

第3 1回衛星設計コンテスト

ジュニア概要書（3 ページ以内）

応募区分 ジュニアの部

1. 作品情報・応募者情報

作品名（20文字以内） * 作品内容が推測しやすいような名称を付けてください。（略称は不可）
閉鎖空間における物質の循環 3.0

副題（自由記入）

去年よりリアリティと意義があります

学校名

青森県立三沢高等学校

2. ミッションの概要（プレスリリース等で使用するので、200字程度でわかりやすく表現して下さい。）

本ミッションの目的は、宇宙船や火星、月などに設置された基地といった閉鎖空間において、生物を用いることで人が排出したし尿に大量に含まれている尿素からタンパク質を合成し、栄養分として再利用することである。これによって食料として利用可能な資源のロスが減り、宇宙での長期滞在が可能になり、長い時間を必要とする有人の様々な宇宙ミッションが可能になる。それを実現するための小さな一歩として本アイデアを提案する。

3. 目的と意義（目的・重要性・技術的意義等）

(a) 目的（今回考えたアイデアを何に利用するか等）

上のミッションの概要と重複する部分もあるが、今回考えたアイデアの目的は、地球から持ち込める量が限られ、貴重になってくる資源のロスを減らすため、微細生物を用いることで、し尿に含まれる成分（主に尿素）を再利用する。そして宇宙での安定した長期滞在を可能にする。これによってあらゆる宇宙ミッションの実行を可能にすることが目的である。また、宇宙から離れるが、これを食べ物に困っている地域で利用すると、SDGs 2つ目の目標である「飢餓をゼロに」を達成する事が出来るだろう。

(b) 重要性・技術的意義等(ex: 宇宙空間で利用する理由、他にない技術など)

地球からの物資の供給に依存していると、供給が途絶えた時宇宙船のパイロットたちは危機的状況に瀕してしまう。しかし、本ミッションが達成されると、宇宙での宇宙食の地産地消が可能になり、宇宙での安定した長期滞在が可能になる。また、これを宇宙空間で利用することで、その宇宙ミッションにかかる地球からの物資の運搬費や、運搬のためのロケットの製造費、運搬頻度など、様々なコストを抑えてミッションを実行する事が出来る。少し SF じみてしまうかもしれないが、地球から緊急で火星に移住することになった場合、火星のテラフォーミングが完了するまでの間、宇宙船内で食いつなぐことも可能である。

4. アイデアの概要

※ミッション全体の構成・ミッション機器の形状・質量・機能・運用軌道など、図を使用するなどして分かりやすく説明して下さい。

・ミッションの構成

① 人が出したし尿に含まれる尿素を藻類が吸収できる形に変えるため、酵素ウレアーゼを持つ菌によって尿素をアンモニアに加水分解する。

②①によって生じたアンモニアを吸収できる藻類の候補としてミドリムシを用い、アンモニアを吸収さ

せて培養する。

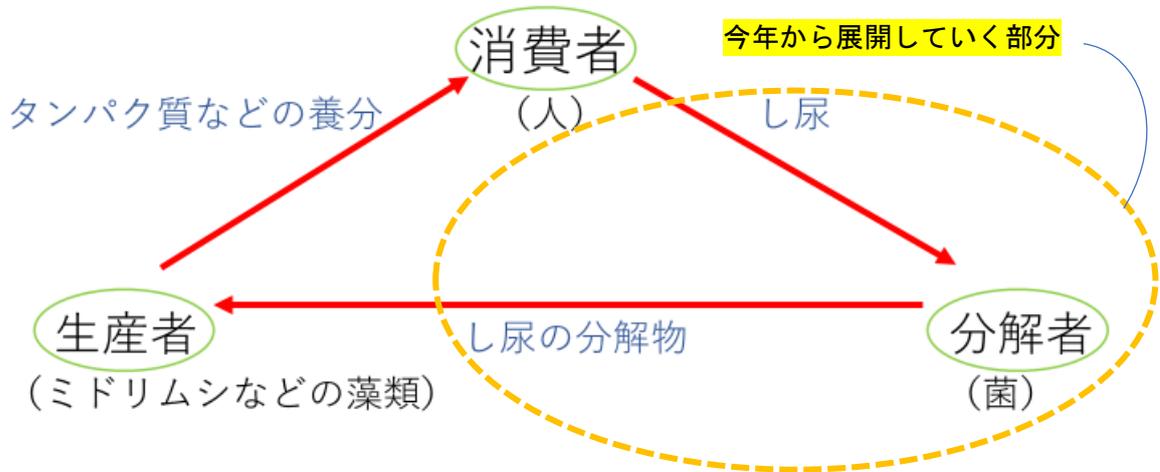
※ここでミドリムシを用いるメリットは2つある。1つ目は、言わずと知れたその栄養価の高さだ。ミドリムシには59種類の栄養素が含まれており、中にはビタミンやミネラル、全必須アミノ酸などが含まれる。2つ目は、一般的に藻類にとってアンモニアは生育を害するなどの強い毒性を示し、アンモニアが毒性の比較的低い亜硝酸や硝酸に変化してから養分として吸収する。しかしミドリムシはアンモニアの段階で養分として吸収することができ、処理水中にアンモニアという毒性の強い物質を残留させず、安全に培養をする事が出来る。また、アンモニアを硝化バクテリアなどによって亜硝酸や硝酸に酸化させる手間を省き、作業の簡略化を図ることが出来る点にある。

