

未利用熱エネルギー活用に向けた 国際協力とNEDOの取組について

～日本の優れたヒートポンプ技術の活用について～

※本講演内容は発表者個人の見解であり、所属組織の公式見解ではありません。ご了承ください。



講演者のプロフィール

- 1985年 国プロ「スーパーヒートポンプ・エネルギー集積システム」参加
電力中央研究所でヒートポンプ技術開発に従事
その後、給湯ヒートポンプ技術開発、エコキュート開発（東電・デンソー・電中研）に参加
- 2001年に世界初のCO₂冷媒家庭用給湯ヒートポンプ商品化
- 1999年 IEAヒートポンプTCP 国際会議@北京・2001年のアジア地区
コーディネーター
- 2015年 NEDO出向 省エネルギー部
- 2018年 NEDO・特定分野専門職 IEAヒートポンプTCP 日本代表
- 2020年 「未利用熱エネルギーの革新的活用技術研究開発」PM
- 2022年 IEAヒートポンプTCP 副議長



ヒートポンプに関する国際協力

IEA理事会

I類エネルギー研究技術委員会

石油市場問題常設委員会

緊急時問題常設委員会

長期協力問題常設委員会

非加盟国対話・連携委員会

予算支出委員会

最終用途技術作業部会

再生可能エネルギー作業部会

化石燃料作業部会

核融合調整委員会

ヒートポンプ技術協力プログラム (IEA HPT TCP)

執行委員会 ExCo会議 (Executive Committee) 年2回開催

参加国(18か国)の代表
オーストリア
日本 (代表: NEDO)

- 日本国内の活動の方向性提示
- 日本のヒートポンプ技術の国際普及

その他の技術協力プログラム

その他の技術協力プログラム

ヒートポンプセンター (事務局, スウェーデン)

日本国内の活動

ヒートポンプ国内委員会

ANNEX 61 ポジティブエネルギー地区のHP

ANNEX 61 国内分科会

ANNEX 58 高温HP

ANNEX 58 国内分科会

ANNEX 54 低GWP冷媒HP

ANNEX 54 国内分科会

ANNEX XX xxxxxxxxxxxxxx

国内分科会の代表者が各ANNEXの会合へ参加し
情報発信/収集

日本のタスクを実行する有識者・関係者による国内組織

ANNEX = プロジェクト
各国が自国に関連したプロジェクトを選択して参加する



ヒートポンプに関する国際協力

IEA HPT TCPのヴィジョン

ヒートポンプ技術は、様々な場面で、**安全で安価、高効率かつ低炭素な暖房・冷房・冷凍用エネルギーシステム**を達成するために、重要な役割を担っています。

HPT TCPは、ヒートポンプ技術に関する独立した情報、専門性、知識発信し、国際的な協力を貢献します。

IEA HPT TCPのミッション

ヒートポンプ技術の分野において、**共同研究、実証、データ収集**を行い、技術革新と展開を可能にすることにより、加盟国およびそれ以外の国において、効率的で再生可能、グリーンかつ安全なエネルギー部門への転換を加速させます。

IEA HPT TCP 参加国（18か国）

- ・オーストリア ・ベルギー ・カナダ ・中国 ・チェコ
- ・デンマーク ・フィンランド ・フランス ・イタリア ・ドイツ
- ・日本 ・オランダ ・ノルウェー ・韓国 ・スイス
- ・スウェーデン ・アメリカ ・イギリス

活動中のプロジェクト(Annex) ※色付きは日本参加

61	Heat Pumps in Positive Energy District ポジティブエネルギー地区のヒートポンプ
60	Retrofit Heat Pump Systems in Large Non-domestic Buildings 大規模非住宅建築物改修用ヒートポンプシステム
59	Heat Pump for Drying 乾燥用ヒートポンプ
58	High Temperature Heat Pumps 高温ヒートポンプ
57	Flexibility by Implementation of Heat Pumps in Multi-vector Energy Systems and Thermal Networks 多重エネルギーシステムと熱供給網へのヒートポンプ導入による柔軟性
56	Internet of things for Heat Pumps ヒートポンプのためのIoT
54	Heat Pump Systems with Low GWP Refrigerants 低GWP冷媒ヒートポンプシステム
53	Advanced Cooling/Refrigeration Technologies Development 高度な冷却/冷凍技術開発



ヒートポンプに関する国際協力

IEA ヒートポンプ国際会議

IEA HPT TCPでは、ヒートポンプや空調機器、様々な用途の冷凍機器とシステムの技術・応用・市場の進歩と展望を共有するため、1983年から3年に1回国際会議を開催しています。

第14回 IEA ヒートポンプ国際会議

“Heat Pumps - Resilient and Efficient”

