

# CTA大口径望遠鏡とMAGIC望遠鏡による 同時観測の性能評価と実データ解析

16/Oct./2019

Yoshiki Ohtani

Institute for Cosmic Ray Research (ICRR),  
The University of Tokyo

# 自己紹介

- 大谷 恵生 (おおたに よしき)
  - 東京大学 物理学専攻
  - 宇宙線研究所 M2
  - CTAグループ (手嶋研)
- **研究テーマ**
  - MAGIC+LST1の性能評価 (Monte Carlo Simulation)
  - (今後) MAGICとLST1の相互較正
- **趣味**
  - 散歩、公園めぐり
  - 映画、アニメを見ること

2019/07/14 ドイツ ローテンブルク



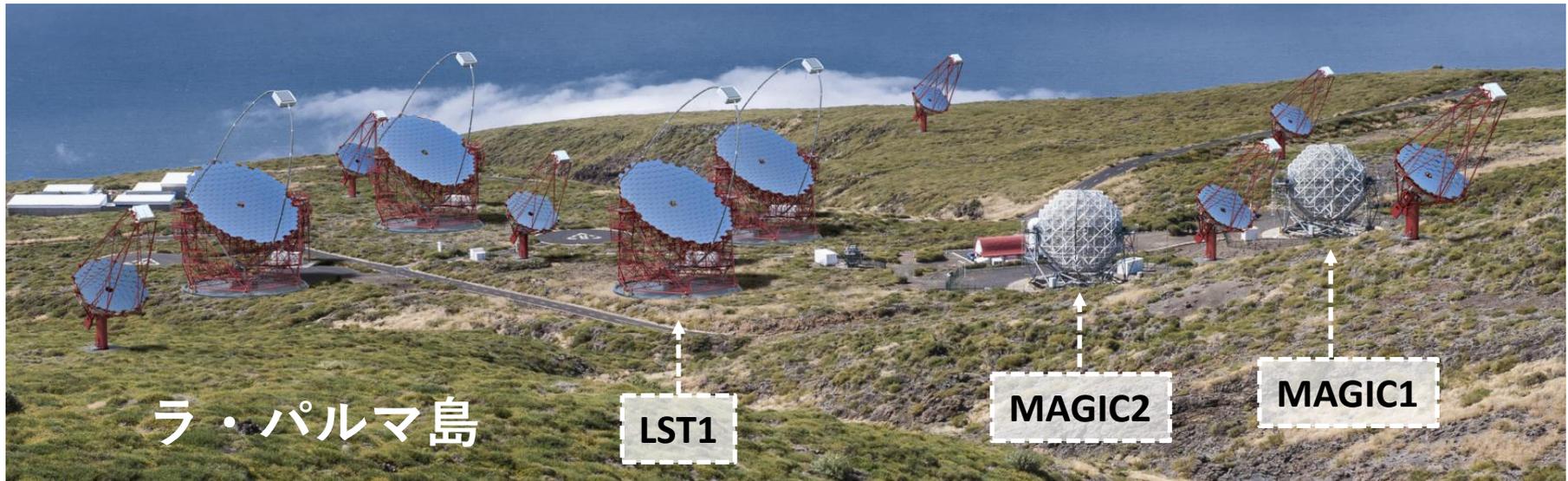
アイアンメイデンを見て  
興奮しました→

# Cherenkov Telescope Array (CTA)

## - Cherenkov Telescope Array (CTA)

- 20 GeV から 300 TeV のエネルギー帯域に感度を持つチェレンコフ望遠鏡群
- 現行の望遠鏡より 1桁以上優れた感度

CTA 北サイト 完成予想図 (credit: Gabriel Pérez Diaz, IAC, SMM)



