

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)
技術評価結果報告書 (終了時評価)

(案)

平成29年2月

産業構造審議会産業技術環境分科会

研究開発・イノベーション小委員会評価ワーキンググループ

はじめに

研究開発の評価は、研究開発活動の効率化・活性化、優れた成果の獲得や社会・経済への還元等を図るとともに、国民に対して説明責任を果たすために、極めて重要な活動であり、このため、経済産業省では、「国の研究開発評価に関する大綱的指針」（平成24年12月6日、内閣総理大臣決定）等に沿った適切な評価を実施すべく「経済産業省技術評価指針」（平成26年4月改正）を定め、これに基づいて研究開発の評価を実施している。

経済産業省において実施している代替フロン等排出削減先導技術実証支援事業は、CO₂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る代替フロン等4ガス（HFC、PFC、SF₆、NF₃）について、その排出削減・抑制を図るため、現状では割高なノンフロン機器の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に対する補助を行い、先導的なノンフロン機器の導入・普及の支援を図るため、平成22年度から平成27年度まで実施したものである。

今般、省外の有識者からなる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）終了時評価検討会（座長：飛原 英治 東京大学大学院新領域創成科学研究科教授）における検討の結果とりまとめられた。「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）技術評価結果報告書（終了時評価）」の原案について、産業構造審議会産業技術環境分科会研究開発・イノベーション小委員会評価ワーキンググループ（座長：小林直人 早稲田大学研究戦略センター副所長・研究院副研究院長 教授）において、審議し、了承された。

本書は、これらの評価結果を取りまとめたものである。

平成29年2月

産業構造審議会産業技術環境分科会

研究開発・イノベーション小委員会評価ワーキンググループ

産業構造審議会産業技術環境分科会

研究開発・イノベーション小委員会 評価ワーキンググループ

委員名簿

座長	小林 直人	早稲田大学研究戦略センター副所長・研究院副研究 院長 教授
	大島 まり	東京大学大学院情報学環教授 東京大学生産技術研究所教授
	亀井 信一	株式会社三菱総合研究所政策・経済研究センター長
	齊藤 栄子	三菱ＵＦＪリサーチ＆コンサルティング株式会社 政策研究事業本部主任研究員
	高橋 真木子	金沢工業大学大学院イノベーションマネジメント 研究科教授
	津川 若子	東京農工大学大学院工学研究院准教授
	西尾 好司	株式会社富士通総研経済研究所上席主任研究員
	浜田 恵美子	元・名古屋工業大学大学院教授
	森 俊介	東京理科大学理工学部経営工学科教授

代替フロン等排出削減先導技術実証支援事業

終了時評価検討会

委員名簿

座長	飛原 英治	東京大学大学院新領域創成科学研究科教授
	青柳 一弘	日刊工業新聞編集局第二産業部編集委員
	阿部 正道	独立行政法人新エネルギー・産業技術研究開発機構 環境部主任研究員
	田村 正則	独立行政法人産業技術総合研究所触媒化学融合 研究センター総括研究主幹
	松田 憲兒	一般社団法人日本冷凍空調工業会参事・技術部長

(敬称略、座長除き五十音順)

代替フロン等排出削減先導技術実証支援事業

技術評価に係る省内関係者

【終了時評価時】

(平成28年度)

製造産業局 オゾン層保護等推進室長 米野 篤廣 (事業担当室長)

大臣官房参事官 (イノベーション推進担当)

産業技術環境局 研究開発課 技術評価室長 竹上 嗣郎

【中間評価時】

(平成26年度)

製造産業局 オゾン層保護等推進室長 大木 雅文 (事業担当室長)

大臣官房参事官 (イノベーション推進担当)

産業技術環境局 研究開発課 技術評価室長 福田 敦史

代替フロン等排出削減先導技術実証支援事業

終了時評価の審議経過

【終了時評価】

- ◆産業構造審議会産業技術環境分科会研究開発・イノベーション小委員会評価ワーキンググループ（平成28年2月24日）
 - ・技術評価結果報告書（終了時評価）について
- ◆「代替フロン等排出削減先導技術実証支援事業」評価検討会
第1回評価検討会（平成28年1月30日）
 - ・事業の概要について
 - ・評価の進め方について
第2回評価検討会（平成29年2月13日）
 - ・技術評価結果報告書（終了時評価）について

【中間評価】

- ◆産業構造審議会産業技術環境分科会研究開発・イノベーション小委員会評価ワーキンググループ（平成27年2月27日）
 - ・技術評価結果報告書（中間評価）について
- ◆「代替フロン等排出削減先導技術実証支援事業」評価検討会
第1回評価検討会（平成26年12月25日）
 - ・事業の概要について
 - ・評価の進め方について
第2回評価検討会（平成27年2月9日）
 - ・技術評価結果報告書（中間評価）について

