

食品産業のカーボンニュートラル実現に向けて ～産業用ヒートポンプ導入ガイドブックのご紹介～



「共感」・「協奏」・「変革」

ともにつくる東北。

講演者プロフィール

井上 進輔

東北経済産業局 資源エネルギー環境
部 エネルギー対策課 省エネルギー
対策官

2002年4月 東北経済産業局入局

2024年4月 現職

講演概要

- ガイドブック作成の背景と目的
- 食料品製造業において
活用が期待されるプロセス
- 導入検討のポイント
- 支援制度
- 相談窓口

※本ガイドブックは、
東北経済産業局HP内に掲載→

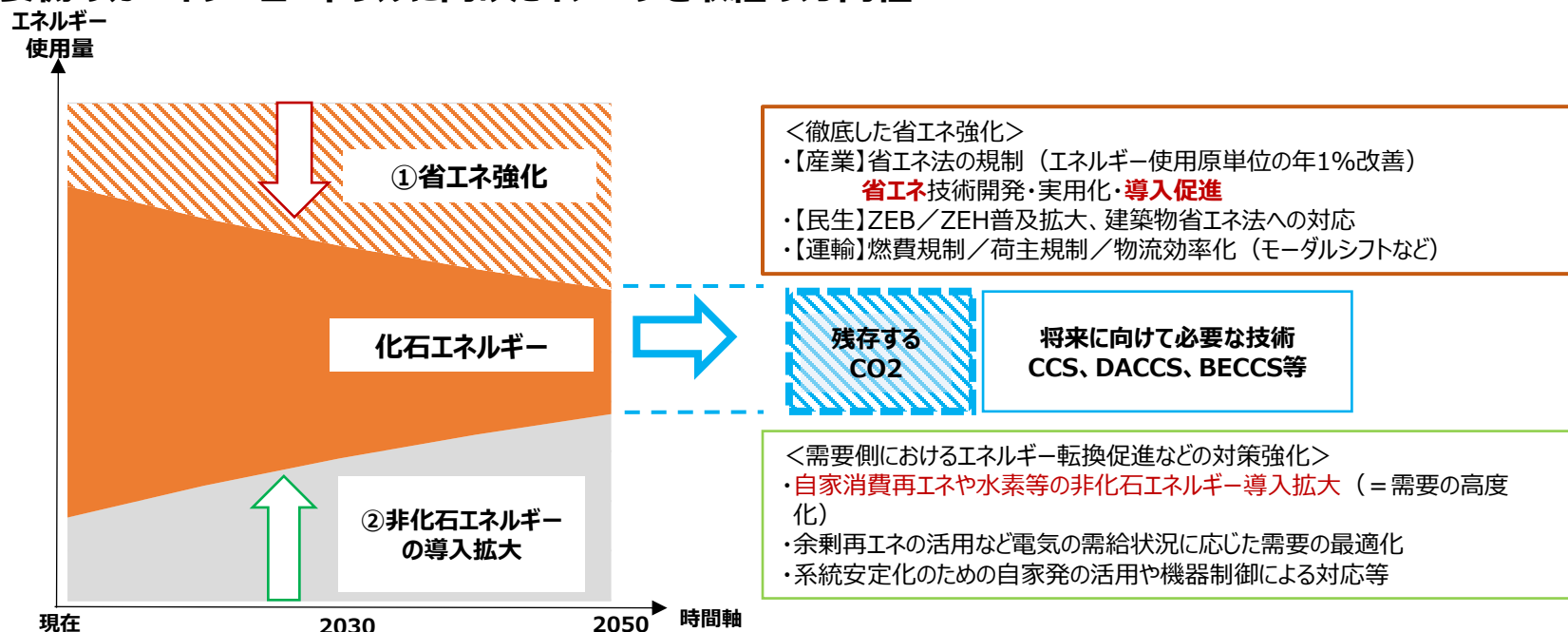


I. 低温域における省エネ・電化・非化石転換の意義・目的

I-1. カーボンニュートラルに向けた需要側の取組の方向性

- カーボンニュートラルに向けた需要側（工場・事業所・民生・運輸等）の取組としては、引き続き、**徹底した省エネ（①）**を進めるとともに、非化石電気や水素等の**非化石エネルギーの導入拡大（②）**に向けた対策を強化していくことが必要。
- 産業（工場・事業所等）に向けては、「エネルギーの使用の合理化等に関する法律（省エネ法）」が、非化石エネルギーも含めたすべてのエネルギーの使用の合理化及び**非化石エネルギーへの転換を求めるとともに**、電気の需要の最適化を促す法律「エネルギーの使用の合理化及び非化石エネルギーへの転換等に関する法律」へと改正。
- 産業用の需要としては、非電化部分（熱需要）が7割を占めるため、**供給側の非化石電源の拡大を踏まえ、まずは電化を進めていながら、水素化等のエネルギー転換の促進**なども検討していくことも重要。

