



cherenkov
telescope
array



Cherenkov Telescope Array (CTA) 計画: 全体報告(17)

野田浩司 (東大宇宙線研) 他CTA Consortium

2020年3月19日 日本天文学会@筑波大学

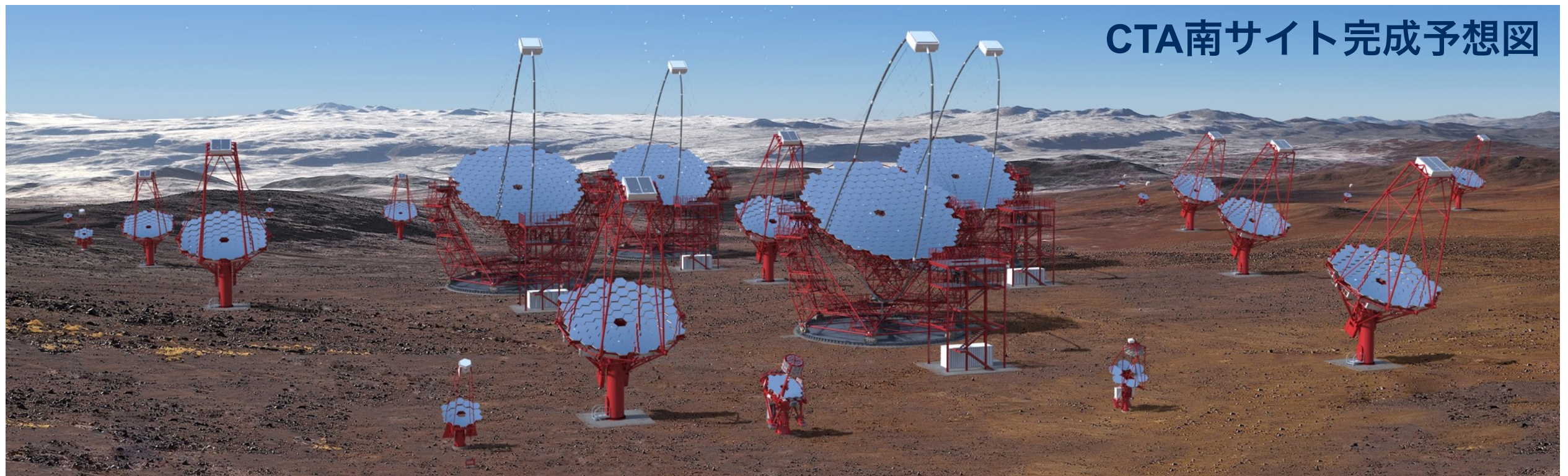
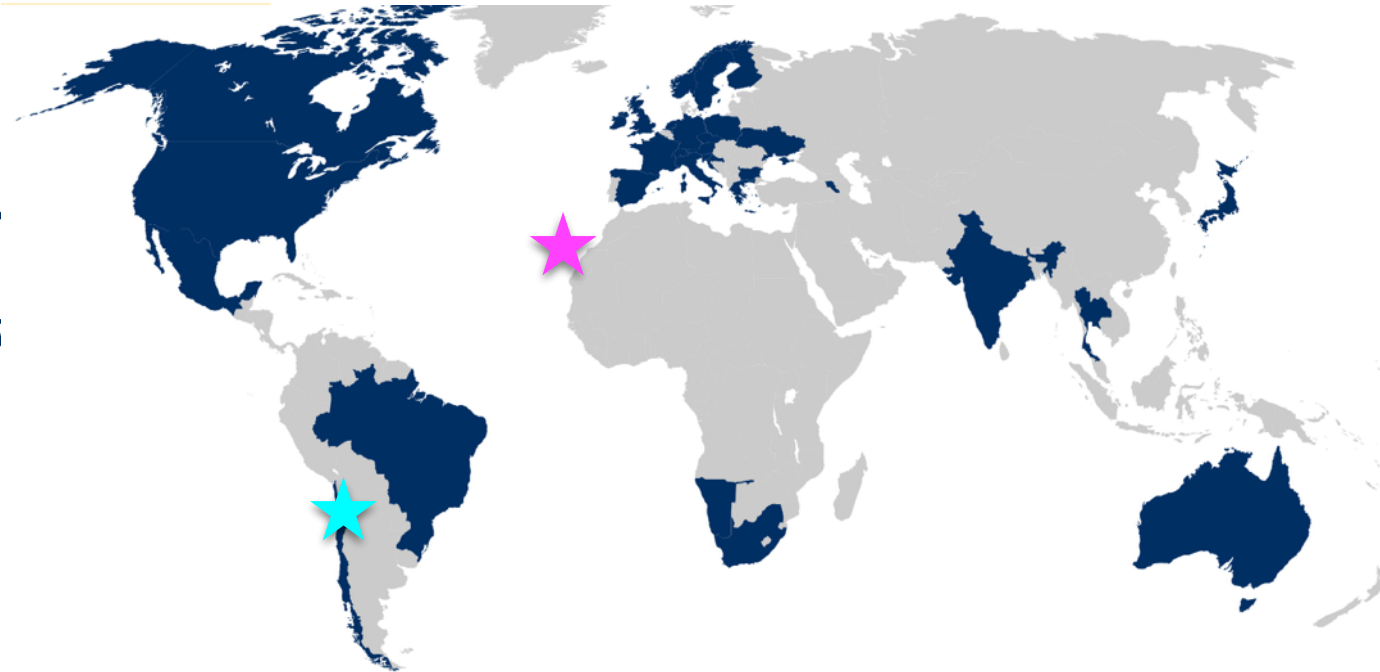
CTA-Japan

- **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, 鈴木萌, 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, 石崎渉
- **京大理** 今川要, 岡知彦, 梶原侑貴, 川中宣太, 窪秀利, 田中孝明, 鶴剛, 野崎誠也, 李兆衡
- **近畿大** 千川道幸, 藤原千賀己
- **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, 田村謙治, 塚本友祐, 町支勇貴, 山本常夏
- **埼玉大** 勝倉大輔, 勝田哲, 砂田裕志, 立石大, 寺田幸功
- **東海大** 緒方智之, 櫛田淳子, 辻本晋平, 生天目康之, 西嶋恭司, 原田善規, 古田智也

- **東大宇宙線研** 浅野勝晃, 阿部日向, 栗井恭輔, 石尾一馬, 稻田知大, 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, 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 Dzhatdov, Daniela Hadasch, David C.Y. Hui, Emil Khalikov, Albert K.H. Kong, Pratik Majumdar, Daniel Mazin, Ellis R. Owen, Marcel Strzys, Jumpei Takata, Thomas P. H. Tam, Wenwu Tian, Ievgen Vovk
- **東大理** 大平豊, 鈴木寛大, 戸谷友則, 中山和則, 馬場彩
- **東北大** 木坂将大, 當真賢二
- **徳島大** 折戸玲子
- **名大理** 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, 中村裕樹, 日高直哉, 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

