

# 次世代冷媒・冷凍空調技術の 基本性能・最適化・評価手法 および安全性・リスク評価

2019 年度プログレスレポート

公益社団法人日本冷凍空調学会 次世代冷媒に関する調査委員会

2020 年 3 月 31 日

# 目次

1. はじめに.....	2
2. 調査委員会の目的・体制と活動状況.....	3
2.1 はじめに.....	3
2.2 背景.....	3
2.3 調査目的.....	3
2.4 調査体制.....	3
2.5 調査内容.....	5
2.6 調査委員会の活動結果.....	6
2.7 ワーキンググループ（WG）の活動結果.....	6
2.8 本プロGRESSレポートについて.....	7

分冊：

- 第1部 次世代冷媒の基本特性・性能評価 WGⅠの進捗
- 第2部 次世代冷媒の安全性・リスク評価 WGⅡの進捗
- 第3部 次世代冷媒の規制・規格の調査 WGⅢの進捗

# 1. はじめに

公益社団法人日本冷凍空調学会

次世代冷媒に関する調査委員会委員長 井上 順広（東京海洋大学）

地球温暖化防止のための京都議定書(COP3)で HFC 系冷媒は温室効果ガスとして指定され、2015 年のパリ協定 (COP21) では日本は CO<sub>2</sub> 排出量を 2030 年度までに 13 年度比 26%減を目標としている。環境省によると再生可能エネルギーの導入拡大や原子力発電所の再稼働などで 2018 年度の温室効果ガスの排出量(確定値)は、統計がある 1990 年度以降で最少となり、13 年度比 12%減と 5 年連続の減少となっている。一方で、2016 年にはモントリオール議定書のキガリ改定が決定されたことにより 2011~13 年生産量基準に HFC 系フロンを 2036 年までに生産及び消費量を段階的に 85%まで削減することが合意されている。このような国際的情勢から、次世代作動媒体として HFC 系フロンからさらに替わる低 GWP 作動媒体の動力用、産業・家庭用冷凍空調機器等への転換が必死の情勢となっており、低 GWP 冷媒の基本物性評価、及びそれを適用した省エネ冷凍空調機器の早期開発・最適化手法の必要性がこれまで以上に高まっている。また、新冷媒の候補となる炭化水素を含めた低 GWP 次世代冷媒は安全性に対する課題(燃焼性、化学不安定性等)があるため、次世代冷媒の基本的特性の把握及び使用時の安全性・リスクの標準的な評価手法の確立が不可欠となっている。そのため、公益社団法人日本冷凍空調学会では NEDO 調査事業の「省エネ化・低温室効果を達成できる次世代冷凍空調技術の最適化及び評価手法の開発」(平成 30 年 9 月～令和 3 年 2 月(継続予定:令和 3 年 3 月～令和 5 年 2 月))の委託を受けて、平成 30 年 9 月より研究調査を行っている。

学会の「次世代冷媒に関する調査委員会」では、NEDO 委託事業の研究開発項目①「次世代冷媒の基本特性に関するデータ取得及び評価」を WG I、研究開発項目②「次世代冷媒の安全性・リスク評価手法の開発」を WG II、そして WG IIIとして「国内外における次世代冷媒に係る規制、規格、機器開発、性能評価等の動向調査」を調査委員会内に設置した。各 WG にて適時、主題を絞った研究開発・調査事項の進捗報告・情報交換・取りまとめを行い、調査委員会では研究開発の成果を効率的に国際規格・国際標準化等へ結び付けることをねらいとして、本委託事業における各研究開発項目を横断した進捗・結果等の情報を取りまとめ、次世代冷媒の基本特性評価及びそれを使用した省エネ冷凍空調機器の早期開発・最適化と冷凍空調機器への適用に係る安全性・リスク評価を実施している。

本報告は、2 年目終了時点での各委託事業および学会調査事業の進捗・成果の取りまとめを行ったもので、NEDO 委託事業の最終目標向け着実に進められている。しかしながら、多種多様な次世代冷媒が開発される中、地球温暖化を抑制して、安全性が高く高効率で使用機器に最適な冷媒の探求は先が見えていない状況に変わりはない。この NEDO 事業によって、期限のある国際的規制をクリアし、冷凍空調分野が抱える環境問題を早期に解決して、今後も持続的に冷凍空調分野が発展することを切に願っている。

## 2. 調査委員会の目的・体制と活動状況

公益社団法人日本冷凍空調学会

次世代冷媒に関する調査委員会副委員長 上村 茂弘（日本冷凍空調学会）

### 2.1 はじめに

公益社団法人日本冷凍空調学会（学会）は、2018年度よりNEDO調査事業「省エネ化・低温室効果を達成できる次世代冷凍空調技術の最適化及び評価手法の開発／次世代冷媒に係る安全性・リスク評価に関する検討」を実施している。この事業を遂行するため、2018年度に情報交換、討議、計画審議等を実施する調査委員会及びワーキンググループ（WG）設置した。

