

バス部同一パネル型人工衛星を用いた修理システムと そのデリバリー衛星「でまえ」

第14回 君が作る宇宙ミッション PLANET班

中村 藍（高2）【北海道札幌南高等学校】、中村 祐太（高2）【八千代松陰高等学校】
深津 美薫（高2）【埼玉県立浦和第一女子高等学校】、並木 達郎（高2）【新島学園高等学校】
市川 豪士（高2）【三重県立四日市南高等学校】、山下 薫（高2）【福岡県立明善高等学校】

0. 前提条件

この修理システム構築完了は2045年頃を目指す。

2016年現在よりも年間に打ち上げられる宇宙機の数や商業を用途として衛星を打ち上げることが増えていることを想定する。また、現在よりも機械の制御技術なども発展していると想定する。

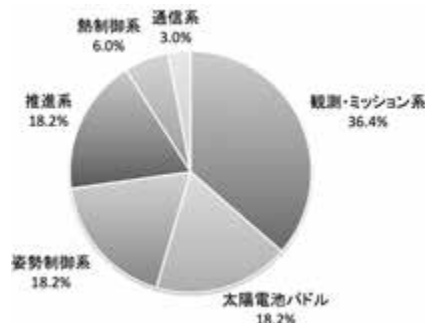


図1 軌道上で発生した故障の原因の割合(※1)

1. 背景

衛星が増えれば相対的に事故が増えその結果、運用不可能になる衛星が増え、運用不可能な衛星はデブリとなると考えられる。デブリは宇宙機を運用する上で大きな障害となるため、デブリの増加抑止が必要不可欠である。人工衛星の故障の多くはバス部が原因である(図1)。そのため、故障したバス部の交換を簡単に行うことができれば、故障した衛星の寿命を延ばすことができると考えた。

2. 目的

人工衛星の部品交換を宇宙で行うことで、人工衛星の寿命を延ばし、宇宙空間のデブリの増加抑止の一手とする。この一連の流れを工学実証する。

3. 手段

1) システム

故障したバス部の交換を容易にするために、バス部の機器を機能ごとに分け、パネル状に配置する衛星の形をとる。そうすることで、バス部の一部の機能に異常が起きた場合はそのパネルのみを交換すれば衛星として再び問題なく運用できる。パネルにすることで特注であった衛星が汎用的になるので、衛星の単価を下げることもできる。この修理システムを構築する上で、母艦と修理される衛星と修理することを目的とした修理衛星の3つを同時に運用することになる。母艦は、パネルの貯蔵を目的とした衛星で、修理衛星の整備なども行う。母艦にパネルを貯蔵することで、修理のたびにロケットを打ち上げる必要がなくなり、衛星運用のコストを削減することが可能となる。軌道は、修理される衛星の需要が多いと考えられる太陽準回帰軌道付近の高度640km、軌道傾斜角94度とする(※2, 3)。修理される衛星は、宇宙開発機関や企業が様々な用途で打ち上げる衛星を指し、パネル型衛星であることが条件である。修理する衛星は、故障したパネル型衛星の新しいパネルの運搬・交換をミッションとする衛星を指し、普段は母艦に格納されている。新しいパネルを故障した衛星のもとに運搬することから、「でまえ」と名付けた。

具体的には、母艦に貯蔵してある新しいパネルを、修理衛星がパネル型衛星に接近し交換する事で、一度故障した衛星を再び衛星として運用する事ができる(図2)。故障したパネルは、修理衛星が回収し、母艦に格納して修理する事によって、再利用する。修理できなくても、故障箇所等を確認し、次の衛星開発に役立てる(※4)。

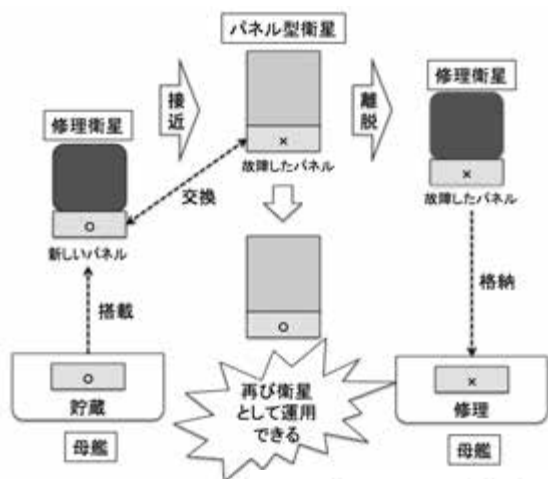


図2 修理システム全体プラン

2) 実証方法

まず地上でのパネル交換実験を行う。

次に、宇宙でもそれが可能かを安全のために有人ステーションで実証する。

その後、修理を効率よく行うために、母艦を建設する。数回に分けて打ち上げ、軌道上で組み立て、母艦での無人パネル修理実験を行う。最終的にはパネル型人工衛星を企業などに普及させ、商業的に利益をあげることも視野に入れる。

3) 計画年表

上の実証方法を、表1のような年表を目安に進めていく。

表1 計画年表

2016年	プロジェクト始動、設計開始
2026年	パネル型人工衛星、及びその修理衛星の設計の完了 地上実験開始
2030年	地上実験終了
2032年	パネル型人工衛星試験機1号機打ち上げ、軌道試験
2033年	修理衛星試験機1号機打ち上げ、第1回パネル交換試験実施 (以降、試験機を打ち上げ、パネル交換実験を実施)
2036年	母艦設計完了、母艦作成開始
2041年	母艦打ち上げ、軌道上組み立て
2042年	母艦完成、母艦での修理実施 (以降、幾度か母艦での修理を実施し、改良等を加える)
2045年	運用開始
2050年	商業化

4. 将来展望

修理可能なパネルの規格を採用した衛星を各国の宇宙開発機関や企業に多数採用してもらう事により、コスト面でメリットの多い人工衛星を普及させ、宇宙開発、さらには社会全体の利益につなげる。また、有人宇宙船のバス部をパネル化する事で、もし宇宙船が故障した場合、その箇所を交換し、人命救助やミッション続行を可能にすることもできると考える。

5. 参考文献

※1 日本信頼性学会誌「信頼性」2013 Vol. 35 No. 5(通巻209号)

『人工衛星の軌道上信頼性 ーその現実と展望ー』 斎藤 宏文氏

※2 電卓で行う軌道解析(JAXA 野田 篤司氏 ホームページ)

<http://anoda.web.fc2.com/oldpage/space/mlab06/mlab06.htm>

※3 衛星の姿勢制御, 軌道制御装置の長寿命化技術(IHIエアロスペース)

http://www.ihl.co.jp/var/ezwebin_site/storage/original/application/1330a8b9b72f081472c1bd05204f599d.pdf

※4 ASNAROプロジェクト概要(財団法人 無人宇宙実験システム研究開発機構)

http://www.isas.jaxa.jp/home/rikou/kogata_eisei/symposium/1st/koto/005_mihara.pdf