

CTA報告202：全体報告

山本常夏(甲南大学), CTA Consortium



CTA Consortium

25か国
>1500名



 CTA-Japan 122名

21機関

東大 浅野勝晃, 阿部正太郎, 栗井恭輔, 稲田知大, 猪目祐介, 笛吹一樹,
宇宙線研 大石理子, 大岡秀行, 大谷恵生, 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, K. S. Cheng,,
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, Ievgen Vovk, Pratik Majumdar,
Daniel Mazin, 三輪柁喬, 村瀬孔大, 吉越貴紀
東大理 大平豊, 戸谷友則, 馬場彩
東北大 當真賢二
徳島大 折戸玲子
名大理 立原研悟, 早川貴敬, 福井康雄, 山本宏昭
名大ISEE 奥村暁, 高橋光成, 田島宏康, バン・ソンヒョン
広大先理工 今澤遼, 榎木大修, 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 森浩二
山形大 郡司修一, 坂本貴太, 門叶冬樹, 中森健之
山梨学院大 内藤統也, 原敏
理研 井上進, Donald Warren, 榎直人, 澤田真理, 辻直美,
Maxim Barkov, Gilles Ferrand, Haoning He, 長瀧重博
立教大 内山泰伸, 林田将明
早稲田大 片岡淳

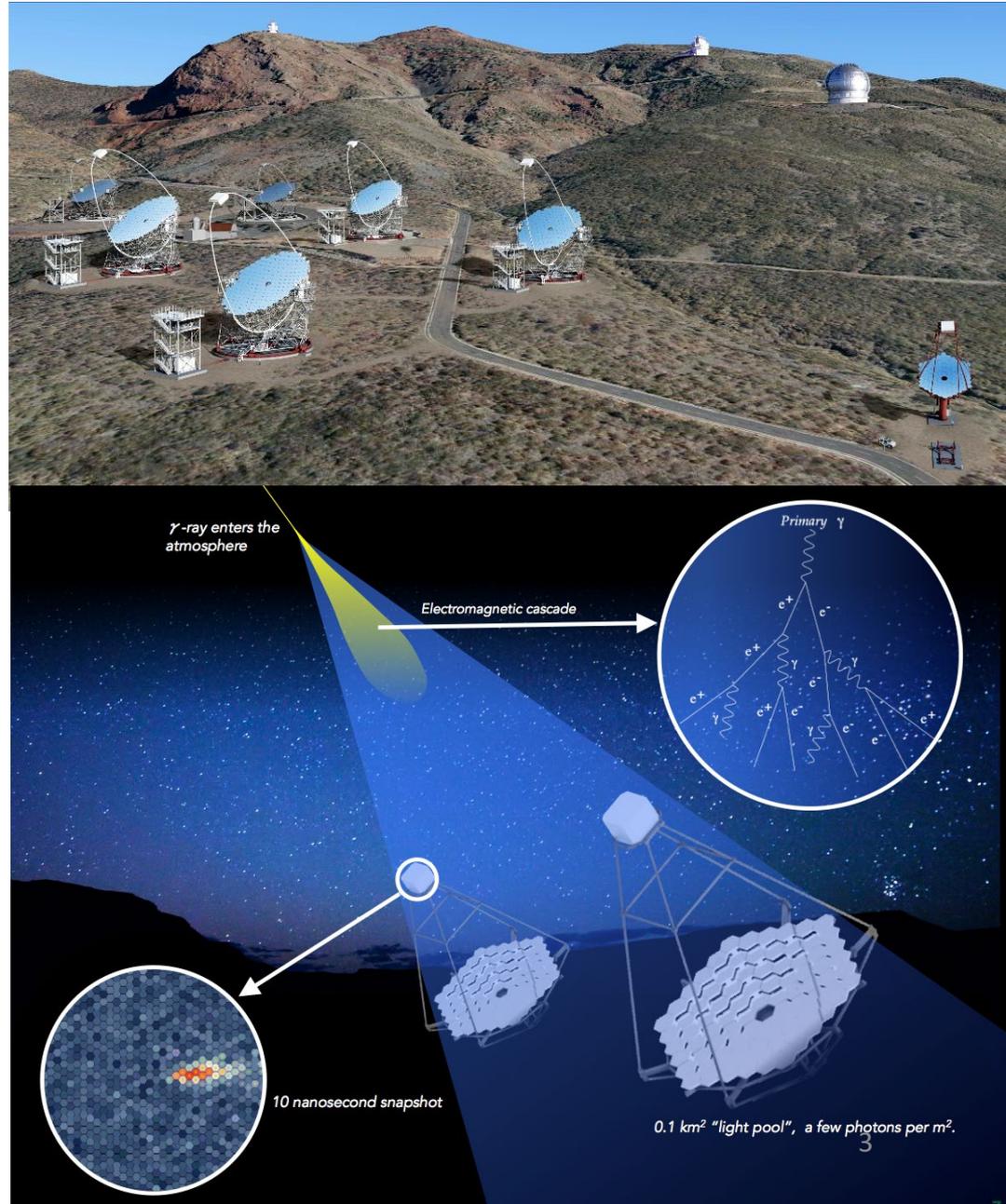
青山大 大林花織, 佐藤優理, 田中周太,
山崎了, 吉田篤正
茨城大 片桐秀明, 服部勇大, 柳田昭平,
吉田龍生
大阪大 井上芳幸, 松本浩典, Ellis Owen,
北里大 村石浩
京大基研 井岡邦仁, 石崎涉
京大理 岩崎啓, 岡知彦, 川中宣太,
鶴剛, 寺内健太, 李兆衡
熊本大 高橋慶太郎
KEK素核研 郡和範, 田中真伸
甲南大 井上剛志, 鈴木寛大, 田中孝明,
千川道幸, 溝手雅也, 山本常夏
埼玉大 勝田哲, 立石大, 寺田幸功
東海大 阿部和希, 櫛田淳子, 佐々誠司,
高橋菜月, 西嶋恭司

