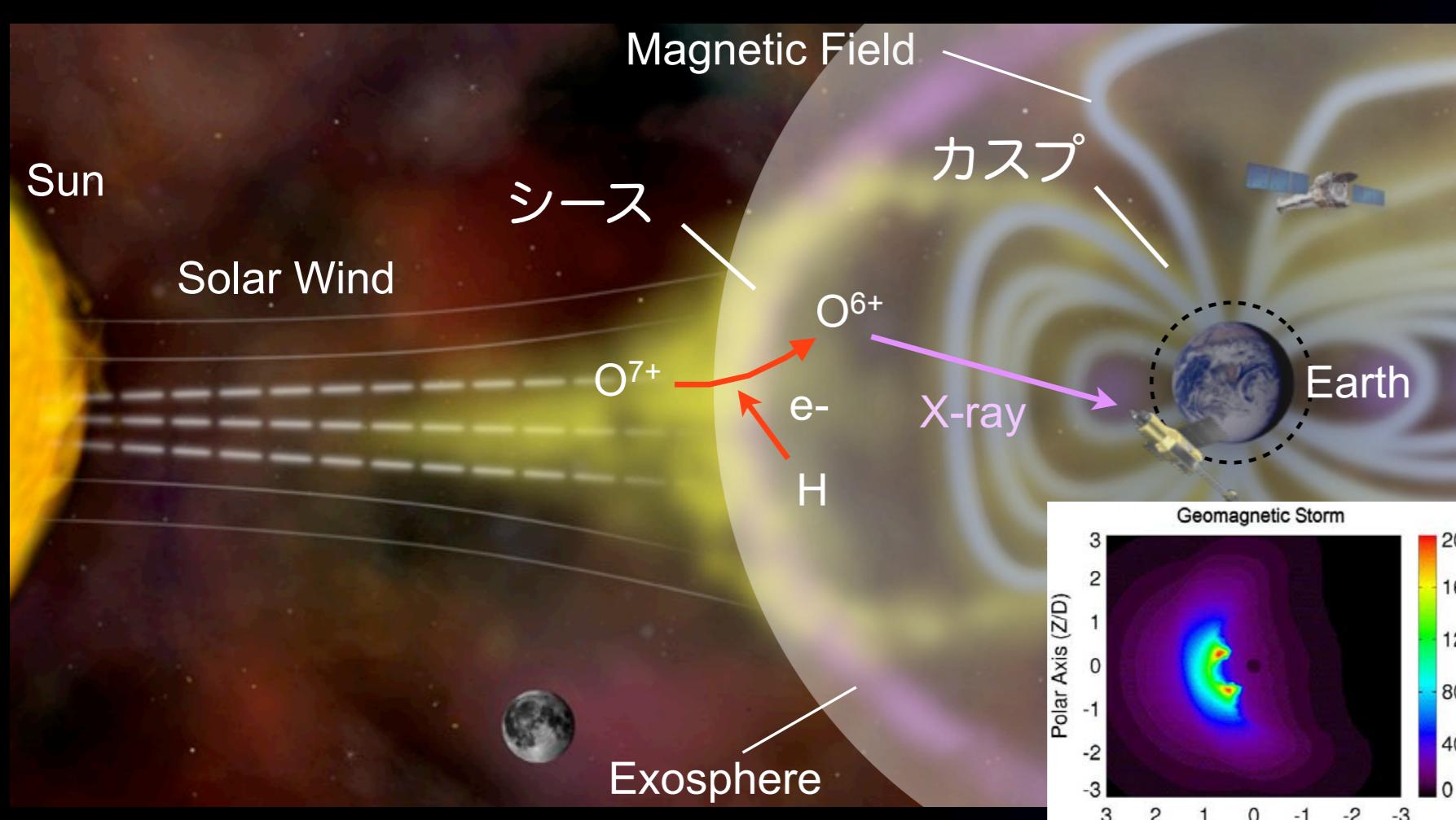


地球磁気圏をX線で可視化する GEO-X 衛星の検討

江副 祐一郎 (首都大)、三好 由純 (名古屋大)、笠原 慧、満田 和久、藤本 正樹、山崎 敦、長谷川 洋、木村 智樹 (ISAS/JAXA)、大橋 隆哉、石崎 欣尚、三石 郁之 (首都大)、藤本 龍一 (金沢大)、松本 洋介 (千葉大)、野田 篤司、西城 邦俊 (MDSG/JAXA)、他 GEO-X チーム

