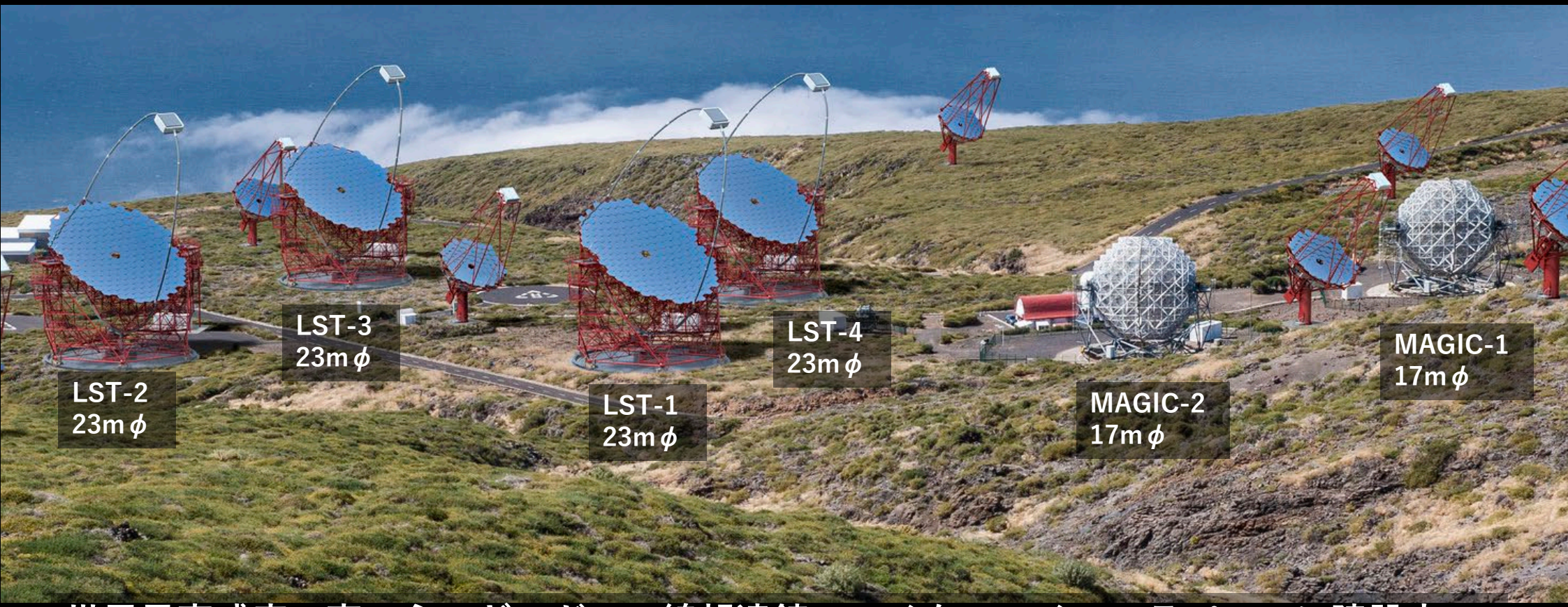
CTAグループ

（チェレンコフ宇宙ガンマ線グループ）

A8 吉越 貴紀（准教授）



世界最高感度の高エネルギーガンマ線望遠鏡アレイをスペイン・ラパルマに建設中。

CTA国際プロジェクト

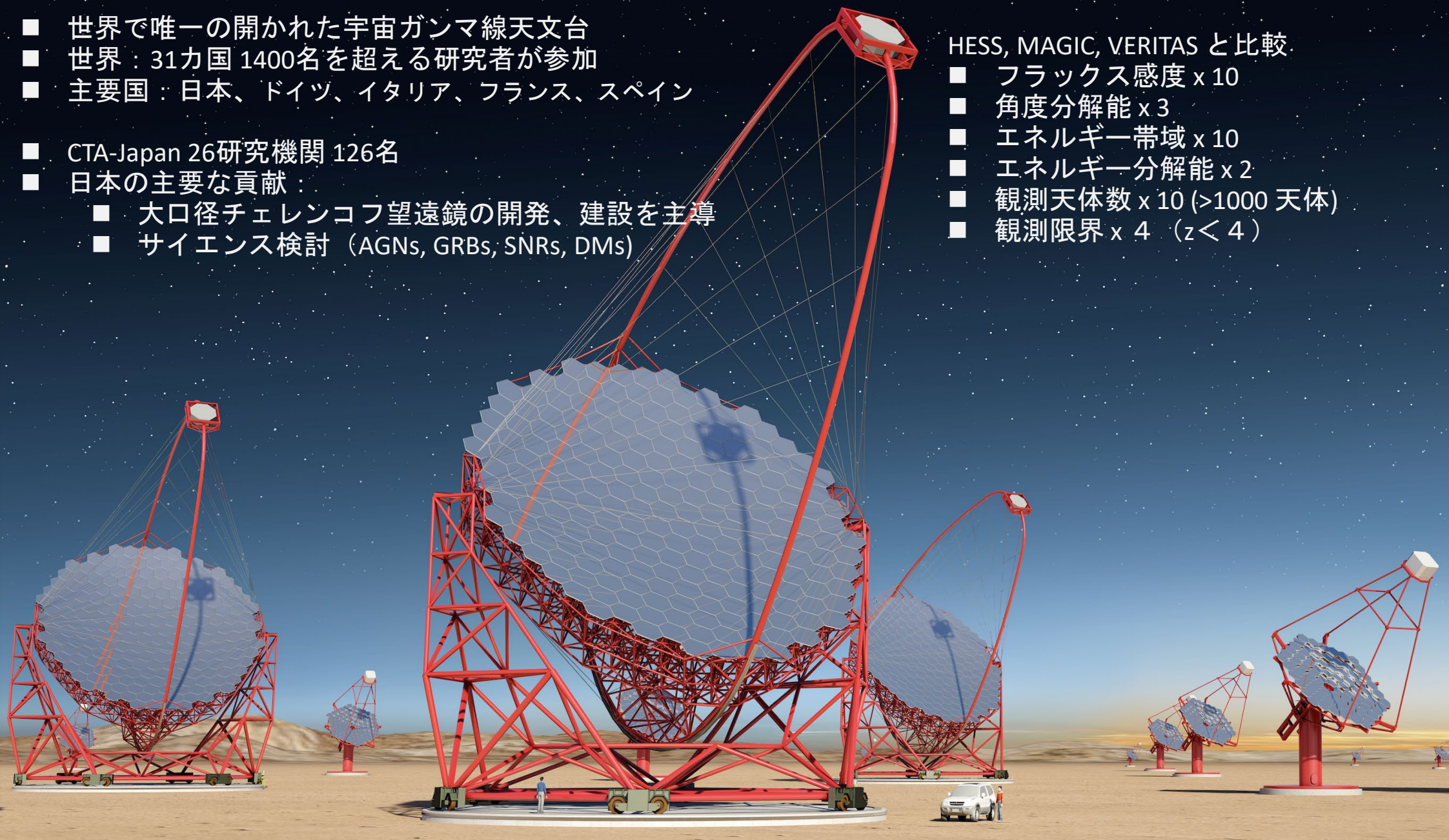
日本は主に大口径望遠鏡、サイエンスに貢献

- 世界で唯一の開かれた宇宙ガンマ線天文台
- 世界：31カ国 1400名を超える研究者が参加
- 主要国：日本、ドイツ、イタリア、フランス、スペイン

