

第22回衛星設計コンテスト

事務局使用欄
受付番号

年 月 日

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（20文字以内） 宇宙植物学実験の新たな実施方法の提案			
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） ～無重力農園Ⅱ～			
	氏名(フリガナ)	学校名、学科	学年
代表者(正)	吉田 涼佑 (ヨシダ リョウスケ)	長崎県立長崎西高等学校 普通科	2年
代表者(副)	檜林 龍太 (ナラバヤシ リュウタ)	長崎県立長崎西高等学校 普通科	1年
メンバ1	森永 俊太郎 (モリナガ シュンタロウ)	長崎県立長崎西高等学校 普通科	1年
メンバ2	綾部 晃大 (アヤベ コウダイ)	長崎県立長崎西高等学校 普通科	1年
メンバ3	富田 夏帆 (トミダ カホ)	長崎県立長崎西高等学校 普通科	1年
メンバ4	新舛 絢子 (シンマス アヤコ)	長崎県立長崎西高等学校 普通科	1年
メンバ5	森 愛月 (モリ アツキ)	長崎県立長崎西高等学校 普通科	1年
メンバ6			
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。）

疑似微小重力環境を作ることができる3Dクライノスタット装置を自作し、ISSにおける実験例がないアサガオのつるの成長を観察した。重力環境で育てたつるの先端を疑似微小重力環境に移すと、その後は支柱に巻きつかなくなったことから、つるを巻く要因が重力作用であることが分かった。さらに、宇宙における植物実験は必ずしも種子から始めなくてもよい可能性が示唆された。本研究は、宇宙植物学実験の期間短縮や機材の簡素化に貢献できる。

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）
2軸によるゆっくりとした乱回転を生じさせると、地上において疑似微小重力環境を作ることが出来る。本校物理部が自作した3Dクライノスタット装置『無重力農園Ⅱ』を利用し、重力によるオーキシンの偏りとアサガオのつるの伸び方との関係性を検証し、宇宙空間でつる植物を食用や鑑賞用として栽培する際の基礎研究とする。

(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)
ISSの微小重力環境における実験の機会は少なく、期間も限られている。特に、アサガオは発芽からつるの巻き初めまで3週間以上かかるため、そのすべての期間をISSで実験することは現実的ではない。実際に、過去にISSで実施された植物実験は、発芽を含む1週間程度の実験が多い。そこで本校物理部は、重力環境で成長してきた植物を途中から疑似微小重力環境に移したときに、それ以降は重力の影響が残ることなく、疑似微小重力環境で期待される結果が得られるかどうかについて地上実験で検証することを目的とした。必ずしも微小重力下で発芽から実験をスタートさせる必要がないことを示すことができれば、今後の宇宙植物学実験の新たな実施方法について提案できると考えた。

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。

本校物理部は昨年、2軸によるゆっくりとした乱回転を生じさせることで重力の効果を分散し、疑似微小重力環境を再現できる3Dクライノスタット装置『無重力農園』を製作し、キュウリとアズキの発芽実験においてISSでの実験結果と同様な特徴が得られることを報告した。(2013年第21回衛星設計コンテスト最終審査会)

東北大学大学院生命科学研究科によると、アサガオのつるの巻きつき現象は重力依存的な現象であるということが強く示唆されたという報告がなされているが、ISSにおけるアサガオを用いた実験・観察は、計画はあるもののまだ実施されていない。その理由として、アサガオのつるが巻き始めるのが発芽から3週間以上経過後であるため、ISS内で長期間の生育と観察が必要となることや、成長のための大きな空間の確保が必要となることなどが推測できる。このことについて本校物理部としては、宇宙での観察を発芽から始めるのではなく、地上である程度育ったアサガオのつるの先端だけを切って宇宙に持っていきやり方ではだめなのだろうかという疑問を持った。その方法でも同一の結果が得られる可能性を示すことができれば、宇宙植物学実験のハードルが大きく下がり、研究が一気に進むのではないかと考え、『無重力農園Ⅱ』(図1)を製作し、疑似微小重力環境下におけるアサガオのつるの成長について観察することにした。

