

EUSO-Balloon

M. Casolino, 戎崎俊一, 滝澤慶之, 川崎賀也
for the JEM-EUSO collaboration
RIKEN

概要

JEM-EUSO ミッションの Pathfinder ミッションとして、JEM-EUSO プロトタイプを製作し、2014 年 8 月に最初の EUSO-Balloon 気球実験（カナダ、Timmins）を行った。これはフランス CNES が中心となったプロジェクトである。この実験で、紫外線背景光、ヘリコプターからのフラッシャー光と宇宙線を模した UV レーザー光の観測に成功した。現在、JEM-EUSO 米国グループが中心となって進めている EUSO-SPB (The EUSO super pressure Balloon) による長期間(約 1 ヶ月)の気球実験(2017 年)の準備を進めている。EUSO-Balloon の実験結果と EUSO-SPB の実験計画について報告する。

EUSO-Balloon 実験装置[1]

EUSO-Balloon は、光学系、焦点面検出器、IR カメラ、筐体、ショックアブソーバ、フロータから構成される(図 1)。光学系は、2 枚の 1m×1m フレネルレンズで構成され、理研の大森素形材研究室で製作を行った(図 2)。焦点面検出器は、JEM-EUSO 国際チームで構成機器(光電子増倍管、電子回路、フレーム等)を分担して準備・製作を行った(図 3)。IR カメラは、EUSO-Balloon 筐体下部にあるボックスの部分にあり、スペインチームが中心となって開発した。

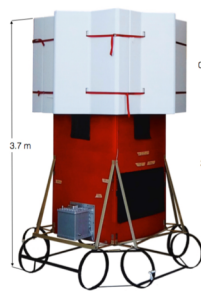


図 1 EUSO-balloon 観測装置

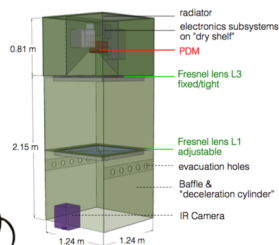


図 2 フレネルレンズ光学

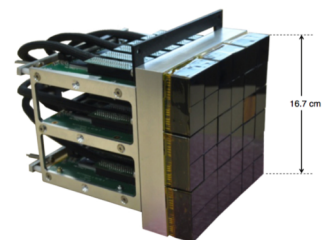


図 3 焦点面検出器

EUSO-Balloon 観測結果[2]

2014 年 8 月 25 日（月のない夜）に、EUSO-Balloon は、Canada, Ontario の Timmins から飛揚し、高度は、5 時間以上の間、約 38km を保った(図 4)。ヘリコプターには、US チームが用意した 2 つの UV フラッシャーと UV パルスレーザーが搭載され、気球を追跡しながら実験を行った(図 5、6)。撮像されたフラッシャーと UV レーザーのイメージを、図 7 に示す。UV 背景光観測の結果を図 8 に示す。これらの一連の観測を行い、End to End での JEM-EUSO の主要キーテクノロジーの機能確認を行うことが出来き、この 2014 年の観測は所定の目的を達成した。

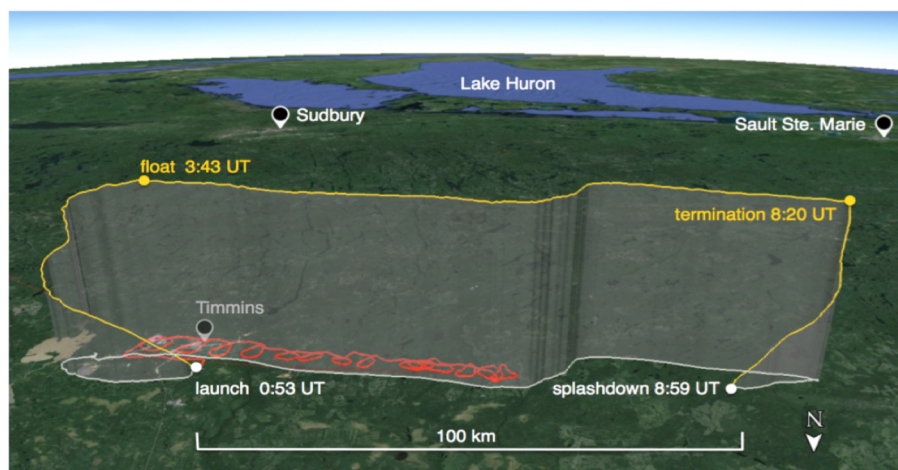


図 4 EUSO-Balloon の飛揚経路(黄色線)とヘリコプターの飛行経路(赤色線)



