

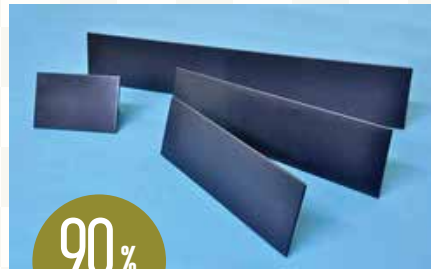
# 熱技術 NEWS

ニュース

January

2022

Vol. 103



90%  
放射率

## エコム赤外線ヒーター

エコム赤外線ヒーター（EIRヒーター）は遠赤外線による均一で効率の良い加熱が可能です。コーティング処理をしない独自構造により表面剥離がおきず、長期間安定した性能を維持できます。

[PR] 進化系メンテナンス！点検・修理サービス

HOT!



IoTセンサー × リモートメンテナンス  
工業炉最適運用サービス

見える化 + 予防保全 + 省エネ。

## IoTを活用したメンテナンス

エコムが考える新しい設備保全の形、「Miterune（ミテルネ）」がついに登場！

現場プロによる安心の定期点検に加え、IoTを活用した遠隔監視とデータ解析で、突発的なトラブルを未然に防ぎます。不具合や故障予知を把握できるため、計画的な設備保全を行うことで生産への影響のないタイミングで保守点検・修理交換ができます。また、省エネや数値の設定提案まで行います。

<http://ecom-jp.co.jp/product/miterune/>



内容についてのお問い合わせは

[ecom@ecom-jp.co.jp](mailto:ecom@ecom-jp.co.jp)

## もっと知りたい！対流伝熱

前号では強制対流によって温度境界層を小さくすることで熱伝達率が大きくなることを学びました。熱伝達率をより正確に求めるには、流速以外にも多くの物性値・状態値が影響し複雑な計算が必要です。強制対流の熱伝達率の計算に必要な無次元数であるヌセルト数、レイノルズ数、プラントル数について説明します。

### 無次元数とは



次元（基本単位の指数）が0である物理量で、簡単に言えば単位の無い数値のことです。単位がないので単位系に依らず計算式を表現することができるため、流体力学分野でよく使用されます。主に比などが無次元数で、なじみがあるものでは比重、空気比なども無次元数です。

比重 [-] = 任意の物質の密度 [g/cm<sup>3</sup>] / 水の密度 [g/cm<sup>3</sup>]

空気比 [-] = 実投入空気量 [m<sup>3</sup>/min] / 理論空気量 [m<sup>3</sup>/min]

単位がない無次元数の利点

理論空気量 [X] × 空気比 [-] = 実投入空気量 [X]

流量単位 X が m<sup>3</sup>/min、m<sup>3</sup>/h、L/min など変化しても同じ計算式で表現できる

## 基本 熱伝達率に関わる物性値や状態値

物性値	記号	単位	数値の意味
熱伝導率	$\lambda$	W/(m・K)	流体固有の熱伝導のしやすさ W=J/s
密度	$\rho$	kg/m <sup>3</sup>	流体の単位体積あたりの重量。温度変化あり
粘度	$\mu$	Pa・s	流体の粘り気。温度変化あり Pa=N/m <sup>2</sup> =kg/(m・s <sup>2</sup> )
動粘度	$\nu$	m <sup>2</sup> /s	粘度を密度で割った数値 $\nu = \mu / \rho$
定圧比熱	$C_p$	J/(kg・K)	流体固有の温度の上がりやすさ
温度拡散率	$\alpha$	m <sup>2</sup> /s	熱伝導率を粘度、定圧比熱で割った数値 $\alpha = \lambda / C_p$
体積膨張係数	$\beta$	1/K	流体固有の温度変化による体積変化率
状態値	記号	単位	数値の意味
熱伝達率	$h$	W/(m <sup>2</sup> ・K)	熱伝達のしやすさ
温度差	$\Delta T$	K	熱源との温度差
流速	$V$	m/s	流体の流速
代表長さ	$d$	m	円管では直径、平板では先端から流れ方向の長さ

## 基本 熱伝達率計算に関わる主な無次元数

### ヌセルト数 [Nu]

無次元化した熱伝達率

$Nu = hd / \lambda$  [-] = [W/(m<sup>2</sup>・K)] × [m] / [W/(m・K)]

で定義されます。この式から熱伝達率が

$h = Nu \lambda / d$

で求められます。対流がない状態では Nu=1 となります。

Nu

### レイノルズ数 [Re]

慣性力と粘性の比であり、流れの状態を表します。

$Re = Vd / \nu = \rho Vd / \mu$  [-] = [m/s] × [m] / [m<sup>2</sup>/s] = [kg/m<sup>3</sup>] × [m/s] × [m] / [Pa・s]

