



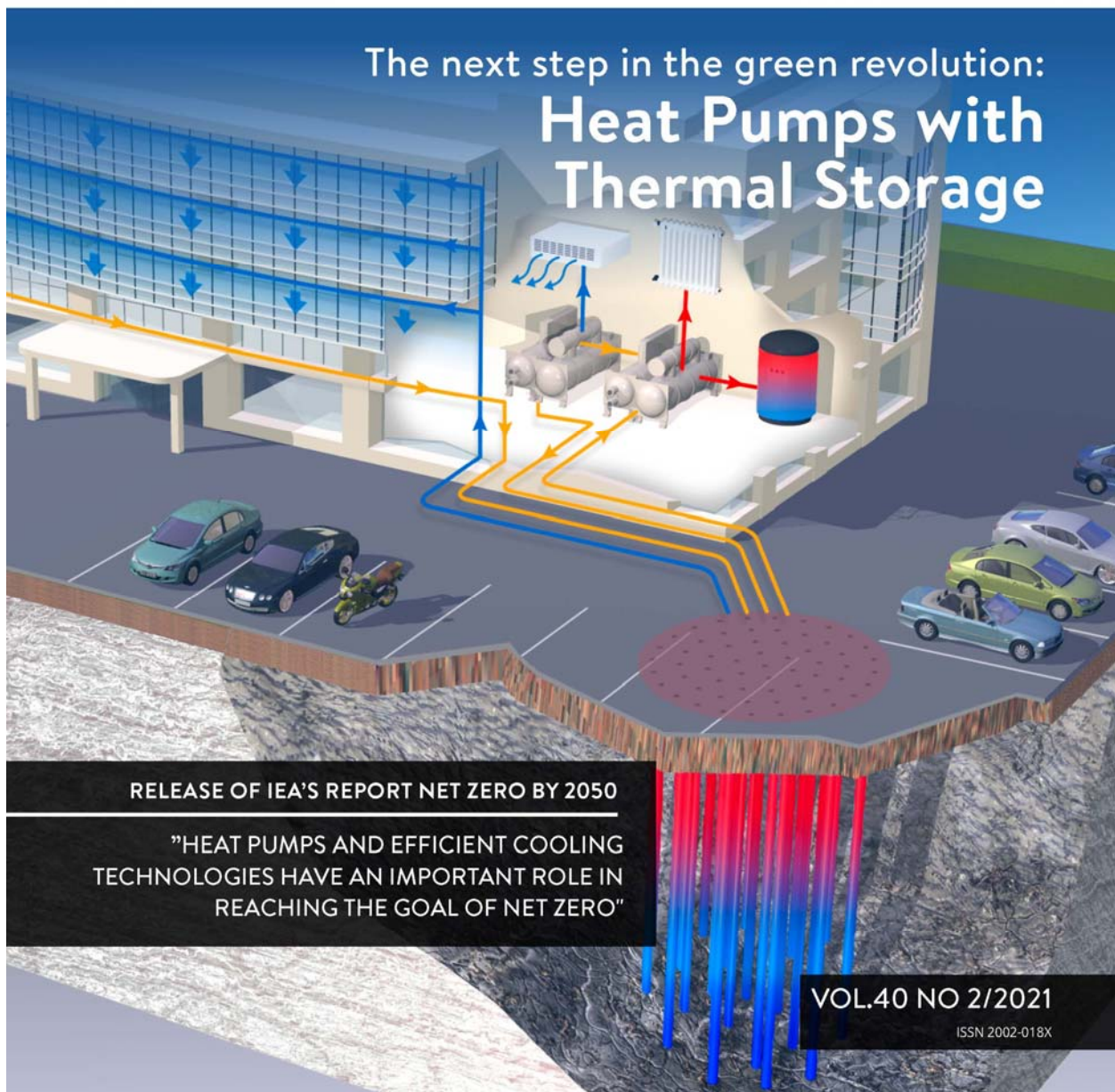
IEA HPT Magazine No 2/2021



国内版第 51 号 (2021 年 12 月 一般財団法人ヒートポンプ・蓄熱センター発行)

# Heat Pumping Technologies MAGAZINE

A HEAT PUMP CENTRE PRODUCT



HPT マガジン国内版は、ヒートポンプセンター (IEA HPT TCP の事務局、在スウェーデン) が発行する IEA Heat Pumping Technologies MAGAZINE を日本語要約したものです。原文の IEA HPT MAGAZINE は、ヒートポンプセンターのホームページ <https://heatpumpingtechnologies.org/the-magazine/> からダウンロードが可能です。

# ヒートポンプ技術

## マガジン

VOL.40 NO.2 / 2021

## ヒートポンプと蓄熱

HPTマガジンno2/2021は[こちらから>>](#)

