

# ヒートポンプ技術 マガジン

VOL.41 NO.1 / 2023

## Industrial Heat Pumps - Opportunities to Unlock their Full Potential

HPTマガジン 2023 年度の第1号は、

「産業用ヒートポンプ – その可能性を最大限に引き出すための機会」に焦点を当てる。

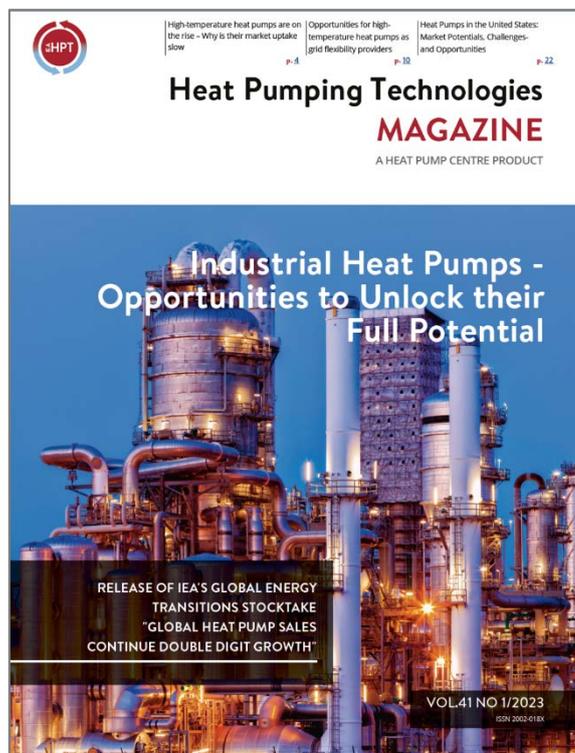
IEA の World Energy Outlook – [The Future of Heat Pumps](#) によると、電化による産業用加熱の脱炭素化が気候危機への取り組みの鍵であり、電気式ヒートポンプは産業部門のプロセス加熱を供給する大きなポテンシャルを有している。本号の序文では、産業用ヒートポンプの可能性を最大限に引き出すためにさまざまなステークホルダーに求められる包括的かつ学際的な取り組みに言及している。

「高温ヒートポンプの台頭 – 市場への浸透が遅い理由は?」と題するコラムでは、産業用ヒートポンプ導入に向けた (i) ガイドライン作成と有資格者の育成、(ii) 将来の産業用ヒートポンプ導入を妨げる、最適でないエネルギーソリューションへの投資を回避するための早期導入支援といった枠組み条件の整備の方策について記載している。

HPT ニュースのフォーカスのパートでは、IEA が発表した報告書「Energy Technology Perspectives 2023」の要旨、IEA と欧州委員会 (EC) が主催した共同ワークショップ「REPowerEU への支援：欧州の手頃で安定した持続可能なエネルギー」の抄録、欧州ヒートポンプ市場の概要を記載している。

本号の特集記事では産業用ヒートポンプの課題と機会に戦略的な焦点を当て、(i) 電力システムのフレキシビリティープロバイダーとしての高温ヒートポンプの機会、(ii) 高温ヒートポンプ用の液体水インジェクションによる湿式および乾式蒸気圧縮の概念化、(iii) 自然冷媒を用いた高温ヒートポンプ技術のコンセプトの開発、(iv) 産業用ヒートポンプによる蓄電、などを紹介している。

[HPTマガジンno1/2023はこちらから>>](#)



Read HPT Magazine NO1/2023 >

---

## マーケットレポート：米国におけるヒートポンプ

### － 市場のポテンシャル、課題と機会

本記事では、米国のヒートポンプ市場について、2010年以降の成長、政策、プログラム、そして今ある課題と機会を含めて述べる。COVID-19パンデミックは、ヒートポンプ市場を含む世界経済に影響を与えたが、米国のヒートポンプ市場は着実に成長している。ヒートポンプは2020年にガスファーンネスの出荷台数を上回り、2022年もこの傾向が続いている。政策と経済的インセンティブが建築部門を脱炭素化に向かわせているため、ヒートポンプの市場シェアは成長が予想される。米国は、温室効果ガスの排出量の削減、電力部門の脱炭素化、ネットゼロ経済の達成という目標を設定している。

