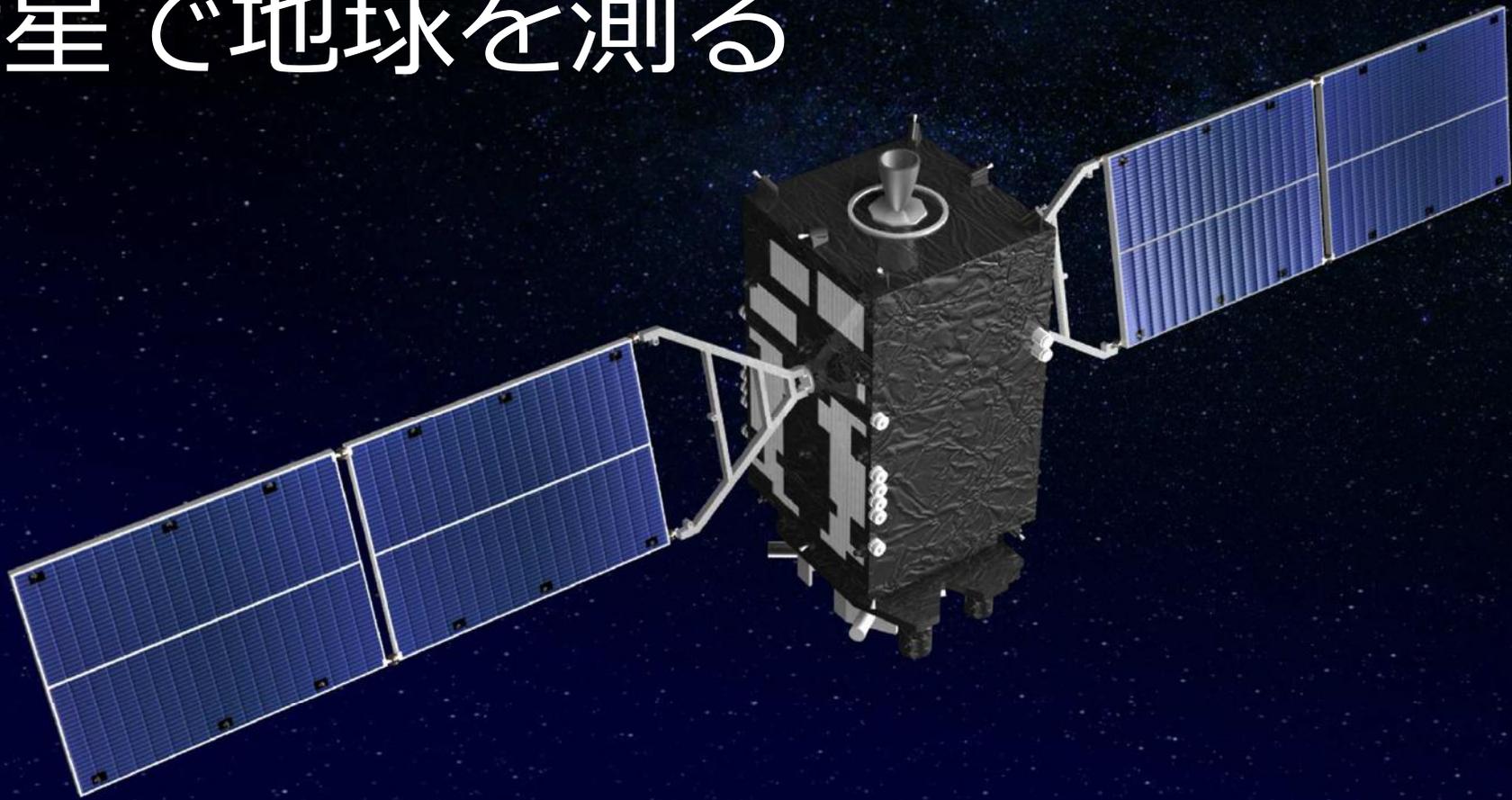


# 衛星で地球を測る



第一工科大学 田中龍児

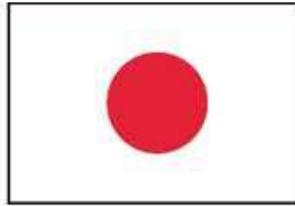
# メニュー

- GNSS衛星数
- GNSS誤差の原因
- RTK
  - 仕組み
  - 精度
  - 利用例
- 日本版GPSみちびきで世の中が変わる
  - CLAS MADOCA
- 今後の動向

