



IEA HPT Magazine No 2/2019



国内版第 45 号 (2020 年 3 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

## Industrial Heat Pumps – Good examples from ongoing Annex

Rainer Jakobs, Operating Agent for Annex 48

“...INDUSTRIAL HEAT PUMP APPLICATIONS  
NEED TO BE ADAPTED TO UNIQUE CONDITIONS.  
IN ADDITION, A HIGH LEVEL OF EXPERTISE IS  
CRUCIAL.”

VOL.37 NO 2/2019  
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.37 NO.2 / 2019

この号では・・・

ヒートポンプはしばしば家庭用と考えられていますが、産業用にも大きな可能性があります。ただし、実際の適用では重大な課題が含まれる場合があります。課題は、各ソリューションを特定のアプリケーションに合わせて調整する必要があることが多いという事実に関連しています。それにもかかわらず、ヒートポンプの産業利用は、現在よりもはるかに多く使用される見込みです。HPT Magazine のこの号では、産業用ヒートポンプに焦点を当て、アプリケーションの例を示します。

2 つのトピック記事では、産業からの過剰な熱を利用するためにヒートポンプがどのように使用されるかについて説明されています。最初の例では、2 台の大型ヒートポンプがオーストリアの製鉄所と圧延工場からの廃熱を地域暖房ネットワークの環境に優しいエネルギー源に変える方法を説明しています。2 番目の例では、高温ヒートポンプがスイスのチーズ工場でデータセンターからの廃熱をプロセス熱に変換する方法について説明します。

序文とコラムは、ヒートポンプの産業用途に焦点を当てています。序文は、この分野における過去・現在の開発、及び成功について洞察しています。コラムには、今日の産業用ヒートポンプの主な課題と解決策の提案が記載されています。

また、この号では特集の分野以外の記事も掲載しています。トピック以外の記事では、ヒートポンプがダイヤモンド・リスポンズを使用してグリッドの安定性を提供する方法について説明します。新しいセクションでは、ヒートポンプのクリーンエネルギーの進行状況を追跡する IEA のオンライン概要にスポットを当てています。最後になりましたが、HPT TCP の新しいメンバー国である中国を、共同プログラムは歓迎します！

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 HPT News : ヒートポンプ技術における技術共同プログラム
- 6 2020 年の IEA ヒートポンプ会議へようこそ
- 8 注目のニュース : ヒートポンプ技術
- 9 ヒートポンプ技術における技術共同プログラム進行中の Annex

## 話題の記事

- 22 製鉄および圧延工場での廃熱回収「マリエンヒュッテ」グラーツ (オーストリア) : Alexander Arnitz
- 31 廃熱からチーズへ : Cordin Arpagaus

## 話題以外の記事

- 39 デイモンドリスポンズによるグリッド安定性のためのヒートポンプの付加価値 : Anke Uytterhoeven
- 33 イベント
- 34 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 55 12

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 55 12  
hpc@heatpumpcentre.org

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

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

Front page: Stockholm Exergi

ISSN 2002-018X  
<https://doi.org/10.23697/tt78-jv66>

## ヒートポンプの産業用への適用

信頼性の高い、経済的で持続可能なエネルギー供給の確保、および環境と気候の保護は、21世紀の重要な世界的な課題です。再生可能エネルギーの生産と利用を増やし、エネルギー効率を改善することは、エネルギー政策のこれらの目標を達成するための最も重要なステップです。

住宅用ヒートポンプ市場は標準化された製品と設備で事足りるかもしれませんが、ほとんどの産業用ヒートポンプ（IHP）アプリケーションは固有の条件に適応する必要があります。さらに、高度な専門知識が不可欠です。主な目標は、産業用アプリケーションの大規模市場に依然として存在する困難と障壁を克服することです。



HPT TCP（ヒートポンプ技術における技術協力プログラム）は、1980年代から産業用ヒートポンプの分野で4つのAnnexに貢献しています。これらはAnnex 09：高温工業用ヒートポンプ（1990年以前）；Annex 21：産業用ヒートポンプの世界的な環境上の利点（1992-96）；Annex 35：産業用ヒートポンプの適用（2010-14）、およびAnnex 48：産業用ヒートポンプ・第2フェーズ（2016-19）です。最初の2つのAnnexはIHPの技術に対するさまざまな研究開発活動に貢献しましたが、最後の2つのAnnexは世界中のさまざまな業界でのIHPの実用化と統合に重点を置いています。

その目的は、産業用ヒートポンプの世界的な活動を理解することです。これは、産業での利用の増加を通じて、エネルギー消費と温室効果ガス（GHG）排出の削減に積極的に貢献する可能性があります。Annex 48の目標は、政策立案者、関係団体、および業界向けに簡潔で明確な情報資料の開発し配布することです。

産業用ヒートポンプは、あらゆる種類の製造プロセスと運用にさまざまな機会を提供します。それらは廃プロセス熱を熱源として使用し、工業プロセス、加熱または予熱、および工業用スペースの加熱と冷却で使用するために高温で熱を送ります。IHPは、乾燥、洗浄、蒸発、蒸留プロセスなどのさまざまな用途で、化石燃料消費とGHG排出を大幅に削減できます。この技術の恩恵を受けることができる産業は、食品や飲料の加工、林産物、繊維、機械、化学品などの幅広い分野をカバーしています。

作業の最新の成果は、オーストリア、デンマーク、フランス、日本、スイス、英国のメンバーからの結果です。300を超えるグッドプラクティスが収集されています。

例として、日本は、食品産業のベストプラクティスとして「食品生産ラインの同時冷暖房システム」、機械産業向けの「切断および洗浄プロセスにおける冷暖房同時利用」、化学産業向けの「パッケージフィルムの乾式ラミネートプロセスでの高温ガス源を備えたヒートポンプの導入」を選択しています、結果は…

—IHPの適用に関する主な障壁の1つは、国のエネルギー価格に関する状況がまったく異なることです。特に、電気/ガス価格の比率が重要です。スウェーデン、フィンランド、オランダ、フランスには好ましい価格比ですが、ドイツ、アイルランド、英国の価格比は好ましくありません。

—乾燥プロセスは、IHPの非常に重要な用途の1つです。プロセスの品質を向上させることができ、さらに、エネルギーコストとGHG排出量を削減できます。産業用ヒートポンプは今日、幅広い産業分野でうまく統合されています。Annexの結果は、意思決定者にIHPテクノロジーのインストールに関する情報と知識を提供できるデータベースの基礎を作っています。

**Rainer M. Jakobs**

Annex 48 OA

ヒートポンプおよび冷凍に関する情報センター、ドイツ

## コラム

### 産業用ヒートポンプの課題

研究と実際のアプリケーションは、産業用ヒートポンプ (IHP) が産業用アプリケーションと地域グリッドに冷暖房を提供するのに適していることを明らかに示しています。HPT Annex 48 の最新の成果は、乾燥、洗浄、蒸発、蒸留プロセスなどのさまざまなアプリケーションにおける IHP の 300 以上の優れた応用を示しています。この技術の恩恵を受けることができる産業分野は、食品や飲料の加工、林産物、繊維、機械、化学品などの幅広い分野をカバーしています。

#### 現状の IHP の課題は何か？

**高温ヒートポンプ (HTHP)**<sup>1</sup>。ヒートシンク温度が 100~160°C の高温ヒートポンプは、今後数年間でますます商品化されると予想されます。特に、食品、製紙、金属、化学産業、特に乾燥、滅菌、蒸発、蒸気発生プロセスが主要な用途です。モンテリオール議定書のキガリ改正と EU-F-Gas 規制により、適切な冷媒の選択肢は、多くありません。現在適用されている HFC の代替冷媒が必要です。HTHP の分野における実際の研究ギャップは、環境に優しい冷媒を使用しながら、効率とヒートシンク温度の限界をより高い値に拡大することです。

**冷媒封入量の最小化**<sup>2,3</sup>。熱交換器は、エネルギー関連システムで重要な役割を果たします。これは IHP アプリケーションにも言えることです。最小限の必要冷媒量のシステムとすることが強く推奨されています。そうすることで、価格面と偶発的な漏れによる潜在的な損害を最小限に抑えることができます。

**蒸気ボイラーの置換え**<sup>4</sup>。近年、日本のメーカーは、工業用ヒートポンプの商品化の困難を克服し、設置例が報告されています。その中でも、120°C 以上の温度の蒸気を供給できる唯一のヒートポンプシステムは、2011 年に商業化された Steam Grow Heat pump (SGH) です。これらの IHP は現在、さまざまな国で開発中です。

**地域暖房への統合**<sup>5,6</sup>。デンマークの政治目標は、2050 年に CO2 排出量 0%、2030 年に再生可能エネルギー (RE: renewable energy) シェアを約 55% にすることです。これには、発電での石炭の段階的 100% 廃止を含む 100% の RE ベース電力が含まれます。地域暖房は、全住居の 65% で使用されており、これを達成するための主要な役割を果たします。エネルギーシステムは電力を基に変換されるため、ヒートポンプは中心的な技術です。政治目標は、市場へのヒートポンプの導入を支援し、デンマークの研究はより効率的なシステムを開発します。スウェーデンの研究プロジェクト「地域暖房システム中のヒートポンプ」では、HP と地域暖房システムの新しい組み合わせが調査されました。

**乾燥プロセス**<sup>7</sup>。工業プロセスでは、エネルギーの 12~25% が乾燥に使用されます。非効率性は、EU の年間エネルギー損失 11.3 EJ につながります。アイドル状態の廃熱流をアップグレードして、最高 160°C までのより高い温度レベルで熱流を処理するための技術的および経済的に実行可能なソリューションが入念に作られるでしょう。重要な要素は、2 つの高温蒸気圧縮ヒートポンプです。このソリューションは、ペットフード、食品、レンガ業界のヨーロッパの主要製造会社 3 社で、工業用乾燥プロセスの実際の生産条件下で、実証および検証されます。

- 1 High Temperature Heat Pumps, C. Arpagaus, NTB, University of Applied Science, Switzerland, Chillventa CONGRESS 2019, Nuremberg
- 2 Minimizing refrigerant charge, Z. Ayub, Isotherm Inc., Texas, USA, Foreword, HPT Magazine Vol. 37 No.1/2019
- 3 Low Charge Evaporators for Industrial Heat Pumps, Z. Ayub, Isotherm Inc., Texas, USA, HPT Magazine Vol. 37 No.1/2019
- 4 Experimental performance evaluation of heat pump-based steam supply system, T. Kaida et al., 2015 Mater. Sci. Eng. 90 012076
- 5 Industrial Heat Pumps in District Heating in Denmark, Lars Reinholdt, Chillventa CONGRESS 2019, Nuremberg
- 6 New ways of combining Heat Pumps and District Heating, M. Lindahl, RISE, Sweden, HPT Magazine Vol. 36 No.13/2018
- 7 DRYFICIENCY, <http://dry-feu/>, Project Coordinator Veronika Wilk, Scientist at AIT Austrian Institute of Technology

**RAINER M. JAKOBS**  
Operating Agent for Annex 48  
Information Centre on Heat Pumps and Refrigeration, Germany



## HPT TCP は中国を歓迎します。



**中国がヒートポンプ技術における技術共同プログラムの加盟国になりました。他の加盟国とHPCチームは、彼らをプログラムに暖かく歓迎します。**

しばらくの対話の後、入会手続きは今年5月に終了し、中国は正式にヒートポンプ技術における技術共同プログラムに加入しました。この拡張により、プログラムには現在、アジア、南北アメリカ、ヨーロッパの17か国が含まれています。加盟国として、中国がAnnexに参加することを歓迎し、新しいAnnexのアイデアを提案することが期待されます。この新しいメンバーが参加すると、さらに多くのコラボレーションの機会が生まれることを期待しています。

中国がプログラムに参加するタイミングはエクセレントです。ヒートポンプ技術の使用は、過去数年間に国内で増加しており、将来も明るいと予測されています。例として、2013年から2016年までの空気熱源ヒートポンプの市場は、販売規模が3倍になることを示しています。また、ATW（空気から水）ヒートポンプの市場は、ヨーロッパと同規模です。

ヒートポンプの増加の重要な理由は、都市や農村地域の空気の質向上に貢献していることです。たとえば、地元の石炭ボイラーをヒートポンプに置き換えると、粒子排出という形で地域の汚染が減少します。

開発は政府の決定と政策によって支えられています。政治レベルでは、ヒートポンプはクリーンエネルギーのソリューションの一部と見なされ、エネルギー効率と再生可能エネルギーの使用に関連する目標に貢献しています。一例として、中国北部には野心的なクリーンヒーティングポリシーがあり、今年の終わりまでに暖房の半分をクリーンエネルギーで賄うことを定めています。2021年までにこれは70%に増加し、同時に石炭の燃焼は7,400万トン削減されます。

これらの目標を達成するために、地域の条件に基づいて、熱エネルギーのクリーンテクノロジーが採用されます。ヒートポンプは重要な技術の一つとして言及されています。クリーンエネルギーへの移行には、建物のエネルギー改修と熱エネルギーネットワークの効率改善も含まれます。

全体として、中国でのヒートポンプの展開に関する政治的意志と市場準備の両方があることは明らかです。HPT TCPにおける技術共同プログラムメンバーとして、中国は、国内および世界中でヒートポンプ技術の開発と実装をさらに推進するための国際的に協力する機会が出来たこととなります。



ヒートポンプ技術における技術共同プログラム参加国



この日をお忘れなく！

2020年5月11-14日 済州、韓国



|                 |              |
|-----------------|--------------|
| 2019年 1月 1日     | アブストラクト受付開始  |
| 2019年 6月 30日    | アブストラクト提出期限  |
| 2019年 11月 1日    | 論文締切         |
| 2020年 2月 15日    | 最終論文締切       |
| 2020年 5月 11-14日 | 第13回ヒートポンプ会議 |

2020年5月11日月曜日から5月14日木曜日まで、第13回IEAヒートポンプ会議が済州島で開催されます。テーマ「ヒートポンプ - グリーンワールドのためのミッション」では、地球規模の気候変動に対処し、必要な行動を議論することを目指しています。

#### これまでの会議

今回の会議は、国際エネルギー機関（IEA）のHeat Pumping Technologies TCP（ヒートポンプ技術ヒートポンプ技術における技術共同プログラム開催する一連の会議の第13回です。過去の会議は、オーストリア（1984）、アメリカ（1987、2005）、日本（1990、2011）、オランダ（1993、2017）、カナダ（1996、2014）、ドイツ（1999）、中国（2002）、スイス（2008）で開催されました。

日本と中国での成功した歴史の後、アジアで開催されるのは4回目のヒートポンプ会議であり、韓国では初めての開催となります。

#### 会場

会議会場は済州市にあるラマダプラザホテル済州で、済州空

港から簡単にアクセスできます。済州島は東南アジアの有名な休日の旅行先であり、美しいビーチ、火山、そして素晴らしい料理があります。世界遺産に登録されている済州火山島と溶岩洞窟があり、参加者と同伴される方々は間違いなく美しい島を楽しめます。観光の機会に加えて、さまざまなテクニカルツアーが計画されています。

#### 会議の目標

信頼性が高く確認された技術としてのヒートポンプは、さまざまなエネルギー源への幅広い適用により、エネルギーの節約と温室効果ガスの削減のための重要な機器です。今回の会議は、ヒートポンプの最新技術について議論するフォーラムとして機能し、関連技術に関する市場、政策、および標準の情報に関する貴重な知識を交換します。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。

#### 会議トピックス

会議プログラムの中で、参加者は以下の問題に関する数多くの最先端のプレゼンテーションが行われます。

## ヒートポンプ技術のニュース

- ▶ ヒートポンプ技術の最近の進歩
- ▶ 環境に優しい技術
- ▶ システムとコンポーネント
- ▶ フィールドデモンストレーションおよび多分野用途
- ▶ 研究開発
- ▶ ポリシー、基準、および市場
- ▶ 国際的な活動

