

ボリビア空気シャワー共同実験 (BASJE)

東京工業大学

垣本 史雄
常定 芳基

BASJEグループ



東工大



愛媛大



大阪市大



宇宙線研



名大STE研



武蔵工大



理研



国立天文台



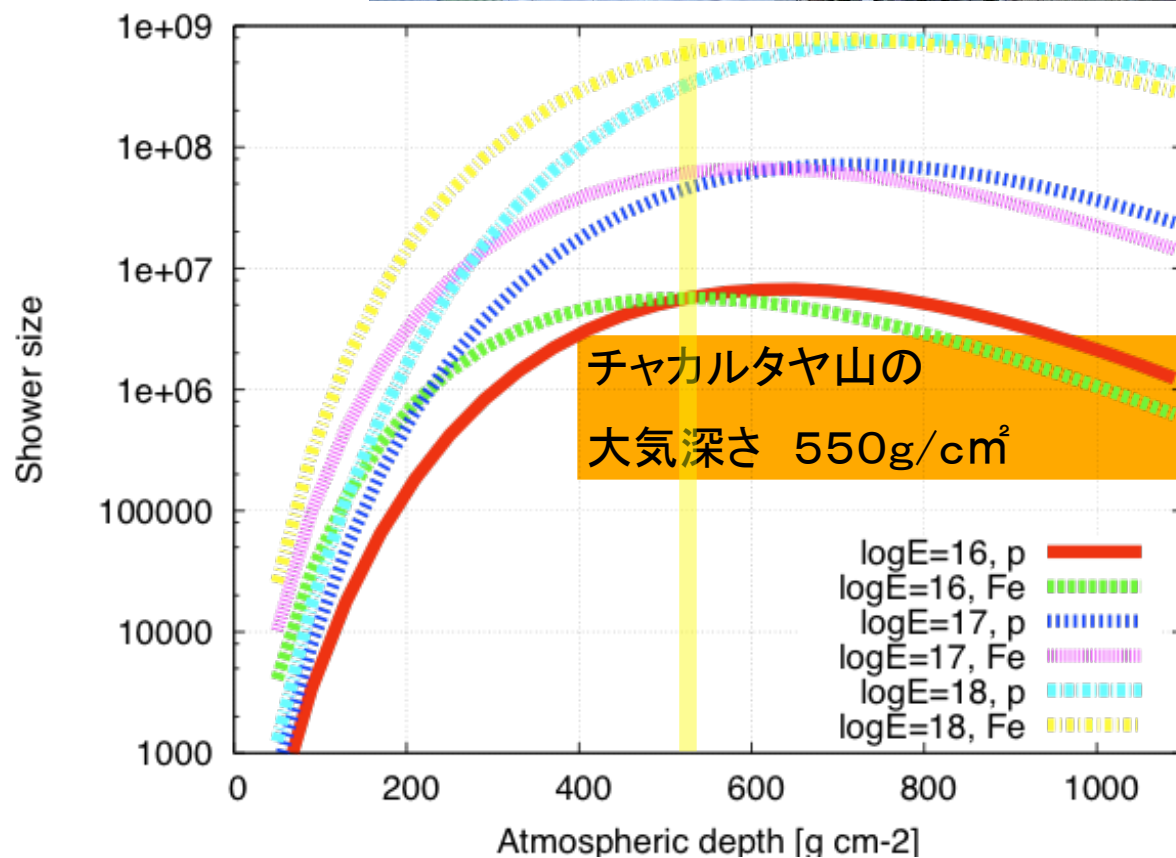
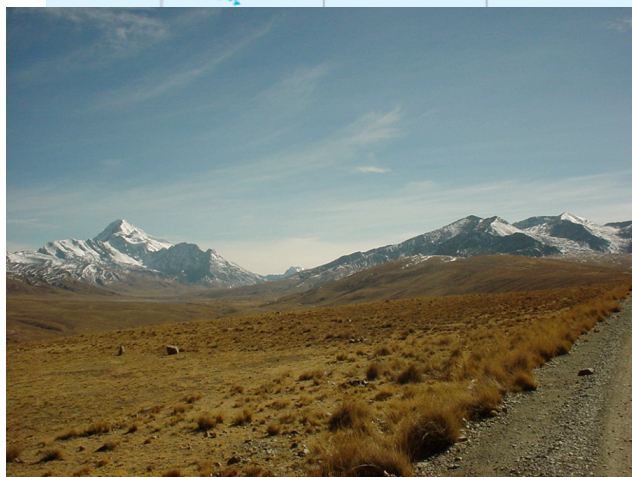
MPI



