

AGASAで観測した 超高エネルギー宇宙線 空気シャワーの特性の研究

榑 直人 (大阪市立大学)

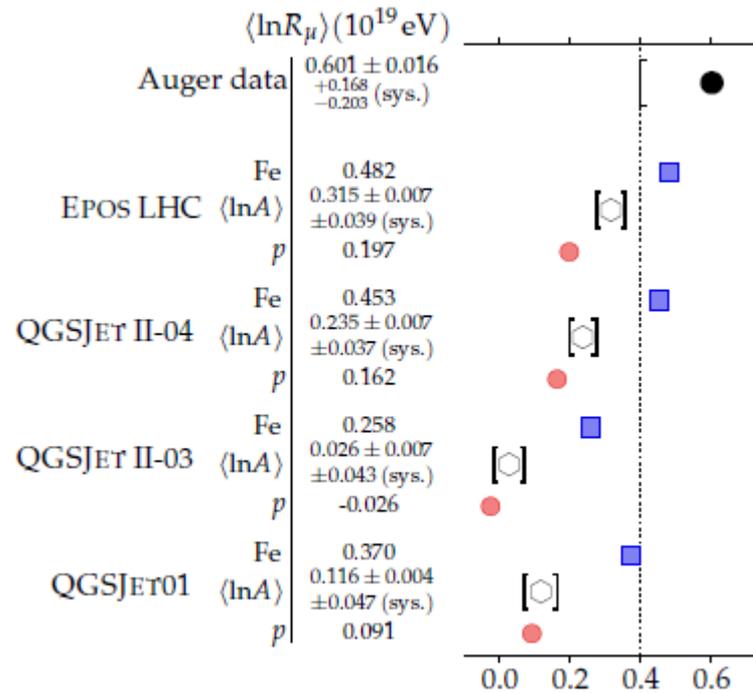
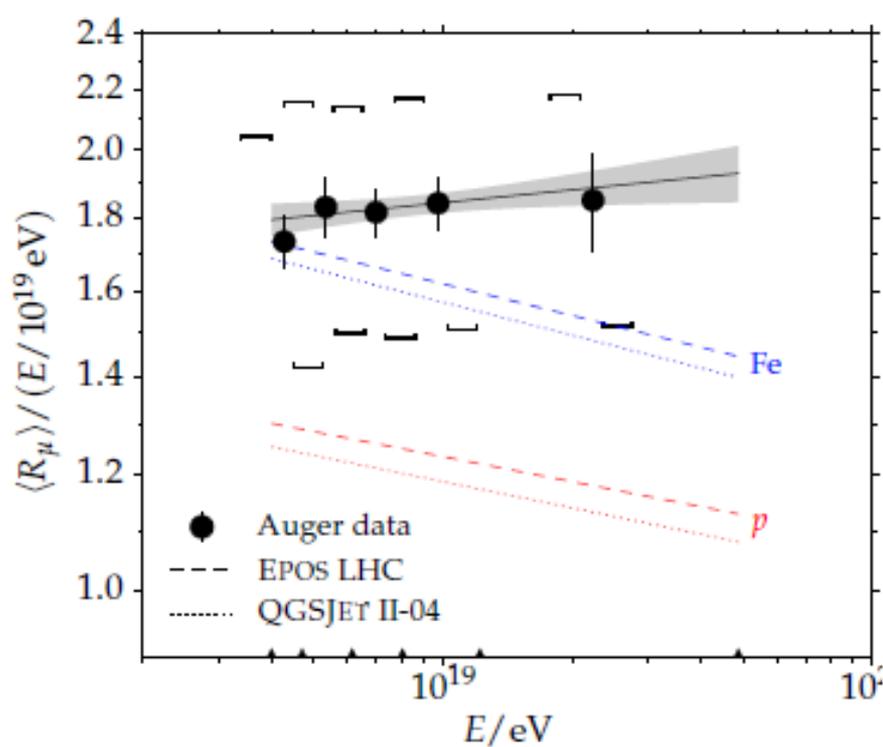
手嶋政廣(ICRR,MPI)、竹田成宏(ICRR)、井上直也(埼玉大)、
篠崎健児(U. Tübingen)、本田建(山梨大)、林田直明(神奈川大)

