

中間エネルギー粒子分析器 (MEPe/MEPi)の開発



S. Kasahara¹, S. Yokota¹, T. Mitani¹,
K. Aasamura¹, M. Hirahara², K. Yamamoto³, and T. Takashima¹
1: ISAS/JAXA, 2: Nagoya Univ., 3: Kyoto Univ.

ERG (あらせ)

- 2016年12月20日 打ち上げ (イプシロンロケット, 内之浦SC)
- クリティカルフェイズを終了(1/23)
- 各観測器の初期運用中(高電圧印加など)



ERG 衛星搭載 MEPI/MEPeの開発

- **ERG**: 放射線帯探査衛星, 2016年度打ち上げ

MEPI: 中間エネルギーイオン分析器

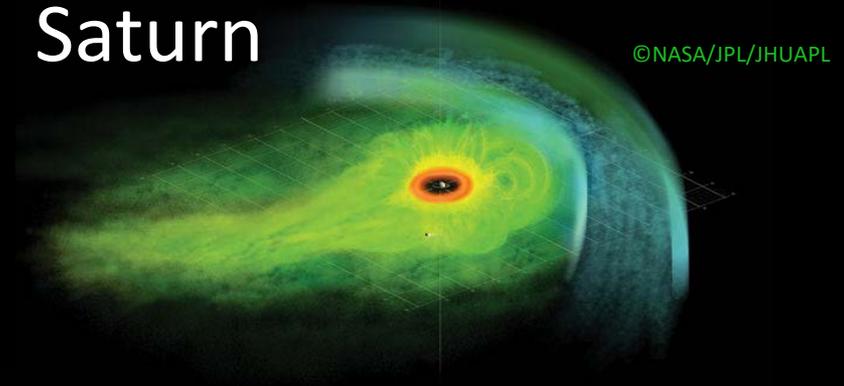


MEPe: 中間エネルギー電子分析器

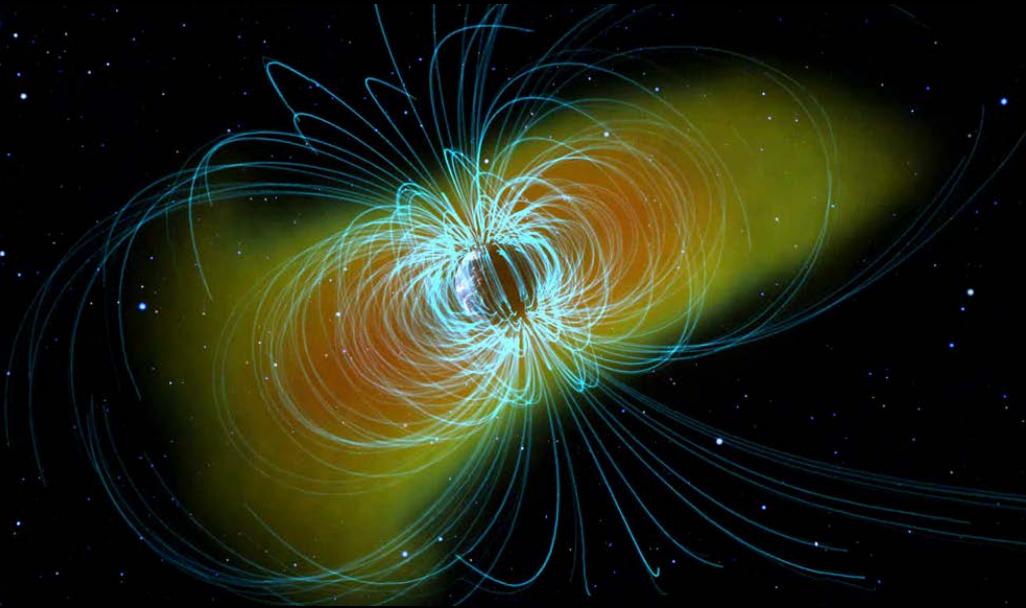


惑星の放射線帯

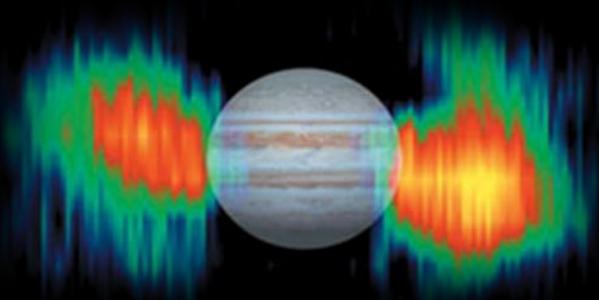
Saturn



Earth



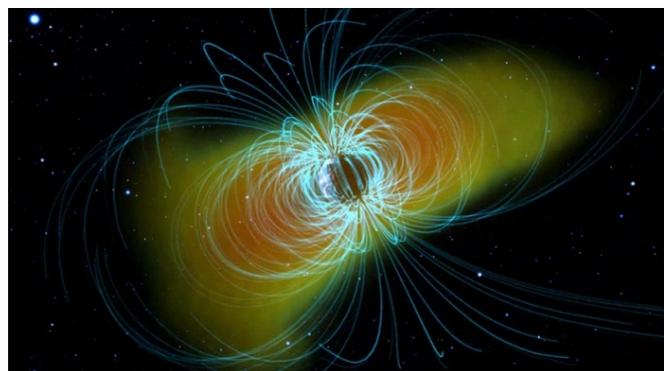
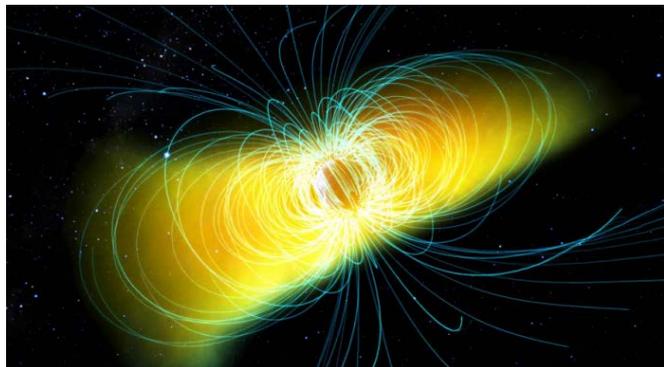
Jupiter



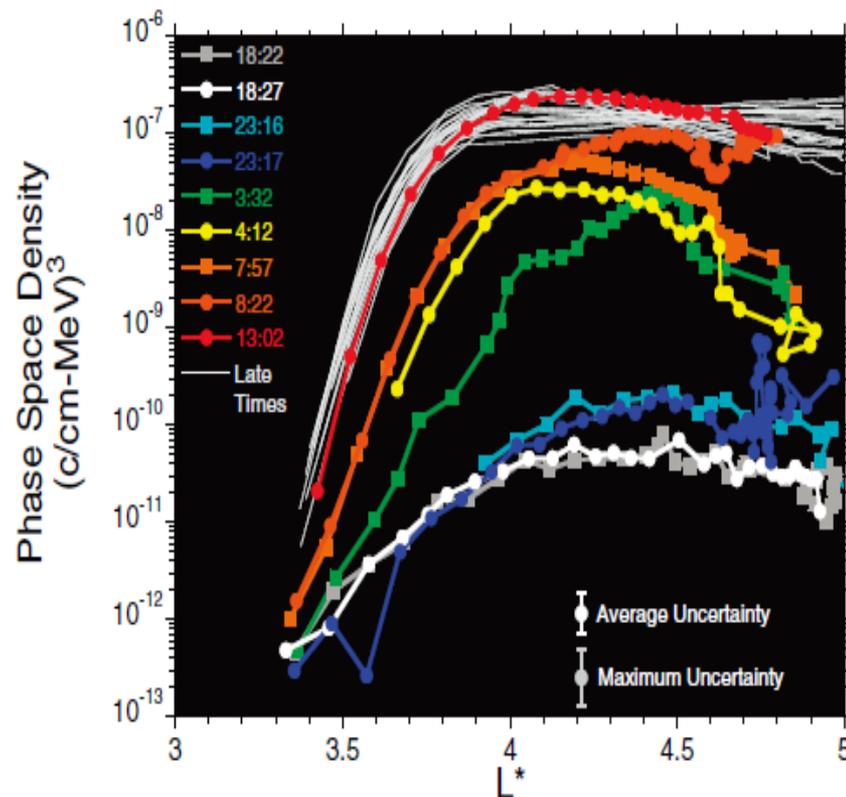
- 太陽系の惑星に放射線帯が見ついている
 - 地球, 木星, 土星, 天王星, 海王星
- 相対論的エネルギー(>MeV)の電子が磁気圏にトラップされている

