

Cherenkov Telescope Array (CTA) 計画: 全体報告 (9)

窪 秀利 (京都大学)

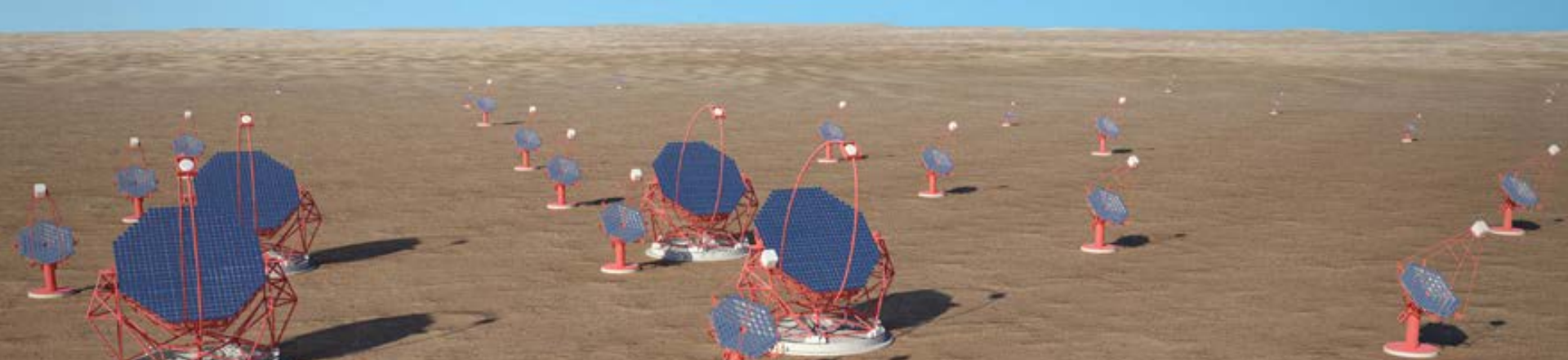
CTA-Japan (107名) 手嶋政廣^{A, B}, 窪秀利^C, 戸谷友則^D, 浅野勝晃^A, 井岡邦仁^E, 池野祐平^F, 石尾一馬^A, 稲田知大^A, 井上進^A, 井上剛志^G, 井上芳幸^H, 猪目祐介^I, 岩村由樹^A, 内山泰伸^J, 梅津陽平^F, 大石理子^A, 大岡秀行^A, 大平豊^K, 奥村暁^{L, M}, 小野祥弥^N, 折戸玲子^O, 加賀谷美佳^N, 格和純^P, 片岡淳^Q, 片桐秀明^N, 加藤翔^A, 掃部寛隆^R, 河島孝則^L, 川中宣太^D, 木坂将大^E, 岸田柊^R, 櫛田淳子^F, 郡司修一^R, 郡和範^E, 小山志勇^H, 今野裕介^C, 齋藤隆之^C, 榊直人^A, 佐藤雄太^L, 佐野栄俊^S, 澤田真理^K, 重中茜^N, 柴田徹^K, 高橋慶太郎^T, 高橋弘充^P, 高橋光成^A, 高見将太^I, 武田淳希^R, 田島宏康^L, 立原研悟^S, 田中周太^A, 田中孝明^C, 田中真伸^E, 田中康之^P, 谷川俊介^C, 千川道幸^U, 長紀仁^N, 辻本晋平^F, 鶴剛^C, 寺田幸功^V, 當真賢二^W, 門叶冬樹^R, 友野弥生^F, 鳥居和史^S, 内藤統也^X, 中嶋大輔^A, 長瀧重博^Y, 中森健之^R, 中山和則^D, 永吉勤^V, 西嶋恭司^F, 野田浩司^A, 畑中謙一郎^C, 早川貴敬^S, 林田将明^A, 原敏^X, 馬場彩^K, 日高直哉^L, 平井亘^F, 広谷幸一^A, 深沢泰司^P, 深見哲志^A, 福井康雄^S, 福田達哉^S, 藤田裕^Z, 増田周^C, 松岡俊介^V, 松本浩典^{AA}, 水野恒史^P, 村石浩^{AB}, 村瀬孔大^A, 本橋大輔^N, 森浩二^{AC}, 柳田昭平^N, 山崎了^K, 山根暢仁^L, 山本常夏^I, 山本宏昭^S, 吉池智史^S, 吉越貴紀^A, 吉田篤正^K, 吉田龍生^N, 吉田麻佑^F, 李兆衡^H, DANG VIET TAN^N, Daniela Hadasch^A, Daniel Mazin^A

29機関

東大宇宙線研^A, マックスプランク物理^B, 京大理^C, 東大理^D, KEK素核研^E, 東海大理^F, 国立天^G, ISAS/JAXA^H, 甲南大理工^I, 立教大理^J, 青学大理工^K, 名大STE研^L, マックスプランク核物理^M, 茨城大理^N, 徳島大総科^O, 広大理^P, 早大理工^Q, 山形大理^R, 名大理^S, 熊本大理^T, 近畿大理^U, 埼玉大理^V, 東北大理^W, 山梨学大経情^X, 理研^Y, 阪大理^Z, 名大KMI^{AA}, 北里大医療衛生^{AB}, 宮崎大工^{AC}

