

## 第29回衛星設計コンテスト

### ジュニア概要書（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） 宇宙で金沢のアイス！
副題（自由記入） アイスによる宇宙飛行士のストレス解消と節電できる保存方法
学校名 金沢大学人間社会学域学校教育学類附属高等学校

#### 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。）

今日、技術の発展により宇宙では様々なものを食べられるようになってきている。しかし、そのほとんどは常温から温かく、冷たいものを食べることはない。そこで、アイス消費量1位の金沢市民の視点から、代表的な冷製食品であるアイスに着目し、「溶けないアイス」の原理を宇宙空間に応用し、冷凍庫の消費電力を減らすことができないかと考えた。それによって、宇宙食の多様化及び宇宙飛行士のストレスの軽減を図ることを最終目標とする。

#### 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）

食事は人間の本質的なものであって場所が違って変わるものではない。宇宙に、世界的に好まれている食べ物であるアイスを持っていき、宇宙飛行士が食べることで、ストレスを軽減し、気分転換することを目的とする。また、閉鎖的な空間に楽しさを持ち込み、雰囲気丸くすることで食事の楽しみが増え、宇宙飛行士同士のコミュニケーションを促進する。これらは、船内外作業の効率や正確性を上げることに繋がると考えられる。

##### (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)

宇宙では温かいものは食べることができるが、食物用の冷蔵庫・冷凍庫はないため、冷たいものは食べることができない。これまでにミッションとして冷蔵庫を持っていった事例自体は存在しており、1973年のスカイラボ計画では、アイスを持っていき食べることに成功した。しかし、自分の食用としてアイスを持っていったわけではなかった。

また、山崎直子宇宙飛行士が「宇宙では温かいものは食べられますが、食物用の冷蔵庫・冷凍庫はないので冷たいものが食べられません。(中略)アイスクリームなどが食べたくになります。」<sup>1)</sup>とおっしゃっているように、宇宙空間においてのアイスのニーズは存在する。アイスが食べたくなる原因には、心のバランスを整えるセロトニンや鉄分が不足していることがあり、アイスを食べた後に脳波を測定した結果、イライラ感が抑制され、リラックス効果が得られるとの実験結果もある。<sup>2)</sup>

現在、宇宙食としてフリーズドライのアイスは実在しているが、冷たさはなく、人々の求めるアイス像とは程遠いものとなっている。そのため、宇宙空間で冷たいアイスを食べることができたら良いのではないかと考える。

加えて、アイスの消費量が全国1位の金沢市民にとって、冷たい食材といえば、真っ先に思い浮かぶのがアイスであるため、宇宙に持っていこうと考えた。

冷たい食べ物としてアイスを選択した理由は、日常生活でストレスを感じているのは94.8%、その中でストレスを解消するために甘いものを食べると回答した人が半数以上いることが分かったからである。また、気分転換できるお菓子や飲み物の1位にアイスが挙がっていた（日本アイスクリーム協会の2009年の調査による）<sup>3)</sup>。そのため、アイスを持っていくことで、気分転換ができると考えられる。

#### 4. アイデアの概要

アイスを持っていく方法として、材料を持っていき現地で作る・既製品を持っていくという2種類がある。トレードオフスタディを用いてどちらがより良い方法か検討する。

条件	重み付け	材料を持っていき 現地で作る	既製品を持っていく
コスト	9	△	○
保存期間	10	×	◎
手間	6	×	◎
美味しさ	9	○	○
電力	5	△	△
バリエーション	3	○	△
合計		126	310

◎	10点
○	7点
△	3点
×	0点

結果、既製品を持っていく方が良いという結論に至った。以下、既製品を持っていくこととする。前提として、週に1回×6人×4週×10か月=240個のアイスを持っていく必要があるとする。

(i) 日本アイスクリーム協会の調査によると、半数近くの人が週1回以上アイスを食べる。

(ii) ISSの搭乗人数は6名

(iii) 調査の結果、こうのとりの補給頻度は2019/09/23~2020/05/21の10か月が最短。これを参考とする。

また、今回はラクトアイスを対象とする。

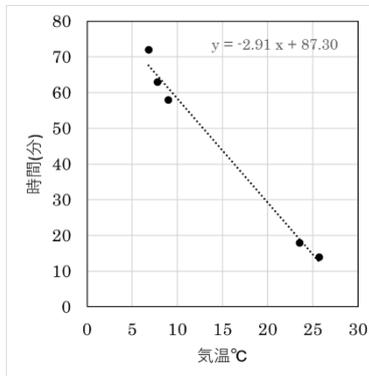
一般的なアイスの体積を約200mlとすると、200ml×240個=48000ml=48Lが全体の体積となる。これを冷凍庫に入れると約17kg<sup>4)</sup>+42kg(アイス200mlあたり175g)=59kgになる。こうのとりに約6tの物資を乗せることができる<sup>5)</sup>が、重要な実験道具を優先的に乗せると考えても、全体の物資の質量の1/100以下のため、許容範囲内と考えられる。

