

JSS3 における MADOCA を用いた高精度軌道決定

報告書番号：R24JR0800

利用分野：宇宙技術

URL：https://www.jss.jaxa.jp/ar/j2024/27016/

● 責任者

小暮聡, 第一宇宙技術部門衛星測位技術統括

● 問い合わせ先

瀧口 博士(takiguchi.hiroshi@jaxa.jp)

● メンバ

三好 翔, 永野 達也, 成田 秀樹, 桶谷 正人, 鶴田 尚史, 瀧口 博士, 渡邊 誠

● 事業概要

衛星測位システム技術ユニットでは, 複数 GNSS 対応高精度軌道時刻推定ツール(MADOCA)を用いて, 高精度測位に必要な不可欠な衛星の軌道・時刻情報を定常的に生成し, ネットワーク経由でユーザーに提供している. JSS3 では, MADOCA の更なる高精度化を目的とした, 長期間のデータ解析, シミュレーションを高速に行う.

参考 URL: https://ssl.tksc.jaxa.jp/madoca/public/public_index_en.html

● JAXA スーパーコンピュータを使用する理由と利点

MADOCA の高精度化に必要な太陽輻射圧などの擾乱源のモデル化や各種パラメータの最適化には長期間のデータ解析が必要である. JSS3 を利用する事で, 計算時間を短縮する.

● 今年度の成果

今年度 JSS3 を用いて実施した研究開発業務は以下の通り.

- 1)MADOCA 定常解析のバックアップ解析
- 2)MADOCA に新規観測量を用いた模擬解析機能の実装
 - 2-1)擬似観測データ生成
 - 2-2)擬似観測データを用いた軌道時刻推定シミュレーション
- 3)MADOCA プロダクトを用いた測位解析
 - 3-1)Precise Point Positioning(PPP)精度評価
 - 3-2)PPP 定常解析結果の再解析
 - 3-3) 基準座標系の変更等による局の選定(図 1,2)
- 4) MADOCA 予測暦の Legacy Navigation(LNAV)及び Civil Navigation(CNAV)形式へのフィッティ

ング

5) アンサンブルクロックソフトウェア(CHRONOS)を用いたシミュレーション及びその評価(図 3,4) 衛星測位システム技術ユニットでは, International GNSS Service (IGS)の Multi-GNSS Pilot Project に参画しており, MADOCA による軌道時刻推定結果を提供している. 今年度, IGS において, 2025/02/02 暦から基準座標系の IGS20 から IGS20 から IGS20 への変更および衛星軌道時刻推定に使用する QZSS の測位信号の L1C/A-L2C から L1C-L5 への変更が要請され, JSS3 を用いて当変更に適切な局の選定を行った.

各種原振のシミュレーションデータを使用してアンサンブルクロックを生成するソフトウェア CHRONOS において, 原振にジャンプ等が発生し異常が起きた際に, 即座に異常原振の重みを 0 にして, アンサンブルクロックデータにジャンプが発生しないアルゴリズムを実装した. その改修前後の評価に JSS3 を使用した.

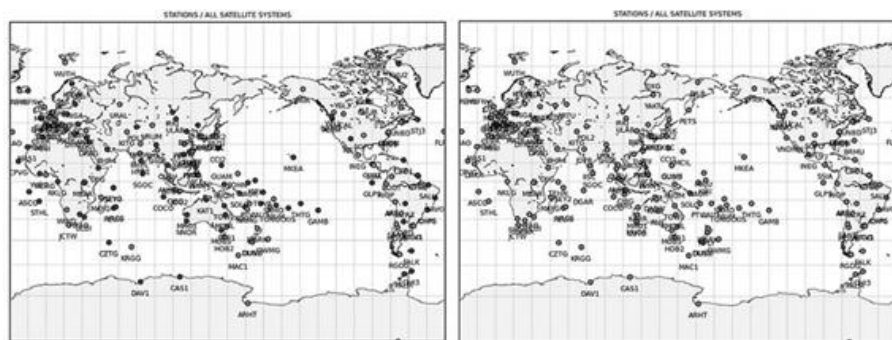


図 1: MADOCA が使用する世界各地の観測局の大規模変更を実施した前後における局位置の変化 (左図→右図): 本対応にあたり, MADOCA で使用する測位信号の見直しのため, JSS3 を用いて 1 週間分の局の位置推定および測位衛星の軌道時刻推定を複数パターン実行した. JSS3 の活用により, 短時間に多数のパターンの計算を行うことができた.

