

宇宙線研究室 γ 線グループ

<http://www-cr.scphys.kyoto-u.ac.jp/>

教授
谷森 達



助手
窪 秀利



身内 賢太朗

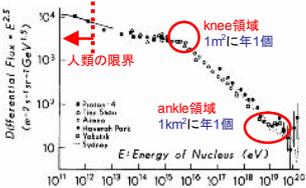


ようこそ、宇宙線研究室へ。当研究室では、宇宙から放射される、私たちの感じる光が出来る光(可視光)よりも波長が短い(エネルギーの高い)X線・ γ 線の観測を行っています。普段はX線および γ 線グループにわかれて、それぞれ検出器の開発や解析などを活発に行っています。そのうちここで紹介する γ 線グループは、さらにCANGAROOグループと μ -PICグループにわかれてます。未だ謎の多い高エネルギー天文学の研究に、皆さんもぜひ参加してみませんか。

CANGAROO ~TeV- γ 線

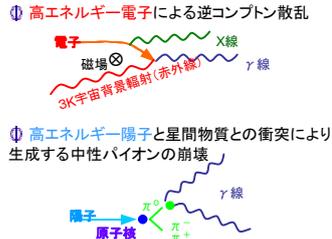
Collaboration of Australia and Nippon for a Gamma-Ray Observatory in the Outback

☆ 宇宙線加速の謎!



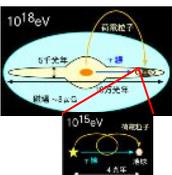
- ① 宇宙には人類が作り出せないような超高エネルギーの粒子が存在しています。
- ② そんな高いエネルギーにまで加速された粒子の生まれ故郷が知りたい! 加速機構が知りたい!

☆ 宇宙線とTeV γ 線のカンケイ



高エネルギー粒子の加速現場で TeV γ 線は生まれる!

☆ γ 線で観測する理由は?



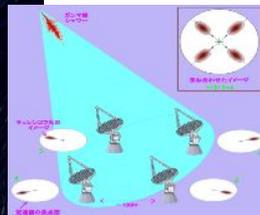
- ① 宇宙線の主成分は陽子
- ② 荷電粒子は銀河中の磁場によって曲げられてしまう
- ③ 到来方向が分からない...
- ④ その点、 γ 線は電荷がないので直進してくる
- ⑤ 透過力も強いので遠くまで見通すことができる

TeV γ 線なら宇宙線加速現場が丸見え!

そんな γ 線を捕らえて、いっちょ加速現場をつきとめちゃおう!

☆ どうやって γ 線を捕まえるの?

- ① TeV- γ 線は大気に遮られて地上まで降りてこない...
- ② でも、いい方法があるんです。
- ③ TeV- γ 線は大気との相互作用で電子-陽電子対を連鎖的に生成する「空気シャワー」を起こします(右図)。
- ④ これらの荷電粒子が出すチェレンコフ光を地上で捕らえることで、間接的にTeV- γ 線を検出することができる!!



☆ そこで、CANGAROO-III望遠鏡

- ① 晴天率の高いオーストラリアの砂漠地帯!
- ② 4台の口径10mの大型望遠鏡が2004年に完成!
- ③ 114枚の複合鏡が微弱なチェレンコフ光を集める!
- ④ 427本の光電子増倍管が空気シャワーをイメージ化!
- ⑤ 複数の望遠鏡による「ステレオ観測」によって到来方向が分かる!

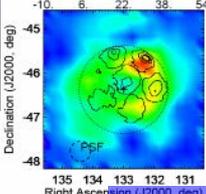


参加機関

- 京都大学
- 東京大学宇宙線研究所
- 茨城大学
- 国立天文台
- 東海大学
- 名古屋大学
- 山形大学
- 山梨学院大学
- 早稲田大学
- 北里大学
- 広島大学
- 茨城県医療大学
- アレクサンドリア大学
- オーストラリア国立大学
- オーストラリア国立天文台

☆ CANGAROOのお仕事

- ① 超新星残骸RX J1713.7-3946からTeV- γ 線を発見、世界で初めて陽子加速現場を示唆する結果を発表!
- ② 天の川銀河の中心からTeV- γ 線を世界で始めて検出!
- ③ 超新星残骸RX J0852.0-4622からTeV- γ 線を世界初検出!
- ④ さらにステレオ観測によりTeV- γ 線の空間分布が得られた!



