

《^{そらと}天空翔ぶ天文台 (9)》

ガンマ線天文衛星 GLAST

今月は 2005 年に打ち上げが予定されているガンマ線天文衛星 GLAST 計画について紹介します。GLAST はガンマ線領域でこれまでにない広視野、高感度、高空間分解能を有し、数十 MeV から数百 GeV にわたる広いエネルギー範囲で全天サーベイ観測を行なう予定です。ブラックホール、超新星残骸、パルサー、ガンマ線バースト、ガンマ線宇宙背景放射などを観測し、天体おける粒子加速、銀河の進化、暗黒物質などといった我々の宇宙のダイナミックな側面を探索します。

1. コンプトン衛星の活躍と 宇宙の巨大加速器

天体から放射されるガンマ線は地球大気によって完全に吸収されてしまうために地上では観測できません。このため、天体ガンマ線を観測するには、人工衛星などの飛翔体を利用することが唯一の方法です。人工衛星によるガンマ線天体観測は 1970 年代に入ってようやくはじまりました。OSO-3 (1972 年)、SAS-2 (1973 年)、COS-B (1975 年) などによって、それまでは理論的に予言されていたに過ぎなかった我々の銀河面に沿ったガンマ線放射が観測的に確認されました。そして同時に、パルサーなどの既知の個別天体からもガンマ線が放射されていることがわかりました。ガンマ線天文学の幕開けです。1991 年にコンプトン衛星 (CGRO) が打ち上がると、さらに多くの天体からガンマ線が観測され、銀河面からのガンマ線の観測精度も向上しました。その結果、これらのガンマ線天体はいずれもガンマ線の放射源となる超高エネルギー粒子を生み出す強力な“天然の粒子加速器”であり、この宇宙にはそのような巨大加速器がいたるところにあるというダイナミックな宇宙

像が浮かび上がってきました。また、これら宇宙加速器の内部には想像を絶する強重力場、強磁場が存在することから、ガンマ線天体は地上では実現不可能な物理状況を生み出す“宇宙の実験場”であると考えられるようになりました。

2. EGRET から GLAST へ

GLAST (Gamma-ray Large Area Space Telescope) は、コンプトン衛星に搭載されている EGRET 検出器の基本設計を踏襲しつつ、科学衛星としては世界ではじめてシリコンストリップ検出器をその心臓部にすえています。いわば EGRET のアップグレード版といったところですよ。こうすることで、全く新たなデザインを採用することによる未知の問題を避けると同時に、EGRET の経験からわかった設計上の問題点を克服し、最新の半導体技術を導入することによって検出感度や空間分解能や視野の広さを飛躍的に向上させています。このため、EGRET が開拓的な仕事を成し遂げたガンマ線天体の研究で、GLAST がより多くのより詳細な観測結果をもたらしてくれるでしょう。そのような観測を通して、宇宙加速器の加速のメカニズムや極限状況下の物理などの研究に貢献することが期待されています。

GLAST の目的は宇宙加速器の内部を探ることだけではありません。その加速器を利用した観測のアイデアもたくさん考えられています。加速された高エネルギー粒子は加速天体を飛び出して宇宙を飛び回り、まわりにある物質と衝突して最終的に π^0 起因のガンマ線を放射します。このようなガンマ線の放射強度はそこにある物質の密度に比例するので、その強度マップはその場所での物質密度マップとなります。加速粒子を利用した宇宙のレントゲン写真といったところでしょうか。この手法では、電離状態などを選ばず、あらゆる物理状態の物質をまとめて測定することになるので、電波観測による CO 分子や中性水素原子の分布、赤外線観測による宇宙塵の分布などとは相補的

な、新たな切り口の物質分布を得ることができません。また、我々の銀河の内部や近傍の銀河団の内部を調べることで、暗黒物質の問題に解決の糸口を与えることができるかも知れません。

さらに遠くに目を向けて、ガンマ線天体を光源として利用するアイデアもあります。ガンマ線天体を宇宙版の放射光施設として使うようなものです。数十 GeV を超えるガンマ線は赤外線光子と反応して電子-陽電子対に崩壊してしまうので、赤外線光子の分布はガンマ線スペクトルの吸収として測定されます。GLAST では遠近さまざまの活動銀河核が全天で数千個も観測されると予想されており、そのひとつひとつに対して、光源天体までの赤外線光子の総量が測定されるわけです。これらの測定データから宇宙論的な距離スケールでの赤外線の分布を得ることができれば、赤外線観測との比較を通じて銀河の進化を探ることができそうです。

3. GLAST のしくみ

GLAST が観測するエネルギー範囲ではガンマ線は粒子として振舞います。GLAST では、天体から飛来するのガンマ線のひと粒ひと粒について、その到来方向とエネルギーを同時に測定します。検出器は、ガンマ線の到来方向を測定するトラックー、ガンマ線のエネルギーを測定するカロリメータ、荷電粒子を識別してガンマ線と区別するためのアンタйкаウンターの3つの部分からなります(表紙参照)。ガンマ線はまずトラックーでの電子・陽電子対生成を起こします。生成された電子と陽電子はトラックーを通過してカロリメータに入射し、そこで電磁シャワーを起こします。データ解析では、トラックーで測定された電子と陽電子の飛跡からガンマ線の到来方向を推定し、電磁シャワーのエネルギーと形状からガンマ線のエネルギーを推定します。

GLAST の特徴のひとつに、全天の約 20% に相当する広い視野と、1 軌道周期あたりの掃天領域

の広さが挙げられます。衛星は視野の中心を常に地球と反対に向けるように制御され、軌道を1周回する約 100 分の間に全天の約 80% を掃天します。掃天領域は衛星軌道の歳差運動によって少しずつずれていくために、約 2 週間で天球上のどの領域も一度は GLAST によって観測されます。このようにして GLAST は、衛星寿命が尽きるまでの 5 年以上の間、全天のほとんどの領域を断続的に観測し続けます。これによって、特定の天体のガンマ線モニター観測が可能になるだけでなく、発生する時期や場所が予測できないガンマ線バーストやフレア現象などの観測にも活躍することが期待されます。また、長時間観測によって多数の微弱なガンマ線天体を検出することができると予想されます。観測可能なガンマ線天体の数は飛躍的に増え、ガンマ線天文学は新たな時代を迎えることでしょう。

4. 国際協力

GLAST 計画は、アメリカ航空宇宙局 (NASA) およびアメリカエネルギー省 (DOE) が中心になって進めているプロジェクトで、スタンフォード大学を中心に 20 以上の大学や研究機関、多くの企業が世界中から参加しています。日本からは、広島大学と東京大学が中心になって、おもにシリコンストリップ検出器の研究開発を国内メーカーとともに進めています。この国際協力の輪の広さも、GLAST のもたらす科学的成果の裾野の広さ同様、この限られた紙面では書き切れません。GLAST 計画に関する詳細は以下の URL にも紹介がありますので、ご興味を持たれた方はご覧になって下さい。

<http://glast.riken.go.jp/>

<http://www-glast.stanford.edu/>

<http://glastproject.gsfc.nasa.gov/>

平山昌治