

「ノンフロン型省エネ冷凍空調システム開発」

事後評価報告書（案）概要

目 次

| | |
|----------------|----|
| 分科会委員名簿 | 1 |
| プロジェクト概要 | 2 |
| 評価概要（案） | 18 |
| 評点結果 | 26 |

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 研究評価委員会

「ノンフロン型省エネ冷凍空調システム開発」(事後評価)

分科会委員名簿

(平成23年10月現在)

| | 氏名 | 所属、役職 |
|------------|-------------------------------|--|
| 分科会長 | さ が ら か ず の ぶ 相 良 和 伸 | 大阪大学大学院 工学系研究科 地球総合工学専攻 教授 |
| 分科会長 代理 | な か お ま さ き 中 尾 正 喜 | 大阪市立大学大学院 工学研究科 都市系専攻 教授 |
| 委員 | さ さ き ま さ の ぶ 佐 々 木 正 信 | 財団法人ヒートポンプ・蓄熱センター業務部 課長 |
| | し き ち ち あ き 式 地 千 明 | 関西電力株式会社 研究開発室 エネルギー利用技術研究所 シニアリサーチャー |
| | に し む ら の ぶ や 西 村 伸 也 | 大阪市立大学大学院 工学研究科 機械物理系専攻 教授 |
| | ほ ん だ と も ひ ろ 本 田 知 宏 | 福岡大学 工学部 機械工学科 教授 |
| | や な ぎ は ら り ゅ う じ 柳 原 隆 司* | 東京大学大学院 工学研究科 建築学専攻 特任教授 |

敬称略、五十音順

注*：実施者の一部と同一大学であるが、所属部署が異なるため（実施者：東京大学大学院 新領域創成科学研究科）「NEDO 技術委員・技術評価委員規程(平成23年7月7日改正)」第34条（評価における利害関係者の排除）により、利害関係はないとする。

プロジェクト概要

概要

| | | 最終更新日 | 2011年10月11日 | | | | | | |
|--------------------|---|----------|-------------|-------|-------|-------|-------|----|--|
| プログラム（又は施策）名 | 地球温暖化防止新技術プログラム（H17FY～H19FY） 環境安心イノベーションプログラム（H20FY～H22FY） | | | | | | | | |
| プロジェクト名 | ノンフロン型省エネ冷凍空調システム開発 | プロジェクト番号 | P05029 | | | | | | |
| 担当推進部/担当者 | 環境部 和仁、阿部、畠山（平成23年10月現在） 環境技術開発部 菅原、松原、井出本（平成20年4月～平成22年3月） 環境技術開発部 寺田、益子（平成17年4月～平成20年3月） | | | | | | | | |
| 0. 事業の概要 | <p>冷凍空調機器分野はオゾン層破壊物質であるHFCから京都議定書対象ガスのHFCへの本格的転換期というタイミングにあり、今後はHFCの排出量が急速に増加する見込み。（2008年13百万t-CO2→2029年BAU推計40百万t-CO2:産業構造審議会 化学・バイオ部会 第25回地球温暖化防止対策小委員会、および環境省2008年度実績値）</p> <p>このため、家庭用・業務用及び運輸用エアコン及びショーケース等への適用を目的として、高効率でかつ、安全性についても配慮した、ノンフロン（低温室効果冷媒）型省エネ冷凍・空調システムの開発を行う。</p> | | | | | | | | |
| I. 事業の位置付け・必要性について | <p>現状ほとんどの冷凍・空調機器は代替フロンに転換されているが、この代替冷媒は近年温室化効果ガスとして排出抑制が求められている。しかしながら、使用時、廃棄時の漏れを完全にゼロにすることは極めて困難であり、ノンフロン冷媒の機器の開発が社会的に求められて来た。本開発は国の環境行政に欠かせないものであり、国際的にCO2排出削減目標達成は我が国の責務であるものの、現状での目標達成は難しい状況になっている。目標を達成するには、民生・産業分野でエネルギー消費の比較的大きい冷凍空調分野で、本計画にあるようなノンフロン（低温室効果冷媒）で且つ高効率な機器の開発が不可欠であるが、一企業単位では開発の負担が大きく、国からの支援が是非必要である。</p> | | | | | | | | |
| II. 研究開発マネジメントについて | | | | | | | | | |
| 事業の目標 | <p>家庭用・業務用及び運輸用エアコン及びショーケース等への適用を目的として、高効率でかつ、安全性についても配慮した、ノンフロン型省エネ冷凍・空調システムの開発及びその性能評価手法とこれに係る安全性基準の構築を行う。（ノンフロン冷媒：オゾン層破壊の恐れが無く温室効果の低い冷媒の総称）</p> <p>①住宅分野向けノンフロン型省エネ冷凍空調システム開発： 安全・安心・快適な環境を提供する機器あるいはシステムで、かつ実用運転モードで現状市販製品・システム比+0%以上の省エネ性向上。</p> <p>②業務分野向けノンフロン型省エネ冷凍空調システム開発： 安全・安心・快適な環境を提供する機器あるいはシステムで、かつ実用運転モードで現状市販製品・システム比+0%以上の省エネ性向上。</p> <p>③運輸分野向けノンフロン型省エネ冷凍空調システム開発： 安全・安心・快適で空調機器稼働時の10-15モード、JC08等の実用運転モードで現状市販製品・システム等の実用運転モードで現状市販製品・システム比+0%以上の燃費向上。</p> <p>④実用的な運転モード及び評価手法並びに安全基準の構築： 冷凍空調機器の各システムに応じた性能評価及び安全性に係る法適用などガイドラインの整備。ノンフロン冷媒適用機器開発に有用なライブラリの構築。自然冷媒及び新冷媒を使用した冷凍・空調機器の実用化に向けたリスク評価の提示。</p> | | | | | | | | |
| 事業の計画内容 | 主な実施事項 | H17fy | H18fy | H19fy | H20fy | H21fy | H22fy | | |
| | 性能安全性評価法研究 | → | | | | | | | |
| | ノンフロン化技術開発 | → | | | | | | | |
| | 新技術開発 | LAB | → | | | PILOT | → | | |
| | 成果とりまとめ | → | | | | | | | |
| 開発予算 （会計・勘定） | 会計・勘定 | H17fy | H18fy | H19fy | H20fy | H21fy | H22fy | 総額 | |
| | 一般会計 | - | - | - | - | - | - | - | |

| | | | | | | | | |
|--|---------------------------------------|---|-----|-----|-----|-----|-----|-------|
| 別に事業費 の実績額を 記載) (単位:百万 円) | 特別会計 (H17-H18:高度化→ H19-H22:需給) | 720 | 720 | 576 | 576 | 810 | 770 | 4,172 |
| | 加速予算 (成果普及費を含む) | - | 43 | - | - | - | - | 43 |
| | 総予算額 | 720 | 763 | 576 | 576 | 810 | 770 | 4,215 |
| | (委託) | 482 | 450 | 368 | 324 | 128 | 245 | 1,997 |
| | (助成) :助成率 1/2 (共同研究) :負担率△/□ | 238 | 313 | 208 | 252 | 682 | 525 | 2,218 |
| 契約種類: ○をつける (委託(○) 助成(○) 共同研究 (負担率 () | | | | | | | | |
| 開発体制 | 経産省担当原課 | 製造産業局化学物質管理課オゾン層保護等推進室 | | | | | | |
| | プロジェクトリーダー | 飛原 英治 (東京大学 大学院 新領域創成科学研究科 教授) | | | | | | |
| | 委託先/助成先 | <p>[H17FY~H19FY]</p> <p>①住宅分野向け (委託先)</p> <ul style="list-style-type: none"> 株式会社ダイキン環境・空調技術研究所 新日本空調株式会社 <p>②業務分野向け (委託先)</p> <ul style="list-style-type: none"> 中部電力株式会社 三菱重工業株式会社 <p>(助成先)</p> <ul style="list-style-type: none"> 三菱重工空調システム株式会社/ アイ・ケー・イー冷凍技研株式会社/ 株式会社三冷社 ゼネラルヒートポンプ工業株式会社 株式会社マック 株式会社前川製作所 サンデン株式会社 三菱電機株式会社 三洋電機株式会社 <p>③運輸分野向け (委託先)</p> <ul style="list-style-type: none"> 株式会社本田技術研究所 株式会社アースシップ <p>④性能・安全評価 (委託先)</p> <ul style="list-style-type: none"> 社団法人日本冷凍空調工業会 独立行政法人産業技術総合研究所 <p>[H20FY~H22FY]</p> <p>①住宅分野向け (委託先)</p> <ul style="list-style-type: none"> 新日本空調株式会社 (継続) <p>(助成先)</p> <ul style="list-style-type: none"> 新晃工業株式会社 ダイキン工業株式会社 三菱電機株式会社 パナソニック株式会社 <p>②業務分野向け (助成先)</p> <ul style="list-style-type: none"> 三洋電機株式会社 三菱重工業株式会社 <p>③性能・安全評価 (委託先)</p> <ul style="list-style-type: none"> 独立行政法人産業技術総合研究所 (継続) 国立大学法人東京大学/国立大学法人九州大学 | | | | | | |

