

# カブトムシの前翅の固定機構を模倣したセンサカバー

徳島県立脇町高等学校 米田依吹 小松拓豊 近藤理生

## ・動機

我が校は SSH に認定されており、複数の班に分かれ、日々様々な探究活動を行っている。その中に昆虫の翅のメカニズムについて研究している班があり、昆虫は弱い後翅を硬く丈夫な前翅で守り、普段は開かないように前翅を固定していることを知った。この翅の開閉・固定機構が衛星設計において応用できるのではないかと考えた。

## ・目的と意義

現在の衛星機器に使用されているセンサやカメラにはカバーはなく、迷光を遮る筒しかない。2020年7月に無人火星調査機 Mars2020 が打ち上がり、2024年には月面有人飛行画(アルテミス計画)が予定されるなど、着陸ミッションを含んだ活動が増えてくる。従来の機構では着陸時になどで自らが発生するレゴリスによりレンズやセンサが傷つく可能性がある。そのため、今回の提案を用いることで故障等のリスクが低減されると考えた。

## ・カブトムシの前翅の固定機構を模倣する利点

### (1)カブトムシの前翅の開閉・固定機構

野村(2014)によると、カブトムシの前翅は2点で接続しており、その2つの関節を結ぶ直線が回転軸(RA)となる。RA上に2つの筋肉(MA,MB)が接続しており、この2つの筋肉が伸縮することで前翅は開閉する。

(図1)

また、静止時に前翅の固定に使われている機構は2種類あり、1つは外側の関節の後方にある突起物と窪み(図2)で、もう1つは後胸部と前翅内面とで向かい合う刺状の突起物(図3)である。(以降、前者をF1、後者をF2と呼ぶ。)

翅を開くときはまず F2 の固定が解除され、次に F1 の固定が解除される。

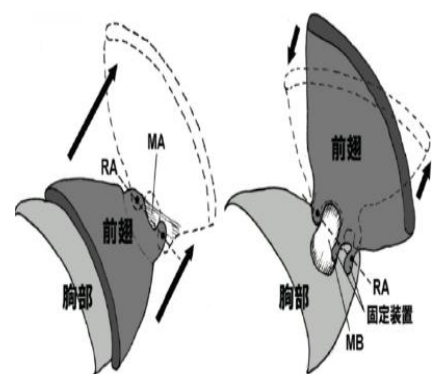


図1

カブトムシの前翅の開閉モデル

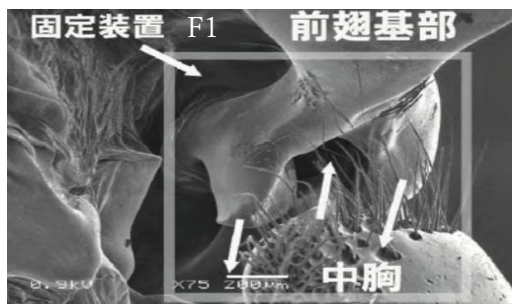


図2(F1の機構)

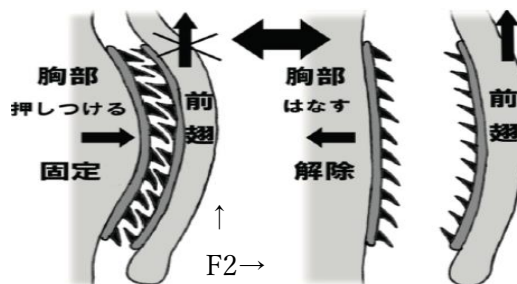


図3(F2の機構モデル)

## (2) 模倣する利点

前述したように、カブトムシの前翅には固定機構が2つあり、移動中に不用意に開くことを防いでいる。また翅を閉じると同時に固定が可能である。そのため、ロンチロック(打ち上げ衝撃に対するロック構造)をする必要がなくなる。

### ・固定装置案

#### (1) 構造

開閉装置及び固定装置には、同径の3つの円盤を用いる。図4のように3つの円盤をそれぞれ上部、中部、下部とする。開閉部となる上部の円盤に1本の棒(画像の真ん中の棒)を接合し、中部、下部の円盤には、上部の開閉動作でその棒が入るように穴をあける。

また、中部、下部の円盤に画像のような2本の棒を横に可動できるように溝をつくる。(図5)

上部(カバー)を閉じたとき、差し込まれた上部の棒を中部と下部の2本の棒が挟み込むようにして固定する。

挟み込む際の動力として SMA を用いる。図6のように2本の棒に SMA をらせん状に巻き、通電して高温になったときに縮んで固定されるようにする。また、SMA をゆるませた状態(SMA が通電していないとき)に2本の棒が離れるように溝に傾斜を設ける。

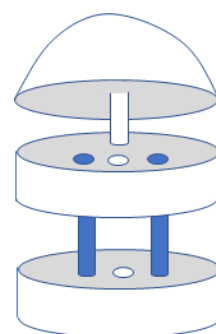


図4

固定装置全体図

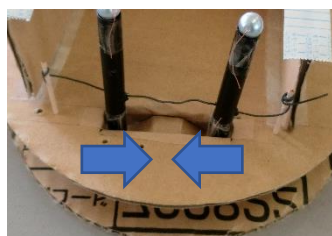


図5

下部の溝の構造

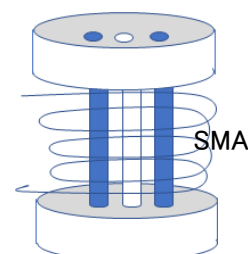


図6

SMAの配置図

## (1) SMA を用いる利点

SMA は、熱を与えることにより記憶されていた形状に戻る金属である。構造がシンプルなため、モーター等と比べてレゴリス等による故障のリスクが軽減される。

### ・応用案

この機構はセンサカバーの他に次の点に応用できると考えている

宇宙兄弟に登場する「ソーラーミラーシステム」への応用

作中では光を反射させて取り込み、基地内を明るくするというものであった。しかし受光部が開いたままになっており、基地付近でローバーなどを走らせるとその駆動により飛散するレゴリスが基地内部に侵入する危険性がある。受光部に私たちのカバーを用いて開閉することで、レゴリスの侵入を防ぐことが可能になる。

### ・課題と展望

- 棒に刺上の突起物を作ることで、SMA を用いた固定をより強固にする。
- 宇宙空間の温度変化によって、意図せず開閉しないように対処法を考える。
- 強度を高めることで、衛星のプロテクターとしての活用も模索する。

### ・参考文献

野村周平「カブトムシを極めよう」PEN April 2014

小山宙哉「宇宙兄弟」

### ・謝意

今回の研究に際し、画像の使用許可と参考資料をいただいた野村周平先生に深くお礼を申し上げます。