

高感度CMOSカメラシステムによる 高速飛翔暗黒物質と流星の探索

DIMS (Dark matter and Interstellar Meteoroid Study) Project

S. Abe^a, D. Barghini^{c,g}, M. E. Bertaina^c, M. Casolino^{e,f}, A. Cellino^g, C. Covault^r, S. Durisovaⁱ,
T. Ebisuzaki^e, M. Endo^a, M. Fujioka^j, Y. Fujiwara^h, D. Gardiol^g, M. Hajdukovaⁱ, M. Hasegawa^a,
Y. Iwami^j, F. Kajino^{b*}, M. Kasztelan^q, K. Kikuchi^a, S.-W Kim^k, N. Kobayashi^t, M. Kojro^l,
J.N. Matthews^m, , M. Mori^j, Y. Mori^t, I.H. Parkⁿ, L.W. Piotrowski^o, M. Przybylak^q, H. Sagawa^p,
K. Shinozaki^q, D. Shinto^j, J.S. Sidhu^r, G. Starkman^r, H. Takahashi^t, Y. Takizawa^e,
Y. Tameda^j, T. Tomida^s, S. Valenti^c and M. Vrabel^q

The DIMS Collaboration

* Presenter (PI)

a Department of Aerospace Engineering, Nihon University, Japan

b Department Of Physics, Konan University, Japan

c Department of Physics, University of Turin, Italy

d National Institute for Nuclear Physics (INFN) – Turin, Italy

e RIKEN (Institute of Physical and Chemical Research), Japan

f National Institute for Nuclear Physics (INFN) – Rome Tor Vergata, Italy

g Observatory of Turin, National Institute for Astrophysics (INAF), Italy

h Nippon Meteor Society (NMS), Japan

i Astronomical Institute, Slovak Academy of Sciences, Slovakia

j Department of Engineering and Science, Osaka Electro-Communication University (OECU), Japan

k Korea Astronomy and Space Science Institute (KASI), Republic of Korea

l Faculty of Physics and Applied Informatics, University of Lodz, Poland

m Department of Physics and Astronomy, University of Utah, USA

n Department of Physics, Sungkyunkwan University, Republic of Korea

o Department of Physics, University of Warsaw, Poland

p Institute for Cosmic Ray Research, University of Tokyo, Japan

q Astrophysics Division, National Center for Nuclear Research (NCBJ), Poland

r Department of Physics, Case Western Reserve University, USA

s Department of Engineering, Shinsyu University, Japan

t Kiso Observatory, The University of Tokyo, Japan

Collaboration with 38 from Japan, USA, Italy, Poland, Slovakia and Korea



令和5年度 東京大学 宇宙線研究所 共同利用研究成果発表会
2024年2月21-22日

研究目的

- マクロ暗黒物質の候補の一つであるNucleariteの探索
- 流星、特に太陽系外起源の流星の観測
- その他の大気発光現象
- EUSO-TAやMini-EUSOなどとの共同観測



共同利用
Inter-university research

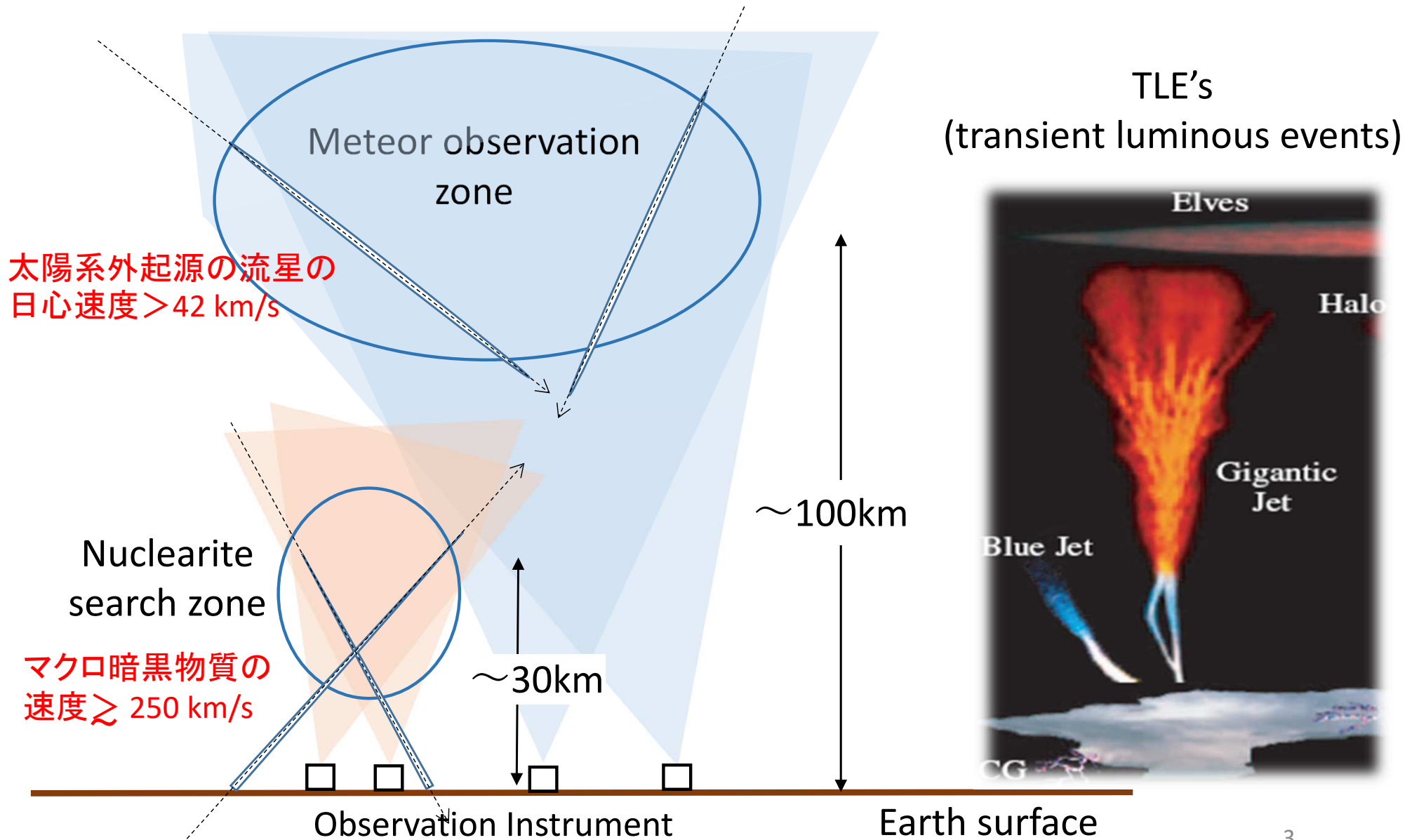
査定額と用途

- 今年度査定額: 32万円
- 今年度用途

実験機器輸送代、消耗品 : 13,649円

米国ユタ州への旅費等(3月予定): 306,351円

DIMS の観測概念図

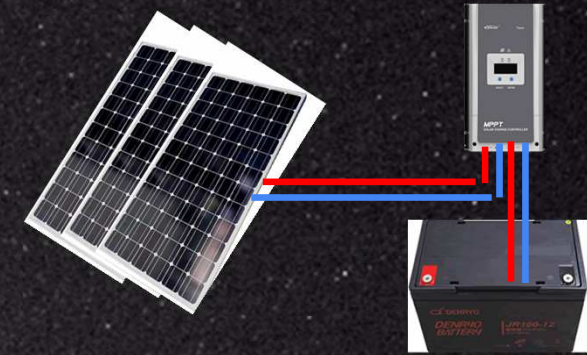


Key Elements of DIMS Detector



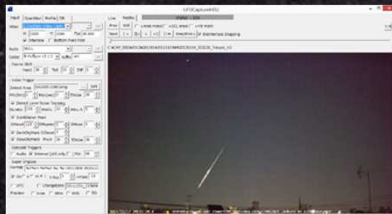
Canon ME20F-SH CMOS camera

- Max. sensitivity ~ ISO 4,000,000
 - 1920 x 1080 pixels at 29.97 fps
 - FOV ~57°x34° with 35 mm lens
- Controlled by Windows PC



