

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

令和6年 11月5日
フクシマガリレイ株式会社

目次

1. 本実証の目的
2. 実証の概要
3. 実証の計画
4. 冬季における冷媒ガス漏れ不足判定結果
5. 夏季における冷媒ガス漏れ不足判定結果
6. まとめ

1. 本実証の目的

当社で製造・販売・納入している、冷凍機別置型ショーケースについて、新たに開発した AI を用いた冷媒ガス漏れ診断システム（以下本システム）を用いて、以下を実証することにより、本システムの導入などに際し、適正な選択を可能にすることとなり、普及を促進しフロン排出量抑制と地球温暖化対策に貢献することを目的とするものです。

- ・市中で稼働中の冷凍冷蔵設備から意図的にフロンを抜取り、本システムが漏えいを検知した時点での充填量に対する漏えい量の割合が JRA GL-17 で定められた規定内であるかを実地で検証する。
- ・導入から 5 年以上経過した設備で、冷媒漏れの判定が難解な、電磁弁制御の冷媒制御方式を行っている店舗を選定し、検証する。
- ・2025 年 4 月より契約受付を開始する当社の新サービス「冷媒ガス漏れ 10 年保証契約」へ向け、本システムが実地で期待された性能が発揮されているか確認する。

<冷媒制御方式について>

主に電磁弁制御と電子膨張弁制御の 2 種類があり、

電磁弁制御：電磁コイルによって弁の開閉を制御する仕組みであり、電気信号によって弁を開閉させ冷媒を循環させ冷却を行う。細かな冷媒制御は機械的に動作する膨張弁が行い、庫内の温度は設定温度 $\pm 4^{\circ}\text{C}$ ほど変化する。

電子膨張弁制御：冷却器の冷媒配管の入口と出口の温度をセンサーで検知し、冷媒を電子制御の電子膨張弁で制御する方式で庫内の温度は設定温度 $\pm 1^{\circ}\text{C}$ ほどの変化に抑えられる。

電磁弁制御は古くから用いられている冷媒制御方式であるが、高精度な制御やセンサーの情報量の多さから近年では電子膨張弁制御が広く用いられている。より細かい制御や温度センサーなどの情報量の多さから電子膨張弁制御の方が、冷媒漏れ検知が電磁弁制御と比べると容易である。

2. 実証の概要

本事業において、すでに常時監視システムが納入されているスーパーマーケット A 店を対象とし、冷蔵温度帯（ $8\sim 10^{\circ}\text{C}$ ）の食品を扱うショーケースと、冷凍温度帯（ -20°C ）の食品を扱うショーケースを冬季・夏季において、意図的に冷媒ガスを抜き取り、システムでの検知・判定のテストを行う。なお、冬季は気温の影響により冷媒ガス不足によるショーケースの負荷影響が小さく、検知が困難であることから、冬季の検証が有意であった場合には夏季の検証を縮小するものとする。

<実証対象機器>

- ・冷蔵温度帯 オープンショーケース NS シリーズ：10 台
コンデンシングユニット KX-RM16CV：1 台 封入冷媒量 R404A 50kg



- ・冷凍温度帯 リーチインショーケース SRK シリーズ：8 台
コンデンシングユニット KX-RM16CV：1 台 封入冷媒量 R404A 45kg



3. 実証の計画

はじめに対象機器に使用している冷媒ガスを全量回収し、封入量を確認。その後満量充填し、段階的に冷媒ガスを抜き取り機器の稼働状況と本システムの検知内容を確認する。

3.1 冬季における検証内容

15%を回収(冷蔵 7.5kg、冷凍 6.75kg) → 3 日間稼働 → 追加で 7.5%を回収(冷蔵 11.25kg、冷凍 10.125kg) → 3 日間稼働 → 追加で 7.5%を回収(冷蔵 15kg、冷凍 13.5kg) → 3 日間稼働 → 追加で 7.5%回収 (冷蔵 18.75kg、冷凍 16.875kg) → 3 日間稼働 → 満充填
上記工程の中で、冷媒ガス不足の検知内容を確認する。