会期：2023年5月15日～18日

会場：アメリカ合衆国イリノイ州シカゴ

「未利用熱エネルギーの革新的活用技術研究開発」におけるヒートポンプの開発成果について発表予定



RESILIENT
AND EFFICIENT

RENAISSANCE CHICAGO
DOWNTOWN HOTEL
MAY 15-18, 2023, CHICAGO, IL

- The Future of Heat Pumps

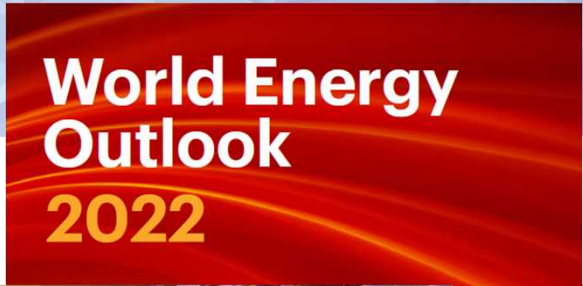
2022年11月

- The Future of Cooling

2018年5月

- World Energy Outlook 2022

2022年10月



World Energy
Outlook
2022



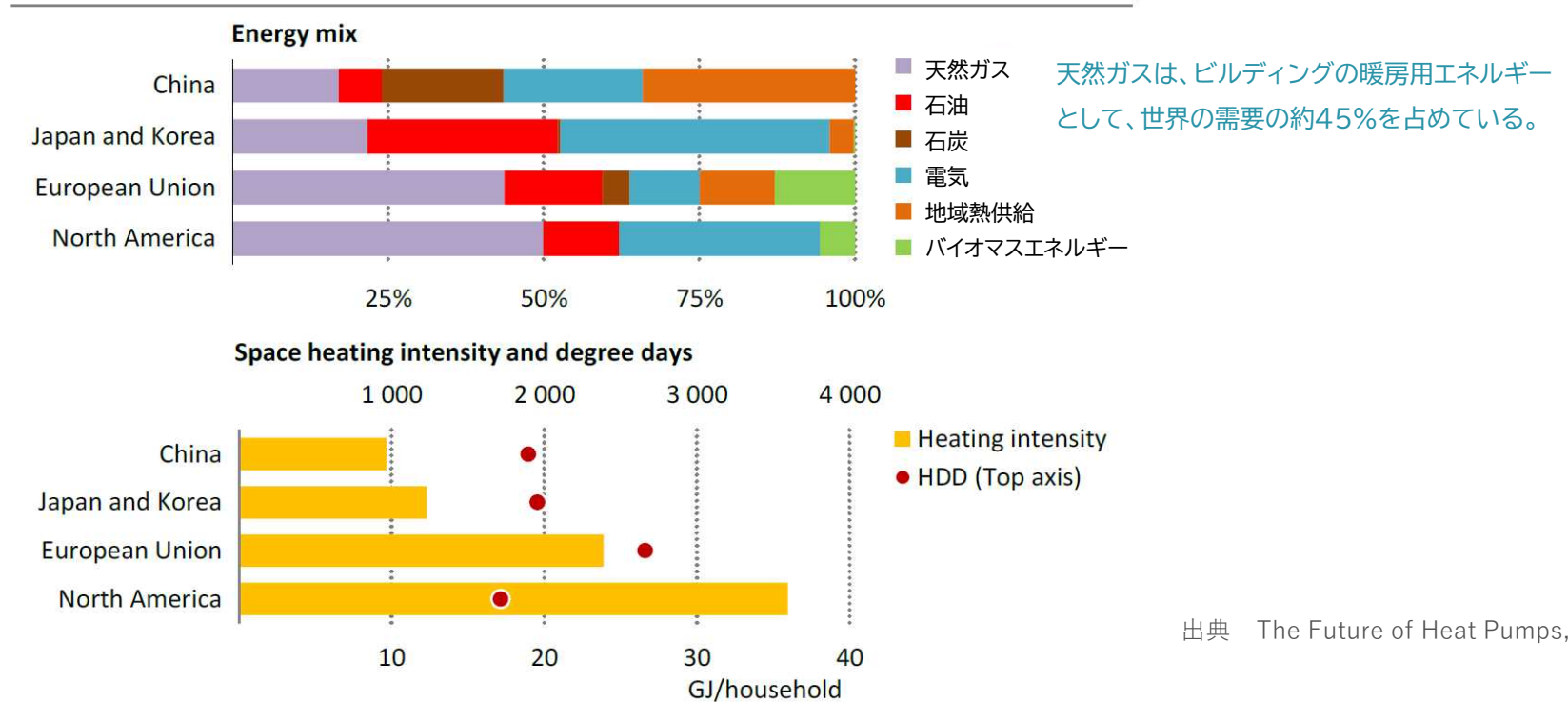
The Future
of Heat Pumps



The Future of Cooling
*Opportunities for energy-
efficient air conditioning*

- 民生部門（ビルディング）の暖房において、欧州、北米を中心に、「天然ガス」への依存度が高い。
- 昨今のエネルギー事情等を踏まえても、「天然ガス」からの依存脱却が必要。

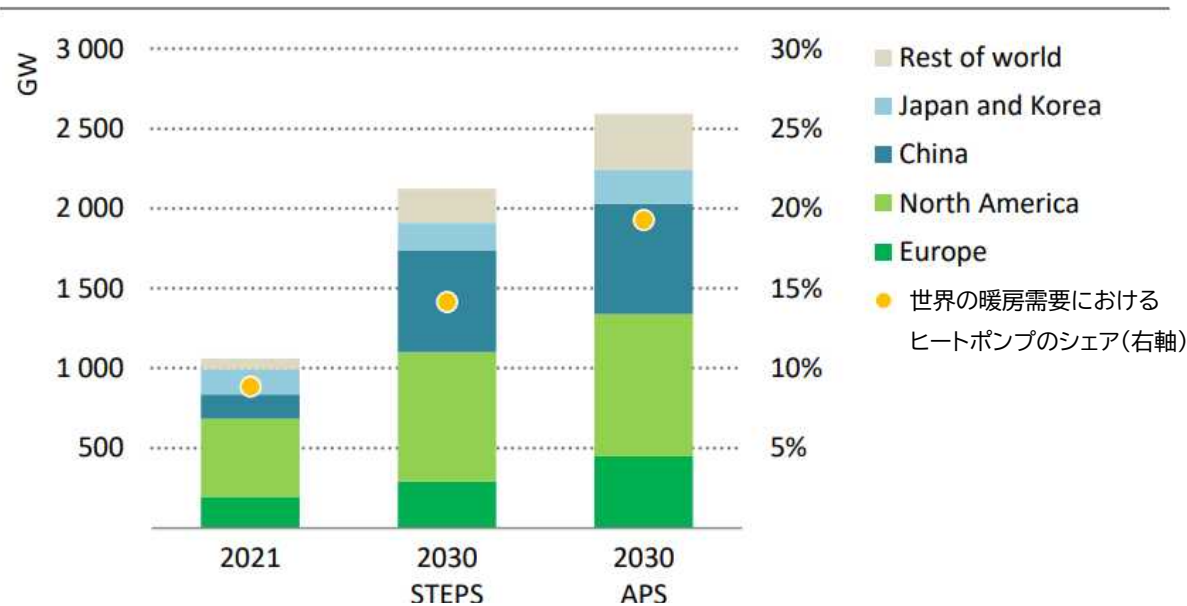
各国・地域の家庭用暖房器具(2021年)



NEDO 国際エネルギー情勢の変化とヒートポンプの導入拡大

- 2030年に向けて、民生部門（ビルディング）の暖房におけるエネルギー供給手段として、脱炭素に有効な技術である「ヒートポンプ」の比重が高まっていく。
- 「ヒートポンプ」が欧州・北米・中国だけで、2030年時点で、全世界の熱需要の2割程度を満たす。

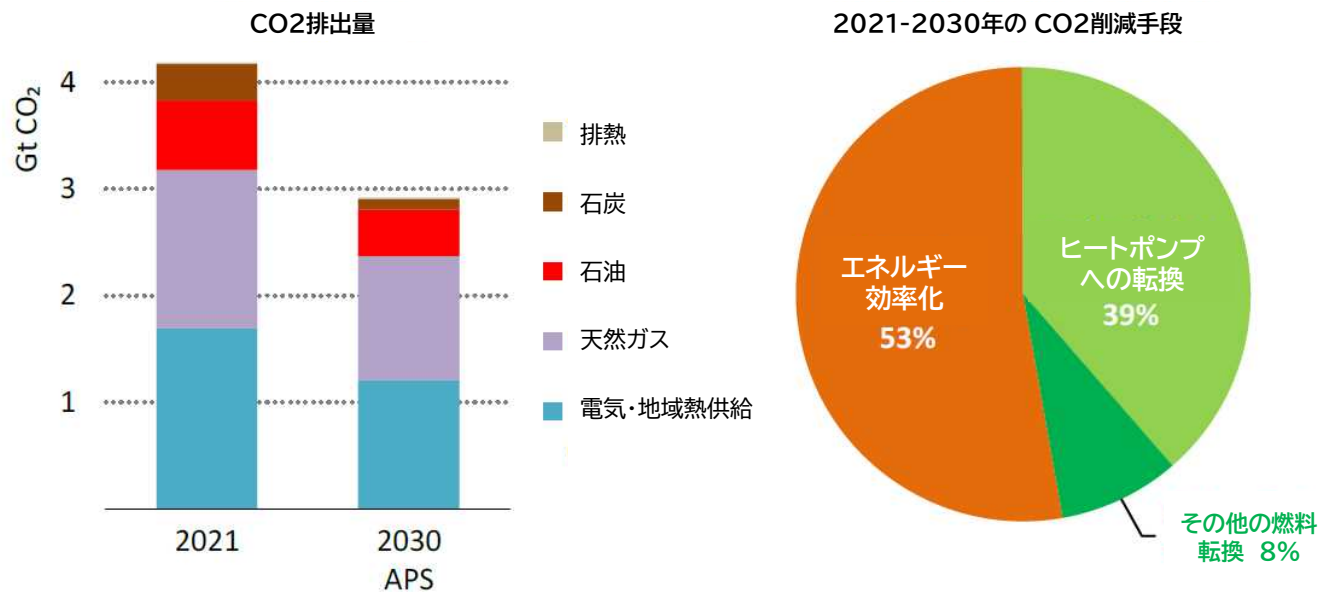
各国・地域の建築物、各シナリオにおけるヒートポンプの能力



2030年において、APSでは暖房需要の約20%がヒートポンプでまかなわれる見込みであり、中国、北米、欧州が引き続き主要な市場となる。

- 民生部門（ビルディング）に「ヒートポンプ」を導入すれば、2030年時点のCO₂削減量の約4割が「ヒートポンプ」で実現

世界の建物の暖房・給湯によるCO₂排出(APS)

