

物を加熱する方法で

最も一般的な方法は、
燃焼を用いた加熱炉で
ある。燃料と空気の割
合の最適化などによる
省エネルギー対策や、
排熱を空気で予熱に活用
する蓄熱バーナーなど
は、製造プロセスの省
エネルギーの基本とな
っている。

加熱方式には、多様
な方法が存在する。通
常の電気ヒーターの抵
抗加熱、ヒートポンプ
を利用した加熱、IH
(電磁誘導加熱)ヒー
ターの電磁誘導加熱、
電子レンジのマイクロ
波加熱、超高温を実現
するアーク加熱など実
にさまざまである。被
加熱物から見れば、高
温の物体からの輻射で
加熱される場合もあれ
ば、局所的に内部から
加熱される場合もある。

電磁誘導加熱のよう
な局所的な加熱の場
合、ムダな部分を加熱
しないために省エネル

◆ さまざまな加熱方式と新技術 ◆

各種加熱方式		
加熱方式	温度(℃)	適用例
燃 焼	～1,600	加熱炉、乾燥炉 金属、ガラス：溶解、切断、アニール
電 気 式	抵抗加熱	～2,800 電気ヒーターによる加熱炉、乾燥炉 金属溶解、部品熱処理
	電磁誘導	～融点 部品熱処理、金属溶解、食品加熱
	アーク	3,000 ～6,000 金属溶解、溶接、切断、セラミックス 溶解
	遠赤外線	～800 焼き付け塗装、プラスチック硬化、 アニール
	マイクロ波	～融点 ゴム加硫、食品調理、解凍、乾燥、 セラミックス乾燥、焼結
	ヒートポンプ	～170 空調、食品加熱、乾燥

(注)温度は一般的な温度範囲で原理的な限界ではない



製造プロセスを
考える

ギーであり、加熱速度
も制御できるため、歪
みや変形の少ない焼入
れなど品質の安定化や
生産性向上も狙える。
そのため、自動車関連
金属部品の加工や熱処
理の分野で広く活用さ
る。

輻射の波長制御で新たな可能性も

新しい技術の一例と
して、マイクロ波を化
学プロセスに適用する
開発が進められてい
る。まだ大型実用化に
は至っていないが、マ
イクロ波に適した固体
触媒による高い触媒活
性の実現や、画期的な
省エネ・高効率の脂肪
酸エステル製造が進め
られている。

通常の電気ヒーター
からの輻射を用いた加
熱においても、新しい
可能性が示されている。
輻射の場合は局所
加熱ではないため一般
に加熱効率が低いが、
波長が制御できればさ
まざまな可能性が拓け
る。最近、固体の輻射
面表面に微細加工を施
すことで、輻射の波長
が制御できることが分
かってきた。仮に、被
加熱物の吸収波長に合
わせて加熱ヒーターを
デザインすることがで
きれば、大きな省エネ
ルギーの可能性を持つ
技術となる。

神鋼リサーチ社長

黒坂 俊雄

排熱を利用した発電技術について、小型蒸気発電やバイナリー発電の進歩を既に紹介したが、加えて、熱電素子の技術が自動車の激しい低燃費競争に関連して進化している。熱電素子による発電は温度差を利用して発電するもので、自動車の排気管や加熱炉外壁などに熱電素子のモジュールを貼り付けて、その内外面の温度差から発電する。

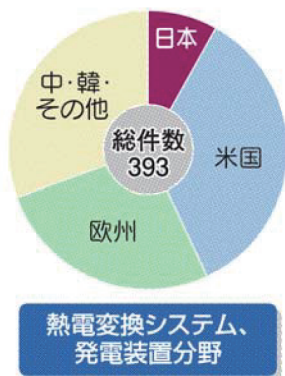
熱電素子は、エンジンから見ると多少違和感を持つ部分がある。通常の熱電素子はセラミックス系の材料であり断熱材にあたるが、このような断熱材の場合によつては放熱面に貼り付けることに違和感がある。また、熱電素子材料には熱伝導の低さと、電気伝導の高さという一見感覚的に矛盾する要求がなされる。

◆ 熱電素子による排熱発電 ◆

論文で見る研究者所属機関国籍の地域別比率 (01-12年)



