

第24回衛星設計コンテスト

アイデア概要説明書

1. 作品情報・応募者情報

作品名（20文字以内） 地球外における植物栽培方法と栽培槽の提案			
作品名 副題（これは公式文書では省略する場合があります） 気体組成の最適条件と展開型植物栽培槽のシステムについての考察			
	氏名(フリガナ)	学校名、学科	学年
代表者(正)	カミオ マサシ	神尾 雅史 熊本第二高校	2年
代表者(副)	イソザキ リョウスケ	磯崎 涼介	2年
メンバ1	イトウ ミズキ	伊藤 瑞樹	2年
メンバ2	コバヤシ ジュン	小林 準	2年
メンバ3	タダクマ チサト	只隈 千聖	2年
メンバ4	トヨダ ナオ	豊田 奈央	2年
メンバ5	シマカワ ヒサノリ	島川 久範	1年
メンバ6	ミナミ リョウガ	南 涼雅	1年
メンバ7			
メンバ8			

2. アイデアの概要（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。）

私達は、宇宙空間での植物栽培について、地球—他惑星間における移動中の宇宙船内での植物栽培を提案する。

先行研究として植物の栽培に適している照度と気圧を発見したので、今回は一定気圧下の大気組成を変え、酸素生成と植物成長を両立しようと考えた。その結果、宇宙空間での植物の栽培に適している気体組成を見つけることに成功した。

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）

国際宇宙ステーションへの長期滞在や、宇宙開発において、宇宙飛行士は宇宙食のみを食べて任務にあっている。そんな中、「宇宙でも新鮮な野菜を食べたい」という要望を出す宇宙飛行士も少なくない。また、将来的に他惑星への移住を考えると、宇宙船に搭載できる食料は限られるため、宇宙船内での食糧生産も考えなければならない。また、植物を栽培することで光合成により酸素を得ることができる。そこで、私たちは宇宙船内での植物栽培を提案する。0.4気圧下で栽培しても1.0気圧下と遜色なく育つことが分かっている(吉野 2015)。そのため、今回は0.4気圧下で気体組成を変え、植物栽培に最も適した気体組成を発見することを目的とした。

(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)

宇宙船で植物を栽培することで、宇宙飛行士が新鮮な野菜を食べられるだけでなく、光合成によって二酸化炭素を消費して、酸素を生成することができる。その気体を居住スペースと循環させることによって地上から持っていき酸素の量を削減することができる。

また、植物栽培槽内を低気圧にすることによって、宇宙空間との差圧が小さくなり、外壁のコストも削減することができる。

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。

私達は、展開型植物栽培槽を宇宙空間で運用するにあたっての構成、構造上の工夫を提案する。

1. 宇宙空間の展開型栽培槽の環境

宇宙空間で植物を育てる際、栽培槽内の気圧を植物の成長を抑圧しない程度に減圧することで栽培槽壁を低コストに製造できる。しかし、吉野 2015 により気圧が 0.1 気圧より下がると植物の成長は 1 気圧より小さくなる事が分かっている。宇宙空間や他惑星大気内ではその条件を満たす環境は数少ない。そこで植物の生長を促進させるために他の非生物的要因をさぐる必要がある。

