

令和 3 年度 (2021) 共同利用研究・研究成果報告書

研究課題名 和文：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

英文：Air shower observation for high-energy gamma ray and cosmic ray detections at the Chacaltaya Cosmic Ray Observatory

研究代表者 常定芳基 (大阪市立大学 大学院理学研究科)

参加研究者 荻尾彰一、R. Mayta (大阪市大)、瀧田正人、塚 隆志、大西宗博、川田和正、佐古崇志、加藤勢、横江諄衡、川島輝能 (東大宇宙線研)、堀田直己 (宇都宮大)、土屋晴文 (日本原子力研究開発機構)、宗像一起、加藤千尋、木原 渉、高 柚季乃 (信州大)、塩見昌司 (日本大)、齋藤敏治 (東京産業技術高専)、西澤正己 (国立情報学研)、日比野欣也、有働慈治、鷹野 和紀子 (神奈川大)、片寄祐作、大浦敏宏、中田大樹、五味 明日香、倉茂大智、奥川創介 (横浜国大)、大嶋晃敏、柴田祥一、小井辰巳、山崎勝也 (中部大)、小島浩司 (愛知工大)、多米田裕一郎 (大阪電気通信大)、田中公一 (広島市立大)、田島典夫 (理研)、Pedro Miranda (サンアンドレス大学, Bolivia)、中村佳昭 (高能物理研究所、中国)、Eduardo de la Fuente (グアダラハラ大学, Mexico)

研究成果概要

南半球では近年、銀河中心周辺やFermi Bubbles等広がった領域にPeVatronやDark matterの存在が示唆されるガンマ線・ニュートリノ観測結果が登場し、本計画 (ALPACA実験) のような高感度広視野連続観測によるガンマ線観測が次の重要なステップとなる。また、南天ではHESSソース等多数の高エネルギーガンマ線放射天体の観測が期待される。本計画は、その他にKnee領域宇宙線エネルギー化学組成の解明、南半球での宇宙線異方性の測定や宇宙線中の太陽の影の観測による太陽地球間磁場構造の間接測定等の研究が可能な多機能実験計画である。

2018年度に、Chacaltaya Plateau (標高4740m)にあるALPACA建設予定地において、インフラストラクチャーの建設が始まった。2019年度に電力、水道、フェンス、実験小屋等の整備が完了予定であったが、新型コロナウイルス問題のために国内外の教育・研究活動及び海外渡航が自粛になり、一部の完成は2021年度に延期を余儀なくされた。

また、ALPACA実験の一部であるALPAQUITA実験 (図1:ALPACA実験の約1/4規模、約18,000 m²の空気シャワー観測装置と約900 m²の地下水チェレンコフ型ミュオン検出器;MD)で使用する1 m²プラスチックシンチレーション検出器97台が現地に到着し、組み立て・設置作業中である。また、地下ミュオン検出器のデザインや設計もUMSAやボリビアの業者とオンラインで進み、まもなく設置作業を開始予定である。ALPAQUITA実験の観測開始も新型コロナウイルス問題の継続により、2022年度にずれ込むことになった。その他、ALPAQUITA実験の性能評価

をするためにモンテカルロシミュレーションを行ったところ、ALPAQUITA実験による一年間の南天観測で、明るい数個のsub-PeV領域ガンマ線放射天体観測されることが予想されることがわかった (図2)。その成果はExperimental Astronomyに掲載された。

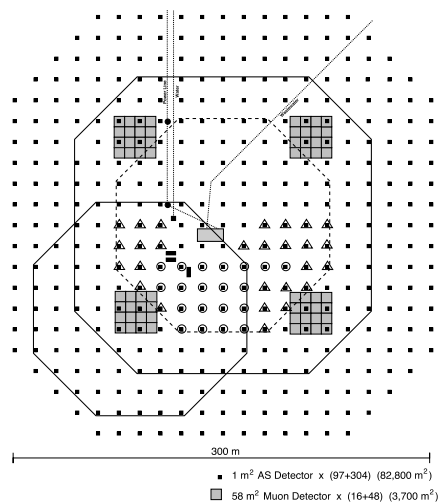


図1 ALPAQUITA 実験 (右下の8角形の黒線で囲まれた部分) の配置図。黒い小さい四角は1 m²プラスチックシンチレーション検出器、真中の灰色の四角は地下ミュオン検出器 (MD)を表す。

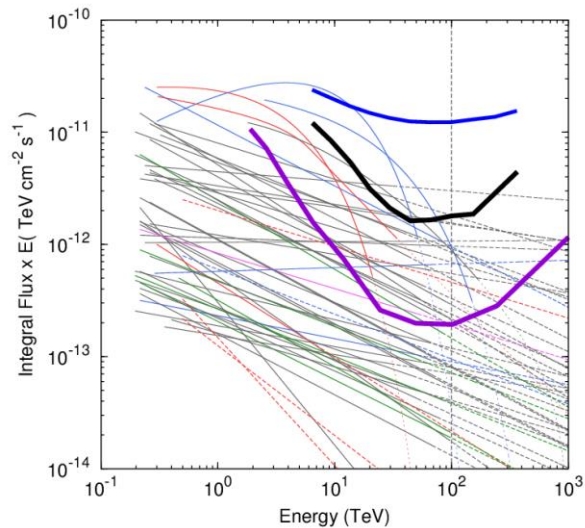


図2 H.E.S.S.ソース と ALPAQUITA の宇宙ガンマ線に対する感度図 (黒太実線 : 5 σ /yr)。青太実線はALPAQUITA w/o MD、紫太実線はALPACAの感度を表す。

1. 国内会議発表

R3 年秋の物理学会(オンライン)3 講演、R4 年春の物理学会(オンライン) 2 講演
 その他 ISEE 研究会等 3 講演

2. 国際会議発表 :

ICRC2021等で 3 presentations

3. Publications

・S. Kato et al., “Detectability of southern gamma-ray sources beyond 100 TeV with ALPAQUITA, the prototype experiment of ALPACA”, Experimental Astronomy, 52, pages85-107 (2021)