



cherenkov
telescope
array

CTA報告165： 全体報告



野田浩司（東大宇宙線研）
他CTA-Japanコンソーシアム

2020年9月15日 日本物理学会 @オンライン

CTA Consortium



31か国, >1500名



 CTA-Japan 約120名

東大
宇宙線研

浅野勝晃, 阿部日向, 栗井恭輔, 石尾一馬, 稲田知大, 猪目祐介, 岩村由樹, 大石理子, 大岡秀行, 大谷恵生, 岡崎奈緒, 加賀谷美佳, 小林志鳳, 齋藤隆之, 榊直人, 櫻井駿介, 澤田真理, 須田祐介, 高橋満里, 高橋光成, 千川道幸, 手嶋政廣, 野田浩司, 野村亮介, 林航平, 広谷幸一, 深見哲志, 村瀬孔大, 吉越貴紀, K.S.Cheng, Xiaohong Cui, Timur Dzhatdoev, Daniela Hadasch, David C.Y.Hui, Emil Khalikov, Albert K.H. Kong, Pratik Majumdar, Daniel Mazin, Marcel Strzys, Jumpei Takata, Thomas P. H. Tam, Wenwu Tian, Ievgen Vovk

東大理
東北大
徳島大
名大理

大平豊, 鈴木寛大, 戸谷友則, 中山和則, 馬場彩
木坂将大, 當真賢二, 林航平,
折戸玲子
井上剛志, 佐野栄俊, 立原研悟, 早川貴敬, 林克洋
福井康雄, 山根悠望子, 山本宏昭

