

調査報告書

令和 5 年度 エネルギー需給構造高度化基準認証推進事業 (産業用ヒートポンプ及び産業用冷蔵冷凍装置の国際ルール形成戦略に係る調査研究)

Nomura Research Institute Singapore Pte Ltd.

株式会社野村総合研究所

2024年2月29日





0. 本事業の進め方

1. 性能調査

2-1. 各国調査（ヒートポンプ）

2-2. 各国調査（冷蔵冷凍装置）

3. 有望国の選定

4. 規格制定状況

5. ルール形成戦略・シナリオ

6. 二次利用未承諾リスト

0. 本事業の進め方

日本国製品の海外への普及、及び当該展開を通じた環境問題の解決や安全性の向上を目指し、産業用ヒートポンプ及び冷蔵冷凍装置の市場調査、ルール形成戦略の検討を実施

本事業の背景

世界的な脱炭素化の動きが加速する中、各国においてヒートポンプをはじめとする省エネルギー性能の高い装置の導入ニーズが世界的に高まっている。また、東南アジアをはじめとする新興国においては、安全かつ適切な冷蔵冷凍管理がなされた食品の物流網（コールドチェーン）へのニーズが高まっている。一方で、それに見合った日本国製品の各国市場への導入は思うように進んでいない。今後我が国の優れた製品の海外への適切な導入と市場構築を図るべく、欧州や東南アジア等における市場・競合製品・基準等を理解する必要がある。そのうえで、我が国制度等の適用可能性など、ルール形成戦略を採ることで、優れた日本国製品の海外への普及、及び当該展開を通じた国際的な環境問題の解決や安全対策への対応を検討したいと考えている。

本事業の実施事項

上記背景を踏まえ、本事業では以下を対象として調査を行った

対象国

- ・ 欧州（オーストリア、フランス、ノルウェー）
- ・ インド、東南アジア（タイ、ベトナム、インドネシア、マレーシア）

対象装置

- ・ 産業用ヒートポンプ：温水発生ヒートポンプ（水熱源）、熱風発生ヒートポンプ、蒸気発生ヒートポンプ
- ・ 産業用冷蔵冷凍装置：産業用冷蔵冷凍装置であって、アンモニア冷媒、アンモニア・CO₂のハイブリット冷媒、アンモニア・フロン₃₂のハイブリット冷媒
 - 本事業での「産業用」とは、企業による使用全般を指し、工場等での生産加工（以下「工業セクター」という）に限らず、ホテル等での「業務用」を想定された利用（以下「サービスセクター」という）も含む
 - 本事業では、ヒートポンプの熱源及び出力時の状態（液体、気体）による市場動向や規格の調査観点に大きな相違はないとして、これらの区分を明示していない。また、調査の中では自然冷媒に焦点を当てているが、有望国選定及びルール形成戦略シナリオの検討においては、フロン冷媒の冷蔵冷凍装置も含めて検討を行った

0. 本事業の進め方

仕様に対する本事業の検討ポイントは以下の通り

仕様

	産業用ヒートポンプ	産業用冷蔵冷凍装置
性能調査	既に上市されている対象装置について、日本の主要メーカー（2～3社）の装置と、欧米の主要メーカー（2～3社）の装置についての性能比較（供給温度、冷媒種類、加熱能力、圧縮比、エネルギー効率、その他主要項目）	既に上市されている対象装置に関し、日本の主要メーカー（2～3社）の装置と、欧米の主要メーカー（2～3社）の装置についての性能比較（冷蔵冷凍 温度、アンモニア・フロンハイブリッド冷媒の場合はフロンの種類、冷却能力、エネルギー効率、その他主要項目）
現況調査 (対象8国)	- 対象各国における対象装置の市場規模（金額、台数、価格帯、容量等）、メーカーシェア、主要用途 - 対象装置に関する性能（省エネ性能を含む）や安全性等の基準・規格等の有無や改正、新たな制定に関する動向 - 対象装置に関するJISやISO、IECでの規定の制定状況と、ISO及びIECとJIS規格との関連性 - 調査過程で必要性が生じた領域や該当する規格に引用されている規格	
有望国の選定	上記調査結果を踏まえ、対象国の政策や補助金等の支援ツール及び商習慣の観点も含めつつ、政府主導/官民連携/民間企業主導等の多面的な視点で、対象装置に関する有望な市場国（市場規模や日本がルール形成を行う上で有利な展開が期待出来る国）の選定と、ルール形成戦略についての複数のシナリオ策定（基準・規格等の策定や改訂等の提案、国際標準の提案など実態に即した具体的な取組等について仮説構築、有効性評価、想定される市場規模等）	

検討のポイント

項目	実施内容
性能調査	主要メーカーの製品を比較し、日系メーカーの製品と欧米系メーカーの製品の相違点を明らかにした
各国調査	- 対象国の対象装置の導入状況及び導入に影響を与え得る要因について調査し、市場の状況を把握した - 調査対象各国における対象製品群について、市場・関連政策を調査した
有望国の選定	- 有望国選定にあたっては、以下を大方針とした - 今後成長が期待でき、比較的大きな市場である - 社会課題の解決に繋がる - 日系メーカー製品の優位性のある技術を活用した製品は高価格帯製品である傾向があり、特に途上国にとっては導入に対する障壁となり得るため、一般製品を対象に検討及び選定を行った 1.で特定した指標軸を策定した - 評価軸に基づき対象国を評価し、有望国を選定した
規格制定状況	関連政策・既存基準等の調査に際しては、日本を参照し、日本と比べて足りない点・進んでいる点等を整理した
ルール形成戦略シナリオ	- 参入が考えられるターゲット領域及び選定した有望国の観点から1～2のシナリオを策定した - 規格調査結果と照らし、考え得るルール形成戦略を1～2選定した - 選定した有望国について、1～2のルール形成シナリオを作成した（1～2カ国×1～2シナリオ=2～4シナリオ）

0. 本事業の進め方

1. 性能調査

ヒートポンプ

冷蔵冷凍装置

2-1. 各国調査（ヒートポンプ）

2-2. 各国調査（冷蔵冷凍装置）

3. 有望国の選定

4. 規格制定状況

5. ルール形成戦略・シナリオ

6. 二次利用未承諾リスト

1. 性能調査

本章では、ヒートポンプ、冷蔵冷凍装置の技術開発状況を踏まえた上で、日系メーカーの製品、欧米系メーカーの製品について相違点を明らかにした

対象	項目	目的	実施内容
ヒートポンプ	技術レベルの調査	現状のヒートポンプの技術動向について明らかにし、それと比較することで製品性能の技術レベルを把握可能な基準とする	ヒートポンプにおける現状の主な技術テーマである、出力温度、入力温度と出力温度の差（温度シフト）について調査した
	日系製品・欧米製品の比較	製品の主要な性能指標を比較することで日系製品の優位となり得る点を明らかにする	- ヒートポンプにおける主要な性能評価指標である、COP、温度、加熱能力を調査した - 特に先進的である高温帯ヒートポンプに着目し、技術優位性の有無について調査した
冷蔵冷凍装置	技術レベルの調査	現状の冷蔵冷凍装置に使用される冷媒の内、環境に配慮した冷媒であるアンモニア、二酸化炭素を対象とし、これらの冷媒について現状の実用化レベル及び実用上の課題について明らかにし、それと比較することで製品性能の技術レベルを把握可能な基準とする	- 冷蔵冷凍装置の主要な製品群に対し、現状の主に使われている冷媒と自然冷媒の実用レベルを調査した - アンモニア冷媒、二酸化炭素冷媒の長所・短所を調べ、それぞれの実用上の課題を調査した
	日系製品・欧米製品の比較	製品の主要な性能指標を比較することで日系製品の優位となり得る点を明らかにする	- 冷蔵冷凍装置は汎用化も進み、大きな技術レベルの差が出にくい製品であるが、その中でも特長となり得る、超低温帯冷蔵冷凍装置、低充填アンモニア冷蔵冷凍装置に着目した - 日系企業及び欧米系企業の提供する超低温帯冷蔵冷凍装置、低充填アンモニア冷蔵冷凍装置を比較し、技術優位性の有無を調査した

1. 性能調査

サマリ：

ヒートポンプにおいては、出力能力の小さい小型の製品を中心に展開していることが特徴。欧米同様に100℃以上を出力する製品もある

冷蔵冷凍装置においては、冷媒の使用量を少なくし、比較的安全性の高い低充填アンモニア冷蔵冷凍装置が優位となり得る

ヒートポンプ

- 100℃以上の高温帯ヒートポンプは、温度リフトが大きくなるためにエネルギー効率が低くなる。極力高いエネルギー効率を実現するためには、出力温度に近い熱源が必要であり、実用化のハードルが高く、試験導入の段階である
- 150℃以上の高温帯ヒートポンプは試験段階である
- 日系メーカーは比較的早く100℃以上の高温帯ヒートポンプを実現したが、欧米においても研究が進んでおり、複数社が高温帯ヒートポンプを開発済み
- 日系メーカーの製品は出力の比較的小さいものが多く、欧米系メーカーの製品は大型のものが多いという特徴がある
- 日系製品と欧米系製品は同等程度のエネルギー効率である

冷蔵冷凍装置

- 製品の汎用化が進んでおり、日系製品と欧米系製品は同等程度のエネルギー効率であり、出力温度（低温帯）も同等である
- 日系メーカーも欧米系メーカーも複数の自然冷媒の冷蔵冷凍装置を販売しており、双方ともに自然冷媒の使用を進めている
- 安全性の観点から着目されるアンモニア冷媒の量を少なくした低充填アンモニア冷蔵冷凍装置を製品化したメーカーは多くない。その中でも、日系メーカーは既に実用化しており、技術的優位となり得る

0. 本事業の進め方

1. 性能調査

ヒートポンプ

冷蔵冷凍装置

2-1. 各国調査（ヒートポンプ）

2-2. 各国調査（冷蔵冷凍装置）

3. 有望国の選定

4. 規格制定状況

5. ルール形成戦略・シナリオ

6. 二次利用未承諾リスト

1. 性能調査 ヒートポンプ

ヒートポンプは100℃未満の低温プロセスに導入されている。廃熱を利用する場合、150℃までの出力も可能である。150℃から200℃の生成はまだ初期試作段階である

	設定温度	技術レベル	利用用途例	
低温	<80℃	商業化され、安定して稼働 ラインアップが充実してきている	製紙（脱色） 食品（濃縮） 化学（バイオ反応）	実用化
	80℃～100℃	商業化され、競争力はあるが、大規模導入は未達成	製紙（漂白） 食品（低温殺菌） 化学（沸騰）	
高温	100℃～140℃	日本・欧州で複数製品化されているが、温度シフトが大きいほどエネルギー効率が低くなるため、限定された環境下で、いくつか商業化した例があるのみである	製紙（乾燥） 食品（蒸発） 化学（濃縮）	商業化の前段階
	140℃～150℃	商業段階前の実証研究が進む 乾燥工程を対象としたプロジェクトが進行する	製紙（パルプ沸騰） 食品（乾燥） 化学（蒸留）	
	150℃～200℃	小規模自己蒸気機械圧縮システムおよび熱変換器に対する世界初の商業適用例あり 大型プロトタイプは商業化に向けた初期段階 ※ 日本では2011年に165℃のヒートポンプが発売されたが、その後あまり導入が進んでいない	化学（乾燥） 化学（ゴム生成）	検証中
	>200℃	初期プロトタイプ	化学（プラスチック分解） 製鉄	

1. 性能調査 ヒートポンプ

ノルウェー、オーストリアの工場・地域暖房向け高温ヒートポンプは加熱能力の大きな製品まで広くラインアップを揃える。高い熱源を使うことで高温出力が可能と記述する機種もある

メーカー	Johnson Control (旧Hybrid Energy)	Heaten (旧Viking Heat Engines)	Enerin	Ochsner
外観				
所在国	ノルウェー	ノルウェー	ノルウェー	オーストリア
製品	HyePAC	HeatBooster	HoegTemp	IWWDS ER3b
供給温度	30～110℃	～200℃（温度リフト100℃）	100℃～250℃	～130℃
COP*1	5～8	N/A	2.0(熱源65℃、47℃リフト)	2.68（熱源50℃）
加熱能力	500kW～2MW	～1.5MW	300kW～1,000kW	～2.5MW
冷媒	R717+R718	R1336mzz(z)	R704(ヘリウム)	R245fa
圧縮機	レシプロ、スクリー	レシプロ	N/A	N/A
熱源	N/A	水熱源	N/A	地中熱源、空気熱源

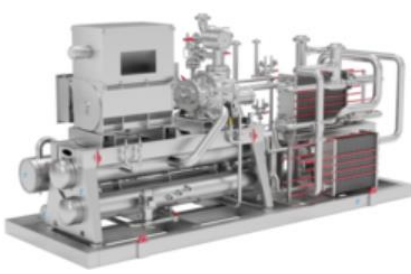
注) 90℃以上の高温ヒートポンプ及び対象国における主要なメーカー製品を抽出した

*1: 測定条件が異なるため単純比較ができない

出所) 各社ウェブサイトよりNRI作成

1. 性能調査 ヒートポンプ

フランスで販売する主要メーカーも大型までのラインアップを揃える。90℃程度の高温でも比較的高いCOPを実現する

メーカー	Johnson Controls (Sabroe)	Johnson Controls (Sabroe)	Enertime	Clauger SA
外観				
所在国	デンマーク*1	デンマーク*1	フランス	フランス
製品	Sabroe HeatPAC	HicaHP	OIL-LUBRIFICATED MOTOCOMPRESSOR	N/A
供給温度	～90℃	～95℃	～140℃	～95℃
COP*2	4.4（温度リフト50℃）	3.5（温度リフト65℃）	3.5（熱源30℃、温度リフト 60℃）	N/A
加熱能力	0.3MW～2.7MW	2MW～25MW	5MW～15MW	N/A
冷媒	R717	R717（一段式/二段式）	R1233zd(E)	R717/R744
圧縮機	レシプロ	スクリー	単段または二段遠心圧縮機	N/A
熱源	N/A	N/A	水熱源、蒸気熱源	水熱源

注） 90℃以上の高温ヒートポンプ及び対象国における主要なメーカー製品を抽出した

*1: Sabroe、York、Johnson Controlsは同じグループとして製品を融通。Sabroeはデンマーク、Johnson Controlsは米国に本社がある、*2：測定条件が異なるため単純比較ができない
出所）各社ウェブサイトよりNRI作成

1. 性能調査 ヒートポンプ

欧米でも比較的小型のヒートポンプを揃えているメーカーが存在する

メーカー	Carrier	ECOP
外観		
所在国	アメリカ	オーストリア
製品	AquaForce® 61CWD	ROTATION HEAT PUMP K7.2.4
供給温度	～120℃	～150℃（温度リフト50℃）
COP	N/A	N/A
加熱能力	110～540kW	500～700kW
冷媒	R1233zd	HE, Kr, Ar
圧縮機	スクルー	N/A
熱源	水熱源	N/A

注） 90℃以上の高温ヒートポンプ及び対象国における主要なメーカー製品を抽出した
出所） 各社ウェブサイトよりNRI作成

1. 性能調査 ヒートポンプ

日本は2010年代と早い段階で高温ヒートポンプを導入するなど技術的に優位な時期はあった^{*1}が、現状では、エネルギー効率や供給温度において欧米製品との大きな優位性は見られない

メーカー	前川製作所	KOBELCO (神戸製鉄所)	富士電機	三菱重工サーマルシステムズ
外観				
所在国	日本	日本	日本	日本
製品	MUE HAW 2HTCR	SGH165	蒸気発生ヒートポンプ	熱Pu-ton
供給温度	60～120℃	133～175℃	105～120℃	60℃～90℃
COP ^{*2}	5.5 (外気熱源60℃)	2.5 (熱源70℃)	3.5	3.5 (熱源20℃、温度リフト60℃)
加熱能力	89～120kW	624kW	30kW	30kW
冷媒	R744	HFC134a / HFC245fa	HFC245fa	R134a
圧縮機	インバーター	インバータ駆動単段ツインスクリュ式 ※蒸気圧縮機を追加することによる高温実現	N/A	N/A
熱源	空気熱源、廃熱利用	廃温水、廃蒸気利用	廃熱利用	空気熱源

注) 90℃以上の高温ヒートポンプ及び対象国における主要なメーカー製品を抽出した

*1: 専門家インタビュー、*2: 測定条件が異なるため単純比較ができない

出所) 各社ウェブサイトよりNRI作成

0. 本事業の進め方

1. 性能調査

ヒートポンプ

冷蔵冷凍装置

2-1. 各国調査（ヒートポンプ）

2-2. 各国調査（冷蔵冷凍装置）

3. 有望国の選定

4. 規格制定状況

5. ルール形成戦略・シナリオ

6. 二次利用未承諾リスト

1. 性能調査 冷蔵冷凍装置

冷蔵冷凍ショーケース、冷蔵冷凍倉庫など小型装置を中心にアンモニア、CO2の利用が実用化

製品群	従来冷媒	代替冷媒候補例	GWP	安全性	フェーズ
店舗・オフィス用エアコン	R410	R1123/R32	150～400	A2L	性能、安定性評価
	R407C	R1123/R32/R1234yf			
	R32	R466	733	A1	性能、安定性評価
ビル用マルチエアコン	R410A	R32	675	A2L	一部実用化
	R407C	R466A	733	A1	性能、安定性評価
チリングユニット	R123	R499A	1397	A1	性能評価
	R410A	R450A	604	A1	性能評価
	R404A	R465A	143	A2	性能評価
		R516A	142	A2L	性能評価
		R407H	1378	A1	一部実用化
ターボ冷凍機	R123	R1233zd (E)	≒ 1	A1	一部実用化
	R245fa	R1224yd (Z)	≒ 1	A1	一部実用化
	R134a	R1234ze (E)	≒ 1	A2L	一部実用化
		R514A	2	B1	一部実用化
冷蔵冷凍ショーケース コンデンシングユニット	R410A	R463A	1494	A1	一部実用化
	R404A	R290	3	A3	リスクアセスメント
		R448A	1387	A1	一部実用化
		R499A	1282	A1	一部実用化
		R455A	146	A2L	性能評価
		R468A	150	A2L	性能評価
		R744	1	A1	実用化
冷凍冷蔵倉庫	R22	R717	≒ 1	B2L	実用化
		R717/R744	≒ 1	B2L/A1	実用化
		空気	≒ 1	A1	実用化
業務用極低温冷凍機	R23	空気	≒ 1	A1	実用化
自動販売機	R410A	R744	1	A1	一部実用化
	R404A	R600a	3	A3	一部実用化

燃焼クラス (ISO817)

等級	燃焼性
クラス1	不燃性
クラス2L	微燃性
クラス2	可燃性
クラス3	強燃性

毒性クラス (ISO817)

等級	毒性
クラスA	低い毒性
クラスB	高い毒性

1. 性能調査 冷蔵冷凍装置

CO₂自体は安全性が高いが、導入費用やシステム全体の高温・高圧化による周辺への影響に注意が必要。アンモニアは安価、超低温の実現という利点の反面、安全面での懸念が大きく、安全な利用に向け、製造、保守の観点での対応が必要である

自然冷媒の特徴

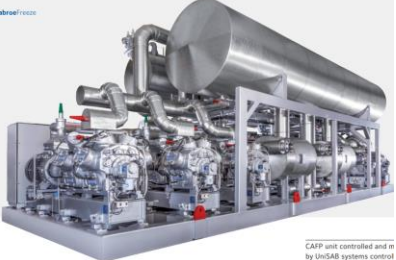
自然冷媒	長所	短所
CO ₂	- 無臭・無毒 - 安全性が高い - 単位体積当たりの運ぶ熱量が高く、圧縮機や配管径を小さくできる - 圧縮比が低い状態では高いCOPが実現できる - 圧力損失が小さい	- 超臨界状態まで圧縮する必要があり、機器に高い耐圧性が必要なため、製造コストが高くなりがち（小型・冷蔵用途では実用化されている） -50℃以下の超低温の冷却は不可能 - 大きな騒音、装置の高温化
アンモニア	- 体積冷却能力が高く、フロンと比べて13～15%の少量で良い - フロン系冷媒と比較して冷凍・冷蔵・空調用の温度でのCOPが良い - 導入コスト、運営コストが低い - 超低温（-60℃）の冷凍装置を実現できる（マグロや牛肉の変質を防ぐことが可能） - 他冷媒よりも比較的柔軟に出力温度を複数設定することができる（一定の制限あり）	- 強い毒性があり、漏れないための対策が必要 - 可燃性 - 爆発性の可能性のある雰囲気をつくることもある 鉄、銅、亜鉛、スズ、それらの合金に対する腐食作用があり、定期的なメンテナンスが必要 - 刺激臭

自然冷媒導入の課題

自然冷媒	導入課題
CO ₂	- 大型の冷蔵冷凍装置や大きな温度差を実現する場合、初期投資が膨らむ - システム全体が高温・高圧となり周辺への影響が無視できない
アンモニア	- 漏れた場合の人体への影響が無視できず、人の多い場所や食品には適用しづらい - 腐食性があるため、フロンの冷蔵冷凍装置よりも頻繁にメンテナンスを必要とする。そのため、販売の際は現地にサービス体制を構築することが必須

1. 性能調査 冷蔵冷凍装置

自然冷媒冷凍装置において、日系・欧米系メーカー間で出力温度やエネルギー効率面での大きな優位性の違いは見受けられない

メーカー	前川製作所	KOBELCO	Johnson Controls (York/Sabroe)	GEA
外観		 大型半密閉二段機	 CAFP unit controlled and in by UniSAB systems control	
所在国	日本	日本	フランス	ドイツ
製品	高効率自然冷媒冷凍機 NewTon	iZN/iZSN	Sabroe CAFP CO2 /NH3 low-temperature chiller	GEA Grasso SP2
供給温度	-40℃～	-50℃～	-50℃～	-40℃～
COP	2.2 (-32℃)、1.67 (-35℃)	1.87 (-35℃)	1.8～1.9 (-35℃)	N/A
加熱能力	43kW～144kW	100kW～125kW	59kW～729kW	118kW～2,125kW(R717)
冷媒	R717、R744	R717	R717	R717又はR290
圧縮機	単機/二段スクリー圧縮機	インバーター二段圧縮	スクリー	二段スクリー圧縮機

注) 世界で産業用として主流な冷蔵冷凍装置の内、低温かつ自然冷媒を使用した機器を抽出した

*: Sabroe、York、Johnson Controlsは同じグループとして製品を融通。Sabroeはデンマーク、Johnson Controlsは米国に本社がある

出所) 各社ウェブサイトよりNRI作成

1. 性能調査 冷蔵冷凍装置

安全性を高めた低充填アンモニア冷蔵冷凍装置においては、日系メーカーが販売で先行。他にも複数のメーカーが販売するが、まだ製造するメーカーは多くないために優位性があると言える

メーカー	前川製作所	Evapco	GEA（販社：日本熱源システム）	Azanefreezer
外観				
所在国	日本	米国	ドイツ	イギリス
製品	FUGU 1280R, 960R, 640R	N/A	BLUGenium	Azanefreezer 2.0
供給温度	-5℃～7℃	-15℃～10℃	-15℃～18℃	-40℃～-18℃
COP	3.81（-5℃）	2.49（-15℃）	3.0（-15℃、温度リフト5℃）	1～1.6（-22℃の時最高1.5）
EER	5.05（-5℃）	N/A	N/A	N/A
冷却能力	398kW～1,364kW	460kW～880kW (130TR～250TR)	323kW～1,336kW	111kW～650kW
冷媒	R717 / 55kg～80kg	R717 / 0.13kg/kW (1lb/TR)	R717 / 30kg～50kg	R717 / 0.52kg/kW
圧縮機	N/A	N/A	スクリー	N/A
備考	2008年、世界初のNH3/CO2ハイブリット式の低充填アンモニア冷凍システムを初めて設置	N/A	N/A	STAR refrigerationの子会社

注）低充填アンモニア冷蔵冷凍装置の内、代表的な機器を抽出した
出所）各社ウェブサイトよりNRI作成

0. 本事業の進め方

1. 性能調査

2-1. 各国調査（ヒートポンプ）

ノルウェー

オーストリア

フランス

インド

マレーシア

タイ

ベトナム

インドネシア

2-2. 各国調査（冷蔵冷凍装置）

3. 有望国の選定

4. 規格制定状況

5. ルール形成戦略・シナリオ

6. 二次利用未承諾リスト

2-1. 各国調査（ヒートポンプ）

①ヒートポンプを
取り巻く環境

②加熱/冷却
需要の大きさ

③現状のヒート
ポンプの導入状
況

④ヒートポンプに
係る規制やイン
センティブ

⑤今後のヒート
ポンプ導入の可
能性

本章では、ヒートポンプに影響を与え得るエネルギー事情や加熱/冷却需要、現況、規制やインセンティブの観点から現在のヒートポンプの導入状況及び今後の見込みについて把握した

項目	目的	実施内容
①ヒートポンプを取り巻く環境	該当国でのエネルギー事業など、ヒートポンプに影響を与える要因について明らかにすることで、ヒートポンプ市場について把握する	エネルギー源、エネルギー確保状況、省エネが必要となる要因を調査した
②加熱/冷却需要の大きさ（マーケット規模）	- ヒートポンプによって供給可能な加熱/冷却需要を把握することでおおよそのマーケット規模を把握する - 工業セクターとサービスセクターの2つのセクターにおけるそれぞれのおおよそのマーケット状況を把握する	- 各国全体のエネルギー需要及び、その内の加熱/冷却需要の割合を調査した - 特に工業セクターとしては、業界内訳を把握することで、ヒートポンプで供給可能な温度帯の需要を調査した - ただし、適切な加熱/冷却需要の統計データが見当たらない国においてはエネルギー消費量のデータで代替する
③現状のヒートポンプの導入状況	販売数、販売メーカー、導入事例などからヒートポンプの現状の導入状況を把握する	可能な限り産業用ヒートポンプの販売数、難しい場合は導入事例等からヒートポンプの現状の導入規模がわかるような情報を収集し、導入状況を考察した
④ヒートポンプに係る規制やインセンティブ	- ヒートポンプの導入を後押しする政策として、前提となるポリシー、及び政策を把握することにより今後の導入可能性を把握する - 政策に関しては、経済的な支援、より強制的に導入を促す規制的手法の2つの側面に関して把握する	「ポリシー、経済的手法（インセンティブ）規制的手法（規格・ルール等）」の観点で政策を調査した
⑤今後のヒートポンプ導入の可能性	今後のヒートポンプの導入可能性を把握する	上記①～④を踏まえて、将来的に導入可能性のあるセクターを考察した

2-1. 各国調査（ヒートポンプ）

対象国の対象装置の導入状況及び導入に影響を与え得る要因について調査し、市場の状況を把握。また、調査対象各国における対象製品群について、市場・関連政策を調査した

- ・ 欧州（ノルウェー・オーストリア・フランス）ではヒートポンプを再生可能エネルギーと捉え、政策で押し進めていることから、家庭用を中心にヒートポンプ導入が進み、認知度が高い。100℃以上の高温帯でも、実証実験として導入した事例がある
- ・ 地域暖房が比較的進んでいる欧州（ノルウェー・オーストリア・フランス）では、ヒートポンプによる地域暖房も稼働する。湯舟に入らず主にシャワーを利用するため、日本の給湯機のような需要はない
- ・ アジア（インド・タイ・ベトナム・マレーシア・インドネシア）では、ヒートポンプの認知度が高くなく、ほとんど導入が進んでいない
- ・ 比較的ヒートポンプの導入が進んでいるのはタイ及びマレーシアで、タイではホテル、病院、商業施設、工場など、マレーシアではホテルなどで複数の導入事例がある

■ 各国のヒートポンプ導入状況及び今後の導入可能性

	ノルウェー	オーストリア	フランス	インド	マレーシア	タイ	ベトナム	インドネシア
現状の導入状況	・ サービスセクターで冷房用、給湯用に使用される ・ 工業セクターでも多くはないが使用される ・ ヒートポンプによる地域暖房も稼働	・ 暖房用ヒートポンプが大半でサービスセクターでの導入が進む ・ 工業セクターでは依然としてボイラーの使用が多い ・ ヒートポンプによる地域暖房も存在	・ 家庭用に比べ限定的だが、暖房用ヒートポンプの導入が進む ・ 工業セクターでの使用事例は複数あるが多くない ・ ヒートポンプによる地域暖房も存在	・ サービスセクター、工業セクターで給湯用を中心に複数事例がある ・ 導入は限定的	・ ホテルや工場での給湯用ヒートポンプが複数導入されている ・ 地域冷房は天然ガスを使用したものが主流	・ 給湯用ヒートポンプを中心に複数事例がある ・ 工業セクターでも給湯用ヒートポンプが導入されている	・ ヒートポンプの導入事例は限られる	・ ヒートポンプの導入事例は限られる ・ 地域冷房は初期の検討段階
今後の導入可能性	・ 電化が進んでおり、かつ水力発電が主流で電気を使用的ことが脱炭素に繋がるため、ヒートポンプを最も導入しやすい国の1つ	・ 脱石油依存のため、ヒートポンプに移行する可能性がある ・ 化石燃料による地域暖房のバイオマスやヒートポンプへの移行が進められる	・ 食品企業などBtoC企業ではイメージアップも意図して導入に意欲的 ・ コージェネレーションに積極的でヒートポンプ導入の可能性はある	・ 化石燃料が豊富で、補助金も投入されるため、ヒートポンプ移行の動きは大きくはない ・ 産業規模が大きく、長期的な市場規模は大きい	・ 経済発展が進み、今後もホテルなどでの導入の可能性はある ・ 地域冷房のヒートポンプへの置き換えの動きはない	・ 経済発展に伴い、比較的安価な給湯用ヒートポンプも導入しやすくなっており、今後も給湯用を中心に導入が進む可能性が高い	・ エネルギーの安定確保に課題があり、ベトナムに進出する外資系など、省エネを意識した導入の可能性はある	・ エネルギー資源が豊富で移行は急務ではない上、経済発展途上であることからヒートポンプの使用拡大はまだ先と思われる

0. 本事業の進め方

1. 性能調査

2-1. 各国調査（ヒートポンプ）

ノルウェー

オーストリア

フランス

インド

マレーシア

タイ

ベトナム

インドネシア

2-2. 各国調査（冷蔵冷凍装置）

3. 有望国の選定

4. 規格制定状況

5. ルール形成戦略・シナリオ

6. 二次利用未承諾リスト

2-1. 各国調査（ヒートポンプ） ノルウェー

①ヒートポンプを
取り巻く環境

②加熱/冷却
需要の大きさ

③現状のヒート
ポンプの導入状
況

④ヒートポンプに
係る規制やイン
センティブ

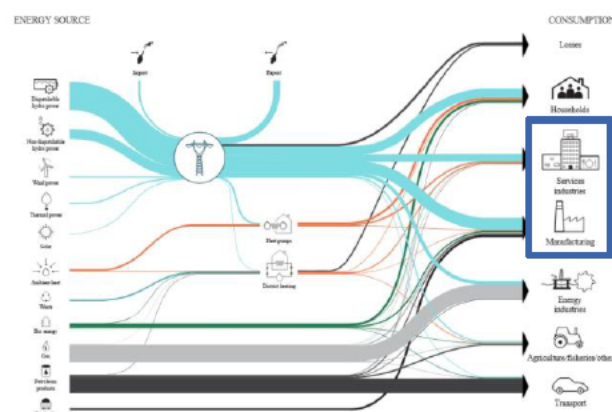
⑤今後のヒート
ポンプ導入の可
能性

水力発電により電気を使用しやすい環境が特徴で他国に比べ電化が進むため、電気を使用するヒートポンプを導入しやすい環境にある

ヒートポンプを取り巻く環境の特徴

■ 電気を使用した暖房が主流

エネルギーの流れ（2021年）

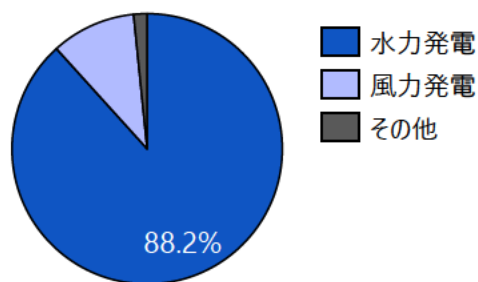


■：電気

電気が主に使われており、化石燃料などと価格競争せず、ヒートポンプの効率が経済効果に直接繋がるため導入しやすい

■ 電力の多くを水力発電で補う

発電のエネルギー源の内訳（2022年）

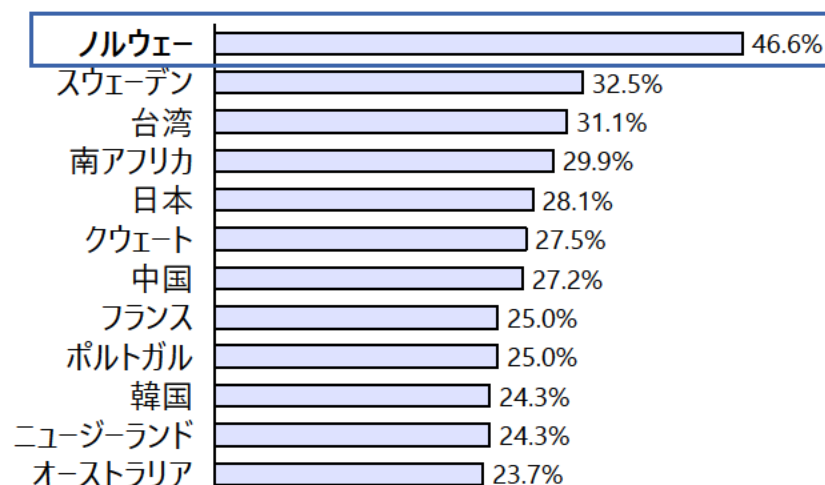


- 電気代が安く、化石燃料との価格差が小さいので、化石燃料から電気への移行が進みやすい
- 主に水力で発電されるため、電気に置き換えるだけでもCO2排出量削減に繋がる

■ 電化の進展

他国と比べ電化が進んでおり、省エネ電気製品・設備への移行も期待されている

国別電化率*（2021年）



■ 暖房に使用する化石燃料の規制強化

- 2020年以降、ほとんどの建物で化石燃料の暖房が禁止された
- 2015年以降、新築建物での化石エネルギーの使用が禁止された
- ガス暖房が利用できる場所が限定された

2-1. 各国調査（ヒートポンプ） ノルウェー

①ヒートポンプを取り巻く環境

②加熱/冷却需要の大きさ

③現状のヒートポンプの導入状況

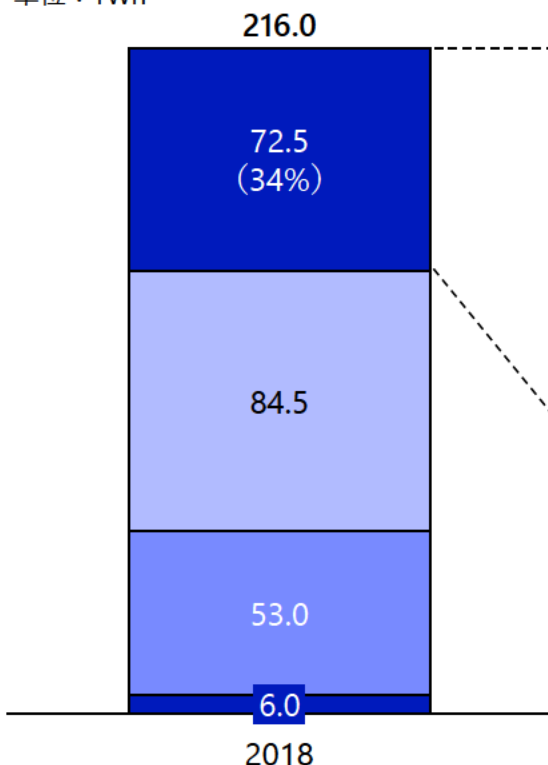
④ヒートポンプに係る規制やインセンティブ

⑤今後のヒートポンプ導入の可能性

加熱・冷却に係るエネルギー需要は全体の約3分の1であり、更にその4分の1が工業セクター、5分の1がサービスセクターで消費される。加熱用途で消費されるエネルギーは各々約15TWh、約6TWhである

最終エネルギー消費内訳

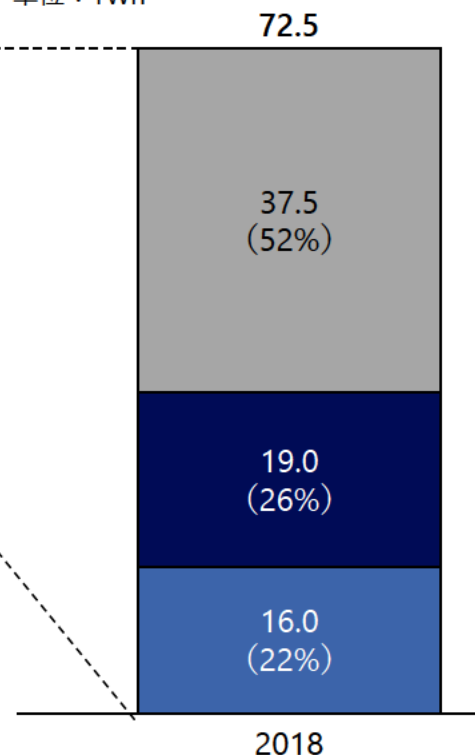
単位：TWh



- 加熱又は冷却
- 加熱又は冷却を目的としないエネルギー使用
- 輸送
- その他*

部門別加熱・冷却需要の内訳

単位：TWh



- 家庭
- 工業セクター
- サービスセクター

家庭の暖房需要

家庭の総エネルギー消費量48 TWh/年の内、冷暖房需要は37.5 TWh/年でエネルギー消費量のほぼ78%を占める。

工業セクター*2での加熱需要

電気を大量に使用するアルミニウムや化学原材料の生産が増加する一方、石炭やコークスを多く使う製鉄が減少。製紙産業は一部バイオマス燃料を使用。工業セクターの電力需要の8割が加熱用途

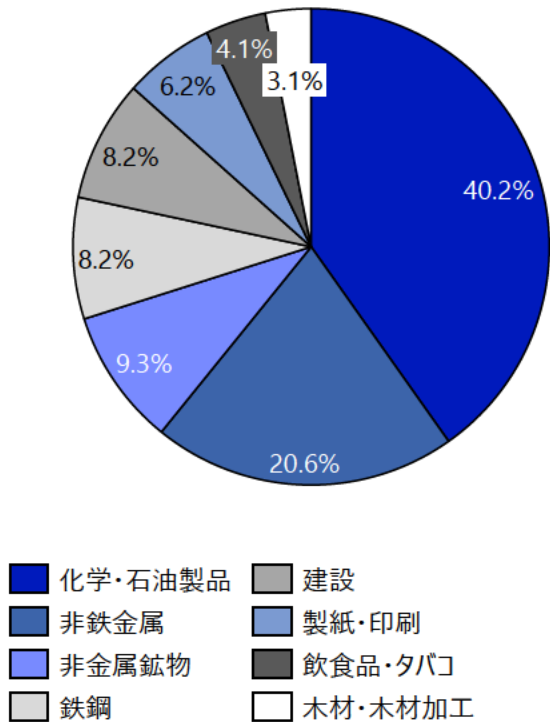
サービスセクターの加熱需要

電力消費のうち、35%が暖房需要で主に冷暖房、給湯に使われる。電気暖房が主に使われるが、地域暖房も使用される

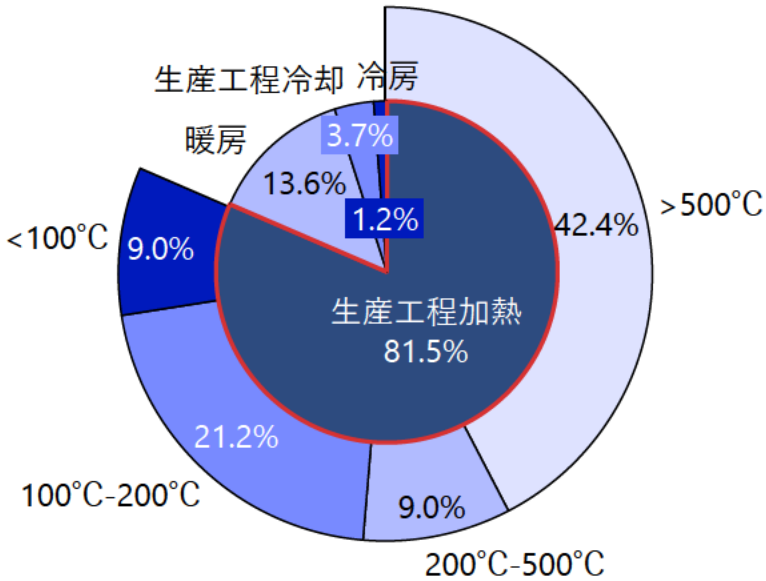
2-1. 各国調査（ヒートポンプ） ノルウェー

ノルウェーは高温の加熱を必要とする化学原材料の製造や鉄、非鉄金属の製造が多く、ヒートポンプの導入の可能性が高い100℃未満の需要は工業セクターの加熱冷却需要のわずか9%である

業界別消費電力（2020年）



（参考）工業セクターにおける温度別加熱冷却需要（欧州全体、2019年）



工場のエネルギー消費は加工向けが80%以上

- エネルギーの多くは工業セクターで使用されており、また、100℃以上の高温需要が大きい
- 冷暖房向けは約15%と限定的

注) サービスセクターを含まない

出所) IEA、SINTEF

2-1. 各国調査（ヒートポンプ） ノルウェー

ノルウェーはヒートポンプが最も普及している国の一つで、2021年には12万台以上が販売された。しかし、販売の多くは家庭及びサービスセクターでの暖房用途であり、産業用は限定的である

①ヒートポンプを取り巻く環境

②加熱/冷却需要の大きさ

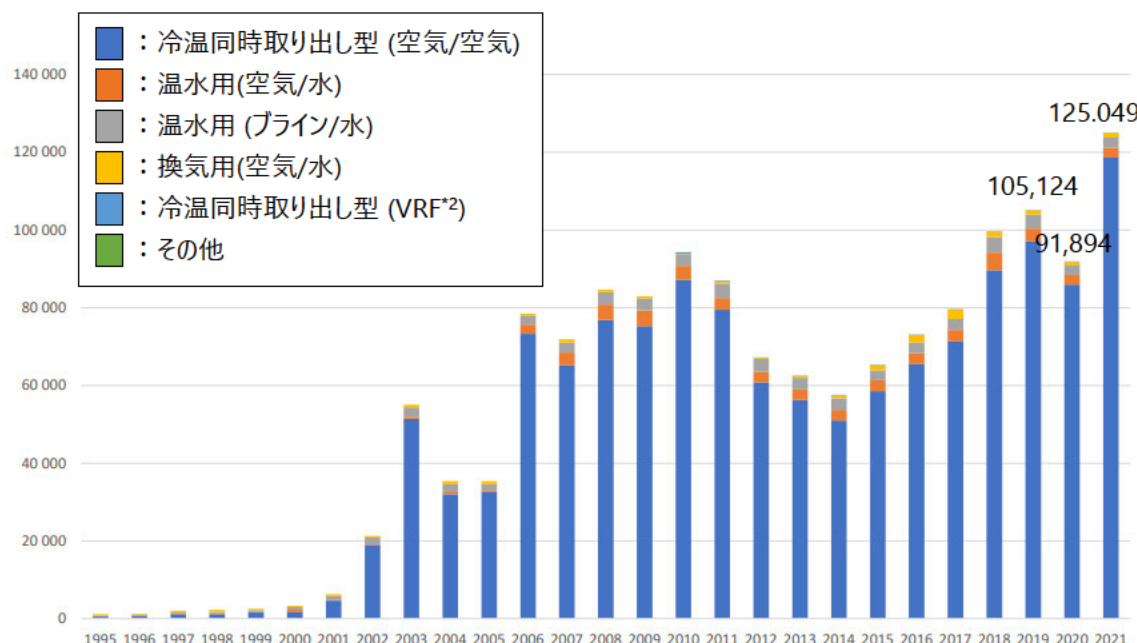
③現状のヒートポンプの導入状況

④ヒートポンプに係る規制やインセンティブ

⑤今後のヒートポンプ導入の可能性

ヒートポンプの売上台数*1（家庭用含む）

単位：台/年

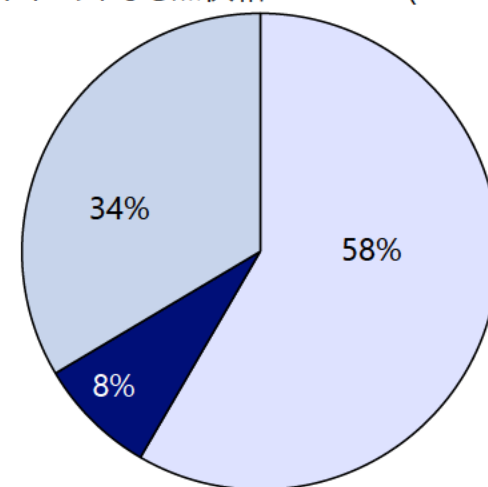


- 2021年のヒートポンプの販売台数は、125,049台で、欧州の中で7位。前年に比べ約3.3万台増加
- 1987年から2021年までに150万台を超えるヒートポンプが販売され、2021年には110万台以上のヒートポンプが稼働しているとみられている
- 1000家庭あたりのヒートポンプ販売台数は56.81台と欧州でトップ

ヒートポンプによる熱供給の内訳（2018年）

単位：TWh

ヒートポンプによる熱供給：16TWh (=100%)



□ 家庭
■ 工業セクター
□ サービスセクター

- 総加熱需要72.5TWh（前述）の内、ヒートポンプは16TWh（22%）の熱を生成している。その内、半分以上が家庭向けである
- サービスセクターにおいても冷暖房・給湯用ヒートポンプが利用されている
- 工業セクター（生産工程向けヒートポンプ）の熱生産は、8%と小さい

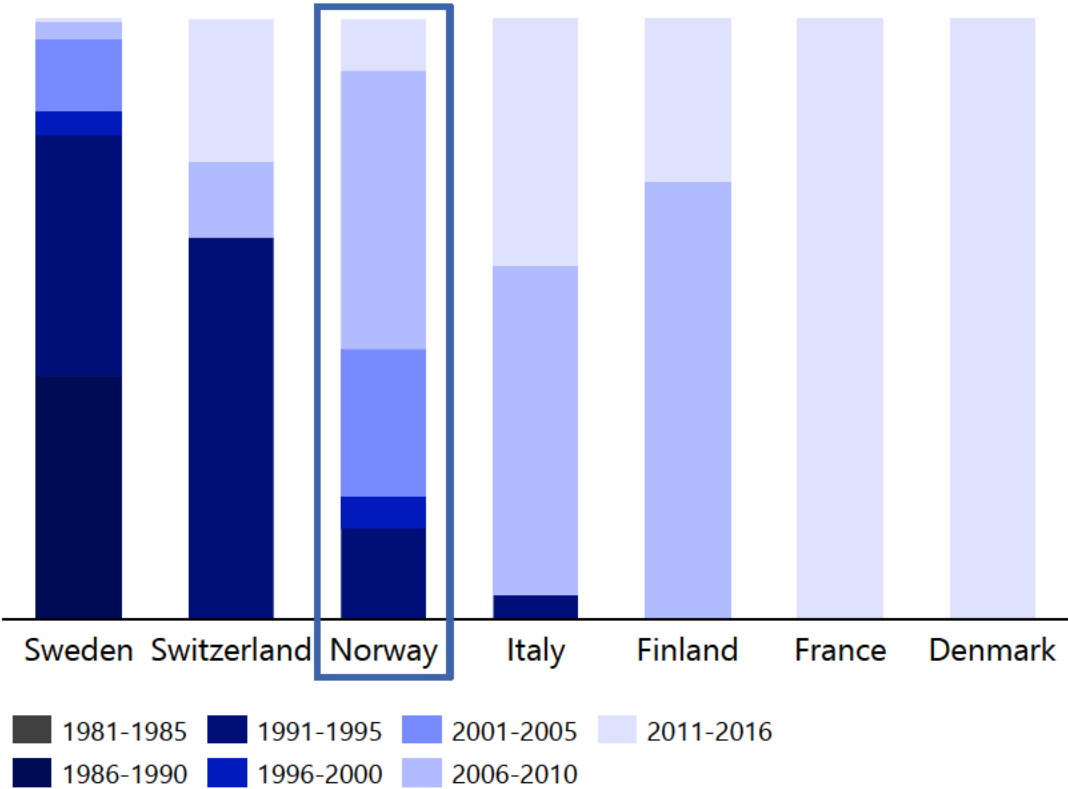
出所）IEA「The heat pump market in Norway」、Habibollah Sadeghiら「Current status of heat pumps in Norway and analysis of their performance and payback time」

注）*1: 2020年の売上高は、Covid-19による需要及びサプライチェーンへの影響のため売上は13%減少。 *2: 可変冷媒流量システム

2-1. 各国調査（ヒートポンプ） ノルウェー

ノルウェーでは暖房需要に占める地域暖房の割合は大きくないものの、地域暖房用にヒートポンプが設置されている。近年でも、地域暖房用のヒートポンプが設置された事例が複数ある

