

# 乗鞍岳における雷雲に伴う 二次宇宙線の研究

日本大学生産工学部

塩見昌司

平成27年度査定額：旅費10万円（大学院生（横浜―乗鞍））  
ご支援、ご協力（特に乗鞍観測所職員の皆様）ありがとうございます。

## ― 参加研究者 ―

神奈川大学工学部： 日比野欣也、有働滋治、多米田裕一郎、加藤達也、佐藤周平

横浜国立大学大学院工学研究院：片寄祐作

（同上） 工学府： 風間光喜、松田光平

日本大学生産工学部： 塩見昌司

宇都宮大学教育学部： 堀田直己

東京大学宇宙線研究所： 瀧田正人、大西宗博、川田和正

2015年12月19日@ICRR

研究目的： 雷雲に伴う二次宇宙線の変動を電界計・シンチレーション検出器等により測定し、そのメカニズムを研究する

空気シャワーと雷の相関の観測を期待し、神奈川大学工学部屋上に設置されているγ線検出器を、雷雲に近い乗鞍観測所へ

(乗鞍観測所では過去に雷雲からの 10 MeVガンマ線の観測に成功している (土屋他, 2009))

空気シャワー検出器は、神奈川大学と日本大学のシンチレーション検出器4台で構成

計9名が観測所へ出張し、作業&観測

横浜国立大学院生が中心となって解析中

常時2名滞在し3週間ほど観測するも周辺で落雷現象は一度も起こらず

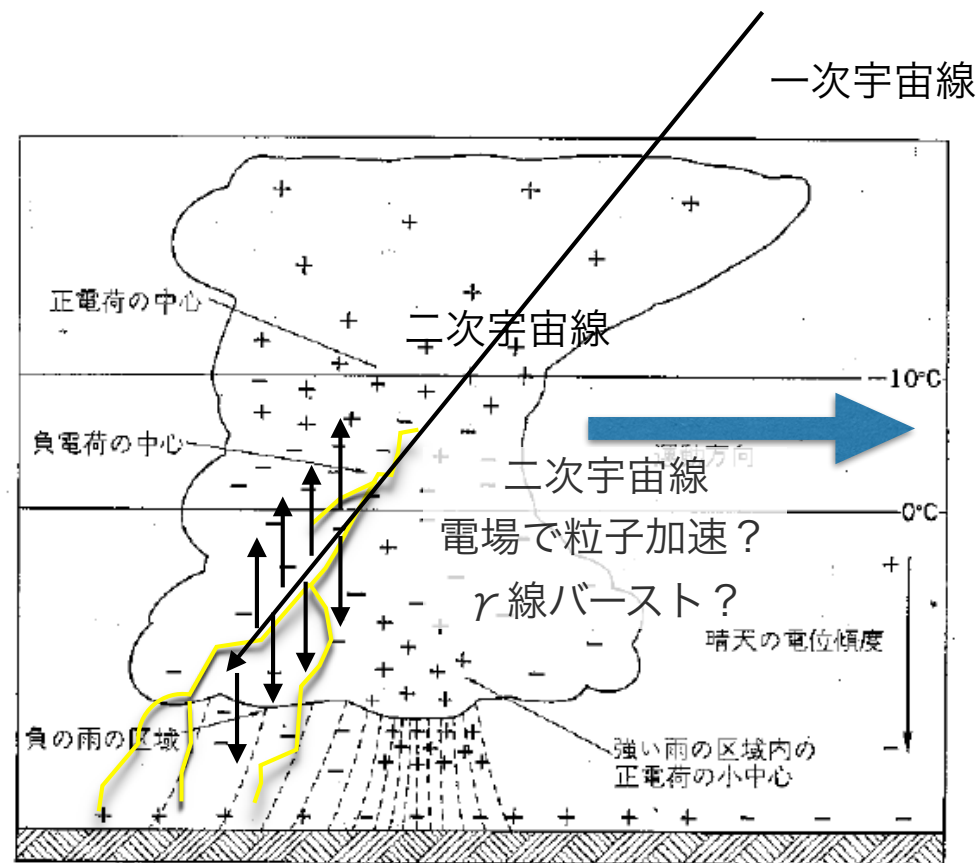
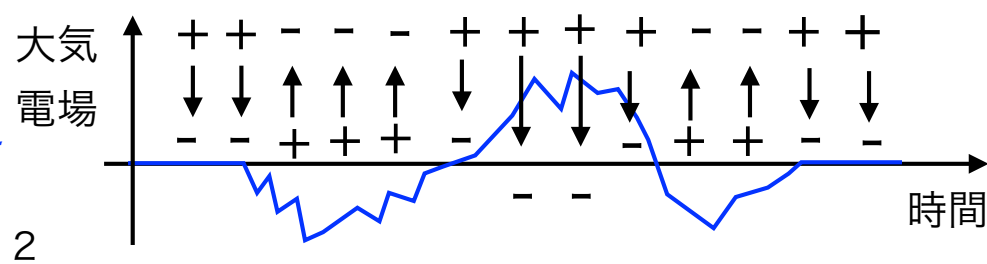


図9-11 成長した雷雲セル中の電荷分布 [アメリカ商業気象局報告, 1949年6月] ファインマン物理学より





# 装置配置



砂利置き場

観測室4

$\gamma$ 線検出器

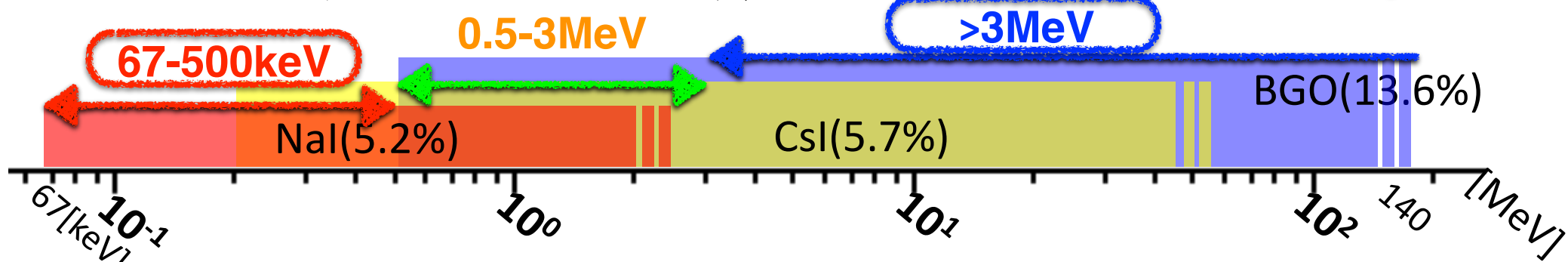
空気シャワー観測装置：ch0~3  
ch4： $\gamma$ 線検出器横  
ch5：シンチレータ無しのノイズチェック用

