

# P-132: 小型月着陸実証機SLIMのための航法誘導制御技術の研究

## A study on guidance, navigation and control technology for small lunar lander mission SLIM

植田 聡史、伊藤 琢博、坂井 真一郎 (宇宙航空研究開発機構)  
上野 誠也、樋口 丈浩 (横浜国立大学)  
芝崎 裕介、堀田 成紀、黒田 健 (三菱電機)

### ピンポイント着陸精度を実現する航法誘導制御技術

SLIMで実証を行うピンポイント着陸技術は月面上の特定の地点を対象とした探査や科学観測のために必要となる技術であり、100mオーダの精度で対象地点に着陸することを目指している。これまで、高精度かつ自律的に探査機位置を推定する航法技術ならびに航法系の情報をもとに自律的に最適な降下軌道を生成する誘導技術について研究を重ねてきた。

**航法技術:** 画像照合航法、着陸レーダ

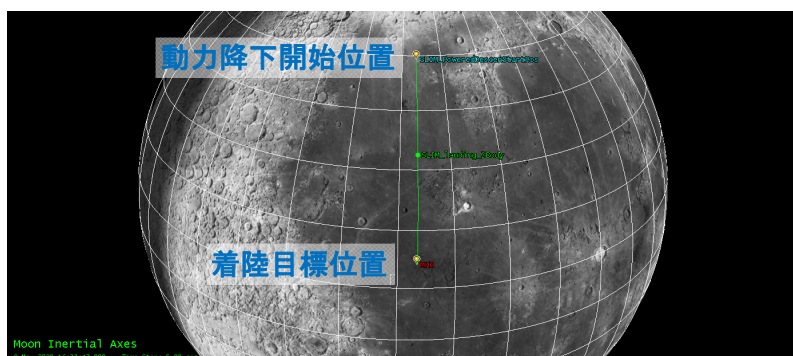
**誘導技術:** 多項式誘導則、障害物回避技術

探査機システムとして、これらの個別の技術要素を統合した設計が必要となる。画像照合航法値取得タイミングおよび航法誤差伝播を考慮した最適軌道設計、障害物回避性能を考慮した垂直降下軌道設計など、ミッション成功の鍵を握る設計パラメータについての詳細検討を進めている。

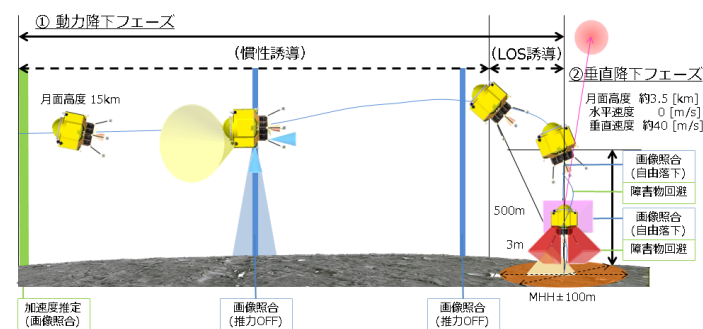
### SLIM降下フェーズ軌道設計

Marius Hills Hole (14.2degN, 303.3degE) への着陸軌道設計結果

- ・動力降下開始位置: 50.0degN, 303.5degE, 高度15Km
- ・ダウンレンジ距離: 1054.5Km
- ・降下所要時間: 約25分間



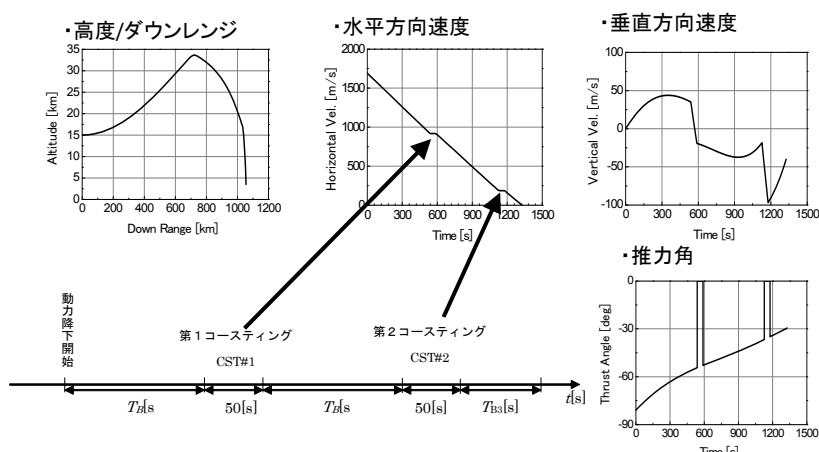
### 降下フェーズごとの航法システム設計



フェーズ	位置	センサ	速度	姿勢
動力降下	慣性誘導	IRU	IRU	IRU, STT
	慣性誘導	IRU	IRU	IRU, STT
	慣性誘導	IRU	IRU	IRU, STT
垂直降下	画像照合 (自由落下)	画像照合 (自由落下)	画像照合 (自由落下)	画像照合 (自由落下)
	画像照合 (自由落下)	画像照合 (自由落下)	画像照合 (自由落下)	画像照合 (自由落下)
	画像照合 (自由落下)	画像照合 (自由落下)	画像照合 (自由落下)	画像照合 (自由落下)

### コースティングを考慮した動力降下最適軌道

画像照合航法のためのカメラ撮像時の月面指向のため、動力降下中にメインエンジン推力をオフとし、カメラ視野が月面を向く方向に姿勢を変更する"コースティング"を導入する。コースティングを実施することを考慮した場合の必要推進薬量が最小となる軌道を最適化技術により求めた。



### 垂直降下時の障害物回避性能評価

垂直降下時の初期位置速度誤差修正および月面の障害物回避のため、メインエンジン方向を変更することで着陸位置を調整する能力の性能を評価した。

