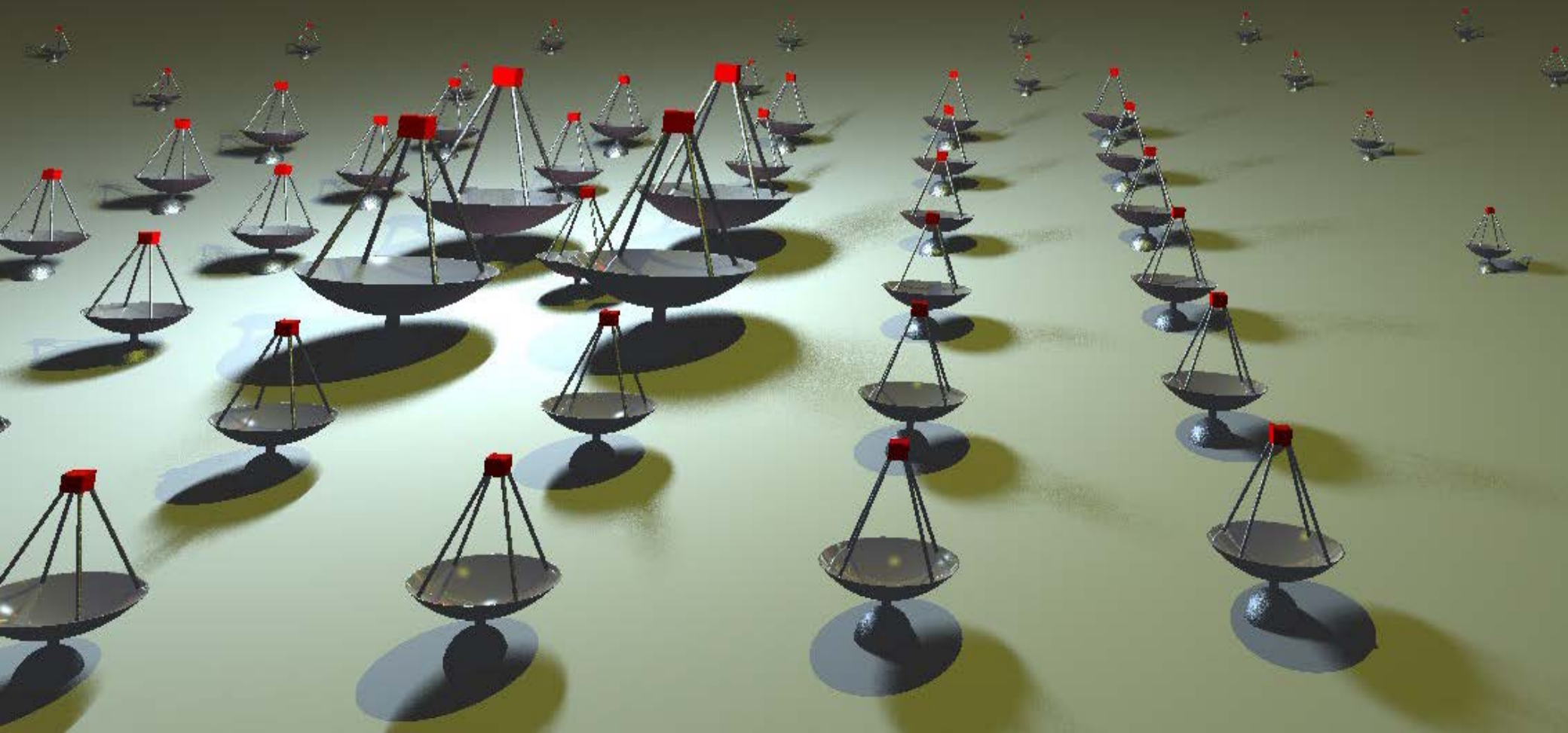
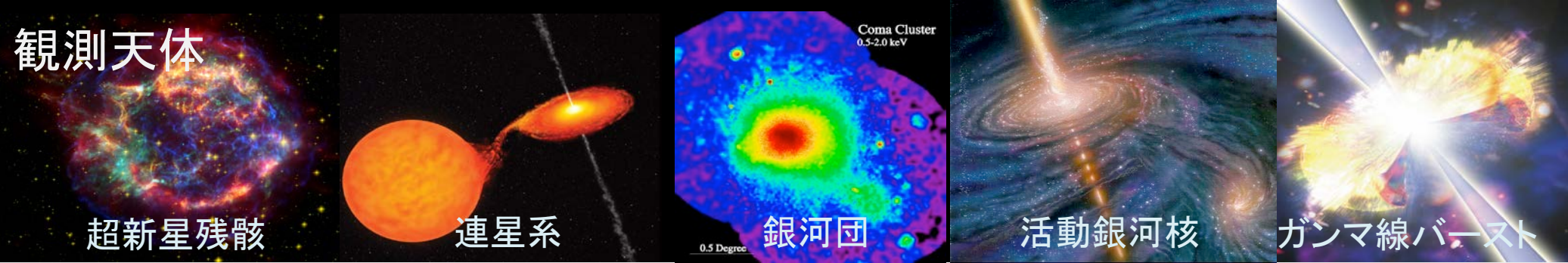


CTA報告18:全体報告

Masahiro Teshima
for CTA-Japan Consortium



観測天体



超新星残骸

連星系

銀河団

活動銀河核

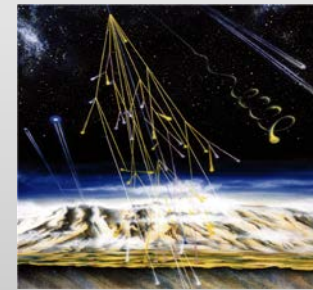
ガンマ線バースト

Cherenkov Telescope Array

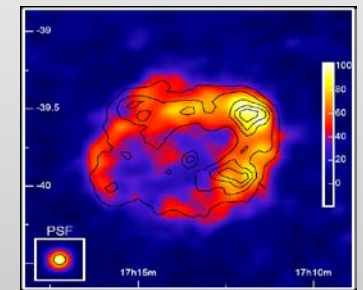
超高エネルギー宇宙ガンマ線の研究

- 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

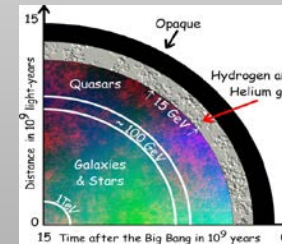
狙う物理



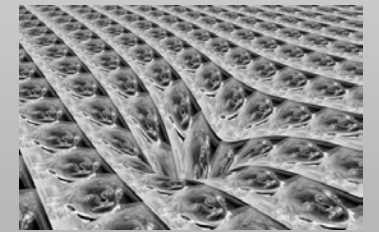
宇宙線の起源



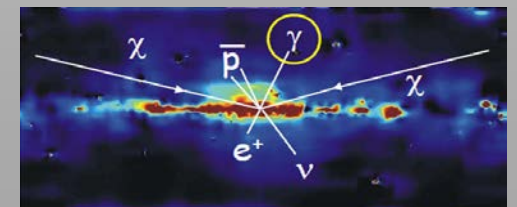
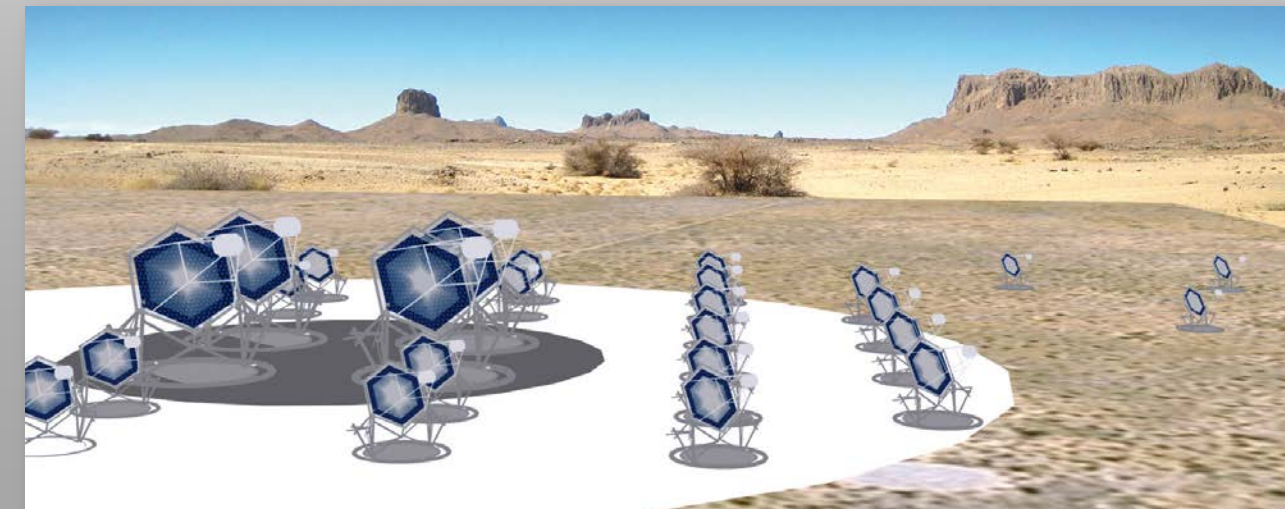
高エネルギー天体



