

宇宙での生活が動物社会に与える影響

あさ
山口県立厚狭高等学校生物部

I はじめに

宇宙環境で生活する生物は、微小重力や狭小空間でのストレスに曝される。このようなストレスに長期間曝された場合、体内の生理機能が変化するだけでなく、社会性や社会構造にも変化が生じる可能性が危惧される。将来、スペースコロニーなどで恒久的な生活を送る場合、閉鎖生態系を構成する生物種はそれぞれが秩序の保たれた安定した状態を維持する必要があり、これらの問題に関する知見を得ることは意義深いと考えられる。

II 研究の現状

宇宙での生活が動物社会に与える影響に関し、下記の取り組みがある。

<宇宙空間でのアリの巣作り>

2003年1月17日に打ち上げられたスペースシャトル コロンビア号 (STS-107) にて、アメリカの Fowler High School の提案によるアリの巣作りに関する実験が行われた。巣の形態や行動などに影響が出る事が予想されたが、コロンビア号は事故に遭遇し帰還できなかった。私たちは実験結果を知りたいと思ったが、情報を入手することはできなかった。

<長期間の宇宙滞在で生じる変化―旧ソ連の飛行士の場合―>

宇宙船内では、閉鎖・隔離環境に加え、微小重力による生理的变化がある。生命の危険に対する不安や常時監視下にある憂鬱などの心理的ストレスも大きい。情緒不安定、不安、いらだち、気力低下、作業能力低下、食欲減退、睡眠障害などの症状が現れ、3～4ヶ月後にピークになる（「軌道上実験概論」p277を参照）。

<バイオスフェア2の場合>

バイオスフェア2は、1991年、アメリカのアリゾナ州に建造された13,000 m²のガラスドーム内で行われた実験である。ドーム内に閉鎖的生態系を構築し、男女各4名の研究者が2年間の閉鎖・隔離実験に取り組んだ。実験の終了近くに3名が心理カウンセリングを受け、精神的健康管理の難しさが再認識された。（「軌道上実験概論」p278を参照）

III 目的

社会性昆虫のアリとシロアリを対象とし、宇宙環境下での生活が各個体群の密度や行動、同種内の個体間の相互作用、さらには種間関係に及ぼす影響に関する研究を行う。得られた結果を基に、宇宙環境下で閉鎖生態系を安定させるために必要な条件を導き出すことを目的とする。

IV プロジェクトの概要

<研究対象の選定理由>

アリ（膜翅目）とシロアリ（等翅目）は系統的には離れているものの、両種とも高度に発達した社会性を有している。また、アリと人間だけが、同じ種の間で戦争をする動物である（「アリと人間（p29）」レイ・ノース著 晶文社）。宇宙空間でアリ社会に変化が生じた場合、同じ

影響が人間社会へ現れるとは考えられないが、高度に発達した動物社会に与える影響としては参考になると考えた。

シロアリの腸内にはセルロースを分解する腸内細菌が共生しており、両種の間関係については詳しく研究されている。また、シロアリ腹部の皮膚は薄いため、腹部をカバーガラスで押しつぶすだけで、腸内細菌を顕微鏡で観察することが可能である。観察手順としては、①シロアリの吸引（巣の中から 1 匹を吸引する。）→②方向の制御（道しるべフェロモンを塗布した上を歩かせ、カバーガラスを掛ける場所まで誘導する（写真①）。腹部にのみカバーガラスが掛かるようにし、押しつぶす（写真②）→③顕微鏡観察（写真③）という単純な操作のみで良く、自動化が可能だろう。観察項目としては、腸内細菌の種類と密度を確認する。腸内細菌が減少したシロアリは、健康なシロアリの排泄物を食べることで新たな腸内細菌を取り込むため、その行動頻度を映像で確認することもできる。



