

令和5年度 先進技術を活用したフロン排出削減事業
成果報告書

三菱電機株式会社

令和6年11月8日

目次

1.実証試験の概要	
1.1 実証の目的	…3
1.2 事業取組の内容	…3
1.3 評価方法	…4
1.3.1 実証試験場所	…4
1.3.2 実証システム概要	…4
1.3.3 実証状況	…5
1.3.4 確認方法	…6
1.4 評価計画	…10
2.実証結果まとめ	
2.1 実証結果	…11
2.1.1 漏えい検知判定の実力確認	…11
2.1.2 冷媒漏えいによる電力消費量への影響確認	…12
2.2 まとめ	…14

1.1 実証の目的

フロンの排出量削減のため、2015年から「フロン排出抑制法」が施行され、実際に製品を使うユーザーの責務として、簡易・定期の各点検・漏えい量が一定以上の場合の監督省庁への報告、点検、整備、破棄までの記録の保存が新たに義務付けられている。この簡易点検について、冷凍空調の業界団体である「日本冷凍空調工業会」が2022年に制定した「業務用冷凍空調機器によるフロン類の漏えい検知システムガイドライン（JRA GL-17）」に則ることで遠隔地からのデータを用いて簡易点検の代替とすることが出来る事となった。

本実証試験では「日本冷凍空調工業会」が2022年に制定した漏えい検知システムガイドライン（JRA GL-17）に適合したシステムを用いて、冷媒が漏えいした際に早期発見可能なシステムであることを実環境にて検証する。また、冷媒漏えいが電力消費量に及ぼす影響を評価し、冷媒漏えいの早期発見による電力消費量の削減効果も併せて検証する。

1.2 事業取組の内容

冷媒漏えい検知システムを搭載した空調機を2台設置しデータを収集、下記(1)、(2)について検証する。設置場所は三菱電機 静岡製作所とし、工場建屋内通路に室内機を設置、工場建屋外に室外機を設置する。設置環境は2台とも同一環境とする。

(1) 冷媒漏えい検知システムによる漏えい検知判定確認

設置した空調機1台について、意図的に冷媒量を調整し、遠隔で冷媒漏えい検知判定の確認を行う。運転は暖房運転、冷房運転の2条件とし、検知システムにて1日1回の漏えい検知判定を実施する。

(2) 冷媒漏えいによる電力消費量への影響検証

漏えい検知判定確認試験にて意図的に冷媒量を調整した空調機と、冷媒量を調整していない空調機を同一環境下で運転させ、運転データを取集し冷媒漏えいが電力消費量に与える影響について比較検証を行う。

1.3 評価方法

1.3.1 実証試験場所

三菱電機静岡製作所：静岡県静岡市駿河区小鹿3丁目18番1号

最高気温 36.9°C/最低気温-4°C/平均気温 18.2°C/降雪量 0

(2023年度 気象庁 静岡市データより)

1.3.2 試験システム

下記の通り空調機を冷媒漏えい検知システムに接続し、計測器にて運転データを測定した。実証試験では正規冷媒量を封入した空調機(実証機 No.1)と意図的に冷媒量調整を行った空調機(実証機 No.2)を並列で設置する。

なお、三菱電機が提供する冷媒漏えい検知システムを有する業務用冷凍空調機器の常時遠隔監視サービスは「MEL く～る LINK」・「AirCoNet」があり、本実証試験では「AirCoNet」を用いる。

