

エレクトロニクス 講義の進め方

京都大学理学部物理第二教室

宇宙線研究室 鶴 剛

tsuru@cr.scphys.kyoto-u.ac.jp

075-753-3868

理学部5号館 334号室

講義の進め方・単位

講義

- 式なども含めて基本的にスライドを使用します。
- スライドはあらかじめ公開しておきます。
<http://www-cr.scphys.kyoto-u.ac.jp/member/tsuru/data/lecture/electronics2017.html>
- 授業に先立ちダウンロードし、プリントアウトをして授業に持って来てください。メモなどをそのプリントアウトに書き込むようにしてください。電子的にダウンロードしてiPadやノートPCを授業に持ち込んでも構いません。
- スライドよりも詳しく書いた講義録も載せていますので、活用してください。
- 時々デモンストレーション実験を行います。

単位

- 期末のテストで単位をつけます。
- それぞれの年度の講義のページで公開している過去問を勉強してください。
<http://www-cr.scphys.kyoto-u.ac.jp/member/tsuru/data/lecture/>

エレクトロニクス

講義資料

第0章：なぜ必要か？

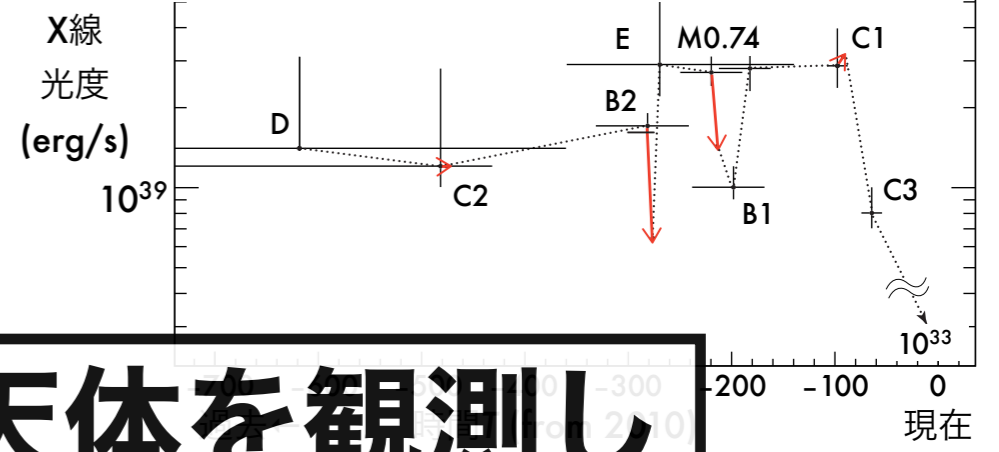
鶴 剛 (tsuru@cr.scphys.kyoto-u.ac.jp)

