

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）フリガナ：ウチュウクウカンデノシヨクジニオケルコウフクカン
宇宙空間での食事における幸福感

副題（自由記入）フリガナ：ゴカンニウッタエルシヨクジデウチュウクウカンニオケルストレスヲケイゲン
五感に訴える食事で宇宙空間におけるストレスを軽減

学校名 フリガナ：ヒロシマケンリツサイジョウノウギョウコウトウガッコウ
広島県立西条農業高等学校

2. ミッションの概要（200字程度でわかりやすく表現して下さい。）

長期の宇宙滞在においては、調理加工済み食品を繰り返し食べていると感じる「メニュー・ファティグ（食事疲れ）」と呼ばれる精神的疲労¹⁾を防ぐ必要がある。そこで、幸福感を与える食事で宇宙飛行士のストレスを軽減するため、①シャキシャキ野菜再生栽培プロジェクト、②サクサク天ぷら宇宙食プロジェクト、③リアルに再現3Dフードプリンタープロジェクトを提案する。

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）

本校実施アンケートによると、「普段の食事で食事を摂ることにストレスを感じることもある」という肯定的回答の割合は21.4%であり、その原因として、体型変化への不安、食事以外に起因するストレス、前日の残り物への倦厭が挙げられた。

地上とは異なる環境への適応が求められる宇宙滞在においては、過剰なストレスがかかることが予想される。そこで、五感に訴え幸福感を与える食事を可能にすることで、長期の宇宙滞在における宇宙飛行士のストレスを軽減する。そのために、次の3つのプロジェクトを行う。

(1) シャキシャキ野菜再生栽培プロジェクト

①微小重力環境で再生栽培を行った野菜の栄養分析を行う。②微小重力環境における再生栽培に適した条件を明らかにする。③再生栽培を行った野菜を摂取することが宇宙飛行士のストレス軽減に与える影響について明らかにする。

(2) サクサク天ぷら宇宙食プロジェクト

①日本人はもちろん、外国の方にも人気の天ぷらを、カルシウムとタンパク質が豊富な宇宙食として開発する。②サクサク天ぷらを摂取することが宇宙飛行士のストレス軽減に与える影響について明らかにする。

(3) リアルに再現3Dフードプリンタープロジェクト

①3Dフードプリンターの実用化を見据え、食品の構造を式として表現し、異なる材料を代入することによって新しい料理を提案する。②3Dフードプリンターで作製した食品を摂取することが宇宙飛行士のストレス軽減に与える影響について明らかにする。

(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)

(1) シャキシャキ野菜再生栽培プロジェクト

山崎直子宇宙飛行士が、宇宙では「新鮮な野菜や果物も恋しくなります²⁾」と答えているように、シャキシャキの青々とした野菜は、視覚、嗅覚、触覚、聴覚にも訴える幸福感のある食事につながると考える。凍結乾燥した場合も色や食感を再現できることが実験により確認されたが、植物が育っていく生命力を目の当たりにすることもストレス解消につながると考える。再生栽培は、種子から栽培するよりも短時間での栽培を可能にし、継続的に新鮮な野菜を供給することを可能にする。

(2) サクサク天ぷら宇宙食プロジェクト

和食の宇宙食は多数開発されているが、JETRO（日本貿易振興機構）による「日本食品に対する海外消費者意識アンケート調査（中国、香港、台湾、韓国、米国、フランス、イタリア）」³⁾で第4位にランクインした天ぷらの宇宙食はまだ無い。天ぷら特有のサクサクとした食感を再現できれば、

触覚や聴覚にも訴える幸福感のある食事につながると思う。また、微小重力環境では、骨量減少、筋力低下などの身体変化が生じる⁴⁾ため、カルシウムやタンパク質が豊富に含まれる宇宙食を開発することには意義がある。

(3) リアルに再現3Dフードプリンタープロジェクト

食品の構造を式として表現することができれば、3Dフードプリンターの実用化に貢献することができる。そのことは、宇宙空間での安定的な栄養供給と、食事の準備にかかる時間や食物残渣を最小限に抑えることを可能にするだけでなく、バラエティーに富んだ幸福感のある食事の実現につながる。また、地上においても、人々に幸福感を与える波及効果が期待できる。

4. アイデアの概要

(1) シャキシヤキ野菜再生栽培プロジェクト

【地上実験】

- ① 3Dクリノスタット（図1）を用いて野菜の再生栽培を行う。
- ② 栄養分析、栽培条件を変えての生育状況の測定（図2）、野菜の官能試験を行い、再生栽培を行う前のもの、静置したもの（図3）と比較する。



