



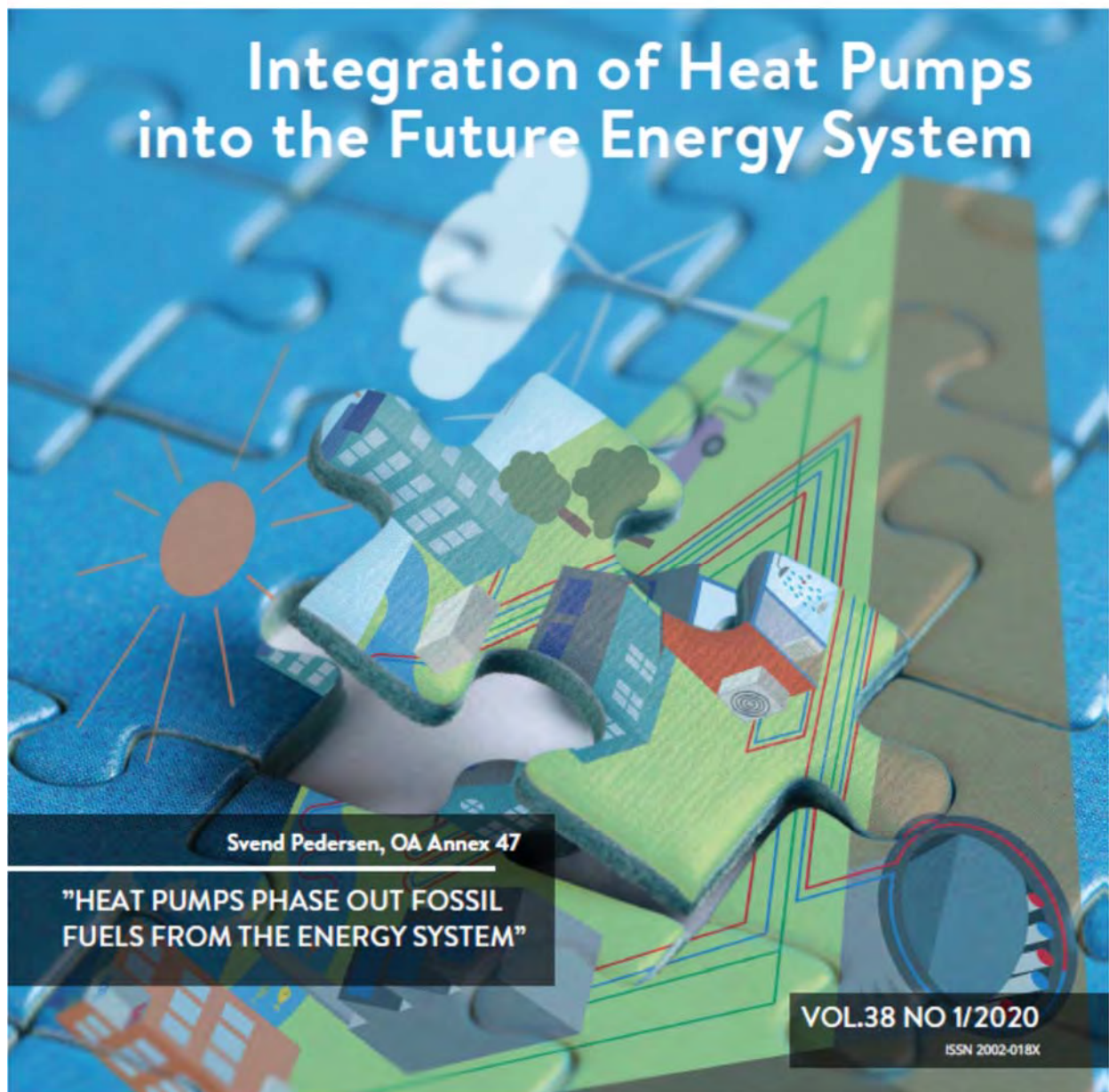
IEA HPT Magazine No 1/2020



国内版第47号 (2020年7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.38 NO.1 / 2020

この号では・・・

コロナウイルスによる実際の、あるいは潜在的な地球規模の影響は莫大です。HPT にとってのこれまでで最も大きな影響は、第13回 IEA ヒートポンプ会議の延期です。これが書かれているとき、いくつかの国は国境を閉ざしており、汚染と深刻な病気の感染者数を減らすために他の対策も講じています。我々は、IEA のエグゼクティブディレクターである Fatih Birol の言に同意します。「各国政府は現在の状況により、気候変動に対する熱意をステップアップし、クリーンエネルギー技術に焦点を当てた持続可能な刺激的政策を打ち出すことができると考えます。コロナウイルスはすでに世界中で大きな災害を与えています。クリーンエネルギーへの移行を妨げることで悲劇を悪化させるのではなく、私たちはそれらを加速する機会をつかむ必要があります。

明日のエネルギーシステムが昨日のエネルギーシステムとは、まるで異なることはすでに知られています。将来的には、環境への影響と資源の枯渇により、化石燃料を再生可能エネルギー源に置き換える必要があります。もちろん、そのような分散した断続的な施策には問題がある可能性があります。しかし、HPT マガジンの本号では、「将来のエネルギーシステムへのヒートポンプの統合」というトピックで、ソリューションが手近にあることを示しています。

まえがきでは、いかにヒートポンプを使用してエネルギー使用量を削減し、化石燃料への依存度を低減するかを議論しています。例として、地域暖房ネットワークのヒートポンプに関連した最近完了した HPT Annex がハイライトされています。本号ではまた、最近開始した Annex56 「ヒートポンプのための IoT」の紹介をします。

2 件の特集記事では、地域暖房システムのヒートポンプとヒートポンプのグリッド制御について議論します。ヒートポンプが個別レベルでもシステムレベルでも必須なコンポーネントである将来のエネルギーシステムのいくつかの側面について議論します。

それでは、読書をお楽しみください！

Johan Berg、編集者

ヒートポンプセンター

– ヒートポンプ技術に関する技術協力プログラム (HPT TCP) の中心的なコミュニケーション

- 3 まえがき
- 4 コラム
- 5 注目のニュース : Gerald Groff, 1934-2019 を偲んで
- 6 HPT News
- 9 ヒートポンプ技術における技術協力プログラム進行中の Annex
- 23 日本のヒートポンプ市場レポート: 前山 英明

## 特集記事

- 27 Annex47: 地域冷暖房でのヒートポンプシステム : Svend Pedersen
- 31 ヒートポンプのフレキシブルグリッド制御 : Markus Lindahl
- 35 イベント
- 36 ナショナルチームの連絡先

Copyright:  
© Heat Pump Centre (HPC)

All rights reserved. No part of this publication may be reproduced, stored in a retrieval system, or transmitted in any form or by any means, electronic, mechanical, photocopying, recording or otherwise, without prior written permission of the Heat Pump Centre, Borås, Sweden.

Published by Heat Pump Centre  
c/o RISE - Research Institutes of Sweden,  
Box 857, SE-501 15 Borås, Sweden  
Phone: +46 10 516 53 42

Disclaimer HPC:  
Neither the Heat Pump Centre, nor any person acting on its behalf:

- makes any warranty or representation,
- express or implied, with respect to the accuracy of the information, opinion or statement contained herein;
- assumes any responsibility or liability with respect to the use of, or damages resulting from, the use of this information

All information produced by Heat Pump Centre falls under the jurisdiction of Swedish law.

Publisher:  
Heat Pump Centre  
PO Box 857, S-501 15 BORÅS  
SWEDEN  
Tel: +46-10-516 53 42  
[hpc@heatpumpcentre.org](mailto:hpc@heatpumpcentre.org)

[www.heatpumpingtechnologies.org](http://www.heatpumpingtechnologies.org)

Editor in chief: Monica Axell  
Technical editors: Caroline Haglund Sögnor, Tommy Walfridson, Markus Lindahl, Martin Larsson, Johan Berg, Ulrica Örnemar, Kerstin Rubenson, - Heat Pump Centre.

Front page: Shutterstock

ISSN 2002-018X  
<https://doi.org/10.23697/xntk-nn21>

まえがき

## 将来のエネルギーシステムに於けるヒートポンプの統合

再生可能エネルギー源の導入という世界的な目標は、我々のエネルギーシステムに変化をもたらしています。温室効果ガス発生量削減に対する期待の高まりに伴い、グリッドにとって価値のあるバランスサービスを提供する新しい技術とエネルギーソリューションが出てきています。重要な要素は、変動するエネルギー源が最適に統合されてエネルギー使用の柔軟性が大幅に向上するインテリジェントなエネルギーおよび供給システムです。



ほとんどの国は、エネルギーシステムの電化と脱炭素化のための化石燃料の段階的廃止に焦点を当てています。kWhあたりの発電コストが化石燃料に競合できるレベルにまで低下したため、ほとんどの国で太陽光発電パネルと風力発電の両方に投資して、再生可能電力の生産を安定させ、最適化し、増やしています。したがって、需要側はより柔軟である必要があります。プールにクラスター化された大規模および小規模のヒートポンプ群は、グリッド内のバランスユニットとして機能できます。ただし、現在のところ、電力料金の変動部分はkWhあたりのコストのごく一部に過ぎないため、消費者にとってインセンティブまたは経済的利益は非常に低くなっています。

EUのプロジェクト「フレキシブルヒートアンドパワー（FHP）」の結果に基づく記事「ヒートポンプのフレキシブルグリッド制御」は、ヒートポンプが送電網のバランスソースとして使用される場合に発生する可能性と課題について説明しています。

研究によると、排熱を回収して使用すれば、ヨーロッパの総熱需要をコスト効率よく30～50%削減できることがわかっています。HPT Annex47「地域暖房・加温および冷却システムのヒートポンプ」では、地域暖房はヨーロッパの暖房需要の最大50%をカバーでき、ヒートポンプは地域暖房グリッドにエネルギーの25%を供給することができると説明しています。つまり、現状に比べてCO2排出量を70%以上削減できるということです。地域暖房ネットワークのヒートポンプへの関心が高まっており、39の事例がAnnex47で説明されています。

地域暖房ネットワークにおけるヒートポンプの急増する需要をサポートするために、HPT執行委員会は、「マルチベクトルエネルギーシステムおよびネットワークにおけるヒートポンプ導入による柔軟性」と呼ばれる新しいAnnexの設立を承認しました。現在、メンバーにはオーストリア、デンマーク、スイス、スウェーデンが含まれています。目的は、地域暖房グリッドでのヒートポンプの可能性と、ヒートポンプが互いにリンクされているときにヒートポンプがエネルギーネットワークに付加できる柔軟性について説明することです。柔軟性が調査された良い例が説明され、知識が国際間で共有されます。

HPT マガジンの今号の2つの特集記事は、将来のエネルギーシステムでのヒートポンプの導入に関する可能性と課題に関する深い洞察情報を提供しています。

**Svend Pedersen**

Annex 47 OA

Danish Technological Institute、デンマーク



## 製品応用のためのヒートポンプR&D

暖房と冷房の他、給湯機と衣類乾燥機や食器洗い機などの白物家電製品は、米国の住宅設備の中で最もエネルギーを消費します。これらの製品のエネルギー消費量と地球温暖化の影響の両方を削減するための研究開発（R&D）が進行中です。

ヒートポンプ給湯機（HPWHs）は、従来の給湯機よりはるかに効率的で、50%以上のエネルギー消費を低減する可能性があります。現在のHPWH製品の多くは、比較的高い地球温暖化係数（GWP）の冷媒であるR-134aを使用しています。R&Dでは、蒸気圧縮サイクルベースのHPWHでR-134aに代わるより低いGWP代替品の評価が進行中です。炭化水素（R-290等）、ハイドロフルオロオレフィン（R-1234yf等）、および混合冷媒（R-450aやR-513a等）を含む一連の冷媒候補が検討されています。ほとんどの代替案は、ベースラインのR-134a技術の効率と同等かそれを超えることが示されていますが、ヒートポンプシステムの変更はほとんどまたはまったく必要ありません。ほぼ同等の能力で、効率が最大10%向上しました。さらに、R-290は、R-134aの技術と比較して、冷媒チャージを大幅に（50%以上）削減できます。

住宅用衣類乾燥機と食器洗い機は現在、電気抵抗加熱を使用しており、蒸気圧縮（VC）ヒートポンプの採用は、スペースの制約、騒音、コスト、冷媒の不確実性など、多くの課題があります。米国では、電気衣類乾燥機は年間185 TWhの一次エネルギーを消費しています。最近の衣類乾燥の研究開発では、ペルチェ効果を利用してヒートポンプを実現するソリッドステートサーモエレクトリック（TE）ヒートポンプ技術の使用に焦点が当てられています。これらのデバイスは通常、特定の温度上昇でVCヒートポンプよりも効率が低くなりますが、衣類乾燥は、プロセス空気の大きな温度変化がTEのモジュール性（つまり、単一のヒートポンプではなく、多くの小型ヒートポンプ）に適しているアプリケーションです。TEはモジュール化されているため、比較的低い温度上昇で動作できます。VCヒートポンプ衣類乾燥機（HPCD）とは異なり、冷媒は使用しません。最近の研究では、TE-HPCDのエネルギー使用量が、従来のERドライヤーと比較して40%削減されています。進行中の研究がHPCDのコストと乾燥時間の削減に成功したら、市場導入とエネルギー使用量に大きな影響を与えます。

食器洗浄に関して、米国の住宅の一次エネルギー消費量は年間83 TWhであり、そのほとんどは給湯と乾燥用です。そのため、ヒートポンプを使用して効率を大幅に向上させることができます。TE-HPCDと同様に、サーモエレクトリック独自の機能を活用してヒートポンプ給湯、ヒートポンプ乾燥、およびヒートポンプによるドレン水からのエネルギーの回収を実現するため現在、研究開発されています。これにより、家庭用食器洗浄に関連するエネルギー消費量を年間25 TWh削減できる可能性があります。

**KASHIF NAWAZ**  
Oak Ridge National  
Laboratory,  
USA



**KYLE R GLUESENKAMP**  
Oak Ridge National  
Laboratory,  
USA



**VIRAL K PATEL**  
Oak Ridge National  
Laboratory,  
USA





## Gerald Groff, 1934-2019 を偲んで

2019年9月、国際的なヒートポンプコミュニティの主要メンバーである Gerald “Jerry” Groff が逝去しました。

ジェリーは IEA ヒートポンププログラムで当初から非常に重要な役割を果たしました。彼は、米国ナショナルチームの創設と調整に尽力しました。1990年から2002年までの12年間、彼はプログラムの国際諮問委員会のメンバーおよび会長を務め、米国とカナダの両方の代表を務めました。彼は、1984年オーストリア Graz での第1回から IEA ヒートポンプ会議に積極的に関与していました。そして2014年のモントリオールまで会議の全てに渡り、取り纏めに尽力したのです。彼のキャリアとヒートポンプ界への幅広い貢献が認められ、2008年に IEA ヒートポンププログラムによって Ritter von Rittinger 賞を授与されました。

ジェリーは、ヒートポンプ技術の分野での豊富な経験と専門知識を持ち、国際的な研究、技術管理、およびマーケティング活動に50年以上携わってきました。彼は、ミネソタ大学で機械工学の修士号、シラキュース大学で工学管理の修士号を取得し、ハーバードビジネススクールで上級管理コースを取得しています。ヒートポンプ技術の分野への彼の献身は、ミネソタ大学の学生の時、ソーラーアシスト・ヒートポンプの設置に関する研究プログラムに参加したときに始まりました。

その後、米海軍の土木工学部隊に所属し、ワシントンDCの海軍航空基地建設での建物の建築、空調・冷凍設備の設置を監督しました。彼はミネソタ大学で空調と冷蔵の講師を務めました。彼はCarrier社で10年間、研究所、技術企画、製品の指導者として働き、米国、カナダ、フランス、ドイツでヒートポンプの先駆的な研究を行った研究チームを率いました。その後、米国太陽エネルギー研究所 (SERI) (現在は国立再生可能エネルギー研究所: NREL) の太陽熱研究部門の管理者を務め、その後、引退するまでMarquardt Switches, Inc. (国際的な電気および電子スイッチメーカー) の社長および CEO を務めました。

彼は、25年間以上、国際冷凍研究所 (USNC / IIR) の米国内委員会のメンバーであり、役員/理事を務めていました。彼は、この研究所でのリーダーシップに対し、USNC / IIR から1999年に W.L Pentzer 賞を受賞しました。彼は IIR Science and Technology Council の副会長、セクション E (ヒートポンプと空調) の会長を8年間務めました。1998年から1999年には戦略計画委員会、2004年には戦略計画検討委員会の委員長を務めました。彼は2003年にワシントンで開催された XXI (21st) IIR International Congress の共同議長を務め、その役割でのリーダーシップが評価され、アメリカの空調と冷凍研究所であるARIから特別賞を受賞しました。

ジェリーは1956年にASHRAE (アメリカ暖房冷凍空調学会、米国暖房・冷凍空調技術者協会) に参加し、長年にわたって以下を含む数多くの賞を受賞しています。

- 》ASHRAE フェロー - 2004;
- 》著名な50年会員賞 - 2006;
- 》F. Paul Anderson 賞 - 2010 (ASHRAEで最高の賞、その専門性と業界への貢献に対して) ;
- 》Distinguished Service 賞 - 2013;
- 》Exceptional Service 賞 - 2014;
- 》John James 賞 - 2017 (ASHRAEの国際的プレゼンスを強化するために最大限に尽力したメンバーの表彰)

ジェリーは彼のキャリアを通じて、技術的リーダーシップ、コラボレーション、ビジョンで認められています。私たちはジェリーと彼の科学コミュニティへの貢献に惜しみない哀悼の意を表します。国際協力と技術進歩の彼の遺産は3年毎のIEAヒートポンプ会議を含め、関連プログラムイベントを通じて継続していきます。



## 第13回 IEA ヒートポンプ会議 2020 によろこそ



第13回 IEA ヒートポンプ会議 (HPC2020) は、ラマダプラザホテル済州、韓国、2020年9月21-24日(もともと5月に予定が、新型コロナウイルスのため9月に延期、下記参照)で開催されます。

会議場は済州島の美しさを示す世界遺産の中心に位置しています。会議では、「ヒートポンプ-グリーンワールドのためのミッション」をテーマに幅広いヒートポンプ技術が議論されます。

9月21日月曜日に、会議の初日は、HPT Annex 参加者およびその他の IEA TCP によって組織された挑戦的なトピックを含む多くの技術ワークショップから始まります。6つのワークショップは、進行中または終了した HPT Annex の OA によって運営されます。他の二つのワークショップは、ヒートポンプセンターが取り仕切ります。ワークショップには、すべての大陸からの講演者があり、最先端の市場概要と成果が紹介され、現状の研究トピックの課題について議論されます。

ワークショップのトピックは次のとおりです。

- ▶ スマートグリッドのヒートポンプとハイブリッドヒートポンプ (Annex42 および Annex45)
- ▶ ヒートポンプ給湯機、挑戦的な未来 (Annex46)
- ▶ nZEB (Annex49) 用ヒートポンプの設計と統合
- ▶ 集合住宅の暖房およびDHW用ヒートポンプ (Annex50)
- ▶ 低GWP冷媒ヒートポンプ (Annex54)
- ▶ エネルギー貯蔵ヒートポンプ: 快適性と気候ボックス (CCB) (ECES/ HPT Annex55)
- ▶ 高温多湿な気候のための快適性と気候ボックスソリューション (ヒートポンプセンター)
- ▶ 動向調査、HPT TCP 半期戦略の評価 (ヒートポンプセンター)

本会議のオープニングセッション後、会議は3日間、4つの並行したプレゼンテーショントラックで開催されます。各トラックのトピックを以下にまとめます。

## ヒートポンプ技術のニュース

### Track 1:

一戸建ておよび集合住宅用の住宅用ヒートポンプ、デジタル化および障害検出、エネルギー貯蔵、空気熱源ヒートポンプ、換気および冷却機能付き多機能ヒートポンプ、テストおよび計算方法、代替/新しい冷媒/サイクル；

### Track 2:

市場と政策、ハイブリッド技術のヒートポンプ、地中熱源と太陽熱ヒートポンプ、スマートグリッドおよび地域冷暖房用ヒートポンプ、家庭用温水ヒートポンプ、商業ビル用ヒートポンプ；

### Track 3:

3つの空調技術セッション、4つの廃熱利用を含む産業用ヒートポンプセッション及び家庭用温水ヒートポンプ；

### Track 4:

作動流体と冷媒、冷媒のリスク評価、非伝統的な技術、吸着およびガス駆動ヒートポンプ、システムとコンポーネントの開発、nZEB(ほぼゼロエネルギーの建物)。

HPC2020 では、220本を超える高品質の論文がテクニカルセッションで発表され、参加者はヒートポンプに関する数多くの最先端のプレゼンテーションに出会えるでしょう。さらに、この会議は、ヒートポンプ技術の最新動向について話し合い、市場、ポリシー、標準に関する重要な知見を交換するためのフォーラムとして機能します。国内外の企業の製品や技術を

共有するために、展示会も開催されます。9月23日水曜日に、発電所と海水ヒートポンプのデモンストレーションサイトへのテクニカルツアーが行われます。

HPC2020の予期せぬ延期に関して、会議組織委員会は皆様のご理解を心から望みます。延期の決定は、5月の会議の開催に関連して評価されたリスクに基づいていました。また、新しい日付の選択は、移動の状況が9月までに改善されるという希望的観測と確信に基づいており、同時に、提出された論文やプレゼンテーションが陳腐化することがないように考えられています。同時に、会議の質と参加者の満足度を高めるために、追加のプロモーションが提供されます。会議は延期されますが、9月のイベントは皆様の継続的なサポートでさらに成功すると確信しています。