我らの野望

銀河団プラズマ

銀河

超巨大ブラックホールの活動



宇宙の活動するX線天体を観測し

超新星残骸

銀河の中心領域

Sgr A*からのX線の反射

あすか

観測装置を自ら作り

ASTRO-H
CCDカメラ

すざく
CCDカメラ

非熱的
超新星残骸

中質量BH

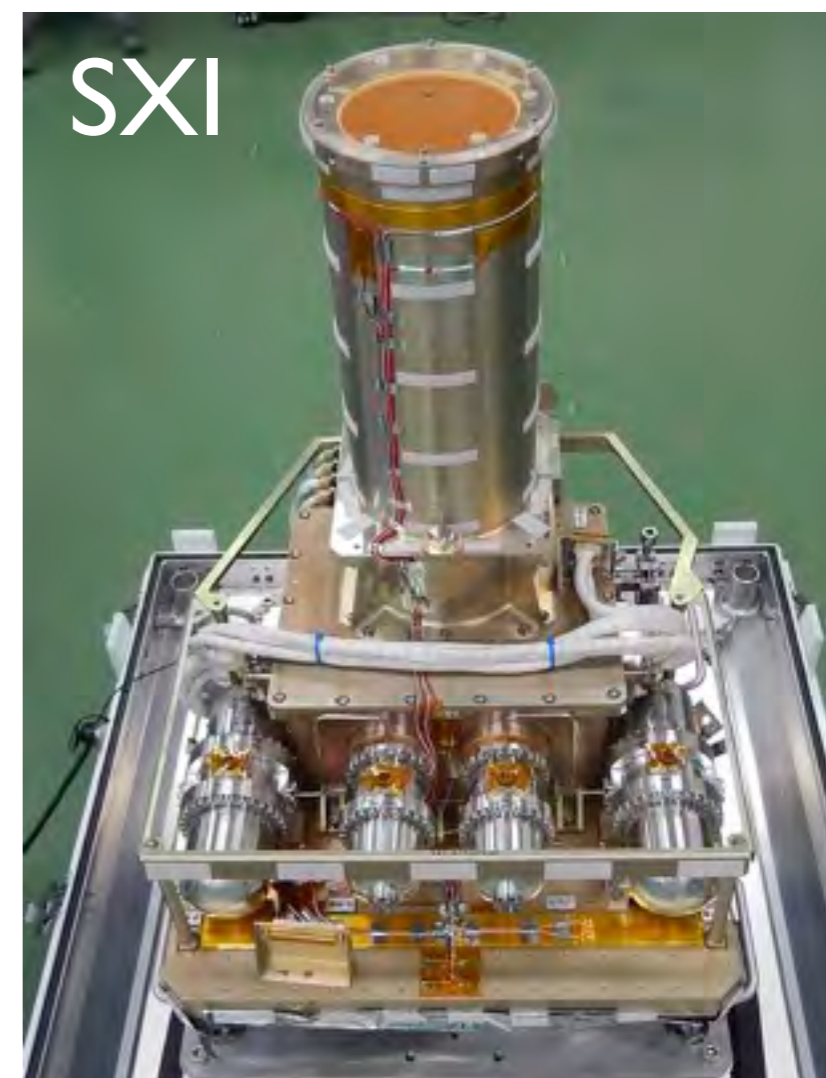


新事実を発見する

再結合優勢
プラズマ

