

**ボリビア・チャカルタヤ山宇宙線観測所における
高エネルギー γ 線・宇宙線観測のための
空気シャワー実験**

**横浜国大・工学研究院
片寄 祐作**

**令和元年度東京大学宇宙線研共同利用研究成果発表会
2019年12月14日 14:20 - 14:40**

The **ALPACA** Experiment

Andes

Large-area

Particle detector for

Cosmic ray physics and

Astronomy

The ALPACA experiment

★ A New Project in Southern Hemisphere (Bolivia)

Bolivia side 7 members

UMSA (Universidad Mayor de San Andrés)

Japan side 37 members

(Some members from BASJE + GRAPES-3 + Tibet AS γ)

★ Targets

10 - 1000 TeV gamma-ray astronomy (Southern sky)

Cosmic-ray anisotropy

Sun shadow

Chemical composition at Knee region

★ Site and Detectors

Halfway up Mt. Chacaltaya, Bolivia	4,740 m a.s.l.
Surface air shower array	~83,000 m ²
Underground muon detector array	~5,400 m ²

The ALPACA Collaboration

17機関 44名



IIF, UMSA, Bolivia

Martin SUBIETA, Rolando TICONA, Hugo RIVERA,
Mirko RALJEVICH, Pedro MIRANDA, Carla CALLE,
Carlos NINA

Faculty of Education, Utsunomiya Univ., Japan

Naoki HOTTA

Japan Atomic Energy Agency, Japan

Harufumi TSUCHIYA

Dept. of Physics, Shinshu Univ., Japan

Kazuoki MUNAKATA, Chihiro KATO,
Wataru. Kihara, Yukino. Ko

ICRR, Univ. of Tokyo, Japan

Masato TAKITA, Takashi SAKO, Munehiro OHNISHI,
Kazumasa KAWATA, Takashi K. SAKO, Sei KATO,
Yoshichika YOKOE

College of Industrial Technology, Nihon Univ., Japan

Atsushi SHIOMI

Tokyo Metropolitan College of Industrial Tech., Japan

Toshiharu SAITO

National Inst. of Informatics, Japan

Masaki NISHIZAWA

Faculty of Engineering, Kanagawa Univ., Japan

Kinya HIBINO, Shigeharu UDO, Wakiko TAKANO

Faculty of Engineering, Yokohama National Univ., Japan

Yusaku KATAYOSE, Yukako SENGOKU, , Kaho YAGISAWA,
H. MITSUI, Hiroki NAKADA , Toshihiro OURA

College of Engineering, Chubu Univ., Japan

Akitoshi OSHIMA, Shoichi SHIBATA, Tatsumi KOI,
Katsuya YAMAZAKI

Faculty of Engineering, Aichi Inst. of Tech., Japan

Hiroshi KOJIMA

Graduate School of Science, Osaka City Univ., Japan

Shoichi OGIO, Yoshiki TSUNESADA, Rosa MAYTA

Faculty of Engineering, Osaka Electro-Communication Univ., Japan

Yuichiro TAMEDA

Graduate School of Information Sciences, Hiroshima City Univ., Japan

Koichi TANAKA

Institute of High Energy Physics, China

Yoshiaki NAKAMURA

RIKEN, Japan

Norio TAJIMA



UMSA CR Observatory
5200 m a.s.l.

