

「次世代低GWP冷媒の実用化に向けた高効率冷凍空調技術の開発」(中間評価)

2023年度～2027年度 5年間

プロジェクトの説明 (公開版)

2025年6月10日

国立研究開発法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構
サーキュラーエコノミー部



事業の概要

・代替冷媒候補のない家庭用空調機等を対象に、新たな混合冷媒のスクリーニングから適用機器要素技術の開発までを委託事業で一気通貫で実施する。(研究開発項目①)

・得られた成果・知見を展開し、家庭用／業務用空調機、業務用冷凍冷蔵機の要素機器・周辺機器開発を助成事業で行う。(研究開発項目②)

研究開発項目①（委託事業）

冷媒絞り込み・評価
燃焼特性
熱物性モデル開発

要素技術開発
伝熱特性
圧縮特性

安全リスク評価
NG

研究開発項目②（助成事業）

【家庭用・業務用空調機】

【業務用冷凍冷蔵機】

既存プロジェクトとの関係

・オゾン層保護から温暖化対策への政策目的等の変化にも対応しつつ、2005年以降ノンフロン化技術開発を継続的に実施。

・代替冷媒として有効だが、普及が課題である業務用冷凍冷蔵機等に適用する自然冷媒の導入支援事業については環境省で実施。

2005 2010 2015 2020 2023

ノンフロン化技術の開発
(代替フロン→非フロン)
プロジェクト

技術戦略

地球環境対策
(フロン)分野
Ver3.0,2.0
(2015)

地球環境対策
(フロン)分野
ver3.0(2017)

地球環境対策
(フロン)分野
(2021)

ノンフロン型省エネ冷凍空調システム開発

高効率ノンフロン型空調機器技術の開発

高効率低GWP冷媒を使用した中小空調機器技術の開発

省エネ化・低温室効果を達成出来る次世代冷媒・冷凍空調技術及び評価手法の開発

新規プロジェクト

想定する出口イメージ等

アウトプット 目標	研究開発項目①「家庭用空調等に適した低GWP混合冷媒の開発及び評価」 1) 物性や燃焼特性等の評価を累計25件以上実施し、基本物性データを整備する。この評価を基に、HFO混合冷媒の熱物性値情報を高精度で計算できる混合モデルを開発する。併せて、当該混合冷媒の燃焼特性を解明する。 2) 企業の速やかな製品開発に貢献する候補冷媒及び冷凍機油の提案、ならびに候補冷媒に対応した熱交換器・圧縮機的设计指針を確立する。 3) HFO混合冷媒の基本物性データについて、国際データベース等への登録申請に耐える得るデータを3種類以上取得する。また、安全性・リスク評価手法等について、空調機器の安全性に係る国際規格等3件以上の国際標準の改正の提案に必要なデータを取得する 研究開発項目②「低GWP冷媒の対応機器（家庭用/業務用エアコン、冷蔵・冷凍ショーケース等）の開発 次世代低GWP混合冷媒に対応する要素機器及び周辺機器の技術を確立する。
アウトカム 目標	本事業による成果を通じて次世代冷媒及び次世代冷媒適用冷凍空調機器の実装を加速することで、モントリオール議定書キガリ改正における日本のHFC生産・消費量削減目標（2036年までに85%削減）に貢献するとともに、代替フロン分野における2050カーボンニュートラル達成に向けた道筋をつける。
アウトカム 目標達成に 向けての取組	国内外の企業や市場のニーズ・技術動向・規制規格・特許動向等の各種情報把握とそれらも踏まえたプロジェクトマネジメントの実施、また、アウトプットやアウトカム目標の考え方についての「わかりやすい説明を行うと同時に、アウトカム目標達成に資する取り組みとして、例えば標準化活動を促すために、得られた情報やプロジェクトの成果を必要に応じ国内審議団体へ提供したり、進捗・成果について積極的な広報活動を行うなど、プロジェクト周辺のステークホルダーへの働きかけを試みる。

事業計画

期間：2023～2027年度（5年間）
総事業費（NEDO負担分）
：38億円（予定）（委託／1/2助成 等）
2023年度政府予算額：5億円（需給）
2024年度政府予算額：5億円（需給）
2025年度政府予算額：5億円（需給）

<研究開発スケジュール・評価時期・想定する予算規模>

	2023	2024	2025	2026	2027	2028
研究開発項目①						
研究開発項目②						
評価時期			中間 評価			終了時 評価
予算（億円）	5.0	5.0	5.0			

報告内容



ページ構成

- 事業の背景・目的・将来像
 - 政策・施策における位置づけ
 - 外部環境の状況（技術、市場、制度、政策動向など）
 - 他事業との関係
 - 事業の位置づけ・ターゲット
 - 本事業の概要
 - アウトカム達成までの道筋
 - 知的財産・標準化：オープン・クローズ戦略
 - 知的財産管理
- 実用化・事業化の考え方とアウトカム目標の設定及び根拠
 - アウトカム目標の達成見込み
 - 費用対効果
 - 非連続ナショプロに該当する根拠
 - 前身事業との関連性
 - 本事業における研究開発項目の位置づけ
 - アウトプット（中間）目標の設定及び根拠
 - アウトプット目標の達成状況
 - 研究開発成果の意義と副次的成果、波及効果等
 - 特許・論文数
- NEDOが実施する意義
 - 実施体制
 - 個別事業の採択プロセス
 - 研究データの管理・利活用
 - 予算及び受益者負担
 - 目標達成に必要な要素技術
 - 研究開発のスケジュール
 - 進捗管理
 - 進捗管理：進捗管理：外部委員意見への対応
 - 進捗管理：動向・情勢変化への対応
 - 進捗管理：成果普及への取り組み
 - 進捗管理：開発促進財源投入実績
 - モティベーションを高める仕組み

1. 意義・アウトカム（社会実装）達成までの道筋



2. 目標及び達成状況



3. マネジメント

- (1)本事業の位置づけ・意義
- (2)アウトカム達成までの道筋
- (3)知的財産・標準化戦略

- (1)アウトカム目標及び達成見込み
- (2)アウトプット目標及び達成状況

- (1)実施体制
- (2)受益者負担の考え方
- (3)研究開発計画

＜評価項目 1＞ 意義・アウトカム（社会実装） 達成までの道筋

- （１） 本事業の位置づけ・意義
- （２） アウトカム達成までの道筋
- （３） 知的財産・標準化戦略

報告内容



ページ構成

- 事業の背景・目的・将来像
- 政策・施策における位置づけ
- 外部環境の状況（技術、市場、制度、政策動向など）
- 他事業との関係
- 事業の位置づけ・ターゲット
- 本事業の概要
- アウトカム達成までの道筋
- 知的財産・標準化：オープン・クローズ戦略
- 知的財産管理

1. 意義・アウトカム（社会実装）達成までの道筋

- (1) 本事業の位置づけ・意義
- (2) アウトカム達成までの道筋
- (3) 知的財産・標準化戦略



2. 目標及び達成状況

- (1) アウトカム目標及び達成見込み
- (2) アウトプット目標及び達成状況



3. マネジメント

- (1) 実施体制
- (2) 受益者負担の考え方
- (3) 研究開発計画

事業の背景・目的・将来像

～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	CFC （クロロフルオロカーボン）	HCFC （ハイドロクロロフルオロカーボン）	HFC （代替フロン） （ハイドロフルオロカーボン）	PFC （パーフルオロカーボン）	SF ₆ （六フッ化硫黄）	NF ₃ （三フッ化窒素）
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 ₃ 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	・ 冷凍空調機器の冷媒 ・洗浄剤、溶剤等 （95年以降全廃済み）	・ 冷凍空調機器の冷媒 ・洗浄剤、溶剤等 （2020年全廃予定）	・ 冷凍空調機器の冷媒 ・断熱材の発泡剤等	・半導体、液晶製造 ・洗浄剤、溶剤	・電気絶縁機器 ・半導体、液晶製造 ・マグネシウム製造	・半導体、液晶製造等

国立研究開発法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構

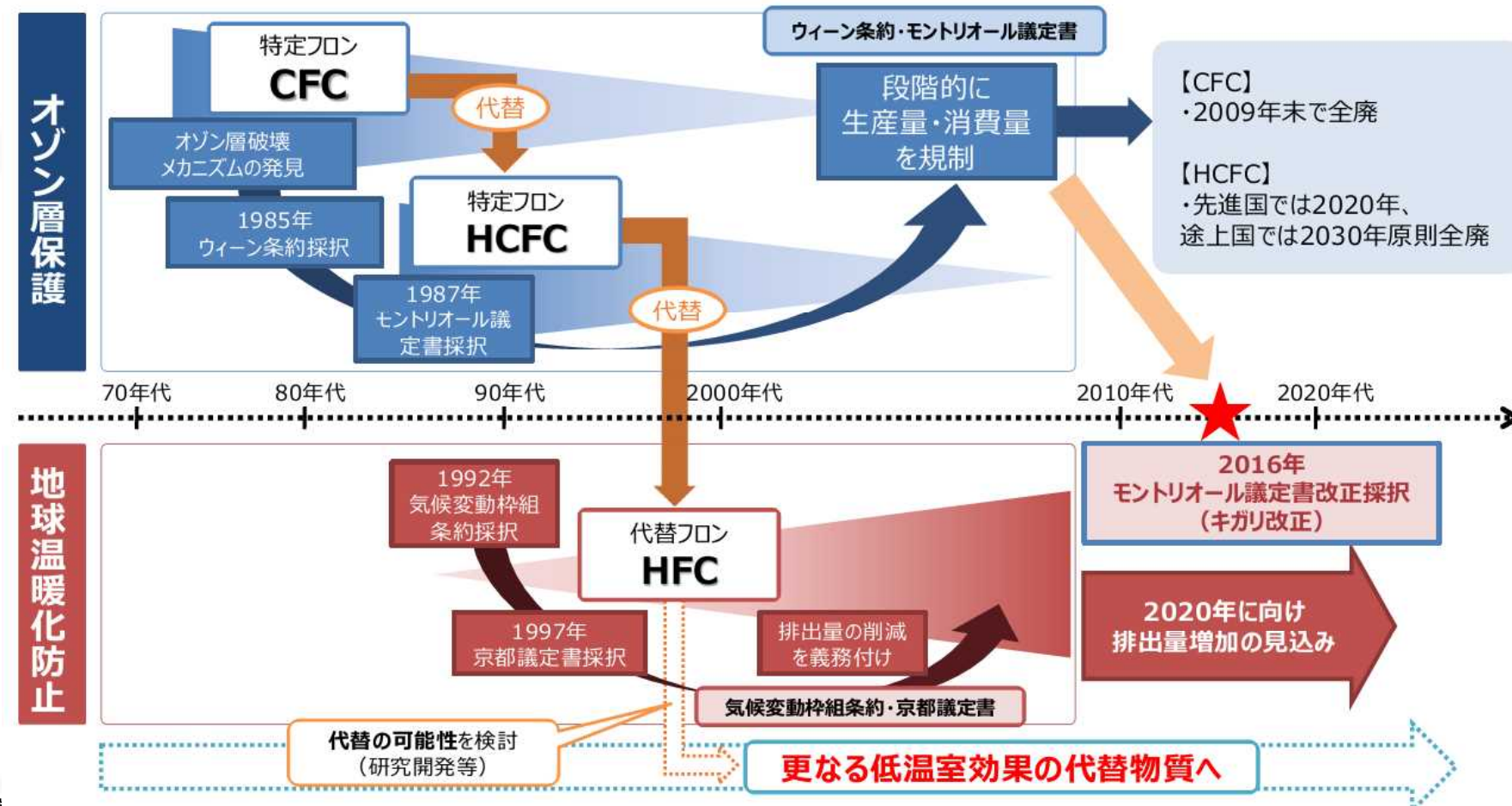
※ 1 GWP：地球温暖化係数（CO₂の何倍の温室効果を有するか表す値）

※ 2 主な冷媒種としての値

事業の背景・目的・将来像

～フロン類を巡る規制と対策の流れ～

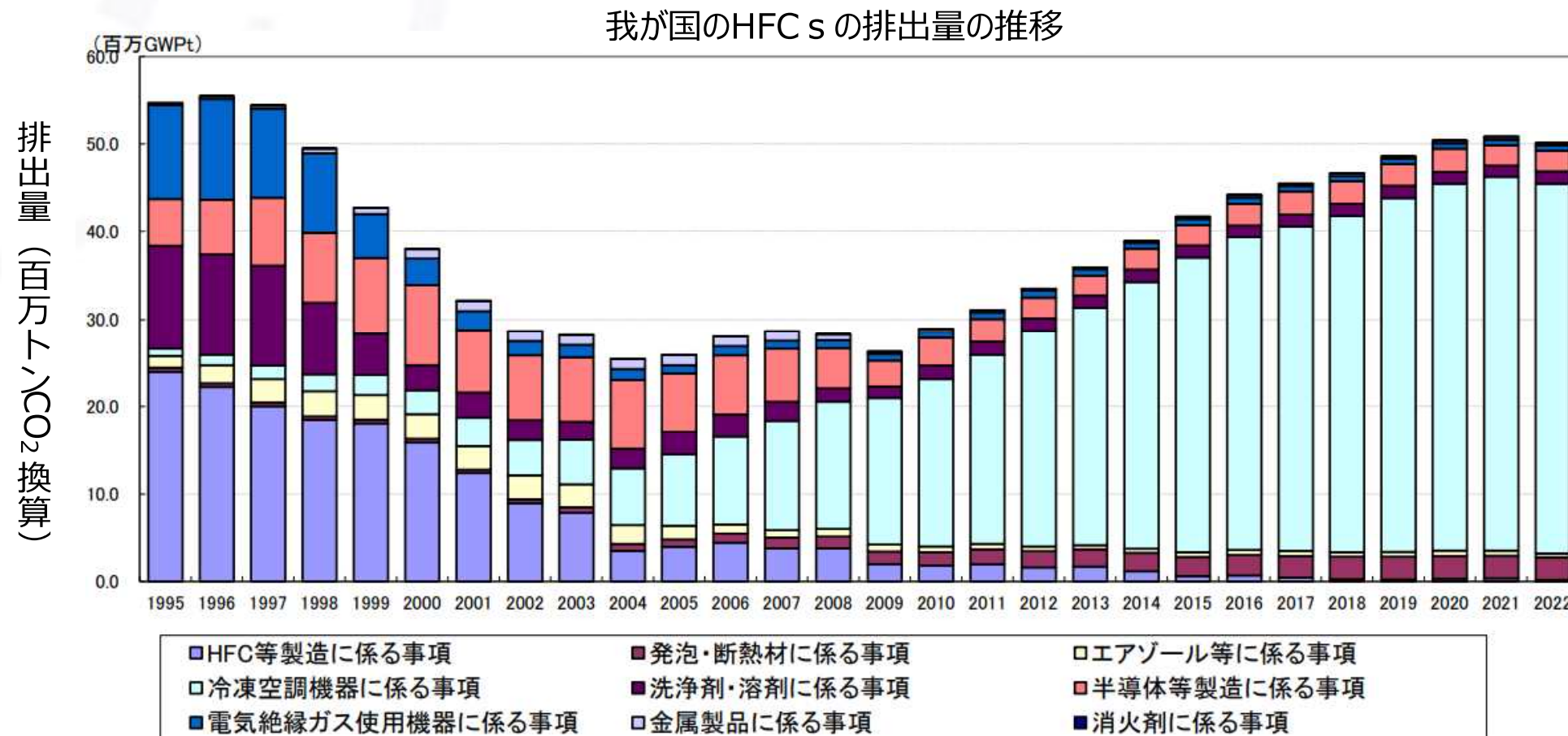
- フロン類は時代の流れと共にオゾン層保護、地球温暖化防止等複数の観点から規制・代替物質への切り替えが進んでおり、今後更なる低GWP化が求められている。



