

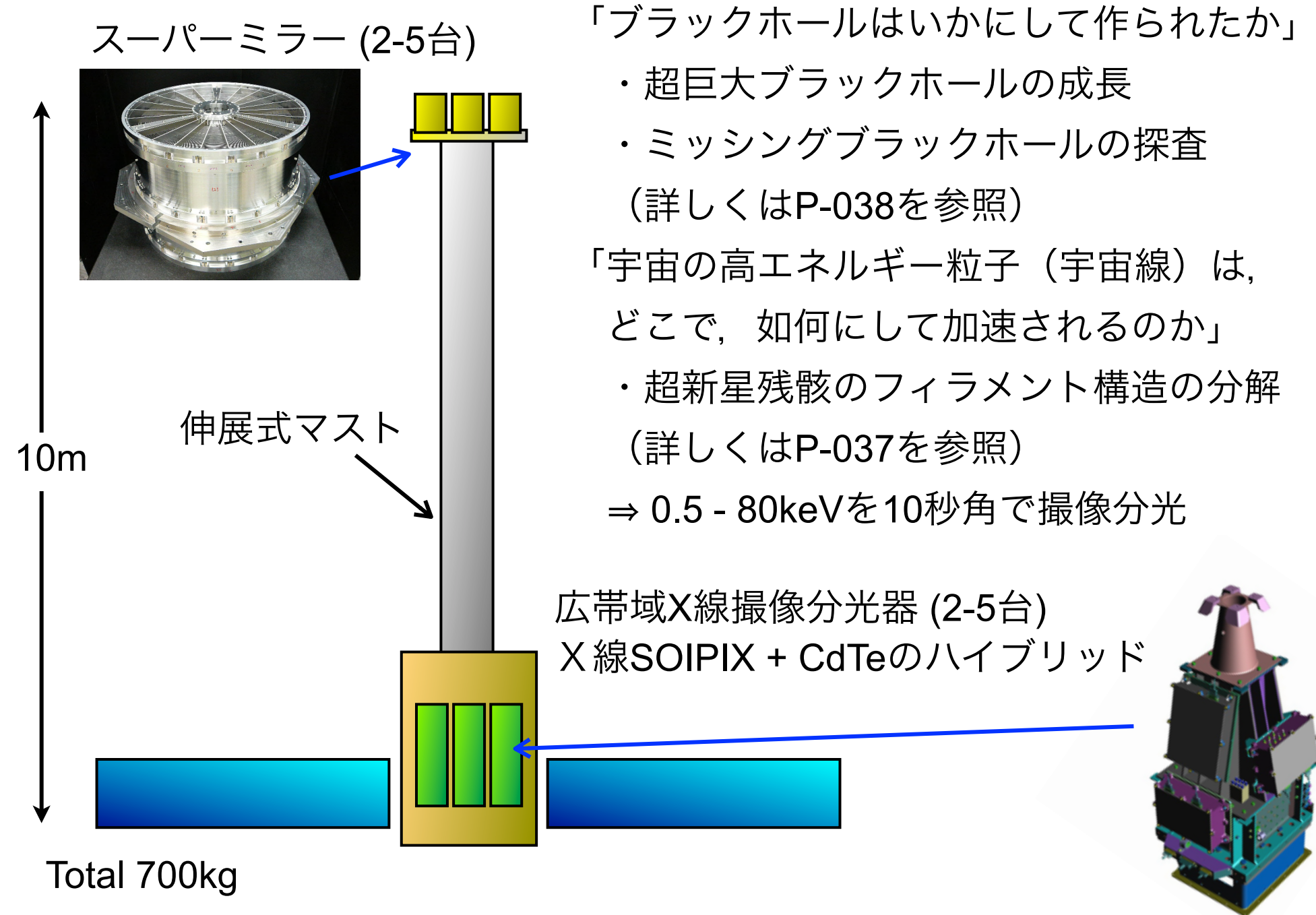
概要

NGHXT (Next Generation Hard X-ray Telescope) は0.5-80keVを10秒角(HPD)で撮像分光し， 隠されたブラックホールの探査と宇宙線加速機構の解明を主目的とする小型衛星計画である． この講演ではスーパーミラーの焦点面検出器に対する要求仕様をまとめ， 開発中の検出器の概要を述べる．