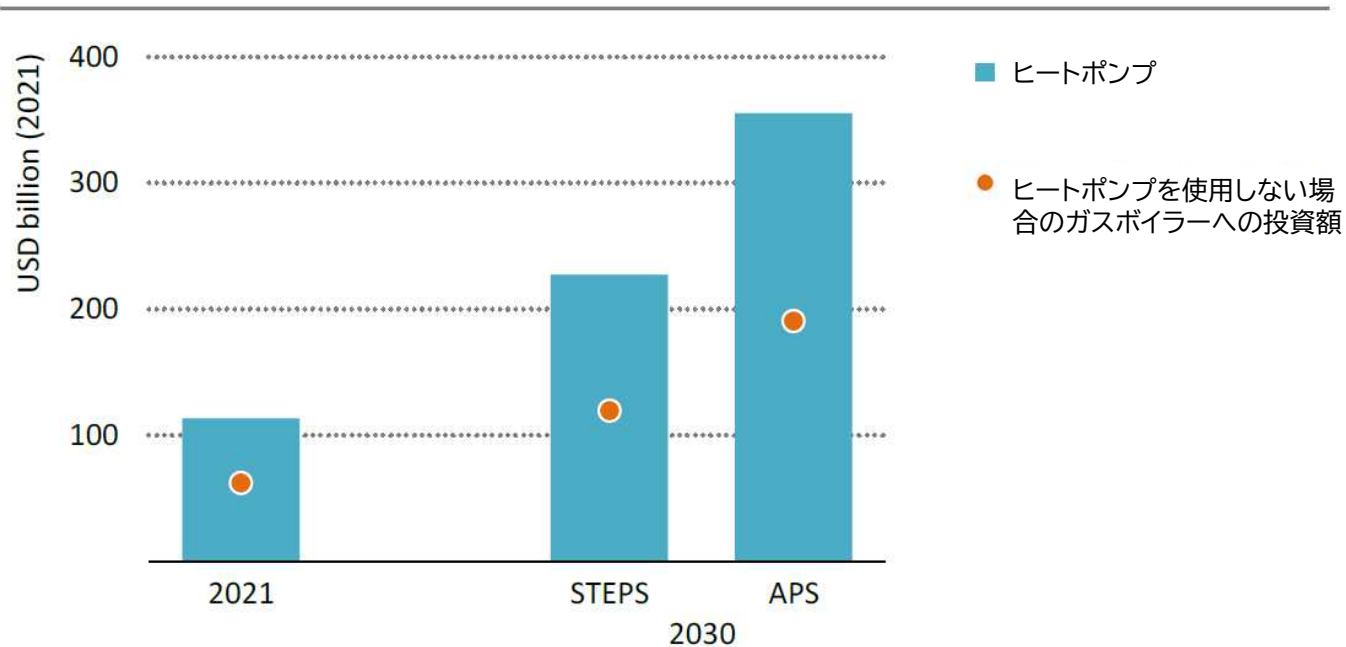


ヒートポンプは、APSにおいて2030年までに世界のCO₂排出量を500Mt削減する。
これは、建築物の暖房・給湯における直接・間接排出削減量の約40%に相当する。

国際エネルギー情勢の変化とヒートポンプの導入拡大

- 2030年に向けて、「ヒートポンプ」へのグローバルでの投資が急速に拡大。
- これはヒートポンプ非導入時の「ガス・ボイラー」の投資の見通しを上回るもの。

民生用(ビルディング)ヒートポンプの世界投資額(シナリオ別)



2030年のAPSにおけるヒートポンプの投資額は3倍の3,500億ドルに達し、1,600億ドル増となる。
これは、新しい暖房器具をすべてガスボイラーに置き換えた場合に必要な投資額より1600億ドルも多い。