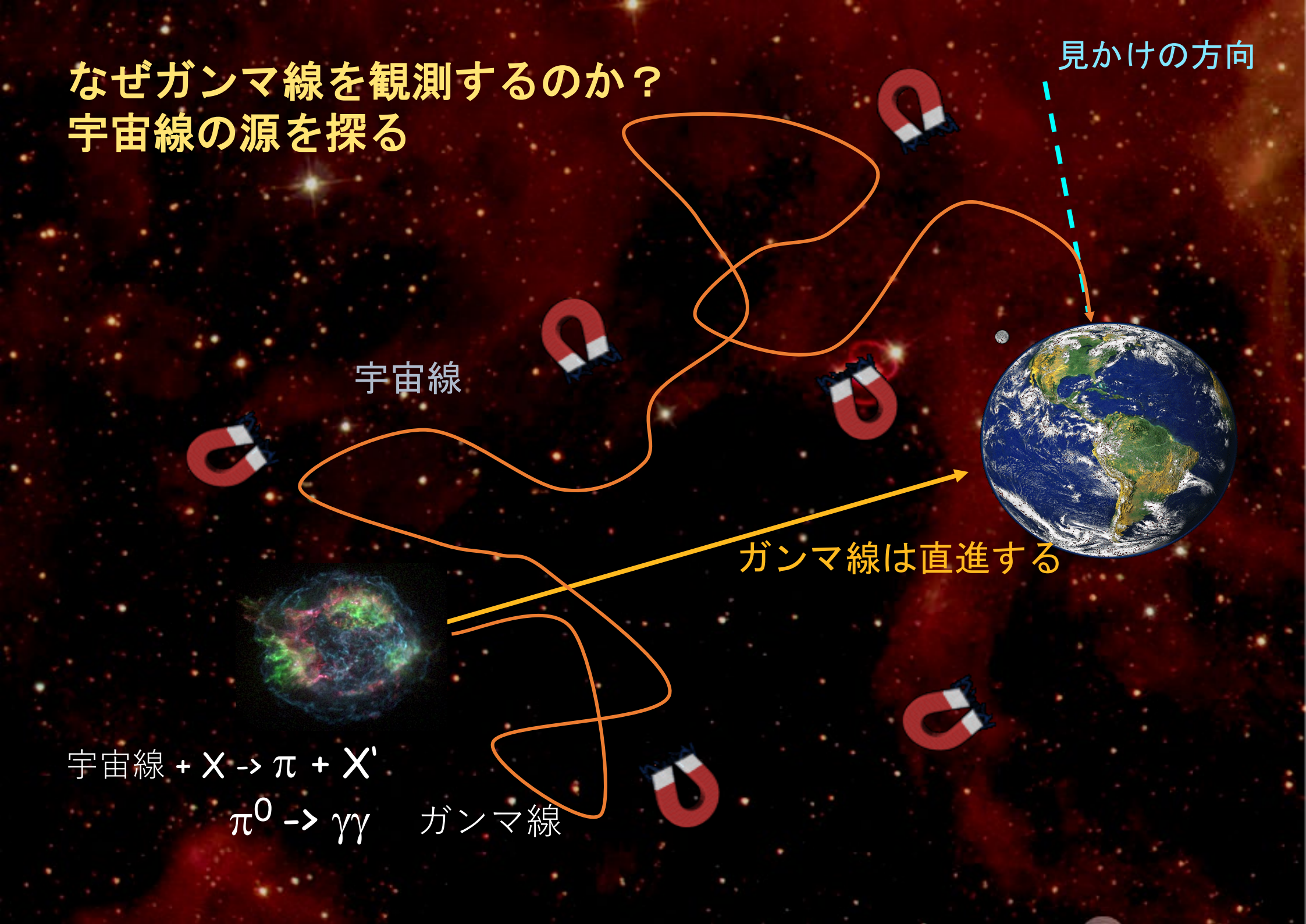
- CTA-Japan 26研究機関 126名
- 日本の主要な貢献：
  - 大口径チェレンコフ望遠鏡の開発、建設を主導
  - サイエンス検討（AGNs, GRBs, SNRs, DMs)

HESS, MAGIC, VERITAS と比較

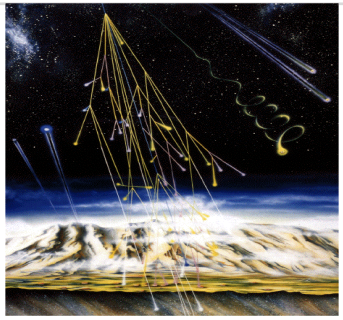
- フラックス感度 x 10
- 角度分解能 x 3
- エネルギー帯域 x 10
- エネルギー分解能 x 2
- 観測天体数 x 10 (>1000 天体)
- 観測限界 x ４（z＜４）



