

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、小島浩司^A、柴田祥一^A、伊藤信夫^B、荻尾彰一^B、加藤千尋^H、
川上三郎^B、鈴木建司^A、高丸尚教^A、小井辰巳^A、山崎勝也^A、田中公一^G、中
村享^F、野中敏幸^D、林嘉夫^B、林田直明^I、松山利夫^B、宗像一起^H、森下伊
三夫^E、P.K.Mohanty^C、S.K.Gupta^C、S.C.Tonwar^C、S.K.Dugad^C

中部大^A、阪市大^B、Tata基研^C、東大宇宙線研^D、朝日大^E、高知大^F、広
島市大^G、信州大学^H、神奈川大学^I

日本とインドの国際共同ミュオン観測

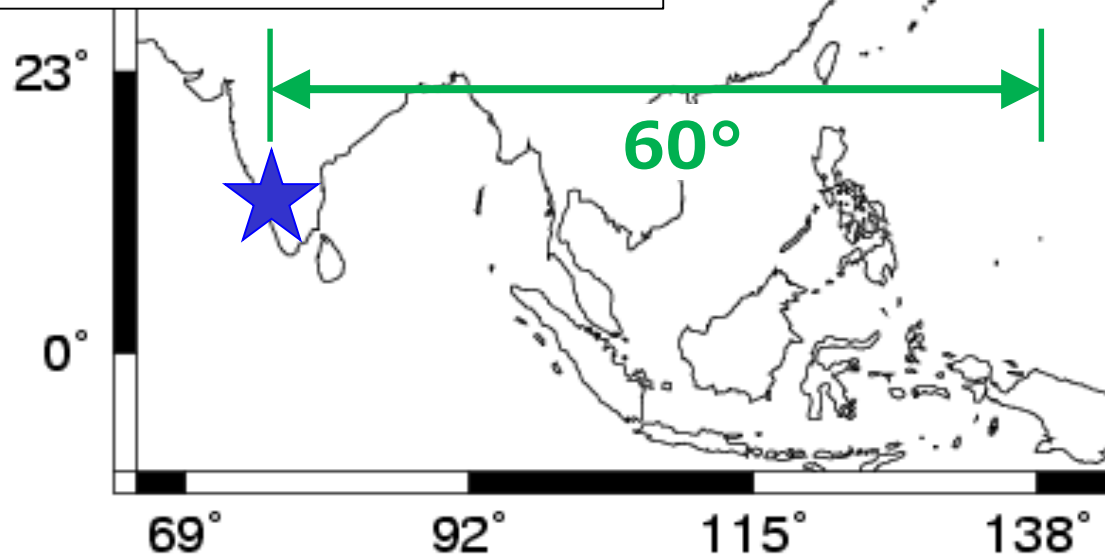
69° 92° 115° 138° 161°



GRAPES-3 (インド)