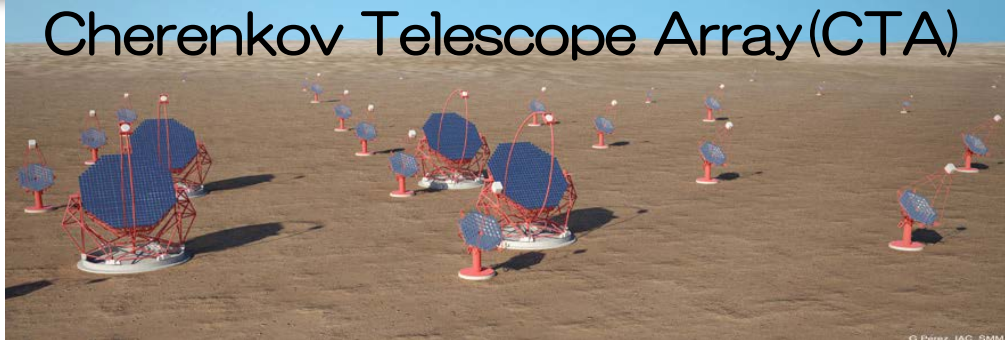


31か国
>1200名

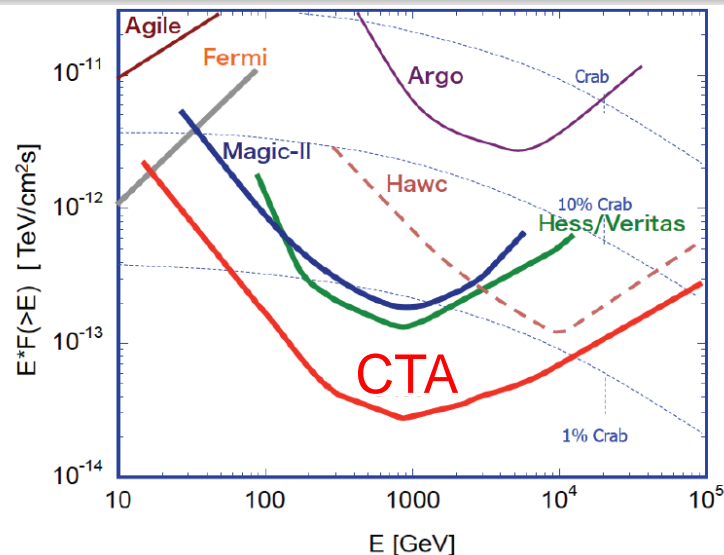


CTAで狙うサイエンス

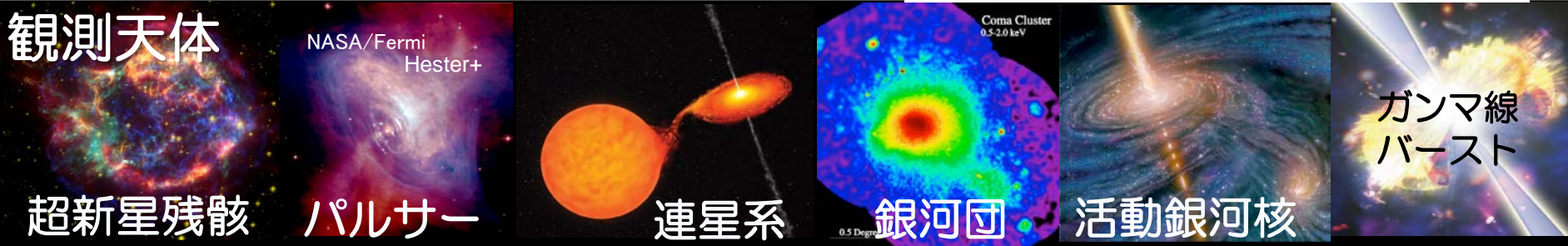
Cherenkov Telescope Array (CTA)



- ◆ 桁高い感度
- ◆ 広帯域化 (20 GeV-300 TeV)
- ◆ 角度分解能2倍 (2分@1 TeV)



観測天体



超新星残骸

パルサー

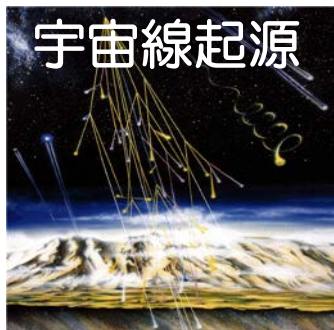
連星系

銀河団

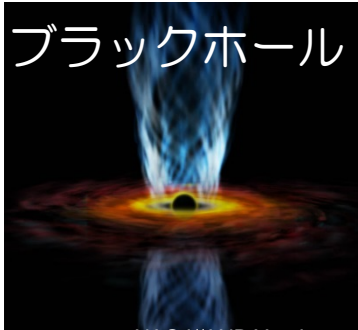
活動銀河核

ガンマ線バースト

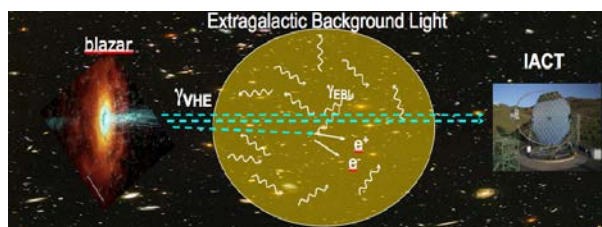
宇宙線起源



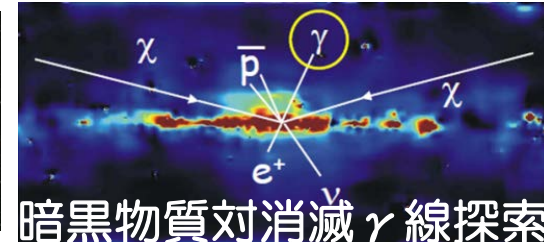
ブラックホール



NAOJ//AND You Inc.



