



Ashra観測

H28 共同利用

小川 了

Ashra NTA推進WG

東邦大学

Ashra @ Mauna Loa

査定経費推移：

H16年度 50千円 (佐々木)
H17年度 70千円 (佐々木・渡邊)
H18年度 890千円 (佐々木・渡邊・小川)
H19年度 750千円 (佐々木・渡邊・小川)
H20年度 1000千円 (佐々木・渡邊・小川・木村・家入)
H21年度 1400千円 (佐々木・小川・木村)
H22年度 1420千円 (佐々木・小川・木村)
H23年度 1170千円 (佐々木・浅岡・小川・木村)
H24年度 970千円 (佐々木・浅岡・小川・木村)
H25年度 970千円 (佐々木・浅岡・小川・木村)
H26年度 300千円 (佐々木・小川)
H27年度 300千円 (佐々木・小川)

H28年度 旅費200千円 (佐々木・小川)

今年度の使途内訳：

旅費 推進部会会議＋ICRRおける試験(PLIやトリガーなど)

国際共同に向けて

2013: NTA Lol: by Sasaki & Hou

2014: VHEPA2014 @ Kashiwa

IAC: A.Watson,F.Halzen,T.Kifune

2015: VHEPA2015 @ Taipei

IAC: A.Watson,F.Halzen,T.Kifune

2015: NTA Forum @ ICRC2015 Hague

Kampert, Sokolsky, Watson, Kifune
Hou/Sasaki + several young persons

2016: VHEPA2016 @ Honolulu, Jan.7-9

NTA推進作業部会(PWG)設置

Halzen(ウイスコンシン), Browder(ハワイ), Hou(台湾)、
Mussa(INF)、小川、佐々木、木舟(オブザーバ)、他

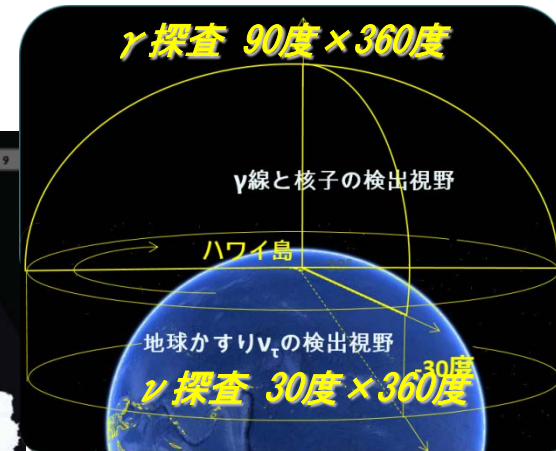
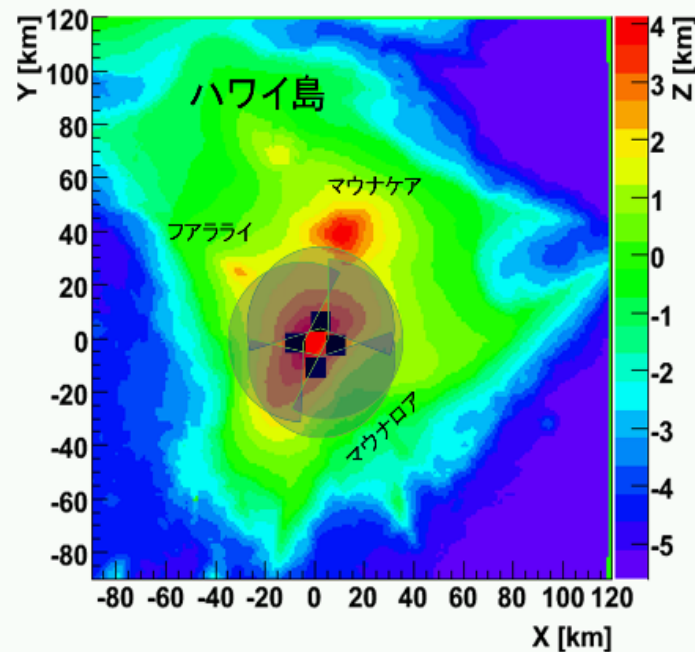
=> LoIを元に White Paper 出版へ



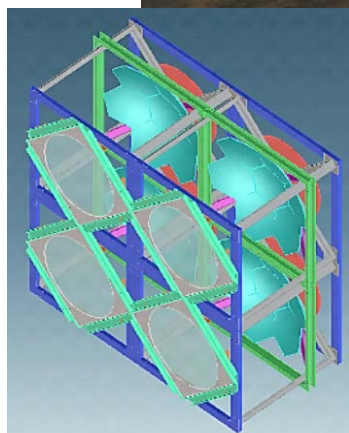
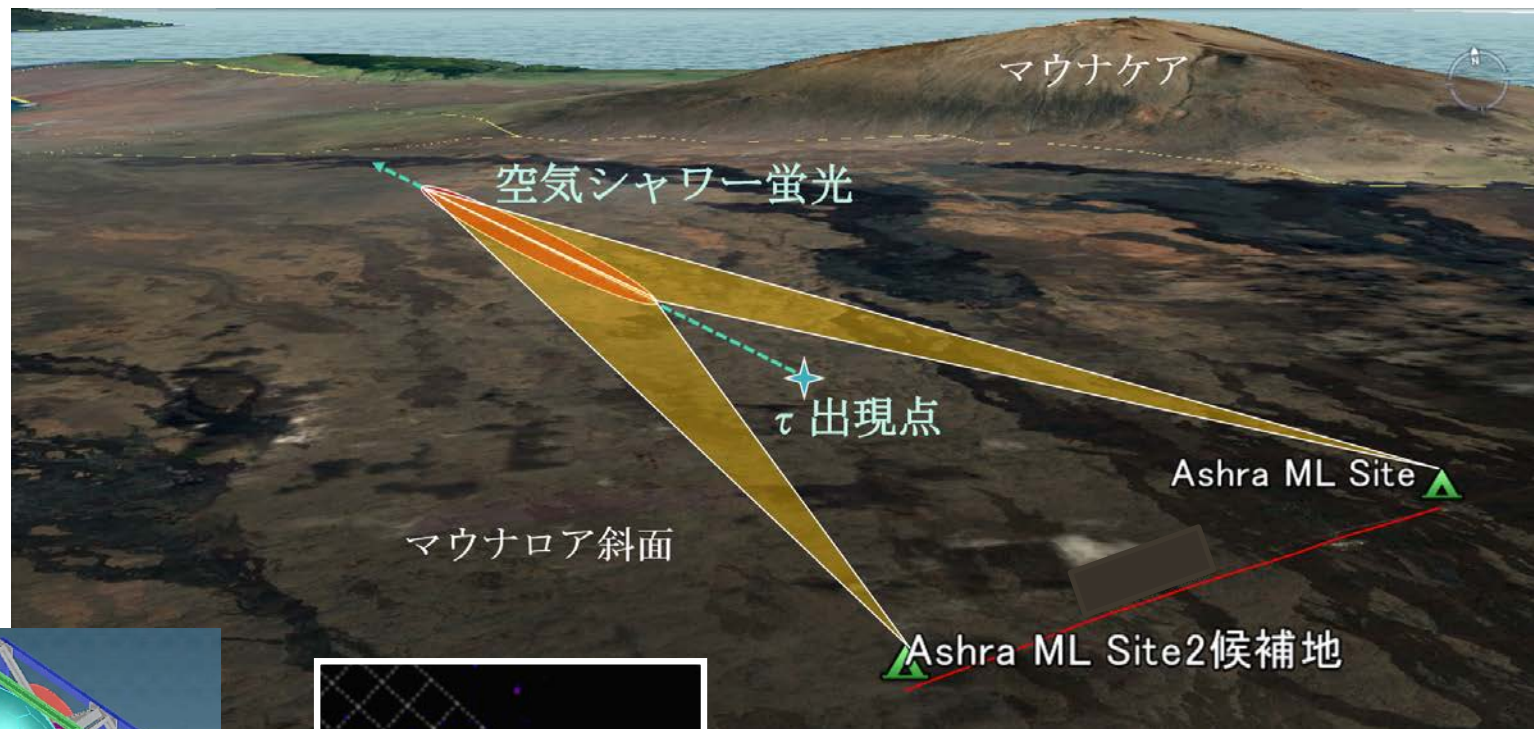
NTA 観測システム

Ashra-1を基盤として改良強化

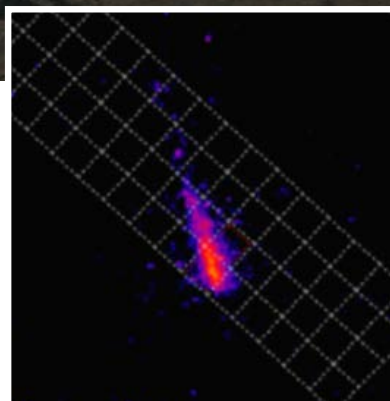
- ハワイ島に有効口径3m集光器群を4ステーション
- ニュートリノ、ガンマ線とも30度(90度) × 360度の広視野
- 解像度 < 0.1度で空気シャワー大気チェレンコフ光 & 蛍光を同時撮像