気候変動に関する国際的な合意に対するバイデン政権の対応は、世界のクリーンエネルギー経済に向けたコミットメントを確かにするものである。米国は、ヒートポンプ技術の研究を支援し、普及を拡大し、サプライチェーンの脆弱性に対処するために、さまざまな政策措置と焦点を絞った措置を講じてきた。連邦政府の投資は、建築物を手頃で、レジリエンスがあり、アクセスが容易で、エネルギー効率が高く、そして電化された建物へと近代化し、更新することに割り当てられている。市場見通しに関する本記事では、ヒートポンプ関連技術の開発と採用を支援してきた2020年以降の政策のタイムラインも提供する。

米国ヒートポンプ市場の出荷台数は主に空気熱源ヒートポンプで構成され、ヒートポンプ給湯器、水を循環させるヒートポンプ、地中熱源ヒートポンプがそれに続く。空気熱源ヒートポンプは2001年以来、一貫して増加傾向を示しており、2020年に初めてガスファーンネスを上回った。ヒートポンプ給湯器は、すべての家庭用および一部の小型業務用製品に対して高い省エネ評価を要求する規制により、売上が劇的に増加した。地中熱源ヒートポンプの出荷台数は、天然ガス価格と連邦政府の税額控除の影響を受けている。最後に、本記事は、化石燃料の使用を削減し、世界的なエネルギー危機への対応によって生じる供給の混乱への脆弱性を下げるために、ヒートポンプ技術をこれまでになく優先し続けることを提案する。

**Mini Malhotra, Zhenning Li, Xiaobing Liu, Melissa Lapsa, Tony Bouza, Edward Vineyard and Brian Fricke, USA**

この文章はHPCによって短縮されています。

[記事全文はこちらから>>](#)

[HPTマガジンの全文はこちらから>>](#)

---

## 特集記事：電力システムのフレキシビリティープロバイダーとしての 高温ヒートポンプの機会

本記事では、産業部門において熱プロセス電化の可能性をもたらし、高い効率を達成し、200°C までの廃熱を回収することのできる高温ヒートポンプ (HTHP) を導入する際の潜在的な利点と研究のギャップについて述べる。これらの技術を蓄熱やデマンドサイドマネジメント (DSM) 戦略と統合することによって、産業部門の電化によるフレキシビリティープロバイダーが可能となり、産業分野のプレイヤーと系統運用者の双方に大きな利益をもたらすことができる。本研究では、HTHPを電力システムに統合することによる実際の影響を定量化するため、システムレベルの分析と産業プロセスのより詳細なモデリングの必要性についても調査し、産業用ヒートポンプがグリッドの周波数維持の予備力と安定性にいかに貢献できるかを示す。産業熱負荷のフレキシビリティープロバイダーを促進するものとして、プロセスのスケジュール変更、熱慣性の活用、そして熱のバッファという DSM の3つの類型を特定した。

本記事では、大規模展開を可能にするために産業部門で HTHP と蓄熱の利点に対する認知を高めることの重要性を強調し、電力システムにフレキシビリティープロバイダーを提供する有望な技術としてヒートポンプの研究開発が必要であることを強調している。さらに、エネルギーシステムレベルで有意義な分析を行うには、産業熱プロセスとその統合の可能性に関する詳細分析、供給側と需要側およびそれらの相互作用の表現、エネルギーシステムとプロセスのより正確なモデルの開発など、将来の研究で考慮しなければならない重要な側面がある。

結論として、本研究は産業部門とエネルギーシステムの脱炭素化に貢献する高温ヒートポンプの可能性を強調し、これらの技術の可能性を最大限に引き出すためのさらなる研究とステークホルダー間の協業、そして、より持続可能でレジリエントなエネルギーシステムの実現に向けた DSM その他のフレキシビリティープロバイダーとの統合の必要性を呼び掛ける。