| 情勢変化への対応 | <p>欧州では、F ガス規制により、発泡剤、エアゾール、消火剤など用途ごとに排出抑制や使用禁止措置などが決まっている。</p> <p>カーエアコンについては、2011 年からの新型車への GWP150 以上の冷媒の使用禁止を定めている。固定式冷凍空調機器については、冷媒充填量に応じて、検査義務や記録保管義務がある。現時点では本規制による定量的な効果は明らかになっておらず、2011 年までの期限で効果の検証、制度の見直しが進められている。</p> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|--|----------------------|--|-----|--------|-----|----------------------------------|--|--|--|---|---|---------------------------------|--|--|-----------------------|-------------------------|---|-------------------|--|--|---------------------|----------------------------------|---|-----------------------------|--|--|
| 中間評価結果への対応 | <p>【総合評価】オゾン層保護と地球温暖化対策に貢献する本事業の公共性は高いため、NEDO の事業としての妥当性は極めて高い。</p> <p>マネジメントも、目標は温暖化問題が顕在化する状況において自然冷媒を用いて省エネルギー化を目指した時機に適したものであり、また、プロジェクトリーダーの下に的確な運営体制が敷かれ精力的な研究開発活動がなされていることから、評価できる。</p> <p>事業全体としては概ね中間目標を達成していると評価され、設定目標に合致した成果を創出している。安全性確保を目的に性能評価の手法や安全基準の構築に着手して獲得した成果は実用化の観点からも大変意義深い。</p> <p>そのため実用化が十分見込める研究開発テーマもある。しかし、学術的には特色あるものの実用化には今後検討が必要な研究開発テーマも見られるため、実用化や事業化に向けて今後の本事業における的確なマネジメント機能の発揮が期待される。</p> <p>【対応】実用化の観点から各研究開発テーマの妥当性を精査し、研究開発の内容、目標及び費用配分等を見直した。また、必要に応じ一部テーマの中止等も含め検討した。以上は、基本計画及び平成20年度実施方針へ反映し、中間評価以降の実施体制の大幅な変更を行った。</p> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 評価に関する事項 | 事前評価 | 平成16年度実施 担当部 環境技術開発部 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 中間評価 | 平成19年度 中間評価実施 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 事後評価 | 平成23年度 事後評価実施 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Ⅲ. 研究開発成果について | <p>中間評価まで (H17FY~H19FY) は、平成17年度から採択の14件について基礎研究 (委託事業: NEDO負担100%)、実用化研究 (助成事業: NEDO助成率50%) の2つの事業フェーズ毎に研究開発を実施した。</p> <p>中間評価以降の平成20年度~平成22年度においては、平成17年度から採択の内継続で2件、平成20年度から採択の3件、平成21年度から採択の1件および平成22年度から採択の1件、合計9件 (研究開発項目(a)~(i)) について基礎研究 (委託事業: NEDO負担100%)、実用化研究 (助成事業: NEDO助成率50%) の2つの事業フェーズ毎に研究開発を実施した。NEDOは、適宜、PLの開催する委託先/助成先毎の進捗検討会議に参加し、研究開発成果及び進捗状況等を確認・指導を実施した。平成20年度~平成22年度における、各研究開発内容及び成果・達成状況は以下のとおり。</p> <p>研究開発項目①「住宅分野」</p> <p>(a) 住宅用コンパクト再生方式省エネ型換気空調システムの開発【新日本空調株式会社】</p> <p>新鮮外気を室内運転条件付近まで、夏は冷却減湿し、冬は加熱加湿したのち、送風するノンフロン型換気空調装置を開発するため、下記の研究開発項目を実施した。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・マイクロ波加熱方式等による吸着剤の再生方式の開発 ・高速再生調湿器の開発 ・省エネ型快適制御技術とシステム運用技術の開発 <p>(◎: 大いに達成、○: 達成、△: 一部未達、×: 未達 (以下同様))</p> <table border="1" data-bbox="416 1491 1350 1917"> <thead> <tr> <th data-bbox="416 1491 799 1547">目 標</th> <th data-bbox="799 1491 1286 1547">研究開発成果</th> <th data-bbox="1286 1491 1350 1547">達成度</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="3" data-bbox="416 1547 1350 1581">テーマ: 住宅用コンパクト再生方式省エネ型換気空調システムの開発</td> </tr> <tr> <td data-bbox="416 1581 799 1715">新鮮外気を室内条件付近まで、夏は冷却減湿し、冬は加熱加湿したのち送風するノンフロン型換気空調装置を開発する。</td> <td data-bbox="799 1581 1286 1715">現行の比較対照システムの再生効率、ならびに期間エネルギー消費効率(APF)を上回るシステムを開発できた。実用化、企業化については継続研究として検討を継続している。</td> <td data-bbox="1286 1581 1350 1715">◎</td> </tr> <tr> <td colspan="3" data-bbox="416 1715 1350 1749">研究開発項目①マイクロ波加熱方式等による吸着剤の再生方式の開発</td> </tr> <tr> <td data-bbox="416 1749 799 1805">温風再生を超える再生効率 50%以上の達成</td> <td data-bbox="799 1749 1286 1805">直接加熱方式の採用で再生効率 62.6%を達成</td> <td data-bbox="1286 1749 1350 1805">◎</td> </tr> <tr> <td colspan="3" data-bbox="416 1805 1350 1839">研究開発項目②高速再生調湿器の開発</td> </tr> <tr> <td data-bbox="416 1839 799 1895">再生効率 50%以上の吸着剤を選定する</td> <td data-bbox="799 1839 1286 1895">ゼオライト系吸着剤を用いることで再生効率 62.6%を達成した。</td> <td data-bbox="1286 1839 1350 1895">◎</td> </tr> <tr> <td colspan="3" data-bbox="416 1895 1350 1917">研究開発項目④コンパクト再生方式換気空調システムの開発</td> </tr> </tbody> </table> | | | 目 標 | 研究開発成果 | 達成度 | テーマ: 住宅用コンパクト再生方式省エネ型換気空調システムの開発 | | | 新鮮外気を室内条件付近まで、夏は冷却減湿し、冬は加熱加湿したのち送風するノンフロン型換気空調装置を開発する。 | 現行の比較対照システムの再生効率、ならびに期間エネルギー消費効率(APF)を上回るシステムを開発できた。実用化、企業化については継続研究として検討を継続している。 | ◎ | 研究開発項目①マイクロ波加熱方式等による吸着剤の再生方式の開発 | | | 温風再生を超える再生効率 50%以上の達成 | 直接加熱方式の採用で再生効率 62.6%を達成 | ◎ | 研究開発項目②高速再生調湿器の開発 | | | 再生効率 50%以上の吸着剤を選定する | ゼオライト系吸着剤を用いることで再生効率 62.6%を達成した。 | ◎ | 研究開発項目④コンパクト再生方式換気空調システムの開発 | | |
| 目 標 | 研究開発成果 | 達成度 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| テーマ: 住宅用コンパクト再生方式省エネ型換気空調システムの開発 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 新鮮外気を室内条件付近まで、夏は冷却減湿し、冬は加熱加湿したのち送風するノンフロン型換気空調装置を開発する。 | 現行の比較対照システムの再生効率、ならびに期間エネルギー消費効率(APF)を上回るシステムを開発できた。実用化、企業化については継続研究として検討を継続している。 | ◎ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 研究開発項目①マイクロ波加熱方式等による吸着剤の再生方式の開発 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 温風再生を超える再生効率 50%以上の達成 | 直接加熱方式の採用で再生効率 62.6%を達成 | ◎ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 研究開発項目②高速再生調湿器の開発 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 再生効率 50%以上の吸着剤を選定する | ゼオライト系吸着剤を用いることで再生効率 62.6%を達成した。 | ◎ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 研究開発項目④コンパクト再生方式換気空調システムの開発 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

| | | |
|--|---|-----|
| 連続換気を対象としたAPFで 3.0 以上とする | ファン発停方式による流路切替と、直接加熱方式の採用で再生効率 62.6%達成し、APFで3.0以上を達成した。 | ○ |
| <p>(b) 住宅用ノンフロン型省エネ調湿システムの開発【新晃工業株式会社】 理論的に空気透過を発生しない構成で、かつ、多湿時の潜熱交換効率の高いノンフロン型の全熱交換器を開発することを目的として、下記研究項目を実施した。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・等温吸脱着方式全熱交換器コアの開発 ・等温吸脱着方式全熱交換器モジュールの開発 ・住宅用省エネ調湿システムの開発 ・住宅用省エネ調湿システム試作機による実用性評価 | | |
| 目 標 | 研究開発成果 | 達成度 |
| テーマ： 住宅用ノンフロン型省エネ調湿システムの開発 | | |
| 潜熱交換効率70%以上の静止型全熱交換器を開発すると共に、その全熱交換器を組み込んだ調湿システムを開発 | 潜熱交換効率70%を超える等温吸脱着方式全熱交換器を開発。開発した全熱交換器を組み込んだ調湿システムを開発 | ◎ |
| (1) 等温吸脱着方式全熱交換器コアの開発 | | |
| コアの基本構造を設計 | コアを設計・試作 | ◎ |
| 潜熱交換効率70% | 実験において、潜熱交換効率:70%を確認 | ◎ |
| コアの熱移動特性シミュレーションプログラムを作成 | コアの熱移動特性を把握し、シミュレーションプログラムを作成。 | ◎ |
| コアの対環境性を確認 | 一般環境において問題の無いことを確認 | ◎ |
| (2) 等温吸脱着方式全熱交換器モジュールの開発 | | |
| 等温吸脱着方式全熱交換器モジュールの開発 | 4種類のモジュールを設計・試作 | ◎ |
| | 最適なモジュールを1種決定 | ◎ |
| (3) 住宅用省エネ調湿システムの開発 | | |
| 市場調査 | 住宅換気に対する市場調査、従来品の仕様取纏め | ◎ |
| 住宅用省エネ調湿システムの開発 | 調湿システム及び制御装置を設計・試作 | ◎ |
| | 各種性能試験を実施し、仕様を取纏め | ◎ |
| (4) 住宅用省エネ調湿システム試作機による実用性評価 | | |
| 調湿システムの評価 | 問題点の抽出やその解決策を検討 | ◎ |
| <p>(c) 低GWP冷媒を使用した省エネ空調機の研究【ダイキン工業株式会社】 新規の冷媒である低GWP冷媒を空調機に適用するためには、低GWP冷媒の熱安定性・化学安定性や低GWP冷媒と冷凍機油や冷凍サイクル材料の適合性の評価、低GWP冷媒のシステムドロップイン試験による定置式直膨型空調機で使用する際の課題の明確化が必要不可欠であると考え、下記の内容に取り組み、低GWP候補冷媒の定置式直膨型空調機への適用可能性の評価を行った。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・低GWP冷媒評価の研究 ・冷凍機油適合性の評価、冷凍サイクル材料適合性評価 ・微燃性低GWP冷媒の実用使用時の燃焼性評価 | | |
| 目 標 | 研究開発成果 | 達成度 |
| テーマ： 低GWP冷媒を使用した省エネ空調機の研究 | | |
| 安全・安心・快適な環境を提供する機器あるいはシステム、かつ実用運転モードで現状市販製品・システム比+0%以上の省エネ性向上を実現するため、現行R410Aを使用している空調機を用いたドロップイン性能試験による低GWP冷媒の冷媒性能評価を行い、製品使用期間中の電気消費量と製品廃棄時の冷媒大気放出量から製品寿命期間中の換算CO ₂ 排出量である製品寿命気候負荷(LCCP)等を算出し、候補冷媒の評価を行うことを目標とする | 候補冷媒それぞれの製品化にあたっての課題が明確化された。現時点では単一の候補に絞り込むことはできないが、今後の法規制等の動向変化により方向性が決定された際には、本プロジェクトの成果を利用して素早く製品化に取り組むことが可能となる。 | ◎ |
| 1.低GWP冷媒評価の研究 | | |

| | | |
|---|--|-----|
| 低GWP冷媒冷媒のLCCPを算出して低GWP候補冷媒の定置式直膨型空調機への適用可能性の評価を行う | 性能面からは最有力候補冷媒として R32(同 85.0%)を、次点として HFO-1234yf/R32 (50/50wt%, 同 89.1%)を選定 | ◎ |
| 2.冷凍機油適合性の評価、冷凍サイクル材料適合性評価 | | |
| オートクレープ試験による低GWP冷媒の熱安定性および低GWP冷媒に対する現在空調機に使用している冷凍機油との適合性と冷凍サイクルで使用している材料への攻撃性を評価する | 安定性の高い候補油を選定し電気絶縁性・相溶性・潤滑性に問題のないことを確認、樹脂材料の一部に課題が判明したものの商品開発のステージで代替品開発が可能 | ○ |
| 3.微燃性低 GWP 冷媒の実使用時の燃焼性評価 | | |
| 微燃性冷媒の実用時の燃焼性評価を行い低GWP候補冷媒の定置式直膨型空調機への適用可能性の評価を行う | 燃焼条件下でも着火時の延焼の可能性が低いことを確認、また実機からの漏洩では着火しないことを確認 | ◎ |
| (d) 低GWP冷媒を適用した省エネ空調機の研究【三菱電機株式会社】 | | |
| 空調機器の LCCP (製品寿命気候負荷) 最小化をめざし、地球温暖化への直接的な影響が少ないフッ素系低 GWP 冷媒を適用した定置式空調機の実用化可能性を追求するとともに、企業化における課題を抽出することを目的として、下記研究項目を実施した。 | | |
| <ul style="list-style-type: none"> ・低 GWP 冷媒の物性情報より空調機の性能と LCCP 予測 ・圧縮機冷凍機油と候補冷媒の交互作用の評価 ・圧縮機性能詳細試験により、圧縮機適正化の課題と冷媒性能を明確化 ・家庭用ルームエアコンの冷媒変更試験 (ドロップイン試験) と性能分析 | | |
| 目 標 | 研究開発成果 | 達成度 |
| テーマ: 低GWP冷媒を適用した省エネ空調機の研究 | | |
| 低GWP冷媒系における性能、及びLCCP到達可能性の算出 | 低GWP冷媒単体、及び混合冷媒にて、R410A用ルームエアコンへドロップインした場合の性能を実測した。性能改善検討を実施し、APF及びLCCPの到達可能性を算出した。 | ◎ |
| 低GWP冷媒冷凍サイクル系の信頼性上の成立可否、及びその条件の見極め | 低GWP冷媒の安定性、摺動性について検討し、安定性は悪化傾向、摺動性は改善傾向であることが判明した。摩耗防止剤を使用しない冷凍機油により、安定性が改善傾向であることがわかった。 | |
| [1]低 GWP 冷媒の物性情報より空調機の性能と LCCP 予測 | | |
| ①低 GWP 冷媒及び混合冷媒を用いた空調機の性能予測ツール開発。 | 冷媒物性、各種ドロップイン試験結果、熱交換器性能試験結果を用いて、低 GWP 冷媒の性能シミュレーションツールを構築した。また、これを活用することによって、[4]項の温度勾配対策の効果見積もりや、各種冷媒のLCCP予測等を実施した。 | ◎ |
| ②低 GWP 冷媒及び混合冷媒を用いた空調機のLCCP予測値算出。 | 各種冷媒のドロップイン性能、適正化時の到達性能について、空調機におけるLCCP予測値を期間総負荷3水準にて算出し、低 GWP 冷媒によるLCCP改善効果を推定した。その結果、期間総負荷現行基準では、R32冷媒が最もよく、期間総負荷現行の1/4では、HFO-1234yf単体が最もよいという結果を得た。 | ◎ |
| [2]圧縮機冷凍機油と候補冷媒の交互作用の評価 | | |
| ①低 GWP 冷媒及び混合冷媒の安定性、摺動性の検証 (R410A 冷媒との比較) | 低 GWP 冷媒単体及び混合冷媒と、従来の添加剤処方の冷凍機油について、安定性試験(オートクレープ)、摺動試験(焼付き、摩耗)、圧縮機寿命試験、ユニット寿命試験を実施した。その結果、安定性は R410A に比べて大幅に悪化傾向であること、摺動性は R410A に比べて改善傾向であるという結果を得た。 | ◎ |
| ②低 GWP 冷媒使用時の信頼性改善の可能性検証。 | 低 GWP 冷媒における安定性悪化によるスラッジ発生の主要因が、冷媒分解物と冷凍機油中の摩耗防止剤の反応物であることを明らかにし、改善の方向性として、摩耗防止剤を廃止することで、スラッジ発生がかなり抑制されること、摩耗防止剤なしでも R410A 冷媒系と同等以上の焼付き荷重が確保できるという要素試験結果を得た。 | ○ |
| [3]圧縮機性能詳細試験により、圧縮機適正化の課題と冷媒性能を明確化 | | |
| ①低 GWP 冷媒用圧縮機の効率評価 | 低 GWP 冷媒対応に押しのけ量を適正化(増大)した圧縮機を試作し、その性能を確認した結果、R410A に比べて圧縮機効率は、95%程度に低下するという結果を得た。 | ◎ |