データ：特許庁 13 年度特許出願技術動向調査報告書 熱電変換技術



省エネ
に商機

製造プロセスを
考える

熱電素子はコストが高いため、一般の製造分野での省エネルギーには遠い技術と考えられてきたし、現時点でもまだまだ遠い。しかし、欧州の自動車燃費規制の強化の背景から、欧米の主要な自動車メーカーがこぞって開発に参入し、プロトタイプモデルの発表が相次いでいる。熱電素子の材料は、かつて高価なレアメタル（希少金属）や毒性のある金属を含む素材が主流であったが、近年低コスト

利用システム研究が課題

トで毒性のない材料が出てきた。フレキシブルな表面形状に合わせた使いやすい熱電素子の報告も出てきており、技術のブレークスルーが感じられる。果たして、自動車への搭載が現実的になり大量に量産されるかどうか、まだ不透明な状況と理解しているが、仮に量産化が進めばコストが下がり、製造分野での排熱回収発電に関しても可能性が出てくるだろう。

日本は材料に関しては研究開発をリードし、現在も世界トップレベルにある。それでも利用サイドのシステム研究では論文・特許数などで欧米に一歩リードされている。逆に見れば熱電素子の使いこなしや省エネ利用システムに関し、日本はまだまだ知恵の出し所が残っている、すなわちビジネス機会があるようにも感じられる。

製造プロセスでの排

熱の有効利用を妨げて
いる大きな要因に、排
熱の発生場所と熱の利
用場所が離れている、あるいは、排熱の発生
が断続的で利用側と時
間が合わない、という
ことがある。この場所
と時間の制約を超える
手段として蓄熱技術は
着目されてきた。

リジエネバーナ

(蓄熱式バーナー)は、
高温排ガスでセラミッ
クスを加熱、その蓄熱
で空気を予熱する。こ
の加熱と予熱の切替実
施で定常的な排ガスに
よる空気予熱を実現し
ている。リジエネバー
ナーの普及には、切り
替え時間の短時間化、
機器のコンパクト化、
コスト低減の実現が重
要な鍵となった。生活温度に近い熱利
用である空調分野で
は、蓄熱技術の利用が
進んでいる。材料の相
変化を利用した高密度
蓄熱によるコンパクト

◆ 蓄熱技術 ◆

蓄熱技術の普及状況

温度(℃)	室温以下	室温～100	100～500	500以上
代表的な蓄熱材料と蓄熱技術	冷水、地中、 躯体など顕熱蓄熱 氷、水和物スラリーなど潜熱蓄熱	温水、地中、 躯体など顕熱蓄熱 酢酸ナトリウム水和物など潜熱蓄熱	150℃以下では糖 類など有機物の 潜熱蓄熱、200℃ 前後で硝酸塩系 溶融塩の潜熱蓄熱、 300～500℃で参加 マグネシウムなどの化学蓄熱	セラミックス、レンガなどの顕熱蓄熱
用途と普及	冷房用途に普及が進む	暖房用途に普及が進む	製造プロセスで重要だが、適用事例は少ない。 太陽熱発電では溶融塩の潜熱で顕熱で実用化	リジエネバーナーなど限定的な分野では実用化

製造プロセスを
考える

・安価対応で、氷蓄熱
やパラフィン系の蓄熱
が実用化している。一
方、コンクリート躯体
への蓄熱のようなシン
・プルな系でのコスト低
減も実用化の一つの方
向である。
このように、蓄熱装
置の普及にはコスト制

排熱利用で期待もコストが壁に

神鋼リサーチ社長

黒坂 俊雄

約が極めて強い。製造
プロセスにおける比較
的高温での断続的な排
熱利用に関しては、汎
用性が少なく個別検討
となる。製造プロセス
での蓄熱を想定して、
蓄熱密度が高い化学蓄
熱など多くの研究開発
が実施されているが、
コストの壁を崩せずな
かなか普及に至らな
い。

一方、近年の再生可
能エネルギーの拡大や
地域の地産地消エネル
ギー計画で、熱利用は
重要な検討項目にあ
る。例えば、溶融塩を
用いた550度Cレベ
ルの蓄熱が、太陽熱発
電の安定化・電力増大
で実用化している。

このような汎用的な
ところでコスト低減が
進めば、それを機会に
製造プロセスでも普及
の可能性があるので
ないか。異分野での新
たな蓄熱技術展開は、
製造プロセスにもヒ
トになるように思う。