

E21: 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

さこ隆志 (名大ISEE/KMI)

共同研究者(所属は申請時のもの)

伊藤好孝、増田公明、村木綏、毛受弘彰、牧野友耶、松林恵理、周啓東、奥野友貴、櫻井信之(名大)、笠原克昌、鈴木拓也(早大)、佐川宏行(東大)、三塚岳(フィレンツェ大)

査定額 15万円(柏旅費に使用)

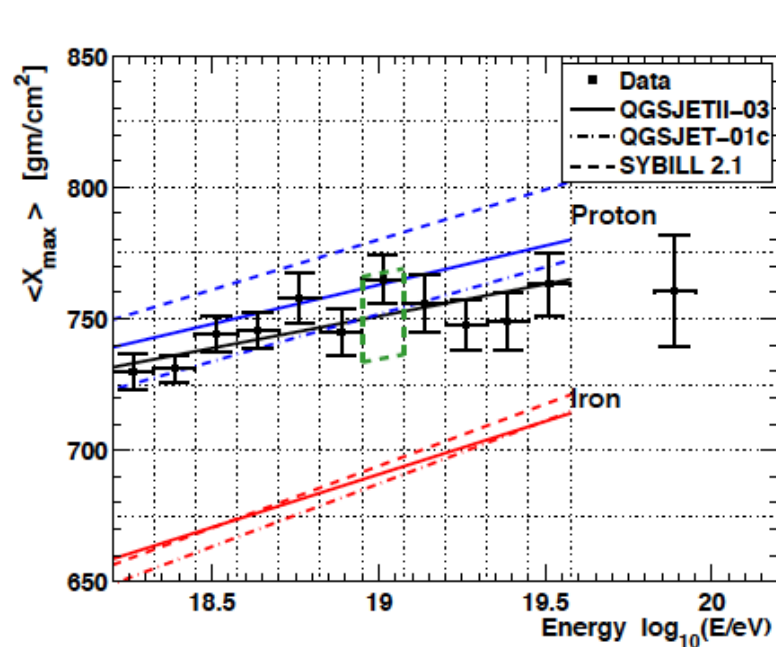
LHCf実験の推進・TAグループとの議論

共同利用による活動内容

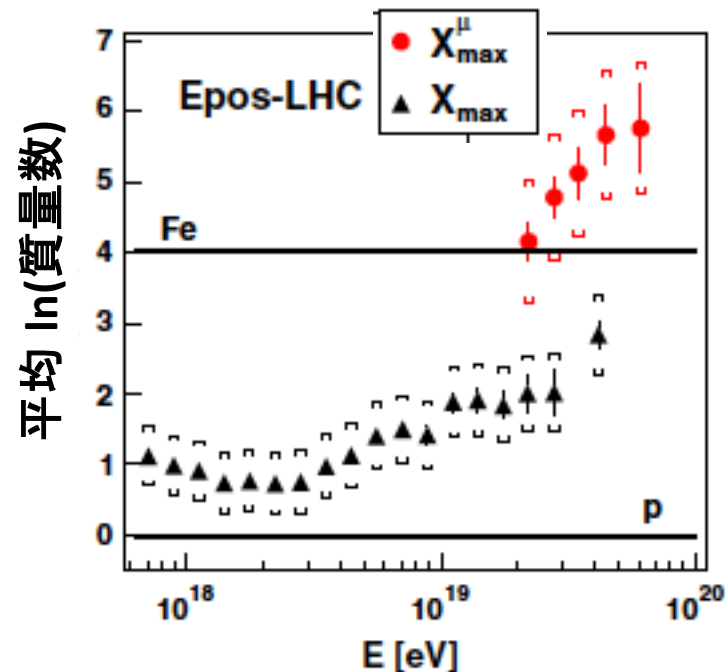
- 大型計算機利用
 - LHCf実験結果と比較するためのモデル予想スペクトルの full MC計算(DPMJET3, QGSJET II, EPOS, SIBYLL, 等)
- TA-LHCfグループ勉強会
 - 11月27日(金)大学院生5名による研究紹介会
 - 11月28日(土)最新成果報告会(>20名の参加)

