

# 準天頂衛星の測位利用に向けた無人航空機の開発と実証実験

宇宙航空研究開発機構

長谷川克也

## ドローンの今後の応用展開

第12回安全な暮らしのための情報技術(SSC)研究会

# 自己紹介



「度量衡に関する布告、紀元1556年」

Ford Madox Brown

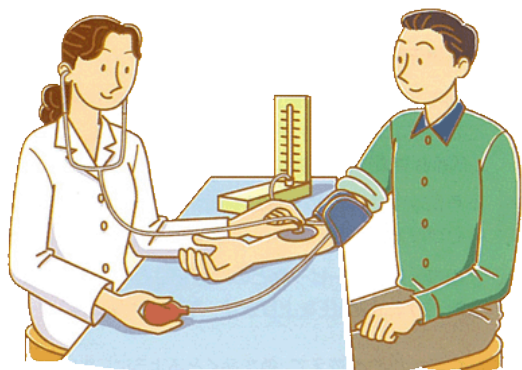
- 宇宙航空研究開発機構
- 職場では計測学が専門
- 放送大学、帝京科学大学 非常勤講師

専門は

- 人材育成の研究(経営学)

人材育成学会理事

- 医学博士(医用工学、医療情報学)



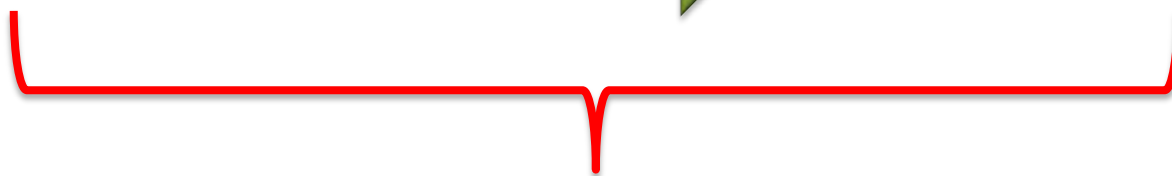
# 生命と物理

計測と人間生活

真実を知ること



正しい情報



正しい計測＋妥当な解析

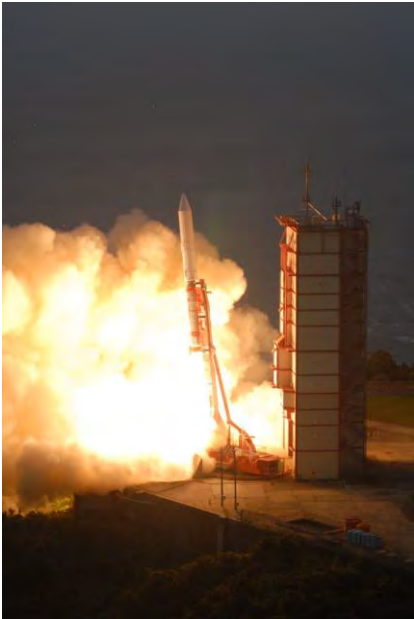


**真実への第一歩**

人材育成と健康科学を主に研究しています

# Japan Aerospace Exploration Agency

## Measurement specialist



Fukushima nuclear disaster  
Radiation investigate

Rocket & satellite  
measurement system

# 鉄腕！DASH！！

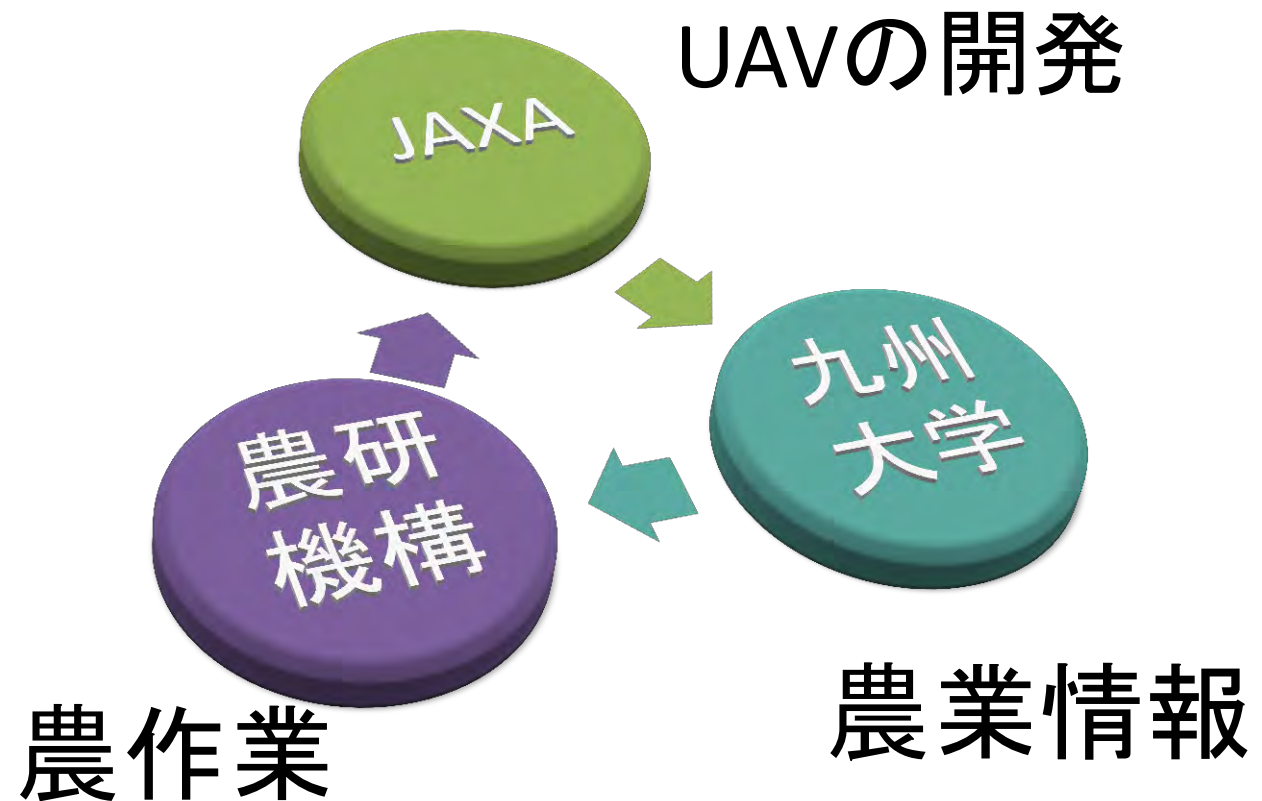


# 本日の内容

- 準天頂衛星と精密測位
- 無人航空機の種類とその能力
- 開発した無人航空機の実験例
- 今後の展望

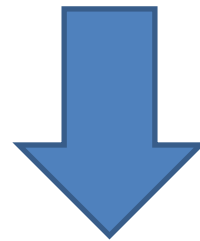
# UAVの農業利用へ取り組み

## 3機関による開発サイクル



# UAV(無人航空機)

農業のため上空から何をするか



既存技術

農薬散布ヘリコプター

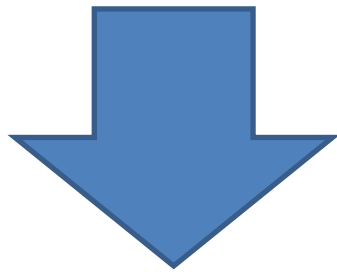
情報取得、運搬、作業

農作業への有効的な利用



# UAV農業利用の問題点

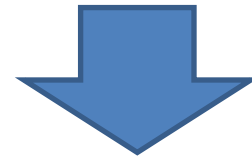
操縦の問題



**自動操縦化**

衛星を使った位置情報の高度化  
自律航法による操縦技術の排除

利用目的



空からできる事

農業情報取得

**ユーザーへの技術依存は減少**

# オートパイロットの設定



Mission Planner 1.2.10 mav 1.0

Flight Data | Flight Planner | Configuration | Simulation | Firmware | Terminal | Help

