

## 「高効率低 GWP 冷媒を使用した中小型空調機器技術の開発」基本計画

環境部

## 1. 研究開発の目的・目標・内容

## (1) 研究開発の目的

## ①政策的な重要性

特定フロン（CFC、HCFC）等のオゾン層破壊物質は、オゾン層保護の観点から、モントリオール議定書により生産の段階的な廃止が義務付けられている。この特定フロンの代替として開発され、オゾン層破壊の恐れがない代替フロン等4ガス（HFC、PFC、SF<sub>6</sub>、NF<sub>3</sub>）は、その優れた特性から、冷媒（冷凍・冷蔵庫、空調機器、自動車エアコン等）、発泡剤、洗浄剤、絶縁材等として利用されており、特定フロンからの転換が進むにつれ、これらの使用量・排出量が増加しつつある。一方で、代替フロン等4ガスは、大気中に長期間に亘って安定に存在し、かつ極めて高い温室効果を有する化合物であることから、京都議定書及びパリ協定において排出削減対象ガスに指定され、排出削減のための対策が進められているところである。機器使用中・廃棄時の冷媒の漏れを完全にゼロにすることは極めて困難であるため、排出量削減の根本的な対策としては、地球温暖化への影響が極めて少ない冷媒への転換が有効であると考えられている。特に、代替フロン（HFC）が使用されている冷凍空調機器は、一旦市場に出荷されれば十数年にわたり排出源として温暖化に悪影響を及ぼすため、一刻も早く冷媒転換技術を開発し、市場投入を図ることが不可欠である。

さらに、HFCについてはオゾン層を破壊しないため、従来はモントリオール議定書の規制対象外であったが、今後途上国を中心としてHCFCからHFCへの転換が急速に進むことを踏まえ、2016年10月ルワンダの首都キガリにおいて開催されたモントリオール議定書第28回締約国会合（MOP28）において、HFCの生産及び消費量の段階的削減義務等を定める旨のモントリオール議定書の改正（以下「キガリ改正」という。）が採択された。

以上を踏まえ、HFCに代わる低温室効果冷媒を適用した空調機器の市場投入のための技術開発を行う。中でも、単体での冷媒量は少ないものの市中台数がきわめて多く、温暖化への影響が大きい家庭用空調機器の低温室効果冷媒への転換を可能にする技術確立を見据え、中小型空調機器を対象として、将来の転換候補となる新たな低温室効果冷媒を

開発・検討するとともに、当該冷媒を用いつつ高効率を実現する中小型空調機器の基盤技術の開発を実施する。

## ②我が国の状況

我が国は京都議定書目標達成計画において、第1約束期間中（2008年～2012年）に代替フロン等の大幅な排出抑制に努めなければならず、温室効果がより小さい代替物質の開発・普及と設備等の導入を推進することを強く要請された。また、2016年11月に発効したパリ協定における我が国の温室効果ガス排出削減目標では、代替フロン等4ガス排出量を2013年に比べ、2030年までに約25%削減すること（HFCについては約32%削減）としており、今後、更なる長期的・継続的な排出削減対策の実施が求められる。

さらに、2015年4月に国内で「フロン排出抑制法」が施行された。この中で、冷凍空調関連では5区分の製品を指定製品として地球温暖化係数（GWP）の目標値と目標年度が決定され、フロン類の排出量削減対策を促進している。また、この法律においては、我が国におけるフロン対策に関する研究開発の推進が謳われている。

冷凍空調分野では、使用する温度帯及び機器規模（冷媒量、配管長）により必要な冷媒特性が異なる。これまでの「高効率ノンフロン型冷凍空調機器技術の開発」事業（2011～2015年度）では、大型である業務用空調機器分野等を対象として冷媒転換の技術開発を行った。一方、冷媒の市中ストック量が格段に多い家庭用空調機器については、小型化が重要であること、特に安全性が求められるものであることに加え、より低温室効果な転換物質が存在しないこと等の課題があり、高効率を実現しつつ低温室効果、小型、安全性等の要素を全て充足する冷媒及び空調機器は存在していない。