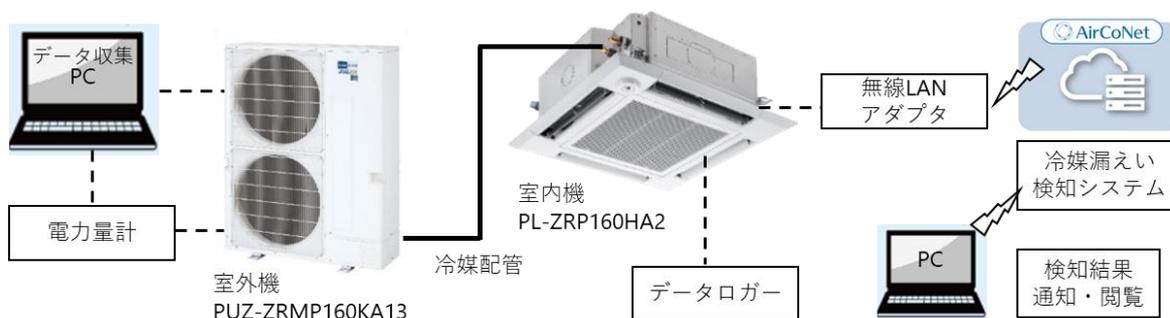


図 1.試験システム概要

<システム構成機器一覧>

空調機形名：PLZ-ZRMP160HFG3

室外機：PUZ-ZRMP160KA13

室内機：PL-ZRP160HA2

冷媒配管長：75m

無線 LAN アダプタ：PAC-SK43ML

<測定機器>

データロガー：GL240(Graphtec)

電力量計：WT1806E(横河計測)

1.3.3 設置状況



図 2.室内機設置外観



図 3.室外機設置外観

1.3.4 確認方法

(1) 冷媒漏えい検知システムによる漏えい検知判定確認

三菱電機では、業務用空調機器の機器データを登録・共有し、機器管理や保守業務、またフロン排出抑制法で定められた点検業務などをサポートするツール MELflo(メルフロー)を提供している。MELflo の主な機能を下記に示す。

表 1.MELflo 主な機能一覧

			スリムエアコン	エアコン ビル用マルチ	エアコン 設備用パッケージ	低温機器	産業用除湿機		
管理	物件	物件情報	登録/参照/変更/削除	○	○	○	○	○	
			検索/絞り込み	○	○	○	○	○	
			共有	○	○	○	○	○	
	機器	形名・製造番号の登録	新規で登録	リモコンから取得(Bluetooth®通信)*1*2*3	○	—	—	—	—
				QRコードから読取り*2*4	○	○*5	—	○*5	○
			文字認識機能で読取り*2	○	○	○	○	○	
			手入力	○	○	○	○	○	
			既存データを活用	Excel®を利用した一括登録*6	○	○	○	○	○
	機器情報	編集/削除		○	○	○	○	○	
		検索/絞り込み		○	○	○	○	○	
	運転データ	試運転結果	登録	試運転データをリモコンから取得(Bluetooth®通信)*1*2*7	○	—	—	—	—
				手入力	○	—	—	—	—
			履歴の参照		○	—	—	—	—
			報告書の出力*6		○	—	—	—	—
		運転データ	登録	リモコンから取得(Bluetooth®通信)*1*2*3	○	—	—	—	—
手入力	○			○	○	○	○		
	履歴の参照		○	○	○	○	○		
点検サポート (簡易点検/ 定期点検)	点検日の通知			○	○	○	○	○	
	点検結果の登録			○	○	○	○	○	
	点検履歴の参照			○	○	○	○	○	
	点検・整備記録の登録/参照			○	○	○	○	○	
	簡易点検記録簿/冷媒漏えい点検・整備記録簿の出力*6			○	○	○	○	○	
その他	冷媒センサー交換、回路検査時期の通知			○	○	—	—	—	
	異常履歴の登録	リモコンから取得(Bluetooth®通信)*1*2*3	○	—	—	—	—		
		手入力	○	○	○	○	○		
	点検コードの検索(点検コード検索システムにリンク)			○	○	○	○	○	
	CSV出力*6	物件情報、機器情報、運転データ		○	○	○	○	○	
		試運転データ、遠隔モニタリング/異常・異常プレ発生時の運転データ*8		○	—	—	—	—	
ユーザー一括登録*6			○	○	○	○	○		
QRコード出力*6			○	○	○	○	○		
AirCoNet** (エアコネット)	機器管理者様向け	遠隔操作		○	—	—	—	—	
		予防保全サポート機能		○	—	—	—	—	
		冷媒漏えい検知		○*9	—	—	—	—	
		異常発生通知*10		○	—	—	—	—	
		運転状態(室温/外気温/設定温度/運転モード/フィルタークリーニングサイン)の確認*10		○	—	—	—	—	
		エネルギー使用量の確認*10		○	—	—	—	—	
	施工・メンテナンス業者様向け	遠隔操作		○	—	—	—	—	
		予防保全サポート機能		○	—	—	—	—	
		冷媒漏えい検知		○*9	—	—	—	—	
		異常発生通知*10		○	—	—	—	—	
		異常プレ通知*10		○	—	—	—	—	
		運転データを遠隔から確認可能*10 (異常/異常プレ発生時、直前の運転データ、直近48時間の運転データ)		○	—	—	—	—	
運転状態(室温/外気温/設定温度/運転モード/フィルタークリーニングサイン)の確認*10		○	—	—	—	—			
エネルギー使用量の確認*10		○	—	—	—	—			