240 255 W 285 294300 NW 330 345

100% 00:05:01

DISARMED

AS 0.0 GS 0.0 Bat 10.08v 0 A GPS: No Fix

Quick | Actions | Gauges | Status | Telemetry Logs

alt 6.04  
groundspeed 0  
wp\_dist 0  
yaw 293.696  
verticalspeed 0.0295863878  
DistToMAV 13261284

Distance: 0.4697 km  
Prev: 320.86 m  
Home: 197.30 m

Waypoints

Command	Delay	Ht Rad	Yaw Ang	Lat	Long	Alt	Delete	Up	Down
1 WAYPOINT	0	0	0	35.5959721	139.8078489	15	X	↑	↓
2 WAYPOINT	0	0	0	35.5954400	139.8067868	15	X	↑	↓
3 RETURN_TO_LAUNCH							X	↑	↓

Home Location  
Lat 35.59355554  
Long 139.80946891  
Alt 1

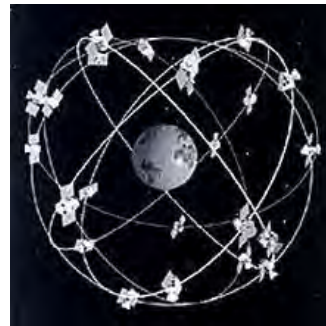
Home Location  
Lat 35.59476821  
Long 139.8088037

# UAVに考えられること

- 情報収集
- 播種
- 農薬散布
- 肥料散布
- 害鳥・害獣の追い払い

# 準天頂衛星システム

準天頂衛星システムは、衛星からの信号をほぼ真上から受信できるので、特に、山間部や都心部の高層ビル街でのGPSの利用効率改善の効果がおおきい



準天頂衛星の軌道

# QZSSのめざすところ

- GPSのtotてかわるものではない
- 準天頂衛星の補正信号によりGPS信号を補って測位精度を高める
- 高速移動体で1m以下、低速移動体で数センチメートルの精度