# GNSS衛星数



アメリカ  
GPS  
31



日本  
QZSS  
4



ロシア  
GLONASS  
24



中国  
BeiDou  
35

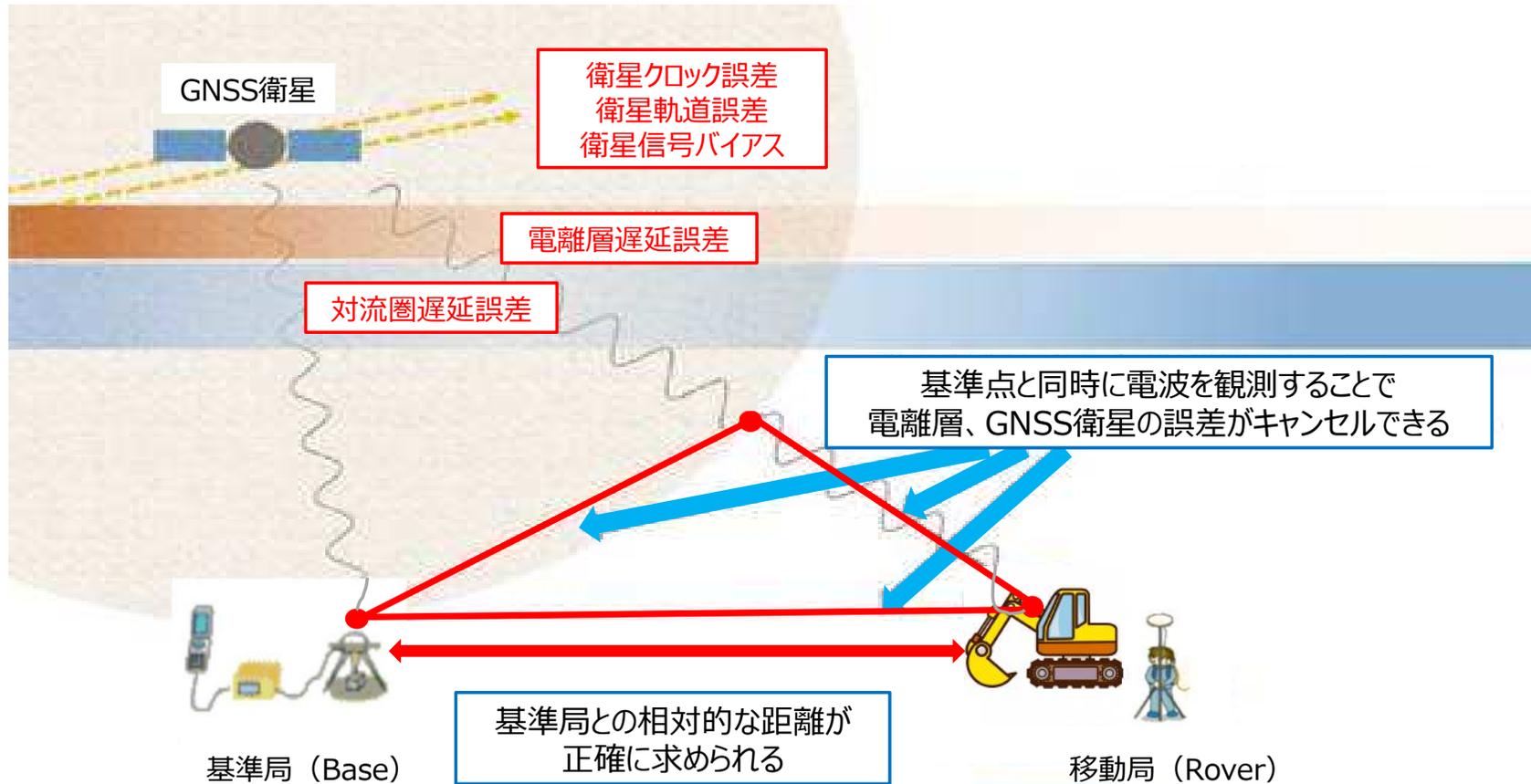


欧州  
Galileo  
24



インド  
IRNSS  
8

# RTK (Real Time Kinematic)



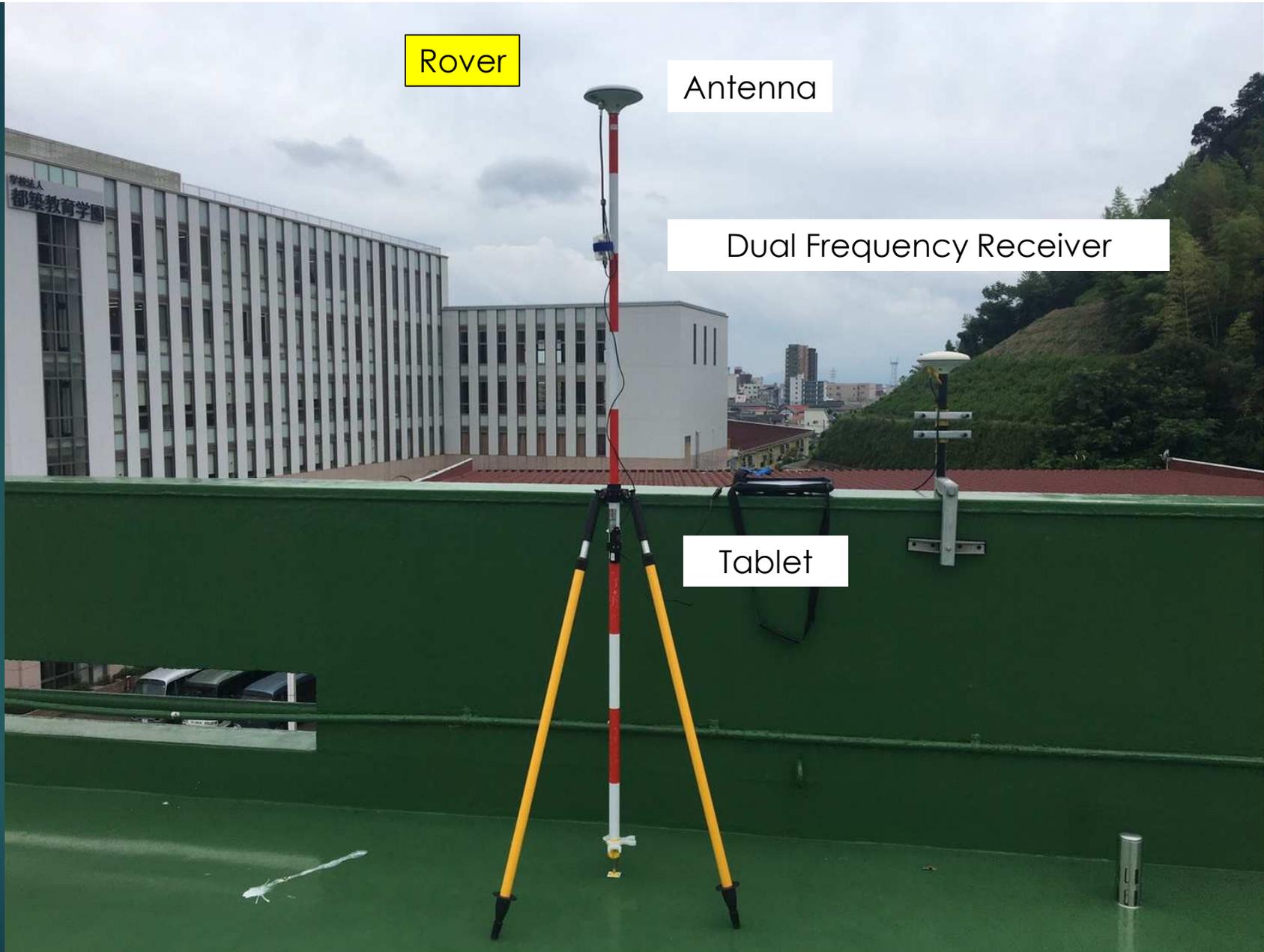
RTK測位は固定局(基地局)と移動局という2つの受信機を使用し、リアルタイムに2点間で情報をやり取りすることで測位精度を高めるという手法です。移動する=「動的な」受信機で、「リアルタイム」に測位できるので、RTK測位と呼ばれます。