事業の背景・目的・将来像

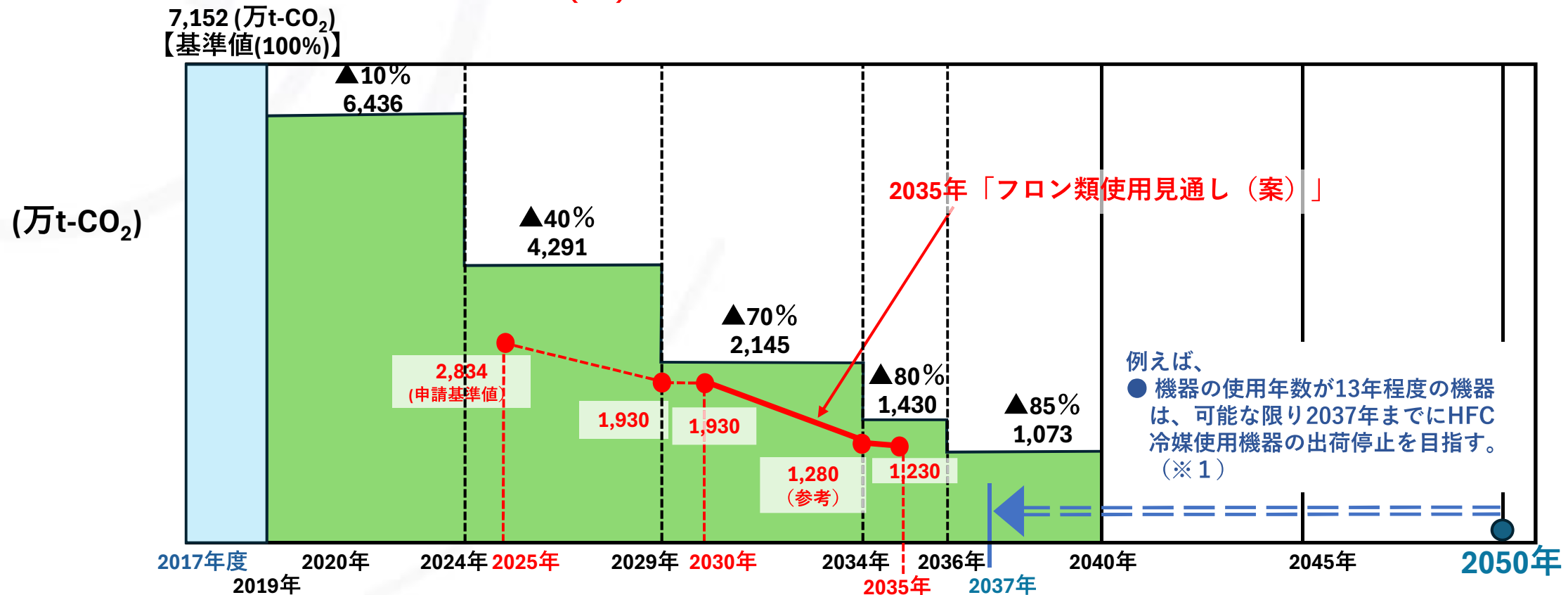
～冷凍空調分野におけるHFC（代替フロン）の排出量推移～

■ HFCの排出源として、冷媒転換に伴って冷凍空調機器用途が増加しており、HFC排出量全体の約9割を占める。



政策・施策における位置づけ

- モントリオール議定書キガリ改正に基づき、2034年及び36年までにHFC(代替フロン)の使用をそれぞれ80%及び85%以上削減することが求められ、また、2050年のCN実現に備え、冷凍・空調機器等由来のGHG抑制も必要。
- 2035年 産構審「フロン類使用見通し」(案)では、本プロジェクトで開発中のグリーン冷媒への代替が進むことを見込む。



出典：第1回 産業構造審議会 保安・消費生活用製品安全分科会 化学物質政策小委員会 フロン類対策ワーキンググループ(2025年3月25日)開催資料を基に作成・加筆。
 ※1 平成25年改正フロン排出抑制法の施行状況の評価・検討に関する報告書 (産業構造審議会製造産業分科会化学物質政策小委員会フロン類等対策ワーキンググループ 中央環境審議会地球環境部会フロン類等対策小委員会 第12回 合同会議(2022年3月28日)開催資料より。



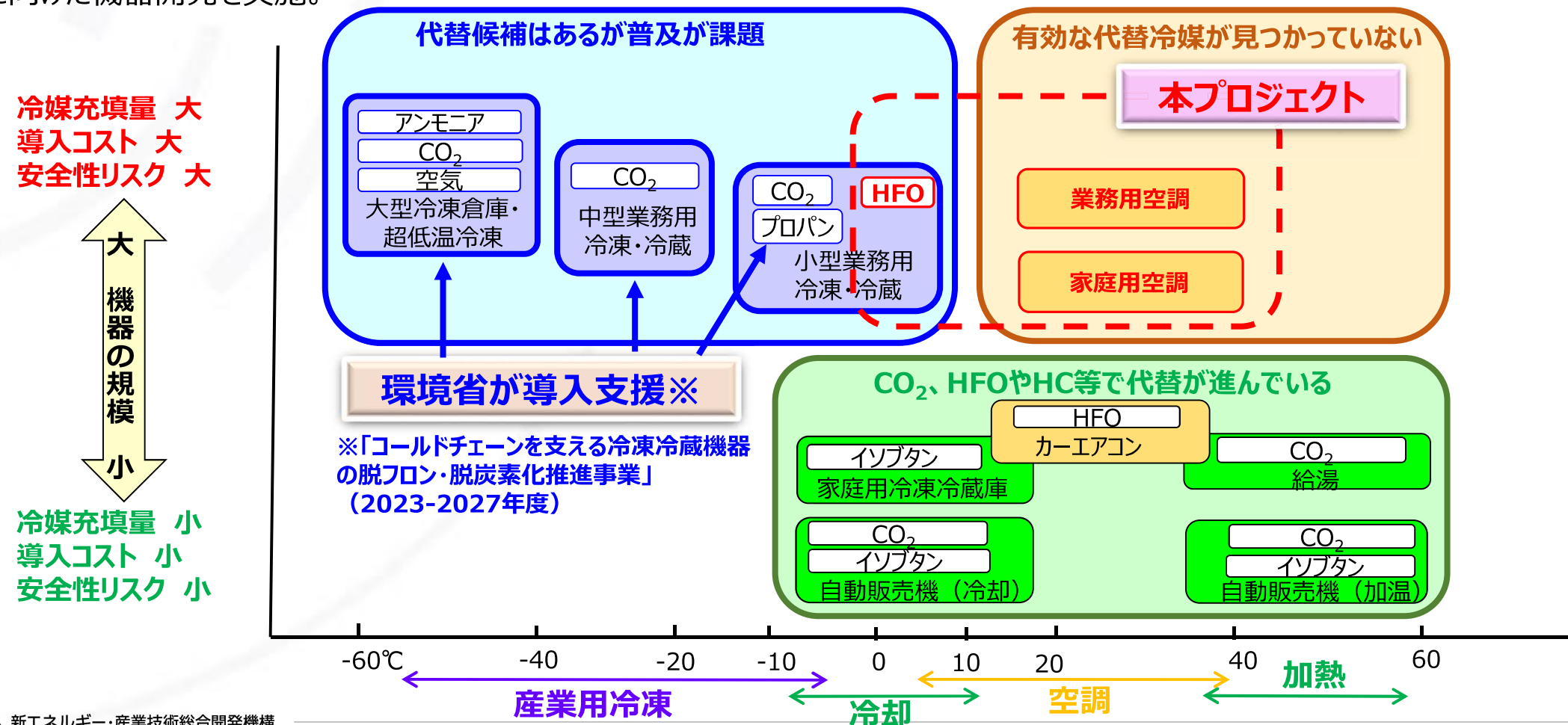
外部環境の状況（技術、市場、制度、政策動向など）

■ 世界的にキガリ改正の受諾が進んでいる。米国・日本・中国では次期冷媒としてHFO冷媒開発を進めている。冷媒輸入比率の高い欧州では規制措置が先行しており、改正Fガス規制の発効やPFAS規制の検討等各国ともにその動向を注視しているものと思われる。

	動 向
米国	・2022年キガリ改正受入表明。HFCの削減計画はAIM法に基づき行われており、キガリ改正の削減スケジュールに沿ったものとなっている。 ・燃烧性冷媒の評価を諸機関で実施中。 ・冷媒メーカー(Honeywell、Chemours等)のイニシアチブのもと、HFO系冷媒を選択肢として関連規格との対応を含め種々提案されている。 ・2025年1月トランプ大統領がパリ協定からの離脱を表明。
欧州	・2024年3月欧州Fガス改正規制（2050年までにHFC（含むHFO）の使用が段階的に廃止）が発効し、製品・機器別にGWP値等の制限のある上市禁止日が定められた。 ・人体及び環境への影響への観点からPFASの規制検討が行われており（PFAS 規制 / REACH 規制）、一部フッ素系冷媒も対象とされている。 ・冷媒は輸入が多く、機器も日米系のメーカーが主導とみられ、技術開発より規制措置が先行している模様。
中国	・キガリ改正を2021年6月に批准。2024年より段階的削減が実施される。 ・中国政府の主導により家庭用RAC の代替冷媒としてR290 を推進しており、その動向が注目されている。 ・特許出願からみた冷媒動向では、機器メーカーに加え学術機関からの出願が多い。冷媒別では自然冷媒系が多く、近年ではHFO 系が増加傾向。
途上国	・HCFC であるR22 の使用割合がいまだ高い。 ・モントリオール議定書実施のための基金による支援等を受けつつ、議定書の削減スケジュールに則った対策が進められている。キガリ改正を受け、HFCを対象とする活動も開始されている。
日本	・キガリ改正を受けて、2019年1月にHFCの製造及び輸入を規制する等の措置を講じた、オゾン層保護法が施行され、HFCの生産量・消費量の限度を定めて段階的削減を進めている。 ・2020年に総理より2050年カーボンニュートラルが宣言され、我が国の温室効果ガス排出量を2050年までに実質ゼロにすることが求められる。 ・2022年に対象製品とGWP目標値、目標年度を定めた改正フロン法（指定製品制度）が施行され、以降順次見直しが行われている。 ・冷媒メーカー(ダイキン、AGC)によるHFO系冷媒開発が進んでいる。

他事業との関係

- 環境省では、冷凍冷蔵倉庫、食品製造工場並びに食品小売店舗におけるショーケースその他の脱炭素型自然冷媒機器の導入支援を実施。
- 本PJでは代替となる低GWP冷媒候補の検討が続いている、家庭用エアコン及び小型業務用冷凍冷蔵庫分野で、低GWP冷媒の技術開発と実用化に向けた機器開発を実施。



事業の位置づけ・ターゲット

■ 低GWP冷媒への転換

・低GWP冷媒の多くは、HFC冷媒に比べて性能や安全性に課題がある。

	HFC冷媒	低GWP冷媒
物質	・HFC ・HFC同士の混合	・HFO ※ ・HFOを含む複数物質の混合 ・CO ₂ 、NH ₃ 、HC（炭化水素）等
GWP	高い傾向 ※※ (数百から～数千)	低い傾向 ※※ (～数百)
性能	低GWP冷媒に比べて 効率が良い傾向	HFC冷媒に対し 効率が悪い傾向
燃焼性	不燃性～微燃性	微燃性～強燃性

低GWP冷媒を使用して、従来機器(HFC冷媒使用)と同等性能を維持するためには、
機械側での工夫(機器開発)、性能を維持できる新冷媒の開発(冷媒開発)がある

燃焼性等安全性に懸念のある物質を冷媒として用いるには、
リスクの存在や大きさ、必要な安全対策を明らかにする必要がある

※ ハイドロフルオロオレフィン。

二重結合の特徴を持つフッ素化合物であり、地球温暖化係数が特定フロンや代替フロンよりも圧倒的に低い。

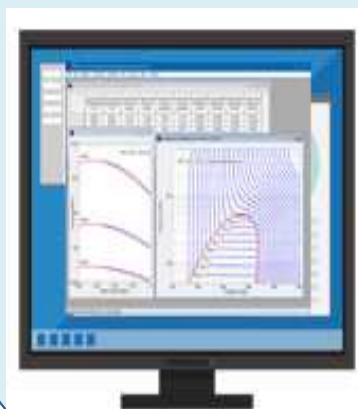
※※ 主な冷媒種としての値

本事業の概要

- 代替冷媒候補のない家庭用空調機等を対象に、新たな混合冷媒のスクリーニングから適用機器要素技術の開発までを委託事業で一気通貫で実施する。（研究開発項目①）
- 得られた成果・知見を展開し、家庭用／業務用空調機、業務用冷凍冷蔵機の要素機器・周辺機器開発を助成事業で行う。（研究開発項目②）

