

# CTA報告86：全体報告

## 窪 秀利（京大理）



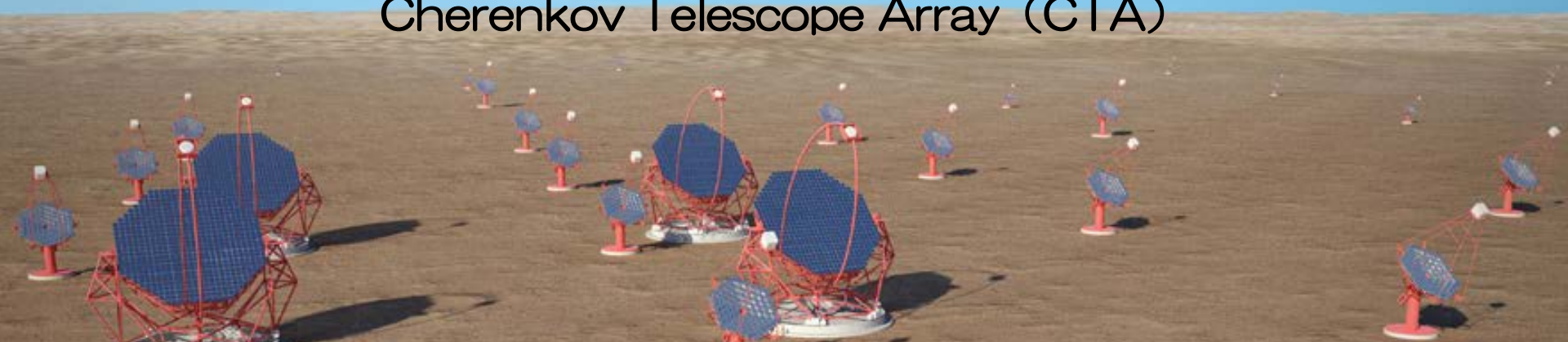
CTA-Japanメンバー 窪秀利<sup>A</sup>, 手嶋政廣<sup>B, C</sup>, 戸谷友則<sup>D</sup>, 浅野勝晃<sup>B</sup>, 井岡邦仁<sup>E</sup>, 井川大地<sup>F</sup>, 石尾一馬<sup>B</sup>, 井上進<sup>B</sup>, 井上剛志<sup>G</sup>, 井上芳幸<sup>H</sup>, 猪目祐介<sup>I</sup>, 内山泰伸<sup>J</sup>, 梅津陽平<sup>F</sup>, 大石理子<sup>B</sup>, 大岡秀行<sup>B</sup>, 大平豊<sup>K</sup>,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

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

CTA Consortium  
29か国 >1200名



### Cherenkov Telescope Array (CTA)

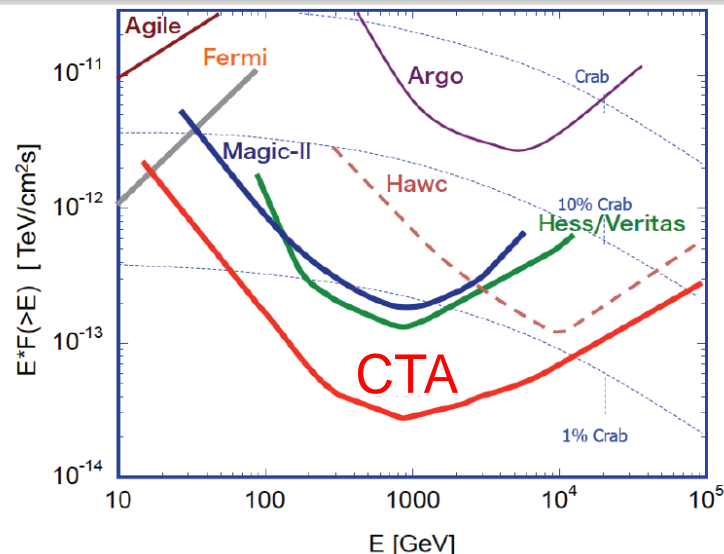


# CTAで狙うサイエンス

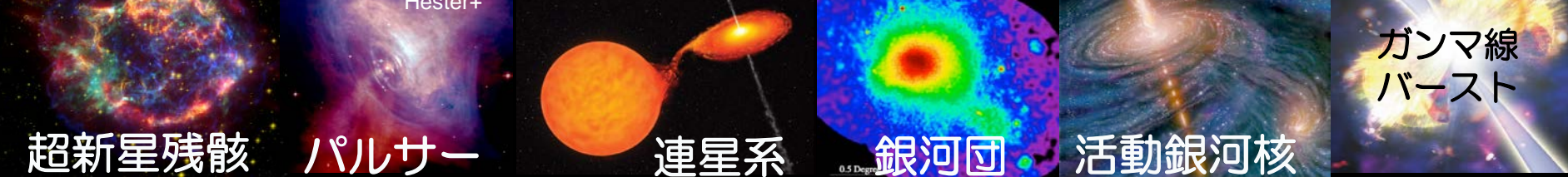
## Cherenkov Telescope Array (CTA)