地球かすりタウシャワー双眼撮像



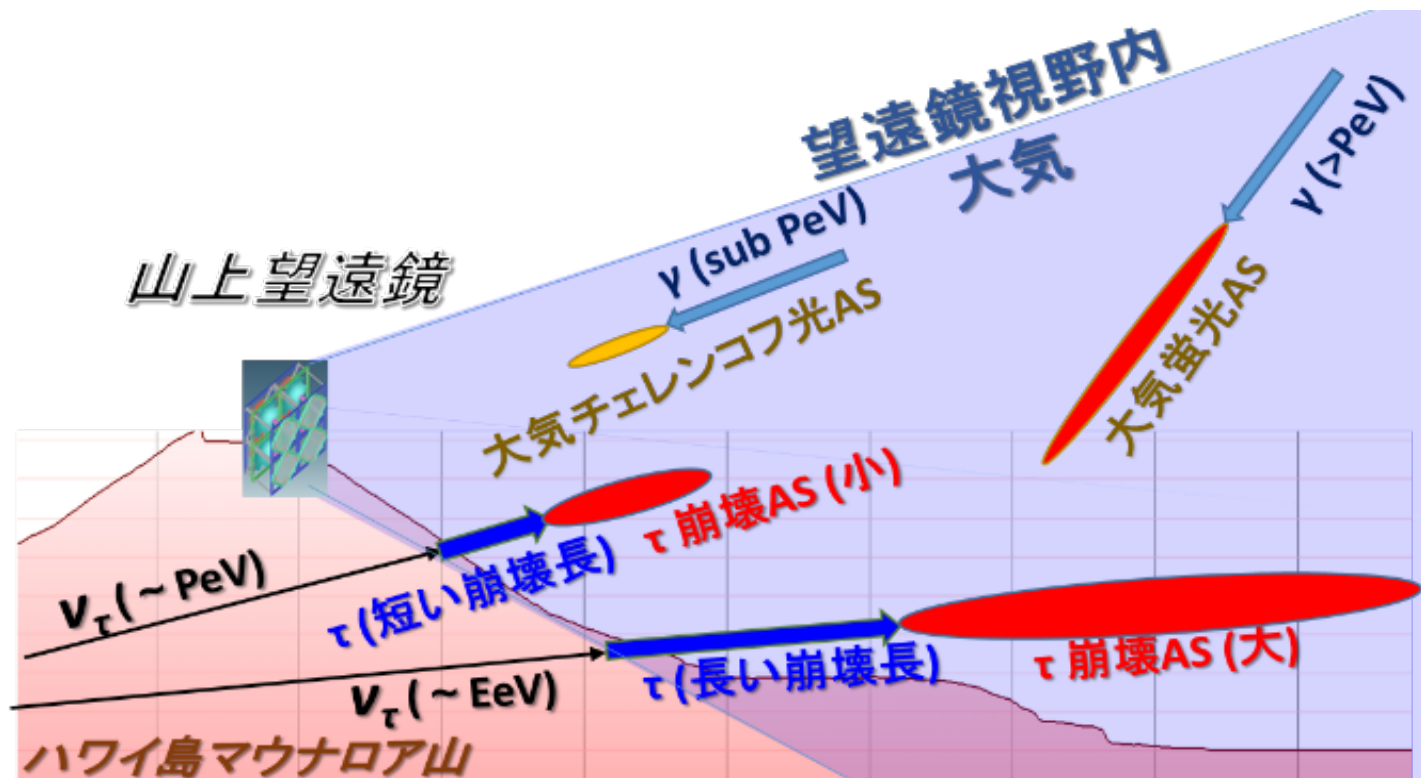
改良単位検出器



実データ空気シャワー
(トリガー100ns露光)

NTA 山上アレイによる ν_τ と γ 線の検出

- タウ崩壊長の問題: $L_\tau \sim 50\text{m} (E_\tau/\text{PeV})$
 - ⇒ 1~10PeV領域では山上アレイの方がAS最大発達に近い
- ν 検出感度の方位依存も少なく一様化できる
- γ 線検出の低閾値化と高感度化
- 稼働効率でも山上アレイ@3000m aslの方が良い



対象とする天体/物理

10TeV-数PeV 大気チェレンコフ光による γ 線観測

> 数PeV 大気蛍光による γ 線観測

> 数PeV 地球かすりによるタウ ν 観測

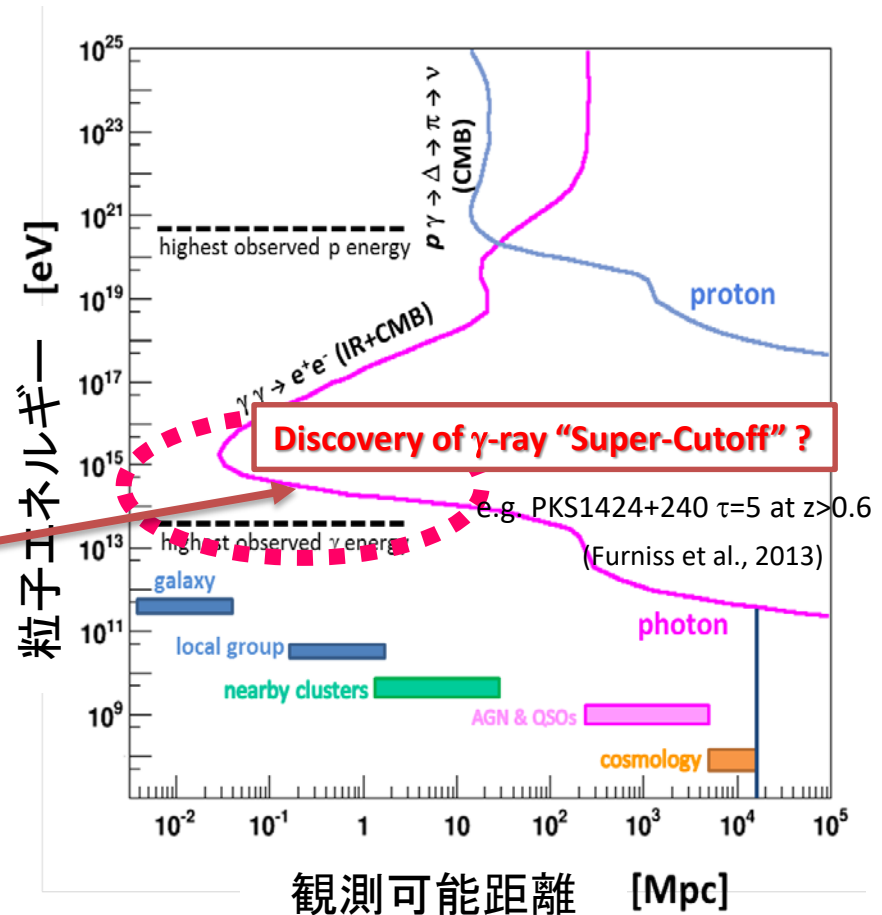
これらの複合粒子観測により、

- “Pevatrons”の明確な同定
 - 我々の銀河（散逸成分 or 点源）
 - AGN、GRB、、、
- pp/p γ 散乱過程の区別
- 光子 PeV 切断の確認 or 破れ発見
- 背景光子(IR+CMB)密度の新たな発見解明

