

令和6年3月31日

令和5年度 学生自主研究成果報告書

教 育 本 部 長 様

学生自主研究グループ名	高機動汎用ロボット 多脚機班	
研究課題名	リンク型脚歩行ロボットの脚一車輪切替運用	
研究代表者 (学生)	学籍番号	B25N021
	氏 名	小西 毅
指導教員	学 科	知能メカトロニクス
	氏 名	齋藤 敬

学生自主研究の報告書を別紙のとおり提出します。

リンク型脚歩行ロボットの脚一車輪切替運用

システム科学技術学部 知能メカトロニクス学科

1年 小西 毅

指導教員 システム科学技術学科 知能メカトロニクス学科

教授 齋藤 敬

1. 目的

現在、本学人工生体機構研究室（齋藤敬研）において開発中の、中型鳥獣被害対策ロボット「かみやぎ」（図1）は、ツキノワグマに対する人工的な天敵となるように、動物的な体格と自動二輪車程度のサイズを有する4脚ロボットである。搭乗型大型機「おおやぎ」（図2）と共に現在、駆動機構の見直しを進めているが、市販の汎用アルミフレームを多用して構造が複雑であり、製作やメンテナンスの上でも配慮が必要となる。

本研究においては、スムーズな脚步容を可能とした最新の大型機「おおやぎ」に類似した構造を持つ小型多脚歩行ロボット「グラスゴート」を完成させた上で、一連の機体の特徴である脚と車輪の切替運用について、車輪の追加実装を行うと共に、各脚の位相制御と車輪運用の切替について試験を行い、そのノウハウを中型機や大型機に反映できるようにまとめることまでを当初の目的としていた。しかしながら、グラスゴートは開発途中の機体であり、動作可能とするまでに多くの時間を費やした為、おおやぎの改装まで着手することが出来なかった。

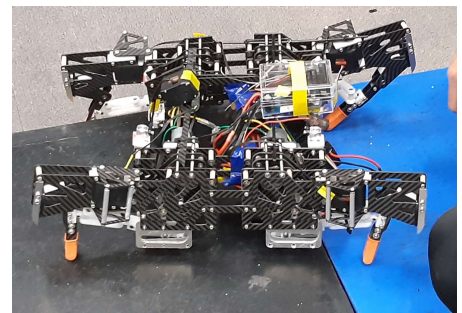
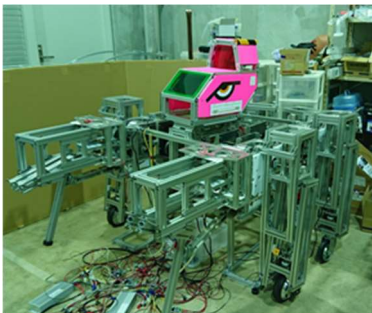


図1 中型鳥獣被害対策ロボット
「かみやぎ」

図2 搭乗用大型多脚歩行ロボット
「おおやぎ」

図3 小型多脚歩行ロボット
「グラスゴート」2019年仕様

2. 実施内容及び考察

グラスゴートは2001年に開発された小型多脚歩行ロボット「しろやぎ」（図4左）の後継機として2019年度に開発された。一連の「やぎ」シリーズの特徴である、車両的な頑強さとロボットの脚自由度を併せ持つ、独自の3次元リンク脚機構^[1]を実装している。カーボン板を主体に構成しているが、全体概形がまとまった段階で開発が中断していた。本研究においては、グラスゴートに中・大型機の最新の設計を反映しつつ、おおやぎの縮小モデルとして運用できるような機体の特徴である脚と車輪の切替運用について、車輪の追加実装を行うと共に、そのノウハウを中型機や大型機に反映できるように計画した。以下に具体的な改良点と、追加した車輪について詳細に記述する。

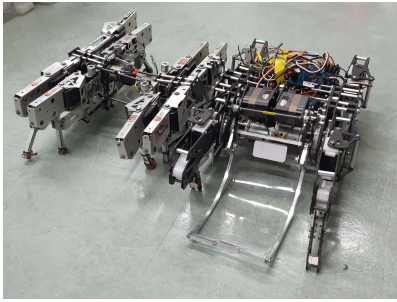


図4 小型多脚歩行ロボット
「しろやぎ」(左)、
「グラスゴート」(右)
(2022年度以降改装中)

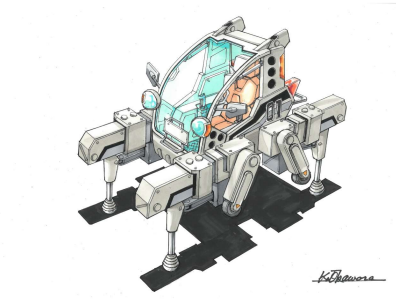


図5 「おおやぎ」デザイン画
オリジナルデザイン：大河原邦男



図6 おおやぎ外装装備
「グラスゴート」

2-①部品の再設計

グラスゴートを改良するため、分解している際にチェビシエフリンク回転節土台側部品であるトルクリミッタ(図7)のねじがない部分や、ねじがしっかりと閉まらない等の問題が発覚したためトルクリミッタの再設計を行った。その際、脚と車輪の切替運用を行うための歯車を追加した(図8)。この歯車を介して、図5 おおやぎの機体中央部にあるような、伸縮車輪ユニットの車輪に回転力を伝達する。