検出器に求められる性能は， (1)エネルギー帯域0.5-80keV， (2)ミラーが持つ10秒角(HPD)の分解能を活かせる位置分解能， (3)鉄K輝線帯域でのプラズマ分光が可能なエネルギー分解能， (4)低い非 X 線バックグラウンド， である． これを満足するために， 0.5keVから20keVを主に受け持つシリコン検出器と20keVから80keVをを主に受け持つCdTe検出器のハイブリッドカメラを検討している． ASTRO-H HXIでは， シリコン検出器としてDSSDを使用したがり， 読み出しノイズが1keV (FWHM)相当であり， 軟 X 線側の帯域とエネルギー分解能の点で不満が残る． X 線CCDは優れた実績とエネルギー分解能を誇るが， シリコン検出器が受け持つべき6-20keVでの非 X 線が高く， 動作温度も低いためCdTe検出器とのマッチングも良くない． そこで京都大学を中心に開発をしている X 線SOIピクセル検出器XRPIXを第一候補とする． CCDに迫る撮像分光性能を持ち， イベント駆動読み出しによる高い時間分解能を利用し， 反同時計測による低い非 X 線バックグラウンドを実現する． CdTe検出器はASTRO-H HXIのものをさらに発展させ， ピクセルサイズ70 μm (1.4秒角に対応)による高い空間分解能と厚み1000 μm による高い検出感度を実現する． カメラシステムはASTRO-H HXIをベースに， 出来るだけの軽量化を目指す．