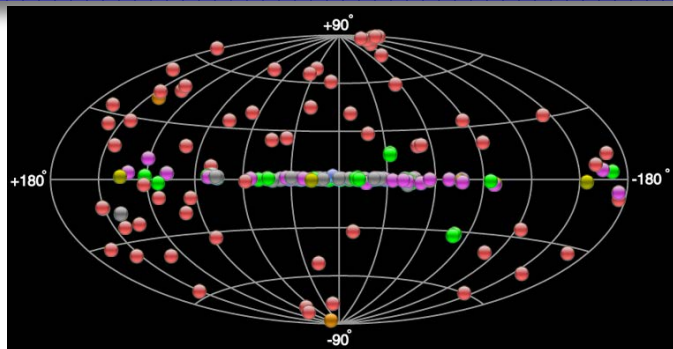
赤外・可視背景放射
→宇宙の星形成史



暗黒物質対消滅 γ 線探索

ローレンツ不変性検証

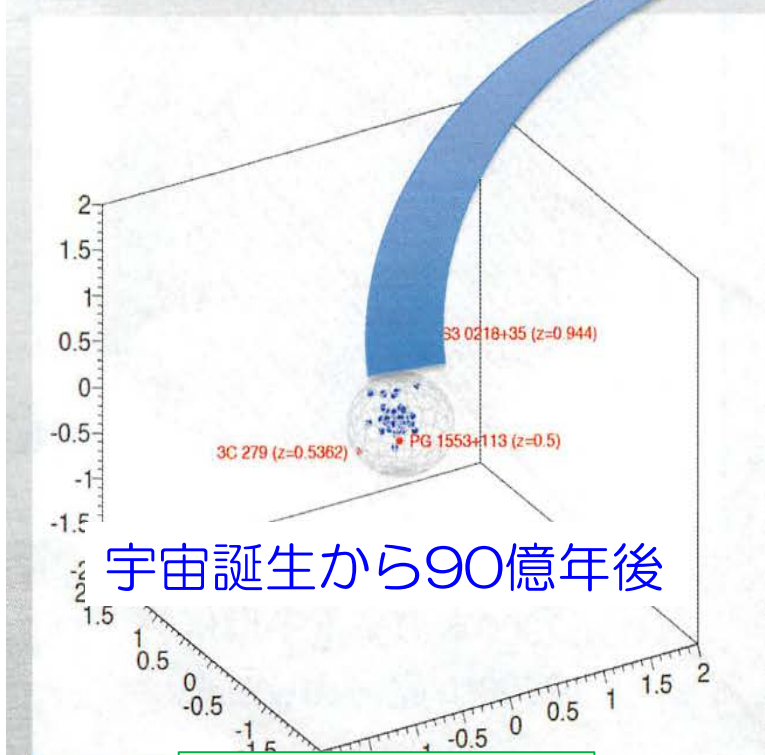
CTAで探る遠方宇宙



TeVCat

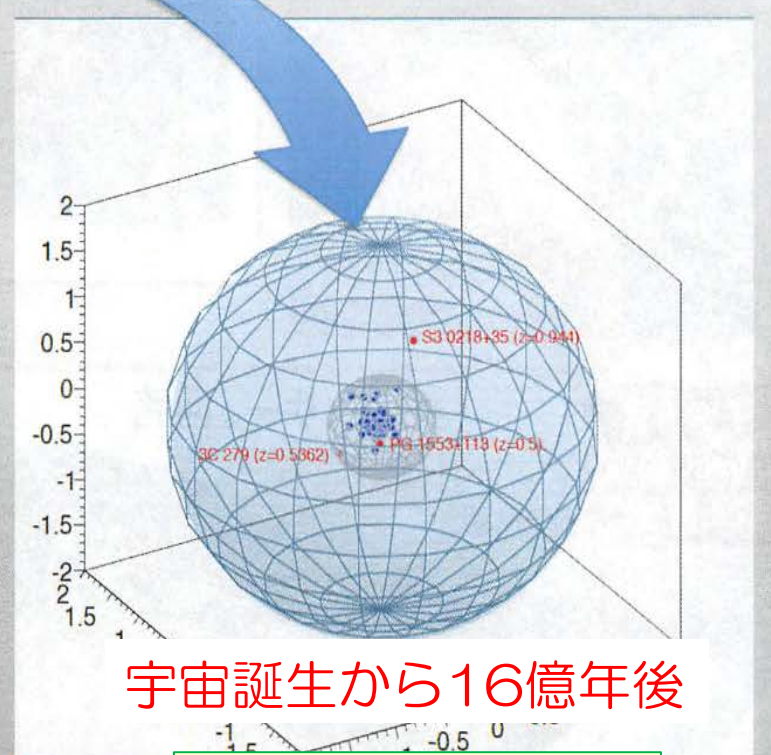
現在162の天体が検出

>1000の天体が検出予想



宇宙誕生から90億年後

現在見える宇宙



宇宙誕生から16億年後

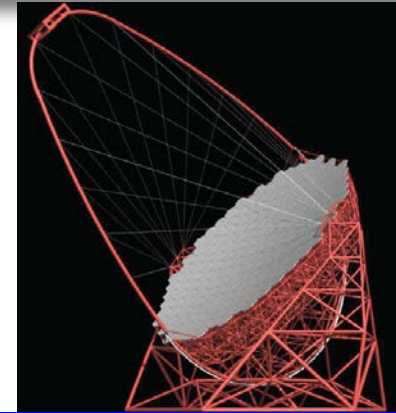
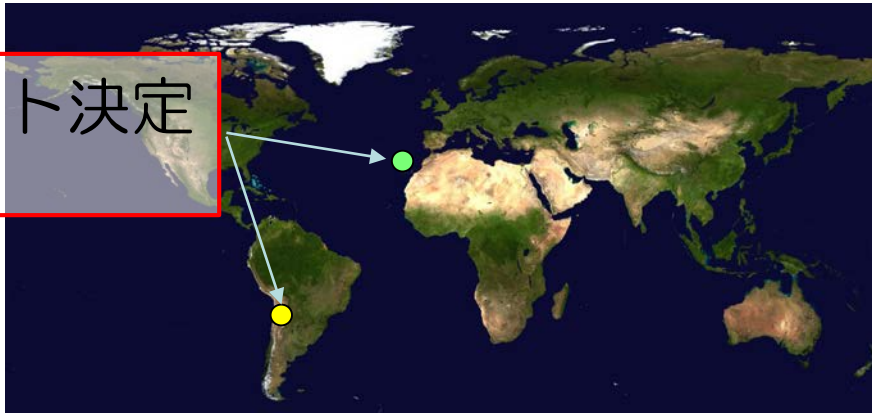
CTAで見える宇宙

大気チェレンコフ望遠鏡配置

南北に2ステーション⇒全天観測

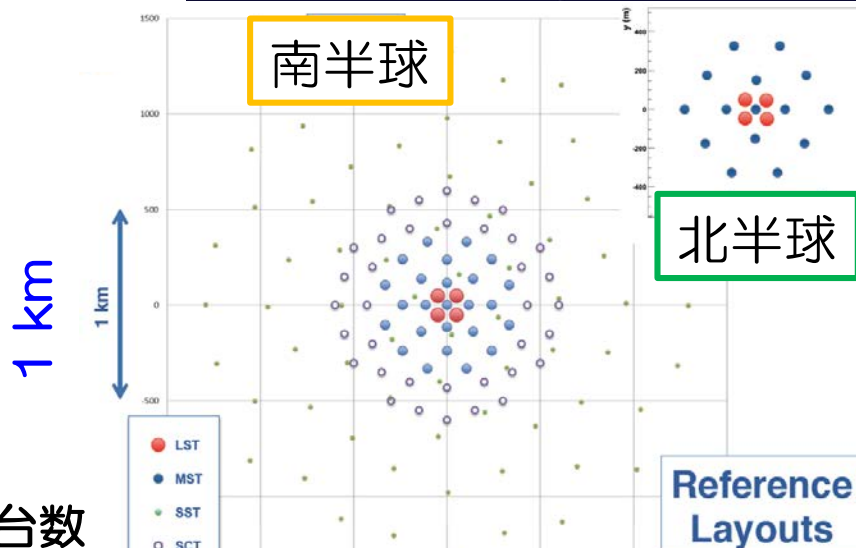
NEWS

南北サイト決定
(今年7月)



