次世代の超高エネルギー宇宙線観測のための 大気蛍光望遠鏡の開発研究





多米田裕一郎 大阪電気通信大学 工学部 基礎理工学科

共同利用研究課題名



CRAFFT Cosmic Ray Air Fluorescence Fresnel lens Telescope



FAST

Fluorescence detector Array of Single-pixel Telescope

整理 番号	研究代表者	課題名	配分額
E15	有働慈治 神奈川大工	TA 実験サイトでの新型大気蛍光望遠鏡による 極高エネルギー宇宙線観測	25万円
E19	多米田裕一郎 大阪電通大工	次世代の超高エネルギー宇宙線観測のための フレネルレンズ型大気蛍光望遠鏡の開発研究	50万円
E21	冨田孝幸 信州大工	新型大気蛍光望遠鏡における電力自給システム・ 検出器保護システムの開発	25万円
		ご支援ありがとうござ	います。

2

次世代大気蛍光望遠鏡概要

- ・目的:次世代の超高エネルギー宇宙線観測のための大気蛍光望 遠鏡の開発
- ・超高エネルギー宇宙線観測の今後…

(1) 高統計での到来方向解析

- → 検出面積の大規模化
- (2) 質量組成の解明
- → FDの様なXmax測定が可能な検出器 現行のFDでは高コストで大規模化は厳しい
- ・低コストで実現可能なFDの開発

単ピクセル望遠鏡(反射鏡、フレネルレンズ)



オリジナルコンセプトデザイン P. Privitera, et.al.UHECR(2012)



多米田裕一郎 | 大阪電通大

Fluorescence detector Array of Single-pixel Telescopes

- ◆ 研究課題「TA実験サイトでの新型大気蛍光望遠鏡の観測」(25万円、有働・藤井)
 - ◆ TA実験サイトのある米国ユタ州への旅費として使用
- ◆ 学術論文、国際会議のProceedings
 - "The prototype opto-mechanical system for the Fluorescence detector Array of Single-pixel Telescopes", D. Mandat et al., JINST 12, T07001 (2017)
 - "First results from the full-scale prototype for the Fluorescence detector Array of Single-pixel Telescopes", T. Fujii for the FAST Collaboration, Proc. of 35th ICRC, Busan, South Korea, PoS 468 (2017)
- ◆ 国際会議、物理学会での口頭発表
 - ◆ 「FAST実験5:新型大気蛍光望遠鏡の遠隔運用と宇宙線観測報告」,藤井俊博, 日本物理学会2017年秋季大会,2017年9月13日,宇都宮大学
 - "First results from the full-scale prototype for the Fluorescence detector Array of Single- pixel Telescopes", T. Fujii for the FAST Collaboration, Oral, 35th ICRC, Busan, South Korea, July 17 (2017)
- Webpage: <u>https://www.fast-project.org</u>





FAST実験の概要

- ◆ 極高エネルギー宇宙線への感度を一桁向上させる次世代宇宙線 観測実験:新型大気蛍光望遠鏡アレイ
 - ◆ 日米豪チェコの国際共同実験
 - ◆ 小型の光学系(口径1.6 m)と4本の大口径光電子増倍管 (R5912, 直径20 cm)による低コスト型の新型大気蛍光望 遠鏡
 - ◆ 1基で30°×30°の視野角(TAFD約4基分)を持つ
 - ◆ TAFDと同じ視野を持つように設置し、TAFDから供給 される外部トリガーに同期して観測を実施
- ◆ 2017年10月に2基目の望遠鏡を設置し、観測開始









2基目のFAST望遠鏡による観測開始

- ◆ 2基の望遠鏡(60°×30°の視野角、TAFDの約8基分)で、日本からの遠隔観測を開始した
- ◆ 同一光源による望遠鏡間のゲイン較正、平行光によるスポットサイズ測定を実施した
- ◆ 内部トリガー(隣接した2つの光電子増倍管に信号あり)の動作試験
 - ◆ 月明かりがあるときに試験観測を実施し、雲に当たったレーザー光を観測した
- ◆ 今後も継続して観測し、より多くの宇宙線を観測する
 - ◆ 3基目の新型大気蛍光望遠鏡を設置予定、TAFD約12基分(=1 station)の視野角に



CRAFFT

Cosmic Ray Air Fluorescence Fresnel lens Telescope

研究課題

- ・E19「次世代の超高エネルギー宇宙線観測のためのフレネルレンズ型大気蛍光望遠鏡の開発研究」、50 万円(多米田、冨田、池田、山本)
- ・E21「新型大気蛍光望遠鏡における電力自給システム・検出器保護システムの開発」、25万円(冨田)
- ・物品購入、物品の輸送、旅費に使用

発表論文、プロシーディングなど

 "The Cosmic Ray Air Fluorescence Fresnel lens Telescope (CRAFFT) for the next generation UHECR observatory", Y. Tameda et al., proc. of 35th, ICRC (2017), PoS(ICRC2017) 433

学会発表、国際会議発表など

- "The Cosmic Ray Air Fluorescence Fresnel lens Telescope (CRAFFT) for the next generation UHECR observatory", Y. Tameda et al., proc. of 35th, ICRC (2017), 釜山 (ポスター)
- ・「CRAFFT実験4:複数台のフレネルレンズ型大気蛍光望遠鏡による宇宙線観測報告」、多米田裕一郎、 他、日本物理学会2018年秋季大会
- ・「大気蛍光望遠鏡(CRAFFT)におけるGPS タイムスタンプ機能開発」、岩倉広和、他、平成29年度応用 物理学会 北陸・信越支部 学術講演会

CRAFFT概要

9







検出器構成構成

- フレネルレンズ(1m², f=1.2m)
- 紫外線透過フィルター(UL-330)
- 光電子増倍管(R5912,8インチ)
- ◎ 高圧電源
- FADC (CosmoZ, 12bit, 80MHz)
- アルミフレーム





散乱していた

CRAFFTの現状



2017年8月 資材をユタに輸送2017年9月 ユタにて組立作業2017年10月 4台設置完了@TA









TA視野中のCRAFFTの視野







CRAFFT宇宙線試験観測

11



TAサイトにて観測開始 2017年11月9日~11月23日 (10日間) TA FDのトリガーパルスに同期し、FADCで記録 イベント数の期待値:8イベント/月@10¹⁷eV



合計6イベントの空気シャワーイベントを取得

イベントの例













まとめ

・次世代の最高エネルギー宇宙線観測のための
大気蛍光望遠鏡の研究開発

大規模化を見据えた低コスト化 質量組成を測定するためのXmax観測 望遠鏡を開発し、TA実験サイトに設置

- ・宇宙線の試験観測を実施
- ・宇宙線空気シャワーイベントの検出に成功
- ・検出器較正、データ解析等を進めている
- · 今後ともTAサイトにて観測を続けていきたい







