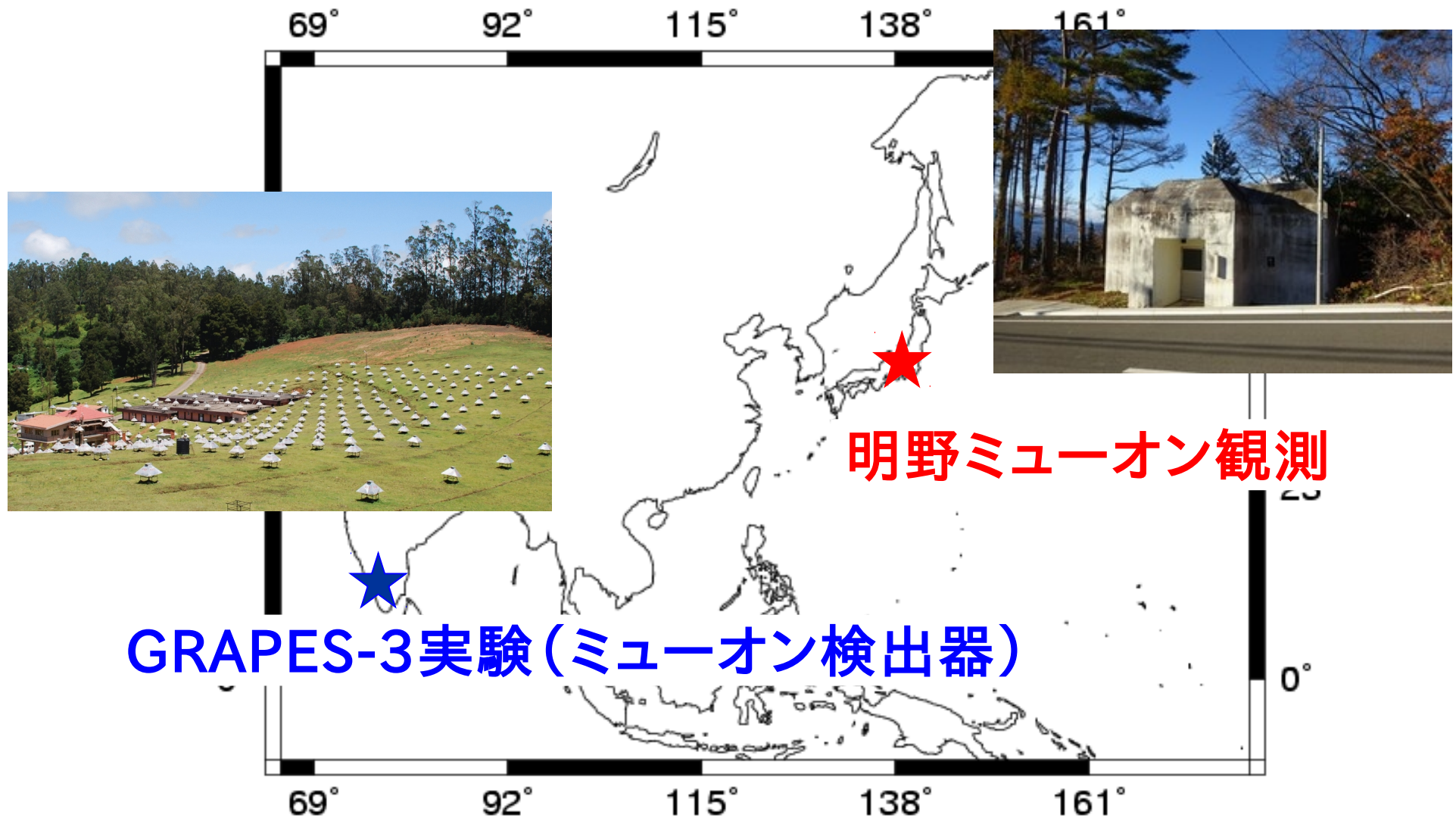


大型ミュオンテレスコープによる 銀河宇宙線強度の観測

大嶋晃敏^A、柴田祥一^A、小島浩司^B、林嘉夫^C、伊藤信夫^C、荻尾彰一^C、川上三郎^C、藤井俊博^C、松山利夫^C、森下伊三夫^F、高丸尚教^A、野中敏幸^E、宗像一起^J、加藤千尋^J、福島正己^E、林田直明^K、中村享^H、田中公一^I、
P.K.Mohanty^D、S.K.Gupta^D、S.C.Tonwar^D、
S.K.Dugad^D

