ボリヴィア空気シャワー共同実験

東京工業大学

垣本　史雄、常定　芳基

東京大学宇宙線研究所　共同利用研究成果発表会　２０１０年１２月１８日

概要

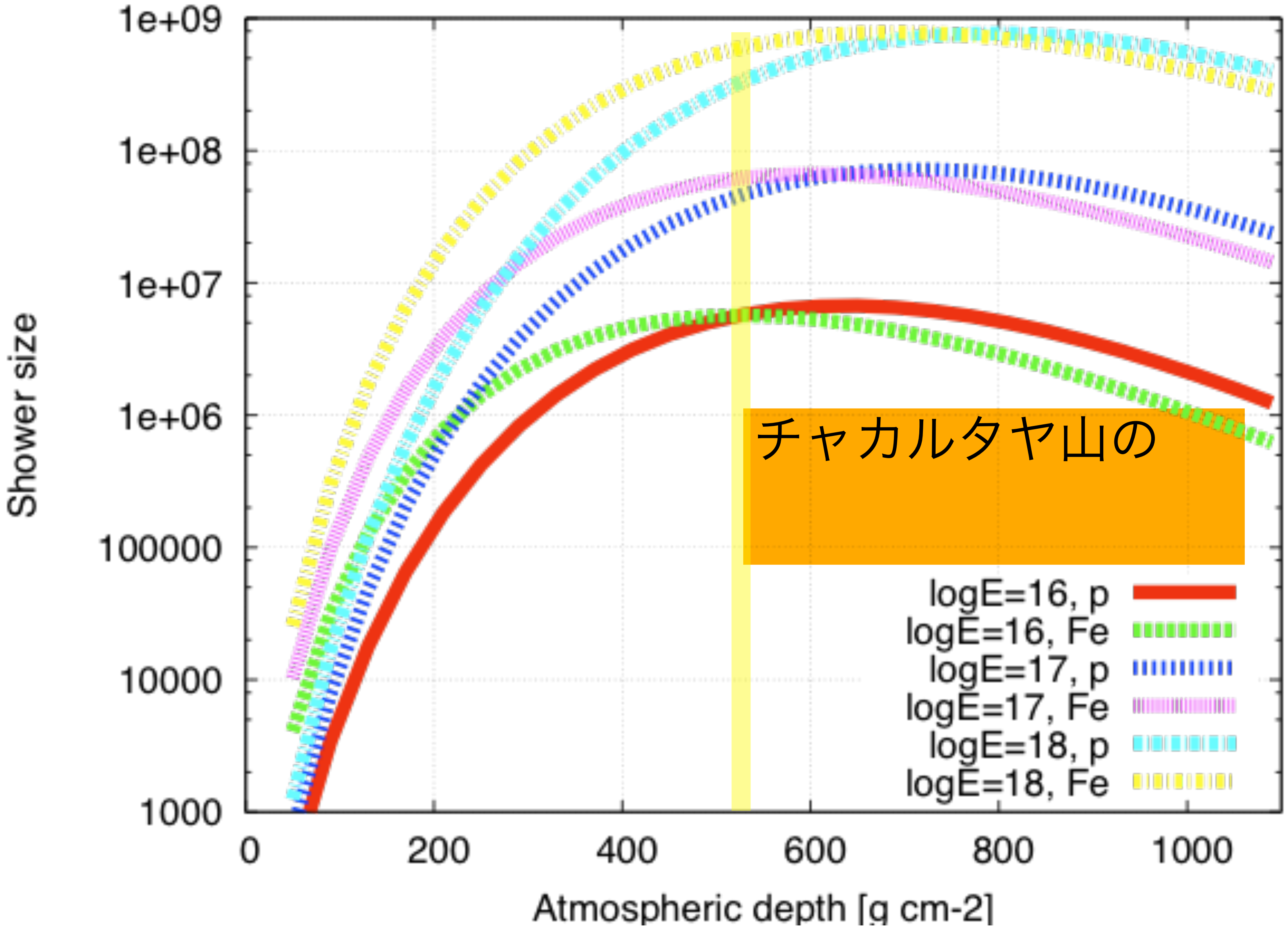
- BASJE 新空気シャワーアレイ：完成
- 定常運転開始
- チャカルタヤ山観測所：インターネット開通

