

種から種へ。身近なぺんぺん草(シロイヌナズナ)の一生を宇宙で。 微小重力環境における高等植物の生活環

Space Seed

背景

生物は重力の影響をあまり受けない水中で進化してきました。ところがこれらの生物の中から植物がはじめて数億年前に陸上に進出しました。植物が進化して陸上で生活できるようになった理由はいくつかあります。

一つの理由は、植物が情報として重力を利用するとともに重力環境に適応することができたからです。すなわち、植物は根を地下に伸ばして水分と栄養分を吸収し、茎を上伸ばして葉で光合成を行っています。根や茎の伸びる方向を決めるために重力の情報が利用されています。また茎の細胞壁を丈夫にすることによって自分の重みで茎が倒れないようにしています。それでは重力のない宇宙で植物はどう成長するのでしょうか？ 地上と同じように種子から芽が出て花が咲いて、次の世代の種子ができるでしょうか(図1)? 植物の生活環(ライフサイクル)に重力がどのような役割を果たしているかは、現在、各国が宇宙で競って実験を行っている状況です。

目的

シロイヌナズナは種子から発芽し、次の世代の種子がとれるまでに約50日間と、そのライフサイクルが短いことが特徴です。また、この植物は高等植物の中で最も早く全ゲノムが解読されました。その結果、ライフサイクルに対する重力の影響を遺伝子レベルで解析することが可能になりました。この宇宙実験では、シロイヌナズナのライフサイクル、つまり葉や茎の成長・受精・胚発生・種子形成、に対する重力の影響を形態変化とその背景にある遺伝子の動きの変化に注目して調べます。また地上に持ち帰った‘宇宙種子’を発芽させて成長を観察します。

この実験には、もう一つの目的があります。植物の細胞壁に関する実験です。日本は細胞壁についての宇宙実験を3テーマ予定しています。そのうちの2テーマは、ヨーロッパ宇宙機関が開発した植物用栽培装置を用いて比較的早い時期に国際宇宙ステーション(ISS)で実施される予定です。その実験結果をふまえて、重力のない環境で細胞壁構築に関わる遺伝子の動きがライフサイクルの各段階でどのように変化するかを調べる予定です。

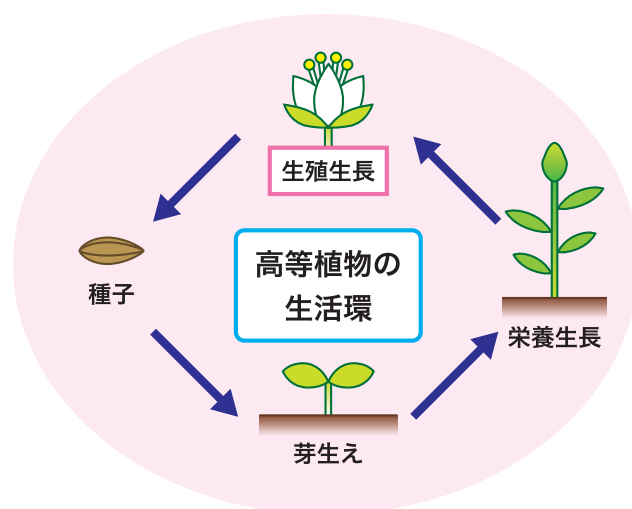


図1 高等植物のライフサイクルの図

植物実験ユニット (PEU)

