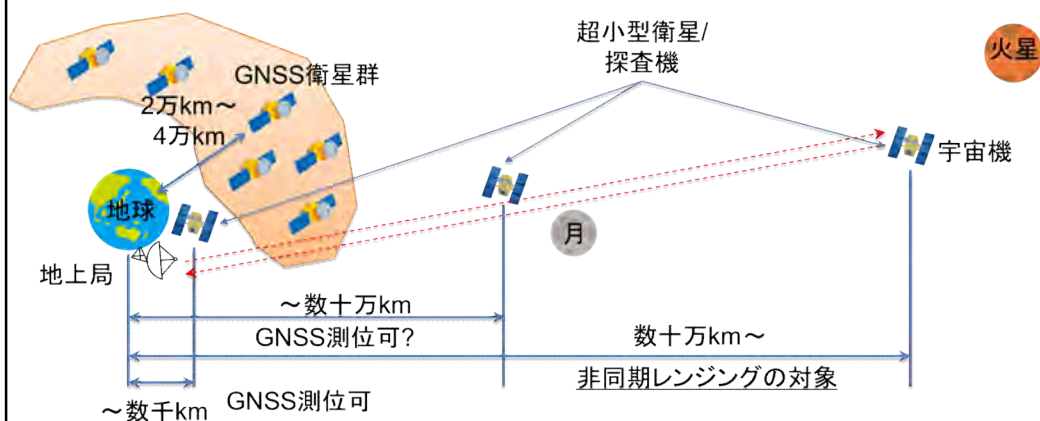


①発表番号	②セッション	③セッション名	
6-4	セッション6	月・深宇宙探査ミッション	
④発表タイトル			⑤発表者所属・氏名
ソフトウェア無線で月以遠の自主運用を可能とする非同期レンジング技術			(株)構造計画研究所 藤井 義巳
⑥著者	⑦所属	⑧代表者メールアドレス	⑨現在の状況：
藤井義巳	株式会社構造計画研究所		開発移行可能
⑩概要（200字程度）		⑪本ミッションの狙い	⑫実現のキーとなる要素技術
主として月以遠のミッションにおいて宇宙機と地球局との間の距離を測定(レンジング)する際、従来の専用のトランスポンダを搭載する方式に代り小型、軽量のSDRとマイコンによるソフトウェア無線機を搭載。地球局と宇宙機が非同期にテレメトリを送り合うことで高精度のレンジングを可能とする。		従来方式と比べて搭載機器を小型軽量化できるため、超小型衛星の搭載機器を体積・重量の両面で削減でき、搭載可能なミッション機器に充当可能となる。	ソフトウェア無線(SDR)
⑬衛星のスペック		⑭開発状況・計画	
衛星そのものではないが、小型のマイコンボード(Raspberry Pi4)とSバンドの送受信が可能なソフトウェア無線機(地上局、宇宙機両方)、Raspberry Pi4と地上局で動作する測距ソフトウェアで構成される。		基本的な開発はほぼ終わり、地上の模擬環境で測距誤差の評価と最小化のための作業を継続している。来期には実際に電波を飛ばして測距の実験が予定されている。	

## ⑮衛星のイメージ図

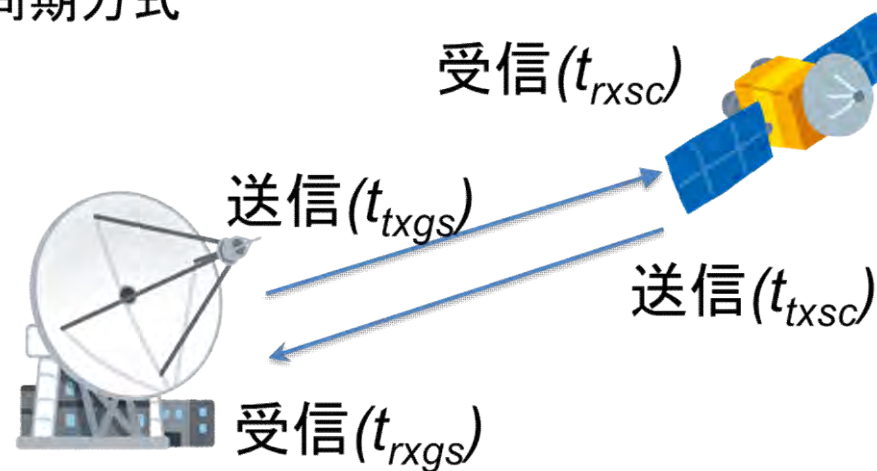
衛星を作っているのではないためイメージ図はありません。

## ⑯ミッションのイメージ図 (※あれば)



SDR+マイコンを搭載

非同期方式



$$D = c((t_{rxsc} - t_{txgs}) + (t_{rxgs} - t_{txsc}))/2$$

## ⑰ ミッションや技術詳細

月以遠の探査機ミッションにおいて地上局ー探査機間のレンジングを行う技術。

ソフトウェア無線を使い、GNSSで採用されている拡散符号を用いたレンジング方式を応用し、地上局と宇宙機がお互いに非同期に測距信号を送信し合う。地上局は宇宙機から得られた信号受信時刻などのデータと自身のデータを使い、宇宙機搭載の精度の低いクロックに起因する誤差を除去する形で高精度のレンジングを可能とする技術である。宇宙機側の搭載装置は小型、低消費電力のマイコンでも動作するため、超小型衛星の小型・軽量化に寄与しながら高精度のレンジングを提供する。

## ⑱ 参考文献など (optional)

Kawaguchi, Junichiro & Nada, Yuichiro & Ishigooka, Yuka & Kuwahara, Toshinori & Yoshida, Kazuya. (2022). Asynchronous One-Way Range Measurement Applied to Microspace Probes. *Journal of Spacecraft and Rockets*. 59. 1-11. 10.2514/1.A35241.