3.2 夏季検証内容

満充填から 22.5%(10.125kg)の回収 → 4 日間稼働 → 追加で 7.5%の回収(13.5kg) → 4 日間稼働 → 満充填

上記工程の中で、冷媒ガス不足を判定できることを確認する。

また途中で判定できれば、回収を止め、満充填し、誤検知しないか確認する。

3.3 上記の 3.1・3.2 について以下を検証する。

- ・本システムでの判定内容を検証
- ・ショーケース庫内温度への影響
- ・ショーケースの冷却に要した消費電力量の変化を確認

4. 冬季における本システムの判定結果

4.1 冷蔵温度帯ショーケース

冬季期間の冷蔵温度帯の検知結果を図 1 に示す。

判定結果：本システムでの検知は冷媒ガス 30%回収時に可能であった。また満充填後は正常と判定された。

庫内温度への影響：冷媒ガスを 37.5%回収しても庫内温度の変化はほとんど見られなかった。

消費電力量の変化：冷却を維持するために冷凍機の稼働が増え消費電力量も冷媒量が 30%以上少ないときに大きく増加することを確認した。

※25 日の消費電力量については、再充填をするまでの影響があるため比較的大きくなっている。

		2024年1月																			
		9日	10日	11日	12日	13日	14日	15日	16日	17日	18日	19日	20日	21日	22日	23日	24日	25日			
	冷媒量	100%	100%	100%	85%	85%	85%	77.5%	77.5%	77.5%	70%	70%	70%	70%	63.5%	63.5%	63.5%	100%			
	平均外気温	5.4	7.2	4.8	7.1	6.8	7.8	7.5	5.0	8.3	10.4	10.9	7.3	9.1	11.9	11.3	6.2	6.5			
(1) 冷蔵系統	冷媒漏れ検知	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	○	○	○	○	○	×			
	平均庫内温度 (設定9°C)	9.9°C			9.8°C			9.7°C			9.5°C			9.3°C							
	消費電力量 (kWh)	11.1	10.0	7.9	9.7	8.5	9.1	8.5	9.1	9.1	14.3	15.3	13.8	12.2	19.9	24.8	20.7	13.1			
	平均 (kWh)	9.7			9.1			8.9			13.9			21.8							
	消費電力量 増減率	100%			94%			92%			144%			226%							

図1：冬季冷蔵系統の結果

庫内温度に変化はないが、消費電力量が増加する

4.2 冷凍温度帯ショーケース

冬季期間の冷凍温度帯の検知結果を図2に示す。

判定結果：当初の検知システムの判定条件では、冷媒を30%回収しても、庫内温度がほとんど上昇せず37.5%回収時で検知することはできなかった。(図2：1回目)そこで、運転データを解析し、温度センサー以外にも稼働率や消費電力量に関連するパラメーターを判定条件に新たにシステムに組み込み、再度同じデータを用いて検証を行った結果、22.5%回収時に検知ができた。(図2：2回目)