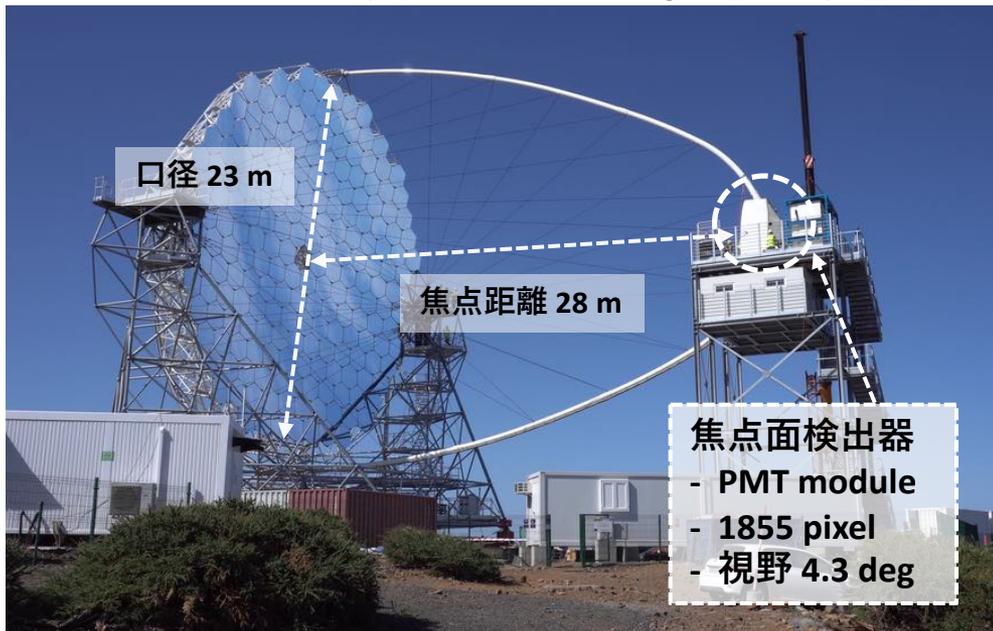
# Large Sized Telescope (LST)

## - CTA大口径望遠鏡 (Large Sized Telescope, LST)

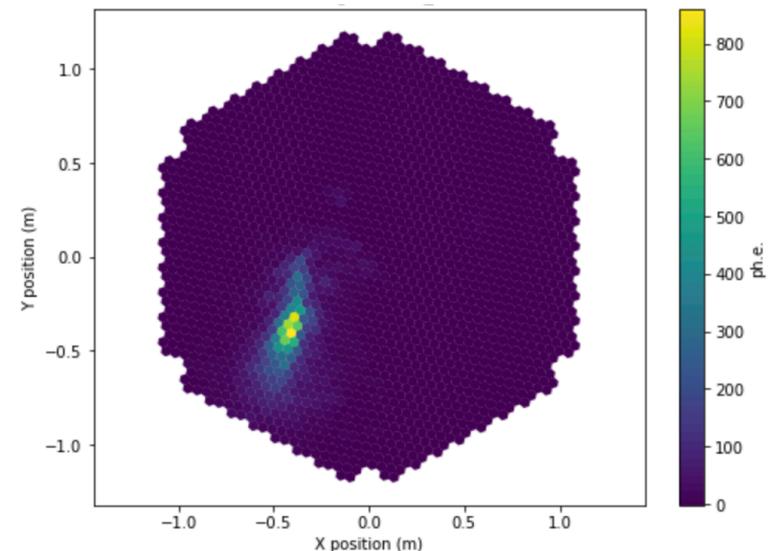
- 20 GeV から 3 TeV の低エネルギー帯域に感度を持つ
- 2018年10月10日に北サイトの1号基の完成式典を行った
- 現在も試験運転期間だが、徐々に科学観測期間に移りつつある...

LST1基だけで  
観測??

## LST1号基 (credit: Daniel López / IAC)



実際に取られたシャワーイメージ (2019/08/28)