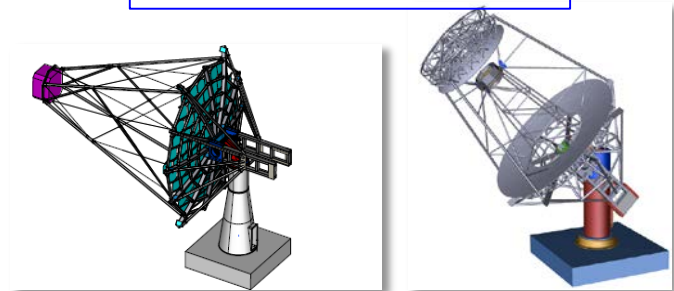
LST
口径
23m

20 GeV–1 TeV



台数

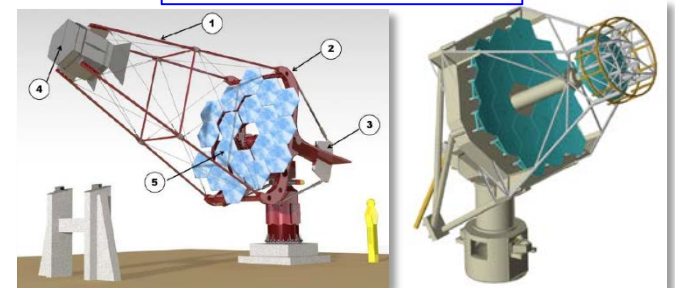
サイト	LST	MST	SCT	SST
南半球	4	25	24	70
北半球	4	15		



MST 12m

SCT 10m

0.1–10 TeV



SST ~4m

5–300 TeV

● フルアレイによる観測 2021年～ (公開天文台)

CTA 北サイト@スペイン



MAGIC 望遠鏡@標高2200 mに隣接してLST 4台+外側にMST 15台建設

LST 1号機(2016)

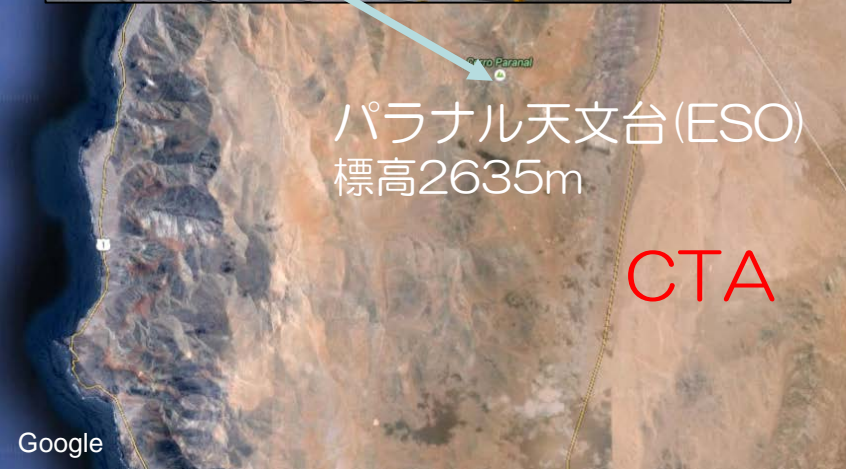
LST 2-4号機(2017-2020)



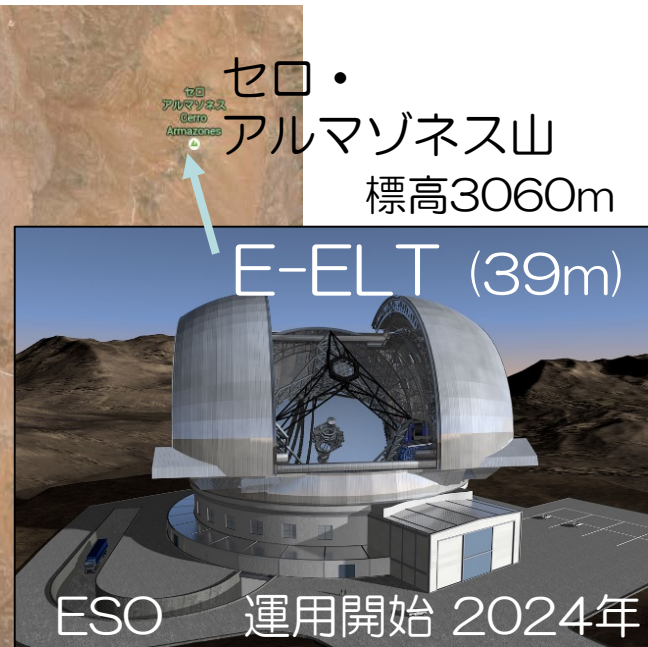
CTA 南サイト@チリ



アタカマ砂漠



パラナル天文台(ESO)
標高2635m



セロ・
アルマゾネス山
標高3060m

E-ELT (39m)

