

大気ニュートリノフラックスの精密計算

2008年12月19日、本田守広
@ICRR共同利用研究成果発表研究会

この一年の進展、

- 新しい相互作用モデルの組み込み、
- 電磁相互作用の取り入れ、
- 人工衛星軌道上の粒子フラックスの計算

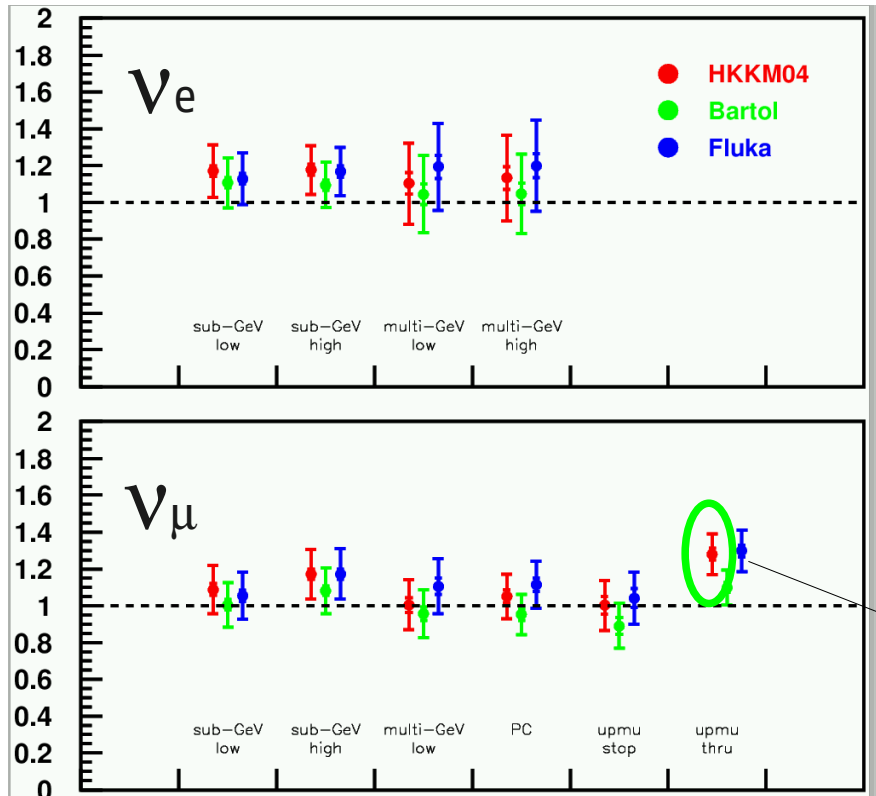
査定金額：旅費 4 万円、
消化金額： 4 万円
残： 0 円



柏の葉公園のカワセミ

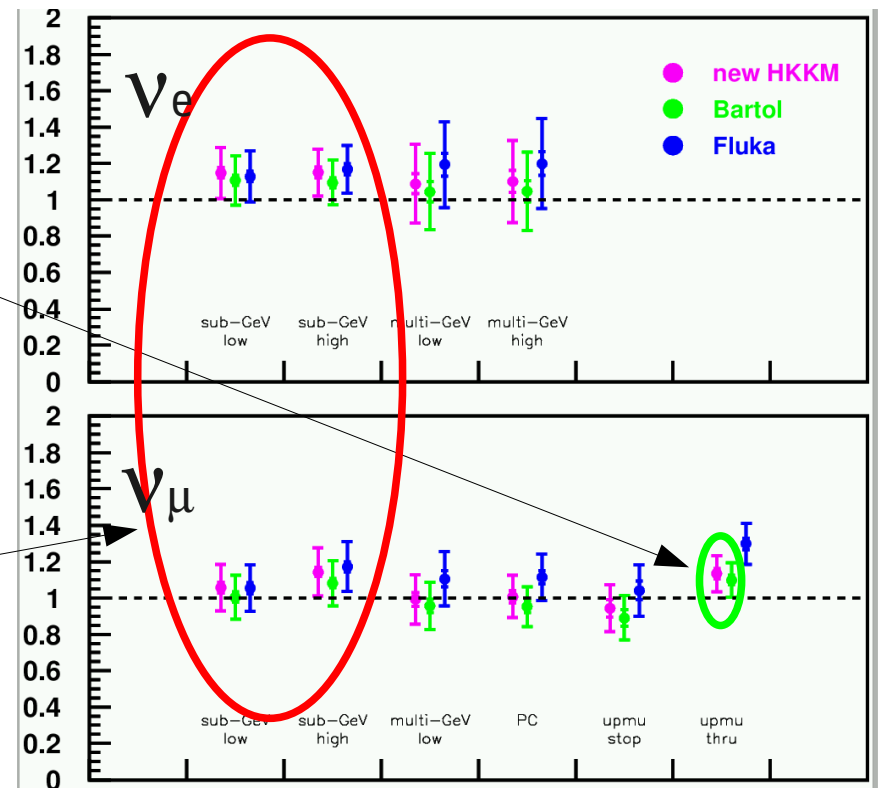
Comparison with Neutrino data

HKKM04



SK-Oscillation 解析の
Normalization Factor

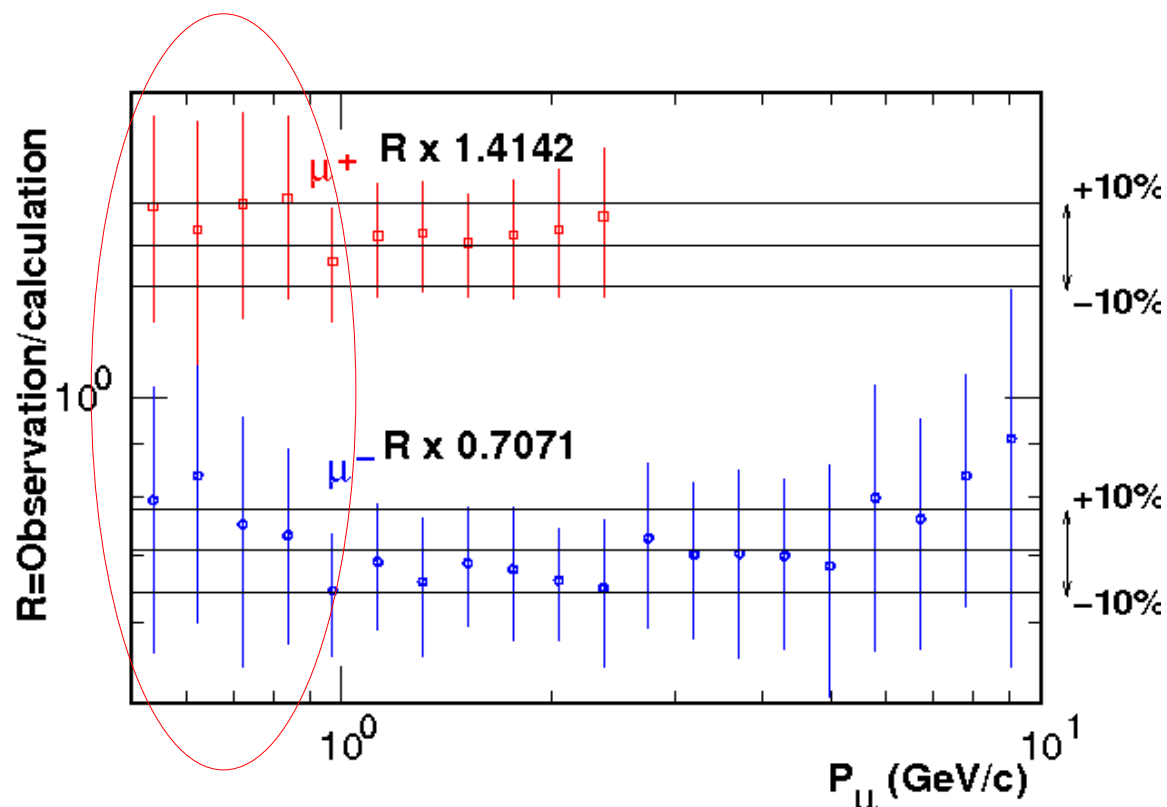
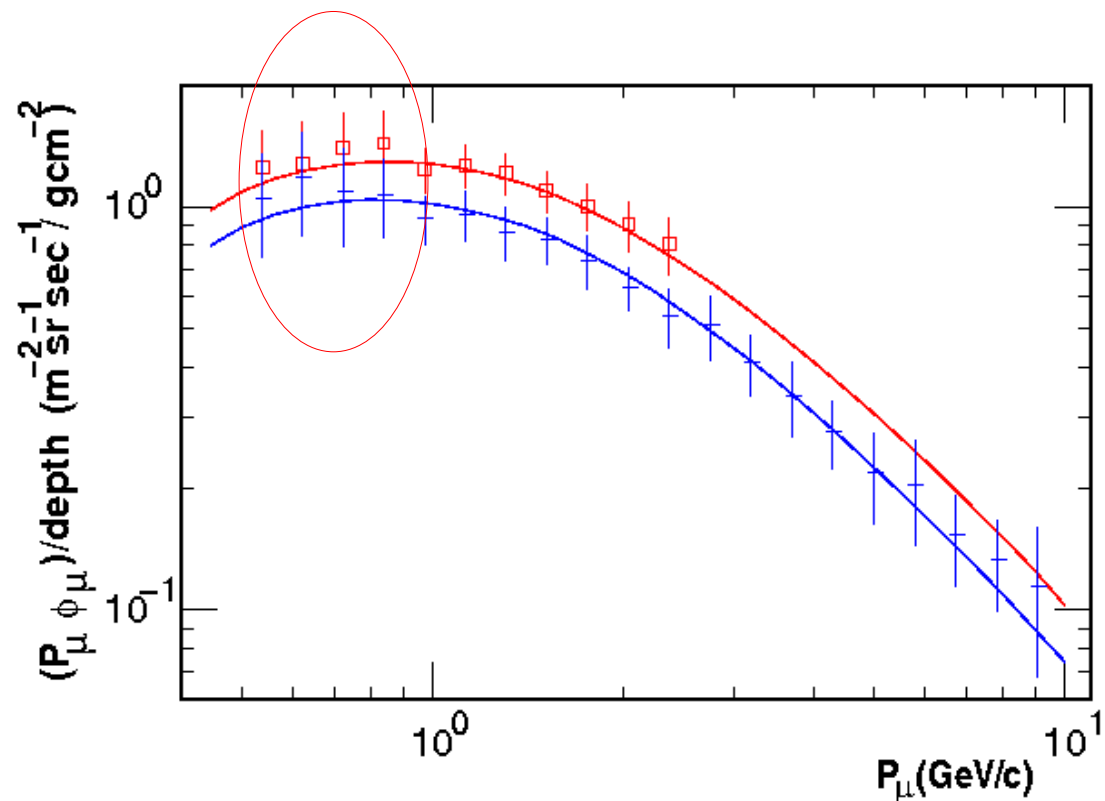
HKKM06(latest)



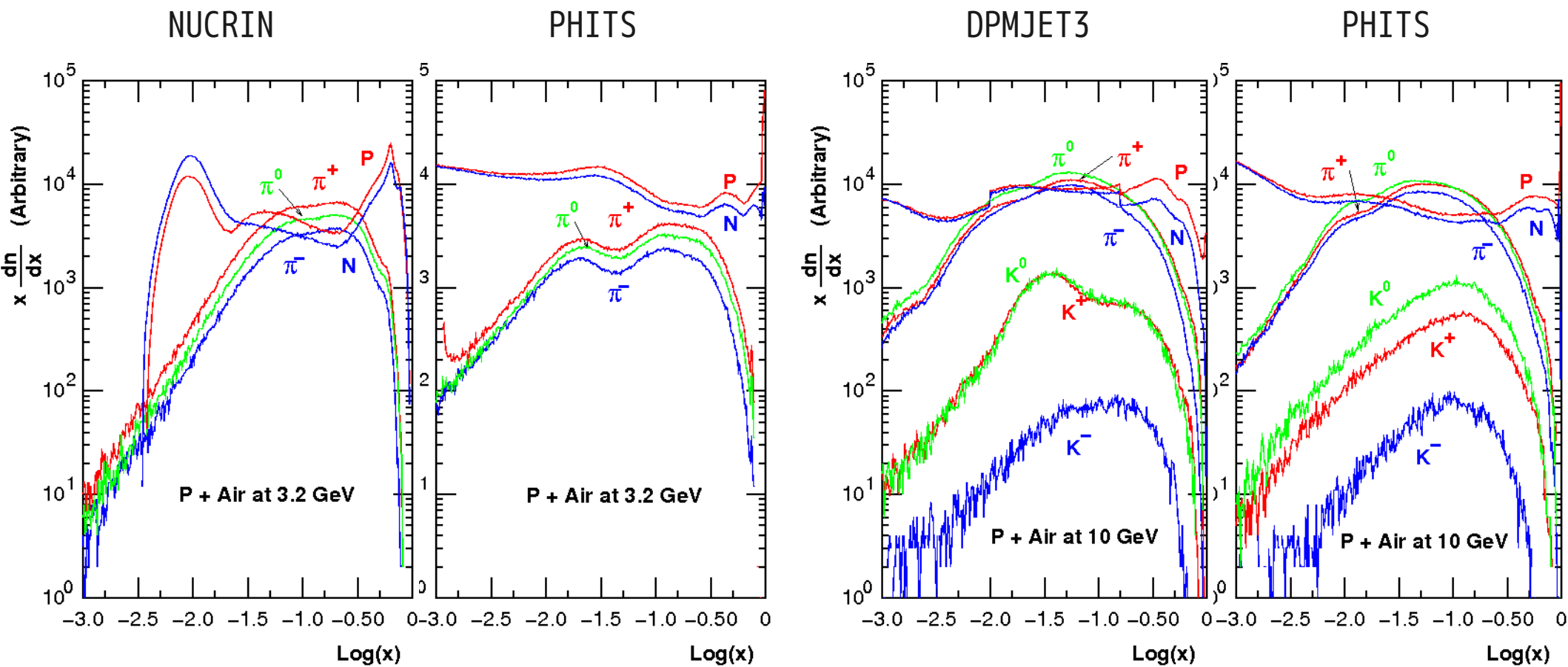
There still are significant
difference in < 1 GeV.

