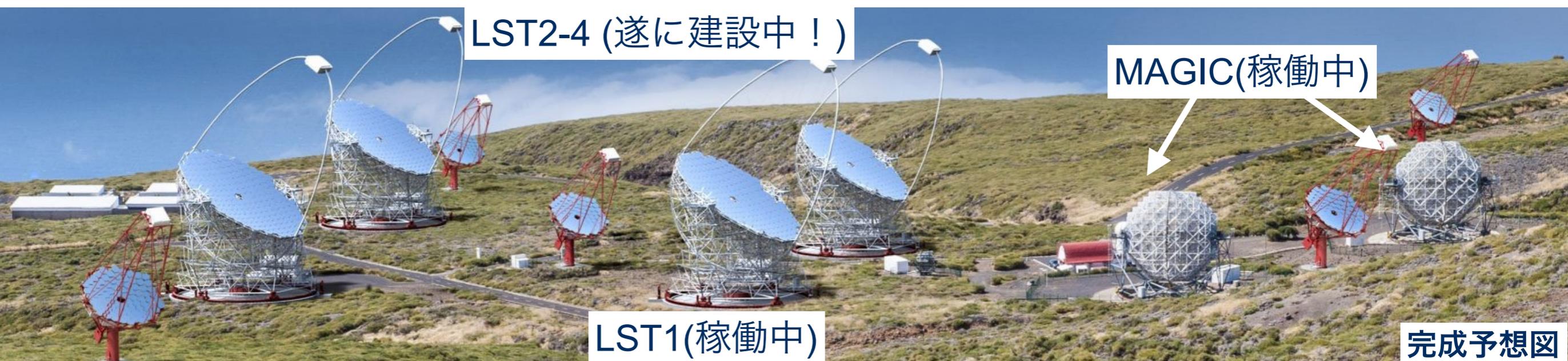




cherenkov
telescope
array

Cherenkov Telescope Array (CTA) 計画: 全体報告 (25)



LST2-4 (遂に建設中!)

MAGIC(稼働中)

LST1(稼働中)

完成予想図

野田浩司 (千葉大学)

窪秀利, 齋藤隆之, 武石隆治, 手嶋政廣, 戸谷友則, 吉越貴紀 (東京大), 吉田龍生 (茨城大),
井岡邦仁 (京都大), 山本常夏 (甲南大), 田島宏康 (名古屋大), 他 CTA Consortium

2024年3月13日

日本天文学会2024年春季年会

CTA Consortium



25か国



>1500名



CTA-Japan 126名

青山大 大林花織, 佐藤優理, 田中周太, 山崎了, 吉田篤正

茨城大 片桐秀明, 佐藤寛太, 柳田昭平, 吉田龍生

宇宙研 林克洋

大阪大 井上芳幸, 松本浩典, Ellis Owen

神奈川大 辻直美

北里大 村石浩

岐阜大 佐野栄俊

京大基研 井岡邦仁, 石崎涉

京大理 鶴剛, 寺内健太, 李兆衡

熊本大 高橋慶太郎

KEK素核研 田中真伸

甲南大 井上剛志, 鈴木寛大, 田中孝明, 千川道幸, 溝手雅也, 山本常夏

国立天文台 郡和範

埼玉大 勝田哲, 清本拓人, 立石大, 寺田幸功

仙台大 加賀谷美佳, 林航平

千葉大 井上進, 小林志鳳, 野田浩司

東海大 阿部和希, 韓天舒, 櫛田淳子, 佐々誠司, 高橋菜月, 西嶋恭司, 姚屹

東大 宇宙線研

東大理

都立大

東北大

徳島大

富山大

名大理

名大ISEE

広大先理工

広大宇宙科学センター 水野恒史

宮崎大

山形大

山梨学院大 内藤統也, 原敏

理研

立教大

早稲田大

浅野勝晃, 阿部正太郎, 栗井恭輔, 糸川拓海, 猪目祐介, 笛吹一樹, 大石理子, 大岡秀行, 大谷恵生, 窪秀利, 齋藤隆之, 武石隆治, 手嶋政廣, バクスター・ジョシュア・稜, 橋山和明, 吉越貴紀, Daniela Hadasch, Daniel Mazin, Marcel Strzys, levgen Vovk, Paul K. H. Yeung

(以下共同研究員) 稲田知大, 岡知彦, 櫻井駿介, 高田順平, 野崎誠也, 広谷幸一, 深見哲志, 村瀬孔大, K.S.Cheng, Xiaohong Cui, Timur Dzhatdov, David C.Y. Hui, Albert K.H. Kong Pratik Majumdar, Thomas P. H. Tam, Wenwu Tian, Lihong Wan 大平豊, 戸谷友則, 馬場彩

川中宣太, 藤田裕

當真賢二

折戸玲子

廣島 渚

立原研悟, 早川貴敬, 福井康雄, 山本宏昭

奥村暁, 重谷優斗, 河原崎琉, 高橋光成, 田島宏康,

BANG SUNGHYUN

今澤遼, 榎木大修, 木坂将大, 須田祐介, 高橋弘充, 深沢泰司

森浩二

郡司修一, 坂本貫太, 門叶冬樹, 中森健之

内藤統也, 原敏

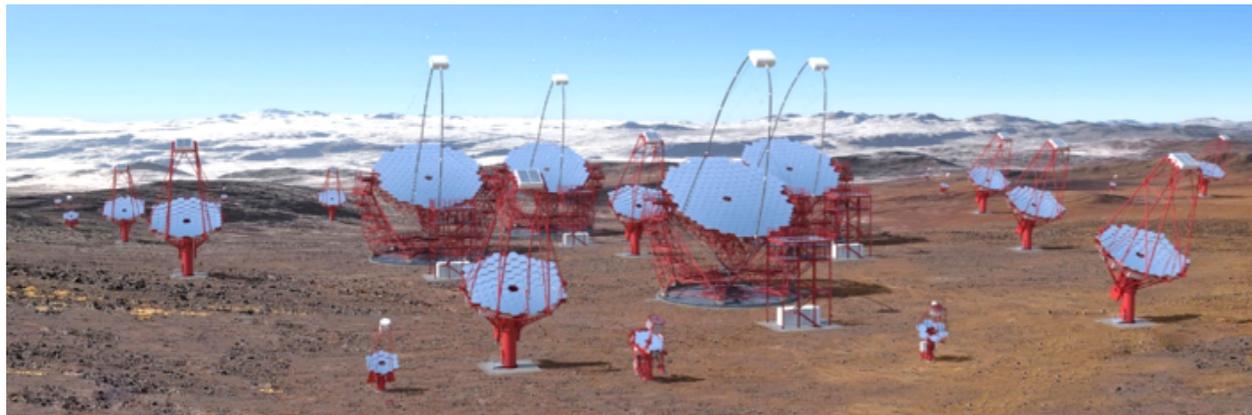
長瀧重博, 榊直人, 澤田真理, Maxim Barkov, Gilles Ferrand,