■ 需要側のカーボンニュートラルに向けたイメージと取組の方向性



※2021年1月27日総合資源エネルギー調査会 基本政策分科会（第36回会合）基本政策分科会 事務局説明資料より作成

Ⅱ. 低温域における省エネ・電化・非化石転換の有効策

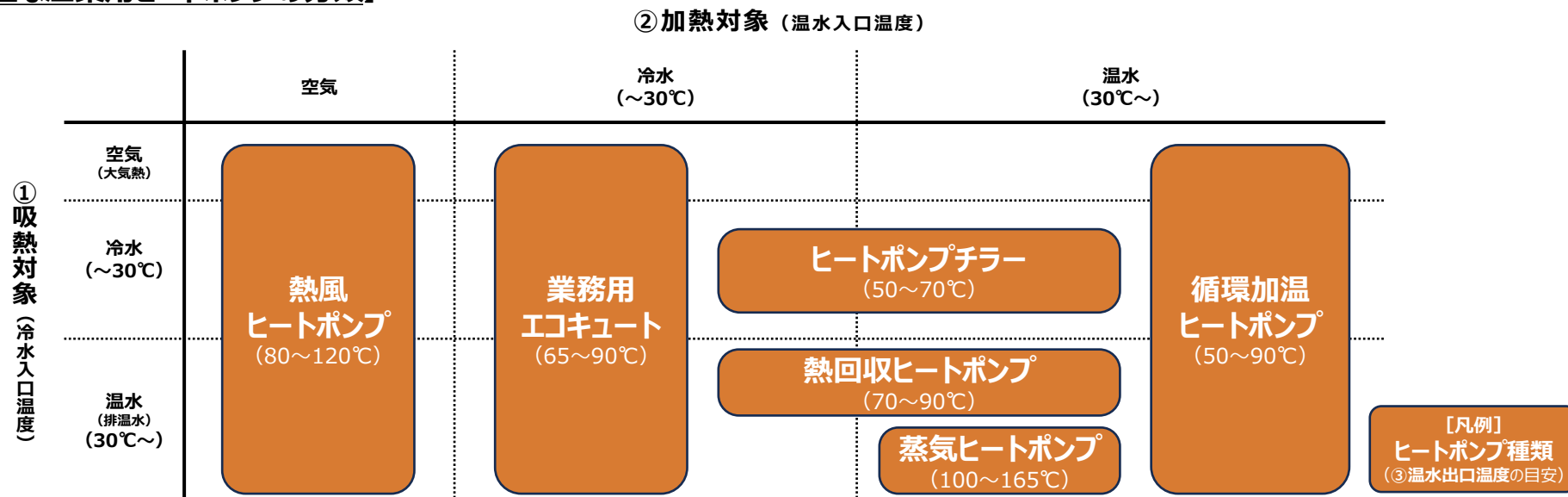
Ⅱ-2. 産業用ヒートポンプの特徴

- 冷媒を圧縮することによる温度の上昇、膨張させることによる温度の低下を繰り返し、循環させることで熱を移動させる。
- 電力は熱の発生ではなく、圧縮機の動力源として消費される。**消費電力の数倍の熱を移動できるため、エネルギー利用率が燃焼機器に比べ非常に高く、省エネルギー性能に優れる。**
- 工場内で発生する排温水や排気を、**再加熱、吸熱対象**とすることで、熱を再利用し**燃料などの投入エネルギーを削減**する。
- 吸熱により温度が低下した**冷気、冷水**を、**冷却や空調などに活用**することで、**エネルギー利用率の更なる向上も期待**できる。



出典：一般財団法人 ヒートポンプ・蓄熱センターホームページ（家庭用エアコンの暖房イメージ）

【主な産業用ヒートポンプの分類】



Ⅲ. 東北地域の産業の特徴

Ⅲ-1. 東北地域における食料品製造業の位置づけ

- 東北地域は、製造事業所の中で、**食料品製造業が最も多く**、東北地域での食料品製造業の事業所数は全国平均を上回っている。また、製造品出荷額等でも下記13業種の中では、電子部品・デバイス・電子回路製造業に次ぐ規模となっている。
- 産業用ヒートポンプの**導入ポテンシャルが高く**、東北地域での**経済規模、事業所数ともに存在感の大きい食料品製造業は、低温域での脱炭素ポテンシャルが高い**。

