



三菱電機

マイクロ波加熱で廃プラを再生

サーマルリサイクルに回される廃プラスチックが排出するCO₂は年間1600万tに及ぶ。プラスチックの再生原料へ転換する技術を開発して、2030年までの製品化に動き出した。

三菱電機の情報技術総合研究所には、かつて日本全土をカバーする気象観測レーダー「富士山レーダー」を完成させた光電波・通信技術部門がある。この部門で現在、第5世代移動通信システム(5G)通信基地局などの研究開発を行なっているのに加えて、培った通信技術を応用してプラスチックリサイクルに生かす技術を開発し、商用化に取り組んでいる。

日本国内におけるプラスチックリサイクルを見ると、全体の57%が主に製鉄業の高炉の燃料として再利用するサーマルリサイクルに回されている。そこで排出されるCO₂の量は年間1600万tに及ぶ。三菱電機は、サーマルリサイクルに回される廃棄プラスチックをマイクロ波で加熱して高温処理することで、再生原料あるいは原料ガスを取り出す技術を開発している。

もともと廃棄プラスチックを加熱処理する方法には、炉に入れて周囲から熱を加える外部加熱従来方式と、炉内の廃棄プラスチックにマイクロ波を当てるマイクロ波加熱従来方式があった。このうち外部加熱従来方式では、加えたエネルギーの30%ほどしか利用されず、加熱効率が悪い上にプラスチックの内部が温ま

りにくいという難点があった。

一方のマイクロ波加熱従来方式は、電子レンジと同じ原理で加熱効率は良い。「しかし、電子レンジで冷凍食品を温めても冷たいところが残ると同じように、加熱の制御ができず、加熱ムラが発生してしまう欠点がある」と、マイクロ波技術部長の山中宏治氏は説明する。そこで、複数のマイクロ波を発信して位相を制御することで加熱効率をさらに高め、加熱制御もできるように開発したのが、マイクロ波制御方式だ。

開発のきっかけは、分解が難しくて廃棄処分せざるを得なかったガラス繊維強化プラスチック(GFRP)

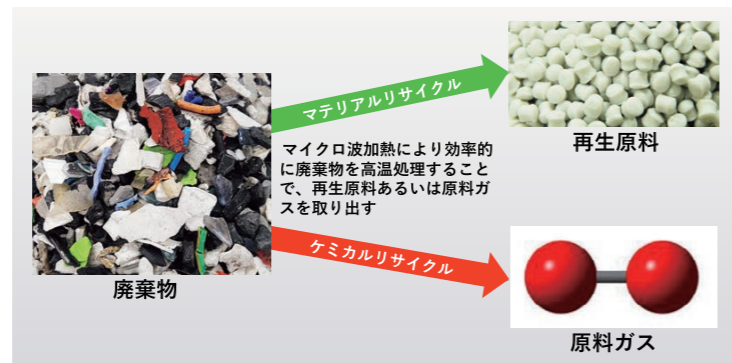
にマイクロ波を照射することで樹脂分解物質などに再資源化できる結果を得たという国内の研究論文に目を通したことだった。

同社が手掛ける5Gの基地局のアンテナは、16~64個の小さなアンテナで構成される。個々のアンテナから発信される信号の位相を整えることで、最小限のエネルギーで発信できる。「そうした通信分野で培った技術を、新たにマイクロ波加熱に応用した」と山中氏は話す。

必要なエネルギーは3分の2

マイクロ波制御方式では、例えば容器内に2つの廃棄プラスチックが

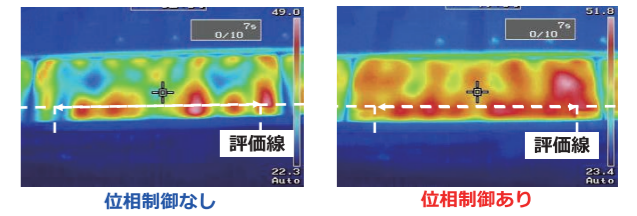
■ マイクロ波加熱の廃棄物処理とリサイクルへの応用(イメージ)