地域暖房用ヒートポンプの設置年代内訳（2016年）



ノルウェーにおける地域暖房向けヒートポンプ

設置状況（2016年）

総熱出力（MWth）	84.5
プラント数	8
ヒートポンプ数	15

設置事例

- ノルウェーのTrondheimにあるGrilstad Marinaコミュニティは632戸の住宅ユニット（134,000m²）からなる
- 海水を熱源に冬は暖房、夏は冷房として機能するヒートポンプによって冷暖房に必要なエネルギーの95%を生成する
- 2012～2013年に建設



EU非加盟国ではあるが、EUとしての取り組み及び自国独自の促進策を取り、温室効果ガスの排出量削減に積極的

ポリシー

- EU気候法と欧州グリーン・ディール
 - 2050年の低排出社会への移行の一環としてノルウェーの気候変動目標の実施を推進する
 - 目標は、2030年の温室効果ガス排出量の、基準年である1990年の排出レベル比で少なくとも50%、最大55%の削減

経済的 手法

- エネルギー効率指令（EEAS-notatbasen）第14条
 - ヒートポンプをより効率的に使用するための研究開発促進
- REPowerEU^{*1}
 - ロシアの天然ガスへの依存低減を目的とし、化石燃料の使用抑制、再生可能エネルギー利用加速、エネルギー効率向上を目指す
 - 家庭用含むヒートポンプの導入率を2倍にする。地域暖房ネットワークに接続するための措置を含む
 - 製造から設置まで十分な人材を確保するためのトレーニング
 - あらゆるタイプの建物、気候、産業、ニーズに対応した研究支援
- EnovaSF - Climate and Energy Fund/Enova (Industry)
 - 気候環境省の下で活動する組織で、低排出社会への移行に貢献するプロジェクトに対し基金を提供する
- グリーン国債の発行
 - グリーン・インフラプロジェクト向けの資金調達を目的として、2023年1月と2月に計1,600億ルピーのグリーン国債を発行

規制的 手法

- 気候行動計画
 - ノルウェーの排出量を2005年比で45%削減する
 - 温室効果ガス排出や鉱山肥料に対する課税などにより、EU気候法の達成を目指す
- ビル暖房用化石燃料/石油ボイラーの禁止
 - 2020年より建物の暖房目的で石油及びパラフィンの使用を禁止し、年間34万トンの温室効果ガス排出削減を目標とする
- 地域冷暖房計画
 - 大量にエネルギーを消費する企業に地域暖房への接続検討を求める
- 指令2002/91/EC、2010/31/EU、2012/27/EU、のち建築物エネルギー指令(2018/844/EU)^{*1}
 - 建物のエネルギー性能に関する要件
- 建築規制（TEK17）
 - 建物に対する平均熱還流率や気密性の要件

2-1. 各国調査（ヒートポンプ） ノルウェー

サマリ：サービスセクター向けの暖房・給湯が現在の主要な用途であり、地域暖房としての利用も増加している。工業セクター向けでは、環境意識の高い企業を中心に将来的に導入の可能性がある

用途			温度	現状の導入状況	今後の導入可能性
加熱	工場利用 （工業セクターなど）	工業セクターでの加熱	>200℃	研究段階	研究段階
			100℃～200℃	実証実験として導入事例がある	普及はまだ先となる見込み
			35℃～100℃	約1.3TWhがヒートポンプによって供給されており、全工業セクター向け加熱需要の7%を賄う*	環境を意識する大規模企業中心に導入の可能性がある
	サービスセクター	暖房	25℃～35℃	地域暖房として導入される	地域暖房として導入される可能性がある
		給湯	25℃～35℃	約5Twhがヒートポンプによって供給されており、全サービスセクター向けの加熱冷却需要の34%を賄う*	
冷却	産業（工業セクターなど）	工業セクターでの冷却	<20℃	冷温同時利用型で導入された事例がある	冷却のみでの導入は考えにくいですが、冷温同時利用型での導入の可能性はある
	サービスセクター	冷房	15℃～25℃	冷房・冷水需要は小さい ほとんど導入実績がない	冷房・冷水需要は小さい見込み
		冷水	15℃～25℃		

出所）調査等よりNRI作成

注）*: 2018年度の推計

0. 本事業の進め方

1. 性能調査

2-1. 各国調査（ヒートポンプ）

ノルウェー

オーストリア

フランス

インド

マレーシア

タイ

ベトナム

インドネシア

2-2. 各国調査（冷蔵冷凍装置）

3. 有望国の選定

4. 規格制定状況

5. ルール形成戦略・シナリオ

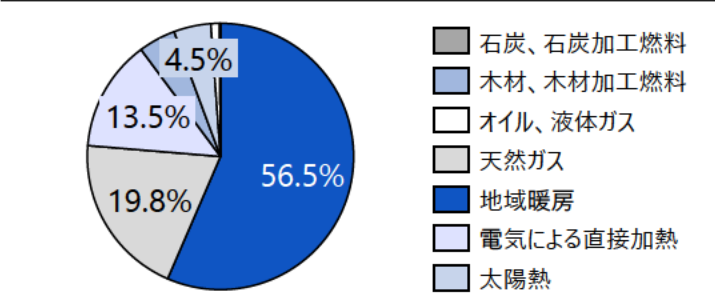
6. 二次利用未承諾リスト

2-1. 各国調査（ヒートポンプ） オーストリア

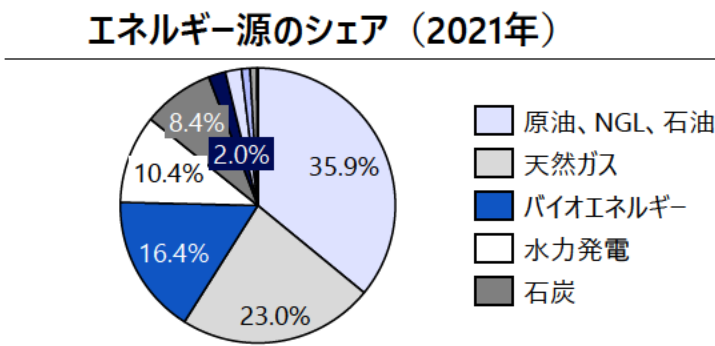
オーストリアも積極的に環境対策を進める国の一つだが、電気代の高騰と化石燃料の多くを輸入に頼る構造から、より一層省エネかつ電気によって稼働可能なヒートポンプに対する需要が増加

ヒートポンプを取り巻く環境の特徴

- サービスセクター向けの暖房は半分以上が地域暖房
商業ビルの暖房エネルギー源（2011年）

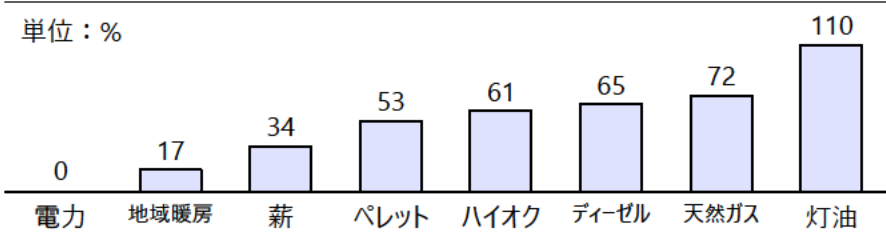


- 環境に配慮した燃料としてバイオマス燃料の製造を推進
政府は補助金によりバイオマス燃料の使用量を増加させようとしているが、製造量には限度があるため、他の環境配慮型暖房として地域暖房をヒートポンプに置き換える動きがある



- エネルギー価格の高騰
省エネ設備への移行が進む

エネルギー価格の上昇率（2022年6月、前年同月比）



- 化石燃料依存の低下
電力の8割以上が再生可能エネルギーである一方で化石燃料は輸入に依存する。特に天然ガスは8割がロシアからの輸入であり、ウクライナ侵攻以降、化石燃料依存からの脱却が急務

化石燃料消費量及び輸入量（2020年）

単位: PJ（ペタジュール）、％

資源	消費量	輸入量	輸入依存度
石炭	104.5	102.3	98%
石油	460.8	566.1	100%
天然ガス	304.9	572.6	89%*
バイオマス	230.9	33.3	14%

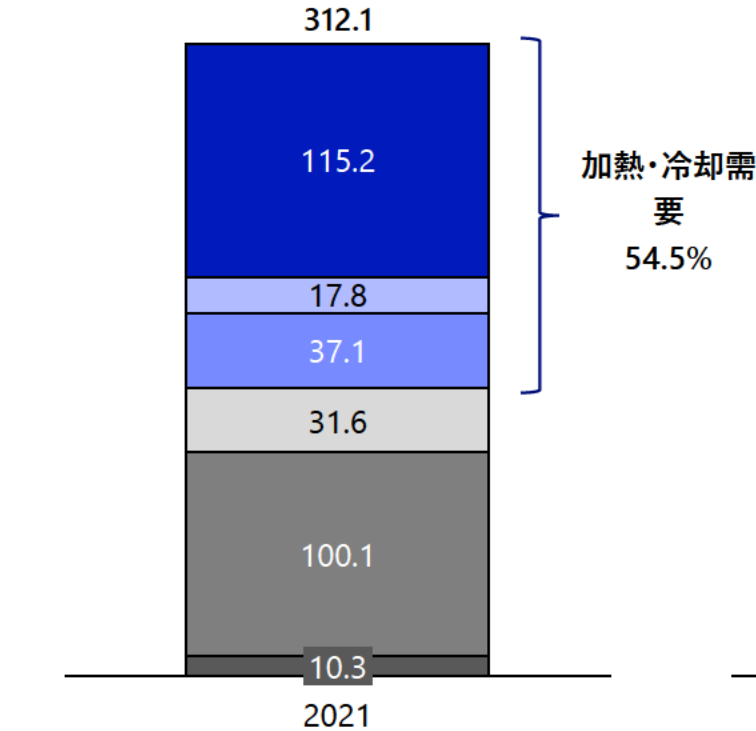
注）*: 国内の天然ガス生産量が消費量の約11%を占める
出所）IEA、JETRO、

2-1. 各国調査（ヒートポンプ） オーストリア

工業セクター内では、製紙・印刷の加熱・冷却需要が大きい、天然ガスがエネルギー源として多く使われている。次に多い化学においても天然ガスの使用が多く、エネルギー源の半分を占める

最終エネルギー消費の用途別内訳

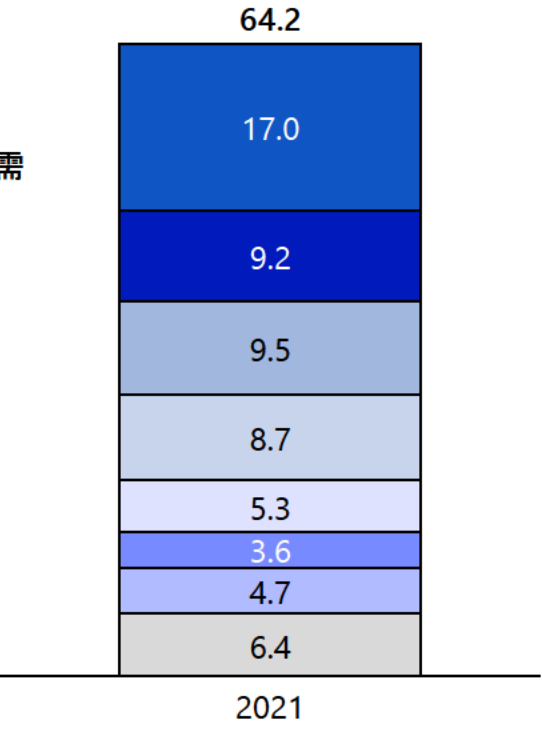
単位：TWh



- | | |
|------------------|--------------|
| ■ 暖房・給湯 | ■ 蒸気エンジン |
| ■ 工業プロセス加熱 <200℃ | ■ モーター駆動 |
| ■ 工業プロセス加熱 >200℃ | ■ 照明・コンピューター |

工業セクター加熱・冷却需要

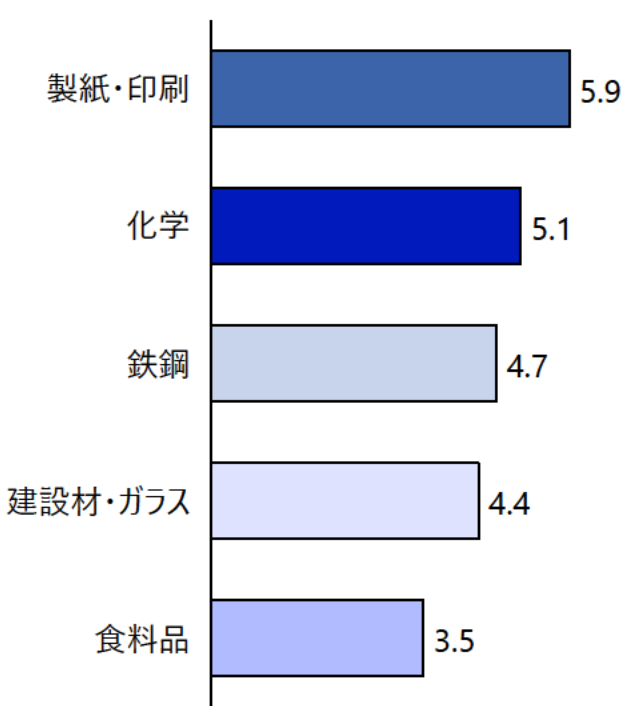
単位：TWh



- | | |
|---------|-----------|
| ■ 製紙・印刷 | ■ 林業 |
| ■ 化学 | ■ 機械 |
| ■ 非金属 | ■ 飲食品、タバコ |
| ■ 鉄鋼 | ■ その他* |

業界別天然ガス使用量（2022年）

単位：TWh



出所) Static Austria、JETRO

注) *:1)建設業, 2)非鉄金属, 3)鉱業・採石業, 4)非特定産業, 5)輸送用機器, 6)繊維・皮革産業

2-1. 各国調査（ヒートポンプ） オーストリア

①ヒートポンプを
取り巻く環境

②加熱/冷却
需要の大きさ

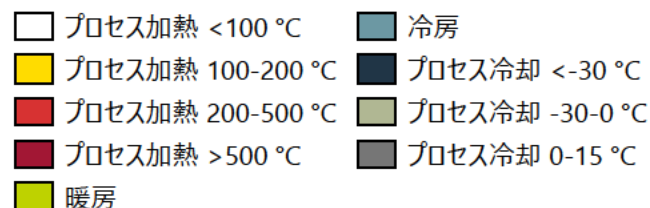
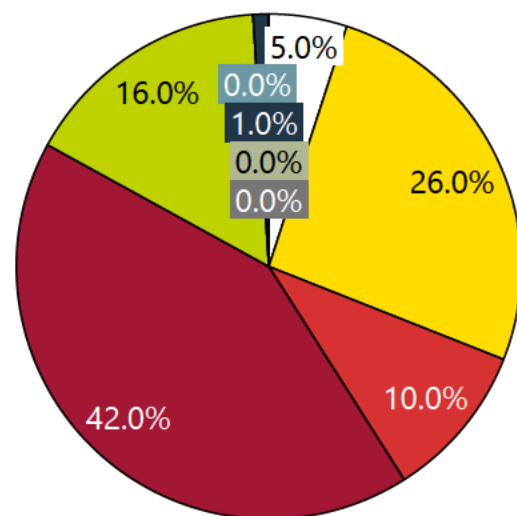
③現状のヒート
ポンプの導入状
況

④ヒートポンプに
係る規制やイン
センティブ

⑤今後のヒート
ポンプ導入の可
能性

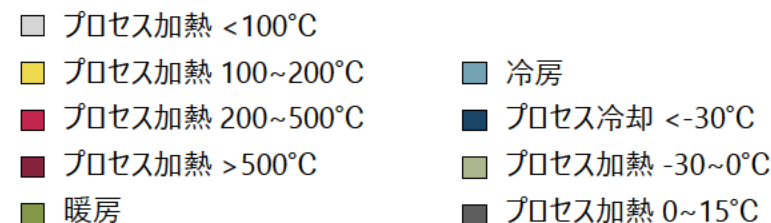
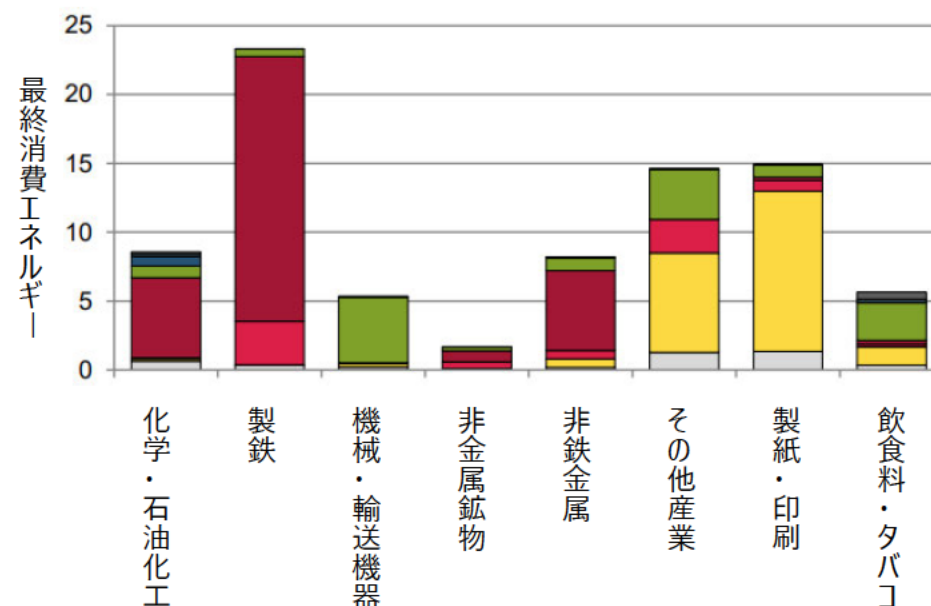
工業セクターにおける加熱・冷却需要は、製鉄、非金属、紙・印刷業において大きい。100℃以上の高温帯が主要な需要であり、現状実用化しているヒートポンプの供給する100℃未満の需要は小さい

温度帯別加熱・冷却需要（2015年）



業界別の加熱・冷却需要（2015年）

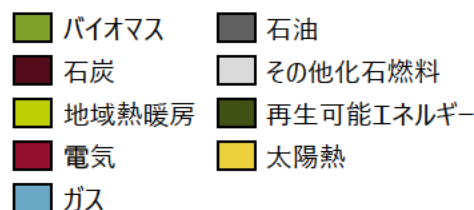
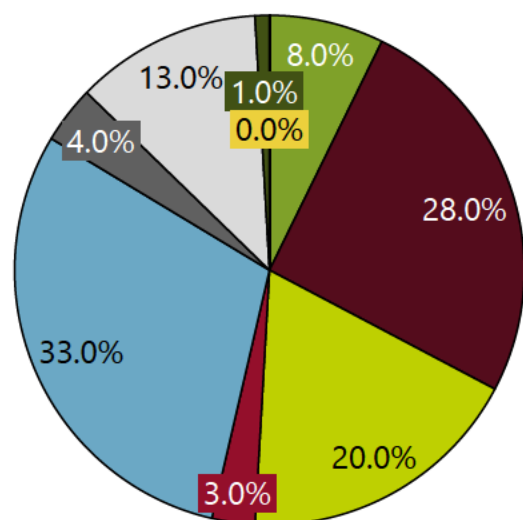
単位：TWh



2-1. 各国調査（ヒートポンプ） オーストリア

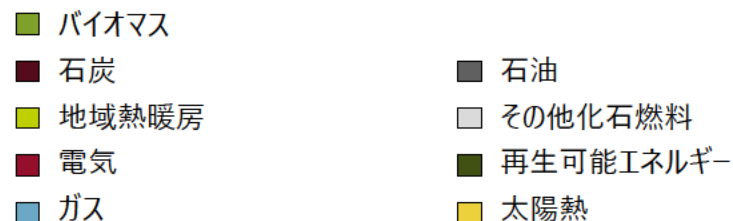
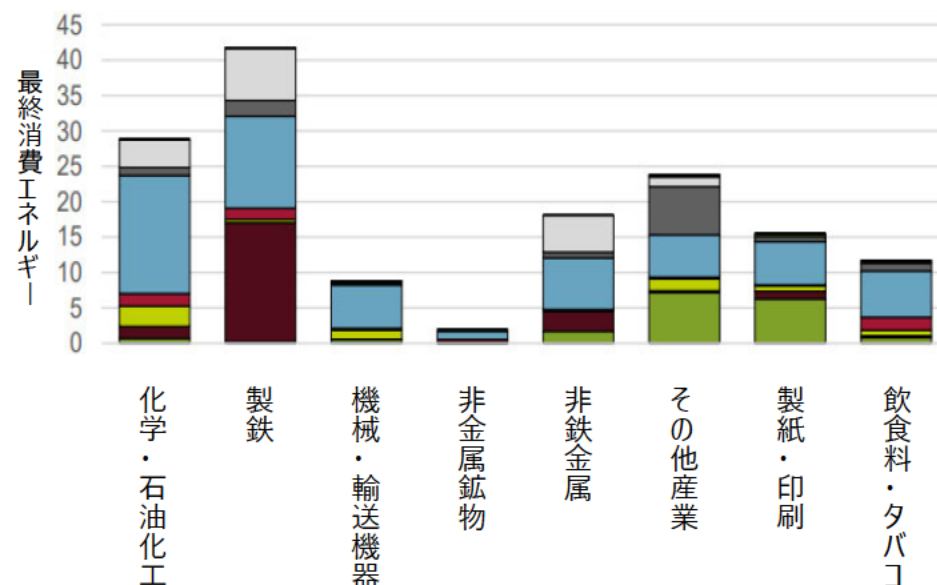
工業セクターにおいては天然ガス・石炭が主に使用される。電気も使用されているが限定的で、電気をエネルギー源とするヒートポンプの導入には障壁も大きいと考えられる

加熱冷却に使用するエネルギー源（2015年）



業界別のエネルギー源（2015年）

単位：TWh



2-1. 各国調査（ヒートポンプ） オーストリア

①ヒートポンプを
取り巻く環境

②加熱/冷却
需要の大きさ

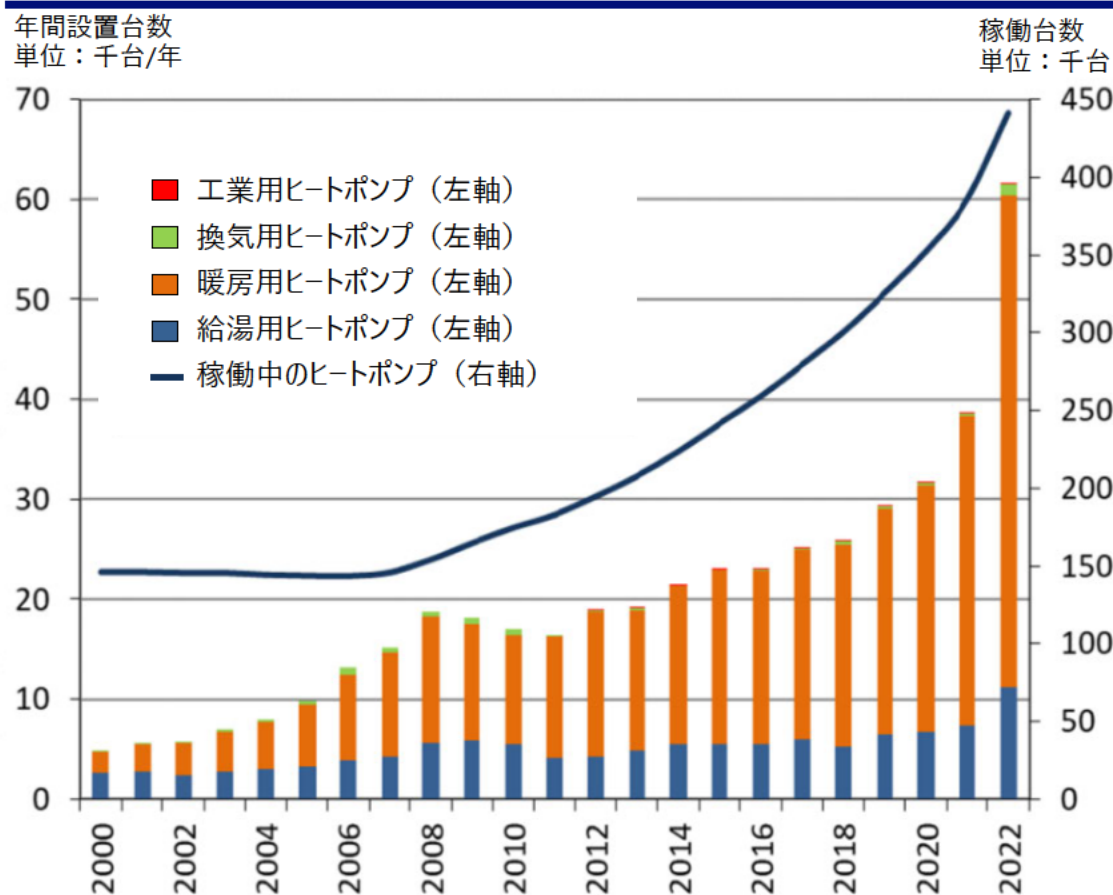
③現状のヒート
ポンプの導入状
況

④ヒートポンプに
係る規制やイン
センティブ

⑤今後のヒート
ポンプ導入の可
能性

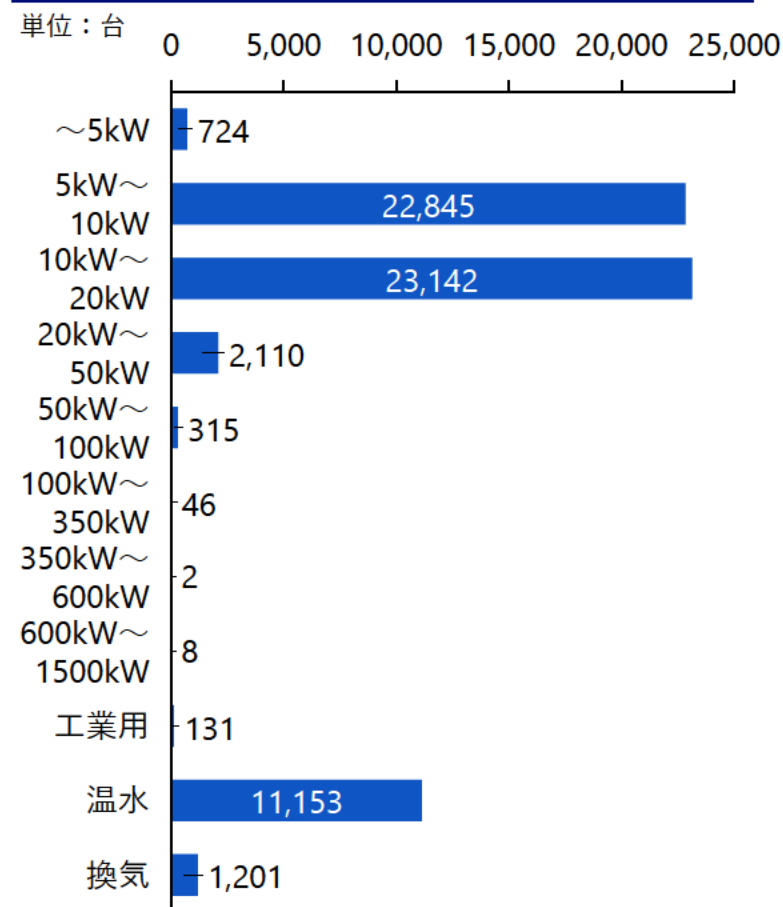
国全体でのヒートポンプ導入数は急増しているが、主に大型のヒートポンプとなる商業利用や工業用のヒートポンプの販売は限定的である

ヒートポンプの導入台数及び稼働台数推移（家庭用含む）



- 家庭用含むヒートポンプ総販売量は61,677台で前年比59.9%増加
- 総稼働台数も441,068台と前年比14.5%増加

ヒートポンプ販売台数内訳（2022年）



- 家庭向け暖房用の小型ヒートポンプが大半を占めおり、産業用ヒートポンプの割合は小さい。
- 商業施設向けの大型ヒートポンプ導入も限定的

2-1. 各国調査（ヒートポンプ） オーストリア

①ヒートポンプを取り巻く環境

②加熱/冷却需要の大きさ

③現状のヒートポンプの導入状況

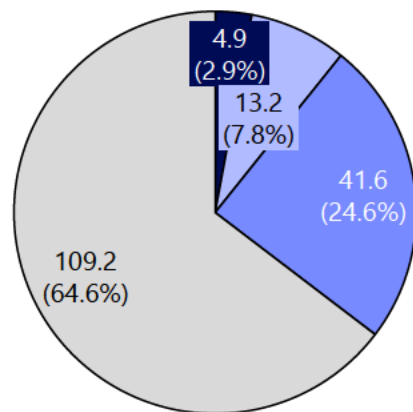
④ヒートポンプに係る規制やインセンティブ

⑤今後のヒートポンプ導入の可能性

依然として加熱・冷却の供給は化石燃料への依存度が高いが、ヒートポンプによる供給も一定程度行われている。工業セクターでの供給は家庭用やサービスセクターと比べると小さい

加熱・冷却需要の内訳
(全体、2021年)

単位：TWh

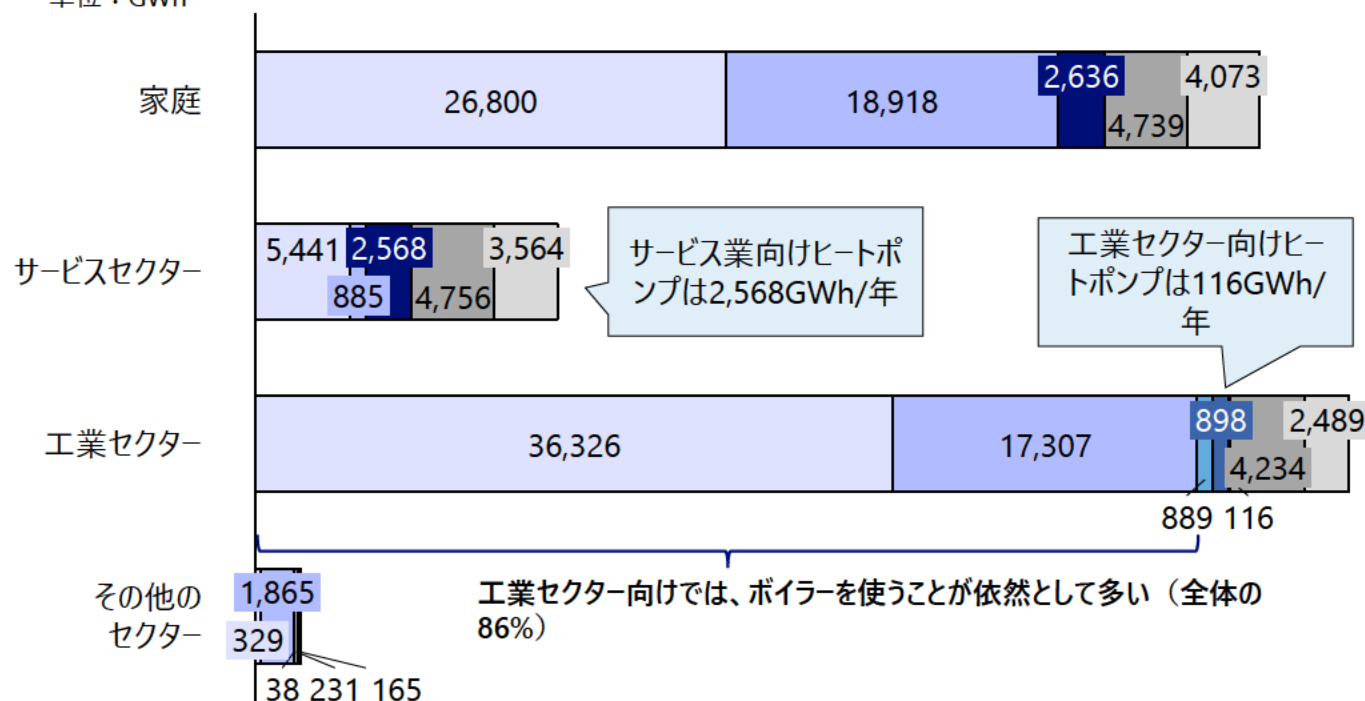


- ヒートポンプ
- コジェネレーション
- 再生可能エネルギー
- 非再生可能エネルギー

- ・ ガス暖房がメインで暖房を化石燃料に大きく依存
- ・ ヒートポンプが加熱需要全体に占める割合は2.9%と非常に限定的

加熱・冷却供給機器の内訳 (2018年)

単位：GWh



- 熱専用ボイラー (化石燃料源)
- 熱専用ボイラー (再生可能エネルギー)
- コジェネレーション (化石燃料源)
- コジェネレーション (再生可能エネルギー)
- ヒートポンプ
- その他の技術 (化石燃料源)
- その他の技術

2-1. 各国調査（ヒートポンプ） オーストリア

①ヒートポンプを
取り巻く環境

②加熱/冷却
需要の大きさ

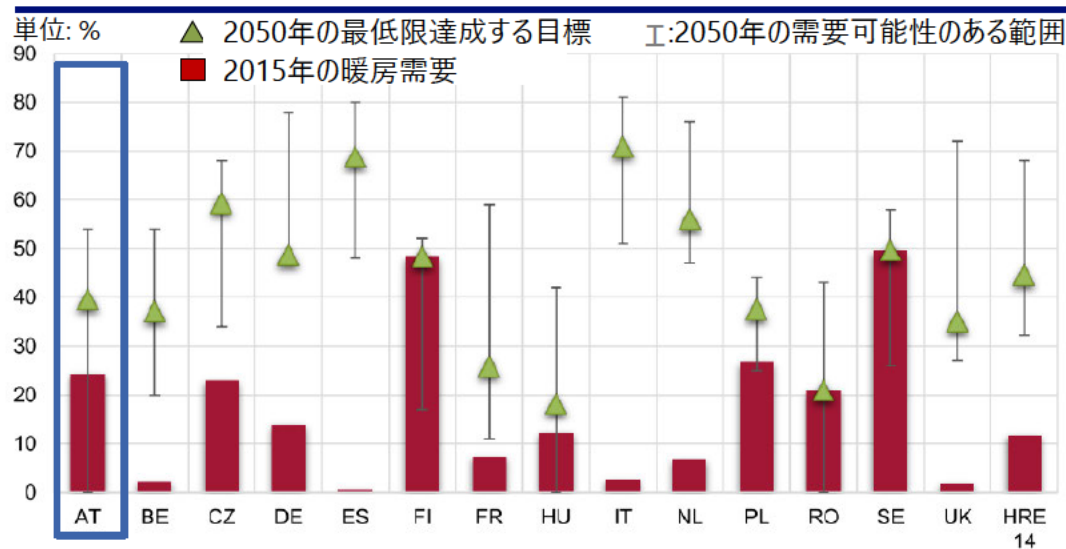
③現状のヒート
ポンプの導入状
況

④ヒートポンプに
係る規制やイン
センティブ

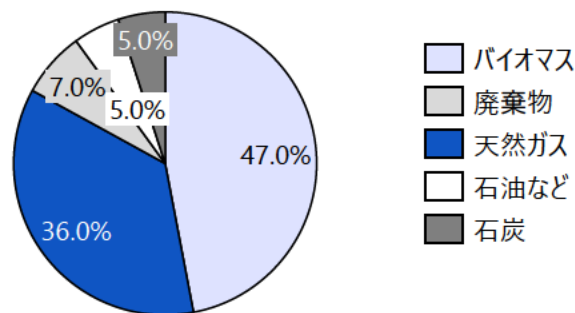
⑤今後のヒート
ポンプ導入の可
能性

ヒートポンプは地域暖房用途でも設置されており、暖房需要に占める比率は24%と比較的大きい。現状は、廃棄物やバイオマス燃料をエネルギー源としているが、ヒートポンプに置き換える動きがある

地域暖房によって賄われる暖房需要 (2015年と2050年の見込み)



地域暖房のエネルギー源のシェア (2021年)



オーストリアにおける地域暖房向けヒートポンプ

設置状況 (2019年)

- IEA Annex 48として2016年から2019年に行われた導入事例調査では、**11件**のヒートポンプによる地域暖房の導入事例が確認された

設置事例

- 企業: Wien Energie社
- 概要: ウィーン11区にあるSimmering発電所の冷却回路を熱源とする大型ヒートポンプが設置された。ヒートポンプはウィーンの地域暖房に温水を供給する
- 設置年: 2018年
- 投資コスト: 15百万ユーロ
- 加熱能力: 40MW
- 供給温度: 95°C
- メーカー: Friotherm
- 冷媒: R1234ze



ヒートポンプを含む高いエネルギー効率の暖房機器の導入に積極的。現時点では冷暖房設備のヒートポンプへの置き換えを促進する政策が中心である

ポリシー

- EU気候法と欧州グリーン・ディール
 - オーストリアは55%削減を約束
- オーストリアエネルギー効率化法
 - エネルギー効率の高い機器（効率的な冷媒の使用など）の導入支援を含む、エネルギー効率向上のためのロードマップ
- オーストリア気候及びエネルギー戦略“Mission 2030”
 - 2030年までに最終エネルギー消費の46～50%を自然エネルギーで賄う

経済的 手法

- 環境助成法 - 国内環境支援制度
 - ヒートポンプなどの冷暖房における自然エネルギーの導入を支援
 - 交付される補助金は、技術やシステム規模などにより規定される
- Renewable Heat Act
 - 化石燃料暖房からの置き換えを支援する補助金
- 環境配慮した暖房に対する補助金（家庭向け）
 - ヒートポンプを含む環境にやさしい暖房への交換に対する補助金
- International R&D Initiative “Mission Innovation”:
 - イノベーション・チャレンジの「7.ビルの冷暖房」に該当
- REPowerEU^{*1}
 - 総額39.6億ユーロの融資を受け、復興・強靱計画を推進

規制の 手法

- Renewable Heat Act
 - 2040年までに石炭、石油、ガスなどの化石燃料による暖房を段階的に廃止することを規定
- Austrian Institute of Construction Engineering (OIB) ガイドライン
 - 新築/改築建物のエネルギー効率要件
- Energy Performance Buildings Directive
 - 新規建物に“zero-energy buildings”（高効率エネルギー）を要求
- 指令2002/91/EC、2010/31/EU、2012/27/EU、のち建築物エネルギー指令(2018/844/EU)^{*1}

2-1. 各国調査（ヒートポンプ） オーストリア

①ヒートポンプを
取り巻く環境

②加熱/冷却
需要の大きさ

③現状のヒート
ポンプの導入状
況

④ヒートポンプに
係る規制やイン
センティブ

⑤今後のヒート
ポンプ導入の可
能性

サービスセクターにおいてヒートポンプが使われ、地域暖房としての導入もある。工業セクター向けは加熱需要の0.2%と限定的

用途		温度	現状の導入状況	今後の導入可能性	
加熱	産業（工業セクターなど）	工業セクターでの加熱	>200℃	研究段階	研究段階
			100℃～200℃	実証実験として導入事例がある	拡大はまだ先となる見込み
			35℃～100℃	約0.1TWhがヒートポンプによって供給されており、工業分野の加熱需要の0.2%を賄う	環境を意識する大規模企業中心に導入の可能性がある
	サービスセクター	暖房	25℃～35℃	地域暖房としても導入される 約2.6Twhがヒートポンプによって供給されており、全サービスセクター向けの加熱冷却需要の14.9%を賄う	地域暖房として導入される可能性がある
		給湯	25℃～35℃		
冷却	産業（工業セクターなど）	工業セクターでの冷却	<20℃	冷温同時利用型で導入された事例がある	冷却のみでの導入は考えにくいですが、冷温同時利用型での導入の可能性はある
	サービスセクター	冷房	15℃～25℃	冷房・冷水需要は小さい ほとんど導入実績がない	冷房・冷水需要は小さい見込み
		冷水	15℃～25℃		

0. 本事業の進め方

1. 性能調査

2-1. 各国調査（ヒートポンプ）

ノルウェー

オーストリア

フランス

インド

マレーシア

タイ

ベトナム

インドネシア

2-2. 各国調査（冷蔵冷凍装置）

3. 有望国の選定

4. 規格制定状況

5. ルール形成戦略・シナリオ

6. 二次利用未承諾リスト

2-1. 各国調査（ヒートポンプ） フランス

①ヒートポンプを
取り巻く環境

②加熱/冷却
需要の大きさ

③現状のヒート
ポンプの導入状
況

④ヒートポンプに
係る規制やイン
センティブ

⑤今後のヒート
ポンプ導入の可
能性

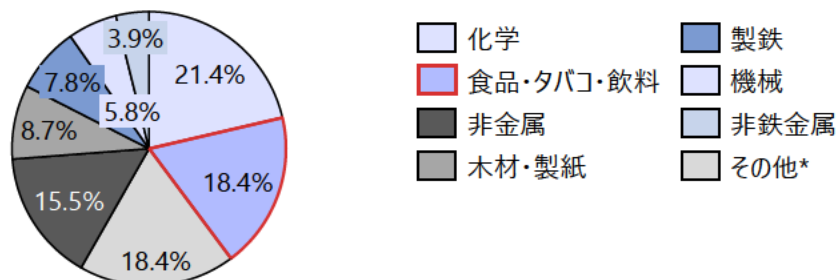
食品業界の割合が比較的高く、また電力の多くを原子力で賄っておりヒートポンプを導入しやすい環境。
節電・廃熱利用を政府が促進しており、追い風となっている

ヒートポンプを取り巻く環境の特徴

1) 食品業界の割合が大きい

- 飲料・食品企業はBtoC事業で、イメージアップに大きく影響するため、プロセス加熱・冷却における導入意欲が高い

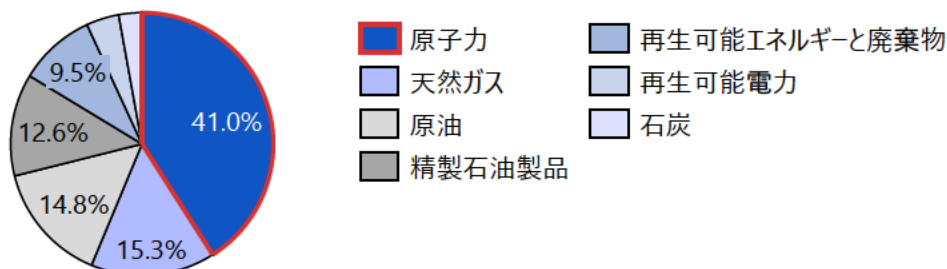
業界別の消費電力（2021年）



2) 原子力発電が大半を占める

- 電気代が安い上、原子力発電の性質上、定常消費が望まれる
- 原子力発電所が国営であることから、政府の電力への移行意欲は比較的高い

一次消費エネルギー源の内訳*2（2021年）

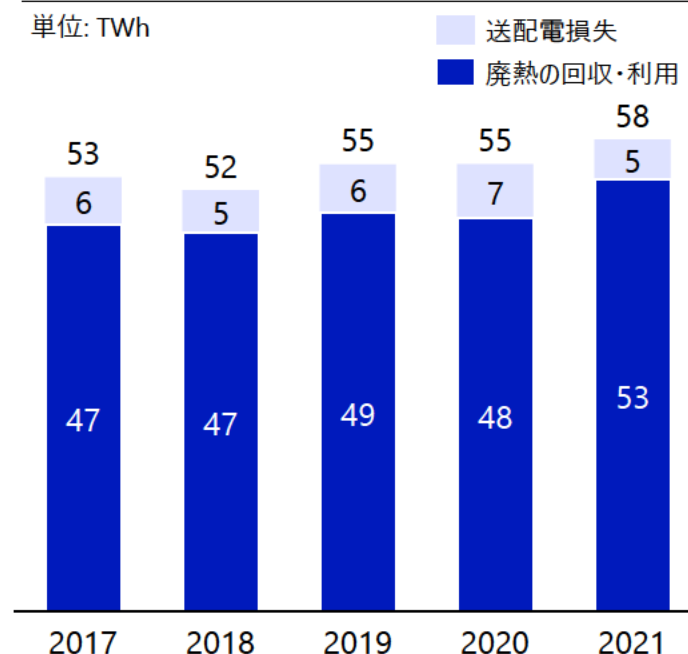


3) 廃熱の活用が促進されている

- 都市部を中心に暖房ネットワークがあり、廃棄物焼却所や工業用地からの廃熱を利用し、地域暖房等に使用される
- VATの優遇、ワーキンググループのADEME*3との連携等の促進事業が行われている

廃熱の回収及び利用量

単位: TWh



注) *: 建設業、木材、鉱業および採石業、非特定産業、輸送機器、繊維および皮革、*2: 輸出によるマイナス分除く、*3: French Environment and Energy Management Agency

出所) フランスヒートポンプ協会、Ministère de la Transition énergétique 統計データ調査サービス (SDES)

Copyright (C) Nomura Research Institute, Ltd. All rights reserved.

