

## 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：R22JG3105

利用分野：研究開発

URL：https://www.jss.jaxa.jp/ar/j2022/20699/

### ● 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

原田隆佑(harada.ryuusuke@jaxa.jp)

### ● メンバ

原田 隆佑, 岩崎 善行, 北川 康弘, 河本 聡美, 長岡 信明

### ● 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低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

将来の軌道上環境評価の一環として、大規模コンステレーションの爆発事象に関し、デブリ環境推移モデル(NEODEEM)を用いて評価を行った。爆発の機数、高度及び爆発の度合いを表すスケールファクターに注目した解析を行いコンステレーション爆発が軌道環境に与える影響を確認した(図 1)。また宇宙機やミッションが与える環境への影響を評価する指標(Debris indices)についても評価を実施し、短期的・長期的にも効果が高い指標を検討した(図 2)。これらの結果に基づきデブリ低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。

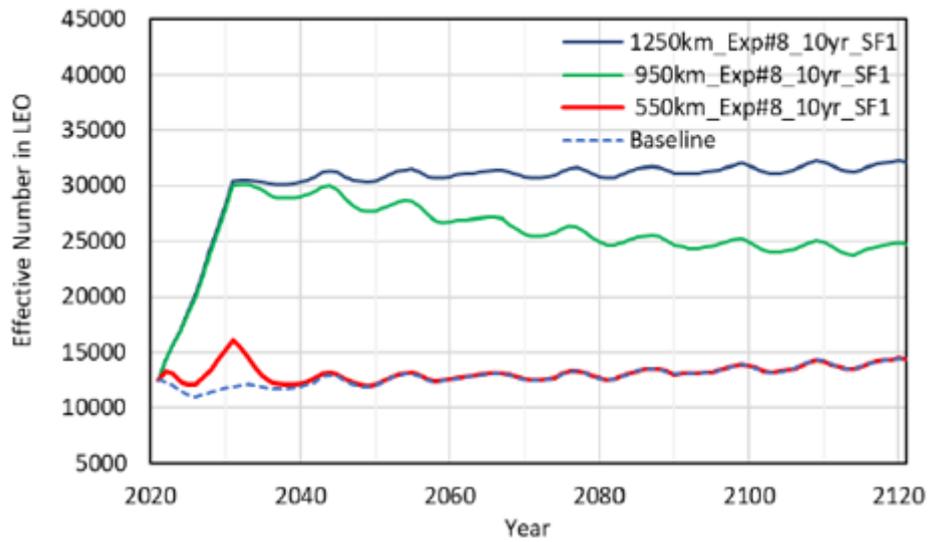


図 1: 爆発高度を 550km, 950km, 1250km と変化させた際の低軌道上物体数推移

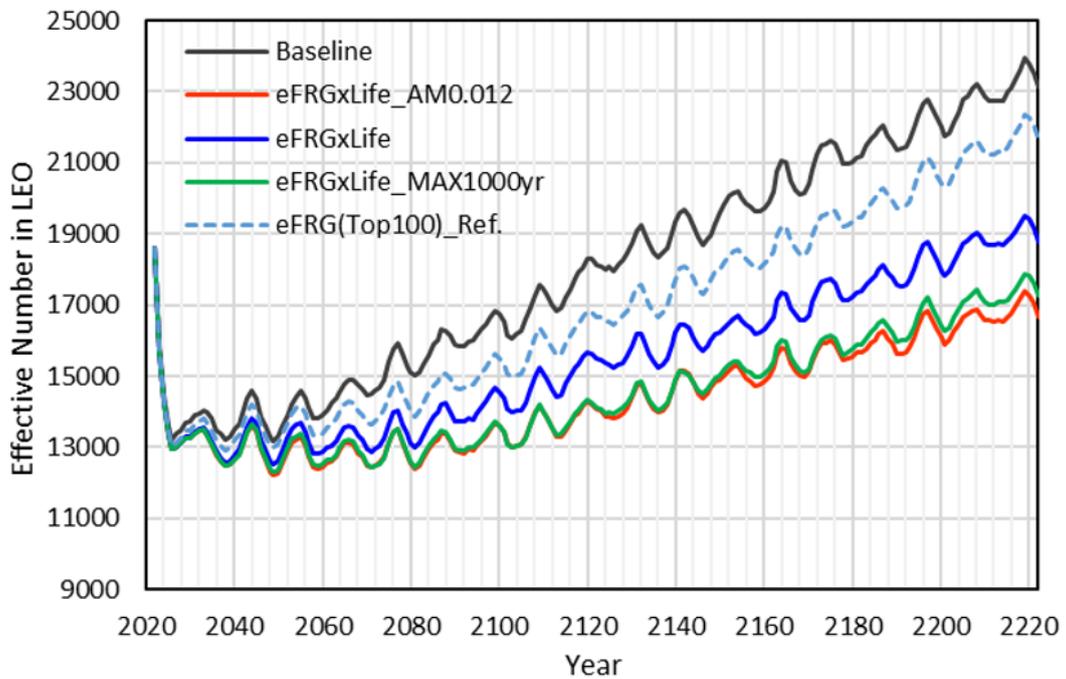


図 2: 検討したデブリ指標で選出した上位 100 物体を除去した際の 200 年間の低軌道上物体数推移

● **成果の公表**

-査読付き論文

Satomi Kawamoto, Nobuaki Nagaoka, Yasuhiro Kitagawa, Ryusuke Harada, Toshiya Hanada, Considerations on the lists of the top 50 debris removal targets, Journal of Space Safety Engineering, <https://doi.org/10.1016/j.jsse.2022.05.006>

-査読なし論文

Ryusuke Harada, Satomi Kawamoto, Nobuaki Nagaoka, and Toshiya Hanada, The Impact Assessment of Accidental Explosions of Large Constellations on Low Earth Orbit, IAC 2022 in Paris

-口頭発表

1. 長岡信明, 河本聡美, 原田隆佑, 北川康弘, 花田俊也, 軌道上デブリ推移モデルを用いた軌道上破砕片の推移解析, 第10回スペースデブリワークショップ, 調布
2. 原田隆佑, 河本聡美, 長岡信明, 花田俊也, スペースデブリインデックスの活用及び定式化に関する検討, 第10回スペースデブリワークショップ, 調布

● **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 (%) : 0.19

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	1,534,766.55	1.53
TOKI-GP	0.00	0.00
TOKI-XM	0.00	0.00
TOKI-LM	3,672.76	0.25
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	35.00	0.03
/data 及び/data2	350.00	0.00
/ssd	350.00	0.05

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	27.40	0.12

※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