V147b　多色サブミリ波カメラ用多段型多孔質膜赤外線フィルターの開発

長沼桐葉, 吉岡佳輔, 酒井剛 (電気通信大学), 大島泰 (国立天文台), 竹腰達哉 (北見工業大学), 丹羽佑果 (東京工業大学), 宇野慎介, 陳家偉, 井上修平 (東京大学)

我々は宇宙構造形成史・星形成史の解明を目標に、極低温検出器を用いた多色同時撮像型の超広視野ミリ波サブミリ波カメラの開発を進めている。広視野光学系と極低温環境 (<250 mK) の両立には、光学開口から侵入する 300 K の輻射を遮断する赤外線フィルターが不可欠である。フィルター材として、波長より大きな粒径の空孔による散乱を活用した樹脂系多孔質材が入手性の良さから広く用いられている。また、多孔質材は屈折率が低いため、フィルター界面での観測帯における反射損失を抑えられる利点がある。ミリ波帯では、超低屈折率 ($n < 1.05$) により低反射損の多孔質材を利用することで赤外線遮断を実現しているが、その大きな空孔径 ($> 100\mu$m) から、サブミリ波帯 (波長 1 mm 程度以下) では透過率が急激に低下する。そのため、サブミリ波帯では、空孔径の小さい多孔質ふっ素樹脂 (PTFE) 材 (屈折率 $n \sim 1.2$, 空孔径 $\sim 10\mu$m) が利用されている。しかし、比較的大きな屈折率による反射損失が無視できないことに加え、薄いことで熱伝導が悪くフィルターを十分冷却できないため、1 枚では赤外線再輻射が十分に抑制できない。そこで我々は、多孔質 PTFE 膜を多段にし、かつ、膜間距離を観測波長以下にして干渉させることで高透過率を実現する最適化を行い、低損失と赤外線遮断を両立する多層フィルターの開発を行った。まず、厚さ、空孔率、空孔径が異なる様々な多孔質 PTFE 材の光学特性を測定した。さらに、このデータベースを用いて、多色カメラの観測帯域 (120-720GHz) で平均反射損 $< 2\%$を実現する多層フィルターを設計した。本講演では、製作した多層赤外線フィルターをテラヘルツ時間領域分光法や赤外線フーリエ分光器により評価した結果を報告する。