

第23回衛星設計コンテスト

事務局使用欄

受付番号

2723

年 月 日

アイデア概要説明書

応募区分 ジュニアの部

1. 作品情報・応募者情報

| | | | |
|-------------------------------|----------------------|-----------------|----|
| 作品名 無重力環境でアリは巣を掘るのか | | | |
| 作品名 副題 疑似微小重力環境でのアリの行動について | | | |
| | 氏名(フリガナ) | 学校名、学科 | 学年 |
| 代表者(正) | 檜林 龍太 (ナラバヤシ リュウタ) | 長崎県立長崎西高等学校 普通科 | 2年 |
| 代表者(副) | 山本 峻太郎 (ヤマモト シュンタロウ) | 長崎県立長崎西高等学校 普通科 | 2年 |
| メンバ1 | 新舩 絢子 (シンマス アヤコ) | 長崎県立長崎西高等学校 普通科 | 2年 |
| メンバ2 | 坂本 悠衣 (サカモト ユイ) | 長崎県立長崎西高等学校 普通科 | 2年 |
| メンバ3 | 大嶺 太聖 (オオミネ タイセイ) | 長崎県立長崎西高等学校 普通科 | 1年 |
| メンバ4 | 吉岡 航輝 (ヨシオカ コウキ) | 長崎県立長崎西高等学校 普通科 | 1年 |
| メンバ5 | | | |
| メンバ6 | | | |
| メンバ7 | | | |
| メンバ8 | | | |

2. アイデアの概要

アリは3Dクライノスタットが作る疑似微小重力環境でも巣を掘ることができるが、掘るスピードが遅くなる。また、アリが新しい環境や実験装置に慣れるまでの時間は、疑似微小重力環境では静置の状態と比べて3倍程度の時間を要することもわかった。このことから、ISSで動物の実験を行う際は、地上であらかじめ実験装置に慣れさせておき、その装置ごと宇宙へ運ぶことで微小重力に適応しやすくなり、実験の時間が短縮できる可能性が示唆された。

3. 目的と意義

(a) 目的

2軸によるゆっくりとした乱回転を生じさせると、地上にしながら疑似微小重力環境を作ることができる。本校物理部が自作した3Dクライノスタットを利用し、疑似微小重力環境でアリが巣を掘ることができるのかどうかについて観察を行い、微小重力環境で動物がとる行動に関する基礎研究とする。

(b) 重要性・技術的意義等

本校物理部が自作した3Dクライノスタットによる疑似微小重力環境は、植物のような重力応答が遅い生物に対しては有効であることが確認できている(2013年第21回衛星設計コンテスト最終審査会)。動物に対して疑似微小重力環境を適用した論文は、カイコ等において多少の前例があるが、本研究では、ISSにおいて過去に観察例があるアリを対象に実験を行い、比較を行った。

4. アイデアの概要

2軸によるゆっくりとした乱回転を生じさせることで、重力の効果分散し、疑似微小重力環境を再現できる3Dクライノスタットを製作した(図1)。これまでは、疑似微小重力環境における植物の成長についての研究を進めてきた。

NASAの報告によると『無重力環境でのアリの運動パターンや動き方は、地上と比べて探索をあまり行わず、回旋状の経路を取る傾向が強くなった(2014年・NASA)』とある。本校物理部の3Dクライノスタットが動物に対しても疑似微小重力環境を再現できるのであれば、NASAの報告と同様、アリの活動が低下するという結果が得られるのではないかと考え、実験および観察を行うことにした。

アリを用いた実験には、市販されている「アリ観察キット」を用いた。「アリ観察キット」に入れるアリは同じ巣から捕まえるものとし、1キットあたり20匹とした。直射日光の当たらない明るい場所に置き、説明書に記載されているとおり、ジェルにはあらかじめ4~5か所の穴を壁に沿って開け、実験中は1日に1回、蟻酸を抜くためにふたを開閉するようにした。このように準備したキットの中で、アリが1日あたりに巣を掘る距離を比較することによって、アリの活動の度合いを評価できるのではないかと考えた。

実験1

そもそも、疑似微小重力環境でアリの行動が変化する前提として、アリが重力を感じていることを確認しなければならない。そこで「アリ観察キット」を45度傾けてアリの巣を掘らせたところ、ジェルの傾斜とは無関係に、鉛直下向きに掘り進める様子が確認できた(図2)。この結果より、アリが巣を掘る行動には、重力が関わっており、アリは重力の向きを感じていることが確認できた。以上により、疑似微小重力環境で実験をすれば、何らかの行動の変化が起きることが期待されることがわかった。

実験2

自作の3Dクライノスタットは、大きな振動と音が生じる。それらによって、アリが巣を掘るスピードが影響を受けるかどうかを確認するための実験を行った(図3)。アリを入れて静置させた「アリ観察キット」にモーターやギアボックスを接触させ、振動や音を24時間与え続けた。この時、振動を与えなかったアリと比較して掘った距離が短くなることはなかったため、3Dクライノスタットの振動と音はアリが巣を掘る行動に影響しないことが確認できた。以上により、3Dクライノスタットは、「アリ観察キット」に対して乱回転という条件のみを変える効果があるということが確認できた。

