

## Measuring Metals at Low Temperatures:

### Why Use a 2.2 $\mu\text{m}$ Sensor?

#### 低温金属の温度測定にどうして 2.2 $\mu\text{m}$ 波長の放射温度計の使用が必要か？

#### 1. バックグラウンド

全ての物質表面からは赤外線が放射されています。放射温度計はこの放射される赤外線を測定し、温度値に変換します。放射エネルギー量は測定対象物表面の温度と放射率に依存します。特に非鉄金属は高い放射率があり、反射する金属、例えば鉄及び鋼鉄は低い放射率となっています。

低温では非常に少ない赤外線が放射されます。ある一定の温度でも、放射率の小さい材料は高い放射率の材料表面よりも少ない赤外線を放射します。検出される放射エネルギーが小さければ小さいほど、精度良くまた安定した温度測定は難しくなります。何故なら、測定できる放射量は非常に小さいため、反射する低温の金属面、例えば、鉄および鋼鉄などは歴史的に放射温度計による測定は困難とされています。

一般的に、最も高い精度の測定するには出来るだけ短い赤外線波長の使用が不可欠です。過去、低温を短波長のセンサで測定することはできませんでした。そのためユーザーは長波長の赤外線、即ち汎用の放射温度計で低温のかなり不正確に金属の温度測定をせざるを得ませんでした。

#### 2. 短い赤外線波長による低温測定について

CALEX ELECTRONICS LIMITED(カレックス・エレクトロニクス社)は短波長(2.0~2.6  $\mu\text{m}$  波長)を使用した PyroUSB (パイロ USB) シリーズで金属表面温度を低温レベル、即ち 45°C まで測定できる技術を開発しました。汎用の長波長の放射温度計と比較して測定精度が向上しています。

この製品は、パイプ溶接のアプリケーション、および布、フィルムのリミネート工程、紙、段ボール及びタイヤ製造工程その他での金属ローラの温度測定に成功しています。

### 2.2 $\mu\text{m}$ 波長で精度を高めた理論的理由は次の通りです。

#### A. 反射する金属表面の放射率は 2.2 $\mu\text{m}$ の波長で一般的に高くなっています。

どんな物質の表面も完全な平滑面ではありません。顕微鏡で観察しますと拡大すると表面は粗いことが良く分かります。人間の目に光沢ある表面に見えても顕微鏡で見ますとかなり粗いことが分かります。

赤外線放射の波長が表面粗さの山と谷よりも大きい場合、その表面での吸収はより少なくなり且つ簡単に反射します。

次に、赤外波長がこの材料表面のミクロな凸凹よりも十分小さい場合、その表面により多く放射エネルギーが吸収されます、また表面はその短波長では反射しなくなります。

赤外線放射温度計センサは放射されるエネルギーを測定します。吸収されたエネルギーではありません。もし測定対象物の表面温度が安定(即ち、熱力学的に平衡状態)となれば、吸収した赤外エネルギーと同じ量の赤エネルギーを放射します。ゆえに、効率的な赤外線吸収は効率的な放射を意味し、高い放射率を持っています。

