

令和5年 3月 31日

令和4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	鳥獣被害対策ロボットの複合材料化	
研究代表者 (学生)	学籍番号	B23N017
	氏 名	太田 夕暉
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。

鳥獣被害対策ロボットの複合材料化

システム科学技術学科 知能メカトロニクス学科

2年 太田 夕暉

2年 加藤 翔

1年 秋林 浩平

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

木材高度加工研究所

准教授 野田 龍

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、かみやぎの構造の簡略化のため、板材をベースにしたフレームへの換装を目指して、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」（図 3）で板状フレーム構造と歩行機能を実証した上で、かみやぎのフレームをツキノワグマが忌避するようなにおいを付けた木質板に改装・歩行機能の実証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、かみやぎの改装まで着手することが出来なかった。

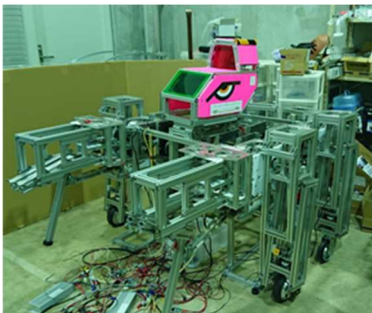


図 1 中型鳥獣被害対策ロボット
「かみやぎ」



図 2 搭乗用大型多脚歩行ロボット
「おおやぎ」

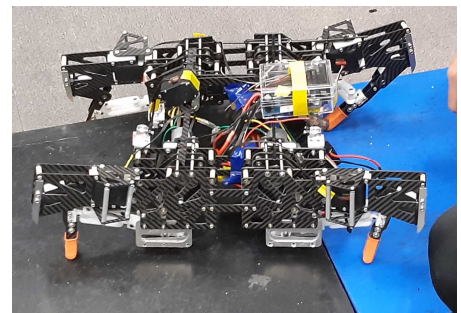


図 3 小型多脚歩行ロボット
「グラスゴート」2019 年仕様

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外装の追加、脚制御の実験を行えるような脚位相監視機能等の追加を行った。途中、杏林大学と連携し、機体の実践的な評価の場として、多脚歩行ロボットの格闘戦を行う「かわさきロボット競技大会」にも参加した。以下に具体的な改良点と追加した外装について詳細に記述する。

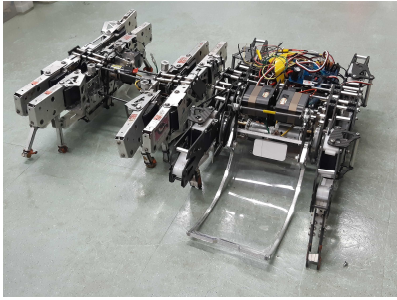


図4 小型多脚歩行ロボット
「しろやぎ」(左)、
「グラスゴート」(右)
(2022年度改装中)

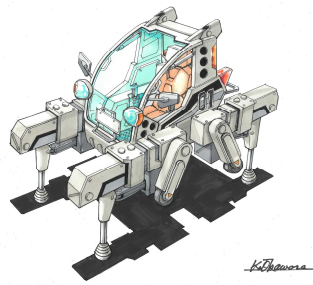


図5 「おおやぎ」デザイン画
オリジナルデザイン：大河原邦男



図6 おおやぎ外装装備
「グラスゴート」

2-①外装の追加

おおやぎのデザイン画(図5)に近づけるべく、フレームに重ねられるような樹脂製の各部カバーを3Dプリンタにより製作した。キャノピーはジュラルミンの切削加工部品とPET樹脂で作成した(図6)。設計に際しては、かわさき大会の質量制限3.3kgに収まるよう、軽量化を心がけた。

2-②アームの作成

かわさき大会の規定により攻撃用の腕を装備する必要があったが、おおやぎにより近いデザインにする為、キャノピーに当たる部分をアームにした。サーボモーター(KRS9004HV, 近藤科学)の回転出力をチェビシェフリンクによって揺動運動に変換し、アームですくい上げる動作をとる(図7)。

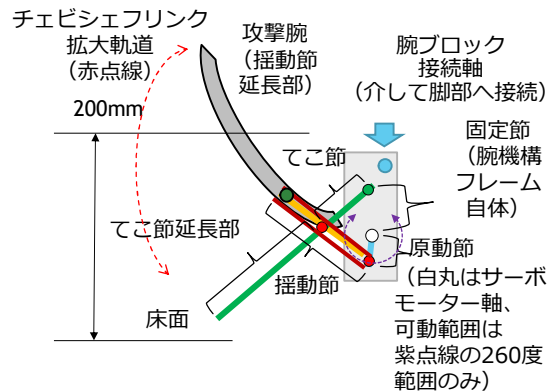


図7 アーム駆動部模式図

2-③姿勢制御機構の実装

姿勢制御機構とは、斜面での歩行時や障害物等との接触により機体が横転しないよう姿勢を元に戻すための機構であり、今回は機体の左右ブロックを、サーボモーター(KRS5054HV, 近藤科学)により能動的に角度を変更可能な平行リンク機構で連結した(図8)。

2-④トルクリミッタ

トルクリミッタの役割は、機械装置にかかる過負荷に対する安全装置で、何らかの原因によって設計値以上の過度なトルクが作用した際、トルクの伝達を遮断する。グラスゴートにおいては各脚駆動部が破損しないよう、コンパクトな機構を自作することとなった。

