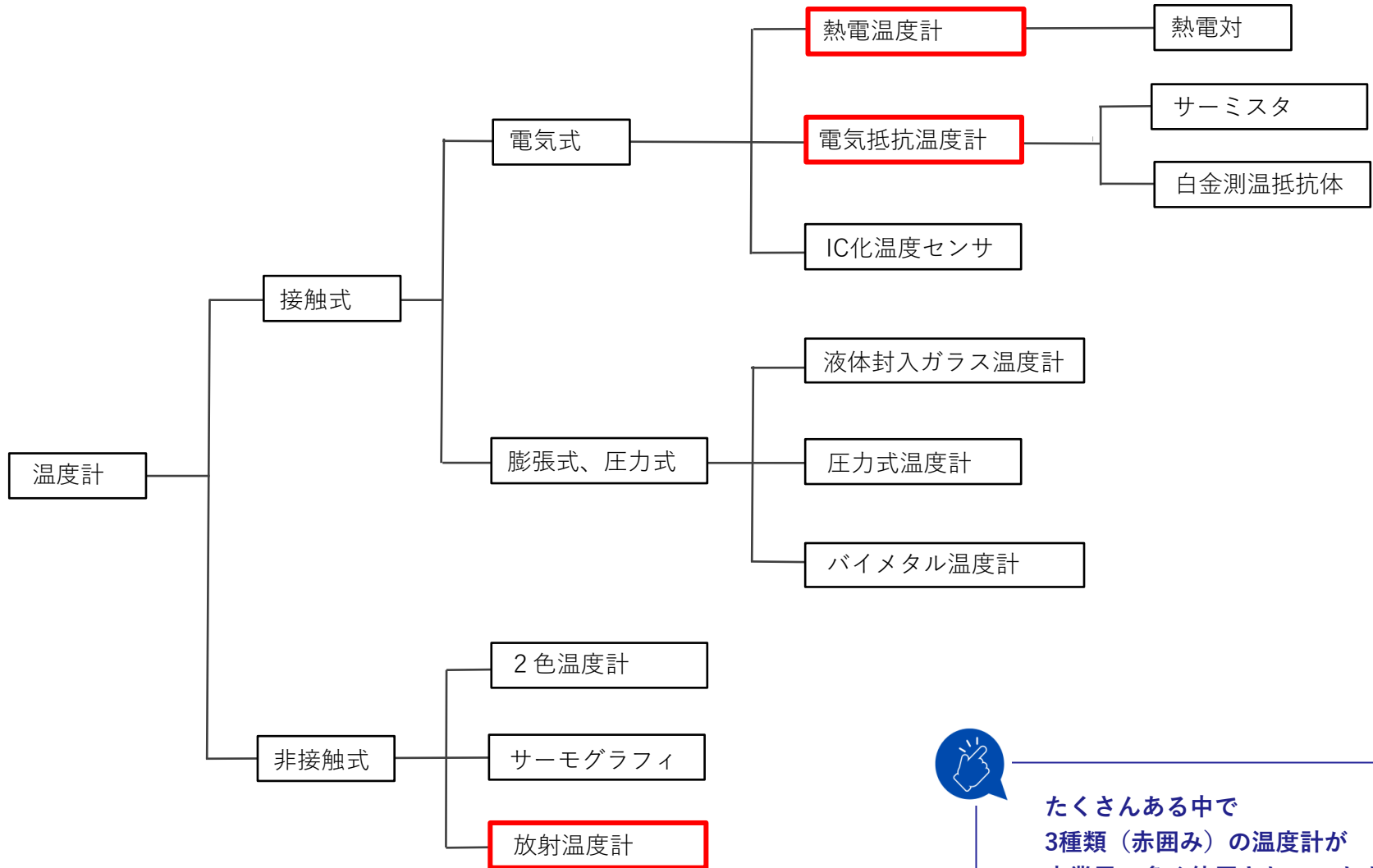





# 温度計といわれるものの種類



たくさんある中で  
3種類（赤囲み）の温度計が  
産業界で多く使用されています

# 産業界の主な温度計の比較

温度計の種類	メリット・デメリット	用途
<b>熱電対</b> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 高温測定も可 (-200°C～、～1500°C以上可)</li> <li>・ 応答速度は速い (細管可)</li> <li>・ 振動・衝撃に強い (シース)</li> </ul> <hr/> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 精度が取りづらい (基準接点補償導線誤差等検討要)</li> <li>・ 定期清掃のメンテ要</li> </ul>	工業炉・産業全般
<b>測温抵抗体</b> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 中温測定に適している (~600°C)</li> <li>・ 精度が良い (特に200°C以下)</li> <li>・ 平均温度測定は良</li> </ul> <hr/> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 応答速度がやや遅い</li> <li>・ 振動・衝撃に弱い</li> <li>・ 自己加熱に注意</li> </ul>	環境装置・産業全般
<b>放射温度計</b> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 非接触で温度測定が出来る</li> <li>・ 測定温度範囲が広い (-50°C～3500°C)</li> <li>・ 応答速度が速い</li> <li>・ 人による測定誤差が出にくい</li> </ul> <hr/> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 放射率の事前設定が必要</li> <li>・ 周囲環境 (外乱光等) には保護が必要</li> </ul>	<div style="border: 2px solid red; border-radius: 50%; padding: 10px;">           ライン上温度管理            衛生管理 (食品)            高温 (溶鉄金属)            容器内温度管理            乾燥炉 (窓越測定)         </div>

