

## 宇宙天気活動に伴うスペースデブリ環境の長期予測

# 阿部 修司 [1]; 吉川 顕正 [2]; 花田 俊也 [3]; 平井 隆之 [4]; 河本 聡美 [4]  
[1] 九大・ICSWSE; [2] なし; [3] 九大・工・航空; [4] 宇宙航空機構

### Long-term Space Debris Environment Forecasts Associated With Space Weather Activities

# Shuji Abe[1]; Akimasa Yoshikawa[2]; Toshiya Hanada[3]; Takayuki Hirai[4]; Satomi Kawamoto[4]  
[1] ICSWSE, Kyushu Univ.; [2] ICSWSE/Kyushu Univ.; [3] Aeronautics and Astronautics, Engineering, Kyushu Univ.; [4] JAXA

Space debris is the collection of defunct objects in space made by human being. According to data compiled by European Space Agency, more than 170 million debris smaller than 1 cm, and around 29,000 larger debris are in orbit. There are many causes of space debris generations. One of them and interesting issue is space weather effect to space debris environment. Actually, some satellites were broken and became space debris because of space weather effect, for example, solar energetic particle, atmosphere drag, and so on.

NEODEEM (Near-Earth Orbital Debris Environment Evolutionary Model) is the space debris evolutionary model developed by Kyushu University and JAXA. It covers all orbit around the Earth, and various scenarios for tracing space debris. It incorporates F10.7 solar flux, and Kp index as space weather related parameter for calculating atmospheric total density changes which causes satellite drag. Jacchia-Roberts is used for atmospheric density model. It helps us to evaluate how our space debris environment changes for a long term and how space weather activities contribute the space debris environment changes.

We performed some simulations on NEODEEM under different space weather activities, and found that space debris environment just becomes worse under low solar activity like as solar cycle 24, even if there are no new satellite launch. In this presentation, we will introduce the effects of space weather activities to long term space debris environment changes around the Earth.

スペースデブリは宇宙ゴミとも呼ばれる、宇宙空間に存在する不要な人工物体の総称である。これらは、運用期間が終了した衛星、ロケットの上段機体、それらが軌道上で爆発することにより発生した破片、はがれた塗料などが含まれ、隕石などの自然物は含まれない。欧州宇宙機関が2013年7月に発表した情報によると、10センチメートル以上の大きさのスペースデブリは29000個以上が地球周辺に存在し、また、1センチ以下のスペースデブリはその総数が1億7千万以上にもものぼる。スペースデブリの生成にはいくつかの原因が考えられるが、宇宙天気の影響もそのひとつである。実際、太陽高エネルギー粒子や大気ドラッグの影響を受けて故障し、スペースデブリへとその姿を変えた人工衛星も存在する。

地球周回全領域デブリ環境推移モデル (NEODEEM: Near-Earth Orbital Debris Environment Evolutionary Model) は、九州大学とJAXAが共同で開発したスペースデブリ環境予測モデルである。これは、地球周回全領域(静止軌道-静止トランスファ軌道-中軌道-低軌道)を同一に取り扱うことができる。また、宇宙天気に関するパラメータとして良く挙げられるF10.7太陽フラックスとKp指数が、総大気密度計算(Jacchia-Robertsモデルによる)にて利用されている。これにより、宇宙天気活動の影響を伴った長期的なスペースデブリ環境の推移予測がNEODEEMにより評価できる。

いくつかの異なった太陽活動度の元でNEODEEMによる100年間の長期的なスペースデブリ環境の推移を予測した結果、第24太陽周期のような低調な太陽活動度が続いた場合では、新規の人工衛星打ち上げによる軌道物体の増加を無視したとしても、衝突によるデブリ生成のみでスペースデブリ環境は大きく悪化することとなった。本講演では、この結果を含む地球周辺のスペースデブリ環境の長期推移と宇宙天気活動の影響について紹介する。