| | | |
|---|--|-------------|
| ②性能分析、及び圧縮機適正化による到達性能検証 | 圧縮機性能を分析した結果、低圧冷媒化により押しのけ量を増大させる必要があるため、圧縮機を相対的に大型化しなければならず、機械損失比率、圧力損失が増大していることがわかった。これに対する圧縮機適正化として、機械損失対策として軸径の縮小、圧力損失対策としてガス流路の拡大を実施し、R410A に対して圧縮機効率 98%まで改善する結果を得た。 | ◎ |
| [4]家庭用ルームエアコンの冷媒変更試験(ドロップイン試験)と性能分析 | | |
| ①低 GWP 冷媒を R410A 冷媒用空調機に適用したときの性能 (APF)調査 | 低 GWP 冷媒単体にてドロップイン試験を実施し、R410A に対して APF で 80%まで低下すること、また、圧力損失が大きいため、冷房定格、暖房定格条件において規定の能力が確保できないという結果を得た。また、低 GWP 冷媒と R32 冷媒の混合比を、0~100%まで変化させた混合冷媒にて試験を実施した結果、低 GWP 冷媒と R32 冷媒は非共沸性が大きく、R32 冷媒比率 10~20%程度では低 GWP 冷媒単体より APF は低下傾向であること、冷房定格条件で規定能力を確保するためには、R32 冷媒比率 50%以上必要であること等の結論を得た。 | ◎ |
| ②性能分析、及び適正化検討による APF 到達レベル推定 | 性能分析結果、R410A に対する APF 低下の主要因は、圧力損失増大(低 GWP 冷媒単体)と温度勾配(混合冷媒)であることが判明した。圧力損失に対しては、熱交換器のパス数増大や配管径拡大にて適正化を検討し、低 GWP 冷媒単体で、R410A に対する APF を、80%→91%に改善。[3]項の圧縮機の改善も含めて、95%まで改善する結果を得た。さらに、ユニット大型化(現行比 154%)にて、R410A と同等性能が確保できるという結果を得た。また、混合冷媒に対しては、温度勾配への対応として熱交換器の対向流化等の適正化を検討した結果、APF で 2.9%(R32 比率 50%の混合冷媒)改善する結果を得た。 | ◎ |
| (e) 低GWP冷媒ルームエアコンの研究【パナソニック株式会社】 | | |
| <p>現行 R410A を使用しているルームエアコンに、低GWP冷媒またはそれを主成分とする混合冷媒または冷媒メーカー提案の低GWP混合冷媒の適用を検討し、製品寿命気候負荷 (LCCP) 低減に貢献することをねらいとする候補冷媒の選定を行うことを目標とし、下記研究項目を実施した。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・低GWP冷媒の安定性の評価と冷凍サイクル材料適合性に関する研究 ・低LCCPを実現する低GWP冷媒選定の研究 | | |
| 目 標 | 研究開発成果 | 達成度 |
| テーマ： 低GWP冷媒ルームエアコンの研究 | | |
| ルームエアコンに低 GWP 冷媒の適用を検討し、製品寿命気候負荷低減に貢献する候補冷媒選定を行う | 候補冷媒として、性能、機器のサイズ、施工性、価格、寿命気候負荷(LCCP)等、総合的なバランスを考慮し、GWP が 300 から 500 の低 GWP 冷媒が最適であることを明確にした | ◎ |
| 【1】低 GWP 冷媒の安定性の評価と冷凍サイクル材料適合性に関する研究開発 | | |
| ① 低 GWP 冷媒の安定性の評価と冷凍サイクル材料適合性評価 | 低 GWP 冷媒の安定性評価実施 低 GWP 冷媒の材料適合性評価実施 冷媒分解による冷凍機油劣化抑制方法明確化 | ◎ |
| 【2】低 LCCP を実現する低 GWP 冷媒選定の研究 | | |
| ② 低 GWP 冷媒ルームエアコンサイクル性能評価 [1]低 GWP 冷媒冷凍サイクルシミュレーション開発 [2]ルームエアコン冷媒ドロップイン性能評価 [3]冷凍機油戻り可視化試験 | 低 GWP 冷媒冷凍サイクルシミュレーションの完成 計算精度目標±3%達成 冷媒メーカー提案の低 GWP 冷媒のエアコン性能評価実施 HFO-1234yf/POE 油の可視化試験実施 | ◎ ◎ ◎ |
| ③ 低 GWP 冷媒用圧縮機の性能評価 [1]低 GWP 冷媒用圧縮機ディメンジョン検討 [2]低 GWP 冷媒用圧縮機の性能検討 | 低 GWP 冷媒用圧縮機の設計手法明確化 R-410A 同等性能の低 GWP 冷媒圧縮機仕様明確化 | ◎ ◎ |
| ④ 低 GWP 冷媒用熱交換器の性能評価 [1]熱交換器の最適化検討 [2]高性能室外熱交換器の検討 | R-410A 同等性能の低 GWP 冷媒熱交換器仕様明確化 着霜性能は従来同等で性能向上する熱交換器仕様 | ◎ ◎ |

| | | |
|--|--|-------------|
| | 明確化 | |
| ⑤ 低 GWP 冷媒ルームエアコン信頼性評価 [1]低 GWP 冷媒と摺動材料特性評価 [2]低 GWP 冷媒の信頼性評価 | HFO-1234yf の摺動特性、空気、水の影響明確化 エアコンおよび圧縮機単体信頼性評価試験の実施 長期信頼性の確立のため継続評価必要 | ○ ○ |
| ⑥ ルームエアコンサイクル用低 GWP 候補冷媒の選定 [1]低 GWP 冷媒エアコン仕様の検討 [2]低 GWP 冷媒エアコンの安全性評価 [3]LCCP 評価 | R-410A 同等性能の低 GWP 冷媒エアコン機器仕様明確化 低 GWP 冷媒のリスク評価検討 冷媒の着火源の詳細検討必要 エアコン性能評価結果より LCCP 評価実施 GWP300～500 の冷媒が候補冷媒 | ◎ ○ ◎ |
| 研究開発項目②「業務分野」 | | |
| (f) 過冷却回路によるCO2冷凍システムの高効率化技術の開発【三洋電機株式会社】 現行の HFC 機種に比べて年間消費電力量を 33%以上削減する自然冷媒冷凍システムを実用化し普及させる為に、以下の技術開発を行った。 ・過冷却用冷凍サイクルによる別置形冷凍システムの高効率化技術 ・過冷却用冷凍サイクルのユニット化及び最適運転圧力制御技術 ・別置形冷凍システムの信頼性評価 ・過冷却冷凍サイクルをもつ冷凍システムのフィールド実証 | | |
| 目 標 | 研究開発成果 | 達成度 |
| テーマ： 過冷却回路によるCO2冷凍システムの高効率化技術の開発 | | |
| ・二酸化炭素冷媒で作動する過冷却回路を組み込んだ CO2 冷凍システムを開発する。 ・現行 HFC 機種に比べて冷凍システムの年間消費電力量を 33%以上削減する。 ・少なくとも 63%以上の給湯用エネルギー消費量の削減する。 | 年間消費電力量 33%(定速マルチ機種比) 必要な給湯水全量を冷却排熱で供給可能 | ◎ |
| (a) 過冷却用冷凍サイクルによる別置形冷凍システムの高効率化技術 | | |
| 外気温度上昇時の省エネ効率を改善する。冷媒の種類、廃熱利用の有無による効果を明らかにする。 | ・HFC-404A 冷凍機と過冷却ユニットの組合せで、能力 6.2～26.9%向上、COP が 2.9～8.6%向上。 ・CO2 冷凍機では冷凍能力で 20%、システム COP は 5%向上。 ・最大加熱能力 11kW、給湯も含めたシステム総合 COP は 32～40%。 | ○ |
| (b) 過冷却用冷凍サイクルのユニット化及び最適運転圧力制御技術 | | |
| 最も効率が良い圧力バランス、能力バランスで制御する技術を開発する。温熱負荷に応じて、空冷か水冷に切り替える機構と制御技術。CO2 メイン冷凍回路を最適圧力とする新規制御技術。 | ・過冷却ユニットの試作完了 ・最適冷媒量制御が重要と分かった。複雑な回路構成となる為、空冷/水冷切替方式は不相当と判断。 | ○ |
| (c) 別置形冷凍システムの信頼性評価 | | |
| 信頼性評価を完了する。 | ・過冷却ユニットを組み込む対象となる CO2 冷媒用冷凍機試作を完了 ・密閉型 CO2 圧縮機(7.5kW)の最適な仕様を決定、量産設計終了。コンプレッサの耐圧強度を確認、1000 時間連続耐久試験で問題なし。 ・HFC インバータマルチ機種比で 10%の省電力を確認(目標の 33%削減相当)。 | ◎ |
| (d) 過冷却冷凍サイクルをもつ冷凍システムのフィールド実証 | | |

| | | |
|--|--|------------|
| <p>フィールド実証機にてエネルギー評価を実施して本システムの有効性を実証。</p> | <p>・CO2 冷媒用の冷凍リーチンショーケース、冷蔵オープンショーケースの開発を完了。 ・CO2 リーチン冷凍ショーケースを 1 系統店舗に設置し平成 21 年 8 月 10 日よりフィールド試験を開始。 ・1 系統の冷凍ショーケースを CO2 冷凍機に置き換えて年間 35.8 トンの CO2 削減と評価した。</p> | <p>◎</p> |
| <p>(g) 低 GWP 冷媒のドロップイン試験【三菱重工業株式会社】 新冷媒が冷凍機用冷媒として採用可能かを確認すること目的として、冷媒 HFC-134a 用のターボ冷凍機に新冷媒 HFO-1234ze(E) を封入して運転、計測を行い、能力・性能・特性の評価を行った。</p> | | |
| <p>目 標</p> | <p>研究開発成果</p> | <p>達成度</p> |
| <p>テーマ： 低 GWP 冷媒のドロップイン試験</p> | | |
| <p>HFO-1234ze(E)のターボ冷凍機への適用可否を確認すること。</p> | <p>潤滑油、材料の適合性もあり、性能も現行冷媒とほぼ同等で適用可能であることを確認</p> | <p>○</p> |
| <p>①冷媒と潤滑油の適合性検証</p> | <p>HFC-134a で使用している現行油での適合性を確認</p> | <p>○</p> |
| <p>②適合が確認された潤滑油と冷媒環境下での使用材料の適合性検証</p> | <p>機内に仕様の 29 材料の内、27 材料の適合を確認。 不適合材料については適合材料への変更は可能</p> | <p>○</p> |
| <p>③ターボ冷凍機実機へのドロップイン試験による運転検証</p> | <p>定格条件での COP は現行冷媒比 97%。部分負荷では良化する領域あり運用上現行冷媒と差異はない。</p> | <p>○</p> |
| <p>研究開発項目④「実用的な性能評価、安全基準の構築」</p> | | |
| <p>(h) 『ノンフロン型省エネ冷凍空調システム開発』の実用的な運転モード及び評価方法ならびに安全基準の構築【独立行政法人産業技術総合研究所】</p> | | |
| <p>電化製品等のライフサイクル評価手法の構築、化学物質利用に係る有害性評価・暴露評価手法開発への実績に加えて、ASHRAE 法による可燃性冷媒の燃焼性解析成果などの知見を総合し、多角的な見方からの冷凍・空調システムの評価手法を科学的な手法で提供することにより冷媒の評価を適切に行い、フロン系冷媒との比較を行うことで適切なシステム構築を成し遂げるため、下記の研究開発項目を実施した。</p> | | |
| <ul style="list-style-type: none"> ・ノンフロン型冷凍・空調システムの LCCP 評価 ・ノンフロン型冷媒の燃焼特性評価に関する研究 ・冷媒の有害性評価に関する研究 ・冷媒の暴露・リスクトレードオフ評価に関する研究 | | |
| <p>目 標</p> | <p>研究開発成果</p> | <p>達成度</p> |
| <p>テーマ： 『ノンフロン型省エネ冷凍空調システム開発』の実用的な運転モード及び評価方法ならびに安全基準の構築</p> | | |
| <p>HFC に代わる次世代冷媒の導入にあたって特に問題となる、(1) 温室効果ガス排出量 (LCCP 評価) (2) 有害性 (3) 燃焼特性 (4) 大気経由暴露・リスク (5) 室内漏洩時暴露・リスク、の 5 項目に対する安全性評価をリスクトレードオフの観点から実施し、次世代冷媒として相応しい物質を選定する。 特に、空調機器からの温暖化ガス (冷媒) の直接排出と、空調機器の電力使用に起因する二酸化炭素の大気排出 (温室効果ガスの間接排出) の双方を考慮した LCCP 評価を基礎として、有害性・燃焼特性・大気経由暴露・室内漏洩時暴露の各項目が、それぞれ適切に解決されうるか否かを慎重に評価す</p> | <p>空調機器に用いられる次世代冷媒を対象に、(1) 温室効果ガス排出量 (LCCP 評価) (2) 有害性 (3) 燃焼特性 (4) 大気経由暴露・リスク (5) 室内漏洩時暴露・リスクの各項目について評価シナリオを設定し、定量的な評価データを得ることができた。 上記 5 項目を基礎としたリスクトレードオフ評価の枠組みを設定し、5 項目が、それぞれ適切に解決されうるか否かを慎重に見きわめることによって、地球温暖化を防ぐために最適な選択となり得る冷媒候補を提示するための評価を実施した。</p> | <p>◎</p> |