図 5 ヘリコプター搭載の UV フラッシャーと UV レーザー

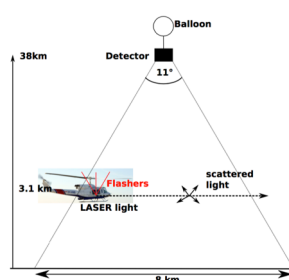


図 6 EUSO-Balloon とヘリコプター

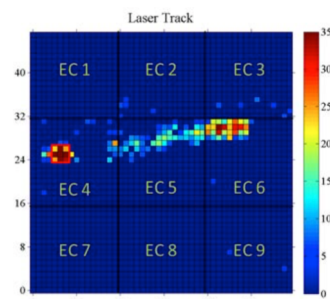


図 7 UV フラッシャーと UV レーザーの撮像イメージ。

座標(x=5,y=26)は、フラッシャーの像である。中央の横に伸びた像は、パルスレーザーの像で

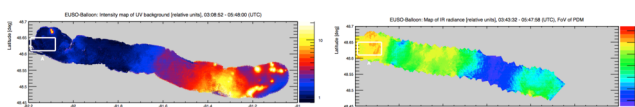


図 8 UV 背景光観測。左が UV 背景光、右が IR カメラの像。

EUSO-SPB (The EUSO super pressure balloon) 実験[3]

EUSO-SPB は、上空からの宇宙線の空気シャワーを観測することを目的としている。この実験は、JEM-EUSO 米国グループが中心に長期間(約 1 ヶ月)の気球実験(2017 年)の準備を進めている。New Zealand, Wakana サイトより飛揚し、Australia での回収を提案している(図 9)。飛揚時間は、約 1 ヶ月で、新月を中心とし 20 日以上の間観測を行う計画である。図 10 に、EUSO-SPB での宇宙線事例のシミュレーション像($E=10^{18.75}\text{eV}$)を示す。期待される観測数は、20 日の夜間観測で 10-15 事例と見積もっている。



図 9 参考飛揚経路。2015 年に NASA が行った Super Pressure Balloon の軌跡である。Wakana から飛揚し、32 日間飛行後、オーストラリアで回収された。

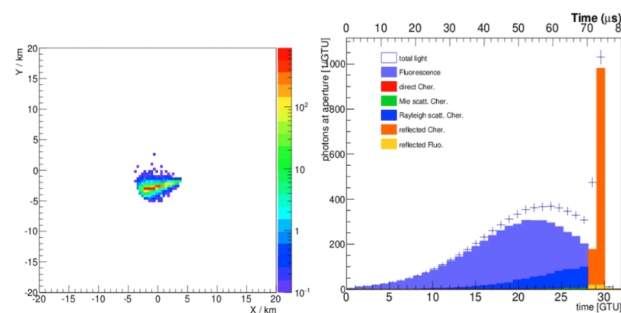


図 10 $E=10^{18.75}\text{eV}$ の宇宙線 空気シャワーのシミュレーション像(左)とその時のライトカーブ(右)。

まとめ

EUSO-Balloon では、所定の性能で動作することを確認した。EUSO-SPB は、上空からの宇宙線の観測を目的とし 2017 年実施にむけ準備を進めている。

参考文献

- [1] P. von Ballmoos et al., *General overview of EUSO-balloon mission in Proc. 34th ICRC, (The Hague), (2015).* [2] M. Bertaina et al., *Preliminary results from the EUSO-Balloon flight in Proc. 34th ICRC, (The Hague), (2015).* [3] Wiencke, L., et al., *EUSO-Balloon mission to record extensive air showers from near space, Proc. 34th ICRC, (The Hague), (2015).*