Cherenkov Telescope Array

- 31カ国、>200組織、>1500名
- CTA Japan: 27組織、132名
- 北サイト: スペイン・カナリア諸島・ラパルマ島、南サイト: チリ・パラナ
- 大中小 3口径の解像型大気チェレンコフ望遠鏡を、合計100台近く設置予定



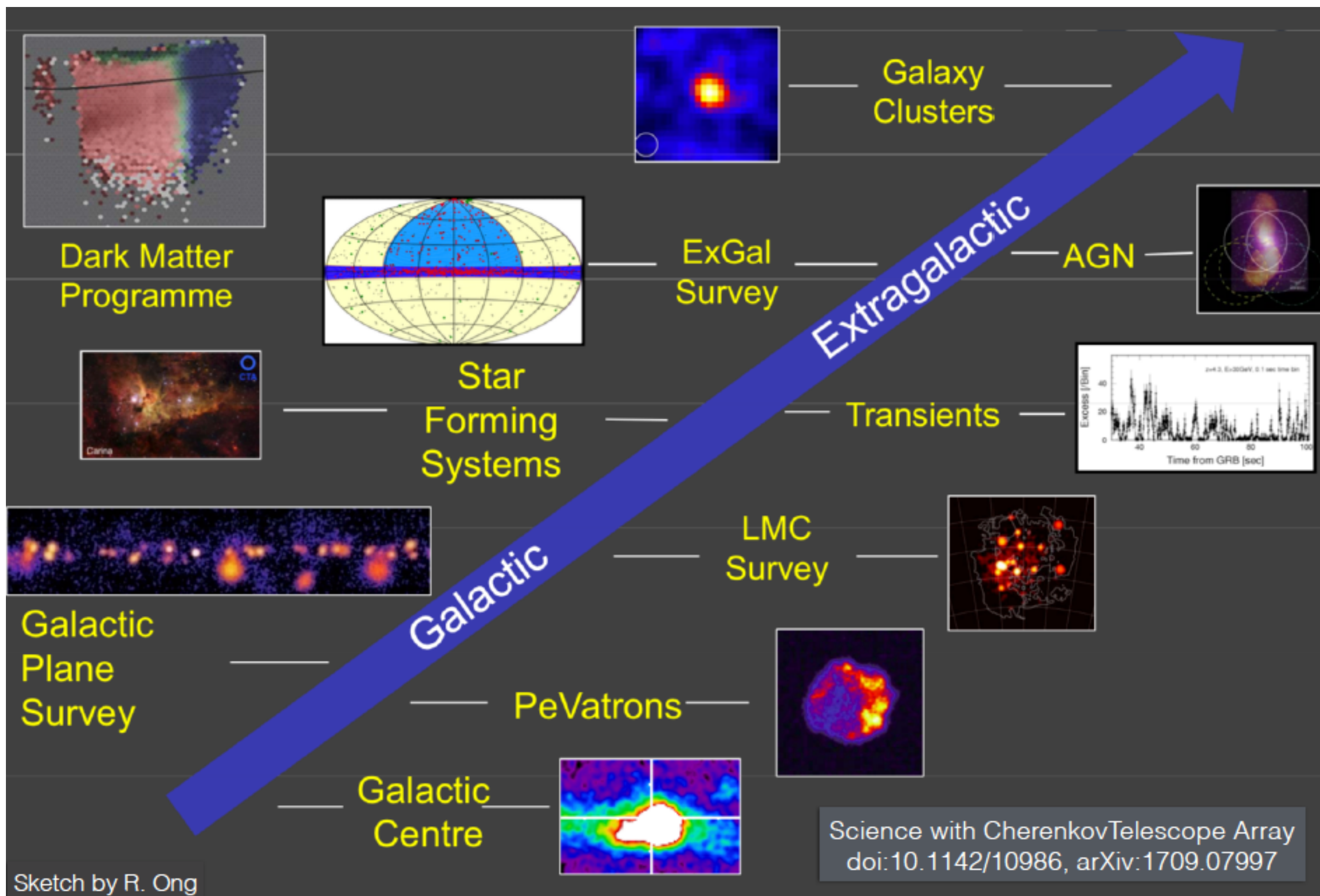
プロジェクト進捗状況



- 北サイト：大口径望遠鏡（LST）4台、中口径（MST）5-15台
 - 2018年10月: LST-1竣工式
同12月: 最初の宇宙線像取得
 - 2019年11月: **LST1によるガンマ線事象の初観測（Crab）**
 - 2020年1月: 安定観測シフト開始
- 2020年: LST2-4（+MST1）の基礎工事・建設を開始
- 2023年: LST4台 + MST1台を完成
- 南サイト：LST4台、MST25台、小口径（SST）70台
 - 2020年: インフラ整備開始予定