ご支援ありがとうございます

空気シャワーデータ「解釈」における ハドロン相互作用の影響



TA, APP 2015

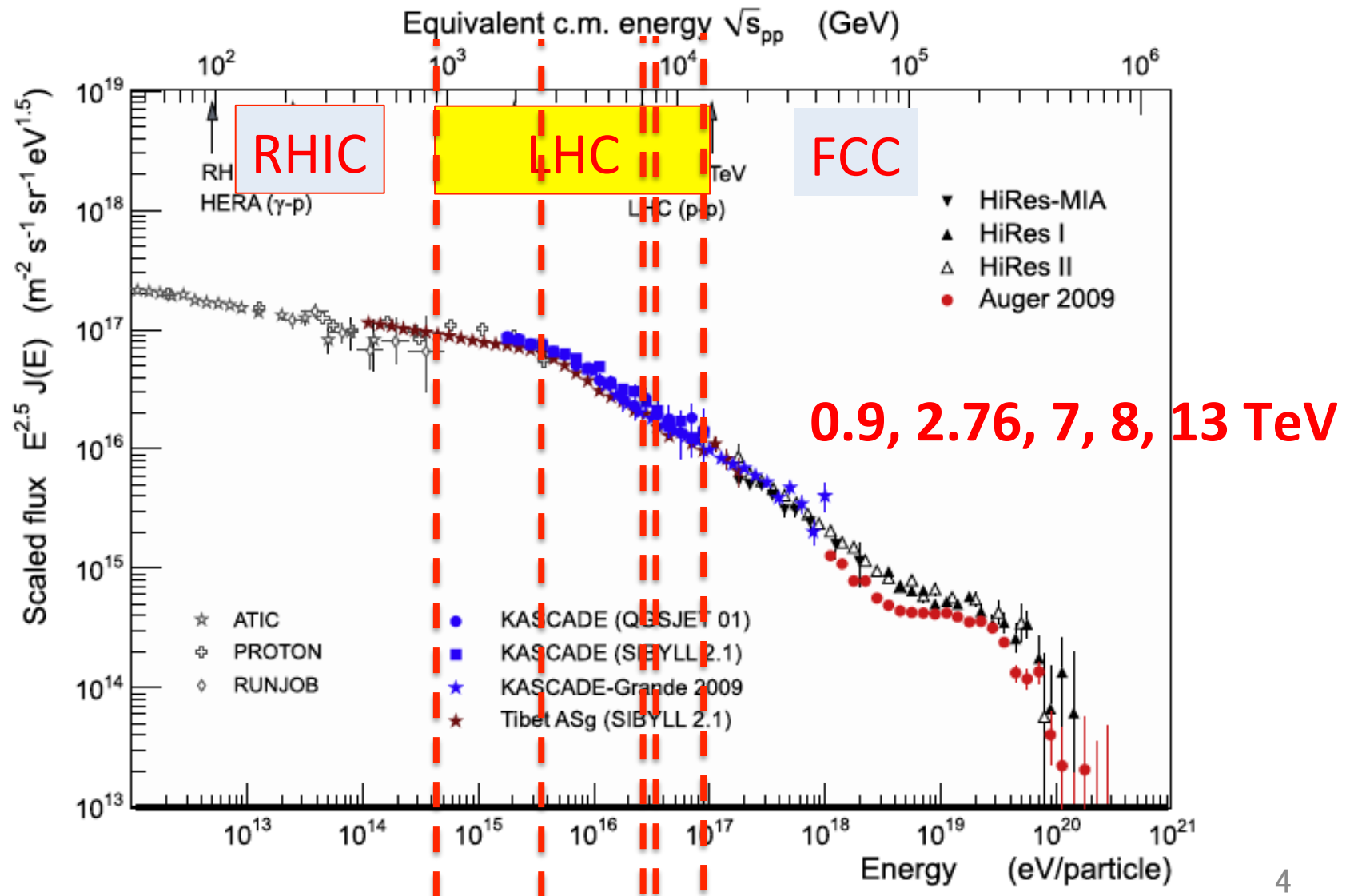


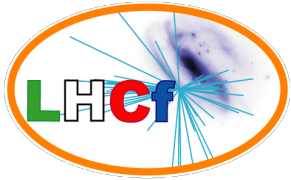
PAO, PRD 2014

- $\langle X_{\max} \rangle$ による composition決定は比較するモデルに依存する
- $\langle X_{\max} \rangle$ と $\langle X_{\max}^{\mu} \rangle$ による平均質量数推定に矛盾