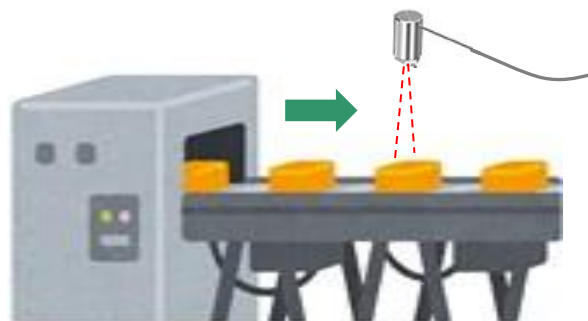
# 放射温度計の主なアプリケーション

放射温度測定は接触出来ないワークの温度測定用です

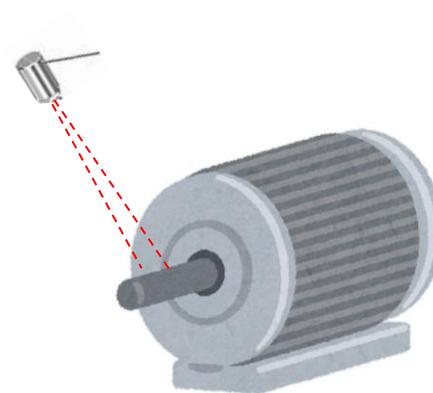


**LREX**

## コンベアライン上の製品温度管理



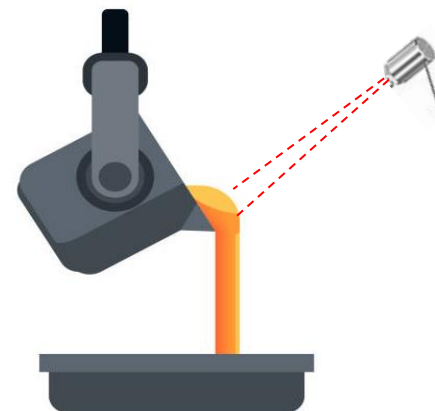
## 駆動軸の発熱管理



## チョコ練り装置の温度管理

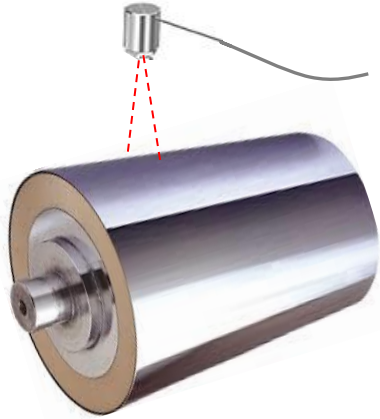


## 溶融炉内の温度測定

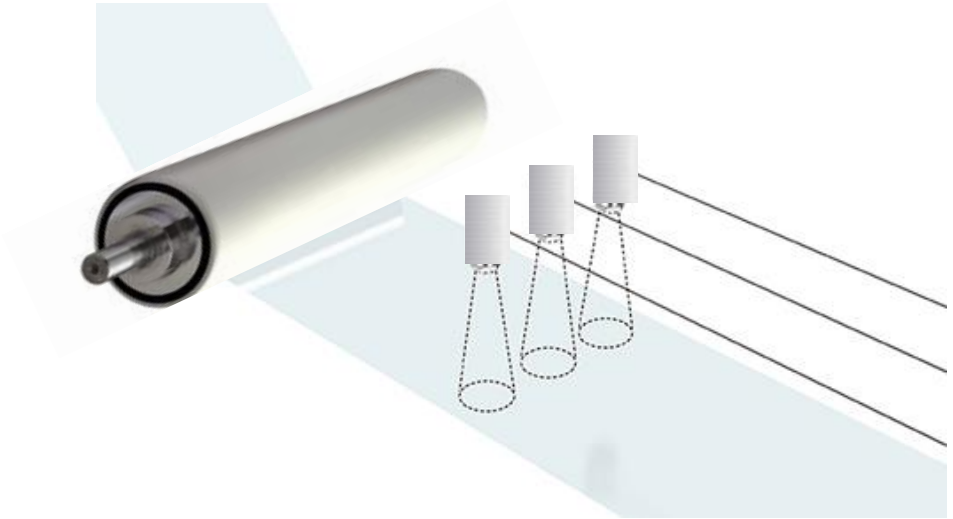


# 放射温度計の主な高難易度アプリケーション

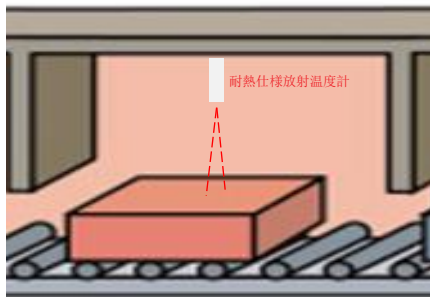
## 光沢金属ドラムの温度管理



## 透明フィルムの温度管理

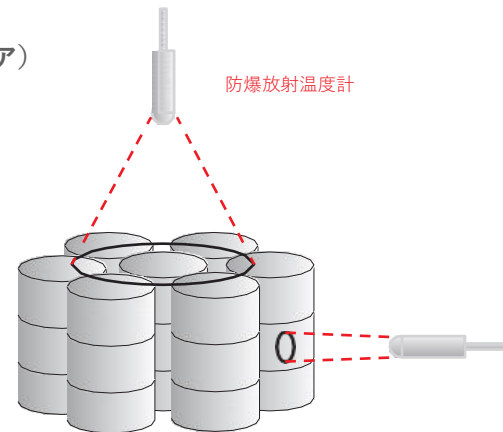


