

サーマルカメラの試験において放射率を無視することがグレーゾーンであってはならない理由

サーマルイメージングは、夜間検知において実績のある技術ですが、長年防衛産業の独占領域でした。自動車産業への導入が始まったことで、これらのデバイスを歴史的に大量生産する必要が生じ、新たな課題が生じています。製造能力と価格圧力に加え、信頼性の高い計測機器を用いて性能試験を行う能力も、合格基準が正しく適用されていることを確認する上で不可欠です。放射効率(灰色体と黒体)の変動と不安定性のため、熱検知の特性評価は容易ではありません。高放射率コーティングを試験対象に使用した場合でも、それらを視準するコリメート光学系によって放射は一般的に減衰します。この不確実性は見かけ上の歩留まりを低下させ、誤った試験結果によって良好な生産ラインのボトルネックとなる可能性があります。

サーマルカメラの機能を、温度を「見る」装置と単純に表現するのは自然なことです。しかし、物体が100%の効率で熱放射を放射するというはたはなく、物体と周囲の環境とのコントラストが失われます。現実世界で放射率が熱画像に影響を与えるのと同様に、試験対象物の放射率は性能特性評価において結果を歪めます。最小検出温度差(MDTD)や最小分解温度差(MRTD)などの標準化された指標を実装するには、試験装置において非均一な放射率を考慮する手段が必要です。これは、異なる試験システムからの測定値を相互に比較するためだけでなく、経時的に発生することが示されている放射率の変化を補正するためにも重要です。これらの考慮事項を無視すると、短期的および長期的に見かけの歩留まりに重大な影響を与える可能性のある系統的誤差が生じるリスクがあります。

赤外線放射計は、放射温度(サーマルカメラで「見える」黒体温度)と放射源の物理的温度との関係の特徴付ける装置です。放射温度は放射率によって厳密には放射輝度と関連しますが、ある程度の温度範囲では、放射温度と物理的温度は非常に良好な近似直線関係にあります。長波赤外線(LWIR)波長における放射測定は、放射計自体から放射される熱放射のため、特に難しい作業です。背景からの信号の選択と慎重なシステムキャリブレーションは、このような装置の設計を困難にします。

サーマルイメージングが自動車安全システムの向上に活用されるにつれ、防衛産業で得られた教訓や開発された技術を活用できるようになります。赤外線放射計は数十年にわたりこの分野で使用されてきましたが、主に軽自動車に求められるものよりも大型のサーマルカメラ用に設計された試験装置の特性評価に利用されてきました。放射計のサイズは通常、最終的に試験対象となるカメラの規模に合わせて決定されるため、既存の検出方式の小型化が最大の課題となります(図1)。

赤外線放射計の校正を維持すること自体が課題です。センサーが受信する背景信号に環境温度が組み込まれるため、校正は室温の範囲全体にわたって放射計の性能を考慮する必要があります。

放射計と比較される標準器は、通常、校正済みの温度プローブを備えた流体制御の黒体光源です。

放射計の複雑さとトレーサビリティを確立するプロセスは、自動車用途で予想される大量生産に対応できる校正サービスの必要性を浮き彫りにしています。サーマルイメージング計測における豊富な経験と堅牢な品質管理システムを備えた組織が理想的です。

このプレゼンテーションでは、Optikos RAD-900を例に、赤外線放射計の設計について説明します。また、熱試験ベンチの放射測定校正のサンプルデータセット(図2および図3)を示し、放射測定校正された熱ターゲットプロジェクターシステムを維持するために必要な校正チェーンについて説明します。

