

## 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） 新型宇宙食計画			
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） 宇宙での食の改善と向上			
	氏名(フリガナ)	学校名、学科	学年
代表者(正)	渡辺日菜子(ワタナベヒナコ)	四天王寺高等学校	2年
代表者(副)	大畑怜未(オオハタトモミ)	四天王寺高等学校	1年
メンバ1	夏依帆(ナツヨリホ)	四天王寺高等学校	1年
メンバ2	太田実侖(オオタミレイ)	四天王寺高等学校	1年
メンバ3	出来悠果(デキユウカ)	四天王寺高等学校	2年
メンバ4	森脇楓子(モリワキフウコ)	四天王寺高等学校	2年

#### 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。）

「新型宇宙食計画」（以下本計画）は火星での居住の際、昆虫食構想（「火星居住のための昆虫を考慮した宇宙食の構想」、片山ら、2006）の実現の為にISSで蚕の累代飼育を行い宇宙放射線や微小重力等の影響を受ける宇宙に特有な環境下での蚕の生態や遺伝子への影響を調べる実験（以下本ミッション）の提案である。本ミッションが成功すると、実際の火星の環境に近いISS内での環境下での蚕の飼育のデータが得られるので実際に居住する計画を立てる時により詳しく正確な計画を立てる事が出来るだろう。

#### 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）  
近年、火星での長期滞在や定住に向けた研究が盛んになっているが、その大半は地球から火星への移動手段や住居、そして樹木の栽培についての研究であるように思われる。  
そこで、火星での動物性タンパク質の自給のための前段階の実験として本ミッションを提案する。

(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)  
この装置内では1箱の中で卵から成虫までのサイクルを共食いせずに済ませることができ、然程場所を要さず実験することができる。今回使用する蚕に与えるのは、桑の葉と桑の葉に含まれる水分のみであるため、微小重力下で課題となる浮遊した液体による機械への影響を考慮する必要はない。衝撃吸収のために壁に貼り付けたゲルは蚕を守る点において工夫されている。  
この飼育箱内での累代飼育を成功させることによって将来計画されている火星移住計画においての動物性タンパク質の自給のための一助となる。

#### 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。

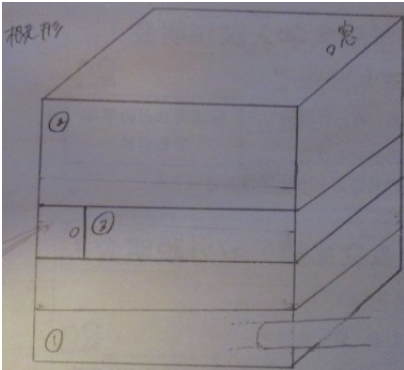
「火星居住のための昆虫を考慮した宇宙食の構想」（片山ら、2006）によると「蚕は5000年来家畜化されてきた昆虫であり、実験動物としても確立され飼育方法も含めてその特性はよく把握されている。」とある。

そこで今回は飼育する昆虫として蚕を想定する。

本ミッションで使用する装置は実際にISSで使用されている多目的実験ラック—水棲生物実験装置

(AQH)を基に考えている。

### 飼育箱の内容



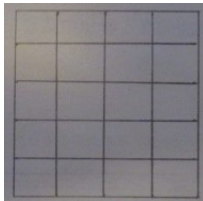
この飼育箱は透明なプラスチックで中身が見えるようになっており、3つの部屋に区切られている。

- ①幼虫からさなぎまで
- ②成虫
- ③卵

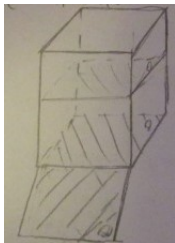
①と②には二酸化炭素を吸収する物質を入れ、また吸引器から酸素を入れて空気の循環を図る。