U. San Andres
(Bolivia)

観測施設

ボリヴィア・チャカルタヤ山 標高5200m



Chacaltaya Observatory



これまでの研究成果

knee領域宇宙線の原子核組成研究

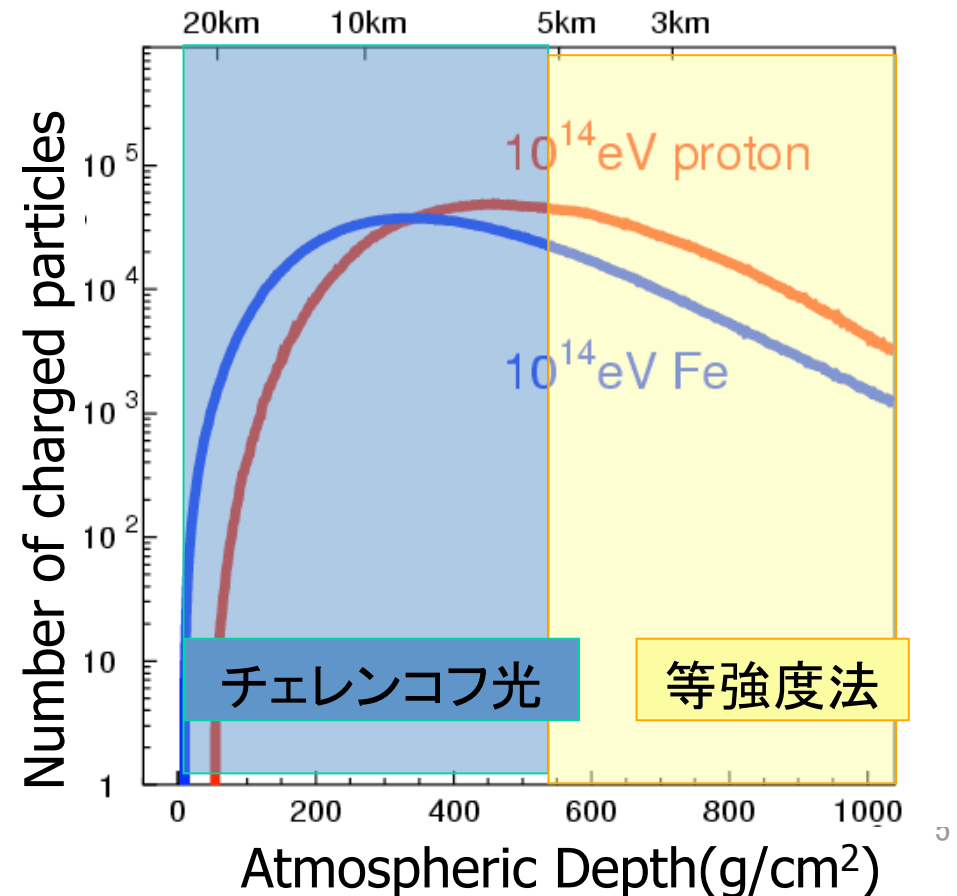
- 空気シャワー粒子からのチェレンコフ光観測

- 到着時間分布(チェレンコフ光信号波形)
- シャワー軸に対する横方向分布

- 宇宙線 ”等強度” 解析

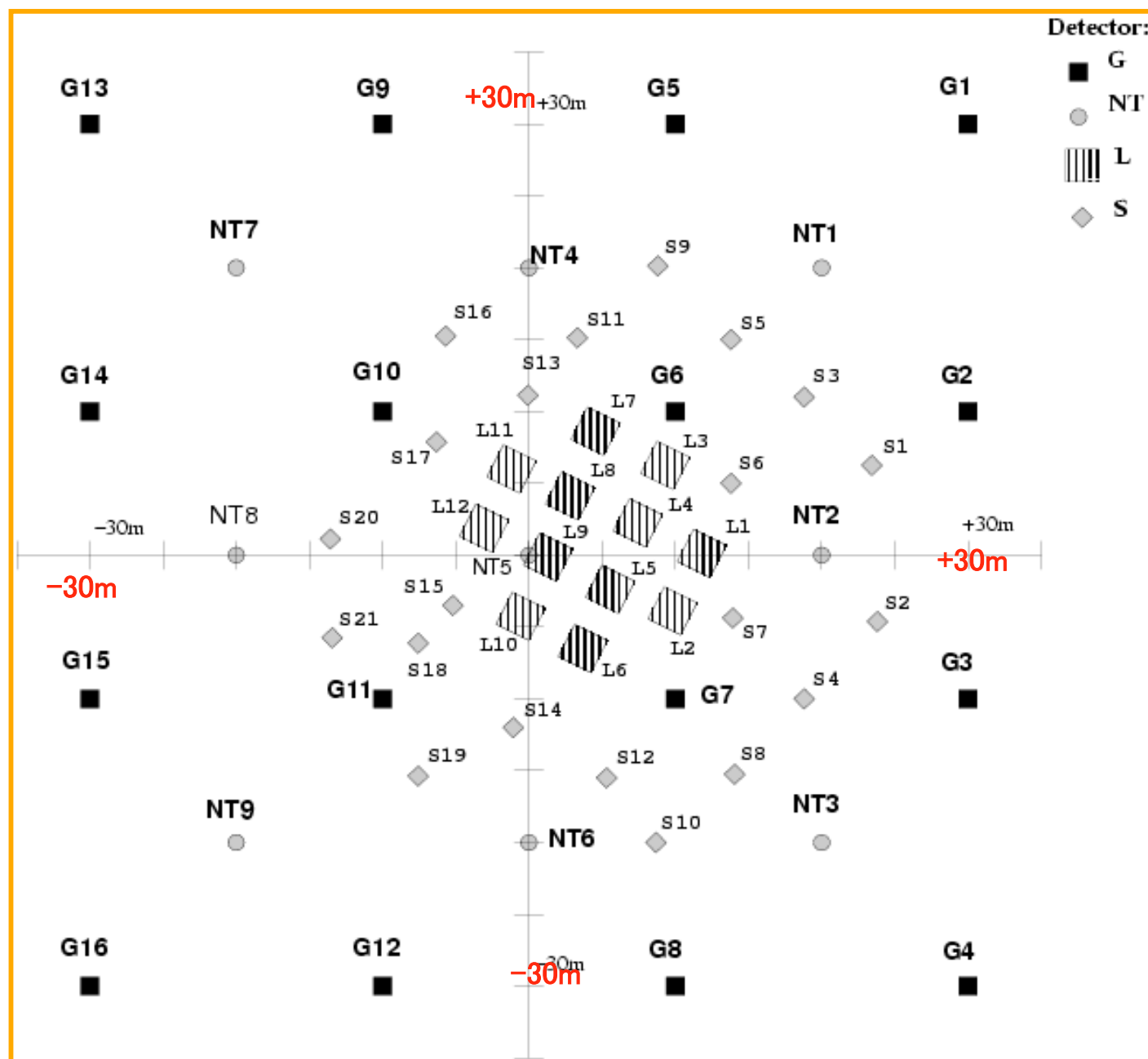
- 天頂角ごとのシャワーサイズスペクトル
←-→ エネルギースペクトル

一次宇宙線核種ごとの
シャワー発達の違いを見出す



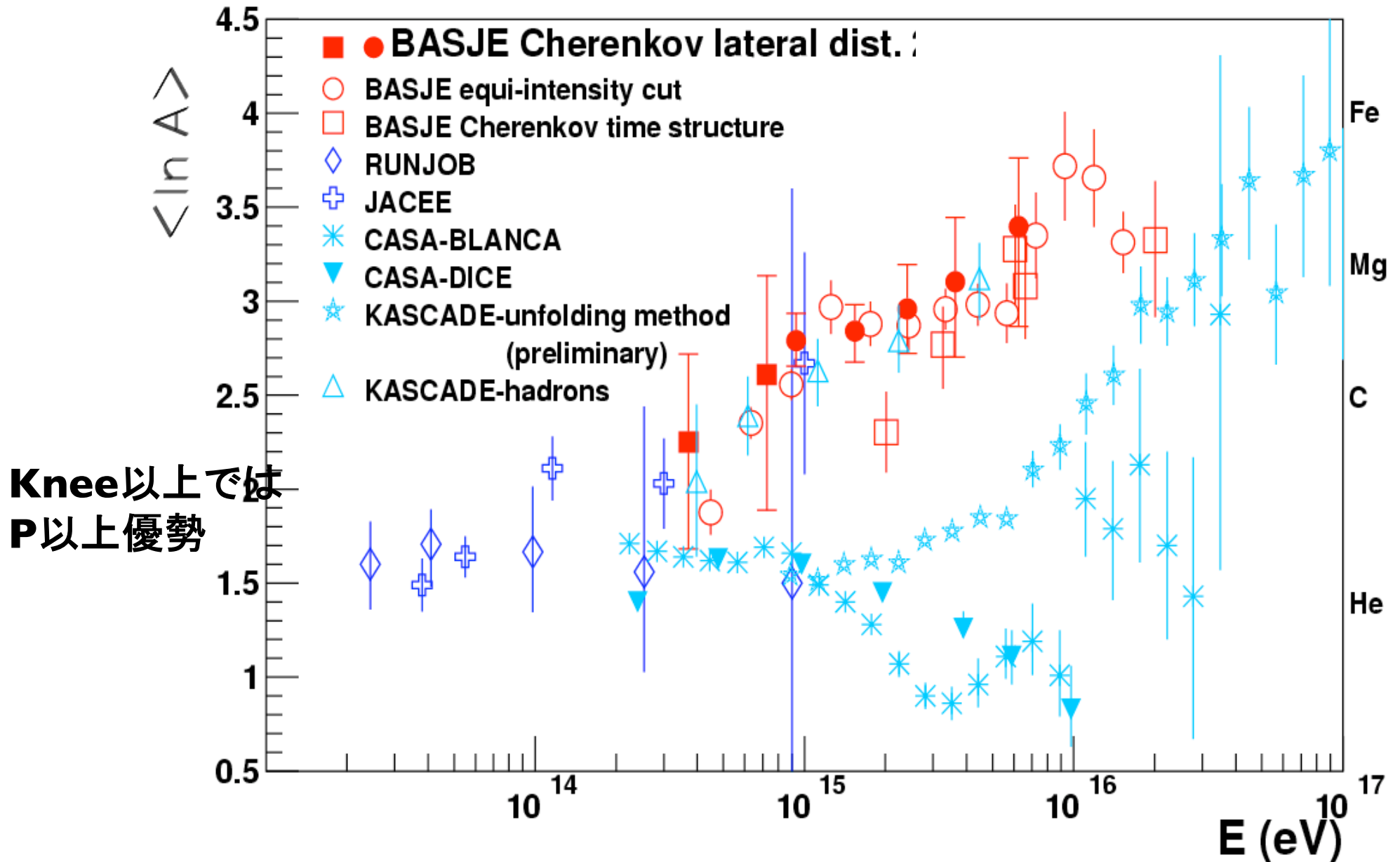
BASJE MASアレイ

- 検出器68台
- 60m X 60m
- 中央付近に
ミューオン検
出器(60m²)



