

新技術の特徴・従来技術との比較



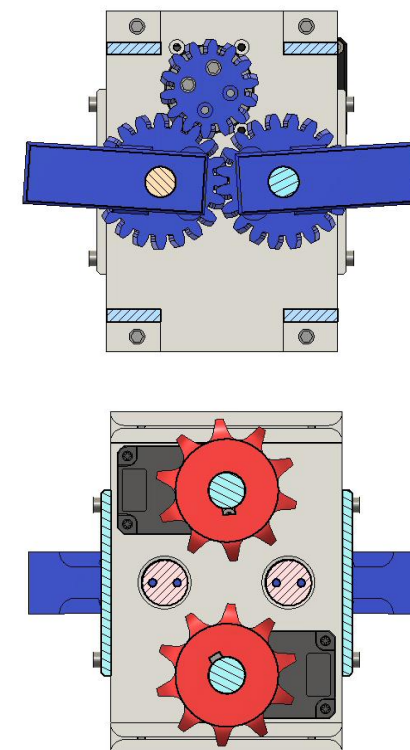
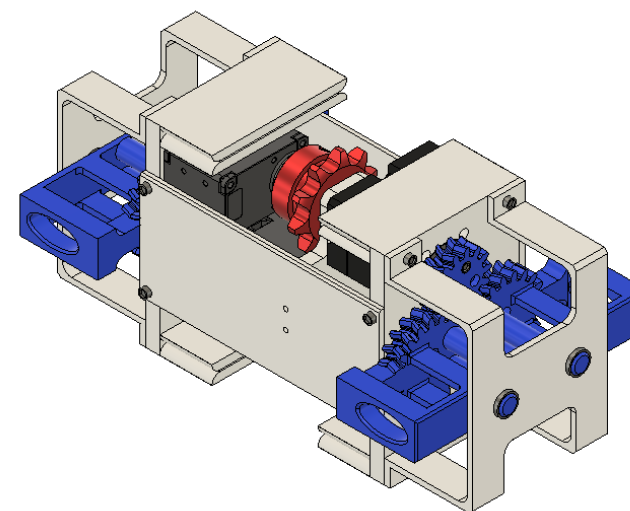
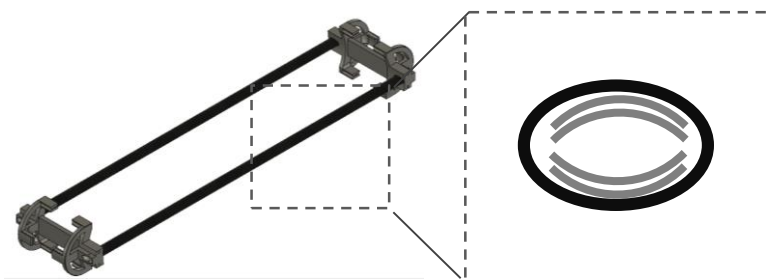
全長の**80%**近い段差を踏破可能、構造もシンプル

