

● (一財)省エネルギーセンター最優秀賞 ● 改修設備部門

生産設備冷却水の排熱利用予熱コイルを搭載した 外気処理空調機と空調設備の蒸気レス化

設備施工者：(株)精研

設備所有者：(株)三社電機製作所

建物の概要

名称 (株)三社電機製作所 岡山工場B棟 所在地 岡山県勝田郡奈義町柿1741

概要 建家：地上2階 地下0階 延床面積：1,868m² 構造：S造 用途：半導体工場

1. 技術開発の目的と経過

目的：半導体工場のCO₂排出量削減

経過：平成29年（設計）

平成30年（引渡し等）

2. 設備・システムの概要

半導体工場のCO₂排出量削減を目的として、空調加熱への生産設備冷却水の排熱利用と、蒸気ボイラーからヒートポンプモジュールチラーへの更新による蒸気レス化を行った。

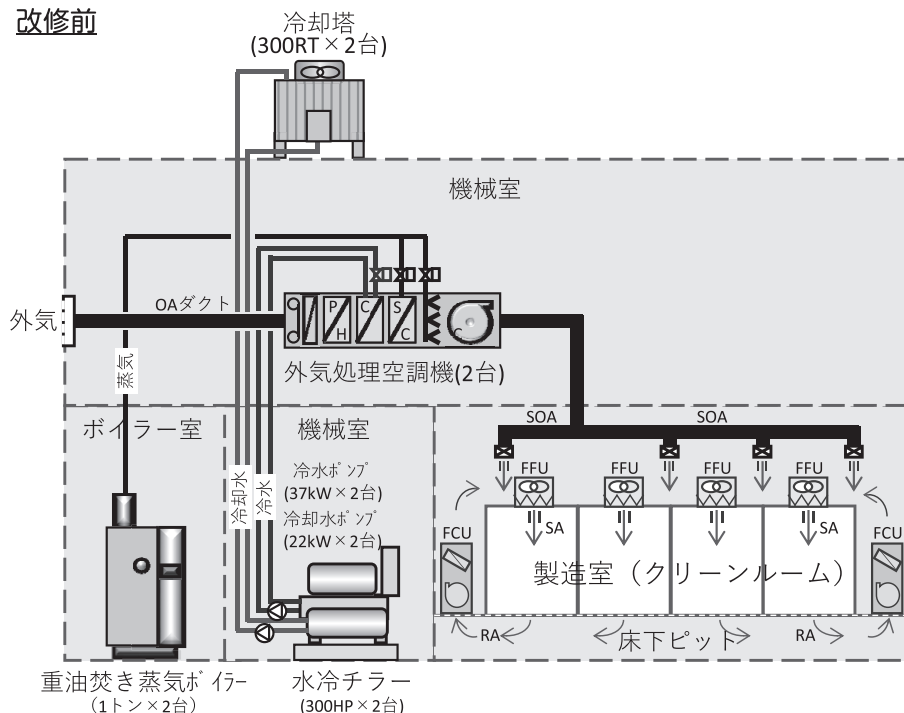
半導体工場のクリーンルームは、製品の歩留まりを高めるため恒温恒湿条件を維持する必要があり、冬は加熱負荷、夏は冷却除湿後の再熱負荷が発生する

ため年間を通して加熱を必要とする。一方、生産側では生産設備冷却水を循環使用しており、約25℃の生産設備冷却水の排熱が常に存在していた。そこで、生産設備冷却水の排熱を外気の予熱や再熱に利用し、かつ、加熱や再熱の熱媒を蒸気から温水に変更した外気処理空調機を新たに導入すると共に、加熱源を蒸気ボイラーからヒートポンプ式モジュールチラーに改修することで蒸気レス化を行った。また、外気処理空調機内で一括して行っていた蒸気加湿を廃止し、クリーンルームの床下ピットにて各部屋の湿度条件に応じたドライフォグ加湿を個別に行うシステムに変更したことで、きめ細かな湿度コントロールと、空調設備の蒸気レス化による省エネルギー・省CO₂化の両立を実現した。

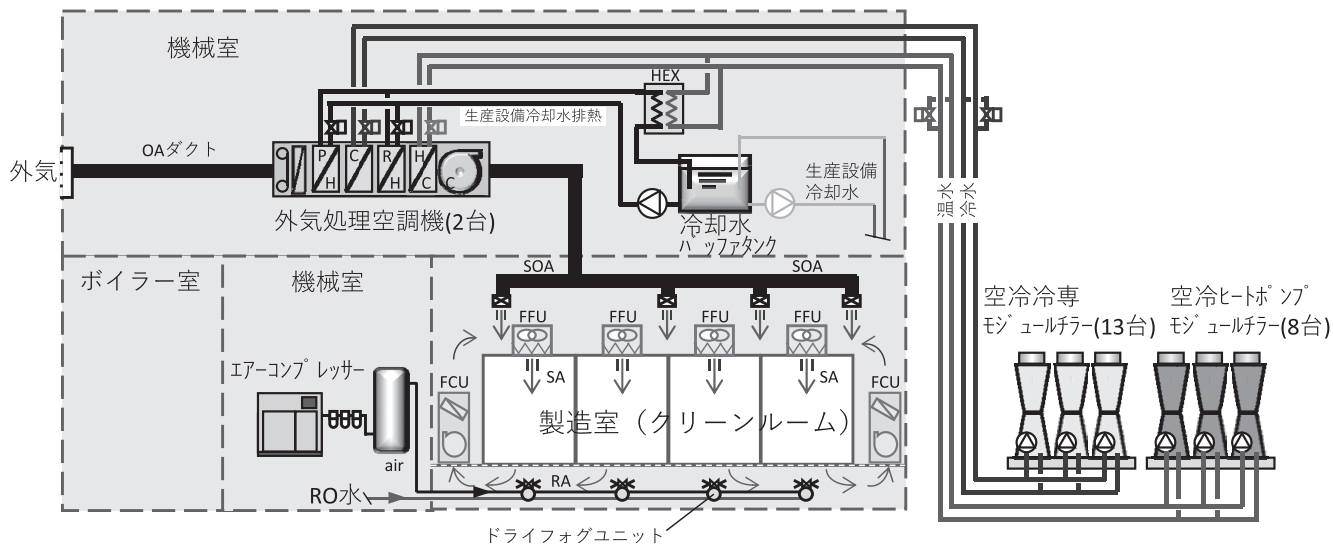


建物外観

改修前



改修後



3. 着想

当該生産設備冷却水は生産設備に20℃で供給し、約25℃となって冷却設備に戻り、冷却設備にて25℃から20℃まで冷却する必要があった。一方、クリーンルームの恒温恒湿空調では年間を通して加熱・再熱負荷を生じ、年間を通して22℃で給気を行っていた。空調加熱に生産設備冷却水の排熱を利用することができれば、空調加熱分と生産設備冷却水の冷却分の双方に費やすエネルギーを節約することができると考え、生産設備冷却水排熱利用型予熱コイルを搭載した外気処理空調機を新たに導入した。また、空調加湿に伴う化石燃料消費量の削減を図るため、蒸気を使わずに飽和効率90%以上で且つクリーンに加湿することのできるドライフォグ加湿を採用したことで、空調設備の蒸気レス化が可能となった。

4. 効果（省エネルギー）

図1に外気処理空調機での加熱熱量（生産設備冷却水排熱とチラー加熱別）を示し、加熱源の熱供給割合を図2に示す。外気処理空調機に生産設備冷却水の排熱利用型予熱コイルを設けたことで、年間を通して排熱を有効利用できており、温水チラーの稼働を66%抑制できていることがわかる。

表1に空調設備全体のエネルギー使用量実績を示す。外気処理空調機での生産設備冷却水排熱の有効利用に加えて、加熱源を蒸気ボイラーからヒートポンプ式モジュールチラーに更新して蒸気レス化を図ったことで、空調設備全体のCO₂排出量は、改修前1,257.3トンCO₂/年に対し改修後476.2トンCO₂/年で削減量は781.1トンCO₂/年、削減率は62.1%と大幅なCO₂削減効果が得られた。

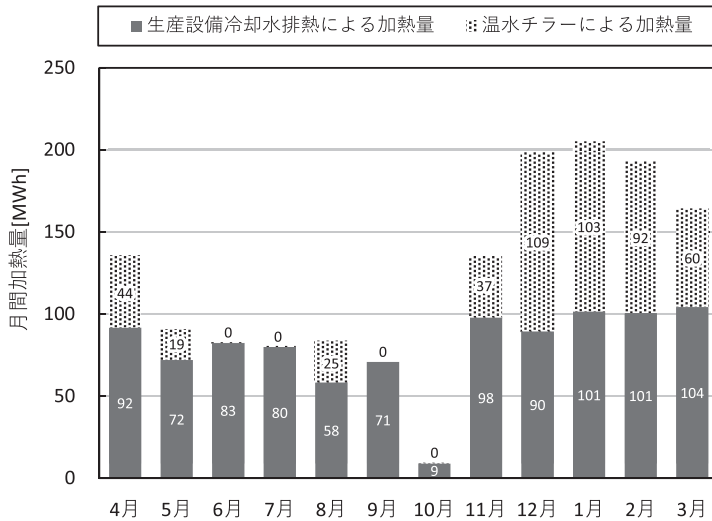


図1 外気処理空調機での加熱熱量

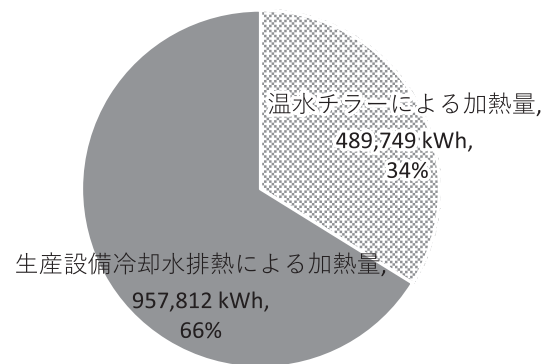


図2 外気処理空調機での加熱源の熱供給割合

表1 空調設備のCO₂排出量削減実績（エネルギー使用量実績データより）

		改修前(2016年度)			改修後(2019年度)		
		電力使用量		A重油使用量	電力使用量		A重油使用量
		440V系統	200V系統		440V系統	200V系統	
		水冷チラー 冷水ポンプ	冷却塔 冷却水ポンプ 外気処理空調機 ボイラー	ボイラー	空冷専用モジュールチラー 空冷ヒートポンプモジュールチラー チラー内蔵ポンプ	予熱再熱ポンプ 外気処理空調機 加湿用エア-コングレッサー	機器無し
kWh	kWh	L	kWh	kWh	L		
実績値	4月	88,171	9,284	12,653	39,898	14,991	0
	5月	102,704	19,279	12,275	36,272	14,766	0
	6月	138,454	24,127	11,190	70,372	14,493	0
	7月	164,027	26,800	10,170	102,677	14,829	0
	8月	154,221	25,909	11,052	103,980	13,021	0
	9月	144,928	24,954	10,942	87,187	14,186	0
	10月	98,386	25,286	12,500	50,833	14,654	0
	11月	76,417	24,604	14,027	34,350	17,862	0
	12月	64,826	16,551	18,036	50,064	18,084	0
	1月	60,837	12,899	24,914	48,420	16,598	0
	2月	56,943	12,090	21,153	45,537	16,772	0
	3月	65,037	13,322	20,976	39,039	17,824	0
		小計	1,214,951	235,105	179,889	708,629	188,080
	合計	1,450,056		179,889	896,709		0
	増減量	-		-	-553,347		-179,889
一次エネルギー	使用量	11,858 GJ/年	2,295 GJ/年	7,034 GJ/年	6,916 GJ/年	1,836 GJ/年	0 GJ/年
	増減量	-		-	8,752 GJ/年		-12,435 GJ/年
	削減率	-		-	58.7%		58.7%
CO ₂ 排出量	排出量	645.1 トンCO ₂ /年	124.8 トンCO ₂ /年	487.4 トンCO ₂ /年	376.3 トンCO ₂ /年	99.9 トンCO ₂ /年	0.0 トンCO ₂ /年
	増減量	-		-	476.2 トンCO ₂ /年		-781.1 トンCO ₂ /年
	削減率	-		-	62.1%		62.1%
	削減率	-		-	62.1%		62.1%
ランニングコスト	使用量	16,086 千円/年	3,113 千円/年	12,592 千円/年	9,382 千円/年	2,490 千円/年	0 千円/年
	増減額	-		-	11,872 千円/年		-19,919 千円/年
	削減率	-		-	62.7%		62.7%
	削減率	-		-	62.7%		62.7%