# 静止試験

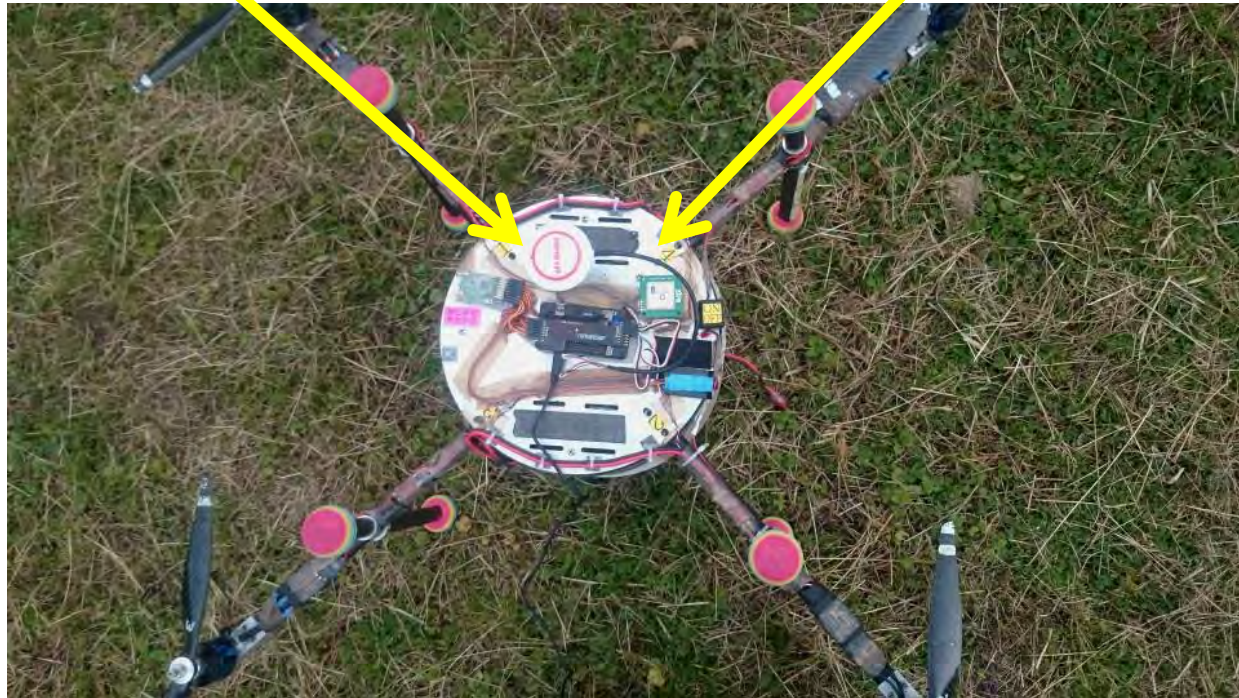
5分間の誤差軌跡を計測



# 実験用マルチコプター

QZSSアンテナ

GPSアンテナ

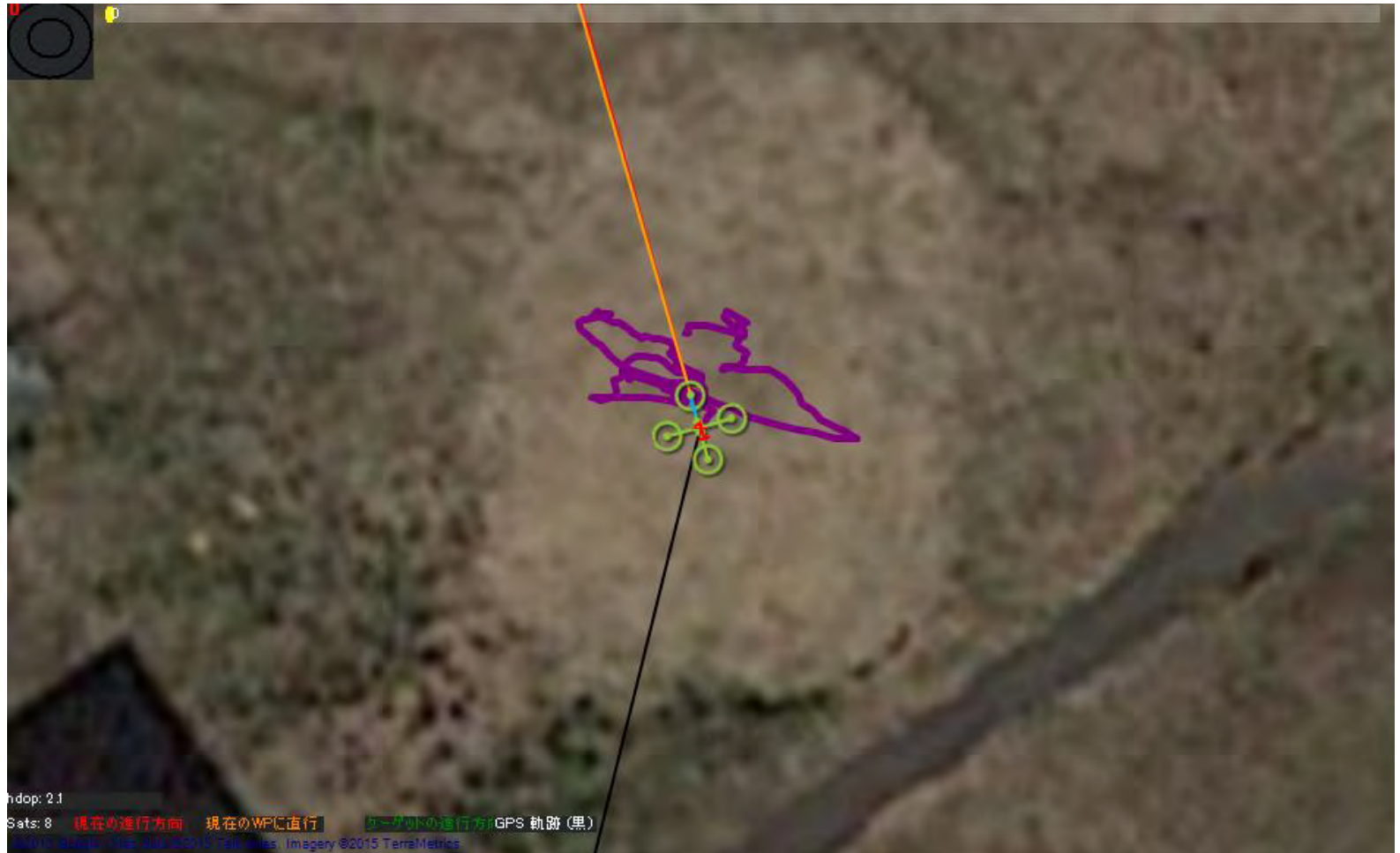


# GPSの軌跡

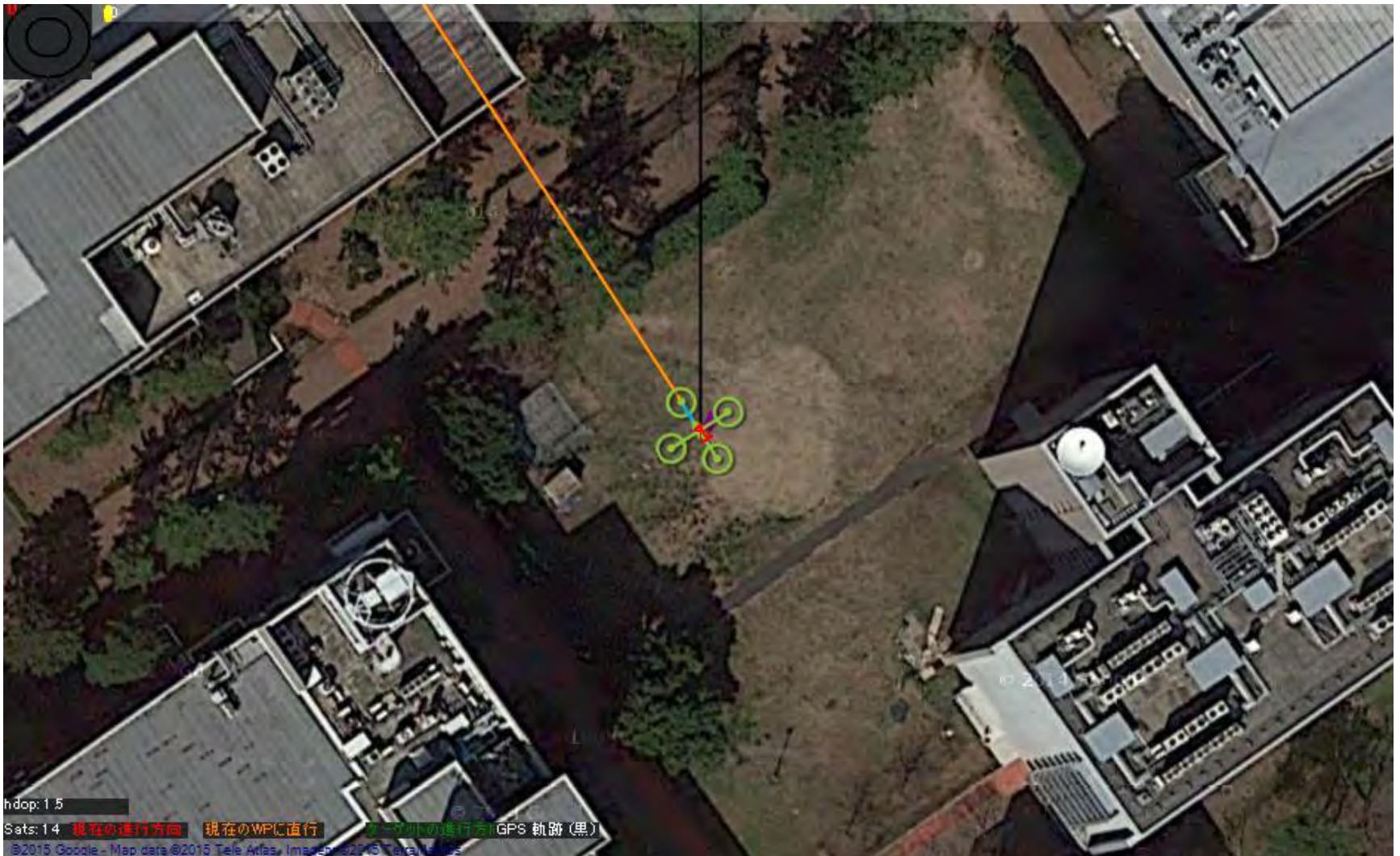




# 拡大すると



# 準天頂衛星の軌跡



# 拡大すると

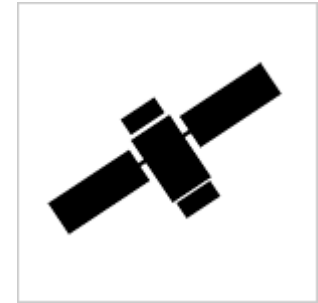
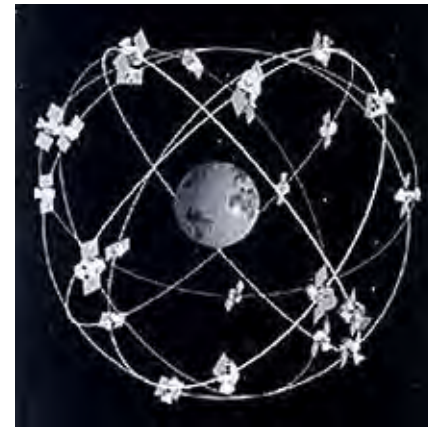


# 実験でわかること

- GPS単体よりも高精度測位のほうが誤差は小さい
- QZSSの本運用になれば1m以下の誤差で24時間運用が可能になる
- ユーザーに機械操作に対する負担はない

