

ISS曝露部搭載のX線SOIピクセル検出器 による超高層大気の観測計画

信川 久実子 (近畿大学)

「ISS搭載の世界初の大气X線観測専用装置で実現する超高層大気の膨張収縮の研究」

科研費 基盤研究A (2023年度-2026年度) 研究代表者 信川 久実子

メンバー



信川 久実子
(PI, 近畿大)



武田 彩希
(宮崎大)



勝田 哲
(埼玉大)



鶴 剛
(京都大)



中澤 知洋
(名古屋大)



森 浩二
(宮崎大)



内田 裕之
(京都大)



信川 正順
(奈良教育大)

+ 大学院生・学部生
眞方 恒陽, 河邊 圭寿,
岸本 拓海, 黒木 瑛介,
栞野 慧

動機: X線による超高層大気の観測

✓ 高度100 km付近の超高層大気

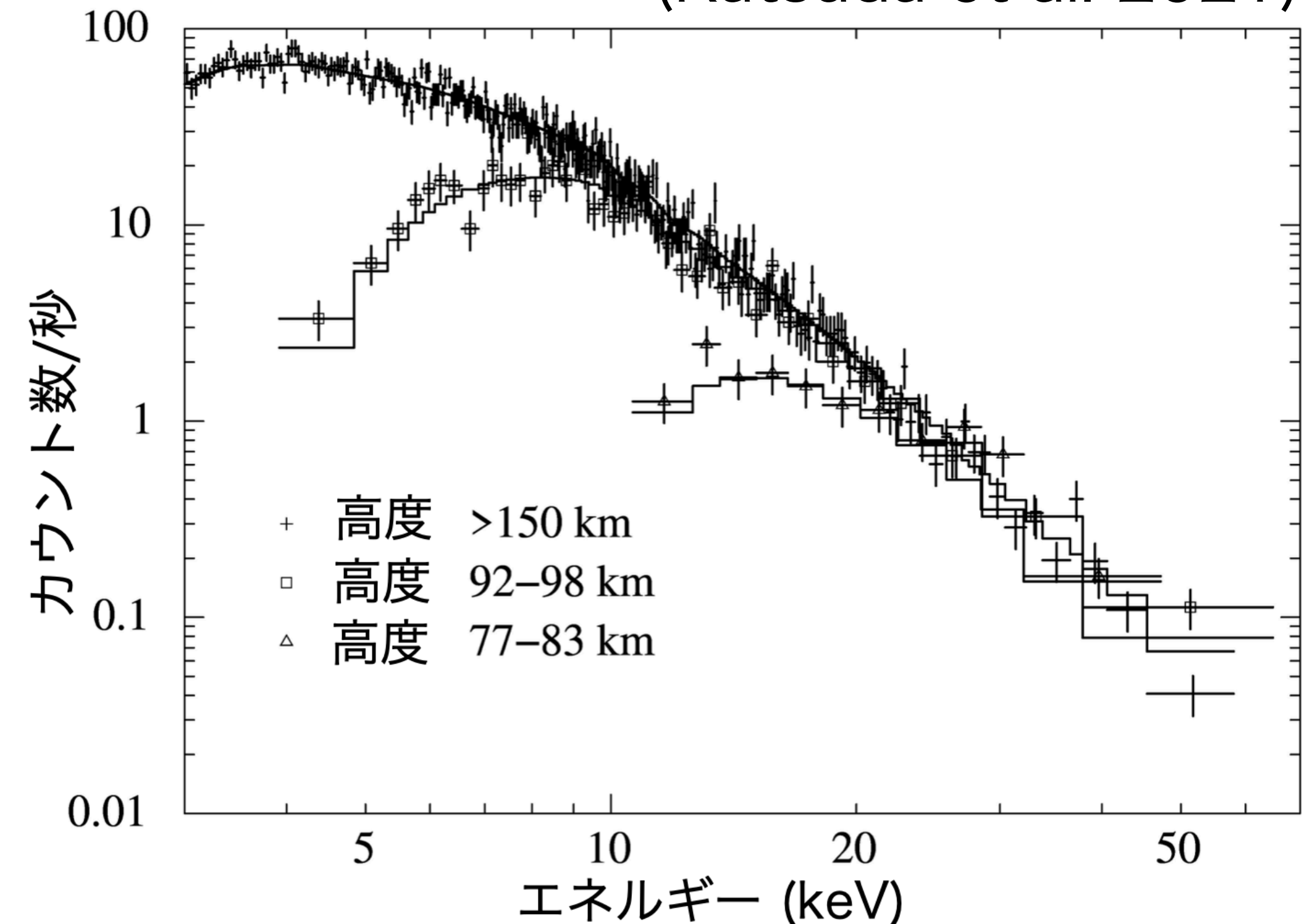
- データ乏しい
- 気候変動・気象現象の理解や宇宙天気予報の観点で重要

✓ X線天文衛星による観測

(Katsuda et al. 2020, 2021)

- かに星雲の大気掩蔽を利用しX線の大气透過で密度測定
- 昼地球の観測による大気アルゴン組成量測定と太陽X線観測

(Katsuda et al. 2021)



動機: X線による超高層大気の観測

- ✓ 問題点: X線天文衛星のデータは離散的
 - 偶然頼みなので、大気掩蔽の観測は年1-2日
 - 地球周回 (100分) 毎に1分間だけデータ取得
- ✓ 大気密度の準周期変動や突発変動は測定不可

大気観測専用のX線観測装置で
モニタリングを行いたい

すざく衛星による
かに星雲の大気掩蔽データ

| 観測日 | |
|-------|-----------|
| 2005年 | 9月15, 16日 |
| 2006年 | 9月18日 |
| 2007年 | 3月20, 21日 |
| 2008年 | 8月27, 28日 |
| 2009年 | なし |
| 2010年 | 4月5, 6日 |
| ... | |

(Katsuda et al. 2021)

動機: 超高層大気専用のX線カメラ

✓ 大気観測専用 X 線カメラを研究室単位で実現するには？

- 超小型衛星？

ミッション機器 + バス系の開発が必要。

運用の問題 (どこで、誰が、いつ運用?)