本レポートは、2019年度における、これらの活動の成果を取りまとめたものである。

### 2.2 背景

2016年のモントリオール議定書キガリ改正によりHFC類の生産及び消費量の段階的な削減義務が追加され、これまで以上に低温室効果の冷媒の基本物性評価及びそれを適用した省エネ冷凍空調機器の早期開発・最適化・性能評価手法の必要性が生じてきた。一方で、候補となる次世代冷媒（低GWP冷媒）は安全性に対する課題（可燃性、化学的不安定性等）があるため、これら次世代冷媒の基本的特性の把握及び使用時の安全性・リスクの標準的な評価手法の確立が不可欠となっている。

### 2.3 調査目的

NEDOの研究開発事業「省エネ化・低温室効果を達成できる次世代冷凍空調技術の最適化及び評価手法の開発」では、次世代冷媒の基本特性に関するデータ取得及び評価や次世代冷媒の安全性・リスク評価手法の開発を推進している。これらの研究開発の成果を効率的に国際規格化・国際標準化等へ結び付けることをねらいとして、本調査事業においては研究開発事業における各研究開発項目を横断して進捗にともなう問題点の抽出・結果等の情報を取りまとめ、次世代冷媒の基本特性評価及びそれを使用した省エネ冷凍空調機器の早期開発・最適化・性能評価と冷凍空調機器への適用に係る安全性・リスク評価に関する手法の調査を実施する。

### 2.4 調査体制

学会内にNEDO事業の研究開発実施者、産官学の有識者等からなる調査委員会を設置している。さらに委員会内に課題別の3つのWGを設置しており、この体制図をFig.2-1に示す。

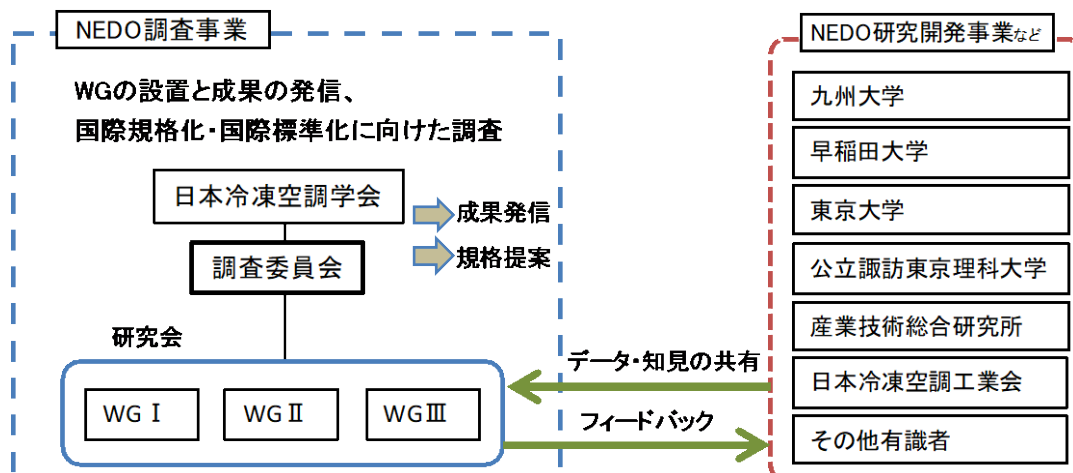


Fig.2-1 Interacting structure of research project

## 1) 調査委員会

調査委員会は下記の役割を持つ。

- ・各 WG の実施状況について情報交換し、全体を通しての進捗状況を確認・整理する。
- ・提供された情報の取りまとめ方法、さらに対外的発信する内容についての審議を行う。
- ・各 WG でまとめられた内容を「プログレスレポート」として毎年度公表する。
- ・4回/年の開催を行う。

調査委員会のメンバー構成を Table2-1 に示す。

Table 2-1 Member of research project committee (As of 3/2020)

	氏名	所属	
委員長	井上 順広	東京海洋大学 教授	
副委員長	上村 茂弘	日本冷凍空調学会	
委員	有識者	香川 澄	防衛大学校 教授
		杉浦 好之	高圧ガス保安協会 理事
		岸本 哲郎	環境エネルギーネットワーク 21 理事長 (WGⅢ主査)
		片岡 修身	日本冷凍空調学会 ISO 国内分科会主査
		松本 浩二	中央大学 IJR アジア地区エディター長
		上田 憲治	日本冷凍空調学会 総務/会計担当理事
	NEDO 受託事業者	東 之弘	九州大学 教授
		滝澤 賢二	産業技術総合研究所 主任研究員
		齋藤 潔	早稲田大学 教授 (WGⅠ主査)
		飛原 英治	東京大学 教授 (WGⅡ主査)
		今村 友彦	公立諏訪東京理科大学 准教授
		椎名 拓海	産業技術総合研究所 主任研究員
	業界 (日冷工)	岡田 哲治	日本冷凍空調工業会 専務理事
		酒井 猛	日本冷凍空調工業会 技術部長
オブザーバー	刀禰 正樹 直井 秀介、清田 将吾	経済産業省オゾン層保護等推進室	
	藤垣 聡、阿部 正道 市川 直喜、二関 洋子	NEDO 環境部	
事務局	松田 謙治	日本冷凍空調学会 事務局長	
	西口 章	日本冷凍空調学会	