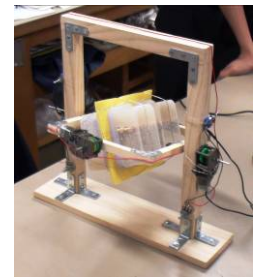


図1：無重力農園Ⅱ

まず、地上で通常どおりプランターで育てたアサガオの中から、成長の程度がほぼ等しいつるの先端5cmを切り、プラスチック容器内に固めた寒天培地に挿し、ナイロンテグスで支柱と結びつけて固定した(図2)。切り取ったアサガオのつるは暗室内で成長を続け、48時間後には6個体中4個体のつるが支柱に巻きついた(図3)。以上のことより、つるの先端5cmだけでも回旋運動の観察が可能であることを確認できた。



図2：つるの固定方法

次に、同様に5cm切り取ったつるを『無重力農園Ⅱ』にセットし乱回転させた。寒天培地の水分量や時間等の条件をそろえて、同様に暗室で実験を行ったところ、支柱に巻きついたつるの個体数は12個体中0個体であった(図4)。これにより、疑似微小重力下ではつるが巻きつかないことがわかった。これは、重力の作用が分散することで、つるの中にある植物ホルモン「オーキシン」が均等分布し、回旋運動が起こらなくなったと考えられる。



図3：地上で巻いたつる

以上の実験結果から『微小重力下でアサガオを育てるとつるは巻かない』という可能性が示されたのであるが、それ以上に重要なことは『宇宙における植物実験は必ずしも発芽を含む全ての期間を微小重力環境で実施する必要はない』という可能性も示唆されたということである。植物ホルモンのオーキシンが作用する重力屈性に関する植物現象においては、見たい現象が始まる直前から宇宙に持っていくことで、発芽から微小重力環境で育てられた個体と同様な成長が見られるのであれば、ISSでの実験の期間が大幅に短縮され、実験方法や機材の大幅な簡素化につながるのではないかと期待できる。



図4：疑似微小重力下で巻かなかったつる

なお、「アジアの種子(SSAF)2013プログラムにおける生育条件の決定とアズキの茎の物理的強度を測定する方法の検討」(2013年大阪市立大・JAXA)の実験では、アズキの種子を次亜塩素酸ナトリウムで処理してISSへ輸送し発芽させてある。この前例にならって、実験期間中のカビの発生を防ぐために3%の次亜塩素酸ナトリウムでつると寒天培地に対し殺菌処理を行ったところ、48時間

でつるは枯れ、葉も変色した。このことから、成長途中のつるや寒天培地への殺菌は、種子表面の殺菌とは異なり、植物の成長に影響を与えてしまうといえる。

したがって、ISS に持ち込むための植物は、種子から無菌室で育てられた個体を準備するなどの工夫が必要となるため、ISS への輸送手段に関する研究が今後の課題となる。

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。

今回の実験で、アサガオがつるを巻く要因には重力が関係していることがわかった。これは、つる植物が微小重力下でどう成長するかを予想した実験結果であるといえる。今後、つる植物で宇宙実験をする際には、地上での予備実験として『無重力農園Ⅱ』の使用が有効であると考えている。

ISS でのこれまでの植物実験は、種子の発芽を含む形で実施されてきた。ゆえに、アサガオのつるなどの成長途中の植物実験についてはまだ行われていない。本研究は、重力下で発芽させて育てた植物を成長後に疑似微小重力環境へと移したものであるため、発芽を含まない微小重力実験が今後実施されるきっかけとなるのではないかと考えている。ISS への輸送手段の研究が進めば、例えば微小重力下で果実が出来る様子を観察することも可能になるかもしれない。

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。

つるの先端のように、植物の一部だけでも観察が可能であれば、輸送などにかかるコストの削減につながる。また、地上である程度育てたものを微小重力下に移して実験を行っても十分な結果を得られることから、地上で無菌状態で育てられる植物であれば、ISS での実験が可能であるということになる。その結果、ISS での植物実験がより活発になり、多くの研究成果がもたらされることになれば、私たちのように宇宙での植物の成長に興味を持つ高校生や小中学生が今よりもっと増えると確信している。

将来 ISS の実験棟でまっすぐに伸びるアサガオのつるの姿をぜひ見てみたい。

以上