## 乾燥炉内 ワークの温度管理 (180°C耐熱仕様放射温度計)



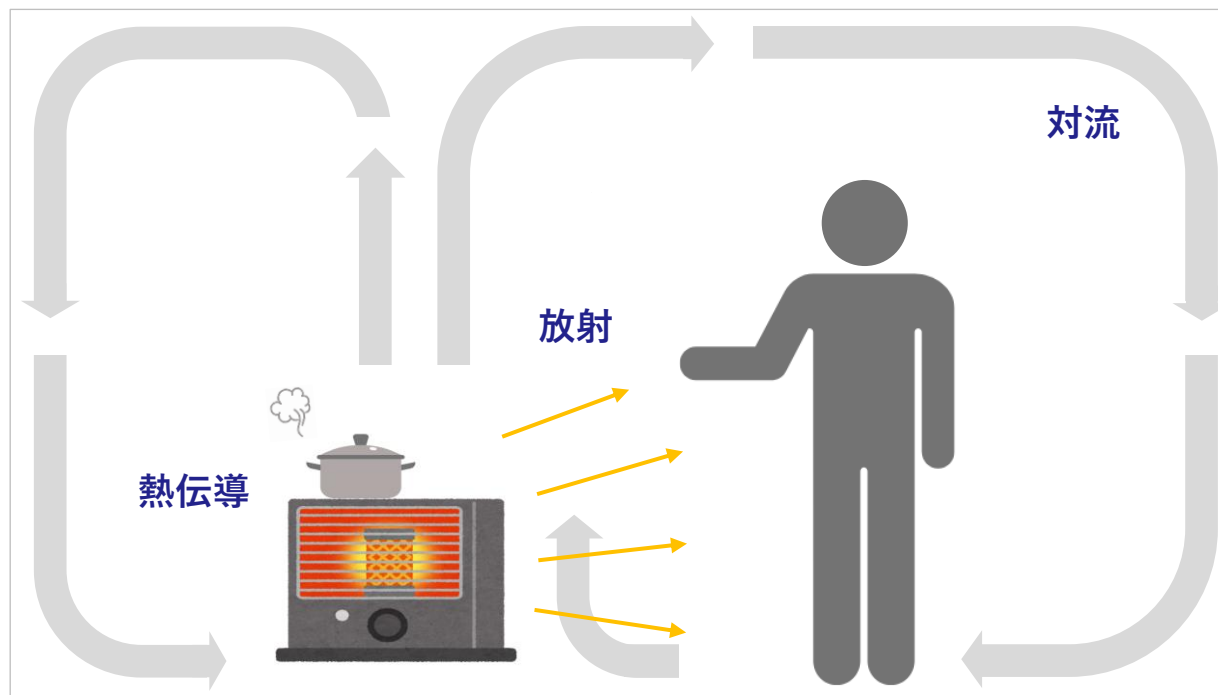
## 発火物質貯蔵タンクの放射温度管理

(防爆エリア)



赤外線（放射）エネルギーとは何でしょう？



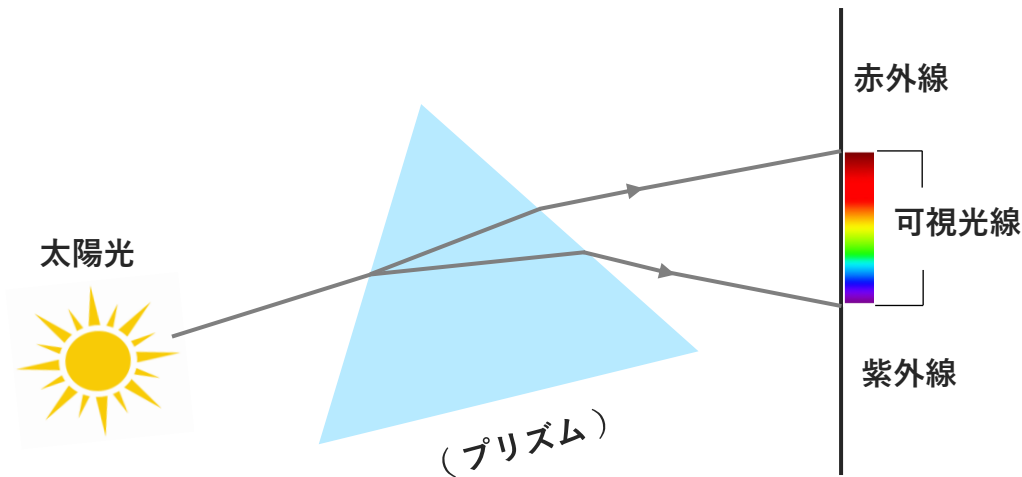


温度伝達方法は、**3つの方法** が有ります。

その中で **放射** という方法は、**赤外線エネルギー** で温度を伝達しています。

# 赤外線エネルギー(放射)とは

赤外線エネルギーとは、電波や目に見える光などと同じく、電磁波の一種です。



太陽の光を三角プリズムに通すと、七色に分かれますが、その一番端の赤色の外側の目に見えない所が赤外線です。赤外線は電磁波ですので、ある波長を持っています。物質には、その持っている熱エネルギーを電磁波で伝えようとし、その量と波長は、その物質の温度によって変化します。



