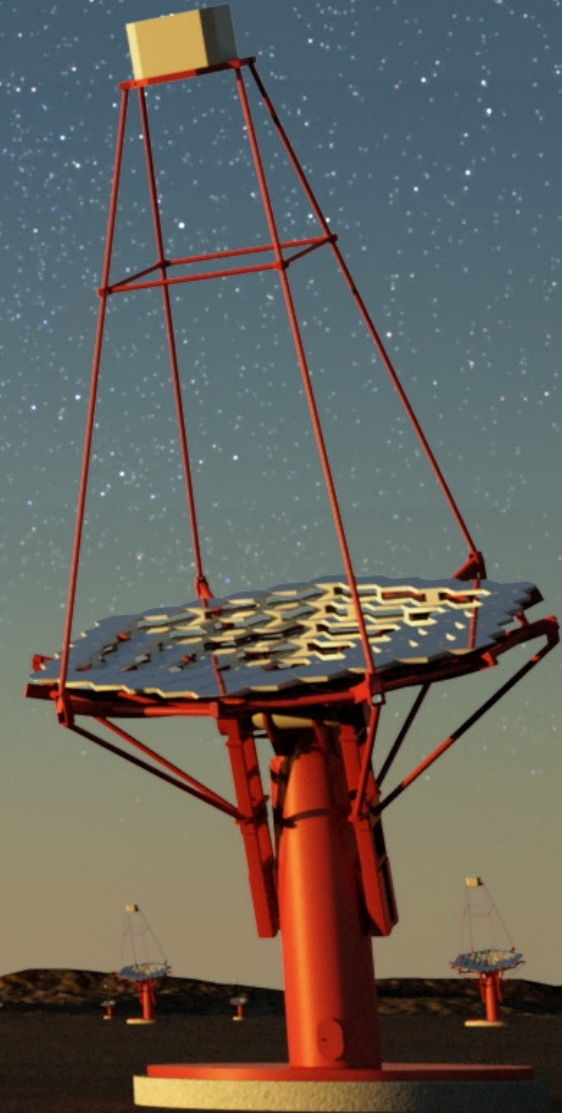


# CTA 報告38: 全体報告

## CTA-Japan メンバー

手嶋政廣, 窪秀利, 戸谷友則, 浅野勝晃, 栗根悠介, 井岡邦仁, 井上進,  
井上芳幸, 上野遥, 梅原克典, 大石理子, 大岡秀行, 大平豊, 奥田武志,  
奥村暁, 折戸玲子, 加賀谷美佳, 格和純, 片岡淳, 片桐秀明, 株木重人,  
川中宣太, 岸本哲朗, 北本兼続, 櫛田淳子, 郡司修一, 郡和範, 小谷一仁,  
小山志勇, 今野裕介, 齋藤浩二, 斎藤雄太郎, 榊直人, 峪中良介, 佐々木浩人,  
澤田真理, 柴田徹, 渋谷明伸, 周小溪, 菅原隆希, 高橋慶太郎, 高橋弘充,  
高見一, 田島宏康, 田中駿也, 田中真伸, 千川道幸, 寺田幸功, 當真賢二,  
門叶冬樹, 鳥居和史, 内藤統也, 中嶋大輔, 長滝重博, 中森健之, 中山和則,  
西嶋恭司, 野里明香, 萩原亮太, 畑中謙一郎, 馬場浩則, 早川貴敬, 林田将明,  
原敏, 馬場彩, 日高直哉, 深沢泰司, 福井康雄, 藤田裕, 松本浩典, 水野恒史,  
村石浩, 村瀬孔大, 森浩二, 柳田昭平, 山崎了, 山本常夏, 山本宏昭,  
吉越貴紀, 吉田篤正, 吉田龍生, 李兆衡



# 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

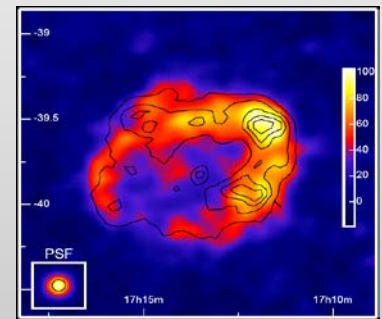
## Cherenkov Telescope Array 超高エネルギー宇宙ガンマ線の研究

- 宇宙線の起源
- 銀河系内、系外の高エネルギー天体の研究
- 赤外・可視背景放射(宇宙の星形成史)の研究
- 暗黒物質対消滅からのガンマ線の探索
- 相対論(量子重力理論)の高精度検証

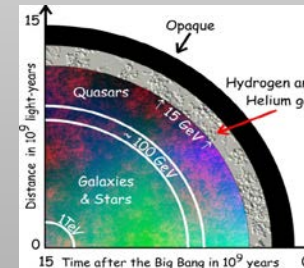
## 狙うサイエンス



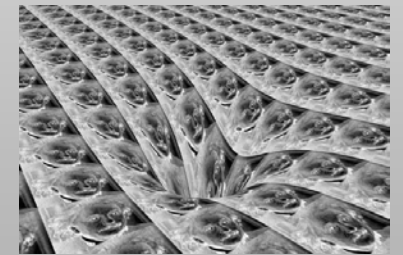
宇宙線の起源



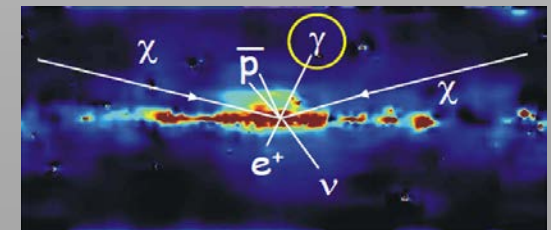
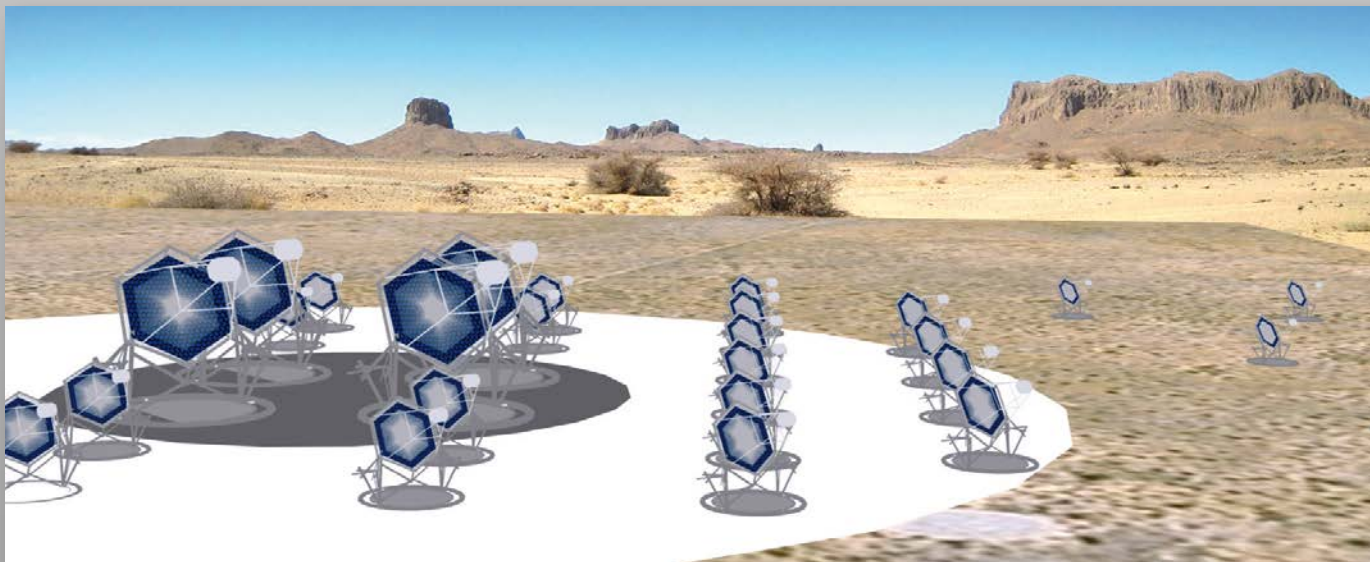
高エネルギー天体