Solar power supply system

Self-supply system only required for the operation at Central Laser Facility, TA site, Utah



UFOCapture

- Motion capture software by sonotaCo.com



Japanese camera box



Polish camera box



Camera boxes

- 3 types
- accommodating camera, PCs, fans, heater, monitors

DIMS 実験経過

2019-2020年度

甲南大、大阪電通大、日大で観測装置の開発・製作と観測を実施

2021年度

2021/08 明野観測所にDIMS 2号機を移設

2021/10 木曽観測所にDIMS 4号機を移設

2021/12 信州大にDIMS 3号機を移設

2022年度

2022/08-09 DIMS 1号機をTARAに設置

2022/08-09 DIMS 5号機（ポーランド NCBJ 製）をBRMに設置

2023/02 DIMS 2号機（明野）と4号機（木曽）を
NCBJと共同で小型化した装置をTARAとBRMに設置

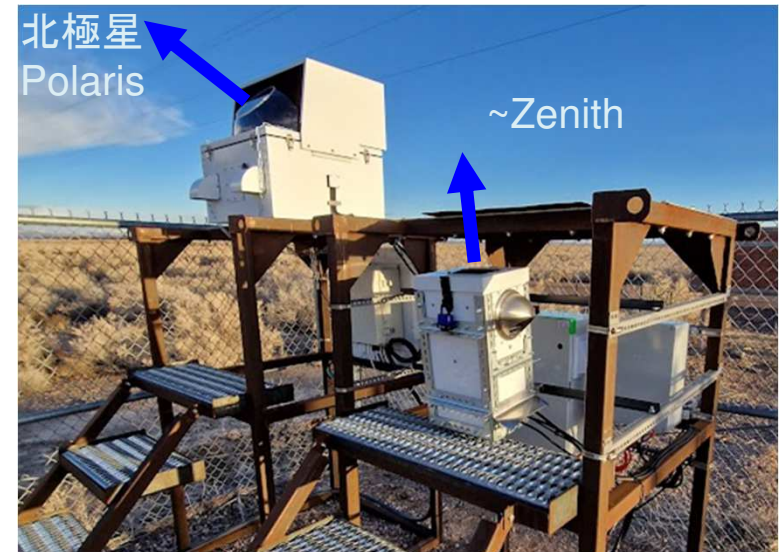
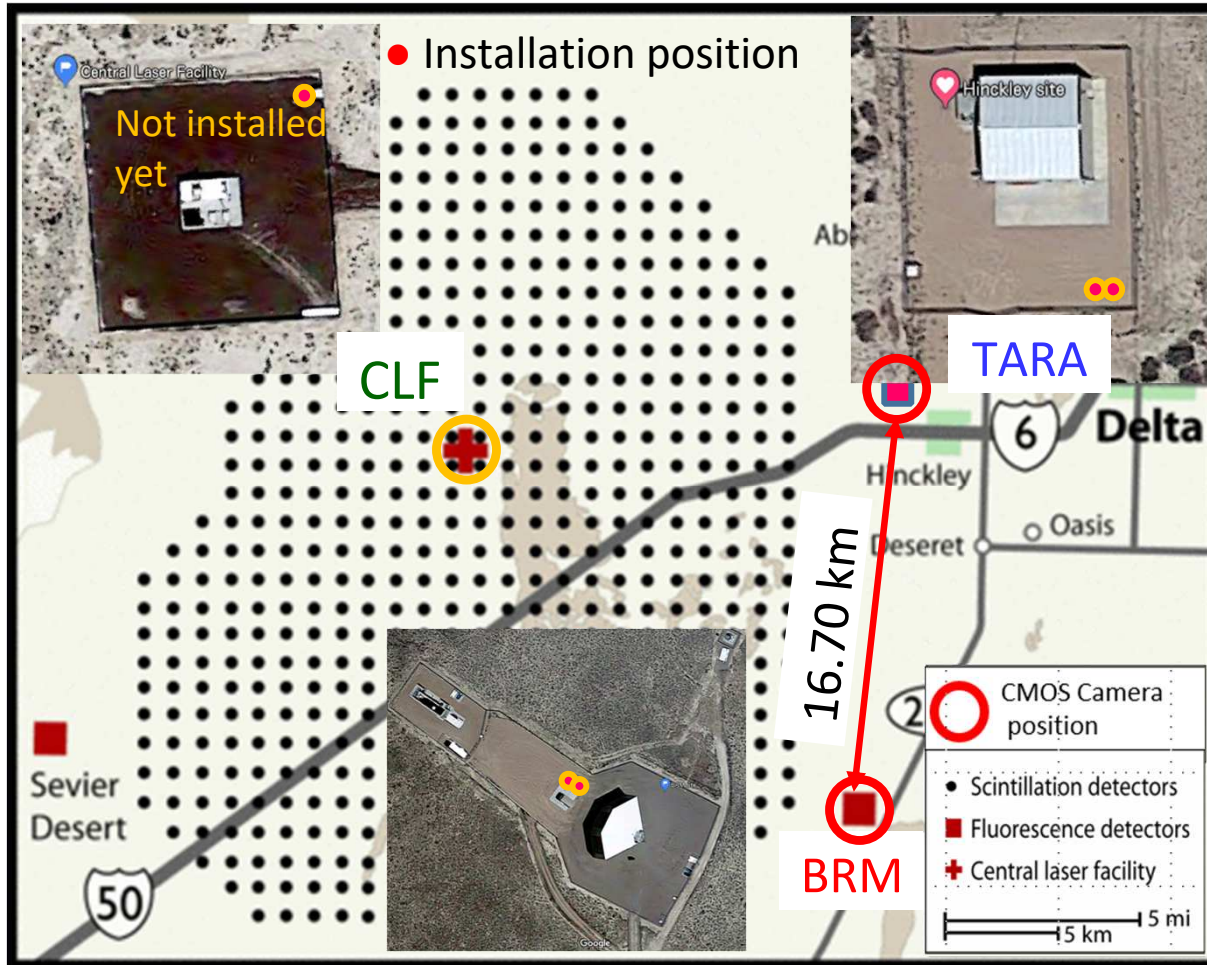
2023年度