# 赤外線エネルギーの波長

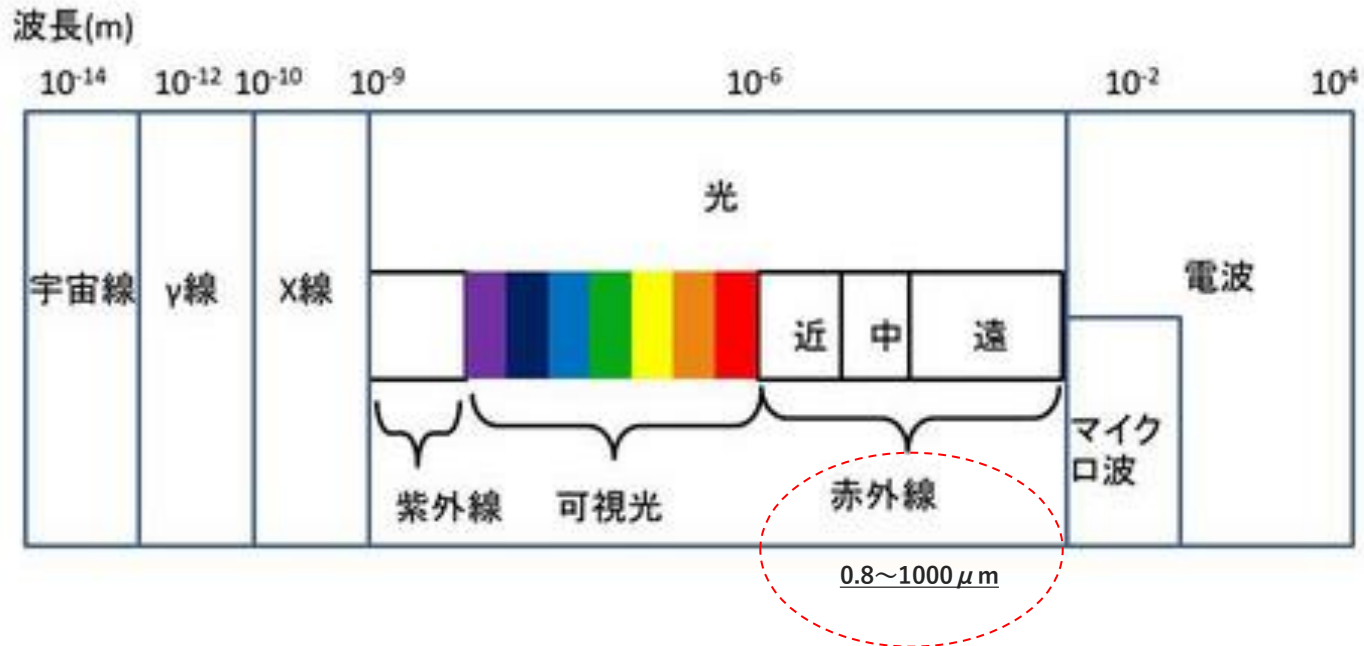
赤外線は、通常人が目で見ている可視光線と同じ“光”（電磁波）の一種です。

IR (InfraRed) とも呼ばれます。

ただ、可視光線より波長が長い（周波数が低い）ため肉眼で見れません。

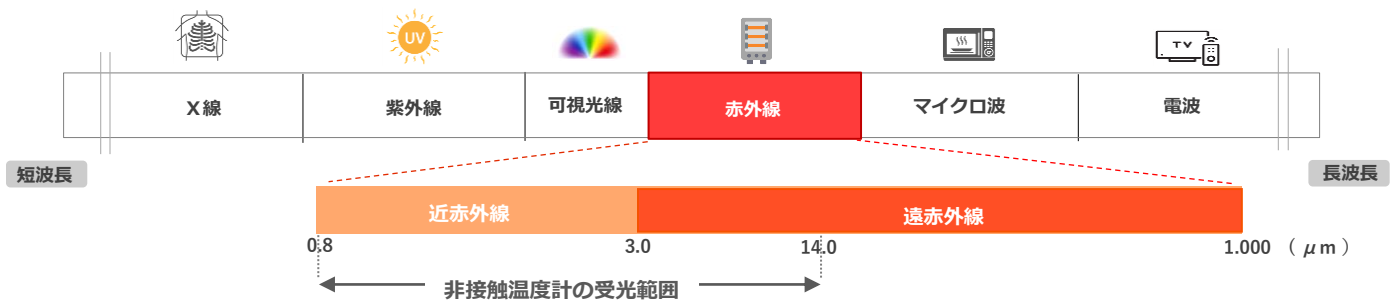
波長はおよそ0.8~1000 $\mu$ mです。

(1800年にイギリスのSir Frederick William Herschelにより発見)