会議のウェブサイトでは追加のアップデートと詳細が提供されます。<http://www.hpc2020.org/>  
[www.heatpumpingtechnologies.org](http://www.heatpumpingtechnologies.org)



ラマダプラザホテル済州の夜景と済州のイメージ



## HPT TCP welcomes Annex 56

ANNEX  
56

ヒートポンプのための IoT

IoT Annex は、IoT 対応ヒートポンプの可能性と課題に焦点を当てています。接続されたデバイスは、ユーザーの快適性の向上、エネルギー消費の削減、熱供給の脱炭素化などの複数の目的に対応し、将来的に大きな役割を果たすでしょう。Annex には、家庭用および商業用のヒートポンプの他、産業用のヒートポンプも含まれます。

### 目的

この Annex では、IoT 対応ヒートポンプの可能性と課題について詳細に議論します。これは、さまざまなレベル（OEM、ヒートポンプメーカー、コンサルタント、設置業者、立法者など）で知見を増やし、ガイダンスを提供し、将来の標準化に貢献することを目的としています。

Annex の結果は、OEM、ヒートポンプメーカー、業界団体、基準当局などの関連するターゲットグループに、カスタマイズされたメッセージで広く公開されます。

## ヒートポンプはネットゼロ目標を達成するための鍵です。

英国ヒートポンプ協会（HPA）は、如何にヒートポンプ技術が、英国の 2050 年ネット・ゼロ炭素排出量の目標達成に役立つか、そのロードマップを公表しています。

HPA のビジョンレポート（ネットゼロの実現：ヒートポンプの役割ロードマップ）は、ヒートポンプの展開の拡大を通じて必要な熱の脱炭素化を実現するという課題に取り組むための業界の取り組みと準備状況を概説しています。この目標を達成するための 3 つの重要な柱について強調しています：

- ▶ 消費者を変化の中心に置く；
- ▶ インストーラーベースのスキルアップ；
- ▶ 政府と協力して支援的な政策ミックスを確保；

これは、政府、認証機関、その他の業界団体、設置業者との協力にも関連します。

熱の脱炭素化は、英国が 2050 年までにゼロ炭素排出量の目標を達成することをコミットする最初の主要国になると政府が発表した後、重要な優先事項と見なされています。

このレポートは、ヒートポンプがいかにかして莫大な炭素節約を直ちに実現できるかを説明し、このことが気候変動危機の最悪の事態を回避するために不可欠であると主張しています。



それにより、Annex は、IoT アプリケーションについてのヒートポンプ技術に関するガイダンス、データ、および知識を提供します。

詳細は、下記の Annex ホームページ参照：

<https://heatpumpingtechnologies.org/annex56/>

低炭素暖房システムが消費者にとって魅力的であり、また快適さのレベルを改善するか、金銭的なメリットがない限り、化石燃料の燃焼による排出量が低下しないことをレポートは、また強調しています。ビジョンレポートは、ヒートポンプ技術が燃料の枯渇や大気汚染など他の問題解決にも役立つという消費者へのメッセージを送っています。

適切に訓練され習熟した技能者も、ヒートポンプシステムを効果的に設計、設置、操作するために不可欠です。HPA は、今後数か月以内にわたって他の主要組織と協力して、効率的な低炭素暖房システムの設計、設置、維持の全プロセスを通じて既存の暖房エンジニアを訓練するプログラムを展開する予定です。



「暖房産業は炭素排出の最大の要因であり、我々は、暖房供給の脱炭素化において、極めて重要な局面にいる。」と HPA の会長、Graham Wright は述べています。

「HPA は、現時点で国がヒートポンプ技術を採用する大きな機会があると信じています。そして、ヒートポンプが強力な炭素節約を提供するという事実を再度強調したいと思います。これは将来さらに増加し続けます。」

出典：

<https://www.coolingpost.com/uk-news/heat-pumps-key-to-net-zero-target/>



## ヒートポンプ技術における技術協力プログラム 進行中の Annex

HPTTCP 内のプロジェクトは Annex として知られています。Annex への参加は、プロジェクトの特定の目的に関してだけでなく、国際的な情報交換によっても、国内の知識を高めるための効率的な方法です。Annex は限られた期間で活動し、目的は研究から新技術の導入まで様々です。

|  |    |                                    |
|--|----|------------------------------------|
| FUEL-DRIVEN SORPTION HEAT PUMPS  | 43 | AT, DE, FR, IT, KR, SE, UK, US     |
| DOMESTIC HOT WATER HEAT PUMPS  | 46 | CA, CH, FR, JP, NL, KR, UK, US     |
| INDUSTRIAL HEAT PUMPS, SECOND PHASE  | 48 | AT, CH, DE*, DK, FR, JP, UK        |
| DESIGN AND INTEGRATION OF HEAT PUMPS FOR nZEB  | 49 | AT, BE, CH, DE, NO, SE, UK, US     |
| HEAT PUMPS IN MULTI-FAMILY BUILDINGS FOR SPACE HEATING AND DHW   | 50 | AT, CH, DE, FR, IT, NL             |
| ACOUSTIC SIGNATURE OF HEAT PUMPS   | 51 | AT, DE, DK, FR, IT, SE             |
| LONG-TERM MEASUREMENTS OF GSHP SYSTEMS PERFORMANCE IN COMMERCIAL, INSTITUTIONAL AND MULTI-FAMILY BUILDINGS | 52 | DE, FI, NL, NO, SE, UK, US         |
| ADVANCED COOLING/ REFRIGERATION TECHNOLOGIES DEVELOPMENT   | 53 | CN, DE, IT, KR, SE, US             |
| HEAT PUMP SYSTEMS WITH LOW GWP REFRIGERANTS  | 54 | AT, DE, FR, IT, JP, KR, SE, US     |
| COMFORT AND CLIMATE BOX  | 55 | AT, CA, DE, FR, IT, NL, SE, UK, US |
| INTERNET OF THINGS FOR HEAT PUMPS  | 56 | AT, FR, DE, CH                     |

NEW \*)OperatingAgentfromGermany,butnootherpartiesfromthecountryparticipate.

ヒートポンプテクノロジー参加国に関するテクノロジーラボレーションプログラムは次のとおりです。

オーストリア (AT)、ベルギー (BE)、カナダ (CA)、中国 (CH)、デンマーク (DK)、フィンランド (FI)、フランス (FR)、ドイツ (DE)、イタリア (IT)、日本 (JP)、オランダ (NL)、ノルウェー (NO)、韓国 (KR)、スウェーデン (SE)、スイス (CH)、英国 (UK)、および米国 (US)。

太字の赤い文字は、オペレーティングエージェント（プロジェクトリーダー）を示します。

ANNEX  
46家庭用  
ヒートポンプ給湯機

## 序論

先進国全体で、家庭用の水の加熱は、家庭部門におけるエネルギーで最も消費する項目の1つです（エネルギーシェア10～20%）。これは政策立案者にとっての課題となっています。この高いエネルギーシェアには2つの理由があります。一つには、新しい国内の建物のエネルギー性能に関する厳格な政府の方針と本質的に優れた断熱性のために、暖房用のエネルギー需要が低くなる傾向があります。それと温水のエンドユーザーによるより高い快適性の要求、および国内の法律で要求される比較的高い温水温度です。

ヒートポンプ給湯機とは、一般的に空気熱源ヒートポンプを有する単一ユニット（モノブロック）として定義されます（Fig.1）。ヒートポンプ（コンプレッサー、膨張弁、蒸発器と凝縮器を含む）と一体型貯湯タンク（多くはヒートポンプの下に置かれる）とによる一体型ユニットです。これらのモノブロックシステムは、一戸建て住宅の多くの場合に推奨されるソリューションです。ただし、一戸建て住宅や集合住宅のほか、ホテル、病院、スポーツ施設等向けにモノブロック以外にも、多くの選択肢があります。需要と使用方法の地域差があり多くの技術が適用可能です。従い、部屋の暖房/冷房システムよりもはるかに複雑です。

しかしながら、本質的に、温水システムは、熱発生器（すなわち、ヒートポンプ）、断熱貯蔵システム/タンク、および温水の出水点、熱交換システムの機能からなります。これらは通常、必要な温度のための最少のシステムで構成され、多くの場合、法的要件によって左右されます。

住宅市場では、小型化、低騒音、寒冷地仕様、さらに高効率と低価格のニーズがあります。一体型ヒートポンプ給湯機は、ある程度成熟市場レベルに達しますが、まだ改善のための大きな余地があります。ヒートポンプ温水器は、今のところ水を加熱する最も効率的な方法です。しかしながら、ヒートポンプ給湯機自体は、加熱および排出のプロセスにおいて多くの損失が発生するため、それ自体はエネルギー効率がありません。冷媒、凝縮器の構成、貯湯サイズ、およびスマート制御による効率の向上に焦点を当てた技術の研究開発に加えて、取り組むべき課題がいくつもあります。

市場の拡大に必要な短期的効果は、ヒートポンプ給湯機の市場の可能性について、より大きな政策意識を獲得することで、適切な政策を提唱する上で、ヒートポンプ技術を販売または設置する商業市場プレーヤーの利益と、競合する従来の技術を販売する企業の、時には大きな経済的利益との間には、微妙な壁があるのです。そのため、DHW HP に対する直接的な政策的サポートは非常にまれであり、ヨーロッパ、北米、アジア全体でばらつきがあります。日本政府がECO-Cuteのために開始した優れたベストプラクティスの例である「導入補助金スキーム」は、他の国では単純にコピーすることはできま

せん。認識は政治レベルで達成されなければならなりません。これは、個々の国が配布または使われた概要資料（チラシ）で結論と推奨事項をわかりやすい言葉で要約することで実現できるのです。

## 目的

Annex の目的は、DHW ヒートポンプ技術に関する情報を分析し、市場（エンドユーザーからコンサルタント、建築業者、政策立案者まで）で体系化し、機会をよりよく理解できるようにして、一次エネルギー消費の使用を削減し、CO2 排出量とエネルギーコストを削減するためにそれらを適用することです。

## 2019年の進捗

2019年の作業の多くは、Annex 作業の結果を公表されるレポートに要約することでした。2018年の終わりに実際に始まった多くの議論が確定報告書につながり、結論は参加者と専門家にサポートされた国家代表チームによって採択されました。主な結論は次のとおりです：

- 冷媒：ヒートポンプ給湯機用には、単一の代替冷媒で現状、すべての理想的な要件を満たしていません。Fガス規制は、GWP が低減された冷媒の使用に対するインセンティブを与えています。つまり、ヒートポンプシステムからの直接排出を低減することが期待されているのです。ただし、これは必ずしもライフサイクル気候パフォーマンス（LCCP：製品寿命気候負荷）の値で表される気候への影響の低下にはつながりません。代替冷媒を選択する場合、システムの気候への影響全体を評価するため、LCCPが必要になる場合があります。

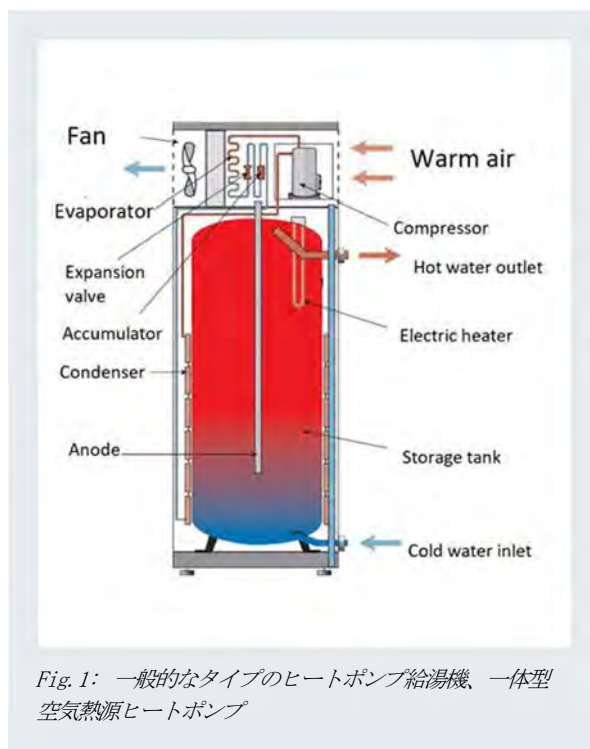


Fig. 1: 一般的なタイプのヒートポンプ給湯機、一体型空気熱源ヒートポンプ



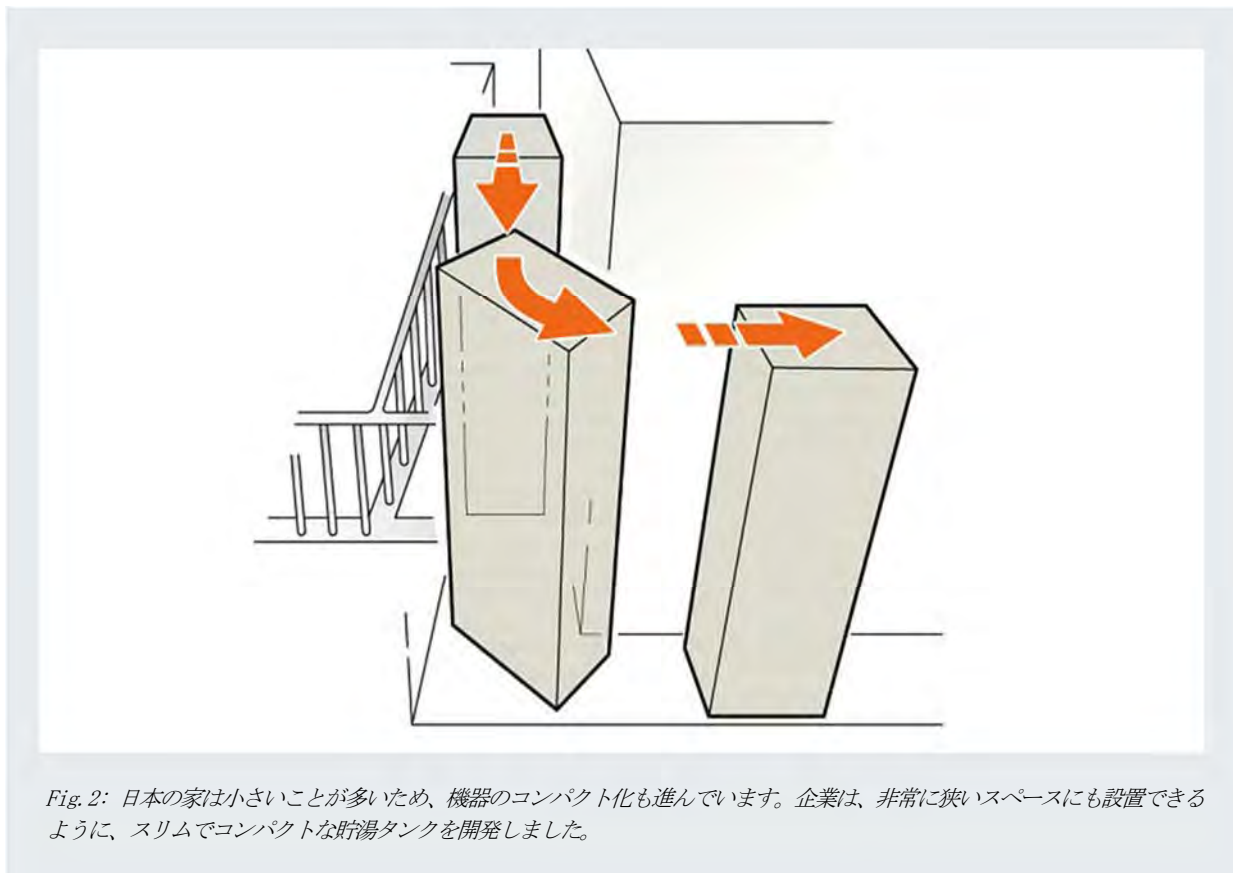


Fig. 2: 日本の家は小さいことが多いため、機器のコンパクト化も進んでいます。企業は、非常に狭いスペースにも設置できるように、スリムでコンパクトな貯湯タンクを開発しました。

» レジオネラ：一世帯の建物および集合住宅の集合システム、スポーツセンター、病院などのヒートポンプ技術は、レジオネラを滅菌するために必要な温度を提供するのに適しています。

» システムモデル：ポリシーの観点からのシステムの客観的な比較は、一次（化石）エネルギーからエンドユーザーまでの完全なチェーンの全体的な効率が比較され、チェーン効率に基づく必要があります。そしてチェーン内の最も弱いリンクが分析されます。システムでの給湯の技術や、集合住宅向けの革新的なソリューションを考慮した公のモデルはありません。

» Technical models: EDF、早稲田大学、オークリッジ国立研究所、Ulster 大学は、さまざまな視点でモデリングに取り組んでおり、この主題で技術論文を発表しています。Annex は、KTH や Politècnica de València 大学などの、非参加国の当事者に IIR のルートを通じてやり取りし、重要な情報を共有することが出来ました。

» Research and Development: 参加国では、ヒートポンプ給湯機に関する R&D の特定のプログラムが実行されています。また、その他の技術の中でもヒートポンプ給湯機技術がサポートされている一般的な R&D プログ

ラムが実行されています。多くの主要なヒートポンプメーカー/サプライヤは、自社で製品の全てを製造していません。これらのメーカーの研究開発は、主に「アプリケーション開発」であり、既存および将来の市場と顧客のニーズと嗜好に焦点を当てています。これは興味深い市場であり、市場に広がるためにはイノベーションが非常に重要です。ローカル市場での需要に焦点を当てた開発の重要なトピックは、以下です。

- システム技術；
- インストーラー重視のテクノロジー（Fig. 2）；
- エンドユーザー向けのテクノロジー；
- 水質管理技術；
- スマートテクノロジー

**Annex ウェブサイト**

<https://heatpumpingtechnologies.org/annex46/>

**Contact**

OA は、オランダの Phetradico Communication & Publishing の Onno Kleefkens です。  
[onno@phetradico.com](mailto:onno@phetradico.com)

ANNEX  
49

設計との統合  
nZEB のための  
ヒートポンプ

約1年前の2019年1月1日、EU加盟国の新しい公共の建物にほぼゼロエネルギーの建物（nZEB）が導入されました。要件は国によって異なりますが、効率的な暖房システムやその他の建築システム技術は、この要件を満たすのに有効です。1年以内、2021年1月1日までに、この要件はすべての新しい建物に拡張されます。

IEA HPT Annex49のTask1では、さまざまな参加国の要件が比較され、ヒートポンプアプリケーションの要諦が導き出されます。これに基づき、Task2で、ヒートポンプの統合オプションが評価され、Task4の中でnZEBにおけるヒートポンプアプリケーションの設計と制御への影響が調査されます。

Task3では、実際に構築されたnZEBでのヒートポンプのモニタリングが相互並行で評価されます。たとえば、ノルウェーでは、大きなnZEB建物にいくつかのモニタリングプロジェクトがあり、その中にはホテル、スーパーマーケット、学校の建物、および5つのオフィスビルの集まりがあります。測定された性能はモニタリング対象のほとんどの建物で良好ですが、ヒートポンプの運転を改善するための最適化の余地も見出されています。ノルウェー南部のKristiansandのJustvik Skoleにある校舎は、ノルウェーのパッシブハウス基準（NS 3701）に基づいてエネルギー基準面積3,480m<sup>2</sup>で建設されています。（Fig.1を参照）

設計段階では、DHW（Domestic Hot Water:家庭用温水）の割合は総熱エネルギーの55%と見積もられました。したがって、DHW運転に対して高効率の地中熱源のCO<sub>2</sub>ヒートポンプが適用されました。3℃ / -2℃および30℃ / 70℃のテストポイントで、COPは2.9に達しています。部屋暖房運転においても優れた性能を達成するために、熱放出システムは、ヒ

ートポンプの戻り温度を低くするように特に調整されています。CO<sub>2</sub>ヒートポンプの性能は、ガスクーラーに接続されたシステムの戻り温度の影響を強く受けるため、低戻り温度でCOPと暖房能力が向上します。加熱システムは、このように45~40℃の動作温度を有する低温ラジエーターから構成されており、床暖房システムが35と30℃の間、で動作し、換気空気加熱が30から18℃でシリーズに動作します。DHW暖房は、入り口水温14℃と出口水温55℃で、並列に接続されており、いつでも動作できます。2018年2月から9月のモニタリング期間中で、適正平均COP=3.0と78%のカバー率が測定されました。これは、COP3.4およびカバー率94%の設計値を下回っており、最適化の可能性を示しています。1つの理由は、DHWの使用量が少ないことです。これにより、戻り温度の低下が制限され、従いヒートポンプのパフォーマンスが制限されています。

CO<sub>2</sub>ヒートポンプのガスクーラーの温度センサーに異常があり、ガスクーラーの圧力と温度が最適ではなくなりました。したがって、性能が低下し、暖房能力に影響が出ました。可能な最適化は、ガスクーラーの温度と圧力を厳密に制御して、ガスクーラーの温度測定を改善することです。また、ラジエーターの設定値を低くし、換気空気の温度を上げて、暖房システムの戻り温度を下げる必要があります。さらに、熱源システムが小さすぎるため、ボアホールを追加して拡大する必要があります。その上で、高いDHW使用率がCO<sub>2</sub>ヒートポンプの戻り温度を低くしてシステムパフォーマンスを向上させます。