目 次

はじめに

産業構造審議会産業技術環境分科会研究開発・イノベーション小委員会評価ワーキンググループ

委員名簿

代替フロン等排出削減先導技術実証支援事業 終了時評価検討会 委員名簿

代替フロン等排出削減先導技術実証支援事業 技術評価に係る省内関係者

代替フロン等排出削減先導技術実証支援事業 終了時評価の審議経過

目次

	ページ
I. 研究資金制度プログラム概要・・・・・・・・・・・・・・・・	1
1. 事業アウトカム・・・・・・・・・・・・・・・・	8
2. 制度内容及び事業アウトプット・・・・・・・・	8
3. 当省（国）が実施することの必要性・・・・・・・・	20
4. 事業アウトカム達成に至までのロードマップ・・・・・・・・	20
5. 制度の実施・マネジメント体制等・・・・・・・・	22
6. 費用対効果・・・・・・・・	23
II. 外部有識者（評価検討会等）の評価	
1. 事業アウトカムの妥当性・・・・・・・・	25
2. 制度内容及び事業アウトプットの妥当性・・・・・・・・	26
3. 当省（国）が実施することの必要性の妥当性・・・・・・・・	27
4. 事業アウトカム達成に至までのロードマップの妥当性・・・・・・・・	29
5. 制度の実施・マネジメント体制等の妥当性・・・・・・・・	30
6. 費用対効果の妥当性・・・・・・・・	31
7. 総合評価・・・・・・・・	32
8. 今後の研究開発の方向等に関する提言・・・・・・・・	33
III. 評点法による評点結果・・・・・・・・	36
IV. 産業構造審議会評価ワーキンググループの所見及び同所見を踏まえた改善点等・・	37

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）
技術評価結果報告書（終了時評価）

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			
<u>研究資金制度プログラムの目的・概要</u> 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： 実証の結果ライフサイクルでのCO ₂ 排出削減予想量を達成できると見込まれる採択件数		
事業開始時（22年度）（件）	計画：7（累計 7）	実績：7（達成見込）（累計 7）
中間評価時（25年度）（件）	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）（件）	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 2 2）
終了時評価時（27 年度）	計画： 2	実績： 2（累計 2 7）

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。

このため、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 2 7 年度末までに、延べ 3 5 件の応募があり、うち 2 7 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】達成度（達成）

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】達成度（達成）

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】達成度（達成）

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、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】達成度（達成）

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】達成度（達成）

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】達成度（達成）

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】達成度（達成）

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】達成度（達成）

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】達成度（達成）

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变化を求めた。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】達成度（達成）

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つ

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】達成度（達成）

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】達成度（達成）

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】達成度（達成）

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】達成度（達成）

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】達成度（達成）

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】達成度（達成）

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】達成度（達成）

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】達成度（達成）

HFC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】達成度（達成）

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】達成度（達成）

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】達成度（達成）

庫内クーラー内にデフロスト専用コイルを設け、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】達成度（達成）

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】達成度（達成）

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】達成度（達成）

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通りの冷凍能力、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】達成度（達成）

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】達成度（達成）

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】達成度（達成）

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

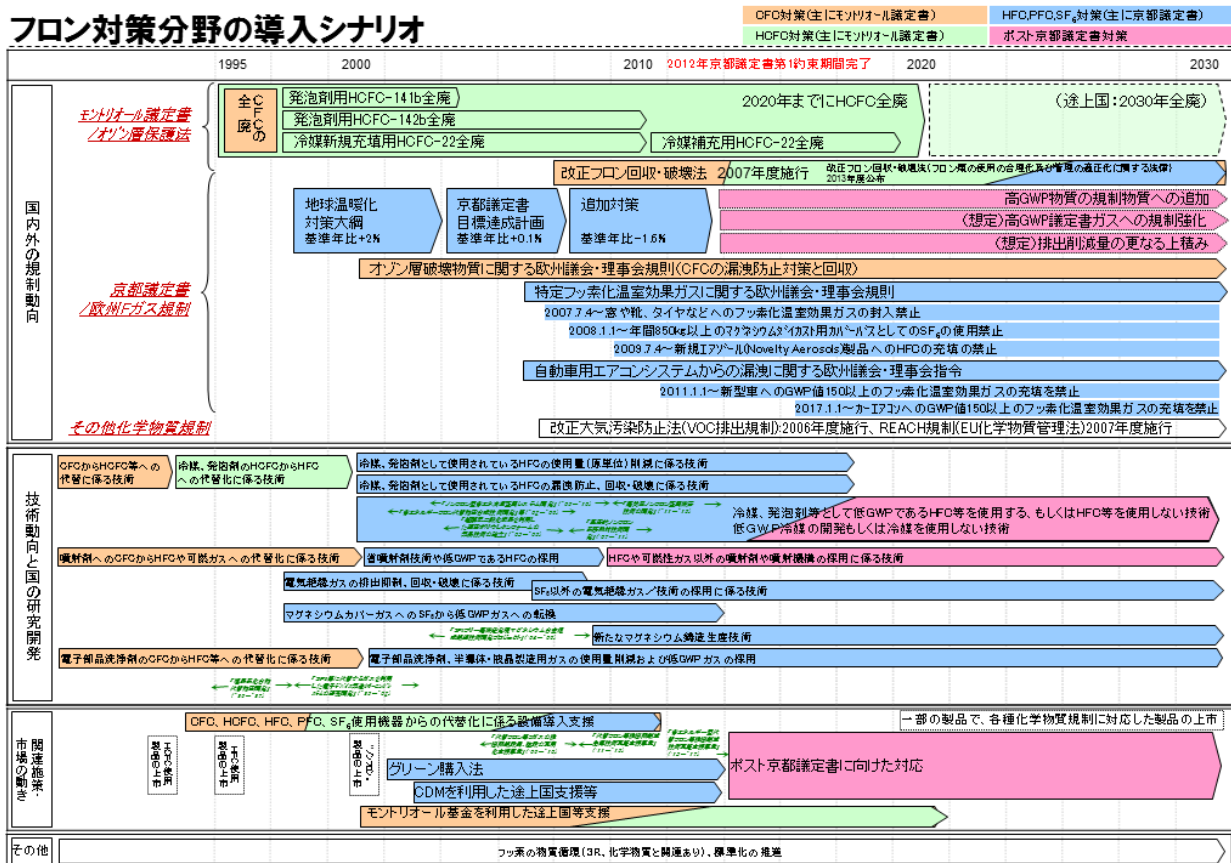
ノンフロン化を含む先進的フロン類排出削減技術は、安全性・省エネ性の点で従来からのフロン技術との比較においてトレードオフの関係になることが少なくない。技術開発により既存のフロン機器と同等の性能を達成したとしても、フロン機器と比べ割高なノンフロン機器の導入は、ユーザー側の導入インセンティブはほとんどなく、技術的にもフロン機器から大きな変更なく転換することは難しいケースも多く、単に市場原理に委ねるのみではノンフロン技術の普及は困難である。

