

Cherenkov Telescope Array (CTA) 計画: 全体報告 (7)

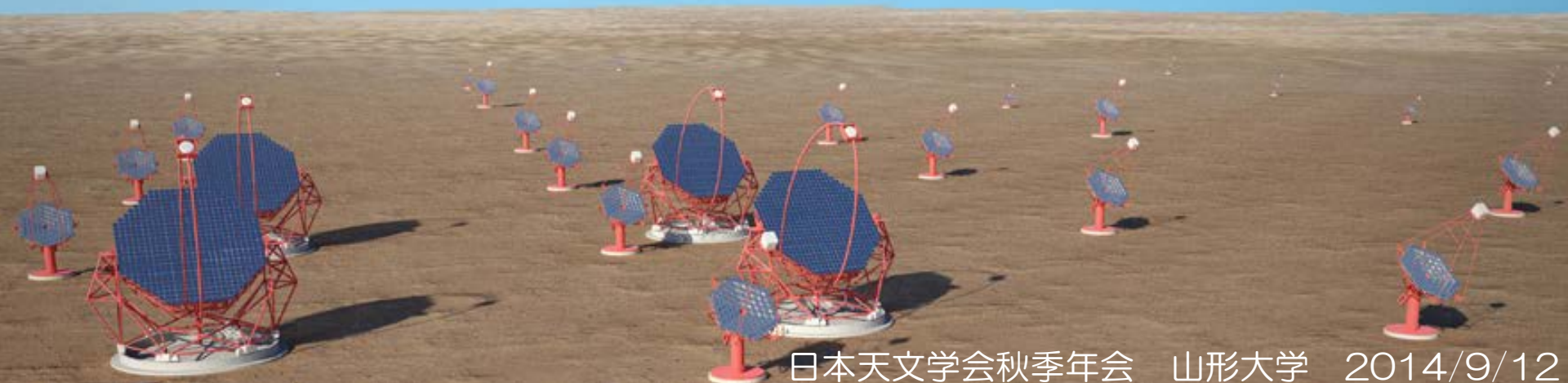
窪 秀利 (京都大学)

CTA-Japanメンバー (99名) 手嶋政廣^{A, B}, 窪秀利^C, 戸谷友則^D, 浅野勝晃^A, 井上剛志^E, 井岡邦仁^F, 井川大地^G, 石尾一馬^A, 井上進^{A, B}, 井上芳幸^H, 猪目祐介^I, 内山泰伸^J, 梅津陽平^G, 大石理子^A, 大岡秀行^A, 大平豊^K, 荻野桃子^A, 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, 掃部寛隆^I, 河島孝則^L, 川中宣太^D, 木坂将大^F, 櫛田淳子^G, 郡司修一^R, 郡和範^F, 小島拓実^A, 小谷一仁^G, 小山志勇^S, 今野裕介^C, 齋藤浩二^A, 齋藤隆之^C, 榊直人^A, 佐野栄俊^T, 澤田真理^K, 柴田徹^K, 高橋慶太郎^U, 高橋弘充^P, 高橋光成^A, 高見一^F, 田島宏康^L, 立原研悟^T, 田中周太^A, 田中孝明^C, 田中康之^P, 田中真伸^F, 千川道幸^V, 長紀仁^N, 辻本晋平^G, 土屋優悟^C, 鶴剛^C, 寺田幸功^S, 當真賢二^W, 門叶冬樹^R, 友野弥生^G, 鳥居和史^T, 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^S, 西嶋恭司^G, 野田浩司^{A, B}, 畑中謙一郎^C, 花畑義隆^A, 早川貴敬^T, 林田将明^A, 原敏^X, 馬場彩^K, 日高直哉^L, 平井巨^G, 広谷幸一^A, 深沢泰司^P, 深見哲志^A, 福井康雄^T, 福田達哉^T, 藤田裕^Z, 増田周^C, 松岡俊介^S, 松本浩典^{aa}, 水野恒史^P, 村石浩^{ab}, 村瀬孔大^A, 森浩二^{ac}, 柳田昭平^N, 山崎了^K, 山本常夏^I, 山本宏昭^T, 吉池智史^T, 吉越貴紀^A, 吉田篤正^K, 吉田龍生^N, 李兆衡^H

東大宇宙線研^A, Max-Planck-Inst. fuer Phys.^B, 京大理^C, 東大理^D, 国立天文台^E, KEK素核研^F, 東海大理^G, 宇宙研^H, 甲南大理工^I, 立教大理^J, 青学大理^K, 名大STE研^L, レストラン大^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, 埼玉大理^S, 名大理^T, 熊本大理^U, 近畿大理^V, 東北大理^W, 山梨学大^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}



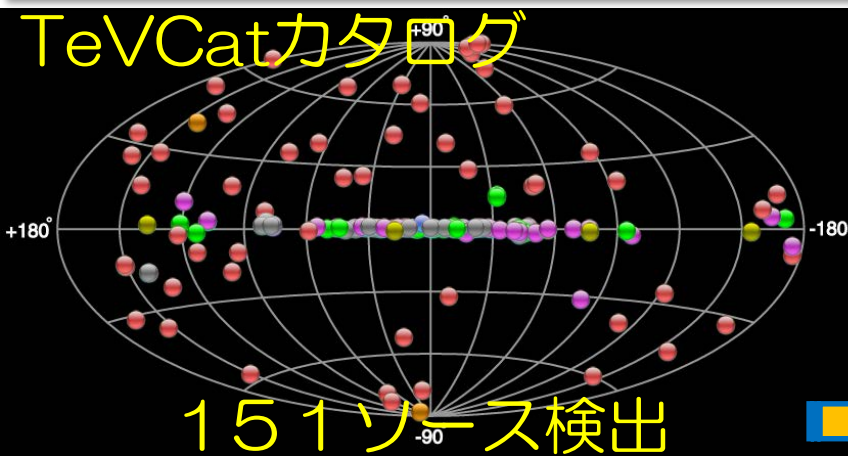
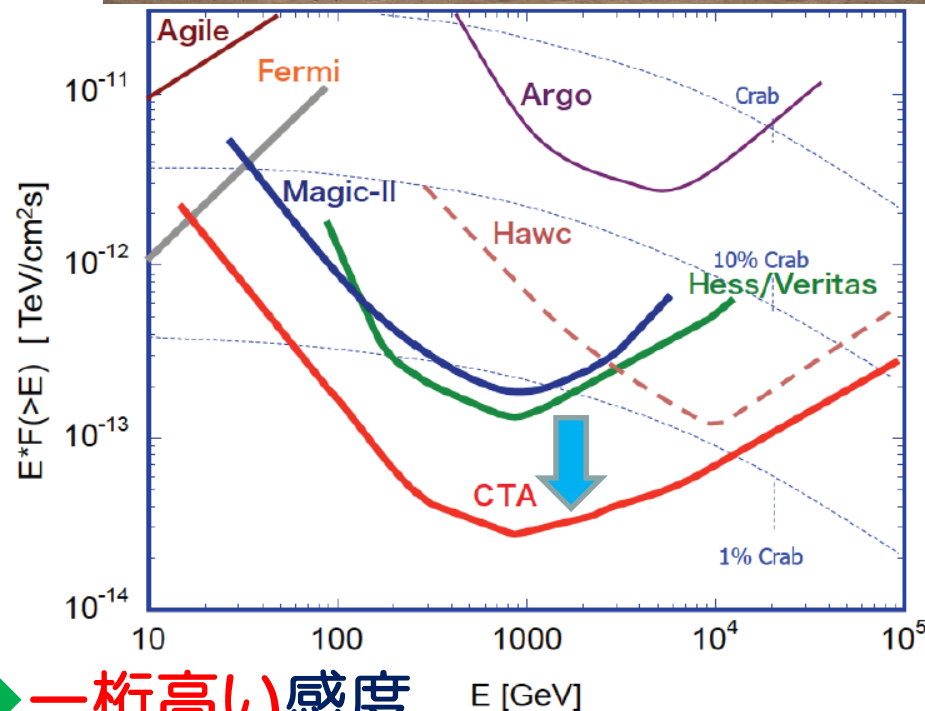
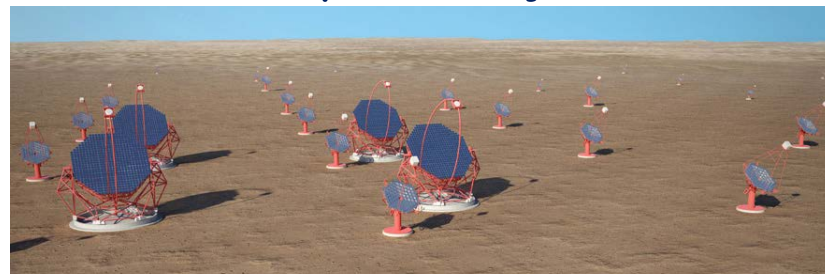
CTA Consortium
29か国 >1200名



