



IEA HPT Magazine No 3/2022



国内版（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

Smart Integration of Heat Pumps with Energy Storage and Solar Photo Voltaics

THE FUTURE OF HEAT PUMPS, A SPECIAL REPORT
IN THE IEA'S WORLD ENERGY OUTLOOK SERIES

THE GLOBAL ENERGY CRISIS IS DRIVING A SURGE
IN HEAT PUMPS, BRINGING ENERGY SECURITY
AND CLIMATE BENEFITS

VOL.40 NO 3/2022

ISSN 2002-018X

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.3 / 2022

ヒートポンプとエネルギー貯蔵、太陽光発電のスマートな統合

HPTマガジンno3/2022はこちら>>

IEAの2050年ネットゼロシナリオによると、イノベーション戦略に支えられたクリーンエネルギー技術の急速な導入と建築部門における行動変容は、2030年までにCO2排出量を大幅に削減し、建築物ストックのゼロカーボン目標を達成する道を開く可能性がある。エネルギー貯蔵や太陽エネルギーと組み合わせたヒートポンプは、建築部門の最も重要な短期・長期目標の達成に向けてさまざまな選択肢と機会をもたらす。ヒートポンプを強力なフレキシビリティ源へと変えるスマート制御と蓄熱・蓄電の影響については、本号の序文で推察されている通りである。

本号の特集記事その他の記事は、(i)地産地消、余剰熱/冷熱、貯蔵、消費を統合するヒートポンプシステムの研究開発、(ii)ヒートポンプのエネルギーシステムへのスマートな統合を通じて、統合型・分散型エネルギーソリューションに戦略的に焦点を当てるためのプラットフォームを提供する。

- 序文：ヒートポンプはクリーンエネルギーパッケージの一部を担う、Jan Rosenow
- コラム：北欧諸国に目を向ける Rolf Iver Hagemoen
- 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**
 - 予測制御によるヒートポンプのスマートな統合 Christina Betzold、Arno Dentel
 - ブラックボックスを開く：ボアホール蓄熱のケーススタディ Tobias Dokkedal Elmø
 - ブラジルの気候・土壌条件における地中熱ヒートポンプの使用に関する分析
Alberto Hernandez Neto、Cristina de Hollanda Cavalcanti Tsuha
- その他の記事
 - 理性と洞察の美しさ: 30年前のボアフィールド方程式についての物語 Lucas Verleyen、Wouter Peere、Emma Michiels、Wim Boydens、Lieve Helsen
- マーケットレポート
 - オーストリア：ヒートポンプ市場レポート Siegfried Thurner
- イベント情報
- ナショナルチームの連絡先

HPTマガジンの購読は[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 no3/2022 を読む >

ニュース：IEAの特別レポート「The Future of Heat Pumps」は、世界的なエネルギー危機によるヒートポンプの急増がエネルギー安全保障と気候変動の恩恵をもたらすとしている

IEAは11月30日、IEAの「World Energy Outlook (世界エネルギー展望)」シリーズの特別レポート「The Future of Heat Pumps (ヒートポンプの未来)」を発表した。本レポートはヒートポンプの見通しを示し、普及加速に向けた主要な機会を特定すると同時に、主要な障壁と政策的な解決策を明らかにし、ヒートポンプの普及加速がエネルギー安全保障と気候変動の取り組みに与える影響を詳細に述べている。暖房用天然ガス使用量を削減し、エネルギー安全保障を支え、排出量を削減し、エネルギー料金を安価に維持する上でヒートポンプこそが主要な解決策であるというのが本レポートの重要なメッセージの1つである。

背景

ロシアが欧州向けの天然ガス供給を大幅に削減したことで、世界的なエネルギー危機はより深刻になっている。各国が危機に対応して取っている多くの対策の中で、ヒートポンプは最も重要な長期的解決策の1つである。レポートには、ヒートポンプがEUのREPowerEU計画や米国のインフレ抑制法をはじめ、各国の政策イニシアチブを通じてかつてない政策支援を受けていると記載されている。しかし、ヒートポンプの生産と普及を拡大するための重要な障壁が残っている。

本レポートについて

IEAのプレスリリースでIEA事務局長Fatih Birol博士は「ヒートポンプは手頃なエネルギー価格、供給の安定性、気候危機に関する政策立案者の喫緊の課題の多くに対応している。太陽光発電や電気自動車などの他の主要な気候対策技術で見られたのと同様にヒートポンプの市場拡大の準備は整っている。政策措置も講じられているが、ヒートポンプが持つ大きな経済的、環境的ポテンシャルを発揮できるようにするには、至急強化することが必要である。」と述べた。

