

宇宙機搭載用水晶振動子微小天秤による軌道上材料劣化評価と地上キャリブレーション

Flight material exposure test using space-qualified QCM and its ground-based calibration

神戸大院工¹、宇宙研² °横田久美子¹、潮田陽介¹、井出健太¹、山崎勇希¹、西山和孝²、田川雅人¹Kobe Univ.¹, ISAS/JAXA², °Kumiko Yokota, Yosuke Ushioda, Kenta Ide, Yuki Yamazaki,

Kazutaka Nishiyama, Masahito Tagawa

E-mail: yokota@mech.kobe-u.ac.jp

1.はじめに

低地球軌道では原子状酸素との高エネルギー衝突による宇宙用材料の急速な劣化が確認されている。これまでの宇宙環境材料曝露試験では、曝露サンプルを回収した後に評価を行ってきたが、スペースシャトル退役にともないサンプル回収が困難になっていることから非回収型軌道上試験の重要性が増している。非回収材料曝露試験にはサンプルの質量変化を軌道上でリアルタイム計測できる水晶振動子微小天秤(QCM)がキーデバイスと考えられている。そこで本研究では、コンタミネーションモニター用として開発された低価格な国産 QCM システムを軌道上材料試験に適用する可能性と、その地上キャリブレーション法について検討した結果を報告する。

2.実験方法

本研究では Fig.1 に示す宇宙用 QCM システム (明星電気製) を使用し、QCM のクリスタル上には基準材料としてポリイミド薄膜を成膜した。本 QCM システムはリファレンス QCM による温度補償が可能であり、軌道上での熱サイクル環境下でも原子状酸素による材料損失量を計測できる可能性がある。そのため QCM 温度を -5℃から+80℃まで可変し、システムの温度安定性を評価した。また原子状酸素との高エネルギー衝突についてはレーザーデトネーション型原子状酸素発生装置を用いて地上模擬・評価を行った。

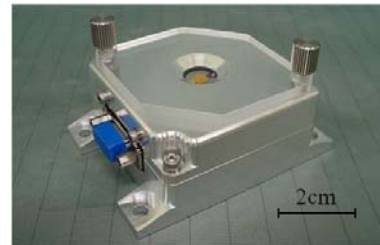


Fig.1 Photograph of the QCM system

3.実験結果と考察

システムの温度安定性を評価した結果、本 QCM システムでは 85℃の温度変化による周波数シフトを 130Hz 程度に抑え込むことが可能であることが示された。これは高度 450km における地球一周分でのポリイミド質量減少量の 7%に相当することから、本 QCM を軌道上材料曝露試験に適用できる可能性が示された。一方、地上での原子状酸素照射中には電磁波ノイズによりリアルタイム周波数測定が不可能であったが、これは間欠照射モードにより回避でき、ポリイミド劣化の温度依存性、入射角依存性等を正しく測定できることが確認された。

謝辞: 本研究は科学研究費補助金・助成金 (#25289307, #26289322) の支援により行われた。