中部大工^A、愛知大工^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、広島市大理^I、信州大学^J、神奈川大学^K

日本とインドでのミュオン観測



- 大気ミュオン(1 GeV以上、垂直入射)の検出
- 約77 GV(垂直)の銀河宇宙線が観測対象
- 日本とインドでの同時観測(地球近傍の異方性観測)

GRAPES-3実験 (2015年現在)

GRAPES-3実験

ミュオン検出器の拡張

ミュオン検出器

空気シャワーアレイ

ワークショップ

Google map

場所: インド・タミルナド州、ウーティ
標高: 2200m
東経: 76.7°、北緯: 11.4°

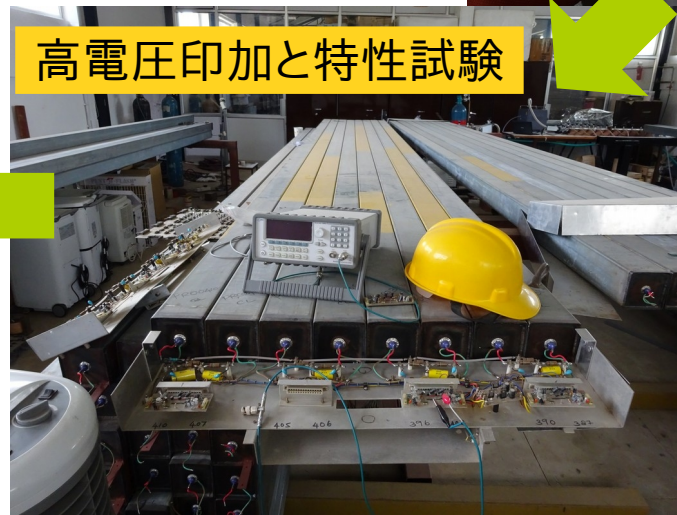
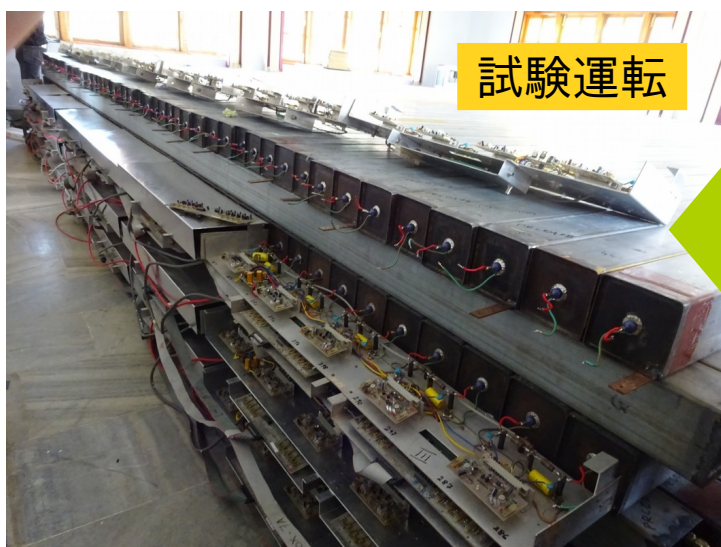
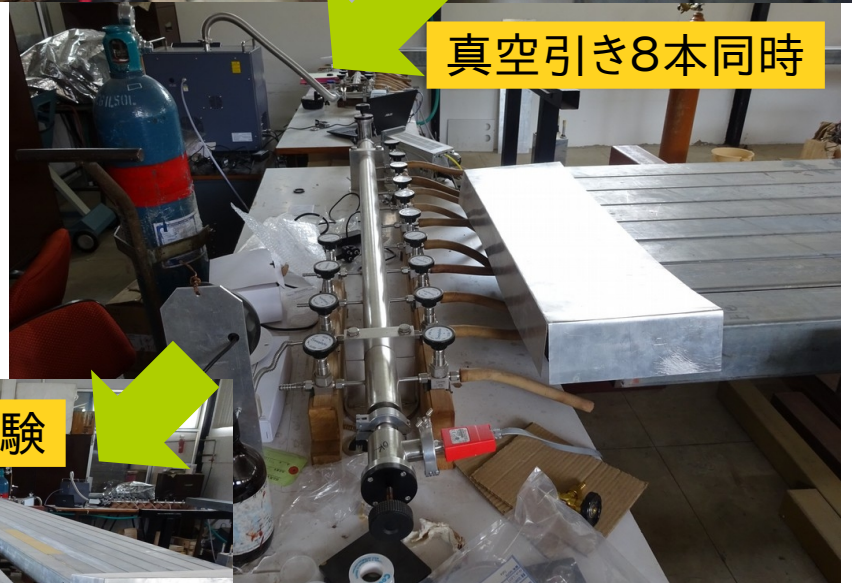
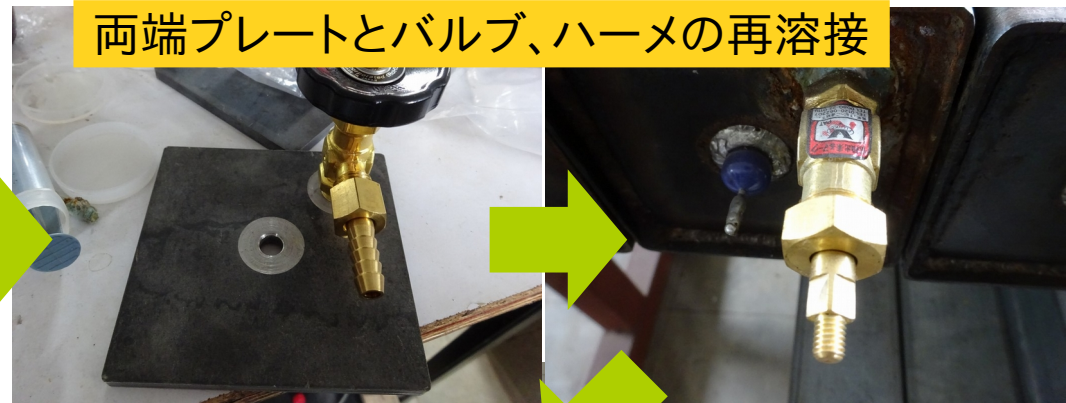
概要