大気チェレンコフ望遠鏡による超高エネルギー γ 線観測



Cherenkov Telescope Array (CTA)計画



- ◆ 一桁高い感度
- ◆ 広帯域化(20GeV-100TeV以上)
- ◆ 角度分解能3倍(2分@1TeV)



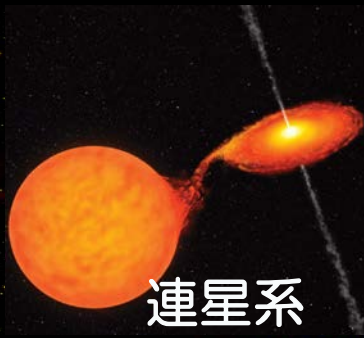
>1000個のソース検出期待

CTAで狙うサイエンス

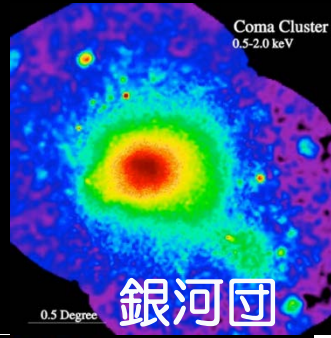
観測天体



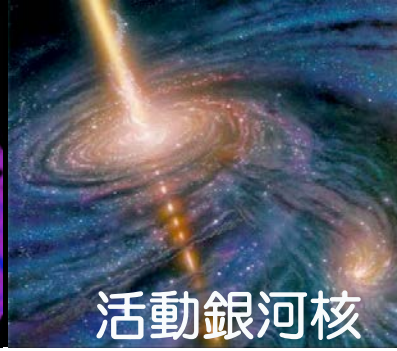
超新星残骸



連星系



銀河団



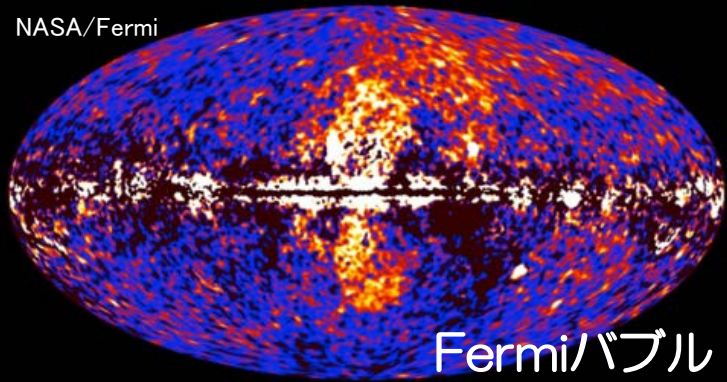
活動銀河核



ガンマ線バースト

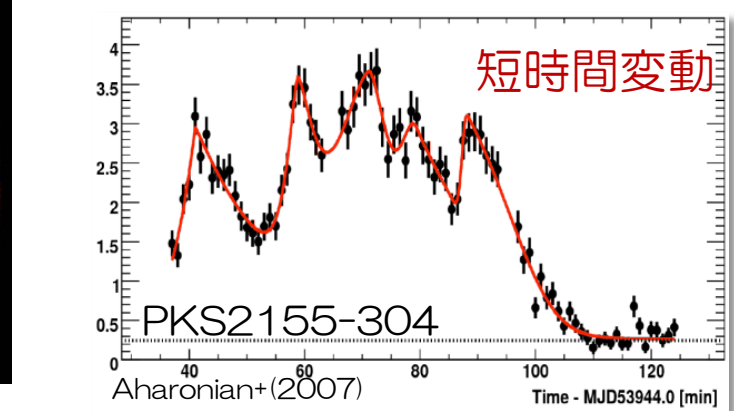


パルサー・星雲



Fermiバブル

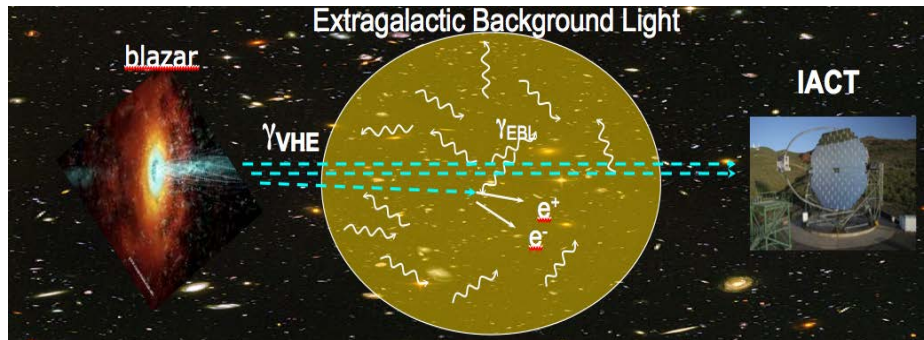
放射機構、粒子加速機構



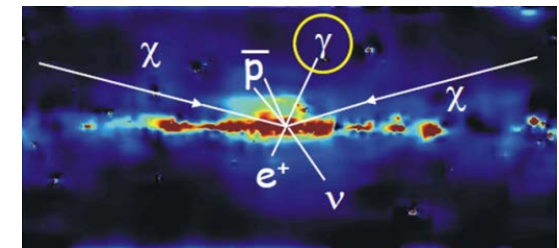
ローレンツ不変性検証



宇宙線起源

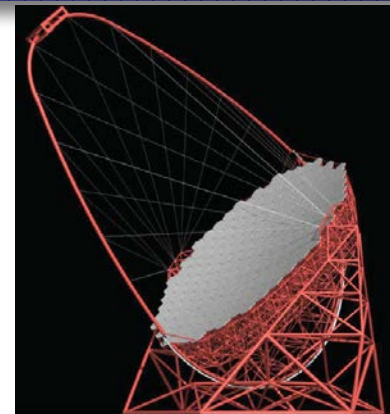


赤外・可視背景放射→宇宙の星形成史