## ③世界の取り組み状況

欧州においては、HFC、PFC、SF<sub>6</sub>といったフッ素を含むガスの規制（F-gas規制）の強化案として、2030年までにF-gasの漏えいを現状の2/3のレベルにまで減らすこと、及び環境に優しい冷媒が開発された分野ではF-gasを使用する機器の販売を禁止することを目標に、欧州で販売されるHFCの年間総量（各冷媒の販売量にGWPを掛けて総和をとった等価CO<sub>2</sub>量）を2030年には現状の1/5にまで削減することが提案され、欧州委員会、理事会、議会の間で2013年に合意形成がなされた。さらに、2016年10月に開催されたモントリオール議定書第28回締約国会合（MOP28）では、今後のHFC排出量急増見込みを踏まえ、HFCの生産及び消費量の段階的削減義務等を定める旨のキガリ改正が採択された。

## ④本事業のねらい

世界的な低温室効果冷媒への転換意識の高まりにより、今後、モントリオール議定書改定案をはじめとする規制の改正や新しい提案によって、現在使用している冷媒が使用できなくなる可能性がある。フロン排出抑制法で定められた目標GWP値を達成する冷媒であっても、例えば、モントリオール議定書のキガリ改正で求められる規制に対応するには不十分と考えられる。したがって、今後の技術開発においては、より一層低温室効果な冷媒及び冷媒適用機器の開発が必須である。

冷凍空調機器の中でも、家庭用空調機器は市中冷媒ストック量がきわめて多く、また大気中への漏えい源としても影響が大きいため、本事業では、家庭用空調機器の規模を視野に入れた中小型機器の低温室効果冷媒への転換を可能にする要素技術開発を実施する。もって、2020年を目途とした各種要素技術を確立並びに2025年頃の冷媒及び空調機器の商品化に寄与する。これに加え、現在進行中の微燃性冷媒に係わる国際規格策定の議論を我が国がリードすることで、海外市場における競争基盤獲得に寄与する。また、市場導入に際し、価格は従来フロン品と同程度にすることが望ましい。

## (2) 研究開発の目標

### ①アウトプット目標

#### 【最終目標】

温室効果ガスの削減ポテンシャルの大きい分野である家庭用空調機器の開発を見据え、機器サイド、冷媒サイド双方から、低温室効果冷媒を適用した中小型空調機器の省エネ化・高効率化実現のために必要となる基盤要素技術開発につなげるための核となる要素技術を確立する。それぞれの研究開発項目の具体的な開発目標は、別紙1の研究開発計画の通りとする。

核となる要素技術を確立することにより、将来、研究開発対象冷媒物質を2種以上、システム実用化研究へとつなげることを目指す。

### ②アウトカム目標

本事業において、低温室効果冷媒を用いつつ、現状市販されているフロン冷媒適用機器と同等以上の性能を実現する基盤要素技術を確立し、年間消費電力量で現行機器より10%の省エネを達成する機器の市場投入を目指す(2026年を目途)。本事業による成果は、2030年頃までに普及することによって、パリ協定における日本のHFC排出削減目標(約10百万t-CO<sub>2</sub>、2030年までに2013年比で約32%の削減)に貢献するとともに、キガリ改正において改正された、モントリオール議定書におけるHFCの国際的生産・消費規制に対応可能な、世界に先駆けた性能と安全性を両立した環境対応機器として、先進

国を中心に日本企業のシェア拡大が見込まれる。また将来的には、途上国においても、国際的な規制に基づく買い替え需要が見込まれる 2040 年代までに普及を進め、ルームエアコン世界市場のシェアを一層拡大することを目標とする。

さらに、低温室効果冷媒及びこれを適用するシステムの性能・安全性評価を行い、低温室効果冷媒に係る新たな国際規格策定の議論を我が国がリードすることで、海外市場における競争基盤を獲得する。

### ③アウトカム目標達成に向けての取り組み

新規開発あるいは既存の低温室効果冷媒の機器適応のための物性改善検討等の結果を機器開発側へフィードバックすることで、より効率的な研究開発を行う。

また、低温室効果冷媒及びこれを適用するシステムの性能・安全性評価を通じ、国際規格(リスク評価手法、標準化)等の策定及び提案に資することで、機器及び冷媒の実用化に貢献する。