宇宙論・星形成史



時空の構造



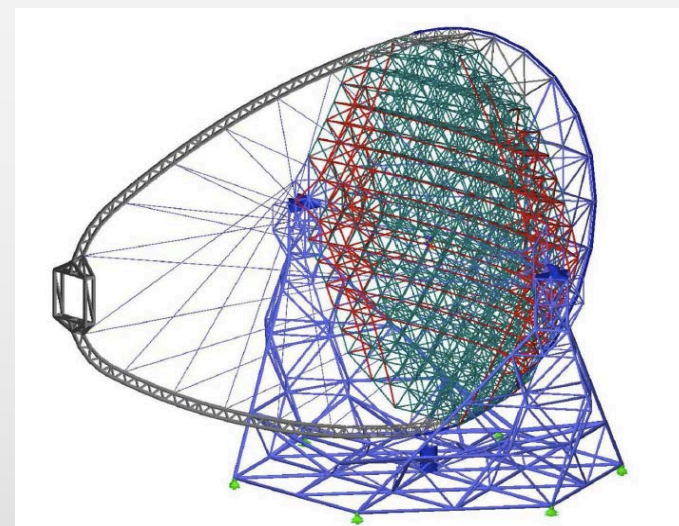
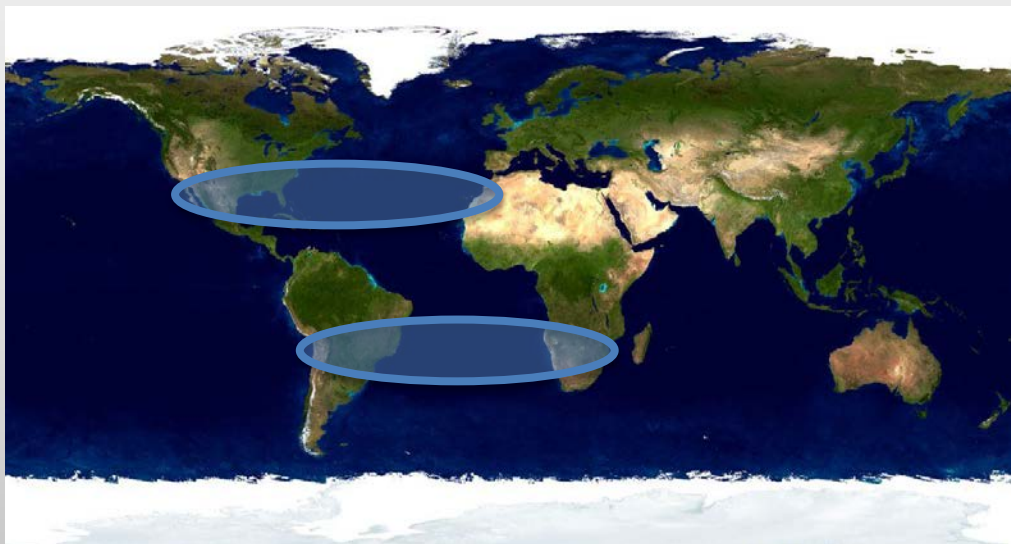
暗黒物質の探索

# CTA 計画 (チェレンコフ望遠鏡アレイ計画)

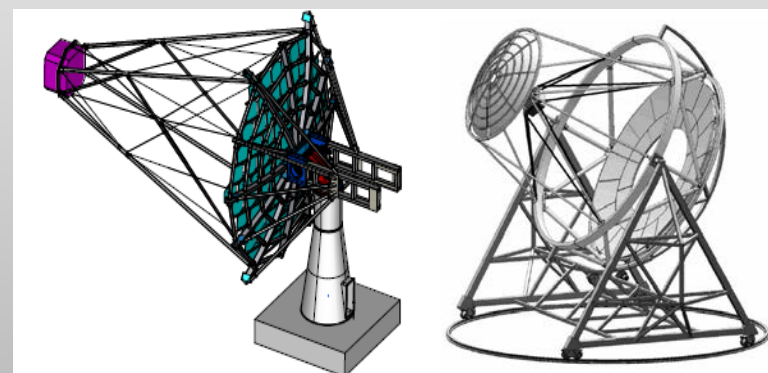
全天観測装置 (南北に2ステーション)

北候補: カナリー諸島 / メキシコ

南候補: ナミビア / アルゼンチン / チリ



23m LST design



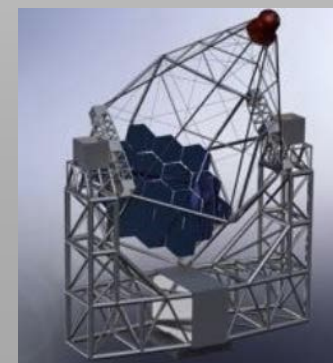
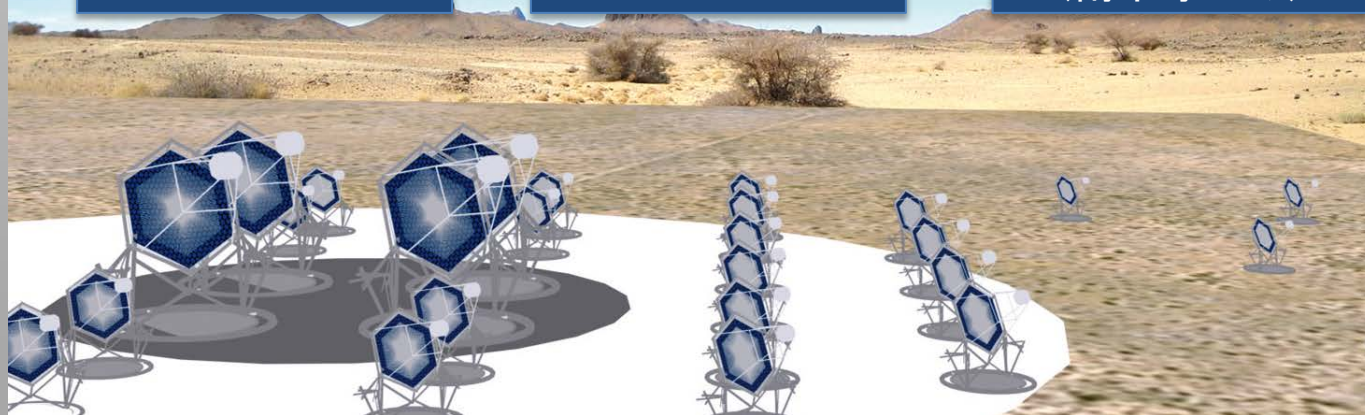
DESY 12m MST