宇宙論・星形成史



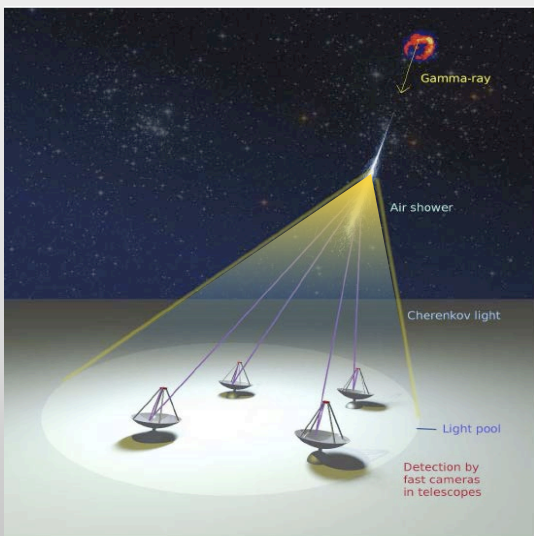
時空の構造



暗黒物質の探索

VHE Gamma Ray Astronomy の現状

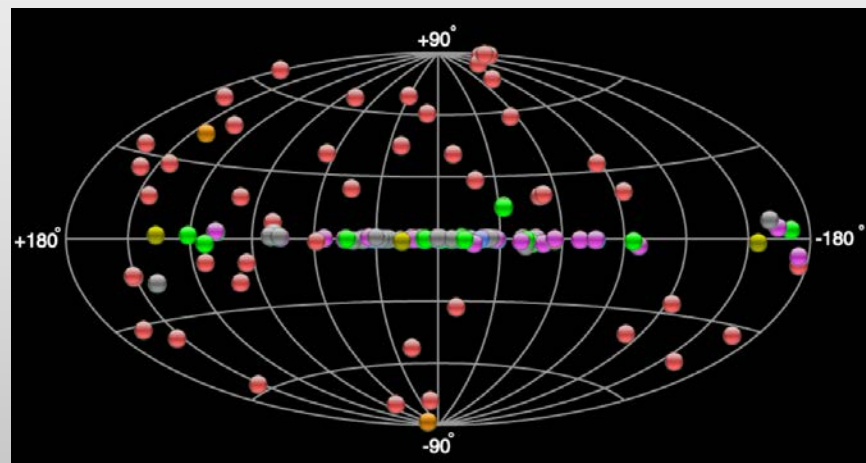
新たな宇宙の窓 (VHE 10^{12} eV Gamma Ray Astronomy)が開く



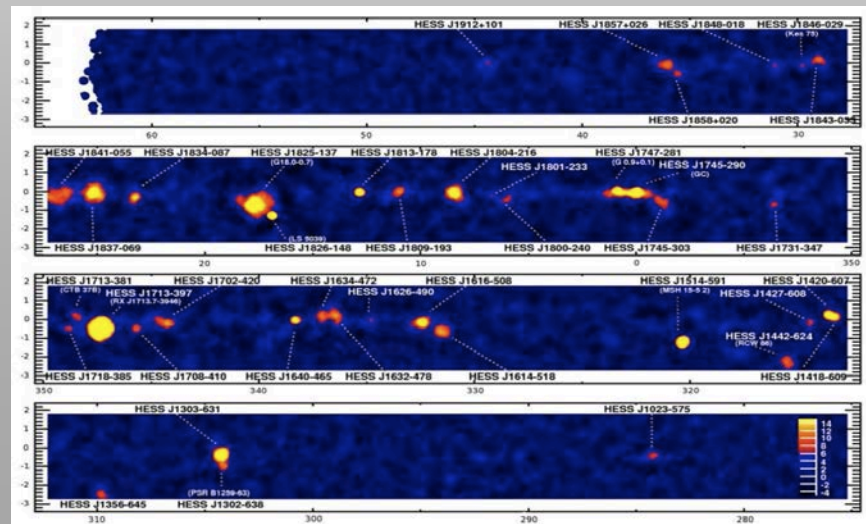
チェレコフ望遠鏡

エネルギー領域 50GeV ~ 10TeV
 宇宙線排除率 >99.9%
 角度分解能 ~0.1 degrees
 エネルギー分解能 ~20%
 検出面積 ~ 10^5m^2
 感度 ~1% Crab Flux
 ($10^{-13}\text{erg/cm}^2\text{s}$)

~125 sources >100GeV



HESS Galactic plane survey



MAGIC

17m x2
Canaries



VERITAS

12m x 4
Arizona



HESS

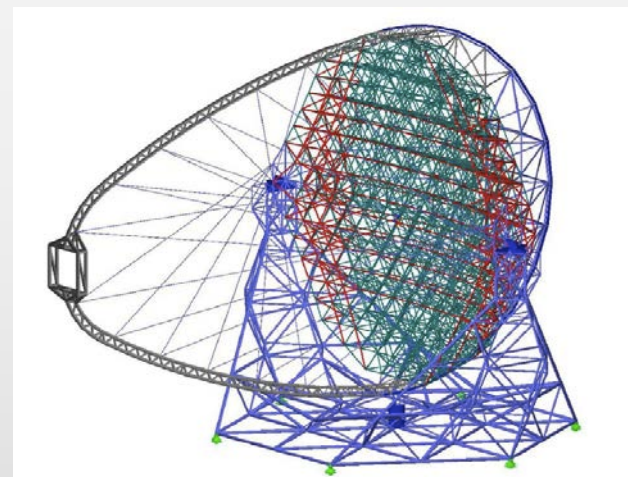
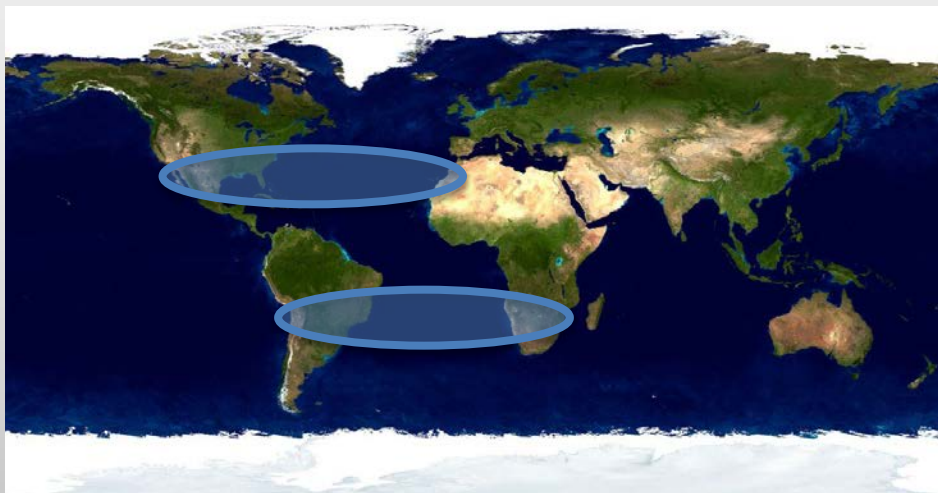
12m x 4
Namibia

CTA 計画(チェレンコフ望遠鏡アレイ計画)

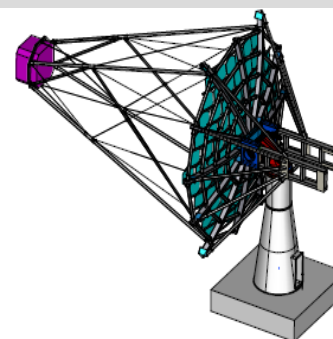
全天観測装置(南北に2ステーション)

