

平成 28 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：R&D for the CTA Project
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、木坂将大 <u>茨城大学</u> ：柳田昭平、吉田龍生、片桐秀明、三浦智佳 <u>宇宙航空研究開発研究機構</u> <u>宇宙科学研究所</u> 井上芳幸、小山志勇 <u>大阪大学</u> ：藤田裕、松本浩典 <u>北里大学</u> ：村石浩、 <u>京都大学</u> ：窪秀利、今野裕介、田中孝明、谷川俊介、鶴剛、野崎誠也、平子丈、増田周、川中宣太、李兆衡、井岡邦仁 <u>近畿大学</u> ：千川道幸、李健 <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> ：郡和範、田中真伸、廣島渚 <u>甲南大学</u> ：猪目 祐介、田中周太、山本常夏、 <u>埼玉大学</u> ：寺田幸功、砂田祐志、永吉勤、西山楽 <u>東海大学</u> ：西嶋恭司、櫛田淳子、神本匠、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、岡崎奈緒、加賀谷美佳、勝田哲、久門拓、黒田隼人、齋藤隆之、榊直人、櫻井駿介、高橋光成、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, Timur Dzhathoev, 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、中山和則、馬場彩 <u>東北大</u> ：当真賢二、格和純 <u>徳島大学</u> ：折戸玲子、 <u>名古屋大学</u> ：佐野栄俊、井上剛志、立原研悟、早川貴敬、林克洋、福井康雄、山本宏昭、吉池智史、朝野彰、奥村暁、佐々井義矩、関崎晴仁、田島宏康、中村裕樹、日高直哉 <u>広島大学</u> ：深沢泰司、高橋弘充、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、高橋知也、中森健之、門叶冬樹 <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, Gilles Ferrand, Haoning He, 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) の建設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、分割鏡の開発、製造で、他のグループを圧倒的にリードしている。本研究は、CTA-Japanによる開発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) 現地には一号基のコンクリート土台は完成し、望遠鏡構造の建設のための資材、コンポーネントが運び込まれている。現地自治体からの建設許可を待っている状況である。

2) CTA-LST 分割鏡の製造、較正、品質管理、輸送

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較正し、その品質を管理するための PMD (Phase Measurement Deflectometry) 装置を構築し、10 μm以下の精度で分割鏡表面精度、50mm 以下の精度で焦点距離を測定している。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、すでに分割鏡200枚をラバルマに輸送した。

3) 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) の開発を完了した。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。CMOSカメラの量産を進めた。

4) 夜光によるゲイン変化を最小化するために、光電子増倍管はゲイン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、較正を行っている。

4) CTA-LST PMTクラスターの開発、較正、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、LST1用のクラスターを量産をすすめている。LST2-4のPMTクラスター量産を準備。

整理番号 E01