2-1. 各国調査（ヒートポンプ） フランス

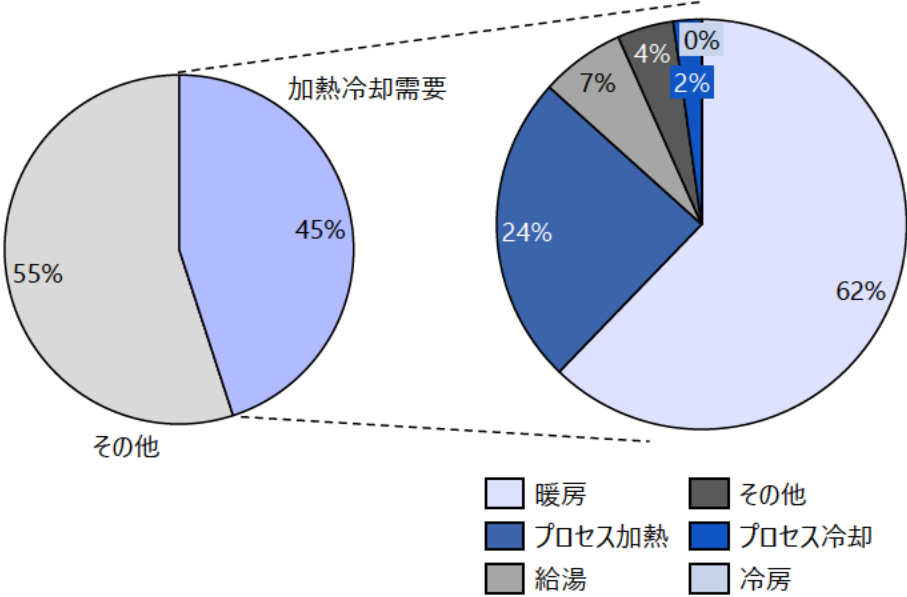
消費エネルギーの約半分が加熱・冷却に使用される。産業用途ではプロセス加熱が大半を占め、サービスセクターでは暖房需要が大きい

加熱冷却需要

総エネルギーに占める加熱冷却需要（2015年）

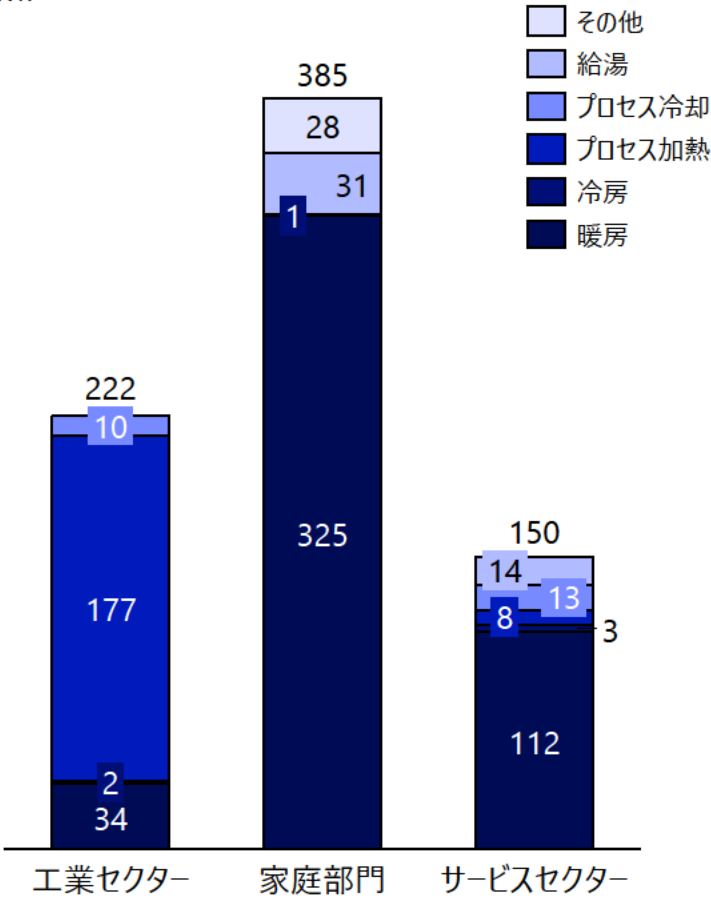
加熱冷却需要の内訳（2015年）

最終エネルギー：1,676TWh



セクター別加熱冷却需要（2015年）

単位: TWh



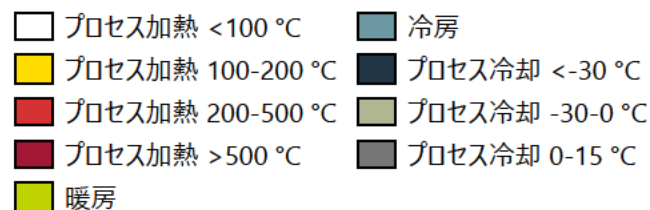
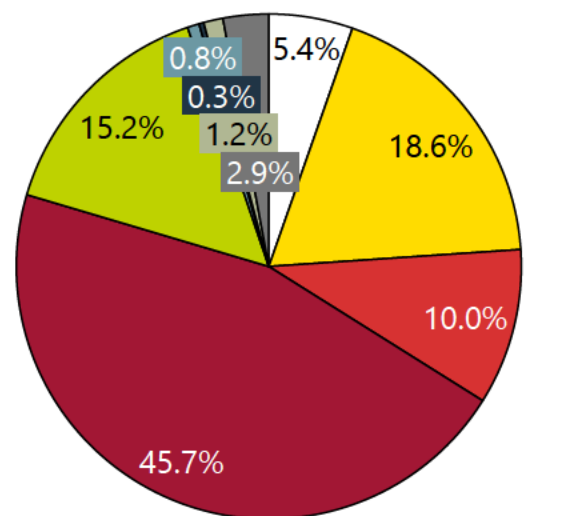
出所) ヒートポンプ・蓄熱センター「海外のヒートポンプ普及状況に関する調査2023」

2-1. 各国調査（ヒートポンプ） フランス

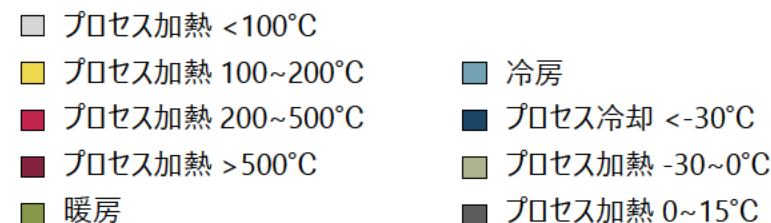
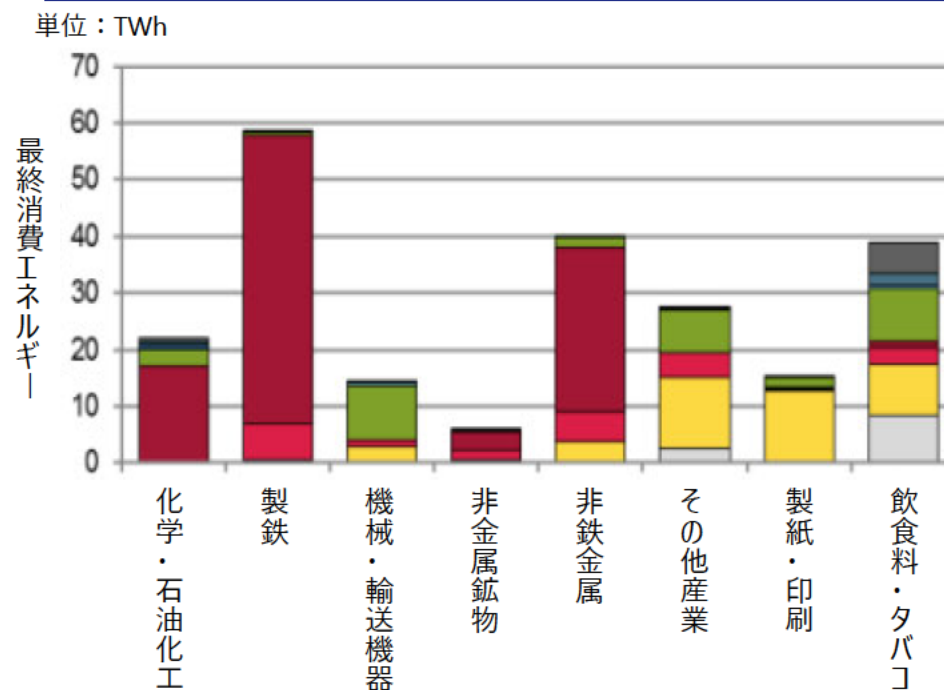
最も加熱・冷却需要が最も大きいのは製鉄業界であるが、100℃未満の加熱需要も大きい飲食品業界の割合も高い

①ヒートポンプを取り巻く環境	②加熱/冷却需要の大きさ	③現状のヒートポンプの導入状況	④ヒートポンプに係る規制やインセンティブ	⑤今後のヒートポンプ導入の可能性
----------------	--------------	-----------------	----------------------	------------------

温度帯別冷却需要（2015年）



業界別の加熱・冷却需要（2015年）

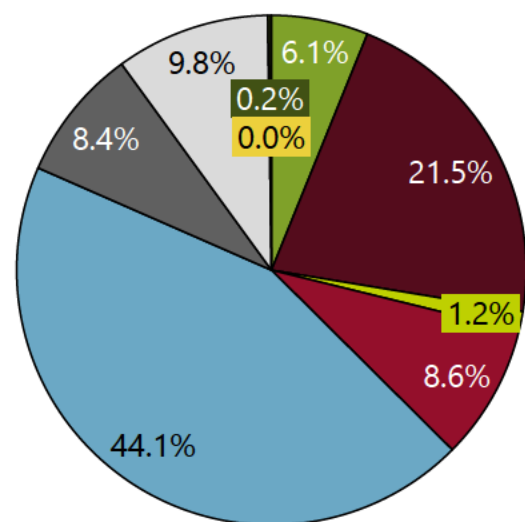


2-1. 各国調査（ヒートポンプ） フランス

工業セクターにおける加熱冷却には、天然ガス・石炭の使用が多い。飲食品業界においても化石燃料への依存度は大きい、電気も使われている

- | | | | | |
|----------------|--------------|-----------------|----------------------|------------------|
| ①ヒートポンプを取り巻く環境 | ②加熱/冷却需要の大きさ | ③現状のヒートポンプの導入状況 | ④ヒートポンプに係る規制やインセンティブ | ⑤今後のヒートポンプ導入の可能性 |
|----------------|--------------|-----------------|----------------------|------------------|

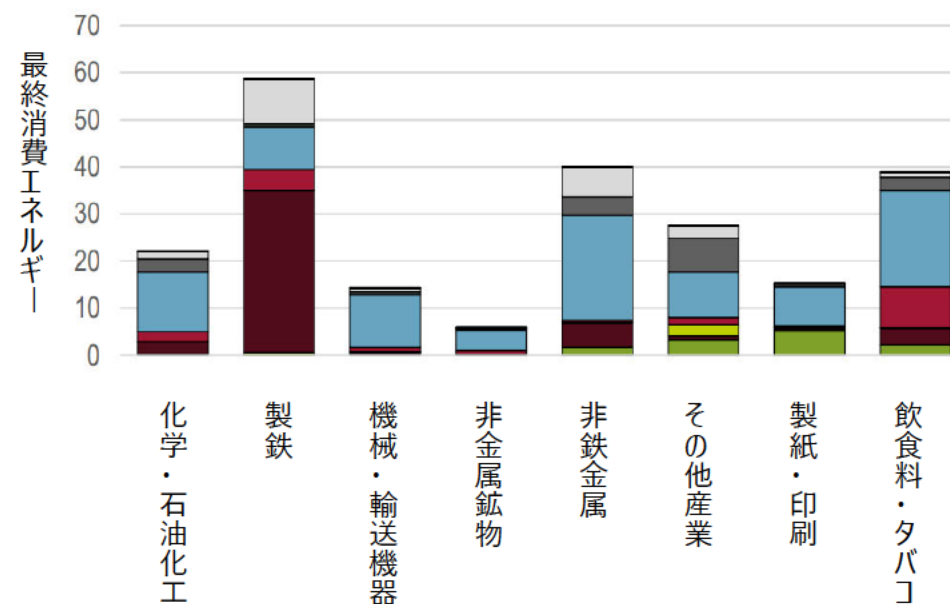
加熱冷却に使用するエネルギー源（2015年）



- | | |
|---------|-------------|
| ■ バイオマス | ■ 石油 |
| ■ 石炭 | ■ その他化石燃料 |
| ■ 地域熱暖房 | ■ 再生可能エネルギー |
| ■ 電気 | ■ 太陽熱 |
| ■ ガス | |

業界別の加熱・冷却のエネルギー源（2015年）

単位：TWh

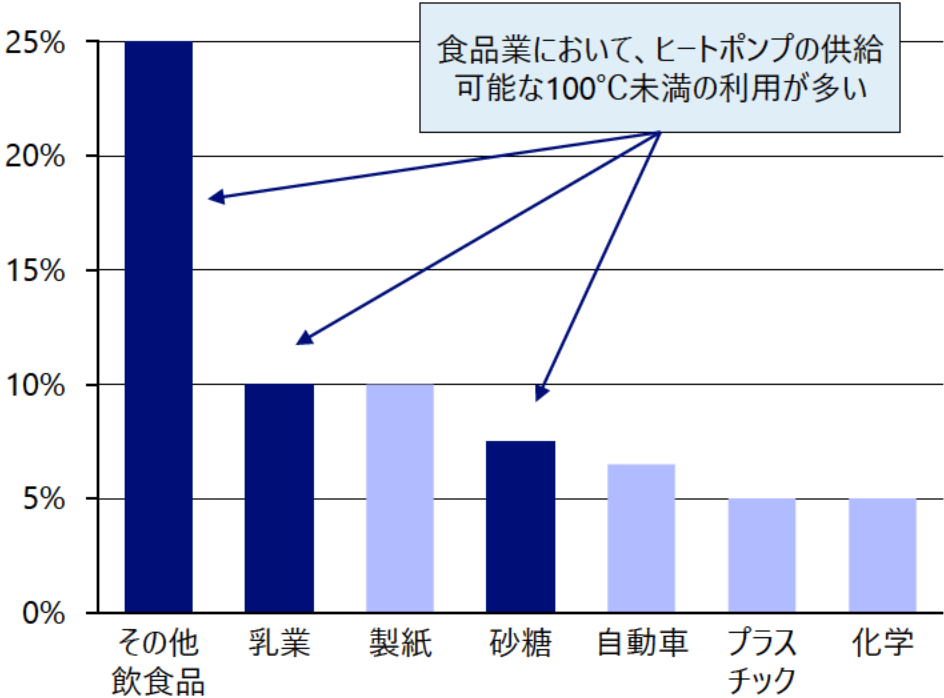


- | | |
|---------|-------------|
| ■ バイオマス | ■ 石油 |
| ■ 石炭 | ■ その他化石燃料 |
| ■ 地域熱暖房 | ■ 再生可能エネルギー |
| ■ 電気 | ■ 太陽熱 |
| ■ ガス | |

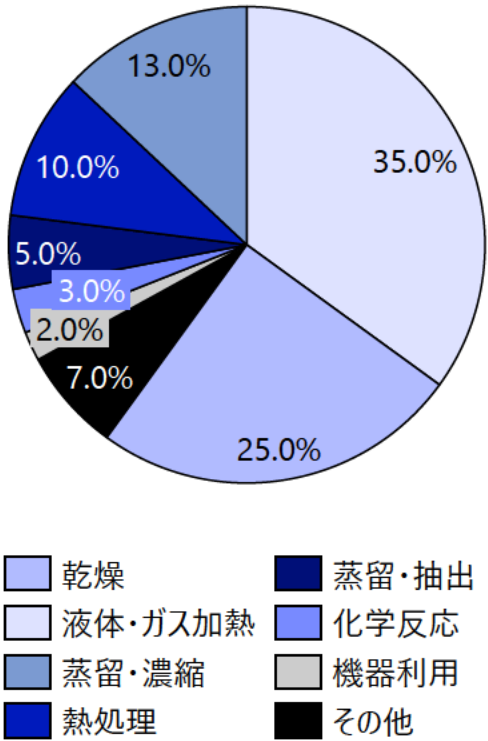
2-1. 各国調査（ヒートポンプ） フランス

食品業界において、ヒートポンプの導入可能性のある100℃未満の利用が多く、ヒートポンプへの置き換えの可能性が高い

100℃未満の業界別加熱需要*



100℃未満のプロセスでのエネルギー消費の分布（全業界の合計）*

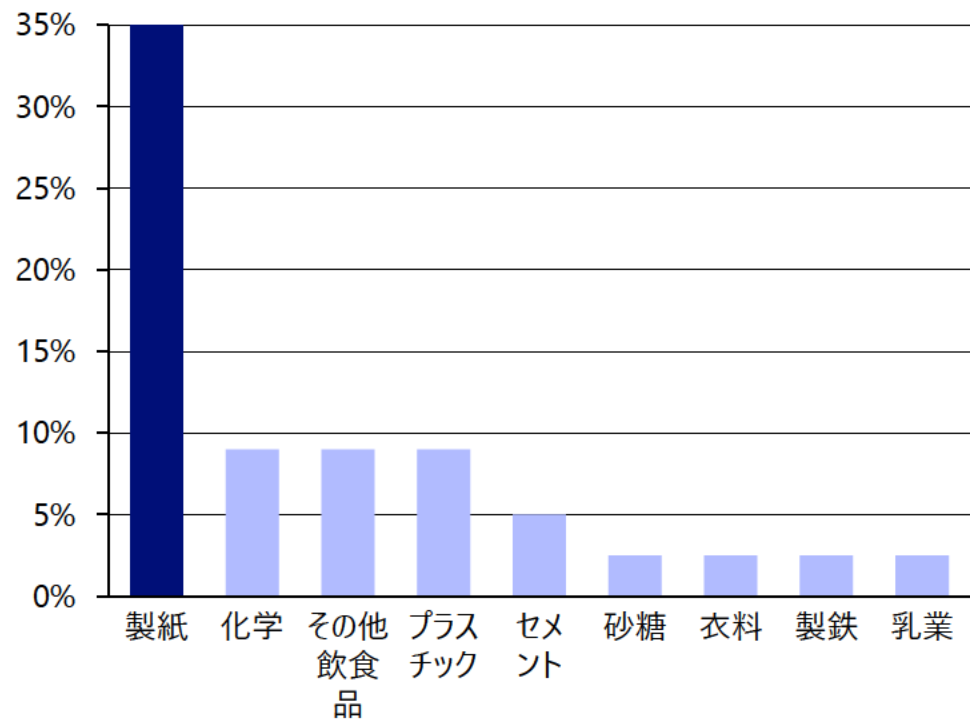


注) *:2014年時点の分析
出所) IEA

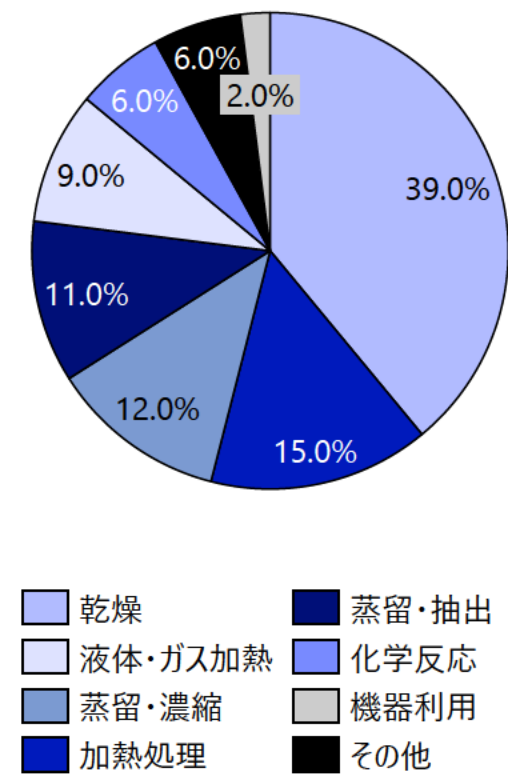
2-1. 各国調査（ヒートポンプ） フランス

100℃～200℃の高温帯に広げると、製紙業界での利用が多く、乾燥工程において多くエネルギーを消費している。高温出力可能なヒートポンプであれば製紙業界もターゲット市場となる可能性がある

100℃～200℃の業界別加熱需要



100℃ ～ 200℃ のプロセスでのエネルギー消費の分布 (全業界の合計)



注) *:2014年時点の分析
出所) IEA

2-1. 各国調査（ヒートポンプ） フランス

①ヒートポンプを取り巻く環境

②加熱/冷却需要の大きさ

③現状のヒートポンプの導入状況

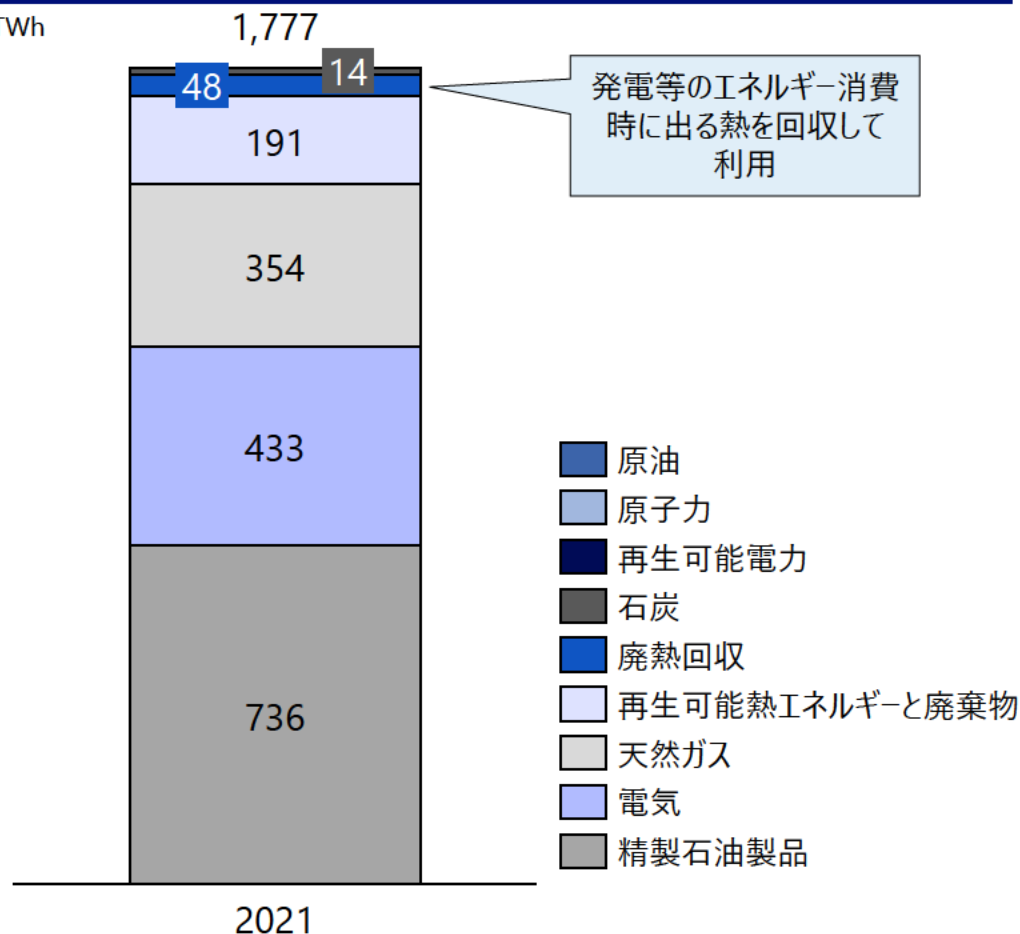
④ヒートポンプに係る規制やインセンティブ

⑤今後のヒートポンプ導入の可能性

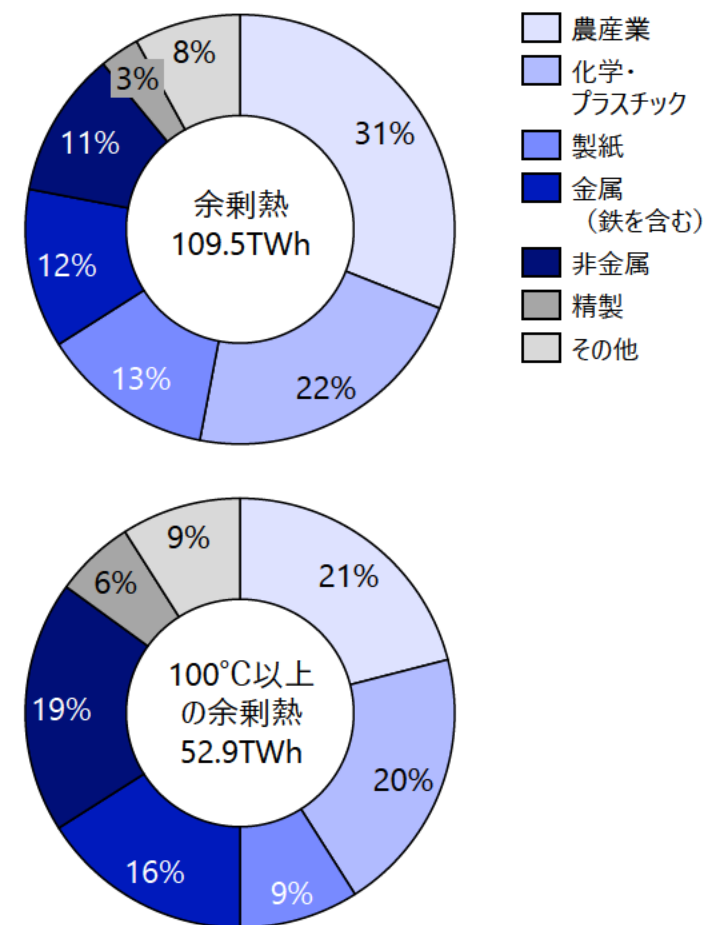
フランスでは、エネルギーの効率的な利用のために焼却所や工場などから出る熱を利用するコジェネレーションが進められており、熱の回収という観点でもヒートポンプ導入の可能性はある

最終消費エネルギーの内訳（2021年）

単位: TWh



廃熱利用の可能性（2016年）



2-1. 各国調査（ヒートポンプ） フランス

①ヒートポンプを取り巻く環境

②加熱/冷却需要の大きさ

③現状のヒートポンプの導入状況

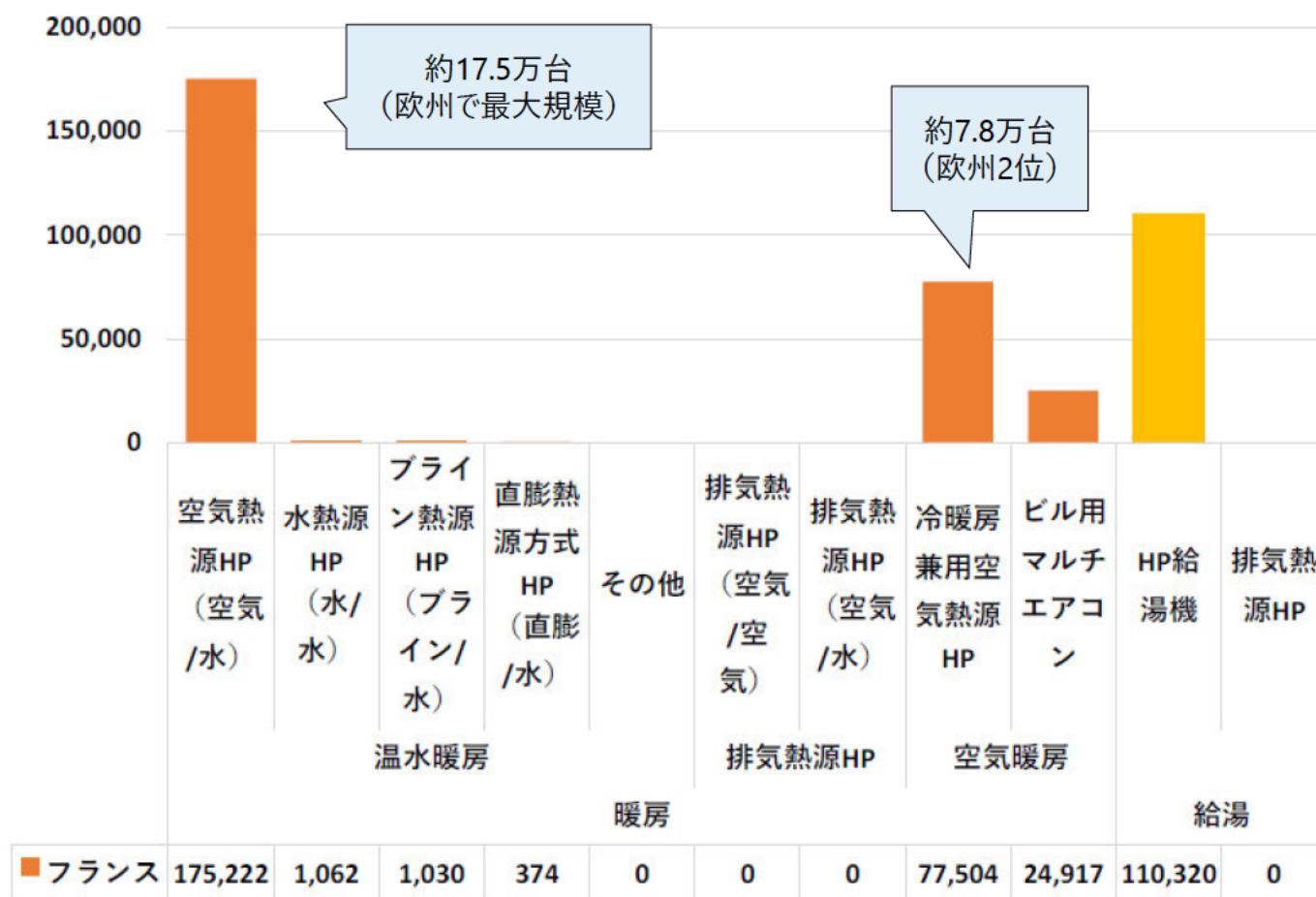
④ヒートポンプに係る規制やインセンティブ

⑤今後のヒートポンプ導入の可能性

ヒートポンプの導入数は欧州トップレベルだが、給湯及び暖房用が大半である。教育施設や介護施設等のサービスセクターでの利用も増加している

用途別・機器種類別のヒートポンプ販売台数（2020年）

単位: 台



市場の状況

暖房

- ・ 主に家庭用暖房
- ・ 産業用途では、ビル用マルチエアコンとして導入があるが、あまり多くない

給湯

- ・ 家庭用で主流の電気温水器がヒートポンプ給湯器に置き換わっている
- ・ 教育施設、介護施設、宿泊施設での使用事例も少しずつ増えている

2-1. 各国調査（ヒートポンプ） フランス

①ヒートポンプを取り巻く環境

②加熱/冷却需要の大きさ

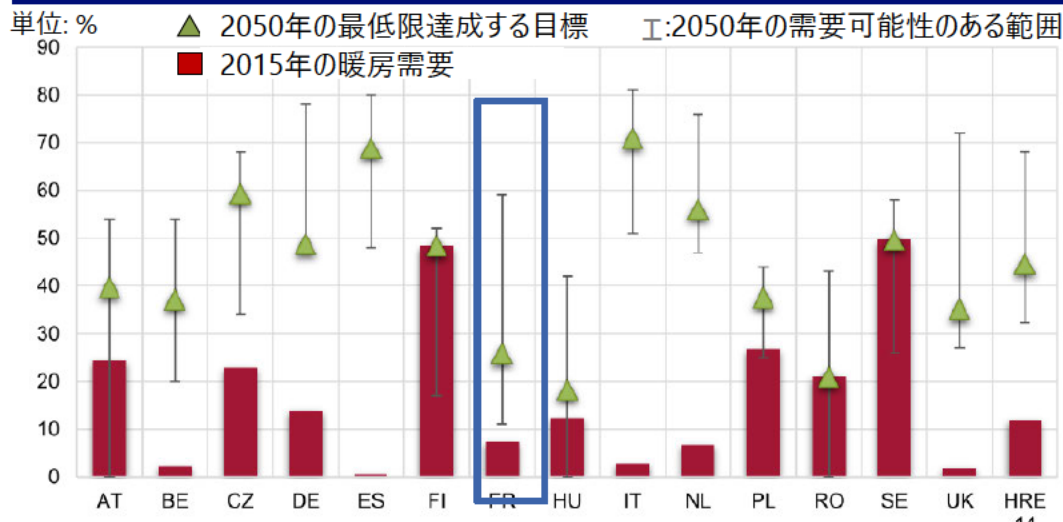
③現状のヒートポンプの導入状況

④ヒートポンプに係る規制やインセンティブ

⑤今後のヒートポンプ導入の可能性

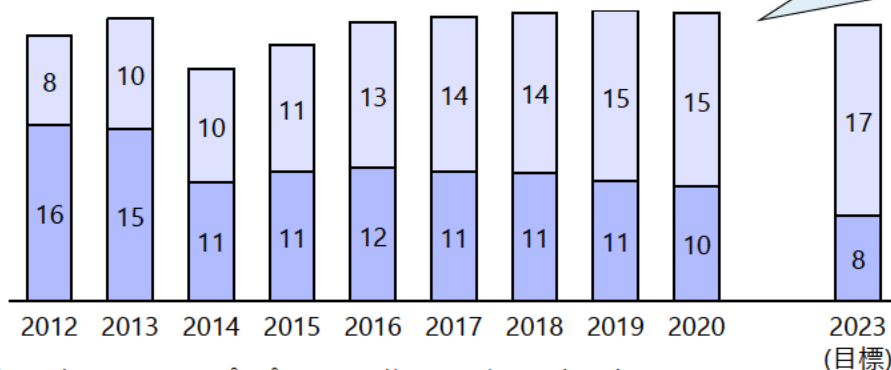
ヒートポンプは地域暖房としても使用されており、地域暖房によって供給された25.4TWh^{*1}の熱の内、60%をヒートポンプによる廃熱回収を含む再生可能エネルギー^{*}が占める

地域暖房によって賄われる暖房需要（2015年と2050年の見込み）



地域暖房の供給熱量

単位: TWh



2020年時点で833の地域暖房ネットワークがある

再生可能エネルギー
化石燃料

フランスにおける地域暖房向けヒートポンプ

設置状況（2019年）

- IEA Annex 48として2016年から2019年に行われた導入事例調査では、**15件**のヒートポンプによる地域暖房の導入事例が確認された

設置事例

- 企業：ルマン地区
- 概要：廃棄物発電プラントの発電に使われなかった熱をヒートポンプで回収し、地域暖房に温水を供給する
- 設置年：2017年（更に拡張中）
- 加熱能力：3.7MW（2017年時点）
- 供給温度：75°C（熱源温度48°C）
- COP：4.5



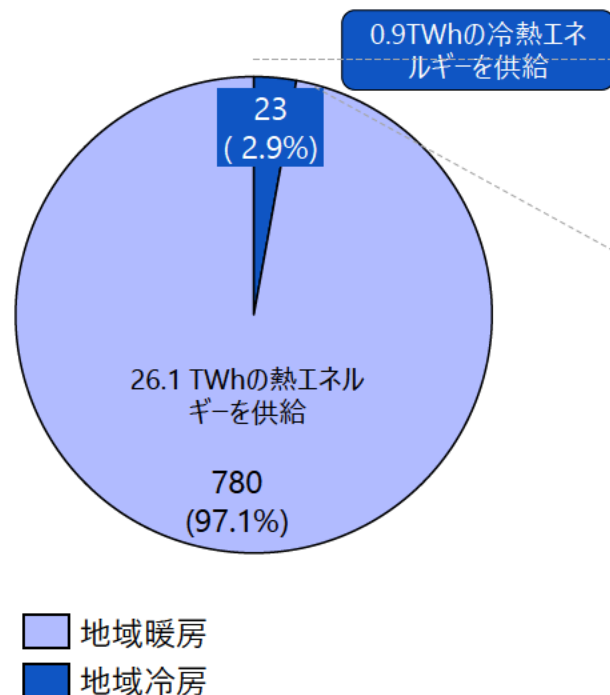
注）*: 欧州では、ヒートポンプは再生可能エネルギーの分類を含む

出所）IEA Annex 47、Cerema、Le Mans metropole

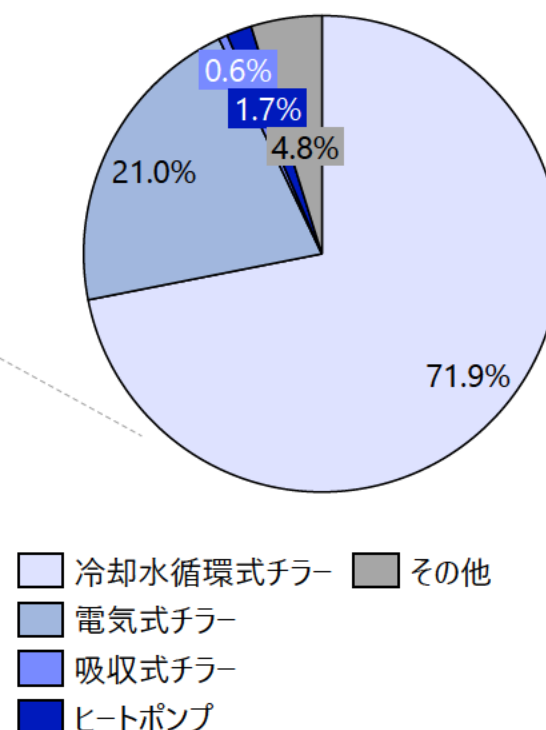
2-1. 各国調査（ヒートポンプ） フランス

フランスでは地域冷房ネットワークも一部導入されているが地域暖房に比べると限定的。地域冷房におけるヒートポンプの利用はわずかである

地域冷暖房ネットワークの内訳（2018年）



地域冷房ネットワークの使用機器（2018年）



注) 2018年時点の全803の地域暖房を対象としている

出所) Rémi Patureauら「The New Generation of District Heating & Cooling Networks and their potential development in France」

2-1. 各国調査（ヒートポンプ） フランス

化石燃料による暖房を規制し、化石燃料の使用量低減に取り組む。また、ヒートポンプを含む省エネ設備の導入を優遇する

ポリシー

- ・ 欧州グリーン・ディール
 - ・ 長期的な二酸化炭素排出量削減目標。排出量削減への移行にあたり、ヒートポンプの導入を支援する
- ・ Multiannual Energy Programming
 - ・ 化石燃料の使用を2030年までに2012年比で30%削減
 - ・ 2030年までに2014年比で再生可能エネルギーによる熱生成量を35%増加させる*1

経済的手法

- ・ グリーン製造業法案
 - ・ ヒートポンプを含むグリーン化のカギとなる技術の国内生産と、工場の脱炭素化投資に対する補助金または税額控除措置の導入を提言
- ・ REPowerEU*2
 - ・ フランス国家強靱計画（plan national de relance et de résilience）の一環として進められるカーボンニュートラルの取り組みの実行のため、総額400億ユーロの融資を受ける予定
- ・ Multiannual Energy Programming
 - ・ エネルギー効率化への取り組みのための資金調達メカニズム（保証資金、第三者融資など）を予定
 - ・ 公営住宅と公共建物の改築のため30億ユーロの予算を配分
- ・ リフォームのためのゼロ金利ECOローン
 - ・ エネルギー転換税額控除（Energy Transition Tax Credit）は、高エネルギーな生産設備や資材の購入・設置に対して税金を控除可能な制度

規制的手法

- ・ 化石燃料による暖房の使用規制
 - ・ 2022年から全ての建物で石油ボイラーによる暖房を使用禁止
 - ・ 2023年から新規建築の建物でガスボイラーによる暖房の設置・使用を禁止
- ・ RE2020
 - ・ 建物の外皮性能、エネルギー性能、夏季の快適性に対する要件、CO2排出量の要件
- ・ 指令2002/91/EC、2010/31/EU、2012/27/EU、のち建築物エネルギー指令(2018/844/EU)*2

2-1. 各国調査（ヒートポンプ） フランス

サマリ：給湯、暖房としての利用が進んでいる他、地域暖房としてのヒートポンプの導入も進む。工業セクター向けの導入も一定程度ある

使用法		温度	現状の導入状況	今後の導入可能性
加熱	工場利用 (工業セクターなど)	工業セクターでの 加熱	>200℃	研究段階
			100℃～200℃	実証実験のレベル
			35℃～100℃	実証実験としていくつか導入事例がある
	サービスセクター	暖房	地域暖房の導入が進んでいる 商業暖房総量の 0.9% (0.46 TWh、2021年)がヒートポンプにより供給される	飲食料製造業での導入可能性がある
		温水	25℃～35℃	地域暖房としての導入可能性がある
冷却	産業（工業セクターなど）	工業セクターでの冷却	<20℃	冷温同時利用型で導入された事例がある
	サービスセクター	冷房	15℃～25℃	冷房・冷水需要は小さい見込み
		冷水	15℃～25℃	

出所) インタビュー等からNRI作成

0. 本事業の進め方

1. 性能調査

2-1. 各国調査（ヒートポンプ）

ノルウェー

オーストリア

フランス

インド

マレーシア

タイ

ベトナム

インドネシア

2-2. 各国調査（冷蔵冷凍装置）

3. 有望国の選定

4. 規格制定状況

5. ルール形成戦略・シナリオ

6. 二次利用未承諾リスト

2-1. 各国調査（ヒートポンプ） インド

①ヒートポンプを
取り巻く環境

②加熱/冷却
需要の大きさ

③現状のヒート
ポンプの導入状
況

④ヒートポンプに
係る規制やイン
センティブ

⑤今後のヒート
ポンプ導入の可
能性

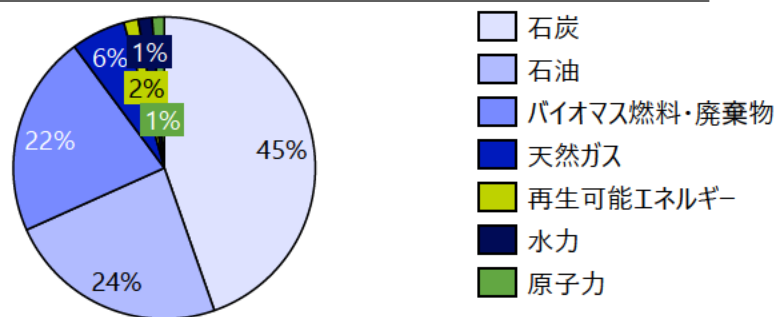
化石燃料が国産されることから化石燃料の使用は依然として多い。産業部門の電力急増などに対する課題感から省エネ推進の意向はあるが、化石燃料に対する補助が妨げている側面がある

ヒートポンプを取り巻く環境の特徴

1) 豊富な化石燃料を保有

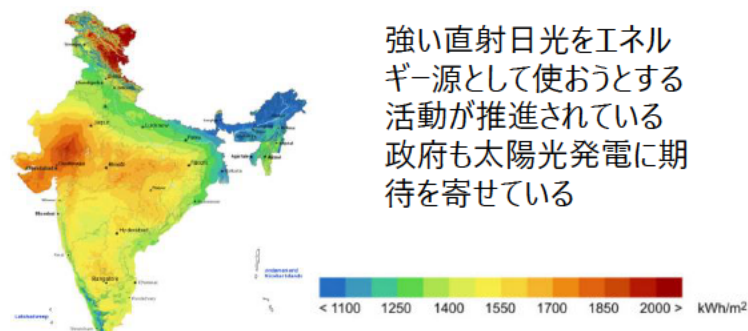
国内産業保護のため補助金が投入され、化石燃料の使用は多い

消費エネルギー源（2021年）



2) 世界でも有数の日照が強い国

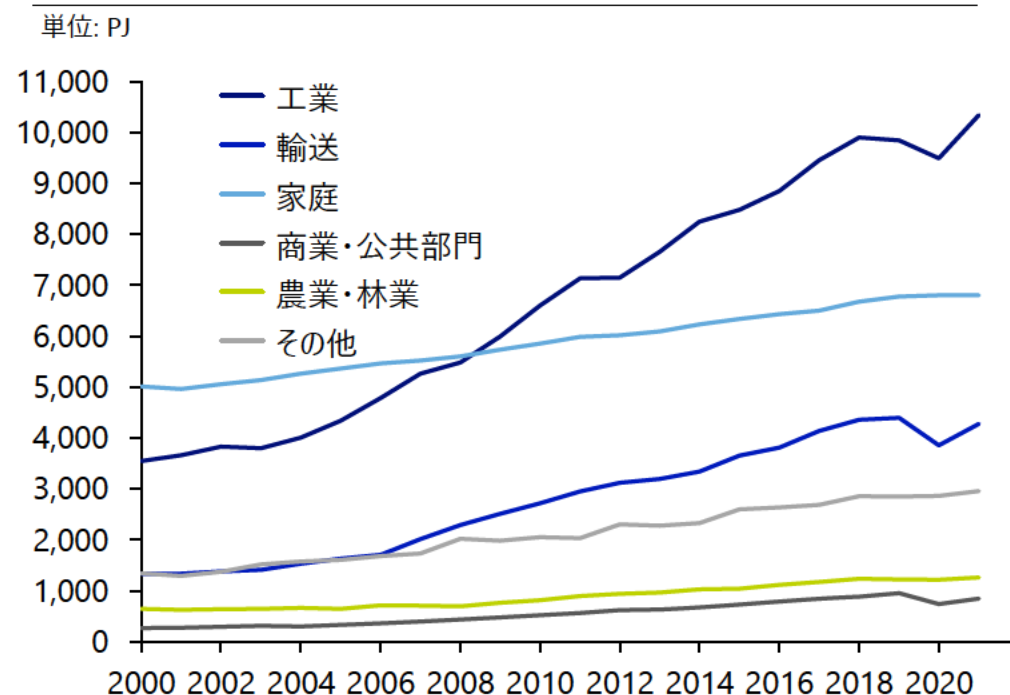
直射エネルギーの強さ



3) 産業でのエネルギー使用が圧倒的に多い

- 産業分野の消費エネルギーは国内の消費量の半分以上を占め、更に増加傾向にある。政府は、化石燃料価格高騰の影響を緩和するために多額の補助金を投入しているが、消費電力の大きさは問題視しており、省エネを推進する姿勢を見せている

セクター別エネルギー消費量

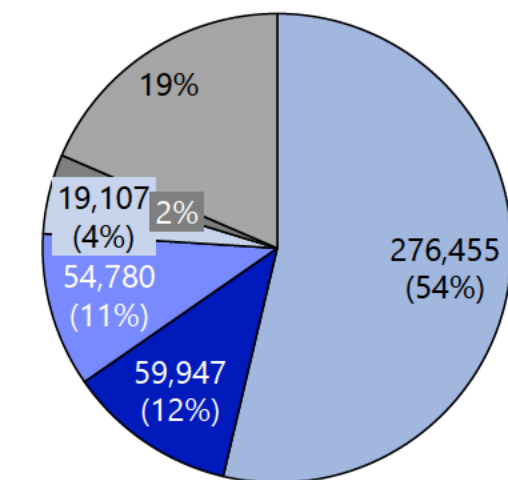


2-1. 各国調査（ヒートポンプ） インド

工業セクターでのエネルギー消費が最も多いが、化石燃料が大半を占める。特にエネルギー消費の大きい製鉄は主に石炭を使用

最終エネルギー消費内訳（2020年）

単位：キロトン石油換算 (ktoe)

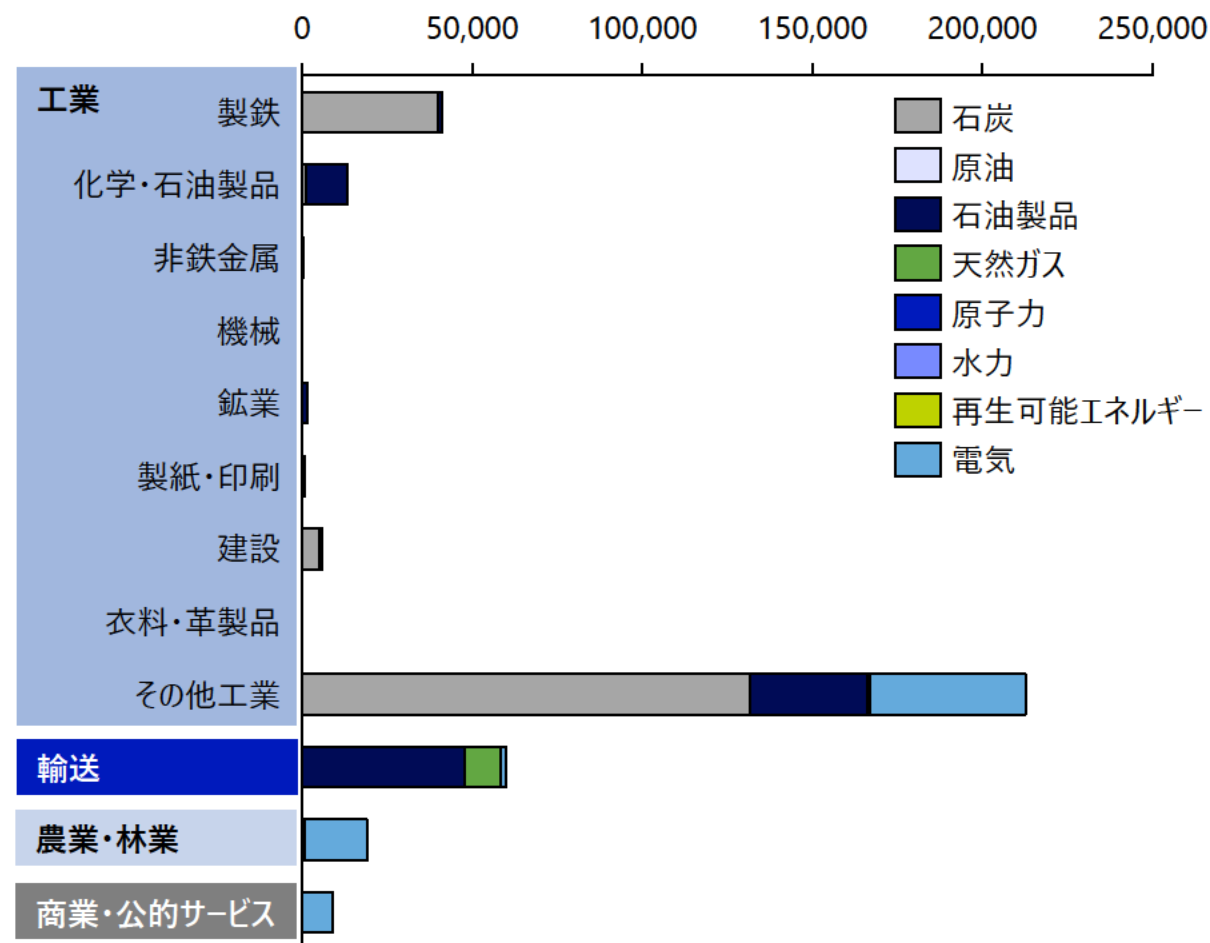


注）＊: 分類できないエネルギー消費を除く

出所）Ministry of Statistics and Programme Implementation

業界別のエネルギー源* (2019-2020)

単位：キロトン石油換算 (ktoe)



2-1. 各国調査（ヒートポンプ） インド

①ヒートポンプを
取り巻く環境

②加熱/冷却
需要の大きさ

③現状のヒート
ポンプの導入状
況

④ヒートポンプに
係る規制やイン
センティブ

⑤今後のヒート
ポンプ導入の可
能性

気温の高いインドでは、暖房需要は大きくなく給湯利用での導入が見られる。
生産工程での導入もあるが、主な導入事例は設置が容易な給湯である

温水ヒートポンプ導入（Emerson）



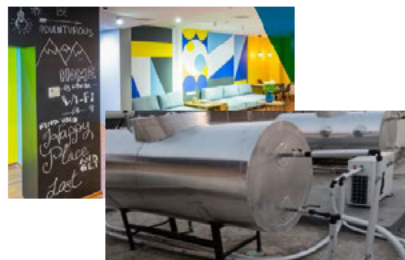
大規模オフィス向け（従業員900～1,000人）にヒートポンプを導入。容量50KLの温水混合タンクと統合された容量1,000LPHの機械6台からなり、空気熱源で温水（32℃～60℃）を供給する（2021年）