BASJE 原子核組成解析結果

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



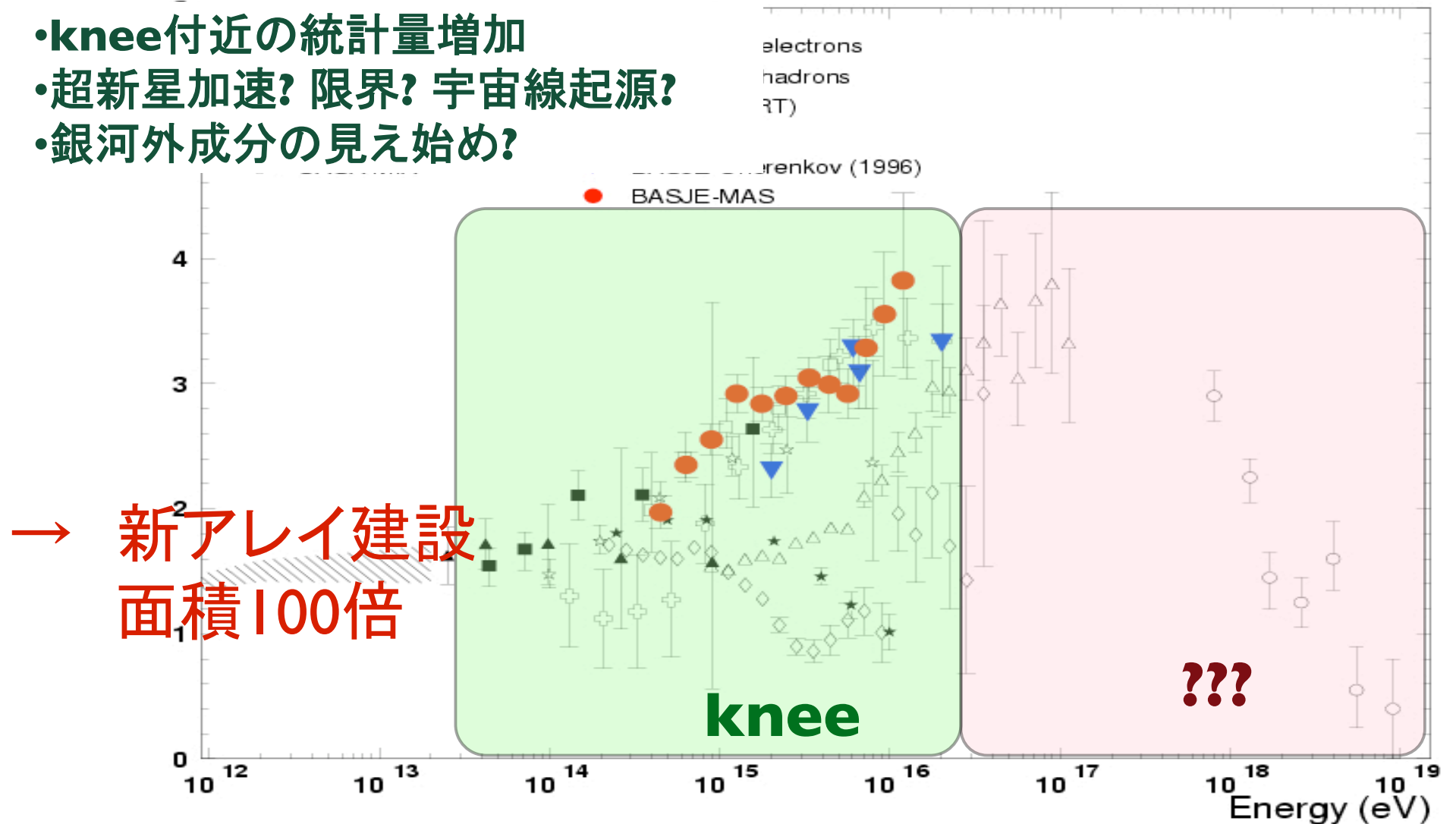
共同利用研究費

- 研究費：¥3,000k
 - 観測所維持経費：¥1,000k
 - ケーブル輸送費：¥800k
 - 旅費：¥1,200k
 - 垣本(東工大)
 - 常定(東工大)
 - 田島(理研)