5. 投資回収（省マネー）

表1より、ランニングコスト削減額は19,919 [千円/年]

（電力料金単価：13.24 [円/kWh]、A重油単価：70 [円/L] とする）

空調設備改修費用（熱源設備、外調機設備、加湿設備）：268,500 [千円]

投資効果：268,500 [千円] / 19,919 [千円/年] =13.5 [年]

6. 他の建物への応用性

通年冷却工程を伴う生産設備などからの排熱があれば、恒温恒湿空調など年間を通して加熱負荷を生じる空調設備の加熱・再熱に利用可能で、今回の半導体工場の他、食品工場や製薬工場など室内温湿度条件の維持管理を要する建物用途に容易に応用できる。

7. 仕様又は開発製品等

熱源システムと外気処理空調機、ドライフォグシステムの仕様

記号	機器名称	仕様	台数	電 気		
				φ - V	kW	起動方式
R-1	空冷式チリングユニット (冷却専用)	型式 多連結型冷専チラー(40HP高COPモジュール13連結) 冷却能力 116.8kW×13 冷水量 239.6L/min×13 冷水温度 入口温度 12.0℃→出口温度7.0℃ 散水量 13.6L/min×13	1	3 - 440 (PUMP)	21.6×13 5.5×13	INV
R-2	空冷ヒートポンプ式 チリングユニット (年間加熱型)	型式 多連結型ヒートポンプチラー(40HP高COPモジュール8連結) 加熱能力 69.8kW×8 温水量 143L/min×8 温水温度 入口温度 40.0℃→出口温度45.0℃	1	3 - 440 (PUMP)	32.2×8 5.5×8	INV
HP-1	予熱再熱ポンプ	型式 ステンレス製ラインポンプ 水量 562L/min 揚程 0.22MPa	2	3 - 200	3.7	INV
HEX-2	プレート熱交換器	型式 プレート熱交換器 交換熱量 392kW 一次側 温水1124L/min(入口45℃→出口40℃) 二次側 RO水1124L/min(入口20℃→出口25℃)	1	-		
COT-1	冷却水バフアタンク	型式 1槽式FRP断熱タンク 有効水量 4000L	1	-		
OAC-1	外気処理空調機	風量 22,500m ³ /h 予熱能力 113kW 冷却能力 630kW 再熱能力 83kW 加熱能力 183kW	2	3 - 200	15.0	INV
HU-1	ドライフォグ加湿システム	型式 ドライフォグ加湿システム(床下設置) 加湿量 383.4 kg/h 噴霧エア一量 4002NL/min	1	1 - 100		直入
COM-1	エアーコンプレッサー (空冷式)	型式 空冷オイルフリースクリュー圧縮機 吐出圧力 0.7MPa 吐出空気量 4.7m ³ /min 圧縮機 30kW	1	3 - 200	39.89	直入

8. 環境保全、便利性等

年間削減電力量553,347 [kWh/年]、年間A重油削減量179,889 [L/年] より、導入した空調設備のCO₂排出削減量は781.1 [トンCO₂/年]、CO₂排出削減率は62.1 [%] となる。

(CO₂排出換算係数は電気：0.531 [kgCO₂/kWh]、A重油：2.7096 [kgCO₂/L] を使用)

9. 工夫した点、発想した点等

①ローセクタースイッチによる外気処理空調機給気温度可変制御

既存空調設備は外気処理空調機での冷却除湿後、給気温度一定制御で22℃まで再熱した後、各クリーンルーム系統に空気を供給し、各クリーンルーム系統に設けられた顕熱処理用ファンコイルユニット（冷専）にて室内温度条件を満たすよう制御していた。常に22℃まで再熱するため、冷房要求の多い夏期には無駄な再熱になることもありエネルギーロスの回避が課題であった。今回の改修にて各クリーンルーム室内温度のローセクタースイッチにより外気処理空調機の給気温度を可変させる制御を導入し、必要の無い再熱を抑制する制御を加えた。

②クリーンルーム床下でのRA空気へのドライフォグ加湿

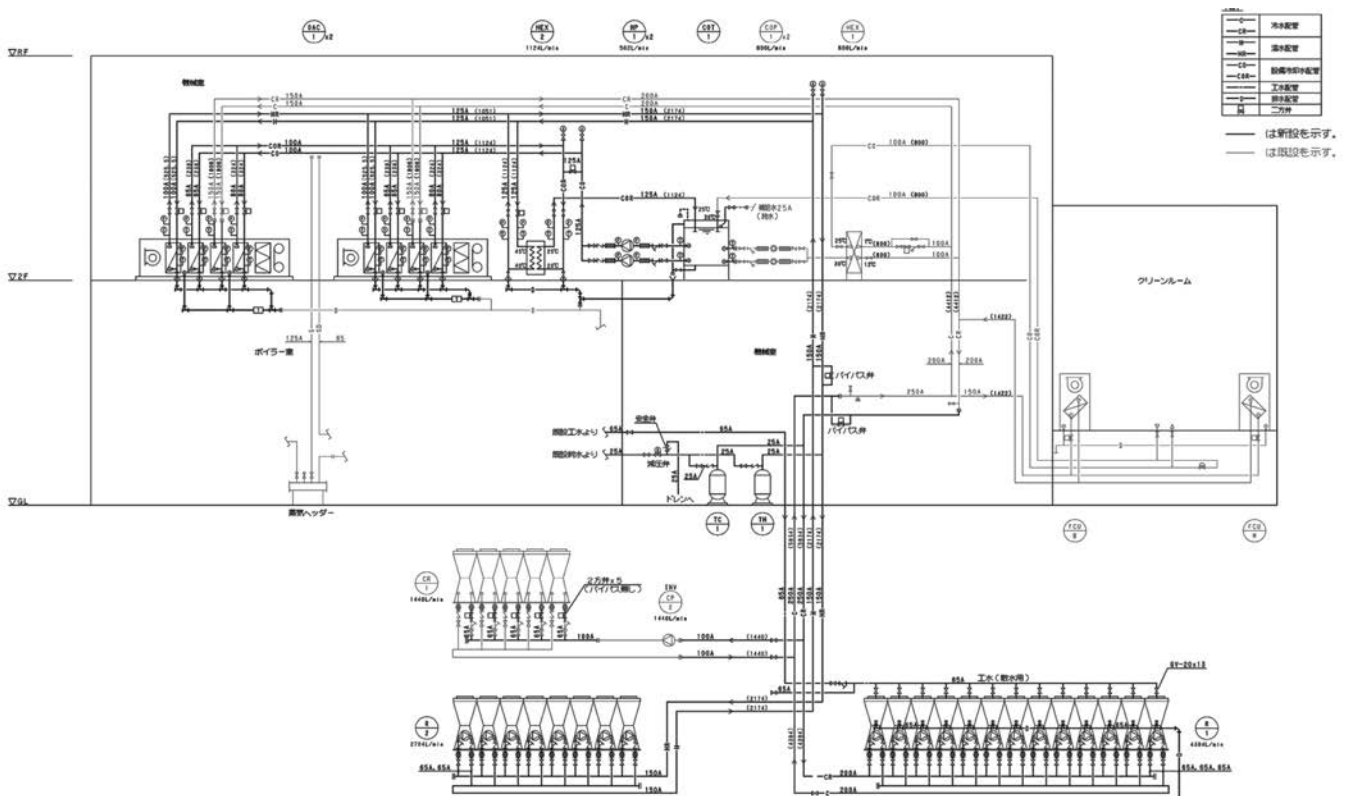
ドライフォグ加湿は噴霧粒子が微細で、接触面を濡らすことなく加湿が行えるため、凝縮ドレンのロスが無い。また、エリミネータやドレンパンを必要としないことから、加湿器設置位置の自由度が増すことに加えて不純物の堆積や雑菌の繁殖のないクリーンな加湿が行える。今回、外気処理空調機内での一括加湿を廃止し、クリーンルーム床下ピットの空間を利用して各クリーンルームの加湿要求に応じて個別に加湿コントロールできるようにした。ドライフォグの発生・停止が即座に行えるため制御応答性も良好で、各室とも相対湿度は設計条件の±10%以内に収まっており年間を通して良好な状態を維持できていることを確認した。

10. 市場性等

地球温暖化防止の観点からCO₂排出量の大幅削減は喫緊の課題となっている。CO₂排出量を削減するために化石燃料を燃焼させるボイラーからクリーンなヒートポンプ熱源への転換は、工場施設に限らず、商業施設や宿泊施設など加熱に蒸気を使用している施設で応用できる。生産設備等の排熱の空調加熱への有効活用は、年間を通して加熱が必要な恒温恒湿空調や低湿空調を必要とする半導体工場の他、食品工場や製薬工場で大きな効果が期待できる。

11. 外観・構造図

①システムフロー図



②設備写真



生産設備冷却水の排熱利用予熱コイルを搭載した外気処理空調機



クリーンルーム床下ピットでのドライフォグ加湿状況

12. 講評

蒸気加湿は低温送風時にも信頼できる加湿方式として広く使用されているが、省エネという点では他の加湿方式に比べて劣る面があり、生産設備の加湿制御方式決定においては、加湿制御の確実性、制御精度、省エネ性等を十分考慮する必要がある。ここでは半導体工場のクリーンルームの空調設備に用いられていた蒸気加湿をドライフォグ加湿に変更して、きめ細かな湿度コントロールと省エネ化を実現した。これにより蒸気加湿用の重油ボイラをヒートポンプチラーに置き換えることが可能になり、生産設備の排熱利用も行って大きな省エネ効果をあげた。ここで用いられた手法は他の同様な施設にも展開可能な改修工法として高く評価された。

●(一社)日本冷凍空調設備工業連合会 会長 優秀賞 ●新設設備部門

低温加湿システム

設備施工者：(株)ダイキンアプライドシステムズ (株)明電舎

設備所有者：独立行政法人自動車技術総合機構交通安全環境研究所

設備の概要

名称：独立行政法人自動車技術総合機構交通安全環境研究所

所在地：東京都調布市深大寺東町7-42-27 概要：環境試験室、低温加湿システム

室寸法：6.0m×14.0m×3.5mH

室容積：294.0m³

温度：-7℃～+38℃DB

湿度：30～80%RH

内部発熱：80kW

1. 開発の背景

2016年ごろの当社の低温加湿技術は、氷点下の温度精度を維持しつつ湿度を制御する技術は確立されてなく、温度+5℃以下の領域では湿度制御は保証範囲外となり、自動車メーカー試験グループや公的試験機関のニーズに答えられていない状況にあった。

その間にも、環境保護の意識の高まりに呼応して、世界の自動車産業はEV(電気自動車)開発の方向へと進んでいった。

EVの空調(カーエアコアン)がガソリン車と異なっているのは、エンジン排熱がないため、冬季の暖房においては外気を熱源としたヒートポンプ運転となる。ヒートポンプ暖房運転においては、建築設備のヒートポンプエアコンと同様に室外機の霜付きによる不具合の発生が課題となる。よって自動車試験装置における再現試験の条件に対応するため、低温加湿技術の開発が急務となった(図1)。