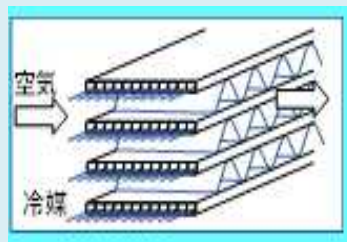
研究開発項目①（委託事業）

冷媒絞り込み・評価
燃焼特性
熱物性モデル開発



機器要素技術開発

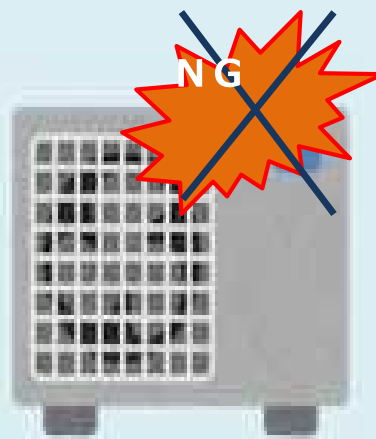
<伝熱特性>



<圧縮特性>



安全リスク評価



研究開発項目②（助成事業）

家庭用・業務用空調機



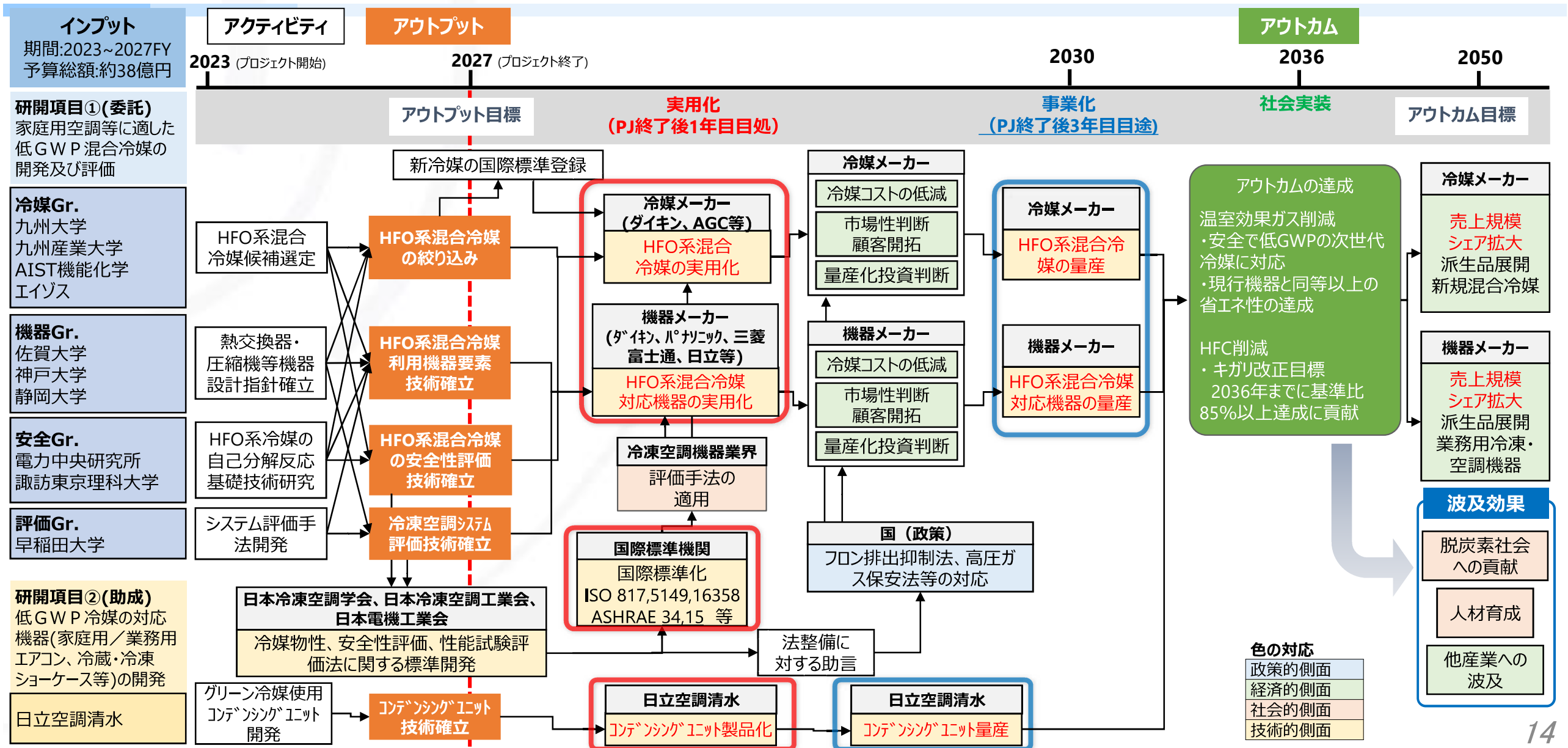
業務用冷凍冷蔵機



1. 意義・アウトカム（社会実装）までの道筋 (2)アウトカム達成までの道筋



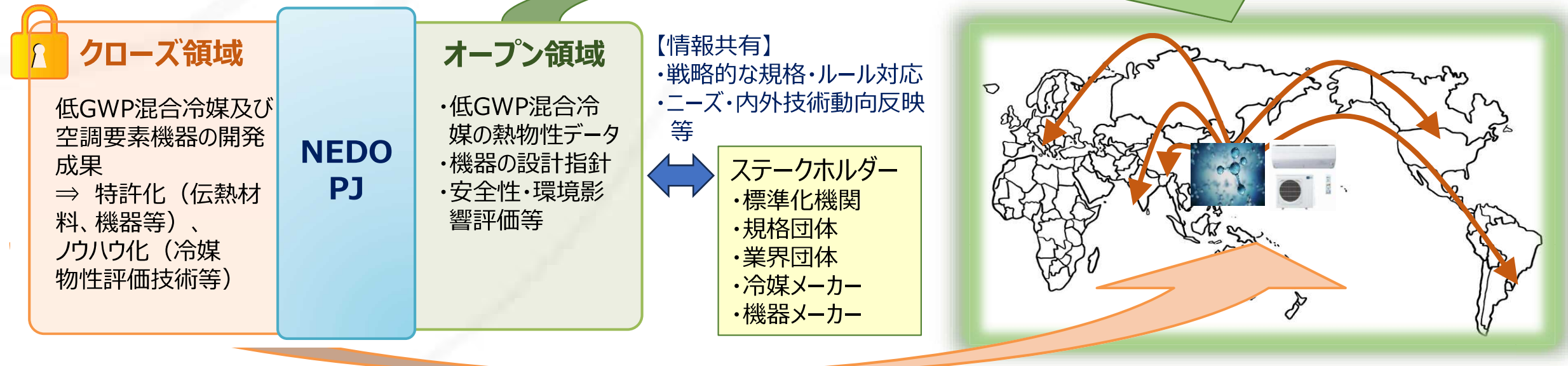
アウトカム達成までの道筋



知的財産・標準化:オープン・クローズ戦略

- **オープン戦略**：研究成果としての各種基盤データについて、ステークホルダーと連携し冷媒・機器の国内・国際規格・ルール対応を進めると共に国内メーカーに公開し、国産HFO系冷媒、およびその適用機器の普及と市場の拡大を図る。
- **クローズ戦略**：低GWP混合冷媒及び空調要素機器の開発成果を特許・ノウハウ化して開発主体の利益を確保。各社は当該データと自社技術・ノウハウを活用し製品開発、上市加速化とシェア拡大を進める。

【オープン戦略】国際規格化・標準化により普及促進・市場拡大のための環境を整備

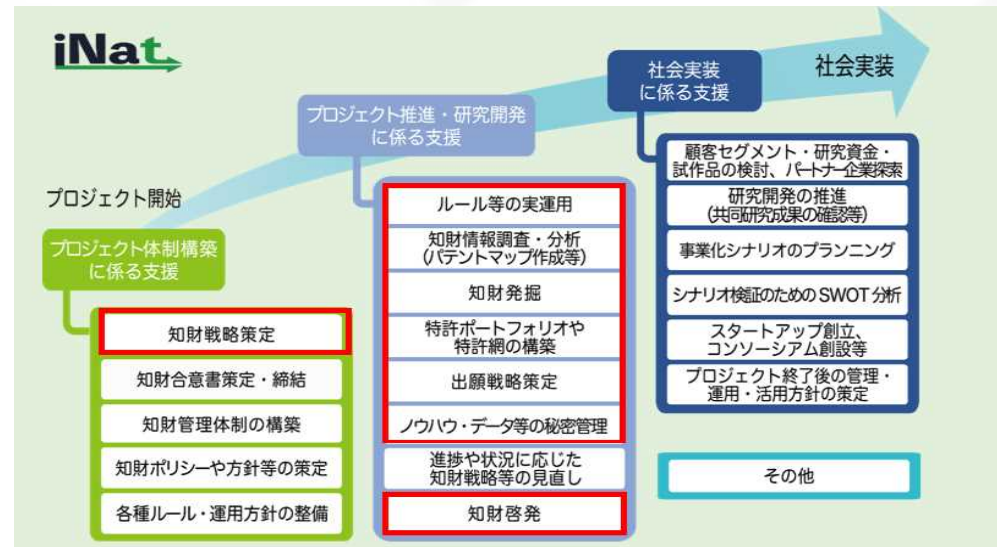


【クローズ戦略】特許・ノウハウを活用し製品開発、上市加速化とシェアの拡大

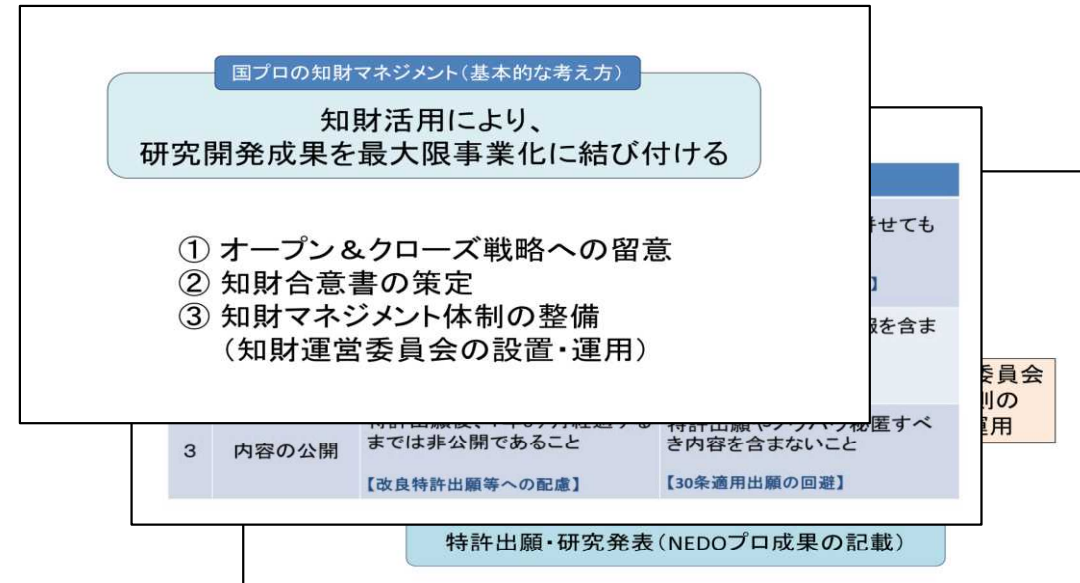
知的財産管理

- オープン・クローズ戦略に基づき、知財コーディネーター（以後、知財CN）の指導の下、知財戦略策定と知的財産管理を実施
- 研究成果の早期実用化に向け、業界団体との連携を深め、積極的に情報開示を進める
 - ・**知的財産権の帰属**：産業技術力強化法第17条第1項に規定する4項目及びNEDOが実施する知的財産権の状況調査（バイ・ドール調査）に対する回答を条件として、**知的財産権はすべて発明等をなした機関に帰属**
 - ・**知財マネジメント基本方針**：NEDO知財方針に記載された「**全実施機関で構成する知財委員会（又は同機能）を整備し、「知財の取扱いに関する合意書」を作成**
 - ・**データマネジメントに係る基本方針**：NEDOデータ方針に記載された「**全実施機関で構成する知財委員会（又は同機能）を整備し、「データの取扱いに関する合意書」を作成**

知財CNによる支援計画



指導例



＜評価項目 2＞ 目標及び達成状況

- (1) アウトカム目標及び達成見込み
- (2) アウトプット目標及び達成状況

報告内容



1. 意義・アウトカム（社会実装）達成までの道筋

- (1) 本事業の位置づけ・意義
- (2) アウトカム達成までの道筋
- (3) 知的財産・標準化戦略



2. 目標及び達成状況

- (1) アウトカム目標及び達成見込み
- (2) アウトプット目標及び達成状況



3. マネジメント

- (1) 実施体制
- (2) 受益者負担の考え方
- (3) 研究開発計画

ページ構成

- 実用化・事業化の考え方とアウトカム目標の設定及び根拠
- アウトカム目標の達成見込み
- 費用対効果
- 非連続ナショプロに該当する根拠
- 前身事業との関連性
- 本事業における研究開発項目の位置づけ
- アウトプット（中間）目標の設定及び根拠
- アウトプット目標の達成状況
- 研究開発成果の意義と副次的成果、波及効果等
- 特許・論文数