超新星残骸RX J0852.0-4622のTeV- γ 線放射分布。600光年彼方で宇宙線加速が起きている、らしい。



次世代望遠鏡に向けて開発中のAMC (Analog Memory Cell)。非常に小型で高速信号読み出しが可能

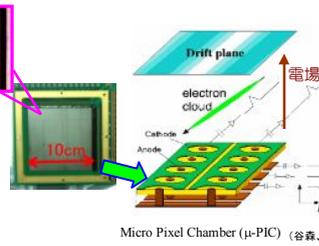
当研究室ではCANGAROO-IIIでの観測・解析などを行うことによって、宇宙線起源の解明を主軸としており、超新星残骸、パルサー/パルサー星雲、活動銀河核、などの高エネルギー天体の粒子加速機構、 γ 線放射過程について明らかにすることを目指しています。また次世代望遠鏡に向けたデータ収集システムの開発も進めています。

どの分野もまだまだ未開拓な学問です。ぜひ皆さんも「金の脈」を探す旅に行きませんか。

μ -PIC ~MeV- γ 線など

☆ μ -PIC とは何ぞや

μ -PICは、比例計数管を基板上でピクセル状に並べた構造になっている。これによって位置情報を得ることが出来る。



Micro Pixel Chamber (μ -PIC) (谷森、結智、2000年)

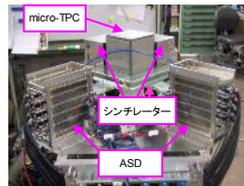
☆ μ -PICを用いた micro-TPC

(TPC: Time Projection Chamber)

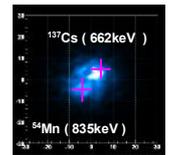
電場のかかった検出器に γ 線などが入射して生じた電子雲は μ -PICに近いほど早く信号(電子)が到達。

この検出時間差を利用して電子雲の3次元情報がわかる!!

☆ micro-TPCを用いたMeV- γ 線カメラ



microTPCとシンチレータを用いることでコンプトン散乱に伴う反跳電子、散乱 γ 線のエネルギーと方向をそれぞれ検出。



MeV領域で世界初、イベントごとの入射 γ 線コンプトン散乱を完全な形で再構成することに成功!!

☆ μ -PICがあると何かいいことあるの? part1 (MeV- γ 線カメラ)

◎ MeV領域の γ 線の観測

宇宙から来るMeV領域の γ 線

- ◆ 超新星残骸や銀河面にある放射性同位体の核 γ 線
- ◆ 粒子加速に伴うTeV- γ 線と同様の発生機構で生じた γ 線
- ◆ フラックホールによる中性 π 中間子の崩壊による放出など

今までもいくつか観測衛星が上がっているが、他の波長領域に比べて観測が遅れている。

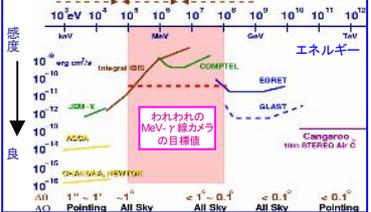
気球実験 SMILE

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

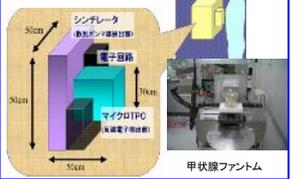


2006年8月 放球!!

そこでわれわれのMeV- γ 線カメラが登場!!



◎ 医療への応用



☆ μ -PICがあると何かいいことあるの? part2 (MeV γ 線カメラ以外)

◎ 暗黒物質探索実験

2006年度 測定開始へ!!

地球にはダークマターの風が吹き付けており、原子核を反跳させる。ガス検出器で反跳方向をとらえることで風を検出。

◎ X線結晶構造解析・小角散乱

