

もづくりの品質・生産性を革新する 金属温度計測 サーモグラフィ

【ミッション】

赤外線技術と応用技術を統合し、“**もづくりの品質・生産性を革新**”と
“**インフラ設備の故障予知・診断**”する製品・システムを開発・社会実装する

【ビジョン】

インフラ設備が効率的に保守され、高度な生産ラインで高い品質・生産性が維持され
安全・安心、豊かで持続可能な社会の実現に貢献する。

【バリュー】

最新の赤外線技術と利用技術を磨き、社会リスクの見える化をする

アプライドインフラレッドテクノロジー株式会社
代表取締役 田村 哲雄

◆ 人材不足と高齢化

熟練技能の継承が難しく、技術の地盤沈下・空洞化、の恐れ

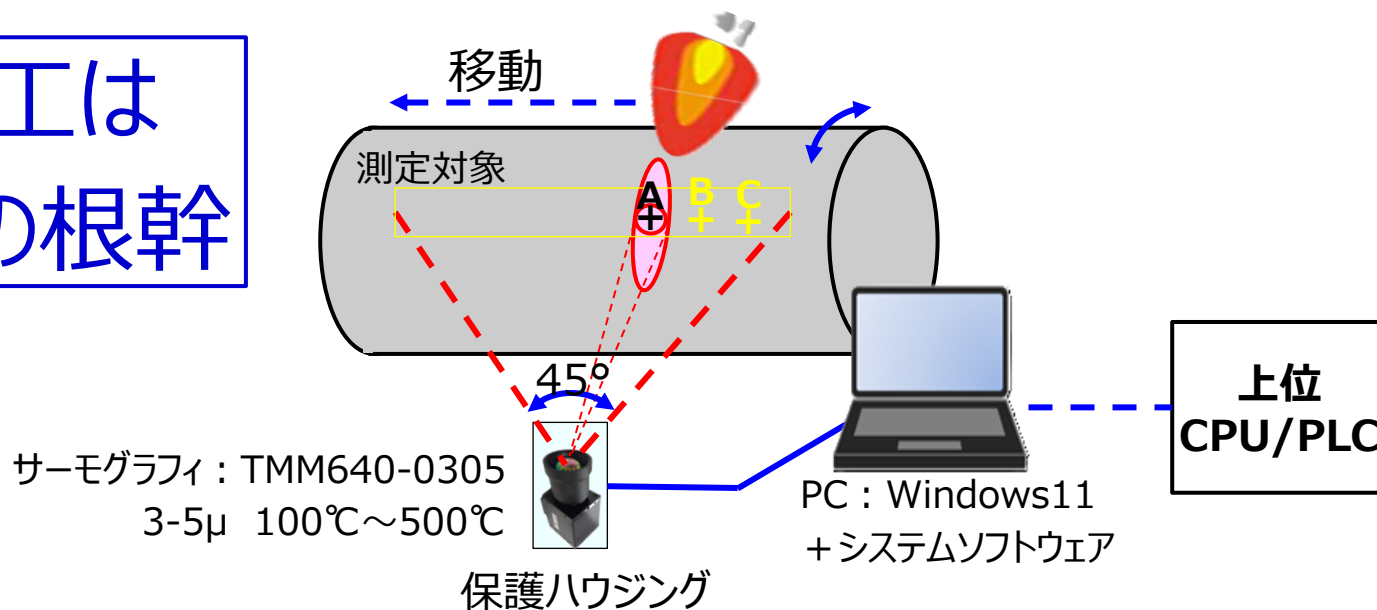
◆ デジタル化・DXの遅れ

データ活用や自動化による生産性向上が十分に実現されていない。

◆ 環境対応と脱炭素化

製造業は国内CO₂排出量の約36%を占める。

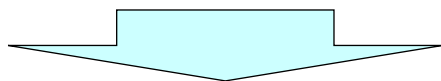
金属加工は
ものづくりの根幹



金属加工は温度管理が決めて

金属加工

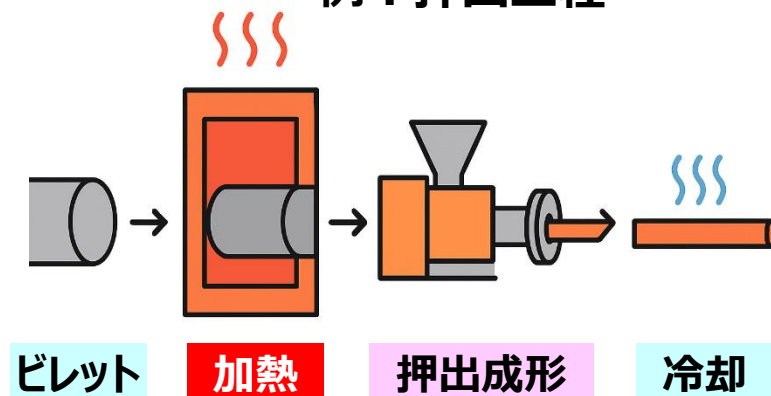
圧延、鍛造、鋳造、押出、プレス、