東京大学宇宙線研究所  
乗鞍観測所  
標高 2770m  
(平均気圧 720hPa)

ラドン由来 $\gamma$ 線  
0.3~2.2MeV

# 雷雲ガンマ線検出器

観測エネルギー領域：67keV-140MeV-



※()内は<sup>60</sup>Co(1.17MeV)の分解能

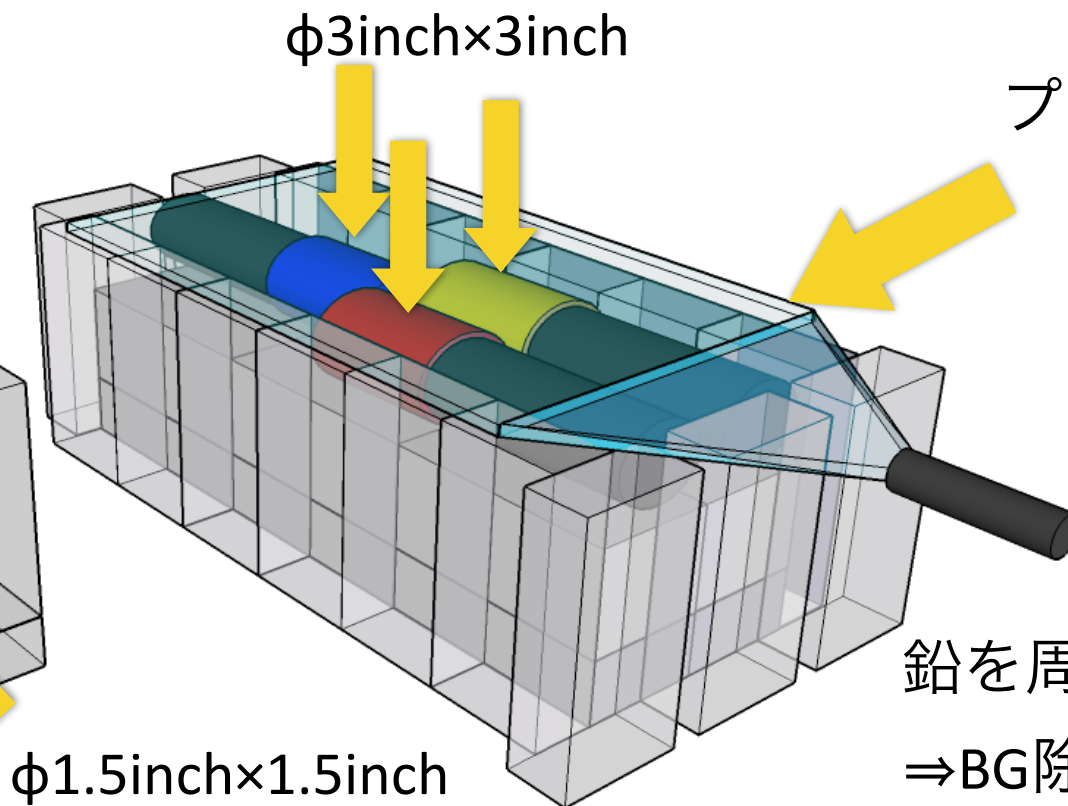
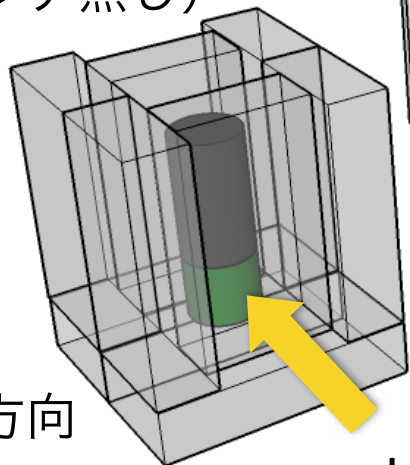
○イベント処理時間：~40 $\mu$ s

荷電粒子判別用  
プラスチックシンチ

$E_{Th.} > 0.5 \text{ MeV}$

LaBr3(Ce)  
(アンチ無し)