# その他の高精度測位衛星

- GLONASS      ロシア
- ガリレオ      EU & ESA
- 北斗          中国
- IRNS          インド



実際の受信機はハイブリット化されてどの衛星を使って測位しているかを意識する必要はない

# 無人飛行機の種類

- 固定翼機
- 回転翼機
  - ヘリコプター
  - マルチコプター
- 飛行船

# 固定翼機

- エネルギー効率が良い
- 長時間飛行
- 速度が速い
  
- 滑走離陸
- 積載能力小
- 空中静止能力なし

# 短距離離陸型固定翼機





# 長時間飛行型固定翼機



# 長時間飛行型固定翼機



# 高機動型固定翼機



# 回転翼機

- エネルギー効率が悪い
- 飛行時間が短い
- 速度が速い？
  
- 垂直離着陸
- 積載能力大
- 空中静止能力
- 6軸起動

# 農薬散布用8発



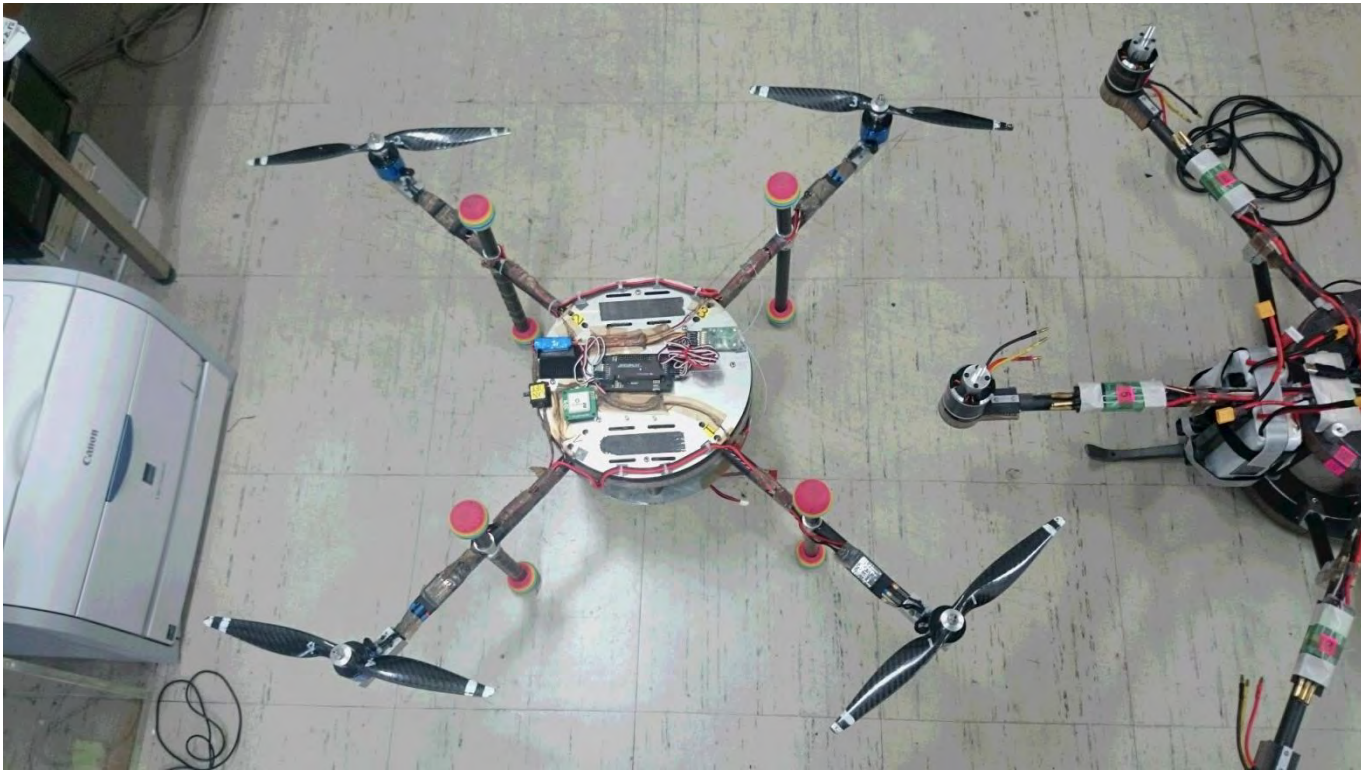
# 高安定型6発



# 高安定型6発



# 実験用4発





# 中負荷運搬用4発



# 中負荷運搬用4発



# 飛行船

- 3次元機動(6軸運動)
  - 空中停止(中性浮力)
  - 懸架能力(30kg)
  - 低衝撃運動
  - 低騒音
- 
- 速度
  - 天候
  - 大きさ