ひとみ衛星 / 2016年打ち上げ

世界最新鋭の大型X線衛星



- 全長14m, 重2.7t (最大級)
- 初の超高分解能分光観測
- 初の硬X線撮像分光観測
- 過去最高の広帯域観測

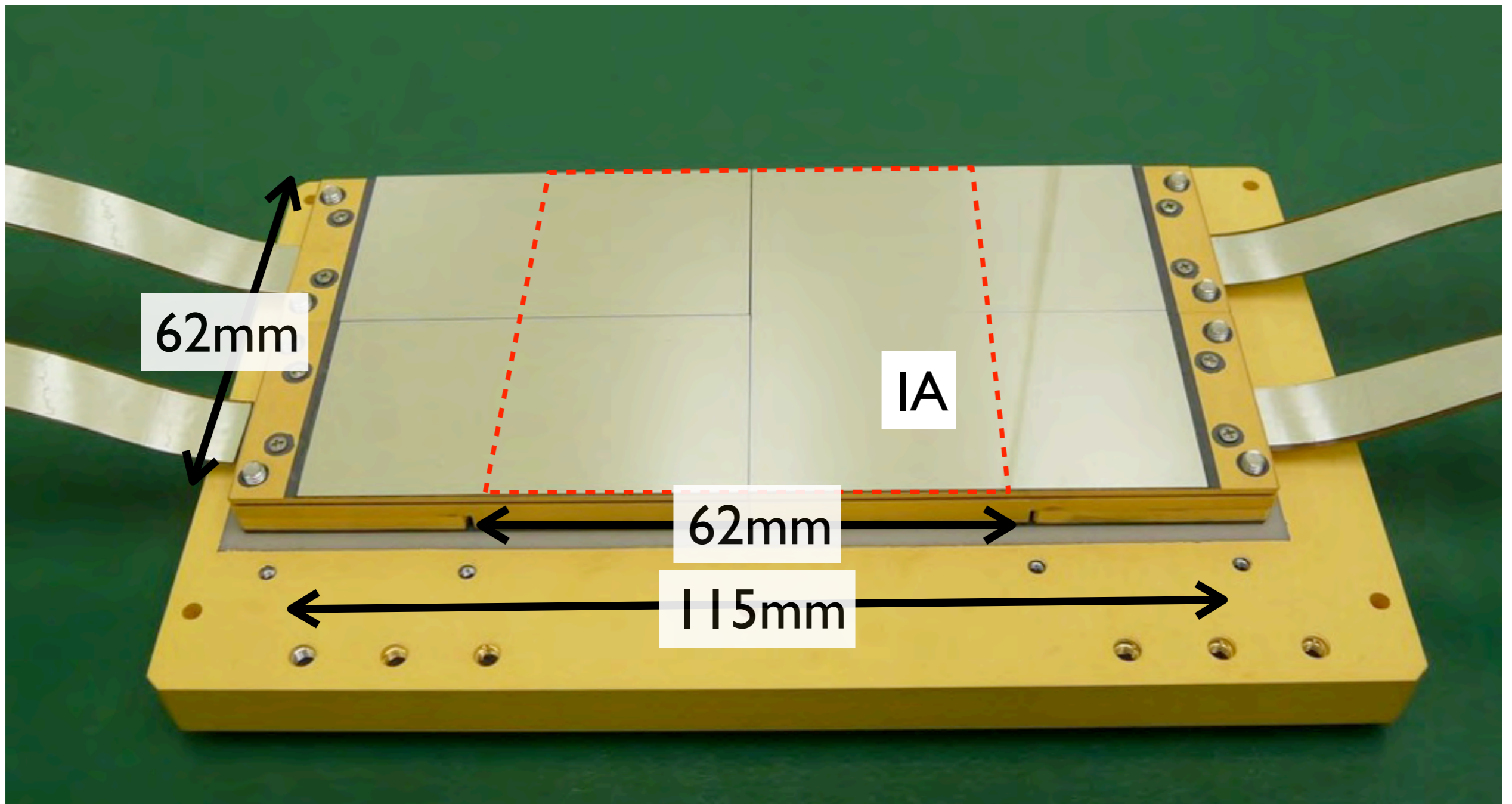
京大開発の大型CCD

過去最大の大きな視野

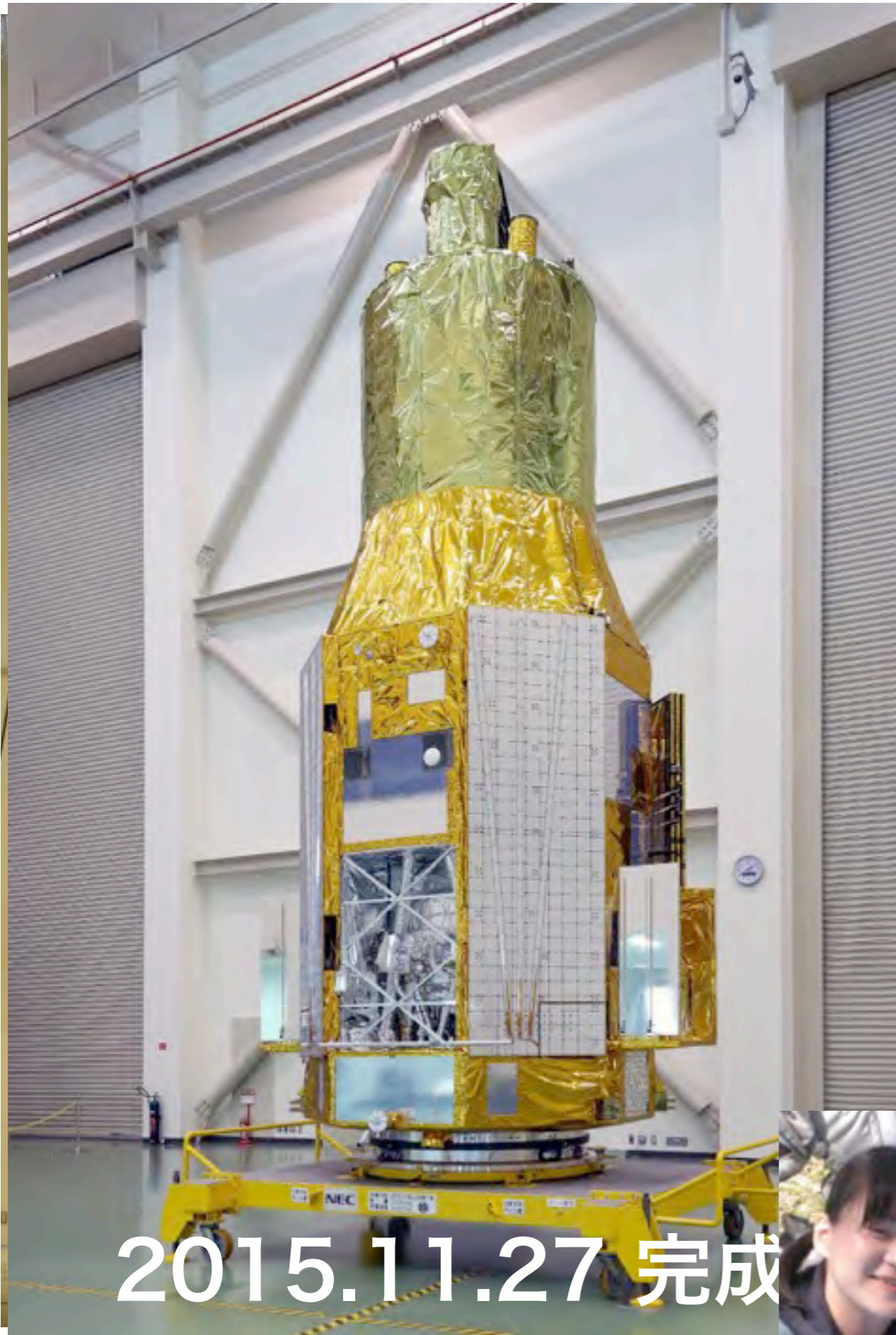
ワイドバンド

1) 概要：CCD素子