Rover

Antenna

Dual Frequency Receiver

Tablet

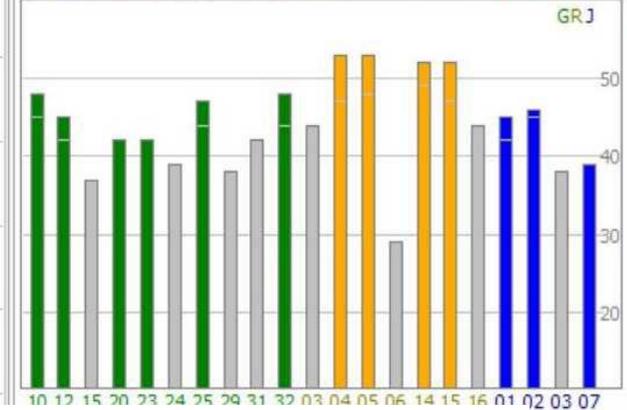
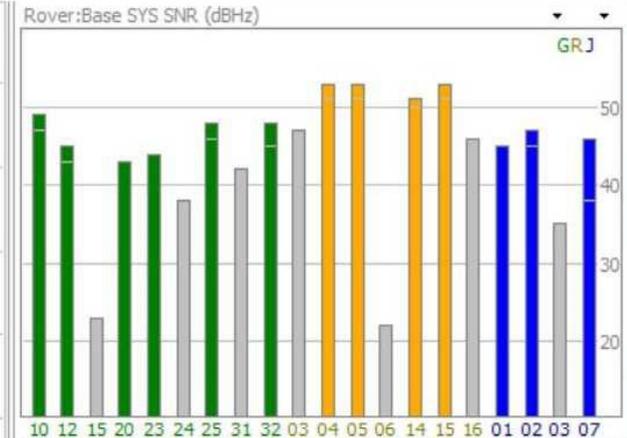
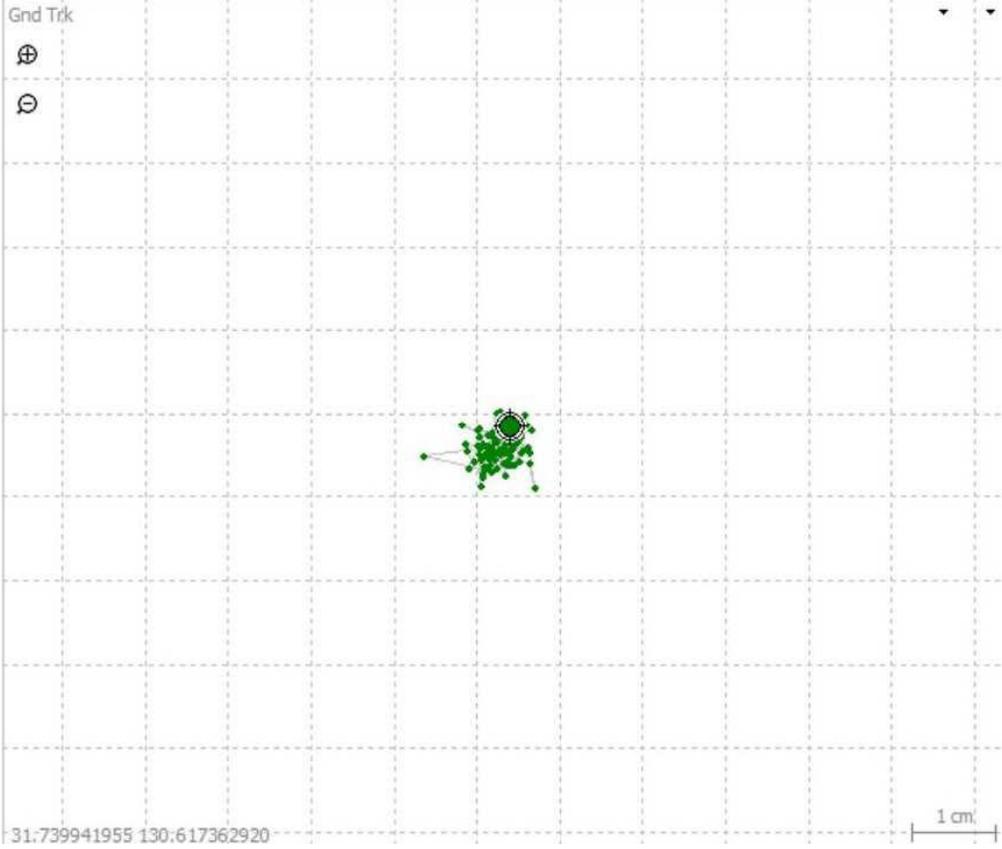


RTKNAVI ver.2.4.3 b33

2020/12/26 04:38:57.0 GPST

X/Y/Z平面直角

Solution: **FIX** ■  
X: -138916.677 m  
Y: -21811.238 m  
Z: 25.812 m  
X: 0.010 Y: 0.009 Z: 0.008 m  
Age: 1.0 s Ratio:114.7 #Sat:13



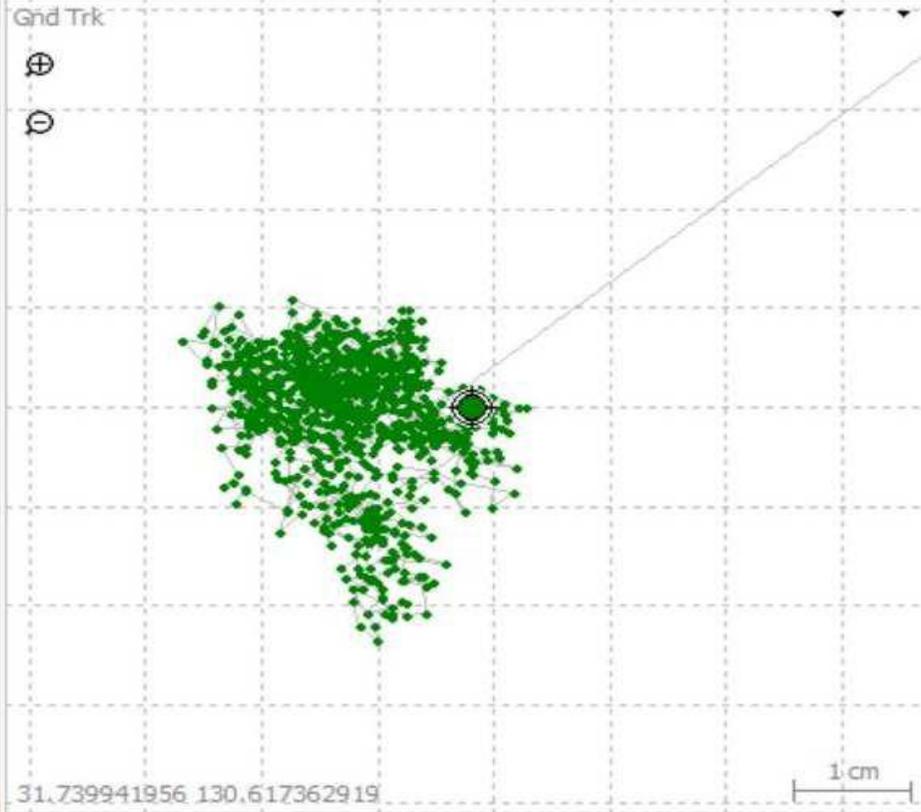
Distance from the Base station is within 10km