実用化・事業化の考え方とアウトカム目標の設定及び根拠

アウトカム目標	根拠
モントリオール議定書キガリ改正における日本のHFC生産・消費量削減目標（2036年までに85%削減）に貢献するとともに、代替フロン分野における2050カーボンニュートラル達成に向けた道筋をつける。	モントリオール議定書キガリ改正や2050CN等、温室効果ガス対策やHFC規制の達成が困難となる可能性がある。
途上国におけるキガリ改正の削減義務が厳しくなる2040年代（2047年までに85%削減）に、日本発の技術が普及することによって、途上国のHFC削減目標達成及び日本企業の世界市場におけるシェア拡大に貢献する。	技術開発の遅れにより、拡大が見込まれる世界市場での日本メーカーシェアの大幅な低下が危惧される。



事業化の考え方 (2032年頃)	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。
---------------------	--



(研究開発項目)	①家庭用空調等に適した低GWP混合冷媒の開発及び評価 (委託事業)	②低GWP冷媒の対応機器（家庭用/業務用エアコン、冷蔵・冷凍ショーケース等）の開発（助成事業）
実用化の考え方 (2030年頃)	冷媒の物性、性能、安全性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。	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。

アウトカム目標（実用化）の達成見込み

研究開発項目	達成見込み	課題と対応																									
①家庭用空調等に適した低GWP混合冷媒の開発及び評価	■ 次世代冷媒の普及に必要な各種国際規格・標準の改定、登録に向け、各研究Grが分担して対応する委員・国内審議団体等との情報交換を実施し理解が得られつつある。	■ PFAS規制の動向注視および規制内容への対応。 →情報収集活動及び非PFAS冷媒の検討																									
	<table><tr><th>対象国際規格</th><th>規格の内容</th><th>対応Gr</th><th>提案時期</th><th>取り組み状況</th></tr><tr><td>REFPROP (NIST)</td><td>冷媒物性</td><td>冷媒Gr 機器Gr</td><td>'25-'26</td><td>NISTとの情報共有実施中。</td></tr><tr><td>ANSI/ASHRAE Standard34</td><td>冷媒燃焼特性 評価方法</td><td>冷媒Gr</td><td>'25-'26</td><td>ASHRAE委員と継続的に情報交換を実施中。</td></tr><tr><td>ISO817</td><td>安全性 評価指標</td><td>安全Gr</td><td>'25</td><td>冷媒安定性に関するTFが2024年に開始され、委員として参画中。</td></tr><tr><td>ISO16358</td><td>運転性能評価</td><td>評価Gr</td><td>'25-'27</td><td>ISO/WG15や日冷工規格検討分科会 等の作業部会に参画中。</td></tr></table>	対象国際規格	規格の内容	対応Gr	提案時期	取り組み状況	REFPROP (NIST)	冷媒物性	冷媒Gr 機器Gr	'25-'26	NISTとの情報共有実施中。	ANSI/ASHRAE Standard34	冷媒燃焼特性 評価方法	冷媒Gr	'25-'26	ASHRAE委員と継続的に情報交換を実施中。	ISO817	安全性 評価指標	安全Gr	'25	冷媒安定性に関するTFが2024年に開始され、委員として参画中。	ISO16358	運転性能評価	評価Gr	'25-'27	ISO/WG15や日冷工規格検討分科会 等の作業部会に参画中。	■ 国際規格・標準化に向けたエビデンスの充実。 →研究会や技術委員会等を通じた外部有識者意見に基づく研究内容の修正・追加
	対象国際規格	規格の内容	対応Gr	提案時期	取り組み状況																						
	REFPROP (NIST)	冷媒物性	冷媒Gr 機器Gr	'25-'26	NISTとの情報共有実施中。																						
	ANSI/ASHRAE Standard34	冷媒燃焼特性 評価方法	冷媒Gr	'25-'26	ASHRAE委員と継続的に情報交換を実施中。																						
	ISO817	安全性 評価指標	安全Gr	'25	冷媒安定性に関するTFが2024年に開始され、委員として参画中。																						
	ISO16358	運転性能評価	評価Gr	'25-'27	ISO/WG15や日冷工規格検討分科会 等の作業部会に参画中。																						
■ 国内企業の開発促進、成果の国際的な普及促進のため、国内外に積極的に情報を公開。本PJの知見・開発の方向性が浸透しつつある。 詳細：「進捗管理：成果普及への取り組み」参照	■ 国内外への成果発信の更なる充実。 →業界への知見提供、国際的に認知度を高めるためのNEDO特別講座等の取り組み																										
②低GWP冷媒の対応機器の開発	■ 開発は順調に進んでおり、事業者は本事業と並行して製品設計、開発試験、量産技術検討を実施中。開発完了後、冷媒メーカーの上市に合わせて機器上市の予定。	■ 使用冷媒の安定性評価、量産化。																									

費用対効果

■ インプット

- ・プロジェクト費用の総額（当初計画） 38.0 億円（5年間）

■ アウトカム目標

・温室効果ガス削減

- ・安全で低GWPの次世代冷媒に対応
- ・現行機器と同等以上の省エネ性の達成

- ・HFC削減 キガリ改正目標（2036年に基準比85%以上）達成に貢献

■ 波及効果

・獲得市場（家庭用エアコン）

2035年時点の日本メーカーのシェアの増加

非連続ナショナルプロジェクトに該当する根拠

◆非連続ナショナルプロジェクトの考え方

選定基準	内容
非連続的な価値の創造	画期的で飛躍的な変化を伴う価値が創造され、提供されることにより、生活、環境、社会、働き方などを変える。
技術の不確実性	難易度が高い技術的課題や、新領域へのチャレンジなどにより、目標とする特性値や技術は従来の延長上ではなく、リスクが特に高い。

◆非連続ナショナルプロジェクト選定の妥当性

選定基準	該当	理由
①非連続的な価値の創造	該当	・安全且つ性能を維持できる、国産低GWP冷媒による家庭用空調システムが開発できれば、世界的な普及が期待され、国内企業の活性化とともに地球温暖化防止に大きく貢献出来る。
②技術の不確実性	該当	・混合冷媒は、その成分となる冷媒が決まっても混合比は無限にあるため、物性を把握するためには従来のような実測に基づく手法に加えて、物性予測モデル（混合モデル）を開発する必要がある。 ・また、これら成分となる冷媒は各々性質が異なるため、従来から普及している単一冷媒とは異なる革新的な機器開発（熱交換器・圧縮機）、および冷凍サイクル全体の評価技術が必要である。 ・国産冷媒は安全上のリスクとなる自己分解反応という特性を持つ。普及のためにはその反応機構（条件）を明らかにし、評価方法を確認して国際標準化するとともに、冷媒に関する国際的な安全規格を改定する事が必要不可欠である。

前身事業との関連性

- 前身PJ「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（2018～2022年度）」において、有力な次世代冷媒候補であるHFO冷媒の物性・性能評価および、自己分解反応抑止の為の開発を進め、次世代混合冷媒の絞り込みが可能な段階となった。

取組の成果	終了時評価（2023年度実施）委員からの評価
• HFO冷媒の基本的な熱物性値とサイクル性能等のデータ収集により、混合冷媒開発の方向性について見通しを得た。 • 次世代冷媒候補であるHFO冷媒の自己分解反応を抑制する手法や、機器側での燃焼抑止方法について一定の知見が得られた。	• アウトプット目標達成に向けて必要な要素技術の開発は網羅されており、その開発スケジュールも綿密に計画されていた。産学官の協調により着実に成果が出来てきており、今後も研究開発の継続を期待する。 • REFPROP10.1 に、本研究開発の中から冷媒特性データと低GWP（＜150）の新規冷媒が複数搭載予定であり、さらにISO、IEC にも多くの成果が登録されたことは、高く評価できるものであった。 • キガリ改正やPFAS 規制の検討など、外部環境が短期間で大きく変化しつつあり、今後は、その動向に柔軟に適用した目標設定が求められるほか、世界と比較して、特異となっている日本の安全基準を国際標準へ適合させるための改善の取り組みも、本研究開発の発展の中で推進されることを期待する。

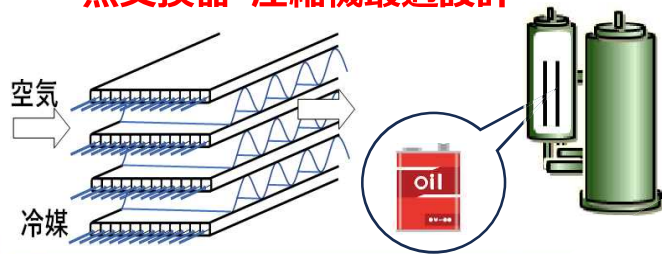
しかし、低GWP、安全性、現行と遜色のないサイクル性能全てを具備するHFO系混合冷媒は見つかっていない。

- 本PJでは、これまでの研究開発成果、および上記の研究で得られた知見を展開し、早期に新混合冷媒候補の組成・物性を決定するとともに、これを使用する家庭用空調機、および業務用冷蔵庫等の要素技術開発の加速化を図る。
- 研究開発と並行し、ステークホルダーとの情報交換を密にすることにより、外部環境変化への対応、および本PJの開発成果の普及促進に必要な広報活動（学会など）、各種国際規格・標準等の登録・改定に積極的に取り組む。

本事業における研究開発項目の位置づけ

研①機器Gr (機器要素技術開発)

熱交換器・圧縮機最適設計



研② 対応機器の開発

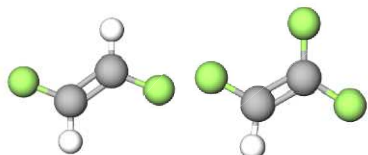
要素機器・周辺機器開発



- ◆ 国際標準化・規格化
- ◆ 国際データベース登録
- ↓
- ◆ 製品の実用化・普及

研①冷媒Gr (冷媒特性評価)

低GWP混合冷媒のスクリーニング

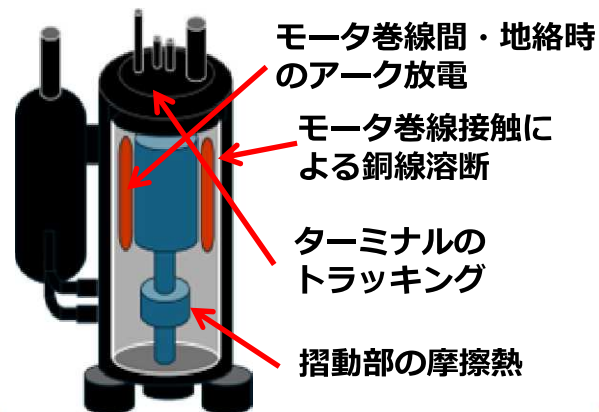


HFO系冷媒

- | | | |
|------|--|-------|
| 熱物性○ | | ○ GWP |
| 性能○ | | ○ 安全性 |
| 入手性○ | | ○ コスト |

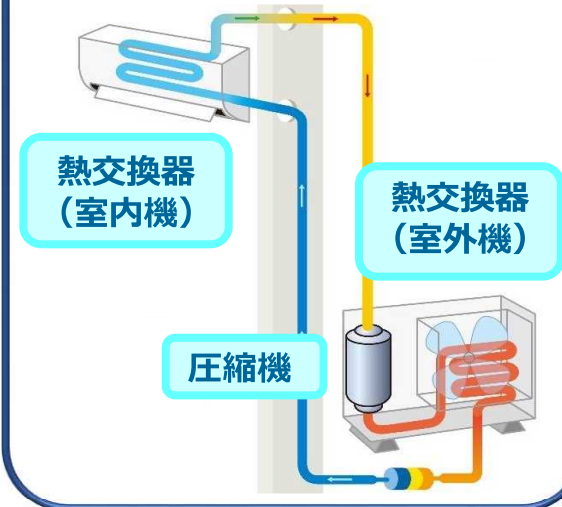
研①安全Gr (安全性評価)

自己分解反応評価手法の確立等



研①評価Gr (全体システム評価)

性能・環境影響評価手法の確立



パリ協定、キガリ改正
目標達成

アウトプット（中間）目標の設定及び根拠

研究テーマ	中間目標（2026年3月）		最終目標（2028年3月）		根拠			
【委託事業】 研究開発項目①家庭用空調等に適した低GWP混合冷媒の開発及び評価 注) 表中の“冷媒”とは、開発中の“HFO混合冷媒”の事を差す。								
冷媒 Gr	■ 冷媒候補の絞り込み。 ■ 物性等の詳細評価を15件以上実施。 ■ 国際データベース等への登録申請に耐え得る基本物性データ 1 種類以上の取得。 ■ 燃焼特性を解明する手法の確立。		■ 物性等の詳細評価を累計25件以上実施 基本物性データの 3 種類以上の取得。 ■ 熱物性値を高精度で計算できる混合モデルの開発。 ■ 候補冷媒の燃焼特性の解明。 ■ 企業の速やかな製品開発に貢献する、実用化可能性の高いHFO混合冷媒を提案。 ■ 国際規格等 3 件以上の国際標準の改正提案に必要なデータの取得。		■ 企業の速やかな製品開発に貢献する、実用化可能性の高いHFO混合冷媒を提案する。	国際規格化・標準化及び国際データベース登録には、正確な冷媒特性・燃焼性の解明が必要である。		
	■ 伝熱特性の解明と伝熱促進技術開発。 ■ 冷媒の圧縮特性の解明。 ■ 冷媒の溶解・潤滑特性の解明。		■ 熱交換器の設計指針の確立。 ■ 圧縮機の設計指針の確立。 ■ 冷凍機油の提案。				■ 国際規格等 3 件以上の国際標準の改正提案に必要なデータの取得。	従来と異なる混合冷媒に対応する機器要素技術を確立することは、企業の速やかな製品開発に必要不可欠である。
	■ 冷媒の着火・爆発に関するモデル化。 ■ 自己分解反応の評価方法の確立。		■ 冷媒の自己分解反応機構の解明。 ■ 空調機器の安全性に係るデータの取得。					国産冷媒普及のためには、自己分解反応の解明や抑制技術の開発、および国際規格・標準化による環境整備が必要。
	■ 冷媒のLCCP等の評価手法の確立 ■ 空調サイクル全体の性能評価装置製作。		■ 各Grの開発成果を性能評価装置にて検証。（各Grにフィードバックしながら改善）					■ 冷媒選定の上では環境影響も含め総合的な判断が必要。 ■ 機器開発加速化のためには実用に即した評価手法の確立が必要。
【助成事業(民間企業)】 研究開発項目②低GWP冷媒の対応機器（家庭用/業務用エアコン、冷蔵・冷凍ショーケース等）の開発								
■ 現状市販フロン品と同等以上の性能を実現する要素機器・周辺機器の技術開発の道筋をつける。		■ 圧縮機の試作と評価。（長期信頼性現行同等） ■ コンデンシングユニット試作と評価。（性能現行機以上）		■ 製品化、普及促進のためには、性能、価格、環境性等の観点から市場競争力が必要。性能を維持する必要がある。				