Cherenkov Telescope Array (CTA)計画

4~23m口径のチェレンコフイメージング望遠鏡を約100台配置し、20GeV~300TeVの超高エネルギーガンマ線を観測する国際共同実験。

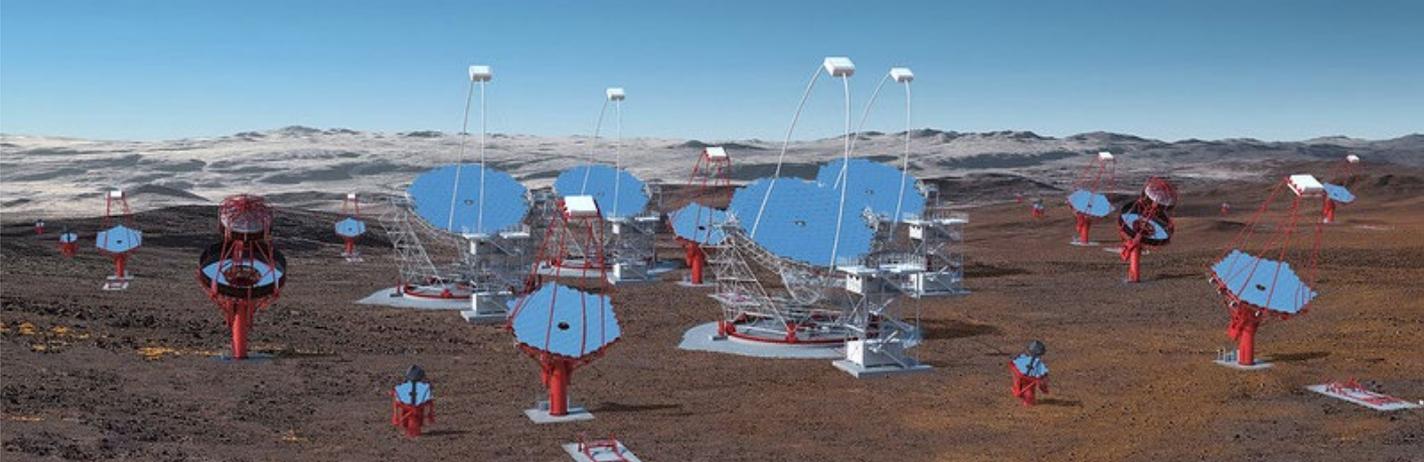
ガンマ線が大気中で引き起こす空気シャワーから放出されるチェレンコフ光を測定し、空気シャワーの形状と明るさからガンマ線のエネルギーと到来方向を推定。

AGN, SNR等ガンマ線を放出する高エネルギー天体検出数を1000個以上にする。
宇宙線起源、ブラックホール物理、ダークマター対消滅、背景赤外線
の測定を目指している。





cherenkov
telescope
array



カナリア諸島La Palma島の天文台にある北サイトと、チリのアタカマ砂漠パラナルにある南サイト2か所に建設する予定。

大口径望遠鏡(LST)

