

## 第25回衛星設計コンテスト

### 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 宇宙における海藻を用いた自給自足の提案			
作品名 副題 第一歩として提案するヒジキを用いた自給自足計画			
	氏名(フリガナ)	学校名、学科	学年
代表者(正)	藤澤 翔(フジザ ショウ)	大阪星光学院高等学校	2
代表者(副)	大畑 怜未(オハタ レイミ)	四天王寺高等学校	2
メンバ1	奈良 昌弥(ナラ マサヤ)	大阪星光学院高等学校	2
メンバ2	北山 智也(キヤマ トモヤ)	大阪星光学院高等学校	2
メンバ3	夏 依帆(ナツヨリホ)	四天王寺高等学校	2
メンバ4	大守 琴葉(オモリコトハ)	四天王寺高等学校	2

#### 2. アイデアの概要

宇宙で飼育から調理まで全工程を行う装置の案である。面ファスナーを用いたカーペットに胞子や根を絡みとらせ、またそのカーペットを根が枯れる5年に一度回収することで、2種類あるヒジキの生殖方法を組み合わせることを可能にする。そしてそれによって宇宙でヒジキを永続的に栽培させる。またその栽培方法だけでなく、それらを隈なく収穫するための収穫方法、さらにそのヒジキを摂食するまでどのように保存・調理するのかをも提案する。

#### 3. 目的と意義(目的・重要性・技術的意義等)

##### (a) 目的

宇宙船内に水槽を置き、収穫から消費まで全てを宇宙空間で行うことによって、宇宙での食料消費の一部を自給することを目指す。

##### (b) 重要性・技術的意義等

本計画ではヒジキを用いて宇宙での栽培を行う。ヒジキを用いる理由は主に二点あり、一点目はヒジキにはカルシウムなどのミネラルに加え、食物繊維など多くの栄養素が含まれているという点である。この食物繊維は、腸内にもともといる善玉菌を活性化させ腸の働きを良くし腸内環境を整える役割をもつプレバイオティクスであり、これを宇宙で永続的に栽培することができれば、宇宙において人の健康の増進維持に寄与することができると考えられるからである。二点目はヒジキの生殖方法である。ヒジキは卵と精子による有性生殖だけでなく、収穫後に残った生体の根から幼体が発芽し、生体へと成長する栄養生殖という生殖法をとる。この根は5~7年生きるので、後述するように有性生殖と栄養生殖を組み合わせることで可食部の収穫量を減らさずに栽培できるのではないかと考えた。

宇宙で実際に海藻の栽培を永続的に行うことは、将来的な人類の宇宙移住計画の一助となるだけでなく、後に様々な生物を育てる際にこの計画で得られた経験を生かすことができ得る。

また、この装置内では植物の栽培から収穫・食品加工までの全工程を行うことができる。装置内で全ての工程を行うことで、調理が難しい宇宙においても収穫物を容易に加工することが可能にする。その上、水が貴重である宇宙において水を無駄にしないために装置内でろ過を行い、再利用する。

#### 4. アイデアの概要

##### (a) 栽培と繁殖

本計画では図1のような水槽に人口海水で満たして次のように栽培を行う。ここで人口的な海水を

使用することで海水の成分を調整でき、ここに人体に有害なヒ素を含ませないことで、海藻がヒ素を生物濃縮して人体に害を及ぼす問題を解決できる。栽培法はまず、最初の世代(以下  $G_0$ ) を地上にて表面が面ファスナーのフック面であるカーペットにヒジキの受精卵を付着・発芽させ、それが幼体になるまで生育する。幼体にまで成長させることで面ファスナーに幼体の根を絡み取らせることができ、打ち上げ時に加速度が加わったとしても、ヒジキが水中を浮遊することを防ぐことができる。カーペットは水槽の上面と下面にそれぞれ貼り付け上下2面から生育させる。これにより、限られたスペースにおいて収穫量を増やすことができる。後に成長した  $G_0$  は収穫期に過食部分を全て刈り取り、後に訪れる繁殖期に有性生殖を行わせない。そのため子世代(以下  $G_1$ ) は  $G_0$  の栄養生殖によってのみ生み出される。このように子孫を生み出し続けていくが、ほふく根も5~7年で寿命を迎え枯れていくため、最低でも5年に1度の頻度でほふく根が絡まっているカーペットを交換しなければならない。そこで  $G_4$  を刈り取る際は、数株を刈り取らずに残し、その数株に有性生殖を行わせる。この際に卵と精子が株から放出され、水中に浮遊している間にカーペットを新しいものに取り換え、 $G_5$  から  $G_9$ 、さらにそれ以降と繁殖を続けさせていく。さらに、このような水槽をいくつか用意し、それぞれの生育時期をずらすことで、年間を通して一定のヒジキ収穫量を見込むことができる。