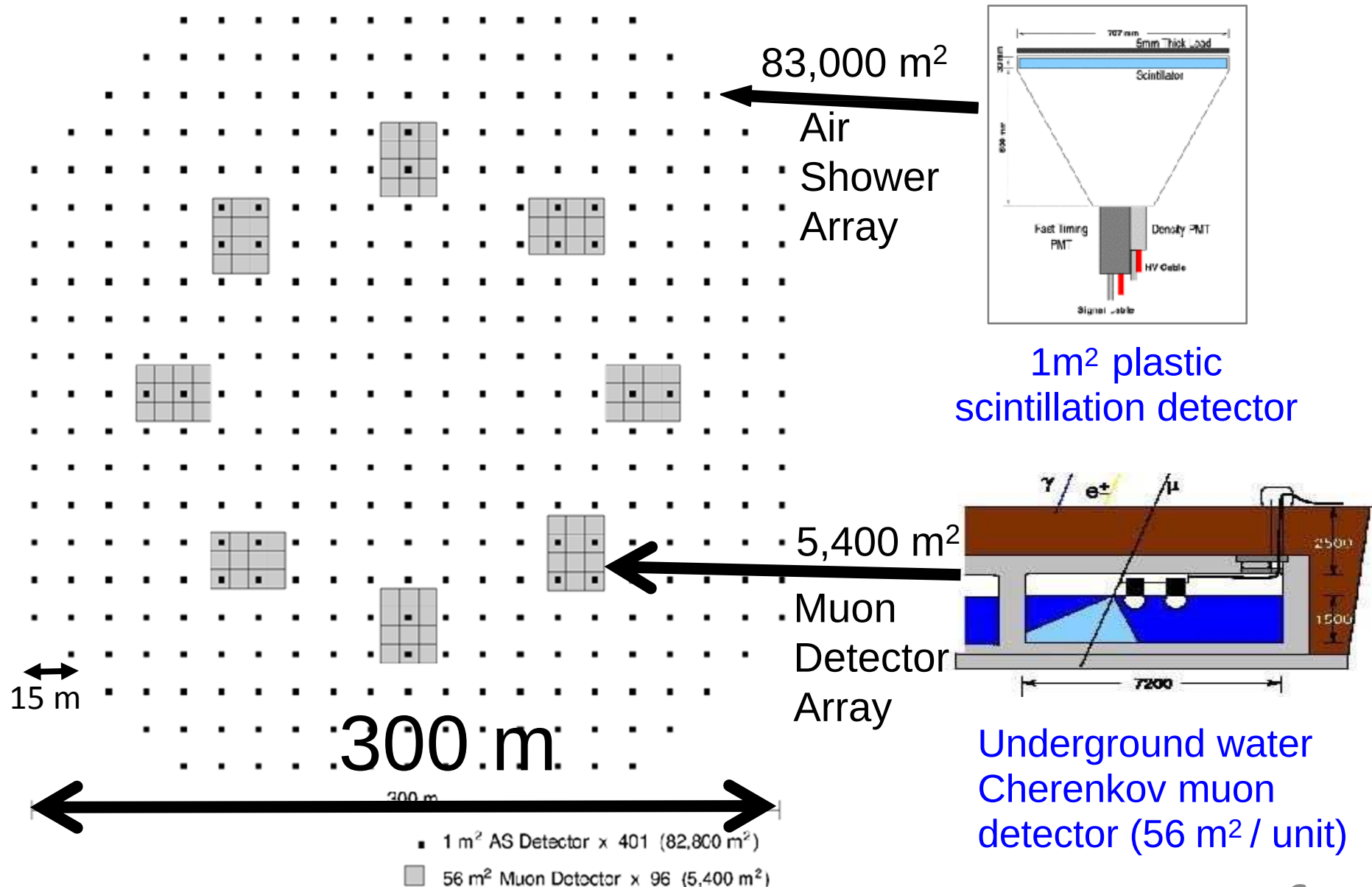
ALPACA site
4740 m a.s.l.
(16°23'S, 68°08'W)



500m × 500 m flat within $\pm 1^\circ$



Schematic view of ALPACA



平成30年度ボリビア実験関係 共同利用研究採択課題一覧

1. ボリビア・チャカルタヤ山宇宙線観測所における
高エネルギー γ 線・宇宙線観測のための空気シャワー実験（継続）
（常定芳基 大阪市立大学大学院理学研究科）
2. アンデス高原における雷雲からの高エネルギー放射線の研究（継続）
（日比野欣也 神奈川大学工学部物理学教室）
3. 南半球で観測する宇宙線中の太陽の影を用いた太陽磁場の研究（継続）
（川田和正 東大宇宙線研）

ボリビア実験関係共同利用研究 経費執行状況

研究費： 申請額 270万円 → 配分額 170万円

チャカルタヤ観測所運営分担金や

ALPAQUITA準備に使用。

旅費： 申請額 509.2万円 → 配分額 180万円

ボリビア出張海外旅費や宇宙線研での国内研究打ち合わせ
に使用。

ご支援、どうもありがとうございます！

活動状況

● ボリビア渡航: 延べ12人 (インフラ整備、装置建設、打ち合わせ等のため)