23m口径、パラボラ鏡、1855画素のカメラ、0.1度画素サイズ、4.5度視野
南北両サイトに4台ずつ配置

中口径望遠鏡

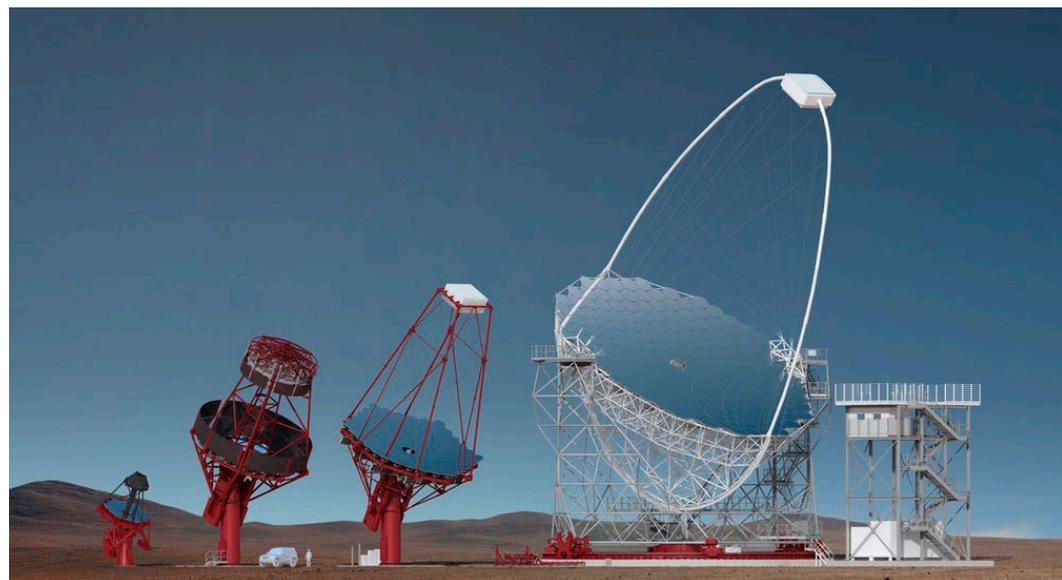
11.5m口径、Davies-Cotton、1764画素、0.17度画素サイズ、7.5度視野、南サイトに25台、北に15台

