



cherenkov
telescope
array



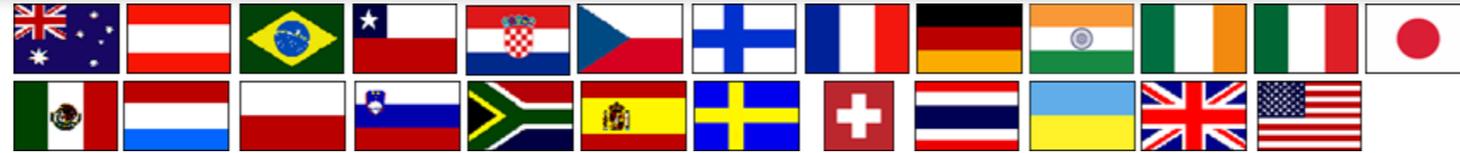
Cherenkov Telescope Array (CTA) 計画： 全体報告(22)

野田浩司 (東大宇宙線研)

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

2022年9月15日 日本天文学会@新潟大/リモート

25か国
>1500名



 **CTA-Japan 124名**
(本講演著者)

- 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

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 Dzhatdoev, 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

東大理
東北大
徳島大
名大理

大平豊, 戸谷友則, 中山和則, 馬場彩
當真賢二
折戸玲子
立原研悟, 早川貴敬, 福井康雄, 山本宏昭
名大ISEE 奥村曉, 高橋光成, 田島宏康, バン・ソンヒョン
広大先理工 今澤遼, 木坂将大, 須田祐介, 高橋弘充, 深沢泰司
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
理研

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
井上進, Donald Warren, 榊直人, 澤田真理, Maxim Barkov, Gilles Ferrand, Haoning He, 長瀧重博