- **国際宇宙ステーション (ISS) 曝露部**

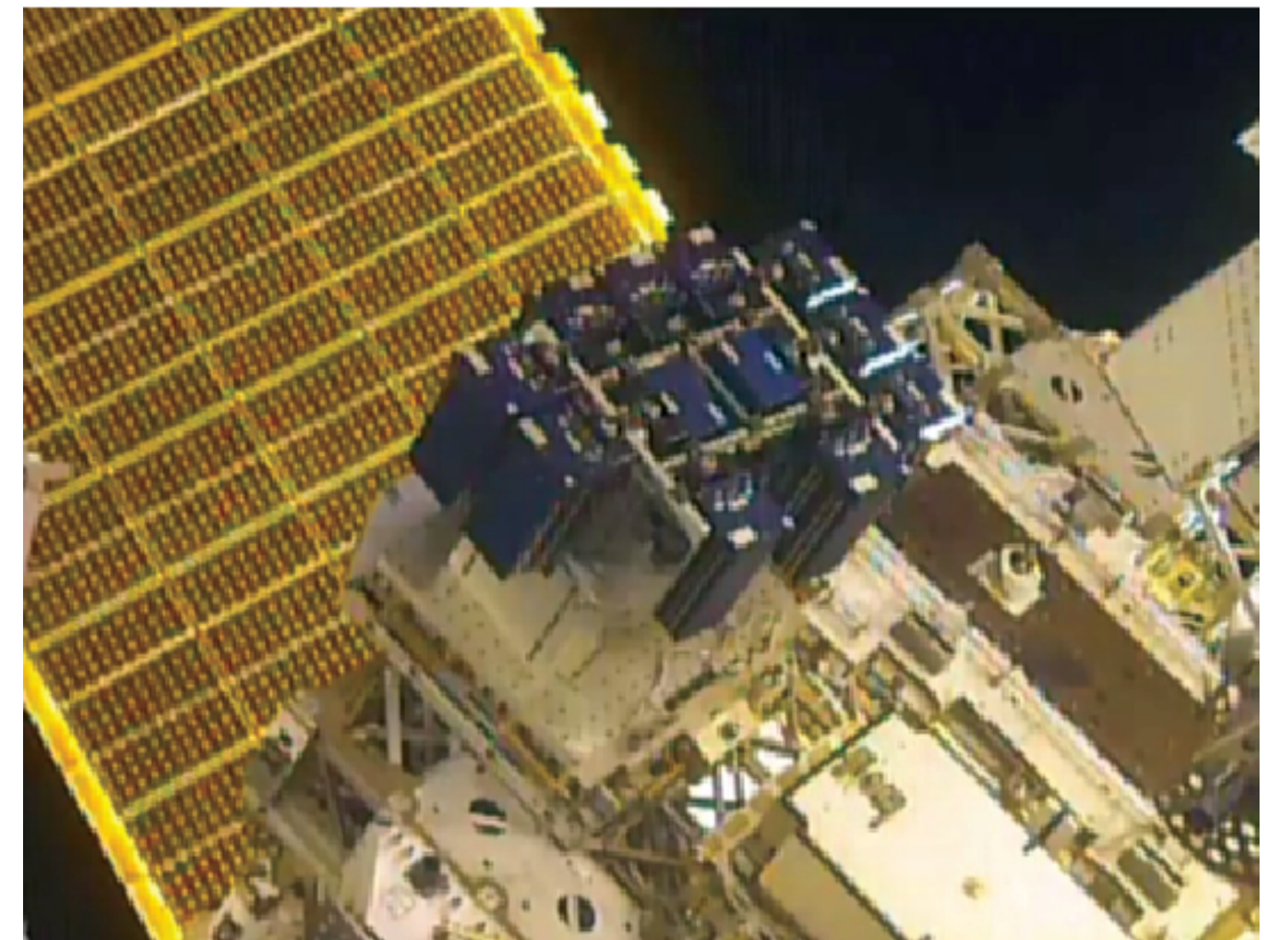
バス系の開発が不要なので開発期間短縮

大気を常に同じ姿勢で観測

一定期間曝露後、地球へ返還

ISS上の材料曝露実験MISSEモジュール →

(米国モジュールに搭載; NASA提供)



