

# 宇宙線研究室 $\gamma$ 線グループ

教授  
谷森 達



助教  
窪 秀利



身内 賢太郎



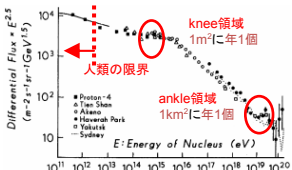
宇宙線研究室では可視光で観測できないような、宇宙における高エネルギー現象を対象に、観測を行っています。また $X\cdot\gamma$ 線両グループをサブグループとし、さらに $\gamma$ 線グループは、CANGAROOグループと $\mu$ -PICグループに分かれて、観測データの解析や検出器の開発を行っています。まだまだわかっていない所が多い分野です。あなたも未知なる領域に挑戦しませんか。

## TeV $\gamma$ 線 CANGAROO



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

### 宇宙線加速の謎



- 宇宙線の正体は、超高エネルギーの陽子や電子などの荷電粒子!
- その起源と加速機構は未だにはっきりしていません。

### なぜ $\gamma$ 線なのか?

- 荷電粒子は、星間磁場によって曲げられてしまうため、その到来方向がわかりません。
- $\gamma$ 線であれば磁場に影響されず、直進するので到来方向がわかります。また、透過力が強いので、遠くまで見渡すことができます。

### TeV $\gamma$ 線で宇宙線加速現場が見える!

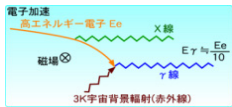
てなわけ、TeV  $\gamma$ 線探した!

### $\gamma$ 線のとらえ方

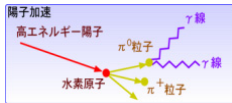
- TeV  $\gamma$ 線は、大気に遮られ、地上まで届きません。しかし、大気と相互作用することによって、連鎖的に電子陽電子対が生成する「空気シャワー」が起こります。(右図)
- これらの荷電粒子が出すチェレンコフ光を地上の望遠鏡で受け止めることで、間接的に $\gamma$ 線を検出します。

### 宇宙線とTeV $\gamma$ 線

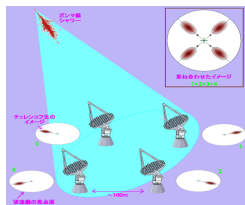
- 高エネルギー電子による逆コンプトン散乱



- 高エネルギー陽子と星間物質との衝突によって生成される $\pi^0$ 粒子の崩壊



### 粒子加速の現場でTeV $\gamma$ 線が生まれる!



### CANGAROO-III望遠鏡

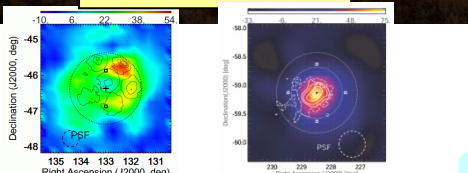
- 4台の口径10mの大型望遠鏡で観測
- 427本の光電子増倍管により、空気シャワーをイメージ化します。
- 114枚の複合鏡が微弱なチェレンコフ光を集めます。
- 複数台のステレオ観測により、到来方向を精度良く決定できます。

### CANGAROOの成果

- 超新星残骸RX J1713.7-3946からTeV  $\gamma$ 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!
- 天の川銀河の中心からTeV  $\gamma$ 線を世界で初めて検出!
- 超新星残骸RX J0852.0-4622からTeV  $\gamma$ 線を世界初検出!
- さらにステレオ観測によりTeV  $\gamma$ 線の空間分布が得られた!

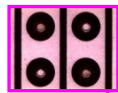
当研究室では、CANGAROO-IIIを用いた観測・解析により、超新星残骸やパルサー、活動銀河核などの高エネルギー天体での粒子加速機構・ $\gamma$ 線放射過程の解明を目指しています。また、次世代望遠鏡に向けたデータ収集システムの開発も進めています。

### 宇宙線加速の現場を捉えた!



## $\mu$ -PIC $\sim$ MeV- $\gamma$ 線など

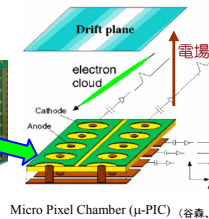
### ☆ $\mu$ -PICとは



$\mu$ -PICは、比例計数管を基板上でピ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。

### ☆ $\mu$ -PICを用いたmicro-TPC

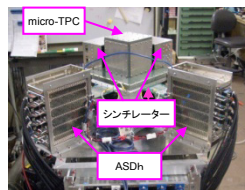
(TPC: Time Projection Chamber)



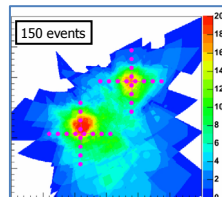
電場のかかった検出器に $\gamma$ 線などが入射して生じた電子雲は $\mu$ -PICに近いほど早く信号(電子)が到達。

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!!

### ☆ $\mu$ -TPCを用いたMeV- $\gamma$ 線カメラ



$\mu$ -TPC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 $\gamma$ 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 $\gamma$ 線コンプトン散乱を完全な形で再構成することに成功!!

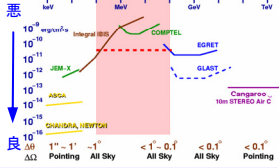
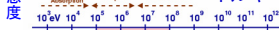
### ☆ $\mu$ -PICを使って part1 (MeV- $\gamma$ 線カメラ)

#### ◎ MeV領域の $\gamma$ 線の観測

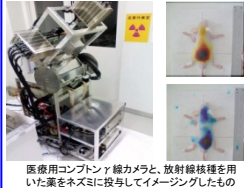
### 宇宙から来るMeV領域の $\gamma$ 線

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

### 感度悪 エネルギー



#### ◎ 医療への応用

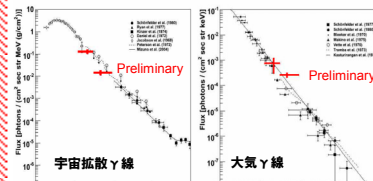


## 気球実験 SMILE

Sub-MeV  $\gamma$ -ray Imaging Loaded-on-balloon Experiment



### 気球実験成功 ('06.9/1) 大気 $\gamma$ 線と宇宙拡散 $\gamma$ 線を観測



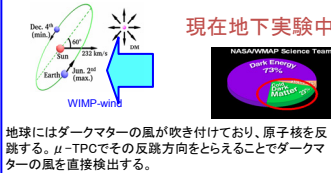
今回の得られた宇宙拡散 $\gamma$ 線と大気 $\gamma$ 線のフラックス(赤)と過去の実験の比較

今後はさらに気球実験を重ねて検出器の性能向上を進めていく。最終的には人工衛星に搭載し、全天探査を目標とする。

次期放球は2011年予定!!

### ☆ $\mu$ -PICを使って part2 (MeV $\gamma$ 線カメラ以外)

#### ◎ 暗黒物質探索実験 NEWAGE



#### ◎ X線結晶構造解析・小角散乱