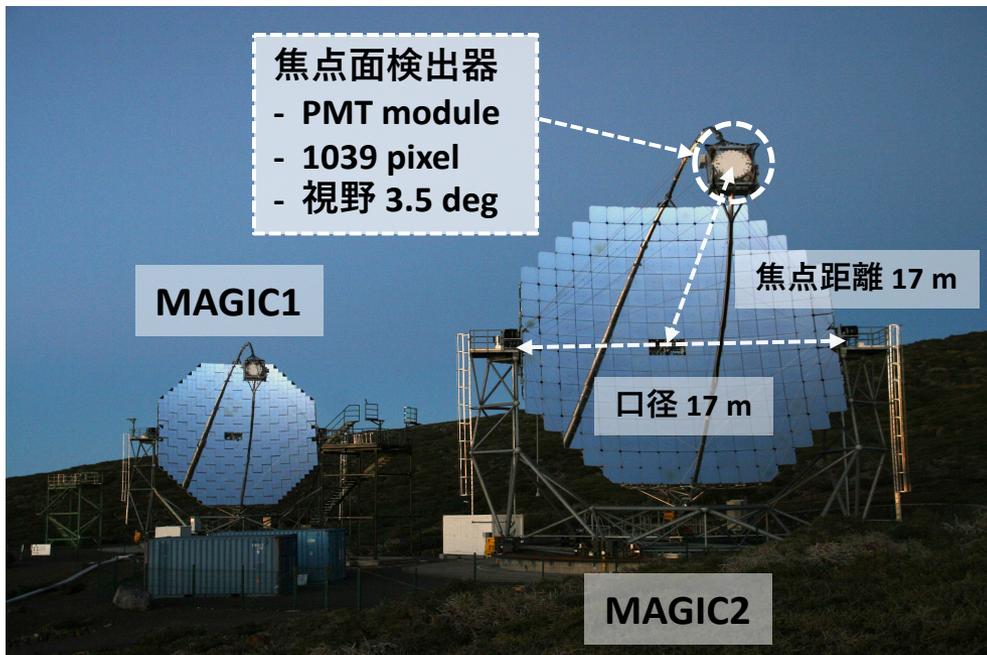


# MAGIC望遠鏡

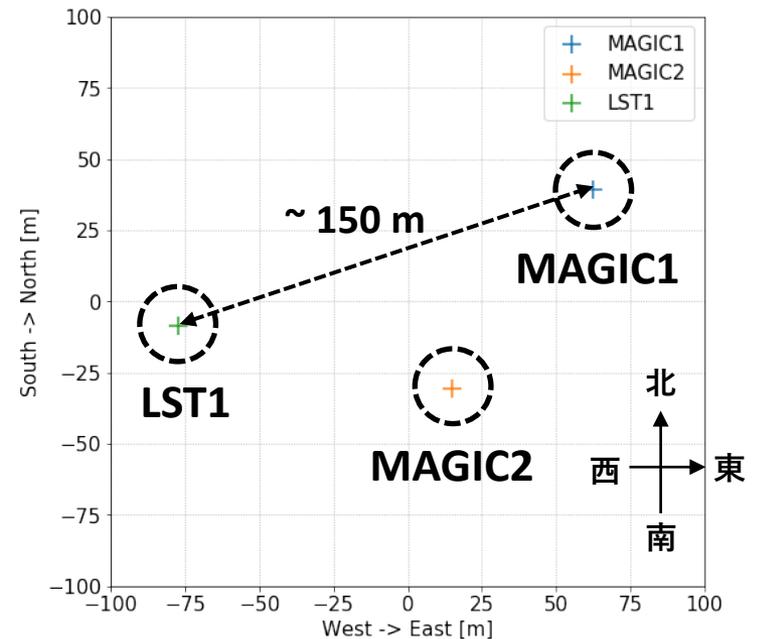
## - MAGIC望遠鏡

- 50 GeV から 50 TeV のエネルギー帯域に感度を持つ
- 2基のチェレンコフ望遠鏡によるステレオ観測が行われている

## MAGIC望遠鏡 (credit: arXiv:1409.6073)



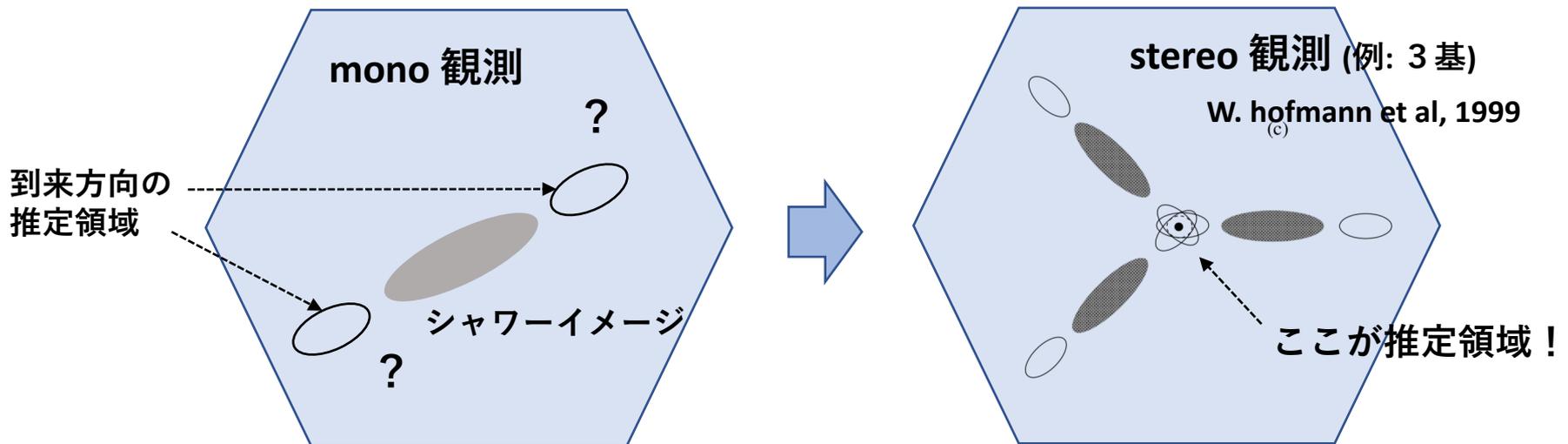
## MAGICとLST1の位置関係



# なぜMAGICとLST1で観測したいのか？(1/2)

## - LST側からの視点

1. mono観測ではガンマ線の到来方向の決定精度が良くない。  
--> MAGICを含めた3基によるstereo観測で精度を向上させたい！
2. LST2号基以降の建設完了時期が2022年とまだまだ先。  
--> MAGIC+LST1の同時観測でこの3年を無駄にせず、LSTの性能を発揮する！
3. そもそもLST1はガンマ線のエネルギーをちゃんと推定できるのか？  