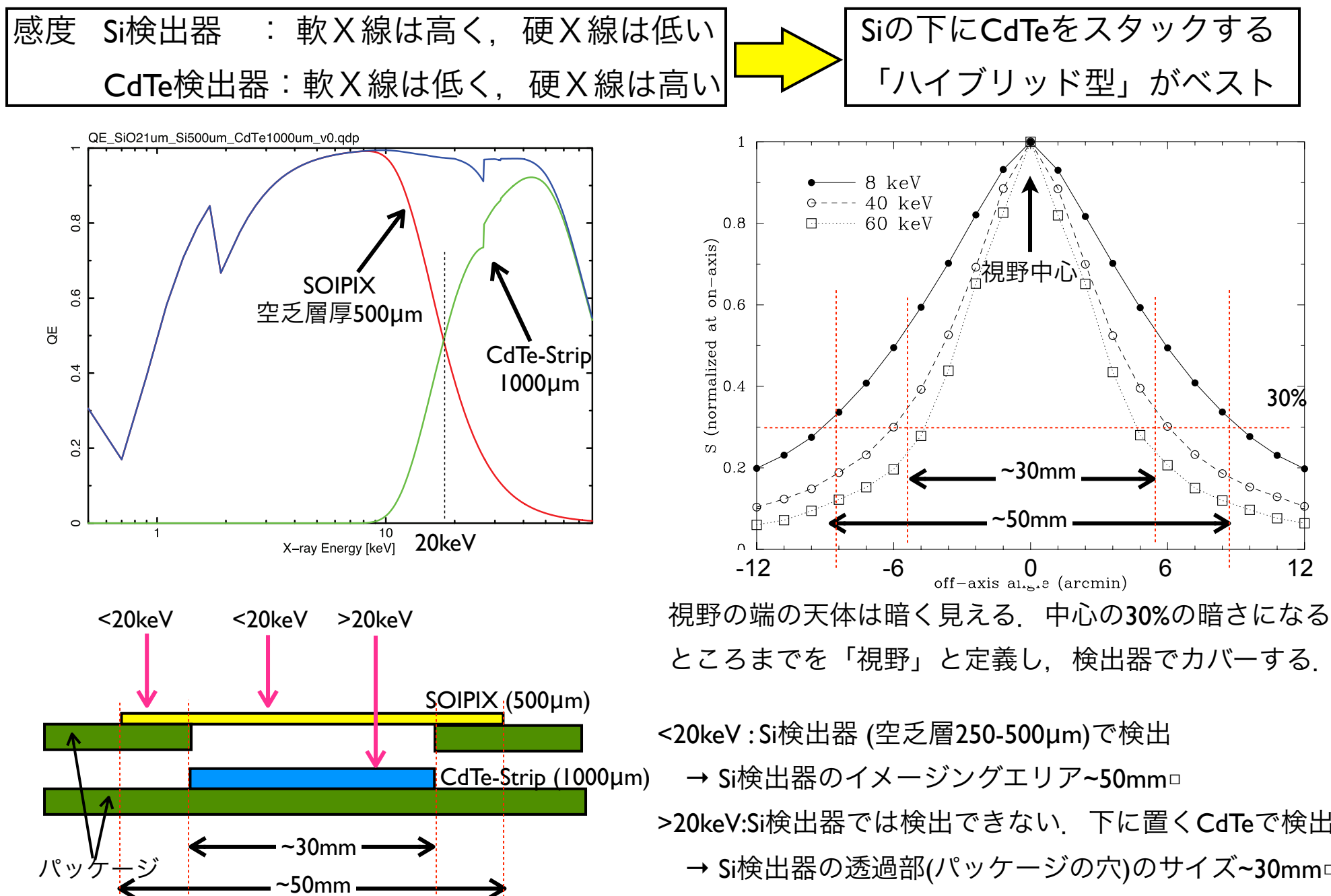
NGHXTの概要

詳しくはS5-011の講演



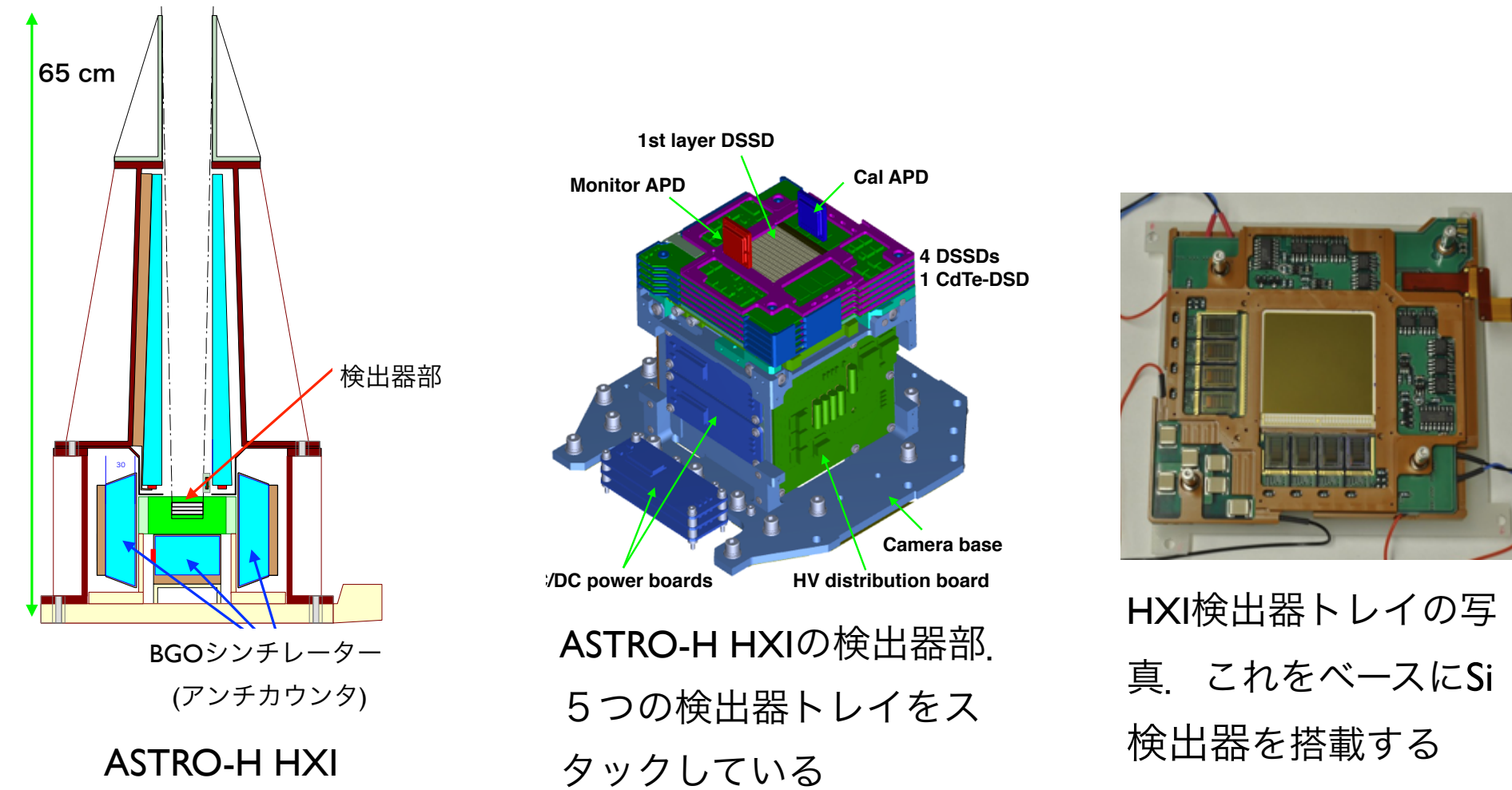
エネルギーバンドと望遠鏡からの要求

0.5-80keVという広帯域を撮像分光する



カメラの考え方

- ASTRO-H HXIをベースに低リスク & 低コストで開発を行う．
- ASTRO-H HXIでは「4枚の両面シリコンストリップ(DSSD) + 1枚のCdTeストリップ」を実現． NGHXTではこのDSSDの代わりに， 新たなSi検出器を搭載する．
- NGHXT： 1or2枚のSi検出器 + 1枚のCdTeストリップとする．



CdTe-Strip検出器

- ASTRO-H HXIに搭載したCdTe-Strip検出器をベースに， FOXIE実験を踏まえ， さらなる性能向上を狙う．
- 空乏層の厚み
 - 500 μm (ASTRO-H) \rightarrow 1000 μm (NGHXT)
- ストリップ間隔 (ピクセルサイズに対応)
 - 70 μm