# 実験例

# NEW SYSTEM

## Multi-Copter



Hexa copter  
Six rotors  
Payload over 20kg

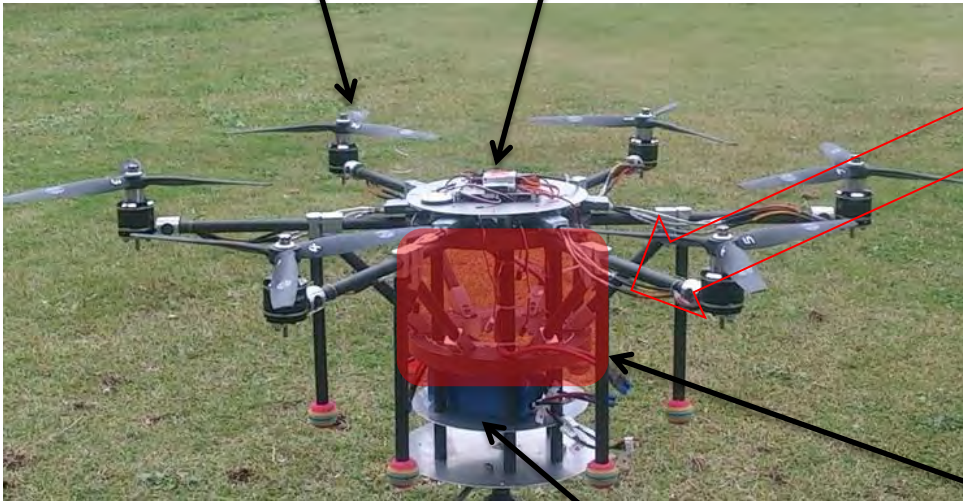


Quad copter  
Four rotors  
Payload 5kg

# Multi-Copter

Motor and propeller

Flight control system



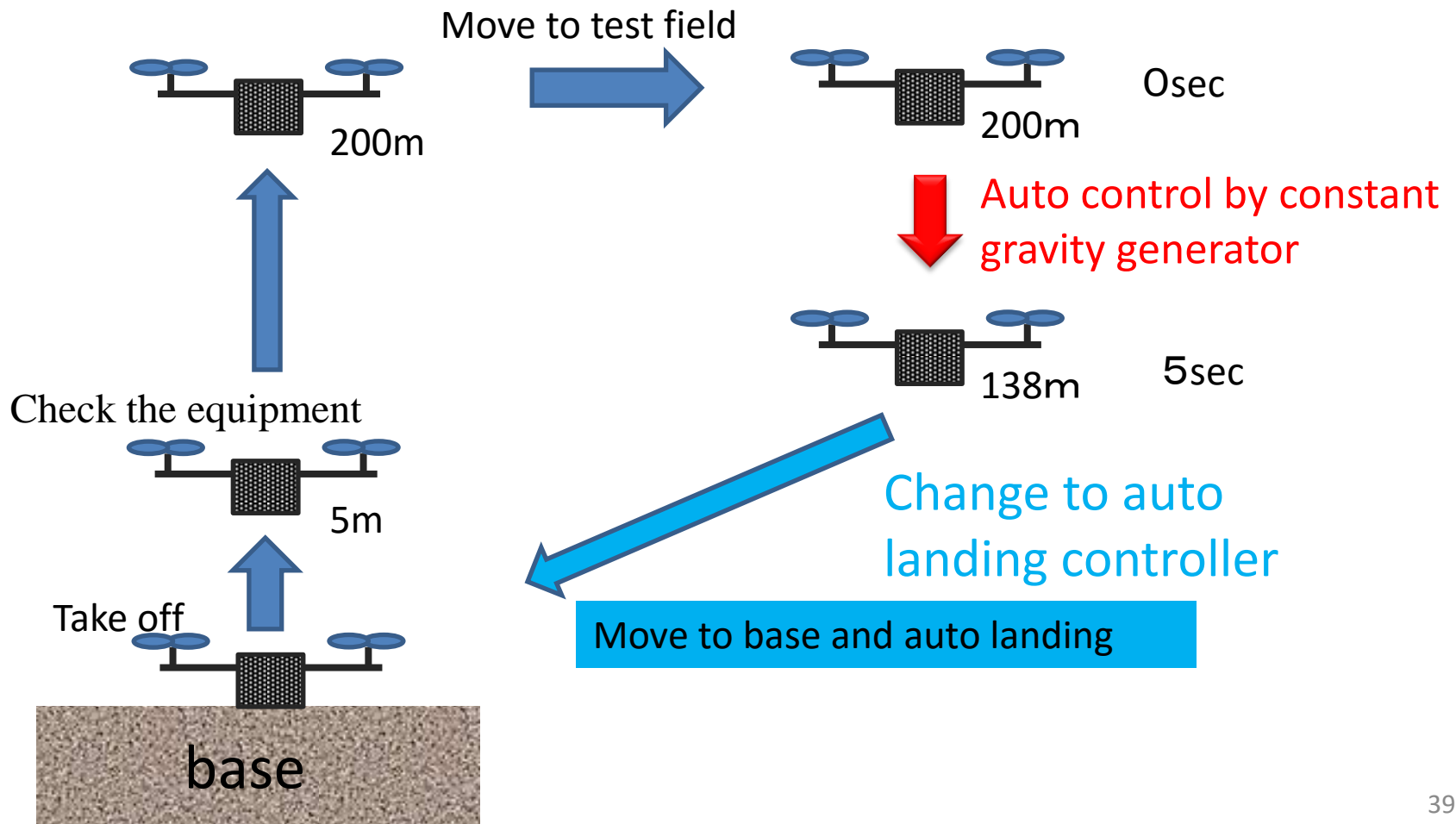
Mouse chamber

Experiment space

Battery

Measurement equipment

# Flight Pattern(1/2G)

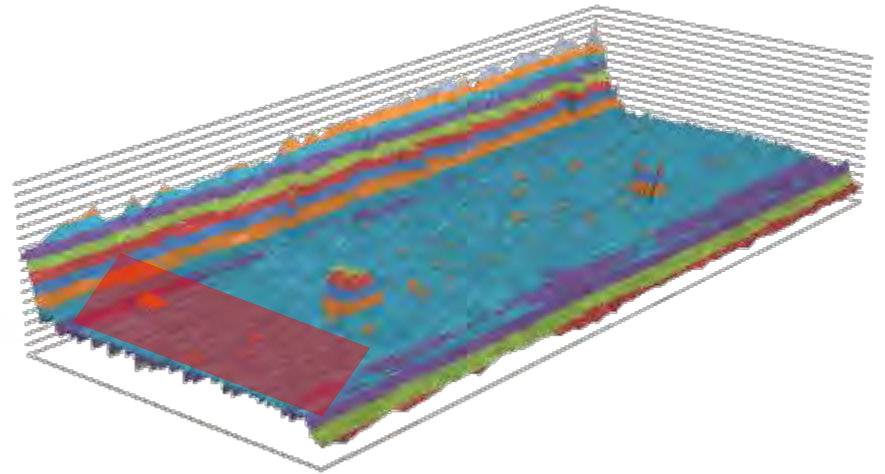
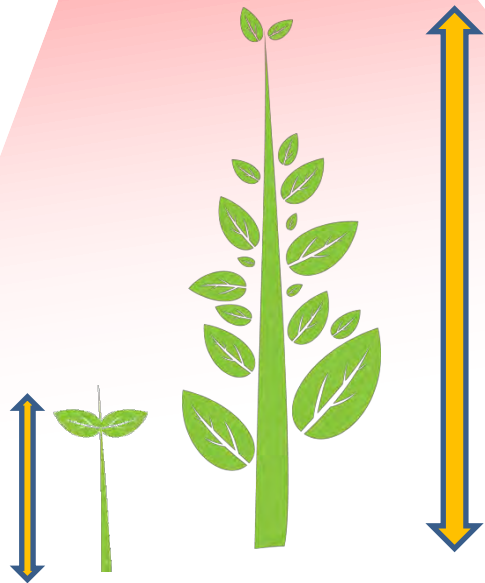