US 12m MST

23m 口径  
望遠鏡 4台  
10GeV-1TeV

12m 口径  
望遠鏡 23台  
100GeV-10TeV

6m 口径  
望遠鏡 32台  
1TeV-100TeV  
(南半球のみ)



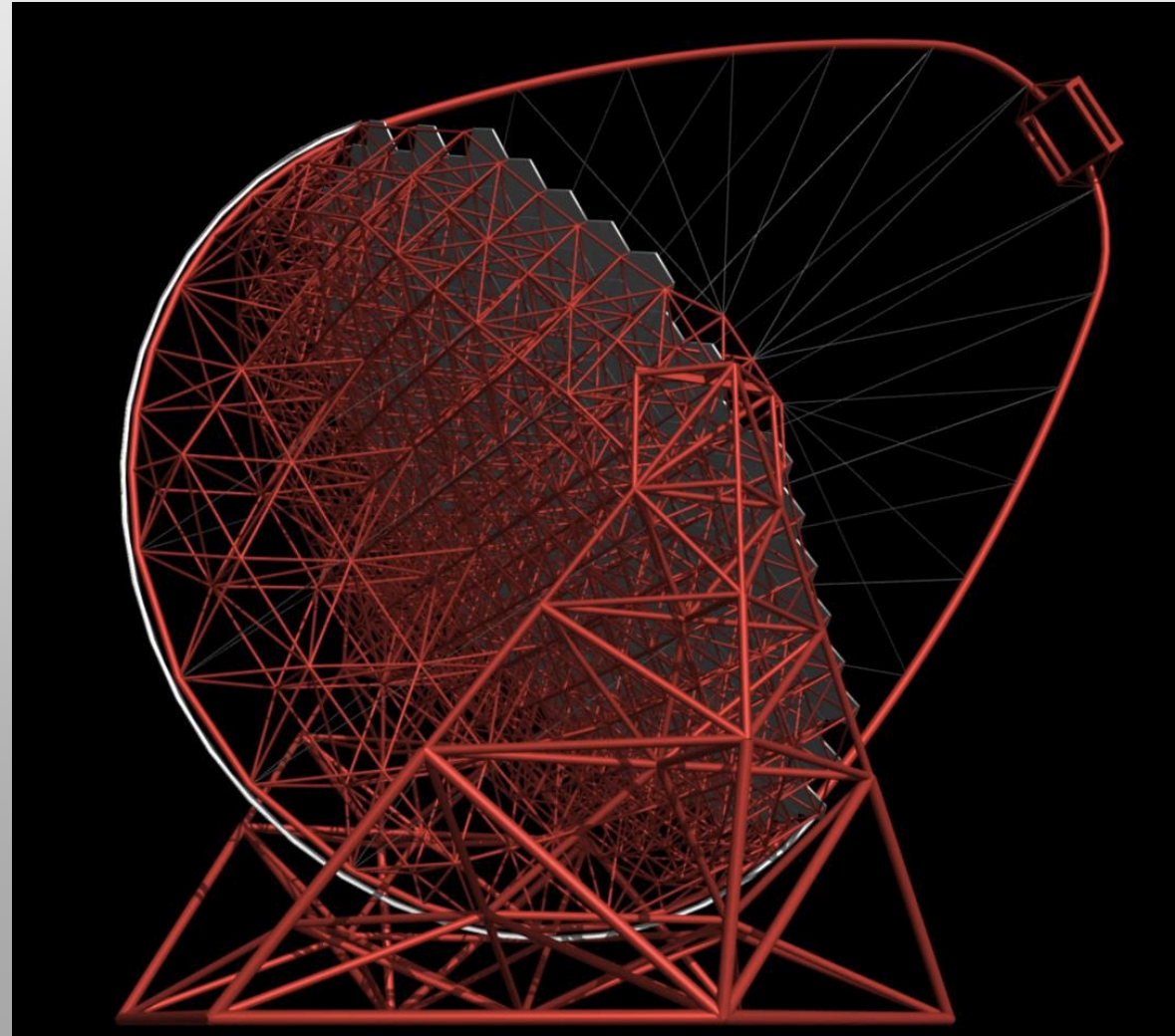
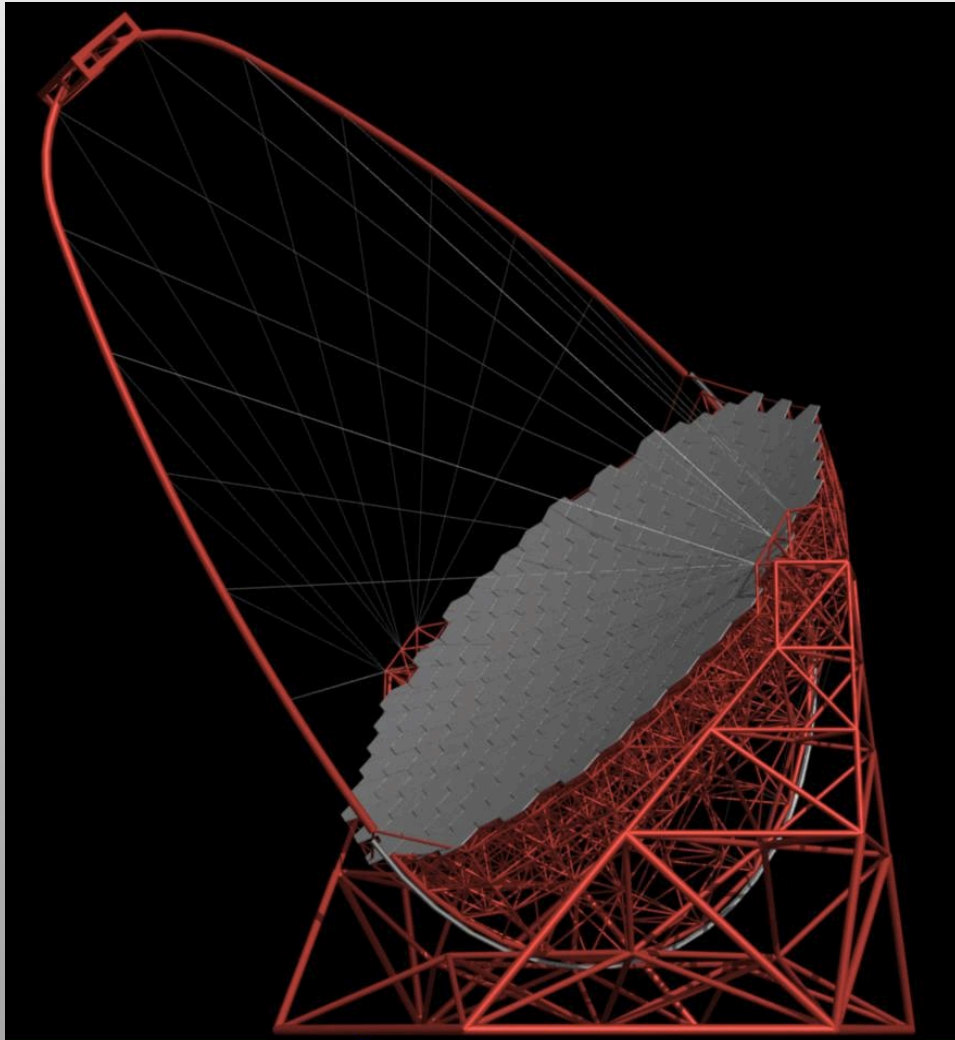
DC SST



