



Tokyo University of Marine Science and Technology

Laboratory of Satellite Navigation Engineering



# UAVを利用した船舶でのアプリケーション

情報システムコース

1221049 西等 知己

2016/2/10

# 目次

- 研究背景
- 提案するアプリケーション
- UAVの制作
- 飛行実験
- 測位実験
- まとめ

# 背景

極域や狭水域での船舶の航行や着岸が困難。危険海域の調査で無人船が使われている

危険海域の調査でUAVが使われている。飛行時間が短いという課題がある

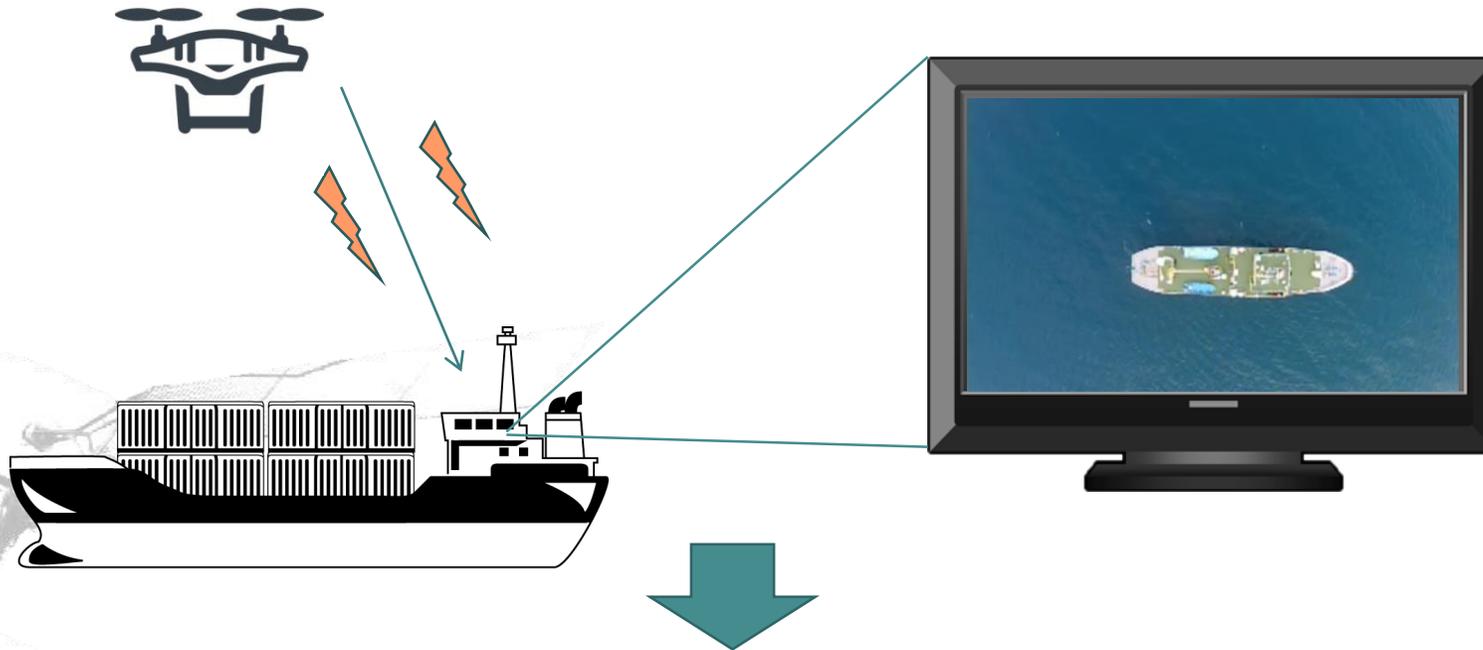


**自律飛行UAVによる  
アプリケーション**



# アプリケーション①

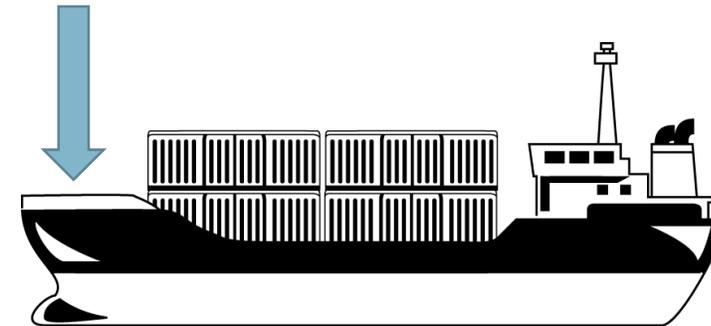
- UAVの追尾飛行による空撮情報を用いた船舶の運航や着積の支援



**追尾飛行UAVの制作**

## アプリケーション②

- 追尾飛行による無人船への帰還による調査海域の拡大



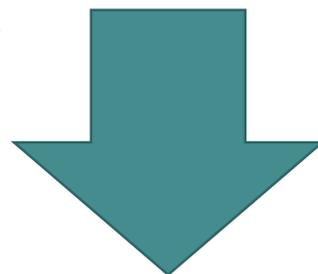
**基準局・補正情報を必要としない測位の調査**

# UAVの制作

## ・waypoint飛行

本研究室では平成26年度須合によってUAVのwaypoint飛行に関する研究が行われた  
設定した位置（waypoint）に対してUAVからの距離と方位を算出して飛行