中口径Schwarzschild-Couder望遠鏡

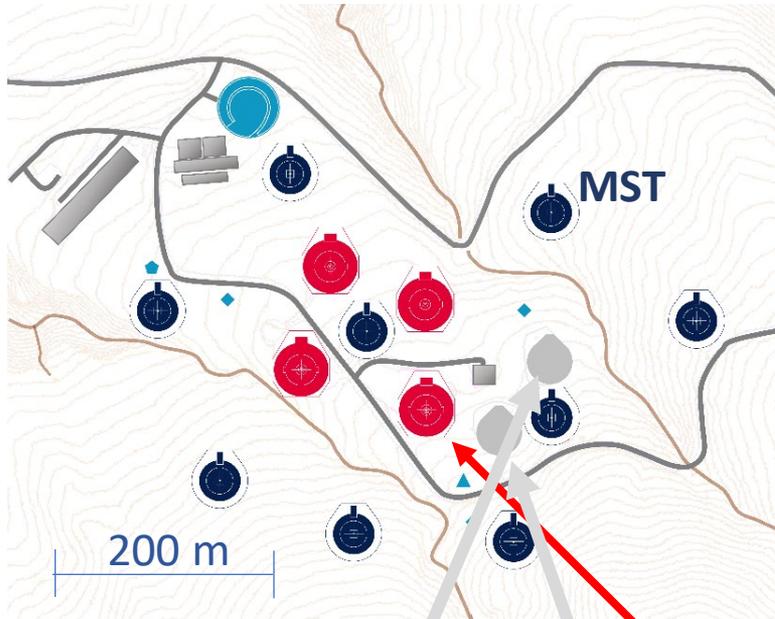
9.7m+5.4mの2枚鏡、0.067度画素サイズ、SiPMカメラ

小口径Schwarzschild-Couder望遠鏡

4.3m+1.8m2枚鏡、10.5度視野
南に70台配置



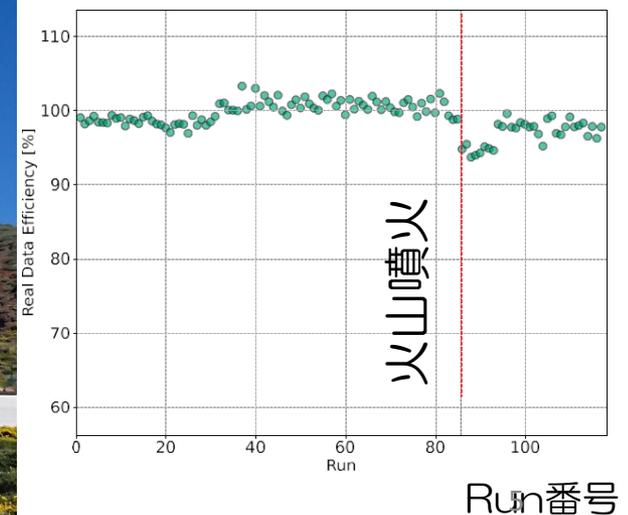
北サイト：カナリア諸島ラ・パルマ



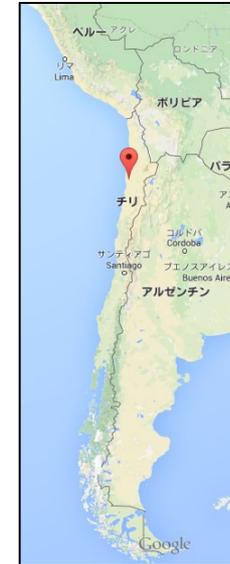
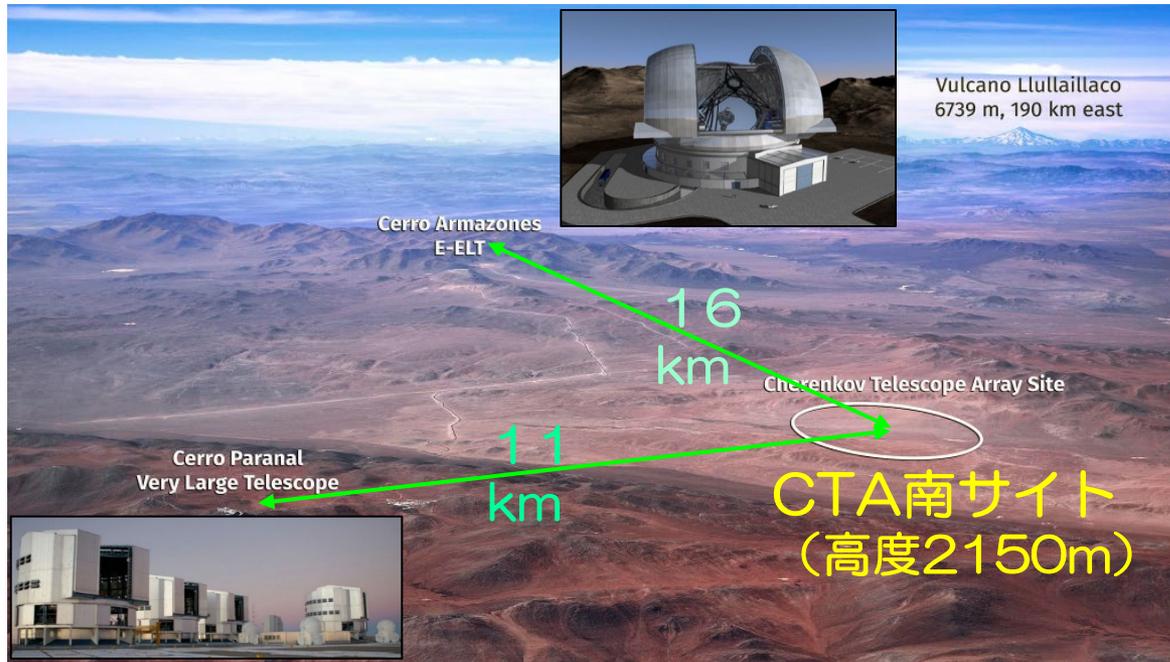
- MAGICが観測20周年を迎える
- LSTを4台、MSTを9台建設予定、MSTは15台まで拡張する計画。
- LST-1が2018年に完成し、2019年から観測を続けている。
- リモート観測を行ってきたが、オンサイトでの観測に戻す予定。
- LST-2から4号機用の基礎建設が地元の許可を受け10月から開始された。
- 2025年からLST4台で観測予定
- 噴火の影響は限定的