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結国会議(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。

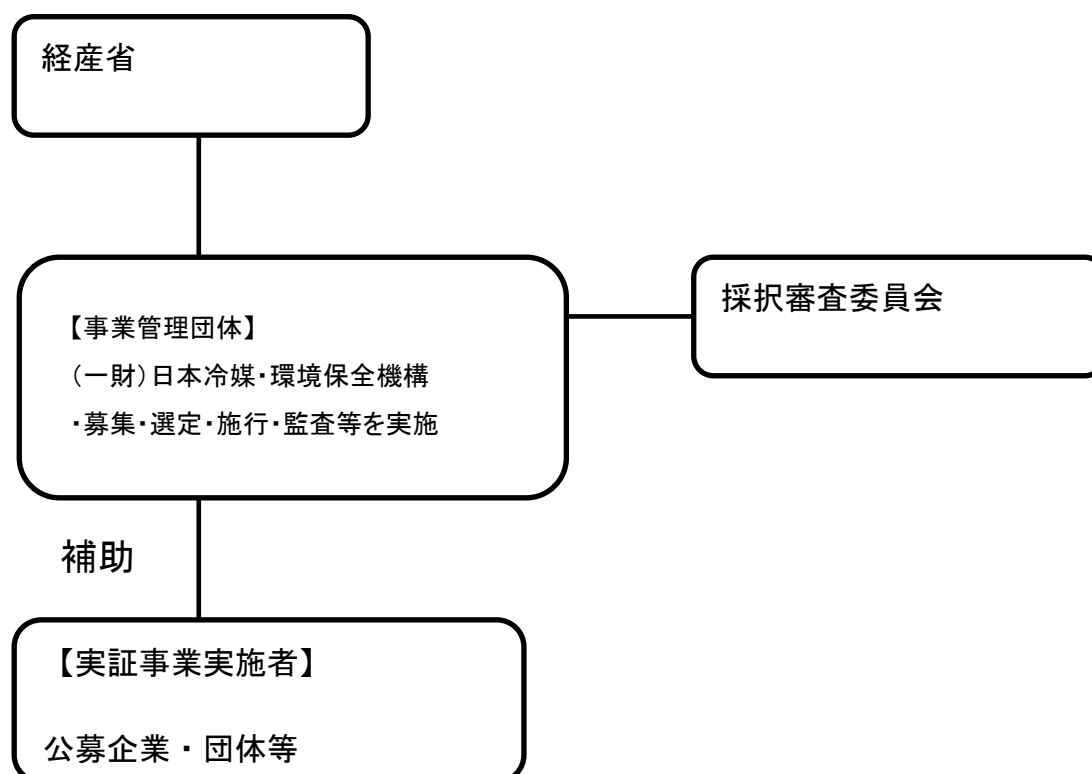
公募課題は広範・多種多様であり、審査に当たっては個々の応募課題が技術実証課題として有意なものであるか、1 年間で実証可能な技術課題であるか等について技術的な検証を行っている。（有識者は、定期的に一定数の入れ替えを行っている）

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も努め実施してきた。

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の合計や、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。

Ⅱ. 外部有識者（評価検討会等）の評価

1. 事業アウトカムの妥当性

これまで代替フロン等の温室効果ガスが用いられてきた分野について、ノンフロン化を目指すことはコスト面でもリスクが高く、実用化に向けた先導的なものに対し実用化・普及を目的としたアウトカム設定は、我が国産業の国際競争力強化にもつながり評価できるものである。

実証事業によるCO₂削減見込み量を指標に設定したことも事業アウトカムの明確化に有効である。

なお、本事業のアウトカムが我が国全体のCO₂削減量に貢献する程度の明確化等、他の指標、事業等との関係性を提示できるものであればよりよいものになったと考えられる。

【肯定的所見】

- ・（A委員）本事業はこれまで代替フロン等の温室効果ガスが使われてきた多様な分野・用途において、技術的にノンフロン化できることを実証することなどが目的であり、採択された27件いずれも問題点の抽出を含め、実用化に資する成果を得ている。
- ・（B委員）本事業の最終的な目的は地球温暖化抑止であり、これは可及的速やかな対策が必要な環境問題であることから急務である。従って、温室効果ガスである代替フロン等4ガスの排出削減を可能とする技術の確立及び製品の普及をアウトカムとすることは極めて妥当であると考えられる。
- ・（C委員）ノンフロン・低GWP技術は開発されつつあるが、この普及はまだこれからであり、民間で行うにはコスト面などリスクが高い。COP17、モントリオール議定書改正など、国際的にも代替フロン等排出削減の要請は強まっており、事業アウトカムは妥当である。指標と目標値は、個別課題を公募して進めるという制度のため当初は定量的な設定はできなかったが、CO₂排出削減量という指標を設定することでより明確化されたと評価できる。
- ・（D委員）将来的な冷媒の低GWP化に備えた先導的な実証事業であって、わが国産業の国際競争力強化につながるものである。目標設定も妥当であると判断される。
- ・（E委員）【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う。】との理念で行った事業は評価できるものである。特に、施工性やメンテナンス性など普及するうえでもボトルネックになる領域にも目を向けたことは有意義であった。

