組織的若手海外派遣まとめの研究会@ICRR 2013年4月22日 1

テレスコープアレイ(TA)実験

小型電子線形加速器による大気蛍光望遠鏡較正

Voltage

1475

Run# 11112025 Event# 12

芝田達伸 東大宇宙線研究所









大気蛍光望遠鏡(FD)を用いた UHECRのエネルギー測定の系統誤差

UHECRによる空気シャワー

①大気蛍光発光

エネルギー損失量 から蛍光発生

系統誤差=11%

UHECR2012@CERNより

Item	系統誤差
大気蛍光収量	11%
大気蛍光望遠鏡	10%
大気	11%
再構成	10%
全系統誤差	21%

②大気中での散乱

系統誤差=11%

③<u>大気蛍光望遠鏡</u> 検出光子数からADC値へ

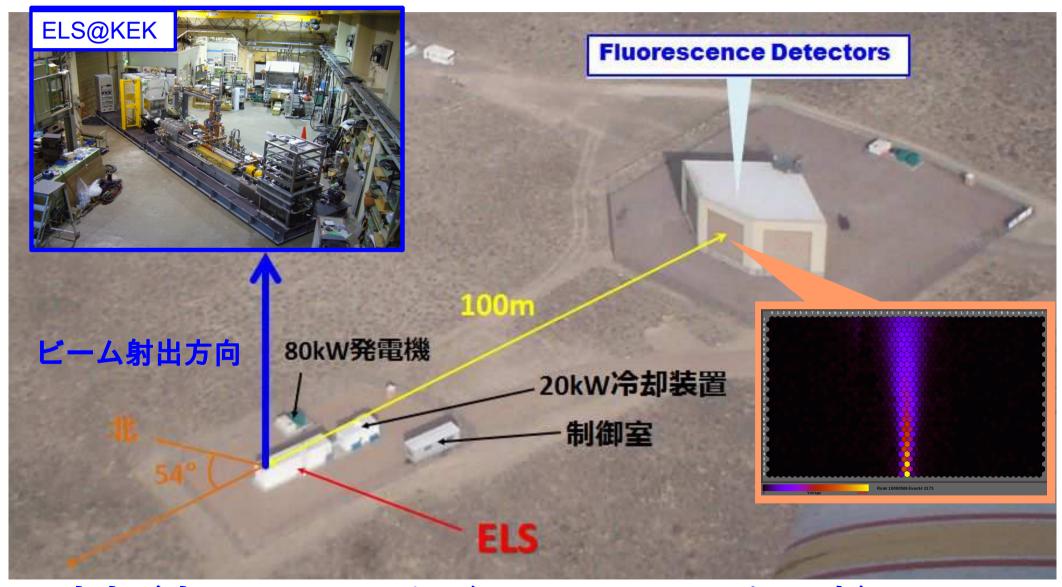
系統誤差=10%

系統誤差が大きい原因=絶対エネルギー較正源がないため

ELS (Electron Light Source)

加速電子ビーム源

FDの較正定数を一括較正するための電子光源



出力電力=40 MeV×10⁹e-/pulse×0.5 Hz、パルス幅=1μsec

エネルギー較正のための課題

絶対エネルギー較正の方法

= FDの検出光子をデータとシミュレーションで比較

パルス毎のビーム電荷量測定

ファラデーカップとコアモニターで測定

→ ファラデーカップでの絶対電荷量測定が重要

様々な気象条件でのデータを取得する事

気温は-30℃~+20℃まで変化する。

湿度も大きく変化する。(気圧の変化量は845~870hPa)

→ 大気蛍光、検出器応答の変化を見る事が重量

パルス毎のビーム電荷量測定について

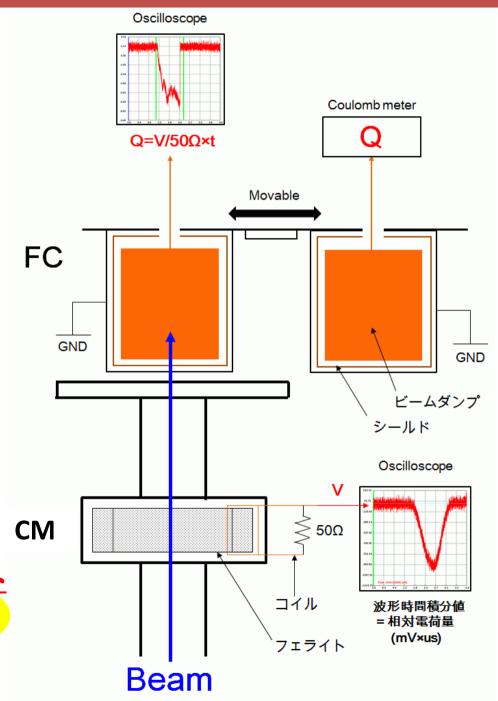
パルス毎のビーム電荷量測定方法

- ファラデーカップ(FC)×2個 絶対電荷測定器
 - □ オシロスコープ
 - □ クーロンメータ(Qmeter)