## 2) WG

WG は下記の役割を持つ。

- ・ NEDO 事業研究開発実施者、業界団体、その他の有識者間の情報交換の場とする。
- ・進捗状況に関しての意見交換を適時行うとともに、討議を踏まえ、調査委員会へ提供する情報の調整を行う。
- ・各 WG の内容は以下のとおり。
  - WGⅠ 次世代冷媒の基本特性、性能評価
  - WGⅡ 次世代冷媒の安全性・リスク評価
  - WGⅢ 次世代冷媒の規制・規格調査

各 WG のメンバー構成を Table2-2 に示す。

Table 2-2 Member of working group (As of 3/2020)

WG	内容	主査	メンバー
WG I 次世代冷媒の 基本特性・性能 評価	次世代冷媒の ▶ 基本特性に係る データ共有 ▶ 性能評価手法に 係る検討 ※国際規格化・標準化等を 見据えたものとする。	早稲田大学 齋藤教授	東 之弘 (九州大学) 宮良 明夫 (佐賀大学) 山口 誠一 (早稲田大学) 大野 慶祐 (早稲田大学) ※オブザーバーとして日冷工が参加
WG II 次世代冷媒の 安全性・リスク 評価	次世代冷媒の ▶ 安全性・リスク評価 (主としてHCに関わるもの からスタート) ※国際規格化・標準化等を 見据えたものとする。	東京大学 飛原教授	滝澤 賢二 (産業技術総合研究所) 今村 友彦 (公立諏訪東京理科大学) 椎名 拓海 (産業技術総合研究所) ※オブザーバーとして日冷工が参加
WG III 次世代冷媒の 規制・規格調査	次世代冷媒の ▶ 規制・規格の調査 ▶ 国際規格化・標準化 への提案調査	環境エネルギー ネットワーク21 岸本理事長	片岡 修身 (日本冷凍空調学会) 宮田 征門 (国土技術政策総合研究所) 東條 健司 (日本冷凍空調学会) 飯沼 守昭 (高圧ガス保安協会) ※日冷工には必要に応じ参加要請

## 2.5 調査内容

次世代冷媒を適用した省エネ冷凍空調機器の実用化開発に係る冷媒基本特性・最適化・性能評価及び安全性・リスク評価について、以下の情報収集・取りまとめを実施する。

### 1) 次世代冷媒に係る規制、規格等の動向調査 (調査委員会 WGIII関連事項)

- ・国内外における次世代冷媒に係る規制動向、既存の安全規格 (国際規格、国際標準、業界規格等)、性能評価の情報収集・整理し、新たな策定・改正等の動向に関する情報収集・整理を行う。
- ・国内外における次世代冷媒の基本的特性の研究及び標準化の動向、機器開発における最適化・性能評価の動向を情報収集・整理し、新たな基本的特性・性能評価の標準化及び機器開発における動向に関する情報収集・整理を行う。

### 2) 次世代冷媒及びその適用機器の使用時における基本特性・最適化・安全性・リスクに係る課題の抽出及びその対応方法に係る調査 (調査委員会 WG I、II 関連事項)

- ・次世代冷媒の基本特性及びそれらを適用した省エネ冷凍空調機器の早期開発・最適化に関する課題、進捗にともなう課題の抽出と、その対応方法の調査を行う。
- ・次世代冷媒を適用した省エネ冷凍空調機器のシステムの最適化・性能評価に関する課題、進捗にともなう課題の抽出と、その対応方法の調査を行う。
- ・上記を踏まえ、次世代冷媒及びその適用機器を最適に安全に使用するための対応法を情報収集・整理する。
- ・次世代冷媒の安全性・リスク評価手法の開発に関する課題、進捗にともなう課題の抽出と、その対応方法の調査を行う。

### 3) 次世代冷媒及びその適用機器に係る安全性・リスク評価手法に関する国際規格化・国際標準化に向けた調査 (調査委員会 WGIII関連事項)

- ・上記 1)、2)の調査結果及び NEDO の研究開発事業「省エネ化・低温室効果を達成できる次世代冷凍空調技術の最適化及び評価手法の開発」における次世代冷媒及びその適用機器の安全性・リスク評価手法に関する研究開発結果を踏まえ、国際規格・国際標準等へ提案すべき内容を情報収集・整理する。

