

国立天文台客員教授等報告書

受入教員 プロジェクト名： 先端技術センター 氏名： 野口 卓
客員氏名： 成瀬 雅人
称号： 客員教授 客員准教授 客員研究員 (○をつける)
期間： 平成26年 4月 1日 ~ 平成27年3月31日

I. 以下の項目について、客員教授等本人が記入してください。

[1] 主な活動と成果 (当初の計画についても記入すること)

(共同研究)

共同研究の目的は野辺山 45 m 電波望遠鏡へ搭載する超伝導ミリ波カメラの開発である。野辺山 45m 鏡に搭載するミリ波カメラは、現在筑波大学及び先端技術センター開発が進めているが、観測帯域は1バンドだけである。そこで本研究ではこれを多色へと拡張することを目標としている。本研究では、観測帯域拡張の際に鍵を握る超伝導導波路を用いた平面分光器の基礎開発を行った。

本研究で開発する多色ミリ波カメラの特徴は、複雑な分光系を廃し検出器システムの堅牢さと簡便性を高めるために、バンドパスフィルタとして働く超伝導回路を超伝導検出器と同一チップ上に搭載したことである。超伝導検出器には高感度かつ多素子化が容易なマイクロ波力学インダクタンス検出器を採用し、光学系はホーン結合型を採用している。このオンチップ分光システムの開発には大きく分けて以下3工程が必要であった。

1. 電磁界解析による超伝導オンチップテラヘルツ波分光器の最適化設計
2. 高品質膜の成長及び薄膜微細加工技術を用いた超伝導センサ作製
3. 分光性能試験及びセンサの冷却試験

このうちの1番の電磁界解析ソフトウェアを使ってオンチップ分光器の主要構成部品である超伝導バンドパスフィルタの設計を埼玉大学において行った。2番の素子作成を国立天文台 先端技術センターのクリーンルームにある超伝導膜スパッタ装置並びにフォトリソグラフィ装置一式を用いて行った。

設計においては作成できる最小線幅を考慮しながら加工誤差に対しても性能劣化の少ないロバストな形状を見出した。また、高品質なニオブ膜を用いて超伝導検出器を作製し埼玉大学にある0.3K冷凍機を用いて検出器特性を確認できた。これらの技術はミリ波での高感度サーベイ観測をする上で重要な基礎技術であり、その実現性を示したことは天文台で行われているミリ波分光カメラ開発の必要なマイルストーンとなる。

一方で検出器の高感度化、分光器の光学特性評価については今後の開発課題であり引き続き推進していく。

(教育)

上記の研究を先端技術センターの野口教授、関本准教授、唐津研究員、新田研究員らにご協力頂き、埼玉大学の学生を指導しながら行った。特に2番の高品質膜製造プロセスでは先端技術センターにある最新式のスパッタ装置及びフォトリソグラフィ装置一式を使用させて頂き、天文学用の高感度検出器開

発に必要な高度技術の一端を習得することができた。上記の研究の推進に加えて、学生が最先端の研究に触れることで研究意欲・意識が大きく高まり、教育上大変有意義であった。また、天文学にこれまで直接触れてこなかった工学部の学生が、電波天文学の装置開発に携わったことは天文学コミュニティの裾野を広げることに繋がり、直接的な技術発展成果のほかにも、天文学へのサポーターを増やすという意味で間接的にも電波天文学発展に寄与できるものと考ええる。

(その他)

[2] 本制度に対する意見、要望など

特にありません。

[3] 国立天文台職員や大学院生と共同して行った研究等の学会発表、学術論文、解説等

新井慧一, 成瀬雅人, 田井野 徹, 明連広昭, 美馬 覚, 大谷知行, "ミリ波・サブミリ波オンチップ分光器の開発", 第 61 回応用物理学会 春季学術講演会, 12p-A3-6, 2015 年 3 月

K. KARATSU et al. "Development of Microwave Kinetic Inductance Detector for Cosmological Observations", IEICE TRANSACTIONS on Electronics E98-C (3) pp.207-218, (2015)

S. Sekiguchi et al. "Development of a Compact Cold Optics for Millimeter and Submillimeter Wave Observations", IEEE Terahertz Science and Tecnology 5(1), pp. 49-56, (2015)

Ⅱ. 以下の項目について、受入教員が記入してください。

[4] 本制度に対する意見、要望など