現在の実験

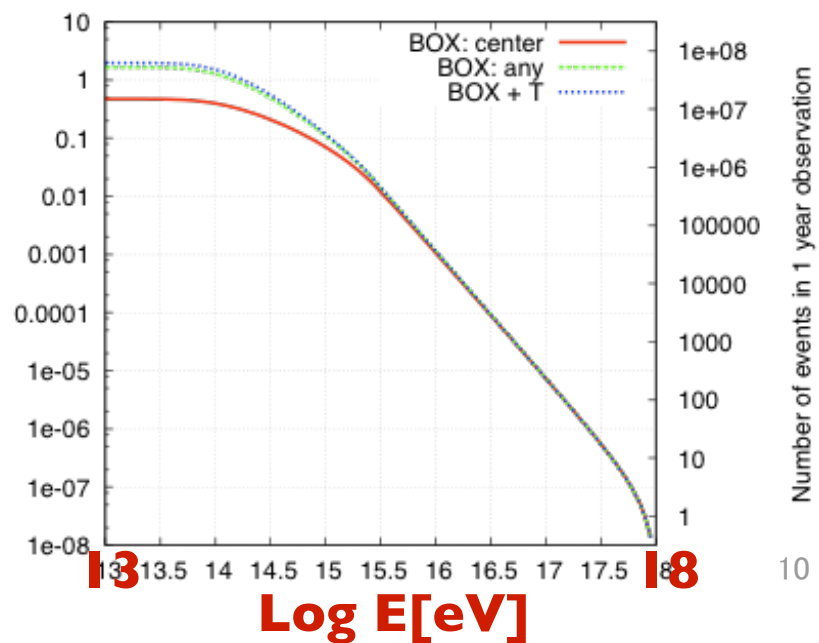
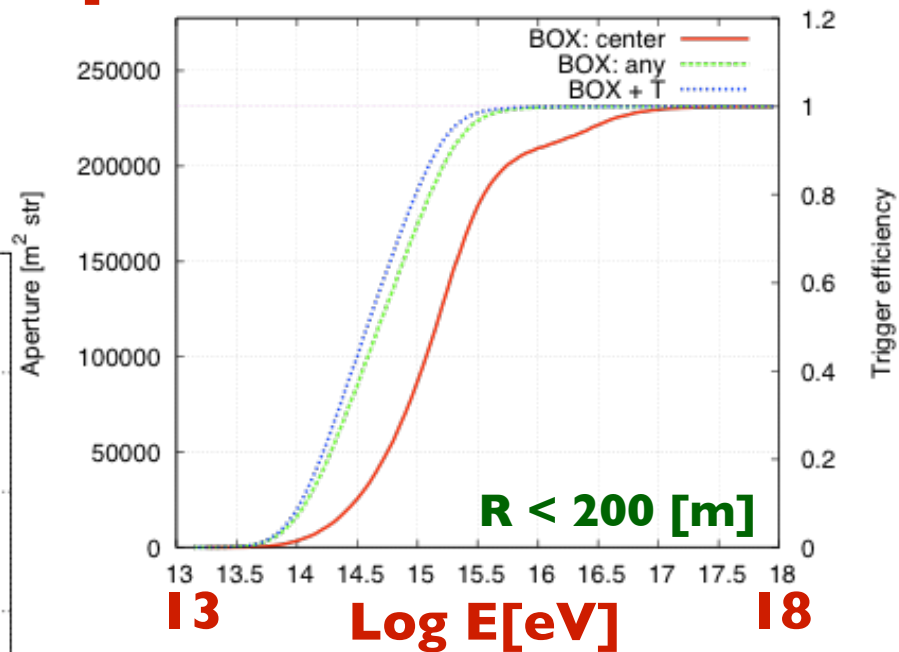
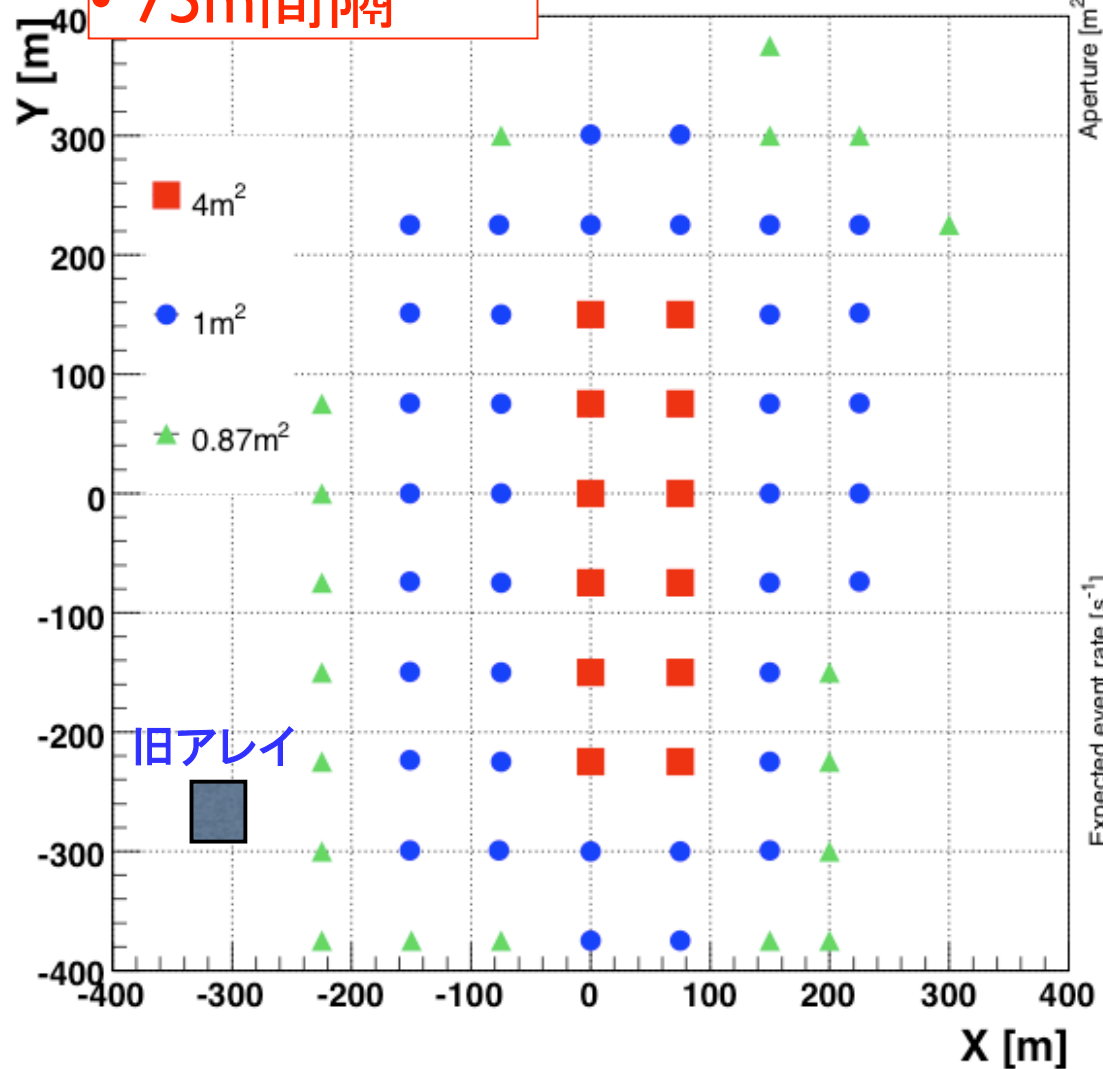
knee以上の宇宙線の原子核組成研究

- knee付近の統計量増加
- 超新星加速? 限界? 宇宙線起源?
- 銀河外成分の見え始め?



新空気シャワーアレイ

- 68台
- 600m X 700m
- 75m間隔



小屋周辺全景

避雷針

L6

小屋

駐車場

L5

L4



小屋内部

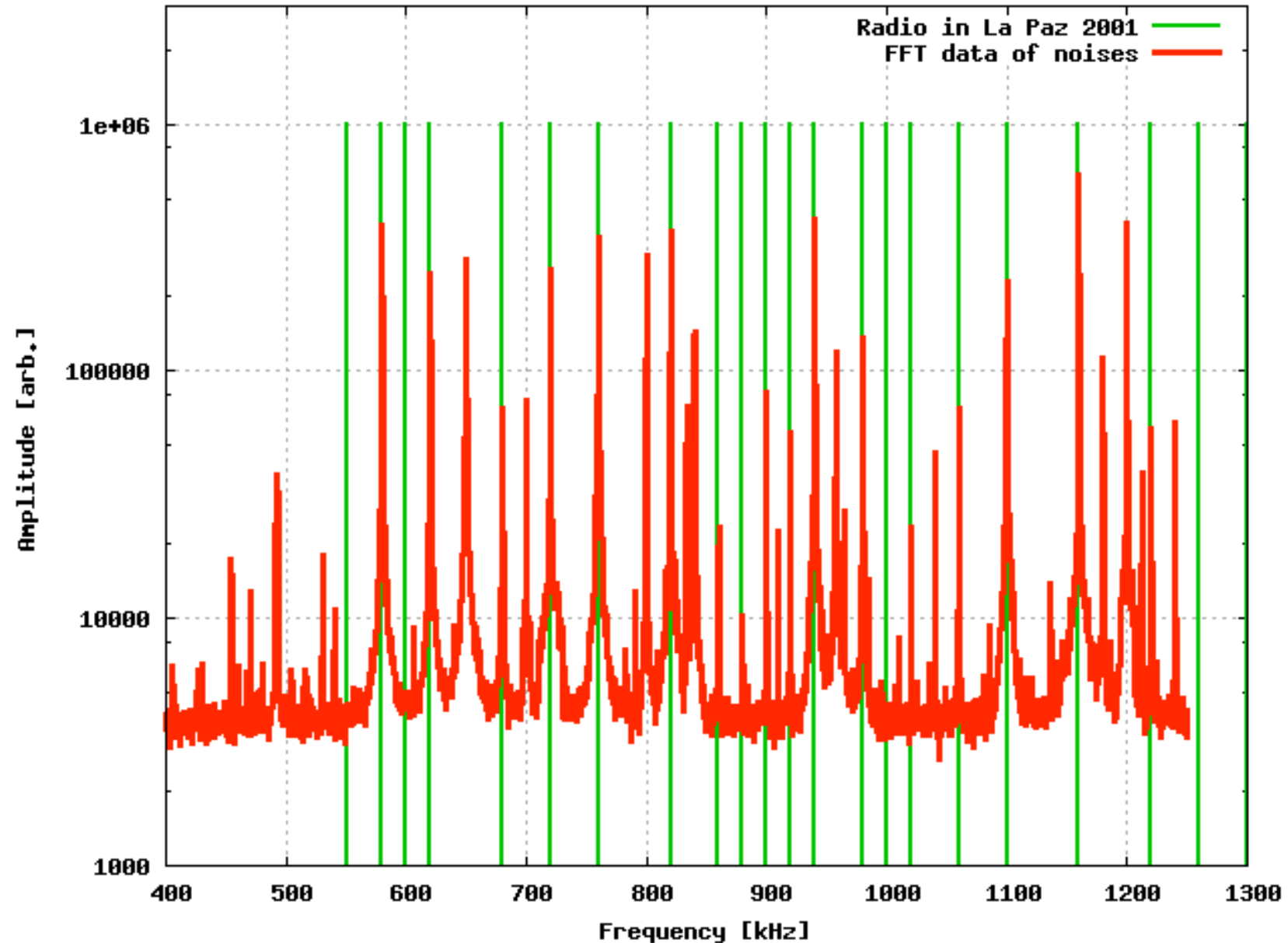


今年度作業

- 信号ケーブル交換
 - 当初、アルゼンチン製使用
 - ラジオノイズ
 - 結局日本製に交換
- アース系統
 - 池、地面への金属板設置
- 検出器キャリブレーション

