

# 沖縄天空ファーム（沖縄高専）

## 宇宙空間での持続可能な食糧供給を実現する 水耕栽培オートメーションシステム

### 宇宙における水耕栽培の有効性

【月面などへの移住】

【課題と解決策】

月面などでの長期的な活動にはオートメーション化された食糧生産システムの構築が不可欠



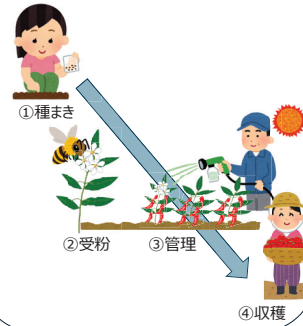
植物は、五大栄養素を全て補うことが可能

- タンパク質 : 大豆
- 脂質 : 落花生、ナッツ
- ビタミン : 小松菜、ニンジン
- ミネラル : ホウレンソウ、アボカド
- 炭水化物 : ジャがいも、とうもろこし

土を使わず、水を節約できる水耕栽培が有効！

水を循環させて使うため  
90%使用量を節約可能

【一般的な野菜づくりの手順】



【宇宙での問題点】

受粉を行う昆虫や風がない 成長管理の人員不足



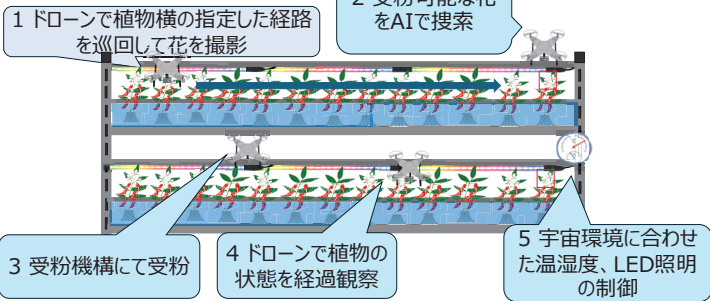
【WiCONでの解決】

小型ドローンでの受粉 小型ドローンで成長監視



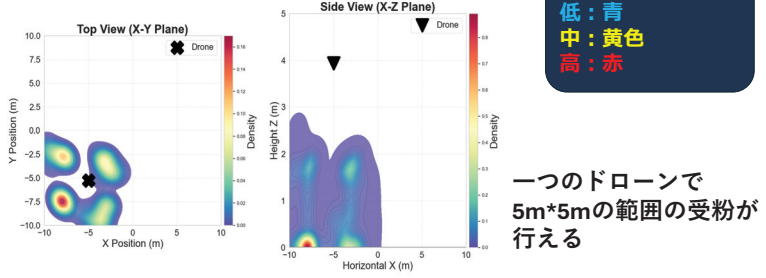
アルテミス計画など宇宙開発の発展によって月面への移住が現実的になっている  
その際に持続的な食糧の供給が問題となる。

### 月面における水耕栽培



### 月面重力における花粉付着率

Pollen Dispersion Simulation (N=10000)



一つのドローンで  
5m\*5mの範囲の受粉が行える

### ドローン飛行実験



ESP32搭載ドローン

電波伝搬特性比較表

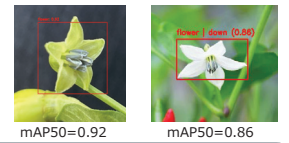
状態	電波強度	変動幅	UDP通信の安定性	
AP付近	固定	-36.7 dBm	18 dB	かなり安定
	ドローン搭載	-50.9 dBm	36 dB	かなり不安定
20m地点	固定	-69.6 dBm	11 dB	かなり安定
	ドローン搭載	-65.4 dBm	15 dB	やや不安定
40m地点	固定	-75.2 dBm	7 dB	かなり安定
	ドローン搭載	-78.4 dBm	28 dB	かなり不安定

特にモーター振動・電磁ノイズ・姿勢変化が主な要因と考えられ、これらを抑制する機構の必要性が示唆される。

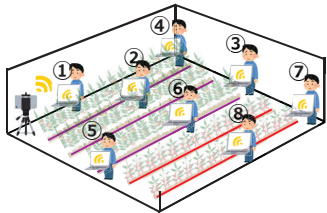
### AIによる花の検出方法

- ドローンで画像撮影
- 撮影した画像からAIを用いて花の位置を特定。
- 各個体に対して5つの向きに分類
- 受粉可能な向きにある花に合わせてドローンを制御

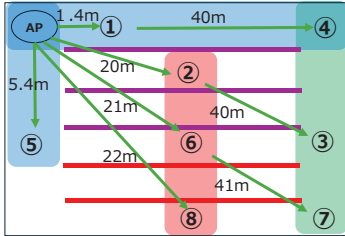
【検出精度】



### 圃場電波実験の配置と結果



調査した圃場と調査地点の図



調査した圃場の上面図

### IoT制御による成長促進

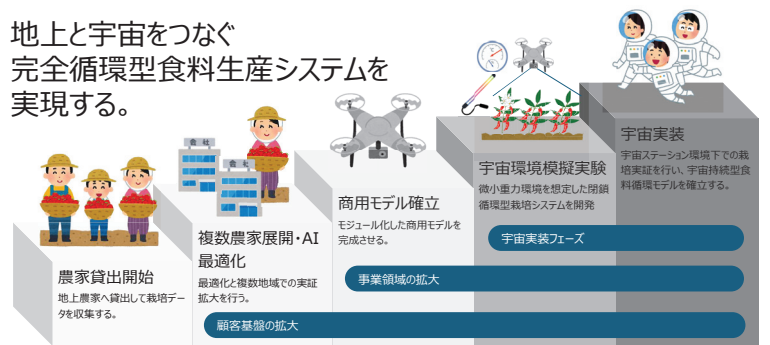
LED照明制御と温湿度制御 (記録) が、植物の成長をどの程度促進するかを検証する



	制御あり	制御なし
光量	3000lux(LED)	約3000lux (窓際の自然光)
照射時間	14時間/日	約14時間/日
温度・湿度	25度・70%	25度・70%
生存率	100% (12株中12株)	100% (12株中12株)
発芽日数	2日	3日
収穫率	83% (12株中10株)	100%

### 宙菜システムの最終目標

地上と宇宙をつなぐ  
完全循環型食料生産システムを実現する。



距離が離れるほど電波強度の変動幅は大きくなり、植物の種類や密度による影響では、変動幅は比較的小さい。