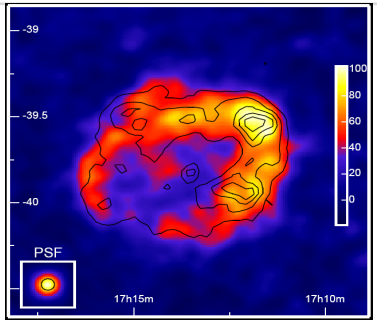
なぜガンマ線を観測するのか？
宇宙線の源を探る



CTA計画とサイエンス（TeV領域）
宇宙物理のエネルギーフロンティア

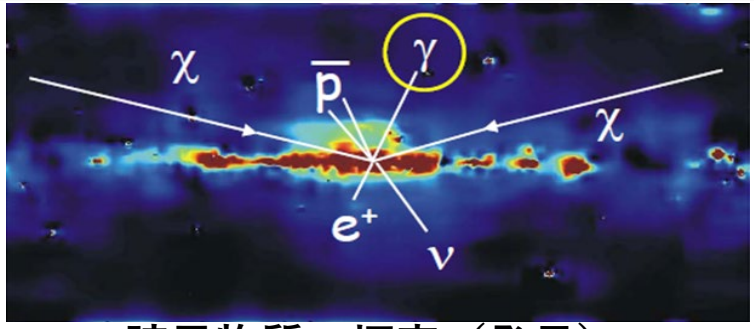


宇宙線の起源



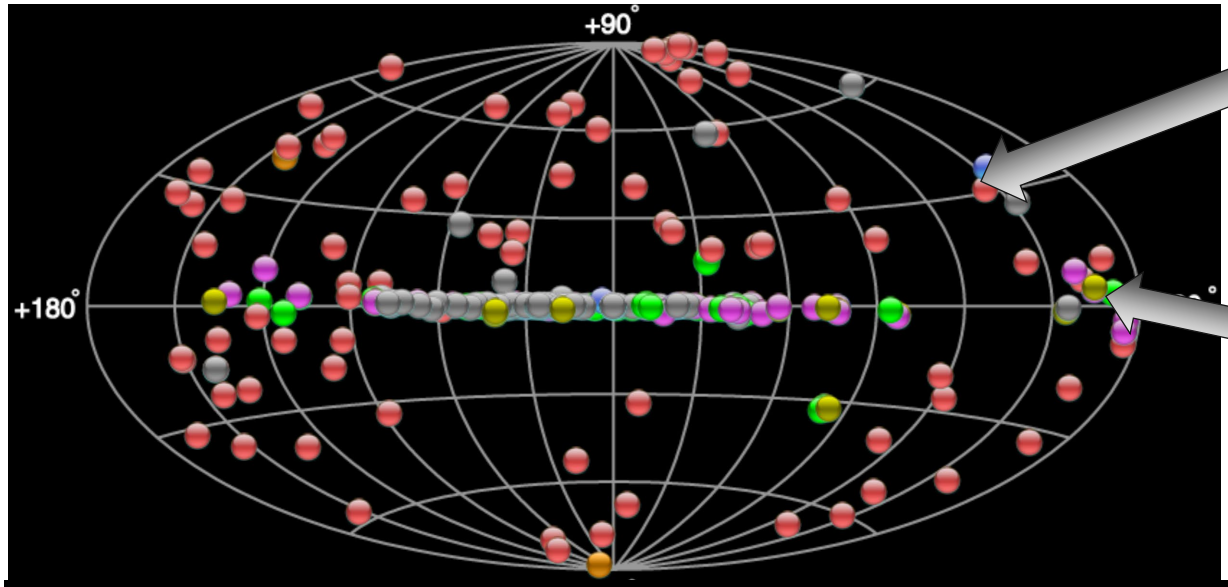
宇宙の巨大加速器

ブラックホールと
高エネルギー現象



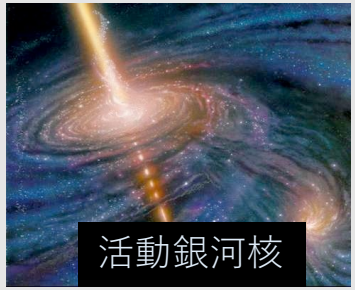
暗黒物質の探索（発見）

- 宇宙線の起源（宇宙の巨大加速器を探す）
- ブラックホールに伴う宇宙の高エネルギー現象の研究
- 暗黒物質対消滅からのガンマ線の探索



~ 200の天体が観測されているが、CTAでは>1000 天体が観測される

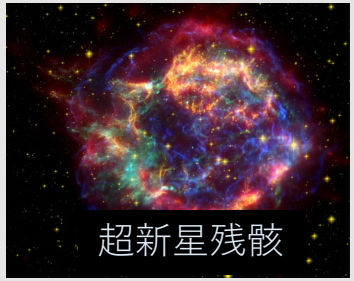
系外天体



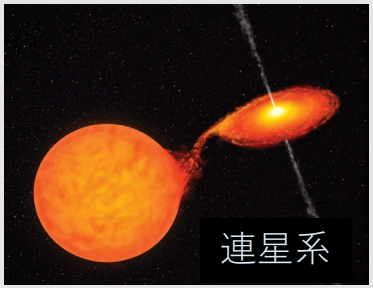
活動銀河核

ガンマ線バースト

銀河系内天体



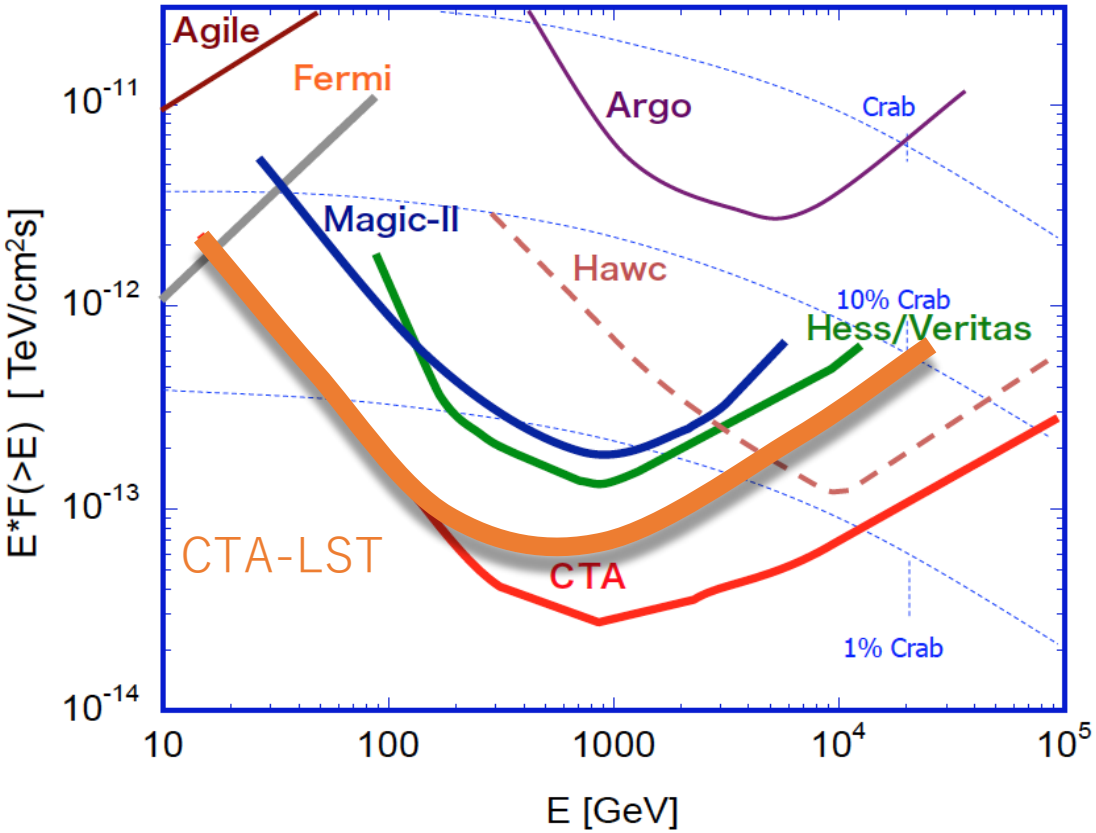
超新星残骸

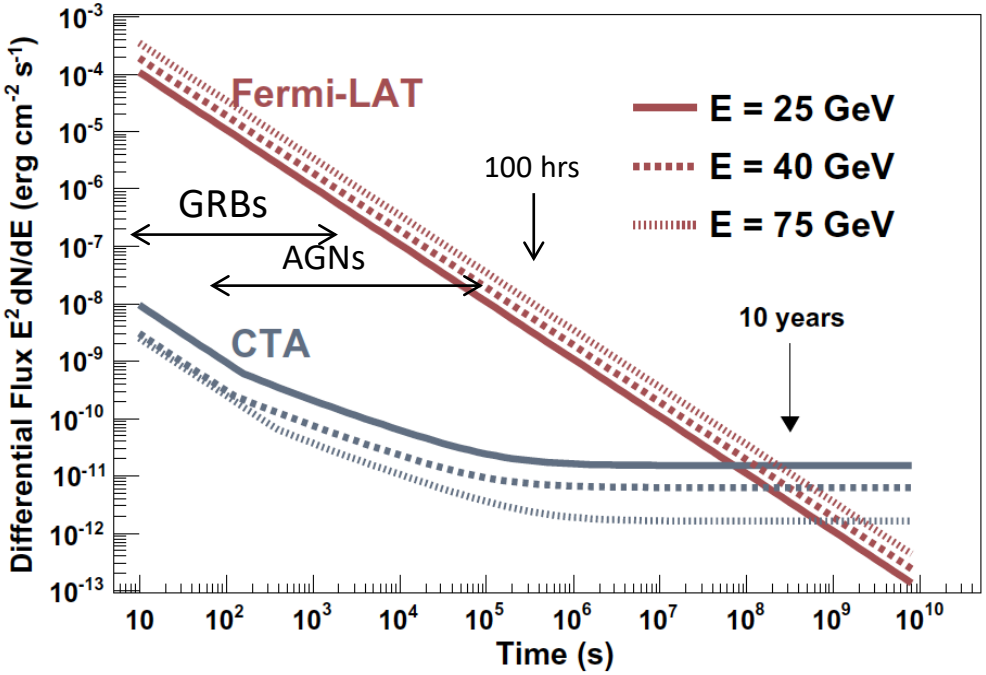


連星系

CTA-LST, CTA の性能

感度 x10, 角度分解能 x3, 観測天体 x10
エネルギー領域 4桁 (20GeV - 200TeV)