**決まった位置にしか飛行させられない**



**移動体に合わせてwaypointを更新することで  
追尾飛行**

# UAVの制作

機体：F550

制御装置：XENO

管制ソフト：Flight viewer

飛行時間：最大20分

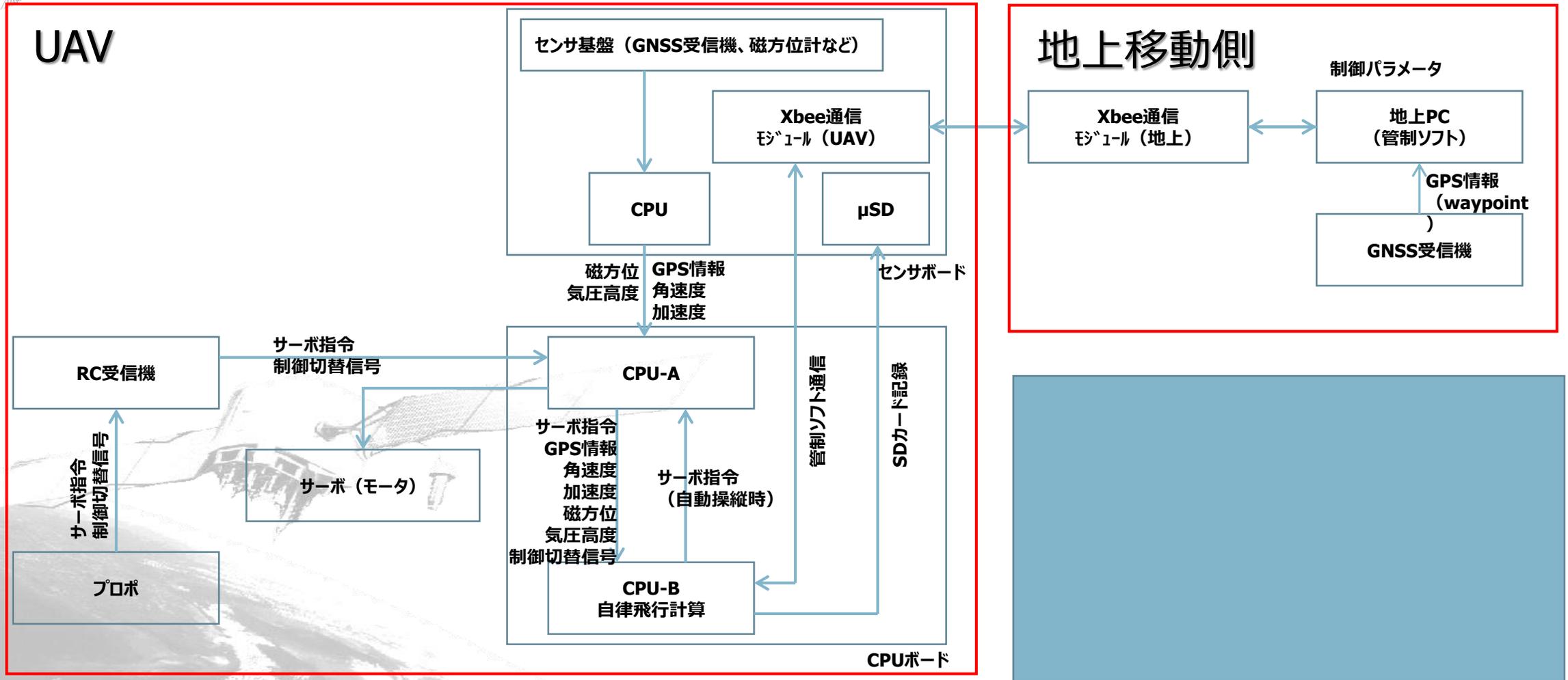
追尾飛行

- 受信機によって得られた地上側の
- 位置をPCとXbeeによって送信



実機写真

# 追尾飛行のためのブロック図



## 制御装置機能ブロック図

# 飛行実験

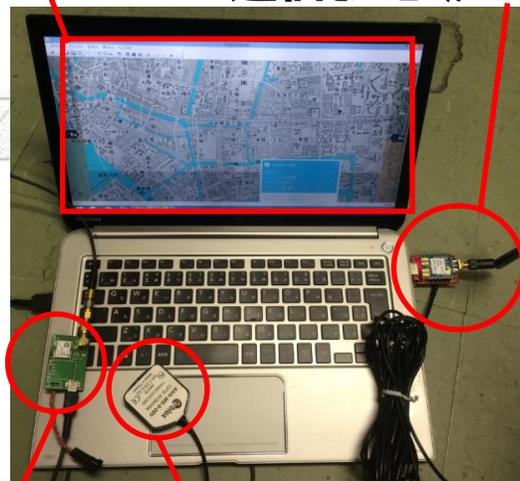
- 制作した機体による追尾飛行実験を行った。
- 人が地上を歩きUAVに追尾させた