磁気圏プラズマの大問題：激変する放射線帯

加速



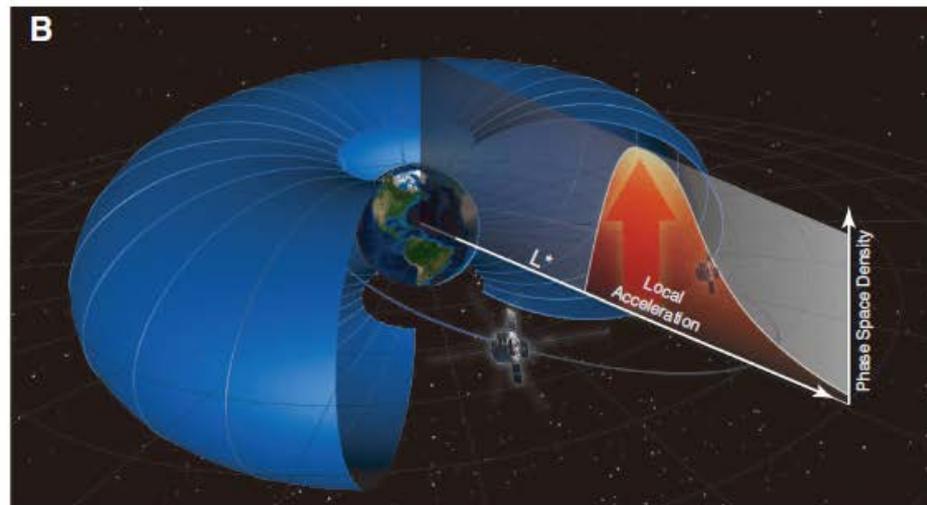
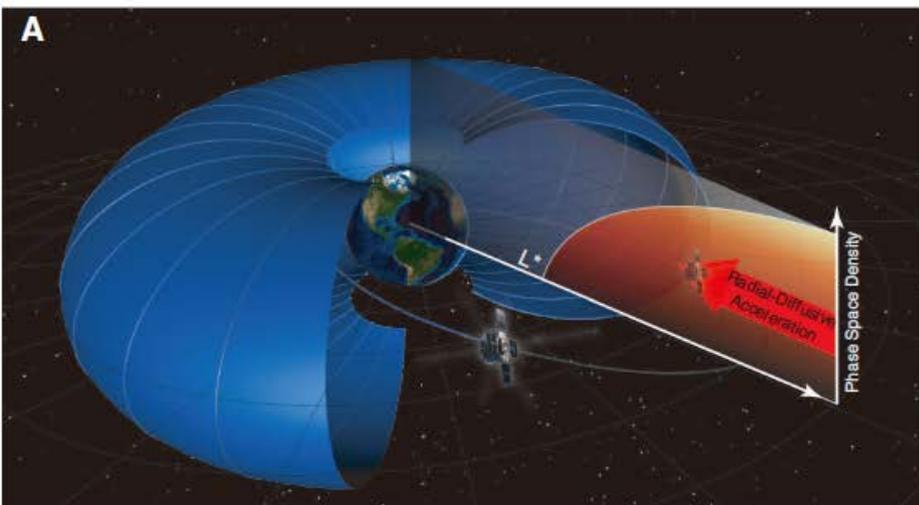
消失



[Reeves+, 13]

- 磁気嵐に伴って大変動が起こる(半日でフラックス3ケタ以上の変化)
- MeV電子はどこに消えるのか
- どのようにして電子を相対論的エネルギー (~MeV) にまで加速するのか
 - cf. 太陽風の電子は~100eV

加速機構：対立する2つの仮説



[Reeves+, 13]