**Alessia Arteconi, Chiara Magni, Belgium**

**A. Phong Tran, Johannes Oehler, Panagiotis Stathopoulos, Germany**

この文章はHPCによって短縮されています。

[記事全文はこちらから>>](#)

[HPTマガジンの全文はこちらから>>](#)

---

## 特集記事：高温ヒートポンプ用の液体水インジェクションによる湿式および乾式蒸気圧縮の概念化 – 熱力学的アプローチ

本記事では、高温ヒートポンプ (HTHP) の冷媒として水を用いて、約 200°C の熱エネルギーを提供する熱力学的アプローチについて述べる。これは、電化による産業部門の脱炭素化に不可欠である。R718 と呼ばれる水は、高い臨界温度、大きな蒸発潜熱、低コストなどの独特な特性により、優れた選択肢である。しかし、圧縮工程において、乾き蒸気の吐出温度は、15.6 bar の吐出圧力で約 280～548°C もの非常に高い温度に達する可能性があり、同じ吐出圧力を維持しながら蒸気の過熱度を下げることが難しい。そのため本研究の研究者は、圧縮機の吐出時に蒸気を飽和状態にするための効果的な過熱度低減方法として液インジェクションを提案する。

ロータリーベーン圧縮機を搭載した HTHP の、飽和蒸気線の上下での液インジェクションによる圧縮過程、温度・圧力上昇、圧縮作業、およびCOPを調査する。このコンセプトは、他のタイプの圧縮機でも同じである。本研究の結果、ロータリーベーン圧縮機が気液二層混合物を圧縮でき、乾き蒸気の代わりに湿り蒸気を圧縮することで蒸気の過熱を防ぐことができることも示されている。圧縮行程は、蒸気が所期の吐出圧力に達するまで続く。

さらに、以前に提示されたモデルには、インジェクション中の一定圧力や温度など、いくつか単純化された仮定があり有効でない可能性があるため、この記事では、液インジェクションを伴う圧縮行程に対するより現実的な熱力学的アプローチを示す。本記事では、過熱度低減プロセスの詳細と、それを効果的に達成するために必要となる前提条件について述べる。湿式インジェクション圧縮における圧縮機作業は 344.2 kW、乾式インジェクション圧縮ではそれ以上の値が必要である。最後に、本研究が提案する熱力学的アプローチは、液インジェクションを伴う HTHP の設計者に対して有用な知見を提供できると結論付ける。

**Seyed Mojtaba Hosseinnia, Sébastien Poncet, Hakim Nesreddine and Dominique Monney, Canada**

この文章はHPCによって短縮されています。

[記事全文はこちらから>>](#)

[HPTマガジンの全文はこちらから>>](#)

---

## 特集記事：自然冷媒を用いた高温ヒートポンプ技術のコンセプトの開発

本記事では、200°C までの温度レベルで幅広い産業用途をカバーする高温ヒートポンプ (HTHP) における自然冷媒使用のポテンシャルについて述べる。HTHP は産業プロセス熱供給の電化と脱炭素化

の鍵であり、経済的な競争力を持ちつつ気候目標の達成に貢献する。適切な性能を達成するには、プロセス熱需要とヒートポンプ技術の温度プロファイルが適切に一致している必要がある。したがって、幅広いアプリケーションをカバーするには、複数の将来性のある技術のポートフォリオが必要となる。

自然冷媒は容易に入手でき、地球温暖化係数が低く、幅広い熱力学的特性をカバーしているため、さまざまな用途において有望な候補となっている。炭化水素と R-718（水）と R-744（CO<sub>2</sub>）が産業用の3つの潜在的な自然冷媒であり、それぞれ異なる温度プロファイルに適している。炭化水素はより高い臨界温度を持ち、亜臨界域において高い供給温度を可能にし、温水製造のような中程度の温度グラライドの用途で有望な性能を提供することが期待されている。R-718 は、蒸発プロセスや蒸気生成など低い温度グラライドのアプリケーションを対象としている。R-744 は、スプレー乾燥プロセスのような温度グラライドの大きな用途に適している。