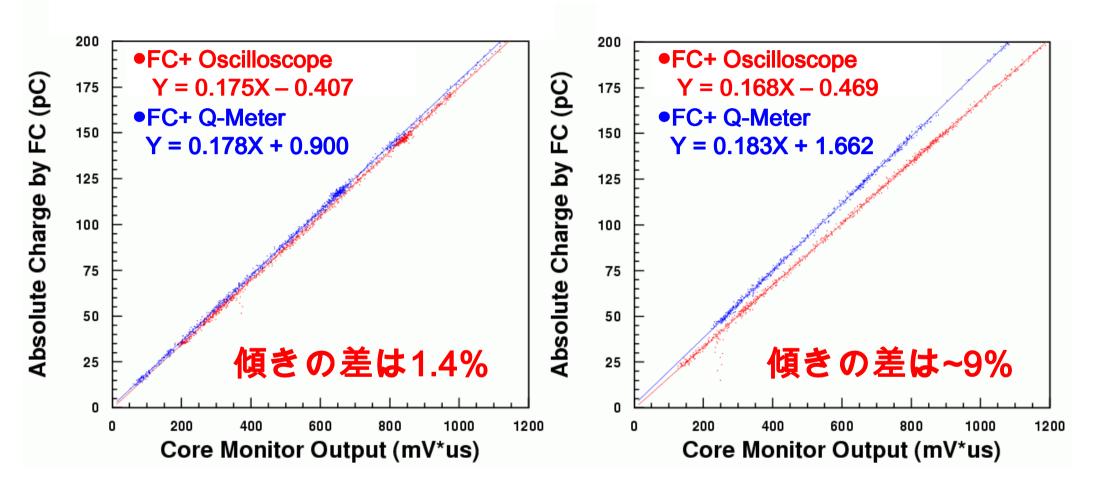
コアモニター(CM)相対電荷量測定器= オシロスコープ

空中射出中の電荷量測定はCTのみ → CMをFCで較正 絶対電荷量への変換



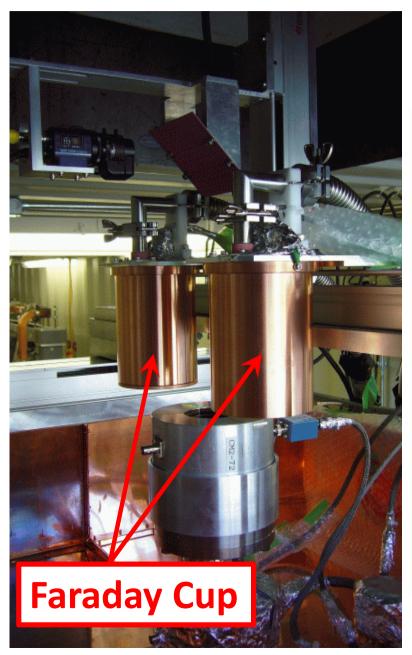
これまでのファラデーカップ

FCでの絶対電荷測定は非常に難しい

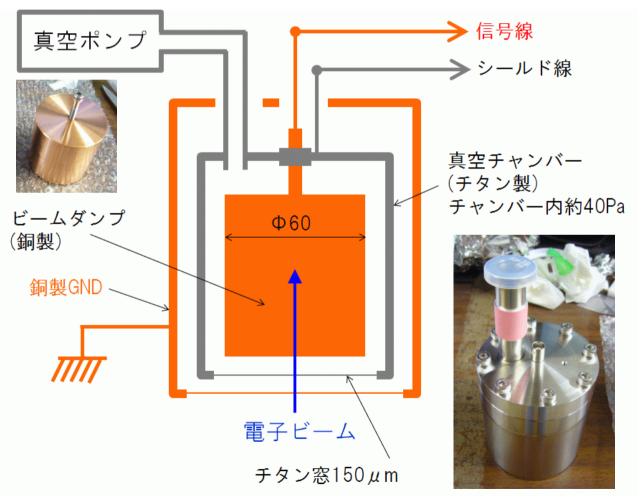


これまで幾つものファラデーカップを製作。線形性は取れる。 →オシロスコープとクーロンメータの結果が 再現性のある一致をしない事が大きな問題

2013年3月のファラデーカップー(1)

