

狭所を進み、1mの段差や 階段も登れるヘビ型ロボット

田中 基康

電気通信大学 大学院情報理工学研究科
機械知能システム学専攻 准教授

従来技術とその問題点

- ヘビを模倣
- 様々な動作が可能
- 細長い形状

期待

狭所の検査
災害現場での被災者探索

課題

関節数が多く操作が難しい



ACM-R3
[東工大 広瀬研]



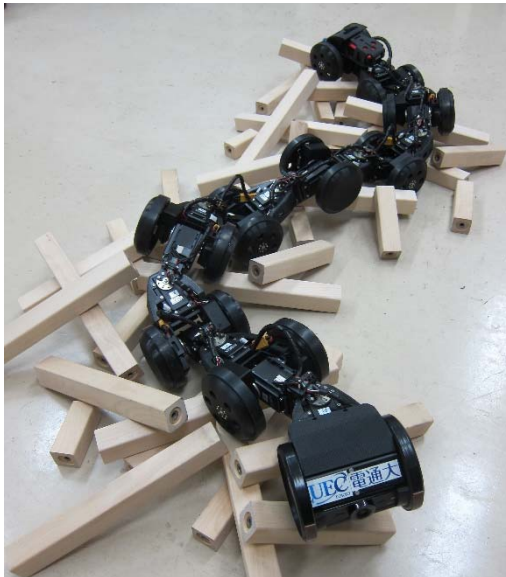
Kulko
[Liljeback NTNU]



Uncle Sam
[Choset CMU]

広く利用されるまでには至っていない

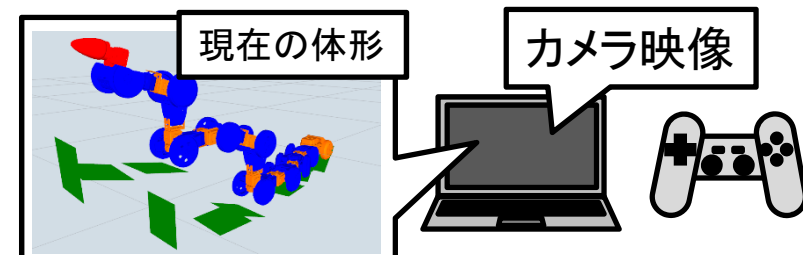
新技術：ヘビ型ロボット「T² Snake-3」



目的：プラント点検, 天井裏/床下点検, 災害時の探索

- 全長: 1.7 m, 重さ: 約9 kg
- 27個のモータ, 両端にカメラ
- 駆動輪と受動輪が混在
- 無線で約80分動作
- 障害物乗越え性能と狭所進入性能を両立

簡単な指示で多様な動作



ロボットの特徴

- ① 細さを活かした狭所進入
- ② 長さを活かした障害物乗り越え
- ③ 様々な復帰動作
- ④ センサを活かした半自律階段昇降
- ⑤ グリッパを活かした作業

ロボットの特徴 & 新制御技術

- ① 細さを活かした狭所進入
 - ② 長さを活かした障害物乗り越え
 - ③ 様々な復帰動作
 - ④ センサを活かした半自律階段昇降
 - ⑤ グリッパを活かした作業
- シフト制御と
脱力適応
- 半自律階段
昇降制御
- 端部の軌道制御

