

CTA 国際宇宙ガンマ線天文台

① 計画の概要

高エネルギーガンマ線による宇宙の研究は、現在稼働中の地上チェレンコフ望遠鏡 HESS, MAGIC, VERITAS 等により、多様な天体が銀河系内外に発見され、ここ 15 年の間に大きく進展し、天文学の新たな一分野を形成した。さらにこの分野を飛躍的に発展すべく、大型国際共同プロジェクトにより、従来の装置の 10 倍の感度とより広いエネルギー領域を観測できる高エネルギーガンマ線観測施設 CTA の建設へ向け準備研究をすすめている。2016 年より日本主導で北半球サイトに大口径望遠鏡 4 基の建設を開始し、大口径望遠鏡 1 号基は 2018 年 10 月に完成し、現在稼働にむけて調整中である。

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 1km² に展開された 19 基の望遠鏡群、南半球は 4km² 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。2015 年に CTA 南北のサイトは、北はスペイン・ラパルマ (2016 年にスペインと合意書に調印)、南はチリ・パラナル (2018 年にチリ政府と合意書に調印) に決定し、建設へ向けて進んでいる。

② 学術的な意義

CTA の科学は宇宙物理、宇宙論から基礎物理にまで広くわたり、その科学的意義は極めて高い。また、高エネルギー素粒子実験、高エネルギー宇宙物理学 (X 線天文学、ガンマ線天文学、理論物理)、宇宙線物理学、ニュートリノ天文学など広い分野から 31 カ国 1400 名の研究者が集まり、世界で唯一となる大規模な国際共同プロジェクトとして世界のコミュニティに開かれた国際ガンマ線天文台 CTA の建設を推進する。多波長、マルチメッセンジャー観測においても、CTA は宇宙物理のエネルギーフロンティアとしての重要な役割を果たすだけでなく、従来のガンマ線衛星とくらべ 1 万倍以上の高精度でガンマ線強度変化を観測でき、激しく変動する高エネルギー天体観測において、時間軸パラメーターを導入し、新たな物理現象を発見する。これからの天文学宇宙物理学にとって、CTA の設置運用の重要性は極めて高い。



図1 CTA北サイト(スペイン・ラパルマ)のアレイ中心領域。日本グループは、ドイツ、スペイン、イタリア、フランスなど9カ国との国際共同で、4基の大口径望遠鏡を建設中である。右下の1号基は2018年10月に完成し、現在コミッショニング中である。

③ 実施機関と実施体制

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。CTA-Japan の参加大学・研究機関は、以下の通りである。

東京大学 (43 名) 大口径望遠鏡建設、ミラー、読出し電子回路、光センサーの製造、品質管理、設置。解析ソフトウェア、シミュレーションの開発。CTA サイエンス検討。

京都大学 (11 名) 読出し電子回路の製造、品質管理。CTA サイエンス検討。

名古屋大学 (15 名) 銀河宇宙線起源の研究。光センサー開発。

東海大学 (7 名) 光センサー開発、シミュレーション、解析。

理化学研究所 (7 名) CTA サイエンス検討。

茨城大学（5名）光学系システム開発、シミュレーション計算。
 埼玉大学（5名）光センサー開発。
 青山大学（5名）CTAサイエンス検討。
 甲南大学（4名）ライトガイド、光センサー開発、製造、シミュレーション、解析。
 山形大学（4名）電子回路開発、シミュレーション、解析。
 近畿大学（3名）光学システムの開発、シミュレーション。
 KEK（3名）電子回路開発、CTAサイエンス、暗黒物質研究。
 広島大学（3名）、大阪大学（2名）、山梨学院大学（2名）、北里大学（1名）、熊本大学（1名）、東北大学（1名）、徳島大学（1名）、宮崎大学（1名）、立教大学（1名）、早稲田大学（1名）CTAサイエンス検討。

④ 所要経費

CTA 国際宇宙ガンマ線天文台は大口径望遠鏡8基、中口径望遠鏡40基、小口径望遠鏡70基からなり、さらにこれらに伴うインフラ、人件費も含まれる。

建設費 400MEuro、運営経費 20MEuro/年と推定されている。日本は建設費 58 億円、運営費 4 億円/年を予定している。

日本分担分総経費： 152 億円

準備期間（開発研究、措置済み）： 4 億円

北建設期間（LST 4 基、措置済）： 24 億円

南建設期間（LST 4 基、MST-PD）： 34 億円

観測運用（北 25 年、南 20 年）： 90 億円

⑤ 進捗状況

約 10 年間の準備研究の末、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）に建設を開始し、一号基は 2018 年 10 月よりコミッションング、運用を開始する。2022 年には 4 基の大口径望遠鏡アレイが完成し、2023 年より本格的な北半球での観測運用をはじめめる。

準備開発期間： 2008-2015, 4 億円（措置済）

北半球建設期間： 2016-2022, 24 億円（措置済）

南半球建設期間： 2022-2025, 34 億円

観測運用（北半球）： 2018-2042, 50 億円（一部措置）

観測運用（南半球）： 2023-2042, 40 億円

⑥ 社会的価値

CTA は、宇宙を新しい目（高エネルギーガンマ線）で格段に優れた感度で観測するものであり、宇宙開闢の歴史、その後の宇宙の進化について、また極限的な宇宙の姿について、多くの新しい知見を人類に与える。準備段階から新聞などの多くのメディアに多数掲載され、国民の理解は高い。また、CTA は大型国際共同プロジェクトであり、日本の学術の国際化を促進し、ワールドクラスの研究者を多数育成し、日本から真のグローバルリーダーを生み出していくであろう。また、新たな光センサー開発、望遠鏡構造体、高速ドライブのため新素材、新技術の積極的採用、ビッグデータ（50-100GB/sec）処理技術開発を積極的にすすめており、産業的価値も極めて高い。

⑦ 本計画に関する連絡先

手嶋 政廣（東京大学・宇宙線研究所）



図2 2018年10月の大口径望遠鏡完成記念式典。