直行する2軸により3次元的に容器を回転させ、容器内の対象物（ここでは再生栽培する野菜）が重力刺激を感受する前に連続的に重力方向を変えることで、対象物にかかる重力ベクトルの合計を時間的にほぼゼロの状態にできると考えられる。回転中心からの距離と回転数から、計算により遠心力を求めると、横軸は $1.5 \times 10^{-3} \times g$ 、縦軸は $1.7 \times 10^{-4} \times g$ となり、ISS ($10^{-6} \sim 10^{-4} g$)⁵⁾と大きくは変わらないことが分かった。

図1 本校農業機械科で作製した3Dクリノスタット

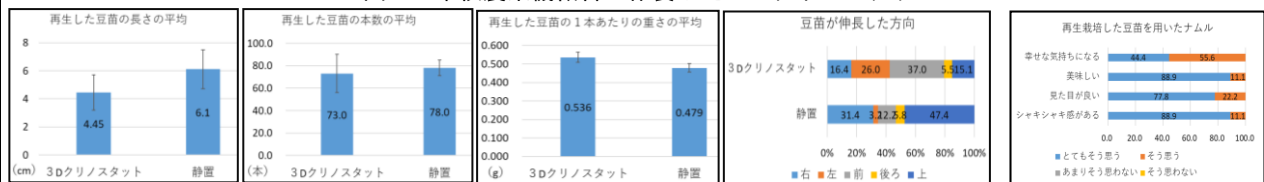


図2 再生した豆苗の生育状況の測定

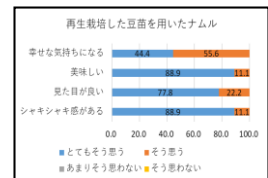


図3 官能試験

【ISS実験】

- ① 図4のような、透明素材（光を透過）でできた全面連結可能（省スペース）な再生栽培ブロックを多数用意する。高吸水性スポンジで植物に給水する。一面だけメッシュとし、その面は別のブロックと隙間を開けて連結できる（通気性を確保）。または、フィルム栽培を行う。
- ② 栽培条件を変えたものを用意し、タイムラプスで植物の生育の様子を記録する。最初にカットした野菜と、再生栽培の後にカットした野菜の栄養分析を行う。
- ③ 宇宙飛行士による官能試験（分析型官能評価と嗜好型官能評価）を行う。
- ④ 再生栽培野菜を食べた集団と食べなかった集団、または食べた日と食べなかった日で、ストレス反応に差が生じるかどうかについて分析する。

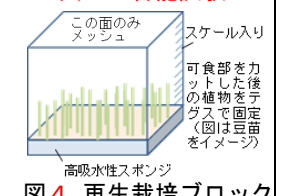


図4 再生栽培ブロック



図5 官能試験結果

(2) サクサク天ぷら宇宙食プロジェクト

【地上実験】

- ① カルシウム粉末を衣に加えた鶏のささみの天ぷら等、カルシウムとタンパク質が豊富な天ぷらのレシピを作成し、硬度等の測定と官能試験を行う（図5）。
- ② 凍結乾燥機を用いて凍結乾燥を行う。湯の温度を変えて湯戻しを行い、硬度等の測定（図6）と官能試験を行う。
- ③ 衣と具材を別々に作製し（図7）、食べる際に口の中で一緒にすることによってサクサク感を保つ、天ぷらの写真が載ったパッケージ（図8）を検討する。

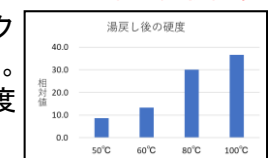


図6 湯戻し後の硬度

【ISS実験】

- ① 宇宙飛行士による官能試験（分析型官能評価と嗜好型官能評価）を行う。
- ② サクサク天ぷら宇宙食を食べた集団と食べなかった集団、または食べた日と食べなかった日で、ストレス反応に差が生じるかどうかについて分析する。



図7 衣と具材の分離調理

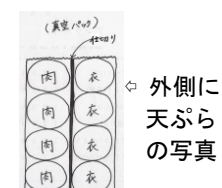


図8 パッケージの工夫

(3) リアルに再現 3Dフードプリンタープロジェクト

【地上実験】

- ① 3Dフードプリンターの実用化を見据え、料理の構造を式として表現する。例えば、オムライスであれば、図9のようになる。
- ② 微小重力環境対応の3Dフードプリンター⁶⁾ (図10)を開発する。(山形大学大学院理工学研究科古川英光教授にオンラインインタビューしたところ、味や香りについては、既存の味や香りを分析し化学物質を調合して近づける方法があること、微小重力環境では下から積み上げてプリントアウトすることができないため、球状の食品を作製すること等も考えられることが分かった。)
- ③ ①の式に、異なる材料を代入し、新しい料理を提案する (図11)。