マイクロ波加熱により、効率的に廃棄物を高温処理することで、再生原料あるいは原料ガスを取り出す
 ※第17回エレクトロヒートシンポジウム(日本エレクトロヒートセンター主催)技術発表資料より
 出所:三菱電機

■ 加熱方式の比較と、マイクロ波制御方式(均一加熱)の適用例

	外部加熱従来方式	マイクロ波加熱従来方式	マイクロ波制御方式
加熱方法			
加熱効率	悪い (容器ばかり温まる)	良い	非常に良い
加熱制御	不可 (内側が温まりにくい)	不可 (加熱ムラが発生する)	局所加熱も均一加熱も可能



マイクロ波加熱方式の中でも、マイクロ波制御方式は効率・制御性に優れている。温めたい部分を局所的に加熱する「集中加熱」と、全体を均一に温める「均一加熱」が可能(左図)、上の写真はサーモビューアによる素材の温度測定結果

※第17回エレクトロヒートシンポジウム(日本エレクトロヒートセンター主催)技術発表資料より
 出所:三菱電機

あり、上部2カ所のマイクロ波の発信源を用いて片方だけ加熱する場合、プラスチックより遠い位置から先に発信し、その後に近い位置から発信する。マイクロ波が同時に当たることで最大のエネルギーが加わり、局所加熱の効率が格段に良くなる。さらに、個々の発信源から2つの廃棄プラスチックに同時にマイクロ波が当たるように制御することで、均一加熱も可能になる。

同社は、新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)の2014~16年度におけるクリーンデバイス社会実装推進事業に参画し、マイクロ波化学(大阪府吹田市)などと共同で、半導体を用いたマイクロ波発信器を装着した加熱システムを使い、実験を行なった。

その結果、マイクロ波の位相を制御しなかった場合と比較し、加熱して原材料から得られた化学物質の量が同じなら、加熱するのに必要なエネルギーは3分の2で済むことが判明した。位相制御をした場合、サーモビューアによって温度測定すると、素材が均一に加熱されていることも明らかになった。

製品化に当たっては大規模化が必要となり、課題になるのがコストだ。現在でも廃棄プラスチックを再原料化する技術は存在するものの、石油からプラスチックを製造する方が低コストであり、環境への影響には目をつぶってきたという経緯がある。

「50年までのカーボンニュートラル実現が国の目標として掲げられる一方で、資源の有効活用を柱としたサーキュラーエコノミーの達成も急務となり、リサイクルしたプラスチック原料に対する付加価値が高まっている。さらなる効率化などを進めていくことで、製品化は十分に可能だ」と山中氏は話す。

ごみ焼却施設が大変身

今後の取り組みとして、24年末までに、マイクロ波制御方式に適したプラスチック素材について基礎研究を続ける。25年から27年にかけては、大きめの加熱炉で製品化に向けた実証研究を進め、加熱効率などで得られる利益を具体的に示す。30年までに製品化を目指す方針だ。

廃棄物処理やリサイクルに関わっている業界の各社に声を掛け、「仲間

づくり」も行なっていく。既にマイクロ波制御方式による処理に事業として取り込みたい化学素材メーカーから関心が示され、販売した製品の回収が責務となっている家電メーカーからも照会が入っている。

最終的な利用に当たってのイメージの1つが、ごみ焼却施設内での併設だ。様々なごみの中から分別されたプラスチックをマイクロ波制御方式による加熱で分解し、新たなプラスチック原料などとして再利用していく。これが実現できれば、ごみ焼却施設をリサイクルに貢献する「化学工場」として、生まれ変わらせることができる。

海外においては、世界最大の総合化学メーカーである独BASFがマイクロ波の応用に一部取り組んでいるが、化学関係の学会においてマイクロ波の活用に関する目立った論文は発表されていないという。

それだけに、同社の取り組みは一步先んじたものと言える。カーボンニュートラルとサーキュラーエコノミーの実現という追い風を受け、製品化に向けた動きを加速していけるかが注目される。