ケーブルノイズとラパスラジオ周波数

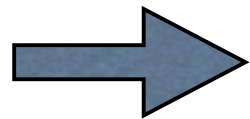
藤倉製に交換で消滅



Step Further

- 目標: 10^{16}eV ~ 原子核組成
- 空気シャワーアレイ + 付加情報

- 上を見たい: 縦方向発達
- 光もの

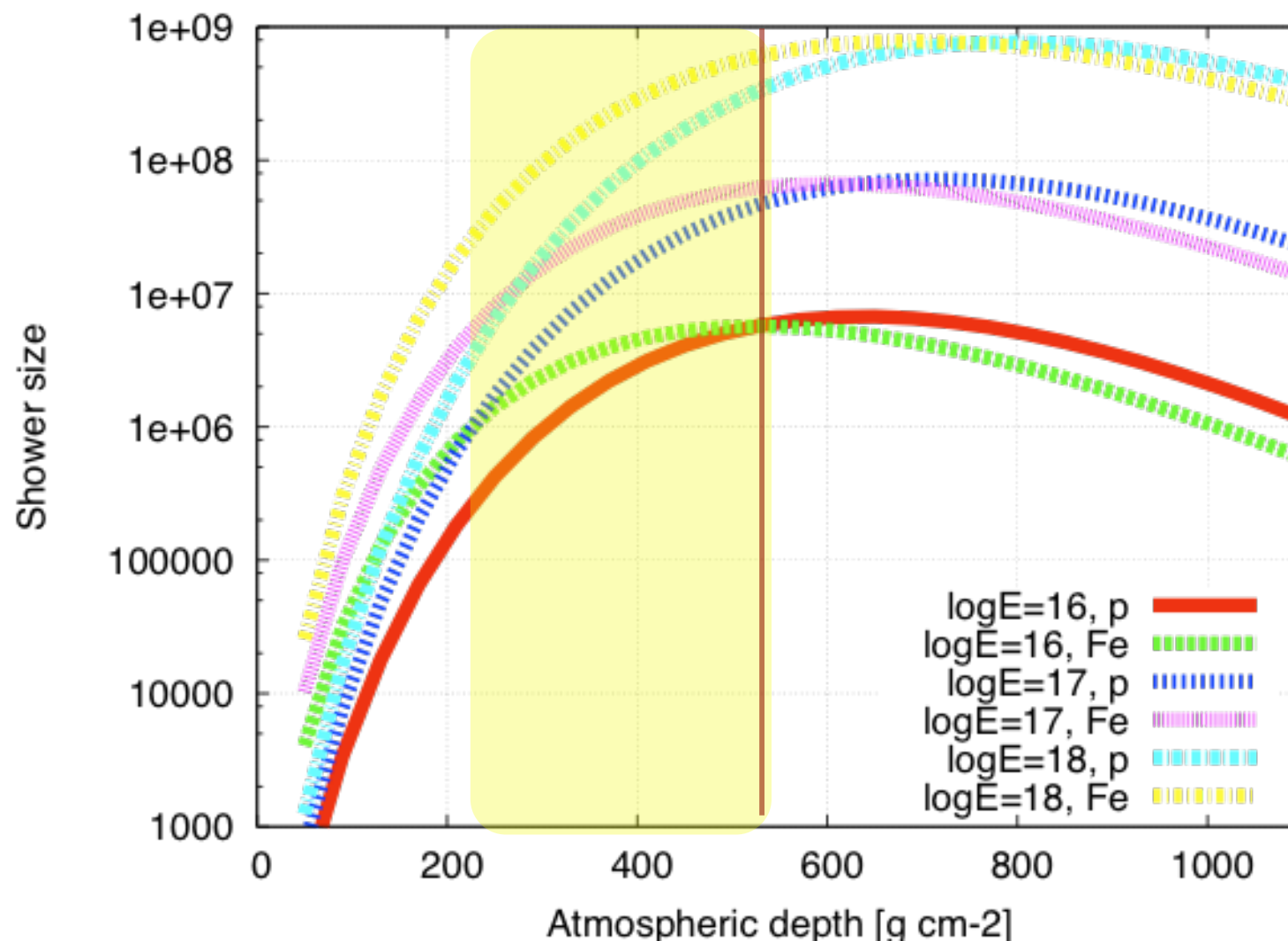


チェレンコフ光

同時観測

- イベントごとの核種判別
- 波形のパラメータ化: パラメータの分布を再現

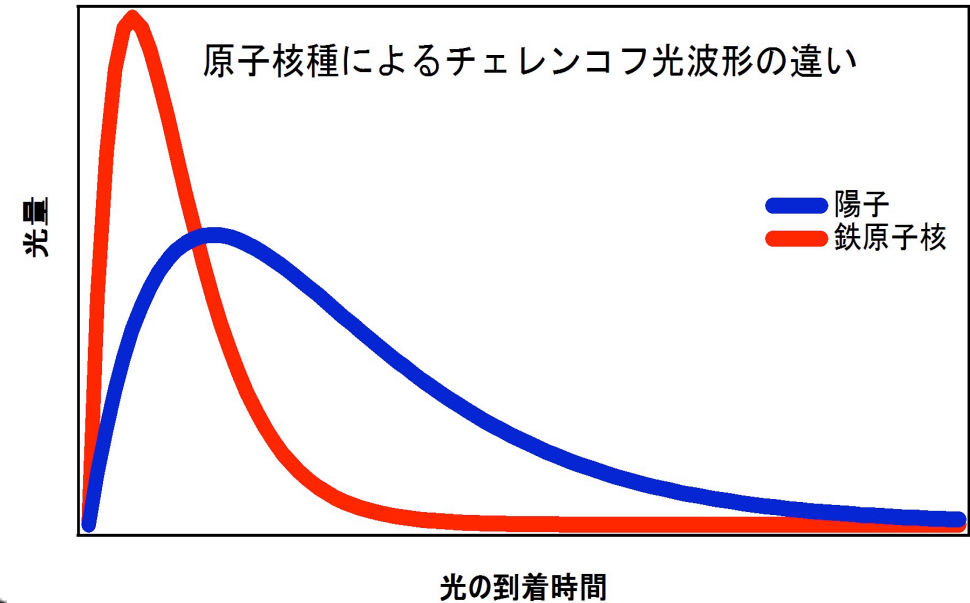
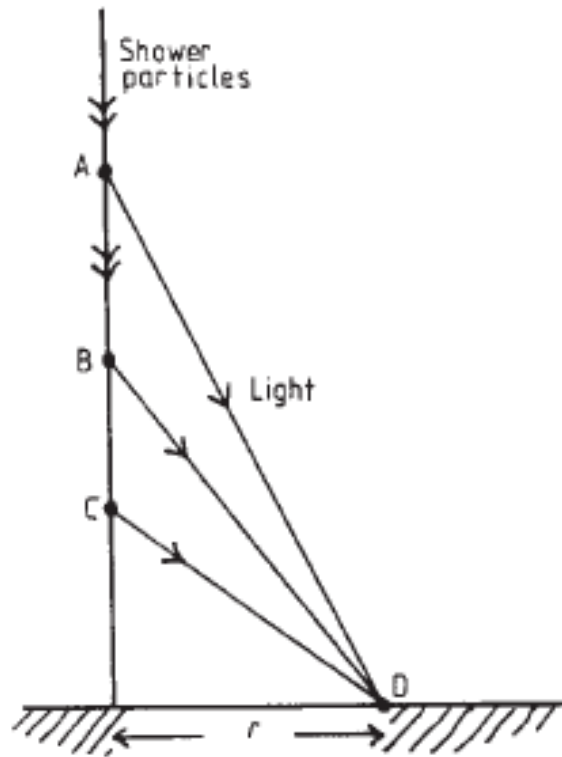
上空でのシャワー