本レポートはこのテーマに関する初の包括的な世界的な展望であり、ヒートポンプが極めて効率的で気候に優しいソリューションであり、消費者の光熱費削減に貢献し、各国の輸入化石燃料への依存を減らすことができる、というメッセージを伝えている。

期待される市場拡大

2021年の世界の暖房需要のうち、ヒートポンプのシェアは約10%程度だが、導入が急速に伸びており販売台数は過去最高水準に達している。近年ヒートポンプ市場は力強く成長し、2021年の世界のヒートポンプ販売台数は15%近く増加し、中でもEUでは約35%増加した。レポートによると、エネルギー危機によってヒートポンプの普及が加速する今後数年間は販売台数の急増が予想される。

ヒートポンプ技術は寒冷地においても実証されておりいくつかの利点を持つため、IEAは政策立案者に対し、かつてない勢いを見せるこの技術を支援するよう助言している。

すべての政府がエネルギーと気候に関する公約を完全に達成するシナリオでは、ヒートポンプは世界全体の暖房と給湯の脱炭素化を実現する主要な手段となる。IEAは、ヒートポンプが2030年に世界の二酸化炭素(CO₂)排出量を少なくとも5億トン削減する可能性があるかと推定しており、これは現在のヨーロッパにおけるすべての自動車からの年間CO₂排出量に相当する。

大手メーカーは現在明るい兆しを見ており、2030年までに売上が3倍になる可能性があると考えている。すでに今日、ヨーロッパを中心にヒートポンプの生産拡大や関連する取り組みに40億米ドル以上を投資する計画が発表されている。

HPT TCPの長期にわたる一貫した取り組みが明らかに技術の発展に寄与しており、その結果、成熟した実証済みの技術として、今日すでに何百万もの家を暖かく保っている。しかし、エネルギーシステムを変革して脱炭素化し、気候変動に関する野心的目標を達成するためには、ヒートポンプ技術分野におけるさらなる研究、開発、実証が必要であり、本レポートでもそのことが述べられている。

[記事全文はこちら>>](#)

特集記事：予測制御によるヒートポンプのスマートな統合

ヒートポンプをPVや蓄電池システムと統合する際、利用可能なPVの電力をそれぞれで共有するという課題に直面する。この調整には、制御に加えて適切なエネルギーのコンセプトが協調していなければならない。

8棟のテラスハウスの集合住宅にヒートポンプをスマートに統合したエネルギーシステムが導入された。要素間のやりとりの調整にはモデル予測制御が使用されている。シミュレーションでは非常に良好な予測制御の結果が示されているが、実際にはそれを再現することはできない。

ヘルツォーゲンアウラハ（ドイツ）の新しい地区「ヘルツォーベース」にある8棟のテラスハウスの集合住宅は2017年に建てられた。建物は「オール電化」で設計され、エネルギー源の中心は電気である。テラスハウスは能力16 kW×2台の可変速ヒートポンプ（MHP）によるセントラル・ヒートポンプシステムを共有し、地中熱源と容量40 kWhの蓄電池システムを備えている。屋根置きPVシステム（88 kWp）によって年間のエネルギー収支はプラスとなる。給湯は、暖房システムのバッファ蓄熱ユニットを熱源とする給湯ヒートポンプ（ブースター）によって各棟に分散されている。

テラスハウスのエネルギーシステムの標準的な運転はPV最適制御（PVC）となっており、PV発電時に蓄熱ユニットをより高温まで蓄熱している。モニタリング2年目は13%と比較的高い増加率を示し、3年目も同様であった。PVCによるエネルギーシステムのシミュレーションは、2019年の実測値を用いてTRNSYSで行った。シミュレーションの結果は負荷カバー係数（LCF）が68%、発電カバー係数（SCF）が42%と高いが、これは主に蓄電池の充放電がより多いためである。

予測制御戦略を導入するために、第1ステップとしてシミュレーションを実施し、第2ステップでその制御戦略を実際のテラスハウスに導入した。制御戦略のシミュレーションには、テラスハウスのエネルギーシステムの2020年の実測値を用いた。予測制御では、MPC（モデル予測制御）とSPC（簡易予測制御）の予測モデルを用いた熱負荷と電気負荷の予測が行われている。SPCは予測モデルとエネルギーバランスを用いて、一日を通じたヒートポンプの運転と蓄熱ユニットの蓄熱の状態を決定する。