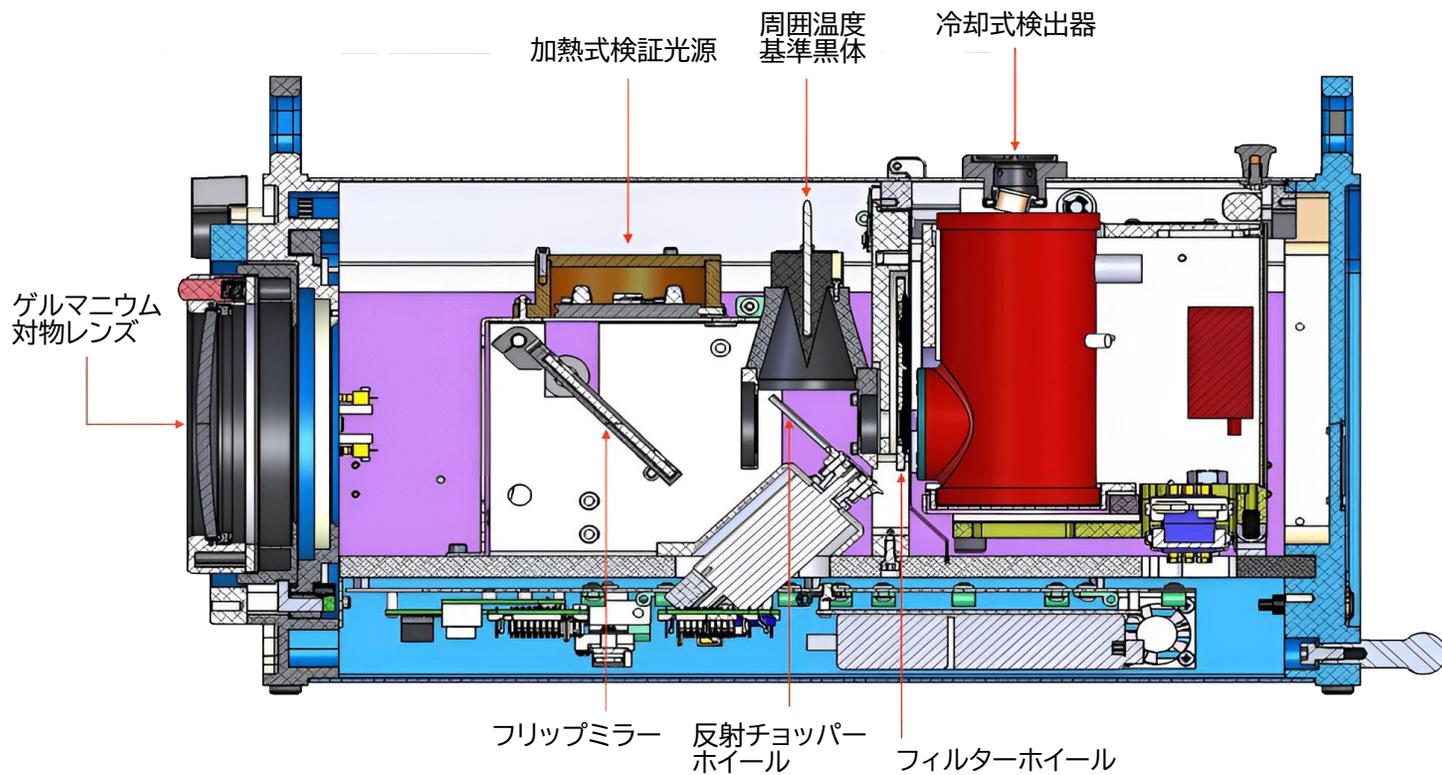


図 1. 主要なサブシステムを示した Optikos RAD-900 スキャン型赤外線放射計の断面図。

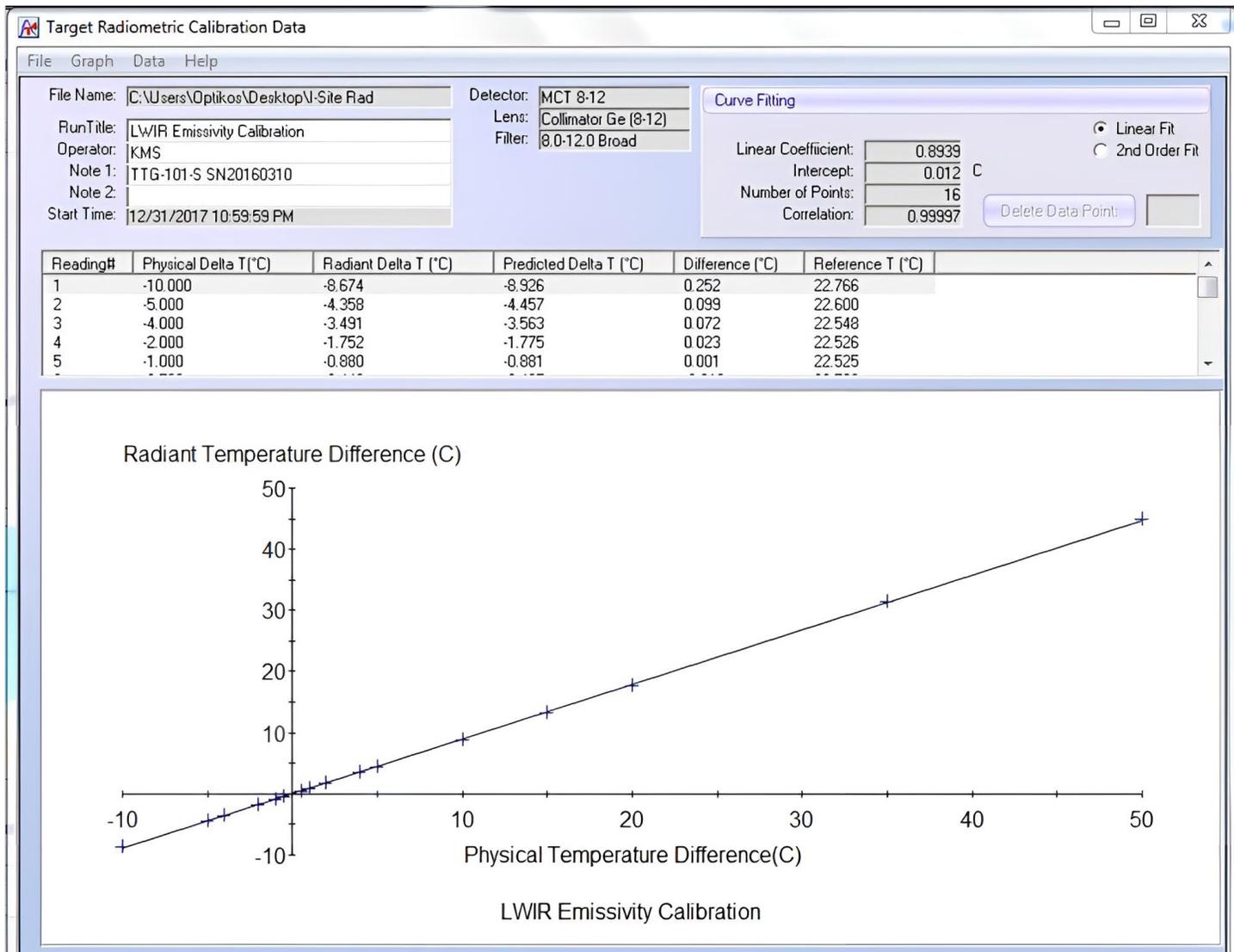


