

「代替フロン等排出削減先導技術実証支援事業」
研究資金制度プログラム

評価用資料

平成29年1月30日

経済産業省製造産業局

オゾン層保護等推進室

研究資金制度プログラム名	代替フロン等排出削減先導技術実証支援事業
行政事業レビューシート番号	平成28年度0043
上位施策名	ものづくり
担当課室	化学物質管理課オゾン層保護等推進室

研究資金制度プログラムの目的・概要

温室効果がCO₂の最大数千倍に上る代替フロン等4ガスは、今後排出量の急増が見込まれており、地球温暖化対策の観点から、これを早期に減少に転じさせ、将来的には廃絶していくことが必要である。また、COP17において、新たに排出削減対象ガスが追加されており、フロンの排出削減に向けた対応が必要な状況となっている。

このため、製品や製造プロセスのノンフロン化に資する先進的技術の確立、商業化の加速を支援する必要がある。

本事業は COP17 において排出削減の新たな対象となったガスや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以下のとおり補助を行う。

○補助率

・冷凍冷蔵システム等の冷凍空調分野の技術実証：1/2（ただし、導入機器の設備費が従来型機器の2倍未満である場合は1/3）

・その他の分野の技術実証：1/3

予算額等（補助（補助率：1/2、1/3））

（単位：百万円）

開始年度	終了年度	中間評価時期	終了時評価時期	事業実施主体
平成22年度	平成27年度	平成24年度	平成28年度	一般財団法人
H25FY 執行額	H26FY 執行額	H27FY 執行額	総執行額	総予算額
126	117	93	1,559	1,694

I. 研究資金制度プログラム概要

1. 事業アウトカム

事業アウトカム指標		
産業用途で使われるガス（HFC等）の排出を削減する機器等の市場ベースでの普及を可能とする技術の確立及び製品の普及 ※技術的なリスクの克服や成熟度の向上等であり統一的数値目標で標記することは困難		
指標目標値		
事業開始時（22年度）	計画：-	実績：-
中間評価時（25年度）	計画：-	実績：-
終了時評価時（27年度）	計画：-	実績：-

事業アウトカム指標		
実証機器によりライフサイクルで削減できると見込まれるCO ₂ 排出量の削減		
指標目標値： 実証機器によりライフサイクルで削減できると見込まれるCO ₂ 排出の削減量		
事業開始時（22年度）	計画：7（累計 7）	実績：7（達成見込）（累計 7）
中間評価時（25年度）	計画：5（累計 22）	実績：5（達成見込）（累計 22）
終了時評価時（27年度）	計画：2（累計 27）	実績：2（達成見込）（累計 27）

2. 制度内容及び事業アウトプット

（1）制度内容

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）の先導的なフロン排出抑制技術の技術実証について補助を行うものである。

また、当該事業は、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試験ニーズに応えるものである。

- ・ 冷凍空調機器の技術実証事業：1 / 2（ただし、導入機器の設備費が従来型機器の2倍未満である場合は1 / 3）
- ・ その他の機器の技術実証事業：1 / 3

(2) 事業アウトプット

事業アウトプット指標		
技術実証採択件数		
指標目標値（計画及び実績）		
事業開始時（22年度）	計画：7	実績：7（累計 7）
中間評価時（25年度）	計画：5	実績：5（累計22）
終了時評価時（27年度）	計画：2	実績：2（累計27）

当該事業の目的は、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。

従ってその採択テーマは、対象機器を実店舗等に複数台数設置して行う大規模なものから、小規模なものまで、実施規模も実証テーマも多岐にわたる。

従って、アウトプット指標については、採択案件毎に個別に設定している技術実証テーマの達成状況で判断することとしている。

平成27年度末までに、延べ35件の応募があり、うち27件を採択した。

各年度の実証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
平成26年度	3	3
平成26年度(補正)	2	2

表3 実証分野別件数

技術実証の分野		件数
冷凍冷蔵設備の運用技術	CO2	13
	NH3、二元式	6
	その他	3
ノンフロン冷凍機実用化		2
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		2

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92万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】

R-22を使用したカット野菜のフリーザーを順次自然冷媒への転換を検討するにあたり、運転上の特徴である長時間運転と急激な負荷変動について、代替フロン従来品と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年間消費電力量比較で25%以上の省エネルギー性も確認された。