## (3) 研究開発の内容

上記目標を達成するために以下の研究開発項目について、別紙 1 の研究開発計画及び別紙 2 の研究開発スケジュールに基づき研究開発を実施する。

- ① 高効率かつ低温室効果の空調機器を実現する要素技術開発
- ② 低温室効果冷媒の性能、安全性評価

### 【委託事業】

研究開発項目①及び②に係る基礎研究フェーズ：

共通基盤的技術の開発（機器及び冷媒の共通基盤的な設計・評価手法の確立等）及び安全性評価や基準化手法の開発等、産業界全体にとって高い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ものが見込めない「公共財の研究開発」事業を対象とする。これらは、委託事業として実施する。

### 【助成事業（助成率：1/2）】

研究開発項目①に係る実用化研究フェーズ：

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。

## 2. 研究開発の実施方式

### （1）研究開発の実施体制

本研究開発は、プロジェクトマネージャー（以下PMという）にNEDO環境部 主任研究員 阿部正道を任命して、プロジェクトの進行全体を企画・管理を実施させる。また、そのプロジェクトに求められる技術的成果及び政策的効果の最大化を推進させる。

NEDOは公募により研究開発実施者を選定する。

研究開発実施者は、企業や大学等の研究機関等（以下、「団体」という。）のうち、原則として日本国内に研究開発拠点を有するものを対象とし、単独又は複数で研究開発に参加するものとする。ただし、国外の団体の特別の研究開発能力や研究施設等の活用又は国際標準獲得の観点から必要な場合は、当該の研究開発等に限り国外の団体と連携して実施することができるものとする。

なお、各実施者の研究開発能力を最大限に活用し、効率的かつ効果的に研究開発を推進する観点から、NEDOは東京大学大学院新領域創成科学研究科 教授 飛原英治氏をプロジェクトリーダーとし、各実施者はプロジェクトリーダーの下で研究開発を実施する。

### （2）研究開発の運営管理

NEDOは、研究開発全体の管理、執行に責任を負い、研究開発の進捗のほか、外部環境の変化等を適時に把握し、必要な措置を講じるものとする。運営管理は、効率的かつ効果的な方法を取り入れることとし、次に掲げる事項を実施する。

#### 研究開発の進捗把握・管理

PMは、プロジェクトリーダーや研究開発実施者と緊密に連携し、研究開発の進捗状況を把握する。また、外部有識者で構成する技術検討委員会を組織し、定期的に技術的評価を受け、目標達成の見通しを常に把握することに努める。

具体的には、四半期に一回程度プロジェクトリーダー等を通じてプロジェクトの進捗について報告を受け、必要に応じて、NEDOに設置する委員会及び技術検討会等を開催し、外部有識者の意見を参考として、選択と集中により優秀な技術を短期間に育成するマネジメントを行う（例えば、成果が得られた時点で、実用化研究など次ステップへの転出を奨励する。反面、期間内に成果が見込めないと判断された事業は開発途中であっても中止するなど。）

### 3. 研究開発の実施期間

本研究開発の期間は、平成 28 年度から平成 29 年度までの 2 年間とする。

### 4. 評価に関する事項

NEDOは、技術評価実施規程に基づき、技術的及び政策的観点から研究開発の意義、目標達成度、成果の技術的意義並びに将来の産業への波及効果等について、プロジェクト評価を実施する。

評価の時期は、外部有識者による研究開発の事後評価を平成29年度とし、当該研究開発に係る技術動向、政策動向や当該研究開発の進捗状況等に応じて、適宜見直すものとする。

### 5. その他重要事項

#### (1) 研究開発成果の取り扱い

##### ① 共通基盤技術の形成に資する成果の普及

研究開発実施者は、研究成果を広範に普及するよう努めるものとする。NEDOは、研究開発実施者による研究成果の広範な普及を促進する。

##### ② 標準化施策等との連携

得られた研究開発の成果については、標準化等との連携を図るため、データベースへのデータの提供、標準案の提案等を積極的に行うと共に、内容を広く一般にも公開し国際的な基準（標準）形成に資することとする。