メジャーによる直線剛性と曲げやすさの両立



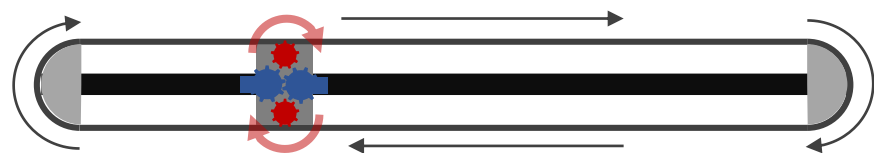
メジャー

断面図



平らにすると曲げやすく、湾曲させると硬くなる

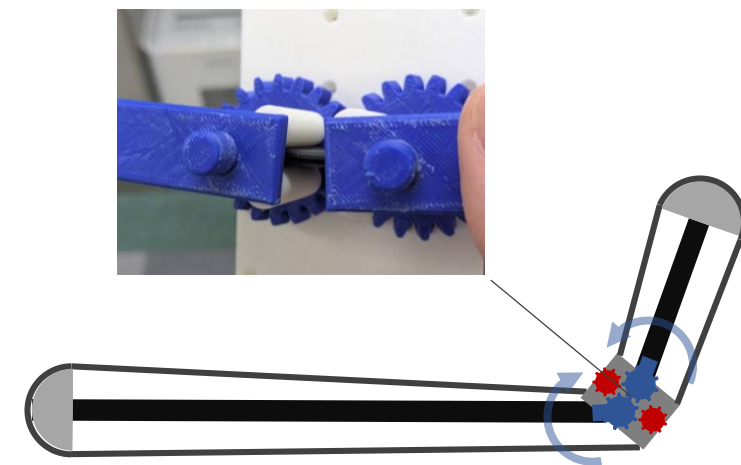
3種類の動作を組み合わせで段差を踏破



履帯回転



モータ移動

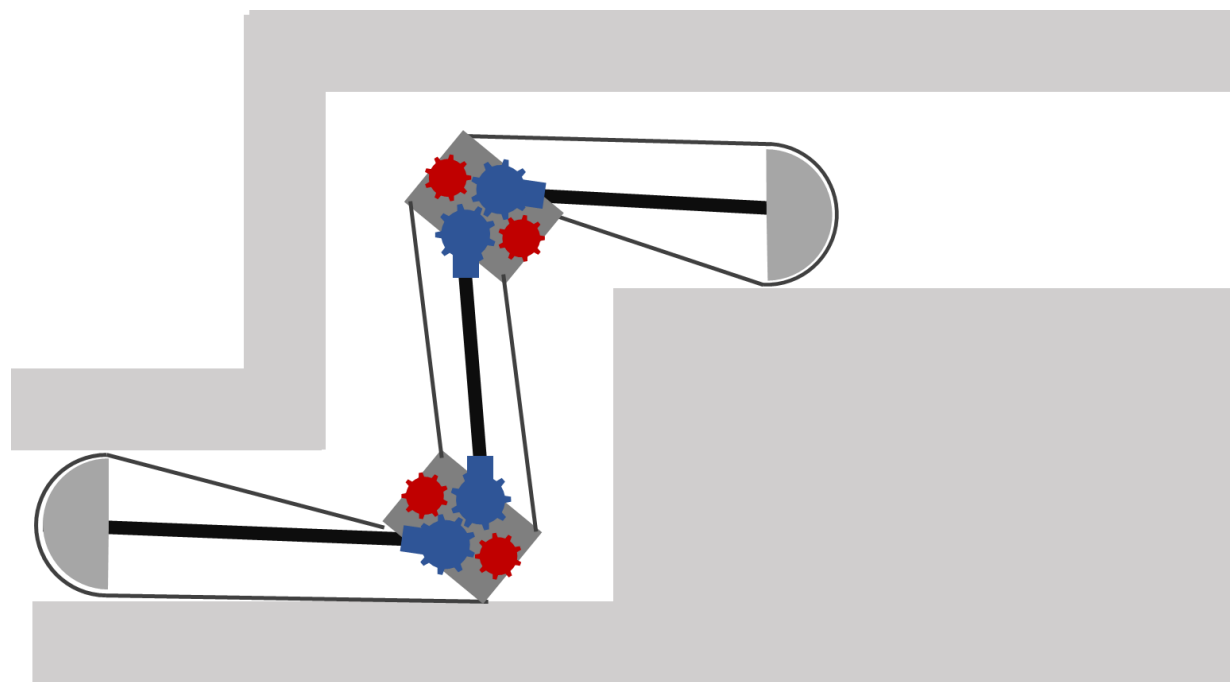


屈曲

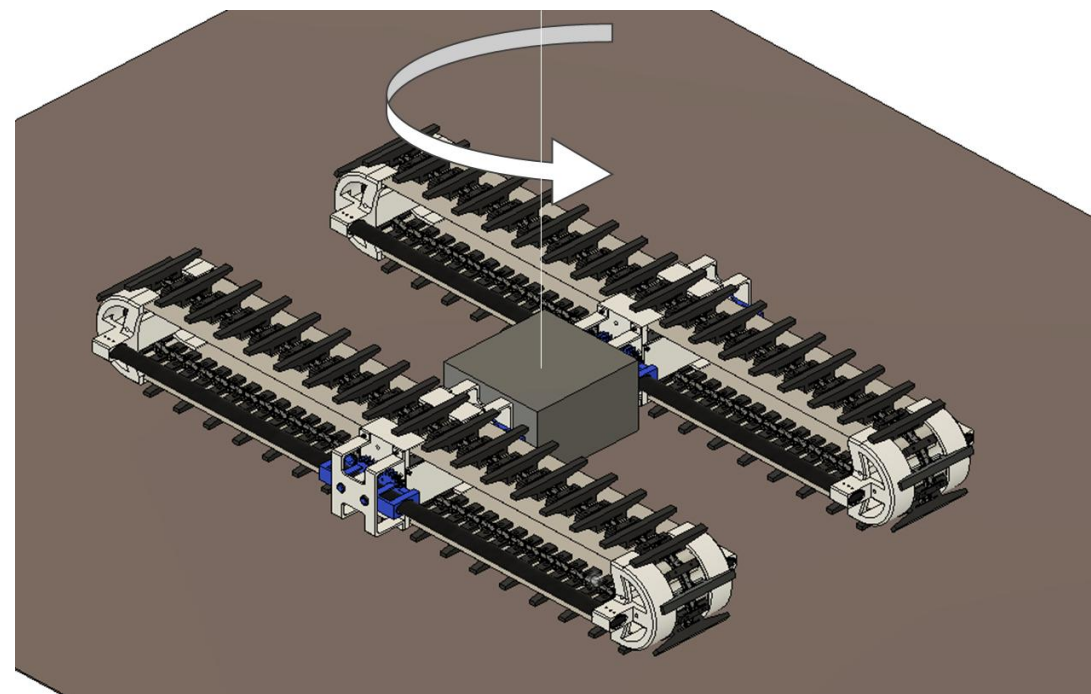
平らにすると曲げやすく、湾曲させると硬くなる

想定される用途3

複数のモータを搭載して複雑な屈曲



クローラを2つ合わせて旋回動作



点検、検査、救助、探査ロボットへの応用に期待

実用化に向けた課題

- ペイロードが小さく、自重で潰れてしまう。
大型機用に新たな機構を開発中。
- 単一のクローラだと横に曲がれない。
屈曲用機構の開発