チェレンコフ光収集効率



南サイト：アタカマ砂漠パラナル

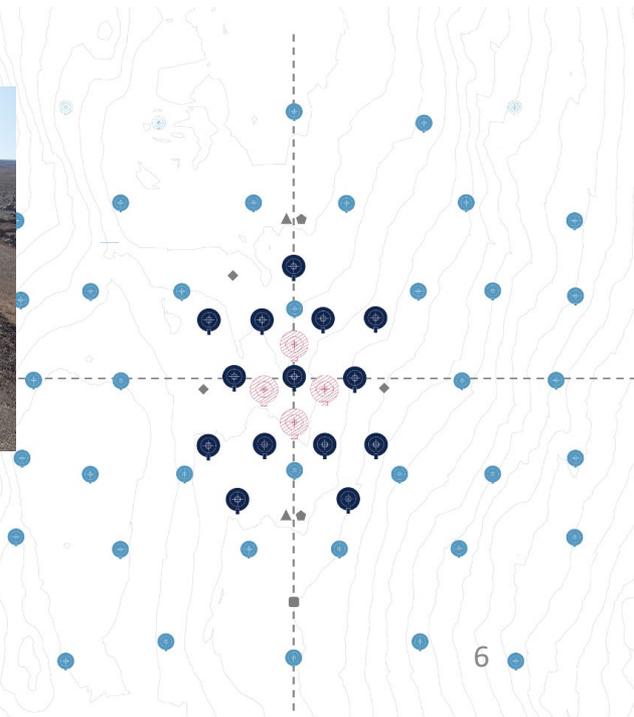


建設予定 -> 最終目標

LST 2台 -> 4台

MST 14台 -> 25台

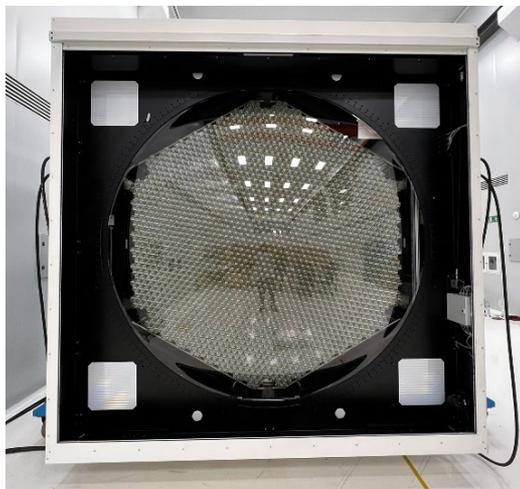
SST 37 + 5台 -> 70台



- インフラの建設が始まった。
- イタリアのコロナ復興予算PNRRによりLST2台を2025年までに製造することが決定。生産を開始している
- 2028年から観測所全体の観測が始まる予定