Fort Sumner上空でのBESS- μ の観測と、
HKMS2006による計算の比較

ν と同様な傾向で、相互作用モデル
に問題があると、判断できる。



PHITSと、これまでの相互作用モデルの比較

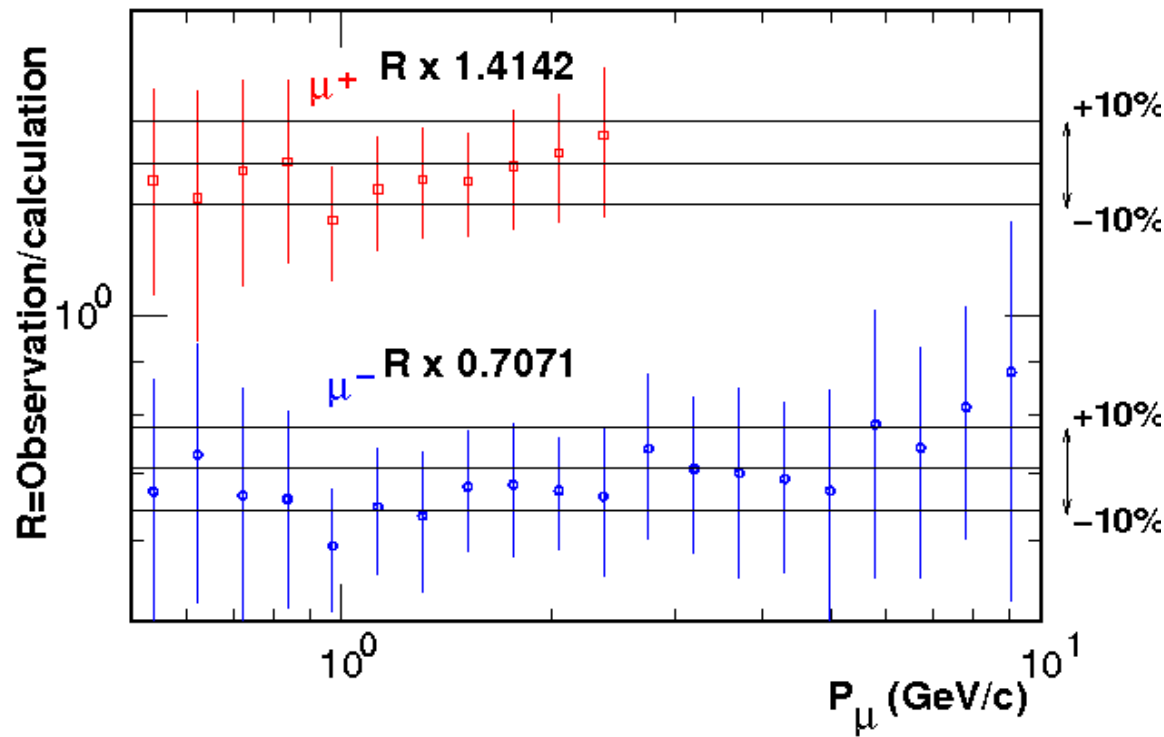
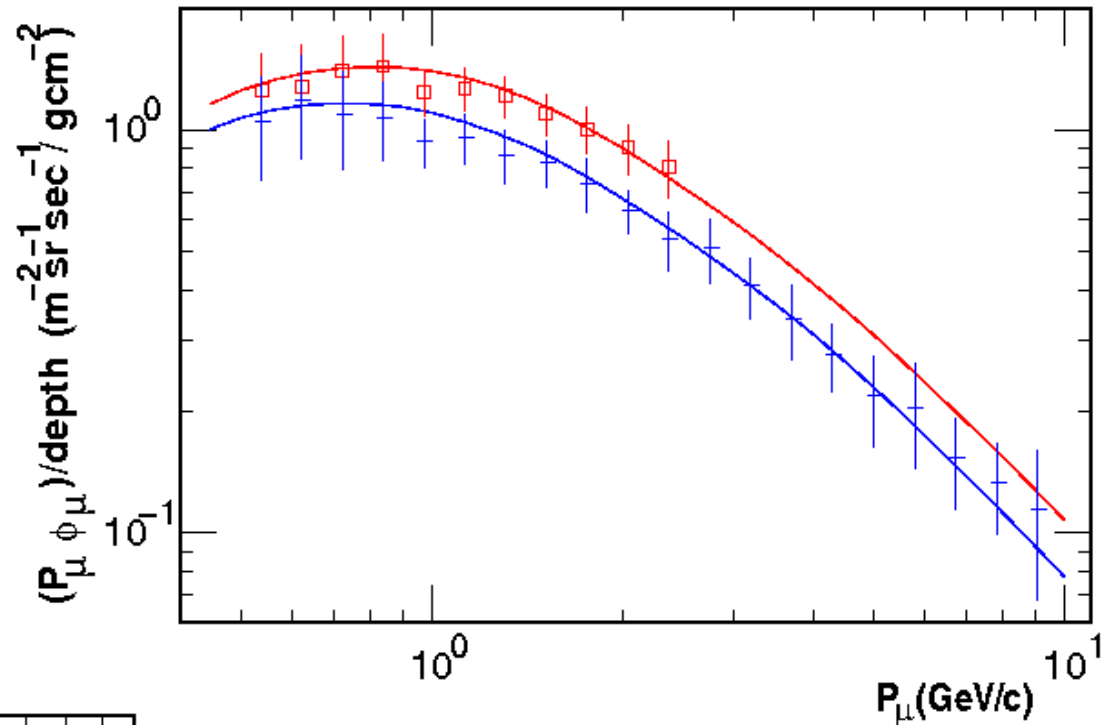