また水質の管理に関してはまず下の図2のように2層構造のフィルターを用いる。なおこのフィルターのシステムは実際に宇宙でメダカを育てた際に用いられた「水棲生物実験装置(AQH)」を改良したものである。図のフィルターⅠは目の粗いものでヒジキの回収用、フィルターⅡは目の細かいもので水質維持のためのものである。次に触媒を用いて水に溶け込む植物に有害な硝酸塩を窒素に変換する。この水質浄化装置を用いることで水質を維持するだけでなく、浄化された水を再利用することができ、貴重な水を有効活用できる。その他に、ヒーターを用いた水温調節と、照光装置を用いた照光時間調整を行い、ヒジキの生育に適した環境を作り出す。

#### (b) 収穫

##### (i) 刈り取り

ここでは図3のような刈り取り機を用いる。これは水槽中に機械が動くことができるレーンを図1の様に敷き、水槽内を一周することで面(あ)、(い)に生えるヒジキを刈り取ることができる。このヒジキ刈り取り機にはV字型の谷がいくつもあり、この機械が動くことで刈り取られるヒジキの根はいずれかの谷に集められる。そして刃が取り付けられている(う)の部分までヒジキがやって来るのでそれを収穫するというものである。この際、栄養生殖に必要なヒジキの仮根を残し、それより高い部分のみを刈り取れる高さ(茎下端付近)になるよう刃の高さを調節する。