### 会議の仕組み

会議プログラムの中で、参加者は次の問題について多数の最先端のプレゼンテーションを行います。

- ▶ 著名研究者による基調講演と全体講演
- ▶ 革新的なヒートポンプ技術、アプリケーション、および市場に関する口頭およびポスターによるプレゼンテーション
- ▶ ヒートポンプ機器の展示
- ▶ HPT TCP Annex に関連する共同プロジェクトに関するワークショップ
- ▶ テクニカルツアー
- ▶ 観光プログラム
- ▶ 懇親会

### 論文審査プロセス

抄録の提出は終了しました。アブストラクトはリージョナルコーディネーターによって審査され、著者には受け入れが通知されました。完全な論文の提出期限は11月1日です。

### 組織

この会議は、IEA ヒートポンプ技術における技術共同プログラムの実行委員会を代表して、国際組織委員会 (IOC) と開催国組織委員会 (NOC) によって組織されています。

Per Jonasson IOC 会長、スウェーデン冷凍ヒートポンプ協会

Sophie Hosatte IOC 副会長、CanmetENERGY、カナダ

前山 英明 IOC 副会長 (HPTCJ)

キム・ミンス NOC 会長、ソウル大学、韓国

キム・ミンスン 会議事務局、チョンアン大学、韓国

詳細については、第13回 IEA ヒートポンプ会議の会議 Web サイトを参照ください。

<http://www.hpc2020.org/>



## IEA ヒートポンプ技術における技術協力プログラム National Experts 会議 2019 へようこそ

この会議 (以前はナショナルチームミーティング、NT 会議と呼ばれていました) は、2019年10月24日木曜日、ドイツのニュルンベルクのニュルンベルクメッセで、09.00-16.30 に行われます。(欧州ヒートポンプサミット 2019 の翌日 <https://www.hp-summit.de/en>)

会議の目的は、戦略計画に沿ってヒートポンプ技術に関する IEA 技術協力プログラム (HPT TCP) 内での新しい活動の創出を促進することです。

(<https://heatpumpingtechnologies.org/about/our-vision/>)

過去の会議の結果は、いくつかの新しい国際共同プロジェクト、いわゆる Annex の開始をもたらしました。

内容はこちら: <https://heatpumpingtechnologies.org/ongoing-annexes/>

今年のナショナルエキスパートミーティングでは、次のトピックが議論されます。

- ▶ 戦略領域内の Annex の新しいアイデアの開発  
例: 自動車、産業、消費財 (白物家電など) を含む、新規または特別な市場とアプリケーション
- ▶ 暖かく湿気が多い国向け「快適さと気候ボックス」
- ▶ ポジティブエネルギー地区/ブロックのヒートポンプ

生産的な会議になるように、あなたの国の研究者や業界の代表者を招待してください!

できるだけ早く会議に参加する予定がある場合はお知らせください。 [johan.berg@ri.se](mailto:johan.berg@ri.se) に電子メールを送信下さい。

ヒートポンプセンターチーム



2017年ニュルンベルクでのNT会議



## クリーンエネルギーの進行状況の追跡：ヒートポンプは軌道に乗っていません

IEA のオンライン概要「[クリーンエネルギーの進行状況の追跡](#)」の最近の更新で、[ヒートポンプ](#)は市場への浸透、コスト、パフォーマンスに関して順調に進んでいない技術として指摘されています。

2018年には、ほぼ1800万世帯がヒートポンプを購入し、2010年の1400万世帯から増加しました。ただし、この増加の大部分は、暖房に使用できないリバーシブルユニットの販売増加によるものです。世界的に、ヒートポンプは建物の暖房の3%しか寄与していません。SDS（持続可能な開発シナリオ）に合わせて、このシェアは2030年までに3倍になる必要があります。そのため、初期購入価格を引き下げる必要があり、現在の最高の利用可能な技術に向けて平均ヒートポンプエネルギー性能を50%高める必要があります。

ヒートポンプは、2018年の世界全体の売り上げの4分の3以上が化石燃料または従来の電気技術であったため、依然として住宅用暖房機器全体の小さな割合を占めるに過ぎません。が同時期に、世界のヒートポンプの売上は、2017年から2018年の間に10%近く増加しました。これは2016-17年の成長率の2倍です。

2017年の新しい家庭用ヒートポンプの設置の80%近くが中国、日本、米国であり、これらが合わせて住宅のスペースおよび給湯用の世界の最終エネルギー需要の約35%を占めています。しかし、ヨーロッパの市場は急速に拡大しており、2017年には約100万世帯がヒートポンプを購入しています。これには、サンタリー用温水機のヒートポンプ（135,000台）が含まれます。スウェーデン、エストニア、フィンランド、ノルウェーは最も普及率が高く、毎年1000世帯あたり25台以上のヒートポンプが販売されています。Air-to-Airヒートポンプ技術は、建物の世界的な販売の大部分を占めていますが、近年、Air-to-Waterヒートポンプや地熱ヒートポンプなど、他のタイプのヒートポンプの購入も拡大しています。

ヒートポンプの一般的な効率係数（平均年間エネルギーパフォーマンスの指標）は2010年以降着実に向上しており、主要

なヒートポンプ市場全体で推定3に近づいています。特に地中海地域や中国中南部などの比較的温暖な気候では、4または5以上の係数に達することが一般的です。

逆に、カナダ北部などの極端に寒い気候では、外気温が低いと、現在利用可能な技術のエネルギー性能が2倍以下に低下します（周囲温度によって異なります）。それでもこれは、電気抵抗ヒーターまたは高効率ガスボイラーの2倍の効率です。規制、規格、およびラベル表示は、技術の進歩とともに、世界的に改善を促しています。たとえば、米国で販売されているヒートポンプの平均効率係数は、最小エネルギー性能基準の2回の改定により、2006年に13%、2015年に8%増加しました。

電動ヒートポンプは、世界中の建物の暖房需要の3%未満を満たしているが、上流の電力の炭素原単位を考慮しても、世界のスペースと給湯の90%以上でCO2排出量を高効率ガスボイラー（通常92~95%の効率）より少なく供給出来ます。

ヒートポンプ市場への浸透に関する[進行中の政策](#)の進展には、ヒートポンプに固有のエネルギー効率プログラム、ヒートポンプのエネルギー性能に関する規制とラベリング、および技術的に中立な性能要件が含まれます。

[推奨されるアクション](#)には、先行コストとエネルギー価格のダイナミクスへの対処、燃料価格の調和、エネルギー性能基準とラベル表示の改善が含まれます。

対処すべきイノベーションのギャップには、ヒートポンプの柔軟性の向上、ヒートポンプの魅力の向上、地熱ヒートポンプ技術のコスト削減が含まれます。

### [クリーンエネルギーの進行状況の追跡とは何ですか？](#)

IEAの[持続可能な開発シナリオ \(SDS\)](#)は、パリ協定の2°Cをはるかに下回る気候目標、ユニバーサルエネルギーアクセス、大気汚染の大幅な削減という3つの戦略目標に到達するためのグローバルエネルギーシステムへの道筋を提供します。しかし、IEAの[新しいポリシーシナリオ \(NPS\)](#)に示されているように、既存のポリシーと発表されたポリシーに基づく、私たちは軌道に乗っていません。

トラッキングクリーンエネルギーの進捗状況は、（クリーンエネルギーの進展評価の進展評価）45の重要なエネルギー技術や分野の状況を評価し、SDSに“軌道に”乗ることができる方法に関する推奨事項を提供します。

情報提供元の詳細内容はこちら：


<https://www.iea.org/tcep/buildings/heating/heatpumps/>



## 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

HPT TCP 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実施まで異なる場合があります。

|                                                                                                                     |    |                                        |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|----------------------------------------|
| FUEL-DRIVEN<br>SORPTION<br>HEAT PUMPS                                                                               | 43 | AT, <b>DE</b> , FR, IT, KR, SE, UK, US |
| HYBRID<br>HEAT PUMPS                                                                                                | 45 | CA, DE, FR, <b>NL</b> , UK             |
| DOMESTIC<br>HOT WATER<br>HEAT PUMPS                                                                                 | 46 | CA, CH, FR, JP, <b>NL</b> , KR, UK, US |
| HEAT PUMPS IN DISTRICT<br>HEATING AND COOLING<br>SYSTEMS                                                            | 47 | AT, CH, <b>DK</b> , SE, UK             |
| INDUSTRIAL<br>HEAT PUMPS,<br>SECOND PHASE                                                                           | 48 | AT, CH, <b>DE*</b> , DK, FR, JP, UK    |
| DESIGN AND INTEGRATION OF<br>HEAT PUMPS FOR nZEB                                                                    | 49 | AT, BE, <b>CH</b> , DE, NO, SE, UK, US |
| HEAT PUMPS<br>IN MULTI-FAMILY BUILDINGS<br>FOR SPACE HEATING AND DHW                                                | 50 | AT, <b>DE</b> , FR, IT, NL             |
| ACOUSTIC SIGNATURE OF<br>HEAT PUMPS                                                                                 | 51 | <b>AT</b> , DE, DK, FR, IT, SE         |
| LONG-TERM MEASUREMENTS OF<br>GSHP SYSTEMS PERFORMANCE<br>IN COMMERCIAL, INSTITUTIONAL<br>AND MULTI-FAMILY BUILDINGS | 52 | FI, NL, NO, <b>SE</b> , US, UK, DE     |
| ADVANCED COOLING/<br>REFRIGERATION<br>TECHNOLOGIES DEVELOPMENT                                                      | 53 | DE, IT, KR, <b>US</b>                  |
| HEAT PUMP SYSTEMS WITH LOW<br>GWP REFRIGERANTS                                                                      | 54 | IT, JP, KR, <b>US</b>                  |
| COMFORT AND CLIMATE BOX                                                                                             | 55 | AT, IT, <b>NL</b>                      |

 NEW    \*) Operating Agent from Germany, but no other parties from the country participate.

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  
45

ハイブリッド  
ヒートポンプ

最近、ハイブリッドヒートポンプに関する Annex45 の最終レポートが発表されました。参加国はオランダ (OA)、カナダ、フランス、ドイツ、英国でした。

この Annex の目標は、ハイブリッドヒートポンプの技術開発と市場機会に関する知見を深めることでした。

ヒートポンプと組み合わせたボイラーまたは炉で構成されるハイブリッドシステムは、かなり長い間商業ビルで使用されています。ただし、家庭用アプリケーションはまだ比較的新しいものです。したがって、この Annex は、参加国におけるハイブリッド HP 適用機会を初めて概要比較したものとして役立っています。

電気 HP と化石燃焼ボイラー/炉を組み合わせることにより、最適な加熱装置を柔軟に選択できます。これにより、CO2 生産、ランニングコスト、一次エネルギー、グリッドの混雑、負荷分散などに従って、熱の生産を最適化できます。

さらに、ハイブリッド暖房システムは、全電気式ヒートポンプよりも投資コストが低く、多くの場合、比較的狭いスペースに収まります。

化石燃料ヒーターはバックアップとして常に利用可能であるため、ハイブリッドシステムは、レトロフィットの状況でヒートポンプを使用できるようにします。

再生可能加熱に向けた中間ステップとしてのハイブリッド

HP への関心の高まりは、フランス、オランダ、英国で注目される可能性があります。特にオランダでは、すべての新しく設置された暖房設備の、ハイブリッド HP が相当な部分 (2019 年に 5~10%) を占めています。

主な調査結果

直接的 CO2 削減

ハイブリッドは既存の建物に適用できるため、CO2 を大幅に節約できる可能性があり、すぐに大規模に活用できます。これにより、ヒートポンプが市場やユーザーに馴染むことができ、今後数十年間の家庭用暖房の大規模な電化への準備になります。

図 2 は、100%再生可能加熱への通常のルートとしてのビジネス (左) と、100%再生可能加熱へのハイブリッドルートを示しています。ハイブリッドシステムにより、迅速なアクションが可能になります。今後 10~15 年以内の状況と開発状況に応じて、ハイブリッドシステムは全電気 HP に置き換えられるか、再生可能燃料 (水素、グリーンガス、バイオガス) と組み合わせて使用される場合があります。どちらのルートでも、低炭素家庭暖房が可能です。

制御戦略は非常に重要

基本的な制御戦略は、ハイブリッドヒートポンプの運転体制を決定する重要な要素です。ハイブリッドシステムは、個々の家の暖房を最適化するために使用できますが、グリッド負荷管理、再生可能な生産構造とのマッチング、およびその他のスマートグリッド適用のサポートにも使用できます。

制御パラメーターの選択には多様性があるため、ハイブリッド HP は、現地の状況とニーズに応じて、さまざまな方針の目標をサポートするように作成できます。

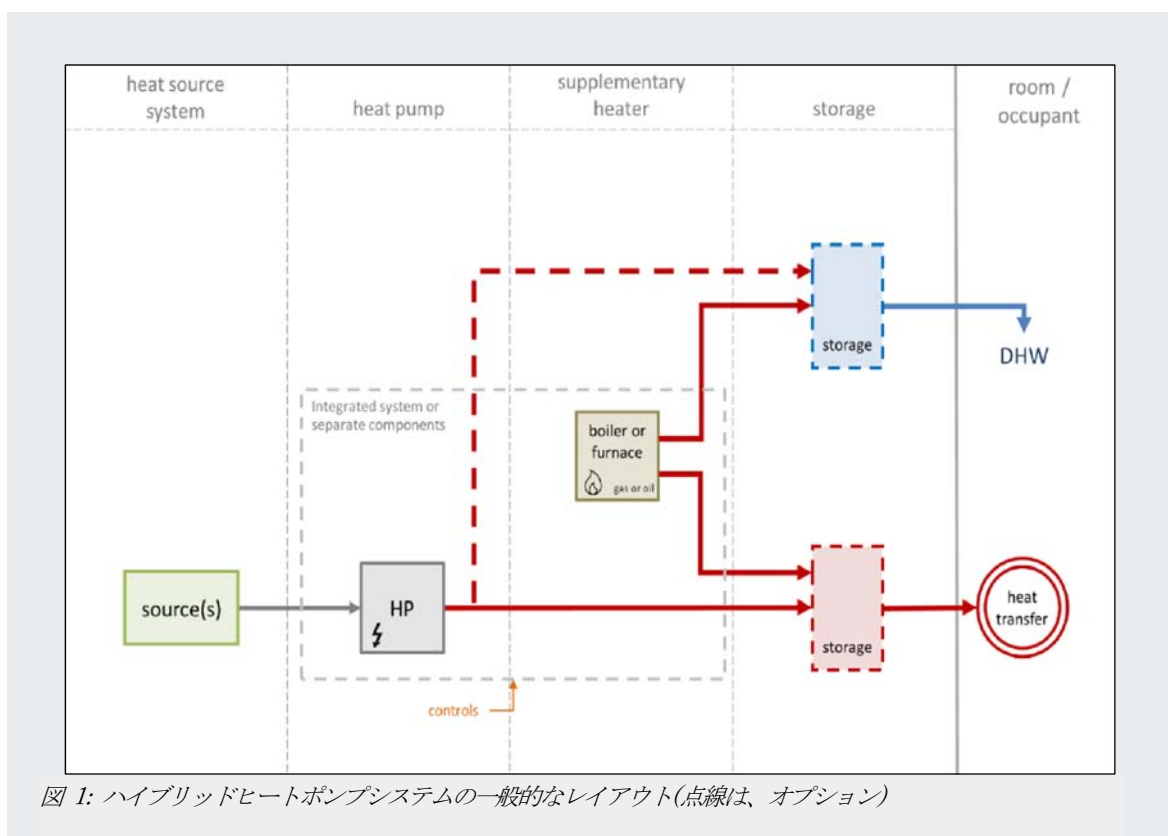


図 1: ハイブリッドヒートポンプシステムの一般的なレイアウト(点線は、オプション)

