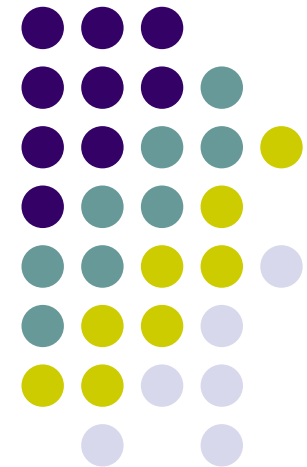


宇宙線研究室 X線グループ

高木慎一郎(博士2回)

1. X線天文学のこと
2. X線の特徴と宇宙を観測すること
3. 当研究室で研究していること





X線宇宙を見ること



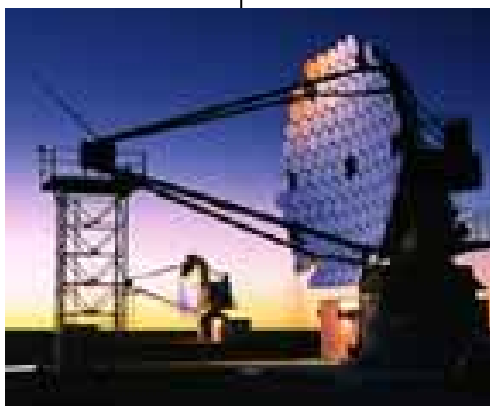
野辺山(電波)



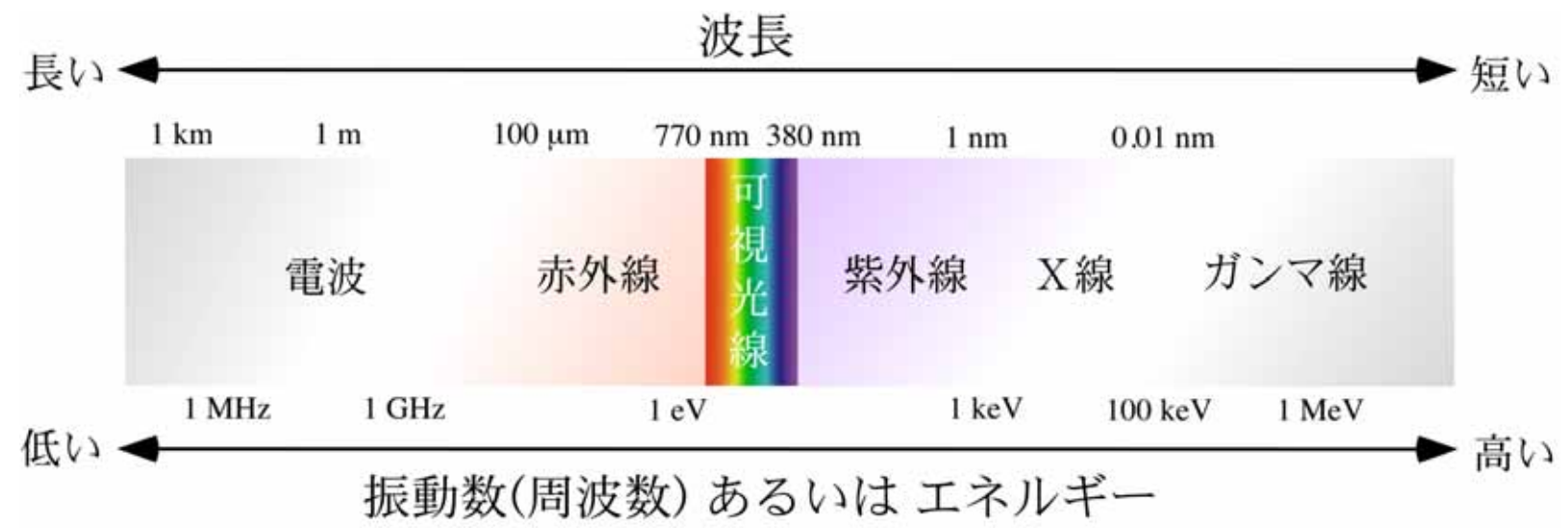
すばる(赤外～可視光)



Astro-E2 (X線)

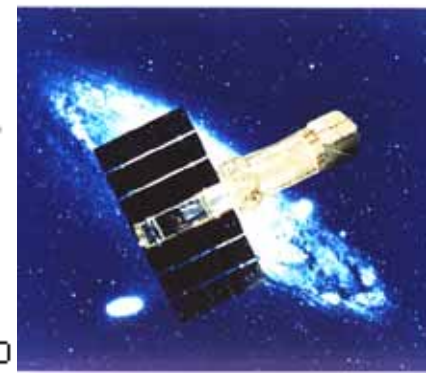
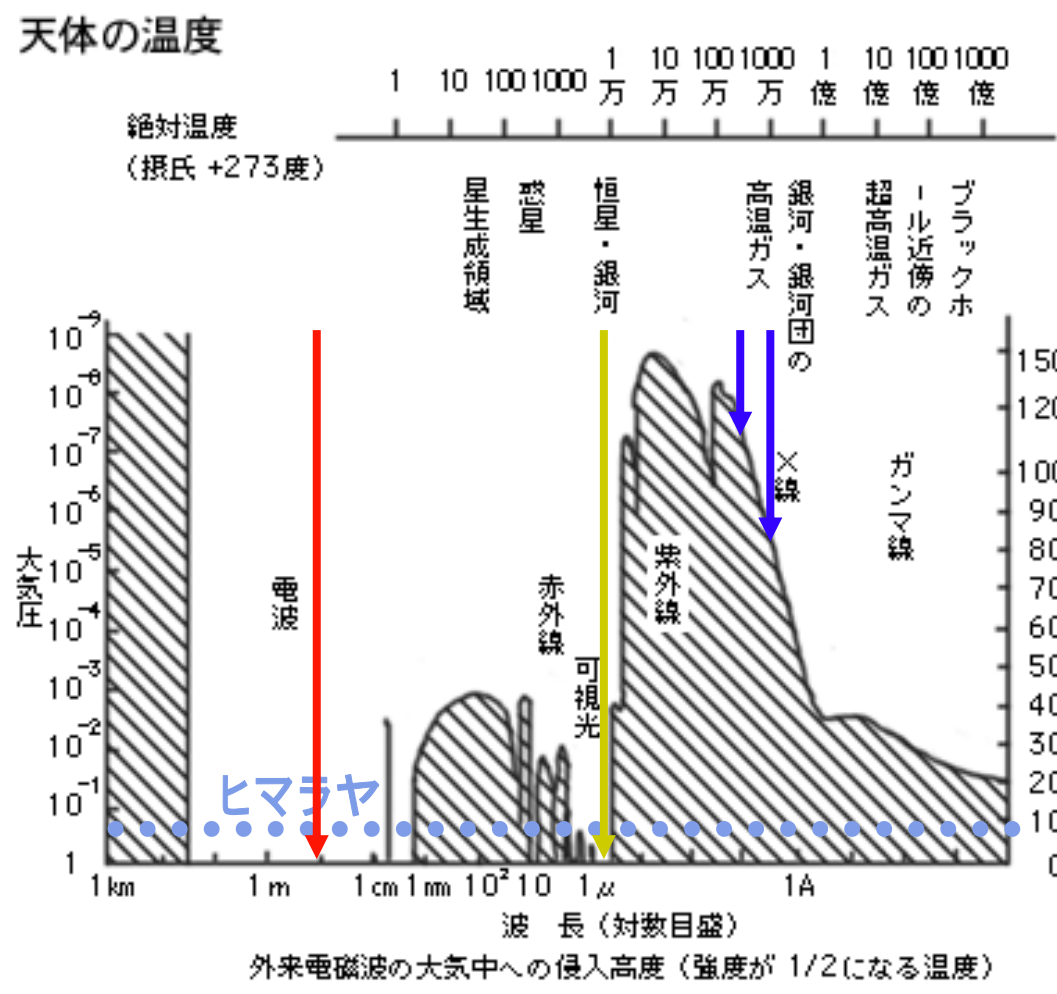


