

平成 24 年度共同利用研究・研究成果報告書

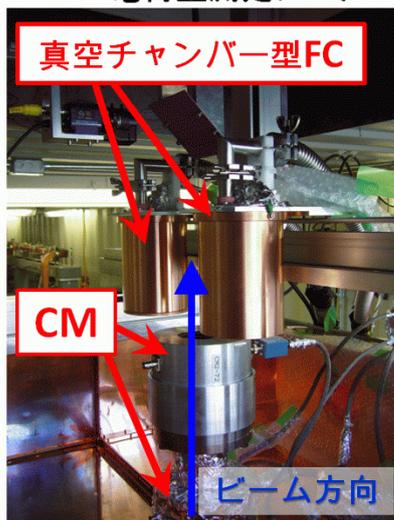
研究課題名	和文：小型電子線形加速器による空気シャワーエネルギーの絶対較正の研究 英文：Study of absolute energy calibration of air shower by a compact electron linac
研究代表者	東京大学 宇宙線研究所・特任助教・芝田達伸
参加研究者	東京大学 宇宙線研究所・教授・福島正己 東京大学 宇宙線研究所・准教授・佐川宏行 東京大学 宇宙線研究所・特任研究員・池田大輔 HanYang University・Professor・Byung Gu Cheon HanYang University・Doctor course Student・Bok Kyun Shin
研究成果概要	<p>平成 24 年度の主な課題はまず前年度に引き続き小型線形加速器(Electron Light Source ; ELS)のビーム電荷量精密測定であった。</p> <p>ビーム電荷量測定にはファラデーカップ(FC)とコアモニター(CM)を用いる。電子ビームを同時に検出し各出力の線形性を取る。FC は 2 台あり一方はオシロスコープ、もう一方はクーロンメータに接続する。これにより得られる 2 種の線形性が常に一致する事が要求される。測定精度はこの線形性の一致具合とそれぞれの線形性の安定性等で決定される。昨年度の成果報告書にてビーム電荷量測定の精度向上について述べた。2012 年 4～6 月、ビーム電荷量の安定な高精度測定を再現するための新 FC を製作した。新 FC は三重同軸構造にした。電子を捕獲する銅製ダンプ($\Phi 6\text{cm} \times$奥行 6cm)、ダンプを囲む銅製の円筒形シールド、円筒形シールドを囲む銅製の円筒形のグラウンドから成る。2012 年 7 月、新 FC を用いた結果、高精度測定結果の再現性が得られなかった。原因としてはダンプ部が完全にシールドに囲まれている事でダンプ周りの空気で発生するイオンの多くがダンプ部に吸収されている事が考えられた。またシールドの材質が銅であるためイオンが多量に発生し精度悪化を招いたとも考えられた。この対策として真空チャンバー型 FC の製作と、ダンプに絶縁コーティングを施す方法を考え、その両方を実行に移した。</p> <p>まず後者を完了させ 11 月にビーム電荷量測定を行った。開始直後は 2%程度の高精度測定を記録したが、この後精度が 10%近くまで低下した。原因としてはコーティング剤が周りから完全に絶縁していたため、コーティング剤の表面に帯電した電荷の影響ではないかと考えた。ところでこの時 FC の X-Y スキャナー化を実現した。これにより電子ビームの横方向分布をスキャナーする事が可能になった。またコアモニターを 1 つ追加し、空気中に射出した直後のビーム電荷量測定も可能になった。</p> <p>2013 年 3 月上旬、真空チャンバー型 FC が完成した。基本構造は前回と同じ三重同軸構造である。チタン製のチャンバーはシールドでもありシールドの内部が真空になる。</p>

チャンパー全体は円筒形の無酸素銅によって外部ノイズから保護した。2013年3月中旬、そのFCを用いたビーム電荷量測定を行った結果、非常に安定し再現性を得た。但し片方のFCに於いて、クーロンメータでの電荷量測定のみ測定結果が著しく悪化する問題が発生した。そこで問題の真空チャンパー底面のビーム貫通部であるビーム窓(150 μ m厚のチタン板)の中央にシリコンが付着している事に注目した。製作時150 μ m厚のチタン板中央から僅かな真空漏れがあり、これを塞ぐために使用された物である。最終的にこのシリコンにビームが衝突した時の影響が精度悪化に繋がったと断定した。この試験で初めて再現のある安定した $\pm 1\%$ 程度の精度を確認した。また以前測定したコアモニターの単体較正の結果とも5%の差で一致している事を確認した。下図に製作した真空チャンパー型FCの写真(左)と得られたビーム電荷量測定結果(右)を示す。紫色で示すのがシリコンの影響を受けた結果である。他は良く一致している事が分かる。

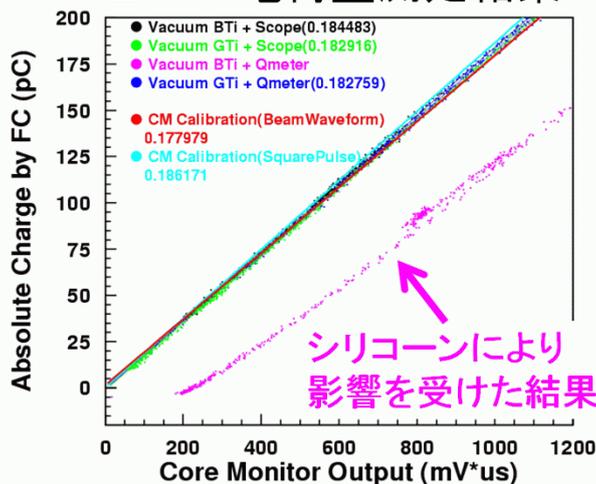
次にELSを用いた大気蛍光望遠鏡の絶対エネルギー較正の解析についても大きく進展した事を報告する。2012年3月のELS運転以降ビームの空中射出は順調に続き、エネルギー較正用のデータを大量に取得する事に成功した。2012年3月、7月、11月の3期で取得したデータと開発済のELS用のシミュレーションの比較を積極的に行った。また実データでは出力ビーム電荷量と大気蛍光望遠鏡で検出した光子数(FADC値)との線形性を調べたり、外気の温度、気圧、湿度による検出光子数の変化量を見るなど絶対エネルギー較正に向けた解析が順調に進んだ。

平成25年度は安定した高精度な電荷量測定結果を用いた絶対エネルギー較正の結果の発表を目標にしている。

2013年3月の ビーム電荷量測定システム



ビーム電荷量測定結果



他の結果は全て $\pm 1\%$ 程度で一致
赤、水色の線はCM単体較正の結果