**究極の柔軟性**

ハイブリッドヒートポンプは、タイムシフトする電力負荷を超える柔軟性を提供します。電力からガスまたは石油に切り替えることが可能であるため、HP の電力需要はいつでも暖房需要から完全に切り離すことができ、地域グリッドの混雑に対する構造的な解決策を提供します。

**エネルギー価格に対する強い感度**

エネルギー価格は、ハイブリッドヒートポンプの市場実現可能性に大きな影響を与えます。標準的なボイラーと比較して、ハイブリッドシステムは投資と運用コストの両方で強い競争に直面する可能性があります。全電気システムと比較して、ハイブリッドは両方の点でより好ましい傾向がありますが、普遍的ではありません。

**ユースケースは、現地の状況、政策目標、ニーズによって大きく異なります**

参加国間で多種多様なハイブリッド設定とユースケースがあります。各国にはいくつかの適切なユースケースがありますが、すべての国に関連するユースケースはありません。Table 1 に、参加国で予想されるハイブリッド HP の典型的な使用例を示します。

**再生可能な暖房へのゲートウェイ**

ハイブリッドヒートポンプは、低炭素暖房へのゲートウェイとして機能する場合があります。

ハイブリッドを使用することで、建物自体がまだ改修されていない場合でも、100%再生可能エネルギーへの暖房システムの部分的な移行を即座に実現できます。再生可能燃料(水素、

合成ガス、バイオガスなど) の可用性に応じて、ハイブリッド HP はエネルギーシステムの永続的な一部になる可能性があります。

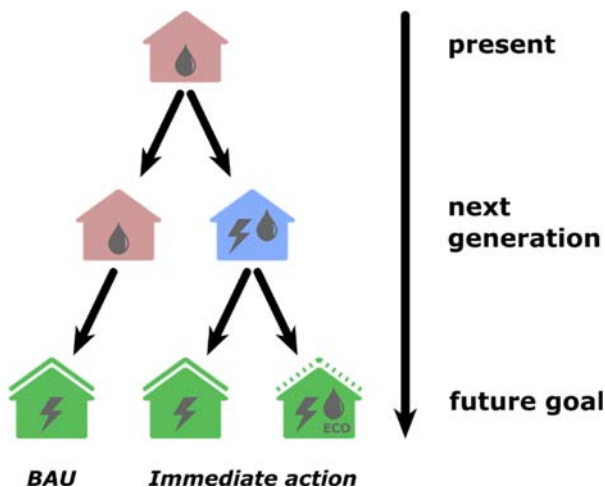


図2:ハイブリッドヒートポンプ(青い家のシンボル)を使用すると、多くの場合改修することなく既存の家でハイブリッドシステムを使用できるため、低炭素家庭用暖房に即座に対応できます。

**Annex ウェブサイト**

<https://heatpumpingtechnologies.org/annex45/>

**Contact**

OA は、オランダの Business Development Holland b.v.の Peter Wagener です。  
[wagener@dhpa-online.nl](mailto:wagener@dhpa-online.nl)

| 状況                           | 課題・利点                                     | ハイブリッドで得られること                                           | 導入国                 |
|------------------------------|-------------------------------------------|---------------------------------------------------------|---------------------|
| 集合暖房/集合住宅                    | 最高のビジネスケースを備えた再生可能エネルギー。                  | 投資 (€/\$) と CO2 節約の最適なバランス。                             | NL, DE, IT          |
| PV 設置の家                      | 自家再生可能電力の使用を最大化。                          | ハイブリッドシステムは、PV ピーク生産時の温水生産用に最適化できる。                     | DE, BE              |
| ガスグリッドまたは石油燃焼ボイラー上の既存の家      | 改修せずに達成するのが難しい CO2 節約。                    | 建物を改修する必要なく、すぐに節約できる。「ロックイン」なし: 将来の改修により、化石燃料をさらに節約できる。 | NL, BE, DE, CA, FR  |
| 小さな家                         | 貯湯タンクのスペースがない。                            | ハイブリッドでは、HP は少なくともベースロードを提供できるが、ボイラーはまだ温水をカバーできる。       | NL, 英国, BE          |
| 「扱いにくい」家                     | 建物関連の測定のための限られた技術的/建築的オプション。例: 記念碑や古い建物   | (大きな) 改修を必要とせずに、少なくとも最小量の CO2 を節約するエレガントな方法。            | NL, UK, DE          |
| LPG または石油燃焼ボイラーのある家          | ボイラー燃料は高価。                                | 燃料使用の即時節約。                                              | BE, IT, DE, FR      |
| 弱い電力グリッドまたは「エンドオブザライン」グリッド接続 | 電力グリッドの容量全電動ヒートポンプには小さすぎる。                | グリッド負荷のピークを最小限に抑えた、再生可能エネルギーの最大使用。                      | 英国, カリフォルニア, IT, FR |
| 新築住宅                         | 再生可能目標/建築規制                               | 望ましい再生可能エネルギー量またはエネルギー性能                                | FR                  |
| 計画された AC インストールに HP を追加      | 加熱 (炉) が低コスト AC インストールが必要                 | 冷却機能を主な機能とするリバーシブル HP を選択すると、限られた投資で熱需要の一部を低 CO2 にできる。  | CA                  |
| 大規模グリッド管理のイネーブラー             | いくつかのグリッド負荷の問題: 例再生可能生産、電気自動車、HP の大量展開など。 | ハイブリッドシステムからの電力需要を自由にオフに切り替え、スマートグリッドの可能性を十分に提供できる。     | 将来の開発               |

表 1: 参加国におけるハイブリッドのユースケースの概要

**ANNEX 48** **産業用ヒートポンプ 第二段階**

産業用ヒートポンプ（IHP）は、産業プロセスの廃熱の温度をより高い温度に上げて、同じプロセスまたは別の隣接するプロセスまたは熱需要で使用するアクティブな熱回収装置です。この Annex の目的は、産業への利用の増加を通じてエネルギー消費と GHG 排出の削減に積極的に貢献する産業用ヒートポンプの世界的な活動を理解することです。Annex48 の目標は、政策立案者、協会、および産業向けの簡潔で明確な情報資料の開発と配布に集中することです。

**例としてのオーストリアの産業エネルギー需要**

図1では、2016年のオーストリア産業のエネルギー使用が要約されています。紙パルプ産業が最も多くのエネルギーを消費し、次に化学および石油化学産業、石および土およびガラスの生産、鉄および鉄の生産が続きました。図2では、6つ

の異なるアプリケーションのエネルギー使用量がまとめられています。産業用オープンでは合計 109PJ が消費され、それに続いて、蒸気発生、定置エンジン、暖房、空調で消費されました。これらはすべて、ヒートポンプの用途に適しています。

**日本のグッドプラクティス**

日本では、ヒートポンプは、自動車部品生産に関するプロジェクトの中で、切断や洗浄工程に適用されています。これは、中部電力と筑波大学の共同プロジェクトとして行われました。目的は蒸気生成の削減でした。ヒートポンプを設置する前は、蒸気ボイラー原油を使用していました。図3を参照してください。ヒートポンプを備えたシステムを図4に示します。22 kW の加熱能力を備えた廃熱回収ヒートポンプ、6 ユニット、44 kW の加熱能力を備えた空気熱源ヒートポンプ、8 ユニットヒートポンプの適用前後のコストを比較すると、投資コストは 33.2% 減少しました。年間のランニングコストは 79.1% 減少しました。詳細については、図5を参照してください。

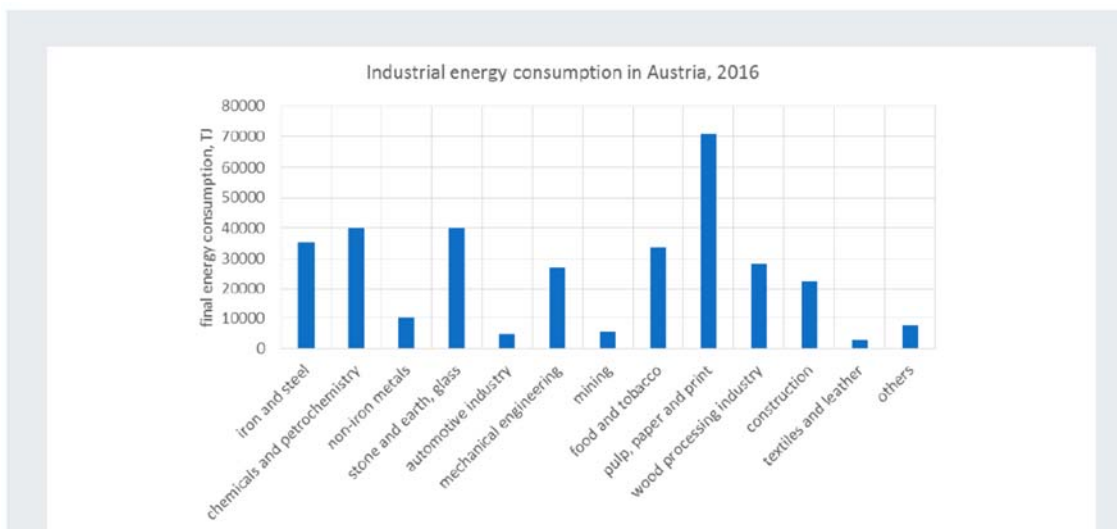


図1: セクター別産業エネルギー使用 (出典: Statistics Austria)

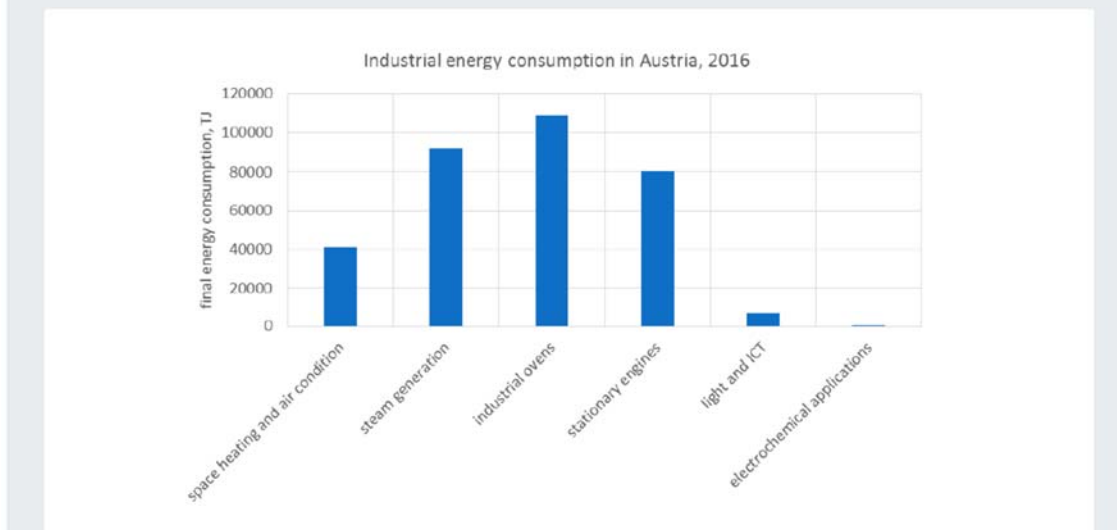


図2: 用途別産業エネルギー使用 (出典: Statistics Austria)

主な障壁

IHP の適用に関する主な障壁の 1 つは、国によってエネルギー価格に関する状況が非常に異なることです。特に、電気とガスの価格の比率が重要です。スウェーデン、フィンランド、オランダ、フランスでは、電動ヒートポンプの適用に有利な価格比があります。ドイツ、アイルランド、および英国の価格比は不利です。図 6 を参照してください。

会議、過去と未来

2016 年の Annex 開始以来、年二回非常に実りの多い専門家会合が行われています。加えて Annex 内の多くのプロジェクト

が、業界の代表者や政策立案者など Annex 外の人々に開かれたワークショップや会議で発表されました。ワークショップは、ドイツのニュルンベルク、Chillventa Congress、および日本の東京で開催されました。

これらのワークショップでは、参加国の状況を取り上げ、高温ヒートポンプなどの問題や、さまざまな応用分野での優良事例も紹介しました。

8 月にはカナダのモントリオールで開催される IIR 国際冷凍会議で、10 月にはドイツのニュルンベルクで開催される欧州ヒートポンプサミットで、さらにワークショップが開催されます。

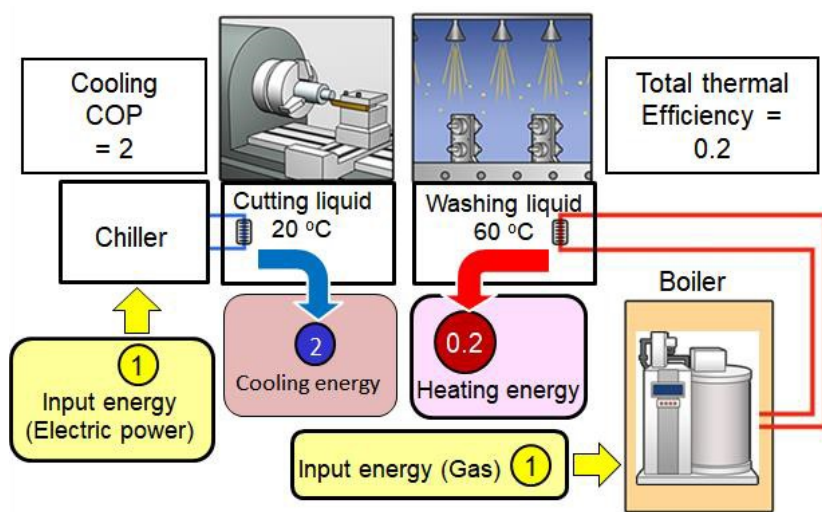


図3: Conventional system

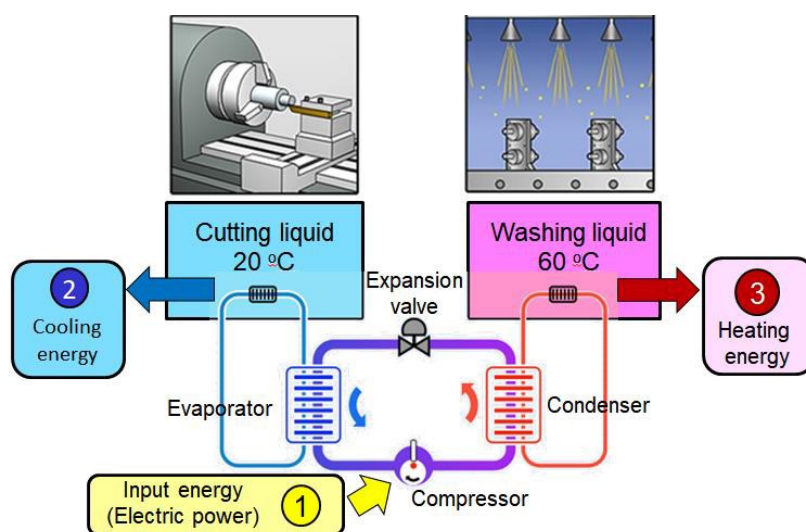


図4: Application of heat pumps for cutting and washing processes

# HPT TCP ANNEXES

|                      | ヒートポンプ適用前                                       | ヒートポンプ適用後              | 達成削減量          |
|----------------------|-------------------------------------------------|------------------------|----------------|
| 消費電力 (MWh/年)         | 193 (100%) <boiler auxiliary equipment, cooler> | 570 (295%) <heat pump> | +377 (+195%)   |
| 燃料消費量 (キロリットル/年)     | 470 (100%) <boiler fuel oil>                    | 0 (0%) <heat pump>     | -470 (-100%)   |
| 水消費量 (キロリットル/年)      | 6,953 (100%) <steam>                            | 0 (0%) <heat pump>     | -6,953 (-100%) |
| 省エネ (燃料油換算、キロリットル/年) | 522 (100%) <Boiler, Cooler>                     | 85 (16%) <heat pump>   | -437 (-84%)    |
| CO2 排出量 (CO2 トン/年)   | 1,364 (100%) <Boiler, Cooler>                   | 270 (20%) <heat pump>  | -1,094 (-80%)  |