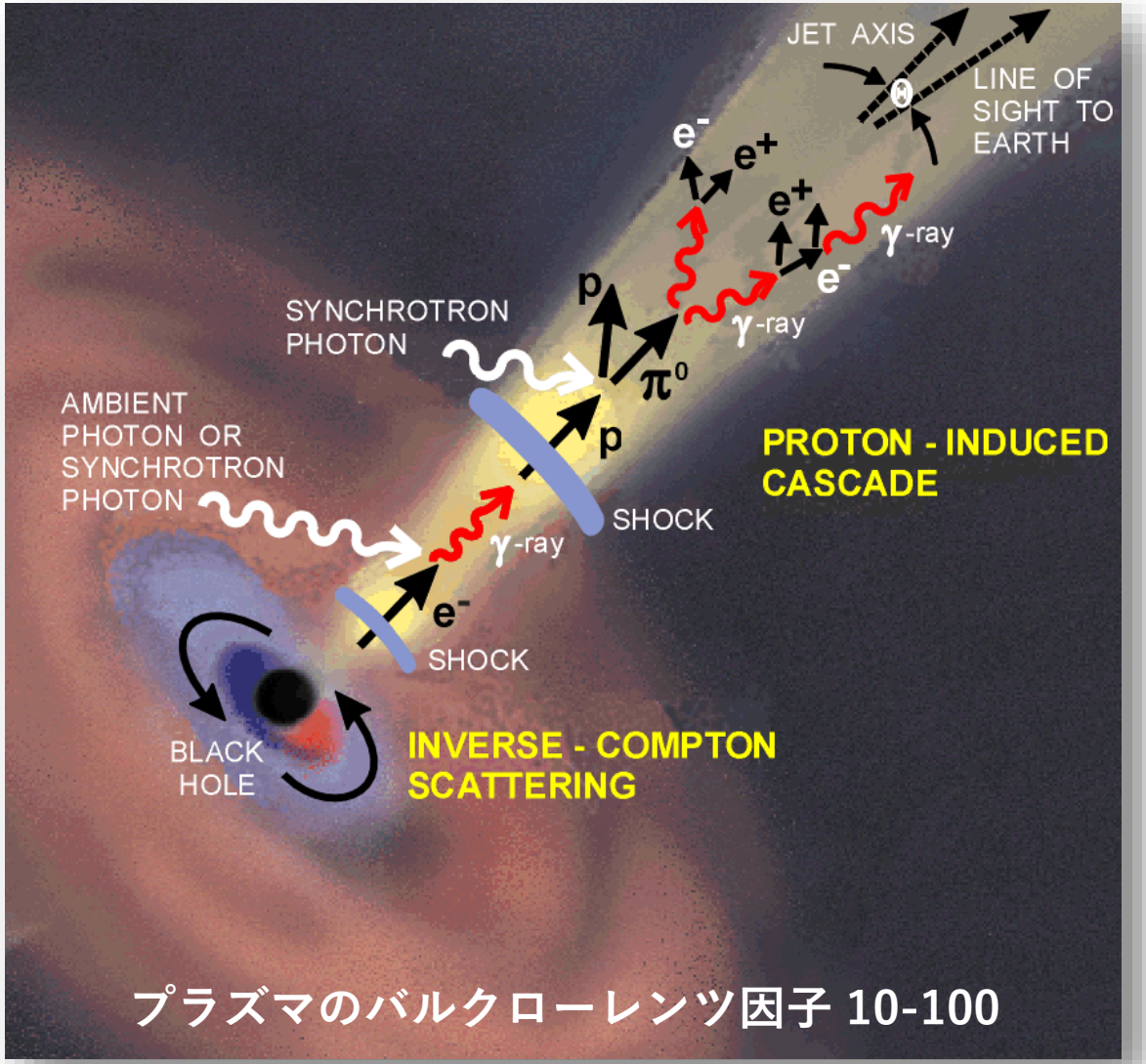




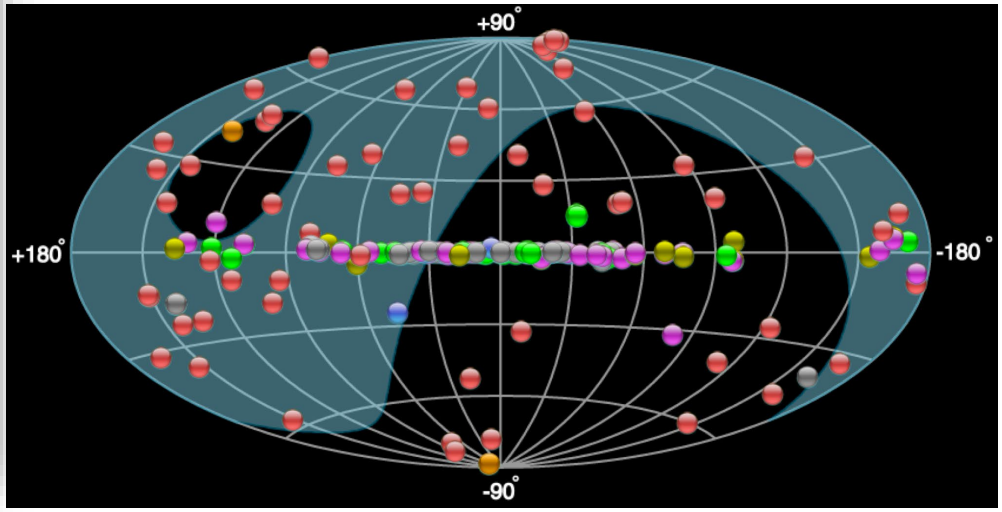
- TeV 領域で世界最高感度を達成し、宇宙物理学のエネルギーフロンティア
- 1000 を超える高エネルギー天体が観測される
- ガンマ線バースト、活動銀河核フレアー、フェルミガンマ線衛星の1万倍の感度
- 初めて地上でのガンマ線バースト観測を可能とする
  - 20GeV エネルギー閾値、20秒での高速フォローアップ観測