2024/03 ユタの4台でステレオ観測を実施中



TAサイト DIMS 観測装置

Maps & images: University of Utah, Google Maps



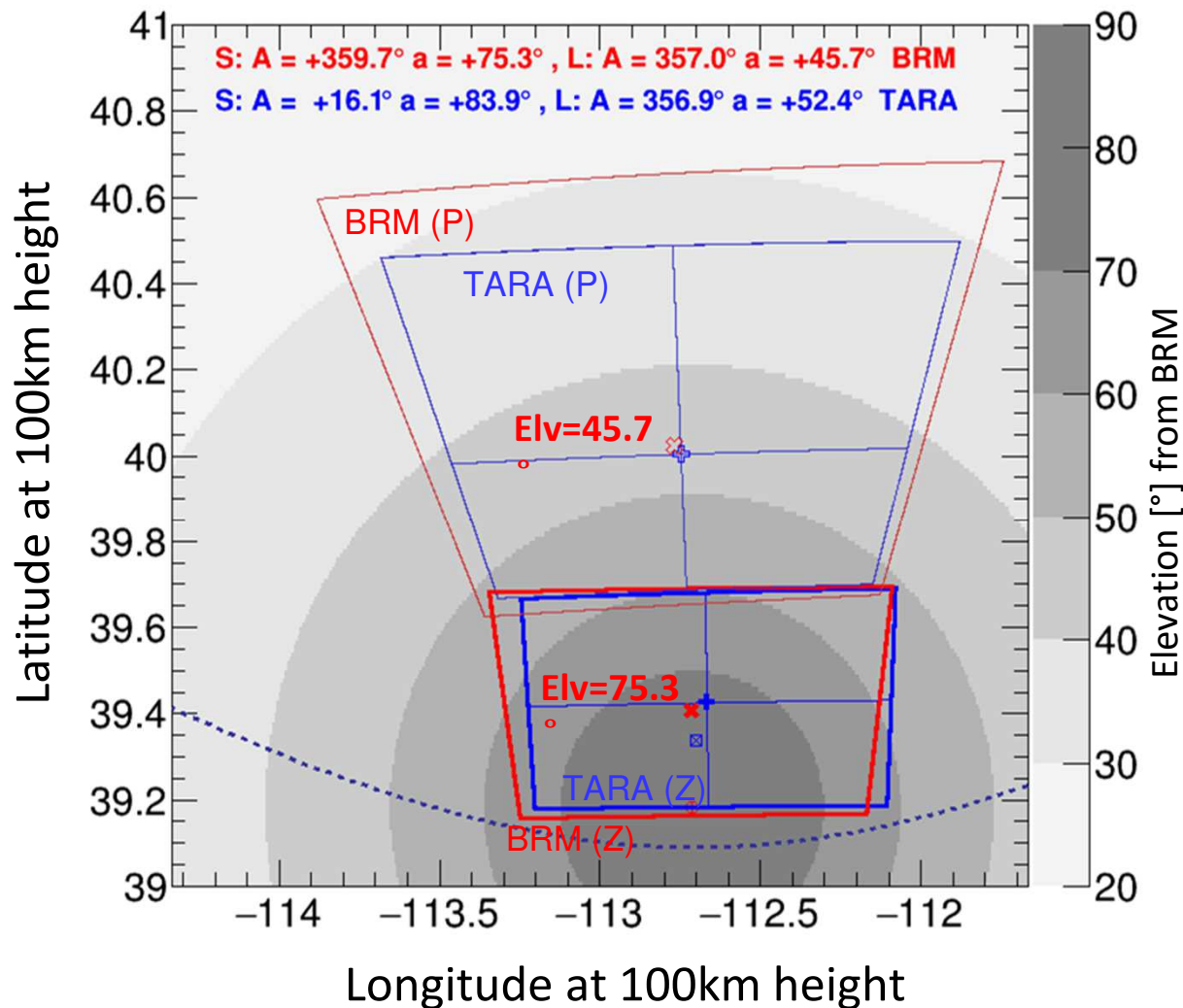
TARA (Pole cam: 2022/08--)
(Zenith cam: 2023/03--)



BRM (Pole cam: 2022/09--)
(Zenith cam: 2023/03--)

Sky Coverage @ 100km Hight for Meteor Observation

Camera FOV $\sim 57^\circ \times 34^\circ$
with 35 mm lens

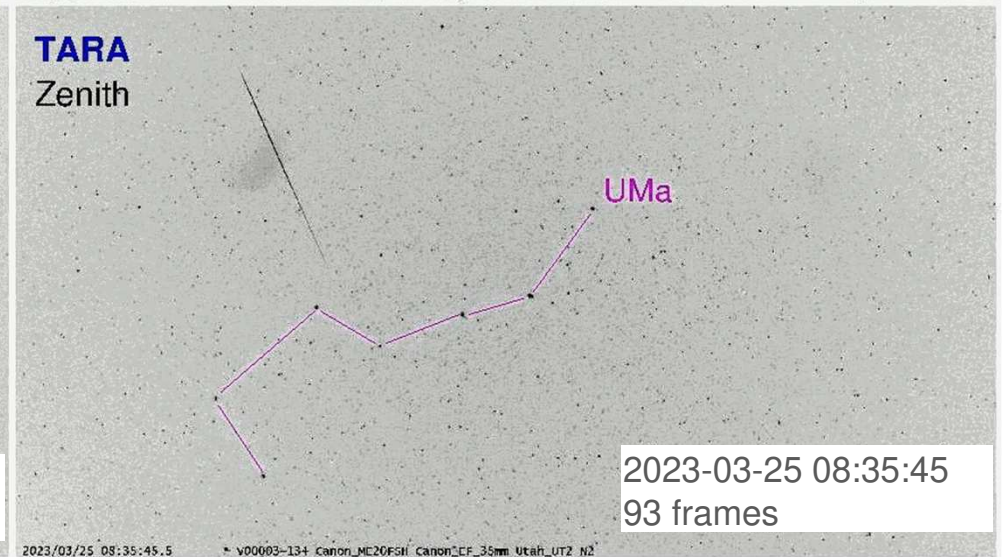
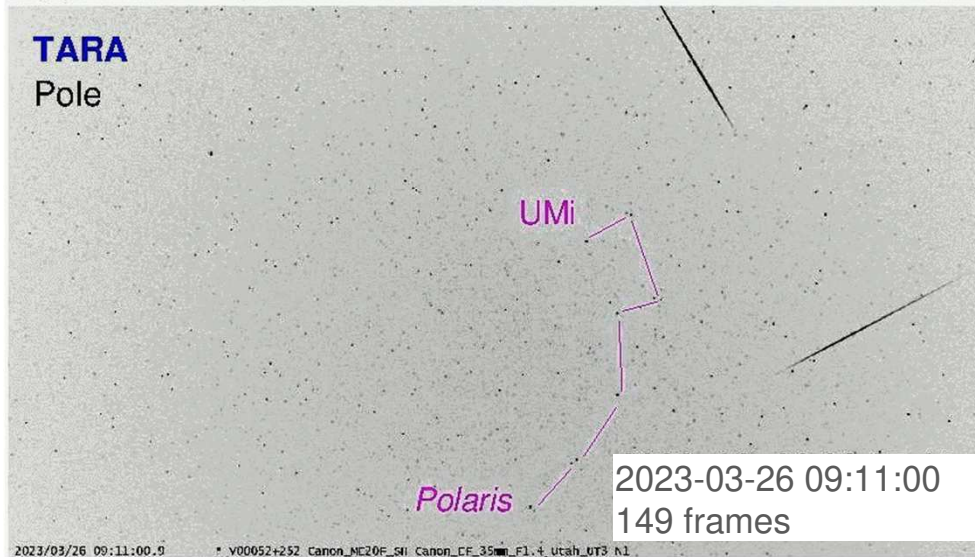
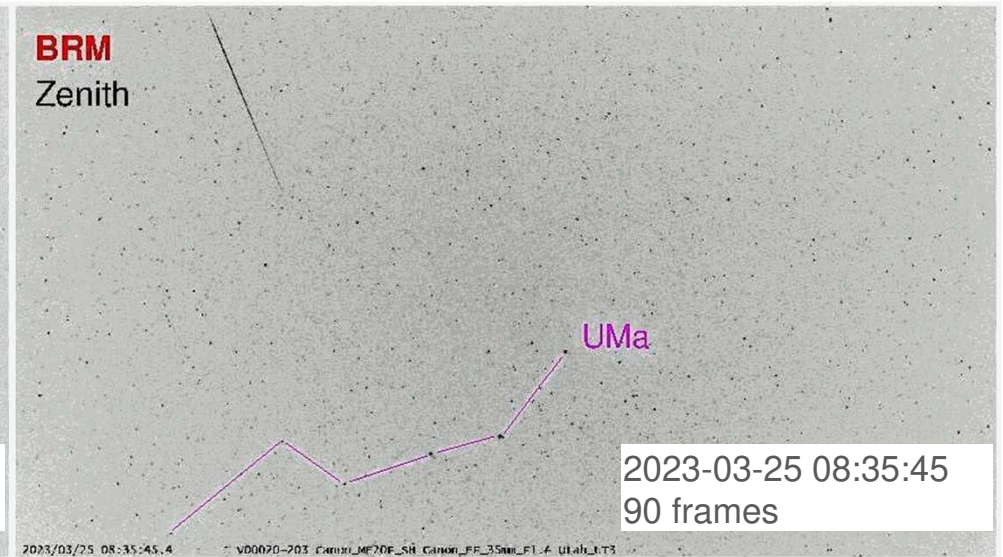
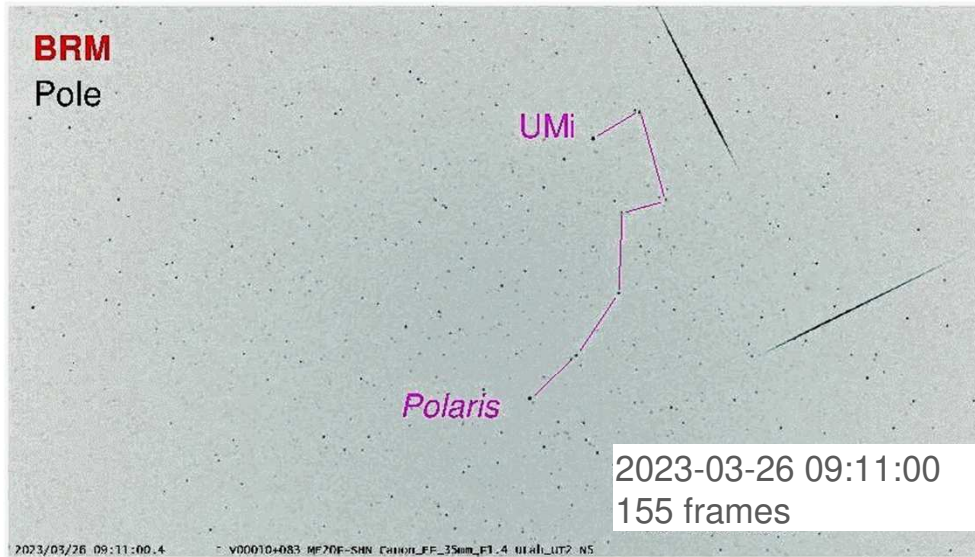