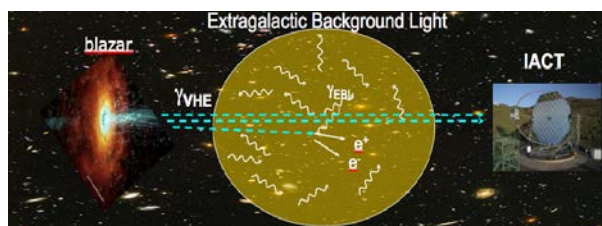
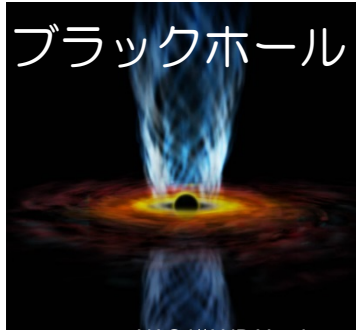
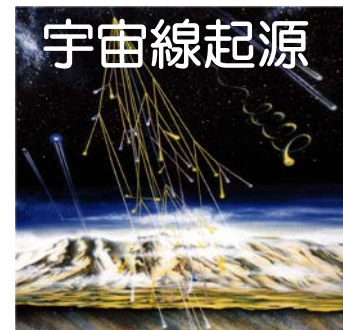
- ◆ 桁高い感度
- ◆ 広帯域化 (20 GeV - 100 TeV 以上)
- ◆ 角度分解能 3倍 (2分 @ 1 TeV)



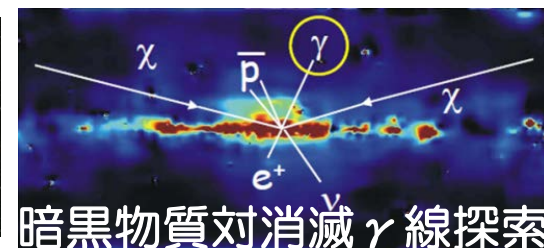
## 観測天体



現在157ソース ⇒ >1000個のソース検出期待



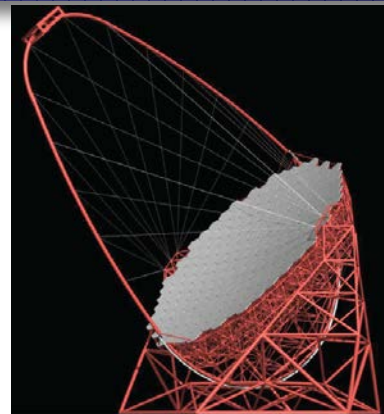
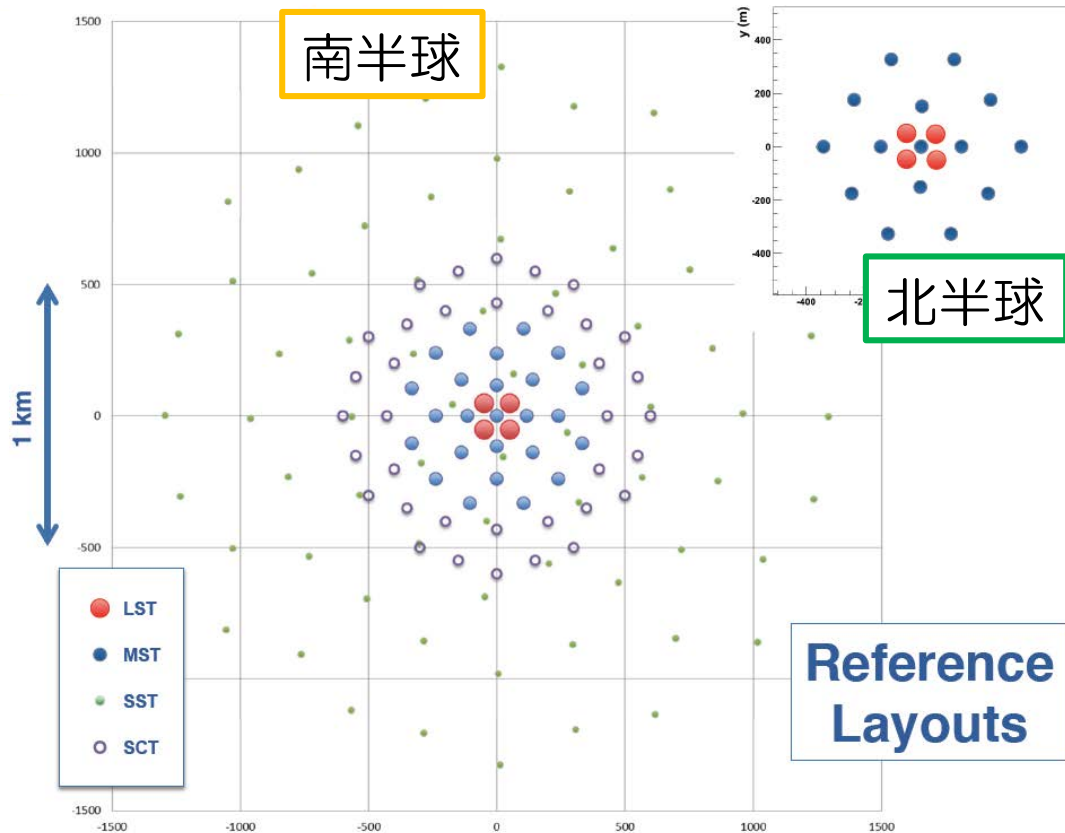
赤外・可視背景放射  
→ 宇宙の星形成史



ローレンツ不変性検証

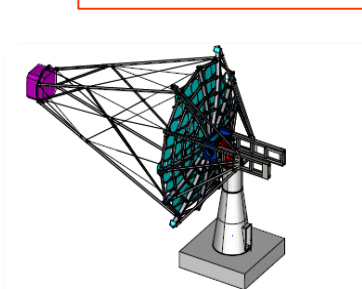
# CTA望遠鏡配置

北半球と南半球の2ステーション⇒全天観測

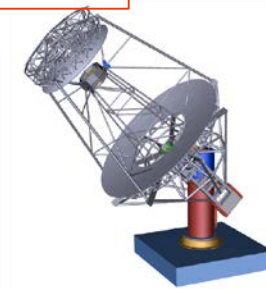


LST  
口径  
23m

20 GeV—1 TeV



MST 12m

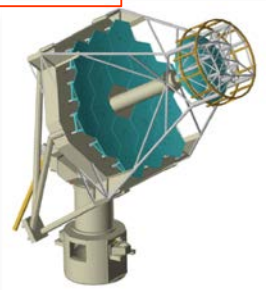
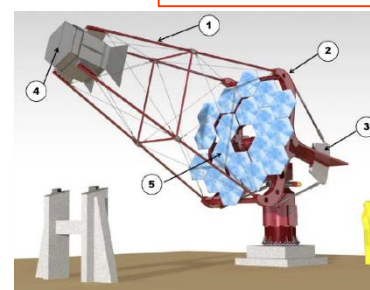