- シンチレーション検出器
 - 空気シャワーアレイ
 - 1台あたりの面積: 1 m²
 - 台数: 360台
- ミュオン検出器
 - 1台あたりの面積: 35 m²
 - 台数: 16台
 - 総面積: 560 m²



ミュオン検出の器拡張工事

GRAPES-3 ミューオン検出器拡張



- 約4000本の比例計数管を改修予定
- 約400本の改修が完了
- 読出し回路の製作も進んでいる

明野ミュージオン観測



概要

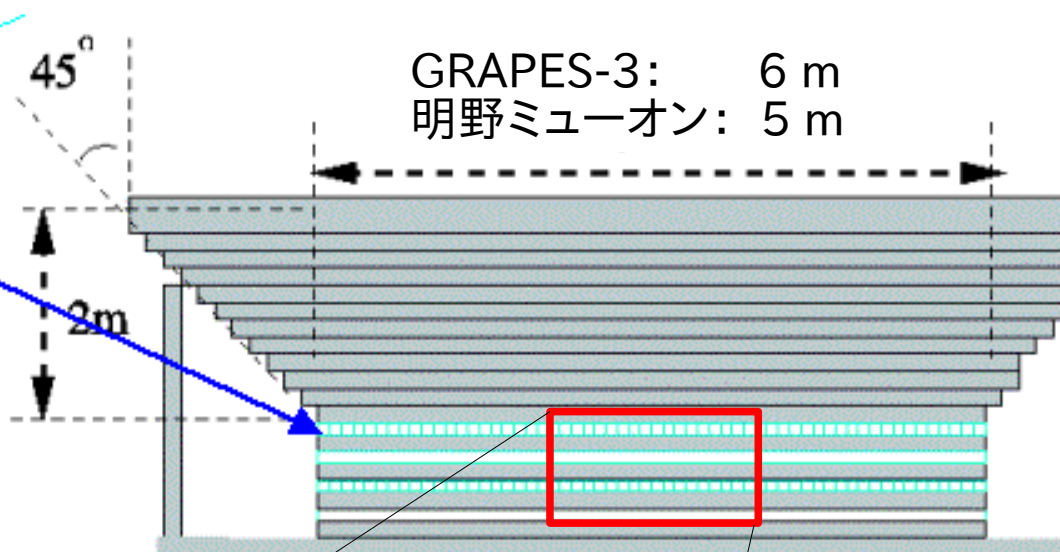
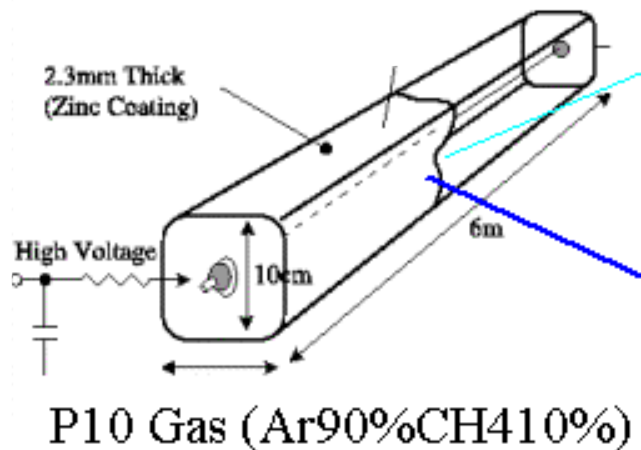