図5：結果：ヒートポンプの適用の効果

| 電気/ガス価格の比率 |     |     |     |    |
|------------|-----|-----|-----|----|
| 国          | 家庭  | 小企業 | 大企業 | 傾向 |
| スウェーデン     | 1.2 | 1.3 | 1.0 | ↑  |
| フィンランド     |     | 1.8 | 1.2 | ↑  |
| ブルガリア      | 1.9 | 2.6 | 2.0 | ↑  |
| オランダ       | 1.5 | 2.6 | 2.6 | ↑  |
| フランス       | 1.4 | 2.7 | 2.5 | ↑  |
| スロベニア      | 2.5 | 2.1 |     | ↑  |
| ポルトガル      | 2.1 | 2.5 | 2.4 | ↑  |
| エストニア      | 2.5 | 2.6 | 2.2 | ↑  |
| オーストリア     | 2.8 | 2.7 | 2.0 | ↑  |
| ポーランド      | 2.4 | 2.8 | 2.4 | →  |
| リトアニア      | 1.7 | 3.4 |     | →  |
| クロアチア      | 2.6 | 2.6 |     | →  |
| ハンガリー      | 3.1 | 2.4 | 2.8 | →  |
| ラトビア       | 2.2 | 3.5 | 2.7 | →  |
| ルクセンブルク    | 3.2 | 2.3 |     | →  |
| スロバキア      | 1.7 | 3.5 | 3.2 | →  |
| デンマーク      | 4.2 | 1.9 | 2.7 | →  |
| チェコ共和国     | 2.2 | 3.7 | 2.9 | →  |
| スペイン       | 2.9 | 3.5 | 2.5 | →  |
| ギリシャ       | 2.3 | 4.0 |     | →  |
| イタリア       | 2.2 | 3.9 | 3.7 | →  |
| ルーマニア      | 4.2 | 3.0 | 2.8 | →  |
| ベルギー       | 2.8 | 4.0 | 3.2 | →  |
| ドイツ        | 3.0 | 4.0 | 3.5 | →  |
| アイルランド     | 4.1 | 3.9 |     | ↓  |
| イギリス       | 2.8 | 4.2 | 5.1 | ↓  |
| EU-28      | 2.4 | 3.3 | 3.0 | →  |

図6：欧州連合の電気 / ガス価格比。出典：IER シェトウツトガルト Stefan Wolf Chillventa CONGRESS 2016年10月10日

Annex ウェブサイト

<https://heatpumpingtechnologies.org/annex48/>

Contact

OA は、ドイツの IZW e.V. の Rainer M. Jakobs です。

[Jakobs@izw-online.de](mailto:Jakobs@izw-online.de)

ANNEX  
49設計との統合  
nZEB のための  
ヒートポンプ

ほぼゼロエネルギーの建物 (nZEB) は、多くの国で将来の建築基準になります。EU 加盟国では、2019 年初頭以降、すべての新しい公共建築物について、nZEB 要件を満たす必要があります。2021 年の初めまでに、要件はすべての新しい建物に拡張されます。したがって、nZEB 要件を満たす技術を構築することが大いに注目されています。IEA HPT Annex 49 は、ほぼゼロエネルギーの建物へのヒートポンプの応用を調査しています。

タスク 1「最先端の分析」； 2019 年までの新しい公共建築物に対する nZEB 要件の導入で規定された nZEB の明確な定義が検討されます。さらに、さまざまな参加国の狙いのレベルを比較するための方法論に関する作業が開始されました。定義は国ごとに基準と制限の両方が異なるため、これは複雑です。したがって、方法論は、さまざまな国の高性能建物の目論見を特徴付けるのに役立ちます。国内の計算方法と一般的な住宅のシミュレーションに基づく段階的な手順は詳細に説明されていますが、さらにテストされ改善されます。

タスク 2「nZEB におけるヒートポンプの統合」； これは、タスク 4「設計と制御」と相互にリンクしています。米国では、12 の異なる気候帯でのヒートポンプの統合と設計のためのシステム構成に関する包括的なシミュレーション研究が、米国標準技術研究所 (NIST) で実施されています。太陽光発電システムの設計は、さまざまな気候境界条件における nZEB 要件を満たすように適応されています。換気システムとヒートポンプタイプ (空気源と地下熱 (AS, GS)) の両方が、エネルギーとコストの節約に関して評価されます。米国のほとんどでは、熱とエンタルピーの回収 (熱と水分の回収) による換気がエネルギーを節約します。ただし、カリフォルニア州南部とメキシコ湾沿岸を除きます。アメリカの北半分では、コストも節約できます。GSHP は、米国の北半分で大幅なエネルギー節約をもたらし、コストを節約できます。南部と西部の海洋気候では、小規模から中程度のエネルギー節約しか得られません。南カリフォルニアとフロリダでは、ASHP の使用エネルギーの方がより少なくなっています。

タスク 2 および 4 でも、他のさまざまなシミュレーション研究が進行中です。これらは、モニタリングの一部に関連しています。ノルウェーは、ヒートポンプモデリングがヒートポンプシミュレーションの結果にどのように影響するかを調査しました。予測制御と PV の自己消費は、さまざまなプロジェクトのトピックです。スイスでは、製造業者の情報に基づいて、nZEB の容量制御ヒートポンプの設計に関する評価が実施されました。

オーストリアのタスク 2 および 4 への貢献として、TU グラーツでは、太陽光発電と太陽熱コンポーネントの両方の太陽エネルギー割合を増やすために、追加の貯蔵コンポーネントとして熱活性化建築システム (TABS) の使用が調査されています。DHW タンクと TABS の太陽負荷により、システムの SPF が大幅に増加し、太陽熱と太陽光 PV の両方でグリッドからの電

力消費が削減される場合がありますが、PV との組み合わせの方が若干の利点があります。

さらに、インスブルック大学では、建築技術を最適化するためにパッシブハウス標準の 2 つの集合住宅がシミュレートされており、これも数年前からモニタリングされています。エネルギー需要は連続的に削減されていますが、集合住宅では、エネルギー生成のための太陽光発電などの建築外皮構成技術が設置できるスペースが限られており、nZEB バランスの課題が依然としてあります。

オーストリア工科大学 (AIT) では、より大きな建物での 2 つのプロジェクトが進行中です。これらは、監視およびシミュレーション作業に基づいています。1 つのプロジェクトは、グリッドとストレージで接続されたさまざまな熱源を持つ建物のグループにリンクされ、もう 1 つのプロジェクトは、大規模なオフィスビルにおける試運転と制御の改善に関する調査を扱います。建物から学んだ教訓は、異なる部分負荷シナリオと徹底的な試運転段階を含む統合計画が建物の運用を楽にするということです。モニタリングは、運用フェーズでシステムのパフォーマンスを最適化するのに役立ちます。試験運用は多段階のプロセスである必要があります。システムは、夏季の冷却システムなど、適切な操作フェーズで試験運用されます。

タスク 3 は、ヒートポンプ開発のためのプロトタイプおよびモニタリングと nZEB におけるヒートポンプ市場性のフィールドトライアルについて扱います。タスク 3 への貢献として、スペース冷却用のファサード一体型ヒートポンプのプロトタイプが TU Graz で開発されました。目的は、PV によって駆動される建物の自律冷却機能です。また、このプロジェクトでは、TABS は可能性のある空間暖房および冷房排出システムとして考えられています。TABS は、PV の稼働時間中に生成される熱エネルギーを緩衝する可能性がありますが、バッテリーの統合も考慮されます。システムは、図 1 に示すように、2 つのテストボックスで TU Graz のキャンパスでフィールド監視されています。並行して、シミュレーションが実行されています。最初の結果は、システムが空間冷却に適していることを示していますが、プロトタイプシステムの 1~2kW の加熱能力は、グラーツ地域の空間加熱需要全体をカバーするには低すぎます。

米国では、高度に統合されたヒートポンプのさまざまなプロトタイプが数年にわたって開発されており、その一部はすでに市場に導入されていますが、その他は、まだフィールドモニタリング調査中です。メリーランド大学では、さまざまな設計ステップで、統合された潜熱蓄熱を備えた個人用冷却装置のプロトタイプが開発されました。

他のいくつかの監視プロジェクトも進行中であり、タスク 3 で開始されています。ドイツでは、熱グリッドを使用したセントラルヒーティングシステムとブースターヒートポンプを使用した分散型 DHW 生産を備えた 8 軒の住宅の最初の監視結果が提示されており、約 5 の高いパフォーマンス値を示しています。TU ブラウンシュヴァイクでは、変化するストレージ統合を伴う数年にわたる一戸建ての建物のモニタリングが実施され、多世帯住宅と学校の最初の結果が発表されました。ベルギーでは、より大きな建物への下水熱源の適用がシミュ

## HPT TCP ANNEXES

レートされており、ブリュッセルの3つのオフィスビルでのモニタリングが2019年夏に開始されます。さらに、ノルウェーとスイスは、ホテル、幼稚園、スーパーマーケットなど、さまざまなタイプの非居住用建物でモニタリングを行っています。

IEA HPT Annex49 の結果は、韓国の済州で開催される次回のIEA HP 会議のワークショップで発表されます。

### 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)



図1：冷却用のファサード一体型ヒートポンププロトタイプを含むテストボックス。Graz では2種類のPVがテストされる。

## INFORMATION

ヒートポンプ テクノロジーズ TCP に参加してください。



<https://twitter.com/HeatPumpingTech>



<https://twitter.com/HeatPumpingTech>

ソーシャル メディアで会いましょう！



**ANNEX 55** 快適性と気候ボックス

2019年の最初の数か月で、新しいAnnexの基盤が構築されました。このAnnexは、IEA TCP HTPとECESの協力により、ヒートポンプテクノロジーとストレージシステムの最適な統合に関するものです。

**1 快適性と気候ボックス (CCB)**

このAnnexの中心概念は、いわゆる「快適性と気候ボックス (CCB)」です。この概念は、ヒートポンプ、エネルギー貯蔵モジュール、およびコントロールで構成される複合パッケージです。このパッケージは実際の物理ユニットで形成することもできますが、統合された「仮想パッケージ」を形成する個別のモジュールで構成することもできます。CCBは、組み立てられたコンポーネントのセットではありません。むしろ、CCBのすべてのコンポーネントは、モジュール方式で連携して動作するように設計し、専用の最適化された統合制御戦略の下で運用する必要があります (図1)。

**1.1 品質基準**

CCBを市場に投入する試みはすでにくつかあります。しかし、市場への取り込みは遅く、及び腰です。CCBの開発に役立つ9つの設計基準を検討して、市場の成功を分析します。

ローカル市場によっては、利用可能なシステムでこれらの基準の1つまたは複数に関してパフォーマンスを改善する必要がある場合があります。これらの基準は、CCBの品質を説明および測定するための中心的な参考資料となります。

**2 このAnnex 目標**

このプロジェクトは、理論的な「研究Annex」を意図したものではありません。参加国でのすべての貢献プロジェクトは、「ほぼ市場参入出来る」までの開発に焦点を合わせるように目指すべきです。

この統合されたAnnexの目標は、既存の建物に改善されたCCBを開発し、市場開発を加速することです。私たちは、商業の実現に近いシステム (すなわち、少なくとも7以上のTechnology Readiness Level (TRL)) に重点を置き、現地市場に採用された高品質のシステムを提供します。

この作業は、品質改善の概念を定義するために、図2に示す9つの品質基準に基づいて行われます。潜在的な原動力は、CCBの市場開発を加速し、すべての異なる気候帯でこれらの有望な暖房システムのアプリケーションの急速な成長を可能にすることです。

各参加国の個別の開発から学んだ教訓を交換することにより、参加者が互いに助け合って地元の市場開発をスピードアップできるようにします。

**3 作業パッケージ**

提案された目標を達成するために、5つの作業パッケージ (WP: Working Package) が定義されています。

**WP1- 市場とシステムの種類**

現状参加国ごとに個別に:

- » 現在市場にある、または商業化に近いシステムの概要
- » Annexの範囲を考慮して、参加国の既存のCCBコンセプトまたは製品の事例
- » 現地市場向けのCCBのさらなる改善のための機能条件と要件

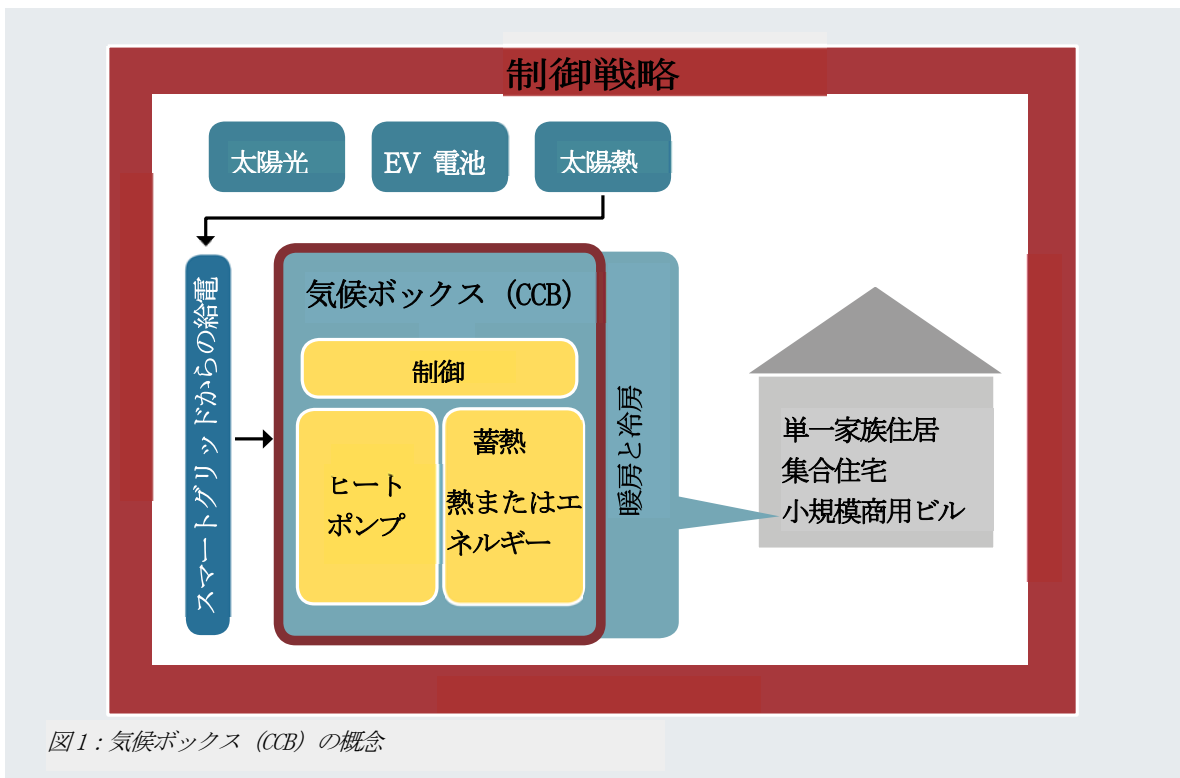


図1: 気候ボックス (CCB) の概念



**WP2- プロトタイピング**

このタスクの範囲と規模は、個々の国が達成した国家的支援に完全に依存しています。

- » WP1 からの国固有の出力に基づいたシステム仕様
- » 制御戦略の開発
- » プロトタイプの構築または組み立て

**WP3- テストと事前標準化**

- » 比較メトリック、つまり、パッケージの重要なパフォーマンスインジケータ、パッケージの認定と定量化のベンチマークを開発します。
- » ラボ条件下で測定を実行する
- » 実地試験でのプロトタイプの展開  
注：現場で適用されたシステムの広範な測定値は、この複合 Annex 時間枠内では実現できません。ただし、これらの測定は時間枠内で開始されます。
- » テスト標準の推奨事項