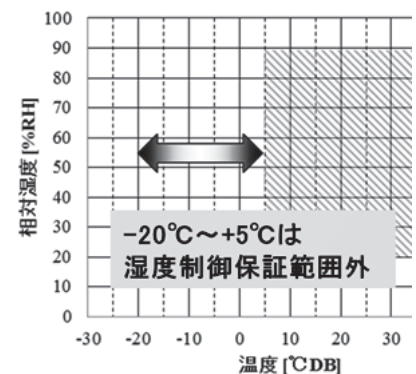


図1 温湿度制御範囲

2. 氷点下加湿技術開発課題(図2)

- ①高精度な湿度制御技術：氷点下域では、相対湿度表記の場合、微小水分蒸発の制御が必要。
- ②湿度センサーの着氷：氷点下で連続運転をする場合は、センサーが着氷し連続運転不可
- ③加湿器ノズルの着氷：従来型加湿器の場合、加湿器ノズルが氷結し、連続運転不可。
- ④連続運転時間：平均的な条件は、連続加湿時間が最大8Hrと長時間。

氷点下加湿の技術的課題

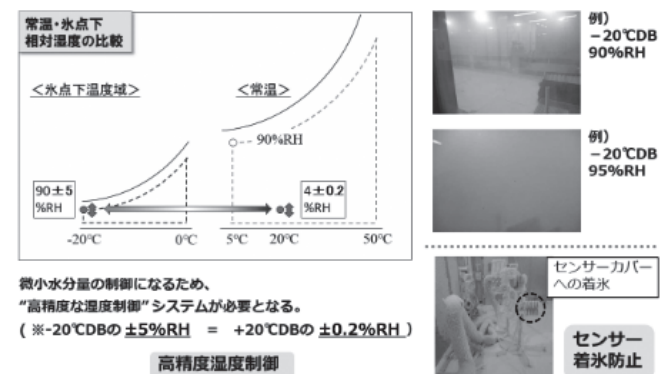


図2 技術開発課題

3. 開発経緯

(1) 加湿方式の探索

①電熱式加湿器（一般的な恒温恒湿、環境試験室、クリーンルームで多く使用）

- ・氷点下加湿時では「無駄加湿」（過剰気味に加湿する）をしないと様々な部分で氷結してしまうことが分かった。（過飽和状態になってしまう）
- ・設定点に制御するためには過加湿した上で、過加湿分を除湿して設定ポイントに絞り込む制御になってしまいエネルギー的なロスが大きい。
- ・氷点下加湿では加湿ホース内にて加湿水が氷結してしまい、連続運転ができない。

※無駄加湿とは、加湿を行うと、有効加湿のほか、氷結する部分や結露、冷却コイルの除湿により、無駄加湿が生じること

②超音波式加湿器（加湿応答性の高い加湿器）

氷点下加湿時、超音波加湿器吹出口付近に氷結し、連続運転ができない（写真3）。

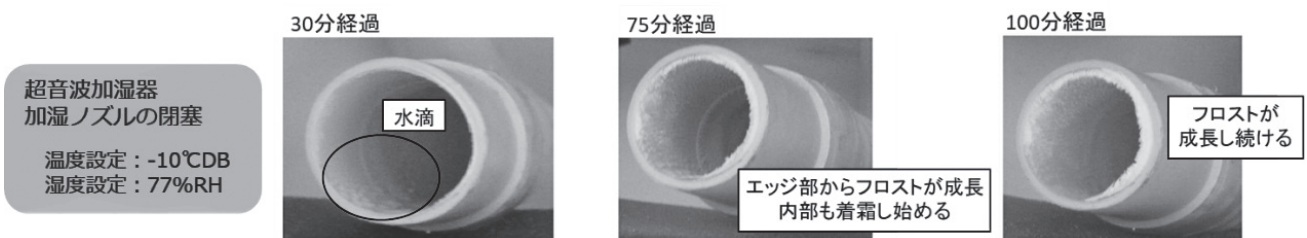


写真3 ノズルの氷結

③新型加湿システム（今回システム）

当社、実験室では、-20°CDB95%RHを達成。今回、交通安全研究所様実車試験室で採用、納入した（写真4）。

(2) 連続湿度計測技術の開発

氷点下加湿システムのもう一つの課題として、湿度連続計測の難しさがある。通常の湿度センサーの場合、一旦着氷が始まると、センサー面の着氷により正確な湿度の計測が難しい。

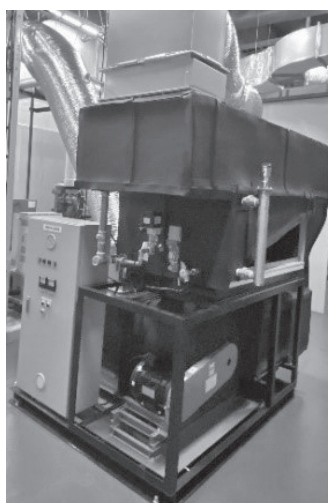


写真4 新型加湿システム

センサー着氷対策

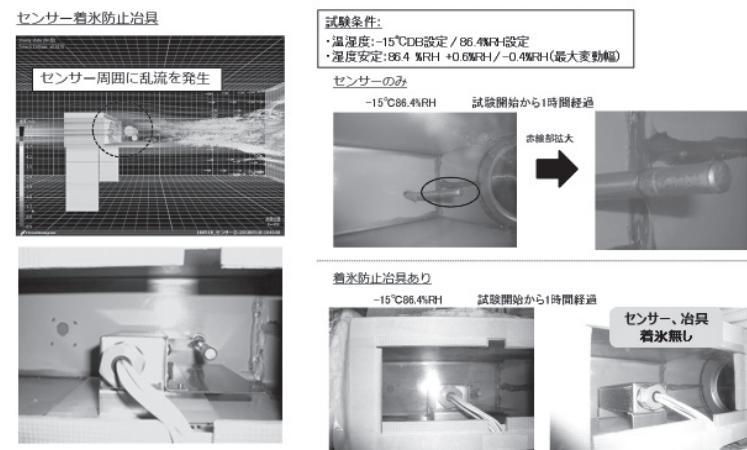


図5 センサー着氷防止治具

本開発では、湿度センサー用治具を新規開発し、センサー着氷を防止したシステムを開発した。着氷防止治具により、乱流を発生させ、それにより、着氷を防止する。この技術で、氷点下にて湿度連続計測を可能にした（図5）。

(3) 連続運転の達成

上記の微小加湿が可能な、新型加湿システムと連続湿度検出技術により、弊社内実験施設では48Hrの連続運転を達成した。

以下のデータは $-20^{\circ}\text{C} \pm 0.5^{\circ}\text{CDB} / 95\% \pm 5\%$ を16Hrのデータを示す（図6）。

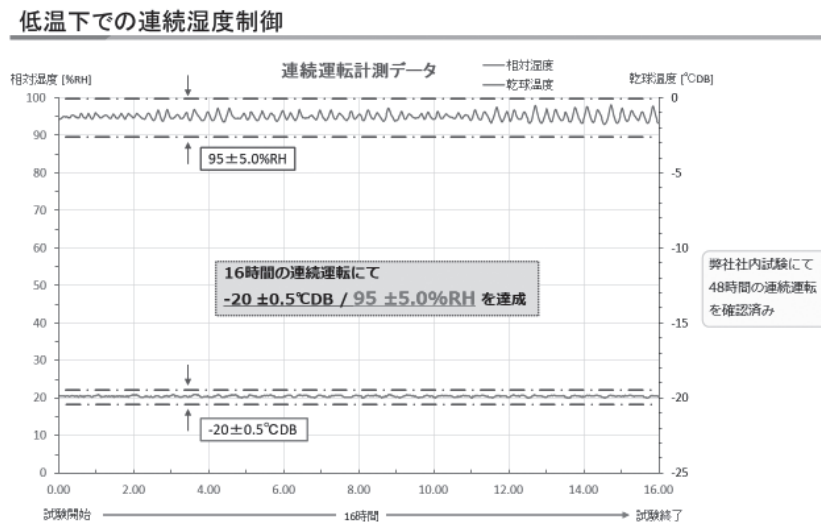


図6 センサー着氷防止治具

4. 最後に

最近は毎日のように、新聞紙上で、欧米、中国、日本といった国のみならず、ガソリン車の販売中止を計画している国が多数あり、今後は加速度的に電気自動車（EV）の開発が進められることが予想され、同様の試験装置の導入が進むと思われる。

最後に、本受賞に当たり、携わってきた関係者に感謝の意を申し上げます。

5. 講評

低温での加湿は難しい。オフィスのOA化による内部発熱増大と外壁や窓の断熱強化により、冬期にもオフィス冷房が必要になり、低温加湿の問題が顕在化してから大分経つ。しかし、有効な解決策が見つからずに冬期の低湿度が問題になる場合が多く見られる。今話題の電気自動車も、ガソリンエンジン車ではエンジン排熱があったが、排熱の無い電気自動車では加湿の問題が浮上している。特に自動車環境試験装置では過酷な試験条件での加湿制御が要求される。そこでいろいろ工夫をして精度良く低温加湿する方法を開発した。ここで開発された低温加湿の方法はビル空調等でも参考になると思われ、その技術開発努力が高く評価された。



写真7 試験室写真

● (一社)日本冷凍空調設備工業連合会 会長 優秀賞 ● 改修設備部門

ヒートポンプを利用した洗浄用温水供給設備

設備施工者：三菱重工冷熱(株)
設備所有者：(株)ニチレイフーズ

建物の概要

名称 (株)ニチレイフーズ船橋工場 所在地 千葉県船橋市日の出2-19-1

概要 建家：地上3階 延床面積：13,852.53m² 構造：RC造S造 用途：工場（食品製造）

1. 技術開発の目的と経過

目的：洗浄用温水製造熱源を従来のLPG焼き温水ボイラから、高効率な空気熱源ヒートポンプに置き換えることにより、省エネルギーとCO₂排出量の削減を達成する。

経過：2018年2月～（設計、検討等）：生産工程全体の省エネ・CO₂削減を検討する中で、洗浄用温水をターゲットの一つとして抽出。洗浄水の使用量と経時的パターンを定量的に把握し、機器容量の選定と動作回路の検討を行った。また、CO₂削減効果等、想定メリットについての試算を実施した。

2019年5月～（試運転、引渡し等）：5月初旬に試運転を実施しお引渡しを完了した。

一方、省エネ効果を確認するための計測設備（温度、流量、消費電力）を設置し、計測データの分析と必要に応じた制御設定値の見直しを実施。2020年11月現在、ほぼ当初予定通りのCO₂削減効果が確認された。

2. 設備・システムの概要

1) 既設設備の概要

- ・現状では、LPG焼き温水ボイラー（以下「温水ボイラー」）が、洗浄用温水タンク（有効容積20m³、以下「温水タンク」）に対して並列に設置されており、タンク内部の水温を検知するサーモスイッチによって42℃前後の温度に保持されている。
 - ・洗浄用温水タンクには給水制御用のレベルスイッチが設置されており、低水位になると温水タンクに直接接続されている給水配管から「最大使用流量を上回る大流量」で給水され、満水近くになると停止となる二位置式制御で水位管理されている。
- また、最大使用水量は平均使用水量の約7倍程度で、「週2回×4Hr/回」程度の頻度で発生する。

2) 改修設備の概要

- ・本設備改修では、図1に示す点線部分を増設した。
- ・空気熱源ヒートポンプ（以下「ヒートポンプ」）は温水ボイラと同様に、温水タンクに対して並列に接続している。
- ・ヒートポンプと温水タンクの接続は、温水ボイラの温水循環配管から分岐して接続することにより、タンク改造等の工事費用を節減している。