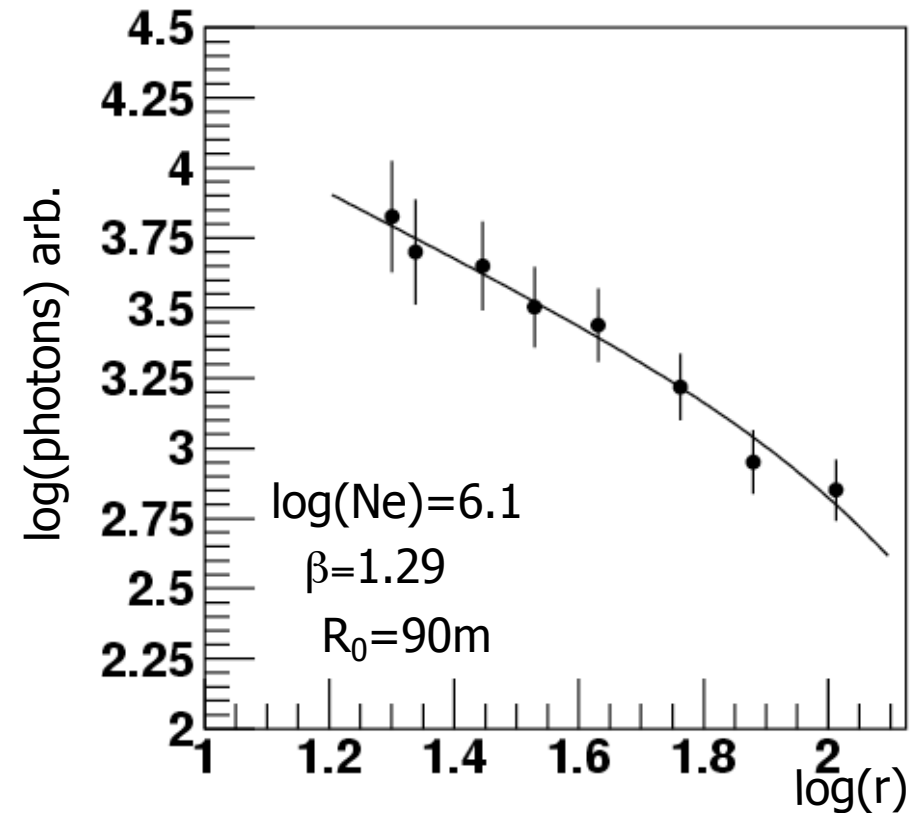
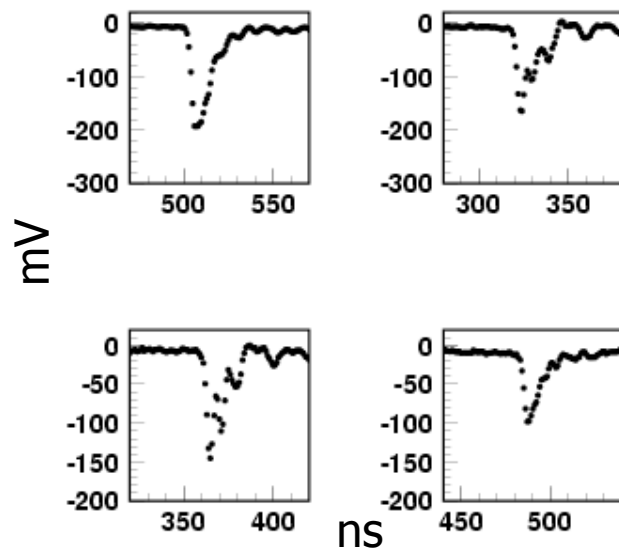
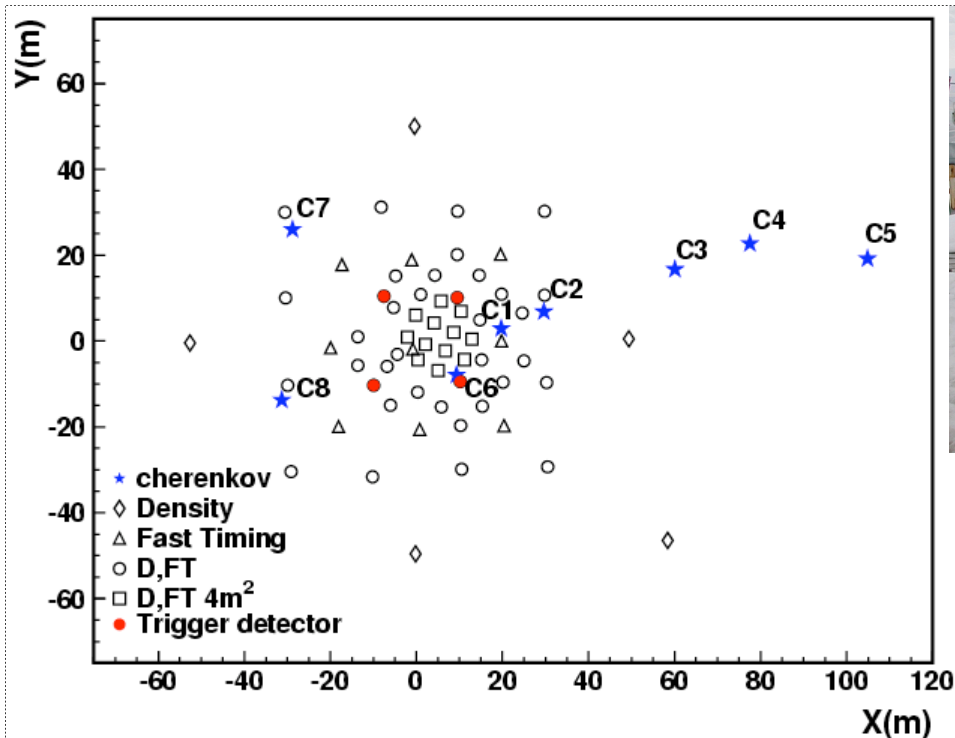
上空では一次核種ごとのシャワー発達の違い大

チェレンコフ光観測：原理

光子到着時間分布(波形)