廃熱源ヒートポンプ導入（TRAIN）



ユニリーバは、廃熱を利用したヒートポンプを世界各地で導入している。インドにあるパーソナルケア製品の工場に導入。洗浄などに用いている

温水ヒートポンプ導入（Emerson）



学生宿泊施設向けに太陽光熱温水器の代替として加熱能力7kW、200L/時間の容量を備える空気熱源温水ヒートポンプ3台を導入（2021年）

温水ヒートポンプ導入（Aspiration energy）



ある四つ星ホテルでは、宿泊客のための温水の生成にLPGを使用していたが、ヒートポンプを導入。28kWの加熱能力を持ち、40～90℃の温水を供給する（2020年）

温水ヒートポンプ導入（Aspiration energy）



自動車製造の前工程における化石燃料ボイラーの代替としてヒートポンプを導入。加熱能力107kWの60～80℃の水熱源温水ヒートポンプで、別工程の冷却塔にも廃熱を利用。（2021年）

炭素排出量の削減、そのための再生可能エネルギーの投資の必要性は認識されているが、現状の政策の中でヒートポンプに言及した内容はない

ポリシー

- **New National and International Policy Actions**
 - 2030年までに温室効果ガス排出量を2005年比45%削減するため、非化石燃料による総電力設備容量50%を達成する
 - 2070年までに温室効果ガス排出量を実質ゼロにする

経済的 手法

- **EU-India Financing Investment in Clean Energy Platform (FICEP)**
 - EUとインドの気候パートナーシップに基づき、投資家のネットワークを強化し、エネルギー効率の向上と再生可能エネルギーへの投資を促進
- **Roadmap for Energy Finance Investment**
 - クリーンエネルギーへの民間資本を誘致するための取組と概要
- **カーボンのクレジット市場**
 - クリーン開発メカニズム（CDM）へのインドのプロジェクト登録
 - エネルギー達成認証（PAT）スキームと再生可能エネルギー証書スキームの取引制度を運用
- **グリーン国債の発行**
 - グリーン・インフラプロジェクト向けの資金調達を目的として、2023年1月と2月に計1,600億ルピーのグリーン国債を発行
- **US-India Strategic Clean Energy Partnership (SCEP)**
 - 米国・インド間のパートナーシップ。温室効果ガス排出量の削減のためのプロジェクトに融資

規制的 手法

- **The Electricity Act 2003（EA2003）**
 - 各州の電力規制委員会が再生可能エネルギー源から購入する電力の割合を指定することを求める
- **Energy Conservation Act**
 - 産業、交通機関、商業ビルに最小限の再生可能エネルギーの使用義務付け
 - エネルギー効率の最低基準を設定
- **Energy Conservation Building Code（ECBC）**
 - 努力ベースのエネルギー効率指標

その他

- **Standard & Labelling (S&L) programme**
 - エネルギー消費量を絶対値と星の数で表すラベルの貼付を義務付け
 - GWPなど冷媒特性は考慮されない

2-1. 各国調査（ヒートポンプ） インド

化石燃料への依存度の高いインドでも、再生可能エネルギーや環境に配慮した高効率機器への移行が推奨され、一部においてヒートポンプが導入されている。ただし導入は限定的である

用途			温度	現状の導入状況	今後の導入可能性
加熱	産業（工業セクターなど）	工業セクターでの加熱	>200℃	高温帯におけるヒートポンプの研究や導入は行われていない	高温帯の導入はまだ先となる見込み
			100℃～200℃		
			35℃～100℃	食品加工プロセスにおいて導入される例もあるがほとんど普及していない	外資系企業の製造施設を中心に導入の可能性がある
	サービスセクター	暖房	25℃～35℃	暖房需要は小さく、導入されていない	暖房需要は小さい見込み
		給湯	25℃～35℃	ホテルやオフィス向けの給湯用に導入事例がある	ホテル等において導入の可能性がある
冷却	産業（工業セクターなど）	工業セクターでの冷却	<20℃	冷温同時利用型で導入される	冷温同時利用型で導入される可能性がある
	サービスセクター	冷房	15℃～25℃	地域冷房を検討する動きはあるが、ヒートポンプにフォーカスされていない	導入の可能性は小さい
		冷水	15℃～25℃		

0. 本事業の進め方

1. 性能調査

2-1. 各国調査（ヒートポンプ）

ノルウェー

オーストリア

フランス

インド

マレーシア

タイ

ベトナム

インドネシア

2-2. 各国調査（冷蔵冷凍装置）

3. 有望国の選定

4. 規格制定状況

5. ルール形成戦略・シナリオ

6. 二次利用未承諾リスト

2-1. 各国調査（ヒートポンプ） マレーシア

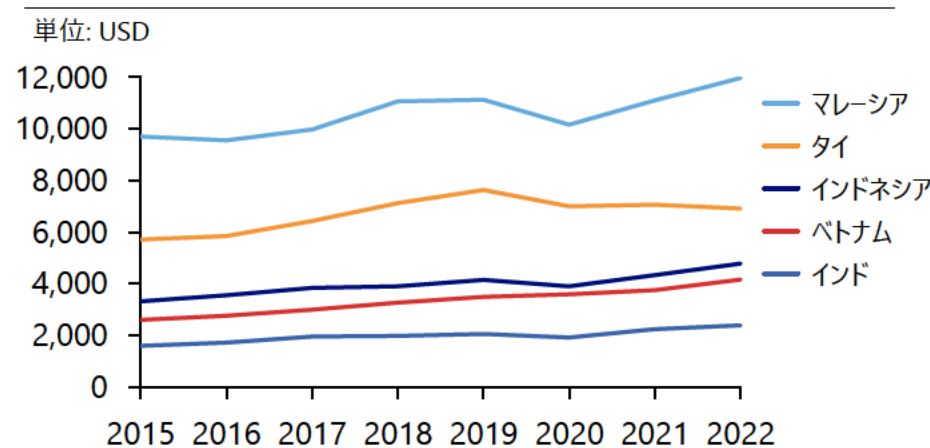
対象アジア5カ国の中では経済発展が進んでおり、他国に比べ経済的障壁は低い。
エネルギー資源を有するがエネルギー消費増及び枯渇の可能性から省エネの必要性が上昇

ヒートポンプを取り巻く環境の特徴

1) 一人あたりGDPが高く経済発展している国

- 対象のアジアの5カ国の中では最も一人あたりGDPが高く、2022年にはUS\$11,971に達した

一人あたりGDP



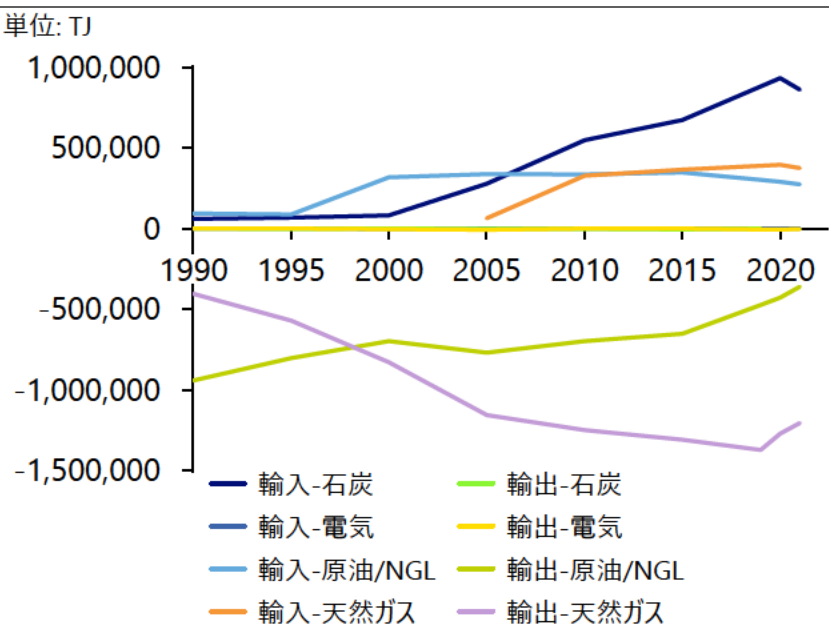
2) 複数の地域冷房システムを有する

- 1990年代より、天然ガスの利用促進策として地域冷房システムの導入が進み、2018年時点で20を超える地域冷房がある
- 天然ガスを燃料とするものが多く、2023年時点でヒートポンプを利用するものはない

3) エネルギー資源を有するが、輸入も増加

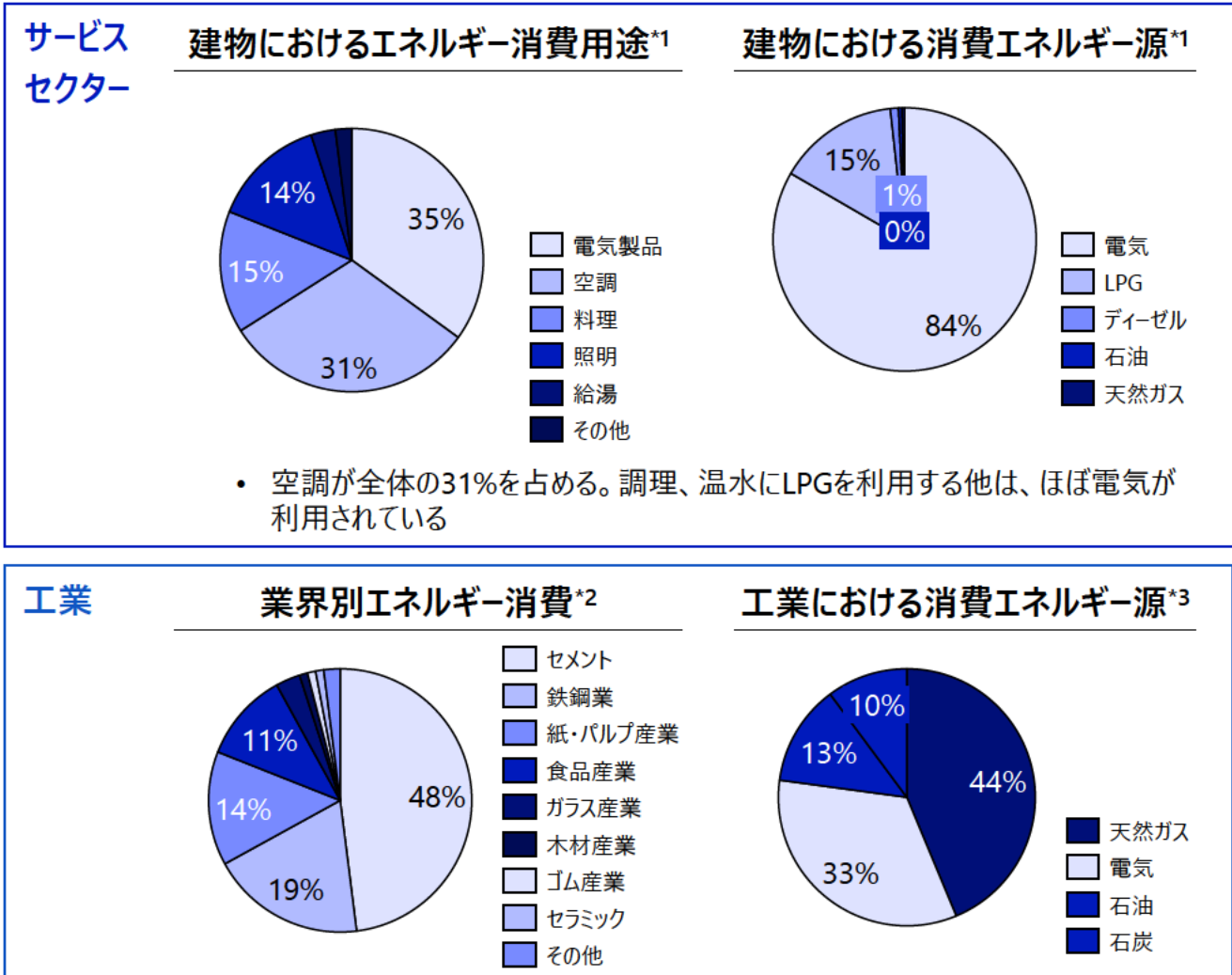
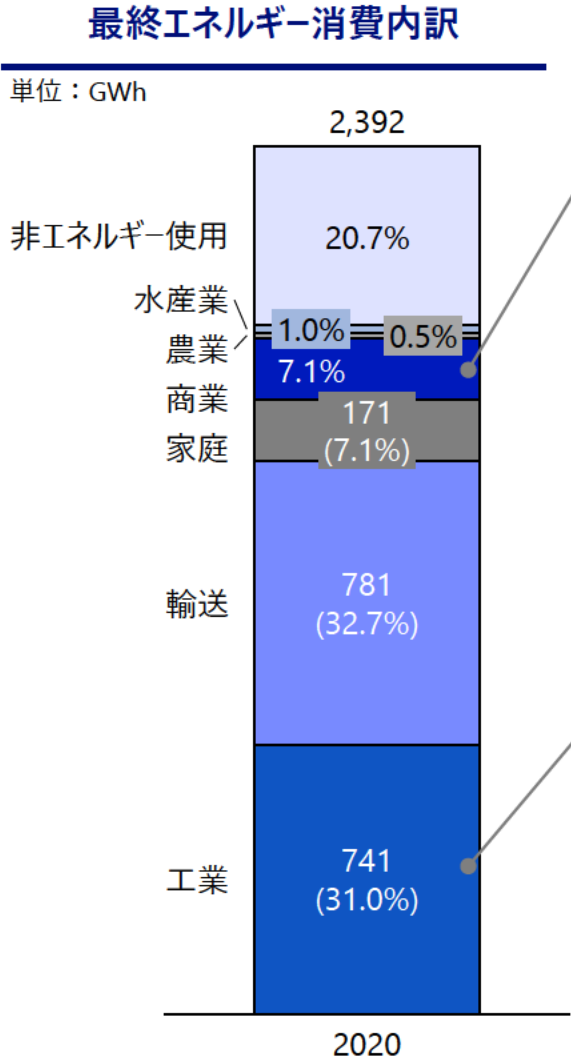
- 計47億バレルの原油の埋蔵量がある。石炭、天然ガスも埋蔵されているとされる
- 原油の純輸出国でありながら石油製品等エネルギー資源を輸入しており、輸入量は増加傾向
- これまで助成によりエネルギー価格を低く抑えてきたが、天然資源の枯渇の可能性が示唆されており、増大するエネルギー需要への対応を迫られている

エネルギー輸出入量



2-1. 各国調査（ヒートポンプ） マレーシア

エネルギー使用量は輸送セクターが最大。商業・住宅部門においては空調の需要が大きい。産業部門においてはセメントがエネルギー消費の約半分、次に鉄鋼業が続く



2-1. 各国調査（ヒートポンプ） マレーシア

①ヒートポンプを
取り巻く環境

②加熱/冷却
需要の大きさ

③現状のヒート
ポンプの導入状
況

④ヒートポンプに
係る規制やイン
センティブ

⑤今後のヒート
ポンプ導入の可
能性

ホテルを中心に給湯用ヒートポンプが導入されている。工場向けにもヒートポンプが導入されているが、給湯用が主流である

ヒートポンプの導入事例

• ihandal

- 熱帯気候の加熱需要の特長である、給湯利用や産業分野の高温需要に適したヒートポンプを開発
- 工場で利用可能な比較的高温帯も出力する製品もある
- 導入事例
 - Puteri Pacific Hotel Johor Bahru
 - Cititel Hotel Mid Valley
 - Cititel Hotel Penang
 - Grand Dorsett Hotel Subang Jaya
 - Tune Hotels
 - Ascott Cyberjaya
 - Boulevard Hotel Mid Valley
 - Cititel Hotel group
 - One World Hotel Bandar Utama
 - Grand Dorsett Hotel Subang
 - Dorsett Hotel Plaza Phoenix
 - Gleneagles Hospital group
 - Seri Pacific Hotel Kuala Lumpur
 - Star City Hotel Kota Kinabalu
 - Equatorial Cameron Highlands
 - Doubletree by Hilton Kuala Lumpur

ihandal
ENERGY SOLUTIONS



• Waterco / BWS Malaysia

- オーストラリアのヒートポンプメーカーであるWatercoはBWS Malaysiaをサービスパートナーとし、ヒートポンプ給湯器を複数導入
- 導入例（サービスセクター向け給湯）
 - Eastin Hotel Petaling Jaya, Selangor
 - Golden Lake Hotel, Johor
 - Hyatt Regency Club Subang, Selangor
 - Sunway University College Subang, Selangor
- 導入例（工場向け給湯）
 - Oil Palm Plantation Lahad Datu, Sabah
 - Perfect Tube Ice Puncake Alam, Selangor
 - Suzuki Latex Industry Malaysia

WATERCO



• 印刷工場

ヒートポンプが導入されている



印刷工場のヒートポンプ

2-1. 各国調査（ヒートポンプ） マレーシア

グリーンテクノロジーに対するインセンティブがあり、ヒートポンプについての記述はないものの、グリーンテクノロジーとしての導入優遇策がある

ポリシー	- National Energy Efficiency Action Plan 2015年制定 - Intended Nationally Determined Contribution - 温室効果ガスを2005年比45%削減
経済的手法	- Green Technology Financing Scheme (GTFS) - マレーシアにおけるグリーンテクノロジー（GT）の開発を支援する特別融資制度 - Green Investment Tax Allowance (GITA) - グリーンテクノロジープロジェクトで発生した適格資本的支出（QCE）の100%を最初の発生日から3年間控除。新規事業または拡張プロジェクトから生ずる法定所得の70%を相殺可能
規制的手法	- Energy Efficient and Conservation Act (EECA) - エネルギー消費者（商業、産業、住宅）および冷蔵庫、冷凍庫、HVAC などのエネルギー使用製品の効率的なエネルギー管理について関連する利害関係者を規制する
その他	- Energy Efficiency Criteria for Electrical Equipment to Qualify for the Minimum Energy Performance Standards Star Rating (2018) - 主に家庭用電気製品（エアコン、冷凍庫、冷蔵庫など）について特定の星評価またはスコアを達成するための基準とテスト基準を定める - MyHIAU制度 - GreenTech Malaysiaが所管するイニシアティブでエアコンを含む製品とサービスが対象 - 基準を満たした場合、MyHIAU製品として登録される - エネルギー委員会が所管するエネルギー効率格付けラベル（Energy Efficiency Criteria）の一定のレベルを満たしていることが条件となる - SIRIM制度 - 電気製品の販売に必要な認証制度

2-1. 各国調査（ヒートポンプ） マレーシア

①ヒートポンプを
取り巻く環境

②加熱/冷却
需要の大きさ

③現状のヒート
ポンプの導入状
況

④ヒートポンプに
係る規制やイン
センティブ

⑤今後のヒート
ポンプ導入の可
能性

ホテルやコンドミニアムに給湯用のヒートポンプを導入した事例が複数ある。工場での生産工程での利用はほとんど事例がないが、給湯向けの導入事例はある

用途			温度	現状の導入状況	今後の導入可能性
加熱	産業（工業 セクターなど）	工業セクターでの 加熱	>200℃	高温帯におけるヒートポンプの 研究や導入は行われていない	高温帯の導入はまだ先となる 見込み
			100℃～200℃		
			35℃～100℃	給湯用に導入された事例がある	給湯用温水ヒートポンプの導入 の可能性がある
	サービスセク ター	暖房	25℃～35℃	暖房需要はほとんどない	暖房需要はほとんどない見込 み
		温水	25℃～35℃	ホテルやコンドミニアム向けに ヒートポンプ導入事例が複数 ある	給湯用ヒートポンプの導入の 可能性がある
冷却	産業（工業セク ターなど）	工業セクターでの冷 却	<20℃	ほとんど事例がない	冷却のみでの導入は考えにくい が、冷温同時利用型での導入 の可能性はある
		冷房	15℃～25℃	地域冷房が複数導入されてい る。現時点では天然ガスを使う ものが主流である	地域冷房の導入が進む中で ヒートポンプが利用される可 能性があるが大きくない 冷温同時利用型で冷却側を 冷房として利用する可能性が ある
	サービスセクター	冷水	15℃～25℃		

0. 本事業の進め方

1. 性能調査

2-1. 各国調査（ヒートポンプ）

ノルウェー

オーストリア

フランス

インド

マレーシア

タイ

ベトナム

インドネシア

2-2. 各国調査（冷蔵冷凍装置）

3. 有望国の選定

4. 規格制定状況

5. ルール形成戦略・シナリオ

6. 二次利用未承諾リスト

2-1. 各国調査（ヒートポンプ） タイ

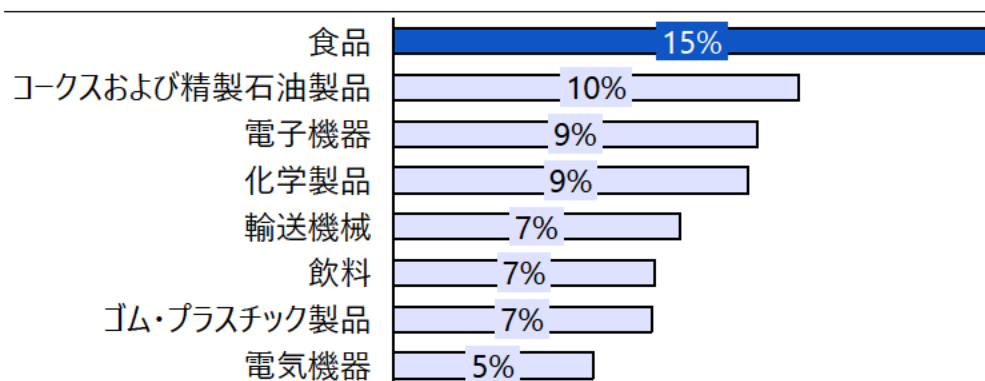
加熱・冷却需要を期待できる食品業、給湯需要のある観光業はタイにおいて重要な産業である。
一方でエネルギー需要の急増による化石燃料の輸入増加が課題で政府は省エネ対策を迫られている

ヒートポンプを取り巻く環境の特徴

1) 食品製造の製造比重が大きい

食品製造は冷温共に使う場合が多く、ヒートポンプ導入の可能性がある

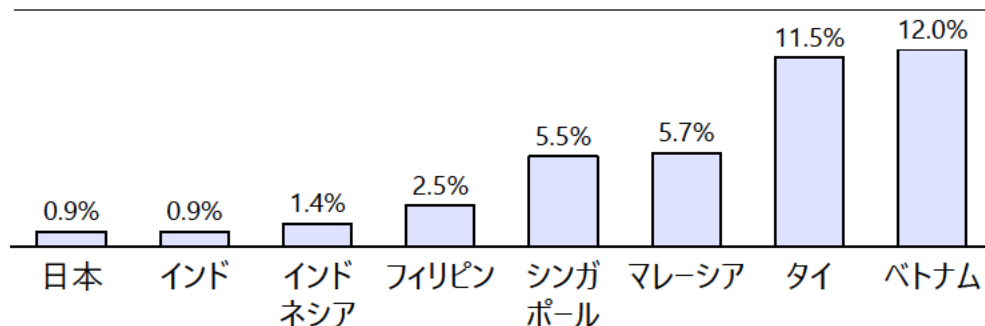
製造業の生産額に占める割合*（2021年）



2) 観光業が重要な産業の一つ

ホテルなどでのヒートポンプ導入が考えられる

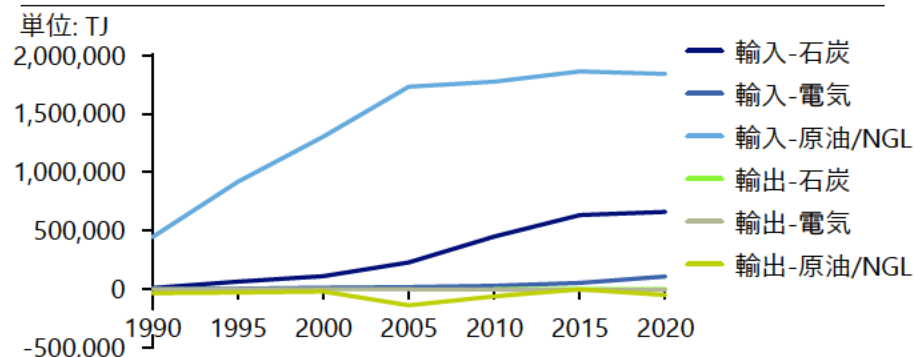
観光業のGDPへの貢献（2021年）



3) 化石燃料の輸入が増加

経済成長に伴い、エネルギー消費量が増加。それに伴い化石燃料の輸入量が増加している。

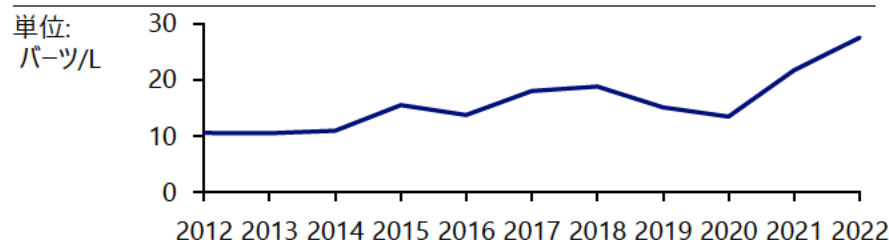
エネルギー輸出入量



4) プロパン価格の上昇

都市ガスが整備されていないため、プロパンガスを使用。これまで安く抑えられてきたプロパンガスの価格が上昇し、ヒートポンプによる電化の利点が相対的に高まる可能性がある

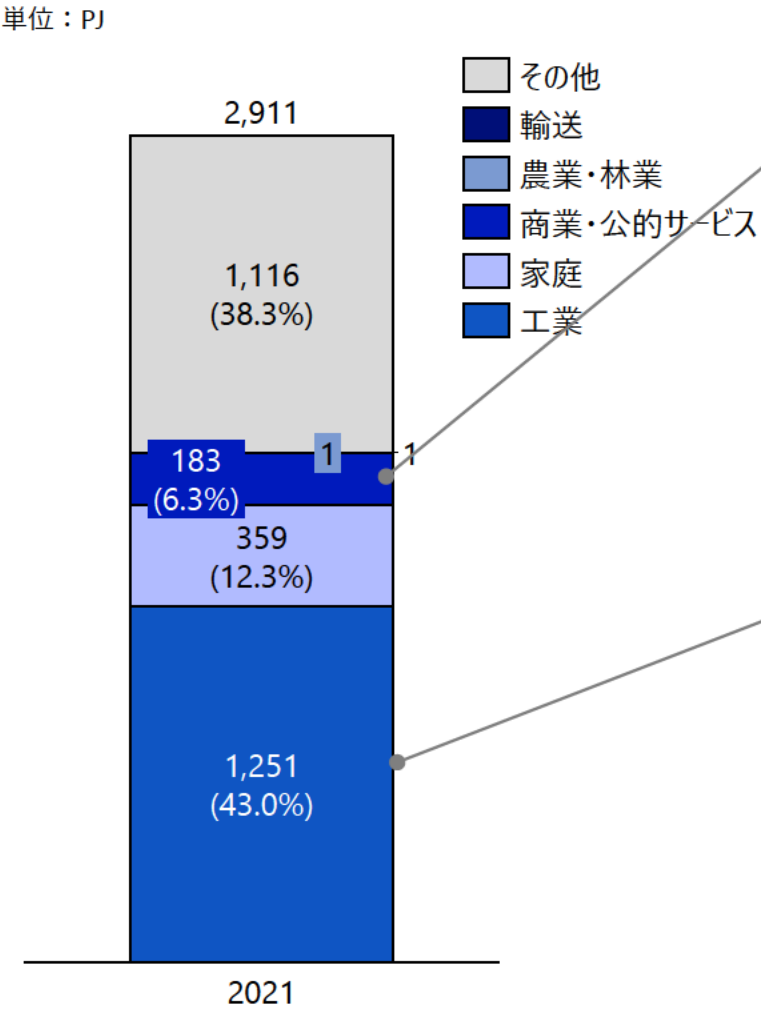
プロパンガス価格



2-1. 各国調査（ヒートポンプ） タイ

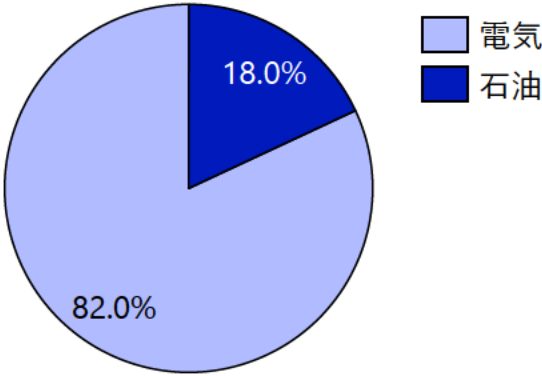
最終消費エネルギー量は工業が最も多く、43%を占める。商業・公的サービスは6.3%と全体の消費量に占める割合は大きくないが、電化が進んでいる

最終エネルギー消費内訳



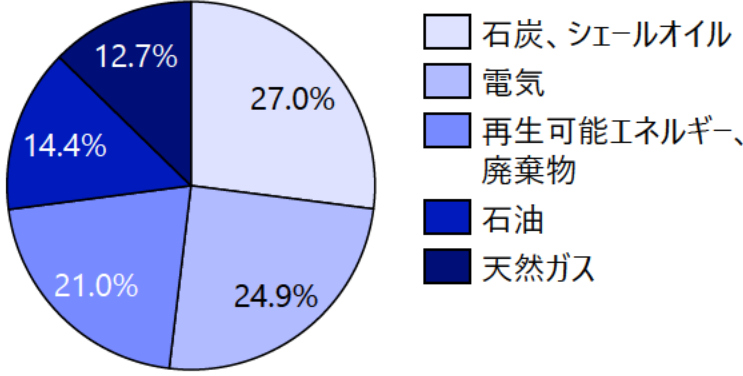
サービス
セクター

エネルギー源内訳



工業
セクター

エネルギー源内訳



2-1. 各国調査（ヒートポンプ） タイ

①ヒートポンプを取り巻く環境

②加熱/冷却需要の大きさ

③現状のヒートポンプの導入状況

④ヒートポンプに係る規制やインセンティブ

⑤今後のヒートポンプ導入の可能性

比較的低温のヒートポンプが多いが工場の加熱用途での導入事例もある。発展途上ではあるものの比較的ヒートポンプ導入事例が多い

ヒートポンプの導入事例

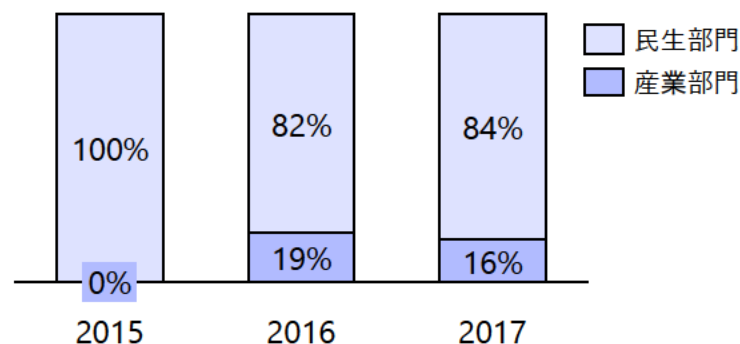
- **食品工場**
 - 日本の支援の下、CPF (Thailand) Public Companyの食品（鶏肉）加工工場に冷温同時取出ヒートポンプ8台（前川製作所、unimoWW）が設置された。加熱側はボイラーへの給水、冷却側はチラーに使用（2018年）
- **製薬工場**
 - JCMの設備援助のもと製薬工場の製造プロセスラインの加熱用途にヒートポンプを導入。冷却側は冷房として使用
- **機器・自動車工場**
 - Advance Cool Technologyは空冷ヒートポンプチラーをKITZグループの工場に導入（2018年）
 - Advance Cool Technologyはトヨタ自動車工場にも導入（2019年）
- **ホテル・病院・商業施設**
 - HEISMANNはドイツの技術をベースにタイで温水システムを展開する省エネソリューションプロバイダーでホテル、病院、商業施設に給湯システムを複数導入した
- **地中熱ヒートポンプ**
 - CCOP^{*2}の協力の下、タイ国立地質博物館、タイ・チュラロンコン大学に地中熱ヒートポンプを導入。冷房能力580kWの空気熱源ヒートポンプ4台で冷房を行う



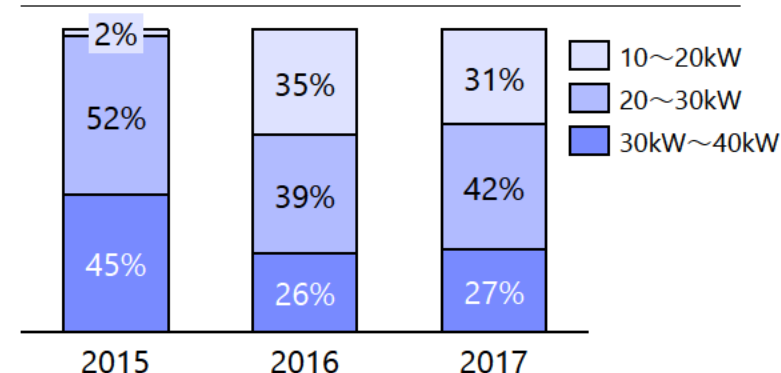
ヒートポンプ^{*1}の導入状況（2015～2017年）

- 2016年頃から産業用のヒートポンプも導入されている
- 加熱能力の低いヒートポンプを中心に普及

ヒートポンプ導入先の内訳



ヒートポンプ加熱能力の内訳



注）*1: ここでの産業用は、BtoBとしてのヒートポンプ全体が含まれる。 *2: Coordinating Committee for Geoscience Programmes in East and Southeast Asia（東・東南アジア地球科学計画調整委員会）

出所）JICA「タイ国環境配慮型冷温水同時取出しヒートポンプ普及促進事業業務完了報告書」

2-1. 各国調査（ヒートポンプ） タイ

①ヒートポンプを
取り巻く環境

②加熱/冷却
需要の大きさ

③現状のヒート
ポンプの導入状
況

④ヒートポンプに
係る規制やイン
センティブ

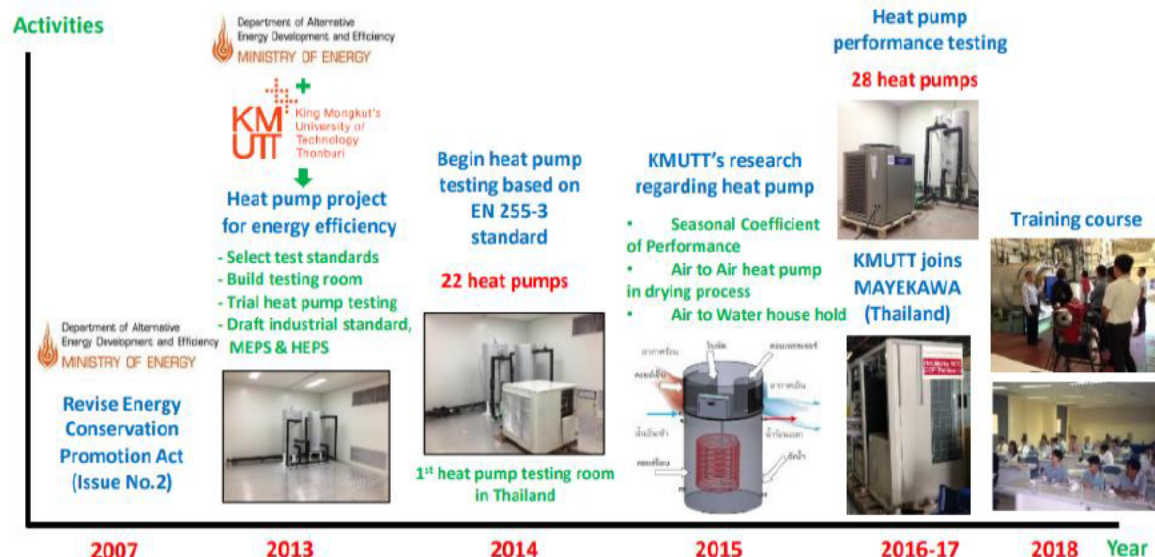
⑤今後のヒート
ポンプ導入の可
能性

KMUTTを中心に10年前頃からヒートポンプの研究が行われており、近年でも多くのヒートポンプに関する論文が発行される。また、認知度向上のための取り組みも行われている

ヒートポンプの研究状況

KMUTT

- KMUTT（キングモンクット工科大学）は、タイの国家研究大学の一つ
- KMUTTの中でヒートポンプの導入に向けた技術や評価方法を中心にヒートポンプに関する研究・開発が行われている
- ヒートポンプに関わる論文は実用を意識したものも多い



ヒートポンプの普及活動

日本との共同普及活動（2018年）

- JICAの協力の下、タイ関係機関（KMUTT、DEDE^{*1}、PEA^{*2}、PEA ENCOM^{*3}）と日本の関係機関でヒートポンプ導入促進の取り組みが行われた
- 冷温同時利用型ヒートポンプの認知度の向上、ヒートポンプの性能認証方法の確立へ向けた働きかけを実施

日本との共同普及活動（2018年）

- 地中熱ヒートポンプを設置し、効果測定（消費電力、温暖化ガスの削減等）を行い技術的・経済的優位性を示すことで、地中熱ヒートポンプの普及を図った

タイ工科大学によるヒートポンプトレーニング（2020年）

- タイ工科大学機械支部委員会が主催
- ヒートポンプの設計や、ケーススタディを通した使用方法の講義を提供

注）*1: Department of Alternative Energy Development and Efficiency（代替エネルギー開発・効率局）、*2: Provisional Electricity Authority、PEA ENCOM International Co., Ltd.

出所）GSJ、島田祐太郎他「タイ・バンコクにおける地中熱ヒートポンプ導入のライフサイクル環境評価」、JICA「タイ国環境配慮型冷温水同時取出しヒートポンプ普及促進事業業務完了報告書」

政府は省エネを意識しており、インセンティブと規制でエネルギー消費量低減を図っている

ポリシー

- エネルギー効率開発計画
 - 2036年までにエネルギー原単位30%削減を達成するため、年間14,515ktCO₂e（キロトン炭素換算）のエネルギー削減を実現することを目標とし、よりエネルギー効率の高いヒートポンプの採用を促進する
- 代替エネルギー開発計画
 - 2036年までに30-35%を自然エネルギーで賄う目標

経済的手法

- エネルギー・サービス会社（ESCO）ファンド
 - ヒートポンプを含む省エネプロジェクトに対する出資と2500万バーツまでの低利融資
- 省エネルギー、代替エネルギー、機器に対する優遇
 - 投資回収期間7年以下の高エネルギー効率の機器の購入費を50,000バーツから3,000,000バーツまで補助（ヒートポンプも対象）
 - エネルギー効率のよい設備への投資費用の25%を実際の費用に加えてコストとして計上することができる
 - 最低100万バーツ以上の投資（中小企業の場合は50万バーツ）の投資によりエネルギー消費量を規定比率まで削減した場合、機械輸入税を免除。また、法人所得税を3年間免除（投資額の50%が上限、中小企業の場合は200%）
- ESCOプロジェクト
 - 中小企業に省エネ・再生可能エネルギー事業への資金調達インセンティブを設けることで投資を促進する

規制的手法

- 省エネルギー促進法
 - 工場や建物にエネルギー監査を実施し、省エネルギーと効率化を推進するよう指示する
- Energy Efficiency Resource Standards (EERS)
 - 大手のエネルギー事業者に対し、顧客にエネルギーの効率的利用を促す省エネルギー対策を実施するよう、トップダウンで規制する
- Energy Conservation Act
 - 産業、交通機関、商業ビルに最小限の再生可能エネルギーの使用義務付け
 - エネルギー効率の最低基準を設定
- Energy Conservation Building Code (ECBC)
 - 努力ベースのエネルギー効率指標

2-1. 各国調査（ヒートポンプ） タイ

参考）エネルギー効率計画の達成のために高エネルギー基準(HEPS)及び最低エネルギー基準(MEPS)がある。家庭用のヒートポンプ・冷蔵冷凍装置は対象に含まれる

エネルギー効率計画（EEP）で定められる分野別エネルギー効率目標

- EEPの目標達成のために、全体のエネルギー効率目標がセクター別にブレイクダウンされている
- さらに、セクター別の目標が10の施策に紐づけられており、その一つがHEPS及びMEPS

セクター	2036までの削減目標 (ktoe)	全体に占める割合 (%)
工業	14,515	28.1
商業・公的サービス	4,819	9.3
家庭	2,153	4.2
輸送	30,213	58.4
合計	51,700	100.0

施策	工業分野における削減目標	商業 / 公的サービスにおける削減目標
エネルギー基準及びラベルによるエネルギー使用量低減 (HEPS/MEPS)	749 ktoe	1,648 ktoe

高エネルギー基準（HEPS）
 エネルギー効率を5レベル（5段階）で評価し、高エネルギー効率の機器に「Symbol No.5」（最高効率のラベル）を付与することで、高エネルギー効率を達成する意欲を高める

最低エネルギー基準（MEPS）
 エネルギー利用機器が満たすべき最低基準を定めることで、低効率機器の輸入・製造を抑制する
 満たしていない機器は販売不可

2-1. 各国調査（ヒートポンプ） タイ

①ヒートポンプを
取り巻く環境

②加熱/冷却
需要の大きさ

③現状のヒート
ポンプの導入状
況

④ヒートポンプに
係る規制やイン
センティブ

⑤今後のヒート
ポンプ導入の可
能性

導入事例は多くないが外資系企業や大手企業を中心に導入事例が複数あり、ASEAN域内の中ではヒートポンプ導入が進んでいる国である

用途			温度	現状の導入状況	今後の導入可能性
加熱	産業（工業 セクターなど）	工業セクターでの 加熱	>200℃	高温帯におけるヒートポンプの 研究や導入は行われていない	高温帯の導入はまだ先となる 見込み
			100℃～200℃		
			35℃～100℃	出力温度の低い給湯用のヒート ポンプが普及している 加熱用途のヒートポンプも導 入事例がある	外資系企業の製造施設を中 心に導入の可能性がある
	サービスセク ター	暖房	25℃～35℃	暖房需要は小さく、導入されて いない	暖房需要は小さい見込み
		温水	25℃～35℃	電気式温水器の利用が主流。 ホテル、病院、商業施設に ヒートポンプが導入された事例 がある	給湯のためのヒートポンプの導 入の可能性がある
冷却	産業（工業セク ターなど）	工業セクターでの冷 却	<20℃	冷温同時利用型で導入された 事例がある	冷却のみでの導入は考えにくい が、冷温同時利用型での導入 の可能性はある
	サービスセクター	冷房	15℃～25℃	地域冷房を検討する動きがあ る	地域冷房の導入が進む中で ヒートポンプが利用される可 能性があるが大きくない 冷温同時利用型で冷却側を 冷房として利用する可能性があ る
		冷水	15℃～25℃		

0. 本事業の進め方

1. 性能調査

2-1. 各国調査（ヒートポンプ）

ノルウェー

オーストリア

フランス

インド

マレーシア

タイ

ベトナム

インドネシア

2-2. 各国調査（冷蔵冷凍装置）

3. 有望国の選定

4. 規格制定状況

5. ルール形成戦略・シナリオ

6. 二次利用未承諾リスト

2-1. 各国調査（ヒートポンプ） ベトナム

①ヒートポンプを
取り巻く環境

②加熱/冷却
需要の大きさ

③現状のヒート
ポンプの導入状
況

④ヒートポンプに
係る規制やイン
センティブ

⑤今後のヒート
ポンプ導入の可
能性

北部では四季があり冬季に気温が下がるが、期間は短く暖房需要は大きくない。近年のエネルギー消費量の急増によりエネルギー輸入量が増えており、エネルギー消費量低減の必要性が高まっている

ヒートポンプを取り巻く環境の特徴

1) 北部は冬季に朝夕の気温が下がる

南北に細長い地形のため、南北で大きく気候が異なる。南部は一年中熱く一年を通して冷房の需要がある。北部は冬季には気温が下がり、暖房需要がある。ただし、寒い期間は短く暖房設備が整っていない建物も多い

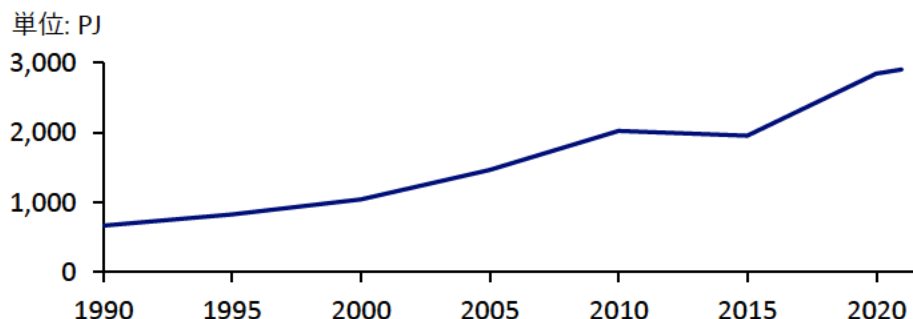
2) 石炭やプロパンガスの依存が大きい

都市ガスがなく、工業用では、石炭、バイオマス、プロパンガスが主に使用される。二酸化炭素の排出量削減のためにLNGの利用拡大も検討されるが、国内生産量に限りがあり、輸入ガスは国産と比べ約50%高価である。政府はエネルギー需要の増加に対応するため、石炭の生産を増やす意向

3) 急激な電気需要の増加

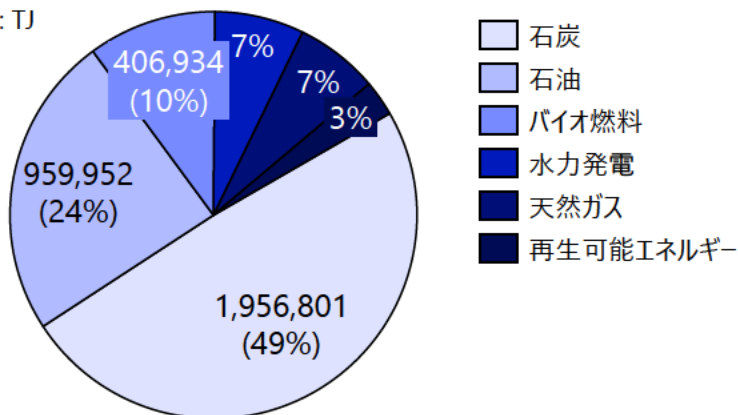
電力の伸びに対して長期的に安定したエネルギー源の確保が課題となっている。エネルギーの輸入量も急増しており、省エネが必要になると想定される

エネルギー消費量ののび

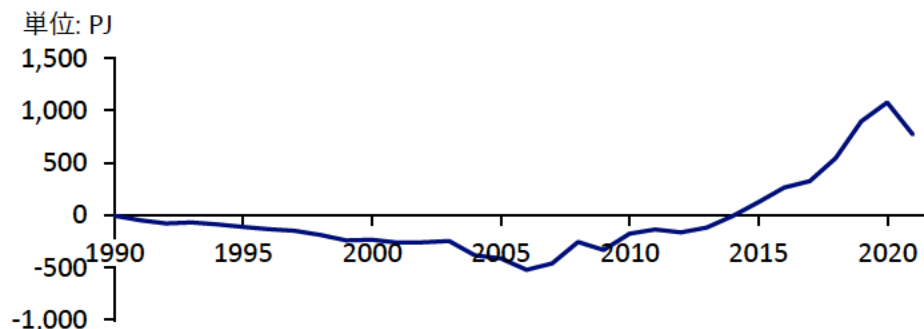


一次消費エネルギー源の内訳（2021年）

単位: TJ



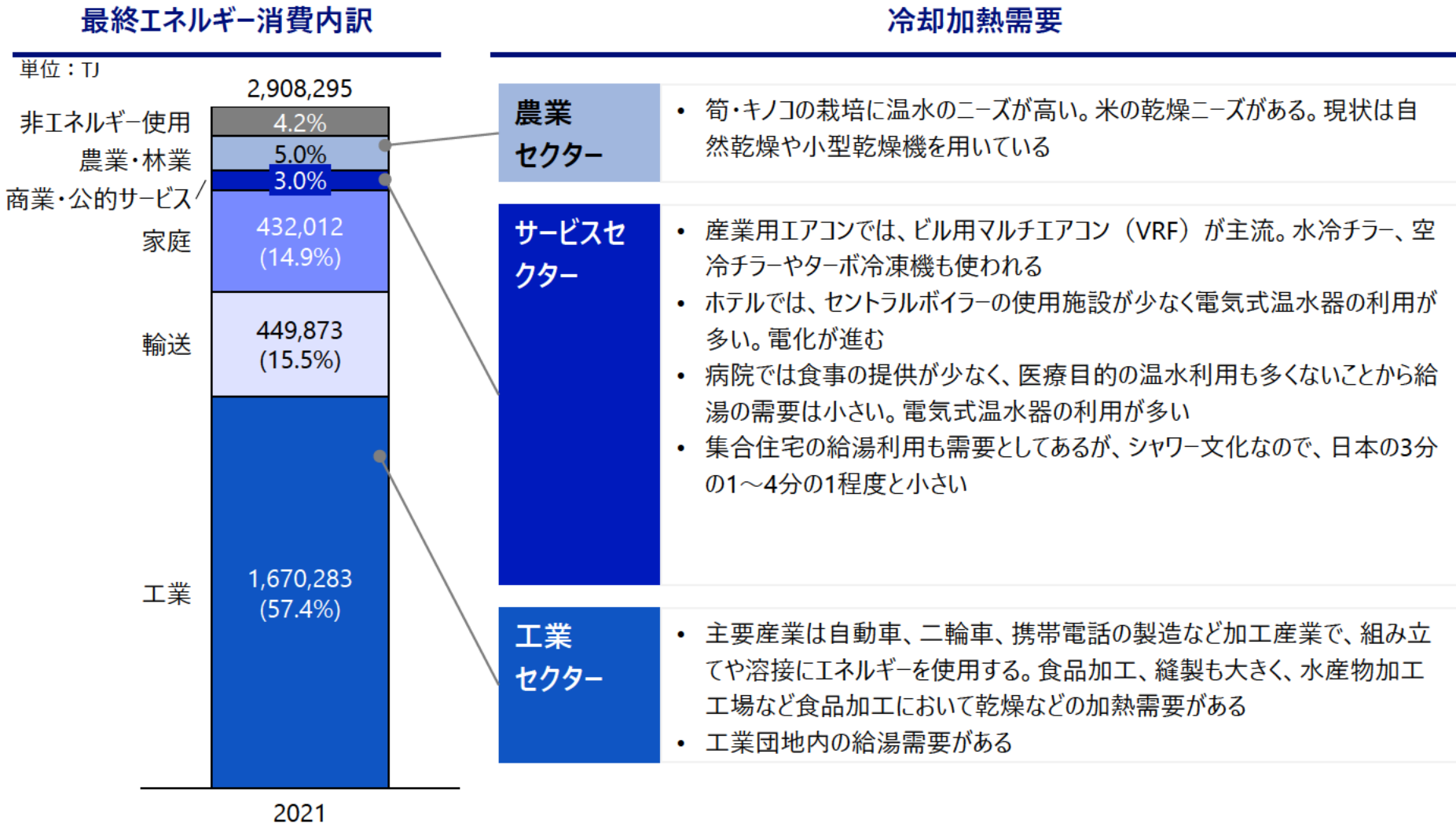
エネルギー輸出入量バランス*



注) *:プラス:輸入、マイナス:輸出
出所) IEA

2-1. 各国調査（ヒートポンプ） ベトナム

エネルギー消費量の約半分を占める工業セクターでは、機器類の加工産業の他、食品加工などもあり、一定の加熱需要があると想定される。サービスセクターのエネルギー消費量は工業に比べ小さい



