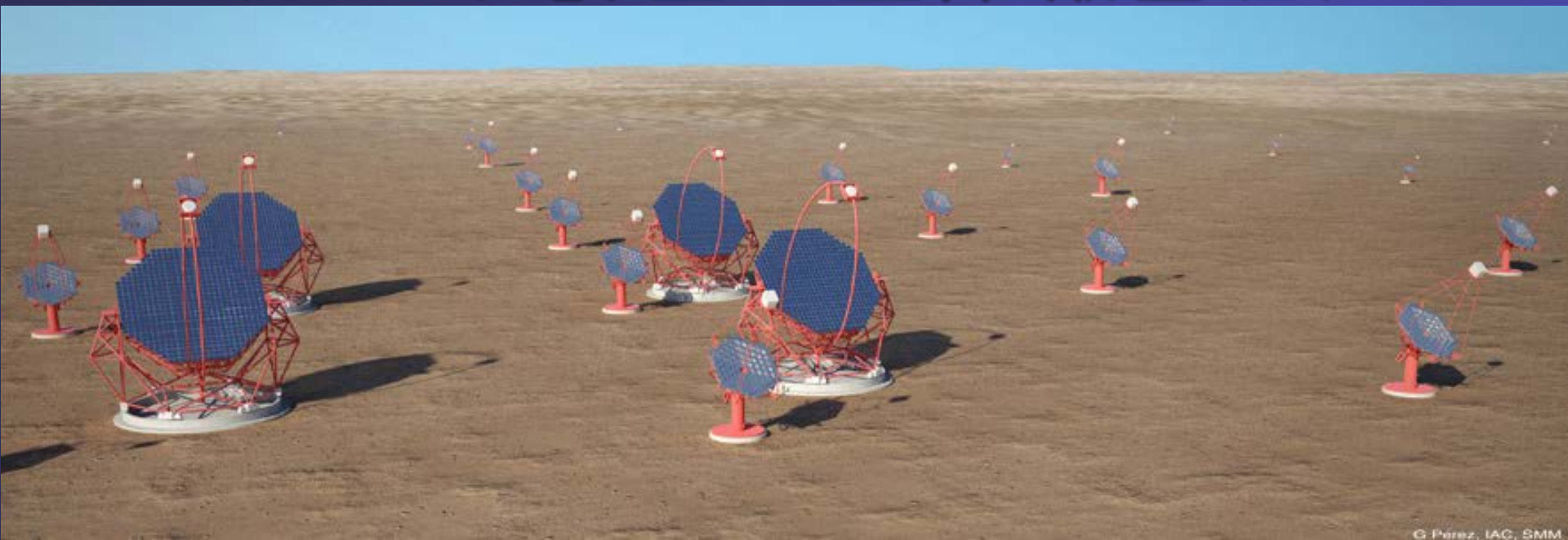


Cherenkov Telescope Array (CTA) 計画：全体報告(5)