SCT 10m

0.1—10 TeV

台数

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



SST ~4m

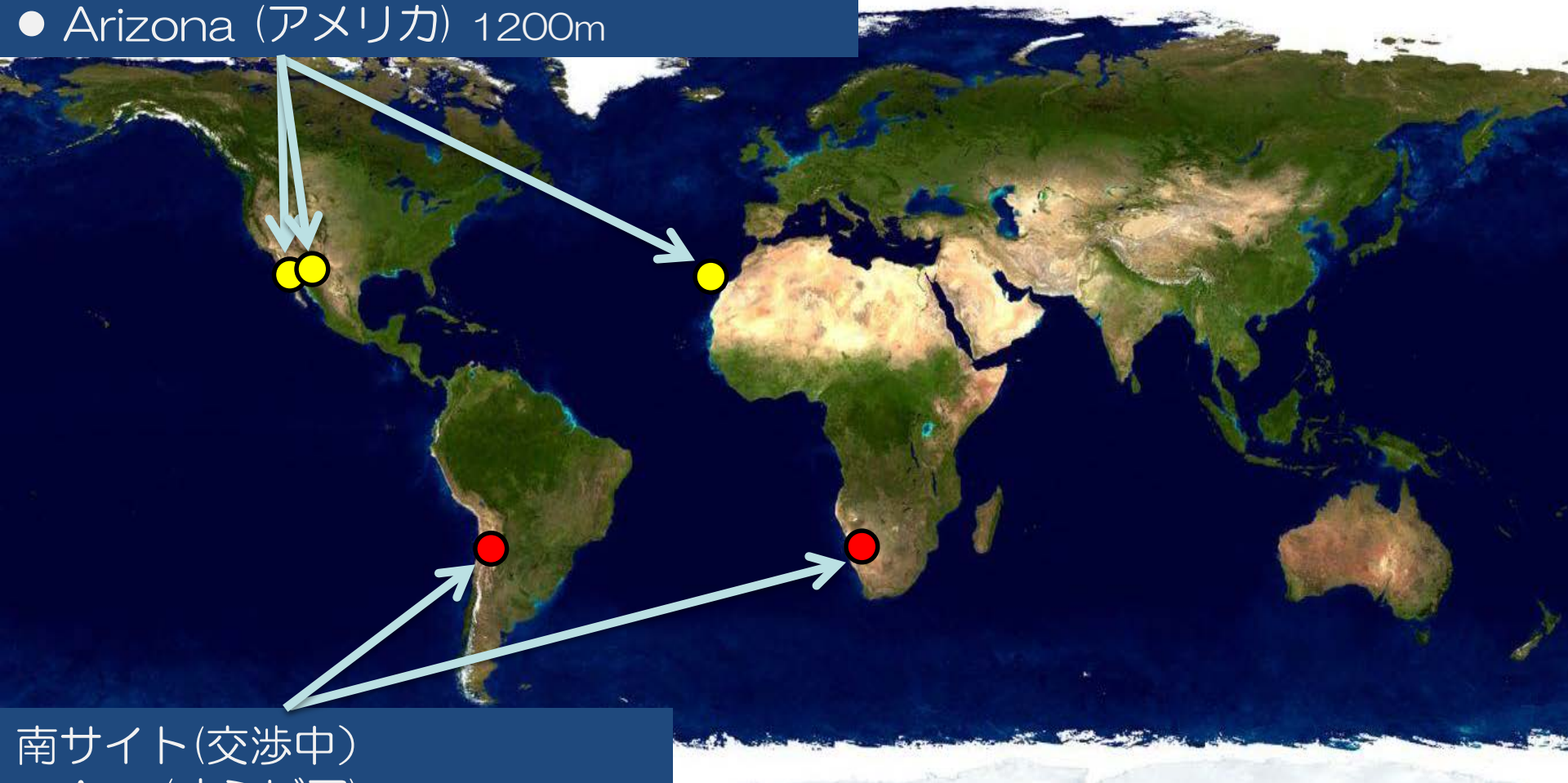
1—100 TeV

# CTAサイト候補地

## 北サイト(調査中)

- カナリー諸島 (スペイン) 高度2200m
- San Pedro Martir (メキシコ) 2800m
- Arizona (アメリカ) 1200m

面積: [北] >1km<sup>2</sup>、[南] >10km<sup>2</sup>



## 南サイト(交渉中)

- Aar (ナミビア) 高度1600m
- Armazones (チリ) 2400m

# LSTプロトタイプリングー国際協力体制ー

9か国：BR, CH, DE(40), ES(82), FR(21), IN, IT(28), JP(60), SE

FPI/Elec (JP/IT/ES)

Camera body (ES/DE)

CSS (FR/IT)