CTAで狙う宇宙・天体物理



突発天体（特にGRB）



- 2019 "VHE GRB year" : MAGIC（とHESS）によるGRBの検出

近くて明るければ遅れても見える

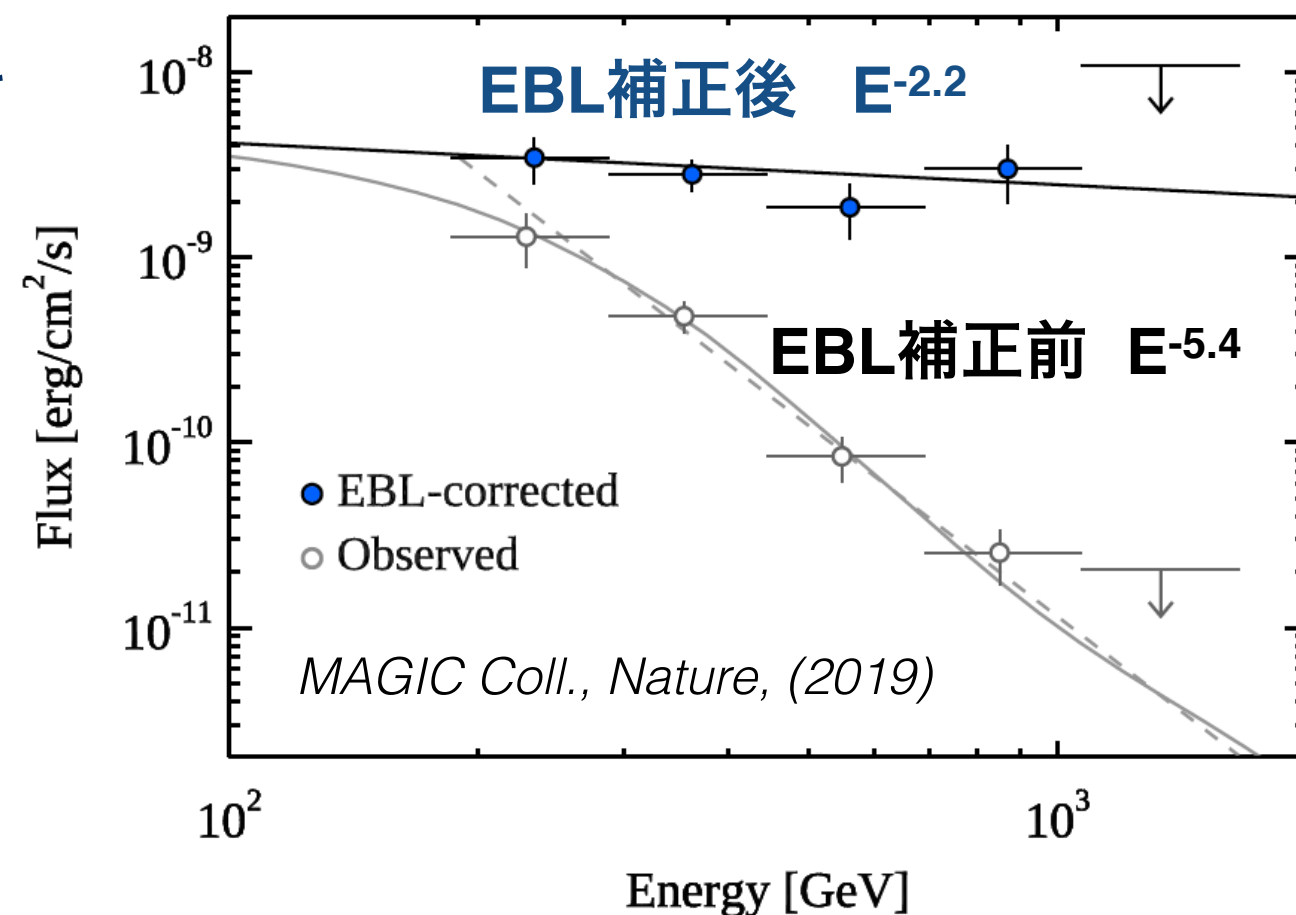
詳細は秋の深見井上両講演、浅野講演(W43a)

- 現状Afterglowのみ。prompt放射に迫るには、>1分の遅れは致命的
- EBLによる吸収を避けるには、~100 GeVガンマ線を狙いたい

CTA、特にLSTによる
時間領域の天文学

conditions with $z < 1$ and $T_{\text{delay}} < 1$ hr: **MAGIC GRBs**

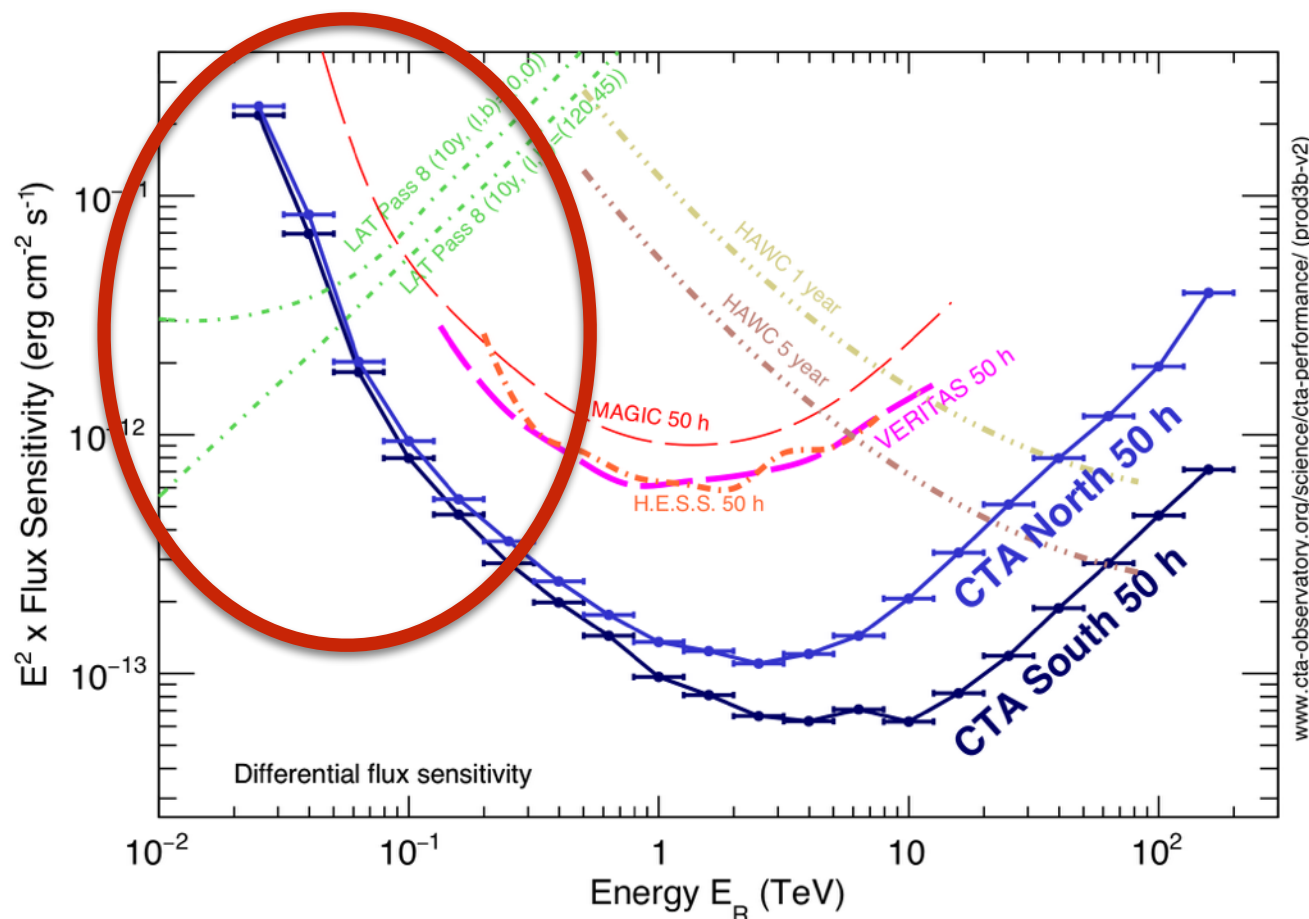
Event	redshift	T_{delay} (s)	Zenith angle (deg)	class	E_{iso} (erg)
GRB 061217	0.83	786.0	59.9	short	8×10^{49}
GRB 100816A	0.80	1439.0	26.0	short	6×10^{51}
<u>GRB 160821B</u>	<u>0.16</u>	<u>24.0</u>	34.0	short	2×10^{50}
<u>GRB 190114C</u>	<u>0.42</u>	<u>58.0</u>	55.8	long	3×10^{53}