Cangaroo (ガンマ線)





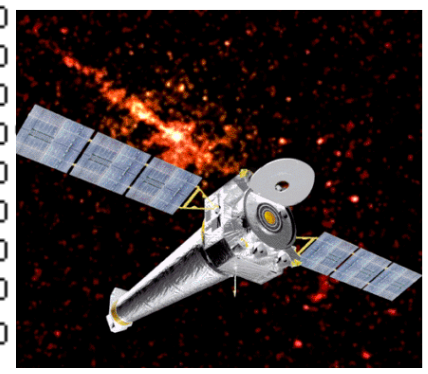
X線で宇宙を見るには宇宙に行くこと



ASCA (日本)
1993-2001



AstroE2 (日本)
2005-



Chandra (米国)
1999-



XMM-Newton (欧州)
1999-



X線天文学の歴史は浅いこと

1895年 RontgenがX線を発見。

1957年 Sputnik1 打ち上げ成功

1962年 ロケット実験(Rossi, Giacconiら)による初の宇宙X線観測。

1979年 国産初のX線天文衛星「はくちょう」打ち上げ。

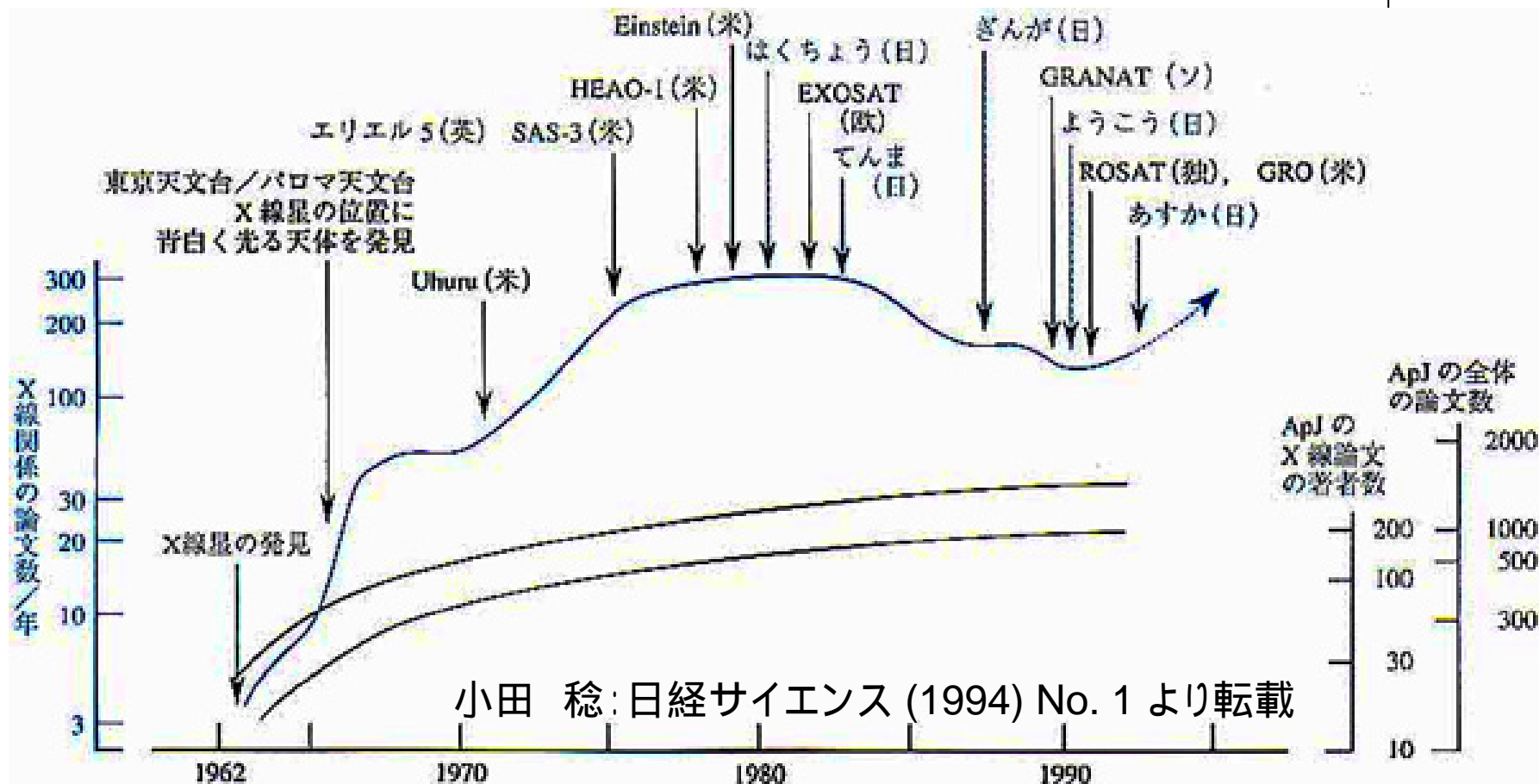
2002年 Giacconiがノーベル物理学賞受賞

「宇宙X線源の発見を導いたことによる
天体物理学への貢献に対して」





でも実り多いこと

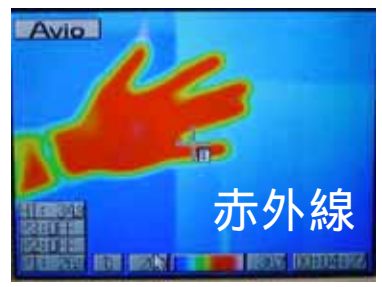


短期間で天文学の重要な一角を担うまでに発展。



そもそもX線のこと

(I) 短波長・高エネルギー=超高温の世界



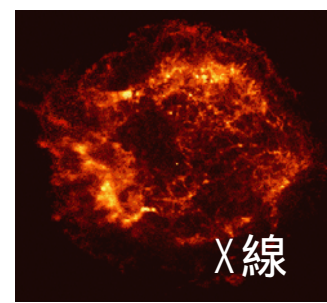
手
36

赤外線



溶岩
1200

可視

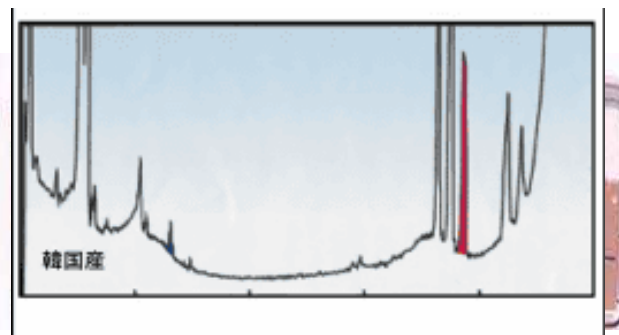
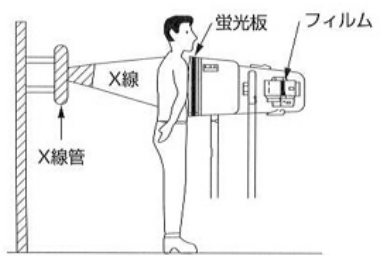


超新星残骸
10000000