名大ISEE

黒田裕介, 田島宏康, 藤川由衣, Anatolii Zenin

名大KMI

奥村暁

広大理

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, 門叶冬樹, 中森健之

山梨学院大

内藤統也, 原敏

理研

井上進, 井上芳幸, 長瀧重博, 廣島渚, Maxim Barkov, Gilles Ferrand, Haoning He, Donald Warren

立教大

内山泰伸, 林田将明

早稲田大

片岡淳

青山大 柴田徹, 田中周太, 山崎了,
吉田篤正

茨城大 小原光太郎, 片桐秀明,
野上優人, 柳田昭平, 吉田龍生

大阪大 藤田裕, 松本浩典

北里大 村石浩

京大基研 井岡邦仁, 石崎涉

京大理 岡知彦,
川中宣太, 窪秀利, 田中孝明,
鶴剛, 野崎誠也, 李兆衡

熊本大 高橋慶太郎

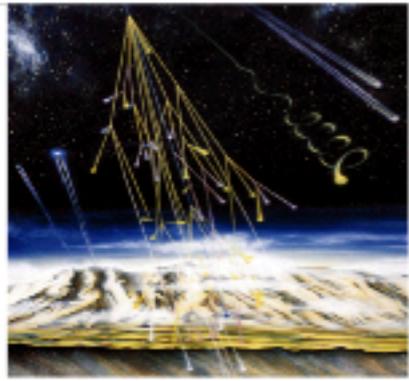
KEK素核研 郡和範, 田中真伸

甲南大 川島翔太郎, 川村孔明,
塚本友祐, 山本常夏

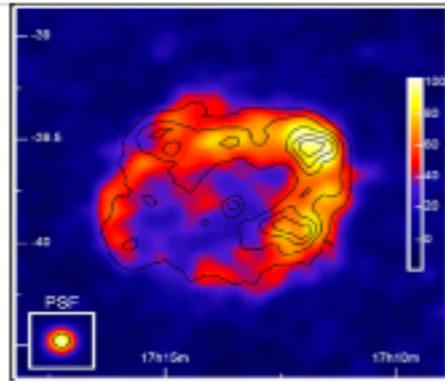
埼玉大 勝田哲, 佐々木寅旭,
砂田裕志, 立石大, 寺田幸功

東海大 櫛田淳子,
生天目康之, 西嶋恭司,
原田善規

CTAで目指す物理