# Auto Hovering



Hovering at an altitude of 5m after take-off.  
Check the experimental equipment

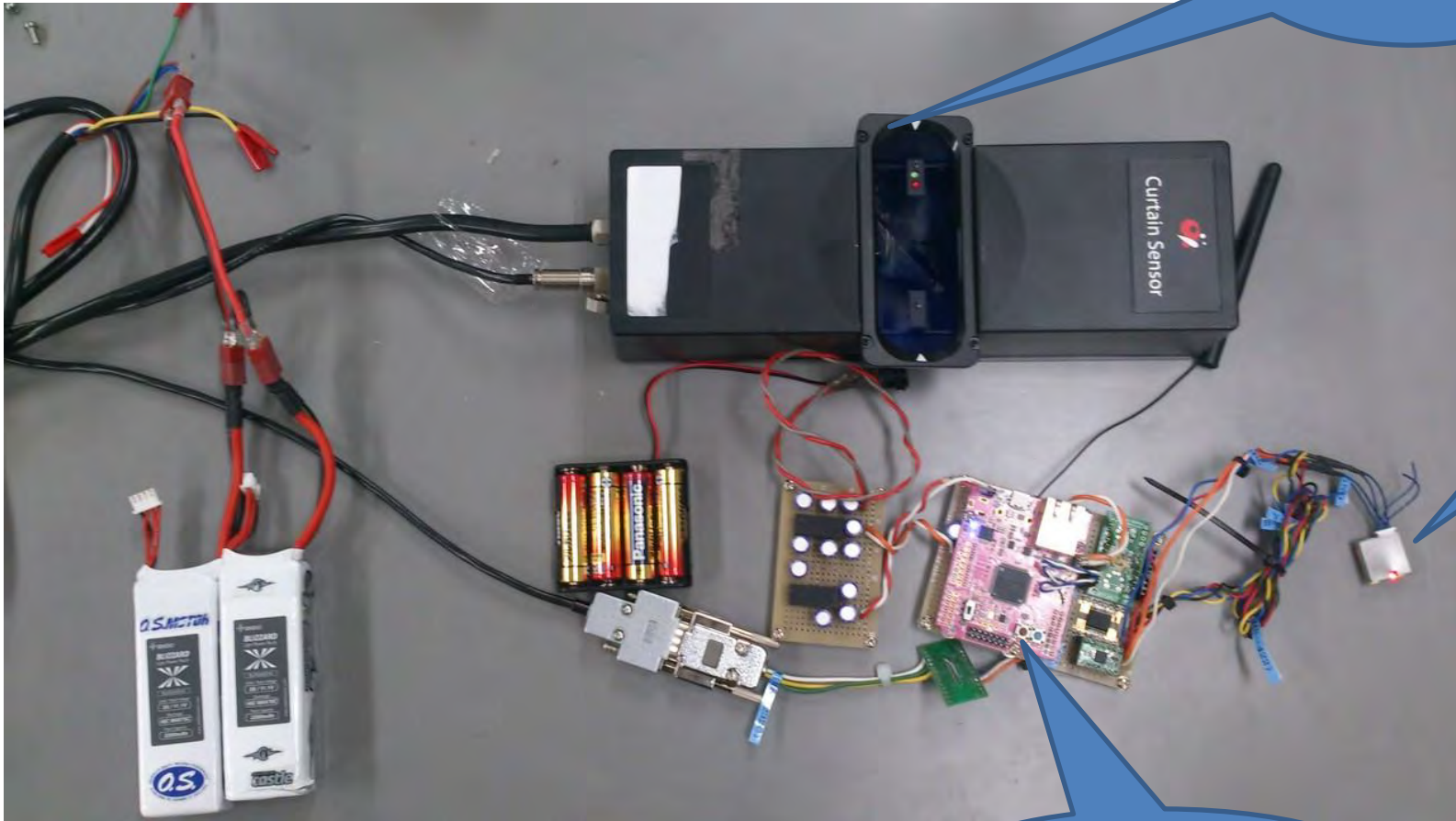




植物の成長の度合いを調べる  
= 植物の地上高を調べる

# 計測機器

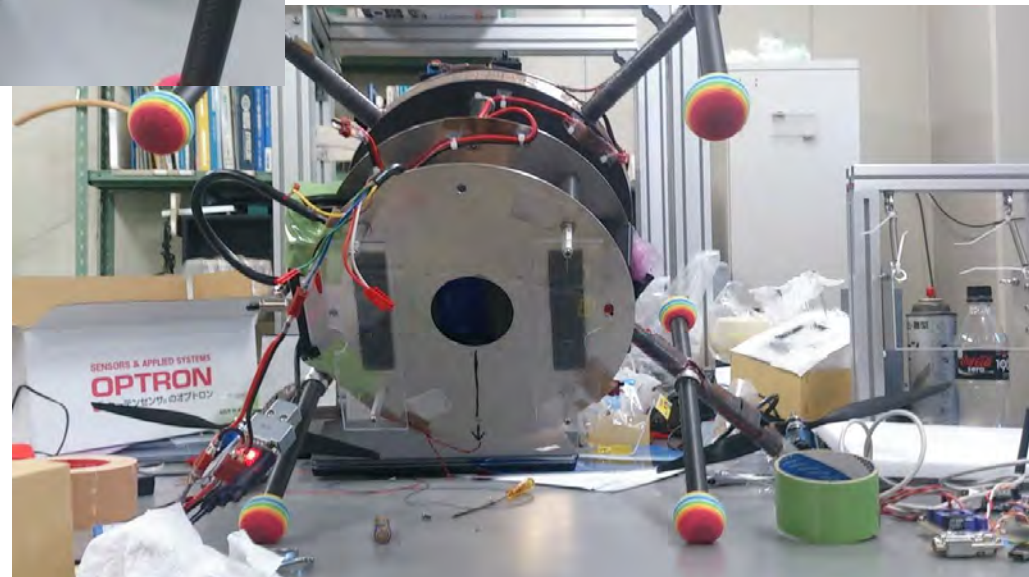
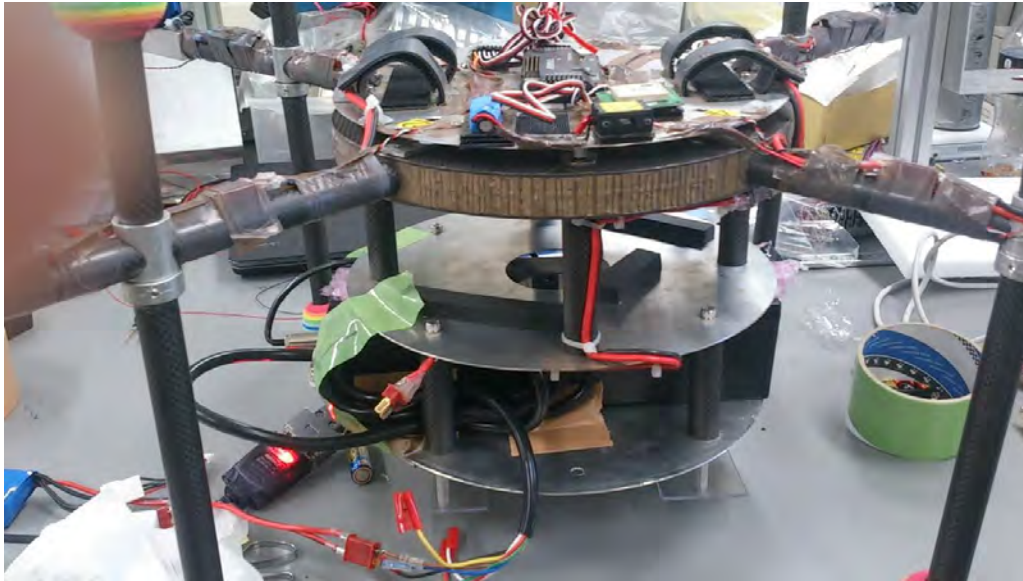
シートレーザー  
センサ