X線

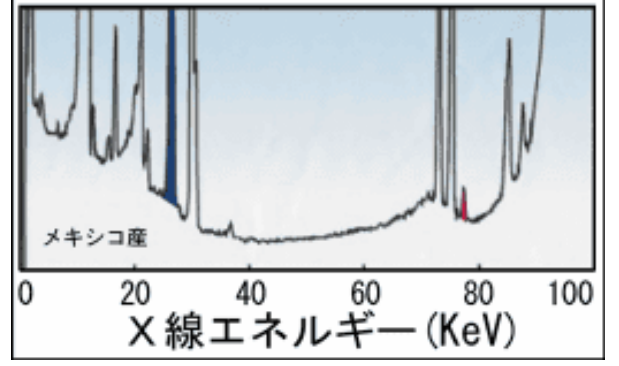
(II) 透過力が高い = X線撮影 (医療、防犯)

図2 間接撮影 (ミラーカメラ)

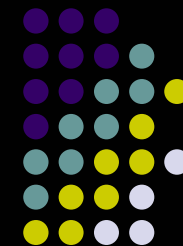


(III) 特性X線 = 組成分析 (材料、捜査)

和歌山ヒ素カレー事件
Spring 8放射光
による蛍光分析



高エネルギーの宇宙をみること



- 可視光より $10^3 \sim 10^4$ 倍高いエネルギー
目では見えなかった
高温(100万-1億K)・
高エネルギー(0.1-10keV)
の世界を見ることが出来る

可視光で見た世界



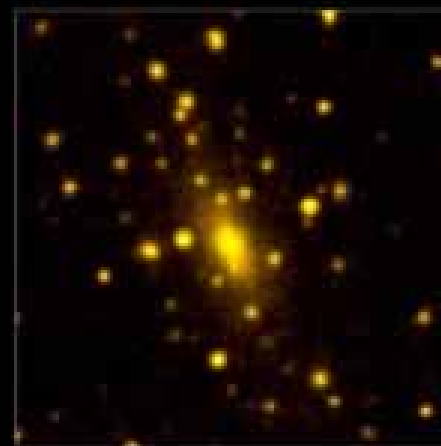
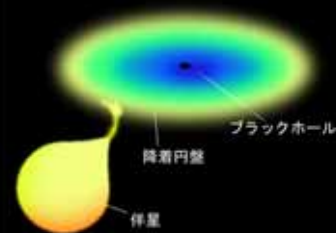
太陽

X線で見ると...



YOHKOH/SXT

星のコロナ、フレア活動
超新星残骸
ブラックホール
銀河団ガス ...



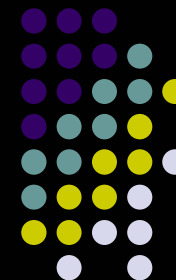
銀河団 (Abell2029)



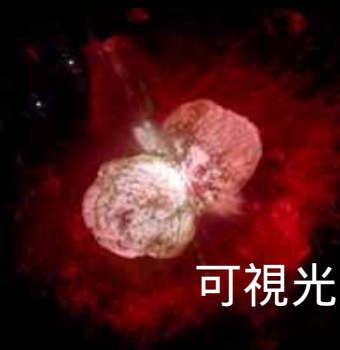
Chandra/ACIS

静的宇宙から激動の宇宙へ

宇宙の奥底を見ること



Eta Carinae

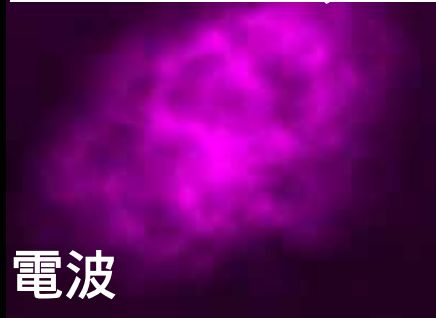


可視光



X線

Crab nebula (超新星残骸)