予算

- 12万円
宇宙線研でのミーティング旅費

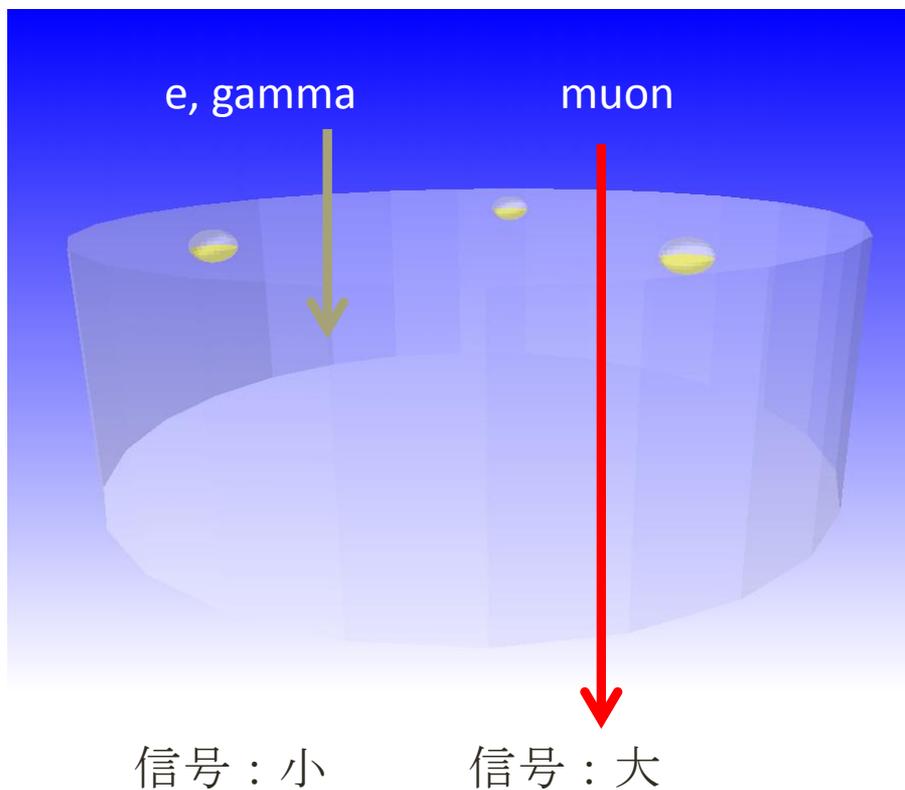
サポートしていただきありがとうございます

Augerによるミューオン過剰の報告



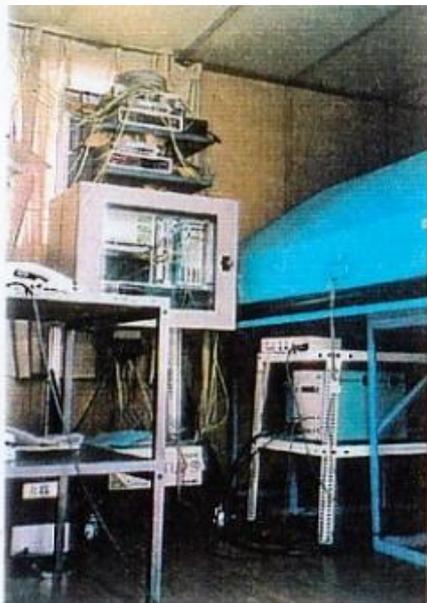
L. Collica et al. (Auger collaboration) ICRC2015