| | | |
|-------------------------------|--|--|
| | ることにより、地球温暖化を防ぐために最適な選択となり得る冷媒候補を提示する。 | |
| (1) 次世代冷媒を使用する冷凍空調機器の LCCP 評価 | | |
| | 今後開発が予想される冷凍空調システムの普及シナリオや冷媒回収率を仮定し、製品寿命(生産→運転・使用→廃棄)を通じた環境負荷を総合的に評価する。 | <p>冷凍空調システムの「製造段階」、「使用段階」、「廃棄段階」における GHG 排出量算定のための前提条件を整理した。特に、家庭用エアコンの使用段階の電力消費起因 GHG 排出量算定のために、全国約 7,000 世帯を対象に使用状況に関するアンケート調査を実施し、地域別(北海道、北東北等の 10 地域)、部屋別(居間、個室)に平均的な使用状況を把握した。</p> <p>また、家庭用エアコンの廃棄段階の冷媒起因 GHG 排出量算定のために、機器回収プラントに持ち込まれた廃棄機器に残存している冷媒量と、実際に回収した冷媒量のデータを入手し冷媒回収率を算定した。</p> <p>整理した前提条件を用い、次世代冷媒を充てんした製品と現行製品について、ライフサイクル全体を通じて排出される LCCP 評価を行った。その結果、冷房定格能力 2.2kW の機器で、新冷媒の GWP300 の場合には、約 60%の削減が可能であることがわかった。</p> <p>2013 年から次世代冷媒を充填した家庭用エアコンが市場に順次導入される場合を想定し、次世代冷媒に転換した場合と現行冷媒を使い続けた場合について、2030 年までの国内の家庭用エアコン起因の GHG 排出量を算定し比較した。</p> <p>次世代冷媒はその特性に不確定な部分があるため、次世代冷媒の GWP や消費電力量を変化させた場合の GHG 排出量の変化も確認した。将来の冷媒回収率が変化することによる GHG 排出量の変化も確認した。</p> |
| (2) 次世代冷媒の燃焼特性評価 | | |
| | ノンフロン系冷媒や次世代冷媒として想定される冷媒単体および混合系冷媒の燃焼性に関する、現在データが不十分である燃焼限界・燃焼速度の測定、及び予測手法の開発を行う。 | <p>R-1234yf、R-32 等の 2L 冷媒(燃焼下限界が 3.5vol%を超え、燃焼熱が 19MJ/kg 未満で最大燃焼速度が 10cm/sec 以下)、及びそれらの混合系について、種々の温度・圧力・混合比における燃焼限界、不燃化条件、燃焼速度を明らかにし、最適な冷媒選択に不可欠な燃焼性データを提示した。また、R-1234yf は湿度の増加と共に燃焼性が増すものの、我が国の気象条件下では、最悪の場合でも最大燃焼速度は 10cm/sec 以下であり、R-32 の燃焼性は湿度に殆ど影響されないことを明らかにした。</p> |
| (3) 次世代冷媒の有害性評価 | | |
| | 次世代の冷媒として開発された R-1234yf に関して、既存の動物試験結果などをレビューすることにより、既存の試験結果の妥当性や不足試験項目の有無などを検証し、急性暴露と慢性暴露に伴う健康リスク評価に用いるエンドポイントと無毒性量を暫定的に決定する。また現在冷媒として使われている物質の有害性情報と比較検討を行う。 | <p>R-1234yf について公表されている有害性試験情報を収集整理した。急性毒性試験、反復暴露試験、心臓感作性試験、2世代繁殖試験では特段の有害性は記載されておらず、遺伝毒性試験の結果から生体内では遺伝毒性を示さないと考えられる。</p> <p>最も低濃度で影響が現れた試験はウサギを用いた発生毒性試験だが、妊娠ウサギの死亡が観察された濃度は 5,500ppm 以上と高濃度であった</p> <p>しかし、ラットにおいては発生毒性試験及び 2 世代繁殖試験でも母体の死亡についての記述は見られず、反復暴露試験では 50,000ppm においても暴露の影響は認められなかったことから、ウサギは R-1234yf に対してラットよりも高い感受性を有していることが窺われた</p> <p>第三者評価として R-1234yf の安全性について結論するためには有害性情報の詳細なデータの公表が必要である</p> |
| (4) 次世代冷媒の大気経由暴露・リスク評価 | | |

| | | | |
|--|--|--|---|
| | <p>次世代冷媒 R-1234yf がエアコン冷媒として使用された場合の大気中排出量を推定し、冷媒物質および分解生成物(対流圏生成オゾン等)について環境動態モデルを用いた暴露評価とリスク評価(ヒト健康、生態)を行う。</p> | <p>エアコン(家庭用・業務用・自動車用)に用いられる冷媒が全て R-1234yf に代替された場合の、R-1234yf および分解生成物であるオゾンとホルムアルデヒドの大気中濃度、および分解最終生成物であるトリフルオロ酢酸(TFA)の雨水中濃度を、大気モデルを用いて推定し、それら物質のヒト健康や水生生物への影響を評価した。既往の研究において、報告値が大きくばらついている R-1234yf の大気中分解過程における分解反応速度論パラメータであるヘンリー定数、及び加水分解速度定数については、二相フロー法による実験的手法によって確度の高い数値範囲を特定し、環境中濃度推定の精度を向上させた。大気モデル計算によって、いずれの物質においても関東地方に高濃度領域が発生することが明らかとなった。関東地方における R-1234yf の大気中濃度推定値は、ヒト健康に影響が生じる可能性は非常に小さいと考えられるレベルであることが明らかになった。また、冷媒代替に伴う大気中オゾンとホルムアルデヒドの濃度増加は最大で 0.1%程度と推定され、大気中のオゾンとホルムアルデヒドの濃度増加に対して殆ど重要な寄与をしないことが明かとなった。さらに、雨水中における TFA 濃度の最大推定値は、最も感受性の高い水生生物に対する無影響濃度を大きく下回り水生生物に影響を及ぼす可能性は極めて小さいと考えられるレベルと考えられた。</p> | ◎ |
| (5) 次世代冷媒の室内漏洩時暴露・リスク評価 | | | |
| | <p>冷凍空調機器から R-1234yf が漏洩した場合を想定し、空調によって発生した室内気流と漏洩した冷媒の濃度変化の時間発展挙動を数値流体力学(CFD)に基づく手法によって予測し、漏洩冷媒の閉鎖空間での暴露特性を評価する。冷媒漏洩のシナリオについては、冷凍空調機器の稼働時における漏洩と非稼働時における漏洩の二つのケースについて実施する。さらに、冷媒の燃焼特性や有害性の情報と漏洩冷媒の室内での濃度分布の予測値を用い、漏洩冷媒の安全性アセスメントを試みる。</p> | <p>閉鎖空間における空調機器からの冷媒の漏洩に対する安全性について、漏洩シナリオを作成する手順を新たに提案し、燃焼安全性や人体への健康影響についてのアセスメントを実施した。その結果、R-1234yf を冷媒として用いたときの漏洩の安全性に対する懸念は、当面は空調機器が稼働せず漏洩線速度が小さい、いわゆるスローリークの場合に絞られることが明らかにされた。これに対し、空調機器が稼働し漏洩線速度が高くなる場合には、漏洩濃度が低くなるため安全性への懸念が低くなることがわかった。</p> <p>ただし、漏洩冷媒の室内濃度の予測、及び暴露評価は、その漏洩シナリオに大変敏感であるため、最終的な安全性の判断は、冷凍空調機器からの冷媒の漏洩事故に関する個別の事例を把握し、これらの事例に忠実なシナリオを構築して安全性アセスメントを実施する必要があることがわかった。</p> | ◎ |
| (6) 次世代冷媒のリスクトレードオフ評価 | | | |
| | <p>LCCP 評価、有害性評価、燃焼性評価、及び暴露評価の全てを考慮した、次世代冷媒の使用を想定したリスクトレードオフ評価を実施する。</p> | <p>(0) オゾン層破壊、GWP (1) 燃焼特性、(2) 有害性、(3) LCCP 評価、(4) 漏洩時の燃焼・着火・有害性、(5) 実装可能性の6段階の評価項目から構成されるリスクトレードオフ評価の枠組みを設定した。(0)～(2)の評価項目を用いて次世代冷媒候補の絞り込みを行った上で(3)の LCCP 評価を行った。</p> <p>R-1234yf 単体、R-32 単体、混合冷媒(R-1234yf と R-32)を対象に、現行冷媒(R-410A)に対する GHG 排出削減効果について LCCP 評価を行った結果、GHG 排出削減効果が最も大きいのは R-1234yf であったが、R32 単体、混合冷媒についても一定の効果があることが予想され、3 種の冷媒とも次世代冷媒候補となりうることが示唆された。今後、(4)の火可燃性対策や(5)の実装可能性についての評価・検討が重要であることが示唆された。</p> | ◎ |
| <p>(i) エアコン用低 GWP 混合冷媒の物性と LCCP 評価【国立大学法人東京大学/九州大学】 新冷媒候補の選択に対して有用な情報を提供して適切な冷媒選択を容易にし、その実用化研究開発を加速させるために、候補冷媒の基礎的な物性情報、サイクル性能情報、ライフサイクルにおける等価二酸化炭素排出量等の評価を実施することを目的として、下記研究項目を実施した。 ・ HF01234yf 混合冷媒の熱物性と LCCP 評価 (担当：東京大学) ・ HF01234ze 混合冷媒の熱物性とサイクル性能の研究 (担当：九州大学)</p> | | | |