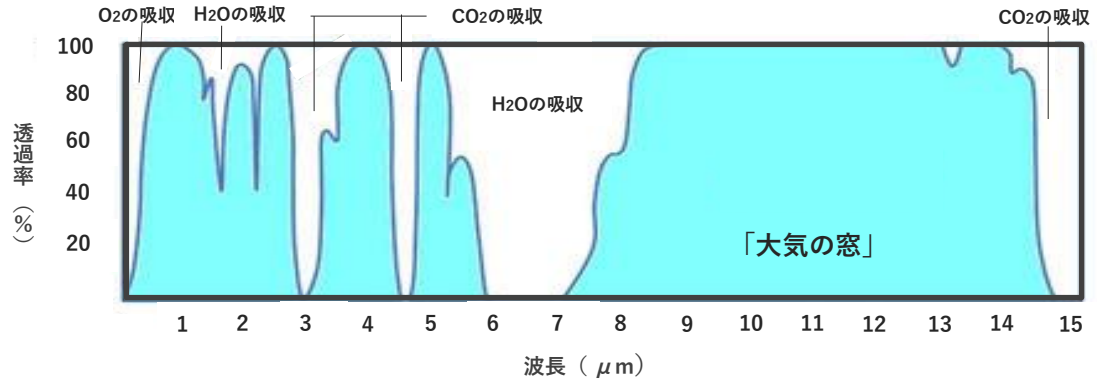


# 放射温度計の受光できる波長領域

## 電磁波 (光) の波長帯



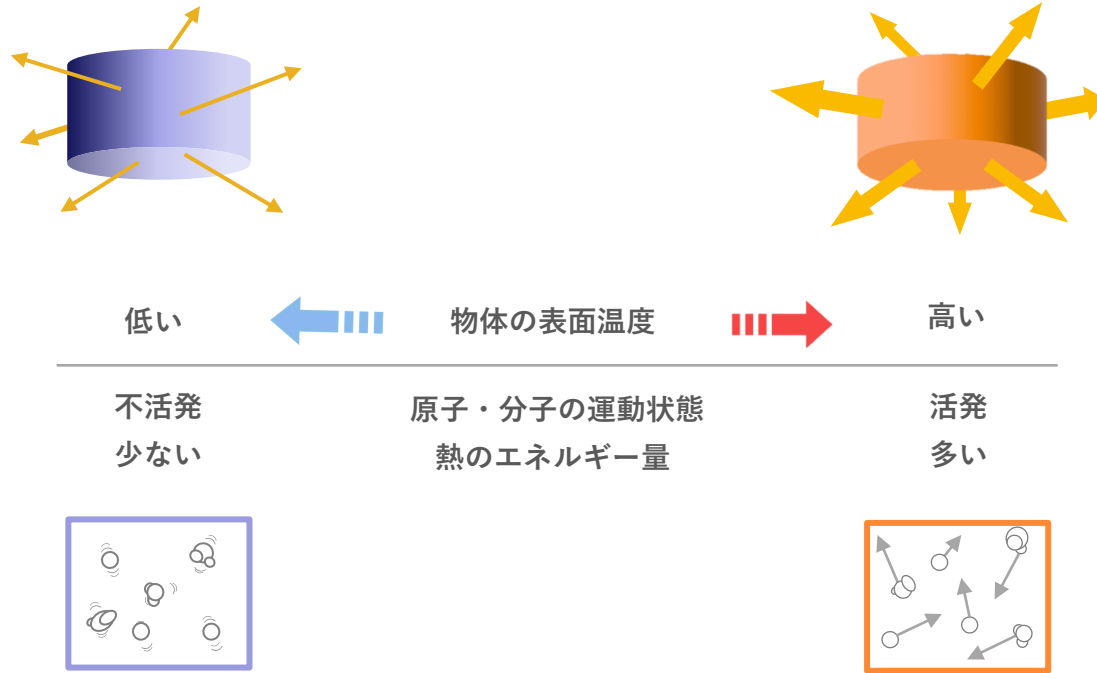
非接触温度計は 0.8~14 μm 付近の波長を受光して温度計測します



左図の青色部が放射温度計の波長領域 (透過率の良い波長)  
白色部は H<sub>2</sub>O等で吸収される為 赤外線は透過できない波長領域



# 物体の表面温度と赤外線放射の関係 - 1



あらゆる物体 は、その物体表面の温度に応じた赤外線を放射しています。  
 (絶対零度以上は全て放射しています)



## 物体の表面温度と赤外線放射の関係 - 2

温度が高いほど、赤外線の放射量は多くなります



温度			
赤外線放射量	温度が低い状態では赤外線の量は少ない	温度が少し上がると赤外線の量も増える	温度が高い状態では赤外線の量は多い

例えば、熱くなったヒータの表面に**手を近づけると**、私たちは温かいと感じます。これは、ヒータ表面から出ている赤外線を皮膚のセンサーが感じるからです。しかし、**人間の皮膚は物体の温度が低くなると赤外線をほとんど感知する事ができません。**