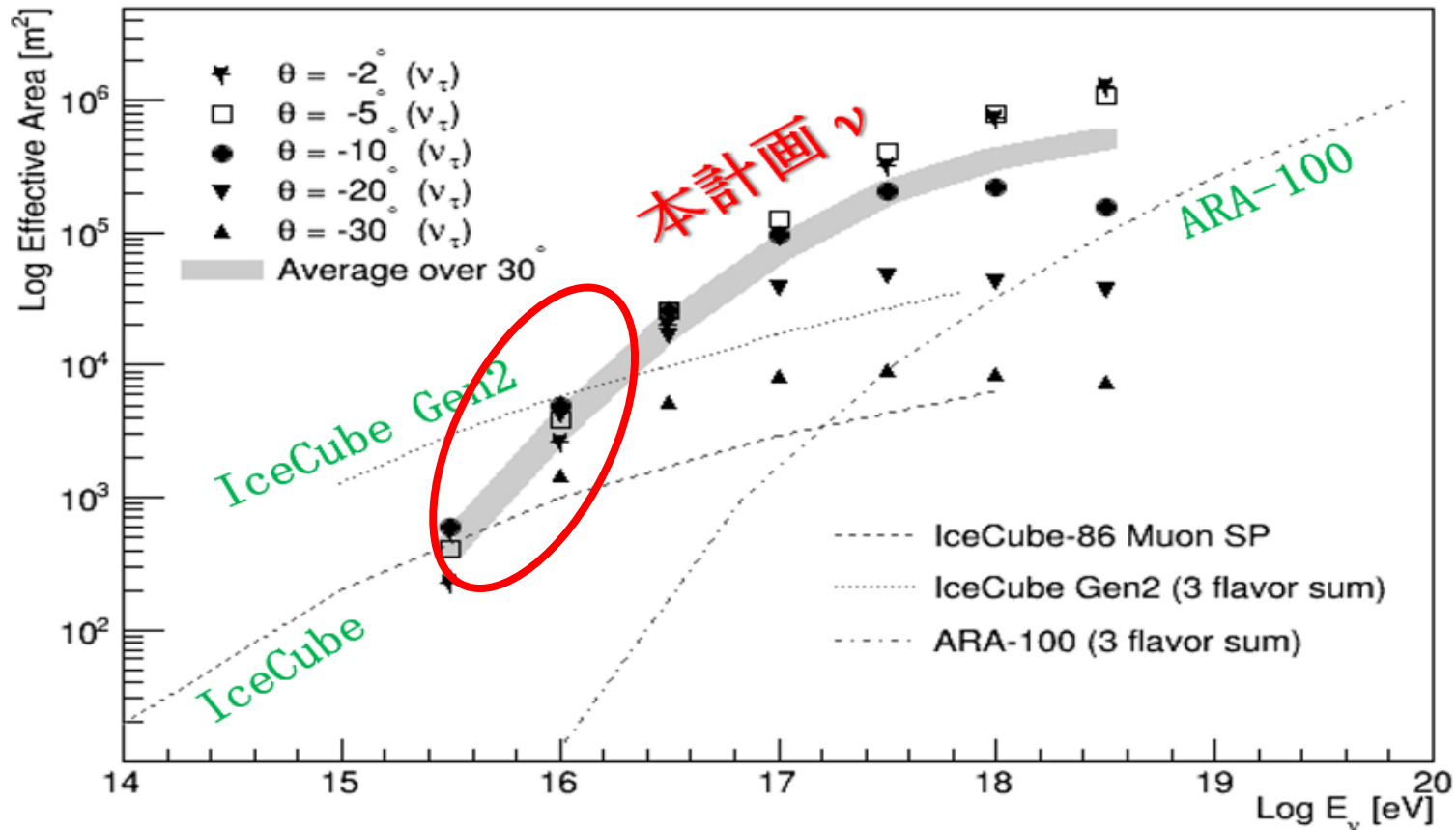
などを行う。

すなわち、

非熱的な宇宙の構造→粒子的宇宙像の解明
宇宙線がその主役

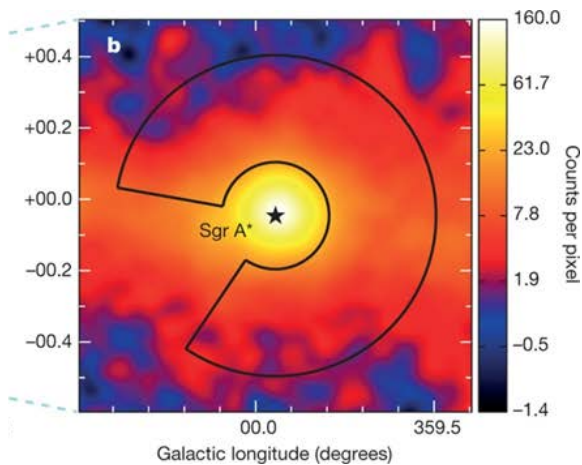
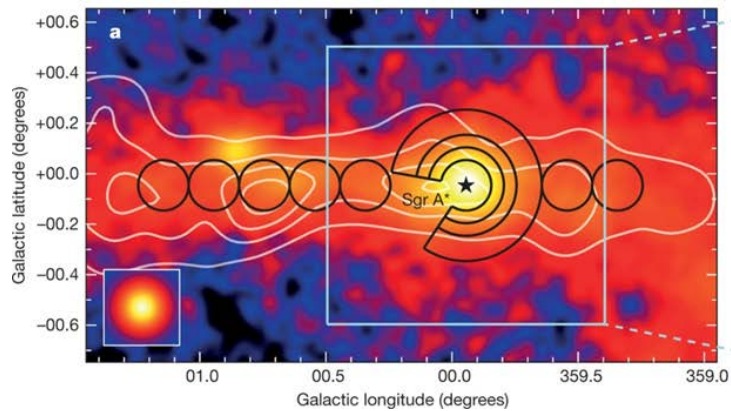


NTA 山上アレイ 有効面積

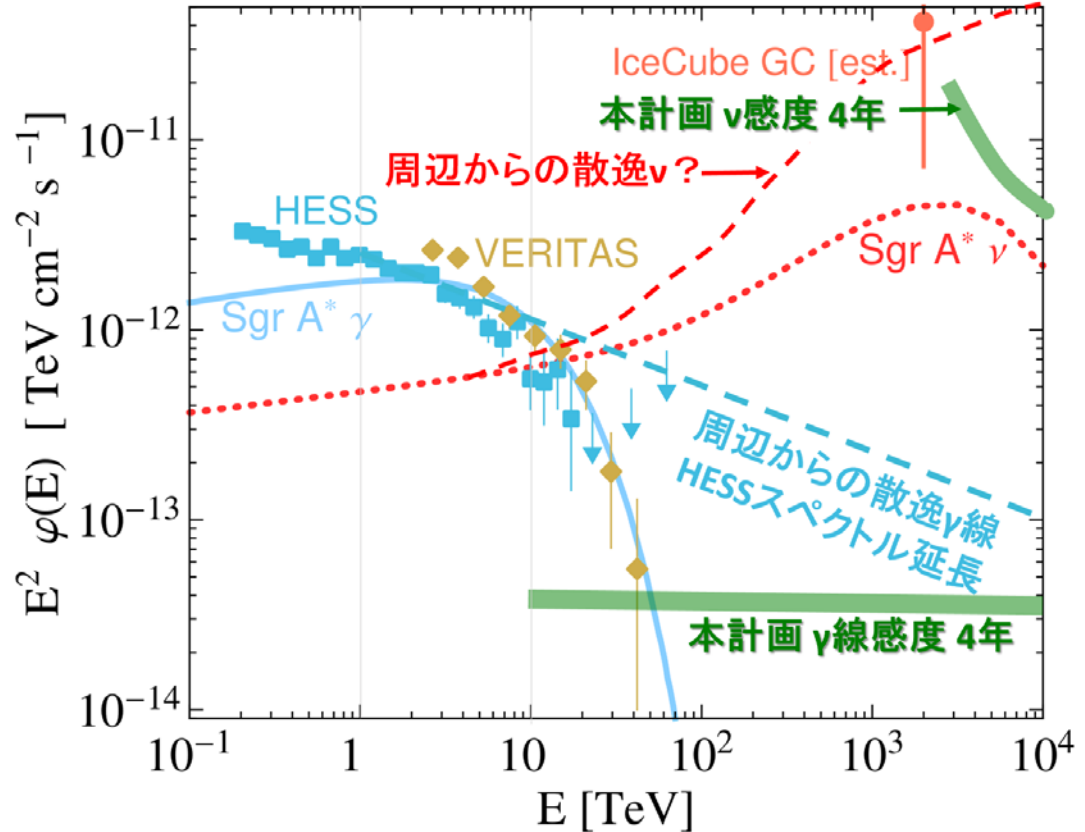


- NTA山間アレイに対し2～3倍改善、低エネルギー側・大角度で落ち緩和
- 3PeV (=15.5eV) で IceCubeと同等、30PeV (=16.5eV) でIceCubeの10倍
- 30PeV～30EeVではGen2やARA-100と凌駕できる