| [東京大学担当分] | | |
|--|---|---------------------------------------|
| 目 標 | 研究開発成果 | 達成度 |
| テーマ： エアコン用低 GWP 混合冷媒の物性と LCCP 評価 [研究項目： HFO1234yf 混合冷媒の熱物性と LCCP 評価] | | |
| HFO1234yf混合冷媒の熱物性、管内伝熱特性の測定およびサイクルの性能予測を行い、HFO1234yf混合冷媒を用いたルームエアコンのライフサイクル環境影響評価(LCCP)を行い、実用化に資する。 | HFC1234yfを中心とする混合冷媒候補について、平衡物性を測定し、状態方程式を提案した。蒸発器、凝縮器における伝熱性能を測定し、相関式を提案した。これら物性式を用いてサイクル計算を行い、低 GWP 冷媒の LCCP 評価を行った。結果として、HFC1234yf 純冷媒では圧損による能力低下が著しく、R32 を 50%程度混合すると、現状と同程度の LCCP となることが明らかになった。 | ◎ |
| (a)HFO1234yf 混合冷媒の熱物性の測定 | | |
| HFC1234yfを中心とする混合冷媒候補について、平衡物性を明らかにする。混合冷媒の蒸発器内伝熱性能を明らかにする。 | (a)HFO1234yf/HFC32 混合冷媒、HFO1234yf/HFC125 混合冷媒、HFO1234yf/HFC134a 混合冷媒の気液平衡関係を測定して状態方程式を導出し、粘性係数の実験式を作成した。HFO1234yf 純冷媒、HFO1234yf/HFC32 混合冷媒の蒸発器の伝熱性能を明らかにした。 | ◎ |
| (b)HFO1234yf 混合冷媒を用いたルームエアコンの性能シミュレーション | | |
| HFO1234yf を中心とする混合冷媒候補について、ルームエアコンの性能シミュレーションを開発する。これもちいで、直接影響評価と間接影響評価を総合する LCCP 評価を行い、総合的な環境影響評価を行う。 | (b)HFO1234yf/HFC32 混合冷媒、HFO1234yf/HFC125 混合冷媒のヒートポンプ性能をシミュレーションするプログラムを開発し、LCCP 評価を行い、混合冷媒の環境性評価を行った。 | ◎ |
| (c)HFO1234yf 混合冷媒のドロップイン試験 | | |
| 建築研究所に委託し、1 年間にわたって実住宅に設置したエアコンの性能の測定を行い、適切なルームエアコンの性能評価法を提案する。 | (c)建築研究所では実住宅におけるエアコン性能評価手法の確立のために、モデル住宅にて夏季および冬季の評価試験を実施し、性能評価法を提案した。 | ◎ |
| (d)HFO1234yf 混合冷媒の LCCP 評価 | | |
| ルームエアコンの JIS における APF 評価の改訂のために、実際の運転時間の調査を行う。また、HFC 冷媒の管理の適正化により、使用時漏洩を提言する方法を提案し、その有効性を明らかにする。 | (d)ミサワホーム総合研究所と東大とが共同で関東、信越地区にルームエアコンを設置し、使用実態を明らかにするために計測を行っている。日本冷凍空調学会では HFC 冷媒の流通体制、管理体制の改善、ポンベ類のICタグ管理システムの構築・運営のために、IC タグ技術の調査、IC タグの構造設計、IC タグソフトの開発、IC タグの試作、管理ソフトの開発を行った。 | 運転時間の調査に関しては ○ 冷媒管理法の研究開発に関しては◎ |
| [九州大学担当分] | | |
| 目 標 | 研究開発成果 | 達成度 |
| テーマ： エアコン用低 GWP 混合冷媒の物性と LCCP 評価 [研究項目： HFO1234ze混合冷媒の熱物性とサイクル性能の研究] | | |
| HFO1234ze混合冷媒の熱物性、管内伝熱特性およびサイクルの性能予測および性能試験を行い、HFO1234ze混合冷媒を用いたルームエアコンの実用化に資する。 | ①HFO1234ze混合冷媒の熱物性データを測定し、状態方程式および物性相関式を作成した。 ②HFO1234ze混合冷媒の伝熱特性を測定し、その基本特性を把握した。 ③HFO1234ze混合冷媒サイクルの性能予測を行い、その基本特性を明らかにした。 ④HFO1234ze混合冷媒サイクルのドロップイン試験を行い、ルームエアコン用冷媒R410Aの代替冷媒として使用できることを明らかにした。 | ◎ |
| (a)HFO1234ze混合冷媒の熱物性の測定 | | |
| HFO1234zeを主成分とした2成分混合冷媒を対象に温度-圧力-密度-濃度の関係、気液平衡関係、臨 | (a2)温度・圧力・密度・濃度の関係(Pp Tx 性質)の熱物性測定 (a2)臨界軌跡の測定およびその相関式の作成 | ◎ ◎ |

| | | | |
|---|--|---|-------------------------------------|
| <p>界軌跡、熱伝導率、粘度、表面張力等のルームエアコンの性能解析に必要な熱物性値を測定し、状態方程式、相関式等を作成する。また、管HFO1234ze混合冷媒の内凝縮及び蒸発の熱伝達特性を把握する。</p> | <p>(a1)気液平衡関係の測定および混合パラメータの決定</p> <p>(a2)ヘルムホルツ型状態式の作成</p> <p>(a2)液体密度と液体比熱の測定</p> <p>(a2)表面張力の測定およびその相関式の作成</p> <p>(a3)液体の熱伝導率測定およびその相関式の作成</p> <p>(a3)粘度の測定およびその相関式の作成</p> <p>(a1)螺旋溝付管内伝熱特性の測定および把握</p> <p>(a1)扁平微細管内伝熱特性の測定および把握</p> | <p>◎</p> <p>◎</p> <p>◎</p> <p>◎</p> <p>◎</p> <p>◎</p> <p>◎</p> <p>◎</p> | |
| | <p>(b)HFO1234ze混合冷媒を用いたルームエアコンの性能シミュレーション</p> | | |
| | <p>熱力学的サイクル性能解析によりHFO1234ze 混合冷媒サイクルの基本特性を明らかにする。ついで、ルームエアコンの性能シミュレーション手法を構築して、ルームエアコンの性能シミュレーションを実施し、室内及び室外の空気条件における最適な混合冷媒組成比を見出す。</p> | <p>(b1)熱力学的性能解析による基本特性説明</p> <p>(b2)熱交換器特性を考慮したサイクル性能予測法によるサイクルシミュレーション</p> <p>(b1)空気熱源サイクル性能予測法によるサイクルシミュレーション</p> | <p>◎</p> <p>◎</p> <p>○</p> |
| | <p>(c)HFO1234ze混合冷媒のドロップイン試験</p> | | |
| | <p>ブライン熱源ヒートポンプ試験装置による、空気を熱源とするルームエアコンの簡便な性能評価法を構築し、与えられた熱源条件に対する最適混合冷媒組成比および冷媒充填量を評価し、HFO1234ze混合冷媒を用いたルームエアコンの実用化に資する。</p> | <p>(c)充填量がサイクル性能に及ぼす影響の測定</p> <p>(c)混合冷媒組成比がサイクル性能に影響の測定</p> <p>(c)熱交換器サイズがサイクル特性に及ぼす影響の測定</p> <p>(c)HFO1234ze 混合冷媒が R410A の代替冷媒として使用できることを実証</p> | <p>◎</p> <p>◎</p> <p>◎</p> <p>◎</p> |
| <p>(d)HFO1234yf 混合冷媒の熱物性の測定</p> | | | |
| <p>HFO1234yf/HFC32 混合冷媒の熱物性(臨界軌跡、液熱伝導率など)を測定し、状態方程式、相関式等を作成する。</p> | <p>(d1)臨界軌跡の測定およびその相関式の作成</p> <p>(d2)液体の熱伝導率測定およびその相関式の作成</p> | <p>◎</p> <p>◎</p> | |
| <p>投稿論文</p> | <p>「査読付き」59件、「その他（講演発表等）」89件</p> | | |
| <p>特許</p> | <p>「出願済」30件、「登録」0件（うち国際出願4件）</p> | | |
| <p>その他の外部発表 (プレス発表等)</p> | <p>9件</p> | | |

| | | | |
|---------------------|---|--|---|
| IV. 実用化、事業化の見通しについて | <p>(1) 事業化までのシナリオ</p> <p>京都議定書目標達成計画の目標を達成するためには、民生・産業分野でエネルギー消費の比較的大きく、かつ今後HFCの排出量が急速に増加する見込みの冷凍空調分野での対策が重要である。地球温暖化は、国全体、地球全体の喫緊の課題であること、また、これらの製品等を製造している企業にとっては対策コストが高く、投資が進まないことを考慮すると、国が主導的に技術開発を行うことが必要である。産業用、民生用機器の中で冷凍・空調機器のエネルギーは比較的大きい比重を占めている。これらの機器は食品の流通、我々の居住空間の改善に必要で、国民生活には今やなくてはならない存在である。しかしながら現在のところ、他の代用可能な機器は存在しない。フロンは性能、安全性、経済性とも大変優れた物質であり、これに代わるノンフロン（低温室効果冷媒）の機器開発は国の支援を得て各企業の持つ技術を結集して当たる必要がある。</p> <p>また、技術戦略マップにおいても、H17年度より開始された本プロジェクトが冷凍空調機器分野での対策の根幹となっていることが示されている。</p> | | |
| | <p>(2) 実用化・事業化の見通し</p> <p>対象技術毎の実用化・事業化の見通しを下表に示す。</p> | | |
| | 研究開発項目 | 対象技術等 | 実用化・事業化見通し |
| | ①住宅分野 | ・住宅用換気空調 | <ul style="list-style-type: none"> ・目標性能を達成するシステムは完成。コスト低減が今後の課題。イニシャルコストのリスクを低減するために大型機への展開も視野に入れる。 |
| | | ・低 GWP 冷媒 ルームエアコン | <ul style="list-style-type: none"> ・技術面の課題は明確化され、解決の見込み。 ・技術面以外の課題（国内外の冷媒規制（GWP 規制等）状況および低 GWP 冷媒の安全性（燃焼性等）リスク評価）の解決により事業化可能。 |
| ②業務分野 | ・CO2 冷媒 ショーケース | <ul style="list-style-type: none"> ・平成 23 年度中に実店舗に導入予定。 ・量産効果による価格ダウン、コストダウン設計が課題。 | |
| | ・低 GWP 冷媒 ターボ冷凍機 | <ul style="list-style-type: none"> ・低 GWP 冷媒専用機器設計の実施とともに、冷媒安全性評価が確立することにより実用化、市場投入可能。 | |
| ④性能・安全評価 | <ul style="list-style-type: none"> ・低 GWP 冷媒評価（性能・安全性） ・LCOP 評価手法 | <p>※研究開発項目は規範整備による上述の研究開発に係る事業化を促進することを最終目的とするため、成果物の公開・提言にとどまる。ただし、講演・論文・投稿等を通じた成果の周知や、冷凍空調業界団体等を通じてのPR、および規格・法整備に係る働きかけを内外に広く展開していく。</p> | |

(3) 波及効果
 本開発が成功し実用化されれば、国の環境行政に大きく寄与するものである。また我が国の国際的な環境に対する責務を果たすのに大きく貢献できる事になる。
 また、世界に先駆けた次世代冷媒技術の開発は我が国産業の競争力強化にもつながる。
 対象技術毎の波及効果について下表に示す。

| 研究開発項目 | 対象技術等 | 技術的波及効果 | 対象技術分野の国内市場規模※1 | 対象技術分野の冷媒排出量推計※2 | 社会的波及効果 |
|----------|--------------------------------|---|-----------------|------------------|---|
| ①住宅分野 | ・住宅用換気空調 | ・商業ビル等の大型建物用のシステムへの展開 | ・約30億円 | —※3 | ・温室効果ガス排出削減による地球環境への貢献 ・世界に先駆けた次世代冷媒技術の開発による我が国産業の競争力強化 ↓ NEDOのミッションに合致： 「エネルギー・地球環境問題の解決」 「産業技術の国際競争力の強化」 |
| | ・低GWP冷媒ルームエアコン | ・業務用空調（パッケージエアコン、ビルマルチエアコン等）および冷凍分野への展開 | ・約5000億円 | ・約900万t-CO2 | |
| ②業務分野 | ・CO2冷媒ショーケース | ・ノンフロンかつ省エネ技術の研究開発促進 | ・約400億円 | ・約1200万t-CO2 | NEDOのミッションに合致： 「エネルギー・地球環境問題の解決」 「産業技術の国際競争力の強化」 |
| | ・低GWP冷媒ターボ冷凍機 | ・他機器（チラー、ヒートポンプ等）への展開 | ・約6000台※2,※4 | ・約100万t-CO2 | |
| ④性能・安全評価 | ・低GWP冷媒評価（性能・安全性） ・LCCP評価手法 | ・低GWP冷媒基礎データの普及による実用化研究開発の促進 ・リスクアセスメントの推進 | — | — | ・内外の規格・法規整備の提言（高圧ガス保安法、ISO等） |