②1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。

③CO₂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CO₂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、代替フロン機による予測値と比較した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 $-5\sim 25^{\circ}\text{C}$ 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、代替フロン機における消費電力量の試算値と比較すると、電力量から換算するCO₂排出量で比較して平均して約40%のCO₂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CO₂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 $5\sim 20^{\circ}\text{C}$ 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CO₂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CO₂冷凍機および排熱回収用CO₂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。

実証の結果、平均して40%前後以上の省エネ性が確認できた。

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CO₂冷凍機システム置換導入の工程開発とCO₂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CO₂ 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、異なる温度システムを一つの冷媒システム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、現場的評価のため全国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】

二元式冷凍機の普及が進んでいない水産産地型バッチ式急速凍結庫において、NH₃ 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】

従来型の NH₃ 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ユ圧縮機を採用し、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。

③CO₂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CO₂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CO₂冷凍機システムの冷蔵冷凍系統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CO₂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CO₂ 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(CO₂ 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。

②CO₂ 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さずシステムとした。

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CO₂ 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。

(5)平成26年度の成果

平成26年度の事業においては、3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、3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冷媒を用いた輸送用冷凍機の実用化実証

【技術実証課題】

低温冷凍冷蔵機器の主要冷媒として使用されているR404Aの低GWP冷媒への代替を目指し、輸送用冷凍冷蔵機器のうち海上コンテナ冷凍機についてHFO系低GWP冷媒に代替した機器の実証を行った。

【実証成果】

冷媒としてR404Aを使用した海上コンテナ冷凍機の低GWP化を図るため、HFO系の代替冷媒候補を選定するとともに、当該冷媒を実装したコンテナ用冷凍機を実装し、実環境での運転試験を行った。

実証の結果、外気温の変動に応じて機器制御、温度維持がR404A機器と同等に安定して運転できることが確認された。

また本機器は実証終了後も引き続き半年程度継続して運転し、機能部品の耐久性評価を行った。

②加熱調理品凍結装置におけるヒートポンプ活用技術実証

【技術実証課題】

冷凍食品工場における高温加熱調理品の凍結プロセスにおける着霜低減と冷凍負荷の軽減を図るためヒートポンプ予冷装置を付加しCOPの向上を目指したノンフロン冷凍機の実証を行った。

【実証成果】

従来の冷凍食品製造プロセスでは、高温の加熱調理品を直接凍結装置に投入していたため、大量の着霜により凍結装置の能力低下と除霜のための運転停止が発生していた。

これを凍結装置と一体運転できるヒートポンプ予冷装置を付加することにより凍結装置の着霜を抑制しCOPを改善し連続運転時間を延長させるとともに、ヒートポンプでの予冷による熱交換で生じた熱を洗浄用等の温水製造に使用することで工場全体の省エネルギー化にも貢献した。

③冷凍食品製造用ノンフロン冷凍機の導入技術実証

【技術実証課題】

冷凍食品工場における小型分散型フロン冷凍機の代替の新型大型ノンフロン冷凍機が想定どおりの冷凍能力、負荷変動追従能力があるかについての実証を行った。

【実証成果】

本工場においては、冷凍食品の製造用小型分散型フロン冷凍機(2台×2系統)の代替として、同等能力の大型ノンフロン冷凍機1台による運転を検討した。

当該ノンフロン冷凍機は、 -32°C での運転実績はあったが、本工場で要求される -42°C で安定した運転ができるか、代替対象フロン機と同等の運転、負荷変動追従が可能か、実証を行ったところ、フロン機と同等の立ち上がり、フロン機より温度変化が少なく安定して設定温度を維持でき、製品投入がない無負荷状態から最大負荷までの負荷変動への追従性も高いことが実証され、安定した運転が可能となる結果COPも20%以上向上した

(6)平成26年度(補正予算分)の成果

平成26年度補正予算分の事業においては、2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、2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真空凍結乾燥設備におけるNH₃/CO₂冷凍機技術実証

【技術実証課題】

本工場においては、フリーズドライ製品の製造用小型分散型フロン冷凍機の代替として、同等能力の大型ノンフロン冷凍機1台による運転を検討した。

フリーズドライ製品の製造工程においては、急激な負荷の上下動への追従や、工程終期の低負荷状態においても工程の真空度維持や機器保護等のため冷凍機の頻繁な起動・停止は好ましくなく低負荷運転の維持が望ましい等、柔軟かつ特殊な運転条件が求められるため、これらの条件に対応できるかについて実証を行った。