RTKNAVI ver.2.4.3 b33

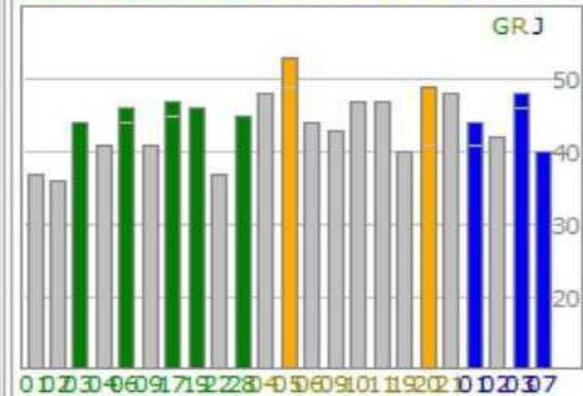
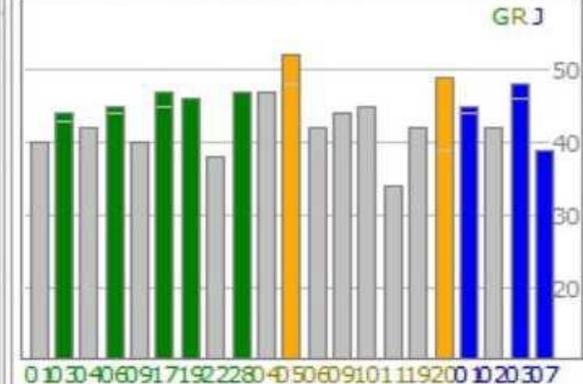
2020/07/25 03:48:50.0 GPST

X/Y/Z平面直角

Solution: **FIX** ■  
X: -138916.676 m  
Y: -21811.224 m  
Z: 25.907 m  
X: 0.011 Y: 0.012 Z: 0.010 m  
Age: 1.0 s Ratio:999.9 #Sat:10



Rover:Base SYS SNR (dBHz)



Distance from the Base station is 20km

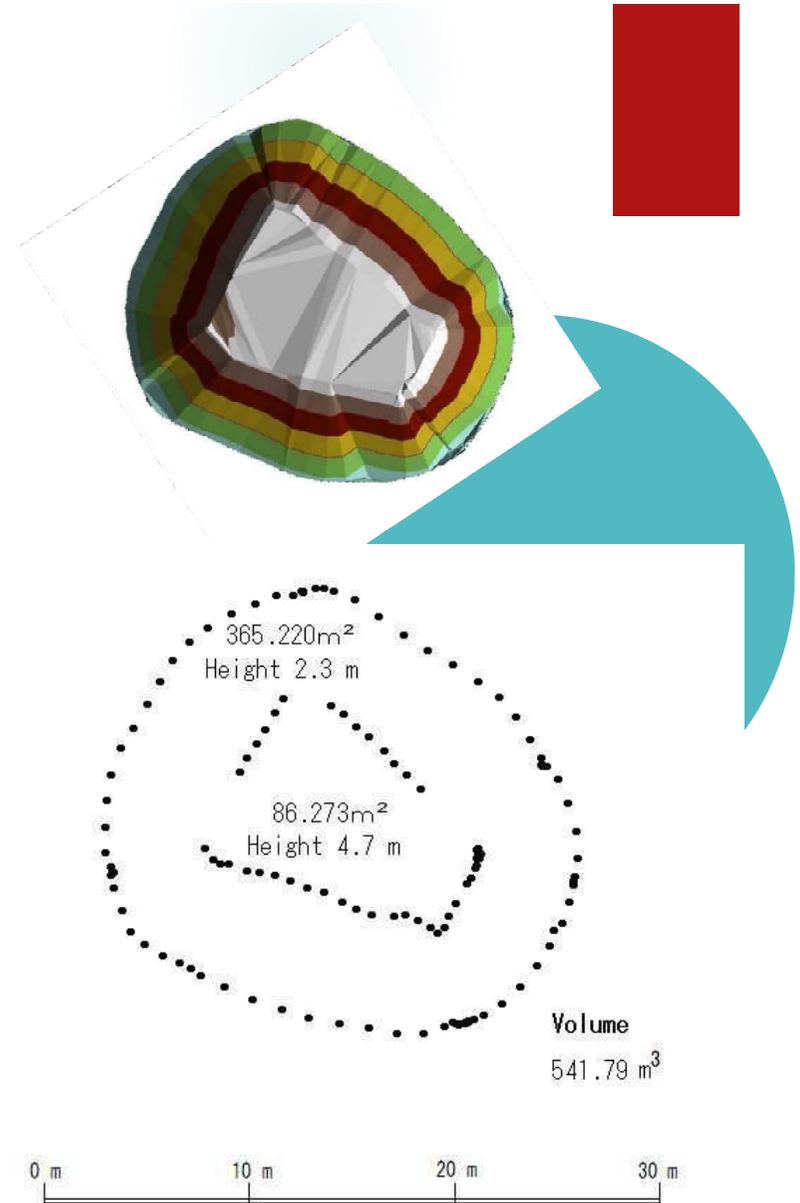
■ Stop



# Pumice stones that arrived at Yoron Island in Japan



# Application of RTK



# 県内の基準局

- 霧島局（第一工科大学）
- 始良局（田中）
- 伊集院局（石澤）
- 大隅局（コーアツ工業）
- 伊佐局（林建設）
- 薩摩川内局（植村組）
- 鹿児島局（エアリアルワークス）
- 種子島局（坂下工業）
- 与論局（川畑建設）

