

## 平成20年度共同利用研究・研究成果報告書

研究課題名 和文：Knee 領域一次宇宙線組成の研究

英文：Study of the composition of cosmic-rays at the knee

研究代表者

横浜国立大学・教授・柴田 禎雄

参加研究者

横浜国立大学・特別研究教員・片寄 祐作

東京大学宇宙線研究所・協力研究員・陳 鼎

横浜国立大学・M2・杉山 賢視

都立産業技術高専・教授・齋藤 敏治

湘南工科大学・助教授・杉本 久彦

研究成果概要

チベット空気シャワー観測装置の中心部に置かれたコア検出器による高エネルギー成分の観測はこれまでに2段階の実験を終了した。フェーズ1ではエマルジョンチェンバーとの連動により20TeV以上の $\gamma$ 線ファミリーを伴う空気シャワーを観測してknee領域付近の陽子とヘリウムのエネルギースペクトルを求めた。一次粒子の弁別は詳細なモンテカルロシミュレーションとArtificial Neural Networkを用いて行われた。得られた両成分のスペクトルは $10^{14}$ eV以下の直接観測結果の外挿よりも約0.4べきが大きく、全粒子スペクトルに対する割合がknee領域に向かって減少し、 $10^{15}$ eV以上のエネルギー領域ではそれぞれ全粒子の

10-15%程度を占めるにすぎないことを示した。エマルジョンチェンバーを用いた観測ではその高い位置分解能を用いて陽子とヘリウムを分離することができたが、検出閾値が高いことから観測の効率は低く高い統計が得られないことが欠点であった。この点を補うため、第2フェーズでは鉛板の下に置かれたバースト検出器の検出閾値を下げ、高い統計精度での観測

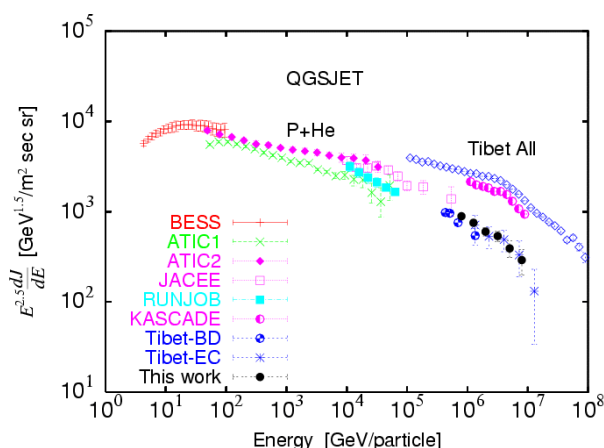


図1 第2フェーズの連動実験で得られた陽子+ヘリウムスペクトル

が行われた。X線フィルムを用いないため、陽子とヘリウムの分離は行わないが陽子+ヘリウムとそれより重い核との分離は十分な精度で行えることがシミュレーションにより明らかにされた。これによりフェーズ1の結果を検証することが目的である。その結果、図1に示すように高い統計精度でフェーズ1の結果と consistent であった。

KASCADE グループは相互作用モデルとして QGSJET を用いた場合、陽子+ヘリウムが knee 領域の主成分であり knee の起源は軽い核成分であるという報告を行ったが、相互作用モデル依存が大きく Sybill モデルを用いたときは我々の結果に近いことが示された。我々の行った観測方法では相互作用モデル依存は 30%程度であることが示され、knee

の主成分はヘリウムより重い核であるという結論に達した。これまでに得られている直接観測と空気シャワー観測結果をまとめると図2のようになり、knee 領域の重い核成分の観測が knee の解明にとって重要であることが分る。現在重核成分観測のための第3フェーズ(YAC

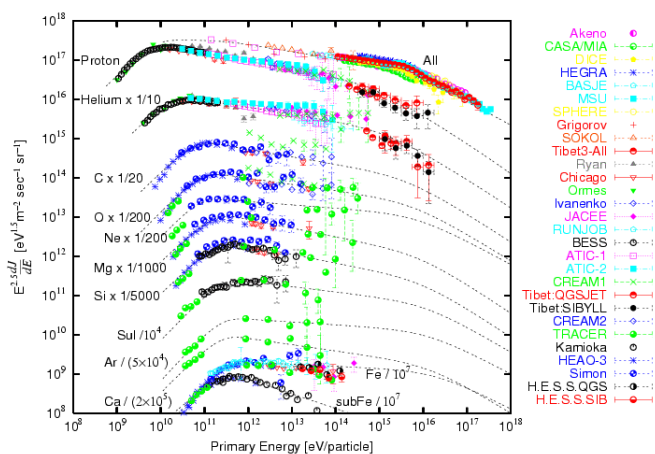


図2 直接観測と空気シャワー観測による宇宙線化学組成。点線は broken power law による fit 曲線。

学会発表等

名古屋大学太陽地球環境研究所研究集会、平成 20 年度太陽圏シンポジウム、平成 21 年 1 月： 空気シャワー観測による宇宙線化学組成研究 --Knee の解明をめざして-- (招待講演)

最近の発表論文

M. Amenomori et al., "The all-particle spectrum of primary cosmic rays in the wide energy range from 10<sup>14</sup> to 10<sup>17</sup> eV observed with the Tibet-III air-shower array" *Astrophysical Journal*, 678, 1165-1179, 2008

整理番号