

大型ミューオンテレスコープによる 銀河宇宙線強度の観測

大嶋晃敏^A、小島浩司^B、柴田祥一^A、伊藤信夫^C、荻尾彰一^C、
加藤千尋^J、川上三郎^C、鈴木建司^A、高丸尚教^A、田中公一^I、中
村享^H、野中敏幸^E、林嘉夫^C、林田直明^K、松山利夫^C、宗像一
起^J、森下伊三夫^F、P.K.Mohanty^D、S.K.Gupta^D、
S.C.Tonwar^D、S.K.Dugad^D

中部大工^A、愛知工大工^B、阪市大理^C、Tata基研^D、東大宇
宙線研^E、朝日大経^F、IPMU^G、高知大理^H、広島市大情^I、
信州大学理^J、神奈川大学^K

内容

- ①日印ミューオン観測の紹介
- ②GRAPES-3 ミューオン検出器新設の状況
- ③明野ミューオン観測の紹介
- ④明野ミューオン作業報告
- ⑤予算執行の現状と今後の予定

共同利用研究費：42万円

日本とインドでミューオン観測

69° 92° 115° 138°



明野ミューオン観測



GRAPES-3実験（ミューオン検出器）

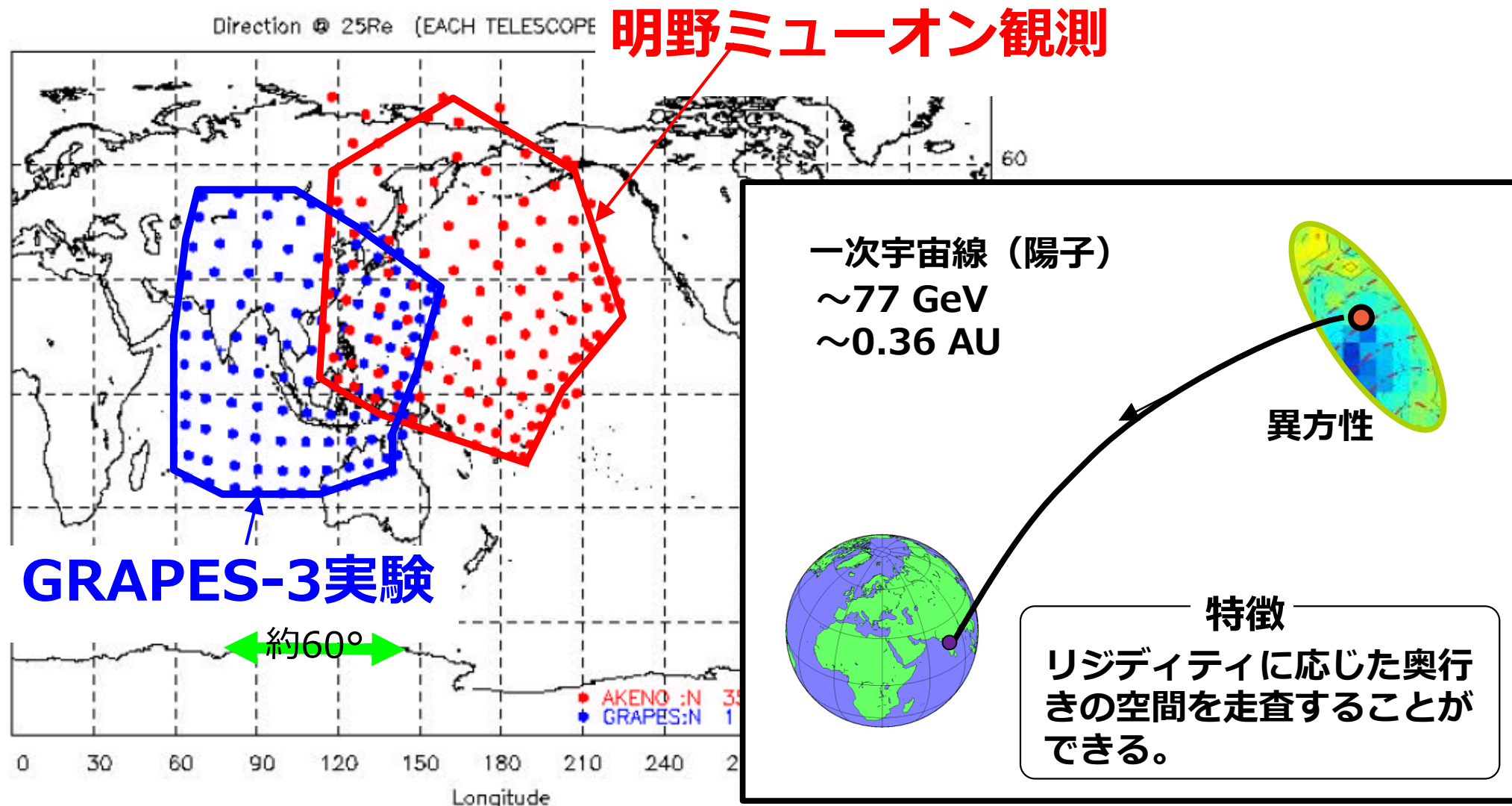
69° 92° 115° 138° 161° 0°

- 検出粒子：二次ミューオン

➔ 77 GV（@リジディティ中央値）の一次宇宙線に相当

- 特徴：日本とインドで観測（時差：3.5時間）

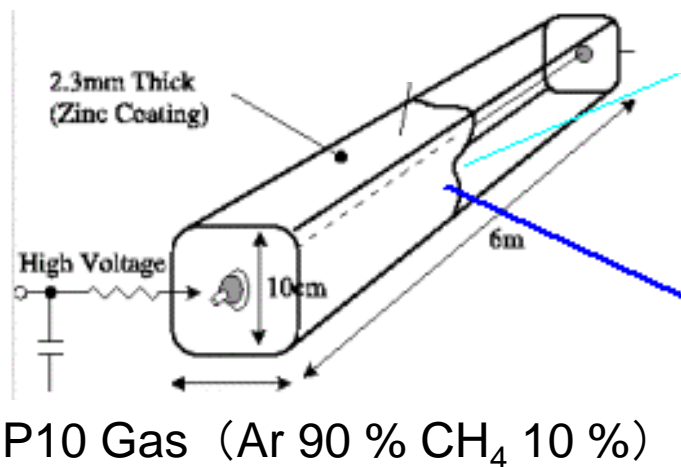
明野とGRAPES-3の観測視野



- 25地球半径における漸近視野（一次陽子）が重複
 - 地球周辺の異方性を同時に観測することができる
 - 異方性の空間変化と時間変化を分離することができる

ミュオン検出器 (テレスコープ)

