

第28回衛星設計コンテスト

アイデア概要説明書（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） 細菌を用いた食料生産，廃棄物処理の循環
副題（自由記入）
学校名 広島県立西条農業高等学校

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。）

本ミッションでは、宇宙空間における食料生産や宇宙飛行士の生活から生じる糞尿等の廃棄物の再資源化を細菌の力を使って行う。細菌の放出する気体状の生育促進効果のある物質により、宇宙空間における促成栽培を可能にするほか、廃棄物の中に含まれる有機物を細菌により分解することで、食料生産のための栄養源として再資源化することが可能になる。この細菌を用いた促成栽培，資源循環を実現することで、**低重力環境である火星での生活を想定した食料の確保や廃棄物処理の問題の解決につながる**と考えた。

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）

火星探索ミッションでは、片道半年、滞在期間2年の3年間の探索期間を要する。人類が将来、火星での長期の生活を実現するために、安定的に食料を確保することや、廃棄物の処理について考えなければならないことから火星探索ミッションにおける火星上での滞在期間2年の間に、火星上での作物栽培や廃棄物処理の技術を確立することを目的として私たちは、細菌を応用した促成栽培，廃棄物の再資源化の宇宙ミッションを考えた。

(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)

以下の細菌を応用した2つの方法で栽培を行い、食料確保を実現する。

① 細菌を応用した水耕による促成栽培

植物の生育を促進させる細菌が放出する気体状の物質を水に抽出し、その抽出液を従来の水耕栽培システムに用いることによって植物の栽培期間を短縮し、高効率、高収量の水耕栽培を行う。

② 生活における廃棄物を利用した栽培

現状、宇宙での生活で出される廃棄物は、国際宇宙ステーション（ISS）においては積み荷の搬出の完了した補給船に積み、大気圏で処理する等の方法がとられているが、火星の滞在期間においては、そのような方法が使用できないため廃棄物処理が問題となる。そこで、堆肥化システムに細菌と生活における廃棄物（宇宙飛行士の糞尿、生ごみ等）を混合し、細菌によって廃棄物を分解して堆肥を作成する。この堆肥化システムでは、下層を陰圧にすることで、吸引ろ過の原理で液肥をこしとる。液肥は水耕栽培の養分として、残渣は、地球または火星の土にまき、土壤中の養分を補う。この方法により、生活における廃棄物の処理と食料の確保の両立を実現する。

これらの方法による火星での食料生産により、安定した効率的な食料生産や廃棄物処理と食料生産の循環を応用した栽培が可能となり、**将来の長期滞在に向けた栽培技術を確立することができる**と考えた。また、新鮮な作物を摂取できることで、火星での長期滞在による宇宙飛行士の精神的ストレスの軽減が期待される。

4. アイデアの概要

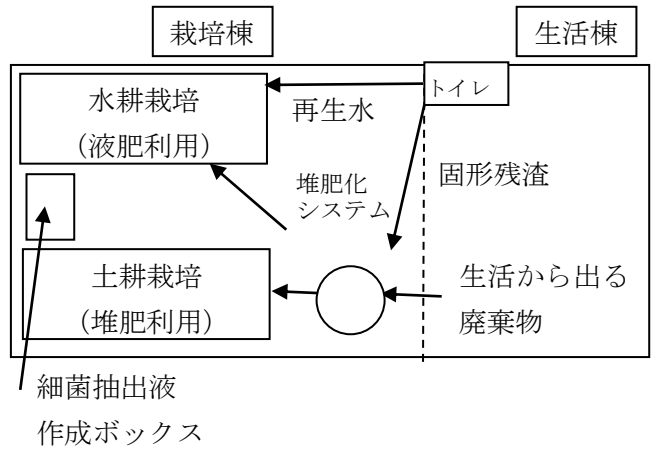
※ミッション全体の構成・ミッション機器の形状・質量・機能・運用軌道など、図を使用するなどして分かりやすく説明して下さい。