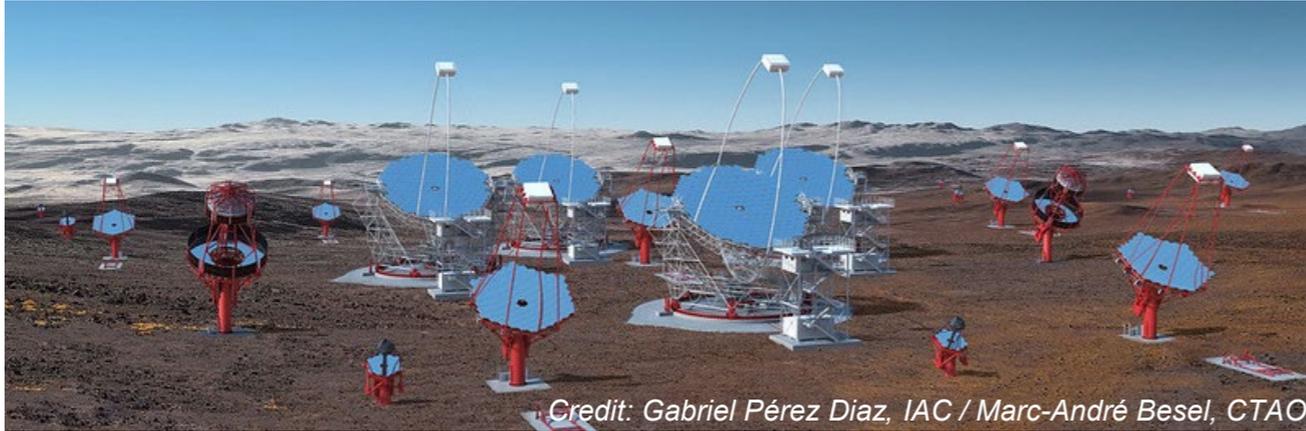
立教大
早稲田大

内山泰伸, 林田将明
片岡淳

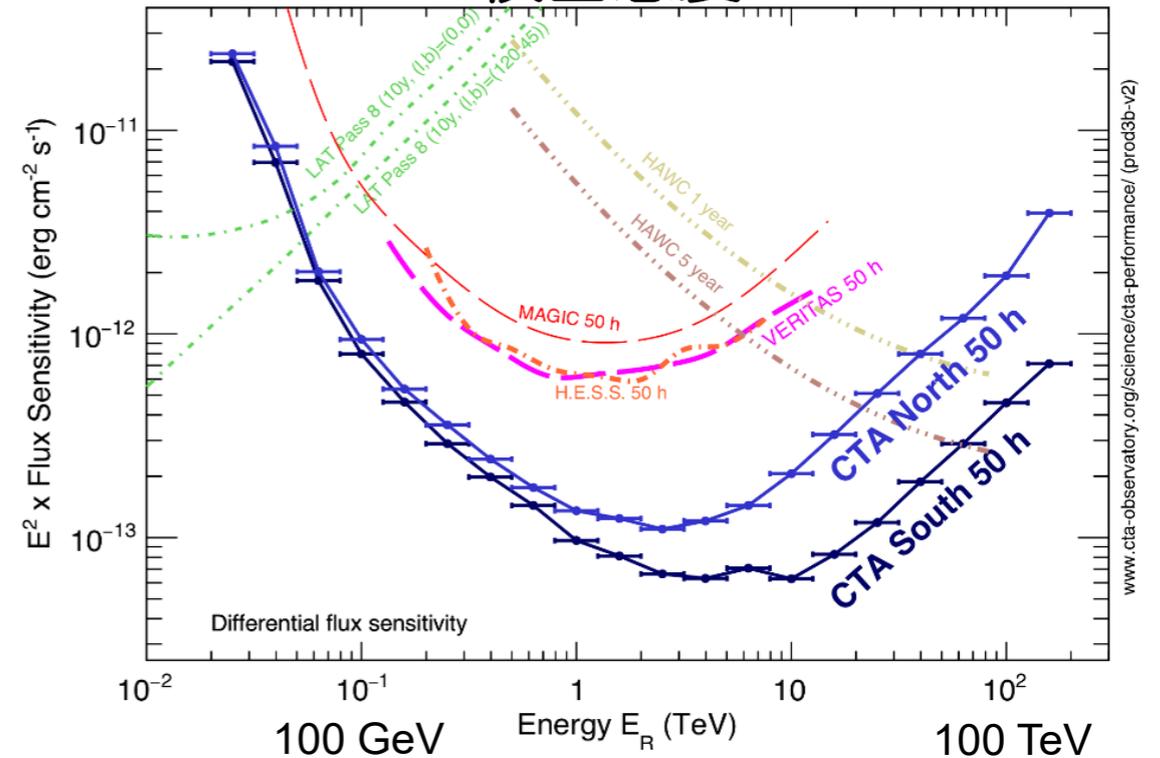
CTAの性能、狙うサイエンス



Cherenkov Telescope Array (CTA)