## 2.6 調査委員会の活動結果

### 1) 開催日と主要議題

Table 2-3 Result of research project committee

通算回	開催日	主要議題
第2回	2019年4月22日(月)	・2018年度プログレスレポートの取り纏め ・2019年度の計画 ・学会年次大会でのワークショップ開催
第3回	2019年7月24日(水)	・各WGの進捗状況 ・国際規格の改定動向 ・対外発信計画
第4回	2019年11月11日(月)	・各WGの進捗状況 ・学会年次大会の結果、その他対外発信先候補 ・2019年度プログレスレポートについて
第5回	2020年2月26日(水)	・フロン類の使用見通しについて ・各WGの進捗状況と今後の進め方、課題 ・対外発信提案 (ASHRAE Winter Conference)

### 2) 対外発信の結果

2019年度は下記2件の対外発信を行なった。

#### ① 2018年度プログレスレポート

2019年6月、学会のホームページにて公表を行なった。

[https://www.jsrae.or.jp/committee/jisedai\\_R/H30\\_ProgressR.pdf](https://www.jsrae.or.jp/committee/jisedai_R/H30_ProgressR.pdf)

#### ② 学会年次大会（2019年9月：東京海洋大学）にて、調査委員会がモデレーターとなるワークショップ「次世代低GWP冷媒の安全性・物性・サイクル性能評価」を開催し、成果報告を行なった。発表テーマは以下のとおり。

- ・フロン対策に関するNEDOの研究開発について（NEDO）
- ・電気部品による次世代家庭用空調機冷媒の着火性評価（公立諏訪東京理科大学）
- ・R1336mzz(E)のヘルムホルツ型状態方程式（九州産業大学）
- ・次世代冷媒の空調機から室内への漏洩に関する研究（東京大学）
- ・A3冷媒を用いた内蔵ショーケースのリスク評価（日本冷凍空調工業会）
- ・A3冷媒を用いたスプリットエアコンのリスク評価（日本冷凍空調工業会）
- ・冷媒情報発信サイト「w-refrigerant.com」の開発（早稲田大学）
- ・低GWP冷媒を採用した次世代冷凍空調技術の実用化評価に関する研究開発（早稲田大学）
- ・膨張弁における混合冷媒流れの数値解析（電気通信大学）
- ・R32/R1234yf/R744 三成分混合冷媒を用いた蒸気圧縮式ヒートポンプシステムのエクセルギー解析（九州大学）

## 2.7 ワーキンググループ（WG）の活動結果

各WGの2019年度の実施結果は以下のとおりである。

#### ① WG I（次世代冷媒の基本特性・性能評価 主査：早稲田大学 齋藤教授）

5/27、8/9、10/10、12/26の計4回開催（3/5はCOVID-19で中止）。

各研究開発の進捗状況報告、日本冷凍空調工業会（日冷工）を混えた意見交換を通じ、基本特性評価から応用特性評価へのトランスファーの方法、実用的観点からのより効果的な進め方の確認を行った。

② **WGⅡ**（次世代冷媒の安全性・リスク評価 主査：東京大学 飛原教授）

4/19、7/11、10/4、12/19 の計 4 回開催（3/25 は COVID-19 で中止）。

各研究開発の進捗状況報告、日冷工を混えた意見交換を通じ、今後の規格改訂提案に向けたデータ蓄積の種類と方法に関する確認がなされた。研究開発成果の一部は対外発表がなされ好評を得た。

③ **WGⅢ**（次世代冷媒に関わる規制・規格等の調査 主査：環境エネルギーネットワーク 21 岸本理事長）

5/28、7/25、10/16、12/13 の計 4 回開催（3/19 は COVID-19 で中止）。

関連する規制、規格の調査の範囲、国内外規制、規格の改訂動向、対象となる次世代冷媒の方向性等についての議論を重ねた。また、学会が実施する海外調査に対して、提案、支援を行なった。

## 2.8 本プロGRESSレポートについて

2019 年度成果の取り纏めは、NEDO 調査事業の概要と調査委員会及び WG における推進体制、活動概要について述べた後、各 WG 活動の詳細紹介として下記の分冊 3 部よりなっている。

第 1 部 **WGⅠ** 次世代冷媒の基本特性、性能評価

第 2 部 **WGⅡ** 次世代冷媒の安全性・リスク評価

第 3 部 **WGⅢ** 次世代冷媒の規制・規格調査

なお、掲載内容は学会調査委員会として、NEDO 事業を通じて得られた成果について取り纏めたものであり、公表を前提としていることから、必ずしも NEDO 事業全般の進捗報告とはなっていない。一方、NEDO 事業ではない業界団体等による関連の成果報告も含まれている。