ロボットができること
それを支える基盤制御技術 について説明

ロボットの特徴 & 新制御技術

① 細さを活かした狭所進入

② 長さを活かした障害物乗り越え

③ 様々な復帰動作

シフト制御と
脱力適応

④ センサを活かした半自律階段昇降

半自律階段
昇降制御

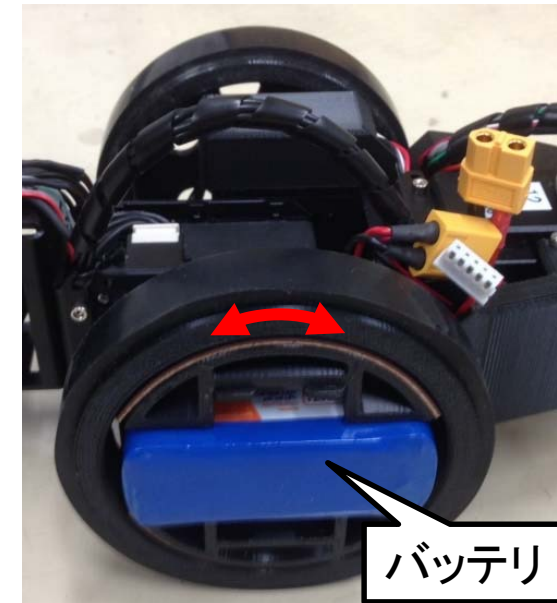
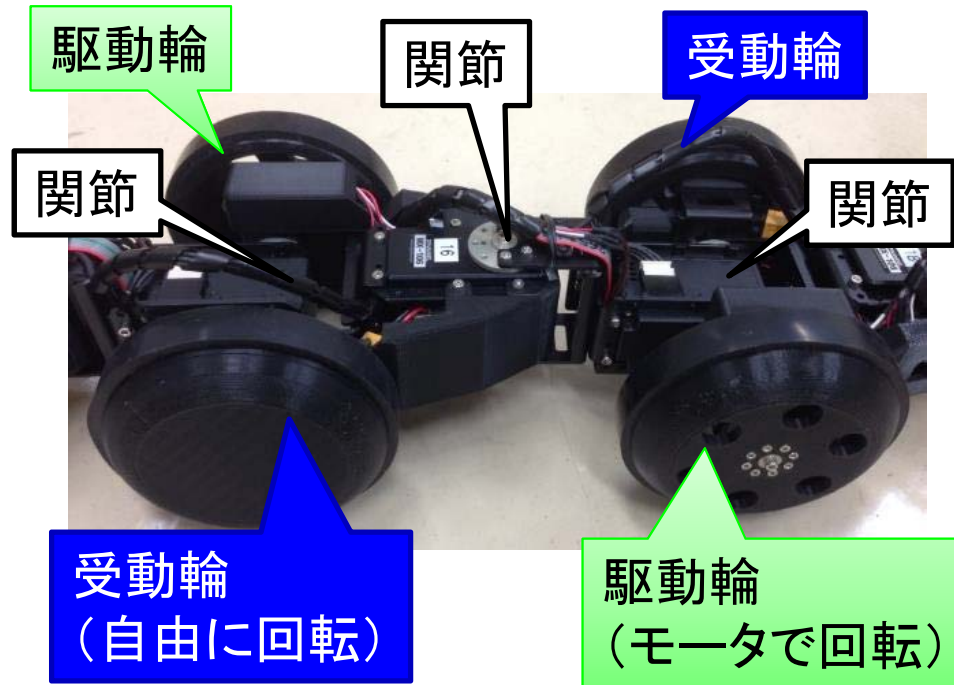
⑤ グリッパを活かした作業