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



MPI 23m LST design



DESY 12m MST

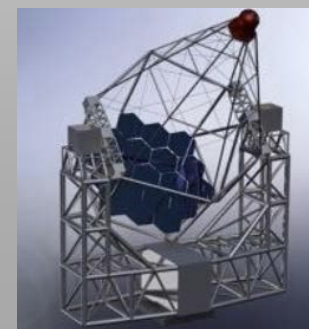
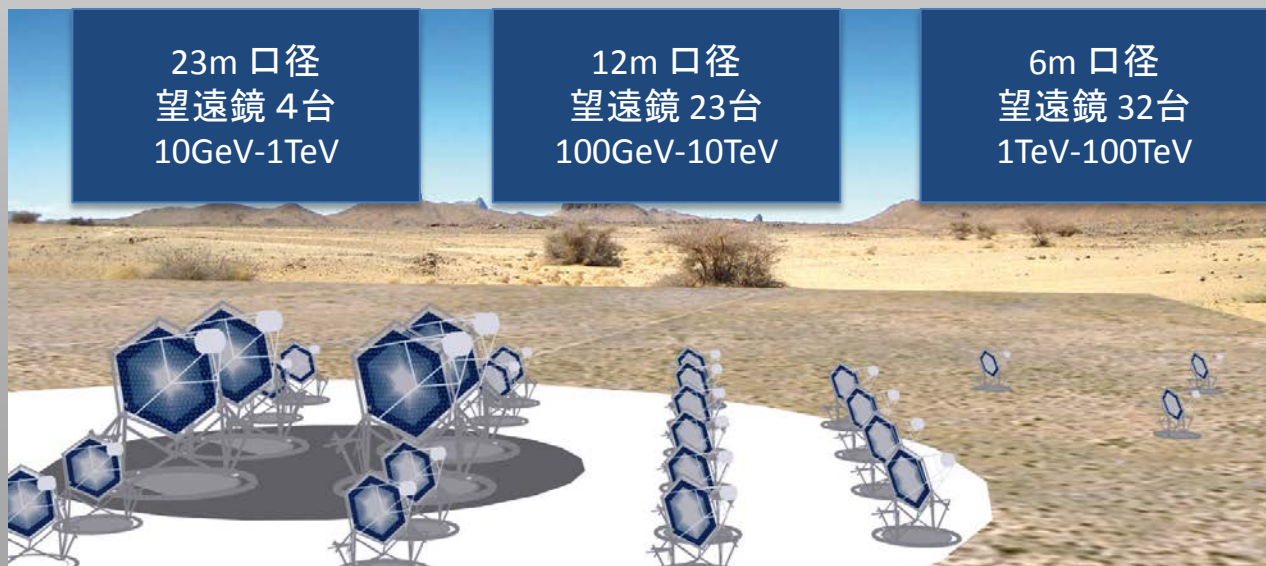


US 12m MST

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



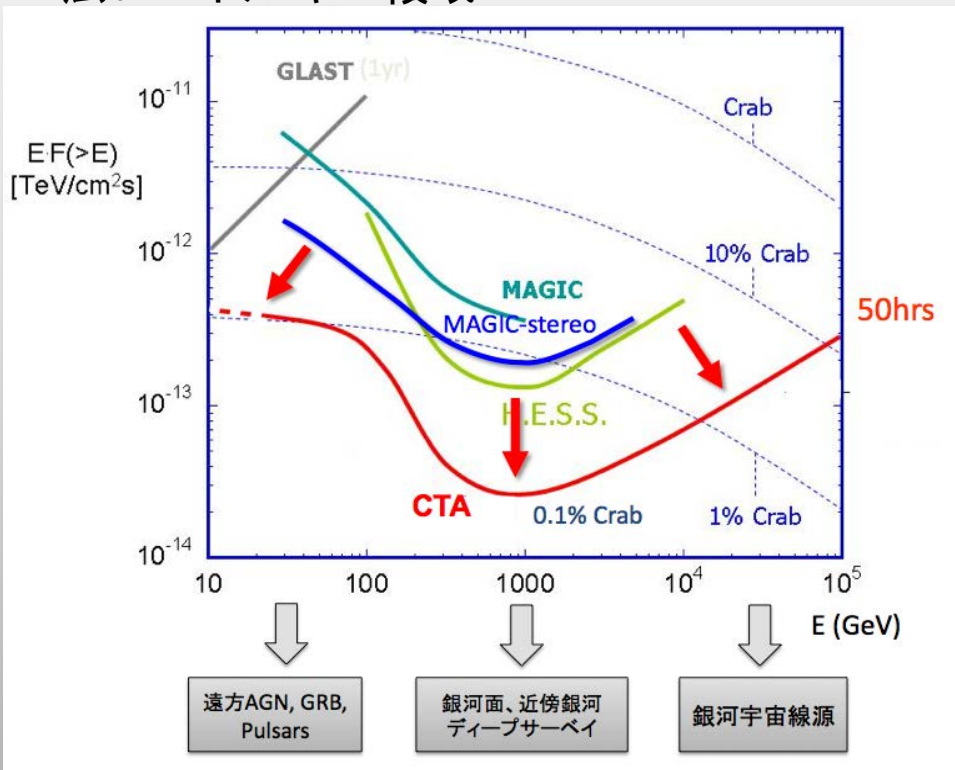
DC SST



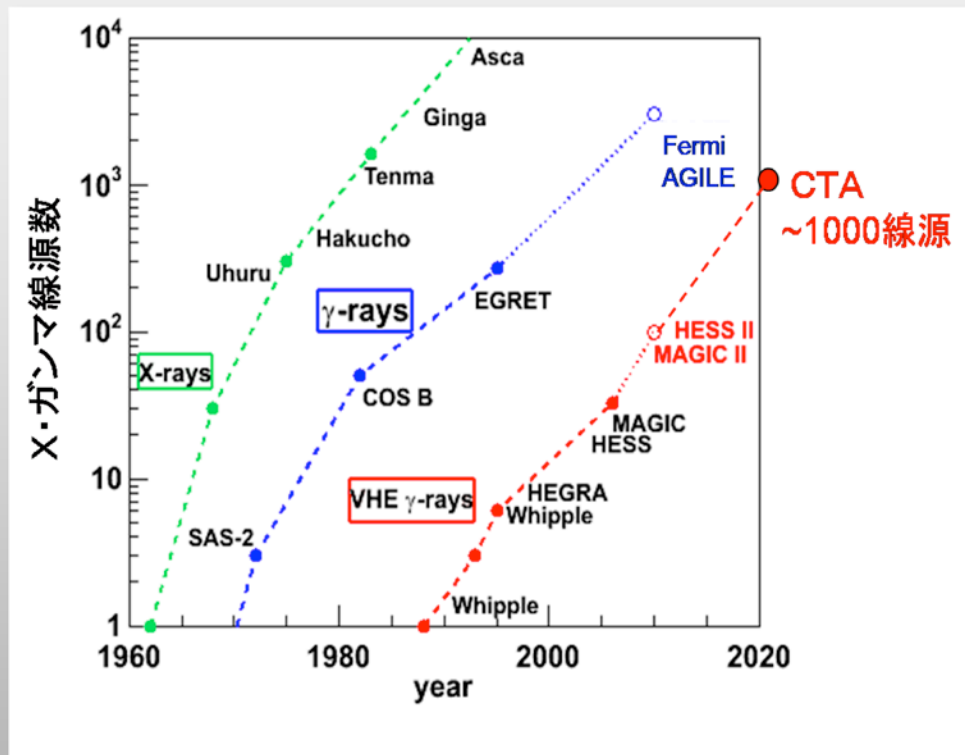
UK SST

CTA 計画 (チェレンコフ望遠鏡アレイ計画)