アウトプット目標の達成状況

赤字：2024年度までの実績
黒字：2025年度末までの見込み

〔◎ 大きく上回って達成、○達成〕

	中間目標（2026年3月）	主な成果（2026年3月）	達成度	達成の根拠／解決方法
【委託事業】 研究開発項目①家庭用空調等に適した低GWP混合冷媒の開発及び評価 注）表中の“冷媒”とは、開発中の“HFO混合冷媒”の事を差す。				
冷媒 Gr	■ 冷媒候補の絞り込み ■ 物性等の詳細評価を15件以上実施 ■ 国際データベース等への登録申請に耐え得る基本物性データの1種類以上の取得 ■ 燃焼特性を解明する手法の確立	■ 熱物性および音速等の詳細評価を18件実施。 ■ 候補冷媒の燃焼性について燃焼速度、燃焼限界等の国際標準に耐えうるデータを取得。 ■ 物性およびサイクル性能から候補冷媒を絞り込み、実用性の面からの最適組成の範囲を明確化。	◎	■ 当初目標以上の成果を達成。 ■ 物性等の詳細評価を18件実施。1種類の3成分系燃焼特性データ取得を前倒しで完了。さらに別成分のデータを取得中。
機器 Gr	■ 伝熱特性の解明と伝熱促進技術の開発 ■ 冷媒の圧縮特性の解明 ■ 冷媒の溶解・潤滑特性の解明	■ 伝熱面処理、断続流路の開発・適用による伝熱促進効果を確認。AIによる熱伝達予測モデルを構築。 ■ 圧縮特性計算モデル、機械効率評価装置を構築。 ■ 冷凍機油溶解モデル、油膜計測技術、圧縮特性計算モデル、機械効率評価装置を構築。	○	■ 当初目標を達成。 ■ 熱交換器実験を加速化するため、自動制御機能を追加し、計画のキャッチアップおよび実験精度の向上を図る。
安全 Gr	■ 冷媒の着火・爆発に関するモデル化 ■ 冷媒の自己分解反応の評価方法の確立	■ 自己分解反応を誘発する着火源の調査・比較・実験を通じ、国際標準に提案する着火手法を開発。 ■ 実機によるアーク放電エネルギーの定量化を達成。 ■ 次世代冷媒の自己分解反応境界条件を明確化。	○	■ 当初目標を達成。 ■ 国際標準化についてはISO TFにて評価手法を提案。
評価 Gr	■ 冷媒のLCCP等の評価手法の確立 ■ 空調サイクル全体の性能評価装置の製作	■ 候補冷媒も対象とし、実機レベルでの機器性能予測精度を5%程度まで実現。	○	■ 当初目標を達成。 ■ 国際規格化も順調に進めている。
【助成事業(民間企業)】 研究開発項目②低GWP冷媒の対応機器（家庭用/業務用エアコン、冷蔵・冷凍ショーケース等）の開発				
	■ 現状市販フロン品と同等以上の性能を実現する要素機器・周辺機器の技術開発の道筋をつける。	■ 環境・実用性・耐久性等の総合評価により適用冷媒、冷凍機油の選定を完了。 ■ 性能向上策積上完了。（計算上で効果を確認）	◎	■ 当初目標を達成。 ■ 進捗はやや前倒し。

研究開発成果の意義と副次的成果、波及効果等

【研究開発成果の意義】

【委託事業】 研究開発項目① 家庭用空調等に適した低GWP混合冷媒の開発及び評価	■ 開発中の低GWP、HFO混合冷媒は国際規格（ASHRAE STANDARD34）で定められている安全性分類において、微燃性冷媒（A2L）に位置づけられる。これは現在普及しているR32冷媒と同じ分類であり、大きな社会整備も必要なく、製造責任を負うメーカーにとっても上市へのハードルが少ないため、発展途上国を含めた国際的な普及・市場拡大が期待出来る。
【助成事業(民間企業)】 研究開発項目② 低GWP冷媒の対応機器（家庭用/業務用エアコン、冷蔵・冷凍ショーケース等）の開発	■ 現在コンデンシングユニットの代替冷媒として実用化されているCO₂に比べ、本事業で選定した冷媒は現行冷媒（R448A）と圧力条件が近く、機器設計、施工やメンテナンス性も現行機同等とすることが出来、既設機入替を目指すコンビニエンスストア、スーパーマーケット、冷凍冷蔵倉庫等での普及が期待出来る。

【副次的効果・波及効果】

■ 本事業では各種の計測・基礎実験を基に、最終的にデータベース化、モデル化、シミュレーター等に整理する。これらを標準化或いは業界の標準ツール等とすることにより、高度な技能・多大な労力を必要とする実験・実機試験等を省略する事が出来、大学・企業における研究開発を促進する事が可能となる。 ■ 日本発の国際登録・国際標準化により、日本の技術に対する国際的な評価が高まり、国内製品の販売促進、市場の拡大に繋がる。 ■ 本事業の成果の一部は、国内法における評価指標としても採用され、国内の社会整備にも寄与する。 ■ NEDO講座において本事業に関するセミナー等を行ない、冷凍空調分野の人材育成が図られる。

特許・論文数

項目	2023	2024	2025	2026	2027	計
特許出願（うち外国出願）	1(0)	8(7)	-	-	-	9
論文	7	10	2※	-	-	19
研究発表・講演	22	35	-	-	-	57
受賞実績	0	1	-	-	-	1
新聞・雑誌等への掲載	1	2	-	-	-	3
展示会への出展	1	0	-	-	-	1
TVその他	2	0	-	-	-	2

※ 予定を含む

＜評価項目 3＞ マネジメント

- (1) 実施体制
- (2) 受益者負担の考え方
- (3) 研究開発計画

報告内容



1. 意義・アウトカム（社会実装）達成までの道筋

- (1) 本事業の位置づけ・意義
- (2) アウトカム達成までの道筋
- (3) 知的財産・標準化戦略



2. 目標及び達成状況

- (1) アウトカム目標及び達成見込み
- (2) アウプット目標及び達成状況



3. マネジメント

- (1) 実施体制
- (2) 受益者負担の考え方
- (3) 研究開発計画

ページ構成

- NEDOが実施する意義
- 実施体制
- 個別事業の採択プロセス
- 研究データの管理・利活用
- 予算及び受益者負担
- 目標達成に必要な要素技術
- 研究開発のスケジュール
- 進捗管理
- 進捗管理：進捗管理：外部委員意見への対応
- 進捗管理：動向・情勢変化への対応
- 進捗管理：成果普及への取り組み
- 進捗管理：開発促進財源投入実績
- モティベーションを高める仕組み

NEDOが実施する意義

- 地球温暖化対策は国内外における緊要の課題であり、**HFC排出削減は急務**。
- モントリオール議定書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、**より一層低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。
- **我が国産業の競争力強化のため**にも、世界に先駆けた①低GWP・サイクル性能・安全性等を満たす混合冷媒の開発、②新冷媒対応機器（省エネ性含む）の開発を、迅速に行うことが必要。一方で、**民間企業には、現存する高効率な冷媒・機器からの転換を加速する研究開発に取り組む優先度が乏しい**。
- 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**。



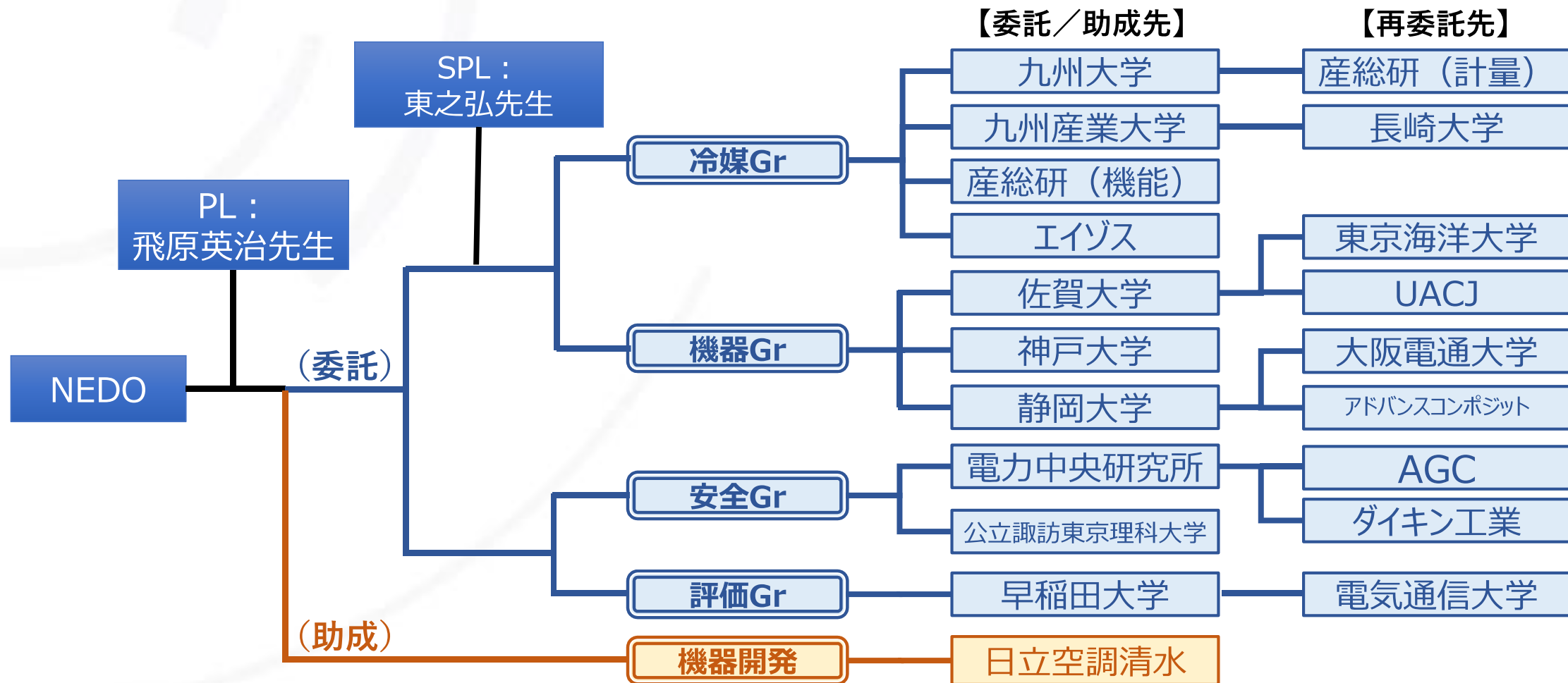
NEDOのミッション「エネルギー・地球環境問題の解決」「産業技術力の強化」

NEDOは、これまでもステークホルダーと連携し、次世代冷媒及びその適用機器の開発を進めて来ており、その知見やネットワークを生かすことで、効果的かつ効率的な事業実施が可能。

⇒ **NEDO事業としての妥当性は極めて高い。**

実施体制

- 本事業は大学・国研による基礎研究が中心となり協調領域を担ってる点が特徴。
- このためアウトカムの達成に向けては、得られた成果を共通基盤化し、企業の開発につなげる事が重要。



実施体制 ～研究開発項目①～

■ プロジェクト内で連携するための会議体（）と、実用化および国外動向共有の観点からPJ外関係者を含めて情報交換を行う会議体とを別に設置し、両者が連携（）することで知財保護の元、効率的かつ効果的にプロジェクトを推進する。

		プロジェクト内		外部を含む会議※ 【外部関係者】	国外情報収集			
		全Gr会議	Gr個別会議					
NEDO、PL	冷媒Gr		情報共有 会議 年1回 持回りで主催	冷Gr-機Gr 連携会議 九産大or 佐賀大主催	冷媒Gr会議 年1回 九産大主催	新冷媒に関する打合せ 【冷媒メーカー】	・アメリカ暖房冷凍空調学会 (ASHRAE) ・ISO/TC 86/SC 8 Meeting ・沸騰凝縮伝熱国際会議(ICBCHT) ・国際冷凍会議 (ICP) ・ヨーロッパ熱物性会議 (ECTP) ・国際会議Micro Nano Flows(MNF) 他	
	機器Gr	熱交換器SGr		知財運営 委員会 電中研主催	安全Gr会議 月1回 電中研主催	機器Gr会議 年1回 佐賀大主催		熱交換器SGr会議 【材料メーカー】
		圧縮機SGr				圧縮機SGr会議 【冷凍機油メーカー】		
	評価Gr			NEDO研究PJ進捗確認 打合せ 早大主催		NEDO次世代冷媒システム評価委員会 【日冷工】		
NEDO、PL		各会議体に参加し状況を把握、プロジェクト目標の達成の視点で必要な助言を行う。						