- 観測装置
 - 比例計数管 (一本の長さ5 m)
 - 明野空気シャワー実験
 - 1ステーション約600本
 - 面積: 25 m² (ステーション)
 - 総面積: 75 m²
 - 4層ホドスコープ型
- データ収集回路
 - GRAPES-3仕様
- ステーション: M1、M5、M8
- 場所: 明野観測所



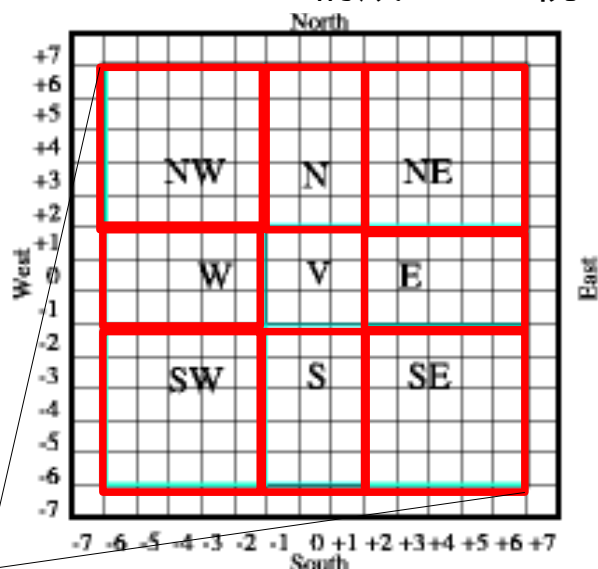
望遠鏡としてのミュオン検出器

断面積は10 cm × 10 cm

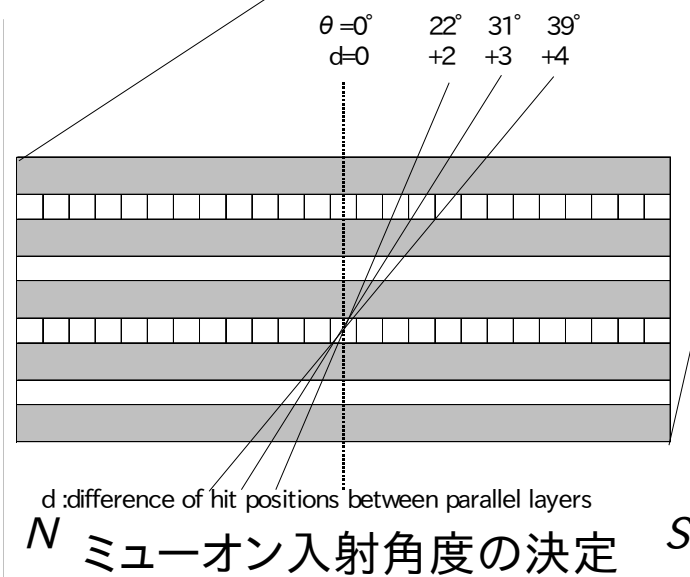
ホドスコープ型(テレスコープと呼んでいる)



