

# 多点同時観測による地球磁気圏プラズマシートの研究

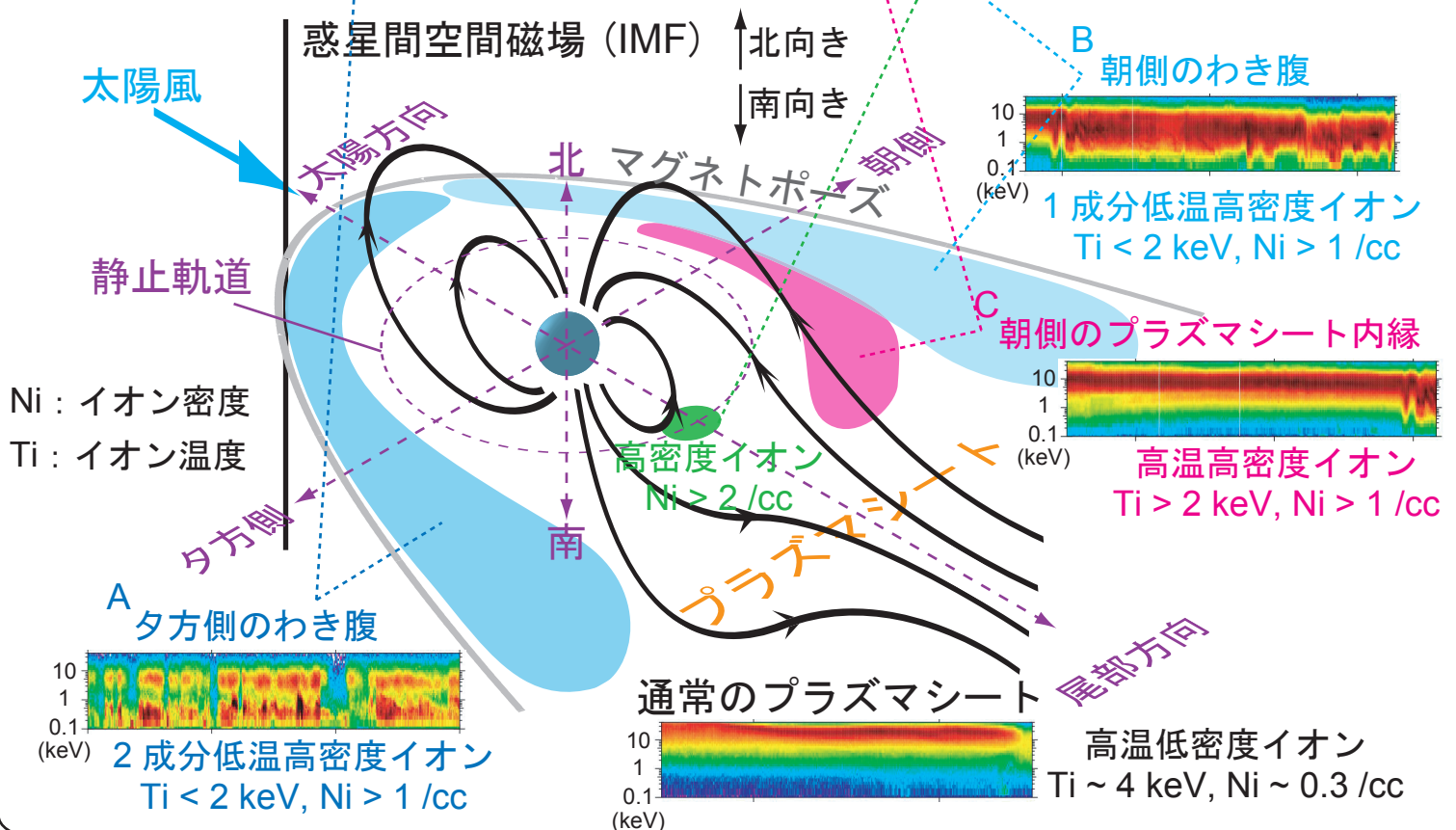
東京大学 大学院理学系研究科 地球惑星科学専攻 宇宙惑星科学大講座  
藤本正樹研究室 修士2年 井筒 智彦 (izutsu@stp.isas.jaxa.jp)