Annex ウェブサイト

<http://heatpumpingtechnologies.org/annex49/>

Contact

OAは、スイスSFOEのCarsten Wemhoenerです。  
[carsten.wemhoener@hsr.ch](mailto:carsten.wemhoener@hsr.ch)

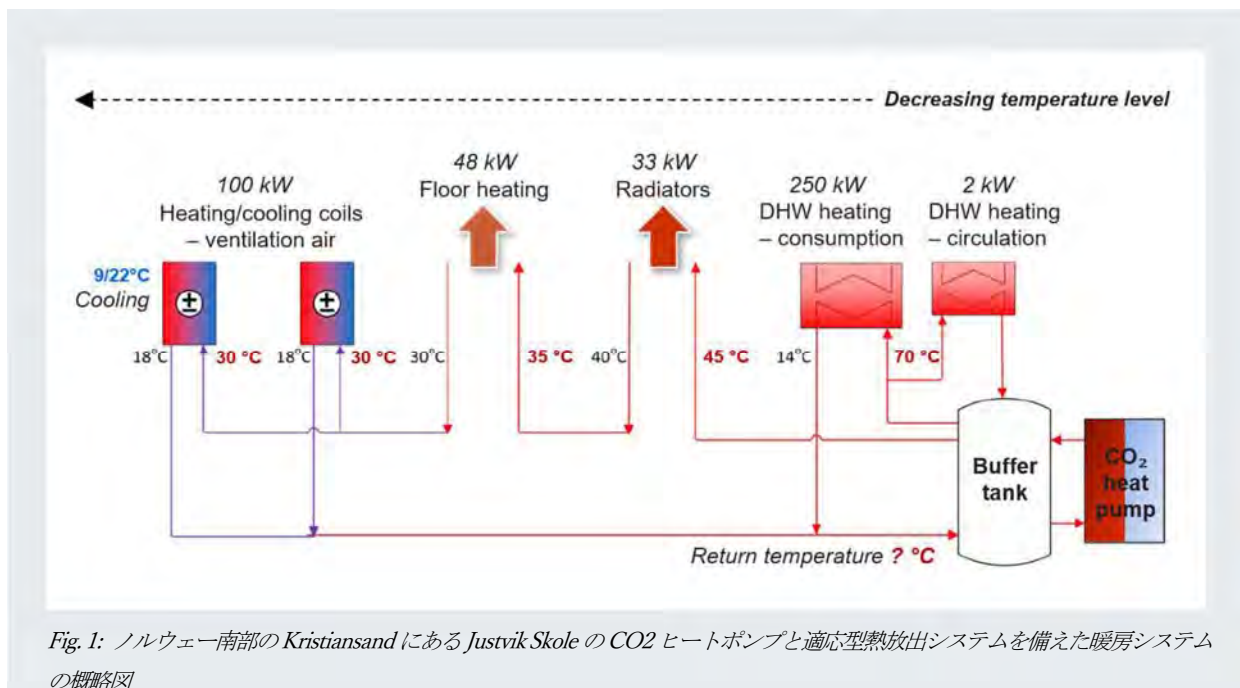


Fig. 1: ノルウェー南部のKristiansandにあるJustvik SkoleのCO<sub>2</sub>ヒートポンプと適応型熱放出システムを備えた暖房システムの概略図



**ANNEX 50** 集合住宅ビルでの  
スペース暖房および  
DHW 用ヒートポンプ

**序論**

建築部門は、すべての国のエネルギー消費にとって重要な役割を果たしています。発電および輸送部門は別として、温室効果ガスの排出に関して最も重要な部門です。従って、建物からのCO2排出量の抜本的な削減は、気候中立（実質排出ゼロ）を達成するために非常に重要です。

さまざまな特殊な熱需要特性があるため、ヒートポンプ技術と再生可能エネルギーの適用は、新しく建てられたアパートよりも既存集合住宅の方が複雑です。第一に、全体的な熱需要に対する家庭用温水需要の割合は、気候をはじめとして、さまざまな建築基準によって異なります。第二に、暖房システムの温度レベルは、これらの側面および設置されている熱伝達システムの影響を受けます。このように、多様な熱需要特性に対応することは、集合住宅におけるヒートポンプのより広範な普及に於ける課題なのです。

このように、Annex50 は、これらの市場でのヒートポンプの障壁とそれらをどのように克服するかを特定することによる集合住宅ソリューションに焦点を当てます。参加国の要求に応じて、新しい建物とレトロフィットの両方、および建物へのより高い比熱要求が考慮されます。

需要側のエンドユーザーとして、大規模な団地を所有している自治体や住宅会社は重要なターゲットグループです。供給側では、ヒートポンプメーカー、電力会社、技術コンサルタント、計画立案者/設置業者が対象になります。さらに、政治的意思決定者は、2050年にゼロエネルギーを将来開発の目標に設定しているため、大いに興味を持っています。

**目的**

- » 集合住宅対応のための HP システムおよび/または HP コンポーネントの強化；
- » エネルギー的に改修された建物および外壁を改修していない建物における HP 適用の概念の開発およびデモンストレーション；
- » 二価（二熱源機）またはハイブリッドシステムの最適な二価温度（単一熱源機運転の加熱能力限界温度）を見つける；
- » HP のコンポーネントの特性に対するニーズの特定と把握。これらは市場で入手可能な製品では達成されず、進行中の研究開発プロジェクトの範囲でもない；
- » 建物の種類や生態学的 - 経済的状況および気候帯に応じた、最適な（マルチ）熱源および運転モード（燃料駆動型、電気駆動型、ハイブリッド型）の解決策に関する現在の推奨事項。

**進捗**

*Success Stories:*

1. 暖房需要を考慮するために、居住者の行動、ヒートポンプのタイプ、建物の構造などを変数として考慮する必要があります。したがって、Annex50 は「システムマトリックスツール」を開発しました (Fig. 1)。このシステムマトリックスは、集合住宅を3つのステップに分けて考えます。最初に、ヒートポンプのタイプと使用方法を一般的に説明する7つのスキームの1つに分割します (Fig. 2)。続いて、ヒートポンプのより詳細な説明を含む分析と、各ソリューションの賛否両論の評価を行います。最後のステップでは、ファクトシートが公開され、説明、写真、技術的概念などのすべての関連情報を

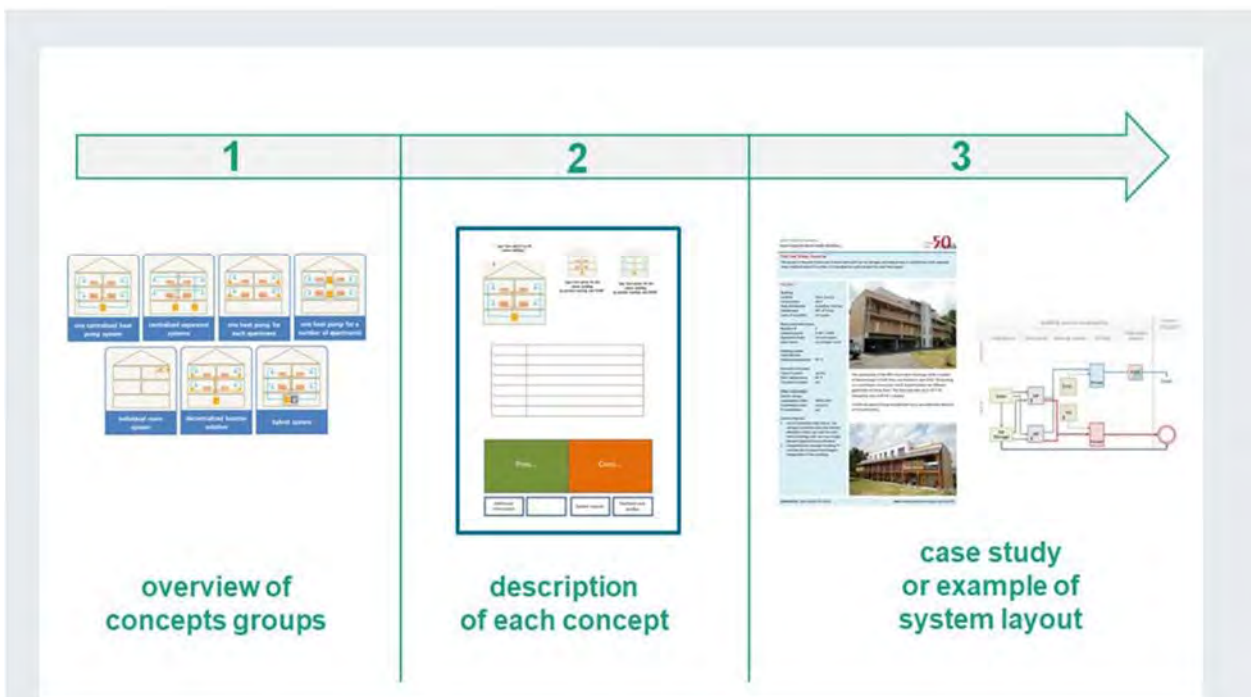
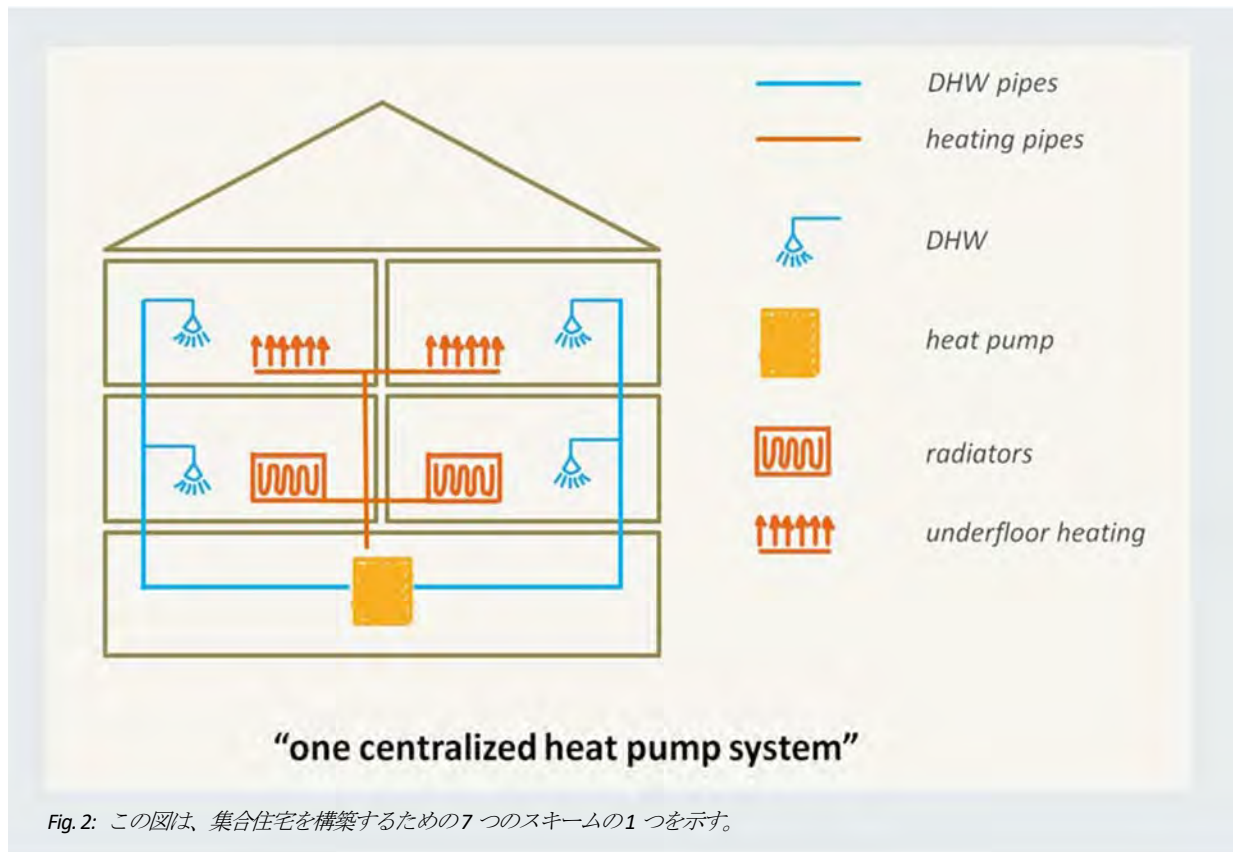


Fig. 1: 新しいマトリックスツールのおかげで、ヒートポンプが設置された集合住宅を構築することが可能になった。これにより、住宅市場におけるヒートポンプの開発について、より有意義な予測を行うことができる。



含む実際の使用例が説明されます。ファクトシートは、集合住宅でのヒートポンプのさまざまな使用法の概要を示しており、比較することもできます。

2. すべての参加国との協力のおかげで、集合住宅でのヒートポンプの成功例を数多く発表することができました。これはすべて、インタラクティブマップを使用して、Web サイトのすべてのユーザーが利用できます。マップには、ヒートポンプを装備したオブジェクトの画像と簡単な説明があります。また、詳細なファクトシートをダウンロードすることも可能です。マップは常に新しい建物が拡充されていますが、誰でもシステムマトリックスを使用して分析が行われた後、ヒ

ートポンプを使用したマルチファミリーオブジェクトを送信し、マップに表示することもできます。

**Annex ウェブサイト**

<https://heatpumpingtechnologies.org/annex50/>

**Contact**

OA は、ドイツの Fraunhofer Institute for Solar Energy Systems ISE の Marek Miara です。

[marek.miara@ise.fraunhofer.de](mailto:marek.miara@ise.fraunhofer.de)

**INFORMATION**

Worldwide key player in generating and communicating independent knowledge on heat pumping technologies

Save the date for the IEA Heat Pump Conference 2020  
Welcome to Jeju, Korea in May 2020.

HPT Magazine - Subscribe for free!

Always visit our website for news, the latest updates and more information:  
[heatpumpingtechnologies.org](https://heatpumpingtechnologies.org)



ANNEX  
51

ヒートポンプの  
音響学的特性

序論

ヒートポンプの普及をさらに進めるためには、騒音の低減が重要です。騒音の煩わしさを最小限に抑えるためには、定常状態での音響放射と、さまざまな動作条件における過渡的な動作での音響特性に重点を置く必要があります。音響放射は顕著な指向性を示すため、ヒートポンプの配置も非常に重要です。特に空気-水(エアトゥーウォーター)ヒートポンプは、潜在的なエネルギー節約を活用するための便利で効果的な方法を提供し、しばしばレトロフィットで使用されます。ただし、コンプレッサーやファンなど、一部のコンポーネントは普通かなりのレベルのノイズを発生します。これにより、音響の改善はその開発にとって極めて重要になります。

Annex51 では、アコースティックエミッションは次のレベルを考慮した階層的アプローチでカバーされます：コンポーネントレベル(低ノイズコンポーネント)、ユニットレベル(コンポーネントを結合するシステムアプローチ、ユニット制御、過渡音響特性)そして最後に応用レベル(スマートグリッドを含む建物および近隣地域、音響心理学的効果および音響伝搬)です。

目的

- » ヒートポンプが好感を持って受け入れられるようにする；
- » さまざまなレベルでの知見と専門知識を増やす；
- » 国内および国際標準化への意見を提供する；
- » 7 つの Annex 会議の準備： 6 回の会議を開催 (Austria Vienna 06-2017, France Lyon 01-2018, Sweden Borås, 06-2018, Denmark Aarhus, 01-2019, Germany Freiburg 10-2019, オンライン 03-2020), 最終回予定 (Italy, Milano 09-2020)；

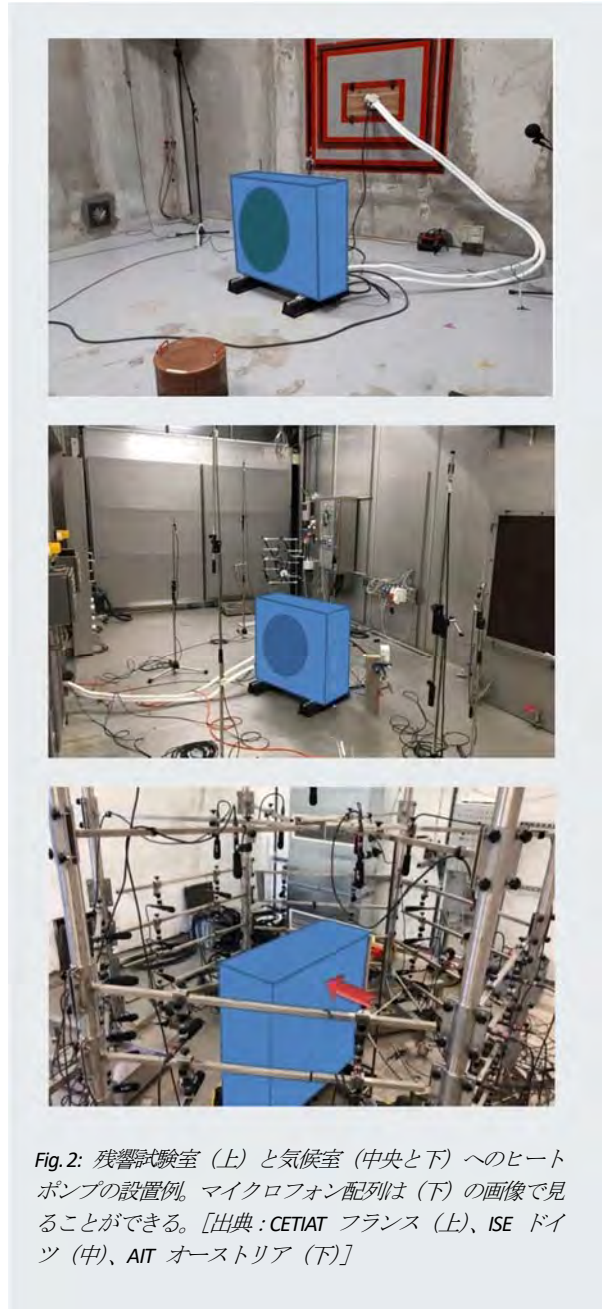
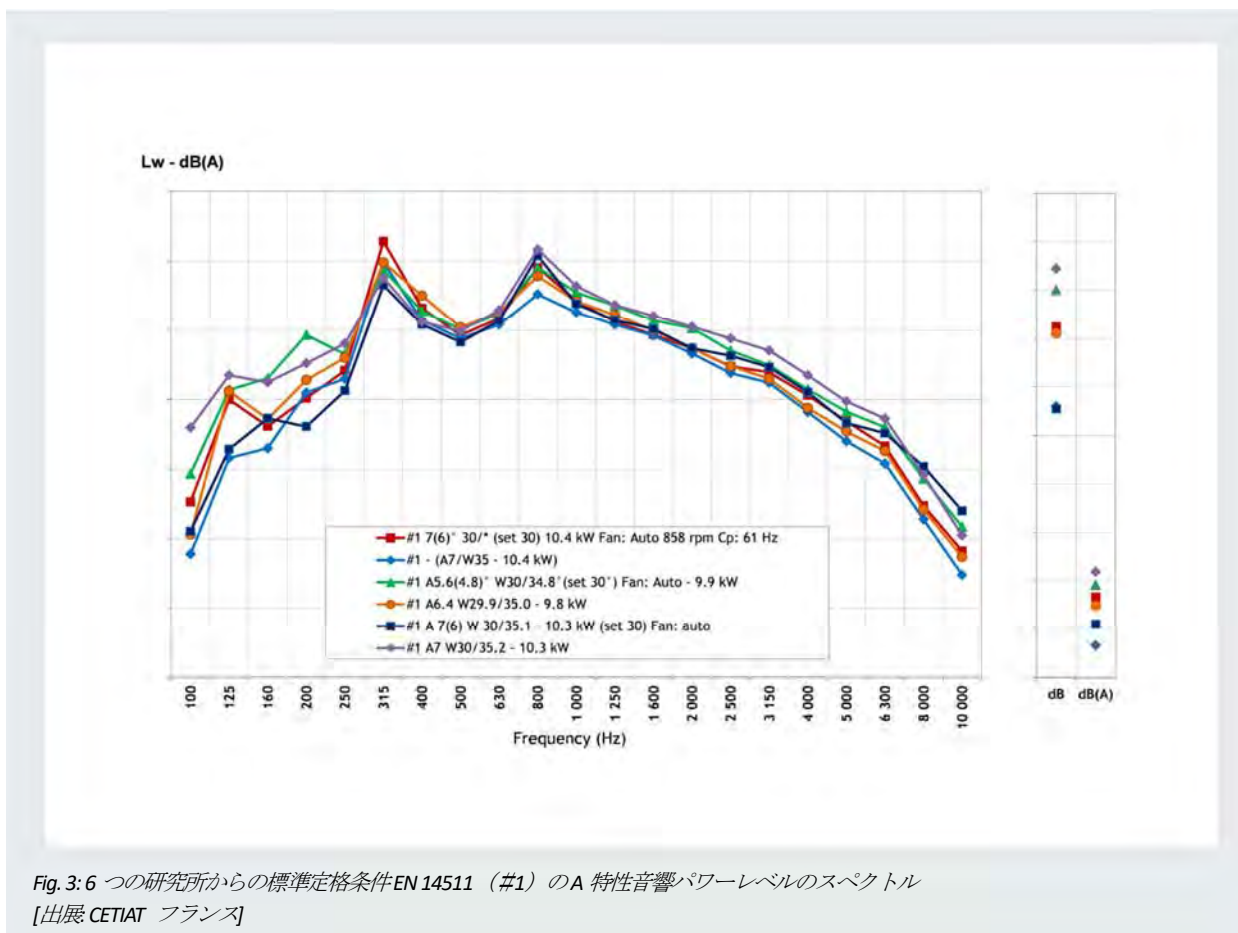