【東北地域での事業所数が全国平均よりも多い業種】

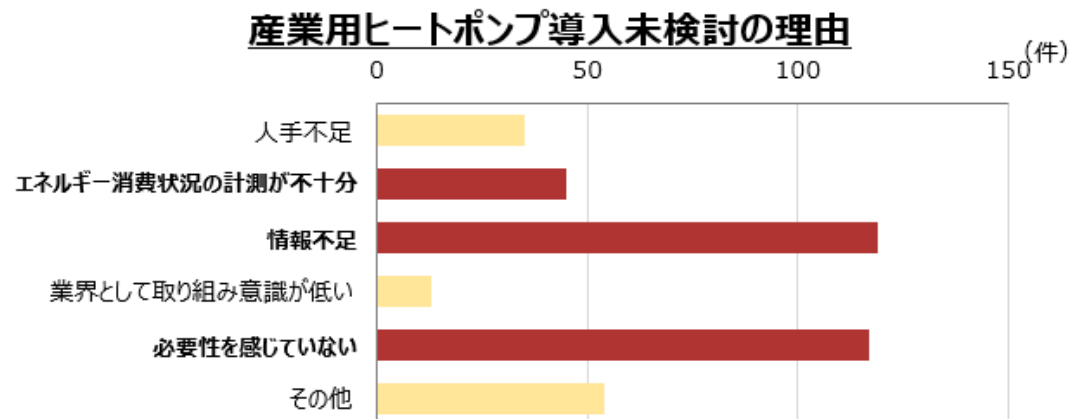
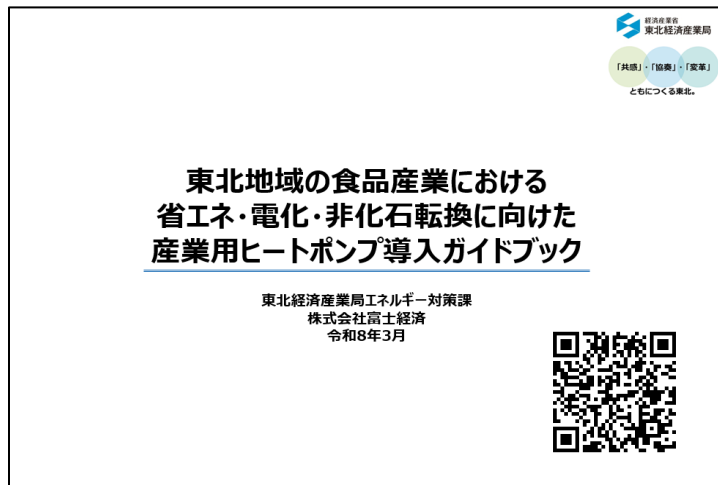
業種	事業所数（従業者数30人以上）		事業所数（全事業所）		製造品出荷額等	蒸気消費量
	東北（件）	全国比	東北（件）	全国比	東北（百万円）	全国計（TJ）
食料品製造業	740	9.6%	2,688	10.9%	1,968,564	78,892
飲料・たばこ・飼料製造業	63	8.0%	486	9.5%	505,154	35,016
繊維工業	239	13.9%	1,053	8.0%	128,958	25,398
木材・木製品製造業（家具を除く）	84	12.5%	702	11.3%	254,475	14,810
石油製品・石炭製品製造業	5	4.4%	163	12.6%	639,258	116,116
ゴム製品製造業	60	9.5%	127	5.3%	291,691	11,659
なめし革・同製品・毛皮製造業	22	18.0%	76	6.1%	38,669	30
窯業・土石製品製造業	139	9.2%	953	8.8%	410,154	15,268
非鉄金属製造業	92	10.2%	219	7.1%	736,916	11,753
生産用機械器具製造業	354	8.5%	1,327	5.7%	1,300,241	968
業務用機械器具製造業	151	12.4%	347	7.2%	821,210	2,624
電子部品・デバイス・電子回路製造業	338	19.0%	614	13.6%	3,289,912	3,936
情報通信機械器具製造業	89	18.3%	170	13.4%	789,461	132
製造業計	3,897	8.3%	15,065	6.8%	18,769,109	938,141

※「2024年経済構造実態調査 製造業事業所調査（総務省・経済産業省）」「エネルギー消費統計調査（経済産業省 資源エネルギー庁）」
蒸気消費量はエネルギー消費統計調査「蒸気受払表」の、「温水・冷水用」「生産工程用」「その他」の合計



ガイドブック作成の目的

- 2050年カーボンニュートラル宣言の達成に向けて、非電力部門の脱炭素化が課題。
- 産業用ヒートポンプの導入促進も重要政策の一つに位置づけられているものの、地球温暖化対策計画に示された指標に比べ、普及が低調。
- **導入ポテンシャルは高いものの、情報収集・データ計測ができておらず、情報不足の影響として必要性の訴求が不十分となっている**（右下図参照）。そこで、上記背景とともに、産業用ヒートポンプについて
 - 活用が期待されるプロセス
 - 実際の導入事例
 - 導入検討・提案におけるポイント・留意点
- 等を紹介することで、**食料品製造業に携わる皆様が「低温域プロセスにおける省エネ・電化・非化石転換」を検討する際のサポート**となることを目的に作成。



