

ATC 施設利用・共同開発研究 成果報告書

国立天文台先端技術センター センター長 殿

2020 年 2 月 28 日

下記のとおり施設利用の成果を報告します。

ふりがな： くの なりお 代表者氏名： 久野 成夫	③所属機関，部局： 筑波大学，数理物質系物理学域
研究課題名： 野辺山 45m 鏡搭載用ミリ波カメラの開発	
利用期間： 2019 年 4 月 1 日 ～ 2020 年 3 月 31 日	
利用者リスト 久野 成夫，新田 冬夢，村山 洋佑，Pranshu MANDAL，奥村 大志，鈴木 隆司，樋川 遼太郎，鈴木 理 花子，高橋 純平，宮澤 啓，中井 直正	
研究開発の成果（ATC 施設利用との関連を具体的に記述してください。） 昨年度に引き続き、ATC 電波カメラグループと協力して野辺山 45 m 電波望遠鏡搭載用 100-GHz 帯 MKID カメラの開発を進めた。カメラの焦点面アレイとして、ATC クリーンルームにてコプレーナ線 路の共振器にアルミニウム、グラウンド面に窒化ニオブチタンを用いた 109 素子 MKID アレイを製 作した。希釈冷凍機を用いて 66 mK まで冷却したところ、104 素子の光学応答を確認した。 サブミリ波 FTS を用いてカメラの受信帯域の測定を行った。得られた中心周波数は 95 GHz、帯域 幅は約 16 GHz となり、設計帯域と一致した。また、ナイフエッジ法を利用してカメラ焦点面でのビ ームパターン評価を行った。77 K および 300 K 黒体源を用いてビームウエストサイズを測定したと ころ、68 素子の平均値で 19.6 mm となり、設計値である 20.6 mm と概ね一致することを確認した。 光学負荷を変化させることでカメラの光学効率の測定を行ったところ、MKID アレイおよび冷却光 学系の改善により昨年度に比べて約 7 倍向上したことを確認した。20 pW の光学負荷時の雑音等価電 力(NEP)は約 6×10^{-16} [W/Hz ^{1/2}]と良好な結果を得ることができた。一方、光子雑音限界に対しては約 3 倍の値となっており、光子雑音限界を目指した更なる高感度化は今後の課題である。 ATC 光学設計担当と協力し、光学設計ソフトウェア ZEMAX を用いて南極望遠鏡用電波カメラの光 学設計を進めた。1 度および 1.5 度の観測視野を分割し、伝送系としてシリコンレンズを用いた屈折 式光学系を検討したところ、要求を満たす設計解を得ることが出来た。	
施設利用が謝辞等に記された学術論文など（資料を添付してください。） 1. Nagai et al., “Resonance Spectra of Coplanar Waveguide MKIDs Obtained using Frequency Sweeping Scheme”, <i>Journal of Low Temperature Physics</i> , 2019	
先端技術センターの利用設備・実験室等の利用した物品を具体的に記入してください。マシンショッ プへ依頼したリスト・利用した測定器・CAD 等について記入してください。） (SIS ミキサクリーンルーム関係) ・ ドラフトチャンバー、スパッタ成膜装置、スピコーター、コンタクトアライナー、i 線ステップ、 ディベロッパー、ICP エッチング装置、深堀 RIE エッチング装置、レーザー顕微鏡、段差計、SEM、 ボンディングマシン、ダイシングマシン、レーザー干渉計、クリーンウェア、薬品（レジスト、現 像液、過酸化水素水、硫酸、フッ酸）、ゴム手袋、マスク、ベンコット (メカニカルエンジニアリングショップ) ・ 144 素子 MKID アレイ用デバイスホルダー (その他) 液体ヘリウム、液体窒素、乾燥窒素、有機溶剤（アセトン、エタノール、イソプロピルアルコール）、 サブミリ波 FTS、光学シミュレーションソフト（ZEMAX）、Nikon 顕微鏡(オプトショップ)	
先端技術センターの施設への要望等ありましたら、記入してください。 今年度も実験スペースの提供、および実験を進める上で多大なサポートをいただきました。先端技術 センターの皆様に深く感謝致します。	