制御戦略のシミュレーションによると、PV発電量が多いためHC運転ではすでに非常に高いPV自家消費が達成されている。PVCとSPCのエネルギー消費量は若干多くなるが、PVの使用により運転コストは低くなる。実際の運転での制御戦略を試験するため、MPCとSPCをテラスハウスの実際のエネルギーシステムに導入した。MPCとSPCのプロセスがPVCと異なるのは運転計画が作成される点であるが、これはヒートポンプへと引き継がれる。

Christina Betzold and Arno Dentel, 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>>](#)

特集記事:ブラックボックスを開く:ボアホール蓄熱のケーススタディ

Energy Machines社 (EM) は建物用の統合エネルギーシステムの設計、実装、運用をリードしており、ヒートポンプのデジタル化に重点を置いている。関連して、HPT Annex 56の「ヒートポンプのデジタル化とIoT」のデンマークのワーキンググループの一員でもある。

ボアホール蓄熱 (BTES) を用いた地中熱ヒートポンプは、高効率で最もフレキシブルなヒートポンプである。BTESを新たに設計する際は、ボアホールの温度が氷点下まで下がらないように注意する必要がある。地下蓄熱槽の寿命は通常25年で設計される。実際には、春から初夏にはフリークーリングモードで建物の余分な熱を捨て、夏の暑い時期にはアクティブクーリングで高温側から余分な熱をボアホールに捨てるよう現地で制御される。現地に熱量計を設置してボアホールへの入熱を試算することもできるが、高価であるためほとんどの用途では熱量計は建物インターフェース (冷暖房側) の計測のみに用いられる。

この記事では、トータル冷温熱量およびBTESの蓄熱と熱回収の不均衡について調査した、Energy Machines社のスウェーデンの事例を紹介する。本調査の目的は、特にトータル冷温熱量と熱量計による測定値との比較や、ボアホール蓄熱における不均衡に焦点を当て、EM社が設置した設備の性能に関するより詳細な知見を得ることである。この知見によりボアホールの長期凍結を防止するためのシステム制御の改善や実際のシステムCOPの把握が可能となる。

本ケーススタディで検討したシステムは3台のヒートポンプで構成され、うち2台は並列運転し、もう1台は2台の出口に接続した熱源を用いている。また、3組の圧縮機 (ヒートポンプ1台につき2台の圧縮機からなる2回路) それぞれでの消費電力を測定する電力計も設置されている。Energy Machines 検証ツール (EMV) により、蒸発器の熱出力と凝縮器の放熱量を推定することができる。EMVアルゴリズムには暖房サイクル全体の圧力と温度の測定値の入力が必要であり、これは1分毎に記録され、Energy Machines社の設置した設備すべてを記録、監視するenergy machines.cloudプラットフォームで利用可能である。COP、冷媒流量、コンプレッサー効率など、さらに多くの出力を得ることができ、適切なデータ分析を行えば潜在的な性能上の課題の診断や予測に役立てられる可能性がある。

Tobias Dokkedal Elmøe, 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>>](#)

特集記事:ブラジルの気候・土壌条件における地中熱ヒートポンプの使用に関する分析

地中熱ヒートポンプ (GHSP) は、建物の冷暖房効率を高め、建物の運用に伴うCO2排出量を削減する技術である。ブラジルではこの技術が注目され始め、CO2排出削減の手段として2050年のブラジルエネルギー計画の戦略の1つに含まれている。

地中深部の温度は、季節によって温度が変化する浅層のゾーンと、温度が比較的一定である深層 (地表面から10m以上) のゾーンの2つに分けることができる。ブラジルの気候の多様性を考慮すると南北で地中温度の差があると考えられ、そのため国内各所でGHSPの実現可能性が異なる可能性がある。熱帯地方では深層の一定の地中温度は20~25°Cとばらつ

きがあるが、それでも建物の冷房に用いることは可能である。

GHSPシステムの性能に影響を与えるもう一つの重要な要因である地域の土壌特性として、ブラジルの領土の大部分は不飽和土壌で覆われているが、これらの地域では乾期と雨期が交互に訪れるため、土壌の含水量が季節ごとに変化する。その結果、最も重要な土壌の熱的パラメータである土壌熱伝導率も季節ごとに変化する。

