

「省エネ化・低温室効果を達成できる  
次世代冷媒・冷凍空調技術及び評価手法の開発」  
(中間評価)

プロジェクトの概要 (公開)

2020年10月6日

NEDO環境部

I. 事業の位置付け・必要性

NEDO

II. 研究開発マネジメント

III. 研究開発成果

PL

IV. 成果の実用化・事業化に向けた  
取組及び見通し

## I. 事業の位置付け・必要性について

II. 研究開発マネジメントについて

III. 研究開発成果について

IV. 実用化・事業化に向けての見通し及び  
取り組みについて

## I. 事業の位置付け・必要性

公開

### (1) 背景 ～特定フロンと代替フロン等4ガスについて～

- 冷凍空調機器の冷媒等に使用されてきた特定フロンはオゾン層破壊物質としてモントリオール議定書の規制対象になり、オゾン層を破壊しない代替フロン等4ガスへの転換が進んでいる。
- 一方で、代替フロン等4ガスは温室効果が大きい点が問題となっている。

総称	特定フロン		代替フロン等4ガス			
			代替フロン等3ガス			—
種類	<b>CFC</b> <small>(クロロフルオロカーボン)</small>	<b>HCFC</b> <small>(ハイドロクロロフルオロカーボン)</small>	<b>HFC</b> <small>(代替フロン) (ハイドロフルオロカーボン)</small>	<b>PFC</b> <small>(パーフルオロカーボン)</small>	<b>SF<sub>6</sub></b> <small>(六フッ化硫黄)</small>	<b>NF<sub>3</sub></b> <small>(三フッ化窒素)</small>
国際規制	モントリオール議定書 対象物質(生産・輸入規制) 京都議定書対象外		京都議定書・パリ協定対象物質 (NF <sub>3</sub> は2013年より)			
オゾン層破壊効果	大きい	比較的 小さい	まったくオゾン層を破壊しない			
温室効果 (GWP※1)	極めて 大きい (約10,000)	大きい (数百～約2,000)	大きい (数百～約4,000)※2	極めて 大きい (約6,000～ 9,000)	極めて 大きい (約23,900)	極めて 大きい (約17,200)
主な用途	<ul style="list-style-type: none"> <li>・<b>冷凍空調機器の冷媒</b></li> <li>・洗剤、溶剤等 <small>(95年以降全廃済み)</small></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・<b>冷凍空調機器の冷媒</b></li> <li>・洗剤、溶剤等 <small>(2020年全廃予定)</small></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・<b>冷凍空調機器の冷媒</b></li> <li>・断熱材の発泡剤等</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・半導体、液晶製造</li> <li>・洗剤、溶剤</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・電気絶縁機器</li> <li>・半導体、液晶製造</li> <li>・マグネシウム製造</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・半導体、液晶製造等</li> </ul>

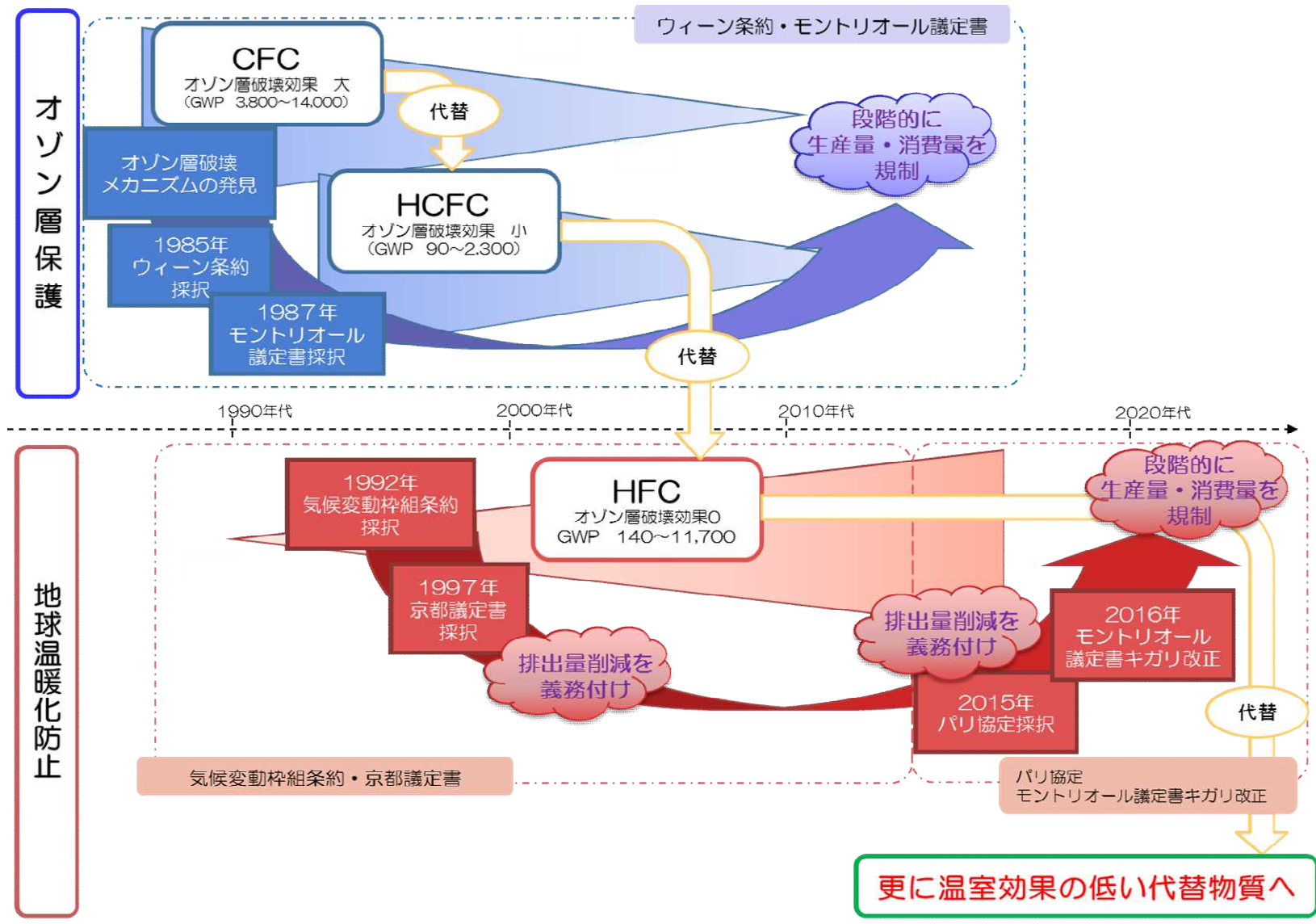
※1 GWP: 地球温暖化係数(CO2の何倍の温室効果を有するか表す値)