急遽  
追加  
入射方向  
を制限

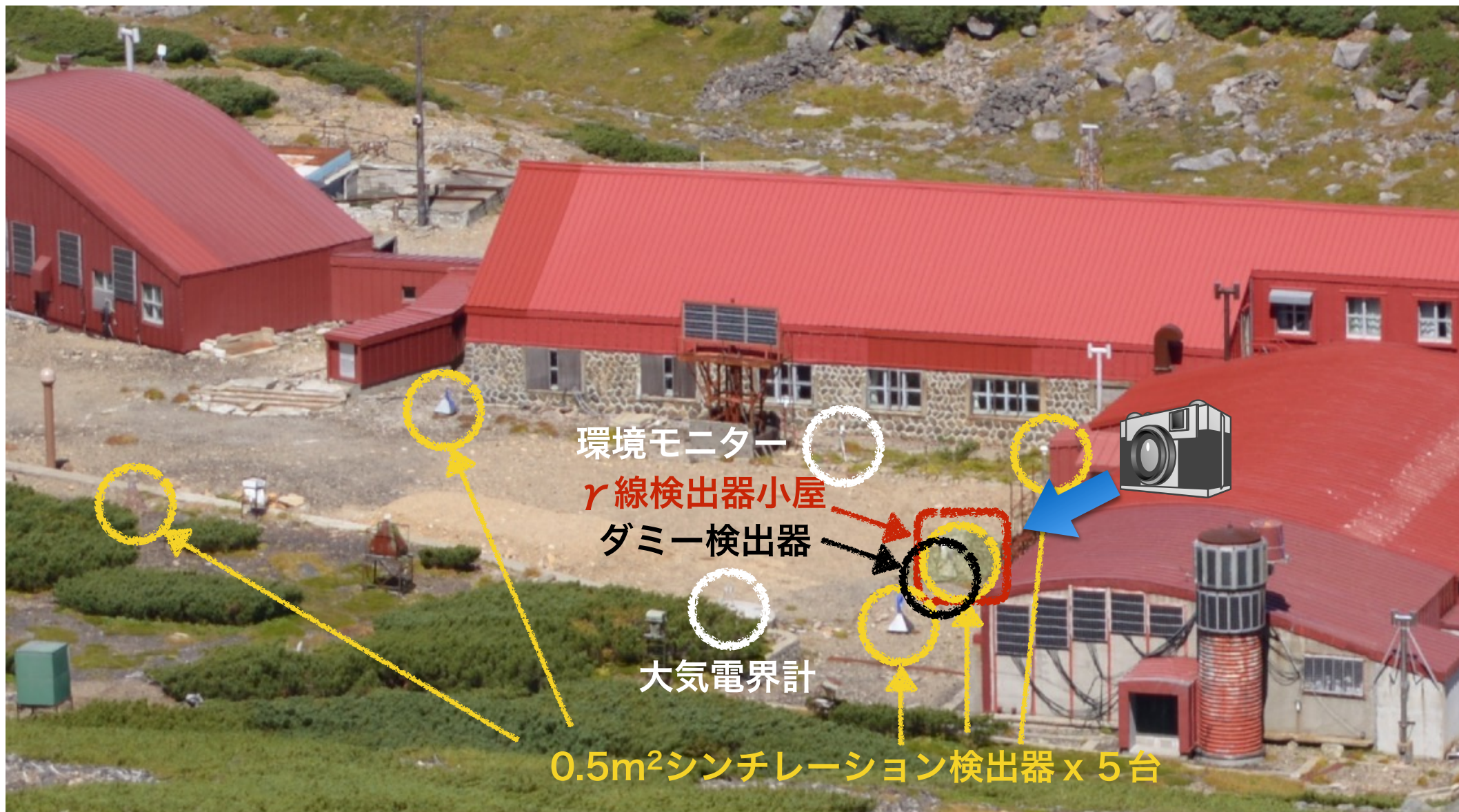


鉛を周囲の配置  
⇒BG除去率~80%



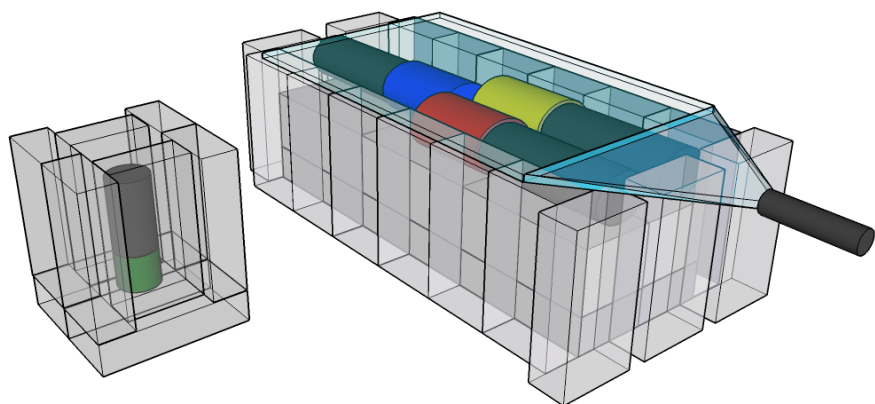
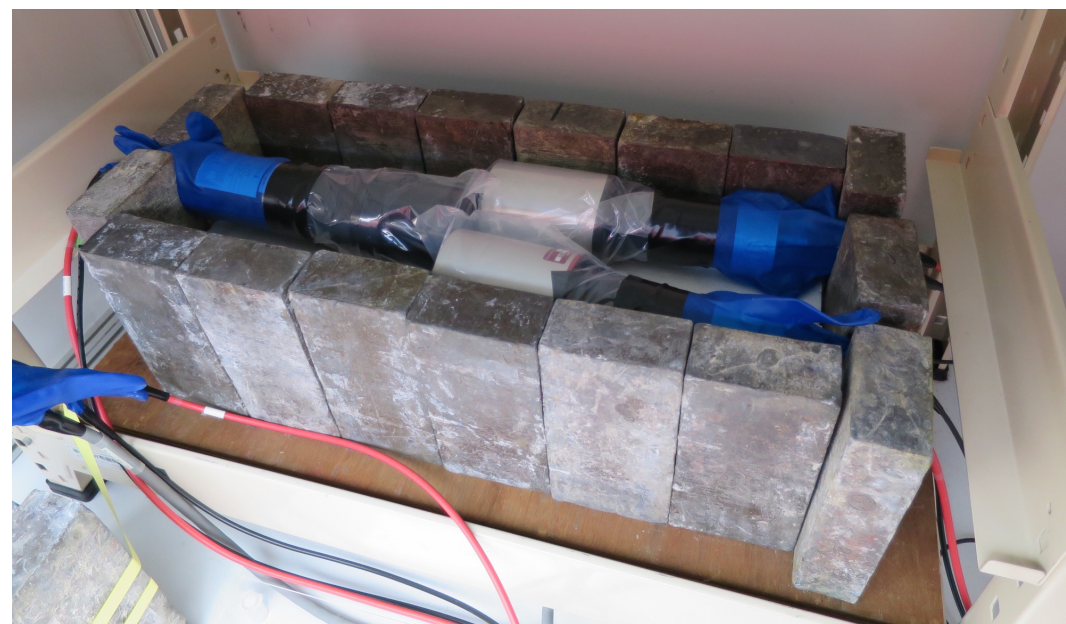