46°



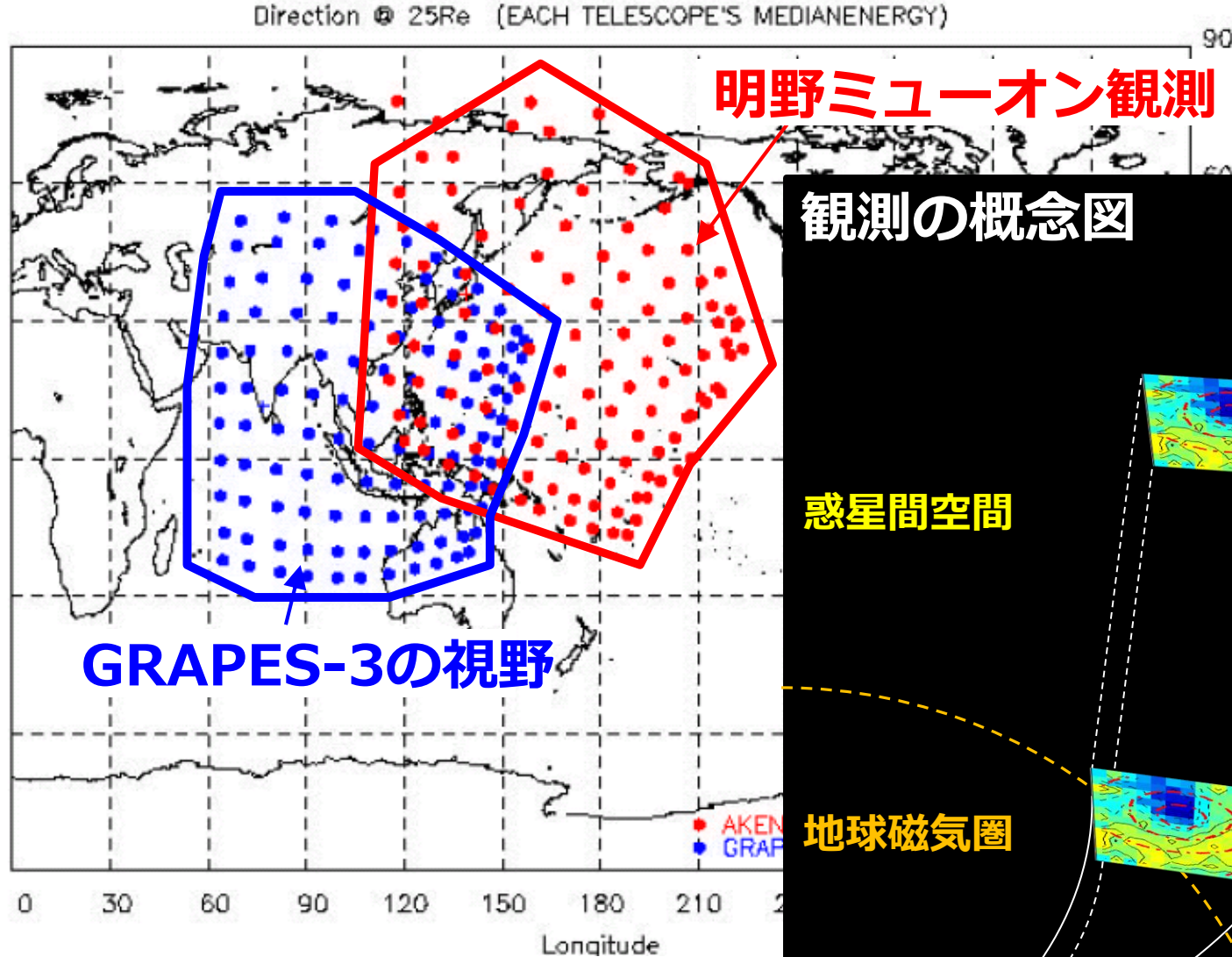
60°



明野ミュオン観測

- 3.5時間 (60°) の時差を利用した**広視野宇宙線観測**。
- 宇宙線観測を通して近傍の惑星間空間を探る。

明野とGRAPES-3による惑星間空間の観測



観測の概念図

宇宙線強度分布

惑星間空間

惑星間空間磁場 (IMF)
による磁気旋回半径：
~0.36 AU
@77 GV (中央剛度)

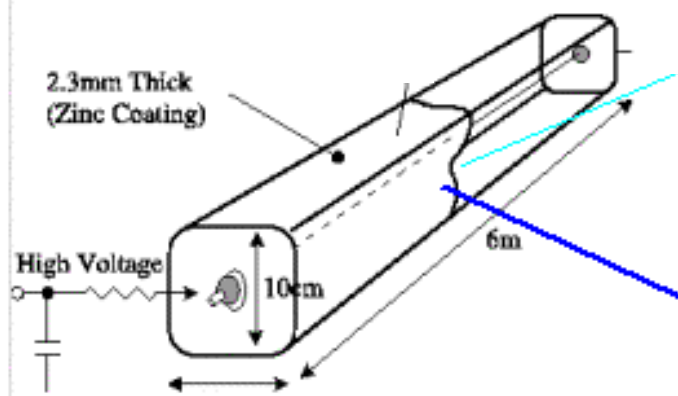
地球磁気圏

地球磁場 (~10000 x IMF)
25地球半径 (= 1/1000 AU)