指標目標値として【ライフサイクルで削減できると見込まれるCO₂排出量の削減】としたことは、単にノンフロン化でGWP値が小さいものを採用すればよいとの判断にならない点は評価できる。

採用された事業は、上記の観点に沿った提案案件であり、事業のアウトカムを認識したものであった。

【問題あり・要改善とする所見】

- ・（Ａ委員）特に大きな問題点は見当たらない。強いて言えば、当初は本事業の趣旨が理解されなかったようで、平成２５年度から対象範囲の拡大を明確化する必要に迫られたことか。
- ・（Ｂ委員）アウトカム指標の一つとして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 排出の削減量としているが、本事業全体のアウトカムとして、我が国の CO2 削減目標に対しての貢献の度合いを示すことができたならなお良かった。
- ・（Ｅ委員）個々の事業の繋がりが見られないため、得られた成果を展開することが難しいのではないか。

特に、CO2 冷媒を使用した機器での事業が多いのであれば、CO2 冷媒機器を施工・整備・運用することの課題と対策やその効果など、今後の CO2 冷媒機器を導入する者に役立つ情報発信が必要ではないか。

２．制度内容及び事業アウトプットの妥当性

本制度は冷凍機・断熱材の製造設備の実用化から回収装置の実証まで、幅広い分野、また実証規模も異なる様々な分野の実証を対象として着実に行うもので、個別の案件毎に内容、課題等を定めて管理しており、アウトプットとして妥当であるものと考えられる。

なお、実証の結果や明らかになった課題等の公開方法の改善により、さらに効果的な事業になったと考えられる。

【肯定的所見】

- ・（Ａ委員）本事業はすでに事業化に至った代替フロン等の再生を始め、代替フロン等４ガスの排出抑制に資する多様な技術を社会実装に向けて着実に推し進めた。こうした取り組みは国内における温室効果ガス削減にとどまらず海外への技術移転による国際貢献、環境ビジネス振興にもつながるものと期待される。
- ・（Ｂ委員）本事業の最終的な目的は地球温暖化抑止であり、これは可及的速やかな対策が必要な環境問題であることから急務である。従って、温室効果ガスの排出削減技術（ノンフロン技術）の速やかな普及を目標とすることは極めて適切であると考えられる。

本事業の目標は代替フロン等４ガスの排出抑制技術全般が対象であるが、実施テーマとしては冷凍冷蔵設備運用技術分野、ノンフロン冷凍機実用化分野、ノンフロン断熱材製造設備実用化分野、及びフロン回収・再生設備実用化分野と、幅広い技術実証分野を対象に実施しており、当該分野の技術実証としては妥当である。

各実証テーマにおける課題は全て達成していることから、成果及び目標達成度は妥当と考えられる。

- ・（Ｃ委員）実証課題毎に内容、指標・目標を決めて推進するという制度であり、各課題についてそれぞれ適切に定められていると考える。また、成果についても、各々目標を達成しており、妥当なものと思われる。

・(D委員) 自然冷媒や低 GWP 冷媒を導入し、その技術的問題点の抽出に重点が置かれており、事業者にはユーザが多い。その点で、特許出願がないが、やむを得ないことであろう。また、冷媒再生技術開発など、日が当たりにくい分野の技術開発が支援され、冷媒の大気放出削減に向けた取り組みがなされている。

・(E委員) 【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也多岐にわたる。】とあり、多くの実証結果で省エネ性があることが確認されたことは、今後の設備やシステム導入の際の良い情報発信となると思われる。

【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。】とあり、得られた成果を継続的にしかも定量的に算出したことは評価できる。

【問題あり・改善とする所見】

・(A委員) 特に大きな問題点・改善点は見当たらない。採択案件の多くは要素技術がほぼ確立されており、事業化は今後の改善と市場環境次第だと思われる。

・(C委員) 成果については、可能な限りで公開し、結果や今後の課題を共有していただきたい。

・(D委員) 事業者の成果報告書の公開が十分でなく、この事業の成果が広く知られるようになっていないのは残念である。

・(E委員) 個々の事業のアウトプットで、設定された課題に対し解決できたことや省エネ性も確認できたことなど、成果があったこののみが記載されている。しかし、市場での普及状況から推察すると、その後の機器メーカーの技術の展開やユーザーの機器導入の促進などが十分できていないのではないかとと思われる。このギャップは、本事業で得られた成果だけではなく、多くの課題が残されたままになっているのではないかと推察される。事業終了時の課題やその後5年間継続したフォローで発生した課題など、普及への課題を明確にすることにより、さらに必要な“代替フロン等排出削減先導技術実証支援事業”が出てくるのではないかと。

3. 当省(国)が実施することの必要性

地球温暖化対策は今後とも不可欠なものであるが、代替フロン分野においては、温室効果物質の削減のみを目的としたノンフロン化は単にコストアップ要因となることが多く、市場原理に任せたままでの普及は進みにくい。このことから、実際に機器を使用するユーザーとメーカーが共同してオープンに技術実証を行う取組みを国が支援することは有用かつ不可欠である。