# 基準局から10km以内は誤差1cm



RTK研究会基地局



固定基地局アンテナ



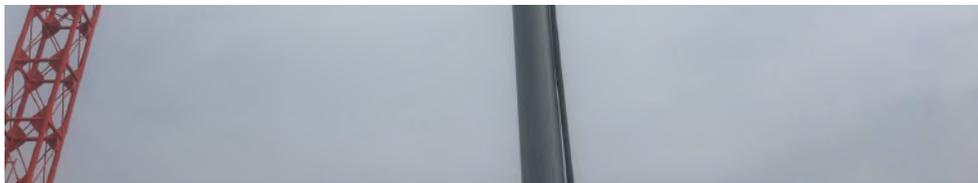
基地局管理モニター・受信装置

# 第一工科大学民間等電子基準点登録

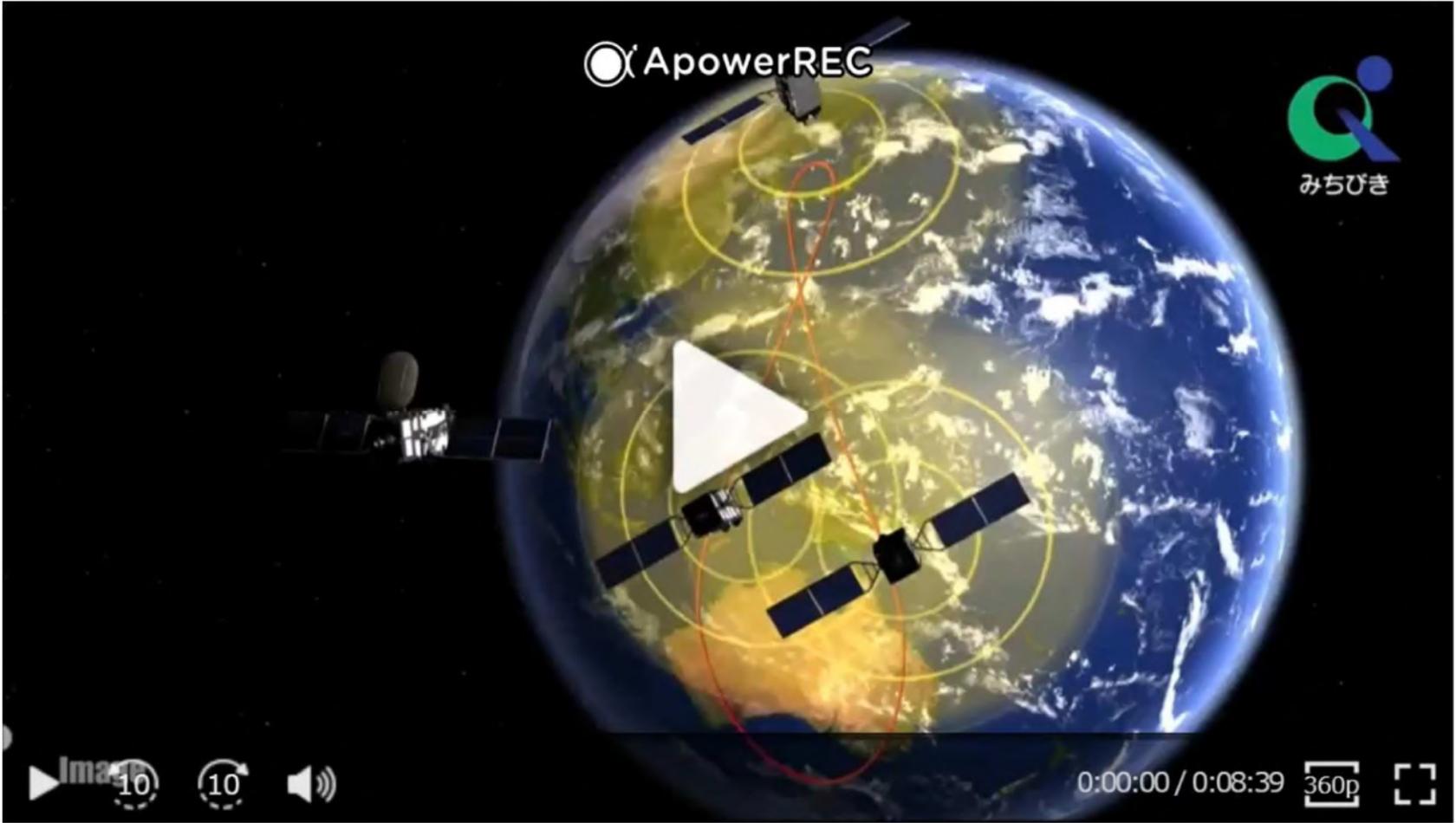


全国で3番目に登録（ソフトバンクより早い）  
国土地理院の電子基準点と同じ扱い

・国土地理院が、電子基準点日々の座標値（F5解）に結合した座標値を計算、その解析結果の公開も予定されています