#### ①(i) 幼虫からさなぎまでの部屋

幼虫からさなぎまでの部屋は20の小部屋に分かれていてオス・メス各10匹ずつ入れる。  
各部屋の底には窓がついていて成虫になると窓から②の成虫の部屋へピンセットで持ち運ぶ。  
上からの図



#### (ii) 小部屋の概形



- ・底は開閉可能  
ふんの掃除をしたりえさを入れたり成虫になった蚕を取り出したりする。
- ・全ての面には衝撃吸収のための透明なゲルをはりつける。
- ・ふんの掃除には吸引器を入れ吸引する。
- ・小部屋は最初、下の部屋を使用するが繁殖し数が多くなった場合は上の部屋の使用も可能。

#### ②①で成虫になった蚕は上の窓から入れる。

交尾し生まれた卵は上の窓を開けてピンセットで取り③の卵の部屋へ運ぶ。

#### ③卵の部屋でふ化した幼虫は窓からピンセットで取り、①の空き部屋に入れる。

①-③を繰り返すことによって累代飼育を行う。

また増えた卵は地球に持ち帰り宇宙空間での蚕への影響を調べる。

## 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。

- ・本ミッションが成功すれば宇宙放射線の影響を受け、微小重力環境である宇宙環境下での昆虫の繁殖に要する期間や必要なえさの量などの生活の形態や遺伝子への影響が分かり、火星での定住計画においての昆虫食構想の前段階の実験としてより正確な計画を立てることが可能になる。
- ・本ミッションが成功すれば宇宙で動物性タンパク質を自給できる。

## 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。

本ミッションが成功し、宇宙環境下での昆虫の生態や遺伝子への影響が分かることによって火星での昆虫食についてより詳しい計画を立てることが可能になる。このことが一助となり火星での昆虫食が実現すれば人類は宇宙環境下において動物性タンパク質を得ることができるようになる。

そしてこれによって、蚕以外の昆虫や他の動物も飼育し、食料にすることの助けになる可能性もある。また、将来的には蚕のまゆから繊維を取り出し、布を作り、衣服をつくることができるようになる可能性もある。

## 7. 参考文献

ナショナルバイオリソースプロジェクト「カイコ」情報誌 <http://www.nbrp.jp/index.jsp>

カイコ飼育マニュアル

宇宙の生物・火星で農業 高校生Q & A 2008

火星居住のための昆虫を考慮した宇宙食の構想 November 11, 2006

水棲生物実験装置 (Aquatic Habitat:AQH)

グアテマラ・デル・バジェ大学 客員研究員 吉本治一郎先生のご協力

以上

# I カイコの過重力実験

実験:カイコに加速度をかける

目的:カイコに発射の際にかかる重力加速度に耐えられるか、また過重力閾値はどのくらいかを調べる。

方法:紙コップにカイコを1匹入れて虫が落ちないようにふたを付け、ひもを付けたものを回す。

ひもの半径は 50cm とする。この時、加速度  $a$  がカイコにかかる。

その後、加速度をかけたカイコを観察する。

発射の際の加速度が7G であるので、それ以上の加速度をかけることで実験する。

計算方法:カイコにかかる加速度  $a$  を求める式は  $a=r(\frac{2\pi}{T})^2 \dots \textcircled{1}$

**実験**     $r$ : ひもの半径     $T$ : ひもが1周するのにかかる時間

①	回す回数(回)	時間(秒)	加速度( $m/s^2$ )	カイコの様子
②	100	50	78.8768	実験前と変わらず活発
③	100	45	97.3787	汁が出て弱ったが、動く
④	100	30	219.102	衰弱したが、触れると動く

