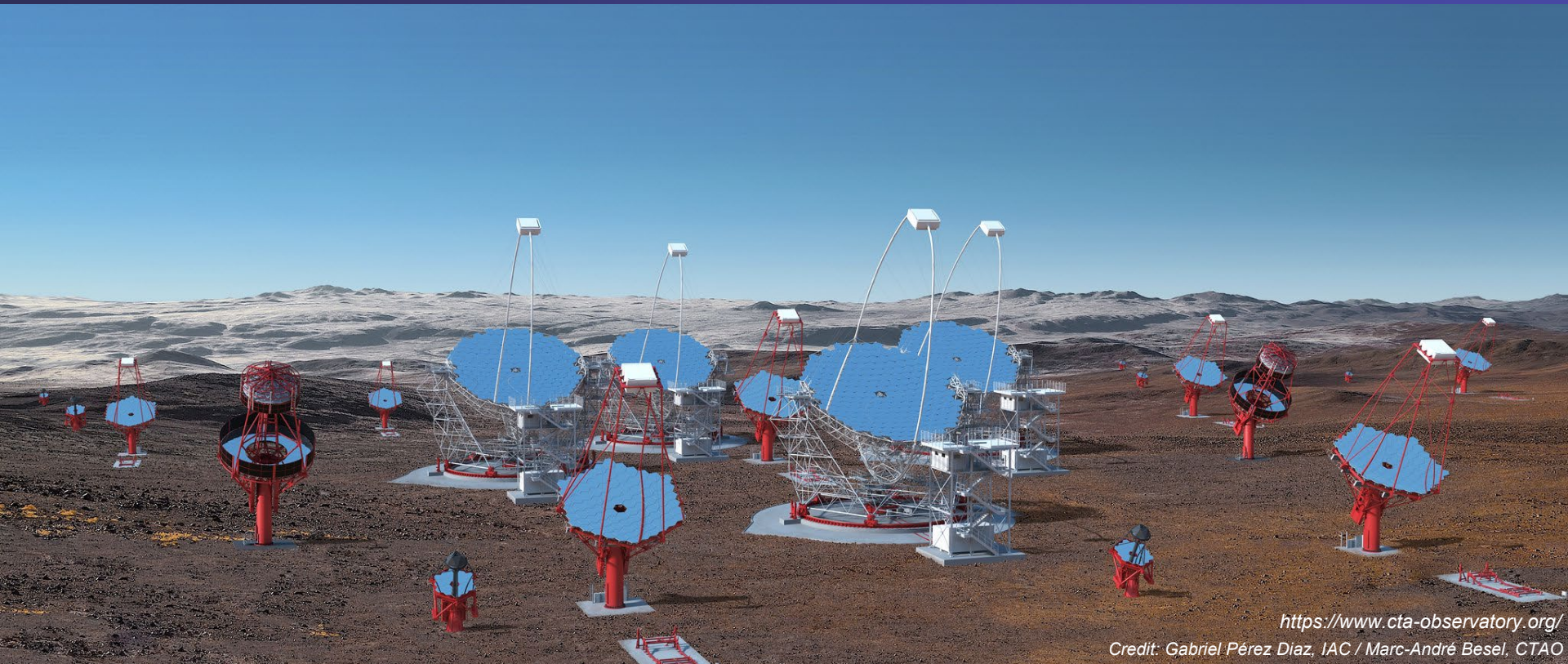


# CTA報告199：全体報告

窪 秀利 (東大宇宙線研) 他CTA Consortium



<https://www.cta-observatory.org/>

Credit: Gabriel Pérez Díaz, IAC / Marc-André Besel, CTAO

25か国  
>1500名



 **CTA-Japan 124名**  
(本講演著者)

東大  
宇宙線研

浅野勝晃, 阿部正太郎, 阿部日向, 粟井恭輔, 石尾一馬, 稲田知大, 猪目祐介, 岩村由樹, 大石理子, Ellis R. Owen, 大岡秀行, 大谷恵生, 岡崎奈緒, 加賀谷美佳, 金森翔太郎, 窪秀利, Emil Khalikov, Xiaohong Cui, 小林志鳳, Albert K. H. Kong, 齋藤隆之, 櫻井駿介, 佐野栄俊, Timur Dzhatdov, Marcel Strzys, 高田順平, 武石隆治, Thomas P. H. Tam, Giovanni Ceribella, K. S. Cheng,, 千川道幸, Wenwu Tian, 手嶋政廣, 野崎誠也, 野田浩司, バクスター・ジョシュア・稜, 橋山和明, Daniela Hadasch, 林克洋, 林航平, 廣島渚, 広谷幸一, David C. Y. Hui, 深見哲志, 藤田裕, Moritz Hütten, levgen Vovk, Pratik Majumdar, Daniel Mazin, 三輪柁喬, 村瀬孔大, 吉越貴紀, 大平豊, 戸谷友則, 中山和則, 馬場彩