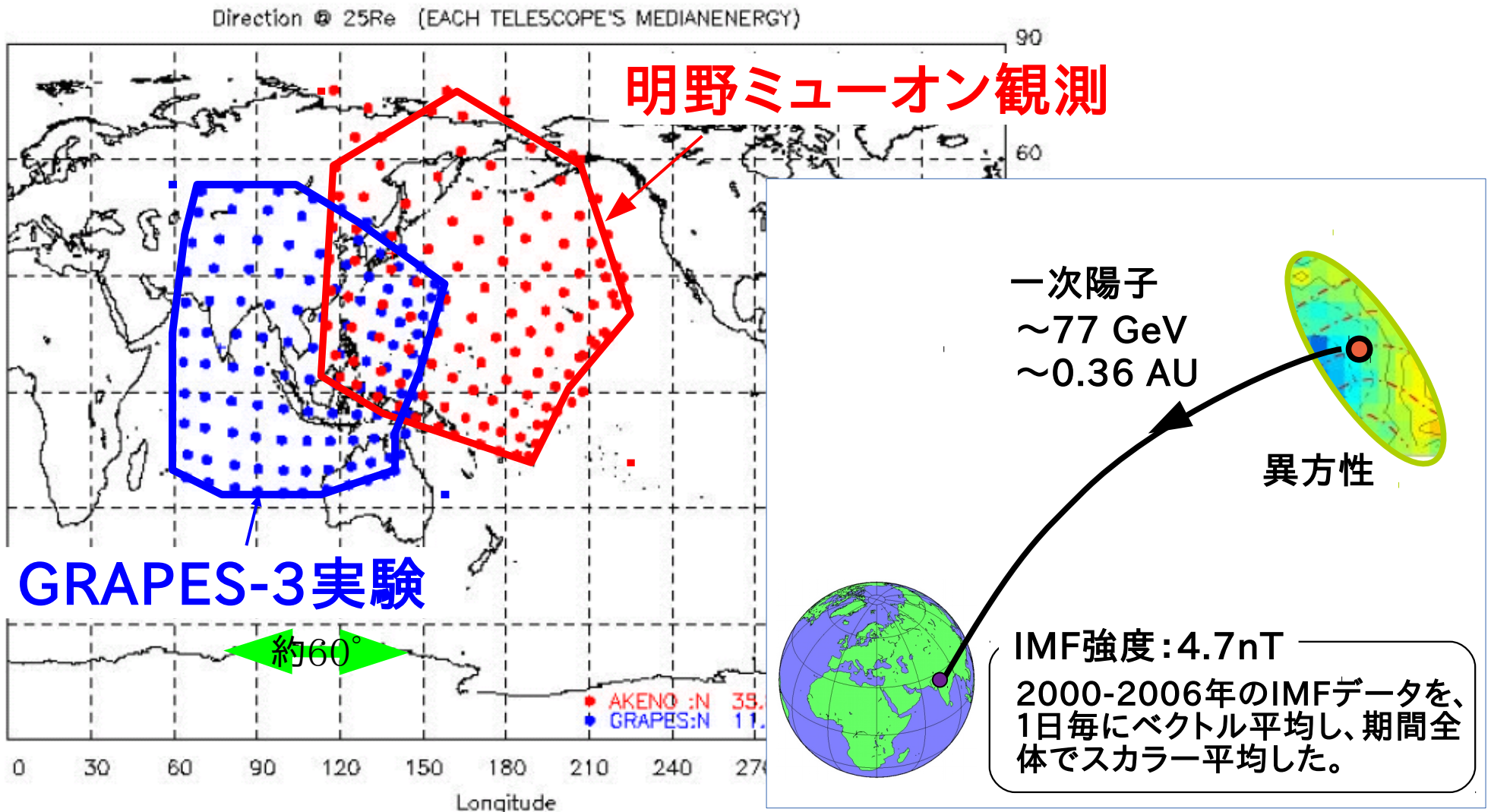
15×15のセルで構成される視野



9の方位にまとめた視野セル

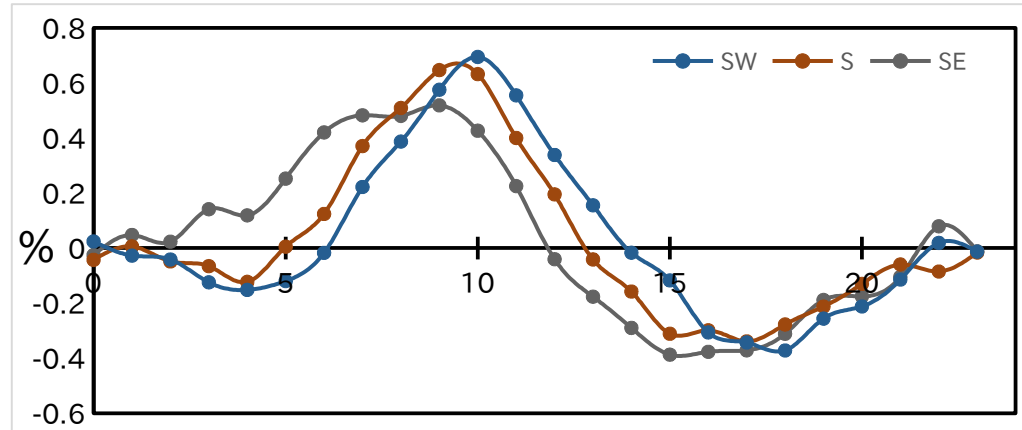