窪 秀利 (京都大学) 他 CTA-Japan Consortium

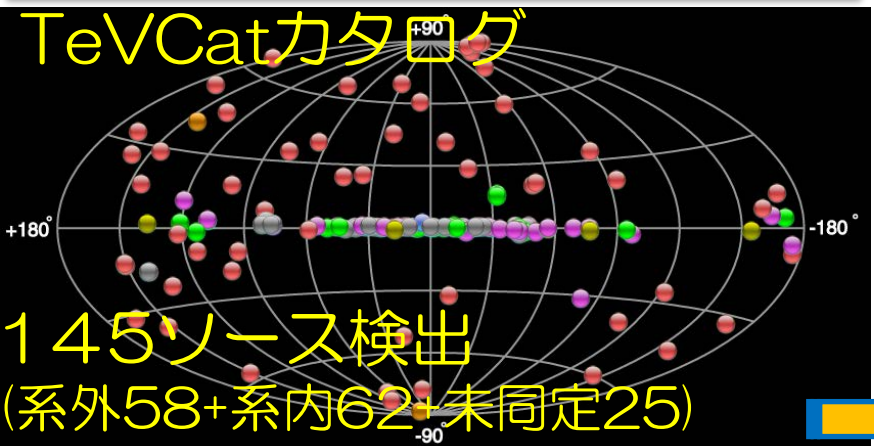
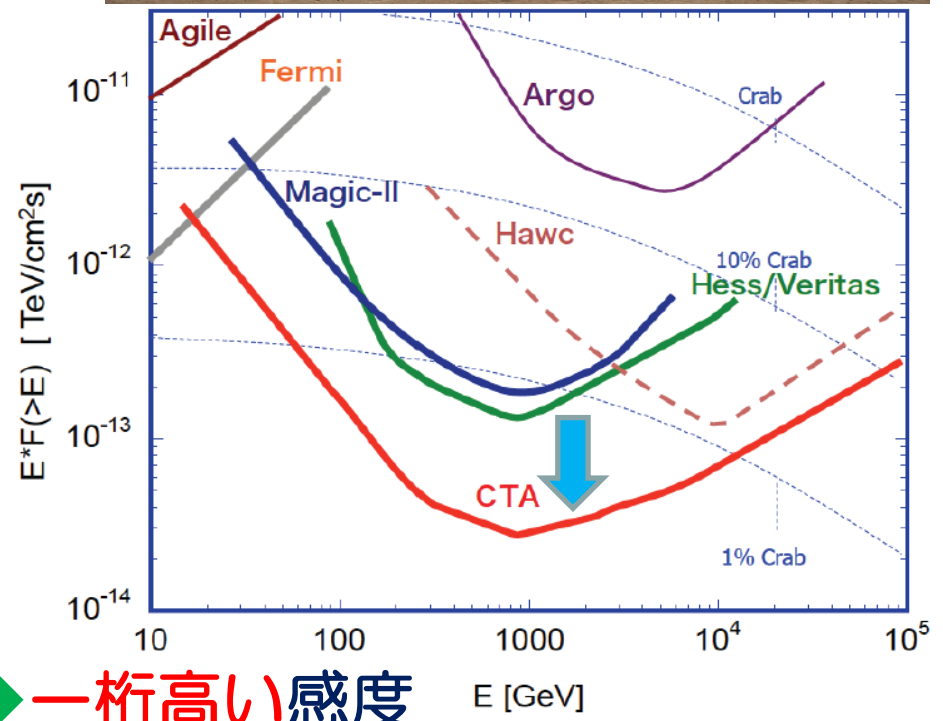
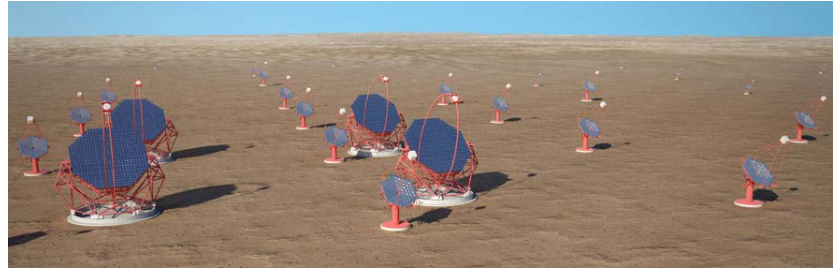
浅野勝晃^A, 井岡邦仁^B, 井川大地^C, 石尾一馬^A, 井上進^{A, D}, 井上芳幸^A,
猪目祐介^E, 上野遥^F, 内山泰伸^G, 大石理子^A, 大岡秀行^A, 大竹峻平^H,
大平豊^I, 荻野桃子^A, 奥村曉^{J, K}, 折戸玲子^L, 加賀谷美佳^M, 格和純^N,
片岡淳^O, 片桐秀明^M, 株木重人^P, 河島孝則^J, 川中宣太^Q, 岸本哲朗^R,
櫛田淳子^C, 窪秀利^R, 郡司修一^H, 郡和範^B, 小島拓実^A, 小谷一仁^C,
小山志勇^F, 今野裕介^R, 齋藤浩二^A, 齋藤隆之^R, 榊直人^A, 佐々木浩人^E,
澤田真理^I, 柴田徹^I, 菅原隆希^L, 高橋慶太郎^S, 高橋弘充^N, 高橋光成^A,
高見一^B, 田島宏康^J, 立原研悟^T, 田中駿也^M, 田中孝明^R, 田中真伸^B,
千川道幸^U, 辻本晋平^C, 土屋優悟^R, 坪根義雄^I, 鶴剛^R, 手嶋政廣^{A, D},
寺田幸功^F, 當真賢二^V, 門叶冬樹^H, 戸谷友則^Q, 鳥居和史^T, 内藤統也^W,
中嶋大輔^A, 長瀧重博^X, 中森健之^H, 中山和則^Q, 永吉勤^F, 西嶋恭司^C,
野里明香^U, 野田浩司^{A, D}, 畑中謙一郎^R, 花畑義隆^A, 馬場浩則^M, 早川貴敬^T,
林田将明^A, 原敏^W, 馬場彩^I, 日高直哉^J, 広谷幸一^A, 深沢泰司^N, 福井康雄^T,
藤田裕^V, 増田周^R, 松本浩典^Y, 水野恒史^N, 村石浩^Z, 村瀬孔大^A, 森浩二^{aa},
柳田昭平^M, 山崎了^I, 山本常夏^E, 山本宏昭^T, 吉越貴紀^A, 吉田篤正^I,
吉田龍生^M, 李兆衡^X

東大宇宙線研^A, KEK素核研^B, 東海大理^C, Max-Planck-Inst. fuer Phys.^D, 甲南大理工^E,
埼玉大理^F, 立教大理^G, 山形大理^H, 青学大理工^I, 名大STE研^J, レスター大^K, 徳島大総科^L,
茨城大理^M, 広大理^N, 早大理工^O, 東海大医^P, 東大理^Q, 京大理^R, 熊本大理^S, 名大理^T,
近畿大理^U, 阪大理^V, 山梨学大^W, 理研^X, 名大KMI^Y, 北里大医療衛生^Z, 宮崎大工^{aa}