※必要に応じて他Grからも参加者。社内外有識者が多数参加する会議での情報漏洩の阻止のため、会議で知り得た情報の秘密保持同意を要件化。

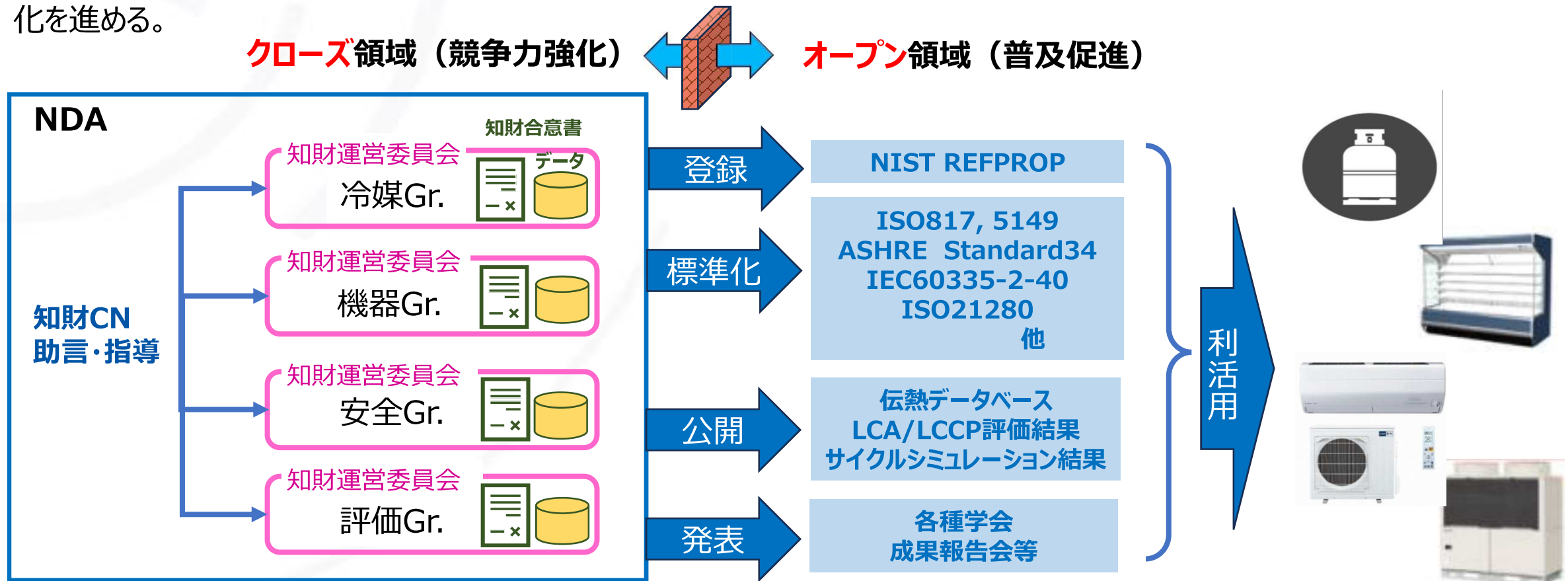


個別事業の採択プロセス

研究開発項目①家庭用空調等に適した低GWP混合冷媒の開発及び評価（委託）	研究開発項目②低GWP冷媒の対応機器（家庭用/業務用エアコン、冷蔵・冷凍ショーケース等）の開発（助成）
【公募内容】 ● 次世代冷媒、及び次世代冷媒に対応する冷凍空調機器要素技術の開発と安全性評価手法の確立を目的とする ● 公募予告（2023年12月28日）⇒ 公募（1月31日）⇒ 公募〆切（3月13日 正午・延長あり）	【公募内容】 ● 既に民間企業等が主要な技術やノウハウ等を所有している技術について、実用化及び普及化の研究を行う（1/2助成） ● 公募予告（2023年12月28日）⇒ 公募（1月31日）⇒ 公募〆切（3月2日正午）
【採択】 ● 採択審査委員会（2023年3月27日） ● 採択審査項目： 本事業の目的達成のためには複数の要素技術を適切に組み合わせる必要があるため、採択基準においては基本計画全体の中での役割・他事業者との連携等の評価要素を含む「提案の実現性」および、本事業成果の社会実装に必要な周辺環境の整備（規格・標準化、外部ステークホルダー等との連携等）を評価する「成果の実用化」についての重み付けを高く設定した。 ● 採択条件： ✓ （全委託者）PJ内外のステークホルダー連携等、成果の最大化に向けた必要な対応を行うこと ✓ （全委託者）実施内容及び事業費金額の合理化を行うこと ✓ （冷媒・機器Grのみ）GWP等の目標や研究内容については随時、国の政策や業界ニーズ等、外部環境の変化に合わせて整合するよう事業管理を実施すること ✓ （安全・評価Grのみ）実施計画の一部具体化 ● 研究の健全性・公平性の確保に係る取組： 公募の際、その他の研究費の応募受入状況を確認し不合理な重複及び過度の集中がないか確認。 採択審査にあたってはNEDO技術委員・技術委員会等規定に則り、応募者と利害関係に該当する採択審査委員については当該提案の審査はせず、採択審査委員会においても当該提案の説明および審議の際には会場から退出して戴いた。	【採択】 ● 採択審査委員会（2023年3月22日） ● 採択審査項目： 助成事業は企業の中で責任をもって事業化を進めてもらう位置づけであることから、採択基準においては企業がもつ技術力や事業化計画を評価するため「実現性」の重み付けを最も高く設定した。 ● 採択条件： ✓ 冷媒の選定にあたっては、冷媒メーカーとの連携体制の構築など必要な対応を行うこと。（日立ジョンソンコントロールズ空調株式会社※） ※ 現 日立空調清水株式会社

研究データの管理・利活用

- 「NEDOプロジェクトにおける知財マネジメント方針」に基づき、グループ毎に「知財及びデータ合意書」を作成し、知財運営委員会を設けて研究成果の取り扱いを一元的に管理・運用。
- 研究データは、オープン・クローズ戦略のもと積極的に公開し、産業界の早期上市に資するようにデータ登録、国際規格標準化を進める。



予算及び受益者負担

委託及び助成事業の理由

【委託事業】(研究開発項目①)

上記研究開発項目は、次世代冷媒、及び次世代冷媒に対応する冷凍空調機器要素技術の開発と安全性評価手法の確立を目的としており、我が国の冷凍空調産業界全体にとって高い共通基盤性を有する研究であり、**国民経済的には大きな便益がありながらも、民間企業の研究開発投資に見合うことが見込めない「公共財の研究開発」事業**として、委託事業を実施する。

【助成事業（助成率：1／2）】(研究開発項目②)

上記研究開発項目は、既に民間企業等が主要な技術やノウハウ等を所有している技術について、ユーザーサイドのニーズをくみ取ることにより開発終了後の事業化計画を明確にして、実用化及び普及化の研究を行う。本開発終了後、**数年以内に製品化を想定できるものを対象とする。これらは、助成事業（助成率：1／2）**として実施する。

予算

(単位：百万円)

研究開発項目	負担	2023年度	2024年度	2025年度	2026年度	2027年度	合計
①家庭用空調等に適した低GWP混合冷媒の開発及び評価（委託）	委託 100%	400.6	578.7	503.9			1483.2
②低GWP冷媒の対応機器の開発（助成）	助成率 50%	20.7	24.0	34.7			79.4
③その他調査など	委託 100%	0.0	0.0	15.8			15.8
合 計		421.3	602.7	554.4			1578.4

目標達成に必要な要素技術

【冷媒Gr】

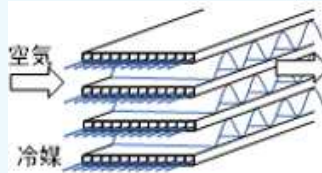
「低GWP混合冷媒の特性評価」

- ・熱物性測定技術 ・音速測定技術
- ・状態方程式及び混合モデル開発技術
- ・安全性特性評価技術
- ・冷凍サイクル特性・性能評価技術
- ・冷凍サイクル損失分析技術
- ・LCCP評価技術及びAI 解析技術

【機器Gr（熱交換器SGr）】

「混合冷媒に対応する要素機器開発」（熱交換器）

- ・伝熱劣化抑制技術
- ・材料表面構造制御技術
- ・伝熱促進技術

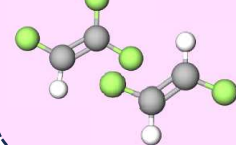


【機器Gr（圧縮機SGr）】

「混合冷媒に対応する要素機器開発」（圧縮機）

- ・冷凍機油の冷媒溶解挙動解析技術
- ・冷凍機油の適合性評価、圧縮特性評価技術
- ・圧縮機の摩擦・摩耗・潤滑特性評価技術
- ・金属基複合材料と基礎物性評価技術

国産HFO冷媒



【助成事業】

「グリーン冷媒を使用したコンデンシングユニットの開発」

- ・シミュレーションによる冷媒性能評価技術
- ・冷凍機油および材料評価技術
- ・圧縮機・コンデンシングユニット設計技術
- ・圧縮機製作・性能信頼性評価技術
- ・性能評価技術
- ・実店舗モニタ評価技術