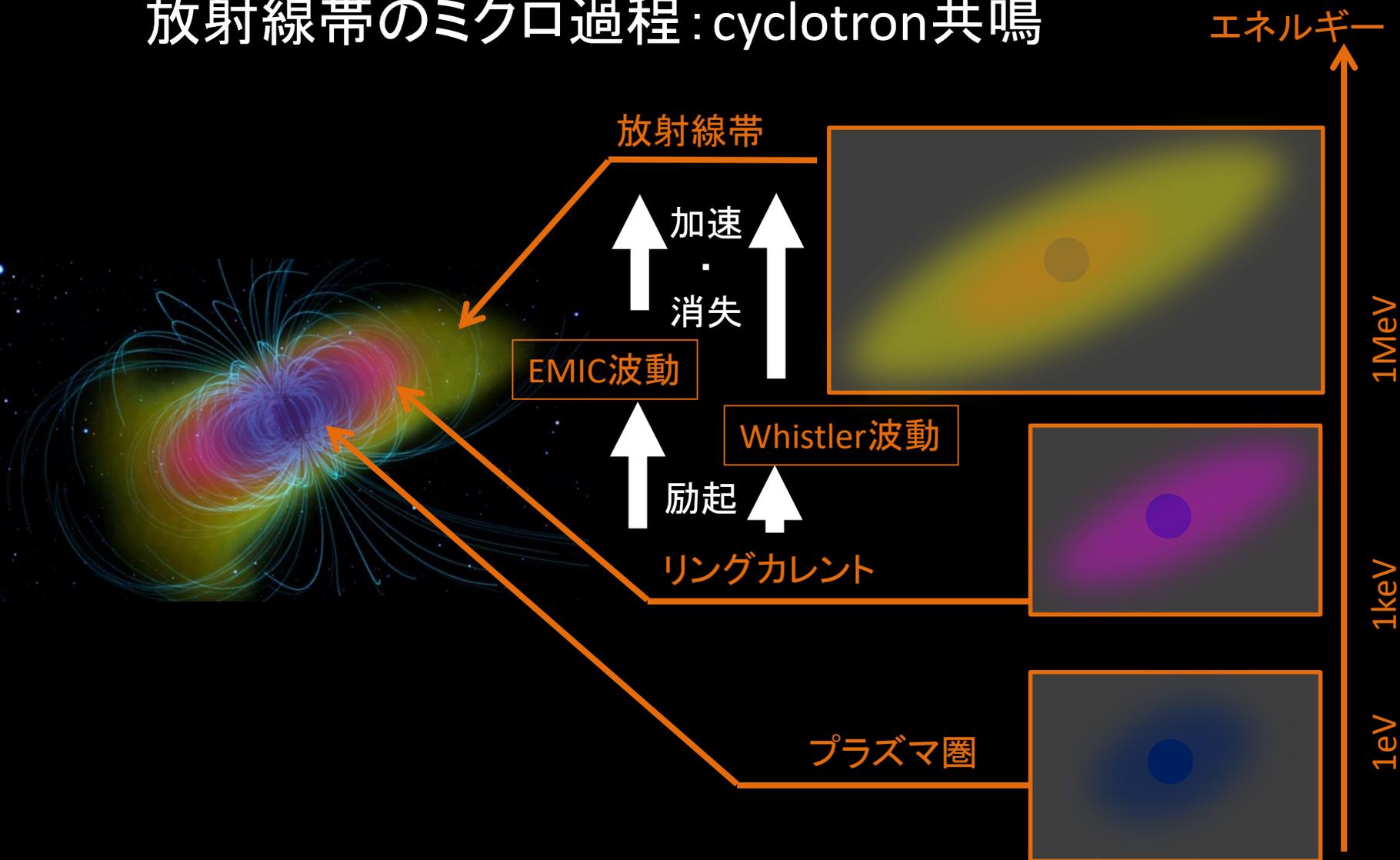
- 外からの輸送に伴う加速
- 電磁波(\sim mHz)によるドリフト共鳴加速?

- 内部での加速
- 電磁波(\sim kHz)によるサイクロトロン共鳴加速?

NASAのVan Allen Probes打上げ(2012)後も決着はついていない

←大局的な空間構造と同時に、ミクロの物理過程を観測的に抑える事が必要

放射線帯のマイクロ過程 : cyclotron共鳴



- 電磁場と粒子のエネルギー授受により波動励起や粒子加速が起きる(と考えられる)
- (時間分解能の問題で) 観測的な検証は難しかった
- 中間エネルギー帯粒子の観測自体が困難だった