1. GEO-X衛星

X線天文衛星 ROSAT, XMM-Newton, すくらの活躍により、地球磁気圏に捕捉された太陽風イオンは、地球の外層大気(ジオコロナ)と電荷交換反応を生じ、軟X線を放射することが分かった

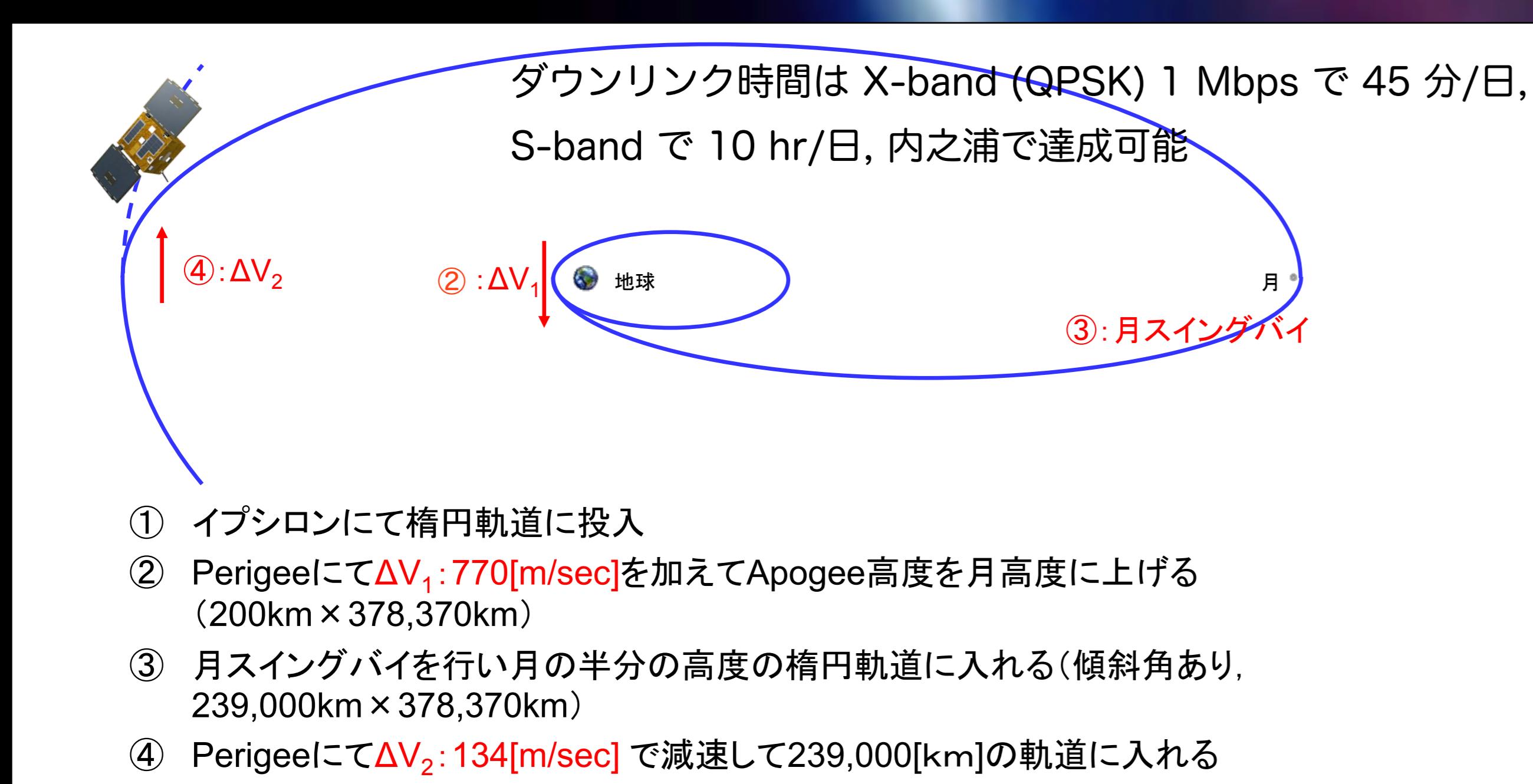


磁気圏カスプやシース領域では太陽風イオンの密度が高く、ジオコロナの密度も高いため、X線が強く放射され、磁気圏の撮像が可能になる

X線放射率計算
Robertson+06

我々は世界初のX線による磁気圏撮像を目指す、小型科学衛星 GEO-X (GEOspace X-ray imager) の検討を2013年より本格的に開始した