レイノルズ数が小さい流れは粘性が支配的であり、層流と呼ばれ安定した流れとなります。レイノルズ数 2300 ~ 4000 程度を境界に慣性力が支配的な乱流と呼ばれる乱雑な流れへと遷移します。

Re

### プラントル数 [Pr]

動粘度と温度拡散率の比であり、速度境界層と温度境界層の比を表します。

$Pr = \nu / \alpha = C_p \mu / \lambda$  [-] = [J/(kg・K)] × [Pa・s] / [W/(m・K)]

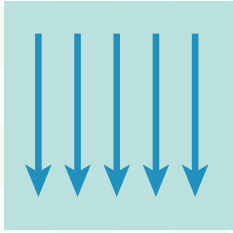
Pr=1 で両者の厚みは等しくなり、空気は Pr≒0.7、水 Pr≒7 で空気は温度境界層の方が大きく、水は速度境界層の方が大きくなります。

Pr

## 注目 層流と乱流での熱伝達率について

流体の流れは「層流」と「乱流」という2つの状態に区別されます。層流は1方向に規則正しく流れている状態をいい、乱流はそれぞれの方向に不規則に流れる状態をいいます。これらは、よく水道の蛇口から流れる水流に例えられ、水量が少ない時はまっすぐに流れる層流になっていて、蛇口を大きくひねり水量が増えると段々と拡散するように乱れる乱流に変化していきます。一般的に層流と比較して、乱流の方が熱伝達について優れています。

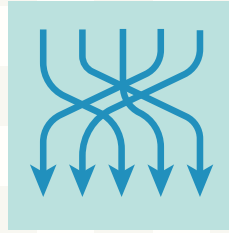
### 滑らかな水平平板上での強制対流による熱伝達の実験式



#### 層流の場合

$$Nu = 0.664Pr^{1/3}Re^{1/2}$$

(ハウゼンの式)



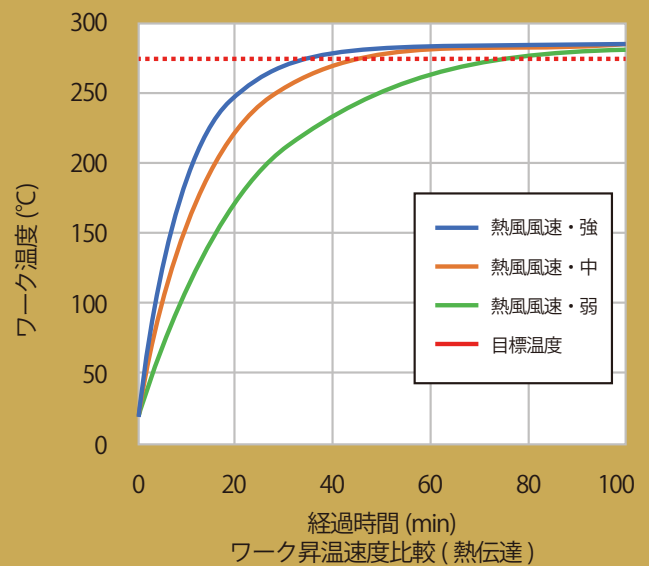
#### 乱流の場合

$$Nu = 0.036Pr^{1/3}Re^{4/5}$$

(コルバーンの式)

## 注目 強制対流熱伝達による昇温効果

グラフは熱伝達率の違いによるワーク昇温速度の比較になります。同じワークでも熱伝達率の違いによって昇温速度が変わります。強制対流を起こすことで、この熱伝達率を上げることができ、グラフのように条件によって昇温時間が違います。弊社が得意としている高速熱風加熱方式がまさにこちらの考え方を参考にしています。強烈な強制対流を起こすことにより、熱伝達率を上げ、ワークを急速に昇温することが可能になります。それに加え、ワークへの熱風の当て方、熱風の吹き出し形状（ノズル）によってさらに効果を高めます。より早く昇温を行うことにより、炉体サイズの縮小、無駄なエネルギーの削減につながります。



## 紹介 メンテナンスセミナー

エコムでは12/7に若手メンバーを対象としたメンテナンスセミナーを社内だけで開催し、サービス課の若手が講師となり、自分たちで題目を考え講義をおこないました。本来は、お客様をお招きしてメンテナンスセミナーを開催したいところですがコロナウイルスの影響もあり昨年までは自粛しておりました。状況にもよりますが今年から感染対策を徹底した上で開催できればと考えております。

エコム公式サイト メンテナンスセミナーページ

<https://ecom-jp.co.jp/tech/seminar/>



### 速報!

1年ぶりにガスバーナメンテナンスセミナーを開催いたします！  
コロナウイルスの影響でなかなか開催できませんでしたが、しっかりと対策をとり実施することとなりました。  
※定員となった場合は、お断りさせていただくことがございます。  
※コロナウイルスの状況で、中止することもございます。

**2/16** 予定  
③ 水  
時間：10:00～15:30

会場：エコム本社  
定員：12名  
参加費用：無料