反射表面を持つ金属は、一般的に長波長域よりも短波長域でより高い放射率を持っています。

3. 2.2 μ m 波長を使用しますと放射率の設定間違いがあっても測定誤差は小さい。

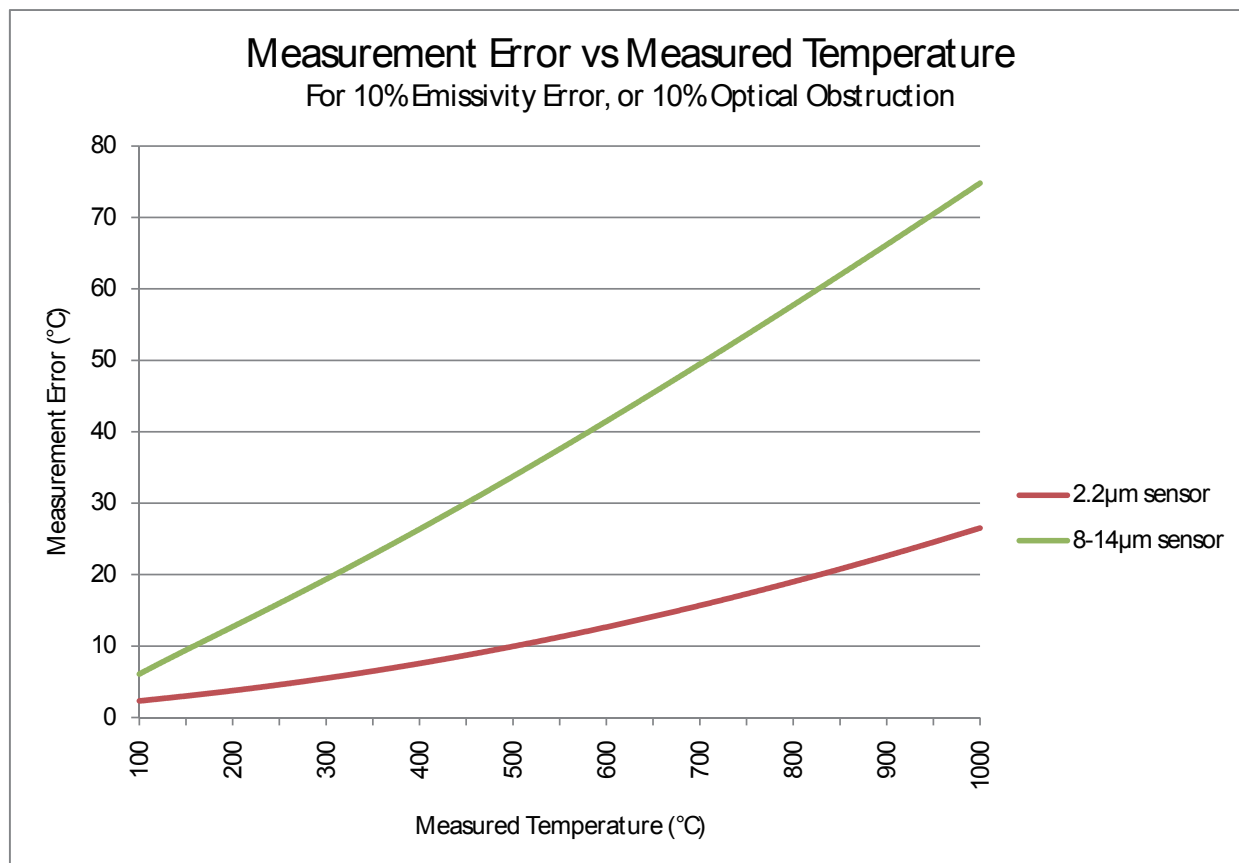
一般的により良い精度を得るには出来る限り短い測定波長を使用します。

.測定波長は測定温度はセンサの計算式に含まれます。短い波長のセンサの場合、計算特性は次の通りです。

即ち、放射率設定値に間違い（または測定対象物の放射率の変動）があったとしても、その測定精度への影響は小さいことが分かっています。

例えば、以下のグラフを参照ください。このグラフは、2.2 μ m 波長と 8-14 μ m (汎用放射温度計で使用) を使用し、放射率の設定をそれぞれ 10% 間違えた場合の測定誤差と測定温度の関係を示しています。

2.2 μ m を使用した放射温度計の方が測定対象物誤差がかなり小さいことが歴然としています。



10% の誤差の意味するところは、測定対象物の放射率を 0.30 であれば、放射率の設定は 0.33 となります。

以上、グラフからも分かりますように、短波長、2.2 μ m 波長の赤外線放射温度計を使用しますと放射温度計による測定温度とその誤差は 8-14 μ m 波長の赤外線放射温度計よりも小さくなり、精度良い測定ができることをご理解して頂けると幸いです。

以 上 で す 。 ( 記 )

以下に低温の金属表面を測定できるかはその表面の反射度合にも左右されます。

以下の CALEX ELECTRONICS LIMITED( カレックス・エレクトロニクス社) のリンクも参照ください。

<https://www.calex.co.uk/product/pyrousb-new-version>

Dr Barbara Miller and Anthony Smith

Sept 2018