

## 宇宙空間でのダスト・デブリ計測

国立天文台 佐々木晶、東京海洋大学 大橋英雄、京都大学 柴田裕実、東京大学 岩井岳夫  
 獨協医科大学 野上謙一、宇宙科学研究本部 吉川真、矢野創、長谷川直 総研本部 松本晴久  
 早稲田大学 藤井雅之、宮地孝 大阪市立大学 南繁行、武智誠次 東京海洋大学 平井隆之  
 国立天文台 田澤誠一 宇宙科学研究本部 奥平恭子 東海大学 田中真

### In-situ measurement of dust and debris by dust detectors in space

Sho Sasaki (NAOJ:National Astronomical Observatory of Japan), Dust Group in Japan

sho@miz.nao.ac.jp

A large area dust detector has been developed for detecting dust and debris particles around the Earth.

Plane-parallel impact ionization detectors have been developed and we confirmed their capability of detecting interplanetary and interstellar dust particles.

地球周囲の宇宙空間には、様々なダスト微粒子が存在する。小惑星や彗星から放出されて地球に到達する太陽系起源ダストは、黄道光として光学的にも観察されることで知られる。最近では、太陽系の外から流入する星間起源ダストの存在が知られている。一方、地球周回軌道では、人工物起源のスペースデブリに属する微小粒子が多いことが知られている。ところが、これまでの、LDEF, EURECA などの長時間曝露後に回収するという手段では、ダストや人工物起源デブリの量は分かっても、速度・質量の分布の情報は得られず、完全な識別が困難であった。本研究では、これまでに提案されていない、軽量大面積 (30cm で数 kg 以下) の機構で、ダスト衝突から発生するプラズマを測定してダストの速度・質量を計測するシステムを開発する (衝突電離型)。これにより、太陽系起源ダスト、星間起源ダスト、スペースデブリ微小粒子を識別して、その速度・質量分布、フラックスおよびその時間変化を調べることを主目的とする。地球周囲での計測により、地球に降り注ぐ宇宙起源物質の総量も見積もることができる。

衝突電離型のダスト計測器は、数 10km/s を越える高速ダスト衝突にも感度があり、それにより星間起源ダストの検知にも威力を発揮する。地球周回軌

道での大面積観測を行うことで、流星活動に伴いミクロンサイズのダスト粒子の量が多くなるかどうかという未解決の問題にも答を出すことができる。また、太陽フレアやコロナ活動の影響で太陽付近からのダストフラックスが増加する現象が起きるかどうかも分かっていない問題であり、この解決には大面積のダスト計測器が必要である。さらに、荷電した微小サイズのダスト・デブリ粒子が地球をとりまく放射帯に捕獲されていて運動をしているという説もあり、これが太陽活動によって変化すれば、検出される可能性がある。大面積検出器によるダストフラックスの時間変化が重要な観測目標である。本計画では、対称性のよくターゲット面積の広い平行平板型の衝突電離型ダスト計測器により、この目標を達成する計画である。

衝突電離型検出器では検出信号の立上がり時間 ( $t_r$ )、ターゲット信号から得られる最大電荷 ( $Q$ ) と、入射粒子の速度 ( $v$ )、質量 ( $m$ ) との間には

$$t_r = c_g \cdot v^\alpha \dots\dots (1)$$

$$Q/m = c_r \cdot v^\beta \dots\dots (2)$$

という関係があることが知られている。この関係が成り立っていることを確認すること、較正パラメータ ( $c_g$ ,  $c_r$ ,  $\alpha$ ,  $\beta$ ) を求めることを目的として、ダスト加速器による試作したダスト計測器の較正実験を行った。

これまで、径 50mm、径 150mm そして径 300mm のダスト計測器（衝突電離平行平板型）を製作して、ダスト加速器による較正実験を重ねてきた。ダスト加速器は、東京大学大学院工学系研究科（東海村）、マックスプランク核物理学研究所（ドイツ・ハイデルベルグ）のものを使用している。これまでの実験から、口径を大きくした場合でも、シグナルは衝突位置に依存しないことを確認している。

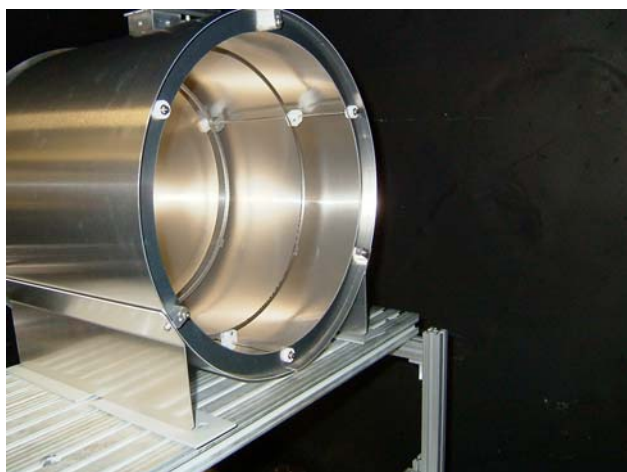


図1 第3号機。ターゲット:直径 300mm  
(面積 710cm<sup>2</sup>) 金メッキ円板

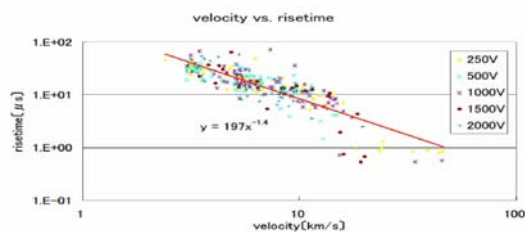


図2 ターゲット電圧を変化させた場合の  $v$  対  $t_r$

図2は、300mm 径の第3号機を用いた実験結果のまとめである。これによりターゲットへ印加する電圧を変化させても立上り時間はあまり変化しないことが分かる。放電を抑える意味で使用する高電圧はなるべく低い値とすることが望ましいが、250V の場合には信号の立上り位置が不明確になることが確認されたため 1000V とすることとした。高電圧部と接地部との距離は最短部分でも 14mm あり、放電の心配は無い。このようにセンサー部については、放電対策などを含めて、(重量・振動条件されクリアすれば) 宇宙へ持って行くことのできる構造確認を行った。

本ダスト計測器は、30cm x 30cm の大面積タイプを、「きぼう」暴露部搭載機器候補として申請して、一次候補になったが、最終的には選定されなかった。2007 年秋からは、20cm x 20cm の矩形モデル（第4号機）を製作して、加速器を用いた実験を行っている。これにより、様々な搭載条件に合ったタイプの計測器の準備ができるものと、考えている。