

V56b

ASTE 搭載サブミリ波カメラの開発 III

有吉 誠一郎 (総研大)、松尾 宏 (国立天文台)、武田 正典 (通総研)、野口 卓 (国立天文台野辺山)、湯浅 勝人 (東工大)、佐藤 広海、大谷 知行、清水 裕彦 (理化学研究所)

ASTE (Atacama Submillimeter Telescope Experiment) 計画の口径 10 m 望遠鏡への搭載用広帯域検出器として、超伝導トンネル接合素子を用いたサブミリ波カメラの開発状況について報告する。

超伝導トンネル接合素子 (Superconducting Tunnel Junction, STJ) は、超伝導体にニオブ、絶縁膜に酸化アルミニウムを用いた積層型 (Nb / Al-AlO_x / Nb) 構造をしており、そのエネルギーギャップをサブミリ波領域に持つ。そのため、STJ を用いた直接検出器はサブミリ波帯で広帯域・高感度の観測を実現する事ができ、従来の熱型検出器 (ボロメータ) の性能を凌駕する可能性を秘めている。

入射光子のエネルギーが超伝導体のギャップエネルギーより低いサブミリ波の連続波検出には、単一 STJ を複数並列配置した分散型接合 (Distributed Junction Array) の導入、及び、平面アンテナと STJ 素子を準光学的に結合させ、1/4 波長超伝導マイクロストリップ線路を介してアンテナとのインピーダンス整合を取ることで感度の広帯域化を図る方法が有効である。準光学的な結合方式は将来、検出器の多ピクセル化実現に重要な技術である。

検出器感度の周波数帯域は、ASTE 計画の観測サイト (南米チリ) での大気透過窓に合わせて、中心周波数で 650 GHz (450 μm)、比帯域幅 ~ 10 % を目標とする。このスペックを実現する為には、STJ 単体の接合面積が数 μm^2 と微小で、且つ、絶縁膜の薄さの指標である臨界電流密度が 1 kA/cm² 程度と比較的大きく均質性の高い STJ の作製が必要である。現在、理化学研究所が所有する STJ 作製専用プロセスラインを用いて、サブミリ波帯直接検出器の開発を進めている。