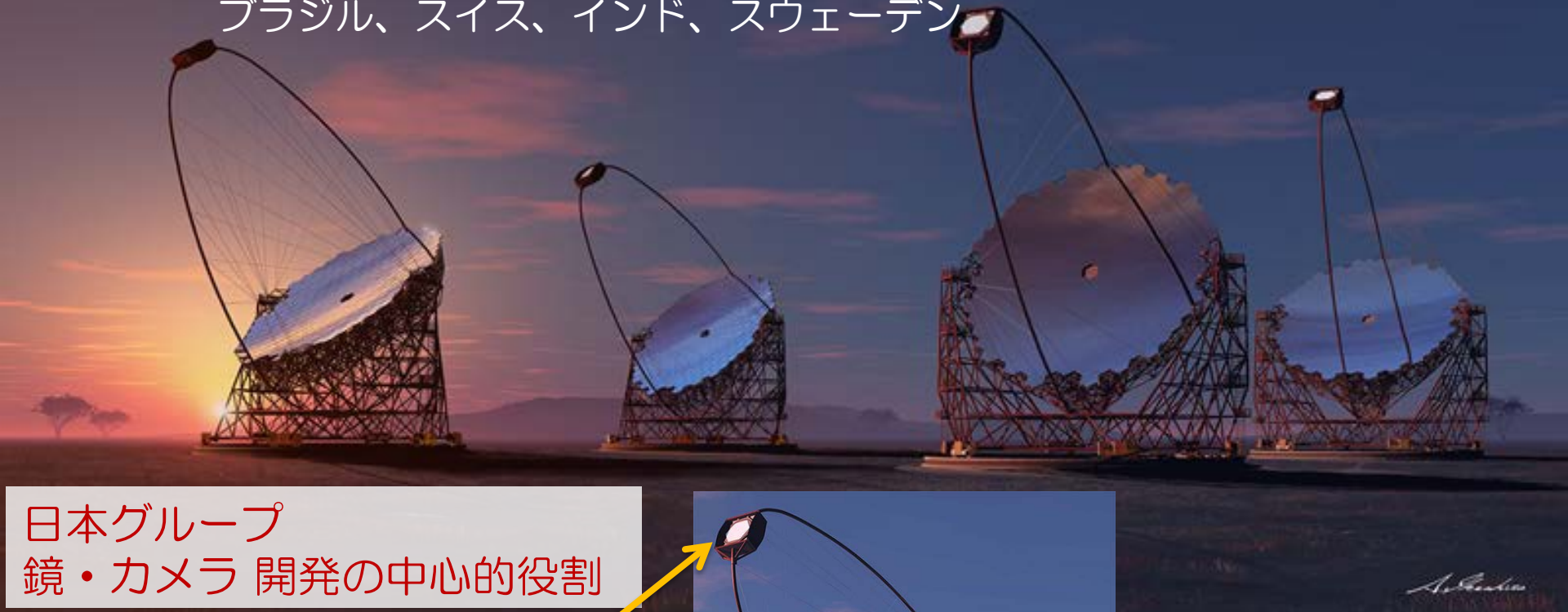
CTA南サイト



ESOと協力し建設・運用

口径23m LST —国際協力体制—

9か国：日本(60), ドイツ(40), スペイン(82), イタリア(28), フランス(21),
ブラジル、スイス、インド、スウェーデン



日本グループ 鏡・カメラ 開発の中心的役割

Flywheel, UPS
(独西)
Comp. (独伊)



FPI/Elec (日伊)

Camera body (西)

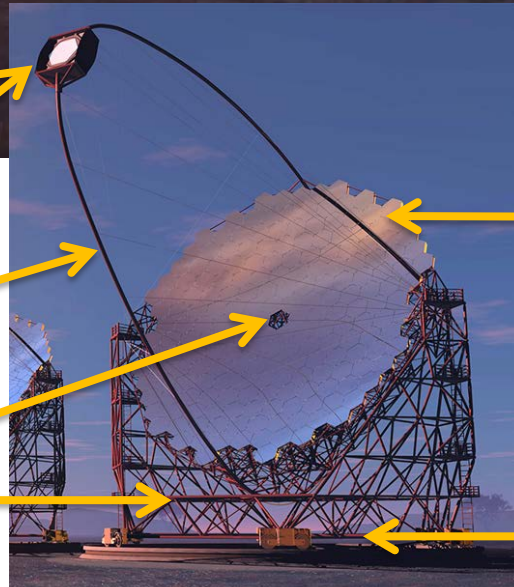
CSS (仏伊)

StarGuider (スウェーデン)

CalibBox (印伊)

Structure (独)

Access Tower (独)



MIR (日)

Interface PL (独伯日)

Actuator (日瑞)

CMOS-Cam (独日)

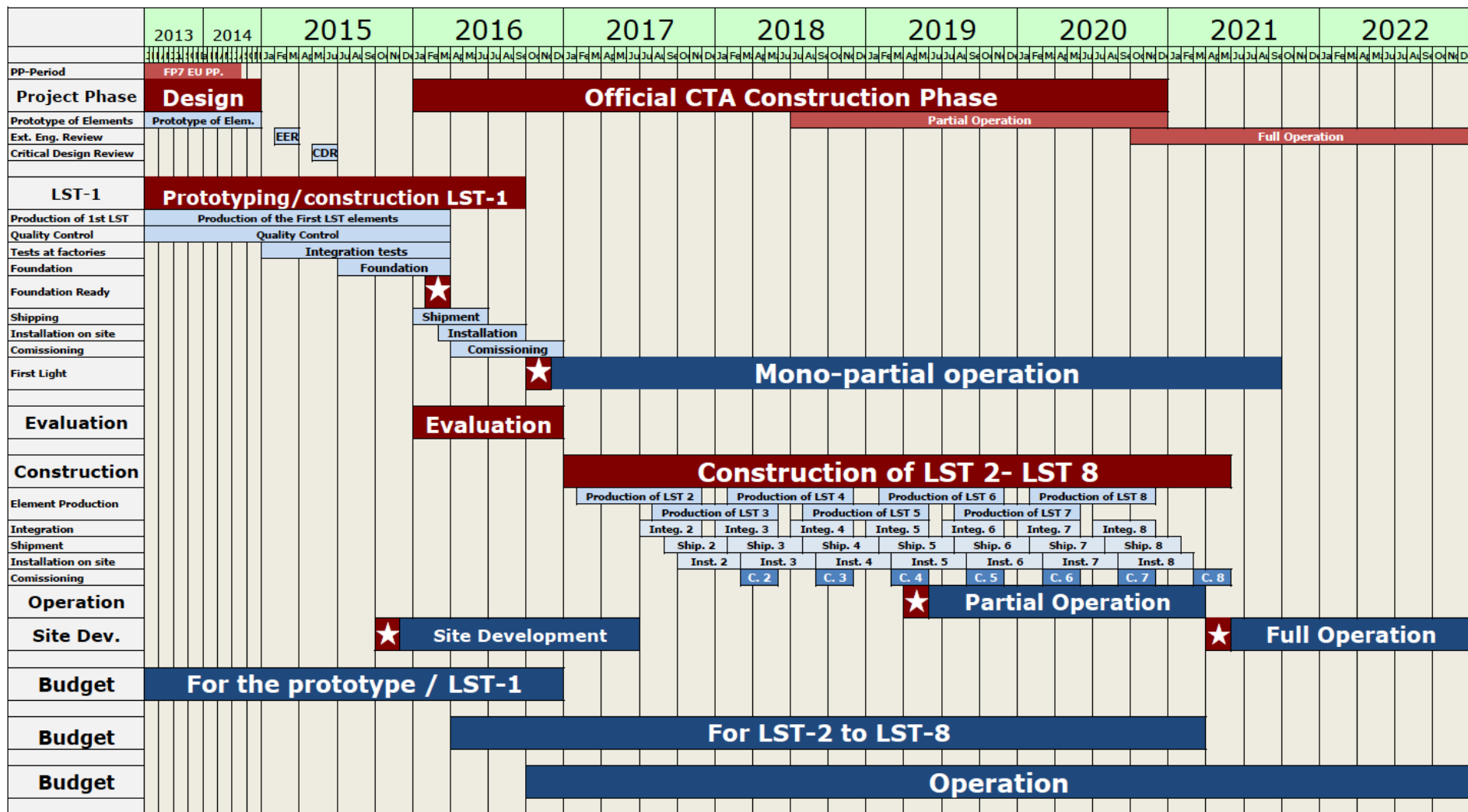
Drive (独仏西)

Bogie (独西)

Rail (独西)

Foundation (独西)