Sgr A*からPeV ν と γ 線同時検出

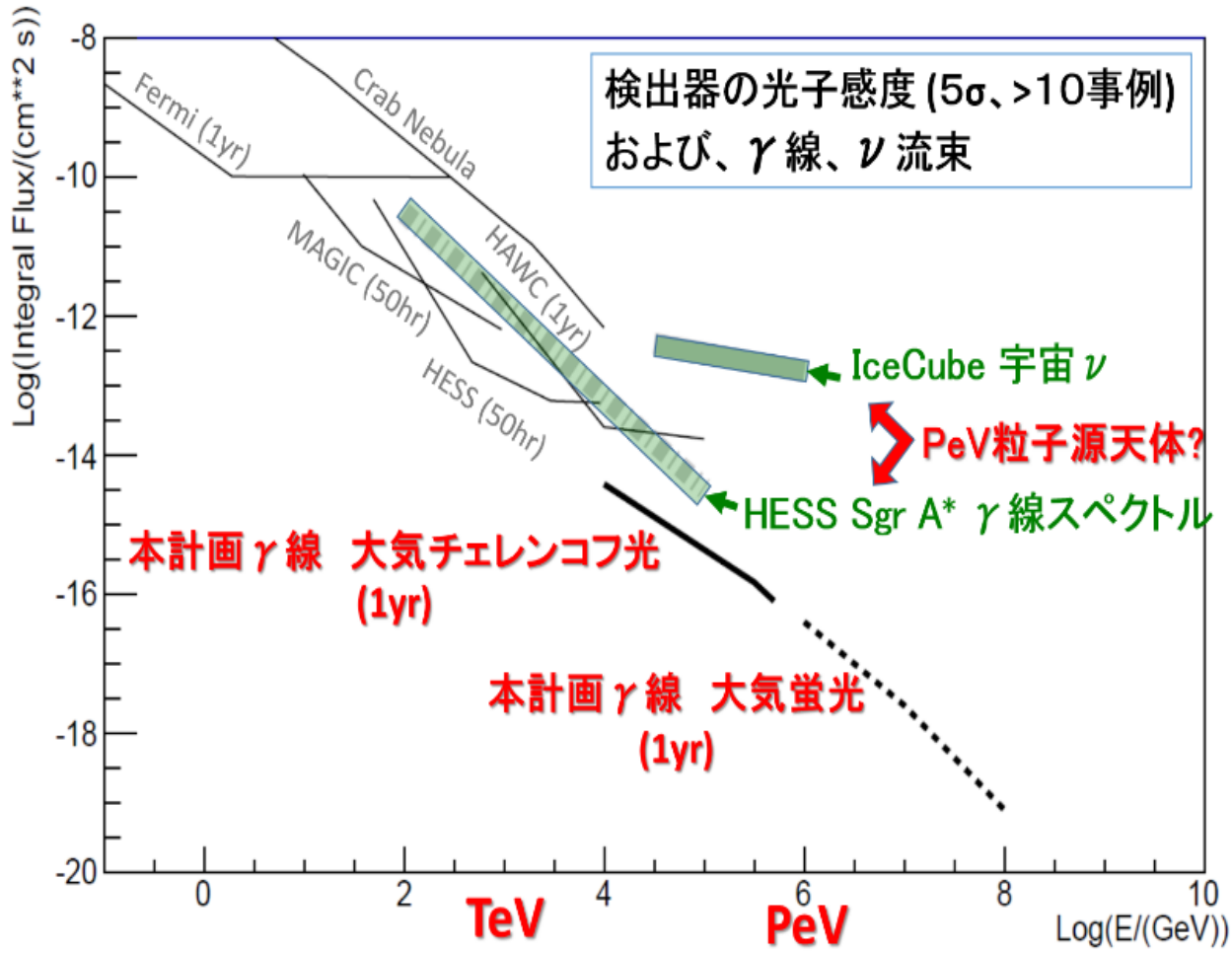


HESS銀河中心 γ 線像 (Nature 531, 476)

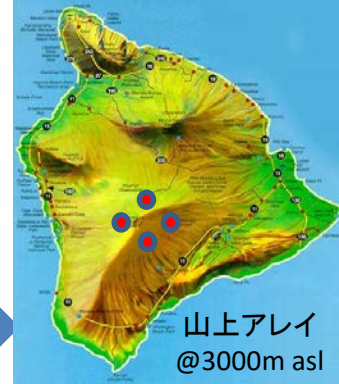


Sgr A*からの γ 線観測、予想 ν スペクトル(点線)、本計画の γ 線と ν の感度(太線)、IceCube発見 ν 流速(誤差棒)。HESSの周辺 γ 線観測(破線)から予想した周辺 ν 流速(破線)。

NTA 光子感度



NTA 観測に向けて



2016

2017

2018

2019

2020

2021

2022

2023

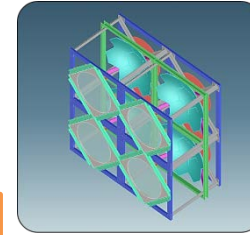
NTA

予算請求

建設/部分的観測

完全観測

国際共同観測拠点



Ashra-1

実地試験観測/多粒子観測/自動化・データ流・解析技法の確立

国際実証開発拠点



Akeno

アセンブリ/統合化/レーザー観測/長期安定性・試験

国内開発拠点



国内外のラボ

要素開発・試験

Ashra観測ステーション



Ashraの歴史

- 2003 予算化
- 2006 マウナロア山サイトの土地
利用許可
- 2007 集中インストレーション
- 2008 トリガーパイロット観測
- 2011 土地利用許可の10年間
の延長

- ・2種類の集光器
 - 天頂方向 (天頂角 = 30°)
 - 水平方向 (天頂角 = 75°)
- ・同一方向を向く複数台の集光器
で1検出器を構成
- ・主ステーション
12検出器で全天77%カバー

2008年のトリガーパイロット観測(2009年春学会)

THE ASTROPHYSICAL JOURNAL LETTERS, 736:L12 (5pp), 2011 July 20
© 2011. The American Astronomical Society. All rights reserved. Printed in the U.S.A.

doi:10.1088/2041-8205/736/L12

OBSERVATIONAL SEARCH FOR PeV–EeV TAU NEUTRINO FROM GRB081203A

Y. AITA¹, T. AOKI¹, Y. ASAKA¹, T. CHONAN¹, M. JOBASHI¹, M. MASUDA¹, Y. MORIMOTO¹, K. NODA¹, M. SASAKI¹,
J. ASOH², N. ISHIKAWA², S. OGAWA², J. G. LEARNED³, S. MATSUNO³, S. OLSEN³, P.-M. BINDER⁴,
J. HAMILTON⁴, N. SUGIYAMA⁵, AND Y. WATANABE⁶
(ASHRA-I COLLABORATION)

¹Institute for Cosmic Ray Research, University of Tokyo, Kashiwa, Chiba 277-8582, Japan; asaoka@icrr.u-tokyo.ac.jp, sasakim@icrr.u-tokyo.ac.jp
²Department of Physics, Toho University, Funabashi, Chiba 274-8510, Japan
³Department of Physics and Astronomy, University of Hawaii at Manoa, Honolulu, HI 96822, USA
⁴Department of Physics and Astronomy, University of Hawaii at Hilo, Hilo, HI 96720-4091, USA
⁵Department of Physics and Astrophysics, Nagoya University, Nagoya, Aichi 464-8601, Japan
⁶Department of Engineering, Kanagawa University, Yokohama, Kanagawa 221-8686, Japan
Received 2011 April 29; accepted 2011 June 10; published 2011 June 28

ABSTRACT

We report the first observational search for tau neutrinos (ν_τ) from gamma-ray bursts (GRBs) using one of the Ashra light collectors. The Earth-skimming ν_τ technique of imaging Cherenkov τ showers was applied as a detection method. We set stringent upper limits on the ν_τ fluence in PeV–EeV region for 3780 s (between 2.83 and 1.78 hr before) and another 3780 s (between 21.2 and 22.2 hr after) surrounding GRB081203A triggered by the *Swift* satellite. This first search for PeV–EeV ν_τ complements other experiments in energy range and methodology, and suggests the prologue of “multi-particle astronomy” with a precise determination of time and location.

Key words: gamma-ray burst: individual (GRB 081203A) – methods: observational – neutrinos

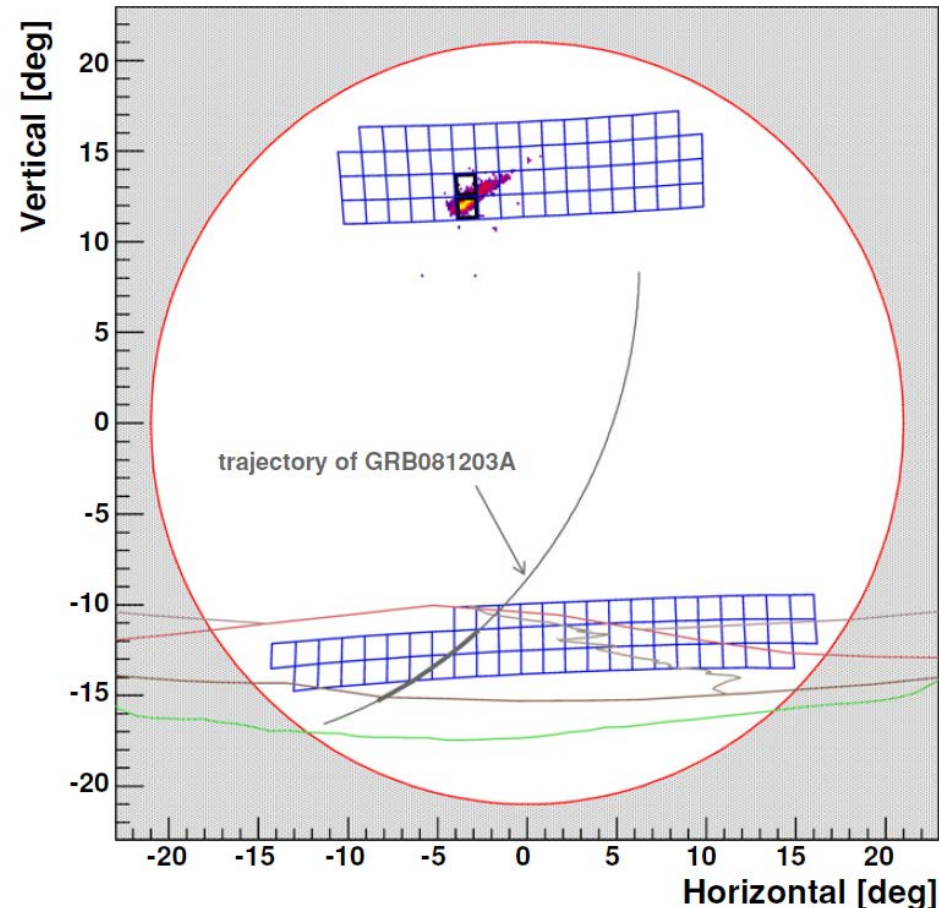
Online-only material: color figures

1. INTRODUCTION

Gamma-ray bursts (GRBs) eject the most energetic outflows in the observed universe, with jets of material expanding relativistically into the surrounding interstellar matter with a Lorentz factor Γ of 100 or more. Energy dissipation processes involving nonthermal interactions between particles are thought to play an important role in GRBs, but remain observationally unresolved. The detection of PeV–EeV neutrinos (ν 's) from a GRB provides direct evidence for the acceleration of hadrons into the EeV range, and of photo-pion interactions in the GRB. The

effective even in optically thick regions. A monitor search with sufficient time and spatial resolution and survey capability for VHE ν s associated with GRBs is plausible.