*1:Bluetooth®接続による。アプリ版のダウンロードが必要です。対象機種は※4をご覧ください。*2:スマートフォンからログイン時のみご利用いただけます。
*ご利用上の注意点については、裏面をご覧ください。

*3:PAR-40MA以降のMAスマートリモコンと2018年度以降のスリムエアコン、2021年度以降の中温用パッケージエアコンの組合せが対象。形名・製造番号については、2018年度機種は4方向天井カセット形(ファインパワーカセット)との組合せのみ対象。 ※4:2019年度以降のスリムエアコン、中温用パッケージエアコン、2020年度以降のビル用マルチエアコンおよび2021年度以降の低温機器、産業用除湿機から順次対応予定。 ※5:一部未対応。詳細については、弊社営業窓口にお問合せください。 ※6:PCからログイン時のみご利用いただけます。 ※7:PAR-42MA以降のMAスマートリモコンと2019年度以降のスリムエアコン、2021年度以降の中温用パッケージエアコンの組合せが対象。 ※8:2021年度以降のスリムエアコン、中温用パッケージエアコンの組合せが対象。無線LANアダプタ(受注対応品)と無線LAN環境(お客様現地手配)が必要です。詳細については、弊社営業窓口までお問合せください。 ※9:2022年度以降のスリムエアコンが対象。 ※10:物件担当者および物件担当者が閲覧設定したユーザーのみ閲覧できます。

無線 LAN アダプタを用いることで空調機をインターネットに常時接続することが可能になり、MELflo にて利用可能なサービスである AirCoNet(エアコネット)から機器を遠隔監視し、異常の通知・管理・保守メンテナンスをサポートすることができる。