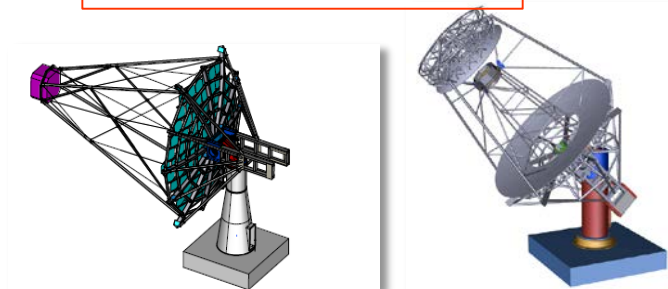
暗黒物質対消滅γ線探索

大気チェレンコフ望遠鏡配置



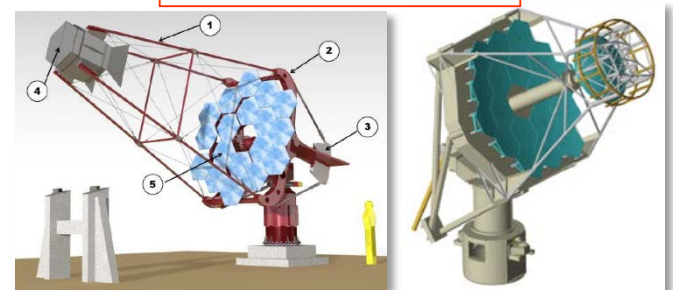
LST
口径
23m

20 GeV – 1 TeV

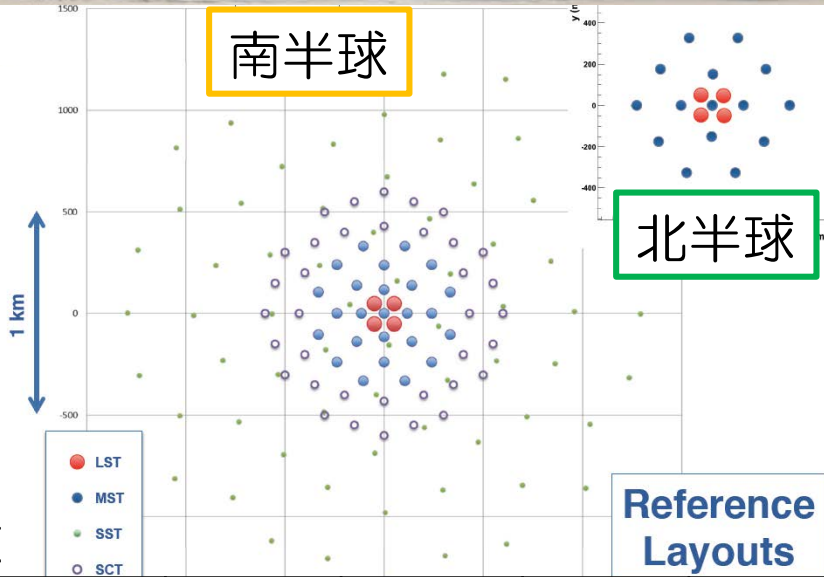


MST 12m SCT 10m

0.1 – 10 TeV



SST ~4m 1 – 100 TeV



台数

サイト	LST	MST	SCT	SST
南半球	4	25	36	70
北半球	4	15		

大口径望遠鏡 (LST) 仕様

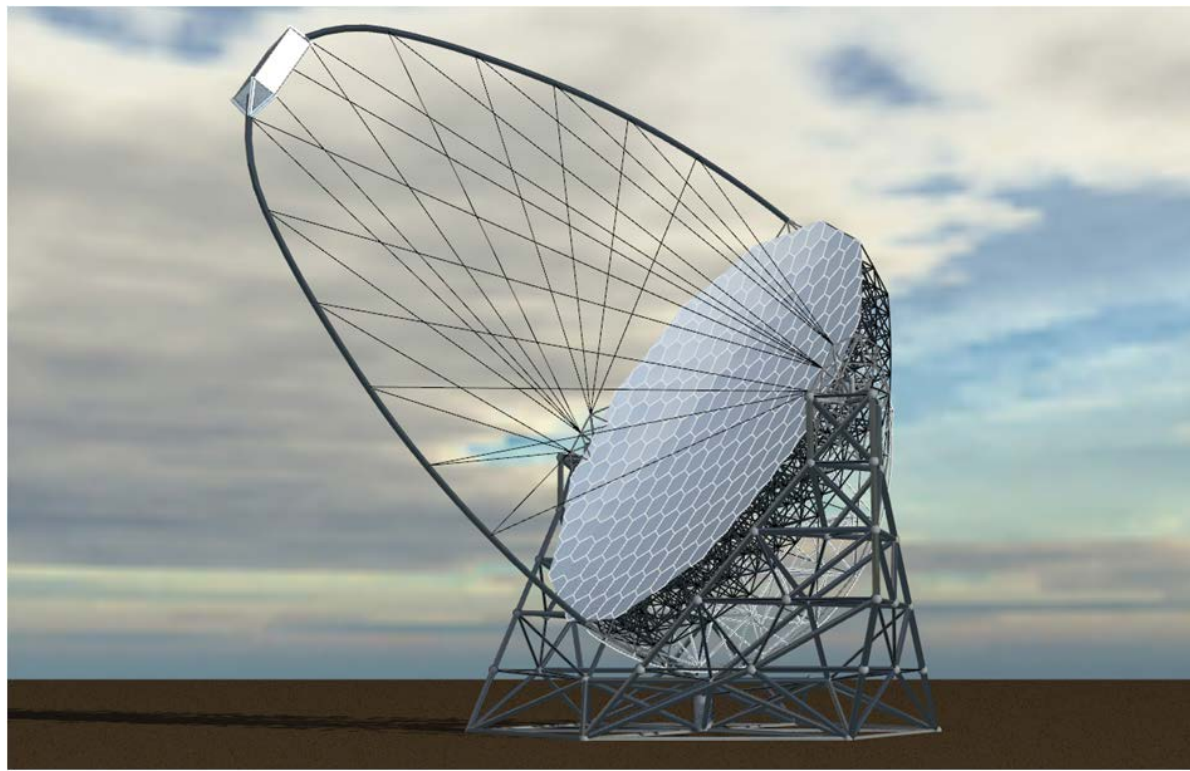
➤ 観測帯域 20 GeV - 1 TeV

➤ 望遠鏡構造

- 口径 23m
- 鏡面積 400m²
- 焦点距離 28m
- 鏡配置：放物線上
- 等時性 < 0.6ns(r.m.s)
- 総重量 100トン
- 回転速度
180° / 20秒
← GRBなどの観測
- 鏡能動制御
- トラッキング精度
20秒

➤ 主焦点カメラ

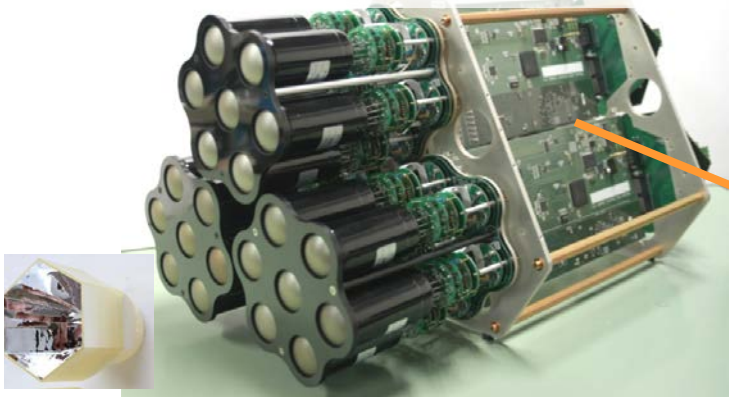
- 視野 4.5度 (225cm)
- 光電子増倍管 1855本 (0.1度/ピクセル)