TARA (Pole cam: 2022/08--)
(Zenith cam: 2023/03--)



BRM (Pole cam: 2022/09--)
(Zenith cam: 2023/03--)

流星のステレオイベント例



一夜分の流星の合成写真

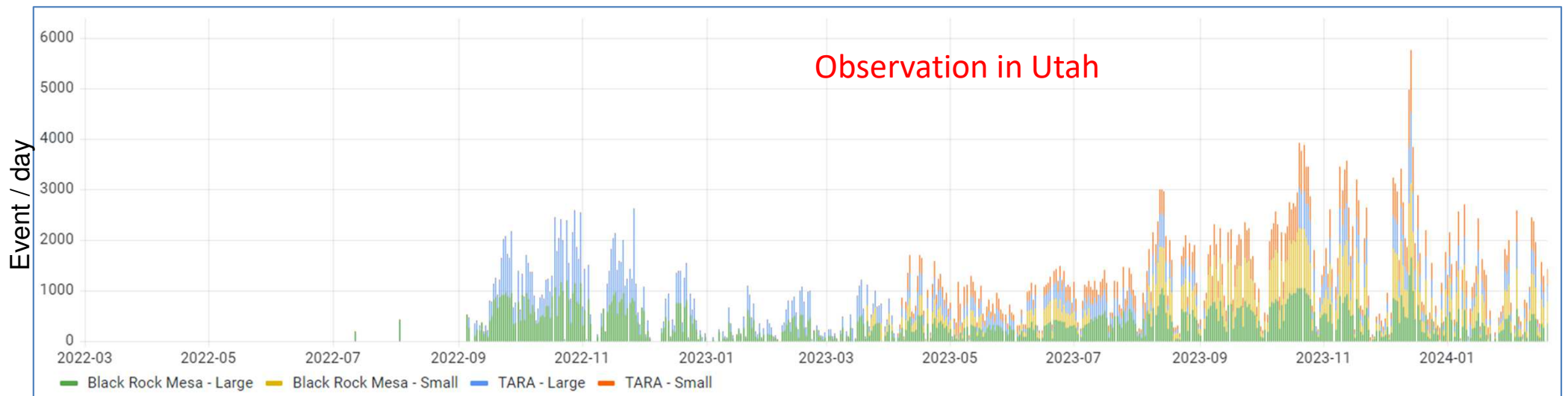
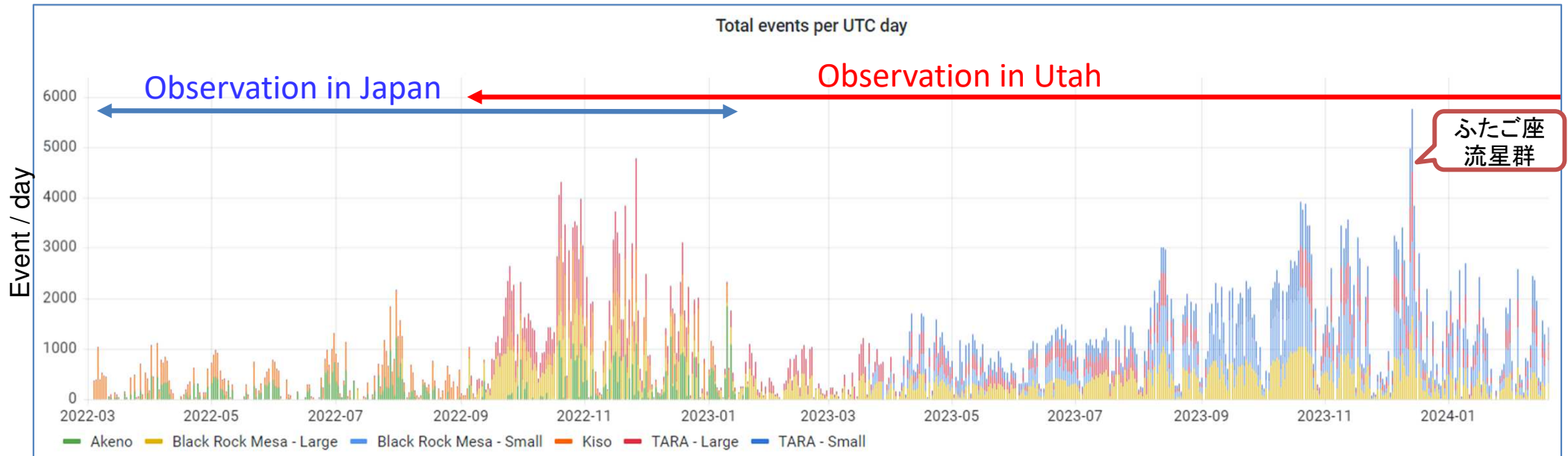


1,751 triggered events are included.

