

宇宙用ダストセンサ

花房 直^{*1}
Hanafusa Naoshi

1. はじめに

宇宙空間を高速で移動するダスト(宇宙ゴミおよび微小隕石)は、数 mm の大きさであっても、人工衛星などの宇宙機に衝突すると、重大な故障や障害を発生させる可能性がある。宇宙用ダストセンサは、宇宙空間に浮かぶ $100\mu\text{m}$ ～数 mm サイズのダストの分布を計測するために開発されたものである⁽¹⁾⁽²⁾。

現在、国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構(JAXA)との契約で、次世代型宇宙用ダストセンサの開発を当社にて進めている。

2. 計測原理

センサ部は、厚さ $12\mu\text{m}$ のポリイミドフィルム上に線幅 $50\mu\text{m}$ の直線のセンサパターンが $100\mu\text{m}$ ピッチで形成されている。宇宙空間でダストが衝突するとセンサパターンが断線する。これを電気的に検知し、断線した本数からダストのサイズが推測できる仕組みとなっている(図 1 参照)⁽¹⁾⁽²⁾。

2015 年 8 月に、軌道上実証実験を目的として、宇宙用ダストセンサを HTV5 号機に搭載し、打ち上げた(図 2 参照)。この際、センサパターン 1 本の断線を検知し、ダストの計測に成功した。センサパターンの断線が 1 本であったことから、この時検出したダストの大きさは $100\pm 50\mu\text{m}$ と推測された⁽¹⁾。

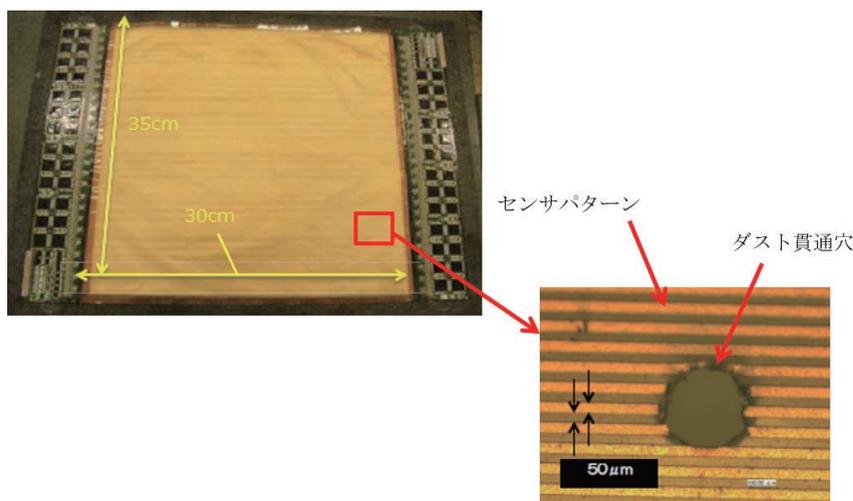


図 1 ダストセンサセンサパターン部 (提供: JAXA)

*1: 制御システム事業部 エンジニアリング部 宇宙システムグループ 課長

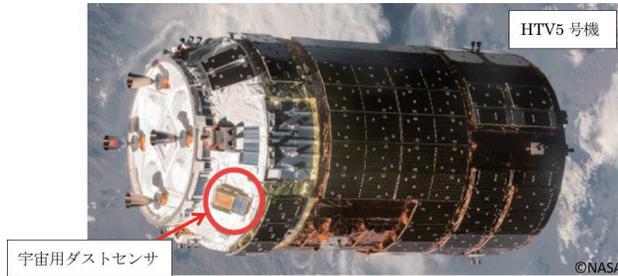


図2 軌道上実証実験時の写真 (提供：JAXA)

3. 次世代型宇宙用ダストセンサの開発

2015年の軌道上実証実験後は、軌道上での実用化を目的に、JAXAとアメリカ航空宇宙局(NASA)との共同事業の一部として、次世代型の宇宙用ダストセンサの開発を進めてきた。2019年度には、基本的な機能・性能の確認を目的に次世代型宇宙用ダストセンサのBBM (Bread Board Model) の試作を行った。

次世代型宇宙用ダストセンサ BBM の概要図を図3に示す。

センサパターン部は、厚さ $12\mu\text{m}$ のポリイミドフィルムの片面に $100\mu\text{m}$ ピッチで形成された導線センサパターン4096本を持つセンサ部と、センサ部と接続する回路を搭載したエッジ部(プリント基板)によって構成される。