火星においての植物の水耕栽培や土耕栽培を行う際の仕組みについて説明する。

火星においては栽培棟で栽培を行う。

宇宙飛行士の糞尿は再生水と固形残渣に分け、再生水は水耕栽培に利用する。固形残渣は、生活から生じる廃棄物とともに、堆肥化システムに入れ、細菌の力で分解する。

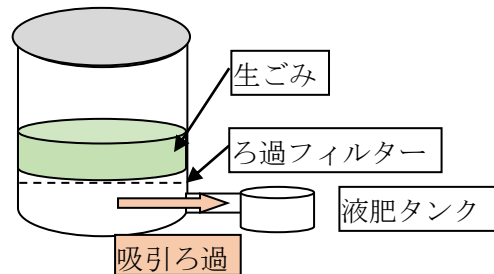
生活棟と栽培棟の空調管理は別とし、栽培棟には専用スーツを用いて入り、作業を行う。細菌を用いた堆肥化システムによる廃棄物処理、植物の生育を促進させる気体状物質を水で抽出するための作成ボックスを設置することで、細菌による宇宙飛行士への健康リスクを考慮したものとする。



【堆肥化システムについて】

宇宙飛行士の糞尿の固形残渣、生ごみ等の廃棄物と有機物分解能力の高い細菌を混合し、堆肥化システムへ貯蔵する。

一定期間置いた後、まず吸引ろ過の原理で、水分をこしとり、液肥を作成する。また、この時の残渣を堆肥として、土耕栽培に用いる。(右図参照)



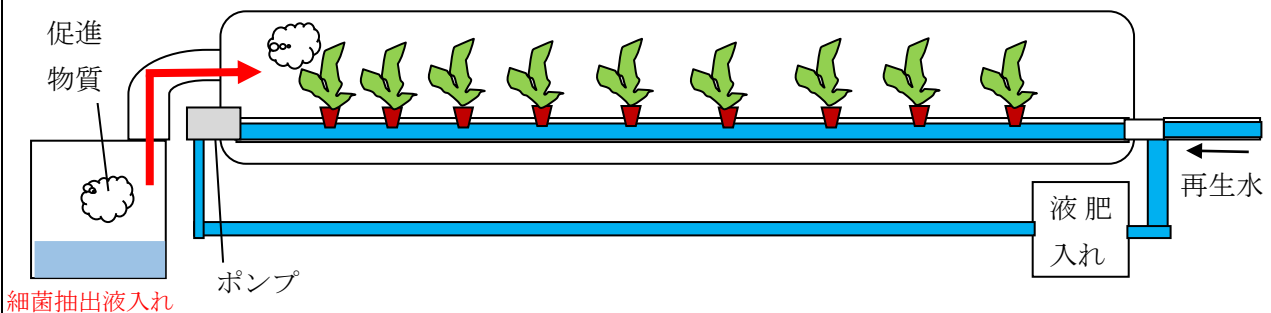
【水耕栽培と土耕栽培の方法】

① 細菌を応用した水耕栽培

植物の生育を促進させる細菌が放出する気体状の物質を水に抽出し、その抽出液を従来の水耕栽培システムに用いることで、植物の生育を促進し、栽培にかかる期間の短縮を図る。また、糞尿からの再生水を使用するとともに、水の使用量を最小限にするために、パイプに穴を開け、そのパイプに水を通して栽培する。