**WP4- ロードマップ/成功の条件実装**

- » 最適な市場の境界条件を特定する
- » 障壁と利害関係者の関心の概要
- » CO2 排出量とコストのライフサイクル分析 (LCA) の概要

- » 制御インターフェースに関する推奨事項：  
HP /ストレージパッケージ ⇔ 熱/冷負荷 ⇔ HP ⇔ ストレージ ⇔ 再生可能 ⇔ (スマート) グリッド
- » コンフォートクライメートボックスデバイス構成の監視とリモート制御のためのサイバーセキュリティの側面に関する推奨事項とガイドライン。
- » 工業メーカー向けの推奨事項
- » 政策立案者への提言
- » 標準化に関する推奨事項

**WP5- 組織と普及**

- » 他のソースからの情報交換/入力 (つまり、他の IEA Annex, Horizon 2020 プロジェクト、欧州ヒートポンプ協会 (EHPA)、他の国際的な利害関係者プラットフォームなど)
- » エキスパートワークショップ
- » Annex 会議、コミュニケーション、調整
- » レポート
- » プランニング

|      | WP 1<br>Market status | WP 2<br>Prototyping            | WP 3<br>Testing | WP 4<br>Roadmap | WP 5<br>Organization |  |
|------|-----------------------|--------------------------------|-----------------|-----------------|----------------------|--|
| 2019 | Q1                    | Annex definition workshop      |                 |                 |                      |  |
|      | Q2                    | Formal start of combined Annex |                 |                 |                      |  |
|      | Q3                    |                                |                 |                 |                      |  |
|      | Q4                    |                                |                 |                 |                      |  |
| 2020 | Q1                    |                                |                 |                 |                      |  |
|      | Q2                    |                                |                 |                 |                      |  |
|      | Q3                    |                                |                 |                 |                      |  |
|      | Q4                    |                                |                 |                 |                      |  |

### 4 参加者のコミットメント

この Annex への参加者のコミットメントは非常に厳格です。すべての参加者は、今後 2 年以内に具体的な結果を提供するフィールドトライアルプロジェクトを少なくとも 1 つ提供する必要があります。これにより、WP 2 および WP 3 がこの Annex 目標に最適に貢献できるようになります。

業界パートナーの参加が強く奨励されており、多くの参加予定国では、業界パートナーを巻き込む計画が策定されています。これらのビジネスパートナーは、この新しい市場の発展の最前線に立つことができるようになり、統合された Annex 研究と情報交換にオープンに貢献することが求められます。

特にプロトタイプとテストに関する作業パッケージ 2 と 3 の場合、可能な結果は、代表チームからの積極的な参加と、それらの当事者が確保できる資金に強く依存します。

このプロジェクトの主な効力は、プロトタイプとフィールドトライアルの実装の成功（以下を参照）から得られます。参加パートナーのプロジェクト資金は、実現されるフィールドプロジェクトの数と多様性に重大な影響を与えます。

### 5 ステータス

今年初めの定義会議の後、最終的な作業計画が作成され、現在 HPT と ECES 両方で承認されています。執筆時点で、このプロジェクトの最初の定例会議は、7 月 4~5 日にパリの IEA 本部で開催される予定です。

一方、この二重の Annex に参加するという約半数の国からのコミットメントを受け取っています。最終的には、約 10~12 か国がこの取り組みに参加することが予想されます。

ほとんどの作業パッケージについては、作業パッケージの将来のリーダーがすでに前進しています。各作業パッケージの正確な範囲と成果物は、パリ会議中に（見込みのある）パッケージリーダーと協力して書かれます。

### Annex ウェブサイト

<http://heatpumpingtechnologies.org/annex55/>

### Contact

OA は、オランダの Business Development Holland b.v. の Peter Wagener です。

[Wagener@dhp-online.nl](mailto:Wagener@dhp-online.nl)

## INFORMATION



Ongoing Annexes

私たちの ウェブサイトをニュース、最新アップデート、その他情報のためにいつも訪問して下さい。

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

## 製鉄および圧延工場での廃熱回収 「マリエンヒュッテ」、グラーツ（オーストリア）

Alexander Arnitz, René Rieberer グラーツ工科大学熱工学研究所  
Veronika Wilk オーストリア工科大学  
Helmut Unger, Peter Schlemmer, Energie Graz GmbH & Co KG  
オーストリア

エネルギーサービスプロバイダーおよび地域暖房ネットワークオペレーターの Energie Graz GmbH & Co KG と製鉄および圧延工場 Marienhütte GmbH の2社間の長年の協力により、両パートナーにとって経済的に実行可能で、グラーツ地域（オーストリア）にとって環境保護的に価値のあるプロジェクトが実現しました。2つの非常に効率的な大型ヒートポンプの設置により、製鉄および圧延工場 Marienhütte GmbH からの廃熱を使用して、環境に優しい熱をグラーツの既存の地域暖房ネットワークに届けています。



[この記事ダウンロードして共有する](#)

### 序論

エネルギーサービスプロバイダーおよび地域暖房ネットワークオペレーターの Energie Graz GmbH & Co KG と製鉄および圧延工場 Marienhütte GmbH の2社間の長年の協力により、両パートナーにとって経済的に実行可能で、グラーツ地域（オーストリア）にとって環境保護的に価値のあるプロジェクトが実現しました。この協力の核心は、地域暖房の目的で製鉄所および圧延工場“Marienhütte”からの廃熱を使用することです。この協力は1992年に最大100°Cの廃熱を直接使用することから始まり、それ以来継続的に拡大されています。緩衝貯蔵施設の建設により、地域暖房ネットワークへの廃熱の直接供給は、2011年に約60 GWh/年に増加しました（これは、2017年に地域暖房ネットワークによって供給される熱の約5%です）。

この協力のさらなる拡大は、2015年のEnergie Graz 会社サイトに中央エネルギーステーションを建設し、2016年5月にこの場所で最大11.5 MWの合計暖房能力を持つ2台のヒートポンプの試運転という形で取り込まれました。これらのヒートポンプは、約30~35°Cの廃熱を熱源として使用しています。これがなければこの廃熱は、地域の暖房目的で使用されなかったものです。これらのヒートポンプの試運転以来、熱は既存の地域暖房ネットワークに供給されています。

2017年、グラーツのReininghaus 地区で新しい低温地域暖房ネットワークの建設が開始され、ヒートポンプへの油圧接続を含む、モジュール式で拡張可能な熱水貯蔵タンクの最初の部分が建設されました。[1]によると、既存の暖房ネットワークへの約40,000 MWh/a または新しい低温地域暖房ネットワークへの約46,000 MWh/a の地域暖房供給が期待されます。ヒートポンプには、Energie Graz の子会社が再生可能エネルギー源から電力を供給しているため、ヒートポンプが提供するすべての熱は再生可能エネルギーと見なされます。このため、天然ガスボイラーを使用した熱供給と比較して、年間最大1,170万kgのCO2削減を達成できます（図1を参照）。

### システムの説明

Energie Graz GmbH & Co KG (“Energie Graz”) は、グラーツで地域暖房ネットワークを運営し、2017年中に約1,200 GWhの暖房需要と455 MWの最大暖房能力で約70,000世帯に電力

を供給しました。既存の地域暖房ネットワークのパイプ長は800 kmを超え、屋外温度に応じて75~120°Cの供給温度で運転されます。戻り温度は55°C（冬）から65°C（夏）の間で変動し、その他に1日の間に最大3Kの温度変動があります。

さらに、Reininghaus 地区開発プロジェクトの一環として、来年に約12,000人の住民のために建設されるアパートには、新しい地域暖房ネットワークから熱が供給されます。この新しい地域暖房ネットワークは、年間を通して給湯の準備に必要な約70°Cの供給温度と約43°Cの戻り温度で動作し、既存の地域暖房から「物理的に」切り離されます。この新しい地域暖房ネットワークに必要な熱は、主に2016年に中央エネルギーステーションで委託されたヒートポンプによって供給されます。モジュール式の拡張可能な熱水貯蔵タンクは、鉄鋼および圧延工場の生産のダウンタイムを埋めるために使用されます。さらに、熱交換器がバックアップシステムとして設置され、既存の地域暖房ネットワークから新しい地域暖房ネットワークに熱を伝達します

### 鉄鋼および圧延工場 Marienhütte GmbH

（“Marienhütte”）は、オーストリアで棒状またはリング状のリップ付き構造用鋼の唯一のメーカーです。その他の製品は、平鋼と冶金バラストです。合計で年間約40万トンの鋼が生産されています。電気と天然ガスは、鉄鋼生産のエネルギー源として使用されます。鉄鋼生産に必要な高温には、過熱を避けるために積極的な冷却が必要です。この目的のために、既存の地域暖房ネットワークに熱を供給するために使用される高温（最大100°C）の3つの閉じた冷却回路と、低温（約30°C）の2つの開いた冷却回路が使用されます。ヒートポンプの熱源として、1つのオープン冷却回路、いわゆる水管理回路（WaWi）が使用されます。

### ヒートポンプの油圧接続

図1は、ヒートポンプと熱源およびヒートシンクとの油圧接続の簡略図を示しています。ヒートポンプは、熱源として圧延工場の水管理（WaWi）回路からの廃熱を使用します。

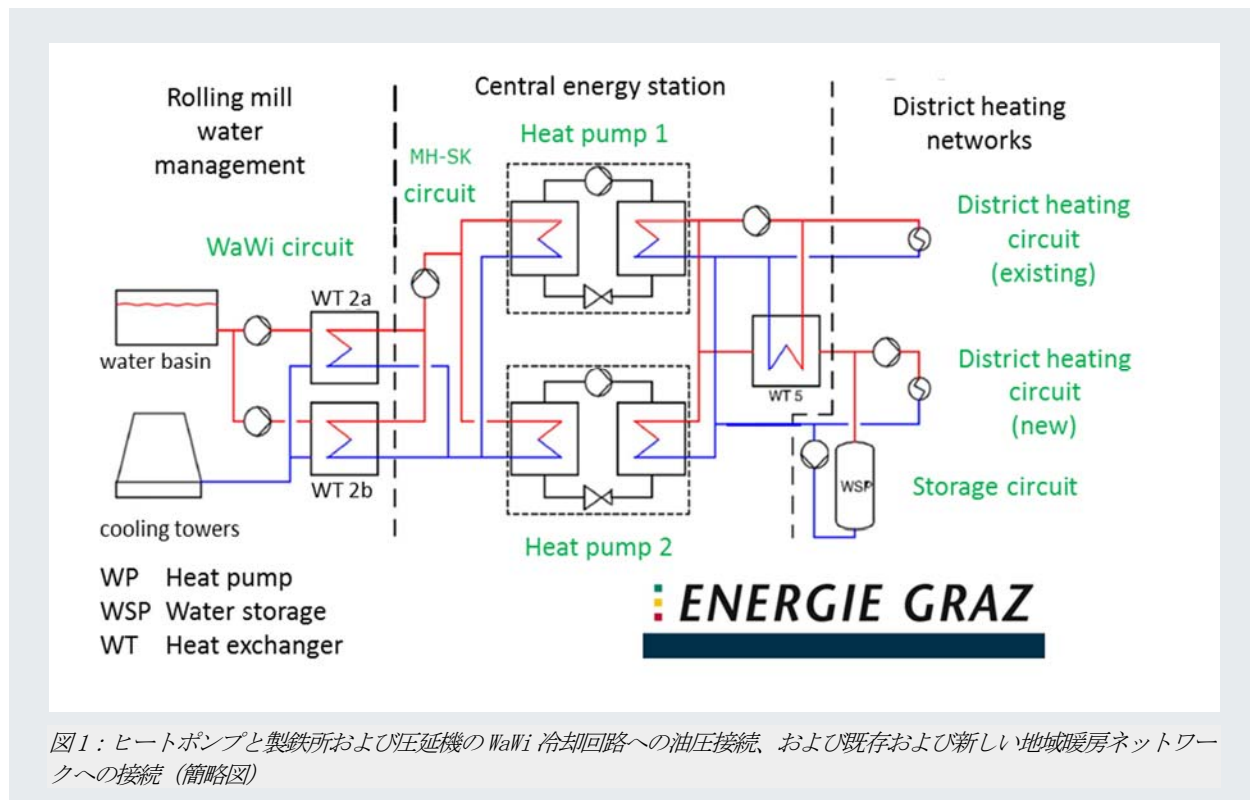


図1：ヒートポンプと製鉄所および圧延機の WaWi 冷却回路への油圧接続、および既存および新しい地域暖房ネットワークへの接続（簡略図）

ヒートポンプの蒸発器への接続は、2つの熱交換器（WT2a およびWT2b）を備えた WaWi 回路から分離された追加回路（MH-SK 回路）を使用して実現されます。蒸発器の入口温度は 32～35°C、蒸発器の出口温度は 25～29°C です。循環ポンプと混合バルブを使用して、蒸発器回路（MH-SK 回路）の温度を制御できます。

蒸発器回路を“Marienhütte”の WaWi 回路から分離することにより、ヒートポンプが動作していないときの内部冷却回路の独立した動作が保証されます（熱需要がない時やヒートポンプのメンテなど）この場合、地域暖房ネットワークへの熱伝達が中断され、既存の冷却塔を使用して廃熱が環境に放散されます。この統合コンセプトにより、ヒートポンプが稼働中に“Marienhütte”から必要な熱を除去するためのコストが最小限に抑えられ、熱を無駄にするリスクがなくなります。

既存の地域暖房ネットワークの水または新しい低温地域暖房ネットワークの水は、ヒートポンプのコンデンサーを直接流れます。また、図1には、既存の地域暖房ネットワークから新しい低温地域暖房ネットワーク（WT5）に熱を伝達するための貯蔵回路と熱交換器が示されています。

### ヒートポンプ

取り付けられた R1234ze ヒートポンプは、Friotherm 社が製造した Unitop タイプの2つの大型ヒートポンプです（図2参照）。1つのヒートポンプの寸法は 8.2 / 3.7 / 3.3 m (L / W / H) で、重量は約 30000 kg です。各ヒートポンプには、2台のターボコンプレッサーが取り付けられており、並列または直列で運転できます。凝縮器出口での最大有効水温は 95°C で、これはターボ圧縮機の直列運転で到達できます。ターボ圧縮機の直列運転と、63/90°C の凝縮器入口/出口の温度では、ヒートポンプあたり約 3.42 MW の加熱能力に達するこ

とができます。ターボ圧縮機の並列運転で凝縮器の入口/出口の温度が 43/69°C の場合、最大加熱能力はヒートポンプあたり約 5.64 MW に増加します。蒸発器の入口/出口での設計温度は、直列運転では 33.8 / 29°C、並列運転では 33 / 25.8°C です。詳細については、表1を参照してください。