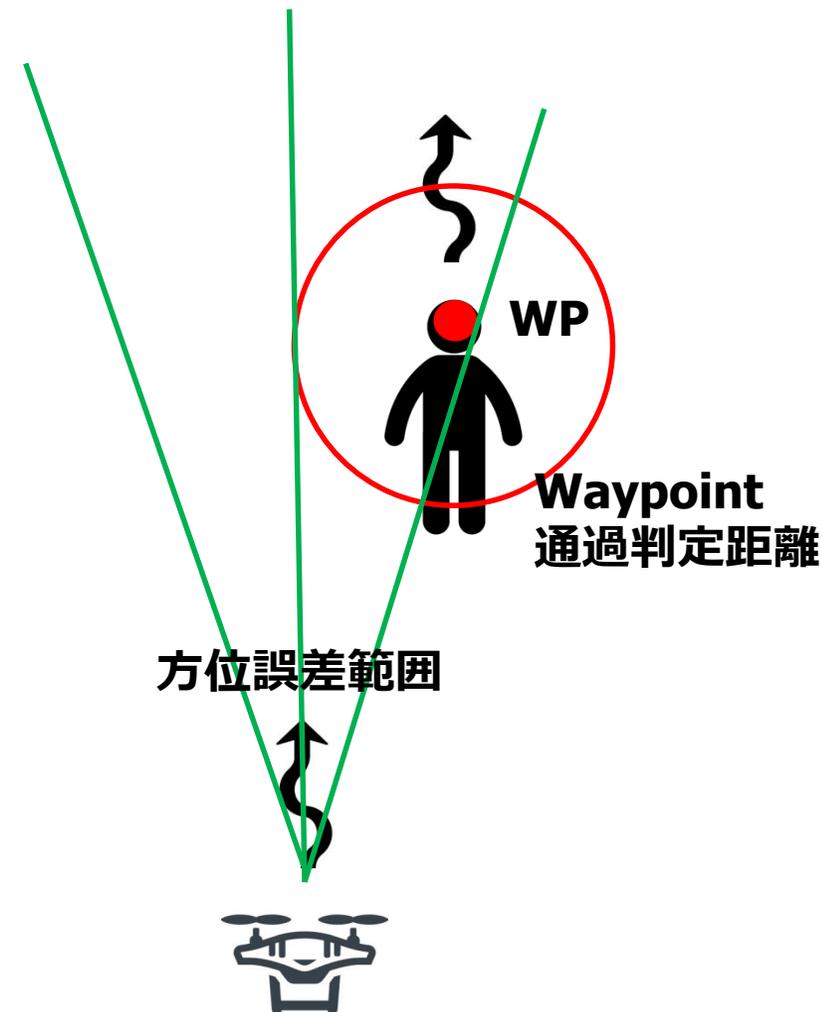
制作した  
UAV

管制ソフト「Flight viewer」

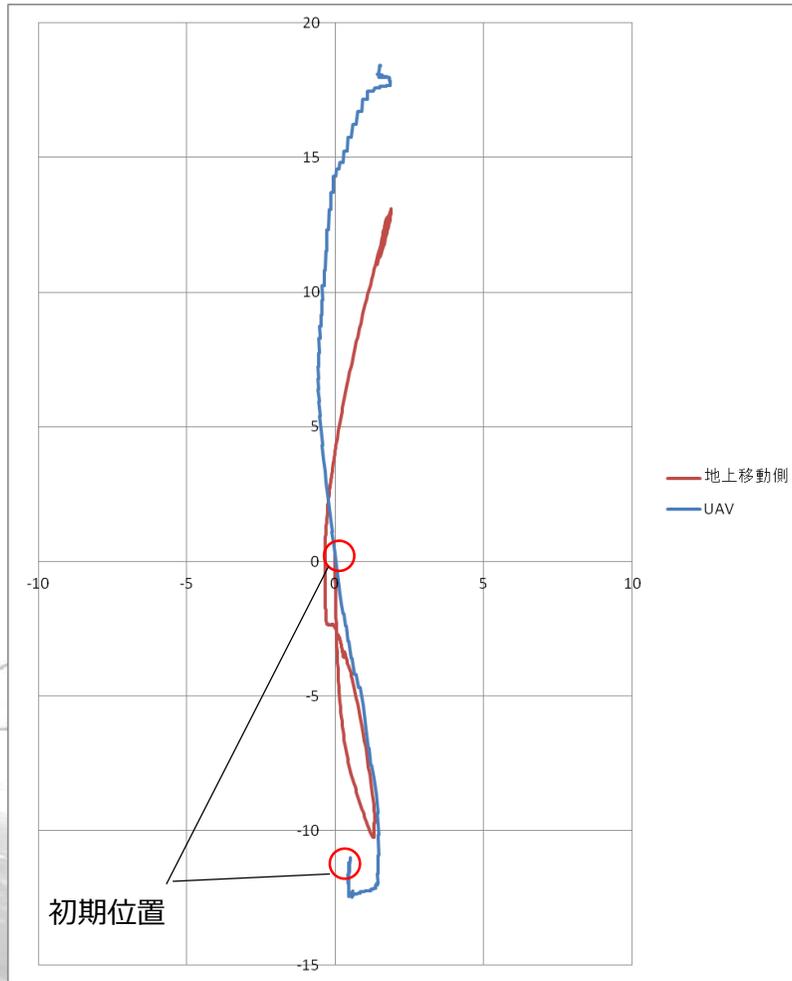
通信モジュール「XBee」



受信機「NEO 7N」 アンテナ「ANN-MS」



# 飛行実験



受信機によって得られた位置をプロット