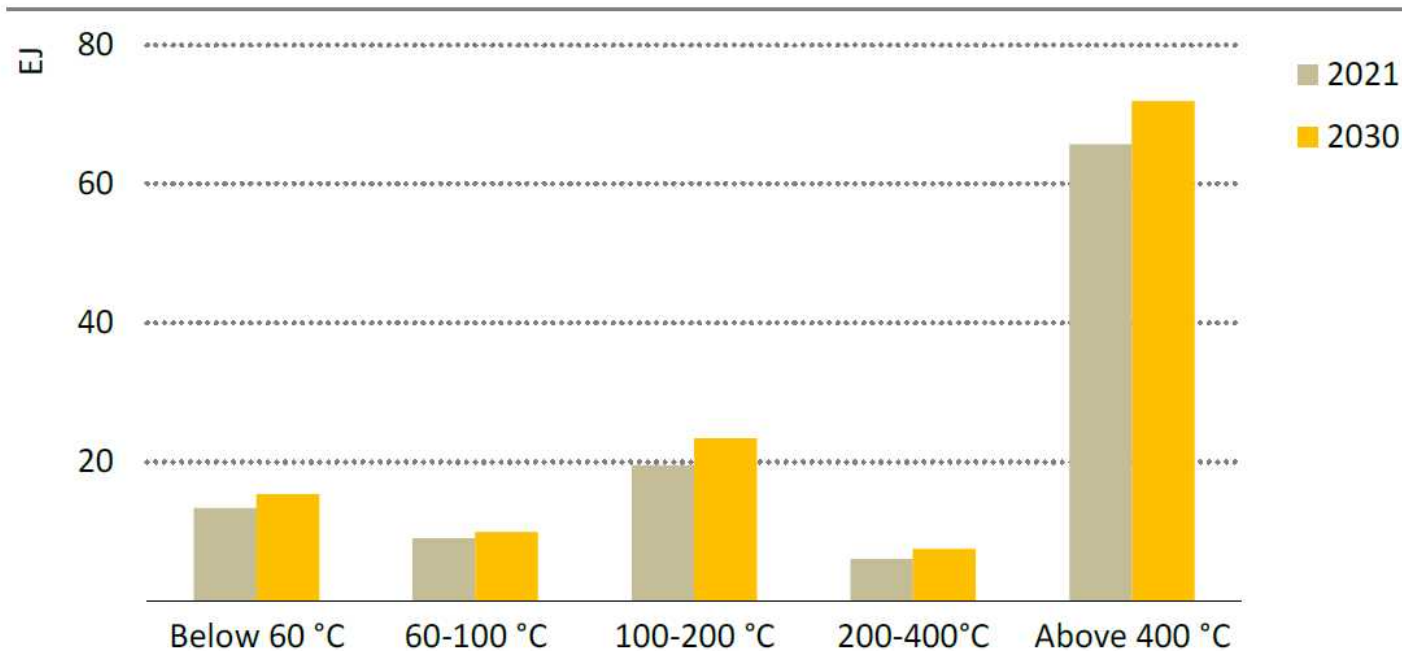
温度帯別産業用ヒートポンプの技術状況

温度帯	技術成熟度(TRL)	適用プロセス例
80℃未満	● TRL 11:市場の安定性を証明する	製紙:脱インク処理 食品:濃縮 化学:生体反応
80℃~100℃	● TRL 10:商業的で競争性があるが、大規模な展開は未達成	製紙:脱色 食品:低温殺菌 化学:ボイリング
100℃~140℃	● TRL 8-9:世界で初めて実使用環境で実用化	製紙:乾燥 食品:蒸留 化学:濃縮
140℃~160℃	● TRL 6-7:商用化前のデモンストレーション	製紙:パルプ煮沸 食品:乾燥 化学:蒸留 その他:蒸気生成
160℃~200℃	● TRL 8-9:小規模なMVRシステム及び熱交換器用に世界で初めて実用化 ● TRL 4-5:初期の大型プロトタイプ	高温蒸気生成
200℃超	● TRL 4:初期プロトタイプ	高温プロセス

技術成熟度 ●:TRL 1~5 ●:TRL 6~7 ●:TRL 8~11

- 「ヒートポンプ」は200°C以下の低温度帯で利用され、2030年に向けて需要が増加。

世界の温度別産業用熱需要(APS)

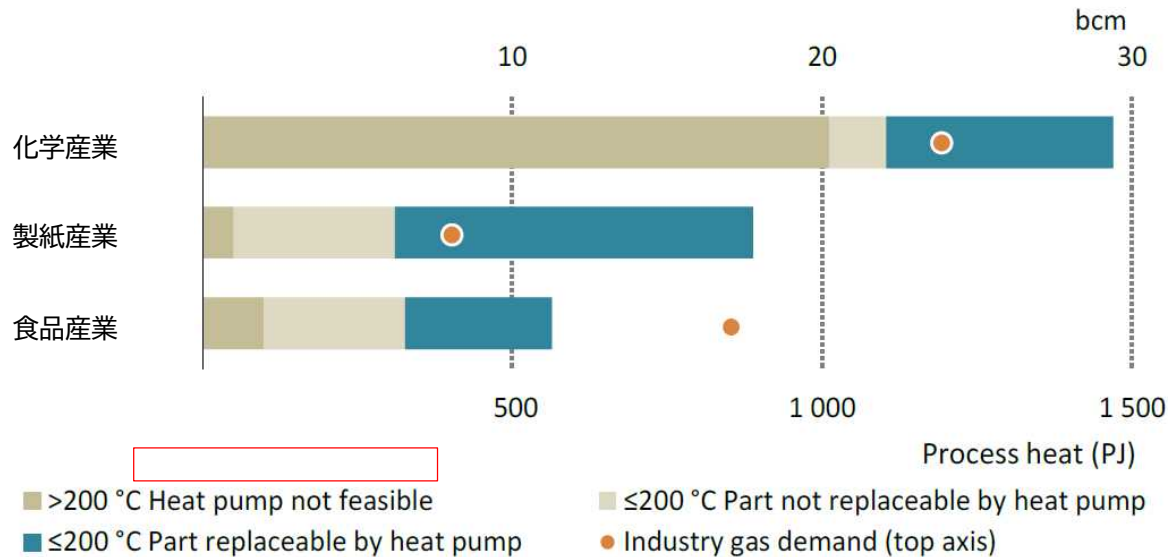


ヒートポンプは、産業用熱供給の脱炭素化に向けて、特に低温プロセスにおいて重要な役割を果たすことが可能。

国際エネルギー情勢の変化とヒートポンプの導入拡大

- 欧州では、「ガスボイラー」から「ヒートポンプ」への代替が期待される。
- 産業別では、製紙、食品、化学等の200°C以下の工場プロセスにおいて「ヒートポンプ」の代替が可能。

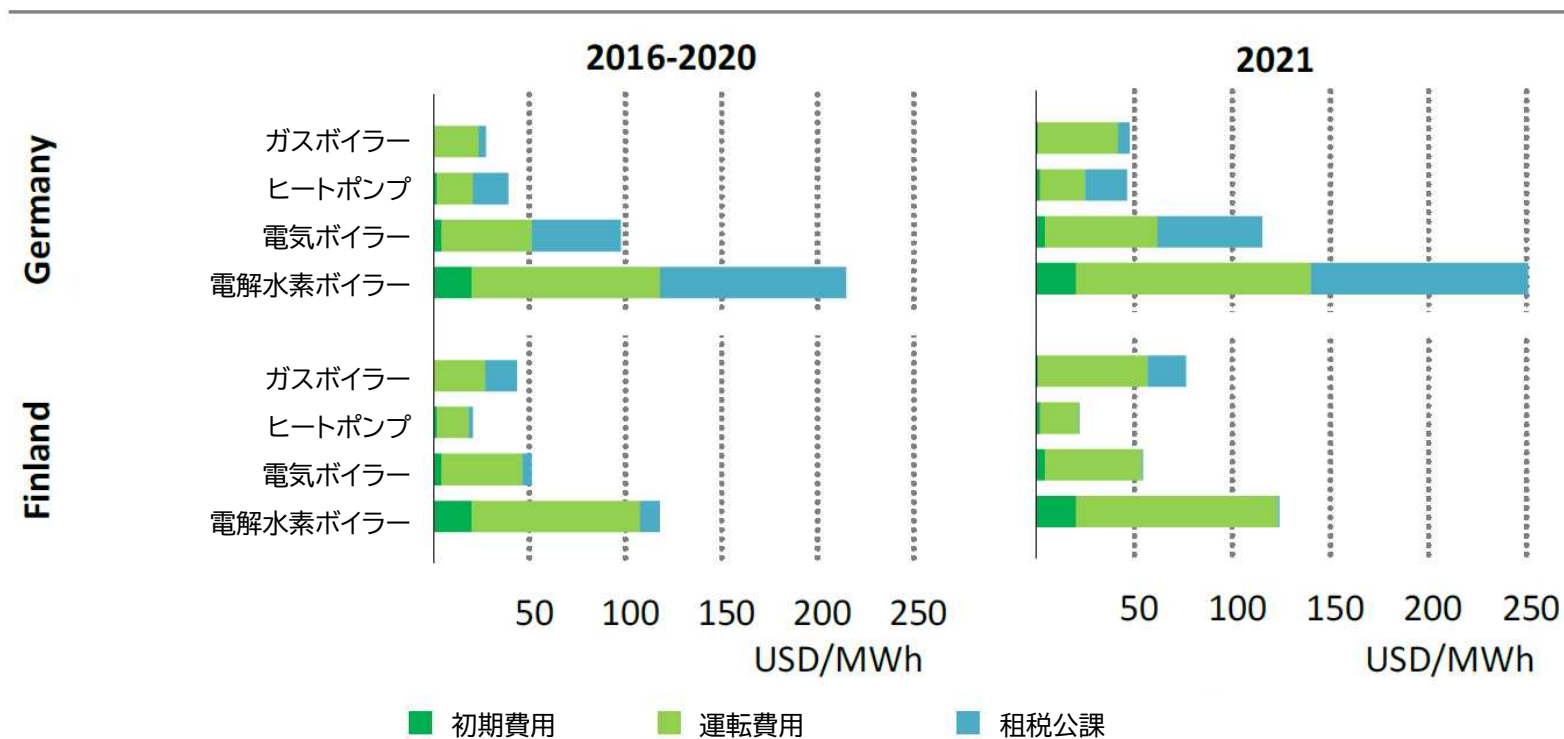
2019年欧州における温度帯ごとの産業用ガスと熱需要とヒートポンプ代替のポテンシャル