尿素→アンモニア→亜硝酸→硝酸

※緑の部分のカット

③②で培養したミドリムシを肉の代替食として利用。または、家畜にアミノ酸価の高い資料として与えることで、肉の生産率を上げる。

それらを人が摂取することによって以下図の様なサイクルができる。



上記の事を検証するため以下の様な実験を行う。

i 菌によって尿素をアンモニアに加水分解する工程を検証するため、合成尿（生理食塩水 98g に尿素 2g 溶かしたもの）に数種類の土をそれぞれ 2g ほど入れる。パックテストを利用することで尿素が加水分解されたことを確かめる。



*写真はイメージ
35°C近辺の温度で24時間保つ

ii 硫酸アンモニウムを様々な濃度で蒸留水に溶かし、ミドリムシの成長具合を確認する。

iii ミドリムシを塩化ナトリウムの存在する環境に順化させる。

iv 硫酸アンモニウムを生理食塩水に濃度を調整して溶かし、汽水湖の汽水や河口付近の河川水を加え、天然の藻類群集を培養する。

v 硫酸アンモニウムを生理食塩水に溶かした物に天然の藻類群集、ミドリムシを加えて培養し、アンモニアの吸収速度を比較する。

vi 人口尿に菌と藻類を加えて共存させ、アンモニウム濃度、藻類の細胞数の変化を調べる。

現在 i、ii を行っている。

[実験に用いた *Euglena* の株についての詳細]

※本研究では、独立行政法人 国立環境研究所 微生物系統保存施設（以下、NIES）から分譲された「*Euglena gracilis* G. A. Klebs」を用いた。

5. 得られる成果

※宇宙で利用することにより、どのような効果があるかなど。

3. 目的と意義に書いたことと重複するが、本アイデアを宇宙の閉鎖空間で利用することにより、資源のロスが削減され、宇宙で食物を生産する事が出来る。これによって宇宙での安定した長期滞在が可能になり、別の惑星への移住やその他様々な宇宙ミッションの実行が可能になる。宇宙で食物を生産することが可能になると、物資の供給頻度を減らす事ができ、費用が抑えられる。

6. 主張したい独創性または社会的な効果

※「ここは新しいアイデアである」という部分や、このアイデアによって世の中のここに役立つなど、特に主張したい箇所。

本アイデアの独創性は、し尿を生物濾過するところにある。一般的に宇宙でし尿は物理的な処理を施される。そこから再利用されるのは水くらいである。しかし生物を用いてし尿を処理することで、そこに大量に含まれている養分を再利用する事が出来る。また、ミドリムシを用いることで、他の藻類を用いた場合に想定されるアンモニアを亜硝酸や硝酸にもう一段階分解をする手間を省くことが出来、尿素をアンモニアに分解するだけで本命の細胞を培養する準備が整う点にもある。

主張したい社会的効果は、本アイデアを食べ物に困っている地域で利用すると、飢餓に苦しむ人が減り、世界中の人々の生活が豊かになる。これはSDGs 2つ目の目標である「飢餓をゼロに」を達成することにつながるだろう。

引用文献

- ・ 土壌の尿素分解細菌の生態 日本土壌肥料学雑誌 1959年 29巻 11号 p. 524-
著者 鈴木 https://doi.org/10.20710/dojo.29.11_524_3
- ・ ユーグレナはどこまで高栄養食源として貢献し得るか—その機能と応用— 2017年
著者 中野 長久, 大串 美沙, 渡邊 敏明 https://doi.org/10.20632/vso.91.5.6_323
- ・ 下水を用いたミドリムシ (*Euglena gracilis*) の培養によるバイオマス生産と栄養塩類除去 抄録
著者 黒田真史、堀野太郎、井上大介、森川正章、池道彦
- ・ ミドリムシの増殖と光合成—効率よい増殖方法、光合成と pH の関係—
著者 石川県立金沢泉丘高等学校 3年 海野 李 中山 侑香 川上 修吾 砂山 星也 若林 勇太
- ・ 「尿の成分」 <https://www.slideshare.net/janicedesa/normal-constituents-of-urine>
- ・ 植物生理学（基礎生物学テキストシリーズ）
著者 鈴木祥弘、三村徹郎、奥野哲郎、川口正代司、鶴見誠二、長谷あきら
（担当：共著、範囲、第二章 第三章）化学同人 2009年3月
- ・ 平成7年度助成研究概要（平成9年3月発行）9252 原生動物ユーグレナの耐塩機構に関する研究
- ・ ミドリムシ大活躍！小さな生物が創る大きなビジネス
著者 石川賢治 出版社 日刊工業新聞社