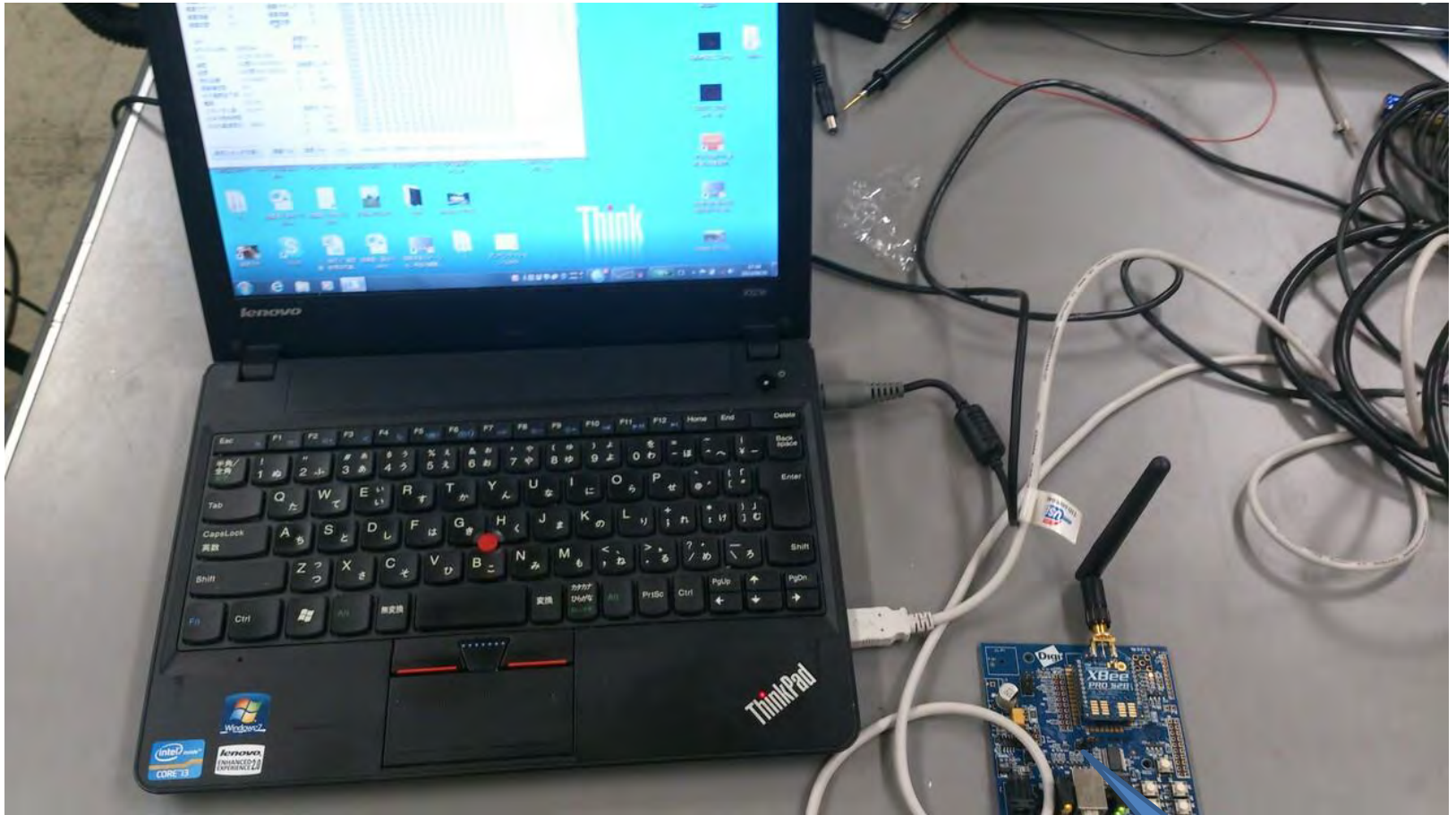
GPS受信  
機

送信機  
加速度センサ  
地磁気センサ

# 機体への搭載状況



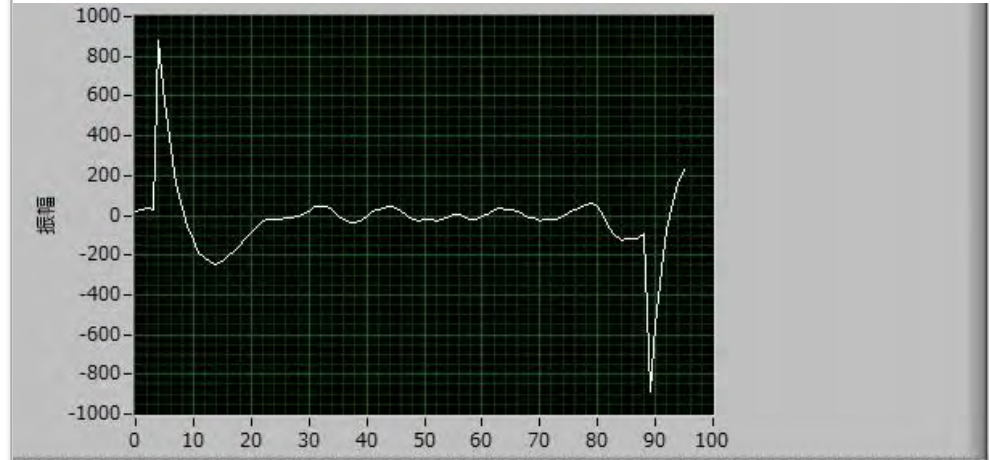
# 受信装置



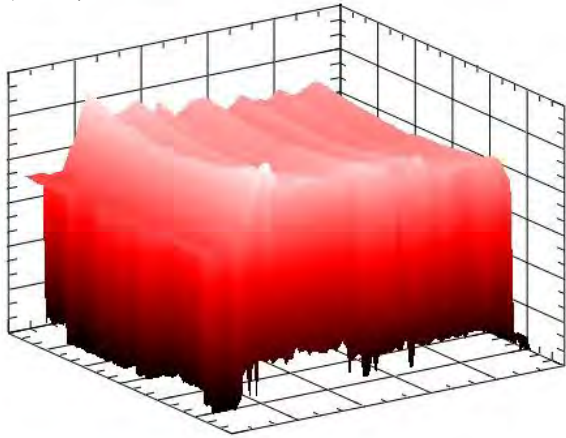
受信機

# 計測結果

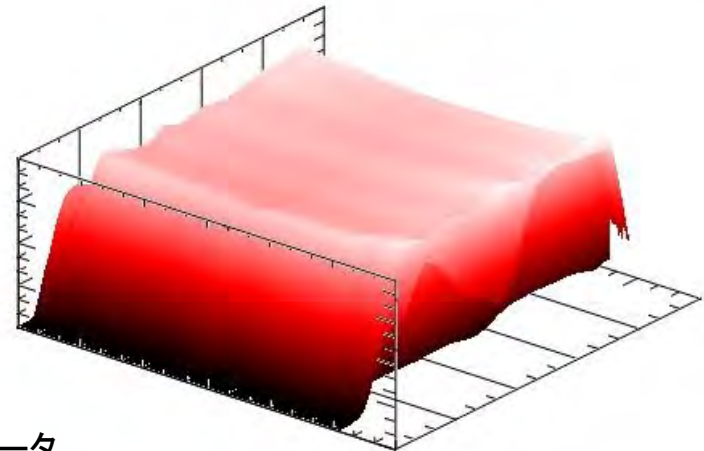
加速度計データ



シートレーザーセンサ  
生データ



解析データ



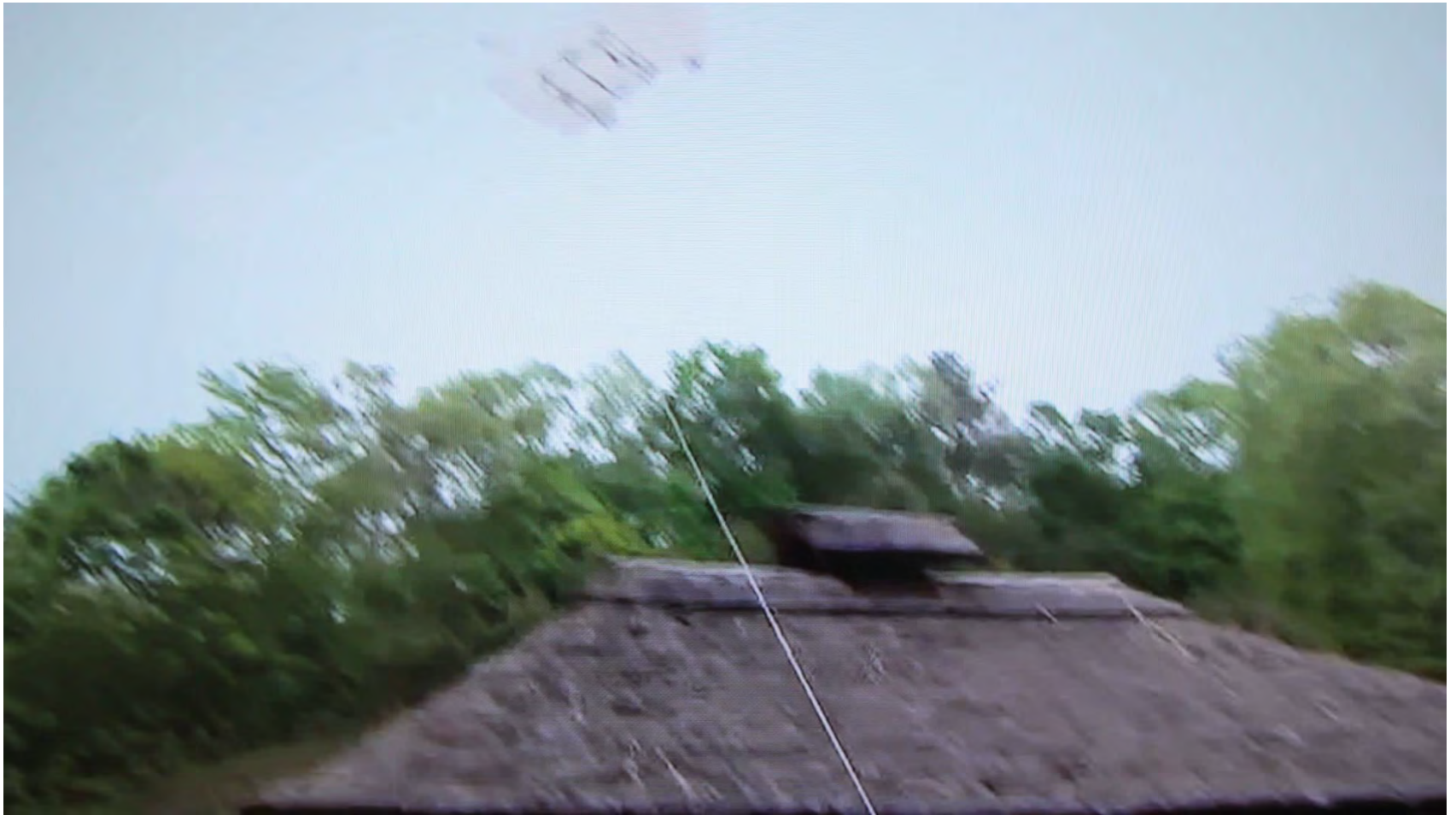
# Test flight movie



# 飛行船の実験



# 飛翔狀況





# 上空からの映像



上空からの映像

半球カメラ

# 農業用UAVの開発と計測の自律化



- 精密農業に適合した飛翔体と飛翔体制御技術の研究・開発
- 農業情報取得のための統合無人運用システムの研究・開発
- UAV運用のための周辺基盤技術の研究・開発