従来より一桁高い感度
広いエネルギー領域

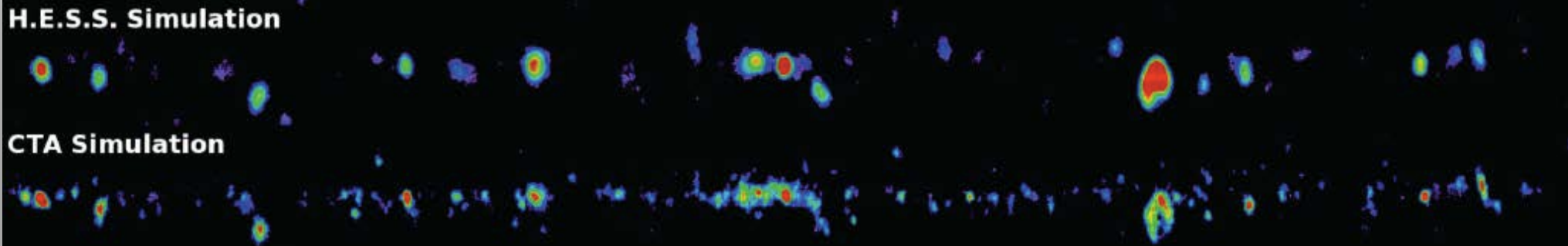


1000を超えるガンマ線源が
銀河系内・系外に発見されると予想される



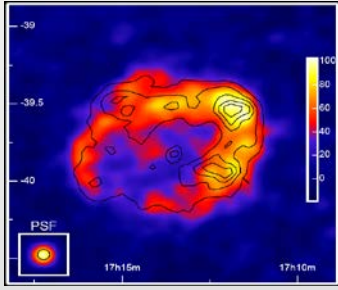
H.E.S.S. Simulation

CTA Simulation

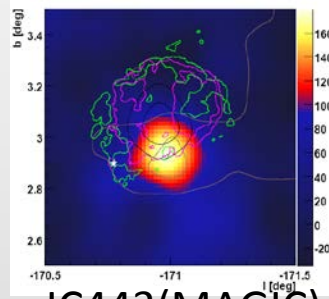


Simulation 銀河面スキャン (HESS and CTA)

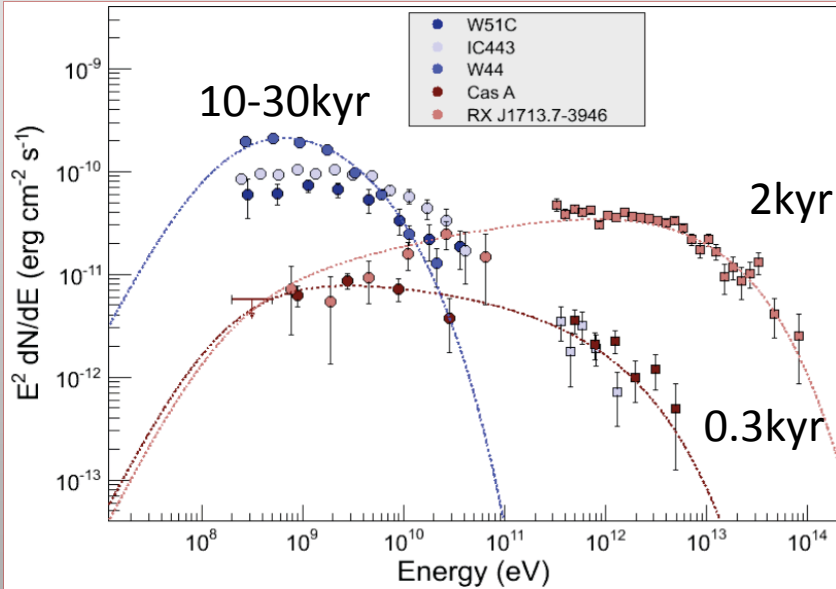
超新星残骸は銀河宇宙線の源か？ 超新星残骸の進化



RX J1713(HESS)

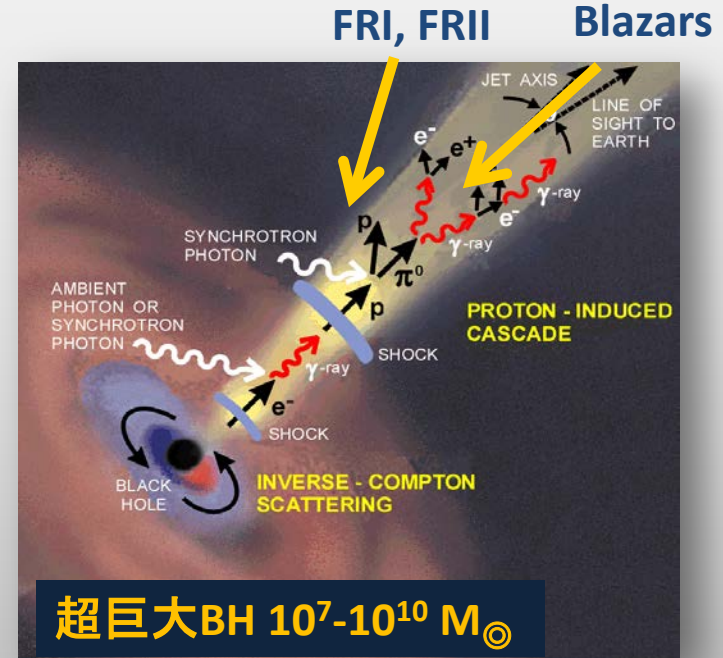


IC443(MAGIC)

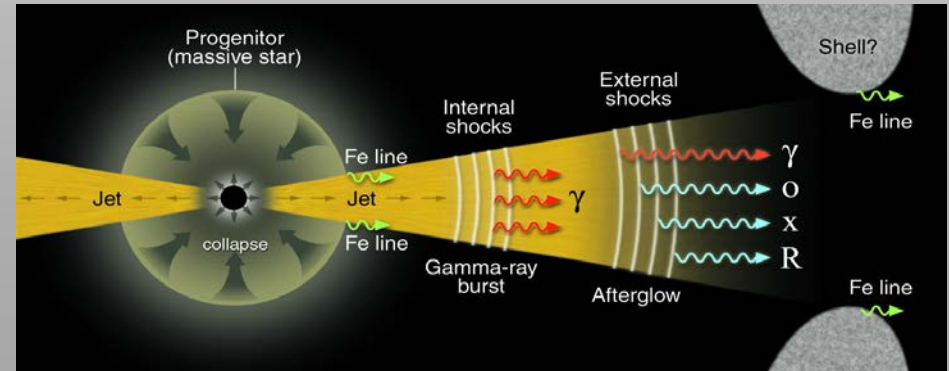


	Cas A	RX J1713.7-3946	IC443	W44	W51C
Age (kyears)	0.3	2	10	20	30
n_{average} (cm ⁻³)	10	0.1	10	100	10

銀河系外の天体・相対論的ジェットの研究 最高エネルギー宇宙線の起源？



超巨大BH $10^7-10^{10} M_{\odot}$
活動銀河核(赤方偏移 $z < 3$)