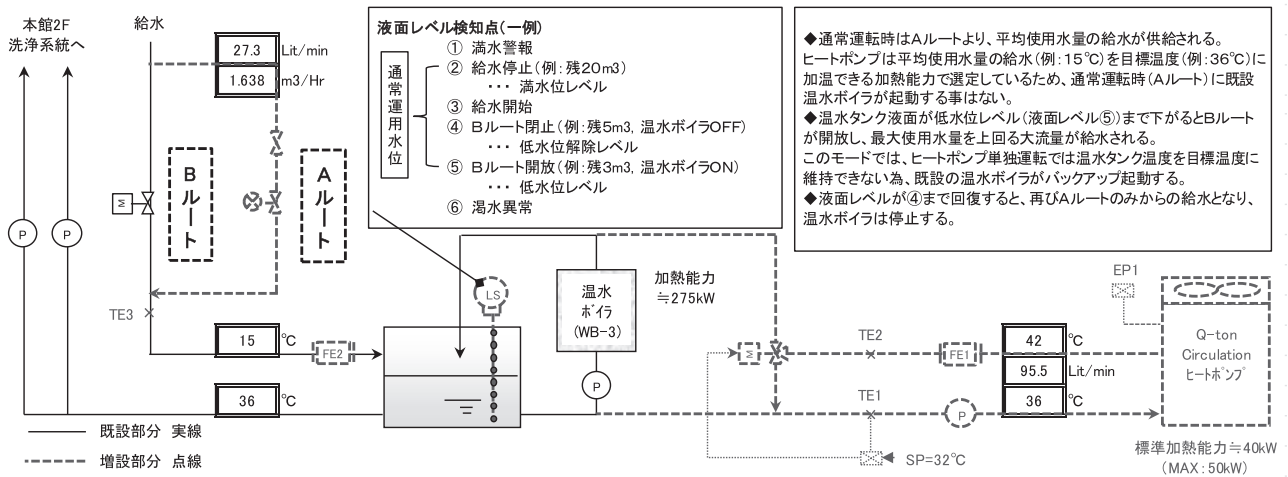


図1 改修設備_概略系統図

- ・ 温水ボイラの起動温度はヒートポンプの同設定値より低い値に設定し、ヒートポンプが優先的に先行起動するよう順位付けをしている。これにより効率の高いヒートポンプがベースロードとしての役割を果たし、省エネ性の向上が図られる (図2)。
- ・ ヒートポンプの加熱能力は、経済的な観点に加えてバックアップとして温水ボイラも併用で残すことから、平均使用水量に合わせた選定とした。
- ・ 従来の給水システムは前出の通り、「最大使用流量を上回る大流量」 or 「停止」の二位置式制御となっている。
- ・ 給水システムをこのままにしてヒートポンプを導入した場合、給水時にはヒートポンプが加熱能力不足となり、温水タンク内の温度が低下して温水ボイラが起動するが、その後、満水となって給水が停止しても、温水タンク内がボイラ停止温度に達するまでのほとんどの熱容量を、より加熱能力が大きい (ヒートポンプの約6倍) 温水ボイラで加熱することになる。
- ・ また、温水ボイラ停止後から、温水タンク内温度が目標に達するまでの僅かな温度差のみ、ヒートポンプが単独で加熱するが、ヒートポンプ停止 (目標温度到達) 以降、温水タンク内の温度は自然放熱のみでほぼ保持されるため、再び低水位となって給水が開始されるまで、ヒートポンプが再起動することなく、全運用期間に渡ってヒートポンプの稼働率が非常に低い運用となってしまふ (図3)。
- ・ そこで本改修では、給水システムを以下の通りに変更することにより、高効率なヒートポンプの稼働率 (負担割合) を拡大し、省エネ性の向上を図っている。

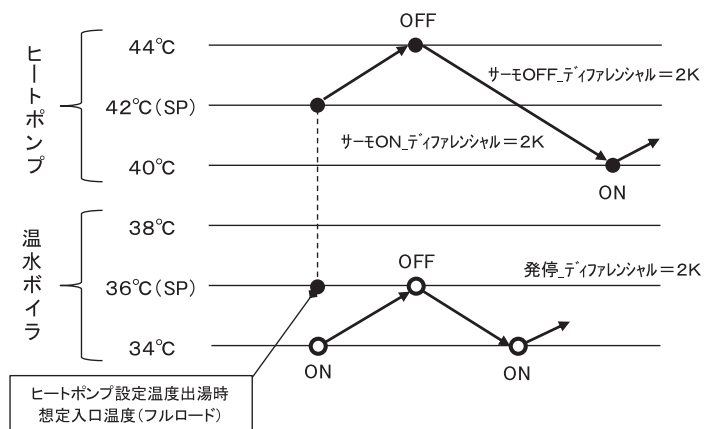


図2 温水ボイラとヒートポンプの動作温度

3) 給水システムの改修

- ・ 従来の給水配管 (Bルート) をバイパスする (Aルート) の給水配管を増設する (図1)。
- ・ Bルートからは従来通り「最大使用流量を上回る大流量」が給水されるが、Aルートからは平均使用

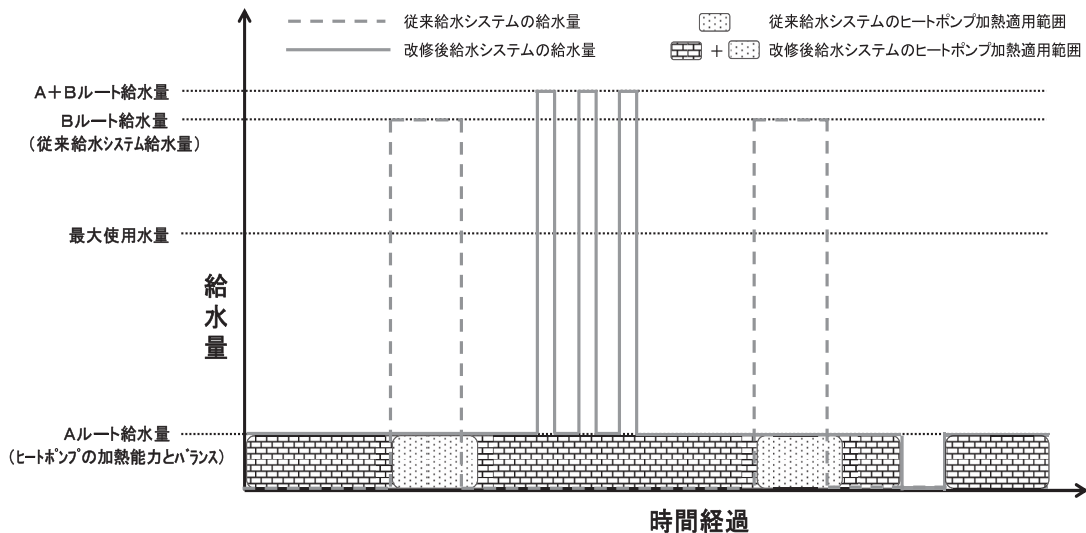


図3 給水システム改修前後のヒートポンプ加熱適用範囲

水量程度の給水が供給されるよう、流量調整弁の開度を設定しておく。

- ・温水タンクの水位が通常運用水位（低位水位からの回復中を除き図1の②～⑤の間の水位）にある時はAルートからの給水を継続する。
前出の通りヒートポンプは、平均使用水量の給水（例：15℃）を目標温度（例：36℃）に加熱できる加熱能力で選定しているため、Aルート給水時に温水ボイラが起動する事はないが、ヒートポンプはほぼ連続して稼働し続けられる。
- ・使用水量がAルート給水量より大きくなると温水タンクの水位は下がるが、低水位レベル（図1の⑤の水位）まで低下するとBルートが開放し、「最大使用水量を上回る大流量」が給水されるため、水位は確実に回復する。
- ・Bルートから給水されると、ヒートポンプ単独運転では温水タンク温度を目標温度に維持できないため、既設の温水ボイラがバックアップとして起動する。
- ・温水タンクの水位が低水位解除レベル（図1の④の水位）まで回復すると、再びAルートのみからの給水となり、温水タンク温度の回復に伴って温水ボイラは停止する。
- ・この給水システムへの改修によって、使用水量が少なく満水位レベル（図1の②以上の水位）に達しない限り、ヒートポンプは稼働し続けられるため、従来の給水システムでの導入に比べて稼働率は飛躍的に向上する（図3）。

3. 着想

- ・当該工場では、セントラル熱源機として複数の貫流ボイラがボイラ室に設置されているが、分散して存在する小容量の蒸気混合栓を除けば、殆どの熱需要は蒸気を直接利用する生産工程であり、ヒートポンプの導入は当初難しいと考えられた。
- ・しかし、セントラルからローカルに目を向けると、温水ボイラ単独で処理している洗浄用の温水需要が見つかり、またヒートポンプで特に高い効率が狙える比較的低温の温水需要であったことから、CO₂削減効果の試算値も大きく、今回のヒートポンプ導入に至った。
- ・洗浄用の温水は、人が火傷しない程度の低温（40℃前後）に設定されている場合が多く、ヒートポンプ導入のターゲットとして非常に適性が高い温熱需要と言える。

4. 効果（省エネルギー）

1) ヒートポンプ稼働率と省エネルギー・CO₂削減効果の試算

i) ヒートポンプ年間平均稼働率 : 61.8% (停止とアンロードによる加熱能力低下を除外した運転比率)

● 計算方法

- ・ ヒートポンプ加熱能力 (定格) : 40kW
- ・ 年間フルロード加熱能力 : 350.4MWh/年 (=40kW×8760Hr/年)
- ・ 年間積算ヒートポンプ加熱能力 : 216.5MWh/年
 - * 過去の給水データとヒートポンプ性能を根拠にしたシミュレーションにより試算
- ・ ヒートポンプ年間平均稼働率 : 61.8% (=216.5MWh/年÷350.4MWh/年)
- ・ フルロード換算_年間稼働時間 : 5413Hr/年 (=8760Hr/年×61.8%)

ii) 省エネルギー効果 (原油換算削減量) : 12.8kLit/年 (削減率=46.5%)

iii) CO₂削減効果 : 38.7ton/年 (削減率=61.4%)

● 計算方法

- ・ 年間LPG削減量 : 21.0ton/年 (=216.5MWh/年÷46.4MJ/kg÷0.8)
 - * ボイラ効率=80% (仮定)
 - * LPG低位発熱量=46.4MJ/kg
- ・ 年間電力増加量 : 59.1MWh/年 (ヒートポンプ設備)
 - * 過去の給水データとヒートポンプ性能を根拠にしたシミュレーションにより試算
- ・ 年間LPG削減量_原油換算 : 27.5kLit/年 (=21.0ton/年×1.31kLit/ton)
- ・ 年間電力増加量_原油換算 : 14.7kLit/年 (= (9.97GJ/MWh+9.28GJ/MWh) × 0.5 × 59.1MWh/年 × 0.0258kLit/GJ)
 - * ヒートポンプの稼働時間割合は、昼間と夜間でそれぞれ50%と仮定
- ・ 年間省エネルギー効果_原油換算 : 12.8kLit/年 (=27.5kLit/年-14.7kLit/年)
- ・ 年間LPG_CO₂排出削減量 : 63.0ton/年 (=21.0ton/年×2.999kgCO₂/kg)
 - * LPG_CO₂排出係数は、当該事業所の指定値を採用
- ・ 年間電力_CO₂排出増加量 : 24.3ton/年 (=59.1MWh/年×0.412kgCO₂/kWh)
 - * 電力_CO₂排出係数は、当該事業所の指定値を採用
- ・ 年間CO₂排出削減量 : 38.7ton/年 (=63.0ton/年-24.3ton/年)
- ・ 年間平均ヒートポンプCOP : 3.66 (=216.5MWh/年÷59.1MWh/年)
 - * システムCOP (H)