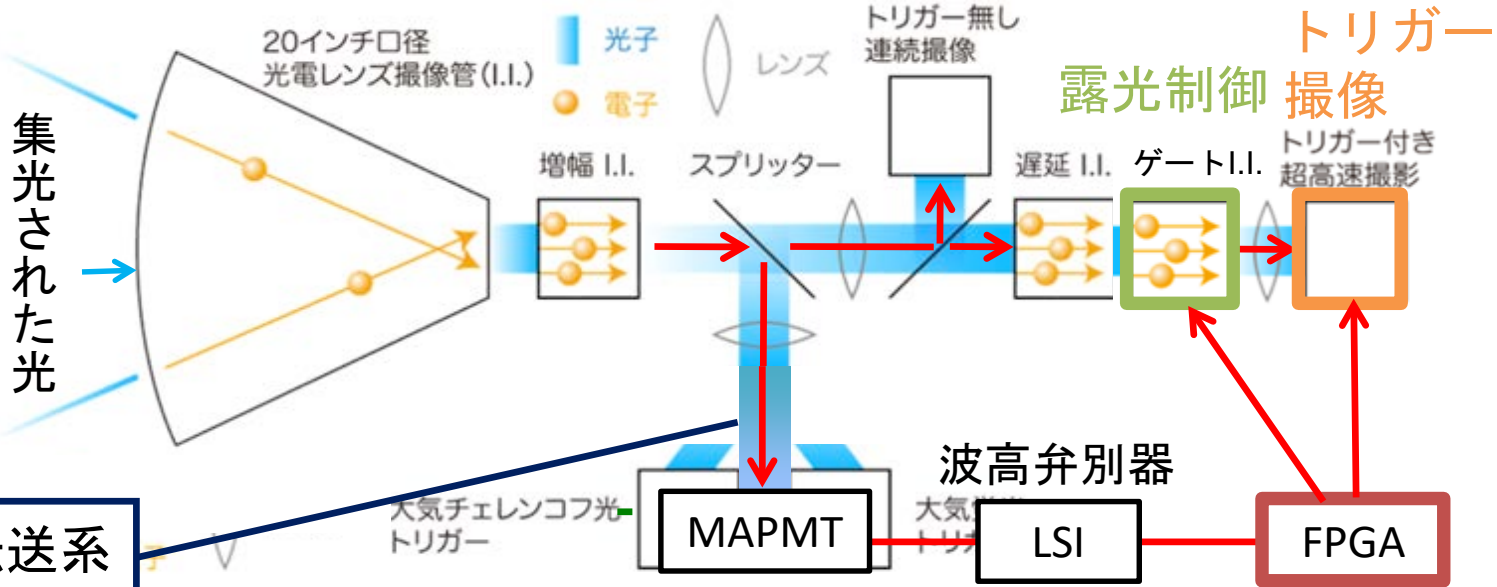
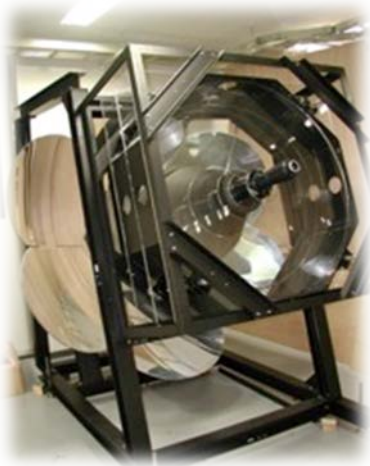
The Earth-skimming tau neutrino (ν_τ) technique, which detects extensive air showers (Fargion 2002), has the advantage of a large target mass, since it uses air showers produced by decay particles of tau leptons (τ 's) in the atmosphere as the observed signals. τ 's emerge out of the side of the mountain or the ground facing the detector; they are the product of interactions between VHE ν_τ and the Earth matter they traverse. Above 1 EeV, air fluorescence observations based on the Earth-skimming ν_τ technique have been reported (Abraham et al.



視野中のGRB081203Aの軌跡

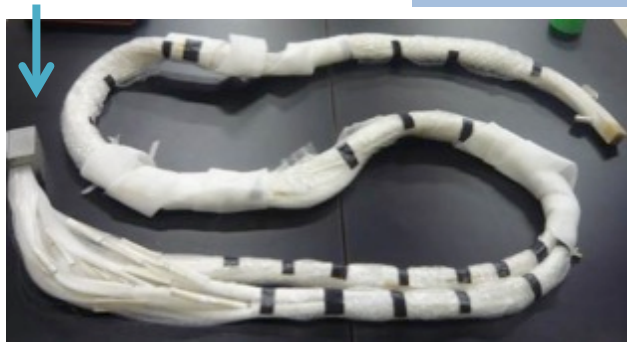
Observational search for PeV-EeV Tau neutrino from GRB081203A
Y. Aita et al. (Ashra-I Collaboration), 2011, ApJ, 736, L12

Ashra 光電撮像パイプライン



光ファイバー伝送系

光ファイバー束 + 光結合分岐器



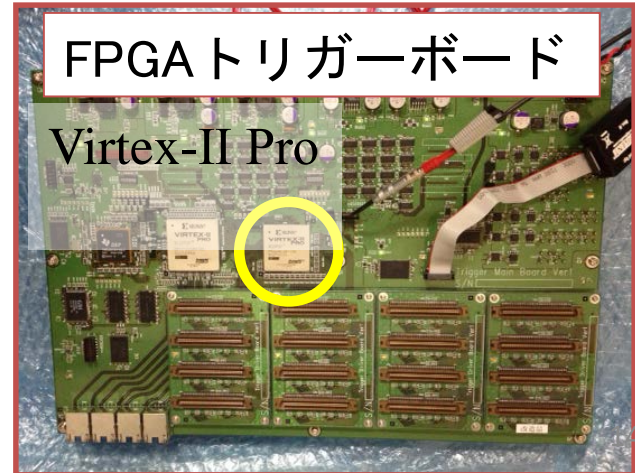
光センサー

FPGA トリガー制御

- ・ 信号パターン判定
- ・ 露光信号制御
- ・ シャッター信号制御

FPGA トリガーボード

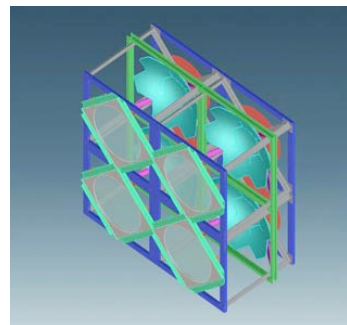
Virtex-II Pro



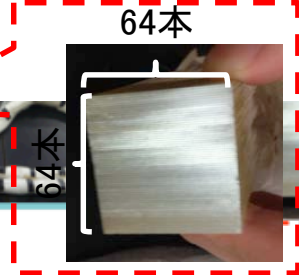
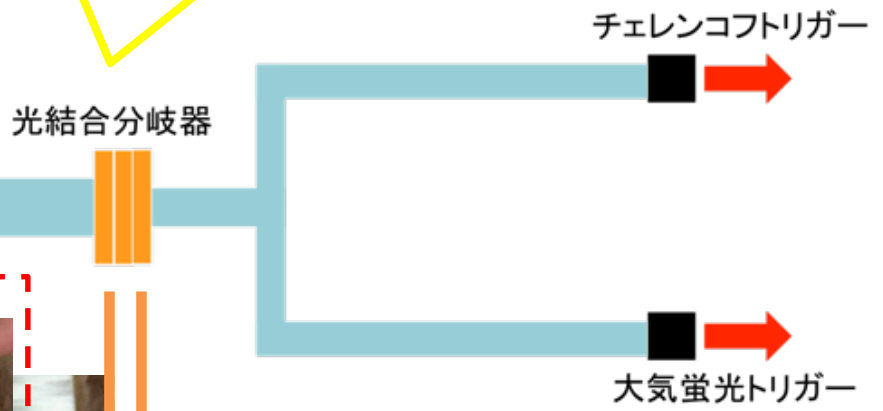
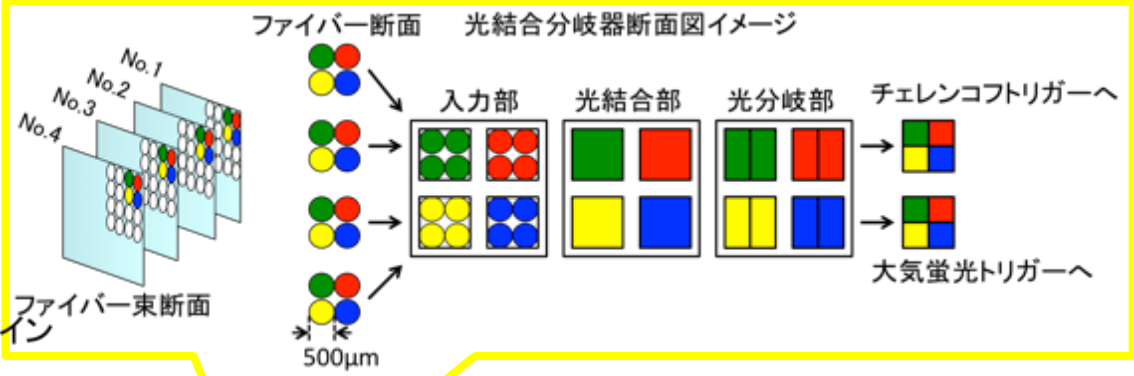
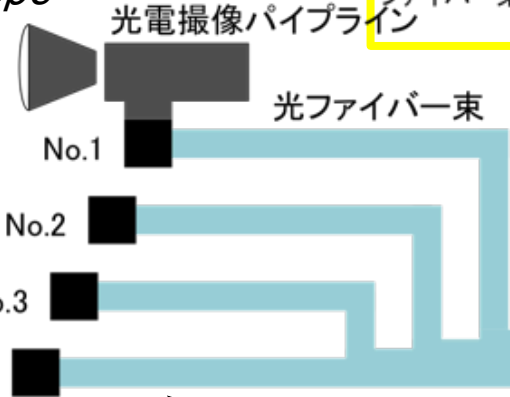
光結合分岐器の要素開発 2015年日本物理学会秋季大会 27pSJ-9 大島