超巨大ブラックホール～10^8 $M_\odot$

>10^{18}eV 最高エネルギー宇宙線の候補天体

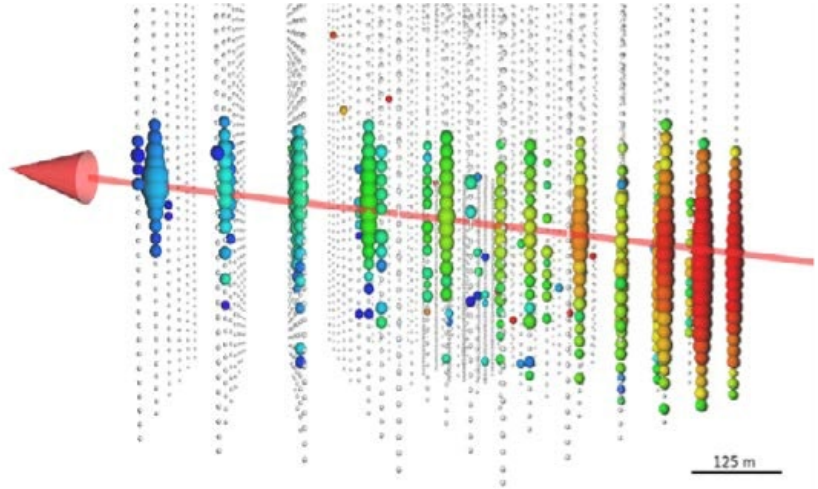


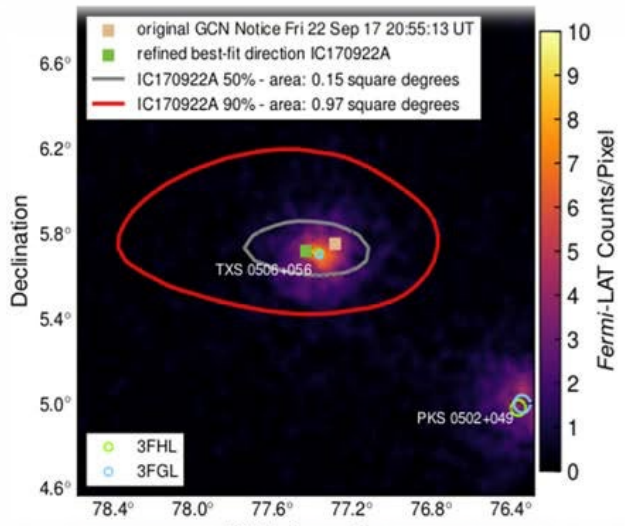
- 加速可能な最高のエネルギーは？
- 10^{20}eV まで宇宙線を加速できるか？
- エネルギー源は、降着円盤か、ブラックホール回転エネルギーか？
- 短時間の時間変動からブラックホールホライズン近くをみる



Multi Messenger Astronomy IC170922A / TXS 0506+056

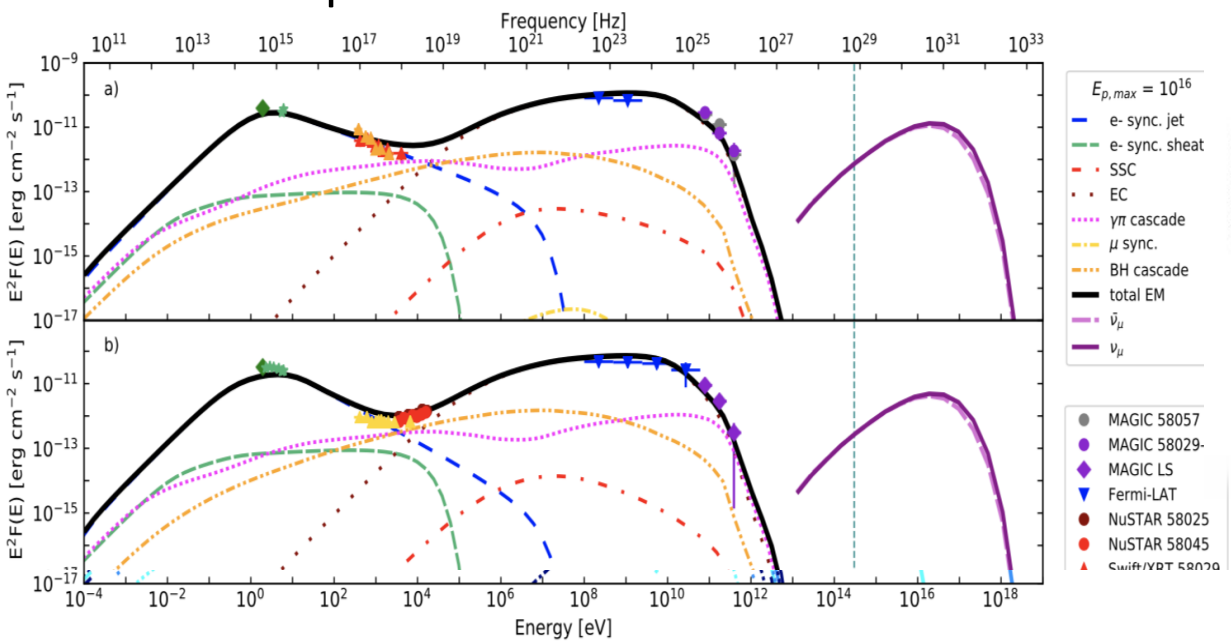
Ice Cube Observation (~300TeV)

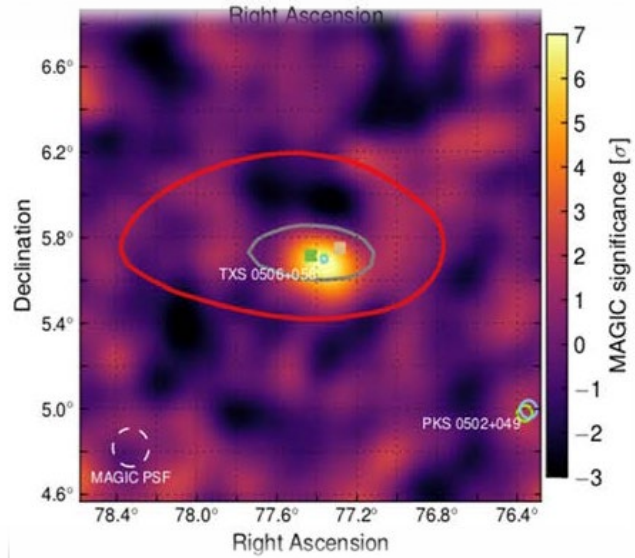




Fermi LAT (>100 MeV)