--> すでによくcalibrationされているMAGICとの同時観測で、LSTのエネルギー較正をする！



# なぜMAGICとLST1で観測したいのか？(2/2)

---

## - MAGIC側からの視点

- MAGICで暗く見える低エネルギーシャワーでも、LSTならより明るく見える  
--> 明るいシャワーの情報を加えることで、さらに到来方向の精度が良くなる！  
MAGICの低エネルギー帯域 (< 1 TeV) の感度を向上させる！

## MAGIC2とLSTで見えるシャワーの明るさ比較 (event-by-event)



非公開

# MAGIC+LST1で狙うサイエンス

## - 低エネルギー側の感度が良くなっていいこと

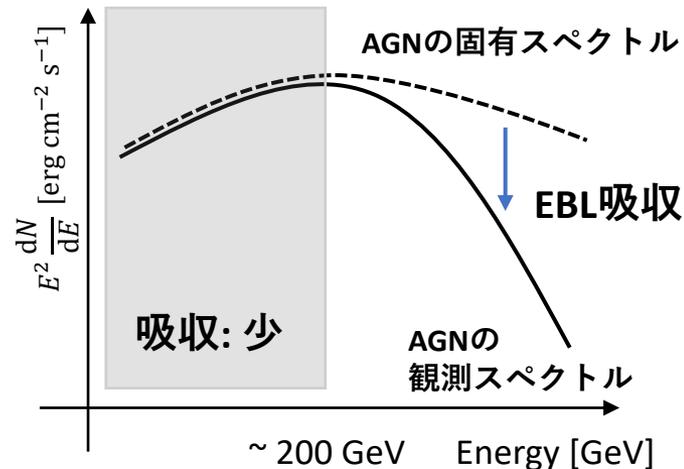
- 銀河系外背景光 (EBL) による吸収が少ないエネルギー帯域で精度よく観測できる!

活動銀河核 (AGN) からのガンマ線はEBLと相互作用するため、観測スペクトルは固有スペクトルより減少する。  
この効果は、低エネルギー側で小さくなる。

--> 低エネルギー側でAGNの固有スペクトルの精度良い推定ができる!