食品・製紙業界は、産業用ヒートポンプを大規模に導入できる有力な候補であり、エネルギー使用量、ガス需要、排出量の削減に貢献する。

- ロシアのウクライナ侵略でのガス価格高騰の影響を受けているドイツやフィンランドでは、ヒートポンプが導入しやすい環境となっている。

ドイツとフィンランドにおける産業用熱供給にかかる平均コスト





IEAレポートから示唆されること

- 1 . 世界的にヒートポンプ技術への期待の高まり**
欧州では加熱側、まずは暖房の電化（脱化石燃料）、
将来的には産業分野の高温加熱、
世界的（特に、温暖地域の開発途上国）における冷房
- 2 . 空調や給湯では日本は先行・技術的にも成熟。**
空調（暖房・冷房）及び給湯ヒートポンプ技術・製品で世界に寄与
- 3 . 今後の課題として、産業分野の高温加熱への対応**
欧州が将来において直目している産業用ヒートポンプについては
日本も、技術開発中であり、早期に技術開発・実用化をはかり、
技術・製品を世界に提供すべき

未利用熱エネルギーの革新的活用技術研究開発

事業概要

- 国内のエネルギー供給過程で、**一次エネルギーの約6割**が有効利用されずに排熱（未利用熱）として排出されている。社会全体のエネルギー効率を向上させて省エネルギーを実現するためには、これら**未利用熱を有効活用する技術を開発し社会実装することが重要かつ必須**である。
- 本事業では、未利用熱エネルギーを効果的に削減・回収・再利用し、**産業分野、運輸分野、民生分野**における更なる省エネルギーを目指す。
- 社会全体のエネルギー効率を向上させて、省エネルギー技術**を中核とした新たな産業創成を目指す。

成果目標(アウトカム目標)

