

## 令和 5 年度 (2023) 共同利用研究・研究成果報告書

|        |  |
|--------|--|
| 研究課題名  | 和文：ポリビア・チャカルタヤ山宇宙線観測所における高エネルギー $\gamma$ 線・宇宙線観測のための空気シャワー実験<br>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 (大阪公立大学 大学院理学研究科)   |
| 参加研究者  | R. Mayta (大阪公大)、瀧田正人、荻尾彰一、塔 隆志、大西宗博、川田和正、佐古崇志、中村佳昭、Marcos Anzorena、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、林 優希 (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、佐々木 翼 (神奈川大)、片寄祐作、長屋開人、榊原陽平、奥川創介、川原一輝、野口 陸 (横浜国大)、大嶋晃敏、柴田祥一、小井辰巳、山崎勝也、小島浩司 (中部大)、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)、Eduardo de la Fuente (グアダラハラ大学, Mexico)   |
| 研究成果概要 | <p>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。</p> <p>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、現地作業の中断を余儀なくされたが、2022 年度には海外渡航の自粛が解かれ、ALPACA 実験の一部である ALPAQUITA 実験 (ALPACA 実験の約 1/4 規模、約 18,000 m<sup>2</sup> の空気シャワー観測装置と約 900 m<sup>2</sup> の地下水チェレンコフ型ミュオン検出器) の空気シャワー観測装置で使用する 1 m<sup>2</sup> プラスチックシンチレーション検出器 97 台の組み立て・設置作業後にテスト観測を行った。そして、2023 年度には GPS による検出器の位置測定、宇宙線ミュオン粒子を用いた一粒子のエネルギー及びタイミング較正を行い、部分観測を開始した (文献[1])。図 1 に示すように、225 日の観測期間で宇宙線中の月の影の深さを 8<math>\sigma</math> 程度で観測した。図 2 より、観測された月の影から推定される空気シャワー観測装置の角度分解能が約 1 度であることが分かる。観測された典型的な宇宙線のエネルギーは 5-10 TeV 程度である。そのエネルギーでの角度分解能はモンテカルロシミュレ</p> |

ーションによると1度程度であり、シミュレーションの予想ともよく合っていることが分かった。他方、地下ミュオン検出器のデザインや設計も UMISA やボリビアの業者とオンライン・対面が進み、2024年度に設置作業を開始予定である。さらに、将来計画の Mega ALPACA(文献[2])が未来の「学術振興構想」に掲載された。

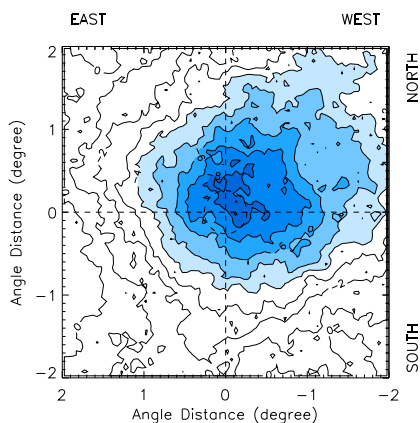


図1 部分観測を開始した ALPACA 空気シャワー観測装置により、225 日間の観測期間で得られた宇宙線中の月の影(約  $8\sigma$ )。中心は月の位置で、宇宙線の典型的なエネルギーは 5TeV-10TeV である。

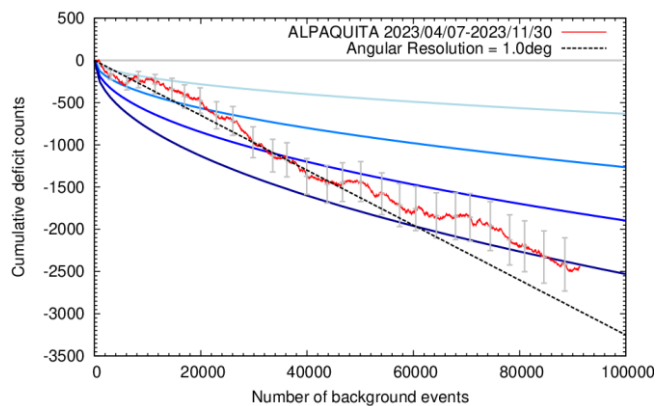


図2 部分観測を開始した ALPACA 空気シャワー観測装置により、225 日間の観測期間に得られた宇宙線中の月の影の深さ(縦軸)と取得された宇宙線事例数の積分値(横軸: 観測時間に比例)との関係。

1. 国内会議発表

R5 年秋の物理学会(東北大学)4 講演、R6 年春の物理学会(オンライン) 5 講演  
 その他 ISEE 研究会 1 講演

2. 国際会議発表:

ICRC2023, TAUP2023, TeVPA2023 等で 12 presentations

3. Publications

- [1] M. Anzorena et al., “First observational results of the ALPACQUITA air shower array in Bolivia”, PoS(ICRC2023), 444, 257(7pp), (2023).
- [2] M. Anzorena et al., “Mega ALPACA to explore multi-PeV gamma-ray sky in the southern hemisphere”, PoS(ICRC2023), 444, 632(7pp), (2023).