

平成 25 年度共同利用研究・研究成果報告書

研究課題名 和文：小型電子線形加速器による空気シャワーエネルギーの絶対較正の研究
英文：Study of absolute energy calibration of air shower by a compact electron linac

研究代表者 東京大学 宇宙線研究所・特任助教・芝田達伸
参加研究者 東京大学 宇宙線研究所・教授・福島正己
東京大学 宇宙線研究所・准教授・佐川宏行
東京大学 宇宙線研究所・特任研究員・池田大輔
HanYang University・Professor・Byung Gu Cheon
HanYang University・Doctor course Student・Bok Kyun Shin

研究成果概要

平成 25 年度の課題は前年度に引き続き小型線形加速器(Electron Light Source ; ELS)を用いた TA 実験用大気蛍光望遠鏡(FD)較正である。前年度末に改善したビーム電荷量測定精度の再確認と、FD 絶対エネルギー較正結果の発表が主な成果である。

平成 25 年 3 月に測定精度改善を目的に製作したファラデーカップ(FC)によりビーム測定精度は改善した。しかし構造欠陥が 1 箇所あり測定結果に影響を及ぼしたため、平成 25 年 4-5 月にかけて改修を行った。測定精度改善、欠陥に関する内容は前年度報告を参照されたい。

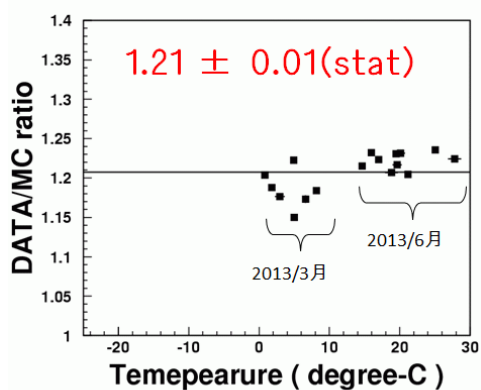
改修した FC を用いて 5 月末から 6 月中旬の間 ELS を運転し、ビーム電荷量測定精度の確認と FD 較正用のデータ取得を行った。ビーム電荷量測定精度の完全な再現はしていなかったが、 $\pm 3\%$ の精度を確認した。FC を用いたビーム電荷量測定精度向上はこの時点で完了したと判断した。

第 33 回宇宙線国際会議(7 月、ブラジル)、日本加速器学会(8 月、名古屋大)、日本物理学会(9 月、高知大)で FD エネルギー絶対較正結果を発表した。発表に用いたデータは 2012 年 7 月、11 月、2013 年 3 月の 3 期分であった。FD エネルギー絶対較正方法は以下の通りである。電子ビームを空中射出した後、電子が空気中でエネルギー損失を起こした際に発生する大気シンチレーション光(大気蛍光)を FD で直接検出し、測定された光量を実データとシミュレーションで比較する(DATA/MC 測定)という最も単純な方法である。ここで重要な点は実データと比較するシミュレーションを 2 パターン用いた事である。大気蛍光収量は TA が公式に使用しているモデル以外にも幾つかあり、現在未だに統一されていない。2012 年に AirFly 実験を基盤に複数の実験値を用いた新モデルが提

案された。但しこの新モデルには絶対収量(波長 337nm の収量)は空白になっておりフリーパタメータとなっている。本研究で用いた 2 パターンのシミュレーションとは TA 公式シミュレーションをそのまま使用したパターンと、大気蛍光収量を 2012 年に提案された新モデルに置き換えた特別なパターンである。ここで新モデルでの絶対収量には AirFly 実験が 2013 年に発表した測定値を用いた。発表した結果は TA 実験使用のシミュレーションの場合は $DATA/MC=1.18\pm 0.01(stat)\pm 0.18(syst)$ 、新モデルを用いたシミュレーションの場合は $DATA/MC=0.96\pm 0.01(stat)\pm 0.15(syst)$ となった。この結果はビーム測定精度改善前のデータを含むため、その後の解析は 2013 年 3 月と新しく取得した 6 月の 2 期のみを使用した。

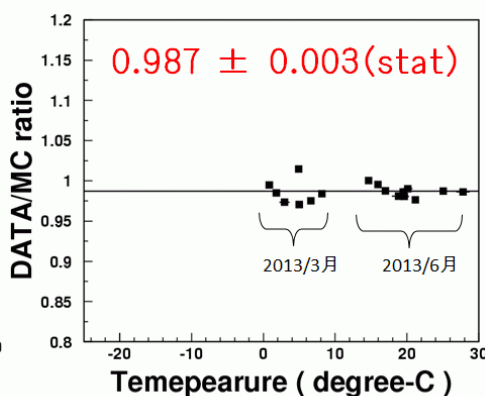
図 1 に 2014 年 3 月に日本物理学会(東海大学)で発表した最新結果を示す。この結果は先の結果と一致している。また大気蛍光収量は新モデルの方が正しい事を示している。今後の課題は追試を行い、この結果の詳細評価を行う事である。

(1) TA実験公式のシミュレーションを使用



21%のずれ。
3月、6月で値が異なる

(2) 新大気蛍光収量モデル + AirFly実験結果を使用



1.0と無矛盾。
3月、6月で同じ結果
= 温度に依らない

図 1 : 2014 年 3 月発表の ELS による FD の絶対エネルギー較正の最新結果