新しい低温地域暖房ネットワークが完成するまで、熱は既存の地域暖房ネットワークに供給されます。低温地域暖房ネットワークの構築が完了し、最初の建物がネットワークを介した熱供給を必要とする場合、熱要件に応じて1台のヒートポンプで熱供給を行うことができます。この場合、2番目のヒートポンプは、既存の地域暖房ネットワークに熱を供給することができます。既存の地域暖房ネットワークの約 95°C の供給温度と比較して、新しい低温地域暖房ネットワークの 70°C の低い供給温度は、COP を 3.3 から 4.5 に改善し 36% の改善となります。



図2：“Marienhütte”にあるヒートポンプ [1]

表1：ヒートポンプに関する情報

|                         |                         |       |       |       |
|-------------------------|-------------------------|-------|-------|-------|
| ヒートポンプメーカー              | Friotherm               |       |       |       |
| ヒートポンプ式                 | 2 個の Unitop 28CX-71210U |       |       |       |
| コンプレッサー                 | ターボ圧縮機                  |       |       |       |
| 冷媒                      | R1234ze                 |       |       |       |
| 熱源温度 (°C) (in/out)      | 34/29                   | 34/29 | 34/29 | 33/26 |
| ヒートシンク温度 (°C) (in/out)  | 90/63                   | 95/57 | 83/65 | 69/43 |
| COP <sub>H</sub>        | 3.41                    | 3.28  | 3.71  | 4.54  |
| MW 単位の 2 つのヒートポンプの凝縮器容量 | 6.84                    | 6.76  | 6.54  | 11.27 |
| MW 単位の 2 つのヒートポンプの蒸発器容量 | 4.83                    | 4.70  | 4.78  | 8.79  |

## 結論

グラーツ（オーストリア）の製鉄所および圧延工場“Marienhütte”の会社敷地内に、地域暖房目的で“Energie Graz”によって2台の大型ヒートポンプが設置されています。ヒートポンプは、既存の地域暖房ネットワークだけでなく、新しい低温地域暖房ネットワークにも熱を供給するために使用できます。ヒートポンプは、最大95°Cの温度で熱を供給することができます。そうでなければ環境に放散される熱源として、約30~35°Cの温度の鋼と圧延工場からの廃熱を使用します。運転中に達成されるヒートポンプの効率は満足のいくものです。

## 参考文献

- [1] Götzhaber, W., Meißner, E., Moravi, G., Prutsch, W., Schlemmer, P., Schmied, R., Slivniker, E., Zimmel, M., 2017, Wärmeversorgung Graz 2020/2030 – Wärmebereitstellung für die fernwärmeversorgten Objekte im Großraum Graz – Status Report 2017, Grazer Energieagentur Ges.m.b.H.

- [2] Unger, H., 2018, Energiemodell Reininghaus – Abwärmeauskopplung Marienhütte durch Energie Graz, Technical report

**RENÉ RIEBERER**  
 熱工学研究所、グラーツ工科大学  
 オーストリア  
[rene.rieberer@tugraz.at](mailto:rene.rieberer@tugraz.at)  
<https://doi.org/10.23697/hh8p-e074>

**HELMUT UNGER**  
 ENERGIE GRAZ GmbH & CO KG  
 オーストリア  
[h.unger@energie-graz.at](mailto:h.unger@energie-graz.at)  
<https://doi.org/10.23697/hh8p-e074>

## 廃熱からチーズへ

Cordin Arpagaus、スイス

スイスのガイスにある牧歌的なアップペンツェル村では、マウンテンチーズ工場が年間約 1,000 万リットルの牛乳を処理しています。高温ヒートポンプは、隣接するデータセンターからの廃熱をプロセス熱に変換して、ミルクを加熱および処理します。これにより、マウンテンチーズ工場が年間約 150 万 kWh の天然ガスを節約できます。



[この記事ダウンロードして共有する](#)

### 序論

#### マウンテン チーズ ファクトリー ガイス (Gais)

チーズ工場ガイスは、スイスのボーデン湖とサンティス山の間にある丘陵のアップペンツェラーランドの海拔 919 m に位置しています[1]。この工場では、ラクレットチーズだけでなく、さまざまなセミハードチーズやマウンテンチーズの特産品も生産しています[2]。牛乳は、アップペンツェラーランド地域の約 60 の牛乳供給業者から供給されています。

プロセス熱の温度レベルに関するチーズ工場の主要なエネルギーデータは次のとおりです。

- » エネルギー需要：年間約 1,800 MWh
- » 牛乳加工：年間約 1,000 万リットルの牛乳
- » 温度レベル：
  - 廃熱回収（氷水製造および冷蔵、洗浄水予熱、換気加熱）：<42°C
  - 暖房および温水（チーズ貯蔵庫）：65°C
  - プロセスヒート1（チーズパット、洗浄水など）：92°C
  - プロセス熱2（多目的ヒーター、低温殺菌用）：105°C

The infographic illustrates the 'From Waste Heat to Cheese' project. It features a data center (Rechenzentrum Ostschweiz) and a cheese factory (Berg-Käserei Gais) connected by a district heating network. A schematic diagram shows 'Waste heat' from the data center being transferred to the 'Cheese factory + heat pump'. The project is supported by St. Gallisch-Appenzellische Kraftwerke AG (sak).

図1：廃熱からチーズ[3]。Gais Appenzell [1]の St. Gallisch-Appenzellische Kraftwerke AG によって建設されたデータセンター (Rechenzentrum Ostschweiz) は、地域の暖房ネットワークに廃熱を供給しています。マウンテンチーズ工場では、この廃熱を高温ヒートポンプの熱源として使用して、チーズ製造のプロセス熱を生成します。

### 熱源として近隣のデータセンターからの廃熱

マウンテンチーズ工場の隣には、スイス東部の新しいデータセンターがあり、最高レベルのエネルギー効率とセキュリティを提供しています。St.Gallisch-Appenzellische Kraftwerke AG および St. Galler Stadtwerke に属します。建物は、すべてのサーバーラックに完全に複合接続されています。稼働率 99.998% の可用性基準は銀行レベルです (Tier IV)。2 x 450 m<sup>2</sup> の面積で、2 x 150 ラック用のスペースを提供します。

太陽光発電と洗練された断熱冷却システムのおかげで、このデータセンターはスイスで最もエネルギー効率の高いものです。電力使用効率 (PUE) の値は、インストールされているサーバーラックのエネルギー消費量に対するデータセンターの総エネルギー消費量の比率であり、1.15 です。したがって、冷却と熱交換に必要な追加エネルギーはわずか 15% です。データセンターに設置されたサーバーラックは、ガイスの高地にあるため、新鮮な外気で冷却されます。暑い日には、熱交換器に雨水と地下水システムからの水がさらに噴霧されます [1]。ファサードと屋根の表面は、年間 230,000 kWh の電力を生成する太陽光発電システムが覆っています。これは、約 50 戸の戸建住宅のエネルギー需要に対応します [1]。

データセンターの 100% 稼働率で、断熱冷却システムは約 1.5 MW の廃熱を生成し、それが地域暖房ネットワーク (水回路) に供給されます。廃熱の温度レベルは約 20°C です [1]。

隣接するマウンテンチーズ工場は地域暖房ネットワークに接続されており、廃熱の一部を高温ヒートポンプ (図 2) の熱源

として使用して、牛乳を加熱および処理しています。水は 14°C でヒートポンプを出てから、加熱ネットワークに戻ります。このようにして、チーズ工場は年間約 150 万 kWh の天然ガスエネルギーを電力に置き換えました。

ヒートポンプで生成された熱は、成層貯蔵タンクに一時的に貯蔵されます [3]。ヒートポンプの容量は、貯蔵タンクの充填状態によって調整されます。貯蔵タンク内の水の成層化管理は、ローディングとアンローディングのプロファイルを制御することで達成されます。チーズ製造の個々のプロセスには、この貯蔵タンクから熱が供給されます。貯蔵タンクの低い熱レベルは、温水暖房と暖房に使用されます。

Amstein + Walther St. Gallen AG は、ビルサービスエンジニアリングの全体的な計画を担当しました [3]。100% の冗長プロセスで高い動作信頼性を実現するために、ヒートポンプに加えて、620 kW および 220 kW の加熱能力を持つ 2 つのガスボイラーが設置されました。これらのガスボイラーは、必要に応じてオンにすることができます。それでも、一般的な運用目標は、オン/オフの切り替えサイクルがほとんどないヒートポンプの長い稼働時間と、ボイラーの最小ガス消費量です [3]。

チーズ工場に加えて、データセンターからの廃熱は、近隣の別の 150 世帯の暖房および給湯に使用されます。また、必要に応じて、他の企業が使用します。



図 2: マウンテンチーズ工場の技術室に設置された高温ヒートポンプ [4]。  
微燃性冷媒 R1234ze (E) は、防火および脱出ルートのための特別な手段を要求します。



表1：マウンテンチーズ工場に設置された高温ヒートポンプの技術データ。

|                   |                                                                                                                                                                              |
|-------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ヒートポンプメーカー        | Ochsner Energie Technik GmbH                                                                                                                                                 |
| ヒートポンプ式           | IWWHS 570 ER6c2<br>I：産業用ヒートポンプ<br>W：水熱源<br>W：水ヒートシンク<br>H：高温ヒートポンプ<br>S：スクリュウコンプレッサー<br>570：暖房能力範囲 (kW)<br>E：エコノマイザーサイクル<br>R：シェルアンドチューブ熱交換器<br>6：冷媒 R1234ze<br>c2：2段コンプレッサー |
| 暖房能力              | 約 520 kW                                                                                                                                                                     |
| 熱源温度 (イン/アウト)     | 18/14°C                                                                                                                                                                      |
| ヒートシンク温度 (in/out) | 82/92°Cまたは 55/65°C                                                                                                                                                           |
| 熱源                | 近隣のデータセンターからの冷却水 (廃熱)<br>(約 16~20°C)                                                                                                                                         |
| コンプレッサータイプ        | スクリュウ                                                                                                                                                                        |
| 冷媒                | R1234ze (E)<br>(130 kg、安全グループ：A2L、微燃性)                                                                                                                                       |
| 最初の操作             | 2020/21 (データセンターからの廃熱を使用)                                                                                                                                                    |

これにより、データセンターはガイス地域の主要な火力発電所になります。このセクター結合は、企業間の相乗効果を生み出します。

現在、チーズ工場の新しい建物はまだ建設中であり、データセンターは十分に活用されていないため、新しい隣人に十分な廃熱を供給できません。データセンターの廃熱アプリケーションについては、St. Gallisch-Appenzellische Kraftwerke AG はユーザーとのエネルギー削減モデルを実行しています。データセンターからの高温ヒートポンプと廃熱の統合による新しいチーズ工場の正式な立ち上げは、2020 年末から 2021 年初頭に行われます。

**結果**

**マウンテンチーズ工場の高温ヒートポンプ**

表 1 に高温ヒートポンプの技術データを示し、表 2 に部分負荷運転での高温 (W18-14 / W92) および低温 (W18-14 / W65) 温度条件でのヒートポンプの性能データを示します。高温ヒートポンプの寸法は 4.1×1.4×2.4 m (L×W×H) で、重量は約 4000 kg です。

ヒートポンプには、振動部品がなく、振動レベルが低く、摩擦のない、非常に効率的でコンパクトな半密閉型 2 段スクリュウ圧縮機が組み込まれています。50%、75%、および 100% の有効なパフォーマンスレベルは、スライドバルブを介して制御されます。効率的な強制潤滑により、継続的でメンテナンスフリーの動作が保証されます。コンプレッサーのスイッチを入れると、圧力の均等化により機械的な起動の緩和が行われます。エバポレーターおよびコンデンサーとしてソリッドシェルアンドチューブ熱交換器を使用して、耐用年数と運用上の安全性の最大化を可能としています。

表 2：高温 (W1814/W82-92) および低温 (W18-14/W55-65) 温度条件でのヒートポンプの性能データ[3] (\*実験的にテストされたデータ、\*\*外挿)。

| 動作点：高温 (W18-14 / W82-92) |      |      |      |
|--------------------------|------|------|------|
| 部品負荷 (%)                 | 100* | 75** | 50** |
| 有効部分負荷 (%)               | 100  | 81   | 62   |
| コンデンサー容量 (kW)            | 520  | 419  | 321  |
| コンデンサー水流量 (m3/h)         | 44.7 | 36   | 27.6 |
| 温度差コンデンサー (K)            | 10   | 10   | 10   |
| 蒸発器容量 (kW)               | 338  | 264  | 195  |
| 蒸発器の水流量 (m3/h)           | 82.7 | 82.7 | 82.7 |
| 温度差蒸発器 (K)               | 3.5  | 2.7  | 2    |
| コンプレッサー出力 (kW)           | 182  | 155  | 126  |
| COP <sub>H</sub> (-)     | 2.85 | 2.7  | 2.55 |
| 動作点：低温 (W18-14 / W55-65) |      |      |      |
| 部品負荷 (%)                 | 100* | 75** | 50** |
| 有効部分負荷 (%)               | 97   | 75   | 54   |
| コンデンサー容量 (kW)            | 505  | 390  | 279  |
| コンデンサー水流量 (m3/h)         | 43.4 | 33.5 | 24   |
| 温度差コンデンサー (K)            | 10   | 10   | 10   |
| 蒸発器容量 (kW)               | 385  | 293  | 205  |
| 蒸発器の水流量 (m3/h)           | 82.7 | 82.7 | 82.7 |
| 温度差蒸発器 (K)               | 4    | 3    | 2.1  |
| コンプレッサー出力 (kW)           | 120  | 98   | 74   |
| COP <sub>H</sub> (-)     | 4.2  | 4    | 3.75 |

低 GWP の HFO (ハイドロフルオロオレフィン) 冷媒 R1234ze (E) (GWP100; 6) が、R134a (GWP10; 1,430) の代替として適用されます。冷媒の充填量は約 130 kg です。冷媒のわずかな可燃性 (安全クラス A2L) は、建物内のヒートポンプの技術室の位置に影響しました。400 kW または 600 kW の容量のヒートポンプの規格に準拠するために、防火および避難経路等、さまざまな対策がとられました。

ヒートポンプには、2 段スクリュウ圧縮機への蒸気注入によるエコマイザー (節約) サイクルがあります。これは、凝縮液の流れの一部が中圧レベルまで拡大する際の高温リフトの効率的なソリューションです。結果として生じる液体と蒸気の混合物は、残りの凝縮液を過冷却することにより飽和するまで蒸発し、スクリュウ圧縮機に注入されます。エコマイザーサイクルには、次の主な利点があります。

1. コンプレッサー出口での冷媒質量流量が多いため、高い加熱能力が得られます (つまり、高温リフトや低い蒸発温度でも)。
2. コンプレッサー出口温度の低下。これは、コンプレッサー温度制限に関してプラスです。
3. 凝縮液の強力な過冷却により、COP が増加します

ヒートポンプは、100%の部分負荷で約 520 kW の加熱能力と、加熱側で最大 100°C の温度を提供します。2 段スクリュウ圧縮機のエコマイザーサイクルの効果として、温度リフトが高くなると、加熱能力がわずかに高くなります。COP は、74 K の温度上昇で 2.55~2.85、47 K の上昇で 3.75~4.20 です [3]。部分負荷運転では、暖房能力に対するコンプレッサー出力の低下が少ないため、COP はわずかに減少します。これは、スライドバルブ制御のよく知られた効果です。

### 結論

マウンテンチーズ工場のガイスは、近隣のデータセンターからの廃熱を高温ヒートポンプで変換し、最大 100°C の熱レベルを処理して牛乳を処理します。20°C で約 1.5 MW の廃熱がデータセンターから地域の地域暖房ネットワークに供給されます。このようにして、チーズ工場は年間約 150 万 kWh の天然ガスエネルギーを節約します。動作条件に応じて、ヒートポンプの COP は、74 K の温度上昇 (W18-14 / W82-92) で 2.55~2.85、47 K の上昇 (W18-14 / W55-65) で 3.75~4.20 です。2 段スクリュウ圧縮機に蒸気を注入するヒートポンプのエコマイザーサイクルにより、高温リフトの効率的なソリューションが可能になります。

このケーススタディは、スイスの小さな村、ガイスの産業間で大量の熱を交換する方法を示しています。スイスの産業をさらに脱炭素化するために、このような加熱と冷却の相乗効果が他の場所でも認識されることが望まれます。

### 参考文献

- [1] ウェブサイト : <http://www.rechenzentrum-ostschweiz.ch>
- [2] ウェブサイト : <http://www.bergkaeserei.ch>
- [3] Schneider, Raphael, 2018. 「Aus Abwärme wird Käse, Amstein+Walthert St. Gallen AG」. オクスナーシンポジウム : Energieeffizienz mit Praxisdiskussion, 2018 年 5 月 3 日、ウィンディッシュ、スイス。
- [4] Amstein+Walthert, 2018 年. 「Bergkäserei Gais : Mitarbeiter Remo Niederöst im Interview」. 2018 年 8 月 28 日、オンラインで入手可能 : <https://www.blog-amstein-walthertch/2018/08/28>

CORDIN ARPAGAU

DR. SC. TECHN.