UK SST

# 23m CTA 大口径チェレンコフ望遠鏡

日本、ドイツ、スペインの国際協力により今年より建設開始 First light 2015



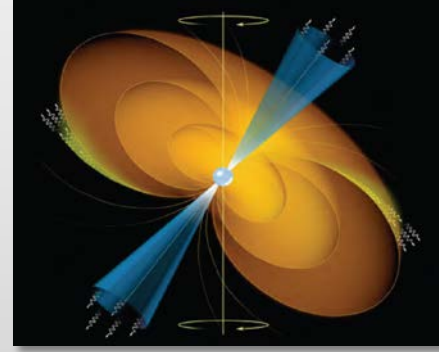
# Science case of LST



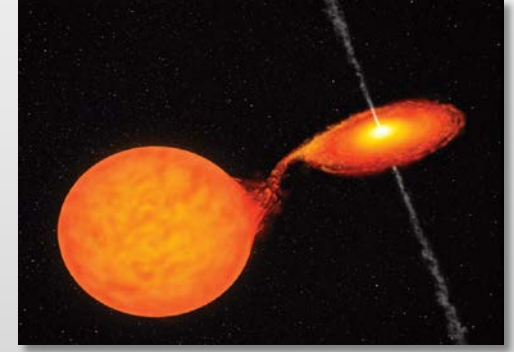
High redshift AGNs ( $z < 2$ )



GRBs ( $z < 4$ )



Pulsars

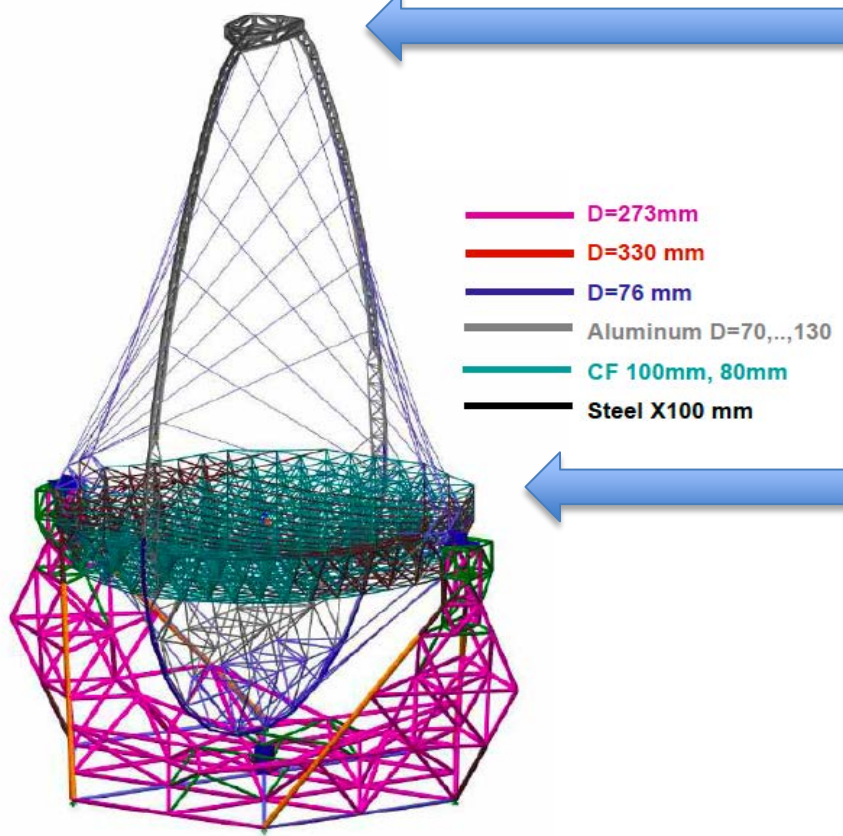


Binaries and transients

- LST should be optimized in the energy range between 20 - 200 GeV
- Low energy threshold
  - Trigger threshold: 15-20 GeV
  - Analysis threshold: 20-30 GeV
- key physics cases:
  - High-redshift AGNs and GRBs
  - Binaries, Pulsars and other type of transients at low energy

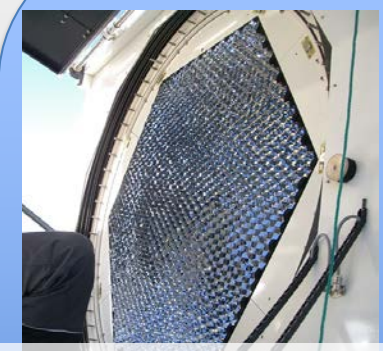
# CTA Japan 活動 大口径望遠鏡プロトタイプング

- ✓CTAは日米欧の国際共同実験
- ✓日本は主にCTA-LST大口径望遠鏡に貢献
- ✓最終的には全体の20%の貢献をめざす
  - ✓大口径望遠鏡カメラ
  - ✓超高速データ読み出し回路
  - ✓高精度分割鏡
  - ✓Dual Mirror 望遠鏡読み出し回路
  - ✓ソフト: 物理、シミュレーション、データ解析



CTA LST(23m 大口径望遠鏡)

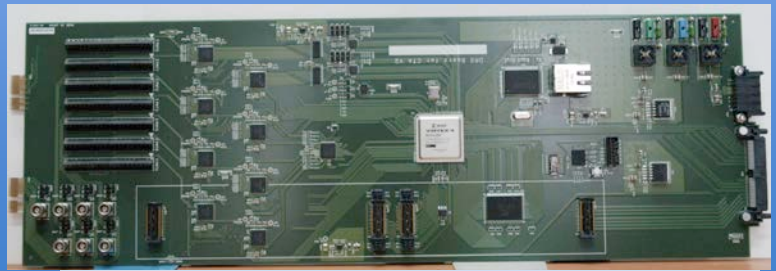
## 日本グループによる技術開発・技術貢献



高分解能カメラ(MAGIC)



