



#### 岱 隆志 (名大 ISEE/KMI => 東大ICRR)

平成29年度東京大学宇宙線研共同利用研究成果発表会

#### 査定額と共同研究者

- ・E38 空気シャワーシミュレーション
  - 查定額 20万円(旅費、計算機購入)
  - 大型計算機利用
  - 共同研究者

常定芳基(大阪市大)、毛受弘彰(名大)、櫻井信之(徳島大)、 吉越貴紀、大石理子、野中敏幸、木戸英治、榊直人、藤井俊博、武多昭道、 釜江常好(東大)、笠原克昌(早大)、芝田達伸、板倉数記(KEK)、 大嶋晃敏(中部大)、有働慈治、山崎勝也(神大)、 多米田裕一郎(大阪電通大)、奥田剛司(立命館大)、奈良寧(国際教養大)

- E39 宇宙線反応
  - 査定額 15万円 (旅費)
  - 大型計算機利用
  - 共同研究者

伊藤好孝、増田公明、村木綏、毛受弘彰、周啓東、上野真奈、佐藤健太、 篠田麻衣子(名大)、櫻井信之(徳島大)、笠原克昌、鈴木拓也(早大)、 佐川宏行(東大)

空気シャワーデータ「解釈」における シミュレーションの影響



PAO, PRD 2014

- <X<sub>max</sub>>による composition決定は比較するモデルに依存する
- <X<sub>max</sub>>と<X<sub>max</sub><sup>µ</sup>>による平均質量数推定に矛盾

 $X_{max}^{\mu}$ : 最大muon発生高度

#### 空気シャワーデータ「解釈」における シミュレーションの影響 ||



- 武石学位論文(2017年・東大)
- muon purity (geometryのみの関数としてMCで予想) とTAデータの 粒子数超過(MC比)に正の相関



空気シャワー観測実験の解析では空気シャワーシミュ レーションに頼らざるをえないが、シミュレーションが 完璧でないことは明らか

- シミュレーションコードはCORSIKAが主流だが、 CORSIKAだけでいいのか? 笠原が開発したCOSMOSを引 き継ぎ、次世代の開発を継続する。=> E38
- ハドロン相互作用の理解が不完全。加速器実験で、 できるだけ高いエネルギーで相互作用を理解すべき である。=> E39

### E38活動内容(昨年度後半から)

- 2013年末、有志による「モンテカルロシミュレーション研究会」
  として発足(2014年から共同利用)
- COSMOS GFortran版の公開(昨年度報告)
- cmake compileの実現(まだ未公開)
- 構造の改良(地味な coding作業)
  - ・相互作用のモジュール化
  - ニュートリノの反応
  - ・大気、大気以外の物質、磁場構造への柔軟な対応
- ICRR webサーバーでの公開
- 多様な環境でのコンパイルと動作試験のため、専用のPCに virtualマシンを導入して環境整備
  - 海外から一件、動作環境の問い合わせあり
- 実務打ち合わせと物理勉強会を開催予定

## ICRRの webサーバーに移動!

Google Drive Google Yahoo! Japan 研究会 · 学会 V LHC V BNL/RHIC V Neutron V

#### cosmos.icrr.u-tokyo.ac.jp

#### Welcome to the Home Page of Cosmos

cosmos.icrr.u-tokyo.ac.jp

AL PACA Y



**Cosmos (from v8.00) is now compatible with the formal Fortran grammar:** 

i.e, can be compiled with GNU gfortan as well as Intel ifort. etc

The essential difference from the older ones is in the treatment of the "structure construct". The conversion of "old to new" style was managed by the new Cosmos development team

For more details, see a short manual with some updated features in this version.

#### Contents

.....