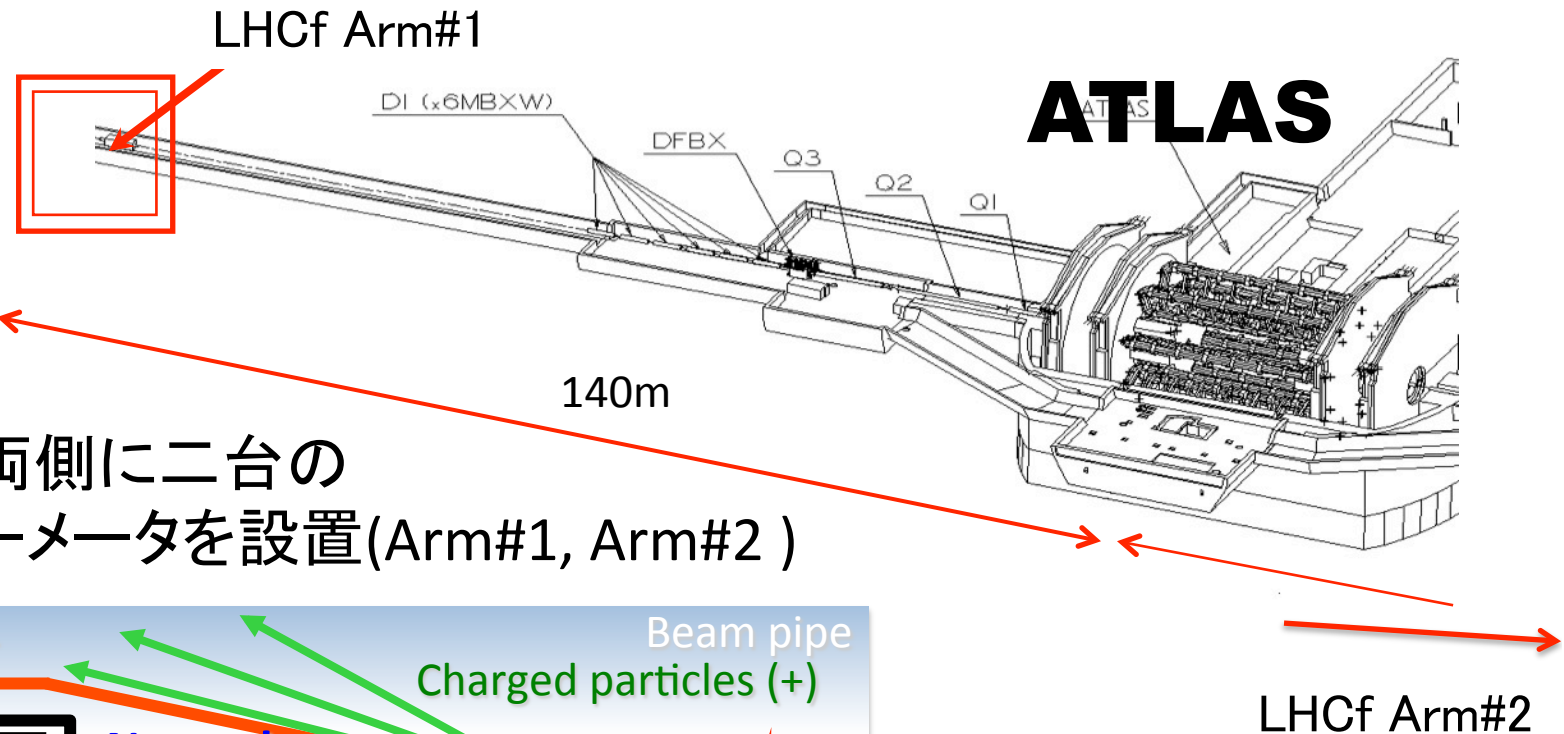
X_{\max}^{μ} : 最大muon発生高度

Collider (LHC)を用いた 相互作用モデルを検証・改良

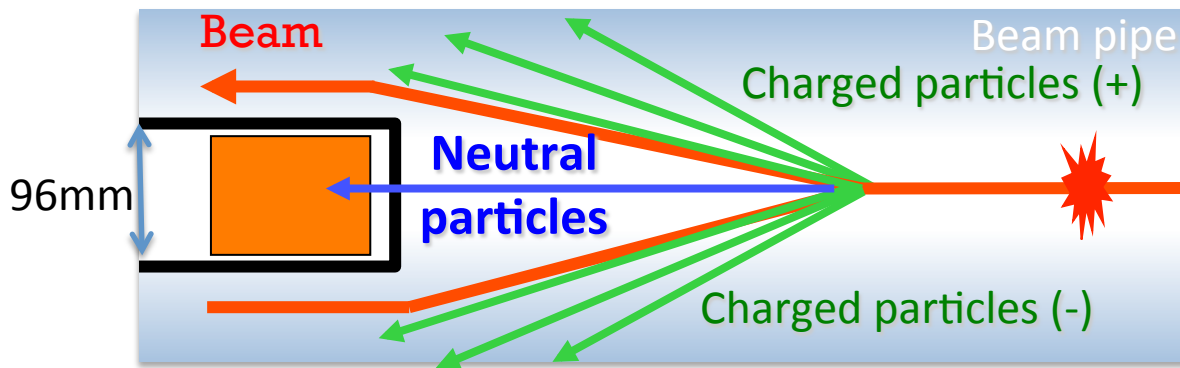




The LHC forward experiment



ATLAS実験両側に二台の
小型カロリメータを設置(Arm#1, Arm#2)



- 荷電粒子は途中のdipole磁石で除かれる
- LHCfは中性粒子(主に光子と中性子)を測定
- 擬ラピディティ $\eta > 8.4$ で測定

LHCf Operation History

- 2009-2010
 - Data taking with 900 GeV p-p collisions
 - Data taking with 7 TeV p-p collisions
- 2013 (only Arm2)
 - Data taking with 5.02 TeV p-Pb collisions
 - Data taking with 2.76 TeV p-p collisions
- 2015
 - Data taking with 13 TeV p-p collisions