Observed at **TA TARA site** in Utah on November 26, 2022

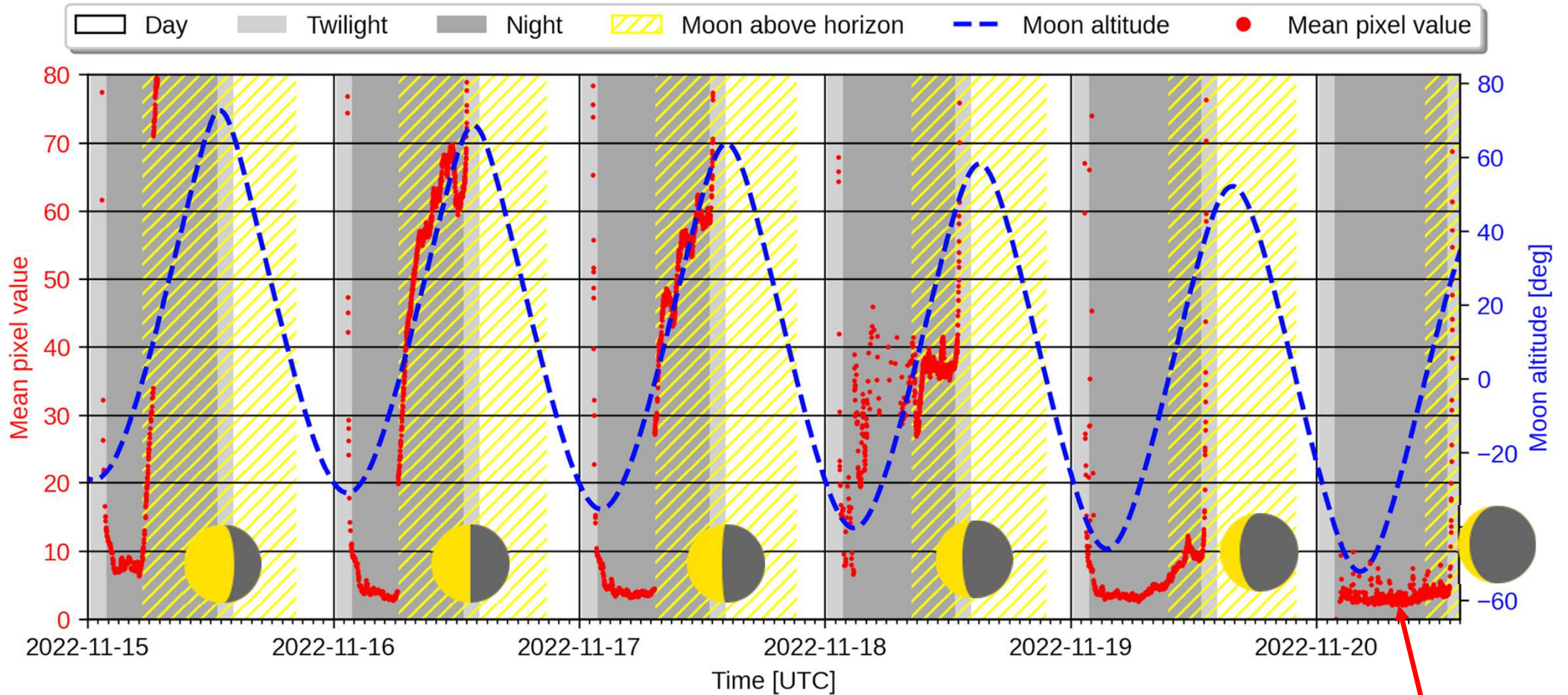
毎日の取得データの推移(24か月分)