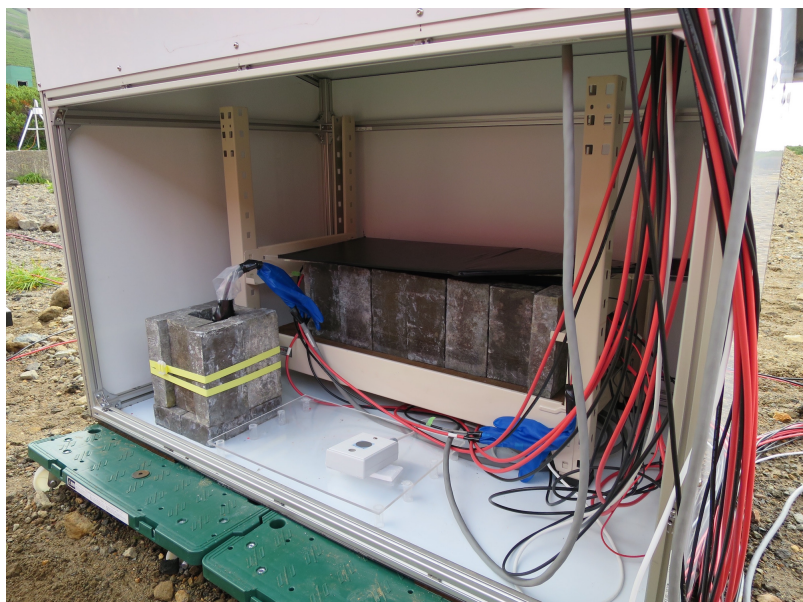
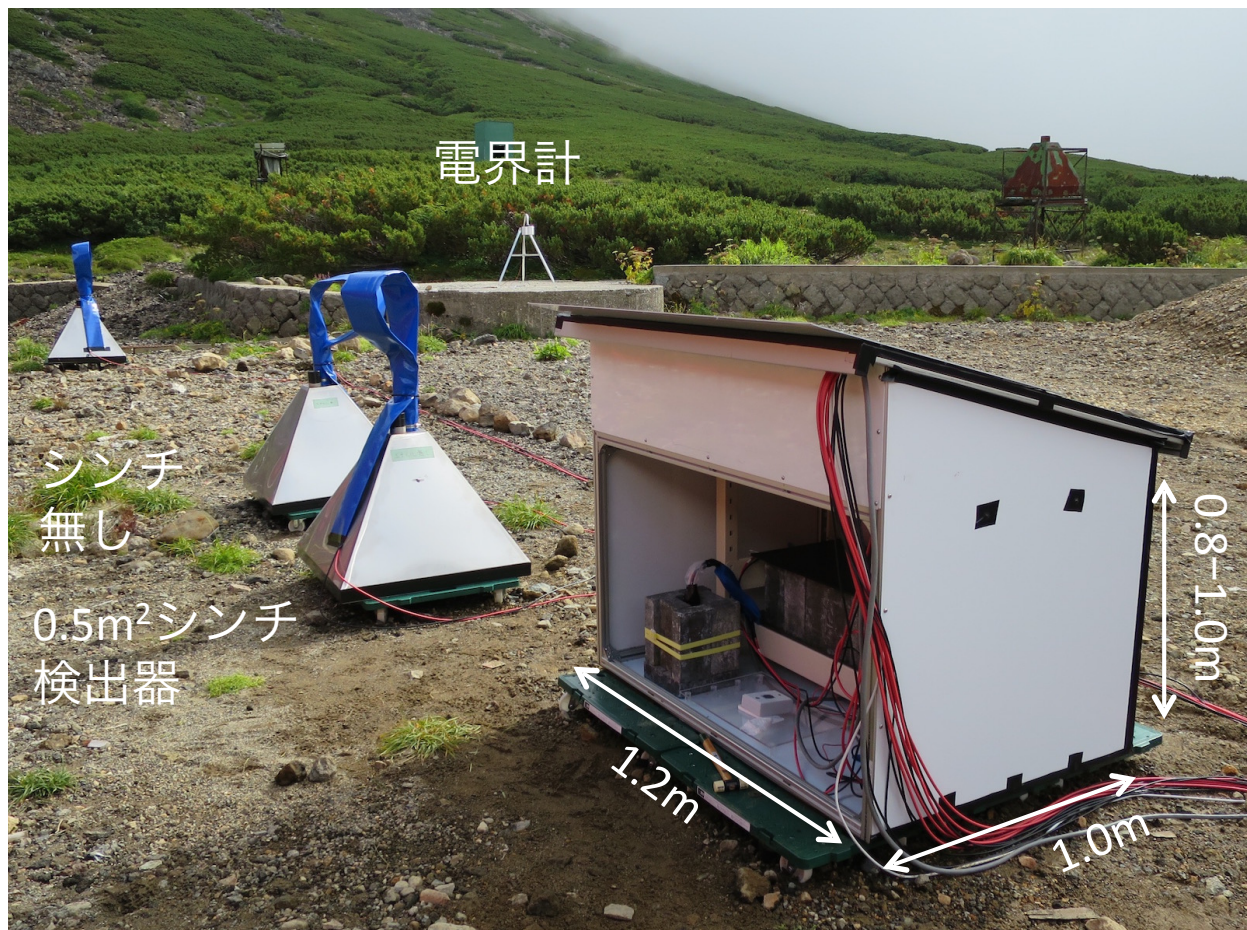
2015年6月29日現地視察、8月18日出発、  
8月19日から9月16日まで乗鞍出張（2名常駐）  
観測期間( $\gamma$  + AS)：8月25日13:51～9月14日09:07  
約3週間