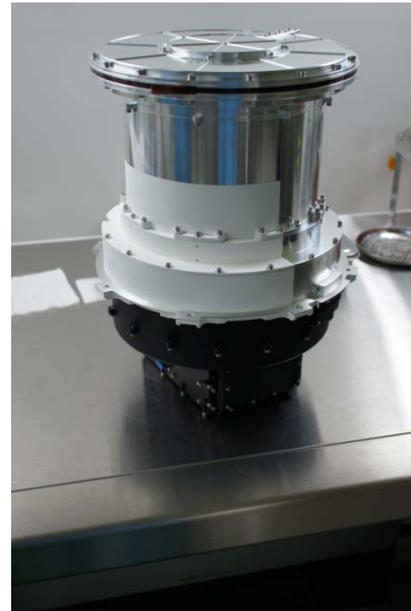
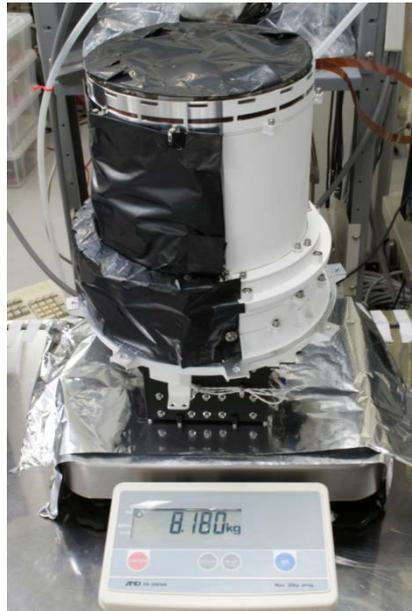
ERG mission

- 科学目的: 宇宙嵐時における放射線帯ダイナミクスの理解
- 中間エネルギー帯(10-200 keV)を計測するMEPi/MEPeを搭載
- 高時間分解能($\sim \mu\text{s}$)の波動粒子相互作用分析softwareを搭載