※2 主な冷媒種としての値

# I. 事業の位置付け・必要性

公開

## (1) 背景 ～フロン類を巡る規制と対策の流れ～

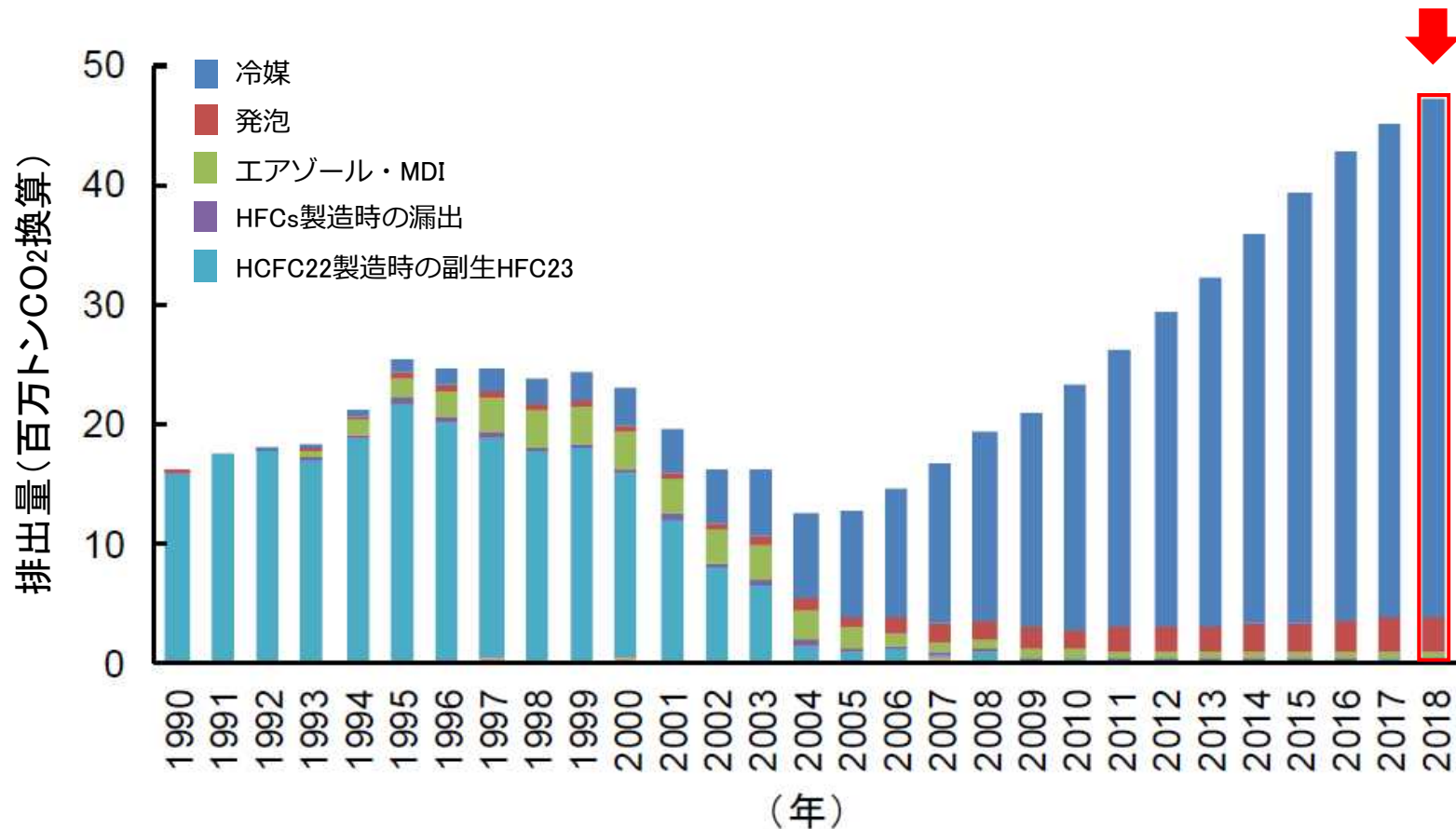


## I. 事業の位置付け・必要性

公開

### (1) 背景 ～冷凍空調分野におけるHFC(代替フロン)の排出量推移～

- HFCの排出源として、冷媒転換に伴ってエアコン等の冷媒が増加しており、2018年度はHFC排出量全体の約90%を占める。

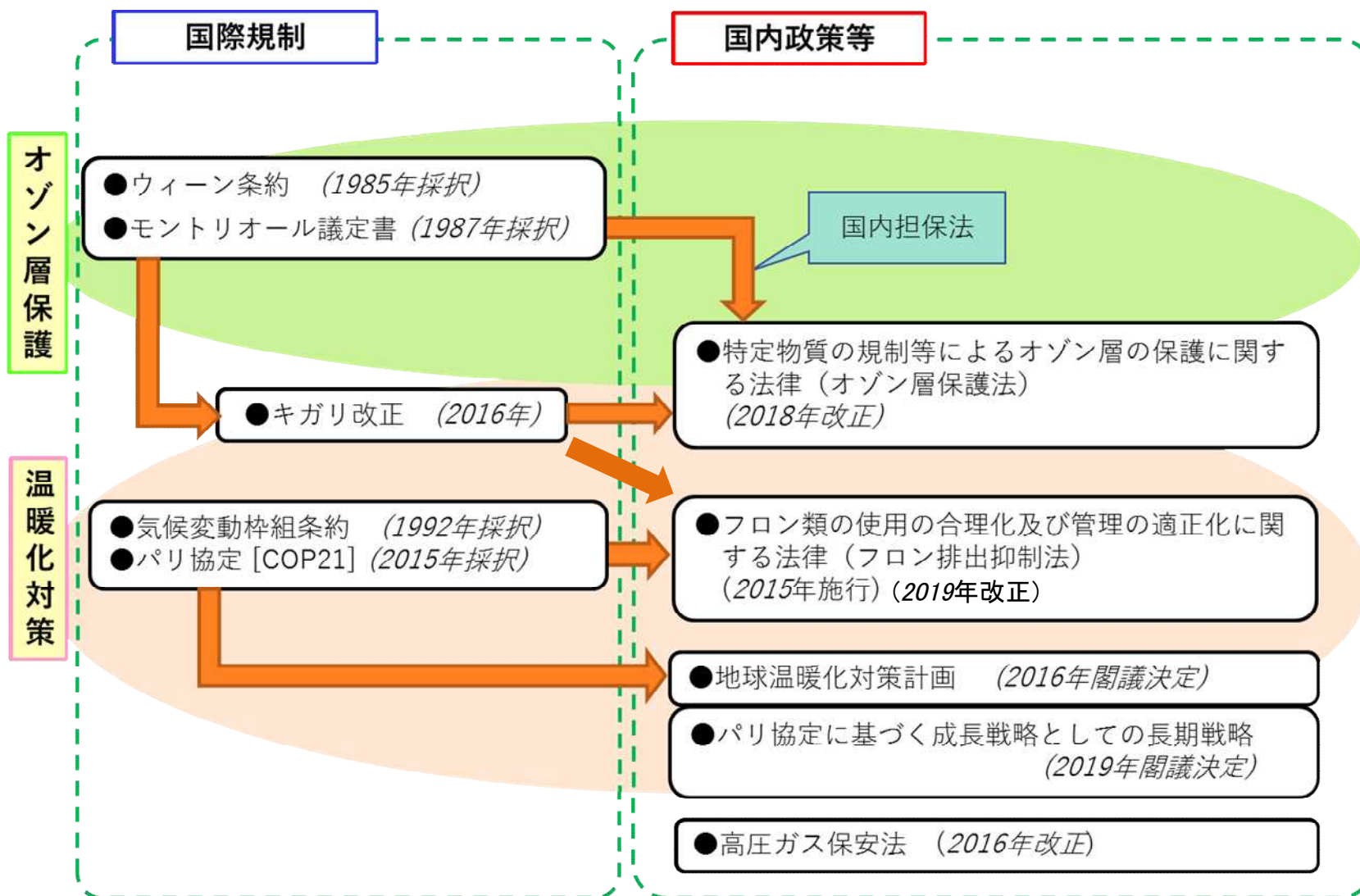


HFC排出量の推移

## I. 事業の位置付け・必要性

公開

### (1) 背景 ～フロン類対策における現在までの国際規制と国内政策等の対応～



## I. 事業の位置付け・必要性

公開

(1) 背景 ～パリ協定と地球温暖化対策計画(2016年5月閣議決定)～

- 「日本の約束草案」に基づき、国内の排出削減・吸収量の確保により、2030年度において、2013年度比26.0%減の水準にする。
- 代替フロン等4ガスのみでは、2030年において、2013年度比25.1%減。  
(総排出量で0.7%減。)

パリ協定における我が国の排出削減目標の内訳

	2013年 (百万t-CO <sub>2</sub> )	2030年 (百万t-CO <sub>2</sub> )	2013年総排出 量比 (%)
エネルギー起源 CO <sub>2</sub>	1235	927	▲21.9
非エネルギー起源CO <sub>2</sub> 、CH <sub>4</sub> 、 N <sub>2</sub> O	134.4	123.5	▲0.8
<b>代替フロン等4ガス (HFC、PFC、SF<sub>6</sub>、NF<sub>3</sub>)</b>	<b>38.6</b>	<b>28.9</b>	<b>▲0.7</b>
温室効果ガス吸収源 (森林吸収等)	—	(▲37.0)	▲2.6
合計	1408	1042	▲26.0

※上記表は四捨五入の都合上、各欄の合計は一致しない場合がある。



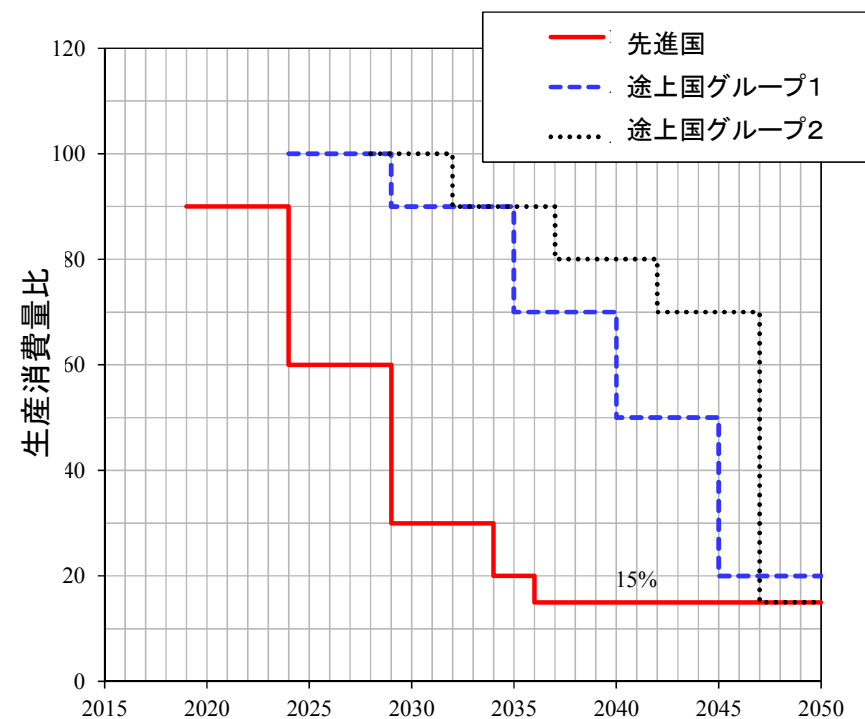
## I. 事業の位置付け・必要性

公開

### (1) 背景 ～代替フロン(HFC)の生産・消費量の段階的削減義務～

- 代替フロン(HFC)の生産・消費量の段階的削減義務等を定めるモントリオール議定書のキガリ改正が2016年に採択、2019年に発効した。
- モントリオール議定書のキガリ改正は、国全体のHFCの生産量及び消費量を一定の水準以下に抑えることが主な内容。
- 先進国は、2036年までにHFCの生産量及び消費量を段階的に85%削減する目標が示された。
- 先進国グループに属する我が国は2019年から段階的な削減が求められ、特に2029年以降、基準値比で約70%以上の大幅な削減が求められる。

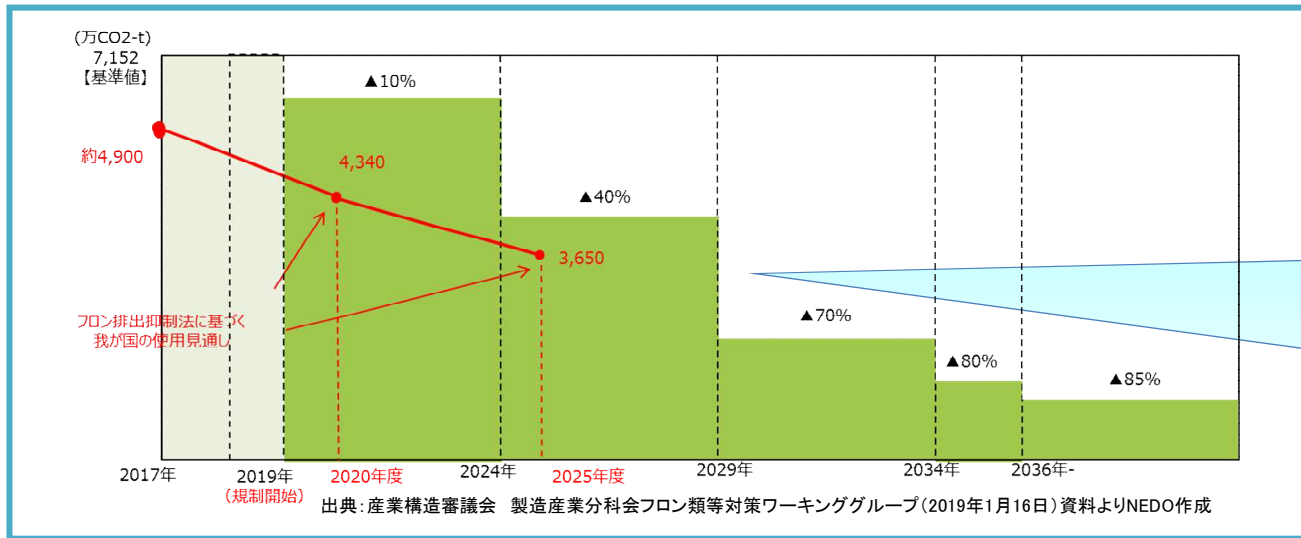
モントリオール議定書キガリ改正によるHFCの削減スケジュール



# I. 事業の位置付け・必要性

公開

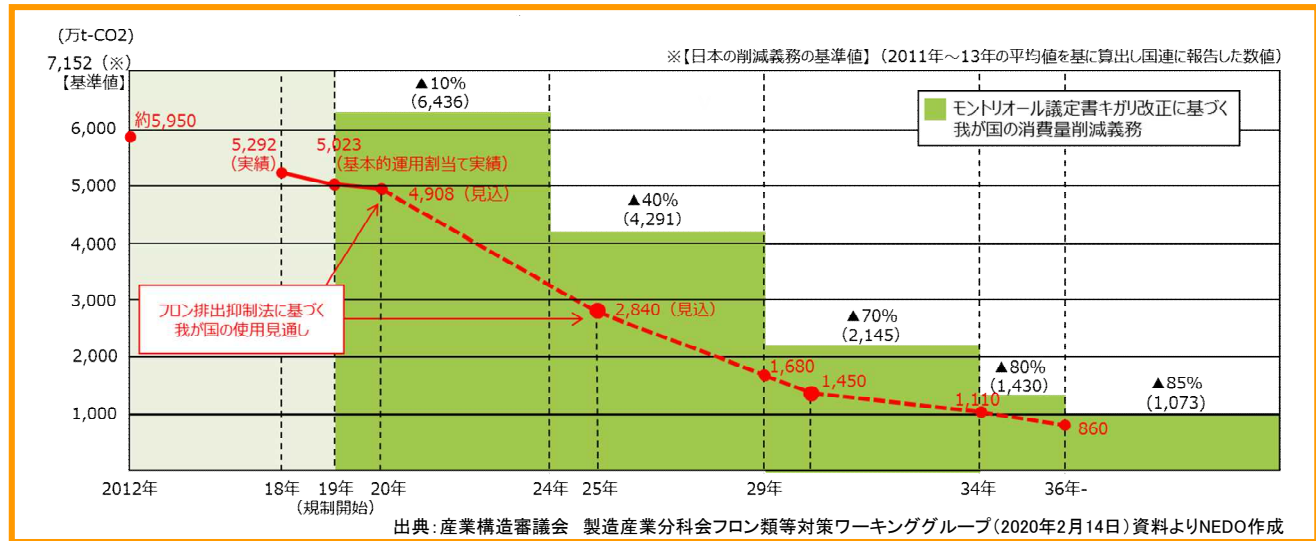
## (1) 背景 ～代替フロン(HFC)の生産・消費量の段階的削減義務～



フロン排出抑制法に基づく国の「フロン類使用見通し」(2015年策定)では、2020年は4,340万CO<sub>2</sub>-t、2025年度は3,650万CO<sub>2</sub>-tとなっており、2029年以降の目標達成には新たな対策が必要。



