



# ArkEdge Spaceの低軌道衛星測位 ：日本から世界へ

2025年6月3日

株式会社アークエッジ・スペース



衛星を通じて、人々により安全で豊かな未来を。

## 『超小型衛星システムの総合インテグレーター』

超小型衛星コンステレーションの設計開発から量産化、運用まで総合的なソリューションを提供する

### 会社概要

(2025年2月現在)

設立：2018年7月

所在地：東京都江東区有明

資金調達総額：107億円

累積受注・採択額：300億円超

従業員数：約130名

衛星打上・運用実績：12機



次世代海洋通信インフラ



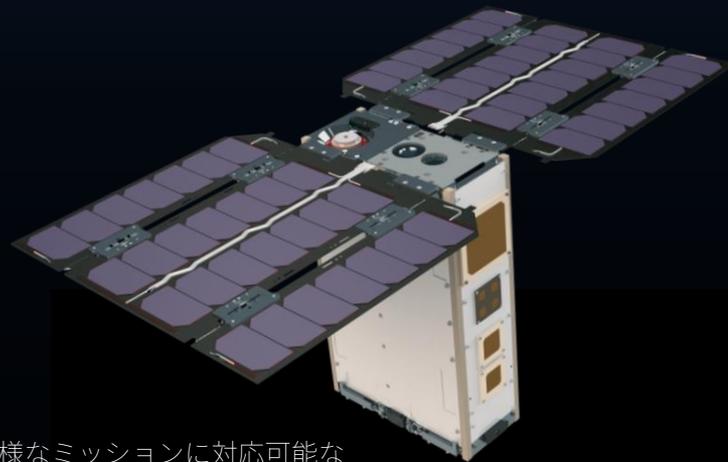
衛星データ利活用



新たな衛星測位システム



月インフラ・深宇宙探査

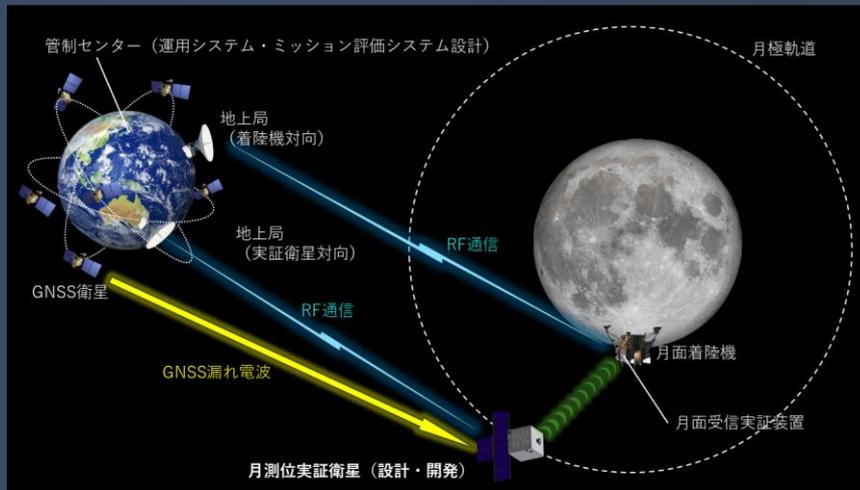


多様なミッションに対応可能な  
高性能な超小型衛星



# 月測位衛星システム (LNSS) LNSS : Lunar Navigation Satellite System

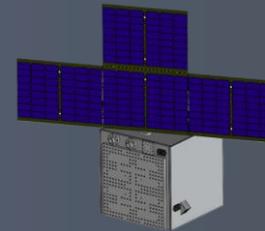
月面活動の基礎インフラとして、先進的な月測位衛星システムを開発中。



## これまでの実績

- 2024年11月：宇宙戦略基金「月測位システム技術」の事業者として採択（総額50億円）
- 2023年7月：JAXA「月測位システム技術実証機の要素試作試験等（そのイ）」の委託先に選定
- 2022年10月：JAXA「月測位システム技術実証ミッションに関する概念検討（そのイ）」の委託先に選定
- 2022年1月：JAXA「月面活動に向けた測位・通信技術開発に関する検討」の委託先に選定