HPTマガジン2021年第2号のテーマはヒートポンプと蓄熱です。

今号では、IEAの特別レポート「NET Zero by 2050 - A Roadmap for the Global Energy Sector」に関する重要なトピックを取り上げています。このレポートでは、ヒートポンプと高効率な冷房技術が目標達成に重要な役割を果たすことが示されています。

今号の特集記事はいずれも、蓄熱とヒートポンプ・冷房システムの統合に関するものです。2種類の蓄熱を取り上げていますが、いずれも将来のエネルギーシステムにとって重要なものです。ボアホールシステムによる蓄熱と、建物の冷暖房システムの一部として組み込まれた蓄熱であり、前者は季節単位でエネルギーを貯蔵するもの、後者は電力網に短期的なエネルギーの柔軟性を与えるものです。

- ・序文：『ヒートポンプと蓄熱』  
Paul Friedel
- ・コラム：『フランスの建築物規制：ヒートポンプ市場展開のキーとなる推進要因』  
Michèle Mondot, Valérie Laplagne
- ・ヒートポンプ技術のニュース
- ・ヒートポンプ技術協力プログラム 進行中のAnnex

### 特集記事

- ・『ヒートポンプシステムによる高温ボアホール蓄熱槽の効率改善』  
Olof Andersson
- ・『ヒートポンプと蓄熱：カナダの視点』  
Justin Tamasauskas
- ・『デマンドレスポンス向けヒートポンプ式蓄熱の現状』  
Kyle R. Gluesenkamp
- ・『氷・PCM蓄熱槽を用いたグリッド応答型HVAC冷房手法のシミュレーション』  
Bo Shen
- ・イベント
- ・ナショナルチームの連絡先

HPTマガジンの全文は[こちら](#)

Heat Pumping Technologies誌の購読は[こちら](#)

[ウェブサイト](#)では、ニュースや最新情報などをご覧いただけます。

[HPTマガジン no2/2021 を読む >](#)

---

## HPTニュース：IEAが世界のエネルギー部門のロードマップ「Net-Zero by 2050」を発表

国際エネルギー機関（IEA）は、2050年温室効果ガス排出実質ゼロに向けた道筋を示した特別レポートを発表した。平均気温の上昇を1.5℃に抑えるには、世界各国の政府が今日までに行った公約では到底足りないことは明らかである。本ロードマップでは、安価で公正なエネルギーアクセスとともに温室効果ガス排出実質ゼロへの道をたどるための400以上のマイルストーンが示されている。

マイルストーンの中でもヒートポンプは非常に重要な役割を果たすとされている。2045年には、暖房需要の少なくとも50%をヒートポンプで供給する必要があるとし、台数では2020年の1億8,000万台から2030年には6億台、2050年には18億台とヒートポンプ導入範囲の大幅な拡大が必要であるとしている。具体的には、軽工業にも同じことが言える。2050年までに排出量を95%削減する必要があるが、この目標の達成にはヒートポンプが不可欠であり、今後30年間、世界で毎月500MWのヒートポンプ導入が必要となる。

この道のりをたどれば、自然エネルギーを中心としたクリーンでダイナミックかつレジリエントなエネルギー経済を実現することができる。もちろん、ヒートポンプの設置以外の手段、すなわち新規の化石燃料プロジェクトへの投資の停止、2035年以降の新規の内燃機関搭載車の販売の停止、2025年以降の化石燃料ボイラーの販売停止等の対策も存在する。バイオエネルギーや二酸化炭素回収、行動変容など、より不確実な要素についても検討が行われている。

2030年までは現在の技術でほとんどの排出削減を達成することができるが、2050年までの削減量の半分近くは未開発の技術によるものであり、各国政府の取り組みが求められる。

レポートの全文はIEAのウェブサイトより無料で入手できる。また、2050年温室効果ガス排出実質ゼロ達成のために向こう30年間で達成しなければならない重要なマイルストーンを紹介したオンライン・インタラクティブツールも利用できる。

IEAのプレスリリースとレポートの全文は[こちら](#)>>

---

### 特集記事：ヒートポンプシステムによる高温ボアホール蓄熱槽の効率改善

冷却塔で余分な熱を捨て、暖房用にエネルギーを購入する。これが現在の多くの工場建物における現実である。スウェーデンのEmmabodaにあるXylem社の施設ではこの解決方法の模索が行われた。大量の排熱（または冷熱）を季節単位で地中環境に蓄えることを考え、2010年に高温ボアホール蓄熱槽が設置された。