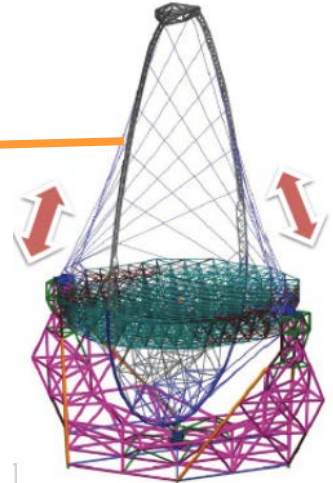
LSTプロトタイプリングー国際協力体制ー

日本グループーカメラ・鏡 開発の中心的役割

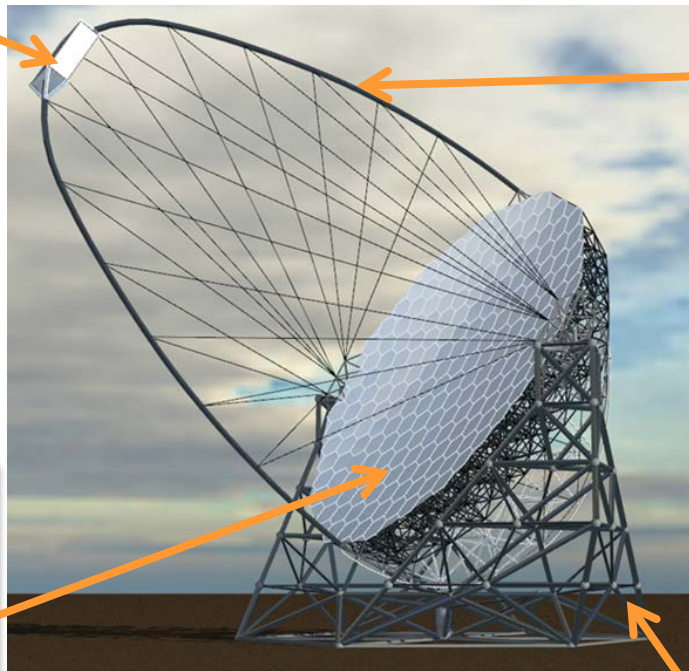
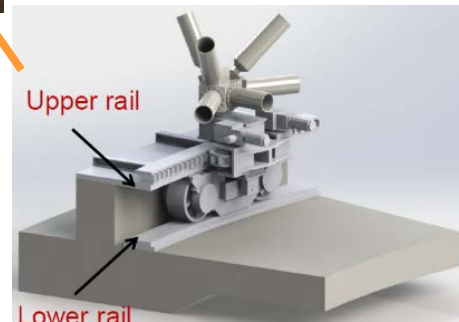
カメラ(日西独)



カメラサポート
構造(仏)
有限要素法解析



望遠鏡
ドライブ
(スペイン)



望遠鏡構造 (独)

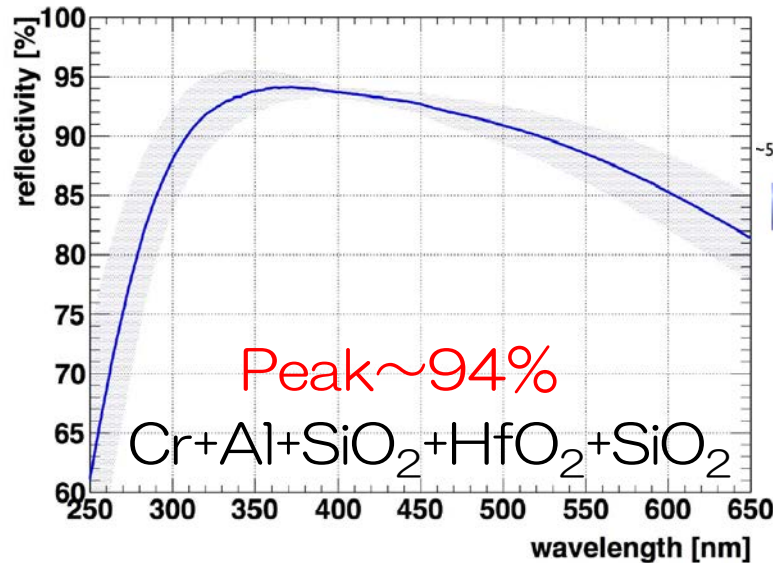
反射鏡
+アクチュエータ制御(日瑞)



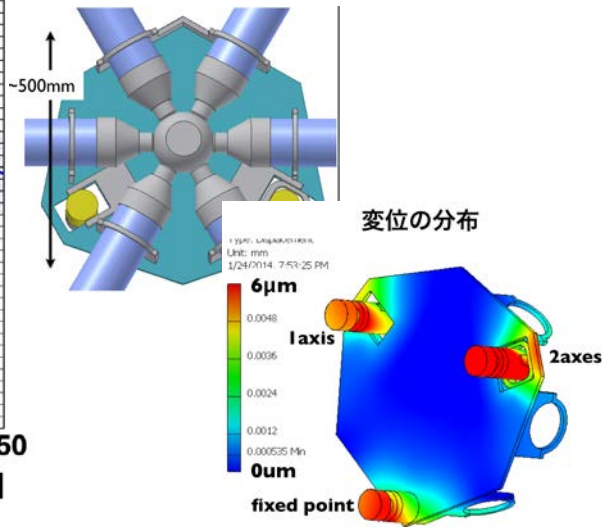
日本グループによるLSTプロトタイピング



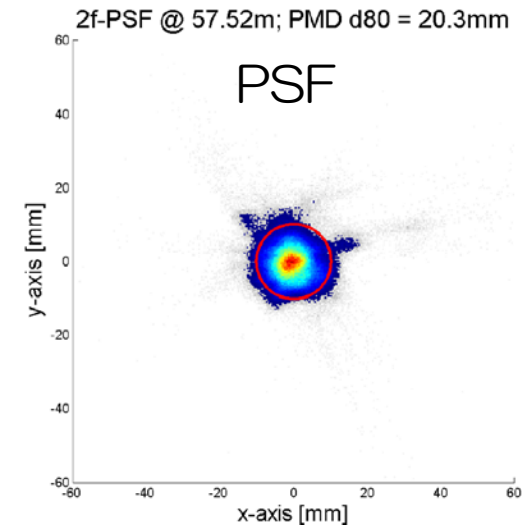
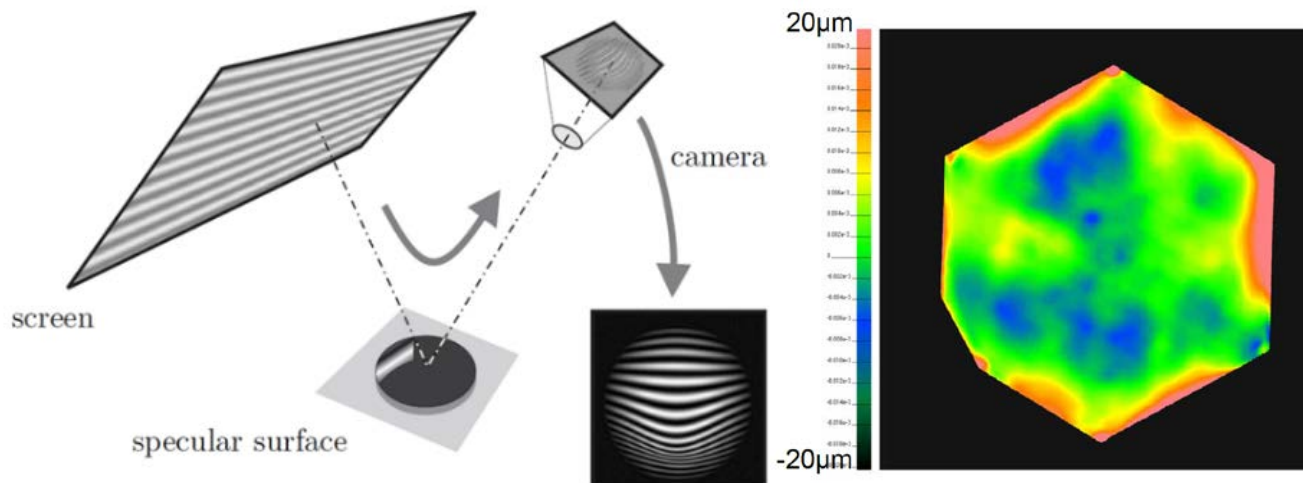
● 反射率測定(29枚)