後方で、大きく異なっている。なお、
前方の取扱いが違うので、注意

32GeV以下の相互作用に、PHITSの導入

Fort Sumner上空でのBESS- μ 観測と
30GeV以下をPHITSに切り替えた、
計算の比較

< 1 GeV での一致が良くなった。



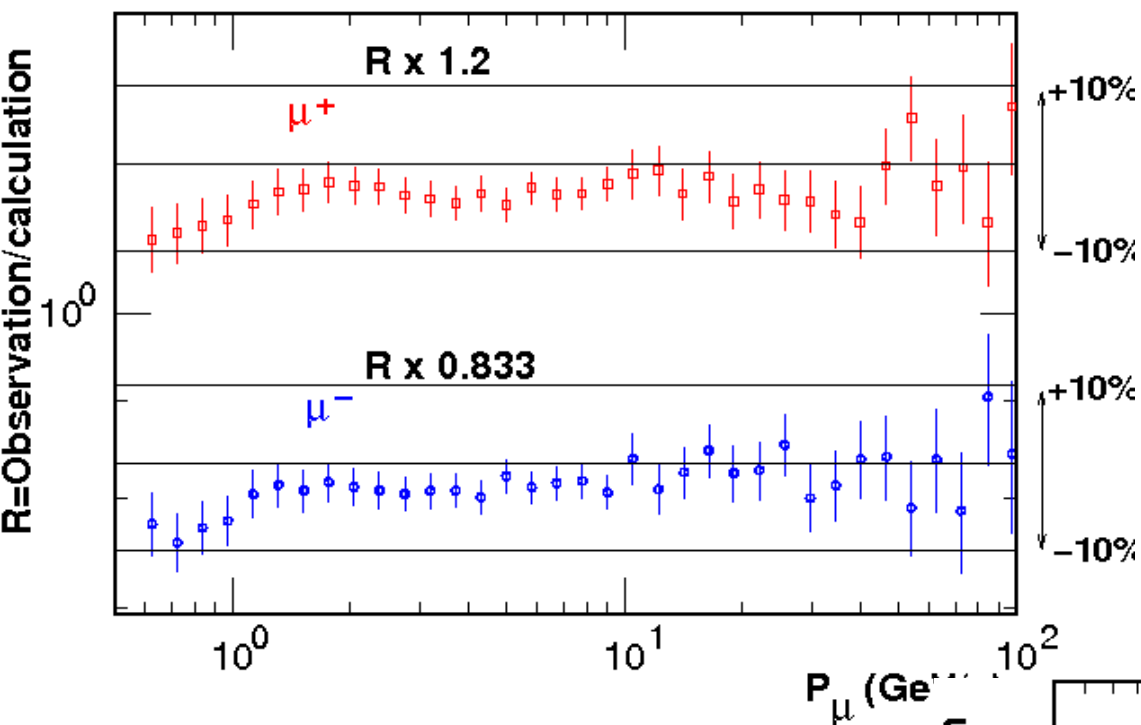
注意

これらは、相互作用断面積を、
実験値のエラーの中で変化させ、

BESSによる、Fort Sumner上空、
乗鞍、つくば(KEK)の μ 観測の、

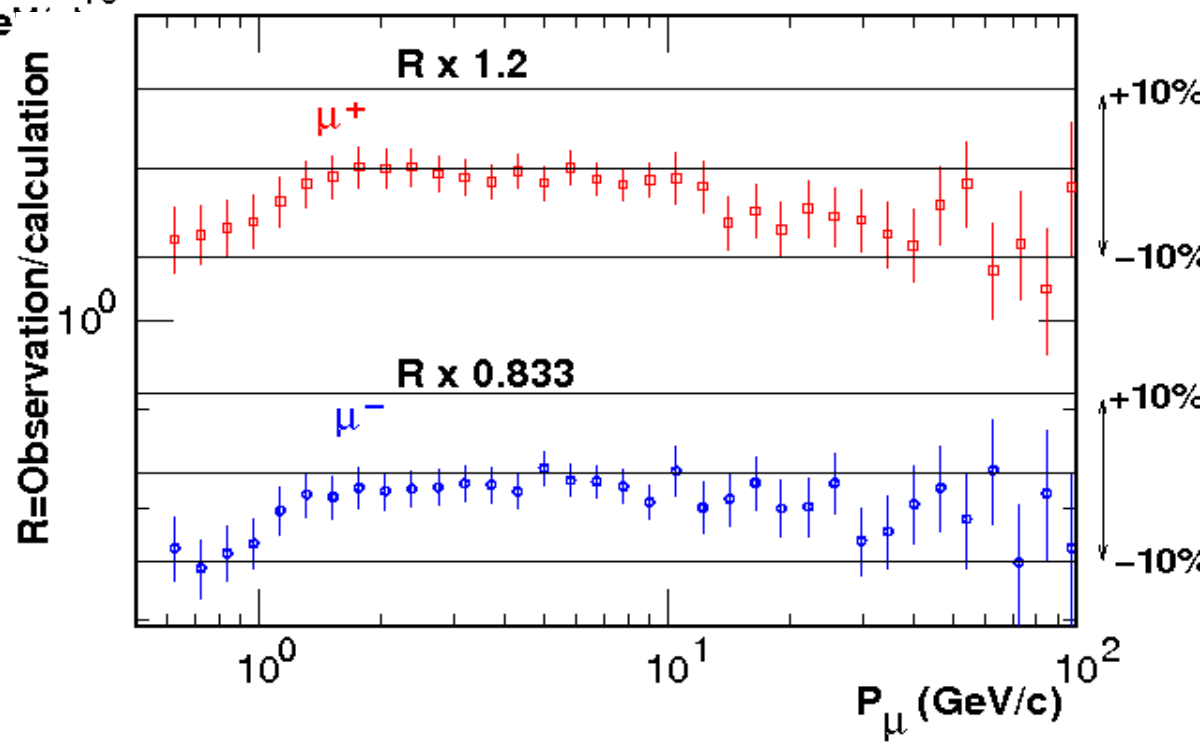
再現性を最適化した結果。

乗鞍での、BESS- μ 観測と計算の比較

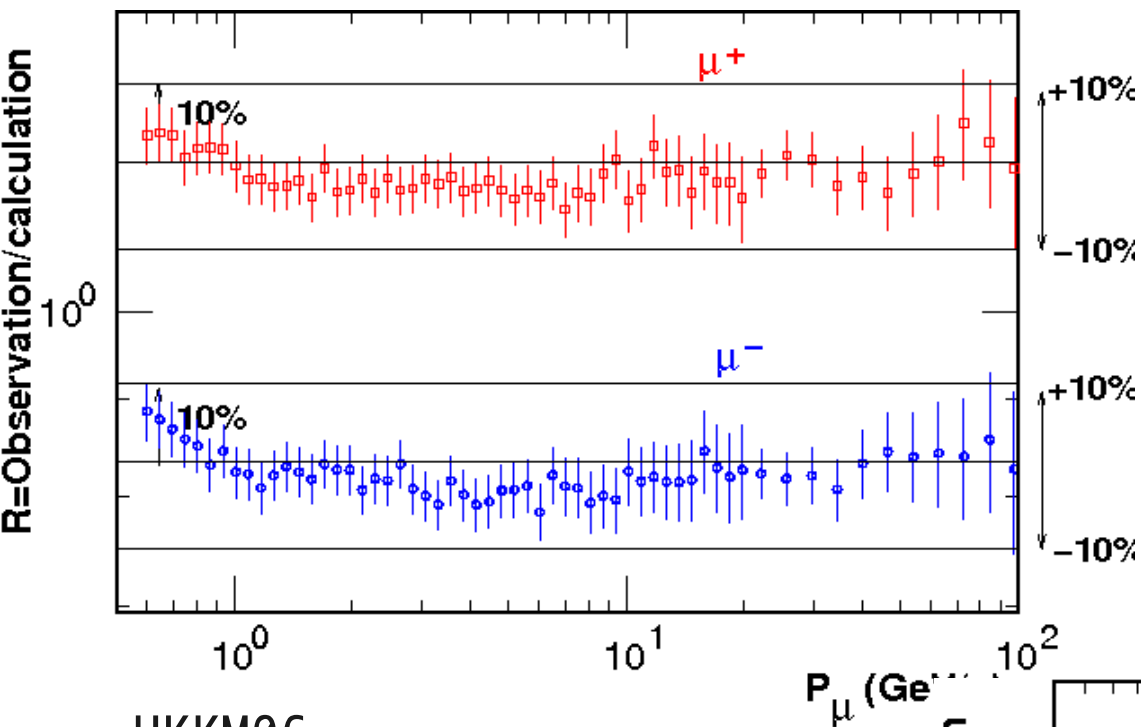


With PHITS for < 30 GeV

HKKM06

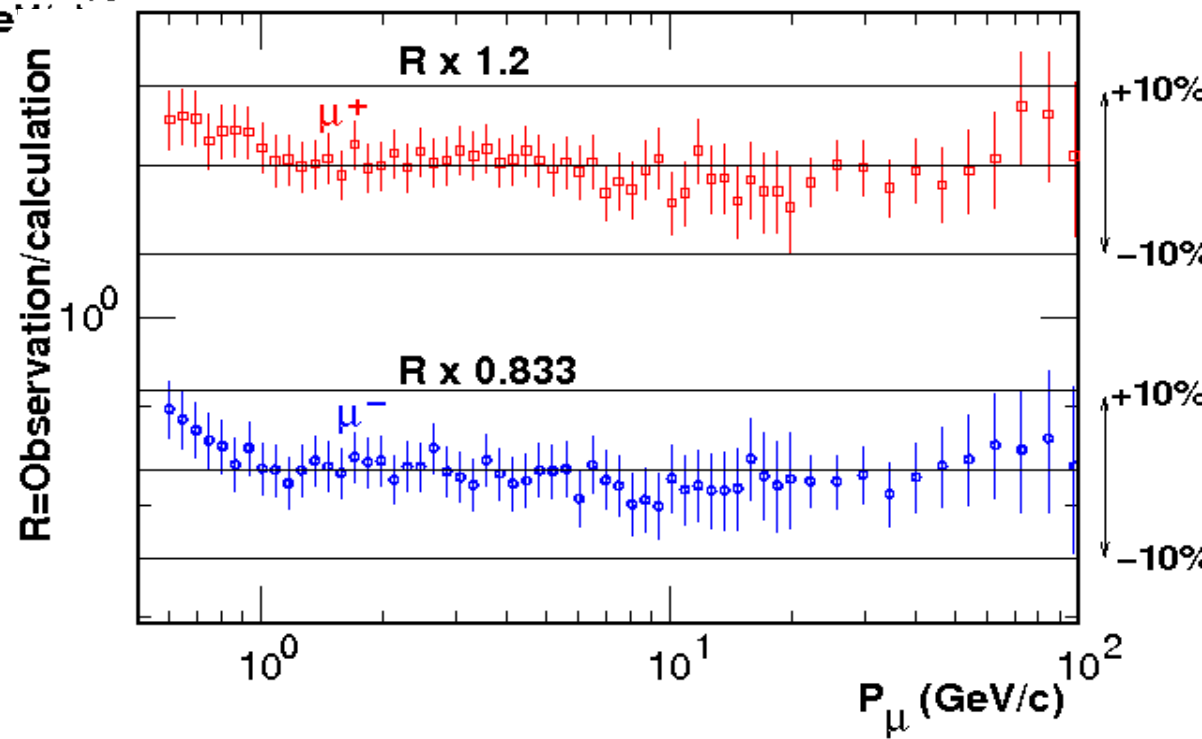


つくば(KEK)での、BESS- μ 観測と計算の比較

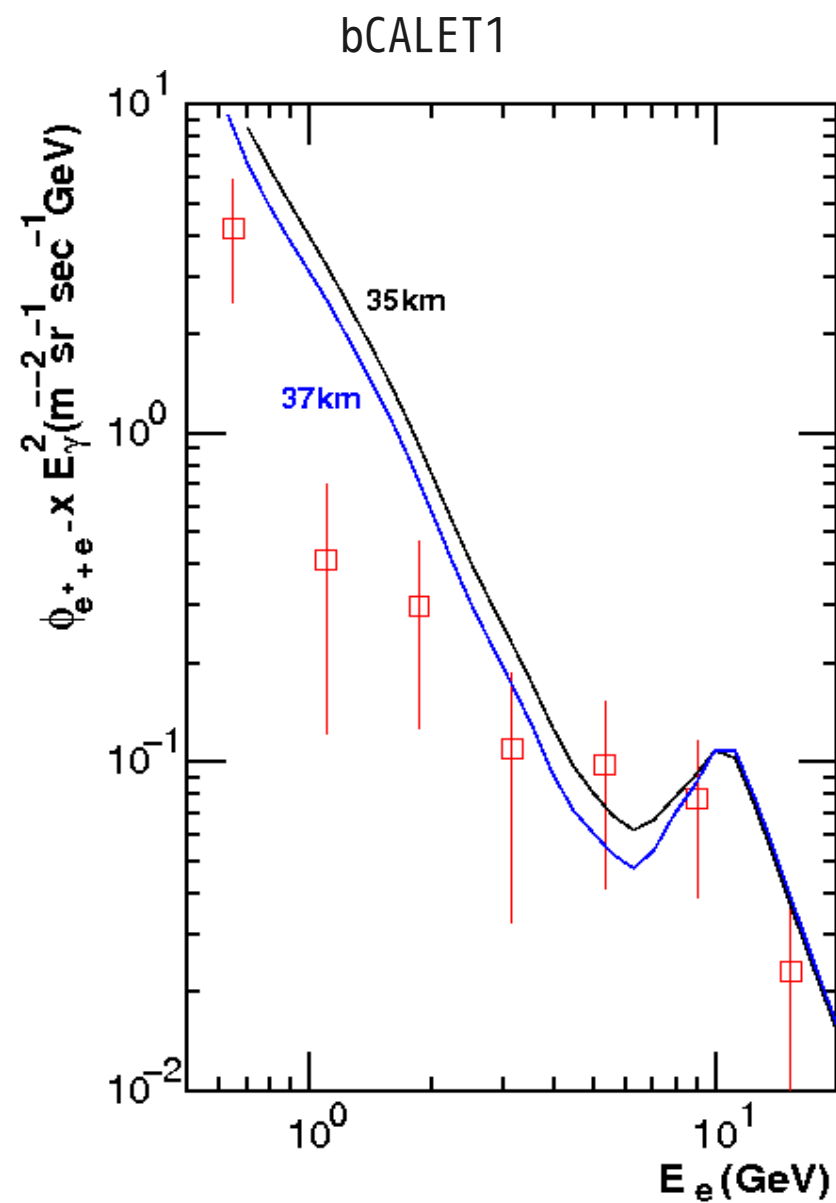
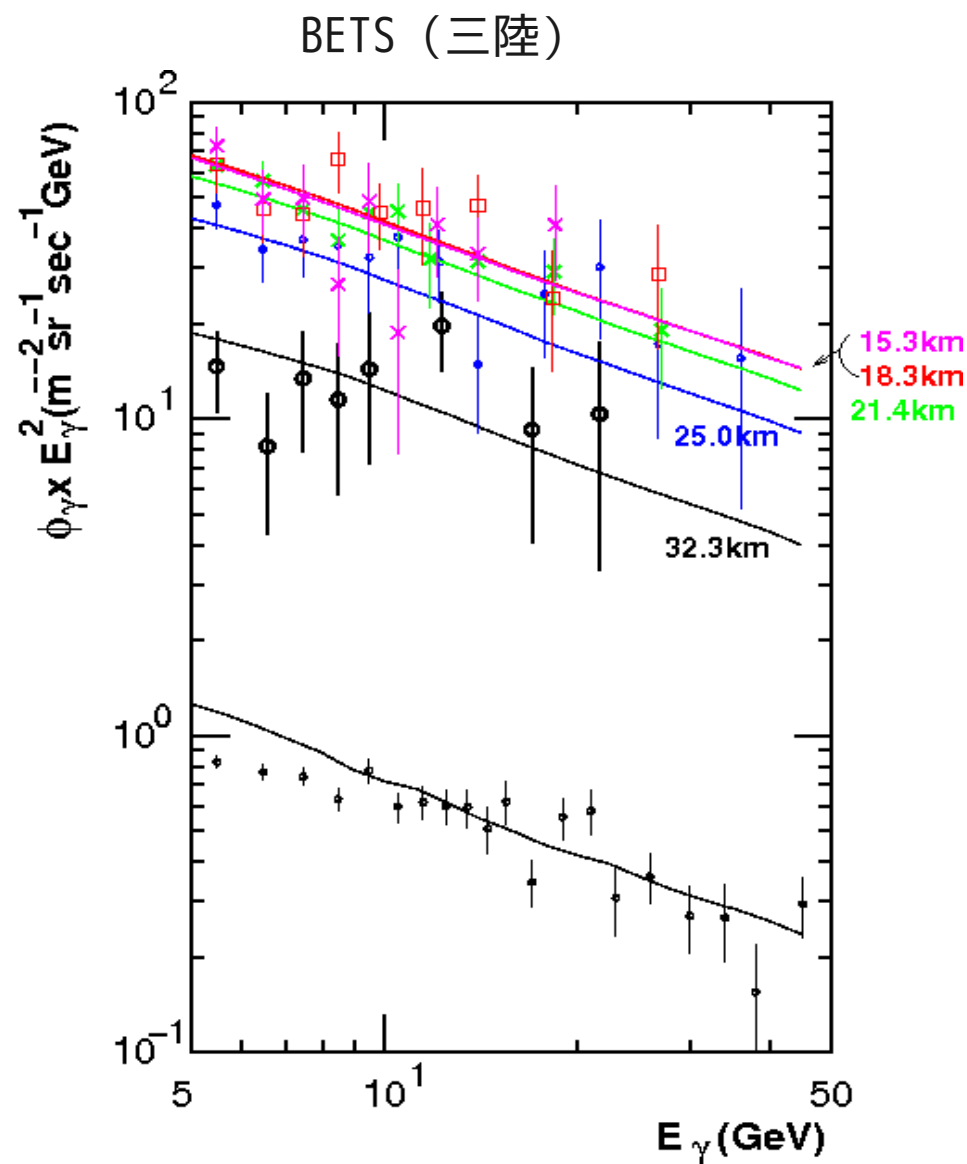