- ベルト、ギア、テンショナなど部品の最適化。
- 操縦手法（特に段差昇降）の確立。

社会実装への道筋

時期	取り組む課題や明らかにしたい原理等	社会実装への取り組みについて
1年後	・3Dプリンタをベースとした試作機の開発	デモンストレーション実施
2年後	・機械部品をベースとした試作機の開発 ・剛性(ペイロード)を向上させる	
3年後	・実用レベルのロボットを開発	

企業への期待

立ち上げ直後の研究室で
お金と人手が足りないので
共同研究や**技術指導**を希望



KANADA LAB

<https://sites.google.com/view/ayato-kanada-ja>

企業への貢献、PRポイント

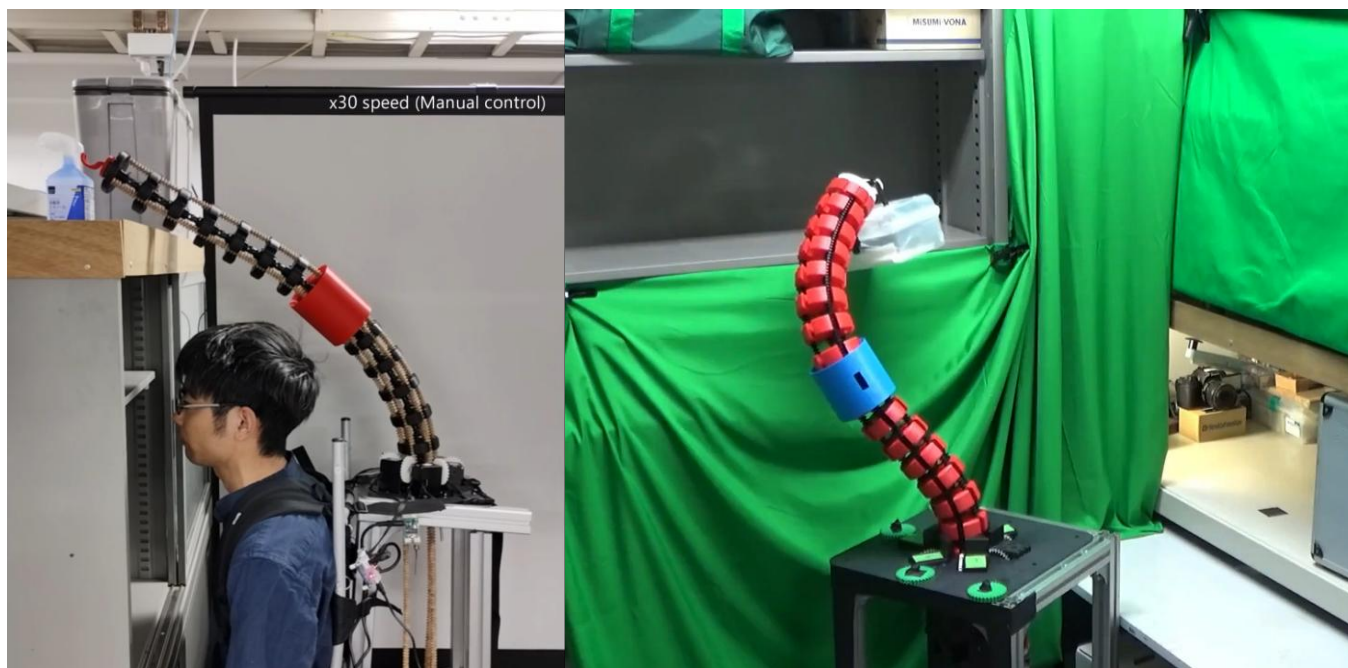
- 本技術はどちらも開発されたばかりで伸びしろが大きく、応用先や発展形が多く見込まれる。
- どちらの技術も3Dプリンタで簡単に作れて、とりあえず試しで始めやすい。

