



宇宙用材料の極低温領域における全半球放射率の推算手法の確立

Estimation of total hemispherical emittance in cryogenic temperature

研究内容 (Research)

Keyword: Emissivity, cryogenic, space telescope

◎ 極低温領域の全半球放射率の測定

- 微弱な電磁波を測定可能な人工衛星の設計
- 宇宙の誕生や惑星系の形成機構を解明

従来

液体ヘリウムや冷却装置が必要
極低温領域 (< -196 °C) では測定精度が低い

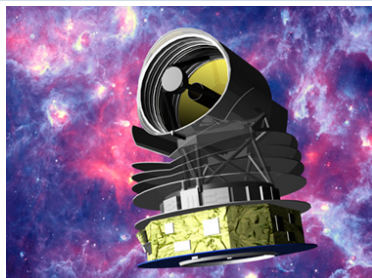
本手法

サンプルを冷却せず常温で広波長域の反射率を測定
極低温領域の全半球放射率を式から算出可能

赤外天文衛星SPICA

高感度な赤外線観測のため
望遠鏡部分を -265°C に冷却

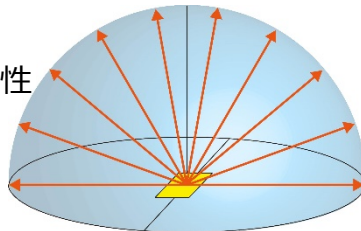
熱設計には極低温領域の
正確な全半球放射率が必要



全半球放射率 $\epsilon_H(T)$ とは？

◎ 衛星の熱設計で最も重要な熱光学特性

$$\epsilon_H(T) = \frac{\text{物質の半球放射 } E}{\text{黒体(放射率1)の半球放射 } E}$$



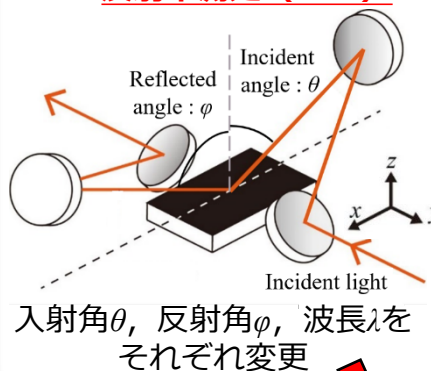
本研究で極低温領域の測定が可能になる

→ より高感度な天文衛星の熱設計が可能！！

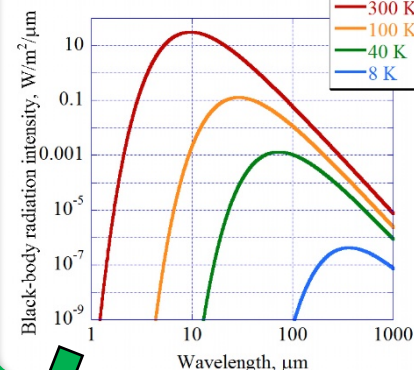
研究の方法と範囲 (Method and Range)

本測定では分光法により全半球放射率を推算する。反射率測定にはFT-IRを用いる。反射率測定におけるパラメータである入射角、反射角、波長をそれぞれ変化させることにより、各パラメータでの分光反射率を取得する。これらの結果からキルヒホッフの法則より分光放射率を算出し、半球方向及び波長で積分することにより全半球放射率を算出する。このとき、黒体放射強度には波長・温度依存性があるため、mmオーダーの長波長域まで反射率を測定することにより極低温領域の推算を行う。また、従来法であるカロリメータ法で同一サンプルを測定し比較することにより、本測定手法の妥当性の検証を行う。

反射率測定 (FT-IR)



黒体放射強度スペクトル



$$\epsilon_H(T) = \frac{\int_0^{2\pi} \int_0^{\pi/2} \int_0^{\infty} \epsilon(\lambda, \theta) \cdot i_b(\lambda, T) \sin\theta \cos\theta \, d\lambda \, d\theta \, d\omega}{\int_0^{2\pi} \int_0^{\pi/2} \int_0^{\infty} i_b(\lambda, T) \sin\theta \cos\theta \, d\lambda \, d\theta \, d\omega}$$

▶ 推算結果をカロリメータ法 (173 K ~ 373 K) と比較