2-1. 各国調査（ヒートポンプ） ベトナム

複数のヒートポンプ導入事例があり、ヒートポンプを含む省エネなどの研究機関があるが、導入は限られている

①ヒートポンプを取り巻く環境

②加熱/冷却需要の大きさ

③現状のヒートポンプの導入状況

④ヒートポンプに係る規制やインセンティブ

⑤今後のヒートポンプ導入の可能性

ヒートポンプの導入状況

- ハノイにおいてビングループの集合住宅、ロイヤルシティやタイムシティでヒートポンプが導入されている他、別法人のチプトラヴィラもヒートポンプを使っている
- ニャチャンのグリーンホテルでヒートポンプと太陽エネルギーの統合システムによる冷却システム導入プログラム、地中熱を利用したトランシーバー基地局の冷却プログラムなどがある
- 国内でヒートポンプを製造する現地メーカーはなく、国外から輸入

	事例1	事例2
メーカー	三菱電機 	GEA 
導入先	- Renaissance Riverside Hotel Saigon - Hotel Nikko Hanoi	Interflour Vietnam (Ba Ria Vung Tau province) 
導入機器	- ビルエネルギーマネジメントシステム (BEMS) - 高効率ボイラー、ヒートポンプ	カスタマイズされた冷凍およびヒートポンプ（穀物加工工程）
概要	- 各部屋に温水・冷水を供給 - Joint Crediting Mechanism (JCM)として実施	- 熱容量：12MW - 供給温度：60℃ - COP：5.22（年平均） - コンプレッサー：GEA Grasso スクリューコンプレッサー - 冷媒：アンモニア

ヒートポンプの研究状況

Green.DC



- グリーン開発センター（Green DC）は、ベトナム科学技術協会連合（VUSTA）の決定 No. 178/QD-LHHVN に基づいて2016年に設立された
- ベトナムの省エネ、クリーンエネルギーなど持続可能な社会の実現を目指し、コンサルティングサービスを提供する
- 日本ともヒートポンプに関してワークショップなどの交流や意見交換を行っており、ベトナムへのヒートポンプの導入について検討を進めている

ヒートポンプの直接的な記述はないが、エネルギー効率基準の達成や高効率機器に対するインセンティブがある

ポリシー

- 2050年のビジョンを見据えた2021年から2030年の国家エネルギーマスタープラン（Decision No.893/QĐ-TTg）
 - 発行時から2030年までは年率7%、2031年から2050年までは6.5～7.5%の経済成長のために十分なエネルギーを確保
- ベトナムエネルギー効率プログラム（VEEP3）
 - 2030年までに国のエネルギー消費量の8～10%を節約し、電力損失を6.0%削減する

経済的手法

- ベトナム・スケールアップ・アップ・エネルギー効率化プロジェクト（VSUEE）
 - 830万ドルが省エネプロジェクトを実施する工業企業に資金提供される
- Circular No.83/2016/TT-BTC
 - エネルギー効率の高い製品を製造するための機械設備の輸入に際し、輸入税を免除
- 法人所得税法
 - エネルギー効率の高い機器を製造する企業には優遇税率が適用される（通常税率20%に対し17%）
- Decision No.1393/QĐ-TTg
 - グリーンビル向けの製品メーカーにインセンティブを付与

規制的手法

- Decision No.20/CT-TTg
 - 工業企業に年間エネルギー消費量の少なくとも2%の節約を要求
- Decision No.14/2023/QĐ-TTg
 - 2025年までにエネルギー効率基準TCVN 8630:2010（エネルギー効率レベル最低70～90%など）を満たさない産業用ボイラーを撤去
- 再生可能エネルギー及び省エネルギーに関する法律
 - 組織、企業、個人に、省エネルギー機器の使用を要請、経済的支援を行う
- エネルギー効率に関する国家プログラム2019-2030に関するDecision No.280/QĐ-TTg
 - 2025年までに国家建築エネルギー基準（QCVN 09:2017/BXD）を遵守するための目標を設定
- Decree No.21/2011/ND-CP：産業におけるエネルギーの節約と効率的な使用に関する基準と要件を規定
- Circular No.19/2016/TT-BCT：ビール・飲料製造業におけるエネルギー消費基準を規定
- Circular No.38/2016/TT-BCT：プラスチック産業のエネルギー消費割当量を規定

その他

- Circular02/2014/TT-BCT
 - 産業界における経済的かつ効率的なエネルギー利用のためのソリューションが記載される

2-1. 各国調査（ヒートポンプ） ベトナム

①ヒートポンプを
取り巻く環境

②加熱/冷却
需要の大きさ

③現状のヒート
ポンプの導入状
況

④ヒートポンプに
係る規制やイン
センティブ

⑤今後のヒート
ポンプ導入の可
能性

参考) 商業用冷蔵キャビネットを除き、産業用ヒートポンプ及び冷蔵冷凍装置は非対象だが、ベトナムエネルギー効率プログラムにより低効率機器の輸入、製造、使用が禁止されている

Vietnam National Energy Efficiency Program (VNEEP)

- 社会経済の発展、国防・安全保障、及びエネルギー産業の持続的な発展、エネルギーの安定確保を図るためにエネルギー効率を高める取り組み
- 2019年にエネルギー効率、節約、エネルギー資源の保全に関する国家基本計画の概要を示すDecision No.280/QĐ-TTgにおいてVNEEP3が発効した
- VNEEPは2030年までに国のエネルギー消費量の8～10%の低減を達成するために、2025年までに以下を目指す
 - 電力損失を 6.5% 未満に削減する。産業部門の平均エネルギー消費率を削減
 - 工業団地の 70% と産業クラスターの 50% が省エネソリューションを利用する
 - 主要なエネルギー消費施設の 100% がエネルギー管理システムを適用する。主要な輸送企業の 100% が、車両制御のスキルとエネルギー節約のための技術的ソリューションを普及するプログラムを用意する予定
 - 都市と地方の 90% が省エネおよび効率的なプログラムを開発し、承認
- VNEEPでは、低エネルギー効率製品を排除すべき製品のリストを定めており、リストに掲載される製品に該当する場合、最低エネルギー性能基準 (MEPS) を適用し、エネルギー効率及びEEラベルを申請する必要がある

低エネルギー製品排除の対象となる製品

- a) 家電製品群：電球形蛍光灯、蛍光灯用電子安定器、蛍光灯用電磁安定器、直管形蛍光灯、貯湯式給湯器、赤外線ストーブ、電磁調理器、LED照明、ダクトレスエアコン、家庭用洗濯機機械、テレビ、炊飯器、扇風機、クーラー、冷蔵庫、冷凍庫
- b) オフィスおよび商業機器グループ：コンピューターモニター、コピー機、プリンター、ラップトップ、デスクトップ、商業用冷蔵キャビネット
- c) 産業機器グループ：三相非同期かご型電気モーター、配電変圧器、道路および街路照明用の LED 電灯、産業用のボイラー



根拠となる通達/決定

- Circular No.36/2016/TT-BCT：産業貿易省の管理下にある領域のエネルギーを消費する車両および機器のエネルギー ラベリングを規制
- Decision No.04/2017/QĐ-TTg：エネルギーラベルを貼付しなければならない車両および機器のリストと最低エネルギー効率レベル
- Decision No.24/2018/QĐ-TTg：排除する必要があるエネルギー使用機器および車両のリストとロードマップ

2-1. 各国調査（ヒートポンプ） ベトナム

①ヒートポンプを
取り巻く環境

②加熱/冷却
需要の大きさ

③現状のヒート
ポンプの導入状
況

④ヒートポンプに
係る規制やイン
センティブ

⑤今後のヒート
ポンプ導入の可
能性

研究機関がヒートポンプの開発に取り組んでおり、欧米系・日系メーカーがヒートポンプを導入した事例があるが、ほとんど導入は進んでいない

用途			温度	現状の導入状況	今後の導入可能性
加熱	産業（工業 セクターなど）	工業セクターでの 加熱	>200℃	高温帯におけるヒートポンプの 研究や導入は行われていない	高温帯の導入はまだ先となる 見込み
			100℃～200℃		
			35℃～100℃	導入された事例があるが多く ない	外資系企業の製造施設を中 心に導入の可能性がある
	サービスセク ター	暖房	25℃～35℃	導入された事例はほとんどな い	北部に暖房需要はあるが冬 季は短いため、導入される可 能性は小さい
		温水	25℃～35℃	電気式温水器の利用が主流。 ホテルにヒートポンプが導入され た事例がある	温水需要はそれほど大きくなく、 導入される可能性は小さい
冷却	産業（工業セク ターなど）	工業セクターでの冷 却	<20℃	導入された事例はほとんどない	冷温同時利用型で導入される 可能性がある
	サービスセクター	冷房	15℃～25℃	導入された事例はほとんどない	冷温同時利用型で導入される 可能性がある
		冷水	15℃～25℃		

0. 本事業の進め方

1. 性能調査

2-1. 各国調査（ヒートポンプ）

ノルウェー

オーストリア

フランス

インド

マレーシア

タイ

ベトナム

インドネシア

2-2. 各国調査（冷蔵冷凍装置）

3. 有望国の選定

4. 規格制定状況

5. ルール形成戦略・シナリオ

6. 二次利用未承諾リスト

2-1. 各国調査（ヒートポンプ） インドネシア

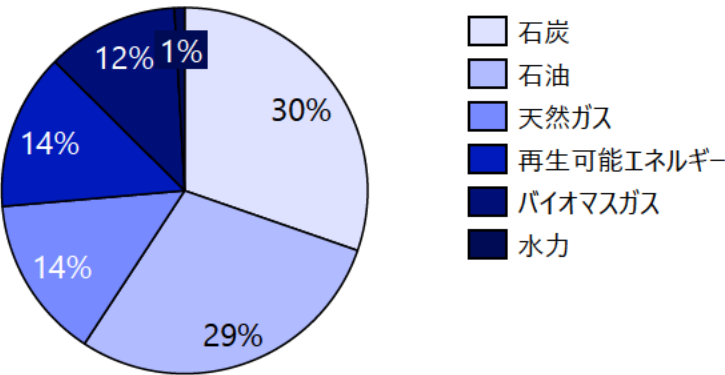
エネルギー資源が豊富であり、近年になって電力網が整えられてきた背景から、電力を用いるヒートポンプの認知度は低い。二酸化炭素排出量の多さは世界トップレベルであり、対応を迫られる可能性がある

ヒートポンプを取り巻く環境の特徴

1) エネルギー資源が豊富

- エネルギーの純輸出国として、非常に豊富な化石燃料を保有し、エネルギー消費の9割は化石燃料である
- 2019年時点で石炭資源は1,490億トン、潜在埋蔵量は376億トンと確認されている。石油は24億8,000万バレルあるとされ、さらに12億9,000万バレルが発見される可能性がある。天然ガスも確認済みの497億万バレルに加え、潜在量は275億5000万バレルとされている
- 世界最大である23.9GWの地熱エネルギーを持つと言われている。また、日照や水資源に恵まれ、太陽エネルギー208GW、水力も94GW以上あるとされている。バイオマスエネルギーも32.6GWと推定されている

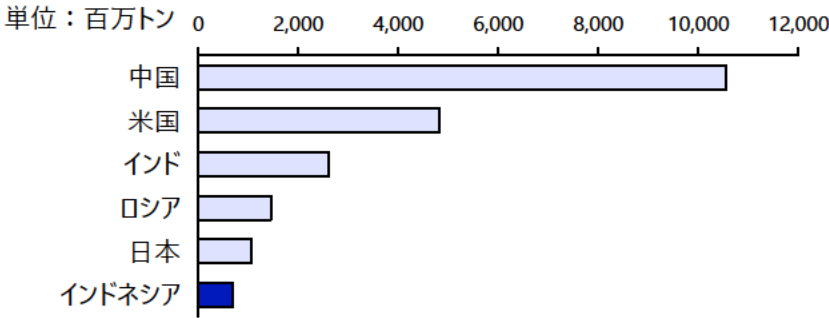
一次消費エネルギー源の内訳（2021年）



2) 世界で二酸化炭素排出量上位10カ国に入る。政府は温室効果ガス排出量の削減を約束

- 政府は2014年から複数の計画を立ち上げ、対応に取り組む。気候変動対策を2017年に国の政策の一つとし、低炭素イニシアティブを開始した
- 2022年9月には「電力供給のための再生可能エネルギー開発加速に関する大統領令2022年第112号」を制定し、新規石炭火力発電所建設の停止、既存の石炭火力発電所の閉鎖、自家発電石炭火力発電所の制限を打ち出した
- 移動手段として車の利用が伸びるにつれ、二酸化炭素排出量は急激に増加

二酸化炭素排出量*（上位6カ国、2022年）



3) 急速に国内の電気供給が進むが、依然として不安定

- 2020年には電化率は99.15%に達したが、24時間供給を受けられない地域も残る

原注）＊：エネルギーやセメント生産のために燃焼されたことに伴う二酸化炭素排出量
出所）アジア開発銀行、PLN、Energy Institute、Global Notes、IEA

2-1. 各国調査（ヒートポンプ） インドネシア

①ヒートポンプを取り巻く環境

②加熱/冷却需要の大きさ

③現状のヒートポンプの導入状況

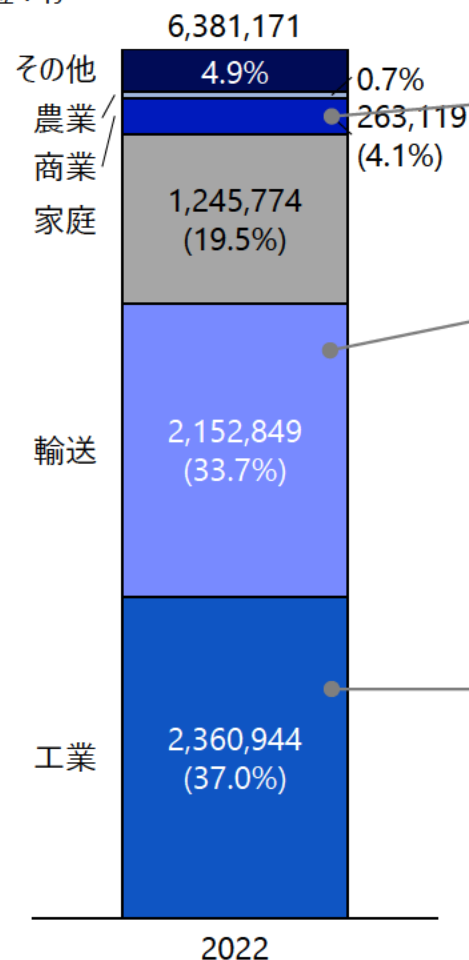
④ヒートポンプに係る規制やインセンティブ

⑤今後のヒートポンプ導入の可能性

最もエネルギーを消費しているのは産業セクターであるが、多くは施設内発電に使用される。高級ホテルやコンドミニアムでは、給湯の需要がある

エネルギー消費内訳（2022年）

単位：TJ



冷却加熱需要

サービスセクター

- サービスセクターでのエネルギー源は主に電気（60%）で、空調、給湯、給水ポンプ、照明に使われる。LPGのシェアは依然として高く、ホテルやレストランの調理、給湯に利用される
- ホテルやコンドミニアムでプールの温水需要があるが、病院では温水の利用は少ない

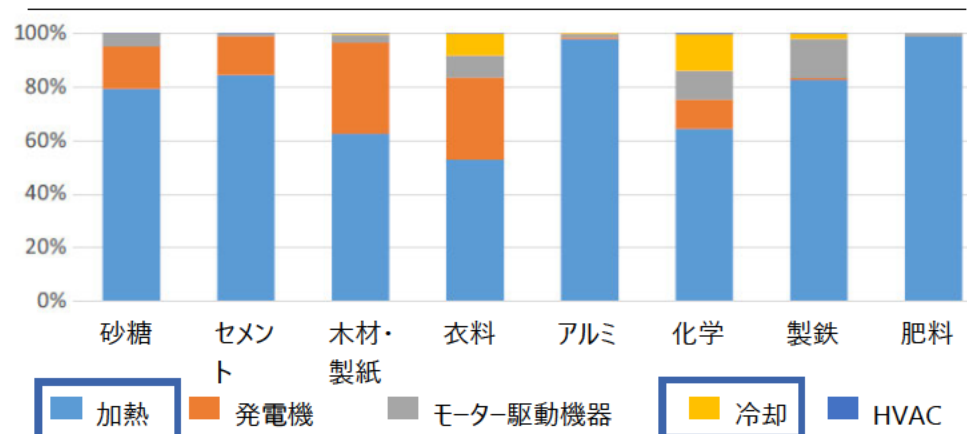
交通・運輸業

- 公共交通機関が不十分で、自家用車を使用する人が多いため、交通セクターにおいて主に消費されるエネルギーはガソリンである

産業

- 産業利用では、加熱利用がエネルギー需要の多くを占めるが、加熱用途には発電・熱駆動型モーターが含まれ、加熱需要の多くは施設内発電による

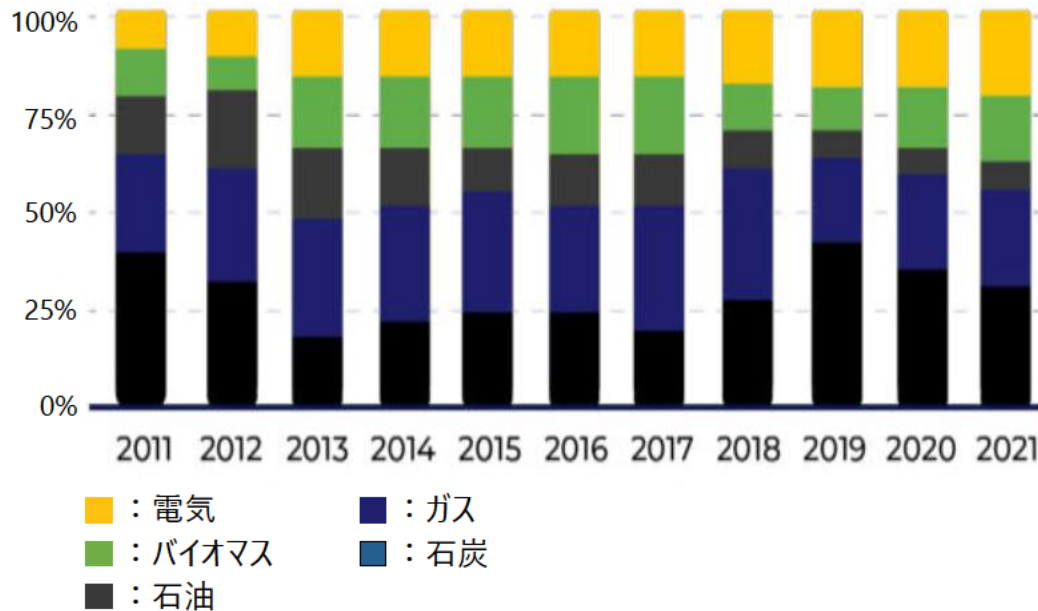
消費エネルギーの用途別内訳（2013年）



2-1. 各国調査（ヒートポンプ） インドネシア

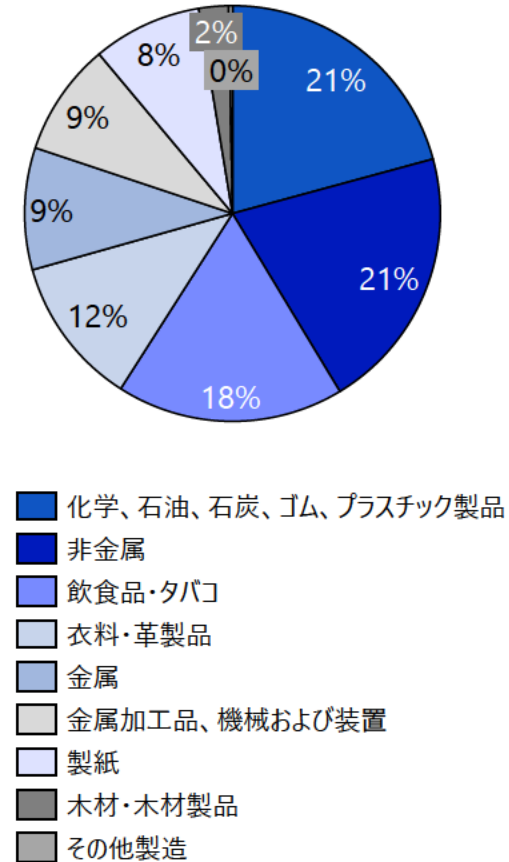
産業では電気の利用が増加しつつあるが、依然として多くの化石燃料が使われる。化学、非金属、食品、製紙業界においてエネルギー消費量が多い

一次消費エネルギー源の内訳推移



- 石炭と天然ガスは産業部門の主要なエネルギー源であり、半分以上を占める
- 電力の使用割合は、増加傾向にあり、2021年には19%となった
- 石炭は、鉄鋼、冶金、セメント業界において主に使用される。繊維、食品、飲料などの他の産業、紙パルプでも多量の石炭が使用される
- 化学産業、特にアンモニアの製造は、エネルギー源およびプロセス原料として主にガスを利用する

業界別最終エネルギー消費内訳（2015年）



2-1. 各国調査（ヒートポンプ） インドネシア

①ヒートポンプを取り巻く環境

②加熱/冷却需要の大きさ

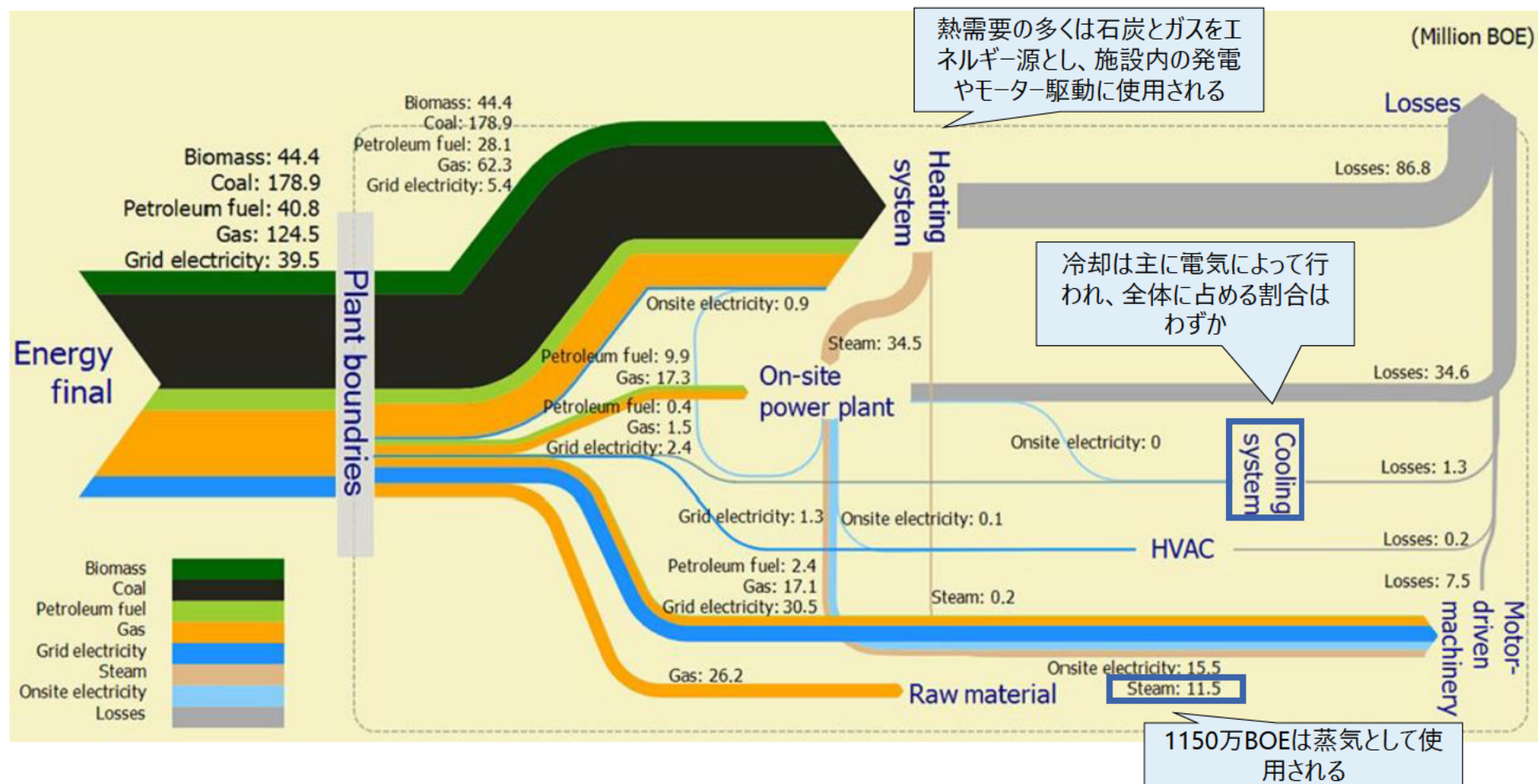
③現状のヒートポンプの導入状況

④ヒートポンプに係る規制やインセンティブ

⑤今後のヒートポンプ導入の可能性

エネルギーの多くが加熱に使われるが、その多くが施設内の自家発電装置を使用している。施設内発電の電力も含め、最終用途としてはモーター駆動が主な利用用途である

産業セクターにおけるエネルギーの流れ



出所) Yales Vivadinarら "Tracing the energy footprints of Indonesian manufacturing industry"

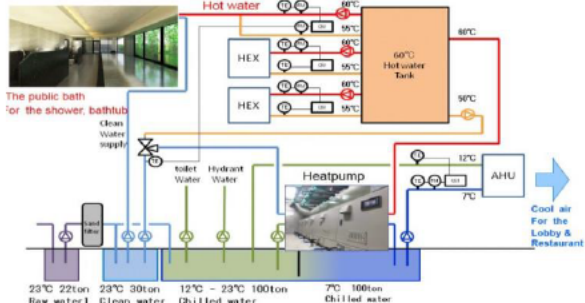
2-1. 各国調査（ヒートポンプ） インドネシア

インドネシアでヒートポンプを導入した事例で公開されたものは限定的で、ほとんど導入が進んでいないものと思われる

①ヒートポンプを取り巻く環境	②加熱/冷却需要の大きさ	③現状のヒートポンプの導入状況	④ヒートポンプに係る規制やインセンティブ	⑤今後のヒートポンプ導入の可能性
----------------	--------------	-----------------	----------------------	------------------

ヒートポンプの導入状況

- 産業用としては2013年にTraneがサンド医薬にヒートポンプを導入
- サービスセクター向けでは豊田通商及びNEWNTIDEが給湯・冷房用のヒートポンプを導入した事例がある

	事例1	事例2
メーカー	N/A	NEWNTIDE（中国メーカー、空気熱源ヒートポンプ専門）
導入先	・ 豊田通商 長期滞在者及び出張者向けサービスアパートメント	・ インドネシアで開催されたアジア競技大会のプール及び大会ホール
導入時期	・ 2017年	・ 2018年
導入機器	・ 冷温同時取出し型ヒートポンプ（温水側：大浴場の給湯、冷却側：空調）	・ 冷温同時取出し型ヒートポンプ（温水側：プールの給湯、冷却側：空調）
概要	- Joint Crediting Mechanism (JCM)として実施 - 熱源システムの効率は従来のボイラーに比べ4倍以上となる見込み 	 

国として温室効果ガスの低減を宣言しエネルギー効率改善に取り組むが、主に空調含む建物のエネルギー効率に対する規制・インセンティブであり、ヒートポンプにはフォーカスしていない

ポリシー

- **Government Regulation No. 79/2014**
 - 新エネルギーと再生可能エネルギーを2025年に23%、2050年に31%まで導入することを目指す
 - 石炭の使用量を2025年までに全体の30%、2050年に同25%以下とする
 - ガスの使用量を2025年までに全体の22%、2050年に同24%以下とする
- **Electric Power Business Plan 2021 – 2030**
 - 2025年までに再生可能エネルギーの利用率を23%にする
- **National Master Plan for Energy Conservation (RIKEN)**
 - 1995年に作成されたのち、2005年に改訂。2025年までにエネルギー強度*を1%/年低減する

経済的手法

- **Green Building認証を受けた建物に対するインセンティブ**
 - Ministry of Environment and Forestry (MoEF) 及びMinistry of Public Works and Public Housing (MPWPH) による認証或いはGreen Building Council Indonesiaによる認証を受けた建物に対し、建築確認免除や増築の補償などを提供

規制的手法

- **最低エネルギー性能基準 (MEPS)**
 - Regulation of Ministry of Energy and Mineral Resources No.57 :2017に基づく主に家電を対象とした基準
- **Government Regulation Number 33 2023年**
 - エネルギー管理、エネルギー性能基準、エネルギー管理などの省エネのプログラムと活動を規定
- **建物のエネルギーに関する国家規格**
 - エネルギーマネジメントに関し、複数の国際規格の導入及び国家規格の制定を行う (SNI ISO 50001、SNI 6196:201、SNI 6197:2020、SNI 6389:2020、SNI ISO 50006:2014、SNI ISO 50046 : 2019等)

注) *: エネルギー強度とは一単位あたり必要なエネルギー消費量

出所) EBTKE及びDanish Energy Agency“ Roadmap for an energy efficient, low-carbon buildings and construction sector in Indonesia”、政府情報

2-1. 各国調査（ヒートポンプ） インドネシア

ヒートポンプの認知度は低く、産業分野ではほとんど導入事例がない

①ヒートポンプを
取り巻く環境

②加熱/冷却
需要の大きさ

③現状のヒート
ポンプの導入状
況

④ヒートポンプに
係る規制やイン
センティブ

⑤今後のヒート
ポンプ導入の可
能性

用途			温度	現状の導入状況	今後の導入可能性
加熱	産業	プロセス加熱	>500℃	高温帯におけるヒートポンプの研究や導入は行われていない	高温帯の導入はまだ先となる見込み
			100℃～200℃		
			35℃～100℃	導入事例はほとんどない	導入の可能性は大きくはない
		暖房	25℃～35℃	暖房需要はない	暖房需要はない
	サービスセクター	温水	25℃～35℃	プールを備えるホテルや高級コンドミニアムは多くヒートポンプ給湯機が導入される事例があるが、ボイラーや電気温水器の置き換えはスペースや配管の関係で進んでいない	経済力のある大企業や外資系企業において給湯のためのヒートポンプ導入の可能性はある
冷却	産業（工業セクターなど）工業セクターでの冷却		<20℃	導入事例はほとんどない	冷却のみでの導入は考えにくいですが、冷温同時利用型での導入の可能性はある
	サービスセクター	冷房	15℃～25℃	地域暖房がエネルギー効率に寄与するという研究はあるが、実際の導入事例はない	地中熱ヒートポンプよりも地熱発電が主に検討されているため、直近で導入される可能性は低い
		冷水	15℃～25℃		

0. 本事業の進め方

1. 性能調査

2-1. 各国調査（ヒートポンプ）

2-2. 各国調査（冷蔵冷凍装置）

欧州（ノルウェー・オーストリア・フランス）

インド

マレーシア

タイ

ベトナム

インドネシア

3. 有望国の選定

4. 規格制定状況

5. ルール形成戦略・シナリオ

6. 二次利用未承諾リスト

2-1. 各国調査（冷蔵冷凍装置）

①冷蔵冷凍装置を取り巻く環境

②現状の自然冷媒の使用状況

③冷蔵冷凍装置に係る規制やインセンティブ

④今後の自然冷媒導入の可能性

本章では、各国の冷却需要及びそれに影響を与える要因、自然冷媒の現在の使用状況を把握することで、今後の自然冷媒の導入可能性を把握した

項目	目的	実施内容
①冷蔵冷凍装置を取り巻く環境	冷却需要の大きさなど、冷蔵冷凍装置の需要に影響を与える要因について明らかにすることで、冷凍冷蔵庫を取り巻く環境について把握する	冷却需要、コールドチェーンの状況、冷蔵冷凍装置に影響を与え得る要因から冷蔵冷凍装置の市場について把握した
②現状の自然冷媒の使用状況	自然冷媒の導入事例、自然冷媒に関する統計情報などから自然冷媒の現状の使用状況を把握する	使用されている冷媒の情報等を収集し、自然冷媒の使用状況について考察した
③冷蔵冷凍装置に係る規制やインセンティブ	- フロン系冷媒の抑制及び自然冷媒の導入を後押しする政策として、大前提となるポリシー、及び政策を把握することにより今後の導入可能性を把握する - 政策に関しては、経済的な支援、より強制的に導入を促す規制的手法の2つの側面に関して把握する	「ポリシー、経済的手法（インセンティブ）、規制的手法（規格・ルール等）」の観点でフロン系冷媒に関する政策及び自然冷媒に関する政策を調査した
④今後の自然冷媒導入の可能性	今後の自然冷媒の導入可能性を把握する	上記①～③を踏まえて、将来的な自然冷媒の導入可能性について考察した

2-1. 各国調査（冷蔵冷凍装置）

対象国の対象装置の導入状況及び導入に影響を与え得る要因について調査し、市場の状況を把握。また、調査対象各国における対象製品群について、市場・関連政策を調査した

- 欧州（ノルウェー・オーストリア・フランス）では、アンモニア、二酸化炭素及びプロパンなどの自然冷媒の採用が進んでいる。各国の政府も複数の規制やインセンティブを取り入れ、フロン系冷媒の低減と自然冷媒を利用した冷蔵冷凍装置の導入に積極的である
- アジア（インド・タイ・ベトナム・マレーシア・インドネシア）では、まだ自然冷媒の意識は低く、フロン系冷媒から自然冷媒に移行する動きは限定的である。しかし、アジアでは、アンモニア冷媒からフロン系冷媒に移行する動きがあまり大きくなかったため、アンモニア冷媒の冷蔵冷凍装置はフロン系冷媒のものと並んで一般的に使用されている

■ 各国の自然冷媒導入状況及び今後の導入可能性

	ノルウェー	オーストリア	フランス	インド	マレーシア	タイ	ベトナム	インドネシア
現状の導入状況	- フロン系冷媒がまだ主流であるものの、スーパーマーケットを中心に自然冷媒の導入が進んでいる 2021年時点でCO2冷媒の冷蔵冷凍装置は欧州全体で4万台が導入されている - 低充填アンモニア冷蔵冷凍装置の導入も欧州全体で2,450台と進んでいる			- 元々アンモニア冷媒を使用した冷蔵冷凍装置がフロン系冷媒と並んで主流 - 一部に限りCO2冷媒も使用される	大規模企業で環境に配慮した低充填アンモニア冷蔵冷凍装置やCO2冷媒を導入した事例があり、事例は限られるものの、導入は進んでいる	- 元々アンモニア冷媒を使用した冷蔵冷凍装置がフロン系冷媒と並んで主流 - 一部では自然冷媒の導入もされるが限定的		
今後の導入可能性	- EUとしての規制に加え、フロン冷媒に対する課税やフロン回収の仕組みがある - 自然冷媒製品を優遇しており、今後も自然冷媒を使用した冷蔵冷凍装置は増加の見込み	EUとしての規制に加え、自然冷媒を使用する業務用冷凍機の購入補助を国の政策として取り上げている。今後も自然冷媒を使用した冷蔵冷凍装置は増加の見込み	EUとしての規制に加え、フロン系冷媒への課税、自然冷媒に対する優遇税を取り、自然冷媒の利用を促進する。今後も自然冷媒を使用した冷蔵冷凍装置は増加の見込み	- アンモニア冷媒の冷蔵冷凍装置は低価格であることから今後も伸びる見込みである - 政府はフロン規制を行うが、まずは冷却設備の十分な供給が優先されている	他国同様、一定のフロンを制限する姿勢を見せけているが、自然冷媒の促進策はなく、直近で自然冷媒の導入が大きく進む可能性は小さい	- アンモニア冷媒の冷蔵冷凍装置は低価格であることから今後も伸びる見込みである - 自然冷媒の規制もあり、大きく自然冷媒導入が進む可能性は小さい	- アンモニア冷媒の冷蔵冷凍装置は低価格であることから今後も伸びる見込みである - 直近で自然冷媒の導入が大きく進む可能性は小さい	- アンモニア冷媒の冷蔵冷凍装置は低価格であることから今後も伸びる見込みである - 直近で自然冷媒の導入が大きく進む可能性は小さい

0. 本事業の進め方

1. 性能調査

2-1. 各国調査（ヒートポンプ）

2-2. 各国調査（冷蔵冷凍装置）

欧州（ノルウェー・オーストリア・フランス）

インド

マレーシア

タイ

ベトナム

インドネシア

3. 有望国の選定

4. 規格制定状況

5. ルール形成戦略・シナリオ

6. 二次利用未承諾リスト

2-2. 各国調査（冷蔵冷凍装置） ノルウェー・オーストリア・フランス

欧州ではフロン系冷媒の使用は減ってきているが、依然として使用され続けている。2018年時点で自然冷媒を使用したチラーは多くなかった

①冷蔵冷凍装置を取り巻く環境

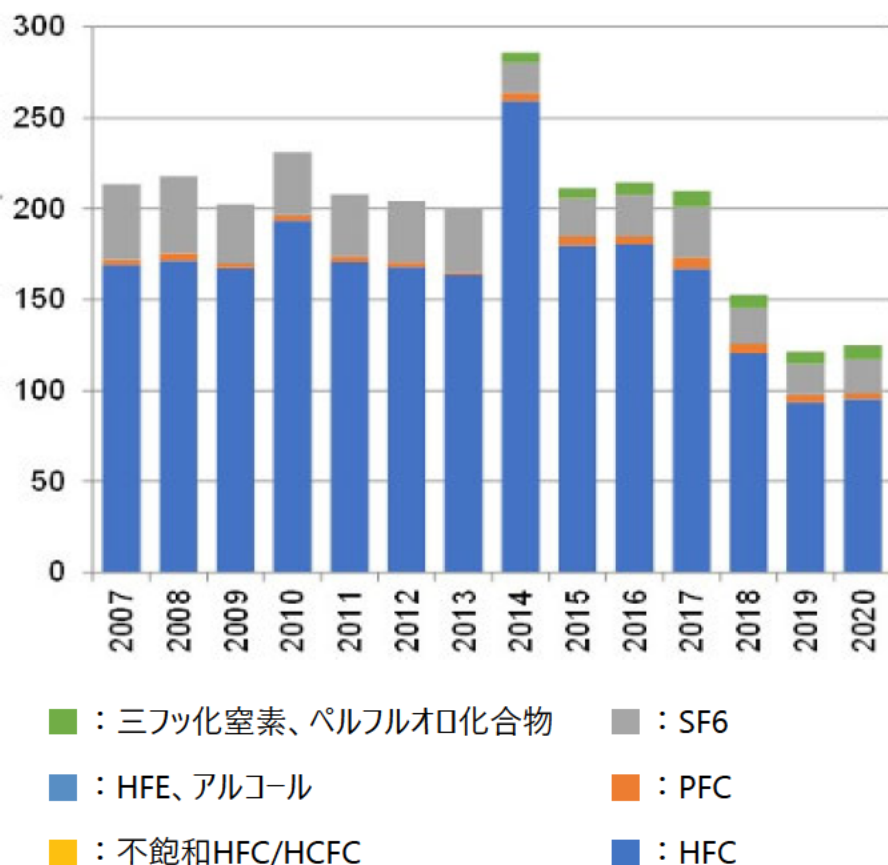
②現状の自然冷媒の使用状況

③冷蔵冷凍装置に係る規制やインセンティブ

④今後の自然冷媒導入の可能性

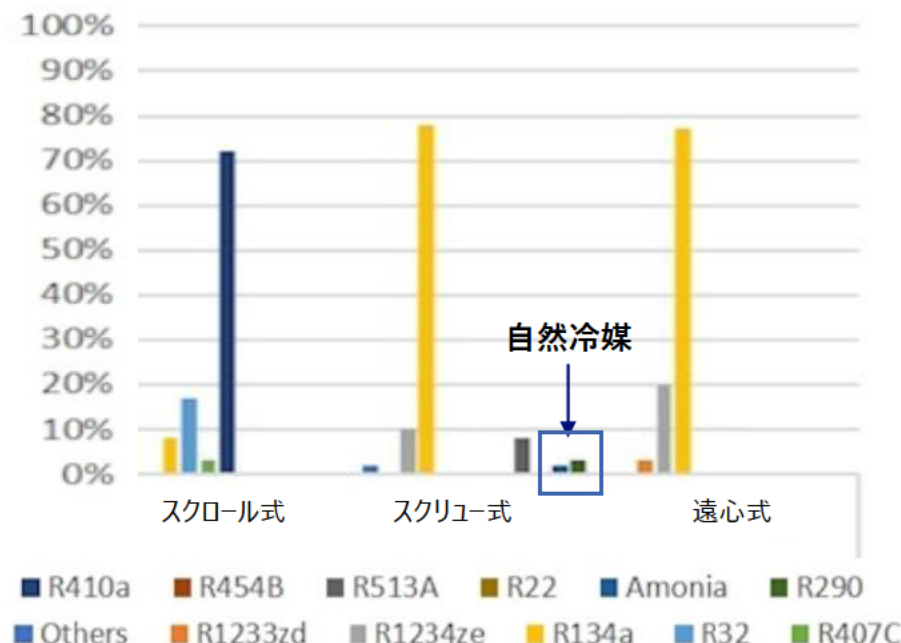
欧州におけるフロン系冷媒の供給量（冷媒別）

単位：MtCO₂e（二酸化炭素換算メートルトン）



チラーの冷媒使用状況（2018年）

圧縮機によって主流となる冷媒は異なるものの、依然としてフロン系冷媒が使われる



注）民間での使用を含む。空調、ヒートポンプの冷媒利用も含む

出所）European Environment Agency「Support contract for an Evaluation and Impact assessment for amending Regulation (EU) No517/2014 on fluorinated greenhouse gases」、BSRIA

2-2. 各国調査（冷蔵冷凍装置） ノルウェー・オーストリア・フランス

①冷蔵冷凍装置を取り巻く環境

②現状の自然冷媒の使用状況

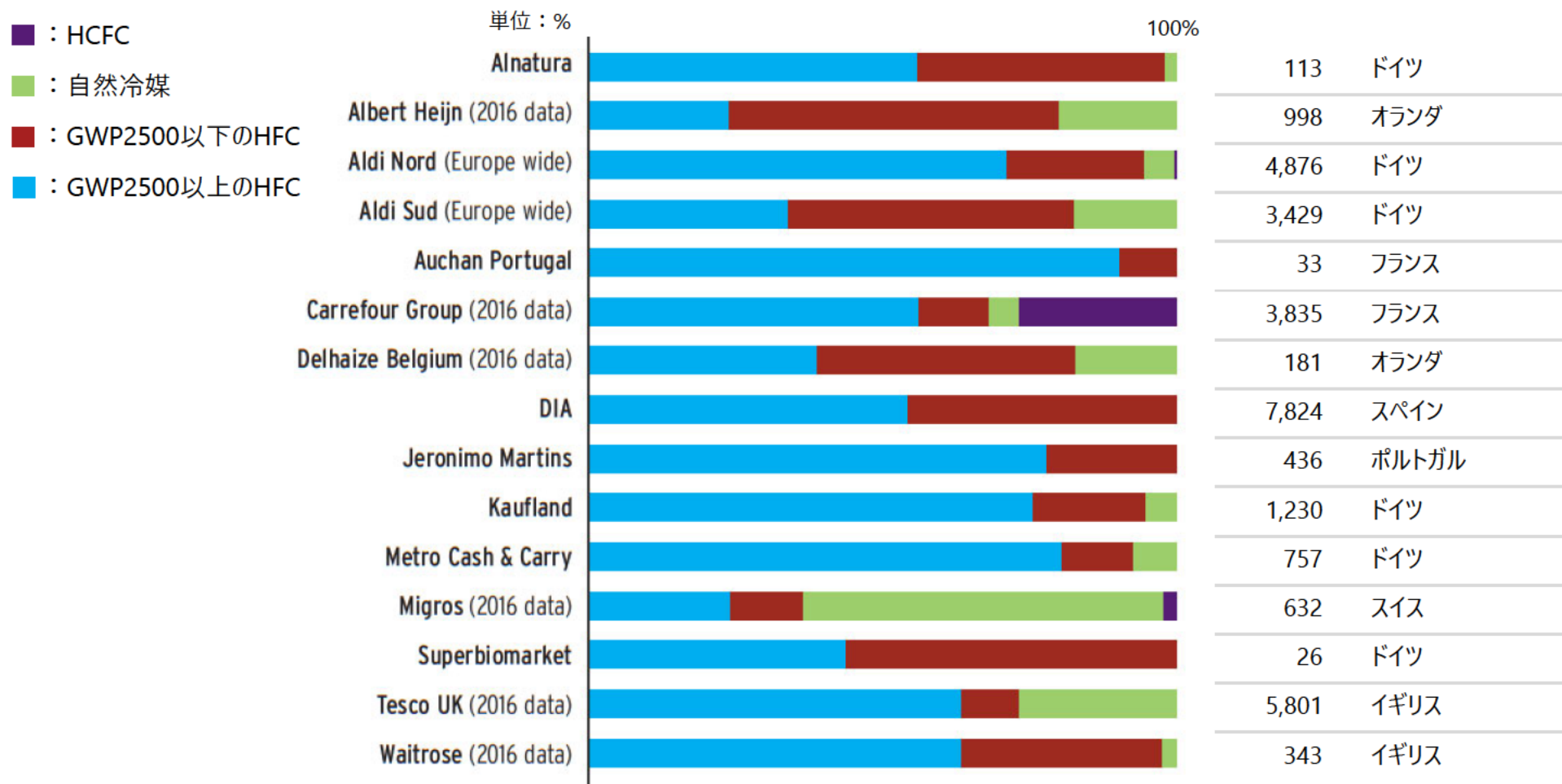
③冷蔵冷凍装置に係る規制やインセンティブ

④今後の自然冷媒導入の可能性

2016年時点では、欧州における冷媒はまだHFCが主流ではあったが、欧州の複数の小売店において自然冷媒導入の動きが見られる

主な小売店の冷媒使用状況^{*1}

店舗数・HQ所在地^{*2}



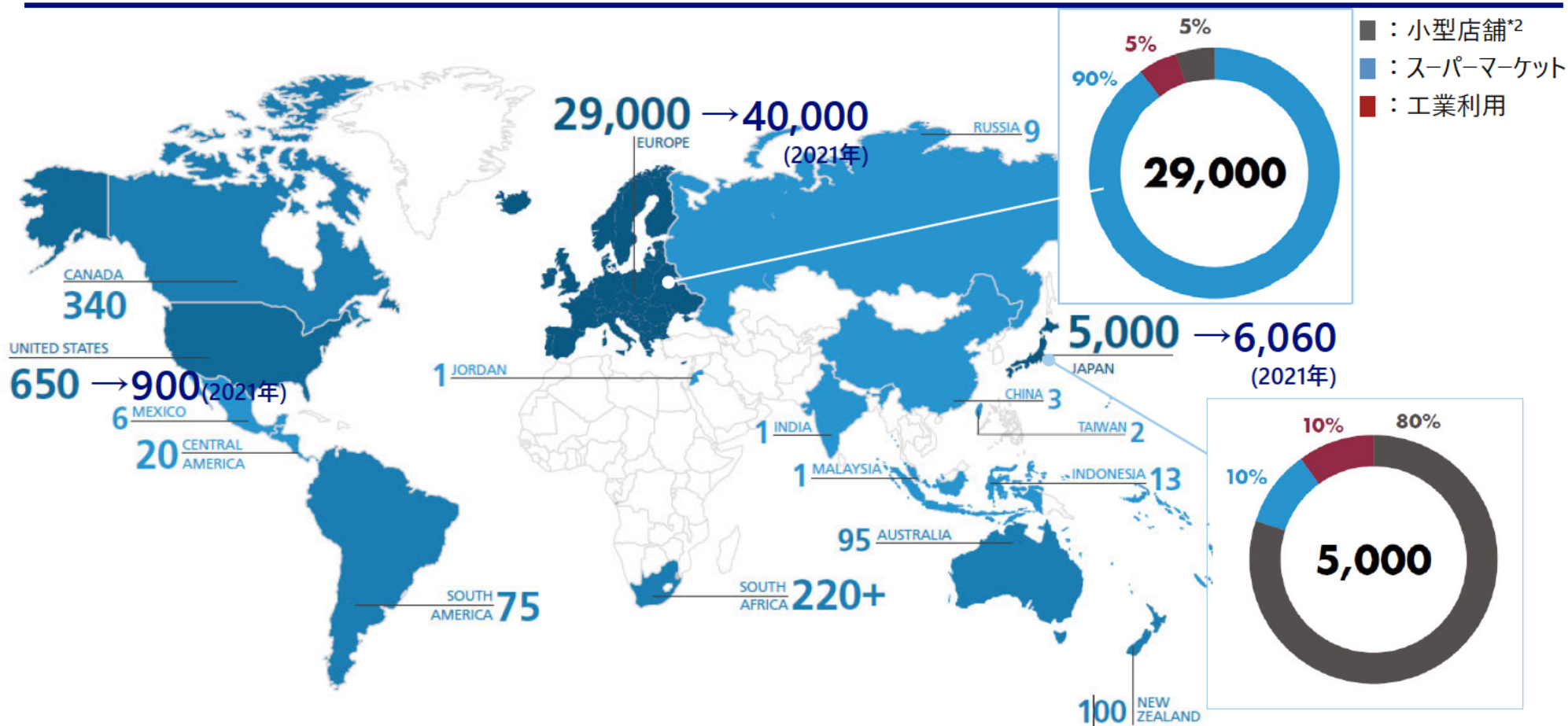
注) *1:年号の記載のないものは2015年、“2016 data”とあるものは2016年、*2:2017年時点

