

ヒートポンプは冷房や暖房に古くから使われているが、省エネ性能は進化を続けている。高温化も進み、給湯器「エコキュート」は家庭にも広く普及している。

産業用途のヒートポンプにおいても、性能向上、高温化、大容量対応が著しく、さまざまな温度領域（最大175度C蒸気まで）や容量に対応した商品化が進んだ。製造プロセスの加熱工程で使われる熱源は今でもボイラで作った蒸気が主流ではあるが、ヒートポンプによるボイラ代替の省エネ事例が増えてきた。事例を二つ紹介したい。

一つ目は、排水を微生物の働きで分解処理する排水処理設備。排水を30度―35度Cに維持する必要があり、通常、蒸気を投入して加温する。しかし、蒸気までの高温加熱の必要

◆ ヒートポンプ活用の製造プロセス ◆

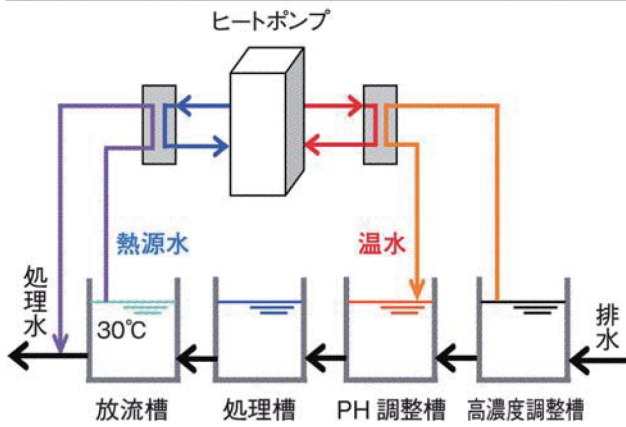
省エネ
に商機

製造プロセスを
考える

神鋼リサーチ社長

黒坂 俊雄

排水処理設備へのヒートポンプの適用



はない。さらに、処理水が30度C程度の熱を保有したまま捨てられる。この処理水を熱源としてヒートポンプで加熱すれば、加熱温度幅が小さいことから、非常に効率のよいシステムが組める。これは、製品の品質を保つために温度・湿度のコントロールが求められる。二つ目は、塗装工場

排水処理設備・工場空調に効果

ントロールが必要である。従来の方式では、冷却は冷凍機、加熱は蒸気ボイラとそれぞれ熱源を持つが、ヒートポンプであれば、冷熱と温熱を1台の機械で同時生成することができ、捨てるところがない。ランニングコスト、二酸化炭素(CO₂)削減率ともに50%を超えるような大きな省エネ効果も期待できる。

このように、産業分野での適用事例が徐々に増えているが、実際に導入するには熱需要と機械の能力の時間的・空間的なバランスをマッチさせることが難しく、さまざまな制約がある。先に紹介した蓄熱技術とともに、工場全体でのエネルギーマネジメントの中での組み合わせがカギとなる。成功した時の省エネ効果が大きく、さらに普及してほしい技術である。

これまで省エネ技術を主に「熱」の視点から見てきたが、制御技術の進展は加熱の有無にかかわらず多くのモノづくりの省エネを促進している。

多くの工場には、水、電気と同様に空気系のユーティリティが必要であり、コンプレッサーが導入されている。日本のコンプレッサーの総消費電力は総電力量の約5%に相当するとも言われ、その省エネは重要である。コンプレッサー単体では、空気力学設計やモーター効率の向上などにより省エネを実現してきたが、近年はインバーター制御技術による省エネが大きい。回転数を負荷に合わせて変化させることにより、部分負荷で運転する時の効率を著しく改善する効果がある。コンプレッサーに限らず、ポンプ、ファンへのインバーターの

◆ 制御技術による省エネとコンプレッサー ◆

レベル	省エネに関連する技術
材料、部品、要素技術	空気力学設計技術による羽根・ローター形状、軸受け、磁石材料、モーター形式
コンプレッサー単独	容量制御、インバーター制御
空気ユーティリティ	台数制御、負荷予測制御
工場の可能性	蒸気系との組み合わせ、エネルギー管理システムを介したさまざまな連携制御



