

平成 20 年 3 月 25 日

平成 19 年度「軌道上材料曝露実験高度化ワーキンググループ」 活動報告書

代表者所属：神戸大学 代表者氏名：田川雅人

1. 構成メンバー

氏 名	所属
田川 雅人	神戸大学
趙 孟佑	九州工業大学
鈴木 峰男	JAXA
横田 力男	JAXA
岩田 稔	九州工業大学
松本 康司	JAXA
宮崎 英治	JAXA
島村 宏之	JAXA
横田久美子	神戸大学

2. 本年度 WG 会合開催実績

- (1) 第 1 回：平成 19 年 10 月 03 日
- (2) 第 2 回：平成 19 年 11 月 29 日

3. 活動目的

本 WG は平成 18 年度終了日本宇宙フォーラム公募地上研究「軌道上曝露試験高精度化のための原子状酸素収束技術の開発」を発展させ、現状の軌道上曝露試験の問題点を抽出し、軌道上加速試験を含めた軌道上曝露試験の高度化・多機能化への総合的方策を探ろうとするものである。さらに、地上対照試験装置と実宇宙環境の質的

差異を考慮に入れた地上試験プロトコルについても検討を加え、今後の複合宇宙環境に耐えうる先進材料開発に資するための地上および軌道上評価技術・方法を開発することを目的とする。

4. 背景

Fig.1 は国際宇宙ステーション (ISS) の実用ソーラーパネルにおける原子状酸素によるポリイミドの破断事故例である[1]。ハッブル宇宙望遠鏡ではテフロン系熱制御材の脆化が報告されている。さらに、ADEOS や ISS など実用の宇宙システムにおいて、宇宙展開・軟構造物に用いられる材料等に起因するトラブルが頻発している。このような事例は宇宙用材料の耐久性・耐環境性に関する研究の“甘さ”を露呈するものであり、宇宙システムの長期にわたる信頼性を確保するためには、実際の宇宙環境での材料研究が必要不可欠である。

これまでも宇宙材料の耐環境性については、各種宇宙用材料を実際の宇宙環境に曝露して、その特性変化を観察する軌道上材料曝露試験が精力的に行われてきた。米国では 1980 年代から EOIM-1,-2,-3 や LDEF など多くの材料曝露試験が行われており、現在

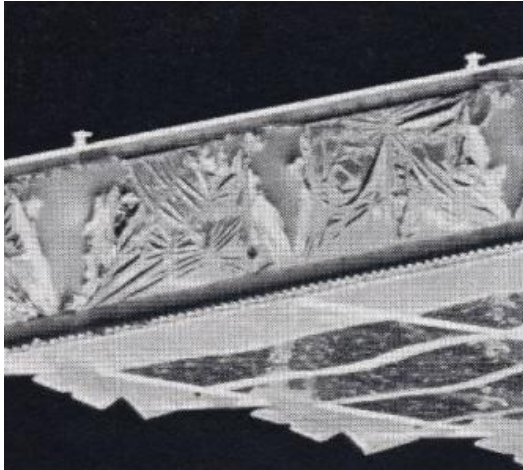


Fig.1 In-orbit photograph of the ISS solar photovoltaic panel damaged by atomic oxygen.

も ISS を用いた材料曝露試験 (MISSE-1~MISSE-6) が行われている。欧州でも数々の材料曝露試験が実施されてきたが、ISS でも Columbus の外部に取り付けられた MEDET による材料曝露実験が行われている (STS-122, 2008)。一方、我国でも SFU/EFFU, MFD/ESEM などの材料曝露実験が行われ、2005 年には ISS を用いた SM-SEED も実施された。今後は、よりコンタミネーション環境が良好な JEM-SEED も実施される予定となっている。

これまでの軌道上材料曝露試験では、全て供試体を一定期間、パッシブに宇宙環境に曝露し、回収して分析する方法がとられてきた。しかしながら、この方法はコンタミネーションなどの影響を受けやすい上、複合宇宙環境要因を個別に評価することが出来ないという欠点がある。一方、地上試験においては、紫外線スペクトルや原子状酸素曝露条件など、宇宙環境と全く