共同利用研究費

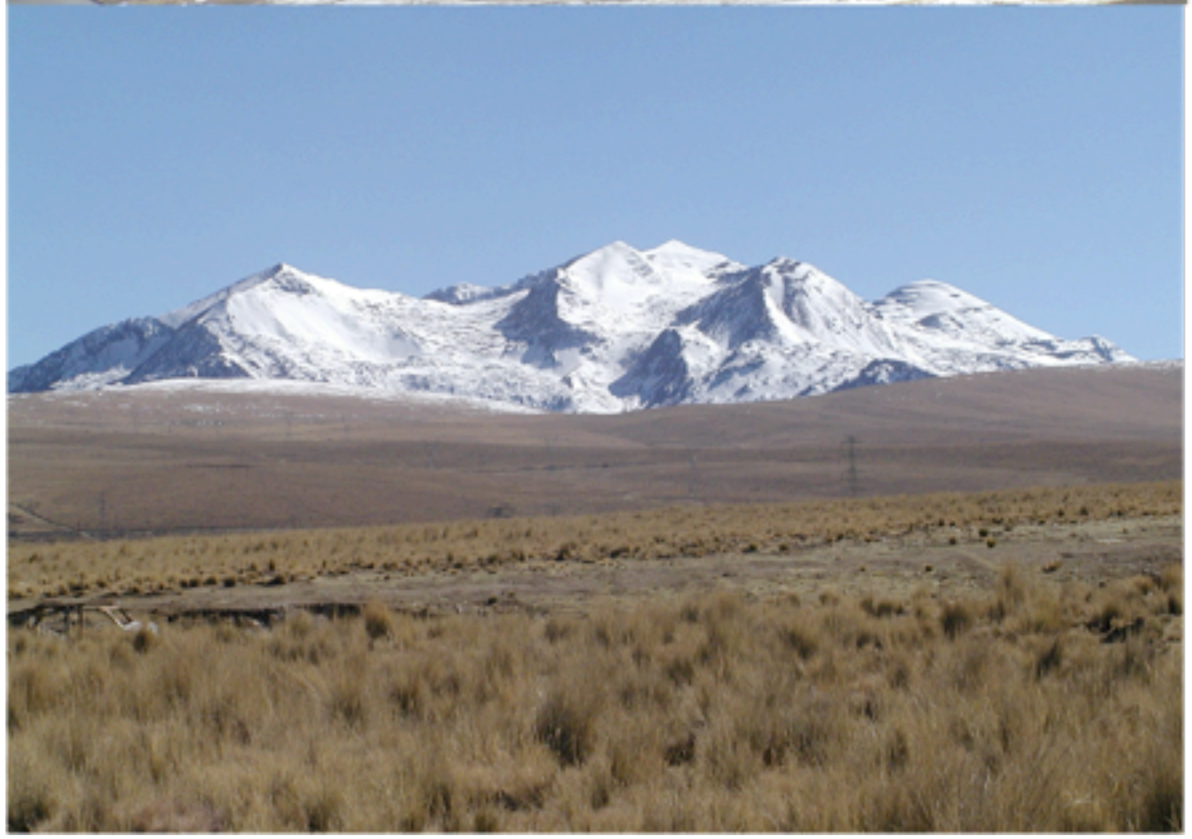
- 維持費１００万円
- 物品費３０万円
- 旅費１２０万円

観測施設

ボリヴィア・チャカルタヤ山　標高5200m

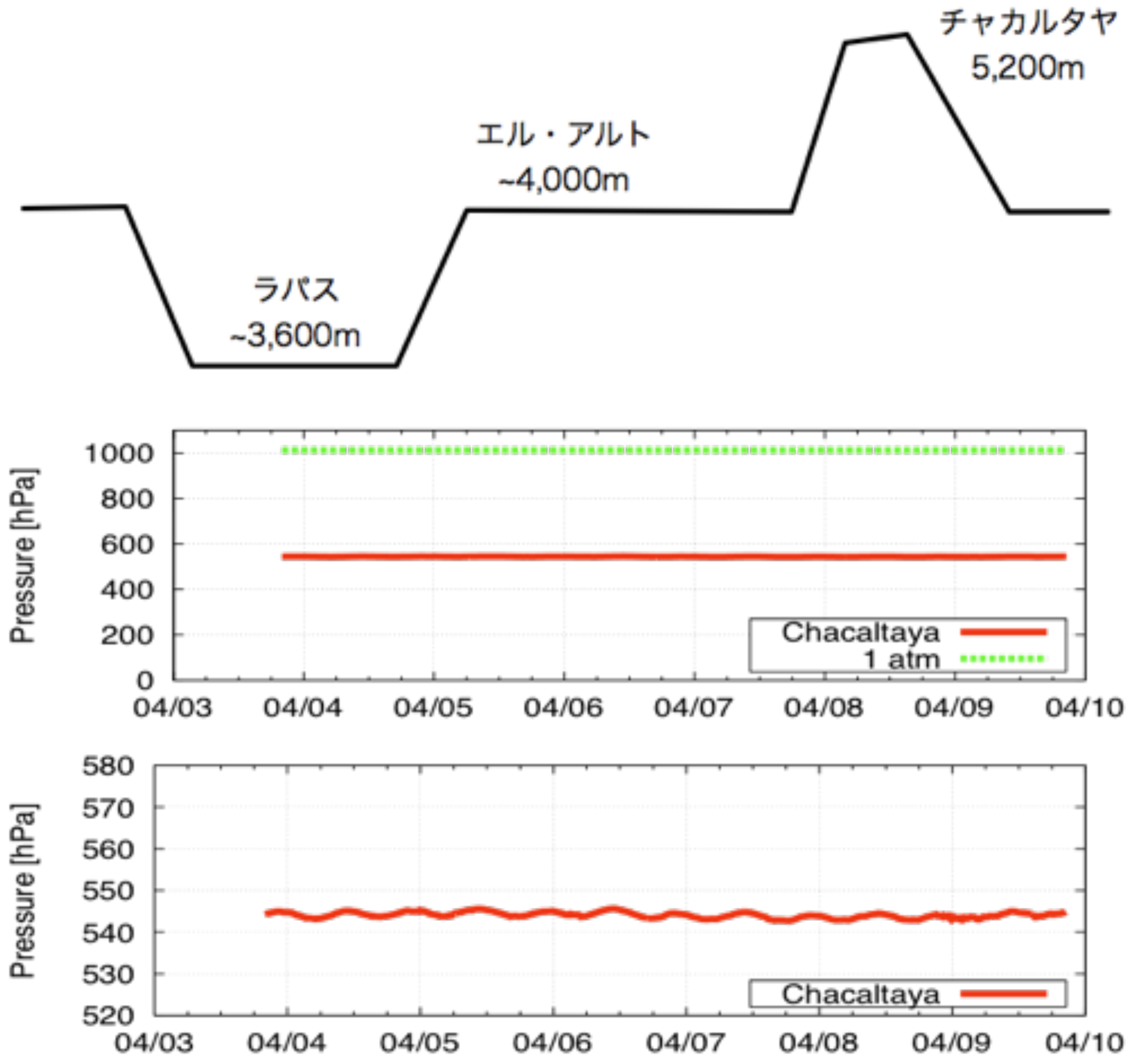


Chacaltaya Observatory



チャカルタヤ観測所/体制

- 標高5,200m、大気厚さ~540g/cm^2
    - ~500Hz/m^2 (>single)
- ラパスから車で２時間（下り1.5時間）
- 現地スタッフ
    - 宇宙物理屋：２名
    - 技術職員：２名
    - 「オブレロ」：４名
- 日本人
    - 常定（東工大）：８−９、１０月
    - 田島（理研）：９−１０月
    -