東京大学宇宙線研究所  
乗鞍観測所  
標高 2770m  
(平均気圧 720hPa)





# $\gamma$ 線検出器







フィールドミル電界計  
BOLTEK EFM-100

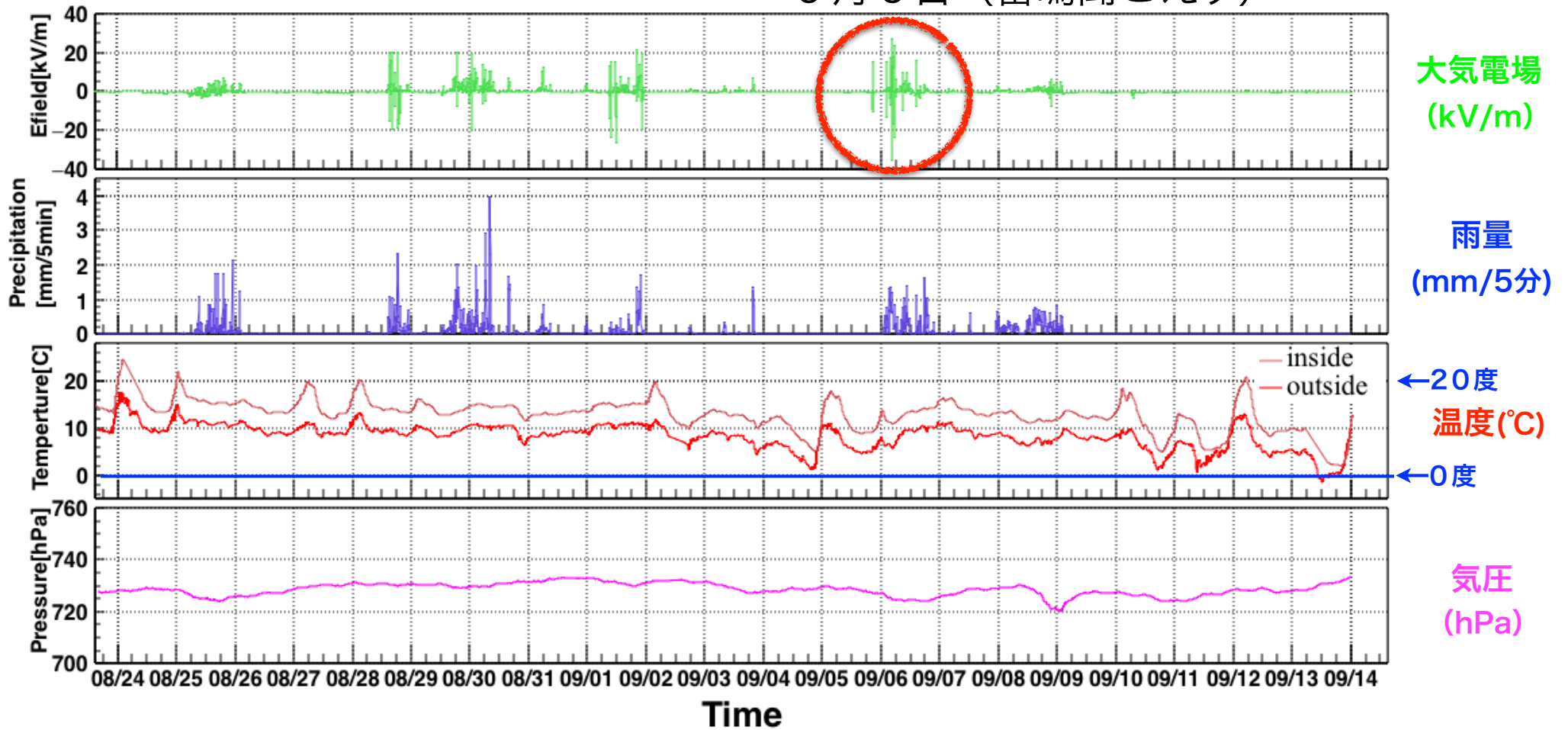


環境モニター  
VAISALA WXT520



# 環境モニター

9月6日 (雷鳴聞こえず)



