

## 代替フロン等排出削減先導技術実証支援事業

### 評価用資料

平成25年12月25日

経済産業省製造産業局

オゾン層保護等推進室

## 目 次

|                                 |     |
|---------------------------------|-----|
| 用語集.....                        | 1   |
| 1. 制度の目的及び政策的位置付け.....          | 2   |
| 1－1 目的.....                     | 2   |
| 1－2 政策的位置付け.....                | 3   |
| 1－3 国の関与の必要性.....               | 3   |
| 1－4 他の制度との関連.....               | 4   |
| 2. 制度の目標.....                   | 4   |
| 2－1 目標・指標.....                  | 4   |
| 3. 制度の成果、目標の達成度 .....           | 5   |
| 3－1 成果.....                     | 5   |
| 3－1－1 成果                        |     |
| 3－1－2 特許出願状況等                   |     |
| 3－2 目標の達成度.....                 | 1 5 |
| 4. 制度採択案件に係る事業化、波及効果等その他成果..... | 1 6 |
| 4－1 事業化等成果 .....                | 1 6 |
| 4－2 波及効果.....                   | 1 6 |
| 5. 制度のマネジメント・体制・資金・費用対効果等.....  | 1 7 |
| 5－1 制度のスキーム.....                | 1 7 |
| 5－2 制度の体制・運営.....               | 1 8 |
| 5－3 資金配分.....                   | 1 8 |
| 5－4 費用対効果.....                  | 1 9 |
| 5－5 変化への対応.....                 | 1 9 |

## 用語集

| 用語      | 用語説明                                                                                                                    |
|---------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| C F C   | クロロフルオロカーボン。炭化水素（ハイドロカーボン（H C）。メタン、エタン、プロパン等）の水素を全てフッ素及び塩素で置き換えた物質。オゾン層破壊効果を持つ特定フロンであり、モントリオール議定書により先進国では１９９６年までに全廃された。 |
| H C F C | ハイドロクロロフルオロカーボン。炭化水素の水素の一部をフッ素及び塩素で置き換えた物質。モントリオール議定書の特定フロンであり、先進国では２０２０年までに廃止することになっている。                               |
| H F C   | ハイドロフルオロカーボン。炭化水素の水素の一部をフッ素で置き換えた物質。代替フロン。京都議定書の削減対象物質（温室効果ガス）に指定されている。                                                 |
| P F C   | パー（ペル）フルオロカーボン。炭化水素の水素の全てをフッ素で置き換えた物質。京都議定書の削減対象物質（温室効果ガス）に指定されている。                                                     |
| H F O   | ハイドロフルオロオレフィン。分子構造上二重結合を持つ炭化水素（エチレン、プロピレン等）のことを「オレフィン」と総称するが、その水素の一部をフッ素で置き換えた物質。温暖化効果が低く、冷媒、発泡用として研究が進められている。          |
| S F 6   | 六フッ化硫黄。常温で気体であり、化学的に安定している物質で絶縁性が高いため、電力機器の遮断器の絶縁ガス等として使用される。京都議定書の削減対象物質（温室効果ガス）に指定されている。                              |
| N F 3   | 三フッ化窒素。半導体のエッチング用ガス等として使用されている。２０１３年以降の気候変動枠組条約に基づく削減対象物質（温室効果ガス）に指定されている。                                              |

## 1. 施策の目的・政策的位置付け

### 1－1 目的

#### 1. 現状と新たな課題

京都議定書第一約束期間（２００８～２０１２年）においては、代替フロン等３ガス（ＨＦＣ、ＰＦＣ、ＳＦ６）の排出削減のため産業界の自主的な取組により、平均で基準年（１９９５年）比５２．９％の削減を達成したところにあるが、新たに以下の課題が発生した。

①２０１１年に開催された気候変動枠組条約第１７回締約国会議（ＣＯＰ１７）等において、２０１３年以降の取組における対象ガスについて、これまでの代替フロン等３ガスに加え、新たにＮＦ３等のガスの追加に合意がなされた。

②平成２５年１１月１５日の地球温暖化対策推進本部において、環境大臣より「カンクン合意履行のための地球温暖化対策について」として、我が国の２０２０年の温室効果ガスの削減目標は２００５年度比３．８％減とする旨報告された。

#### 2. 今後の進め方

「地球温暖化対策の推進に関する法律」に基づく「京都議定書目標達成計画」については２０１２年をもって終了する一方、我が国は、京都議定書第二約束期間（２０１３年～２０２０年）には加わらないものの、気候変動枠組条約下のカンクン合意（ＣＯＰ１６）に基づき、２０２０年における排出削減目標を策定、気候変動枠組条約事務局に登録し、隔年報告書を提出して当該目標の進捗状況等を報告し、国際的なレビューを受けることとなっている。

また、第１８３回通常国会において成立した「地球温暖化対策の推進に関する法律の一部を改正する法律」（２０１３年５月２４日公布、一部規定を除き同日施行）においては、国は、地球温暖化対策を推進するため、温室効果ガスの排出抑制・吸収の目標、事業者・国民等が講ずべき措置に関する具体的事目標達成のために国・地方公共団体が講ずべき施策等を内容とする「地球温暖化対策計画」を策定することになっている。

さらに、２０１５年１２月のＣＯＰ２１では、２０２０年以降の国際的枠組みが合意されることとなっており、ＣＯＰ１９の決定に基づき、全ての国はＣＯＰ２１に十分に先立って自主的に決定する約束草案を提出することが招請されている。