● 鏡耐久性評価 ● 鏡支持構造設計

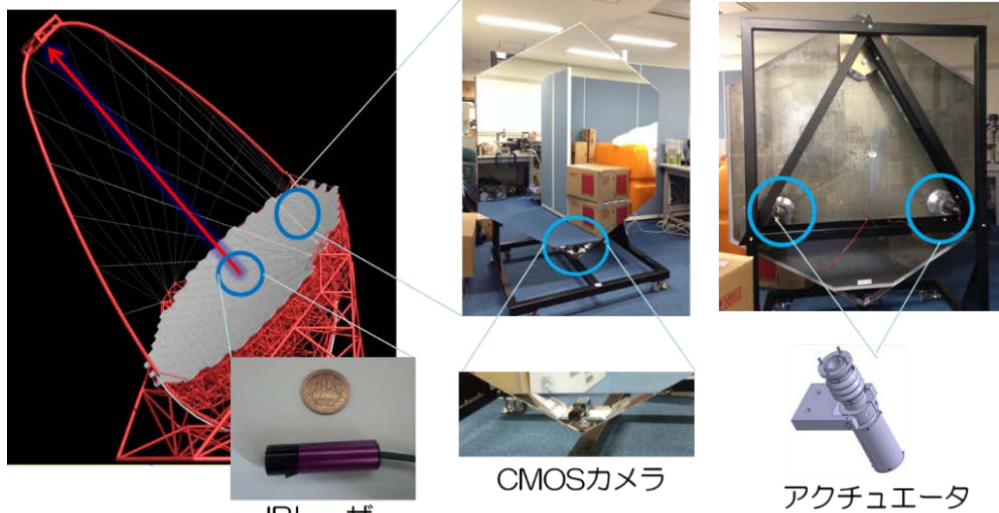


● 鏡面形状測定法開発

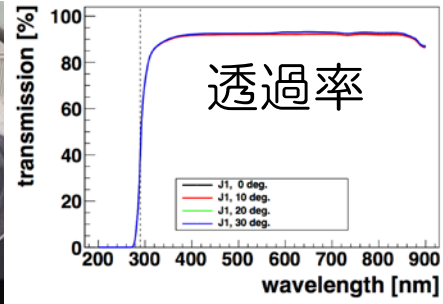
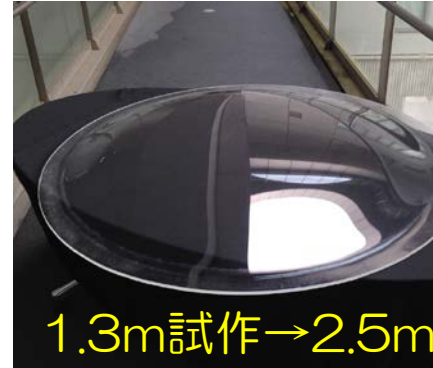


日本グループによるLSTプロトタイピング

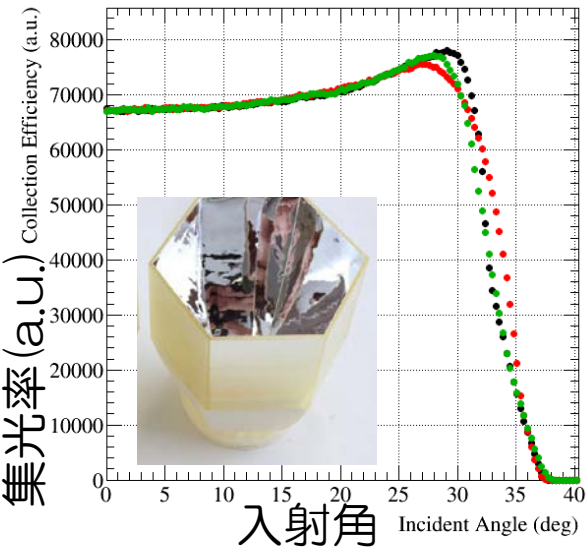
● アクチュエーター制御



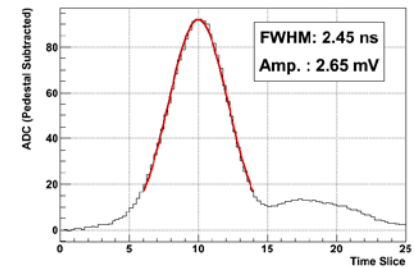
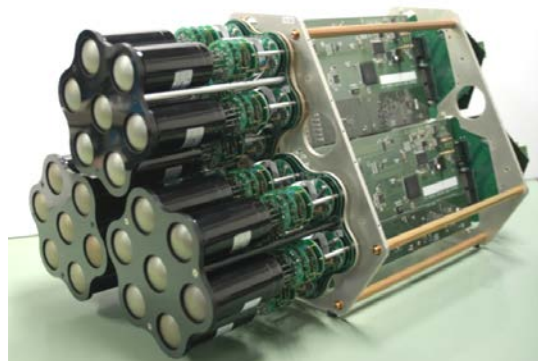
● カメラ窓試作



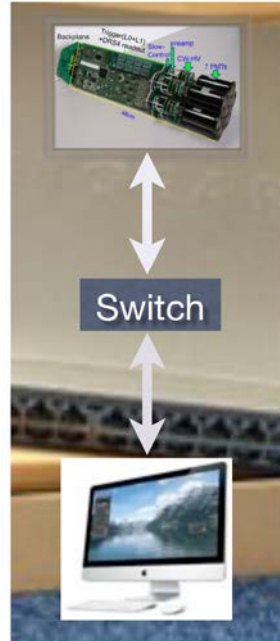
● ライトガイド試作



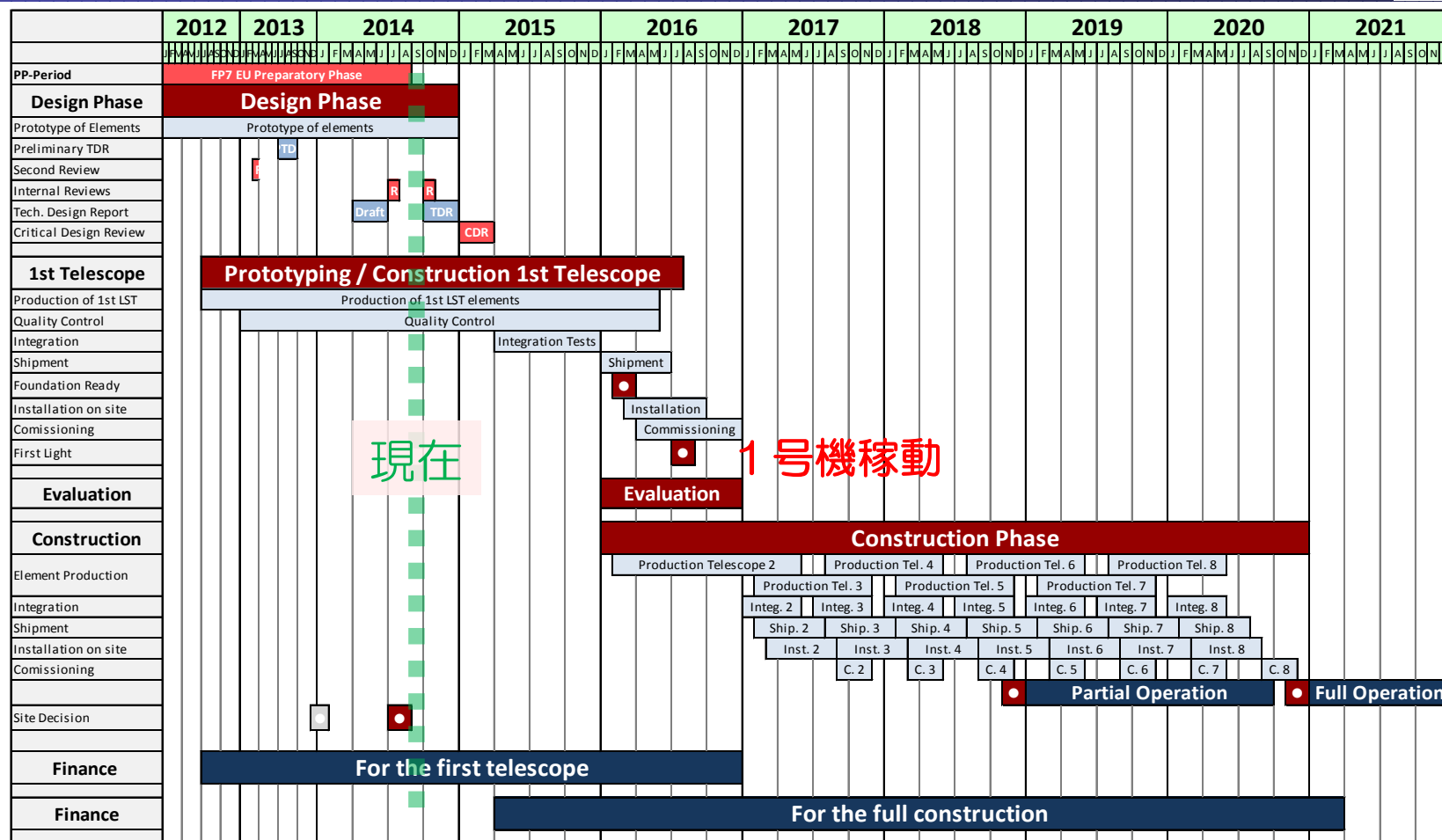
- 光電子増倍管 2千本 校正試験中 (永吉講演)
- 高速パルサー開発 (猪目講演)
- アナログメモリを用いたGHz波形サンプリング回路の開発⇒年度内量産開始 (増田講演)