##### ③ 知的財産権の帰属、管理等取扱い

委託研究開発及び共同研究の成果に関わる知的財産権については、「国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構新エネルギー・産業技術業務方法書」第25条の規定等に基づき、原則として、すべて委託先に帰属させることとする。なお、基盤技術の研究開発段階から、事業化を見据えた知財戦略を構築し、適切な知財管理を実施する。

##### ④ 知財マネジメントに係る運用

本事業の委託事業のうち、必要と認められる研究開発テーマについては、「NEDOプロジェクトにおける知財マネジメント基本方針」適用対象とする。

## (2) プロジェクト基本計画の見直し

PMは、当該研究開発の進捗状況及びその評価結果、社会・経済的状況、国内外の研究開発動向、政策動向、研究開発費の確保状況等、プロジェクト内外の情勢変化を総合的に勘案し、必要に応じて目標達成に向けた改善策を検討し、達成目標、実施期間、実施体制等、プロジェクト基本計画を見直す等の対応を行う。

## (3) 根拠法

本プロジェクトは、国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構法第15条第1号二、第2号、第3号及び第9号に基づき実施する。

## 6. 基本計画の改訂履歴

- (1) 平成28年3月、制定。
- (2) 平成28年10月、研究開発の実施期間の変更による改定。
- (3) 平成29年1月、研究開発の実施期間の変更による改定。

## (別紙1) 研究開発計画

### 研究開発項目①「高効率かつ低温室効果の空調機器を実現する要素技術開発」

#### 1. 研究開発の必要性

我が国の代替フロン（HFC）を含む代替フロン等4ガスの排出量は、産業分野での官民一体での対策により、京都議定書基準年（1995年）の約60百万t-CO<sub>2</sub>から第一約束期間開始後の2008年には約30百万t-CO<sub>2</sub>まで減少しているものの、エアコンや冷蔵・冷凍ショーケース等の冷凍空調分野において、オゾン層を破壊する特定フロン（CFC, HCFC）からの冷媒転換が進行していることにより再び増加傾向にある。冷凍空調分野で利用されているHFCの排出量は2013年時点で代替フロン等4ガス排出量の約8割を占めており、この分野を中心とした対策強化が喫緊の課題である。

冷凍空調分野での最も根源的かつ効果の高い対策は、低温室効果冷媒への転換である。しかしながら、特に家庭用空調機器は、冷・暖房両方を行う必要があることやより高い安全性が求められること等から、特に冷媒代替の技術的ハードルが高く、現時点で低温室効果冷媒を用いつつ、省エネ性、コスト、安全性等を満たすシステムは存在していない。一方で、空調機器は一旦市場に投入されれば、その後十数年以上にわたり排出源として温暖化に悪影響を及ぼすことを考えれば、一刻も早く開発し市場に投入させることが不可欠である。

#### 2. 研究開発の具体的内容

##### (1) 高効率かつ低温室効果の冷媒の開発

HF0系冷媒の分子設計、合成試作を行うとともに、基本物性の評価試験（沸点、蒸気圧、GWP、物質安定性、安全性、熱力学特性等）及び実用化評価試験（長期信頼性輸送特性等）を行う。また、開発冷媒の性能評価を実施するとともに、冷媒と配管材料、冷凍機油等との材料適合性試験を実施する。併せて、冷媒の共通基盤的な設計・評価手法の技術開発等を行う。

必要に応じて研究開発項目②との間で情報交換を行い、研究内容へフィードバックする。

##### (2) 低温室効果冷媒を用いつつ高効率を達成する空調機器及び関連システム等の開発

機器開発において、自然冷媒やHF0系冷媒といった低温室効果冷媒を用いる機器の主要な要素部品（熱交換器、圧縮機等）の材料、形状、特性等に係る仕様検討、設計を実施するとともに、試作、性能評価を実施し、冷凍サイクル全体での性能も評価す



