

衝突発光型新規ダスト検出器の開発（１）-- 発光量の定量化・検出器としての実現性 --

Development of the Impact Flash Dust Detector: Part1 -- Its Quantification and Feasibility

--

森重 和正 [1], 長谷川 直 [2], 北澤 幸人 [3], 矢野 創 [4], 藤原 顕 [2]

Kazumasa Morishige [1], Sunao Hasegawa [2], Yukihiro Kitazawa [3], Hajime Yano [4], Akira Fujiwara [2]

[1] 宇宙研・惑星研究系, [2] 宇宙研, [3] 宇宙研・惑星, [4] NASA/JSC-ESSSE

[1] Div. for Planetary Sci., ISAS, [2] ISAS, [3] Div. Planet. Sci., ISAS, [4] NASA/JSC-ESSSE

惑星間空間探査、非回収探査では、その場計測によりダストあるいは小天体表面物質の物質科学的情報を取得することが求められる。本研究では、高温、高太陽放射環境である内惑星領域でも使用可能な、衝突発光型ダスト検出器を開発し、入射ダストのスペクトル分光によって化学組成を同定することを目的とする。特に今回は、アルミ、ガラス球、もしくは銀粉のプロジェクティルを、それぞれ二段式軽ガス銃、ヴァン・デ・グラーフにて加速し、シリカエアロジェルに垂直衝突させた。衝突発光は、光電子増倍管を用いて計測し、発光量・発光持続時間と衝突粒子の速度・サイズの関係性を定量的に評価する。

現在まで、「パッシブダスト捕集器」と回収型人工衛星曝露表面の飛行後検査が、近地球圏でのダストとスペースデブリのフラックスを研究するための主要な手段であった。一方、惑星間空間探査機の多くは「アクティブダスト検出器」を搭載してきた。本講演ではパッシブとアクティブ双方の利点を有し、シリカエアロジェルをターゲット素材とする「ハイブリッド型ダスト捕集・検出器」を紹介し、現時点での成果を総括する。

シリカエアロジェル（密度：0.03 g/cm³、空隙率：約95 %）は断熱性に優れ、柔軟性に富む素材である。また、透明度が高いために（反射率：1.00 ~ 1.05）回収試料を容易に採取できることから、ダストの非破壊捕集材として97年のシャトル・ミッションMFD等での宇宙実績を持つ。本年2月に打ち上げられたNASAのSTARDUSTにも搭載されている。ところが、これまでのエアロジェル使用パッシブダスト捕集器では、衝突イベントの時刻、衝突物の起源に関する軌道情報（方向・速度）を計測することはできなかった。

一方、Helios、Giotto、のぞみ衛星等の探査機には衝突電離型・質量分析方式のアクティブダスト検出器が搭載され、ダストのフラックス、組成（質量）データを得ている。しかしながら高温、高太陽放射環境にある内惑星領域においては従来の衝突電離型検出器を使用することは困難である。そこで、これまで概念は存在したにも関わらず未実証である、「衝突発光」方式を検出器として導入する。宇宙環境の影響が少ない衝突発光型検出器が実現に至ると、その有用性は極めて多大である。

以上により、本研究では発光による衝突イベント時の物理計測（エネルギー・速度から質量算出）に加え、非破壊捕集機能も有す、「ハイブリッド型捕集・検出器」を新規開発する（本諸元により宇宙機搭載用第一号を試作の予定である）。ハイブリッド方式はサンプルリターン探査、国際宇宙ステーション曝露部のみならず、非回収の、その場計測にも使用可能である。また「衝突発光」のスペクトル分光によって、惑星間空間（あるいは星間空間）探査において、入射粒子であるダストの化学組成を同定できる可能性がある。

特に今回は、ガラス、アルミナ球（直径：25 ~ 1000 μm）もしくは銀粉（2 μm）のプロジェクティルを、それぞれ二段式軽ガス銃（衝突速度：1 ~ 5 km/s）、ヴァン・デ・グラーフ加速器（衝突速度：~ 10 km/s）にて加速して、シリカエアロジェルに垂直衝突させた。光検出器には光電子増倍管（PMT R268）を2台使用し、それぞれをエアロジェルの衝突表面部と中層部に配置した。プロジェクティル発射時の光を遮光するためには、厚さ1 μmの金箔をターゲット・チャンバの銃延長管側に設置した。実験から上記の様な微小粒子においても衝突発光を確認した。さらにランキン・ユゴニオ理論による衝撃発生圧力と温度上昇を発光量の指標とし、実験で得た相対発光強度から発光量・発光持続時間と衝突粒子の速度・サイズの関係性を定量的に評価する。