2. 超低圧環境に対する問題解決

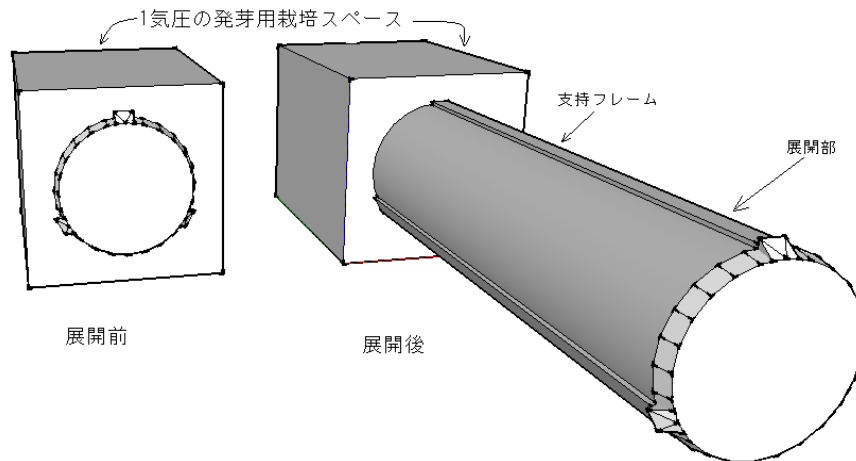
脇山 2014 によると、低圧環境下では発芽率が落ちることが分かっている。そこで、資源が限られた宇宙船内で無駄となる種子を減らすために、発芽と成長のプロセスを分ける。具体的に言うと、1 気圧下の別の容器で種子を発芽させ、成長段階では低圧下の栽培槽内で栽培する。このことによって低圧下で発芽率が低下するという問題を解決できる。

アイデアに関する説明資料より、今回は成長のプロセスに着目し、1.0 気圧下で発芽させた実験植物を、空気に含ませた二酸化炭素が 0%, 3%, 5%, 10%, 25%, 40%, 50%, 60%, 75%, 90%, 100% の気体組成下で栽培を行った。その結果、茎の長さにおいて、空気に含ませた二酸化炭素が 0%、つまり大気と同じ構成の時、茎の長さが最大となった。

3. 展開型植物栽培槽の具体的な提案

展開型植物栽培槽とは、宇宙空間で植物を育てるためのスペースを、栽培槽ユニットの一部を気圧の差を使って展開することで確保する構造を持った栽培槽である。

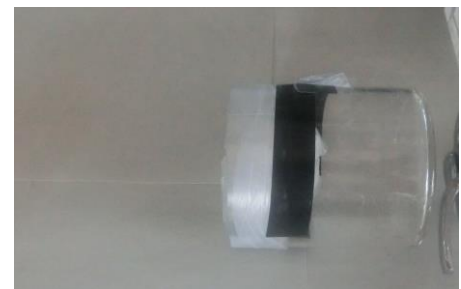
[展開型栽培槽のイメージ図]



3-1 展開型栽培槽の主となる挙動について

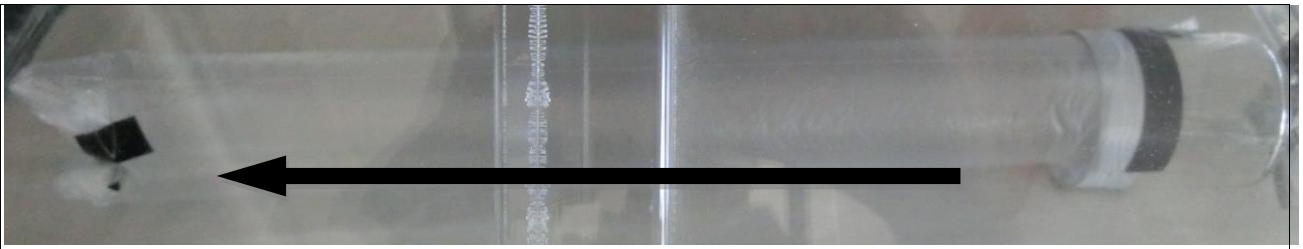
展開型栽培槽の主な技術的課題として展開部の挙動が不安定であることが挙げられる。私たちはどのような不安定要素があるか確かめるため、内部が一気圧の展開型栽培槽のモデルを作成し (図 1) 1G 環境下で真空槽を用いて真空空間を再現、展開の試行をした。(図 2)

1. ビーカー、傘袋、ビニールテープを使って展開型栽培槽モデルを作成する。
2. モデルを真空槽に設置し、真空槽内部を減圧することでモデルの内部と外部で差圧をつくり、展開させる。
3. モデルの展開が完了した後、真空槽内部に空気を戻す。



格納状態のモデル (図 1)