衛星初期質量 ~350 kg、うち燃料 ~130 kg
搭載機器リソース ~30 kg, ~30 W
地球周回軌道 ~37±6 RE、3軸制御 (精度 <1分角/min)
データ量 ~30 kbps (主にサイエンス)



2. 科学目的と観測装置への要求

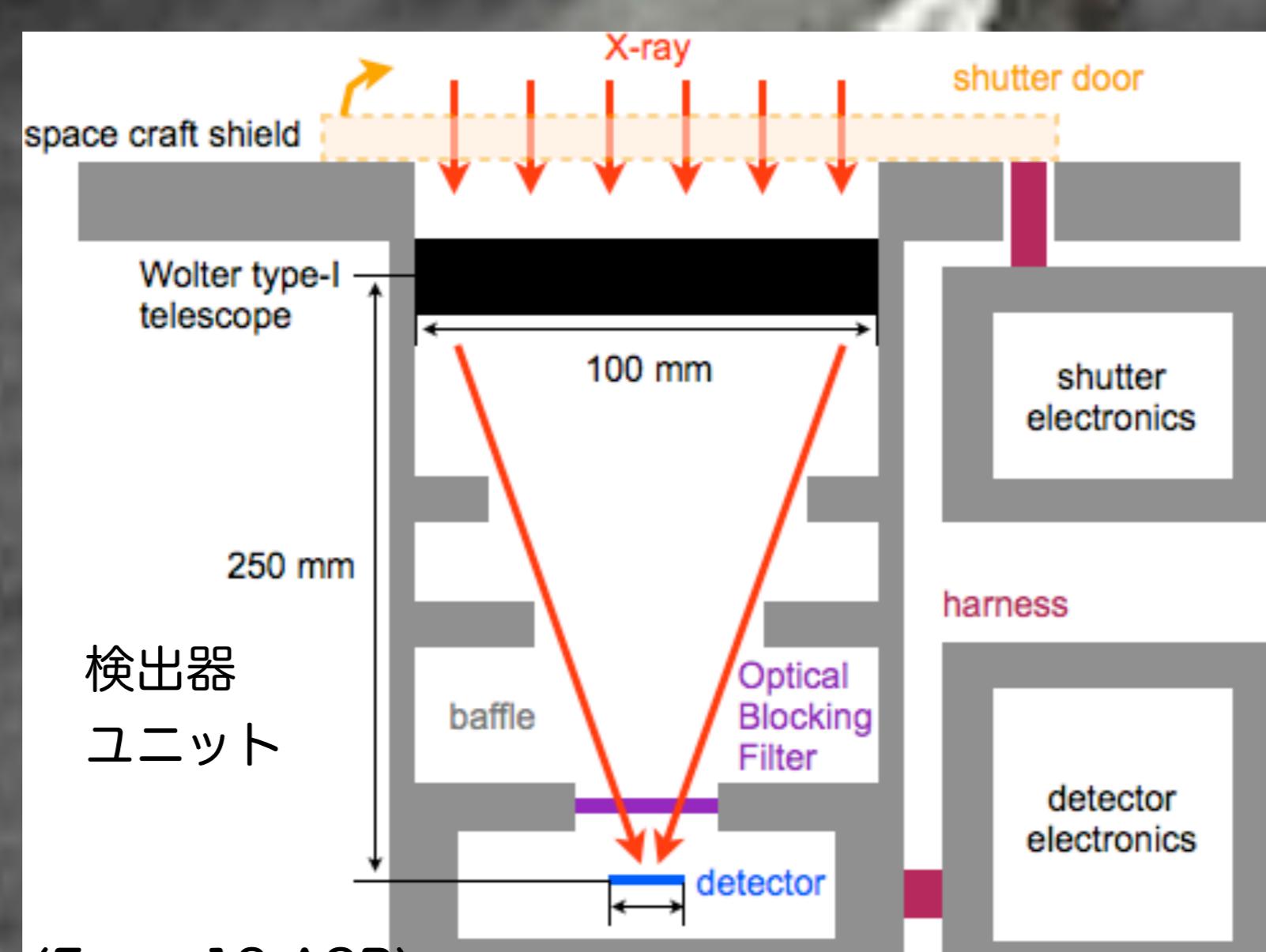
(目的) 世界で初めてX線を用いて、磁気圏境界面(カスプ、シース、低緯度境界層など)を可視化し、太陽風による磁気圏の変動の様子を理解する
=> (1) 磁気圏構造の全体像の撮像、(2) 太陽風-磁気圏相互作用の撮像