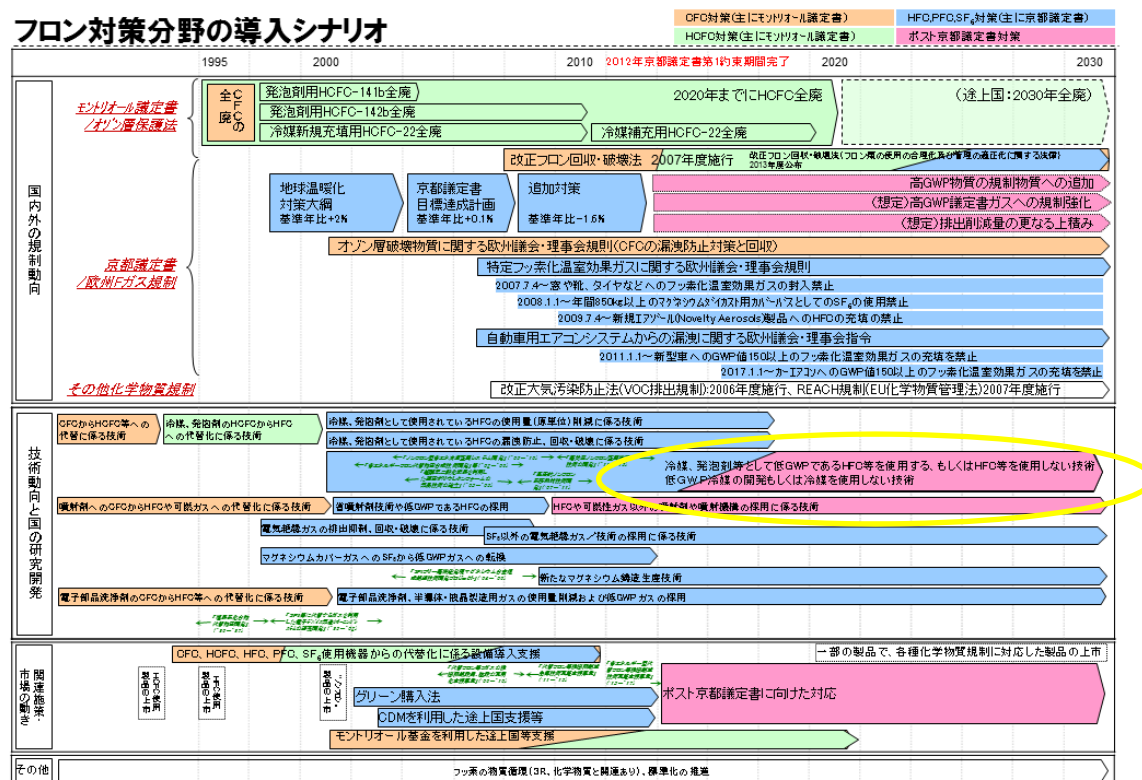
今後、ＨＦＣについては、オゾン層破壊物質であるＣＦＣ及びＨＣＦＣの代替として用いられ、今後ともその排出増が見込まれている。また、排出削減が進んできたＰＦＣ及びＳＦ６についても、その代替としてＮＦ３等が使用されてきたところであるが、当該ＮＦ３等が２０１３年以降の削減対象として追加されることから、２０２０年までの排出削減目標を達成するためにも、さらには、２０２０年以降の新たに法定される約束草案に係る排出削減目標の達成に

においても、従来の取組を継続するとともに、革新的なアプローチを可能とすべく、民間企業等における研究開発の加速化と併せて、その先導的な排出削減技術の市場への導入普及を図るべく、技術実証事業のうち、特に手段の先進性や波及性の高いものに対し補助を行う必要がある。

## 1-2 政策的位置付け

代替フロン等3ガスは、CO<sub>2</sub>の数千倍の温室効果を有する京都議定書の排出削減対象物質であり、その排出削減・抑制は地球温暖化対策として重要な課題である。特に冷凍空調機器の冷媒である代替フロン（HFC）は、オゾン層破壊物質である特定フロン（CFC、HCFC）からの転換が進行するため、今後、排出量の急増が見込まれ、ノンフロン化を含む排出削減技術の確立・普及が急務となっている。

図1



## 1-3 国の関与の必要性

メーカーがノンフロン機器を開発しても、現状では割高なノンフロン機器を導入するユーザー側の経済的インセンティブはほとんどなく、普及が進みにくい。ノンフロン化を含む先進的排出削減技術は、安全性・省エネ性の点で従来からのフロン技術との比較においてトレードオフの関係になることが少なくなく、市場原理のみではノンフロン技術の普及を期待することは困難である。こ

のため、導入に伴う技術的な課題や運用面の課題を解決するための実証試験を進めることによって、先導的なノンフロン機器の導入・普及の支援を図ることが必要不可欠である。

#### 1-4 他の制度との関連

表1 本制度と他の制度の概要

|       |                                                                                  |                                                      |
|-------|----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|
| 事業名   | 代替フロン等排出削減先導技術<br>実証支援事業                                                         | 先進技術を利用した省エネ型自然<br>冷媒機器普及促進事業補助金                     |
| 実施主体  | 経済産業省                                                                            | 環境省                                                  |
| 制度概要  | 代替フロン等4ガスの排出削減<br>技術の技術実証事業に対し補助                                                 | 冷凍冷蔵倉庫及び小売店舗のショ<br>ーケース等に省エネ型自然冷媒機<br>器を導入する経費の一部を補助 |
| 支援内容  | 代替フロン等4ガス（HFC、<br>PFC、SF6、NF3）の排<br>出削減の技術実証事業であっ<br>て、これまで対応できなかった<br>課題に取り組むもの | 自然冷媒を用いる冷凍冷蔵機器へ<br>の導入補助                             |
| 支援対象者 | 民間事業者等                                                                           | 民間事業者等                                               |
| 補助率等  | 機械装置等費がフロン冷媒等を<br>用いる設備の2倍以上の事業：<br>1／2<br>その他の技術実証：1／3                          | 補助率： 冷凍冷蔵倉庫用機器：<br>1／2<br>小売店舗のショーケース等機器：<br>1／3     |