出所) EIA「chilling Facts vii」

2-2. 各国調査（冷蔵冷凍装置） ノルウェー・オーストリア・フランス

2020年時点では、CO2冷媒の冷蔵冷凍装置の導入は欧州及び日本がリードしており、大きく増加が見られる。欧州では、スーパーマーケットを中心に広まっている

CO2冷媒を用いた遷臨界サイクル冷蔵冷凍装置*1の設置数（2020年調査）



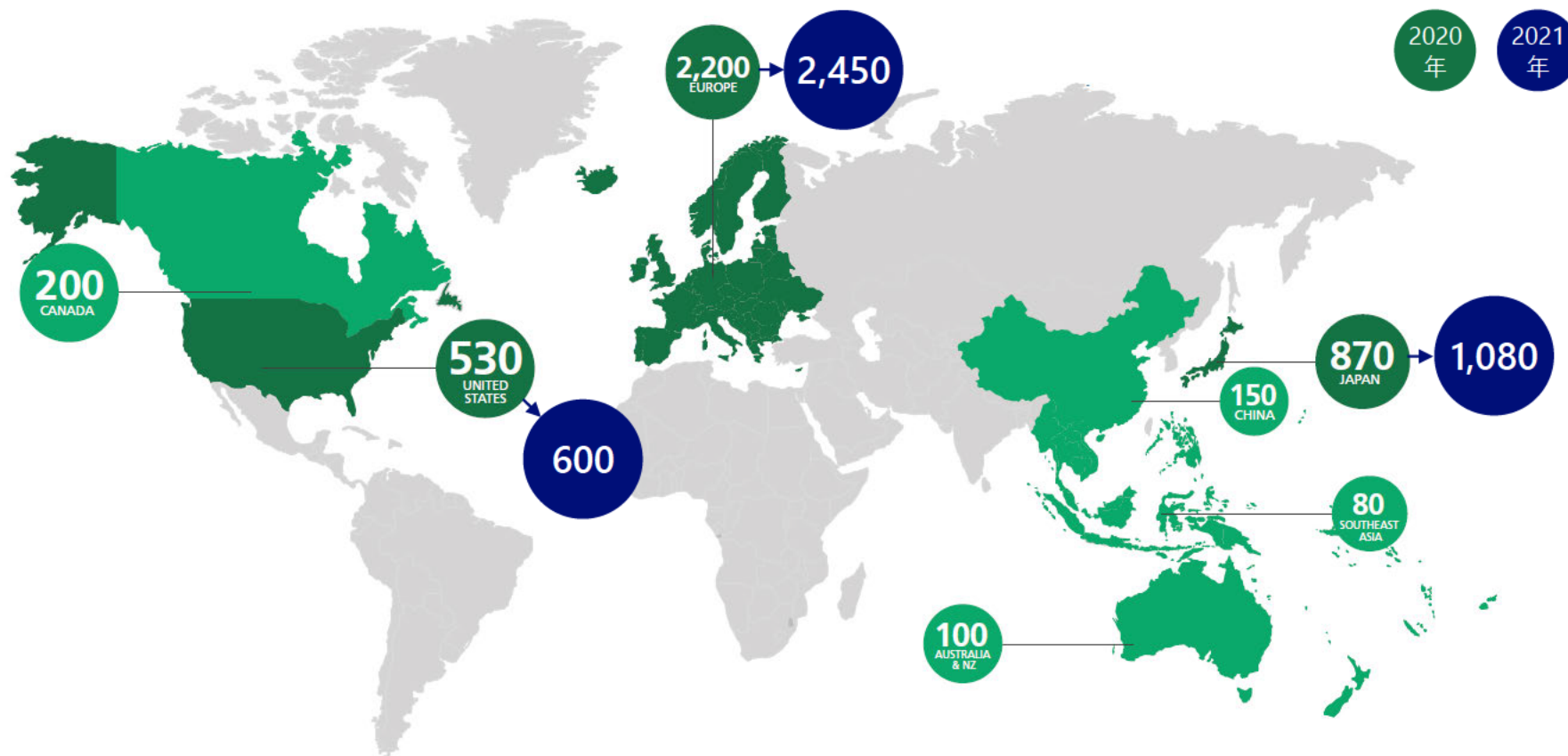
注）*1: 冷媒の低圧側は亜臨界圧、高圧側は臨界圧力以上とする遷臨界サイクルで運転する冷蔵冷凍装置で高効率という特徴を有する
 日本の「小型店舗」の多くはコンビニエンスストア、CO2を冷媒として使う場合遷臨界サイクルとなるため、ここでの数がCO2冷媒の冷蔵冷凍装置と考えられる
 出所）ATMOSphere、Shecco、European Environment Agency「Support contract for an Evaluation and Impact assessment for amending Regulation (EU) No517/2014 on fluorinated greenhouse gases」
 Copyright (C) Nomura Research Institute, Ltd. All rights reserved. **NRI** 93

2-2. 各国調査（冷蔵冷凍装置） ノルウェー・オーストリア・フランス

アンモニア冷媒は1世紀以上前から使われているが、安全性が考慮されていないものも多い。安全面の懸念を低減する低充填アンモニア冷媒の冷蔵冷凍装置の導入が欧州中心に進みつつある

低充填アンモニア冷蔵冷凍装置の設置数（2020年調査）

- アンモニアは、1世紀以上にわたって産業用冷凍の冷媒として広く使用されてきたため、現在、アンモニアはヨーロッパの大規模産業用冷凍施設の90%を占める
- 低充填アンモニアシステムは、安全への要求と効率化要求の高まりに伴い、注目されている



原注) 主にアンケートなどの調査によるものであり、網羅的ではない

出所) ATMOSphere、Shecco

2-2. 各国調査（冷蔵冷凍装置） ノルウェー・オーストリア・フランス

オーストリア、フランスはEU加盟国としてフロン系冷媒の低減や自然冷媒推進に取り組む。

ノルウェーは欧州連合（EU）の加盟国ではないが、欧州経済領域（EEA）協定によりEUと緊密な関係にあり、フロン系冷媒を含むEU指令や規制のほとんどが適用される

EUの冷媒に関するポリシー及び政策

	フロン系冷媒	自然冷媒
ポリシー	- 国家エネルギー・気候統合計画 - フロン系冷媒冷凍機器の段階的廃止のロードマップ	N/A
経済的手法	N/A	- EU Horizon 2020 ENOUGH プロジェクト - 食品加工産業における冷媒としてのアンモニアに関する研究に資金を提供
規制的手法	- EUのFガス規制 2048年までにEU域内のHFC使用量を2015年比で2.4%まで削減することを目指す - フロン系冷媒を使用する空調機器を禁止し、アンモニア冷凍システムの使用を促進する - EU「オゾン規制」EC 1005/2009 - 海上冷媒としてのR-22の完全な段階的廃止	N/A

2-2. 各国調査（冷蔵冷凍装置） ノルウェー・オーストリア・フランス

EUとしての規制、インセンティブのみならず、各国政府は国家政策を導入し、フロン系冷媒から自然冷媒への移行を進める

フロン系冷媒

自然冷媒

ノルウェー

- 気候エネルギー基金（エノバ）
 - 温室効果ガス排出量削減を目的としたグリーン・プロジェクトを推進するため、年間26億ノルウェークローネを資金提供する
- ノルウェー冷媒回収財団
 - 環境当局のフロン系冷媒を回収、再生又は破壊する要求を受け、設立
- HFCおよびPFC税
 - 輸入されたHFCとPFCには最大で1kgあたり63ユーロが課税されるが、アンモニア冷媒には課税されない

- ノルウェー公共建設・不動産総局（Statsbygg）
 - 非住宅用ヒートポンプの冷媒としてアンモニアの使用を指示
- グリーン調達方針
 - 2020年、ノルウェーは今後の公共調達と建設において、アンモニアなどの自然冷媒を使用した製品のみを選択することを発表

オーストリア

N/A

- 購入費用補助
 - Ministry of Climate Action and Energy（BMK）による、自然冷媒を使用する効率的な産業用冷蔵冷凍装置の購入費用の最大30%の還付
- Austrian Association of Refrigeration開催のアカデミー（研修・教育）への参加費補助
 - アンモニア系冷媒の使用に関する従業員のスキルアップを推進

フランス

- フロン系冷媒に対する課税（2019年財政法案）
 - HFC税として30ユーロ/CO₂換算トンが課される

- 気候変動と未来
 - エコロジー・持続可能な開発・エネルギー省は、自然冷媒やアンモニア冷媒を含む有望なエネルギー効率研究開発プロジェクトに助成金を交付
- フロンフリー冷媒への優遇税（2019年財政法案）
 - HFCフリーの冷凍・空調機器購入に対する40%の税優遇

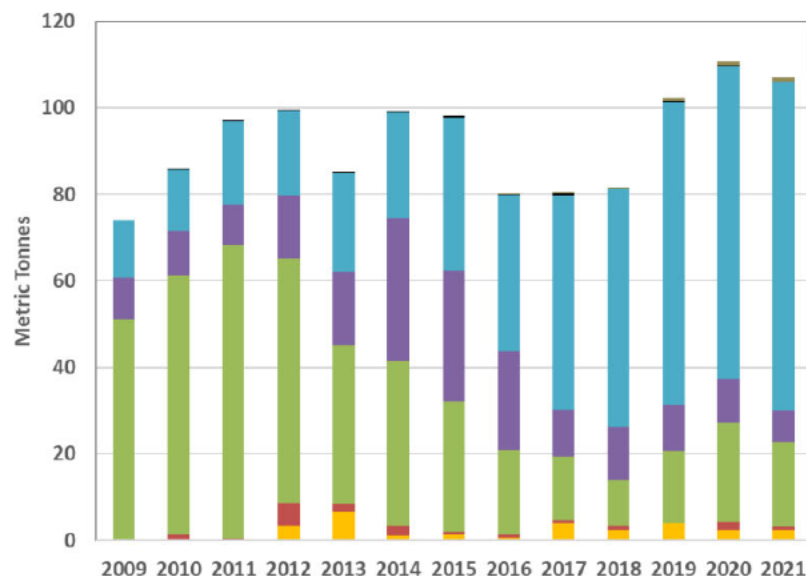
2-2. 各国調査（冷蔵冷凍装置） ノルウェー

①冷蔵冷凍装置を取り巻く環境	②現状の自然冷媒の使用状況	③冷蔵冷凍装置に係る規制やインセンティブ	④今後の自然冷媒導入の可能性
----------------	---------------	----------------------	----------------

参考）ノルウェー政府はフロン系冷媒の回収に積極的で、独自の国内税および還付金制度を導入する。制度の導入により、回収量は大幅に増加した

ノルウェーにおけるガス回収量

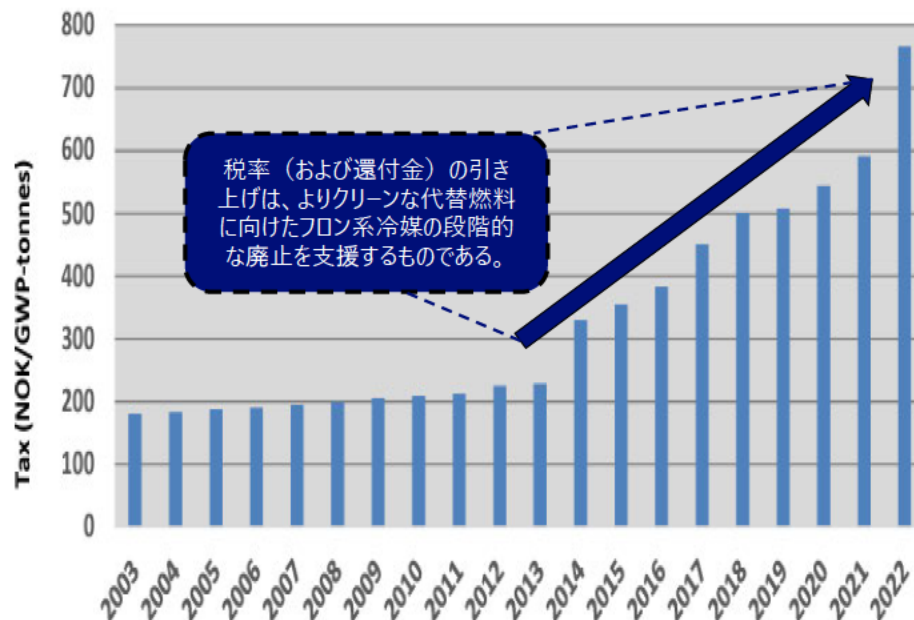
単位: トン



フロン系冷媒を回収し、使用量を段階的に減らし、自然でGWPの低い冷媒への移行を進めている。

ノルウェーのHFCおよびPFCに対する税金*

2003年からフロン系冷媒の輸入と生産に対する課税を導入し、2004年にはこれら物質の破壊に対し、税金の還付を開始
2014年からは還付金を引き上げ、回収を促進



注）使用済みガス1キロ当たりの還付レベルは、輸入による課税レベルと同じである。承認された破壊技術によってガスが市場から撤去されたことを証明する書類に基づいて認められる。

出所）エネルギー・環境・水評議会（CEEW）

2-2. 各国調査（冷蔵冷凍装置） ノルウェー・オーストリア・フランス

フロン系冷媒もまだ使用されるが、世界の中でも自然冷媒の利用は進んでおり、アンモニア、二酸化炭素、プロパンが使用される

用途	冷蔵冷凍装置種類	主に使用される冷媒
サービスセクター	移動式エアコン（MAC）	N/A
	ルームエアコン（RAC）	R290, HFC, HFO
	パッケージ直膨式（DX）	N/A
	可変冷媒流量（VRF）	N/A
	チラー（スクロール）	R290, HFC, HFO
	チラー（スクリュー）	R290, R717, HFC, HFO
	遠心冷凍機	R134A、R1234ze、R1233zd
	小型商用冷蔵冷凍装置	R744, R290, HFC, HFO
	セントラル型冷蔵冷凍装置	R744, HFC, HFO
	コンデンシングユニット	R744, R290, HFC, HFO
産業（工業セクターなど）	小型冷蔵庫	R744, R717, HFC, HFO
	産業プロセス（ミルクチラー等）	N/A
	業務用冷蔵冷凍装置	N/A
コールドチェーン	冷蔵冷凍倉庫・トラック	業務用冷蔵冷凍装置・冷蔵トラック
		N/A

0. 本事業の進め方

1. 性能調査

2-1. 各国調査（ヒートポンプ）

2-2. 各国調査（冷蔵冷凍装置）

欧州（ノルウェー・オーストリア・フランス）

インド

マレーシア

タイ

ベトナム

インドネシア

3. 有望国の選定

4. 規格制定状況

5. ルール形成戦略・シナリオ

6. 二次利用未承諾リスト

2-2. 各国調査（冷蔵冷凍装置） インド

①冷蔵冷凍装置を取り巻く環境

②現状の自然冷媒の使用状況

③冷蔵冷凍装置に係る規制やインセンティブ

④今後の自然冷媒導入の可能性

世界トップレベルの食品及び医薬品の生産国であるインドは、産業の成長に伴い、冷却需要も急激に伸びている。食品廃棄量を課題視する政府の後押しもあり、コールドチェーンを中心に成長する見込み

冷蔵冷凍装置を取り巻く環境

1) 世界第二の食品生産国かつ産業における冷却需要が大きい

乳製品：

- インドは世界最大の牛乳生産国。2021年から2022年には5.29%/年で成長。乳製品の加工や保管に冷却需要があり、冷蔵冷凍装置の需要が伸びている

水産物：

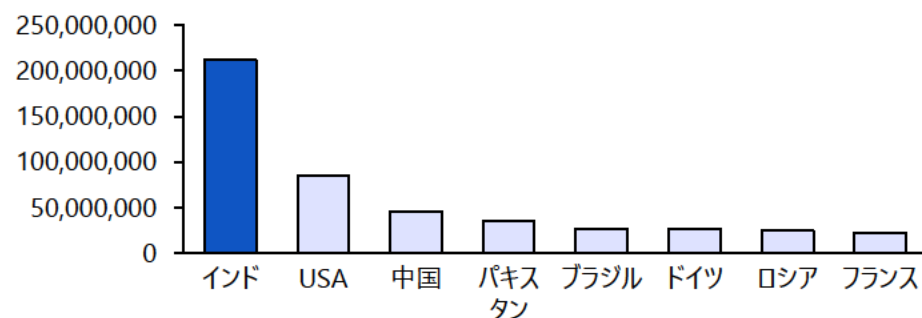
- インドからの水産物輸出は大きく伸びており、2022年は過去最高の7億7,958万米ドルを達成

製薬：

- ジェネリック医薬品の生産量では世界三位で、世界のワクチンの約半分を担っている。ワクチンの適切な保管のための冷却需要が高まっている

[産業における冷却需要例] 乳製品の生産額（2021年）

単位:千米ドル

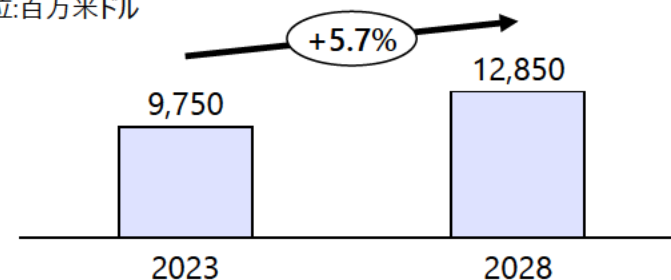


2) 政府によるコールドチェーン開発促進

Ministry of Food Processing Industries (MoFPI) は廃棄ロス最小化及び農家の収入増加を掲げ、コールドチェーンと貯蔵設備を構築する政策として補助金の支給等を行っている。例えば、食品加工産業省 (MoFPI) の下で Pradhan Mantri Kisan Sampada Yojana (PMKSY) を通じコールドチェーンプロジェクト376件が承認され、進められている

コールドチェーンの市場規模

単位:百万米ドル



3) 気温上昇に伴う冷却需要の上昇

熱波が襲い、死者も出るほど記録的な高温を経験したインドは、冷却設備の十分な供給が課題と見られている。インド政府も「India Cooling Action Plan」を発行し、冷却需要を満たすことに優先的に取り組む

2-2. 各国調査（冷蔵冷凍装置） インド

①冷蔵冷凍装置を取り巻く環境

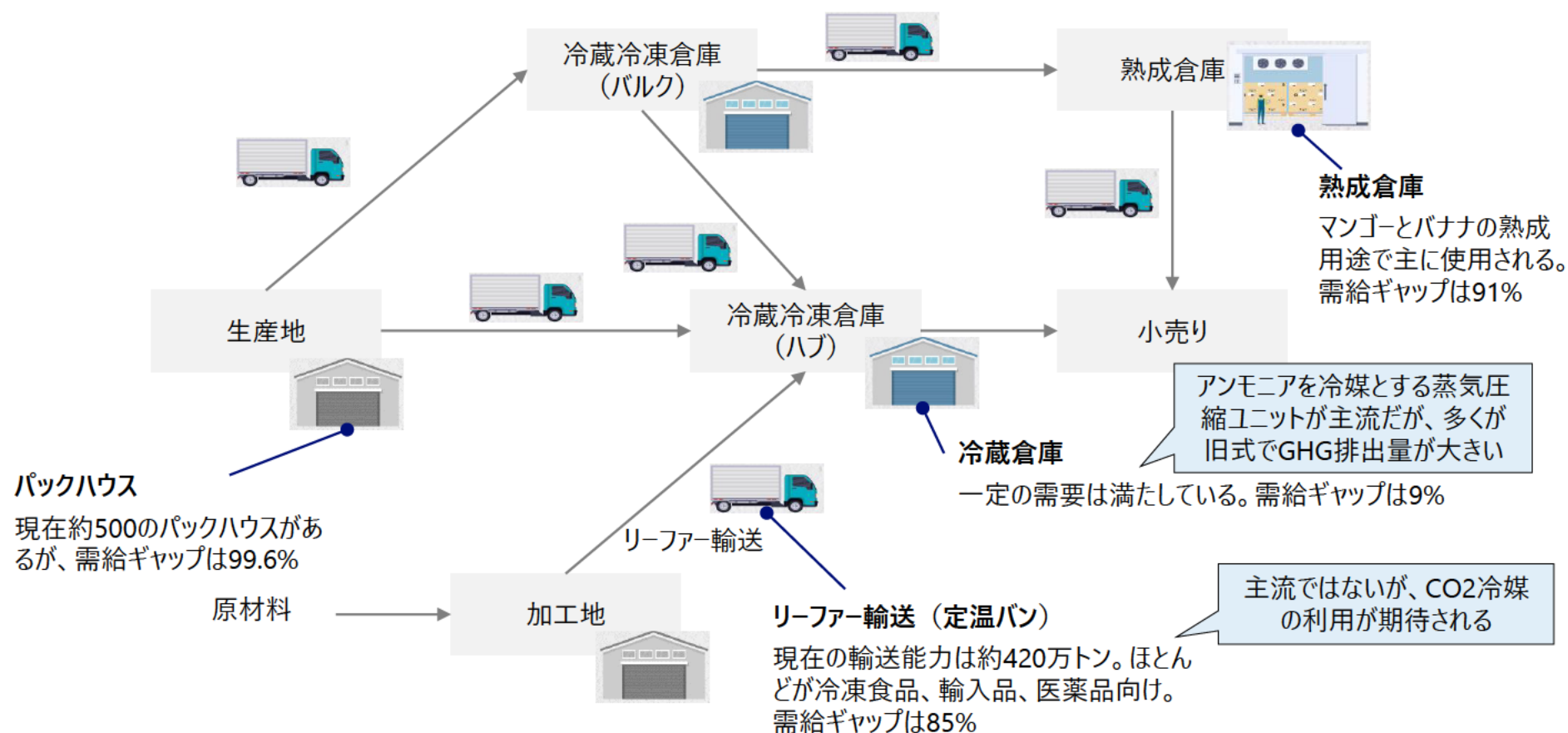
②現状の自然冷媒の使用状況

③冷蔵冷凍装置に係る規制やインセンティブ

④今後の自然冷媒導入の可能性

コールドチェーンは、大きな需要に供給が追いついていない状況。冷蔵冷凍倉庫は一定の需要は満たしているが、旧式のアンモニア冷媒を用いた装置が主流で効率や安全面の課題がある

典型的なコールドチェーンと冷却装置



2-2. 各国調査（冷蔵冷凍装置） インド

コールドチェーンの市場は大きく成長することが期待されている

コールドチェーン市場規模

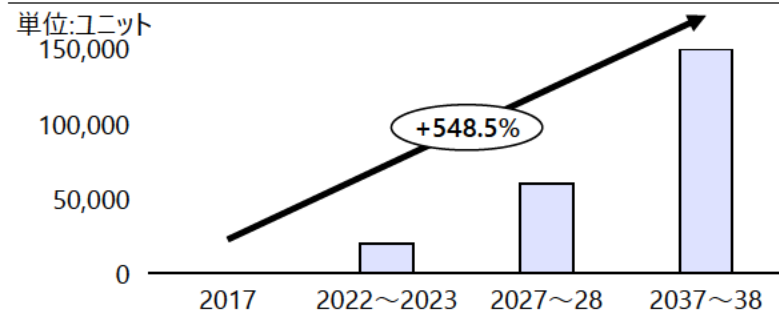
①冷蔵冷凍装置を取り巻く環境

②現状の自然冷媒の使用状況

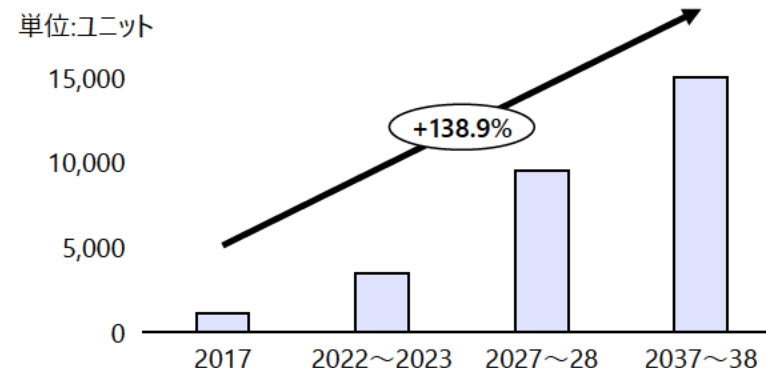
③冷蔵冷凍装置に係る規制やインセンティブ

④今後の自然冷媒導入の可能性

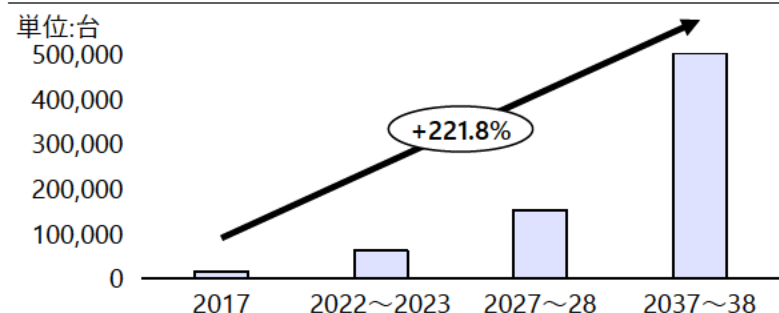
パックハウスの市場規模



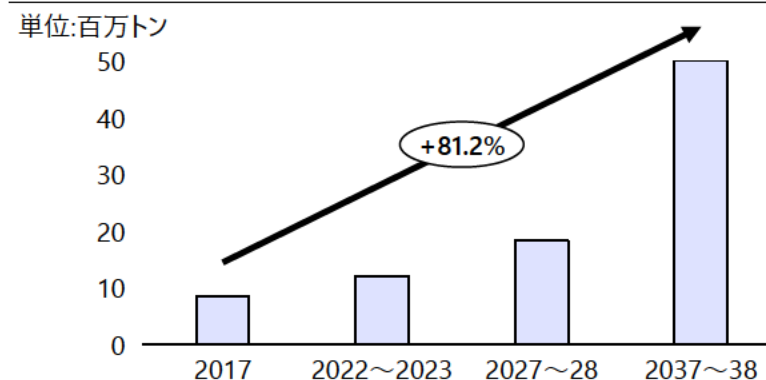
熟成室の市場規模



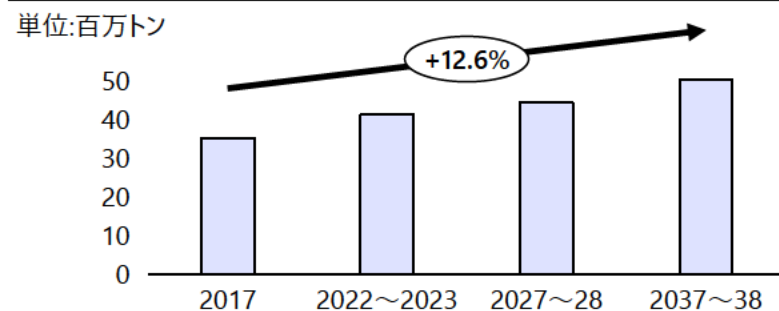
リーファー輸送車の市場規模



商業用冷蔵冷凍装置の市場規模



倉庫市場規模



出所) India Cooling Action Plan

Copyright (C) Nomura Research Institute, Ltd. All rights reserved.

2-2. 各国調査（冷蔵冷凍装置） インド

冷却需要としては、建物の冷房など空間冷却が最も大きい、産業プロセスでの需要も大きい

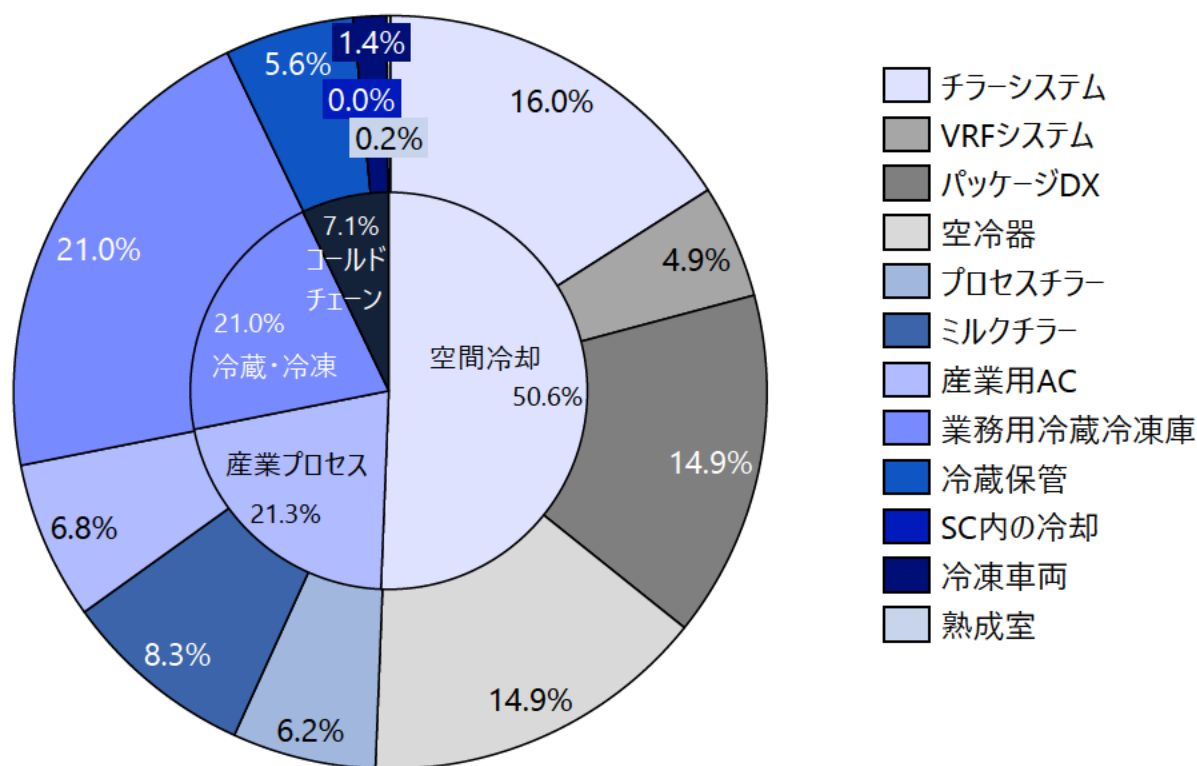
① 冷蔵冷凍装置を取り巻く環境

② 現状の自然冷媒の使用状況

③ 冷蔵冷凍装置に係る規制やインセンティブ

④ 今後の自然冷媒導入の可能性

用途別冷却需要*（2017年）



*注）大部分が住居向けのルームエアコン、ファンを除く、**原注）インタビューや文献等からの推測

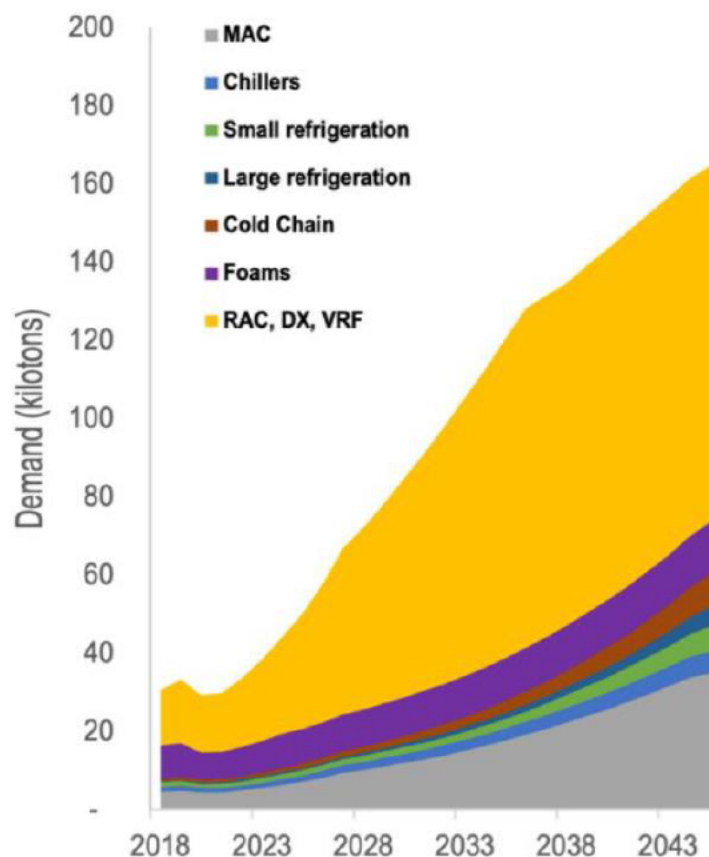
出所）India Cooling Action Plan、Alex Hillbrandら「Scenarios for future Indian HFC demand compared to the Kigali Amendment」、Ministry of Power
「Demand Analysis for Cooling by Sector」よりNRI作成

2-2. 各国調査（冷蔵冷凍装置） インド

過去からアンモニア冷媒が使用されてきた経緯により、アンモニア冷媒の冷蔵冷凍装置も多い。更なる自然冷媒への移行も重要視されているが、十分な冷却設備の導入が急務のため、フロン冷媒も増加傾向

フロンの使用量推移（推計）

- 低価格の冷房、冷蔵冷凍装置の導入により、フロンの使用量は増加すると予想されている



低GWP冷媒の開発状況

- インドはフロンを国内で製造しており、フロン冷媒産業が存在する。一方で低GWP冷媒の代替フロンの開発は進んでおらず、低GWP冷媒ベースのコンプレッサーは輸入に大きく依存する
- 設置済みシステムの冷媒を低GWP冷媒に置き換えることは検討されておらず、ほとんど行われていない

India Cooling Action Plan

2019年インドのMinistry of Environment, Forests and Climate Changeは持続可能な冷却のためのアクションプランを制定し、冷却設備の十分な供給とエネルギー効率、自然冷媒などへの研究を表明



2-2. 各国調査（冷蔵冷凍装置） インド

①冷蔵冷凍装置を取り巻く環境

②現状の自然冷媒の使用状況

③冷蔵冷凍装置に係る規制やインセンティブ

④今後の自然冷媒導入の可能性

アンモニア冷媒を利用した冷蔵冷凍装置の利用例は多い。一方で、CO2冷媒は、研究開発が進むものの、製品の販売や導入事例は限られる

アンモニア冷媒を利用した冷蔵冷凍装置の事例



Fortune Dairy
新しい乳製品製造工場にGEAの4500rpmのスクリーチャーを導入（2021年）



KOOL SOLUTIONS INDIA
ムンバイに物流センターを備え、物流サービスを提供する。インドの冷蔵または冷凍の農産物を受け入れるコールドチェーン倉庫では、アンモニア冷媒を使用した冷蔵冷凍装置が稼働している



農家向け冷蔵冷凍装置 (New Leaf Dynamic Tech)
New Leaf Dynamic Technologiesが開発したGreenCHILLは、農場廃棄物を利用した電源で動作する小規模農家向け冷蔵冷凍装置でアンモニア冷媒を使用する点でも環境に配慮している



MOTHERDAILY
デリーで最大規模を誇る乳製品製造業のMOTHERDAILYは、総容量1,400トン規模のアンモニア冷媒のスクリーチャーを使用

自然冷媒の移行を推進する動き（Danfoss）



インド内に、アンモニア冷媒の取扱を含むトレーニングを提供する施設を開設（2019年）。チェンナイには、低GWPの冷媒の開発と使用を即リンするためのセンター・オブ・エクセレンスを設立（2021年）

インド科学大学（IISc）及びインド工科大学（IIT）とも協力して、インドの状況に合わせた自然冷媒として二酸化炭素を導入するための活動を進める

2-2. 各国調査（冷蔵冷凍装置） インド

①冷蔵冷凍装置を取り巻く環境

②現状の自然冷媒の使用状況

③冷蔵冷凍装置に係る規制やインセンティブ

④今後の自然冷媒導入の可能性

低GWP冷媒の重要性は認識され研究開発を促進する意向だが、まずは十分な冷却設備の国内全土への導入が優先。自然冷媒に係る規制やインセンティブは未整備

ポリシー

- **India Cooling Action Plans**
 - 全ての新規建設する建物（商業施設含む）はEnergy Conservation Building Codeに準拠する
 - 低GWP冷媒の利用、冷却システムの省エネ化（冷蔵冷凍装置、コールドチェーン）
 - 低GWP冷媒の開発とインド国内での生産
 - 冷却需要を満たす一案としての受動的冷却システム（扇風機等）の導入、断熱性能の向上
- **キガリ改正案の批准**
 - HFCを2047年に80%まで低減する段階的低減計画

フロン系冷媒

自然冷媒

経済的手法

- **低GWP代替HFCの研究開発イニシアティブ**
 - 環境・森林・気候変動省（MoEF&CC）による研究開発プログラム
 - 政府、研究機関、産業界、市民社会が参加

N/A

規制的手法

- **Ozone Depleting Substances（規制・管理）規則2000**
 - HCFCを含む製品の輸入、製造、新規設置、冷却能力増強の禁止
- **国内法No.10/29/2014/OC**
 - HFCの回収、破壊の義務付け
 - HFCの使用量、破壊量の申告による管理
 - HFC放出の禁止

N/A

その他

- **Pradhan Mantri Kaushal Vikas Yojana（PMKVY）**
 - 10万人の技術者を対象とした研修
 - 適切な整備方法と新しい代替冷媒の研修を行う

N/A

冷却設備へのインセンティブ

- **タミル・ナドゥ州「物流政策と統合物流計画2023（Tamil Nadu Logistics Policy & Integrated Logistics Plan 2023）」**
 - 技術導入費用の50%補助や、コールドチェーン整備の車両登録費の還付
- **特定の分野における控除**
 - コールドチェーンの設備に対し、資本的支出の100%を控除

2-2. 各国調査（冷蔵冷凍装置） インド

① 冷蔵冷凍装置を取り巻く環境

② 現状の自然冷媒の使用状況

③ 冷蔵冷凍装置に係る規制やインセンティブ

④ 今後の自然冷媒導入の可能性

他のアジア対象国と同様、アンモニア冷媒の冷蔵冷凍装置を元々使用していたことから、今もアンモニアがフロンと並び主要な冷媒である。一部で環境を配慮して自然冷媒を導入した事例もあるが限定的

用途		冷蔵冷凍装置種類	主に使用される冷媒
サービスセクター	空間冷却	移動式エアコン（MAC）	HFC-134a
		ルームエアコン（RAC）	R22、R32、R410A、R290
		パッケージ直膨式（DX）	R410A、R32
		可変冷媒流量（VRF）	R-410A
		チラー（スクロール）	R410A、R407C
		チラー（スクリュー）	R134A
	冷蔵冷凍	遠心冷凍機	R134A、R123
		レシプロ	R22
産業（工業セクターなど）	冷蔵冷凍	小型冷蔵庫	HFC-134a、R404A、R744、R407、R410A
		産業プロセス（ミルクチラー等）	R717
		業務用冷蔵冷凍装置	R404A R407A、R410A
コールドチェーン	冷蔵冷凍倉庫・トラック	業務用冷蔵冷凍装置・冷蔵トラック	R717、R404A、R22、R134a

0. 本事業の進め方

1. 性能調査

2-1. 各国調査（ヒートポンプ）

2-2. 各国調査（冷蔵冷凍装置）

欧州（ノルウェー・オーストリア・フランス）

インド

マレーシア

タイ

ベトナム

インドネシア

3. 有望国の選定

4. 規格制定状況

5. ルール形成戦略・シナリオ

6. 二次利用未承諾リスト

2-2. 各国調査（冷蔵冷凍装置） マレーシア

①冷蔵冷凍装置を取り巻く環境

②現状の自然冷媒の使用状況

③冷蔵冷凍装置に係る規制やインセンティブ

④今後の自然冷媒導入の可能性

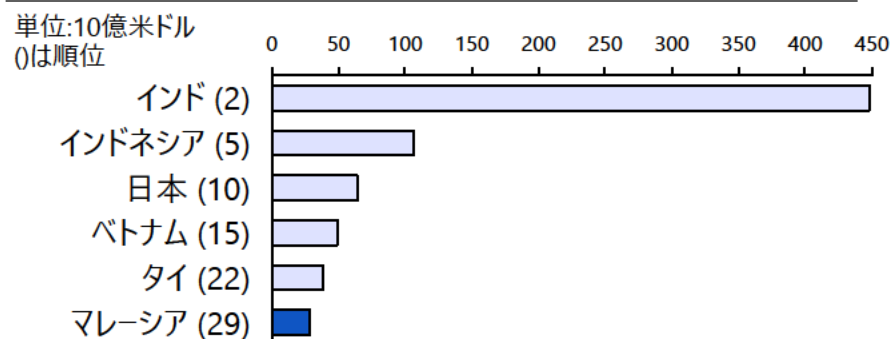
マレーシアではコールドチェーンが一定程度整っている。冷却需要を必要とする産業は大きくないが、ハラル需要などからコールドチェーンの需要が伸びる可能性が高い

冷蔵冷凍装置を取り巻く環境

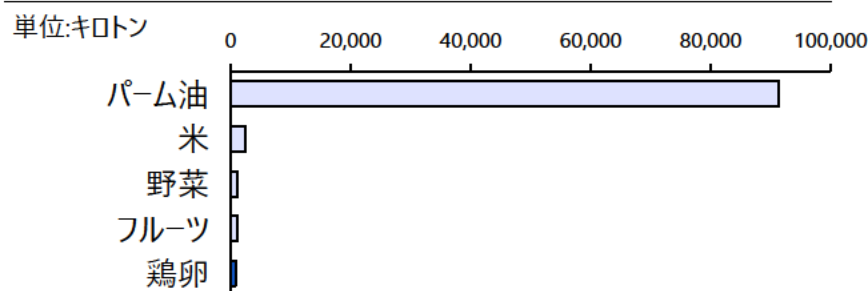
1) 冷蔵冷凍装置を主に使用する食品産業は小さい

- アジアの対象国の中で農業の生産量は小さく、生産の多くがパーム油である

国別農産物の生産額（2021年）



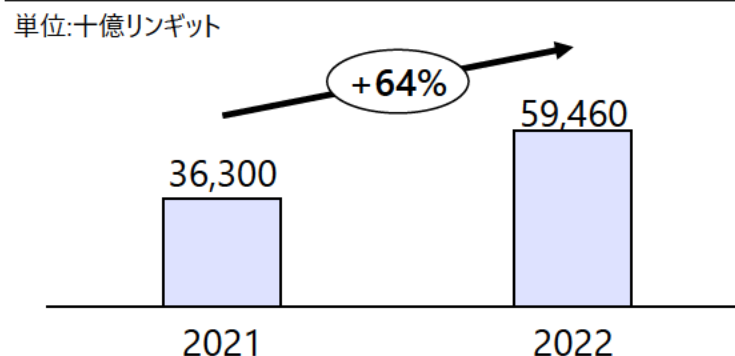
マレーシアの生産量の多い農作物（2021年）



2) コールドチェーンは一定程度普及

- コンビニエンスストアやスーパーマーケットなどの近代的な小売店が増加しており、コールドチェーンが整ってきている
- 政府は、Malaysia Shipping Master Plan（2017-2022）の中で、物流の変革を目指した。MSMPは2022年に正式に終了とされたが、物流への一定の効果があつた
- 温度管理、記録、取扱等の規定を満たす認可輸入業者及び卸売業者に対する認証制度が導入され、2023年10月時点で35企業リストアップされている（主にワクチン等の厳格な温度管理を必要とする企業を対象とする）
- サプライチェーンの中でもハラルサプライチェーンは重要視される領域の一つだが、ハラル肉の取り扱い中の温度変化が課題となっている。このために、最適な温度維持の需要が高まっている。

マレーシアのハラル輸出額



2-2. 各国調査（冷蔵冷凍装置） マレーシア

自然冷媒を使用した冷蔵冷凍装置の導入事例は限られるが、環境を配慮した自然冷媒の動きが見えている点で、他のアジア対象国よりも進んでいる

自然冷媒を利用した冷蔵冷凍装置の導入事例

• Scantec Refrigeration Technologies

- マレーシアの冷蔵倉庫に低充填アンモニアを導入（2021年）
- 2段スクリー圧縮機式で通常の約4分の1と少ない500kgのアンモニアを使用した冷蔵冷凍装置は高いパフォーマンスを達成



• Panasonic

- マレーシアの食品スーパー“Jaya GROCER”にCO2冷媒を使用した冷凍機を納入（2017年）
- Department of Environment, Ministry Of Natural Resource & Environmentの助成プログラム「The Multilateral fund for the implementation of Montreal Protocol」を活用している



OCU-CR2001MVF

• 日本熱源/FFM Engineering

- マレーシアで初の遷臨界CO2冷蔵システムを産業用に導入した事例
- クアラルンプールにあるDong Singの冷蔵施設に設置された（2021年）
- 2021年時点で、遷臨界CO2冷蔵システムは1台のみ稼働しており、数少ない事例の1つである
- エネルギー量が約15%*削減された
- FFM Engineeringはアンモニア冷媒の冷蔵冷凍装置を約10年前にも導入した



注）*：シミュレーションデータに基づく

出所）ATMOsphere、Panasonic

2-2. 各国調査（冷蔵冷凍装置） マレーシア

①冷蔵冷凍装置を取り巻く環境

②現状の自然冷媒の使用状況

③冷蔵冷凍装置に係る規制やインセンティブ

④今後の自然冷媒導入の可能性

製造段階における規制や冷媒を取り扱うエンジニアへのトレーニングなどを通し、フロン系冷媒の削減が進められる。自然冷媒の利用を促進するインセンティブや規制は見受けられない

ポリシー

- ・ モントリオール議定書・キガリ修正案の批准
 - ・ 2013 年を基準年として 2015 年には 10%、2020 年には 35%、2025 年には 67.5%、2030 年には 97.5%のHFC消費量を削減し、2040 年には全面廃止を目指す
- ・ 国家CFC段階的削減計画（Malaysia National CFC Phaseout Plan 2002-2010）
 - ・ 世界銀行の協力の下、主に冷媒が使用される製品の製造段階での改善の取り組みを実施