端部の軌道制御

ロボットができること

それを支える基盤制御技術 について説明

基本構造



受動輪の内部



片側を受動輪とし内部に
バッテリー配置 ⇒ 小型化

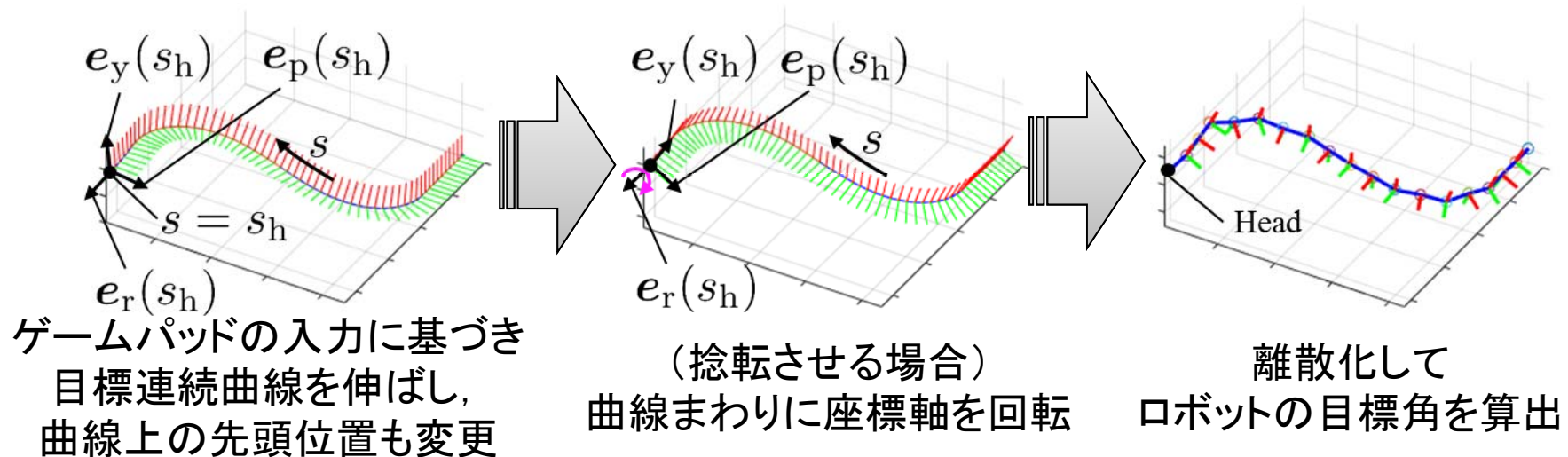
基本動作 ～シフト制御～

- 操縦者は先頭の動作を指示
- ロボットは先頭の動作を後続に順々に伝えていく



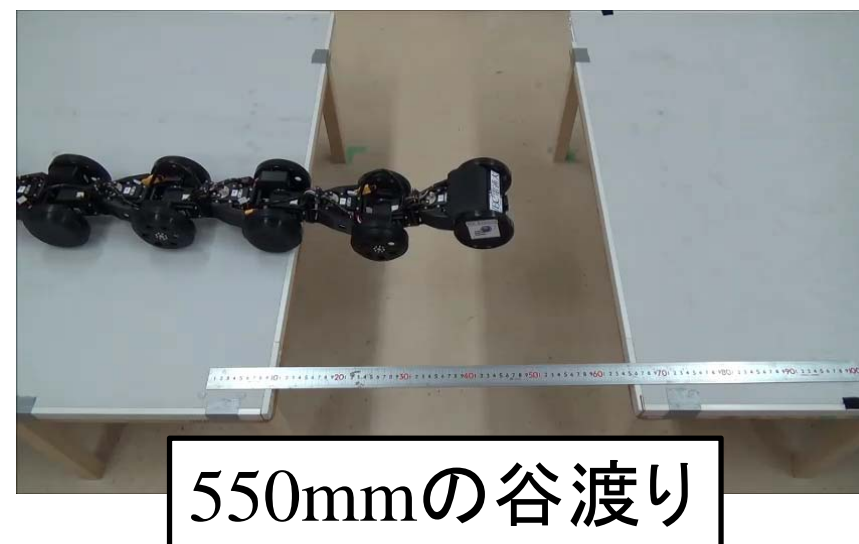
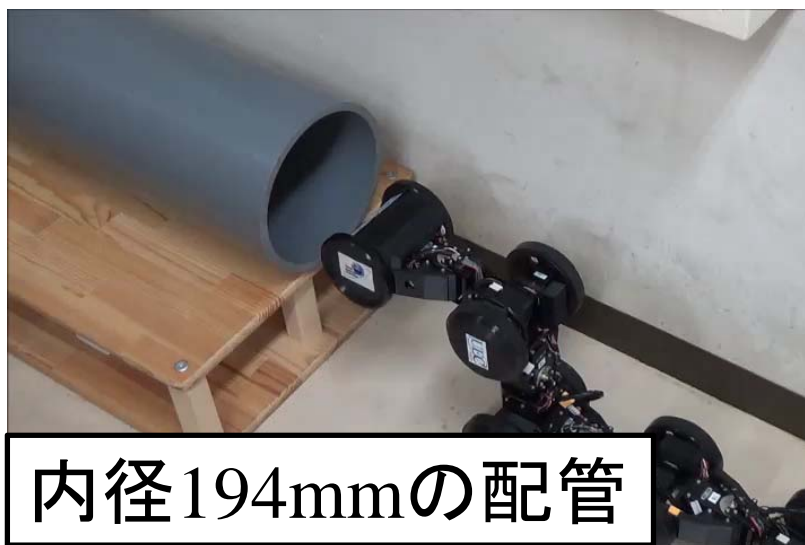
簡単な操作で
3次元動作