## 2. 制度の目標

### 2-1 目標・指標

COP17において排出削減対象となった代替フロン等温室効果ガスに関して、民間企業等が行う先導的な排出削減技術の技術実証事業のうち、手段の先進性や波及性の高いものに対し補助を行い、現場における現実的な様々な課題解決を通じた優れたノンフロン技術等の普及に資するものとする。

本事業は、産業用途で使われる代替フロン等4ガス（HFC、PFC、SF6、NF3（平成25年度から補助対象））の先導的なフロン排出抑制技術の技術実証を行うものである。

また、当該事業は、CO2排出見込み量も数値目標の1つとして設定している他、その目的は新技術の市場導入に伴うリスク確認や開発途上にある機器の成熟度等に応じた実運転による技術課題の克服等、現場の現実的なかつ多種多様なものである。

### 3 制度の成果、目標の達成度

#### 3-1 成果

##### 3-1-1 成果

平成25年度末までに、延べ30件の応募があり、うち22件を採択した。各年度に応募件数と採択件数は次のとおりである。

表2 応募及び採択件数

|            | 応募件数 | 採択件数 |
|------------|------|------|
| 平成22年度（補正） | 13   | 7    |
| 平成23年度     | 5    | 4    |
| 平成24年度     | 7    | 6    |
| 平成25年度     | 5    | 5    |

| 技術実証の分野         |         | 件数 |
|-----------------|---------|----|
| 冷凍冷蔵設備の運用技術     | CO2     | 12 |
|                 | NH3、二元式 | 4  |
|                 | その他     | 3  |
| ノンフロン冷凍機実用化     |         | 1  |
| ノンフロン断熱材製造設備実用化 |         | 1  |
| フロン回収・再生設備実用化   |         | 1  |

また、実証事業終了後は5年間継続してCO2削減量を追跡することとしており、これらの採択事業による効果として、導入後5年間で合計77.3万CO2トンの削減が見込まれる。

各年度の実証テーマと成果は、次のとおりである。

#### （1）平成22年度の成果

平成22年度の事業においては、13件の応募に対し、その技術的内容、実施確実性等を第三者委員会で評価し、7件を採択している。

個別の技術実証内容は、次のとおりである。

#### ①自然冷媒を使用した連続式バラ凍結装置技術実証

##### 【技術実証課題】

カット野菜のフロン式フリーザーを順次自然冷媒に転換するにあたり、急激

な負荷変動に対して、従来システム同等以上の追従凍結が可能であること、メンテナンス性が容易かつ保守整備費のコストが低く抑えられるかどうかについて実証を行った。

#### 【実証成果】

自然冷媒ではアンモニア／二酸化炭素の組合せで既に二元冷凍機システムが存在するが、これはフリーザー側に冷凍機油が循環し、漏洩リスクがあるため（フロン式も同様）、本技術実証では、自然循環カスケード式冷凍サイクルを採用した。

実証の結果、急激な負荷変動に対しては、①カスケードの伝熱面積の増加、②クーラー入口圧力調整弁の設置により、十分な追従凍結が可能であることが確認された。またシステムがシンプルであることから、メンテナンス性も優位であることが確認された。

さらに、従来システムと比べて省エネルギーであることも確認された。

#### ② 1号棟フロン冷凍機の廃止と2号棟ノンフロン冷凍機による高効率冷却システムの実証実験

##### 【技術実証課題】

冷蔵倉庫2棟において、従来、アンモニア冷凍機3台＋フロン（R22）冷凍機2台を設置していたが、フロン機2台をアンモニア機1台に置き換え、全ノンフロン化を実現するとともに、冷凍機を減少（計4台）させつつ冷却能力を確保、作業効率の維持、品質の確保ができるかを実証した。

#### 【実証成果】

従来、庫内冷気は強制循環方式であったが、気流シミュレーションにより、自然冷気循環式を採用した。これは大規模冷凍倉庫ではほとんど例がなく、自然冷気循環式の採用により、ファン動力低減、保管品の乾燥抑制が確認できた。

また、4台の冷凍機の運転パターンの最適化を検討したが、より多くの条件変化に対応する安定運転の調整について、今後も引き続いて実証を行う。

#### ③ CO<sub>2</sub> 冷媒別置型ショーケース及び過冷却給湯機の寒冷地におけるCO<sub>2</sub> 排出削減量の実証評価

##### 【技術実証課題】

スーパーマーケット店舗新規出店にあたり、二酸化炭素を冷媒とするショーケース用冷凍機を採用し、他店舗への展開を前提として、寒冷地での運転性能、施工性、メンテナンス性の評価を行った。

また、排熱利用を目的に、過冷却ユニット、給湯タンクユニットを導入し、店舗の給湯負荷に適合したシステムとすることで、店舗トータルの省エネ化も

図れることを目標とした。

**【実証成果】**

3店舗の通常営業において外気温－5～25℃での消費電力データを採取した結果、ほぼ予測値あるいはそれ以下であることを確認し、HFC機における消費電力量の予測値と比較すると、電力量から換算するCO<sub>2</sub>排出量で比較して平均して約40%のCO<sub>2</sub>の削減効果があった。(給湯タンクユニット込み)

また施工性、メンテナンス性については従前と比較して特段の不具合はなかった。

**④二酸化炭素冷媒用別置型ショーケース及び冷凍機のスーパーマーケットにおけるCO<sub>2</sub>排出量削減の実証評価**

**【技術実証課題】**

スーパーマーケット新規出店にあたり、二酸化炭素を冷媒とするショーケース用冷凍機を採用し、気象条件変化(冬期の積雪、夏期の高温多湿)が運転性能に与える影響、騒音、冷凍機を屋上設置する時の工事の難易度を評価した。