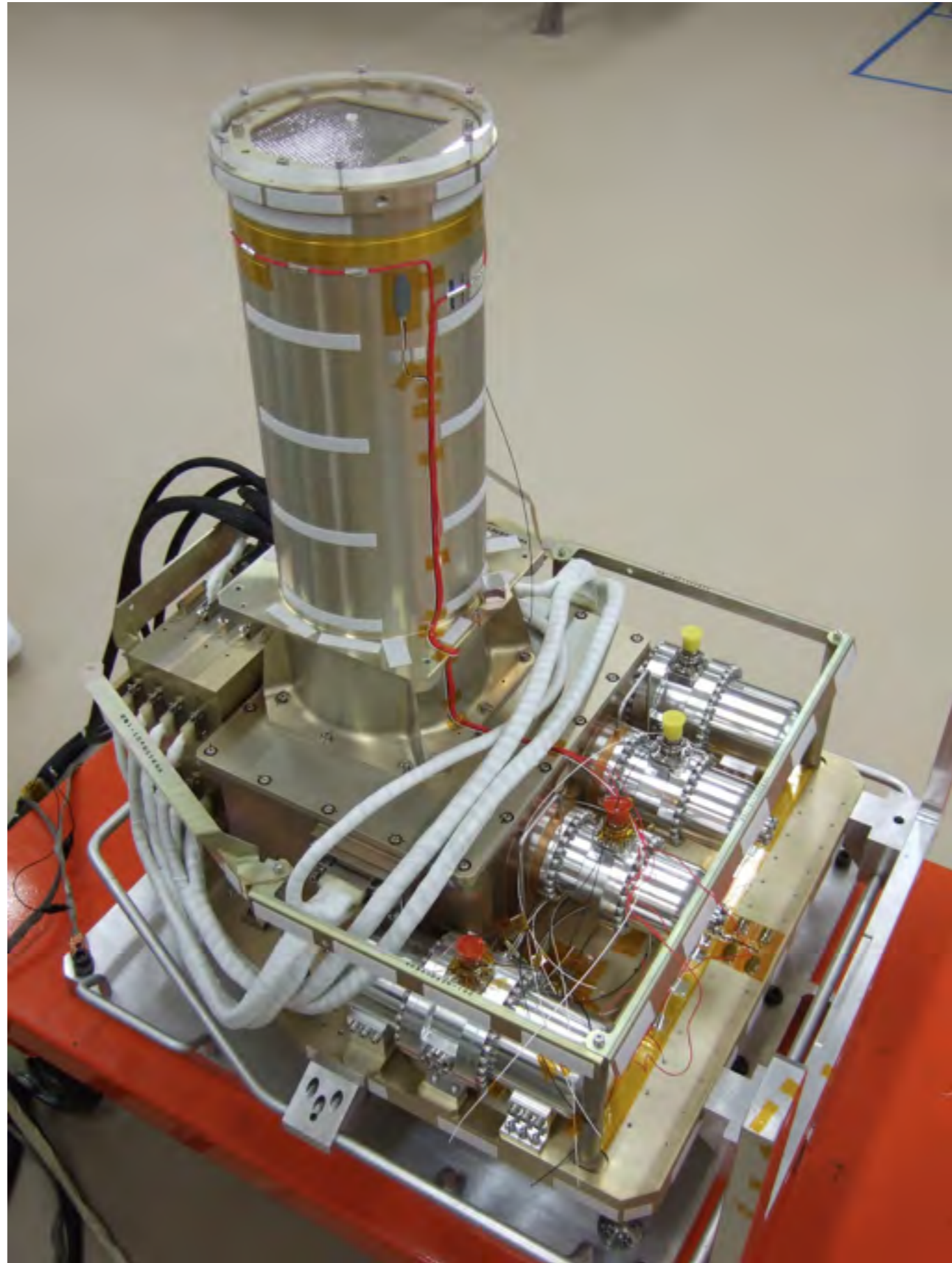
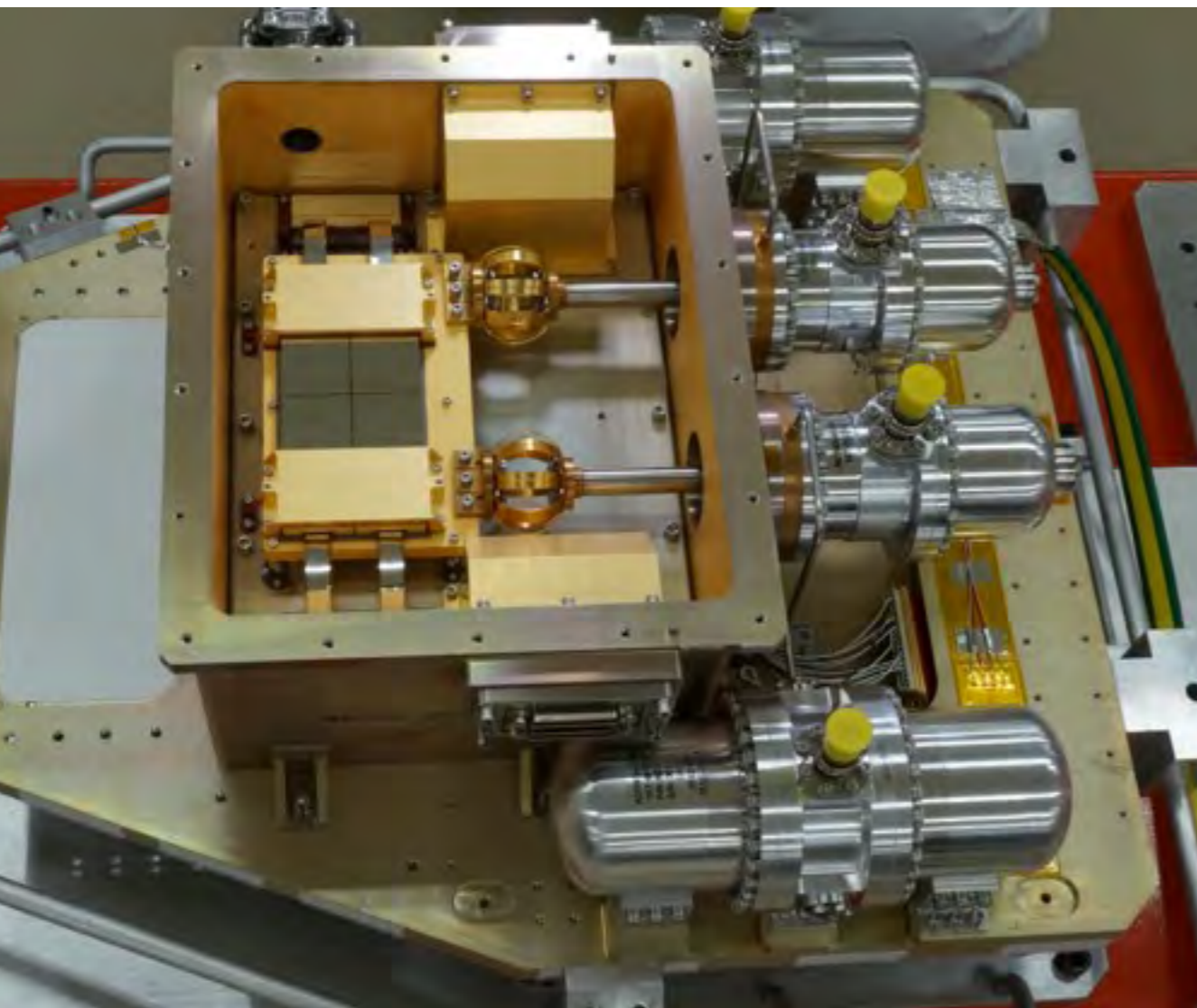
- Pch型CCD 200 μm , BI, IA : 24 μm □, 1280x1280
- 読み出し4箇所, 5 $\mu\text{V}/\text{e}$, 4e(rms) @ 136kHz
- CCD素子 = CCDチップ + パッケージ + FPC/コネクタ