- 各観測とも**169方向を同時観測** (上図中の「・」)。
- 重複視野による広域観測。

比例計数管型ミュオン望遠鏡

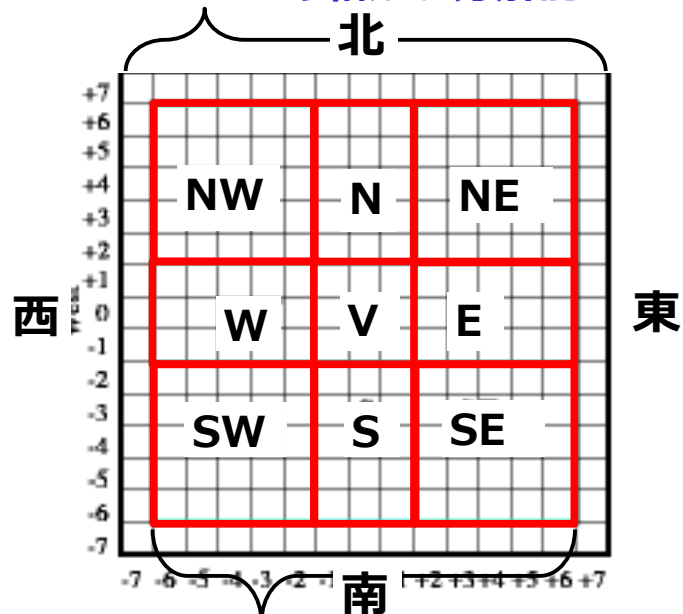
比例計数管



P10 Gas (Ar 90 % CH₄ 10 %)

2種類の方向集計方法

15×15の細かい分解能

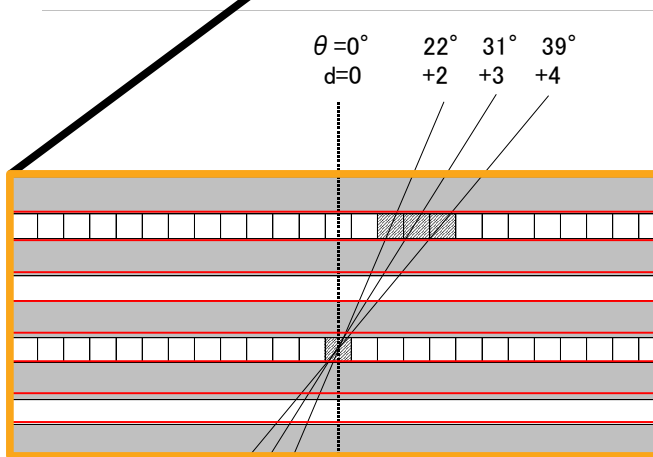
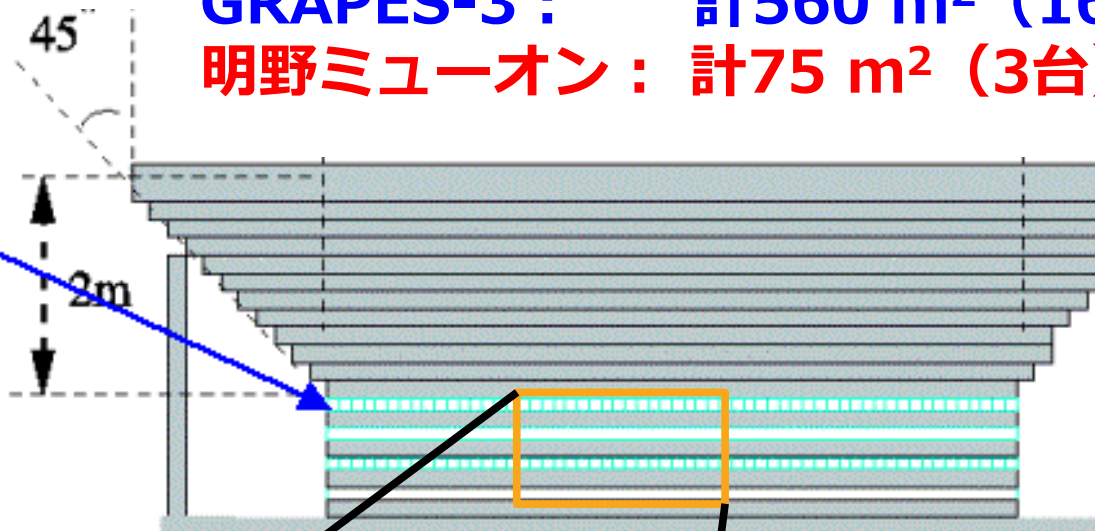