道具立て

✓ 観測装置実現の条件 「省エネ化」 「省スペース化」

✓ X線SOIピクセル検出器 「SOIPIX」

- 我々が独自に開発

- 世界で唯一、**冷却装置無し**で以下を実現

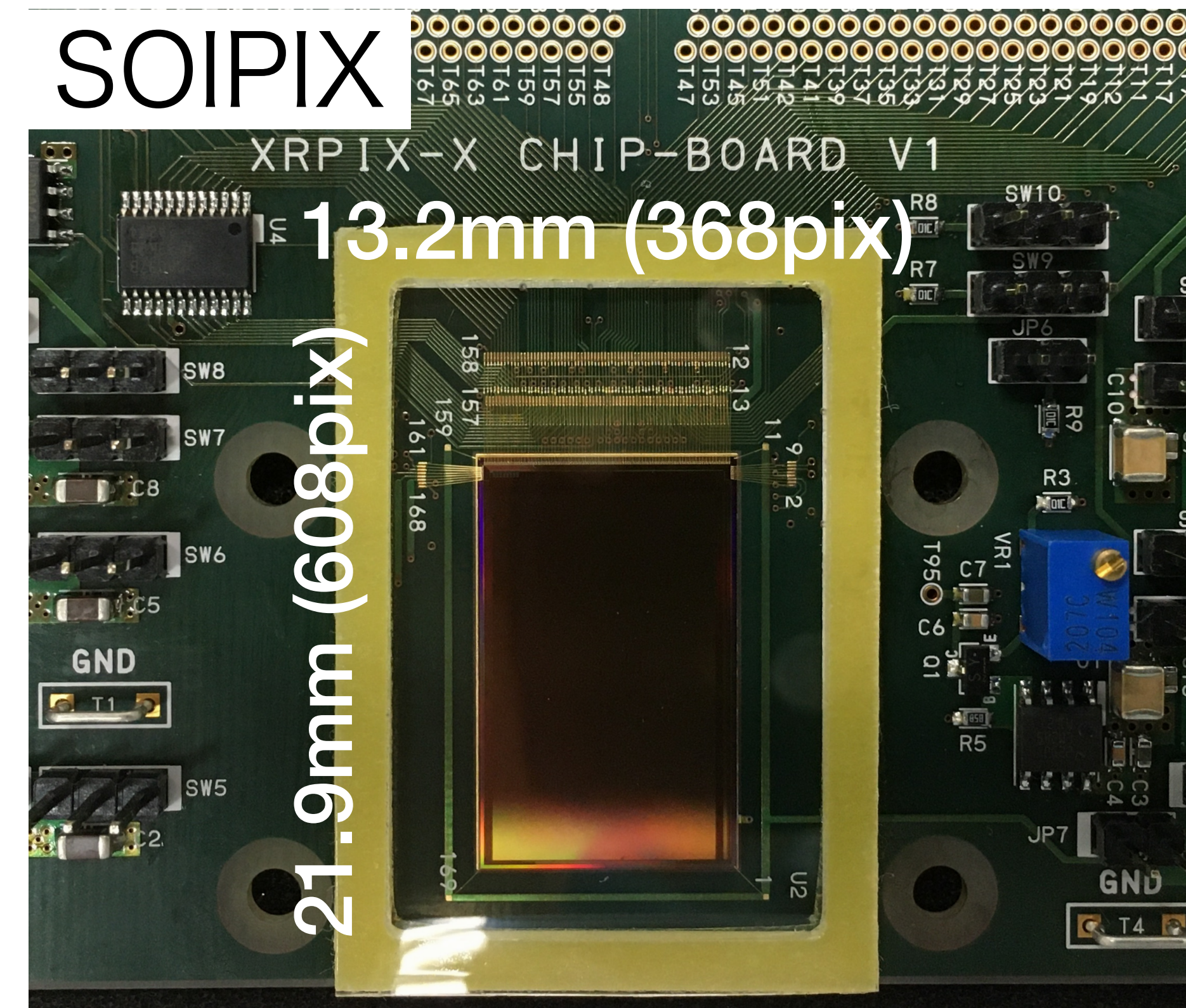
- (1) 高い分光力 (読み出しノイズ 10 e-)