庫内温度への影響：冷媒ガスを37.5%回収しても庫内温度の変化はほとんど見られなかった。

消費電力量：冷媒ガスを15%回収した時点で、増大が確認された。

冷蔵温度帯に比べ消費電力量の増加が少ないのは、ショーケースの形状が扉付きであり、扉が閉まっている間は冷氣漏れが少ないことが要因であると考えられる。

※25日の消費電力量については、再充填をするまでの影響があるため比較的大きくなっている。

		2024年1月																			
		9日	10日	11日	12日	13日	14日	15日	16日	17日	18日	19日	20日	21日	22日	23日	24日	25日			
	冷媒量	100%	100%	100%	85%	85%	85%	77.5%	77.5%	77.5%	70%	70%	70%	70%	63.5%	63.5%	63.5%	100%			
	平均外気温					6.8	7.8	7.5	5.0	8.3	10.4	10.9	7.3	9.1	11.9	11.3	6.2	6.5			
(2) 冷凍系統	冷媒漏れ検知	1回目	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×			
		2回目	×	×	×	×	×	×	×	×	○	○	○	○	○	○	○	○	×		
	平均庫内温度 (設定-20°C)	-19.0°C			-19.6°C			-19.4°C			-19.4°C			-19.4							
	消費電力量(kWh)	55.1	63.4	55.2	72.1	66.6	71.8	74.2	62.4	69.4	66.5	75.4	75.6	71.3	62.9	68.9	73.5	63.7			
	平均(kWh)	57.9			70.1			68.7			72.2			68.4							
消費電力量の増減率	100%			121%			119%			125%			118%								

図2：冬季冷凍系統の結果

5. 夏季における本システムの判定結果

5.1 冷凍温度帯のショーケース

夏季の冷凍温度帯の検知結果を図3に示す。

判定結果：4.2にて、バージョンアップしたシステムにて、夏季期間22.5%の回収時に問題なく、

冷媒漏れを検知できることを確認した。22.5%の回収時に検知された、それ以上の回収は行わず満充填を行い、満充填後は正常と判定した。

庫内温度への影響：少し冷却が悪化しているものの、約1°Cの差のため許容範囲であると判断した。

消費電力量：冬季より外気温度があがりショーケースの負荷も増えたことから、冷媒量が22.5%少ないときにも冬季と比較して大きく消費電力量が増加することを確認した。

※6日の消費電力量については、再充填をするまでの影響があるため比較的大きくなっている。

		2024年5月							
		29日	30日	1日	2日	3日	4日	5日	6日
	冷媒量	100%	100%	100%	77.5%	77.5%	77.5%	77.5%	100%
	平均外気温	23.10	23.40	18.20	16.9	20.1	23.2	23.4	23.4
(2) 冷凍系統	冷媒漏れ検知	×	×	×	○	○	○	○	×
	平均庫内温度	-21.7	-21.8	-21.6	-21.2	-21.4	-20.8	-20.6	-21.2
	消費電力量(kWh)	96.0	93.4	86.0	110.6	159.3	182.8	186.5	120.4
	平均(kWh)	91.8			159.8				120.4
	消費電力量の増減率	100%			174%				131%

図3：夏季冷凍系統の結果

6. まとめ

今回の実証を通じ、本システムにおいて、JRA GL-17 で定められた検知レベル（30%以内）で検知し、目的の1つであった、電磁弁制御の場合においても性能を満たし、当社から納入している多くの設備で有効であることが検証できた。

効果①：冷媒ガス漏えいを早期に検知することで、**フロン排出量削減**に加えて、**消費電力量の削減にも大きな効果**があり、その両面から環境負荷低減に効果があるシステムであることを確認できた。

効果②：当社では、フロン排出量削減へ、機器の自然冷媒への転換も進めているが、既存の設備の多くはフロンを用いており、今回の目的の1つでもある**既存の設備で電磁弁仕様においても効果を発揮**できることが分かった。

すなわち、これから新たに導入する設備にて漏えい検知システムを導入するだけでなく、既存の設備もアップデートし容易に漏えい検知に対応することで、冷凍冷蔵機器からの冷媒ガス漏えいを大きく低減することが出来ると言える。

これらの検証結果・効果を踏まえ、当社では、遠隔監視・データ提供サービスと連携した新サービス

「HACCP ExAround 冷媒漏れ予兆検知サービス」の販売促進において今回の実証で得た結果を既存設備での速攻対策として提案と「冷媒ガス漏れ10年保証契約」をより多くのお客様へ提供し、市中の冷凍冷蔵機器からのフロン冷媒漏えい防止に貢献していきたい。

以上