エルヴェ・ティスが作った「料理の式」⁷⁾によると

<食材の状態>

個体：S，液体：W，気体G，油脂：O

<分子活動の状態>

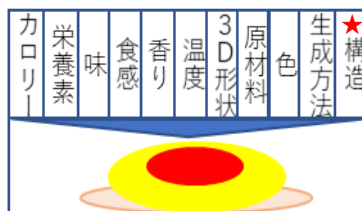
併存：+，分散：/，包含：⊃，重層：σ

【オムライスの場合】

米：S₁，卵：S₂，鶏肉：S₃，玉ねぎ：S₄，
ケチャップ：W₁，牛乳：W₂，マヨネーズ：S₅，
バターO₁

$[(S_3+S_4+W_1)/S_1]⊃(S_2+W_2+S_5+O_1)]σW_1$

図9 オムライスを「料理の式」で表す



料理の式の応用により、3Dフードプリンターのリアリティを追求する。

図10 3Dフードプリンター



ア：オムクレープ，
イ：ライスペーパーエビフライ，
ウ：餃子ラーメン，
エ：キムチそばパイ

図11 新しい料理の提案

【ISS実験】

- ① 3Dフードプリンターの実用検査を行い、作製した食品について、宇宙飛行士による官能試験（分析型官能評価と嗜好型官能評価）を行う。
- ② 3Dフードプリンターで作製した食品を食べた集団と食べなかった集団、または食べた日と食べなかった日で、ストレス反応に差が生じるかどうかについて分析する。

5. 得られる成果

長期の宇宙滞在では、地上でどんなに厳しい訓練を受けた宇宙飛行士であっても、ストレスを感じることが考えられ、ストレスの解消は、様々なミッションの効率的な達成に無くてはならないものである。また、近い将来、必ずしも厳しい訓練を受けていない人にも宇宙に行く機会が訪れると考える。これらのことから、宇宙空間における幸福感を与える食事に関する研究は、今後の宇宙プロジェクト及び宇宙ビジネスに大きく貢献すると考える。

6. 主張したい独創性または社会的な効果

宇宙飛行士のストレスを食事の面で軽減するために、味覚や嗅覚だけでなく、シャキシャキ・サクサクといった触覚や聴覚に訴える料理、色鮮やかで視覚に訴える料理の必要性に着目した点が新しいアイデアである。また、いずれのプロジェクトも、【地上実験】と【ISS実験】からなり、【地上実験】については、現在本校で実施しており実現可能性が高く、【ISS実験】につなげていくことが可能であると考えられる。カルシウム摂取や誤嚥防止など健康・福祉に係る課題解決にも効果が期待できる。

参考文献

- 1) 秋山文野. “日本野菜が国際宇宙ステーションで収穫されたー「東京べかな」はなぜ宇宙に行った?”. 2017-08-16. <https://www.businessinsider.jp/post-100842>, (参照：2020-06-30)
- 2) METoA Ginza. “宇宙の食事は、不思議がいっぱい”. <https://metoa.jp/event/space-in-ginza/yamazaki-naoko/qa/index.html>, (参照：2020-06-30)
- 3) 日本貿易振興機構（ジェトロ）農林水産・食品調査課. “日本食品に対する海外消費者意識アンケート調査（中国、香港、台湾、韓国、米国、フランス、イタリア）7カ国・地域比較”. https://www.jetro.go.jp/ext_images/jfile/report/07001256/kaigai-shohisha_Rev.pdf, (参照：2020-10-19)
- 4) 大島博・水野康・川島紫乃. 宇宙飛行による骨・筋への影響と宇宙飛行士の運動プログラム. リハビリテーション医学, 2006, 43, p. 186-p. 194.
- 5) 中野完. 国際宇宙ステーション（ISS）・セントリフュージ施設利用の科学的意義. 宇宙生物科学, 2001, Vol. 15 No. 3, p. 144-p. 147
- 6) TEAM OPEN MEALS. “SUSHI SINGULARITY”. <https://www.open-meals.com/sushisingularity/index.html> (参照：2020-10-12)
- 7) 石川伸一. 「料理の構造」からおいしい料理を考える. 教育応援, 2019-06, Vol. 42, p. 4-p. 5

オンラインインタビューに快く応えてくださいました山形大学大学院理工学研究科古川英光教授、3Dクリノスタットを作製していただいた本校農業機械科の皆様にご心より感謝申し上げます。以上