

マイクロ波の化学プラントへの適用

塚原 保徳 (つかはら やすのり) マイクロ波化学株式会社 取締役 CSO
大阪大学大学院工学研究科 特任准教授

要約 第3のエネルギー伝達手段であるマイクロ波により、100年以上も変わることがなかった化学産業にイノベーションを起こし、省エネルギー・高効率・コンパクトなマイクロ波化学プロセスをグローバルスタンダード化する。

1. はじめに

第3のエネルギー伝達方法 MTT (マイクロ波伝送技術: Microwave Transmission Technology) により化学プラントのデザインを革新させ、マイクロ波プロセスが化学プラントのグローバルスタンダードになりえると考ええる。

2014年3月、マイクロ波化学株式会社は、世界で初めてマイクロ波化学プロセスを用いた化成品製造プラント (図1) を大阪湾岸地区に立ち上げた。2017年3月には、マイクロ波化学株式会社と太陽化学株式会社の合併会社によるショ糖脂肪酸エステルプラントを四日市に竣工した。(図2) また、2016年にはアメリカ化学会 (ACS) の雑誌 C&EN (Chemical & Engi-

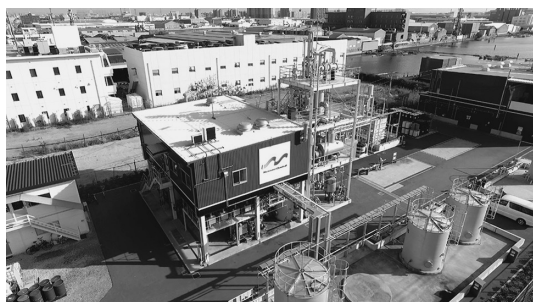


図1 マイクロ波化学マザー工場@大阪住之江



図2 合併会社 TMT プラント@四日市

neering News) 9月号¹⁾ にマイクロ波プロセスのスケールアップの特集 “Microwaving by the Ton” が組まれ、マイクロ波化学株式会社、BASF、ペプチドリーム株式会社、CEM へのインタビューが紹介され、世界的にもマイクロ波プロセスの産業化への期待が高まっている。

ここでは、マイクロ波化学のプラント動向を紹介するが、マイクロ波のプロセス設計においては、熱伝導プロセスのように、反応系設計と装置 (反応器) 設計を切り離すことは出来ない。マイクロ波プロセスにおいて最適な反応系を構築することと、その反応系を具現化する反応器設計は完全に連動する。本稿では、マイクロ波反応系の構築と、マイクロ波反応器デザイン、つまり、スケールアップ技術に加え、マイクロ波プラントと事業化を紹介する。

2. マイクロ波反応系の構築

マイクロ波とは、波長約 1 mm ~ 1 m (300 MHz ~ 300 GHz) の電界と磁界が直交した電磁波であり、レーダーや加速器、電子レンジなど工学分野から我々の身の回りの家電製品まで広く利用されている。マイクロ波加熱は、マイクロ波の振動電磁場との相互作用により誘電体、磁性体を構成する双極子、空間電荷、イオン、スピンなどが激しく振動・回転することによって起こる内部加熱であり、急速な昇温が可能である。

マイクロ波の反応系を構築する上で、重要なことは、何が、どの程度、どのような条件でマイクロ波を吸収するのかを把握することである。ここで、単位体積あたりのマイクロ波による熱変換エネルギー P (W/m³) を下記に示す。

$$P = P_{\sigma} + P_{\epsilon} + P_{\mu} = 1/2 \sigma E^2 + 1/2 \omega \epsilon'' E^2 + 1/2 \omega \mu'' H^2$$

(E : 電場強度 [V/m]、 H : 磁場強度 [A/m]、 σ :