検出感度

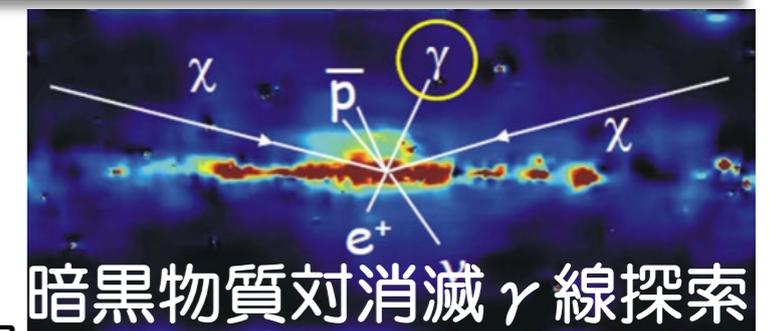
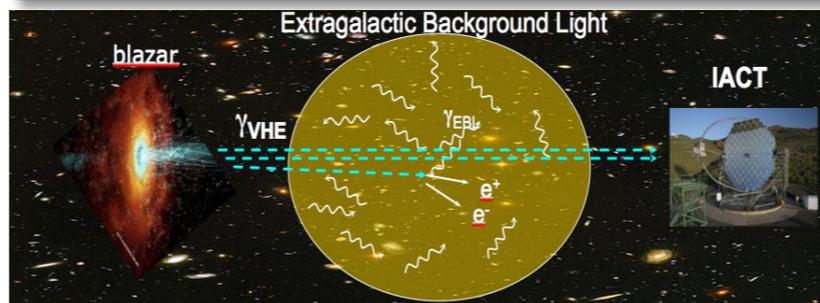
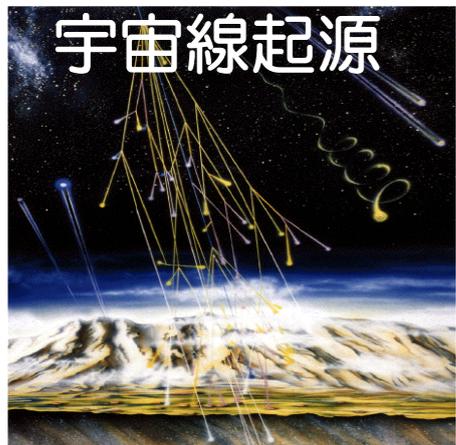
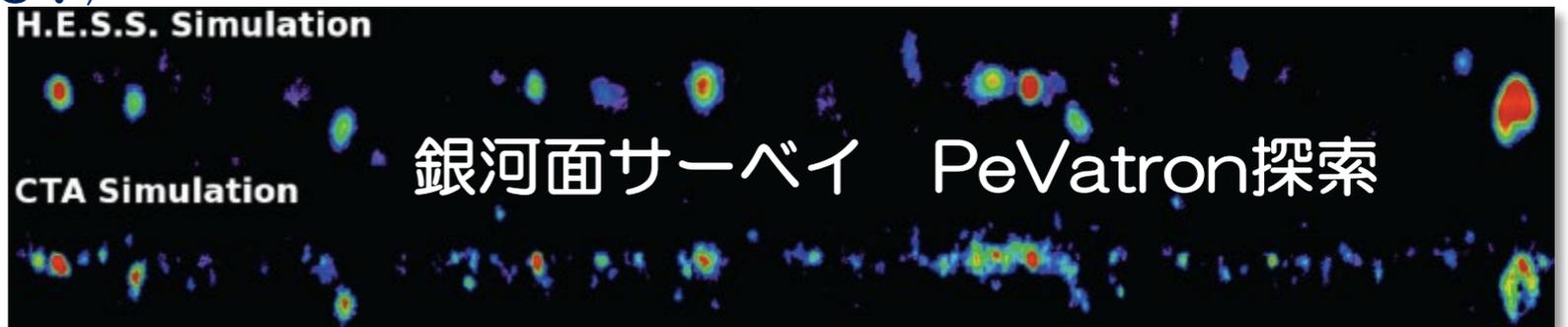