ミューオン成分の識別

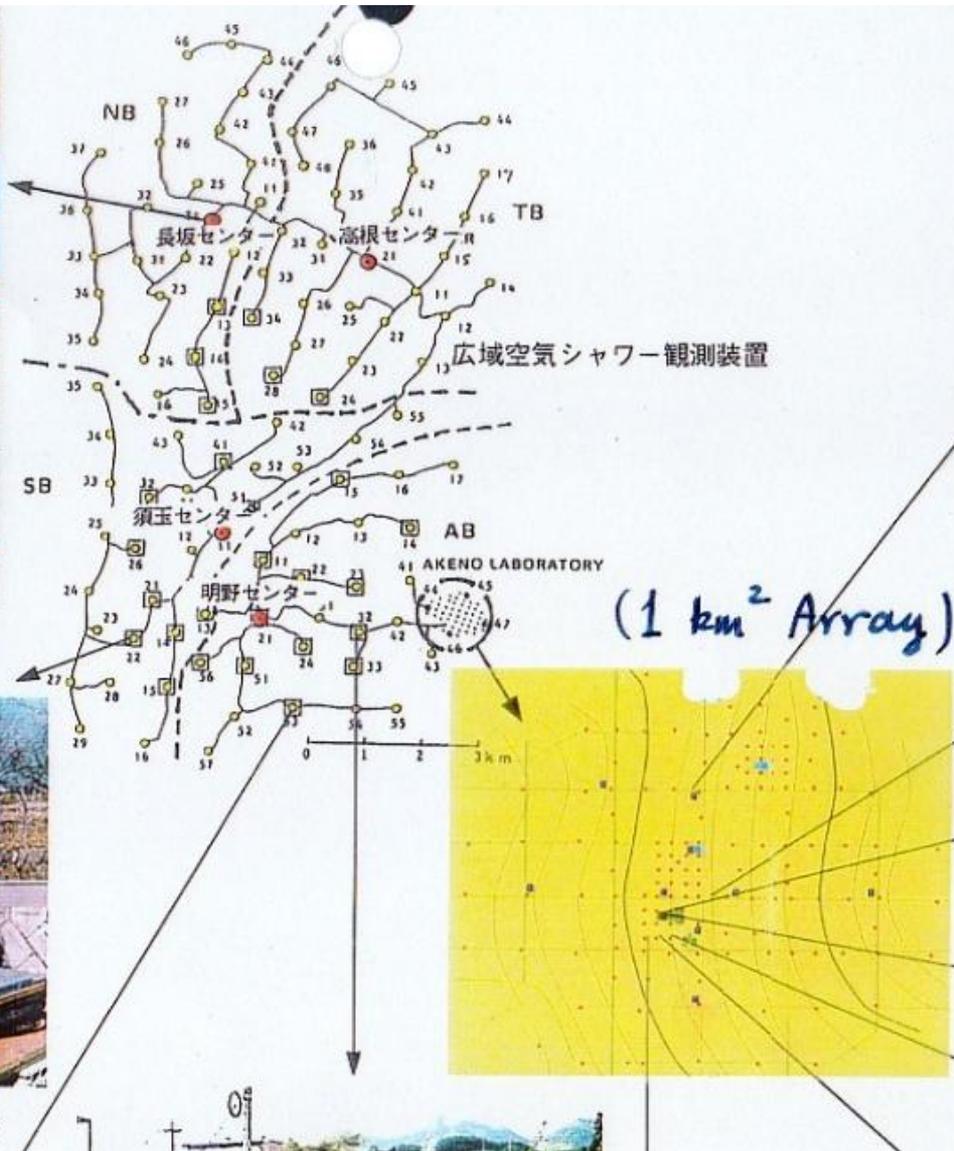


- 水チェレンコフ検出器はミューオン成分に対する感度が高い
- $\Theta > 60$ ではミューオン成分が dominant

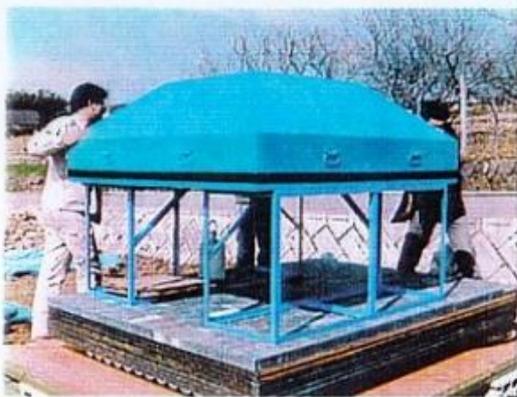
Muon detectors in Akeno/AGASA



明野、須玉、高根、長坂に各一箇所おかれたセンターの内部



ミュオン観測室 (計8棟が配置されている)



電子成分検出器(上)とミュオン検出器(下)。これらがプレファブ小屋に収納されている。



芯部観測室のカロリメー

Motivation

- Akeno/AGASAデータはミュオン成分を分離して観測している。
- Akeno/AGASAデータでも最新のシミュレーションと比較してミュオン過剰が見られるか？