3/1 - 3/11 日比野(神奈川大)、塩見(日大)、片寄(横浜国大)
8/14 - 8/24 瀧田(宇宙線研) 8/14 - 9/5 大西
8/14 - 9/14 川田、佐古(宇宙線研) 8/23 - 9/5 日比野(神奈川大)
9/23 - 10/7 片寄(横浜国大) 9/28 - 10/14 さこ(宇宙線研)
10/26 - 11/12 川田、佐古、横江(宇宙線研)、中田(横浜国大)

● 国際会議など

ICRC 2019 (7/24 - 8/1, Madison, Wisconsin, USA)	2講演
ISEE symposium "Recent progress in heliospheric physics by direct measurements of unexplored space plasmas" (2/25 - 2/28, Nagoya, Japan)	2講演
TAUP2019 (9/9 - 9/13, Toyama, Japan)	1講演
TeV Particle Astrophysics (12/2 - 12/6, Sydney, Australia)	1講演

● 国内学会など

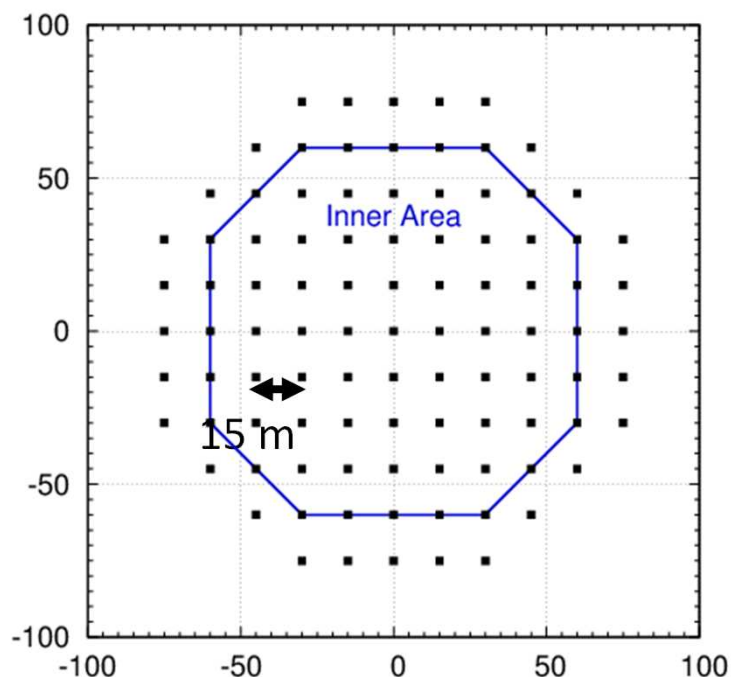
3/14 - 3/17	日本物理学会(九州大)	4講演
9/17 - 9/20	日本物理学会(山形大)	2講演

ALPAQUITA: prototype AS array

- 検出器台数 $1.0 \text{ m}^2 \times 97$
- 面積 $\sim 18,000 \text{ m}^2$
- インフラ (道路の整備、フェンス、建物、電気、インターネット、避雷針など)
 - ボリビア側が準備
- 検出器設置
 - 97台の検出器、架台等の準備完了
 - 検出器設置、ケーブル配線を実施中
 - 2月~3月中にデータ収集開始予定

← Detector deployment

↓ 1 m^2 Detector



ALPAQUITA 現状 (1)