溶接、熱カシメ、焼入れ、焼きなまし



温度管理が重要

= 温度(分布)測定 + 制御

例：押出工程



加工品質の安定化

材料、金型の温度が不適正だと、表面欠陥・寸法ばらつきが発生

組織と機械的性質の最適化

冷却速度や時効温度が、強度・延性・硬度を決定

設備寿命の延長

過熱による金型損耗や熱疲労を防止できる。

生産効率の向上

温度の最適化で加工(圧延、プレス、押出)圧力・摩擦を低減、生産性が向上

独自性 革新性

測定波長：3-5 μ
非冷却 サーモグラフィ

【従来】

放射温度計(点測定)
または
接触温度計(熱電対)

課題

課題1： 2次元温度分布測定 不可
課題2：ワークの位置ずれの対応不可

対策

初期の条件出し制御
ワークの位置ずれを機械的に抑制

効果

点の温度による温度制御
品質・歩留まり・生産性：限定的

【本製品】

非冷却3-5 μ サーモグラフィ
2次元温度分布測定
(測定波長8-12 μ では不可)

課題

課題1：低温の放射エネルギー
課題2：環境影響(背景ノイズ)：大

対策

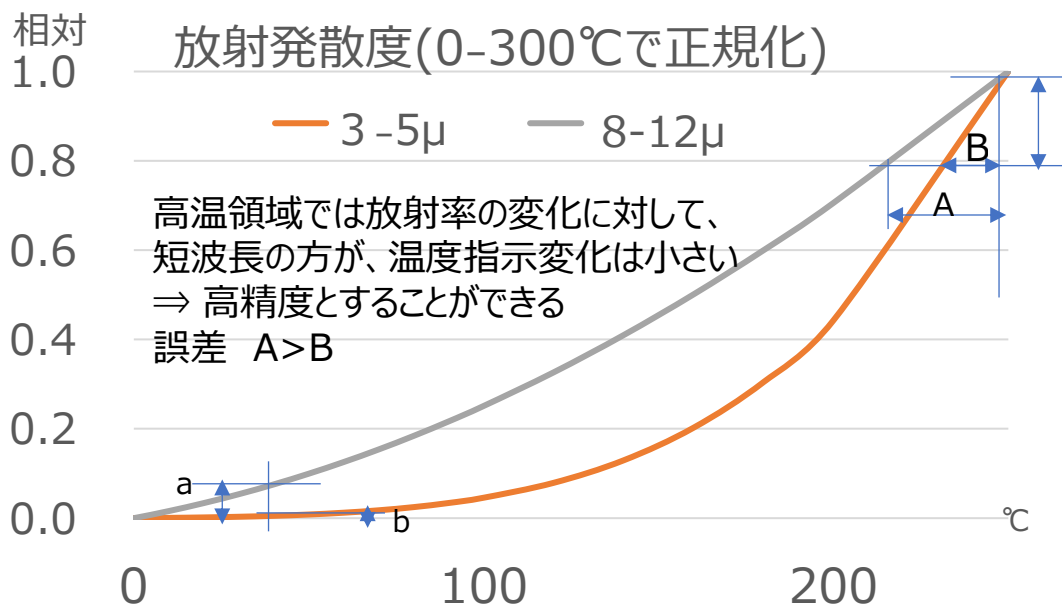
低い3-5 μ 放射エネルギーの感度向上
環境ノイズ(8-12 μ)の感度を低減