※ 既存技術

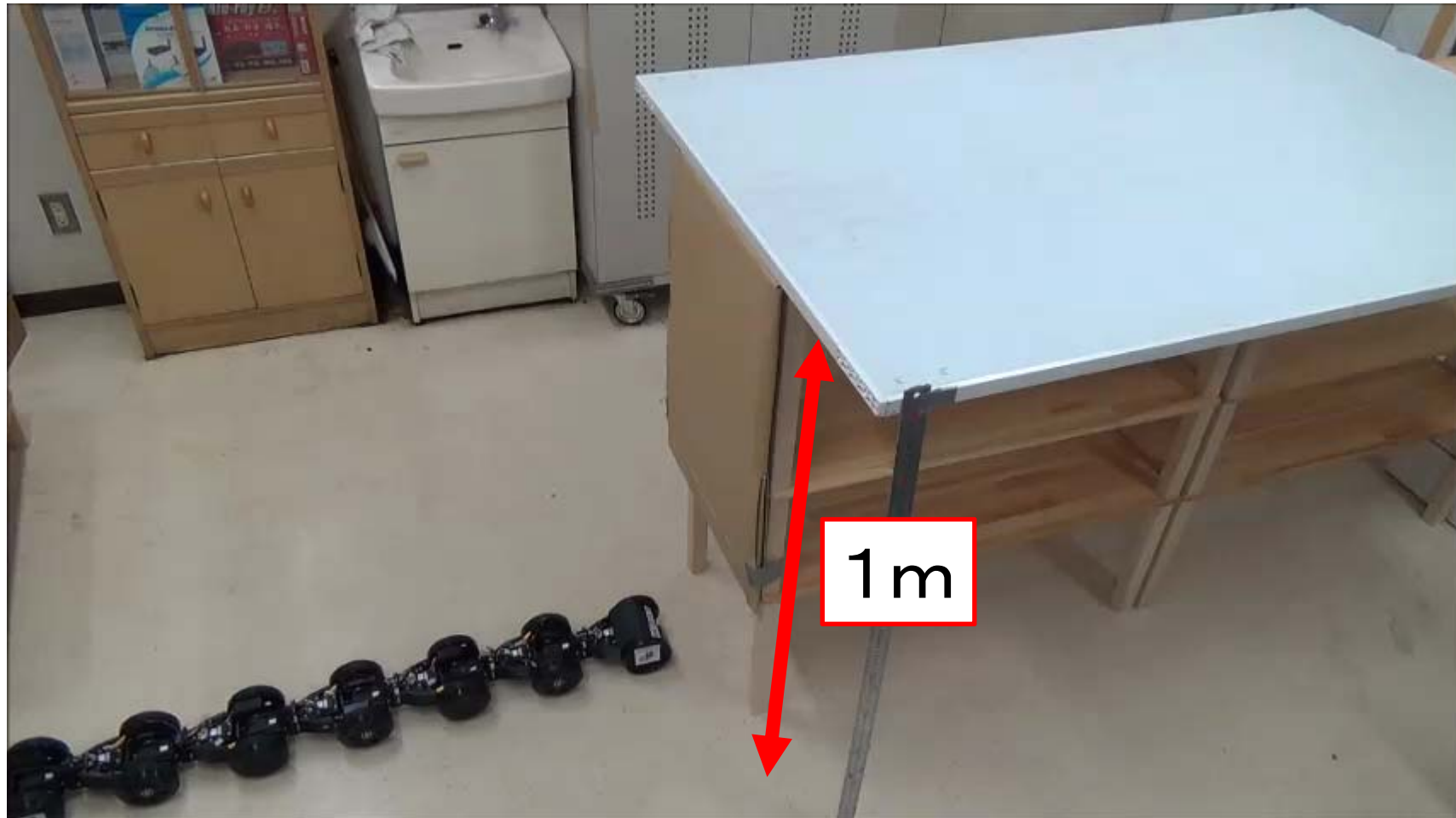


各種性能 [T-MECH '18]

最大移動速度: 0.25 [m/s]



1mの段差登り [T-MECH '18]