8月25日13:51~9月14日09:07

落雷1度も起こらず

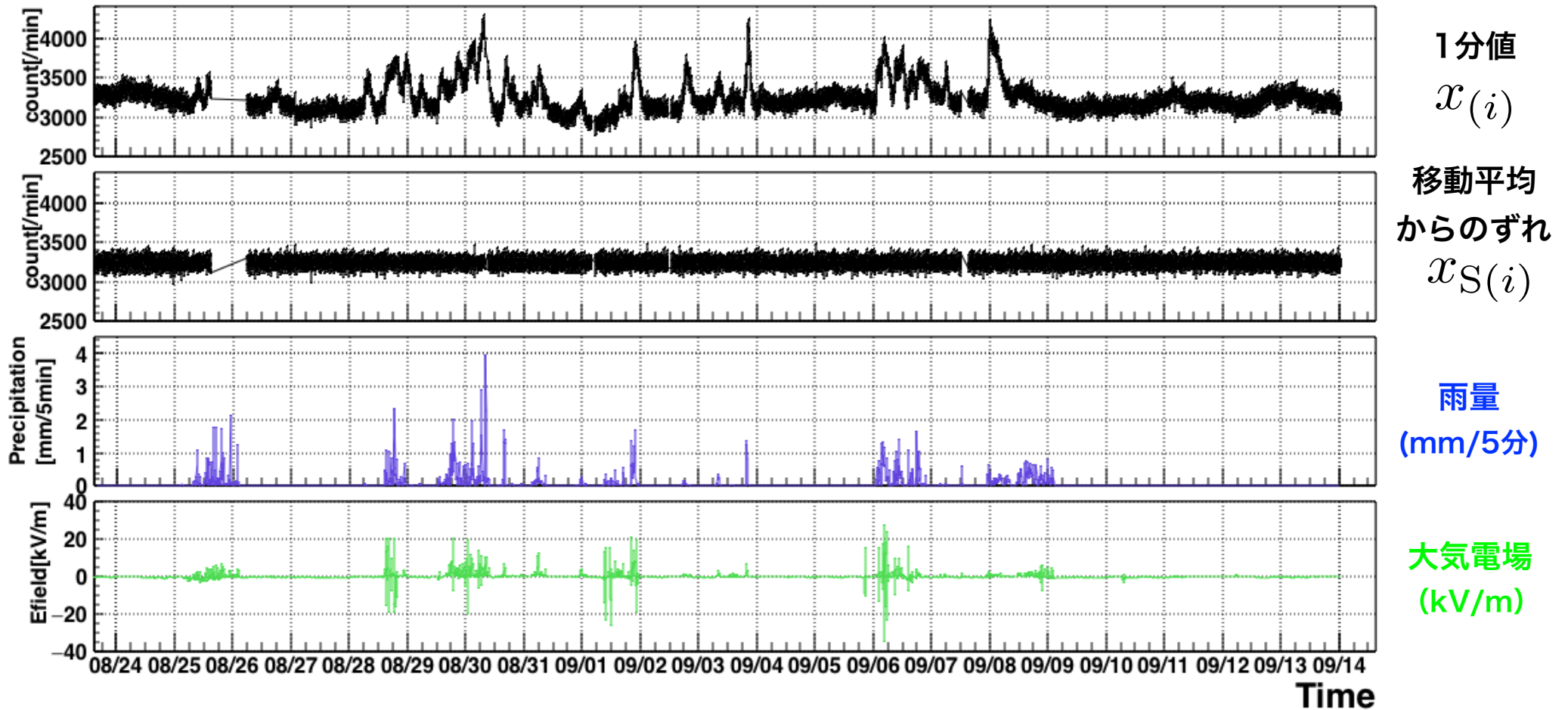
観測期間中の約6割が霧か雨



# NaI (67-500keV)

ラドン由来 $\gamma$ 線  
0.3~2.2MeVの影響あり

1分以内の現象（雷現象等）を探查



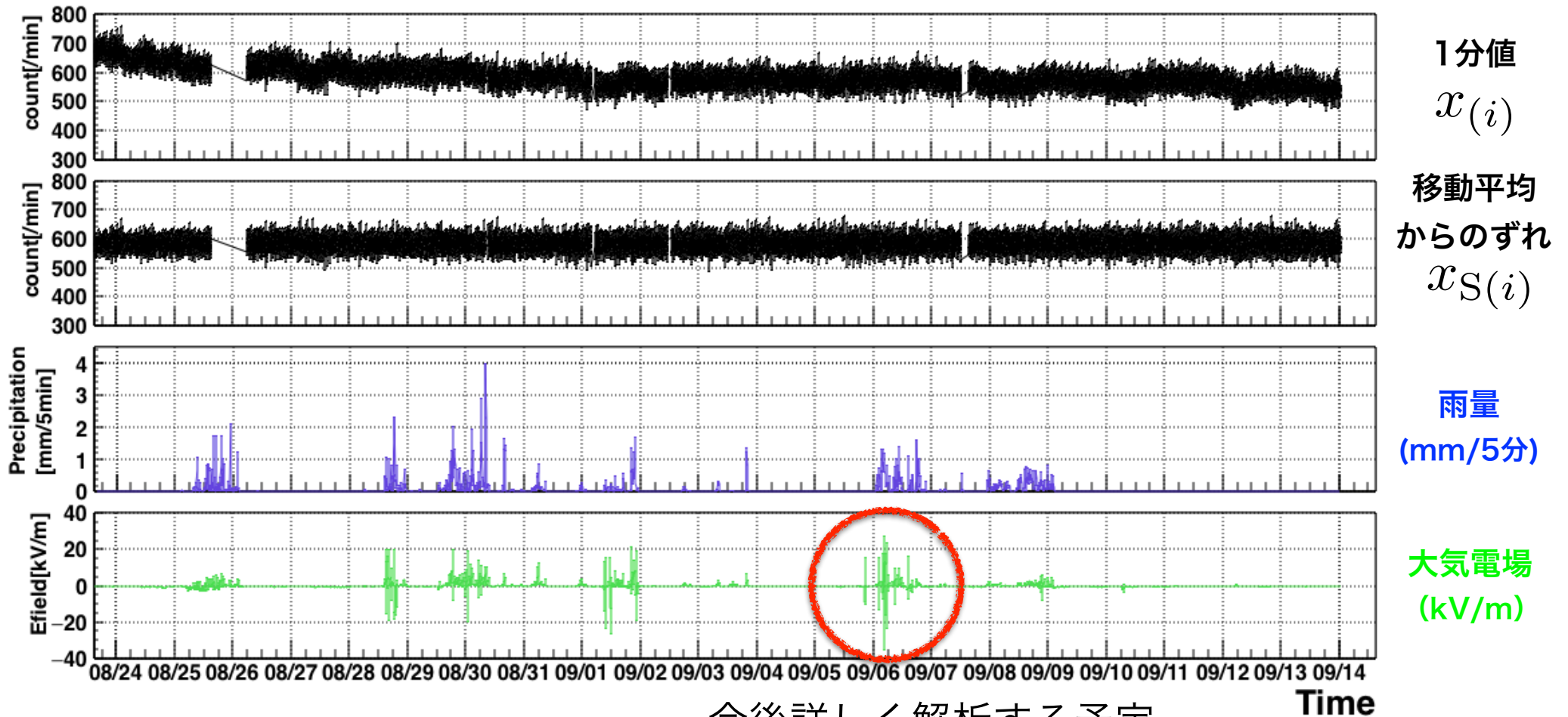
$$x_S(i) = \bar{x}_{\text{ALL}} \cdot (x(i)/x_{\text{BG}}(i))$$

$$x_{\text{BG}}(i) = \left( \sum_{j=i-6}^{i+6} x(j) - \sum_{j=i-1}^{i+1} x(j) \right) / 10$$

# CsI+BGO (> 3MeV)

ラドン由来  $\gamma$  線  
0.3~2.2MeVの影響受けず

1分以内の現象（雷現象等）を探索



今後詳しく解析する予定

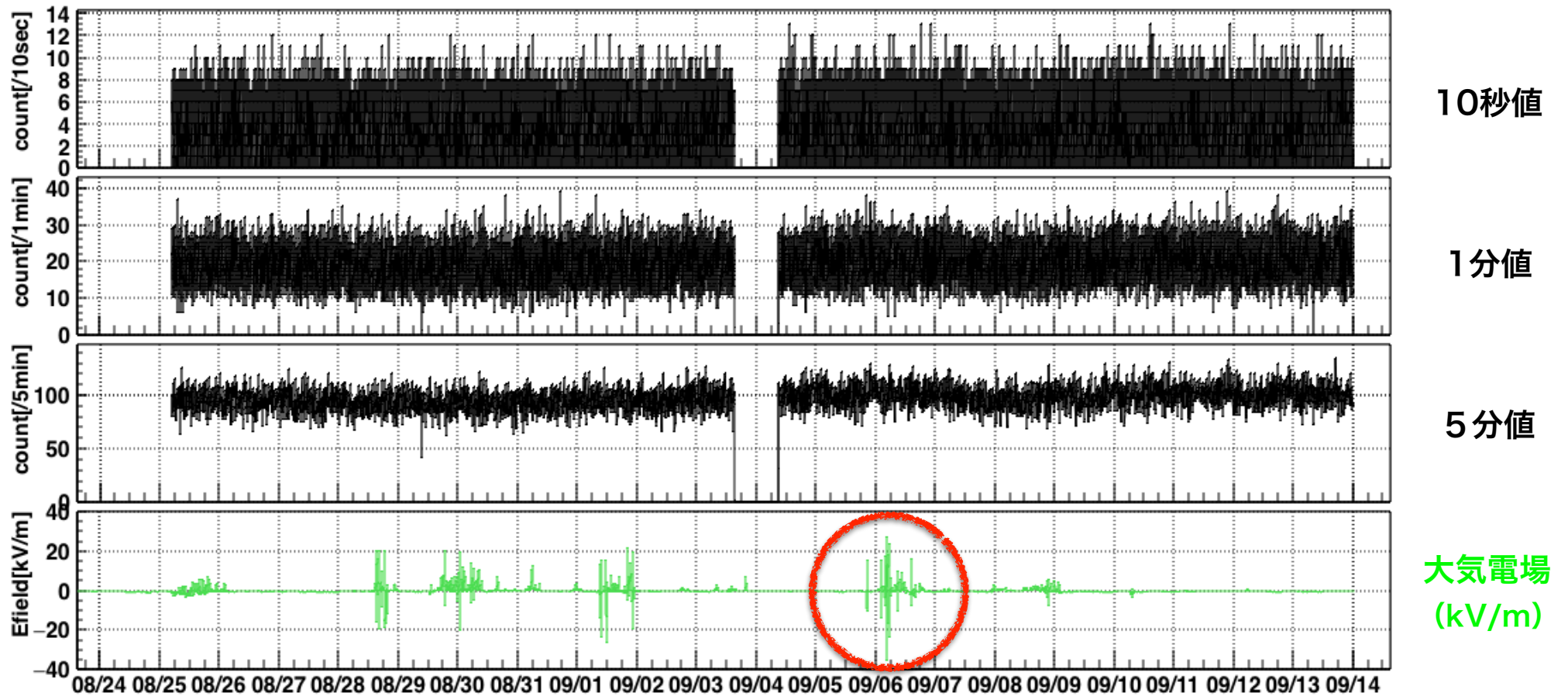
$$x_S(i) = \bar{x}_{\text{ALL}} \cdot (x(i)/x_{\text{BG}}(i))$$

$$x_{\text{BG}}(i) = \left( \sum_{j=i-6}^{i+6} x(j) - \sum_{j=i-1}^{i+1} x(j) \right) / 10$$