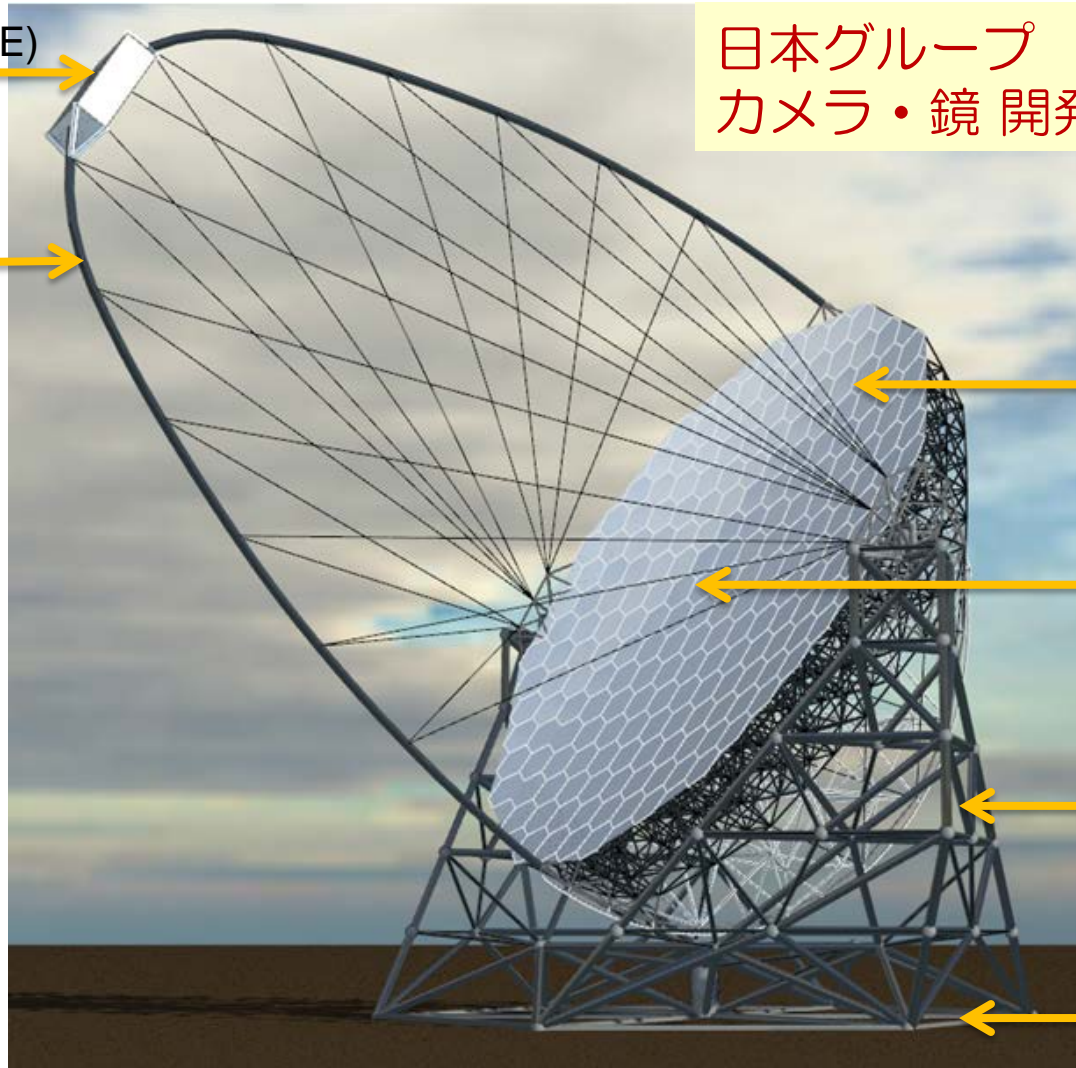
Flywheel, UPS  
(JP/DE/ES)

Comp. (DE/DATA)



日本グループ

カメラ・鏡 開発の中心的役割



MIR (JP)

Interface PL (DE/BR/JP)

Actuator (JP/CH)

CMOS-Cam (DE/JP)

StarGlider (SE)

CalibBox (IN/IT)

Structure (DE)

Access Tower (DE/ES)

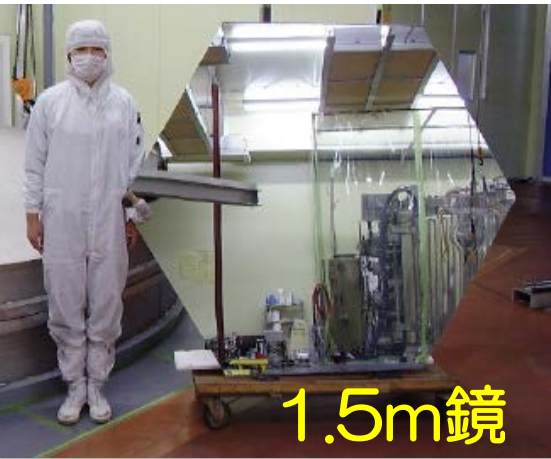
Drive (DE/FR/ES)

Bogie (DE/ES)

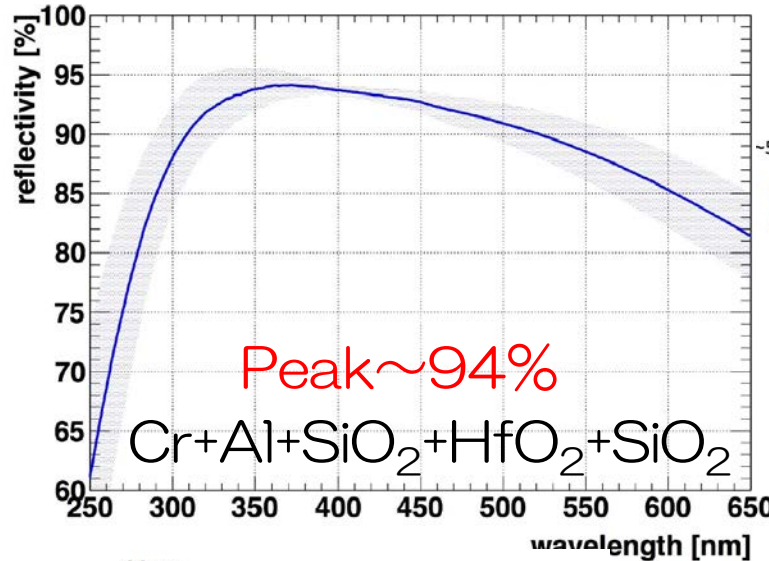
Rail (DE/ES)