従来の望遠鏡より

- ◆ 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

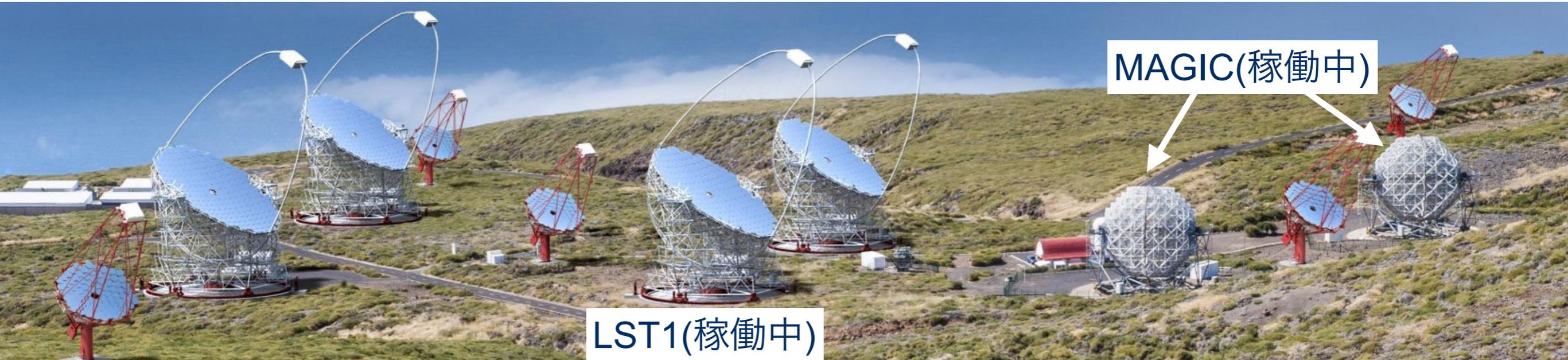
暗黒物質対消滅 γ 線探索
ローレンツ不変性検証

- 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

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～ アレイ観測



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

2022年～ 建設、2027年～ アレイ観測

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) 1号基@ラパルマ

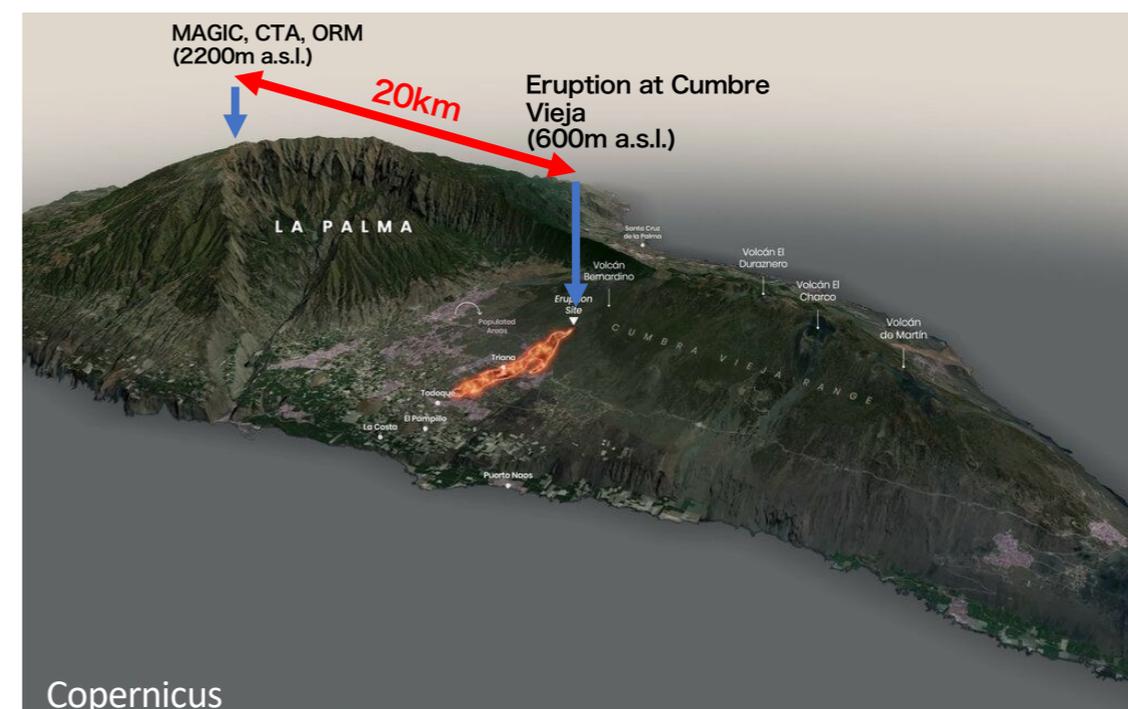


- 2020年1月から計800時間以上データ取得
 - 2020年3～6月：コロナ渡航制限により運用休止 → リモート観測を整備
 - 2021年9月～2022年1月：ラパルマで50年ぶりに火山噴火（次頁）
 - 2022年7～8月：データストレージ障害（復旧済）
- MAGICとの共同観測（かに星雲、Mrk421/501等AGN、銀河中心...）

