

コメツキムシの胸部関節を模倣した瞬発機構の開発

近畿大学 ○山内寛太, 松野孝博, 明治大学 新山龍馬, 立命館大学 平井慎一

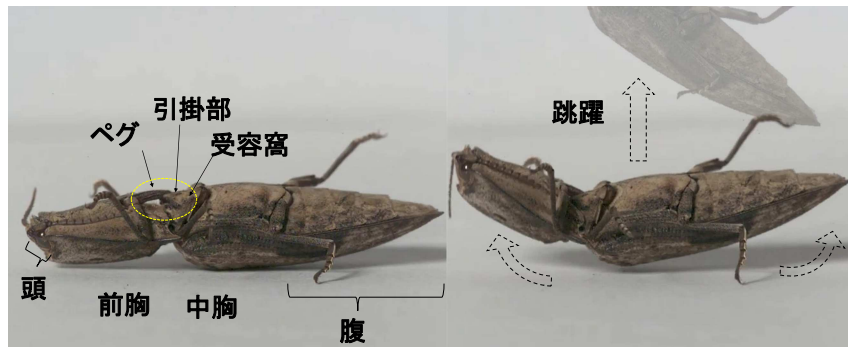
研究概要

本研究ではコメツキムシの跳躍原理を基に、関節型の瞬発機構を提案した。提案した機構は、コメツキムシの頭部から前胸を模したリンク、中胸から腹部までを模したリンク、粘弾性体で作られたペグ、およびバネ、ヒモ、輪ゴム、ヒモを巻き取るモータで構成される。この機構は、通常では能動的な関節として動作し、一定量関節を伸展させると、一時的に関節が開いた状態で拘束される。この状態で機構内部のバネに弾性エネルギーを溜めることで、自在に瞬発的な回転運動を生成できる。

研究背景

コメツキムシ

世界に広く分布する甲虫であり、特徴的な跳躍をする転倒した状態から体を高速で振り上げることで跳躍



跳躍のための構造

前胸と中胸の間に位置する関節
コメツキムシはこの関節を自在に拘束・解除

跳躍のプロセス

- ① 伸展させた状態で関節を拘束
- ② 関節部の筋肉にエネルギーを溜める
- ③ 関節の拘束を解除し跳躍

参考文献

1. 大平仁夫, "入門シリーズ・9 コメツキムシ入門 (1)", 月刊むし, vol.263, pp.24-28, Jan., 1993.
2. 森本 雄, "コメツキムシ (特集・はねる甲虫)", 昆虫と自然, vol.27, No.12, pp.15-18, Nov., 1992.

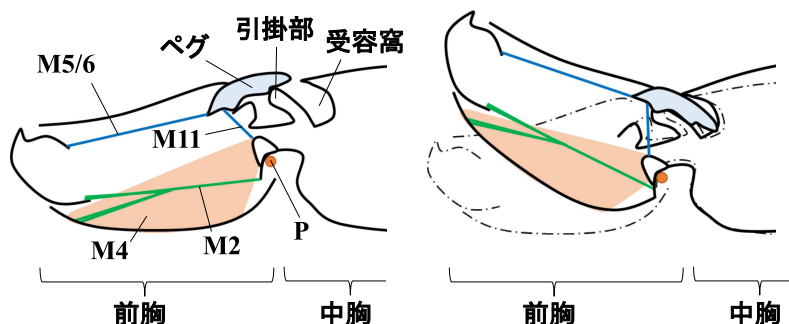
この構造から着想を得た関節機構を提案

- (1) 通常時では一般的な能動関節として動作
- (2) 任意のタイミングで瞬発的な回転運動を生成

コメツキムシの関節構造と跳躍原理

- ① 筋肉M2で関節を伸展
- ② ペグ先端を引掛部に引っ掛け関節を拘束
- ③ 筋肉M4を収縮させエネルギーを溜める
- ④ この状態で、筋肉M11で関節の拘束を解除し、体を高速に振り上げ跳躍

筋肉M4は全体重の6~9%を占める大きな筋肉
コメツキムシは跳躍のためにコストを割いている

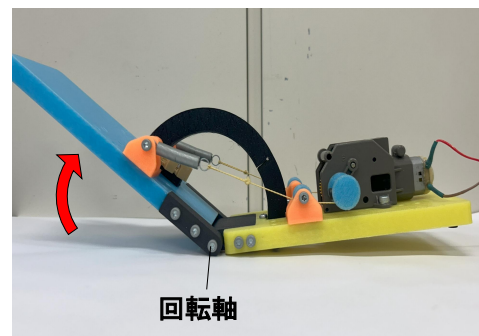
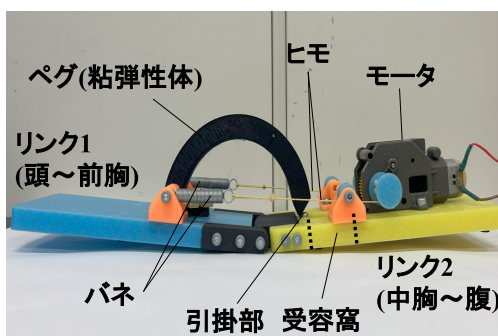


瞬発機構の提案

機構は2つのリンク、バネ、ペグ、モータ、ヒモ、輪ゴムで構成

ペグは粘弾性体(TPU)で作成
→荷重を加え続けると徐々に変形

筋肉M2を輪ゴム、
筋肉M4をバネ、ヒモ、モータで再現



跳躍原理

- ① モータを作動させ関節を伸展
- ② ペグ先端をリンク2の引掛部に引っ掛け関節を拘束
- ③ モータを逆回転させてヒモを巻き取ることでバネが伸長し、ペグ先端に力が加わる。
- ④ ペグが徐々に変形する。
- ⑤ ペグが十分に変形すると、ペグ先端が引掛部を乗り越え、関節の拘束が解除
- ⑥ リンク1と2が回転軸を中心に高速回転（瞬発的な回転の生成）

今後の予定

生物学的検証

コメツキムシ形状、構造 物理的意味・効果の解明
形状: 上翅基部の形状、ペグ形状
構造: 筋肉の配置、サイズ

工学・ロボットへの応用

提案した機構の探査ロボット、移動ロボット等への応用
発生力、速度の理論的導出と実機との比較
瞬発力生成後の本体動作の研究（姿勢復帰、跳躍等）