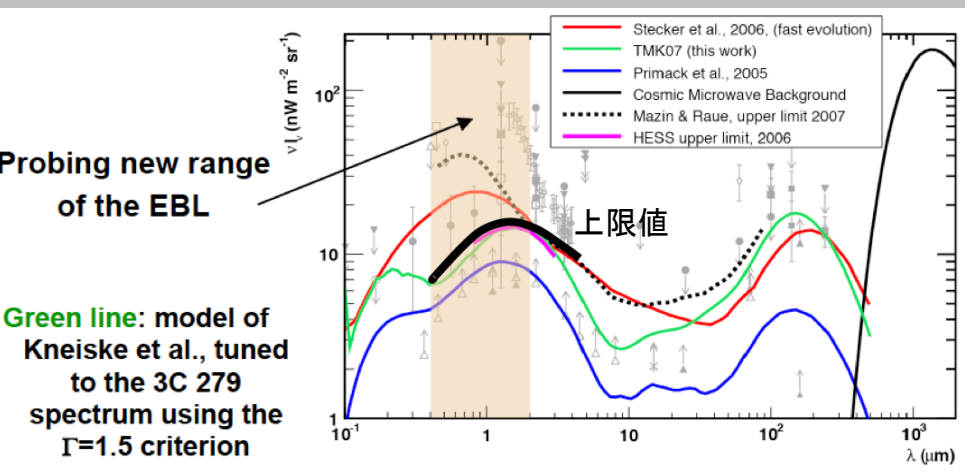
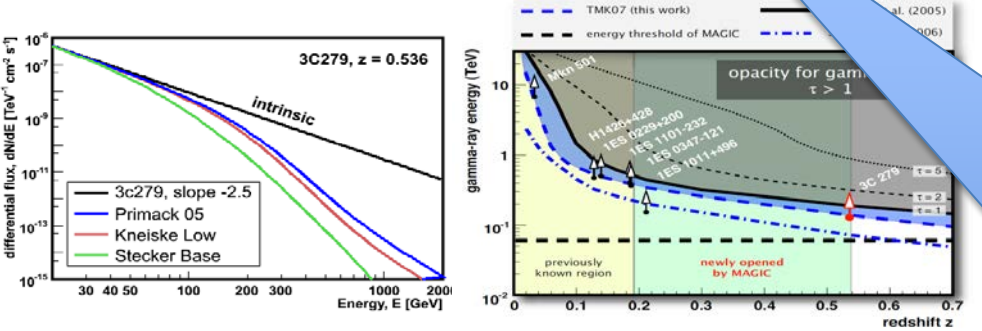
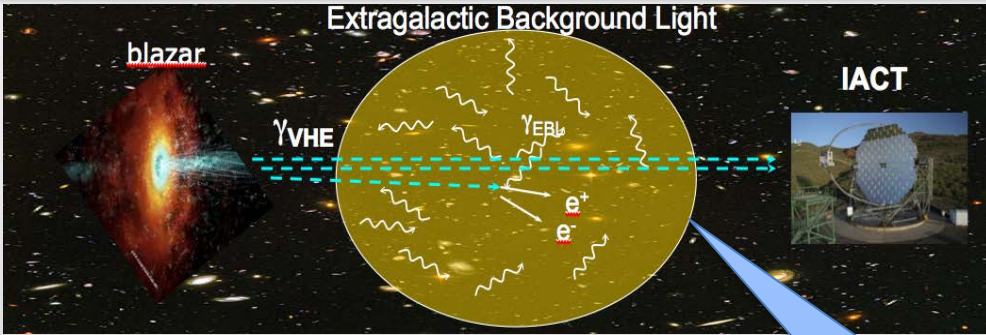


ガンマ線バースト ($z < 10$)

宇宙はどこまでガンマ線で透明か？

→ 宇宙の星形成史

宇宙論的な距離を飛来する高エネルギーガンマ線



Observations of High redshift AGNs and GRBs will allow us to study the star formation history.
EBL represents integrated redshifted star light.

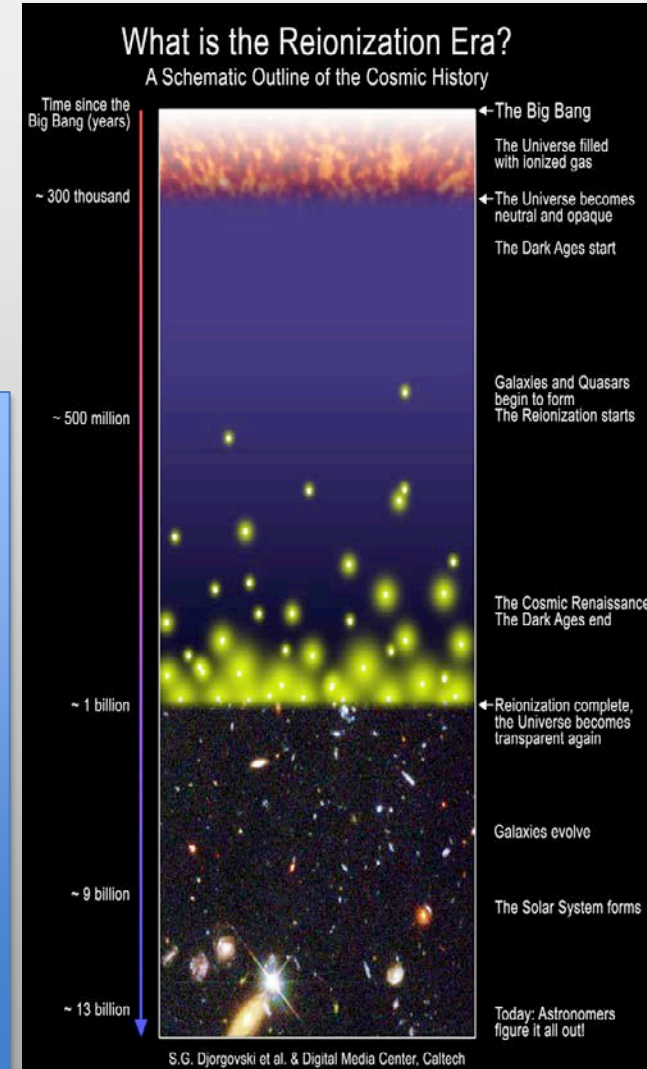
$z \sim 1000$, WMAP

$z = 15 \sim 30$,
First star Pop-III

$z = 6 \sim 15$, Reionization

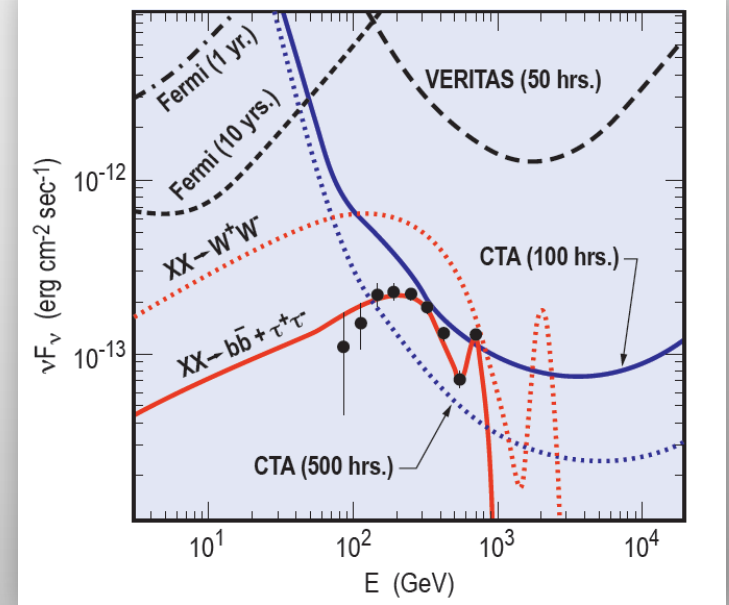
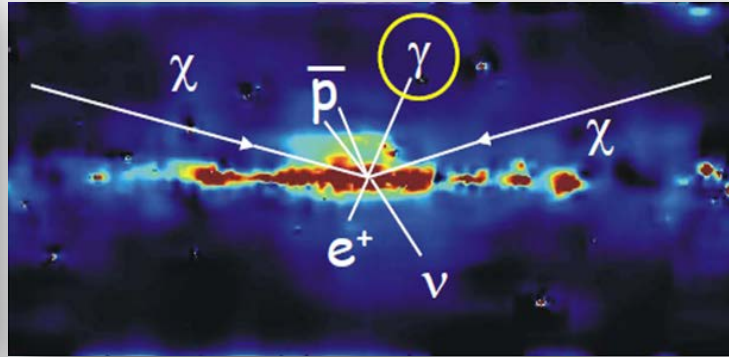
$z = 3$, Galaxies