(8TeV p-pと Pb-Pbは参加していない)

2015年度の成果

- 取得済みデータの解析
 - 7TeV p-p衝突における中性子生成断面積の決定
 - 7, 2.76TeV p-p衝突、5TeV p-Pb衝突における π^0 生成断面積の決定、スケーリングの検証
 - 5TeV p-Pb衝突データの ATLASとの共同解析(ATLAS-PUB-NOTE)
- 13TeV p-p衝突データの取得
 - 6月に dedicated runを実施、 $E_{CR}=9\times 10^{16}$ eV相当のデータ取得に成功
 - ATLASとの同時データ取得にも成功
- 米国 Brookhaven National Laboratory, RHIC加速器における510GeV p-p衝突($E_{CR}=1.4\times 10^{14}$ eV)測定計画の承認 (2017年)

LHCf Publications

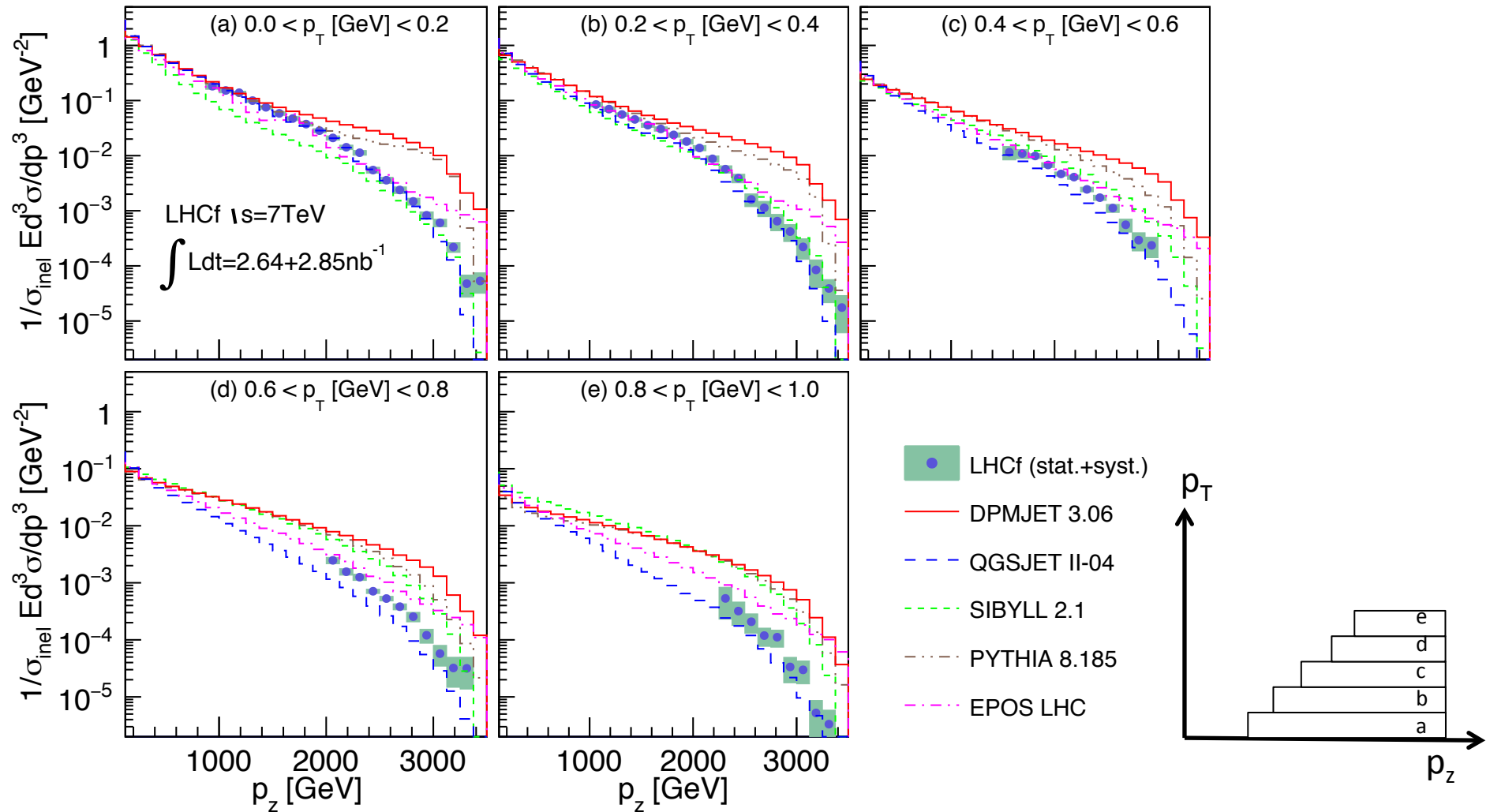
	Photon (EM shower)	Neutron (hadron shower)	π^0 (limited acceptance)	π^0 (full acceptance)	Performance
Beam test	NIM, A671 (2012) 129-136	JINST, 9 (2014) P03016			
0.9TeV p-p	PLB, 715 (2012) 298-303				
7TeV p-p	PLB, 703 (2011) 128-134	PLB, 750 (2015) 360-366	PRD, 86, (2012) 092001		IJMPA, 28 (2013) 1330036
2.76TeV p-p				PRD submitted (2015)	
5.02TeV p-Pb			PRC, 89 (2014) 065209		ATL-PHYS- PUB-2015-038
13TeV p-p	Analysis in progress				