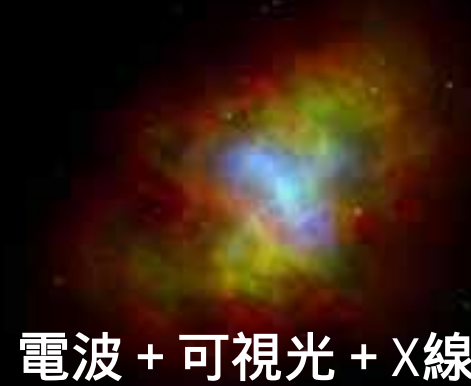
電波



可視光



X線

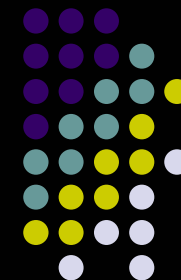


電波 + 可視光 + X線

分子雲・ガスの奥深くに埋もれた現象を捉えられる

- 星の誕生する現場
- 天の川銀河の中心

宇宙の状態を鑑定すること

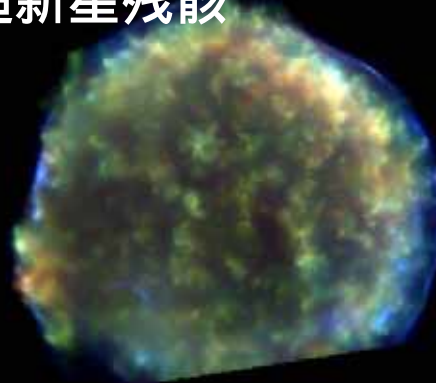


特性X線

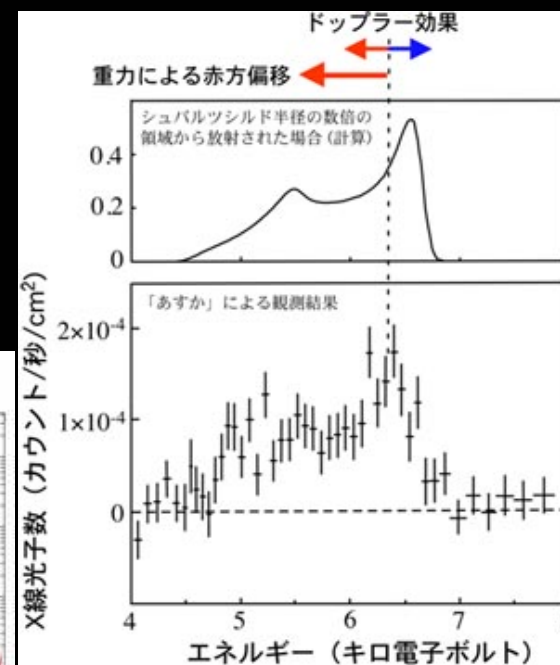
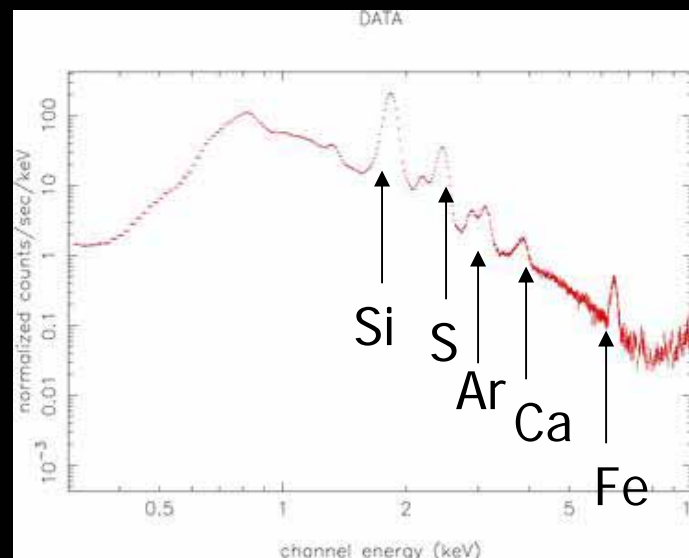
- 重元素量・重元素組成
- プラズマの電離度・密度・年齢
- 物質の速度・赤方偏移

