

平成 28 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 高エネルギー加速器研究機構 助教 芝田達伸

参加研究者 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・特任助教・池田大輔
HanYang University・Professor・Byung Gu Cheon
HanYang University・Doctor course Student・Bok Kyun Shin
(2017 年 5 月現在 大阪市立大学・研究員)
神奈川大学工学部・助手・多米田裕一郎
(2017 年 5 月現在 大阪電気通信大学工学部・講師)

研究成果概要

平成 28 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) 較正であった。絶対エネルギー較正の基本は FD で検出される光子数が実データ (DATA) とシミュレーション (MC) とで一致するかどうかを確認する事である。エネルギースケールの補正量は DATA と MC の比 ($=C_{ELS}$) で決まる。但しデータと比較する MC には大気蛍光モデルを仮定する必要がある。1 つは TA が現在も使用している TA 公式モデル (Model-K)、1 つは 2012 年に作られた AirFly 実験等の複数の実験を平均化した参考モデル (Model-A) である。2015 年の宇宙線国際会議 (ICRC) にて発表された絶対エネルギー較正の結果は Model-K 使用の場合 $C_{ELS}=1.26$ 、Model-A 使用の場合は $C_{ELS}=1.004$ であった。このデータは 2014 年 10 月-11 月 (冬季) に取得したデータ解析の結果である。大気蛍光発光量は大気状態に大きく依存するため 2016 年 5 月-6 月 (夏季: 気温 $13^{\circ}\text{C}\sim 21^{\circ}\text{C}$ 、相対湿度 16%~50%) と 12 月 (冬季: 気温 $-13^{\circ}\text{C}\sim 7^{\circ}\text{C}$ 、相対湿度は 70% 前後) に較正用データを取得した。大気蛍光は気温が氷点下に近い場合は湿度による差が小さくなるが気温が高くなると湿度による差が大きくなる。Model-K と Model-A は湿度の記述に大きな差があるため夏季と冬季での結果が必要であった。2016 年夏季のデータ解析を Model-K を使用した場合の結果が 2017 年 3 月に報告された。結果は $C_{ELS}=1.22$ であった。Model-A の結果は解析結果が出ているがまだ未公開であるためここでは記載しない。 C_{ELS} の値と気温の相関図を図 1 に示す。この相関には各データ点での湿度依存が含まれるので単純な相関関係を示す事はないが気温と湿度が共に高い場合、 C_{ELS} は小さくなると予想している。この結果はその予想に合っている。しかし湿度の測定精度は $\pm 5\%$ であり決して十分な精度ではない。今後気温、湿度の測定結果が正しいかどうかを確認しながらよ

り精度の良い測定方法を用いて大気状態の評価し、 C_{ELS} を評価する。

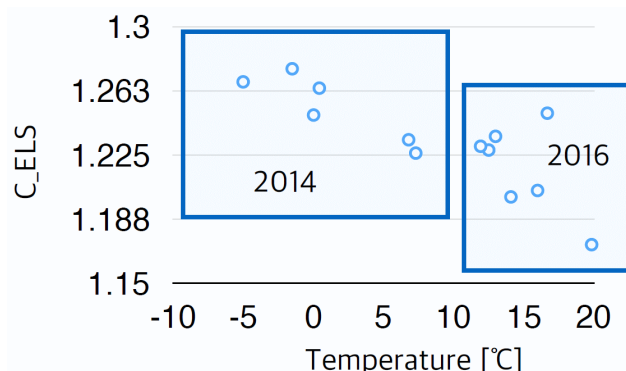


図 1: 2014 年、2016 年(夏季)のデータを用いた C_{ELS} (Model-K 使用)の値と気温の相関図

2013 年から始まった C_{ELS} の解析は Model-K の場合は全て C_{ELS} が 1.2 前後、Model-A の場合は全て 1.00 前後であった。そのため大気蛍光発光量の独立測定が提案された。測定実験は SLAC の 13GeV 電子ビームを使って行われた。13GeV ビームを空気中のアルミナ標的に衝突させ、空気中で二次粒子を発生させる。二次粒子から発生した大気蛍光を直接 PMT で測定し大気蛍光発光量を測定する。この実験を sFLASH と呼んでいる。この実験には本研究の参加メンバーであり現在 ELS の中心メンバーである B. K. Shin 氏が参加し、解析メンバーとしても参加している。測定結果は現在解析中でありグループ内会議を経て 2017 年の ICRC にて発表される予定である。他にも ELS は電波観測実験の基礎実験用のビームとしても運用されている。2016 年 12 月にはビーム射出口付近に設置した氷標的へのビーム入射による電波観測実験も行われた。