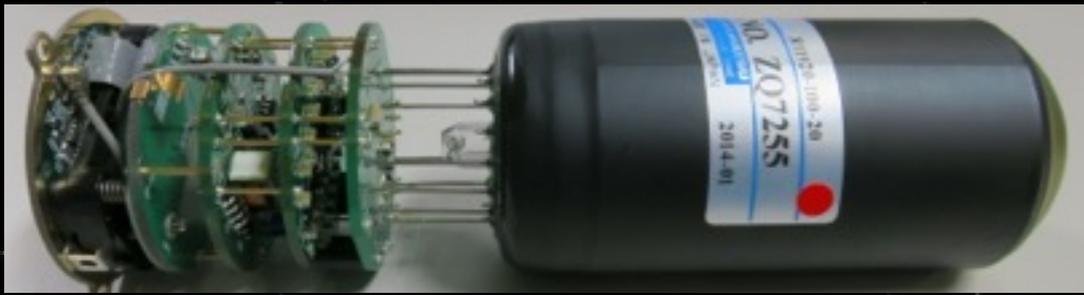




大気チェレンコフ光観測時の  
バックグラウンドと  
アフターパルスに関して

櫻井 駿介 (ICRR)



**4. Light Sensor**

**— 1. Target Object**

**— 2. Atmospheric  
Cherenkov Light**

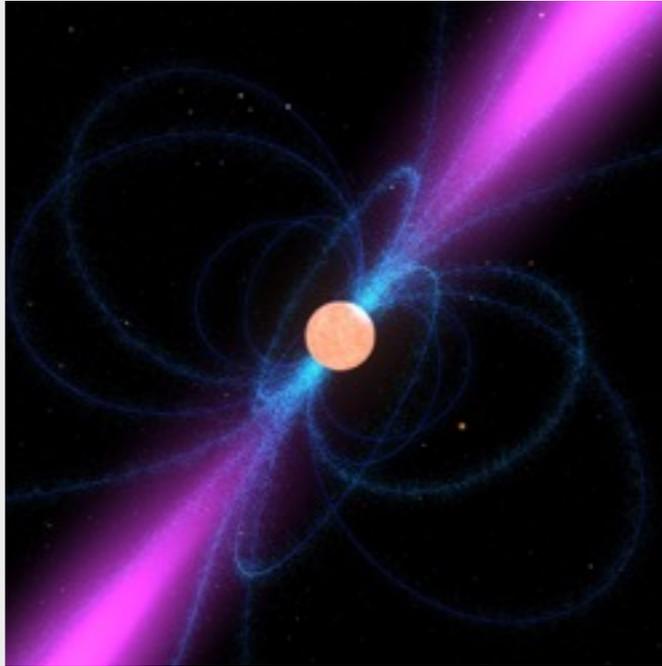
**— 3. Cherenkov Telescope**

Credit : Chandra X-Ray Observatory



超新星残骸

Credit : ESA/NASA/Felix Mirabel



パルサー

