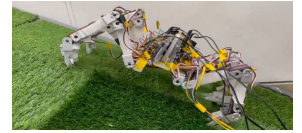




甲殻類型ロボットの作成VI

済美平成中等教育学校 自然科学部



小田 悠生 忽那 将臣 澤近 大地 藤川 薫 牧野 将大 指導教諭 八木 映樹

序論

- ・重信川流域に多く生息するアカテガニは西日本豪雨で生き残った割合が高く、一般に生息域も陸上である。
- ・アカテガニは90度や180度の人工芝など様々な条件下を歩行できた。
- ・急斜面や砂利道などの歩行ができる実用的な甲殻類型ロボットの開発におけるバイオミメティクス¹の材料として、アカテガニの可能性を探った。



図1：傾斜角90度、180度の人工芝につかまるアカテガニ

先行研究と研究目標

- ・昨年度までに、前脚に三関節と後脚に二関節を二本ずつ取り付け付けた木製の甲殻類型ロボット3号機を作成した。
- ・この機体は45度の斜面を25cm上ることができたが、機体が地面に常に接触してしまい実用的な歩行は実現できなかった。

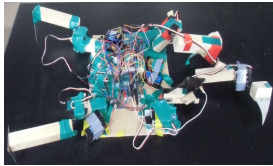


図2：甲殻類型ロボット3号機

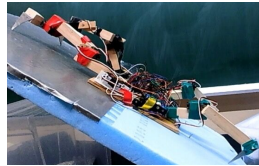


図3：傾斜45度の坂登る3号機

- ・本研究ではより実用的な歩行ができるロボット、プログラムの開発を目標とし、理学療法²の**実用的動作の評価基準**（安定性、協調性、持久性、速度性、応用性）で評価する。
- ・バイオミメティクスの材料に最大限活用するためアカテガニの観察を行った。観察項目は「カニの各関節の動き」「カニの関節の長さ」「歩行時の脚先の動き」である。

研究(1)

- ・新型甲殻類型ロボットは**再現性**と**軽量化**に重点を置き作成した。
- ・再現性：脚を前後四本ずつにし、各節の長さのデータをカニの観察の実験データの平均の800%スケールで作成した。また、脚先の爪はバナーナイフを実際の爪の形に類似する形に加工した。
- ・軽量化：脚の骨格は**PLA(ポリ乳酸)を素材に3Dプリンターで作成**した。機体本体も縮小したプラスチックにした。
- ・関節にはサーボモーターを使用し、Arduinoを用いて制御した。
- ・プログラムはカニの動きの観察を元に三種類作成し、それぞれの坂や砂利、土、階段の歩行、回転、速さなど実用性を評価する。
- ・プログラムAは後脚の推進力を重視し、**地面を押す距離を長く**した。
- ・プログラムBは後脚の動きをカニの観察で得られた脚先の動きを再現した。
- ・プログラムCは機体の**姿勢を低く**した。

結果(1)

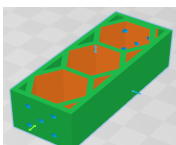


図4：部品の3Dデータ

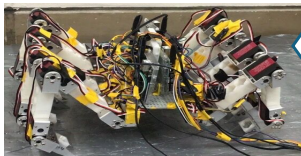


図5：新型甲殻類型ロボット5号機

甲殻類型ロボット3号機からサーボモーター一つあたりの質量が約25%減少した。

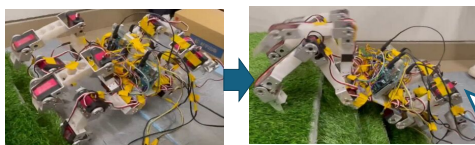


図6：30度の階段を上る様子(A)