With PHITS for < 30 GeV

HKKM06

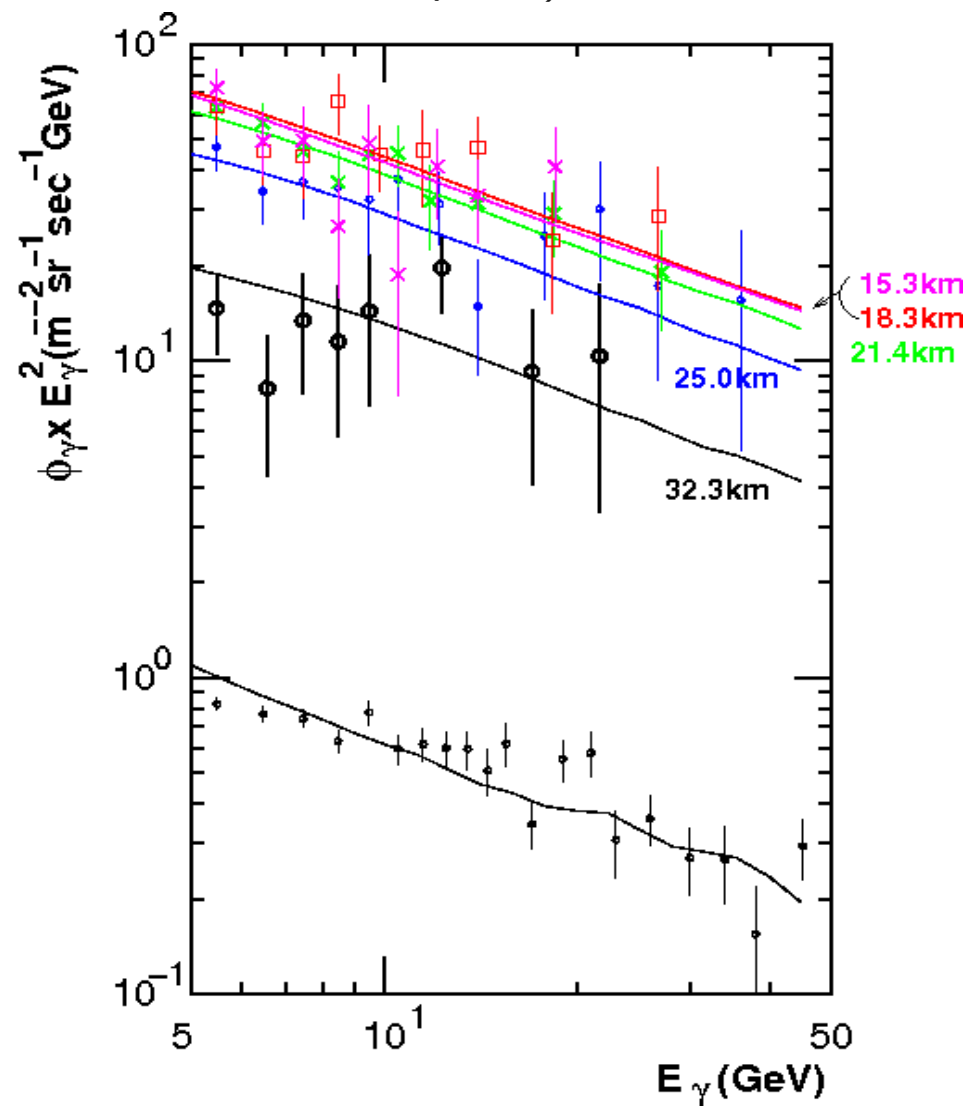


電磁成分 (γ 、 e)、観測との比較 (HKKM06)

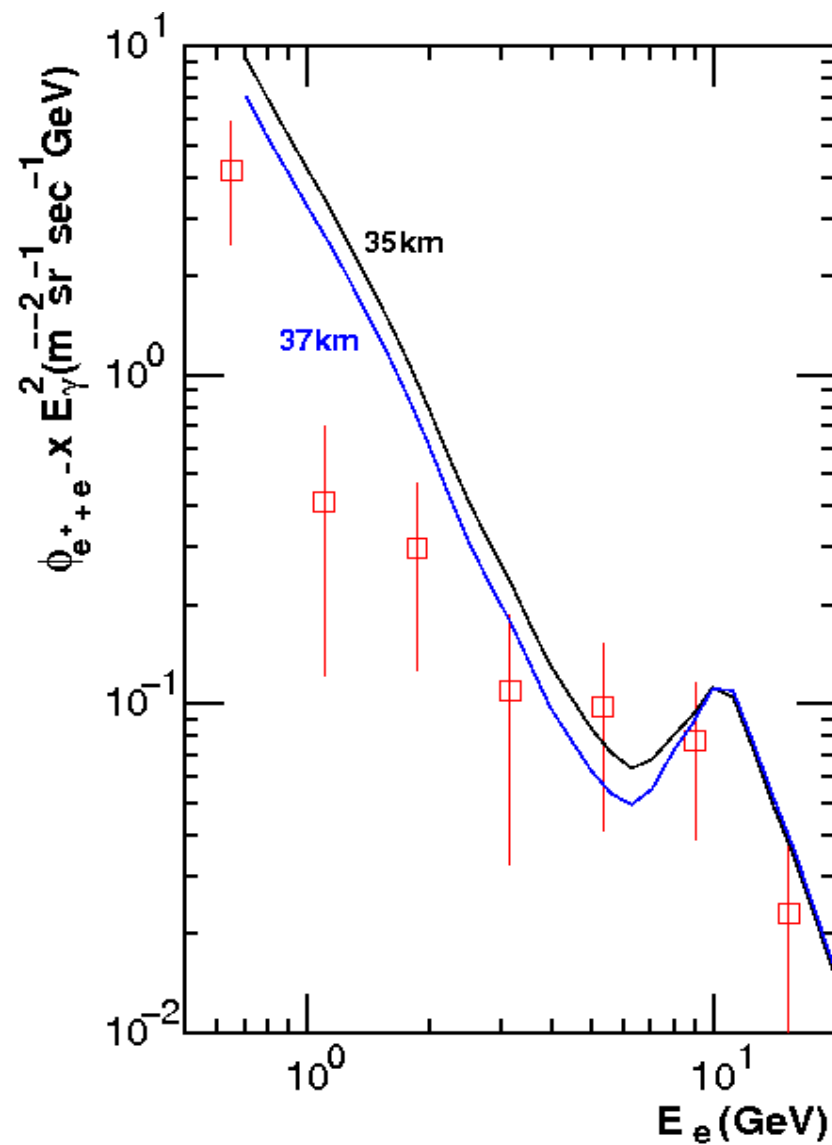


電磁成分 (γ 、 e)、観測との比較 (with PHITS)

BETS (三陸)