この蓄熱槽は深さ150メートル、4メートル間隔で設けられた140のボアホールで構成され、面積は2400㎡である。当初、蓄熱槽は正常に機能し、2014年には約40℃まで徐々に加熱されたが、最終的に蓄熱槽の温度は横這いとなった。温度が上昇する代わりに望ましくない横方向への蓄熱槽の拡大があることが明らかになり、理論的な計算と経験的な観測によると、季節単位で50%以上の熱回収率を得ることは難しいとされている。このように低い蓄熱温度では、設置されたような直接熱交換システムでは期待した熱を取り出すことができなかった。

熱の抽出が予想よりはるかに低いことも既に指摘されていた。そこで、ヒートポンプシステムの導入と、使用温度の40/20℃への低減という2つの対策が提案され、実施された。これらの対策により蓄熱槽を冷房にも利用できるようになった。

このシステムは有効であり、今では外気温約-5℃まで熱需要をまかなっている。蓄熱槽の温度も徐々に低下し、2021年4月には28℃まで低下した。このシステムにより冷却能力が向上したことで冷却塔の使用が大幅に減少し、熱損失も減少した。

蓄熱槽の初期投資もその後のヒートポンプシステムへの投資もいずれも採算がとれている。熱エネルギーのコスト削減がシステムの消費電力による追加コストを上回り、水処理やメンテナンスの必要性も減少した。Xylem社の経験は、このようなシステムのポテンシャルを最大限に引き出すためにヒートポンプが必要であることも示している。

Olof Andersson, Geostrata HB Sweden, Leif Rydell, Reikab AB Sweden, Niklas Håkansson, Xylem Sweden

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](#)>>



---

## 特集記事：ヒートポンプと蓄熱：カナダの視点

ヒートポンプの使用の増加は、特に他の機器が多く使用されるピーク時にヒートポンプが稼働する場合、電力システムにとって課題となるおそれがある。この記事では、カナダの状況をもとに、ヒートポンプと蓄熱を組み合わせたシステムで建物と電力システムをより柔軟にリンクさせることでこの問題をどのように解決することができるか検討する。

カナダの状況とは、寒冷地における高性能、蓄熱槽の最小化、朝または夕方2時間のピーク発生に重点を置くことを意味する。蓄熱材はPCMであることが多く、相変化温度は40～45℃程度である。前提条件によって結果は異なる。

個体レベルで1台のヒートポンプによる電力需要の増加は問題にならないが、電力需要は外気温と連動しているため、通常電力需要の増加はエリアや地域をまたがって同時に発生する。これが重なると巨大な需要ピークにつながるおそれがある。また、カナダでは空気熱源ヒートポンプがよく用いられているが、気温が下がると性能が低下するため、最も寒い時間帯にはバックアップの電気ヒーターの使用が必要となり、送電網への負荷はさらに高まる。

しかし、この系統容量の問題は克服可能である。ヒートポンプに蓄熱機能を持たせることで、建物内の熱と電気グリッドの間に柔軟なリンクを構築できる可能性がある。電力のピーク時には蓄熱を利用して熱エネルギーを供給し、オフピーク時にはヒートポンプで電力を使用し、熱の供給と蓄熱槽への蓄熱を行う。

システムは屋外ユニット、屋内ユニット、蓄熱ユニットの3つの要素で構成される。オフピーク時には冷媒が蓄熱材を通過して蓄熱を行い、ピーク時にはファンで室内空気を蓄熱材の表面に当てて空気を温める。こうしてヒートポンプの運転はピーク時からオフピーク時に移る。1日に複数のピークがある場合、シミュレーションによるとヒートポンプ容量の70%以上をピーク間の蓄熱に充てる必要がある。

モントリオールの戸建て住宅を対象にシミュレーションを行った。このシミュレーションでは幅木設置型の電気ヒーター、蓄熱無しの可変容量型ヒートポンプ、蓄熱ありの可変容量型ヒートポンプの3つのシステムを比較している。ヒートポンプ付きのシステムでは、いずれも稼働時間の99%で電力需要が大幅に削減された。また、蓄熱機能付きのシステムでは、最大需要（ピーク）を約3分の1に抑えることが可能である。温熱の快適性に大きな影響は見られない。

Justin Tamasauskas, Arash Bastani, Canada

この記事はHPCによって短縮されています。

[記事全文はこちらから>>](#)

---

## 特集記事：デマンドレスポンス向けヒートポンプ式蓄熱の現状

米国では電力の75%が建築物で使用され、その約半分が暖房、換気、空調に使われている。さらに望ましくないことに、建築物は朝のピーク時の電力の78%を使い、電力システムの負荷の大きな原因となっている。