火山（Cumbre Vieja）噴火



- 50年ぶり、1400年以降で8回目
 - 2021年9月19日～12月13日
85日間は（記録上）最長
 - ~3000の建物が焼失、**死傷者なし**
 - 観測所は距離・高度が離れており
主な心配は、地震（最大M=5.1）
や火山灰・SO₂（風向き次第）
 - グリース塗り直し、フィルタ洗浄
 - 鏡反射率にも化学的な劣化なし
 - 光収集効率も4%以内で安定
- 2022年1月 チェック完了**
2月 観測再開

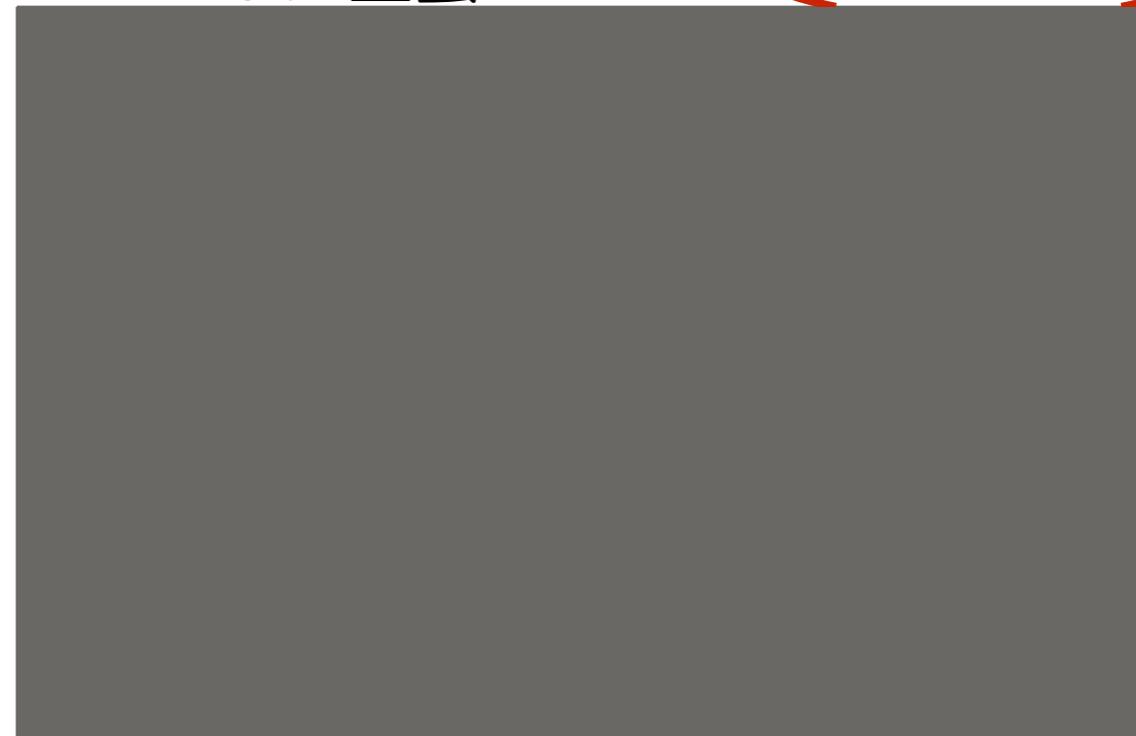


LST1性能評価・Crab観測



かに星雲

【論文準備中】



かにパルサー



観測成果：3つそれぞれ論文準備中



- Blazars : Mrk421/501, 1ES1959, etc. (2021年9月物理学会講演)