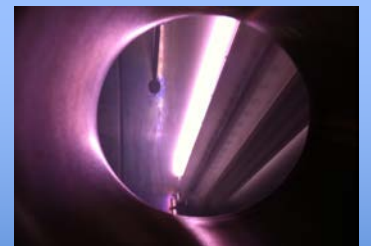
PMT、高圧、アンプ、スロー制御、読み出し回路



7ch 1GHz 超高速波形読み出し回路



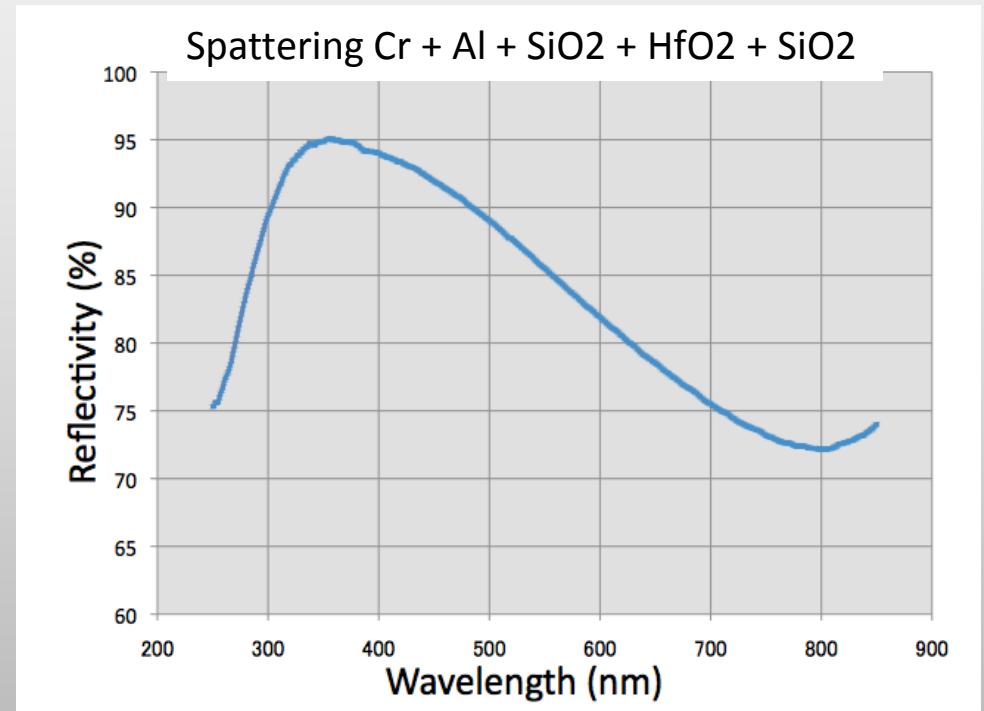
1.5m サイズ  
高精度分割鏡



大型スパッタリングチェンバー  
Cr + Al + SiO<sub>2</sub> + HfO<sub>2</sub> による  
マルチコート(長寿命、増反射)

# 1510mm 大口径望遠鏡用ミラーの試作

## 2.7mm ガラス + 60nm アルミハニカム + 2.7mm ガラス



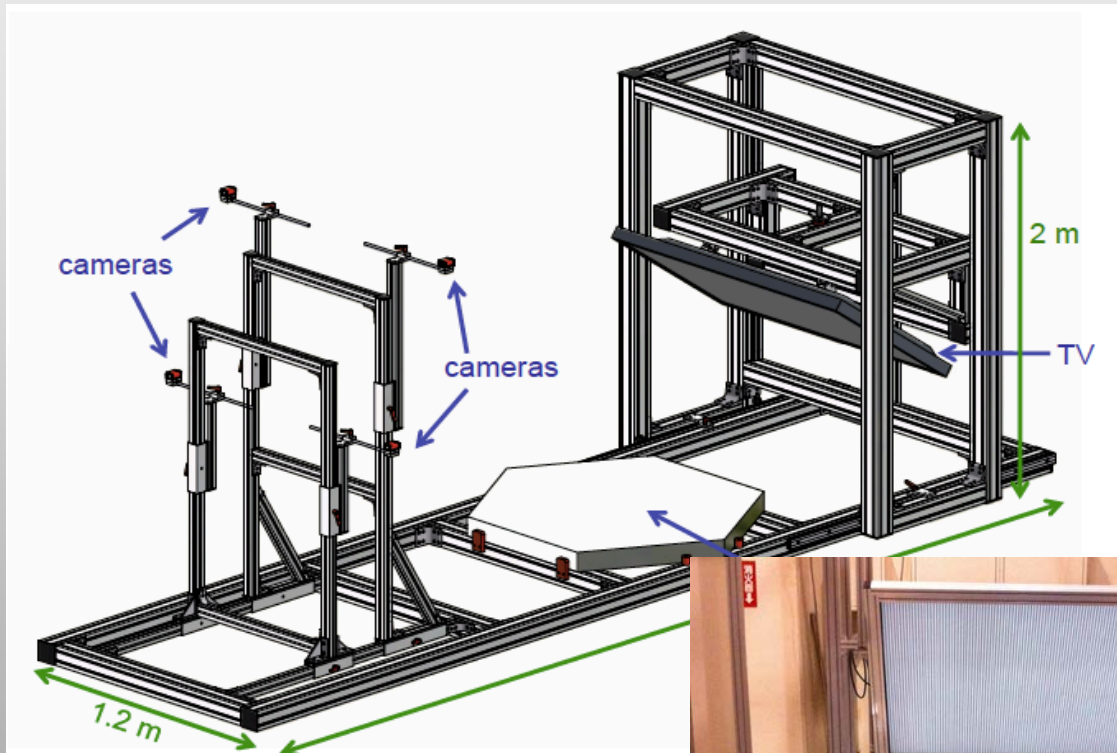
- ミラー仕様
- 直径: 1.51m サイズ
- 面積: 2m<sup>2</sup>
- 曲率半径: 56.2m
- PSF: 0.03°
- Weight: 40kg



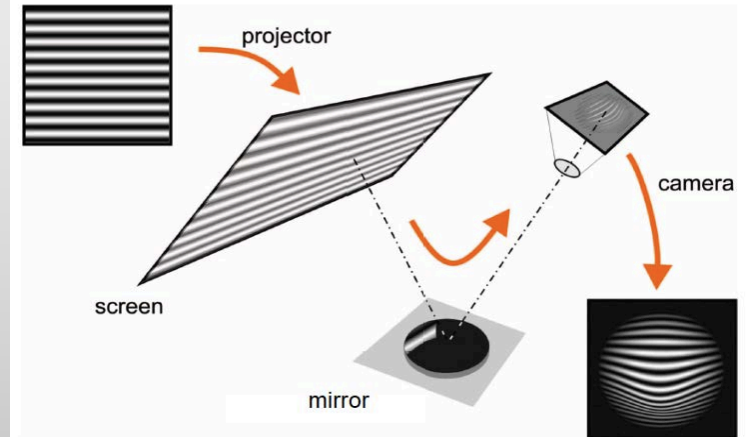
- スパッタリングによるコート
- 350nm で95% 反射率
- 空気チレンコフ光検出に最適化
- 多層膜化により強固、長寿命