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



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



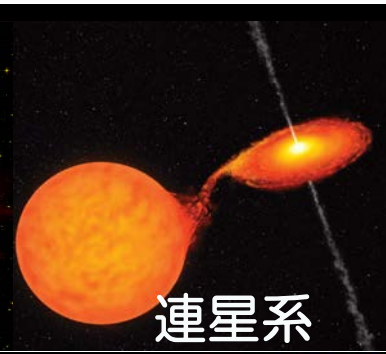
>1000個のソース検出期待

CTAで狙うサイエンス

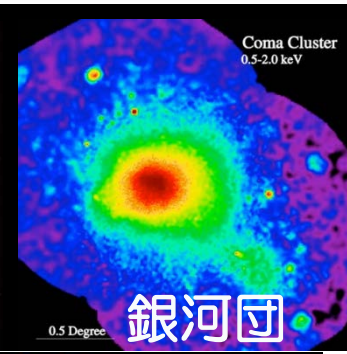
観測天体



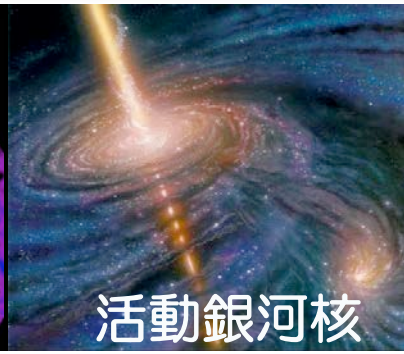
超新星残骸



連星系



銀河団



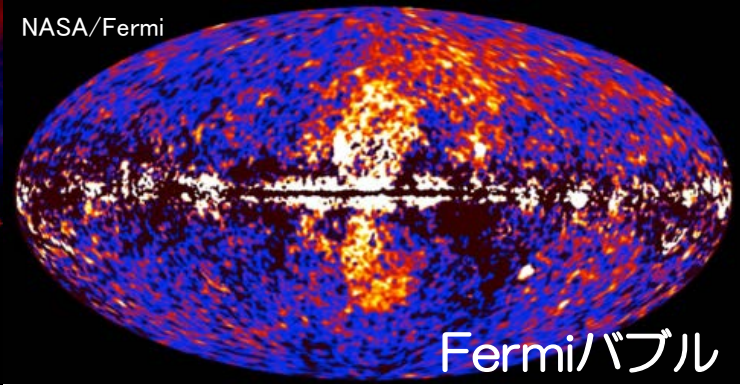
活動銀河核



ガンマ線バースト

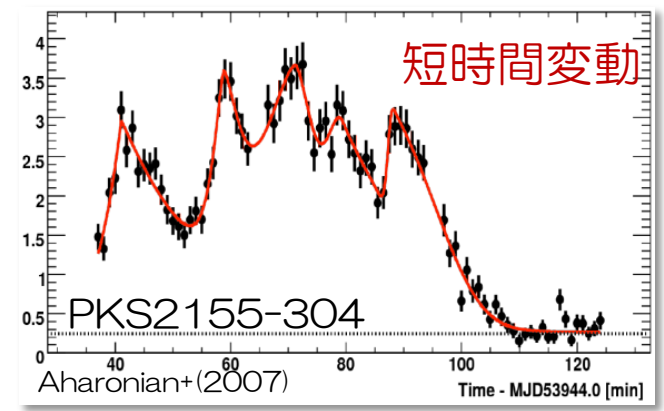


パルサー・星雲

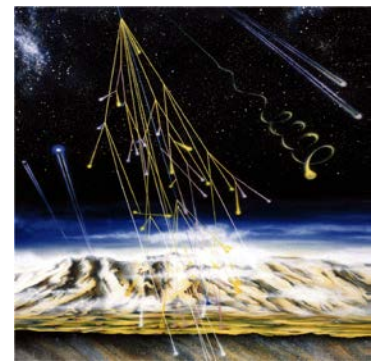


Fermiバブル

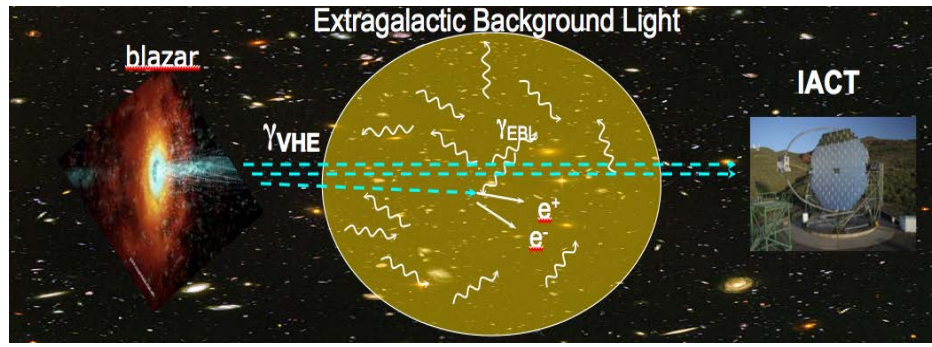
放射機構、粒子加速機構



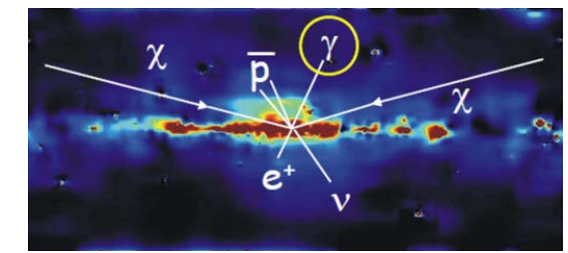
ローレンツ不変性検証



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

LST × (4+4)

23m口径

20 GeV - 1 TeV

FOV=4.5°

SST × (8+32)

4-6m口径

1 TeV - 100 TeV

FOV~10°

MST × (17+23)