Credit : NASA/JPL-Caltech



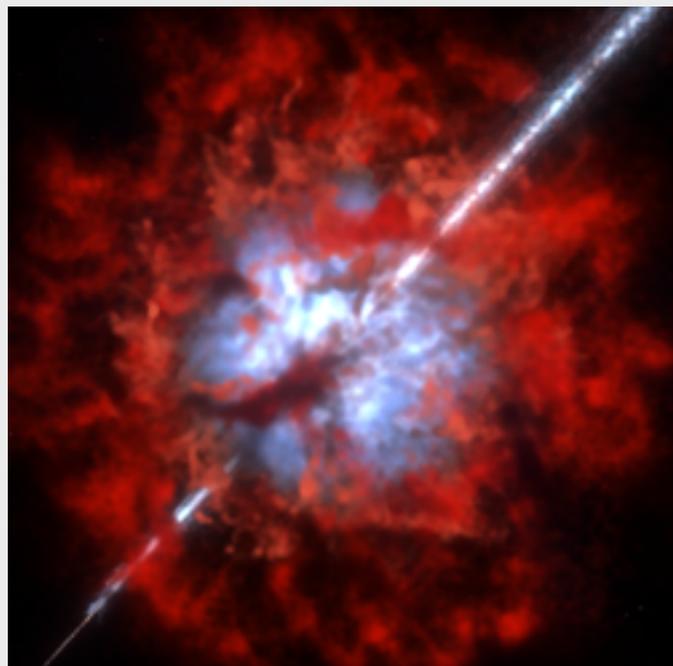
活動銀河核

# 超高エネルギー現象における メッセンジャーとしての役割

Credit : NAOJ

暗黒物質

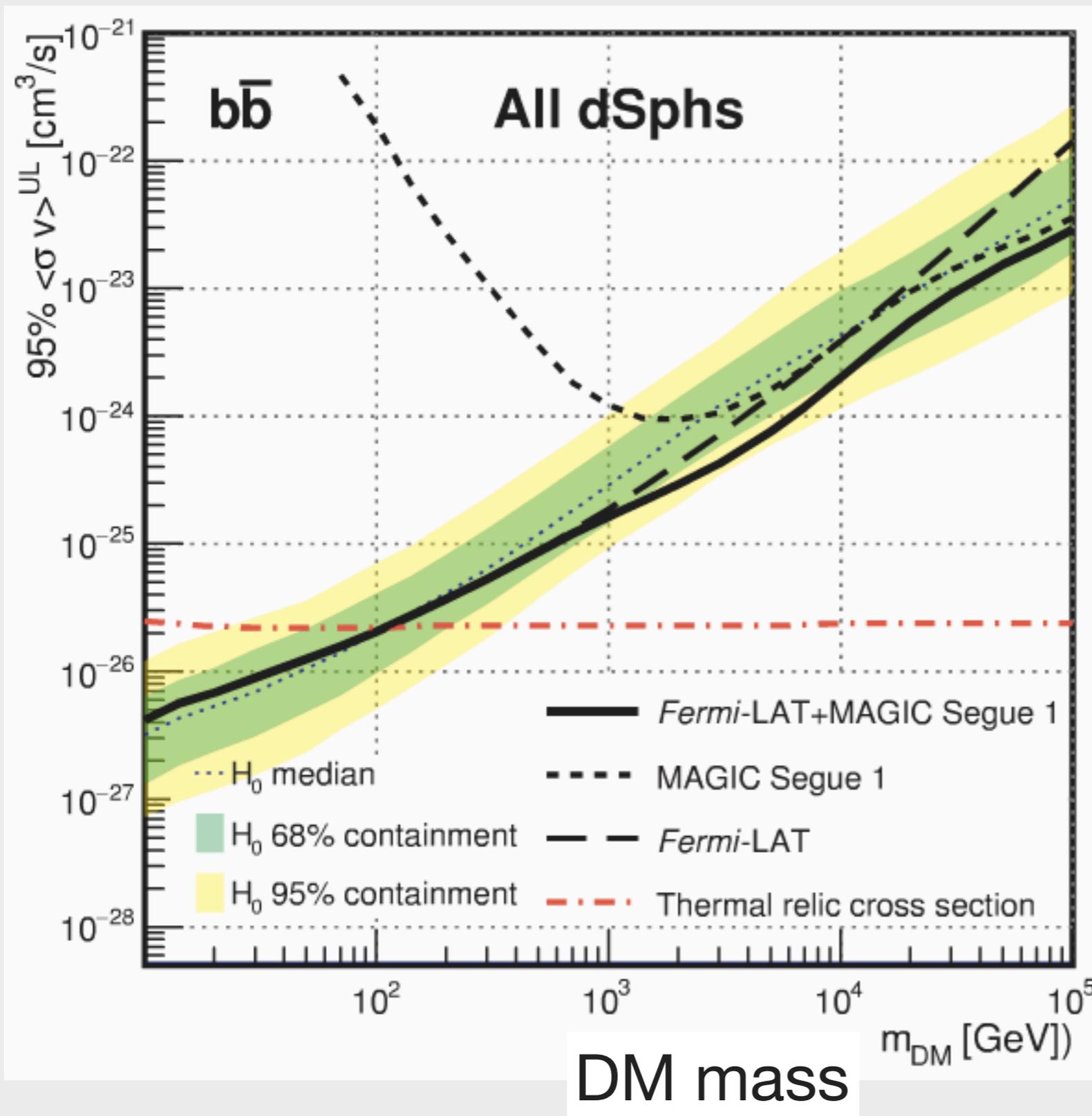
Credit : X-ray: NASA/  
CXC/CfA/M.Markevitch  
et al.; Optical: NASA/  
STScI; Magellan/  
U.Arizona/D.Clowe et  
al.; Lensing Map:  
NASA/STScI; ESO WFI;  
Magellan/U.Arizona/  
D.Clowe et al.