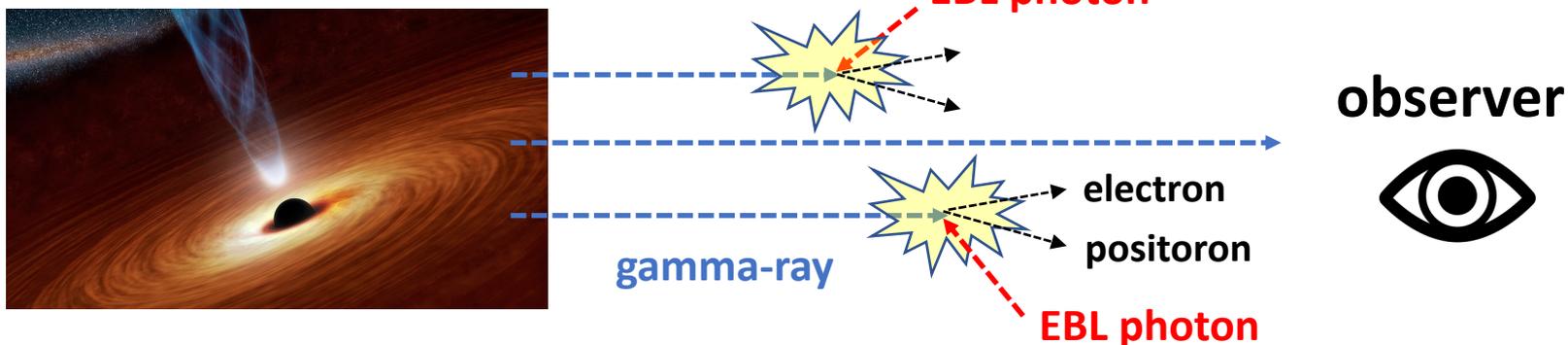
- EBLの密度分布を精度よく推定できる!

低エネルギー側で決めたスペクトルを高エネルギー側に外挿して、EBL吸収量を精度よく見積もる!



EBL吸収によるAGNスペクトルの減少

AGN (credit: NASA/JPL-Caltech)



# MAGIC+LST1の同時観測に向けての課題

---

## - 同時観測に向けてやりたいこと

### 1. MAGIC + LST1 同時観測の性能評価

- エネルギー分解能、角度分解能、有効面積??
- ガンマ線とハドロンの弁別性能
- 最終的に得られる感度

### 2. MAGICとLST1で見たイベントの同定

- MAGICとLST1の間で同時にハードウェアトリガーをかけられない。  
--> ソフトウェアベースでのイベント同定が必要
- イベントがトリガーされた時の時間情報を用いて、MAGICとLST1のイベントを紐付ける（簡単に言うと同じイベントが見たい!）