効果

2次元温度分布による温度制御
品質・歩留まり・生産性：向上

なぜ 測定波長3-5 μ ?

項目	従来(測定波長8-12 μ)	本製品(測定波長3-5 μ)
～100℃低温金属 温度分布測定	測定困難	測定可能
～100℃金属の 赤外放射	金属の放射が低、背景反射が大 対策：背景の影響をなくす≒困難	金属の放射が低、背景反射が極小 対策： 高感度化が必要
サーモグラフィの 自己放射の影響	低 対象物(100℃)から放射と同等 対策：不要	大 ⇒ 対象物(100℃)より大きい 対策：波長> 5 μ の 感度低減
赤外線センサ	現存センサの活用が可能	感度ピーク：当該波長3-5 μ 対策：高感度センサ開発が必要



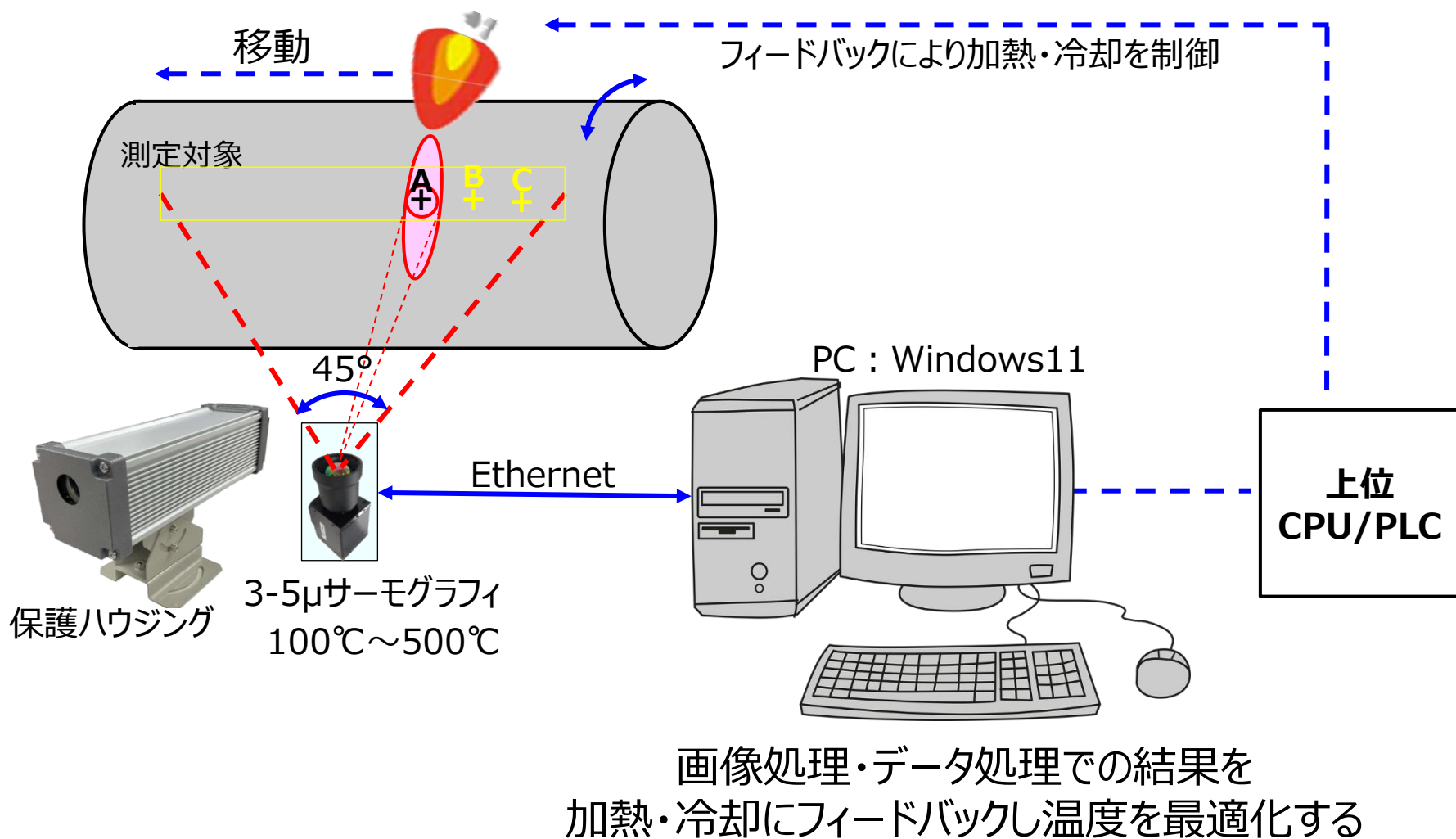
波長が**短い**方が、**有利**

- 放射率の変動が温度指示精度
への**影響は小さい** (左図 A : B)
- 背景反射の**影響が小さい**

✓ E@40℃ ≒ 61倍(対8-12 μ 帯) ほぼ無視できる (左図 a : b)

システム構成例

◆ 金型温度計測・加熱制御



“中間波長3-5 μ ” VS “長波長8-12 μ ”



写真



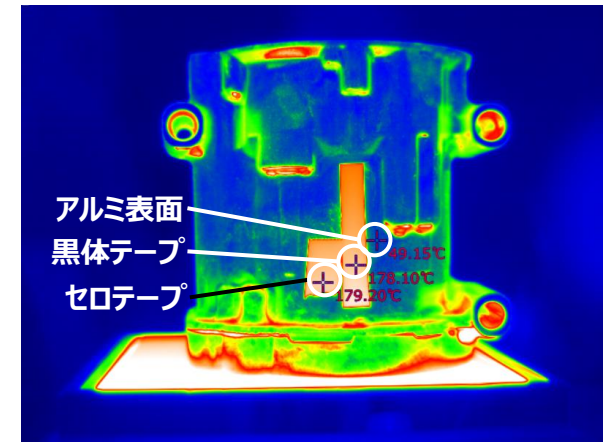
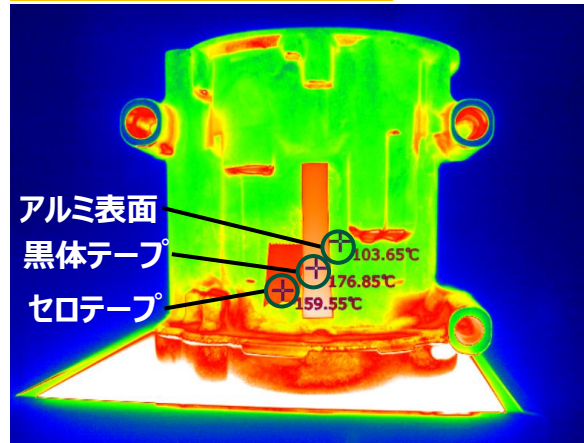
高精度・高精細 金属表面温度計測