- (2) 高いX線感度 (空乏層厚 100 μm)

- => 高度80 km以下の密度も測定

- (3) 高い時間分解能 (10 μsec)

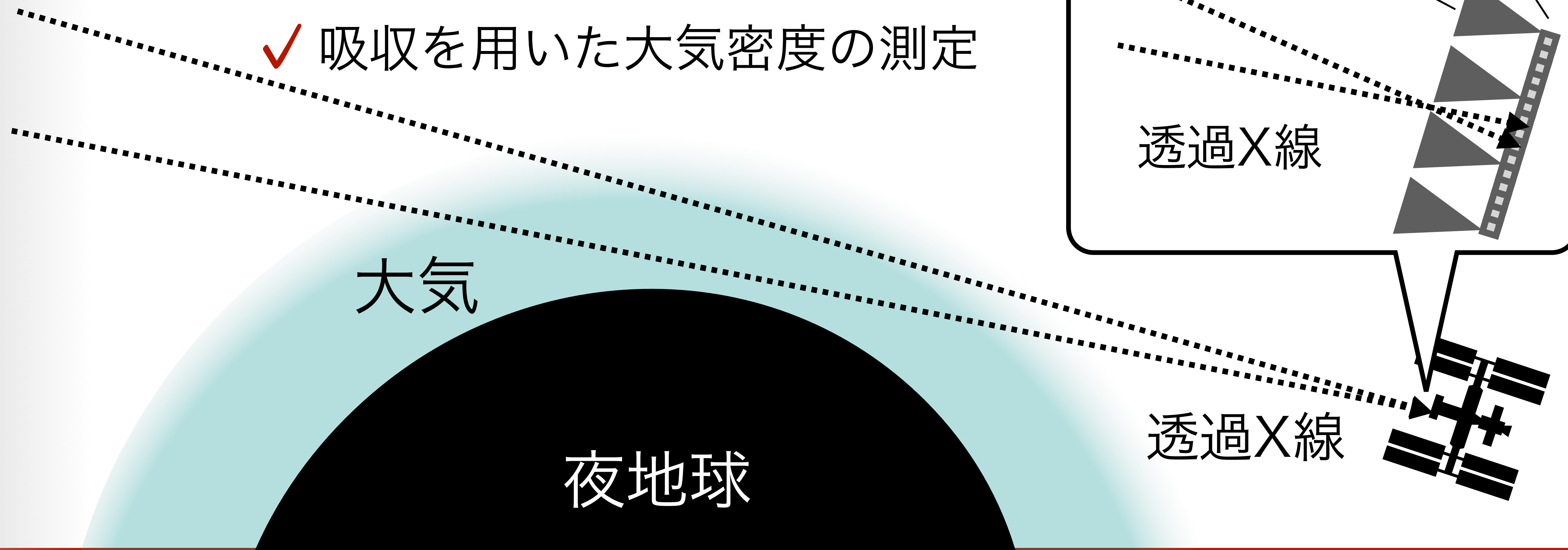
- => 反同時計数による高度なバックグラウンド除去