冷凍庫の庫内温度としてはマイナス18度が望ましい。マイナス18度以下で保存すれば約1年間ほぼ元の品質を維持できる上に、細菌の繁殖を抑え、食品の酸化や酵素反応などの変化を抑制できると一般社団法人日本冷凍食品協会が定めている。(食品衛生法では、食品の安全の観点から、マイナス15度以下を有害微生物が増殖できない基準と定めている。)

50L冷凍庫の消費電力は70W×31日×24時間×10か月=520800Wh=520.8kWh

スーパーカップのバニラアイスを用いて、気温とアイスが溶けるまでの時間の関係性を調べた。今回は、アイスを傾けたときに液体が垂れてくるタイミングでアイスが溶けたとして実験を行った。

気温℃	時間(分)
25.7	14
23.5	18
9	58
7.8	63
6.8	72
-20	溶けない



この実験から、9度以下であればアイスが溶けだすまでに1時間ほどの時間を要することが分かった。この際、「溶けないアイス」の原理を使用することで、常時、冷凍庫内の温度をマイナスに維持するために電源を入れ続ける必要はなく、9度近くまで庫内温度が上昇したら再び冷却を始めることを繰り返せば、常時電源を入れている時よりも消費電力を抑えることができる。

※「溶けないアイス」とは、金沢大学名誉教授 太田富久先生が開発されたアイスである。分類上はラクトアイスであり、氷の結晶が作られる前にイチゴエキスを加えることで、イチゴエキスに含まれるイチゴポリフェノールが、アイスの材料の中に含まれる水分と油脂分とを橋渡しして、水分と空気の細かな泡を油脂が膜状に取り囲む状態になる。この状態で凍らせると、温度が上がっても水は油脂分に取り囲まれているので溶け出してこず、「溶けないアイス」が実現される。<sup>6)</sup>

水分が空気中に飛散しない為のアイデアとして、クーリッシュ (LOTTE) を参考にした袋型容器を提案する。宇宙食に用いる容器の条件を鑑みるとチアパック・口栓付きパウチを用いるのは有効な手段だと思われる。ただ、溶けないアイスが常温になった際にムース状になるため、食べやすい口径に改良する。

アイスのフレーバーとしては、金沢の魅力について知ってもらうために、金沢の抹茶や加賀棒茶を用い、金箔を添えたアイスを持っていくことを提案する。

冷凍庫内温度の上昇及び冷却によって、アイスが変質するかどうか確かめるために、溶けないアイス「溶かす前のもの」、「一度溶かしてから再度固めたもの」に分け、その2種類の結晶の構造を顕微鏡 (120 倍) で観察した。また、スーパーカップのバニラアイスでも同様に2種類を比較した。実験では観察中にアイスが溶けてしまわないように、ペルチェ素子を用いて冷やしながらか観察した。加えて、実際に2種類のアイスを食べ、味や触感などの違いを検討した。溶けないアイスは、結晶の細かさの違いのほか、味や触感でも違いは見られなかった。

	溶かす前のもの	溶かしてから再度固めたもの	
溶けないアイス			結晶の細かさに違いは見られない
スーパーカップ			溶かしてから再度固めると、粗い結晶となる

## 5. 得られる成果

溶けにくいアイスを用いることで、保存に使用する冷蔵庫・冷凍庫の消費電力を抑えることができる。これによって、アイス宇宙食を持って行きやすくなるため、宇宙飛行士のストレス軽減及び船内外活動の正確性をあげ、効率化を図ることができる。

宇宙飛行士は不足する栄養分をサプリメント等で補っているが、「食の楽しみ」という面からは十分ではないと考えられる。そのため、野菜の栄養価は冷凍加工をしてもほとんど損なわれない点を活用し、アイスに加工することによって楽しみながら栄養分を摂取できることにつながる。

また、アイス消費量の高い金沢の魅力を発信し、観光促進や地域貢献につなげるとともに、食文化の面でも宇宙で食べられなかったものを食べることができるという点で更なる広がりが期待できる。

## 6. 主張したい独創性または社会的な効果

将来的に宇宙旅行が可能になった際に、旅行者の様々なニーズに応えることができる。さらに、アイス運ぶためのメカニズムを応用して、冷凍食品を持っていくことができるため、宇宙における食の選択肢が増えることが期待される。

また、従来の「いかに冷却するか、温度を下げるか」という考えを覆し、「素材そのものを溶けにくくする」という視点を提供することによって、冷凍保存の概念を見直すことに繋がる。

さらに、温度の高い状態 (冷蔵など) で長期間保形・保存が可能なアイス溶けにくいアイスのメカニズムによって開発することで、宇宙だけでなく地上でのアイス輸送にも活用することも期待される。

以上