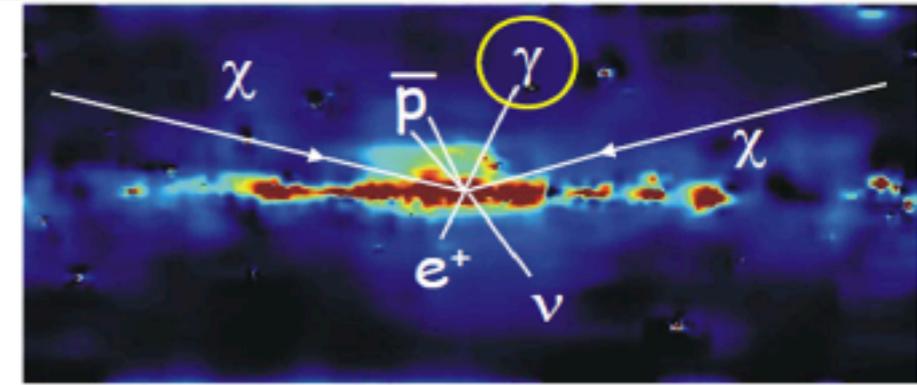
宇宙線の起源



宇宙の巨大加速器

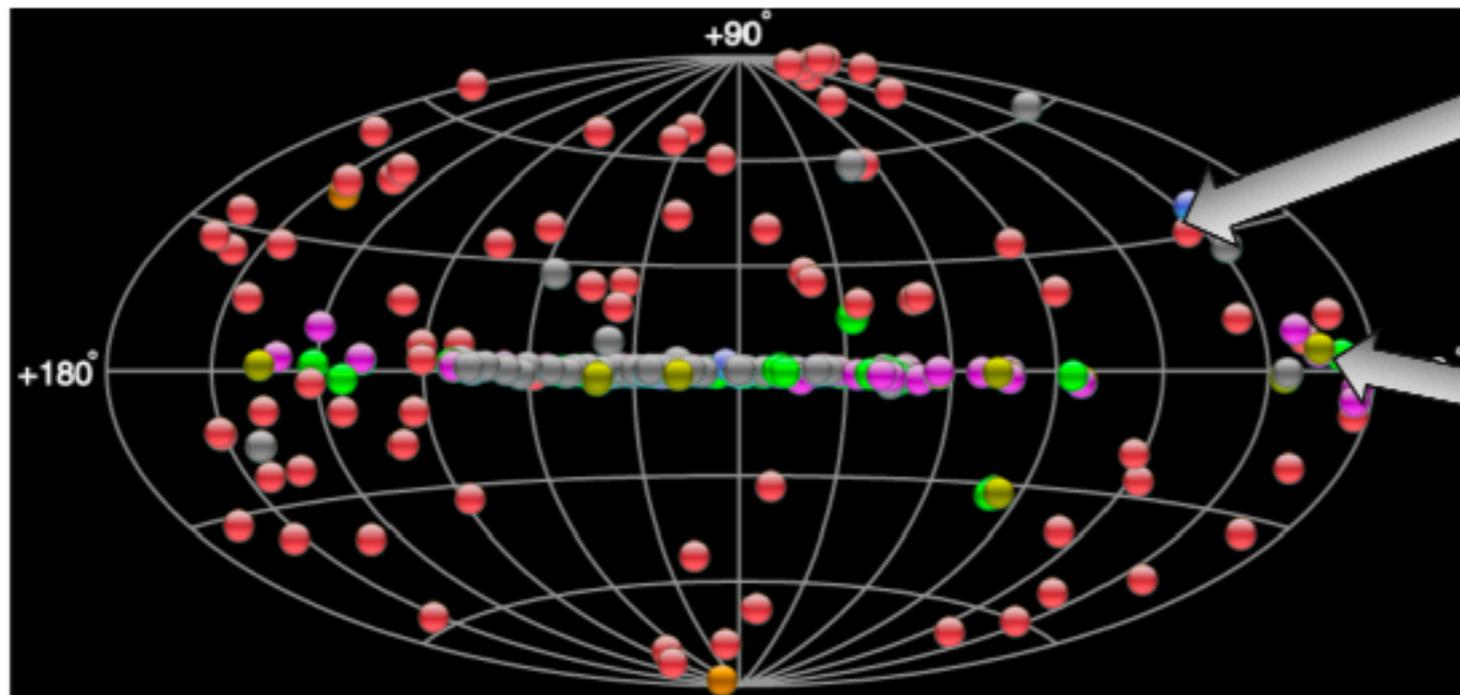


ブラックホールと
高エネルギー現象



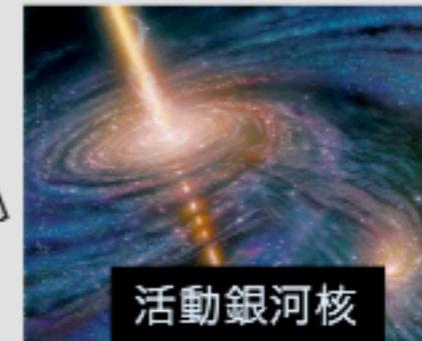
暗黒物質の探索（発見）

- 宇宙線の起源（宇宙の巨大加速器を探す）
- ブラックホールに伴う宇宙の高エネルギー現象の研究
- 暗黒物質対消滅からのガンマ線の探索



~ 220の天体が観測されているが、CTAでは>1000 天体が観測される

系外天体

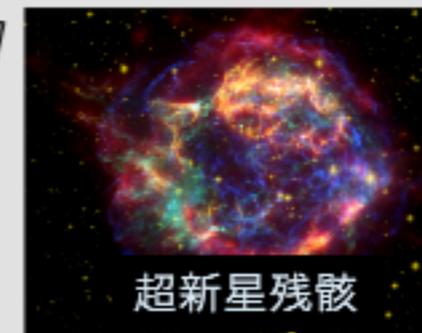


活動銀河核

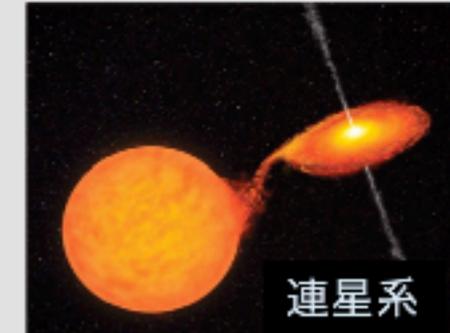


ガンマ線バースト

銀河系内天体

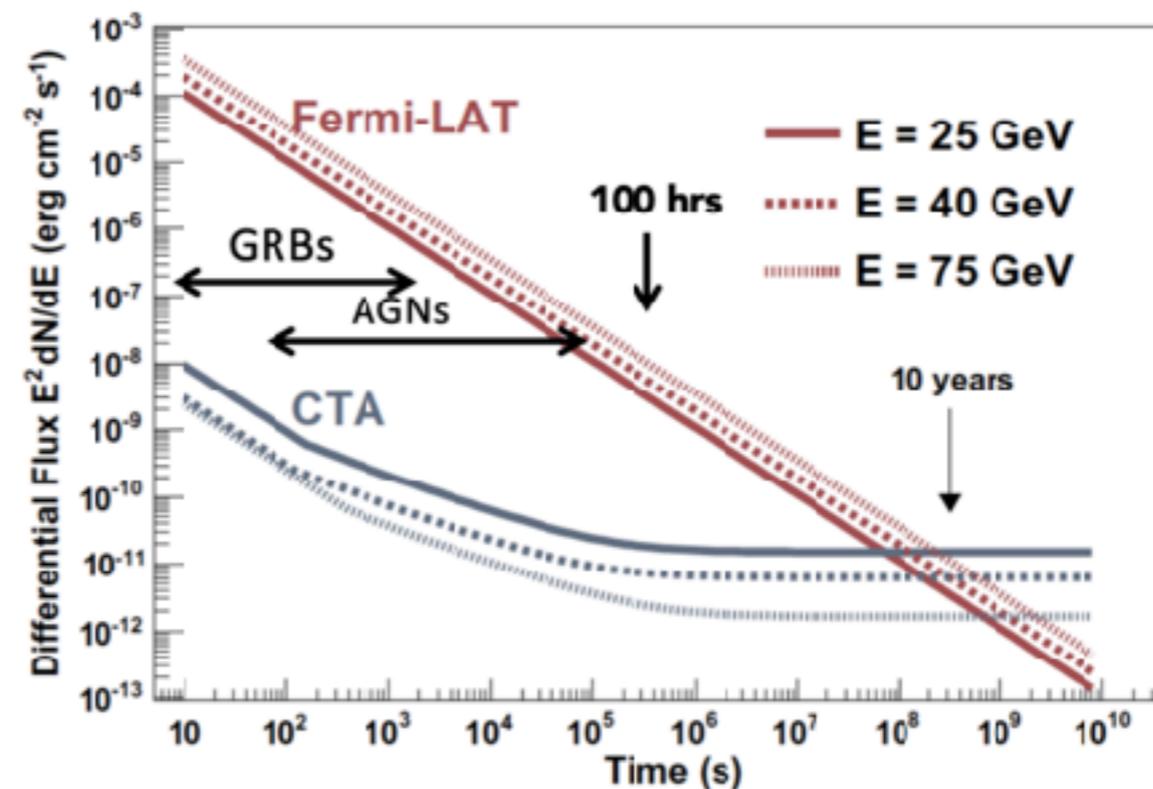
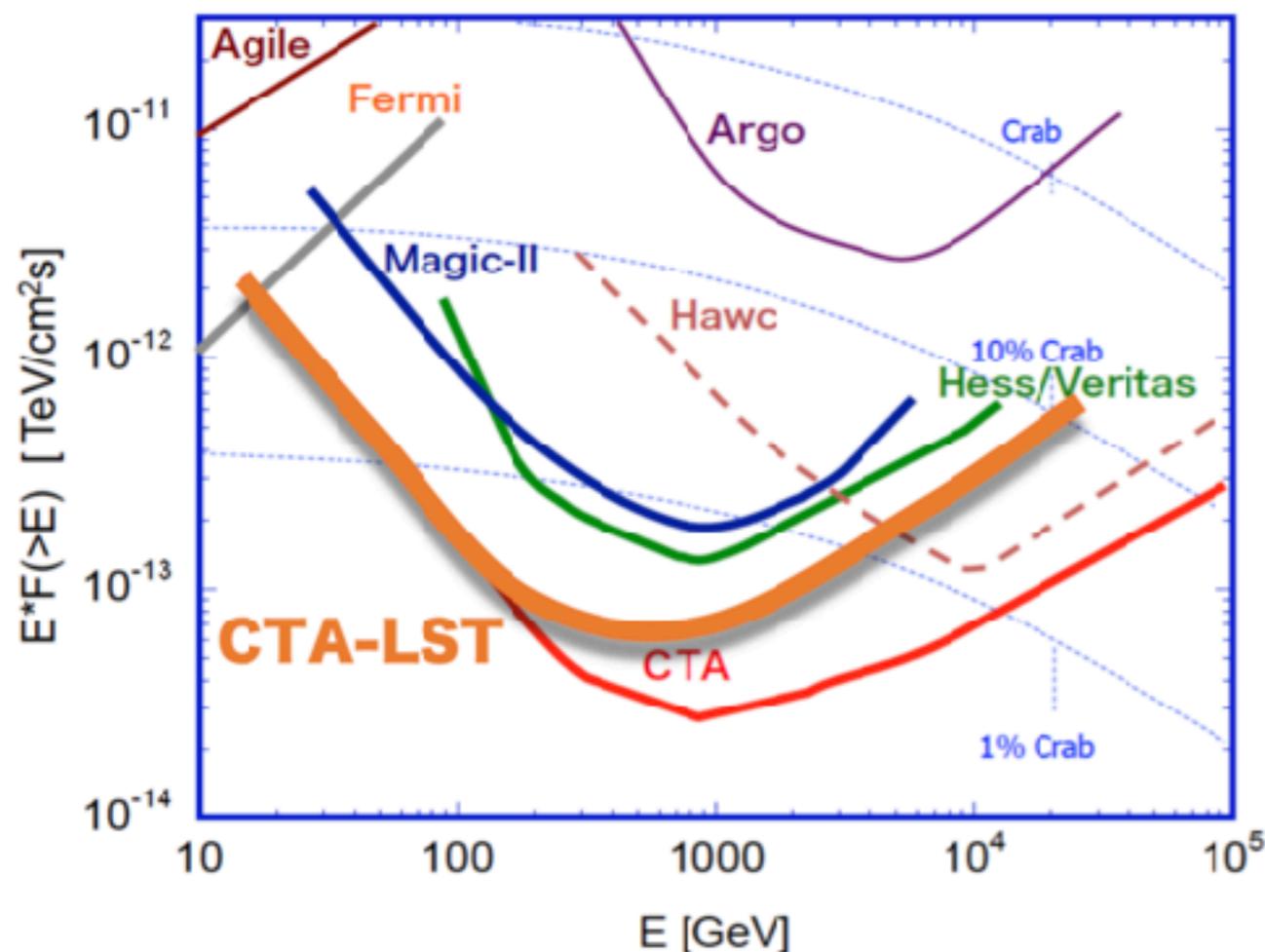


超新星残骸



連星系

CTA / LST (大口径望遠鏡) の性能



- 現行IACTの約10倍、TeV領域で過去最高の感度
- GRB/AGNフレア等の短時間観測でFermi-LATの4-5桁高い感度
- LST: E閾値 20 GeV~200 GeVまでを担当。20秒以内の追尾開始