【実証成果】

ノンフロン冷凍機が製品品質規格を満たせる凍結乾燥能力を持つことを確認した上で、同一の運転条件でフロン機とノンフロン機の運転状況を比較したところ、フロン機は低負荷の場合も含めて全体に高い電力量負荷を維持しながら負荷変動に対応しているのに対し、ノンフロン機は負荷曲線に概ね沿った形での電力量負荷であり、より効率的な運転制御がなされていると認められた。

またこの結果、1プロセスにおける使用電力量も、10%を大きく超えて低減され、省エネルギー効果とこれに伴うCO2 排出量の削減も確認できた。

②R410Aの高精度再生及び組成再調整等技術の実証

【技術実証課題】

R410Aの新規生産を抑制することによる温室効果ガス排出削減を目指し、空調機器から回収されたR410Aだけを使用して高品質の再生R410Aを精製する機器技術の実証を行った。

【実証成果】

組成確認済みの回収R410Aを一定条件で蒸留し、蒸留留分を段階的に区分し、一部を組成調整に使用することで規定の規格に適合する品質確保を図ることとした。

実運転では計画より単位時間当たり処理量を落としたが、最終製品として規定の品質を保持した再生R410Aを製造できた。

今後、更に効率の高い蒸留条件や混合手法を検討する。

3. 当省(国)が実施することの必要性

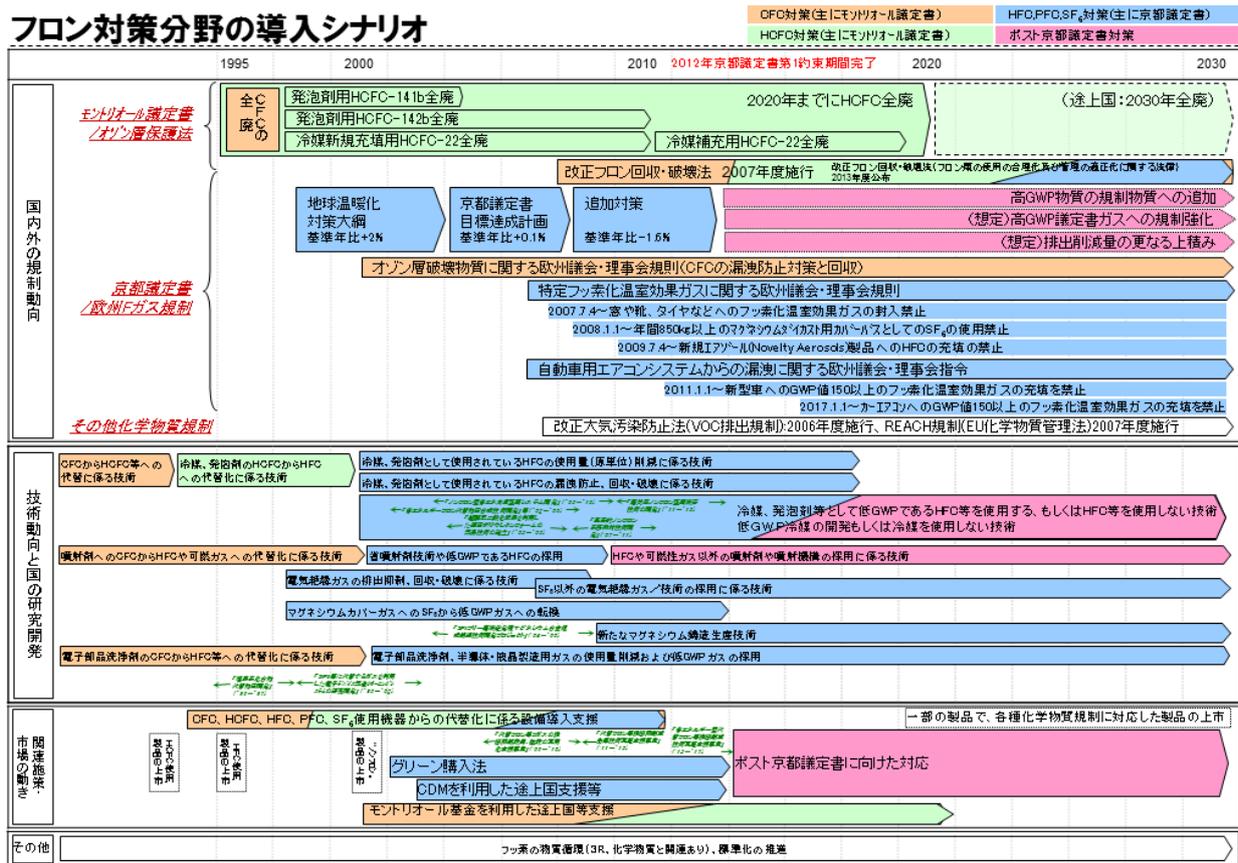
ノンフロン化を含む先進的フロン類排出削減技術は、安全性・省エネ性の点で従来からのフロン技術との比較においてトレードオフの関係になることが少なくない。技術開発により既存のフロン機器と同等の性能を達成したとしても、フロン機器と比べ割高なノンフロン機器の導入は、ユーザー側の導入インセンティブはほとんどなく、技術的にもフロン機器から大きな変更なく転換することは難しいケースも多く、単に市場原理に委ねるのみではノンフロン技術の普及は困難である。