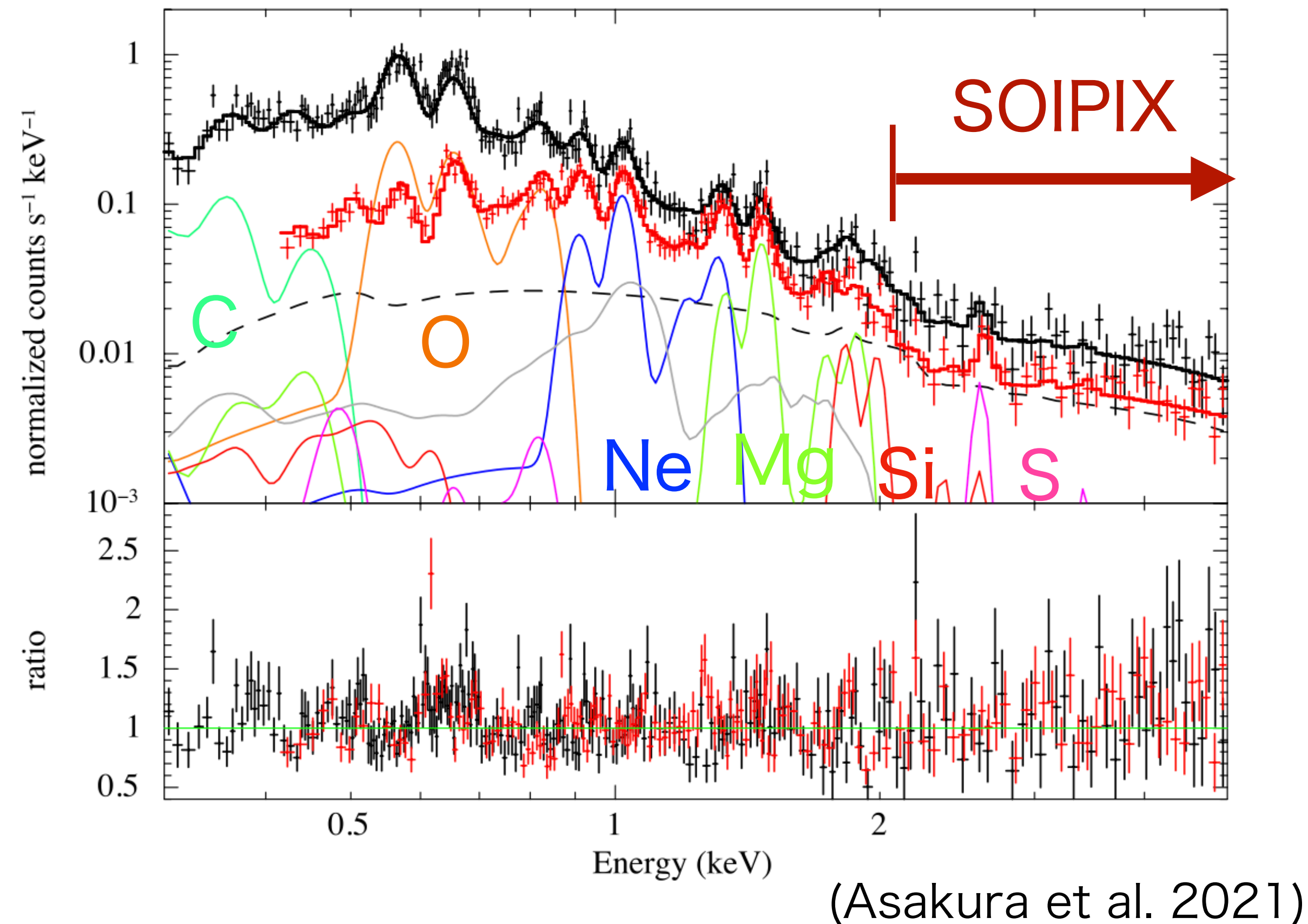
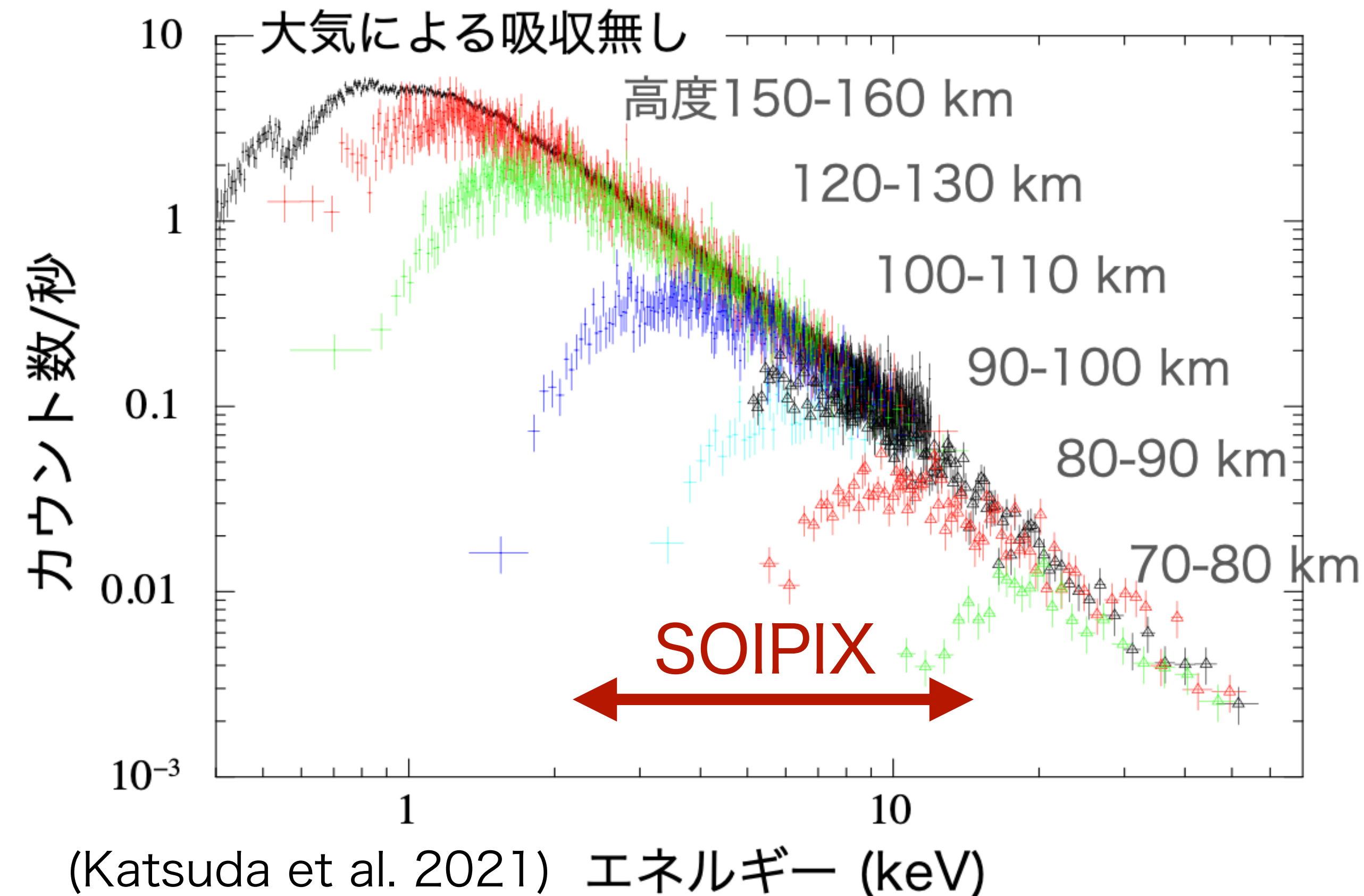
構想