現在のところ、ブラジルでのGHSPの適用は住宅での2件のプロジェクト、研究センターの建物1件および清涼飲料工場の1件のプロジェクトに限定され、他にはブラジル南東部の2件のホテルで今後2年以内に建設予定の2件のプロジェクトがある。研究と技術調査に関しては、様々な地域や建築タイプにおけるGHSP導入の技術的なフィージビリティスタディを中心に、これまで10件以上の研究プロジェクトが実施されてきた。

本調査は、エネルギー消費量が大幅に削減され、最も削減率が高い建物はホテル（43%）とショッピングモール（54%）であることを示している。また、水冷システムを使用するタイプではシステムから冷却塔がなくなるため水の消費量も大幅に（40～60%）削減される。

エネルギーと水が大幅に節減される一方、GHSP導入コストは、特に垂直ループの場合、ボアホール掘削費用に起因して比較的高くなる。そのため、分析に用いた建物タイプでの投資回収年数は10～15年にもなる。また、ブラジルの気候条件では建物の冷房需要が暖房需要よりもはるかに多いため、土壌への不均衡な負荷によってボアホール付近の土壌温度が上昇し、GHSPシステムの効率と寿命が低下する。

Alberto Hernandez Neto; Cristina de Hollanda Cavalcanti Tsuha, Brazil

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>>](#)

マーケットレポート：オーストリアのヒートポンプ市場

オーストリアのヒートポンプ市場発展の歴史としては、1980年代に主に給湯用ヒートポンプの技術普及という初期段階を迎え、その後1990年代に市場が大幅に減少し、2001年から力強い市場普及が始まった。現在は暖房用ヒートポンプが主流となっている。

2001年以降、暖房用ヒートポンプの普及は暖房エネルギー需要の少ない高効率な建築物の導入と同時に進行したが、そのことがヒートポンプの高効率かつ経済的に魅力的な運用に適した条件となった。これは、暖房システムの低温化と、この種の建築物の単位あたり暖房エネルギー消費量の減少によるものである。

ヒートポンプの総販売台数（すべての用途・能力クラスの国内市場と輸出市場）は2021年に前年の50,210台から57,399台に増加し、これは14.3%の成長率に相当する。主に国内市場（+21.6%）で成長がみられたが、輸出市場（+1.9%）でも成長が見られた。国内市場では、350kWまでのすべての能力クラスの暖房用ヒートポンプで特に大きな伸びを示した。家庭用給湯ヒートポンプは国内市場で9.3%、輸出市場で23.4%成長した。

2021年、オーストリアのヒートポンプ部門（製造、販売、設置、熱供給）の総売上高は10億1,500万ユーロで、フルタイムの雇用者数は2,160人だった。2021年の総売上高に占める輸出市場の割合は32.8%であり、前年より若干低か

った。オーストリアの既存ヒートポンプストックにより、2021年には約872,384トンのCO2換算の正味排出量が回避された。現在、ヒートポンプシステムの研究開発は、太陽熱システムや太陽光発電システムなどの他の技術と組み合わせた革新的な設置、空調や冷房などの新しいエネルギーサービス、湿度問題に関連した建築物改修へのアプリケーションなどに焦点を当てている。ヒートポンプ技術をスマートグリッドに活用することで様々なイノベーションを補完することができる。

完了した研究プロジェクトの調査結果やこれまでの市場発展の分析、そして一連の専門家ワークショップの結果に基づいて3つの市場シナリオが作成されている。これらはヒートポンプの種類と能力別に2015年から2030年までの年間販売台数と稼働台数を定量的および定性的に示しており、低・中・高の3つのシナリオとして作成された。

その結果、暖房用ヒートポンプ（H-HP）の10kWまでと10～20kWの2つの能力レンジの割合は2030年までに実施される断熱改修工事の質に依存することが分かった。改修の平均的な質が高い場合は、低い能力レンジが大半を占め、改修の質が低い場合は、高い能力レンジが多くなる。暖房用ヒートポンプの将来の売上高は、ヒートポンプの改修分野での持続可能な暖房システムとしての認識、空気/水システムの騒音の課題の克服、そして灯油や天然ガスの価格など外的要因の2030年までの推移次第である。業界の専門家によると、国内の市場刺激策による影響は減少する。

Siegfried Thurner, Austria

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>>](#)

[Homepage](#)

[Contact us](#)

Forward to a friend

**RI
SE**

Newsletter hosted by

RISE Research Institutes of Sweden



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