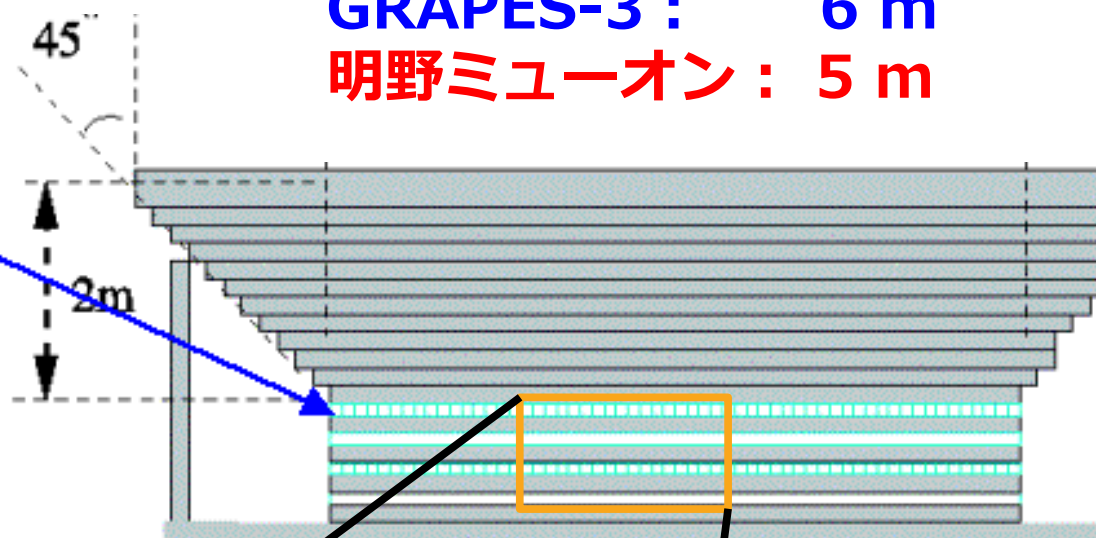
比例計数管



比例計数管の長さ

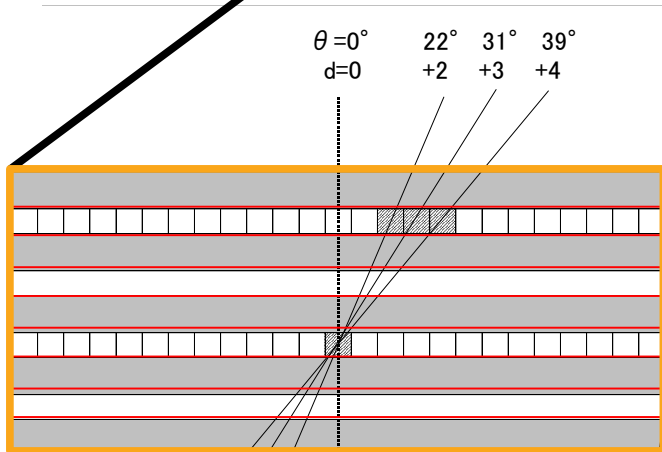
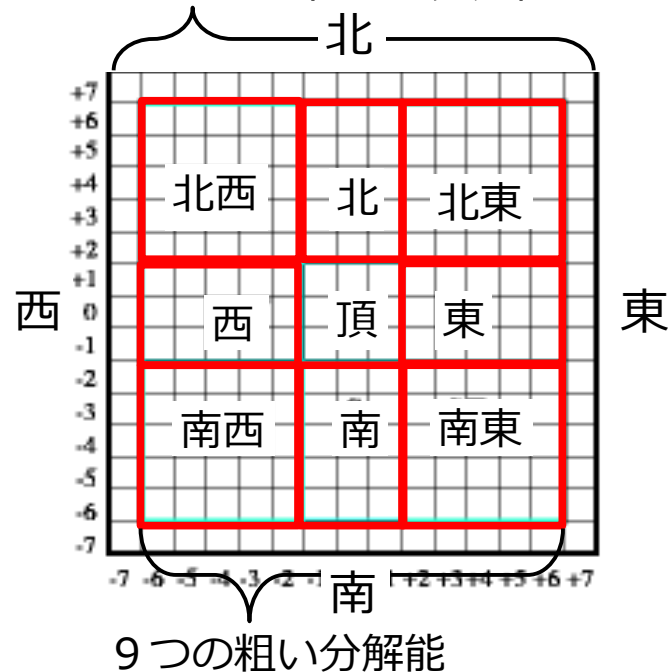
GRAPES-3 : 6 m