図9は今回作成したトルクリミッタである。これは4つの部品からなっているが、各 부품の穴の位置などの正確さに欠け、修正に苦慮した。原因としては加工において、センターポンチの使い方やざぐり孔の開け方の知識などが不足していたことが考えられる。

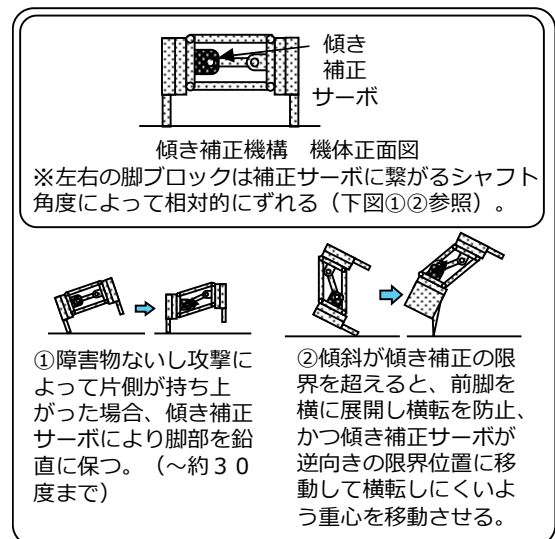


図8 姿勢制御機構 概略図

2-⑤フレームの改良

フレームに施した改良は主に軽量化とベアリングの交換，干渉の解消である．軽量化についてはネジを極力短いものに交換し，ナットが脱落しやすい箇所はフレームに圧入可能なカレイナットに交換した．また，外装がフレームに取り付けられるようフレームと干渉する部分を削った為，副次的に軽量化が行われた．ベアリング交換の際には取り付け部品に対して適切な処置を施した．圧着するような部品には接着剤をベアリングの外側に塗布する等，ベアリングの性能が最大限発揮されるようにした．干渉の解消については鍋ねじが接触してパーツ同士のかみ合いが悪い部分もあった．その部分に関しては鍋ねじを皿ねじに交換すると共に，スペーサと駆動部の干渉により正常に動作できない箇所があったため，それらを干渉しないように再配置した．

2-⑥脚位相監視機能の追加

前述のトルクリミッタによって，脚の蹴り出し～早戻しの周期の位相がずれる可能性があるため，トルクリミッタの出力部と一体化している脚駆動チェビシェフリンク(図10)の回転軸A線上に一致するよう，円筒形ネオジム磁石を圧入した補助的なチェビシェフリンク回転節を作成，実装した．ネオジム磁石を回転軸，鉄を含むツバ付きドライブブッシュを軸受けとすることで，軸受けへの安定した回線節の接続と回転，そして回転軸上に設置した磁気式エンコーダでの位相計測が可能となった．

まとめ

最終的に電装系の実装が間に合わなかったため，グラスゴートのハードウェアの実装のみで終わってしまったが，その過程を通して様々な工具の使い方やロボットの改造方法及びメンテナンス方法，僅かながらチェビシェフリンク機構の構造，CAD及びCAMの使い方など様々な事について理解を深めることが出来た．また，かわさきロボット大会では機体の動作は不完全であったものの，先進的な取り組みが認められ，企業賞の一つ「セイキ賞」を受賞することとなった．この経験は今後の活動及び，研究室配属後に大きなアドバンテージになるだろう．今後は更にソフトウェアや電装系について知識を深めていきたい．なお，かわさきロボット競技大会においては，杏林大学臨床工学科 磯山隆教授，根本泰晟さん，中村翔太さんの協力を得た．ここに深く感謝する次第である．

参考文献

[1] 特許第 4554140 号「多脚歩行ロボット」



図9 作成したトルクリミッタ

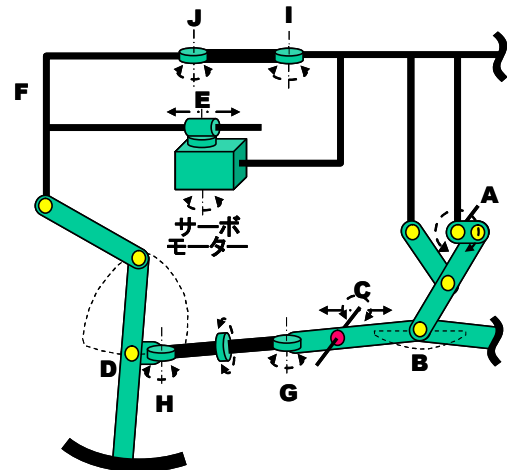


図10 脚駆動チェビシェフリンク機構図

Aが回転すると，Bが点線(B軌道)のような直動→曲線早戻しの軌道を描く．これをDまで延長するリンクを設け，その揺動軸Cのスライド形状を調整すると，脚末端Dは点線(D軌道)のような動きをし，脚の蹴り出しと早戻し運動を生成する．2a左側，サーボモーターで駆動される二重回転軸I，Jにより回転した脚上部Fにより，リンク中の軸G，Hを経て脚先にFの旋回に追従して動力が伝わる．



図11 「セイキ賞」受賞