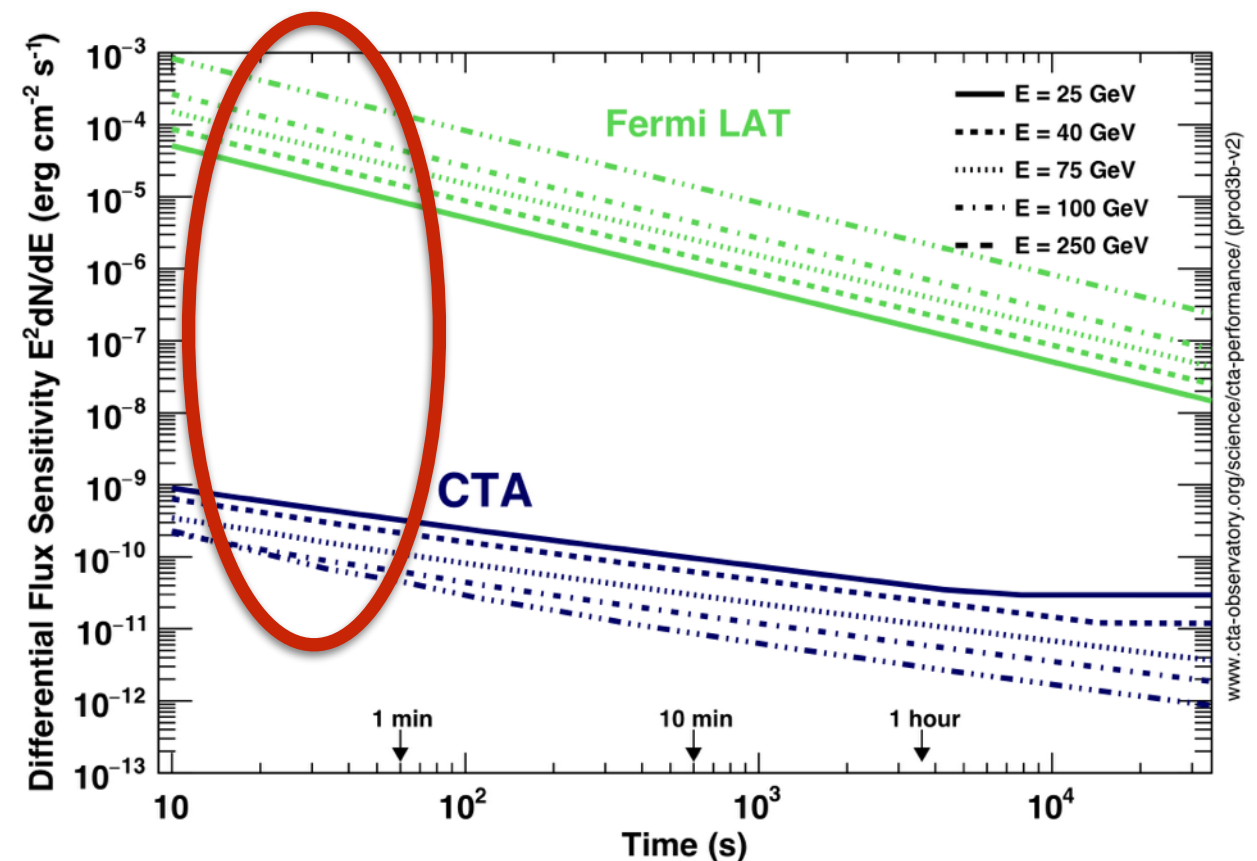
GRB 190114C 40分間スペクトル

大口径望遠鏡 Large Size Telescope (LST)

