

# カンガルー（高エネルギー宇宙線研究部）

## 研究目的と装置

- 天体から飛来する超高エネルギー(200 GeV =  $2 \times 10^{11}$  eV)領域の**ガンマ線**を観測し、宇宙線の正体を探ることが研究の目的です。ガンマ線は最も波長の短い光で、可視光と異なり熱的には放射されず、高エネルギーまで加速された電子や陽子などの粒子と、周囲の物質や光子との反応で生成されます。光は宇宙の磁場の影響を受けずに直進するため、その到来方向を観測することにより、源となる天体を特定することができます。ガンマ線の観測を通じて、高エネルギーの宇宙線はどこの天体でどのように加速されているのか、ということを知りたいと考えています。
- 超高エネルギーガンマ線が大気中で起こす粒子のシャワーから放射されるチェレンコフ光という青白い微かな光のフラッシュを反射鏡で集光し、望遠鏡の主焦点に設置したカメラ(光電子増倍管の配列)で捉えるのが**大気チェレンコフ望遠鏡**です。この光は微弱なため、人工光の影響が少なく、晴天率の高いオーストラリアの砂漠地帯ウーメラを観測地を選びました。平成4年から稼働してきた3.8m口径望遠鏡に引き続き、平成11年にはその隣で口径7mの望遠鏡で観測を開始しました。平成12年にこの望遠鏡は口径10mに拡張されました。さらに装置は増設され、平成16年からは4台の望遠鏡が稼働を始め、ガンマ線をより低いエネルギーまで精度よくとらえることが可能になりました(図1)。反射鏡には新たに開発した繊維強化プラスチック基材の小型反射鏡を用い、望遠鏡の焦点面には427本の光電子増倍管を並べた高速カメラ(図2)が取り付けられており、高速エレクトロニクスを用いてチェレンコフ光のイメージをデジタル化して記録します。観測は、月明のない晴夜にガンマ線源候補天体を天球上の動きに合わせて追尾しながら、現地に派遣された研究者が行います。

## 研究の現況

- 口径10mのチェレンコフ望遠鏡4台を用いて、超新星残骸、パルサーおよびパルサー星雲、活動銀河核、星生成銀河など高エネルギーガンマ線を放出していると期待される天体の観測とデータの解析を日豪共同のチームで続けています。望遠鏡は約100m間隔で設置され、同じシャワーからのチェレンコフ光を同時に立体的に捉える「ステレオ観測」法を用いることにより、ガンマ線を高い精度で検出することができます。
- 超新星残骸からの超高エネルギーガンマ線の発見：  
最初の10m望遠鏡の観測から、西暦393年に爆発したRX J1713.7-3946と呼ばれる**超新星残骸**から超高エネルギーガンマ線が放出されていることが明らかにされました(図3)。超新星残骸の起こす衝撃波で粒子が高エネルギーに加速され、ガンマ線を放出していると考えられます。超新星残骸は宇宙線の起源候補として古くから注目されてきた天体ですが、ガンマ線の検出により、このような高エネルギー粒子の加速が実際に起こっていることの証拠が見つかったこととなります。さらに別の超新星残骸RX J0852.0-4622や、我々の銀河中心から

のガンマ線の信号の発見なども報告しています。

- ステレオ観測によるガンマ線源の空間構造の観測：

2004年3月から行われている4台の望遠鏡によるステレオ観測からは、ほ座超新星残骸や超新星残骸RX J0852.0-4622（図4）など、空間的に広がったガンマ線天体の様子がわかるようになってきました。そのほかにも、パルサー星雲などの銀河系内の高エネルギー天体や、活動銀河核と呼ばれる銀河系外天体などの観測を行っています。

※ CANGAROO（カンガルー）とは Collaboration of Australia and Nippon (Japan) for a GAMMA Ray Observatory in the Outback を省略した造語で、ガンマ線天体物理学のための国際協力実験です。天体からの超高エネルギーガンマ線を、南半球オーストラリアの砂漠の町・ウーメラの近郊に設置した大気チェレンコフ望遠鏡を用いて観測し、天体における高エネルギー現象の研究を行っています。



図1 オーストラリア・ウーメラのカンガルー望遠鏡。4台の口径10m望遠鏡からなる。

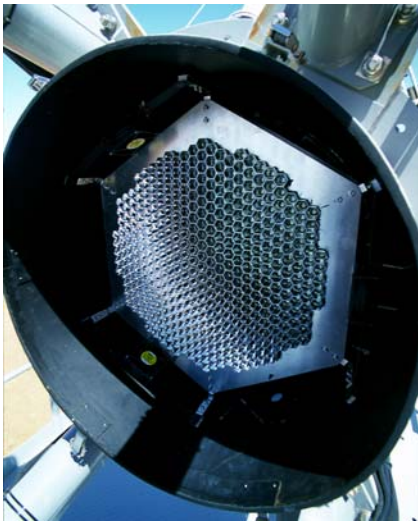


図2 チェレンコフ光のイメージを捉える光電子増倍管カメラ。

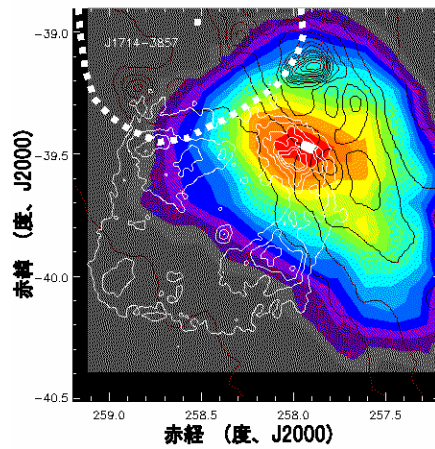


図3 超新星残骸 RXJ1713.7-3946 からのガンマ線信号の有意度マップ。

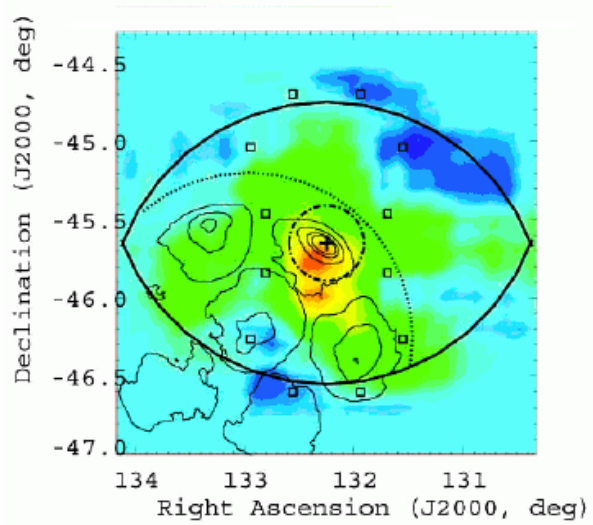


図4 超新星残骸 RX J0852.0-4622 からのガンマ線信号の空間分布。