

# 「放射性物質見える化カメラ」 ASTROCAM

JAXA JAXA宇宙科学研究所

三菱重工

名古屋大学太陽地球環境研究所

## 概要

名古屋大学太陽地球環境研究所では、これまで宇宙航空研究開発機構(JAXA)や三菱重工と協力して、ブラックホールや超新星爆発の衝撃波などから放出される放射線である宇宙のガンマ線を高感度で検出できる観測装置である軟ガンマ線検出器(SGD)コンプトン・カメラの開発を推進してきた。このコンプトン・カメラは、日本の半導体技術を利用し、我々が独自に開発した集積回路と組み合わせることで、これまでにない高感度を実現し、JAXAが2015年に打ち上げる予定の次期X線衛星ASTRO-Hに搭載される。

この高感度ガンマ線カメラは、セシウムなど放射性物質特有のガンマ線を識別できるため、広く分布した放射性物質を広視野で可視化する能力を持っている。科学技術振興機構の補助金を得て、山林など野外で使用可能な携帯型カメラであるASTROCAM(図1参照)を製品化し、この技術を福島における放射性物質の除染へ活用し、復興の一助になるように取り組んでいる。



図1 三菱重工によって製品化されたASTROCAM 7000HS

## ■野外での実証例



超広角コンプトンカメラによる測定結果(提供: JAXA)

福島県飯舘村において取得した放射性物質由来のガンマ線の強度分布と同時に取得した魚眼レンズをつけたデジタルカメラの画像を重ねた図。サーベイメータで放射線強度の分布を測定し、コンプトン・カメラで得られた強度分布に間違いがないことを確認した。

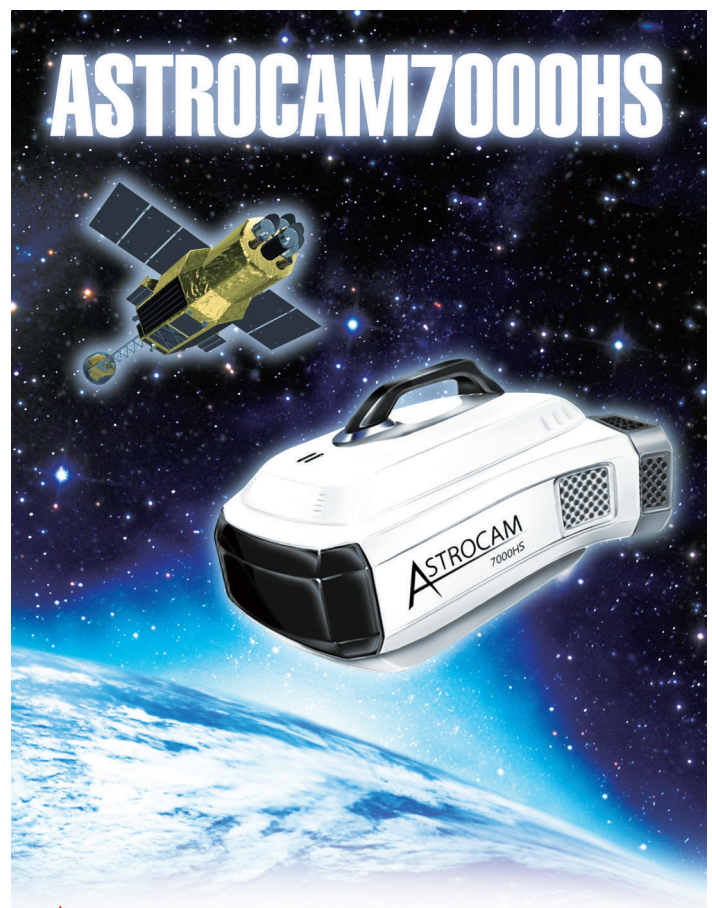
## ■基本仕様

製品型番	ASTROCAM 7000HS
外形	L445 × W340 × H235 (mm) ※カメラ本体サイズ(突起部含まず)
視野角	<b>180度(超広角)</b> ※角度により検出効率は変化します
重量	約8~13kg (カメラ本体) ※仕様による
電源	AC100V~240V/バッテリー
動作温度	0~40℃
保存温度	0~50℃
動作湿度	35~80% ※結露無きこと
付属品	カメラ制御ボックス、ノートパソコン、測定用ソフト

※仕様は予告なく変更することがあります。

## 性能

- ❖ 放射線のエネルギーを測定することで放射線源の種類(核種)を判別  
【判別可能核種】  
ナトリウム 22、コバルト 60、ヨウ素 131、バリウム 133、セシウム 134、セシウム 137
- ❖ 放射線の飛来方向を特定することで放射線源の分布を可視化  
・魚眼カメラの画像に放射性物質の分布を重ね合わせて表示



MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES, LTD.