physics results

performance results

π^0 p_z spectra in 7TeV p-p collisions

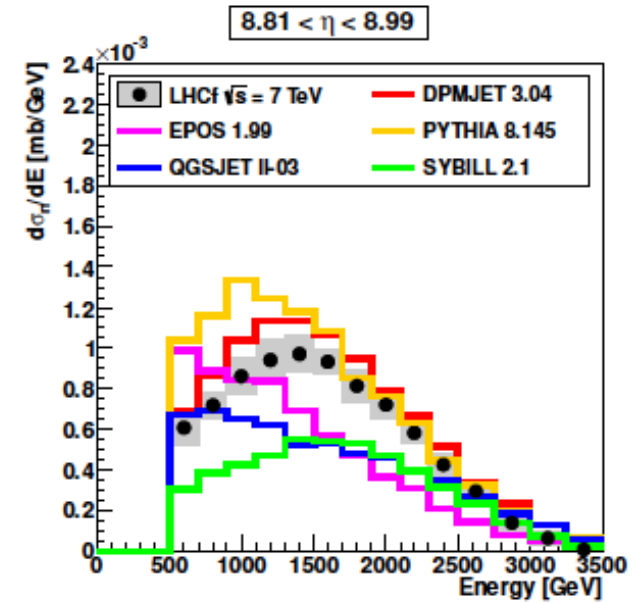
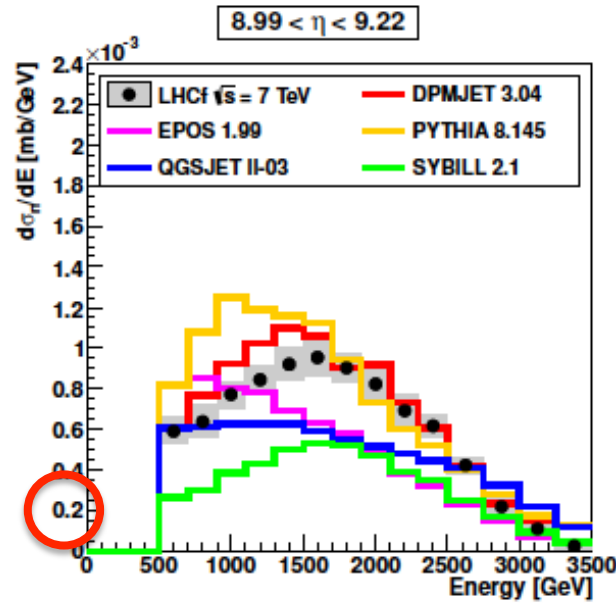
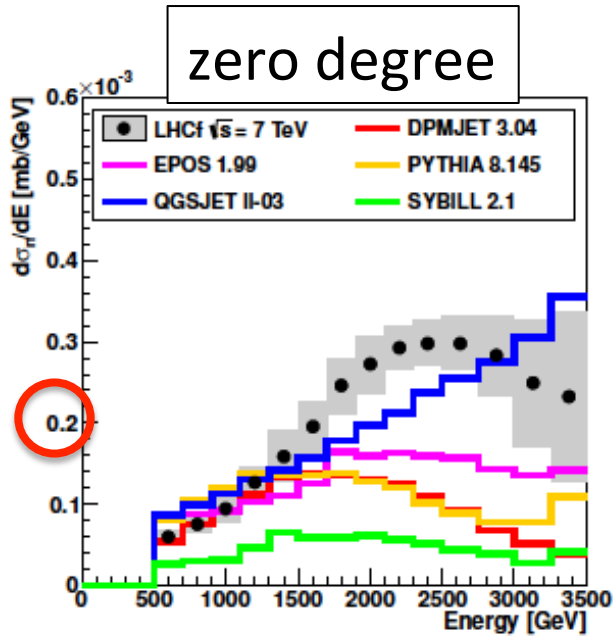
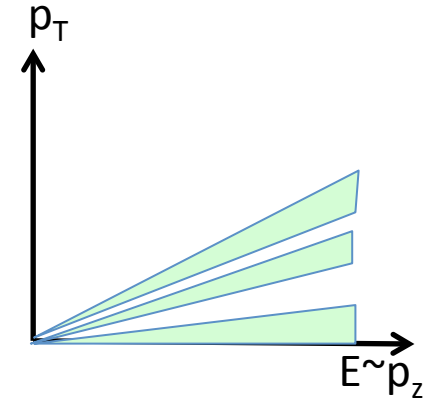
(PRD submitted, arXiv:1507.08764 [hep-ex])