る。また、関連システム等の開発と併せて、実機レベルの検証・改善により高性能を実現する。併せて、主要な要素部品の共通基盤的な設計・評価手法の技術開発等を行う。

必要に応じて研究開発項目②との間で情報交換を行い、研究内容へフィードバックする。

### 3. 達成目標

#### 【最終目標】

冷媒開発においては、既に冷凍空調機器に適用されている主たる冷媒以下の GWP と、同等以上の性能を両立する HFO 系冷媒の実現につなげるための核となる要素技術を確立する。また、中小型空調機器を対象として、GWP が既に冷凍空調機器に適用されている冷媒以下である低温室効果冷媒（自然冷媒、HFO 系冷媒）を用いつつ現状市販フロン適用機器と同等以上の性能の実現につなげるための核となる要素技術の確立を目標とする。

#### 研究開発項目②「低温室効果冷媒の性能、安全性評価」

##### 1. 研究開発の必要性

昨今の地球温暖化防止への具体的貢献が求められる情勢の下、より低温室効果な冷媒への転換が模索されている。しかし、温室効果が低い冷媒は程度の差はあれ可燃性を有しているため、可燃性を有する冷媒を受け入れていかなければ、冷凍空調機器の分野での低炭素社会構築は難しく、可燃性のある冷媒のリスク評価が研究開発において重要となる。

リスク評価によって得られた成果は業界等に反映させると共にプロジェクト内での共通基準とし、公益法人、業界団体、ワーキンググループ等を活用しながら、機器・冷媒開発と併行・協調しつつ開発を進展させることが必要である。

##### 2. 研究開発の具体的内容

###### (1) 冷媒の安全性（リスク）評価

研究開発項目①からの冷媒の提案を視野に入れつつ、低温室効果冷媒（自然冷媒、HFO 系冷媒）に関する安全性について、室内実験や数値計算により、共通基盤的な評価手法及び評価項目（着火・燃焼特性、着火時挙動評価、使用機器燃焼試験、使用機器廃棄方法指針、フィジカルハザード評価、毒性評価等）を検討し、評価を実施する。評価結果については、必要に応じて研究開発項目①との間で情報交換を行い、研究内容へフィードバックする。

また、機器への適用と普及を促進するため、国内外の規格(リスク評価手法、標準化)に対する提案を行う。さらに、現行安全基準(高圧ガス・危険物管理)に加え、燃焼性のある冷媒の漏洩等を原因とする危険性を排除できる実用的な安全基準や冷媒自体の安全性に基づく取扱い基準等について、その規制緩和等に資するための、外部有識者も含めた検討を行う。

## (2) 冷媒の性能評価

研究開発項目①からの冷媒の提案を視野に入れつつ、使用条件等に応じた低温室効果冷媒(自然冷媒、HF0系冷媒)の性能評価を行う。評価結果については、必要に応じて研究開発項目①との間で情報交換を行い、研究内容へフィードバックする。

## 3. 達成目標

### 【最終目標】

空調機器性能と省エネ性を両立しうる、現在の空調機器適用冷媒に代わる低温室効果冷媒候補(自然冷媒、HF0系冷媒)について、システム実用化研究に値する冷媒選定に資する、安全性に係るデータ及び評価結果を得る。また、有識者と連携し、機器への適用と普及に必要な規格(リスク評価手法、標準化)や標準の新たな提案に向けた、知見を得る。

以上

(別紙2) 研究開発スケジュール

	平成28年度	平成29年度
<b>研究開発項目①</b> <b>「高効率かつ低温室効果の空調機器を実現する要素技術開発」</b>	要素部品(圧縮機、膨張機、熱交換器等)に係る 基礎技術の開発 (助成)	
	HFO系冷媒開発 (助成)	
	HFO系冷媒の特性改善・安定化技術の開発 (助成)	
<b>研究開発項目②</b> <b>「低温室効果冷媒の性能、安全性評価」</b>	低温室効果冷媒(自然冷媒・HFO系冷媒)の性能評価 (委託)	
	低温室効果冷媒(自然冷媒・HFO系冷媒)の安全性評価 (委託)	
	低温室効果冷媒(自然冷媒・HFO系冷媒)の特性に応じた リスク評価法の確立 (委託)	
	事後評価	