LST × (北4+南4)
23m口径
20 GeV - 3 TeV
FOV=4.5°

MST × (北15+南25)
12m口径
80 GeV - 50 TeV
FOV~8°

2016年~北サイト建設
2020年~南サイト建設
2022年~天文台運用
2025年~フルアレイ観測
運用期間 >20年間

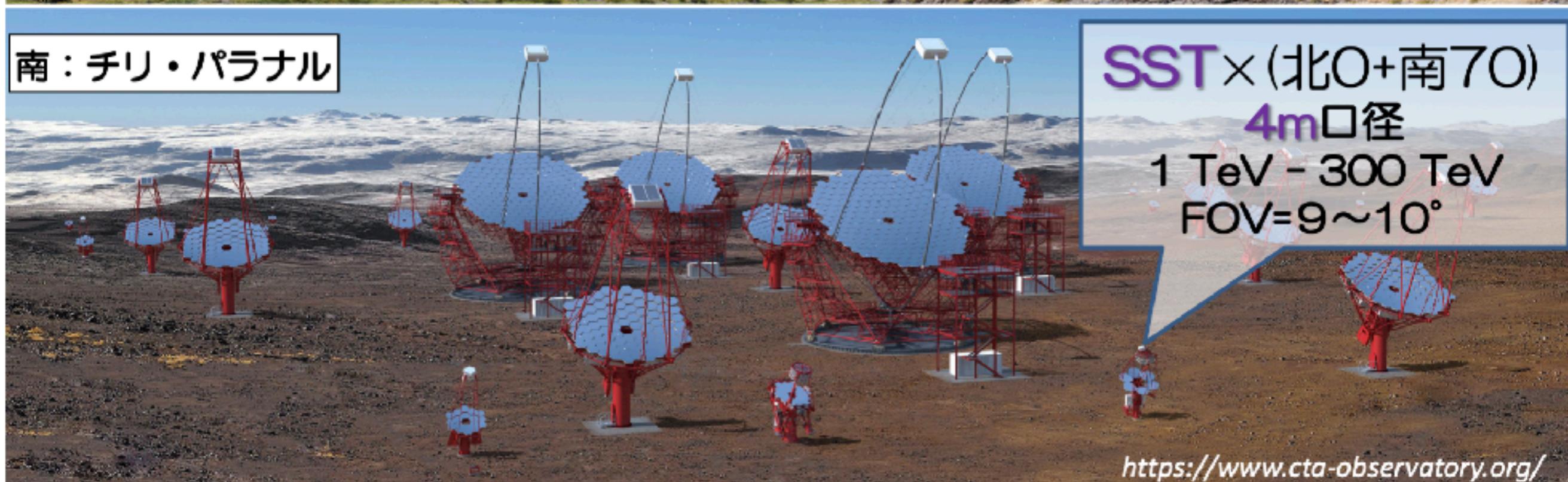
完成予想図

北：スペイン・ラパルマ島



MAGIC望遠鏡

南：チリ・パラナル

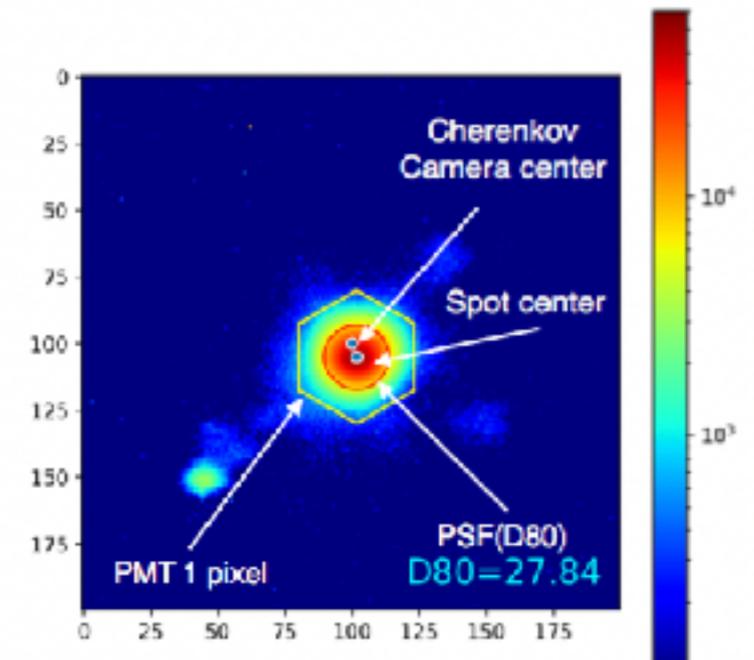


SST × (北0+南70)
4m口径
1 TeV - 300 TeV
FOV=9~10°

LST1：光学系・駆動系較正



- 光学系
 - スポットサイズ < 1PMT に調整済
 - 2月の「15年に一度の大嵐」に耐えた
 - 天頂角に応じた方向調整を開始
 - 今後：鏡ごとのCMOSによる微調整