Haoning He, Donald Warren

内山泰伸, 林田将明

片岡淳

CTAの性能、狙うサイエンス

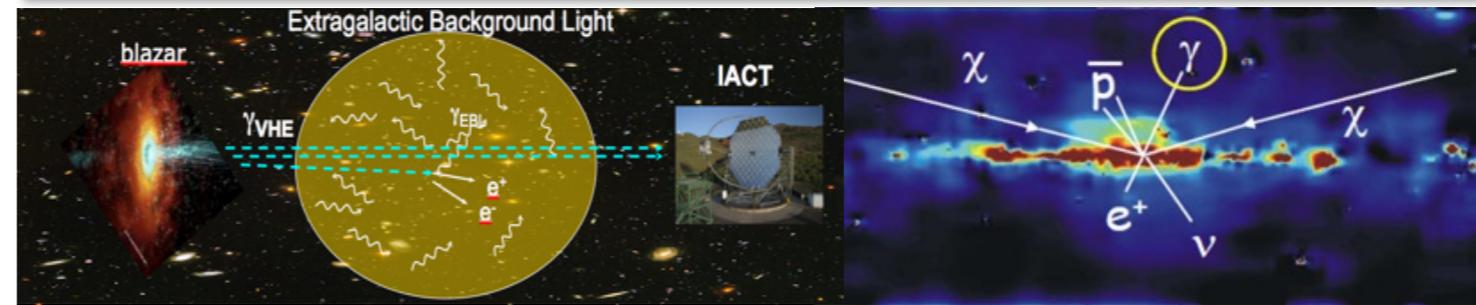
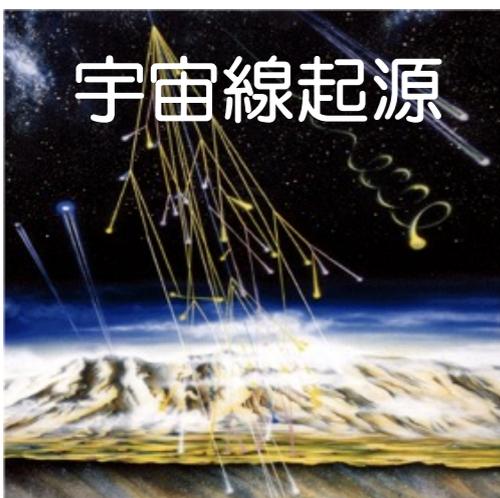
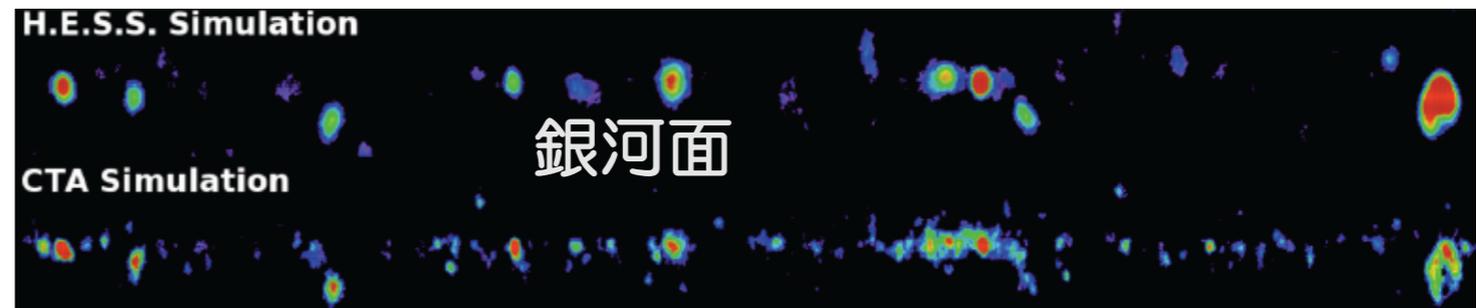
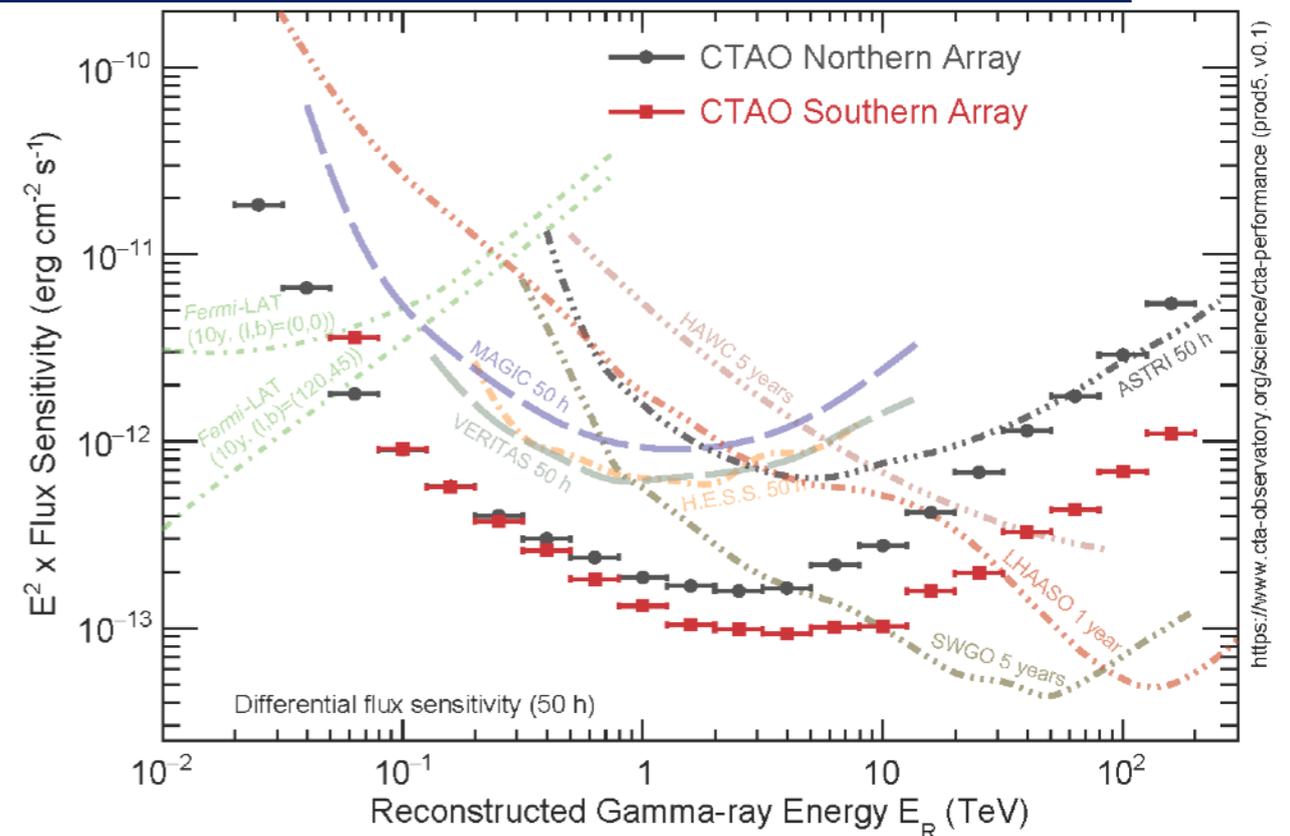