MEPe, MEPiの開発

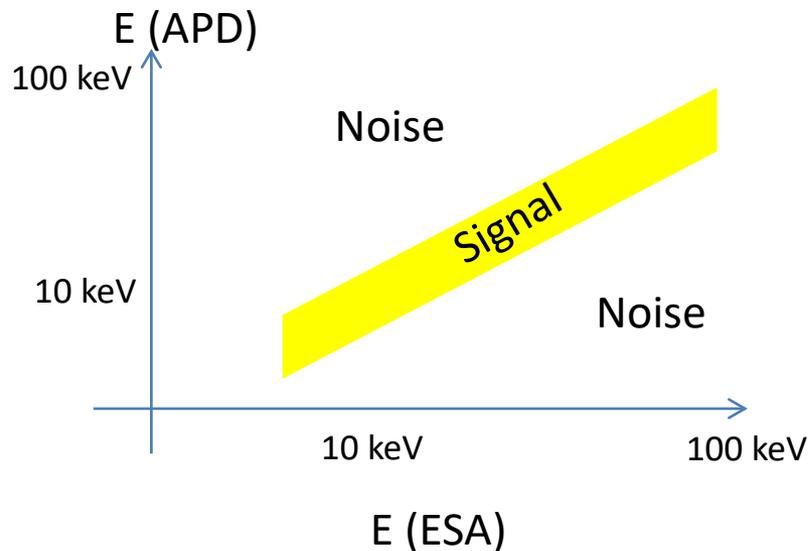
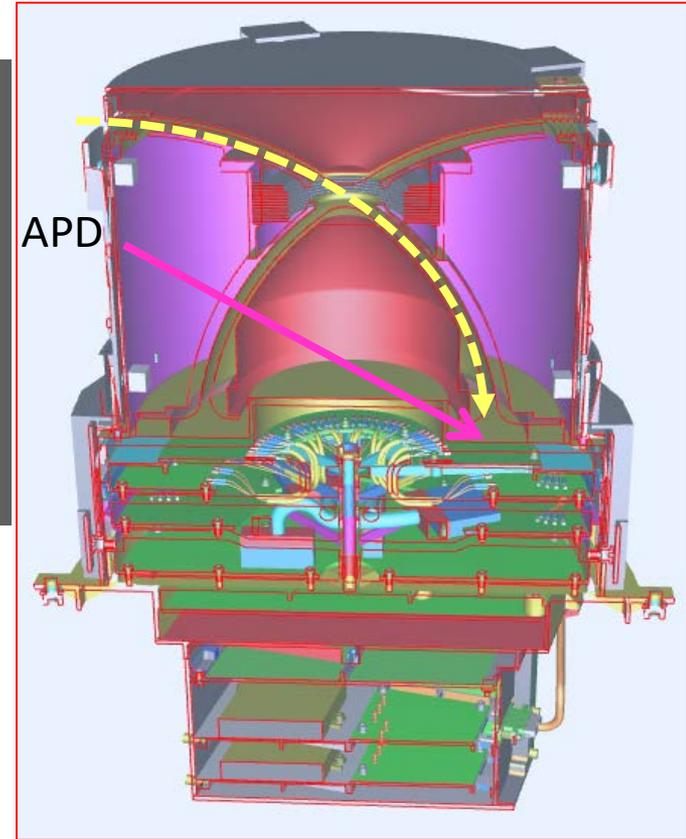
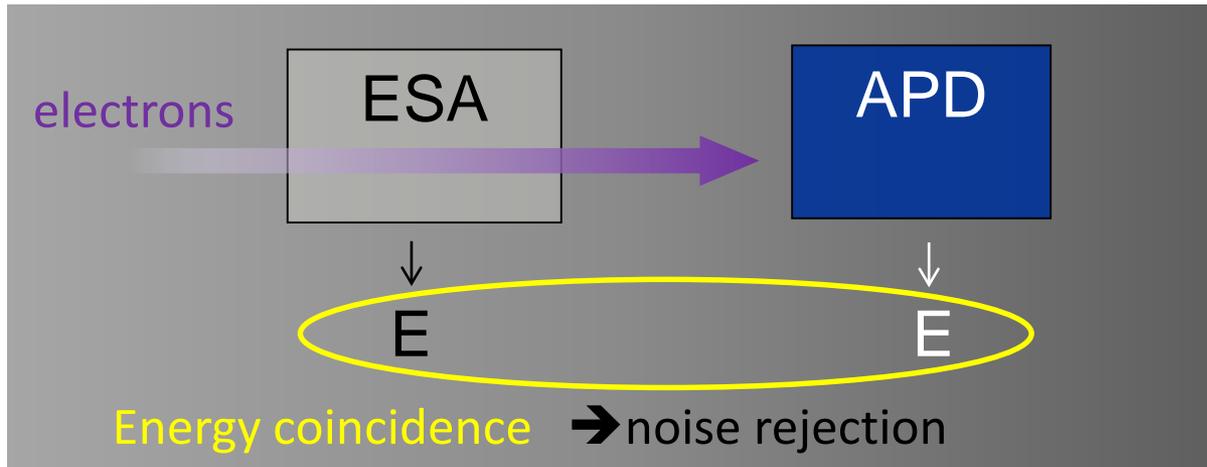
- 2016年度は、D棟3Fスペースプラズマ実験室を利用して、MEPe/iフライトモデルの機能性能試験などを実施した
 - システム振動試験後の各種確認
 - クリンベンチを利用し、外観確認やトルク確認などを実施
 - 真空槽内でのイオンビーム照射(質量分析較正データ取得)試験



Specification of MEPI and MEPe

	MEPi	MEPe
Energy range	< 10–180 keV/q	< 10–80 keV
FOV	~360deg × 5deg	~360deg × 5deg
Mass range	1–32AMU/charge	--
Mass discrimination	H ⁺ , He ⁺⁺ , He ⁺ , O ⁺	--
Energy resolution	~15%	~10%
Angular resolution	10deg × 22deg	5deg × 5deg (per APD)
G-factor	$5 \times 10^{-3} \text{ cm}^2 \text{ sr keV/keV}$ ($3 \times 10^{-4} \text{ cm}^2 \text{ sr keV/keV/sector}$)	$1.5 \times 10^{-3} \text{ cm}^2 \text{ sr keV/keV}$ ($1 \times 10^{-4} \text{ cm}^2 \text{ sr keV/keV/apd}$)
Time resolution	4sec per 3D VDF (for 8-sec spin period)	4sec per 3D VDF (for 8-sec spin period)
Mass	10 kg	8.2 kg
Power	22 W	21. W
Dimension	~300 mm ϕ × 400 mm	~300 mm ϕ × 400 mm
Data rate (max, before compression)	52kbit/(spin/16)	(normal data) 15 kbit/(spin/32) (S-WPIA) 1.68 Mbps