※東北経済産業局実施アンケート調査「省エネ・電化・非化石転換に向けた取組実態調査」より作成

※導入に係るコストに加え、既存生産設備の変更に對する不安などとともに、事例の横展開が進んでおらず必要な人材や知見、ノウハウが不足しているといった課題が挙げられている。

Ⅱ．低温域における省エネ・電化・非化石転換の有効策

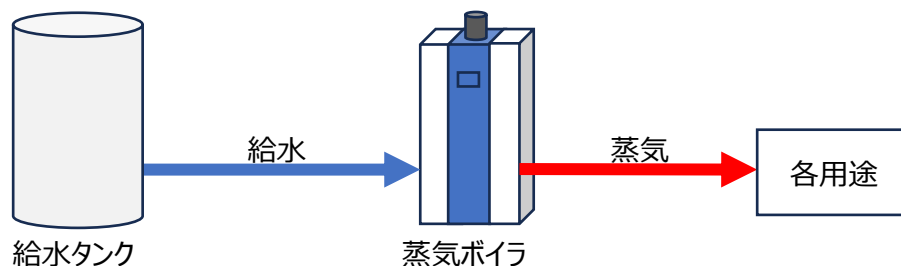
Ⅱ-4．食料品製造業の主なプロセス

- 先行研究の通り、**低温域プロセス**であり、食料品製造業全般で採用されている**洗浄**の他、殺菌のうち**パストライザー**（清涼飲料製造業）も産業用ヒートポンプの**適性が高い**。
- 排水処理も食料品製造業では必須であり、プロセス温度帯も低く、稼働時間が長いことから注目されている。
- 一方、食料品製造業の温熱利用プロセスは、100℃以上の**中温域プロセス**も多く、産業用ヒートポンプによる直接的な温熱供給が困難である。そのため、これらに温熱を供給する**蒸気ボイラの給水を加温する用途も有望**となっている。

プロセス	具体的なプロセス	主な製品	概要	プロセス温度帯	温熱供給形態
洗浄	機器洗浄、器具洗浄	食料品全般	● 生産の合間に、調理器具や生産機器に対して行われる。 ● 手作業の場合は40～50℃程度が一般的である。	40～60℃	温水
	CIP洗浄	乳飲料、調味料（醤油、ソース）	● 90℃程度の高温水や薬品が使用される。	70～90℃	蒸気
	清掃	食料品全般	● 業務終了後や生産の合間に、作業場の床などを対象に行われる。	60～70℃	温水
発酵	一次発酵、二次発酵	味噌、醤油、パン、菓子	● 酵母などの菌に最適な温度・湿度を維持する。	20～50℃	蒸気
乾燥	乾燥	小麦粉、調味料、菓子	● 生産品が乾物や粉末の場合に行われる。	100～150℃	蒸気
調理・加熱	蒸す、焼く、茹でる、揚げる、炒める	肉加工品、水産食料品、各種調理品、ソース、パン、菓子	● 主に具材を柔らかくすることを目的に行われる。	100℃～	蒸気、バーナー
殺菌	食料品殺菌	食料品全般	● 加熱調理が殺菌を兼ねる場合が多い。 ● 製品によっては、充填後に容器ごと殺菌する場合もある。	120～130℃	蒸気
	機器殺菌	食料品全般	● 各種調理器具やタンクに対して蒸気を直接噴霧することが多い。 ● 洗浄が殺菌を兼ねる場合もある。	120～130℃	蒸気
	パストライザー	清涼飲料	● 充填後に温水をシャワーし、規定温度まで加熱する。	50～90℃	蒸気、温水
濃縮	濃縮	砂糖	● 加熱により水分を取り除き濃度を高める。	—	蒸気
排水処理	生物処理	食料品全般	● 排水に含まれる有機物を分解する。	30～60℃	蒸気

- ボイラ給水を加温することで、ボイラでの昇温幅を狭め、ボイラでの燃料消費量を低減する。
- プロセスへの熱供給はボイラで行うため、**ヒートポンプ導入によるプロセスへの直接的な影響が生じにくいことが特徴。**
- 排熱利用として、蒸気ドレンを回収し、給水と直接熱交換している事業所も多いが、**回収した排水の温度が低い場合に、ヒートポンプ導入による昇温が選択される。**
- 出力温度は採用機器や排熱回収状況によって異なり、50～90℃とみられる。