2) 省エネルギー・CO₂削減効果の実証結果

- ・ 本設備は2019年5月にお引渡しを完了しているが、その後現在(2020年11月時点)に至るまで継続して運転データの分析を行っており、運用環境に合わせた最適化を求めて適宜の調整を図っている。
- ・ 現時点で最終調整を行った2020年6月以降の実績から、データ欠損のない7・9月をピックアップし、省エネルギー・CO₂削減効果について整理した(表1、2)。
尚、省エネルギー性については、原油換算で定量化して削減量を求めた。

表1 ボイラ燃料 (LPG) 削減量と電力増加量の「実績/計画」比較データ

2020年 [月]	計画						実績						実績/計画			
	合計 熱需要量 [MWh]	ヒートポンプ 合計 加熱量 [MWh]	LPG 削減量 [kg]	LPG削減 による CO2排出 削減量 [kg]	電力 増加量 [kWh]	電力増加 による CO2排出 増加量 [kg]	合計 熱需要量 [MWh]	ヒートポンプ 合計 加熱量 [MWh]	LPG 削減量 [kg]	LPG削減 による CO2排出 削減量 [kg]	電力 増加量 [kWh]	電力増加 による CO2排出 増加量 [kg]	合計 熱需要量 [%]	ヒートポンプ 合計 加熱量 [%]	LPG 削減量 [%]	電力 増加量 [%]
7月	21.7	18.4	1785	5354	4451	1834	50.7	23.7	2301	6901	6213	2560	233.8	128.9	128.9	139.6
9月	21.0	17.8	1728	5181	4307	1774	33.4	17.9	1741	5221	5008	2063	159.1	100.6	100.8	116.3

表2 省エネルギー・CO₂削減効果の「実績/計画」比較データ

2020年 [月]	ヒートポンプによる省エネルギー・CO ₂ 削減効果_計画						ヒートポンプによる省エネルギー・CO ₂ 削減効果_実績						実績/計画	
	LPG 削減量 原油換算 [Lit]	電力 増加量 原油換算 [Lit]	原油換算 削減量 [Lit]	原油換算 削減率 [%]	CO ₂ 排出 削減量 [kg]	CO ₂ 排出 削減率 [%]	LPG 削減量 原油換算 [Lit]	電力 増加量 原油換算 [Lit]	原油換算 削減量 [Lit]	原油換算 削減率 [%]	CO ₂ 排出 削減量 [kg]	CO ₂ 排出 削減率 [%]	原油換算 削減量 [%]	CO ₂ 排出 削減量 [%]
7月	2340	1105	1235	52.8	3520	65.7	3016	1543	1473	48.8	4341	62.9	119.3	123.3
9月	2264	1070	1195	52.8	3407	65.8	2282	1244	1038	45.5	3158	60.5	86.9	92.7

・電力消費量原油換算におけるヒートポンプ稼働時間割合は、昼間と夜間それぞれ50%と仮定。

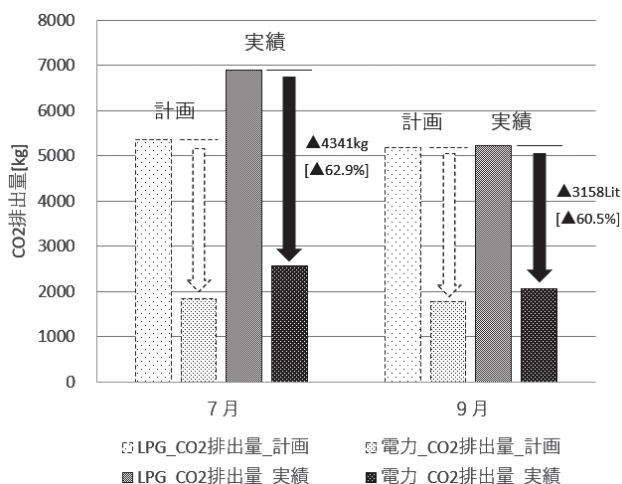


図4 省エネルギー効果実績 (7/9月)

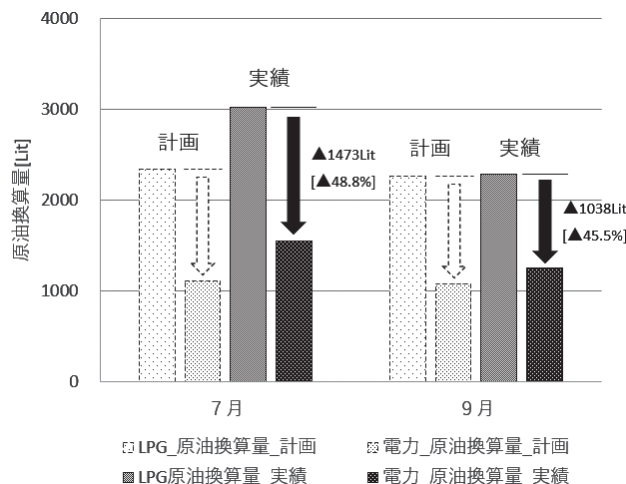


図5 CO₂削減効果実績 (7/9月)

- ・結果として本設備改修により、原油換算で1000~1500Lit/月程度の省エネルギー効果と、3200~4500kg/月程度のCO₂排出量削減効果が得られることが確認できた (表2、図4、5)。
- ・省エネルギー性 (原油換算削減量)、CO₂排出削減量の何れも、計画に対する実績比は±20%以内程度に収まっており、結果的に期待された効果に近似した実績が得られた。
- ・しかし、データを詳細に分析すると、計画と実績の差が比較的大きな要因がいくつかあり、プラス面とマイナス面が相殺しあって、結果的に計画に近い実績となっていることが判った。
- ・実績が大きくなる具体的な要因としては、「熱需要量の拡大 (特に給水量) によるヒートポンプ稼働率の上昇」があり、一方、実績が小さくなる要因としては「温水循環ポンプ動力が想定よりも大きい」点や、「ヒートポンプの製造温水温度設定変更 (39℃⇒42℃) に伴うCOPの低下」が挙げられる。

- ・また、表1の「合計熱需要量」と「ヒートポンプ合計加熱能力」を見ると、前者は計画に対する実績比が150～200%以上になっているのに対して、後者は100～130%程度と増加割合が小さいことが判る。
- ・これはヒートポンプを含めた今回の改修設備の能力を上回って、熱需要量が想定外に増加したことを示しており、将来的に、温水タンクやヒートポンプの容量アップ等、ヒートポンプシステムの能力増強を図ることにより、省エネルギー・CO₂削減効果の更なる拡大を狙う余地があると言える。

5. 投資回収（省マネー）

- ・本設備改修は主としてCO₂削減を目的としており、ヒートポンプの省エネ性を検証する小規模実証設備としての役割も担っていた。
- ・そのため、出力40kW程度の小さな設備規模に対して、結果検証に必要な温度、流量、電力などの計測器やデータ記録設備を付帯させており、設備費用は本来の設備規模に応じた費用よりも大幅に割高となった背景がある。
- ・参考までに、設置工事や計測設備などケースバイケースの要素を除いた場合における、ヒートポンプ機器単体に対する投資回収年数を試算すると、実績ベースで約3.5年程度との結果となった。

6. 他の建物への応用性

- ・今回採用した空気熱源ヒートポンプは、建物の用途、形態に関わらず、40～75℃の温熱需要があれば適用についての検討は可能であり、空気熱源式なので空気が滞留しない設置スペースと電源さえあればほとんど場所を選ばずに設置可能である。
操作も付属の液晶タッチリモコンで容易に行え、応用機能としてスケジュール設定機能や複数台の一括操作機能も備えている。
- ・また、循環加温ヒートポンプとしては比較的高温の75℃出湯が可能であり、本申請の事例のように食品工場に限らず、機械部品工場や温浴施設、染色工場など、多くの適用先が想定される。
- ・実際の導入検討においては、負荷変動やピーク負荷への対応、給水システムの見直しなど、現状把握をした上での、周辺設備を含めた適正化が必要になる。

7. 仕様又は開発製品等

1) 本改修設備におけるヒートポンプの計画運転条件と性能

運転条件

- ・製造温水温度（設定値）：42℃
- ・サーモON温度：40℃（ディファレンシャル＝2 K）
- ・サーモOFF温度：44℃（ディファレンシャル＝2 K）
- ・給水温度（フルロード時）：32～36℃ … 三方弁バイパスコントロール

フルロード定格性能概算値（外気温度＝16℃_中間期）

- ・加熱能力：40kW
- ・温水循環量：95.5Lit/min
- ・消費電力：11.3kW

2) 空気熱源循環加温ヒートポンプ (Q-ton_Circulation) 装置仕様

型式		熱源機 EQA401	
電源	—	三相 200V 50/60Hz	
定格加熱能力※1	kW	40.0 (最大50)	
エネルギー消費効率※1		3.3	
設定温度範囲	℃	出口温度制御時：40~75 (1℃刻み) 入口温度制御時：40~70 (1℃刻み)	
使用温度範囲	温水出口温度	℃	40~75
	入口温度	℃	30~70
	外気温度	℃	-20~43
最大電流 [始動電流]	A	77 [5]	
外形寸法	mm	2,048 × 1,350 × 720	
製品質量 (運転質量)	kg	400 (405)	
冷媒種類 (封入量)	—	R454C (10.8kg)	
温水管仕様	入口配管/出口配管		Rc 1 1/2 (40A SUS) / Rc 1 1/2 (40A SUS)
	耐水圧	MPa	1.0
	定格流量	m ³ /h	6.88
	水圧損失	kPa	27
	流量範囲	m ³ /h	1.72~9.00
最小保有水量	L	363 (機内水量 5Lを含む)	

※1 外気温度25℃DB/21℃WB, 温水入口温度60℃, 出口温度65℃における値です。

8. 環境保全等

- ・「4. 効果 (省エネルギー)」に記載の通り、夏期に月間で原油換算 1~1.5kLit程度の省エネルギー効果が得られたことから、冬期におけるヒートポンプの効率低下を考慮しても、年間では原油換算 10~15kLit程度の省エネルギー効果が得られるものと推定している。

9. 工夫した点、発想した点等

- ・ヒートポンプはボイラに比べて加熱能力当たりの単価が高額なため、需要熱量のピークに合わせた能力のヒートポンプを選定すると経済的な負担が大きくなり、設備投資を行う上での障害となりやすい。
- ・本計画では、既設の温水ボイラと温水タンクをピーク負荷時のバックアップとして活用することにより、新規導入のヒートポンプはベースロードとして高い稼働率が期待できる加熱能力にて選定し、かつ実際にベースロードとして稼働するよう、給水システムの改修による (「2. 設備・システムの概要」参照) 加熱負荷の平準化を行った。
- ・省エネルギー設備では投資回収効果が重視される場合が多いため、本件に限らず、産業用途でのヒートポンプの導入では、可能な限り高稼働率での運用目指す工夫が肝要と考える。

10. 市場性等

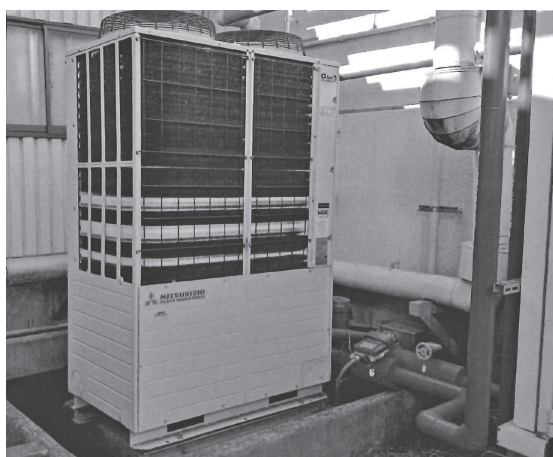
- ・洗浄用温水タンクは当社で提案を行っている殆どの食品工場 (冷凍食品、惣菜、飲料、醤油、製麺) で設置されており、現状では蒸気で間接加熱されている場合が多い。
- ・洗浄用として使う40℃レベルの温熱需要は、省エネ性の面でヒートポンプの優位性が特に高まる温度域であり、投資回収効果の観点からも普及を進めやすい温熱需要と言える。
- ・当社では、ユーザーの実情に合わせたフレキシブルな省エネシステムの企画・提案を行うため、本件で採用した循環加温ヒートポンプ (Q-ton_Circulation) に加えて、業務用エコキュート (Q-ton)、空

