

デブリ推移モデルによる長期軌道上デブリ環境予測

報告書番号：R21JG3105

利用分野：研究開発

URL：<https://www.jss.jaxa.jp/ar/j2021/18545/>

● 責任者

杉田寛之, 研究開発部門第二研究ユニット

● 問い合わせ先

長岡信明(nagaoka.nobuaki@jaxa.jp)

● メンバ

原田 隆佑, 北川 康弘, 河本 聡美, 長岡 信明, 山口 徳彦

● 事業概要

スペースデブリの増加は、宇宙活動の安全確保のため問題となってきた。JAXA ではスペースデブリの軽減と軌道環境維持のためにスペースデブリに関わる技術の研究開発を継続している。本事業では JAXA と九州大学が共同開発した軌道上デブリ環境推移モデル(NEODEEM)による将来の軌道環境の予測に基づいてスペースデブリ対策の有効性等を評価している。

参考 URL: <http://www.kenkai.jaxa.jp/research/debris/debris.html>

● JAXA スーパーコンピュータを使用する理由と利点

NEODEEM では、20000 個を超える要素の 200 年以上に及ぶ軌道伝搬と軌道上事象をモンテカルロ法(100 回の実行の平均処理)を使って予測する。そのため解析にかかる時間の短縮と大量のデータ処理のため、JSS3 を利用した。PC 版(Linux, WINDOWS)との互換性から TOKI-RURI を用いている。

● 今年度の成果

将来の軌道上環境の評価の一環として、現在各機関で提案されている環境改善の指標(Debris Index)に関し、デブリ環境推移モデル(NEODEEM)を用いて比較・評価を行なった。各指標に基づくADR(Active Debris Removal)対象 50 機を選び、軌道環境の改善効果を確認した(図 1)。また、発生要因が不明の低軌道における微小デブリ群について、静止遷移軌道上に放置されたロケットから生じた微小デブリとの衝突がその要因であるかの検討を行った(図 2, 3)。昨年ロシアが行った ASAT(COSMOS-1408 衛星)に関しても、NEODEEM を用いて結果の評価・検討を行った。

これらの結果に基づきデブリ軽減対策の有効性を評価し、国際ルールを議論するための根拠として活用している。

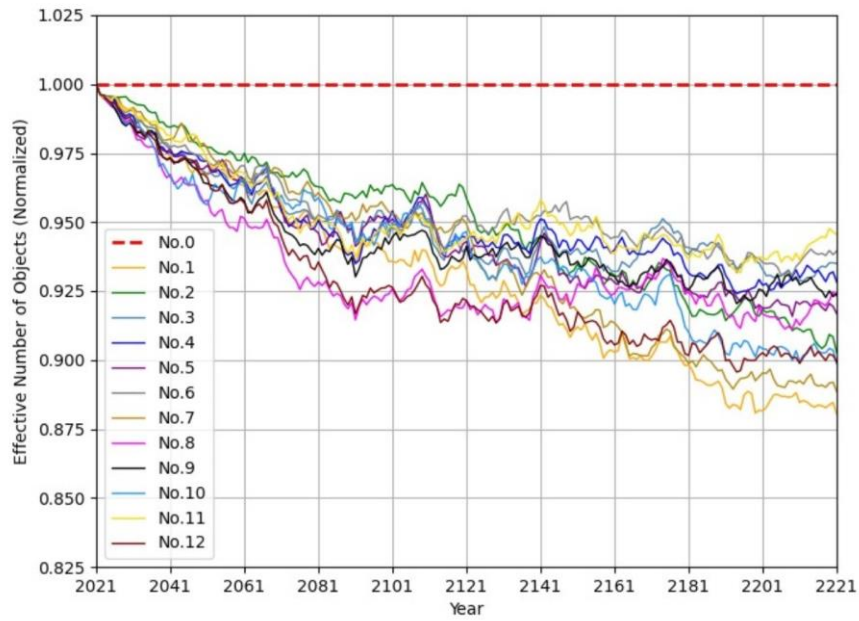


図1: 正規化した軌道上デブリ予測数(12種のデブリ指標に基づく選定された50機のADRによる差異)