製造プロセスを
考える

適用は、既に工場の省エネ診断の重要項目となっている。複数のコンプレッサーを運転する場合には台数制御も重要である。ハイブリッド車のエンジンが効率の高い条件でのみ作動すると同様に、コンプレッサーを効率の

高い条件でのみ作動するように制御する。空気系ユーティリティの省エネ手段は現場的なチェック項目も含めて多岐に渡り、各方面から省エネコンサルティングサービスが提供されている。

制御技術はさまざま

神鋼リサーチ社長

黒坂 俊雄

異種ハード組み合わせの可能性

な手段と複合した最適化で大きな効果が狙える。ハイブリッド車が遊星歯車を用いた動力伝達や蓄電池と組合せているように、空気系ユーティリティ単独の範囲を超えて、異なるエネルギー装置や蓄エネルギー装置との組み合わせによって、さらに省エネの可能性が出てくる。工場が蒸気系ユーティリティも併せ持つ場合は、蒸気圧で電気の代わりにコンプレッサーを駆動し、コンプレッサーの圧縮熱を回収して蒸気側に戻すことで省エネを図った機種が既に市販されている。

また、空気圧でのエネルギー貯蔵を狙った空圧電池という新たなコンセプトの提案もある。機械単体での省エネに加え、制御技術を介して異種なハードが組み合わせると、さらに可能性が残っているように思われる。

制御技術による工場の省エネ化は、一つの機器制御に留まらず、工場内のエネルギー設備や再生可能エネルギーを取り込んで、工場全体のエネルギーコストや製造コストの最小化を図るスマートな工場へと進化している。地域のエネルギー利用効率を高めるスマートコミュニティでは、オフィスビルや家庭に加えてスマートな工場も組み入れて、さまざまな技術開発や実証実験が実施されている。

①工場内をエリア分けして発光ダイオード(LED)照明など、照度センサーを配置し、作業者に配慮しながらエリア別に床面照度を調光。

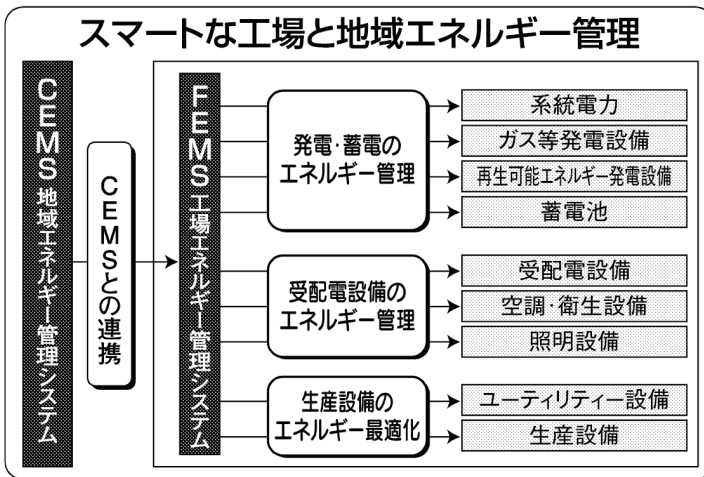
②工場の電力最適

◆ スマートな工場とスマートコミュニティ ◆

省エネ
に商機

製造プロセスを
考える

システムによる発電余剰分を蓄電し、電力需要が多い時間帯にはこれを放電。それでも足りない場合には工場内のコ



広い地域や工場間での最適化 可能

力からの受電を28%ピークカットした例が報告されている。

③スマートコミュニティでは、地域全体でのエネルギー最適化を図るため時間帯によって電気料金を変えるダイナミックプライシングを導入することが想定される。その場合、工場側は電気料金が安い時間帯にエネルギー消費量が大きい品目を処理し、電気料金が高い時間帯にはエネルギー消費量が小さい品目を処理するよう計画。このような仕組みづくりには設備投資が必要となる。初期段階では検討のための膨大なエンジニアリングコストも発生するだろう。しかし、これらの技術・設備の普及によって、より広い地域や工場間での最適化が可能になり、単独の工場だけでは見えなかった省エネ化や製造プロセスの可能性も見えてくる。