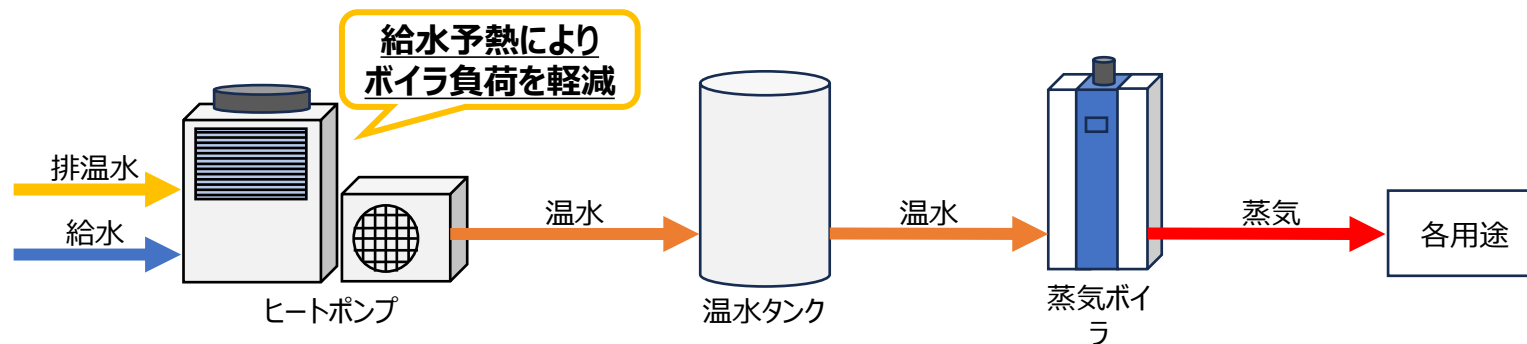
【一般的な熱供給フローイメージ】



【東北地域の食料品製造業におけるポテンシャル】

食料品製造業全般 = 約2,700件
(うち30人以上事業所740件)

【ヒートポンプ導入後の熱供給フローイメージ】



- 2030年の脱炭素目標達成に向け、工場全体で省エネ化を推進していた。
- パストライザーから排出される温水を、ヒートポンプの熱源として、蒸気ボイラの給水温度上昇に活用。
- 蒸気ボイラでの重油消費量を大幅に削減し、補助金活用できたことで、6年での投資回収を見込んでいる。

<導入事業所の概要>

事業所名	青森県農村工業農業協同組合連合会
業種	飲料製造業
所在地	青森県
主要生産物	りんごジュース
稼働形態	9時間/日×246日/年
導入時期	2024年
補助金	活用あり

<ヒートポンプ設置状況>



種類	未利用熱活用ヒートポンプ
メーカー	三浦工業
機種	VH-15WW
加熱出力*	204kW
消費電力*	18.9kW
設置台数	1台

*給水20℃、温水出口70℃

*熱源水入口50℃、11t/hの場合

補助事業を活用できたことで、設備投資額からランニングコスト減少による投資回収が達成できる見込みとなった

試算時の9割以上の効果が出ており、ヒートポンプ導入に満足している

ヒートポンプの遠隔監視により、積雪時の稼働状況確認の手間が大幅に削減された

<ヒートポンプ導入による効果>

イニシャルコスト (材工込)	ランニングコスト	CO2排出量	投資回収
5,700万円 (うち1/2補助)	-530万円/年	-170t/年	11年(補助無し) 6年(補助有り)

[試算条件]

エネルギー単価：A重油100円/kL、電気：30円/kWh

CO2排出係数：A重油2.71t-CO2/kL、電気0.401kg-CO2/kWh (2024年、東北電力)

補助対象：設備費および必要経費(工事費、業務費等)



担当者

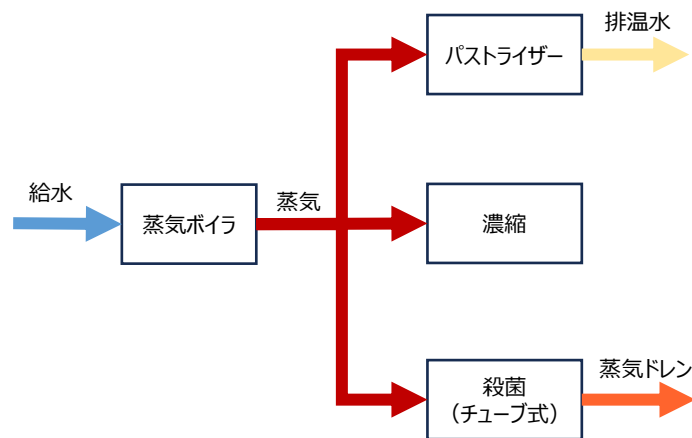
IV-1. 給水加温-導入事例①[詳細]