物質の物理状態に関する多くの情報をもたらす

Tycho
超新星残骸



MCG-6-30-15
銀河中心核BHからの鉄輝線

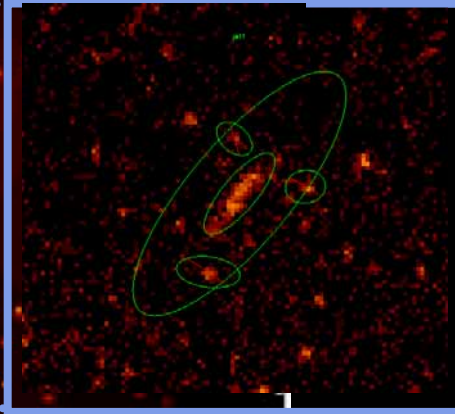
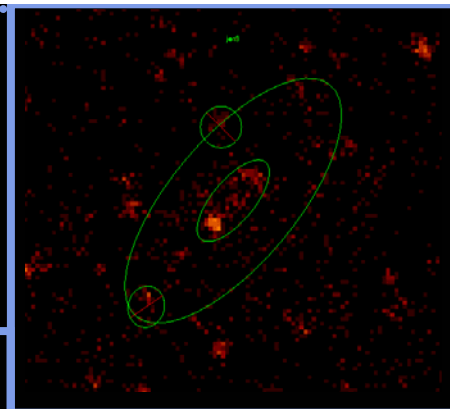
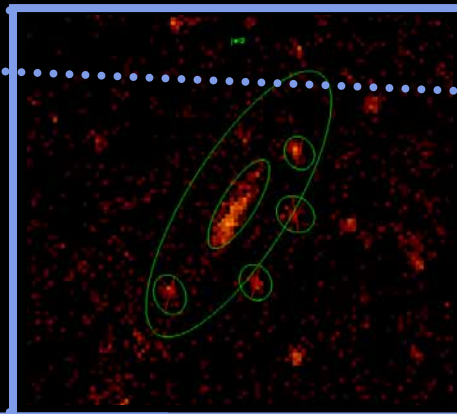
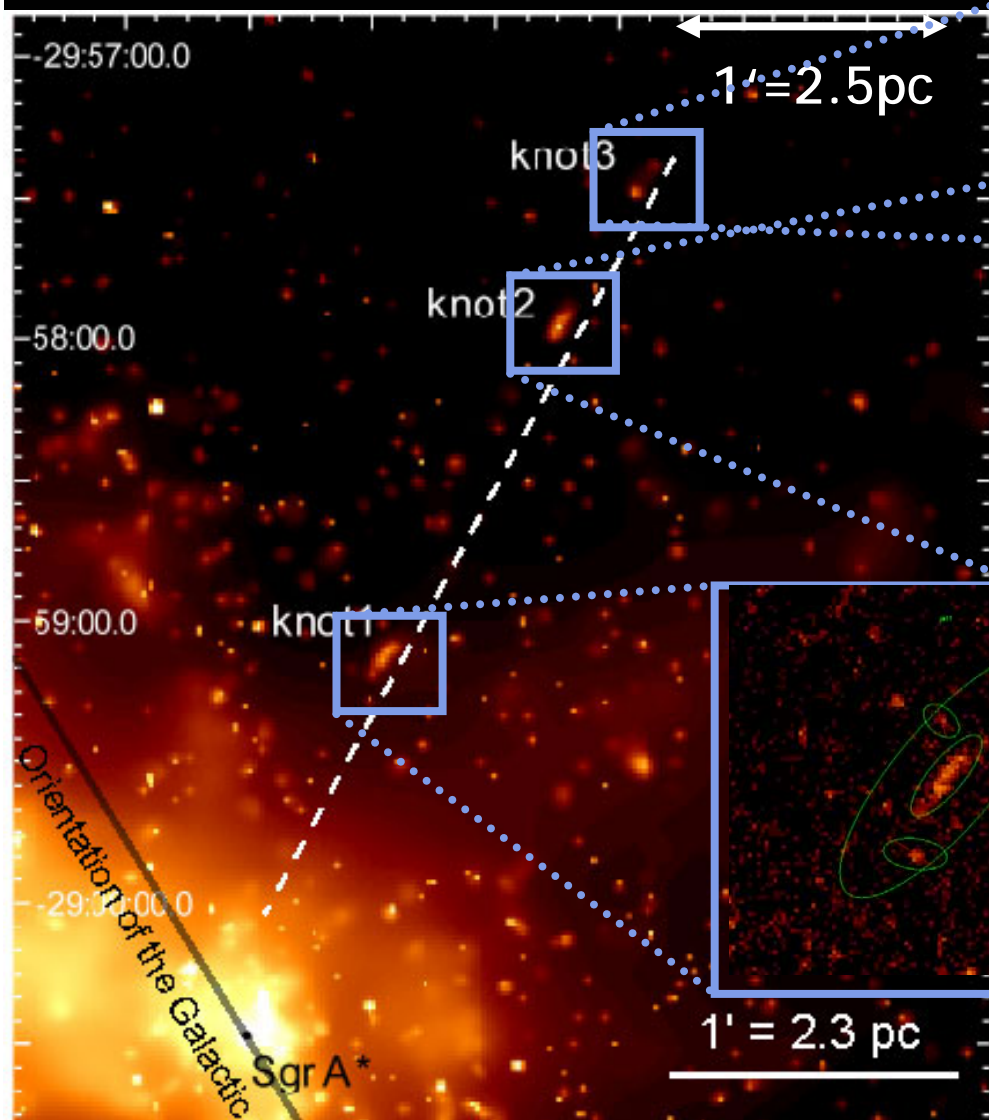




宇宙線研究室X線グループの研究の一例

1. 銀河中心ブラックホールの活動性
2. 超新星残骸における宇宙線加速
3. 中質量ブラックホール探査
4. AstroE2衛星搭載用焦点面検出器XISの開発
5. 次期X線天文衛星NeXT搭載用透過型CCDの開発

銀河中心ブラックホールの活動性



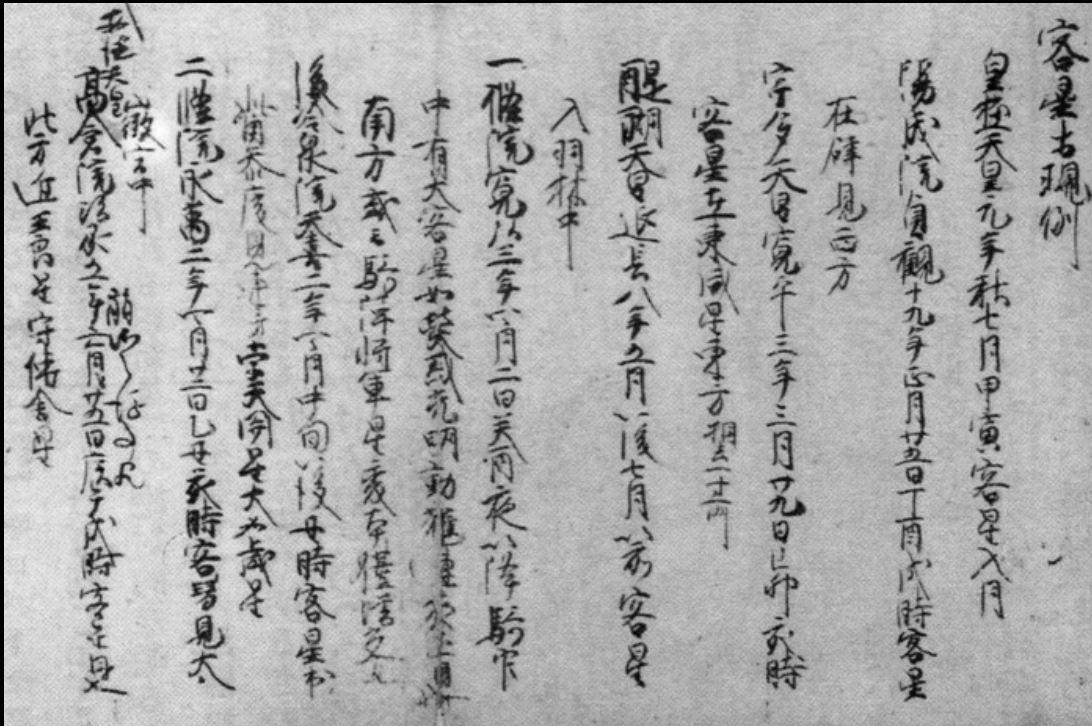
- 3つのknot
- 楕円形
- 長軸方向=銀河中心

過去の大爆発を反映？

Sagittarius(射手座) A*
銀河中心巨大ブラックホール

超新星残骸における宇宙線加速

超新星=星が最期に起こす大爆発
(超新しい星ではありません)