ガンマ線バースト



# Example 暗黒物質探査



Fermi & MAGIC  
矮小銀河の観測

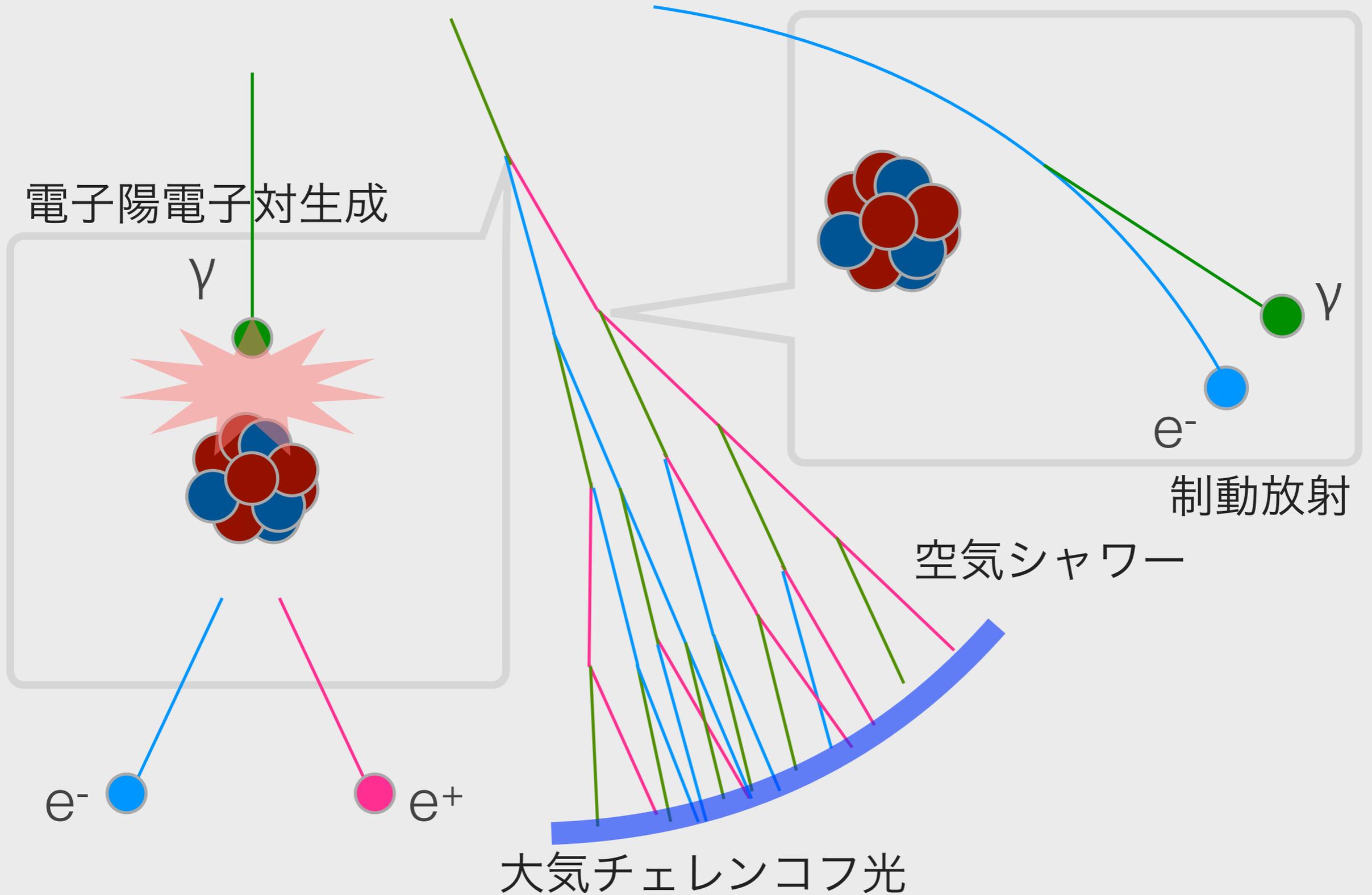
100 GeVまではULが  
熱残存断面積を下回る

6 years & 158 hours

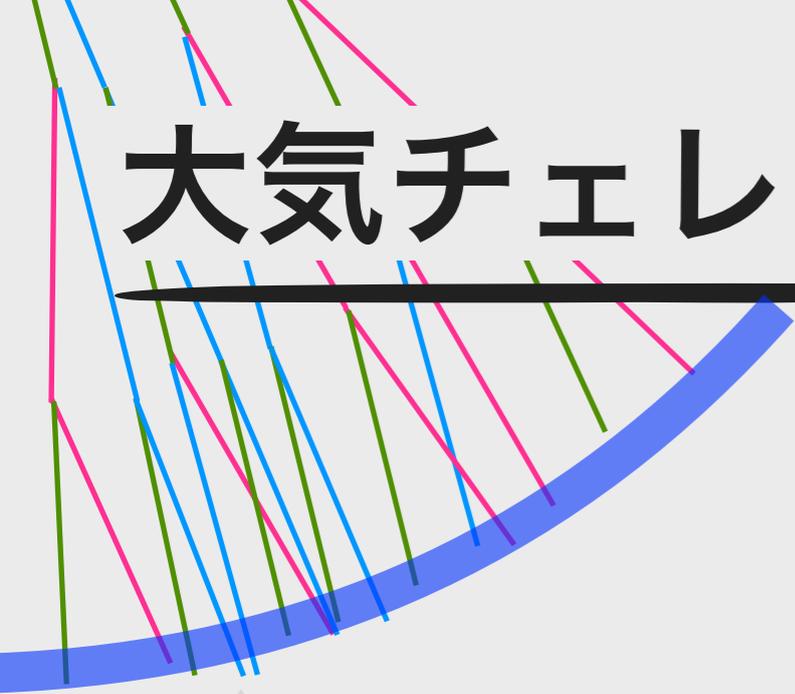
これからの観測に期待

arXiv 1601.0590

# 空気シャワー



# 大気チェレンコフ光



$$\theta_c = \cos^{-1} (1/n\beta) \quad \theta_c \sim 1^\circ @ 10 \text{ km}$$

$$p + N = \pi^0 + \pi^+ + \pi^- \dots$$

中性パイオンに由来するハドロンシャワー  
イベントバックグラウンド

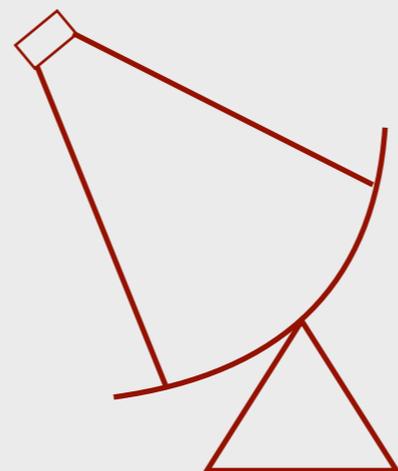