ガラガラヘビ等は赤外線センサーを持っている生物です！  
真っ暗闇のなかでも動物が放射するわずかな赤外線を検知し獲物を捕獲します



# 放射温度計の簡単しくみ

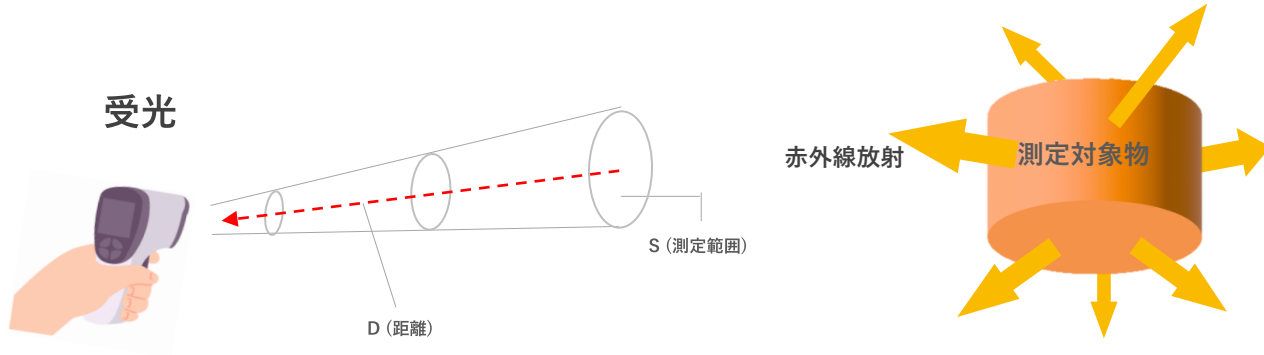
では、放射温度計のしくみは  
どうなっているのでしょうか？



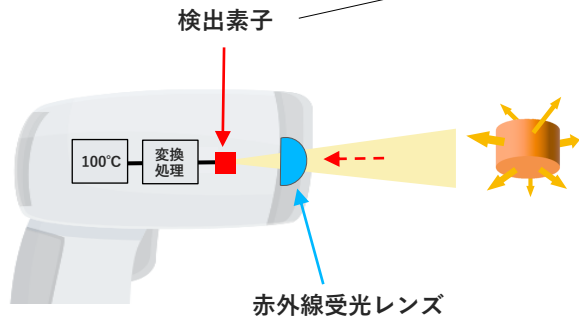
# 放射温度計の温度測定のごくみ



放射温度計は 物体から放射された赤外線を受光する事で温度を測定しています



## 放射温度計の内部のごくみ



### 検出素子のごくみ (サーモパイル)

熱電対と同様な構造を素子化、レンズで集光された赤外線は温接点で加熱、ゼーベック効果で温接点と冷接点との間に電圧差が生じ、変換処理して温度を測定

# 放射温度計の機種選定

放射温度計は主な 5 つの確認項目で  
まず製品の種類を検討していきます  
(最終的にはその他の条件も合わせて機種を選定)



1、 測定材料



2、 測定距離・測定径

3、 測定温度範囲

4、 周囲温度・環境

5、 出力信号



# 測定材料（材質）による機種選定



**測定材料 各々は出ている赤外線波長は異なっています！**



その波長が受光出来る受光素子を持った放射温度計を選定する必要が有ります

## 材料ごとに適した測定波長一覧

市場で最も多い 60%～80%需要

1.0μm



高温金属

専用波長  
放射温度計



取扱の有無  
(IREX等) ○

(従来他社) ×

2.2μm



光沢金属



○

×

3.43μm/7.9μm



フィルム



○

×

5.1μm



ガラス



○

×

8.0～14.0μm



汎用ワーク  
ゴム・樹脂等の

汎用波長  
放射温度計



汎用 ○

○



< 特殊仕様対応品 >

耐熱 ○

×

防爆 ○

×

Modbus ○

×

# 放射温度計の選定における確認項目

1、 測定材料

2、 測定距離・測定径

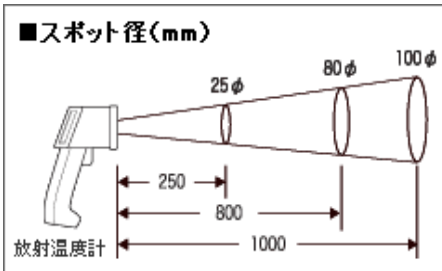
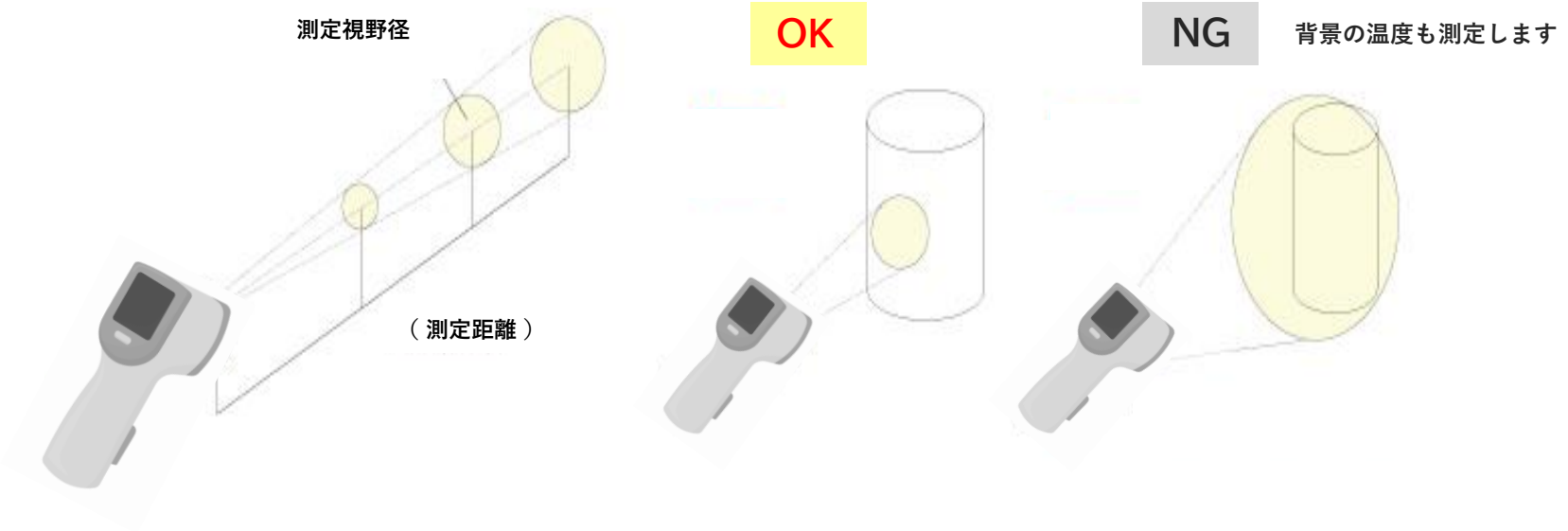
3、 測定温度範囲