An example of comparison with old MC

$\rho_\mu(600)$ vs $S(600)$ and N_μ vs N_e

$$\rho_\mu(600) = (0.16 \pm 0.01) \times S_0(600)^{0.82 \pm 0.03}$$

$$N_\mu = (2.94 \pm 0.14) \times 10^5 \times \left(\frac{N_e}{10^7}\right)^{0.76 \pm 0.02}$$

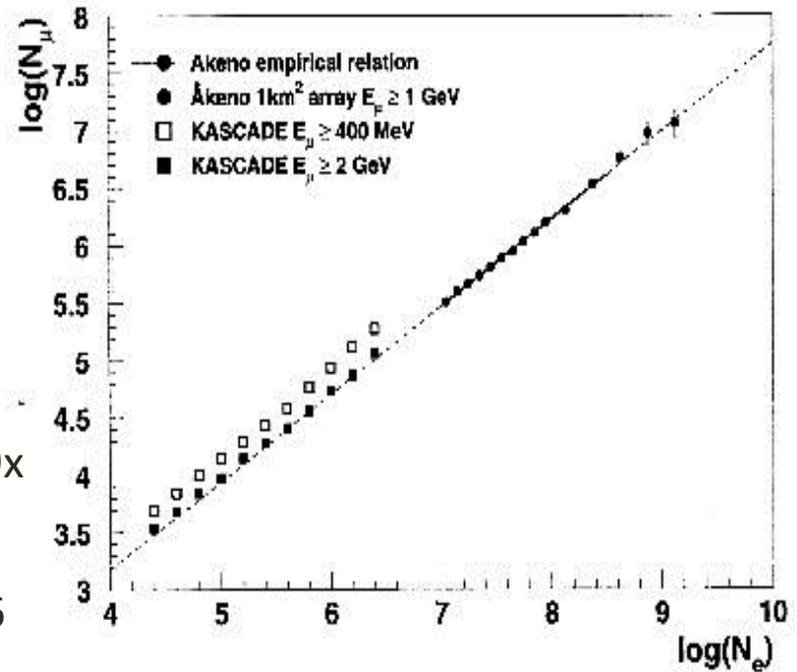
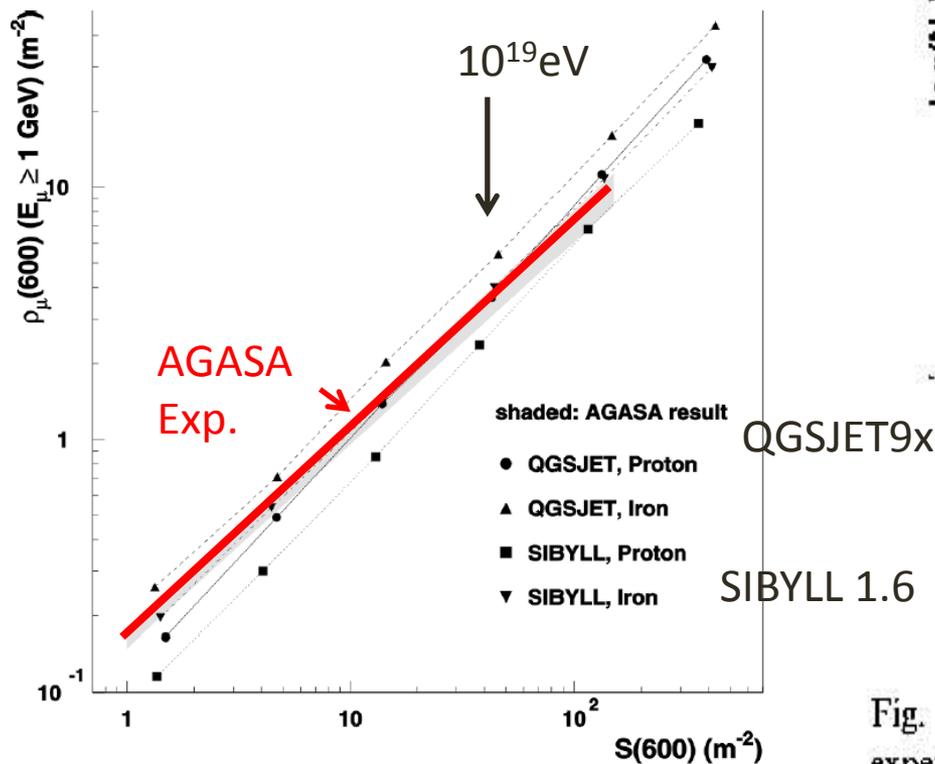


