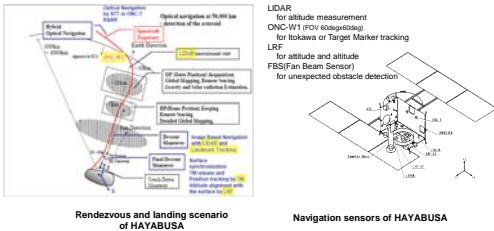


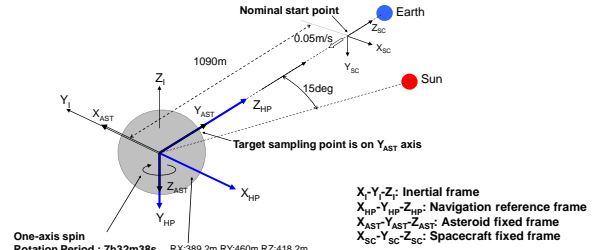
# はやぶさ2 小惑星近傍での画像航法誘導制御

照井 冬人(JAXA), 尾川 順子(JAXA), 卯尾 匡史(NEC)

## 1. リハーサル降下での撮像画像を用いたアプローチ・フェーズでの画像航法誘導制御

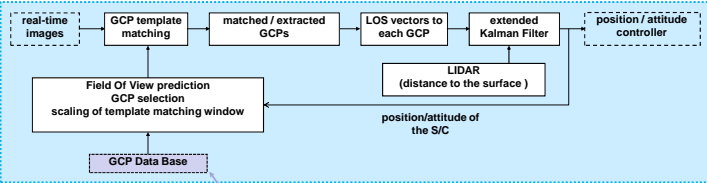


## 3. 自律GCP-NAVによるアプローチ・フェーズシミュレーション



- 岩、穴、などの「特定の目立つ場所」、特徴点 (GCP : Ground Control Point) を利用した航法誘導
- 本番の前のリハーサル降下 (小惑星との相対距離・姿勢、照明条件などは本番とほぼ同じ) で取得した画像を基にGCPを地上で抽出
- 小惑星の3Dモデル表面上に、GCPが分布したGCPデータベースを作成し、搭載機搭載計算機にアップロード
- 地上のオペレータを介さない、GCPデータベースと実画像内GCP間のマッチングによる自律航法誘導
- 「相対位置・姿勢、計測 → 制御」の自律化を実現

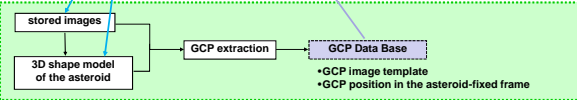
autonomous / onboard / real-time process : "Sampling Descent"



ground-based, manual process

- remote observation at Home Position (altitude approx. 20[km])
- "Rehearsal Descent" along the planned path by ground-based GCP-NAV

ground-based, manual process



搭載系による自律GCP-NAVのシナリオ

## 2. 自律GCP-NAVの課題:信頼性の高いGCP抽出画像処理アルゴリズム

- 小惑星上GCPの見え方は以下の条件で大きく変化する

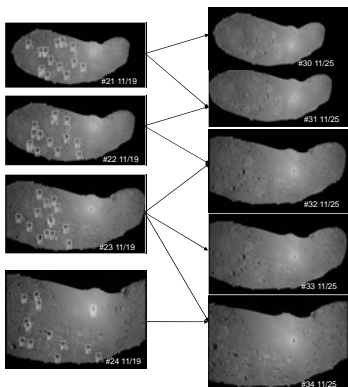
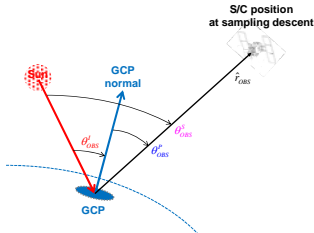
- 相対位置
- 探査機からGCPへの視線ベクトルと GCP normal とが成す角
- 太陽入射角
- 太陽位相角

$$\hat{r}_{OBS}$$

$$\theta_{OBS}^p$$

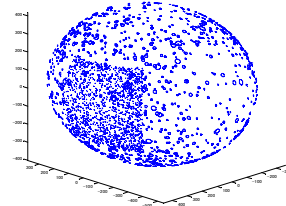
$$\theta_{OBS}^s$$

$$\theta_{OBS}^c$$



イトカワの「リハーサル降下(11/19)」と「サンプリング降下(11/25)」時の画像を用いた、対応するGCP間のテンプレートマッチングによる認識評価

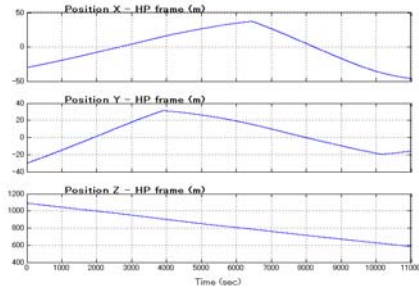
シミュレーションの条件



シミュレーションに用いたGCP分布

## 4. リハーサル降下

- 探査機は着陸地点上空、高度約140[m]まで、地上から遠隔操作で誘導
- 降下軌道は小惑星と地球を結ぶZ<sub>HP</sub>軸を降下、小惑星の姿勢運動(1軸スピン)を考慮し、着陸想定位置が着陸時に降下軌道上に来るように降下速度を遠隔制御



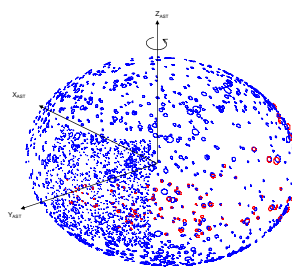
Rehearsal descent

Generate GCP-DB

Sampling descent

## 5. GCPデータベースの作成

Blue: 想定した「真の」GCP  
Red: リハーサル降下での画像情報に基づき、搭載系のGCP-DBに登録されたGCP



Rehearsal descent

Generate GCP-DB

Sampling descent

## 6. サンプリング降下

The guidance target is changed from (X=0, Y=0) to (X=-15, Y=-15) at t=7800s (X=-30, Y=-35) at t=9000s.

Rehearsal descent

Generate GCP-DB

Sampling descent