Found. (ES/INFRA)

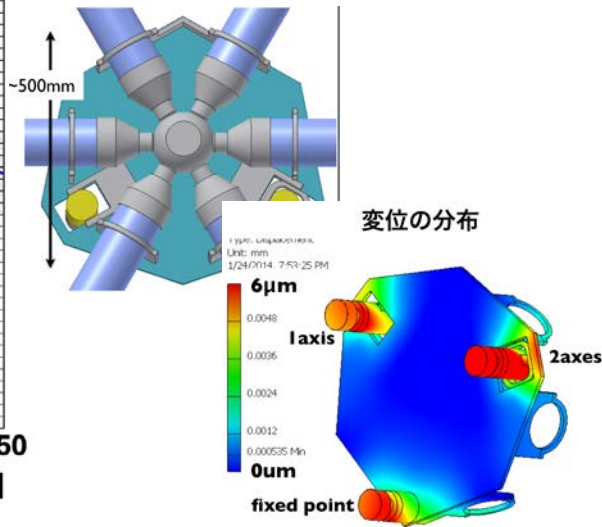
# 日本グループによるLSTプロトタイプリング



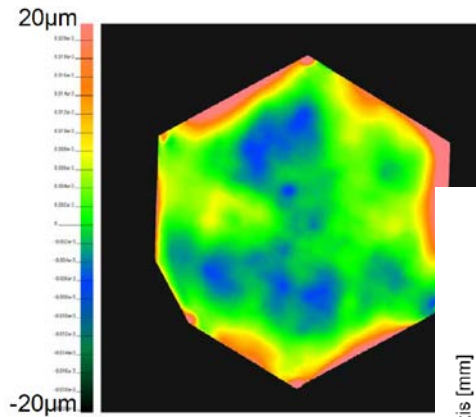
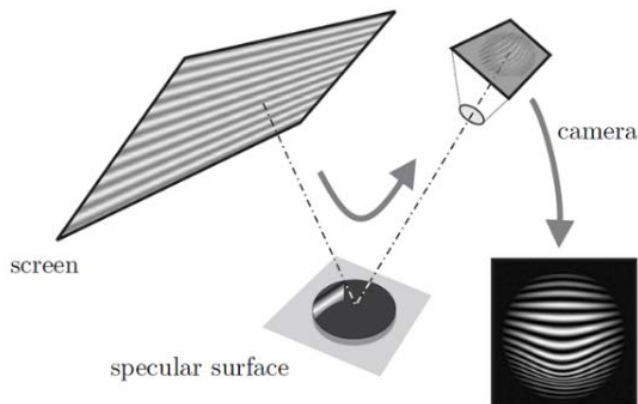
## ● 反射率測定(29枚)



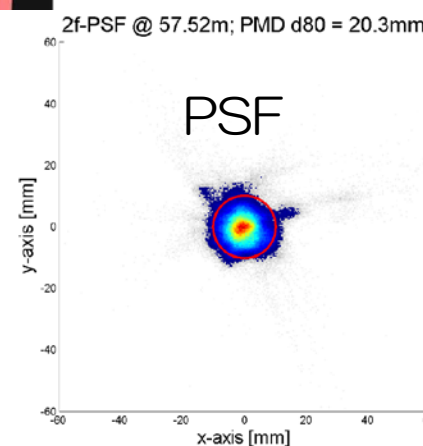
- 鏡耐久性評価
- 鏡支持構造設計



## ● 鏡面形状測定法開発

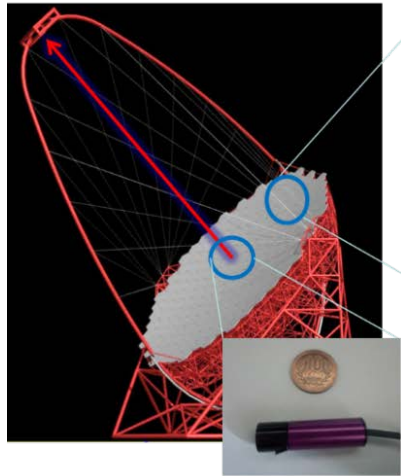


- 空気シャワーシミュレーションを用いた光学系の性能評価 (荻野講演)



# 日本グループによるLSTプロトタイピング

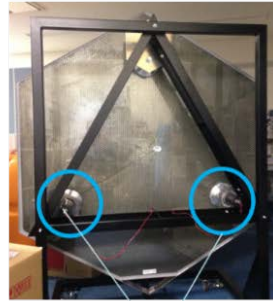
## ● アクチュエーター制御 (深見講演)