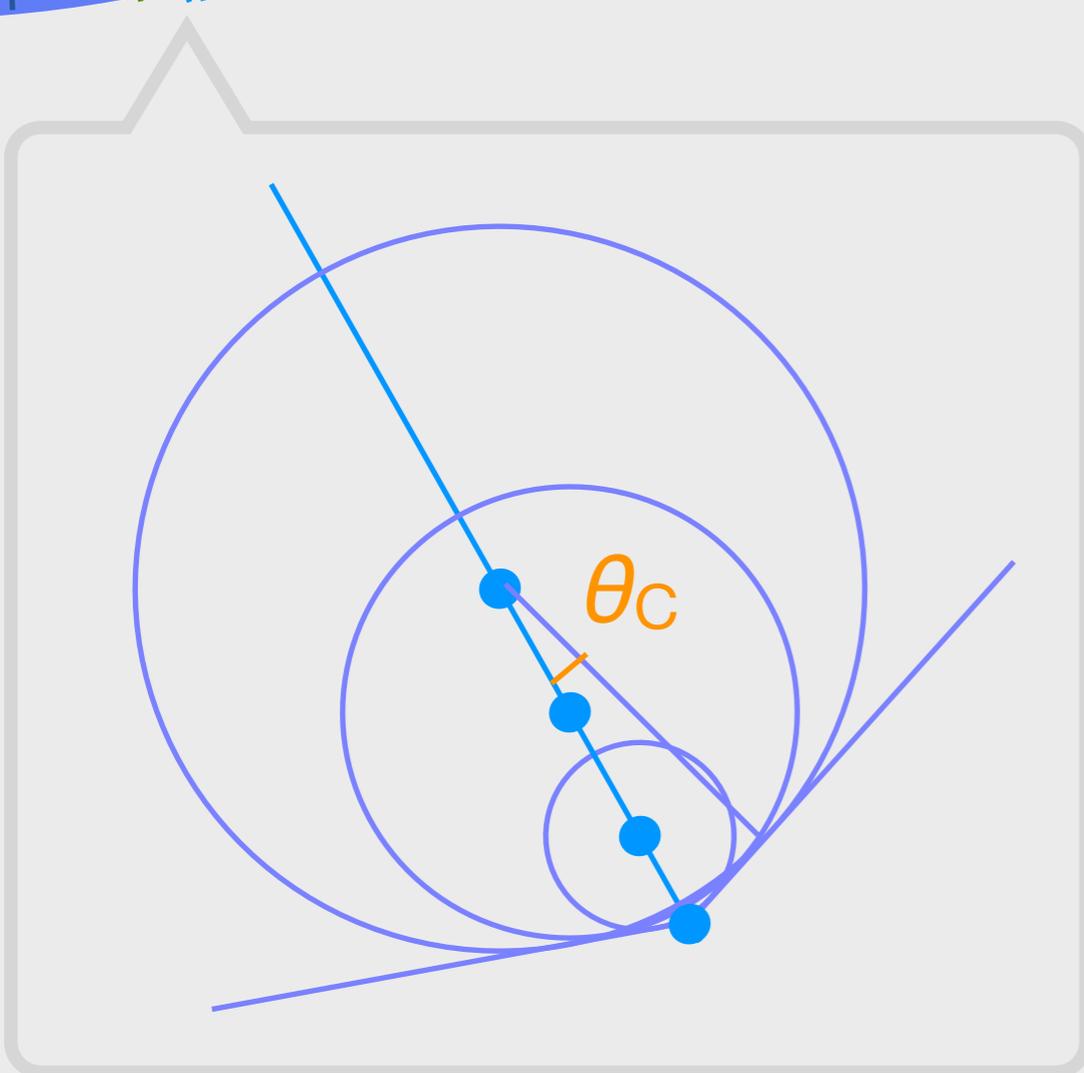
宇宙線のイベントレートの  
一万分の一

空気シャワーの広がり

開始高度で区別

到来方向

エネルギーを決定



# 超高エネルギーガンマ線天文学の装置

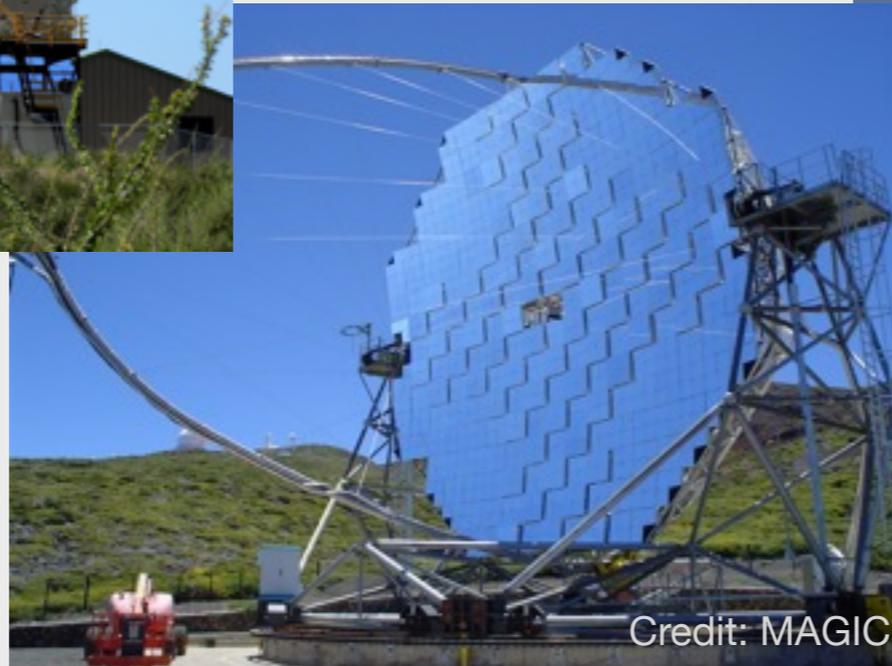


Fermi 人工衛星 有効面積  
測定手法

Whipple 1989~



MAGIC



Credit: MAGIC

H.E.S.S.



Credit: Clementina Medina/Irfu-CEA.

VERITAS



Credit : VERITAS

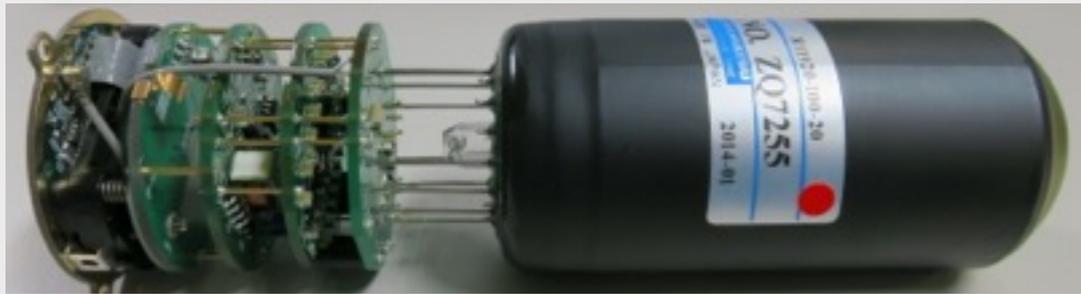
解像型大気  
チェレンコフ望遠鏡の発展

# 望遠鏡カメラ 光電子増倍管

解像型望遠鏡のカメラは複数の  
ピクセルで構成

光電子増倍管

Photomultiplier tube (PMT)