従来の望遠鏡より

- ◆ 桁高い感度
- ◆ 桁広い帯域 (20 GeV–300 TeV)
- ◆ 角度分解能 ~ 2倍 (2分角 @ 10 TeV)



- 検出天体 約230個 (現行)
⇒ 1000個以上
- 最遠方 $z \sim 1.1$ (GRB201216C)
⇒ $z \sim 4$ GRB等



赤外・可視背景放射 → 宇宙の星形成史 暗黒物質対消滅 γ 線探索
ローレンツ不変性検証

https://www.cta-observatory.org/science/cta-performance (prod5, v0.1)

CTA北サイト スペイン・ラパルマ (4LST, 9-15MST)



2016年～ LST1建設、2020年～ 定常観測、2025年～ LSTステレオ観測



CTA南サイト チリ・パラナル (0-4LST, 14-25MST, 37-70SST)

2023年～ 建設、2030年～ フルアレイ

LST 23m口径
20 GeV - 3 TeV

MST 12m口径
80 GeV - 50 TeV

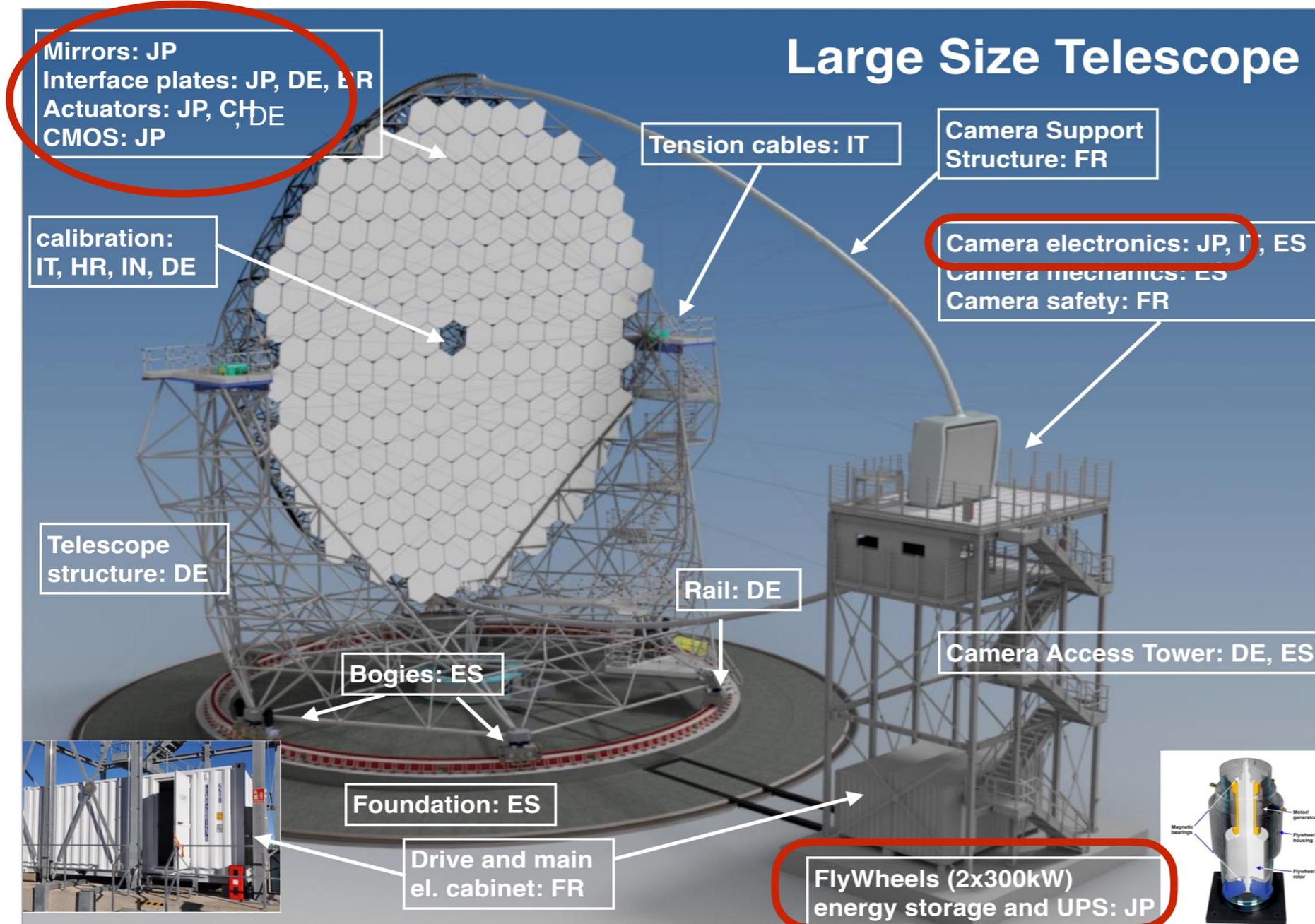
SST 4m口径
1 TeV - 300 TeV



大口径望遠鏡 (LST)