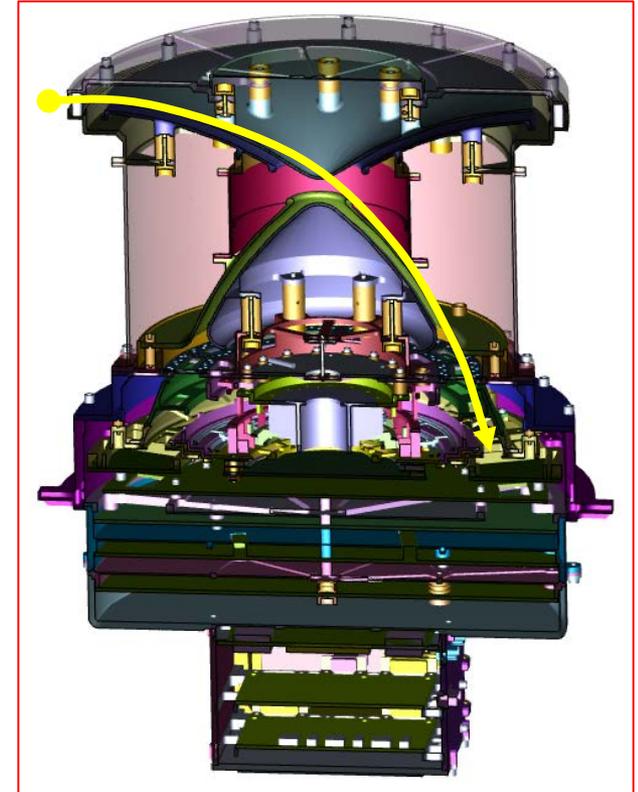
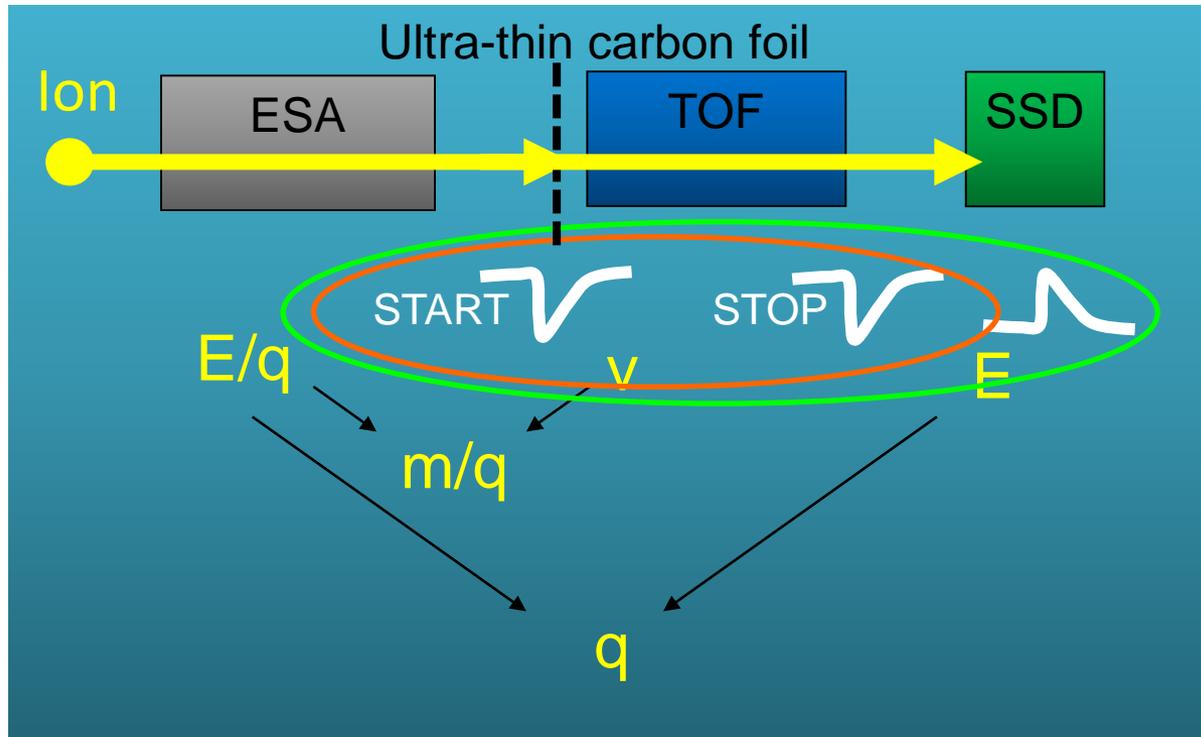
MEPeの計測原理