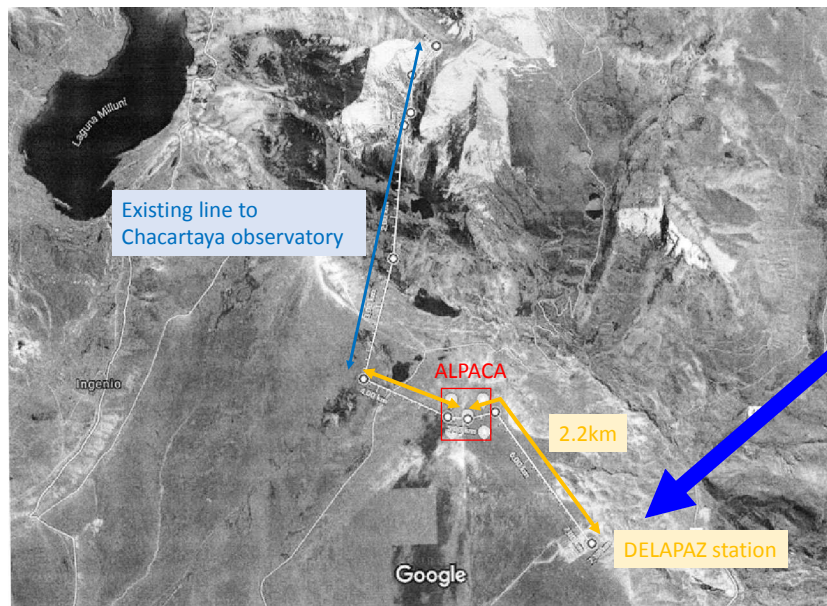


160m × 4



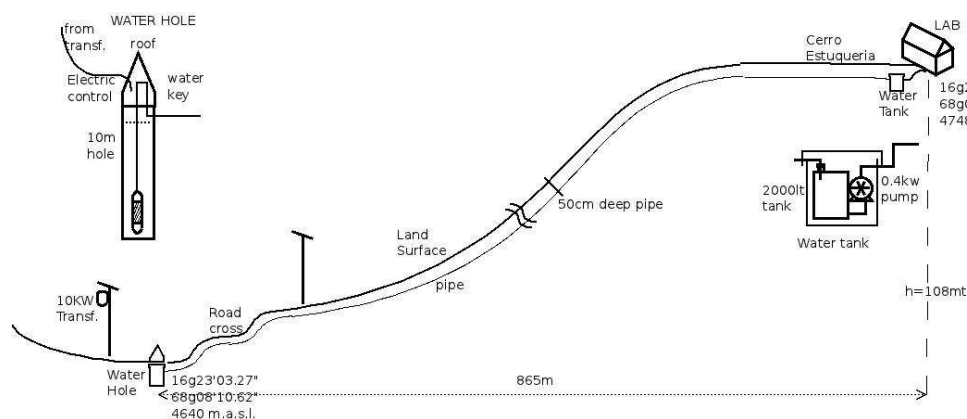
ALPAQUITA 現状 (2)

電力



7kV送電線

水の供給



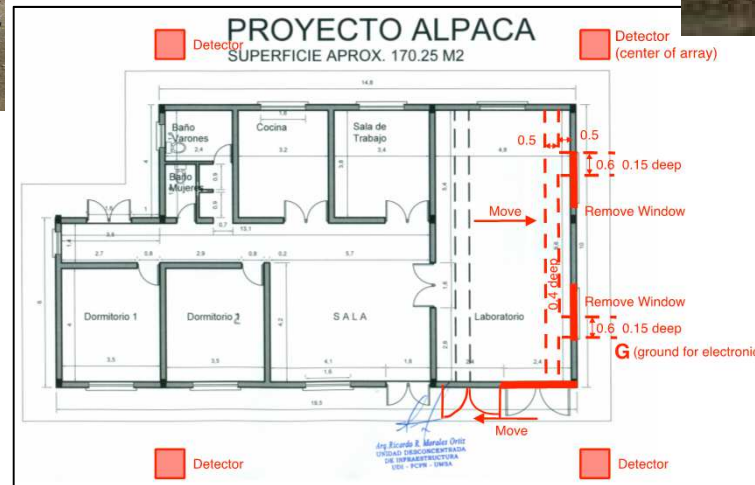
ALPAQUITA 現状 (3)



エレクトロクスハット
設計図面

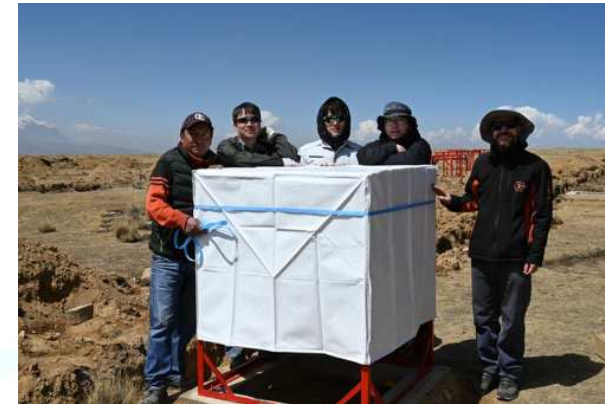


住居部分



ALPAQUITA 現状 (4)