キガリ改正におけるHFCの生産量及び消費量の削減目標を達成するための「フロン類の使用見通し(案)」(2020年2月)を踏まえた今後の削減シナリオ

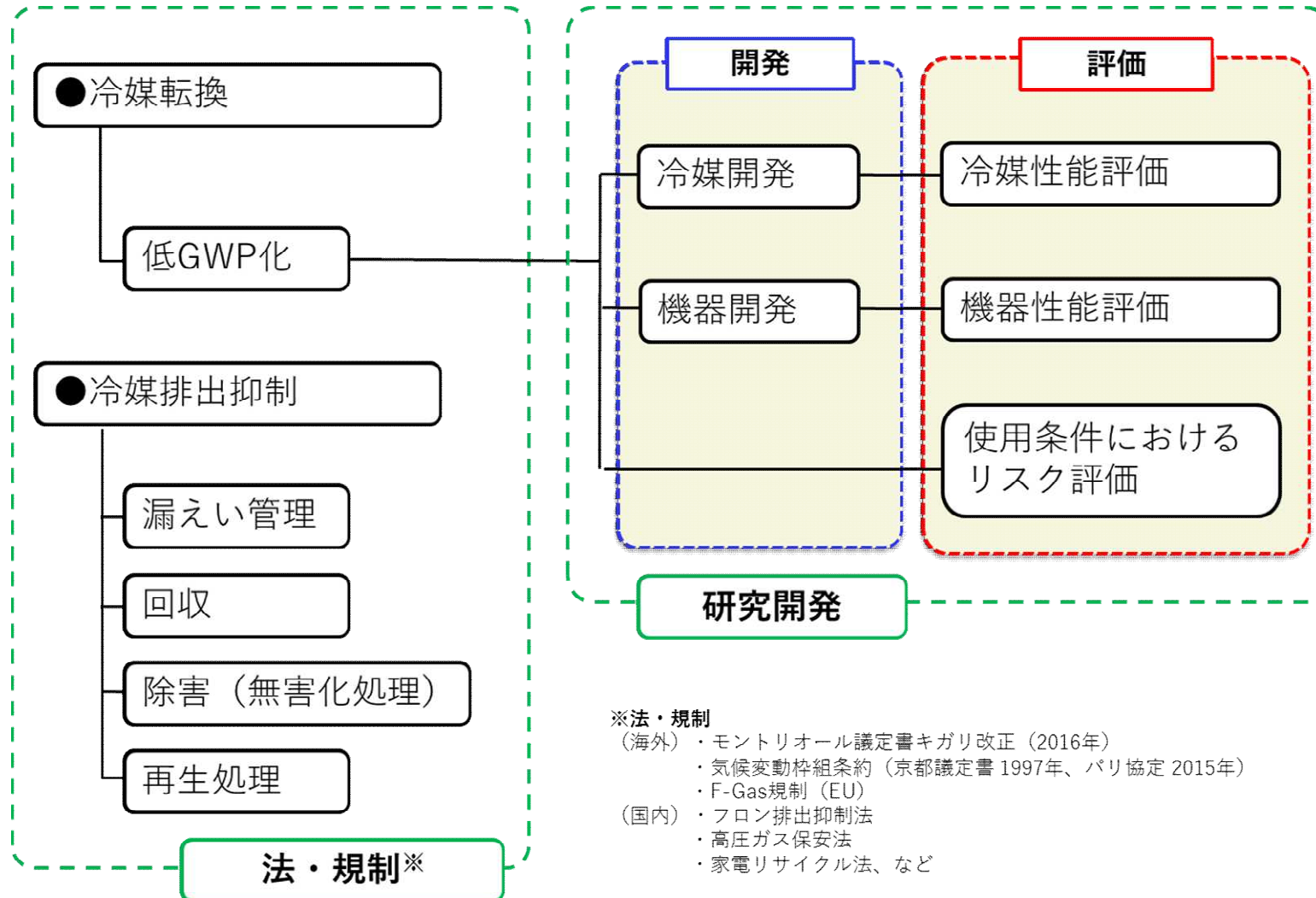


# I. 事業の位置付け・必要性

## (1) 背景 ～事業の位置づけ・ターゲット～

公開

### ■ 冷凍空調分野におけるフロン対策に係る技術等の方向性

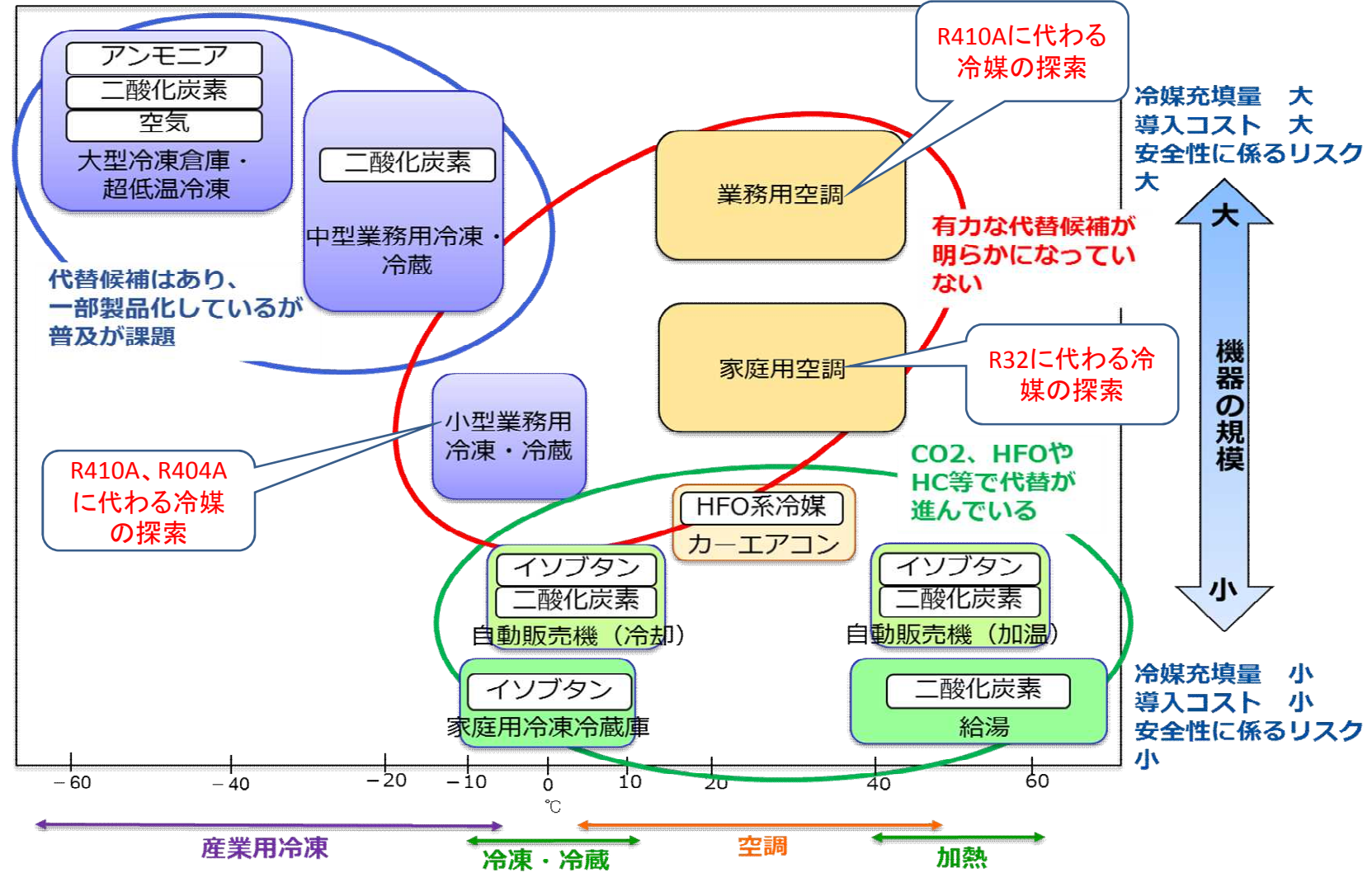


# I. 事業の位置付け・必要性

## (1) 背景 ～事業の位置づけ・ターゲット～

公開

### ■ 冷凍空調分野における低GWP冷媒への転換状況



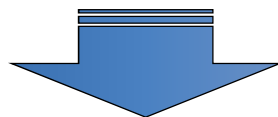
出典：産業構造審議会化学・バイオ部会地球温暖化防止対策小委員会第3回冷媒対策ワーキンググループ資料（2010/6）を参考にNEDO環境部作成（2017）

## I. 事業の位置付け・必要性

公開

### (2) NEDOが関与することの意義

- 地球温暖化対策は国内外における緊要であり、HFC排出削減は急務
- キガリ改正における目標の達成(2036年までにHFCの生産及び消費量を85%削減)には、よりの層低GWP冷媒への転換が必須
- 「パリ協定に基づく成長戦略としての長期戦略(2019年6月閣議決定)」及び「革新的環境イノベーション戦略(2020年1月統合イノベーション戦略推進会議決定)」において、フロン類の削減に向けたイノベーション創出を推進
- 次世代冷媒の物性評価、安全性・リスク評価については、多くの企業、大学、研究機関の知見の結集によるオープンイノベーションが不可欠であり、高度な研究開発マネジメントのもと国内安全基準の策定や国際規格化・標準化策定に取り組むことが重要
- 我が国産業の競争力強化のためにも、世界に先駆けた次世代冷媒及びその適用機器の開発が急務



NEDO事業としての妥当性は極めて高い

NEDOのミッション  
「エネルギー・地球環境問題の解決」  
「産業技術力の強化」

## I. 事業の位置付け・必要性

### (3) 実施の効果

公開

<プロジェクト予算総額>

(NEDO負担額)

30億円(予定)

(5年間)

#### <産業界への効果>

- 冷媒の低GWP化が困難な機器分野に、産学官の英知を集中させ、安全性が担保された次世代冷媒及び冷凍空調機器の開発・製品化を推進
- ルームエアコンについて、2040年代に世界市場(約4兆円/年)において日本企業のシェア拡大が期待

#### <費用対効果>

- 本プロジェクトによるCO<sub>2</sub>排出量削減効果は2029年度に最大で572万CO<sub>2</sub>-t/年(※)

※本プロジェクトの成果により、家庭用エアコン、業務用エアコン、小型冷凍冷蔵機器、中型冷凍冷蔵機器において、GWP(地球温暖化係数)が150に低下することを前提として算出。機器は、2025年に上市し、2025~28年の4年で新たに出荷される全品目を置き換えると想定。

I. 事業の位置付け・必要性について

II. 研究開発マネジメントについて

III. 研究開発成果について

IV. 実用化・事業化に向けての見通し及び  
取り組みについて

## Ⅱ. 研究開発マネジメントについて

### (1) 事業概要

公開

#### 概要

次世代冷媒の基本特性評価及び中小型規模の冷凍空調機器に使用する次世代冷媒の安全性・リスク評価手法を開発するとともに、次世代冷媒及び次世代冷媒適用技術の開発において、現状市販フロン品と同等以上の性能(COP、APF等)を実現する技術について、普及を妨げる技術課題の技術開発を行う。

- ① 次世代冷媒の基本的特性に関するデータ取得及び評価
- ② 次世代冷媒の安全性・リスク評価手法の開発
- ③ 次世代冷媒及び次世代冷媒適用技術の開発

#### 期間

2018年度 ～ 2022年度 (5年間)

#### 予算

総額	約30億円 (5年総額予定)	研究開発項目毎配分		
		①基本特性 評価	②安全性・ リスク評価	③冷媒・機器開発
2018年度	2.5億円	65%	35%	—
2019年度	6.53億円	57%	28%	15%
2020年度	7.0億円	48%	25%	27%
2021年度	— 億円	—	—	—
2022年度	— 億円	—	—	—