※本ガイドブックでは、ヒートポンプ導入による
ユーティリティ側とプロセス側の関係をわかりやすく模式

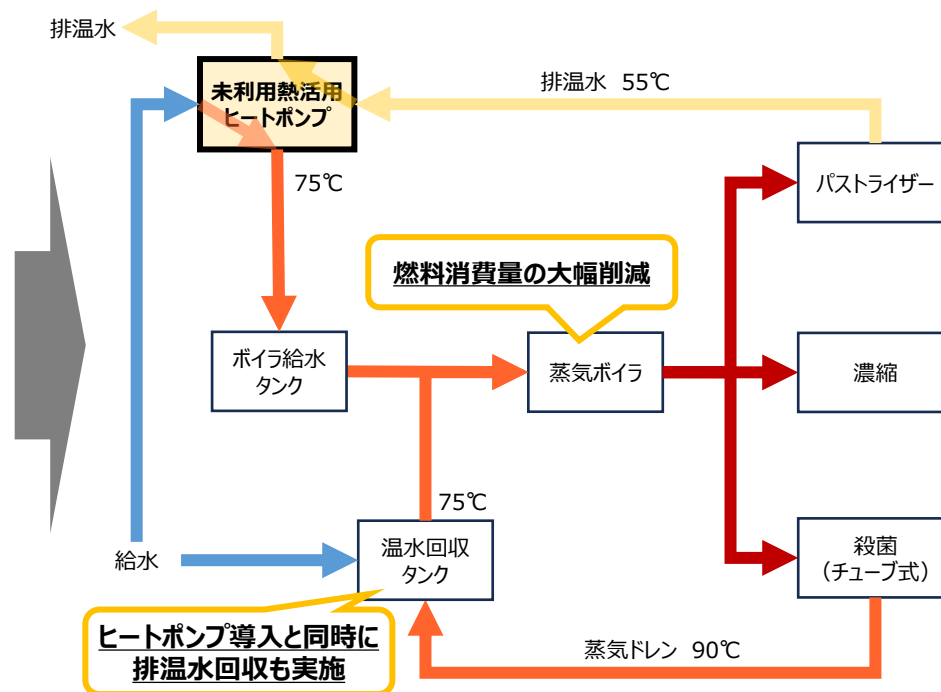
<ヒートポンプの設置・導入箇所>

- 蒸気ボイラの燃料消費量削減を目的に導入
- 同時に殺菌プロセスからの蒸気ドレンを回収するシステムを構築
- ボイラ給水タンクの新設、蒸気ドレン回収配管の敷設など、イニシャルコストに占める付帯設備・施工のウエイトが高いプロジェクトであった

[導入前]



[導入後]



V. 産業用ヒートポンプ導入のポイント

V-4. ポイント・留意点

✓ ヒートポンプの特性の把握

- ・ ヒートポンプは高効率に熱を供給できる特徴があるものの、いかなる状況下でも能力を発揮できるものではなく、各機種の特性を把握することが重要である。
- ・ また、適切な熱源を確保できない場合は、効率低下のみならず、必要な温度、量が得られない可能性がある。

【高効率運転のポイント】

- 連続運転
- 一定負荷
- 小温度差*（エコキュートを除く）
- 適切な熱源の確保

【稼働効率低下の要因】

- 間欠運転
- 負荷変動
- 大温度差*（エコキュートを除く）
- 熱源不足



*熱源温度（温水入口）と熱供給温度（温水出口）の温度差。ヒートポンプによる昇温幅。
エコキュートは、低温度差では、一定温度差よりも効率が低下するという特徴がある。

✓ 多様な設置形式

- ・ ヒートポンプは、対象プロセスの熱源をボイラから完全に代替する「蒸気レス（完全電化）」を実現することが可能である。
- ・ 一方で、ヒートポンプ故障時の影響が大きく、最大熱負荷に対応できる設計にする必要があるため、ヒートポンプ出力が大容量化しやすいといった点に留意する必要がある。
- ・ 既存熱源機を併存させる「ハイブリッド」方式では、「蒸気レス（完全電化）」は実現できないものの、別熱源機のバックアップによる冗長性の高さや、熱負荷を分担することによる容量の縮小や、中温域プロセスへの導入など、メリットも多い。

形式	メリット	留意点	フローイメージ
蒸気レス (完全電化)	● 燃料削減効果大きい ● 脱炭素効果大きい	● 熱負荷への追従が必要 ● ヒートポンプ故障時の影響が大きい ● 最大負荷に合わせた容量設計が必要	
ハイブリッド	● 冗長性が高い ● ヒートポンプ容量を縮小できる ● ベース負荷対応による高効率運転 ● 中温域プロセスにも導入が可能	● 燃料削減効果が小さい ● システム構成が複雑 ● 既存熱源機との連動制御が必要	

① 低温域プロセスの把握

① 事業所で保有する温熱プロセスのうち、設定温度が90℃以下のプロセスを整理

- ・ 一般的な産業用ヒートポンプは90℃までの温水供給が可能 [参照:P6](#)
- ・ 食料品製造業の低温域プロセスは、主に洗浄やパストライザー（殺菌）、排水処理である [参照:P8](#)
- ・ 特に、蒸気を給水（上水、工業用水、河川水など）に混入、熱交換している場合は、産業用ヒートポンプによる省エネが期待できる