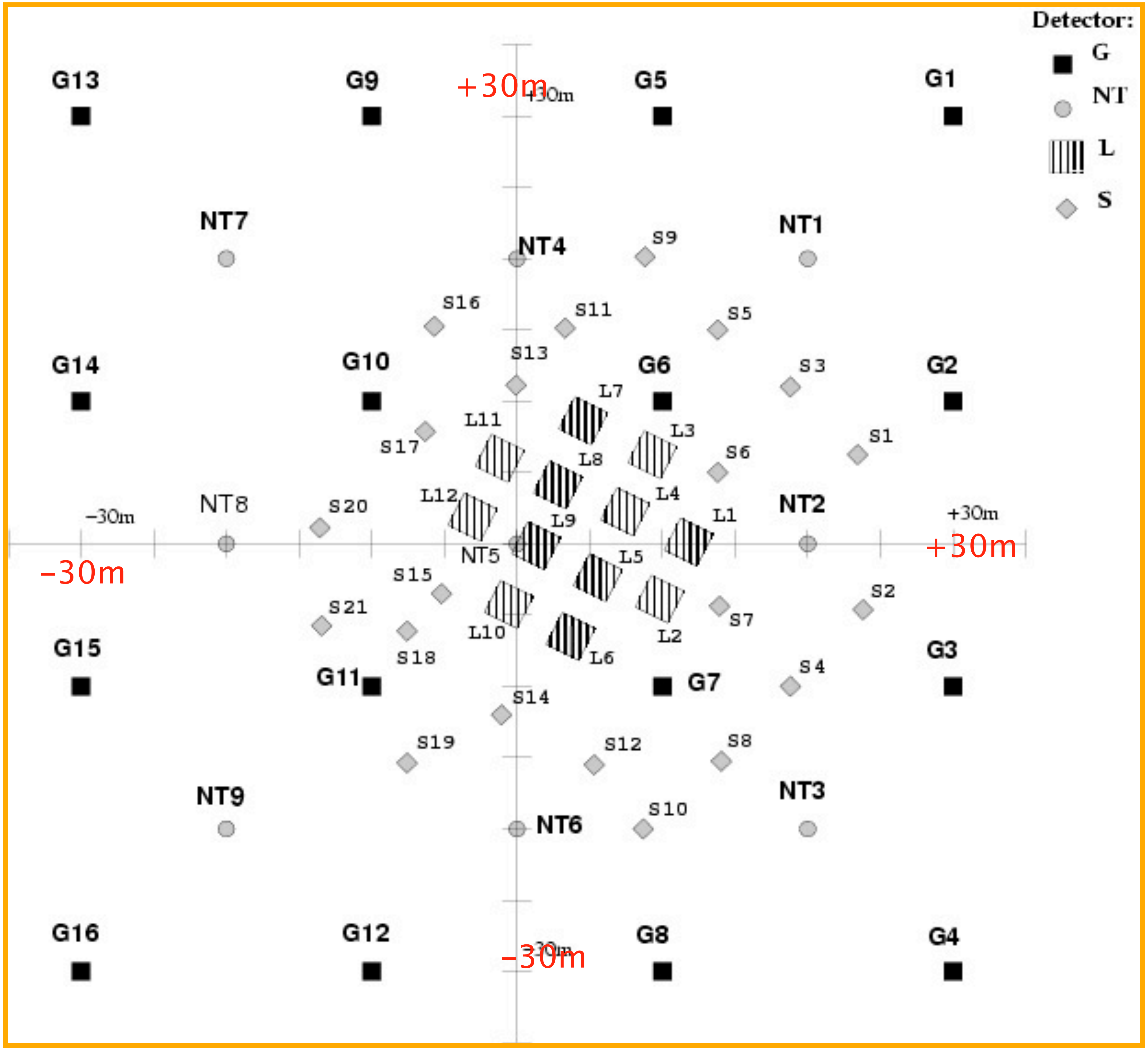
活動状況

- BASJE（東工大、理研など）
- 太陽中性子望遠鏡（名大STE研など）
- 中性子モニタ
- イタリア・トリノグループ
    - ジェル状「検出器」による中性子観測
- LAGO: Augerと同じ水タンク４台が常時稼働

- 大気放射能測定（山形大）
    - ２００９年より定常観測開始、現在も稼働中

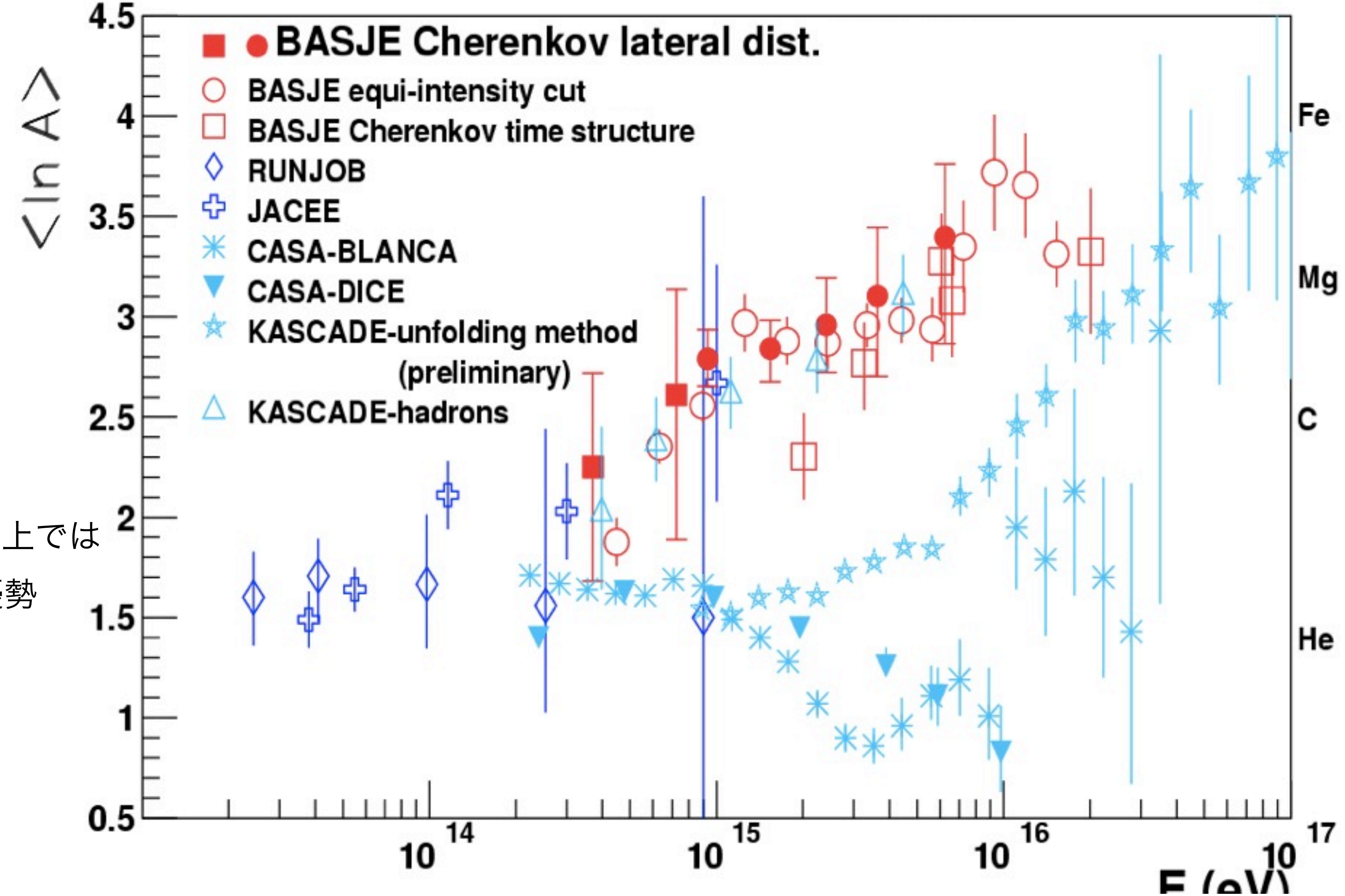
BASJE MASアレイ

- 検出器68台
- 60m X 60m
- 中央付近にミューオン検出器(60m^2)