## 概要

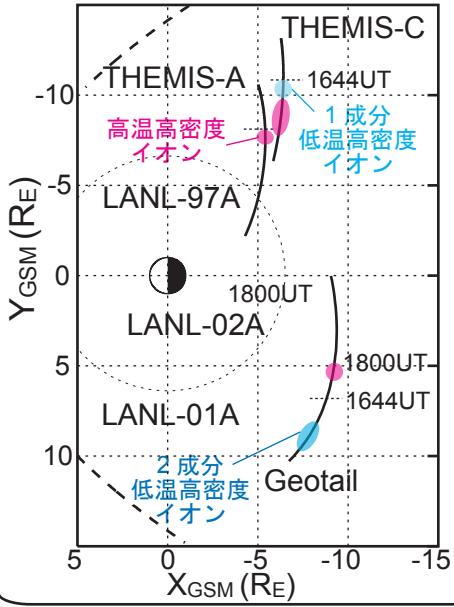
地球の固有磁場が宇宙空間内で支配する領域を**地球磁気圏**という。地球磁気圏夜側の赤道面付近にはプラズマが蓄えられた**プラズマシート**がある。このプラズマシートは地球近傍のオーロラや地磁気嵐などのダイナミックな現象のエネルギー源となる非常に重要な領域である。過去数十年に亘る人工衛星による「その場」観測から、その統計的な描像が調べられてきた。しかし、単一衛星に基づくこれまでの研究では、磁気圏物理における基本的かつ重要な問題である『**プラズマの空間分布**』や『**プラズマの輸送過程**』を調べることができず、未解明の問題が多く残されてきた。そこで本研究では、同時刻の多くの観測点での衛星データを解析することで（**多点同時観測**）、未解明問題である『**惑星間空間磁場（IMF）が北向き時の高密度イオンの空間分布**』と『**その後のIMF南転に伴う高密度イオンの静止軌道上への輸送過程**』に迫った。イベントスタディから観測結果を合理的に説明する新たな輸送シナリオ『**高速流による高密度イオンの押し込み**』を提案し、統計解析によりその検証を行った。

## 背景

- IMF が長時間北向きのとき、プラズマシートはしばしば低温高密度になる。
- I このとき、**夕方側わき腹（A）**、**朝側わき腹（B）**、**朝側プラズマシート内縁（C）**に、それぞれ異なるエネルギー分布を持つ**高密度イオン**が出現することが知られている。しかし、単一衛星による結果のため同時刻の空間分布は不明である。
  - II その後 IMF が南向きになると、真夜中付近の**静止軌道上で高密度イオン**が出現することが知られている。このイオンは、わき腹付近の高密度イオンとの関連が推測できるが、これらをつなぐ直接的な観測がないため、その輸送過程は不明である。