4、 周囲温度・環境

5、 出力信号



# 測定距離と測定径の関係で機種を選定



放射温度計は 測定物との距離と、  
**測定径の比 (D/S比)** で **受光レンズ** が変わります  
 ⇒ D/S比が最適な機種を選定する必要があります

# 放射温度計の選定における確認項目

1、 測定材料

2、 測定距離・測定径

3、 測定温度範囲

4、 周囲温度・環境

5、 出力信号

同様に3, 4, 5、の仕様に  
適合した機種選定となります



## 放射温度計の事前設定（放射率）

選定された放射温度計はどの機種も測定前に測定物に適合した**放射率を設定**をしてからの測定開始となります

では、放射率とはどういうものなのでしょうか？



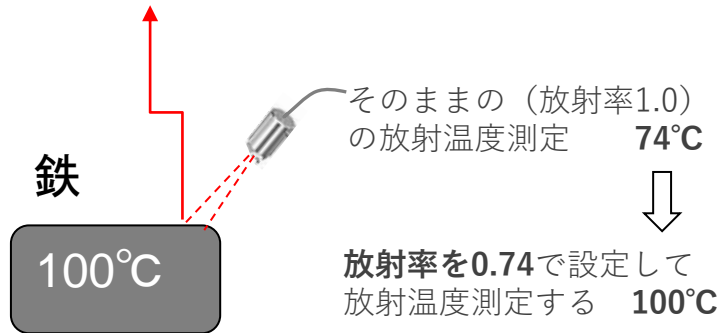
# 物体の材質と放射率の関係



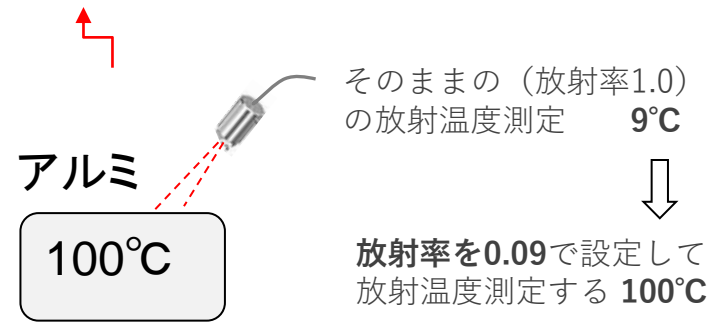
物質から放射される**赤外線エネルギーの放射量**は**材質**や**表面状態**により違いが出ます。  
たとえば同一温度でありながら、鉄とアルミでは放射する赤外線エネルギーに違いが出ます。



例1 鉄（酸化）は**74%**の赤外線放射量の材質



例2 アルミ（非酸化）は**9%**の赤外線放射量の材質



赤外線エネルギー量 × 1/放射率 = 正確な温度

放射率とは物体からの**赤外線エネルギー量**を**0～1**の間の**数値**で表したものです

放射温度計は事前設定として**測定物質の応じた放射率を設定する必要**が有る

もっとも多く放射する物体の放射率は**1**で**黒体**と呼ばれます。完全に放射しない反射物体の放射率は**0**で**鏡面体**と呼ばれます。  
一般の物体の放射率は0と1の間にあり、物質でも表面が荒いと放射率は高くなります。

# 放射温度計の放射率設定のやり方

## 1、測定材料の放射率を確認



1. 測定物の放射率を可能であれば、資料（データ）等で確認
2. 測定物の実温を測ってそこから放射温度計が同温度になるような放射率を確認

## 2、放射温度計にその放射率を設定

1. 熱電対等の 測定温度（実温）と同温度になる様な放射率の値を設定
2. 黒体テープなどを測定物に貼り放射率を0.98（固定）に設定

以上より  
放射温度計の測定を開始出来ます



次頁より参考資料



# 材質（金属）と波長の関係

金属は同じ材質でも波長によって放射率が異なる（分光特性） （放射率表）

波長（機種別）		1.0 $\mu\text{m}$	5.1 $\mu\text{m}$	8~14 $\mu\text{m}$
アルミニウム	非酸化	0.1~0.2	0.02~0.2	0.02~0.1
	研磨	0.1~0.2	0.02~0.1	0.02~0.1
	粗面	0.2~0.8	0.1~0.4	0.1~0.3
	酸化	0.4	0.2~0.4	0.2~0.4
鉄	非酸化	0.34	0.05~0.25	0.05~0.2
	鍍		0.5~0.8	0.5~0.7
	酸化	0.7~0.9	0.6~0.9	0.5~0.9
	鑄造、純化	0.9	0.9	0.9
	溶融	0.35		
ガラス	板		0.98	0.85
	溶融		0.9	
ゴム			0.9	0.95