BASJE 原子核組成解析結果

H. Tokuno et al., Astropart, Phys. **29** (2008), pp. 453-460

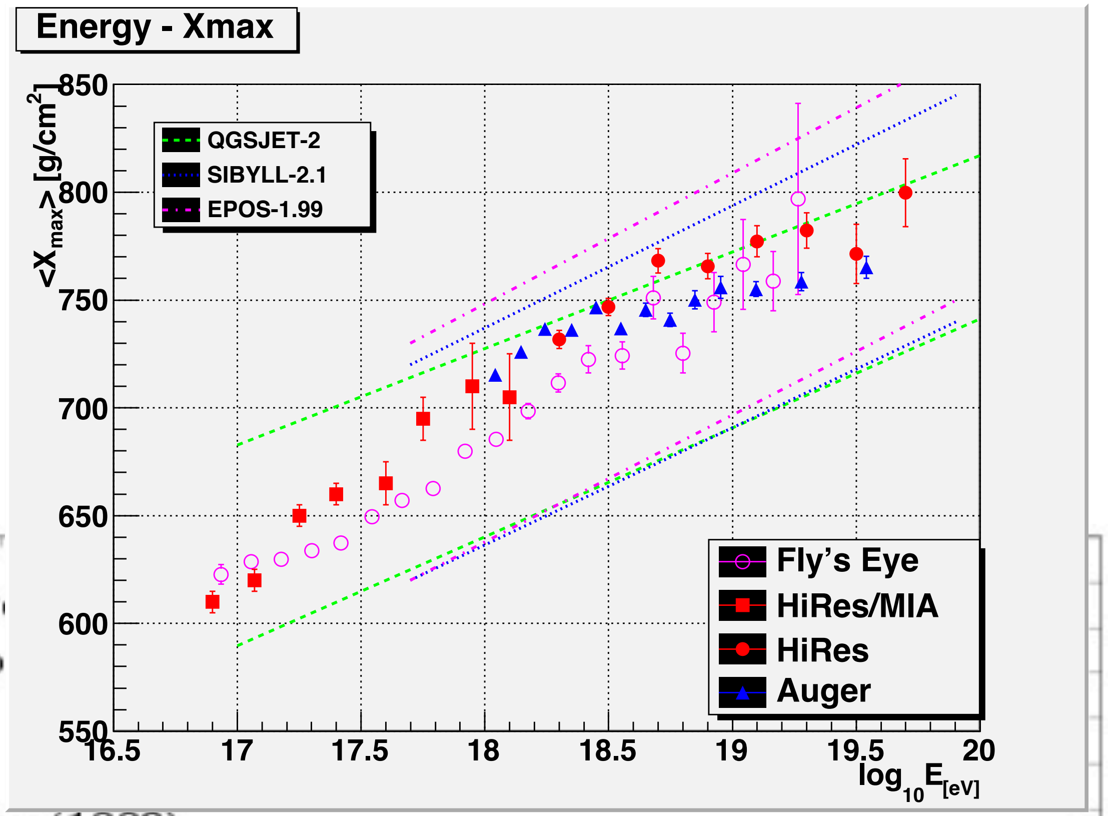


Knee以上では

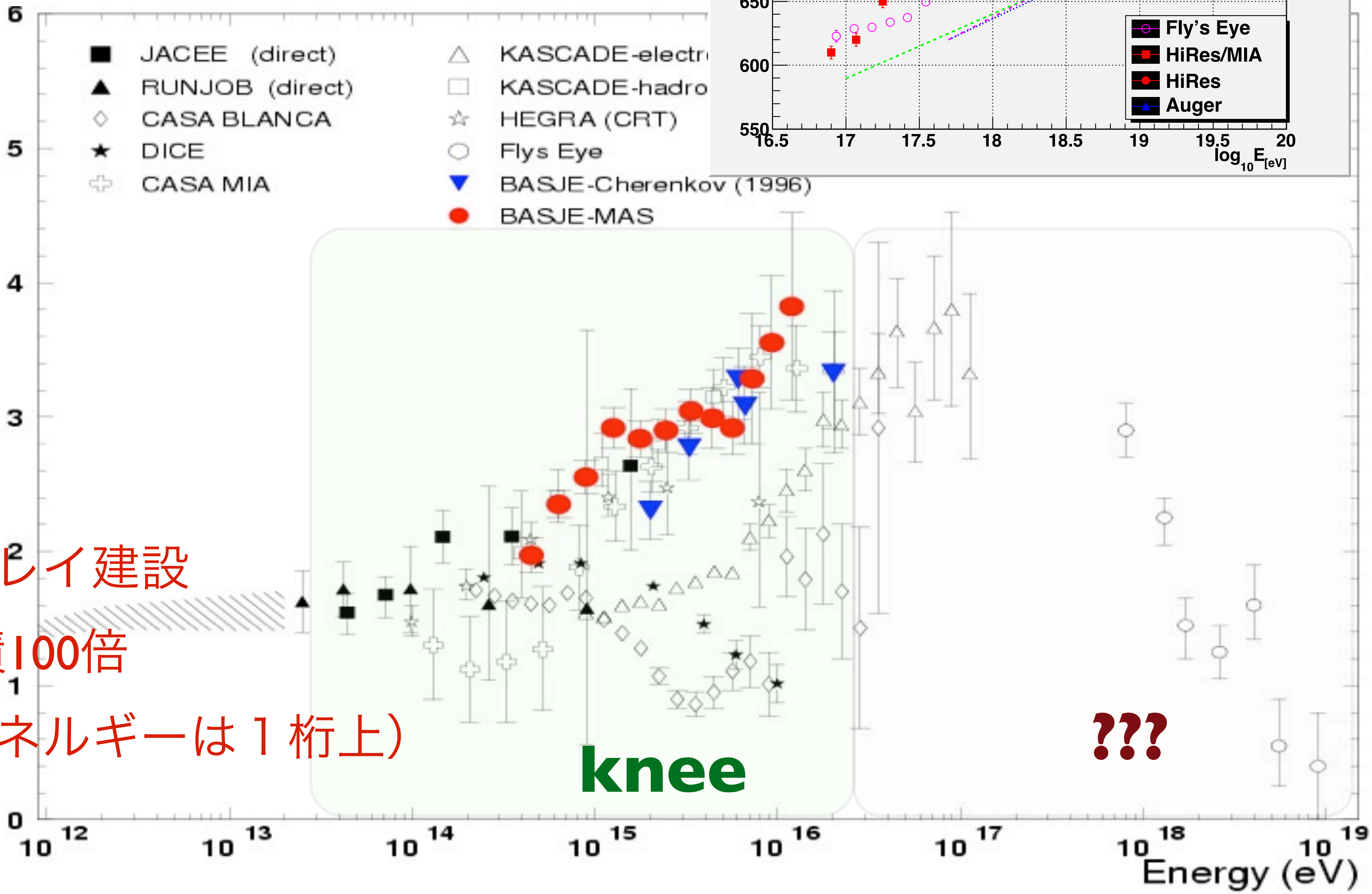
P以上優勢

現在の実験