検出器設置

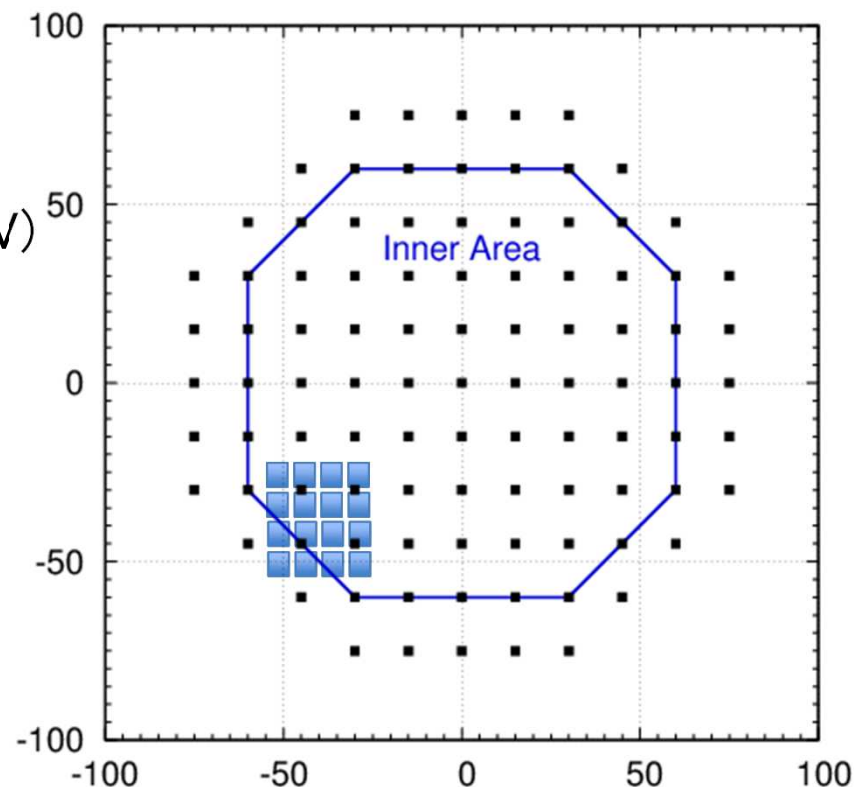
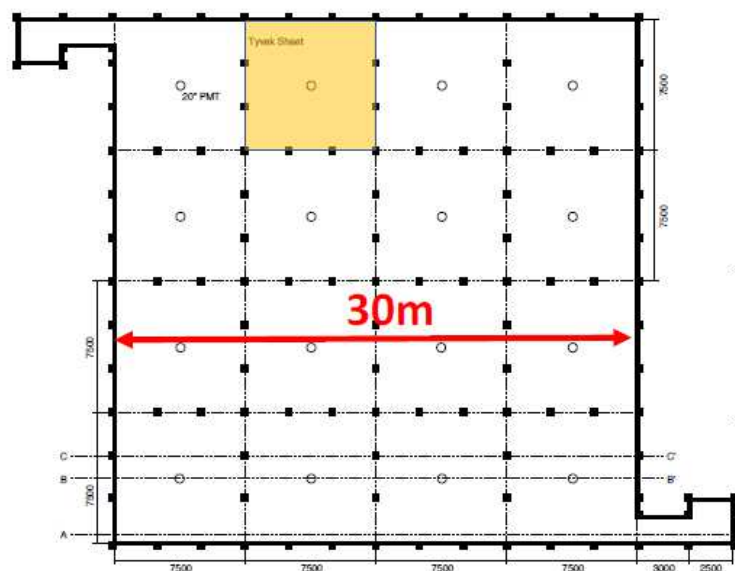


今後の予定

ミュオン検出器

2020年度に建設予定

- ・ 土盛り+コンクリート天井2.5m ($E_\mu > 1\text{GeV}$)
- ・ 7.5m × 7.5mのユニットを16基
- ・ 1ユニットあたりPMT 1本
- ・ 内壁をタイベックシートで覆い集光
- ・ 25 p.e./1 MIP (Tibet実績)



まとめ

- ALPACA計画: チャカルタヤ山 中腹 標高4,740m
83,000m² 空気シャワーアレイ
+ 5,400m² 水チェレンコフ型ミュオンアレイ
- インフラ整備は順調に進んでいる
- ALPAQUITA:プロトタイプ空気シャワーアレイ
1.0 m² × 97台、 ~18,000 m²
検出器設置中
→ 2020年2月～3月にデータ取得開始予定
- 2020年度 ミュオン検出器(56m²×16ユニット)
建設予定
→ ガンマ線源探索を開始