- 口径23 m、低E閾値 ~20 GeV。この領域で突発天体に対して最高の感度
- 空のどの方向にも20秒以内に望遠鏡を向けることができる

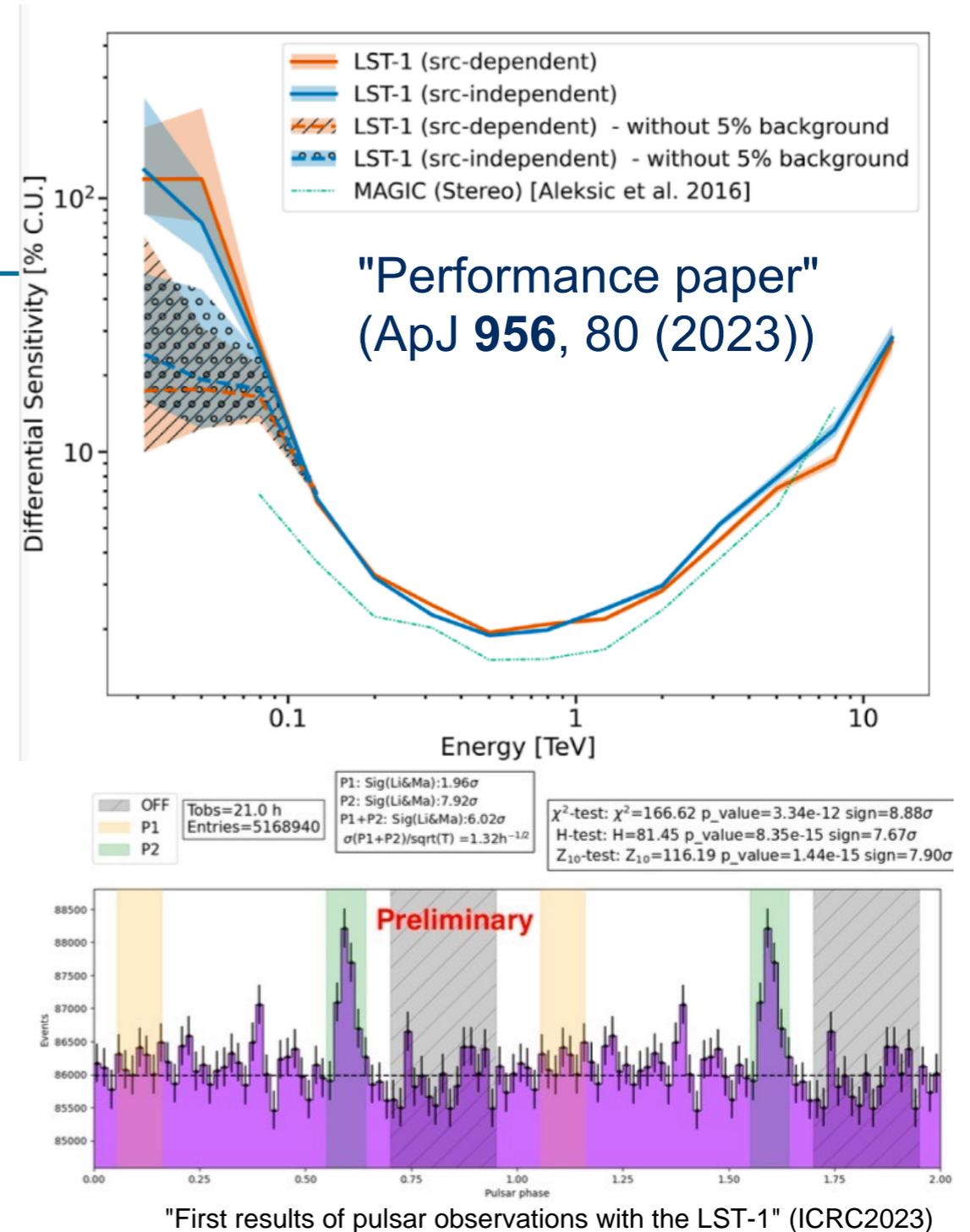
突発天体、エネルギーがソフトな天体 (ex. 遠方天体 w/ EBL) に最適



ITコンテナ @LST1
 日本の大きな貢献
 望遠鏡制御、データ取得
 リアルタイム解析
 MC、オフライン解析

LST-1による観測

- 2020年より1800時間以上科学観測
- 1台の感度は、全体ではMAGIC2台に及ばないが、**<70 GeVでは有利**
- かに星雲・かにパルサー観測による性能評価論文 (ApJ **956**, 80 (2023))
- Gemingaパルサー 21時間で8 σ (P2)
 - MAGICは80時間で6 σ
- LHAASO J2108 (A&A **673** A75 (2023))
- BL Lac、新星RS Oph (2021年8月)
- 銀河中心 (2021-2022観測) : 阿部講演 (15日星間現象)
- GRB 221009A (2022年10月) : 寺内講演 (14日コンパクト天体)
- **OP313の発見検出 (2023年12月)**
- 第2期 proposal 評価完了、3/27開始



OP 313

- FSRQ @ $z=0.997$
- 2023年12月：LATや可視光での増光
LSTによる発見検出 (ATel #16381)
 - IACT史上最も遠いAGN検出
 - GRB 201216C @ $z=1.1$ が最遠記録
 - 低E閾値によりMAGICよりも先に発見
 - 各プレスリリース
- 2024年2月：LATでさらに増光、
史上最も明るくなった (ATel #16497)
 - https://fermi.gsfc.nasa.gov/ssc/data/access/lat/msl_lc/
- LST-1でも継続観測中。Stay tuned