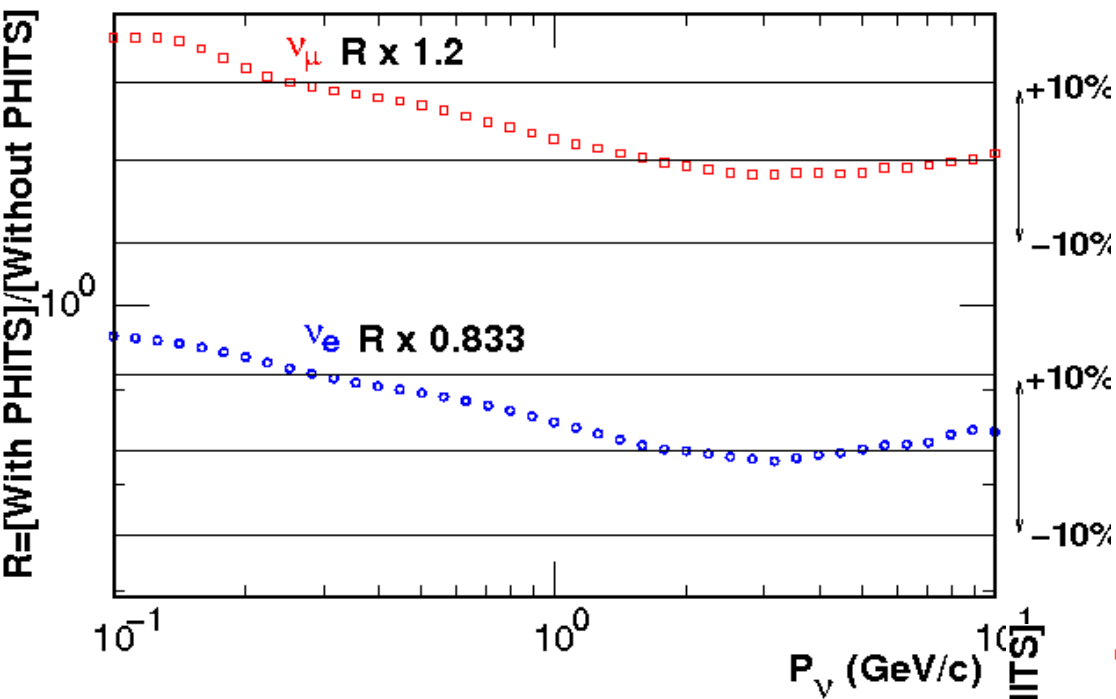


bCALET1



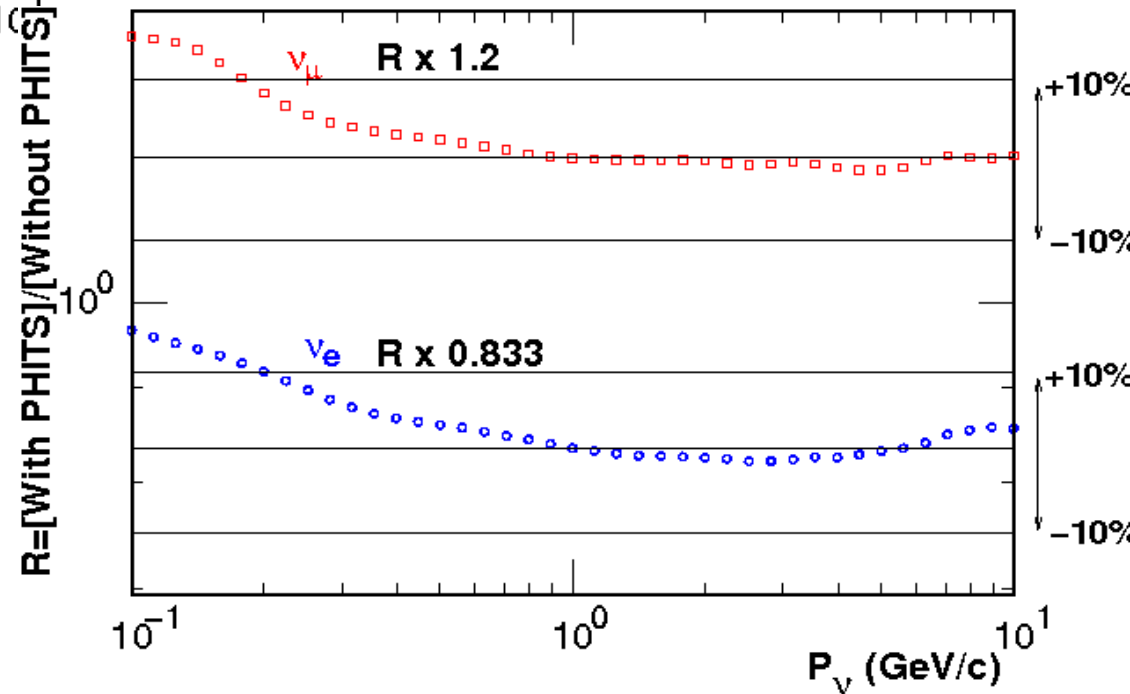
大気ニュートリノフラックスの比較

Kamioka vertical down

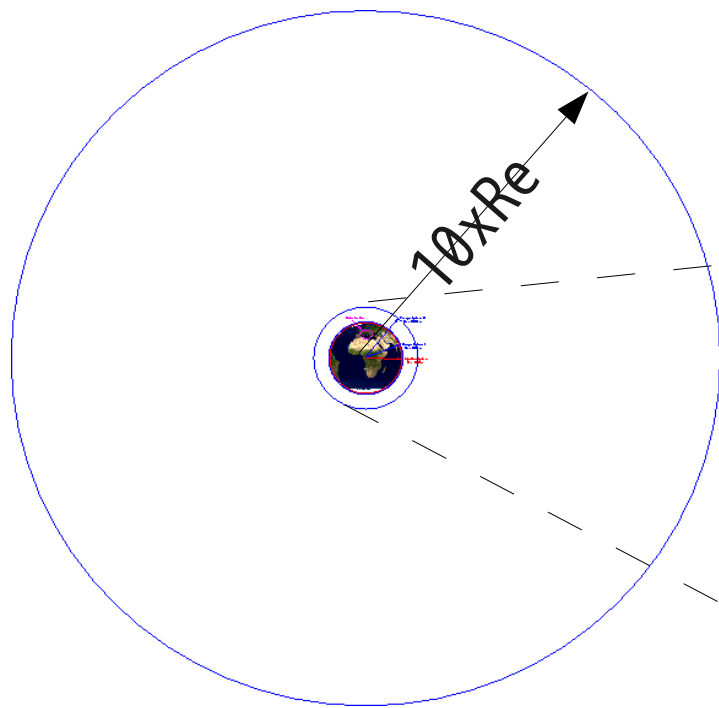


いずれも、 < 1 GeV での増加が見られる。

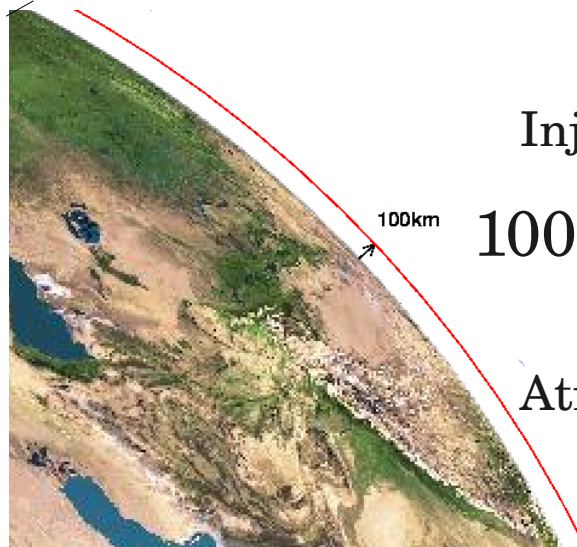
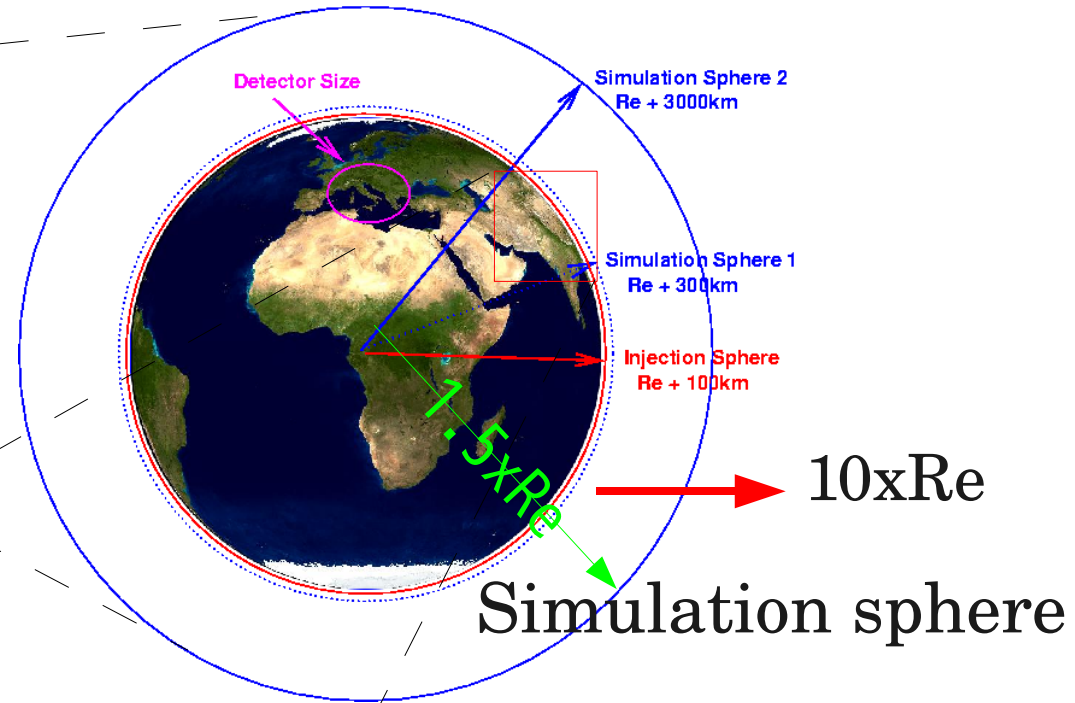
SNO vertical down



Calculation of Atmospheric v → Particles at Satellite Orbit



Rigidity Cutoff test



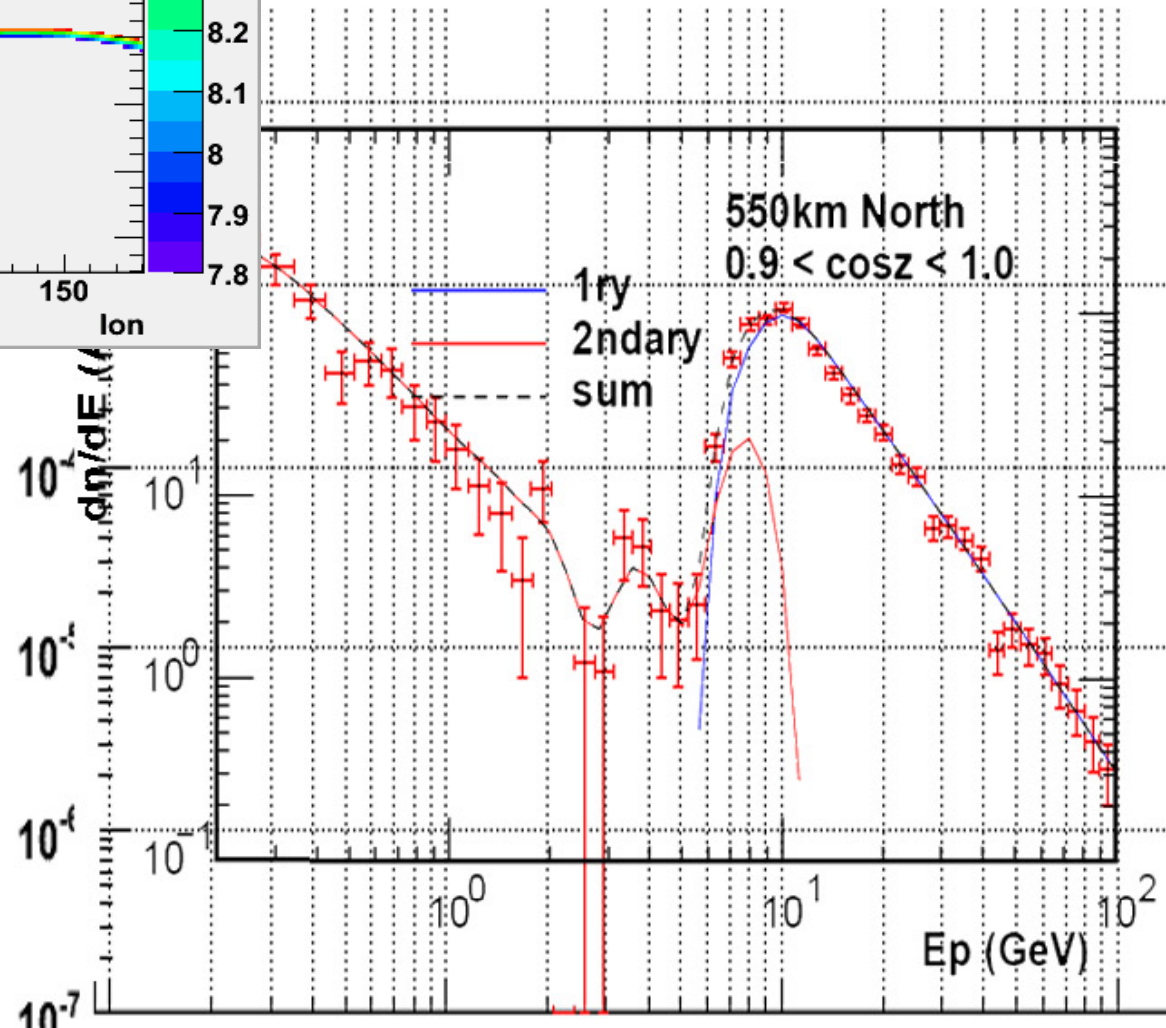
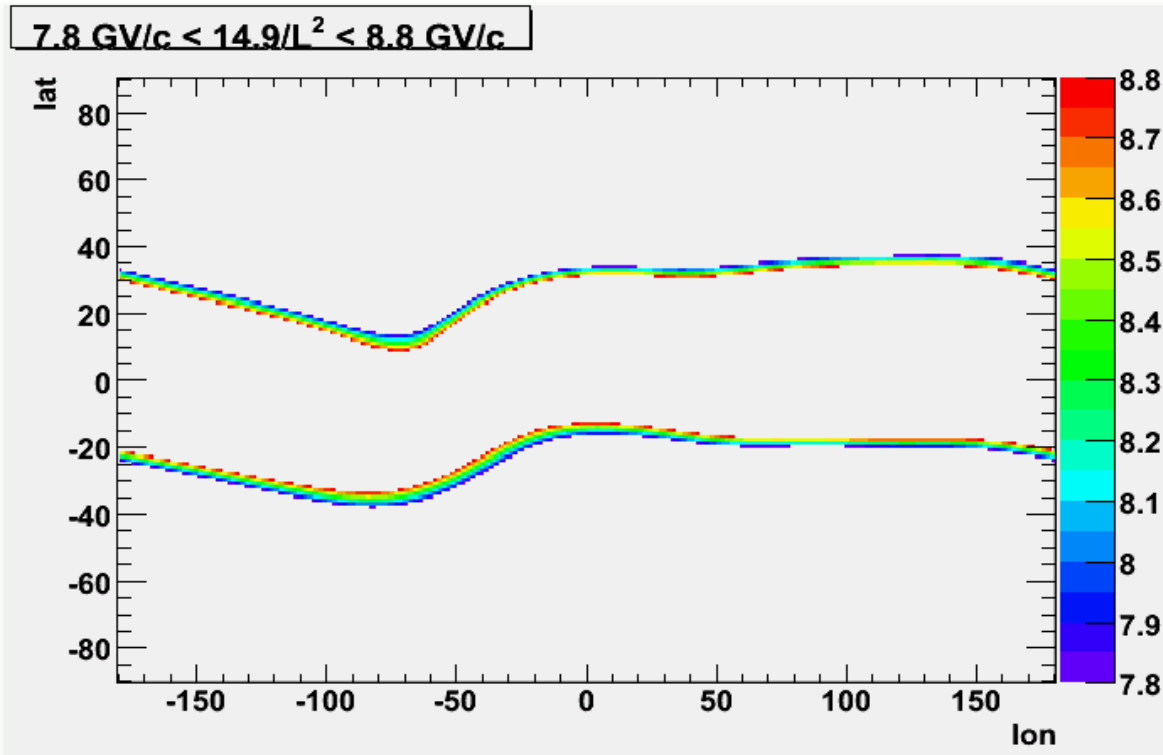
Injection of CR at
100km → 600km

Atmosphere

Geomagnetic field Model
IGRF2005

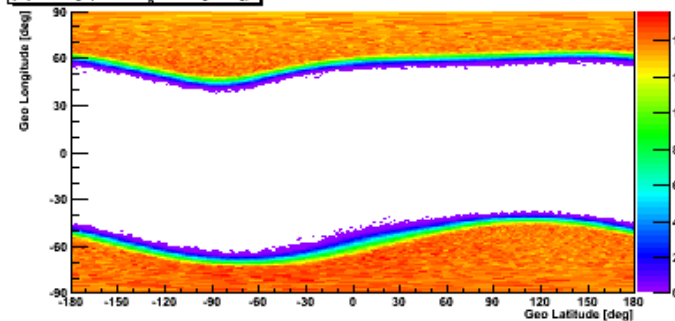
Comparison of Albedo Particle with Pamela

Compared region

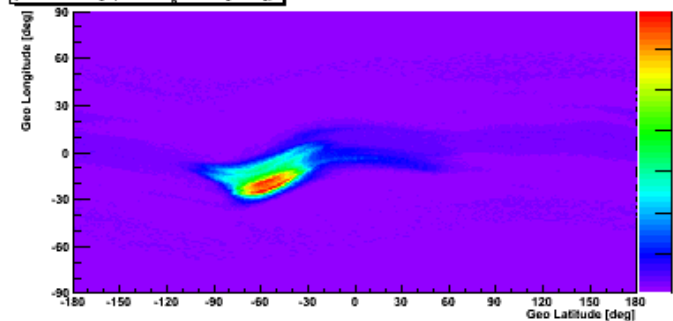


Calculations for Fermi Lat

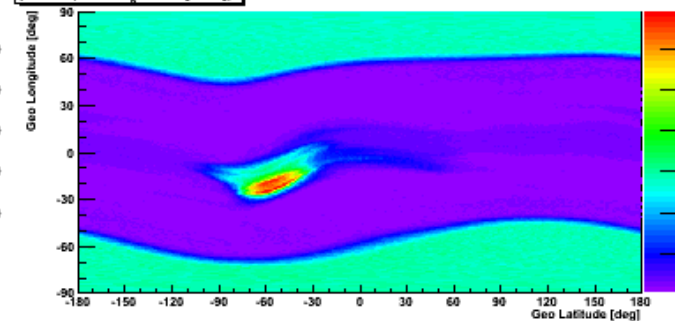
p primary ($10^2 \leq E_h < 10^3$ [MeV])



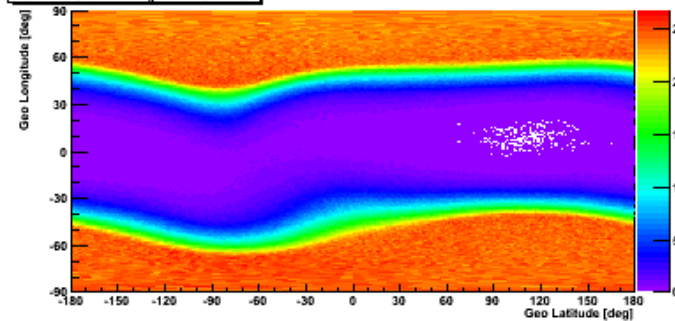
p secondary ($10^2 \leq E_h < 10^3$ [MeV])



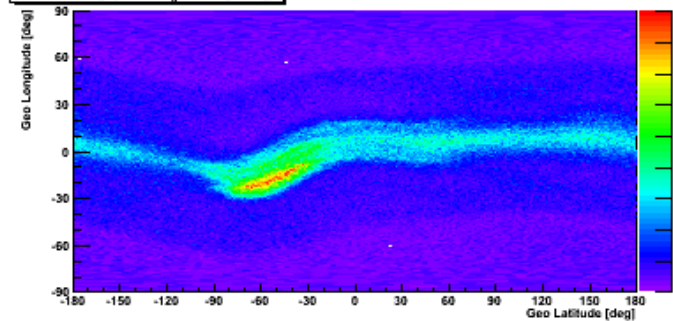
p total ($10^2 \leq E_h < 10^3$ [MeV])