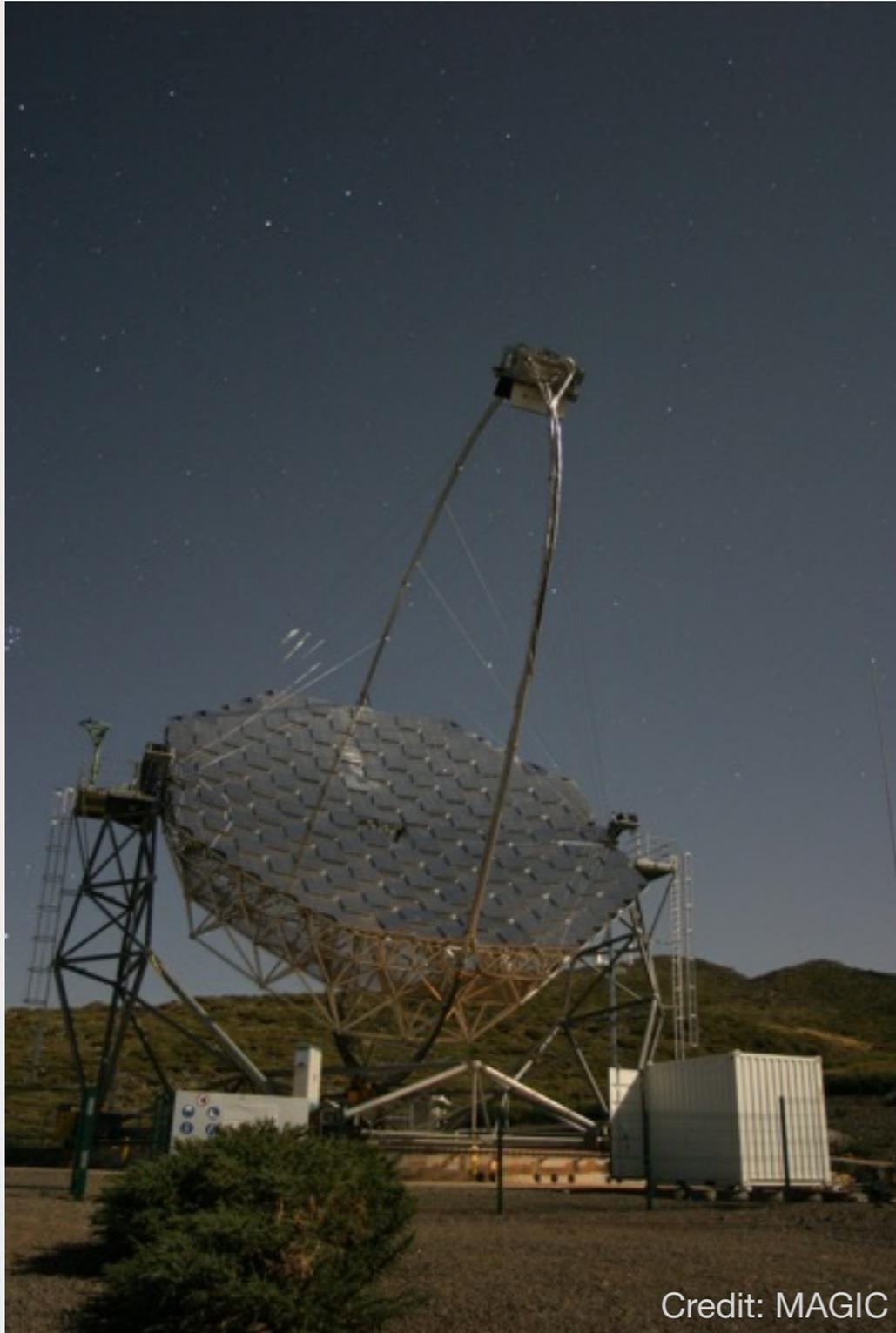


単光子~多数の光子の検出に対応

増幅率が高く、時間応答に優れている

微弱で早い時間応答をするチェレンコフ光の測定に最適

# トリガバックグウランド 夜光