2016年の打ち上げに向けた準備の様子

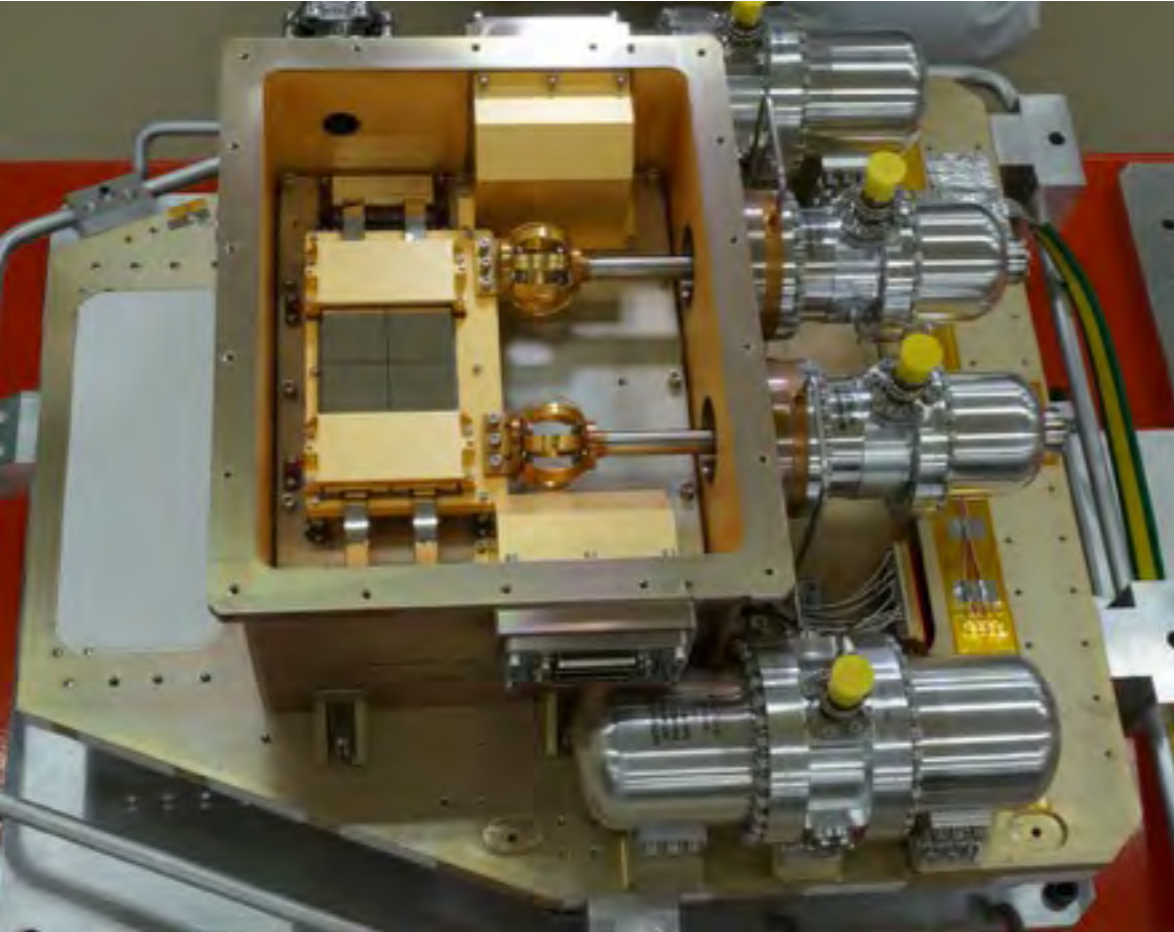
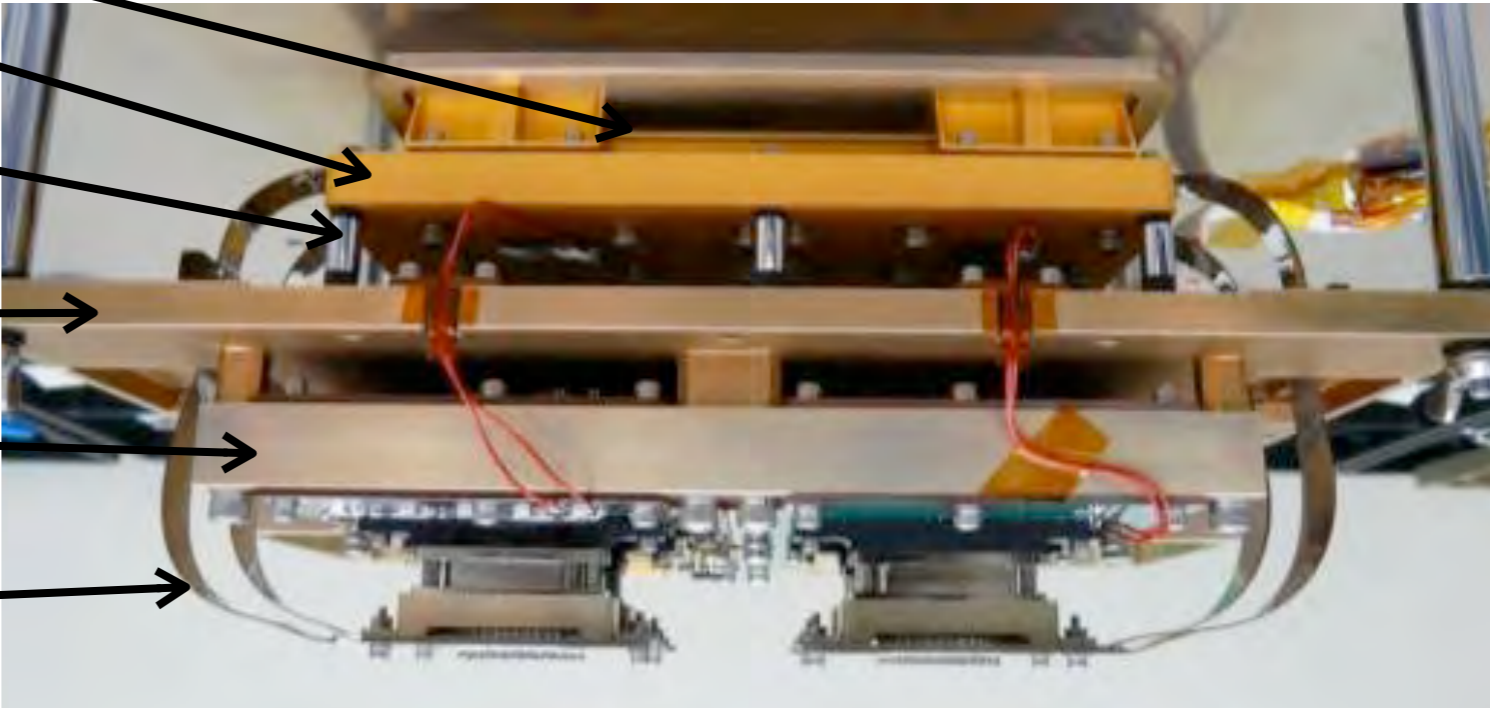