【評価Gr】

「低GWP混合冷媒のシステム評価手法開発」

- ・冷凍サイクルシステム解析・評価技術
- ・冷凍サイクルシュミレーター開発技術
- ・AIプログラミング技術



【安全Gr】「低GWP混合冷媒の安全性・性能評価」

- ・自己分解反応分析・解析評価技術
- ・エネルギー評価技術



モータ巻線間および地絡時のアーク放電

モータ巻線接触（レイヤーショート）による銅線溶断

ターミナルのトラッキング

摺動部の摩擦熱

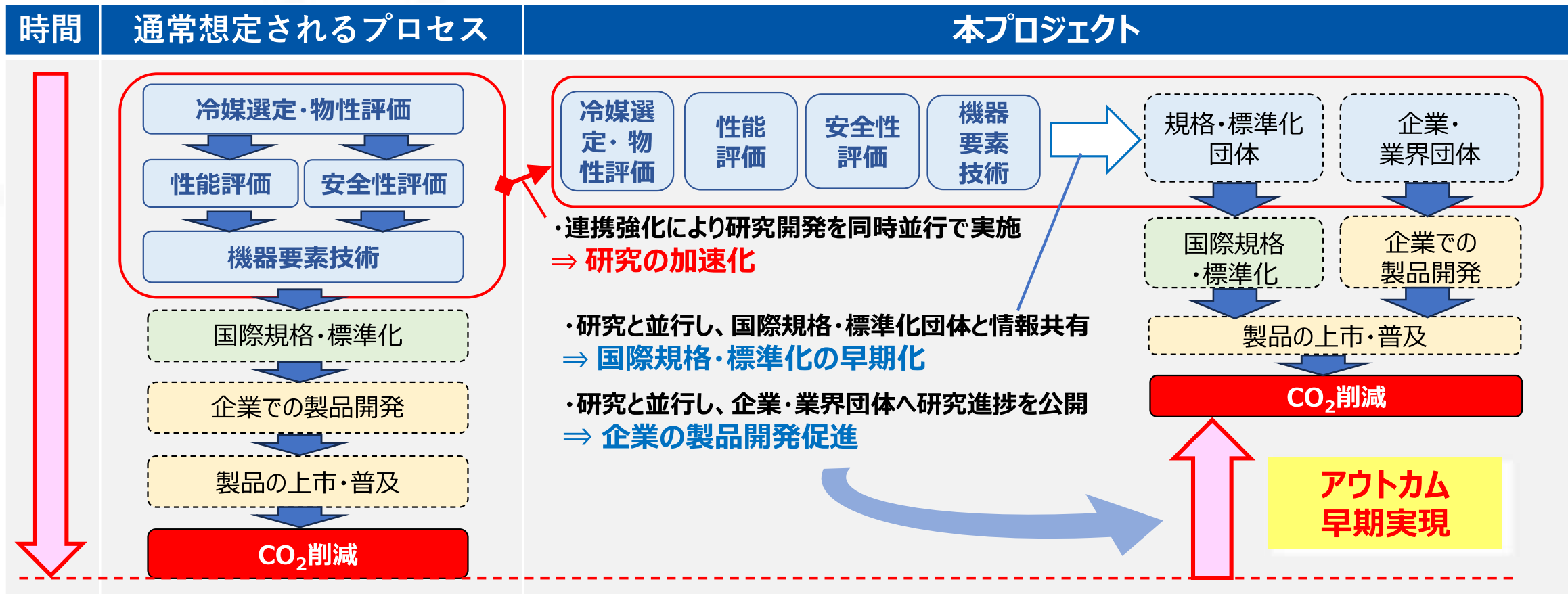


研究開発のスケジュール

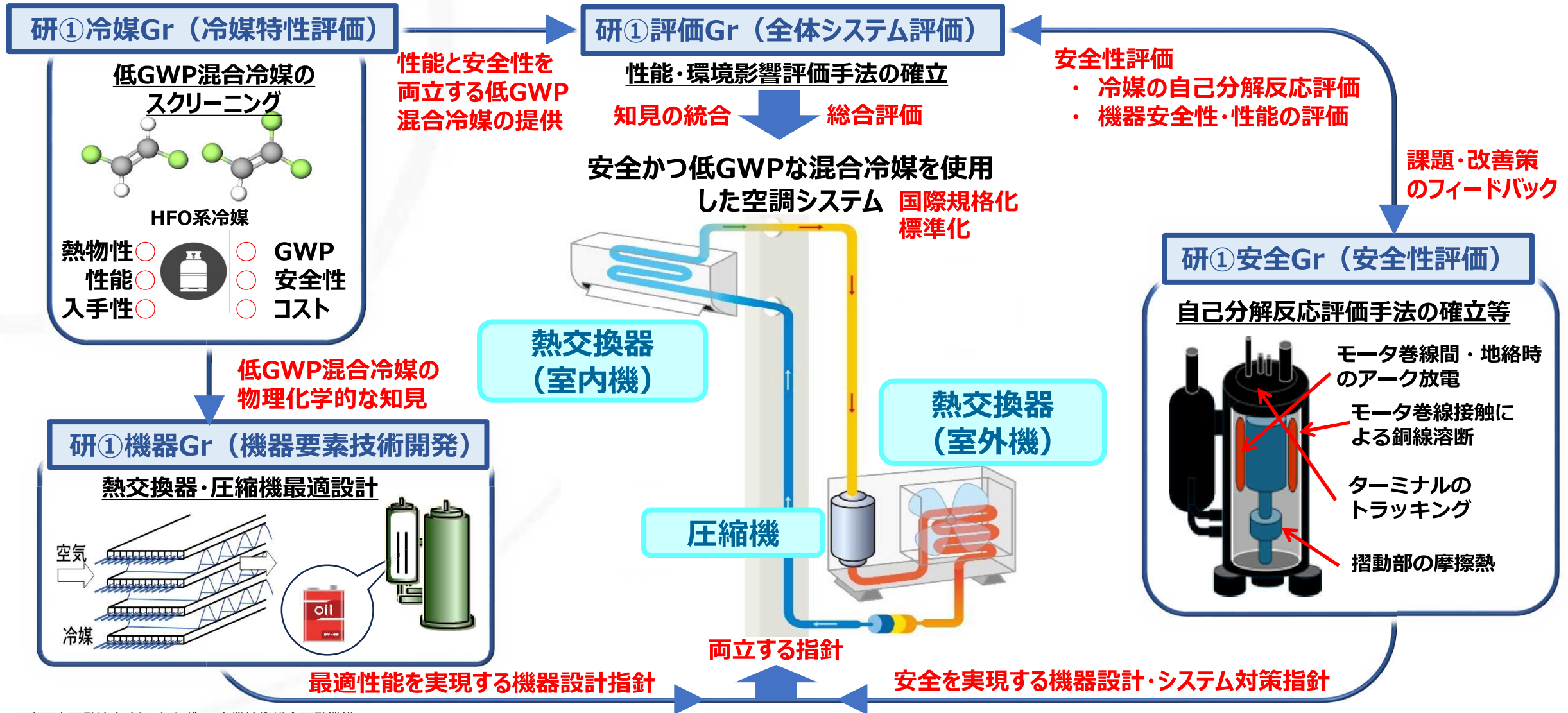
		研究開発項目		2023	2024	2025	中間 目標	2026	2027	最終 目標
委託事業	冷媒Gr	低GWP混合冷媒の特性評価		熱物性データ取得及び候補冷媒の絞込・音速データ取得						
				状態方程式及び混合モデルの開発						
				安全性特性評価						
				サイクル特性及び冷凍サイクルモデル試験機による性能評価・サイクル要素内損失分析						
				LCCP 評価方法の開発及びAI 解析						
	機器Gr	混合冷媒に対応する要素機器開発	熱交換器	伝熱劣化を抑制する熱交換器要素技術の研究開発・伝熱劣化抑制の基礎研究と熱交換器適用技術の開発・アルミニウムの表面構造制御による混合冷媒の蒸発・凝縮性能の向上と伝熱管適用に関する研究開発						
				熱流動メカニズムの解明と伝熱促進技術の研究開発						
			圧縮機	圧縮機における冷凍機油の冷媒溶解挙動と適合性評価及び圧縮特性の解明・圧縮機の機械効率向上のための摩擦・摩耗・潤滑特性の解明・圧縮機部品に適した金属基複合材料の開発と基礎物性評価						
	安全Gr	低GWP混合冷媒の安全性・性能評価		HFO冷媒の自己分解反応の安全性の研究						
				自己分解反応評価手法の開発（HFO-1123混合冷媒の研究・R1132(E)を含む混合冷媒の安全性確認）						
				圧縮機内での自己分解反応誘発要因の特定とエネルギー評価手法の開発						
	評価Gr	低GWP混合冷媒のシステム評価手法開発		冷凍サイクル実機シミュレーション技術開発・AIを活用した冷凍サイクルシミュレーター用のAI最適化アルゴリズムの開発						
助成事業		グリーン冷媒を使用したコンデンシングユニットの開発		①シミュレーションによるHFO混合冷媒の性能評価と選定②冷凍機油および材料評価と選定③圧縮機設計④コンデンシングユニット設計⑤圧縮機試作・性能信頼性評価⑥コンデンシングユニット試作・性能評価⑦実店舗相当のモニタ評価						

研究開発のスケジュール ～研究開発項目①～

- 本プロジェクトは早期の事業化が求められている。このため各研究開発項目、規格・標準化への取り組み、企業の開発促進のためのプロジェクト成果の公開を同時並行的に実施し、研究開発および事業化の早期達成を図る計画。
- 上記を実現する上で必要な、プロジェクト内外との連携を公募条件に加えるとともに、採択後に効率的・効果的な連携がとれる様、前述のように研究Grを設置し、研究体制を再構築した。



本事業における研究開発項目の位置づけ



進捗管理

- グループ内、グループ間の連携を重視し、定期的に情報共有・議論を行う場を複数用意することにより、プロジェクトの実効性を高め、効果的なプロジェクトマネジメントにつなげる。
- 研究成果をいち早く社会実装につなげるため、外部有識者を交えた会議を開催して情報開示を進めると共に、得られた意見を研究に反映させる。
- PL/SPLへの月例進捗報告や、適時のPLによるヒアリング・指導により進捗状況を把握し、目標達成を確実なものとする。

会議名	主なメンバー	対象・目的	頻度	主催
技術委員会	・外部有識者（技術委員） ・全事業者、PL、SPL、PM	・各Grの研究開発の進捗状況等について 外部有識者が確認 し、客観的立場から プロジェクトの方向性 について意見を頂く。	年に1回	NEDO
情報共有会議	・全事業者、PL、SPL、PM	・各Grの研究開発の進捗状況について 事業者全体で共有 し、 PL・SPLから研究内容についてのフィードバック を受ける。	年に1回	Gr持ち回り
冷媒Gr/機器Gr 連携会議	・冷媒/機器Gr、PL、SPL、PM ・外部有識者	・ Gr内事業者の研究進捗状況 を確認し課題に関して議論する ・研究内容に関して外部有識者からの意見を聞く。	年に2回～4回	各Gr
自己分解反応研究会	・安全Gr、PL、SPL、PM ・外部有識者	・ 自己分解反応に対する評価手法の確立や、標準化への道筋 をつけるために、外部有識者を交えた会議を開催。	年4回	電中研
NEDO次世代冷媒シ ステム評価委員会	・評価Gr、PL、SPL、PM ・外部有識者	・開発中の システム評価手法の実用化 に向けて、外部有識者を交えて定期的に情報・意見交換を実施。	年4回	早稲田大
知財運営委員会	・各Gr知財運営委員	・研究開発の成果についての 権利化・秘匿化等の方針決定や公開・実施許諾に関する調整 を行う。	随時	各Gr

進捗管理：外部委員意見への対応

■ 事前評価委員会における委員提言への対応

問題点・改善点・今後への提言	対応
・「我が国の産業技術に関する研究開発活動の動向（経産省）」によれば、研究開発の段階から「コスト、収益、費用対効果」や「市場ニーズ、技術動向、特許動向」などの情報を把握・共有することが、事業化の成功に資するとされている。 ・現行および前PJで得られた成果、期待されるアウトカムの数値的説明等について、外部関係者に対し十分な説明が求められる。	・各Grの外部有識者を含む会議体を通じて得られた、市場ニーズ・技術動向・費用対効果等の情報をPJ内に設置された会議体で共有する体制としている。 ・知財CNを採用し、知財戦略上の助言や特許動向に関する説明会を実施している。 ・前PJの成果は和英レポートを作成し、日本冷凍空調学会やNEDOのHPを通じて公開している。 ・現行PJの計画や進捗状況についても、学会等で積極的に公表するとともに、継続的な情報発信と理解促進を図る（下段：活動報告会、NEDO特別講座等も活用）。
・本事業の成果が世界市場で優位性を発揮するためには、技術開発に加え、各国の関連規制や国際標準・規格への対応が不可欠である。しかしながら、これらは企業単独では対応が困難な課題であり、国による支援とともに、プロジェクトとしての計画的な環境整備が必要である。 ・国際標準化には5年以上の準備期間を要することもあり、事業期間中からの外部広報・周知活動の積極的な展開が望まれる。	・各Grにおいては研究と並行し、国内規格団体・国際標準団体と連携し、その意見をPJに反映、早期の登録・標準化を実現する仕組みを構築している。 ・本事業の進捗状況を国内外の会議等でリアルタイムに発信し、標準化の加速や企業の開発促進に資する情報提供を行っている。 ・原課・業界の要望に基づき、活動報告会（'25年4月）を通じ、事業の成果を広く周知している。 ・'25年度より、NEDO特別講座を通じて、本事業に関する広報、人材育成、人的交流などの活動を展開する（調査、国際イベント開催、企業・大学向け講座開催、成果報告等）。

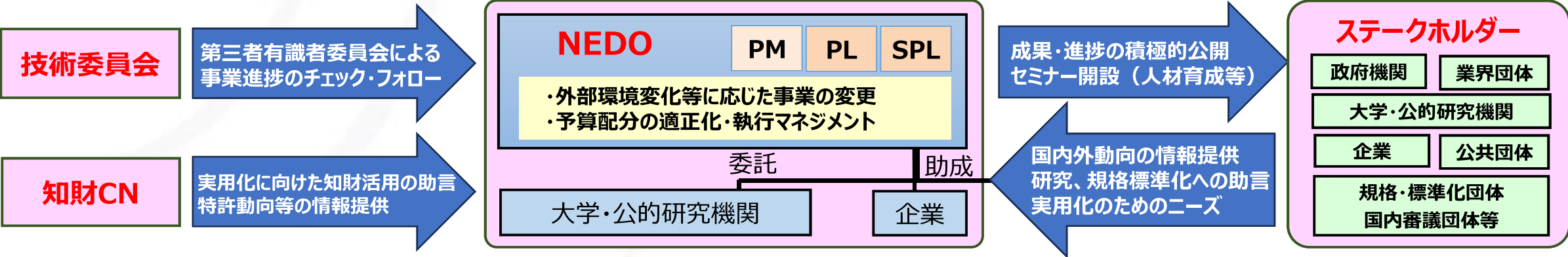
■ 技術委員会における委員提言への対応

問題点・改善点・今後への提言	対応
・評価を行う冷媒種等について、グループ内・グループ間事業者で情報共有して進めるように。 ・自己分解反応評価手法の国際規格化をめざすのであれば、スピード感を持って広く関係者と情報共有しつつ進める必要がある。	・事業者間で情報交換を密に進めており、今後、冷A-1,2で評価された、R32 + HFO混合冷媒の組み合わせでの評価が各事業者において進んでいく。 ・日本冷凍空調工業会会員企業に対し、NEDOプロジェクトの研究状況を説明する機会を設け、課題とその対応状況について紹介した。

進捗管理：動向・情勢変化への対応

- 各研究Grの委員会に国内ステークホルダーが参加する体制とし、国際情勢変化に関する動向や研究進捗を共有すると同時に、国際規格化や早期事業化達成のためのニーズをNEDO事業に反映することで、プロジェクトの効率的な運用を実施。

＜本事業における情報共有およびチェック・フォロー体制＞



＜事業期間中の具体的な動向・情勢変化への対応実績＞

アクションの内容	時期	理 由
事業者の追加	’24.4月	研究の進捗に伴い新たな開発要素が必要となったため、当初外注先を予定していた会社を再委託先に変更し、研究を委託。
加速化予算の追加	随時	研究進捗およびステークホルダーのニーズに応え 5 件の加速化研究を追加。（詳細：開発促進財源投入実績参照）
知財CNの採用	’24.4月	本事業のオープン・クローズ戦略に則り、事業者への知財戦略上のアドバイス、特許動向等の情報提供を強化。
活動報告会の開催	’25.4月	原課、業界団体の要請を受け、企業への情報提供・開発促進のため、業界団体向けのNEDO事業の活動報告会を開催。
NEDO講座の開設	’25予定	本事業に係る広報、人材育成、人的交流を強化する活動（周辺動向調査、イベント・セミナー開催、成果報告他）を開始。

進捗管理：成果普及への取り組み

■ 情報発信の主な対象と目的および実績

主な対象	目 的	実 績
国際政治団体・技術者	・国際動向の把握 ・市場ニーズの把握 ・研究成果の普及促進	■ 環境と新冷媒国際シンポジウム（'23.11）【全Gr】 成果報告,【NEDO】 ポスター展示 ■ その他国際会議等での成果発表 【冷媒Gr】 欧州冷媒会議（'23.8）,欧州熱物性会議（'23.9）,MRS(材料)国際会議('24.12) 【機器Gr】 冷凍空調に関するヘルリック会議('24.7）,エネルギー製造先端材料に関する国際会議('24.11) 輸送現象に関する国際シンポジウム('24.11)【冷媒・機械Gr】 熱物性国際シンポジウム（'24.6） 【機器・評価Gr】 IIR持続可能性とコールドチェーンに関する国際会議('24.6) 【評価Gr】 アジア冷凍空調会議('24.4)
規格・標準化団体	・国際規格・標準・登録の早期実現	【冷媒Gr】 計量標準総合センター成果発表会（'25.1） 【評価Gr】 IEAヒートポンプ会議('23.5）,家庭用電化製品のエネルギー効率に関する国際会議('24.10) ASHRAE冬季大会('25.2)
国内技術者	・技術開発促進 ・技術情報交流	■ 日本冷凍空調学会年次大会（'23.9, '24.9※）/近畿地区シンポ('23.10) ※【NEDO・全Gr】 関連講演を含め34件（全体の16%,NEDO-PJ3セッション）、ワークショップ開催。 ■ その他国内会議等での成果発表 【冷媒Gr】 化学工学会（'23.9）,日本熱物性シンポジウム（'23.10）, 冷凍・空調・暖房展('24.1) 【冷媒・安全Gr】 電気学会全国大会（'25.3）【評価Gr】 環境工学総合シンポジウム('23.7）, 空気調和・冷凍連合講演会('23.3,'24.9), 空気調和・衛生工学会大会('23.9,'24.9)
国内企業・業界団体	・企業の開発促進 ・普及促進 ・人材育成	■ NEDOプロジェクト活動報告会（'25.4）【PL,安全Gr】 プロジェクト概要・成果報告 ■ NEDO特別講座の開催 【NEDO（公募中）】 イベント開催、成果報告書、講座開設他
一般層	・普及に向けた理解醸成	■ プロジェクト紹介パンフレット（日本語版、英語版）の作成。('25.4)【NEDO】