- BL Lacフラア : 2021年7月観測

LSTとして初の観測成果

2022年3月物理学会講演

**Detection of very-high-energy gamma-ray emission
from BL Lac with the LST-1**

ATel #14783; *Juan Cortina for the CTA LST collaboration*

on 13 Jul 2021; 21:03 UT

Credential Certification: Juan Cortina (Juan.Cortina@ciemat.es)

- 回帰新星RS Oph発見 (HESS、MAGIC、LST) 2021年8月観測
2022年3月国内学会、同年7月国際会議で発表

LST観測：回帰新星RS Ophiuchi



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 γ 領域で新星初検出)
- LST-1観測 8月9～15日、
29日～9月2日

3月物理学会（小林）-他実験結果 H.E.S.S. Collaboration 2022; MAGIC Collaboration 2022; Fermiアーカイブ解析

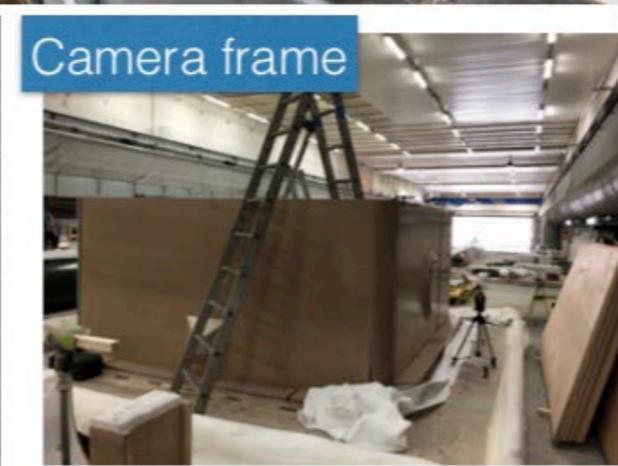
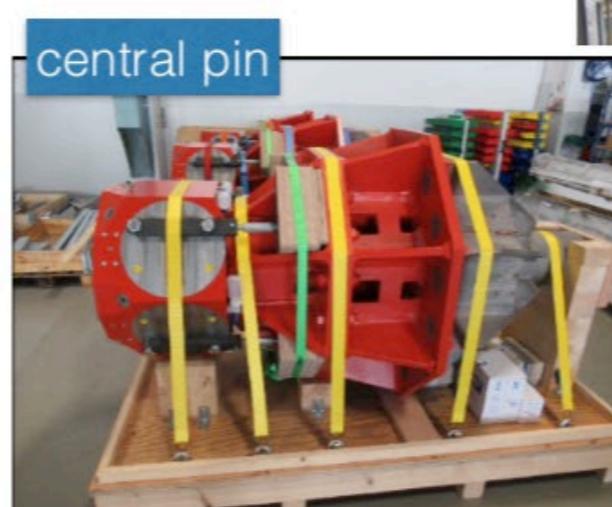
観測条件を詳細に反映させたモンテカルロシミュレーションデータの生成が完了。
解析の最終アップデート中。【論文準備中】