- **DPMJET3**は π^0 を過剰に生成
- post LHC models (**EPOS-LHC**, **QGSJET II-04**)は比較的いい一致

Forward neutron spectra in 7TeV p-p collisions

($\sqrt{s}=7\text{TeV}$ p-p; PLB 750 (2015) 360-366)

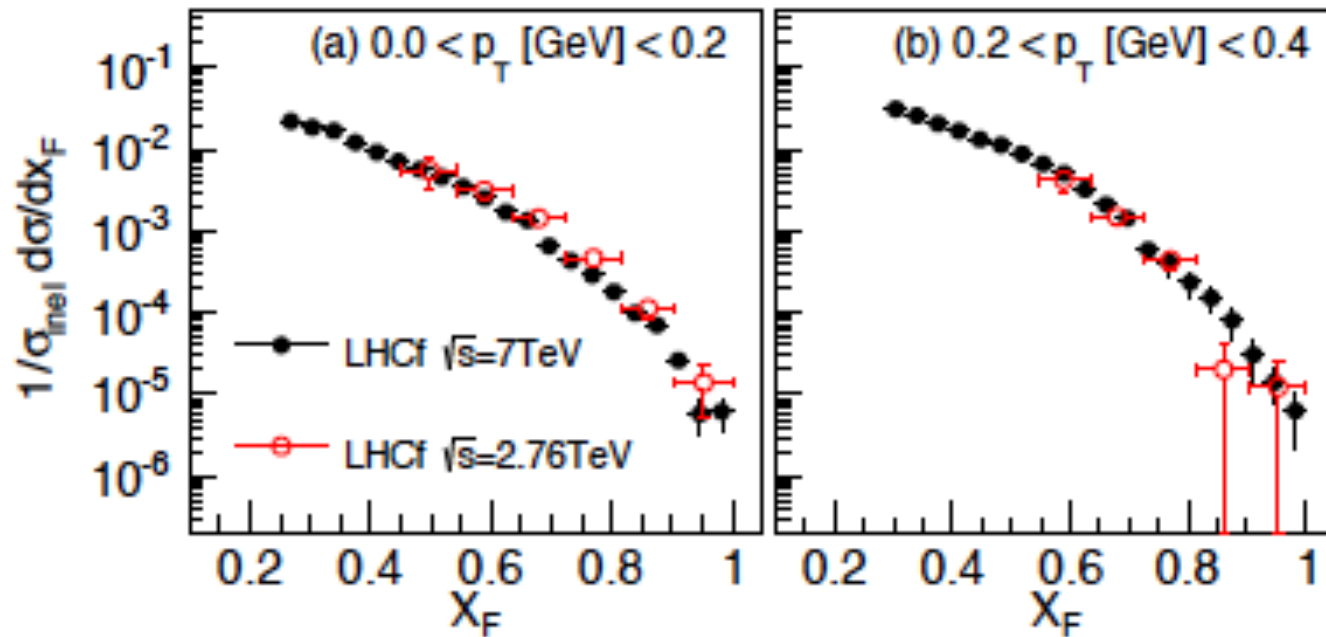
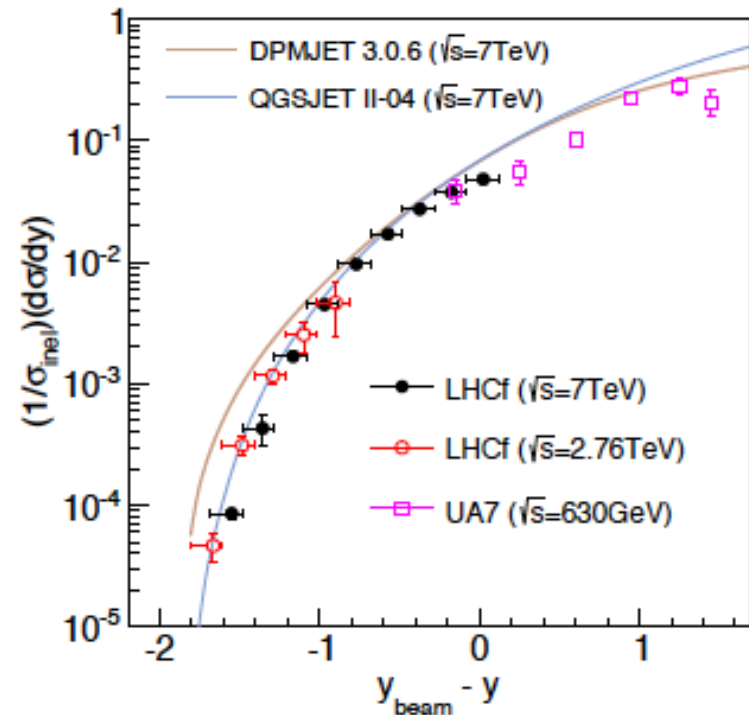