- 未利用熱エネルギーの削減・回収・再利用技術の活用によって、2030年度において600万kL/年程度以上（原油換算）の省エネルギーを目指す。

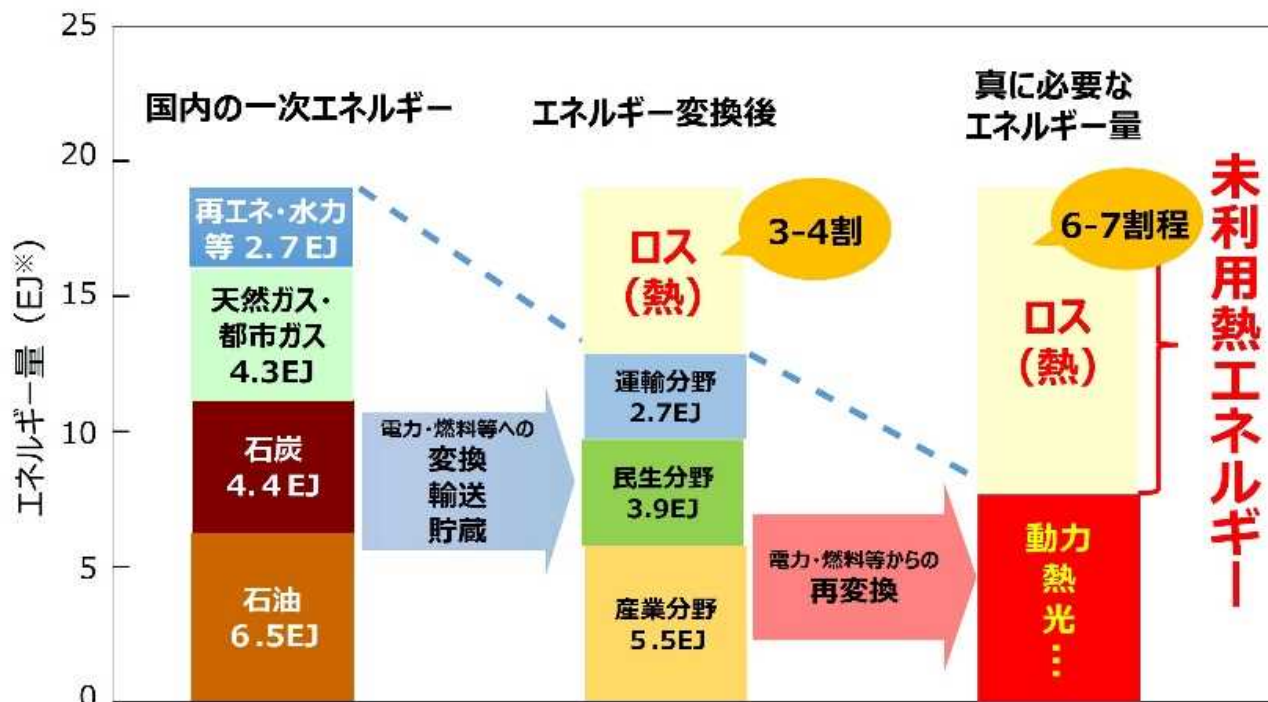
事業期間

- 2015～2022年度（8年間）

※2013～2014年度の2年間は経済産業省で実施

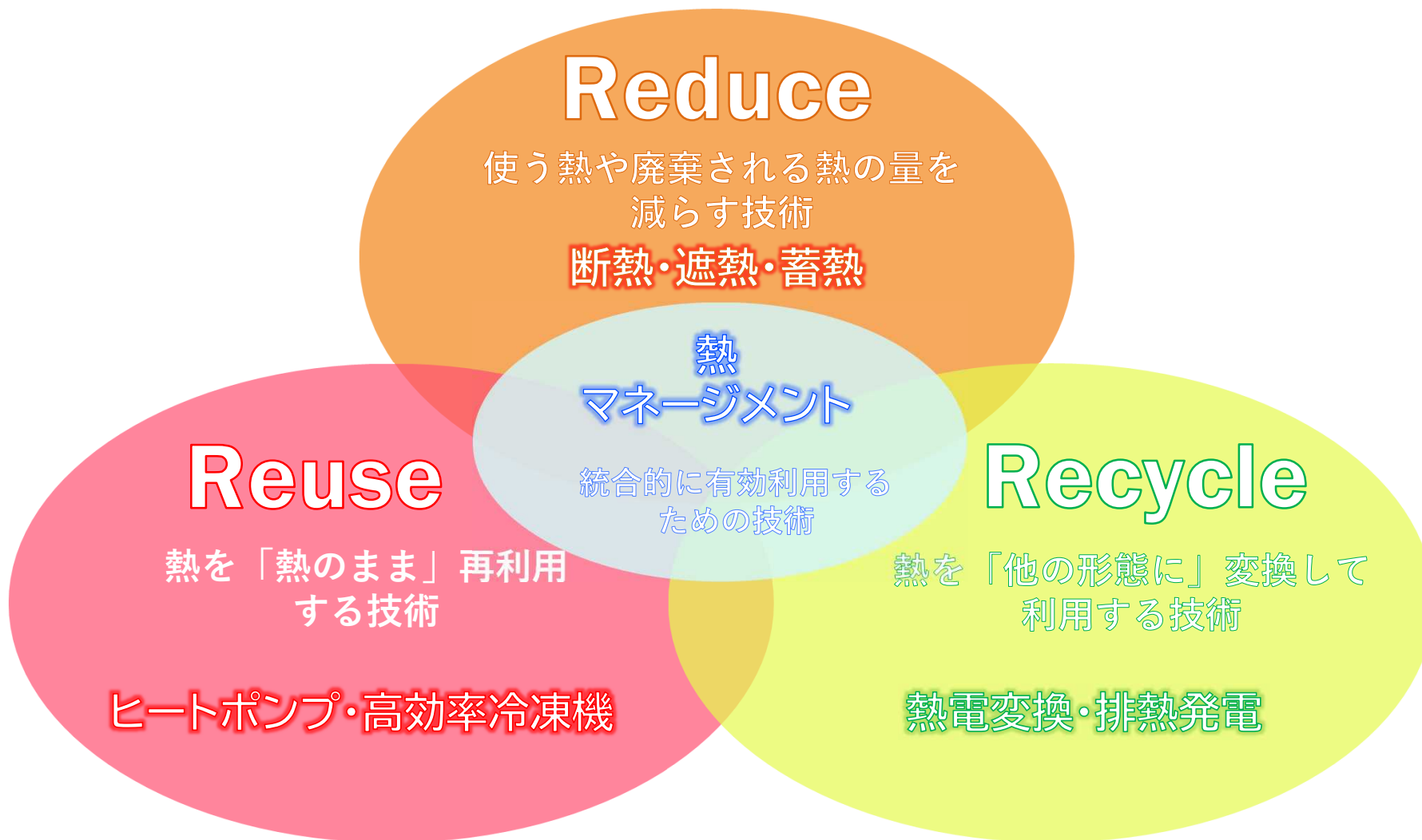
2022年度政府予算額

- 3.4億円



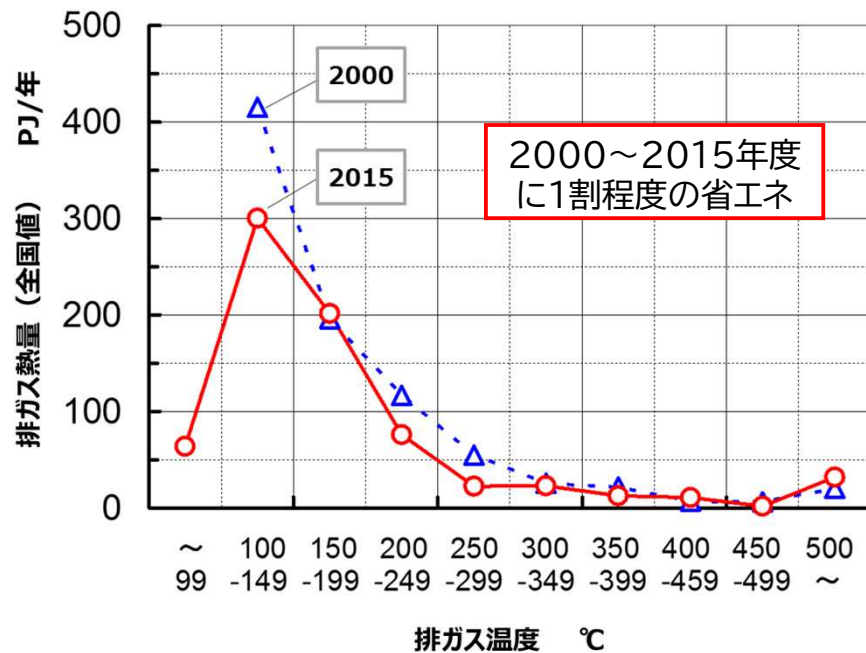
※EJ=10¹⁸ ジュール

出典：資源エネルギー庁 令和2年度（2020年度）エネルギー需給実績（速報）を基にNEDO作成

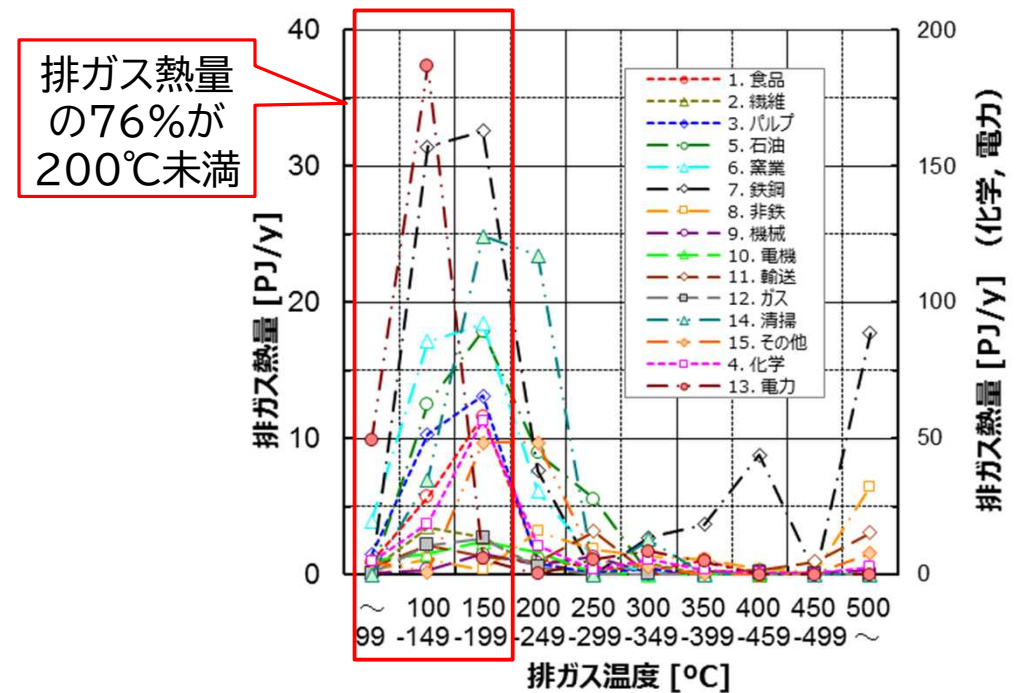


15業種の工場設備の排熱実態調査

熱利用量の多い15業種を対象に、温度帯や量、排出される場所がさまざまな未利用熱エネルギーの排出・活用状況に関するアンケートを実施し（回答数：全国1273事業所）、産業部門において、**200℃未満あるいは一部業種で500℃以上を中心として未利用熱が大量に排出されていること**が分かりました。



15業種全体の排ガス熱量(全国値)について2000年度に行われた調査結果と比較したところ、約14%低下しており、2015年までの15年間に1割程度の省エネルギーが達成されていることが推測されました。