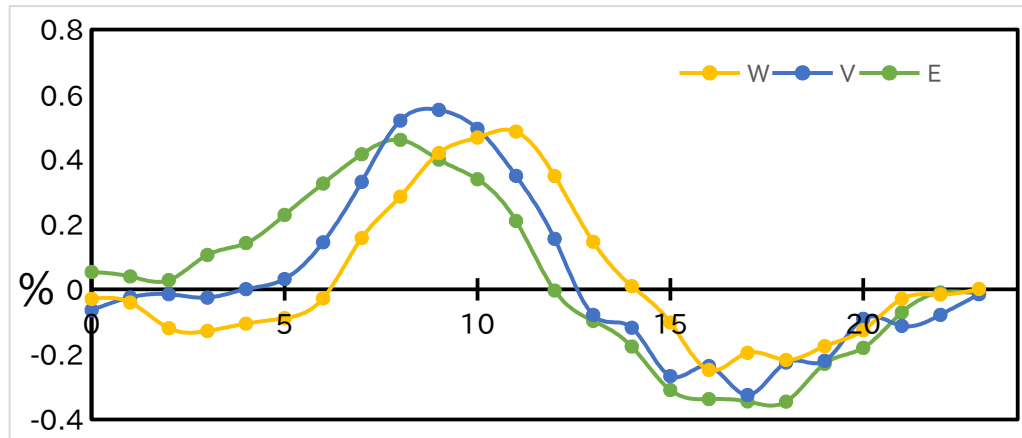
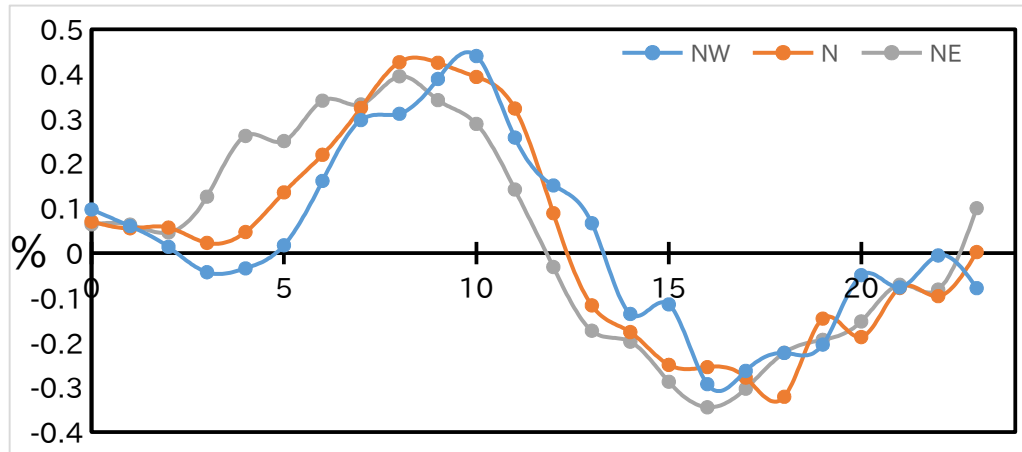