東大理  
東北大  
徳島大  
名大理

立原研悟, 早川貴敬, 福井康雄, 山本宏昭, 奥村暁, 高橋光成, 田島宏康, バン・ソンヒョン, 今澤遼, 木坂将大, 須田祐介, 高橋弘充, 深沢泰司, 水野恒史

宮崎大  
山形大  
山梨学院大  
理研

森浩二, 郡司修一, 坂本貴太, 門叶冬樹, 中森健之, 内藤統也, 原敏, 井上進, Donald Warren, 榊直人, 澤田真理, Maxim Barkov, Gilles Ferrand, Haoning He, 長瀧重博

立教大  
早稲田大

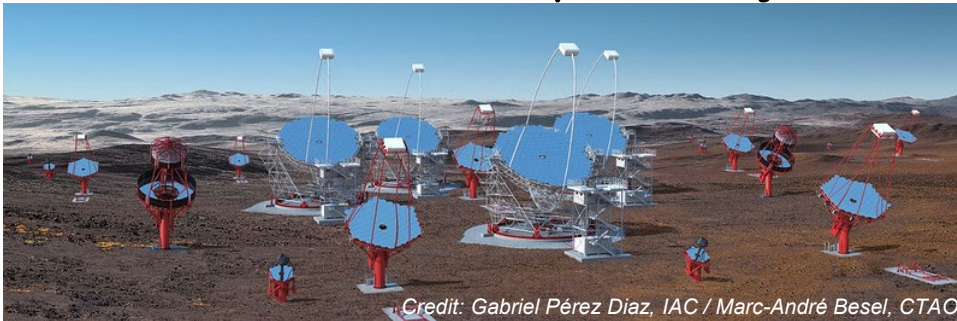
内山泰伸, 林田将明, 片岡淳

青山大 佐藤優理, 田中周太, 山崎了, 吉田篤正  
茨城大 片桐秀明, 服部勇大, 柳田昭平, 吉田龍生  
大阪大 井上芳幸, 松本浩典  
北里大 村石浩  
京大基研 井岡邦仁, 石崎涉  
京大理 岩崎啓, 岡知彦, 川中宣太, 鶴剛, 寺内健太, 長澤広武, 李兆衡  
熊本大 高橋慶太郎  
KEK素核研 郡和範, 田中真伸  
甲南大 井上剛志, 鈴木寛大, 田中孝明, 溝手雅也, 山本常夏  
埼玉大 勝田哲, 立石大, 寺田幸功  
東海大 阿部和希, 櫛田淳子, 西嶋恭司