knee以上の原子核組成



<lnA>



→　新アレイ建設

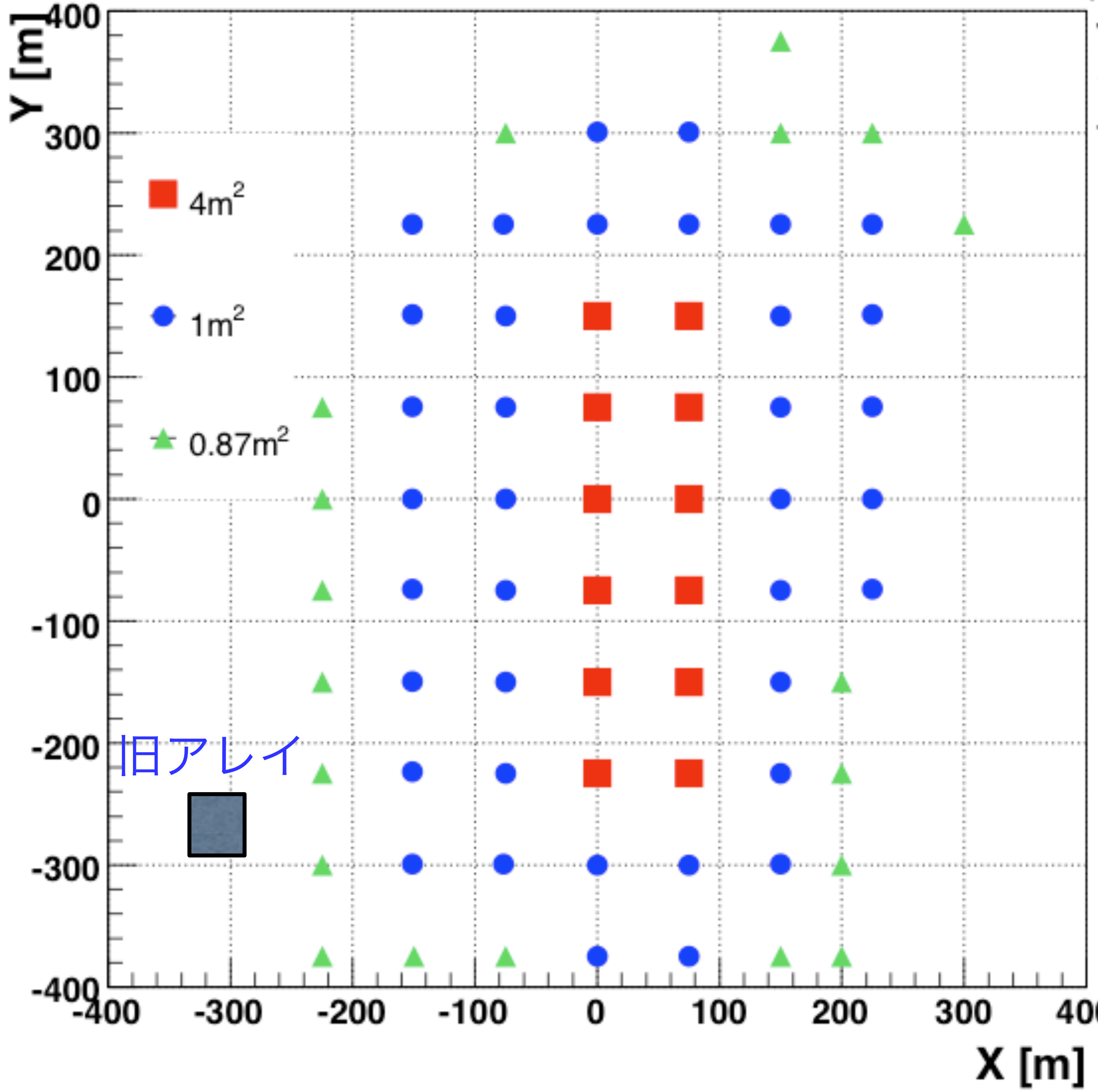
面積100倍

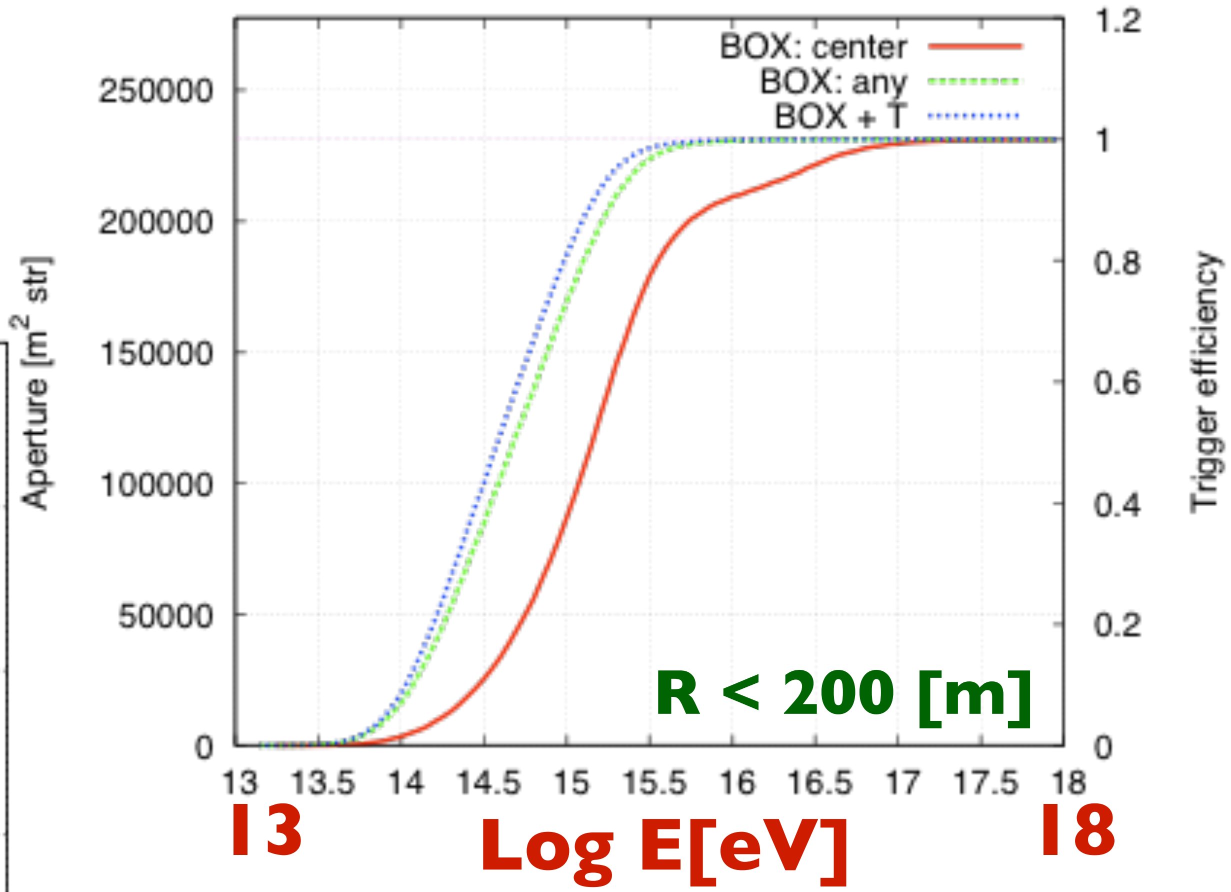
（エネルギーは１桁上）

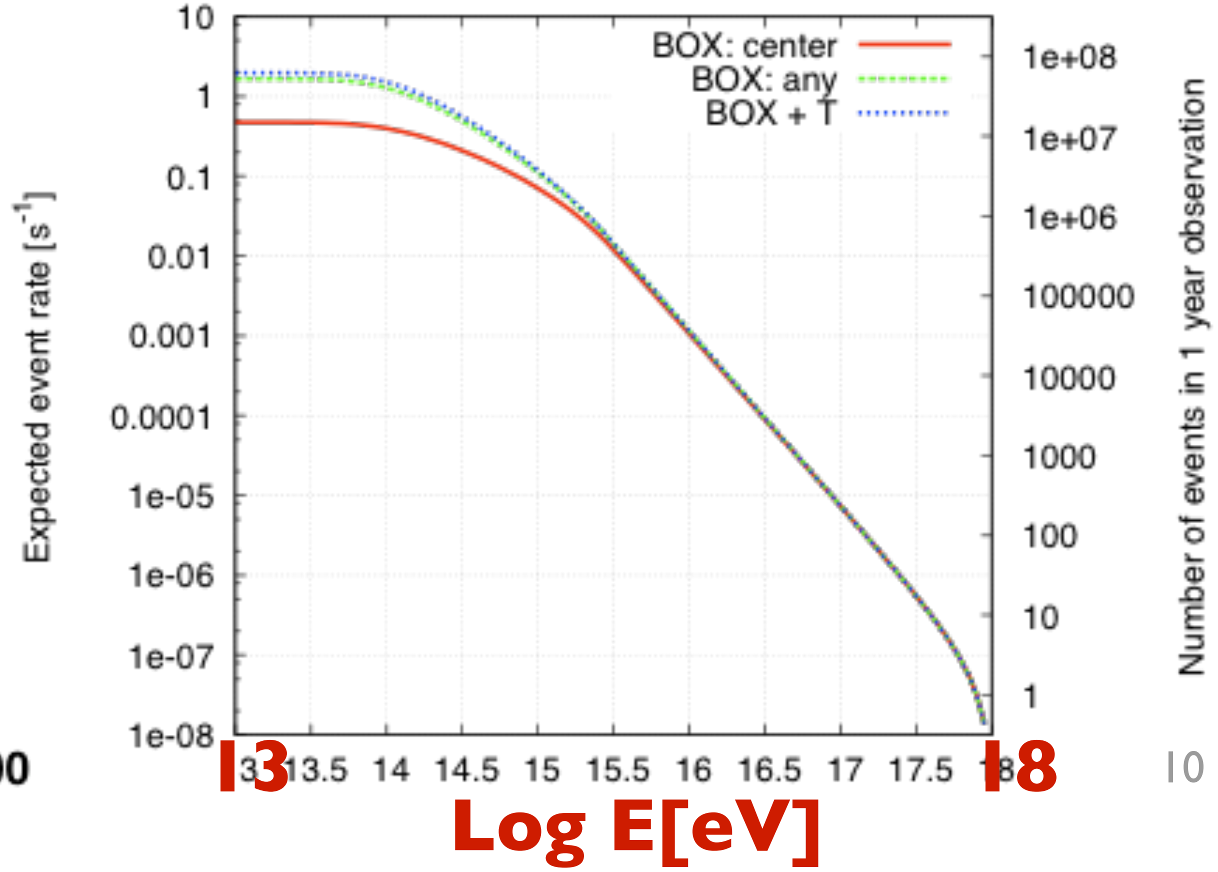
新空気シャワーアレイ