- DAQ構築 (サーバー・Switch)



LST建設スケジュール・予算



現在

1号機稼動

- 1号機要素量産：2013-2015年 → 現地建設：2016年1Q～
 → ファーストライト：2016年3Q → アレイ部分観測：2018年～
 → フルアレイ観測：2020～2040年、公開天文台。
- 最終仕様策定中 (Technical Design Report, Review)
- 予算 日本：特別推進(～2017/3)他、全体予算の20%貢献を目指す
 ドイツ：建設費の予算化始まる

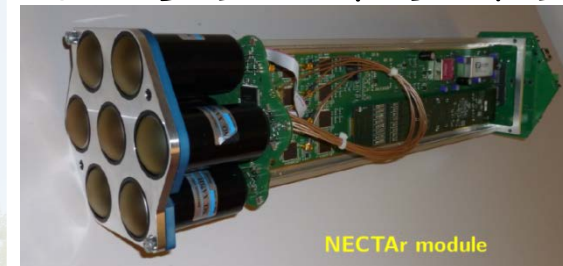
MST Davies-Cotton型 (欧州)

口径12mメカニカルプロトタイプ建設@ベルリン

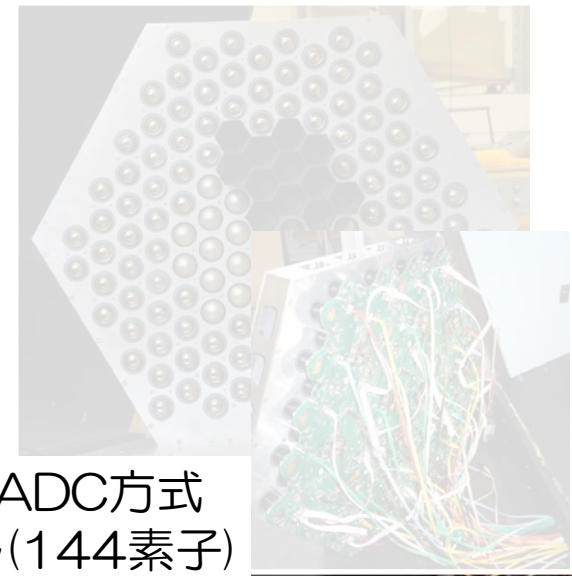
- 鏡 (プロトタイプ+ダミー) +カメラ (ダミー)
- 鏡能動制御 試験
- 望遠鏡駆動 試験



カメラプロトタイプ



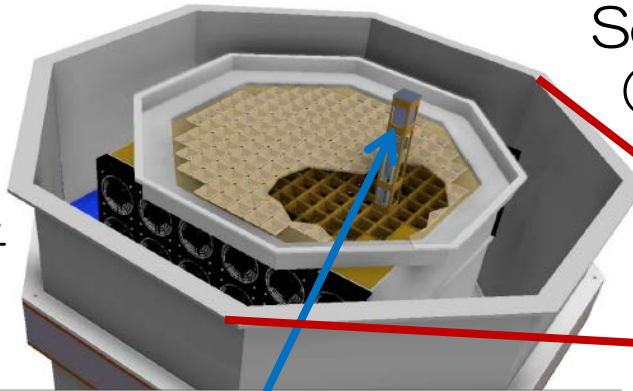
PMT+アナログメモリ方式



PMT+FADC方式
1/12モデル(144素子)

SCT Schwarzschild-Couder型 (USA+名大)

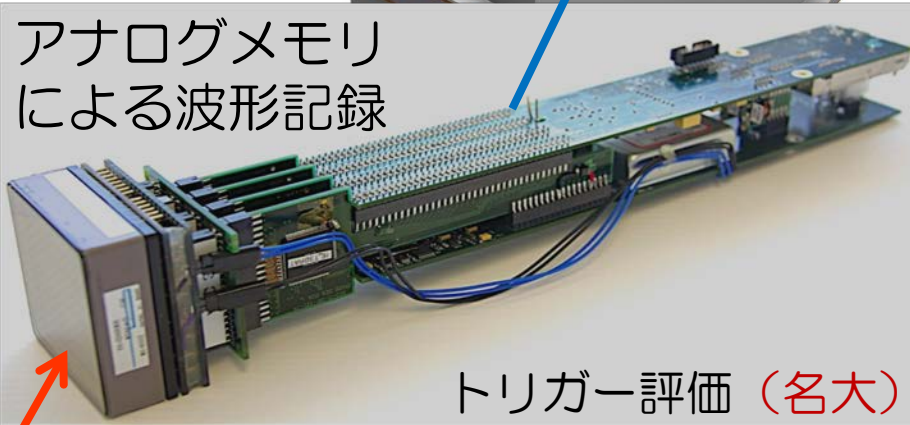
カメラ
視野8度
11328素子



Secondary mirror
(D=5.42m)

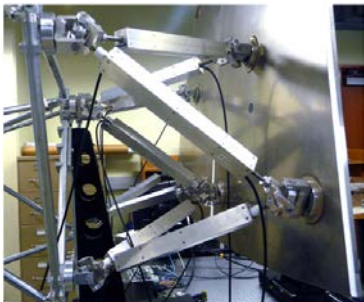
Primary mirror
(D=9.66m)