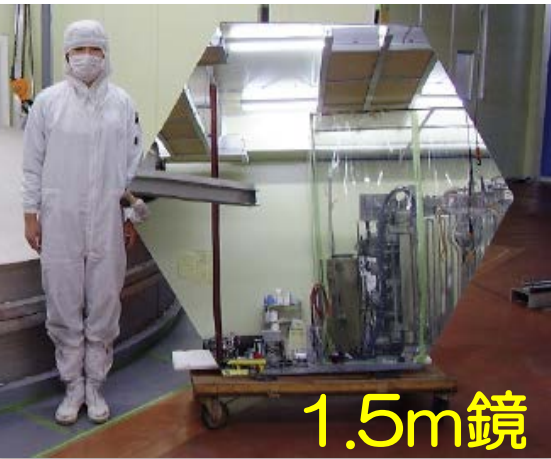
LST建設スケジュール



- 今年3月 カナリー宇宙物理研究所と東京大学宇宙線研究所 LST1号機 MoU締結
- 今年10月 鋤入式⇒2016年度 LST 1号機の望遠鏡組上とファーストライト
- 2017-2020年 LST 2-8号機建設 ⇒ 2021年 フルアレイ観測

日本グループによるLST開発ー鏡・方向制御

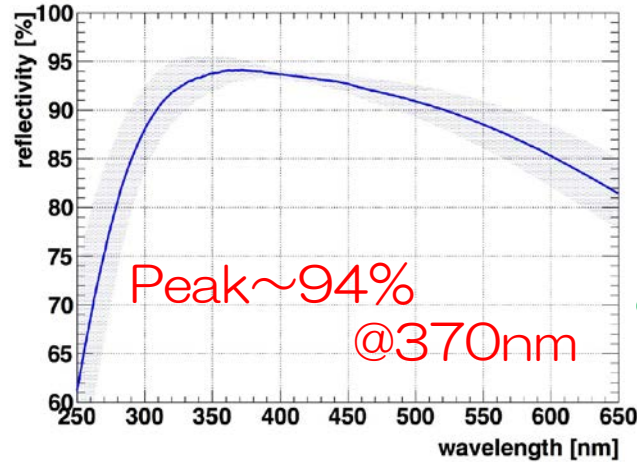
⇒林田講演+長ポスター@企画セッション



1.5m鏡

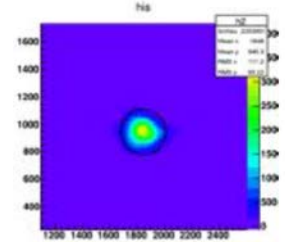
198枚/台

● 反射率測定

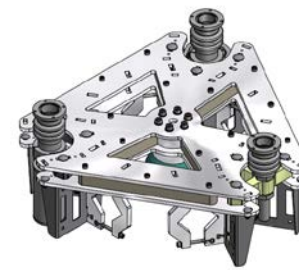


● 鏡面精度測定(2f法)

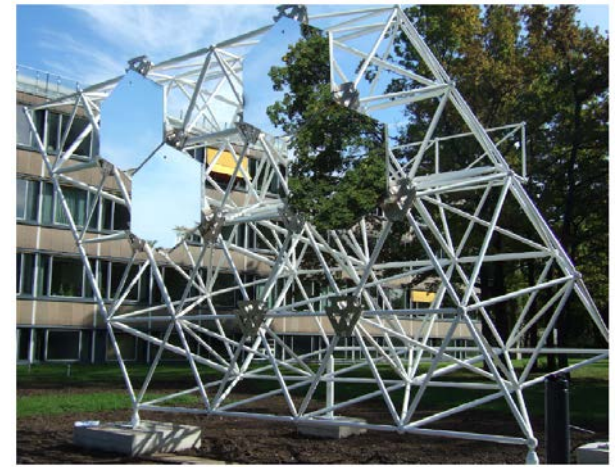
反射スポット像



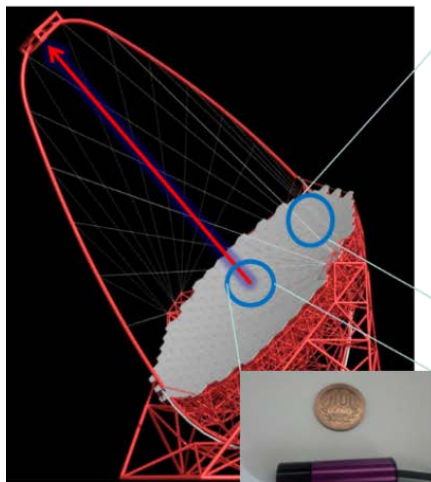
● 鏡支持構造設計



● 試験構造体



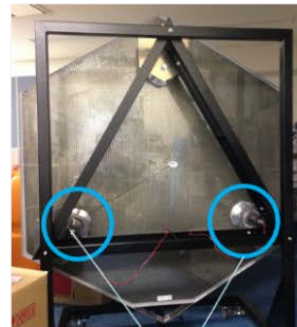
- 曝露試験
- 温度変化・振動試験
- アクチュエーター制御



IRレーザー



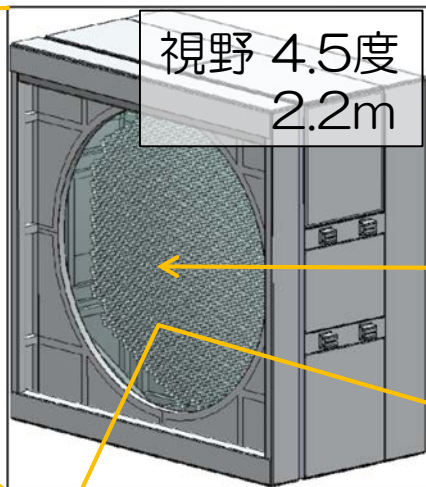
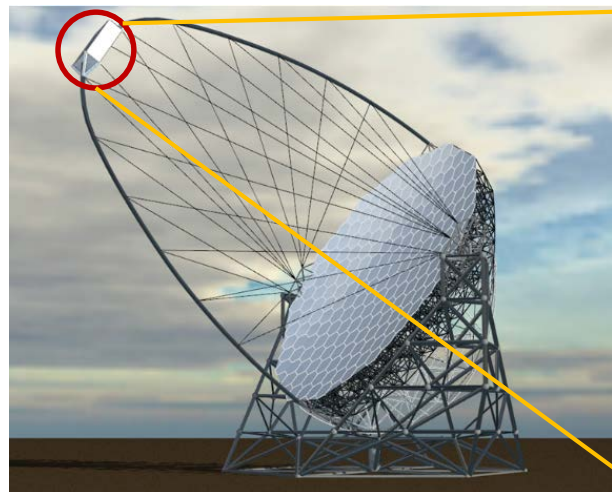
CMOSカメラ