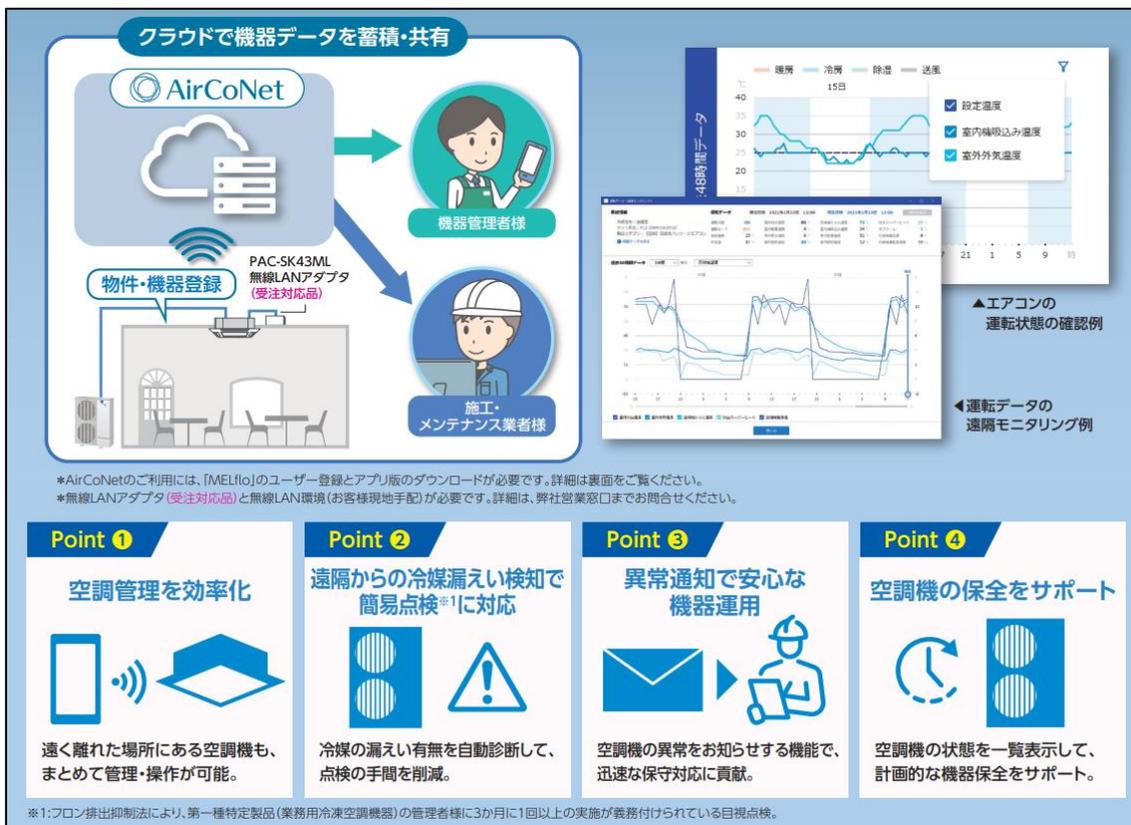


図 4. AirCoNet 機能概要

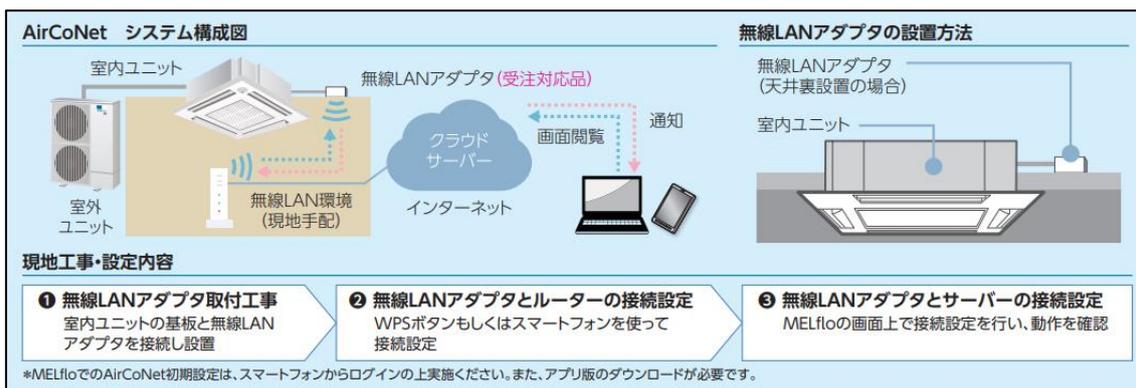


図 5. AirCoNet システム概要

本実証試験では AirCoNet による冷媒漏えい検知システムを用いて検知判定を実施する。
 図 6 は冷媒漏えい検知機能の概要を示す。

冷媒漏えい検知判定は、実証機の運転データを用いて、冷媒漏えいを 1 日 1 回自動判定し、結果をサーバに記録、遠隔で判定結果を確認。図 7 は実際の AirCoNet 上で表示される漏えい検知判定結果画面である。(〇OK：漏れなし、×NG：漏れ兆候あり)
 また、AirCoNet による冷媒漏えい検知システムの対象機種は表 2 の通り。

冷媒漏えいを検知してお知らせ

*冷媒漏えい検知機能の有効設定が必要です。

簡易点検代替可能(JRA GL-17^{※3}適合)

● 遠隔で自動診断し、冷媒漏えいを検知した際にお知らせ。
 ● フロン排出抑制法の2022年8月改正により、**GL-17適合の常時監視システムをもって簡易点検の代替が可能。**

フロン管理には悩みがいっぱい...

業務用冷凍空調機器の管理者様に3か月に1回の簡易点検の実施が義務付けられています^{※4}。

簡易点検って、何をすればいいの？

設置台数も多いし、点検はすごく手間...