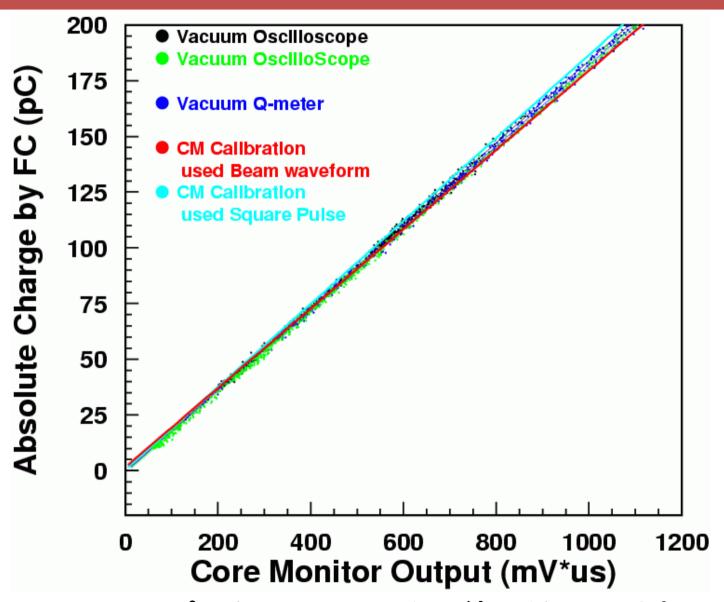


新しく真空チャンバー型 ファラデーカップを製作



三重同軸型

2013年3月のファラデーカップ (2)



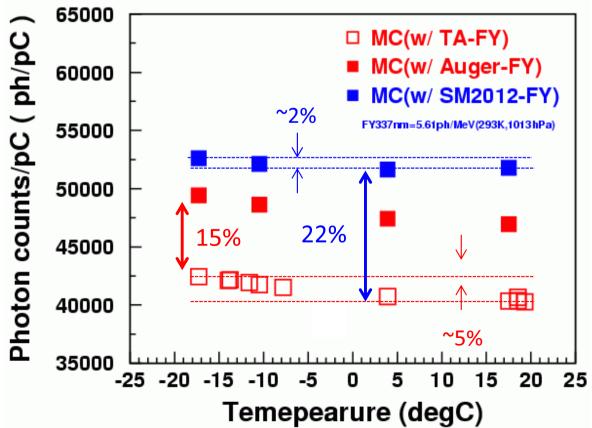
- □ オシロスコープとクーロンメータの結果が~2%以内で一致
- □再現性も充分取れた。
- □ 以前測定したコアモニター単体較正値と2~5%の差

ELSによる空気シャワーの解析状況

2012年3、7、11月のELSの空中射出

取得データ数とエネルギー

3月~140 shots (40MeV) 温度~+5℃
7月~3600 shots (40MeV) 温度~+17℃
11月~10,000 shots (40MeV) 温度 -17℃~+5℃
~1,000 shots (30MeV)