ここに動画

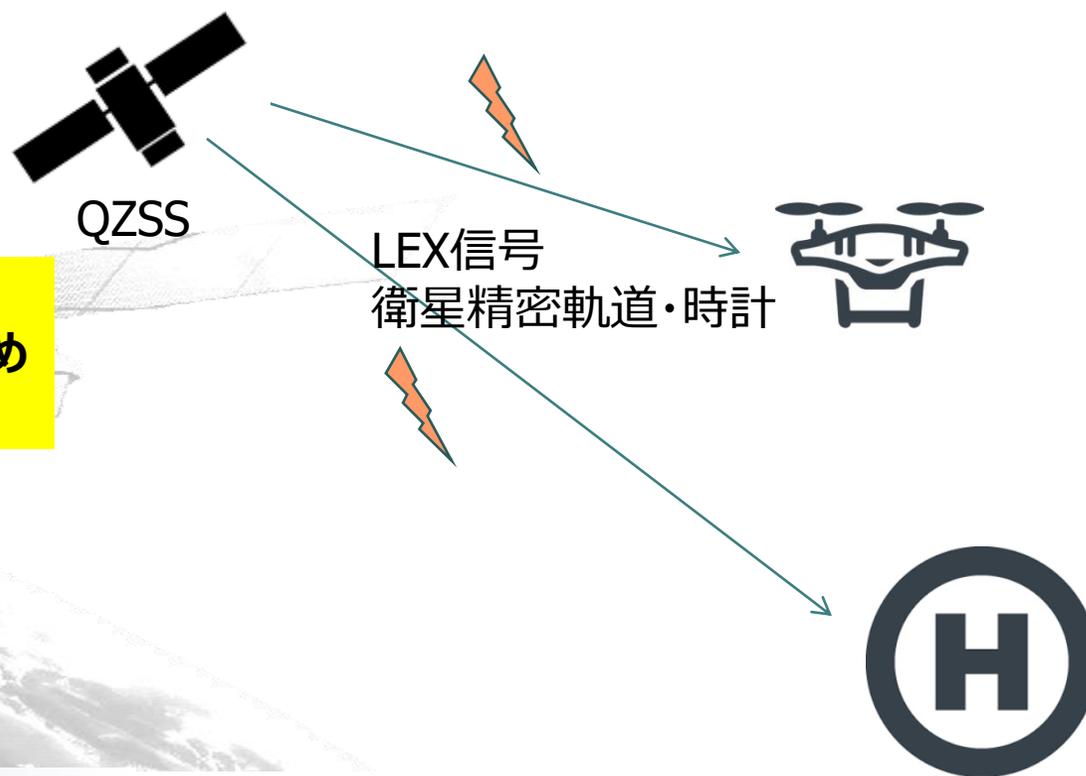
# 飛行実験

- **追尾は成功**した。ただし自動着陸には精度が不十分であった
- 相対測位では高精度で位置を求められるが基準局からの補正情報とそれを送る必要がある
- 危険海域での調査を想定すると遠洋で高精度位置が必要