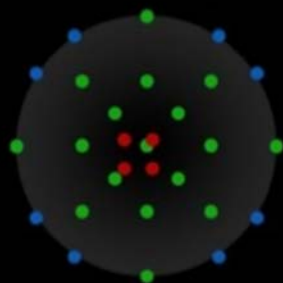
10-12m口径

100 GeV - 10 TeV

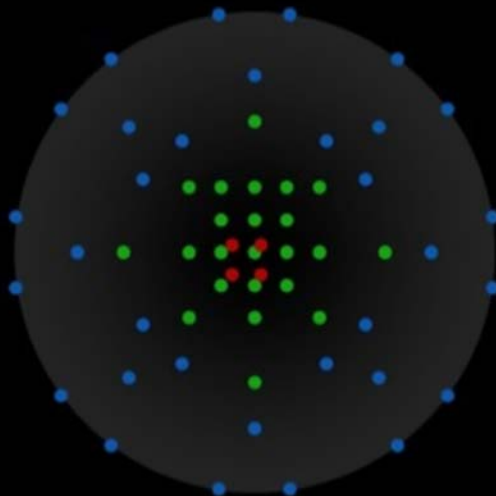
FOV=6 - 8°

CTA - North

CTA - South



1 km²



3 km²

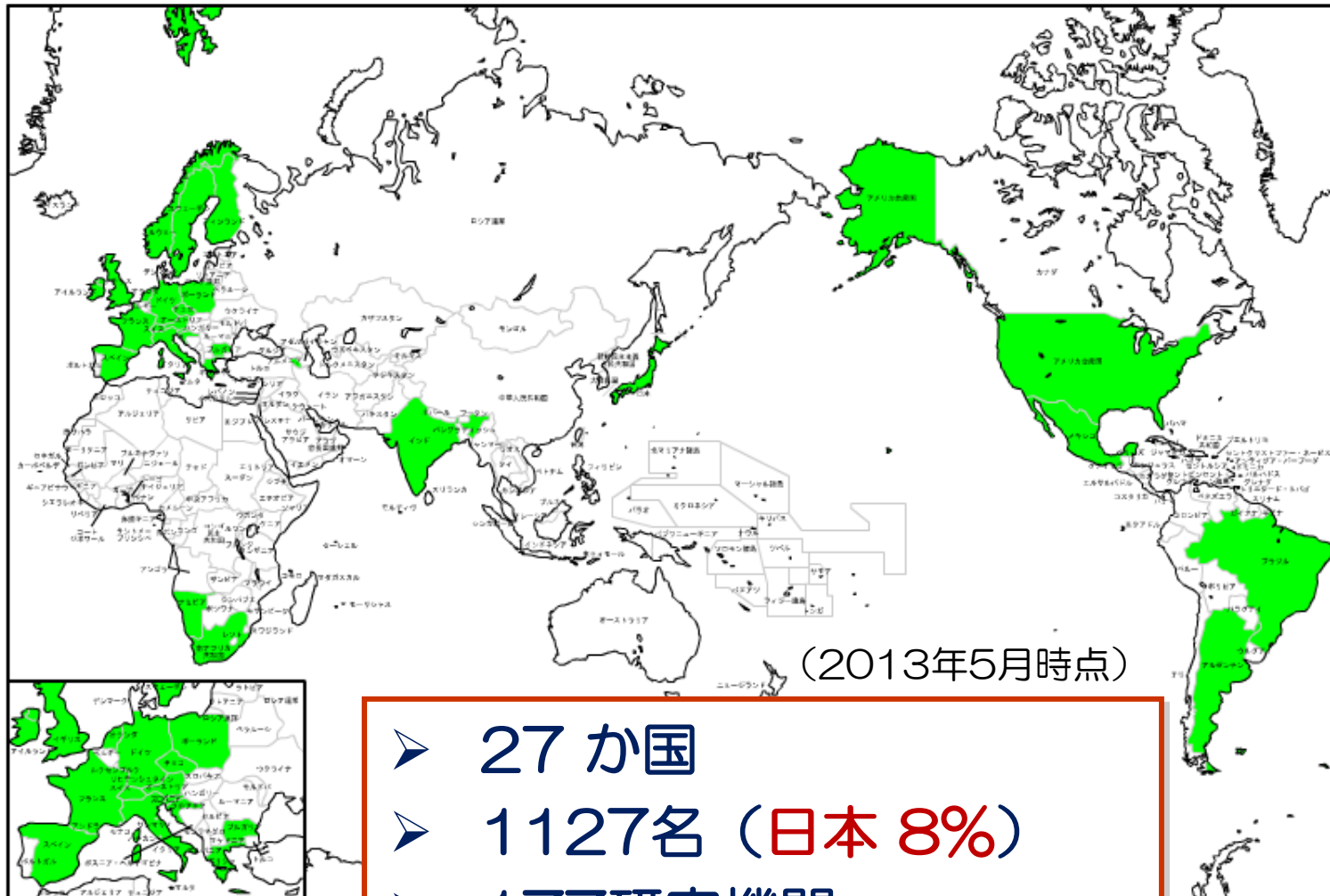
LST MST SST



南北に2ステーション⇒全天観測

2013年末にサイト決定

CTA Consortium



CTA-Japan研究組織

物理

責任者: 井岡 (KEK)
KEK, 東大、青学大、
茨城大、他



CTA計画推進責任者 手嶋 (東大)

マネージメント

CTA-Japan PI 手嶋 (東大)
CTA-Japan Co-PI 窪 (京大)
CTA-Japan Chair 戸谷 (京大)
CTA-Japan SBO 吉田 (茨城大)

シミュレーション

責任者: 吉越 (ICRR)
東大、東海大、山形大、
甲南大、京大、他



LST

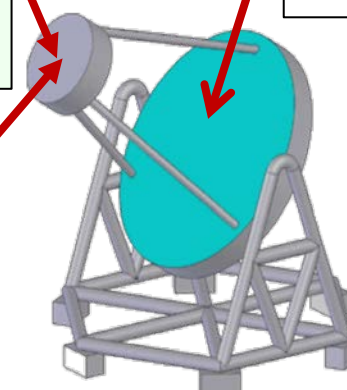
Prototyping Project Coordinator
手嶋 (東大)

光検出器

責任者: 山本 (甲南大)
徳島大、埼玉大、東大、茨城大、
甲南大、青学大、浜松ホトニクス他

読出し回路

責任者: 窪 (京大)
京大、KEK、山形大、他



MST

ミラー

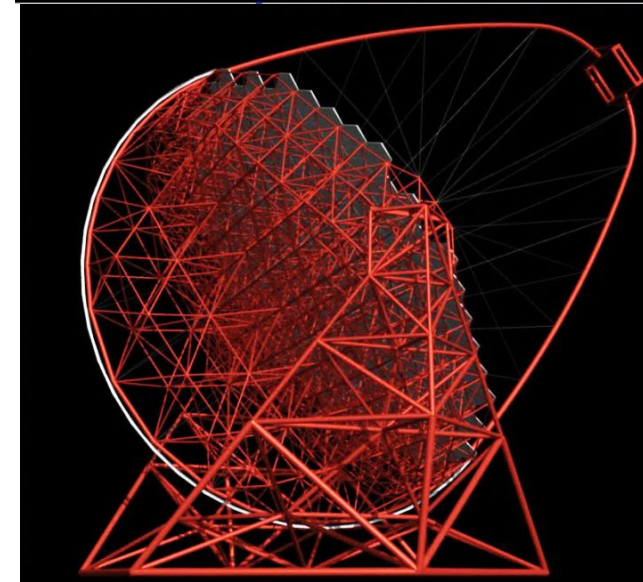
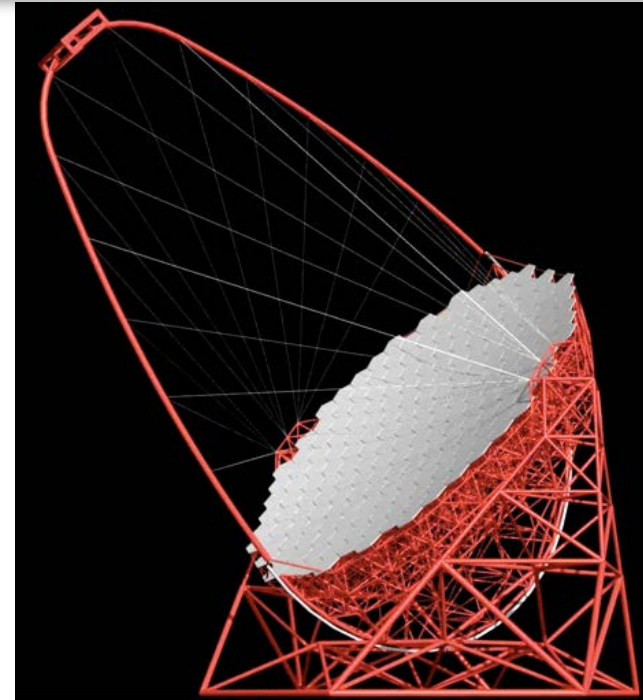
責任者: 林田 (東大)
ICRR、近畿大、茨城大、
甲南大、三光精衡所、他