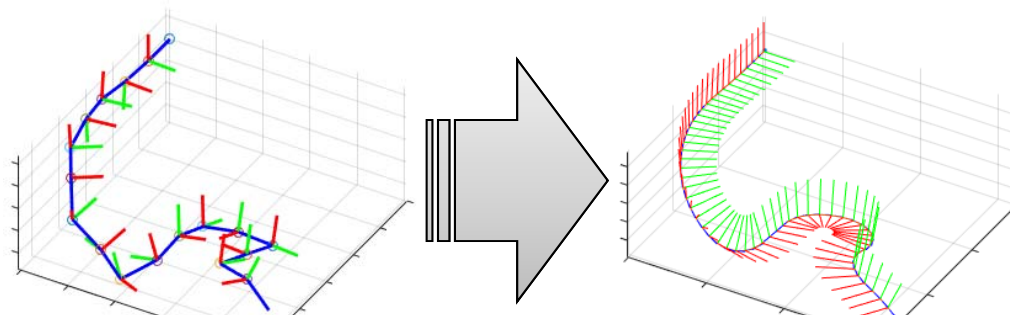
シフト制御で1mの段差を登れる

シフト制御中の脱力適応 [T-MECH '18]



- 関節の力を抜くことで環境に適応
- 適応した体形から動作開始

複雑環境に沿った移動が可能



現在の体形

目標曲線

一定区間の曲線曲率が一定と仮定して
目標連続曲線を逆算し、シフト制御を再開

新規技術

③ 様々な復帰動作 [T-MECH '18]



通常動作，脱力適応，進行波動作

を駆使して移動

ロボットの特徴 & 新制御技術

① 細さを活かした狭所進入

② 長さを活かした障害物乗り越え

③ 様々な復帰動作

シフト制御と
脱力適応

④ センサを活かした半自律階段昇降

半自律階段
昇降制御

⑤ グリッパを活かした作業

端部の軌道制御

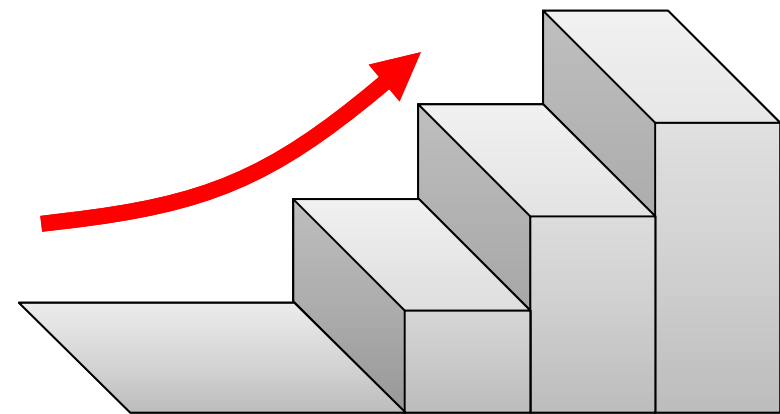
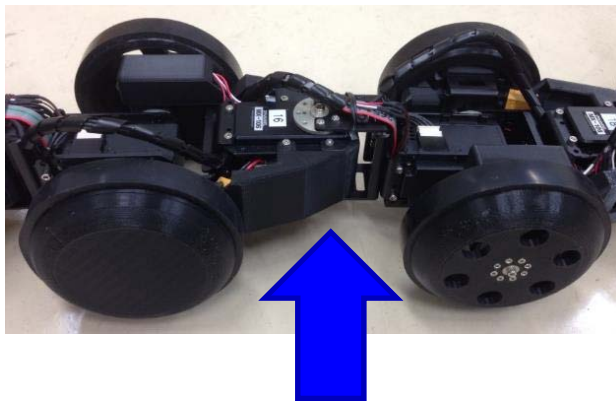
ロボットができること

それを支える基盤制御技術 について説明

④ センサを活かした半自律階段昇降

多連結ロボットは階段が苦手

関節部が段に引っかかり
動けなくなってしまう



制御で解決！

半自律階段昇降制御 [T-MECH '18]

操縦者:

- 先頭の高さ調節
- 前進指令

ロボット:

- 体形を適切なタイミングで後方にシフト
- 「適切なタイミング」の検出にセンサ情報を利用



1倍速
(途中は3倍速)

簡単な操作で
階段昇降を実現

急階段登り [T-MECH '18]