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フィールドテストを進めることによって、これらノンフロン技術の商業化を支援・促進し、先導的なノンフロン機器の自律的な導入・普及を図ることが必要である

4. 事業アウトカム達成に至るまでのロードマップ

本事業の実施中は、次のような導入シナリオを想定して事業を遂行していた。

フロン対策分野の導入シナリオ



また、事業開始から現在に至るまでに、平成25年4月にフロン使用機器の管理者にも点検などの管理を義務づけるフロン排出抑制法の改正、施行や、温暖化抑制のための長期目標を定めること等を定めたパリ協定が平成27年12月に採択された。

さらに、平成28年10月のモントリオール議定書締約国会議(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改正案が決議された。

本改正では、先進国については、代替フロンの生産・消費量を、2011-2013年の平均を基準として、2019年に規制を開始し、2036年までに85%分を段階的に削減する等のことが合意された。

我が国においては、フロン排出抑制法に基づく取組を着実に進めれば、2025年までの削減目標の達成は可能であり、2025年以降の削減目標についても、研究開発を進めて行けば、十分に達成可能と見込まれている。

本事業は、冷凍空調機器の低GWP化・ノンフロン化に向けた民間の取組を支援するものであるが、今後のHFC削減の支援を行う意味でも重要である。

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が、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4 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

5. 制度の実施・マネジメント体制等

本技術実証事業は、事業管理団体を公募により選定した上で、応募事業者及び当該管理団体と利害関係のない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、実証事業の実施者を決定している。

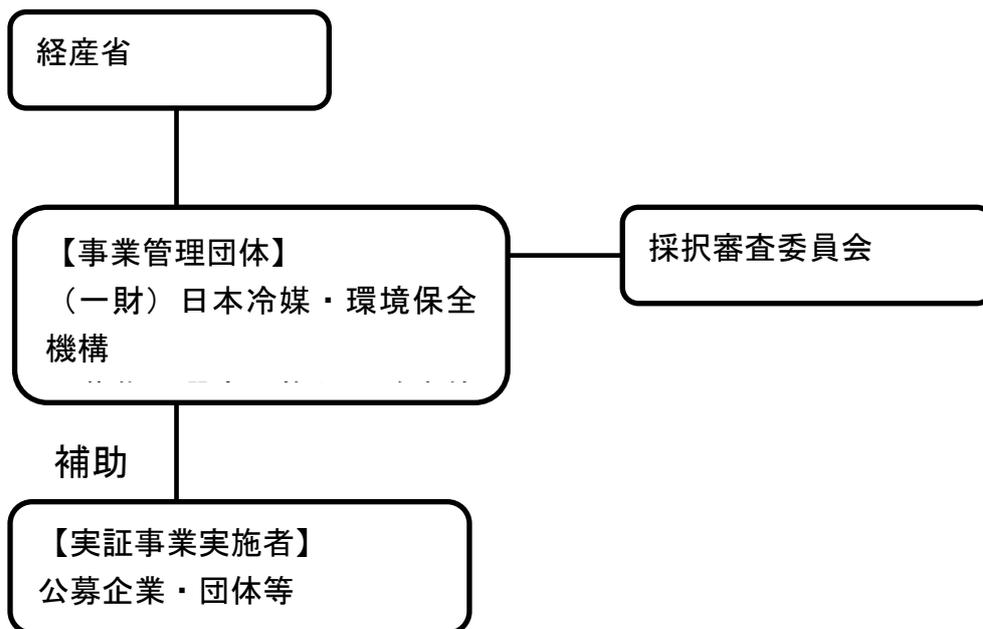
公募課題は広範・多種多様であり、審査に当たっては個々の応募課題が技術実証課題として有意なものであるか、1年間で実証可能な技術課題であるか等について技術的な検証を行っている。（有識者は、定期的に一定数の入れ替えを行っている）