デュアルミラー用
カメラ
責任者: 田島 (名大)
名大

SST

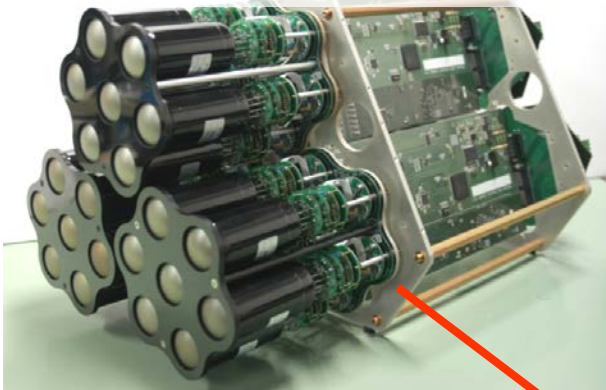
LST仕様

- 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 70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)
 - PMT 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

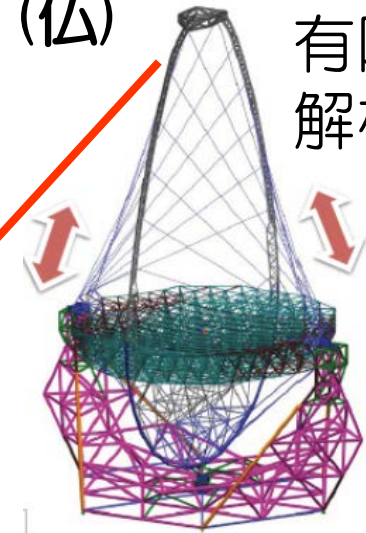
カメラ(日西独)



→山本、増田講演

- PMT+HV 1000本 製造済
- アナログメモリを用いた高速波形サンプリング回路開発
- トリガーを含めた総合試験
- 冷却システム試作

カメラサポート構造(仏)



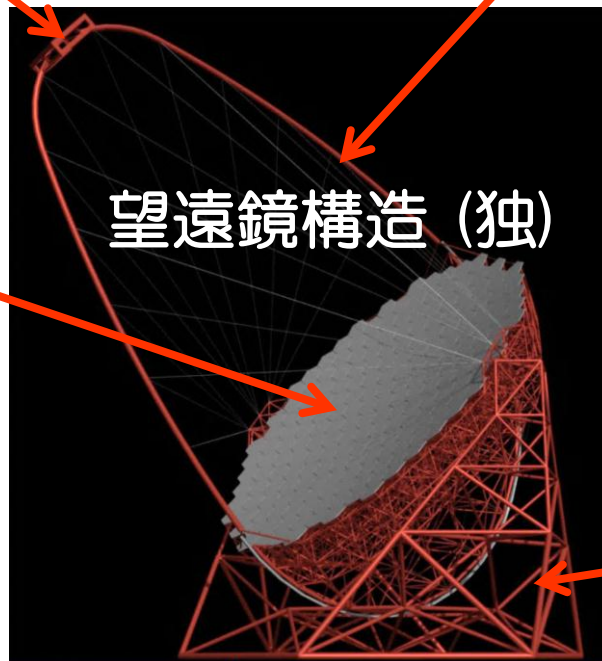
有限要素法解析

1.5m鏡(日)

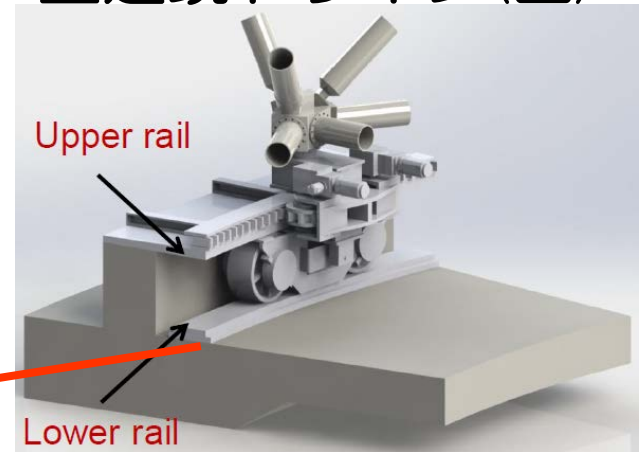


→林田講演

望遠鏡構造(独)



望遠鏡ドライブ(西)