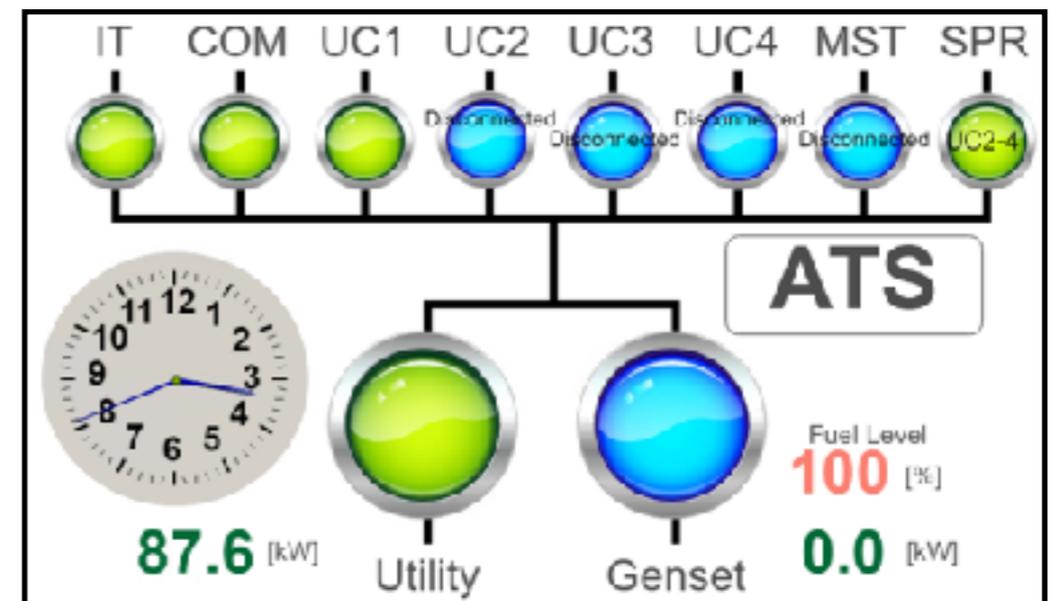


調整済み鏡のスポット

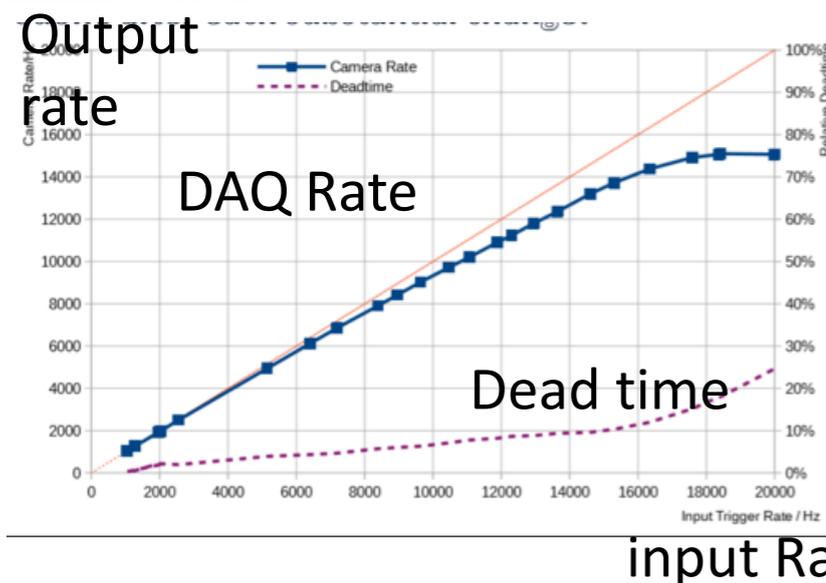
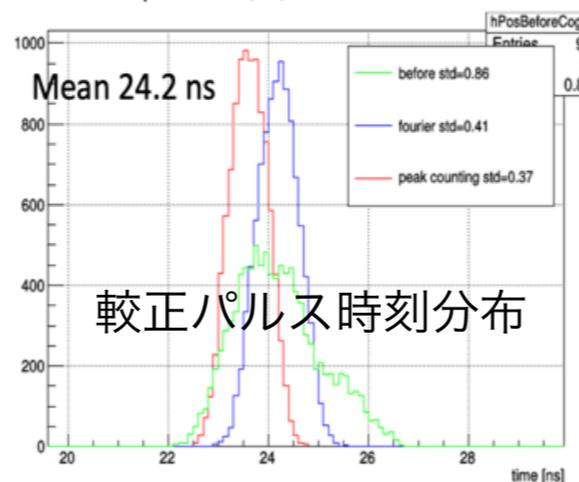
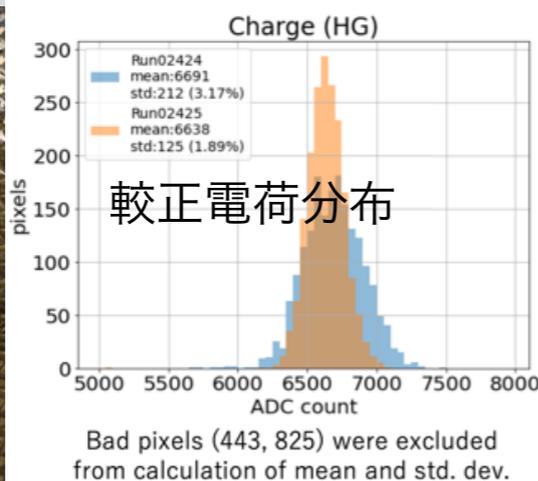
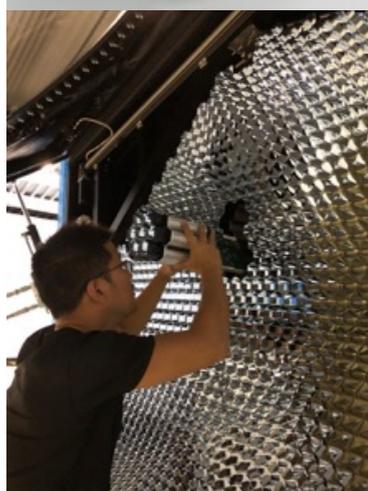
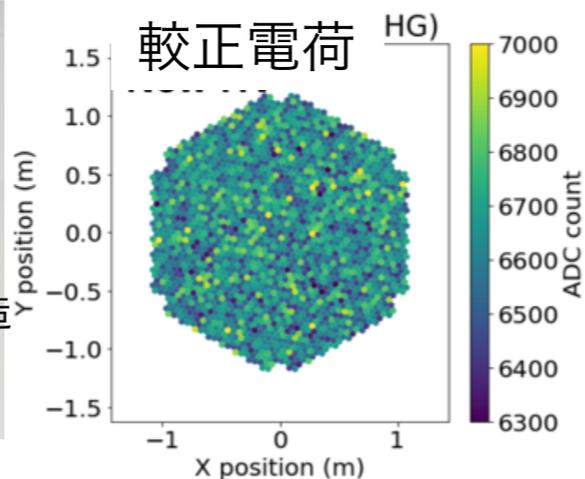
- 駆動系
 - 追尾精度向上・補正のため、星の像とカメラを比較。<10秒角を達成

- 電源系
 - 監視モニターを改善済。突発天体用の高速回転のduty cycle向上

電源系監視モニター



LST1 : カメラ校正・DAQ



LST用トリガーインターフェースボード(TIB)



