

産業用ヒートポンプへの期待

甲斐田 武延 (かいだ たけのぶ) 一般財団法人電力中央研究所 主任研究員

要約 日本では、2000年代後半から産業用ヒートポンプの開発が盛んになり、2008年より高温水供給ヒートポンプ、2009年より熱風供給ヒートポンプ、2012年より蒸気供給ヒートポンプの導入事例が報告されてきた。一方、欧州でも2010年代から産業用ヒートポンプの開発が進み、多数の製品が市場に登場し、導入事例も報告されてきた。その動きはさらに活発化している。また、北米、オセアニア、東アジアでも産業用ヒートポンプに高い関心が寄せられるようになってきた。本連載では、このような海外における産業用ヒートポンプの動向を紹介していく。連載初回の今回は、産業用ヒートポンプに注目が集まってきた背景について解説する。

1. 高効率な産業電化技術として

近年、なぜ世界的に産業用ヒートポンプに注目が集まっているのだろうか？一言で答えるならば、「高効率な産業電化技術」としての認識が広まったからだろう。

1.1 熱の脱炭素化

カーボンニュートラル（またはネットゼロ排出）を目指す場合、温室効果ガスの大半を占めるエネルギー起源CO₂の排出をゼロに近づけていくためには、一次エネルギーとして再生可能エネルギー（再エネ）または原子力エネルギーを使用するしかない。化石燃料を用いてCO₂を回収・貯留する方法もあるが、持続可能ではない。したがって、電気利用については、再エネや原子力の発電割合を増やすしかない。一方、熱利用についての脱炭素化技術は、下記の3つのオプションに大別できる。

- ① 再エネ熱（太陽熱やバイオマス燃焼による熱など）の直接利用
- ② 原子力熱利用
- ③ 脱炭素電力を熱にエネルギー変換して利用

①については、地理的に活用できる場所では積極的に検討するのがよい。ただし、地理的限界があるため、広く活用することは望めない。

②については、高温ガス炉を産業用熱利用として活用するための技術開発が進められており、将来の技術オプションとして期待される¹⁾。ただし、発電用原子

力施設と異なり、熱利用向けの高温ガス炉は工業地域の近くに設置しなければならないため、社会的に受容されるためにはハードルは高い。

したがって、③の脱炭素電力をエネルギー変換して熱利用に活用することが、比較的実行性の高い技術オプションだと考えられる。

1.2 電化技術の比較

脱炭素電力を熱利用に活用する方法として、図1に示すように、下記の3つが挙げられる。

- ① 水素燃焼：水を電気分解して水素を製造し、その水素を燃焼して熱を得る。
- ② 電気ヒータ：抵抗加熱や誘導加熱などのように、電力を直接熱に変換する。
- ③ ヒートポンプ：排熱や外気から熱回収し、電力を用いて熱需要温度まで熱をくみ上げる。

①～③のそれぞれで適用可能な温度範囲や用途は異なるが、エネルギー効率を考えると、ヒートポンプ、電気ヒータ、水素燃焼の順で適用性を検討するのが望ましい。例えば、成績係数（COP）が3のヒートポンプで賄うことが可能な熱需要に対して水素燃焼を用いると、エネルギー変換等による損失のために、約6倍の電力量が必要になる。CO₂排出量はゼロと言っても、大きな設置面積を必要とする再エネ電力をベースとする場合には、それだけ広い土地を使ってしまうことになる。

電気ヒータについて付記しておく。確かに、同じ熱量を供給する場合には、ヒートポンプと比べてそのCOPの分だけ多くの電力量を消費する。しかし、電