なお、国が支援すべき分野であったことから、中堅企業を含む業界全体の技術の底上げの取り組みや、実証結果の普及・公開方法の改善が行われればさらに効果的であったと考える。

【肯定的所見】

- ・（Ａ委員）地球温暖化対策は不可避であり、フロン類に続いて代替フロン等の排出削減に資する取り組みを支援して推し進めた本事業を高く評価したい。先見性があったと思う。
- （Ｂ委員）温室効果ガスの排出削減は急務であり国として取り組むべき事業である。一方、温室効果ガスの排出削減に係る技術導入（低温室効果冷媒への転換）を速やかに進めるべきであるが、冷媒転換はコストアップ要因となり事業者にインセンティブが働きにくく、市場原理のみでは普及スピードは上がらないため、国の支援が不可欠と考えられる。
- ・（Ｃ委員）ノンフロン・低 GWP 技術は開発されつつあるが、安全性、省エネ性の観点からまだ割高である。また、冷媒等の入れ替えだけではなく従来機器とは異なる機器の導入が必要であり、これらに対する民間企業側のインセンティブは考えにくい。この点から、国による実施が必要である。
- ・（Ｄ委員）環境への取り組みについては、外部経済的要素が強いので、法規制などの強制力がなければ加速されない。本プロジェクトのように環境規制の先導的な段階においては、国の関与（実施）が不可欠である。
- ・（Ｅ委員）市場原理に委ね、先導技術実証による効果の確認が無いままでは、ノンフロン技術の普及は困難であることから、これを支援・促進するには国の関与が不可欠である。特に、効果の確認を行うのは、実際にその機器を導入する者による良い評価が出てこない、市場ではなかなか認知されないのが現状である。また、先導的な技術開発にも多額の費用がかかることから、機器メーカーとユーザーとが共同して実証事業を行える場を国が支援することは、広く普及促進するには大いに役立つ。

逆に、機器メーカーとユーザーの間でクローズされた場で実証され良いものが開発された場合には、すぐに市場へ展開することが難しくなる。

【問題あり・要改善とする所見】

- ・（Ａ委員）特に大きな問題点は見当たらない。あえて改善点を挙げるならば、主に代替フロン類を冷媒に使う冷凍空調機器業界は大手ばかりでなく専門の中堅メーカーも多いことから、業界全体を技術的に底上げする施策も必要だと思う。
- ・（Ｅ委員）国が実施する意義は、出てきた成果が早く市場に展開されることでもあるが、現段階での個々の事業成果をいち早く知ることが困難な状況にあるように思える。具体的な成果の見える化を図るべきと思います。

4. 事業アウトカム達成に至るまでのロードマップの妥当性

本事業を遂行する上で、関連する国際的規制や、国内規制、技術動向等を踏まえ、我が国としての代替フロン削減の方向性も踏まえたもので、本事業のアウトカム達成を念頭に置くと妥当なものであったと考えられる。

なお、今後、同様の事業実施のためにロードマップを見直すとすれば、最近のモントリオール議定書の改定に伴う動きや、国際的な標準、安全性評価の動きも踏まえて柔軟な改定ができればよりよいものになると考えられる。

【肯定的所見】

- ・（Ａ委員）ロードマップに基づく代替フロン等の排出を削減する機器の普及に向けた技術実証という点で、事業化まで至った事例もあり評価できる。目標値についても採択２７件で実証事業終了後、５年間で合計９２万トンの二酸化炭素（ＣＯ２）削減効果が見込まれている。
- ・（Ｂ委員）国際的な規制であるパリ協定及びモントリオール議定書の HFC の生産・消費量削減に係る改正、また国内規制であるフロン排出抑制法の施行を踏まえ、それらを達成することに資する取り組みとなっている。
- ・（Ｃ委員）代替フロン等排出削減については、国際条約に基づき国としての対策シナリオを作成しており、周辺状況にも応じて改定され、研究開発が進められてきた。極めて妥当なものとする。削減目標については、本事業だけで判断できるものではないと思うが、各種取り組み、研究開発によって達成されると期待する。
- ・（Ｄ委員）ロードマップは適切と判断される。
- ・（Ｅ委員）【国内外の規制動向、技術動向と国の研究開発、市場の動き関連施策】の主要な要素のロードマップが明記されている。

【問題点・改善とする所見】

- ・（Ａ委員）特に問題は見当たらない。国内外の規制動向に合わせてフォローしていく必要がある。
- ・（Ｂ委員）冷媒選択は国際的な市場動向の影響を強く受けるため、グローバルな市場動向を踏まえていたらなお良かった。
- ・（Ｃ委員）パリ協定やモントリオール議定書改定により削減目標は厳しくなる方向であり、今後、これに対応したさらなる開発や施策が考えられるのであれば、シナリオに反映されることを期待する。
- ・（Ｅ委員）ロードマップには国際標準化や安全性基準の策定などの項目が見当たらない。しかし、ノンフロン機器を普及する際のボトルネックにもなる、これらの項目も視野に入れておく必要がある。

5. 制度の実施・マネジメント体制等の妥当性

第三者委員会による技術的審査を経た採択や、事業終了後の審査、フォローアップ調査など、事業管理団体である一般財団法人日本冷媒・環境保全機構による事業管理体制は概ね適切であったものと考えられる。