 - FOXIE実験でTRL7を実現予定
- 撮像エリア
 - 32mm \square
- ASTRO-Hで既に実現済み

Si検出器として何を使用するか？

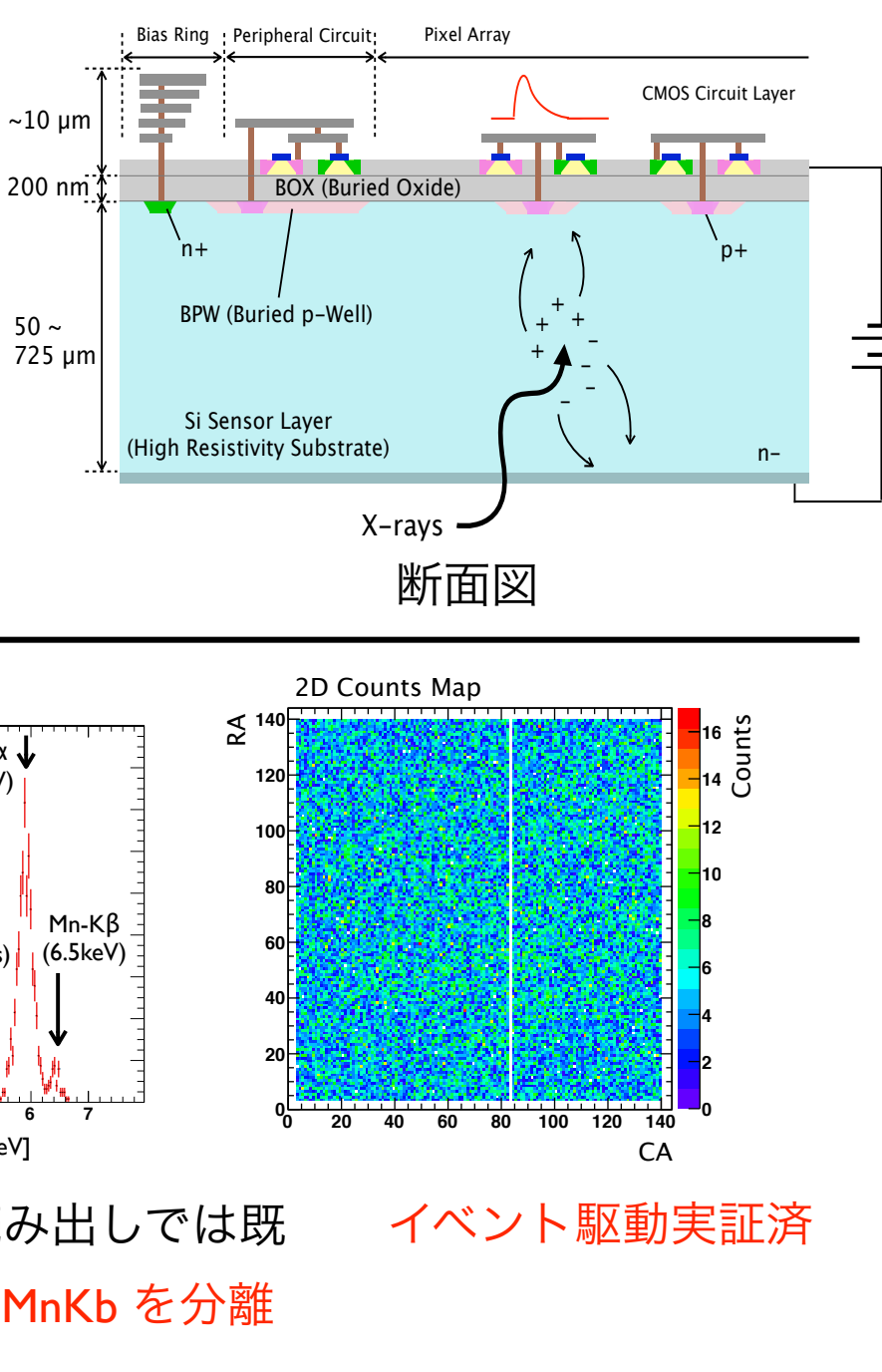
- Si検出器に対する基本的な要求
 - 1.望遠鏡の10秒角(HPD)を十分に活かす撮像能力を持つこと．
 - 2.低エネルギー X 線(\sim 1keV以下)の分光から吸収量を決める事が可能であること．
 - 3.CCD並のエネルギー分解能を備えること．
 - 4.CdTe検出器と同じ動作温度が可能なこと．
 - 5.CdTe検出器と共にアンチカウンターを用いた非同時計数を構成し， 低い非X線バックグラウンドを実現可能なこと．
- 検討
 - 両面シリコンストリップ検出器は， 2,3を満足できない．
 - X 線CCDは， 4,5.を満足できない．
 - DEPFETは， 5.を満足できない．
 - X 線SOIPIX(XRPIX)は， 全てを満足できる可能性が高い．
- 結論： X 線SOIPIXを第1候補として検討を行う．