## Ⅱ. 研究開発マネジメントについて

### (2) 研究開発項目および目標

公開

#### ■ 基本計画目標

研究開発項目	中間目標	最終目標
<p>①次世代冷媒の基本的特性に関するデータ取得及び評価 【基本特性評価】</p> <p>②次世代冷媒の安全性・リスク評価手法の開発 【安全性・リスク評価】</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 冷凍空調機器の性能と省エネ性を両立しうる次世代冷媒について、基本物性データ(熱物性、伝熱特性等)の取得及び評価(漏洩時挙動評価、フィジカルハザード評価等)を実施し、安全性・リスク評価手法確立に向けた目途付けを行う。</li> <li>■ 産学官の外部有識者との検討を踏まえつつ、本事業で得られた次世代冷媒の安全性評価手法に関する成果を、次世代冷媒を普及させるために必要な業界の実用的な安全基準や、国際規格化・国際標準化、及び国際データベース等への登録に効果的に結び付けるためのロードマップを策定する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 中間評価結果を踏まえ、冷凍空調機器性能と省エネ性を両立しうる、次世代冷媒候補について、基本物性データの取得及び評価を実施し、安全性・リスク評価手法を確立する。</li> <li>■ 次世代冷媒使用にあたっての実用的な安全基準(業界規格等)の策定に資するデータや評価結果を提供する。</li> <li>■ 次世代冷媒の基本物性データ及び安全性・リスク評価手法等について、国際規格・国際基準への提案を1件以上、及び国際データベース等への登録申請を1件以上行う。</li> </ul>
<p>③次世代冷媒及び次世代冷媒適用技術の開発 【冷媒・機器開発】</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 次世代冷媒及び次世代冷媒適用技術の開発において、現状フロン品と同等以上の性能(COP、APF等)を実現する技術について、個別テーマごとに目標を定め、これを達成する見通しを得る。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 中間評価結果を踏まえ、次世代冷媒及び次世代冷媒適用技術の開発において、現状市販フロン品と同等以上の性能(COP、APF等)を実現する技術について、個別テーマごとに目標を定め、これを達成する。</li> </ul>

Ⅱ. 研究開発マネジメントについて  
(3) 研究開発計画～プロジェクト参画テーマ～

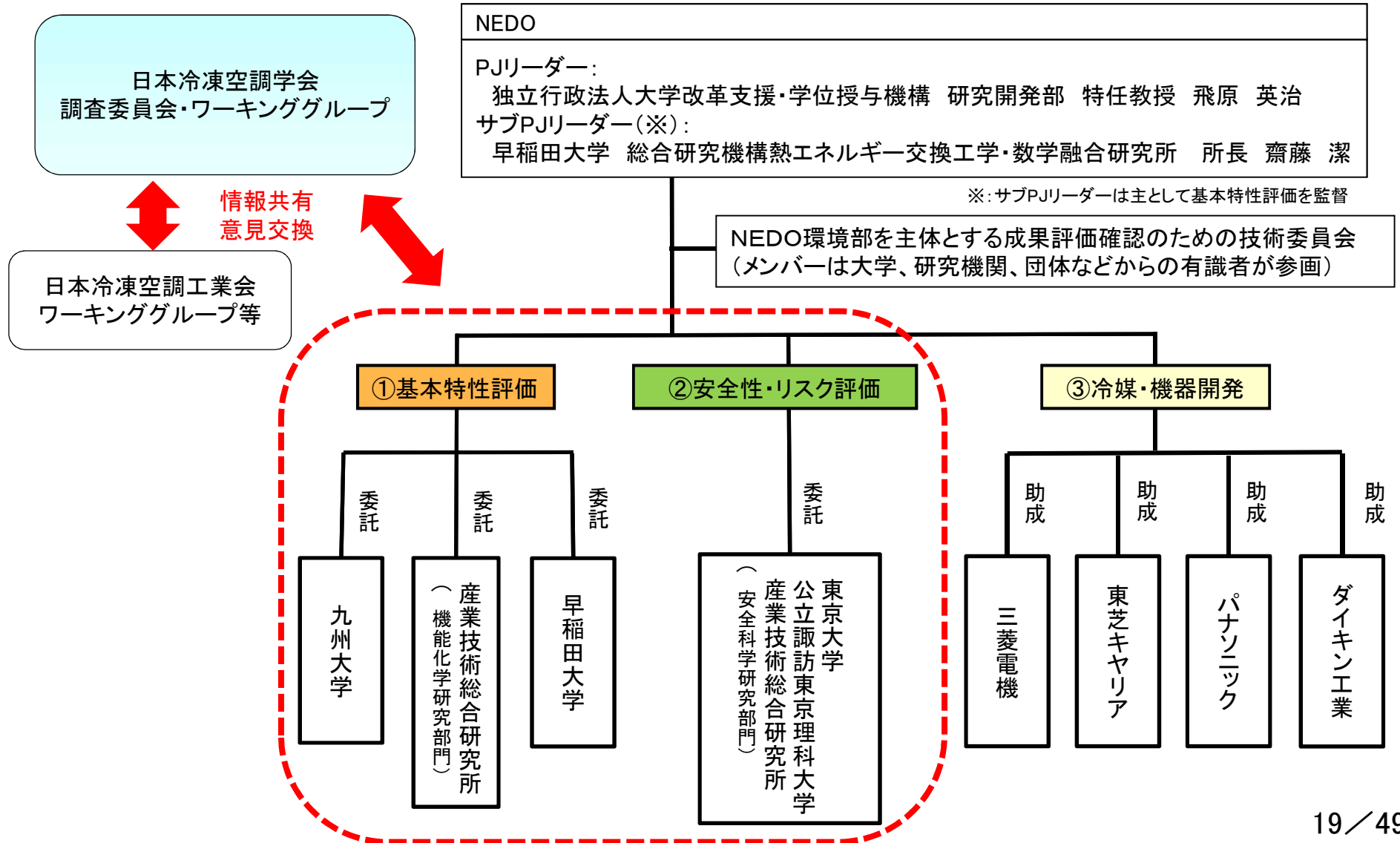
■ 公募により、8テーマを採択

研究開発項目	テーマ	事業者名	委託／助成	契約期間	対象
①基本特性	中小型規模の冷凍空調機器に使用する次世代冷媒の熱物性、伝熱特性および基本サイクル性能特性の評価研究	九州大学 (再委託: 富山県立大学、日本大学、長崎大学、産業技術総合研究所、九州産業大学、佐賀大学、東京海洋大学)	委託	2018-2020	HFO系混合冷媒の物性データ取得
	低GWP低燃焼性混合冷媒の安全性評価	産業総合技術研究所 機能化学研究部門			HFO系混合冷媒の燃焼性評価
	低GWP冷媒を採用した次世代冷凍空調技術の実用化評価に関する研究開発	早稲田大学 (再委託: 電気通信大学)			性能評価シミュレーションの開発
②安全性・リスク評価	次世代冷媒の安全性・リスク評価手法の開発	東京大学 (再委託: 静岡大学、広島大学) 公立諏訪東京理科大学 産業総合技術研究所 安全科学研究部門			HC系冷媒、HFO系冷媒の安全性評価
③冷媒・機器開発	自然冷媒および超低GWP冷媒を適用した大形クーリングユニットの研究	三菱電機株式会社	助成 (1/2)	2019-2020	【機器開発】 大型冷凍冷蔵倉庫向けクーリングユニット
	コンデンシングユニットの次世代低GWP冷媒対応化技術の開発	東芝キャリア株式会社			【機器開発】 コンデンシングユニット
	低温機器におけるCO <sub>2</sub> 冷媒を使用した省エネ冷凍機システム開発及びその実店舗評価	パナソニック株式会社			【機器開発】 コンビニエンスストア、スーパーマーケット、物流倉庫、食品加工工場のCO <sub>2</sub> 冷凍機システム
	GWP10以下の直膨型空調機用 微燃性冷媒の開発	ダイキン工業株式会社			【冷媒開発】 冷媒、直膨型空調(家庭用エアコン、業務用エアコンの一部)

## Ⅱ. 研究開発マネジメントについて

公開

### (5) 研究開発の実施体制



## Ⅱ. 研究開発マネジメントについて

公開

### (6) 運営管理

#### ■ 研究開発計画・予算の最適化

- (1) 月例報告(委託先/助成先より研究進捗報告書(月報)を提出)  
 ・NEDO及びプロジェクトリーダー(PL)による確認・把握
- (1)(2)による進捗管理
- (2) プロジェクトリーダー、NEDOによる事業者ヒアリング(年2回開催)
- (3) NEDOにおける次年度繰越案の策定(計画修正・予算配分)
- (4) 技術検討委員会(年1回開催)による評価(年度末及び事業終了前)

運営管理に従った、計画・予算の絞り込み等により、  
 実用化・事業化の高い技術開発に資源を集中。

	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	
2018			委託事業開始	NEDO及びPLによる進捗把握								PLヒアリング(第1回)	技術検討委員会
2019	助成事業開始				PLヒアリング(第1回)				PLヒアリング(第2回)				
	NEDO及びPLによる進捗把握												
2020			技術検討委員会(※)		PLヒアリング(第1回)				PLヒアリング(予定)			技術検討委員会(予定)	
	NEDO及びPLによる進捗把握												

※コロナウイルス感染症拡大の為、2019年度委員会(2/28予定)を2020年度に延期して実施。

## Ⅱ. 研究開発マネジメントについて

### (6) 運営管理

公開

#### ■ 技術検討委員会 委員

##### 委員長

亀山 秀雄(国立大学法人東京農工大学 名誉教授)

##### 委員(50音順)

浅野 等(国立大学法人神戸大学 大学院工学研究科機械工学専攻 教授)

勝田 正文(学校法人早稲田大学 名誉教授)

齋川 路之(一般財団法人電力中央研究所

エネルギーイノベーション創発センター 首席研究員)

西村 伸也(公立大学法人大阪市立大学 工学研究院 教授)

- 技術検討委員会等において、各事業者は実用化・事業化の見通しについて発表し、それに対してプロジェクトリーダー、サブプロジェクトリーダー、外部有識者が意見を述べるとともに助言を行い、各研究開発項目の内容にフィードバックさせる。

## Ⅱ．研究開発マネジメントについて

### (7) 研究開発成果の実用化・事業化に向けたマネジメントの妥当性

公開

#### ■ 研究開発成果の実用化・事業化へ向けたアプローチ

- ・ 研究開発項目①、②（委託事業）は公共性が高いことから、産業界を加えた研究会を通じて成果を共有する。
- ・ 研究開発項目③（助成事業）は原則として競争的雰囲気を実施する。

#### ■ 知的財産戦略に関して

- ・ 研究開発項目①及び②（委託事業）については、主として公共的な知的基盤の整備を目的とするため、原則として成果は積極的に公表し、国際規格化・国際標準化や国際データベース等への登録を行う。（ただし、知的財産取得を妨げるものではない。）
- ・ 研究開発項目③（助成事業）については、各事業者の企業戦略（積極的な出願、ノウハウ秘匿のための出願抑制等）に沿った知的財産管理を推奨している。（出願件数については後述）

## Ⅱ. 研究開発マネジメントについて

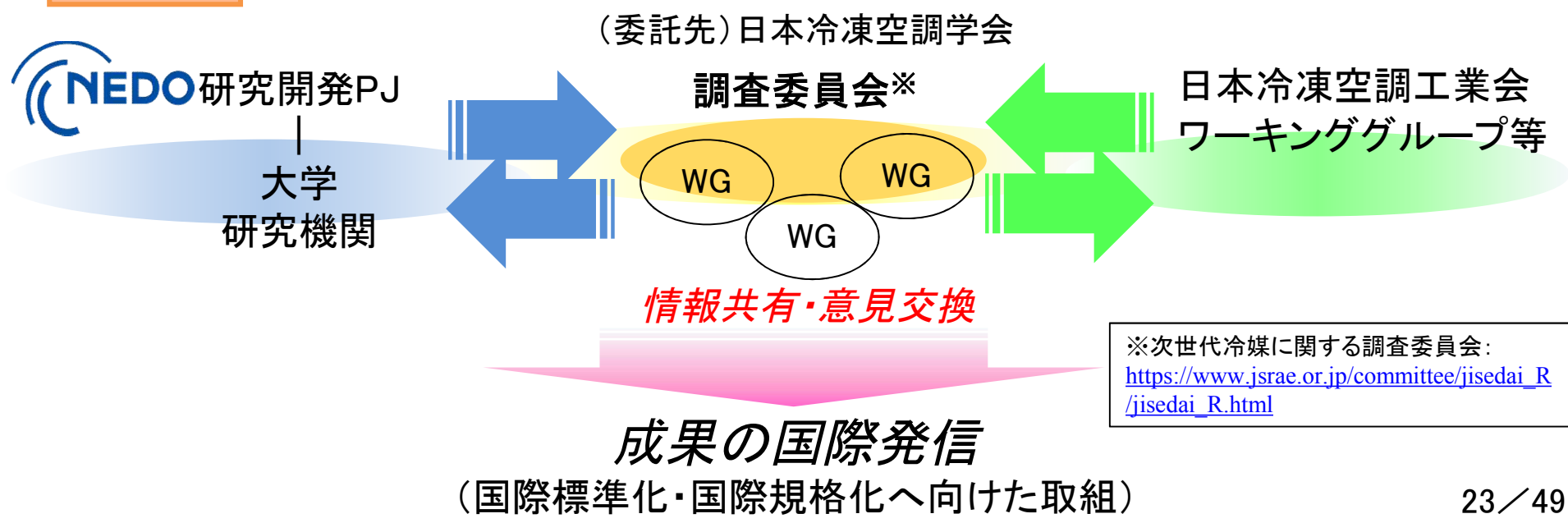
公開

### (7) 研究開発成果の実用化・事業化に向けたマネジメントの妥当性

#### ■ 標準化戦略・標準化活動

- 調査事業「次世代冷媒に係る安全性・リスク評価に関する検討」において、次世代冷媒に係る規制・規格等の動向調査の他、研究開発項目①及び②(委託事業)の事業者を中心とした産学官のワーキンググループを設定し、次世代冷媒及びその適用機器の使用時における安全性・リスクに係る課題の抽出及びその対応方法の検討を進めている。