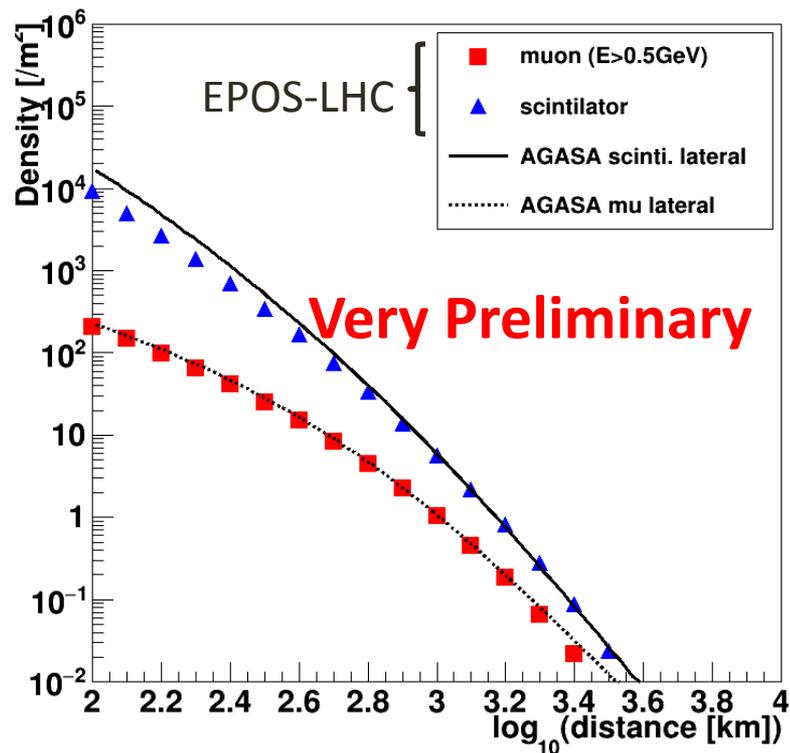
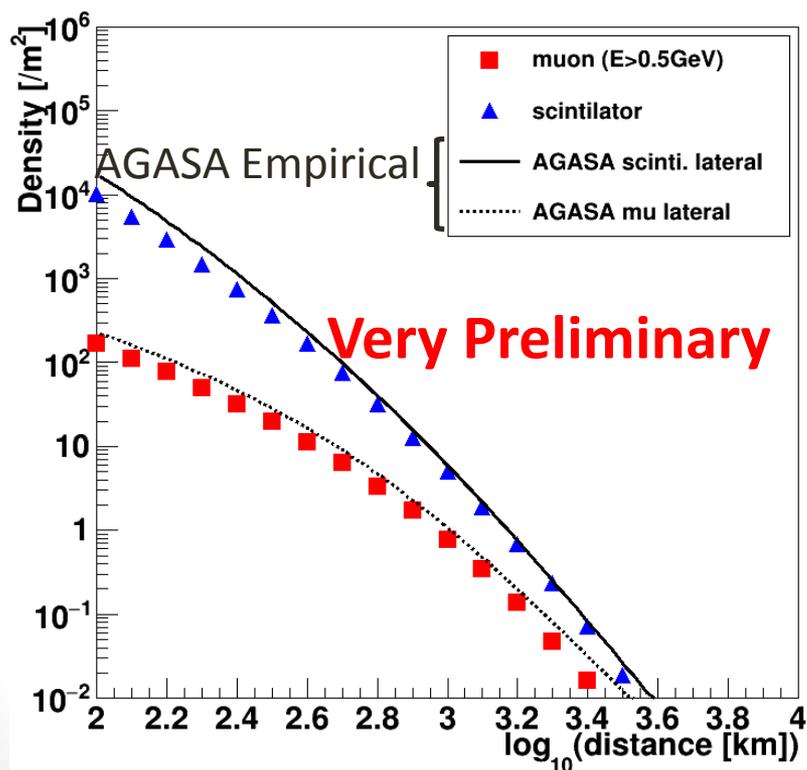
Fig. 13. N_μ vs. N_e relation of the Akeno and the KASCADE experiments. The solid line represents Eq. (16) and the dashed one is its extrapolation.