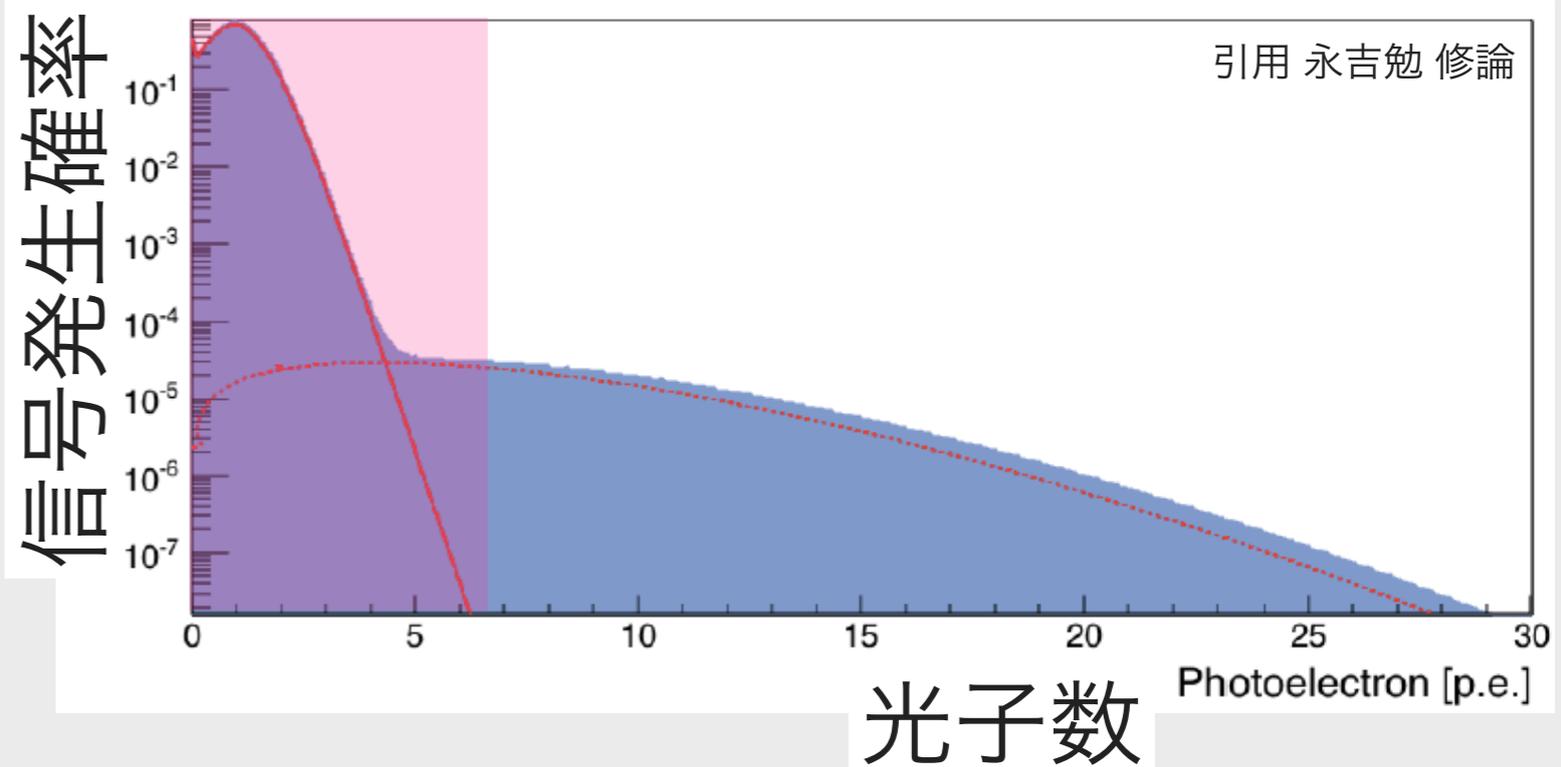
主に星からの光

300 MHz@MAGIC観測地

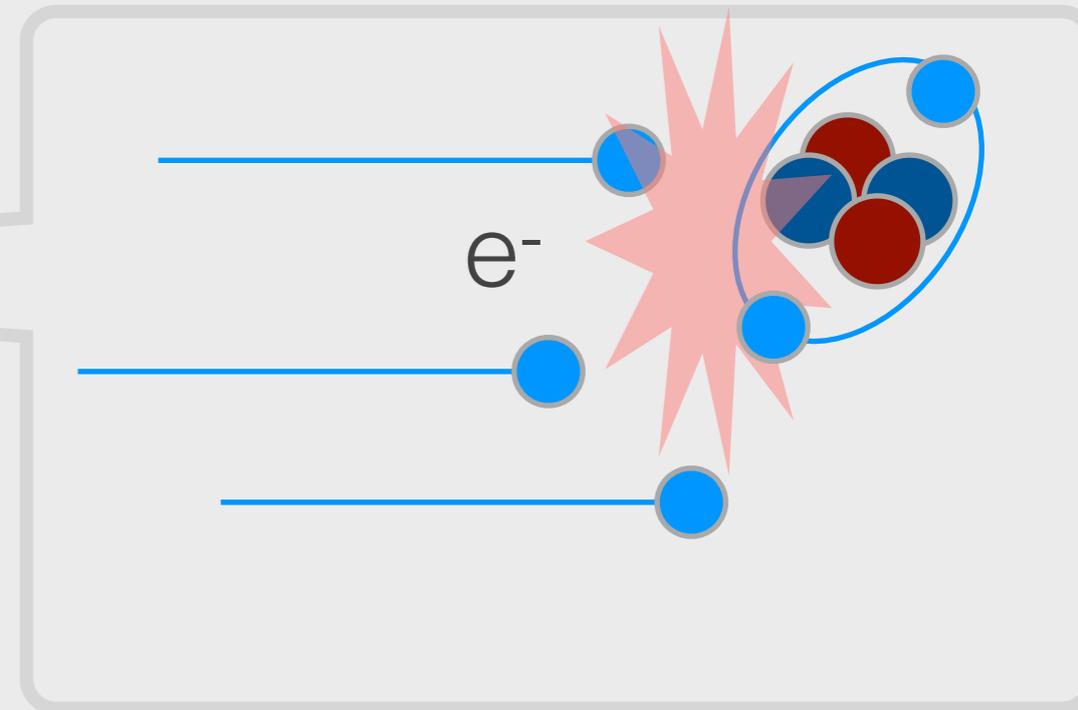
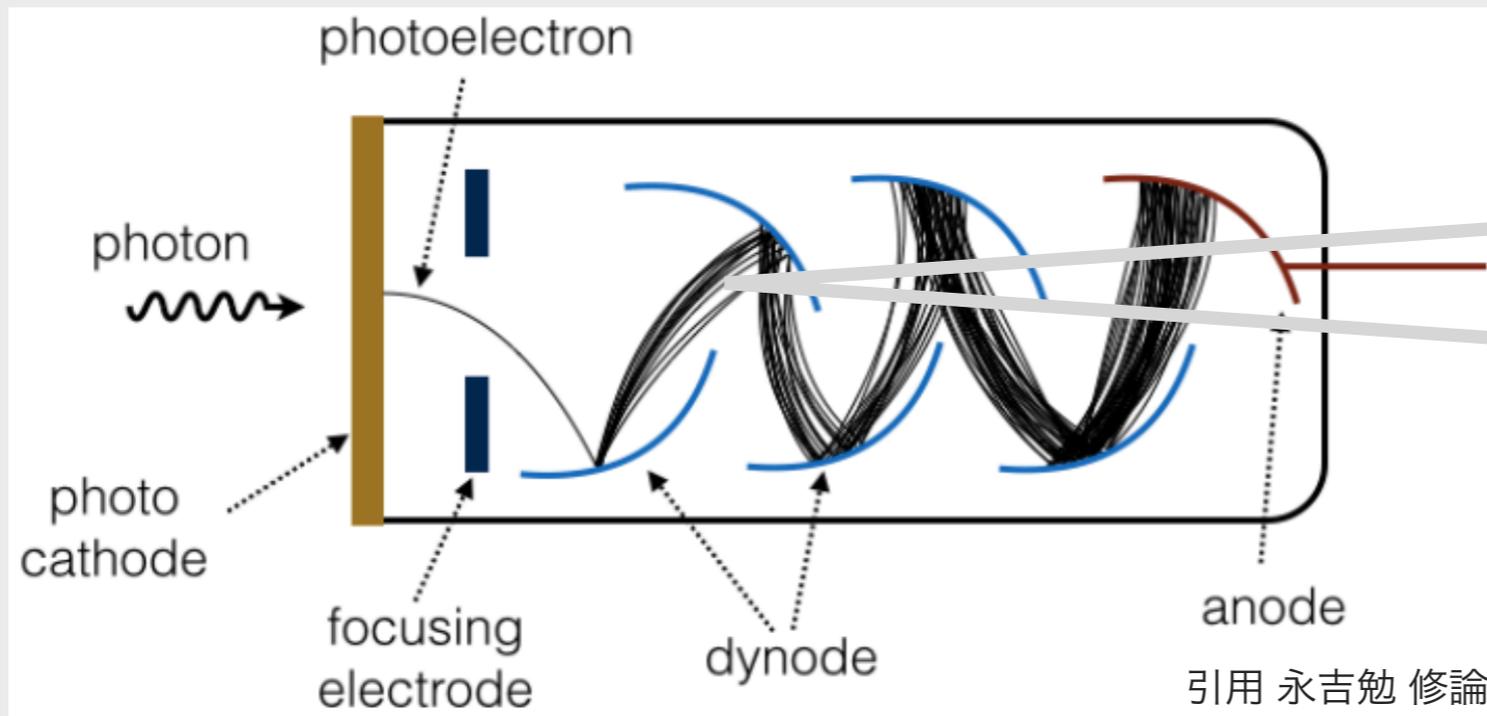
平均1光子のポアソン分布

