γ-Ray Group

γ線の観測によりγ線バースト・ブラックホール・活動銀河核などの高エネルギー天体現象を捉えることができます。 γ線グループでは、大きく分けて、MeV領域に焦点を当てたSMILEグループ、TeV領域に焦点を当てたCTAグループが活動しています。その他、当研究室独自の検出器であるμ-PICを用いた医療や中性子イメージングへの応用など、幅広い研究も行なっています。

SMILE 宇宙MeVγ線観測気球実験

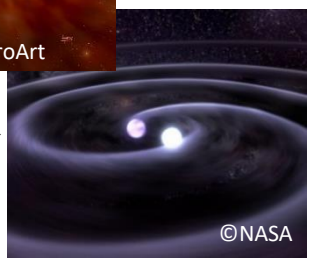
MeVγ線天文学の科学的意義

MeV領域とは0.1～数百MeVを指し、この領域の観測は宇宙物理学に関する様々な情報を与えてくれます。0.1MeV～10MeVの領域では、超新星残骸からの核ガンマ線を調べることで、超新星爆発における元素の合成過程の情報を得られます。また、50MeV以上の連続スペクトル領域にはπ^0中間子の崩壊に伴う放射ピークが含まれます。このスペクトル領域の観測は宇宙線加速起源の問題の解明に大きな進展をもたらします。さらにブラックホールが作る強い重力場の下ではpp反応によってπ^0がつくられると考えられています。そのπ^0からの放射を観測できれば、天体がブラックホールであることの強い証拠にもなりえます。このようにMeV領域は、元素合成・粒子加速・強い重力場を観測する窓になります。

この宇宙における鉄より重い元素を生成する天体の候補

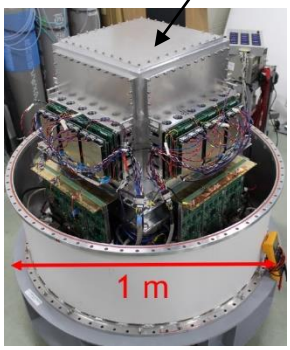
←伴星のガスや塵が白色矮星に落ち込んでいく。

白色矮星同士が →重力で引かれあい、合体する。



電子飛跡追跡型コンプトン望遠鏡の開発

私たちが開発した望遠鏡。天体からのガンマ線を観測



MeVγ線の観測は非常に困難で、ガンマ線背景放射や宇宙線と検出器筐体との相互作用から生じるγ線などのバックグラウンドが多いため、天体の観測があまり進んでいない。この状況を打破すべく、私たちは独自にMeVγ線望遠鏡の開発を行っています。コンプトン散乱を利用し、散乱における全物理量を測定することで、光子ごとに到来方向を決定することができ、天体の画像が得られます。

SMILE計画の今までとこれから

独自開発した望遠鏡を衛星に搭載するための前段階として、気球実験を行っています。2006年に三陸で行った観測では4時間測定し宇宙拡散γ線、大気γ線の観測に成功しました。2018年に、かに星雲のイメージングなどを目標に、オーストラリアを横断しながら1日程度のテスト観測をします。また、数年後には銀河面核ガンマ線イメージングなどを目的に、南極において極周回軌道を利用した1ヶ月ほどの長期気球実験による本観測を予定しています。

2006年　気球実験

MAGIC/CTA　GeV-TeVγ線望遠鏡

宇宙から到来するGeV-TeV領域の高エネルギーγ線は、地球大気と相互作用して発生するチェレンコフ光を介して、間接的に観測されます。γ線は電荷を持たないため、磁場によって曲げられずに宇宙遠方から届く。この到来方向などの情報を持った高エネルギーγ線を観測することで、宇宙物理学における最大の難問の一つである宇宙線起源とその加速機構の解明などを目指します。

MAGIC(Major Atmospheric Gamma-ray Imaging Cherenkov Telescope)

MAGICはカナリア諸島ラ・パルマ島に設置されている、2台の望遠鏡から成る現在稼働中の観測システムです。反射鏡の直径は17mであり、50GeV～50TeVのγ線を観測することができます。

CTA(Cherenkov Telescope Array)

CTAは世界30カ国以上が参加し、北サイト（ラ・パルマ）・南サイト（チリ・アタカマ砂漠）に計約100台の望遠鏡を建設する、大規模な次世代γ線天文台計画です。従来の10倍の感度、より広いエネルギーレンジ（20GeV-300TeV）を達成し、新たに1000以上のTeVγ線天体の発見を目指します。当研究室は、口径23mの大口径望遠鏡（LST）の焦点面カメラで用いる、新たなハードウェアの開発を行っています。現在、LST初号機が建設中であり、今年11月にファーストライトを迎えます。

Fermi　γ線天文衛星

Fermi衛星はGeV領域のγ線の全天探査を目的に2008年に打ち上げられた現在稼働中の衛星です。Fermi望遠鏡は、大面積望遠鏡 (LAT) とγ線バーストモニター (GBM) という2つのガンマ線観測装置を搭載しています。従来の衛星の数十倍の感度で全天を観測し、近年では宇宙線陽子が超新星残骸で生成することの決定的な証拠を発見するなどの成果をあげています。