LSTは<300 GeVの低E領域を担当、Fermi-LATと相補的。短時間ではLATの4-5桁高い感度。180度 / 20秒で高速回転できるのはLSTだけ



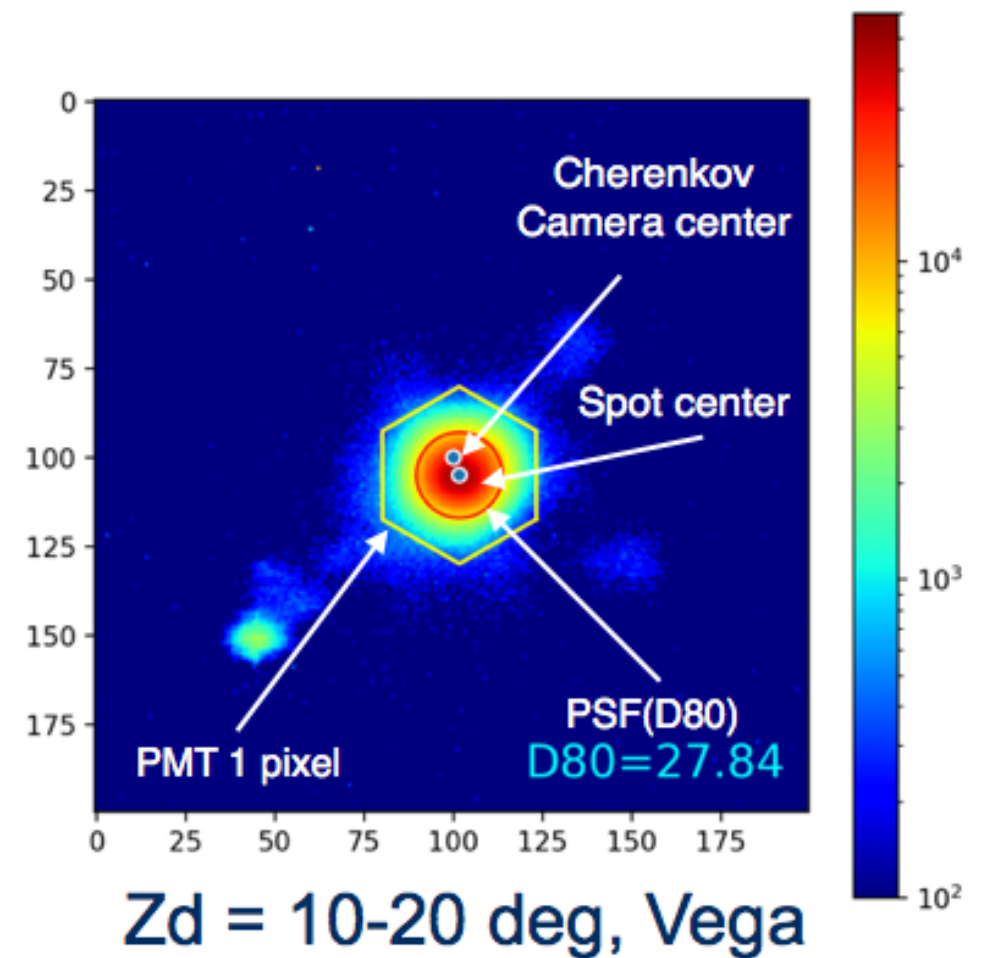
積分感度 vs. E



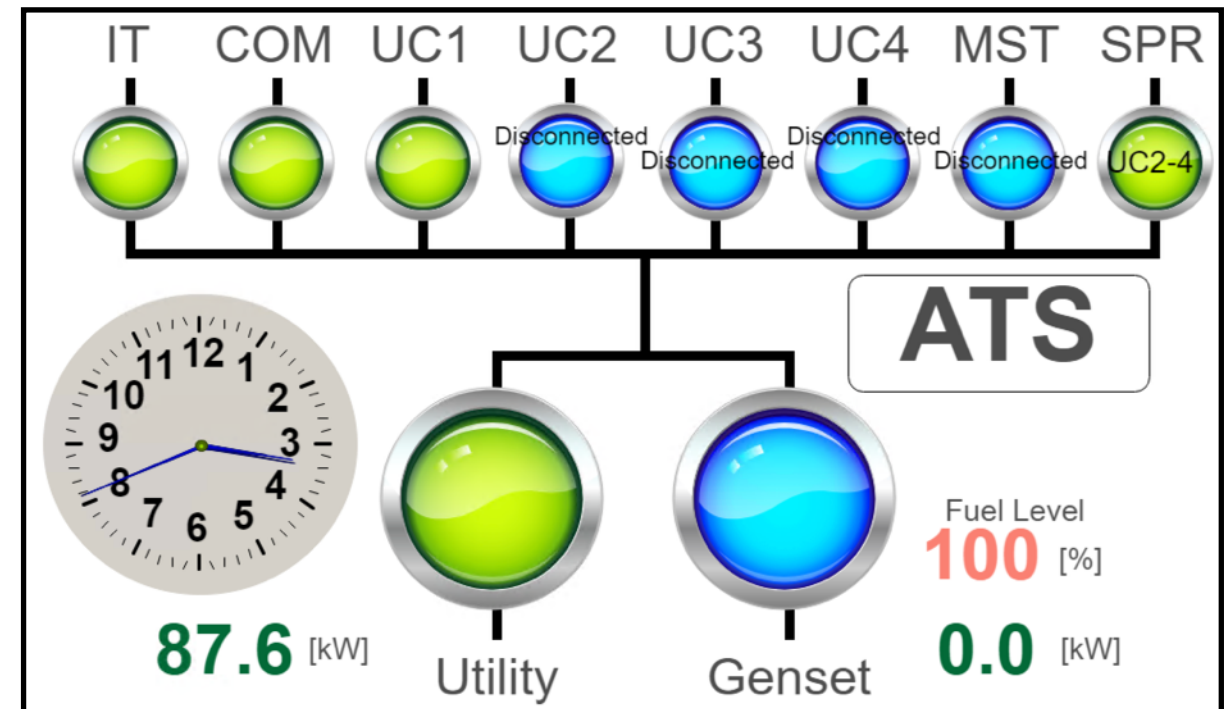
感度 vs. 積分時間

LST commissioning

- 光学系
 - 昨年夏に鏡~200枚を調整・固定
 - 焦点化したスポットサイズ < 1 PMT
 - 今後、天頂角等に応じた微調整を導入
- 駆動系
 - 停止時ロック機構を改善
 - 追尾の問題を解消、安定運用中
- 電源系：高速回転時には
フライホイールで追加供給
 - 監視モニターを整備、高速回転の
Duty cycleを100%に近づける努力