# 空気シャワーの頻度 (any3)

~0.3Hz, 天頂角 < ~60度

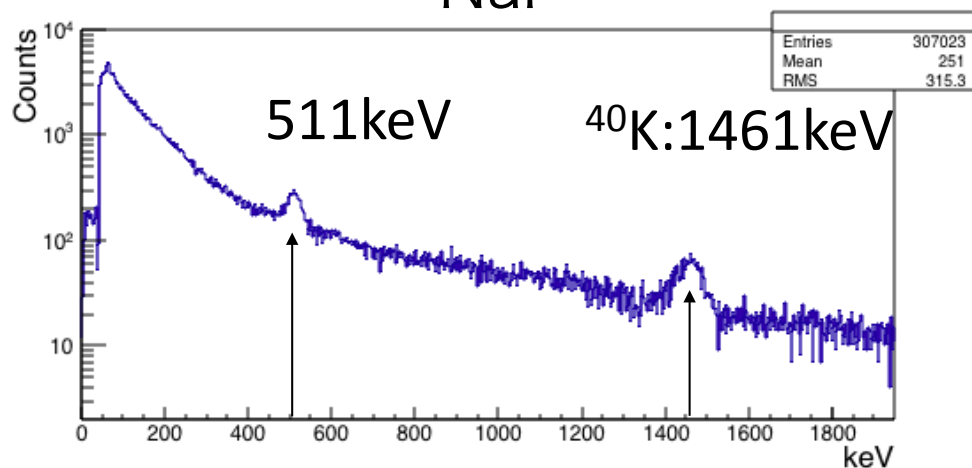


今後詳しく解析する予定

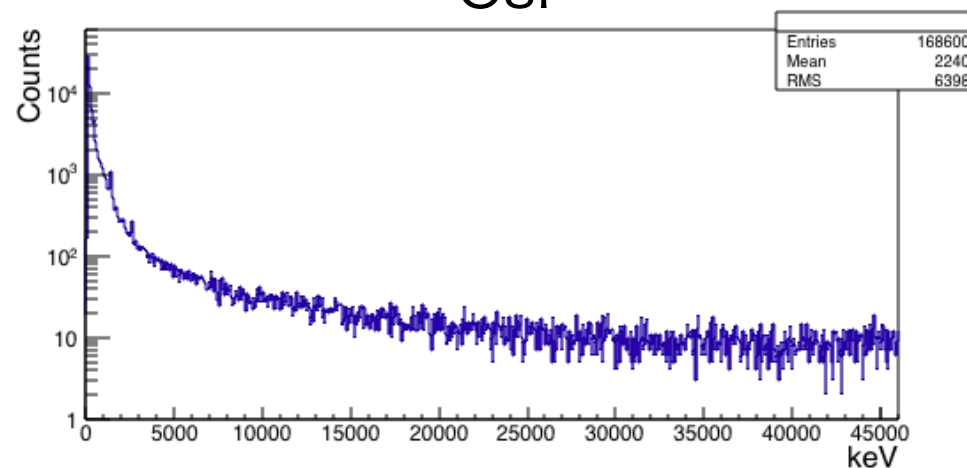
Time

# 晴れの日 (9月13日0~1時)

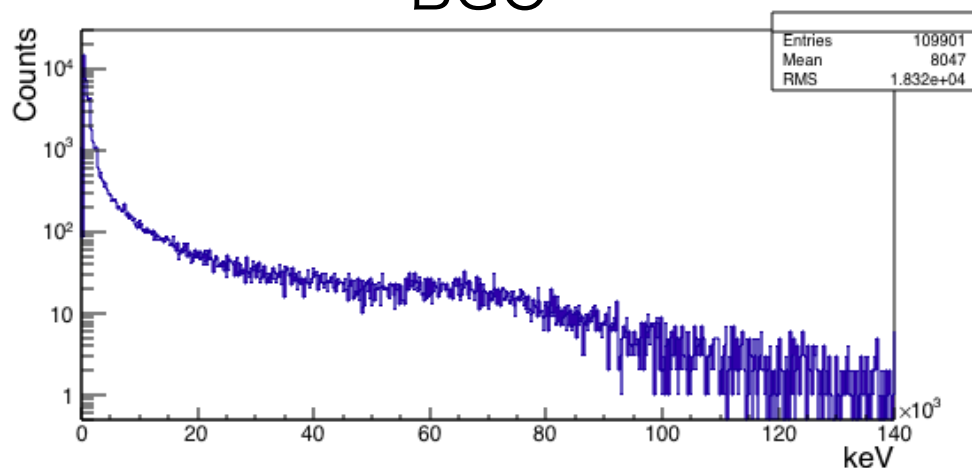
NaI



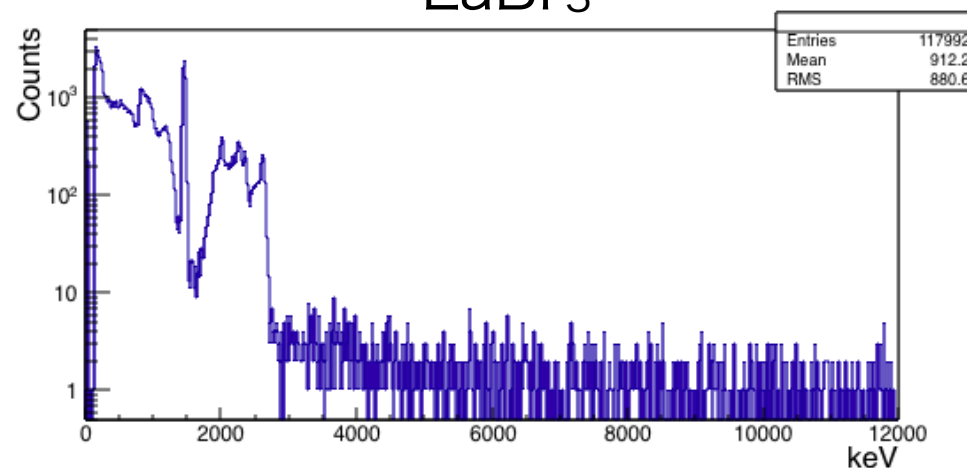
CsI



BGO



LaBr<sub>3</sub>

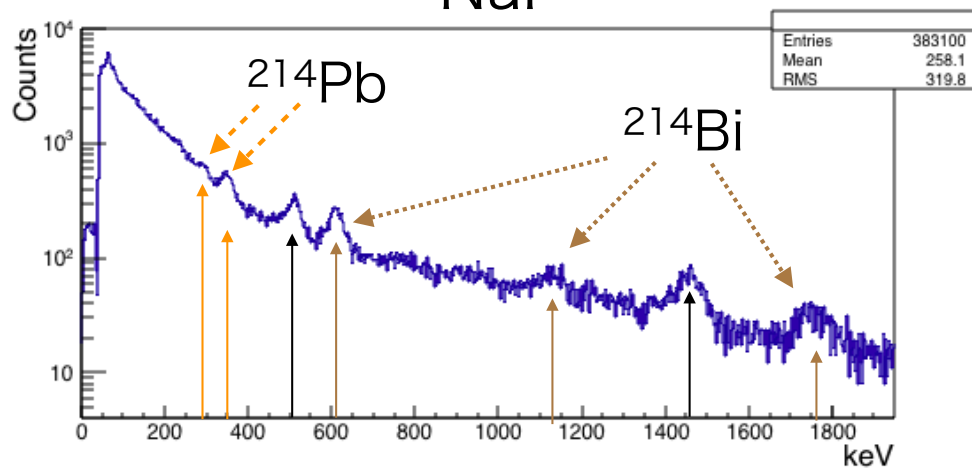


(LaBr<sub>3</sub>(Ce)の特性)

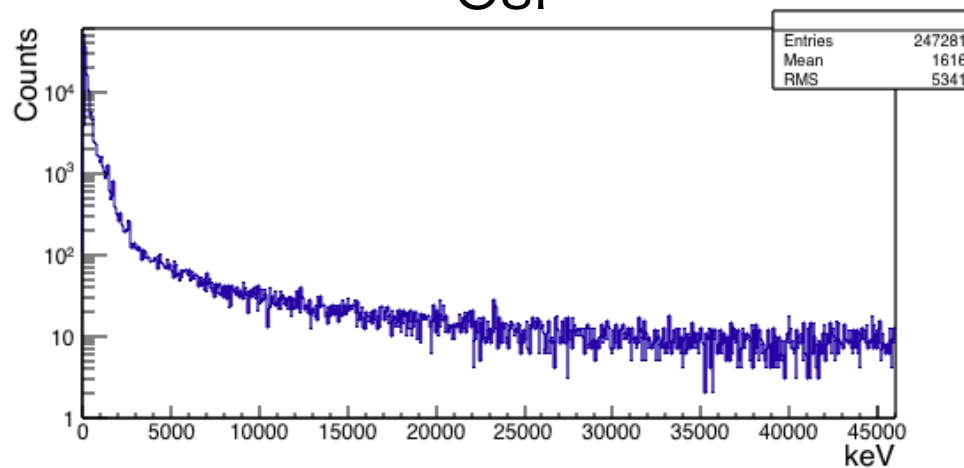