#### 実施体制

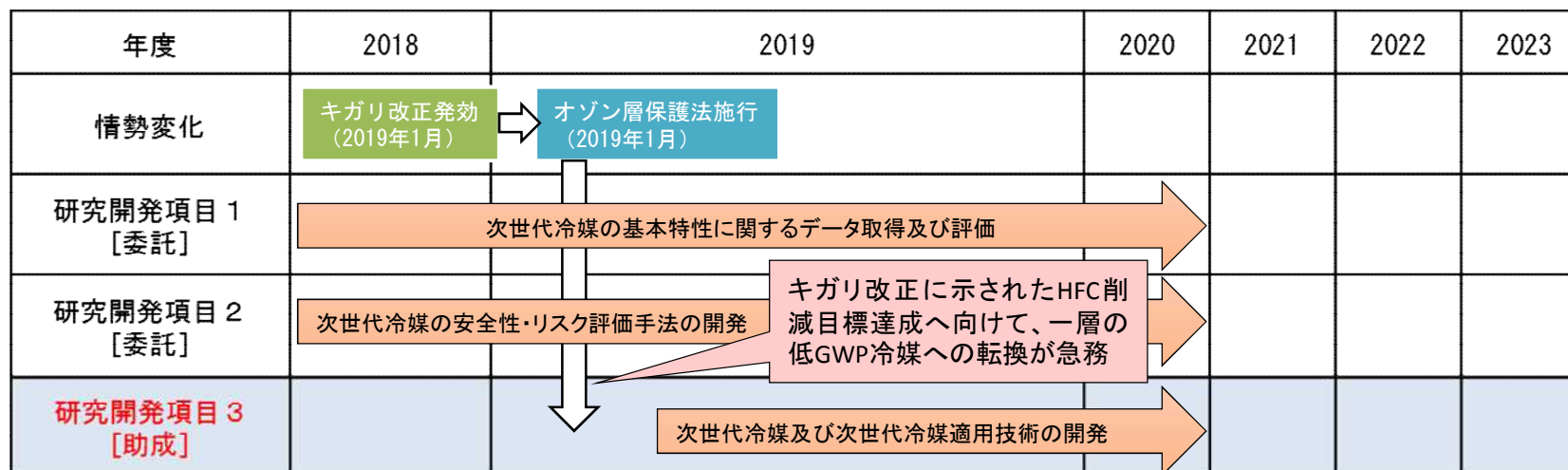


## Ⅱ. 研究開発マネジメントについて

公開

### (8) 情勢変化への対応

■ モントリオール議定書キガリ改正のHFC生産・消費量の削減目標の達成へ向けて、2019年度より次世代冷媒及び適用技術の開発(助成事業)を開始した。



■ 国内外の規制等の動向と連携しつつ、研究開発を実施していく。

● 国内の規制動向

- ・ 高圧ガス保安法
- ・ フロン排出抑制法

● 国内の政策動向

- ・ パリ協定に基づく成長戦略としての長期戦略
- ・ 革新的環境イノベーション戦略

● 国外の規制動向

- ・ 国際規格・国際標準



< 想定される規格・標準 >

- ISO5149(機器)、ISO817(冷媒物性)、IEC60335-2-40(空調)、IEC60335-2-89(冷凍冷蔵)、ASHRAE34(冷媒物性)、ASHRAE15(機器)等



I. 事業の位置付け・必要性について

II. 研究開発マネジメントについて

**III. 研究開発成果について**

IV. 実用化・事業化に向けての見通し及び  
取り組みについて

### Ⅲ. 研究開発成果

公開

#### (1) 各テーマの達成目標(事業者による自己評価)

研究開発項目	テーマ名	対象	目標(中間目標)	成果	達成度 (2020年度末)
① 基本特性評価	中小型規模の冷凍空調機器に使用する次世代冷媒の熱物性、伝熱特性および基本サイクル性能特性の評価研究	HFO系混合冷媒の物性データ取得	次世代冷媒の熱力学的性質及び輸送的性質の高精度データを取得し、信頼できる熱物性計算ツールを開発する。さらに、 <u>伝熱特性及び冷凍サイクル基本特性を明らかにし、既設の容積圧縮式ヒートポンプ試験装置を用いて、次世代冷媒のヒートポンプサイクル基本性能評価</u> を行う。	単体の新冷媒(HCFO1224yd(Z)、HFO1336mzz(E))及び3成分系混合冷媒(HFC32+HFO1234yf+CO <sub>2</sub> 系等)を対象に熱物性、伝熱特性及びサイクル特性に関する基礎的データ取得を進めている。混合冷媒に関しては、国際データベースへの登録等を目指す。	○
	低GWP低燃焼性混合冷媒の安全性評価	HFO系混合冷媒の燃焼性評価	次世代冷媒の実用化にむけた基本特性の評価として、特に <u>冷媒の混合が燃焼特性等の安全性に与える影響を明らかにする。</u>	2020年度下半期には、代表的な混合冷媒を選定し、 <u>国際標準化やリスク評価に必要となる燃焼特性指標(燃焼限界、燃焼速度、消炎距離)を評価が完了する見込み。</u>	○
	低GWP冷媒を採用した次世代冷凍空調技術の実用化評価に関する研究開発	性能評価シミュレーターの開発	次世代冷媒空調機器に対する性能評価ツールを開発するため、 <u>性能解析技術、性能評価技術、シミュレーター開発</u> の目途付けを行う。	2020年度下半期には、 <u>評価ツールに係る要素技術(モデリング・性能解析、数理的性能評価手法、性能評価装置開発等)が完成見込み。</u>	○
② 安全性・リスク評価	次世代冷媒の安全性・リスク評価手法の開発	HC系冷媒、HFO系冷媒の安全性評価	<u>次世代冷媒の安全性・リスク評価手法の確立を目指し、評価すべき事項について、共通基盤的な情報を提供し、可燃性低GWP冷媒の実用化を促進する。</u>	冷媒漏えい時の拡散、燃焼時の危害度評価、現実的な使用環境下で想定される着火源による火災危険性評価等、 <u>安全性・リスク評価手法の確立に向けた共通基盤的な情報を提供している。</u> また、国際規格(IEC60335-2-40、IEC60335-2-89)への登録に向けて、積極的に情報提供を行った。	○

### Ⅲ. 研究開発成果

公開

#### (1) 各テーマの達成目標(事業者による自己評価)

研究開発項目	テーマ名	対象	目標(中間目標)	成果	達成度 (2020年度末)
③ 冷媒・機器開発	自然冷媒および超低GWP冷媒を適用した大形クーリングユニットの研究	大型冷凍冷蔵倉庫向けクーリングユニット	従来機器(60馬力R404A冷凍機)と比べ、定格条件ならびに年間の運転を想定した特定の負荷パターンでの年間COPが100%以上、機器販売価格が140%以下を達成するため、冷媒選定及び高元側サイクルの要素技術を完成させる。	2020年度下半期には、冷媒選定、高元側サイクルの要素技術(オールアルミ熱交換器、アキュムレータ、カスケード熱交換器等)が完成見込み。	○
	コンデンシングユニットの次世代低GWP冷媒対応化技術の開発	コンデンシングユニット	低GWP冷媒を使用したコンデンシングユニットの開発へ向けて、定格機器性能 対従来比100%を達成する冷媒種の選定し、コンデンシングユニットの仕様を決定する。	2020年度下半期には、冷媒候補の選定を完了し、従来機種に対して同等の定格機器性能を達成する機器仕様(冷凍サイクル構成、サイクル制御)を確定する見込み。	○
	低温機器におけるCO <sub>2</sub> 冷媒を使用した省エネ冷凍機システム開発及びその実店舗評価	コンビニエンスストア、スーパーマーケット、物流倉庫、食品加工工場のCO <sub>2</sub> 冷凍機システム	CO <sub>2</sub> 冷凍機の普及に求められる、CO <sub>2</sub> 冷凍機の大出力化、高外気温度対応、CO <sub>2</sub> 冷媒の特性を活かした未利用熱利用、中高温領域への利用範囲拡大について、実用化へ向けた装置群の技術的な目途付けを行う。	2020年度下半期には、装置群(冷凍機、熱交換器ユニット、排熱空調ユニット)の開発を完了し、実証実験へ進む見込み。	○
	GWP10以下の直膨型空調機器用 微燃性冷媒の開発	冷媒、直膨型空調(家庭用エアコン、業務用エアコンの一部)	次世代冷媒の成分物質を用いて、直膨型空調機器に適したGWP10以下の次世代冷媒の組成を決定する。	2020年度下半期には、新冷媒の成分物質について、初期の性能評価(現行冷媒に対しCOP、APFが90%以上)、燃焼性・毒性に関する基礎データを取得し、次世代冷媒の組成を決定する見込み。	○

◎ 大きく上回って達成、○達成見込み、△一部達成、×未達

### Ⅲ. 研究開発成果

#### (3) 成果の意義

公開

研究開発項目	対象	成果の意義
①基本特性評価	<ul style="list-style-type: none"> <li>・低GWP冷媒の物性データ取得</li> <li>・低GWP冷媒の燃焼性評価</li> <li>・性能評価シミュレーターの開発</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・低GWP冷媒及び低GWP冷媒適用冷凍空調機器の特性データについて、国際基準値としての情報を発信</li> <li>・内外の規格・標準・法規整備への提言のための知見の取得と発信</li> <li>・低GWP冷媒実用化のために、IEC規格などの改正に際して共通基盤的な知見の提供</li> </ul>
②安全性・リスク評価	<ul style="list-style-type: none"> <li>・HC系冷媒、HFO系冷媒の安全性評価</li> </ul>	
③冷媒・機器開発	<ul style="list-style-type: none"> <li>・低GWP冷媒を使用した冷凍冷蔵機器開発</li> <li>・低GWP冷媒開発</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・現状市販フロン品と同等以上の性能を有し、低GWP冷媒を用いる機器の開発</li> <li>・直膨型空調機について、性能・安全面で従来冷媒と代替する可能性のある新規低GWP冷媒の開発</li> </ul>

### Ⅲ. 研究開発成果

公開

#### (4) 成果の普及について (5) 知的財産権の状況

研究開発項目 区分	成果の発表			計
	①基本特性評価 (3テーマ)	②安全性・リスク評価 (1テーマ)	③冷媒・機器開発 (4テーマ)	
論文(査読付き)	36	4	0	40
論文(その他)	27	7	0	34
その他外部発表 (プレス発表等)	9	0	0	9
計	72	11	0	83
区分	特許出願			計
国内	0	0	7	7
外国	0	0	1	1
PCT※出願	0	0	2	2
計	0	0	10	10