AirCoNetを導入すれば、フロン管理に手間なく対応

対象機種、冷媒漏えい検知性能判定試験結果は暮らしと設備の業務支援サイト[WIN²K]にてご確認いただけます。

フロン排出抑制法で定められた簡易点検をサポートし、点検の手間を削減。

冷媒漏れを機器管理者様と施工・メンテナンス業者様で共有するため、より早い対処ができ、環境負荷の低減に貢献。

*空調機を24時間運転しない場合や検知に必要な運転情報が得られなかった場合など、冷媒漏えい検知のために、10分程度^{※5}自動で運転を行います。検知のための自動運転は、午前0時～3時の間の設定した時間に行い、設定された運転モード、風量、風向と異なる運転をすることがあります。
 *停止中に自動運転した場合、室温が低下または上昇することがあります。
 *冷媒漏えい検知機能の有効にする場合、ブレーカーを落とさずに常に通電状態にしてください。
 *自動運転には1回あたり約0.6kWhの電力を消費します。(外気温15℃室温20℃ PLZX-ERMP280H4の場合)
 ※3:日本冷凍空調工業会標準規格、業務用冷凍空調機器の常時監視によるフロン類の漏えい検知システムガイドライン。
 ※4:フロン排出抑制法により制定。
 ※5:外気温が低い(5℃以下)場合は機種により異なり、10～60分程度運転します。

図 6.冷媒漏えい検知機能概要

診断履歴	実施日
絞り込みクリア	
× NG	2024年07月21日
× NG	2024年07月20日
× NG	2024年07月19日
× NG	2024年07月18日
× NG	2024年07月17日
○ OK	2024年07月16日
○ OK	2024年07月15日
○ OK	2024年07月14日
○ OK	2024年07月13日

図 7.冷媒漏えい検知判定結果

表 2.冷媒漏えい検知システム(AirCoNet)対象機種(店舗・事務所用)

業務用空調機		無線LANアダプタ PAC-SK43ML (受注対応品)
シリーズ名	発売年月	
スリムZR	2022年10月発売以降	○
スリムER	2022年10月発売以降	○
ズバ暖スリム	2022年10月発売以降	○

(2) 冷媒漏えいによる電力消費量への影響検証

漏えい検知判定確認試験にて正規冷媒量を封入した空調機(実証機 No.1)と意図的に冷媒量を調整した空調機(実証機 No.2)を同一環境下で運転させ、運転データを収集し比較評価する。

冷媒漏えいは、電力消費量だけではなく、空調能力にも影響を与える。従い電力消費量の測定だけでなく、推定空調能力(冷房能力/暖房能力)及び、エネルギー消費効率(COP)を算出し、総合的に比較する。

<空調能力計算方法>

空調機の能力は室内機の吸込み空気温度と吹出し空気温度を測定し、下記①②の算出式により算出する。

①冷房能力計算

$$W = (h_{in} - h_{out}) \times Q$$

②暖房能力計算

$$W = (h_{out} - h_{in}) \times Q$$

W : 空調能力 [kw]

h_{in} : 吸込み空気エンタルピー[kJ/kg] ※1

h_{out} : 吹出し空気エンタルピー[kJ/kg] ※1

Q : 風量[kg/s] ※2

※1 冷房運転では、室内機熱交換器温度が吸込み空気の露点温度を下回る場合は吹出し空気の相対湿度=100%として算出した。

※2 室内機風量は自社で保有するデータを用いた。

<エネルギー消費効率(COP)計算方法>

COP は電力 1kw を使ってどれだけの効果を得られるかという指標で、ここでは空調機の効率を指す。数値が大きいほど少ない電力で高い空調能力を得ることができる。

$$COP = \text{空調能力[kw]} \div \text{電力消費量[kw]}$$

<COP 変化による電力消費量換算>

算出した COP を用いて、実証機 No.1 と同じ空調能力を得るために必要な電力消費量へ換算する。

$$\text{電力消費量[kw]} = \text{実証機 No.1 空調能力[kw]} \div \text{実証機 No.2 COP}$$

1.4 評価計画(スケジュール)

評価計画を表3に示す。

表3.評価計画

	23年	24年									
	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月
実証機据付	←→										
暖房期		← 冷媒量 50%~90% →									
冷房期						← 冷媒量 50%~90% →					

実証機据付後、暖房運転にて実証試験開始、各運転期間において冷媒量を50%~90%まで10%刻みで変化させ、運転データを収集する。

2.1 実証結果

2.1.1 漏えい検知判定の実力確認

意図的に冷媒量を減らした機器の冷媒漏えい検知結果を表4に示す。

実施期間は暖房(23年12月～24年5月)、冷房(24年5月～24年9月)とし、それぞれの冷媒量において下記検証日数で1日1回の漏えい検知判定を実施し、検証期間内での検知有無を検証した。