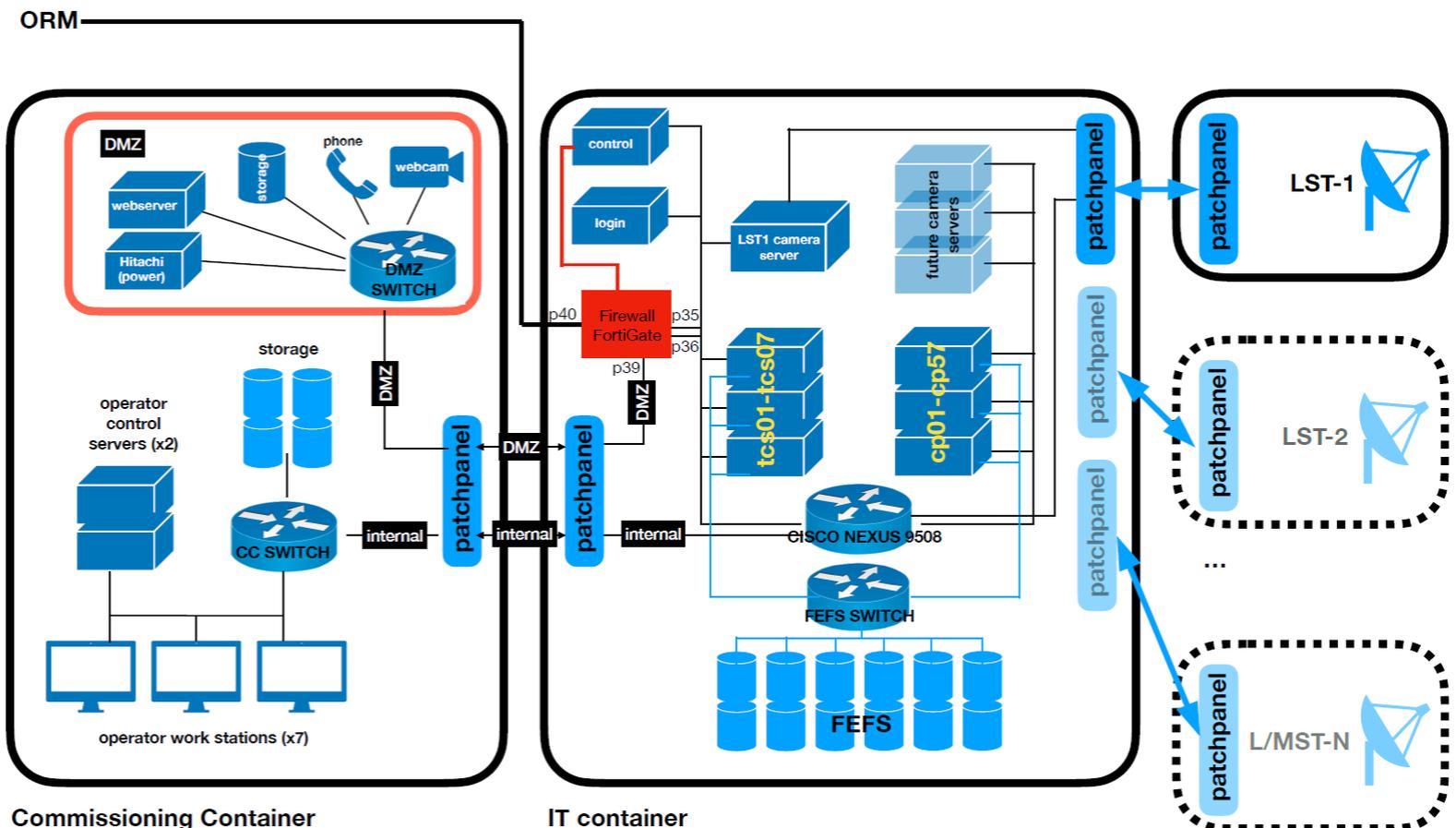
- 全モジュールが問題なく稼働
- PMT Gainは2%の精度で均一化
- 各ピクセルのタイミングも0.4nsの精度で校正
- 10 kHz のレートに対し7.5 % のdead time
- 15 kHzまでデータ取得可能
- イベントの時刻付も問題なし
- トリガーのタグづけに不具合
 - 現在は解析で判別
 - 今月Firmwareのupdateで治る予定。
- **カメラ校正の詳細は
小林講演 (CTA報告168)**