# 単独測位の高精度化

- **準天頂衛星のLEX信号**によって送られる**衛星精密軌道・時計**を用いて単独測位の精度を向上できるか？衛星経由で受信機の改良もほぼ必要ない（SBASのイメージ、SBASのカバレッジは日本近海のみ）



準天頂衛星が見える限り、  
精密歴とクロックを受信できるため  
アジア、オセアニアは常時可能

# 測位精度評価実験 (24時間)

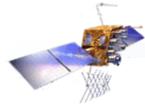
## ● 実験概要

実験日時	2015年10月1日 (GPSTIME)
データ取得時間	24時間
データ取得間隔	1Hz
受信機	Trimble社 NetR9
アンテナ	Trimble社 Zephyr ジオデティック
観測量	L1、L2帯 擬似距離
使用衛星	GPS、GLONASS、QZSS
電離層補正	2周波による補正

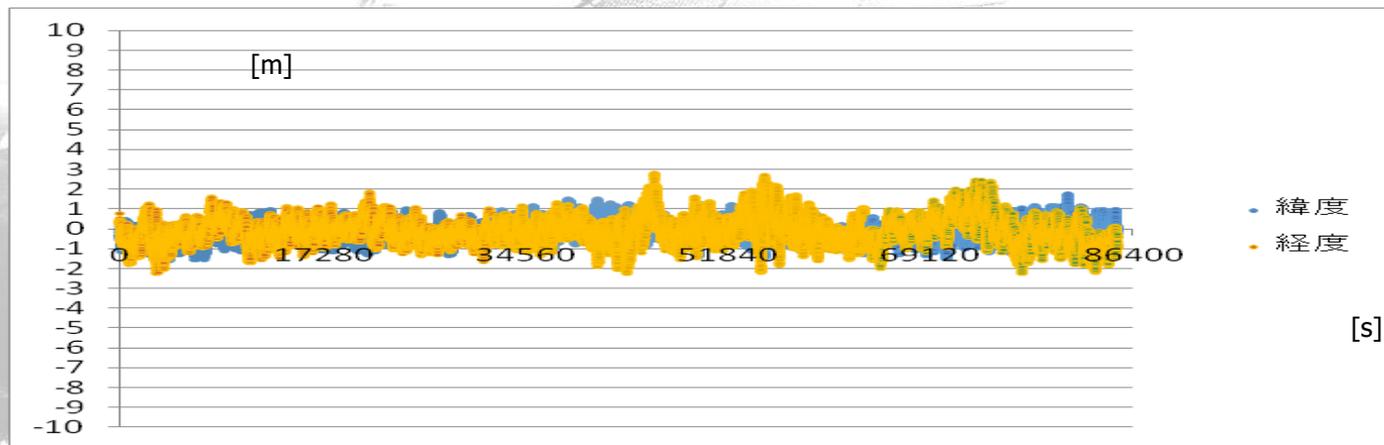
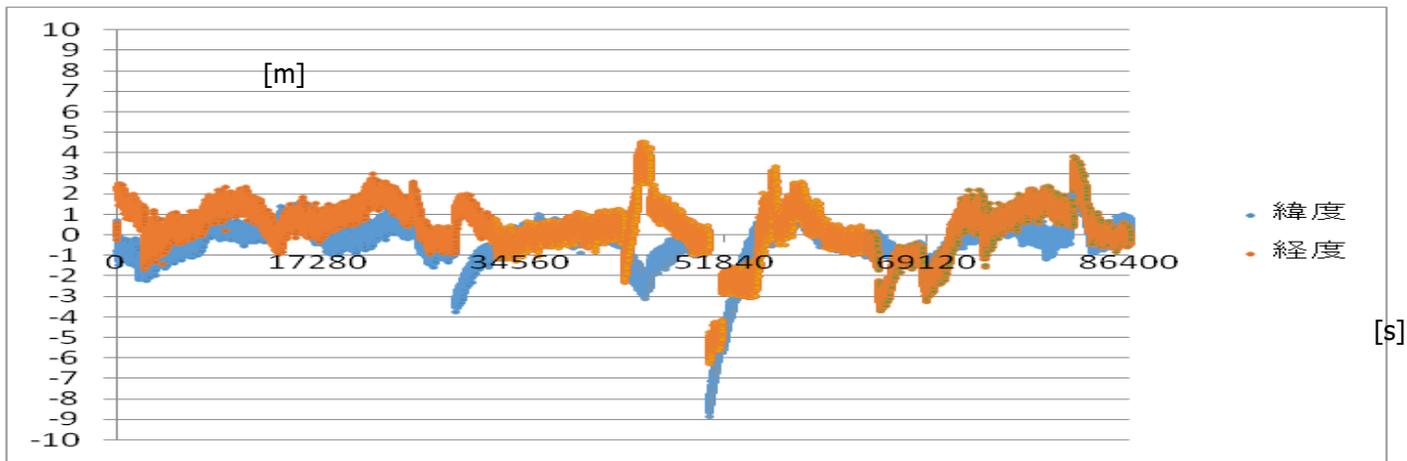
現在放送されている暦とクロックは  
GPS/QZSS/GLONASSの3種類  
このうちGPS/QZSSのみで評価