冷ヒートポンプチラー（MSV2）、排熱回収ヒートポンプ（エコウォーム）他、特徴の異なるヒートポンプを複数ラインナップしており、これらの組み合わせによりヒートポンプの適用範囲の拡大を進めている。

11. 外観・構造図



建物玄関



空気熱源ヒートポンプ (Q-ton_Circulation)



洗浄用温水タンク

12. 講評

生産工程の中の熱の利用形態を調査して、化石燃料熱源を空冷ヒートポンプに置き換えられる箇所を探し出し、既存熱源も利用する形で省エネ化、省CO₂化を行い大きな効果をあげた。具体的には洗浄用温水製造熱源として使用されていたLPG焚温水ボイラに空気熱源ヒートポンプを追加して、空気熱源ヒートポンプをベース運転、既存熱源はピーク時利用する運転方式に置き換えた。基本的考え方はオーソドックスなものであるが、設備システムを十分に研究して、改修箇所をできるだけ少なくして効果をあげた点に大きな価値がある。現場に合わせていろいろ工夫をすることで、より高い省エネ効果を得られることを示した点が高く評価された。

●(一社)日本冷凍空調設備工業連合会 会長 奨励賞 ●改修設備部門

冷温水空調システム・灯油焚温水ヒーター 熱源システムを省エネルギー空冷機器へ改修

設備施工者：菱機工業(株)

設備所有者：医療法人社団生生会

建物の概要

名称 えんやま健康クリニック 所在地 石川県七尾市千野町に部10番地

概要 建家：地上2階 延床面積：2,306.10m² 構造：S造 用途：クリニック

1. 技術開発の目的と経過

経過：平成30年（設計、検討等）

令和元年（試作、試験納入等）国土交通省 既存建築物省エネ化推進事業に応募・採択・着工

令和2年（試運転、引渡し等）事業完了引渡し・運転 4月より運転データ取り開始

2. 設備・システムの概要

A 給湯設備

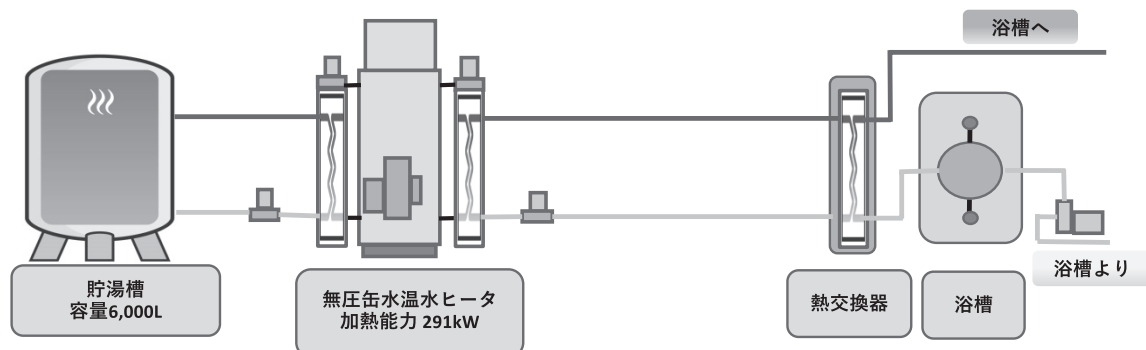
化石燃料を使用しセントラル方式の給湯および昇温設備。厨房、特浴には専用給湯器を設置。

既存給湯昇温機器（灯油焚き温水ヒータ・LPガス湯沸器）

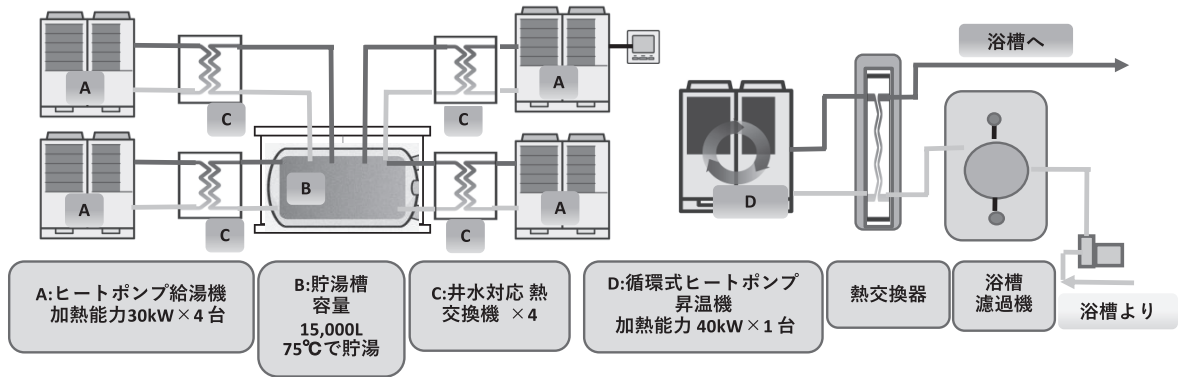
- ①無圧缶水温水ヒータ 灯油焚き1998年製
- ②ガス湯沸器（特浴系）LPG焚き2013年製
- ③ガス湯沸器（厨房系）LPG焚き2013年製

給湯設備システムフロー図

●既存給湯昇温設備システム（無圧缶水温水ヒータ）



●改修後給湯昇温設備システム（ヒートポンプ給湯機）



B 空調設備

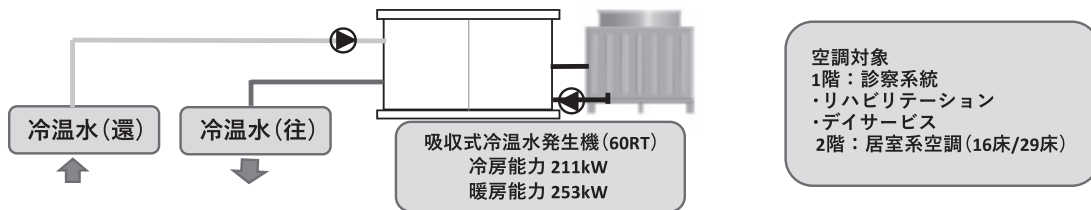
化石燃料を使用したセントラル冷温水方式

既存空調熱源機器

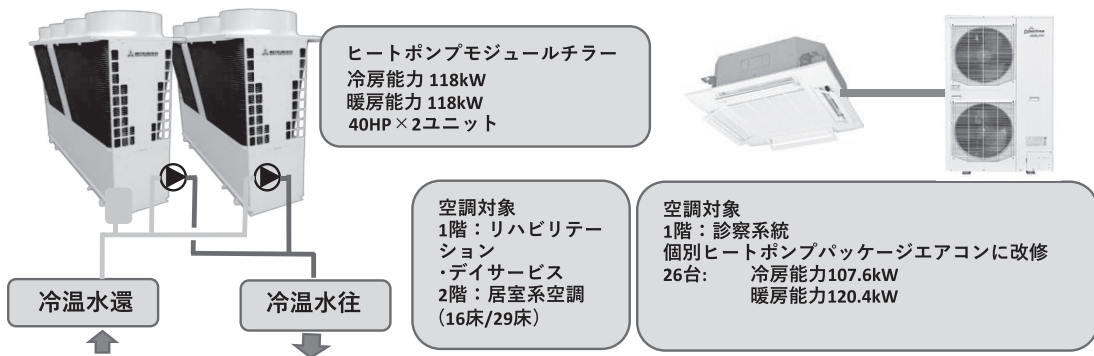
①吸収式冷温水発生機 灯油焚き1998年製

空調熱源設備システムフロー図

●既存冷温水供給システム（吸収式冷温水発生機）



●改修後冷温水供給システム（空冷ヒートポンプモジュールチラー）、個別空冷エアコン



C その他の省エネ工事

●照明器具を全てLED照明に交換

器具台数：508台

改修前定格消費電力：10,042W

改修後定格消費電力：3,622W

3. 着想

①効率・CO₂削減からの着想

化石燃料（灯油・LPG）の燃焼による熱源機の効率は基本的に、冷水発生時以外は、1.0以下であり、更に、コイル廻りのスス等汚れにより、効率は定格から更に悪くなる傾向にある。

この観点から、

COP（成績係数）：3.9（年間加熱効率）の空冷ヒートポンプ給湯機を導入した。

COP（成績係数）：3.3（定格）の空冷ヒートポンプ給湯機を導入した。

COP（成績係数）：3.47（定格）の空冷ヒートポンプモジュールチラーを導入した。

また、化石燃料は電気に比べ、単位エネルギー当たりの発生CO₂量も多いことから電気式熱源機の採用を計画する。

表1 各燃料によるCO₂発生量（経済産業省データによる）

LPG	：	110.90	MJ/m ³	CO ₂ 発生量	6.549	kg-CO ₂ /m ³	0.0591	kg-CO ₂ /MJ
灯油	：	36.70	MJ/L	CO ₂ 発生量	2.488	kg-CO ₂ /L	0.0678	kg-CO ₂ /MJ
電力	：	9.76	MJ/kW	CO ₂ 発生量	0.497	kg-CO ₂ /kW	0.0509	kg-CO ₂ /MJ

2019年北陸電力CO₂排出係数 0.497 kg-CO₂/kW

②メンテナンス・管理からの着想

化石燃料（灯油・LPG）の燃焼による熱源機のうち、空調熱源設備の吸収式冷温水発生機は、冷暖房の切替作業が必要であるため、年2回の切替作業が発生する。

化石燃料（灯油）の供給設備として地下埋設式灯油タンクを使用している。

灯油の地中漏洩など、消防による法定検査を毎年受けなければならない。

上記2点においては、費用面と共に、設備使用者側の管理者の負担が大きい。

この観点から、管理が比較的簡単な電気式空冷ヒートポンプ熱源機の導入を計画する。

③上水水質からの着想

供給水の水質由来する機器のトラブルが発生していた。

LPガス湯沸器（2006年導入）コイルにスケールが詰り、2013年に機器を更新している。

この現象は下記に示す水中含有成分によるものと判断し、水質検査を行った。

表2 供給水水質検査結果（JRA水質基準による）

項目	給湯系補給水		判定	
	基準値	分析結果		
酸消費量(pH4.8) (mgCaCO ₃ /ℓ)	50 以下	78	スケール生成	
カルシウム硬度 (mgCaCO ₃ /ℓ)	50 以下	61.4	スケール生成	
残留塩素 (mgCl/ℓ)	0.3 以下	0.5		腐食

検査の結果はスケール生成の基準値、腐食の基準値を上回る数値となっていた。

これについては、市水（上水）であっても、現地配水場で、地下水が混合している事に原因があると思

われる。更新設備においても熱交換コイル部分は銅管のため、同様の腐食・スケール付着が発生する可能性が高いと考えられた。

よって今回は別置き井戸水対応熱交換器を取り付けることにより市水（上水）がヒートポンプ給湯機の直接熱交換コイルに流れないようにシステムを計画した。

4. 効果（省エネルギー）

BELS申請エネルギー削減率（モデル建物法）	▲28.0%
現状（4月～11月）比較	▲26.6%（1102GJ 削減）
CO ₂ 削減率及び削減量 現状（12月～11月）比較	▲1.6%（2.46t-CO ₂ 削減）