一方で、15業種の排ガス熱量の76%は200℃未満で、溶解や熱処理を伴う鉄鋼業、非鉄金属業、輸送機械業は500℃以上の高温の排ガスが多いことなどが分かりました。

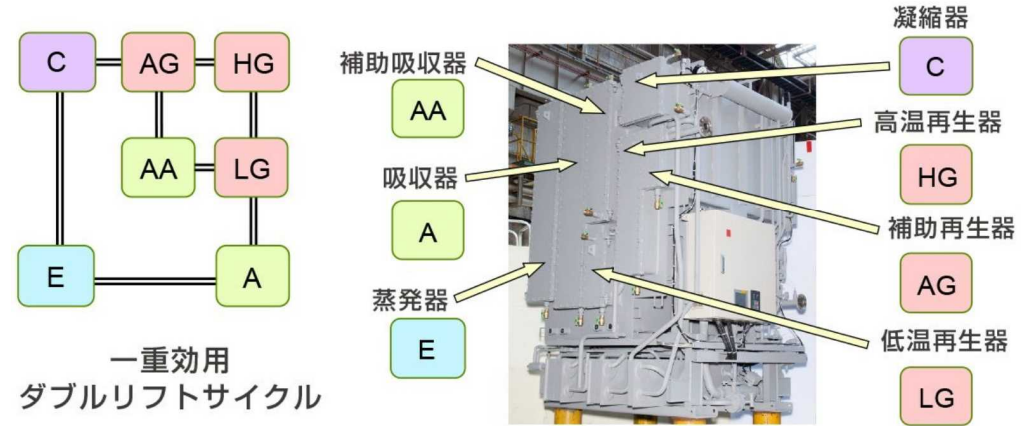
NEDO 未利用熱PJの成果：より低温まで熱利用できる吸収冷凍機

『一重効用ダブルリフト吸収冷凍機』の開発、実用化

それまで吸収冷凍機に活用することが難しかった90℃台より低い低温の排熱を有効活用できる吸収冷凍機を開発、実用化しました。

温水の熱エネルギーを95℃から55℃まで大温度差で回収することにより、熱エネルギーを低音域まで活用し、同時に温水の流量と搬送動力を低減します。

(開発：日立ジョンソンコントロールズ空調)



2台の吸収冷凍機の働きを1台にまとめて、コストも設置面積もコンパクトに。コージェネ大賞2017を受賞しました。

温度：70℃ (75℃) 90℃ 120℃ 150℃ 180℃~

活用したい
温度レベル

さらに低温の
未利用熱の活用



温水駆動
吸収冷凍機

低温駆動型



蒸気駆動
吸収冷凍機



直焚
吸収冷温水機

高温駆動型

一重効用ダブルリフト吸収冷凍機的主要導入事例

導入先	導入国	用途	熱源温水	冷凍能力	台数	導入時期
事務所ビル	ドイツ	業務用空調	95→65℃	630kW	3	2019年
機械工場	ドイツ	産業用空調	90→55℃	1,407kW	1	2020年
大学病院	ポーランド	業務用空調	65→57℃	300kW	1	2020年
化学工場	スロバキア	産業用空調	62→52℃*	494kW	1	2021年

NEDO 産業用高効率高温ヒートポンプ

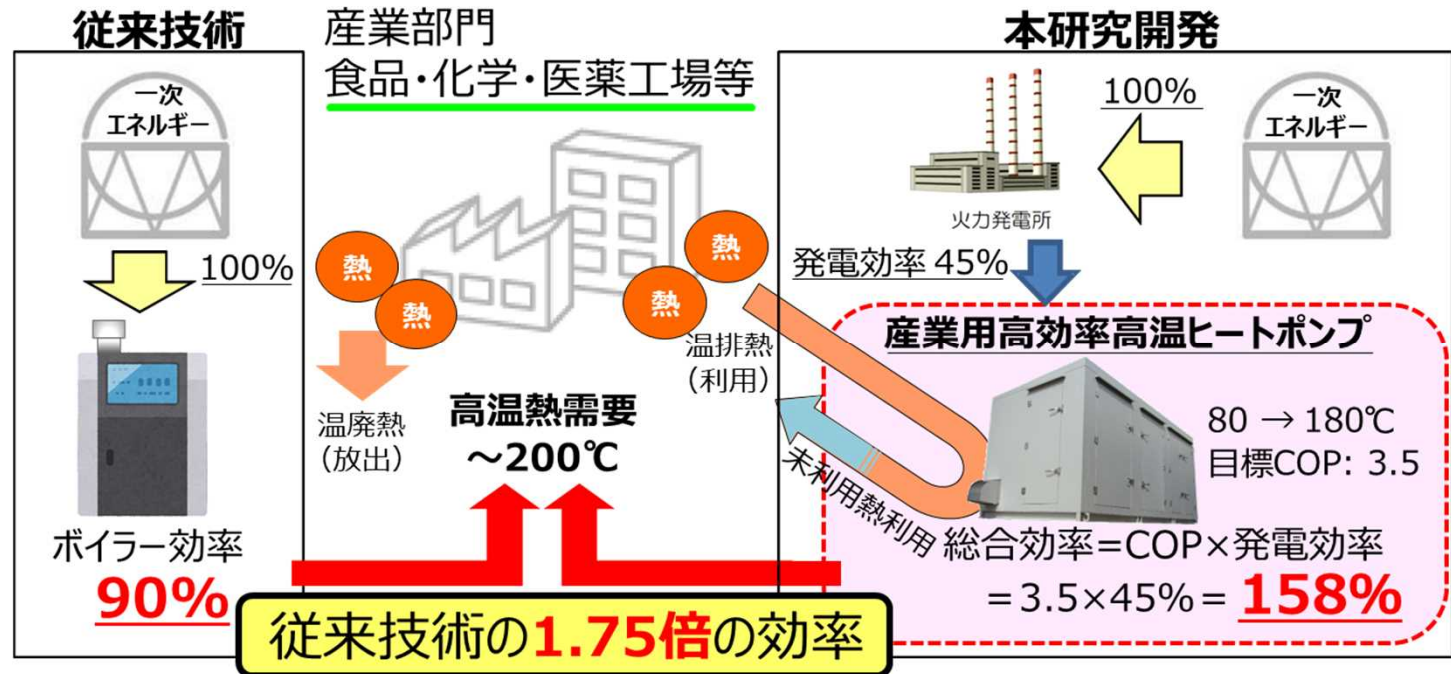
最高200°C加熱を実現する産業用高温ヒートポンプの開発

従来、蒸気ボイラを使用していた工場のプロセス加熱を代替する、**最高200°C加熱**、**開発目標COP3.5**を満足する産業用高効率ヒートポンプの開発を行っています。

蒸気ボイラからこのヒートポンプに代替することで、従来の**1.75倍の熱効率**が得られる見通しです。
(開発：(株)前川製作所)