アクチュエータ

日本グループによるLST開発—カメラ

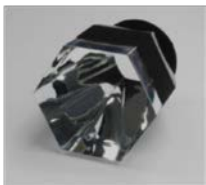
⇒山本・猪目・武田講演+永吉・掃部・増田ポスター@企画セッション



入射窓試作 筐体製作：スペイン



- 2000本PMT 較正終了
- ライトガイド
量産中



PMT 1855本/LST
265 モジュール/LST

- ミニカメラ製作中
(PMT 133本)



GHz波形サンプリング回路
(150台製作完了)

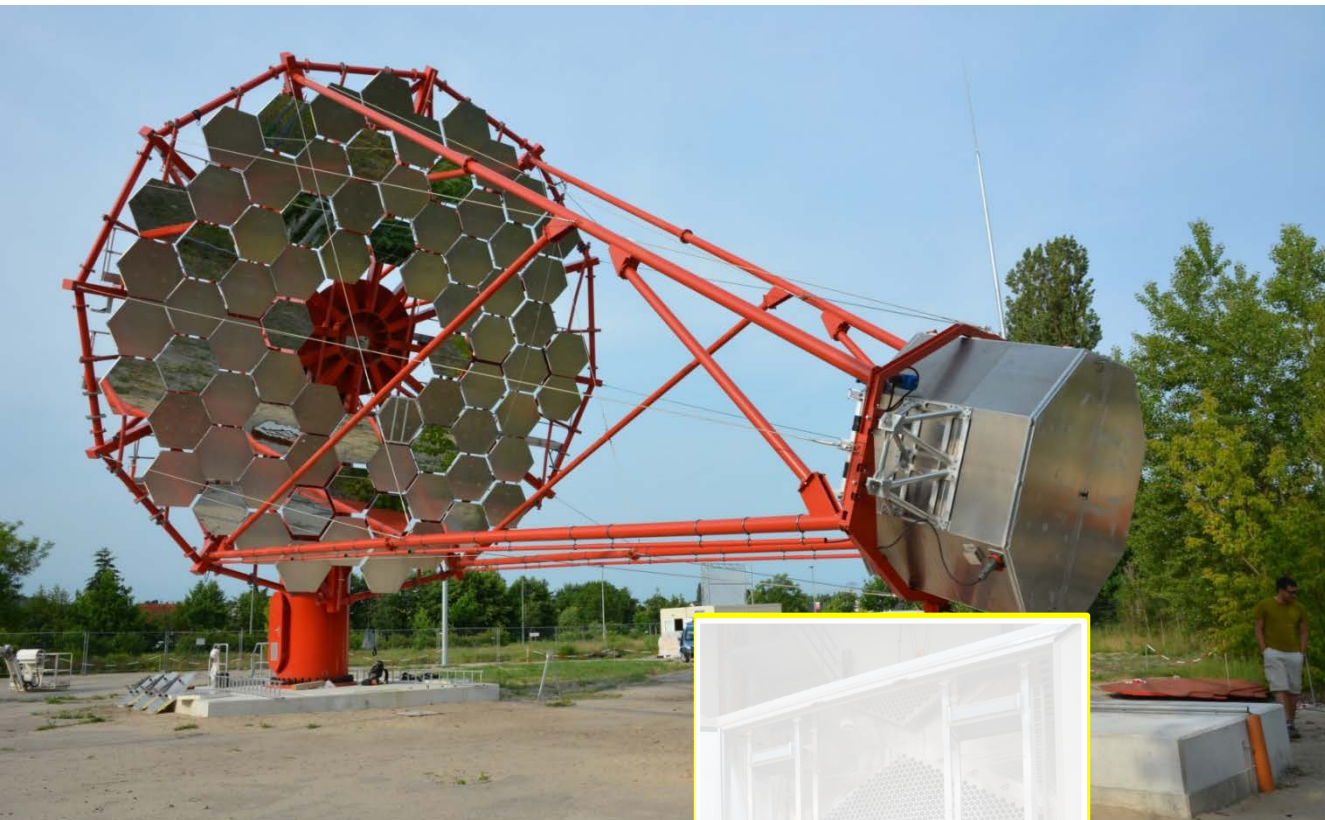
PMT 7本 CW-HV・
プリアンプ・
HV制御等

- 振動試験

- DAQ構築(サーバー・Switch)

口径12m MST Davies-Cotton型 (欧州)

メカニカルプロトタイプ建設@ベルリン 2013年5月竣工

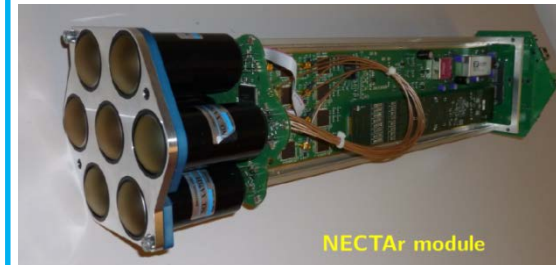


カメラ
PMT~1800本
視野~8度

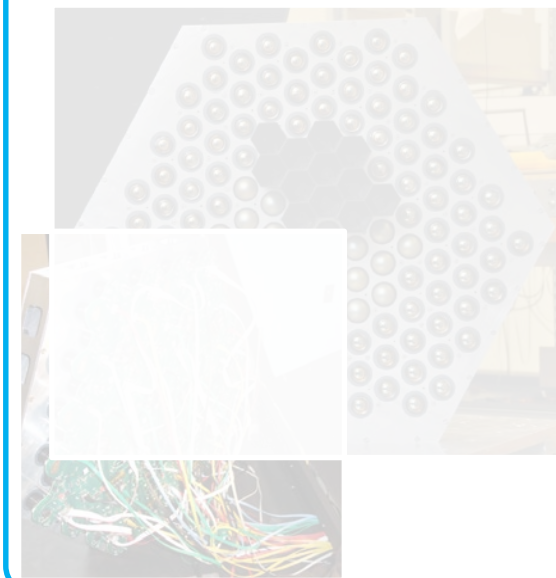


カメラプロトタイプ

①PMT+アナログメモリ方式



②PMT+FADC方式
1/12モデル(144素子)



小口径SST-3タイプ

● Davies-Cotton型(欧)

カメラ：視野9度 口径4m

SiPM (1296 ch)

+250MHz-FADC



プロトタイプ@ポーランド
昨年6月竣工

● Schwarzschild-Couder型(欧+米+豪+名大)