計算方法及び根拠については、申請書詳細資料参照

5. 投資回収（省マネー）

国土交通省既存建築物省エネ化推進事業の採択案件のため、公表は控える。

投資回収を検討：（省エネ機器費＋省エネ工事費）／エネルギー削減費

回収年数：24年（老朽化した機器の単純化更新工事は除く）

6. 他の建物への応用性

ヒートポンプ給湯システムについて

ボイラー＋貯湯槽の既存システムよりも大きい面積を外部に必要とするので、大都市のように外部に設置場所を確保出来ない場合は、ハイブリッド方式（ボイラー＋機械室内にヒートポンプ給湯システム設置）が省エネとなる。

完全に化石燃料からの脱却は難易度が高い。

循環式ヒートポンプ昇温システムについて

システムの安全性・耐久性を考慮し、保有水量確保のため、クッションタンクの設置が必要となる場合が多い。外部や屋上に、必要な面積を確保する必要がある。

大都市密集地での改修工事では、採用に時間と調整が掛かる。

ヒートポンプモジュールチラーシステムについて

北陸においては、冬期の暖房能力ダウンに備え、外気温が氷点下になった時の能力で、機器能力を決定する。また故障時を考慮し、複数のモジュールを設置することが望ましい。

冬期の温水温度は吸収式冷温水発生機では、60℃程度としていることが多い。

よって、本事業では、60℃を確保出来る機器を選定した。

しかし、60℃を確保すると、効率的には、まだ不十分なため、根本的には、厳冬期は立上りの寒さを解消するため、24時間空調を基本とし、温水循環温度を段階的に50℃に下げ、効率の良い状態で運転するようにすることが省エネに一番近い。

建物運営側との連携を密に行い、省エネの理解を深める必要がある。

7. 仕様またはシステム等

ヒートポンプ給湯システムについて

熱源機と貯湯タンクとの配管距離が、片道15m（20A相当長）以内の基準があり、システム全体配置は基本的に屋外となる。

貯湯槽について

屋内に設置出来ない場合があるため、断熱性の高い貯湯システムが必要になる。

貯湯タンクには、開放式と密閉式があるが、断熱性の高い密閉式システムを採用した。

従来の横型タンクに50mmのGW断熱材を施し、更に、外板ガルバニウムパネルで周囲・底を囲んでいるため、外気の吹抜による放熱を押さえている。

循環式ヒートポンプ昇温システムについて

今回の能力選定は夜間浴槽からの放熱を補える加熱能力35kWを確保出来る機器を選定した。

ヒートポンプモジュールチラーシステムについて

冬期の温水温度は吸収式冷温水発生機では、60℃程度としているため、ヒートポンプモジュールチラーで、温水温度60℃を確保出来るメーカーを選定した。

8. 環境保全等

化石燃料の燃焼によるCO₂排出から、効率の良いヒートポンプを用いた電気エネルギー使用に転換できるため、CO₂の排出削減が出来る。

また、煙突からの熱ロスの解消。及び燃焼による発生した煙による周囲への環境影響を減らすことが出来る。

ただし、外部設置の機器が多く、深夜電力を利用する機器もある為、深夜の敷地境界線の騒音値に配慮する必要がある。やはり、都市部ではリスクがある場合があり、改修計画には十分検討が必要。

9. 工夫した点、発想した点等

深夜電力を利用して必ず一日最大の貯湯が出来る能力が必要になるため、想定給湯消費量以上の貯湯が出来る台数・貯湯タンクを選定した。(浴槽湯張り・洗い場・厨房等々を確実に確保)貯湯温度は90℃まで選定できるため、65℃給湯の場合など、貯湯温度を65℃より上げておけば、実質の貯湯容量アップとなる。(貯湯タンクの出口で、給水と混合し、設定温度で供給する)

10. 市場性等

もともと化石燃料の燃焼により大きなエネルギーを得て空調や給湯を行っている建物は、省エネ・省CO₂を追求できる部分はかなりある。

建物を、電気式空冷化しようとする場合、受変電設備の増設及び幹線・動力配線工事にかかなりの費用が掛かるため、まだまだ、補助金等による支援が必要である。

改修工事において、都市部では、空冷熱源機を外部に置くスペースが少なく、屋上に求めるしかない。

しかし、屋上に設置する場合は、現状屋上に設置してある機械の荷重を超えることは、構造的に保証を得られず、困難である。

例えば、屋上クーリングタワーの荷重の範囲内で、クーリングタワーと同等の能力のモジュールチラーを設置することは、現状どのメーカーでも不可能である。

制約された範囲内で改修を行うとすれば、ターボ冷凍機とボイラーなど、ハイブリッド形式が妥当だと考える。

また、熱源機の敷地境界線での騒音などに配慮すれば、省エネ・省CO₂のニーズがあっても、踏切れない建物も多い。

都市部では、高効率な燃焼型熱源機への更新が主流で、ヒートポンプ熱源機は、比較的広い敷地を持った建物に適している。

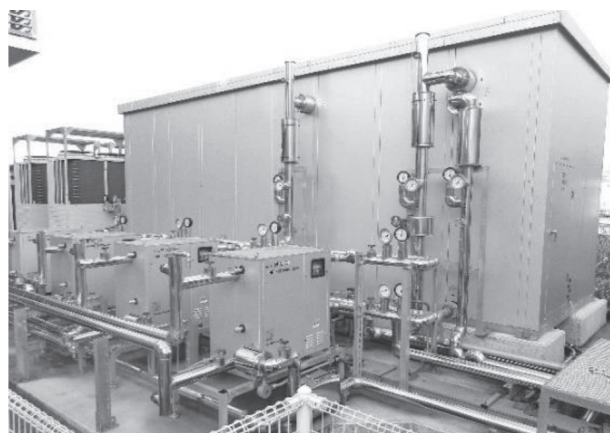
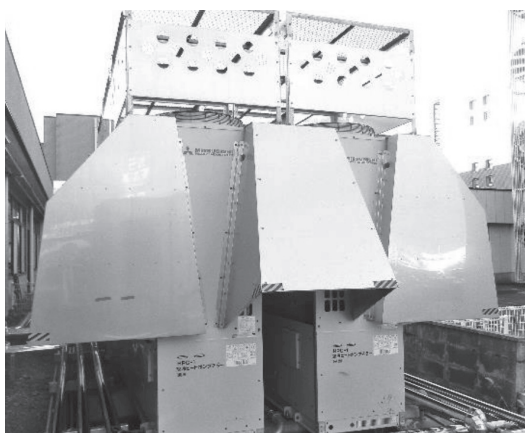
11. 外観・構造図



建物全景



機械置場



ヒートポンプモジュールチラー (左) ヒートポンプ給湯機 (右) 密閉式貯湯槽井水熱交換ユニット

12. 講評

竣工後約20年の医療介護施設における給湯設備、空調設備、照明設備等にかかわる省エネ改修である。給湯設備については灯油焚き温水ヒータやLPG湯沸器をヒートポンプに、空調設備については灯油焚吸式冷温水機を空冷ヒートポンプチラーと空冷ヒートポンプエアコンに、照明器具はLED器具に、それぞれ改修することにより大きな省エネ効果をあげた。技術的に特別な開発は行われていないが、運用上の問題点の解消や新しいシステムを効果的にするために細かな配慮を行い、建物の敷地条件、利用形態なども考慮して現実的なシステムを構築し、省エネ効果をあげたことが評価された。

●(一社)日本冷凍空調設備工業連合会 会長 奨励賞 ● 運転・保守管理部門

換気量に合わせたエアコン運転制御による 省エネルギー化

設備施工者：(株)未来のコト

設備所有者：(株)平成観光

建物の概要

名称 ケイズ手稲店 所在地 札幌市手稲本町5-3-1

概要 建家：地上1階 用途：パチンコ遊技場

1. 技術開発の目的と経過

目的：健康増進法の一部改正（分煙化）によりパチンコホールが全面禁煙化に伴い空調機器の負荷を下げ最適化をはかる。

背景：電気代の削減はまだまだ終わっていません。過去の節電についての経緯は大きく4つのステージに分かれます。第1ステージ 東日本大震災を契機とした初期省エネ機器導入による節電、第2ステージ 平成28年に始まった電力小売り自由化による電力料金プランの見直し、第3ステージとしては令和2年4月の改正健康増進法により全面禁煙となった空調環境変化と第4ステージのコロナショック（緊急事態宣言）です。

第3－第4ステージの環境変化に対応した節電機器の市場投入が必要となりました。

経過：設計・検討等 令和元年9月（構想設計及び機器基本設計）

試作 令和元年11月（実地調査・）

試験納入 令和2年1月～12月（試験設置・試運転実施）

評価確認 令和2年1月～12月（試運転・引渡等）

2. 設備・システムの概要

ホール内の換気量を禁煙環境（分煙化）と集客率に応じて最適化をはかり、さらにエアコン室外機のコンプレッサーを換気量と連動して回転数の効率化により使用電力量を削減する制御システム。

3. 着想

令和2年4月より健康増進法の一部改正により全面禁煙（分煙化）となることで既存の換気システムでは、パチンコホールの場合、1時間に5～10杯ほど室内の空気の入れ換えを行っており、エアコンでせっかく冷やした空気も一緒に排出されています。そのため、エアコンの電気使用量が多くなることに気がきました。全面禁煙により、クリーンになった店内の環境に合わせてエアコン室外機のコンプレッサーを換気量と連動して回転数の効率化により使用電力量が大幅に削減でき、さらに室内の空気の流れを管理できることから、コロナウイルスの感染対策に寄与できるのではと考えた。

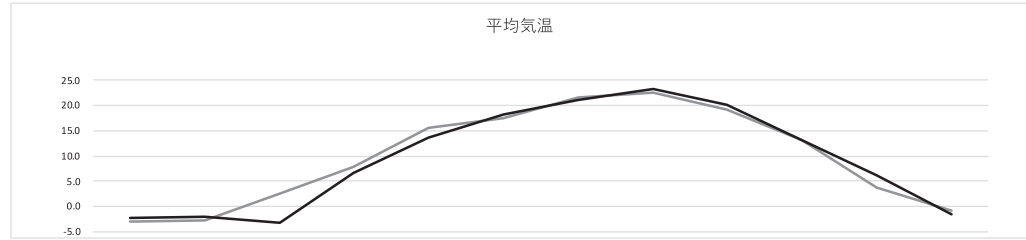
4. 効果（省エネルギー）

年間削減電力量：243,394kWh/年 CO₂削減効果：133,867kg-CO₂/年 CO₂削減係数：0.55kg-CO₂/kWh

④ 効果 別紙資料

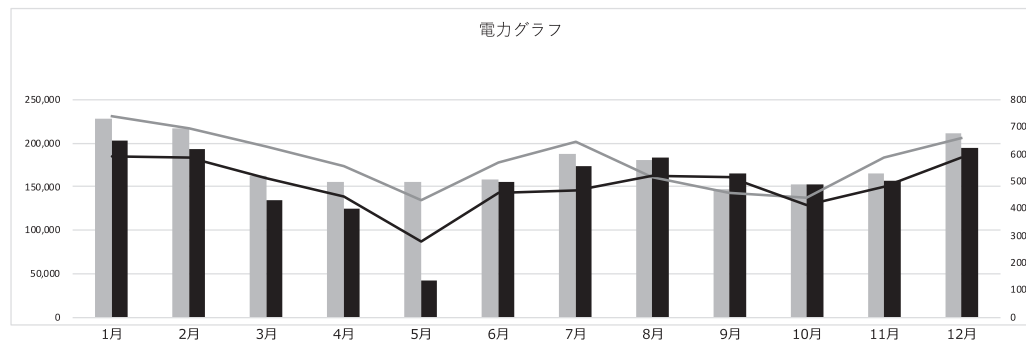
※ 平均気温は、北海道札幌市の気象庁データによる。

■ 青色 = 設置前
■ 赤色 = 設置後



	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
令和元年 平均気温 [°C]	-3.0	-2.6	2.5	8.0	15.7	17.4	21.7	22.5	19.3	13.3	3.9	-0.8
令和2年 平均気温 [°C]	-2.3	-2.1	-3.3	6.8	13.7	18.3	21.2	23.3	20.1	13.1	6.3	-1.6