Upper rail

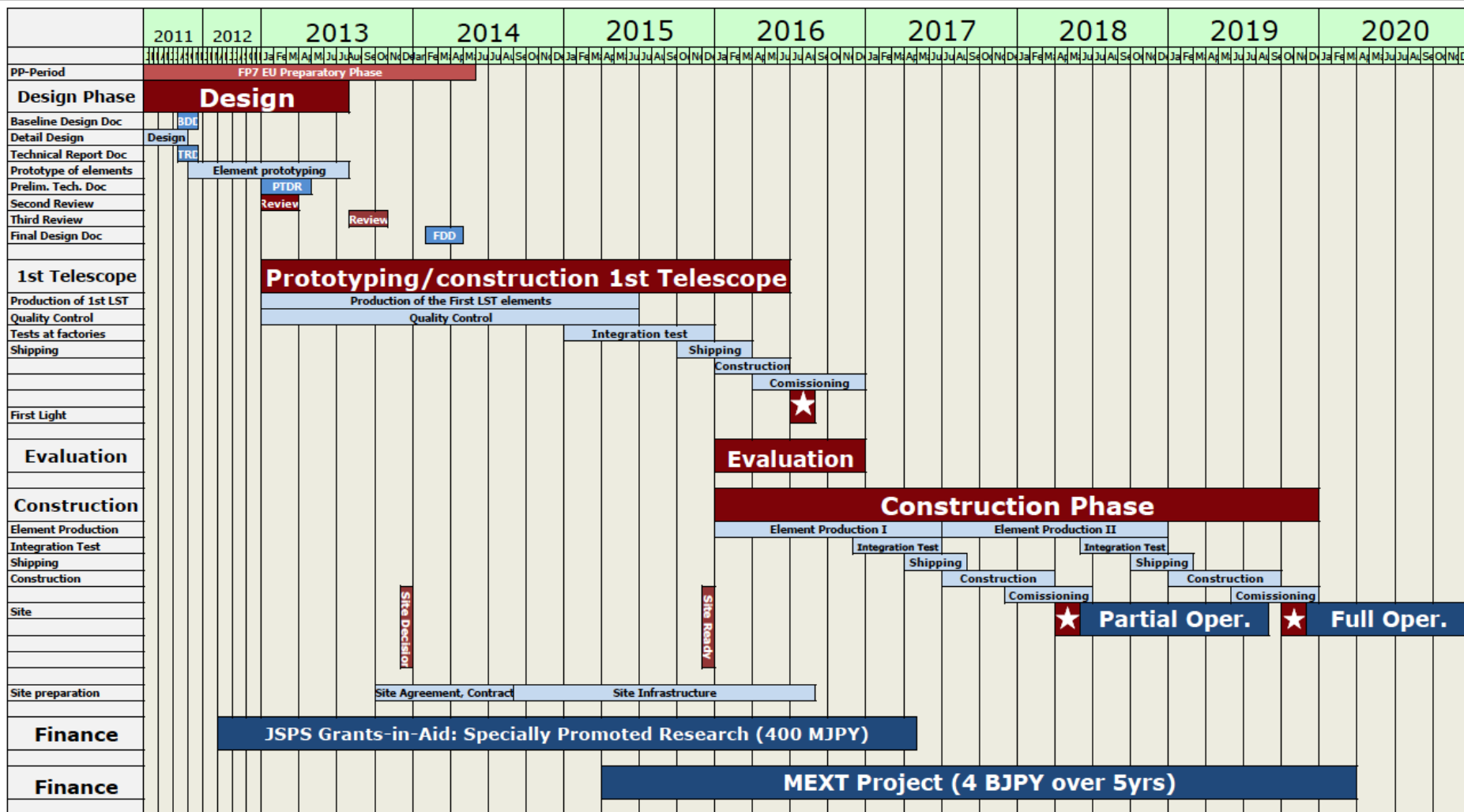
Lower rail

● 鏡面形状測定

● 耐候性試験

● アクチュエーター制御(日瑞)

LST建設スケジュール



1号機要素量産：2013-2015年1H、統合試験：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

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

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



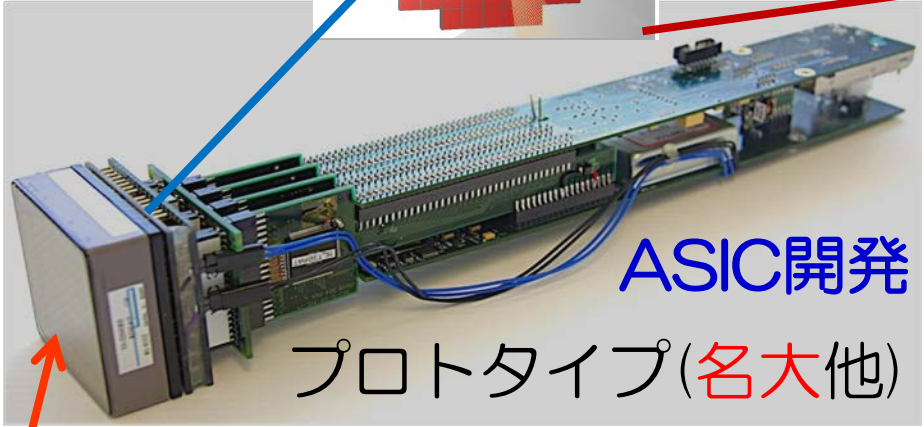
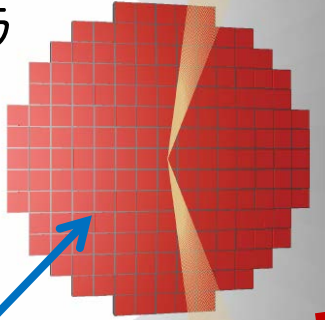
カメラプロトタイプ



MST Schwarzschild-Couder型 (USA+名大)