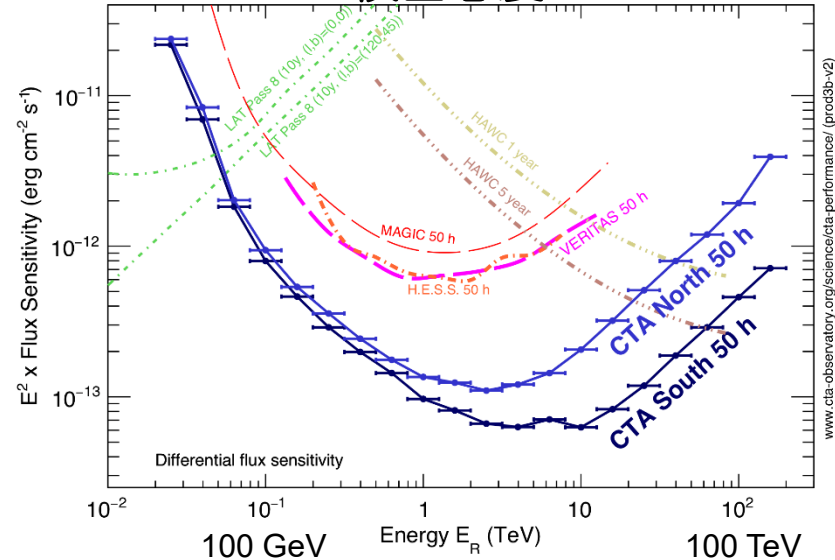
# CTAの性能、狙うサイエンス



## Cherenkov Telescope Array (CTA)



### 検出感度

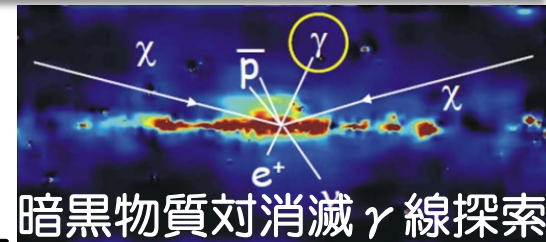
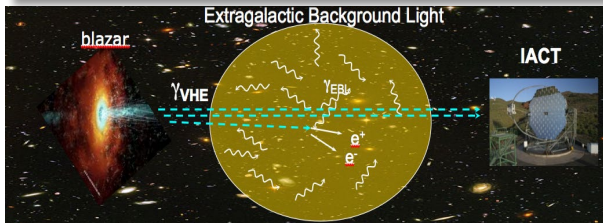
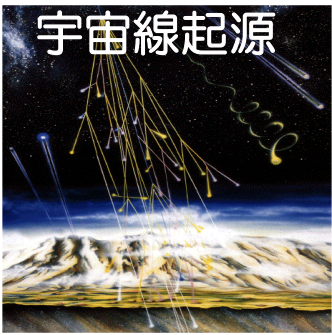
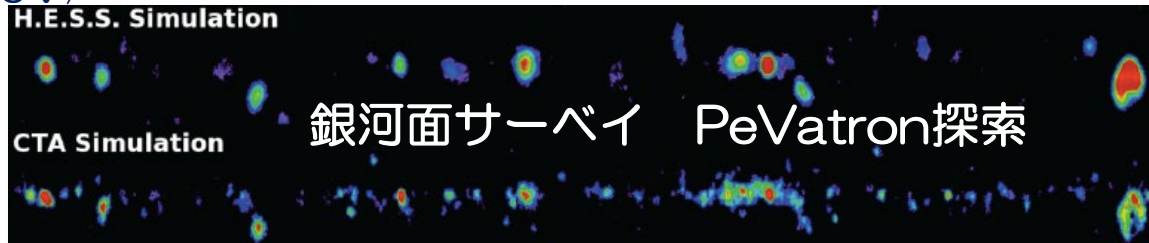


従来の望遠鏡より

- ◆ 一桁高い感度  
短時間4-5桁高い感度(対Fermi-LAT)
- ◆ 一桁広い帯域(20 GeV-300 TeV)
- ◆ 角度分解能~2倍(2分角@10TeV)



- 検出天体 251個(現在)  
TeVCatカタログ  
⇒ 1000個以上
- 最遠方  $z=1.1$  (GRB201216C)  
⇒  $z \sim 4$



赤外・可視背景放射→宇宙の星形成史

暗黒物質対消滅  $\gamma$  線探索  
ローレンツ不変性検証

- 特集号 Astroparticle Physics, 43 (2013) 1-356
- Key Science Project(開始10年の4割) 検討書 arXiv:1709.07997