調整済み鏡のスポット

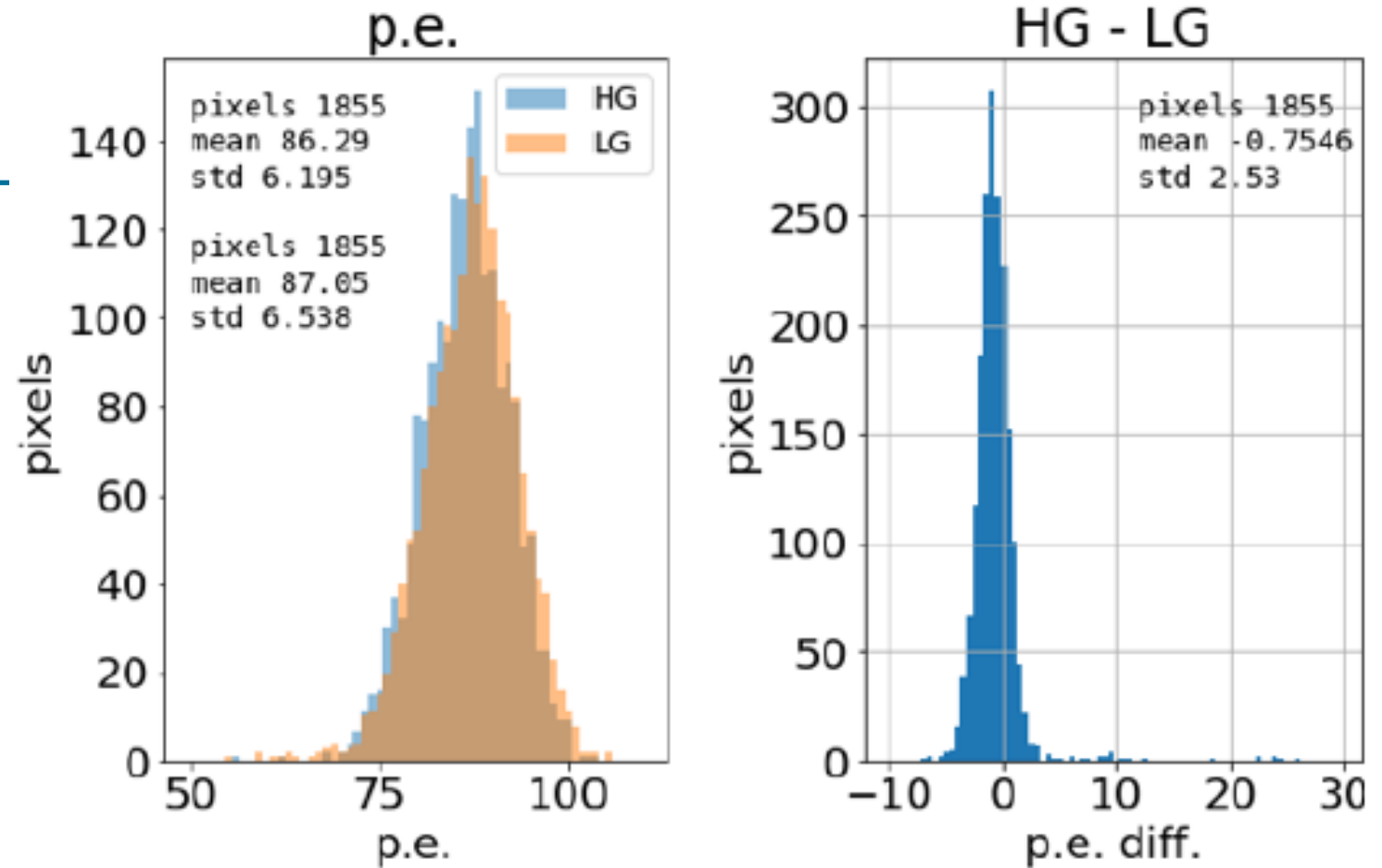


電源系監視用ディスプレイ

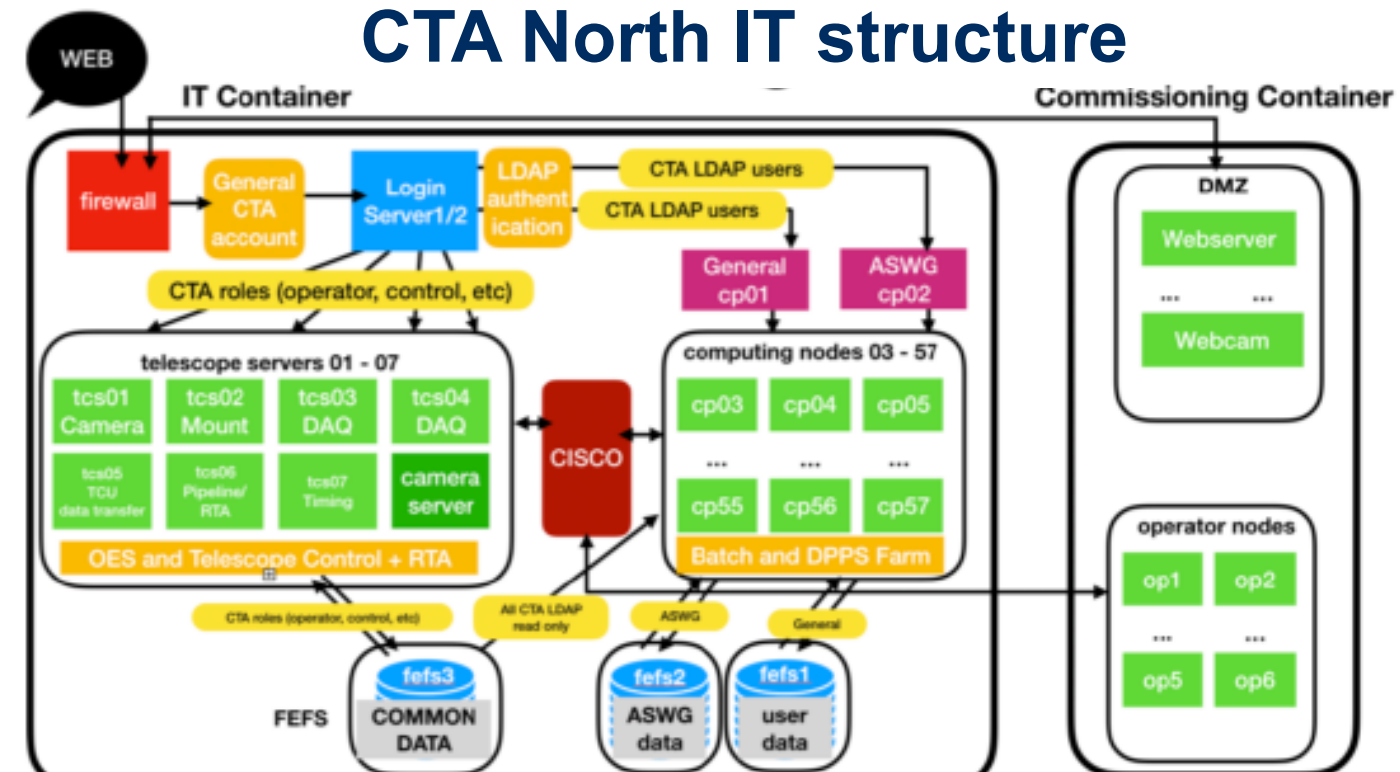
LST

- カメラ
 - 問題なく稼働、較正中
 - 詳細は野上講演
- データ取得・解析
 - タイムスタンプ微調整中
 - Crabガンマ線・ミュオン consistencyを10%精度で確認
 - MAGICとのクロス解析進行中
- データセンター
 - 望遠鏡用サーバ、計算ノード、各種サーバが問題なく稼働中
 - 加湿器を導入