項目	要求 (括弧内は想定軌道での数値)	コメント
エネルギー帯域	0.3 - 2 keV	・太陽風電荷交換反応による輝線 (<~1 keV) ・太陽風イオンの衝突による検出器雑音 (>~1 keV)
空間分解能	<0.1 RE (<10 分角)	・カスプとシース領域を空間分解
エネルギー分解能	<100 eV @ OVII K _α 0.6 keV	・輝線を分解 & S/N 向上
時間分解能	<1 hr (>10 cm ² deg ² @ OVII K _α 0.6 keV)	・太陽風動圧の変化に伴うマグネットボーズの変化を検出 ・磁気嵐イベントに対して ~0.1 cps @ OVII K _α
視野	> 5 RE × 5 RE (7° × 7°) (TBD)	・カスプやシース領域を概観

(観測装置)

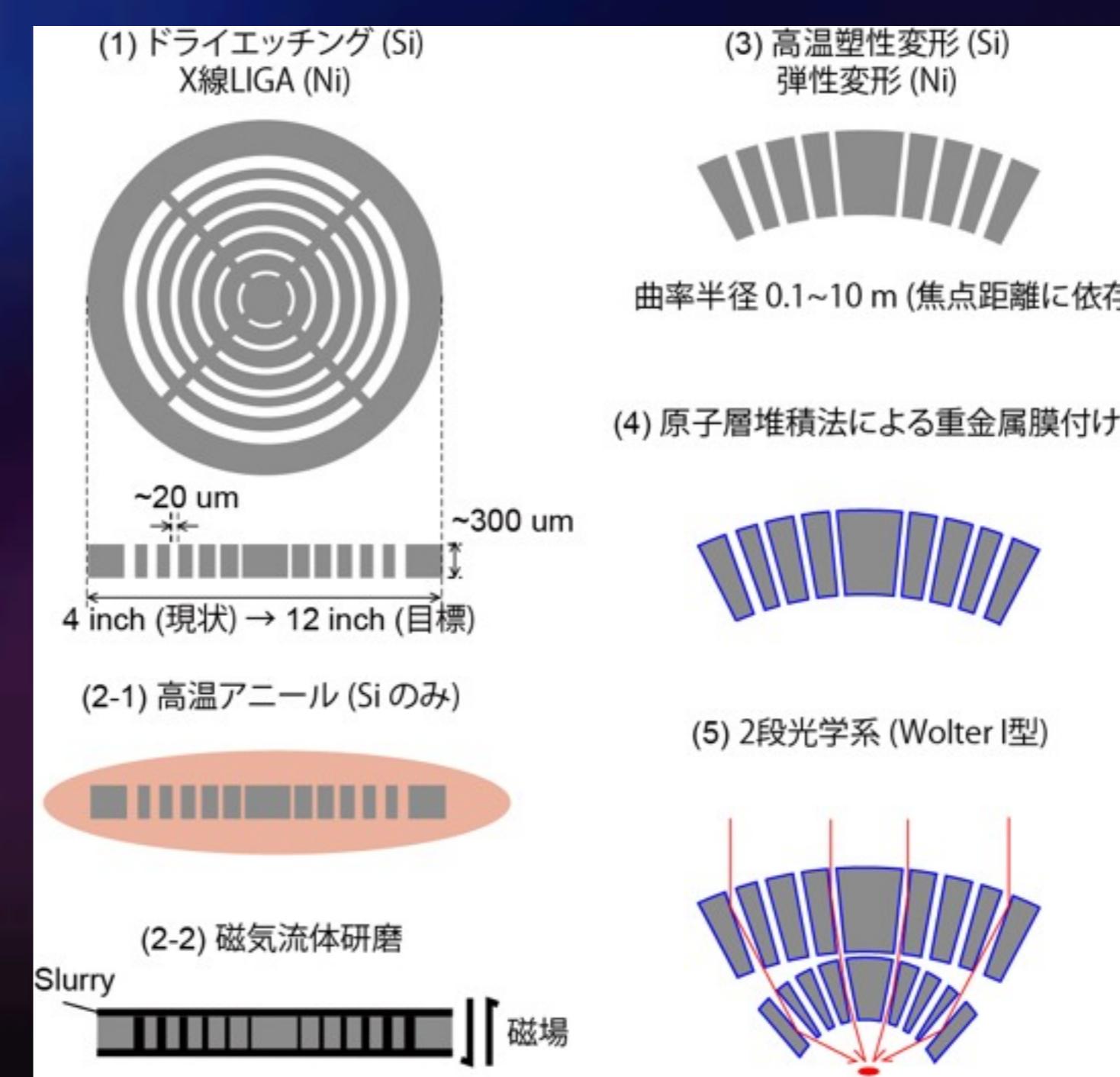
「軽量望遠鏡 + 撮像分光素子」のユニット x 3 セット

ユニット当たり
質量 ~10 kg
電力 ~10 W
サイズ ~30 cm 角