**LST** × (北4+南4)

**23 m**口径

20 GeV - 3 TeV

FOV=4.5°

**MST** × (北15+南25)

**11.5 m/9.7 m**口径

80 GeV - 50 TeV

FOV=7.5~7.7°

2016年~北サイト建設  
2022年~南サイト建設  
2025年~北アレイ観測  
2027年~南アレイ観測  
運用期間 >20年間

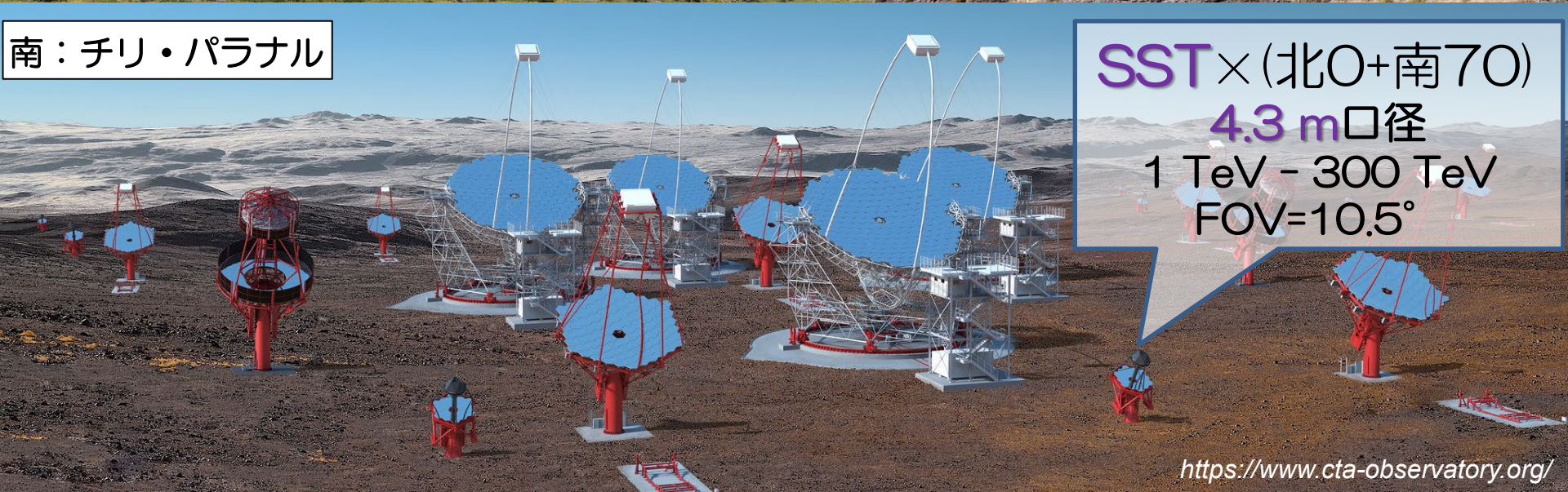
完成予想図

北：スペイン・ラパルマ島



MAGIC望遠鏡

南：チリ・パラナル



**SST** × (北0+南70)

**4.3 m**口径

1 TeV - 300 TeV

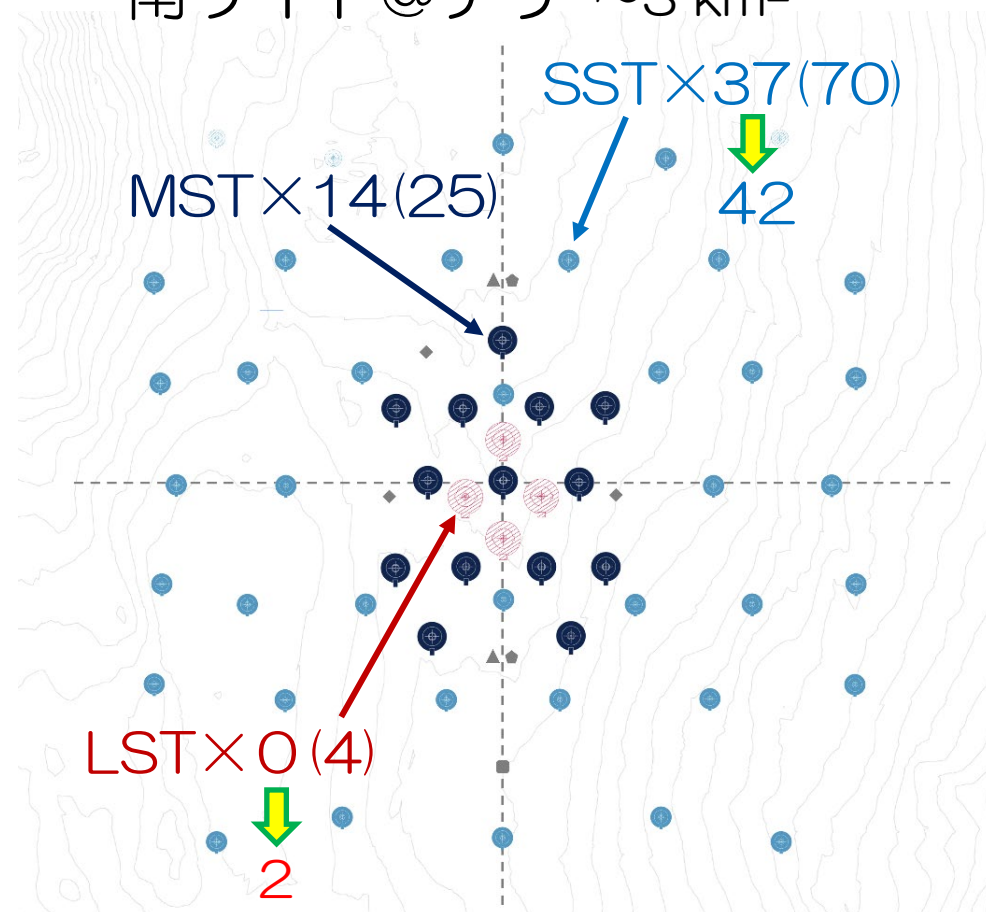
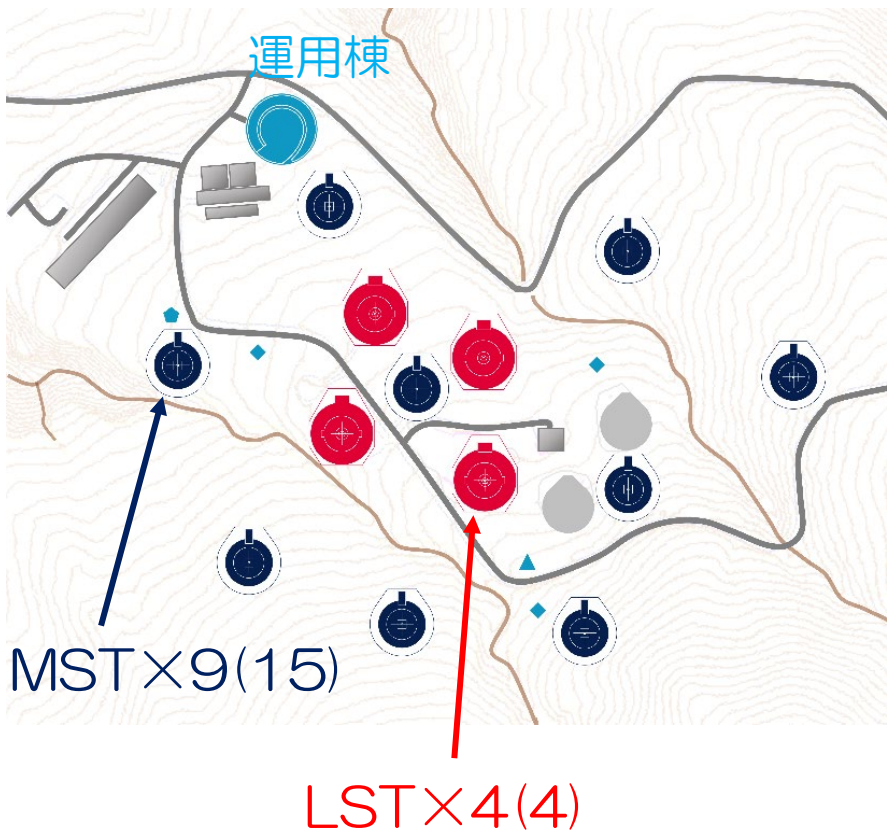
FOV=10.5°