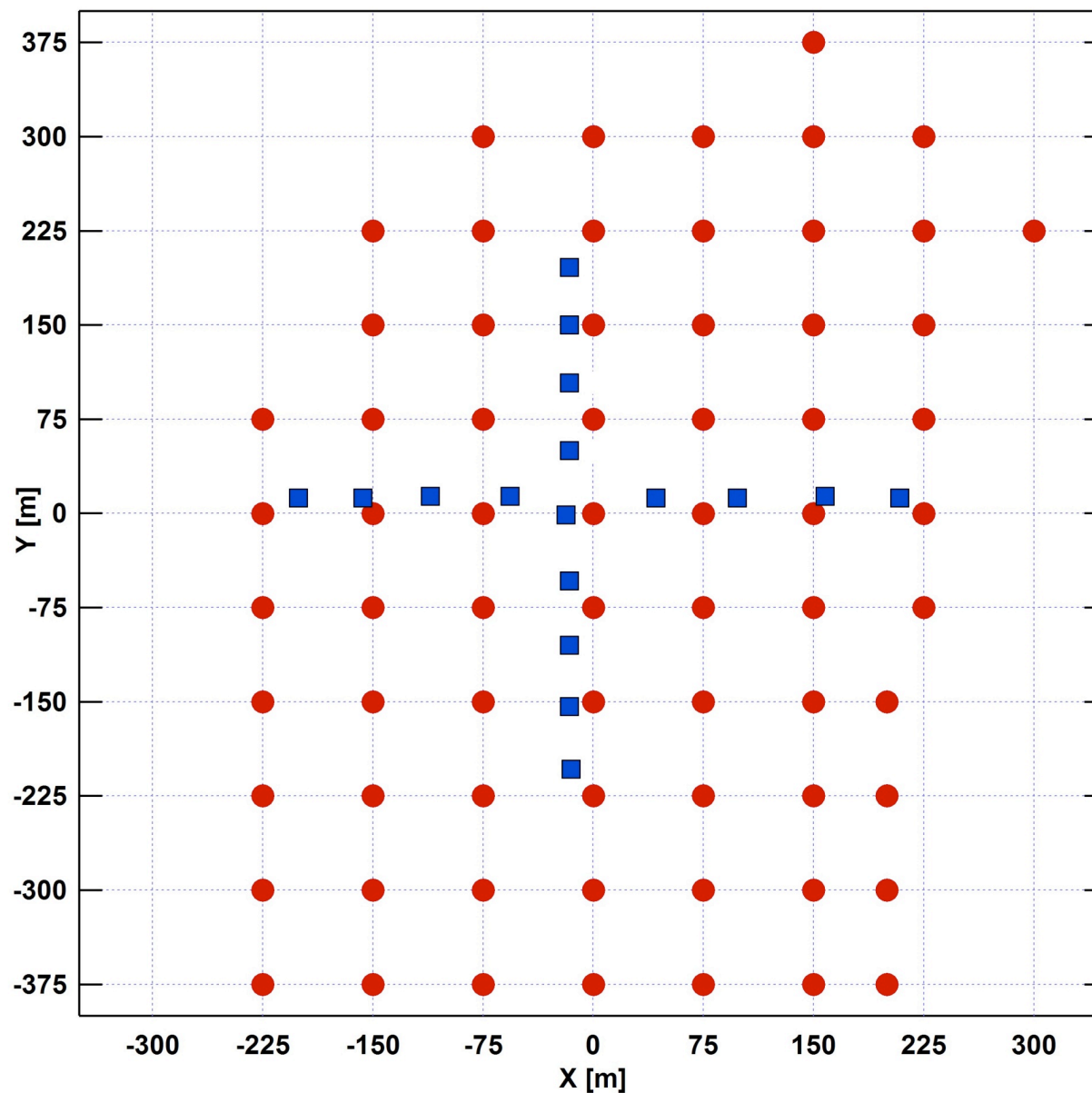


C光横方向分布：観測例



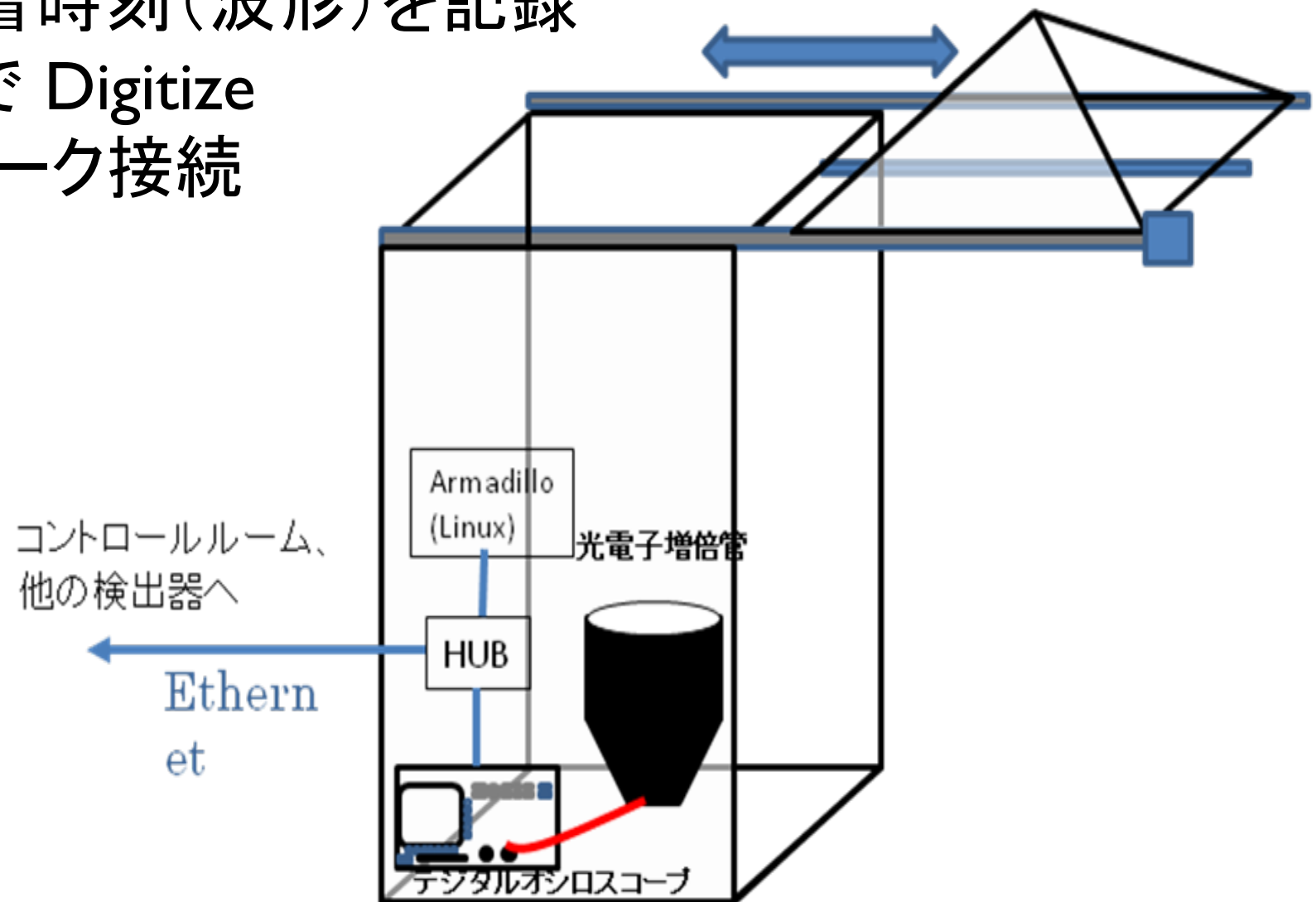
検出器配置案

- 18台
- 十字型
- 間隔
50m(最遠
200m)