フロン系冷媒

自然冷媒

経済的手法

N/A

N/A

規制的手法

- ・ モントリオール議定書で禁止されるフロンやその他温室効果ガスの輸入、使用、廃棄に関する規定
 - ・ Environmental Quality (Refrigerant Management) Regulations (1999)
 - ・ Environmental Quality (Halon Management) Regulations (1999)
 - ・ Environmental Quality (Delegation of Powers, Halon Management) Regulations (2000)
 - ・ Hydrogen Cyanide (Fumigation) Act (revised 1981)
 - ・ Plant Quarantine Act (1976)
- ・ Prohibition of Import (Amendment No.4)
 - ・ リストに記載された温室効果ガスの輸入に輸入許可の取得を求める

N/A

その他

- ・ 非温室効果ガスに関するガイドブック（1997年）
 - ・ ガイドラインによる国民への啓発活動
- ・ 冷凍空調機器製造企業への低GWP技術への転換に関する技術支援
 - ・ 冷媒取扱技師へのトレーニング実施、教材の開発と配布

N/A

2-2. 各国調査（冷蔵冷凍装置） マレーシア

① 冷蔵冷凍装置を取り巻く環境

② 現状の自然冷媒の使用状況

③ 冷蔵冷凍装置に係る規制やインセンティブ

④ 今後の自然冷媒導入の可能性

他のアジア対象国と比較すると環境配慮の観点からの自然冷媒導入事例は多いが、依然として限定的である

用途		冷蔵冷凍装置の種類	主に使用される冷媒*
サービスセクター	空間冷却	ACチラー	HCFC-22, HCFC-123 等
	冷却	商業用冷蔵冷凍装置	R404a, R507, HCFC-22, HCFC-134a 等
	販売ショーケース	小売向け集中冷却システム	N/A
工業セクター	冷却	スタンドアロン	HFC-22, HCFC-22, HFC-1341, R-404a 等
		プロセスチラー	
		業務用コンデンシングユニット	
		集中冷却システム	
輸送	輸送・倉庫	冷蔵冷凍輸送トラック	R404a, R507, HCFC-22, HCFC-134a 等

原注）*:インタビューやアンケートをベースとした推測

出所） 調査によりNRI作成

0. 本事業の進め方

1. 性能調査

2-1. 各国調査（ヒートポンプ）

2-2. 各国調査（冷蔵冷凍装置）

欧州（ノルウェー・オーストリア・フランス）

インド

マレーシア

タイ

ベトナム

インドネシア

3. 有望国の選定

4. 規格制定状況

5. ルール形成戦略・シナリオ

6. 二次利用未承諾リスト

2-2. 各国調査（冷蔵冷凍装置） タイ

コールドチェーンの金額は上昇傾向にある。輸入では温度管理が重要な医薬品や水産物、輸出では食品加工が大きく、冷蔵冷凍装置の需要があると考えられる

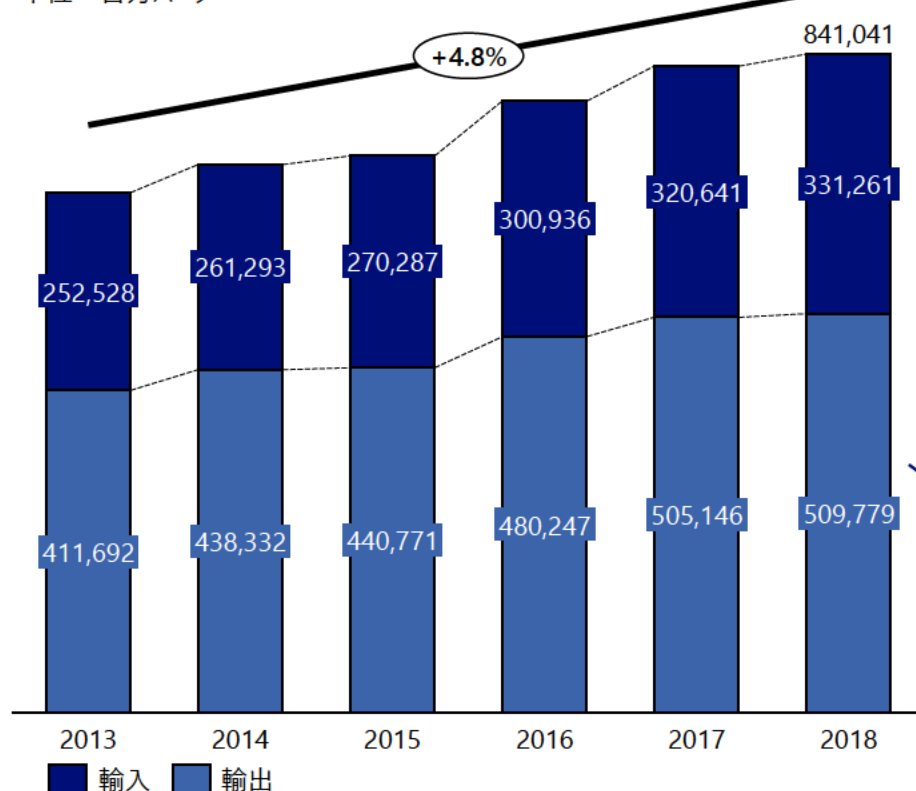
①冷蔵冷凍装置を取り巻く環境	②現状の自然冷媒の使用状況	③冷蔵冷凍装置に係る規制やインセンティブ	④今後の自然冷媒導入の可能性
----------------	---------------	----------------------	----------------

冷蔵冷凍装置を取り巻く環境

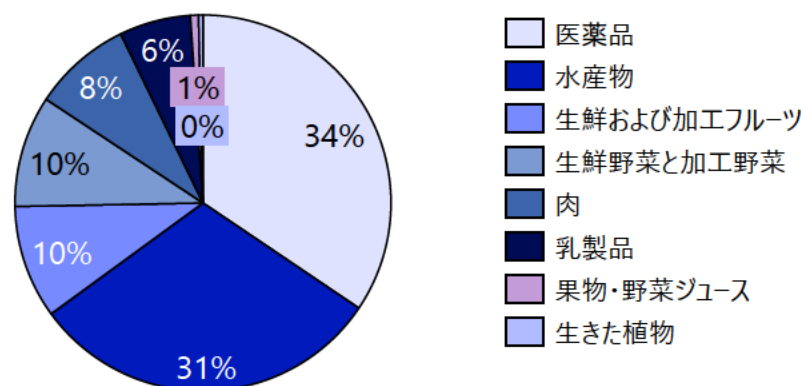
1) コールドチェーンの輸出額は堅調に増加

コールドチェーンによる輸出入額

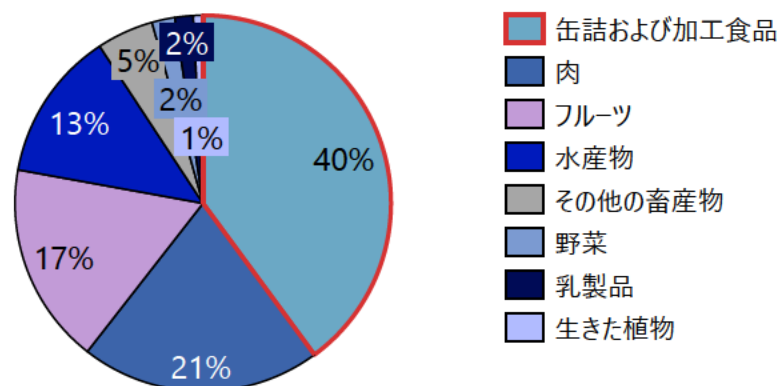
単位：百万バツ



コールドチェーン輸入額の内訳*



コールドチェーン輸出額の内訳*



注) *: 2018年

出所) Ongkittikul, S., V. Plongon, J. Sukruay and K. Yisthanichakul (2019), 'The Cold Chain in Thailand', in Kusano, E. (ed.), The Cold Chain for Agri-food Products in ASEAN. ERIA Research Project Report FY2018 no.11, Jakarta: ERIA, pp.8-61.

2-2. 各国調査（冷蔵冷凍装置） タイ

① 冷蔵冷凍装置を取り巻く環境

② 現状の自然冷媒の使用状況

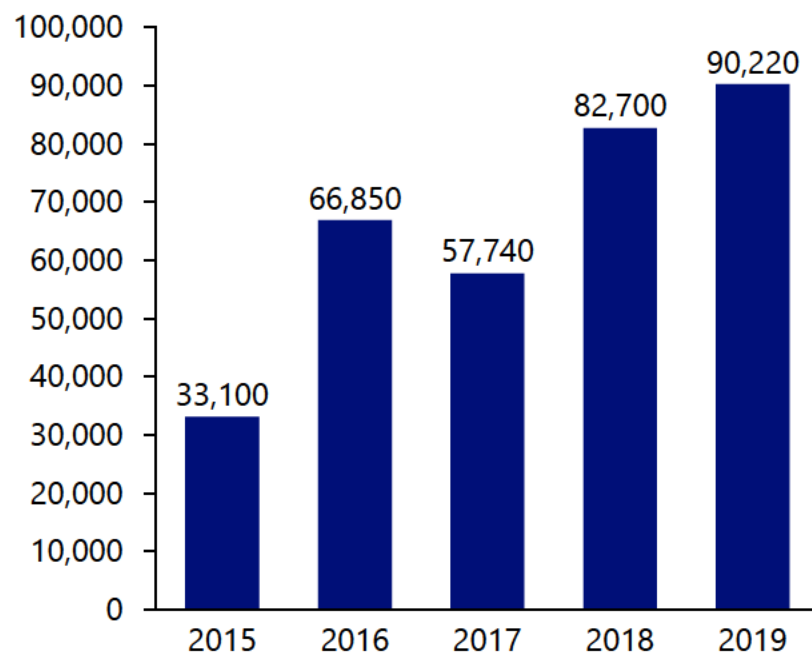
③ 冷蔵冷凍装置に係る規制やインセンティブ

④ 今後の自然冷媒導入の可能性

HPMPとしてR-290、R744への商業用レシプロ式コンプレッサー開発、冷蔵冷凍機器メーカーのR-600aへの移行が行われたが、依然として自然冷媒の導入は限定的である

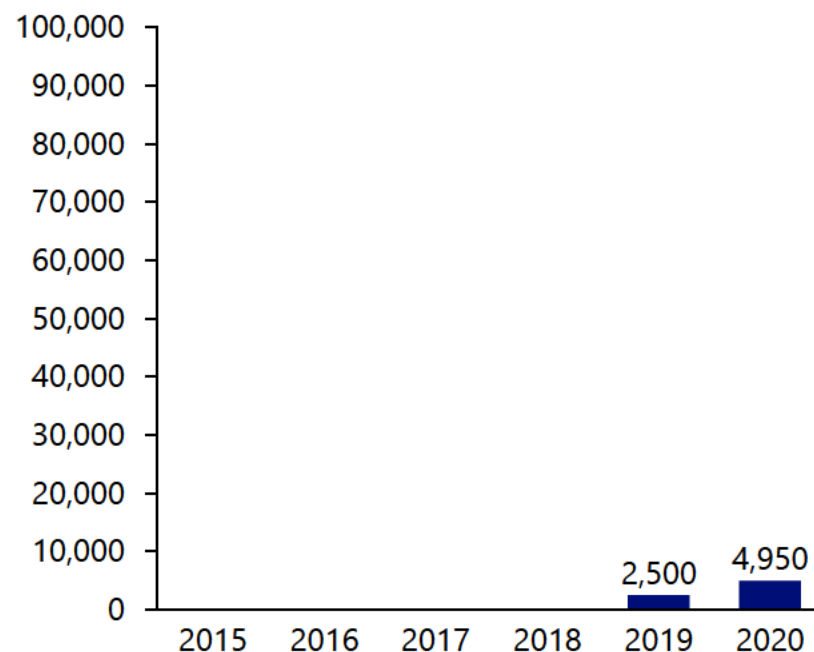
非自然冷媒の業務用冷蔵冷凍装置の製造数^{*1}

単位：台



自然冷媒の業務用冷蔵冷凍装置の製造数^{*1,2}

単位：台



原注）＊：アンケートに基づき推計した推測数。＊2：ここでの自然冷媒はR-600a或いはR-290

注）R290：プロパン、R-600a：イソブタン

出所）Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit

2-2. 各国調査（冷蔵冷凍装置） タイ

①冷蔵冷凍装置を取り巻く環境

②現状の自然冷媒の使用状況

③冷蔵冷凍装置に係る規制やインセンティブ

④今後の自然冷媒導入の可能性

低GWP冷媒の使用が推進されるが、大規模ビルなどでの新規冷媒の使用が規制されていることが障壁となり自然冷媒利用のハードルが高い

ポリシー

- 気候変動マスタープラン（2015～2050年）
 - CFC、HCFC、HFCから低GWP冷媒への切り替えを求める
- モントリオール議定書を批准、キガリ改正を批准する予定

フロン系冷媒

自然冷媒

経済的手法

- EGAT冷却イノベーション基金
 - 自然冷媒を使用したエネルギー効率の高い冷却技術に向けた持続可能な技術革新と市場変革を推進する
- グリーン・クーリング・イニシアチブ（GCI）
 - 自然冷媒の使用とエネルギー効率の向上を推進する International Climate Initiative、GIZが主導するプロジェクトで、タイをパートナー国として支援

N/A

規制的手法

- 輸入輸出管理法・工場法・工業省工業局
 - HCFC及びHCFCを利用した機器*の輸入・製造禁止
- HCFC段階的削減プログラム
 - HCFCの使用を2025年に67.5%、2030年までに100%廃止
 - アンモニアなどの低GWP冷媒の使用を促進する
- タイ冷凍空調国家間適正緩和行動（RAC NAMA）
 - プロジェクトは2016年から2021年にかけて実施され、タイの家庭用冷蔵庫、業務用冷蔵庫、エアコン、冷凍機の低GWP冷媒の使用を検討

- 冷媒に関する規則
 - 高層・大規模ビルでの有害・可燃性冷媒の使用を禁止
 - 新しい冷媒の使用の際は、工業省工業局（DIW）の許可を得た後、公共事業・都市局（DPT）に規制の改正を求める
 - 新しい冷媒を使用した機器の導入の際は教育を受けた技術者が行う必要がある
 - 工場でのアンモニア冷媒の使用に保安測定を要求

その他

- TREES-EA4
 - 建築物のオゾン層を破壊しない冷媒の空調システムへの使用が評価項目として含まれる

- タイ冷凍空調国家間適正緩和行動（RAC NAMA）
 - 可燃性冷媒の安全な使用と取扱いに関するサービス技術者へのトレーニング

注）RAC NAMA：ドイツ連邦・自然保護・原子力安全・消費者保護省及びタイビジネス・エネルギー・産業戦略局によって行われたフロン使用の低減や自然冷媒の使用促進のための活動、世界銀行によるHPMP（HCFC 段階的廃止管理計画）が実施された、*：対象機器は限定出所）政府情報、GIZ(Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit)

2-2. 各国調査（冷蔵冷凍装置） タイ

依然として高GWP冷媒が多く使用される。アンモニア冷媒も元々使用されていたことからフロン系冷媒と共に多く使われる冷媒である。アンモニアを除き自然冷媒の利用は限定的である

用途	冷蔵冷凍装置の種類	サブカテゴリ	主に利用される冷媒
サービスセクター	定置式エアコンおよび冷凍チラー システム	商業用チラー	R-123、R134a、R22、R410A
		集中システム (VRF等)	R-404A (43%) R-507 (37%) R-22 (20%)
	スタンドアロン機器	スタンドアロン機器	R-134a、R-404A、 R-22、R-507、R290、R-600a
		コンデンシング・ユニット	R-404A (60%) R-407F (15%) R-22 (25%)
産業（工業セクターなど）	プロセス冷却	工業用冷却設備	R-717 (85.4%) R-22 (13.9%)
コールドチェーン	輸送用冷凍（コールドチェーン物流で使用する冷却設備）	冷蔵トラック/トレーラー	N/A
	大型冷蔵冷凍装置	冷蔵倉庫	N/A

0. 本事業の進め方

1. 性能調査

2-1. 各国調査（ヒートポンプ）

2-2. 各国調査（冷蔵冷凍装置）

欧州（ノルウェー・オーストリア・フランス）

インド

マレーシア

タイ

ベトナム

インドネシア

3. 有望国の選定

4. 規格制定状況

5. ルール形成戦略・シナリオ

6. 二次利用未承諾リスト

2-2. 各国調査（冷蔵冷凍装置） ベトナム

①冷蔵冷凍装置を取り巻く環境

②現状の自然冷媒の使用状況

③冷蔵冷凍装置に係る規制やインセンティブ

④今後の自然冷媒導入の可能性

経済成長に伴い、全体的に投資が増加。卸売/小売や不動産への投資も大きく、冷蔵冷凍設備や冷房需要の拡大が期待される。一方で気候変動への対応も必要となると想定

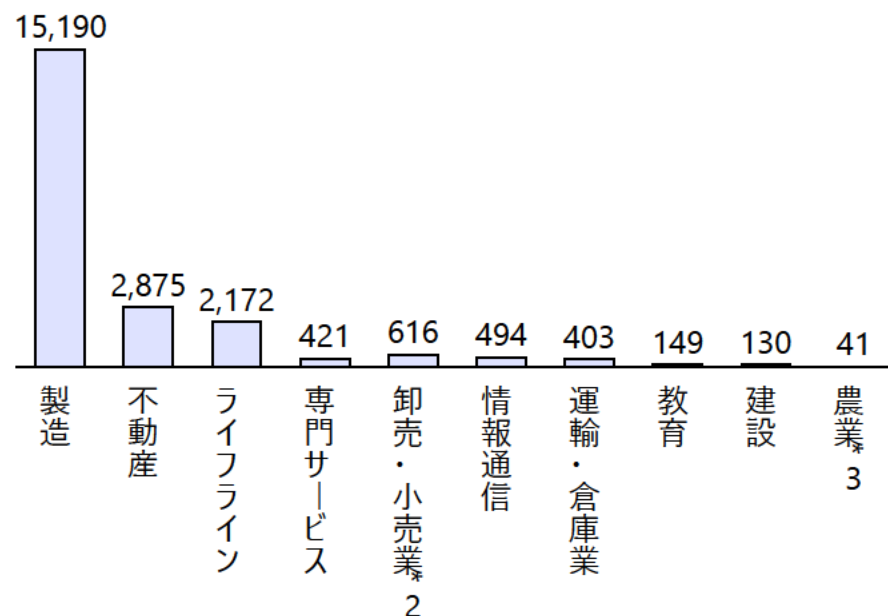
冷蔵冷凍装置を取り巻く環境

1) 不動産・卸売/小売業への投資が盛ん

製造業の進出がこれまで多かったが、近年では不動産や小売の進出も増加。空調（不動産）や冷蔵冷凍（卸売/小売）の需要が伸びることが予想される

国外からの直接投資額（2022年）

単位: 百万米ドル



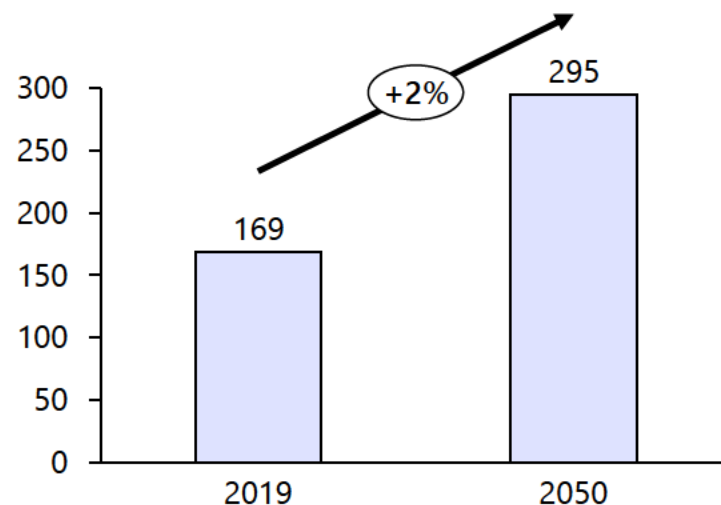
注) *2:車・バイクの修理含む、*3:林業・漁業含む
出所) ベトナム統計総局、NRI分析

2) コールドチェーン需要が急増

ライフスタイルの変化や食生活の多様化が進んでおり、現状は冷凍食品の消費は大きくないが、増加傾向にある。物流企業は、冷蔵冷凍倉庫への積極的な投資を続けており、ベトナム政府も積極的な奨励策を投じる。2023年は2022年ほど大きくGDPは成長しなかったものの、経済成長に伴う内需は拡大が予想され、それに伴うコールドチェーンの市場の伸びが期待されている。

コールドチェーン需要予測（2019年～2050年）

単位: 百万米ドル

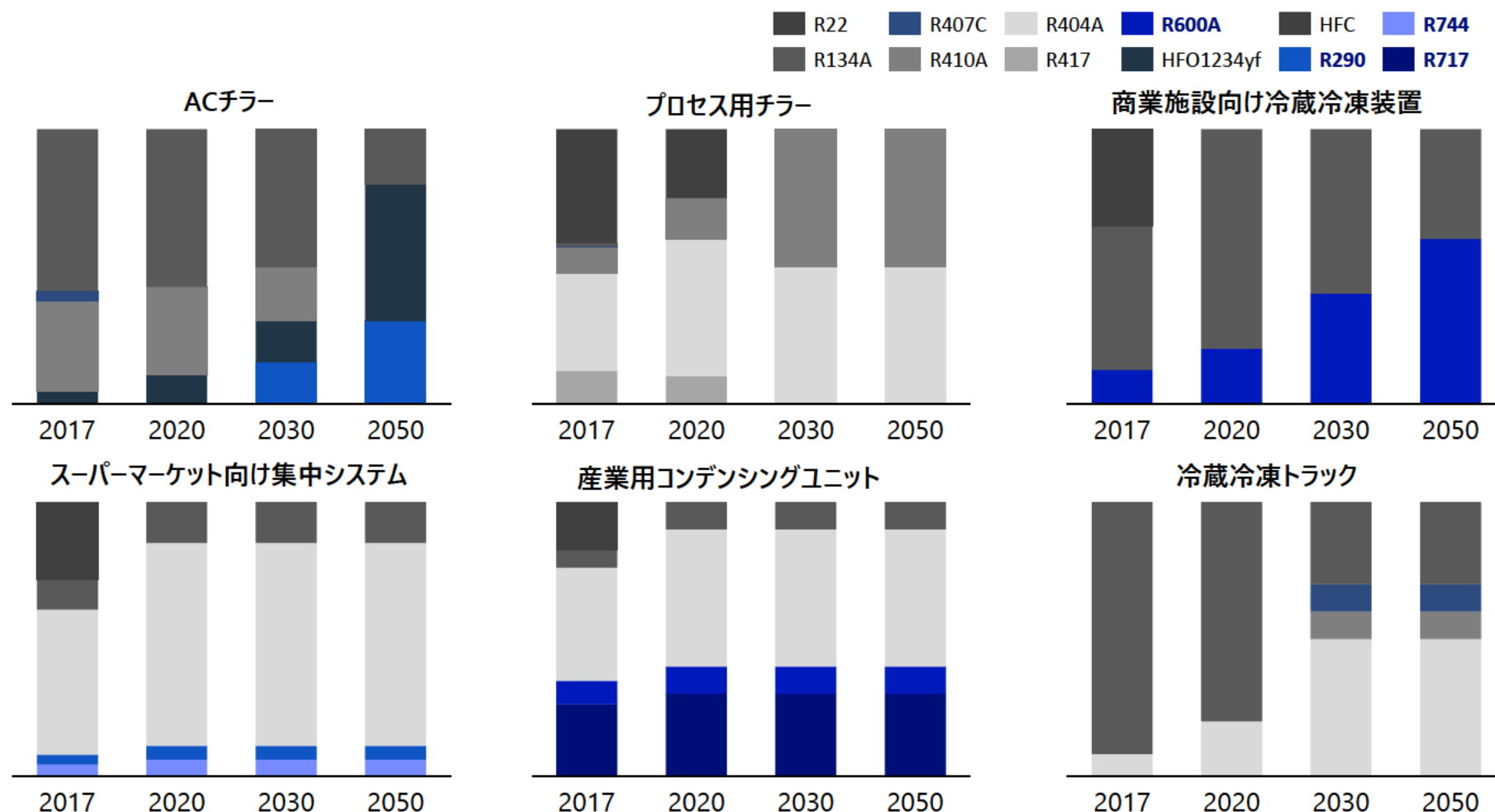


2-2. 各国調査（冷蔵冷凍装置） ベトナム

長期的に低GWP冷媒に移行すると予想されているが、現状は高GWP冷媒が多くの冷蔵冷凍装置に使われている

①冷蔵冷凍装置を取り巻く環境	②現状の自然冷媒の使用状況	③冷蔵冷凍装置に係る規制やインセンティブ	④今後の自然冷媒導入の可能性
----------------	---------------	----------------------	----------------

冷媒の将来展望



注) 2020年以降予測

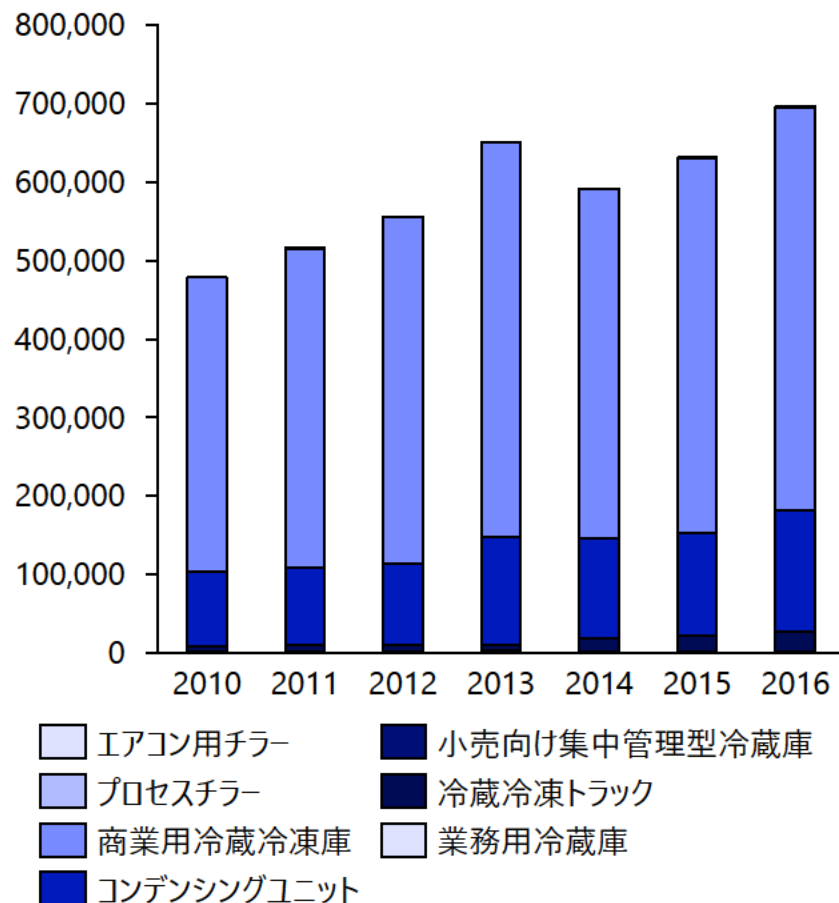
出所) Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH「Greenhouse Gas Inventory of the Refrigeration and Air Conditioning Sector in Vietnam」

2-2. 各国調査（冷蔵冷凍装置） ベトナム

フロン抑制の必要性に対する意識の高いユーザーは限られる。温暖化ガスの排出量は今後も急増すると予測されている

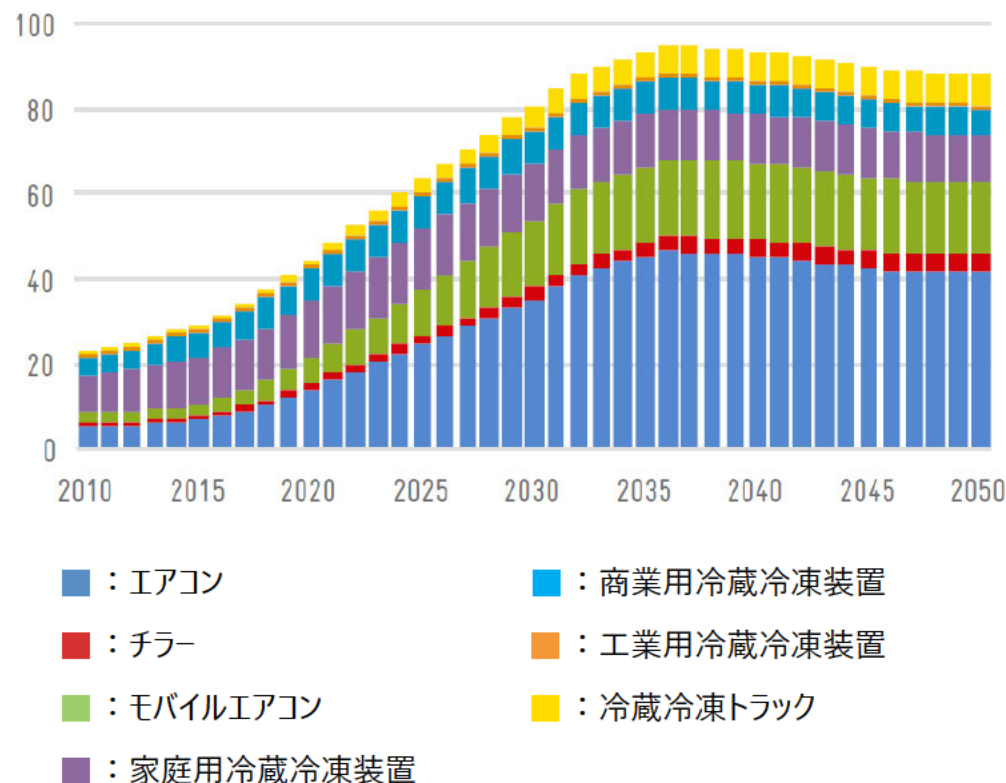
①冷蔵冷凍装置を取り巻く環境	②現状の自然冷媒の使用状況	③冷蔵冷凍装置に係る規制やインセンティブ	④今後の自然冷媒導入の可能性
----------------	---------------	----------------------	----------------

産業用冷蔵冷凍装置の販売量^{*1}



温暖化ガスの排出量（予測）^{*2}

単位：MtCO₂e（二酸化炭素換算メートルトン）



注）*1:商業用含む。アンケートやインタビュー、二次情報を使用した推計値、*2: 大きく介入しない“Business as usual”の場合

2-2. 各国調査（冷蔵冷凍装置） ベトナム

①冷蔵冷凍装置を取り巻く環境

②現状の自然冷媒の使用状況

③冷蔵冷凍装置に係る規制やインセンティブ

④今後の自然冷媒導入の可能性

ウィーン条約、モントリオール議定書、キガリ改正の批准を通じて、HFCの段階的廃止に向けた動きは見られるが、自然冷媒について明示する規制やインセンティブはない

フロン系冷媒

自然冷媒

ポリシー

- ・ モントリオール議定書を批准、キガリ改正を承認
- ・ 2019年1月1日以降の実施ロードマップ
 - ・ HFCの新規利用、廃棄、リサイクルを管理するシステムを確立し、実施する
 - ・ 規制物質HFCの段階的廃止のため、以下のスケジュールに従う
 - 2024年～2028年：凍結
 - 2029～2034年：10%を段階的に廃止する
 - 2035～2039年：30%を段階的に廃止する
 - 2040～2044年：50%を段階的に廃止する
 - 2045年以降：80%を段階的に廃止する

N/A

規制的手法

- ・ 規制された特定のフロン系物質^{*1}の輸出入、生産、利用を禁止する
- ・ 規制されたフロン系物質の輸出入、生産、利用を記録する
- ・ 規制されたフロン系物質の輸出入、生産、利用は政府によって機関に割り当てられる
- ・ 規制物質を含む機器の設置、操作、保守、修理には、適切な証明書または提供されるプログラムの修了が必要
- ・ 実施ロードマップに従うために、産業や部門別に検討が指示され、各々産業・部門で要求事項を定め、進められる予定。食品加工においては以下の要求事項が策定される予定^{*2}
 - ・ 2017年から2023年までR22を使用した冷凍システムの設置を禁止
 - ・ 2025年から冷凍システムにおけるR22とHFCの漏洩を最小限に抑える対策を実施
 - ・ 2025年から2032年までにNH3とHFCを使用するプロセスチャーへ交換することを義務付ける
 - ・ 2033年から2041年にかけてNH3とHFCを使用する冷蔵システムに移行することを努力目標とする

N/A

注）世界銀行の支援の下、2012年～2017年にHPMP（HCFC 段階的廃止管理計画）フェーズ1、2020年～2023年にフェーズ2を実施

^{*1}: プロモクロロメタン、CTC、CFC、ハロン、HBFC、メチルクロロホルム、HCFC 141b、^{*2}: 農業農村開発省の水産局によって言及されているが、法的文書に正式には含まれていない
出所）政府情報

2-2. 各国調査（冷蔵冷凍装置） ベトナム

冷蔵冷凍装置の一部にアンモニアが用いられているが、多くはGWPの高い冷媒が使用されている。短期的には代替フロン、長期的にアンモニア、CO₂、プロパンに移行すると予想されている

用途	冷蔵冷凍装置の種類	サブカテゴリ	主に利用される冷媒
サービスセクター	空間冷却	ACチラー	R22、R32、R134a、R407c、R410a、HFO
	冷却	商業用冷蔵冷凍装置	R22、R134A、R600A
	販売ショーケース	小売向け集中冷却システム	R22、R134A、R404A、R507
産業（工業セクターなど）	プロセス冷却	スタンドアロン	R22、R134A、R404A、R717
		プロセスチラー	R134A、R407A、R404A
		業務用コンデンシングユニット	R22、R134A、R404A、R600A、R717
		集中冷却システム	R22、R404A、R717
輸送	輸送用冷蔵冷凍機器	冷蔵冷凍輸送トラック	R134A、R404A

注）インタビューやアンケートをベースとした推測

出所）Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH「Greenhouse Gas Inventory of the Refrigeration and Air Conditioning Sector in Vietnam」、等によりNRI作成

0. 本事業の進め方

1. 性能調査

2-1. 各国調査（ヒートポンプ）

2-2. 各国調査（冷蔵冷凍装置）

欧州（ノルウェー・オーストリア・フランス）

インド

マレーシア

タイ

ベトナム

インドネシア

3. 有望国の選定

4. 規格制定状況

5. ルール形成戦略・シナリオ

6. 二次利用未承諾リスト

2-2. 各国調査（冷蔵冷凍装置） インドネシア

①冷蔵冷凍装置を取り巻く環境

②現状の自然冷媒の使用状況

③冷蔵冷凍装置に係る規制やインセンティブ

④今後の自然冷媒導入の可能性

インドネシアは世界で有数の水産国であり、冷凍された魚やエビを多く輸出する。国内の冷凍食品の需要はまだ大きくないが、輸出向けのコールドチェーンは今後発展すると考えられる

冷蔵冷凍装置を取り巻く環境

1) 世界トップレベルの水産国

- 世界第二位の水産物生産量
- 東南アジア第一位のエビの生産量
- 漁業、養殖業、水産物の加工・流通は国内で重要な産業の1つ
- エビ、マグロ、カツオの冷凍品の輸出が多い。特にマグロは鮮度維持のため超低温での高速冷凍が求められる（アンモニア冷媒の特性が活きる）

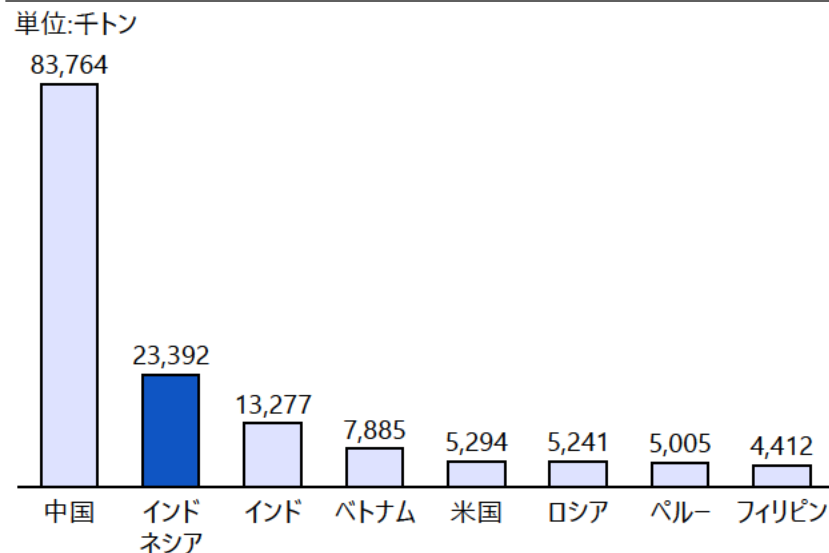
2) 冷蔵倉庫業の外資規制撤廃

- 1) 2016年5月のネガティブリスト改訂により、冷蔵倉庫に関しては外資による出資率上限を36%から100%に変更された
- 2) 引き続き兼務規制や輸送業に関する外資規制は残る

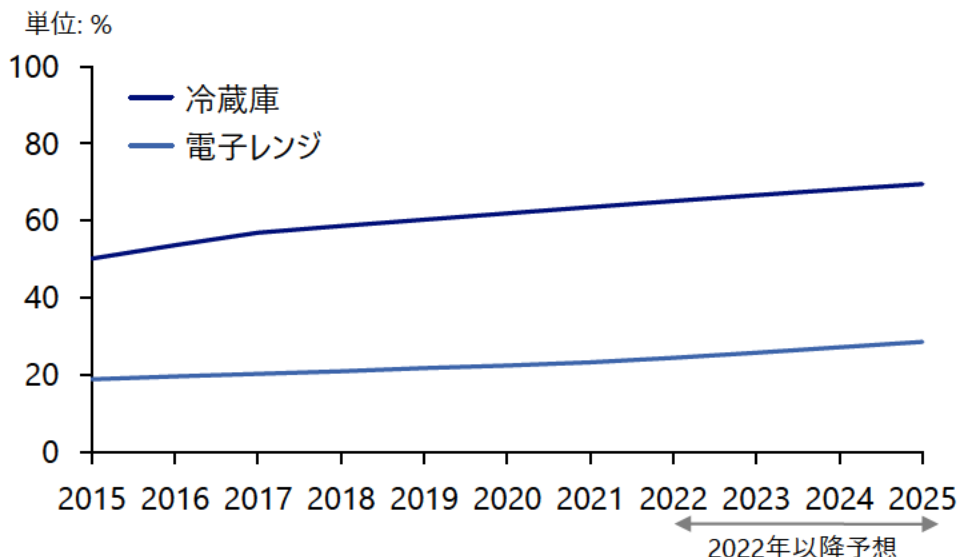
3) 冷蔵庫、電子レンジの普及率上昇

- 1) 他国と比べてまだ低い水準ではあるが、生活スタイルの変化により、冷蔵冷凍加工品などの消費が増えることが予想される

水産物の生産量（2021）



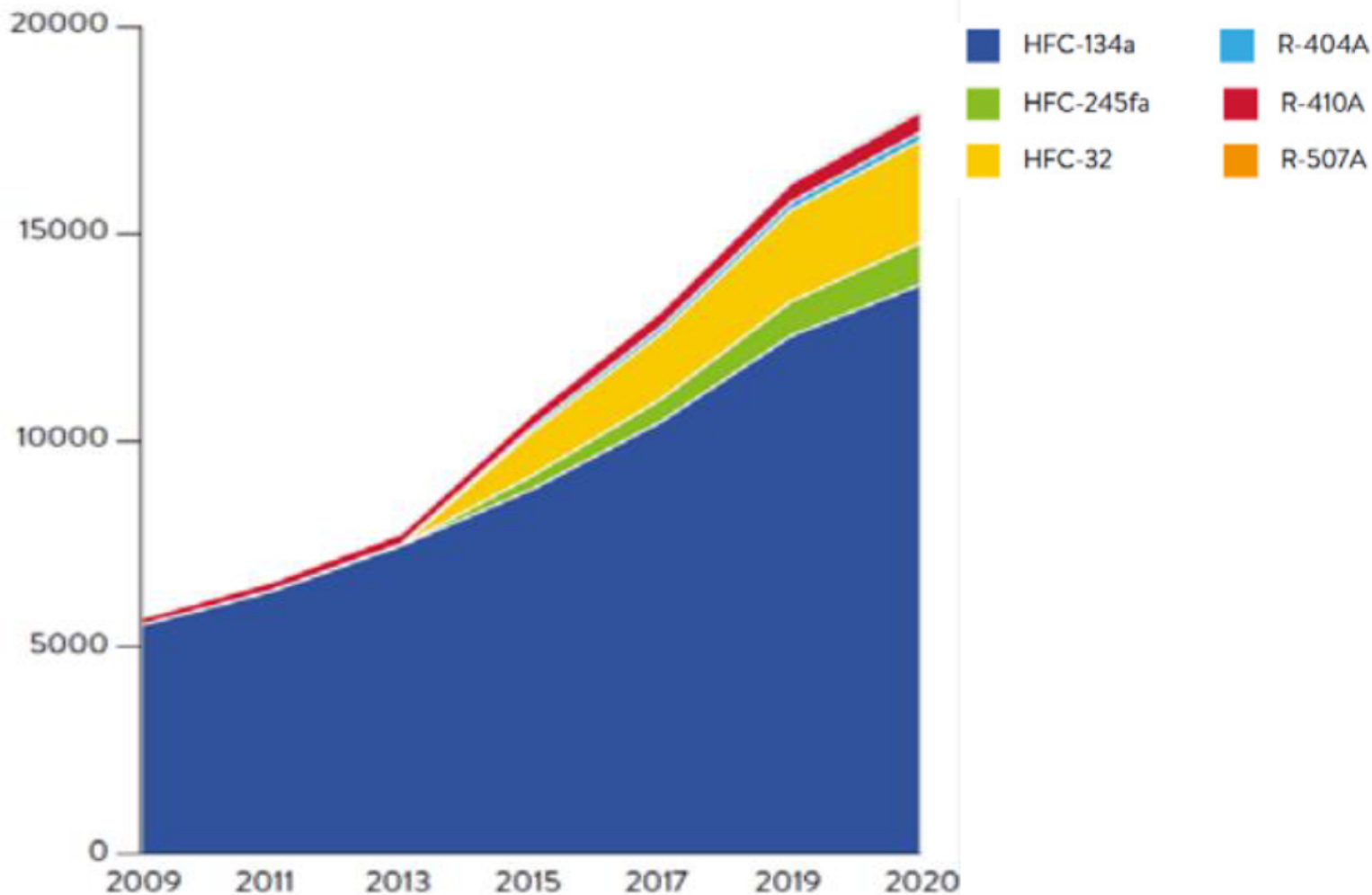
電化製品の普及率



HCFCが廃止により代替フロンへの置き換えが進み、HFCの利用が今後ものびる見込み

HFC消費量

単位:メトリックトン



2-2. 各国調査（冷蔵冷凍装置） インドネシア

① 冷蔵冷凍装置を取り巻く環境

② 現状の自然冷媒の使用状況

③ 冷蔵冷凍装置に係る規制やインセンティブ

④ 今後の自然冷媒導入の可能性

現地企業の中には自然冷媒を使用した高効率な冷蔵冷凍装置の導入に積極的な企業もあるが、事例は多くない

自然冷媒を利用した冷蔵冷凍装置の導入事例

• Alfamidi

- 現地小売業者のAlfamidiがジャカルタの12店舗でPanasonic製CO2コンデンシングユニットを設置
- インドネシア及び日本の政府、パナソニック、ローソン、Alfamidiの共同事業「インドネシアCNS省エネプロジェクト」として行われた
- 導入後の2014年～2016年のCO2の削減量は195tと見積もられている



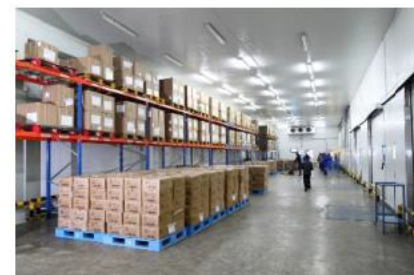
• 魚の加工工場

- Mycom（前川製作所）のスクリーコンプレッサーを使用したアンモニア冷媒の冷凍庫の設置をFrigo plusが担った
- 当該機器は計5台が導入された（2016年）



• Kiat Ananda Group

- インドネシアで物流サービスを提供するKiat Ananda Group はコールドチェーンの構築に積極的であり、自然冷媒を使用した冷蔵冷凍装置を導入
- 倉庫や冷却塔、急速冷凍機などに自然冷媒が使われている



2-2. 各国調査（冷蔵冷凍装置） インドネシア

①冷蔵冷凍装置を取り巻く環境

②現状の自然冷媒の使用状況

③冷蔵冷凍装置に係る規制やインセンティブ

④今後の自然冷媒導入の可能性

フロン系冷媒の輸入及び使用の禁止規制によって、削減に向けた動きが進んでいる。一方で自然冷媒については、関連するインセンティブや規制はない

ポリシー

- ・ モントリオール議定書を批准
 - ・ モントリオール議定書に基づき、HCFCの生産と消費を2030年までに97.5%削減、2040年までに完全廃止する
 - ・ 2029年には基準値の90%、2035年には同70%、2040年に同50%、2045年に同20%にする
- ・ キガリ改正の批准
 - ・ 2022年大統領規則129号によりキガリ改正を批准
 - ・ 基準値より2029年に10%、2035年に30%、2040年に50%、2045年に80%の国内フロン消費量を削減する

フロン系冷媒

自然冷媒

経済的手法

N/A

N/A

規制的手法

- ・ HCFCの輸入禁止（Decree of Minister of Trade Number 55/M-DAG/PER/9/2014）
 - ・ HCFCを含むフロン類を用いた製品の輸入禁止
- ・ 産業部門におけるHCFCの使用禁止（Decree of Minister of Industry Number 41/M-IND/PER/5/2014）
 - ・ HCFC含むフロン類がオゾン層破壊物質として規定され、2015年から段階的に使用が禁止された
 - (1) 空調機、温調機、冷凍装置の製造工程における充填用途での使用禁止
 - (2) 冷凍食品の製造機器、家庭用冷蔵庫、冷蔵冷凍トラックにおける使用禁止
 - (3) 自動車や家具等の塗装工程における使用禁止

N/A

その他

- ・ 冷凍システムの改修およびリサイクルの実施要件（Regulation of Ministry of Environment number 2 Year 2007）
 - ・ 冷媒の変更およびリサイクル活動に関する国家能力基準を規定

N/A

注）UNDPによるHPMP（HCFC 段階的廃止管理計画）を実施
出所）UNDP

2-2. 各国調査（冷蔵冷凍装置） インドネシア

政府は温室効果ガスの削減に向け低GWP冷媒への移行を進めるとしているが、移行後の冷媒に対する見解は示しておらず、現状も自然冷媒の利用は限定的である

カテゴリー	冷蔵冷凍装置の種類	サブカテゴリ	主に利用される冷媒
サービスセクター	業務用エアコン	内蔵型エアコン	R410A、R407C
		スプリットエアコン	R410A、R32
		ダクトエアコン	R410A、R404A、R407C
		マルチスプリット	R410A
	冷蔵冷凍チラー	集中システム（小売向け）	R22、R134A、R404A、R717
産業（工業セクターなど）	定置式エアコンおよび冷凍チラーシステム	エアコンチラー	R22、R32、R134A、R407C、R410A
		プロセスチラー	R134A、R407A、R404A
	スタンドアロン機器（高さ 3.75 メートルまでの冷却ボトル、アイスクーラー、およびディスプレイ冷蔵庫）	スタンドアロン機器	R134A、R600
		コンデensingユニット	R410A
輸送	乗用車用空調	カーエアコン	R134A
		大型車両用エアコン	R134A
	輸送用冷凍（コールドチェーン物流で利用される冷却設備）	冷蔵トラック/トレーラー	R407C

0. 本事業の進め方

1. 性能調査

2-1. 各国調査（ヒートポンプ）

2-2. 各国調査（冷蔵冷凍装置）

3. 有望国の選定

4. 規格制定状況

5. ルール形成戦略・シナリオ

6. 二次利用未承諾リスト

3. 有望国の選定

現況調査等の結果を踏まえ、ルール形成戦略・シナリオ検討を行う有望国を2ステップで選定した

- ステップ1： 産業用ヒートポンプや冷蔵冷凍装置に関連する社会課題、基本的な経済指標、日系企業の価値提供可能性等を軸に評価を行い、タイ・ベトナム・インドネシアの3カ国を選定した
- ステップ2： 上記選定の3カ国のヒートポンプや冷蔵冷凍装置の普及状況やニーズを考慮し、タイ・ベトナムを有望国として選定した

ステップ1: 初期スクリーニング

- ①社会課題の解決に繋がること、また日系企業に価値貢献の可能性があり、
- ②一定規模の市場があること

①社会課題
(製品関連・規格関連)