9つの粗い分解能

ミュオン検出器の面積

GRAPES-3 : 計560 m² (16台)

明野ミュオン : 計75 m² (3台)



4つの層を通過するミュオンのヒットパターンを記録。



GRAPES-3の
ミュオン検出器内部

GRAPES-3 ミューオン検出器 (2021年現在)



- 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°

COVID-19のため、新ミューオン検出器の工事は止まっているが、観測は継続。

明野ミュオン観測



- 場所：宇宙線研究所明野観測所
- 標高：900 m
- 東経：138.5度、北緯：35.8度
- 検出器：比例計数管型検出器
- ステーション：M1, M5, M8
- 総面積：75 m²（計3台）

面積は、
GRAPES-3の7分の1



M1



M5

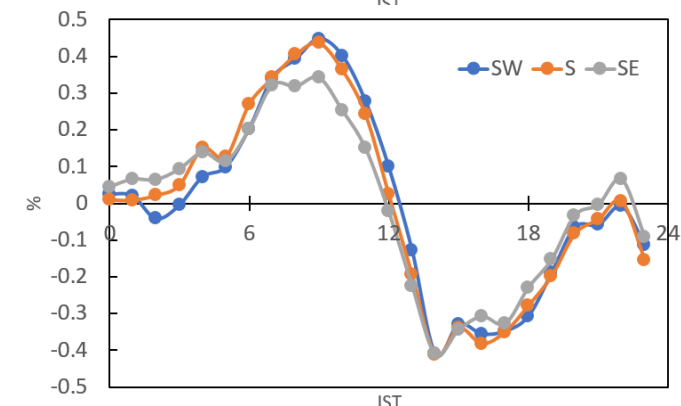
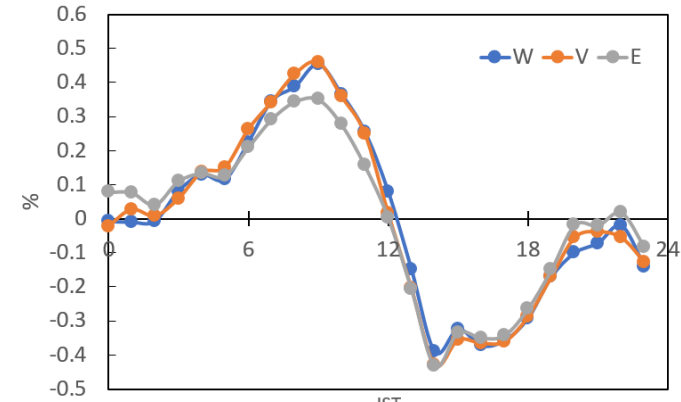
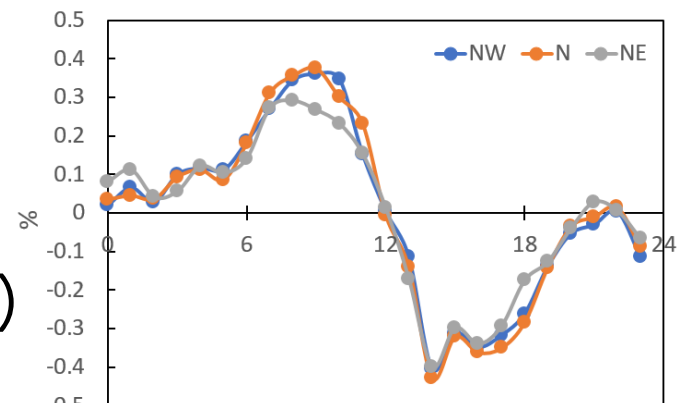
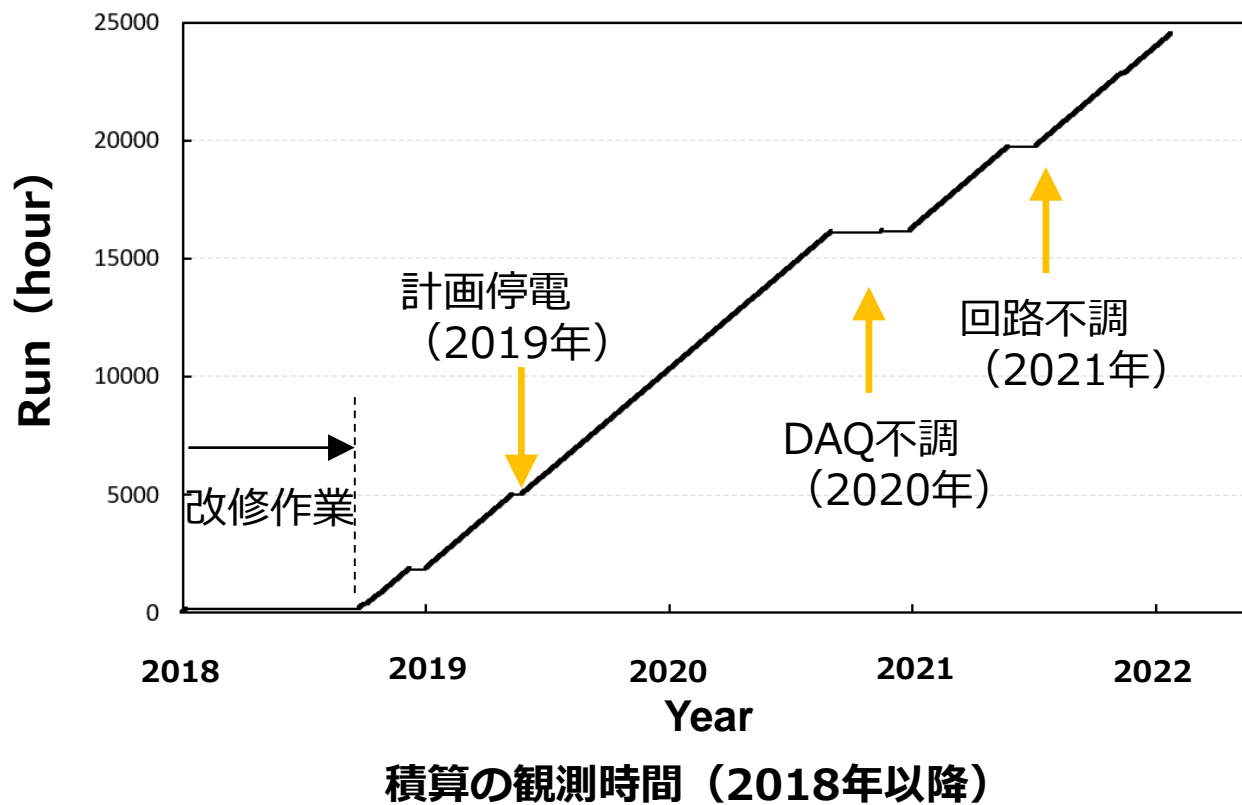


M8

明野ミュオン観測の現状

■ ミューステーション5 (M5)

□ 約3年半の連続観測を継続中 (停電等以外)



M5データの同時刻集計 (9方向)

■ その他

- 人員が必要になるM1, M8の作業ができなかった。
- 次年度はDAQPCのインターフェース回路の更新を目指す。
- GRAPES-3の回路を導入予定 (インド側で準備中)。