# 測位実験

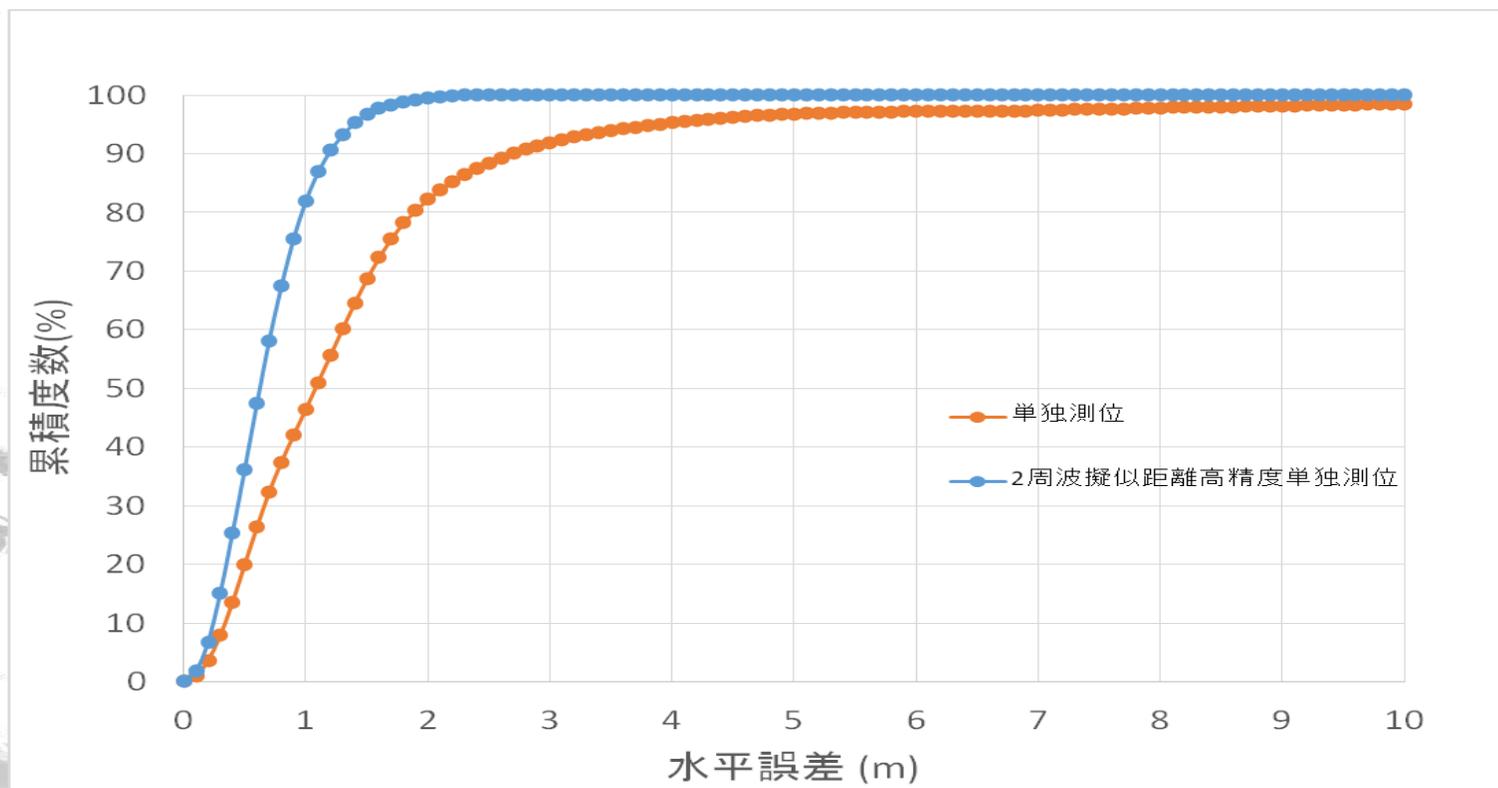


## ● 実験結果



# 測位実験

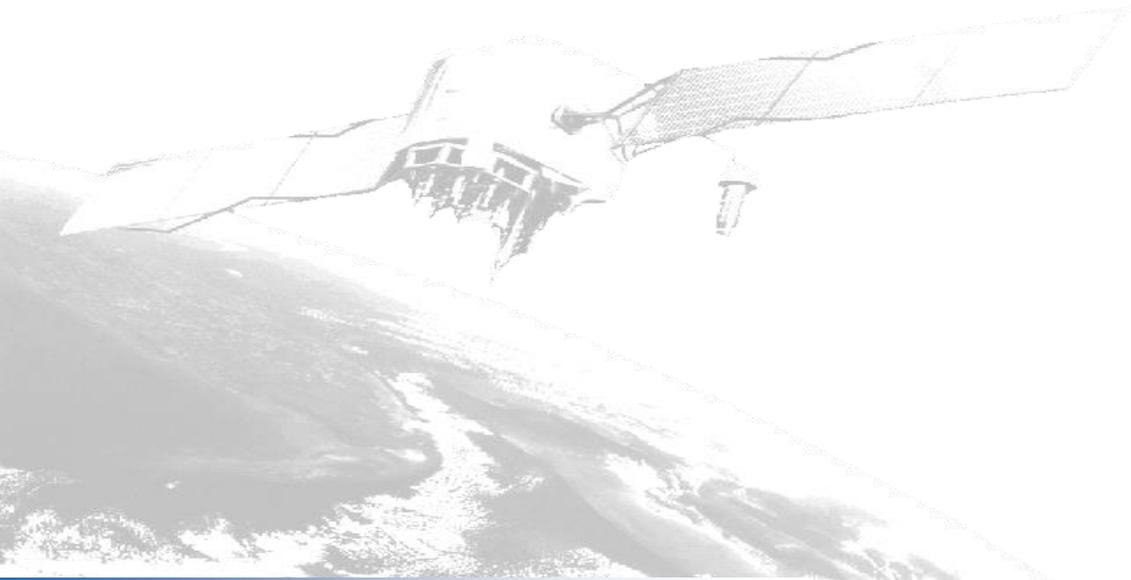
## ● 実験結果

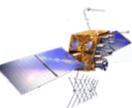


	<0.1[m]	<0.5[m]	<1.0[m]	<1.5[m]	<2.0[m]	<2.5[m]	<3.0[m]
2周波	1.77%	36.17%	81.90%	96.69%	99.41%	99.94%	100%
单独測位	0.91%	19.91%	46.39%	68.52%	82.10%	88.34%	91.25%

# まとめ

- 追尾飛行するUAVの飛行が実現できたが、外乱の影響を考慮できておらず不安定な飛行となった。
- 飛行時の目標方位と距離は2つの受信機の測位精度に依存するため、ひきつづき測位精度向上のための調査も行う必要がある。
- 提案手法では単独測位より高精度で即時に測位を行うことができた。