**【実証成果】**

1店舗において外気温5～20℃での消費電力データを採取した。ほぼ予測値に近い値を得た。HFC機における消費電力量の予測値と比べ、40～50%のCO<sub>2</sub>の削減効果があった。

また、スーパーマーケット営業時間における負荷変動の実証データとして、冷凍機と過冷却ヒートポンプの消費電力の日毎のデータも取得した。

さらに、配管施工時の取り回し、接続、気密試験、冷媒充填について、想定された問題も特に報告されず、従来機と同等であることを確認した。

騒音測定結果においても、HFC機と比較し、低いレベルであることが確認できた。

**⑤食肉用急速冷蔵庫におけるCO<sub>2</sub>冷凍機および排熱回収用CO<sub>2</sub>過冷却給湯機の適用実証検証**

**【技術実証課題】**

食肉用急速冷蔵庫の運転条件は、食肉処理がなされる時間帯においては常温の冷却対象が断続的に搬入されるため冷凍機負荷が大きくなるが、その一方で夜間・休日には保冷運転となるなど負荷の変動が大きいため、二酸化炭素冷媒のユニットがこの条件下で適用可能かの検証を行った。

さらに、導入施設では加熱消毒のため、多量の湯を消費しており、冷凍・冷蔵ユニットに付加された排熱利用給湯装置の省エネ効果を併せて評価した。

### 【実証成果】

負荷変動時の試算、データ採取を行い、年間でHFCと比べ、消費電力が約15%低減できることが確認できた。また、廃熱利用装置の同時設置による省エネ効果は大きく、HFC機の場合は給湯用にガス給湯器を用いることとなるが、これと比較すると、二酸化炭素換算の排出量で半減に近いことを確認した。

## ⑥空気冷媒を用いたハイブリッド型ノンフロン連続式フリーザー設備技術実証

### 【技術実証課題】

冷凍食品の急速凍結用連続式フリーザーにエアサイクル冷凍機（空気冷媒）を世界で初めて採用し、フリーザーの性能確保、安定した性能の確保が可能かどうか確認した。

同時に、フロン機と比べた省エネ化の実現可能性についても実証運転により確認した。

### 【実証成果】

エアサイクルの効率は空気中の湿分（霜）の影響が大きく、除湿機能を有したノンフロン除湿装置をハイブリッド的に組み込むことにより性能低下を防止し、安定した性能を確保できることを確認した。また、冷凍機ユニットとフリーザーを一体化する構造をとることによって、ダクトレスによる冷凍性能向上、コンパクト化、施工工程削減、メンテナンス性向上を実現できることを確認した。

また、継続運転によりフロン機と比較して約14%の省エネ効果を得られることを確認した。

## ⑦+5℃帯の冷蔵庫におけるパッケージ型ノンフロン冷却システムの技術実証

### 【技術実証課題】

アンモニア／二酸化炭素冷媒冷却システムは、従来、冷凍冷蔵庫（-25℃）では導入実績はあるが、二酸化炭素の圧力上昇の問題から、冷蔵冷蔵庫（+5℃）の領域では導入例は極めて少なく、一般的な技術情報はないため、チルド帯で最適なシステム構築を行うことを目指すとともに、安全性の観点からアンモニア冷媒量の極少化が可能な構成を検討し、同時に省エネ化の実現について検証した。

### 【実証成果】

1つの倉庫当たり2組のインバータ制御冷凍機を設置する構成とし、個別制御を実施した結果、急激かつ大きな負荷変動があった際に、短時間で追従でき

る制御プロセスの実証を行った。

シェル&プレート熱交換器の採用、アンモニア冷媒のリミットチャージ方式の採用によって、アンモニア冷媒量が従来方式より約70%削減できることが確認できた。

## （２）平成２３年度の成果

平成２３年度の事業においては、５件の応募に対し、その技術的内容、実施確実性等を第三者委員会で評価し、４件を採択している。

個別の技術実証内容は、次のとおりである。

### ①既存店改装によるCO<sub>2</sub>冷凍機システム置換導入の工程開発とCO<sub>2</sub>排出削減量の実証評価

#### 【技術実証課題】

スーパーマーケットにおいて、既設のフロン冷媒冷凍機を二酸化炭素冷媒のノンフロン機に置き換えることが今後増加してくるとみられる。このため、リプレースの最適工法を開発し、現状の改装工事との工程比較分析を行った。

#### 【実証成果】

二酸化炭素冷凍機システムは、溶接作業、試運転調整にフロン冷凍機より時間を要するため、工期は長くなるが、工期中の通常営業を確保する方法となるショーケース系統ごとに置換え、試運転調整するローテーション工法を確立し、標準的な工程を作成した。

HFCとの比較では、試運転調整等で２日程多めの時間が必要であることが判明した。

### ②大型百貨店地下食品売り場における冷却塔を用いた水冷CO<sub>2</sub>冷凍機システムの適応研究

#### 【技術実証課題】

大型百貨店に水冷式二酸化炭素冷媒冷凍システムを導入するにあたっての阻害要因である、ショーケース台数の多さ、長大な配管長等を踏まえ、二酸化炭素冷媒漏洩時の安全性を検証した。

#### 【実証成果】

地下食品売場、機械室で、漏洩モデル実験とシミュレーションにより、漏洩速度から室内濃度分布の時間的変化を求めた。食品売場の現実的条件では、濃度はある一定値以上にはならず、安全基準内のレベルであることが判明した。

機械室では警報、換気装置が有用であることが判明した。

③冷蔵倉庫における高効率ノンフロン冷凍機並びに多温度システム技術実証  
【技術実証課題】

冷媒としてアンモニア／二酸化炭素を採用するとともに、大型冷蔵倉庫においてほとんど例のない冷凍機の半密閉化を行い、メンテナンス性を向上させるとともに、異なる温度系統を一つの冷媒系統で冷却するシステムとすることによって、装置のスリム化、イニシャルコストの低減を図れることを実証した。

