

マイクロ波・高周波誘電加熱の基礎と応用

平山 鋼太郎

(ひらやま こうたろう) 一般社団法人日本エレクトロヒートセンター 電磁波加熱技術部会 部会長

第一高周波工業株式会社 代表取締役 社長

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

物を加熱する長い歴史のなかで、燃焼による炎を利用した加熱が人類の発展に大きく貢献してきた。近代になり電熱による加熱が産業界に大きなインパクトを与え、物体を外部からの伝熱によって加熱する方式として応用分野を広げてきた。電磁波を加熱に適用するようになってからの歴史は比較的浅いが、その周波数帯を適正に選択することにより物体を内部から加熱することが可能となり、高周波誘電加熱、マイクロ波加熱として産業、民生ともに現代では広く普及している。

電磁波により誘電体を加熱することは、戦前から試みられており、MHz（メガヘルツ）帯の高周波電圧を印加した2枚の電極間に木材やゴムなどを挿入することにより高周波誘電加熱として実用化された。一方、マイクロ波は、レーダーとしての利用が先行していたが、レーダー技術者が実験中にマイクロ波導波管の開口部におかれたポップコーンが加熱され、はじけるのに着目し、食品加熱用オープンとして現在の電子レンジが誕生した。

マイクロ波加熱、高周波誘電加熱の基礎的な原理と特徴、応用例について紹介する。

2. 電磁波加熱の種類と分類

電磁波エネルギーは加熱以外にも広く応用されており、その周波数帯により伝搬特性や、物体への吸収特性が大きく異なる。図1に示すように周波数帯により呼称が、電波、光、電離放射線の3種類に大きく分

類される。誘導加熱以外の電磁波加熱は、電気を通しにくい絶縁体の加熱に利用されることが多く、その発熱には電子、イオン、双極子のような荷電体の誘電分極が大きく関わっている（表1）。誘電加熱は、配向分極に関わり、その周波数帯によってマイクロ波加熱と高周波誘電加熱にすみ分けられる。

周波数	波長	呼称	用途
100	10 pm	電離放射線	医療・材料検査
10	100		
エクサ	100	ガンマ線	医療・材料検査
1 EHz	1 nm		
100	10	エックス線	医療・材料検査
10	100		
ヘクタ	100	光	殺菌灯・電子デバイス製造装置
1 PHz	1 μm		
100	10		
10	100		
テラ	100	非電離放射線	赤外線こたつ
1 THz	1 mm		
100	10	サブミリ波	レーダー
10	10		
10	10	EHF ミリ波	衛星放送
10	100		
ギガ	100	SHF センチ波	テレビ・携帯電話・電子レンジ
1 GHz	1 m		
100	10	UHF 極超短波	FM ラジオ・テレビ
10	10		
10	100	VHF 超短波	短波ラジオ
10	100		
メガ	100	HF 短波	AM ラジオ
1 MHz	1 km		
100	10	MF 中波	船舶航空機用通信・IH調理器
10	10		
10	10	LF 長波	50/60 Hz 高圧送電線 家庭電化製品 (電気こたつ・ドライヤ)
10	100		
キロ	100	VLF 極長波	生体現象・地震震源域
1 kHz	10 ³ km		
100	10 ⁴ km	ELF 極超長波	
10	10 ⁵ km		
ヘルツ	10 ⁶ km	ULF	
1 Hz	10 ⁷ km		

図1 電磁波の分類