## 実証衛星初号機（開発中）



サイズ：50×50×50cm  
重量：約100kg  
打上げ：2028年以降予定

- ・月圏でのGNSS\*受信に基づく軌道/時刻決定とオンボード時刻同期の実証
- ・\*GNSS:Global Navigation Satellite System（全地球航法衛星システム）
- ・月航法信号の評価

## 月測位衛星システムの経験を活用

### 〈地球〉

低軌道測位衛星システム（LEO PNT\*）の開発へ

- \*LEO：Low Earth Orbit
- PNT：Positioning（位置）, Navigation（航法）, Timing（時刻）

# 低軌道測位衛星システム（LEO-PNT）に関するF/S

- 2024年10月、当社はJAXAからLEO-PNTに関するF/S検討の事業者として選定。
- 高精度かつ低収束時間を実現する低軌道測位衛星コンステレーションの概念設計や、測位ペイロード、LEO-PNT向け測位信号形式等に関するトレードオフ評価等を実施した。

名称：低軌道測位衛星システム（LEO PNT）に関するFeasibility Study（その1）

実施期間：2024年10月11日～2025年3月14日

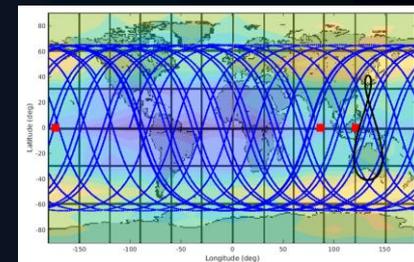
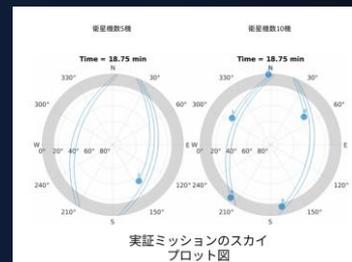
実施項目：

地上や地球低軌道のユーザに対して位置・時刻情報を提供するLEO-PNTに関し、以下の調査検討を実施。

- 低軌道測位衛星システム（LEO-PNT）
- 衛星コンステレーションのトレードオフ評価
- LEO（低軌道）に配備する測位衛星の機上（オンボード）でのGNSS航法及び測位信号生成評価
- 測位信号の信号形式及び使用する周波数帯に関する評価
- LEO-PNT実証ミッションの概念設計（ミッションコンセプトの提案、衛星設計、軌道設計、衛星機数の評価等）等

（前提仕様）

- LEO-PNTコンステレーションの高度は900～1200km
- 測位衛星総数 500機程度まで
- SISE（衛星の軌道上位置に起因する測位精度）20cm 等



# 利用周波数によるトレードオフ評価（概要）

- 低軌道測位信号の送信周波数帯は複数の候補があり、リンクバジェット解析等を通じて比較検証を実施した。
- C帯、S帯、L帯それぞれの周波数に一長一短があり、今後、LEO-PNT向けの新たな周波数割当に関する国際動向も踏まえつつ、最適化を検討する必要がある。

周波数帯	C帯 (5010 – 5250 MHz付近)	S帯 (2483.5 – 2500 MHz付近)	L帯 (L5:1164～ – L1:～1610 MHz付近)
電離層遅延	○ 4 ns	△ 9 ns	× 40 ns (L1)
周波数帯域幅	△ 帯域幅：240 MHz	× 帯域幅：16.5 MHz	○ 帯域幅 (L1～L5)：456 MHz
地上受信強度	× -1.47 dB (送信機出力20W、衛星高度900kmの場合)	△ 4.62 dB (送信機出力20W、衛星高度900kmの場合)	○ 13.30 dB (送信機出力20W、衛星高度900kmの場合)
既存インフラとの干渉	無線航行衛星業務への一部指定はあるが、航空無線航行業務等との干渉を要考慮 (特に拡張C帯)	無線測位衛星業務への指定はあるが、他の業務 (NavIC, NTN等) との干渉を要考慮	既存GNSSとの干渉を要考慮
地上端末追加開発要素	△ 受信機のICなど新規開発が多く必要だが、WiFiや携帯電話向けの端末等が一部流用できる可能性	△ 受信機のICなど新規開発が多く必要だが、月測位向けと共通化の可能性	○ 既存GNSS向け受信機の拡張により対応しやすい
地上端末サイズ	○ 19 mm (テフロン基板を用いた1素子パッチアンテナ)	△ 38 mm (テフロン基板を用いた1素子パッチアンテナ)	× 80 mm (テフロン基板を用いた1素子パッチアンテナ)
総評	電離層遅延が小さく、受信機アンテナサイズを小さくできるが、地上での受信強度を上げづらいことが課題	C帯に比べると電離層遅延が大きく、受信機アンテナサイズも大きくなるが、地上受信強度は上げやすい。	地上受信強度は上げやすく、地上受信機も既存のサプライチェーンを活用しやすいがアンテナサイズは大きく、既存GNSSとの干渉対策も課題。