■ 青色 = 設置前
■ 赤色 = 設置後



	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
令和元年 消費電力 [kWh]	228,672	216,624	162,524	154,872	155,472	158,784	187,272	181,128	146,808	153,168	165,576	210,984
令和2年 消費電力 [kWh]	203,472	193,318	134,376	124,922	41,882	155,733	172,976	183,299	165,409	152,289	156,537	194,287
令和元年 最大電力 [kW]	737	694	629	557	432	569	643	514	458	437	586	658
令和2年 最大電力 [kW]	593	586	512	444	276	458	466	518	514	413	478	588

5. 投資回収（省マネー）

導入金額：380万円 削減効果：748万円 投資回収：0.5年

電力料金単価 [円/kWh]：17円/kWh
基本料金単価 [円/kWh]：1,870円/kWh

■ 青色 = 設置前		■ 赤色 = 設置後		■ 黄色 = 削減効果	
令和元年1月 ~ 令和元年12月		令和2年1月 ~ 令和2年12月			
最大デマンド値	737 kW	最大デマンド値	588 kW	最大デマンド値	149 kW
年間基本料金	¥16,538,280	年間基本料金	¥13,194,720	年間基本料金	¥3,343,560
使用電力量	2121884 kWh	使用電力量	1878500 kWh	使用電力量	243,384 kWh
電力量料金	¥36,072,028	電力量料金	¥31,934,500	電力量料金	¥4,137,528

⑤ 投資回収（省マネー）別紙資料

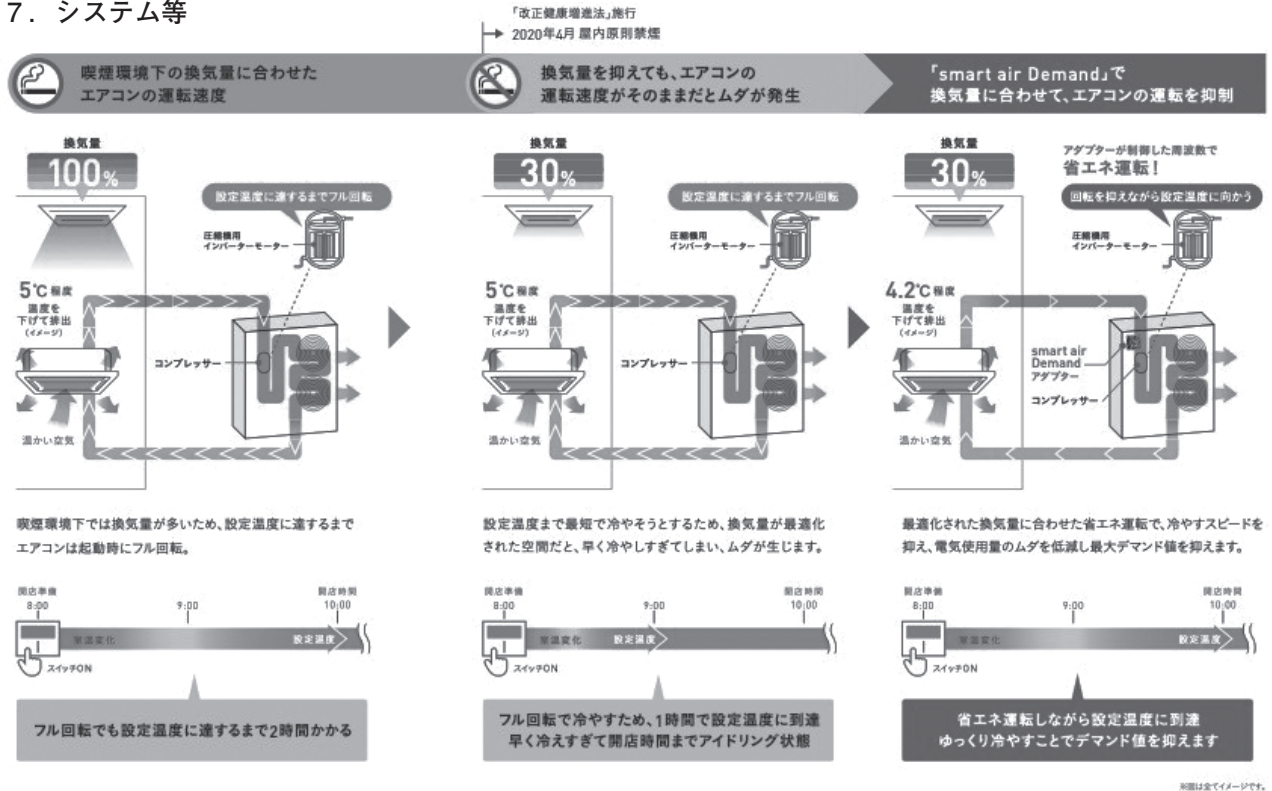
□ 導入費/¥3,800,000-（製品、工事費含む）
■ 削減効果/¥7,481,088-

導入費用 ¥3,800,000	÷	削減効果 ¥7,481,088	=	投資回収 0.5年
--------------------	---	--------------------	---	--------------

6. 他の建物への応用性

応用性については、パチンコホールをはじめ家電量販店、学校、病院、複合施設、ホームセンター、オフィスビルなど既設業務用エアコンを使用している建物に適用できる。また、便利性については、電力削減による投資対効果も1～2年と短期回収ができ、操作面では、初期設定後は自動制御で運用ができ良好です。

7. システム等



8. 環境保全等

CO₂削減係数=0.55として

年間削減電力量=00,000kWhで00,000kg-CO₂のCO₂削減

9. 工夫した点、発想した点等

喫煙環境下で設定されている喫煙用換気比率に所定の割合 α ($0 < \alpha < 1$) を乗じた禁煙用換気比率で禁煙環境下における換気を行うように設定する換気量抑制処理部を禁煙モードとし、店舗内のユーザ数に応じて、禁煙用換気比率を設定する換気量最適化処理部を稼働率モードとし、その両立により換気を最適化することができた。また、例として夏季室内の温度に比べて屋外の気温が低くなるような早朝または夜間の時間帯に屋外の澄んだ空気を室内に取り込むように設定するナイトパーズ設定処理部をナイトパーズモードとし、春先や秋口など日中営業時間内でも屋外の気温が低い時は積極的に外気を取り込むシーズン設定処理部をシーズンモードとし、以上の4つの処理部（モード）により新しい空調省エネルギーシステムの創作を実現しました。

10. 市場性等

販路については、パチンコホール（約9,000店）、家電量販店（約14,000店）、学校（小学校～大学まで約60,000校）、病院（約100,000施設）、複合施設（約3,200店）、オフィスビル（約1,700棟）などが導入対象施設である。

市場性については、既設業務用エアコンを使用している建物であれば導入できることから市場は大きいと考えます。また、脱炭素化やSDGsの取り組みにより省エネニーズが高まっています。

競合品については、特許（出願番号2020-001642）により差別化をはかる。

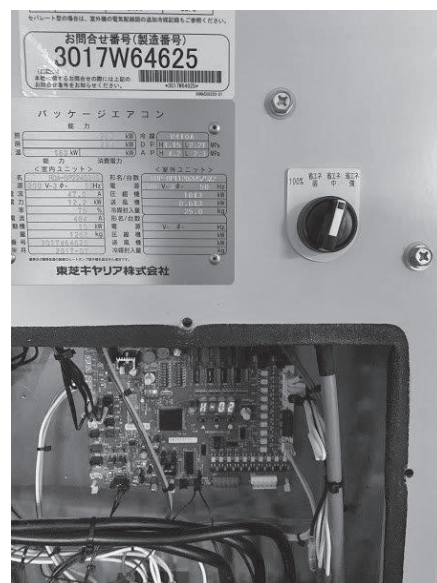
販売実績については、令和2年1月から12月で約800施設（60施設/月）の実地・市場調査を行い、100施設へ設置しました。

さらに本年より国外市場への調査を開始し、販路の拡大を目指します。

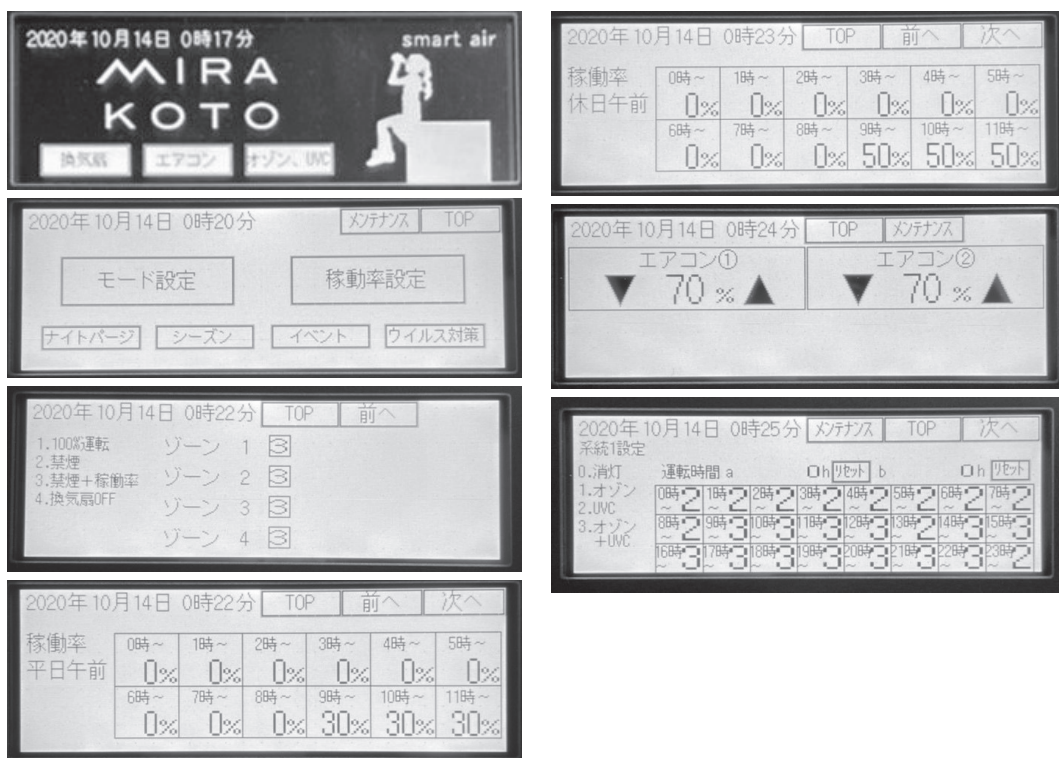
11. 外観・構造図



建物外観



設備写真



設備写真 (操作パネル部)

12. 講評

空調設備の省エネにおいて、外気導入負荷の削減は大きなテーマである。パチンコホールは喫煙対策として大量の外気を導入している場合が多いが、2020年4月の改正健康増進法施行にともない全面禁煙化が行われたことを契機に、外気導入量の削減や他のエネルギー削減を計画し、実施した。実施項目は外気量削減による空調負荷削減他、外気冷房、ナイトパージ、空調機的能力抑制などであるが、いろいろな制御方式がある中で、投資対効果の高い手法を採用して成果をあげた。手法は新しいものではないが、外気導入量削減改修の参考例として公表する価値があるものとして評価された。