# 望遠鏡配置(第1期)

( )は、最終目標台数

北サイト@スペイン ~0.5 km<sup>2</sup>

南サイト@チリ ~3 km<sup>2</sup>



今年 イタリアが大型予算獲得(再興・回復のための国家計画PNRRの一部)

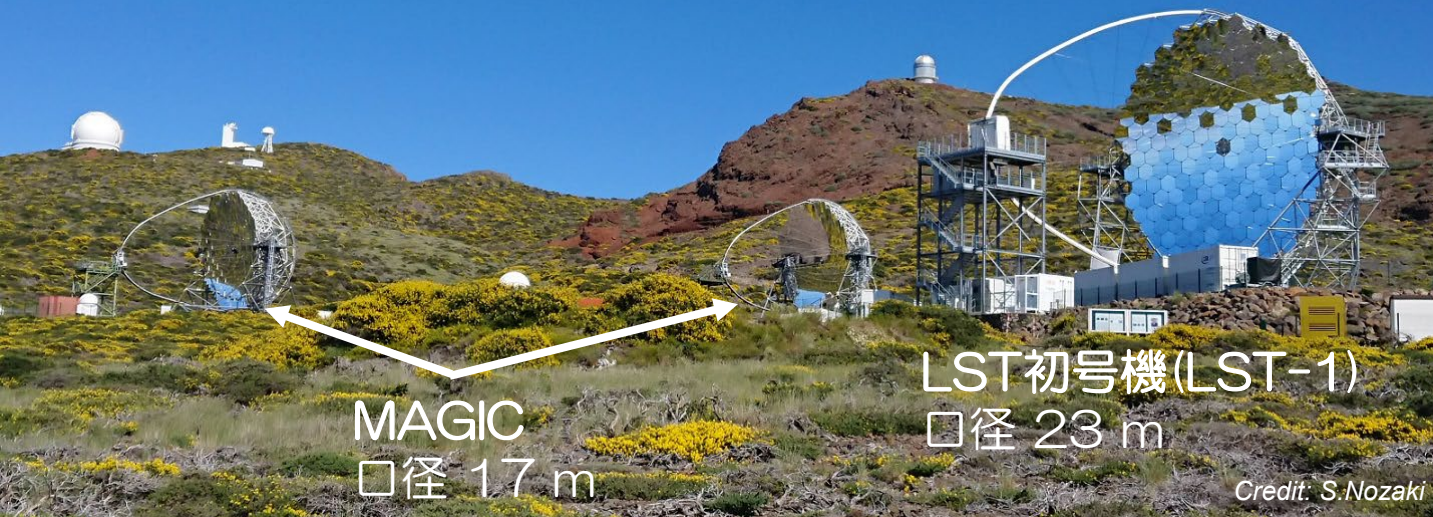
【南サイトLST×2 + SST×5】2025年末までに要素製作完了

⇒建設計画調整中

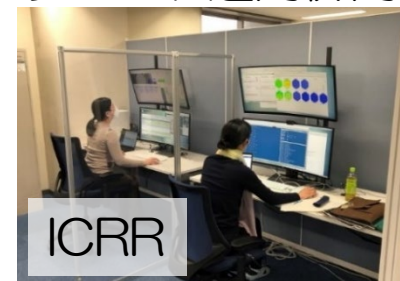
# 大口径望遠鏡(LST)初号機@スペイン・ラパルマ島



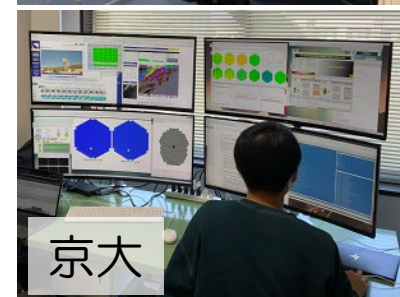
ロケ・ムチャチョス 天文台(ORM) @2200m



リモート運用併用



ICRR



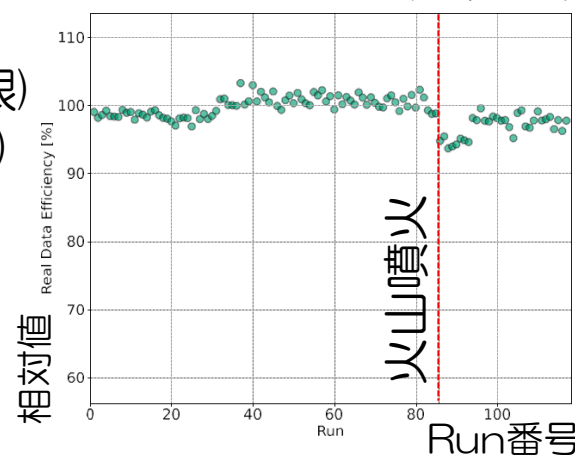
京大

+フランス, イタリア,  
クロアチア, ブルガリア

科学観測 2020年1月から800時間以上

- 運用休止
  - 2020年3-6月(COVID-19渡航制限)
  - 2021年9月-2022年1月(火山噴火)
  - 2022年7-8月(ストレージ障害)
- MAGICとの共同観測
  - 銀河中心 [大谷講演@前回学会]
  - 活動銀河核 他

チェレンコフ光収集効率



2020年11月  
-2022年3月

火山噴火直後  
を除き安定

ばらつき(最大±4%)  
は測定誤差と  
ダスト量変化に起因

有効面積 ( $m^2$ )      角度分解能 (度)

微分検出感度  
(%かに星雲強度)

Web公開版では図を削除

- かに星雲

エネルギースペクトル図を削除

- かにパルサー      観測34h

pulse profile図を削除

- 大天頂角時の性能 [阿部講演@今学会] 7