- ✓ ISS曝露部にSOIPIX カメラ + コリメータを半年間設置
- ✓ (夜地球) 宇宙X線背景放射の大気透過を観測
(昼地球) 太陽X線の大气反射を観測
- ✓ SOIPIXへの入射位置から
X線の通過した高度がわかる
- ✓ 吸収を用いた大気密度の測定

宇宙X線背景放射



X線カメラの観測範囲

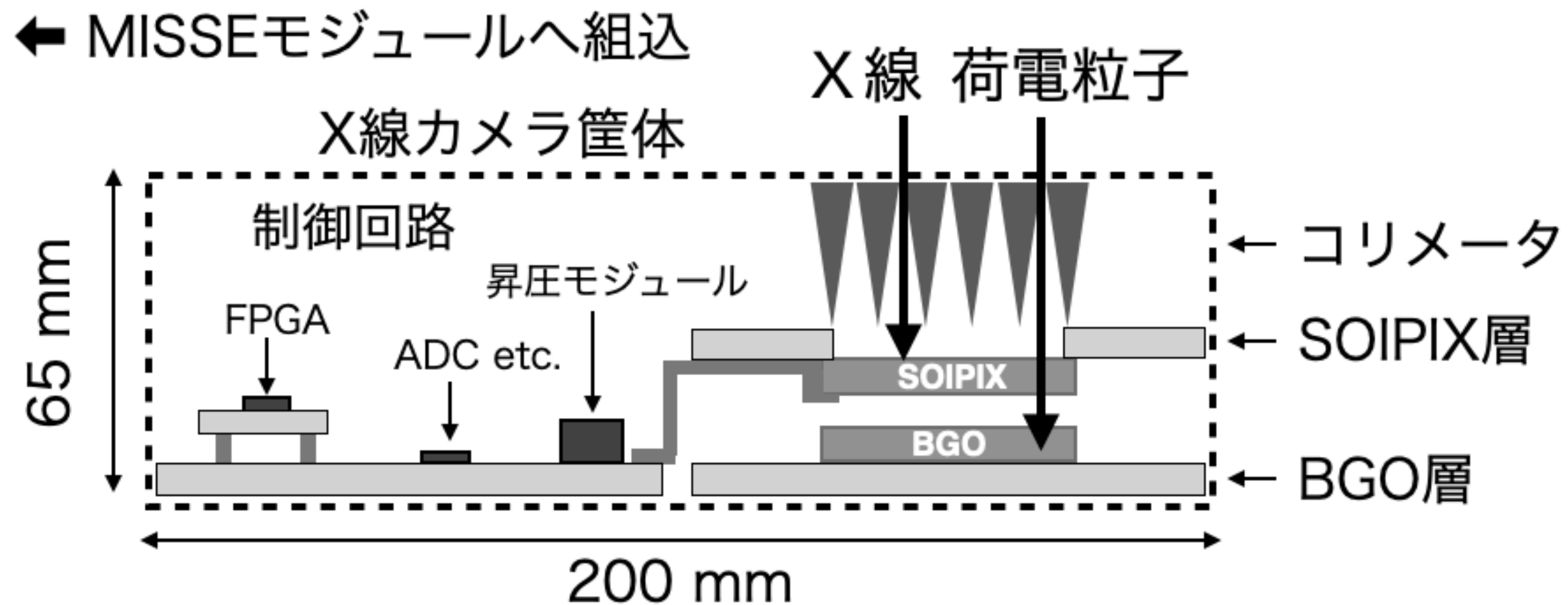


✓ SOIPIXの観測可能帯域：2–15? keV
=> 高度70–100 kmを観測

✓ O, Neの特性X線は観測できない
✓ Ar Kは観測範囲内

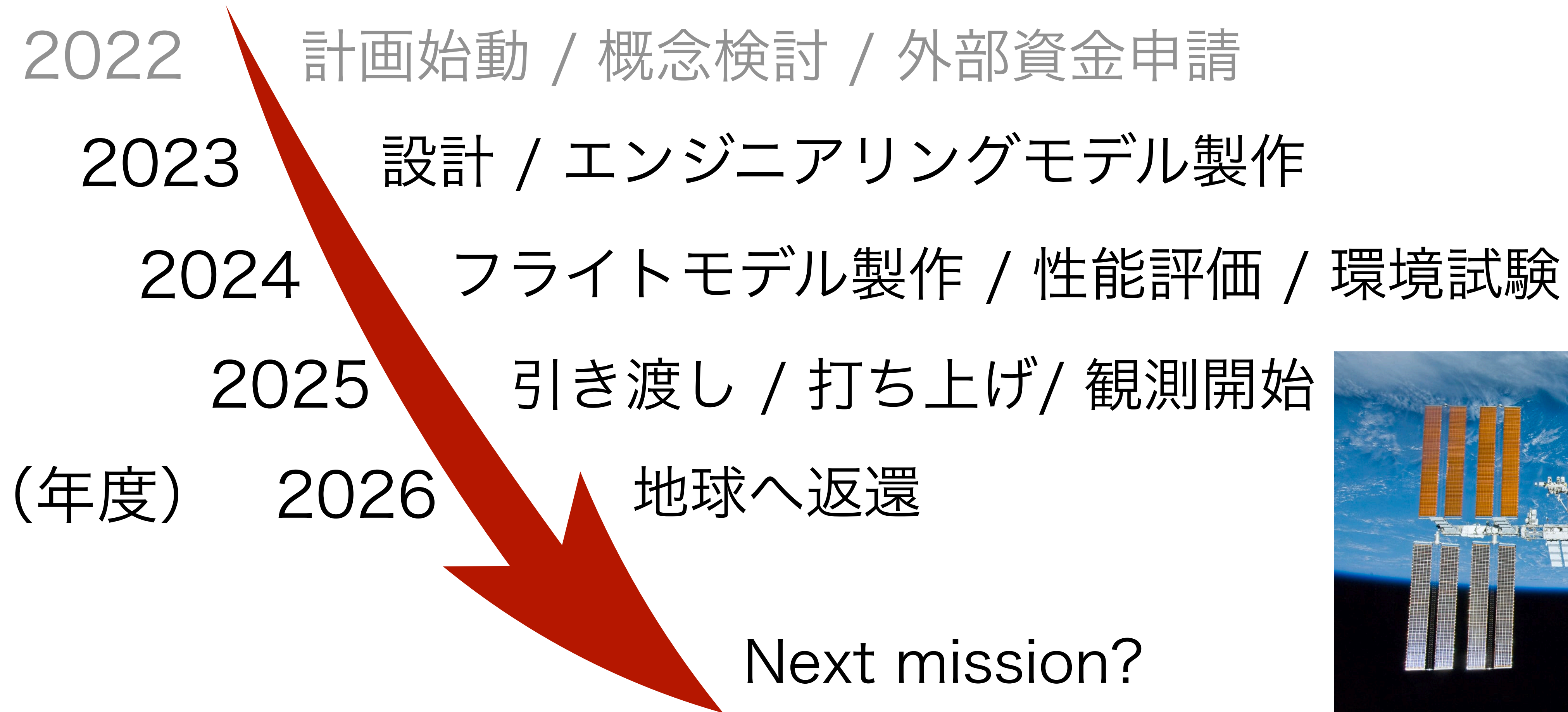
パイロード

| | |
|-------|--------------------------------------|
| サイズ | 6.5 cm × 12 cm × 29 cm 以内 (MISSE規格) |
| 質量 | < 2 kg |
| 電力 | 約10 W |
| X線センサ | SOIPIX (有感領域 13.2 mm × 21.88 mm) 2素子 |



スケジュール

太陽活動が極大となる2025年の観測を目指す



本計画でどのように新しい知見が得られるか

- ✓ 大気密度を時間と場所をある程度「積分」して測定
 - 宇宙X線背景放射の表面輝度が低い + 受光面積小さい
単位時間あたりの光子数は少ない
 - ISSは90分で地球を1周 => 観測場所が常に移動
 - ISSの軌道傾斜角51.6度
極に近いと荷電粒子バックグラウンド増加し観測できない
=> Globalな中期変動 (month scale?) は測定できる可能性がある。
- ✓ 1日の半分は昼地球を観測
 - 太陽X線の大气反射 (但し > 2 keV) は観測可能
=> 太陽活動の影響について何か分かるだろうか？