NTB応用科学大学ブックス、エネルギーシステム研究所、Bucks. スイス

[cordin.arpagaus@ntb.ch](mailto:cordin.arpagaus@ntb.ch)

<https://doi.org/10.23697/10.23697/f615-5t27>

### INFORMATION

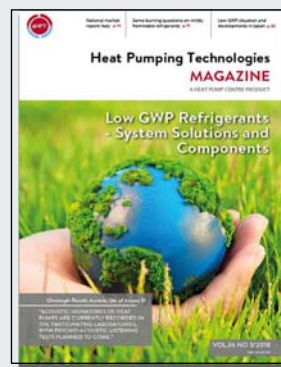
## 購読者になろう

### ヒートポンプテクノロジーマガジン

年 3 回、ヒートポンプセンターはヒートポンプテクノロジーマガジンを発行しています。このマガジンは HPT Web サイトで無料で入手できます。マガジンの開始と同時に、ニュースレターが配布されます。ニュースレターには、雑誌の記事の短いバージョンが含まれており、読むべき新しい雑誌の号があることを思い出させてくれます。

マガジンを読んで、購読者になる:

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



## ディマンドリスポンスによるグリッド安定性のためのヒートポンプの付加価値

A. Uytterhoeven, G. Deconinck, A. Arteconi, L. Helsen, Belgium



[この記事ダウンロードして共有する](#)

エネルギー移行の結果として、変動する断続的な（したがって管理が困難な）再生可能エネルギー源（RES）から生成される電力の割合が大幅に増加しています。需要と供給の間の必要な準瞬間的なバランス均衡を保証するために、需要側の柔軟性への明確なニーズがあります。需要側の柔軟性に大きな可能性を提供する興味深いアプリケーション分野の1つは、熱エネルギー貯蔵（TES）に結合されたヒートポンプ（HP）が主要な技術の1つである住宅暖房セクターです。この記事の目的は、研究、実証プロジェクト、さらには商業的なケースからの結果を議論することにより、ヒートポンプを使用してディマンドリスポンス（DR）の観点から何ができるかを示すことです。

### 私たちのエネルギーシステムは変容しています…

気候変動を緩和する努力は、エネルギーシステムの大きな変革につながっています。過去において、供給側では、大きな化石燃料と原子力発電所が電気を生産していました。需要側では、受動的なエンドユーザーは単に電気代を払っていました。現在、一方では再生可能エネルギー源と地産地消（消費者）への強力な推進があり、エネルギー効率の高い電動ヒートポンプや脱炭素化された電気自動車の使用など、より持続可能で高い環境意識のエネルギー使用への移行があります。言い換えれば、電力生産はより変動的で、予測不可能かつローカルになる一方、電力需要は増加しているのです。

### …いくつかの重要な課題につながる

これらの傾向により、いくつかの重要な課題が生じます。第一に、電力消費の増加と管理不能な電力生産のバランスを取ることが難しくなります。第二に、電化とその結果生じるピーク需要と供給は、配電網の輻輳または電圧の問題の増加につながる可能性があります。

### どうすればこれに対処できますか？

過去には、迅速制御可能な発電のために、需要と供給のバランスをとることはかなり簡単でした。制御不能な可変 RES の出現により、これはもはや不可能です。ただし、エネルギーの移行によって引き起こされる電力需要の増加は、解決策を提供できます。需要に供給を追従させるのではなく、需要側の柔軟性を活用することで、バランスを逆に実行できるようになりました。この柔軟性は、ディマンドリスポンスとエネルギー貯蔵という 2 つの異なるソースから生じる可能性があります。

図 1 は、需要側の柔軟性がどのようにバランスの問題を解決できるかを例示的に示しています。左側は現在の問題のある状況を示しています。たとえば、太陽光発電パネル（PV）による発電に注目すると、供給プロファイルは、日射が最大の正午頃に明確なピークを示します。一方、従来の需要プロファイルは、朝と夕方集中しています。その結果、需要と供給が一致せず、グリッドが許容できない不均衡となります。

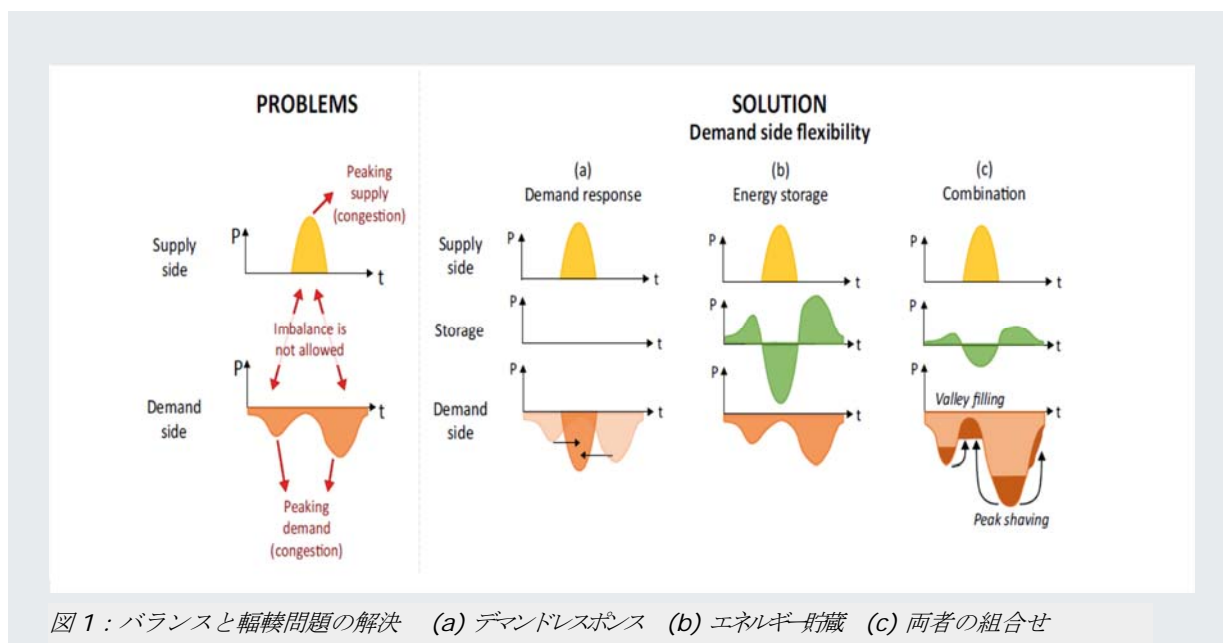


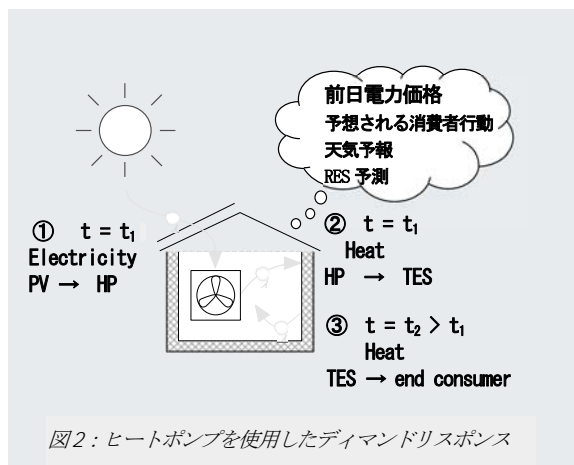
図 1： バランスと輻輳問題の解決 (a) デマンドレスポンス (b) エネルギー貯蔵 (c) 両者の組合せ

この問題に対する考えられる解決策の1つは、再生可能な電力生産の削減と、需要を賄うための従来の迅速制御可能な発電所の使用です。ただし、このオプションはかなり持続不可能です。より好ましい解決策は、DRの適用です。そうすると需要プロファイルは、利用可能な供給によりよく一致するように変更されます。考慮されるケースでは、PVによって生成された電力を即座に消費するために、電力消費は昼にシフトされます。別の可能性は、バッテリーシステムなどのエネルギー貯蔵の実装です。この場合、ストレージにより需要と供給を切り離すことができるため、従来の需要プロファイルを変更する必要がないことに留意ください。

また、図1(c)に示すように、2番目の課題、つまり需要と供給のピーク、および関連する輻輳は、需要側の柔軟性に依存することで対処できます。DRとエネルギー貯蔵を組み合わせることで、昼間のピーク期間から谷への消費の望ましいシフトをもたらす（ピークPV生成と一致）、それによって需要プロファイルを平坦化します。

### ヒートポンプを備えたDR

ヒートポンプでDRに関して何ができるか？現在、DRの適用とスポット市場への参加は、大規模な産業消費者にほぼ限定されています。しかし、エネルギーの移行により、新しい市場、つまり住宅消費者の小規模な柔軟性が生まれています。ヒートポンプは、電力消費の大きな割合と、建物内の利用可能な蓄熱のおかげで熱需要がそれほど重要ではないため、DRに特に適しています。これにより、図2に示すように、温度の快適性を損なうことなく、電気料金の上昇などに備えて、熱を生成するために必要な電力消費量をシフト（促進）できます。



研究から実証プロジェクト、さらには商業的なケースに至るまで、ヒートポンプを使用したDRに関して可能なことを証明するために、多くの作業が既に行われています。

### 研究の概念実証

Patteeuwは、DRプログラムに参加しているヒートポンプの大規模な実装で予想される影響を示すいくつかの貴重なシミュレーション研究を行ってきました[1-5]。彼の研究の興味深い結果を図3に示します。

方法論的で実例となるケーススタディで、Patteeuwはヒートポンプを実装し、DRに使用する一般的な傾向と影響を示しました[1]。これは架空のエネルギーシステムに対して行われます。考慮される発電構成は非常に多様であり、需要サイドは多数のヒートポンプによって特徴付けられ、電力需要は総需要の4分の1に相当します。DRの影響は、消費者が経験する建物レベルと、社会が経験するシステムレベルの2つの異なるレベルで見ることができます。

図3は、1つの建物の屋内気温と、DRなし(上)とDRあり(下)のヒートポンプによる電力消費のプロファイルを示しています。DRの適用により、ヒートポンプの動作は、電気料金の低下を特徴とする期間にシフトします。したがって、熱の快適性を確保するために熱が実際に必要な場合に先立って、ヒートポンプはすでに部屋を予熱し始めています。その結果、より高い動作温度と関連する貯蔵損失により、わずかに高い最終エネルギー使用量となりますが、コストは低くなります。DRに参加しているヒートポンプのシェアが増加すると、電力価格プロファイルが変化することに留意ください。これは、後で説明するように、需要応答の大規模な適用が発電ミックスに影響を及ぼし、その結果として生じる電力価格に影響を与える可能性があるという事実によるものです。

図4に示すように、建物レベルではなくシステムレベルで見ると、DRの最も重要な影響は、全体的な需要プロファイルと、この需要をカバーするために必要な発電ミックスへの影響です。DRを適用することにより、ピークシェービングと谷埋めの複合効果により、需要プロファイルが平坦化されます。その結果、高価なピーク発電所の必要性がなくなり、RESの削減も削減されます。

これらの研究結果は、最終消費者と社会の両方に利益をもたらすDRの適用に関連して期待される利点を示しています。ただし、これらの利点も実際に実現できることを証明するには、実証プロジェクトが必要です。

### 実証プロジェクト

理論から実践に移行する場合、インスピレーションを与えるデモンストレーションプロジェクトは、オランダのHeerhugowaard地区で実施されるスマートグリッドプロジェクト「Energy Frontiers」です[6]。主な研究課題は、エネルギー市場をサポートするために、柔軟性市場で分散型柔軟性をどのように使用できるかです。203世帯が参加し、ヒートポンプから電気ボイラー、燃料電池まで、さまざまな種類のスマートアプライアンスを使用しました。すべての家にはスマートメーターとスマートサーモスタットがあり、すべての機器は自動的に制御されていました。プロジェクトの第1段階(2015~2016年)の終わりに、非常に有望な結果が得られました。柔軟なスマートアプライアンスのおかげで、15の停電が回避されました。図5は、柔軟性の活用による影響をより詳細に示しています。電力ピーク(の大部分)の高さと持続時間は、右上隅(停電または損傷の領域)から左下隅(安全な領域)に移動して減少する可能性があります。

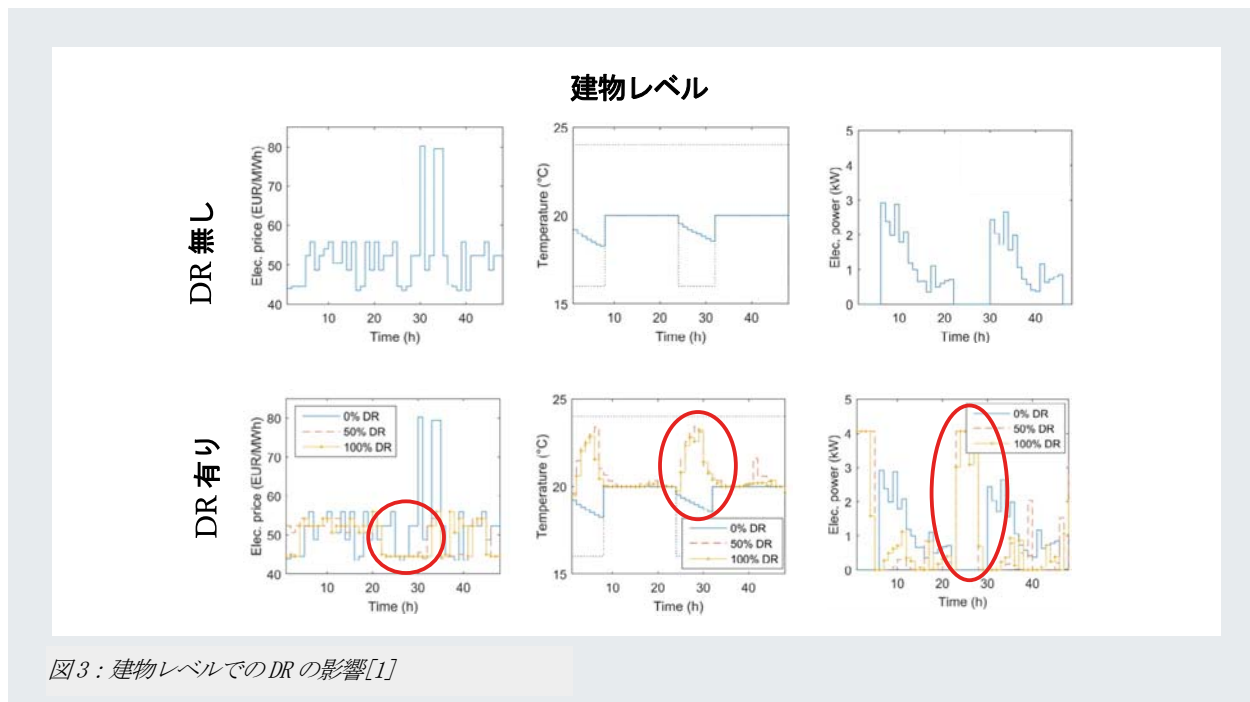


図3：建物レベルでのDRの影響[1]