Focal Plane Camera
w/ 177 MAPMTs

カメラ

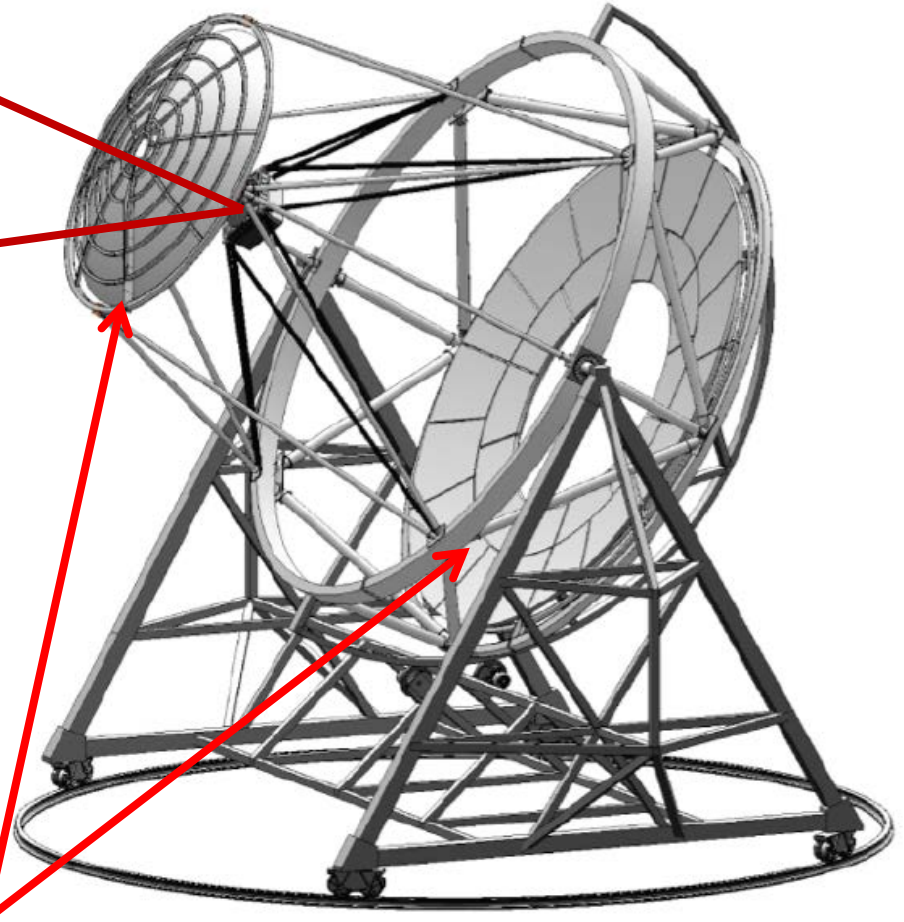


ASIC開発

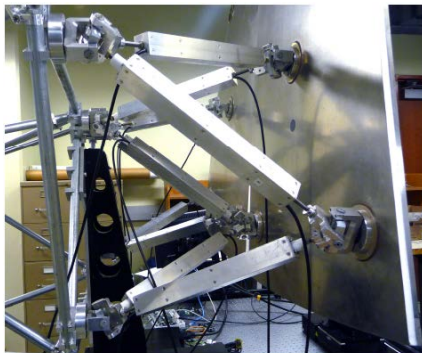
プロトタイプ(名大他)

Secondary mirror
(D=5.42m)

Primary mirror
(D=9.66m)

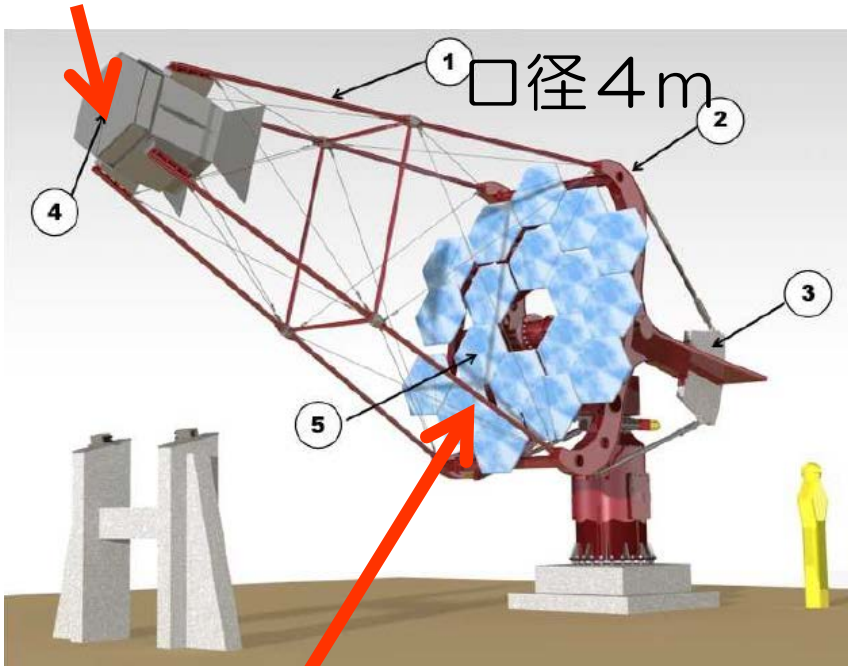


MAPMT/MPPC(Geiger-mode APD)

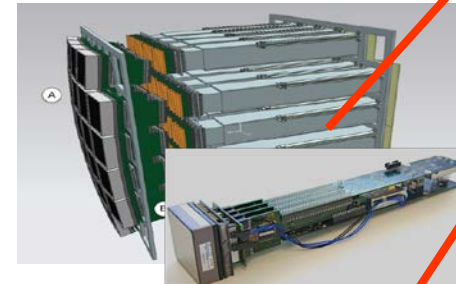
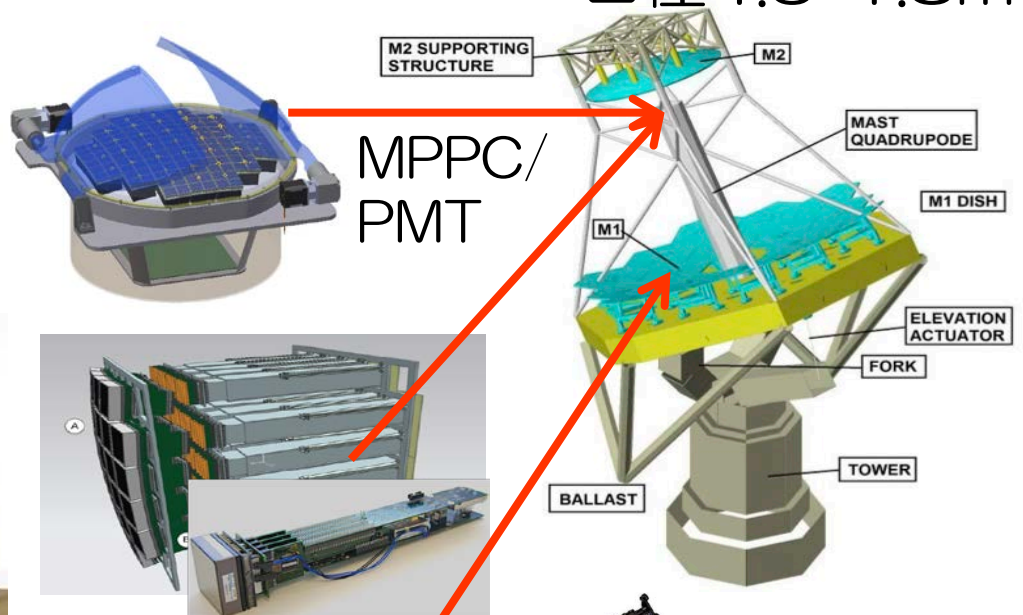