図2. LWIR ターゲット プロジェクターの放射温度と物理温度の測定された関係と、補正係数として実装できる計算された線形係数と切片値。

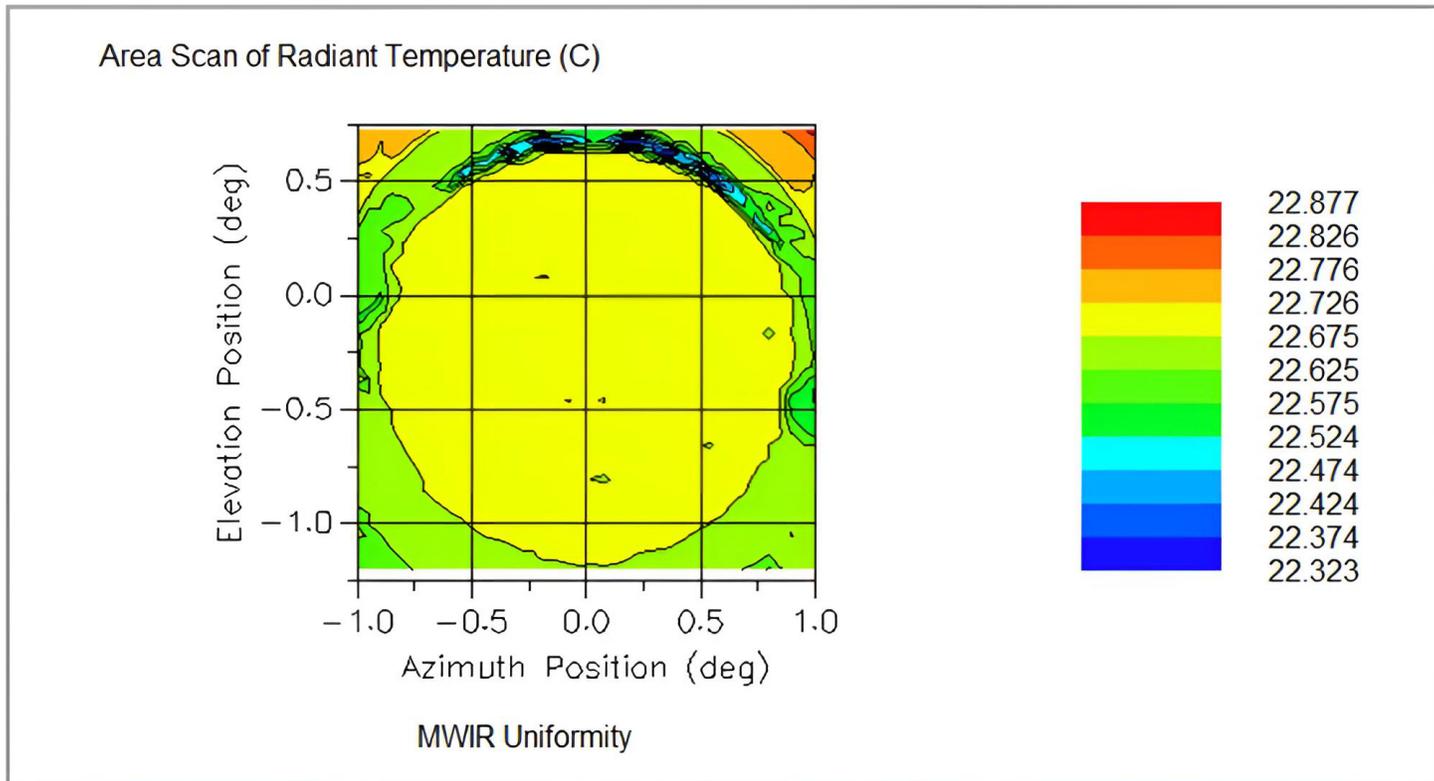


図 3. 放射計で 2D スキャンを実行して得られた投影された熱源の放射温度均一性の測定値。