堆肥化システムで作成した液肥を植物の栄養源とする。

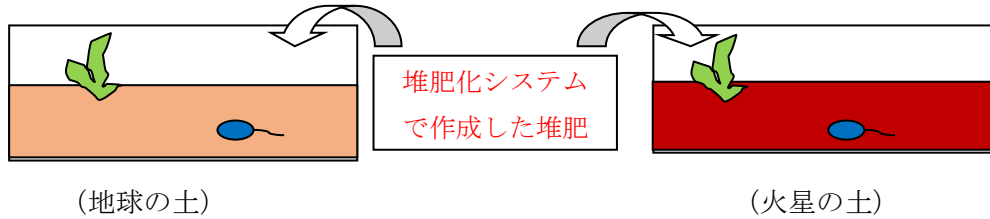
〔水耕栽培槽のイメージ図〕 ※半閉鎖的環境



② 堆肥化システムで作成した堆肥を利用した土耕栽培

堆肥化システムによって廃棄物を分解して作成した堆肥と地球から持参した土または火星の土を混合し、土耕栽培を行う。この方法によって、宇宙飛行士の生活によって生じる糞尿の固形残渣や生ごみを細菌のはたらきにより分解し、栄養源として再資源化したものを作物栽培に利用することで資源を循環させる。栽培に使用される水は再生水を用いる。

〔土耕栽培槽のイメージ図〕



※ 栽培想定作物

水耕栽培： リーフレタス，コマツナ，ホウレンソウ等の葉物野菜<栽培期間2週間程度>

土耕栽培： ジャガイモ等の根茎作物，トマト，ダイズなどの果実作物<栽培期間2か月程度>
(収穫の際に出るトマトやダイズの茎や葉は土壤に混ぜ込むことで分解する。)

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。

火星探索ミッションでは，片道半年，滞在期間2年の3年間の探索期間が必要となる。本ミッションによって人類が将来，火星での長期の生活を実現するために必要な火星上での安定的で効率的な作物栽培や廃棄物処理の技術を確認することができる。安定的で効率的な作物栽培においては，細菌が放出する植物の生育を促進する気体状の物質を利用して短期間での栽培を可能にする。また，廃棄物処理については，現状，宇宙での生活で出される廃棄物は，ISSにおいては積み荷の搬出の完了した補給船に積み，大気圏で処理する等の方法がとられているが，火星上においては，そのような方法が使用できないため廃棄物を細菌によって分解し，作物栽培に再利用できる循環型の栽培をすることで解決する。

火星による作物栽培は，植物の光合成によって酸素の供給を可能にできることに加え，新鮮な作物の摂取が宇宙飛行士の長期滞在における精神的ストレスを軽減する効果があるなど，多くの利点が考えられる。

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。

この宇宙ミッションアイデアでは，以下の2点について世の中に貢献できると考えられる。

① 細菌由来の気体状物質を応用した促成栽培技術の開発

現在，広島県立西条農業高校生物工学科では，環境中に存在する細菌を単離し，細菌の放出する気体状物質によって植物の生育を促進する細菌の探索を行っており，生育促進効果のある細菌の単離に成功している。また，これらの細菌の放出する生育促進物質を水で抽出することが可能で，半閉鎖環境において生育促進効果の効率が高くなることが明らかとなっている。これらの細菌の放出する気体状物質を促成栽培に応用することによって本来の栽培期間の短縮を図り，同期間での栽培による収量の増加につなげることができる。また，現在注目されている生態系における細菌類と植物の相互作用の解明につなげていきたいと考える。

② 廃棄物を利用した有機栽培技術の応用による循環型農業

糞尿を堆肥化して肥料として使用することは昔から行われてきた方法であるが，宇宙空間においては，宇宙飛行士の糞尿も貴重な資源である。現在，糞尿から水分を回収しているが，水分を除いた部分においては，有機物が含まれており，細菌の分解によって再資源化することが可能となる。

生活における生ごみにおいても同様に分解を進められる。堆肥の作成で液肥を作ることも可能であり，水耕栽培用の養分にも応用可能である。また，作成した堆肥は土等に混ぜ込むことによって土壌改善の効果が期待できる。これらは，廃棄物処理と食料生産を同時に実現できるシステムである。社会においても，生ごみ等の利用による有機栽培の事例があることから，この細菌を応用した循環型農業は，化学肥料や農薬を使わない持続可能な農業につながると考えた。

以上