$z = 0$, Present

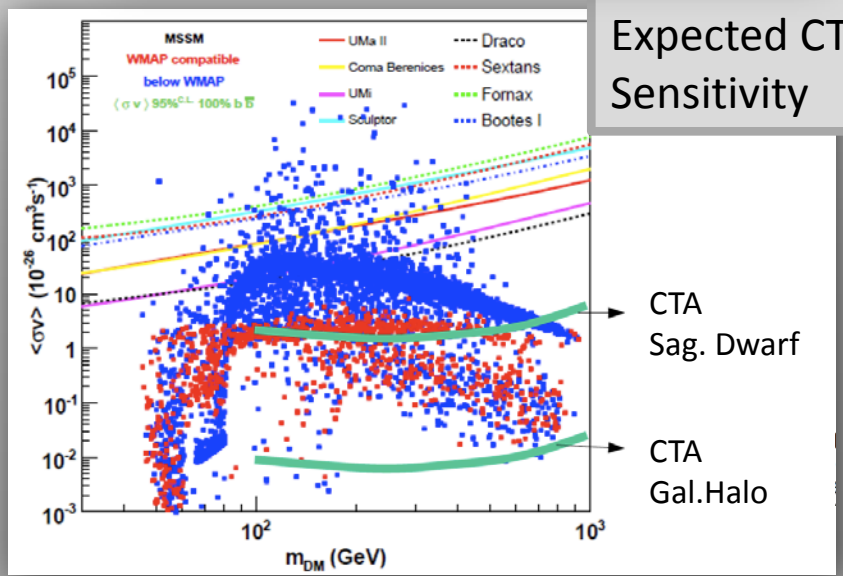
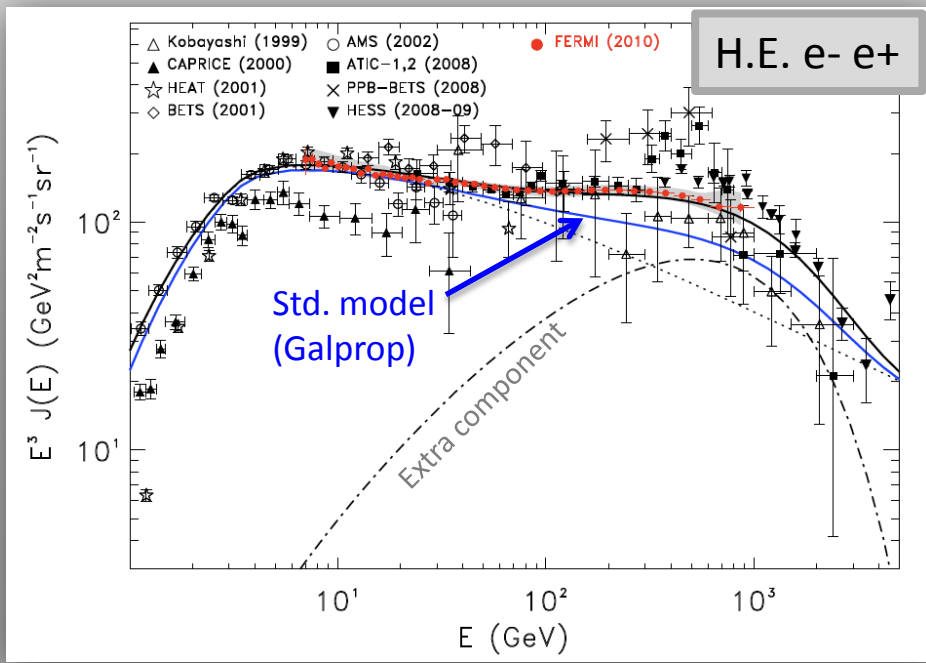


暗黒物質の探索 対消滅からのガンマ線を探る

Expected gamma ray spectra from Sagittarius Dwarf galaxy



There is an extra bump in electron energy spectrum
Nearby Pulsars or DM?



Test for Lorentz Invariance

Fast time variation of VHE gammas from AGN

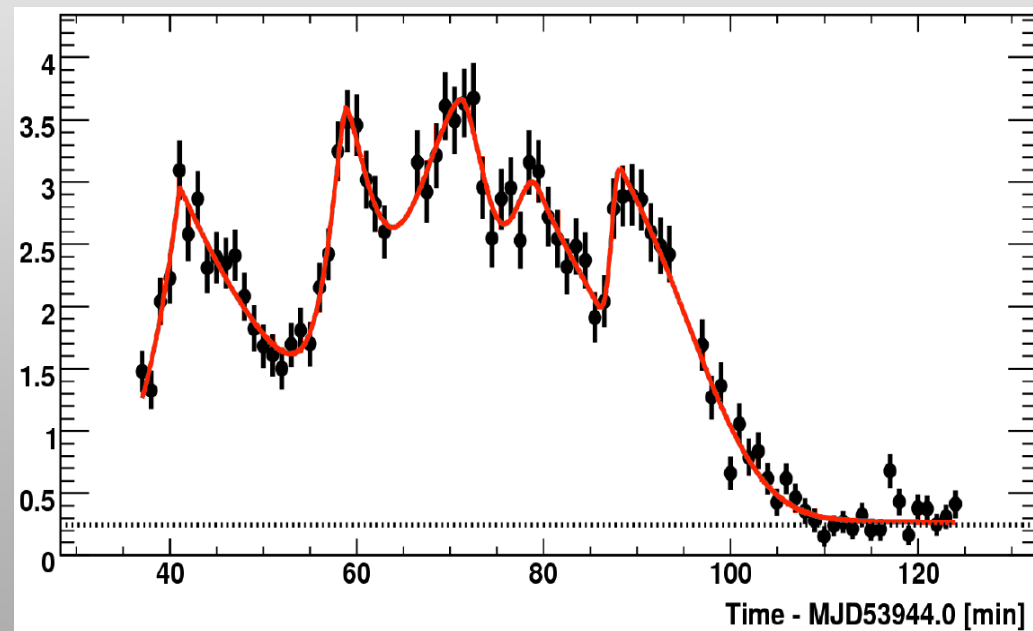
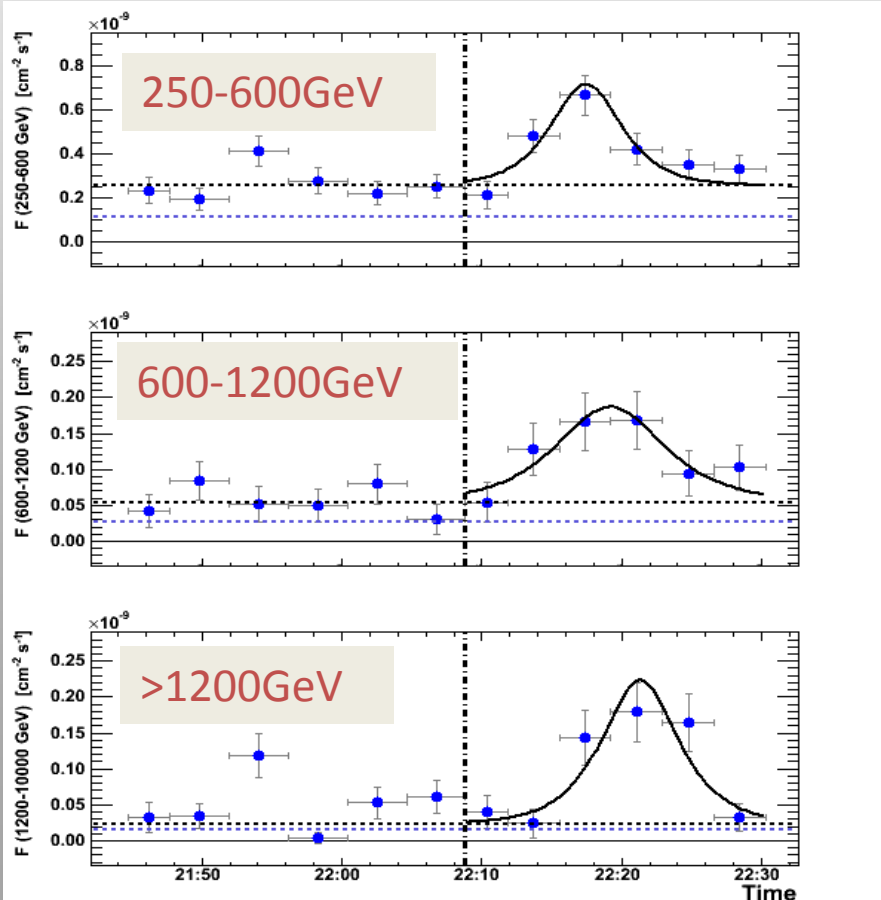
Mrk501 by MAGIC, PKS 2155 by HESS