【実証成果】

多温度制御システムは性能、省エネに有効であるのみならず、装置の小型化、低コスト化にも効果があることが確認できた。

④ノンフロン型冷凍空調システムの拡大導入へ向けた実証実験

【技術実証課題】

コンビニエンスストアのショーケース用冷凍機として、二酸化炭素冷媒機器を導入するにあたって、設計の自由度、施工の簡便さ、安全性、省エネ性、維持管理等の視点を総合的に勘案した阻害要因等の評価、検証を行った。

【実証成果】

施工方法、技術者育成を含めた施工体制、メンテナンス体制の構築をはかった。また、継ぎ手、溶接部からの冷媒漏洩評価、欧州の施工技術調査を行い、技術普及の下地づくりを実施した。

性能、現場的评价のため全国50店舗で導入を実施し、データ採取を行った結果、ノウハウの蓄積とともに拡大展開の有効性が見出せた。

また、平均して約10%の省エネを達成できることも確認できた。

(3)平成24年度の成果

平成24年度の事業においては、7件の応募に対し、その技術的内容、実施確実性等を第三者委員会で評価し、6件を採択している。

個別の技術実証内容は、次のとおりである。

①水産産地型凍結庫における自然冷媒冷凍機を用いた安全性・省エネルギー性の技術実証事業

【技術実証課題】

水産産地型バッチ式急速凍結庫であって、アンモニア冷凍機と庫内の2次側冷媒に二酸化炭素を使用し、安全性を確保し、凍結仕上がり（品質）の向上を実証した。

また、水産産地に特有の休漁期間において、冷凍機を使用しない期間の二酸化炭素の圧力上昇を抑える技術の実証を行った。

### 【実証成果】

従来のアンモニア直膨式に比べ、アンモニアの充填量は1／5となった。冷凍機には新ロータ歯型の高性能・高機能単段スクリー圧縮機を採用し、凍結量あたりの消費電力量の当初目標をクリアした。

停止時の二酸化炭素圧力上昇の課題は、圧力保持ユニットを導入し、問題のない作動を確認したが、望ましくは季節毎の設定が必要であることが分かった。

品質は、「表結晶生成帯通過時間」で評価したが、フロン機に対し、実証時間は下回り、省エネルギーと品質向上を両立できることを確認した。

## ②ノンフロン化発泡設備の実用化技術実証

### 【技術実証課題】

冷凍・冷蔵ショーケース用断熱材には硬質ウレタンフォームが使用されているが、少量多品種生産に対応した炭化水素を用いたノンフロン発泡設備の開発を行った。

開発目標として、設備導入費70％減、発泡サイクルタイム40％短縮、発泡密度20％低減（断熱性能向上）を設定した。

### 【実証成果】

炭化水素使用量が小規模であることから、貯蔵タンクは地下方式から屋内に変更、また、調合施設の取扱量を最適化し、法規制上生じる防災設備費用の増大抑制、さらに、発泡製品の構造を一新し、分割構造としたことによる金型費低減により、設備導入費を73％低減できた。

材料メーカーとの共同開発によるキュア（脱型）時間短縮、注入待機時間短縮等により、サイクルタイムは40％短縮できた。

発泡液注入位置の適正化により、発泡密度はバラツキを抑えることで、21％低減できた。

いずれも設定目標をクリアし、少量発泡生産設備の標準モデルの目途を得た。

## ③CO<sub>2</sub> 冷媒ショーケース用2分流蒸発器等による省エネ評価及びCO<sub>2</sub> 排出削減量の実証評価

### 【技術実証課題】

スーパーマーケット新規出店時に、二酸化炭素を冷媒とするショーケース用冷凍機を導入するにあたり、外気温度が高い条件における消費電力量増加を抑制する手法を確立した。また、運転条件によっては、蒸発器の圧力損失が大きくなりエネルギー効率が低下するが、その対応手法を実証した。

### 【実証成果】

凝縮器の前面に散水して、この気化熱により空気温度を低下させる「エコクーリング」を設置し、この結果、夏場では90%前後の消費電力量となり、この効果が実証できた。

また、蒸発器の2分流化により、年間約13,000kwhの消費電力削減となることが確認できた。

この二つは特に夏場のピークカット対応消費電力削減技術として有用である。

#### ④20馬力CO<sub>2</sub>冷凍機システムの冷蔵冷凍システムにおける冷却負荷の最適化実証及び排出削減量の実証評価

##### 【技術実証課題】

スーパーマーケット5店舗に大能力の二酸化炭素冷媒冷凍機を導入するにあたって、地域性、使用温度帯、冷却負荷と冷凍能力等において、年間を通して最適（年間最大効率）な比率（選定負荷率）とするシステムの検証を行った。

##### 【実証成果】

20馬力インバータ機を導入した場合の夏場のピーク電力が抑制され、冬期の発停による効率低下が小さくなるような冷却負荷率（ショーケース所要能力／冷凍機能力）について、各地の運転結果をもとに分析を行った。また、当該分析結果が、地域性、使用温度帯により、最適なショーケース構成を検討する際の基礎的データベースとなり得ることを確認した。

#### ⑤高強度銅管を施工工事に用いたCO<sub>2</sub>冷凍機システムの信頼性評価及び13年度標準モデルにおける排出量削減の実証評価

##### 【技術実証課題】

二酸化炭素冷媒のコンビニエンスストアのショーケース用冷凍機について、50店舗で実証を行ったところ、配管の現場施工性に自由度が少なく、厚肉配管の弊害が見られたことから、高強度薄肉銅管の採用による施工性改善評価を行う。

##### 【実証成果】

高強度薄肉銅管3種はいずれも切断、溶接が容易となり、ベンダー加工においては、2種が使用可能となり、溶接箇所が少なくできる。これにより、HFC冷媒施工時とほぼ同等の簡便さであることが実証できた。