Our Technologies, Your Tomorrow

# 高感度宇宙ガンマ線観測装置の開発

太陽地球環境研究所 宇宙線研究室 田島 宏康, 黒田 能克, 山岡 和貴

## 高感度宇宙ガンマ線観測装置の概要

ASTRO-H衛星(図1参照)は、2015年に打ち上げ予定のJAXAの次期X線衛星である。ASTRO-Hは、非常に高いエネルギー分解能(7電子ボルト以下)でX線分光(エネルギースペクトルを測定すること)ができること、硬X線領域まで(300~8万電子ボルト)の撮像分光観測(画像を撮ることとエネルギースペクトルの測定を同時にすること)ができることと、広いエネルギー帯域(300~60万電子ボルト)でX線・ガンマ線分光ができることを特徴としている。高分解能・広帯域観測を実現するために、ASTRO-Hは4種類の観測装置を搭載する。その中で、我々のグループが開発を主導する軟ガンマ線検出器(Soft Gamma-ray Detector, SGD)は、4万電子ボルトから60万電子ボルトにおよぶ軟ガンマ線と呼ばれる領域でこれまでより10倍の感度を実現する。

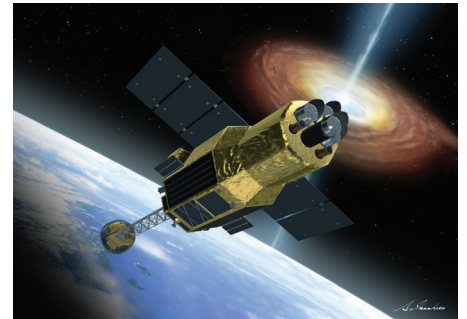


図1 ASTRO-H衛星の想像図

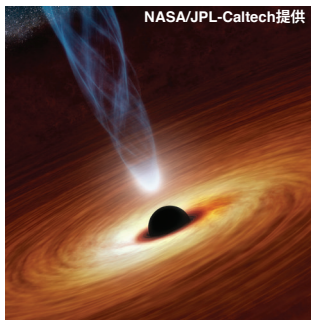


図2 ブラックホールで発生するジェットの想像図

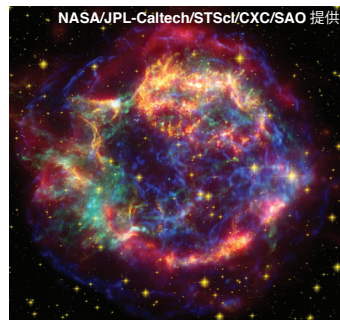


図3 1680年にカシオペア座で発生した超新星爆発

## 科学的意義

SGDの観測によって、ブラックホールや中性子星の強力な重力場や磁場、超新星爆発の衝撃波などの極限の環境における物理過程の研究を進める。特に、そういった極限環境で超高エネルギーの粒子(宇宙線)を加速する過程を明らかにすることが期待できる。図2は、ブラックホールに物質が落ちていく過程で、垂直方向にジェットが形成される様子を示している。図3は、西暦1680年にカシオペア座で発生した超新星爆発の衝撃波が広がる様子を撮影した画像である。SGDの観測は、こうした天体での粒子加速に寄与する磁場の構造や強さを明らかにすることに貢献する。

## 高感度宇宙ガンマ線観測装置の原理

SGDは、ガンマ線が粒子のように振る舞い電子と弾性散乱するコンプトン散乱という現象を利用して、ガンマ線のエネルギーと到来方向の情報を得るコンプトン・カメラとコリメータから構成される。図4は、SGDのガンマ線検出の概念図を示す。コンプトン・カメラは、シリコン(Si)とテルル化カドミウム(CdTe)半導体検出器で構成され、Si中でコンプトン散乱されたガンマ線をCdTeで光電吸収する事によって、入射ガンマ線を検出する。この際、散乱での反跳電子のエネルギー( $E_1$ )と吸収されたガンマ線のエネルギー( $E_2$ )から散乱角( $\theta$ )をコンプトン散乱の運動学から決定できる。コリメータで規定される入射角とコンプトン散乱の散乱角が一致しないガンマ線を排除し、高感度観測を実現する。

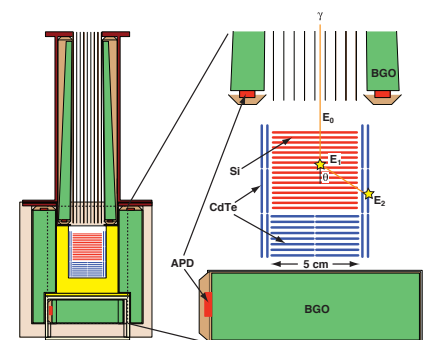


図4 ASTRO-H軟ガンマ線検出器の概念図

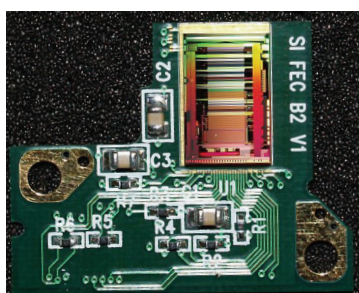


図5 ASTRO-H軟ガンマ線検出器 専用に開発した集積回路

## 鍵となる技術開発

コンプトン・カメラを実現するため、我々のグループは、Si半導体検出器や専用集積回路の開発で主導的な役割を果たした。図5に示す集積回路は、6ミリx10ミリの大きさに64チャンネルの低消費電力・低雑音プリアンプや信号検出回路、デジタル化回路を内蔵し、電源とデジタルインターフェースのみで動作可能である。この集積回路の開発によって、コンパクトで検出効率の高いコンプトン・カメラの実用化が可能となった。図6は、コンプトン・カメラの試作機の写真である。

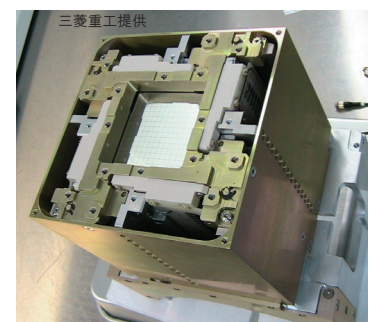


図6 ASTRO-H軟ガンマ線検出器の試作機