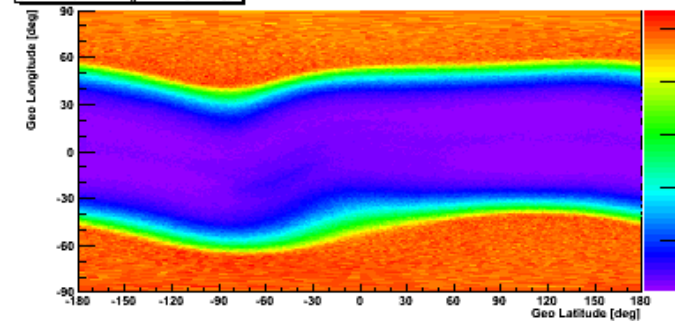
p primary ($10^3 \leq E_h < 10^4$ [MeV])



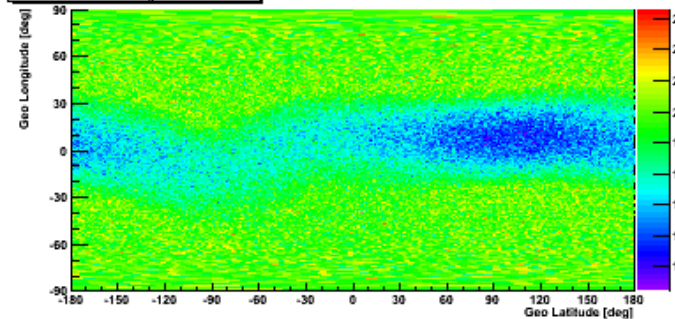
p secondary ($10^3 \leq E_h < 10^4$ [MeV])



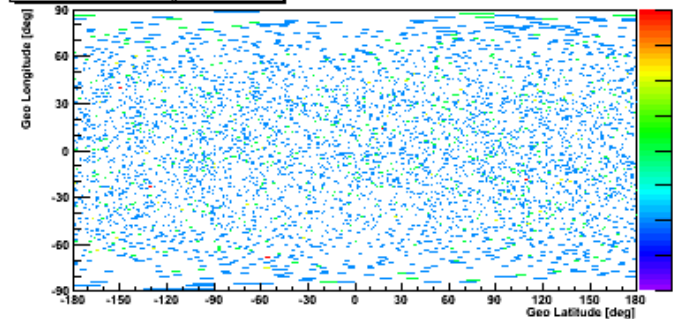
p total ($10^3 \leq E_h < 10^4$ [MeV])



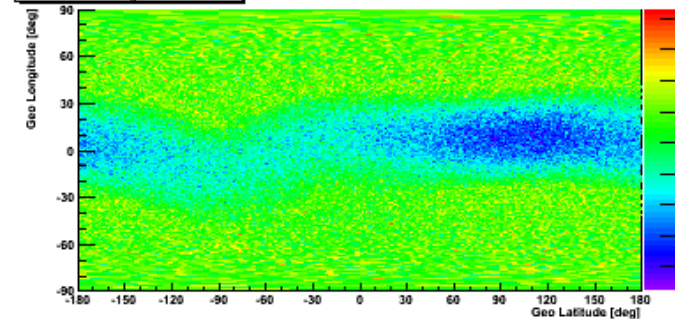
p primary ($10^4 \leq E_h < 10^5$ [MeV])



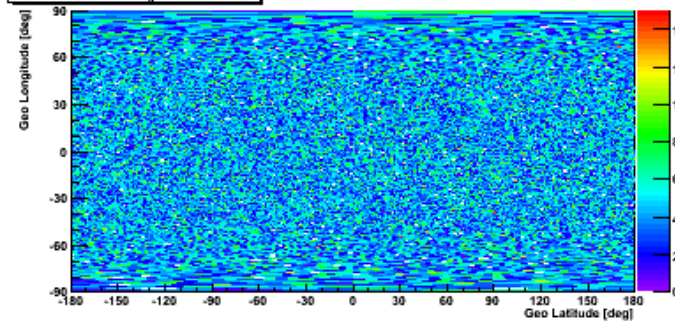
p secondary ($10^4 \leq E_h < 10^5$ [MeV])



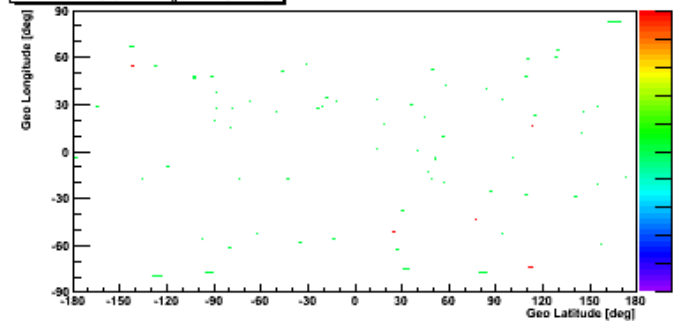
p total ($10^4 \leq E_h < 10^5$ [MeV])



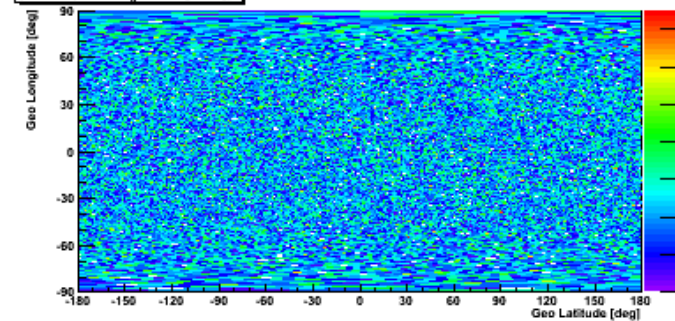
p primary ($10^5 \leq E_h < 10^6$ [MeV])



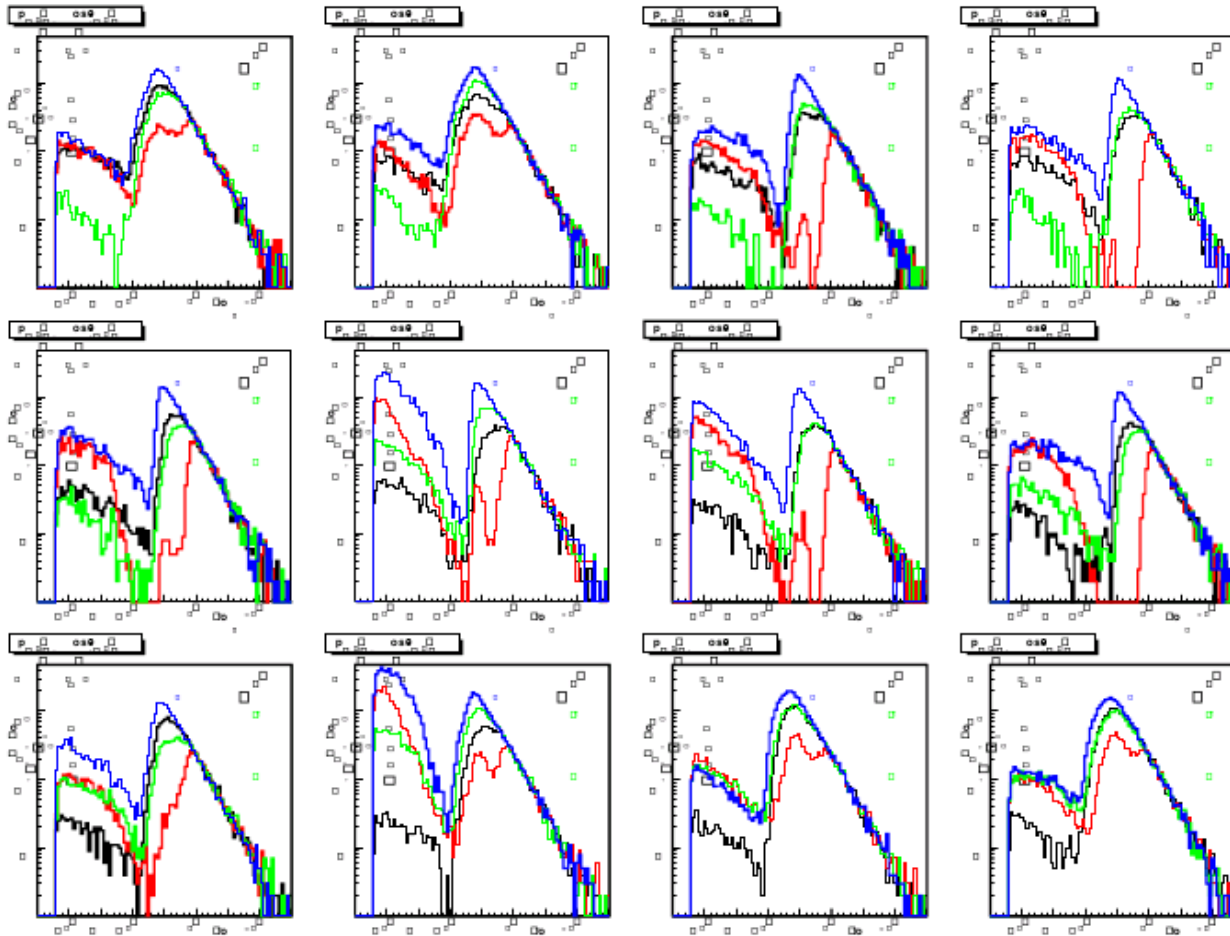
p secondary ($10^5 \leq E_h < 10^6$ [MeV])



p total ($10^5 \leq E_h < 10^6$ [MeV])



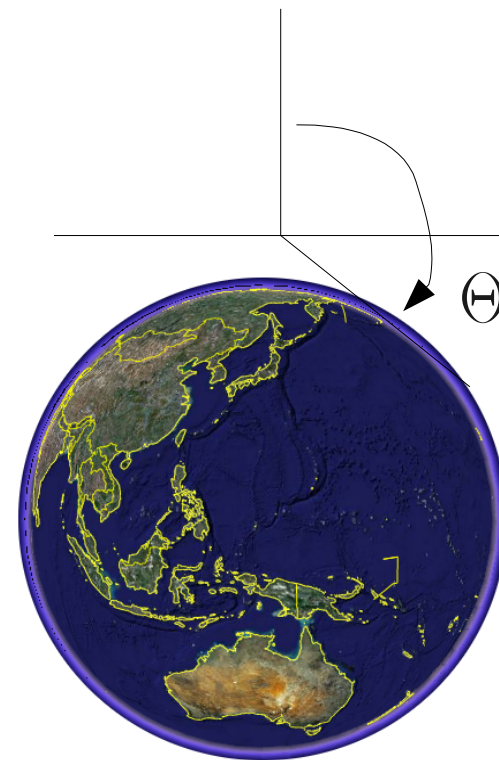
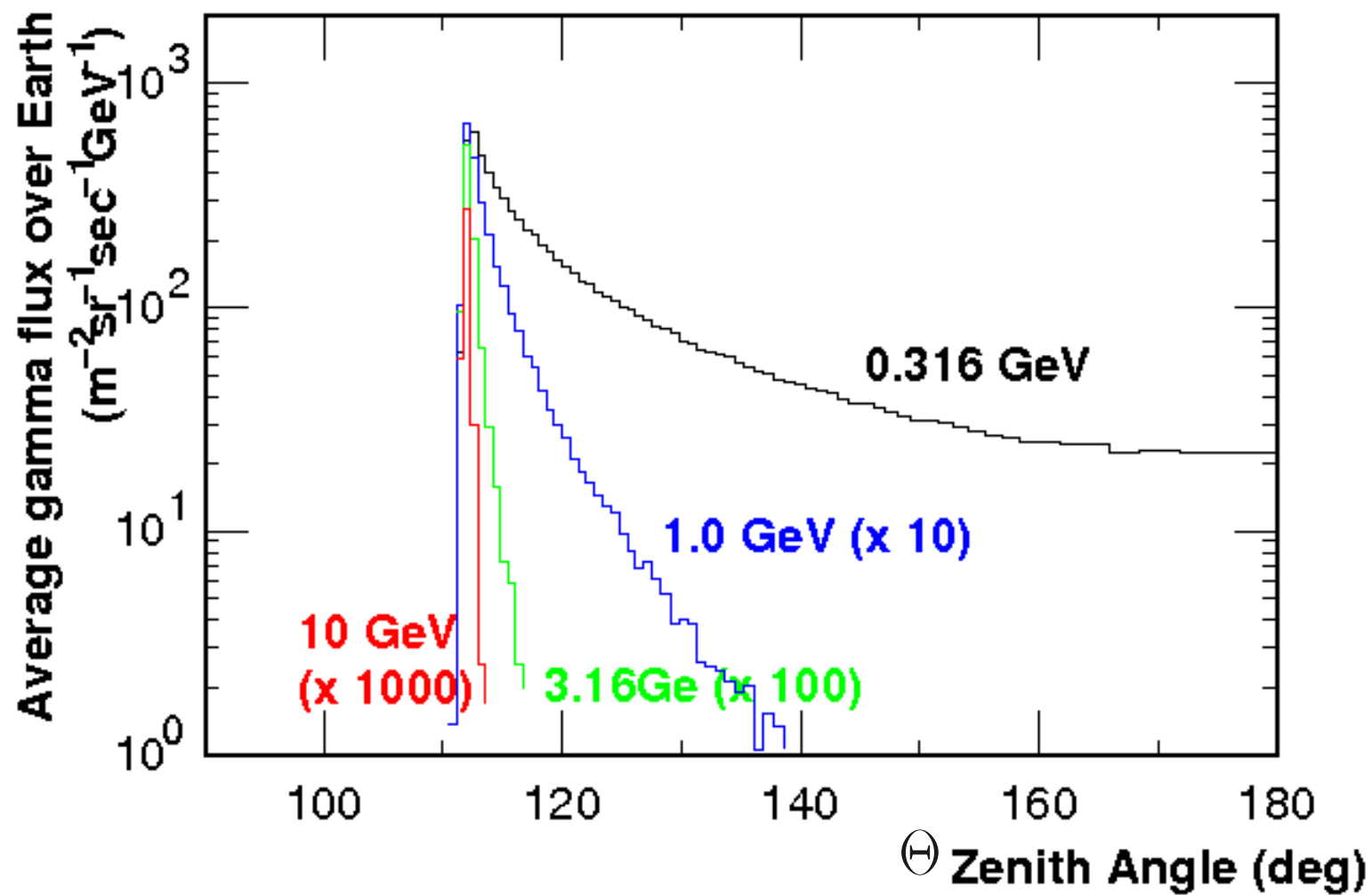
Energy Spectrum (proton MC, $0.2 < \cos\theta < 0.3$)