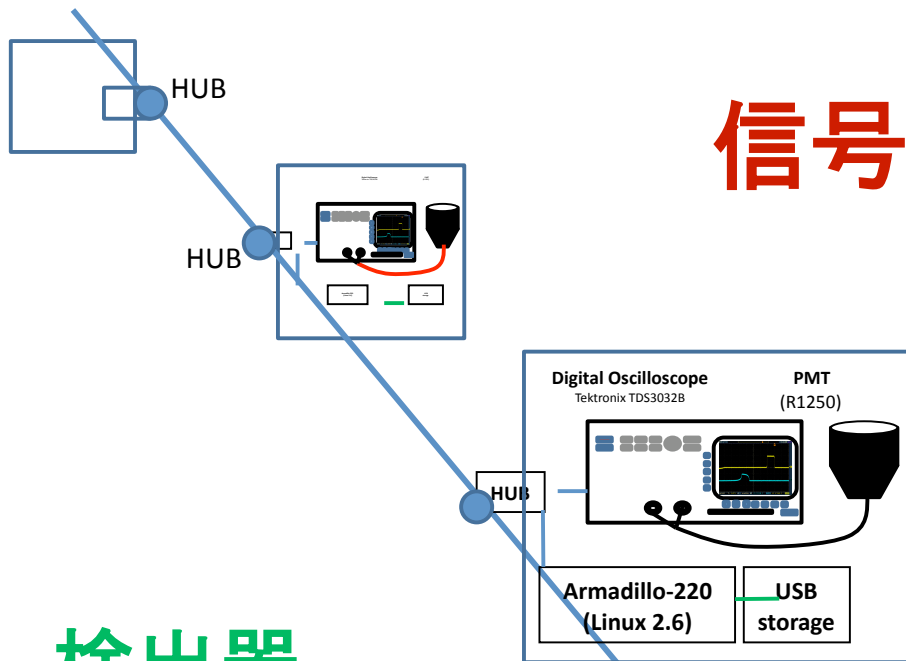


検出器案

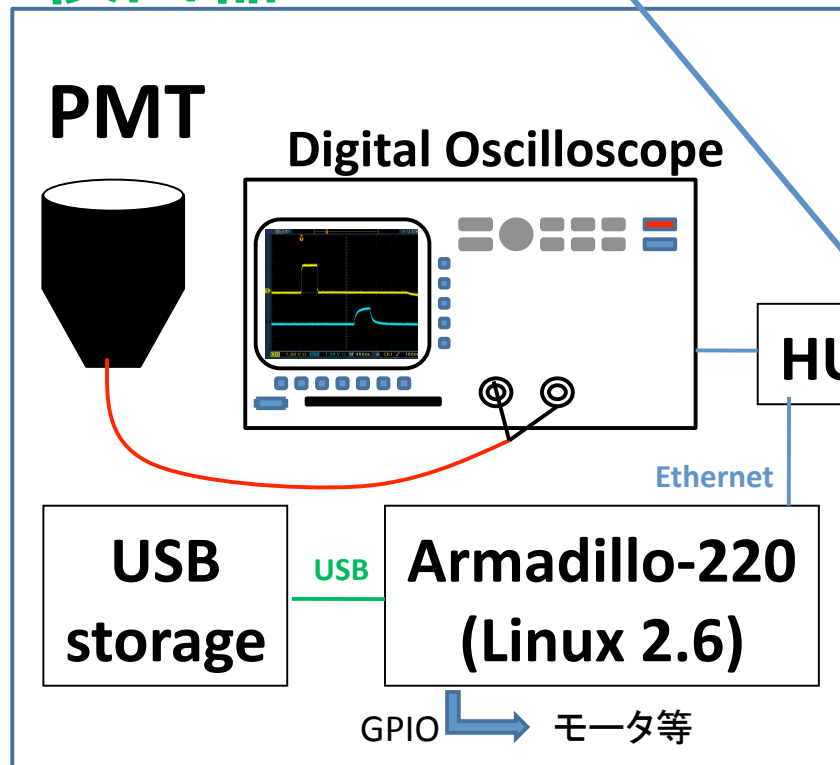
- 光子到着時刻(波形)を記録
- その場で Digitize
- ネットワーク接続



信号取得部



検出器



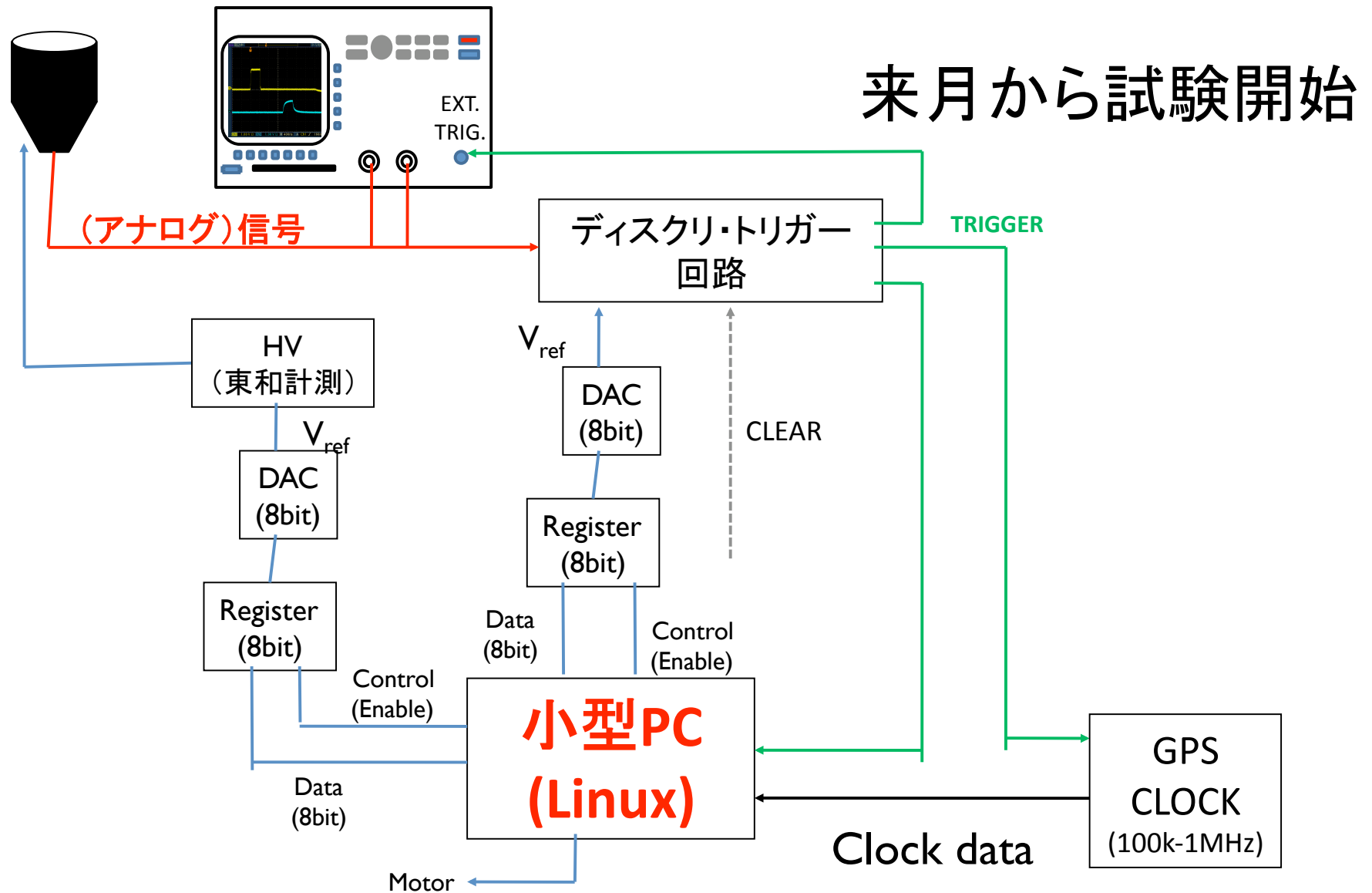
- 各検出器は HUB を通して Ethernet 接続
- PMT信号はその場でオシロでデジタル化
- 各検出器のデータ取得、モータ等の制御はArmadillo (Linux) で
- データは Armadillo にマウントした USBストレージ(メモリ or HD) に保存

コントロールルーム

Ethernet



検出器、回路系案



まとめ

- **Knee領域以上をターゲットとした宇宙線原子核組成の研究**
 - ~2005までの観測: Astropart. Phys. に発表
 - 新空気シャワーアレイ完成
 - 2008年度よりデータ取得開始
- **チェレンコフ光同時観測計画**（申請中）
 - C光到着時刻分布（波形）
 - C光横方向分布
 - プロトタイプ製作