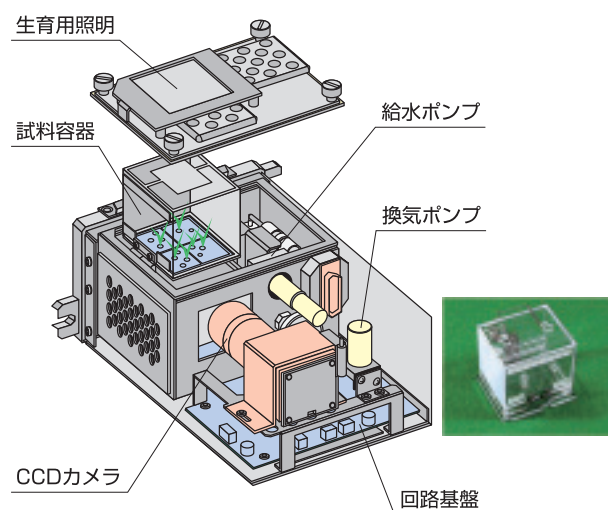


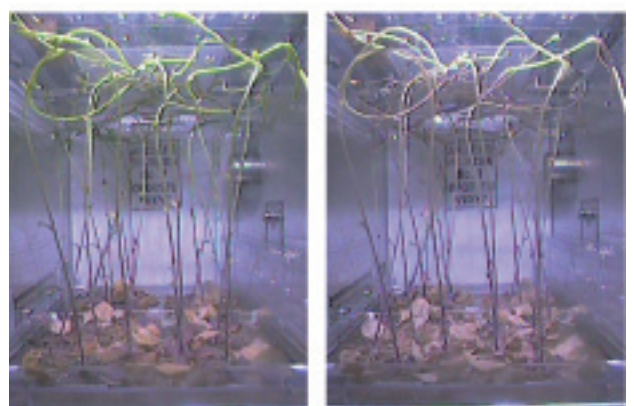
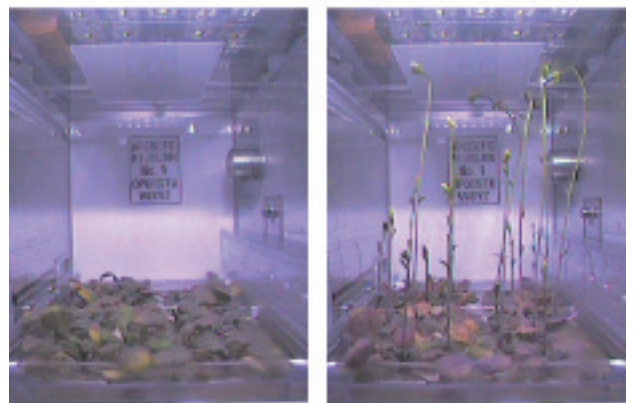
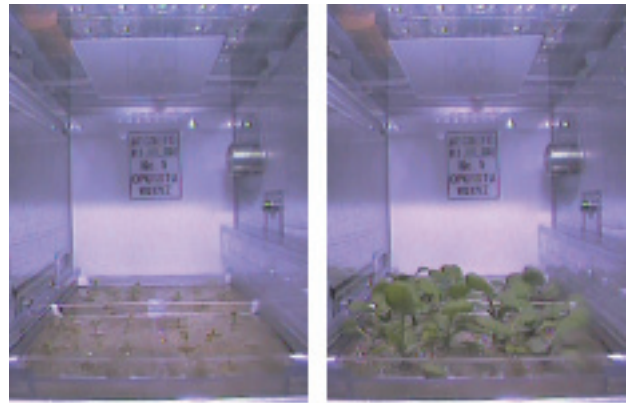
図2 植物実験ユニットの説明

日本の植物実験ユニットは自立した「宇宙の植物工場」。照明は発光ダイオード。ロックワールの水分量を水分センサーで監視していて、乾くと給水し、湿度センサーが装置内の湿度が高いと判断すると換気ポンプが作動します。装置内にはCCDカメラがセットされていて、生育の様子を地上から観察できます。

実験内容

シロイヌナズナを植物実験ユニット中の5cm立方の透明プラスチック容器で育てます(図2)。容器の中には土の代わりにロックウール(無機質の繊維をブロック状に加工したもの)を使用します。この繊維の間に種子を植え、種子を乾燥状態で打ち上げます。植物実験ユニットを日本の実験モジュール(きぼう)の細胞培養装置内の微小重力区、人工重力区の両方にセットして、重力の影響を見ます。宇宙では地上からの遠隔操作でロックウールに給水が行われ実験がスタートします。

照明は発光ダイオード。ロックウールの水分量は赤外線センサーでモニターして、乾くと自動給水します。栽培容器内は湿度センサーでモニターして、湿度が高くなると換気ポンプが作動して湿度を下げます。CCDカメラによって生育の様子を地上で観察します。特に栄養生長期では葉や茎の成長の様子を、生殖生長期では花や莢(さや)の形成の様子をCCDカメラで観察した後、宇宙で収穫した種子や植物体を冷蔵で持ち帰って形態学的に調べます。また一部の植物体はISSで薬剤処理して冷凍で持ち帰り、遺伝子レベルで解析します。さらに、宇宙種子の発芽率やその後の成長の様子を観察します。細胞壁についても、細胞壁の強度の分析や細胞壁構築にかかわる遺伝子の働きの様子を解析します。



ココがポイント!

植物のライフサイクルのように早くても6週間ほどかかる実験は、長くても2週間の飛行期間しかないスペースシャトルでは行うことができませんでした。宇宙で長期滞在が可能な宇宙ステーションならではの実験であると言えます。

植物のライフサイクルに及ぼす重力の役割を理解すると共に、将来、宇宙での植物生産を行うためにも、必要な基礎情報となります。

日本が開発した植物実験ユニットは約13cm×21cm×8cmというきわめて小さな箱で、その中に5cm立方の植物栽培容器、照明・換気・給水装置・カメラなどが組み込まれている自立した‘宇宙のミニ植物工場’です。電源さえ入れればどこでも動くのが特徴です。

図3 シロイヌナズナの成長の様子
0日から42日、植物実験ユニットで栽培したもの

プロフィール



神坂 盛一郎

富山大学大学院 理工学研究部
客員教授

専門：植物生理学、宇宙植物学