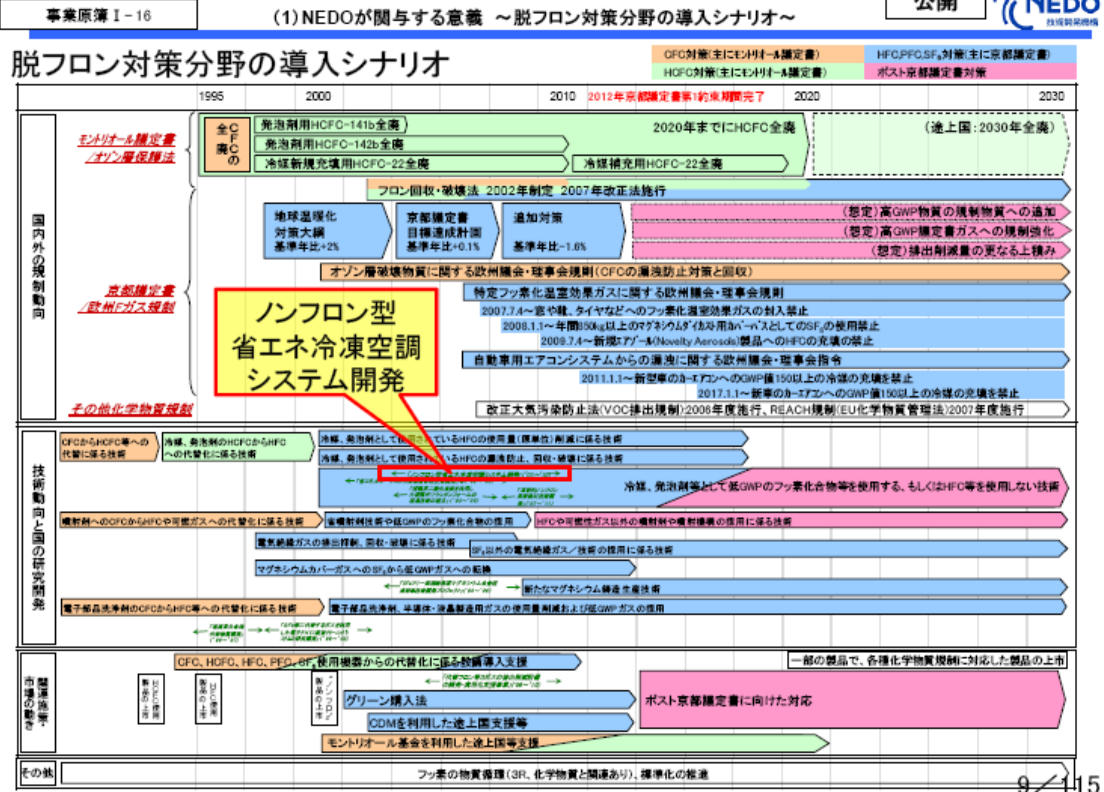
※1：助成金交付申請書・企業化計画に基づく値
 ※2：産業構造審議会化学・バイオ部会地球温暖化防止対策小委員会第5回冷媒対策WG参考資料より
 ※3：既存のシステムの代替ではなく、追加的に普及が見込まれる技術と考え、排出量推計の対象外とした
 ※4：ターボ冷凍機については既設機へのレトロフィットが重要技術と考え、市中稼働台数（推計）を記載した

| | | |
|---------------|------|---|
| V. 基本計画に関する事項 | 作成時期 | 平成17年3月 作成 |
| | 変更履歴 | 平成20年3月 改訂（中間評価結果を反映） 平成20年7月 改訂（イノベーションプログラム基本計画の制定） 平成22年3月 改訂（実施期間を1年延長） |

技術分野全体での位置づけ

(分科会資料6-1より抜粋)

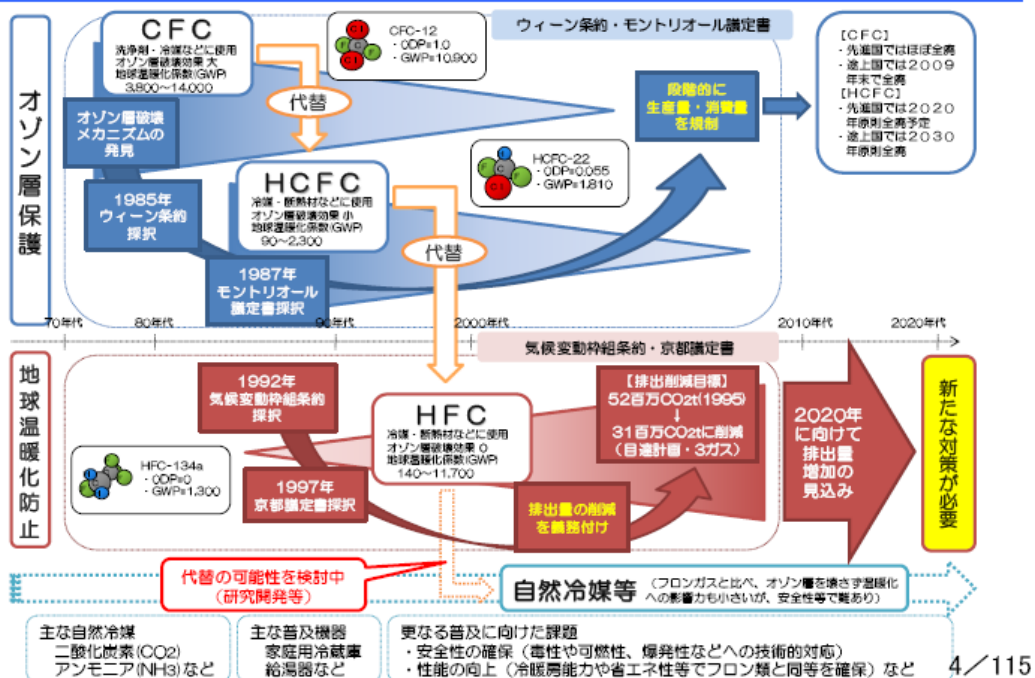
「ノンフロン型省エネ冷凍空調システム開発」 I. 事業の位置付け・必要性について



事業原簿 I-1~3

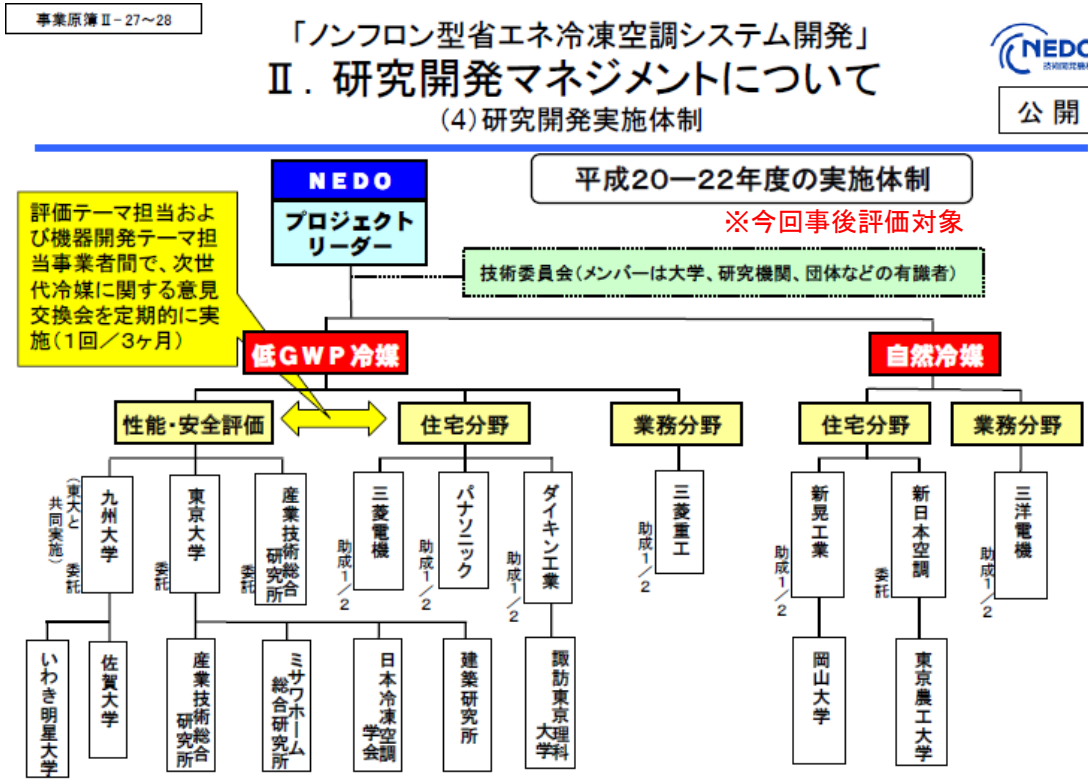
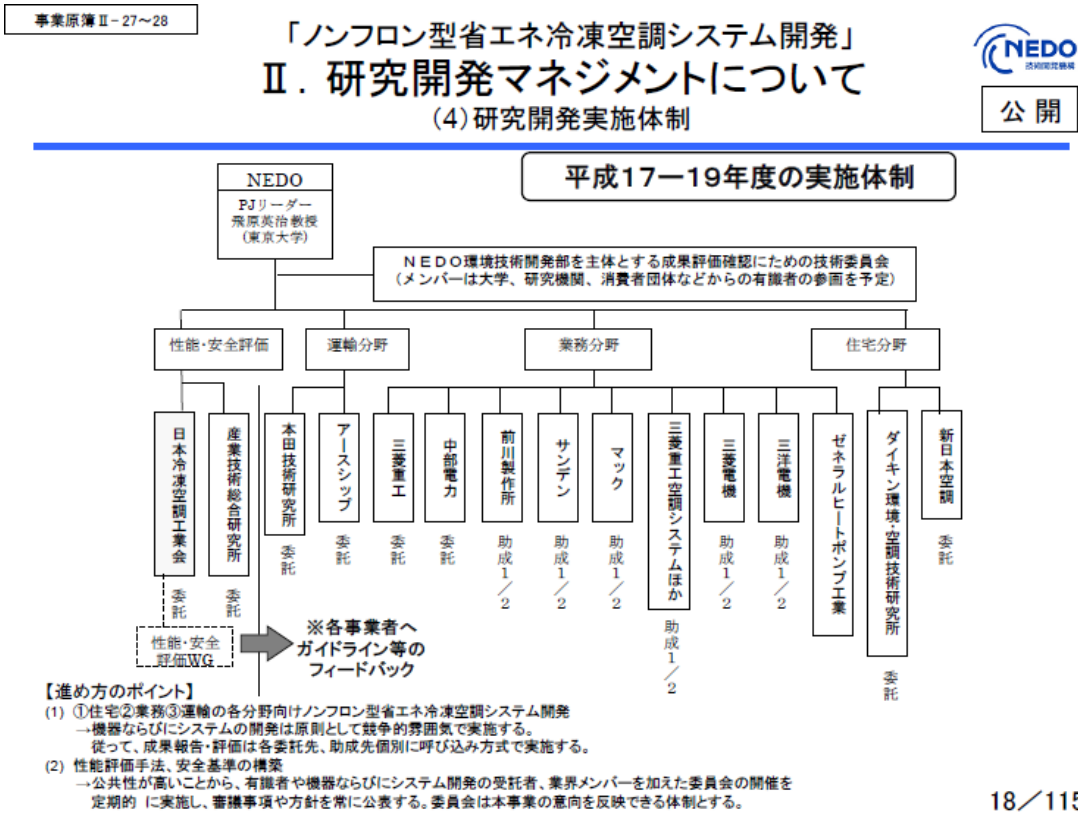
「ノンフロン型省エネ冷凍空調システム開発」 I. 事業の位置付け・必要性について (1) 背景 ~フロン類を巡る規制と対策の流れ~

公開 NEDO



「ノンフロン型省エネ冷凍空調システム開発」

全体の研究開発実施体制



「ノンフロン型省エネ冷凍空調システム開発」（事後評価）

評価概要（案）

1. 総論

1) 総合評価

モントリオール議定書によるオゾン層破壊防止の観点、京都議定書による地球温暖化防止の観点から、本研究事業は、重要かつ意義深いテーマである。自然冷媒にこだわらず、代替フロンに代わる新冷媒の探索を目的として HFO（ハイドロフルオロオレフィン）系冷媒について、大学・産業技術総合研究所による研究横断的な組織を構築し、世界をリードする技術を有する有力空調メーカーの参画により我が国が先導的に取り組んだ NEDO の支援は、時宜を得た取り組みであり、国際的にも評価出来る。そして、実用可能性の評価、および安全性の各点から、多面的かつ高度な基礎的検討および実用化開発を実施し、世界に先駆けた数多くの有用な知見を明らかにしている点は高く評価できる。さらに、冷媒物性・基礎特性データの測定・検証・データベース化そしていち早く公開したことは非常に有意義であった。