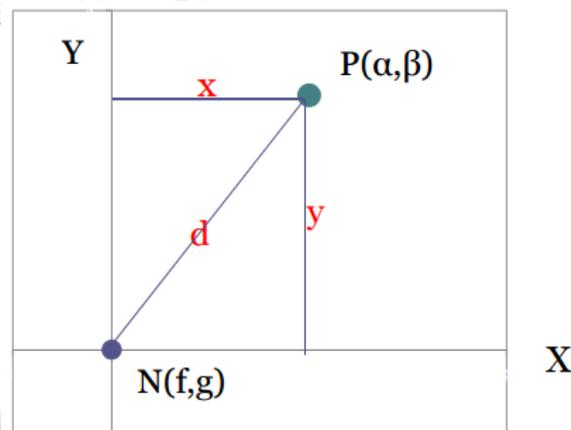




$$y = (\alpha - f) \times 111319.49$$

$$x = (\beta - g) \times \cos(f \times \pi \times 180) \times 111319.49$$

$$d = \sqrt{x^2 + y^2}$$

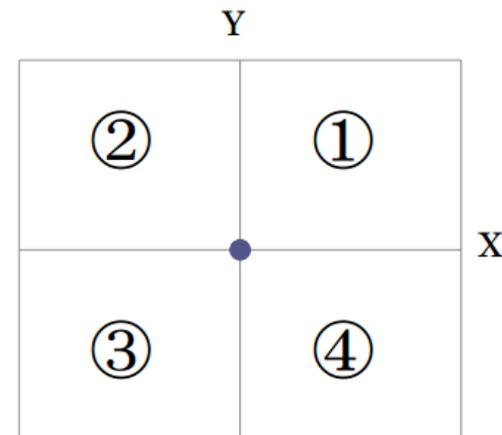


真北を基準、目標方位 $\theta_t$

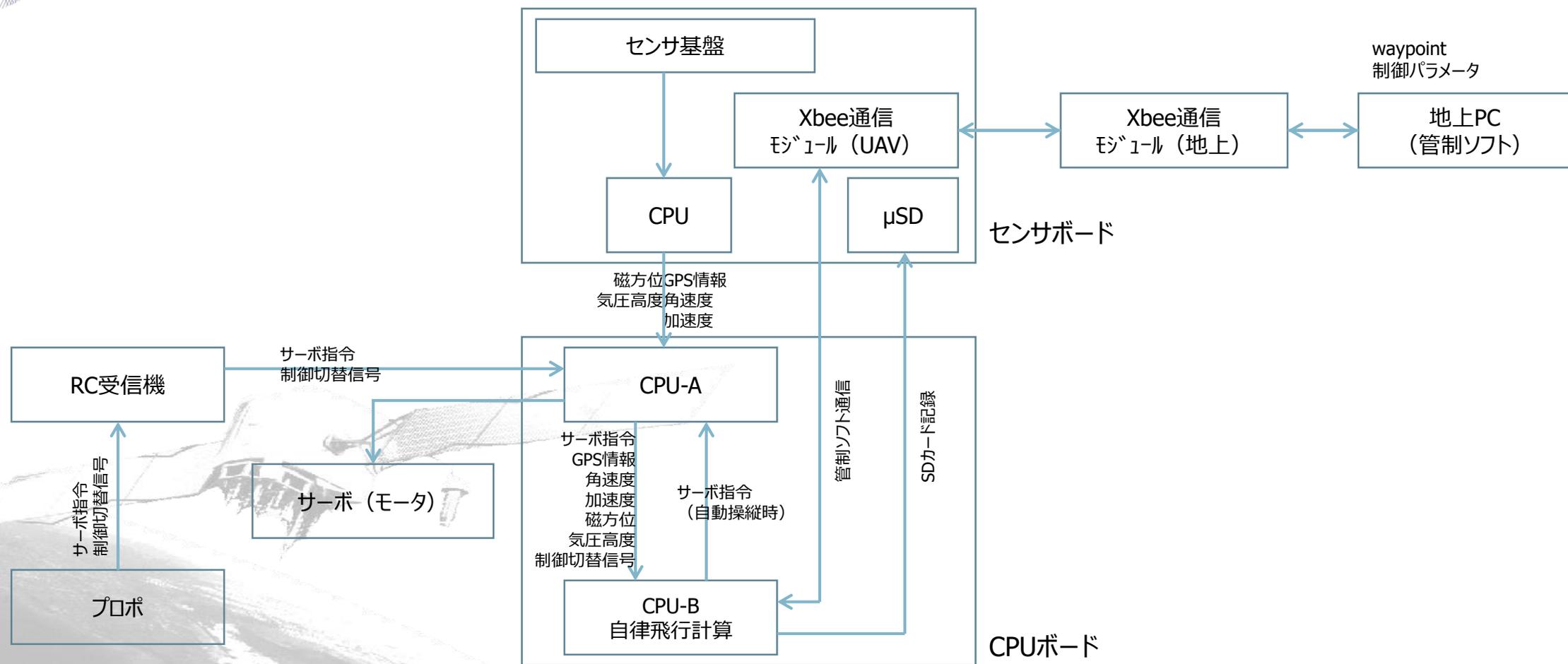
$$\theta_o = \arctan\left(\frac{x}{y}\right) \text{ とすると}$$

Waypointの位置が

- ①  $\theta_t = \theta_o$
- ②  $\theta_t = 2\pi + \theta_o$
- ③、④  $\theta_t = \pi + \theta_o$



## Waypoint飛行



制御装置機能ブロック図