※Patent Cooperation Treaty :特許協力条約

- 公共的な知的基盤整備を目的とする研究開発項目①、②(委託事業)においては、論文投稿、講演発表等を多く実施。
- 新型コロナウイルス感染症の影響で、多くの国際会議、学会が中止あるいは順延され、成果発表の機会が減っている。
- 製品開発を目的とする研究開発項目③(助成事業)においては、各事業者毎の企業戦略に沿った特許出願を実施。

### Ⅲ. 研究開発成果

#### (4) 成果の普及について

公開

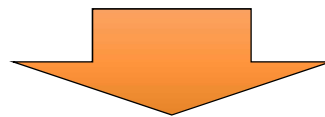
#### ■ 国際会議等における本プロジェクト成果の発信実績

##### 事業者の発信

- 日本冷凍空調学会2019年度年次大会でのワークショップ「次世代低GWP冷媒の安全性・物性・サイクル性能評価」の開催
- 調査委員会プログレスレポート  
⇒成果の発信を目的として、調査事業全般の紹介、各WGの成果を年度ごとにレポート(和文)を作成し、2018年度版、2019年度版を日本冷凍空調学会ホームページにて公開。今後、英文版も公開の予定。

##### NEDOの発信

- Meeting of the Open-ended Working Group of the Parties to the Montreal Protocol; (OEWG)におけるワークショップ「Japan's F-gas policy and current status of measures to curb greenhouse gas emissions and to enhance energy efficiency products in RACHP sector」, Bangkok, Thailand
- Meetings of the Parties to the Montreal Protocol (MOP)におけるワークショップ「Japan's F-gas policy and current status of measures to curb greenhouse gas emissions and to enhance energy efficiency products in RACHP sector」, Rome, Italy



国内外へ本プロジェクト成果を積極的に発信

### Ⅲ. 研究開発成果

#### (6) 成果の最終目標の達成可能性

公開

■ 中間目標はいずれも達成の見込みであり、最終目標は達成される見通し。

研究開発項目	最終目標(2022年度末)	現状の進捗状況	達成の見通し
①基本特性評価 ②安全性・リスク評価	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 次世代冷媒の基本物性データ及び安全性・リスク評価手法等について、<u>国際規格・国際基準への提案を1件以上、及び国際データベース等への登録申請を1件以上</u>行う。</li> <li>■ 次世代冷媒使用にあたっての<u>実用的な安全基準(業界規格等)の策定に資するデータ</u>や評価結果を提供する。</li> <li>■ 中間評価結果を踏まえ、冷凍空調機器性能と省エネ性を両立しうる、次世代冷媒候補について、<u>基本物性データの取得及び評価を実施し、安全性・リスク評価手法を確立</u>する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ <u>基本特性データの取得、性能評価ツールの開発とも最終目標を予定通り達成見込み。</u></li> <li>■ 安全性、リスク評価手法に係る各種評価は中間目標を予定通り達成見込み。</li> <li>■ <u>国際規格(IEC等)の改正、国際データベース(REFPROP等)への登録へ向けて、積極的に情報提供を実施。</u></li> </ul>	○
③冷媒・機器開発	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 中間評価結果を踏まえ、次世代冷媒及び次世代冷媒適用技術の開発において、<u>現状市販フロン品と同等以上の性能(COP、APF等)を実現する技術について、個別テーマごとに目標を定め、これを達成する。</u></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ <u>各テーマについて、技術的課題を明確化し、解決の見込み。</u></li> <li>■ 各テーマで最終目標を達成する見込み。</li> </ul>	○

### Ⅲ. 研究開発成果

#### ◆研究開発項目①における実施例の紹介

公開

## ①基本特性評価における実施例の紹介

中小型規模の冷凍空調機器に使用する次世代冷媒の  
熱物性、伝熱特性および基本サイクル性能特性の  
評価研究

委託先：九州大学

(再委託：富山県立大学、日本大学、長崎大学、産業技術総合研究所、九州産業大学、佐賀大学、東京海洋大学)



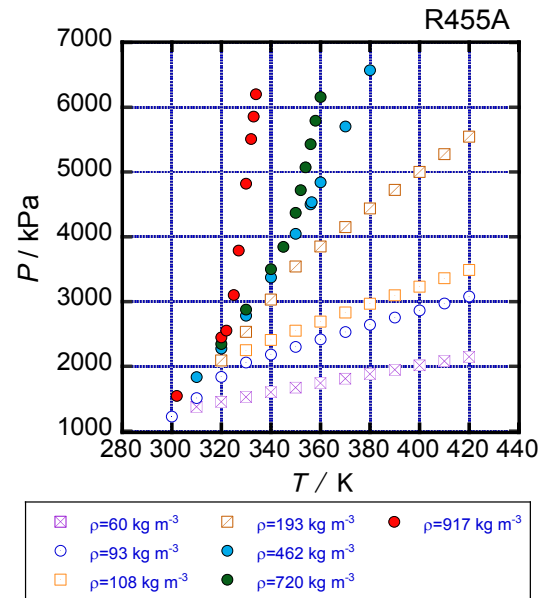
### Ⅲ. 研究開発成果

公開

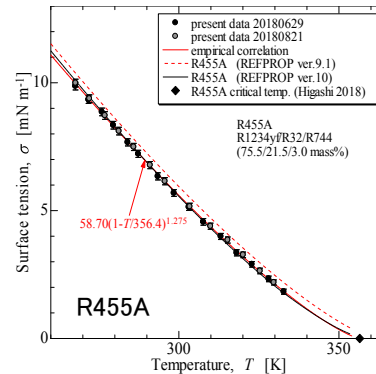
#### ◆研究開発項目①における実施例の紹介

#### a. HFO系冷媒を含む混合冷媒および高沸点 HFO系冷媒の熱物性評価

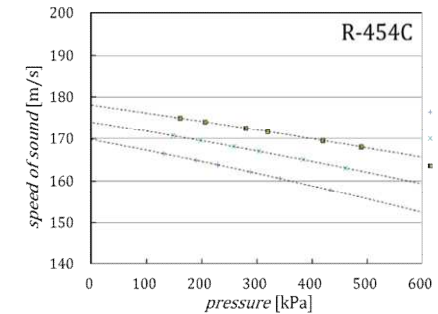
臨界点近傍を含む熱力学的性質の測定



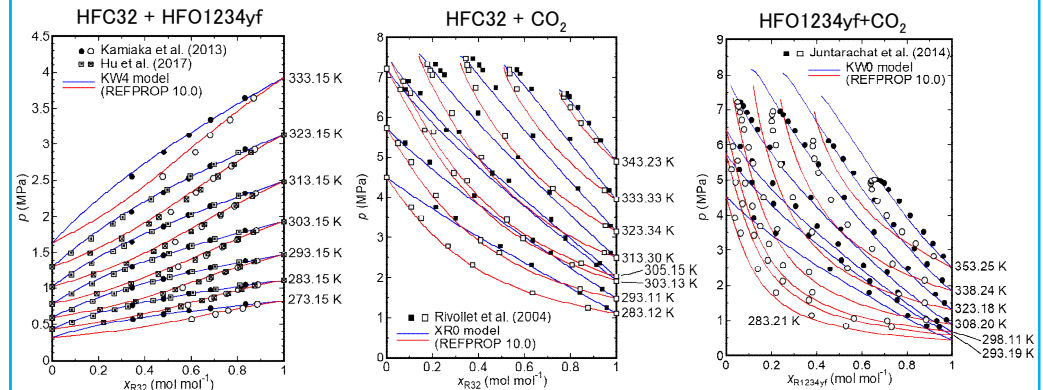
表面張力の測定



音速の測定



状態方程式の作成 (2成分系混合冷媒気液平衡の計算)



多流体モデルに基づいたHFC32+HFO1234yf+CO<sub>2</sub>の状態方程式開発のため  
各2成分系のモデルについて気液平衡推算の信頼性を検証

NEDO プロジェクトの成果が採用された ISO 17584  
及び NIST REFPROP 10.0 の冷媒物性国際標準化

● ISO 17584 (冷媒物性)

R1233zd(E), R1234yf, R1336mzz(Z)

● NIST REFPROP 10.0

(搭載済み) R1123, R1224yd(Z), R1234ze(Z), R1243zf  
(10.1 版にて搭載予定) R1336mzz(E),  
R32/R1123, R1123/R1234yf, R1234yf/CO<sub>2</sub>

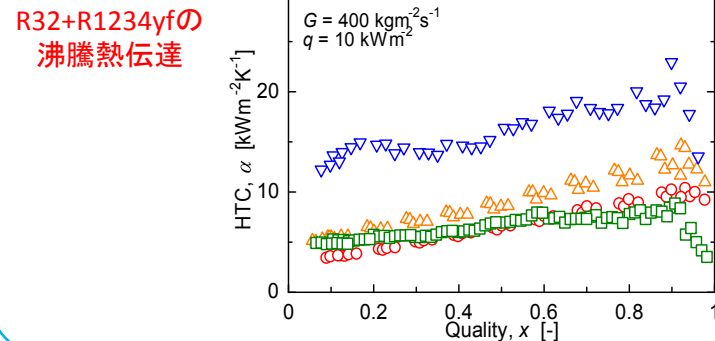
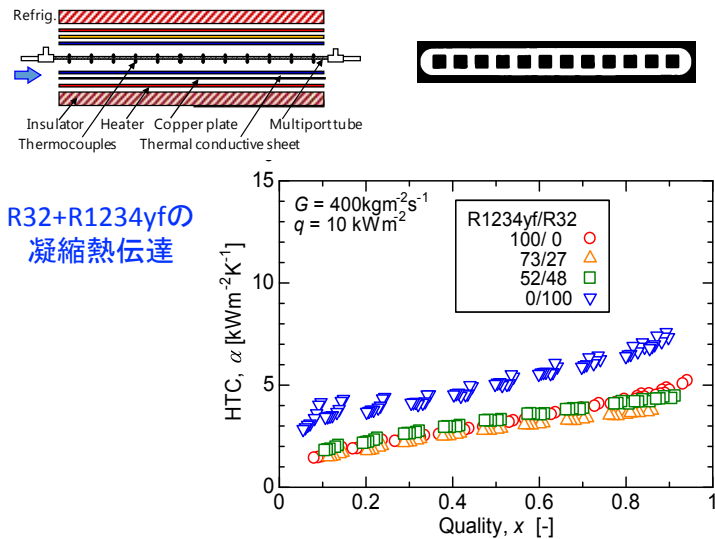
### Ⅲ. 研究開発成果