一方で、今後さらに大口配管や長配管での総合的な評価が必要であることが判明した。

併せて、圧力、温度、振動による配管単体の信頼性試験を実施し、確認を行

った。

#### ⑥高温多湿地域での室外機塩害処理を施したCO<sub>2</sub> 冷凍機システムの省エネ・信頼性評価及び排出量削減の実証評価

##### 【技術実証課題】

コンビニエンスストアの二酸化炭素冷媒ショーケース用冷凍機について、海岸に近い高温多湿域では塩害処理が必要となるが、この処理による性能への影響を評価した。

また二酸化炭素冷媒は、外気条件が高い地域ではフロン機に対して省エネ効果が小さくなる傾向にあるが、消費電力データ収集により、この程度を評価した。

##### 【実証成果】

防錆塗装処理による、熱交換器の伝熱性能等への影響が懸念されたが、特に性能低下は見られなかった。今後、引き続き経年変化を調査していくこととした。

既存店舗（HFC機）と検証店舗（CO<sub>2</sub> 機＋HFC機）の比較では、後者が約15%の省エネとなることが実証された。

#### （４）平成25年度の成果

平成25年度の事業においては、5件の応募に対し、その技術的内容、実施確実性等を第三者委員会で評価し、5件を採択している。

個別の技術実証内容は、次のとおりである。

#### ①低 GWP 冷媒対応ターボ冷凍機の開発

##### 【技術実証課題】

ターボ冷凍機の冷媒は従来 R134a を使用していたが、GWP（地球温暖化係数）の低い冷媒を選定し、性能その他実用化のための評価を行った。

##### 【実証成果】

HFO系冷媒を選定し、機器の開発を行い、特性試験を実施した。

これにより、圧縮機流体設計、熱交換器設計、潤滑油等の材料特性の知見を得ることができた。

#### ②CO<sub>2</sub> 冷凍冷蔵システムのコンビニエンスストアへの展開における信頼性・代替フロン削減評価

##### 【技術実証課題】

コンビニエンスストアの二酸化炭素冷媒ショーケース用冷凍機について、今

後の導入推進のために、システムの高効率化、コンパクト化、省冷媒化について実証を行った。

また、継続可能な施工・メンテナンス技術体制の標準化をメーカー、ユーザー共同で実施した。

#### 【実証成果】

独自の2元冷凍サイクルを採用し、消費電力を抑え、かつ冷凍能力を最大限に引き出せる冷媒量を選定することが可能なシステムとした。

また、マイクロチャンネル式熱交換器の採用等で小型化を実現。これらの技術実証を実施し、排出削減効果の評価を行い、ほぼ当初目標どおりの結果を得た。

施工工数もフロン機とほぼ同等となり、施工・メンテナンス技術の標準化を確立した。

### ③フロン再生装置導入による代替フロン（HFC）再生事業

#### 【技術実証課題】

蒸留精製によるフロン冷媒再生は装置が高額であり、普及が難しいことから、コストが1／10程度の移動可能な再生装置を開発し、再生能力、品質等の検証を行った。

#### 【実証成果】

再生装置を完成させ、R134a、R410A、R22等について、再生能力、品質、長時間の安定性等の技術実証を行った。配管径やドライヤーの変更により、再生能力は当初目標より向上した。

### ④ノンフロン対応クーラーにおける温ブラインデフロスト技術実証

#### 【技術実証課題】

冷凍庫、凍結庫用冷凍機にアンモニア／二酸化炭素冷媒を採用した場合の庫内クーラーのデフロスト方式は一般には散水式が採用されるが、庫内に水が持ち込まれることによる弊害が大きい。また、ヒーター方式はエネルギー効率が低下し、フロン機で用いられるホットガスデフロストは二酸化炭素冷媒では技術的に困難である。

このため、新しいデフロスト方式を提案し、実証した。

#### 【実証成果】

庫内クーラー内にデフロスト専用のコイルを設け、そのコイル内に冷凍機ユニットの冷却水系の廃熱を利用し加温された温ブラインを循環させることにより、フィンの着霜を溶かすシステムとした。

若干の装置コストアップが生じるが、メンテナンス上のトラブルが回避でき、長期運転実証により効率も良好、デフロスト時間も従来方式と同等との結果を得た。

#### ⑤フリーザー用途におけるCO<sub>2</sub>圧力安定化制御技術実証

##### 【技術実証課題】

食品フリーザー用途のアンモニア／二酸化炭素冷媒使用冷凍機では、フリーザー特有の常温からの立上げ、食品生産中の負荷変動における二酸化炭素の圧力変化への対応が大きな課題となっている。

立ち上がり時の高負荷運転に際し、モーター、コンデンサ、冷却塔の容量を大きくしない技術を提案し実証する。

##### 【実証成果】

冷凍機側だけでなく、冷凍機側、負荷側双方の調整機能をバランスさせる制御技術を導入した。これにより、機器の大型化、コスト増が抑えられた。

立上げ時間（25℃→－35℃）はフロン機と同等の60分以内であることも確認した。

### 3－1－2 特許出願状況等

本実証事業の成果に固有の特許等の知的財産権の出願はない。

その他、本事業で実証試験を行った製品で、次のような対外発表事例がある。

表3 論文、投稿、発表、特許リスト

|    | 題目・メディア等                                   | 時期    |
|----|--------------------------------------------|-------|
| 発表 | 第38回冷凍・空調・暖房展（HVAC&R JAPAN）にフロン再生の実証1号機を展示 | H26.1 |

### 3－2 目標の達成度

平成25年度までの採択事業のうち22件については、当初目標として設定した技術実証において確認すべき事項や克服するとした課題の全てを実施・達成している。

当該機器の導入による二酸化炭素の削減CO<sub>2</sub>目標についても、補助対象機器の5年間分の削減見込量を合計すると、22件で約77万CO<sub>2</sub>トンの削減が見込まれ、概ね計画どおり達成できる見通しである。