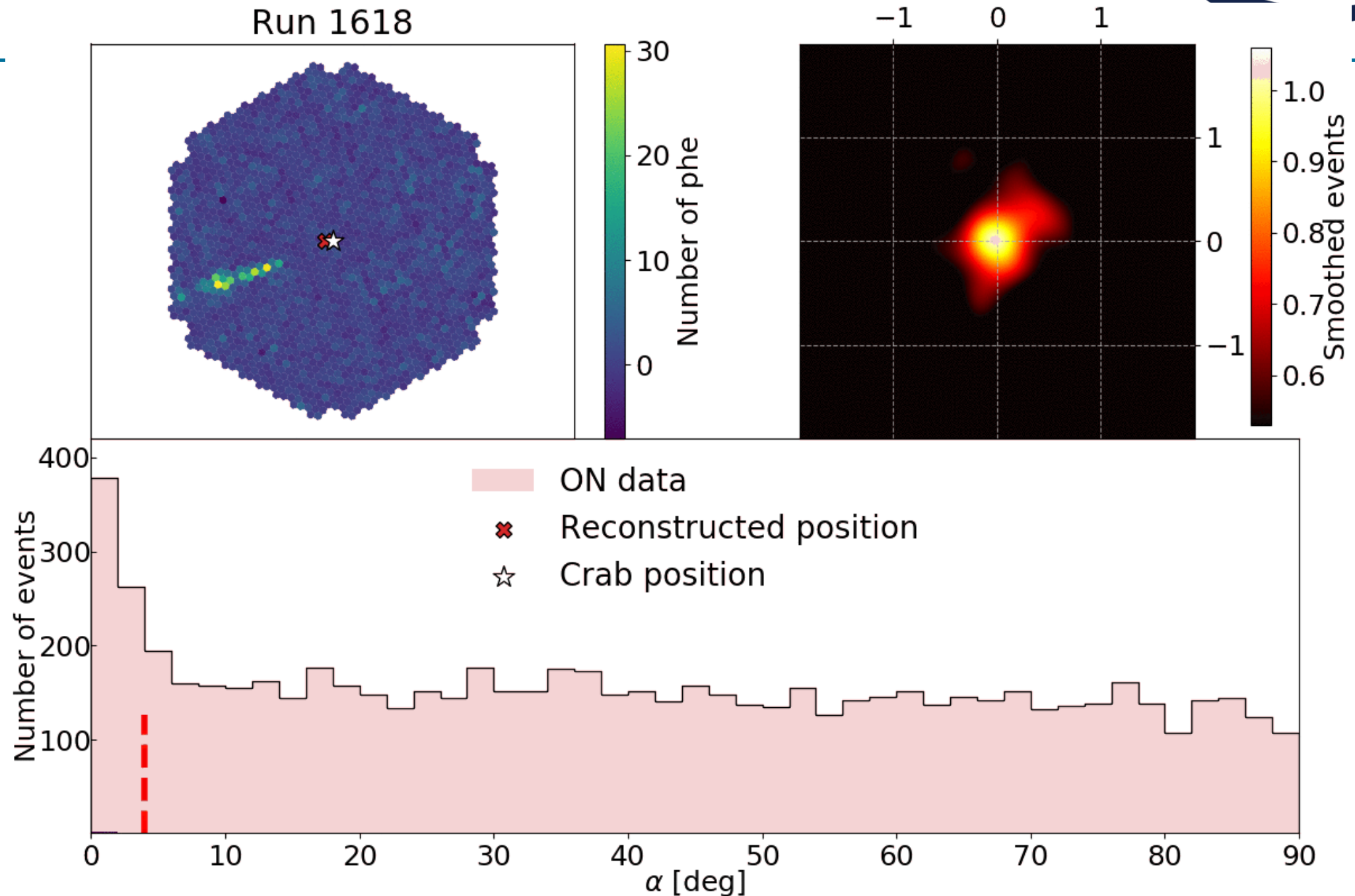
一様性チェック (HG/LG = High/Low Gain)



CTA North IT structure

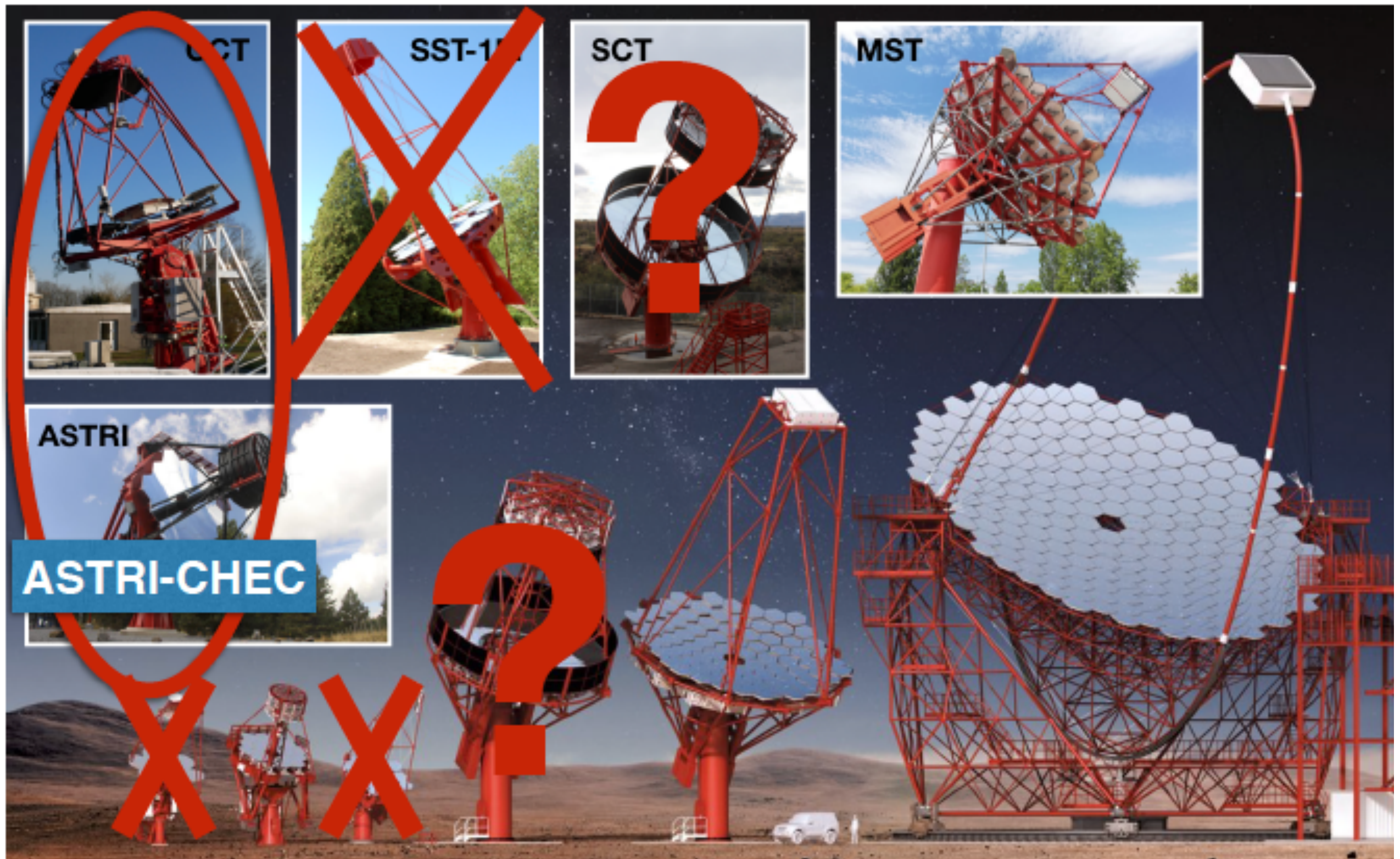


First Crab data



- 2019年11月23日取得。その後も安定、データ取得シフトを開始
- 2020年2月下旬：>15年に1度の大嵐（最大風速157 km/h ~= 台風19号）
幸い大問題はなかったが、細かい故障箇所が出たため、現在復旧中

MST / SST の”一本化”