From Mar 1st, 2022 to Feb 18th, 2024



- 現在、ユタの4台が稼働中
- 新月で雲無時には約1000イベント/夜/台のデータを取得できた

月光とバックグラウンド



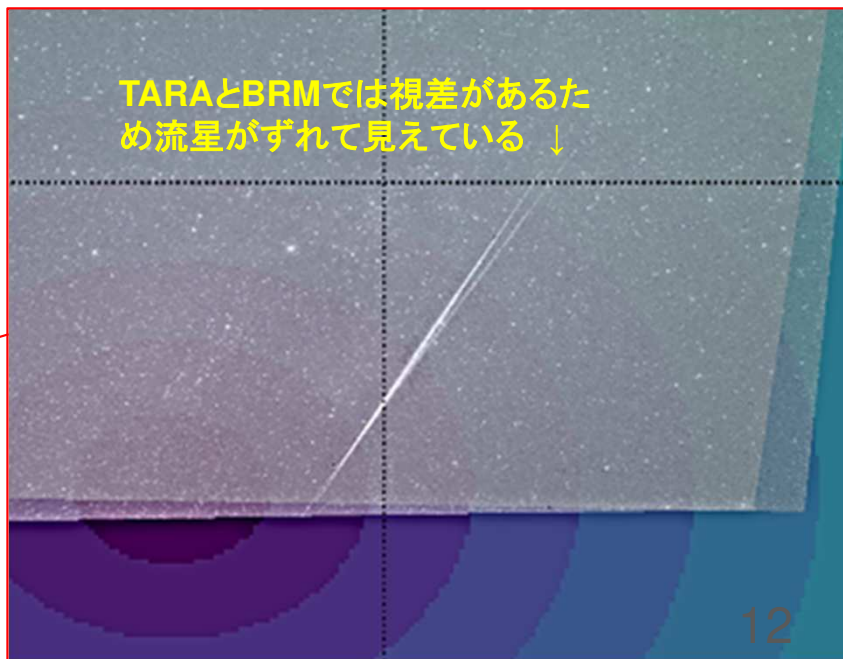
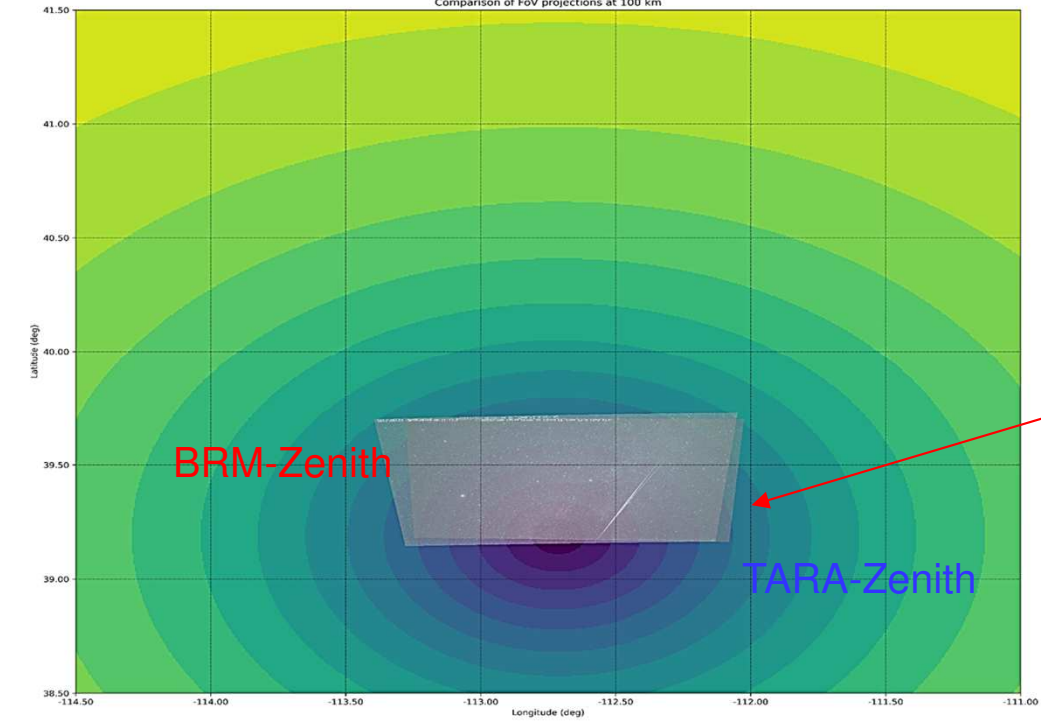
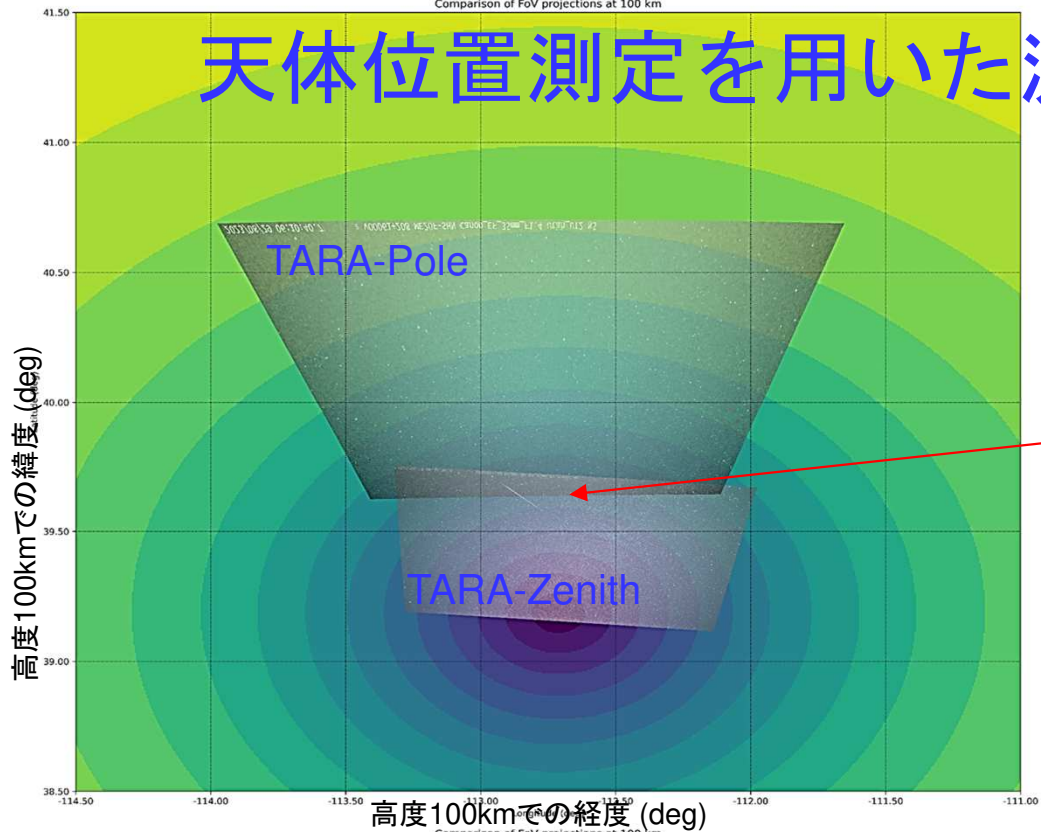
月が出てくるとバックグラウンドは急激に大きくなる

新月付近ではバックグラウンドが小さく、多くの質の良いイベントが取れた

- Pole camera of TARA during November 15 and 20, 2022
- mean pixel values in a 120×120 pixel region at the center of the camera FOV