光ファイバー経路のトリガー用光信号を一つに結合し、2つのトリガー系へと分配する。

NTA multi - telescope



光ファイバー束



↓ アクリルロッド

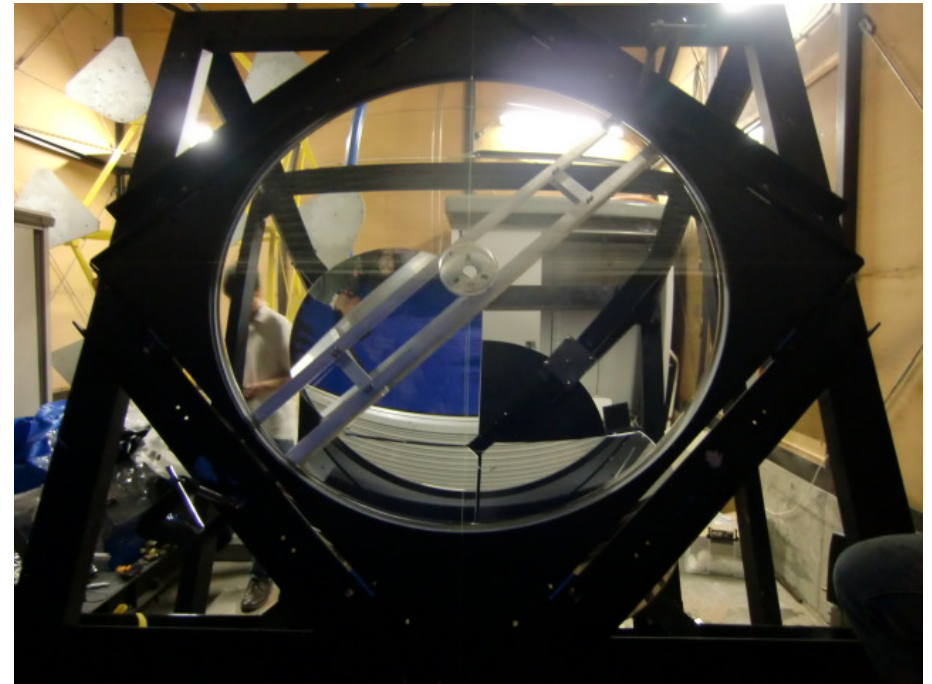


光結合分岐器の新素材にアクリルロッドを候補に検討し、アクリルロッドによる光結合、光分岐の原理検証を行った。

レーザーを用いた大気蛍光トリガー試験

Ashra-1 Readout Test @明野観測所

夜光バックグラウンドを考慮した大気蛍光トリガー試験を行う



- ・シェルター内にトリガー試験用集光器を設置
- ・隣接した建物にnearレーザーを設置

トリガーロジックの要素検証

① 時間構造をもった信号入力に対して、コインシデンスをとる

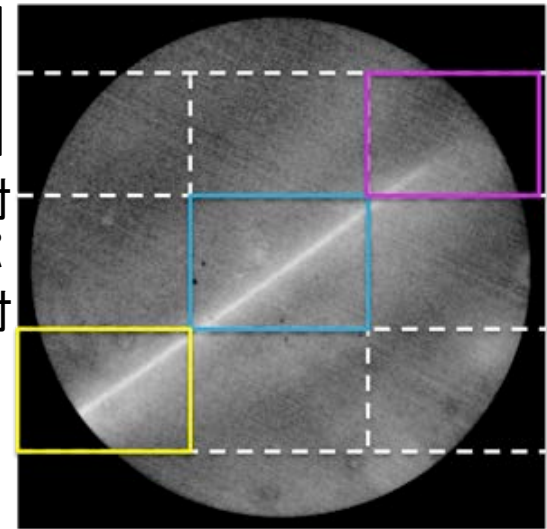
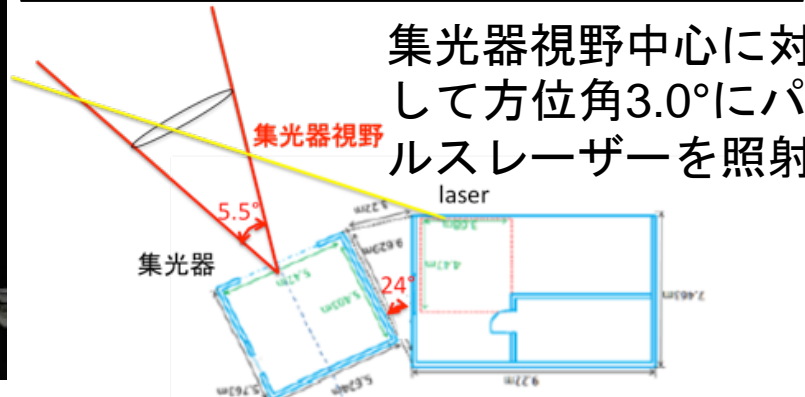
①のロジック検証を行うため、①の機構のみを取り入れた大気蛍光トリガーロジックを試作し、動作試験を行った