実験3

「アリ観察キット」を3Dクライノスタットに取り付けて、疑似微小重力環境でアリが巣を掘る様子を観察することにした。ここで、「アリ観察キット」にアリを入れて24時間経過後に3Dクライノスタットに取り付けるキットA(図4)と、「アリ観察キット」にアリを入れてすぐに3Dクライノスタットに取り付けるキットB(図5)の2種類で実験を行い、実験の期間中、24時間ごとに巣を掘る距離を記録した。実験開始からの経過時間[h]と、巣を掘った距離(累積)[cm]の関係を表したものが次のグラフ1である。

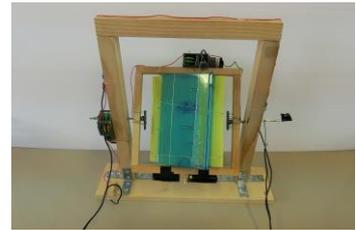


図1: 3Dクライノスタット

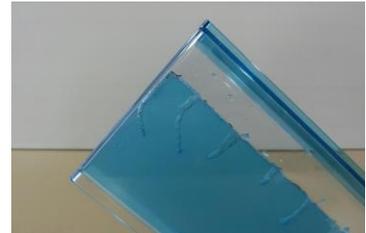


図2: 45度傾けたキット(実験1)



図3: 振動と音を与えたキット(実験2)



図4: 実験3のキットA(静置あり)

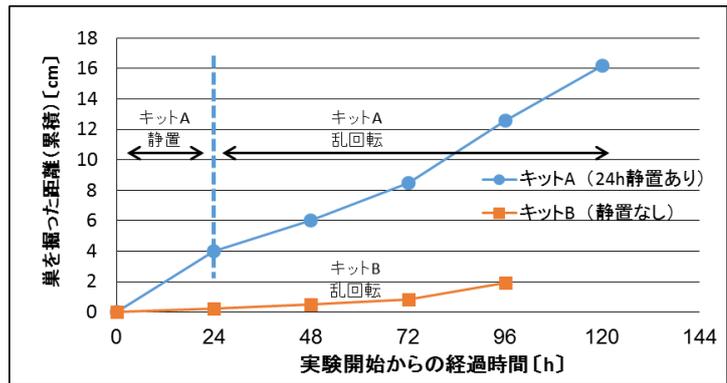


図5: 実験3のキットB(静置なし)

実験3の結果と考察

■実験開始～24h まで

キット A よりもキット B のグラフの傾きが小さいという結果が得られた。グラフの傾きは 1 日あたりに巣を掘る距離を表すので、3D クライノスタットに取り付けられて乱回転されたキット B のアリは、静置されていたキット A のアリよりも巣を掘るスピードが遅いといえる。このことより、疑似微小重力環境ではアリの行動が鈍くなっていると考えられる。これは、微小重力環境では探索行動が鈍くなるという NASA の報告と同様な結果が得られたといえる。



グラフ1：経過時間と巣を掘った距離（累積）の関係

■24h～72h まで

キット A は、ここから 3D クライノスタットに取り付けられて乱回転された。キット A のグラフの傾きが前日までと異なり小さくなったことから、キット A のアリは 24h を境に疑似微小重力環境に移されたことで行動に何らかの影響が出たことがわかる。引き続き乱回転を続けたキット B のグラフの傾きはほぼ変わらず、巣を掘るスピードは、遅くなったキット A よりもさらに遅いままであった。以上の結果により、キット A のアリは、疑似微小重力環境におかれた時間が短いにもかかわらず、キット B のアリよりも活発に活動しているといえる。

■72h 以降

キット B のグラフの傾きが大きくなり始め、キット A のグラフの傾きに近づいたことから、キット B のアリが巣を掘るスピードが、キット A のアリのスピードに近づいたといえる。一度も静置することなく乱回転を続けたキット B のアリの活動の度合いは、24 時間静置した後に乱回転させたキット A の活動の度合いと比較して、実験開始から 72 時間経過後にしてようやく同程度になってきたといえる。

以上の結果により、疑似微小重力環境においてアリは巣を掘るが、掘るスピードが遅くなることがわかった。また、静置した状態でア리를キットに慣らしておいた方が、疑似微小重力環境に慣れるまでにかかる時間が短くなるという傾向もわかった。生物用語では、ある環境に慣れることを馴致と呼ぶが、本研究では、キット B はキット A に比べて疑似微小重力環境への馴致に 3 倍の時間を要したといえる。

5. 得られる成果

アリは 3D クライノスタットが作る疑似微小重力環境でも巣を掘ることができるが、掘るスピードが遅くなる。このことから、アリは微小重力環境でも巣を掘る可能性があることが示唆された。

静置することなくすぐに疑似微小重力環境へ移されたキット B のアリが巣を掘るスピードは、72 時間以前にキット A と同程度になることは無かった。つまり、静置なしのキット B においてアリが巣を掘るスピードがキット A と同程度になるために必要な馴致の時間は、キット A の 3 倍以上の時間がかかることがわかった。

以上により、ISS 等で動物の実験を行う際には、地上の重力環境で馴致させた実験装置をそのまま使って実施したほうが、期待する行動をより早く観察することができることがわかった。

6. 主張したい独創性または社会的な効果

地上で実験装置に馴致させる時間を設けることで、アリが微小重力環境に慣れるまでにかかる時間が短くなることがわかり、結果として、地上での準備時間と ISS での実験時間を合わせた全体の時間を短くできる可能性があることがわかった。また、私たちにとって身近な動物で疑似微小重力実験を行うことで、宇宙に関わることに興味を持つ人がさらに増えることが期待される。