公開

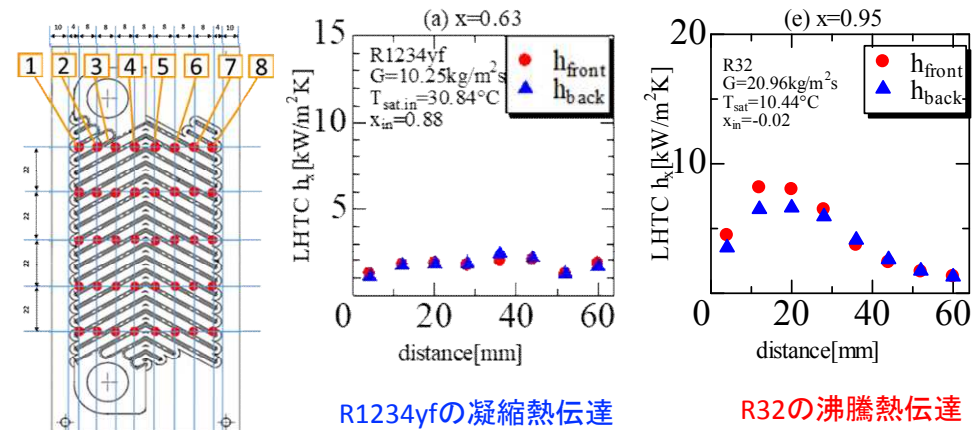
#### ◆研究開発項目①における実施例の紹介

#### b. HFO系冷媒を含む混合冷媒および高沸点 HFO系冷媒の伝熱特性評価

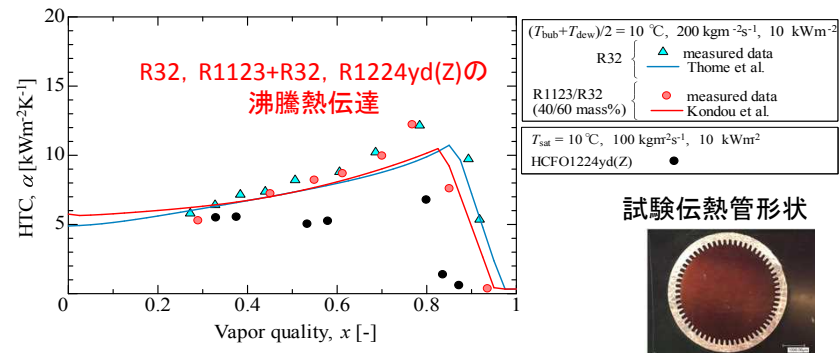
扁平多孔管内の伝熱特性評価



プレート式熱交換器内の伝熱特性評価



円管内の伝熱特性評価



### Ⅲ. 研究開発成果

#### ◆研究開発項目①における実施例の紹介

公開

## ①基本特性評価における実施例の紹介

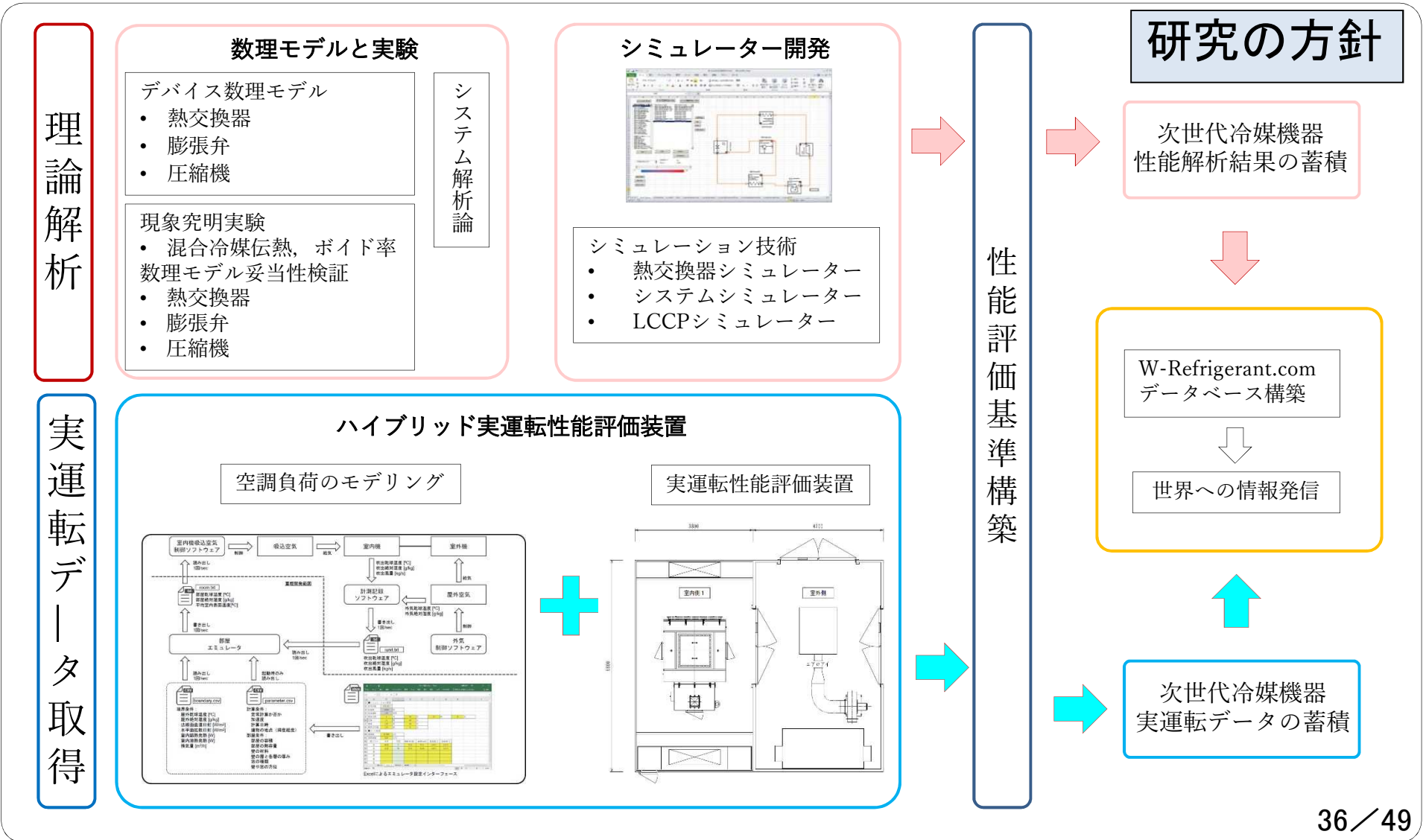
低GWP冷媒を採用した次世代冷凍空調技術の  
実用化評価に関する研究開発

委託先: 早稲田大学  
(再委託: 電気通信大学)

### Ⅲ. 研究開発成果

公開

#### ◆研究開発項目①における実施例の紹介



理論解析

実運転データ取得

性能評価基準構築

研究の方針

次世代冷媒機器  
性能解析結果の蓄積

W-Refrigerant.com  
データベース構築

世界への情報発信

次世代冷媒機器  
実運転データの蓄積

### Ⅲ. 研究開発成果

#### ◆研究開発項目②における実施例の紹介

公開

## ②安全性・リスク評価における実施例の紹介

### 次世代冷媒の安全性・リスク評価手法の開発

委託先：東京大学

公立諏訪東京理科大学

産業総合技術研究所(安全科学研究部門)

(再委託：静岡大学、広島大学)

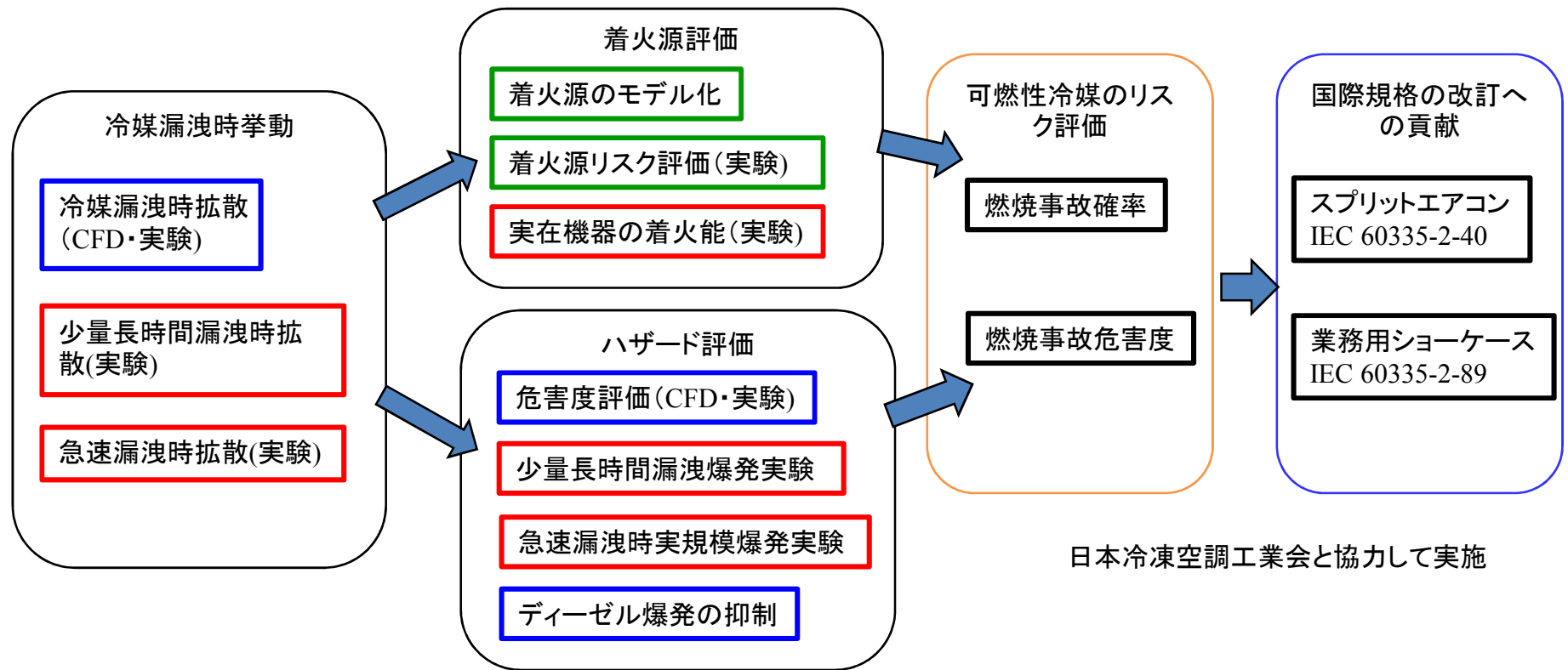
### Ⅲ. 研究開発成果

公開

#### ◆研究開発項目②における実施例の紹介

#### 冷媒燃焼時のリスク評価の概要

- ・ 前プロジェクトで微燃性冷媒のリスク評価を実施し、国際規格、国内法規、業界規格の改訂に貢献した。
- ・ 本プロジェクトでは、3機関が協力して強燃性冷媒(プロパンなど)のリスク評価を実施している。



日本冷凍空調工業会と協力して実施

東京大学が実施

公立諏訪東京理科大学が実施

産業技術総合研究所が実施

### Ⅲ. 研究開発成果

公開

#### ◆研究開発項目②における実施例の紹介

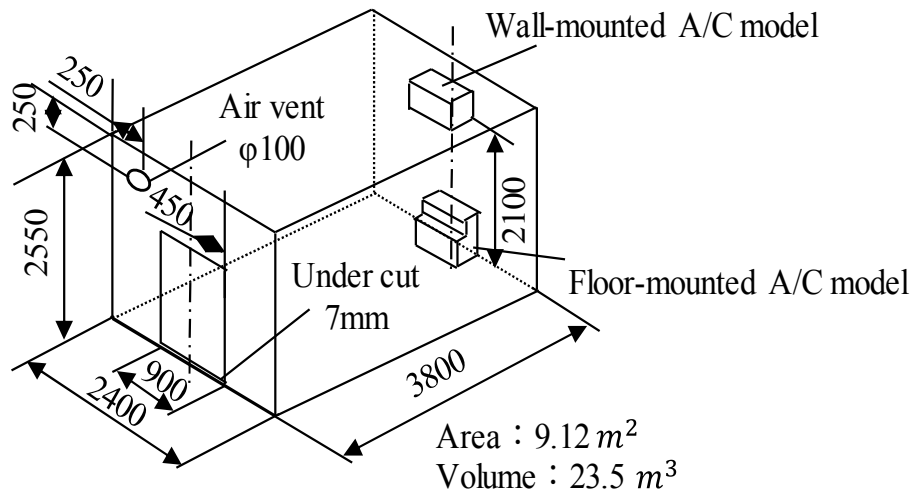
## 東京大学：可燃性冷媒漏洩時のリスクの研究

### 研究目的

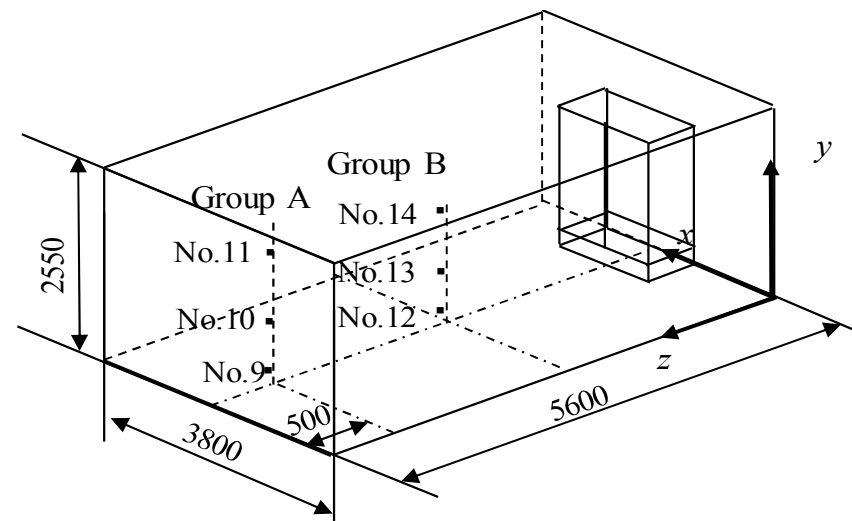
- 次世代冷媒として期待されているR290(プロパン)の室内漏洩時のリスク評価
  - 家庭用エアコン(IEC 60335-2-40)
  - 業務用ショーケース (IEC 60335-2-89)