# PMD (Phase Measurement Deflectometry)

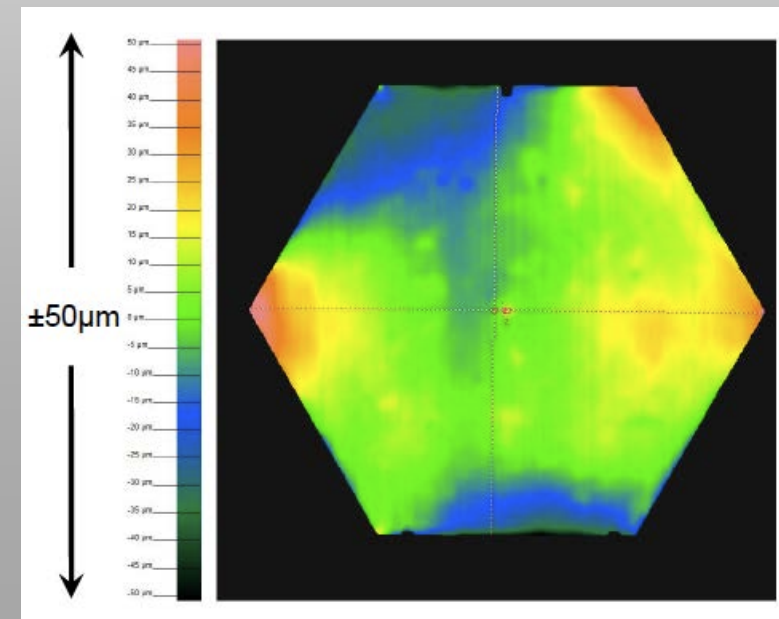
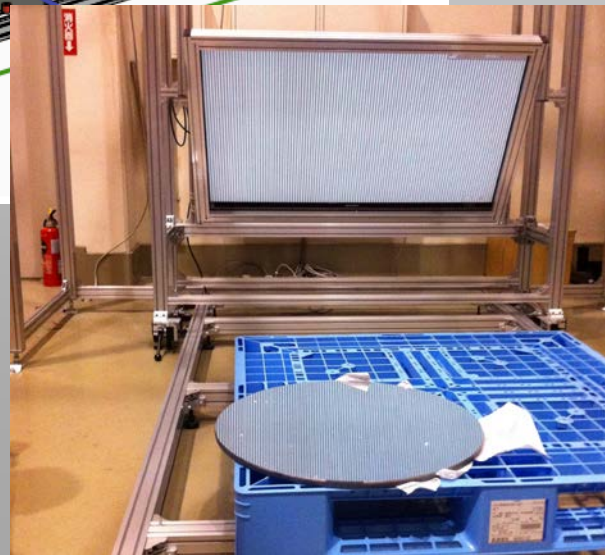
Developed by Optic group of U. Erlangen  
Resolution  $\pm 1\mu\text{m}$



## PMD - Measurement Principle



New Setup  
at ICRR



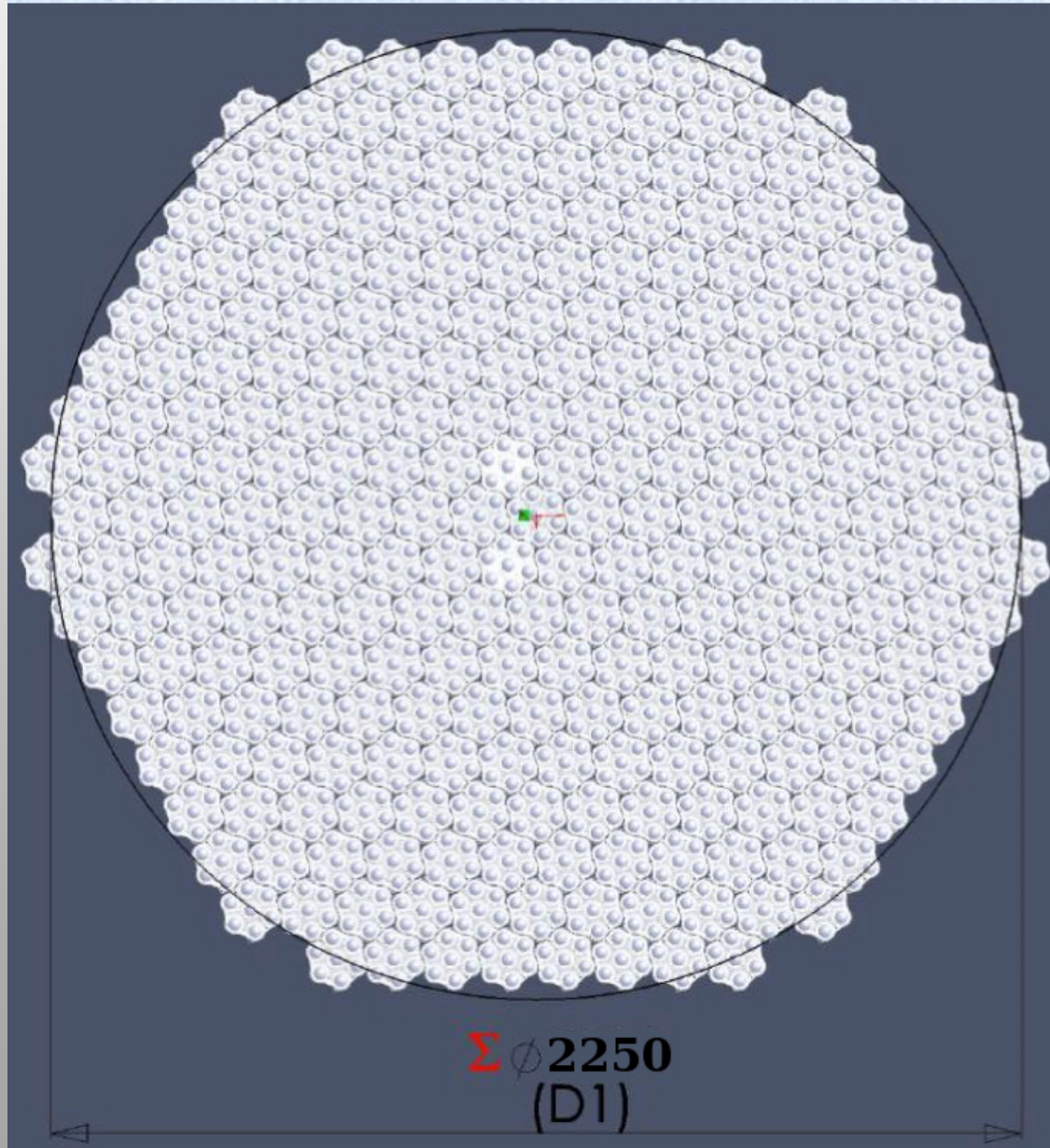


# LST-Camera 265 clusters/1855 pixels (0.1° ピクセル、視野 4.4°、重量 < 2 ton)



W = 68kg

1720mm



$\Sigma \phi 2250$   
(D1)