M. Nagano et al., Astropart. Phys.(2000)

Since $S_0(600) \propto E_0 \propto N_e^{0.9}$, **the slope does not change from $10^{14.5}$ to 10^{19} eV.**

Lateral distribution (simulation-empirical formula)

CORSIKA EPOS-LHC, 10^{19} eV, $\theta=0$
Proton Iron



Response of the muon detector is not included.

AGASA empirical formula

- Lateral distribution function for the scintillation detector

$$S(r) = C \left(\frac{r}{R_M} \right)^{-1.2} \left(1 + \frac{r}{R_M} \right)^{-(\eta-1.2)} \left(1.0 + \left(\frac{r}{1[\text{km}]} \right)^2 \right)^{-0.6}$$

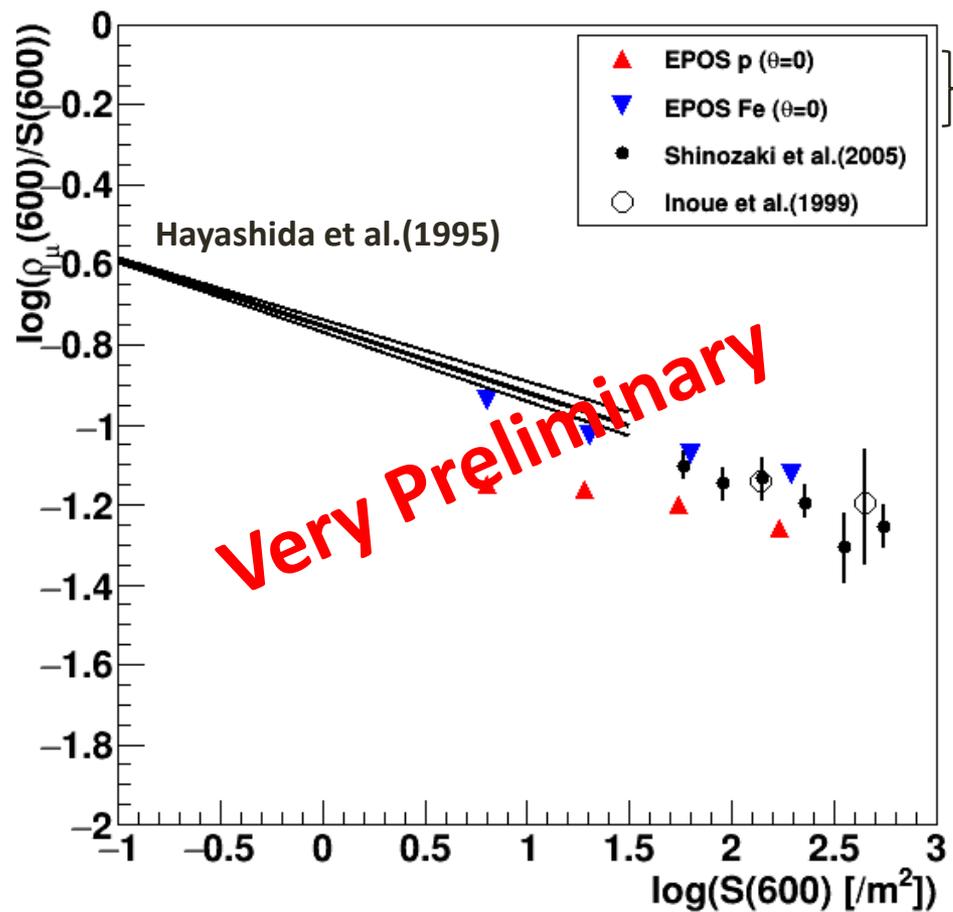
R_M : Moliere Unit(91.6m)

- Lateral distribution function for the muon detector

$$\rho_\mu(r) = C_\mu R_0^{-2} \left(\frac{r}{R_0} \right)^{-0.75} \left(1 + \frac{r}{R_0} \right)^{-2.52} \left(1 + \left(\frac{r}{800[\text{m}]} \right)^2 \right)^{-0.6}$$

$R_0 = 277[\text{m}]$

$S(600)-\rho_{\mu}(600)$



Response of the muon detector is not included.