一方で、個別の研究開発目標について見ると、材料開発や開発目標である空調機器の基本的な特性把握にとどまっているものが散見され、一部に未完成な部分や実用化に疑問符が付く部分があった。

今後、成果物の開発においては全世界を対象とし、将来の産業育成に貢献してもらいたい。

2) 今後に対する提言

低 GWP 冷媒は、規制に対する国際情勢が定まらなると製品化できない。従って、欧州動向調査が必要であり、CO₂ や炭化水素などの自然冷媒を使った製品開発の支援も継続して行うことも重要である。実証検討の多くのものにおいて実用化に向けた課題、技術課題が多く存在する業務用空調機器、そして新冷媒の開発を外国企業に任せるのではなく、物質の探索や合成に至る技術を後継プロジェクトで積極的に推進することも必要である。その際、その評価基準、規制緩和を担う行政側と連携して推進する必要がある。また、冷媒の漏えい対策、回収対策について、カーエアコンでとられたような冷媒管理に関する国家的な仕組みの検討も必要である。

また、日本と世界の冷凍・空調マーケットの大きさを考えた場合には、実用面から、“現状の日本の規格に合わせた性能評価”に加えて、世界市場の多様な気候条件・消費者嗜好を考慮に入れた多面的な検討により、世界市場をリードする国際的な規格提案を可能とする試験法や性能評価手法（例えば東南アジアやヨーロッパ諸国での実証試験実施などの国際連携）の開発が望まれる。他の産業と同じようなガラパゴス化を避けるべく、諸外国のこの分野の人たちとの意見交換を積極的に行うべきである。

2. 各論

1) 事業の位置付け・必要性について

本事業は、「環境安心イノベーションプログラム」の中の「地球温暖化防止」という地球温暖化ガス削減の国際的動きに沿った時宜を得た取り組みである。多くの参加企業・研究機関を結集することにより、比較的短期間において、家庭用から業務用までの幅広い冷凍・空調分野を対象に、低 GWP 冷媒の特性把握と性能検証、安全性評価を試みている。基礎研究的な内容を多く含む本事業は民間のみでは取り組めない公共性が高い取り組みであり、NEDO の積極的な関与は適切である。世界全体で議論されている冷媒問題に対し、他国においてはその取り組みが不十分である中、わが国が先導的役割を十分果たし、解決する方向性を示したものであり、高く評価できる。

しかしながら、これらは日本単体の問題ではなく、世界全体で協調して解決することが必要であるので、海外の関連機関との積極的なコミュニケーションも NEDO の支援の上で実現して頂きたい。

2) 研究開発マネジメントについて

全体の問題点を把握するとともに目標達成のための要素技術開発や全体開発などスケジュールも適切である。特に、国際的な状況変化を踏まえて DuPont 社が発表した低 GWP 冷媒を、世界に先駆け急ぎよ購入し、低 GWP 冷媒機器研究にも対象を広げるなど中間評価で思い切った方針変更を行ったことは評価できる。そして、全体を統括するプロジェクトリーダーのもと、学界からなる研究チームと、技術力と事業化能力を有する企業との研究実施体制下、各テーマ担当事業者間の意見交換会を積極的に開催し、フィードバックを図っていることは評価できる。低 GWP 冷媒を用いた性能試験の実施により、現行機からの冷媒代替による性能変化・性能維持策について具体的な検討を行っており、実用化・事業化に向けたマネジメントも良好である。

一方で、低 GWP 機器の実用化に向けては制度面などの課題の整理が、さらに事業化には冷媒漏えいと冷媒回収に関する見通しの検討が必要である。

3) 研究開発成果について

低 GWP 冷媒基礎データを体系的に計測した取り組みは海外でも例がなく、大きな成果である。特に、住宅用として研究開発されたテーマにおいては、将来的には業務用としての展開が期待されるものも多く、本プロジェクトで開発された成果技術が広く応用分野を持つものであることは高く評価できる。また、低 GWP 冷媒および混合冷媒の性能・安全評価に関しては世界的にも先進的な研究であるとともに、ここで得られたデータは、空調機、冷凍機の実用化研究に必要かつ不可欠なものである。積極的な公開および NIST (米国標準技術局) への提案と、国際会議を主催して世界へ発信していることは高く評価できる。

しかしながら、住宅用換気空調については、実際の多様な気象条件を想定した性

能検証が未達と考えられる。業務用は大型機の開発にとどまっていると判断される。

また、本プロジェクトの成果は、産業界のみならず、一般消費者にとっても有益なものであるので、広報活動を引き続き取り組んで頂くとともに、国際標準化などに繋がる働きも期待したい。開発のきめ細かさは評価できるが、外国に対するアピールや外国ユーザーを意識した開発など、今少し配慮が必要である。

4) 実用化、事業化の見通しについて

本プロジェクトの成果は日本の空調技術に関するレベルの高さを充分アピールできる内容であり、世界的にみても実用化・事業化が可能な研究であると評価できる。特に、CO₂冷媒ショーケースについては上市化が達成されている。低 GWP 冷媒に関しては、実用化に向けての研究が加速され、コストダウンの課題があるが、十分事業化が可能なところまで到達しており、評価できる。また、国内 JIS 規格の規格整備資料としては十分なデータの取得と資料整理が実施され、実用化の判断材料を定量的に示している点は高く評価できる。さらに、低 GWP 冷媒のドロップイン試験結果などプロジェクト成果を世界に発信したことは、我が国が次世代冷媒の選択に関してリーダーシップをとる上で、意義深い。

しかしながら、事業化に関しては、低 GWP 冷媒の価格や安全性評価が定まっていないため、コストや機器のサイズなどに問題があり、次ステップへの研究継承が必要である。また、稼働率が低く、コスト的にも限界がある住宅用の空調・換気システムには十分な市場調査を行うことを考慮すべきである。

個別テーマに関する評価

| | 成果に関する評価 | 実用化(、事業化)の見通しに関する評価 | 今後に対する提言 |
|---------------------------|--|---|---|
| 住宅分野向けノンフロン型省エネ冷凍空調システム開発 | <p>入手困難であった低 GWP 冷媒を国プロにより入手し、各参加事業者が性能分析を達成できたことは評価できる。エアコンのノンフロン化（新冷媒化）に関しては目標の達成度、成果の意義、知的財産権、成果の普及いずれをとっても充分である。特に、R1234yf およびそれと R32 の混合冷媒については、いままで実用的な観点から評価がされておらず、世界初の成果であり、本事業の大きな成果と考えられる。また、住宅用として研究開発されたテーマにおいても、将来的には業務用としての展開が期待されるものも多くなっており、本プロジェクトで開発された成果</p> | <p>検討された低 GWP 冷媒を使って十分実用化が可能な段階になっていることは高く評価できる。特に、現行の冷媒を用いた実機との詳細な比較検討から、空調機性能の定量的な評価結果を提示し、機器性能と環境性の観点から、実用化の課題と解決策を見いだした。そのことにより、低 GWP 冷媒を採用した空調機の早い時期での製品化・上市化及び、ビル用マルチエアコンへの展開が期待できる。</p> <p>しかしながら、低 GWP 機器の実用化には環境規制に対する国際情勢や、冷媒の安全性に関する規制動向や、低 GWP 冷媒の価格が極めて高いことによるコストや機器のサイズなどの多くの課題もある。</p> <p>また、デシカント空調の低コスト化についての議論が不十分であったの</p> | <p>本事業は規制に対する国際情勢が定まらない状況である。従って、欧州動向調査が必要であり、次ステップの研究継続が重要と考える。特に、国内外で住宅用低 GWP 冷媒エアコンの方向性を議論し、ドロップインテストを実施し、国内メーカーのみならず海外メーカーも含めて、国際標準化推進の雰囲気醸成を図るべきと考える。また、低 GWP 冷媒エアコンのコスト低減および小型化を目的とした技術開発も必要である。そして、途上国の冷媒転換支援を行う新規事業を起案することで、日本のリーダーシップが発揮出来る。また、個別機器としてではなく住宅建築とマッチした統合</p> |

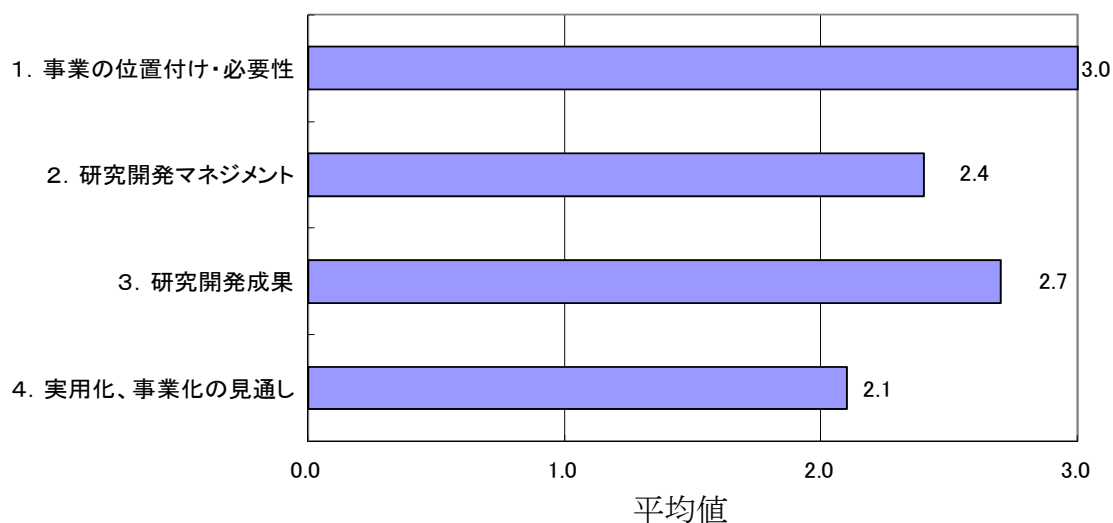
| | | | |
|----------------------------------|---|--|---|
| | <p>技術が広く応用分野を持つものであることは高く評価できる。</p> <p>しかしながら、換気、調湿システムの開発に関してはその完成度、成果の意義、成果の普及等に関して今一步の開発が必要である。特に、住宅用換気空調は目標性能を達成するシステムを完成しているが、既存方式とのコスト比較評価条件が明確でなく、事業化の観点から、技術的な克服すべき課題が残されていると判断される。</p> | <p>で、次ステップ等で研究が進むことを期待する。</p> | <p>熱システムや太陽光発電とマッチした機器の開発を提案する。</p> <p>一方で、住宅分野では、現在使用中の冷媒の回収が大きい問題であり、制度や規制の整備が必要である。</p> |
| <p>業務分野向けノンフロン型省エネ冷凍空調システム開発</p> | <p>温暖化物質の排出量の大きい、冷蔵冷凍の分野や、大型空調機の分野において、実用化の目途をつけたことは、高く評価できる。特に、冷媒量制御などCO2 冷凍システムの高効率化技術を確立することで、現行R404A 機と比較して10%の性能改善の達成、ならびに、直膨</p> | <p>実用化に向けての具体的な道筋があり、フィールドテストまで実施されている研究開発テーマもあることは高く評価できる。特に、スーパーマーケットの冷凍ショーケースおよび冷凍倉庫の温暖化対策として、ノンフロン化に加えて効率向上を実現した開発機をすでに上市し、冷凍ショーケースの新設および更新需要への普及が</p> | <p>CO2 冷媒ショーケースの冷却廃熱を給湯水に利用するシステムは給湯需要を持つスーパーマーケット等での導入が期待できる。その際、コストダウン研究が必要であり、一定のコストダウンが進むまでは、政府による導入支援策も必要となる。</p> <p>大型冷凍機では、ターボ冷凍</p> |