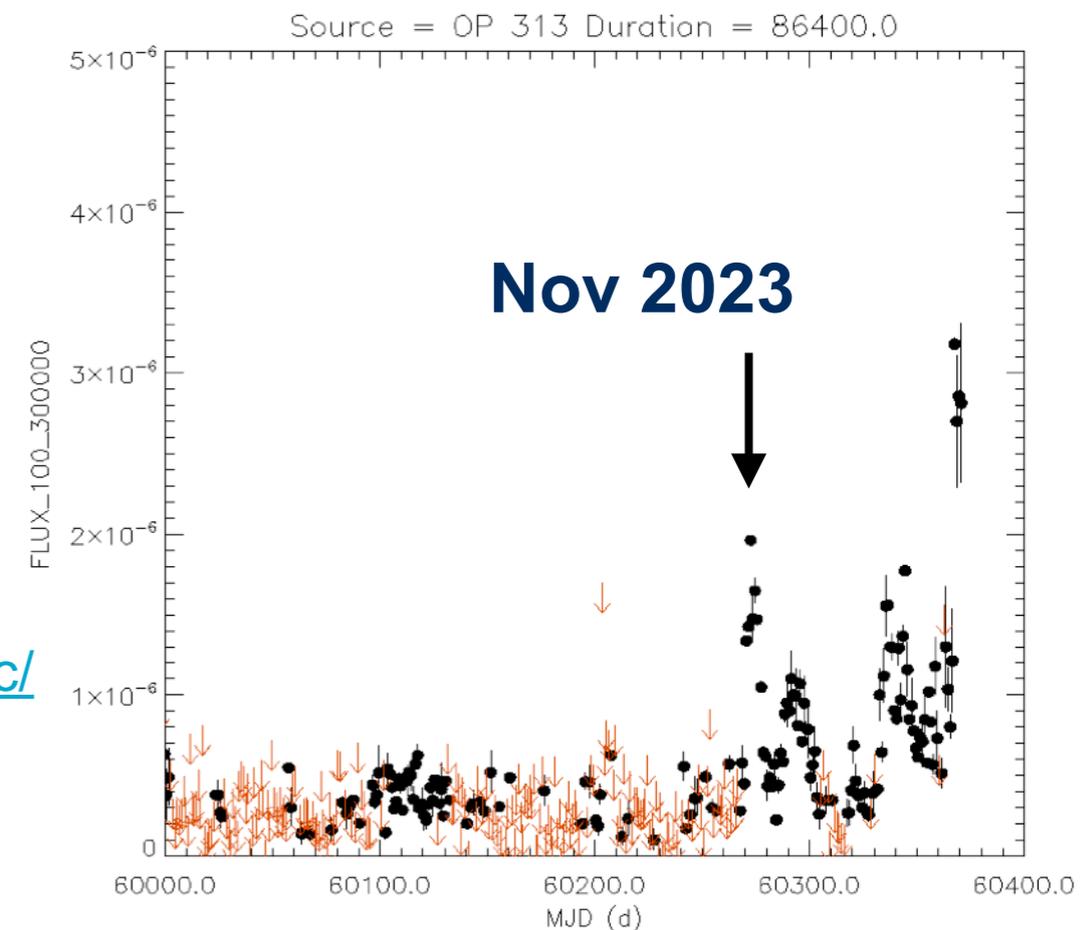
First detection of VHE gamma-ray emission from FSRQ OP 313 with LST-1

ATel #16381; *Juan Cortina (CIEMAT) for the CTAO LST collaboration*
on 15 Dec 2023; 14:31 UT
Credential Certification: *Juan Cortina (Juan.Cortina@ciemat.es)*

Subjects: Gamma Ray, >GeV, TeV, VHE, Request for Observations, AGN, Blazar, Quasar

✕ Post

The Large-Sized Telescope (LST-1) on La Palma has been monitoring the very distant Flat Spectrum Radio Quasar (FSRQ) OP 313 ($z=0.997$, Schneider et al. 2010, AJ, 139, 2360) since November 2023. Following the announcement of enhanced gamma-ray emission by Fermi-LAT (ATel #16356) and several optical facilities (ATel #16360) in early December, the Fermi-LAT emission of OP 313 has been closely monitored using the FlaapLUC pipeline (Astronomy and Computing, Volume 22, p. 9-15, 2018). This monitoring revealed the detection of renewed activity in the high-energy (HE, $E>100$ MeV) band and so, Target of Opportunity observations with LST-1 were triggered on December 10th 2023. OP 313 was detected by LST-1 with a preliminary offline analysis using data from 2023/12/11 to 2023/12/14. It was detected with a significance greater than 5 sigma and an integrated flux, above 100 GeV, at 15% flux of the Crab Nebula. LST-1 observations on OP 313 will continue during the next few nights and therefore multi-wavelength observations are highly



LST2-4号基



昨年6月

Mazin(ICRR)



LST2-4号基



今年2月

LST-4

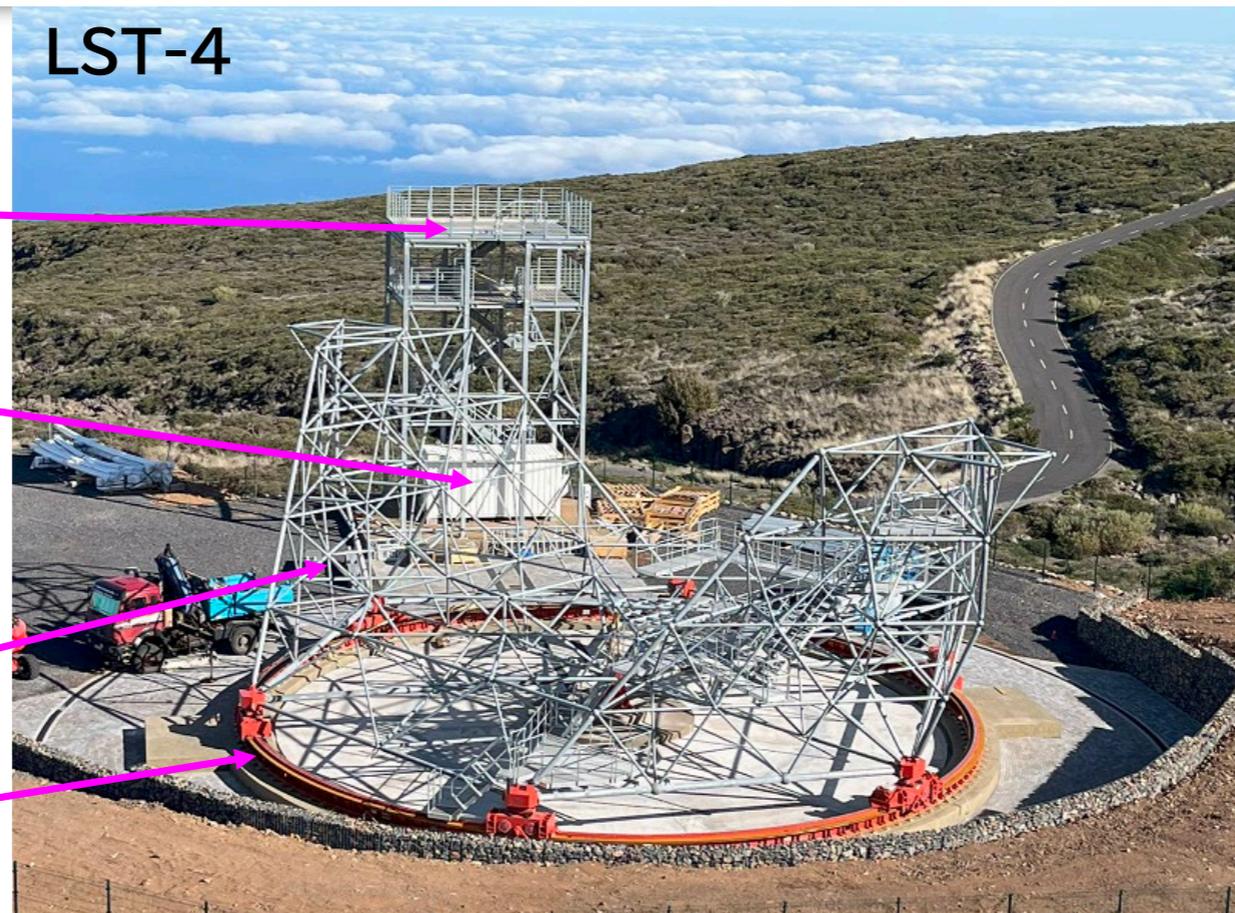
Mazin(ICRR)

