

CTA 国際宇宙ガンマ線天文台

1. 計画タイトル: CTA 国際宇宙ガンマ線天文台
2. 問い合わせ先: 手嶋政廣、東京大学宇宙線研究所 mteshima@icrr.u-tokyo.ac.jp
3. 想定される提案者: 東京大学・宇宙線研究所・梶田隆章
4. 計画規模: 大型
5. マスタープラン 2017, 2020 への採否状況: 2017, 2020 に採択される
6. 実施時期

2016 年より 4 基の大口径チェレンコフ望遠鏡を CTA 北サイト（スペイン・ラパルマ）に建設中。2023 年に 4 基の大口径望遠鏡アレイを完成し、南半球の大口径望遠鏡建設を予算化し、全天観測を現実のものとしたい。

北半球建設:	2016-2023,	32 億円 (措置済)
南半球建設:	2024-2027,	34 億円
観測運用 (北半球):	2018-2043,	50 億円 (一部措置)
観測運用 (南半球):	2024-2043,	40 億円

7. 必要経費および予算プロフィール

CTA 国際宇宙ガンマ線天文台の総建設費 320MEuro、運営経費 24MEuro/年であり、20 年の運営を予定している。日本は建設費 66 億円、運営費 4 億円/年を予定している。

8. 計画の概要

CTA は北半球と南半球に設置される 2 ステーションから構成され全天観測を可能とする国際宇宙ガンマ線天文台である。宇宙観測における最高エネルギー光子である TeV ガンマ線を観測し、極限宇宙の姿を明らかにする。北サイトは 1 km² に展開された 19 基の望遠鏡群、南は 4 km² に展開された 99 基の望遠鏡群から構成される。アレイの中央部には大口径 23m チェレンコフ望遠鏡(LST) 4 基を配置し、その周囲に中口径 12m 望遠鏡(MST)、小口径 4m 望遠鏡(SST)が配置され、高エネルギー宇宙ガンマ線を高精度で観測する。2016 年より日本主導で北半球サイトに大口径望遠鏡 4 機の建設を開始している。

9. 学術的意義、当該分野・社会等での位置づけ

宇宙では驚くべき高エネルギー現象がさまざまな場所で起きている。CTA は感度向上、広いエネルギー領域の観測により、宇宙で起こる非熱的物理現象、粒子加速機構の研究を行う。CTA は高エネルギーガンマ線による観測を赤方偏移 $z=4$ まで延ばし、ガンマ線観測を宇宙論的なスケールに拡大し、活動銀河中心にある超巨大ブラックホールの進化、そして宇宙の構造形成史を明らかにする。宇宙論・基礎物理の探究として宇宙を満たす暗

黒物質を今までにない高感度、高精度で探索する（発見を目指す）。

日本グループは、多くの新発見をもたらすと考えられるアレイ中央に設置する大口径望遠鏡のデザイン、開発、建設に責任を持ち、強いリーダーシップでプロジェクトを推進している。これら大口径望遠鏡は、観測可能エネルギーを 20GeV まで下げ、観測領域を $z=4$ まで広げ、かつ高い感度でガンマ線強度の時間変動を測定することができる。重力波、高エネルギーニュートリノとのマルチメッセンジャー天文学、また、ガンマ線バースト、超新星爆発、活動銀河核フレアーなどの突発天体现象に関して重要な科学成果をもたらす。

10. 実施内容

上で述べたように、CTA Consortium が実施機関・運用機関の中心であり、大型国際共同で 31 カ国 1400 名の研究者からなる。主要国は、ドイツ、イタリア、フランス、スペイン、日本の 5 カ国である。日本グループ CTA-Japan は国際共同研究拠点・共同利用研である東京大学宇宙線研究所を中心とし、22 機関 117 名の研究者からなる。

11. 現在までの準備状況

過去 3 年間のサイエンスの成果としては、以下の重要な発見がある。

高エネルギーニュートリノと高エネルギーガンマ線との相関。

IceCube により観測された高エネルギーニュートリノ ($>300\text{TeV}$) の到来方向に活動銀河核 TXS 0506+056 ($z=0.336$) が位置することが見出された。これと時を同じくして、この活動銀河核から TeV 領域で、ガンマ線フレアーを MAGIC 望遠鏡により観測した。活動銀河核が超高エネルギー宇宙線源の有力候補であることが明らかになった。

TeV ガンマ線バーストの発見。

2019 年 1 月には MAGIC 望遠鏡は Swift X 線衛星からのアラートを受け、follow-up 観測により GRB190114C ($z=0.424$) から数千の $>100\text{GeV}$ ガンマ線放射を発見した。このガンマ線バーストからのガンマ線スペクトルは EBL (宇宙背景光) によるガンマ線吸収を激しくうけながらも TeV を超えるエネルギーまで伸びていた。TeV ガンマ線バーストの世界で初めての発見であり歴史的な大発見である。その結果は、2019 年に発見、物理解釈の 2 本の論文として Nature に発表した。

日本グループが主導し建設を進めている CTA 大口径望遠鏡が、マルチメッセンジャー天文学、突発天体観測、さらには暗黒物質探索において、これから大いに活躍することは間違いない。これらの極めて興味深い天体现象、物理現象の観測例を飛躍的に増やすため、また銀河中心領域を詳細に観測するため、CTA 南サイトにも大口径望遠鏡の建設をすすめ全天に観測網を広げることは極めて重要である。