

平成 27 年度共同利用研究・研究成果報告書

研究課題名 和文:AGASA で観測した超高エネルギー宇宙線空気シャワーの特性の研究
英文: Characteristics of extensive air showers induced by ultra-high energy cosmic rays observed with AGASA

研究代表者 大阪市立大学・特任助教・榊 直人
参加研究者 東京大学宇宙線研究所・助教・竹田 成宏
東京大学宇宙線研究所・教授・手嶋 政廣
埼玉大学理学部・教授・井上 直也
チュービンゲン大学・研究員・篠崎 健児
山梨大学工学部・名誉教授・本田 建
神奈川大学工学部・特任教授・林田 直明

研究成果概要

Pierre Auger 実験グループが LHC 実験の結果を取り入れた空気シャワーシミュレーションを用いて、シミュレーションより実験のほうがミューオン数が多いという報告を行った。Auger 実験では水タンクのデータよりミューオン数を推定しているのに対し、明野実験、AGASA 実験ではミューオン成分を明確に分離して観測していたのでこれらのデータを用いてミューオン過剰について調べることを目的としている。明野、AGASA 実験においてミューオン数は全ミューオン数、シャワー軸から 600m でのミューオン数密度、1000m でのミューオン数密度を用いて求めている。今までの観測結果ではミューオン数が急激に増減することではなく、外挿すると KASCADE などの観測結果と consistent であった。本研究では CORSIKA ver. 7.4 と EPOS-LHC 相互作用モデルを用いて陽子、鉄 1 次宇宙線の空気シャワーを生成し、空気シャワーの横方向広がりや AGASA の実験式と比較した。シミュレーションは電磁成分については GEANT4 を用いて検出器応答を考慮しているがミューオン成分については CORSIKA の出力そのままを用いた。おおよその形状はシミュレーションと実験式で一致しているが、エネルギーやシャワー軸からの距離によりやや違いが見られた。Telescope Array 実験の結果によれば地表シンチレーター検出器から求めた宇宙線エネルギーと大気蛍光望遠鏡で求めたエネルギーの間に 27% の違いがあり、エネルギー推定の系統誤差を減らすために距離 600m でのミューオン数密度 ($\rho_{\mu}(600)$) と電磁成分密度 ($S(600)$) の比を用いて比較を行った。様々な論文で発表された明野、AGASA 実験のミューオン数密度は実験式を用いて 600m での値に換算して使用した。観測データのミューオン電磁成分比はシミュレーションで予想される陽子と鉄の比の間に位置していた。ただし、この値はシミュレーションにミューオン検出器の検出器応答が含まれていないことや実験データは横方向広がりの実験式を使って値の変換を行っているがシミュレーションには取り込まれていないことなど観測とシミュレーションの条件がそろっておらず、今後これらの条件を取り入れたシミュレーションと観測結果の比較を行っていくことでさらに詳細にミューオン数の解釈を行う。

整理番号 C04