視野 4° × 4°
構成 Φ100 mm 望遠鏡 + ~2 cm 角検出器

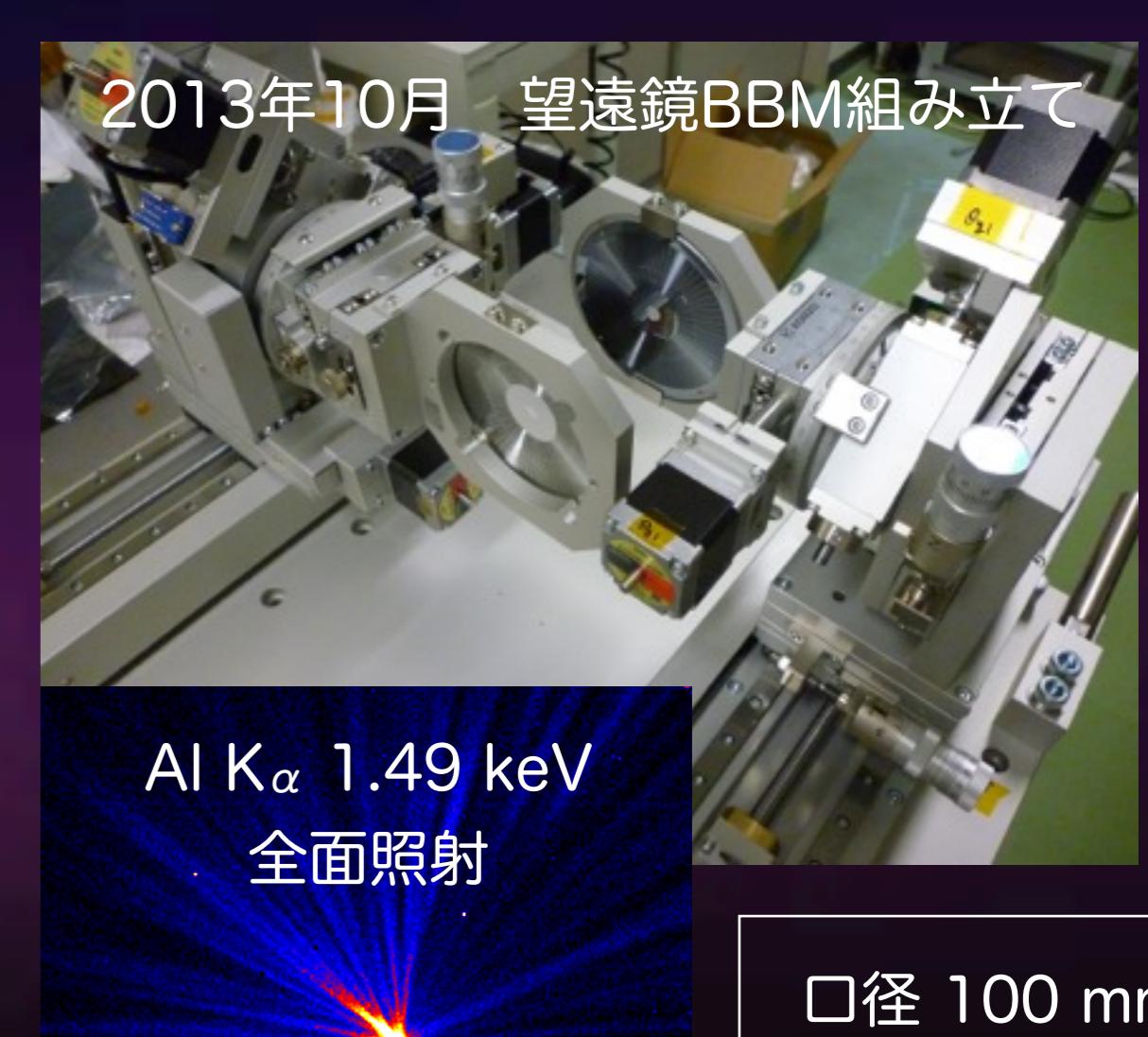


3. 観測装置の検討と開発

(X線望遠鏡) 独自に考案した超軽量シリコンマイクロポアオプティクス



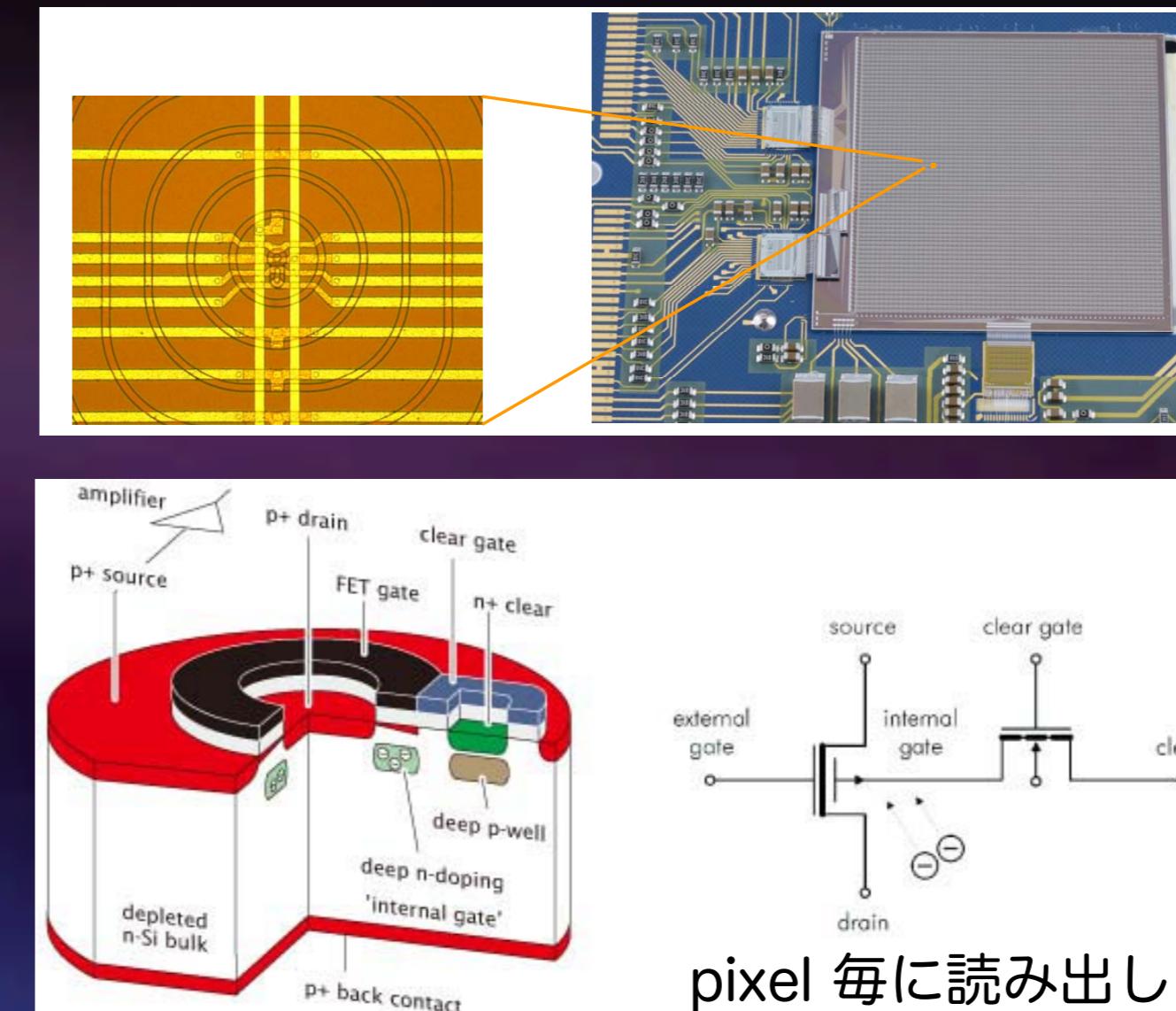
(Ezoe+10 MST, Ezoe+12 OL, Mitsuishi+13 SA など)