- **～1年：突発天体検出**

- GRB：手動トリガで12GRBを観測済、未検出。継続&自動化
- vアラート：未検出。MAGICを改良した観測プログラムを策定中

- **2～3年：北サイトの残りLST2-4号基の建設**

- 今年中：建設許可&基礎工事。来年から望遠鏡構造を設置（外国担当）



カメラ・光学系：日本担当要素の準備状況

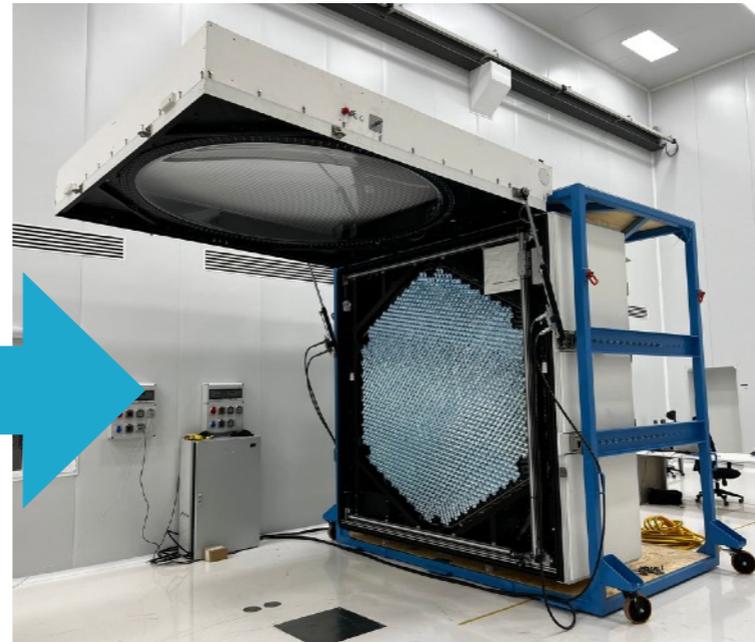


PMT 7本+GHz波形記録回路



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



LST2カメラ統合試験中
@テネリフェ

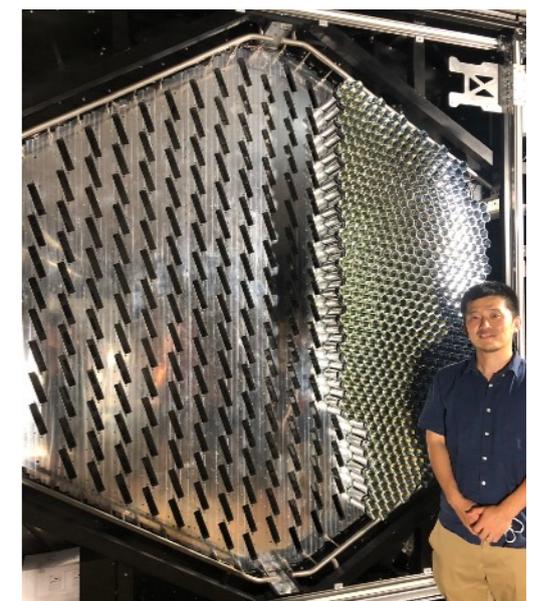


LST3カメラ@マドリード
残り2つのカメラも年度内に
テネリフェ輸送、試験予定

光学系：分割鏡
LST 3台分+ α
630枚（保管中
@ラパルマ）を
追加で補修。



アクチュエータ・調整はLST2分完了、残り2台年内終了予定



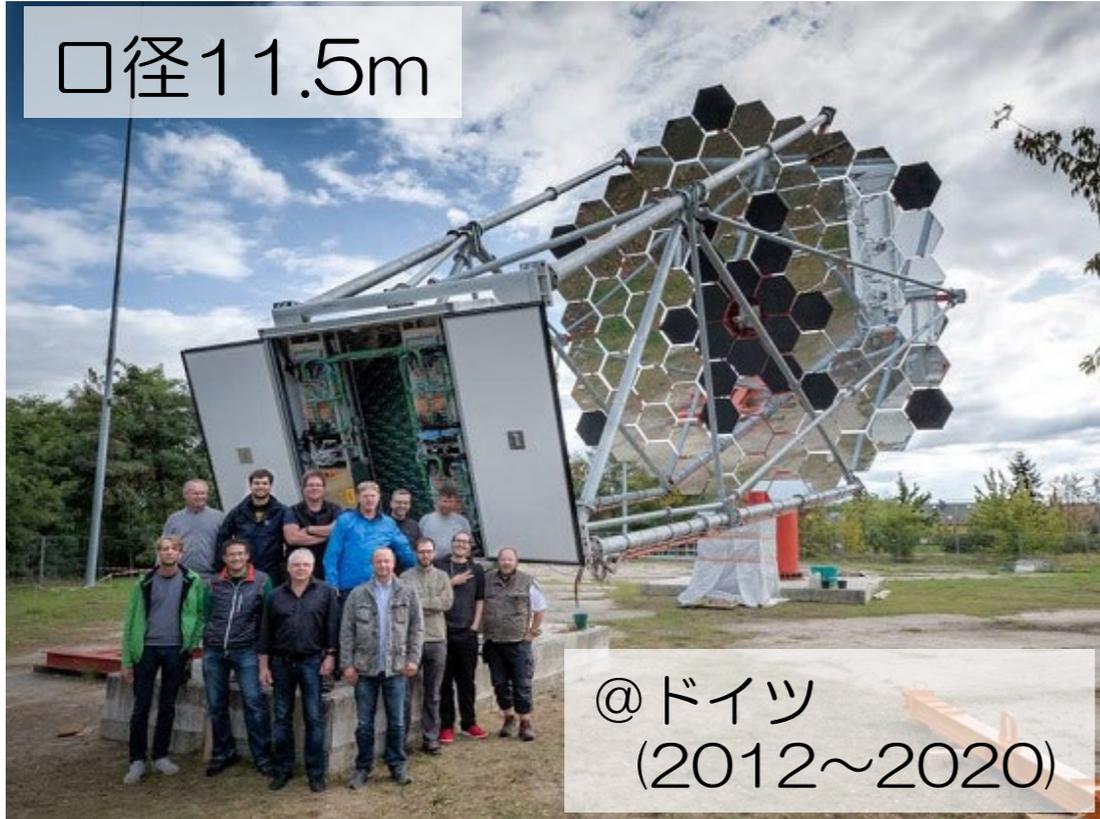
LST4カメラ@バルセロナ

MST@南北、SST@南、南インフラ



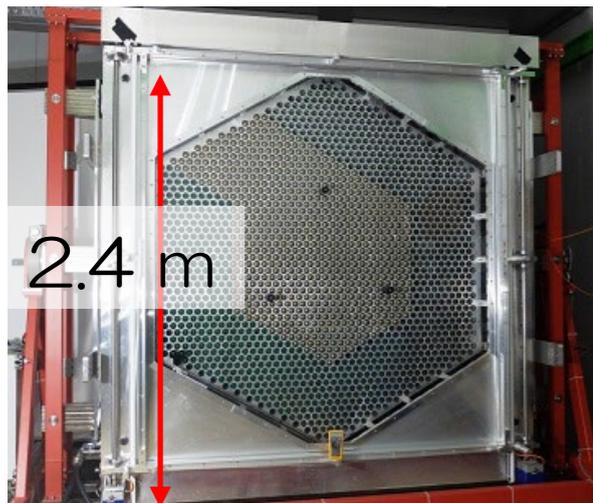
- Davies-Cotton型 MST (欧州)

口径11.5m



@ドイツ (2012~2020)

