

γ線グループ



γ線を観測すると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現象を捉えることができる。γ線観測としては大きく分けて、主に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**が活動している。また、ダークマター探索実験を行う**NEWAGEグループ**も活動している。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、幅広い研究を行っている。

MeV領域ガンマ線天文学

MeV-γ線天文学の科学的意義とは？

MeV領域とは0.1～数100MeVまでを指す。0.1MeV～10MeVの核γ線領域では、超新星残骸からの放射分布を調べることで、超新星爆発における**元素の合成**や**宇宙拡散**の情報を得ることができる。

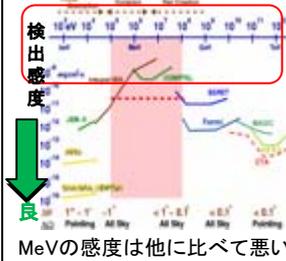
また、50MeV以上の連続スペクトル領域にはπ⁰中間子の放射ピーク位置が含まれる。このスペクトル領域の観測はまず**宇宙線起源の問題**に大きな影響を及ぼす。宇宙線の加速現場と考えられている超新星残骸で陽子が分子雲とぶつかってできるπ⁰の放射が確認できると、初めて陽子の加速現場を捉えたことになり、同時に宇宙線加速が電子起源であるという説を棄却できる可能性もある。また**コンパクト天体**においても、降着円盤の内側では陽子同士が衝突する領域があり、そこに**ブラックホール**が作ることで強い重力場があれば、pp反応によってπ⁰がつくられる。もしそのπ⁰放射を観測できれば、ブラックホールであることの強い証拠にもなりうる。

地球磁気圏内においては、プラズマとの相互作用でMeV程度にまで加速された電子の制動放射によるγ線バースト(REP-γ)が極地方で発生している。このREP-γ線を観測することにより電子の加速機構のモデルを検証することができる。

これらの現象はMeV領域でのみ観測することができる。

MeV観測には大きな障害がある

MeV-γ線は大気中で吸収されるため観測するには衛星を打ち上げることが必要だが、観測においては大きな問題がある。一つはMeV-γ線は**コンプトン散乱**を多く引き起こし、エネルギーと到来方向の決定が困難なことである。またγ線やその他の宇宙線が検出器や衛星の筐体と反応して散乱されたり、新たなγ線を生じたりするなど、測定を妨げる**バックグラウンド**が非常に多い。



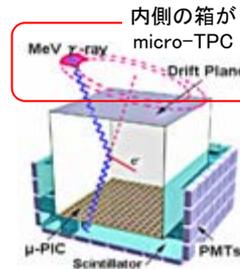
MeVの感度は他に比べて悪い

SMILE-宇宙MeV-γ線観測気球実験

Sub-MeV γ-ray Imaging Loaded-on-balloon Experiment

電子飛跡追跡型コンプトンカメラ(ETCC)の開発

我々は独自のMeV-γ線カメラの開発を行っている。コンプトン散乱における反跳電子の運動量と方向、コンプトン散乱点を高い位置分解能をもつ3次元電子飛跡型検出器で測定し、散乱γ線の吸収位置とエネルギーを、周りを覆うシンチレーターで検出する。2つの検出器の情報から光子毎にコンプトン散乱を完全に再構成することができる。さらにコンプトン散乱の運動学から**バックグラウンドを除去**することができる。ETCCを用いればMeV領域における高感度な観測が可能である。



ETCCのイメージ詳しくは宇宙線研究室へ！

SMILE計画の今までとこれから

ETCCを衛星に搭載するための前段階として、**気球実験**を行っている。2006年に三陸で行ったテスト観測では4時間測定し**宇宙拡散γ線、大気γ線の観測に成功**した。

次のステップとして、2012年に**北海道の大樹町**で数時間程度のテスト観測をする予定である。

2013年には**スウェーデンのキルナ**で10日以上の本観測をする予定で、かに星雲のイメージング、REP-γの観測を目標にしている。さらに数年後に極地における長時間、広範囲な観測をすることを、現在**ヨーロッパの地球物理学者と共同**で計画中である。

目標は衛星を打ち上げ、**全天観測を行うこと**である



2006年 気球実験

TeV/GeV領域ガンマ線天文学

CTA-次世代大規模チェレンコフ望遠鏡

Cherenkov Telescope Array

宇宙から到来するTeV領域のγ線は、大気と相互作用して発生するチェレンコフ光を介して、いわば地球大気を検出器として利用し観測される。地上では作り出すことが難しい超高エネルギーの物理現象を観測することで、物理学の最大の難問のひとつである**宇宙線起源とその加速機構の解明**などを目指している。

当研究室ではこれまでに、オーストラリアに建設したチェレンコフ望遠鏡での回路系の開発、観測データの解析等を行ってきた。



オーストラリアの砂漠地帯に建設された望遠鏡(GANGAROO)

現在は従来の10倍にも及ぶ**1000以上のTeVγ線天体の発見を目指す**次世代の国際共同計画(CTA)に参加し、新たなハードウェア開発を行っている。

Fermi-GeV領域ガンマ線探査衛星

Fermiガンマ線天文衛星は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。**従来の衛星の数十倍の感度で全天を観測**し、高エネルギー宇宙線の起源やその加速機構、未同定高エネルギー天体の正体を解明することなどが期待される。



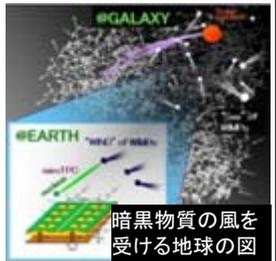
Fermi衛星

ダークマター探索

NEWAGE-ダークマター探索実験

New generation WIMP search with an Advanced Gaseous tracking devices Experiment

宇宙の様々な観測から、暗黒物質と呼ばれる物質が存在することが分かってきた。しかも、その量は通常の物質の5倍と見積もられている。しかし、これまでに暗黒物質の発見例はなく、現在世界中で暗黒物質を発見するべく実験が行われている。



暗黒物質の風を受ける地球の図



神岡地下のトンネル

NEWAGEは**神岡鉱山の地下**で(環境が良い場所)、暗黒物質探索を行っている。

NEWAGEの特色は、ガス検出器「μ-TPC」を用いていることである。ガスを用いることで、他の多くの実験グループは得ることのできない、**暗黒物質の到来方向**を知ることができ、決定的な証拠となること期待される。

京都では大型の検出器を用い、更なる感度向上の為の研究を行っている。



μ-TPC @神岡