Lepto-Hadronic Scenario

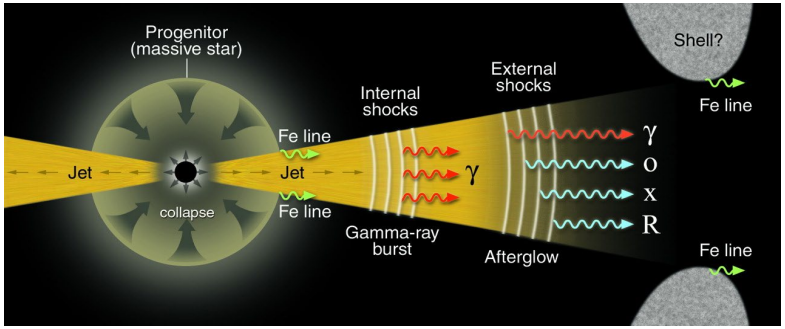




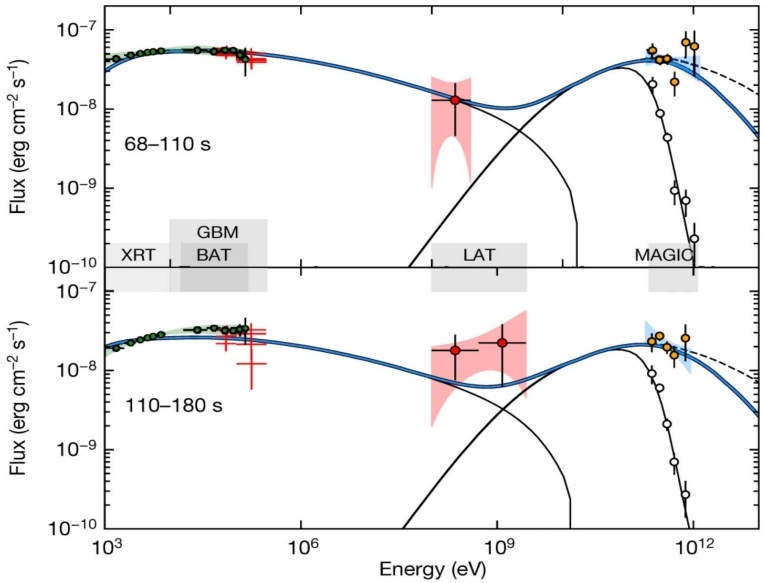
MAGIC (>100GeV)

GTC Observation z = 0.3365
S. Paiano et. al 2018

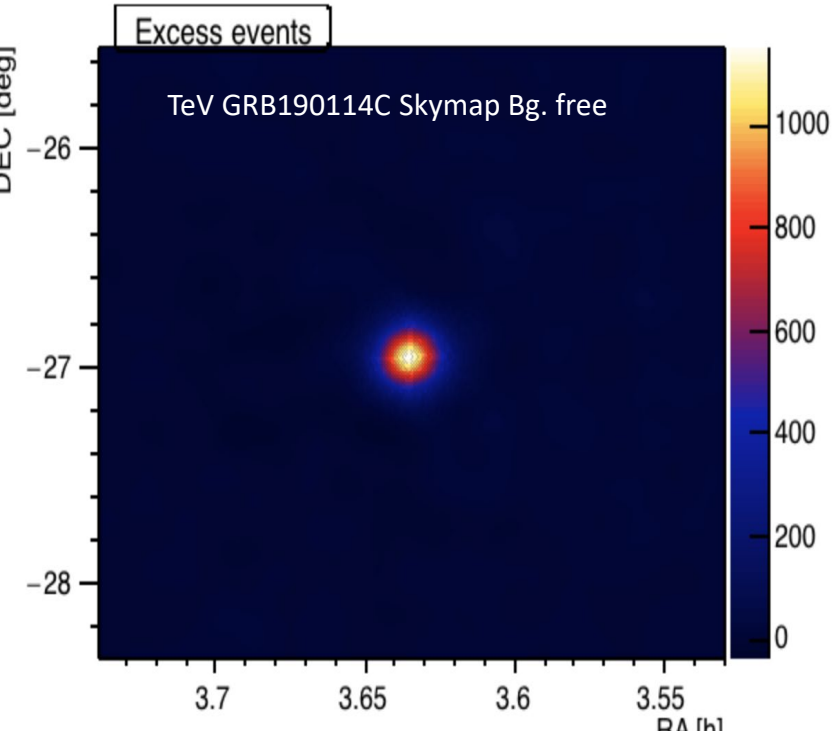
TeV-GRB 190114C observation with MAGIC
Two Nature Papers 21. Nov. 2019

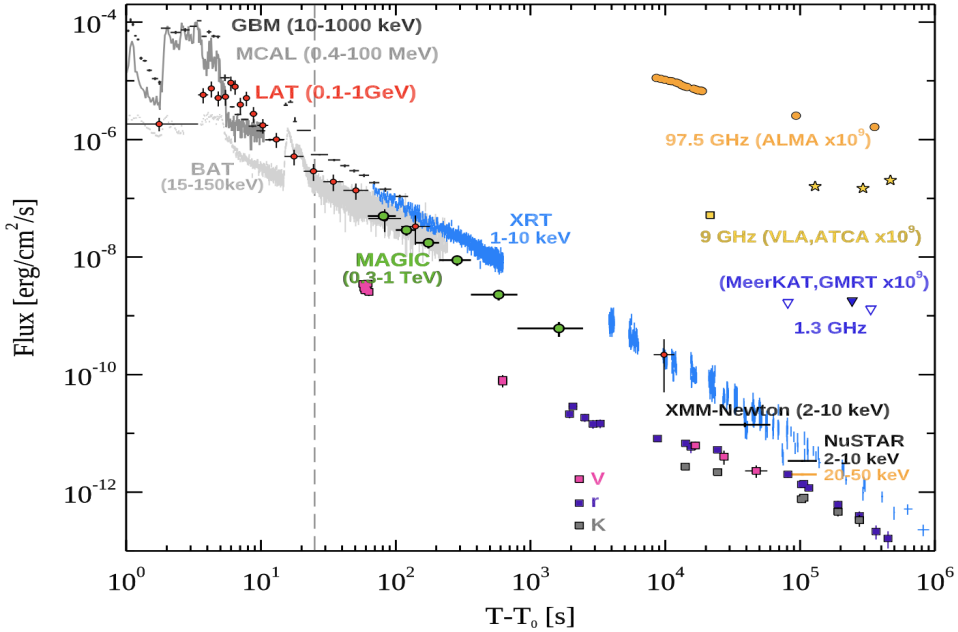


Synchrotron Inverse Compton



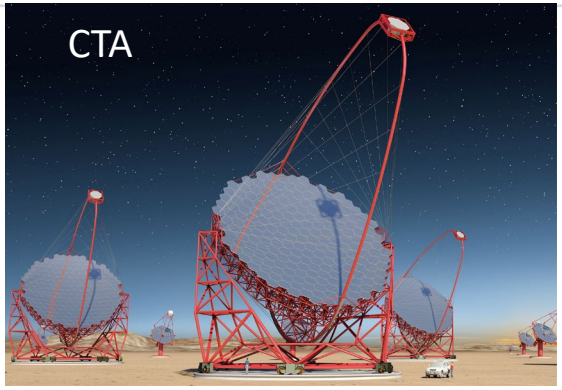
- Energy spectrum is extending to TeV energies
- Significant energy released in TeV domain
- Afterglow curve is parallel to X-Ray afterglow
- LST will detect 10 times more events than MAGIC and HESS



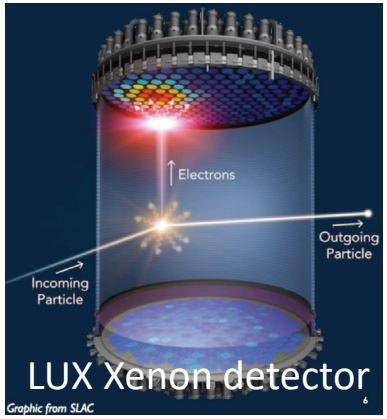


高感度での暗黒物質探索（発見）

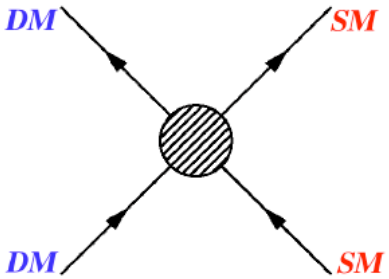
ガンマ線観測、地下実験、加速器実験は相補的



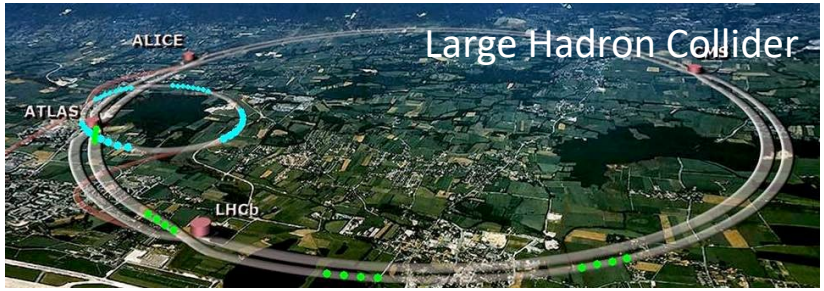
thermal freeze-out (early Univ.)
indirect detection (now)