表4.冷媒漏えい検知結果

実証条件 \ 漏えい量	漏えい0%	漏えい10%	漏えい20%	漏えい30%	漏えい40%	漏えい50%
暖房運転(検証日数)	未検知 (109日)	未検知 (23日)	未検知 (15日)	漏えい検知 (29日)	漏えい検知 (18日)	漏えい検知 (13日)
冷房運転(検証日数)	未検知 (139日)	未検知 (20日)	未検知 (18日)	漏えい検知 (40日)	漏えい検知 (20日)	漏えい検知 (16日)

※漏えい量0%は冷媒量を変化させない機種(実証機 No.1)での結果を示している。

実証期間内において冷房、暖房共に冷媒漏えい量30%、40%、50%にて冷媒漏えい検知判定を示した。

2.1.2 冷媒漏えいによる電力消費量への影響確認

正規冷媒量を封入した空調機(実証機 No.1)と意図的に冷媒を減らした空調機(実証機 No.2)とで、運転時の空調能力、電力消費量、COP を比較した結果を図 8、9 に示す。

空調機は室内機吸い込み空気温度に対して空調能力を制御しているため、同等の室内機吸い込み空気温度で運転を比較しないと運転制御による電力差が発生してしまう。そのため各結果は、実証機 No1 と No2 の室内機吸い込み空気温度の平均値が同等となっている期間を抽出している。

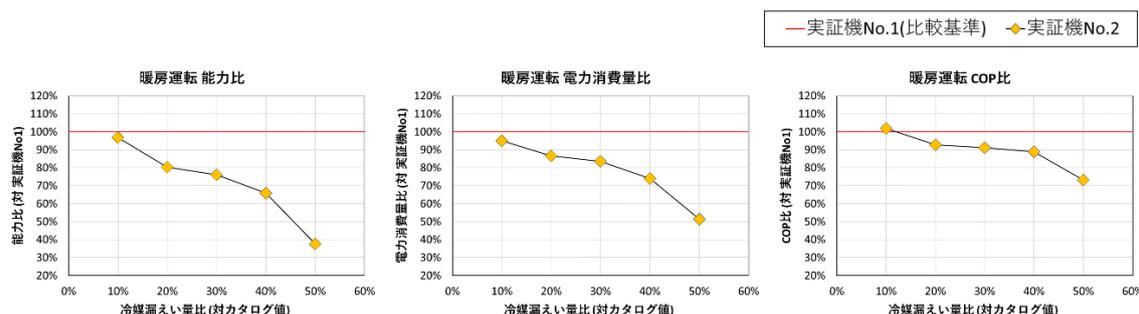


図 8.暖房運転結果

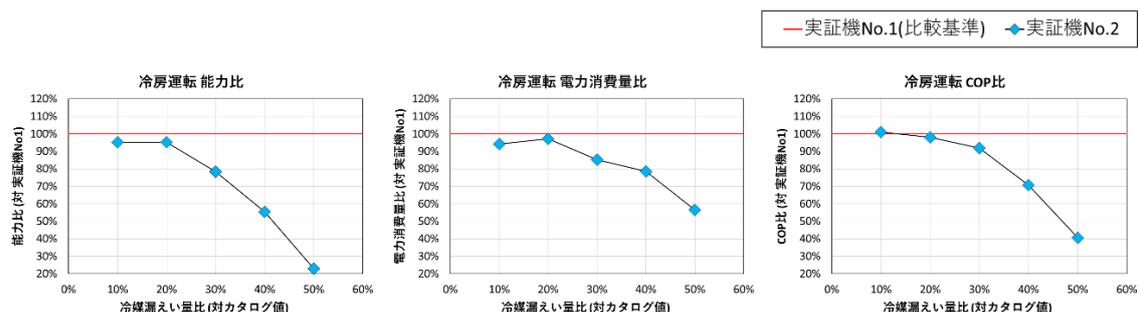


図 9.冷房運転結果

冷媒漏えい量 10%の結果においては、暖房運転、冷房運転ともに空調能力、電力消費量、COP の顕著な低下はみられなかった。これは必要冷媒量に対し尤度を持たせた封入冷媒量の設定をしているためと考えられる。

冷媒漏えい量 20%の結果において、冷房運転は能力を維持しているのに対して、暖房運転で能力低下がみられた。室内機と室外機を繋ぐ冷媒配管内に液相状態の冷媒が多くなる暖房運転では、冷房運転に比べて必要な冷媒量が多くなり、冷媒漏えいによる影響が大きく能力低下が発生したと考えられる。