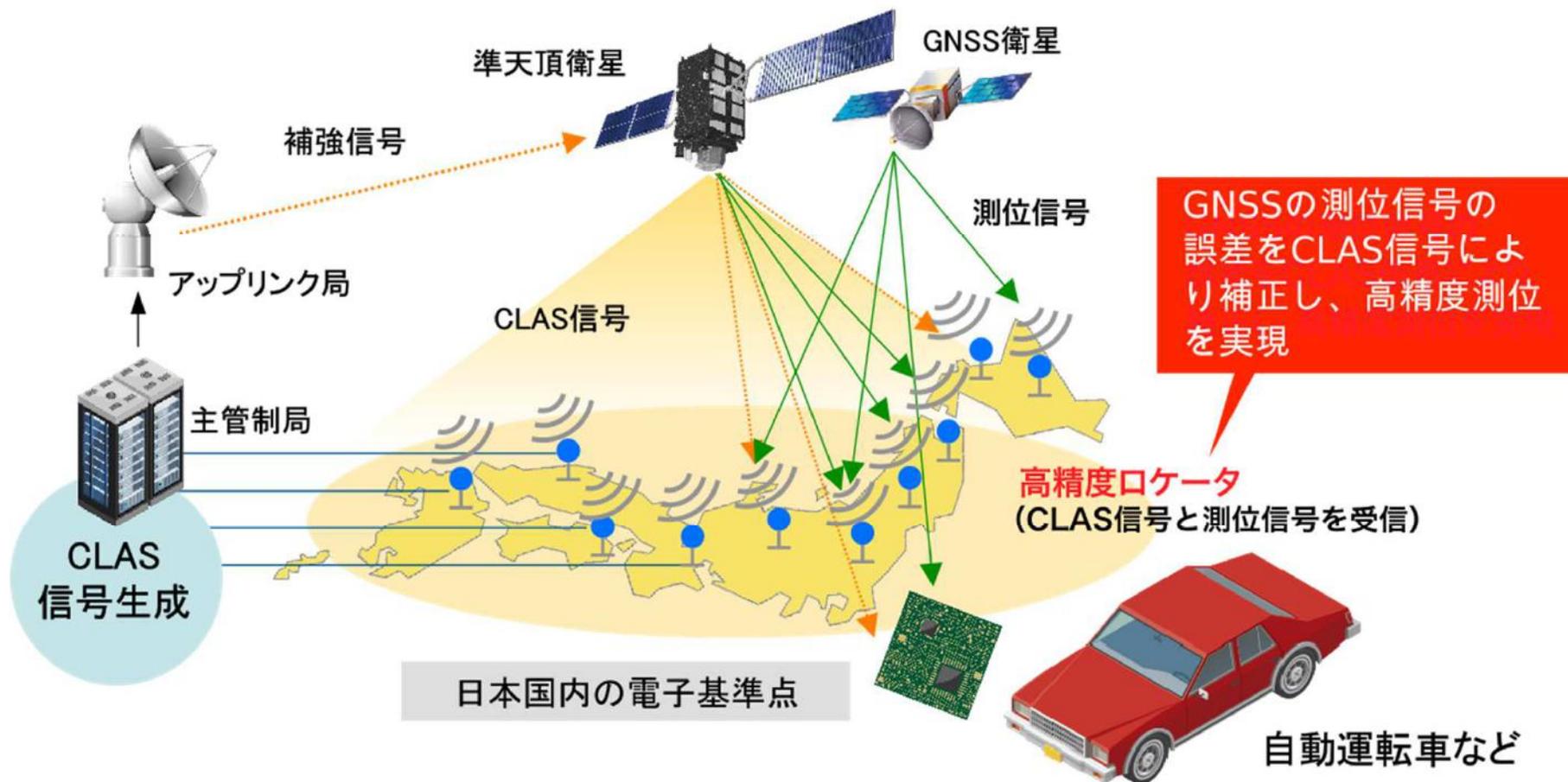


日本版GPSみちびきで世の中が変わる



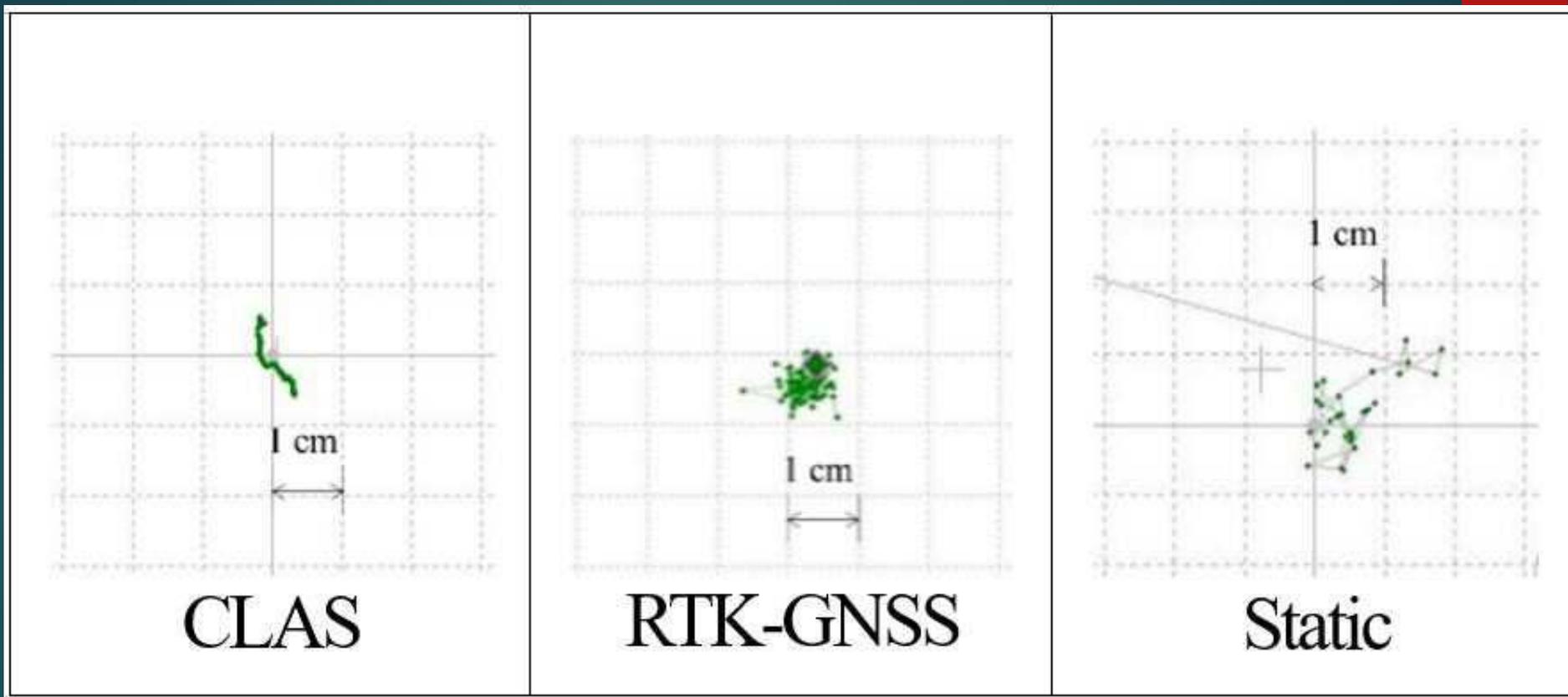
# CLAS

## ■センチメートル級測位補強サービス(CLAS)概要図



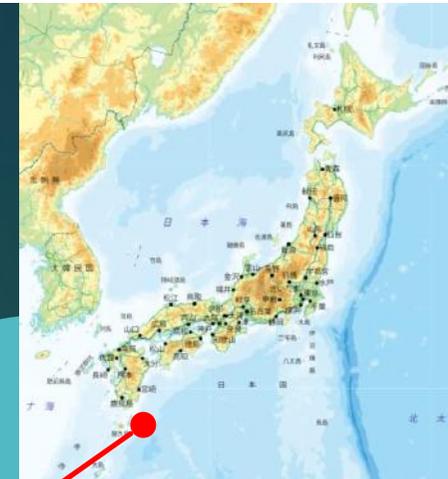
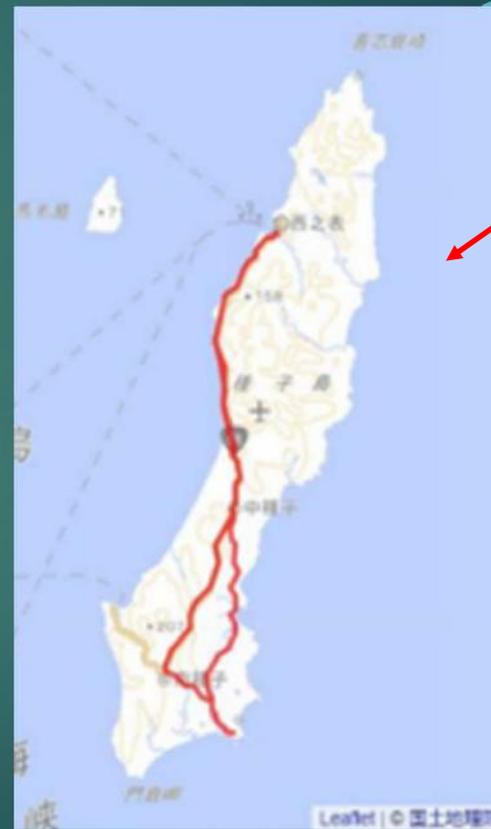