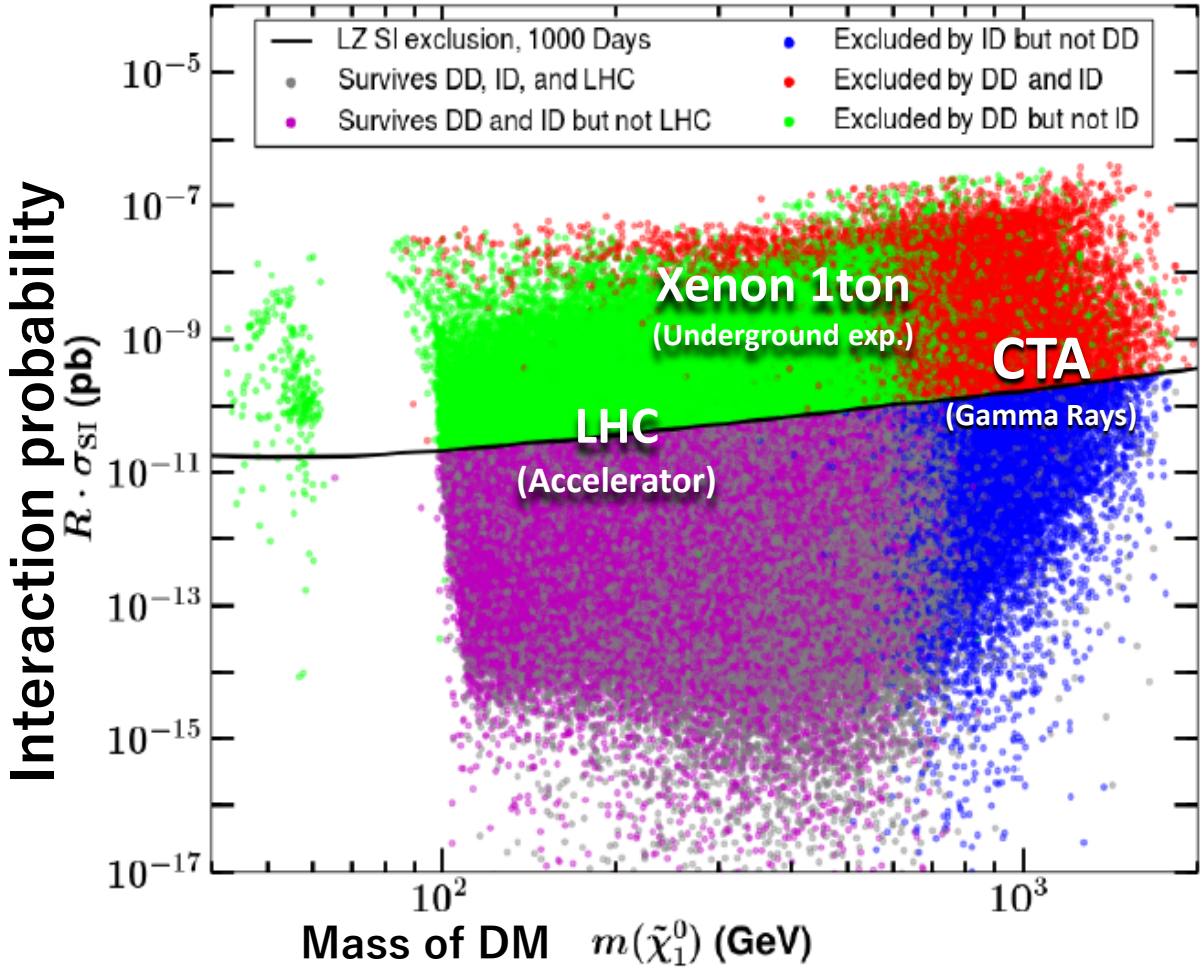


direct detection



production at colliders

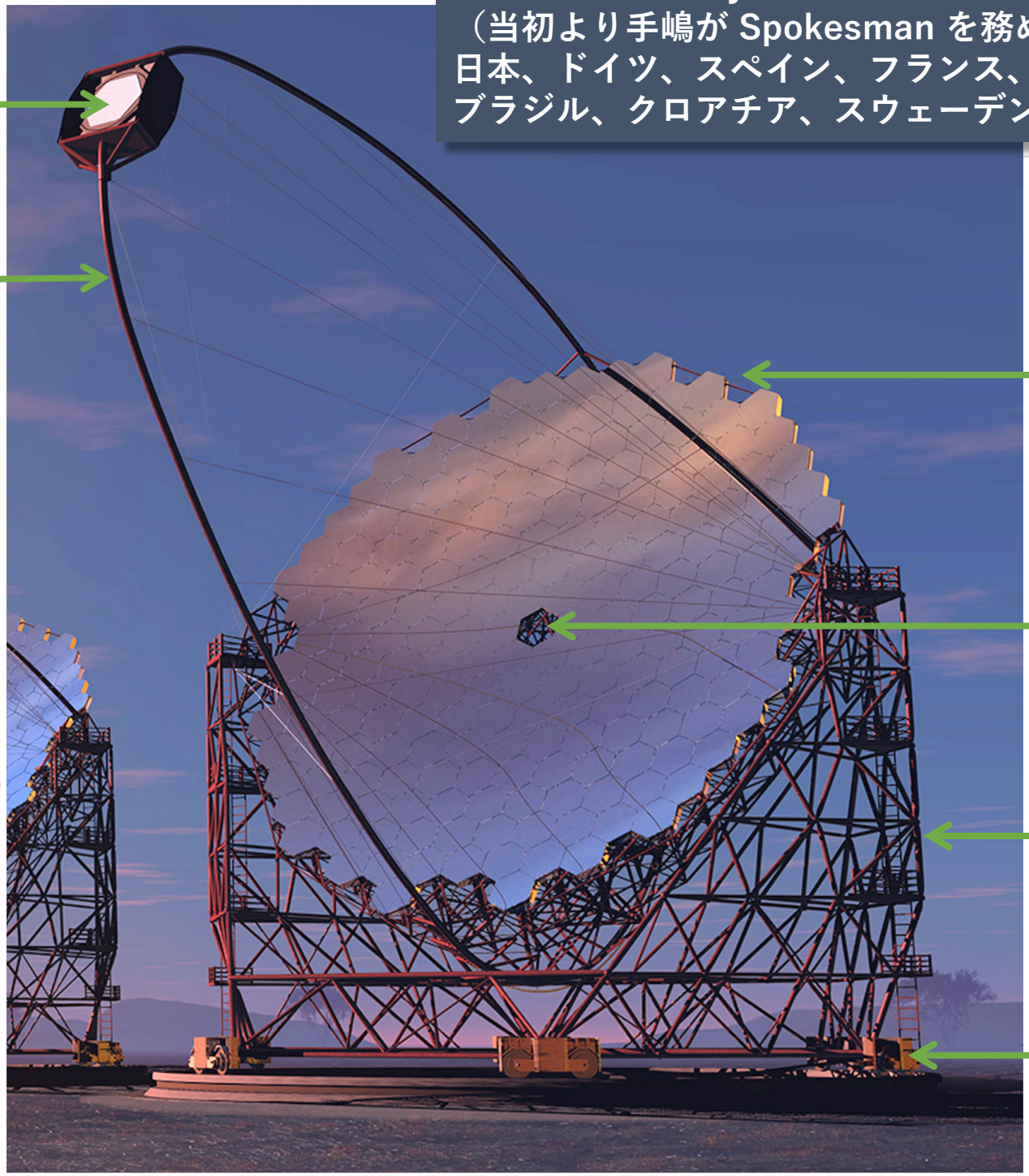




- 銀河中心領域、矮小楕円銀河に対消滅からのガンマ線を探る
- 700GeV以上ではCTAが最も高感度
- CTAでは、TeV領域で理論予測の一桁優れた感度まで到達
- 発見されればノーベル賞級の研究成果

CTA-LST Project 大型国際共同研究

（当初より手嶋が Spokesman を務めている）
日本、ドイツ、スペイン、フランス、イタリア、スイス、
ブラジル、クロアチア、スウェーデン、インド、クロアチア



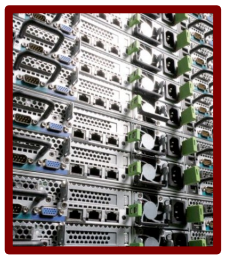
FPI/Elec (JP/IT/ES)
Camera body (ES/DE)

CSS (FR/IT)

MIR (JP)
Interface PL (JP/BR)
Actuator (JP/CH)
CMOS-Cam (JP)

StarGuider (JP/SE)
CalibBox (IN/IT)

Flywheel, UPS (JP)
Computer Network (JP)



Structure (DE)
Access Tower (DE/ES)

Drive (DE/FR/ES)
Bogie (DE/ES)
Rail (DE/ES)