カメラ PMT~1800本



2.4 m

- 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)

- 読出回路2種類 (1つはHESS-IIに搭載し観測2019年~)

- ASTRI 口径4.3+1.8m 視野 9.6度 SiPM(2368 ch)



1基@イタリア (2014~)



2019年 かに星雲を検出



9基アレイ建設 @テネリフェ

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

今年5月 9基の基礎工事が完了。1台目カメラ年内完成予定



チリ・パラナルでインフラ整備開始

今年5月



公道からCTAサイトへの道路建設

まとめ



- 次世代チェレンコフ望遠鏡CTAによる高エネルギーガンマ線天文学
- 北半球サイト（スペイン・ラパルマ）の大口径望遠鏡LST1号基
2020年以降安定観測、2021年夏から科学成果が出始めている
 - 2021年秋の火山噴火：3ヶ月休止、問題なし
 - Crab（性能評価）、Blazars（性能評価、MAGICとの同時観測・解析）
BL Lac（低E閾値）、RS Oph（新天体種） **論文準備中**
 - GRBなどの突発天体検出が次の短期目標
- 北：LST残り3台建設準備完了
- 南：MST・SSTプロトタイプ
インフラ整備開始
- 北LST改良・南LST向け開発
SiPMでの高画素化→橋山講演