- 検出器を移設
  （μ検出器はそのまま）
- 600m X 700m
- 75m間隔

c.f. R_{mol}=150m







検出器

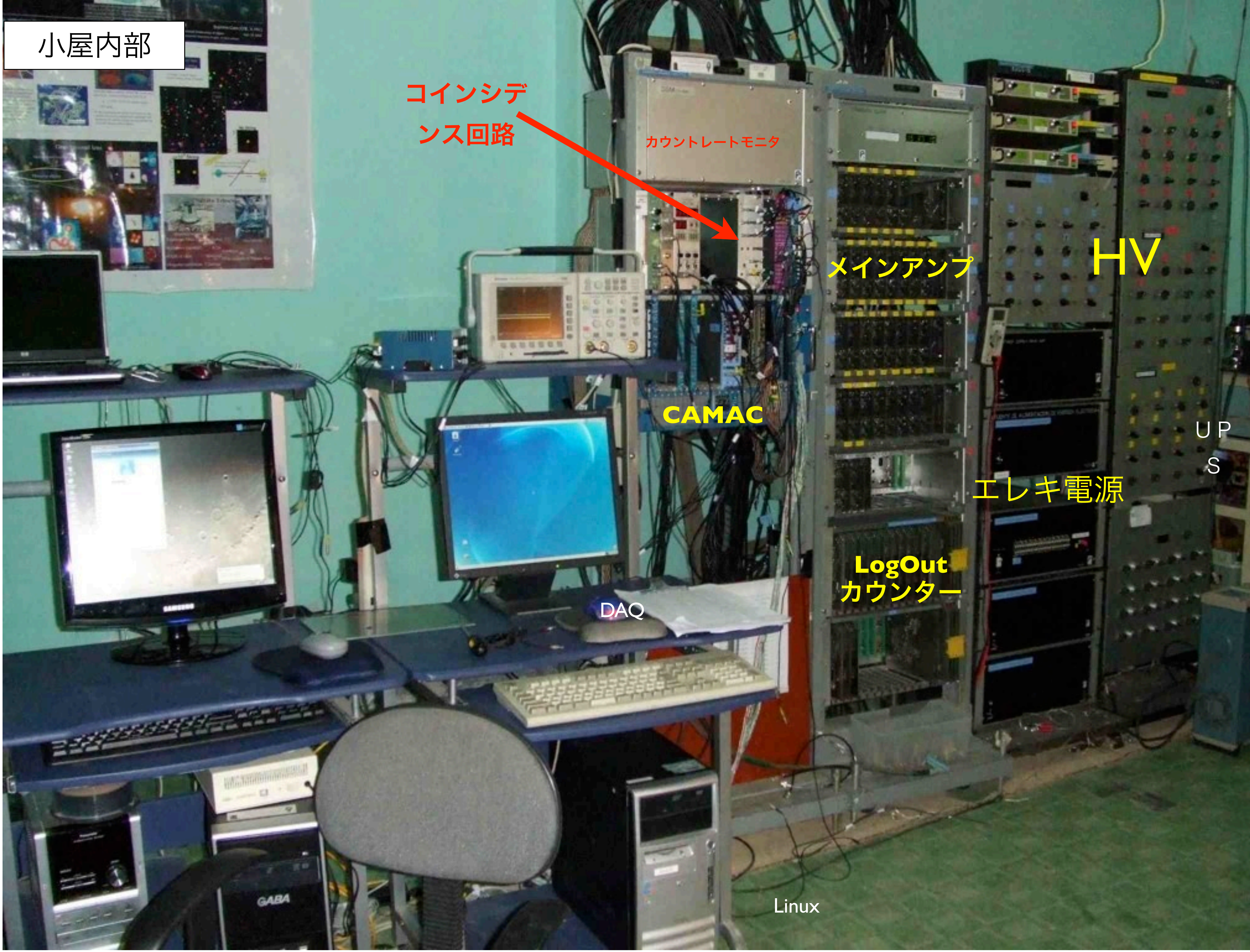
- 「標準的」シンチレーション検出器
  - シンチ厚さ 5cm
  - 面積：$4m^2$, $1m^2$, $0.87m^2$