本記事では、既存温水システム・アンモニア冷媒ヒートポンプを備えた醸造所に統合された 2.4 MW の炭化水素冷媒 HTHP、製薬工場における蒸発プロセス用 R-718 システム、そして、R-744 を用いた粉乳のスプレー乾燥システムという3つの技術に対して可能性のある3つのアプリケーションケースを示す。費用対効果の高い機器を使用し、カスケードシステムなどの技術を組み合わせることで、高い温度リフトのアプリケーション向けにそれぞれの技術の強みを強化することができる。

**Martin Pihl Andersen, Jonas Lundsted Poulsen, Brian Elmegaard and Benjamin Zühlsdorf, Denmark**

この文章はHPCによって短縮されています。

[記事全文はこちらから>>](#)

[HPTマガジンの全文はこちらから>>](#)

---

## 特集記事：産業用ヒートポンプによる蓄電 – グリッドレベルのエネルギー貯蔵のためのカルノーバッテリー

本記事では、特にエネルギー集約型プロセスの電化という文脈において、環境への影響を軽減するための効率的な蓄電システムの必要性について述べる。揚水式水力エネルギー貯蔵 (PHES) はグリッドレベルの主要な電力貯蔵技術だが、電化の可能性を十分に活用するには、代替の電力貯蔵ソリューションを調査し、市場投入する必要がある。そのような選択肢の1つがカルノーバッテリー (CB) である。これは、熱機関と蓄熱システムを組み合わせ、電気を熱のエクセルギーとして貯蔵し、回収する。本記事では、CB を定義し、特徴を述べ、充放電プロセスの概要を提供し、重要な構成要素としての大規模ヒートポンプの統合設計アプローチの重要性を強調している。

本記事では、大容量、短放電時間、低単価など、グリッドレベルの蓄電システムに求められる要件について述べる。単価を可能な限り安くするため、リチウムイオン電池に基づくコンセプト

は除外する。本記事は、1922年に最初に提案された概念に基づく、技術成熟度レベルが低いCBの可能性を強調している。CBの充電プロセスは大規模なヒートポンプで行うことができ、放電プロセスはORC（オーガニックランキンサイクル）の熱機関で行われる。CBの総合効率は、ヒートポンプの成績係数（COP）、貯蔵システムの効率、ORCに依存する。

本記事は、CBを市場投入するには商業的に利用可能な設備に焦点を当てるのが有効であると結論付ける。大容量ヒートポンプの統合設計アプローチによって、再生可能エネルギー源電力の使用を最適化することができる。さらに、廃熱を追加の熱源として使用することで温度勾配が減少し、ヒートポンプの効率が向上する。CBはリチウムイオン電池ほどの効率は無いものの、グリッドレベルの電力貯蔵システムの有望な代替手段となる。CBの効率と実現可能性を改善するにはさらなる研究が必要となる。

**Hannah Romberg, Sebastian Ostlender, Christian Vering and Dirk Müller, Germany**

この文章はHPCによって短縮されています。

[記事全文はこちらから>>](#)

[HPTマガジンの全文はこちらから>>](#)

---

[Homepage](#)

[Contact us](#)

[Forward to a friend](#)

Newsletter hosted by

RISE Research Institutes of Sweden

**RI  
SE**



Unsubscribe

この HPT Magazine の効果的な活用のため、今後改善を図っていきたいと考えておりますので、忌憚のないご意見、ご要望などを下記事務局までお寄せ下さい。

事務局連絡先：(一財) ヒートポンプ・蓄熱センター 国際・技術研究部  
IEA HPT TCP 日本事務局 旭 貴弘  
TEL: 03-5643-2404 FAX: 03-5641-4501  
e-mail: [asahi.takahiro@hptcj.or.jp](mailto:asahi.takahiro@hptcj.or.jp)