データ取得・解析・管理

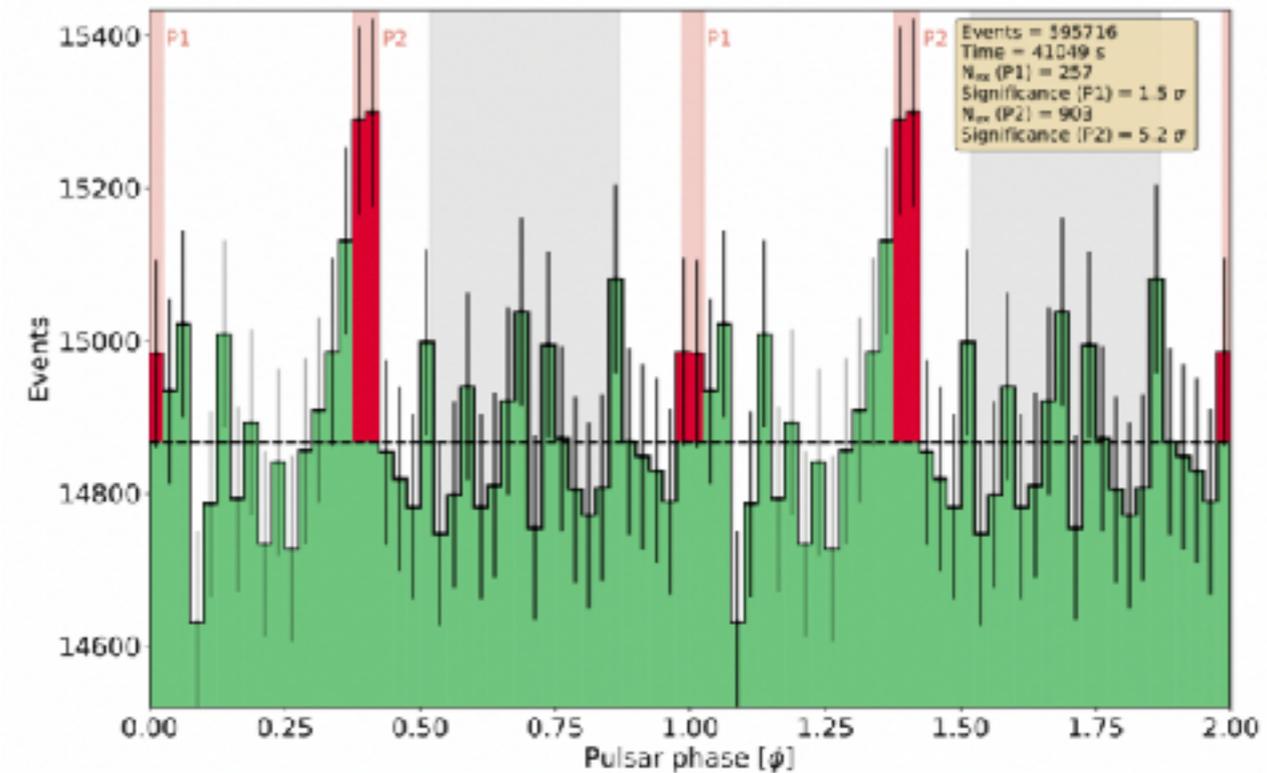
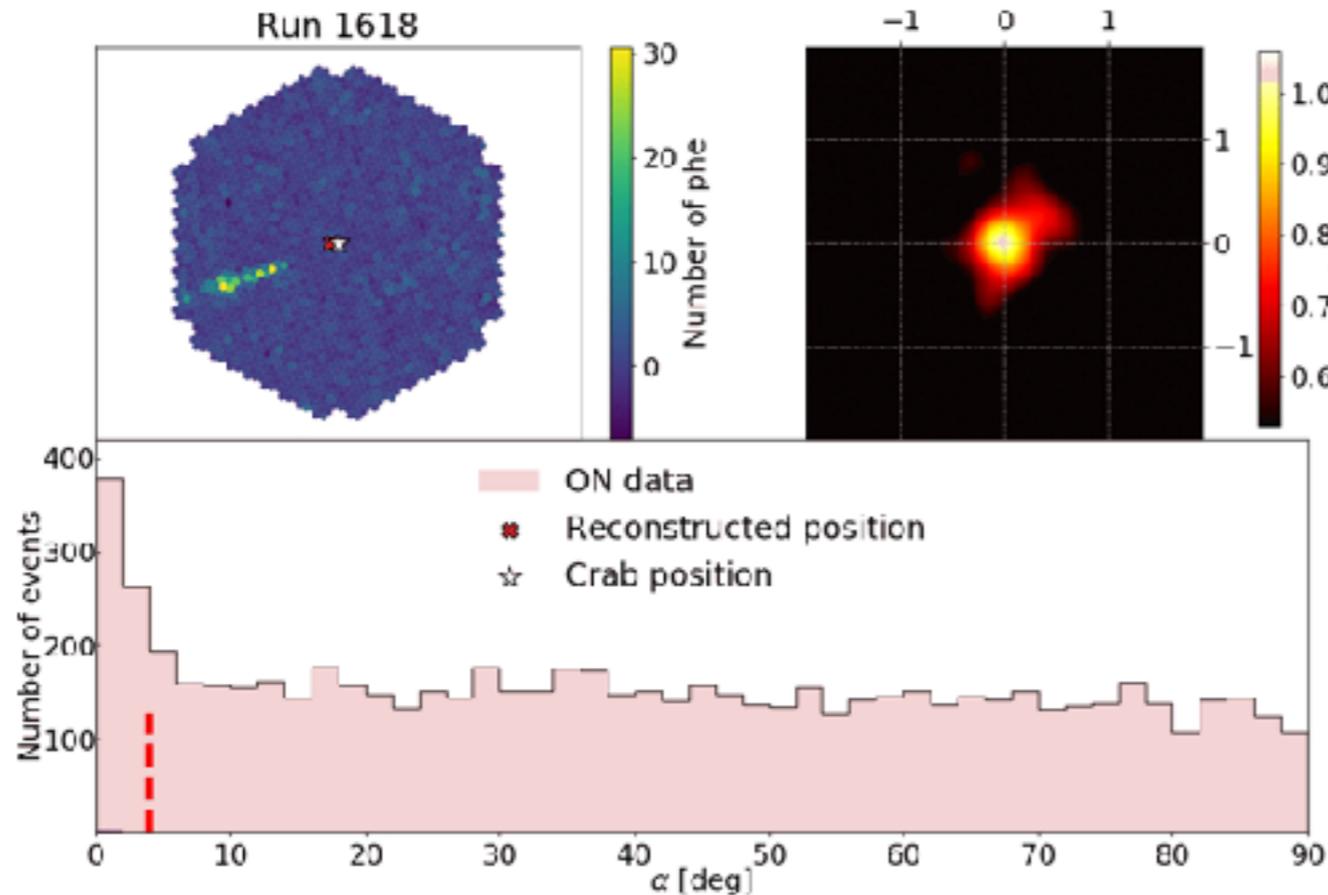
- 現地に望遠鏡制御とデータ解析のための
計算機センター（ITコンテナ）を設置
 - 2000 Core, 16TBメモリ、3PBディスク
 - 現在64サーバのうち7つを制御に利用
- 観測はコミッショニングコンテナから



- データ解析はpython
ベース。LST1 mono
解析ツールほぼ完成
- 取得データはPIC
(Barcelona)とINFN-
CNAF (Italy) にコピー



LST1 : 観測結果



かに星雲 2019年11月

かにパルサー 2020年1-2月

- 詳細は次の野崎講演 (CTA報告166)
- これ以外にAGNなどの観測も行っている
- MAGICとの共同観測も (大谷講演、CTA報告167)

LST2-4準備



- 2019年10月：Critical Design Review (CDR) 開催
- 2020年6月：CDR合格 → 日本・スペイン以外の国でもLST2-4の予算が本格化
- スイス（ジュネーブ）、チェコ、イタリア INAFが新たに参入
- 各種入札・製作進行中、建設許可申請中