# 放射率の確認方法

金属の放射率は波長ごとに異なります。感度良く温度測定をするには、放射率の一番高い波長を測定波長とする必要があります。

## 鉄（非酸化）の場合

※素材の表面状態や温度により、実際の放射率は異なります

鉄の場合では、放射率の一番高い波長は1.0 μmとなります。

↓	波長	1μm	5.1μm	8~14μm
	放射率	0.35	0.05~0.25	0.05~0.2

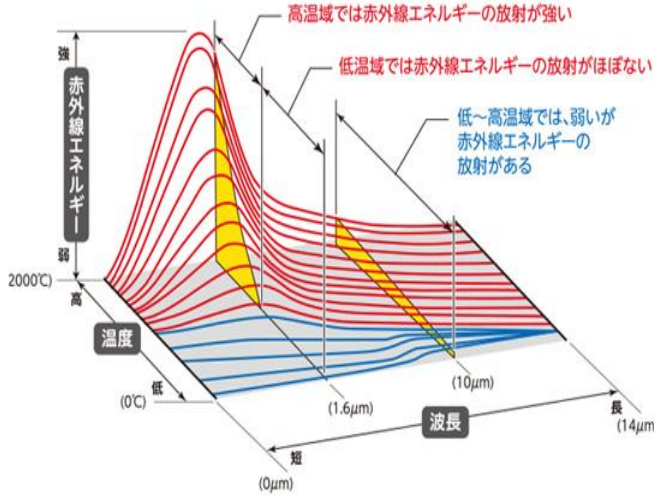
↳ほかの波長に比べて放射率が高い

1.0 μmの短波長を検出する非接触温度計を選定すれば、感度良く温度測定が可能

- A) 汎用型の非接触温度計は8~14 μmの波長を使用しておりほとんどの物体を測定可能ですが、放射率の低い物質（金属等）は誤差が大きく生じます。
- B) 上記のように金属を測定する場合は短い波長の製品で検出すると安定した測定が可能です。  
高温金属・光沢金属・フィルム・ガラスなどを測定する場合は、  
 それぞれに（0.8~5 μm）の波長の製品で検出するとより安定した測定が可能です。

## <プランクの法則>

### 0~14μmにおける0~2000℃の赤外線エネルギー量

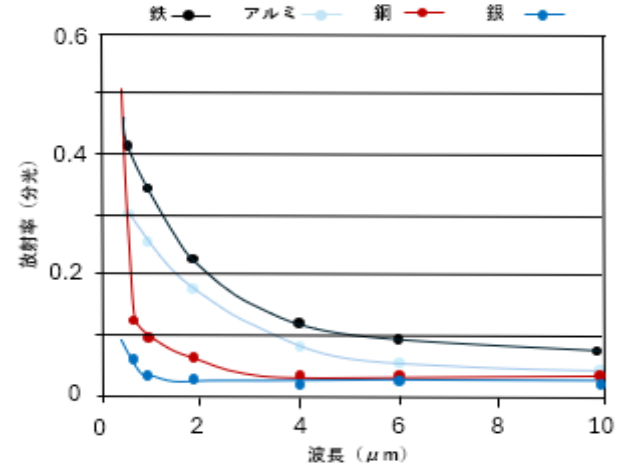


**高温域で測定したい場合**  
短波長 (0.8~5μm) を選ぶ

**低・中温域での測定の場合**  
長波長 (8~14μm) を選ぶ

物体の温度が高いほど短波長の光が多く放射され、温度が低いほど長波長の光が多く放射されます。

つまり、高温の物質を測定する場合は短い波長を利用する放射温度計が適しており、低温の物質を測定する場合は長い波長を利用する放射温度計が適しています。



一般に金属が放射する赤外波長は、波長が長くなるにつれて放射率が低くなります。**金属表面の温度を測定する場合、その温度で検出可能な、できるだけ短い波長**を利用した放射温度計を用いた方が、放射率の変化に対する誤差を小さく押さえることが可能です。

また金属の放射率は分光特性をもっているため、測定温度範囲によって放射率（実効放射率）が異なります。金属表面状態（光沢～酸化も含む）によっても放射率が大きく異なります。光沢性金属表面の放射エネルギーの放射率は長波長がさらに低くなります。短波長になるほど放射率は高くなります。また高温になればなるほどその傾向が強くなりますが、逆にプランクの法則により低温領域（50℃以下）では短波長の放射率の方も低くなります。

よって**光沢金属の低温域の放射温度測定**は最も難しく、一般的には、あらかじめ放射率がわかっている塗料を塗るか、テープを表面に貼り付けて測定することが行われています。放射率の観点からいえば、放射率が高い波長で温度測定する方が、放射エネルギーがより高いので測定精度は高くなります。

どうしても上記の処置をしないで低温域の光沢金属面を直接測定をする場合は、短波長の放射温度計で放射率調整をするか、長波長の放射温度計で放射率の倍率を上げての測定検討となります。この場合光沢金属の反射（外乱）光の影響も受けやすくなるので、反射光の影響を受け無いような環境整備等も必要となります。またデモ評価で事前確認が前提となります。

ご拝読ありがとうございました