② 排熱発生状況の把握

② 排熱の発生場所、温度、排出形態を整理 [参照:P38](#)

- ・ 排熱温度が、事業所内のプロセスで利用できる温度を下回っている場合でも、ヒートポンプの熱源や、再昇温することで、有効利用できる可能性がある
- ・ 産業用ヒートポンプの熱源としては、排気、排水とも利用可能であるが、排水を活用するケースが多い

③ 産業用ヒートポンプ設置場所の選定

③ 事業所内の空きスペースの確認

- ・ 低温域プロセス、排熱発生場所の双方と近隣であることが望ましい
- ・ 屋内設置では、天候の影響を受けないため、空気熱源ヒートポンプの安定稼働が見込める
- ・ 屋外設置の場合、積雪の多い地域では個別の対応が必要となる場合もある [参照:P41](#)
- ・ カルビー京都工場では、屋内にこだわり、壁掛けで設置している [参照:P20](#)

④ 低温熱利用・排熱発生の詳細把握

④ 低温域プロセス向けの温熱供給量、排熱発生量を把握

- ・ 1時間毎（場合によって分毎）や季節毎の温熱供給（負荷）、排熱発生状況を把握することが望ましい [参照:P38](#)
- ・ 計測器を設置していない場合は計測機器を調達することで自力でのデータ収集も可能
- ・ 一般的には、ヒートポンプの導入検討時に、相談先（ヒートポンプメーカー、エンジニア、エネルギー会社、商社）に依頼するケースが多い [参照:P42](#)

⑤ ヒートポンプ機種・容量・システム等の検討

⑤ ヒートポンプの特性や、設置形式ごとの特徴を把握した上で検討する [参照:P39](#)

- ・ 産業用ヒートポンプ導入後の熱フローや、導入に係るイニシャルコストの算出、導入によるエネルギーコストやCO2排出量の変化など、産業用ヒートポンプの導入検討に必要な情報を基に投資判断を行う [参照:P40](#)
- ・ 産業用ヒートポンプの機種・容量の選定、システム設計は、ヒートポンプメーカー、エンジニア、エネルギー会社、商社等に依頼することが一般的である [参照:P42](#)

支援制度

省エネ・非化石転換補助金（Ⅱ型）

GX予算			
事業区分	Ⅱ型（電化・脱炭素燃転型）		
事業要件	・化石燃料から電気への転換や、より低炭素な燃料への転換等、 電化 や 脱炭素目的の燃料転換を伴う指定設備等へ更新 等する事業	・現在使用している設備を水素燃焼可能な設備に改造して脱炭素化を図る事業	・新築・新設の事業所又は、既存の事業所に、水素燃料を活用可能な設備を導入して、脱炭素化を図る事業
対象設備	・指定設備 ②産業ヒートポンプ ③業務用ヒートポンプ給湯器 ④高性能ボイラ ⑤高効率コージェネレーション ⑥低炭素工業炉	既存設備を水素燃焼可能な設備に改造するために必要な設備等。水素燃料については、10%以上の混焼率で実稼働させること。	指定設備のうち、水素燃料の活用が可能な設備。水素燃料については、10%以上の混焼率で実稼働させること。
GX要件	必須（補助事業者）		
申請要件	・省エネ要件のうちいずれかを満たすこと。 ①省エネ率：10%以上 非化石化の場合：省エネ率＋非化石転換率） ②省エネ量：1kl以上 非化石化の場合：省エネ量＋非化石使用量） ③経費当たり省エネ量：1kl/千万円以上	水素燃料を活用可能な設備を新設する事業であること。	
新設/更新	更新	改造	新設
補助率	中小企業 大企業	1/2以内	1/5以内
補助金限度額	3億円（電化の場合5億円）		3億円
補助対象経費	中小企業 大企業	設備費・工事費 ※電化は付帯設備も対象 設備費	設備費・工事費 設備費

省エネ最適化診断（ステップアップ診断）

ステップアップ診断

ステップアップ診断の特徴

- 省エネ最適化診断実施後、更に深掘した診断ニーズある場合に受診できます。計測データ等を利用することで、これまで気付かなかったエネルギー利用のムダを見る化します。
- 診断を受けられる事業所とは
- 令和4年度（2022年度）以降に「省エネ最適化診断」を受診している事業所で、以下の条件に合致する場合に受診可能です。
 - (1)EMSデータ、スマートメーターデータ等、事業者が保有するデータ活用が可能、または計測によるデータ採取が可能なこと。（計測が必要な場合は省エネセンターが無料で計測します）
 - (2)診断結果について、国の情報提供事業に利用することについて協力が得られること。