- 0度で大きな断面積を測定。QGSJET IIが定性的によい一致
- 0度以外(断面積大)でDPMJET3がよい一致。QGSJET IIとEPOSは生成不足

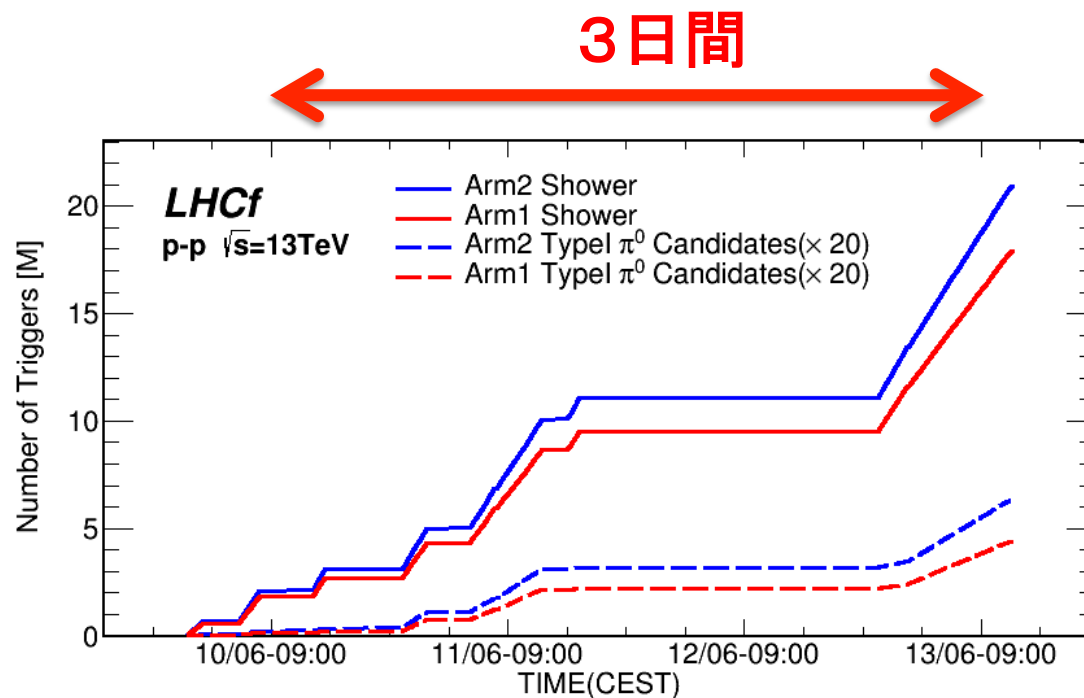
\sqrt{s} scaling of π^0 production

- (630GeV –) 2.76TeV – 7TeV
で scalingを確認(角度、スペクトル形状)
- LHC 13TeV data でより広い \sqrt{s} , p_T , y
- 2017年の RHIC測定で $\sqrt{s}=510\text{GeV}$ を
カバー