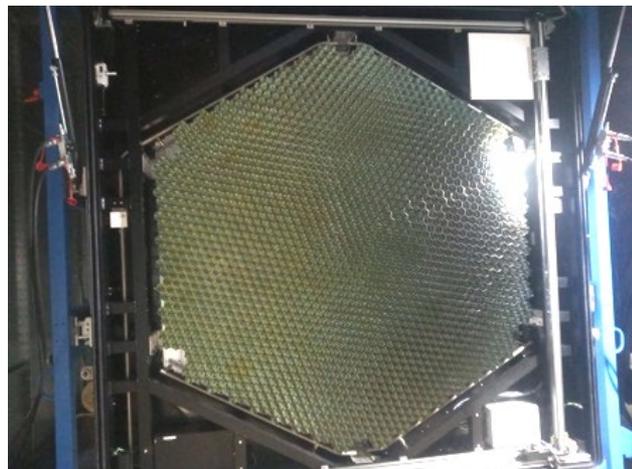
LST 2, 3, 4 号機建設準備

LST-2@テネリフェ島



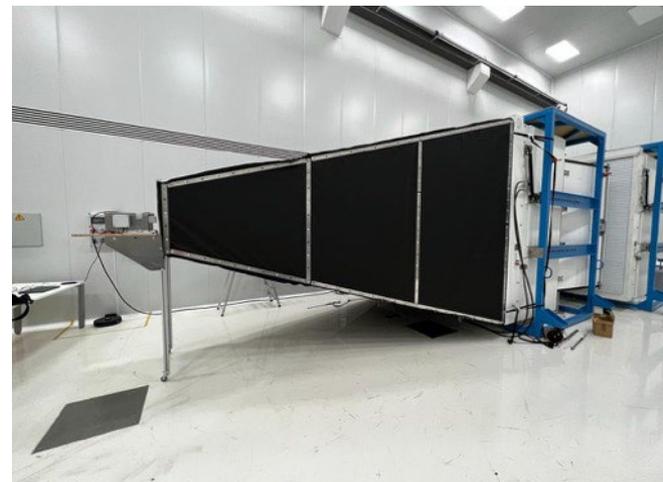
全系試験中

LST-3@バルセロナ



組み上げ中

LST-4@テネリフェ島



全系試験中

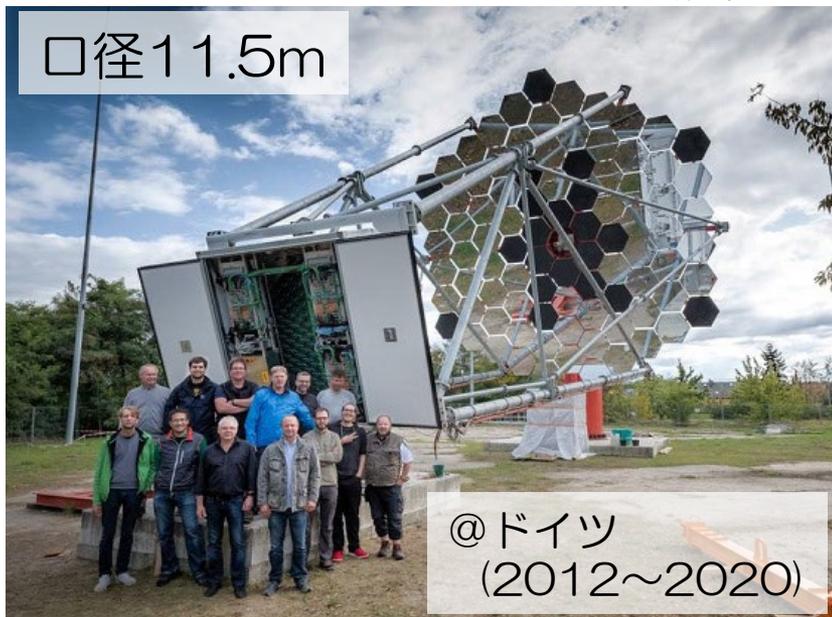
分割鏡@ラ・パルマ



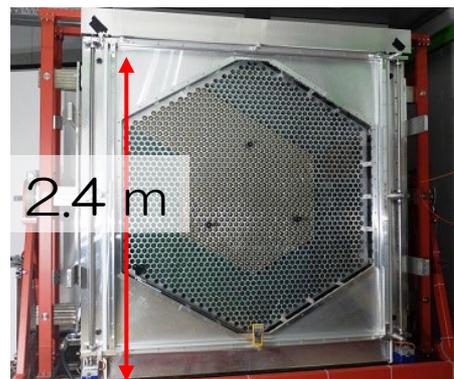
LST 2,3,4号機の製造が進んでいる。日本グループはカメラ、鏡、コンピュータ系に貢献している。10月から基礎工事が始まり、2024年に完成、2025年から4台のLSTでの観測を開始する予定。

中口径望遠鏡MSTプロトタイプ

- Davies-Cotton型 MST (欧州)



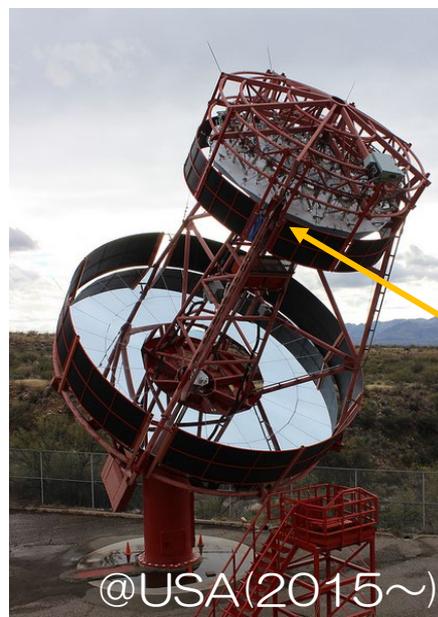
カメラ PMT~1800本



- 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 (2024年) ⇒MST初号機建設
- 南サイト近くに pathfinder建設 (2024年)

- Schwarzschild-Couder型 SCT



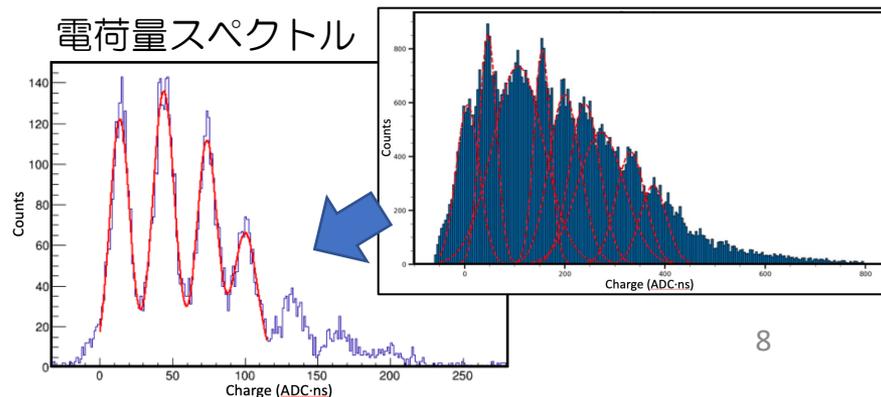
主鏡9.7m+副鏡5.4m

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



カナリア諸島に9基のASTRIアレイ建設計画

ASTRI 口径4.3+1.8m

2023/02/15 SSTのProduct Reviewが終了
Critical Design Reviewに向けて開発中



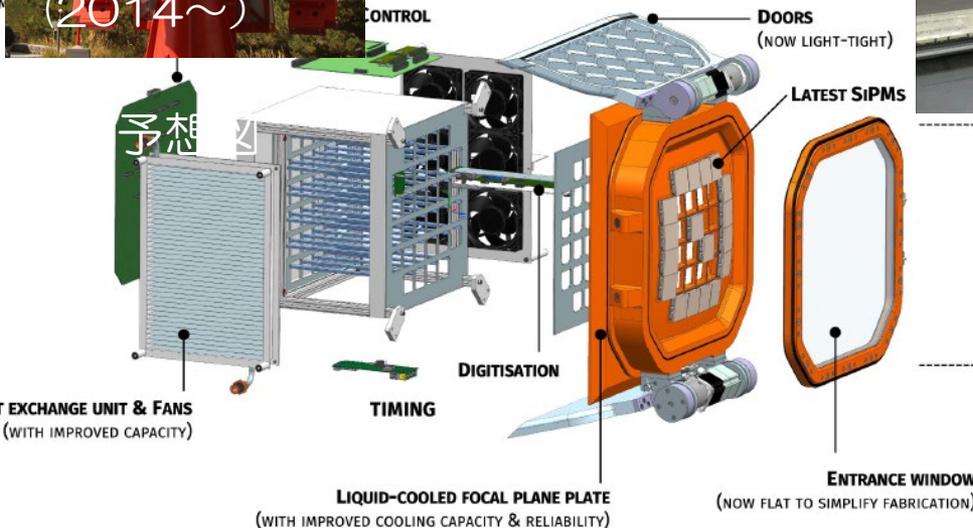
1基@イタリア
(2014~)