加速度  $a$  を求める式 $\textcircled{1}$ を使う

$$\textcircled{1} \quad T=0.50 \quad r=0.50$$

$$a=0.50 \times \frac{4\pi^2}{0.50^2}$$

$$\doteq 78.8768 \doteq 8.0G(78.4)$$

$$\textcircled{2} \quad T=0.45 \quad r=0.50$$

$$a=0.50 \times \frac{4\pi^2}{0.45^2}$$

$$\doteq 97.3787 \doteq 10G(98.0)$$

$$\textcircled{3} \quad T=0.30 \quad r=0.30$$

$$a=0.80 \times \frac{4\pi^2}{0.30^2}$$

$$\doteq 219.102 \doteq 22G(215.6)$$

結論: 今回の実験では設備の都合上正確な実験データを得ることはできなかった。

しかし今回かけることが出来た最大の重力であろう 22G では実験の直後に目に見えて衰弱した。

これによりカイコは 22G には耐えられないことが分かった。

しかし、発射の際にかかる7G には耐えられることが分かった。

従ってカイコを宇宙 (ISS) に持っていくことが可能であると言えるであろう。

## Ⅱ カイコの調理方法

日本ではイナゴ、他の国々でもアリやハチ、ミールワームなどを食べる習慣があるため、昆虫を食べるのは珍しいことではない。

実際に今回の実験で使用したカイコも食べられている。

そこでカイコの地球上での主な調理方法を述べ、ISS での調理方法について考察する。

### i 地球上での主なカイコの調理方法

今回は食品衛生について検証することは難しいと考えたため、実際に食べることはしなかった。

『宇宙で生物・火星で農業 高校生 Q&A』(宇宙農業サロン,2008)には、「生のサナギを天ぷらにしてそのまま食べるのが一番。天ぷらのほかに、ゆでたサナギそのもの(スナック)、サナギの大和煮、サナギ入り味噌風味豆腐ハンバーグ、サナギ・つくね、サナギ・きなこ・玄米粉のケーキ、サナギ入り福寿餅など たくさん考案されている。」とある。

### ii ISS での調理方法

HACCP では衛生性を確保するためには、レトルト食品では加圧加熱処理を 120°C で 4 分間行うことが条件である。(田島、2015)したがって、ISS 内のオーブンで、カイコを 120°C で 4 分間加熱し、ISS 内にもちこんだ醤油で味付けをして食べる。

## Ⅲ カイコの累代飼育における繁殖計算

今回の実験で持ち運ぶカイコはオス・メス各 10 匹ずつの計 20 匹。

これらのカイコを累代飼育する際の子孫の数を計算する。

つがいになるのは 80%、2 代目は成虫までの生存率 75%、3 代目は生存率 50%、世代を重ねるにつれて生存率は前世代の生存率 × 75% と想定する。

生存率が下がる原因として近交弱勢だと考えられる。

また 1 つがいから生まれる卵の数は 400 個、オス:メスの比率は 1:1 とする。

これらを踏まえて

第 1 世代 10 × 80% の 8 つがい

$$8 \times 400 = 3200 \text{ 個の卵}$$

第 2 世代 3200 × 75% = 2400 匹の成虫

$$1200 \times 80\% = 960 \text{ つがい}$$

$$960 \times 400 = 384000 \text{ 個の卵}$$

第 3 世代 384000 × 50% = 192000 匹の成虫

$$96000 \times 80\% = 76800 \text{ つがい}$$

$$76800 \times 400 = 30720000 \text{ 匹の成虫}$$

結論:カイコの生存率は世代を重ねるごとに低下するが、生まれる卵の数が多いため、カイコの生存率にはあまり影響されないだろう。

また今回は成虫は最大 40 匹の飼育しかできないので、入りきらない卵は冷蔵庫に入れて眠の状態にして宇宙飛行士帰還の際と一緒に持ち帰り研究に使用する。

計算により以上の結果が得られたが実際は病気や個体差などのカイコへの影響があるためこれほど増えることはないと思われる。

#### 参考文献

共立スマートセレクション2「宇宙食 人間は宇宙で何を食べてきたのか」(田島 眞 著, コーディネーター 西成勝好, 共立出版, 2015)

『宇宙で生物・火星で農業 高校生 Q&A』(宇宙農業サロン,2008)

グアテマラ・デル・バジェ大学 吉本治一郎先生のご協力