- ①道しるべフェロモンで誘導（例えばボールペンのインク） ②腹部にカバーガラスを掛ける ③観察された腸内細菌

<観察に必要なスペースとエサの量>

300ml のエサ兼用のゲル（写真⑤、⑥）で、10 匹のアリを 6 ヶ月飼育しても全く支障が無く元気に飼育することが出来る（ゲルの販売店、アウトライドに確認）。100 匹の働きアリと 1 匹の女王アリで巣を構成した場合、10 年間の飼育には 60 リットルのゲルを用意すれば良い計算になる。縦 50cm × 横 50cm × 厚さ 5cm のゲル 5 枚用意し、2 年ごとに新しいゲルに移動させる。アリを新旧のゲル間で移動させる時には、道しるべフェロモンなどを利用して誘導する。



- ④予備実験に用いたクロオオアリ ⑤ミーティング中のアリ ⑥ジェルに掘られた巣穴

<人工衛星の構造>

宇宙での生活が動物の社会構造などに与える影響を確認するためには、動物を長期間宇宙で飼育する必要がある。操作性を考えると宇宙ステーションを利用する方が確実だが、飼育施設を長期間宇宙ステーションに置くと場所を占有してしまう。そのため、このプロジェクトは人工衛星内で行うことにする。人工衛星の構造については、以下の通りとする。