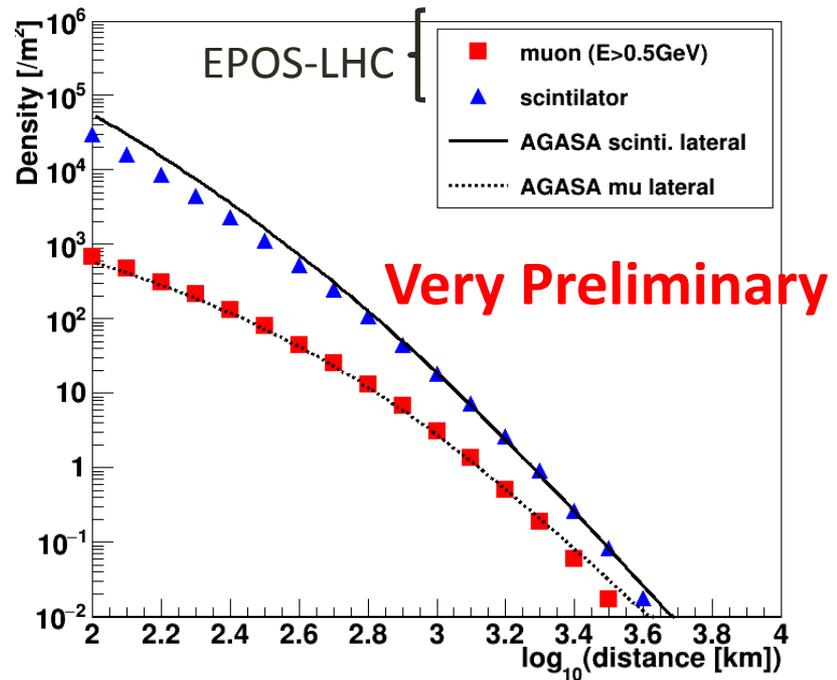
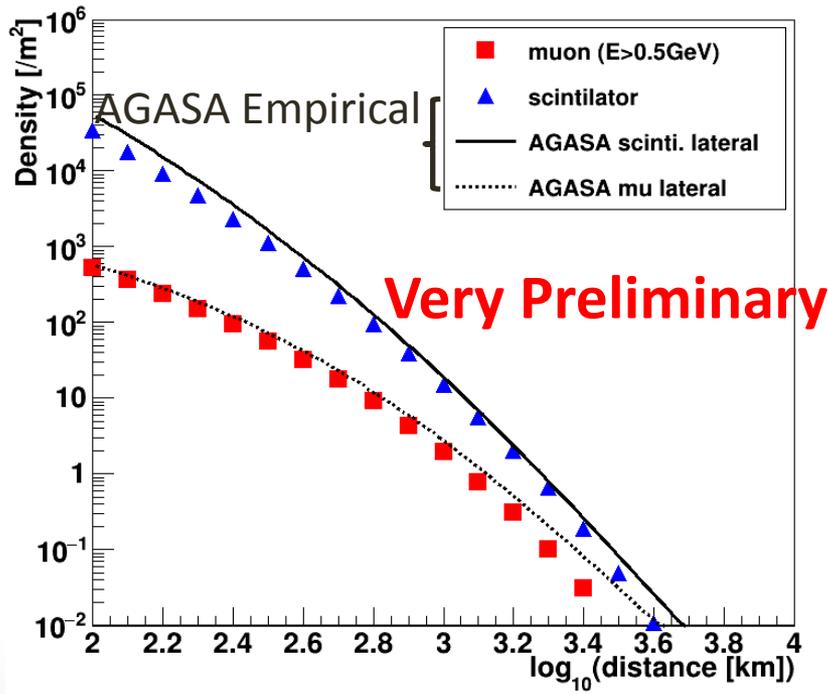
Lateral distribution(2)

(simulation-empirical formula)

CORSIKA EPOS-LHC, $10^{19.5}$ eV, $\theta=0$

Proton

Iron



Response of the muon detector is not included.

Summary

- AGASAで観測されたミュオンデータとCORSIKA EPOS-LHCによるシミュレーションミュオンデータの比較を行った。
- シミュレーションへのミュオン検出器の応答の考慮、電磁成分、ミュオン成分とも横方向広がり分布、エネルギーや天頂角依存性なども考慮した比較が必要である。