リーズナブルな価格で放射率の影響が小さい高精度測定

開発製品3-5 μ

アルミ 表面温度計測

従来品8-12 μ



放射率による温度指示誤差

- 鉄の場合 約1/6
- アルミの場合 約1/10

	指示温度℃
アルミ表面	103.7※
黒体テープ	176.9

実測放射率 : 0.28

誤差
<

	指示温度℃
アルミ表面	49.2※
黒体テープ	178.1

放射率
>

実測放射率 : 0.13

	3-5 μ		8-12 μ	
測定波長	鉄	アルミ	鉄	アルミ
平均放射率	0.16	0.14	0.08	0.04
放射率変化の影響	5.8	10.2	1	1

<参考> 赤外線放射の法則

◆ 黒体の赤外線放射の法則（プランク法則、ウィーン法則、ステファン・ボルツマン法則）

- 放射エネルギーは物体の温度の関数である
- 物体の温度が高温になると、赤外線の放射量は高くなる
- その放射量は、物体の温度の4乗に比例して大きくなる

$$W_{\lambda} = \frac{C_1}{\lambda^5} \frac{1}{e^{C_2/\lambda T} - 1}$$

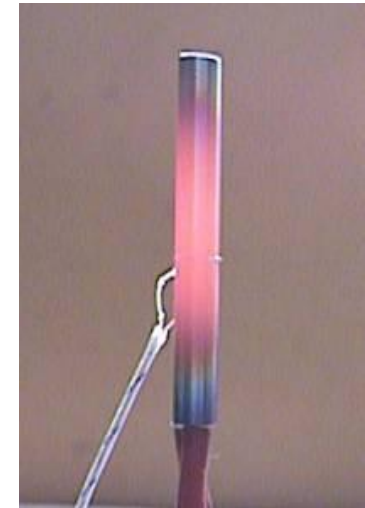
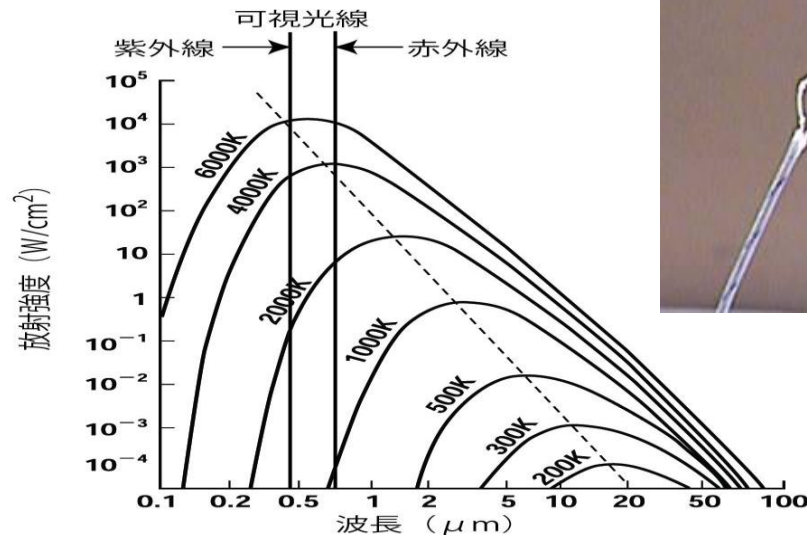
W_{λ} : 分光放射発散度 $W \cdot cm^{-2} \cdot \mu m^{-1}$

λ : 波長 $[\mu m]$

T : 絶対温度 $[K]$

C_1 : 第1放射定数、 $3.7418[10^4 W \cdot cm^2 \cdot \mu m^4]$

C_2 : 第2放射定数、 $1.4388[10^4 \cdot \mu m \cdot K]$



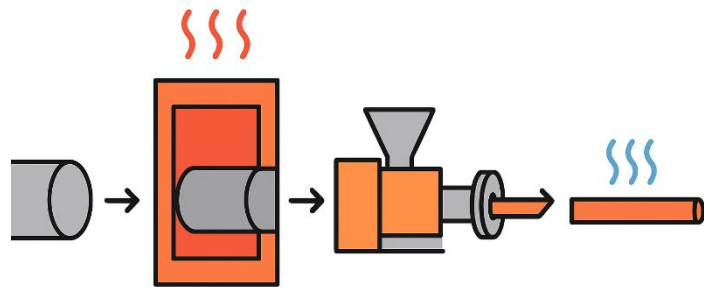
◆ 黒体の赤外線放射は

- $W_{\lambda 1-\lambda 2}(T) = W_{\lambda}(T)$ を $\lambda 1 \sim \lambda 2$ の区間で積分することで計算する