明野ミュオン : 5 m



2種類の方向集計方法

15×15の細かい分解能



4層を通過するミュオンの入射方向を記録する。



GRAPES-3ミューオン検出器（2018年現在）

2015年時点



+ 560 m² : 面積2倍



2016年現在

GRAPES-3実験

- 場所：インド・タミルナド州Ooty
- 標高：2,200 m
- 東経：76.7°、北緯：11.4°

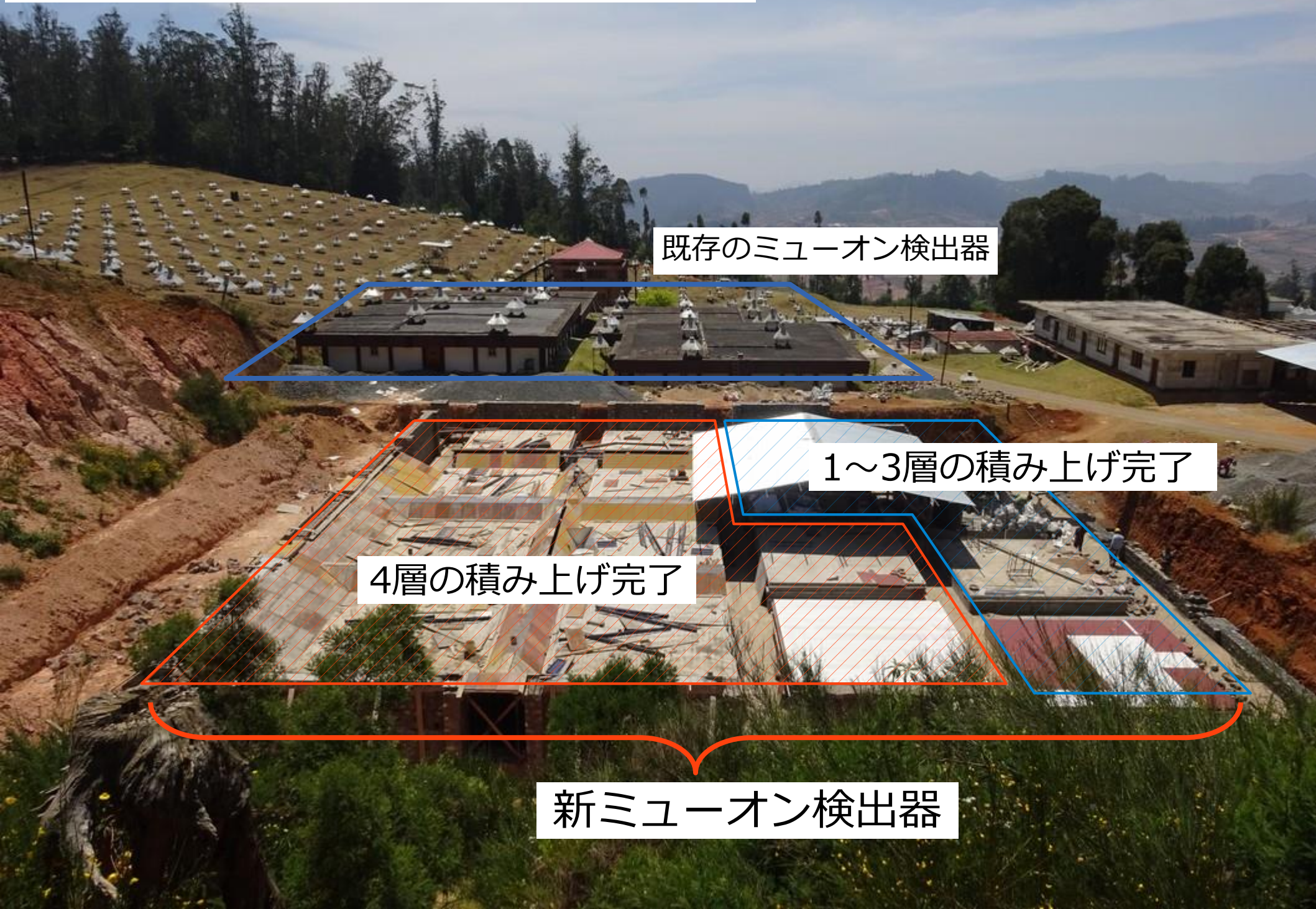
ミューオン検出器の新設

- ミューオン検出器を16基を新設
⇒ 比例計数管：約4000本の製作
⇒ 設置作業と建物の建設が進行中



2017年現在

2018年8月時点の建設状況



既存のミュオン検出器

1～3層の積み上げ完了

4層の積み上げ完了

新ミュオン検出器

明野ミュオン観測



ミュオン検出器

- 比例計数管（長さ5 m, 10 cm角）
- 1基あたりの本数：約200本
- 1基あたりの面積：25 m²
- 総面積：75 m²（計3基）
- 4層ホドスコープ型
- M1, M5, M8の3基