- 鏡形状設計中
- 鏡方向制御システム開発中

- Davies-Cotton型(欧)
カメラ：MPPC+250MHz-FADC



- Schwarzschild-Couder型
(欧+名大) 口径4.3+1.8m

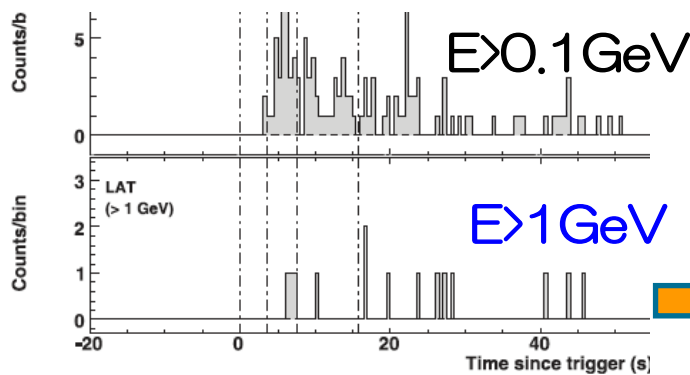


サイエンス検討グループの活動

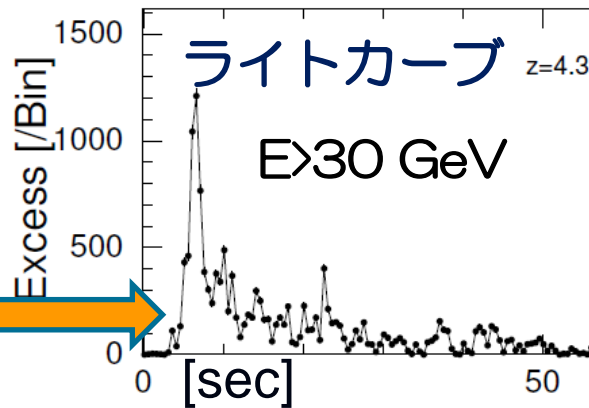
- ◆ シミュレーションを行い、CTAで可能なサイエンスを定量化
- ◆ GRB, AGN — 日本グループが大きく貢献 *Astroparticle Physics, vol.43(2013)*

GRB080916C (z=4.3)

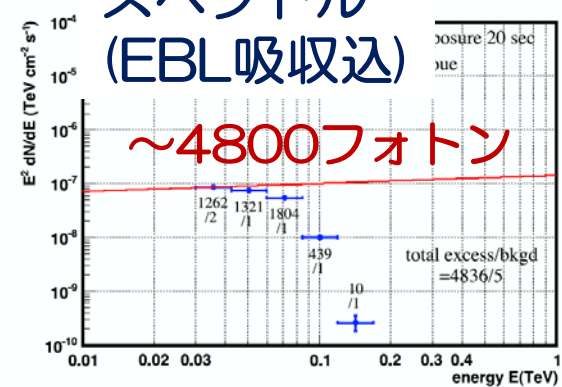
Fermi観測結果 Abdo+(2009)



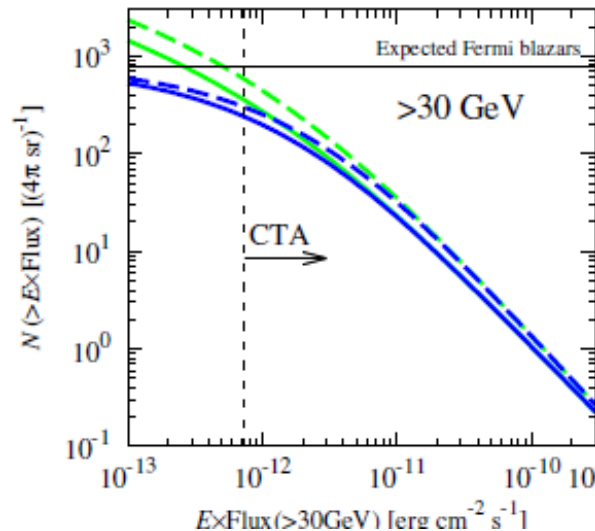
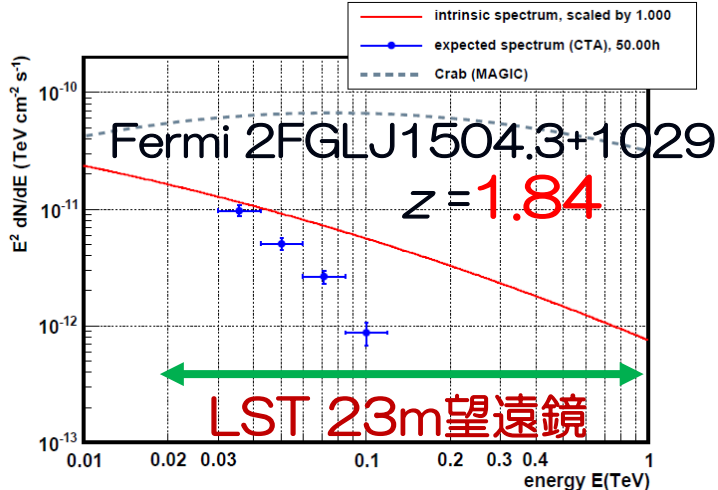
CTAでの予想



スペクトル (EBL吸収込)



遠方AGNのCTA予想スペクトル



CTAでのAGN検出数予想

- サーベイ: 吸収無 (Green dashed line)
- サーベイ: 吸収 (Green solid line)
- Fermi: 吸収無 (Blue dashed line)
- Fermi: 吸収 (Blue solid line)

- CTA計画：大(23m)、中(12m)、小(6m)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（サイトを年内に決定）。日米欧27か国（>1000名）の国際協力による、唯一の次世代チェレンコフ望遠鏡。
- 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。
- 現在、望遠鏡プロトタイピング進行中
 - 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(光電子増倍管、超高速読み出し回路、高精度分割鏡)の開発・製作で中心的な役割。さらにデュアルミラー望遠鏡用読み出し回路、シミュレーション、サイエンス検討などで活躍。