

内帯ダンベル分布電子と波動・プラズマ・ダスト

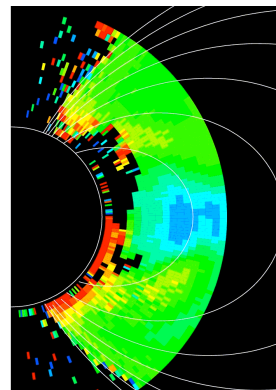
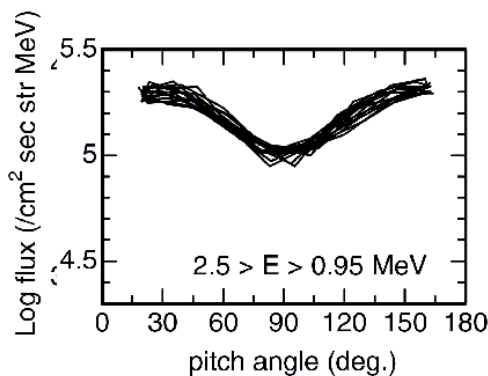
東北大学大学院理学研究科惑星プラズマ・大気研究セン

森岡昭, 岡野章一, 三澤浩昭,
鍵谷将人, 高橋慎, 土屋史紀

1. 内帯電子のダンベル分布

我々はあけぼの衛星観測から、放射線帯内帯の電子が全く予想もされなかった「ダンベル分布」(下左図)をしていることを発見した(Morioka et al., GRL, 28, 931-934, 2001)。この分布の特徴は、

- 磁気赤道 $\pm 10^\circ$ のごく狭い領域(下右図：ブルー系色の領域がダンベル分布を示す)の放射線帯内帯のみ出現する。
- 磁気活動度に対する変動はなく、常時存在する。
- 磁気赤道帯の静電波動・EPWAT(Oya et al., 1991)のときわめて良い出現対応を示すが、この波動の出現は、電子の「ダンベル分布」が存在することが条件となっている(波動によって電子分布が形成されているのではない)ことが示唆される。
- 軌道に沿っての電子フラックスの変動の解析から、磁気赤道に近づくにつれて、ピッチ角 90° 成分が減少する($30^\circ/150^\circ$ 成分の増大ではない)ことが示唆される。



内部磁気圏放射線帯内帯で観測される電子のダンベル分布。

内帯放射線帯領域の電子 (>2.MeV) の anisotropy分布。青系統がdumbbell分布を示す。

2. ダストリング／トーラス仮説

ダンベル分布は、粒子にとって極めて不安定な分布であり常にMaxwell分布へと緩和する傾向にあるはずである。しかし、上記のあけぼのの解析から示されたように、ダンベル分布が安定に常時存在するということは、この分布を保つための free energy が常に粒子に供給され続けているはずである。

その供給源を考えると、内部磁気圏における既知のプラズマやエネルギー粒子の輸送や加熱・加速過程では説明が出来ない。

そこで、以下の考察をたどり「地球の周辺には未発見のダストプラズマ(charged dust)のリング(またはトーラス)が存在する」という仮説を考察する。

- (a) 内帯電子のダンベル分布は、規模は小さいものの、木星や土星の内部磁気圏におけるリング物質によるピッチ角散乱とその結果観測されるダンベル分布と類似の現象と考えられる。
- (b) 地球の磁気圏赤道域において定常的に粒子のピッチ角 90° 粒子を効果的にscatterするのは赤道域にリング状に分布するダストである可能性がある。
- (c) 地球に降り注ぐ流星物質の内かなりの部分は、地球の重力にトラップされてダストリングを形成している可能性は否定できない。
- (d) 電子分布の特性が磁気赤道に対して対称であることから、このダストは電荷を持っている(charged dust)ことが予想される。
- (e) 従来、地球周辺のdust/charged dust が発見されていないのは、存在が予想される領域は磁気圏赤道域の $\pm 10^\circ$ 域、動径方向に $2Re$ (Re :地球半径)の高度から $3Re$ 高度までの狭い領域であること、またdustのフラックスが小さいこと、更にこれまでこの領域をダストに関して詳細に探査する観測衛星はなかったこと、などが挙げられる。
- (f) IRAS, COBEによる赤外域の惑星間ダストの観測によると、黄道面付近に想定外のダスト分布が報告されている。これは、地球を取り巻くダストである可能性を否定できない。

3. 研究方針

- (a) 地球周辺ダストリングの形成及びその帯電過程の理論的考察とモデル解析
地球に降り注ぐ流星塵が内部磁気圏プラズマ、高エネルギー粒子、電離圏プラズマと相互作用により帯電する過程、さらに帯電後のdust plasmaが遠心力赤道/磁気赤道へ沈降する物理過程を考察し、モデル化する。また、あけぼの衛星観測の電子ダンベル分布が、ダストの存在によるものと仮定した場合のダスト量とその分布の推定を行う。
- (b) 地球ダスト散乱光成分の検出観測
高感度・低雑音CCDカメラ(設備備品)を導入・改良し、広視野角(90°)、空間分解能10秒角、を満たしかつ長時間露出を可能とする地球ダストプラズマリング撮像装置により観測を行う。
- (c) 解析手法の開発・改良およびそれに基づく観測データの解析
撮像した観測データには、我々がねらいとする地球ダスト光に加えて、大気発(夜光)、星夜光、黄道光が、重畳している。更に観測条件や光学系に起因する大気減光、周辺減光が存在する。これら成分を含むデータから、微弱な地球ダスト光を検出するアルゴリズムの開発を進める。