← ELSのシミュレーション Photon/pCの温度依存性 入力温度,気圧,湿度は実測値

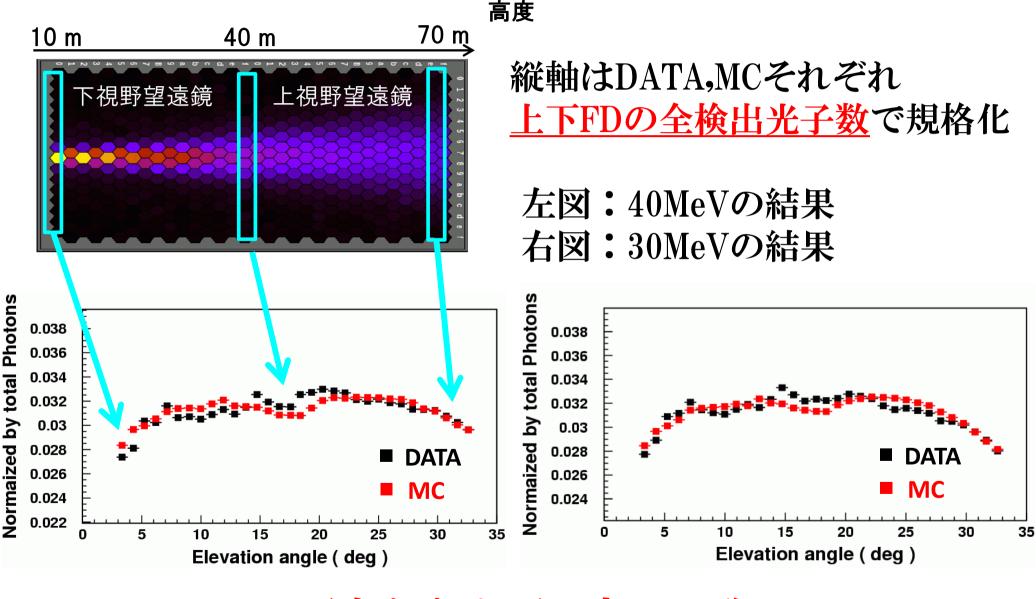
大気蛍光モデルによる違い も見える。

- □ TAモデル
- Augerモデル
- ■標準モデル(未確立)

B.Keilhauer et.al, astro-ph.HE arXiv:1210.1319v2 AirFly collab, astro-ph.IM arXiv:1210.6734v1

40MeVと30MeVのシャワー構造解析

縦方向発達をデータとシミュレーションで比較

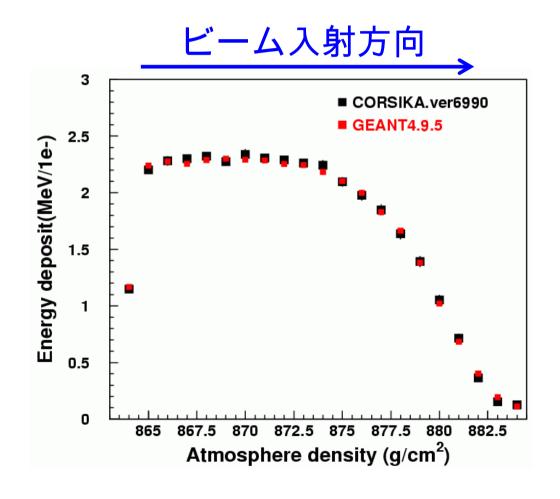


両方とも±5%以内で一致

CORSIKAを用いたGEANT4のクロスチェック 13

Geant4で計算される大気蛍光に寄与する空気中でのEnergy deposit量*をCOSRIKAと比較する事でクロスチェックする

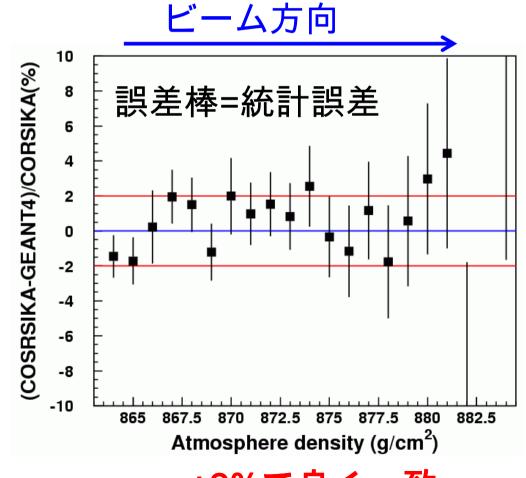
- → 40MeV電子の縦方向発達を比較
- CORSIKA.ver6990 1,000 e-
- Geant4.9.5 10,000e-
- * Energy deposit =1次+2次粒子全ての Energy Depositの総和



CORSIKAとGEANT4の比較

Geant4で計算される大気蛍光に寄与する空気中でのEnergy deposit量*をCOSRIKAと比較する事でクロスチェックする

- → 40MeV電子の縦方向発達をCORSIKAとGEANT4で比較
- CORSIKA.ver6990 1,000 e-
- Geant4.9.5 10,000e-
- * Energy deposit =1次+2次粒子全ての Energy Depositの総和



±2%で良く一致



まとめ

UHECR観測実験では「エネルギー決定精度の向上」が大きな課題

→ 絶対エネルギー較正源が必要 テレスコープアレイ実験では「電子加速器(ELS)」を使用 (ELS=Electron Light Source)



絶対エネルギー較正のために…

- ビーム絶対電荷量測定 オシロスコープとクーロンメータの差 <2% 再現性も取れるようになった。
- ELSのデータは順調に収集中
 - 40,30MeVでの縦方向発達をDATAとMCで比較→良く一致
 - CORSIKAによるGEANT4のクロスチェック→良く一致