# 雨の日 (9月8日9~10時)

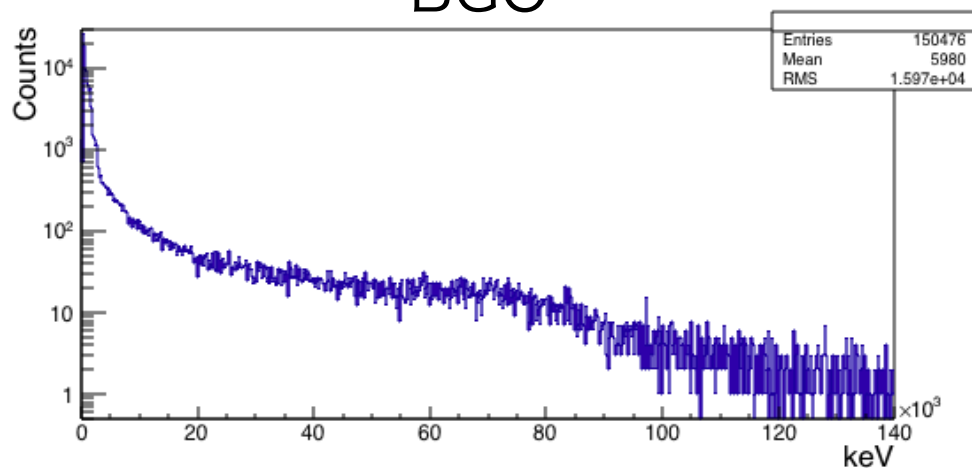
NaI



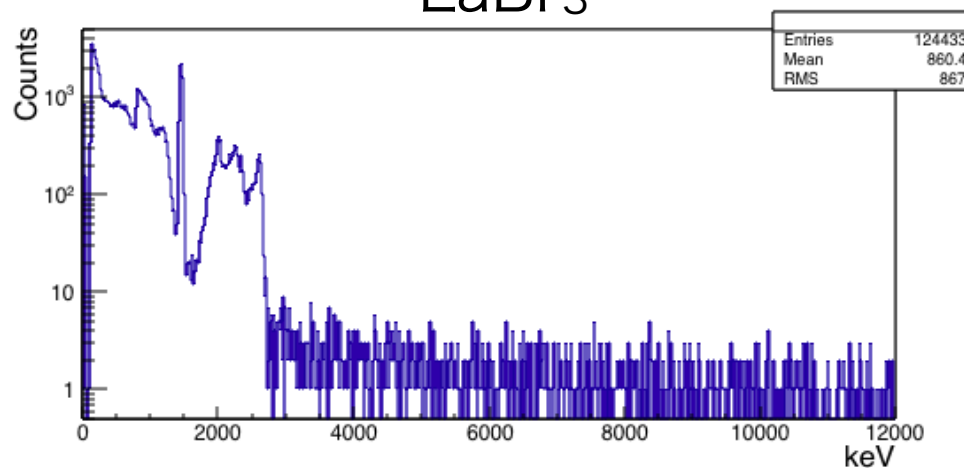
CsI



BGO



LaBr<sub>3</sub>



(LaBr<sub>3</sub>(Ce)の特性)

# まとめ

- 雷雲と二次宇宙線の関係を知るため、夏季に乗鞍観測所に $\gamma$ 線検出器・電界計・シンチレーション検出器等を設置し、観測を行った。
- 常時2名滞在し3週間ほど観測。この間周辺で落雷現象は一度も起こらず。
- 観測期間中の $\gamma$ 線増加は降雨時のラドン由来で説明可能。
- 一度、電位が $-40\text{ kV/m}$ 近くになる事象があった。今後その日のデータを詳しく調べる予定である。
- 来年度も観測を行いたいのでよろしくお願いします。