形状：発電用パネルと本体、回収のための推進装置から成る。

質量：実験材料が小動物のため小型

運用軌道：将来、スペースコロニーの建設候補として考えられている月と地球の 2:1 の共鳴軌道（交互に月と地球に近づき、双方に低エネルギーで接近できる）。

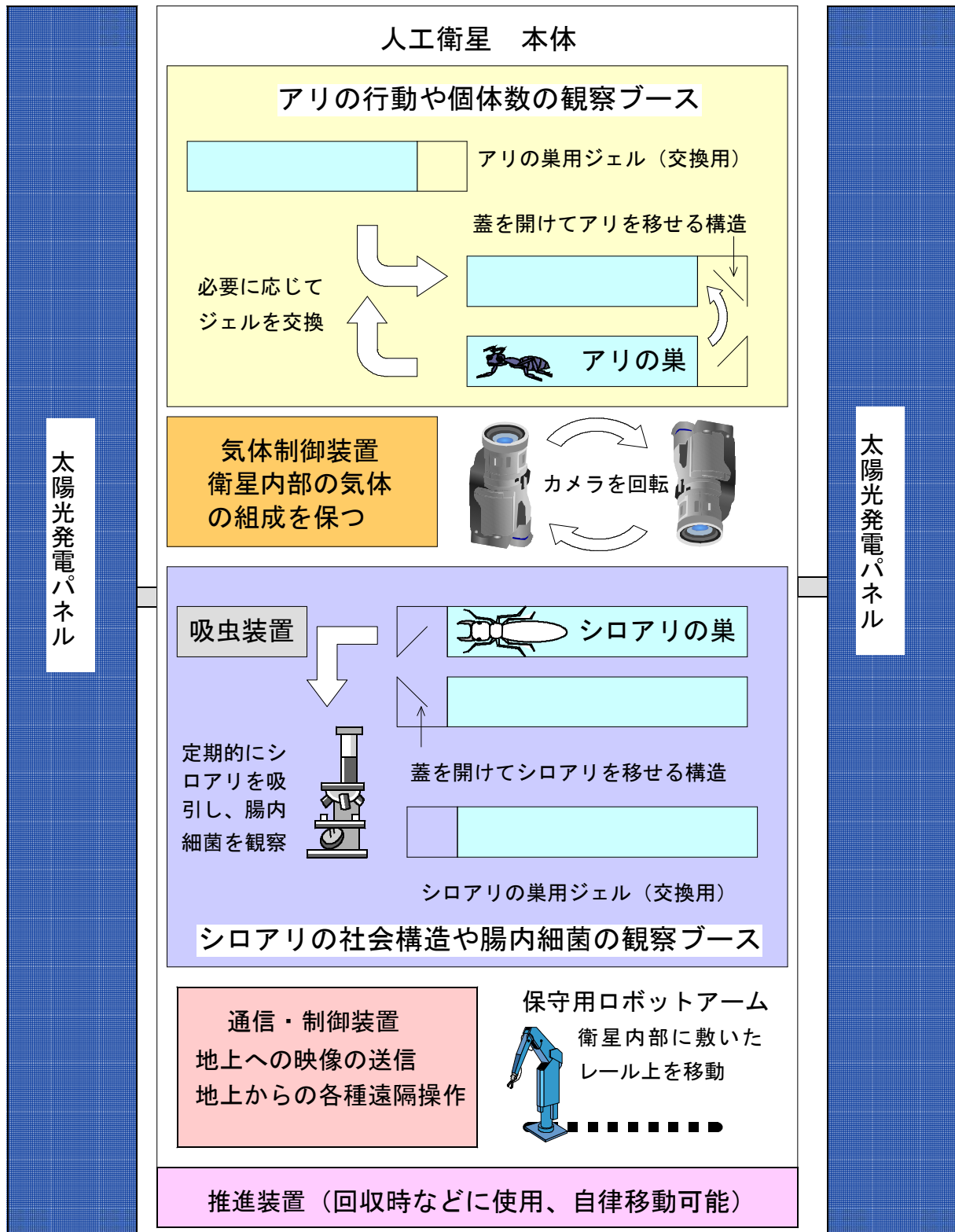


図1 人工衛星の構造

衛星の構造：アリとシロアリの観察ブースに分かれている。両種の行動や個体数をカメラで観察し、地上に映像を送信する。また、シロアリの巣から定期的に数匹を取り出し、腸内細菌の種類や組成を顕微鏡で観察する。衛星内部にはレール上を移動して多様な操作を行うロボットアームを取り付け、実験操作やトラブルの解消を地上から遠隔操作で行えるようにする。対照実験として、地上でも同じ条件で飼育し、観察結果を比較する。女王アリの寿命は 10 年以上なので、運用期間は 10 年とする。観察終了後は衛星を回収し、昆虫体内の組織の状態やホルモン濃度、腸内細菌の種類や組成などを調べ、地上と比較する。

V 期待される成果

人類が宇宙で長期間滞在する場合、必要な物資を全て地上から送っていたのでは膨大なエネルギーを使用することになる。今後は、食料の生産や生物を利用した廃棄物の分解なども宇宙で行う閉鎖生態系を構築することが重要であり、宇宙環境下で動物の行動や社会性が地上と異なるかを検証する必要がある。本プロジェクトによって得られるデータは、宇宙環境下で生態系を安定させる条件を解明するために役立つものと考えられる。

なお、アリの社会性が弱まり協調性が薄れたり、個体数が減少して集団規模が縮小するようなことがあれば、人間集団にも何らかの変化が生じる可能性が懸念される。大勢の人類が宇宙で共同生活を開始する前に、宇宙環境が動物の社会性に悪影響を与えないか慎重に検証することが重要であろう。

VI 主張したい独創性または社会的な効果

これまでの生物学や医学に関する宇宙実験は、宇宙環境下における個体の体内で生じる生理機能の変化に関するものが多く行われてきた。個体間や種間の相互作用に対する宇宙環境の影響については長期間の観察を要するため、スペースシャトルを用いた実験などでは扱えない。本提案では、体が小さくその社会性が詳しく研究されているアリやシロアリに着目し、宇宙での生活が動物の社会性に与える影響について、人工衛星を用いて調べようとする点が独創的だと考える。

宇宙で安定した生態系を構築するためには多くの条件を制御する必要があり、本提案は、一般の方々にもその困難さを知っていただく良い機会になるだろう。そして、かけがえのない地球の環境を守ることの重要性を再認識していただけることが期待される。宇宙実験を通して、地球環境の保全の重要性を啓発したい。

VII 参考文献

1. 小田原 修 監修、『軌道上実験概論』，海文堂出版株式会社，2000 年
2. レイ・ノース著 齊藤慎一郎訳、『アリと人間』，晶文社，2000 年
3. 松本 忠夫，東 正剛，本間 喜一郎 編、『社会性昆虫の進化生態学』，海游舎，1993年
4. 山岡 亮平 著、『アリはなぜ一列に歩くか』，大修館書店，1995 年
5. 今井 弘民 著、『アリからのメッセージ』，裳華房，1989 年
6. バード・ヘルドブラー，エドワード・O・ウィルソン 著，辻 和希，松本 忠夫 訳、『蟻の自然誌』，朝日新聞社，1997 年