従来の宇宙用ダストセンサではセンサ部とエッジ部が一体となっていた。次世代型では、センサ部面積を極力広げることが目的にセンサ部とエッジ部を別々に製作し、導電性接着剤で接続する構造とした。製作したセンサパターン部BBMの写真を図4に示す。

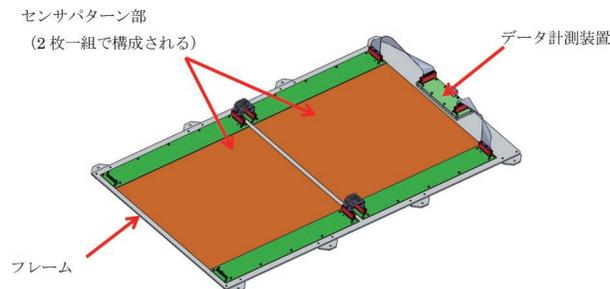


図3 次世代型宇宙用ダストセンサ BBM 概要図 (提供：JAXA)

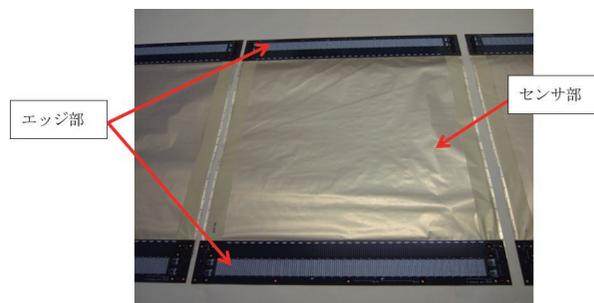


図4 センサパターン部 BBM 写真 (提供：JAXA)

また、センサ面積拡大のため、センサパターン部2枚を一組で動作可能な構造とした(図3参照)。

データ計測装置はセンサパターン部の断線の有無を検出するための装置(基板)で、センサパターン部と同じフレームに搭載される。データ計測装置1台で2枚のセンサパターン部の検出が可能である。製作したデータ計測装置BBMの写真を図5に示す。



図5 データ計測装置 BBM 写真 (提供：JAXA)

フレーム部はセンサパターン部および、データ計測装置を支持するための構造部である。製作したフレーム部 BBM の写真を図6に示す。

4. おわりに

2020年度は、2019年度に製作した宇宙用ダストセンサ BBM を用いて、宇宙空間を想定した温度変動に対するセンサパターン部の健全性評価を目

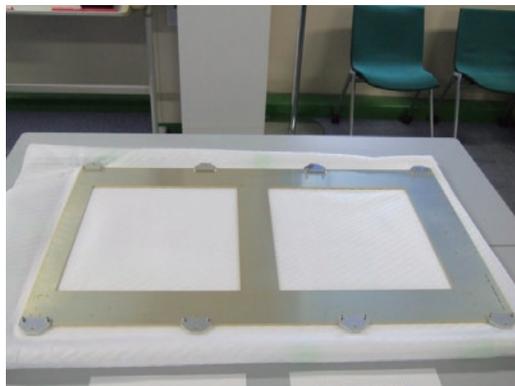


図6 フレーム部 BBM 写真 (提供：JAXA)

的とした熱衝撃試験を実施した。また、センサパターン部とエッジ部の接着強度の評価を目的とした接着剥離試験、データ計測装置とセンサパターン部を組み合わせた機能試験といった検証作業を進めた。今後、フライト品の製作に向けて、接着工程の作業性向上や、宇宙機とのインターフェース、打上や宇宙空間における耐環境性といった課題に対する設計・検討を行っていく予定である。

参考文献

- (1) 神谷浩紀、松本晴久、北澤幸人、奥平修、野村健一、小笹建仁、牛島洋史：次世代宇宙用デブリモニタの開発、第7回スペースデブリワークショップ講演資料集、2017、pp.467-476
- (2) 丸博史：「宇宙用ダストセンサ」のこれからと IIC、IIC REVIEW、No.54、2015/10、pp.62-66



制御システム事業部
エンジニアリング部
宇宙システムグループ 課長
花房 直

TEL. 042-523-8319
FAX. 042-523-8320