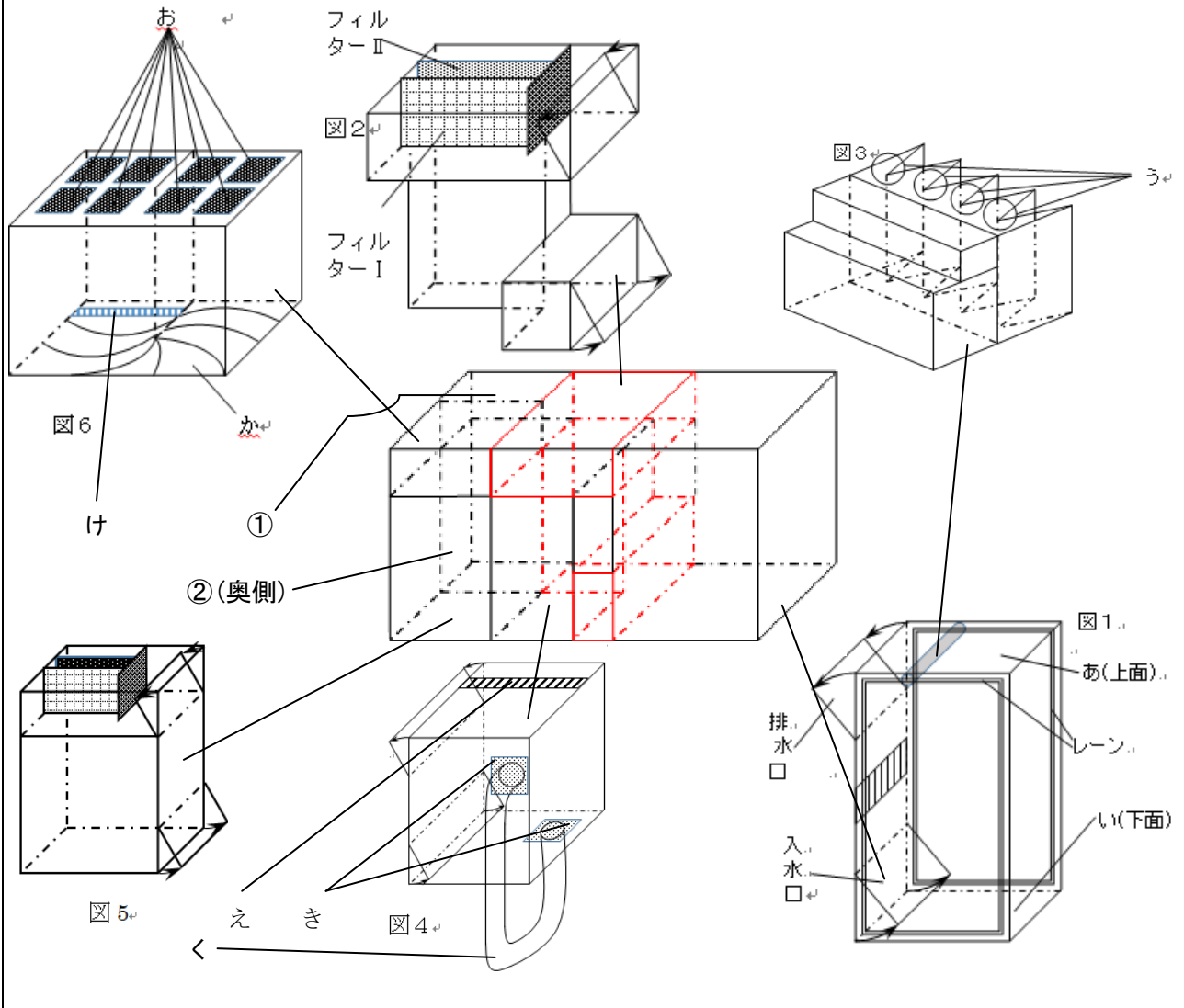
##### (ii) 回収

ヒジキは水浄化用の排水口を通して水槽の外へと排出される。この時、水槽内全域に浮遊したヒジキを隈無く回収できるように排水口・入水口を図1のように配置する。水槽外に排出されたヒジキは全てフィルターⅠに集められる。ヒジキが全て回収されると、図4のように(え)が開きフィルターⅠがスライドして装置図4に移動する仕組みを用いて次の工場装置図4へと運搬する。

#### (c) 調理

- ① 収穫した生ヒジキは繊維が固く渋みが強いため装置図4にて蒸す。まず装置図4~図5間を循環している水を装置図5に溜める。次に図4において、装置内に淡水のミストを放出する。そこから装置図4でマイクロ波を用いたミストの加熱を行い、それによって生じた湯気でヒジキを蒸し上げる。この時、水の気化による装置内部の圧力の増加についてだが、(く)のホースを用いる。ホースの一部は船外に露出して低温なので、このホース内に水蒸気が入ってくるとそこで凝縮されて体積が減少し装置内の圧力の増加を防ぐことができる。また、フィルター(き)を使いホース内へのヒジキの侵入を防ぐ。
- ② 茹で上がったヒジキは茹で汁とともに装置図5に流す。この装置図5には装置図2と同様に2層フィルターがついており、このフィルターを通すことで茹で汁のろ過とヒジキの回収をすると同時に触媒何々を用いて同時に、茹で汁をろ過して再び茹で汁として利用できるようにし、こちらも水を有効活用できるようにする。
- ③ フィルターで分けられた後、(け)が開き、フィルターのスライドによって装置図6に送り込まれたヒジキはドライヤー機能(お)を利用し乾燥させる。ここでは常に上から風を当て続けることによって、無重力下においてもヒジキを浮遊させずベルトコンベア(か)に乗せて運ぶことができる。
- ④ ベルトコンベア(か)から運ばれた乾燥ヒジキは①のミキサーに送り込まれる。ミキサーで細かく砕かれた乾燥ヒジキは②のパッキング装置に送り込まれ、寒天粉末と調味料粉末があらかじめ入れられているパックに詰め込まれていくというシステムである。

⑥パックに詰められたヒジキは常温で保存される。消費する際には熱湯を注ぎ、振って中身をかき混ぜ、その後しばらく常温にもどるまで置いておく。常温に戻れば、ゼリーに混ざったヒジキを食べることができる。



## 5. 得られる成果

この装置が完成すれば、人間に不可欠な栄養素を多く含んだ食物を新鮮な状態で宇宙飛行士に届けられる。また栽培から調理までの全過程を一つの装置内で行うため、作業が困難な無重力下でも容易に食品を加工することができる。さらに宇宙で食物を供給することで、地球から持って行く宇宙食の量を削減することができるため、輸送船の限られたスペース・重量を少しでも別途に利用することができる。そして、乾燥し一度保存することができるので、装置の故障や何らかの原因による不作があったとしても、安定的に食料を賄うことができる。

## 6. 主張したい独創性または社会的な効果

ヒジキが行う2通りの生殖(有性生殖と栄養生殖)を上手く組み合わせることと、面ファスナーを用いて孢子あるいは根を絡み取り、水槽の上下2面からヒジキを育てることで収穫量を最大限に増やすことを可能にした。またこの装置を他の植物用に改変すれば、多様な植物に対して汎用性のある装置の開発に繋がると期待できる。宇宙移住計画において食物の自給自足は欠かせず、宇宙でのヒジキの自給自足が可能になればこの移住計画に大いに貢献することができ、人々に宇宙への関心の目を向けてもらうきっかけになると考えられる。

## 7. 参考文献

プロバイオティクスとプレバイオティクスについて <http://www.horinouchi.or.jp/situtoku/purobaio.html>  
 神谷裕一研究室\_研究内容 [http://www.ees.hokudai.ac.jp/ems/stuff/kamiya/html/research\\_content.html](http://www.ees.hokudai.ac.jp/ems/stuff/kamiya/html/research_content.html)

以上