事業終了後明らかになった課題やフォローアップの内容を公表する体制を整え、さらに効果的な実施ができたと考えられる。

【肯定的所見】

- ・（A委員）事業管理団体の日本冷媒・環境保全機構により概ね適切に実施・管理された。平成25年度から事業の対象範囲を広げたことも良い結果になっている。
- ・（B委員）実施者への資金配分は、テーマの必要性に応じて補助率を調整するとともに、その見直しを適時実施しており、適切に実施していると評価できる。
事業終了後にCO2削減効果についてフォローアップを実施していることは、波及効果をフォローする意味でも重要である。
- ・（C委員）事業前半の実施テーマ件数としてはCO2冷媒の冷凍冷蔵設備運用技術分野が半数以上となっており成果が偏っている感があったが、事業後半は分野が分散しており、中間評価を反映した運営をしてきたと評価できる。
個別の実証事業を公募、技術審査によって選定し、終了時に評価審査やフォローアップを実施している。情勢に応じた見直しもされており、実施・マネジメント体制は妥当である。知財戦略や事業終了後の実施・マネジメント体制は、個々の実施毎に検討されればよいと思われる。
- ・（D委員）一般財団法人日本冷媒・環境保全機構は冷凍空調分野の製造者、ユーザー、廃棄業者等の動向を熟知しており、プロジェクトを適切かつ効率的に運営するうえで、有効であったと判断される。
- ・（E委員）【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】や【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】とあり、事業採用可否や事業終了後のフォロー体制はあると思われる、

【問題あり・要改善とする所見】

- ・（A委員）特に大きな問題点は見当たらない。繰り返しになるが強いて言えば、当初は本事業の趣旨が理解されなかったようで、平成25年度から対象範囲の拡大を明確化する必要に迫られたこと。
- ・（B委員）事業終了後のフォローアップの結果から課題を抽出し、今後の政策及び事業に反映させていくことを期待。
- ・（E委員）事業成果を広く知ってもらいために、フォロー体制を活用した個々の事業終了後のフォロー内容をもっと公開すべきではないか。

6. 費用対効果の妥当性

対外的に成果が公表され事業化や本格採用に至り大きな波及効果があった案件が存在し、事業全体として見れば費用対効果として妥当であると考えられるが、課題設定や目的、実証事業後の展開について適切に審査していくことも必要である。

さらに、実証内容の有用性を適切に評価できれば、波及効果も大きくなると期待でき、事業終了後も継続してフォローしていく体制を構築できればより望ましいと考えられる。

【肯定的所見】

- ・（A委員）事業化に至った代替フロン再生事業に加え、大手コンビニエンスストアチェーンによるCO₂冷媒冷蔵ショーケースの採択案件では実証段階の50店舗が、本採用により昨秋までに1600店舗以上に拡大するなど大きな波及効果を生んでいる。
- ・（B委員）事業化及び成果公表に至った案件があり、成果として妥当と考えられる。本事業は技術実証を目標としているが、実証により確立した技術が今後普及していくことを考えると、その波及効果は大きいと期待できる。CO₂冷媒ショーケースの国内外への普及加速は、本事業の波及効果として大きく評価できる。
- ・（C委員）事業化、波及効果の事例もあり、妥当なものと思われる。
- ・（E委員）単なる設備導入のための補助金となるような事業支援とならないよう、事業の課題と目的及び今後の展開など1つ1つ厳格に審査し事業採択可否を行っていただきたい。

大手コンビニエンスストアの事例のように、先導技術の有効性を正しく評価し確証されれば、それにもなった波及効果も大きいものになる。よって、個々の事業終了時の成果だけでなくその後の活動にも継続した支援ができる体制を構築していくことが重要である。

【問題あり・要改善とする所見】

- ・（A委員）特に見当たらない。
- ・（B委員）今後のフォローアップにより波及効果がより明確になることを期待。

7. 総合評価

地球温暖化対策は緊要の課題であり、その対策である温室効果ガス排出削減は急務である。国際的にも、地球温暖化効果の高いHFCの排出量削減の要請は一層高まっていく。HFC使用量の多い冷凍空調分野においても、HFC排出量削減のためのノンフロン化については、コストもかかり、導入するユーザー側にも直ちに経済的メリットもないので、単に市場原理のみでは普及が加速するのは難しい。

本事業は、そのような先導的なノンフロン化のための技術実証について支援を行うもので、企業単独では難しいノンフロン化・低GWP化の技術について、その普及を支援するもので、国が行うべき事業としての妥当性は高いと評価できる。費用対効果については、事業による成果が公表され、事業化されたものや大きな普及効果に結びついた案件は多くはないが、それ以外の案件についても個別課題の解決により企業の生産性や競争力を高めることに寄与し、結果として温室効果ガスの削減に寄与している。