天体位置測定を用いた流星画像のマッチング例

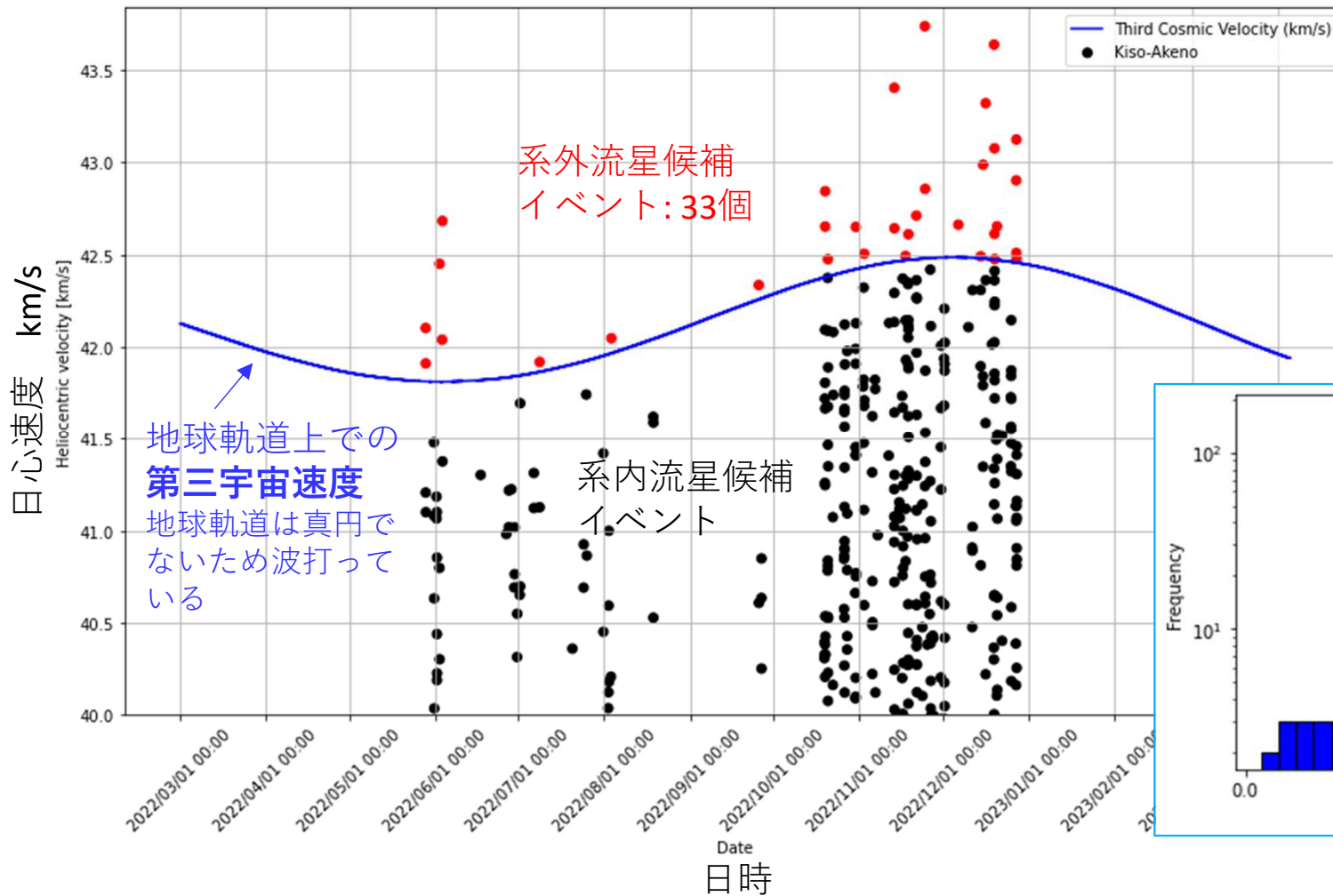
M. Vrabel, NCBJ, Poland



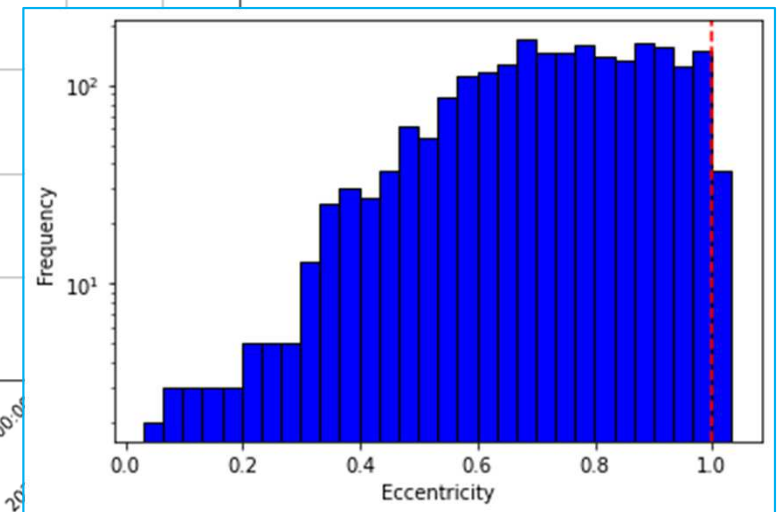
太陽系外起源流星の解析

M. Endo, Nihon U.

観測期間：2022/5/27～12/31 (約7カ月)
木曾 65,108イベントと明野 48,282イベントのデータを解析
同時判定をした流星数：3199個

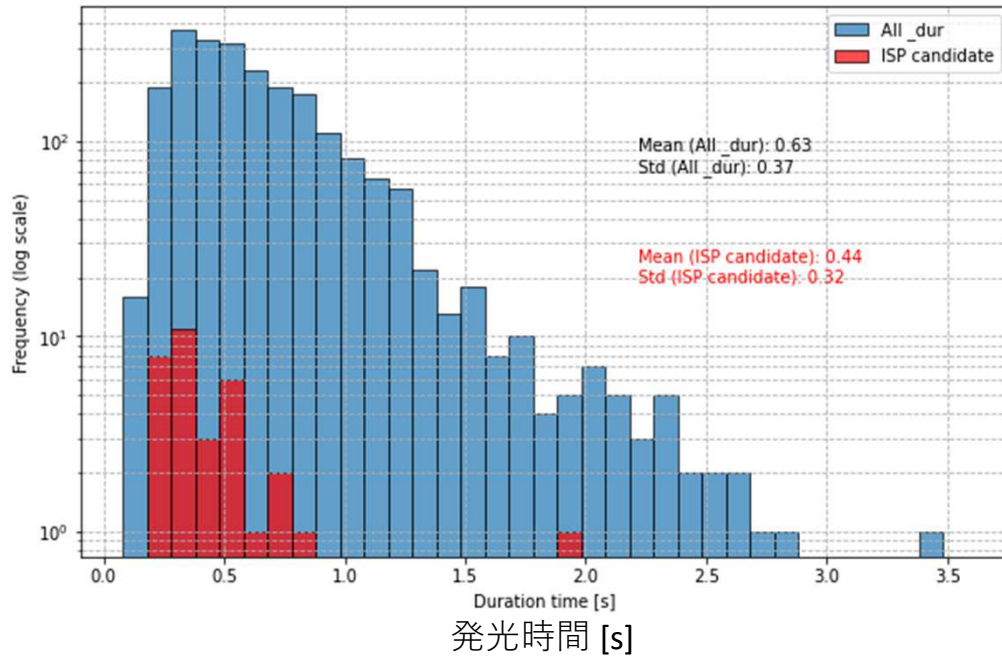


速度誤差、流星体軌道、惑星による軌道変化を詳細に検討中



離心率

発光時間分布



イベント例 (Kiso)