#### 4. 制度採択案件に係る事業化、波及効果等その他の成果

##### 4-1 事業化等成果

本実証事業で技術実証を行ったフロン再生装置について、本年1月の第38回冷凍・空調・暖房展において展示された後、社内試験を経て、12月に外部販売が開始された。既に1台が納入済みで、平成27年1月に2台目が納入予定である。その他、自社工場への納入を含め、既に複数台の引き合いがある。

また、同様に技術実証を行ったノンフロン対応クーラーにおける温ブラインデフロストについて、既存のR22ホットガスデフロスト冷凍設備の更新において、これまでは散水デフロスト方式が主なノンフロン対応クーラーのデフロスト方式であり、散水を嫌う設備のノンフロン設備への更新需要には散水方式以外のデフロスト方式の確立が求められていたところ、本実証事業で水を使わない“温ブラインデフロスト”技術を確認したこと、設備の更新にあたり、本方式の導入の希望があり、26年度では1件の実績があり、27年度も複数件の引き合いがある。

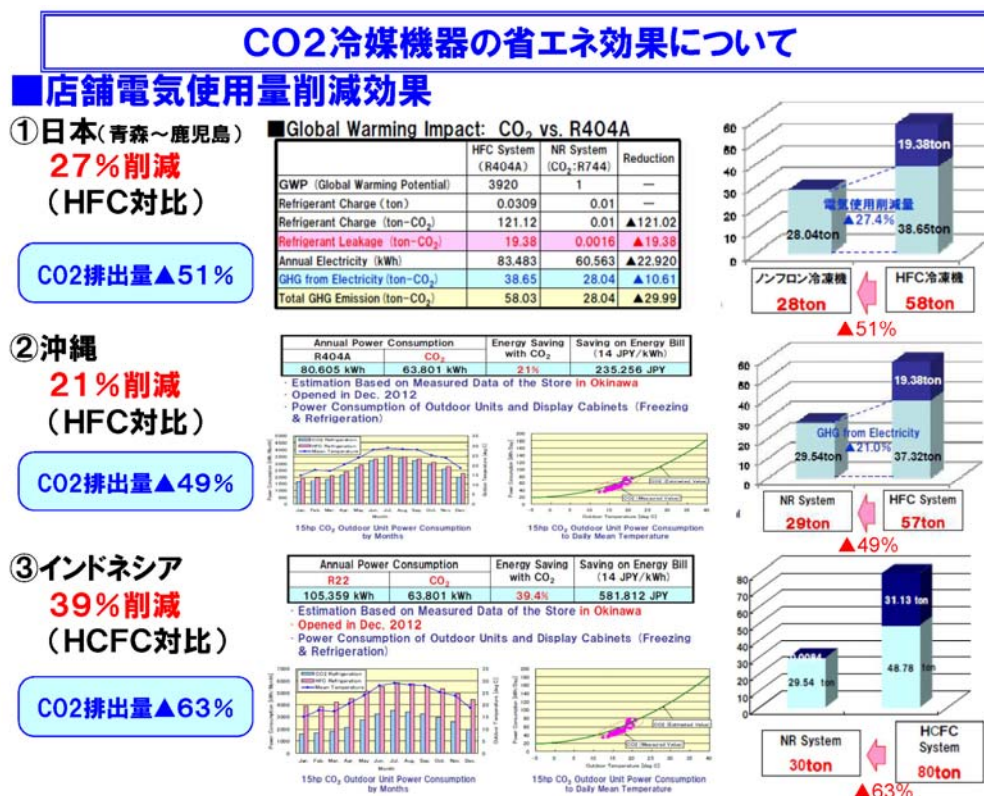
さらに、空気冷媒を用いたハイブリッド型ノンフロン連続式フリーザー設備技術実証についても、除湿機能を有したノンフロン冷凍機システム（NH<sub>3</sub>-CO<sub>2</sub>）と超低温装置（空気冷凍サイクル）との組み合わせた“空気が冷媒”のノンフロン連続式フリーザーを技術実証することにより、世界初の空気冷媒フリーザーの市場投入ができ、既に多くのユーザーに納入が進んでいる。

##### 4-2 波及効果

大手コンビニエンスストアチェーンにおいて、本制度を活用しCO<sub>2</sub>冷媒を使用した冷蔵ショーケースを導入し、夏期における安定的運用の確認、CO<sub>2</sub>排出量の削減等を目的として日本各地でフィールドテストを実施した結果、温暖地の夏期でも問題なく運用でき、省エネルギー効果も見込めることが判明。省エネルギーの効果は寒冷地ほど高いが、九州・沖縄地区でも従来機器との消費電力比で10%以上の省エネルギー効果があることが実証され、同チェーンにおいてCO<sub>2</sub>ショーケースの日本全国新設店舗及び東南アジア出店店舗での導入に結びついた。

さらに、フロン排出抑制法の指定製品制度における目標値、目標年度の検討において、本事業を通じたCO<sub>2</sub>冷媒の冷蔵冷凍ショーケースの市場における普及状況や抱える課題等は、極めて重要な参考情報となった。