また、商品化段階にある製品の普及促進が目的の環境省事業への橋渡しが行われたものもあり、事業全体としてみれば概ね有用な効果があったと評価できる。

一方で、実証が行われた事業の成果や課題の普及・公開には不十分な面もあり、積極的な事業成果の公表・普及方法での改善が期待される。

【肯定的所見】

- ・（A委員）技術実証事業として所期の目的を達成している。代替フロンの削減はまだ緒に就いたばかりだが、日本含む先進国では段階的な生産・消費削減が既定路線となり、早期に要素技術の確立しておかねばならない。本事業がその先導的役割を果たした。
- ・（B委員）地球温暖化対策は国内外において緊要の課題であり、その対策である温室効果ガス排出削減は急務である。フロン対策分野においても、HFCの生産・使用量削減に係るモントリオール議定書の改正がありその機運は高まっている。その背景を踏まえると、市場原理のみでは普及が加速されないと考えられるノンフロン化・低GWP化の技術について、その普及の加速を促す本事業は、国が行うべき事業としての妥当性は極めて高いものであると評価できる。また、本事業で実証・確立された技術はその後の普及拡大が見込め、特にCO₂冷媒ショーケースに関しては本実証事業においてその技術課題をクリアにした後の普及は目覚ましいものがあり、その波及効果としての温室効果ガス削減効果も期待することができる。
- ・（C委員）本事業は、国際的にも要請の強い代替フロン等の排出削減を進めるものであり、民間企業での実施にはまだコスト的なハードルが高く、国による実施が必要である。本事業で機器開発や技術の導入実証が行われ、それぞれ目標を達成し、十分な成果を挙げている。
- ・（D委員）冷凍空調分野における冷媒の低GWP化を目指した先導的な実証事業で、大きな成果を得たといえる。この事業だけで考えると、成果の定量化ができていないとみることもできるが、この成果を踏まえて、環境省の自然冷媒機器の導入促進事業に結びつき、冷凍冷蔵機器分野の低CO₂化に大きく貢献したと思う。
- ・（E委員）先導技術開発やその実証などの事業には多大な経費と時間を要し、その成

果の妥当性評価の認知になど、1企業では対応ができない事案が多いことから、国の支援は必須である。その意味で、この事業は、日本の技術力向上とその技術を搭載した製品の普及にとって不可欠である。

【問題あり・要改善とする所見】

- ・（Ａ委員）繰り返しになるが事業の実効性を高めるため機器メーカー、需要家の双方で裾野を広げる取り組み。
- ・（Ｂ委員）本事業のフォローアップ実施結果を、今後の事業及び政策への反映させることが望ましい。

本事業において波及効果が望める成果が出ているが、モントリオール議定書改正等の国際的な規制動向を踏まえると、フロン対策分野における国による支援が引き続き必要と考えられる。

- ・（Ｃ委員）個別課題の集まりなので、全体の成果が見えにくい。フォローアップの結果も含め、可能な部分だけでもよいので、開示をお願いしたい。
- ・（Ｅ委員）個々の事業成果や課題の見える化にももっと力を入れるべきではないか。
これにより、良い成果の活用や課題なった事案の改善などによる、さらに普及促進が図られる。

8. 今後の研究開発の方向等に関する提言

HFCの生産量の削減を定めたモントリオール議定書のキガリ改正など、フロン類への国際的規制は今後より一層強化されていくことが見込まれる。これまでもフロン代替への取り組みは進められているが、市場への普及はこれからであり、一方、まだ対策技術が未開発の分野も残されている。

本事業は先導的なノンフロン化の技術開発の実証を支援してきたが、比較的大手の企業のみならず、中小中堅企業への広がりも見越した社会的に幅広い普及を進めていくための継続的な支援も重要である。

また、将来的な環境規制の強化を見据え、我が国の冷凍空調産業の競争力強化を図るためには、より温室効果の低い冷媒や冷凍空調機器の開発等の技術開発の支援も必要である。

また、開発を支援するための安全性やリスク評価等の知的基盤の整備についての支援も行っていくべきであろう。

【各委員の提言】

- ・（Ａ委員）ノンフロン化システムは総じて高コストになり、それが普及に向けた最大の障害となっている。だが、先進国において代替フロンの生産・消費を段階的に削減していくことが既定路線となり、本事業において、多様な分野・用途でノンフロン化を実現できることを社会に示した意味合いは大きい。

代替フロンの最大用途である冷凍空調機器の需要家は多岐にわたる。特に冷凍冷蔵ショーケースは食品小売りの零細ユーザーも多い。本事業では技術実証が目的で機器メーカー、需要家のいずれもＳＣＲ意識が高い大手が目立ったが今後は実効性を高める

ために、事業の裾野を広げる取り組みを期待したい。

今後も民間事業者による研究開発をバックアップし、一部の大手事業者にとどまらない社会実装を実現する必要がある。継続的な支援・補助が需要だと思う。

- ・（Ｂ委員）事業終了後のフォローアップが重要と考える。その実証により確立された技術が、どのような波及効果を生むのか、またそこへ至る課題を追跡把握することにより、今後の政策及び事業へのフィードバックを図ることが重要と考える。

本事業において波及効果が望める成果が出ているが、モントリオール議定書改正等の国際的な規制動向を踏まえると、フロン対策分野における国による支援が引き続き必要と考えられる。

- ・（Ｃ委員）国際的に代替フロン等の排出削減の要請があり、それに向けた技術開発は進められてきたが、民間への導入はまだこれからの段階である。技術導入がされない限り排出削減は進まない。国には、本事業のような先導的技術の実証事業にとどまらず、さらなる普及を促進する事業も進めてほしい。また、代替フロン等排出削減についてはまだ対策技術が未開発の分野も残されており、これに向けた研究開発についても国が推進することを期待する。
- ・（Ｄ委員）温暖化防止のためのパリ協定やモントリオール議定書のキガリ改正など、国際的に冷凍空調機器分野の HFC 等の温室効果ガスの排出削減に関する国際的な規制は厳しいものとなっている。平成 27 年 4 月に施行されたフロン排出抑制法により、2024 年までのキガリ改正の冷媒規制には対応しているが、それ以降の国際規制をクリアするにはより一層の取り組みの強化が必要である。長期的な環境規制を見通して、当該産業の国際競争力を強化するためには、新冷媒の開発、それら低 GWP 冷媒を用いる機器の開発が不可欠であり、国の支援の下、早期に取り組みを開始する必要がある。わが国産業界が早期に開発に着手し、知的財産戦略を有効に機能させ、世界的なリーダーシップをとることを期待したい。
- ・（Ｅ委員）MOP28（キガリ改正）への対応として、現在よりもさらに GWP の低い冷媒やノンフロン冷媒の開発やその使用のための高効率化と低コスト化の技術開発が必要になる。さらに、それらの冷媒を使用するための安全のための規格や技術基準の策定などのための、冷媒物性の燃焼性や拡散挙動等の評価とその冷媒を搭載した製品のリスク評価なども必要になる。