LST2用の望遠鏡土台（Az回転）部分

LST2-4準備：日本担当部

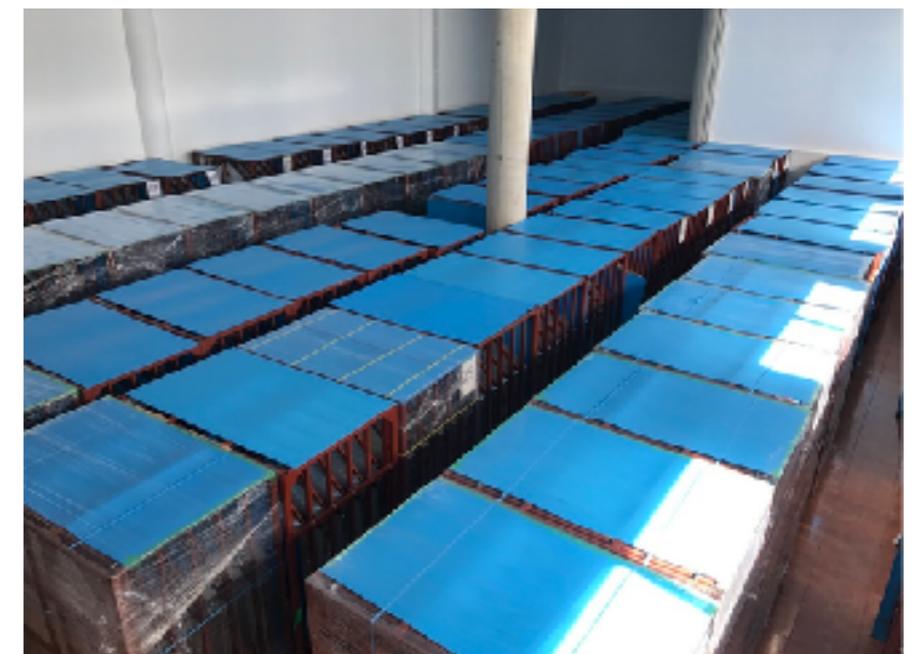


- カメラモジュール
 - 約1000組立て@テネリフェ完了
 - 約600の性能評価完了。残りを今年度に完了予定
 - 詳細は高橋講演（CTA報告169）
- 反射鏡・調整機構
 - 計1000枚の鏡、80の制御用電源配電盤、PC類はすべてラパルマに送付済
 - アクチュエータ：LST2-4で担当機関がMPIに変更。情報共有完了、承認待ち
 - LST2-4の鏡配置を検討・決定（小原講演、CTA報告170）

組立て

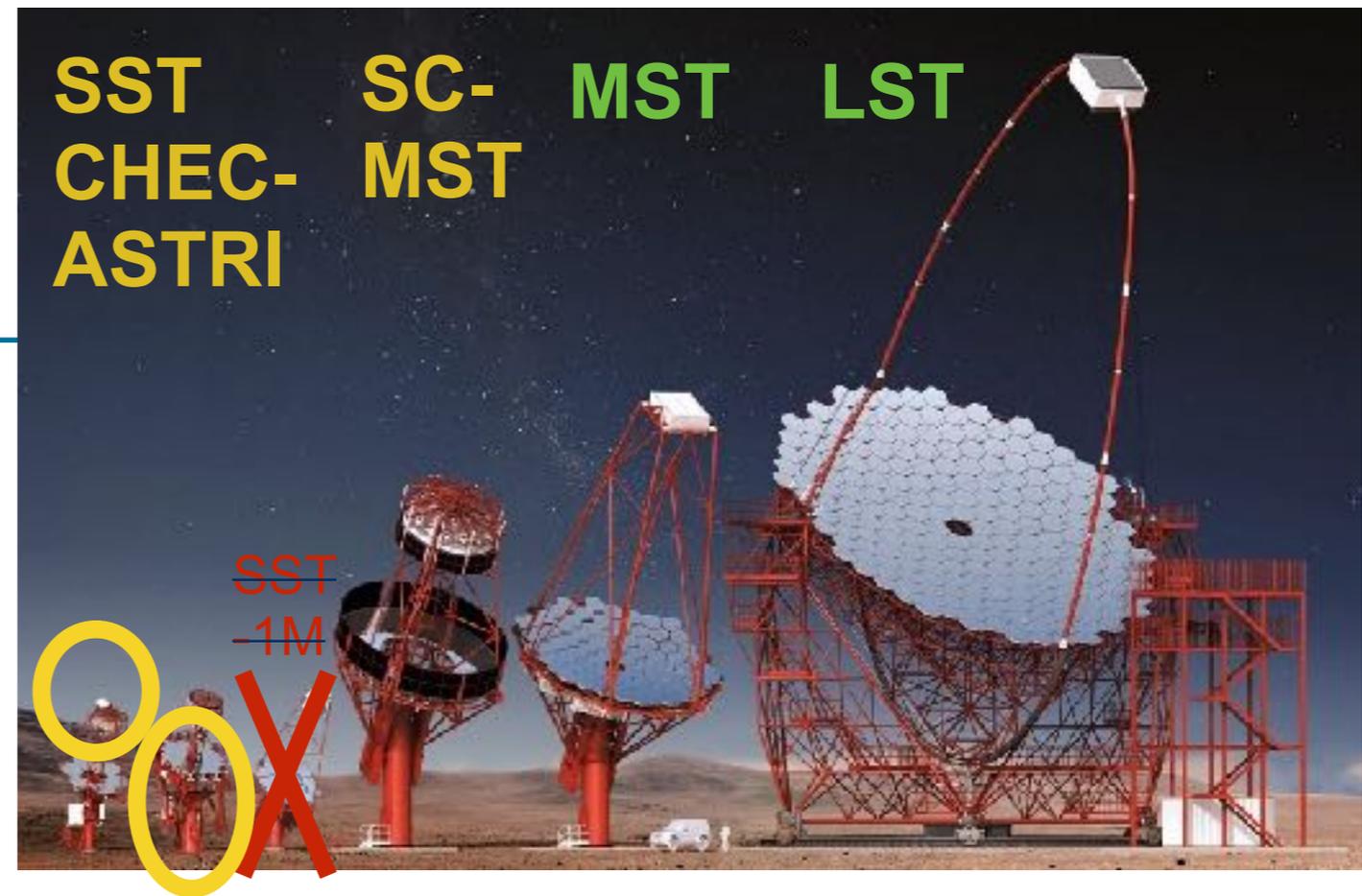


性能評価



その他の望遠鏡

- MST：2019年10月、カメラをHESSに搭載、かに星雲検出。今年北サイトで基礎工事開始
- SC-MST：**NEW** 2020年6月、プロトタイプでかに星雲検出
- SST：2018年12月、CHECカメラ + ASTRI架台でかに星雲検出
現在、プロトタイプミニアレイ（@テネリフェ）の開発中
- CHEC (SST) とMSTのためのSiPMカメラ開発
 - MST搭載に向けたPMTとの比較：赤外をカットすれば、信号が同等のままNSBが~10%低下。 **(南の) MSTへの搭載実現性あり**
 - 開発状況詳細は、田島講演（遅延クロストーク特性、素粒子実験領域）、奥村講演（SST用SiPM光検出効率、CTA報告171）



まとめ



- Cherenkov Telescope Arrayの建設・開発は順調に進行中
- 北サイトの大口径望遠鏡（LST）1号基は安定観測中。
かに星雲・パルサーの検出など具体的成果が出始めており、
様々な項目でCTA日本グループが積極的に貢献
- LSTの2-4号基の準備も概ね順調に進行中。今年建設開始予定
- 日本グループは、南サイト用SST/MSTへの開発でも貢献