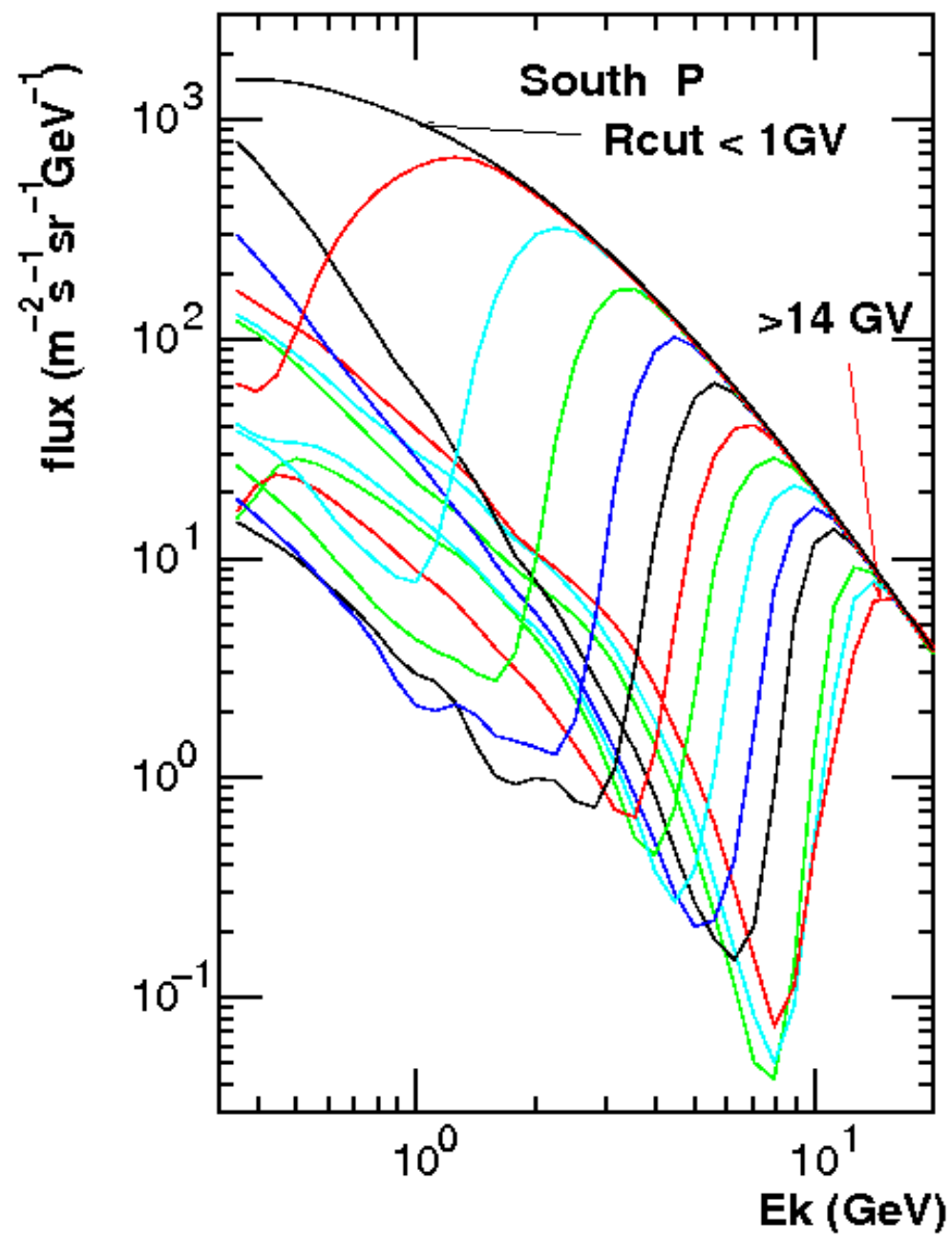
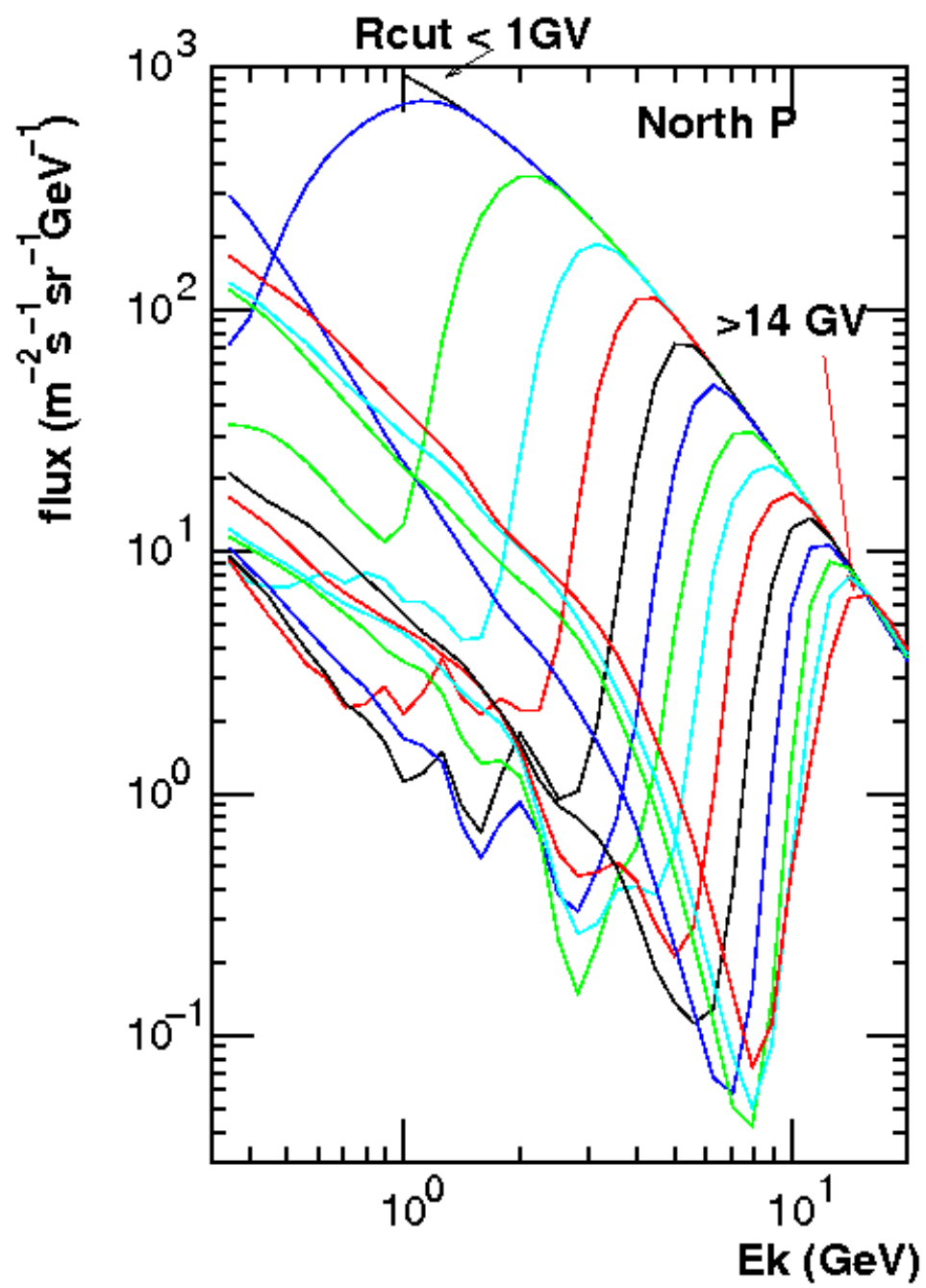
- Spectrum has 3 components; Power-law primaries, cut-off and secondaries
- Energy Spectrum varies at each Earth location
- East-West effect is shown
- Spectrum shape also depends on zenith angle strongly

area 1	area 2	area 3	area 4
area 5	area 6	area 7	area 8
area 9	area 10	area 11	area 12

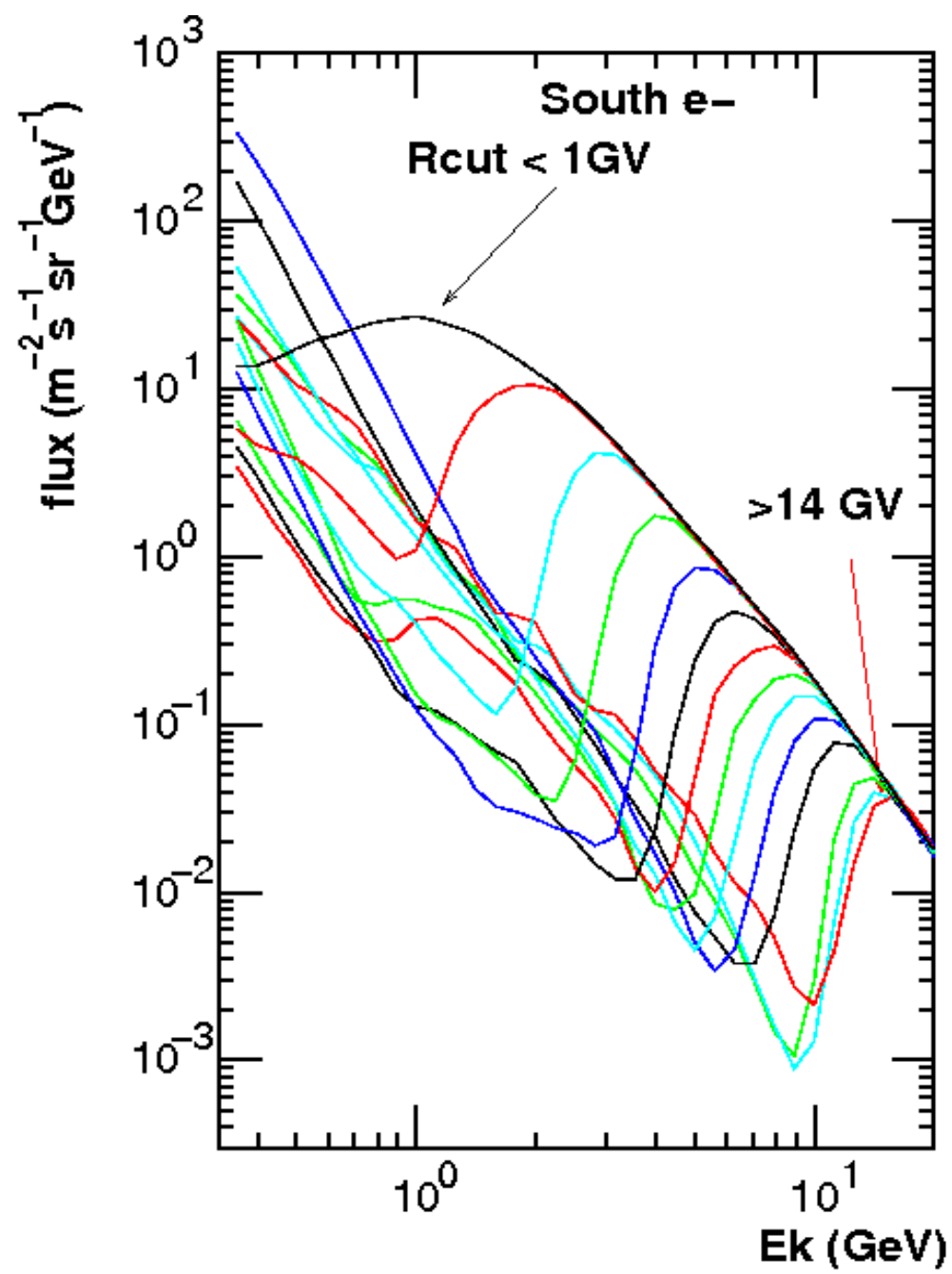
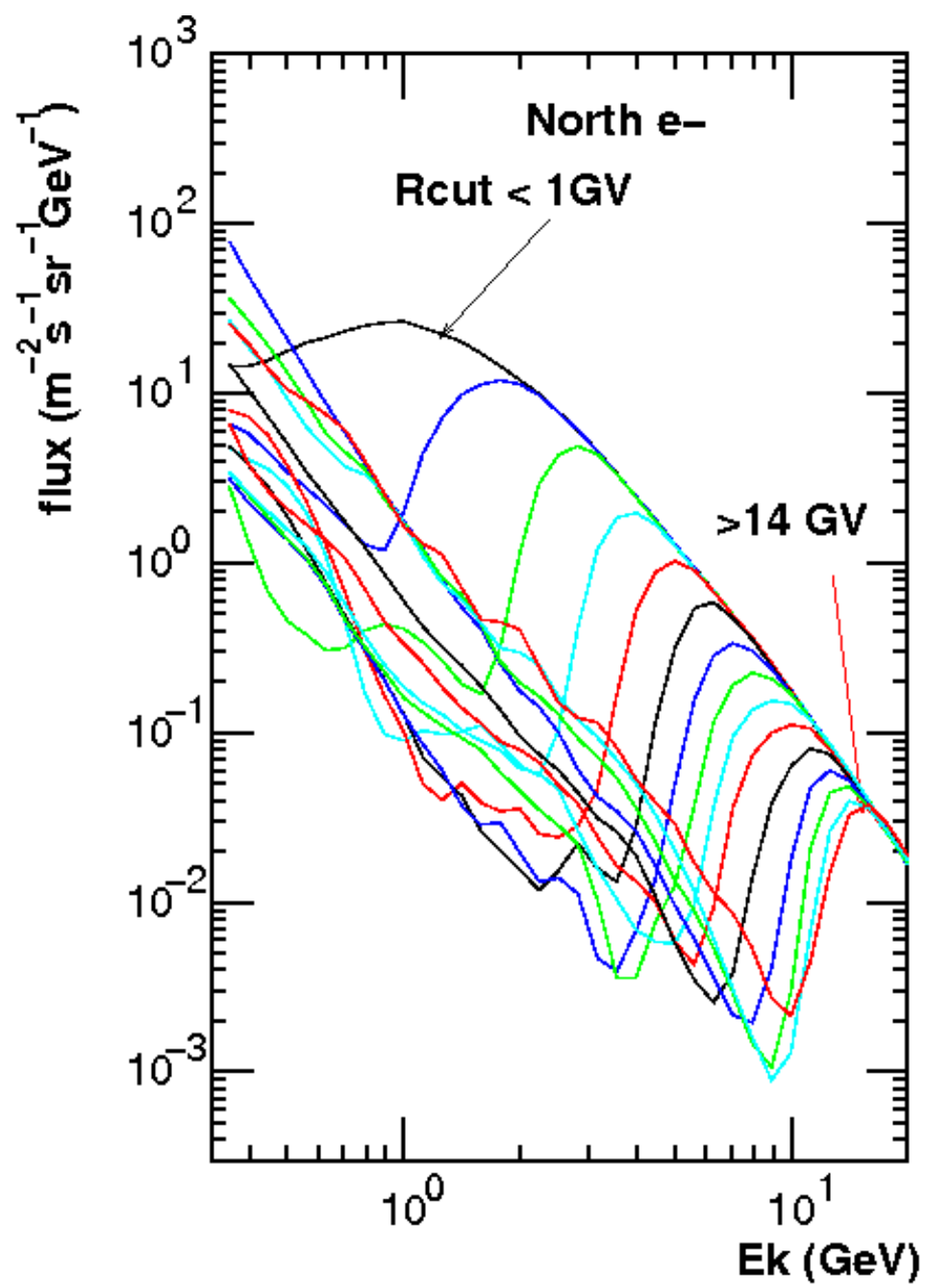
Fermi-Latで期待される、大気からの γ 線