パルスレーザーを用いたトリガー撮像試験 @ 宇宙線研究所 明野観測所

レーザー装置



レーザー散乱光に対して、自律的トリガー撮像に成功した

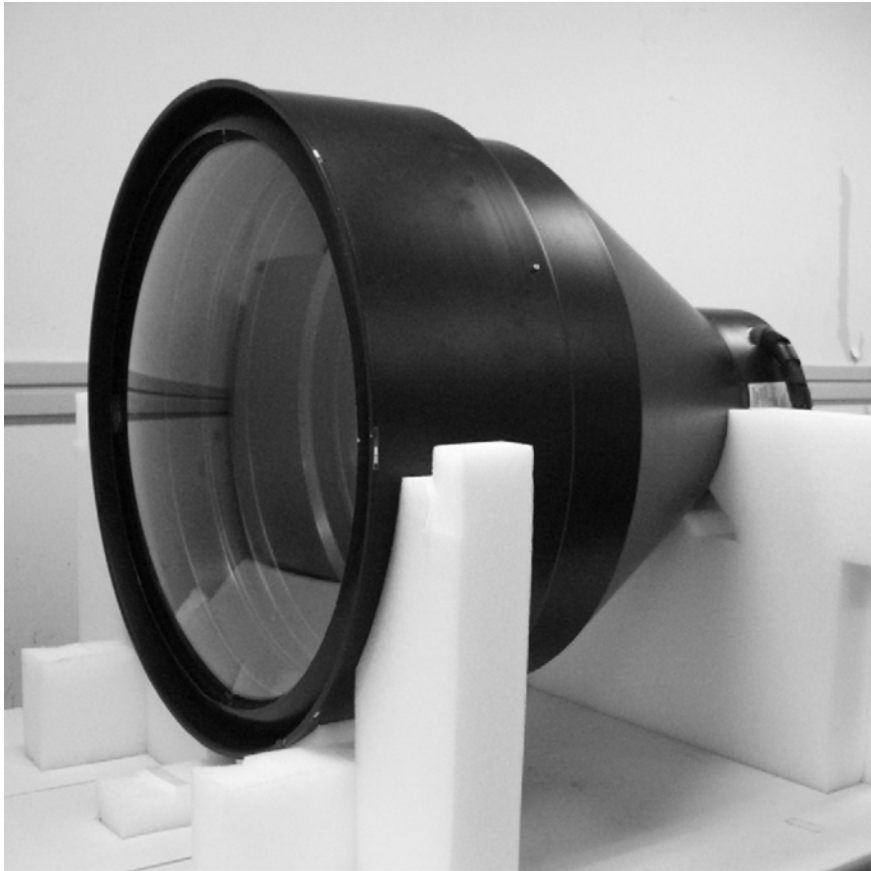


Energy : 3.5 W, Frequency : 10 Hz, Pulwidth : ~ 30 ns, Divergence : 0.5 mrad

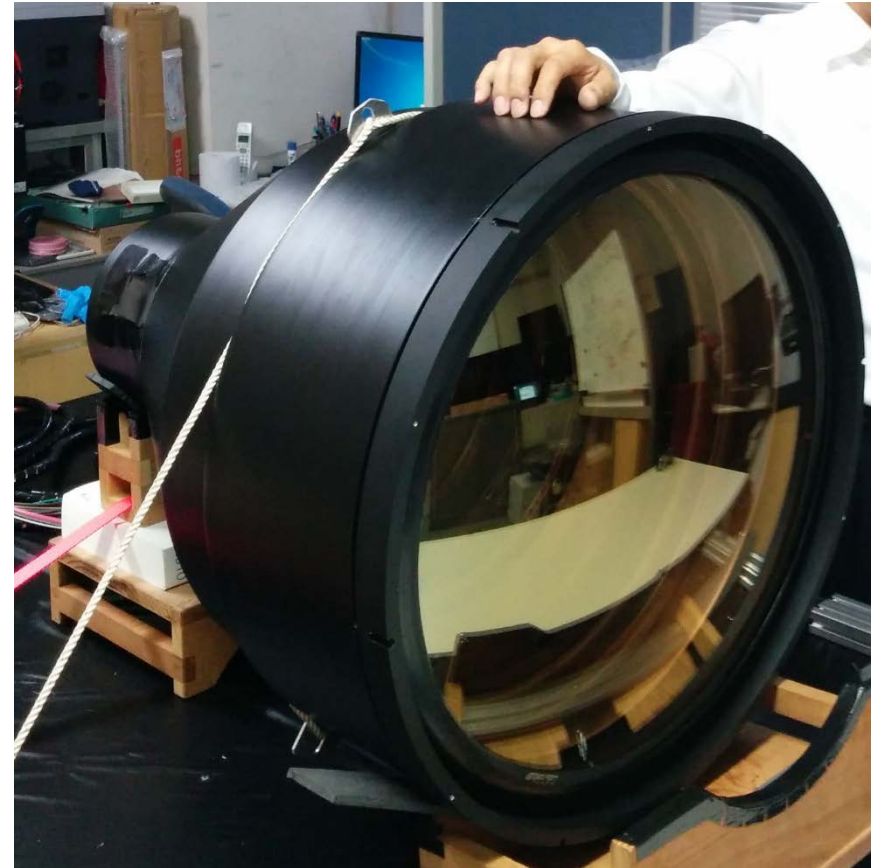
撮像した画像

光電撮像管 (Photoelectric lens Imaging Tube)

PLI-2011 vs PLI-2016

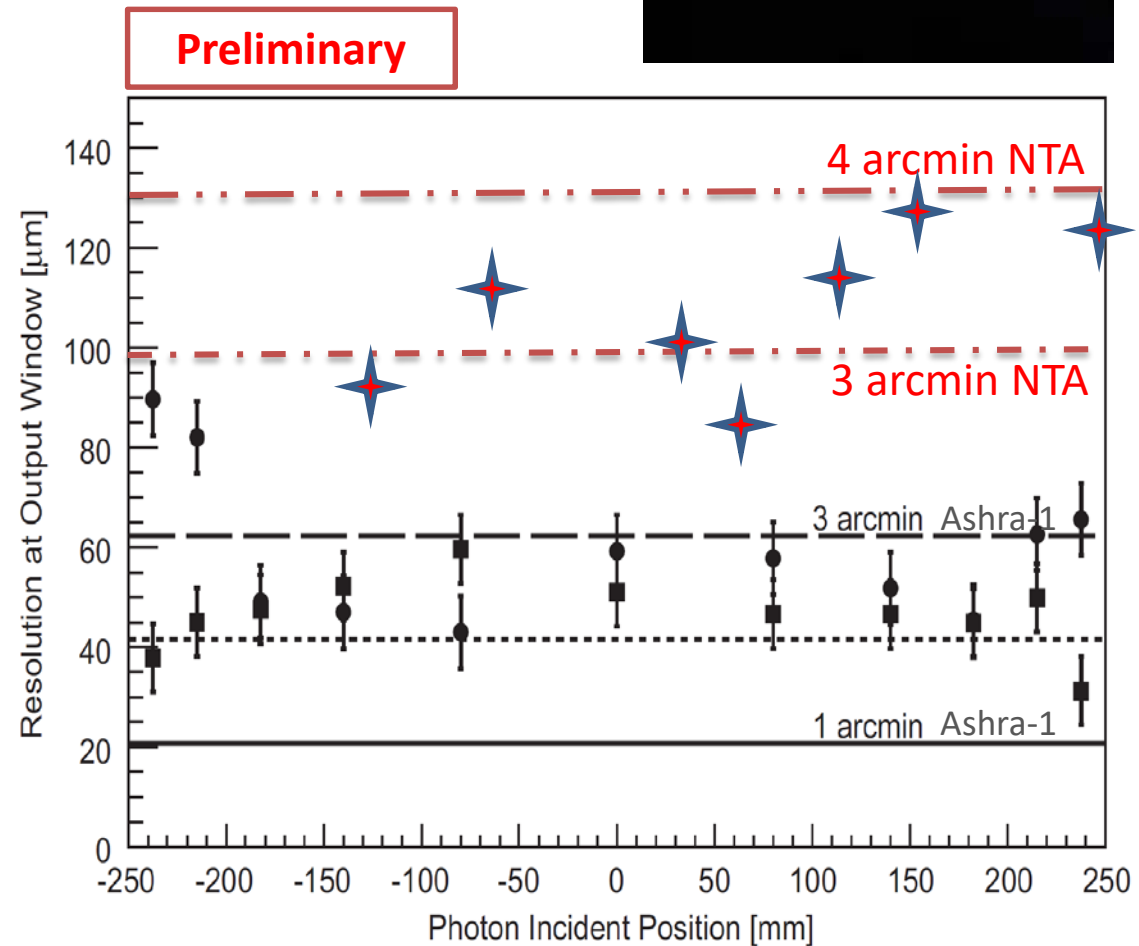
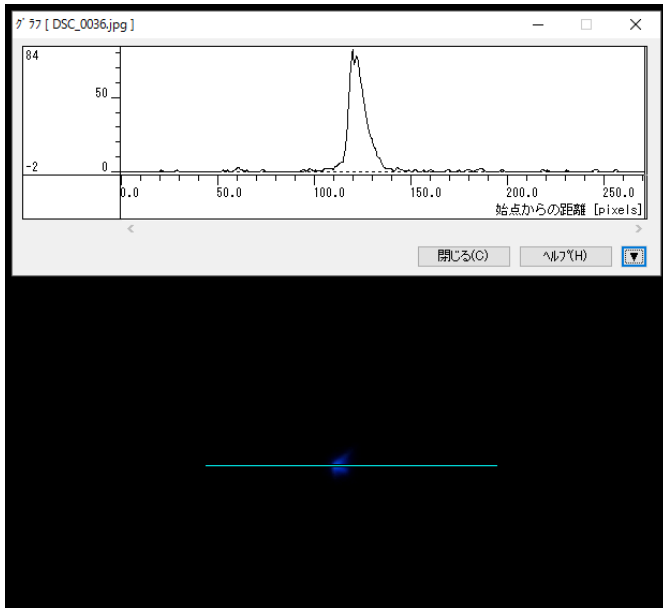
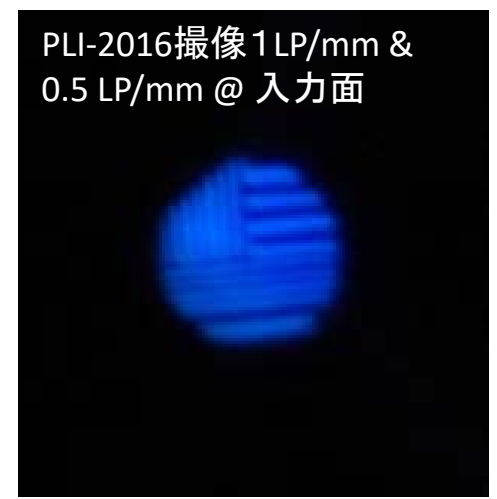


PLI-2011; NIM A647, 34 (2011).