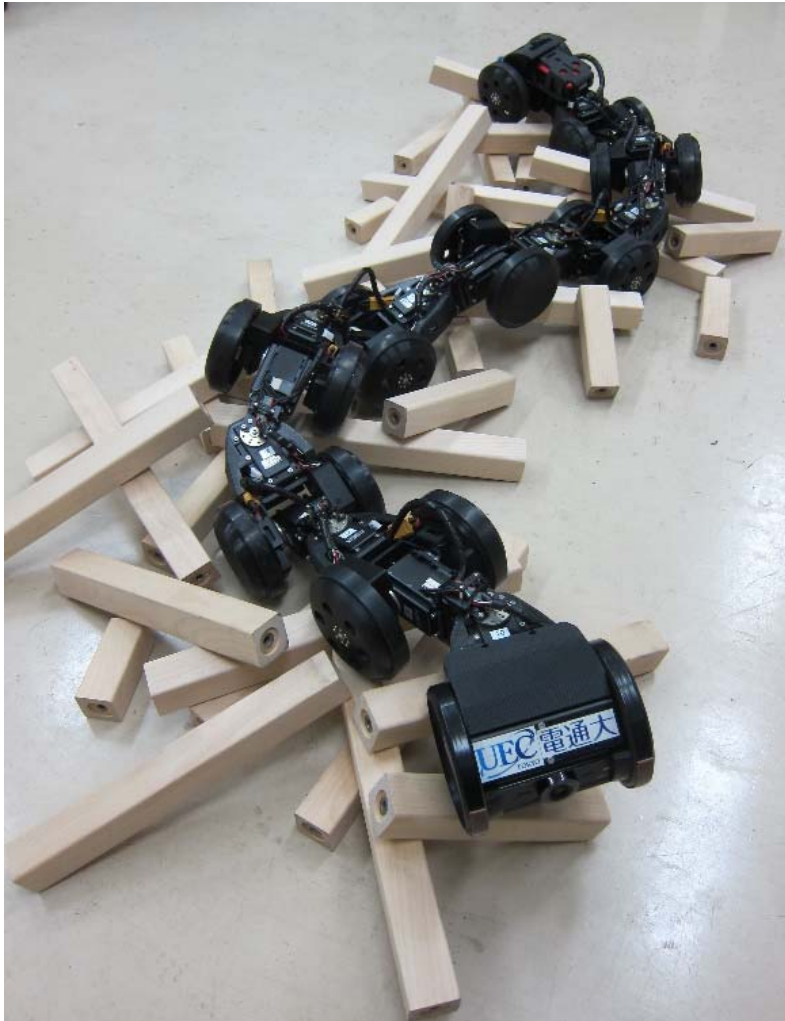
傾斜 54.5°
の急階段
(高さ35cm
奥行25cm)



急階段にも対応可能

※ ただしこの階段は
建築基準法違反

⑤ グリッパを活かした作業



- 端部にグリッパを搭載
- 端部の軌道制御で
様々な作業を実現

作業のための制御

前進・後退



左右旋回



端部(先頭)の軌道を自在に変化

ひねり動作



地面へのアクセス



作業動画等のURL

<https://sites.google.com/site/motoyasutanakalab/rescue-robot>

ロボットの特徴 & 新制御技術

- ① 細さを活かした狭所進入
 - ② 長さを活かした障害物乗り越え
 - ③ 様々な復帰動作
 - ④ センサを活かした半自律階段昇降
 - ⑤ グリッパを活かした作業
- シフト制御と脱力適応
- 半自律階段昇降制御
- 端部の軌道制御

ロボットができること
それを支える基盤制御技術 について説明

想定される用途

- 狭所点検 & 作業
 - プラント巡回点検
 - インフラ点検と整備
 - オフィス/家屋内の狭所(天井裏, 床下)

- 災害対応

実用化に向けた課題

- 防塵防水といったハードウェア性能
- 現場での実証試験と用途別カスタマイズ

- 具体的な用途をご提示をいただき, それに向けて実機/制御をカスタマイズ
- 現場での実証試験への協力
 - 実証実験用の機体を貸出
 - 制御ソフト: 実施許諾契約

本技術に関する知的財産権

- 発明の名称 : ロボット制御装置, ロボット, ロボットシステム, 及びプログラム
- 出願番号 : 特願2017-222214
- 出願人 : 電気通信大学
- 発明者 : 田中 基康

- 2016年-2018年 ImPACT タフ・ロボティクス・チャレンジ

本内容は上記プロジェクトの研究成果

お問い合わせ先

**電気通信大学
産学官連携センター 今田 智勝**

TEL 042-443-5871

FAX 042-443-5726

e-mail imada@sangaku.uec.ac.jp