

平成 27 年度共同利用研究・研究成果報告書

研究課題名	和文：CTA 計画開発研究 英文：CTA Project R&D
研究代表者	東京大学・宇宙線研究所 手嶋 政廣
参加研究者	<u>青山学院大学</u> ：柴田徹、吉田篤正、山崎了、澤田真理、大平豊、 <u>茨城大学</u> ：柳田昭平、吉田龍生、片桐秀明、加賀谷美佳、重中茜、Dang Viet Tan, 本橋大輔 <u>宇宙航空研究開発研究機構 宇宙科学研究所</u> 井上芳幸、小山志勇、李兆衡 <u>大阪大学</u> ：藤田裕、 <u>北里大学</u> ：村石浩、 <u>京都大学</u> ：窪秀利、今野裕介、齋藤隆之、田中孝明、谷川俊介、鶴剛、野崎誠也、増田周 <u>近畿大学</u> ：千川道幸、 <u>熊本大学</u> ：高橋慶太郎、 <u>高エネルギー加速器研究機構</u> ：木坂将大、郡和範、田中真伸、廣島渚 <u>甲南大学</u> ：猪目 祐介、岸田 柊、高見 将太、山本常夏、 <u>国立天文台</u> ： 井上剛志 <u>埼玉大学</u> ：寺田幸功、永吉勤、西山楽 <u>東海大学</u> ：西嶋恭司、櫛田淳子、木村颯一朗、辻本晋平、吉田麻佑、 <u>東京大学宇宙線研</u> ：手嶋政廣、吉越貴紀、浅野勝晃、石尾一馬、稲田知大、岩村由樹、大石理子、大岡秀行、加藤翔、黒田隼人、榊直人、櫻井駿介、高橋光成、田中周太、中嶋大輔、野田浩司、林田将明、広谷幸一、深見哲志、村瀬孔大、K.S. Cheng, Xiaohong Cui, Daniela Hadasch, David C.Y. Hui, Albert K.H.Kong, Pratik Majumdar, Daniel Mazin, Jumpei Takata, Thomas P.H.Tam, Wenwu Tian, <u>東大理</u> ：戸谷友則、川中宣太、中山和則、馬場彩 <u>東北大</u> ：当真賢二、 <u>徳島大学</u> ：折戸玲子、 <u>名古屋大学</u> ：佐野栄俊、立原研悟、早川貴敬、林克洋、山本宏昭、吉池智史、朝野彰、奥村暁、佐藤祐樹、田島宏康、中村裕樹、日高直哉、山根 暢仁 <u>広島大学</u> ：深沢泰司、高橋弘充、格和純、水野恒史、田中康之 <u>宮崎大学</u> ：森 浩二、 <u>山形大学</u> ：郡司修一、中森健之、門叶冬樹、武田淳希 <u>山梨学院大学</u> ：内藤統也、原敏、 <u>理化学研究所</u> ：井上進、長瀧重博、Maxim Barkov, Donald Warren, <u>立教大学</u> ：内山泰伸、 <u>早稲田大学</u> ：片岡淳、

研究成果概要

高エネルギーガンマ線による宇宙の研究をさらに飛躍的に発展させ、宇宙での高エネルギー現象に関する重要な問題に明確な答えをだすために国際宇宙ガンマ線天文台 CTA（チェレンコフテレスコープアレイ計画）の準備研究を国際共同で進めている。CTA-Japan(日本グループ)は、大口径望遠鏡用カメラ、読み出し回路、分割鏡の技術、試作、プロトタイプの実験で、他のグループを圧倒的にリードしている。本研究は、CTA-Japanによる準備研究を推進するものであり、日本グループが国際共同研究 CTA の中でそのプレゼンス・ビジビリティを示すうえで極めて重要であり、緊急である。2016年度より施設整備費が認められ、4基の大口径望遠鏡の建設を進めている。

1) CTA-LST 分割鏡の校正、品質管理

2m²分割鏡はCold Slump 方式で行う。60mm 厚アルミハニカムを3mm ガラスシート2枚ではさみエポキシ系の接着剤により構造を形成し、モールド上で固定する。後部パッド、分割鏡側壁、接着剤等、後部ペイントを最適化し、温度変化によるストレス、光学的、機械的安定性を最適化した構造に改良し、量産を進めた。量産されたミラーを校正し、その品質を管理するための PMD (Phase Measurement Deflectometry) 装置を構築し、10 μ m以下の精度で分割鏡表面精度、50mm 以下の精度で焦点距離が測定した。また、分割鏡輸送のためのコンテナとして、スチールパイプ構造による縦置きラック構造をデザインし、分割鏡を挿入した状態で、温度サイクル(-20度~40度の変化)、振動試験をおこない、良好な結果を得、コンテナ量産をおこなった。

2) ミラーの能動的制御(AMC)の開発

大口径望遠鏡構造は主要な部分はCFRPによるスペースフレーム構造で設計されており、総重量100トンと軽量に設計されている。しかし、有限要素法による解析によると、ミラー支持構造は鏡を含めて自重20トンとなり、天頂角に依存して最大0.05度(1ミリラジアン)程度の変形を発生する。このたわみを補正するために、各鏡に取付けられたCMOS Cameraにより、光軸赤外レーザーの方向を常時モニターし、アクチュエーターにより補正を行なうActive Mirror Control (AMC) の開発をすすめた。400ユニットのアクチュエーターの量産と、制御ソフトウェアの開発をおこなった。また、マックスプランク物理学研究所に建造されたテスト構造に分割鏡、アクチュエーター、CMOSカメラを設置しAMCのテストを進めている。

3) 夜光によるゲイン変化を最小化するために、光電子増倍管をゲイン40,000 で運用される。このため、>300MHz 以上の帯域をもつ超高速プリアンプが必要である。Super-base 構造を採用した、超高速トランスインピーダンスアンプ (ASIC Chip) を新たに開発しLow Noise、Low Power 化をはかり量産を行い、PMTモジュールの製作、校正を行っている。

4) CTA-LST PMTクラスターの開発、校正、品質管理

PMT クラスターは7本のPMTモジュール、高圧回路、7ch 読み出し回路、トリガー、スローコントロールからなるカメラの基本構成要素である。読み出し回路の開発は、窪代表の共同利用研究で申請されている。スローコントロールカード、読み出し回路は最終デザインを決定し、量産をすすめている。

整理番号 E03