IRレーザー



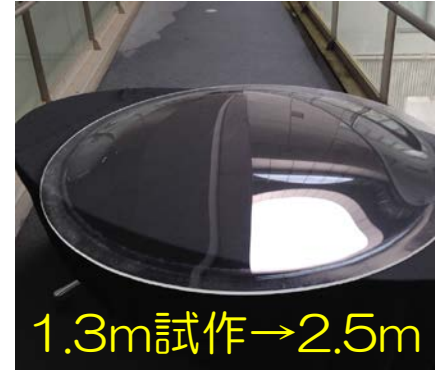
CMOSカメラ



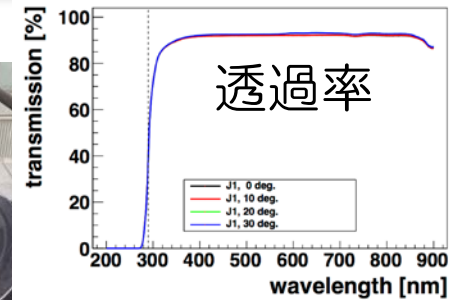
アクチュエーター



## ● カメラ窓試作



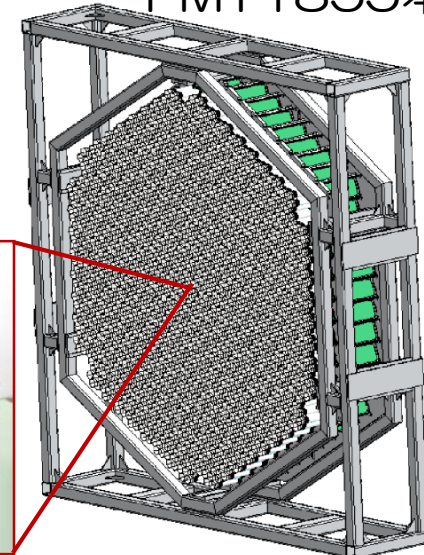
1.3m試作→2.5m



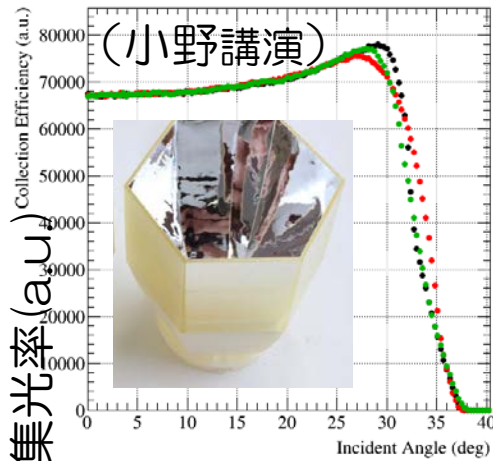
## ● センターピクセルCCD (齋藤講演)

- 光電子増倍管 高精度測定 (高橋講演)
- 光電子増倍管 2千本 較正試験中 (永吉講演)
- 高速パルスレーザー開発 (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  
⇒量産中(増田講演)

PMT1855本

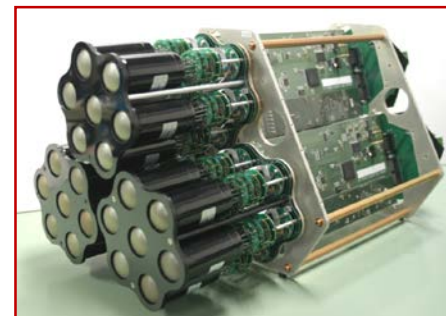


## ● ライトガイド試作



入射角

- DAQ構築  
サーバー・Switch  
(石尾講演)



# LST 1号機建設地（ラパルマ島）



カナリア諸島

google



ラパルマ島



ORMサイト

M. Garczarczyk



MAGIC 望遠鏡  
に隣接してLST  
を建設

@標高2200 m

- ドイツは CTA全体に対して51 MEuro の予算を獲得し、建設が2015年より開始
- 今年 LST 1号機のコンクリート基礎工事⇒2016年 望遠鏡組上、ファーストライト



# ラパルマ島でのLST配置

1号機(2015)-

2-4号機(2017-2020)



CTA全体としては、2020年から全機種フルアレイによる観測を予定。  
公開天文台(TeV領域では初)。

# 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 2013年5月竣工

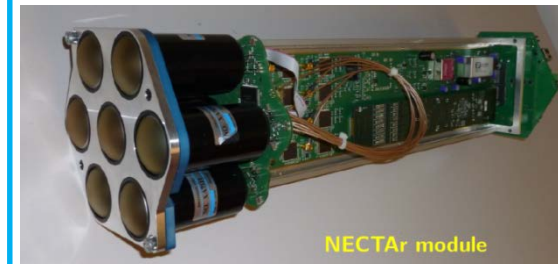


PMT  
~1800本



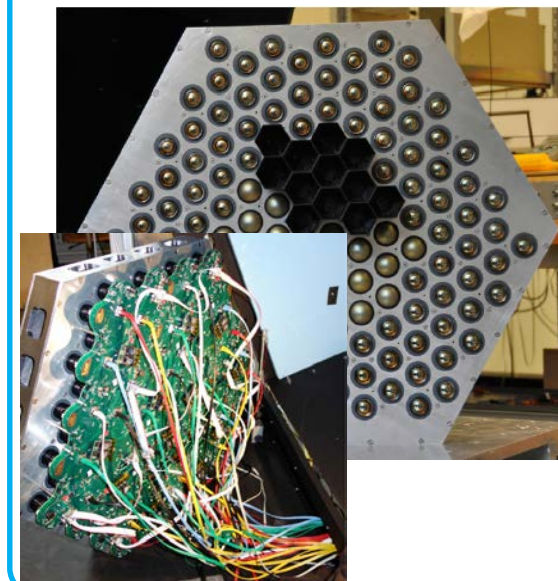
## カメラプロトタイプ

①PMT+アナログメモリ方式



NECTAr module

②PMT+FADC方式  
1/12モデル(144素子)