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（1/2～2/3）を補助対象事業者に負担を求めている。

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CO2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。

平成22年度から平成27年度まで、事業管理団体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。

図2 実施体制



本事業では、事業創設当初は補助率 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が、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等を実施している。

- 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補助率の策定に当たり、計画の実現性の精査をするとともに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。
- ③業務管理費の削減。

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）における指定製品制度において定めた、製品群ごとの目標値・目標年度の早期達成に資するため、ノンフロン製品本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対象とすることと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、効果的な予算の活用に努め実施してきた。

事業期間中の交付実績は、以下のとおり。

表 5

（単位：千円）

	平成 22 年度	平成 23 年度	平成 24 年度	平成 25 年度	平成 26 年度	平成 26 年度 (補正)
交付額	493, 411	394, 400	319, 199	123, 234	117, 237	91, 703

6. 費用対効果

概ね 1 年程度で実証可能な技術実証を対象とする本事業は、多様な分野の様々な段階の技術実証が含まれ、統一的な数値目標で事業アウトカムやアウトプットの設定を標記することは困難であるとして、事業アウトカム指標については、「産業用途で使われるガス(HFC等)の排出を削減する機器等の市場ベースでの普及を可能とする技術の確立及び製品の普及」とし、アウトプット指標については、採択案件毎に個別に設定している技術実証テーマの達成状況で判断することとしてきた。なお、事業実施途中(平成26年度及び27年度)に事業毎のアウトカム指標を追記・修正し、「採択実証機器によりライフサイクルで削減できると見込まれる CO2 排出の削減量」を追加した。

技術実証毎の目標として、冷凍冷蔵設備の運用技術に関わる実証の多くはノンフロン機の導入に伴うフロン機と異なる冷凍能力や運転上の課題解決を設定し、実証を行った結果、それぞれの設定課題を解決し、導入企業等の生産性向上やノンフロン類への転換等に伴う CO2 排出量の削減に効果を挙げている。

なお、実証終了後は5年間継続してCO2 削減量を追跡することとしており、採択27事業による削減量として、導入後5年間で合計92万CO2 トンが見込まれている。(ライフサイクルにおけるCO2 排出削減量の算出には、将来的に導入予定の同一機種合計や、事業化後の

機器等の販売見通しに基づく削減効果も含まれるが、補助対象に係る直接的削減効果のみ算定の前提として試算した。)

①事業化事例

本実証事業で技術実証を行ったもので事業化に至ったものの代表例として、フロン再生装置導入による代替フロン(HFC)再生事業(平成25年度採択)が挙げられる。

当該事業は、事業終了後、平成26年1月の第38回冷凍・空調・暖房展においてシステムが展示された後、社内試験を経て同年12月に外部販売が開始されており、社内導入も含めて、現在までに合計7基が納入済みである。事業化による効果は、システム1式の標準的価格から概算すると、自社納入部分も含め、およそ2億円以上の波及効果と推測される。

②波及効果

一定程度定量的な算定が可能なもので、波及効果の大きかった代表例としては、大手コンビニエンスストアチェーンにおけるCO₂ 冷媒冷蔵ショーケースの実証事例(平成23年度採択)が挙げられる。

本事例は、大手コンビニエンスストアチェーンにおいて、気候条件の異なる日本各地の50店舗にCO₂を冷媒とする冷蔵ショーケースを導入し、冷却能力が厳しくなる夏期における安定的運用の確認、CO₂ 排出量の削減等を目的としてフィールドテストを実施したものであった。

実証試験の結果、運用上特段の問題も生じず、冷却能力は気候条件に大きく左右されず、省エネルギー効果も見込めることが判明。引き続き、本事業と「省エネルギー型代替フロン等排出削減技術実証支援事業」においてさらなる実証を進めた結果、ノンフロン化と省エネルギーの両立が実証され、2014年8月以降の新設店舗で標準として設置されることになり、2016年9月時点で1,600店舗以上に導入されている。

このケースは、当該機器が新設店舗における標準仕様とされた以降は、環境省の補助金を受けて導入しているケースもあり、本事業のみの効果とは言えないが、本実証事業での実証が導入の大きな契機と考えられるので、その波及効果を、直近の平均的導入費用等から概算すると、およそ120億円以上の波及効果と推測される。