1) 概要：最終形態



1) カメラシステム概要

- PchNeXT4
- Cold Plate (AlN製)
- Plastic Pole (Torlon 4XG)
- Mechanical Support Plate
- Video Board
- FPC & Connector



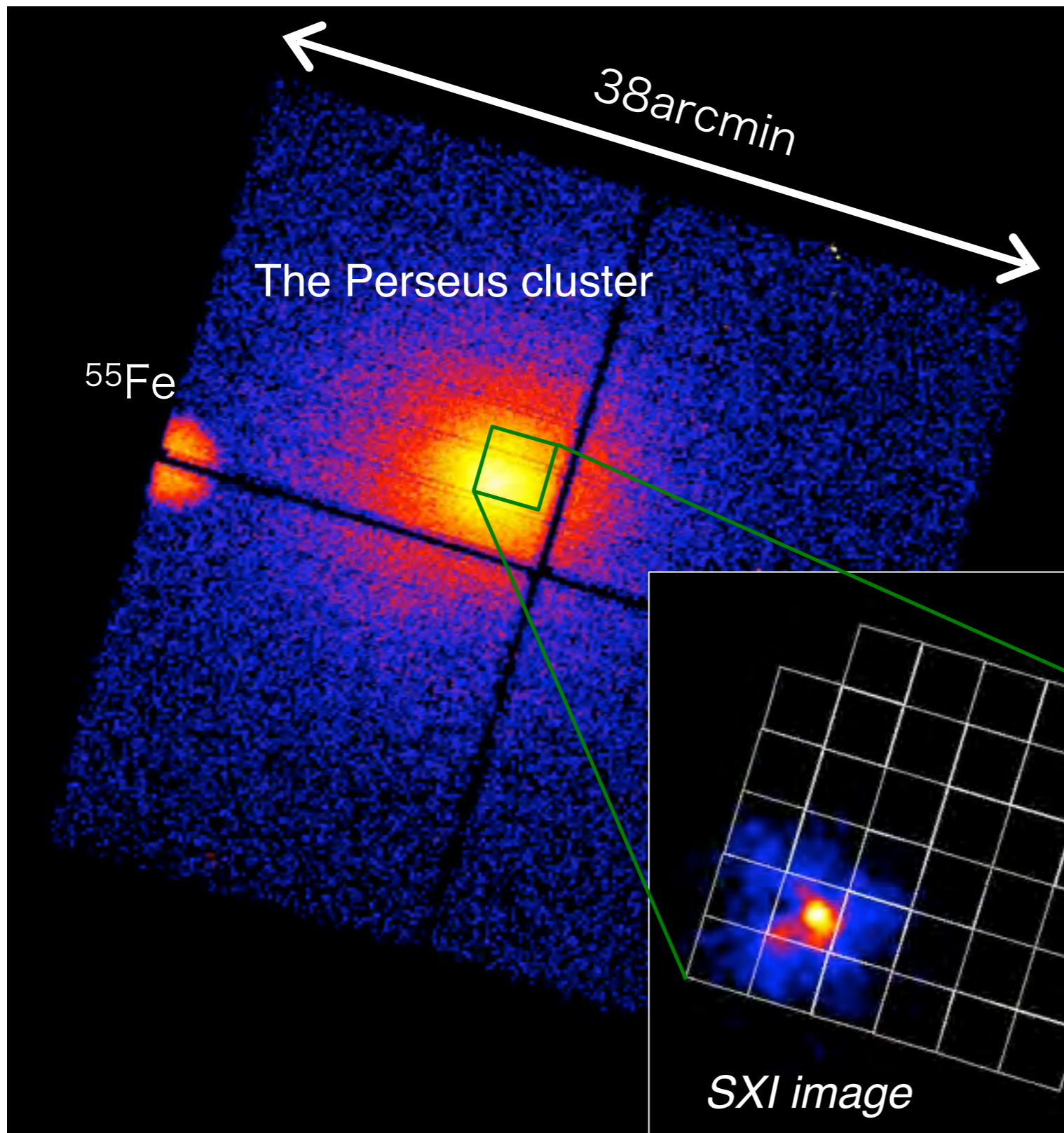
Bottom View: Video Board

ひとみ打ち上げ & ひとみ事故

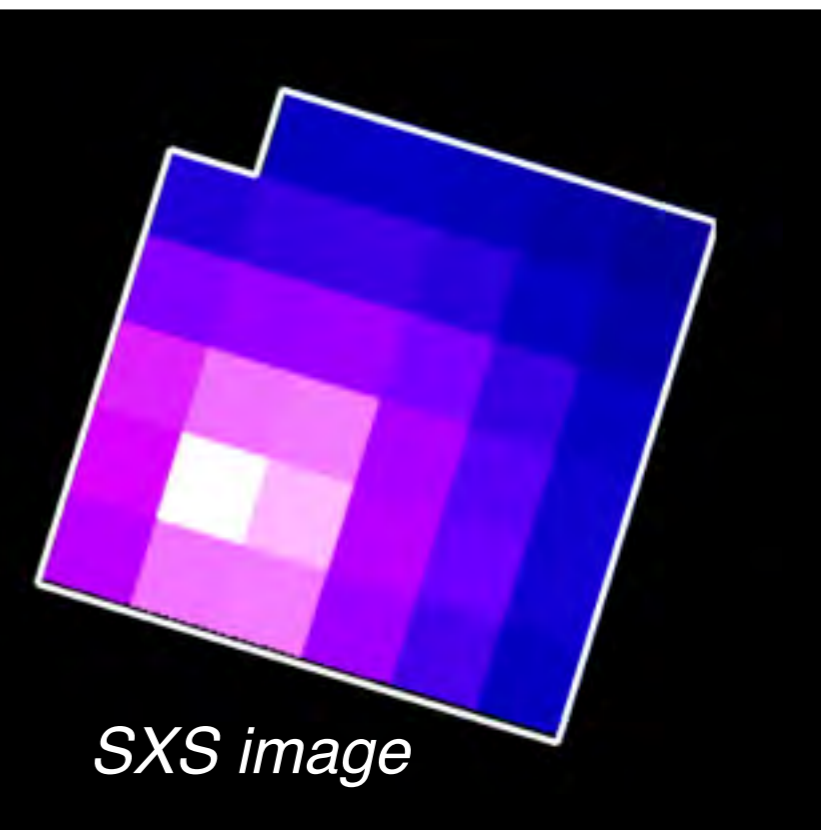
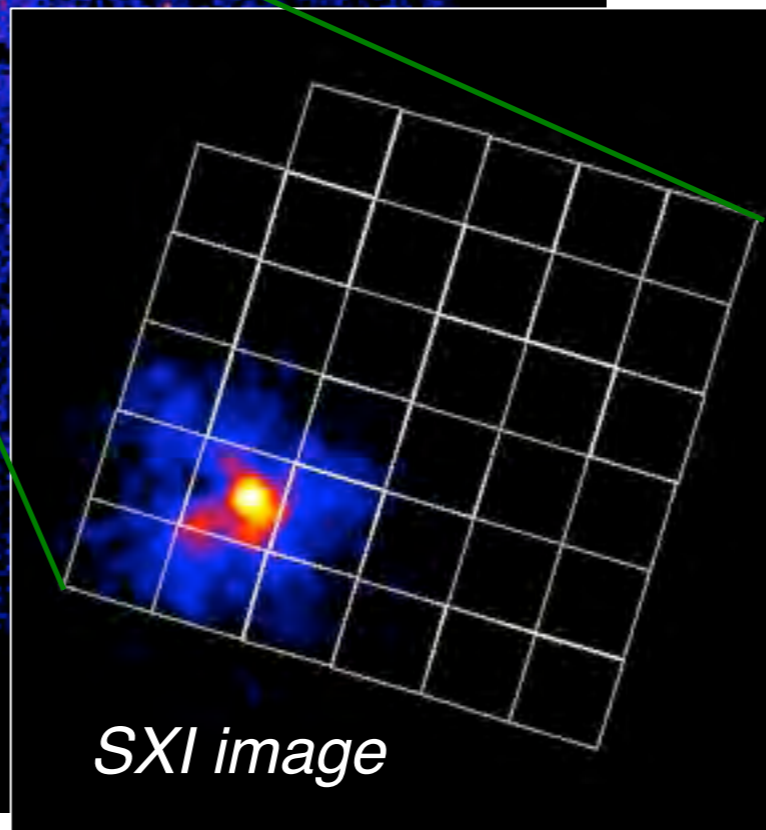


- 2016.2.17 17:45 種子島から打ち上げ
- 所定の軌道に投入成功
- 観測機器の立ち上げと並行して観測を開始
- ペルセウス銀河団を初め6個の天体を観測
- 3/26 姿勢異常による太陽電池パドルが分離，衛星機能を喪失