## RS Ophiuchi

- 爆発周期：約15年
- 2021年8月8日 Fermiで検出
- 8月9日～  
H.E.S.S.とMAGICで検出  
(VHE  $\gamma$ 領域で新星初検出)
- LST-1観測 8月9～15日、  
29日～9月2日

light curve図を削除

小林講演@前回学会＋他実験結果 H.E.S.S. Collaboration 2022; MAGIC Collaboration 2022; Fermiアーカイブ解析

エネルギースペクトル図を削除

観測条件を詳細に反映させたモンテカルロシミュレーションデータの生成が完了。  
解析の最終アップデート中。【論文準備中】



(天体からの角距離)<sup>2</sup> vs 検出事象数の図を削除

## 【論文準備中】

- ① 5天体 (Mrk421, Mrk501, 1ES1959+650, PG1553+113, 1ES0647+250) 観測結果
- ② BL Lacフラア 2021年8月 (野崎講演@前回学会)

MCデータのストレージ障害→武石講演 (Mrk421) 取消

## ● GRB

- Swift, Fermi-GBM, Fermi-LATからのアラート手動対応
- 未検出

GRBのskymap図を削除

GRBのリストを削除

- ニュートリノアラート、  
高速電波バースト
- 未検出

アラート自動対応し望遠鏡駆動するシステム構築中：年度内稼働

# LST 2-4号基 準備状況：カメラ・光学系

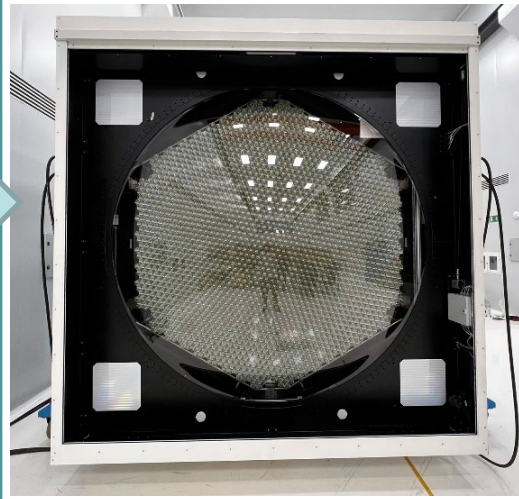
PMT 7本+GHz波形記録回路



265台/望遠鏡

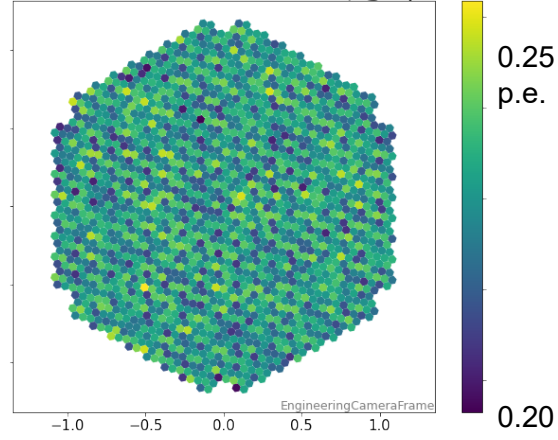
テネリフェ島(ラパルマ島の隣)  
にてモジュール単位の  
品質管理試験⇒2021年完了