Found. (DE/ES)

LST1: Mirror dish installation

Dish installed on the understructure, Dec 4, 2017

LST1 Inaugurated
on 10 October 2018

Commissioning of LST1 software and observations

連絡先 Contact

CTA 研究グループ

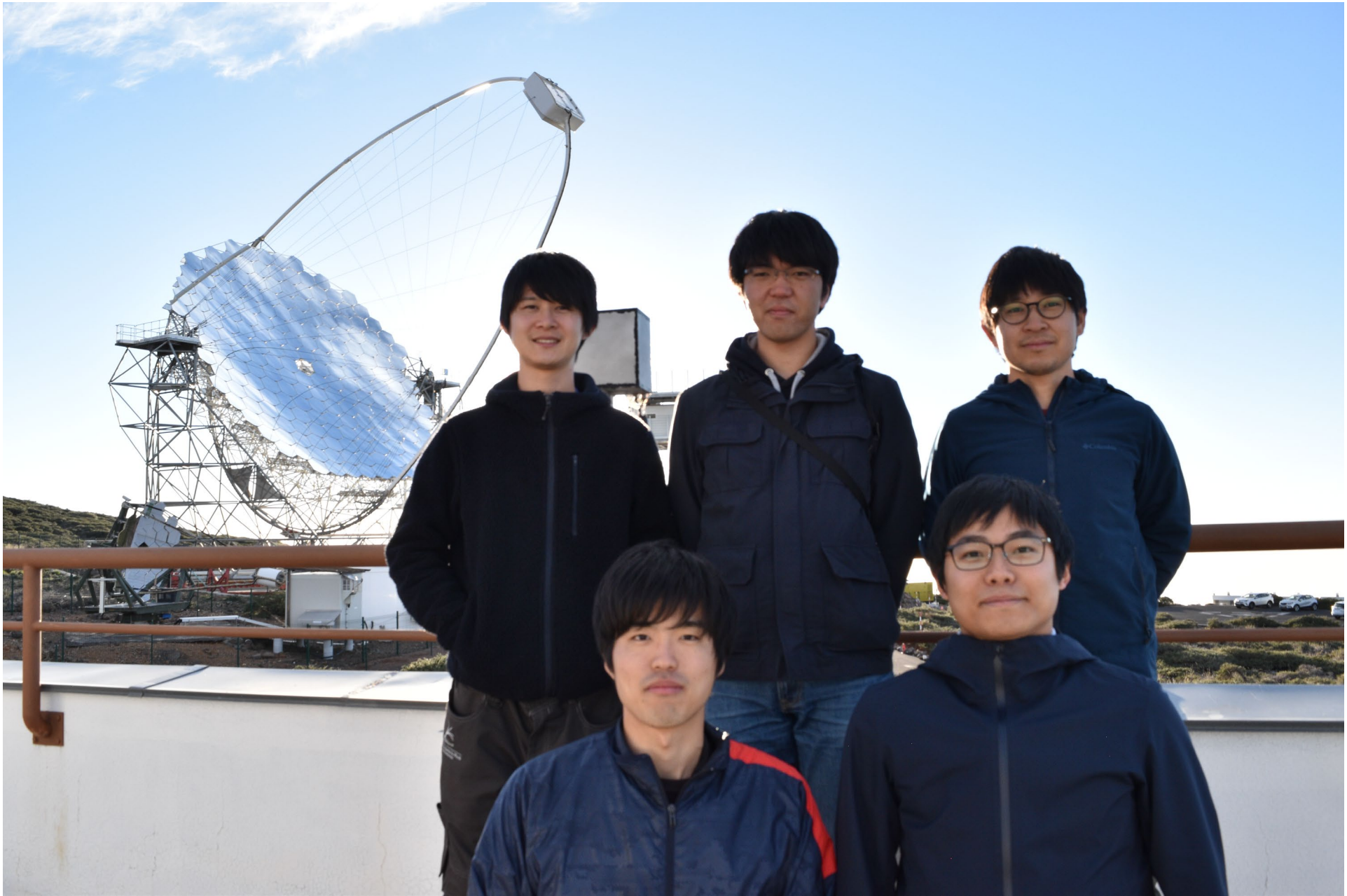
教授　手嶋　政廣 (A8)
mteshima@icrr.u-tokyo.ac.jp
http://www.icrr.u-tokyo.ac.jp/~mteshima
マックスプランク物理学研究所とクロスアポイント

准教授　吉越　貴紀 (A8)
tyoshiko@icrr.u-tokyo.ac.jp
http://www.icrr.u-tokyo.ac.jp/~tyoshiko

教授1, 准教授3, 助教4, 研究員5,
D院生4, M院生5, 技術職員3, 秘書1

Research:

MAGIC http://magic.mppmu.mpg.de/
CTA-Japan http://cta-observatory.jp/
CTA http://www.cta-observatory.org/

お花見(柏の葉公園)
BBQ Party (May 2019)

Grad. Students at La Palma (March 2019)