SiPM(2368 ch)



名古屋大が中心になりカメラ開発
-SiMP長期試験、性能試験
-光学系シミュレーション
-ソフトウェア
-モンテカルロ



- 2023年に最終版のSiPMが名大に納品済み（今月から試験開始）
- 2023年中に最終カメラの4分の1の視野の試験機作成・評価
- 2024年中に最終カメラ1号機完成
- 2025年カメラ5台量産

MAGIC – LST1 オフラインステレオ解析 物理学会CTA報告206 大谷

MAGIC 2台とLST 1台のデータをオフラインで合わせ、3台のステレオ解析をしている。S/Nが上がり、天頂角が30度以下の場合有効面積が30GeVで2倍になっている。

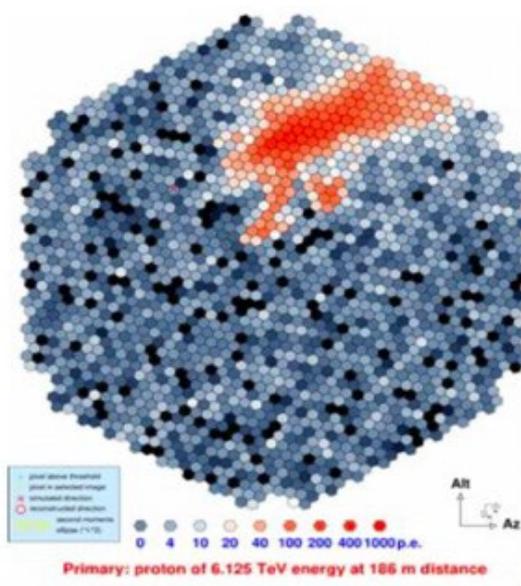
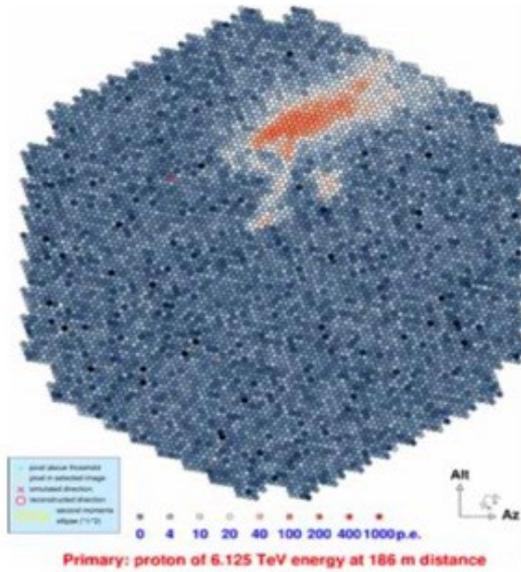
物理学科CTA報告207バクスター

MAGICとLST-1を光ファイバーで結びハードウェアトリガーによるステレオ観測計画も進んでいる。

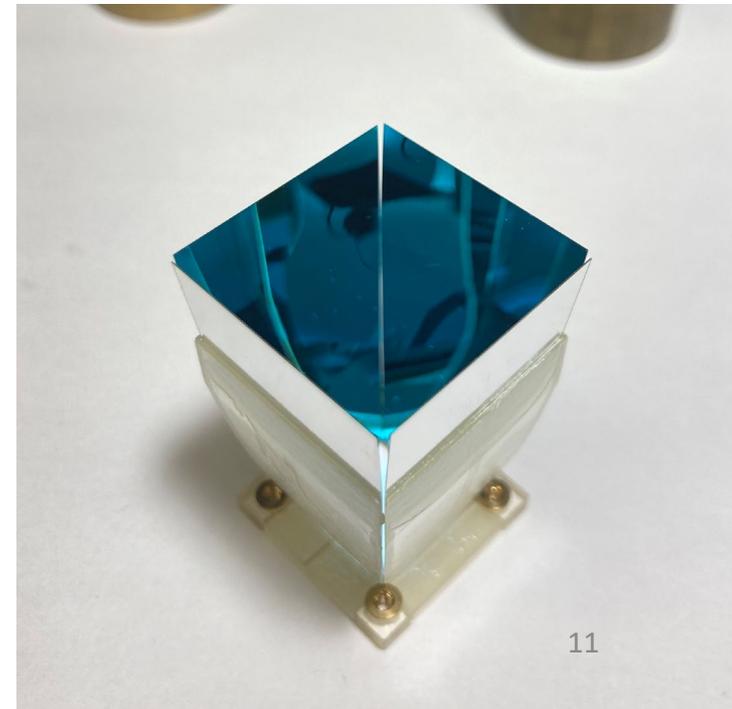
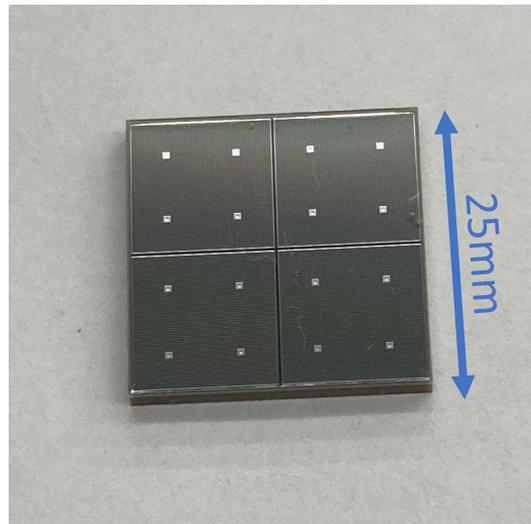