Fig. 2: 残響試験室 (上) と気候室 (中央と下) へのヒートポンプの設置例。マイクロフォン配列は (下) の画像で見ることができる。[出典：CETIAT フランス (上)、ISE ドイツ (中)、AIT オーストリア (下)]



Fig. 1: 2019 年 10 月 17～18 日に Freiburg でフラウンホーファーISE が主催する第5回ワーキングミーティングの写真  
ドイツ[出典：ISE、ドイツ]



- » モントリオールの ICR2019 でヒートポンプの音響に関するワークショップが開催され、IEA HPT Annex51のウェブサイトで開催が公開されました；
- » Mostra Convegno 2020 で予定されている国際ワークショップとプロシーディングスのまとめ；
- » ヒートポンプメーカーへの世界的な普及；
- » さまざまなレベル（コンポーネント、ユニットアプリケーションレベル）の音響ガイドラインの作成と配布。

**進捗**

Annex51 で使用するテスト設計にインプットする心理音響テストは、オーストリア科学アカデミーの音響研究所によって実施されました。共同音響データセットは、3か国の心理音響聴力検査を使用して分析されます。タイムラインが設定され、データサンプルが生成され、心理音響パネルテストが、Österreichische Akademie der Wissenschaften (ÖAW)、Policentico di Milano (POLIMI) およびRISEで行われます。

イタリアのミラノ工科大学が主導するタスクの下で作成された、音響、測定技術、および規制の概要に関する資料は、最初のリリースが公開され、IEA HPT Annex51のウェブサイトからダウンロードできます。コメントと追加が集められ、更新されたドキュメントが2020年半ばにウェブサイトに追加されます。

3台のヒートポンプがヨーロッパの参加研究所を巡回しています。これらは、空気-水ヒートポンプ (Fig.2 参照)、排気熱ヒートポンプ給湯機 (HPWH) と空気-空気ヒートポンプです。最終テストは2019年に実施されました。

空気-水ヒートポンプの測定キャンペーンの結果は、ほとんどの場合、各試験室で似た様な結果が見られます。(Fig.3 参照) さまざまなテスト環境と音響テスト方法を考えると、ある程度の違いが発生することがありますが、それは許容範囲です。いくつかの大きな違いが見られましたが、それは多くの場合、音響測定の問題ではなく、動作条件の調整が困難なためでした。ある実験室では、室外機の周囲に12角形の頂点に55個のマイクを配置して測定を実施しました。12個のマイク (Fig.2 下参照) からのデータにより、相対指向性のプロットが可能になり、Fig.4 左にA特性全体レベルで示されます。Fig.4 右の指向性ダイアグラム (Fig.4 左の15度回転したものは、ユニットの各オクターブバンドの音響放射指向性をdB (A) で示しています。

2019年8月にカナダのモントリオールで開催される第25回 IIR 冷凍国際会議で、Annex51 チームが普及ワークショップ「Acoustics of Heat Pumps」を開催しました。プレゼンテーションは、IEA HPT Annex51 ウェブサイトでダウンロードできます。Annex51 パートナーの6つのプレゼンテーションとパネルディスカッションがありました。

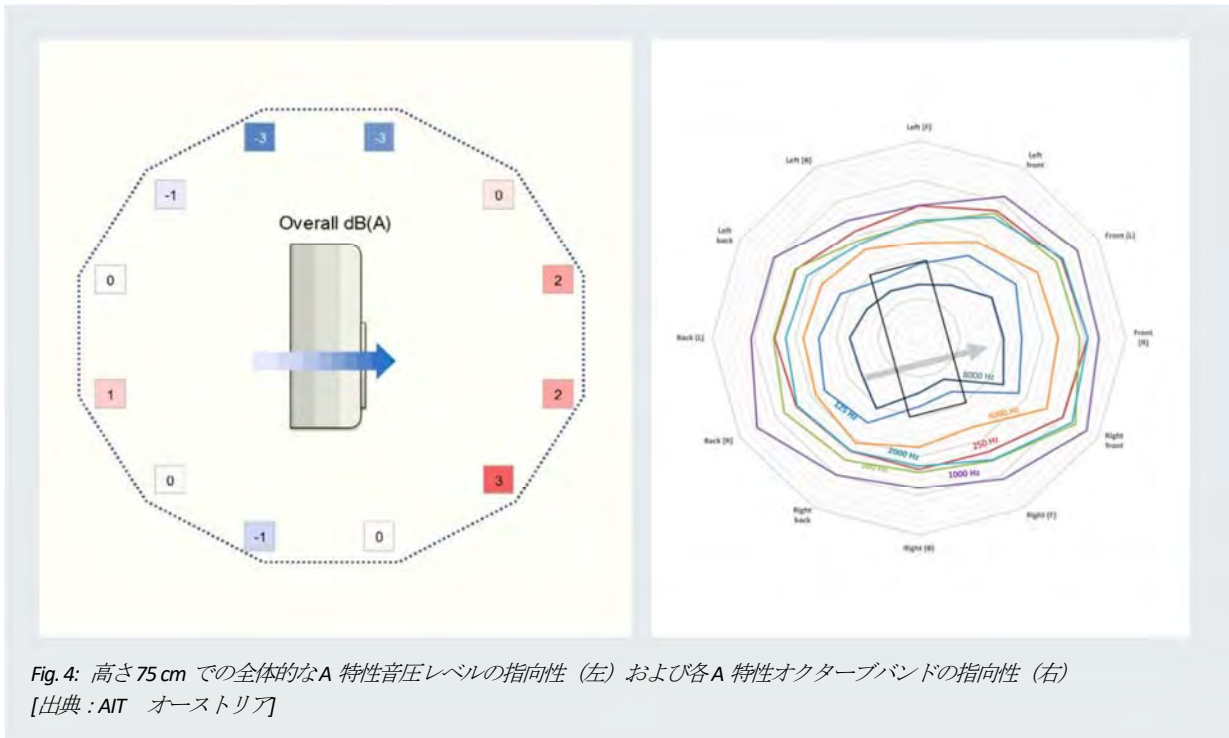


Fig. 4: 高さ 75 cm での全体的な A 特性音圧レベルの指向性 (左) および各 A 特性オクターブバンドの指向性 (右)  
[出典: AIT オーストリア]

Annex ウェブサイト

<https://heatpumpingtechnologies.org/annex51/>

Contact

OA は、オーストリアの AIT Austrian Institute of Technology GmbH の Christoph Reichl です。

[christoph.reichl@ait.ac.at](mailto:christoph.reichl@ait.ac.at)

INFORMATION

読者になりましょう

The Heat Pumping Technologies Magazine

年 3 回、ヒートポンプセンターは、ヒートポンピング・テクノロジーマガジンを発行しています。マガジンは HPT ウェブサイトにあり、無料で入手できます。マガジンの発行と同時に、ニュースレターが配信されます。ニュースレターには、マガジンの完全版へのリンクを含む記事の短いバージョンが含まれており、マガジン最新号のよいリマインダーです。

マガジン購読と定期購読:

<https://heatpumpingtechnologies.org/the-magazine/>





**ANNEX 52**  
**商業、公共機関向け  
 および集合住宅用ビルに  
 おける GSHP システム  
 性能の長期的測定**

**序論**

HPT Annex52「商業、公共機関向けおよび集合住宅用ビルにおける GSHP システム性能の長期的測定」は、現在、その中間点に達しています。この Annex には7か国が参加しています(スウェーデン、米国、フィンランド、ノルウェー、ドイツ、英国、オランダ)。7つの参加国は、長期監視された GSHP システムの40のケーススタディに貢献しており、様々な複雑さを持つ暖房および/または冷房システムを備えた商業、公共機関、または集合住宅ビルに関するものです。

この Annex の結果は、建物の所有者、設計者、技術者が GSHP システムを評価、比較、最適化するのに役立ちます。それはまた、計装および GSHP システムコンポーネントの製造業者、ならびに監視、制御および故障検出・診断のためのツールの開発者に有用なガイダンスを提供するでしょう。これはエネルギーとコストの節約につながります。

現在まで、Annex の成果には、大規模な GSHP システムの公開された長期性能分析の参考文献、Annex52に含まれる3つの事例研究に関する4つの公開されたジャーナル論文、および4つのカンファレンス論文が含まれます。オープンソースの測定データは、公開されている2つのケーススタディについて利用可能です。

**目的**

- » 商業、公共機関、および集合住宅用の GSHP システムパフォーマンスの長期にわたる高品質測定の調査を行い、ライブラリを作成する。すべての種類の地質源(岩石、土壌、地下水、地表水)が範囲に含まれる。
- » 市場で示されている全ての範囲の機能を備えた商業、公共機関、および集合住宅用の GSHP システム性能をよりよく評価し、世界中の GSHP システムを比較するための一連のベンチマークを提供するために現在の方法論を改良し拡張する。
- » 大規模な GSHP システムの主要な性能指標の使用法、データ収集、分析、および報告のためのガイドライン文献を編集する。

**進捗**

Annex52の最初の目的は、大規模な GSHP システムの長期パフォーマンスモニタリングの注釈付き参考文献をまとめることです。現在、この参考文献には、大規模な GSHP システムの長期的なパフォーマンス監視が行われ、何らかの形式の SPF 測定が含まれている約60の建物について記述する70を超える出版物が含まれています。Spitler と Gehlin (2019) は、大規模な GSHP システムの性能測定に関する文献の包括的なレビューを公表しています。このレビューで、複雑な大規模 GSHP システムの性能を評価、表現、および提示する方法に関するコンセンサスの欠如を反映して、異なる作成者が使用する性能指標に関する専門用語に一貫性がないことが明らかになりました。

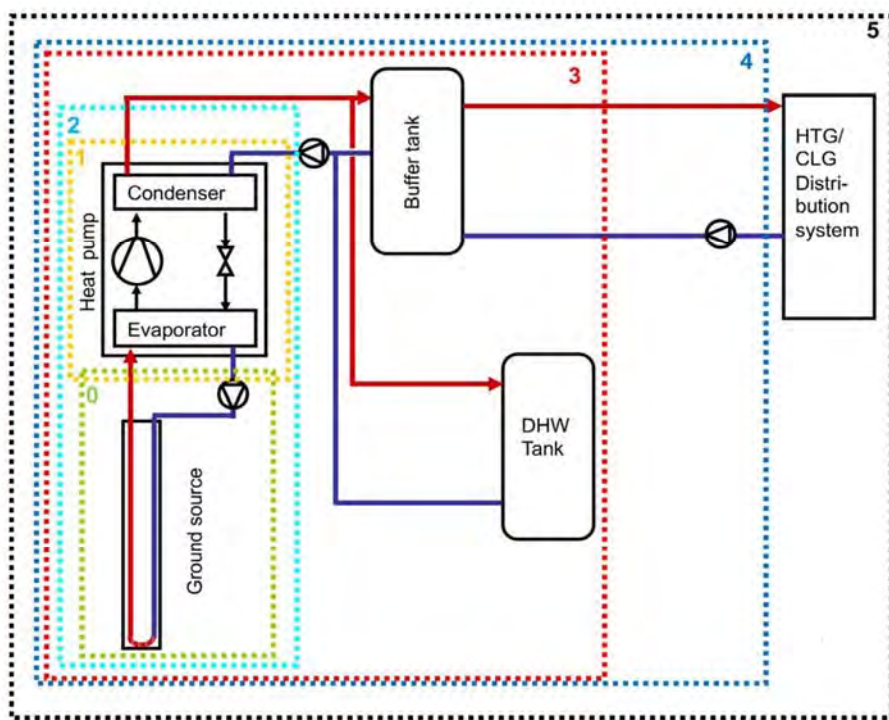


Fig. 1: Annex 52 システム境界スキーマの提案。補助加熱および冷却を任意の境界レベルで追加可能。それは、「4」の上付き文字で示される。From Gehlin and Spitler (2020).

Annex52 ケーススタディのパフォーマンス分析の出発点は、EU プロジェクト SEPEMO 内で開発されたシステム境界スキーマ (要領) でした。2012 年に公開 (Nordman 2012) されたこのスキーマは、主に GSHP ではなく、複雑でない住宅用ヒートポンプシステム用に開発され、現在、EU 再生可能エネルギー指令の地中熱源ヒートポンプの SPF 計算に使用されています。Annex52 に含まれるケーススタディに適用すると、SPF 計算に使用される SEPEMO 境界スキーマは、大規模 GSHP システムの複雑な特性をカバーするには不十分であることがすぐに明らかになります。性能に関する文献のレビューにより、他に少なくとも 5 つの同様のスキーマが公開されていることが明らかになりました。ただし、これらのスキーマは、ほとんどの場合、SEPEMO スキーマと同様に、1 価または 2 価の小型ヒートポンプシステムを対象としています。Annex52 (表 1) のよ

うに、商業、公共機関、および集合住宅用ビルで使用される大規模な GSHP システムの複雑さを考慮すると、それらは制限があります。したがって、Annex52 で必要な手順の 1 つは、複雑な大規模 GSHP システムを処理できるシステム性能係数を計算するためのシステム境界スキーマを開発することでした。

Annex52 グループは、6 つの定義された境界と補助加熱または冷却の使用のためのインジケータで構成される新しいシステム境界スキーマを提案しました (Fig. 1)。システム境界スキーマは、季節的なパフォーマンス要因 (SPF)、短い時間間隔などに使用できます。例えば、毎日、毎月 (DPF、MPF)、またはビニング (区間) 処理されたパフォーマンス係数 (BPF) です。システム境界スキーマは SEPEMO スキーマの拡張であ

Table 1: 文献における SPF システムの境界 From Spitler and Gehlin (2019)

|   |     | ヒートポンプ | 熱源側 CP とファン | 補助暖房 | 負荷側 CP とファン (HP と BTの間) | 負荷側 CP とファン (BT と 建築物熱システムの間) | ファンコイル | ユニットファン | 追加的冷房 | 備考   |
|---|-----|--------|-------------|------|-------------------------|-------------------------------|--------|---------|-------|--|
| SEPEMO (Nordman 2012)                         | H1  | X      |             |      |                         |                               |        |         |       | バッファタンクに境界なし   |
|   | H2  | X      | X           |      |                         |                               |        |         |       |  |
|   | H3  | X      | X           | X    |                         |                               |        |         |       |  |
|   | H4  | X      | X           | X    | X                       | X                             |        |         |       |  |
|   | C1  | X      |             |      |                         |                               |        |         |       |  |
|   | C2  | X      | X           |      |                         |                               |        |         |       |  |
|   | C3  | X      | X           |      | X                       | X                             |        |         |       |  |
|   | C4  | X      | X           |      | X                       | X                             |        |         | X     |  |
| Winiger, et al. (2013)                        | I   |        | X           |      |                         |                               |        |         |       | 暖房と冷房両方に適用; 追加的冷房は考慮なし   |
|   | II  | X      | X           |      |                         |                               |        |         |       |  |
|   | III | X      | X           | X    |                         |                               |        |         |       |  |
|   | IV  | X      | X           | X    | X                       | X                             |        |         |       |  |
| GroundMed (Mendrinós, D. Karytsas, C., 2016). | I   | X      |             |      |                         |                               |        |         |       | 同じスキームで定義された暖房, 冷房, 追加的暖房, 冷房も考慮.  |
|   | II  | X      | X           |      |                         |                               |        |         |       |  |
|   | III | X      | X           |      | X                       | X                             |        |         |       |  |
|   | IV  | X      | X           |      | X                       | X                             | X      |         |       |  |
| Miara et al. (2011)                           | 0   | X      |             |      |                         |                               |        |         |       | 暖房のみ定義. 空間暖房のバッファタンクおよび DHW を含まず.  |
|   | 1   | X      | X           |      |                         |                               |        |         |       |  |
|   | 2   | X      | X           | X    |                         |                               |        |         |       |  |
|   | 3   | X      | X           | X    | X                       |                               |        |         |       |  |
| VDI 4650 (2016)                               | 1   | X      |             |      |                         |                               |        |         |       | 暖房のみ定義.  |
|   | 2   |        | X           |      |                         |                               |        |         |       |  |
|   | 3   | X      | X           | X    |                         |                               |        |         |       |  |
|   | 4   | X      | X           | X    | X                       | X                             |        |         |       |  |
| Koenigsdorff (2011)                           | a'  | X      |             |      |                         |                               |        |         |       | 暖房のみ定義.<br>*空間暖房のバッファタンク含む,<br>DHWは含まず<br>**空間暖房のバッファタンクおよび電気ヒーターを具備した DHWを含む. |
|   | a'' |        | X           |      |                         |                               |        |         |       |  |
|   | b   | X      | X           | X    |                         |                               |        |         |       |  |
|   | c   | X      | X           | X    | X*                      |                               |        |         |       |  |
|   | d   | X      | X           | X    | X**                     |                               |        |         |       |  |
|   | e   | X      | X           | X    | X                       | X                             |        |         |       |  |
| f   | X   | X      | X           | X    | X                       | X                             | X      |         |       |  |

り、すべての SEPEMO 境界が Annex52 境界の 1 つと一致します (表 2)。提案されたスキーマは現在、Annex52 に含まれる 40 のケーススタディでテストされています。

参考文献

[1] Gehlin, S. and Spitler, J.D. (2020): Half-term Results from IEA HPT Annex52 - Long-term Performance Monitoring of Large GSHP Systems. Proceedings of the 13th IEA Heat Pump Conference, May 11-14, 2020 Jeju, Korea.

[2] Koenigsdorff, R., (2011). *Oberflächennahe Geothermie für Gebäude Grundlagen und Anwendungen zukunfts-fähiger Heizung und Kühlung*. Fraunhofer IRB: Stuttgart.

[3] Mendrinos, D.; Karytsas, C., (2016). Monitoring results after 12 months of provision of heating and cooling at the 8 demonstration buildings of the European project "Ground-Med". In *European Geothermal Congress 2016*, Strasbourg, France.

[4] Miara, M.; Günther, D.; Kramer, T.; Oltersdorf, T.; Wapler, J. (2011). *Heat Pump Efficiency - Analysis and Evaluation of Heat Pump Efficiency in Real-life Conditions. Abbreviated Version.*; Fraunhofer ISE.

[5] Nordman, R. (2012): Seasonal Performance factor and Monitoring for heat pump systems in the building sector,

SEPEMO-Build, Final Report. Intelligent Energy Europe.

[6] Spitler, J.D. and S.E.A. Gehlin. (2019): Measured performance of a mixed-use commercial-building ground source heat pump system in Sweden. *Energies* 2019, 12, 2020; doi:10.3390/en12102020. Open access at: <https://www.mdpi.com/1996-1073/12/10/2020>

[7] VDI, VDI 4650 Calculation of the seasonal coefficient of performance of heat pumps. Electric heat pumps for space heating and domestic hot water. In 2016.

[8] Winiger, S.; Kalz, D.; Sonntag, M. (2013); Vellei, M. In *Energy and efficiency analysis of heat pump systems in nonresidential buildings by means of long-term measurements*, 11th REHVA World Congress & 8th International Conference on IAQVEC, CLIMA 2013, Prague, 2013; Prague.

Annex ウェブサイト

<http://heatpumpingtechnologies.org/annex52/>

Contact

OA は、スウェーデンの Swedish Centre for Shallow Geothermal Energy の Signhild Gehlin です。  
[signhild@geoenergicentrum.se](mailto:signhild@geoenergicentrum.se)

境界の説明

境界レベル

|                                 | 0 | 0+ | 1         | 1+ | 2     | 2+ | 3 | 3+ | 4 | 4+ | 5  | 5+    |
|---------------------------------|---|----|-----------|----|-------|----|---|----|---|----|----|-------|
| 地中熱 (CP + GHE)                  | X | X  |           |    | X     | X  | X | X  | X | X  | X  | X     |
| 内部エネルギー使用を含むヒートポンプユニット, 内部CPを含む |   |    | X         | X  | X     | X  | X | X  | X | X  | X  | X     |
| バッファタンク (HP と BTの間のCPSを含む)      |   |    |           |    |       |    | X | X  | X | X  | X  | X     |
| 負荷側CP (BTと建物H/C分配システム間)         |   |    |           |    |       |    |   |    | X | X  | X  | X     |
| 建物H/C分配システム                     |   |    |           |    |       |    |   |    |   |    | X  | X     |
| 補助暖房または冷房                       |   | X  |           | X  |       | X  |   | X  |   | X  |    | X     |
| SEPEMO 境界スキーマと同等条件              |   |    | H1/<br>C1 |    | H2/C2 | H3 |   |    |   |    | C3 | H4/C4 |

Table 2: SEPEMO スキーマと Annex52 スキーマの SPF および COP のシステム境界スキーマ比較。(マッピングは、SEPEMO と同じレベルでのみ補助加熱 (H) または冷却 (C) を行うことに対応。提案されたスキーマでは、「+」の上付き文字は境界内の補助加熱/冷却を示す。) From Gehlin and Spitler (2020).