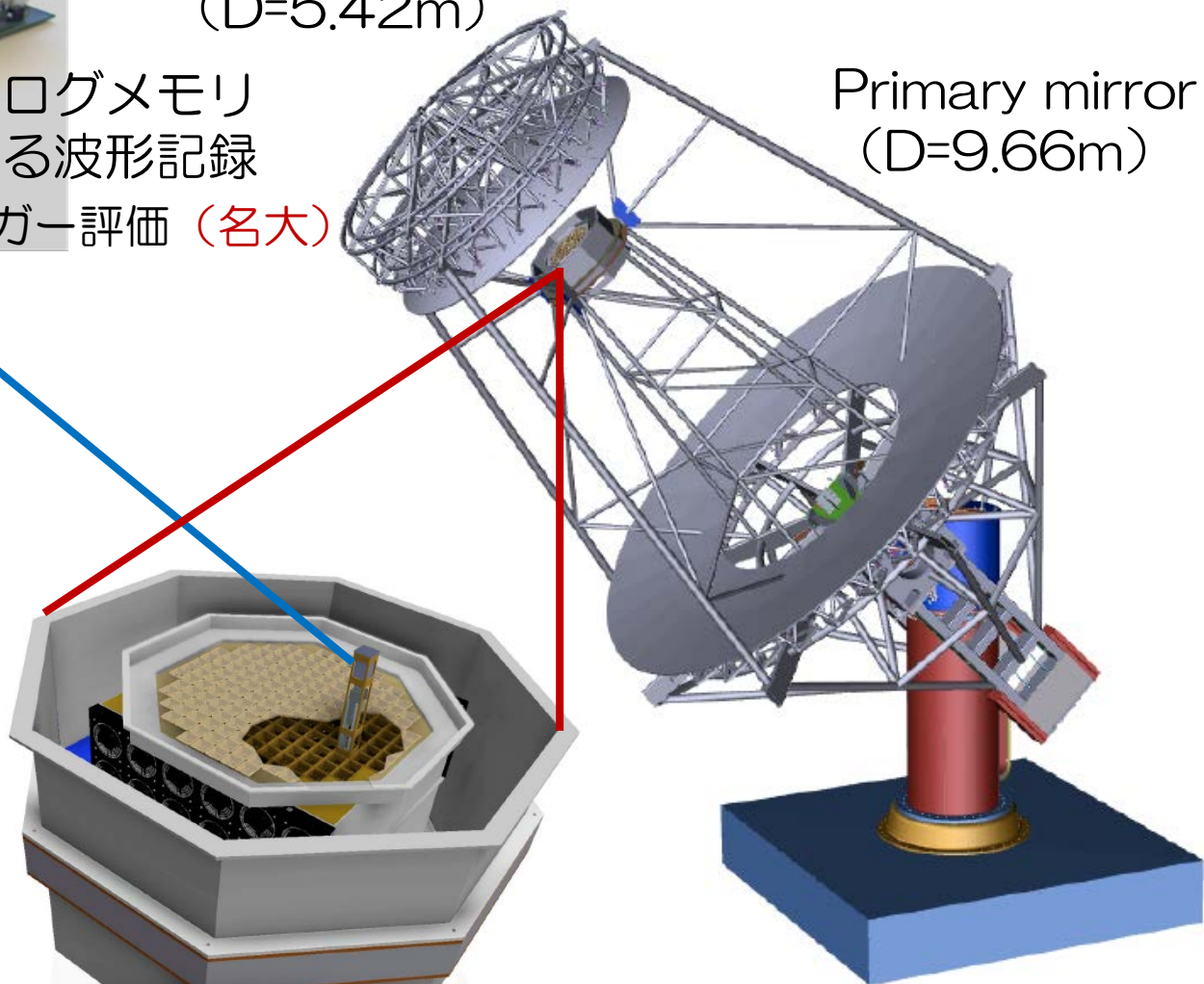
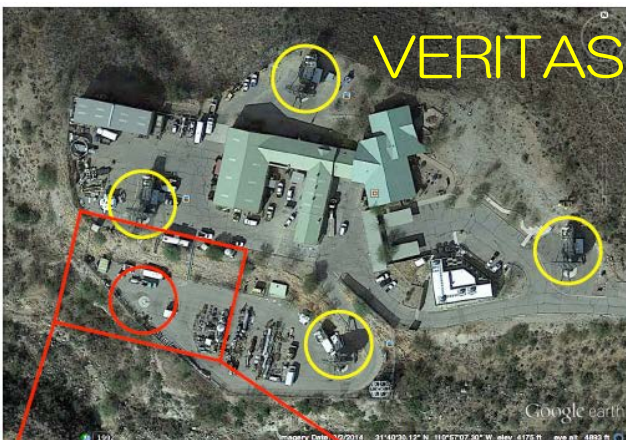
# SCT Schwarzschild-Couder型 (USA+名大+ドイツ)

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  
性能評価 (名大)



カメラ  
視野8度~1.1万素子

# SST-3タイプ

- Davies-Cotton型(欧)

カメラ：視野9度 口径4m  
MPPC1296素子  
+250MHz-FADC

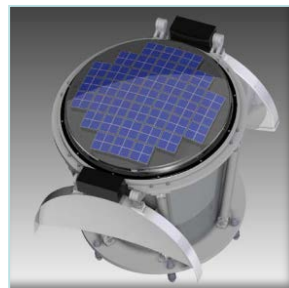


プロトタイプ@ポーランド  
昨年6月竣工

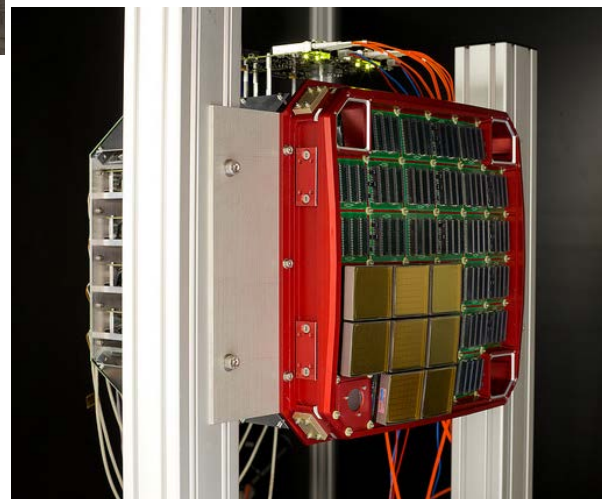
鏡・アクチュエーター試作

- Schwarzschild-Couder型(欧+米+豪+名大)