本技術に関する知的財産権

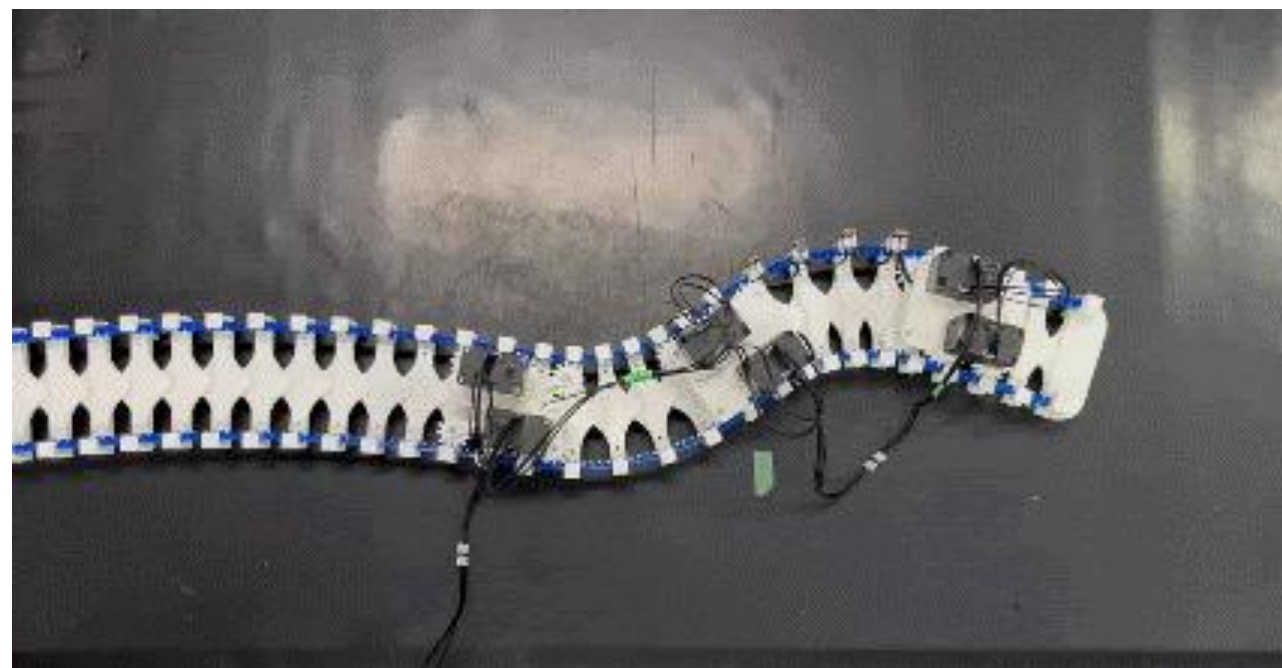
- 発明の名称：連続体構造、三次元連続体構造及びこれを備えるロボット
 - 出願番号：特願2026-034878
 - 出願人：電気通信大学
 - 発明者：金田 礼人, 小出 尚寛, 斉藤 涼一
-
- 発明の名称：無限軌道装置及び無限軌道式移動体
 - 出願番号：特願2026-054233
 - 出願人：電気通信大学
 - 発明者：金田 礼人, 宇田 裕喜

おまけ | その他の技術

パワーは弱いけど細長いアーム



凄くニョロニョロなヘビロボット



※動画は早回し、出願番号：特願2025-173523

クローラの応用技術1

お問い合わせ先

国立大学法人 電気通信大学大学
産学官連携センター
産学官連携ワンストップサービス

TEL: 042-443-5871

FAX: 042-443-5725

e-mail: onestop@sangaku.uec.ac.jp