LST-2@テネリフェ島



全系試験中

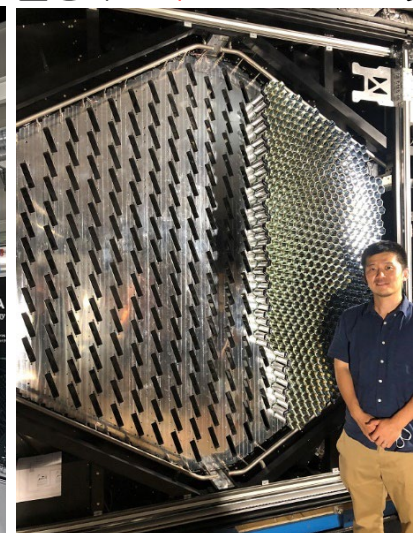
ノイズ分布



LST-3@マドリード



LST-4@バルセロナ



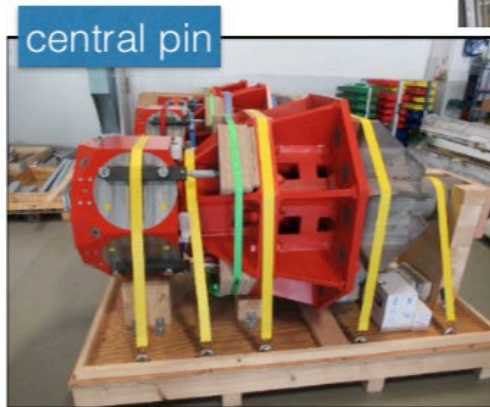
分割鏡

3台分630枚 (保管中@ラパルマ)  
を追加補修



年度内にテネリフェ島に輸送し全系試験

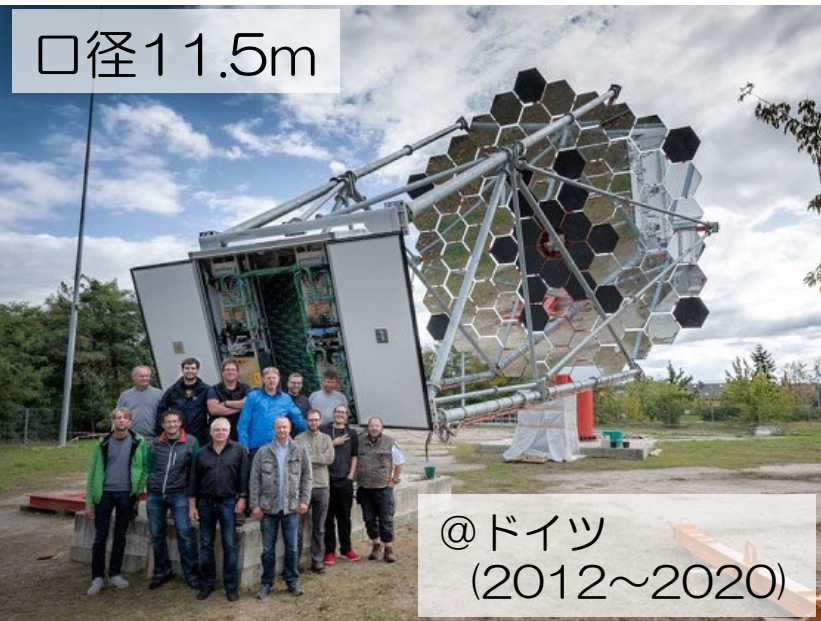
# LST 2-4号基 準備状況：外国グループ担当



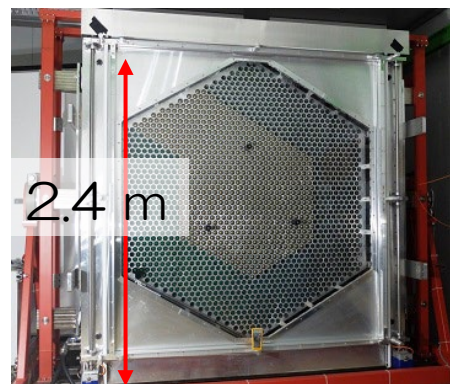
現地行政の建設許可が下り次第(年内予定)、建設開始⇒2024年度に2-4号基完成

# 中口径望遠鏡(MST)プロトタイプ

## ● Davies-Cotton型 MST (欧州)



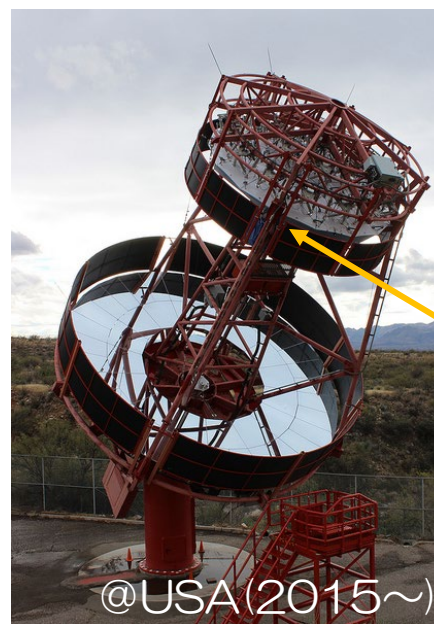
カメラ PMT~1800本



- 読出回路2種類  
(1つはHESS-IIIに搭載し観測2019年~)