この問題を解決し、ピーク時の電力需要を削減する方法の一つとして、ヒートポンプシステムに接続した蓄熱（TES）の導入が挙げられる。この蓄熱は、電力需要が少ない時に熱エネルギーが蓄えられ、電力需要が多い時に熱エネルギーを建物内のシステムに放出する。適切に用いると電力需要をピーク時からオフピーク時に移すことが可能である。このようにしてピーク時の電力システムの負荷を軽減することができる。

蓄熱には相変化材料（PCM）が適していることが明らかになっている。PCMはヒートポンプ機器または建物外皮に組み込むことができる。このようなシステムを構築するさまざまな方法がパッシブな蓄熱とアクティブな蓄熱の両面で研究されている。また、建築物内に蓄熱槽を組み込む方法も検討されており、必要となるスペースを占有することなくエネルギー需要を削減できる可能性が高い。

最も一般的なものはパッシブな蓄熱である。この場合、PCMは建物外皮に設置されるか、あるいは建築材料自体に埋め込まれる。アクティブな蓄熱はPCMをアクティブに蓄放熱する。蓄放熱は外気温に関係する。蓄熱槽は熱交換器を備えた独立型のタンクで、既存の建築物に比較的容易に接続できる構成になっている。アクティブな蓄熱では、負荷をシフトして電力システムの負荷を緩和できる可能性が高くなる。最大限のポテンシャルを実現するためには、材料とパッケージの両方の開発が必要である。

研究文献によると、ヒートポンプに接続された蓄熱にPCMを使用することの利点が示されている。エネルギーの使用がオフピーク時にシフトし、エネルギー使用量が全体として削減されるが、そのメリットはシステムの構成方法、蓄熱槽の設置場所、パッシブかアクティブかによって異なる。一般的にはアクティブ

なTESシステムの方がパッシブなシステムよりも性能が優れている。建物のエネルギー消費量の削減は9%から62%、ピーク負荷の削減は12%から57%となっている。

Sara Sultan, Kyle R. Gluesenkamp, United State

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>>](#)

---

## 特集記事：氷・PCM蓄熱槽を用いたグリッド応答型HVAC冷房手法のシミュレーション

建築物の冷房には電気がよく使われている。そして住宅の冷房は全体の電力負荷が高い時にも行われる。そのため、冷房はピーク負荷を増やすこととなる。また、時間帯別電気料金の場合、ピーク時の冷房は電力料金にも悪影響を及ぼす。これらの悪影響は電力需要をピーク時からオフピーク時に移行させることで回避することができ、このような対策をグリッドレスポンスと言う。

本稿では米国で行われた2種類のグリッドレスポンス対策のシミュレーションを紹介する。1つは、2速の冷却コイルを備え、ピーク時の能力を最大能力の約75%まで低下させるヒートポンプに着目したもの、もう1つは、ピーク時に氷や他の相変化材料（PCM）を用いて冷房するとともに電気式の冷却コイルをオフにするものである。

これらの対策が、エネルギー需要全体、ピーク時の電力デマンド、快適性、そしてエネルギーコスト全体に与える影響をシミュレーションを用いて評価した。これらのテストは、2つの異なる気候でシミュレーションするため2軒の戸建て住宅で実施した。ジョージア州アトランタは南部の気候、インディアナ州インディアナポリスは北部の気候を代表している。2軒に対して年間エネルギーシミュレーションを行い、冷房システムを通常運転した場合のベースラインとの比較を行った。

シミュレーションでは、冷却コイルの能力を減じた3つのシナリオを設定した。1つ目はベースラインシナリオ、2つ目はピーク時に圧縮機の回転数を下げるシナリオ、3つ目は室内風量と連動して圧縮機回転数を下げ、除湿性を向上させたシナリオである。いずれも両都市のピーク時の電力をベースライン比で26～28%削減した。一方、冷熱量の総量（kWh）は比較的一定であり、快適性が大きく低下したのはインディアナポリスの除湿シナリオだけであった。除湿シナリオでは年間電力消費量とコストが増加し、冷房の期間COPが低下するというマイナス面が見られた。

PCMシミュレーションではベースライン、氷、その他の相変化材料の3つのシナリオを検討した。後者の2つのシナリオではピーク時にヒートポンプの圧縮機を完全にオフにし、相変化材料で冷房を行う。蓄熱槽はオフピーク時に電力を用いて蓄熱される。3つのケースいずれも、冷熱量の総量はほぼ同等であった。ベースラインと比較すると、（氷・PCMの）いずれのシナリオでも電力消費量の総量は増加しているが、主にオフピーク時に移動しており、これによって電力料金も減少した。氷蓄熱よりもPCM蓄熱の方が、両者のCOPの差によって電力消費量とコストが低いという結果になっている。

Bo Shen, Jian Sun, Oak Ridge National Laboratory

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>>](#)



[Homepage](#)

[Contact us](#)

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)