- PMT １本
- プリアンプ(log-amp) + 信号ケーブル 30m~500m 伝送
- メインアンプ：LogOut、タイミングディスクリ

観測所
新観測小屋
174 m
Image © 2007 DigitalGlobe
© 2007 Europa Technologies
©2007 Google™

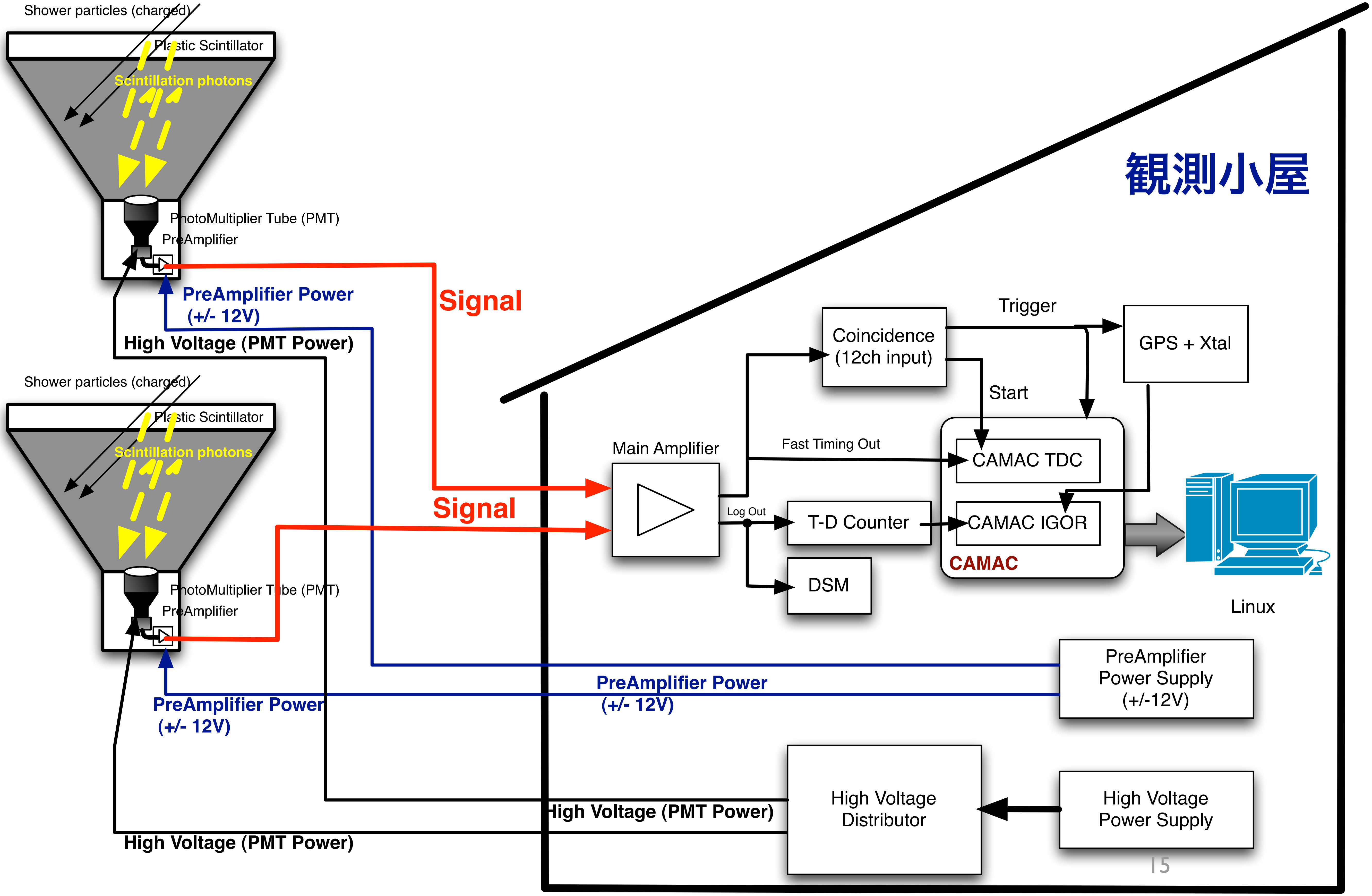
小屋周辺全景

小屋内部



コインシデンス回路
カウントレートモニタ
メインアンプ
HV
CAMAC
UPS
エレキ電源
LogOut
カウンター
DAQ
Linux

実験ダイヤグラム

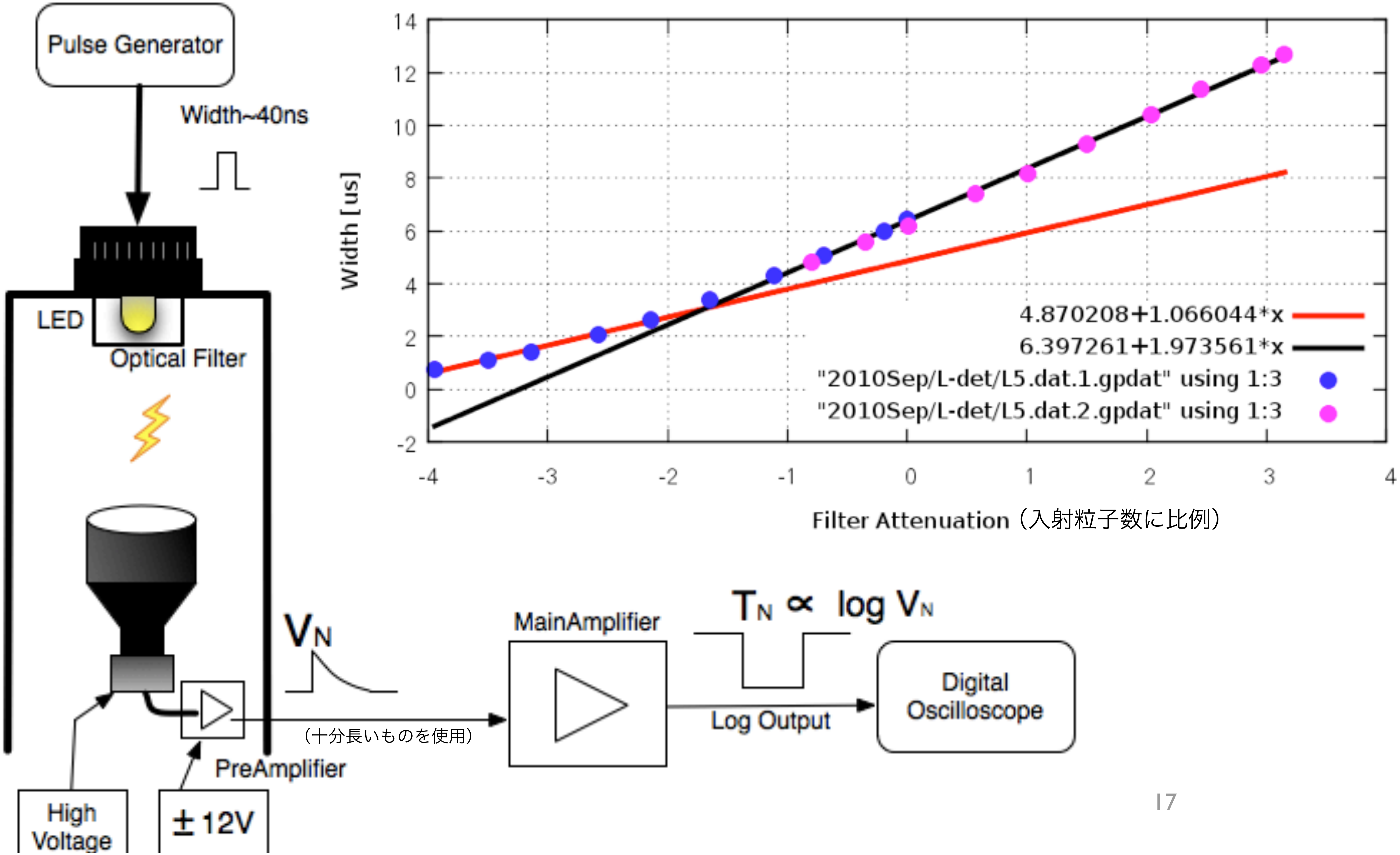


Shower particles (charged)
Plastic Scintillator
Scintillation photons
PhotoMultiplier Tube (PMT)
PreAmplifier
PreAmplifier Power
(+/- 12V)
High Voltage (PMT Power)
Shower particles (charged)
Plastic Scintillator
Scintillation photons
PhotoMultiplier Tube (PMT)
PreAmplifier
PreAmplifier Power
(+/- 12V)
High Voltage (PMT Power)
Signal
Signal
観測小屋
Coincidence
(12ch input)
Trigger
GPS + Xtal
Start
Main Amplifier
Fast Timing Out
CAMAC TDC
Log Out