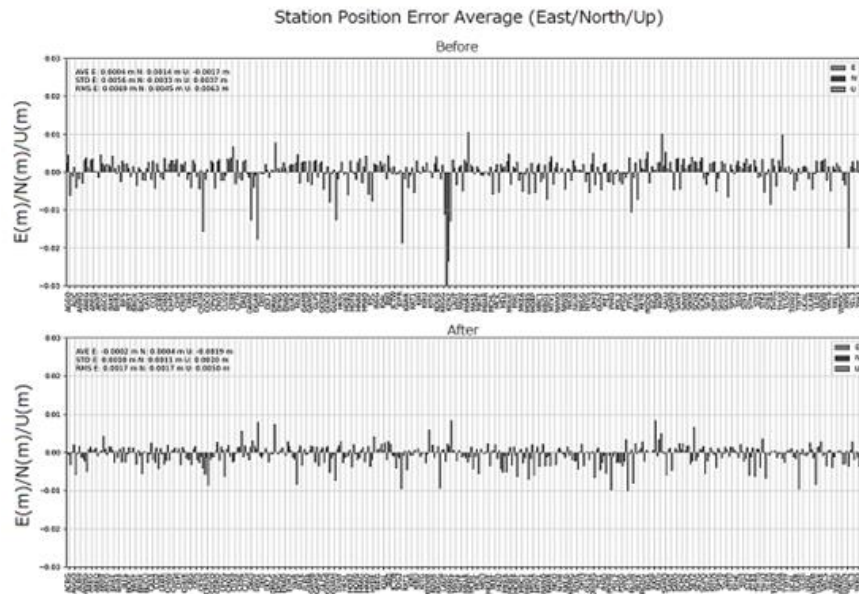


図 2: MADOCA が使用する世界各地の観測局の大規模変更を実施した前後における局位置推定誤差の変化（上図→下図）：局選定評価で使した 2025/01/01～2025/01/07 の使用局変更前後の局位置について JSS3 を用いた MADOCA による推定結果と IGS の推定結果の差分（East/North/Up）のグラフである。JSS3 を用いて適切な局選定を行ったことにより，局位置推定の結果を IGS の推定結果に近づけることができ，2025/02/02 の変更以降も同程度の推定結果が得られている。

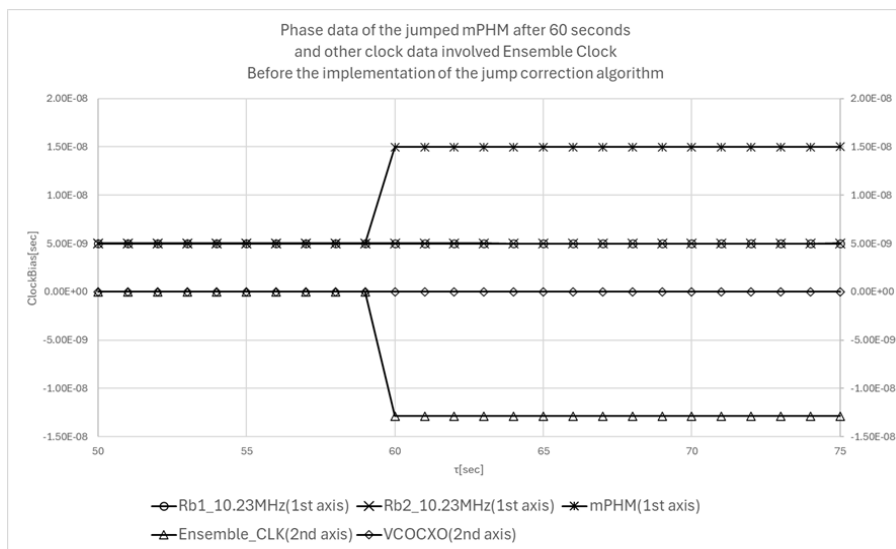


図 3: アルゴリズム実装前の CHRONOS による各原振とアンサンブルクロック及び VCOCXO の位相データプロット図。経過時間 60 秒において，mPHM に 1E-08[sec]のジャンプを発生させている。実装前のデータは異常原振の重みをそのまま使用しているため，アンサンブルクロックにおいてもジャンプが発生している。