進捗管理：開発促進財源投入実績

■ 事業進捗や産業界からの要望により、2024年度に5件（約30百万円）の開発促進財源を投入。

実施項目	内 容	百万円	目的	想定される効果・意義
機器Gr (佐賀大学)	①再委託先 (UACJ)の追加 ②研究員の増員	6.37	①熱交換器伝熱性能向上のため、表面処理等実績にあるメーカーを再委託先として追加し研究項目を追加する。 ②冷媒の各種物性測定、および高精度予測モデルの開発（NIST※と協力）を加速化する。 ※米国の国立研究機関	①開発中冷媒に対応した実用に供する熱交換器設計指針の作成。 ②開発中冷媒の国際データベース（REFPROP）への反映早期化。
評価Gr (早稲田大学)	熱交換器デバイスの追加	2.50	産業界の要望を受け、従来冷媒に加え、温度グライドのある低GWP冷媒で最適化した熱交換器の実験を追加して実施することで、熱交換器最適化シミュレーターの開発を加速化する。	企業における開発中冷媒に対応した機器（熱交換器）の早期上市。
冷媒Gr (エイゾス)	研究員の増員	5.28	産業界の要望を受け、冷媒評価項目として当初のLCA/LCCPに加え安全性を追加するための関連技術資料、データ収集。	開発中冷媒の環境影響と社会受容性の両面からの検証による上市の加速化。
安全Gr (電中研)	高速度カメラの導入	9.37	国際標準化を目指す自己分解反応評価手法において、反応を誘発する一連の現象についての詳細な観察を行い、冷媒ガスに伝わるエネルギーの定量化と制御手法の開発を行なう。	開発中冷媒の上市・普及に必要な自己分解反応評価手法の開発、および国際登録の実現。
機器Gr (佐賀大学)	風洞装置改良 (自動制御)	6.50	熱交換器評価試験における風洞装置の温度、湿度及び風速の設定を自動制御により安定化することで試験精度の向上と高速化を図り、熱交換器の開発を加速化する。	企業における開発中冷媒に対応した機器（熱交換器）の早期上市。
計		30.0		

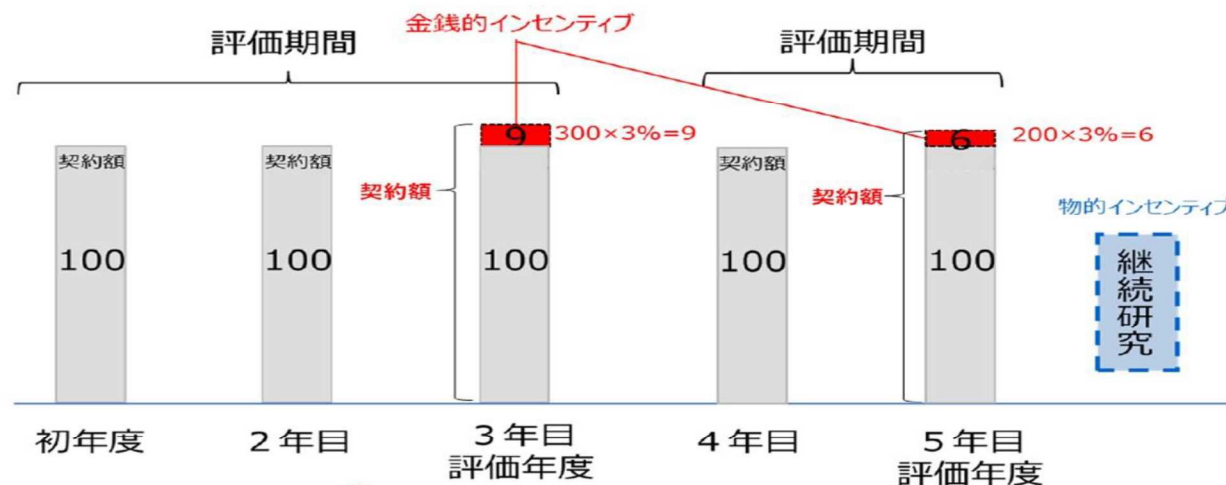
モチベーションを高める仕組み

- 本事業では「交付金インセンティブ制度」を活用し、委託事業者を対象に実施者のモチベーション増大を図る。
- インセンティブ配賦対象者の選抜にあたっては、事業成果に加えてインセンティブ計画（提案書）を評価対象とする。
- ここで、インセンティブの使途については基本計画の目標に縛られず、事業者の自由な発想を尊重する。

「交付金インセンティブ制度」導入の背景

・2022年度に産構審 研究開発改革WGにて「イノベーションの創出を加速する研究開発事業のあり方」が示された。

・NEDOは**顕著な成果を出した案件にインセンティブを支払う仕組み**を試行的に導入し、**実施者のモチベーションの増大や研究開発成果の社会実装の加速化**を図る。



国立研究開発法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構

本PJのインセンティブ運用方針

1. インセンティブ実施内容（配賦額の使途）

- ◆ 配布額の使途は、基本計画のアウトプットに記載のある内容に資するものとする
- ◆ 中間目標・最終目標についてはインセンティブ独自の運用方針として、基本計画に縛られないこととする。

2. 評価の対象

- ◆ **当初事業成果の評価に加えて、インセンティブ計画（提案書）を評価の対象として重視する。**

3. 配賦対象者・配賦額（分配）

- ◆ 配賦対象者をインセンティブ計画の評価上位者に限定する。
- ◆ 対象者への配布額は、基本的にインセンティブ計画（提案書）に準じた額とする。

【金額規模（参考）】

1回目：'23-'25年度委託事業費総額 × 3 %
= 約40百万円

概 要

プロジェクト名	次世代低 GWP 冷媒の実用化に向けた高効率冷凍空調技術の開発 METI 予算要求名称：グリーン冷媒・機器開発事業	プロジェクト番号	P23001
担当推進部/ プロジェクトマネージャーまたは担当者及び METI 担当課	サーキュラーエコノミー部 森 智和チーム長（令和 7 年 4 月現在） 経済産業省 大臣官房 産業保安・安全グループ 化学物質管理課 オゾン層保護等推進室		
0. 事業の概要	・代替冷媒候補のない家庭用空調機等を対象に、新たな混合冷媒のスクリーニングから適用機器要素技術の開発までを委託事業で一気通貫で実施する。（研究開発項目①） ・得られた成果・知見を展開し、家庭用／業務用空調機、業務用冷凍冷蔵機の要素機器・周辺機器開発を助成事業で実施する。（研究開発項目②）		
1. 意義・アウトカム（社会実装）達成までの道筋			
1.1 本事業の位置付け・意義	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。モントリオール議定書キガリ改正に基づき、2034 年及び 36 年までに HFC(代替フロン)の使用をそれぞれ 80%及び 85%以上削減することが求められ、また、2050 年の CN 実現に備え、冷凍・空調機器等由来の GHG 抑制も必要。そこで本プロジェクトでは、早期に HF0 新混合冷媒候補の組成・物性を決定するとともに、これを使用する家庭用空調機器、および業務用空調・冷蔵機器等の要素技術開発の加速化を図る。		
1.2 アウトカム達成までの道筋	国内外の企業や市場のニーズ・技術動向・規制規格・特許動向等の各種情報把握とそれらも踏まえたプロジェクトマネジメントの実施、また、アウトプットやアウトカム目標の考え方についてのわかりやすい説明を行うと同時に、アウトカム目標達成に資する取り組みとして、例えば標準化活動を促すために、得られた情報やプロジェクトの成果を必要に応じ国内審議団体へ提供したり、進捗・成果について積極的な広報活動を行うなど、プロジェクト周辺のステークホルダーへの働きかけを試みる。		
1.3 知的財産・標準化戦略	知財コーディネーターの指導の下、オープン戦略として、研究成果としての各種基盤データについて、ステークホルダーと連携し冷媒・機器の国内・国際規格・ルール対応を進めると共に、国内メーカーに公開し、国産 HF0 系冷媒、およびその適用機器の普及と市場の拡大を図る。クローズ戦略として、低 GWP 混合冷媒及び空調要素機器の開発成果を特許・ノウハウ化して開発主体の利益を確保する。各社は当該データと自社技術・ノウハウを活用し製品開発し、上市加速化とシェア拡大を進める。		
2. 目標及び達成状況			
2.1 アウトカム目標及び達成見込み	本事業による成果を通じて次世代冷媒及び次世代冷媒適用冷凍空調機器の実装を加速することで、モントリオール議定書キガリ改正における日本の HFC 生産・消費量削減目標（2036 年までに 85%削減）に貢献するとともに、代替フロン分野における 2050 カーボンニュートラル達成に向けた道筋をつける。		
2.2 アウトプット目標及び達成状況	研究開発項目① 「家庭用空調等に適した低 GWP 混合冷媒の開発及び評価」 1）物性や燃焼特性等の評価を累計 25 件以上実施し、基本物性データを整備する。この評価を基に、HF0 混合冷媒の熱物性値情報を高精度で計算できる混合モデルを開発する。併せて、当該混合冷媒の燃焼特性を解明する。（当初中間目標以上の成果を上げている） 2）企業の速やかな製品開発に貢献する候補冷媒及び冷凍機油の提案、ならびに候補冷媒に対応した熱交換器・圧縮機の 設計指針を確立する。（当初中間目標を達成） 3）HF0 混合冷媒の基本物性データについて、国際データベース等への登録申請に耐える得るデータを 3 種類以上取得する。また、安全性・リスク評価手法等について、空調機器の安全性に係る国際規格等 3 件以上の国際標準の改正の提案に必要なデータを取得する。（当初中間目標を達成） 研究開発項目② 「低 GWP 冷媒の対応機器（家庭用/業務用エアコン、冷蔵・冷凍ショーケース等）の開発」 次世代低 GWP 混合冷媒に対応する要素機器及び周辺機器の技術を確立する。（当初中間目標を達成し、前倒しで進捗している）		
3. マネジメント			
3.1 実施体制	プロジェクトマネージャー	森 智和（サーキュラーエコノミー部）	

	プロジェクトリーダー	飛原 英治（東京大学名誉教授）				
	委託先	研究開発項目①家庭用空調等に適した低 GWP 混合冷媒の開発及び評価 【委託先】九州大学、九州産業大学、（国研）産業技術総合研究所、株式会社エイゾス、佐賀大学、神戸大学、静岡大学、（一財）電力中央研究所、公立諏訪東京理科大学、早稲田大学 【再委託先】（国研）産業技術総合研究所、長崎大学、東京海洋大学、株式会社 UACJ、大阪電気通信大学、アドバンスコンポジット株式会社、AGC 株式会社、ダイキン工業株式会社、電気通信大学 研究開発項目②低 GWP 冷媒の対応機器（家庭用/業務用エアコン、冷蔵・冷凍ショーケース等）の開発 【助成先】日立空調清水株式会社				
3.2 受益者負担の考え方	受益者負担の考え方 研究開発項目①家庭用空調等に適した低 GWP 混合冷媒の開発及び評価 上記研究開発項目は、次世代冷媒、及び次世代冷媒に対応する冷凍空調機器要素技術の開発と安全性評価手法の確立を目的としており、我が国の冷凍空調産業界全体にとって高い共通基盤性を有する研究であり、国民経済的には大きな便益がありながらも、民間企業の研究開発投資に見合うことが見込めない「公共財の研究開発」事業として、委託事業を実施する。 研究開発項目②低 GWP 冷媒の対応機器（家庭用/業務用エアコン、冷蔵・冷凍ショーケース等）の開発 上記研究開発項目は、既に民間企業等が主要な技術やノウハウ等を所有している技術について、ユーザーサイドのニーズをくみ取ることにより開発終了後の事業化計画を明確にして、実用化及び普及化の研究を行う。本開発終了後、数年以内に製品化を想定できるものを対象とする。これらは、助成事業（助成率：1/2）として実施する。					
	主な実施事項	2023fy	2024fy	2025fy		
	研究開発項目① 家庭用空調等に適した低 GWP 混合冷媒の開発及び評価	委託 100%	委託 100%	委託 100%		
	研究開発項目② 低 GWP 冷媒の対応機器（家庭用/業務用エアコン、冷蔵・冷凍ショーケース等）の開発	助成 50%	助成 50%	助成 50%		
3.3 研究開発計画						
事業費推移 [単位:百万円]	主な実施事項	2023fy	2024fy	2025fy		総額
	研究開発項目① 家庭用空調等に適した低 GWP 混合冷媒の開発及び評価	381	550	479		1410
	研究開発項目② 低 GWP 冷媒の対応機器（家庭用/業務用エアコン、冷蔵・冷凍ショーケース等）の開発	20	23	33		75
	事業費	2023fy	2024fy	2025fy		総額
	会計（特別）	401	514	512		1,427

		追加予算		59		59
		総 NEDO 負担額	401	573	512	1,486
	情勢変化への対応	業界団体（日本冷凍空調工業会）からのヒアリングを通して見えてきた課題に対し、必要となる追加施策を期中加速により対応した。				
	中間評価結果への対応					
	評価に関する事項	事前評価	2022 年度実施 担当部 環境部			
		中間評価	2025 年度 中間評価実施			
		終了時評価	2028 年度 終了時評価実施予定			
別添						
投稿論文	「査読付き」19 件、「その他」1 件					
特 許	「出願済」9 件、「登録」0 件、「実施」0 件（うち国際出願 7 件） 特記事項：2025 年 3 月現在					
その他の外部発表 （プレス発表等）	「外部講演」57 件 「受賞実績」1 件 「新聞・雑誌等への掲載」3 件 「その他メディア」3 件					
基本計画に関する 事項	作成時期	2023 年 1 月 作成				
	変更履歴	2024 年 7 月 改訂（部署名の変更に伴う改訂）				