明野とGRAPES-3の観測視野



- 25地球半径における漸近視野(一次陽子)が重複する
- 同一の異方性の同時観測が可能
- 地球の自転による変化(異方性)と時間的な変化の分離が可能

明野ミュオン観測の観測結果



- 太陽時での同時刻集計
 - 気圧補正は甲府気象台の気圧データを使用
 - 気圧係数は、 $-0.1\%/hPa$ 程度
 - 9方向視野の強度変動について、それぞれ同時刻集計をおこなった
 - N, V, S, 共に、東西の位相変化は矛盾なく観測できている

明野ミュージステーションの現状

作業関連①: 比例計数管の改修計画(ガスの詰替え)



M8内部に保管された真空系物品



PRガス



ゲージ

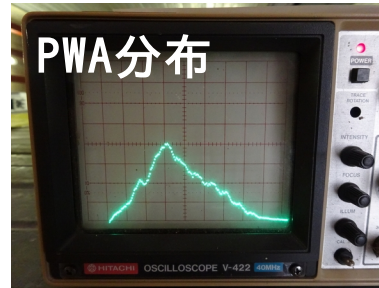
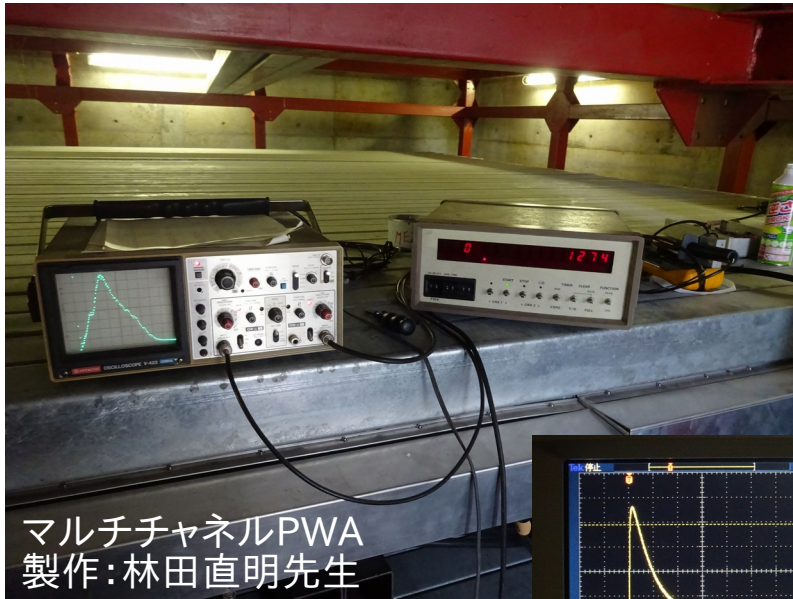


ガスバルブ

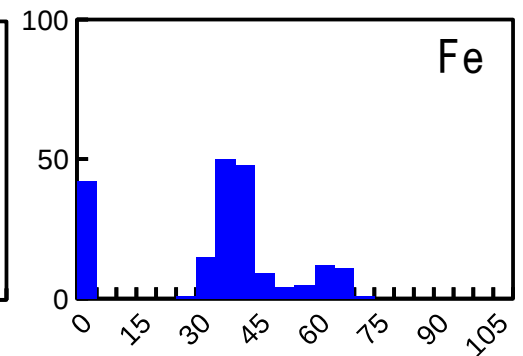
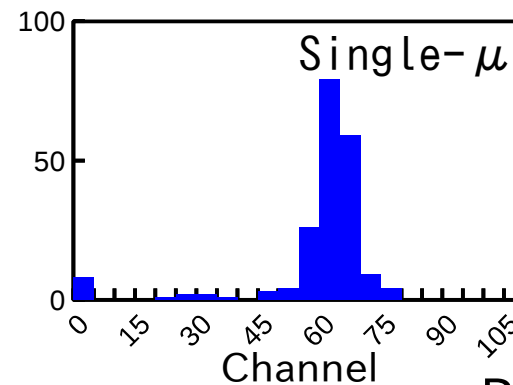
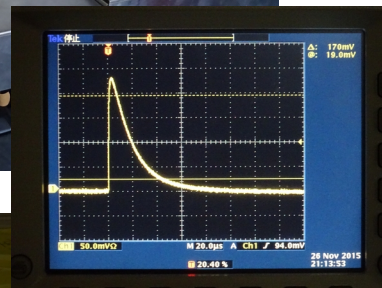
- ガスの詰替え
 - 不良な比例計数管(ノイジー)が4-fold Rateに影響
- 真空系の準備
 - ポンプ、ゲージ、ホース、PRガスなどの準備完了
- 懸念材料
 - バルブへのアクセスが困難な管がある
 - バルブの向きが揃っていない