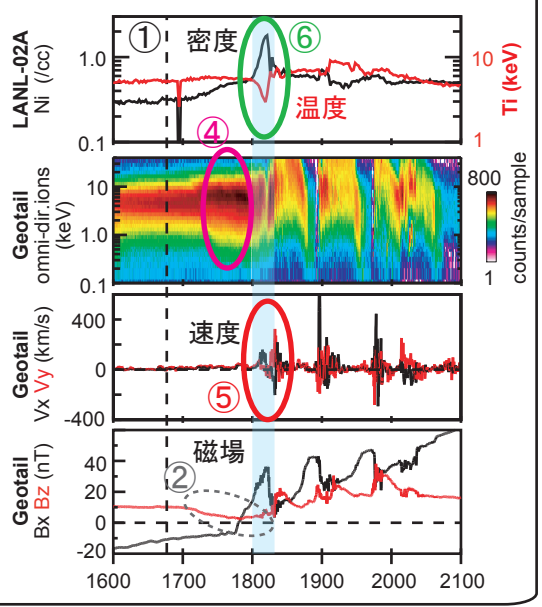


# THEMIS, Geotail, LANL 衛星による同時観測 (イベントスタディ)

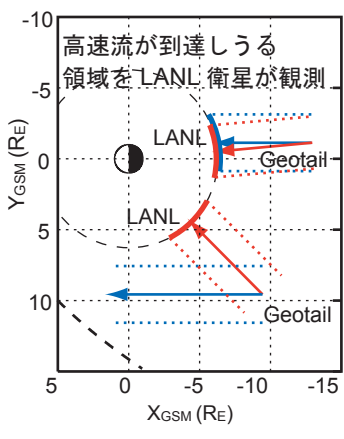


**<手法>**  
 朝側を THEMIS-A, -C, タ方側を Geotail, 静止軌道上を LANL-97A, -02A, -01A 衛星が観測する 2007 年 11 月 12 日のデータを解析

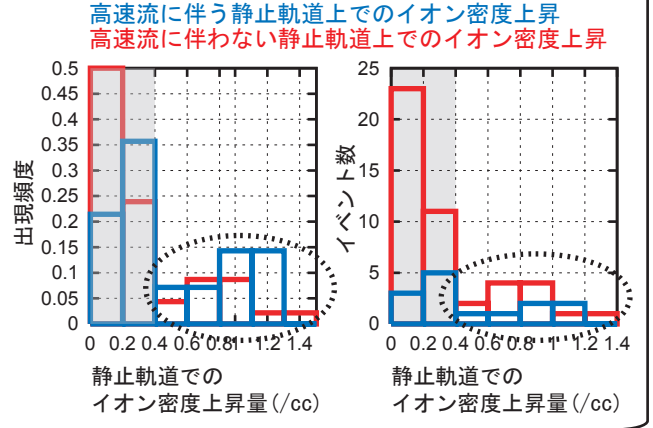
**<結果>** (データの詳細は発表にて)  
 I 北向き IMF 時の高密度イオン空間分布  
 → 3 タイプの異なる高密度イオンが各領域に同時に分布していることを初めて示した。  
 → 朝夕での異なる加熱過程が働いていることを示唆している。  
 II IMF 南転後の高密度イオンの輸送過程  
 → ①から⑥までの経路・過程で輸送されるシナリオを提案 (まとめの図を参照)  
 ポイントは『高速流による高密度イオンの押し込み』



# Geotail, LANL 衛星による同時観測 (統計解析)



**<目的>**  
 高速流によるイオン輸送の静止軌道上への寄与を定量的に明らかにする。  
**<手法>**  
 北向き IMF 継続後の IMF 南転以降に、尾部を Geotail, 静止軌道上を LANL 衛星が観測する期間を選定した。  
**<結果>**  
 尾部で高速流が存在するとき、約 40% に静止軌道上での優位な密度上昇が見られる。静止軌道上での優位な密度上昇の内、高速流に伴うものは約 30% もある。

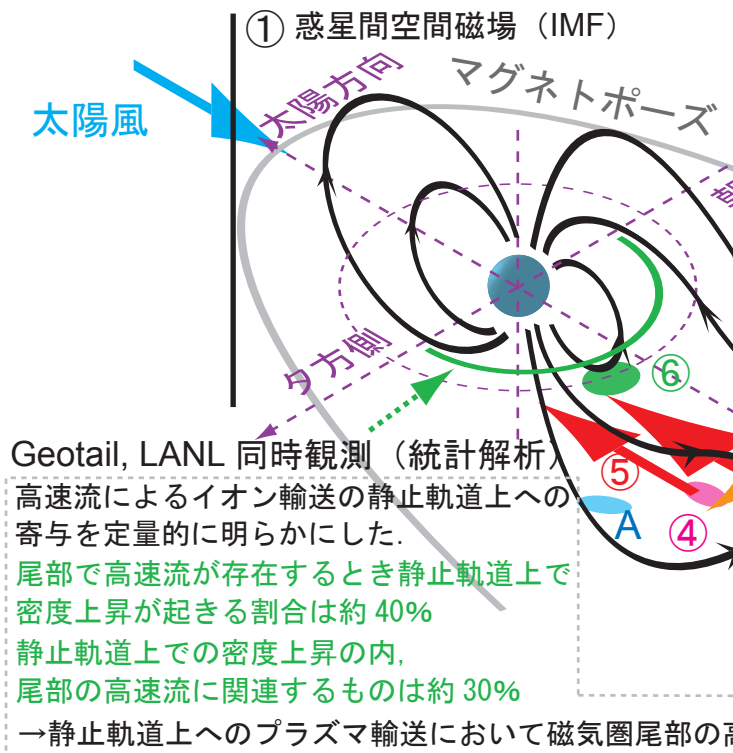


# まとめ

多点同時観測を用いて、過去の未解決問題を一步前進させた

# THEMIS, Geotail, LANL 同時観測 (イベントスタディ)

- I IMF が長時間北向きの時に  
 A タ方側わき腹に 2 成分低温高密度イオン  
 B 朝側わき腹に 1 成分低温高密度イオン  
 C 朝側プラズマシート内縁に高温高密度イオン  
 が同時に分布していることを初めて示した。
- II IMF 南転以降の高密度イオンの輸送過程として、①から⑥への輸送シナリオを提案した  
 ① IMF の南転  
 ② 磁力線の引き伸ばし  
 ③ 朝側の高密度イオンの移動  
 ④ 真夜中付近で高密度イオンが蓄積  
 ⑤ 高速流による押し込み  
 ⑥ 静止軌道上で高密度イオン出現



**Geotail, LANL 同時観測 (統計解析)**  
 高速流によるイオン輸送の静止軌道上への寄与を定量的に明らかにした。  
 尾部で高速流が存在するとき静止軌道上で密度上昇が起きる割合は約 40%  
 静止軌道上での密度上昇の内、尾部の高速流に関連するものは約 30%  
 → 静止軌道上へのプラズマ輸送において磁気圏尾部の高速流は重要な役割を担う