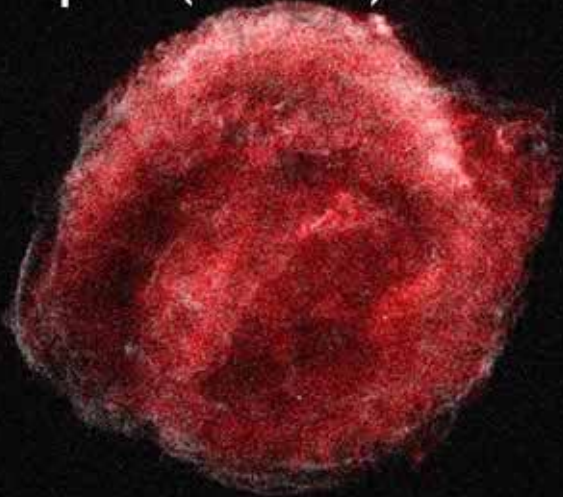


藤原定家による明月記(冷泉家・時雨亭文庫)

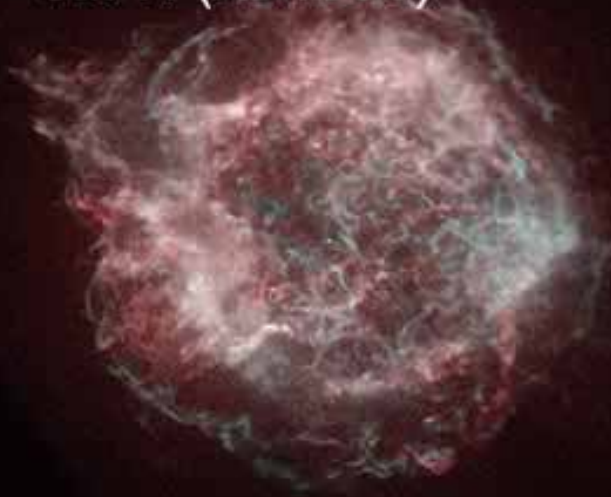
- 世界初の宇宙線加速現場の発見
- 加速がきわめて狭いfilamentで起こっている

超新星残骸SN1006

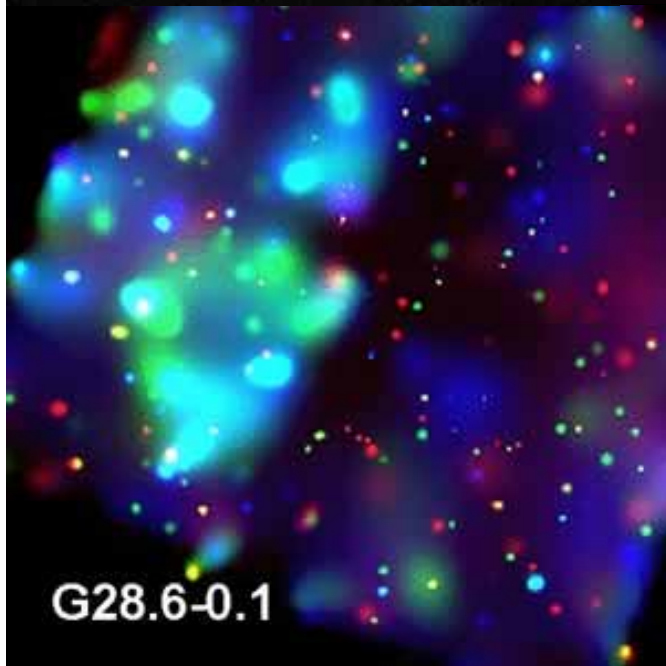
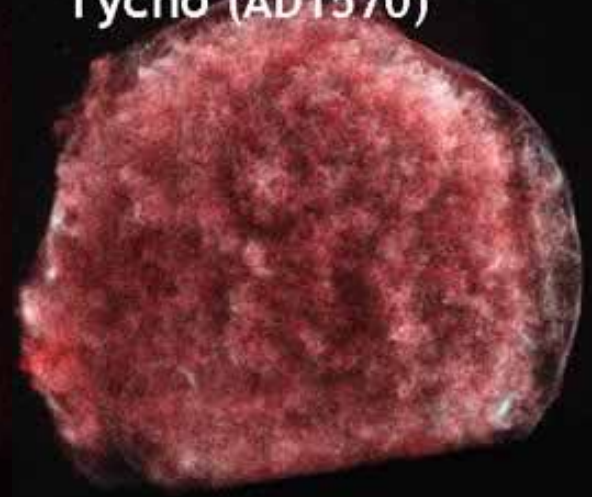
Kepler (AD1604)



Cas A (AD1680)

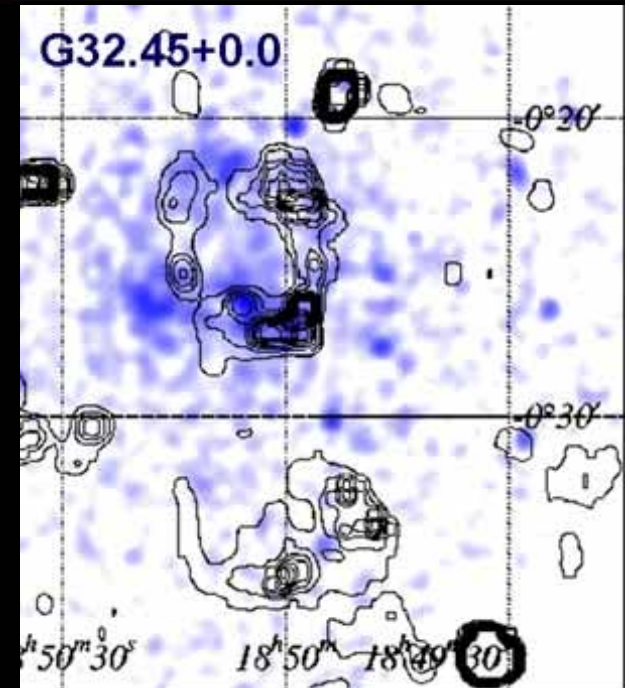
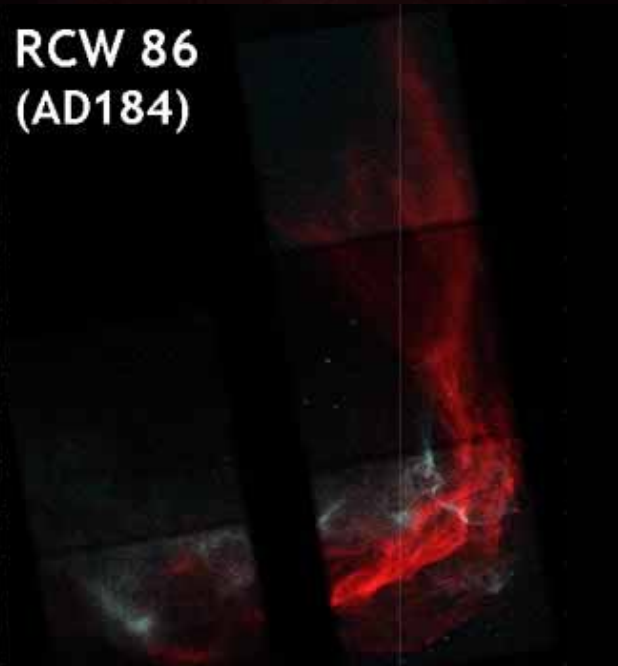