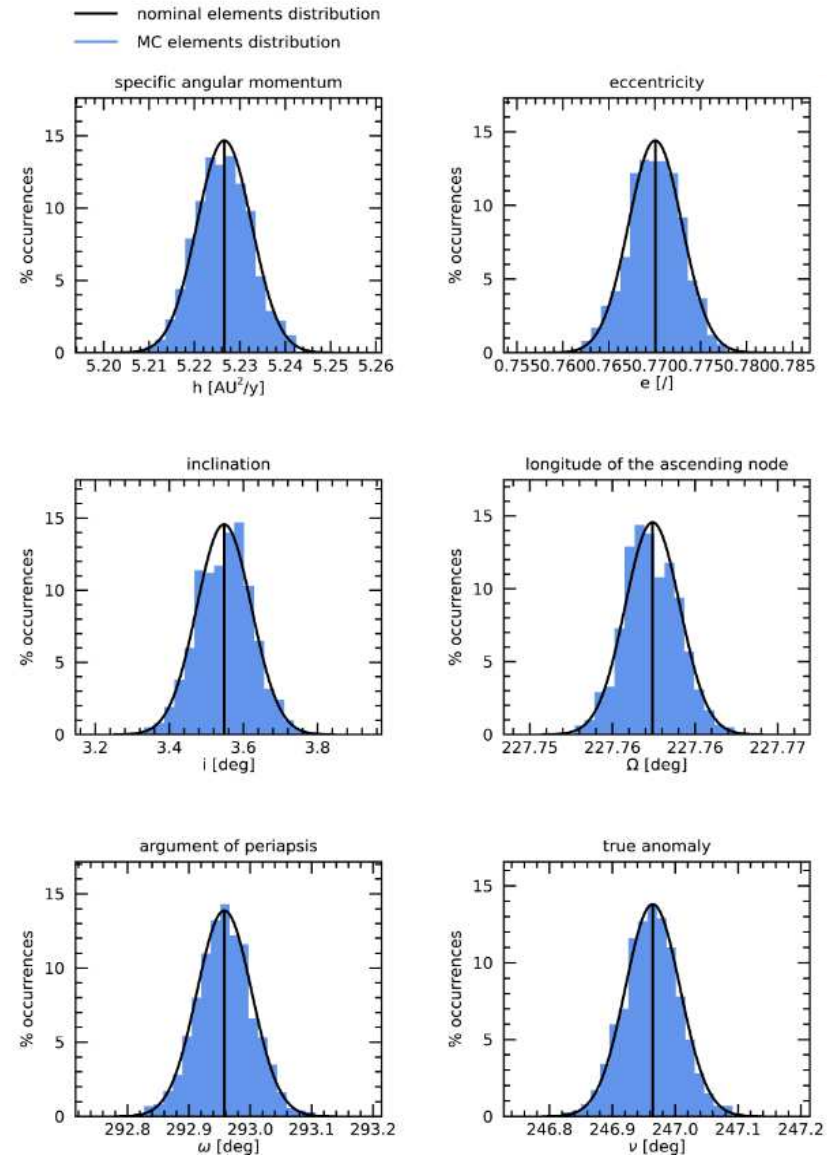
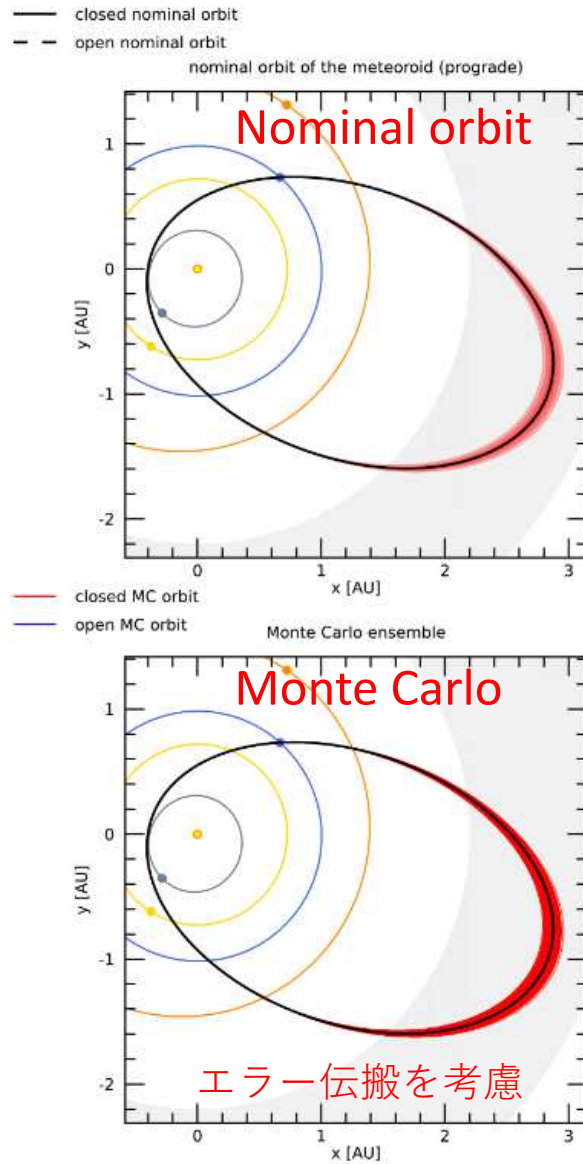
発光継続時間が長く、経路長
が長いイベントは軌道決定誤
差が小さい

流星軌道解析例

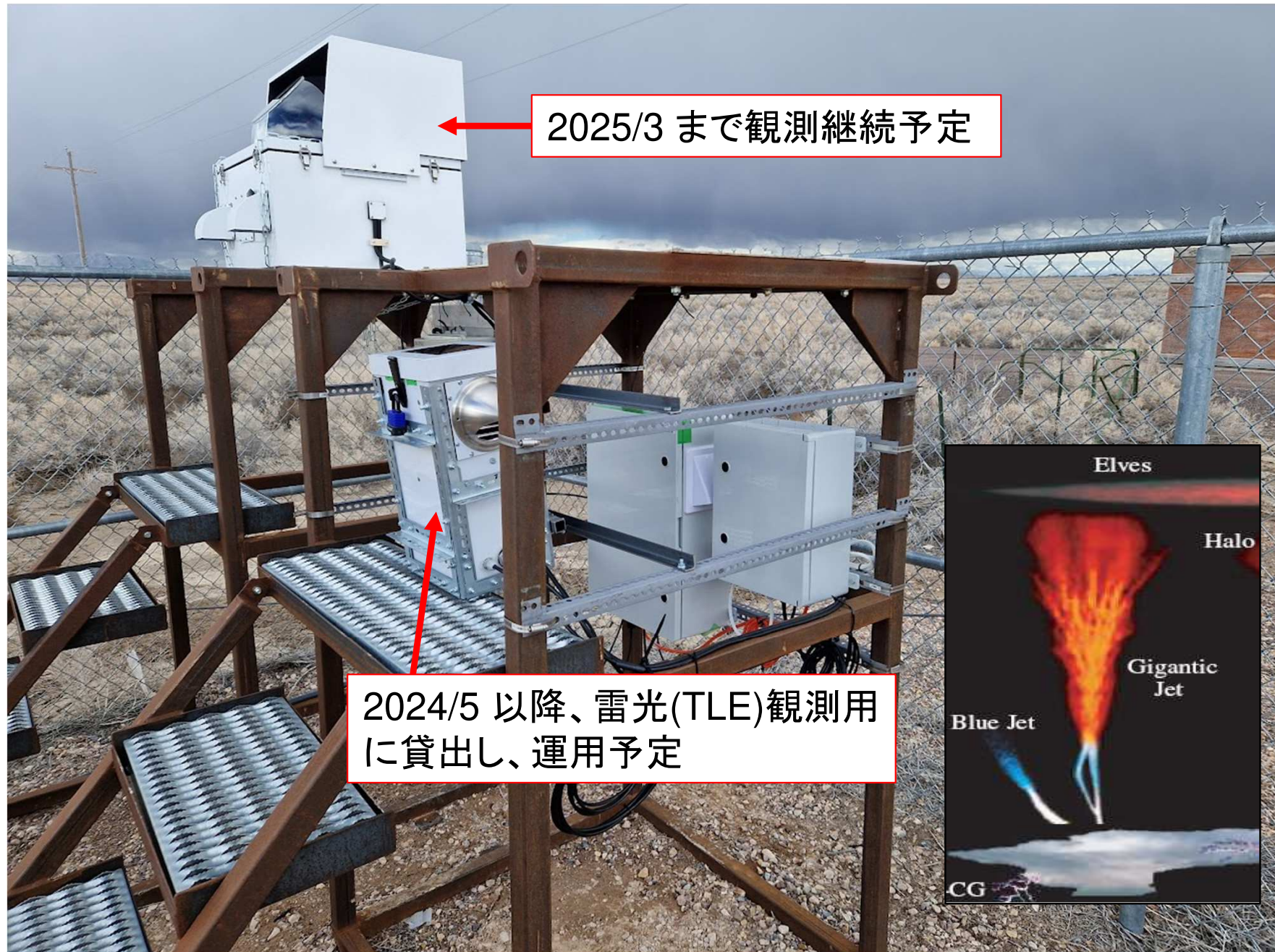
S. Drisova, Astronomical Inst., Slovakia

Utah : 10.11.2022 10:16:57 の
1イベントについての解析例

軌道要素の分布



DIMS-TARAサイトの現状と予定



DIMS-BRMサイトの現状と予定



まとめ

- **Macro Dark Matter** や**太陽系外流星**の探索のための**DIMS Project**を推進してきた
- 2023年度は、ユタTAサイトで4台の高感度カメラを用い、遠隔自動ステレオ観測を実施
- 各種のデータ解析を進行中
- 2024/3 にEUSO-TAと共同観測を予定
- 2024年度は観測とデータ解析を継続予定
- これまでの多大なるご支援を有難うございました