アナログメモリ
による波形記録

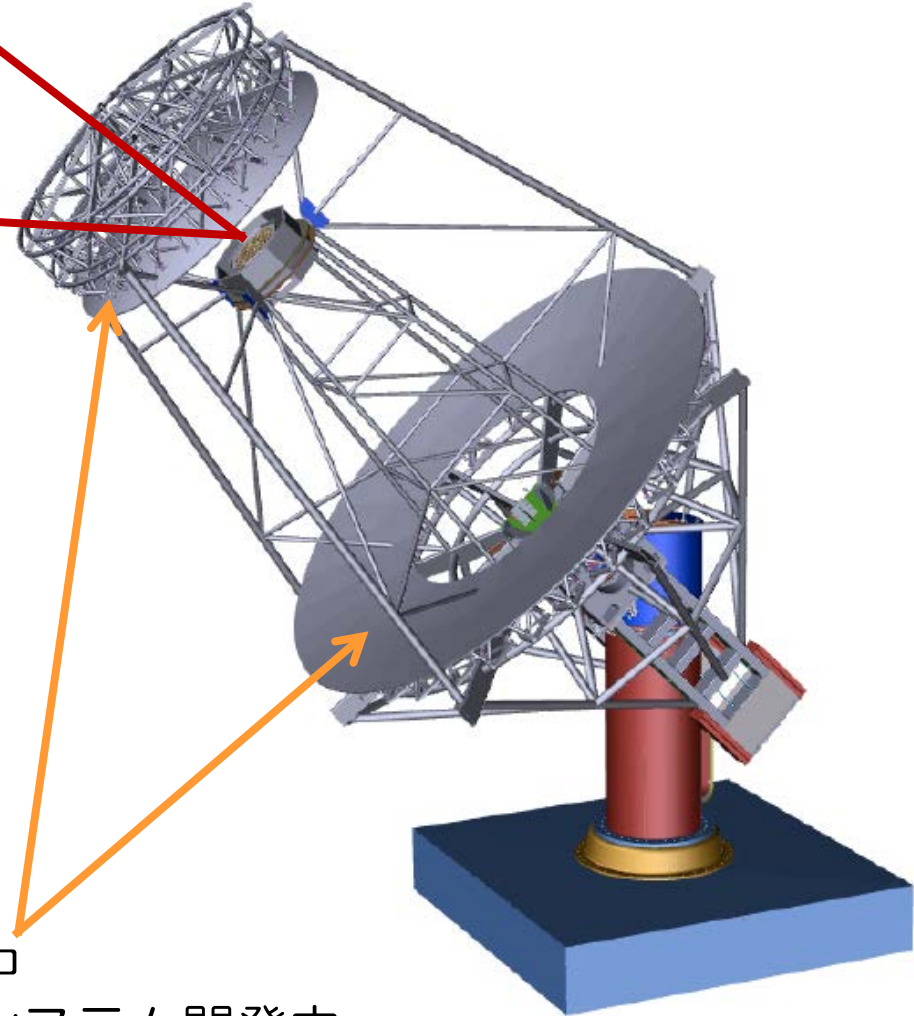


トリガー評価 (名大)

MAPMT⇒MPPC(Geiger-mode APD)
性能評価 (名大)



- 鏡形状設計中
- 鏡方向制御システム開発中



SST-3タイプ

- Davies-Cotton型(欧)

カメラ：視野9度 口径4m
MPPC1296素子
+250MHz-FADC



プロトタイプ
@Krakow

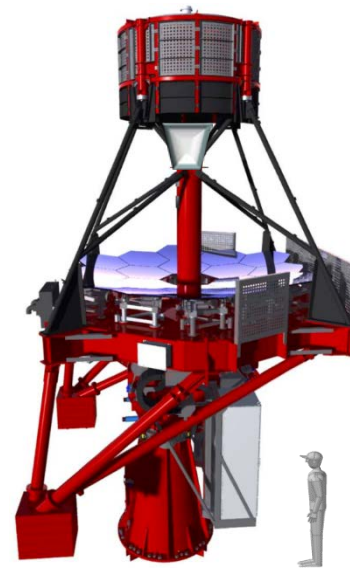
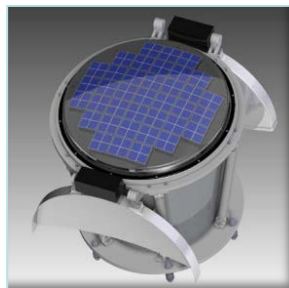


鏡・アクチュエーター試作



- Schwarzschild-Couder型(欧)

MPPCカメラ



口径4+2m

MPPC/MAPMT
カメラ (名大他)

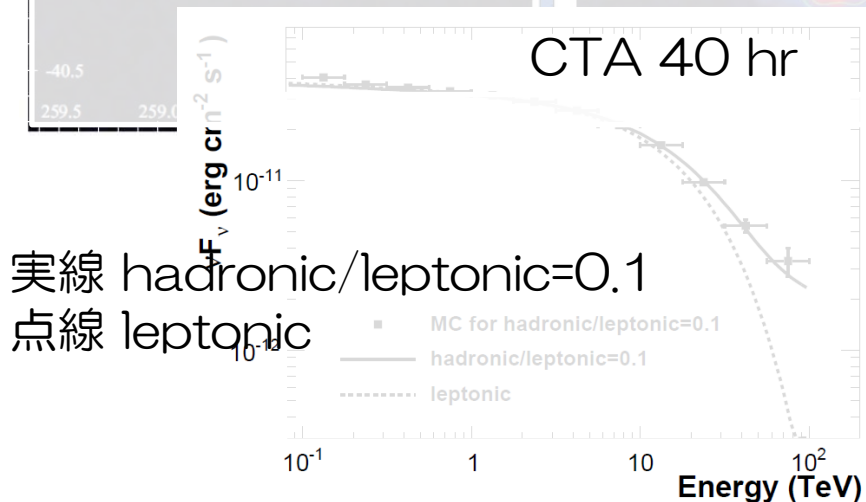
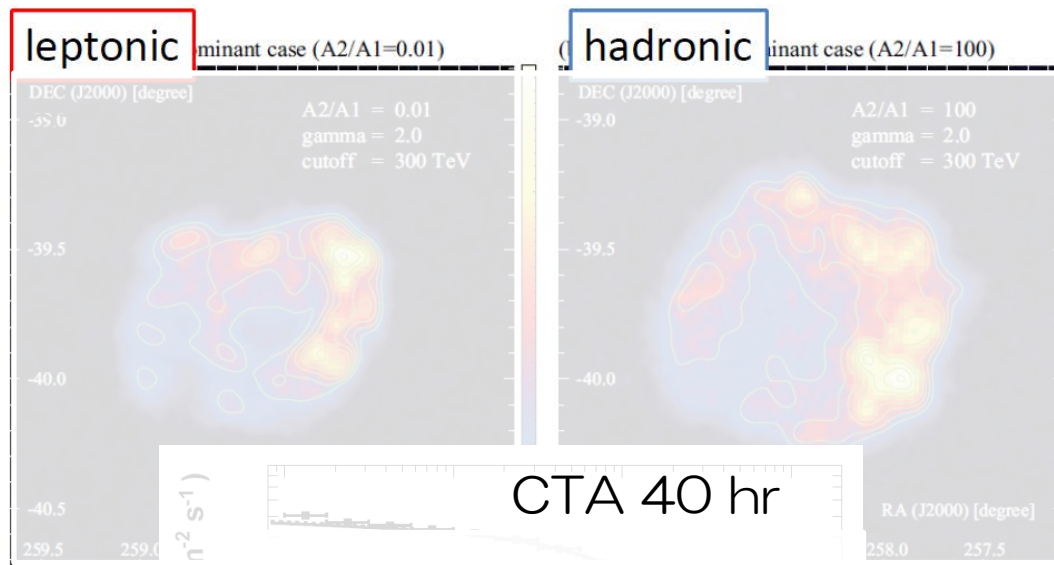


口径4.2+1.8m

- 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)の具体的検討始まる。

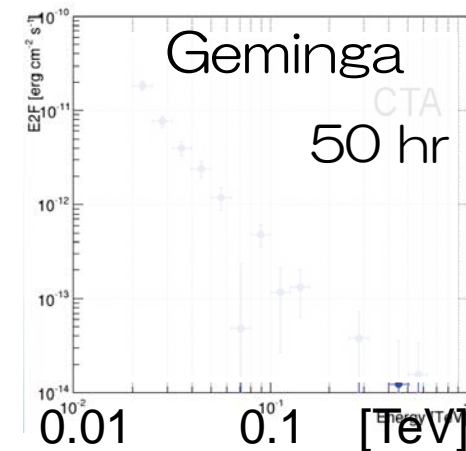
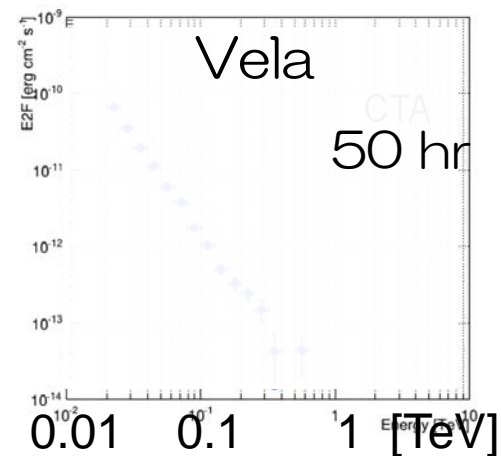
日本グループによる計算結果の例