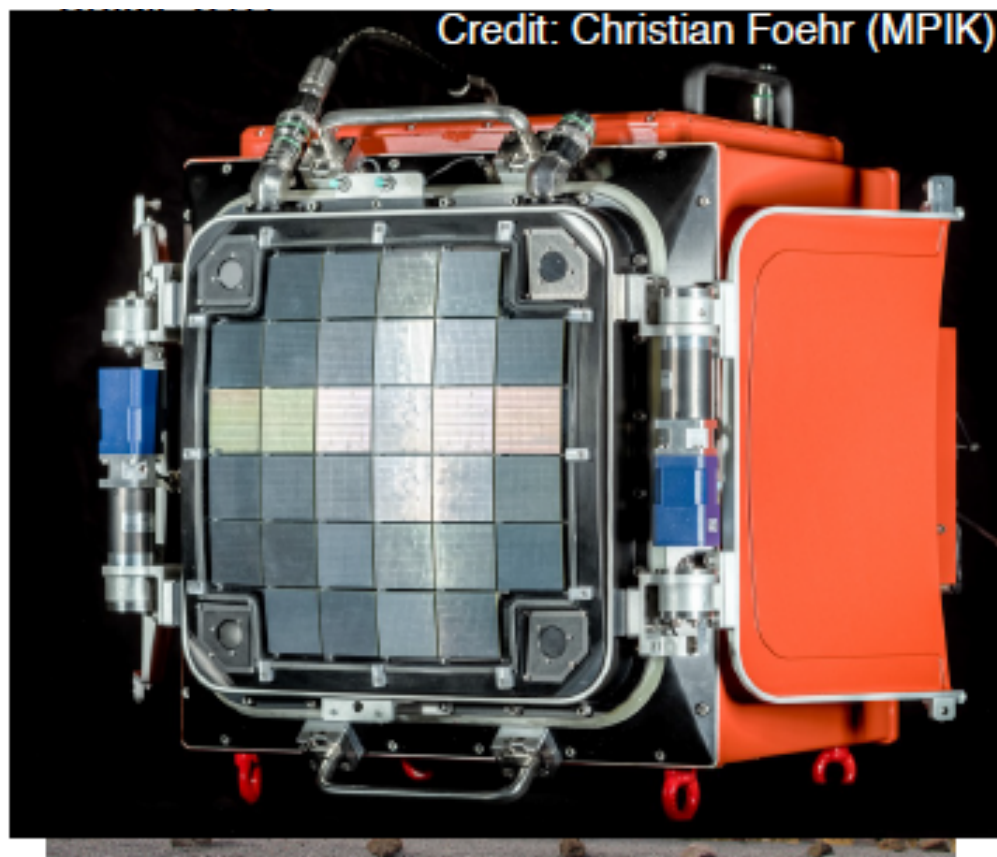


SiPM camera for MST/SST

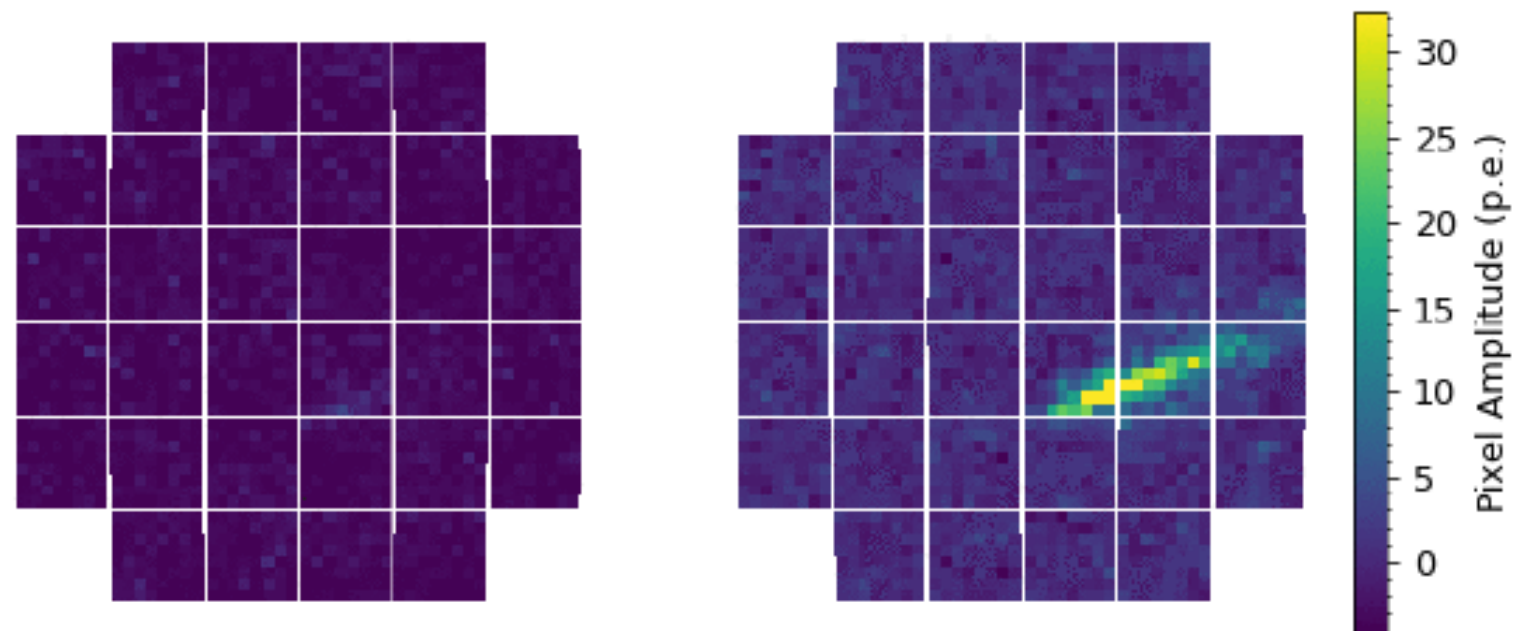


- 名大ISEE: CHEC camera (SST) とMSTのためのSiPMカメラを開発
 - ASTRI prototypeに載せたCHECカメラで宇宙線像撮像に既に成功
 - MST搭載に向けたPMTとの比較：赤外をフィルタでカットすればチェレンコフ光量が同等のままNSBを~10%抑えられる

SiPMは（南の）MSTカメラへの搭載実現性が十分あり



Gamma-ray Cherenkov Telescope



Credit: Jason Watson (Oxford/MPIK)

まとめ



- CTA：南北半球の大気チェレンコフ望遠鏡群による全天観測
- 大口径望遠鏡（LST）：特にGRBなどの突発天体の物理
- 約1年間の試運転期間を経て、1台目LSTがデータ取得を開始
- 今年から北の2-4台目LSTとMSTの建設を開始、南へ繋げる

