


超小型人工衛星とスペースデブリ低減対策

metadata, citation and similar papers at core.ac.uk

brought to you by 

スペースデブリ

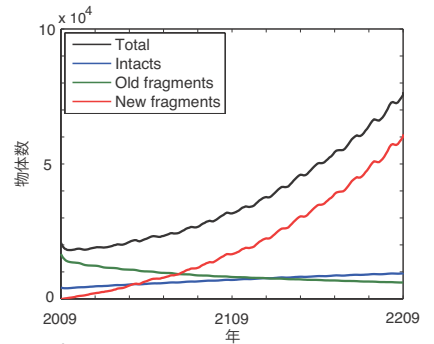
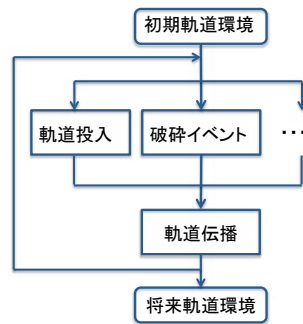
スペースデブリとは、宇宙ゴミとも呼ばれる宇宙空間に存在する不要になった人工物体の総称です。具体的には、運用を終了した人工衛星やロケットといった大きなものから、爆発・衝突によって発生した破片、ロケット燃料の燃えかすや剥がれ落ちた塗料片といった非常に小さなものまであります。

デブリは非常に高速に飛行しているため、デブリと運用中の人工衛星に衝突すると、最悪の場合システム全体が故障するような事故につながります。また、有人宇宙ミッションで、宇宙船や宇宙服に衝突すれば、宇宙飛行士の生命が脅かされる可能性があります。このように人類が持続的に宇宙開発を行う上でスペースデブリは大きな障害となりますが、これらデブリは増加し続けています。

スペースデブリ環境推移モデル

スペースデブリ環境推移モデルとは、これまでの史実を元にデブリ分布の現況を推定し、その結果とさまざまな仮定を基に、100～200年といった長期間の将来のデブリ分布を予測するモデルです。

今後のデブリ対策の立案と評価に使用され、各国の宇宙機関が開発しています。日本では、宇宙航空研究開発機構と九州大学がスペースデブリ環境推移モデル「NEODEEM (Near-Earth Orbital Debris Environment Evolutionary Model)」を開発しました。



(左上図) NEODEEMでの将来のデブリ分布予測の流れ。

(右上図) デブリ低減対策を行わない場合の環境推移モデルによるデブリの個数の推移予測結果。青が人工衛星、ロケット上段機体、運用上出してしまうデブリ等、緑が初期軌道環境での爆発・衝突で発生した破片、赤がシミュレーション期間に新たに発生した破片、黒が合計を示す。

超小型人工衛星とスペースデブリ低減対策

ここでは、およそ質量が50kg以下、1辺の長さが約50cmの立方体の内部に収まるような人工衛星を超小型人工衛星とします。このような超小型人工衛星は大学等を中心として既に数多く開発・打ち上げ・運用がされています。この超小型人工衛星は従来の大型衛星と比較して、短期間、低コストで開発できることから、開発・運用数が増加し続けており、2020年までには年間100機の超小型人工衛星が軌道に投入されるとの予測もあります。

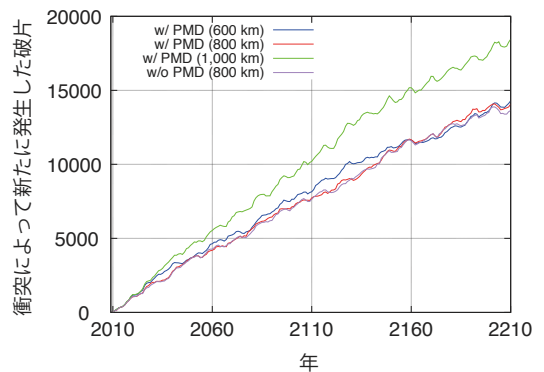
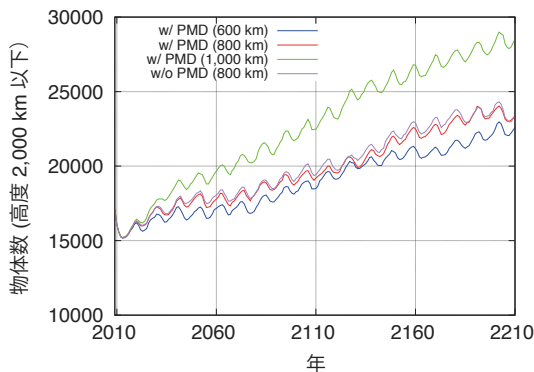
一方、超小型衛星の急激な増加は、スペースデブリの増加につながる懸念もあります。この懸念に対処するため、超小型衛星の開発グループの中には、運用終了後に膜面を展開することで、大気抵抗を高め、短い期間で運用軌道から離脱し、他の人工衛星への影響を小さくしようというデブリ低減策が考えられています。しかし、膜面等を展開することはそれだけ他の人工衛星に衝突しやすくなり、結果デブリをより増やしてしまうリスクもあります。

そこで、宇宙航空研究開発機構と九州大学が開発したスペースデブリ環境推移モデル「NEODEEM (Near-Earth Orbital Debris Environment Evolutionary Model)」を用いて、超小型衛星の打ち上げ数が増加した場合に、膜面を展開する方法でのデブリ低減策の有無の影響について、超小型衛星の軌道投入高度の上限値を変化させながらシミュレーションを行いました。

このシミュレーション結果から、

- ・ 超小型衛星が膜面を展開する方法でのデブリ低減策を行った場合と行わない場合を比較すると、低減策の有無による差は小さい。
- ・ 超小型衛星を打ち上げる高度を変化させると、低い軌道に投入した方が、デブリの増加を抑えられる。

との結果が得られました。



(左上図) 今後200年間の地球周回低軌道(高度2,000 km以下)の物体数の推移予測結果。

(右上図) 左上図の結果から衝突によって新たに発生した破片の数のみを示した結果。

青が超小型衛星を高度600km以下に投入、デブリ低減策有りの場合、赤が超小型衛星を高度800km以下に投入、デブリ低減策有りの場合、緑が超小型衛星を高度1,000km以下に投入、デブリ低減策有りの場合、紫が超小型衛星を高度800km以下に投入、デブリ低減策無しの場合を示している。デブリ低減策の有無(赤と紫)を比較すると、大きな差異は見られない。一方、デブリ低減策を行っても、高い高度に超小型衛星を投入すると(緑)、デブリが増加することがわかる。