口径 100 mm
焦点距離 250 mm
視野 5°Φ
on-axis 面積 5 cm²
SQ 10 cm² deg²
面積/重量比 ~1 g/cm²
(さくらの~40倍軽量)
質量 ~5 kg

(X線検出器) 低電力、高放射線耐性の半導体ピクセル検出器 (DepFET)

独 PNsensor, MPE が開発

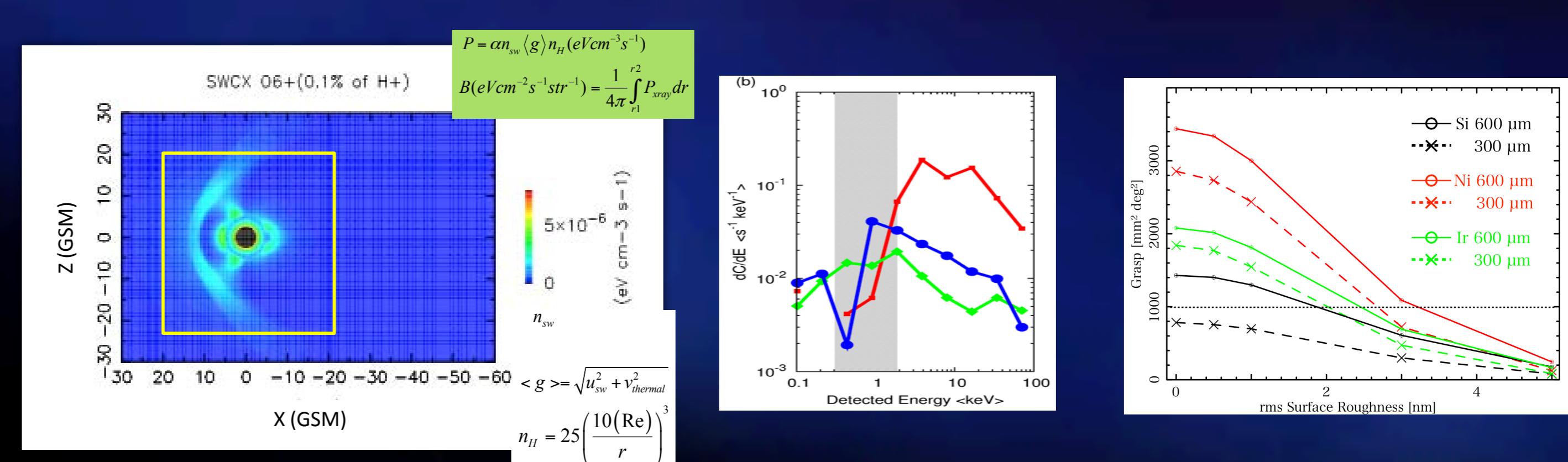


ピクセルサイズ : 300 μm 角
アレイ : 64 x 64
アレイサイズ : 1.92 x 1.92 cm²
フレームタイム : 1 ms
素子温度 : <~-40 deg C
E分解能 : <100 eV @ 0.6 keV