同一条件での試験は不可能であり、材料劣化メカニズムや定量性など、宇宙と地上における試験結果には常に不整合と不確定性がつきまどってきた。宇宙材料曝露実験におけるこのような現状は、宇宙用先端材料開発にとって大きな足かせとなっており、組織横断的な研究により問題解決を図る必要がある。

5. 活動内容

本 WG は 9 名 (JAXA 5 名、大学 4 名) の宇宙環境と材料に関する専門家によって構成されている。今年度は予算的な裏づけが得られなかったため、意見交換のための WG 会合 (つくばと北九州で開催) はすべてメンバーの自己負担により行われた。FY2007 では WG 独自の試験は行なえず、現状の軌道上材料曝露実験の問題点を抽出し、今後の複合宇宙環境に耐えうる先進材料開発に資するための地上および軌道上評価技術・方法を検討した。その結果、以下のような問題点の抽出と提案が行われた。

問題点

- (1) 現状の宇宙材料曝露実験の問題
 - 材料曝露実験を実施する機会が少ない。
 - ひとつのミッションにかかる期間が長すぎる。小回りが効かない。
- (2) 宇宙材料曝露実験のあり方について
 - 材料スクリーニングテストか地上実験用リファレンスデータの取得か目標が不明確。

- (3) 宇宙環境モニタリング法の改善
 - 環境モニター材による軌道上環境評価法に問題がある。評価方法の再検討が必要。
- (4) スペースシャトルの退役問題
 - 2010 年以降の軌道上曝露材料回収の目処が立たない。
- (5) 宇宙曝露実験のフォローアップ
 - 過去のデータを公開していない。
 - 全体像を把握してコントロールする人(あるいは部署)がない。
 - 材料曝露試験の重要性が十分認識されていない。

これらの諸問題点を解決する方策として、本 WG では以下のような提案を行う。

- (1) 環境評価法の高度化
 - SM/SEED 等の曝露試験では環境モニター材の評価結果の不確定性が、実験全体の精度を低下させる要因となっている。軌道上で確実に高精度環境モニターが可能な材料の選択、あるいはシステム開発が必要である。これは来年度以降の本 WG の主たる実験研究テーマである。
- (2) 小型材料曝露パレットの開発
 - STS が退役した後、曝露材料の回収はソユーズに頼る以外に方法がない。ソユーズで回収可能な小型パレットを開発する必要がある。
- (3) 小型衛星によるリアルタイム計測
 - ISS 軌道以外の軌道環境での材料劣化研究や、材料劣化メカニズムの研究には小型ピギーバック衛星を用いた非回収実験が有効である。
- (4) 過去の実験データの整理と公開
 - 過去、我国が実施した材料曝露実験の実験条件・環境・結果等について

まとめ、JAXA 資料として公開し、将来の宇宙用材料研究に資する。

- (5) 試料回収システムの確立
 - ソユーズを用いた試料回収には限度がある。スペースシャトルに替わる試料回収方法を国際的なコンセンサスのもとで確立する必要がある。
- (6) 国内研究者の知識共有の機会創設
 - 国内会議等を利用し、宇宙材料コミュニティの醸成を図る必要がある。

6. 成果

“軌道上材料曝露実験高度化ワーキンググループ活動報告” 田川雅人、横田久美子、鈴木峰男、宮崎英治、島村宏之、横田力男、松本康司、趙孟佑、岩田稔、第 24 回宇宙利用シンポジウム、東京、2008.01.17- 01.18、in press.

“Future Space Exposure Experiment beyond 2011 -Its Problems and New Challenges-”, Masahito Tagawa, Proceedings of the 3rd International Symposium on SM/MPAC-SEED Experiment, Tsukuba, Japan, March 10-11, 2008, in press.