京大X線CCDは予定の性能を発揮



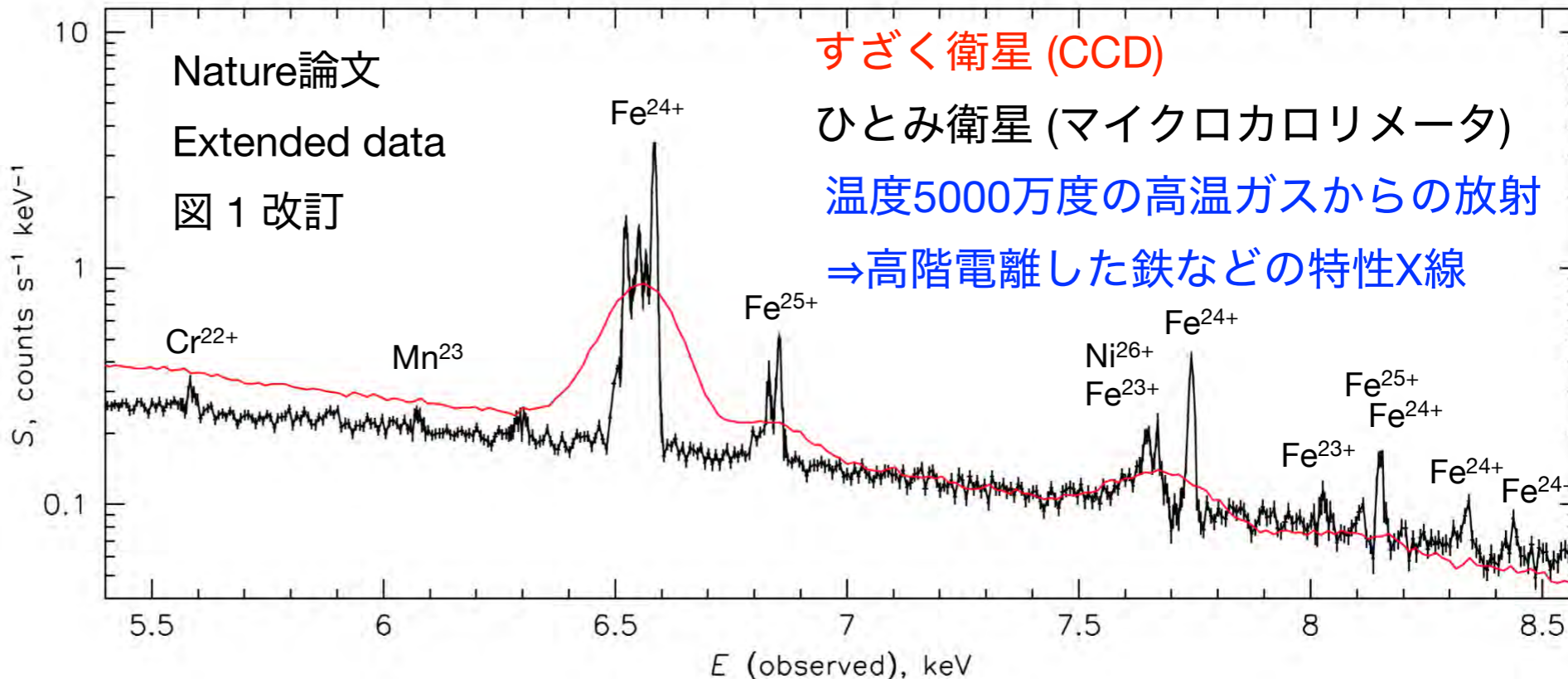
- ペルセウス銀河団 (First Light)
- CCDカメラ(SXI)はカロリメーター(SXS)よりも優れたイメージングを発揮.