### 研究手法

- 実験装置を製作し、実験結果を使って、シミュレーションモデルの妥当性を担保
- シミュレーションを使って、国際規格の**最大充填量規制の評価**の評価を行っている
- 冷媒漏洩時の安全対策として、**室内機のファン駆動の妥当性**の検討をおこなっている



ルームエアコン室内機からの漏洩



業務用ショーケースからの漏洩

## Ⅲ. 研究開発成果

### ◆研究開発項目②における実施例の紹介

公開

公立諏訪東京理科大学

#### (1) 機器使用時に問題となる着火源のスクリーニングと着火源モデルの構築

- NEDO調査委員会WG2に出席, 進捗報告及び意見交換を実施
- ➔着火源の精査, 着火機構の妥当性検討を進めた

#### (2) 各種着火源による次世代冷媒のリスク評価

##### ①電気系着火源の着火性評価

- 1) 有接点スイッチの操作による着火性評価  
➔着火しなかった。接点への熱損失により火炎核が持続形成できなかつたためとみられる
- 2) 人的操作(コンセント抜き差し)による着火性評価➔着火が認められた。
- 3) 静電気による着火危険性➔文献調査の結果をもとに評価した
- 4) 現在市販流通しているリレー接点での放電による着火性評価  
➔ドライヤー, 掃除機等の一般家電製品を負荷として計測した放電エネルギーから評価した

##### ②高温表面(加熱壁面)による着火性評価

着火に要するエネルギーと供給電力の関係を明らかにし, これにより着火までに要する時間を予測可能とした



## Ⅲ. 研究開発成果

### ◆研究開発項目③における実施例の紹介

公開

# ③機器、冷媒開発における実施例の紹介

自然冷媒および超低GWP冷媒を適用した大形クーリングユニットの研究

助成先: 三菱電機(株)

### Ⅲ. 研究開発成果

公開

#### ◆研究開発項目③における実施例の紹介

## 自然冷媒および超低GWP冷媒を適用した大形クーリングユニットの研究

### 【研究回路の概要】

- ①二元回路にて低元回路(と負荷)にCO<sub>2</sub>冷媒を採用
- ②高元側に高性能かつ低コストを実現できる低GWP冷媒と回路を検討

### 【当社60馬力R404A冷凍機比で、】

- ①定格条件ならびにフィールド実使用条件下での年間COPが100%以上
- ②機器販売価格が140%以下

### 【研究開発成果】

- ① 高元側はシミュレーション計算により、最適な冷媒、PFC熱交など必要な仕様を明確化した。高元側冷媒にはR1234yfを選定。実測でR404Aに対しR1234yfのCOP比は105%と向上し、ほぼ理論値(106%)同等を確認
- ② 低元側CO<sub>2</sub>のCOPも理論値同等となる見込みで、二元システムCOPは、目標(現行R404A機同等以上)に対して131%で達成の見込み
- ③ システムコストは現行R404A機に対し、開発機は圧力抑制で空調と共通部品流用で142%まで低減、目標140%のほぼ達成見込みを得た。
- ④ システム制御は「二元サイクルにおける制御安定性」「リバーズ除霜制御」に対し、机上での制御構築は2020年度中に完了見込み

## Ⅲ. 研究開発成果

### ◆研究開発項目③における実施例の紹介

公開

# ③機器、冷媒開発における実施例の紹介

GWP10以下の直膨型空調機用 微燃性冷媒の開発

助成先: ダイキン工業(株)

### Ⅲ. 研究開発成果

公開

#### ◆研究開発項目③における実施例の紹介

#### GWP 10以下の直膨型空調機用 微燃性冷媒の開発

■背景:直膨型空調機用の冷媒として使用されているR410A (GWP=2080)は、現在、R32 (GWP=675)への代替が進んでいるが、HFC削減目標の達成を確実にするため、さらに低GWP化が求められている。

■概要:直膨型空調機において、市販フロン品と同等以上の性能(COP、APF等)を示すGWP 10以下の冷媒を開発し、直膨型空調機への適用可能性を評価して機器開発を検討する。

■目標:

(中間目標)直膨型空調機に適したGWP10以下の次世代冷媒の組成を決定する。

(最終目標)GWP10以下の次世代冷媒の直膨型空調機への適用可能性を評価して、要素部品の基本仕様を確立する。

開発項目	目標
① 温暖化係数及び安定性評価	・GWP 10以下の冷媒組成を提案する。
② 燃焼性評価	・微燃性(ASHRAE区分:2L)。 ・冷媒充填の許容量の把握。
③ 毒性評価	・LC50>2万ppm。ASHRAE区分: Aの見通しを示す。
④ 冷媒性能評価	・COP、APFにおいてR410A比で90%以上。 ・機器開発における課題の抽出。

I. 事業の位置付け・必要性について

II. 研究開発マネジメントについて

III. 研究開発成果について

IV. 実用化・事業化に向けての見通し及び  
取り組みについて

## IV. 成果の実用化・事業化に向けた取組及び見通し

公開

### ◆本プロジェクトにおける「実用化・事業化」の考え方

研究開発項目	実用化・事業化の考え方
①基本特性評価 ②安全性・リスク評価	冷媒の性能、安全性・リスク評価に係る公共的な知的基盤が整備され、社会的利用(規格化、標準化、データベース、アセスメント等への利用、産業界における研究開発への利用、他の研究開発への利用等)に供されること。
③冷媒・機器開発	実用化とは、現状市販フロン製品と同等以上の性能を実現する技術を確立し、その技術に基づく試作品等の社会的利用(顧客への提供等)が開始されることであり、事業化とは、当該研究開発に係る商品、製品等の販売や利用により、企業活動(売り上げ等)に貢献すること。

## IV. 成果の実用化・事業化に向けた取組及び見通し

公開

### (1) 成果の実用化・事業化の見通し

研究開発項目	成果の実用化・事業化の見通し
①基本特性評価  ②安全性・リスク評価	<ul style="list-style-type: none"> <li>講演・論文投稿等を通じた成果の周知※</li> <li>新規冷媒物性に関しては、国際データベース(REFPROP)への登録に向けた積極的な情報提供</li> <li>強燃性冷媒のリスク評価に関しては、国際規格(IEC60335-2-40、IEC60335-2-89)の改定へ向けて、業界団体と連携し、積極的に情報を提供</li> <li>冷凍空調業界団体等を通じて、冷媒評価法の改善、国際標準化を推進</li> </ul>
③冷媒・機器開発	<ul style="list-style-type: none"> <li>キガリ改正、フロン排出抑制法に対応するのが困難な製品分野に、低GWP冷媒を搭載した機器の開発を促進、新規低GWP冷媒の開発を推進。</li> <li>本助成事業において、個々のテーマ毎に実用化へ向けた要素技術等の技術的な課題は明確化され、解決の見込み。</li> <li>一部の機器開発においては、本事業期間中にフィールド試験を実施し、本事業終了後速やかに事業化フェーズへ移行が可能。</li> <li>新冷媒の開発においては、冷媒番号の取得を含め、市場展開への準備を進める。</li> </ul>

※ 成果の公表に関しては、新型コロナウイルス感染症の影響で、多くの国際会議、学会が中止あるいは順延され、成果発表の機会が減っている。

## IV. 成果の実用化・事業化に向けた取組及び見通し

公開

### (1) 成果の実用化・事業化の見通し

#### ■ 国際規格化・国際標準化、国際データベース等への登録に向けたロードマップの対応例

対象	規格の内容	—	2018	2019	2020	2021	2022
【国際規格】 IEC60335-2-40	空調機器における可燃性冷媒の使用に関する規格 (スプリットエアコン)	規格の動き	Edition6.0が発行 (A2L冷媒の規定が記載)	国際会議 (※1) 日本冷凍空調工業会が代表		Edition7.0が発行予定 (A2/A3冷媒の規定が記載)	
		本事業の インプット	安全性・ リスク評価	<ul style="list-style-type: none"> <li>・着火源検討</li> <li>・不均化現象と対策</li> <li>・実機着火試験 他</li> </ul>	性能評価	<ul style="list-style-type: none"> <li>・新冷媒物性測定</li> <li>・新冷媒性能解析 他</li> </ul>	学術会議(※2)
		<small>※1 家庭用空調機器の安全性のための作業部会 WG16(IEC SC61D/WG16) ※2 環境と冷媒 国際シンポジウム</small>					
【国際規格】 IEC60335-2-89	密閉式業務用冷凍冷蔵機器における可燃性冷媒の使用に関する規格 (冷蔵冷凍ショーケース)	規格の動き		Edition3.0(A2/A3冷媒の規定が記載)		国際会議 (※3) 日本冷凍空調工業会が代表	Edition4.0 (改定版)発行予定
		本事業の インプット		<ul style="list-style-type: none"> <li>・着火源検討</li> <li>・内蔵ショーケース漏洩試験</li> <li>・実機着火試験 他</li> </ul>			
【国際データベース】 REFPROP	NISTの作成する冷媒熱物性データベースソフトウェア	DBの動き					REFPROP 11 or 10.5 リリース
		本事業の インプット		燃焼性・低GWP冷媒の 性能評価	不添加冷媒の添加	不燃性・低GWP冷媒の 性能評価	



## IV. 成果の実用化・事業化に向けた取組及び見通し

公開

### (2) 波及効果

研究開発項目	対象	技術的波及効果	対象技術分野の国内市場規模※1	対象技術分野の冷媒排出量推計※2	社会的波及効果
①基本特性評価	<ul style="list-style-type: none"> <li>・低GWP冷媒の物性データ取得</li> <li>・低GWP冷媒の燃焼性評価</li> <li>・性能評価シミュレーターの開発</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・低GWP冷媒基礎データの普及による実用化研究開発の促進</li> <li>・世界に先駆けた強燃性冷媒のリスクアセスメントの推進</li> </ul>	—	—	<ul style="list-style-type: none"> <li>・内外の規格・法規整備の提言(高圧ガス保安法、ISO等)、国際データベース等への登録</li> <li>・次世代冷媒の適用を促進し、わが国の産業力を強化する</li> </ul>
②安全性・リスク評価	<ul style="list-style-type: none"> <li>・HC系冷媒、HFO系冷媒の安全性評価</li> </ul>		—	—	
③冷媒・機器開発	<ul style="list-style-type: none"> <li>・低GWP冷媒を使用した冷凍冷蔵機器開発</li> <li>・低GWP冷媒開発</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・高効率化(圧縮機、熱交換器等)及び他用途(広範囲の冷凍空調機器等)への展開</li> </ul>	約8,090億円	約4,090万t-CO <sub>2</sub> ※3	<ul style="list-style-type: none"> <li>・キガリ改正によるHFC削減に大きく貢献</li> <li>・世界に先駆けた次世代冷媒技術の開発による我が国産業の競争力強化</li> </ul>

※1:「ヒートポンプ 温水・空調市場の現状と将来展望 2017(株式会社富士経済, 2017)」に基づき、NEDO環境部で業務用冷凍空調機器及び家庭用空調機器を対象に2025年時点の予測値を算出。

※2:2018年度の推計排出量。産業構造審議会 製造産業分科会フロン類等対策ワーキンググループ(2020年2月14日)資料より

※3業務用冷凍空調機器及び家庭用空調機器を対象として算出。