カメラアクセスタワー
(高さ13m)

フライホイール収納庫
(望遠鏡高速駆動電源)
180度/20秒

望遠鏡構造体下部

望遠鏡回転レール



LST-3



LST-2



要素準備も順調 2025年度中に3台建設完了予定

MST、SST、南LST



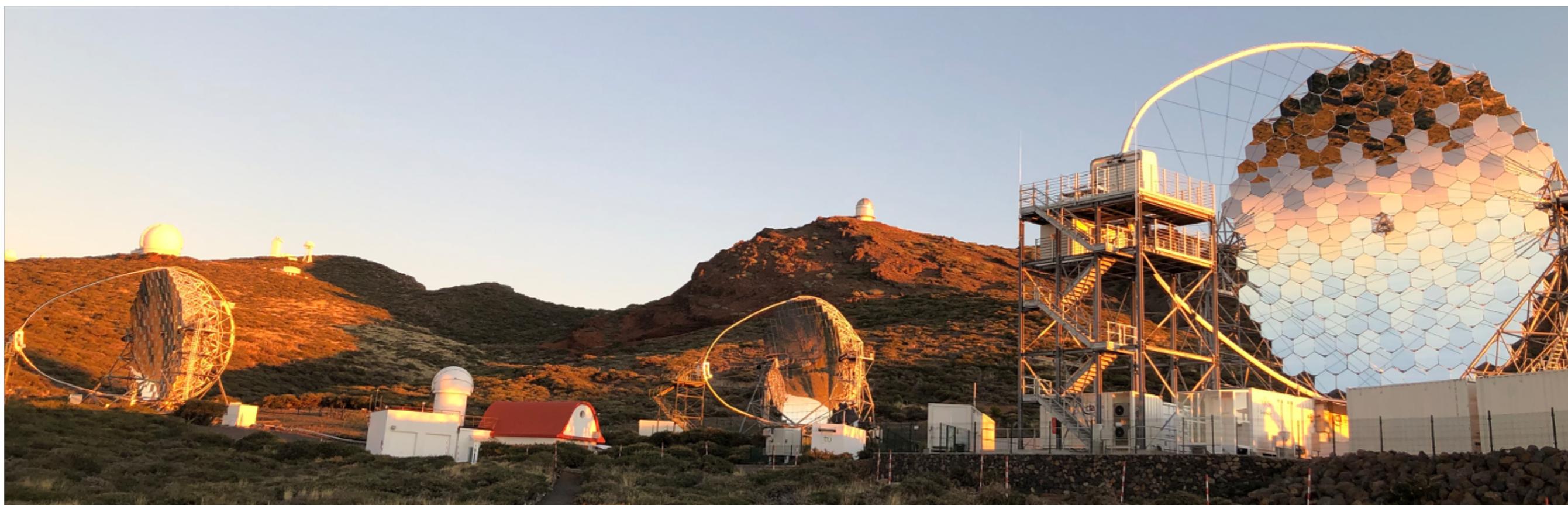
- Davies-Cotton MST
 - 12m口径
 - 北サイト
 - NectarCam (アナログトリガカメラ)
 - 2024年初号機建設
 - 南サイト
 - FlashCam(デジタルトリガカメラ)
 - 2024年、サイト付近に試作機建設
- Schwarzschild-Couder MST (SCT)
 - 10 m口径、fine pixel 1.1万 SiPM ピクセル
 - 南サイトのみ(拡張計画)
 - アリゾナにプロトタイプ→camera upgrade
- SST
 - 4 m口径(Schwarzschild-Couder) SiPMの長期耐久試験中 (>3ヶ月)
- LST 5-6号基@南サイト
 - 望遠鏡全体入札中(イタリアグループ)
 - 日本グループ技術協力



まとめ



- LST1号基による観測継続中、次々と成果
 - OP313 ($z=0.997!$)、GRB 221009A、GC
 - MAGICとの共同観測も粛々と進行中
- LST2-4の建設が遂に本格再開、2025年度中に建設完了予定
- MST、SSTの開発、LST@南へも貢献





LST2-4号基



昨年11月



望遠鏡回転レール Mazin(ICRR)
カメラアクセスタワー



大口径望遠鏡(LST)初号基@スペイン・ラパルマ島



ロケ・ムチャチョス 天文台(ORM) @2200m

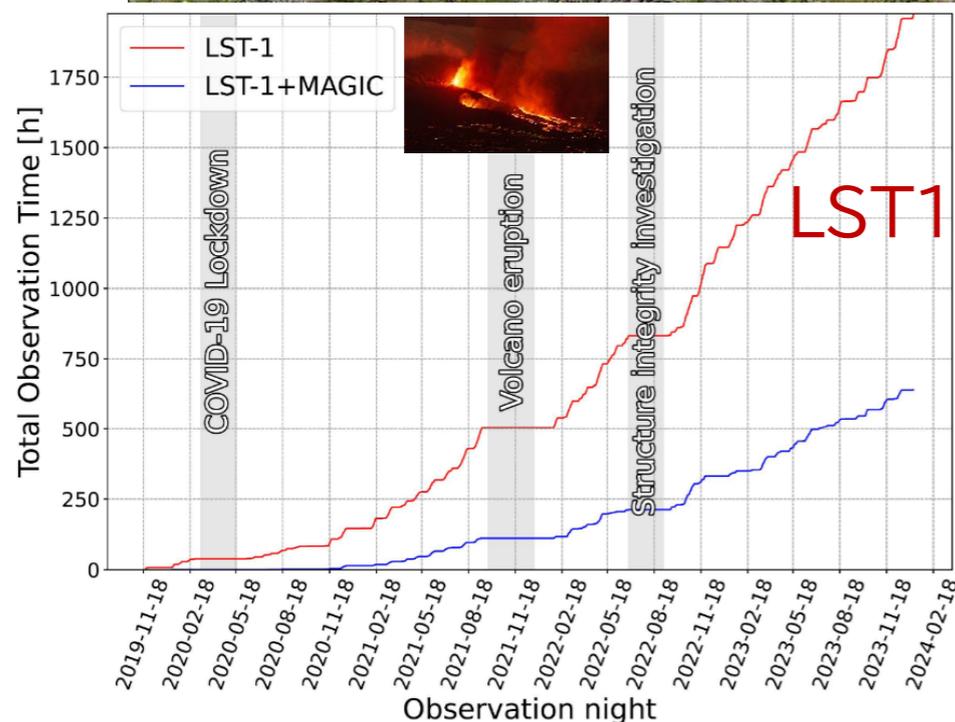


MAGIC
口径 17 m

LST初号基(LST-1)
口径 23 m

Credit: S.Nozaki

積算時間数



科学観測 2020年1月から1800時間以上
スペイン外からのリモート運用
(2021年1月~2022年12月)

