

# 抵抗加熱の基礎と応用事例

中野 守

(なかの まもる) 一般社団法人日本エレクトロヒートセンター 抵抗加熱技術部 部長

株式会社リケン環境システム 熱エンジニアリング事業部 営業技術部長

抵抗加熱

遠赤外加熱

火に始まる人類の熱利用の歴史は産業革命の時代に劇的に変化し、今日の豊かな社会を築く礎となった。特に電気エネルギーを効率的に活用した加熱であるエレクトロヒートは、燃焼式では不可能な高温への対応や、省エネルギー、品質の向上、生産性の向上など、これからの生産現場に要求される魅力的な可能性を秘めている。これらエレクトロヒートの基礎理論から事例までを加熱方式別に全6回シリーズで解説する。

アーク・プラズマ加熱

誘導加熱

マイクロ波加熱

高周波誘電加熱

## 1. はじめに

「加熱」という行為・技術は常日頃幅広い分野で用いられるごく一般的なものである。工業社会においても被加熱物（ワーク）の物理的・化学的改質や反応を施すことにより、溶解・精錬・加工・熱処理などの有効な手段になっている。

加熱源としては固体・液体・ガスなどの化石燃料による燃焼加熱と電気による電気加熱に大別され、電気加熱は用途に応じて抵抗加熱、誘導加熱、誘電加熱、遠赤外線加熱、アーク・電子ビーム・プラズマなどに分類される。

これらの中でも抵抗加熱は簡便で最も普及している加熱方式の一つであり、実用化されている応用分野も多い。抵抗加熱には非加熱物に直接電気を通電して加熱する直接通電加熱方式と発熱体（ヒーター）に通電して間接的に加熱する間接加熱方式がある。一般的に抵抗加熱と言えば間接加熱を指すことが多い。

抵抗加熱で用いられる発熱体（ヒーター）は加熱温度、加熱雰囲気などにより選定され、丸線や帯線などの形状で使用される。現在、実用化されている代表的な抵抗体を表1に示す。

以下、抵抗加熱の基礎から総エネルギー効率（加熱効率）の向上における取り組みを、具体的な事例として述べる。

表1 各種抵抗体

抵抗体	金属系	ニッケル・クロム(NCH)
		鉄・クロム・アルミ(FCH)
		タンガステン・モリブデン・タンタル
	非金属系	白金・白金合金
		炭化珪素
		モリブデンシリサイド
		ジルコニア
	融体系	ランタンクロマイト
		カーボン
		ガラス
		塩化物(塩化バリウム他)

## 2. 抵抗加熱の基礎

“抵抗加熱”を利用した一般用・工業用機器としては各種ヒーターユニット・抵抗炉・電気炉などがある。

各加熱機器で非加熱物を加熱するのに必要となる加熱熱量  $W$  (カロリー cal) は

$$W = w \cdot C_p \cdot \Delta t$$

質量  $w$ 、比熱  $C_p$ 、加熱温度  $\Delta t$  で求めることができる。

理想的な機器（加熱効率が100%）であれば、上記で求めた加熱熱量だけで非加熱物を所定温度まで加熱できることになるが、現実的には不可能であり複雑な加熱設備ではその効率は10%にも満たないこともある。すなわち残りのエネルギーは無駄に捨てられているというのが現実なのである。

こうしたことから出来るだけ加熱効率を上げ、限りあるエネルギーを有効に使うため、新しい取り組みが求められているのである。

以下、抵抗加熱の原理について簡単に解説する。