## 各種用途に向けた専用設計の飛翔体(UAV)研究・開発

既存作業別UAVの例



農薬散布用



強風荒天用



新規開発UAV

- ハウス内での精密飛行
- 編隊飛行による協調作業
- 無人運用による自動作業
- 相互通信作業

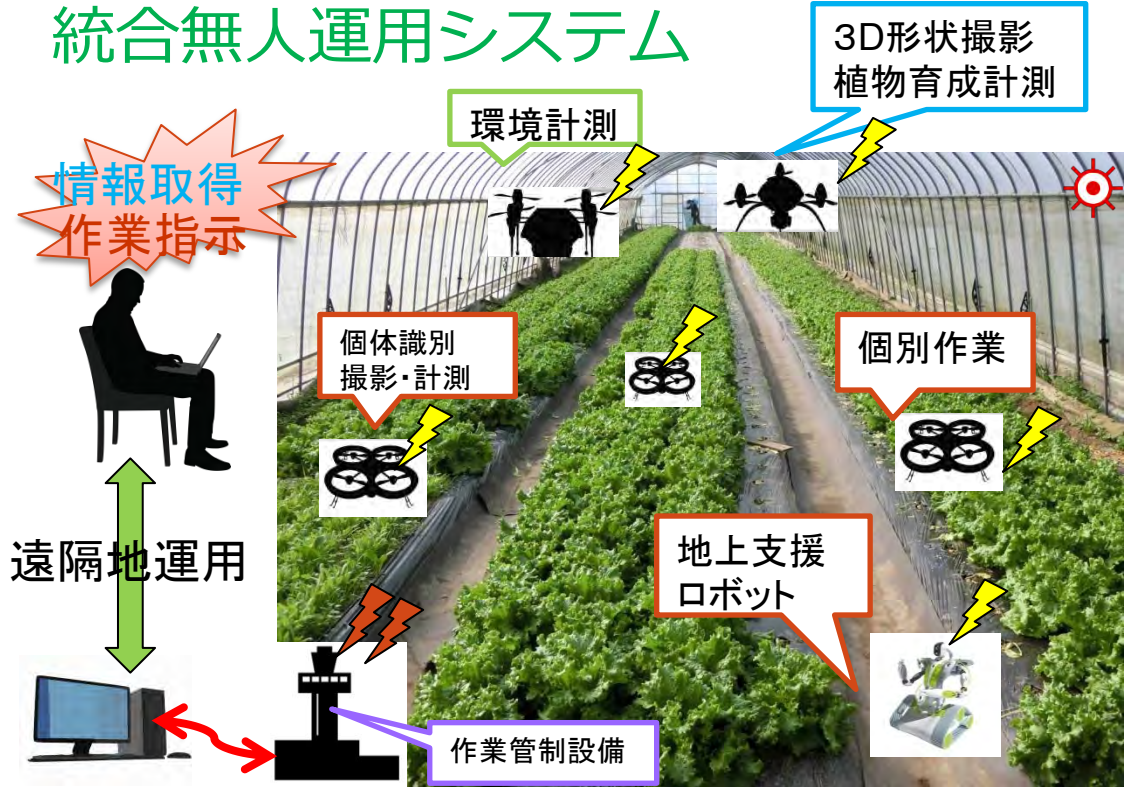


はやぶさ/JAXA

自律航法によるUAVの無人運用システム

高精度測位と飛行制御技術を用いた自律飛翔体運用技術の精密農業への応用

## 統合無人運用システム

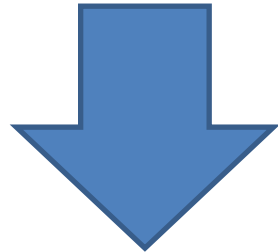


### 自動作業のための管制技術

- 作業総合管制(複数のUAVの統合オペレーション)
- 個別行動管制(各機体への作業指示)
- 充電(自動運用のための充電設備)
- 地上支援作業(非常回収、地上作業)

# 災害対策への応用

自然災害



山間地域農村部の孤立

情報収集・物資輸送

自動操縦が絶対必要

# 今後の展望

- マルチコプターだけではない固定翼機も含めた無人飛行機の活用
- 操縦の簡略化
- 低価格化
- 精密農業への貢献