冷媒漏えい量 40%、50%の結果において、冷房運転に比べて、暖房運転は能力及び COP の低下率が小さい傾向がみられた。これは暖房期の方が相対的に空調機に対する熱負荷が小さく、冷媒漏えいによる能力低下の差が現れにくくなるためである。

以上の結果より、各運転モードにおいて、冷媒漏えいにより空調能力が低下し、COPも低下することが実証できた。また、運転環境により冷媒漏えいによる空調能力、電力消費量への影響が変動するという知見も得ることができた。

本実証試験環境下では熱負荷>空調能力となる期間が多かったが、熱負荷<空調能力となる環境では冷媒漏えいにより生じる能力低下を補うため圧縮機の仕事量が増加し、電力消費量が増加する。本実証試験における冷媒漏えい時の COP 低下率を電力消費量に換算した場合の電力消費量を比較した結果を図 10 に示す。



図 10. 電力消費量換算結果

以上の結果より、冷暖房平均の電力消費量は冷媒漏えい 30%で約 9.3%、40%で約 24.4%、50%で約 91.8%の増加となり、冷媒漏えい量 30%以上で顕著となることが実証できた。

電力消費量への影響が冷媒漏えい 30%以上で顕著になるのは、前述の通り必要冷媒量に対し尤度を持たせた封入冷媒量の設定をしているためであり、一定の漏えい量までは性能を維持するために制御による一定の調整代を空調機が備えているためであると考えられる。

なお、冷媒漏えい 30%以上で冷房運転時と暖房運転時の電力消費量増加率に差異が大きくな結果となったが、前述の通り、各試験期間内に発生した環境要因によるものが支配的であり、運転モードの違いによる影響ではないと考える。

今回の実証試験では、工場建屋内の大空間に実証機を設置しているため設備の熱影響や、天井への熱滞留などがあり、冷房時は空調負荷が高い(室内機吸込み空気温度が高い)状況、暖房時は、空調負荷が変動する状況であったが、いずれの運転においても実証機は比較的高い空調能力で運転する傾向にあった。そのため、冷媒量の減少によって空調能力が維持できなくなり、空調能力が低下する結果となった。また、30%以上冷媒が漏えいすると COP の低下が顕著となった。以上のことから、当社冷媒漏えい検知システムは空調空間の快適性維持と省エネに寄与することを実証できた。

2.2 まとめ

(1)漏えい検知判定の実力確認

- ・暖房期間、冷房期間共に実環境下において冷媒漏えい検知システムの有効性を示すことができた。

(2)冷媒漏えいによる電力消費量への影響検証

- ・冷媒漏えいにより空調能力が維持できなくなり COP の低下が確認された。
- ・冷媒漏えいにより空調空間の快適性が悪化する。
- ・冷媒漏えい時の COP 低下率を電力消費量に換算した場合、冷暖房平均の電力消費量は冷媒漏えい 30%で約 9.3%、40%で約 24.4%、50%で約 91.8%の増加となり、漏えい量 30%以上で顕著となる。

当社冷媒漏えい検知システムは、実環境下において冷媒漏えい量 30%以内で検知性能を有し、冷媒漏えいによる空調能力や電力消費量の低下が顕著となる段階で保守対応が可能になるため、冷媒漏えい検知システムの有効性のみならず、空調空間の快適性維持、省エネに寄与することが実証できた。

本システムの導入により、空調機が運転できなくなる前に冷媒漏えいを早期検知し、ユーザーと管理者に通知されるため、事前処置が可能になる。また、遠隔診断により、処置に対して事前準備が可能であり処置のための訪問回数を減らす事も可能になる。

さらに、冷媒漏えいにより、気づかないうちに空調の効きが悪くなり、電力消費量が増加してしまう状況に対応することが可能である。

以上のことから、当社冷媒漏えい検知システムは、フロン排出の抑制、快適性と機器効率の悪化防止に貢献できると考える。

今後、本実証で得られた通年の測定データを有効に利用し、冷媒漏えい検知システムを有する常時遠隔監視サービス「MEL く～る LINK」・「AirCoNet」の普及促進を図る。

以上