ANNEX  
56

ヒートポンプ  
のための IoT

序論

デジタル化の普及の拡大により、電子機器、ソフトウェア、センサー、ネットワーク接続を備えたヒートポンプがモノのインターネット (IoT) に参入できるようになります。これは、家庭用建物レベルでも、工場でも可能です。データを収集して交換し、それを賢く利用する能力は、最適化と柔軟性の新たな可能性を開きます。これにより、ヒートポンプとデジタル化は、エネルギー効率を高め、建物や産業に再生可能エネルギーを導入するために共に大きな役割を果たすことができます。

ヒートポンプとそのコンポーネントが IoT に参加する接続デバイスになることで、さまざまな新しい用例とサービスが可能になります。このようなサービスとアプリケーションは、ヒートポンプのライフサイクルのどの部分にも関連付けることができます。家庭用および商業用の IoT 対応ヒートポンプは、大量に販売される製品群です。これらは、運用決定の what-if 分析、予知保全、運用パラメーターとベンチマーキングのための微調整など、予防分析に使用できるデータを提供します。それらは、ピーク負荷を削減し、例えば電気料金設定により電力消費を最適化するスマートなデマンドレスポンスに利用できます。(Fig.1 参照) 対照的に、産業用ヒートポンプは通常、請負業者と設置業者によってプロジェクト固有の基準で計画、製造、および設置されます。産業のデジタル化は、自動化機器、高度なプロセス制御システムから、接

続されたサプライバリューチェーンまで多岐にわたります。IoT 対応のヒートポンプにより、上位レベルのエネルギー管理システムを含むプロセス制御システムを統合することが出来て、それは、プロセスの全体的な最適化に使用できます。

接続された世界にヒートポンプが各レベルで参加することは (Fig. 2)、さまざまな利害関係者の接続性、データ分析、プライバシー、およびセキュリティに関する多様な重大リスクと要求に直面することになります。したがって、この Annex の検討範囲は、ヒートポンプ固有の課題と機会を分析するデジタル化の異なる側面をもカバーすることになります。

目的

Annex は、IoT 対応ヒートポンプの機会と課題に焦点を当てています。接続されたデバイスは、ユーザーの快適性の向上、エネルギー消費の削減、熱供給の脱炭素化などの複数の目的に対応することで、将来的に大きな役割を果たすでしょう。Annex の結果は、コンポーネントメーカー、ヒートポンプメーカー、工業会、規制当局などの関連するターゲットグループに個別対応のメッセージとして公開されます。

Annex はそれにより

- » IoT アプリケーションに関するヒートポンプ技術のガイダンス、データ、知識を提供；
- » さまざまなレベル (コンポーネントメーカー、ヒートポンプメーカー、コンサルタント、設置業者、立法機関など) での見識を深める；
- » 将来の標準の開発に貢献する。

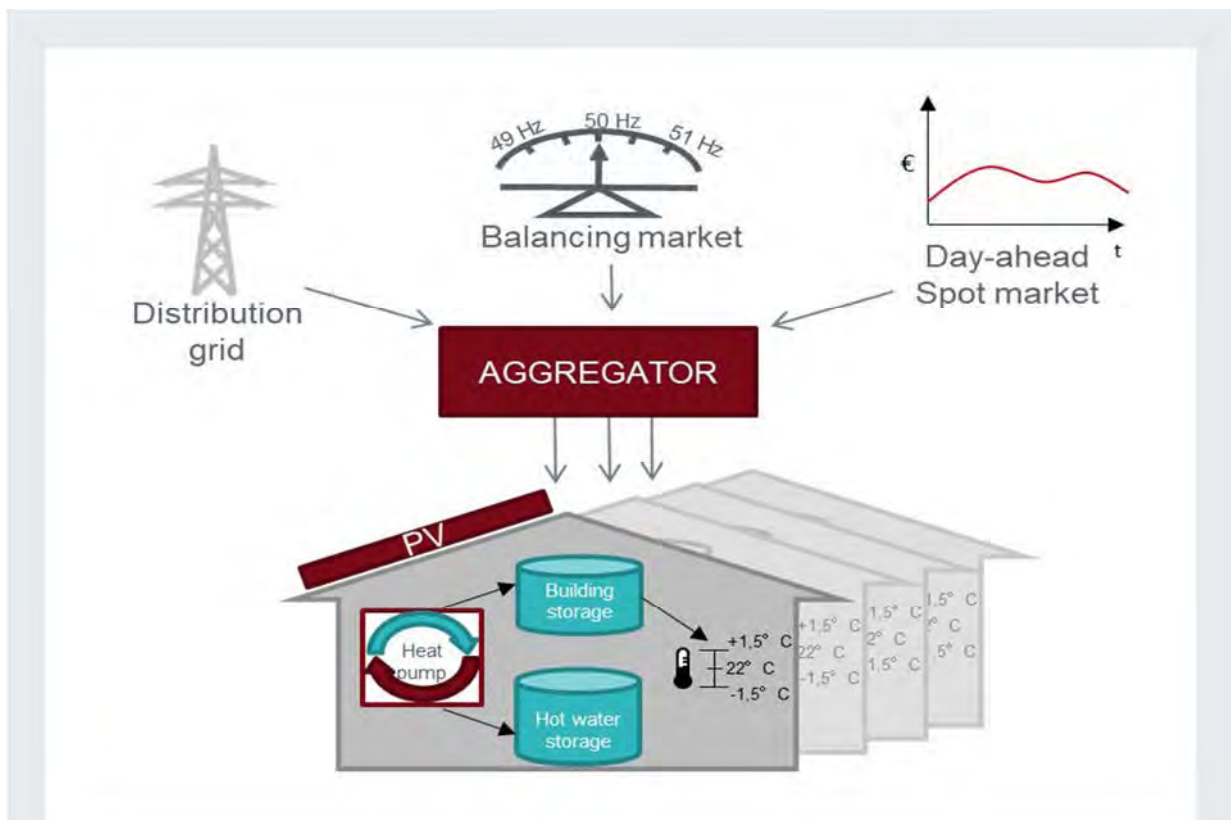
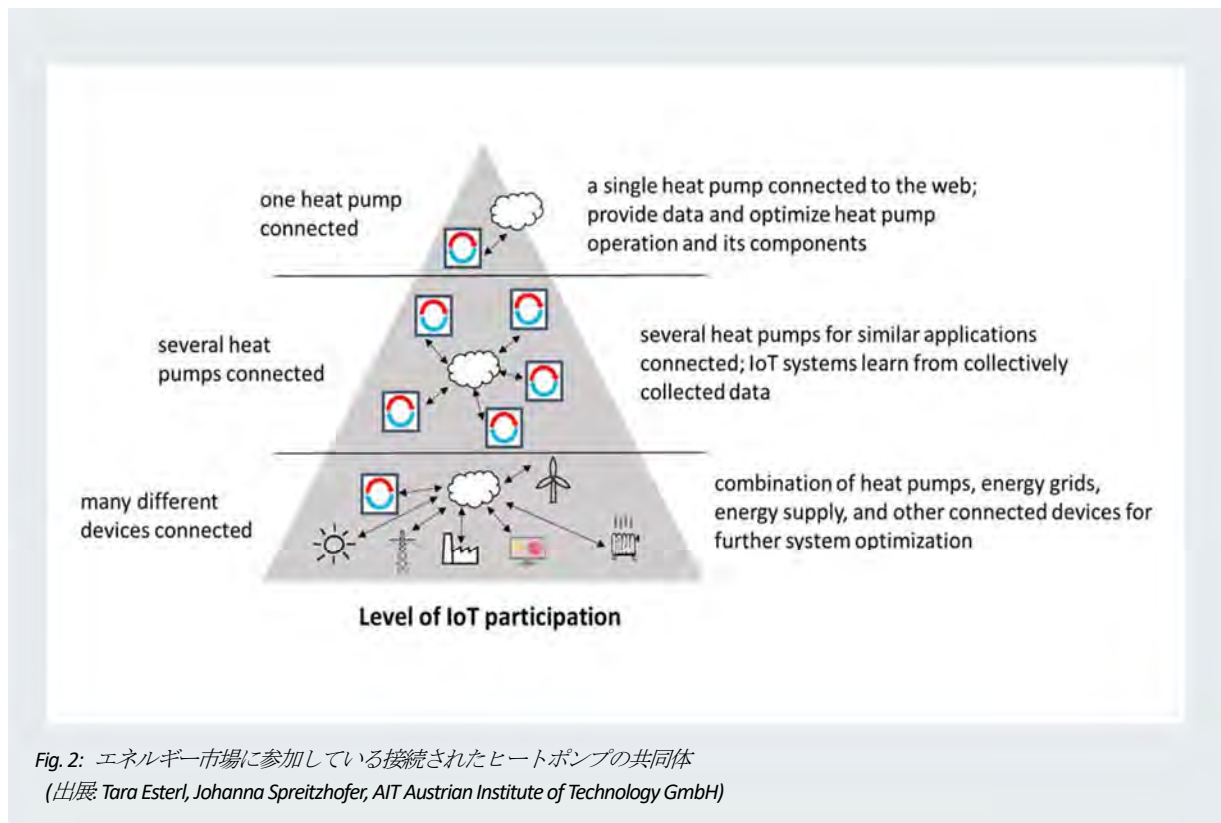


Fig. 1: さまざまなレベルのヒートポンプをIoTの一部にすることができます  
(出展 : AIT Austrian Institute of Technology GmbH)



## 各 Task の概要

### Task 1 – 最先端技術

このタスクは、現在利用可能な IoT 対応ヒートポンプ、ヒートポンプコンポーネント、および関連サービスの現状を確認することを目的としています。最も重要なデジタル化トピックの共通用語集がまとめられます。

### Task 2 – インタフェース

信号、プロトコル、建物のプラットフォームの種類、業界アプリケーション、関連するプライバシーの問題、進行中の標準化活動を考慮しながら、新規設置または既存のヒートポンプシステムからデータを取得するための要件を特定します。

### Task 3 – データ分析

1 つまたは複数のヒートポンプとセンサーのデータ分析方法とアプリケーション（デジタル上の双子）を評価します。機械学習、意味論のモデル、建物情報モデリング（BIM）、ソフトセンサーなどが含まれます。

### Task 4 – サービス

IoT に接続されたヒートポンプデバイスによって生み出された市場機会を評価し、成功要因とソフトウェアおよびハードウェアインフラへのさらなる要求を特定します。

### Task 5 – 普及

このタスクは、Annex で作成された結果の報告と情報の普及を目的としています。

## Annex ウェブサイト

<http://heatpumpingtechnologies.org/annex56/>

## Contact

OA は、オーストリアの Austrian Institute of Technology GmbH の Veronika Wilk です。

[signhild@geoenergicentrum.se](mailto:signhild@geoenergicentrum.se)

# 日本のヒートポンプ市場レポート

前山 英明、一般財団法人ヒートポンプ・蓄熱センター (HPTCJ),  
日本

本稿では、日本のヒートポンプ市場における代表的な製品である、ルームエアコン、パッケージエアコン、家庭用ヒートポンプ給湯機について過去 20 年間の出荷実績の推移及び最近の製品技術トレンドについて説明する。また、産業用ヒートポンプについて、Annex48 の活動にて得られた情報を基にその適用の傾向を紹介する。最後に日本の省エネ政策におけるヒートポンプの位置づけ及び省エネルギー技術開発戦略における部門別の技術開発の方向性について述べる。



[この記事ダウンロードして共有する](#)

## 序論

日本のヒートポンプは、日本の気候や住宅の形態、生活様式に対応した製品として発展してきた。部屋ごとの個別空調であり冷暖房に使用可能なルームエアコン、高温で貯湯可能な CO2 冷媒を用いたヒートポンプ給湯機(エコキュート)、多数の室内機の接続が可能なビル用マルチエアコン等が伸長している。また、産業用では経済産業省資源エネルギー庁の省エネ対策にて産業用ヒートポンプの普及が推進されており、今後の伸長が期待できる。

## 日本の気候とヒートポンプ

Fig. 1 に東京の月別の平均・最高・最低気温を示す。夏の最高気温は 32°C 程度、冬の最低気温は 2°C 程度であり、冷房・暖房ともにヒートポンプを使用することができ、また、高い COP を確保することができる。そのため、冷暖房が可能なルーム

エアコンが古くから研究開発、製品化され、1980 年代には冷暖房エアコンが主流となっている。また、冷房と暖房の能力のアンバランスを補う技術として、インバータによる圧縮機の変速技術、及びそれに伴い電子膨張弁やシステムの最適制御技術等も継続的に開発されており、ルームエアコン以外の製品にも応用されている。

## 各製品の市場動向及び特徴

日本の代表的なヒートポンプ製品として、ルームエアコン、業務用エアコン、家庭用ヒートポンプ給湯機、また、産業用ヒートポンプについて以下に述べる。

### ルームエアコン

2014 年に総務省統計局にて実施した調査[2]において、日本のルームエアコン普及率は 90%、1000 世帯当たりの保有台数は 2,723 台となっており、約半数の世帯でルームエアコンを

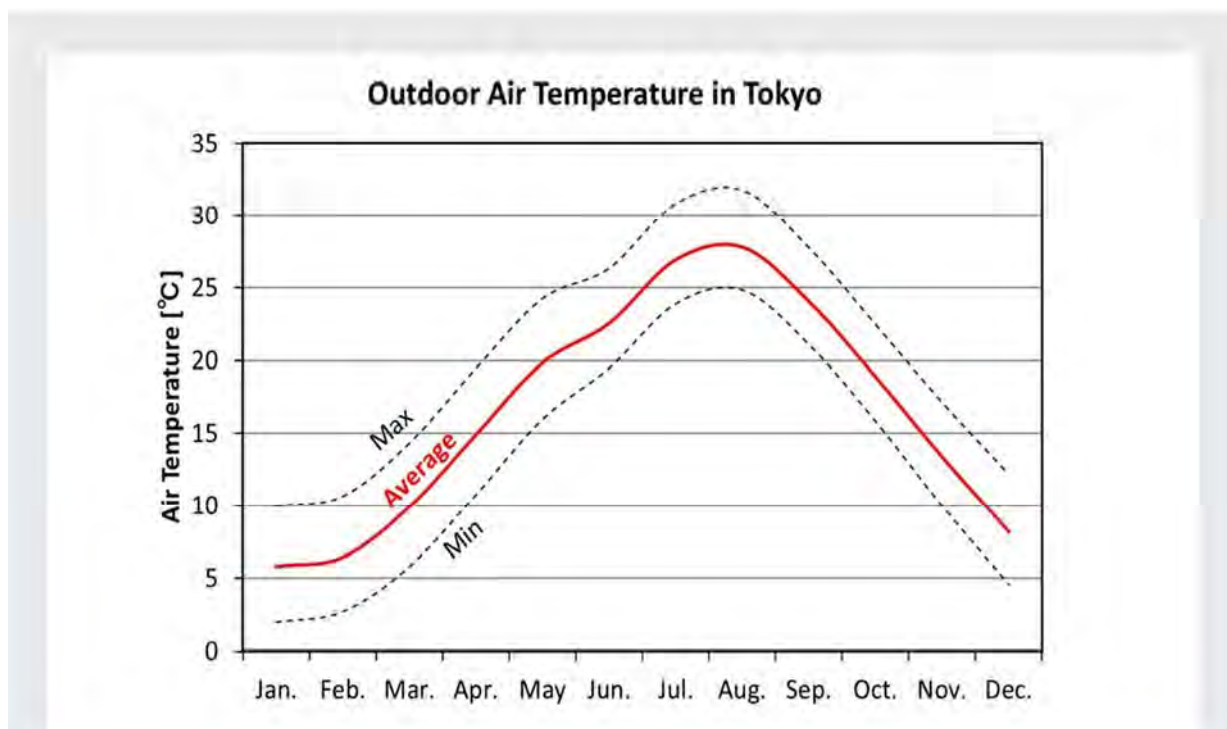


Fig. 1: 東京の外気温 (2009-2018 年の平均) 気象庁データを集計 [1]



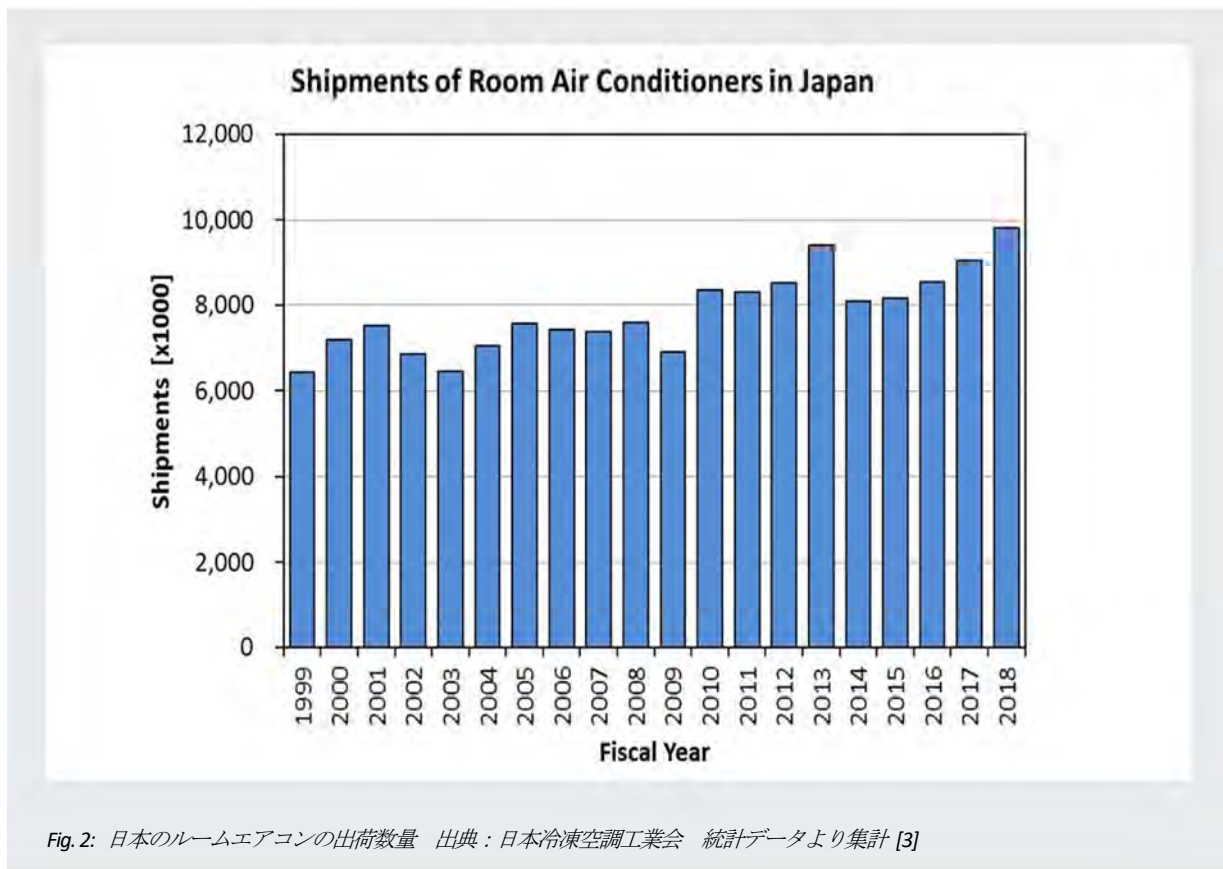


Fig. 2: 日本のルームエアコンの出荷数量 出典：日本冷凍空調工業会 統計データより集計 [3]

3 台以上保有している(対象：2 人以上の世帯)。また、ルームエアコンの出荷台数は、Fig. 2 に示すように年間 980 万台(2018 年)であり、ゆるやかに上昇を続けている。

日本のルームエアコンは、家を建てた後、部屋ごとに取り付けられるケースが多いため、取り付け工事時に建物への影響が少ないセパレートタイプ、かつ部屋の間取りへの影響が少ない壁掛けタイプの室内機が主流である。

ルームエアコンの消費電力は 1999 年に開始された省エネトップランナー制度の効果等により大幅に改善されてきた。1999 年～2009 年の間に消費電力が大幅に改善されてきた。しかし最近の 10 年間は改善量が鈍化してきている。また、冷媒に関しては、2011 年～2013 年頃に従来の R410A から GWP が 1/3 である R32 に変更されている。

性能改善以外に、付加機能も進化してきている。例えば、湿度コントロールは、室温を下げずに除湿できる機能や外気より水分を吸収して部屋の中を加湿する無給水加湿機能を有するものもある。また、空気清浄機能は多くのエアコンに搭載されている。フィルターを自動清掃する機能に加えエアコン内部を自動清掃する機能も開発されてきている。また、部屋の中の人を検知し、必要なエリアのみを冷暖房して節電する技術や、個別に快適性をコントロールする吹き分け技術も進化してきている。操作性の面では IoT 技術の活用により、スマートフォンによる遠隔操作もできるようになってきている。

### 業務用エアコン

Fig. 3 に業務用エアコンの出荷台数推移を示す。全体的な出荷台数は、1991 年に 105 万台/年のピークを迎えた後減少し、2011 年以降は 80 万台前後でほぼ横ばいとなっている。用途別に見ると、ビル用マルチエアコンでは、2000 年以降出荷台数が増加傾向であり、約 20 年間で倍増している。