- 北サイトへ1台輸送  
(2023年Q4)  
⇒MST初号機建設
- 南サイト近くに  
pathfinder建設  
(2024年)

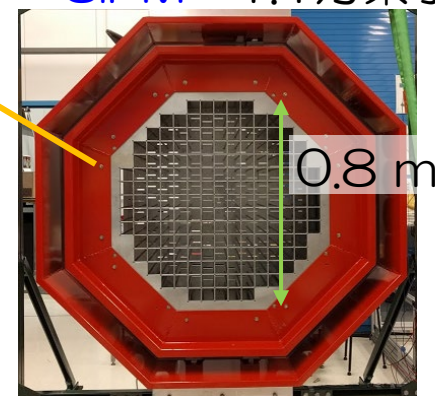
## ● Schwarzschild-Couder型 SCT



主鏡9.7m+副鏡5.4m

■ カメラ

SiPM~1.1万素子



(SiPM1536素子)

- 2020年 かに星雲を検出
- カメラ (SiPMと読出回路) 改良

SiPM光量分布図を削除

# 小口径望遠鏡 (SST) プロトタイプ

🇮🇹 ASTRI 口径4.3+1.8m

視野 9.6度  
SiPM(2368 ch)

9基アレイ建設計画



CTA南サイトは  
インフラ整備中  
のため、  
9基ミニアレイを  
北半球で試験



1基@イタリア  
(2014~)

2018年  
かに星雲を検出

今年 9基の基礎工事完了⇒3基+6基(2段階)建設

完成予想図

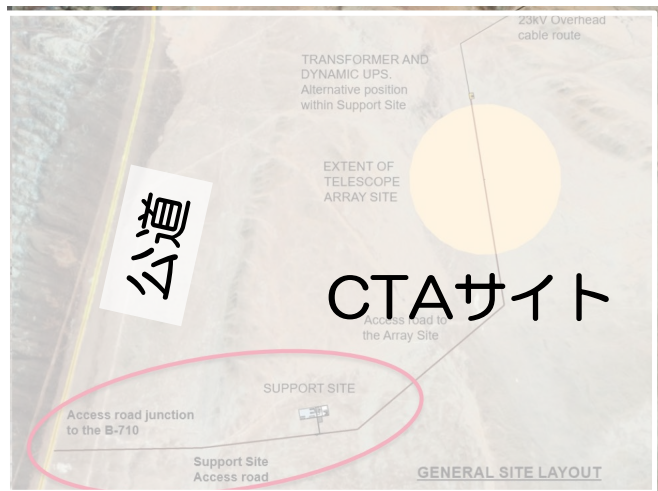


@テネリフェ島 テイデ天文台 高度~2300m 約250 m間隔で設置

# CTA南サイト@チリ・パラナル

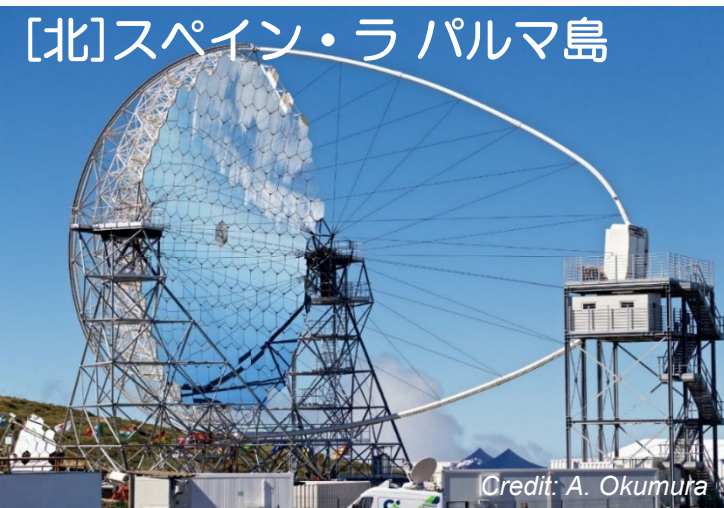


Credit: Marc-André Besel, CTAO / ESO



- ◆ CTA北サイトの大口径望遠鏡LST初号機：観測論文投稿段階へ移行
  - 望遠鏡性能+Crab観測⇒論文化
  - Blazar 6天体⇒論文化
  - 再帰新星RS Oph（新種VHEガンマ線天体）2021年検出⇒論文化
  - GRB, FRB,  $\nu$ フォローアップ観測 未検出⇒観測自動対応化
  - LST-1とMAGICの共同観測・相互較正進行中
- ◆ CTA北サイトLST 2-4号機 要素製作ほぼ完了 建設許可待ち  
⇒年内建設開始予定⇒2024年度に完成
- ◆ CTA南サイト
  - サイトへのアクセス道路建設中
  - LST 2基建設予算確保

[北] スペイン・ラパルマ島



[南] チリ・パラナル