Bepicolombo 衛星 (2015) 搭載検出器と
基本的に同じ設計を採用する予定
質量 3.5 kg (読み出しエレキ含む)
電力 10 W 程度 (読み出しエレキ含む)

(Majewski+13 NIM-A など)

(観測シミュレータ) 高解像度 MHD シミュレーション、GEANT4 による放射線 BGD 計算などを完成済み、画像・スペクトル予想を行う予定



MHD 計算に基づくX線放射率計算
(Miyoshi+ in prep)

GEANT4 放射線 BGD 計算
(Kasahara+13 PSS)

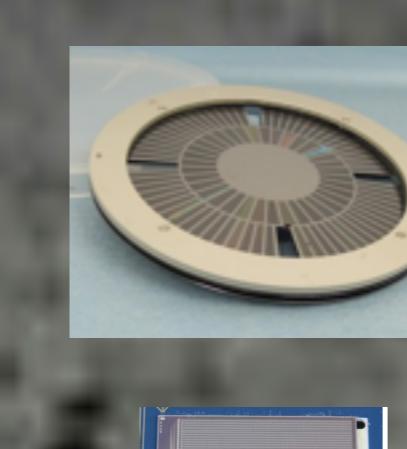
望遠鏡 SQ 計算
(Mitsuishi+ submitted)

4. 今後の予定

- GEO-X は2020年頃(小型科学衛星4,5号機)の打ち上げ提案を目指す
- 同時に科学目的と技術の基礎実証のため、技術実証衛星 DESTINY に理学機器として、装置(~10 kg, 1ユニット)の提案を行っている
- 本計画で確立する軽量X線装置は、様々な探査衛星に応用可能

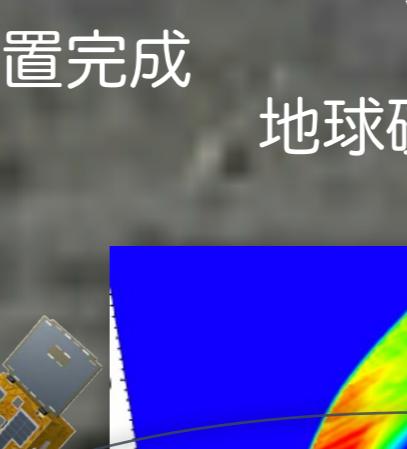
2010年代中盤

基礎技術開発



2018~2020年代初頭

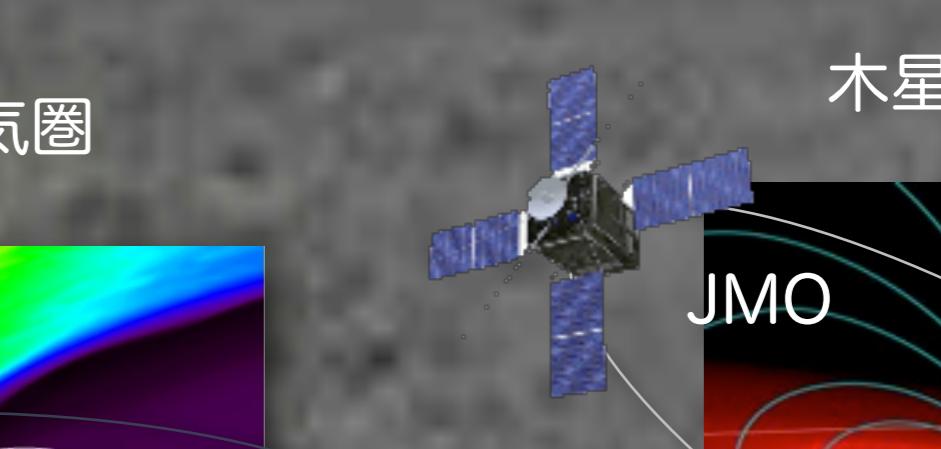
衛星提案
装置完成



地球磁気圏

2020年代中盤

さまざまな探査衛星へ搭載提案



木星、火星、月など