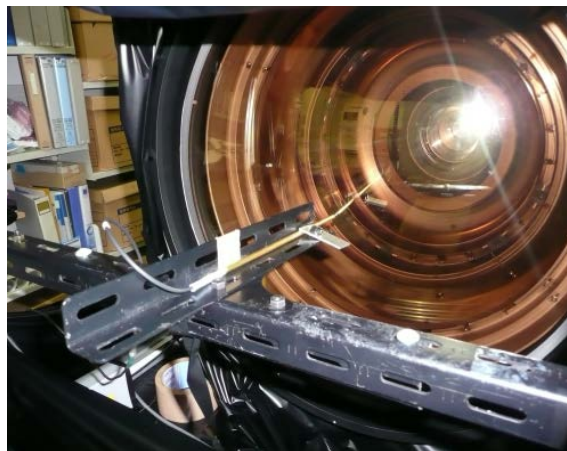


PLI-2016; 改良設計 & 開発

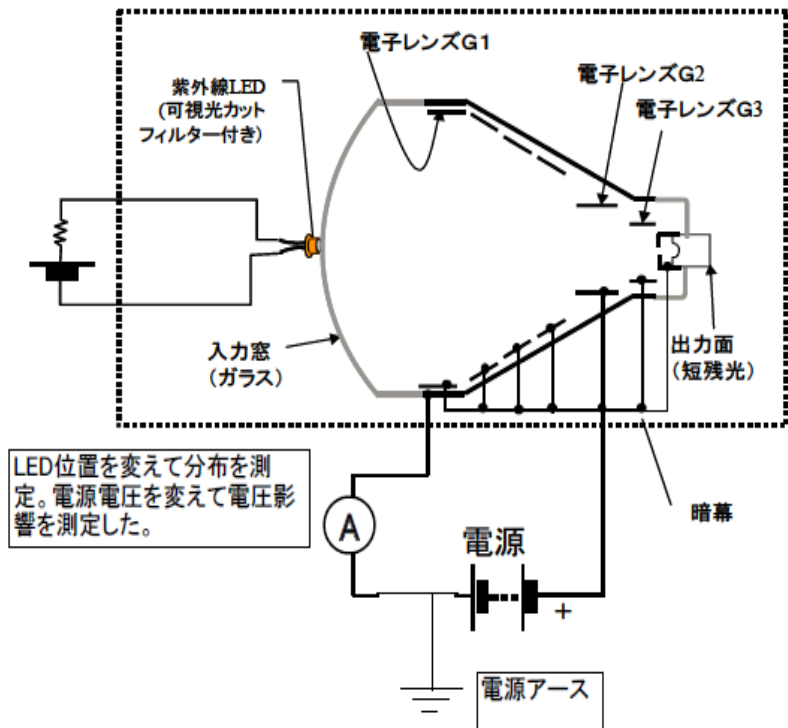
点広がり 解像度 (出力半値幅)



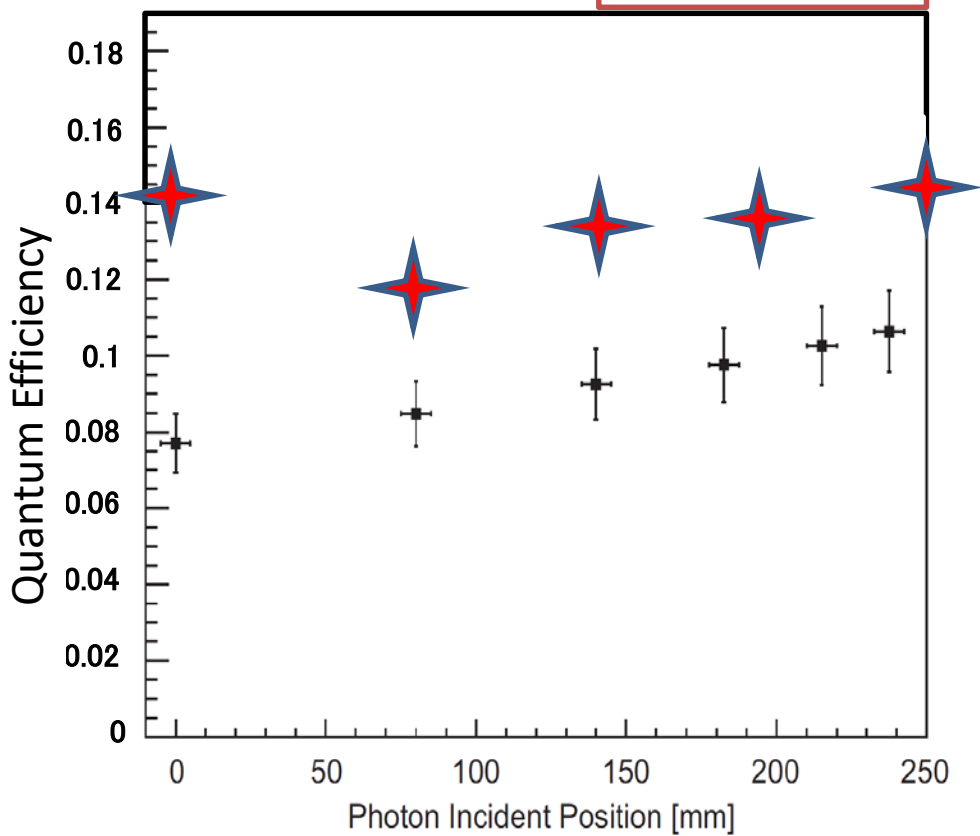
量子効率



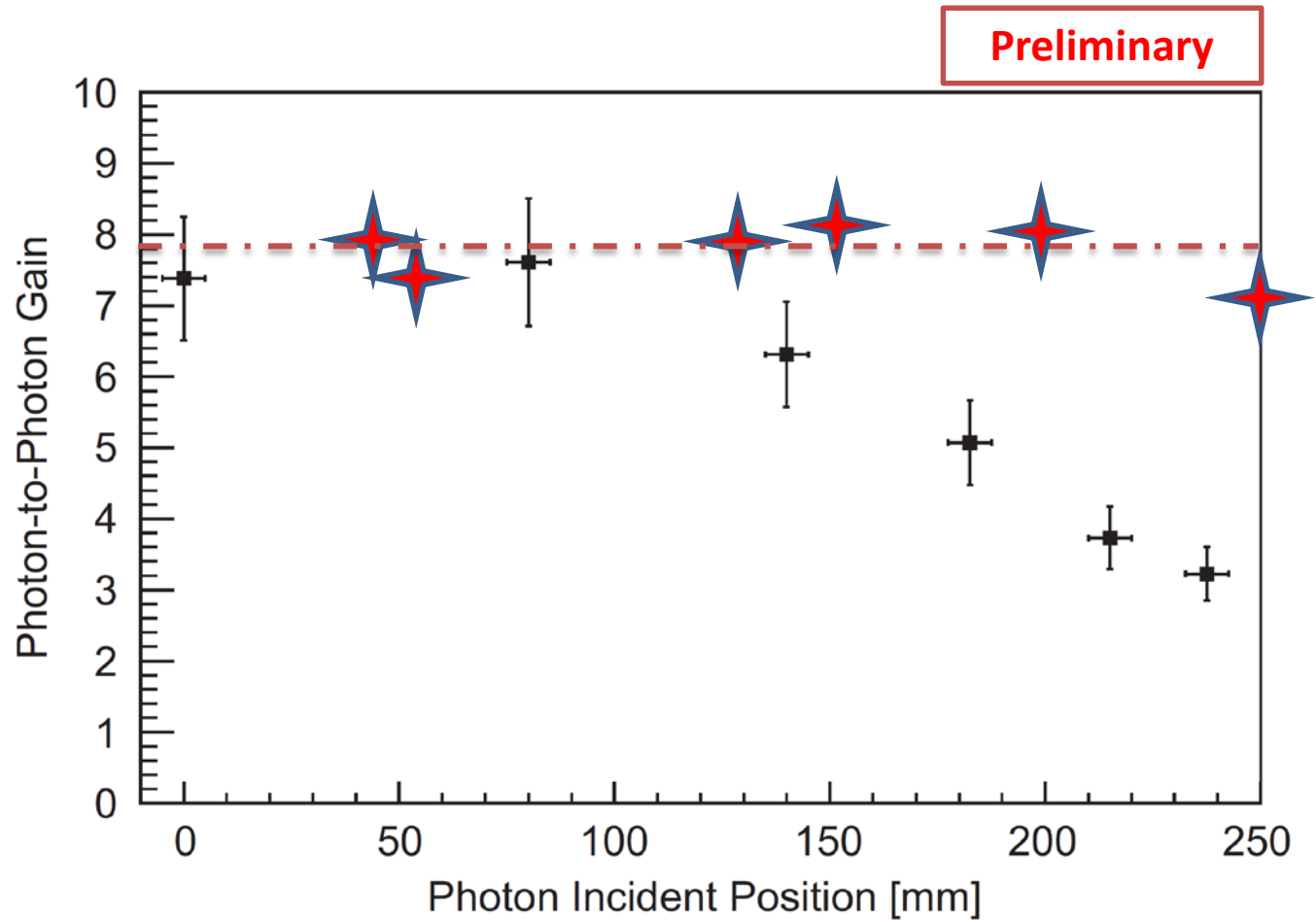
測定方法概略図



Preliminary



光子-光子ゲイン



まとめと展望

- VHEPA2016(ハワイ大)において、NTA推進部会を国際共同で立上げ、IceCube実験の結果などを踏まえ検出器の見直しを行った。白書(White Paper)を発行予定。
- Ashra-I実験の拡張計画としてNTA実験を行う。
- NTAに向けての研究開発は、宇宙線研究所、東邦大学およびAshra実験サイト(マウナロア)に於いて続けている。
- 大口径PLIは、改良を経て良好な性能を示している。
- さらなる支援を得て計画を推進したい。