面積は、
GRAPES-3の
7分の1以下。

データ取得方式

- GRAPES-3と同じ方式
- FPGAベースの回路を開発中
- 明野ミュオン観測へも導入予定



本年の明野ミュートンに関する作業一覧

① 9月20日～22日（大嶋）

- M1 DAQ&データサーバの回収（電源由来の故障）
- M8 データサーバHDD故障、回収

② 10月4日～7日（大嶋、田中、高橋、学生2名）

- M5 比例計数管のPHA計測（by 学生2名（植田&脇田））
- 実験棟内に一次解析環境の整備

③ 10月18日～22日（大嶋、田中、学生1名）

- M5 比例計数管のPHA計測（by 学生1名（植田））

④ 11月8日～11日（大嶋、田中、学生1名）

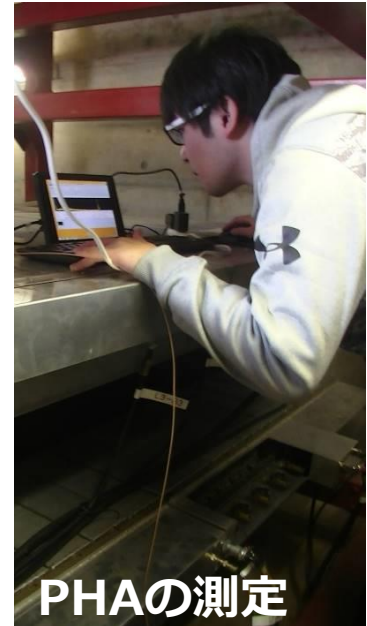
- M5 比例計数管のPHA計測（by 学生1名（植田））
- M5 UPSバッテリーの交換
- M1, M8 データサーバのHDD交換、再稼働
- M1 UPSの設置
- 各ステーションの清掃（冬支度）

⑤ 11月17日～18日（小島、柴田、学生4名）

- M5 全比例計数管のPWAの計測（200本）

⑥ 12月6日～8日（大嶋、田中、学生2名）

- M5, M1, M8 比例計数管の信号の時定数を測定（学生2名（植田&脇田））
- M8 アンプ・ディスクリ用低圧電源の交換、調整



明野ミュオン検出器の現況

① ステーション5 (M5)



- 連続観測を再開
- ガスの詰替えが完了
- 信号チェック（時定数）が完了
- スペクトルチェックが完了
 - ただし不良な比例計数管はまだ存在する

② ステーション8 (M8)



- 連続観測を再開
- DAQ PCの入れ替え完了
- データサーバのHDD交換・再稼働
- アンプ・ディスクリ用・低圧電源の交換

③ ステーション1 (M1)



- 年度内の連続観測の再開を目指す
- UPSの購入・設置（1000 VA）
- データサーバのHDD交換（故障）
- DAQ PCの修理とセットアップ進行中
- 比例計数管の信号チェックは完了

電源異常により、
DAQ PCとデータ
サーバが故障

長期安定化に向けた対策（昨年度報告）

虫対策が重要



PC内に侵入したカマドウマ

秋から冬にかけて侵入する虫

- カマドウマ、カメムシ、てんとう虫、ハサミムシ、大小クモ

被害状況

- 高圧回路でショート
- フロントエンド回路Box内への侵入
- PC筐体内への侵入、故障
- 糞などによる粉塵

対策その①

観測建屋（ステーション）への侵入を食い止めたい。



入口外側（目張り）



入口内側（ウレタン吹付）

対策その②

蓋が無い回路Box（計40個）にブリキ製の蓋を製作・取付。



今年度の成果

発表論文

- ① “比例計数管のシミュレーション (Simulation Study of Proportional Counter Output) ”, 植田 拓真 その他, 第19回IEEE広島支部学生シンポジウム
- ② “Measurement of the radial diffusion coefficient of galactic cosmic rays near the Earth by the GRAPES-3 experiment”, H.Kojima et al., Phys.Rev.D, Vol.98 022004(2018)
- ③ “Was the cosmic ray burst detected by the GRAPES-3 muon telescope on 22 June 2015 caused by a transient weakening of the geomagnetic field or by an interplanetary anisotropy?”, P.K.Mohanty et al., Phys.Rev.D, Vol.97 082001(2018)

卒論等

平成29年度 『放射線センサの宇宙線観測』、広島市立大学情報科学部情報工学科 今徳光、内容；明野データとGRAPES3のデータを周波数解析

予算執行状況（現時点）と今後の予定

■ 旅費

- 配分額 ￥150,000
- 支出額 ￥180,460
- 残額 ￥ -30,460
- 内訳：明野出張（愛知から6回、広島から4回）

■ 物品費

- 配分額 ￥270,000
- 支出額 ￥206,162
- 残額 ￥ 63,838
- 内訳：通信費（約5万円）、UPS、交換用HDD、その他物品

■ 今後の予定

- M1の連続観測を再開させる。
- 安定したデータでGRAPES-3との連携解析をめざす。

多地点・高統計・高角度分解能のミュオン観測を実現させたい。（科研費等へ応募）



本年度もご支援ありがとうございました。
来年度も何卒よろしくお願い申し上げます。