◆ 実物体(放射率)の赤外線放射は

- $W_{\lambda 1-\lambda 2}(T, \epsilon) = \epsilon * W_{\lambda 1-\lambda 2}(T) + (1 - \epsilon) * (W_{\lambda 1-\lambda 2}(T) - W_{\lambda 1-\lambda 2}(T_a))$
 ϵ : 測定対象物の放射率、 T_a : 背景物体の温度(通常は環境温度)

<参考> 押し出し材の製造



ビレット

加熱

押出成形

冷却

加工品質の安定化

ビレット、ダイスの温度が不適正、表面欠陥・寸法ばらつき発生

組織と機械的性質の最適化

冷却速度や時効温度が、強度・延性・硬度を決定

設備寿命の延長

過熱によるダイス損耗や熱疲労を防止できる。

生産効率の向上

温度の最適化で押し出し圧力・摩擦を低減、生産性が向上

#	工程	概要	温度管理の重要性
1	ビレット加熱	鋳造されたアルミビレットを押し出しに適した温度（例：450～500℃）に加熱。	温度が低いと流動性が悪く割れが発生、高いと金型が損耗しやすくなる。
2	押し出し	加熱されたビレットをコンテナに入れ、高圧でダイスを通して形状を成形。	ダイス温度とビレット温度のバランスが重要。温度ムラがあると形状不良・表面荒れが発生。
3	冷却	押し出された材を所定の機械特性に応じて冷却。	冷却速度により金属組織が変化。急冷しすぎると歪み、遅すぎると硬度不足の原因。
4	ストレッチ矯正	冷却後に寸法精度と真直度を確保するため引っ張り矯正。	温度が高すぎると塑性変形が進みすぎる。適温での処理が必要。
5	熱処理 (時効処理)	機械的強度を得るため、一定温度で時効硬化（例：170～200℃）を行う。	均一な温度保持が強度ムラ防止に必須。炉の温度分布管理が重要。

◆ 課題・命題：“低放射率の金属温度を非接触で正確に測定したい”

- ✓ 素材：鉄・アルミ
- ✓ 表面：低放射率 (0.1~0.3) 赤外線放射が少なく、反射率が高い
- ✓ 温度：100~500℃ 金属加工の温度制御のために温度(分布)計測したい

◆ 困りごと：従来品(長波長8-12μ)では、温度分布が測定できない

- ✓ 原因：被測定対象物表面の放射が低く、背景の反射の影響で、誤差が大きい

◆ 課題：250℃誤差±100℃ ⇒ 誤差±10℃以下

- ✓ 反射の影響を低減
- ✓ 放射率のばらつきの影響を低減

◆ 対策(ソリューション)：高感度非冷却3-5μサーモグラフィ

- ✓ 放射率：長波長8-12μと比べて

$$\frac{dE/dT@250^{\circ}\text{C}}{\text{鉄の放射率}} = 2.5\text{倍}$$

$$\text{鉄の放射率} = 0.16 \quad 2\text{倍}$$

3-5μは5倍精度を改善

常温の3-5μ赤外線輻射は小さく無できる

- ✓ 反射の影響 (背景の反射)：1/50となる @250℃

◆ 結論：高感度3-5μ非冷却赤外線センサ(UFPA)を開発・採用

⇒ 低温金属測定の精度改善とコスト低減を同時に実現