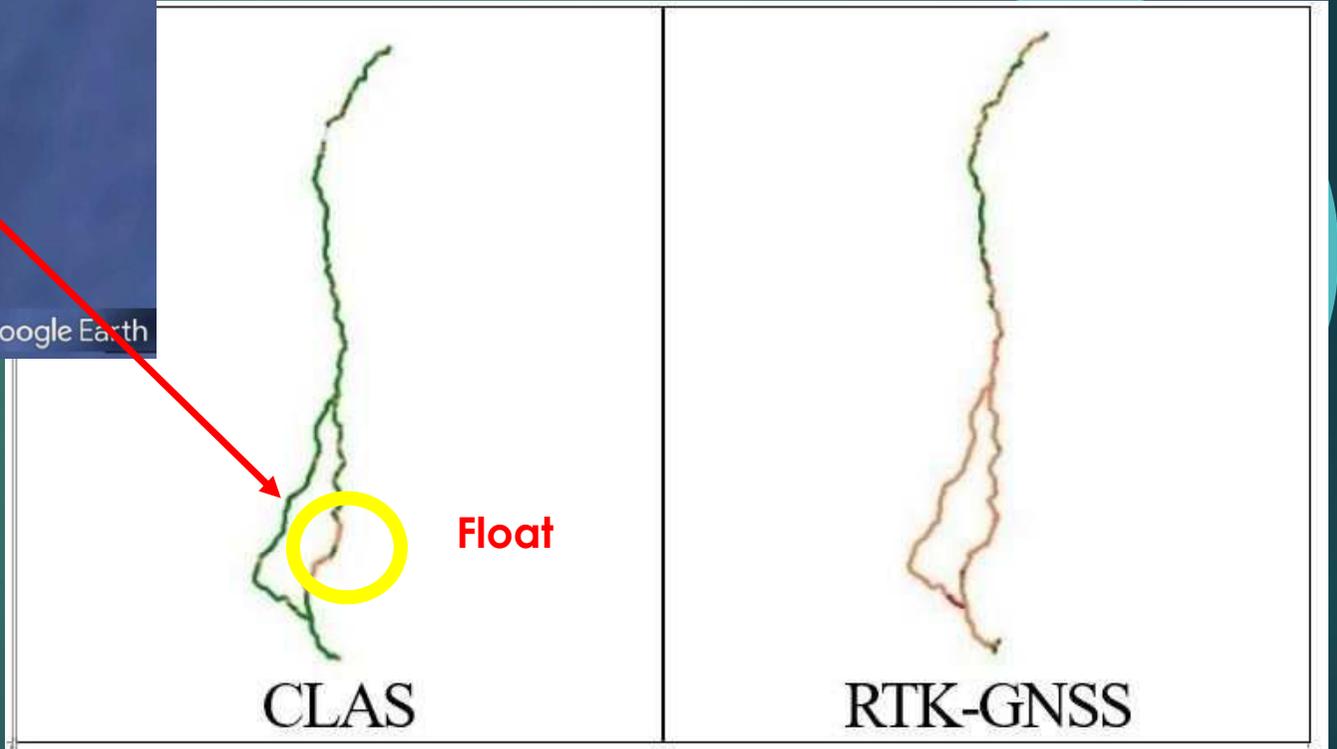
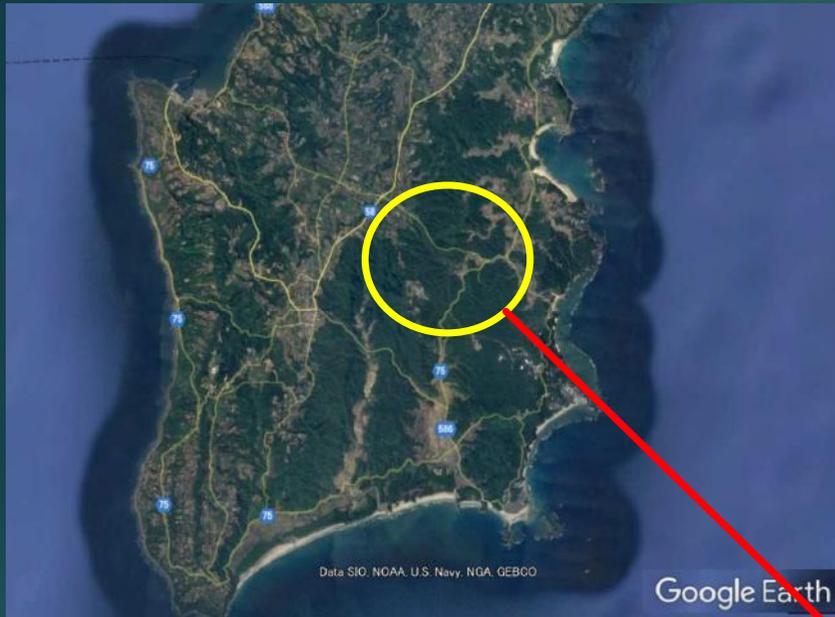
Observation method	Plane rectangular coordinate before E.Q. (m)		
	X	Y	H
2021/08/25 17:00 Fine CLAS (30 min.)	-138924.531	-21783.842	27.31
2021/08/27 16:00 Fine RTK-GNSS (10 min.)	-138924.519	-21783.875	28.05
2021/08/27 16:15 Fine Static (40 min.)	-138924.526	-21783.826	27.95