- SNR RXJ1713.7-3946



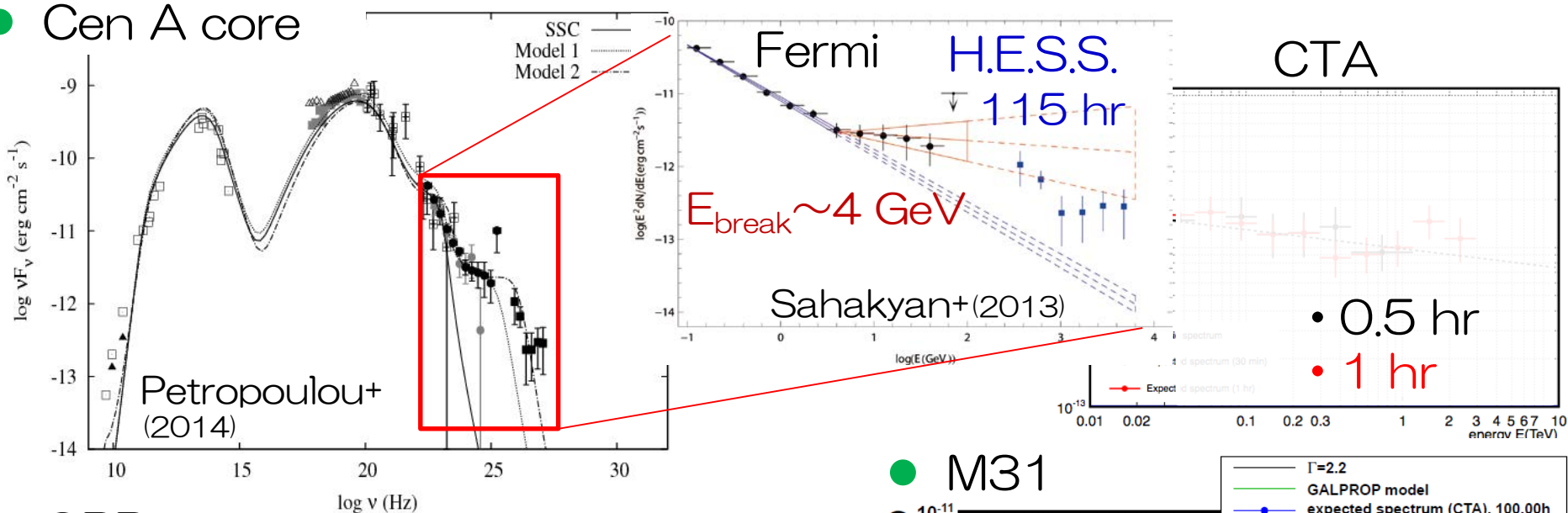
実線 hadronic/leptonic=0.1
点線 leptonic

- Pulsar

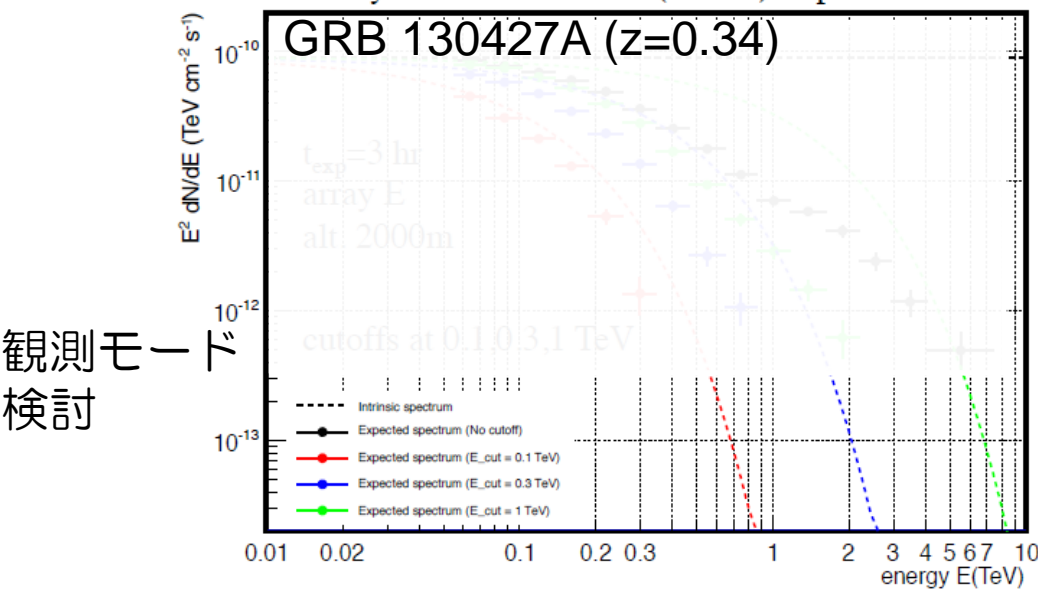


サイエンス検討+シミュレーション—系外天体—

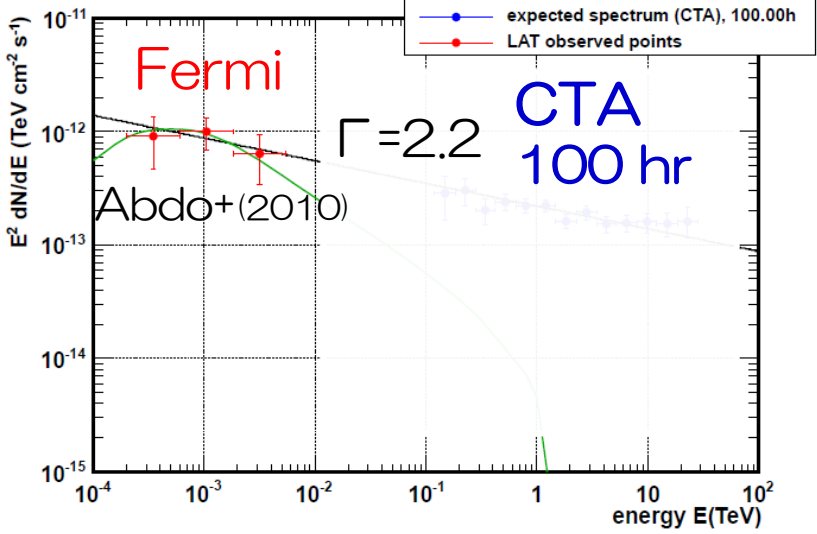
● Cen A core



● GRB



● M31



その他blazar, surveyなどに、
日本グループ大きく貢献

- 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を南北サイトに設置（サイト選定中）。20 GeV-100 TeV領域で従来より一桁良い感度。29か国 1200名以上国際協力。
- 現在、望遠鏡プロトタイピング進行・最終仕様策定中
 - 2016年1Q～ 現地建設
 - 2016年3Q 大口径望遠鏡(LST)1号機のファーストライト
 - 2018年～ アレイ部分観測
 - 2020年～ フルアレイ観測
- 日本グループは、主に大口径望遠鏡の開発・製作で中心的な役割
 - 光学系
 - 高精度分割鏡開発、表面形状測定法開発
 - アクチュエータ制御系開発、カメラ窓・ライトガイド試作
 - カメラ
 - 光電子増倍管 2千本 較正試験中
 - GHzサンプリング読出し回路一試作機試験中⇒年度内量産開始
 - さらにデュアルミラー望遠鏡用MPPC+読出し回路、シミュレーション、サイエンス検討(現在特にKey Science Project検討)などで活躍。