X 線SOIPIXに必要な性能

- 分光性能
 - 6keV X線に対するエネルギー分解能がCCD並であること．
 - 要求 $\Delta E=300\text{eV}$ (FWHM)， 目標 $\Delta E=200\text{eV}$ (FWHM)
- 空乏層
 - 厚み250 \sim 500 μm ， 裏面照射型
 - 硬 X 線感度と， 軟 X 線性能の兼ね合いで決める．
- 低エネルギー X 線
 - 要求 1keV以下の分光観測が可能， 目標 0.5keVまで分光可能
 - 裏面のデッドレイヤに対する要求1 μm ， 目標0.1 μm
 - 裏面での電荷収集効率が高い事
- 撮像領域
 - 要求32mm \square ， 目標50mm \square
- 透過部
 - 視野中央にSOIPIXで検出できない硬X線を下のCdTeへ通す領域を持つ．
 - パッケージに穴を設けるか， 低Z素材(eg. 炭素)の薄い構造を持つ
 - 目標 約30mm \square
- 1枚の素子が望ましいが， 複数の素子のモザイクでも良い．
- 視野中央にはデッドエリアが無い事が望ましい
- 透過部には機械的な支え， 排熱のための構造が必要かもしれない．

X 線SOIPIX - XRPIX - とは

- Silicon-On-Insulator (SOI) 技術を用いて厚い空乏層を持つ CMOS センサを実現
- 各ピクセルが独自のトリガ出力&アナログ読み出し回路を持つ
- パイルアップフリー&反同時計数可能
- 読み出しが速く CCD ほど冷さなくてもよい



SOIPIXのモザイク

- \sim 50mm \square を単一のチップで構成する事は， 開発およびコストの点で容易ではない． そこで， 複数のチップのモザイクで実現する．
- ミラーの空間分解能を活かすために， 視野中心に「溝」はあって欲しい．
- 素子製造に使用するマスクのサイズの制約や， 開発の容易さを考慮し， 下記の視野を提案する．
 - 論理的には6枚のチップ， 物理的には3枚のチップから構成される．
 - 視野サイズは約45mm \square = 15.5分角である．

開発計画