光子数が増えるに従い、指数関数的に減少

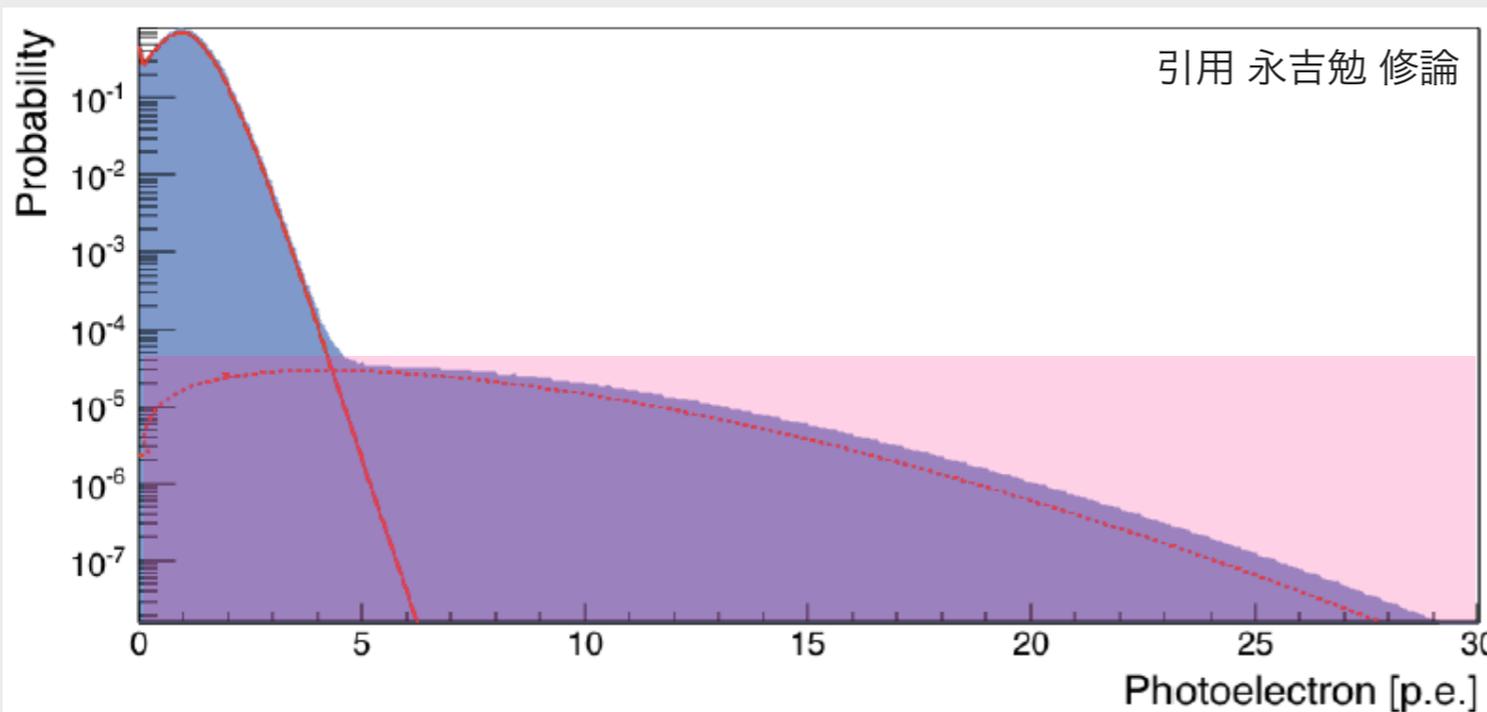
アフターパルスと比べると影響小



# トリガバックグラウンド アフターパルス



$HV$   $\xrightarrow{-}$   $+$



電子により電離されたイオンが光電面に衝突し発生

夜光の光子でも発生

多光子の偽信号への寄与大  
観測のデッドタイムを増やす

正確に見積もる必要有

**最後に**

**My work**

# アフターパルス発生確率の測定

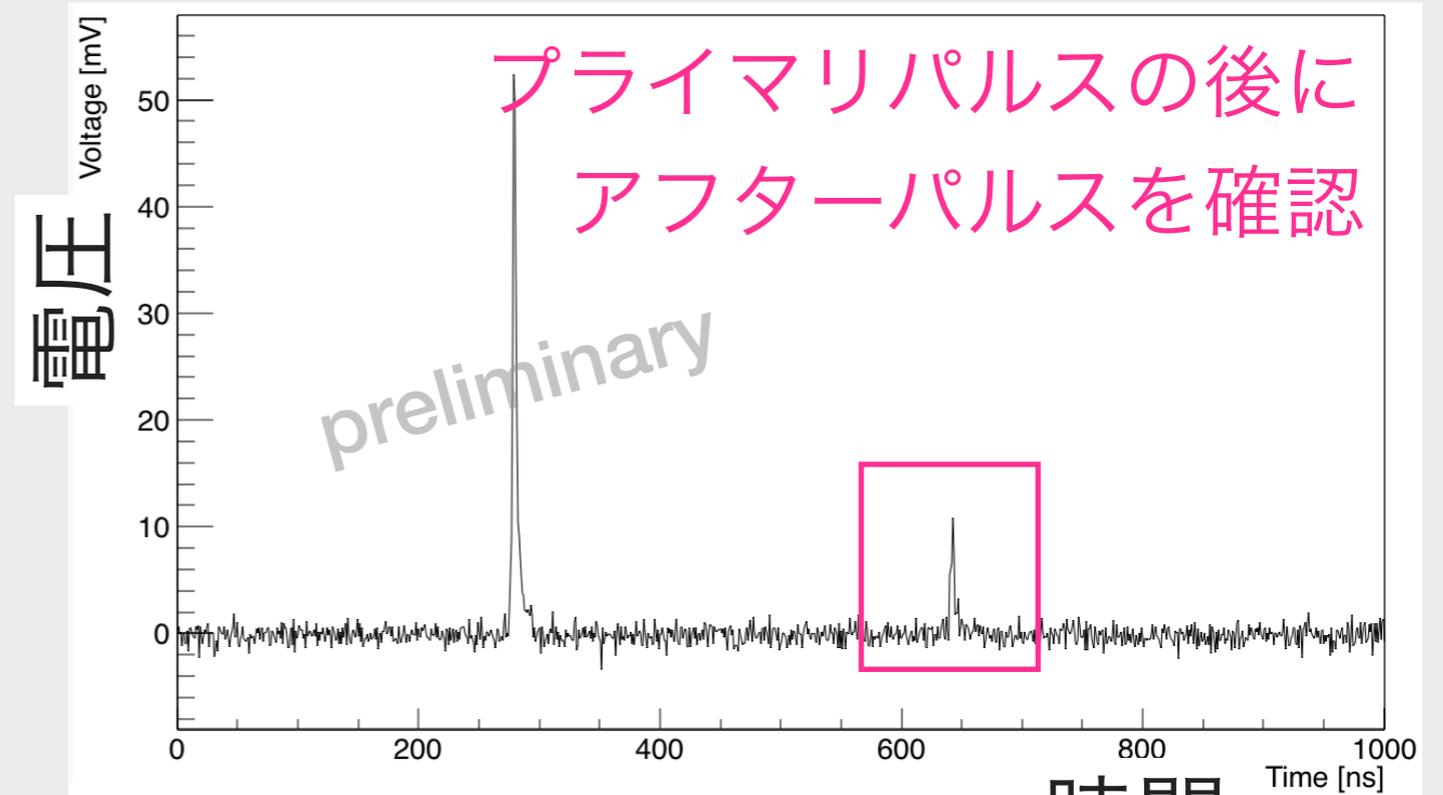


光電子増倍管(PMT)

浜松ホトニクス株式会社 (HPK) 製

要求仕様

	要求仕様	測定値 LST1
量子効率 peak	> 32%	41%
FWHMパルス幅	3 ns >	2.83 ns
アフターパルス発生確率	0.02 % p.e. <sup>-1</sup> >	0.009 % p.e. <sup>-1</sup>



光電子増倍管にパルス光を照射して測定

時間

CTA LST二号機以降に

用いられるPMTの性能評価

現在、アフターパルス抽出のための解析プログラム製作  
電荷計算、アフターパルス抽出アルゴリズム等検討中

# まとめ



Credit: IAC

LST 一号機完成予想図

超高エネルギーガンマ線天文学は  
極限現象のメッセンジャー

大気チェレンコフ光  
解像型大気チェレンコフ望遠鏡が  
観測を可能に

よりよい観測データ評価のため  
光検出器の性能評価を行っている

現在CTA一号機建設中！@MAGICの隣  
2017年度ファーストライト

<http://webcam.lst1.iac.es/stream2view.htm>

# Whipple 望遠鏡

立体視できます