# 衛星軌道配置に関するトレードオフ評価結果（概要）

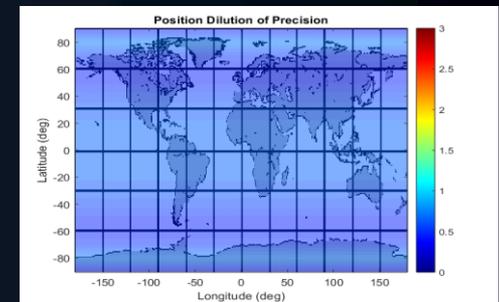
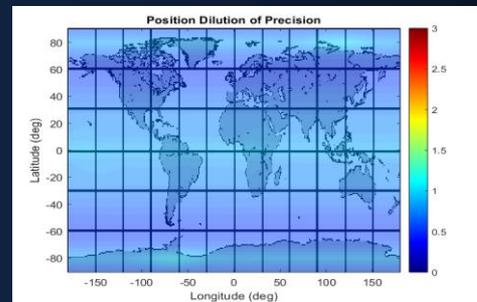
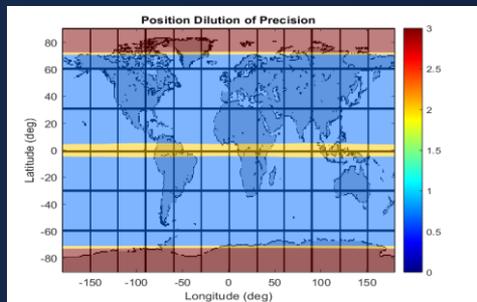
- 測位信号の搬送波としてC帯を採用した場合のコンステレーション評価は以下の通り。
- 衛星の機数を増加させると測位精度は向上し、288 / 360機前後でも良好な測位精度（DOP 1程度）を保ち、収束時間も1分程度を達成可能というシミュレーション結果を得られた。
- 衛星機数を更に増加させると性能は向上する一方、衛星インフラの整備費用は増加するため、ユースケースも踏まえつつ、費用対効果の観点での最適化を進める必要がある。

衛星機数	240機		288 / 360機		480機	
衛星高度	600 km	975 / 1100 km	600 km	975 / 1100 km	600 km	975 / 1100 km
軌道	Single Walker, 70°		Multi Layer, 96°, 53° / Single Walker, 70°		Single Walker, 70°	
精度指標 (DOP)	✗ 全域で低下	△ 赤道域で低下	○ 全域で1程度		○ 全域で1程度	◎ 全域で1以下
収束時間 (理想条件の場合)	△ 5分以下		○ 1分程度		◎ 1分以下	
受信強度	○ -1.20dB (衛星高度600km、送信機出力10Wの場合)		✗ -6.22dB (衛星高度975/1100km、送信機出力10Wの場合)			
整備費用	low		middle		high	
総評	DOPが低く、収束時間も十分でないため、LEO PNTに期待される機能の実現が難しい。		相応のDOP、短い収束時間を期待でき、LEO PNTに期待される機能を実現し得る。		良好なDOP、収束時間を期待できる一方、機数の多さに比例して整備費用は増大することから、費用対効果の観点からの最適化を検討する必要がある。	

# (参考) 衛星配置による測位精度指標の変化

- 衛星高度975kmの場合、衛星機数360機でも全球で良好な測位精度（青色がDOP 1以上）を確保できる。
- 衛星の最低軌道配置は、求められる機能、利用周波数帯、衛星及び搭載アンテナのサイズ、カバレッジ等によっても変わるため、異なる高度、軌道面の組み合わせ等も含めた更なる検討が必要。