LST1 単独

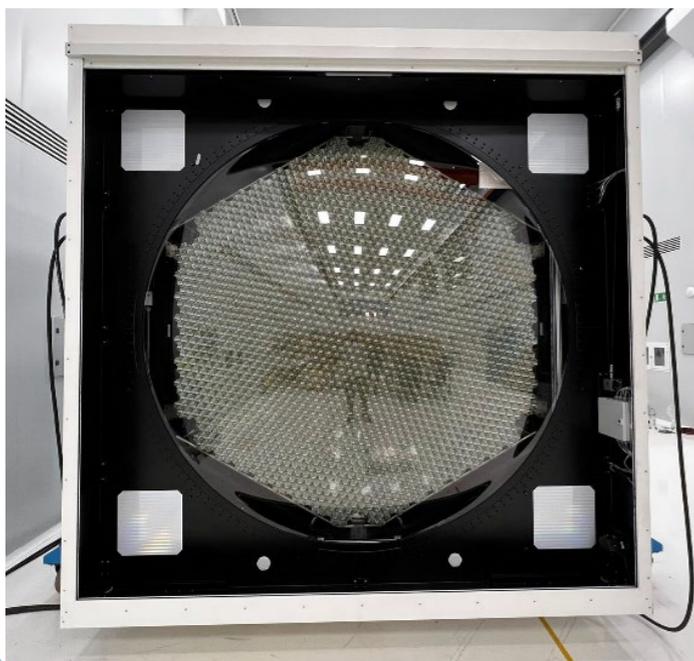
LST1と
MAGIC
同時観測
(3割)

【 観測結果は、次の武石講演 】

LST 2-4号基 準備状況:カメラ・光学系

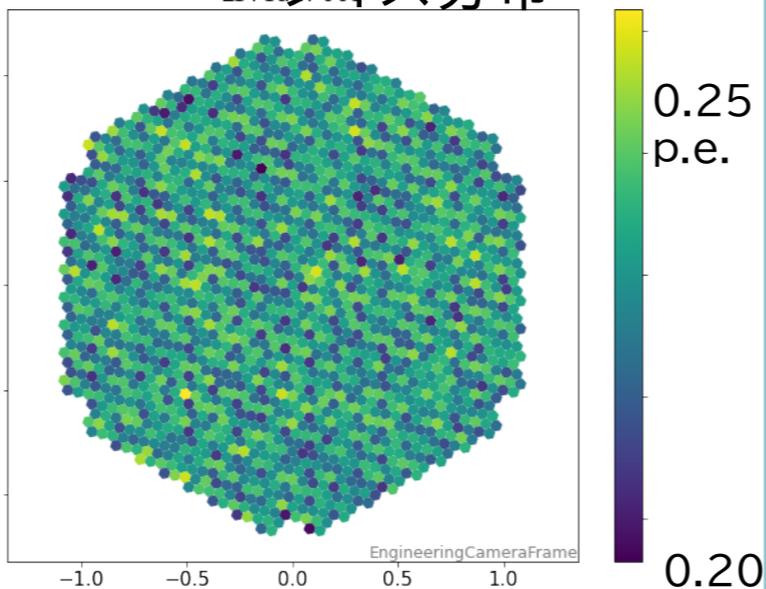


LST-2@テネリフェ島



全系試験中   

ノイズ分布



山本(甲南大)、窪(ICRR)
PMT 7本+GHz波形記録回路

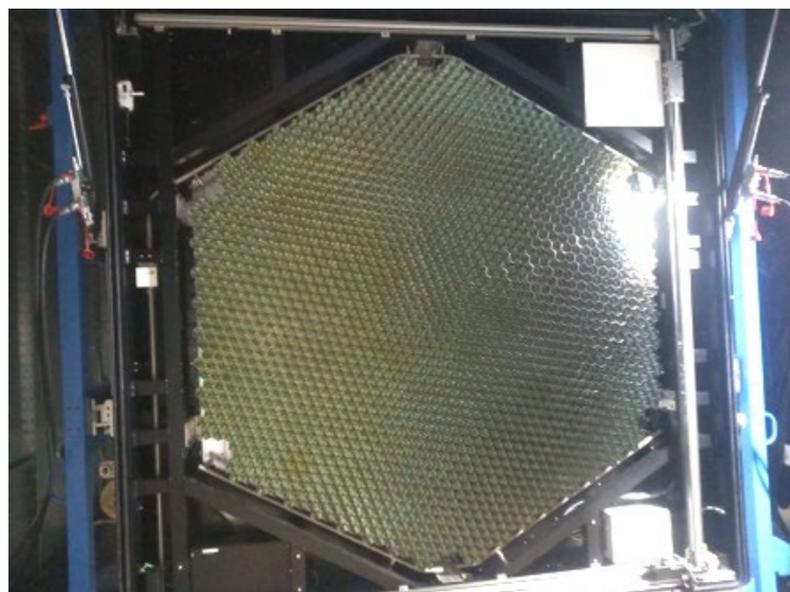


265台/望遠鏡

分割鏡 3台分630枚
野田(千葉大)