脚先を用いて階段部分をつかみ、機体を持ち上げて**安定した歩行**ができた。

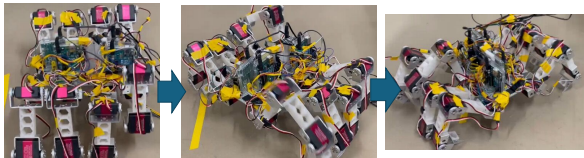


図7：180度様子(A)回転する

	A	B	C
土の山	○	○	○
砂利の山	△	○	○
階段	○	×	×
バスケットボールの衝撃耐性	○	○	○
回転	○	△	×
登ることのできた傾斜	30°	30°	20°
下ることのできた傾斜	40°	40°	70°
進行方向右上に傾いた坂	0°	10°	20°
静止可能傾斜	50°	50°	90°
100cmを歩行するタイム(秒)	22	25	52

表1：各条件での実験結果

- A：プログラムA
- B：プログラムB
- C：プログラムC
- ：歩行できた
- △：途中で歩行できた
- ×
- ※角度の記載は結果の最大角度

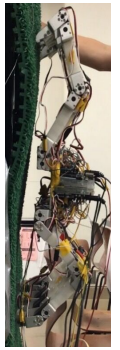


図9：90度の傾斜に静止する様子(C)→

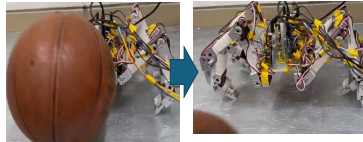


図8：バスケットボールの衝撃を耐える様子(A)

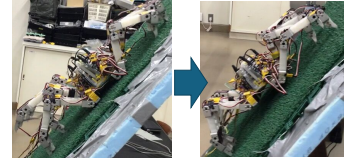


図10：傾斜70度を下る様子(C)

プログラムAは**速度性**、**応用性**に優れる。プログラムBは全体的にポイントが高く、**バランスがよい**。プログラムCは**安定性**に特に優れ、傾斜90度で静止できた。



研究(2)

- ・研究(1)の甲殻類型ロボット5号機から足の長さを2倍にしたロボットを作成した。
- ・研究(1)と同じ項目でロボット性能の評価を行った。

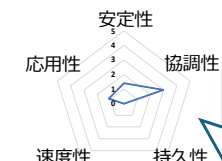
結果(2)



図12：新型甲殻類型ロボット6号機

	6号機
土の山	×
砂利の山	×
階段	×
バスケットボールの衝撃耐性	○
回転	○
登ることのできた傾斜	0°
下ることのできた傾斜	40°
進行方向右上に傾いた坂	0°
静止可能傾斜	50°

- ：歩行できた
- △：途中で歩行できた
- ×
- ※角度の記載は結果の最大角度



全体的にポイントが低くバランスが悪い。回転に関しては90秒と**最も早かった**。

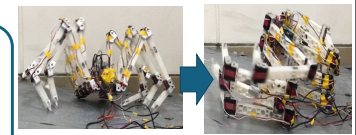


図13：平面を歩く様子

結論と考察

ロボットの設計をカニの観察で得られたデータを用い、**カニを模倣し、軽量化された機体を作ったため、その後作成したプログラムを実用的なものにできた。**プログラムAは後脚が押し込みが強いため、推進力が増し、階段を上る、回転するなど応用性や速度性に優れた動作ができた。プログラムBは後脚の動きを得られた脚先の動き方のデータを元に作成したため、全体的にバランスのよい歩きを見せた。プログラムCは機体の姿勢を見直すことで傾斜70度の坂を下る安定性に優れた歩行ができた。6号機は機体全体の高さが高くなり、バランスが悪くなった。それぞれのプログラムを様々な条件下で評価することで、それぞれの場面で適した動きが存在することが分かった。**バイオミメティクスの材料としてアカテガニを用いて開発した甲殻類型ロボットは有用であると示された。**

今後はいくつかの条件を組み合わせ、各条件に適したプログラムの利点を組み合わせることで、より実用的な歩行を実現させたい。

謝辞

本論文の作成にあたり、丁寧な指導をしてくださった顧問の八木先生に感謝します。また、研究メンバーとは活発な議論を通じ学びを深められました。

主な参考文献

- 牧野浩二(2017)『楽しくできるArduino電子工作』東京電機大学出版所
- 斉藤靖二(2011)『自然科学のとびら 第17巻一号』神奈川県立生命の星・地球博物館