Parameter	240-Satellites	360-Satellites	480-Satellites
Altitude [km]	975	975	975
Eccentricity [-]	0.0	0.0	0.0
Inclination [°]	70	70	70
AOP [°]	0.0	0.0	0.0
RAAN [°]	0:15:345	0:10:345	0:15:345
Mean Anomaly [°]	0:36:324	0:36:324	0:18:342
Phase Variation	1.5	1	0.75



# 移動データの分析（例）

## <分析条件等>

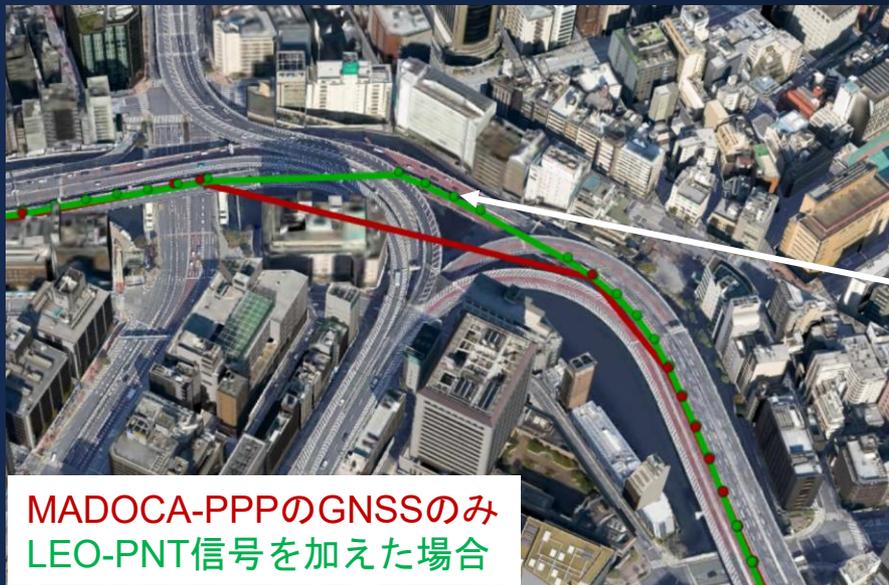
- MADOCA-PPP GNSSの測定結果と、これにLEO-PNT（シミュレーション）の信号を加えた場合の測位データの比較
- GNSSの受信機はCohac $\infty$  Ten+
- 360機の衛星コンステレーションを考慮。信号はCバンドで、建物などの構造物は透過しないと仮定
- 以下のケースを順次検討
  - ・ マルチパス環境
  - ・ アンダーパスからの出口
  - ・ 車線の合流地点
  - ・ 料金所 など



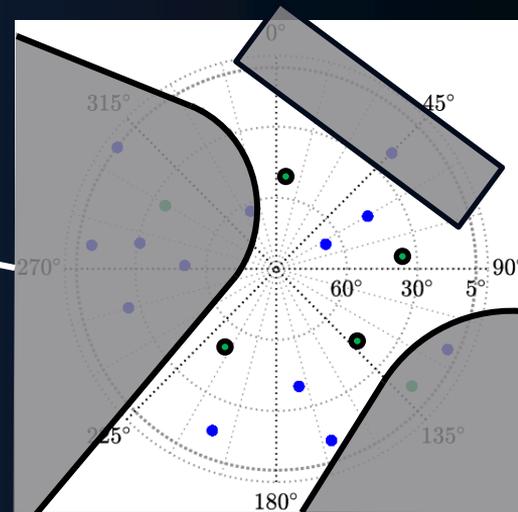
## 移動データの分析 (例)



# LEO-PNTの効果



5 GNSS (+ 4 LEO-PNT)



MADOCA-PPP GNSSのみでは、有効な測位は困難な場所。

LEO-PNTの信号を加えることで、アンダーパスのような環境でも有効な測位が可能となる。

# まとめ

---

- 短時間収束かつ高精度といった特長を有するLEO-PNTによる測位は、次世代の高度自動化社会の実現に向け、大きな可能性を有している。
- より高度な測位を実現し得る、低軌道衛星測位（LEO-PNT）の可能性を追及するため、測位に関わるコミュニティと深く関わっていきたい。



”衛星を通じて、人々により安全で豊かな未来を”

アークエッジ・スペースでは、一緒にこの夢を実現する  
測位エンジニアを募集しています。