- What is Cosmos?
- Documentationadditional new manual is ready(Mar.09, 2003, for version 6.35).
- A step-by-step guide to how to use<u>Distributed Paralell job</u>scheme for an event is ready.(Aug. 07, 2007). Revised; more comprehensive.
  Idea itself is explained <u>here</u>
  Application for the TA project is explained here

### 物理への応用(共同研究者の思惑)

- •原子核効果の空気シャワーへの影響
- η中間子生成断面積(LHCfが前方で測定)と地上
  ミュー粒子数の関係
- ・銀河宇宙線+太陽大気衝突によるガンマ線、
  ニュートリノ生成の計算
  - •太陽系物理、ダークマター探索(のBG理解)

## E39活動内容

- LHCf実験のデータ解析
  - √s=13TeV p-p衝突における光子生成断面積
  - ATLAS-LHCf共同解析による前方粒子生成機構の制限
- RHICf 実験の遂行
  - √s=510GeV p-p衝突におけるデータ取得
- ・
   年度内にLHCf/RHICf-TA-Tibet勉強会の予定
  - 昨年度、一昨年度は二日間実施(初日は学生中 心)



# The RHIC forward experiment



- 米国BNL研究所RHIC加速器に、LHCf Arm1検出器を移設
- 2017年6月に 510GeV p-p衝突(水平方向偏極ビーム) でデータ取得成功
- STARとの共同データ収集 => 将来の相関解析

#### **Cosmic-ray spectrum and collider energy** (D'Enterria et al., APP, 35,98-113, 2011)



## LHC 13TeV p-p衝突における 前方光子生成断面積



牧野学位論文(2017年・名大)CERN-THESIS-2017-049

- PYTHIA8, DPMJET3は過大評価
- SIBYLL2.3は角度によって過大・過少評価(p<sub>T</sub>依存性が特徴的)
- QGSJET II-04は全体に過少評価
- EPOS-LHCは最も良い一致

粒子生成機構の検証



- diffractive(回折) 散乱とnon-diffractive散乱の違い
- ATLAS中央飛跡検出器内の荷電粒子数で diffractive-likeと non-diffractive-likeの判定が可能

## ATLAS-LHCf共同解析





#### diffractive-like/ all





• ATLAS N<sub>ch</sub>=0を "diffractive-like"と 定義し、LHCfの結果を仕 分け

モデル改良に有用

RHICf 初期解析結果(イベント数)



## RHICf 初期解析結果(基本性能)



## RHICf 初期解析結果(STARとの共同測定)



- Hadron-like shower (後方発達シャワー)を選別
- RHICf測定エネルギー(folded)とZDC測定エネルギー(ADC)の逆相関を確認
- 相関は期待通り、RHICf-West ZDCのみで確認 => event matchingの成功

#### まとめ

空気シャワーシミュレーションに関する二つの共同研究を進めた

- ・E38:新しい宇宙線空気シャワーシミュレーションコードの開発
  - ・ シミュレーションコードCOSMOSの保守と開発を中堅チームで推進
  - 自由に使えるコードで新しい視点で空気シャワーの研究を進めたい
- E39 : Knee領域および最高エネルギー領域での宇宙線反応の実験的研究
  - LHCf実験の解析を進めた
    - 13TeV p-p衝突における光子生成断面積論文を投稿
    - ATLAS-LHCf共同解析で生成機構(diffractive/non-diffractive)を検証
  - RHICf実験を推進
    - 510GeV p-p衝突データの取得に成功
  - LHCf/RHICf, TA, Tibet/ALPACAグループ合同の空気シャワー観測勉強会を開 催予定(日程未定)

## 角度範囲の拡張

#### 牧野学位論文(2017年・名大) CERN-THESIS-2017-049



# CORSIKAと COSMOSの比較



S. Roh et al., Astroparticle Physics 44 (2013) 1-8

# さこの個人的な計画



- Fermi/LATによる太陽からの定常ガンマ線
- GCR + 太陽大気反応

A.Abdo et al., ApJ, 734:116 (10pp), 2011





太陽磁場モデルを含んだ太陽大気における 空気シャワーシミュレーション => <1AUでの銀河宇宙線強度の測定 23