業務用エアコンは、家庭用エアコンに続いて 2014 年頃より R32 冷媒が導入されてきている。業務用エアコンはルームエアコンに比べて冷媒量が多くなるため、微燃性冷媒である R32 を使用するハードルが高くなるが、小能力機器から順に R32 冷媒の使用が開始され、2017 年度には台数レベルで約半数の機器に R32 が採用されるに至っている。

### 家庭用ヒートポンプ給湯機

家庭用ヒートポンプ給湯機の出荷台数は、Fig. 4 に示すように、2001 年に発売されて以来急激に増加し、2010 年に 57 万台/年の出荷となったが、2011 年の東日本大震災以降減少に転じていた。2015 年に減少傾向も底を打ち再び増加傾向となり、最近の 2018 年度では 48 万台まで回復している。また、累計出荷台数は、2018 会計年度末で 639 万台となった。2030 年度には累計 1400 万台を目標としている。

家庭用ヒートポンプ給湯機には、2001 年の製品化初期から自然冷媒である CO2 が使用されている。フロン系冷媒に比べて臨界温度が低い CO2 冷媒は、水から一気に湯まで加熱す

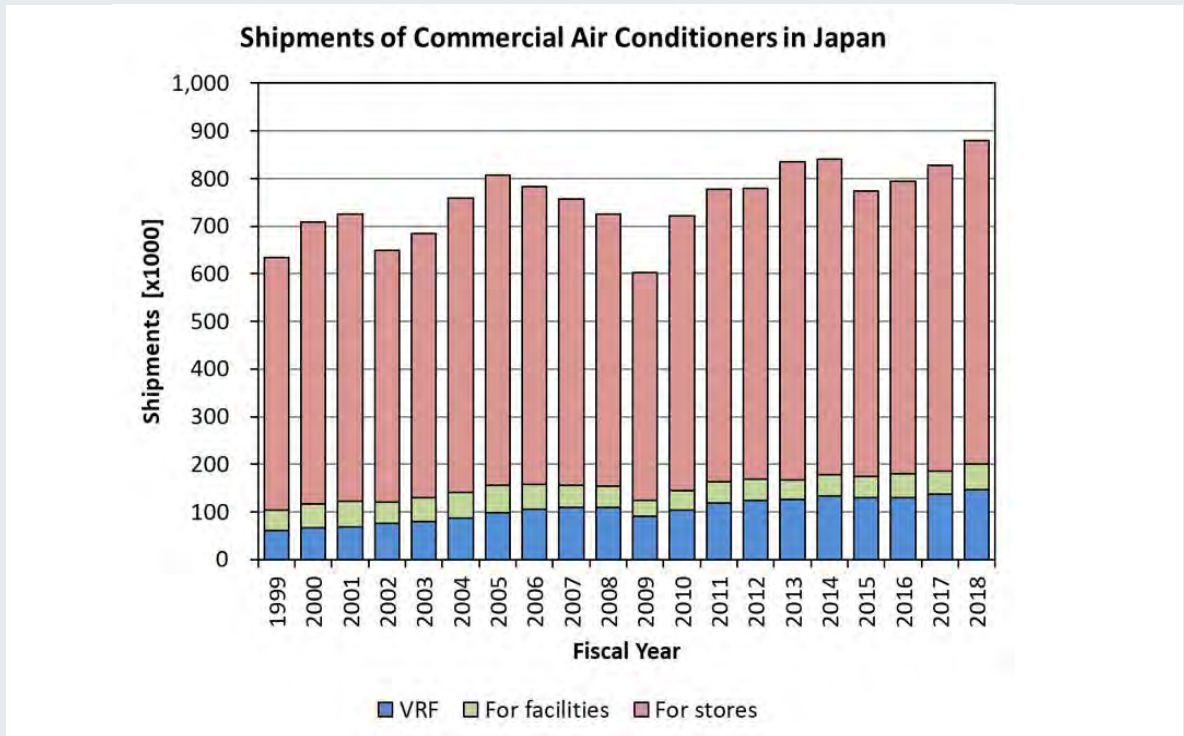


Fig. 3: 日本の業務用エアコンの出荷数量 出典：日本冷凍空調工業会 統計データより集計 [3]

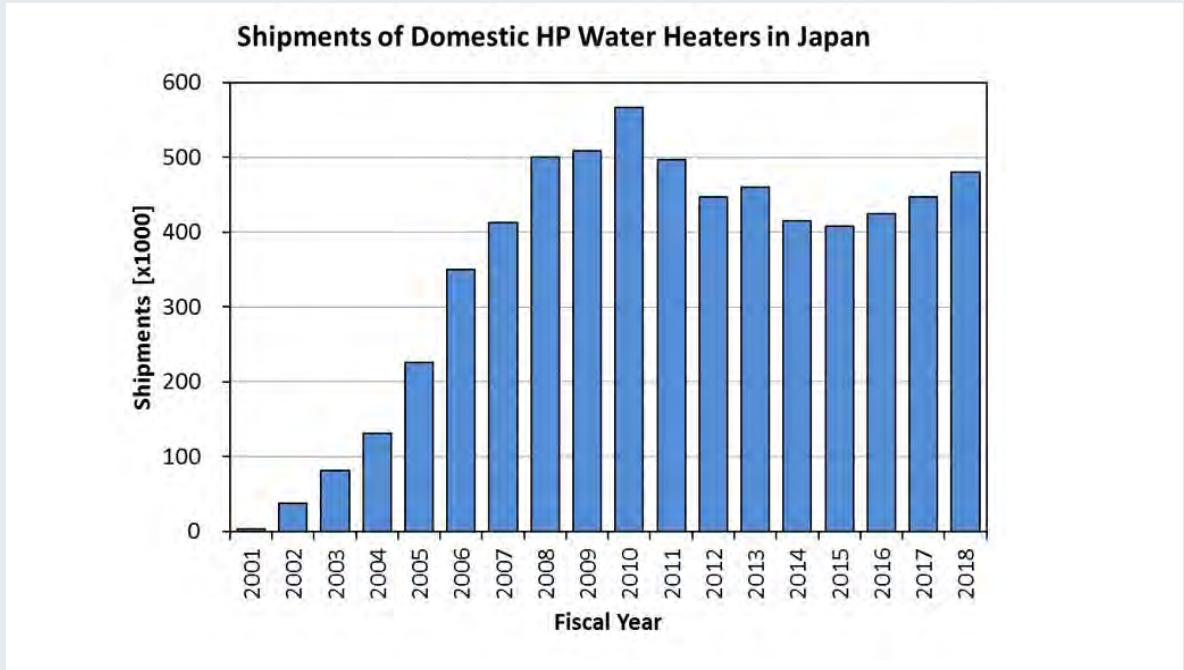


Fig. 4: 日本の家庭用ヒートポンプ給湯機の出荷数量 出典：日本冷凍空調工業会 統計データより集計 [3]

る一過式の加熱において性能がよく、また、高温出湯が可能である。日本においては、浴槽に多量のお湯を使用することや、軟水の地域が多く高温でもスケールの問題が発生しにくいことより、高温貯湯(65°C~90°C)ができるCO2冷媒が適しており、また、ルームエアコンで培ったインバータ技術や制御技術により、50~80deg の昇温巾でも安定した出湯温度制御を実現している。

性能改善の他に利便性を高める付加機能が導入されてきている。例えば、マイクロバブルを使って浴槽内での温浴効果を高める技術やマイクロバブルで配管等を洗浄する機能、高圧力でシャワー等が利用できる水量を増加させる機能、銀イオンにより浴槽内の細菌の繁殖を抑制する機能等がある。

## 産業用ヒートポンプ

産業用ヒートポンプは、用途や環境条件が多様であるため、特定の指標で統計を取ることは難しいが、ヒートポンプ・蓄熱センターにて2015年に試算した結果[2]より、産業用のボイラー加熱熱量1,530TJ(テラジュール)のうち、440TJ程度はヒートポンプ化できる可能性がある。

産業用ヒートポンプの現状として、現在実施中のIEA HPT Annex48 [5]の取り組みの中で収集した日本のヒートポンプの適用事例データより、産業用ヒートポンプの適用傾向を整理すると以下のことがわかる。

日本の産業用ヒートポンプは、主に生産工場の設備としての利用が多く、適用分野としては、事例の多い順に、食品、機械、化学、電子、農業・漁業、製紙となる。熱源は、空気熱源と冷暖同時利用がそれぞれ1/3程度を占める。使用冷媒としては、R410A、CO<sub>2</sub>、R134aが多い。導入効果として、収集した事例の平均一次エネルギー削減率は42%、平均CO<sub>2</sub>削減率は49%あり、効果が大きいことがわかる。必要な供給温度は分野や用途により異なるが、最大では120°C程度の蒸気発生可能なヒートポンプがある。

## 省エネ政策とヒートポンプへの影響

経済産業省資源エネルギー庁にて策定された省エネルギー対策において、2013年に対し2030年度の省エネ対策効果目標を原油換算で5030万k1としており、ヒートポンプが関係する具体的な対策として、産業部門では高効率空調の導入や産業HP(加温、乾燥)の導入、業務部門では業務用給湯機の導入や冷媒管理技術の導入、家庭部門では高効率給湯機の導入やトップランナー制度による機器の省エネ性能向上が挙げられている。

また、省エネルギー技術戦略において、「次世代型ヒートポンプシステム」が産業/家庭・業務/運輸の各部門の横断的な技術戦略として位置づけられており、部門別にヒートポンプの開発の方向性が示されている。各部門に共通する技術としては、ヒートポンプの高効率化や新冷媒開発等を推進しており、部門別に見ると、産業部門においては排熱利用システムや高温ヒートポンプの開発、家庭・業務部門においては要素機器の性能向上、デマンド制御・対応機能、新冷媒用の機器・システム等が推進されており、運輸部門においては、次世代自動車用ヒートポンプ開発を推進している。

## 結論

ルームエアコンは、日本の気候や家屋の形態に適した製品として性能・機能ともに年々改善されている。2018年の出荷台数は980万台に達し緩やかに成長を続けている。

業務用エアコンは、出荷台数80万台程度で数量的にはほぼ横ばいである。用途的には、ビル用マルチが伸びており、過去20年間で出荷台数は倍に増えている。

家庭用ヒートポンプ給湯機は、出荷台数48万台(2018年)で、2015年以降増加傾向となっている。経産省の省エネ政策にも挙げられており、2030年累計1400万台を目標としている。

産業用ヒートポンプは、産業用ボイラーの置き換え用途で440TJ程度をヒートポンプ化できるポテンシャルがあり、食

品、機械、化学、電子、農業・漁業、製紙等の産業での適用事例がある。経産省の省エネ政策にも挙げられており、今後の伸びが期待できる。

## 参考文献

- [1] Past Weather Data, <https://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/index.php>, (Feb. 3, 2020), Japanese Meteorological Agency (JMA). (in Japanese)
- [2] National Survey on Consumer Consumption 2014, Results on Major Durable Consumer Goods, Outline of Results, Table I-1 (p. 1), Reference Map (p. 6), July 31, 2015, Statistics Bureau, Ministry of Internal Affairs and Communications. (in Japanese)
- [3] Voluntary Statistics, <https://www.jraia.or.jp/statistic/index.html>, (Feb. 3, 2020), Japan Refrigeration and Air Conditioning Industry Association (JRAIA). (in Japanese)
- [4] Heat pump diffusion prospective survey, Table 6-6 (p. 42), January 6, 2015, Heat Pump and Thermal Storage Technology Center of Japan (HPTCJ). (in Japanese)
- [5] Industrial Heat Pumps, second Phase (IEA Heat Pumping Technologies TCP Annex48), Task 1 country report of Japan, 2018, Japanese National Team.

### HIDEAKI MAEYAMA

Heat Pump & Thermal Storage Technology Center of Japan  
Japan

[maeyama.hideaki@hptcj.or.jp](mailto:maeyama.hideaki@hptcj.or.jp)

<https://doi.org/10.23697/nwk7-8f60>



# Annex 47: 地域冷暖房システム用ヒートポンプ

Svend Pedersen, Denmark

一般的に地域暖房、特にグリッドに接続されたヒートポンプは、エネルギーグリッドと将来の供給において重要な役割を果たすと予測されています。地域暖房の導入により、ヨーロッパの暖房需要の最大 50%をカバーすることが可能になり、ヒートポンプは地域暖房グリッドに約 25%のエネルギーを供給することができます。エネルギーシステムにおける地域暖房のシェアが大きい熱ロードマップヨーロッパ4のシナリオは、CO2 排出量を現状に比較して 70%以上削減できることを示しています。



[この記事ダウンロードして共有する](https://heatpumpingtechnologies.org/annex47)

## 化石燃料に代わる地域暖房

地域暖房システムのヒートポンプの側面を検討する Annex47 は、地域暖房が化石燃料をフェーズアウトする方法であることを次第に認識する国が増えてきているので、IEA ヒートポンプ技術プログラムの下的重要な Annex になってきています。

## 新 Annex の開始

プロジェクトグループは、オーストリア、デンマーク、スウェーデン、スイス、イギリスのメンバーで構成されており、プロジェクト期間中、地域暖房におけるヒートポンプへの関心が他の国でも高まっています。その結果、「マルチベクトルエネルギーシステムおよび熱ネットワークにおけるヒートポンプの導入による柔軟性」を検討する新しい Annex が開始されました。

2016年に開始された Annex47 は完結しており、すべてのレポートとケーススタディは下記で入手できます。

<https://heatpumpingtechnologies.org/annex47>

## 大規模ヒートポンプは大きな可能性

熱ロードマップヨーロッパ4 (HRE4) プロジェクトは、ヨーロッパの都市部の大多数にとって、地域暖房 (DH) が 14 か国の総熱需要の少なくとも半分を提供でき、同時に CO2 排出量と冷暖房部門の一次エネルギー需要を効率的に削減できる、コスト効率の高いソリューションであることを示しています (Fig. 1 を参照)。この結果に基づいて、このプロジェクトは、柔軟で供給不安のないシステムを開発するために、大規模ヒートポンプ (HP) が将来の DH システムで大きな役割を果たすべきであることも示唆しています。

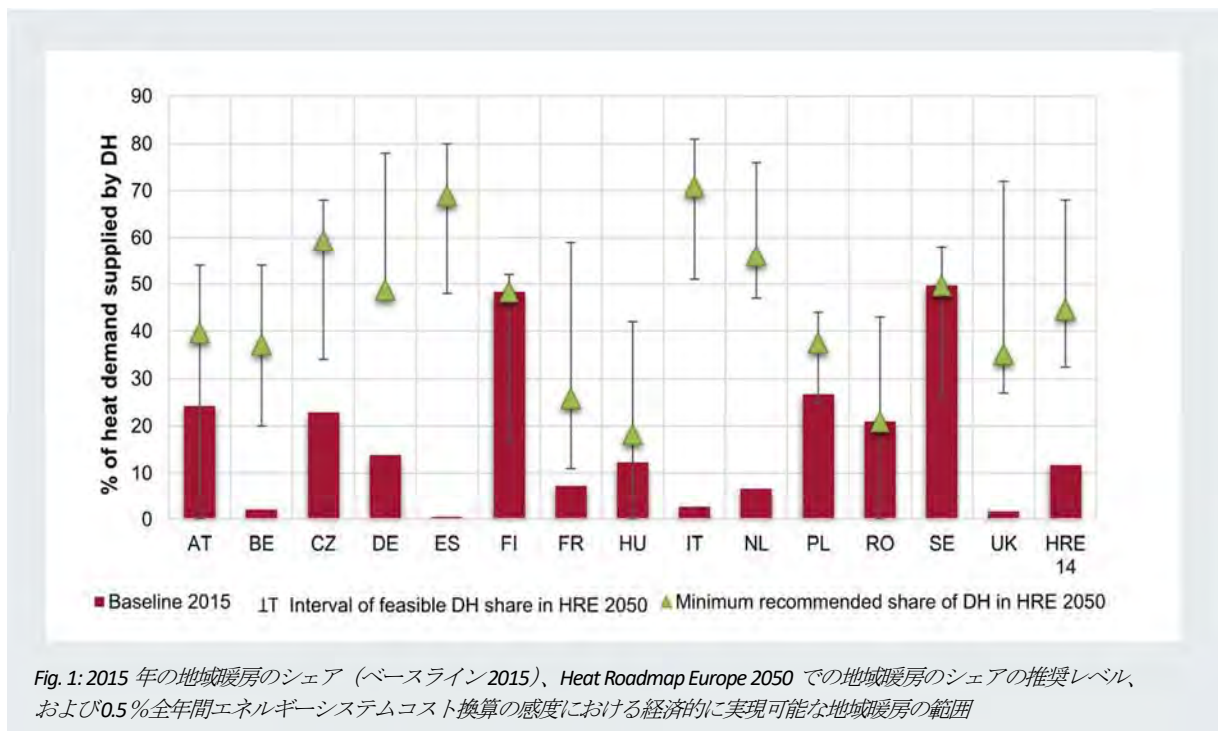
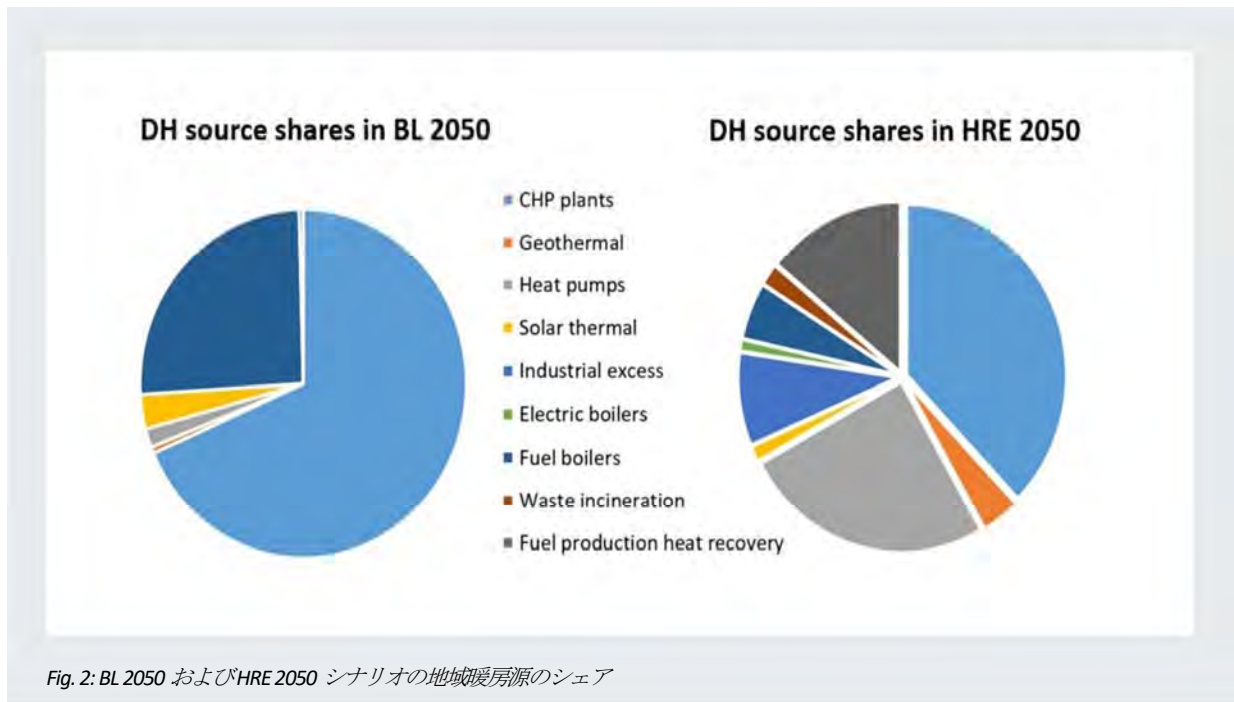


Fig. 1: 2015 年の地域暖房のシェア (ベースライン2015)、Heat Roadmap Europe 2050 での地域暖房のシェアの推奨レベル、および0.5%全年間エネルギーシステムコスト換算の感度における経済的に実現可能な地域暖房の範囲



HRE4 プロジェクトによると、暖房部門における DH のヨーロッパのシェアは、2050 年までに 12%（現在値）から 50%に増加するはずですが。これはヨーロッパの暖房部門における重要な変化であり、DH はコスト効率が高く、エネルギー部門の CO2 排出を大幅に削減するために不可欠です。

HRE4 プロジェクトでは3つの主要なシナリオが開発されました (Fig. 2 を参照) :

- » BL 2015 - 2015 年のデータに基づく、暖房および冷房部門の現在の状況を表すベースラインシナリオ
- » BL 2050 - このシナリオは、省エネや RES（再生可能エネルギー源）などに関して現在合意されている政策に基づくベースラインシナリオの展開を表していますが、システムの脱炭素化を改善するための追加の対策はありません。
- » HRE 2050 - 再設計された冷暖房セクターの高度に脱炭素化されたエネルギーシステムの代表シナリオで、省エネルギーも含まれます。このシナリオは、実証済みのテクノロジーにのみ基づいており、持続可能ではない量のバイオエネルギーには依存していません。

2050 年のモデル化されたエネルギー効率シナリオ (HRE 2050) では、DH は主に脱炭素エネルギー源によって供給され、DH 総需要の 25% が大規模 HP によって充足されます。このシナリオでは、DH へのエネルギー供給源が増えるため、システムの柔軟性と供給の安全性が向上します。HRE 2050 シナリオは、2050 年に BL 2050 シナリオよりもはるかに脱炭素化された DH を達成でき、CO2 排出量を 70% 以上削減できることを示しています。