MPPCカメラ



MPPCカメラ (田島講演)



口径4+2m  
プロトタイプ  
@イタリア  
昨年9月竣工

口径4.2+1.8m

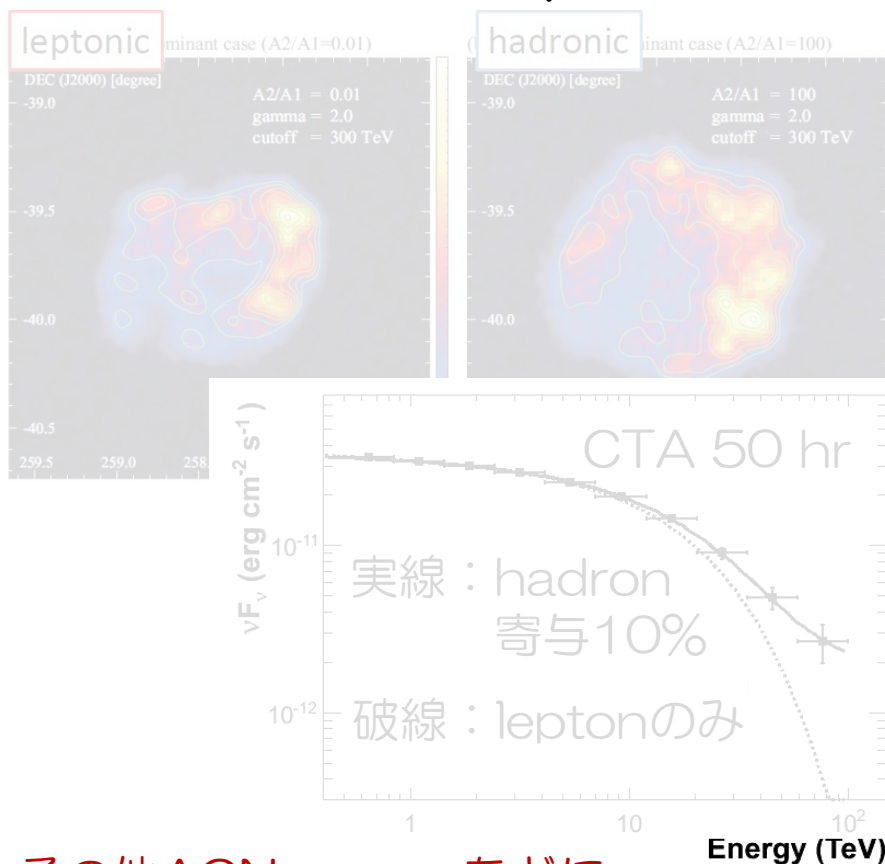


# サイエンス検討+シミュレーション

- 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

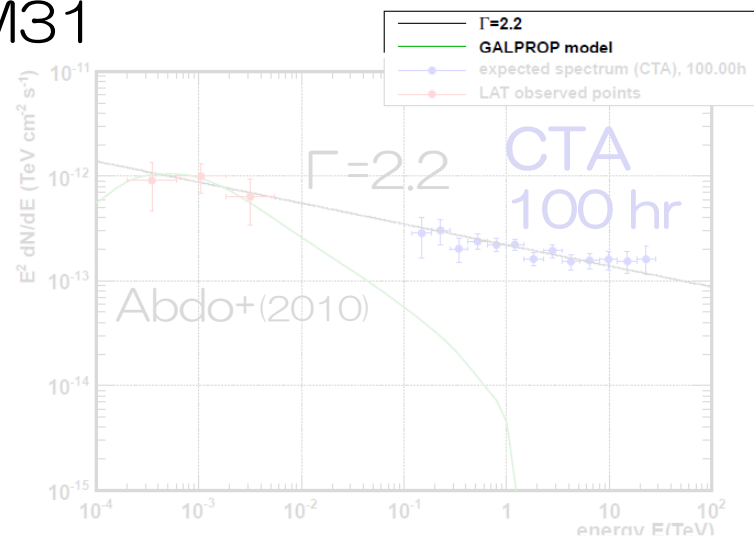
- SNR RXJ1713.7-3946



- GRB 080916C ( $z=4.3$ )



- M31



その他AGN, surveyなどに、  
日本グループ大きく貢献

+Direct Cherenkov光を用いた宇宙線化学組成計測手法のMC (大石講演)

- 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。29か国 1200名以上の国際協力による、唯一の次世代チェレンコフ望遠鏡群。公開天文台。2020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 $\gamma$ 線探索。
- プロトタイプ建設進む
  - LST(1号機)：ラパルマ島、2015年基礎工事 → 2016年にファーストライト
  - MST：ドイツ(2013年竣工)
  - SST：イタリア、ポーランド(2014年竣工)
- ドイツは51 MEuroの予算を獲得し、建設が2015年より開始
- CTA-Japanの貢献
  - 大口径望遠鏡ミラー(深見講演)、光学系全般(小野, 齋藤講演)、光電子増倍管較正(猪目, 高橋, 永吉講演), カメラ読み出し(増田講演), DAQ(石尾講演)開発の中心的役割
  - 中小口径Schwarzschild-Couder望遠鏡カメラ開発(田島講演)
  - Monte Carloによる性能評価、最適化(荻野講演)
  - CTA Key Science Projectの策定 (AGN, GRB, SNRなど)