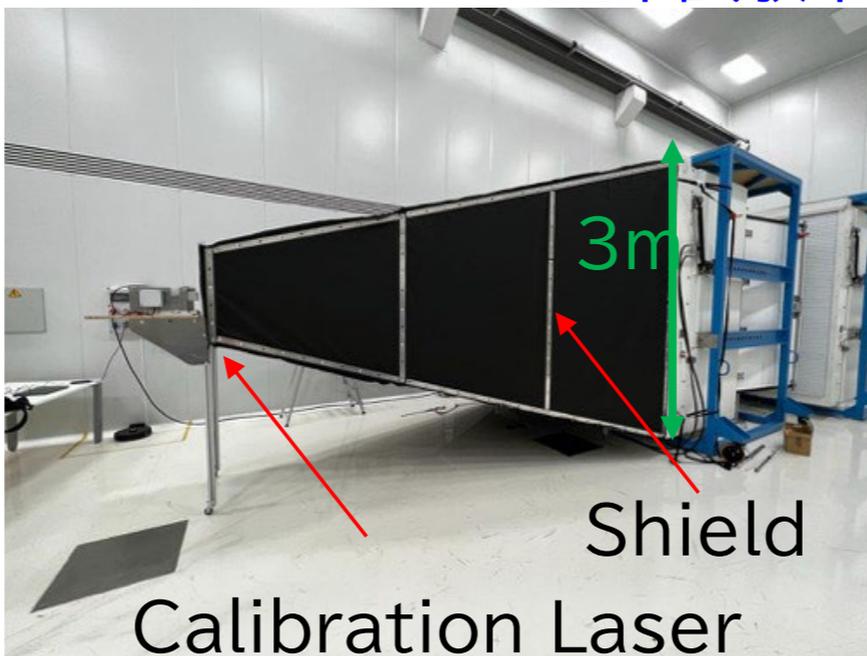
LST-3@テネリフェ島

全系試験中



LST-4@テネリフェ島

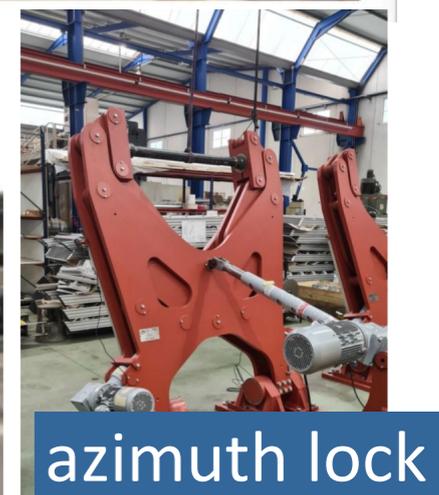
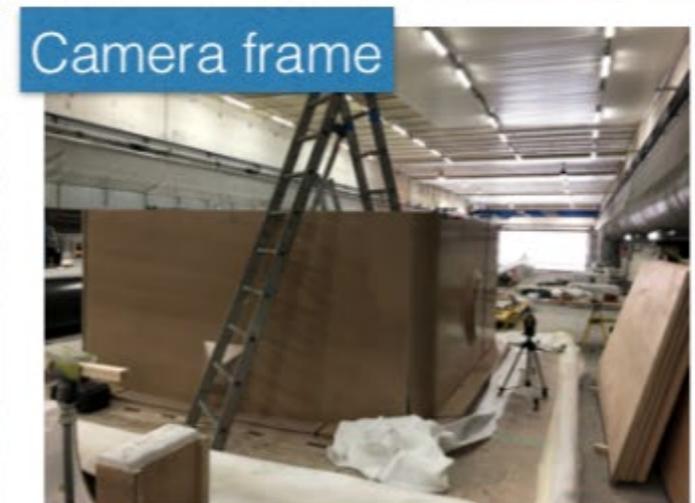
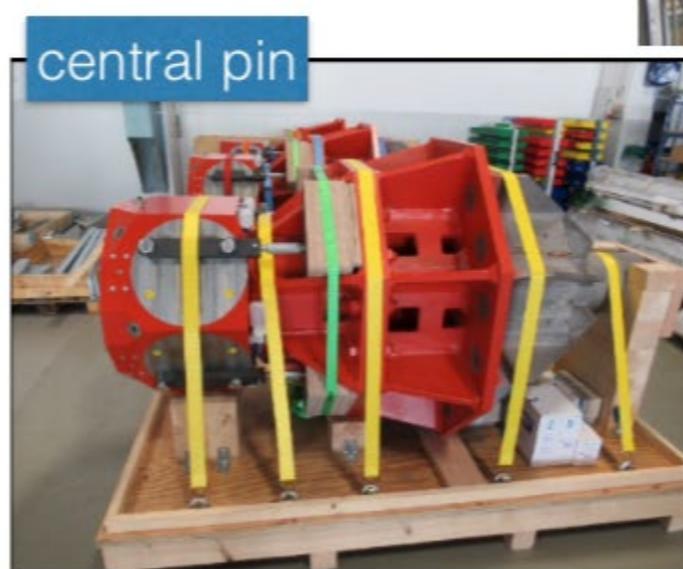
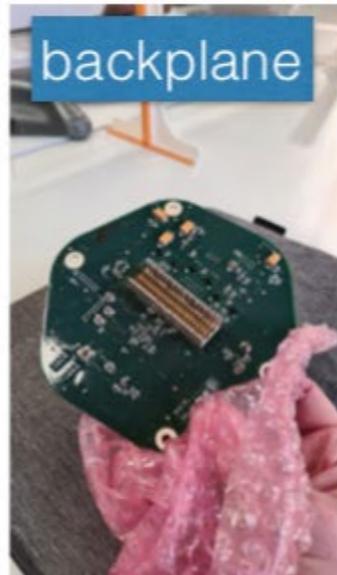
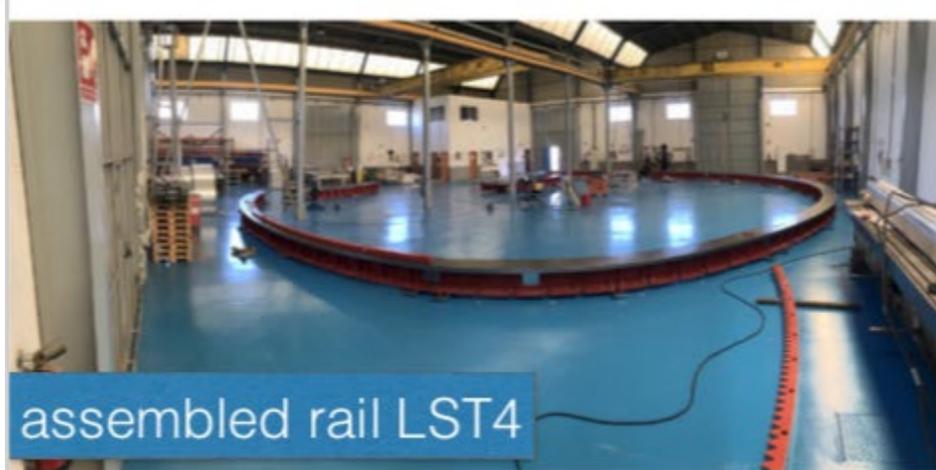
全系試験中



@ラパルマ倉庫

望遠鏡へ取付予定:分割鏡 2024~2025年度、カメラ 2025年度

LST 2-4号基 準備状況:外国グループ担当



2-4号基 現地建設並行⇒2025年度完成⇒LST 4基アレイによる観測