### 魅力的な代替手段

Annex47 の主な目的の 1 つは、地域暖房グリッドへのヒートポンプの実装と統合に関する可能性を示すことです。したが

って、1 つの目的は、さまざまな実装事例を示すアイデアカタログを作成することでした。

ヒートポンプが地域暖房グリッドに統合されている 39 の異なるケースが記述されています。

研究によると、1980 年代以降、特にスカンジナビア地域では、地域の暖房ネットワークに大型ヒートポンプが統合されています。特にデンマークでは、地域暖房ネットワークの普及と、太陽光発電 (PV) や風力などの変動する電源のシェアの増加が、電力価格の低下と相まって、大きなドライブ要因となっています。現在、スウェーデンは地域冷暖房ネットワークでヒートポンプを使用する先駆者です。地域暖房需要の約 7% はヒートポンプによって生成されています。

他の国では、ヒートポンプ市場は、主に一戸建ておよび集合住宅の供給用のデバイスで構成されています。多くの暖房ネットワークではシステムの温度が高くなっているため、システムの費用対効果を保証できるようにするためには、適切なコンセプトが必要です。したがって、fit4power2heat などの現在の研究プロジェクトの目的は、さまざまなエネルギー市場に参入することでヒートポンプを魅力的な代替手段として確立することです。ここ数年、地域全体の暖房および冷房 (DHC) ネットワークにおけるヒートポンプの統合を促進するために、ヨーロッパ全体で多くの取り組みが始まっています。

### 持続可能なシステムの構築

経済的運転の基本は、正しい設計とシステムの導水系統統合です。さまざまな動作モードで利点を得ることができます。一価の動作の代わりに、ピーク負荷時の追加熱源により、投資コストとリスクの大部分を節約できます。

システムの最適な動作を実現するために、さまざまな回路オプションを使用できます。どのフレームワーク条件が存在するかに応じて、効率とコストの面でかなりの可能性を切りひらくことが出来ます。熱源システムとヒートシンクの正しい

設計は、ヒートポンプ自体の能力設定に匹敵する役割を果たします。

最初の手がかりとして、AIT は社内で Excel ベースのツールを開発しました。これを使用して、実現可能性と費用対効果を事前に推定できます。簡単な計算の助けを借り、それらをすでに実現されたプラントと比較することにより、最初の結論を導き出すことができます。計画されたプロジェクトに関する詳細情報が多いほど、初期評価はより正確になります。VBA を使用して Excel に変換し、ツールに統合されたデータベースとユーザーインターフェイスを使用して、特別なソフトウェアの知識がなくても、比較的簡単に計算を実行できます。したがって、基盤となるデータベースの迅速かつ簡単な適応も保証されます。

電気駆動圧縮ヒートポンプに加えて、熱駆動ヒートポンプも使用されます。アプリケーションの分野に応じて、さまざまなテクノロジーの利点を活用できます。

### ベストプラクティス戦略

上記の調査によって得られた結果を参照して、地域暖房ネットワークにおけるヒートポンプの重要性と貢献が指摘され、中央蓄熱ユニットと組み合わせたヒートポンプの運用に関する「ベストプラクティス」戦略の推奨事項が提示されました (Fig. 3 参照) :

- » 動的な価格設定と需要側管理 (DSM) を備えたヒートポンプは、動的な操作が燃料と電力の価格変動を相殺す

るため、市場リスクに対してより弾力的です ;

- » ヒートポンプは、発熱ポートフォリオを拡張することで地域暖房システムの柔軟性を高めます。これにより、迅速なコミッショニングと低い初期コストにより高い反応性が可能になるだけでなく、電力市場と熱電池の変動性を利用できます ;

- » ヒートポンプを使用して、再生可能な熱の発生を増やすことができます。さらに、低温熱源および代替熱源 (例えば、廃熱) を使用することができます。

### 導入の障害、可能性、および解決策

地域暖房ネットワークは、特に都市部で、将来のエネルギーシステムに不可欠です。ヒートポンプの統合により、DH ネットワークへの投資リスクを軽減し、供給の安全性を高め、CO2 排出量を削減し、COP 21 パリ合意の目標に貢献することができます。現在、ヒートポンプはヨーロッパの地域暖房ネットワークでマイナーな役割しか果たしていません。

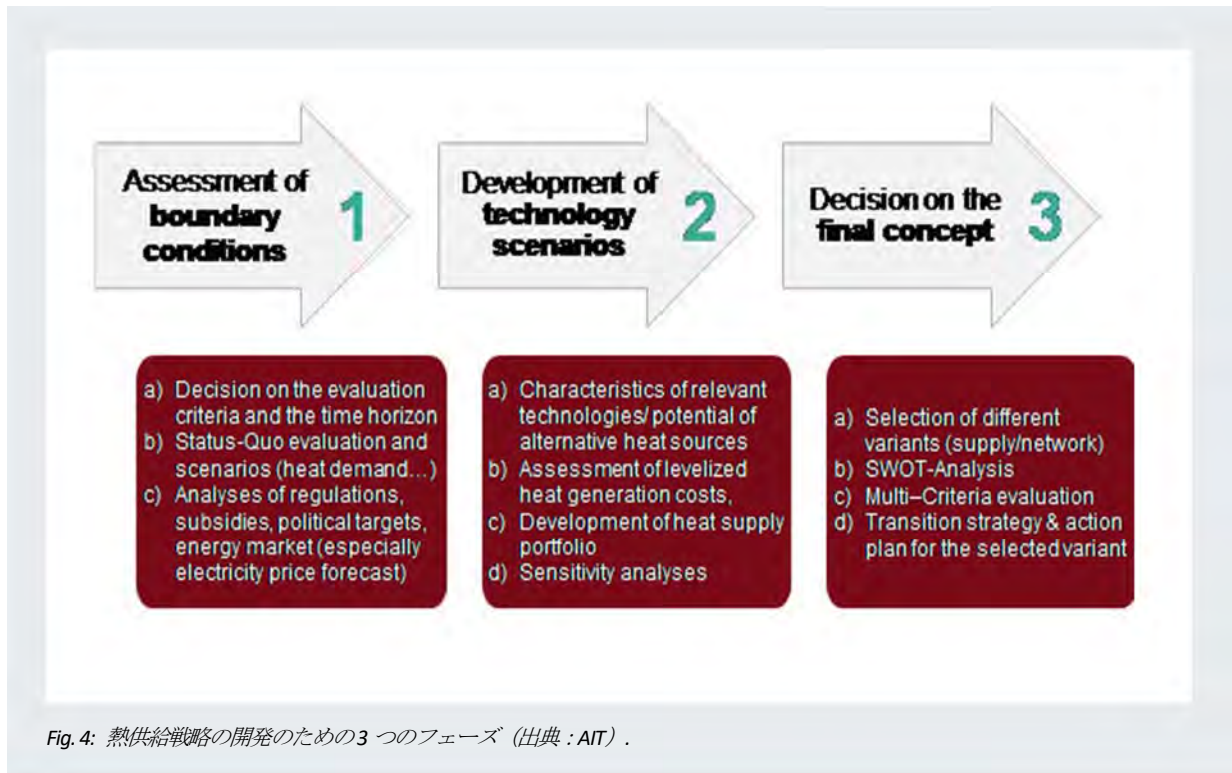
ヒートポンプの大規模統合の障害は、例えば、熱源の欠如 (多くの場合、分散され少量でのみ利用可能) または低温の熱源 (低効率) です。同様に、ほとんどの事業者は、既知のバイオマスまたはガススペースの発電ユニットと比較して、既存の地域暖房システムでのヒートポンプの統合および操作に関する経験がまだありません。

別の障壁は、ヒートポンプの効率を低下させる既存の熱ネットワークの高い温度です。



Fig. 3: 全てのケースは、ここから見られます <https://heatpumpingtechnologies.org/annex47>.





さらに、これらのネットワークの高温は、特に住宅の建物で大きな熱損失につながり、非常にエネルギー効率の高い建物で熱ネットワークをほとんど持続不可能にします。したがって、低温ネットワークの導入は、これらのネットワークでのヒートポンプの使用を増やすのに役立ちます。

### R&D プロジェクトの始まり

それにもかかわらず、近年、地域暖房事業者の間でヒートポンプの受容が高まっています。これにより、多くの革新的なヒートポンププロジェクトが生まれました。DH ネットワークでの発熱プラントの最適な組み合わせは、さまざまなパラメーターに依存し、それぞれのネットワークに個別対応します。地域暖房ネットワークの持続可能な熱供給コンセプトを開発する方法は、Fig. 4 に示す3つのフェーズで構成されます。

代替熱源のかなりの割合を含む持続可能な熱供給を実現するには、より多くの実証サイトの実施が必要です。

成功要因は:

- » 強力なパートナー (企業、研究所、新興企業など)
- » プロジェクト (デモ、ベストプラクティス、経験と HP をインストールする動機を示す)
- » 実践による学習 (「費用を支払う」ことをいとわない開拓者が必要)
- » エネルギー空間計画 (発熱の局所化、二重インフラの回避)
- » 標準化されたソリューション (R&D、コストの低下/スケールメリット)
- » 価格のシグナル (化石燃料の使用に対する; クリーンエネルギーへの課税・徴収による負担を軽減)

### 将来の地域暖房の主要な技術

地域暖房全般、特にグリッドに接続されたヒートポンプは、エネルギーグリッドと将来の供給において重要な役割を果たすと予測されています。地域暖房の導入により、ヨーロッパの暖房需要の最大50%をカバーすることが可能になり、ヒートポンプは地域暖房グリッドに約25%のエネルギーを供給することができます。エネルギーシステムにおける地域暖房の割合が高い熱ロードマップヨーロッパ4のシナリオは、現在の状況と比較して、CO2 排出量を70%以上削減できることを示しています。

ヒートポンプは、さまざまな方法で将来の地域暖房グリッドのキーテクノロジーになります:

1. ヒートポンプは、電力生産量が変動した場合にバランス技術として機能します。
2. ヒートポンプは、エネルギーシステムから化石燃料をフェーズアウトします。
3. ヒートポンプを使用すると、地域暖房グリッドで非常に低い温度 (60 °C以下) および超低温 (45 °C以下) の温度を使用できます。
4. ヒートポンプは、地域暖房グリッドのグリッド損失を最小限に抑えることができます。

**SVEND VINSTER PEDERSEN**

Senior Specialist

Danish Technological Institute

Denmark

[svp@teknologisk.dk](mailto:svp@teknologisk.dk)

<https://doi.org/10.23697/x1qs-ps12>

# ヒートポンプのフレキシブルグリッド制御

Markus Lindahl, Sweden

EU プロジェクト・フレキシブルヒートアンドパワー (FHP) の中で、スウェーデン調査研究所(RISE)が他のプロジェクトのパートナーと共に今日と明日のヒートポンプ外部制御の可能性と限界を評価しました。これは、電力消費を制御するだけでなく、デマンドレスポンスをも提供するためです。温度センサーの強制的に書き換えることによる間接制御とコンプレッサー速度の直接制御の両方が、地中熱ヒートポンプの実験室試験によって評価されています。直接制御は最高の精度を提供しますが、間接制御はレベルの差こそあれ、すべてのヒートポンプで機能します。



[この記事ダウンロードして共有する](#)

## 序論

ヨーロッパの電力システムは、風力や太陽光などの変動する再生可能エネルギー源の電力シェアが着実に増加していることにより、大きな変革を遂げています。ヒートポンプは、電力の熱への変換が可能であるため、電力システムの変革をサポートすることができます。建物の熱慣性をヒートポンプの消費電力の制御と組み合わせることで、デマンドレスポンスを提供することも可能になります。

EU プロジェクトのフレキシブルヒートアンドパワー (FHP) は2019年秋に完了し、ヨーロッパの7つの研究所や企業のパートナーが参加しました。スウェーデン調査研究所 (RISE) は、他のプロジェクトパートナーと共に、建物の暖房に焦点を当て、今日および明日のヒートポンプの外部制御の可能性と制限を評価しました。ヒートポンプとその消費電力を外部から制御することにより、電力網にデマンドレスポンスを提供することができます。「デマンドレスポンス」という用語には、消費電力を制御して、消費電力と電源をより一致させることが含まれます。デマンドレスポンスを使用すると、電力のピークを回避し、電力消費のバランスを取り、変動する再生可能エネルギー源等による発電の切り捨てを回避できます。FHP プロジェクトの目的は、デマンドレスポンスを使用して、風や太陽などの変動する再生可能電源に対し電力供給を安全確実にすることです。FHP プロジェクトでは、これはヒートポンプの動的クラスターを作ることで行われ、連携して制御することで柔軟性が向上します。

## フレキシブルヒートアンドパワー (FHP) プロジェクト

FHP プロジェクトでは、ヒートポンプのデマンドレスポンスの可能性が調査されました。ヒートポンプのメリットは、デマンドレスポンスにおいて、電力を熱に変換可能なことです。建物の熱慣性または蓄熱と組み合わせることで、建物を暖房し、良好な室内環境を維持する際に、一定の範囲で制御できる可能性があります。

ヒートポンプの電力消費を制御することにより、電力システムの需要と供給のバランスをとることを助けることができます。ただし、単一のヒートポンプからの電力出力を制御すると、グリッドの柔軟性が低くなるため、有効な規模のデマン

ドレスポンスを提供するには、複数のヒートポンプを連携して制御する必要があります。これを効率的かつ機能的な方法で実行するには、いくつかのステップが必要です。

最初のステップは、個々の建物の利用可能な熱柔軟性を計算することです。これは、機械学習を使用して、既存の建物からのデータで較正された動的熱モデルによって行われます。モデルは、ヒートポンプが建物を暖房するために必要とする電力の量と時間を含む、いわゆる「フレックスグラフ」と呼ばれるプランを作成するために使用されます。また、これは加熱の柔軟性レベルも示します。個々の建物の「フレックスグラフ」は、中央の「動的連合マネージャ」に送信されます。これは、コミュニティまたは近隣の多数のヒートポンプに利用できるフレキシビリティを収集するために使用されます。集約されたプランは、たとえば、ローカルグリッドの問題を回避するためにローカルディストリビューションシステムオペレーター (DSO) が使用し、またバランス責任者 (BRP) にバランスサービスを提供することもできます。最後に、ヒートポンプ連合の選択された制御が個別化され、個々のヒートポンプに送信されます。各個別ヒートポンプの制御は、多くの場合、現在の地域の状況により時間とともに変化します。これは、ADMM と呼ばれる分散型最適化アルゴリズムによって行われる反復プロセスによって行われます。

## ヒートポンプの制御

デマンドレスポンスを提供するためのチェーンの1つの重要なステップは、ヒートポンプで使用する電力量を抑制するため、外部信号に基づいてヒートポンプを制御できるようにすることです。この場合、電力消費はADMMアルゴリズムによって「交渉」されます。今日の市場のヒートポンプは、できるだけ高効率で高い快適性を提供するように設計されています。ヒートポンプの外部制御は、直接制御と間接制御の2つのカテゴリに分類できます。FHP プロジェクトでは、RISE (スウェーデン調査研究所) がこれら両方を地中熱ヒートポンプでテストしました。目的は、外部制御のさまざまな戦略を評価し、フレキシブルグリッドヒートポンプを制御する最良の方法に関するリコメンデーションを提供することでした。

### 間接制御

建物の暖房需要は屋外の温度に依存しており、ヒートポンプは屋外の温度に基づいて熱の発生を調整するようにプログラムされています。ほとんどのヒートポンプには、建物の暖房需要を推定するために使用する現在の温度に関する情報を提供する屋外温度センサーが装備されています。屋外の温度が低いと暖房需要が高くなり、インバーターヒートポンプのコンプレッサー速度が上がり、熱の生成が増え、電力消費が増加します。冬期では、建物の暖房需要全体に対応するために、バックアップヒーターの始動が必要になる場合があります。温度センサーを操作して偽の屋外温度をヒートポンプに送信することは、ヒートポンプの熱生産と電力需要を間接的に制御するための可能な方法です。ヒートポンプを間接的に制御する別の方法は、ヒートポンプの加熱曲線を調整することです。このプロジェクトに関連するテストでは、屋外温度センサーが調整可能な高精度分圧器に置き換えられたため、手動で所望の屋外温度を設定することができました。

### 直接制御

直接制御中は、コンプレッサーの速度を設定し、暖房と家庭用温水の生産を切り替えるヒートポンプの通常の内部制御がバイパスされ、コンプレッサーが直接制御されます。これにより、ヒートポンプの消費電力をより迅速かつ正確に制御可

能です。これを機能させるには、ヒートポンプを外部制御対応として、通信できるようにする必要があります。現在、この機能を備えたヒートポンプはありません。

RISE での実験では、試験したヒートポンプのヒートポンプメーカーが開発したプログラムが使用されました。プログラムは通常、製造者による内部テストに使用されます。ヒートポンプに接続されたコンピュータを介して、プログラムは、コンプレッサー周波数を直接設定することを可能にしています。プログラムを補完するものとして、RISE はアドオンを開発しました。これにより、コンプレッサーの速度を希望の時間に自動的に変更するテストシーケンスを作成できるため、コンプレッサーの速度を変えて長いシーケンスを簡単にテストしたり、すばやく変更したりできます。

**フレキシブルグリッドヒートポンプのテストサイクル**  
 テストを標準化し、フレキシブルグリッドヒートポンプの制御を評価するために、実験室テスト用の 8 時間のテストサイクルが開発されました。テストサイクルの目的は、外部制御と組み合わせたヒートポンプが指定されたテストプロファイルにどの程度近づくか評価することと、また、コンプレッサーの起動や停止、また回転速度変更のような多くの操作を扱えるかをテストすることです (Fig. 1 参照)。