Clusters 1.33kg x 265 <400kg  
Two cooling plates <500kg

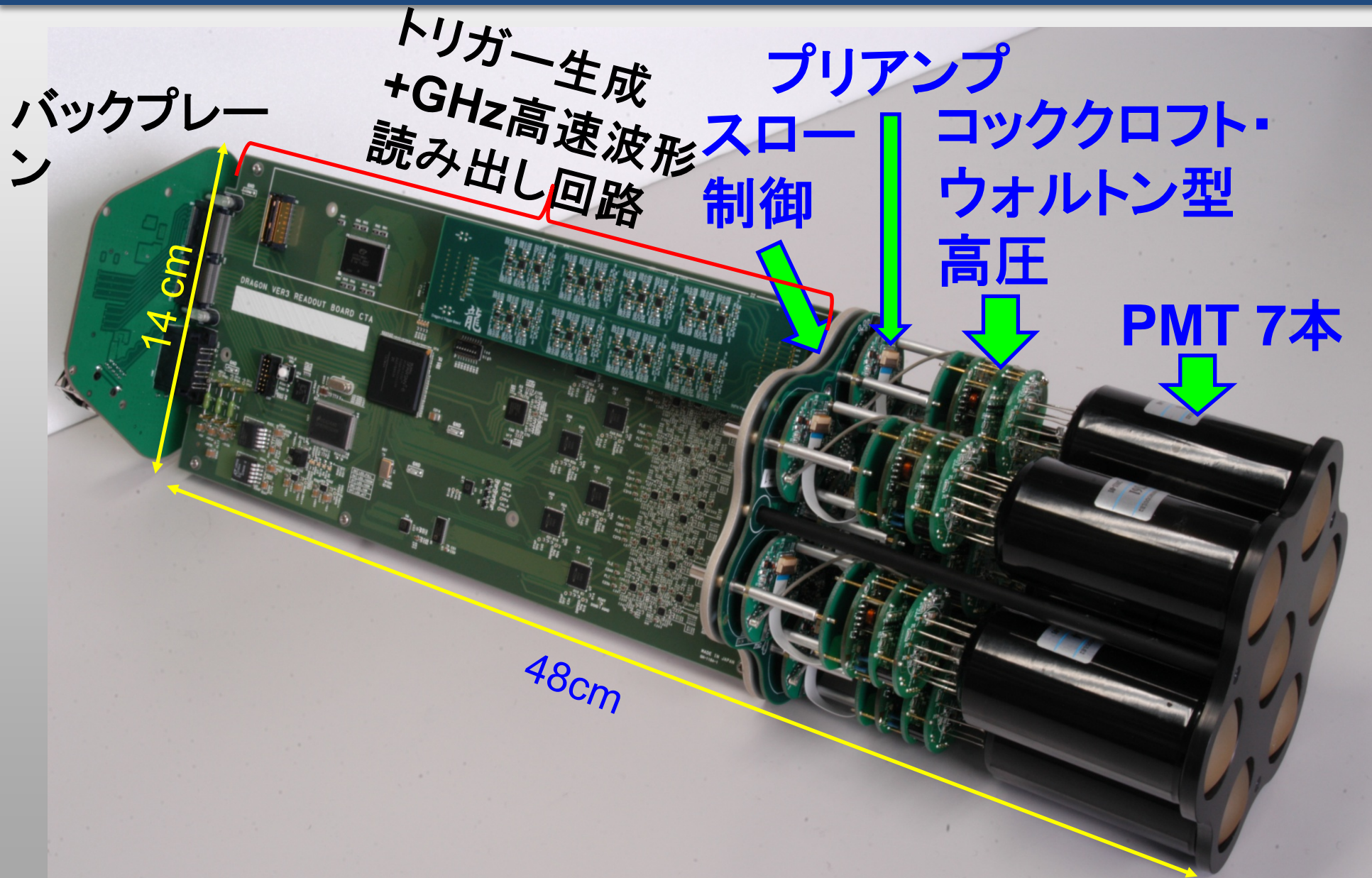
Plex glass < 70kg  
Cables, Switching hub < 100kg  
Power module <150kg

Supporting frame < 100kg  
Skin of Camera < 200kg  
Interface with Arch < 100kg  
Garage door < 200kg