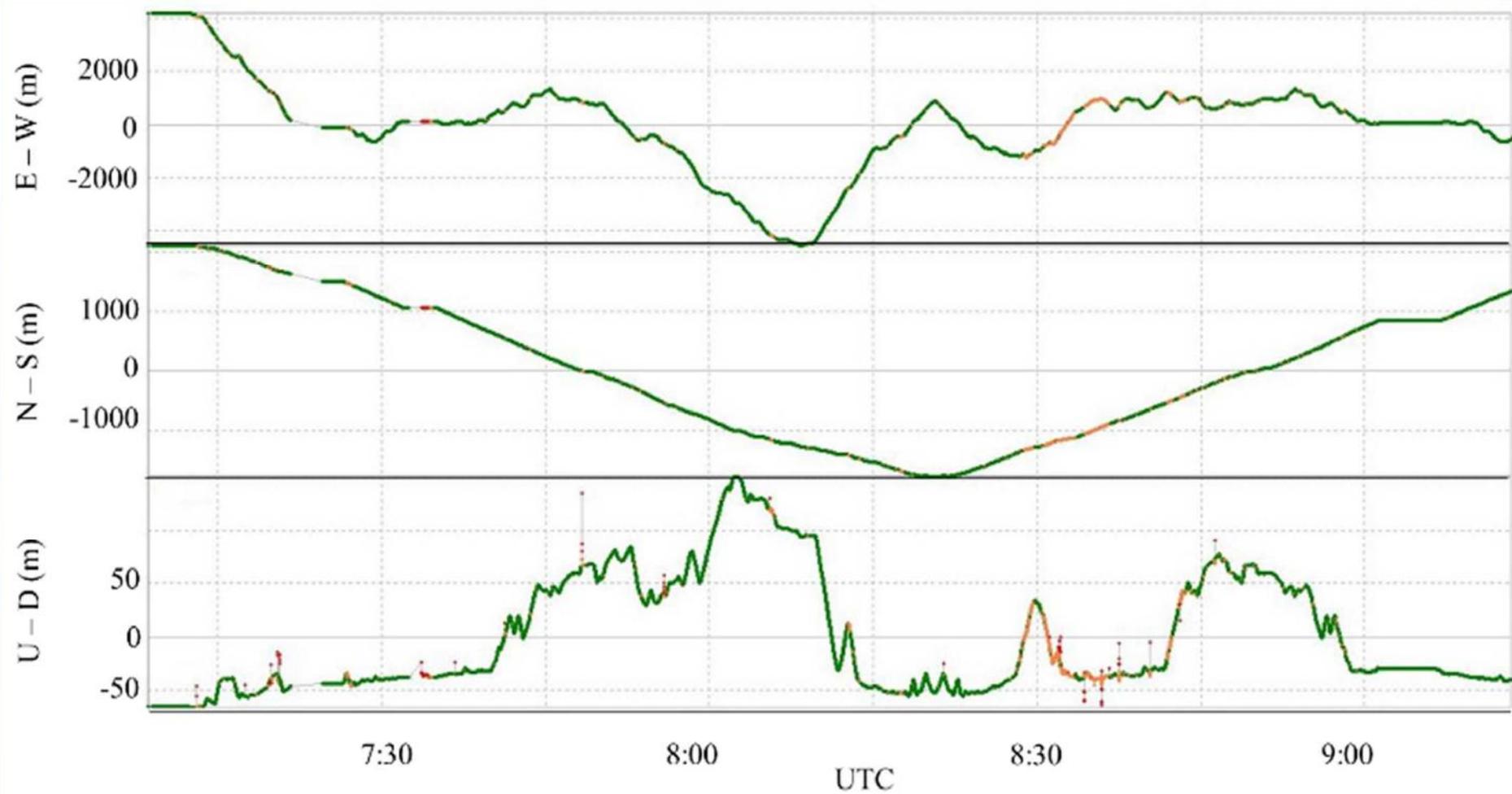


Error: RTK < CLAS < Static

# CLAS と RTK の移動体観測







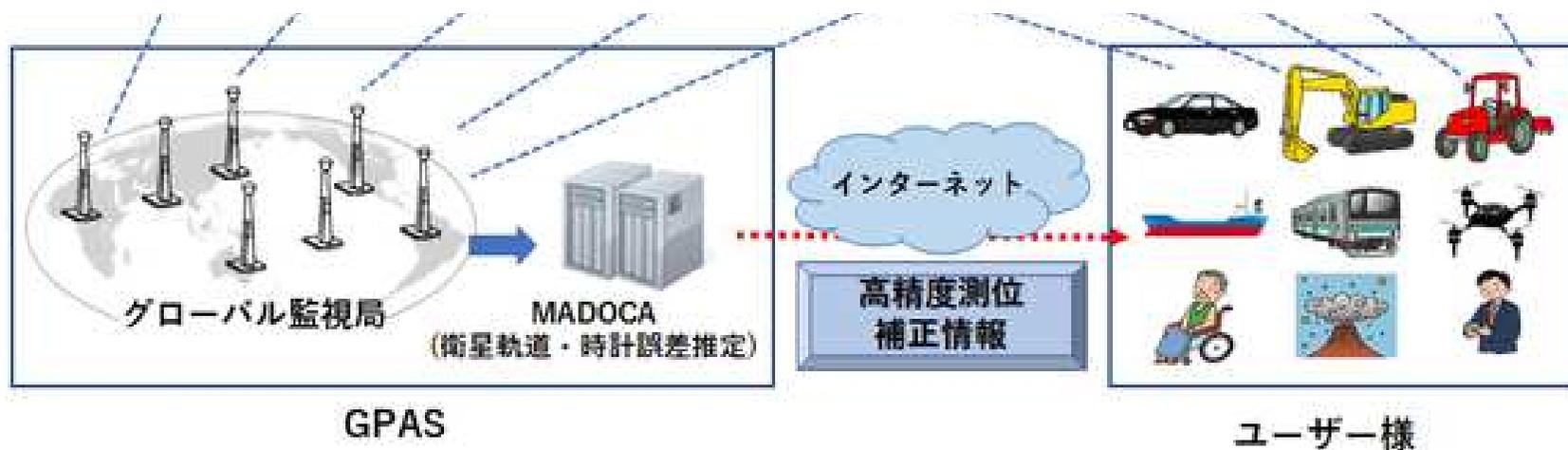
CLASの移動体観測結果



# MADOCA (Multi-GNSS Advanced Demonstration tool for Orbit and Clock Analysis)



JAXAが開発を進めてきた精密衛星軌道・クロック推定を行うソフトウェア



# 今後の動向

- 現時点では、静止観測ではRTK-GNSSが最も精度が高く、CLASの精度は若干劣ります。
- 2023年にはみちびきが3機追加される予定で、GPSなど外国の衛星に頼ることなく、みちびきだけで高精度測位が可能になります。
- CLASは2 cmの精度を目指しているそうです。
- 国外では日本が世界に先駆けて開発したMADOCA方式を利用することで、軽量の機器を用いて一人で高精度測位が可能になります。

## まとめ

- RTKの水平位置精度は1 cm、鉛直2 cm
- CLASの水平位置精度は4cm、鉛直8 cm
- MADOCAの精度は7cm、鉛直14 cm
- CLASとMADOCA はともに日本が世界に先駆けて提供するサービス
- これらを活用すれば、国際協力が必要となる分野において、わが国が主導権を握ることも可能でしょう。