#### コマーシャルケース

デモンストレーションプロジェクトに加えて、商業的なケースも見つけることができます。1つの商業的な成功事例はスイスのTIKOです。TIKOは、ヒートポンプでDRの価値を既に商業的に活用している数少ない取り組みの1つです[7, 8]。これは一種の仮想エネルギー貯蔵ネットワークであり、2017年にはすでに住宅用および産業用建物の1万台以上の電気暖房装置を接続し、そのうち5000台以上がヒートポンプでした。今日、総接続容量は100 MWを超えています。集約された柔軟性は、スイスのバランス市場にサービスを提供するために使用されます。接続されたすべてのデバイスは、柔軟性が必要な場合でも必要でない場合でも、オンオフ方式で制御されます。かなり単純な制御戦略を適用するこのプロジェクトの商業的成功は、実際の需要応答の実装に関して非常に有望です。

#### 結論

既存の研究プロジェクト、デモンストレーション、および商業的な成功事例は、ヒートポンプを使用したディマンドリスポンスが、将来のエネルギーシステムの課題に取り組む興味深い（そして不可欠な）可能性を提供することを示しています。同じ将来のエネルギーシステム-再生可能エネルギーの削減について考えてください。その結果、ヒートポンプは将来的に重要な役割を果たすことが期待されています。しかし、ここで振り返ってみると、ヒートポンプを装備している家の数はまだ非常に限られており、言うまでもなく世帯は、柔軟性を提供しようとしています。まだ長い道のりがあります…私たち全員が取らなければならない挑戦です！

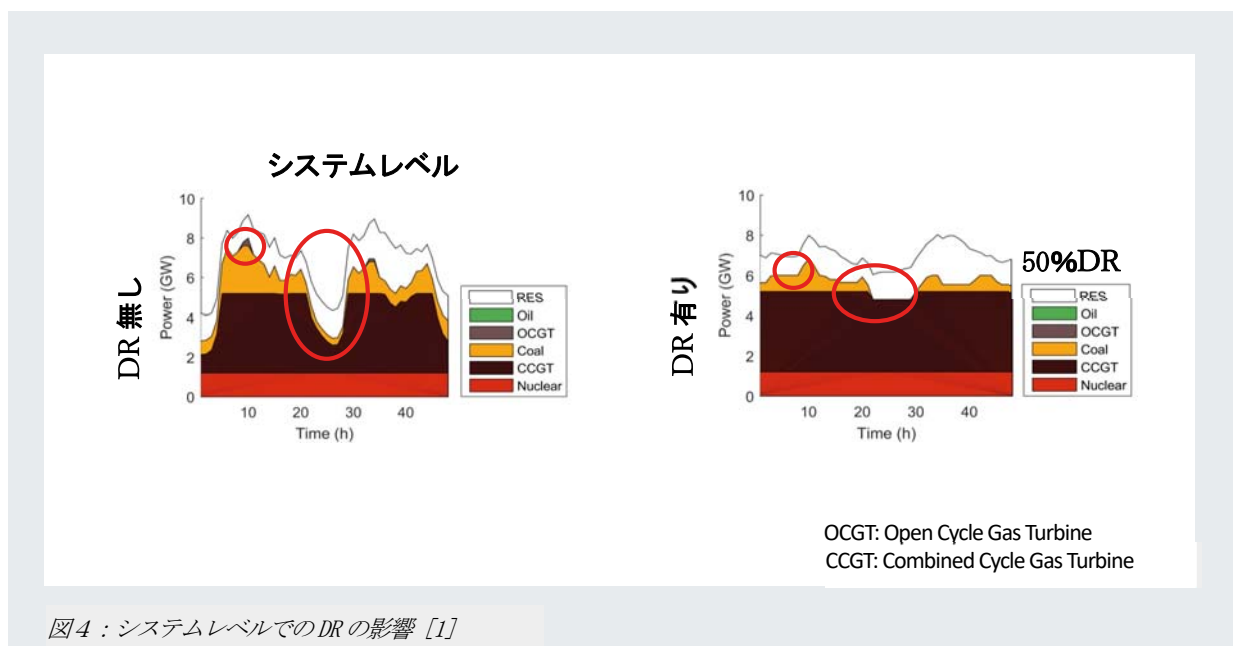


図4：システムレベルでのDRの影響 [1]

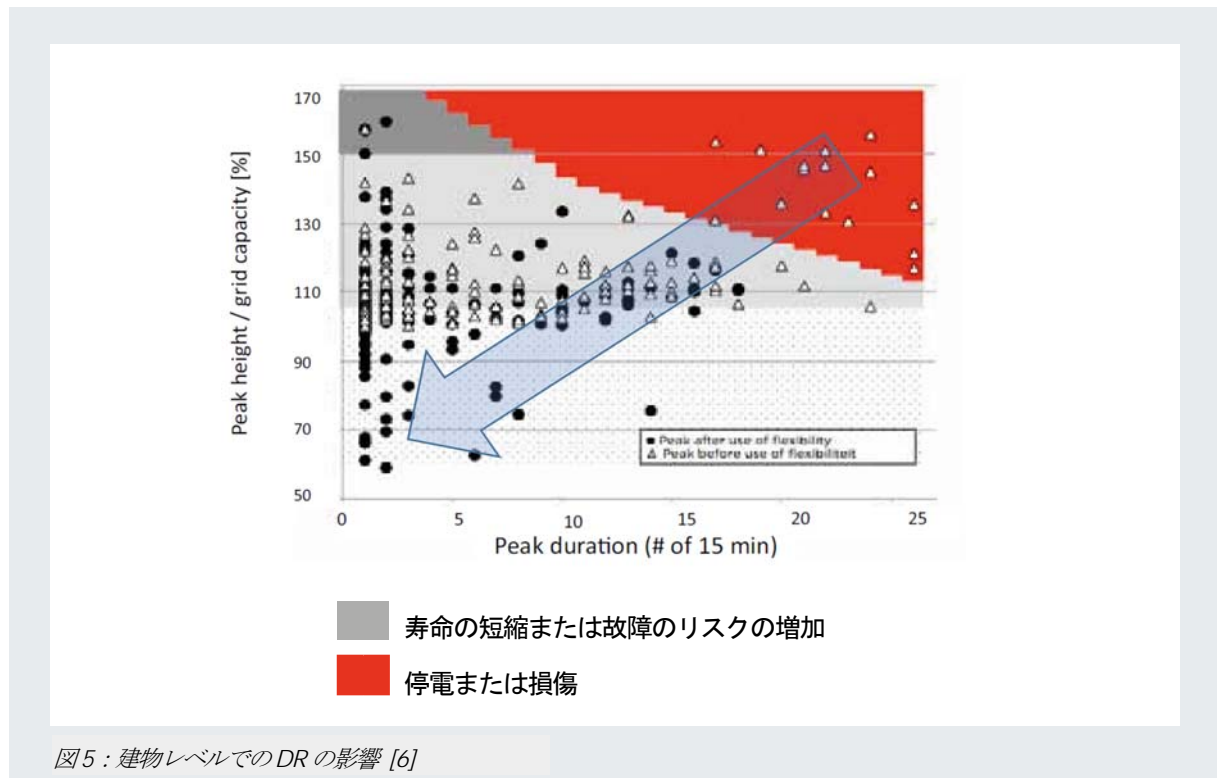


図5：建物レベルでのDRの影響 [6]

### 謝辞

この記事は、2018年10月10日にゲント（ベルギー）で開催されたフランドル・ヒートポンプ・プラットフォーム・シンポジウムでAnke Uytterhoevenが発表した「需要応答によるグリッド安定性のためのヒートポンプの付加価値」というタイトルのプレゼンテーションに基づいています。

著者は、GOAプロジェクト「温室効果ガス排出のないエネルギーシステムの基礎研究」およびC2プロジェクト「未来のエネルギーシステムにおける破壊的技術としてのエネルギー貯蔵」を通じて、この記事で紹介された研究作業に対するルーベン大学（KU Leuven）の資金に感謝します。

### 参考文献

[1] Patteeuw, D., Bruninx, K., Arteconi, A., Delarue, E., D'haeseleer, W., Helsen, L., 2015. 「熱エネルギー貯蔵システムに結合された電気加熱システムによるアクティブな需要応答の統合モデリング」。応用エネルギー、151, 306-319.

[2] Patteeuw, D., Reynders, G., Bruninx, K., Protopapadaki, C., Delarue, E., D'haeseleer, W., Saelens, D., Helsen, L., 2015. 「積極的な需要反応を伴う住宅用ヒートポンプのCO2削減コスト：需要と供給の副作用」。応用エネルギー、156, 490-501.

[3] Patteeuw, D., Henze, GP., Helsen, L., 2016. 「グリッドの柔軟性の利点を達成するためのヒートポンプと低エネルギー建物の負荷シフトインセンティブの比較」。応用エネルギー、167, 80-92.

[4] Patteeuw, D., Helsen, L., 2016年. 「スマートグリッド環境における住宅用暖房システムの設計と制御の組み合わせの最適化」。エネルギーと建物、133, 640-657.

[5] Patteeuw, D., 2016年. 「発電システムと相互作用する住宅用ヒートポンプの需要対応」。ベルギー、ルーベン大学、博士論文。

[6] Energiekoplopers, 2016年. 「最終報告-住宅の電力消費による柔軟性：機会に満ちた新しい市場」。アーネム。 [https://www.energiekoplopers.nl/wp-content/uploads/2017/01/EnergieKoplopersEngels\\_FinalReport\\_2016\\_vs4.pdf](https://www.energiekoplopers.nl/wp-content/uploads/2017/01/EnergieKoplopersEngels_FinalReport_2016_vs4.pdf) から取得。

[7] Geidl, M., Arnoux, B., Plaisted, T., Dufour, S., 2017年. 「電力システムに柔軟性を提供する完全に運用可能な仮想エネルギーストレージネットワーク」。第12回IEAヒートポンプ会議（p.0.2.4.4）。ロッテルダム。 <http://hpc2017.org/wp-content/uploads/2017/05/O.2.4.4-A-fully-operational-virtual-energy-storage-network-providing-flexibility-for-the-power-system.pdf> から取得。

[8] <http://www.tiko.ch>

ANKE UYTTERHOEVEN

PHD 候補者

KU ルーベン、機械工学部、応用力学とエネルギー変換部門、ルーベン、ベルギー

[anke.uytterhoeven@kuleuven.be](mailto:anke.uytterhoeven@kuleuven.be)

<https://doi.org/10.23697/10.23697/fyxi-gd21>

Events 2019/2020

**2019**

**2-4 September**  
**Building Simulation 2019**  
 Rome, Italy  
<http://buildingsimulation2019.org/>

**9-11 September**  
**11th International Conference on Compressors and their Systems**  
 London, UK  
<https://www.city.ac.uk/compressors-conference>

**11-13 September**  
**Japan Society of Refrigerating and AirConditioning Engineers (JSRAE) Annual Conference**  
 Tokyo, Japan  
<https://www.jsrae-nenji.org/nenji2019/en/index.html>

**25-27 September**  
**2019 ASHRAE Building Performance Analysis Conference**  
 Denver, Colorado, USA  
<https://www.ashrae.org/conferences/topical-conferences/2019-ashrae-building-performance-analysis-conference>

**22-23 October**  
**European Heat Pump Summit 2019**  
 Nuremberg, Germany  
<https://www.hp-summit.de/en>

**24 October**  
**HPT TCP National Experts' meeting**  
 Nuremberg, Germany  
 For more information, please contact your HPT National Contact (<https://heatpumpingtechnologies.org/contact-us/>) or Johan Berg, HPC ([johan.berg@ri.se](mailto:johan.berg@ri.se))

**4-5 November**  
**REHVA Brussels Summit 2019**  
 Brussels, Belgium  
<https://www.rehva.eu/events/details/rehva-brussels-summit-2019>

**19-21 November**  
**7th International Conference On Energy Research and Development**  
 State of Kuwait  
<https://www.ashrae.org/conferences/topical-conferences/7th-international-conference-on-energy-research-development>

**4-6 December**  
**50th International HVAC&R Congress and Exhibition**  
 Beograd, Serbia  
<https://www.ashrae.org/conferences/ashrae-endorsed-conferences/international-hvac-r-congress-and-exhibition>

**9-12 December**  
**2019 Buildings XIV International Conference**  
 Clearwater Beach, Florida, USA  
<https://www.ashrae.org/conferences/topical-conferences/2019-buildings-xiv-international-conference>

**2020**

**1-5 February**  
**ASHRAE Winter Conference**  
 Orlando, Florida, USA  
<https://www.ashrae.org/conferences/2020-winter-conference-orlando>

**15-17 April**  
**6th IIR Conference on Sustainability and the Cold Chain (ICCC 2020)**  
 Nantes, France  
<http://www.iifir.org/clientBookline/recherche/NoticesDetaillees.asp?VIEWALL=TRUE&ToutVisualiser=1&INSTANCE=exploitation&Notice=7&ldebut=>

**11-14 May**  
**13th IEA Heat Pump Conference 2020**  
 Jeju, South Korea  
<http://hpc2020.org/>

**7-10 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\\_Thermag2020-3\\_VA1\\_Redlined.pdf](https://www.ashrae.org/File%20Library/Conferences/ASHRAE%20Endorsed%20Conferences/DRAFT_Thermag2020-3_VA1_Redlined.pdf)

**27 June - 1 July**  
**ASHRAE Annual Conference**  
 Austin, Texas, USA  
<https://www.ashrae.org/conferences/2020-ashrae-annual-conference>

**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**  
**Rankine 2020 Conference - Advances in Cooling, Heating and Power Generation**  
 Glasgow, United Kingdom  
<http://www.iifir.org/clientBookline/recherche/NoticesDetaillees.asp?VIEWALL=TRUE&ToutVisualiser=1&INSTANCE=exploitation&Notice=7&ldebut=>

**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>

**6-9 December**  
**14th IIR-Gustav Lorentzen Conference on Natural Refrigerants (GL 2020)**  
 Kyoto, Japan  
<http://www.iifir.org/clientBookline/recherche/NoticesDetaillees.asp?VIEWALL=TRUE&ToutVisualiser=1&INSTANCE=exploitation&Notice=10&ldebut=>

**IN THE NEXT ISSUE**  
**Cooling for the Future**

Volume 37 - NO 3/2019

# 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

Dr.-Ing. Rainer M. Jakobs  
Informationszentrum Wärmepumpen  
und Kältetechnik - IZW e.V  
Tel. +49 61 63 57 17  
[email@izw-online.de](mailto:email@izw-online.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 22 80 50 30  
[river@novap.no](mailto:river@novap.no)

## SOUTH KOREA

Mr. Hyun-choon Cho  
KETEP  
Tel: +82 2 3469 8872  
[energykorea@ketep.re.kr](mailto:energykorea@ketep.re.kr)

## SWEDEN

Dr. Emina 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  
[renz.btr@swissonline.ch](mailto:renz.btr@swissonline.ch)

## UNITED KINGDOM

Mr. Oliver Sutton  
Department for Business, Energy &  
Industrial Strategy  
Tel: +44 300 068 6825  
[oliver.sutton@beis.gov.uk](mailto:oliver.sutton@beis.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 on the address above.

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)