図7 旧トルクリミッタ

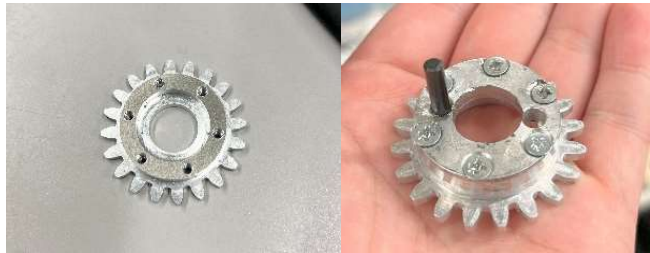


図8 再設計したトルクリミッタ

2-②車輪部分の設計

伸縮車輪ユニットは現在のグラスゴートの外側に新しく装備することとなったのだが、グラスゴート本体を分解している際に脚駆動系には様々な問題点が現れたので、先に車輪部分の設計をすることとなった。図9, 10は3DCAD(SolidWorks)で作図した伸縮車輪ユニットの一次案である。図9の左側の溝に図11の突起がはまり切替運動を行う。



図9 車輪組込用伸縮部(外側)

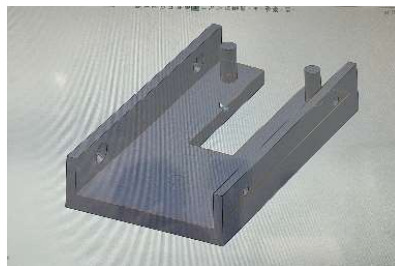


図10 車輪組込用伸縮部(内側)



図11 切替用サーボモーター

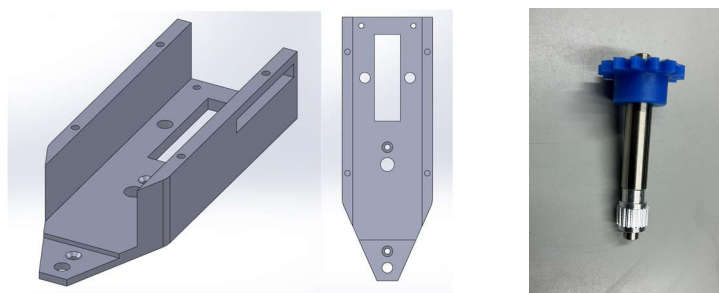
この一次案の検討を進めた結果、車輪ユニットを伸縮させ、地面に車輪を接地させる切替用サーボモーターの取り付け位置に難があること、また車輪組込用伸縮部が大きく、伸縮車輪ユニッ

トの取り付け角度によっては地面にユニットが接触し、また前後の脚に装備されたユニット同士が干渉する等の問題が明らかとなった。このため、グラスゴート本体のフレームの改装も含めて改めてユニットを再設計し、これを二次案として実際の部品試作を行うことにした。伸縮部の形状は一次案に基づき干渉部を除去、またサーボモーターを伸縮部の外に配置するため、伸縮部自体はできるだけ小型化した。最終的に、切削加工機により板状のフレーム部材、3Dプリンタにより特殊な形状の部品、と形状によって作り分けを行い、これにリニアガイド、歯車、シャフト、ベアリング、プーリーとベルトを組み込む前提で試作を実施した。

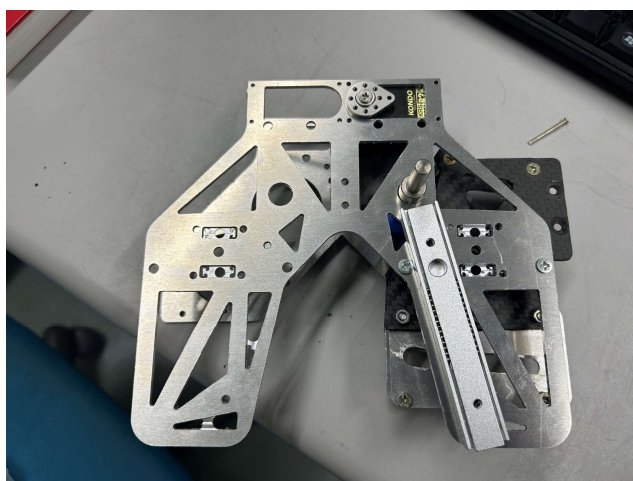
今回、時間の都合上、最終組立には間に合わなかったが、試作した部品群を図12に示す。



(1)内フレーム新(ジュラルミン) (2)内フレーム前(カーボン) (3)外フレーム新(ジュラルミン)
外フレーム前(カーボン)



(4)車輪組込用伸縮部斜図 (5)同正面図 (6)動力伝達歯車-プーリー軸



(7)伸縮ユニット仮組 上にサーボモーター、右下にリニアガイド(直動機構)

図12 新規部品類

人工生体機構研究室のやぎ系多脚歩行ロボットは、構造が複雑であり、その完成には数年を要している。今回のグラスゴートも、想定外の構造上のトラブルにより、自主研としての企画を十分に達成することが出来なかった。しかしながら今後、図12の新部品群の最終仕上げを行い、グラスゴートの車輪実装に繋げたい。