

V135a 南極 10 m テラヘルツ望遠鏡ヘテロダイン受信機系の基本設計

菅谷元典, 瀬田益道, 中井直正, 永井誠, 石井峻, 新田冬夢, 今田大皓, 小野寺唯, 長崎岳人, 荒井均 (筑波大学), 宮本祐介 (茨城大学), 鶴澤佳徳, 関本裕太郎, 野口卓 (国立天文台)

我々は南極ドームふじ基地 (標高 3,800 m、最低気温 -80°C) に設置する 10 m テラヘルツ望遠鏡の開発を進めている。10 m 鏡のナスミス焦点の一つにヘテロダイン受信機系を搭載し、年間を通して 0.4 – 1.0 THz、冬季には最高 1.5 THz までの輝線分光観測を行う。

ヘテロダイン受信機系は 2 バンドを搭載したクライオスタット 3 台から構成され、合計 6 バンドを持つ。ホーンと副鏡でのパラメータが周波数に依存しない光学系の採用により、3 つの設置場所を等価に扱える。観測時には、伝送光学系中のミラーとグリッドを切り替えて直交 2 偏波を分離することにより、6 バンドから 2 バンドを選択し、同時観測を行う。南極での電力制限から、ヘテロダイン受信機系は 8 kVA 以下での運用が必須となる。そのため、冷凍機は消費電力 1.3 kW、冷却能力 0.1 W(4 K ステージ)、3.0 W(60 K ステージ) の小型冷凍機を用いる。小型冷凍機の排熱を利用することで、受信機室の装置動作温度は確保する。受信機室のレイアウトは、南極輸送で主力となる 12 feet コンテナへの積載を考慮した。受信機第一号には 500 GHz/800 GHz のバンドを搭載する予定である。中間周波数 (IF) が 4 – 8 GHz、バックエンドの分光帯域が 2 GHz 以上、周波数分解能が 100 KHz 以下、雑音温度が 120 K(SSB) 以下@500 GHz である。低消費電力でこれらの仕様を満たすには、クライオスタットの熱設計が重要となる。2 バンドの信号窓の極小化、多層輻射シールドと 2 枚の赤外カット窓の採用で輻射量を低減した。IF ケーブル、バイアス線は中間温度 60 K を介することで、4 K への熱伝導量が小さくなる構造とした。結果、上記の小型冷凍機で 2 バンドの SIS ミキサーを 4 K 以下まで冷却できる見込みである。