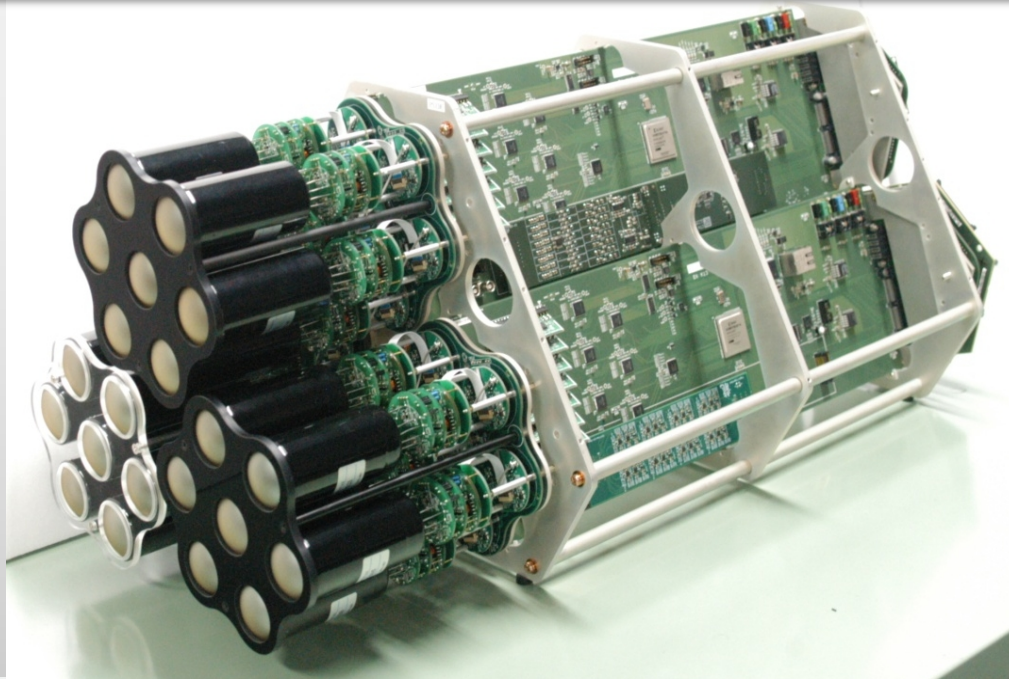
Total <1820 kg

< 2 tons

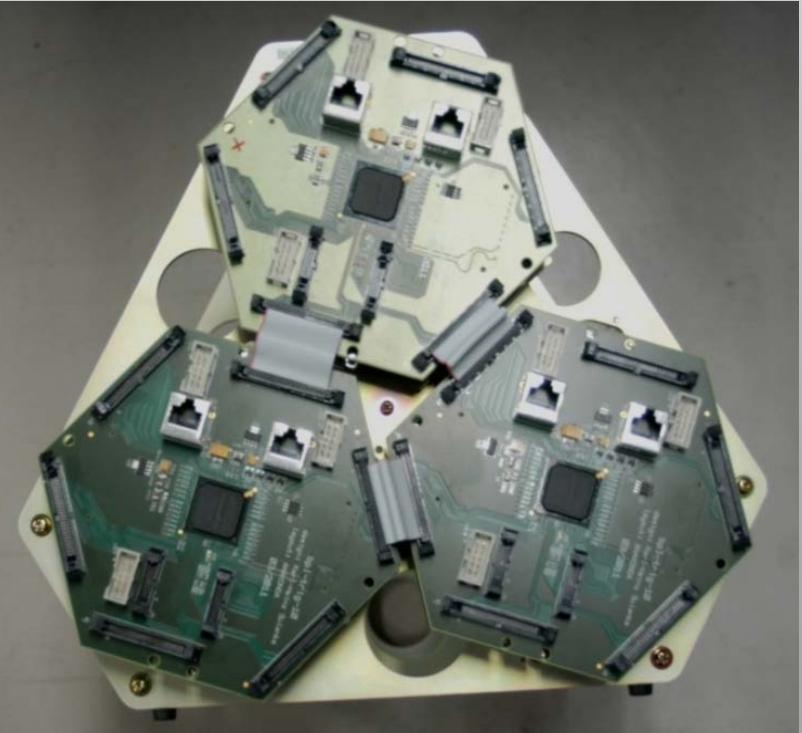
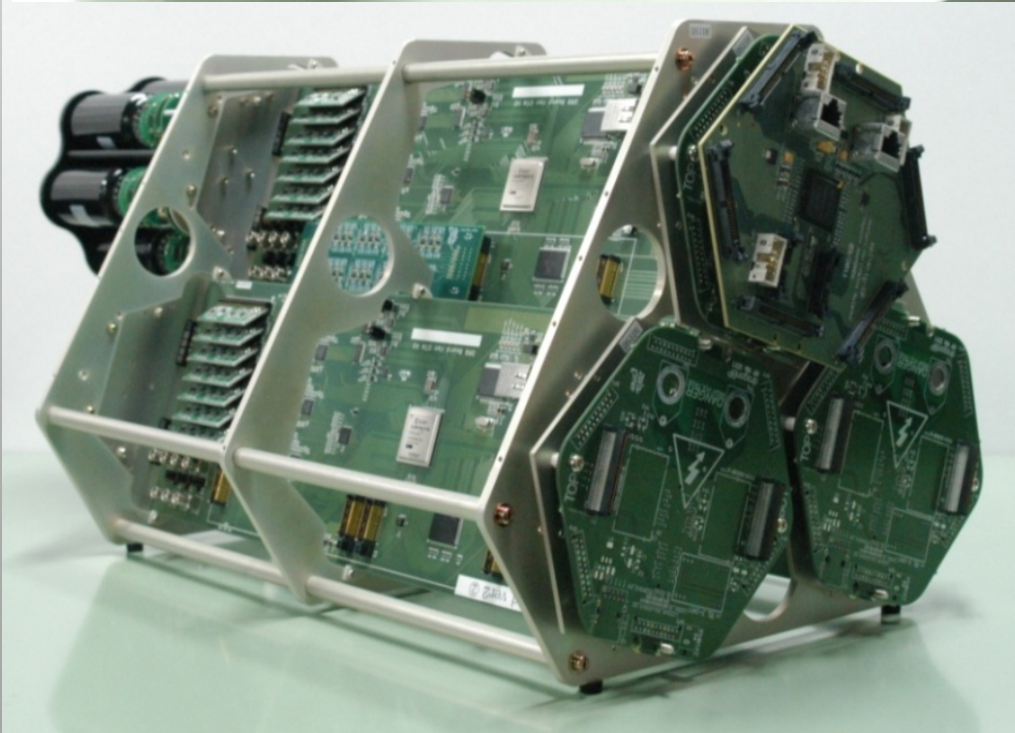
# カメラモジュール ver.3 (PMT 7本のGHz高速波形読み出し回路)



# 3クラスタ(PMT 21本)カメラ

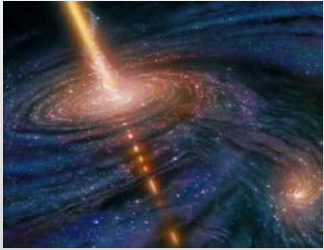


クラスタ間のトリガー試験用



# 研究組織 (CTA-Japan Member 84名)

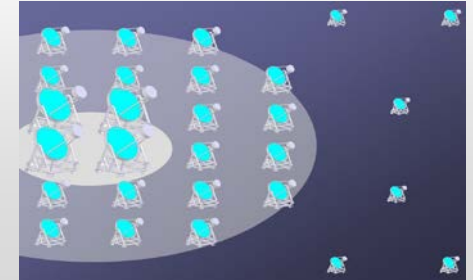
サイエンス PHYS WG  
責任者: 井岡 (KEK)  
KEK, 京大、青学、茨城、他



CTA 計画推進責任者  
手嶋政廣 (東京大学・宇宙線研究所)

マネージメント  
CTA Japan PI 手嶋 (東京大)  
CTA Japan Co-PI 窪 (京都大)  
CTA Japan Chair 戸谷 (京都大)  
CTA Japan SBO 吉田 (茨城大)

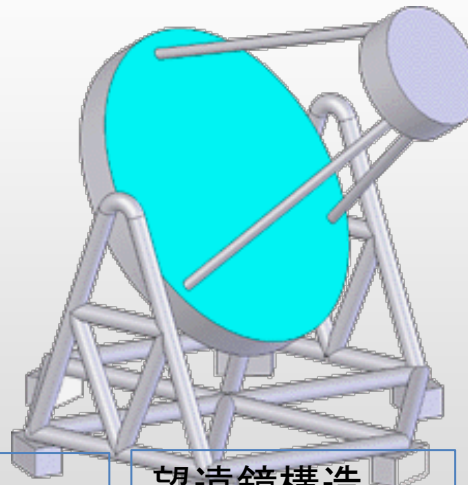
シミュレーション MC WG  
責任者: 吉越 (東大)  
東大、甲南大、東海大、他



ミラー MIR WG  
責任者: 手嶋 (東大)  
東大、近畿大、甲南大  
茨城大、三光精衡所、他

Dual Mirror Cam  
責任者: 田島 (名古屋)

CTA LST(大口径望遠鏡) Prototyping  
Project Coordinator  
手嶋 (東大)



望遠鏡ドライブ  
スペインバルセロナ  
IFAE

望遠鏡構造  
ドイツミュンヘン  
MPI

カメラサポート構造  
フランスアネシー  
LAPP

光検出器 FPI / CAL WG  
責任者: 山本 (甲南大)  
東大、茨城大、広大、甲南、  
埼玉、青学、浜松ホトニクス、  
他  
アンプ、スロー制御  
東大、徳島、京大、茨城大、他

読み出し電子回路 ELEC WG  
責任者: 窪 (京都大)  
京大、KEK、山形大、他



# Summary

- CTA は世界で唯一の超高エネルギーガンマ線天文台
  - 超高エネルギーガンマ線・高エネルギー天文学を飛躍的に進める
  - 高感度 10倍( $10^{-14}$ erg/cm<sup>2</sup>/s)、高角度分解能 3倍(2arcmin at 1TeV)
  - 広いエネルギー領域 (20GeV-100TeV以上)
  - 広い検出面積 30倍 (3km<sup>2</sup>)
- CTAによるサイエンス
  - 高エネルギー天体の研究
  - 銀河系内外からの宇宙線の起源、高エネルギー天体での粒子加速
  - 光赤外領域の背景放射 → 星形成史
  - 暗黒物質対消滅からのガンマ線を探索
- CTA-Japan は大口径望遠鏡建設を主導的に進めている
  - 最初の 23m 大口径望遠鏡建設を特別推進ですすめる(2015年設置)
  - 光電子増倍管の開発・製作
  - 読み出し回路、カメラの開発・製作
  - ミラーの開発・製作