

平成 22 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・技能補佐員・近藤好 東京大学 宇宙線研究所・大学院生・池田大輔（現：特任研究員） 高エネルギー加速器研究機構・加速器研究施設・教授・榎本收志 高エネルギー加速器研究機構・加速器研究施設・教授・大沢哲 高エネルギー加速器研究機構・加速器研究施設・教授・設楽哲夫 高エネルギー加速器研究機構・加速器研究施設・教授・福田茂樹 高エネルギー加速器研究機構・加速器研究施設・准教授・紙谷琢哉 高エネルギー加速器研究機構・加速器研究施設・助教・杉村高志 高エネルギー加速器研究機構・加速器研究施設・助教・吉田光宏 高エネルギー加速器研究機構・共通基盤研究施設・准教授・佐波俊哉 高エネルギー加速器研究機構・共通基盤研究施設・助教・岩瀬広
研究成果概要	<p>平成 22 年度から TA-LINAC(Electron Light Source ; ELS) の本格的な運転準備が始まった。5 月末までにユタ大学管理下で ELS の管理組織が作られた。また ELS コンテナの周辺に放射線防護用として厚さ 2ft、高さ 12ft のコンクリートブロックが設置され、外部フェンス内を放射線管理区域に指定する事で放射線管理体制が整った。図 1 は完成した ELS サイトの写真を示す。6 月からは KEK の LINAC グループと三菱電機システムの下、ELS の立ち上げ作業が行われた。まず 2009 年の ELS の輸送の際に故障した大電力クライストロンの交換が完了した。交換後ビームラインの真空引きが開始され、$10^{-6}\sim 10^{-7}$ Pa の超高真空に達した。その後 RF システムの動作試験と電子銃試験が行われ、ビーム運転に必要な 20 MW(最大 27 MW) の出力 RF と定格 100 keV の電子ビームを確認する事ができた。8 月末から加速ビーム出力試験を行い、9 月 2 日ビーム加速に成功した。翌日には電子ビームの空中射出に成功した。出力ビームのエネルギーは 41.1 MeV とほぼ定格通りであった。また出力電流は 50~150 pC/pulse の間で変化させながら出力させた。そして電子ビームが空中で作る空気シャワーによる大気蛍光の発光現象を大気蛍光望遠鏡(FD) で観測する事に初めて成功した(図 2)。電子ビームの運転は 2010 年 12 月末、2011 年 1 月も行い、ビームスタディと DAQ プログラミングのアップデート等を行った。2011 年 3 月には 2 回目となるビーム空中射出と FD での観測を行った。</p> <p>ビーム射出成功後は FD の絶対エネルギー較正の解析を開始した。絶対エネルギー較正はシミュレーションとデータの比較によって行われる。電子ビームによる空気シャワージェネレータは Geant4 を用いて作成した。FD 検出器シミュレーションは TA 実験が開発したシミュレーションを ELS 用に修正して使用した。まずはシミュレーションを用いた電子ビームのビームスタディを行い、出力エネルギーの中心値の決定精度を評価した。ELS ではエネルギーを直</p>

接測定する事はできないので、偏向電磁石の磁場からエネルギーを推定した。推定されるエネルギーはビームの広がりや横方向運動量によって広がってしまうが、中心値は大きく変化する事はない事を確認した。中心値の測定値はビームダクトのアラインメントによって影響を受けるがアラインメントの精度は 1mm 程度であると期待されているため、エネルギー中心値の決定精度は±1%以下を十分満たしている事が分かった。空気シャワー生成においてシャワー発達を決める重要なパラメータは大気状態である。大気状態は 9 月のデータ解析においては FD サイトに設置された気象モニター値を使用した。2011 年 3 月のデータ解析では 2 月に ELS サイトにインストールした新気象センサーの値を使用した。Geant4 を用いた空気シャワー生成が完成した後は FD の検出器シミュレーションと 2010 年 9 月のデータとの比較を行った。その結果、空気シャワー発達については良く再現されている事が分かったが、ビーム電荷量測定結果に問題がある可能性が見つかった。2011 年 4 月現在ビーム電荷量測定結果の再考察や今後の方針について議論を重ねている。



図 1 : Black Rock Mesa サイトに設置された ELS サイト

2010年9月3日 電子ビームの初の空中射出、及びFDによる初観測

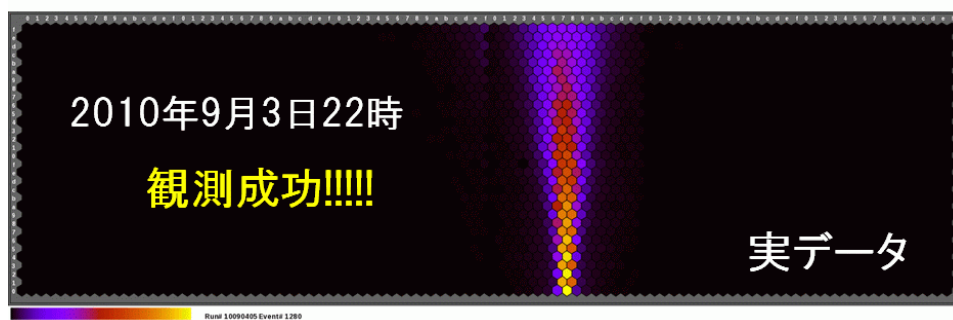


図 2 : FD で観測された電子ビームによる空気シャワーの撮像図