要素機器やシステムの高効率化は、機器メーカーなどが主に責任をもって対応すべき事案であるが、その成果の確認評価に関しては、様々な使用環境での実証実験による使用者による評価確認も普及には重要な要素でもあることから、今回のような実証支援事業は是非とも継続していくようお願いしたい。

また、安全性評価に関しても実証実験による評価確認が、今後の国際規格立案時の貴重な情報発信となることから、先導技術実証支援事業等でも取り扱えるような仕組みを検討いただきたい。

＜上記提言に係る担当課室の対処方針＞

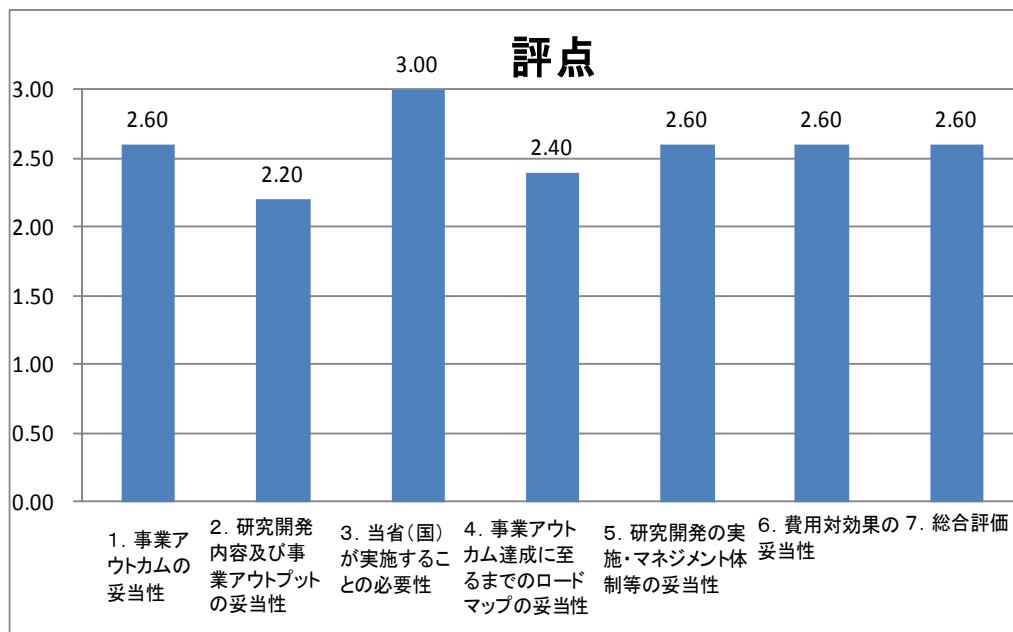
現在、H F C等代替フロン類の温暖効果低減技術の開発支援等のため、平成30年度予算要求に向けた技術開発予算の検討を進めており、技術開発課題の絞り込み等を進めて必要な予算措置を講じる予定。

Ⅲ. 評点法による評価結果

評点法による評点結果

(代替フロン等排出削減先導技術実証支援事業)

	評点	A 委員	B 委員	C 委員	D 委員	E 委員
1. 事業アウトカムの妥当性	2.60	2	3	2	3	3
2. 研究開発内容及び事業アウトプットの妥当性	2.20	2	3	2	2	2
3. 当省(国)が実施することの必要性	3.00	3	3	3	3	3
4. 事業アウトカム達成に至るまでのロードマップの妥当性	2.40	1	3	3	3	2
5. 研究開発の実施・マネジメント体制等の妥当性	2.60	2	3	2	3	3
6. 費用対効果の妥当性	2.60	2	3	2	3	3
7. 総合評価	2.60	2	3	2	3	3



【評価項目の判定基準】

評価項目 1. ～ 6.

- 3点：極めて妥当
- 2点：妥当
- 1点：概ね妥当
- 0点：妥当でない

評価項目 7. 総合評価。

(終了時評価の場合)

- 3点：実施された制度は、優れていた。
- 2点：実施された制度は、良かった。
- 1点：実施された制度は、不十分なところがあった。
- 0点：実施された制度は、極めて不十分なところがあった。

IV. 評価ワーキンググループの所見及び同所見を踏まえた改善点等

評価ワーキンググループの所見【終了時評価】

所見を踏まえた改善点（対処方針）等【終了時評価】

- ・
- ・
- ・
- ・

評価ワーキンググループの所見【中間評価】

（研究開発マネジメント・体制・資金・費用対効果等の妥当性）

最終評価の時点では、削減できた CO2 の量、それと一トンあたりの削減コストなど、整理できるものを整理し、今後の類似の研究開発制度にフィードバックできるようにすること。

所見を踏まえた改善点（対処方針）等【中間評価】

対処方針

コメントを踏まえ、実証事業期間中から、CO2 排出削減等の開発成果の収集を行うこととし、最終評価において、必要なデータを整理・評価を行い、今後の類似制度及び政策検討に活用できるよう対処してまいりたい。