結果、展開方向への支柱がない栽培槽は曲がりながら展開を続けたため、安定した展開を可能にするために展開部を支持する構造物が必要であることが分かった。また、展開が完了した後、真空槽内部に空気を戻しモデルを観察すると、内部の気体は制御部へ移動し展開部がつぶれたため、宇宙空間での運用の際は展開部を格納するための機構が別に必要になることが分かった。

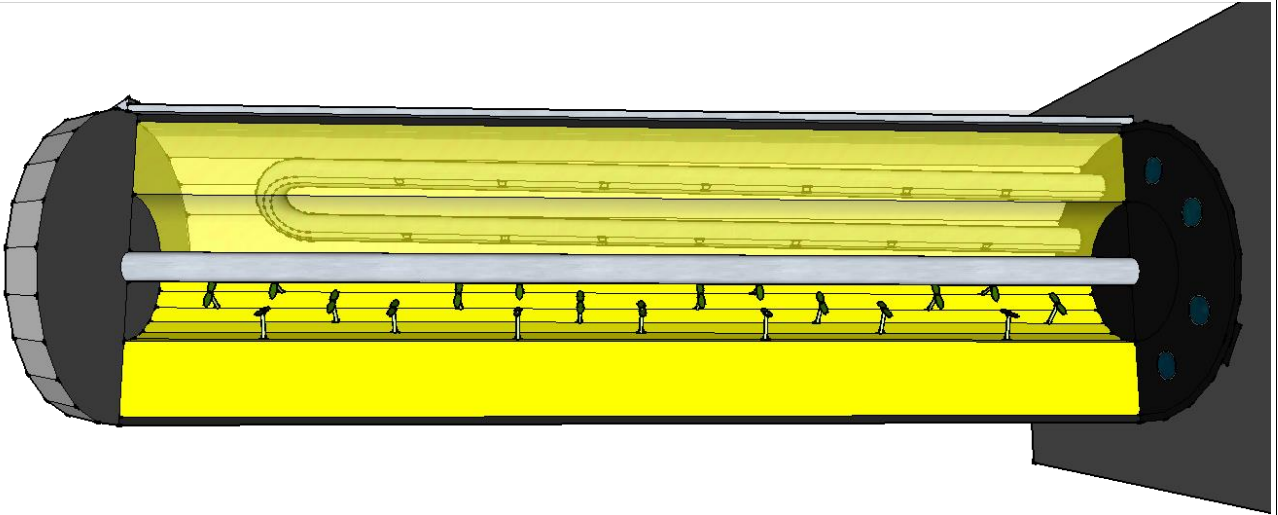


↑展開状態のモデル（図2）

3-2 無重力空間での植物への水分供給の提案

無重力空間で育てる植物に水分を与えるための一つの方法として、植物の培地底部にパイプを通し、染み出した水を培地に吸わせるような栽培槽を提案する。培地底部のパイプには親水性物質が詰められており、パイプに空いた穴から親水性の培地に水ポテンシャル勾配により浸みだすと考えられる。

[1 気圧の発芽用栽培スペースから延びる展開部の断面図]



※詳細は補足説明にて供述する

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。

- ・効率よく二酸化炭素を酸素に変換可能
- ・植物の成長を促進でき、収穫までの時間短縮
- ・無重力下での水循環機構の提示

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。

- ・気体組成の変化による植物の成長への影響
- ・水ポテンシャルを用いた植物への水供給における提案
- ・展開型植物栽培槽のモデルを用いた展開部についての考察
- ・大気組成が違う星へ進出した場合のデータとして用いることができる。
- ・水循環機構を無人農園で応用することができる。

7. 今後の課題

・今回は二酸化炭素と空気の比率を変えて植物の成長を調べたが、空気の代わりに酸素を用意して、二酸化炭素の割合を減少、酸素の割合を増加させてデータを取る。

- ・より多種類の植物を対象にした実験を行う。
- ・無重力空間でのパイプ内の水の挙動を調べる。

以上