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 野口卓 殿

平成 30 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： なかい なおまさ 代表者氏名： 中井 直正	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：H 29 年 4 月 1 日 ～ H 30 年 3 月 31 日	
利用者リスト 中井直正、久野成夫、新田冬夢、村山洋佑、服部将吾、翟 光遠	
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。） <p>昨年度に引き続き、野辺山 45m 電波望遠鏡に搭載するための 100 GHz 帯超伝導電波カメラの開発を進めた。カメラの検出器には力学インダクタンス検出器(MKID)を用いており、ダブルスロットアンテナ及びシリコンレンズアレイと結合している。本カメラは 2016 年 12 月末～2017 年 1 月上旬にかけて 37 素子にて搭載試験を行った。今年度進めた主な開発は 1)MKID の素子数を 37 素子から 109 素子へ拡張、2)シリコンレンズアレイの表面反射を低減する反射防止コーティングの開発、3)多素子同時読み出し回路を用いた 109 素子 MKID アレイの評価、である。</p> <p>109 素子 MKID の開発については ATC クリーンルームにて 3 インチシリコン基板上にスパッタ装置および電子線蒸着装置により Al 薄膜を成膜し、0.1 K 希釈冷凍機を用いてダーク環境で評価を行った。結果、MKID の Q 値(Qi)は約 10^5、検出器感度は $NEP \sim 10^{-16}$ [W/rHz] と良好な結果を得た。</p> <p>反射防止コーティングについてはメカニカルエンジニアリングショップと協力し開発を進め、直径 400 μm のガラスビーズとスタイキャスト 1266 を組み合わせることで 100-GHz 帯にて反射率を 2% に低減する見通しを得た。また、レンズ表面に精度よくコーティングするためのジグの開発も行った。</p> <p>MKID の読み出しには高速フーリエ変換を利用した多素子同時読み出し回路を用いている。素子数が 109 素子に増加したため、測定の際設定(周波数コム本数、周波数分解能等)と検出器感度の関係について検討を行った。また、試験観測に向けたデータ取得系の開発も進めた。</p> <p>これらの開発、実験は ATC 電波カメラグループと協力して進めた。また、実験結果は筑波大学の村山、服部、翟が修士論文としてまとめた。</p>	
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。） <ol style="list-style-type: none">M. Nagai et al., “Data Acquisition System of Nobeyama MKID Camera”, Journal of Low Temperature Physics, submittedT. Nitta et al., “Pyramid-type Antireflective Structures on Silicon Lenses for Millimeter-wave Astronomy”, Journal of Low Temperature Physics, submitted	
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。） <p>(クリーンルーム)</p> <ul style="list-style-type: none">ドラフトチャンバー、電子線蒸着装置、スパッタ装置、スピンコーター、コンタクトアライナー、i 線ステッパ、ディベロッパー、ダイシングマシン、レジスト <p>(メカニカルエンジニアリングショップ)</p> <ul style="list-style-type: none">MKID カメラデバイスホルダーの製作クライオスタット補強用ジグの製作ガラスビーズ反射防止コーティング用ジグ一式の製作柱状晶シリコンの表面加工クライオスタット冷却光学系部品の追加工 <p>その他、技術面でも多数のアドバイスをいただきました。</p> <p>(その他)</p> <p>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 テラヘルツ TDS、70-110 GHz 帯ネットワークアナライザ</p>	
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。	
ATC の皆様には、昨年度に引き続き実験スペースを提供していただき、また実験を進める際にも多大なサポートをいただきました。皆様に感謝を申し上げます。	