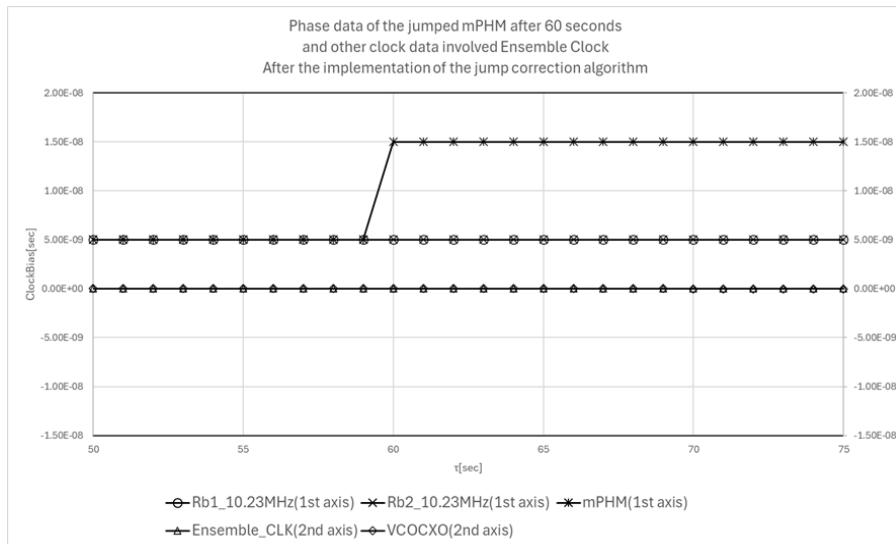


図 4: アルゴリズム実装後の CHRONOS による各原振とアンサンブルクロック及び VCOCXO の位相データプロット図. 経過時間 60 秒において, mPHM に $1\text{E-}08[\text{sec}]$ のジャンプを発生させているが, 異常原振の重みを即座に 0 にするアルゴリズムにより, アンサンブルクロックにおいて位相データにジャンプは認められない.

● 成果の公表

なし

● JSS 利用状況

● 計算情報

プロセス並列手法	非該当
スレッド並列手法	OpenMP
プロセス並列数	1
1 ケースあたりの経過時間	30 分

● JSS3 利用量

総資源に占める利用割合※1 (%) : 0.03

内訳

計算資源		
計算システム名	CPU 利用量(コア・時)	資源の利用割合※2 (%)
TOKI-SORA	0.00	0.00
TOKI-ST	1,371.17	0.00
TOKI-GP	0.00	0.00
TOKI-XM	0.00	0.00
TOKI-LM	1,472.35	0.11
TOKI-TST	198,691.14	3.57
TOKI-TGP	0.00	0.00
TOKI-TLM	554.94	1.47

ファイルシステム資源		
ファイルシステム名	ストレージ割当量(GiB)	資源の利用割合※2 (%)
/home	1,119.00	0.75
/data 及び/data2	28,110.00	0.13
/ssd	0.00	0.00

アーカイバ資源		
アーカイバシステム名	利用量(TiB)	資源の利用割合※2 (%)
J-SPACE	0.00	0.00

※1 総資源に占める利用割合：3つの資源(計算,ファイルシステム,アーカイバ)の利用割合の加重平均

※2 資源の利用割合：対象資源一年間の総利用量に対する利用割合

● ISV 利用量

ISV ソフトウェア資源		
	利用量(時)	資源の利用割合※2 (%)
ISV ソフトウェア(合計)	0.00	0.00

※2 資源の利用割合：対象資源一年間の総利用量に対する利用割合