SiPMモジュール開発 物理学会CTA報告210斎藤

- LSTカメラについて現在のPMTを使った1855画素から、SiPMを使い高分解能化、高検出効率化を考えている。
- LSTは夜光が数100MHzあり、3ns程度の時間精度でチェレンコフ光を検出する必要がある。
- SiPMは赤色に感度があるため、赤外線を反射しない集光器を開発
- 14ピクセルのモジュールを作り、LSTに搭載してテストする予定

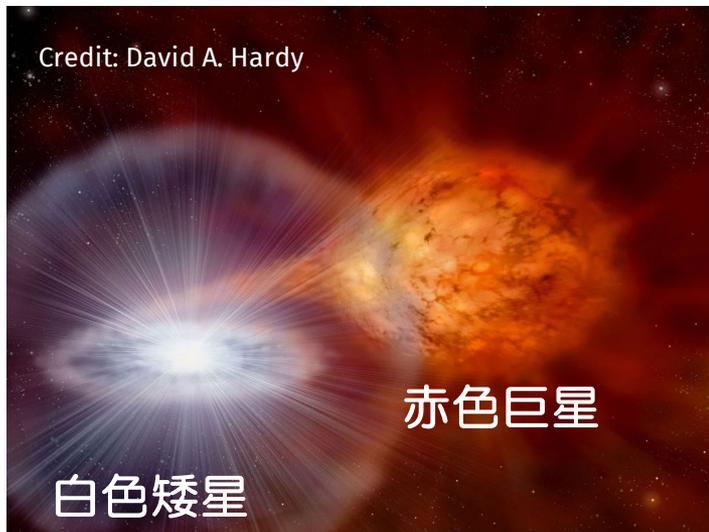


Hamamatsu Photonics
MPPC array
S13361-2196



新星へびつかい座RS星 小林 (物理学会CTA報告204小林)

- 再起新星という新しいタイプのTeVガンマ線源
- MAGICやHESSと並行してLSTも2021年8月9日から観測し、3日間の検出に成功した。
- 6.3時間で 12σ 、それぞれの日で 6σ 以上の検出
- 時間変動、スペクトルはMAGICやHESSと一致、低エネルギーまで観測
- 1TeV程度の陽子が加速されているモデルを支持している。



大天頂角法による銀河中心観測 物理学会CTA報告205阿部

大天頂角での観測によりエネルギー閾値を上げる代わりに、観測有効面積を広げることができる。

38時間の観測データを使い銀河中心からのガンマ線エネルギースペクトルを解析。

Mkn421のフレアー観測 物理学会CTA報告203武石

- AGNモニター観測を行っていて、近傍のAGNからの信号を確認している
- Mkn421は2022/5/8にフレアー
- かに星雲の2倍の明るさになり、時間変動を精度よく測定できている

まとめ

- CTA計画は、自然災害を乗り越えて着実に進められており、実データから期待された性能を確認
- 北サイトはLST2,3,4号機の建設がすすめられていて2025年完成予定。
- 南サイトは道路などインフラの整備が進められている。
- これまでに**10**数個の天体からの信号を検出。

CTA報告203：CTA大口径望遠鏡初号機による活動銀河核の観測データ解析の現状 武石

CTA報告204：CTA大口径望遠鏡初号機による新星へびつかい座RS星の
観測データの解析(II) 小林

CTA報告205: CTA-LST-1による銀河中心領域ガンマ線観測プロジェクト 阿部

CTA報告206: CTA大口径望遠鏡初号機とMAGIC望遠鏡による同時観測の性能評価、
および銀河系中心領域の同時観測データの解析 大谷

CTA報告207: 大口径望遠鏡初号機LST-1とMAGIC望遠鏡間におけるハードウェアトリガーの
実装及び観測時の性能推定の研究(2) バクスター

CTA報告208: CTA大口径望遠鏡初号機を用いた原始ブラックホールの探索 金森

CTA報告209: 時間依存性を取り入れたガンマ線検出有意度の新算出手法 寺内

CTA報告210: CTA大口径望遠鏡のためのSiPM モジュールの開発(2) 斎藤