Tycho (AD1570)



G28.6-0.1

RCW 86
(AD184)

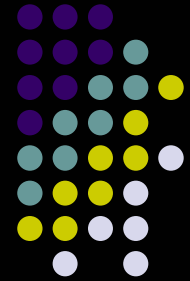


G32.45+0.0

多数の超新星残骸を発見&観測を通し系統的に研究

宇宙線がどこで、どのように、どの程度加速されているかを網羅する。

中質量ブラックホール探査



ブラックホールは

恒星質量BH $10M_{\text{solar}}$

大質量BH $10^6\text{-}10^9M_{\text{solar}}$

の2種類しか見つけていなかった。



可視光 (Subaru)



X線 (Chandra)

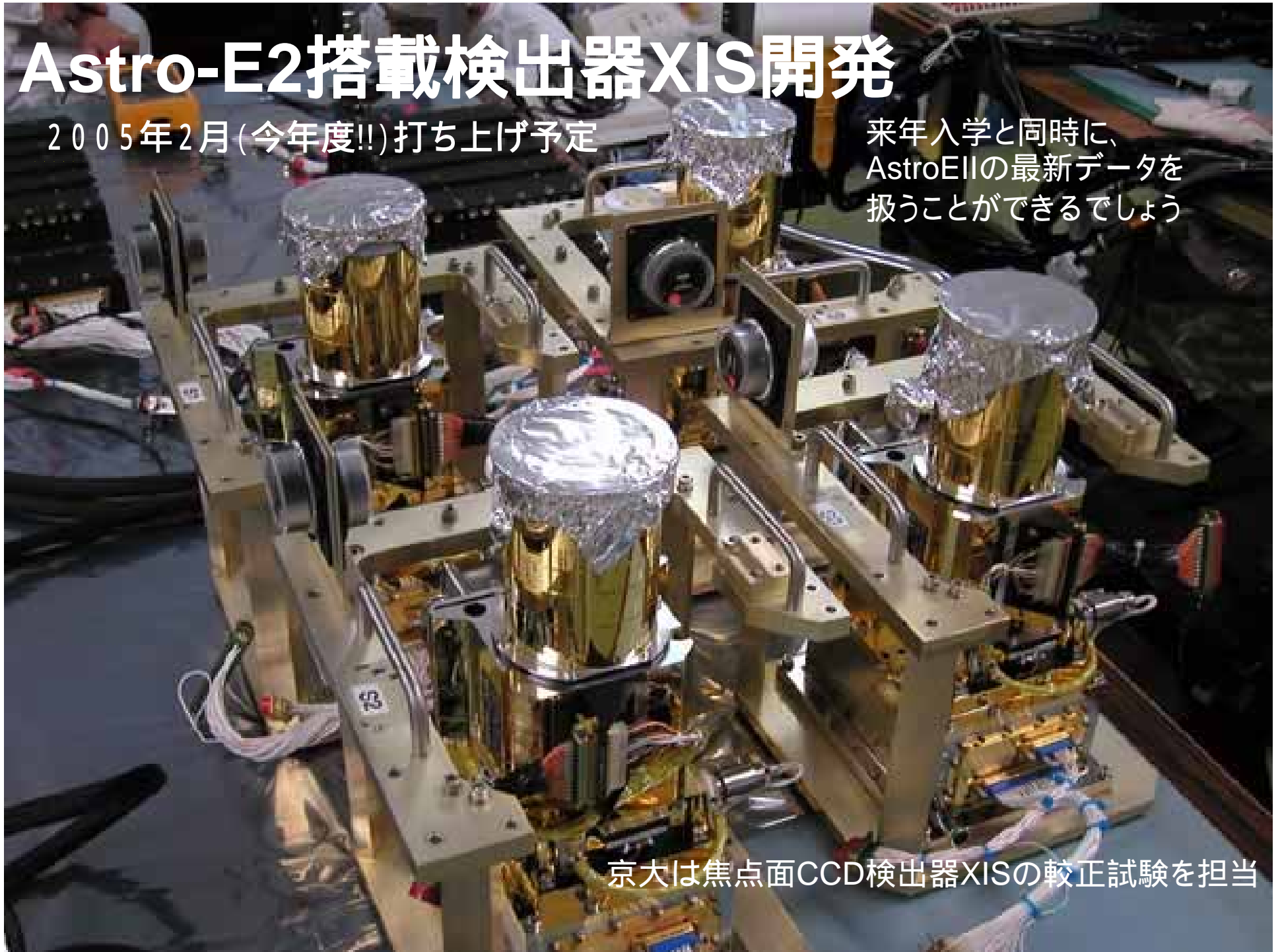
- スターバースト銀河M82から
世界で初めて中質量 ($\sim 10^3\text{-}10^6 M_{\text{solar}}$) ブラックホールを発見。
- 大質量BH形成シナリオに有力な根拠を与える。
- 類似の銀河をターゲットに第二の中質量ブラックホール探査。

