

# 中赤外～遠赤外線領域における光学設計

株式会社 ユーカリ光学研究所  
油 鉄一郎

## 1. はじめに

赤外線は温度計として利用されてきたものが近年では二次元結像光学系として可視域用光学系に遜色ないものまで実用化され始めている。これまで赤外領域での結像光学系と言えば防衛用途がメインの印象があり民生用光学機器に携わっている方には情報も少なく、入りにくい分野であったと思う。しかし最近ではセキュリティ用途をはじめとした体表面温度測定等の民生用光学機器用途への赤外光学系の利用が増加しており、トライしてみようと考えている方々も多くいるのではないかと思われる。可視域の光学系と比較すると波長の長さによる回折現象の影響、透過材料の異常な高屈折率に由来する収差バランスの難しさ等があり、赤外光学系特有の知見が必要となる。赤外光学系設計を行う際に予め知っておくことが良いと思われることを現場の立場から少し話してみたいと思う。

## 2. 赤外線光学系

赤外用の光学系と可視域用の光学系には基本的に異なる点がある。可視域用の場合は照明等の光源による被写体表面での反射光を利用した結像光学系となるが赤外域用の場合は被写体自身の持つ温度放射を利用した結像光学系となる。照明光を利用する方式をアクティブ方式、被写体が発する赤外放射を利用する方式をパッシブ方式と呼ぶ。赤外領域に当てはめると投光器より近赤外光を投射して対象物の反射光を結像させるアクティブ方式、遠赤外線を利用した対象物の温度放射を結像させるパッシブ方式に大別することができる。これらは投光器有無の違い、空間分解能及び温度分解能の違いとして現れる。

### 2-1 赤外放射

あらゆる物体はその表面から温度に対応した「分光放射特性」を持つ放射をしている。おなじみのプランクの放射則よりスペクトルの発散度を求めることが可能であり、この計算値をプロットしていくと図1のような発散度曲線を得ることができる。基本的には温度が低くなるに従い放射ピーク波長は長いほうへとシフトする。同時に放射量も急激に低下する。赤外光学系で画像を作るためには可視域と同じく画像コントラストの高さが必要となる。しかしプランクの法則から常温付近(300 K 付近)では放射量が極端に少なくなっているため夜間の暗視カメラへの利用として考えるとかなり不利な状態となる。これらの放射エネルギーは物体表面の状態によっても変化する。図2のような表面が光沢面で反射率が高い場合には内部から放射される赤外光が表面で反射して内面へと逆行するため外部に對しての放射率が低下する。この状態を放射率が低いと呼ぶ。逆に表面での反射率が低い場合は放射率が高くなる。先ほどのプランクの法則では表面の反射率が0、すなわち放射率が1である黒体放射から与えられる。