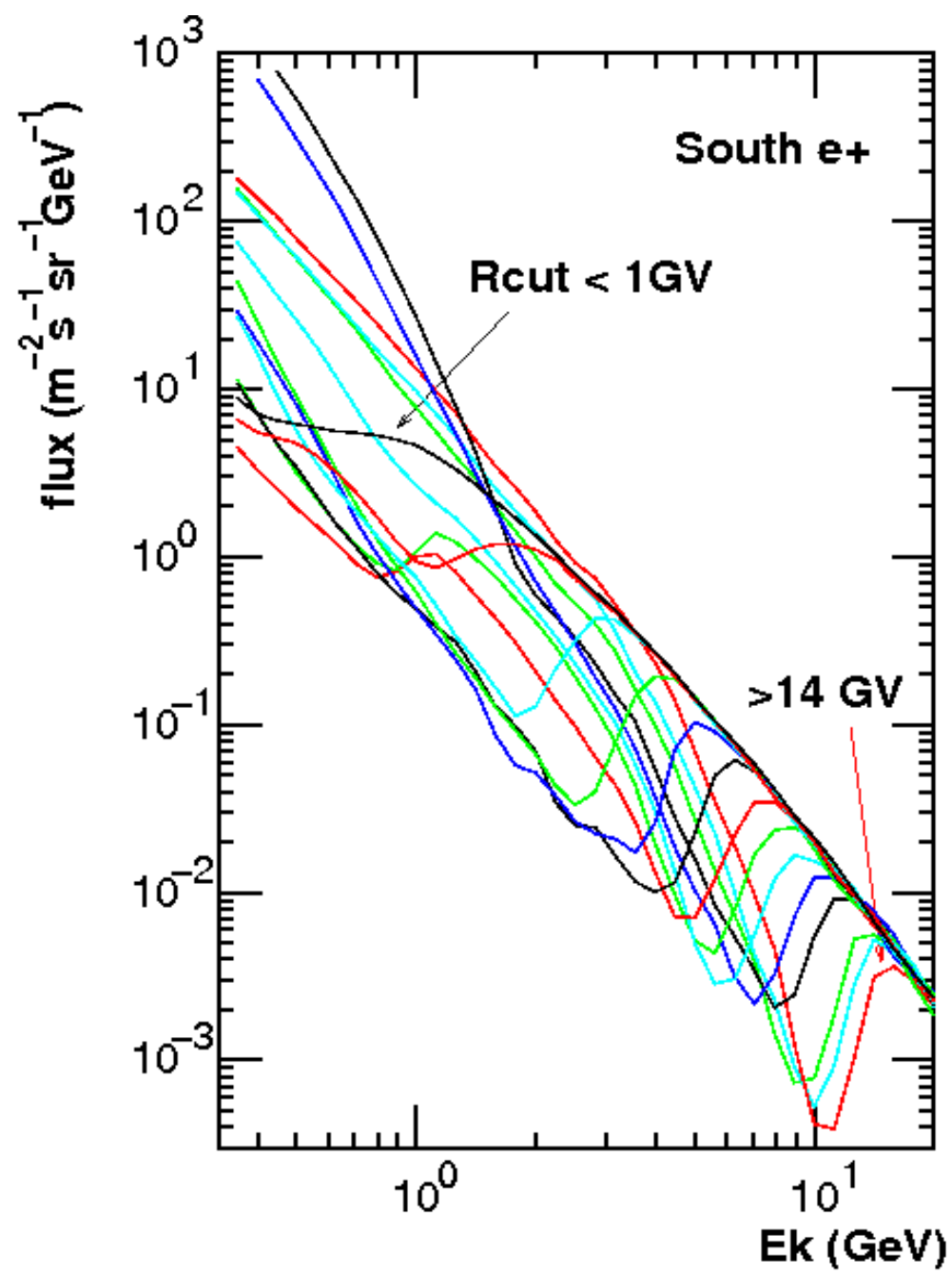
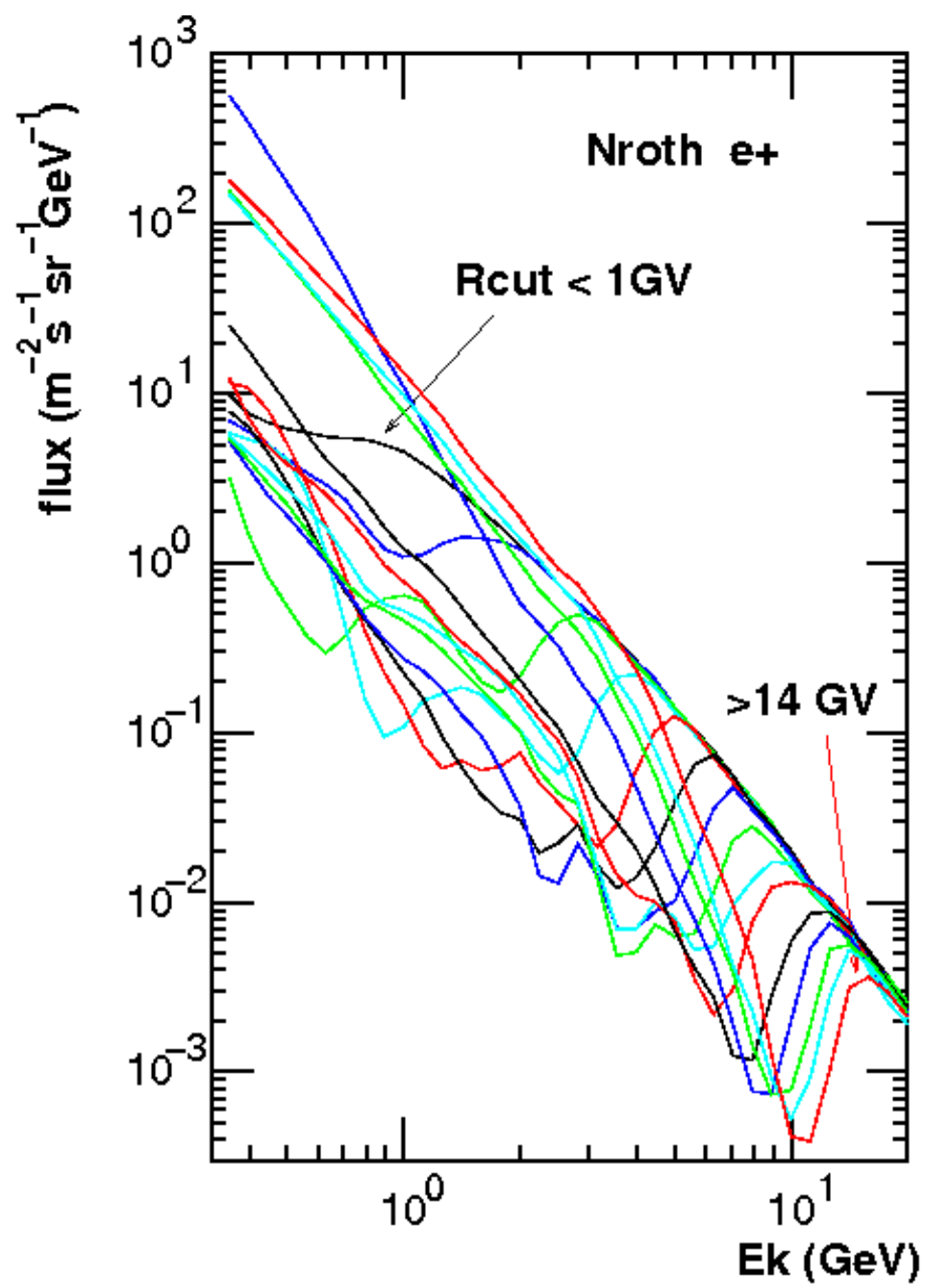
Pamela で期待される粒子観測(p)



Pamela で期待される粒子観測(e-)

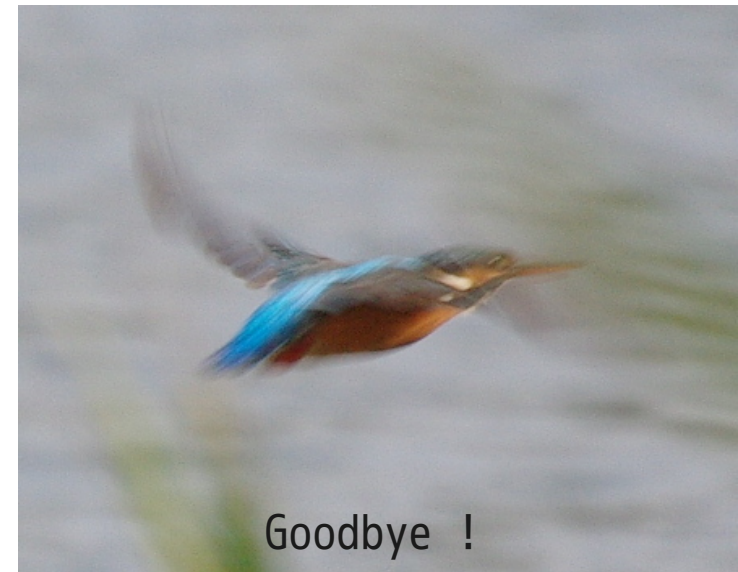


Pamela で期待される粒子観測(e+)



この一年の進展のまとめ、

- 新しく取り入れた相互作用モデルPHITSは、BESSによる、 μ 観測をより良く再現する。
大気ニュートリノフラックスは < 1 GeVで増加する。
(論文にまとめる予定)
- 電磁相互作用の採り入れも、ほぼ、観測結果を再現する。
- ニュートリノ計算のスキームのまま、わずかな変更で人工衛星軌道上の粒子フラックス計算に応用できる。
新しい応用が広がった。



Goodbye !