=> $10^{14}\text{-}10^{17}\text{eV}$ で検証し、LHCを超えるエネルギーへの外挿精度の向上



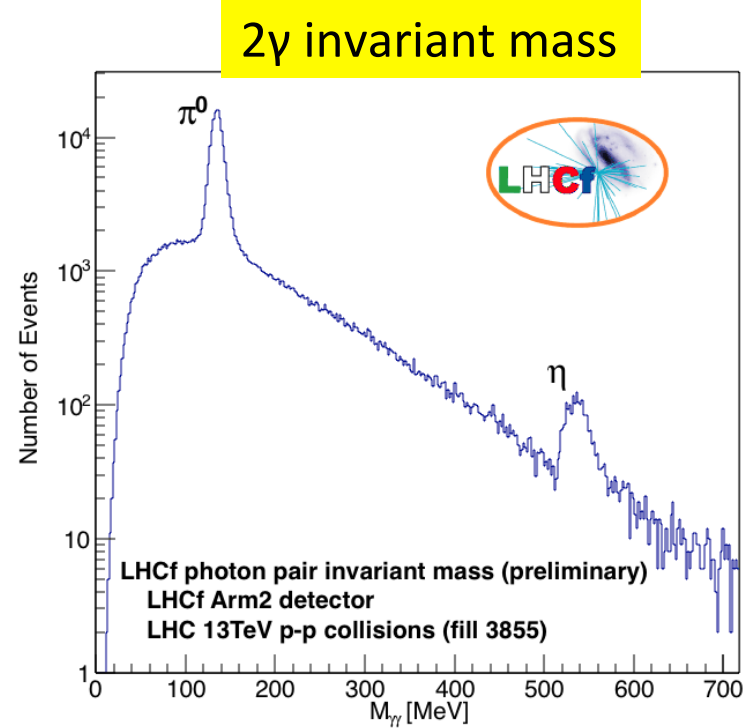
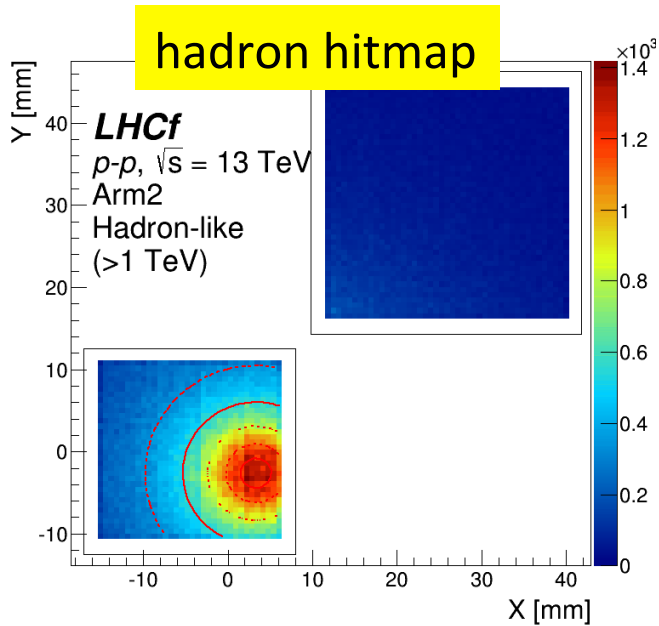
LHC 13TeVデータ取得(2015年6月)



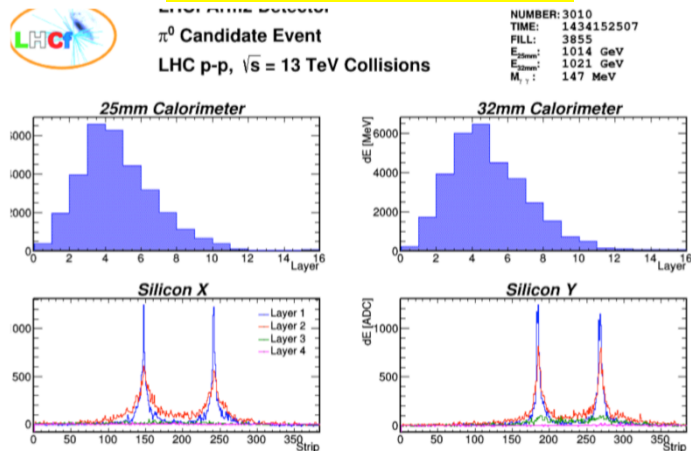
コラボレータの半分以上がシフト参加

- LHCf physics fills: 10-13 June 2015
- Total physics data taking: **26.6 hours**
- Observed high energy ($>100\text{GeV}$) particles : **39M events**
- π^0 candidates : **0.5 M events**

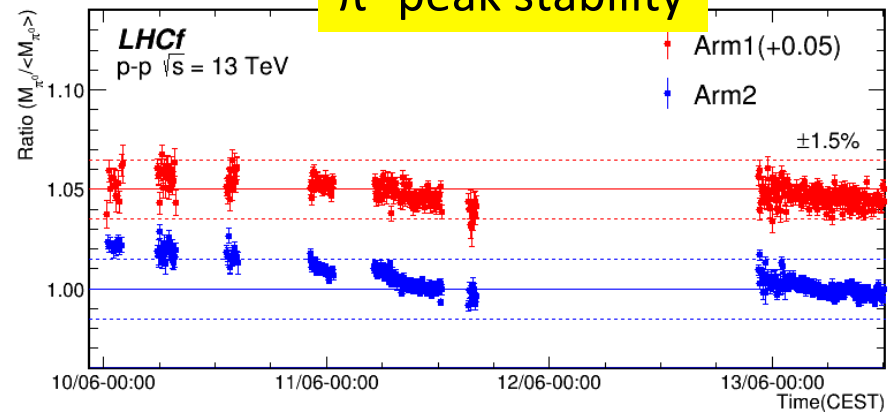
13TeV operation in June 2015



2TeV π^0 by Arm2



π^0 peak stability



まとめ

- LHCf実験の最大目標「13TeVでのデータ取得」に成功、現在データ解析中
- これまでのデータ解析も継続 (2 papers + 1 PUB NOTE)
- 2017年のRHIC 510GeV run (RHICf)が approve
- ICRRの計算機でモデルスペクトル計算を実施
- TA-LHCf勉強会を実施
 - 今回初めて二日間実施。「若手Day」をもうけた。
 - 来年度は、TA-LHCf以外の空気シャワー観測グループも含めたい
 - 名大・大阪市大から大学院生も参加するため、一層の支援をお願いしたい(宇宙線研施設以外での研究会ができるとうれしい)