2021年の明野観測所での作業

① 11月4日（大嶋）

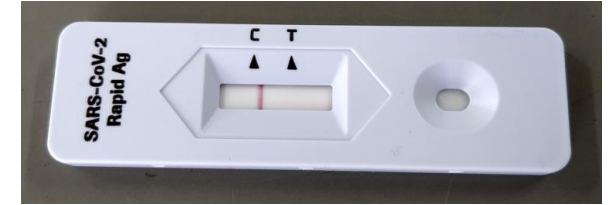
- M5DAQの復旧
- 冬支度（M1,M5,M8の清掃）

② 12月10日～12日（大嶋、田中）

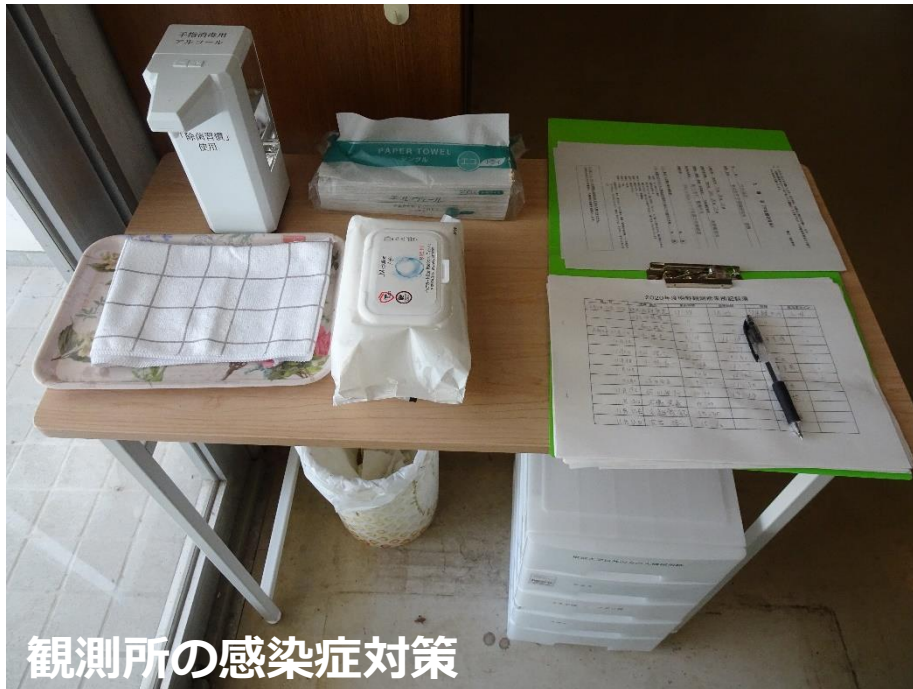
- M5DAQの調整
- 各ステーションの低圧電源モジュール（予備）の整備
- 気象計・電場計の設置場所調査

③ 3月（予定）

- 予備電源の調整、電場計の試験



入所時の簡易抗原検査



観測所の感染症対策



気象計・電場計の設置場所確認@M5

予算執行状況（現時点）

- 配分額：40万円 + 31万円（2020年度分の繰越し分）
- 旅費（2020年度分から）
 - 支出額 ￥ 40,414
 - 内訳：明野出張（愛知から2回）
 - 予定：3月中の出張（愛知から1回）
- 物品費（2020年度分から）
 - 支出額 ￥247,918
 - 内訳：通信費（M1,M8）、オシロスコープ、消耗品
- 2021年度分（40万円）は繰越しました。

他の活動資金：
中部大学先端研究センター
100万円（2021年度）



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。

2021年度の成果報告（宇宙線国際会議）

- ① High-resolution two-dimensional map of the solar time anisotropy obtained by the GRAPES-3 large-area muon telescope, H. Kojima et al., ICRC2021
- ② An Advanced Triggerless Data Acquisition System for the GRAPES-3 Muon Detector, A.Jain et al., ICRC2021
- ③ The azimuthal distribution of thunderstorm events recorded by the GRAPES-3 experiment, B.Hariharan et al., ICRC2021
- ④ Measurement of large angle muon flux in GRAPES-3 experiment using triggerless DAQ system, B.Hariharan et al., ICRC2021
- ⑤ Zenith angle dependence of pressure effect in GRAPES-3 muon telescope, M. Zuberi et al., ICRC2021