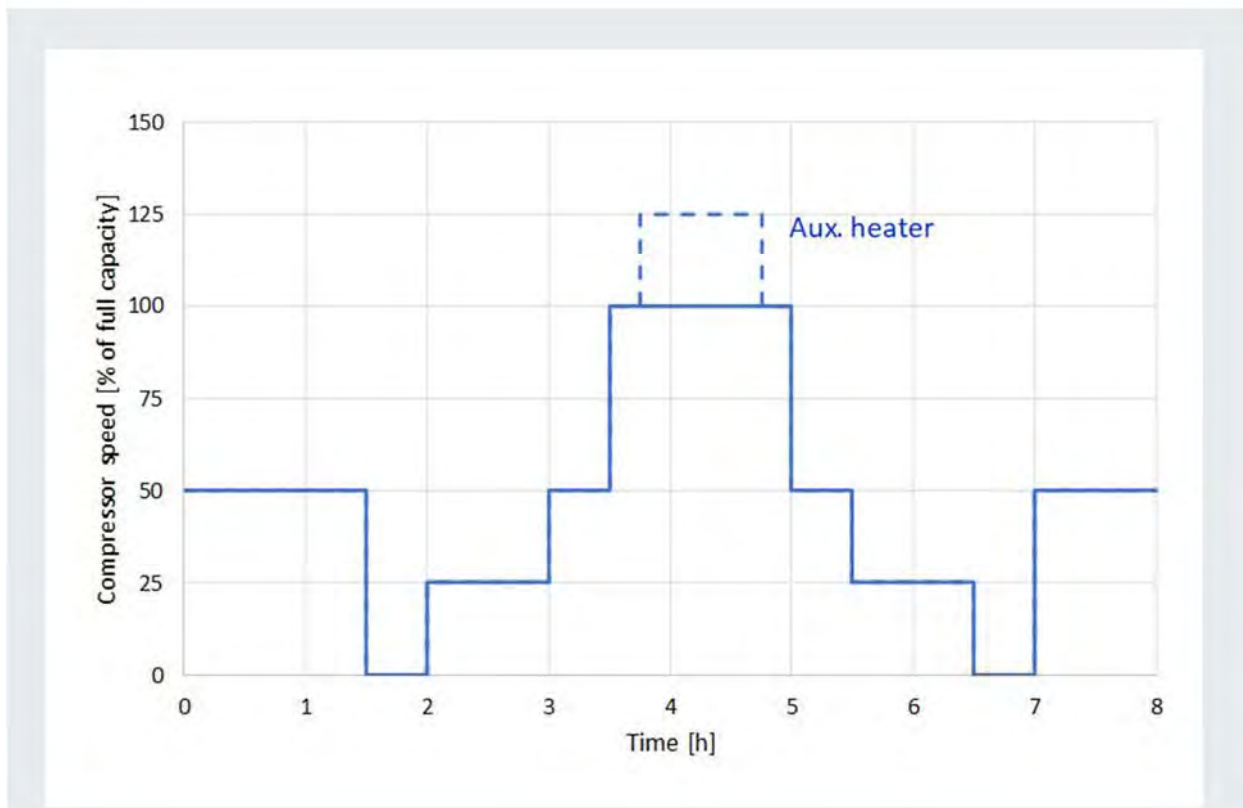


Fig. 1: フレキシブルグリッドヒートポンプの評価のためのテストサイクル



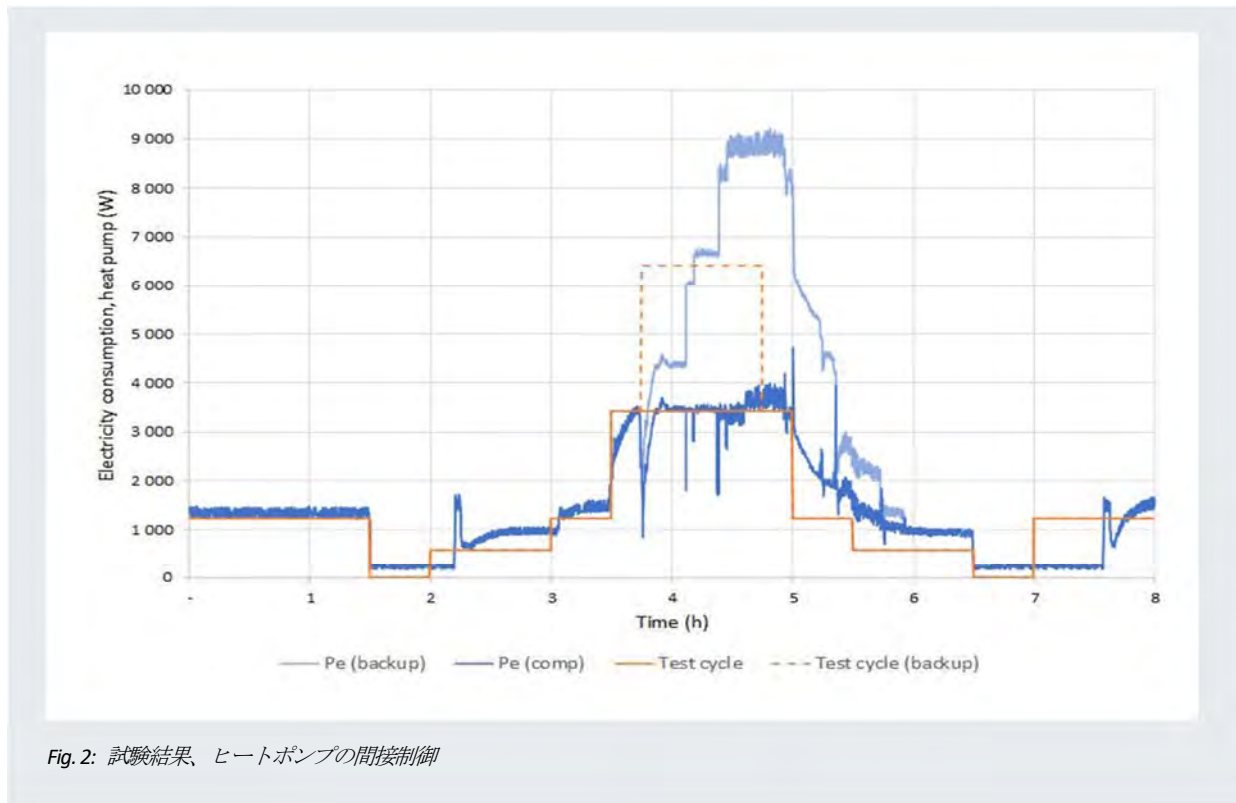


Fig. 2: 試験結果、ヒートポンプの間接制御

Fig. 2 は、消費電力に焦点を当てた間接制御の結果を示しています。テストの結果は、屋外温度センサーを操作することにより、テストサイクルの変化に追従できることを示しています。ヒートポンプはテストサイクルを詳細に追従することはできませんが、一般的な傾向は比較的よく追従しています。特に、バックアップヒーターのないコンプレッサの制御に重点が置かれています。コンプレッサ消費電力のテストサイクルからの平均差異は、370 W で、稼働時間の64%でテストサイクルからの逸脱は $\pm 10\%$ 以内でした。自己学習アルゴリズムは、おそらくテストサイクルとの一致をさらに向上させることができるでしょう。

ヒートポンプのコンプレッサ速度を直接制御することで、消費電力を抑制し、ヒートポンプを詳細に制御できる可能性が高まります。コンプレッサの直接制御による実験の結果は、非常に高い精度で試験サイクルに追従できることを示しています。(Fig. 3 参照) ただし、直接制御プログラムをテストしたバージョンでは、バックアップヒーターを制御する機能がないため、テスト中バックアップヒーターを起動できませんでした。コンプレッサ消費電力のテストサイクルからの平均差異は、100 W でした。またヒートポンプ稼働時間の97%で $\pm 10\%$ 以内でした。

実験では、COP がアクティブな外部制御によってネガティブに影響を受けることが多いことが示されています。COP がどれだけ減少するかは、プロファイルの形状によって異なります。COP 値の低下は、ヒートポンプがデマンドレスポンスを提供するために最適でない条件で動作することを強いられるからです。

いろいろなプロファイルに基づいて、直接制御を使用した実験では、プロファイルの形状に応じて、COP が0~10%減少することがわかりました。上記のテストサイクルでは、コンプ

レッサの動作にフォーカスすると、COP は、直接制御で11%、間接制御で13%減少しました。テスト装置が実際のヒートポンプ稼働を完全にシミュレートできないため、実際の設置ではCOPの低下はより大きくなる可能性があります。プロファイルがヒートポンプにバックアップヒーターの起動を強制する場合、効率は大幅に低下します。実用的な状況では、COPの低下は、コスト削減とデマンドレスポンス制御によるサービスインセンティブ収益で補う必要があります。

### 外部制御の結論と推奨

内部制御を無効にし、代わりに外部でヒートポンプを制御できるようにするために、今日のヒートポンプには、モデルごとに個別にカスタマイズされたソリューションが必要です。外部制御が一般的なソリューションになるためには、ヒートポンプを外部制御するための標準化された方法が、温度に基づく内部制御の補足として、メーカーの標準プロトコルの一部となる必要があります。将来的には、ヒートポンプを直接制御することで、ヒートポンプの消費電力を厳密に制御するための最良のオプションが提供されます。これを実現するには、ヒートポンプ制御システムを更新して、デマンドレスポンスに使いやすくする必要があります。このソリューションは、少なくとも部分的にはヒートポンプメーカーの手に委ねられています。戦略的な観点から見ると、すべての外部制御により、ヒートポンプだけでは屋内の気候を完全に制御できなくなります。

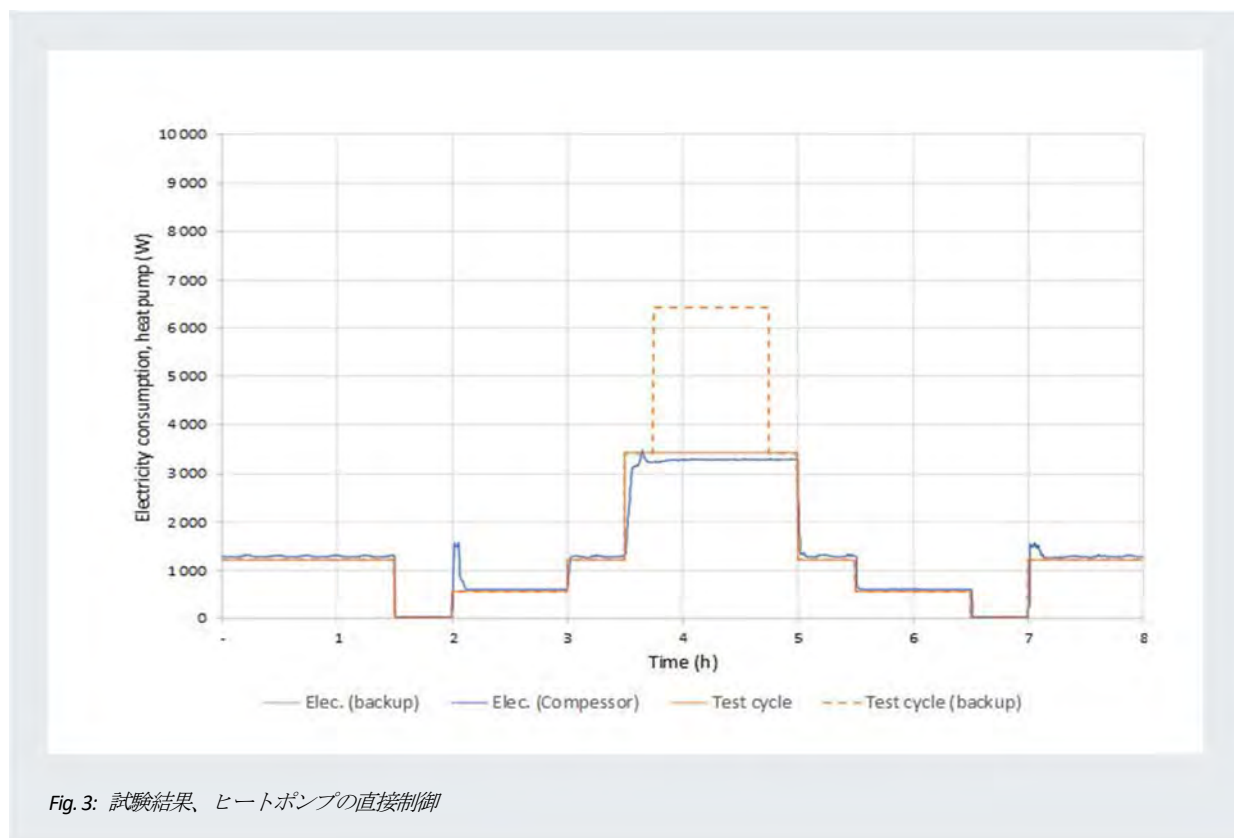


Fig. 3: 試験結果、ヒートポンプの直接制御

すでに設置されているヒートポンプを制御する必要がある場合は、温度センサーを操作して間接制御を使用することが推奨されます。利点は、このソリューションが新旧両方のほとんどすべてのヒートポンプモデルで機能することです。欠点は、制御が直接制御の場合と同じ精度にならないことと、屋外温度センサーを取り込むことを可能にするために、現場のヒートポンプにその仕組みを設置する必要があることです。高価なインストールを回避するための代替策は、加熱曲線または同様のものを Web-API でアクティブに変更することにより、間接制御することです。今日販売されている多くのプレミアムヒートポンプは、たとえばアプリを介して離れた場所からヒートポンプを制御出来るようになってきました。この機能は、個々のヒートポンプに機器を設置することなく制御するために使用できます。

### 謝辞

FHP プロジェクトは、EU の Horizon 2020 研究およびイノベーションプログラムから助成金契約 No 731231 に基づいて資金提供を受けており、Vito (プロジェクトリーダー)、Tecnalia、Noda、Honeywell、Ecovat、RISE および Karlshamn Energi が含まれています。プロジェクトの詳細については: <http://fhp-h2020.eu/>

**MARKUS LINDAHL**

M. Sc.

RISE Research Institutes of Sweden  
Sweden

[markus.lindahl@ri.se](mailto:markus.lindahl@ri.se)

<https://doi.org/10.23697/2v1j-ej20>

## Events 2020/2021

2020年4月6日の時点でのコロナウイルスに関する状況の更新が追加されています。  
参加予定の会議の情報をよく確認してください。

### 2020

7-11 June

9th International Conference on Caloric Cooling and Applications of Caloric Materials (Thermag IX)  
College Park, Maryland, USA  
[https://www.ashrae.org/File%20Library/Conferences/ASHRAE%20Endorsed%20Conferences/DRAFT%20Thermag2020-3\\_VA1\\_Redlined.pdf](https://www.ashrae.org/File%20Library/Conferences/ASHRAE%20Endorsed%20Conferences/DRAFT%20Thermag2020-3_VA1_Redlined.pdf)

27 June – 1 July

ASHRAE Annual Conference  
Austin, Texas, USA  
<https://www.ashrae.org/conferences/2020-annual-conference-austin-texas>

Will be replaced by a Virtual Conference.  
See <https://www.ashrae.org/conferences/ashrae-2020-virtual-conference>

1-3 July

Asian Conference on Refrigeration and Air-conditioning  
Hangzhou, China  
<https://10times.com/acra-hangzhou>

1-3 July

8th Iberian-American Congress of Refrigeration Science and Technology (CYTEF 2020)  
Pamplona, Spain  
<http://www.unavarra.es/cy-tef2020/?languageid=1>

13-16 July

Purdue International Compressor Engineering, Refrigeration & AC, High Performance Buildings Conferences  
West Lafayette, Indiana, USA  
<https://engineering.purdue.edu/Herrick/Conferences/2020>

26-29 July

IIR Rankine 2020 Conference  
– Advances in Cooling, Heating and Power Generation  
Glasgow, United Kingdom  
<https://ior.org.uk/rankine2020>

This conference is planned to be held at the original dates. However, that may change, so please check at <https://ior.org.uk/events/rankine2020/covid>

12-14 August

2020 Building Performance Analysis Conference & Simbuild  
Chicago, Illinois, USA  
<https://www.ashrae.org/conferences/topical-conferences/2020-building-performance-analysis-conference-simbuild>

16-21 August

2020 Summer Study on Energy Efficiency in Buildings  
Pacific Grove, California, USA  
<https://aceee.org/conferences/2020/ssb>

Please follow the situation at

<https://www.aceee.org/2020-summer-study-energy-efficiency-buildings>

2-4 September

Compressors 2020 – 10th International Conference on Compressors and Coolants  
Slovak University of Technology  
[https://szchkt.org/a/conf/event-dates/49?locale=en\\_GB](https://szchkt.org/a/conf/event-dates/49?locale=en_GB)

8-10 September

IRENA Innovation Week 2020  
Bonn, Germany  
<https://www.irena.org/events/2020/Sep/IRENA-Innovation-Week-2020>

14-15 September

Engineering Buildings, Systems and Environments for Effective Operation  
Glasgow, UK  
<https://www.cibse.org/symposium>

14-16 September

Indoor Environmental Quality Performance Approaches - Transitioning from IAQ to IEQ  
Athens, Greece  
<https://www.ashrae.org/conferences/topical-conferences/indoor-environmental-quality-performance-approaches>

21-24 September

13th IEA Heat Pump Conference 2020  
Jeju, South Korea  
<http://hpc2020.org/>

28-30 September

ATMOsphere America 2020  
Dallas, Texas, USA  
<http://r744.com/events/view/http://www.atmo.org/events/details.php?eventid=83>

1-2 October

The Fourth International Conference on Efficient Building Design  
Beirut, Lebanon  
<https://www.ashrae.org/conferences/topical-conferences/the-fourth-international-conference-on-efficient-building-design>

13-14 October

BuildSim Nordic 2020 Conference  
Oslo, Norway  
<http://www.ibpsa-nordic.org/index.html>

6-9 December

14th IIR-Gustav Lorentzen Conference on Natural Refrigerants (GL 2020)  
Kyoto, Japan  
<https://biz.knt.co.jp/tour/2020/12/gl2020/program.html>

10-11 December

International Symposium on New Refrigerants and Environmental Technology 2020  
Kobe, Japan  
<https://iraia-symposium.org/Kobe2020/en/index.php>

### 2021

10-12 January

Climamed 2020  
Lisbon, Portugal  
<http://www.climamed.org/en/>

23-27 January

ASHRAE Winter Conference  
Chicago, Illinois, USA  
<https://www.ashrae.org/conferences/2021-winter-conference-chicago>

IN THE NEXT ISSUE  
Heat pumps for the retrofit and renovation markets

Volume38-NO2/2020



# National Team CONTACTS

## AUSTRIA

**Mr. Thomas Fleckl**  
Austrian Institute of Technology  
Tel: +43 50550-6616  
[thomas.fleckl@ait.ac.at](mailto:thomas.fleckl@ait.ac.at)

## BELGIUM

**Ms. Jozefien Vanbecelaere**  
Beleidsmedewerker PVen  
Warmtepompen  
Tel: +32 2 218 87 47  
[jozefien.vanbecelaere@ode.be](mailto:jozefien.vanbecelaere@ode.be)

## CANADA

**Dr. Sophie Hosatte Ducassy**  
CanmetENERGY  
Natural Resources Canada  
Tel: +1 450 652 5331  
[sophie.hosatte-ducassy@canada.ca](mailto:sophie.hosatte-ducassy@canada.ca)

## CHINA

**Prof Xu Wei**  
China Academy of Building Research  
Tel: +86 10 84270105  
[xuwei19@126.com](mailto:xuwei19@126.com)

## DENMARK

**Mr. Svend Pedersen**  
Danish Technological Institute  
Tel: +45 72 20 12 71  
[svp@teknologisk.dk](mailto:svp@teknologisk.dk)

## FINLAND

**Mr. Jussi Hirvonen**  
Finnish Heat Pump Association  
Tel: +35 8 50 500 2751  
[jussi.hirvonen@sulpu.fi](mailto:jussi.hirvonen@sulpu.fi)

## FRANCE

**Mr. Paul Kaaijk ADEME**  
Tel: +33 4 93 95 79 14  
[paul.kaaijk@ademe.fr](mailto:paul.kaaijk@ademe.fr)

## GERMANY

**Mr Steffen Linsmayer**  
Forschungszentrum Jülich GmbH  
Tel. + 49 2461 61-3127  
[s.linsmayer@fz-juelich.de](mailto:s.linsmayer@fz-juelich.de)

## ITALY

**Dr Maurizio Pieve**  
ENEA, Energy Technologies Dept.  
Tel. +39 050 621 36 14  
[maurizio.pieve@enea.it](mailto:maurizio.pieve@enea.it)

## JAPAN

**Mr. Tetsushiro Iwatsubo**  
New Energy and Industrial Tech- nology  
Development Organization  
Tel +81-44-520-5281  
[iwatsubotts@nedo.go.jp](mailto:iwatsubotts@nedo.go.jp)

**Mr. Hideaki Maeyama**  
Heat Pump and Thermal Storage  
Technology Center of Japan (HPTCJ)  
Tel: +81 3 5643 2404  
[maeyama.hideaki@hptcj.or.jp](mailto:maeyama.hideaki@hptcj.or.jp)

## NETHERLANDS

**Mr. Tomas Olejniczak**  
Netherlands Enterprise Agency (RVO)  
Tel: +31 88 60 233 17  
[tomas.olejniczak@rvo.nl](mailto:tomas.olejniczak@rvo.nl)

## NORWAY

**Mr. Rolf Iver Mytting Hagemoen**  
NOVAP  
Tel. +47 971 29 250  
[rifer@novap.no](mailto:rifer@novap.no)

## SOUTH KOREA

**Mr. Hyun-choon Cho**  
KETEP  
Tel: +82 2 3469 8301  
[energykorea@ketep.re.kr](mailto:energykorea@ketep.re.kr)

## SWEDEN

**Dr. Ermina Pasic**  
Swedish Energy Agency  
Tel: +46 16 544 2189  
[emina.pasic@energimyndigheten.se](mailto:emina.pasic@energimyndigheten.se)

## SWITZERLAND

**Mr. Stephan Renz**  
Beratung Renz Consulting  
Tel: +41 61 271 76 36  
[info@renzconsulting.ch](mailto:info@renzconsulting.ch)

## UNITED KINGDOM

**Mr. Oliver Sutton**  
Department for Business, Energy &  
Industrial Strategy  
Tel: +44 300 068 6825  
[oliver.sutton@decc.gsi.gov.uk](mailto:oliver.sutton@decc.gsi.gov.uk)

## THE UNITED STATES

**Mr. Van Baxter – Team Leader**  
Building Equipment Research Building  
Technologies Research & Integration  
Center  
Tel: +1 865 574 2104  
[baxtervd@ornl.gov](mailto:baxtervd@ornl.gov)

**Ms. Melissa Voss Lapsa – Coordinator**  
Building Envelope & Urban Systems  
Research Building Technologies Research  
& Integration Center  
Tel: +1 865 576 8620  
[lapsamv@ornl.gov](mailto:lapsamv@ornl.gov)

### International Energy Agency

The International Energy Agency (IEA) was established in 1974 within the framework of the Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD) to implement an International Energy Programme. A basic aim of the IEA is to foster co-operation among its participating countries, to increase energy security through energy conservation, development of alternative energy sources, new energy technology and research and development.

### Technology Collaboration Programme on Heat Pumping Technologies (HPT TCP)

International collaboration for energy efficient heating, refrigeration, and air-conditioning.

### Vision

Heat pumping technologies play a vital role in achieving the ambitions for a secure, affordable, high-efficiency and low-carbon energy system for heating, cooling and refrigeration across multiple applications and contexts.

The Programme is a key worldwide player in this process by communicating and generating independent information, expertise and knowledge related to this technology as well as enhancing international collaboration.

### Mission

To accelerate the transformation to an efficient, renewable, clean and secure energy sector in our member countries

and beyond by performing collaborative research, demonstration and data collection and enabling innovations and deployment within the area of heat pumping technologies.

### Heat Pump Centre

A central role within the HPT TCP is played by the Heat Pump Centre (HPC). The HPC contributes to the general aim of the HPT TCP, through information exchange and promotion. In the member countries, activities are coordinated by National Teams. For further information on HPC products and activities, or for general enquiries on heat pumps and the HPT TCP, contact your National Team at [www.heatpumpcentertechnologies.org/contact-us/](http://www.heatpumpcentertechnologies.org/contact-us/)

The Heat Pump Centre is operated by RISE Research Institutes of Sweden.



Heat Pump Centre  
c/o RISE Research Institutes of Sweden  
P.O. Box 857  
SE-501 15 Borås  
Sweden  
Tel: +46 10 516 55 12  
[hpc@heatpumpcentre.org](mailto:hpc@heatpumpcentre.org)

[www.heatpumpingtechnologies.org](http://www.heatpumpingtechnologies.org)

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 前山 英明  
TEL: 03-5643-2404 FAX: 03-5641-4501  
e-mail: [maeyama.hideaki@hptc.j.or.jp](mailto:maeyama.hideaki@hptc.j.or.jp)