### 3. MAGICとLST1の間の相互較正（cross-calibration）

- エネルギー較正をしてMAGICとLST1のエネルギーをcommon scaleに直す  
--> systematic uncertaintyを減らす！

# MAGIC+LST1の性能評価（角度分解能）

---

非公開

# MAGIC+LST1の性能評価（エネルギー分解能）

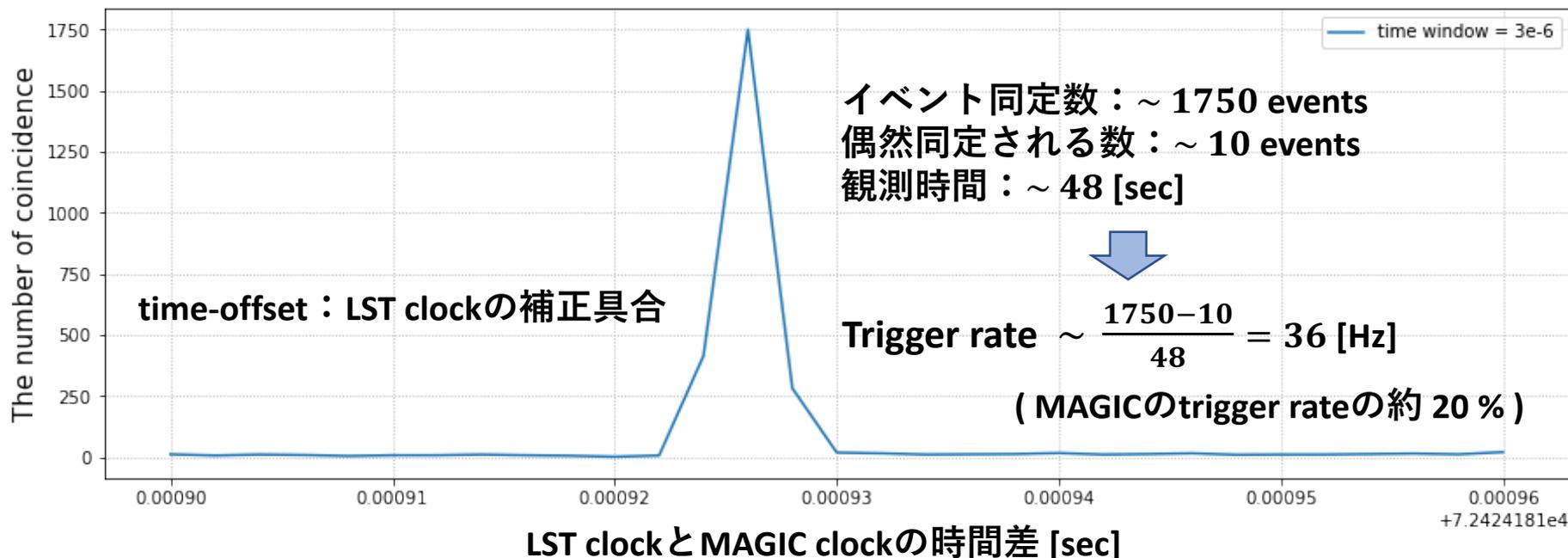
---

非公開

# MAGICとLST1の間のイベント同定

## - MAGIC+LST 同時観測

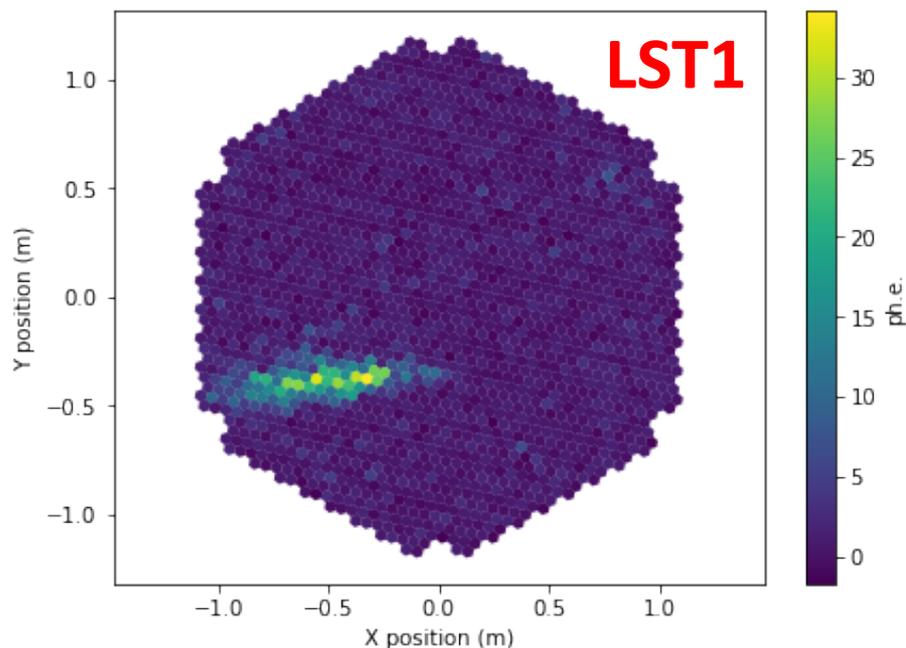
- 今年の8月末に初めてMAGICとLST1の同時観測が行われた！  
(自分も観測シフターとして直接現地で観測に携わった)
- LST1の時間情報を、MAGICの時間情報と一致するように補正してイベントの同定を試みた。
  - > ある補正量の時に、イベントの同定数にピークが見えた！！



# MAGICとLST1で見たイベントのイメージ

## シャワーイメージの比較

- MAGICとLST1で同定されたイベントのシャワーイメージを比較した。
- 同じ形状のシャワーが写っているなので、このシャワーの軸はMAGICとLSTの間地点付近に位置していると考えられる。



非公開

# まとめと今後の展望

---

## - まとめ

- 実データ解析にて、MAGICとLST1のイベント同定を試みた。
- 同定されたイベントのカメライメージを比較し、同様のシャワー像が見られた。

## - 今後の展望

- MAGICとLST1で同定されたイベントのパラメーターを比較し、その結果をモンテカルロと比較する。
- 推定されたエネルギーを用いて、エネルギー較正を試みる。