T-D Counter
CAMAC IGOR
DSM
CAMAC
Linux
PreAmplifier Power
(+/- 12V)
PreAmplifier
Power Supply
(+/-12V)
High Voltage (PMT Power)
High Voltage
Distributor
High Voltage
Power Supply

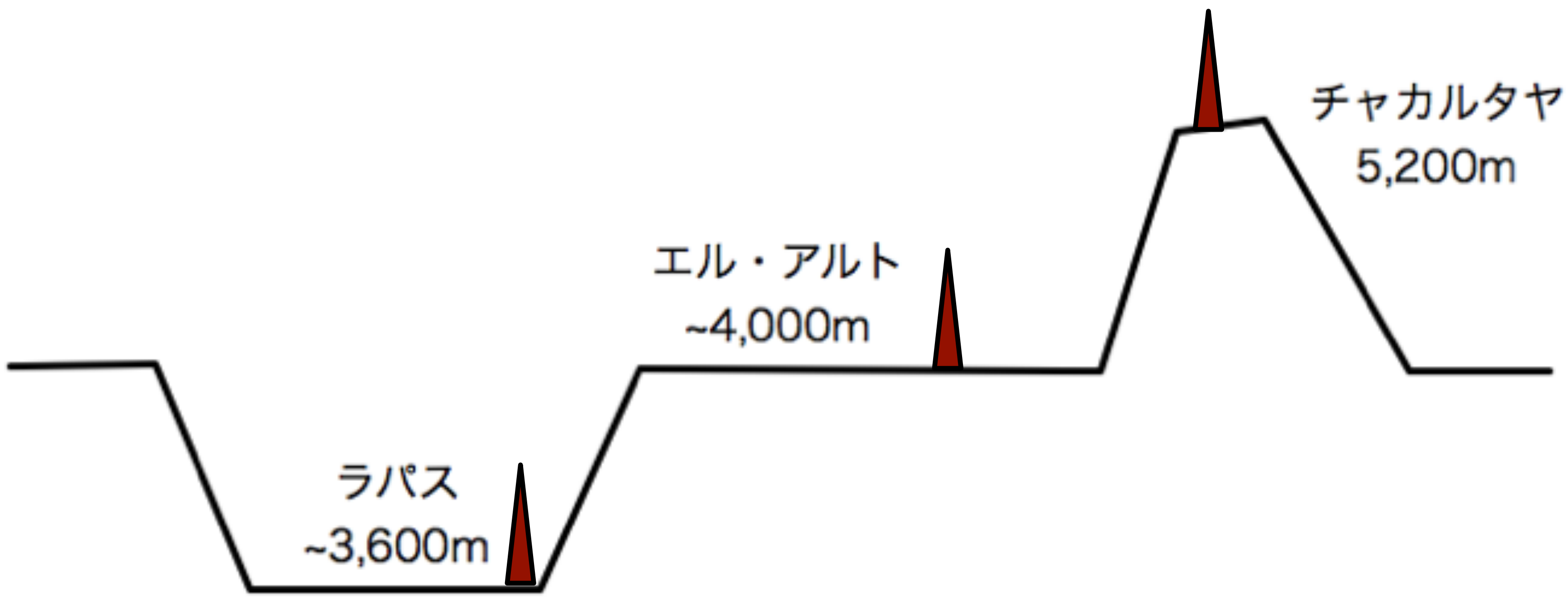
新アレイ建設

- 2006 建設着手
- 2007 検出器設置、ケーブル敷設完了
- 2008 ケーブルに問題あり全交換
  - 放送電波を拾う（アルゼンチン製 “RG-62U type”）
  - フジクラ製 RG-71B/U に全交換
- 2009 オペレーション開始（だったのだが）
  - CAMAC不調（クレートコントローラ故障）　原因不明。雷ではない。
- 2010 稼働開始
  - CAMACクレートコントローラ交換
  - 検出器全台キャリブレーション（ログアンプ系統：粒子数測定）
  - 定常観測開始：１０月から

検出器キャリブレーション



チャカルタヤ観測所：インターネット開通



- ９月：鉄塔建設
- 現地大学と接続会社交渉
- １２月９日：ラパスーチャカルタヤ間通信開通
- 遠隔制御
  - オペレーション状況、データのモニタ

まとめ

- 新アレイ：稼働開始　時間かかったが
  - 高山での10^{16}~10^{17}eV: 近年のUHECR実験は低エネルギー拡張を目指しており、これらとKnee領域の橋渡し
  - データは定期的にボリビアから送られる
- チェレンコフ光検出器アレイ：エレキ開発、シミュレーション
- ネットワーク開通
- 太陽中性子、大気放射能測定など活発