Astro-E2搭載検出器XIS開発

2005年2月(今年度!!)打ち上げ予定

来年入学と同時に、
AstroEIIの最新データを
扱うことができるでしょう

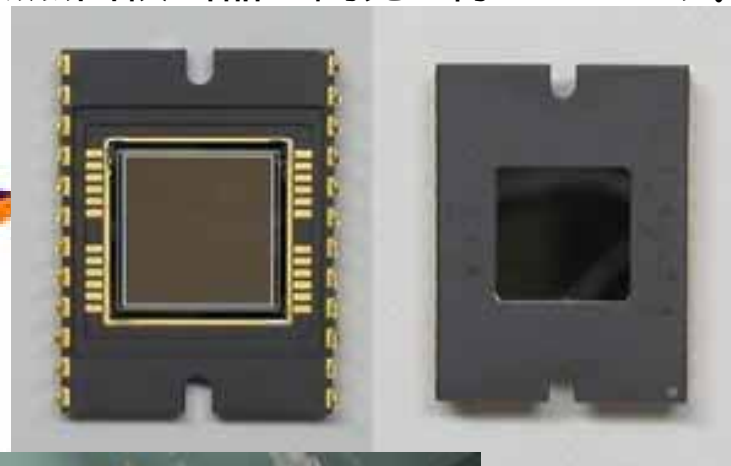
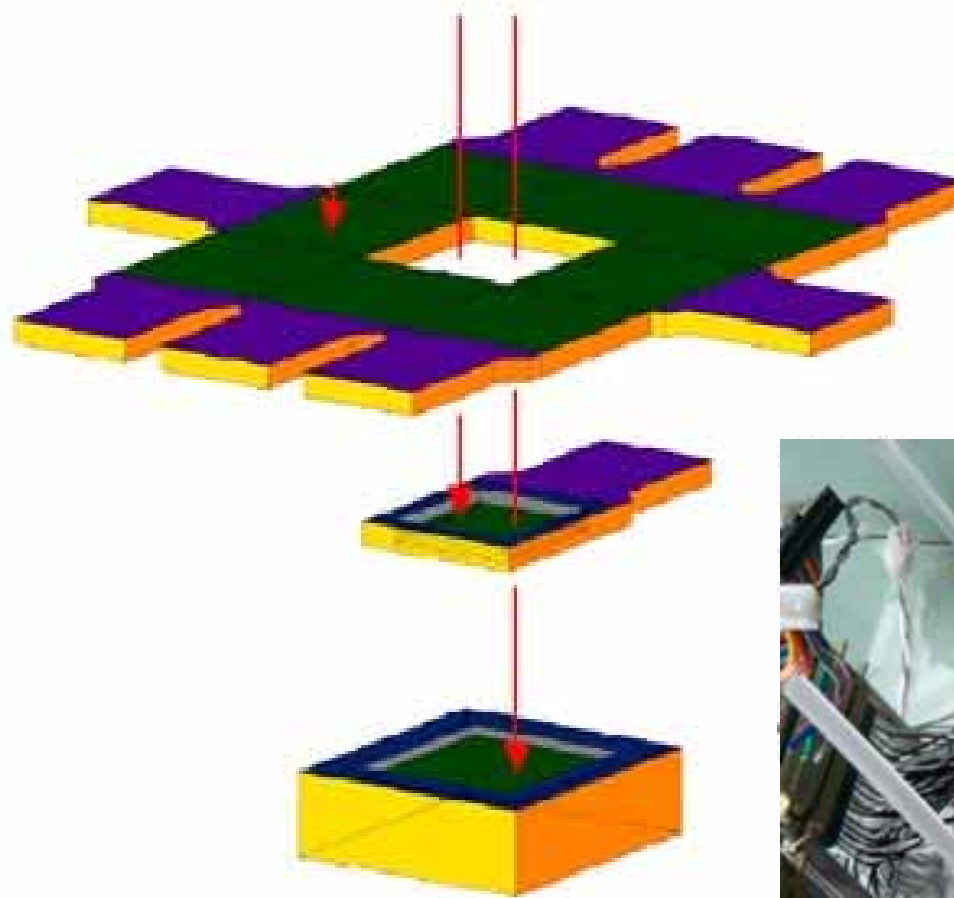
京大は焦点面CCD検出器XISの校正試験を担当





NeXT搭載用透過型CCD研究開発

2010年に打ち上げを予定しているNeXT衛星焦点面検出器の開発も行っています。



低エネルギー X 線を CCD で、高エネルギー X 線を CdTe 検出器で検出

かつてない広帯域に感度を持つ撮像分光器の実現へ

宇宙線加速
超新星残骸



天体核
東大地球物理
東大宇宙線研

ASTRO-E II
XIS
阪大
宇宙研 etc.

Star-burst
銀河

中嶋
山口

松本

片桐
植野

野辺山
すばる

鶴

小山

小野

μ -PIC

乾

X線偏光計

高木

千田

兵藤

NeXT搭載
CCD

阪大
国立天文台

宇宙研

星形成領域

銀河中心

新聞掲載(最近のもの)

毎日新聞 2003/7/2

京大物理学第2教室 宇宙線研究室

AVP アリソン

×線などで宇宙を解明 極限の天体現象に挑む

【本紙記者 小林 浩一】 宇宙の極限現象を探る。超新星爆発の残骸や、ブラックホールの吸い込み、銀河の衝突。宇宙の謎を解明するために、京都大学物理学第2教室の宇宙線研究室は、X線やガンマ線などの高エネルギー放射を観測している。同研究室の中心人物は、宇宙物理学の専門家である小山教授だ。同研究室のメンバーは、最新の観測装置を使い、宇宙の謎を解明しようとしている。同研究室のメンバーは、最新の観測装置を使い、宇宙の謎を解明しようとしている。




宇宙線研究室のメンバー。中央は小山教授

研究室紹介
(2003年7月 毎日新聞)

朝日新聞(大阪)朝刊 2000年9月15日 第一面

第3のブラックホール 証拠つかんだ

グループM82銀河に「中質量」



【本紙記者 小林 浩一】 宇宙の極限現象を探る。超新星爆発の残骸や、ブラックホールの吸い込み、銀河の衝突。宇宙の謎を解明するために、京都大学物理学第2教室の宇宙線研究室は、X線やガンマ線などの高エネルギー放射を観測している。同研究室の中心人物は、宇宙物理学の専門家である小山教授だ。同研究室のメンバーは、最新の観測装置を使い、宇宙の謎を解明しようとしている。

(2000年9月 朝日新聞)

中質量ブラックホール発見

<http://www-cr.scphys.kyoto-u.ac.jp/> も参照してください。

毎日新聞 2003年6月16日(月) 夕刊

3版 (12)

巨大ブラックホール 超新星爆発が隠す

京大教授ら解明



超新星爆発あとの高温プラズマ

↑ 銀河中心

私たちの銀河系の中心に、巨大なブラックホールが存在する。その周囲には、高温のプラズマが渦を巻いており、超新星爆発の残骸が隠れている。京都大学の研究者らが、この現象を解明した。

【本紙記者 小林 浩一】 宇宙の極限現象を探る。超新星爆発の残骸や、ブラックホールの吸い込み、銀河の衝突。宇宙の謎を解明するために、京都大学物理学第2教室の宇宙線研究室は、X線やガンマ線などの高エネルギー放射を観測している。同研究室の中心人物は、宇宙物理学の専門家である小山教授だ。同研究室のメンバーは、最新の観測装置を使い、宇宙の謎を解明しようとしている。

銀河中心巨大ブラックホールの激しい活動性
(2003年6月 読賣新聞)