「ひとみ」のサイエンスアウトプット

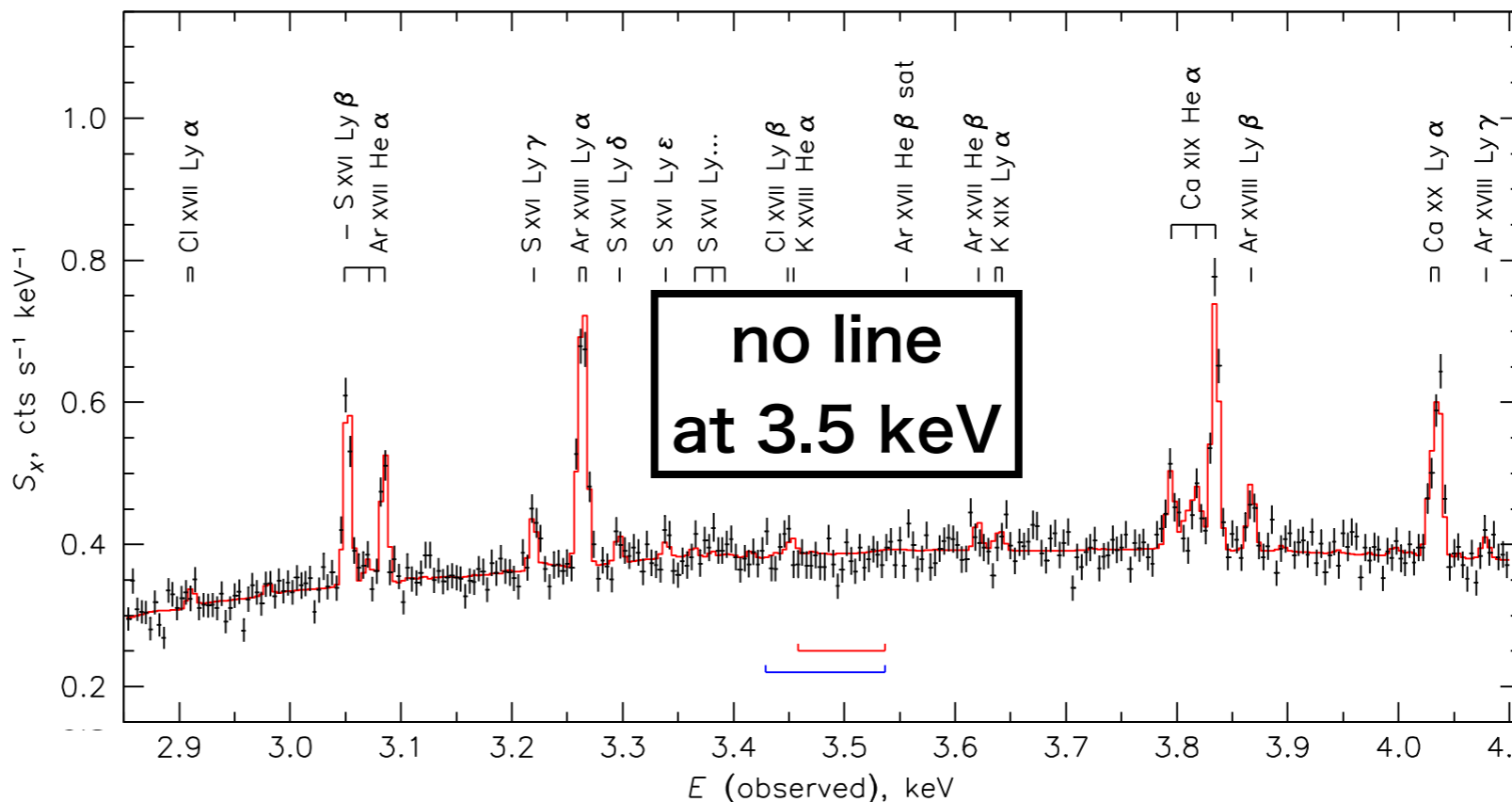
○Nature 論文

超巨大ブラックホールのジェットにもかかわらず、高温プラズマの乱流は非常に小さい



○ApJL 論文

Sterile Neutrinoの可能性が議論されている 3.5keV 輝線はアッパーリミットであった

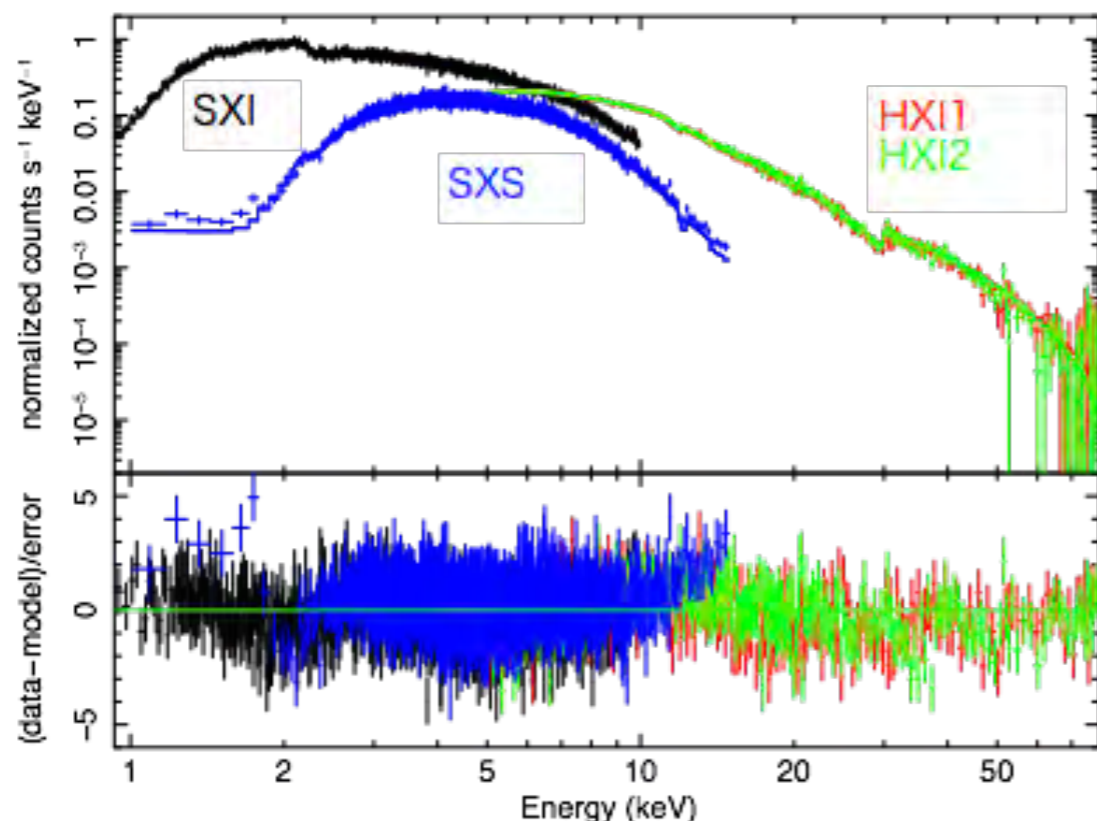


今後、観測10本、機器10本の論文 ⇒ 精密分光・広帯域撮像のコンセプトの正しさを証明

京大がリードする論文

Uchida et al. “Wide-band spectroscopy of G21.5-0.9 with Hitomi”

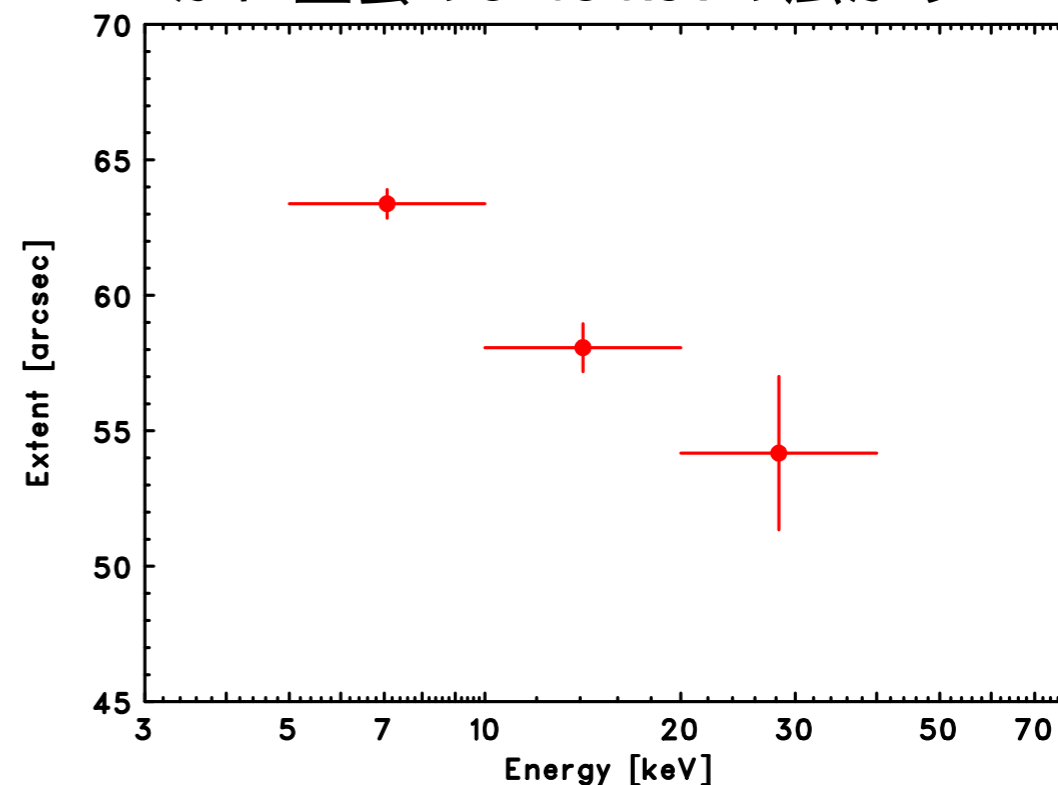
パルサー風星雲 G21.5-0.9 の
ひとみ広帯域X線スペクトル



- ✓ 非熱的粒子の分布の steepening の測定
- ✓ シンクロトロン冷却や拡散などのエネルギーロス過程を解明する鍵

Tanaka et al. “Hard X-ray View of the Crab Nebula by Hitomi HXI”

かに星雲の5-40 keVの広がり



- ✓ シンクロトロン放射冷却や電子の拡散
- ✓ スペクトル測定・偏光の上限値も合わせる

他にもN132D, CCDカメラハードウェア論文x2

まとめ

- 物理実験にはエレクトロニクスの知識はほぼ必須である。
 - 多くの「物理量測定」では、どこかの段階で物理量を電気信号に変換している。
 - その信号処理を高い精度で物理量測定を行い、物理実験を成功させるためには、エレクトロニクスの知識が必要である。
- 様々な物理現象の雛形でもある。
- そもそも、エレクトロニクス自身、面白い物理学である。

ついでに、趣味としても楽しいヨ！