図2 大手コンビニエンスストアチェーンにおけるフィールドテストの結果



## 5. 研究開発マネジメント・体制・資金・費用対効果等

### 5-1 制度のスキーム

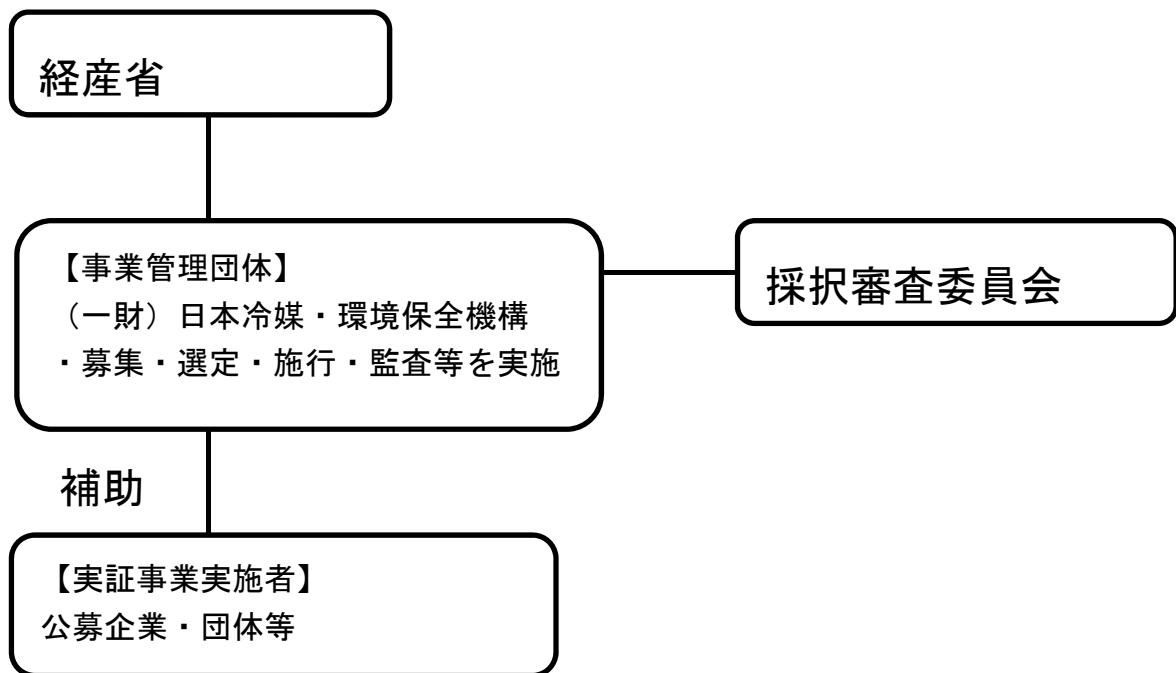
CO<sub>2</sub> 本技術実証事業は、事業管理団体（直接補助事業者）を公募により選定した上で、当該団体が設置する外部有識者のみで構成される第三者委員会による技術的審査手続きを経て、各年度の実証事業の実施者（間接補助事業者）を決定している。

なお、技術的リスク等政策的支援の必要性の程度に応じ、一定割合（1/2～1/3）を間接補助事業者に負担を求めている。

平成22年度から平成25年度まで、補助事業者は一般財団法人日本冷媒・環境保全機構が選定されている。

事業実施スキームを以下に示す。

図3 実施体制



#### 5-2 制度の体制・運営

本技術実証事業は、ノンフロン化を達成する先端的空調、冷凍冷蔵機器の実運用における課題や、安定的運転実現のためのフィールドテスト等、実用化が近い機器の技術実証を行うもので、その課題は広範・多種多様であり、統一的な目標は設定していないが、個々の提案された技術実証事業の技術課題として有意なものであるか、1年間で実証可能な技術課題であるか等について、実証事業に応募する事業者とは利害関係のない第三者の有識者によって技術的な検証を行い、補助対象事業を選定している。(有識者は、定期的に一定数の入れ替えを行っている)

目標とする課題が達成されたか、及び支出面の妥当性については、技術実証終了時に事業管理団体において評価審査を行い、事業終了後も5年間CO<sub>2</sub>削減の効果についてフォローアップを実施している。またこれらの結果については、経産省に共有されている。

#### 5-3 資金配分

平成25年度までの交付実績は、以下のとおり。

表 4

(単位：千円)

|     | 平成 2 2 年度 | 平成 2 3 年度 | 平成 2 4 年度 | 平成 2 5 年度 |
|-----|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 交付額 | 493, 411  | 394, 400  | 319, 199  | 123, 234  |

#### 5－4 費用対効果

1 件当たりの補助額は、60, 467 千円（累計補助額／累計採択件数）である。

#### 5－5 変化への対応

本事業では、従来は補助率 2／3 を上限として一定割合（1／3～2／3）の負担を事業者に求めてきたところ、平成 24 年度財務省予算執行調査の結果を踏まえ、25 年度に以下の見直しを実施した。

- ①事業の対象分野を COP 17（2011 年開催）において、新たに対象となった温室効果ガスや代替フロン等 3 ガスの新たな削減が必要とされている分野に絞込みを行うとともに、補助率 2/3 を廃止。
- ②補助率について、担保のない計画分や二酸化炭素の国際取引価格を元に算定することを廃止し、対象機器により 1/2 又は 1/3 にするように改善し、研究開発費を削減。
- ③業務管理人件費について、主幹事務員及び事務員の人件費単価の見直し及び従事日数の見直しを行い、業務管理費を削減。

また、フロン類の使用の合理化及び管理の適正化に関する法律（平成 27 年 4 月施行予定）における指定製品制度において、冷凍空調機器等の低 GWP・ノンフロン化への転換に向けた製品群ごとの具体的な目標値・目標年度を検討するため、産業構造審議会フロンWGを開催し、本年 6 月末に取りまとめたところ。このため、指定製品制度における目標値を超えた転換や目標達成の前倒しを可能とするため、ノンフロン製品それ自体の実証事業のみから、ノンフロン製品・部品の生産設備や新施工方法に係る支援もカバーできることを公募要領上明確にし、複数の企業が連携又は競争により、より一層創意工夫が図られるような事業環境を目指し、効果的に予算が活用されるよう、関係団体やポテンシャルのある企業等への紹介・説明に努めている。