①GCT 口径4.2+1.8m

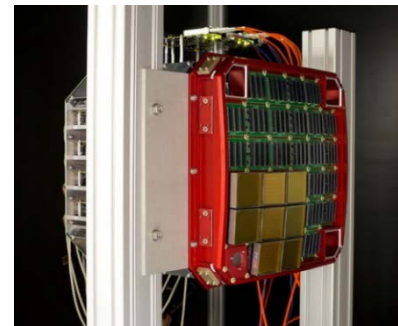
NEWS

プロトタイプ@フランス
今年4月竣工

SiPMカメラ(2048ch)



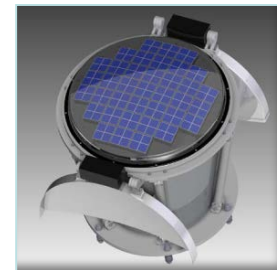
田島ポスター@企画セッション



②ASTRI 口径4+2m

プロトタイプ@イタリア
昨年9月竣工

SiPMカメラ(2368 ch)



- Key Science Project (CTA Consortiumが持つ観測時間を使った大規模観測計画。CTA全観測時間の30-50%、~500-1000時間以上/計画/10年)の具体的検討。

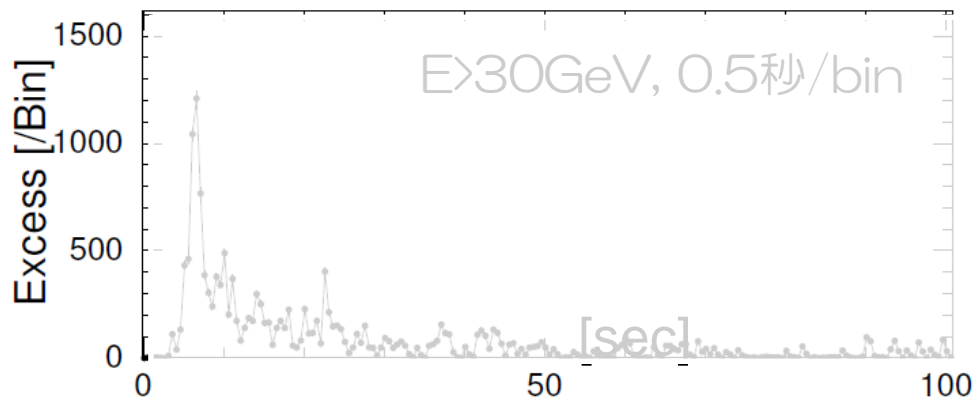
日本グループによる計算結果の例

- SNR RXJ1713.7-3946

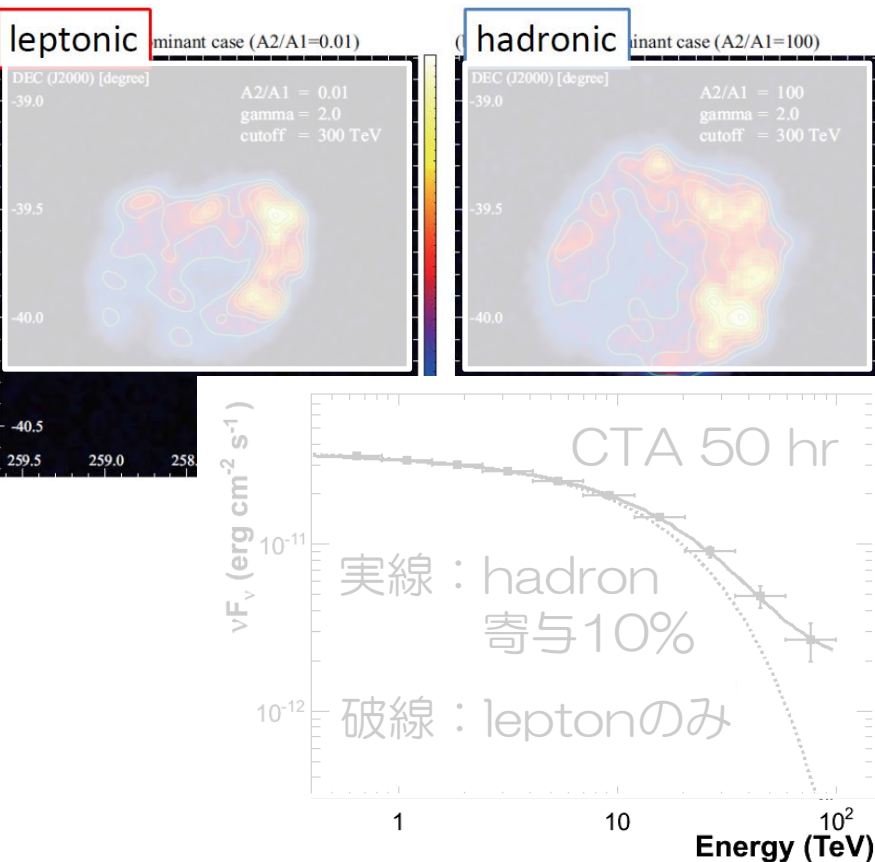
- GRB

Fermi LATの1万倍の感度
⇒高統計で短時間変動測定

080916C ($z=4.3$)



その他AGN, surveyなどに、
日本グループ大きく貢献



- Monte CarloによるCTAデザイン研究と観測性能：稲田ポスター@企画セッション

- CTA計画：大(23m)中(10-12m)小(4m)口径からなる大気チェレンコフ望遠鏡群設置。今年7月サイト決定（北：スペイン・ラパルマ島、南：チリ・パラナル）。31か国 1200名以上の国際協力。公開天文台。2021年フルアレイ観測開始。
- 20GeV-100TeV領域で従来より一桁良い感度で、1000を超えるガンマ線源が銀河系内・系外に検出されると予想。粒子加速機構・宇宙線起源・宇宙の星形成史の解明、ローレンツ不変性検証、暗黒物質対消滅 γ 線探索。
- プロトタイプ望遠鏡建設進む
 - LST(1号機)：要素量産中。2016年度 望遠鏡組上@ラパルマ島とファーストライト
 - MST：ドイツ（2013年竣工）
 - SST 3種：①ポーランド(2014年) ②イタリア(2014年) ③フランス(2015年)
- CTA-Japan の貢献
 - 大口径望遠鏡ミラー、ミラー方向制御、光学系全般、光電子増倍管、カメラ読み出し回路、DAQ開発の中心的役割
 - 小口径Schwarzschild-Couder望遠鏡カメラ開発
 - Monte Carlo による性能評価、最適化
 - CTA Key Science Project の策定（AGN, GRB, SNRなど）