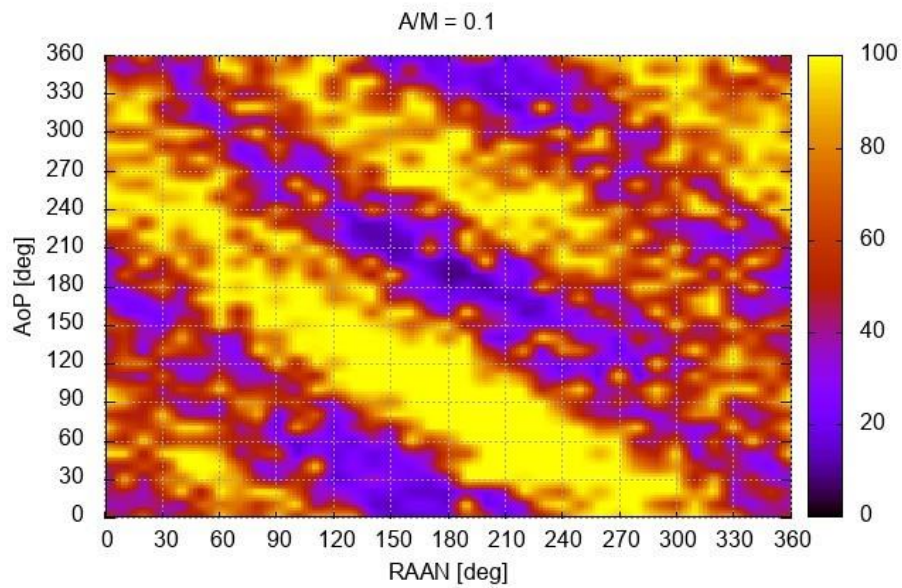


図2: 静止遷移軌道上のデブリの寿命

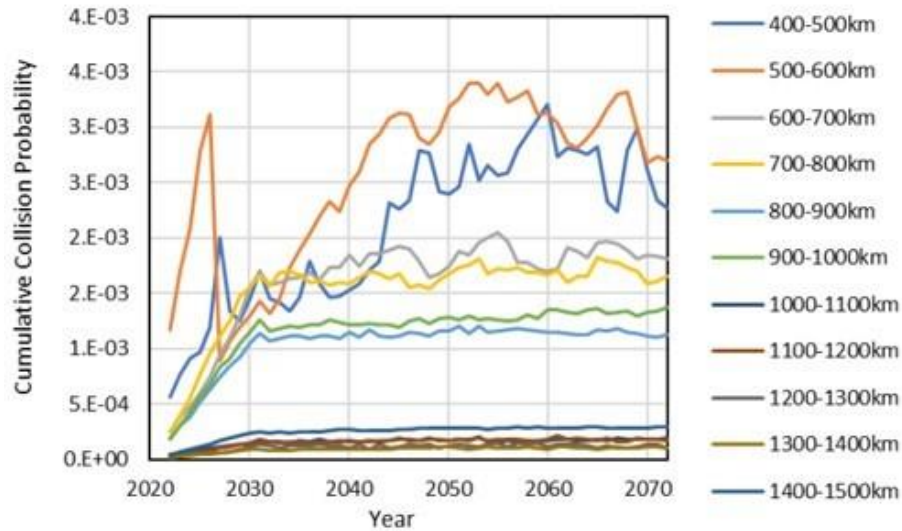


図 3: 静止遷移軌道上デブリの各高度における累積衝突確率

● 成果の公表

-査読付き論文

Satomi Kawamoto, Nobuaki Nagaoka, Yasuhiro Kitagawa, Ryuusuke Harada, Toshiya Hanada
 "Considerations on the lists of the top 50 debris removal targets" JSSE

-査読なし論文

1.Satomi Kawamoto, Nobuaki Nagaoka, Yasuhiro Kitagawa, Ryuusuke Harada, Toshiya Hanada
 "Considerations on the lists of the top 50 debris removal targets" IAC 2021 Dubai

2.Ryuusuke Harada, Satomi Kawamoto, Nobuaki Nagaoka, Toshiya Hanada "Environmental Impacts of GTO Objects on LEO" ISTS

-口頭発表

1.Satomi Kawamoto, Nobuaki Nagaoka, Yasuhiro Kitagawa, Toshiya Hanada "Evaluation of impacts of large constellations using a debris evolutionary model for considering environment capacity" 8th European Conference on Space Debris

● JSS 利用状況

● 計算情報

プロセス並列手法	同一初期条件のモンテカルロ試行を複数コアに割り当て、並列処理
スレッド並列手法	非該当
プロセス並列数	20 - 30
1 ケースあたりの経過時間	12 時間

● JSS3 利用量

総資源に占める利用割合※1 (%) : 0.16

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	1,079,359.34	1.33
TOKI-GP	0.00	0.00
TOKI-XM	0.00	0.00
TOKI-LM	2,154.55	0.16
TOKI-TST	0.00	0.00
TOKI-TGP	0.00	0.00
TOKI-TLM	0.00	0.00

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	30.00	0.03
/data 及び/data2	300.00	0.00
/ssd	300.00	0.08

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	23.10	0.16

※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