

## 論文審査の結果の要旨

氏名 木内 隆太

本論文は CANGAROO-III 大気チェレンコフガンマ線望遠鏡を使い、銀河団からの TeV ( $10^{12}$  電子ボルト) エネルギー領域での非熱的なガンマ線放出を探索したものである。銀河団内で起こる非熱的現象については理論的なモデルがいくつも提唱されており、近年の大気チェレンコフガンマ線望遠鏡の感度に近いレベルを予想するものもある。主に論じられているガンマ線生成機構は、(1) 銀河団内で加速・蓄積された宇宙線陽子が熱的な放射を示しているターゲットと衝突して中性パイオンを生成しその崩壊によってガンマ線が放射されるモデル、(2) 銀河団内の衝撃波によって超高エネルギー ( $10^{18}$ - $10^{19}$  eV) にまで加速された陽子が宇宙背景光子との相互作用によって電子・陽電子を生成し、それらが宇宙背景光子を逆コンプトン散乱によってガンマ線のエネルギーまでたたき上げるモデル、(3) 銀河団内の衝撃波によって直接加速された電子が同様に宇宙背景光子との逆コンプトン散乱でガンマ線を生成するモデルなどがある。本論文では、こうしたガンマ線の放出が予想される銀河団 Abell 3667, Abell 4038 を選び、CANGAROO-III 望遠鏡を用いて 2006 年に観測を行った。CANGAROO-III 望遠鏡はオーストラリアの砂漠地域に建設された解像型大気チェレンコフ望遠鏡であり、シャワーのイメージを用いてガンマ線と陽子のシャワーを識別できる。観測の結果、有意なガンマ線現象は観測されず、ガンマ線強度の上限値を与えた。そしてその結果を用いて各種モデルを通して磁場の強さや宇宙線のエネルギー密度について議論を行った。これらの銀河団について TeV ガンマ線の観測は世界で始めてであり、実験のデータがしっかりと系統誤差も考慮されて議論されており、博士論文として十分な価値があると判断した。

論文は 9 章からなり、まず第 1 章では銀河団からのガンマ線放出のモデルについて議論し、2 章ではなぜ Abell 3667, Abell 4038 が選択されたかを議論している。3 章で大気チェレンコフ望遠鏡のテクニックについて、4 章で CANGAROO-III 望遠鏡のハードウェアの説明が書かれている。5 章には観測の詳細が書かれており、6 章ではデータ解析の詳細が書かれている。観測結果から物理結果に導くにあたっては系統誤差をしっかりと見積もることが重要であるが、7 章ではかに星雲からのガンマ線観測について述べ、その結果を使用して系統誤差を見積もっている。8 章ではデータ解析の結果、それをもとにして得られたガンマ線強度の上限値が与えられ、9 章でそれを使用してモデルの議論が行われている。

本論文が使用した CANGAROO-III 実験装置は共同研究で運営されているものであるが、この銀河団からのガンマ線の観測、解析はすべて木内君が行ったものであり、論文提出者の寄与が十分大きいと判断する。

したがって、博士 (理学) の学位を授与できると認める。