| | | | |
|--|---|---|---|
| | <p>式の自然冷媒ショーケースを実用化できたことは大きな成果である。また、冷凍冷蔵ショーケースへの CO₂ 冷媒活用は、様々な用途へのノンフロン冷媒の活用が一段と進むという波及効果が期待できる。</p> <p>また、低 GWP 冷媒 (HFO-1234ze(E)) のターボ冷凍機へのドロップイン試験の結果、同じ冷媒体積流量で冷凍能力は約 71%であったが、COP は 97% (HFC-134a 比)、部分負荷においては HFC-134a を上回る領域があり、実運転で性能が同等となることを明らかにしたことは意義深い。最も効率の良い大型冷凍機の新冷媒対応化は日本の技術力の優位性を示す格好の機会である。</p> <p>しかしながら、ショーケースへの展開は非常に意義あるものだが、高額であるので、より</p> | <p>期待される。</p> <p>また、冷媒使用量の大きいターボ冷凍機の低 GWP 冷媒ドロップイン試験についても、潤滑油への適合性や材料適合性の評価を済ませ、実運転で性能が同等となることを明らかにしたことは実用化可能性がきわめて高いことを示している。</p> <p>しかしながら、低 GWP 冷媒 (HFO-1234ze(E)) の安全性調査が遅れていることが、普及の障害となる可能性があり、早急に進められることを希望する。また、業務用冷凍システムに関しては、冷媒の漏えいと回収に関するビジネスモデルの開発が急務であると考える。カーエアコン並みの回収を実現するよう、空調業界 (メンテナンスを含む) としての検討を望む。</p> | <p>機以外 (例えば大型チラーとか) への展開、冷凍能力の観点から、低 GWP 値冷媒にマッチングさせたターボ冷凍機 (コンプレッサー) の開発を期待する。また、業務分野で需要が多いパッケージエアコンへの展開を早急に進めるべきである。</p> <p>一方、R1234ze の自動車分野への適用、ならびにこれら成果を住宅用・業務用だけでなく産業用への展開を期待する。また、ビル用マルチや中規模の冷温水チラーの新冷媒対応化が必要である。その場合、効率の目標値はこれまでの COP ではなく、高く設定すべきである。</p> |
|--|---|---|---|

| | | | |
|------------------|--|---|---|
| | いっそうのコストダウンをお願いしたい。 | | |
| 実用的な性能評価、安全基準の構築 | <p>世界に先駆けて低 GWP 冷媒の性能評価を実施し、実用的には十分な精度で汎用性のあるデータであることは高く評価できる。特に、燃焼速度と燃焼限界を明らかにするとともに、燃焼限界の改善方法、低 GWP 冷媒の有害性などを実験と理論的な検討により明らかにしている点は高く評価できる。その結果、新冷媒候補の選択を容易にし、空調機の開発を容易にするための寄与は大きく、低 GWP 機器開発を促進させる大きな成果である。本プロジェクトの研究結果は、国内会議のみならず国際会議や国際的な学術雑誌などでも多数公表されており、十分な成果が得られていると判断してよい。</p> <p>しかしながら、新しい低</p> | <p>実用的に十分な精度で汎用性のある低 GWP 冷媒の物性計測データは、空調機、冷凍機の実用化研究に必要な不可欠なものである。そして、これらデータを個別の学会発表のみならず、JSRAE 熱力学表として広く情報公開できていることは、具体的な冷媒利用機器の開発を加速できることに繋がり、高く評価できる。また、R1234yf の安全性について検討されたことは、冷媒実用化において有意義なものである。さらに、JIS 化、標準化の元となる有用な知見を、成果として数多く提供しており、公共財として低 GWP 冷媒データを整備しつつあることは高く評価できる。</p> <p>一方で、需要想定や LCCP 評価に基づく CO₂ の排出量削減効果検討には、海外の需要動向も含めてマクロ分析すべきである。また、冷媒物性計測や安全性評価を継続的に実施するた</p> | <p>欧州の動向によって、低 GWP 冷媒の定義が大きく変わる可能性もあり、新冷媒探査が必要である。これは、空調用 (R410A 代替) のみではなく、冷蔵用 (R404A 代替)、高温用冷媒 (R245fa 代替) を指すものでもある。また、安全性評価に関しては、HFO-1234ze も重要な冷媒であり安全性評価が必要である。組成上、副生成物などが類似する HFO-1234yf の安全性評価内容をベースとして検討することが望ましいと考える。</p> <p>そして、「評価手法と安全基準の構築」についての具体的な提案ができると、今後、さらに新型冷媒が開発されたときにその成果が活用できる。</p> <p>一方、冷媒管理システム構築に関しては、継続した実証デー</p> |

| | | | |
|--|---|--|---|
| | <p>GWP 冷媒の性能評価と安全性評価が成果の中心であり、目標として掲げられている「評価手法と安全基準の構築」については、具体的な成果としてまとめられていない。また、冷媒の燃焼特性を明確にするためには、空気中の水分の影響など、解決すべき課題も残されている。</p> | <p>めの体制整備が必要であり、R1234zeの安全性試験データが不足している点は残念、次ステップ以降でのデータ取得が望まれる。また、低 GWP 冷媒の安全性について、一般向け広報も必要である。</p> <p>今回研究で得られた成果は ISO として国際標準化することによって、世界に貢献するとともに国内産業育成につながられるものである。したがって、各種基準や試験方法の ISO 化を急ぐべきである。</p> | <p>タの蓄積が必要である。LCCP 算定時に運転時漏洩率は重要な因子であるため、本管理システムの継続により、保守点検を含めた実漏洩量の収集・分析（機器種別傾向など）を望む。また、冷媒漏洩は機器単体だけでなく、冷媒出荷から使用、回収、破壊・再生の全行程で管理することが重要であり、実証研究による問題点抽出・改善が必要である。また、自然冷媒を含めた評価・試験方法の提案を国際的に行ってもらいたい。</p> |
|--|---|--|---|

評点結果〔プロジェクト全体〕



| 評価項目 | 平均値 | 素点 (注) | | | | | | | |
|--------------------|-----|--------|---|---|---|---|---|---|---|
| 1. 事業の位置付け・必要性について | 3.0 | A | A | A | A | A | A | A | A |
| 2. 研究開発マネジメントについて | 2.4 | A | A | B | A | B | B | B | B |
| 3. 研究開発成果について | 2.7 | A | A | A | A | B | B | B | A |
| 4. 実用化、事業化の見通しについて | 2.1 | B | B | A | B | B | B | B | B |

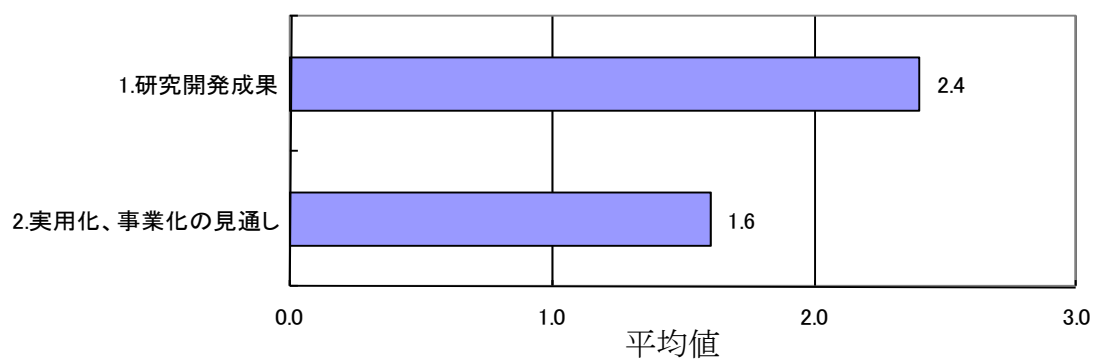
(注) A=3, B=2, C=1, D=0 として事務局が数値に換算し、平均値を算出。

〈判定基準〉

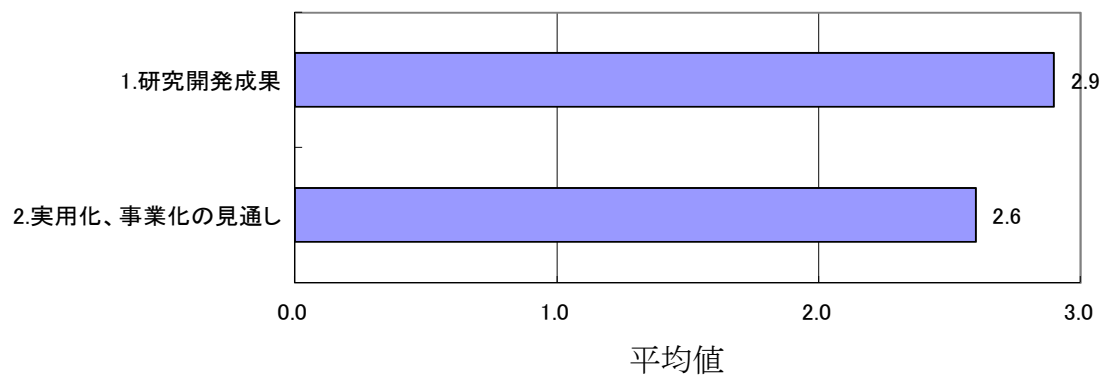
| | |
|--------------------|--------------------|
| 1. 事業の位置付け・必要性について | 3. 研究開発成果について |
| ・非常に重要 →A | ・非常によい →A |
| ・重要 →B | ・よい →B |
| ・概ね妥当 →C | ・概ね妥当 →C |
| ・妥当性がない、又は失われた →D | ・妥当とはいえない →D |
| 2. 研究開発マネジメントについて | 4. 実用化、事業化の見通しについて |
| ・非常によい →A | ・明確 →A |
| ・よい →B | ・妥当 →B |
| ・概ね適切 →C | ・概ね妥当であるが、課題あり →C |
| ・適切とはいえない →D | ・見通しが不明 →D |

評点結果〔個別テーマ〕

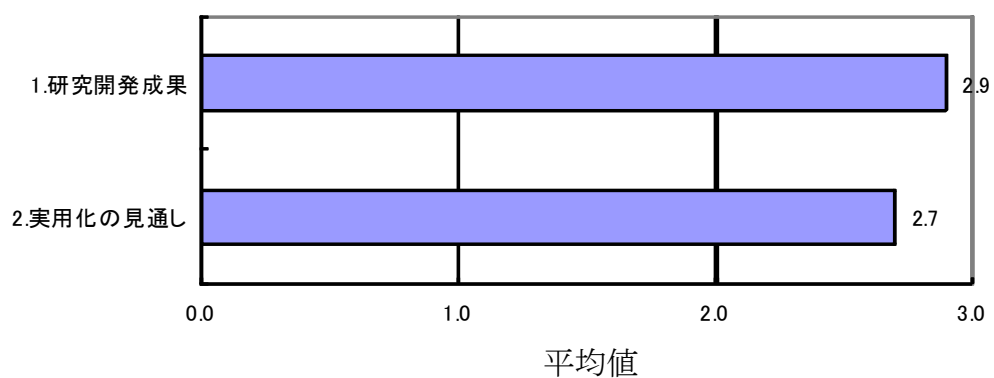
住宅分野向けノンフロン型省エネ冷凍空調システム開発



業務向けノンフロン型省エネ冷凍空調システム開発



実用的な性能評価、安全基準の構築



| 個別テーマ名と評価項目 | 平均値 | 素点 (注) | | | | | | | |
|---------------------------|-----|--------|---|---|---|---|---|---|--|
| 住宅分野向けノンフロン型省エネ冷凍空調システム開発 | | | | | | | | | |
| 1. 研究開発成果について | 2.4 | A | A | B | B | A | B | B | |
| 2. 実用化、事業化の見通しについて | 1.6 | B | C | C | B | B | C | B | |
| 業務向けノンフロン型省エネ冷凍空調システム開発 | | | | | | | | | |
| 1. 研究開発成果について | 2.9 | A | A | A | A | A | B | A | |
| 2. 実用化、事業化の見通しについて | 2.6 | A | B | A | A | B | B | A | |
| 実用的な性能評価、安全基準の構築 | | | | | | | | | |
| 1. 研究開発成果について | 2.9 | A | A | A | A | A | B | A | |
| 2. 実用化の見通しについて | 2.7 | A | A | A | B | A | B | A | |

(注) A=3, B=2, C=1, D=0 として事務局が数値に換算し、平均値を算出。

〈判定基準〉

1. 研究開発成果について

- ・非常によい
- ・よい
- ・概ね適切
- ・適切とはいえない

2. 実用化(、事業化)の見通しについて

- A ・明確 →A
- B ・妥当 →B
- C ・概ね妥当であるが、課題あり →C
- D ・見通しが不明 →D