診断テーマ（例）

- 「固定エネルギーの削減」、「生産プロセスと連携した省エネ」、「エネルギー使用システム全体の最適化」等上記に限らず省エネに有効と判断されれば、どんなテーマでも対象となります。

ステップアップ診断の流れ

お申込み → 事前調査 → 専門家による現地診断（計測・計測等含む） → 診断結果説明会

診断メニュー	診断内容	診断費用（税込）
ステップアップ診断	事前調査＋（計測）＋現地診断＋診断結果説明会	19,690円

（注）診断費用の振込手数料等はお申込み先様のご負担となります。
※1 計測は無料です。ただし測定孔を設置する設備改造などは貴事業所でご負担いただきます。
※2 実施内容にもよりますが、「事前調査」から「結果説明会」まで約3～4ヶ月程度を想定しています。
※3 診断は省エネセンターの専門家が実施しますが、計測業務は省エネセンターが契約した計測会社で実施します。

省エネ最適化診断

省エネ診断事務局
TEL:03-5439-9732
FAX:03-5439-9738 Email:ene@eccj.or.jp

お申込みはこちら▶

ステップアップ診断

ステップアップ診断事務局
TEL:03-5439-9733
FAX:03-5439-9738 Email:stepup@eccj.or.jp

お申込みはこちら▶

〒108-0023 東京都港区芝浦2-11-5 五十嵐ビルディング 受付時間10:00～12:00、13:00～17:00（土、日、祝日を除く）

診断テーマ

（2）エネルギー使用システム全体の省エネ

①事業所等における排熱利用の提案

②高効率ヒートポンプの活用提案

③蒸気、圧空システム等のシステム全体の

省エネ提案

ご相談・お問い合わせ

産業用ヒートポンプ導入に関するご相談

「一般社団法人日本エレクトロヒートセンター」
産業用ヒートポンプ.com> ★導入相談★

「ご相談フォーム」から
<https://sangyo-hp.jeh-center.org/consulting.html>



はじめての産業ヒートポンプ導入相談

◎産業用ヒートポンプ導入に関するご相談フォームについて
本フォームは、産業用ヒートポンプの導入をご検討中の皆さまを対象に、機種選定や導入可否の初期検討を効率的に進めることを目的として作成したものです。
本フォームをご活用いただくことで、導入検討に必要な情報をあらかじめ整理でき、日本エレクトロヒートセンター（JEHC）が、内容に応じて最適なヒートポンプ機器メーカー等とのマッチングを支援し、導入可否の判断や具体的な機種提案を円滑に受けることができます。

所要時間：約10～15分

- ◎ご入力にあたってのお願い
- ・専門的な項目も含まれますが、分かる範囲でご入力いただければ問題ございません。
- ・不明な項目については、「不明」または「未定」をご選択ください。
- ・複数設備がある場合は、代表的な設備または主な対象についてご記入ください。

◎ご提出後の流れ
お客さまによる入力 → JEHCにて受付・内容確認 → ヒートポンプ機器メーカー等とのマッチング・取次ぎ → メーカーによる内容確認 → JEHCよりお客さまへ取次ぎ可否を確認 → メーカーよりお客さまへコンタクト

ご回答までの目安：約1～2週間

◎本フォームに関するお問い合わせはこちら

東北地域の方の

補助金等支援制度に関するご相談

「東北経済産業局」HP

ホーム ▶ 政策一覧 ▶ 省エネルギー

「その他、お問い合わせ先」まで
https://www.tohoku.meti.go.jp/s_shigen_ene/syo_energy.html



東北経済産業局では、東北地域の省エネルギー推進のため、省エネ法に係る執行業務及び各種広報事業を実施しています。

目次

- ▼ 省エネ法について
- ▼ 温対法について
- ▼ エネルギー管理成績者及びエネルギー管理優良事業者等に係る東北経済産業局長表彰
- ▼ 各種セミナー
- ▼ 各種支援制度等

関連ページ

- ▼ 省エネ法に基づく特定事業者等・特定荷主に関わる各種手続き
- ▼ EEGS（省エネ法・温対法・フロン法電子報告システム）について

省エネ法について

各種お問合せ先

ご清聴ありがとうございました。

ガイド作成に御協力いただいた委員の皆様

<座長>

東北大学 工学研究科電気エネルギーシステム専攻 先端電力工学共同研究講座

客員教授 山本 博巳 氏

<委員>

一般財団法人電力中央研究所 グリッドイノベーション研究本部 ENIC研究部門

上席研究員 甲斐田 武延 氏

一般財団法人省エネルギーセンター 省エネ技術本部 技術支援センター長 藤林 晃夫 氏

一般社団法人日本エレクトロヒートセンター 企画部次長 紺野 能史 氏

一般財団法人ヒートポンプ・蓄熱センター 業務部長 鈴木 隆行 氏