Mrk501(z=0.03) MAGIC observation

$$M_{QG1} > 0.26 \times 10^{18} \text{GeV}$$

PKS2155(z=0.116) HESS observation

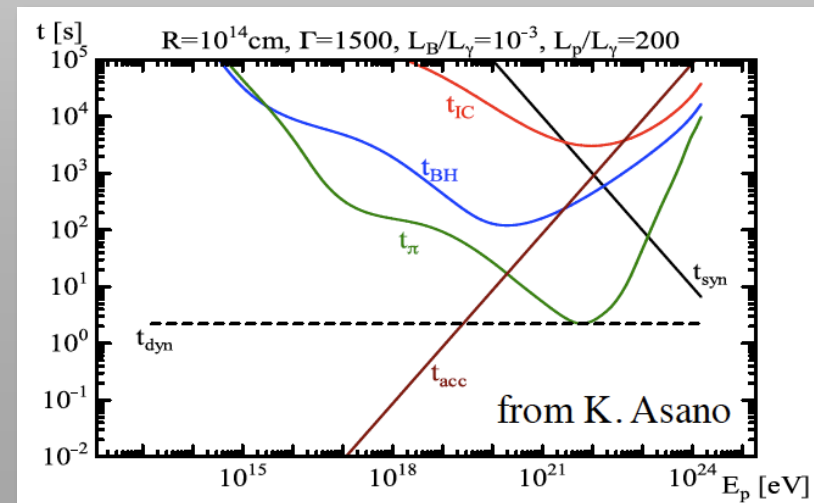
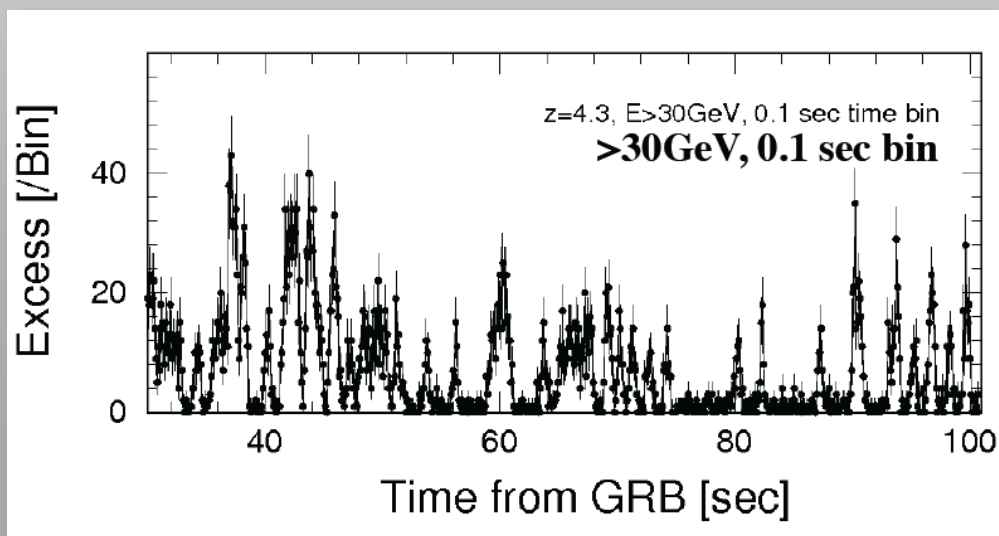
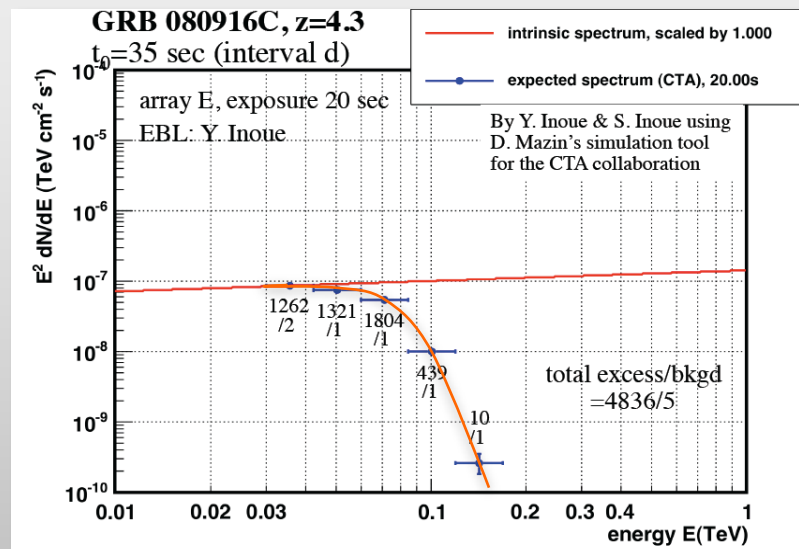
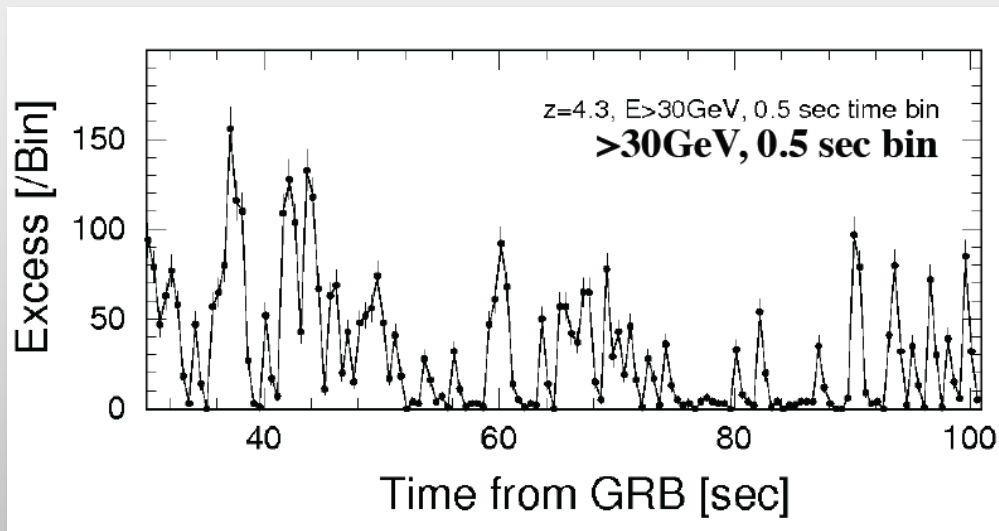
$$M_{QG1} > 0.72 \times 10^{18} \text{GeV}$$



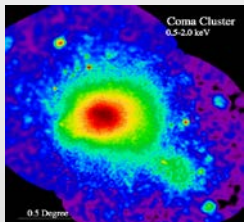
With CTA, we can have ~ 10 sec time resolution for the fast variation

CTA Monte Carlo: Expected Light curve for GRB at $z=4.3$

CTA performance study by S.Inoue, Y.Inoue, T.Yamamoto, et al



CTA の高い性能と広がる物理



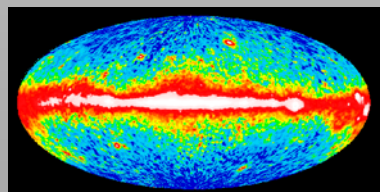
新しい天体



源の形状
宇宙線の分布



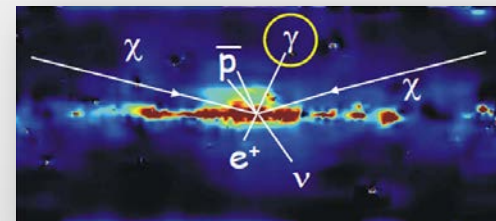
宇宙線の起源



TeV 全天マップ
未知天体・拡散成分

高感度 x10
($10^{-14} \text{erg cm}^{-2} \text{s}^{-1}$)

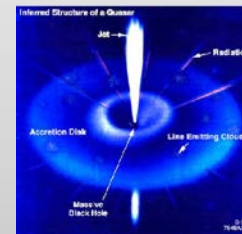
高エネルギー分解能 x2
(10% @ 1TeV)



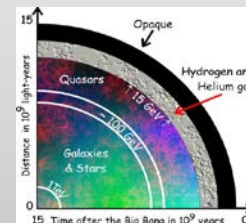
暗黒物質探索

高角度分解能 x3
(2 arcmin @ 1TeV)

低エネルギー閾値
x2 (20GeV)



遠方活動銀河核



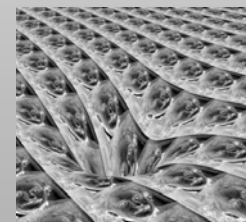
宇宙論

大検出面積 x30
($3 \times 10^6 \text{m}^2 > 1 \text{TeV}$)

高速回転
20 sec/180°



ガンマ線バースト



時空の構造
相対論の検証

高 S/N x 30
>99.99%

高時間分解能 x10
(~1sec)

全天観測

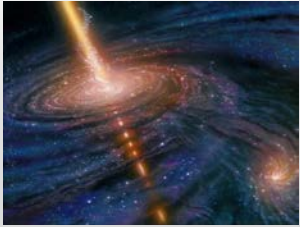
運転
Scan / Monitor

研究組織 (CTA-Japan Member 75名)

物理 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 戸谷 (京都大)