技術ポイント

- 磁気軸受の採用によるオイルフリーのターボ圧縮機
- 冷媒充填量を減らすことが可能となる高温・高圧マイクロチャンネル熱交換器

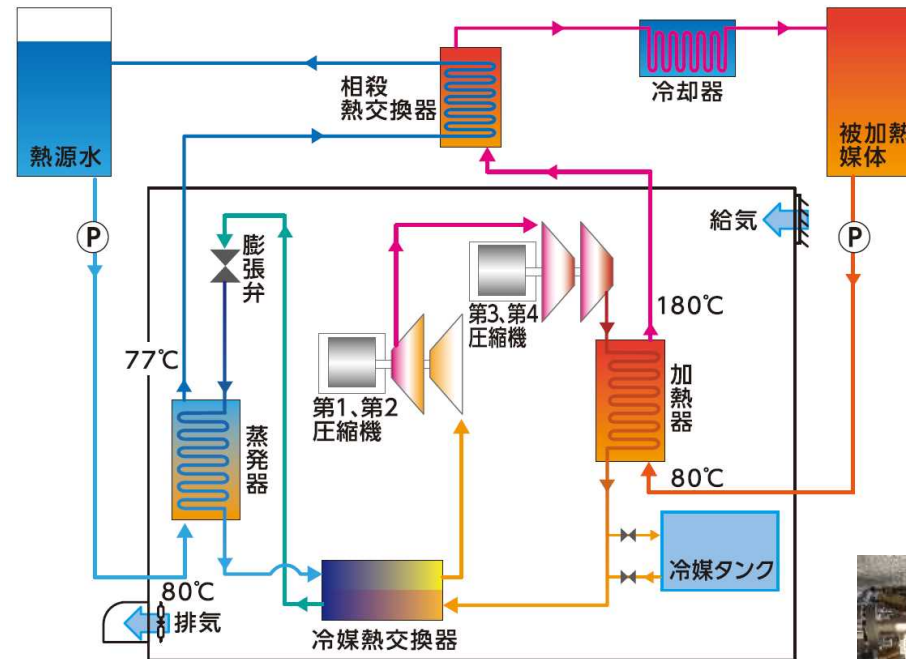


従来技術の**1.75倍**の効率

NEDO 産業用高効率高温ヒートポンプ

研究開発の成果

- 統合解析シミュレータによる解析により、**80°C→160°C加熱でCOP4.10**になり、中間目標（COP3.5）が達成の見通し。
- R600冷媒を使用した最高加熱温度200°C、加熱能力300kW級のヒートポンプの試作機の設計・製作・性能確認試験を行い、課題の抽出。
- 抽出した課題の解決と、さらなる効率向上を目的に作動媒体を見直して、**HFO系冷媒 80°C→180°C加熱**用ヒートポンプ試作機の設計・製作・運転試験。
- 上記の作動媒体専用**オイルフリーターボ圧縮機**の設計・製作・単体性能確認試験。
- 試験結果と解析結果から、被加熱媒体入出口温度**80°C→180°C加熱で最終目（COP3.5）**が達成できる見通しが得られました。





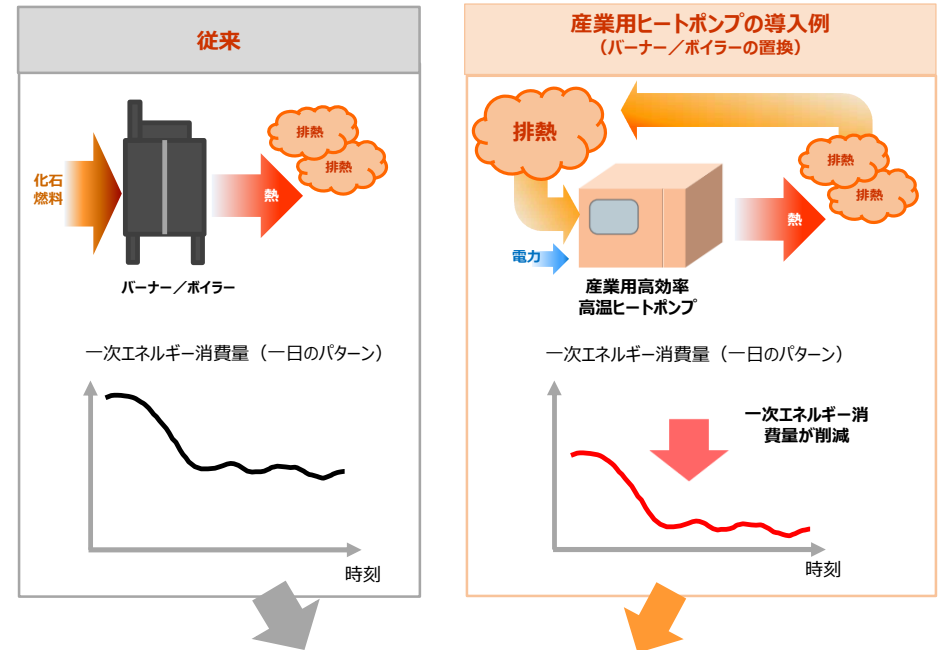
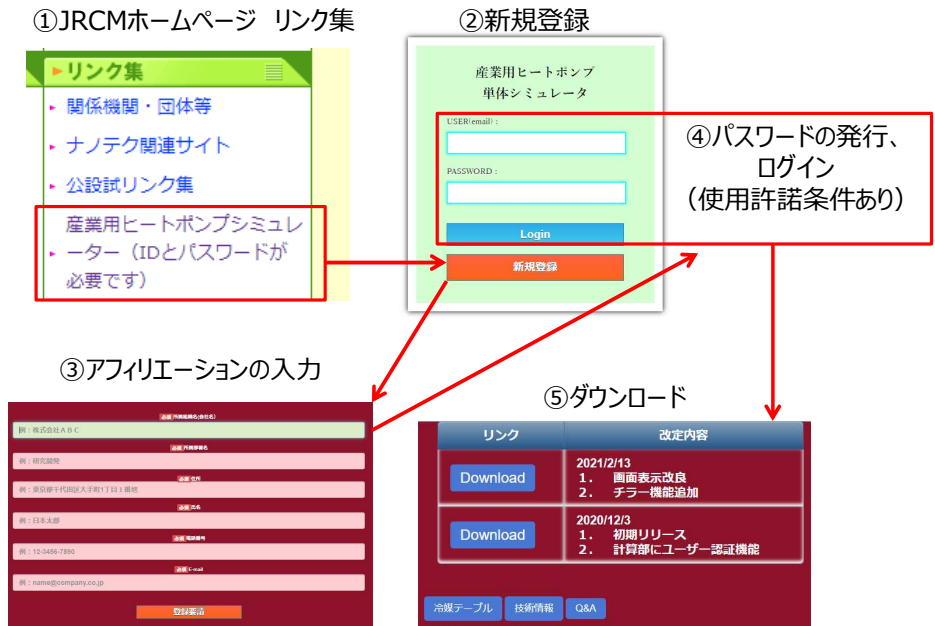
産業用ヒートポンプシミュレーターの開発

ヒートポンプの導入効果を定量評価できる 産業用ヒートポンプシミュレーターの開発

工場に導入予定のヒートポンプについて、想定する利用方法を選択し、冷媒の種類や定格加熱能力、各時刻における給水温度や流量を入力するだけで、**COP・加熱能力・一次エネルギー消費量・CO2排出量**を見える化し、産業用ヒートポンプの運転条件に合わせた詳細な熱計測を行わなくてもその導入効果の試算が可能で、シミュレーターを開発しました。

Webよりダウンロードして利用可能です。

(開発：(一財)金属系材料研究開発センター、(株)前川製作所、早稲田大学)



ヒートポンプ導入効果を簡単に見える化



ヒートポンプ分野で国際情勢を踏まえて 日本が取り組むべき方向性

1. 産業用高温ヒートポンプで世界をリード
ヒートポンプ技術・製品だけでなく、エンジニアリング
技術も……………
2. マーケットは世界、大量生産品から少数オーダー品へ
3. 未利用熱、排熱利用、ノーモア熱のポイ捨て！、