明野ミューステーションの現状

作業関連②: 比例計数管の状態確認 (不良計数管の特定)

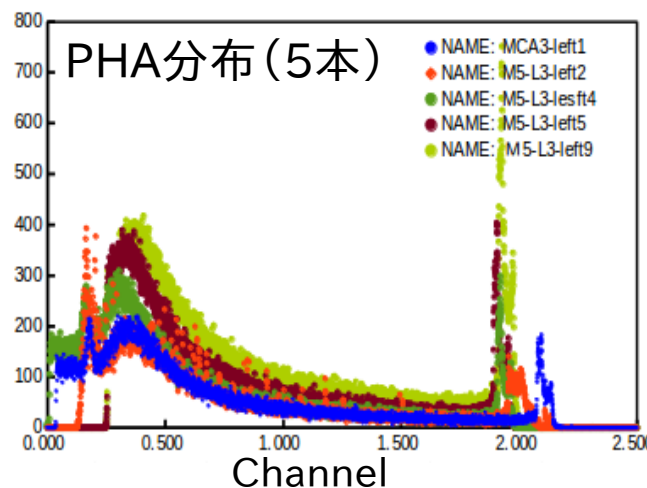


- PWA分布の測定
 - マルチチャンネルPWAを用いた
 - 同時に32チャンネルのPWA取得
 - 今回はM5のみ



• PHA分布の測定

- 測定は1本ずつ
- PWA分布に異常のある検出器を補足的に調べるため



全ての計数管の調査が終わったわけではないが、検出器(約1割)の劣化が進んでいることが明らかになった。

明野ミュージステーションの現状

作業関連③:ステーション間のデータ通信



- M5と研究棟との通信
 - 専用無線機器 (M5内設置) が故障
 - M5側の無線機器を市販製品に交換
 - ネットワークの状況
 - M5と研究棟との通信は回復
 - インターネットへは観測所のネットワーク経由
- M1,M8の通信方法
 - ステーション間無線通信 (920MHz帯)
 - 屋外で数100 mは届く
 - 伝送速度:100 kbps
 - 途中の樹木が障害
 - 期待は持てるので優先的に検討中
 - これが使えればM5を中継拠点にできる
 - 個別のインターネット回線
 - 一旦つながれば安定した回線
 - 回線使用料が負担になる
 - 安価な回線を調査中 (無線を含む)
 - 現在選定中



無線モジュール



今年度の発表活動

- 日本物理学会
 - GRAPES-3ミューオン望遠鏡と中性子モニターの観測で得られた宇宙線強度変動の剛度依存性(22pDK-9)
 - 大面積高精度muon望遠鏡による方位別宇宙線強度変動の研究(16)(25pSK-6)
- 宇宙線国際会議(オランダ)
 - An estimation of the diffusion coefficient of galactic cosmic rays in the heliosphere near the Earth
 - Rigidity dependence of the intensity variations of galactic cosmic rays
- 投稿論文
 - “Measurement of the radial density gradient of cosmic ray in the heliosphere by the GRAPES-3 experiment”, H.Kojima et al, Astroparticle Physics, Vol.62, p.21–29, 2015, **published**
 - “Dependence of cosmic ray intensity on variation of solar wind velocity measured by the GRAPES-3 experiment for space weather studies.”, H.Kojima et al, Physical Review D, Vol. 91, 121303(R), 2015, **published**

予算執行状況(現時点)

- 旅費

- 配分額 ￥200,000

- 支出額 ￥115,659 (明野観測所への出張2回、計5名)

- 残額 ￥84,341

- 物品費

- 配分額 ￥240,000

- 支出額 ￥79,346

- 残額 ￥160,654 (通信機器の更新と通信費)



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。