

論文の内容の要旨

論文題目： 「超高速衝突に伴うマイクロ波放射の観測及び放射メカニズムの考察」

氏名： 牧 謙一郎

1. 目的

軌道上の宇宙ごみや微小隕石が人工衛星に衝突する速度は、毎秒数 km の超高速である。加速器を用いた地上実験によって、超高速衝突に伴い、マイクロ波が放射されることを確認している。この現象に関する報告例は他に無く、放射メカニズムも明らかにされていない。本研究では、超高速衝突に伴うマイクロ波放射の測定技術の確立、放射特性の解明、放射メカニズムの解明を目的とする。

2. 衝突系・測定系

電磁飛翔体加速装置により、質量 1g のプラスチック弾を速度 2-7km/sec まで加速させ、真空チャンバ内の標的に衝突させる。標的にはアルミ、セラミック等種々の材質を用いる。測定周波数帯は、300M, 2G, 22GHz の 3 つであり、2G, 22GHz 帯の受信系についてはヘテロダイン検波方式を採用する。高速デジタルオシロスコープで衝突から約 1msec 間の信号を記録する。

3. 測定技術の確立

受信系の入出力特性を測定し、増幅度、飽和特性を明らかにした。外来雑音を調査したところ、加速器の点火により発生する雑音は、衝突以降に現れることはない。同時観測した高速ビデオカメラからのバースト雑音は、衝突による信号と分離・特定が可能であり、これらの雑音が測定に影響を及ぼさないことを確認した。

4. マイクロ波放射特性

実験より、以下の放射特性が明らかにされた。

- (1) 検出信号は、断続的なパルス波形である。
- (2) 衝突速度、標的の密度が高いほど、検出信号電力も高い。
- (3) 標的の導電率が高いほど、パルスの検出頻度が高い。
- (4) 光が連続的な放射であるのに対して、マイクロ波は断続的である。

また、衝突破壊に関連して、岩石の静的圧縮破壊に伴うマイクロ波放射測定を行ったところ、検出された信号は衝突時と同様に、断続的なパルス波形であった。

5. 放射メカニズムの考察

解明された放射特性から、マイクロ波放射が物体の破壊に関連すると思われる。衝突直後、標的に微小な亀裂が多数生じて、各亀裂において火花放電が発生し、マイクロ波放射が引き起こされると推測される。このモデル化を行い、実験結果と類似することが示される。

6. 宇宙ごみ衝突検出への応用

本現象は、宇宙ごみや微小隕石の人工衛星への衝突検出、被害把握に応用できる。光学観測と比較して、小型・簡易な検出系の構築が可能であり、昼夜問わず観測が可能という利点がある。宇宙ステーションのような有人宇宙機の場合、衝突による人的被害を防ぐために、警報の発生や区画の隔離等の処置を行うことが可能となる。