CTA Japan Co-PI 手嶋 (東京大)

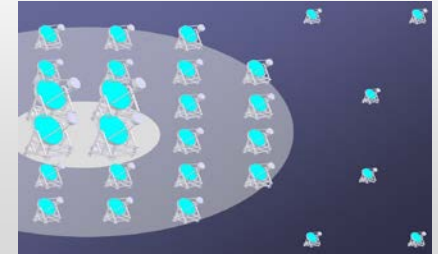
CTA Japan Chair 柳田 (茨城大)

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

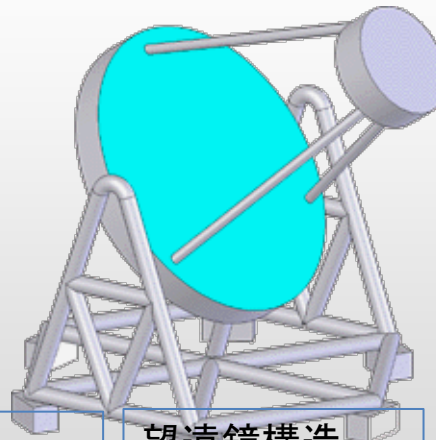
責任者: 手嶋 (東大)

東大、近畿大、甲南大

三光精衡所、他

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

手嶋 (東大)



光検出器 FPI WG

責任者: 折戸 (徳島大)

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

較正 CAL WG

責任者: 田島 (名古屋)

茨城大、甲南大、東大、他

望遠鏡ドライブ
スペインバルセロナ
IFAE

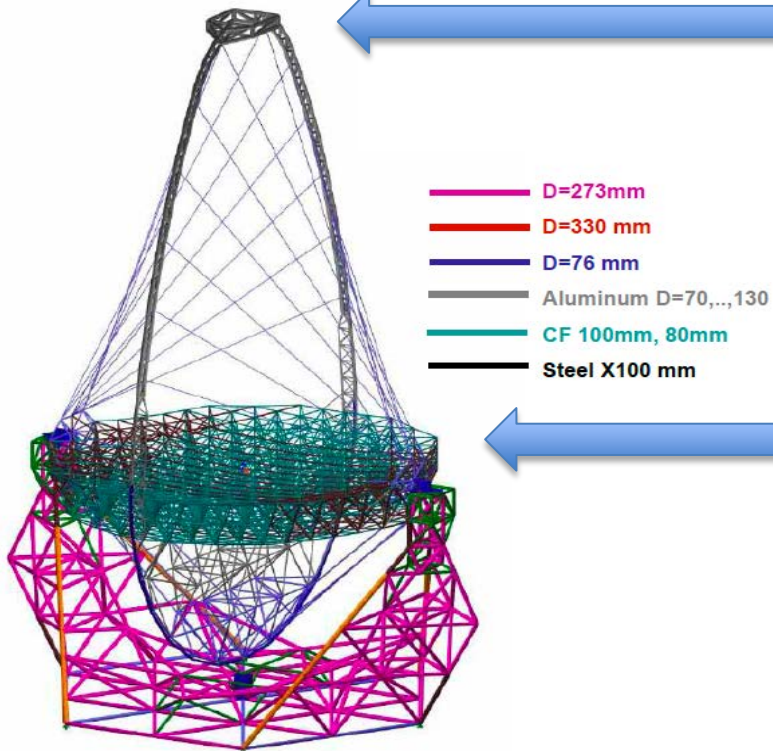
望遠鏡構造
ドイツミュンヘン
MPI

カメラサポート構造
フランスアネシー
LAPP

CTA Japan 活動

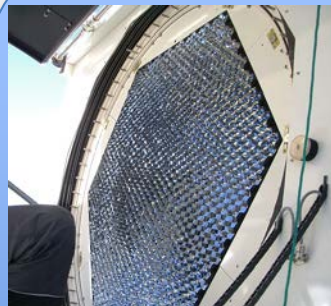
大口徑望遠鏡プロトタイプング

- ✓CTAは日米欧の国際共同実験
- ✓日本は主にCTA-LST大口徑望遠鏡に貢献
- ✓最終的には全体の20%の貢献をめざす
 - ✓大口徑望遠鏡カメラ
 - ✓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 大口徑望遠鏡)

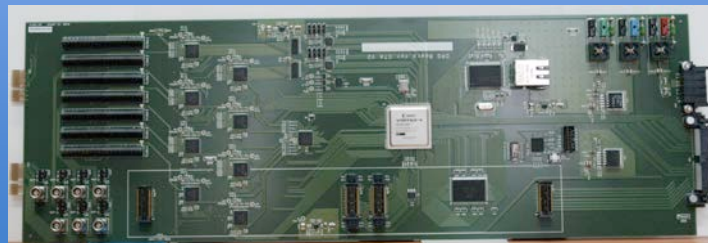
日本グループによる技術開発・技術貢献



高分解能カメラ(MAGIC)



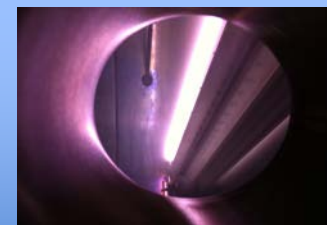
PMT、高圧、アンプ、スロ制御、読み出し回路



7ch 1GHz 超高速波形読み出し回路



1.5m サイズ
高精度分割鏡



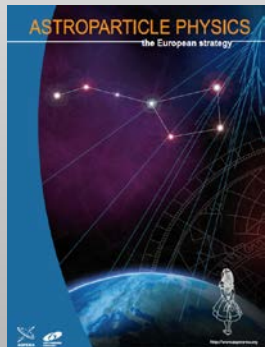
大型スパッタリングチェンバー
Cr + Al + SiO₂ + HfO₂ による
マルチコート(長寿命、増反射)

タイムスケジュール、予算

- デザインスタディー 2007 – 2010(完了)
- 準備研究段階 2010 – 2014(進行中)
- 建設 2015 – 2020

- 部分的稼働 2017 –
- フル稼働 2020 – 2040

デザインスタディーの成果



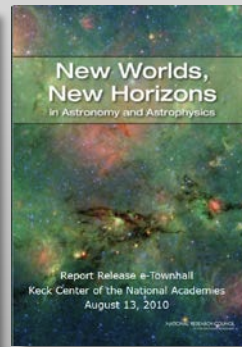
ASPERA



ASTRONET



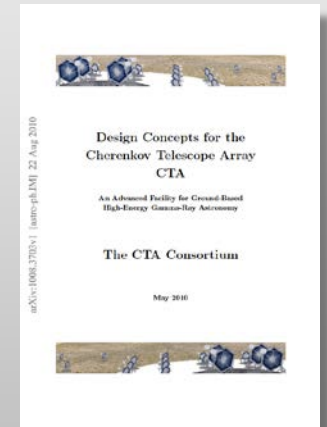
ESFRI



Decadal Survey



LOI CTA-Japan



Design Concept
CTA-Consortium

- 総予算 (計算2010年): 190MEuro ~ 200 億円
 - 準備研究予算 ~20MEuro
- 日本の貢献 全体の 20% を目指す(40億円)
 - 準備研究予算 ~5億円

CTA-Japan web site より入手可
<http://www.cta-observatory.jp/>

Summary

- CTA は現在の超高エネルギーガンマ線天文学の成功をさらに飛躍的におしすすめる
 - 高感度感度 10倍(10^{-14} erg/cm²/s)
 - 高角度分解能 2arcmin at 1TeV
 - 高エネルギー分解能 10% at 1TeV
 - 広いエネルギー領域(20GeV-100TeV)
 - 広い検出面積(3km²)
- 1000 を超える超高エネルギーガンマ線源が銀河系内、系外に観測される
 - 銀河宇宙線の起源、最高エネルギー宇宙線の起源
 - 高エネルギー天体の研究
 - 暗黒物質対消滅からのガンマ線
 - 量子重力理論(時空間の構造)
 - 宇宙における星形成史
- 世界で唯一の大規模チェレンコフガンマ線望遠鏡アレイ
 - 国際共同実験: 世界から 150 の研究機関 800 名の研究者が参加
 - 日本からは31の研究機関 75名の研究者が参加
 - 日本は、大口径望遠鏡カメラ、エレクトロニクス、鏡のプロトタイプに貢献している
- 大型科研費で準備研究をすすめる、建設へスムーズにつなげたい