+

①'日系企業の価値提供

+

市場の規模

×

市場の成熟度

②市場

3カ国に絞り込み

ステップ2: 有望国の選定

初期スクリーニング後の候補国において、産業用ヒートポンプ・冷蔵冷凍装置それぞれについて、普及状況やニーズ、政策動向等が相対的に優位であること(定量・定性的観点に基づく)

①普及状況・ユーザニーズ

+

②関連政策動向

2カ国に絞り込み

評価軸

観点	ヒートポンプ	冷蔵冷凍装置
社会課題	- 環境対応 (CO2 排出量等の低減) - 省エネ化 (エネルギー使用量低減)	- コールドチェーンの確立 - 環境対応 (フロン排出量等の低減) - 省エネ化 (エネルギー使用量低減)
	規格導入や見直しの必要性	
市場規模	- 経済規模 (GDP) - 人口	
市場成熟度	HPや冷蔵冷凍装置の普及状況・フェーズ (一人当たりGNI)	
普及状況・ニーズ	- 導入事例等 - 導入意向 - 省エネ関連政策・規制	- 輸出向けの冷凍・冷凍食品市場規模 - 国内コールドチェーン需要 - フロン規制・自然冷媒促進

3. 有望国の選定 – Step 1

①社会課題) ヒートポンプや冷蔵冷凍装置に係る社会課題はあるが、課題内容は国により異なる。
欧州の主なニーズは環境対応、アジア対象国はコールドチェーンそのものの整備や省エネ (経済的メリット)

- 本事業の趣旨である「社会課題の解決」や「日本企業による価値提供の可能性・日本企業のプレゼンス拡大」の観点では、地域の競合メーカーが多い欧州の優先度は劣後するため、有望国から除外した

【凡例】 ○：課題・ニーズあり △：一部課題・ニーズあり ×：課題なし (関心低)

観点		評価クライテリア	NW	AU	FR	MY	TH	VN	ID	IN
製品関連	ヒートポンプ	①環境対応 ②省エネ意向	○ (①・②) ・ 規制に対応した環境対応やネットゼロ等を見据えた省エネの必要性を認識			△ (②) ・ 省エネ意向はあるが、主な関心は需要に応じたエネルギーを確保することであり、環境負荷軽減等を目的とした省エネ投資意向は依然限定的			△ (②) ・ 世界的な流れに則り省エネ策に取り組むが、豊富な化石燃料を持つことから投資意向は依然限定的	
	冷蔵冷凍装置	①コールドチェーンの確立 ②環境対応 (フロン低減) ③省エネ意向	○ (②・③) ・ コールドチェーンは整備されているが、環境負荷軽減のため、自然冷媒を活用したコールドチェーン整備等への取り組みを進める規制に対応した環境対応あり ・ またネットゼロ等を見据えた省エネの必要性の認識がある			○ (①・②) ・ 国により整備状況に違いはあるものの (一定整備のあるマレーシア・タイに対し、これから本格整備が必要なインド・ベトナム・インドネシア)、いずれの国にとってもコールドチェーン整備は重要な課題 ・ モントリオール議定書を批准、キガリ改正を承認 (タイにおいては予定) し、世界銀行や国際連合の支援を受けフロン低減を目指す、取組は限定的 ・ コールドチェーンに係る省エネ意向もあるが、上記同様に限定的				
規格関連		①規格の必要性	△ ・ ISO等の国際規格を参照し作られたEN規格があり、欧州内の多くの国が適用 ・ 新たな技術・製品に対応した規格が今後必要になる可能性はあるが、自国・地域で規格を整備する仕組み・体制が確立されている			△ ・ 規格としては、ISO等の国際規格の導入や国際規格をもとに、自国独自の規格を有するケースがあるが、産業用に使われている大部分の規格は任意である ・ また、特に普及が限定的なヒートポンプについては、整備状況も部分的ではあるが、規格整備の必要性・整備意識は、そこまで高くない				
上記を踏まえた、日本企業による価値提供の可能性			× ・ 新技術の開発等で日本企業が貢献できる領域はあるものの、機器整備状況はアジア諸国よりも進んでおり、地域の競合メーカーが多いため基本的なニーズへの対応は地域企業で完結でき、日本企業の必要性は限定的			○ ・ 現状のヒートポンプの整備は限定的であり、冷蔵冷凍装置の整備も多くの国ではこれから本格普及 ・ 既に多くの日本企業が進出しており、製品の普及やメンテナンス人材の育成等に貢献。一部、地場のヒートポンプ・冷蔵冷凍装置メーカーも登場しているものの、省エネ性能や安全品質において課題を抱えており、各国の社会課題解決にあたって日本企業の必要性が高く、プレゼンス拡大余地がある				

3. 有望国の選定 – Step 1

②市場機会）各国を取り巻く事業環境には違いがある。

日系企業にとって、有望な市場を選定する観点から市場規模や成熟度に着目した

- 名目GDPでは、いずれの国も4000億USDを超える規模があるが、マレーシアは人口が少なく、事業機会が限られる点から、優先度は劣後すると判断し、有望国から除外した
- また、成熟度（一人当たり実質GNI）の観点では、当該取組においては短中期の結果も期待されるところだが、アジアの中でもインドは他国を下回り、短中期での事業機会は限られることが想定されるため、優先度は低いと判断し、有望国から除外した

【凡例】 ○：上位3カ国 △：4位～（×除く） ×：条件記載 ■前頁にて有望国から除外

観点	評価基準	NW	AU	FR	IN	MY	TH	VN	ID
市場規模	名目GDP ※大きな違いがないため×を設定しない	△ 5,794 億USD	△ 4,709 億USD	○ 27,790 億USD	○ 34,166 億USD	△ 4,070 億USD	△ 4,954 億USD	△ 4,088 億USD	○ 13,191 億USD
	人口 ※5千万人未満を×	× 545万人	× 904万人	△ 6,797万人	○ 14.1億人	× 3,393 万人	△ 7,169万人	○ 9,818万人	○ 2.7億人
成熟度	一人当たり実質GNI ※1万USD未満を×	○ 118,470 USD	○ 67,830 USD	○ 56,370 USD	× 8,230 USD	△ 32,410 USD	△ 20,070 USD	△ 12,810 USD	△ 14,250 USD

3. 有望国の選定 – Step 2

タイ・ベトナム・インドネシアの3カ国について、産業用ヒートポンプ・冷蔵冷凍装置それぞれの普及状況やニーズ、政策動向等を確認。特に有望と考えられる、タイ・ベトナムを有望国として選定した

凡例： ■ 優位 ■ 劣位

産業用ヒートポンプ

	タイ	ベトナム	インドネシア
普及状況	給湯を中心に導入事例あり。産業用も一部導入あり。大学等で研究が行われており一定の関心が確認される	数は少ないものの、JCMを活用した三菱電機による導入事例やGEA社による産業用導入実績等が確認される	数は限られるものの、大型プールでの導入等、一部導入実績が確認される
政策動向	HPそのものに焦点を当てた政策はないが、省エネルギー促進法等の規制や税制優遇措置等あり	HPそのものに焦点を当てた政策はないが、工場での省エネ推進・非効率ボイラー撤去等の規制や優遇税制等あり	方針は打ち出されているものの、規制や優遇措置は他2カ国と比べ限定的である
ユーザー意欲	資源国ではあるが、資源枯渇懸念等があり、省エネ意向の高まりがある。一方で、コスト・投資回収意識も高く、投資額が大きく回収に一定期間かかる機器への投資に躊躇がある		資源が豊富にあるため、省エネ等への意向はあるが、ユーザー意欲は他2カ国と比べ低い傾向限定的

いずれの国も普及は限定的であるものの、タイ及びベトナムでは普及のポテンシャルが確認できるため、タイ・ベトナムを有望国として選定した

産業用冷蔵冷凍装置

	タイ	ベトナム	インドネシア
普及状況・ニーズ	農業水産国であり、肉・魚・野菜等を多く輸出しているため、輸出向けを中心に冷蔵冷凍装置の整備あり。また、コールドチェーンの国内需要の拡大もあり、普及拡大が見受けられる	タイ同様、農業水産国であり、魚・野菜等を多く輸出しており、輸出向けを中心に冷蔵冷凍装置の整備あり。国内需要向けコールドチェーン拡大のニーズもあるが、タイと比べると差がある	農業水産国であるが、大部分は自国内で消費され、油・魚の一部が輸出されている。魚の輸出額は多いが、冷蔵冷凍食品の消費規模は小さく、また電気の不安定さから国内コールドチェーンの規模は現状限られる。
政策動向	コールドチェーン普及は重要課題であるが、HCFC及びHCFCを利用した機器の輸入・製造禁止やHCFC段階的削減プログラム等の規制あり	コールドチェーン普及は重要課題であるが、特定のフロン系物質の輸出入・生産・利用の禁止やロードマップに応じた段階的廃止に係る規制あり	コールドチェーン普及は重要課題であるが、HCFCの輸入禁止やHCFC含むフロン類を用いた製品の輸入禁止等の規制あり

コールドチェーン普及はいずれの国でも重要課題であるが、同時にフロン系抑制の意向がある。3カ国の内、輸出及び国内需向けの双方で比較的コールドチェーンの規模の大きいタイ・ベトナムは普及意欲がより高いと想定されるため、タイ・ベトナムを有望国として選定した

0. 本事業の進め方

1. 性能調査

2-1. 各国調査（ヒートポンプ）

2-2. 各国調査（冷蔵冷凍装置）

3. 有望国の選定

4. 規格制定状況

5. ルール形成戦略・シナリオ

6. 二次利用未承諾リスト

4. 規格制定状況

本章では、ヒートポンプ及び冷蔵冷凍装置に関わる規格を調査し、日本及び対象国の規格と結びつけることで、対象装置に関するJISやISO、IECでの規定の制定状況及び関連性を整理する

■ 調査対象の規格

- ISO、IECが定める規格の内、産業用ヒートポンプ、産業用冷蔵冷凍装置、または両方に関わるもの・・・(A)
- (A)を参照して作成された各国の規格の産業用ヒートポンプ、産業用冷蔵冷凍装置、または両方に関わるもの

■ 調査対象とした規格の内容

- 規格を内容で分類^{*2}した基本規格、方法規格、製品規格、マネジメントシステム規格の内、基本規格^{*1}は対象外とし、方法規格として試験規格、製品規格、製品規格の一部である安全規格、マネジメントシステムとしてメンテナンス等のプロセス規格を対象とした
- 電気製品や機械の部品に限らず、幅広い製品に適用されるISO9001（品質規格）、ISO14001（環境マネジメント）等のグループ規格は対象外とした

■ 調査方法

- ISO、JIS、各国の規格に係る政府情報等でキーワード等のデスクトップ調査を行った
- 専門家及びメーカーの担当者へのインタビューで産業用ヒートポンプ或いは産業用冷蔵冷凍装置に関わる規格を補完した

注）規格タイトルの中にヒートポンプ、冷蔵冷凍装置の含まれる規格、或いは明確に対象と判断したもの。ヒートポンプ及び冷蔵冷凍装置の両方に関わる規格も複数あるため、一緒に記載している場合がある。以降の頁で挙げられた規格が全てではない可能性がある。複数の内容を記載する規格はいずれかに分類した

*1: 記号や用語、単位等を規定する

出所）*2: 日本規格協会グループ

4. 規格制定状況

サマリ：ヒートポンプや冷蔵冷凍装置に関する国際規格は多数あるが、実態の商取引で適用される規格は一部に限られる。日本の規格と国際規格の差異が課題の一因にもなっている

世界全体

- ・ ヒートポンプ及び冷蔵冷凍装置に関する規格は多数ある
- ・ その中で特に実態の商取引の中でデファクトとして多く適用される規格もある

日本

- ・ 部品の寸法や圧力容器に関する規格は日本固有のJIS規格があり、国際規格や主流となっている他国規格との相違がある
- ・ ヒートポンプ及び冷蔵冷凍装置の試験方法についての規格も日本固有のJISやJRA規格があり、国際規格との相違がある
- ・ 保守や廃棄などの安全性のためのガイドラインがある

欧州

- ・ 大部分の国際規格（ISO規格）を欧州規格（EN規格）として定める。EN規格はEU加盟国及びEFTA加盟国*1に適用され、EN規格を自国の国家規格として採用する義務がある
- ・ EU加盟国であるオーストリア、フランス及びEFTA加盟国であるノルウェーはEN規格に従う
- ・ EN規格は任意規格とされるが、実質EN規格を満たさないと販売ができない

アジア

- ・ 国家規格の策定が進められている段階であり、家庭用を中心に国際規格（ISO規格）や欧州規格（EN規格）を参照した国家規格が制定されている
- ・ 産業用ヒートポンプ及び冷蔵冷凍装置の強制規格は現時点で存在しておらず*2、適用規格はユーザーに委ねられているか、規格を考慮しないケースが多い

注）*1:EFTAの現在の加盟国はアイスランド、ノルウェー、スイス、リヒテンシュタインの4カ国 *2:インタビューに基づくものであり、法的観点を提供するものではない

4. 規格制定状況

産業用ヒートポンプ／冷蔵冷凍装置関連で、以下のような規格が定められている

種類	規定内容	ヒートポンプ・冷蔵冷凍装置での規格制定状況	
製品規格	- 対象技術・製品等の性能 - 構造・形状・寸法・材料 - 性能等に基づく種類・等級等	① 製品要求	- ヒートポンプ或いは冷蔵冷凍装置全般としての製品要求は国際規格（ISO及びIEC）では定められていない - 特定の製品に対する分類定義、評価に関する規格（ISO）が存在する
		② 製品要求（部品）	- パイプ、安全装置、バルブ等の使用部品についての安全に使用するための試験方法、要求等が国際規格で定められる（ヒートポンプ・冷蔵冷凍装置の部品についての規格と製品の定めのない規格がある） - 圧力容器、配管等に対する設計、製造、検査、試験、および認証要件が他国規格で定められる（製品の定め無し） - 配管サイズはISO主にANSI規格（製品の定め無し）
試験方法規格	- 各性能等について特性値を規定するための指標 - 対象技術・製品等の特性値を求める、または検証するための試験方法の手順等	③ 性能評価	ヒートポンプ或いは冷蔵冷凍装置の種類に応じた複数のテスト条件、評価項目、製品への表示項目、テスト方法、テスト結果評価について国際規格（ISO）で定められている
		④ 性能評価（部品）	ヒートポンプ或いは冷蔵冷凍装置で使用される部品についてのテスト条件、評価項目、製品への表示項目、テスト方法、テスト結果評価について国際規格（ISO）で定められている
安全規格	- 一般原則としての機械安全 - グループ安全規格としての電気設備安全、機能安全、安全制御システム - 個別規格としての機能安全等	⑤ グループ安全規格	リスクアセスメントプロセスや安全制御システムなど特定の個別規格がない製品に適用される（ISO）が存在する
		⑥ 安全規格（電気）	- 電氣的な安全に対する特定の個別規格がない製品に対する国際規格（ISO）が存在する - エアコン、冷蔵冷凍機器などに対する国際規格（IEC）が存在する
		⑦ 製品安全規格	特定製品の安全設計を定めるANSI規格（米国）が作成されている
		⑧ 冷媒の分類と指定	冷媒の可燃性や毒性に応じた分類と取扱方法が国際規格（ISO）やASHRAE（アメリカ暖房冷凍空調学会）等で定められる
プロセス規格	一定品質の担保のための組織活動を行う上での標準的な進め方や順守すべき基準	⑨ 設置/メンテナンス/設計要求	- 冷媒の取り扱い、作業者の要件に関する国際規格（ISO）が存在する - 建物の暖房設計や、エネルギー算出方法に関する国際規格（ISO）が存在する - 特定製品の設置/メンテナンス/設計要求を定めるANSI規格が作成されている

4. 規格制定状況

ヒートポンプ及び冷蔵冷凍装置に関わる具体的な規格は以下の通り

■ : 製品に関する規格
 ■ : 部品/構成機器に関する規格
 空白 : 該当する規格なし

規格分類	ヒートポンプ	冷蔵冷凍装置	一般製品（製品の区分なし）	冷媒
2 製品要求	- ISO 21922 - EN 12284, EN 12178 - EN ISO 21922 - ISO 13971 - EN 1736:2008 - ISO 14903	- EN 16084:2011, EN ISO 14903 - EN 14276-1,2 - EN 14511-1,2,3,4 - EN 14511-1,2,3,4 - EN 12693 - EN 15218:2022	- ANSI/IIAR Standard 3-2022 - ISO5167 - ISO 6708 - EN ISO 6708:1995 - JISB2001 - ASME B31.5 - ASME VIII – 圧力容器 (Pressure Vessels) - ISO16528-1,2 - ISO 4126-1,2 - EN ISO 4126-1, 2 - JISK7018 - ISO 20854 - JIS B8265 - JIS B8266	
1 特定製品に対する要求		- ANSI/IIAR CO2-2021 - ISO23953-1,2 - EN ISO23953-1,2 - ANSI/ASHRAE Standard 26 - JIS8631		
3 性能評価	- ISO 13256-1,2 - ISO 18326 - ISO 19967-1 - ISO 19967-2 - ISO 21978 - ISO/DIS 19967-2 - EN-15879	- ISO 16345 - ISO 916 - EN 17432:2021 - JIS B8630 - EN 13215 - EN 12900 - ISO 917 - EN 13771-1 - ANSI/IIAR Standard 6 - ANSI/IIAR Standard 72 - EN 50676 - EN 1048:2014 - EN 1117:1998 - EN 1118:1998	- ISO 16494-1 - JIS B 8639 - ISO/TR 16494-2 - ISO21773 - JIS B 8628	
4	- ISO 16358-1,2,3 - ISO 5151 - ISO 15042 - ISO 13253 - ISO/DIS 24664	- ISO/TS 16491 - EN14825 - JIS C 9612 - JIS B 8615-1,2,3 - EN 12263	- JIS B 8616 - EN14511-1,2,3,4 - JRA 4060 - EN 13136	
8 指定と安全分類				- ASHRAE Standard 15 - ASHRAE Standard 34 - ISO 17584 - ISO 817 - EN378-1 - 高圧ガス保安法
9 設置/メンテナンス/設計要求	CEN/TS 17607:2021	- CEN/TS 17606:2021 - ISO 22712 - ISO 5149-1,2,3,4 - EN 13313:2010, - ANSI/IIAR Standard 4 - ANSI/IIAR Standard 5 - ANSI/IIAR Standard 7 - ANSI/IIAR Standard 8 - ANSI/IIAR Standard 9	- EN 378-1,2,3,4 - ISO 13612-1,2 - EN15450	
7 特定製品に対する安全要求				
5 安全規格		- ANSI/IIAR 2-2021 - ANSI/IIAR Standard 9-2020 - JRA 4070,4072,4073,	- JRA GL-15,16,18,1 - JIS B 8620 - ISO 13849-1 - EN ISO 13849-1 - ISO 12100 - EN 50402	- EN ISO 12100 - ANSI K61 / CGA 2.1 – 2014 - ISO18158 - EN-1540
6 電気安全要求	- IEC60335-1 - IEC 60335-2-40, 89 - IEC60335-2-34	- JIS C 9335-2-89 - JIS C9335-2-34	- IEC 60204-1 - EN 60204-1	

0. 本事業の進め方

1. 性能調査

2-1. 各国調査（ヒートポンプ）

2-2. 各国調査（冷蔵冷凍装置）

3. 有望国の選定

4. 規格制定状況

5. ルール形成戦略・シナリオ

6. 二次利用未承諾リスト

5. ルール形成戦略・シナリオ

本章では、有望国の規格制定状況及び日本の規格の利用状況を踏まえて、日系企業がこれらの国で事業を行うにあたって一助となるようなルール形成戦略のシナリオを検討した

■ 有望国

- ・ タイ及びベトナム

■ 検討の方針

- ・ 規格制定状況の調査より、タイ及びベトナムでは、産業用ヒートポンプと冷蔵冷凍装置に関する強制規格はないものの、国際規格を参照した国家規格の制定がされている状況が明らかになった
- ・ それに対し、日本はJIS規格などの独自の規格に準拠するが多い
- ・ 日本規格をベースとして日系企業にとって有利となるルールを考えると共に、タイ及びベトナムにとっての社会課題の解決に繋がるルール形成を策定することを大方針とする

■ 検討方法

- ・ 検討の方針に従い、有効と思われるシナリオを挙げた
- ・ 挙げたシナリオをヒートポンプ、冷蔵冷凍装置のそれぞれについてタイ及びベトナムで既に事業を営む日系企業、ベトナムの関連組織にヒアリングを行いルール形成戦略シナリオに対する意見を収集した
- ・ 以下の点を踏まえ、総合的に有望と思われるシナリオを選定した
 1. 社会課題の解決に繋がるか
 2. 各国の政策に沿っているか
 3. 日系企業にとって事業の後押しになるか
 4. 実行は容易か

5. ルール形成戦略・シナリオ

日本の規格の制定状況、タイ・ベトナムの規格動向を考慮すると以下5つの戦略が考え得る

規格の種類	現状の日系企業にとっての課題	戦略
製品規格 (部品)	JISと現在主流となっている他国の規格との差異があるため、海外でこれらの規格が主流となると、部品変更を必要とし、設計変更、生産ライン変更などを伴う（価格が10-15%上昇）	1. JIS規格、冷凍保安規則に従う製品も他国の規格と同等の性能・安全性であることを認められる制度を設ける
性能評価 規格	- ヒートポンプ・冷蔵冷凍装置の評価に関するタイ/ベトナムの国家規格は国際規格を参照する可能性がある - 現時点では、産業用では試験は不要で、エネルギー指標の対象でもないため、問題とはなっていない。しかし将来的に試験を求められた際、問題となる可能性がある	2. 両国政府の協力の下、評価方法を策定する 3. JRA規格等日本の基準で行った試験結果も認められる制度を設ける
設置/メン テナンス要 求	- 自社或いは現地代理店を通して販売するが、販売規模が大きくなった際に全土をカバーしきれない - 自社の教材で対応しているが、法の動向を把握しにくい	4. 設置・修理・回収等の国家規格を両国政府と共同で作成する 5. 技術・サービス担当者向けトレーニングを行い、冷媒の扱い、安全への認知度の向上及び効率化を図る

5. ルール形成戦略・シナリオ

高効率・品質の製品の導入を進めることによって、環境保全、安全な機器の取扱の浸透による安全な社会の実現を図る

戦略	解決可能な社会課題	期待される効果
1. JIS規格、冷凍保安規則に従う製品も他国の規格と同等の性能・安全性であることを認められる制度を設ける	- 性能の低い冷蔵冷凍装置の購入や、家庭用の代用による不十分な鮮度管理によって生じる健康被害を防止する - 環境負荷の大きいボイラーからの置き換えを促進する	設計や製造の変更を伴わない分の価格上昇を抑制することができる。初期投資を抑え、高品質な冷蔵冷凍装置、ヒートポンプの導入を後押しする
2. 両国政府の協力の下、評価方法を策定する	- 低効率の冷蔵冷凍装置の普及を抑制し、高効率機器を普及させることでエネルギー消費量を低減する - 横比較可能なエネルギー効率を評価を導入し、省エネ制度などの導入を可能にする	ユーザーが製品の性能を横比較することができ、高効率製品の導入を後押しする。それにより一定の品質担保が可能
3. JRA規格等日本の基準で行った試験結果も認められる制度を設ける	- 性能の低い冷蔵冷凍装置の購入や、家庭用の代用による不十分な鮮度管理によって生じる健康被害を防止する - 環境負荷の大きいボイラーからの置き換えを促進する	再試験を伴わない分の価格上昇を抑制することができる。初期投資を抑え、高品質な冷蔵冷凍装置、ヒートポンプの導入を後押しできる
4. 設置・修理・回収等の国家規格を両国政府と共同で作成する	明確な基準を設けることで、安全かつ環境に配慮した手順を確立し、フロン放出や、可燃性／毒性のある冷媒による事故を抑制する	設置・修理・回収等の明確な基準により、サービス品質を向上させる
5. 技術・サービス担当者向けトレーニングを行い、冷媒の扱い、安全への認知度の向上及び効率化を図る	安全や環境に配慮した取り扱いの意識を高めることで、安全かつ環境に配慮した手順を確立し、フロン放出や、可燃性／毒性のある冷媒による事故を抑制する	- 安全な冷媒の取扱を浸透させる - 冷蔵冷凍装置やヒートポンプに対する品質の考え方を浸透させ、より高品質な冷蔵冷凍装置、ヒートポンプの導入を後押しできる

低エネルギー消費量による環境保全

環境汚染や事故のない社会

燃料を直接燃焼させる燃焼装置が主流のタイ・ベトナムにおいて、ヒートポンプ及び高効率な冷蔵冷凍装置の導入を推進することは、これらの国におけるエネルギー効率の向上に大きく貢献する

ヒートポンプのルール形成によって得られる効果

- ヒートポンプは、冷媒を圧縮・膨張させることによって、空気等の熱源から熱をくみ上げ移動させる技術であり、コンプレッサーを動かすために投入したエネルギーを上回るエネルギーを出力することができる。現在は100℃以上の高温帯ヒートポンプは、温度リフトが大きくなるためにエネルギー効率が低くなる課題を抱えているため、特に100度以下の熱供給の場合には、燃料を直接燃焼させる燃焼装置や電気を直接熱に変える機器をヒートポンプに置き換えることでエネルギー効率の向上を図ることができる
- また、ヒートポンプは熱を移動させるという機能のため、加熱と同時に冷却も行うことができる。加熱用途のみならず、冷却用途としても使用することで、加熱装置及び冷却装置を個別に使用するよりも高い効率を図ることができる
- エネルギー消費量の低減は、エネルギー消費に伴う二酸化炭素排出量の低下に繋がり、燃料を直接燃焼させる燃焼装置に比べ大きく温暖化防止に貢献する
- すなわち、高いエネルギー効率を持つヒートポンプをタイ・ベトナムで普及させることは、これらの国の省エネルギーに貢献する

冷蔵冷凍装置のルール形成によって得られる効果

- タイ・ベトナムでは、フロン系冷媒やアンモニア冷媒を使用した、効率のあまり高くない冷蔵冷凍装置が多く使用される。特にオープン型の冷蔵ショーケース等では、適切な技術を用いないことで冷却された空気が漏れ、エネルギー効率の低下に繋がる可能性がある。日本製の冷蔵冷凍装置は高効率とするためにインバーター圧縮機や断熱強化等の工夫が取られており、エネルギー効率が高いことに特長がある
- 高効率の冷蔵冷凍装置をタイ・ベトナムで普及させることは、これらの国の省エネルギーに貢献する

5. ルール形成戦略・シナリオ（タイ）

タイでのヒートポンプの導入促進においては、日系企業にとって大きな課題となっている他国の規格とJIS規格の互換性及び日系製品の高エネルギー効率を明示可能な評価方法の策定が好ましい

ヒートポンプにおける各シナリオの評価

	指標	シナリオ1	シナリオ2	シナリオ3	シナリオ4	シナリオ5
		JIS規格、冷凍保安規則に従う製品も他国の規格と同等の性能・安全性であることを認められる制度を設ける	各国政府の協力の下、評価方法（消費電力・エネルギー効率等）を策定する	JRA規格等日本の基準で行った試験結果も認められる制度を設ける	設置・修理・回収等の国家規格を両国政府と共同で作成する	技術・サービス担当者向けトレーニングを行い、冷媒の扱い、安全性に対する認知度の向上及び効率化を図る
ヒートポンプ	社会課題の解決に繋がるか？	より低価格でヒートポンプを設置でき、導入促進によりエネルギー消費量低減に繋がる	高品質な製品の導入を促進し、エネルギー消費量低減に繋がる	高品質な製品の導入を促進し、エネルギー消費量低減に繋がる	冷媒の放出による環境汚染や冷媒漏洩による事故を低減する	冷媒の放出による環境汚染や冷媒漏洩による事故を低減する
	政策と一致しているか？	直接関連する政策はないが、省エネルギーを推進する方針に合致	省エネルギーに対する優遇措置の適用にあたり、統一基準を設計することは有用である	省エネルギーに対する優遇措置の適用にあたり、統一基準は必要だが国に適している必要がある	関連する政策はない	関連する政策はない
	日系企業の事業の後押しとなるか？ （日系企業の声）	日系企業の製品を販売できなくなる可能性もある大きな課題であり、必要性が大きい	現状、ヒートポンプ製造メーカーが多くなく、問題となっていないが、低効率製品を排除可能な統一基準は好ましい	大きな必要性は認識していないが、日本の評価結果をそのまま適用することは好ましい	現状、必要性は大きくない	現状、必要性はない
	実行は容易か？	他国の規格を取り入れる動きがあるため、困難であることが予測されるが、互換性の公認などの余地はある	ISO規格を参照した家庭用の評価方法がある中、産業用の規格策定にどの程度の自由度があるかは不確実である	JRA規格の認知度が高くなく、JRA規格でなければならぬ理由付けが必要	現状、該当する法規制がほとんどないため、策定する余地がある	長期かつ地道な取り組みとなるが、実施余地はある
総合評価		6	6	4	4	4

注)

○：指標に対する回答が「YES」である（2点）

△：指標に対し、「YES」とできる確信はないが、余地がある（1点）

×：指標に対する回答が「No」である（0点）



5. ルール形成戦略・シナリオ（タイ）

冷蔵冷凍装置においては、低品質であっても低価格である現地メーカーの製品にシェアを押されており、日系製品の高い品質を明示可能な評価方法の確立が好まれる

冷蔵冷凍装置における各シナリオの評価

	指標	シナリオ1	シナリオ2	シナリオ3	シナリオ4	シナリオ5
		JIS規格、冷凍保安規則に従う製品も他国の規格と同等の性能・安全性であることを認められる制度を設ける	各国政府の協力の下、評価方法（消費電力・エネルギー効率等）を策定する	JRA規格等日本の基準で行った試験結果も認められる制度を設ける	設置・修理・回収等の国家規格を両国政府と共同で作成する	技術・サービス担当者向けトレーニングを行い、冷媒の扱い、安全性に対する認知度の向上及び効率化を図る
冷蔵冷凍装置	社会課題の解決に繋がるか？	より低価格で高効率な冷蔵冷凍装置を設置でき、導入促進によりエネルギー消費量低減に繋がる	高品質な製品の導入を促進し、エネルギー消費量低減に繋がる	高品質な製品の導入を促進し、エネルギー消費量低減に繋がる	冷媒の放出による環境汚染や冷媒漏洩による事故を低減する	冷媒の放出による環境汚染や冷媒漏洩による事故を低減する
	政策と一致しているか？	直接関連する政策はない	省エネルギーに対する優遇措置の適用にあたり、統一基準を設計することは有用である	省エネルギーに対する優遇措置の適用にあたり、統一基準は必要だが国に適している必要がある	関連する政策はない	関連する政策はない
	日系企業の事業の後押しとなるか？ （日系企業の声）	日系企業の製品を販売できなくなる可能性もある大きな課題であり、必要性が大きい	現地企業の低エネルギー効率の製品を排除し、日系企業のブランディングに繋がる	大きな必要性は認識していないが、日本の評価結果をそのまま適用できることは好ましい	現状、必要性は大きくない	現地企業のようなサービスネットワークを構築できる可能性がある
	実行は容易か？	他国の規格を取り入れる動きがあるため、困難であることが予測されるが、互換性の公認などの余地はある	ISO規格を参照した家庭用の評価方法がある中、産業用の規格策定にどの程度の自由度があるかは不確実である	JRA規格の認知度が高くなく、JRA規格でなければならぬ理由付けが必要	現状、該当する法規制がほとんどないため、策定する余地がある	長期かつ地道な取り組みとなるが、実施余地はある
総合評価		5	7	4	4	5

注）

○：指標に対する回答が「YES」である（2点）

△：指標に対し、「YES」とできる確信はないが、余地がある（1点）

×：指標に対する回答が「No」である（0点）



5. ルール形成戦略・シナリオ（ベトナム）

ベトナムでもヒートポンプ導入の理由付けとなるような、エネルギー効率などの基準策定が好まれる。また、他国規格が導入されると大きな課題となり得るため、JIS規格の公認や他国規格とJIS規格の互換性の確立が望ましい

ヒートポンプにおける各シナリオの評価

	指標	シナリオ1	シナリオ2	シナリオ3	シナリオ4	シナリオ5
		JIS規格、冷凍保安規則に従う製品も他国の規格と同等の性能・安全性であることを認められる制度を設ける	各国政府の協力の下、評価方法（消費電力・エネルギー効率等）を策定する	JRA規格等日本の基準で行った試験結果も認められる制度を設ける	設置・修理・回収等の国家規格を両国政府と共同で作成する	技術・サービス担当者向けトレーニングを行い、冷媒の扱い、安全性に対する認知度の向上及び効率化を図る
ヒートポンプ	社会課題の解決に繋がるか？	より低価格でヒートポンプを設置でき、導入促進によりエネルギー消費量低減に繋がる	高品質な製品の導入を促進し、エネルギー消費量低減に繋がる	高品質な製品の導入を促進し、エネルギー消費量低減に繋がる	冷媒の放出による環境汚染や冷媒漏洩による事故を低減する	冷媒の放出による環境汚染や冷媒漏洩による事故を低減する
	政策と一致しているか？	直接関連する政策はないが、省エネルギーを推進する方針に合致	省エネルギーに対する優遇措置の適用にあたり、統一基準を設計することは有用である	省エネルギーに対する優遇措置の適用にあたり、統一基準は必要だが国に適している必要がある	関連する政策はない	関連する政策はない
	日系企業の事業の後押しとなるか？ （日系企業の声）	日系企業の製品を販売できなくなる可能性もある大きな課題であり、必要性が大きい	現状、ヒートポンプ製造メーカーが多くなく、問題となっていないが、低効率製品を排除可能な統一基準は好ましい	大きな必要性は認識していない	現状、必要性は大きくない。規制が強くなることで事業の足枷にならないような留意が必要	現状、必要性はない
	実行は容易か？	国際規格を参照する動きはあるが、他国の規格を重視するような目立つ動きはないため、規格策定の余地がある	目立つ強制規格はないため、規格制定の余地がある	JRA規格は参照しつつ、各国の気候条件等に合わせる必要がある	現状、該当する法規制がほとんどないため、策定する余地があるが、反対に障壁ともなり得るため留意が必要	長期かつ地道な取り組みとなるが、実施余地はある
総合評価		6	7	3	3	4

注）○：指標に対する回答が「YES」である（2点）

△：指標に対し、「YES」とできる確信はないが、余地がある（1点）

×：指標に対する回答が「No」である（0点）



5. ルール形成戦略・シナリオ（タイ）

ベトナムの冷蔵冷凍装置の市場においては現地製品に加え、低価格な外資系メーカーの中古製品が多く普及しており、高効率性などの優位性を明確にできるような評価基準の策定が好ましい

冷蔵冷凍装置における各シナリオの評価

	指標	シナリオ1	シナリオ 2	シナリオ 3	シナリオ4	シナリオ5
		JIS規格、冷凍保安規則に従う製品も他国の規格と同等の性能・安全性であることを認められる制度を設ける	各国政府の協力の下、評価方法（消費電力・エネルギー効率等）を策定する	JRA規格等日本の基準で行った試験結果も認められる制度を設ける	設置・修理・回収等の国家規格を両国政府と共同で作成する	技術・サービス担当者向けトレーニングを行い、冷媒の扱い、安全性に対する認知度の向上及び効率化を図る
冷蔵冷凍装置	社会課題の解決に繋がるか？	より低価格で高効率な冷蔵冷凍装置を設置でき、導入促進によりエネルギー消費量低減に繋がる	高品質な製品の導入を促進し、エネルギー消費量低減に繋がる	高品質な製品の導入を促進し、エネルギー消費量低減に繋がる	冷媒の放出による環境汚染や冷媒漏洩による事故を低減する	冷媒の放出による環境汚染や冷媒漏洩による事故を低減する
	政策と一致しているか？	直接関連する政策はない	省エネルギーに対する優遇措置の適用にあたり、統一基準を設計することは有用である	省エネルギーに対する優遇措置の適用にあたり、統一基準は必要だが国に適している必要がある	関連する政策はない	関連する政策はない
	日系企業の事業の後押しとなるか？ （日系企業の声）	日系企業の製品を販売できなくなる可能性もある大きな課題であり、必要性が大きい	中古品や現地メーカーの低効率製品を排除可能な統一基準は好ましい	大きな必要性は認識していない	現状、必要性は大きくない	必要性は大きくないが、認知度向上を期待できる
	実行は容易か？	国際規格を参照する動きはあるが、特定の他国規格を重視するような目立つ動きはないため、規格策定の余地がある	目立つ強制規格はないため、規格制定の余地がある	JRA規格の認知度が高くなく、JRA規格でなければならない理由付けが必要	現状、該当する法規制がほとんどないため、策定する余地があるが、反対に障壁ともなり得るため留意が必要	長期かつ地道な取り組みとなるが、実施余地はある
総合評価		5	8	3	3	5

注)
○：指標に対する回答が「YES」である（2点）
△：指標に対し、「YES」とできる確信はないが、余地がある（1点）
×：指標に対する回答が「No」である（0点）

5. ルール形成戦略・シナリオ

サマリ：産業用ヒートポンプ及び冷蔵冷凍装置のタイ及びベトナムにおけるルール形成として、(1)日本の規格と他国規格の互換性の確立、(2)優位性を明確にできる性能評価方法の確立、(3)トレーニングによる認知度の向上、を進めることが望ましい

- 産業用ヒートポンプ及び冷蔵冷凍装置のタイ及びベトナムにおけるルール形成には、以下のシナリオ1,2,5を推進していくことが望ましい
 - シナリオ1：JIS規格、冷凍保安規則に従う製品も他国規格と同等の性能・安全性であることを認められる制度を設ける
 - シナリオ2：両国政府の協力の下、評価方法を策定する
 - シナリオ5：技術・サービス担当者向けトレーニングを行い、冷媒の扱いや、安全への認知度の向上及び効率化を図る
- シナリオ1,2,5の推進にあたっては、タイ政府関係者（Ministry of Industry）及びベトナムの規格策定機関（Ministry of Science and Technology）、実際の規格策定を行うタイ工業製品規格局及び、ベトナムのDirectorate For Standards, Metrology and Qualityに働きかける
- また、規格策定や現地のメーカー、施工業者への働きかけのため、現地側の産業団体や現地企業との連携も視野に入れる



Share the Next Values!



二次利用未承諾リスト

報告書の題名：

令和5年度 エネルギー需給構造高度化基準認証推進事業
(産業用ヒートポンプ及び産業用冷蔵冷凍装置の国際ルール形成戦略に係る調査研究)
調査報告書

委託事業名：

令和5年度 エネルギー需給構造高度化基準認証推進事業費
産業用ヒートポンプ及び産業用冷蔵冷凍装置の国際ルール形成戦略に係る調査研究)

受注事業者名：Nomura Research Institute Singapore Pte. Ltd.

頁	図表番号	タイトル
8		ヒートポンプの技術レベル及び利用用途例
9		Johnson Controlヒートポンプ
9		Heatenヒートポンプ
9		Enerinヒートポンプ
9		Ochsnerヒートポンプ
10		Johnson Controlヒートポンプ (1)
10		Johnson Controlヒートポンプ (2)
10		Enertimeヒートポンプ
10		Clauger SAヒートポンプ
11		Carrierヒートポンプ
11		ECOPヒートポンプ
12		前川製作所ヒートポンプ
12		KOBELCOヒートポンプ
12		富士電機ヒートポンプ
12		三菱重工サーマルシステムズヒートポンプ
14		各製品群における使用冷媒及び代替冷媒候補
15		自然冷媒の特徴
16		前川製作所自然冷媒冷凍装置
16		KOBELCO自然冷媒冷凍装置
16		Johnson Control自然冷媒冷凍装置
16		GEA自然冷媒冷凍装置
17		前川製作所低充填アンモニア冷蔵冷凍装置
17		Evapco低充填アンモニア冷蔵冷凍装置
17		GEA低充填アンモニア冷蔵冷凍装置
17		AzaneFreezer低充填アンモニア冷蔵冷凍装置
22		エネルギーの流れ
22		発電のエネルギー源の内訳
22		国別電化率 (2021年)
23		最終エネルギー消費内訳
23		部門別加熱・冷却需要の内訳
24		業界別消費電力
24		工業セクターにおける温度別加熱冷却需要 (欧州全体、2019年)
25		ヒートポンプの売り上げ台数
25		ヒートポンプによる熱供給の内訳
26		地域暖房用ヒートポンプの設置年代内訳
26		ノルウェーにおける地域暖房向けヒートポンプ 設置状況 (2016年)
26		ノルウェーにおける地域暖房向けヒートポンプ 設置事例
27		ヒートポンプに関するポリシー・政策
30		商業ビルの暖房エネルギー源 (2011年)
30		エネルギー源のシェア (2021年)
30		エネルギー価格の上昇率 (2022年6月、前年同月比)
30		化石燃料消費量及び輸入量 (2020年)
31		最終エネルギー消費の用途別内訳
31		工業セクター加熱・冷却需要
31		業界別天然ガス使用量

頁	図表番号	タイトル
32		温度帯別加熱・冷却需要（2015年）
32		業界別の加熱・冷却需要（2015年）
33		加熱冷却に使用するエネルギー源（2015年）
33		業界別のエネルギー源（2015年）
34		ヒートポンプの導入台数及び稼働台数推移（家庭用含む）
34		ヒートポンプ販売台数内訳（2022年）
35		加熱・冷却需要の内訳（全体、2021年）
35		加熱・冷却供給機器の内訳（2018年）
36		地域暖房によって賄われる暖房需要（2015年と2050年の見込み）
36		地域暖房のエネルギー源のシェア（2021年）
36		オーストリアにおける地域暖房向けヒートポンプ
37		ヒートポンプに関するポリシー・政策
40		業界別の消費電力
40		一次消費エネルギー源の内訳（2021年）
40		廃熱の回収及び利用量
41		総エネルギーに占める加熱冷却需要（2015年）
41		加熱冷却需要の内訳（2015年）
41		セクター別加熱冷却需要（2015年）
42		温度帯別冷却需要（2015年）
42		業界別の加熱・冷却需要（2015年）
43		加熱冷却に使用するエネルギー源（2015年）
43		業界別の加熱・冷却のエネルギー源（2015年）
44		100℃以下の業界別加熱需要
44		100℃未満のプロセスでのエネルギー消費の分布（全業界の合計）
45		100℃～200℃の業界別加熱需要
45		100℃～200℃のプロセスでのエネルギー消費の分布（全業界の合計）
46		最終消費エネルギーの内訳（2021年）
46		廃熱利用の可能性（2016年）
47		用途別・機器種類別のヒートポンプ販売台数（2020年）
47		市場の状況
48		地域暖房によって賄われる暖房需要（2015年と2050年の見込み）
48		地域暖房の供給熱量
48		フランスにおける地域暖房向けヒートポンプ
49		地域冷房ネットワークの内訳（2018年）
49		地域冷房ネットワークの使用機器（2018年）
50		ヒートポンプに関するポリシー・政策
53		消費エネルギー源
53		直射エネルギーの強さ
53		セクター別エネルギー消費量（2015年）
54		最終エネルギー消費内訳（2020年）
54		業界別のエネルギー源（2019-2020）
55		Emersonヒートポンプ導入事例（1）
55		Emersonヒートポンプ導入事例（2）
55		Aspiration energyヒートポンプ導入事例（1）
55		TRAINヒートポンプ導入事例
55		Aspiration energyヒートポンプ導入事例（2）
56		ヒートポンプに関するポリシー・政策
59		一人あたりGDP
59		エネルギー輸出入量
60		最終エネルギー消費内訳
60		建物におけるエネルギー消費用途
60		建物における消費エネルギー源
60		業界別エネルギー源
60		工業における消費エネルギー源
61		ihandalヒートポンプ
61		ihandalヒートポンプ導入事例（1）
61		ihandalヒートポンプ導入事例（2）
61		Watercoヒートポンプ（1）
61		Watercoヒートポンプ（2）

頁	図表番号	タイトル
61		印刷工場へのヒートポンプ導入事例
62		ヒートポンプに関するポリシー・政策
65		製造業の生産額に占める割合（2021）
65		観光業のGDPへの貢献（2021年）
65		エネルギー輸出入量
65		プロパンガス価格
66		最終エネルギー消費内訳
66		エネルギー源内訳（サービスセクター）
66		エネルギー源内訳（工業）
67		ヒートポンプの導入事例
67		ヒートポンプの導入事例（2015～2017年）
68		ヒートポンプの研究状況
68		ヒートポンプの普及活動
69		ヒートポンプに関するポリシー・政策
70		エネルギー効率計画（EEP）で定められる分野別エネルギー効率目標
73		一次消費エネルギー源の内訳（2021年）
73		エネルギー消費量の伸び
73		エネルギー輸出入量バランス
74		最終エネルギー消費内訳
74		冷却加熱需要
75		ヒートポンプの導入状況
75		ヒートポンプの研究状況
76		ヒートポンプに関するポリシー・政策
77		Vietnam National Energy Efficiency Programの詳細
80		一次消費エネルギー源の内訳（2021年）
80		二酸化炭素排出量（上位6ヵ国、2022年）
81		エネルギー消費内訳
81		冷却加熱需要
81		消費エネルギーの用途別内訳（2013年）
82		一次消費エネルギー源の内訳推移
82		業界別最終エネルギー消費内訳（2015年）
83		産業セクターにおけるエネルギーの流れ
84		ヒートポンプの導入状況
85		ヒートポンプに関するポリシー・政策
91		欧州におけるフロン系冷媒の供給量（冷媒別）
91		チラーの冷媒使用状況（2018年）
92		主な小売店の冷媒使用状況
92		店舗数・HQ所在地
93		CO2冷媒を用いた遷臨界サイクル冷蔵冷凍装置の設置数（2020年調査）
94		低充填アンモニア冷蔵冷凍装置の設置数（2020年調査）
95		EUの冷媒に関するポリシー・政策
96		ノルウェー・オーストリア・フランスにおける冷媒に関するポリシー・政策
97		ノルウェーにおけるガス回収量
97		ノルウェーのHFCおよびPFCに対する税金
98		欧州における冷媒の使用状況
100		[産業における冷却需要例]乳製品の生産額
100		コールドチェーンの市場規模
101		典型的なコールドチェーンと冷却装置
102		パックハウスの市場規模
102		リーファー輸送車の市場規模
102		倉庫市場規模
102		熟成室の市場規模
102		商業冷蔵冷凍装置の市場規模
103		用途別冷却需要
103		各分野で使用される冷媒（推測）
104		フロンの使用量推移（推計）
104		低GWP冷媒の開発状況
104		India Cooling Action Plan
105		アンモニア冷媒を利用した冷蔵冷凍装置の事例（Fortune Daily）

頁	図表番号	タイトル
105		アンモニア冷媒を利用した冷蔵冷凍装置の事例 (New Leaf Dynamic Tech)
105		アンモニア冷媒を利用した冷蔵冷凍装置の事例 (MOTHERDAILY)
105		アンモニア冷媒を利用した冷蔵冷凍装置の事例 (KOOL SOLUTIONS INDIA)
105		アンモニア冷媒を推進する動き (Danfoss)
106		冷媒に関するポリシー・政策
107		インドにおける冷媒の使用状況
109		国別農産物の生産額 (2021年)
109		マレーシアの生産量の多い農産物 (2021年)
109		マレーシアのハラール輸出額
110		自然冷媒を利用した冷蔵冷凍装置の導入事例 (Santec Refrigeration Technologies)
110		自然冷媒を利用した冷蔵冷凍装置の導入事例 (Panasonic)
110		自然冷媒を利用した冷蔵冷凍装置の導入事例 (日本熱源/FFM Engineering)
111		冷媒に関するポリシー・政策
112		マレーシアにおける冷媒の使用状況
114		コールドチェーンによる輸出入額
114		コールドチェーン輸入額の内訳
114		コールドチェーン輸出額の内訳
115		非自然冷媒の業務用冷蔵冷凍装置の製造数
115		自然冷媒の業務用冷蔵冷凍装置の製造数
116		冷媒に関するポリシー・政策
117		タイにおける冷媒の使用状況
119		国外からの直接投資額 (2022年)
119		コールドチェーン需要予測 (2019年～2050年)
120		冷媒の将来展望
121		産業用冷蔵冷凍装置の販売量
121		温暖化ガスの排出量 (予測)
122		冷媒に関するポリシー・政策
123		ベトナムにおける冷媒の使用状況
125		水産物の生産量
125		電化製品の普及率
126		HFC消費量
127		自然冷媒を利用した冷蔵冷凍装置の導入事例 (Alfamidi)
127		自然冷媒を利用した冷蔵冷凍装置の導入事例 (魚の加工工場)
127		自然冷媒を利用した冷蔵冷凍装置の導入事例 (Kiat Ananda Group)
128		冷媒に関するポリシー・政策
129		インドネシアにおける冷媒の使用状況
133		市場規模及び成熟度による評価
136		規格分類
138		ヒートポンプ・冷蔵冷凍装置での規格制定状況
139		ヒートポンプ・冷蔵冷凍装置での規格制定状況