- 高エネルギー電子による背景雑音を除去するため、ESAとAPDでエネルギーの整合性をとる

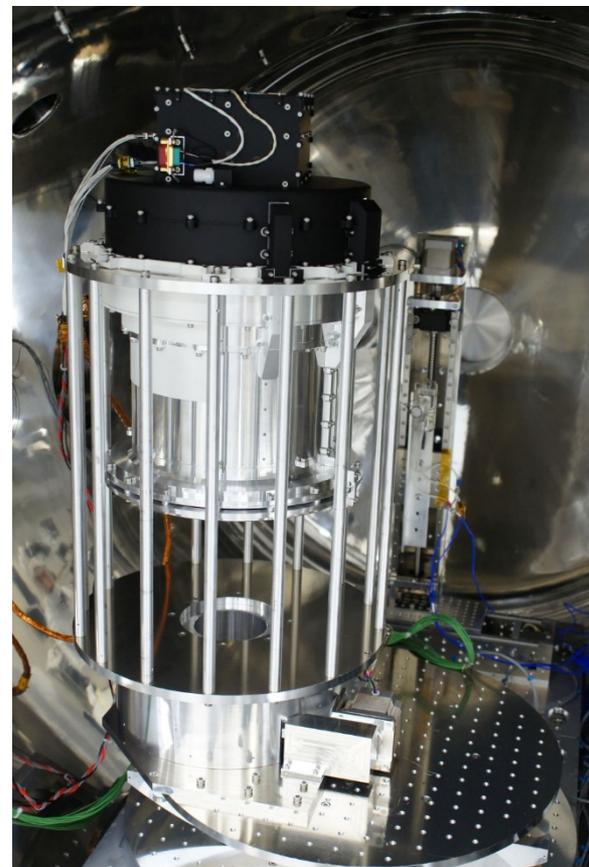
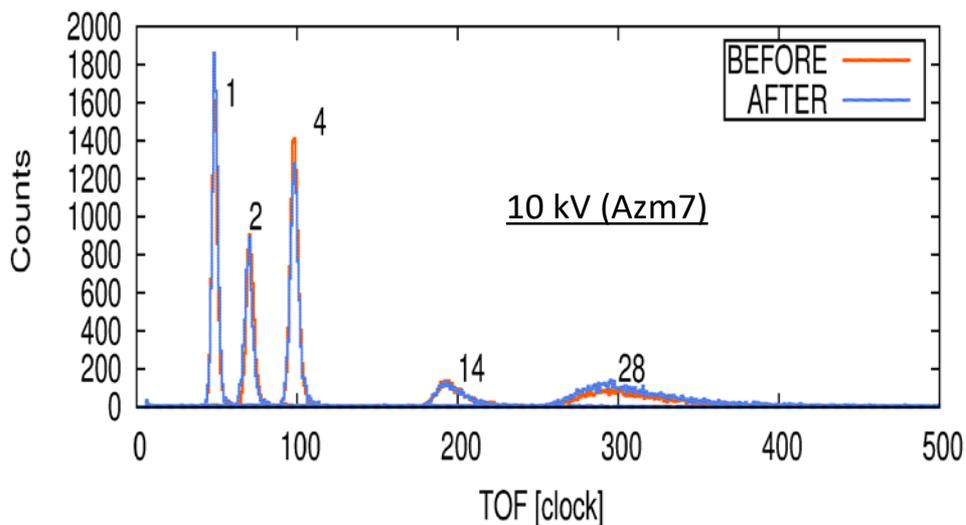
MEPiの計測原理

W-coincidence T-coincidence



- Energy(E), Mass(m), and charge state(q) are measured (10-180 keV/ q)
- **W-coincidence**: START+STOP signals \rightarrow m/q
- **T-coincidence**: START+STOP+SSD signals \rightarrow m, q

MEPiのビーム試験(TOF)



- TOFの実験データは，振動試験前後で変化なく，設計通りに質量弁別できている

Summary

- MEPe/MEPi フライトモデルのシステム振動後の確認・試験を実施した
 - システム振動試験後の各種確認
 - クリンベンチを利用し、外観確認やトルク確認などを実施
 - 真空槽内でのイオンビーム照射(質量分析較正データ取得)試験
- 現在、軌道上で初期運用中
 - 所期の性能が確認されつつある