

● (一財) 省エネルギーセンター最優秀賞 ● 改修設備部門

サーマルストレージ型省エネルギー冷凍保管庫

設備施工者：大青工業(株)

設備所有者：大青工業(株)

設備の概要

名 称 大青工業株式会社 本社 B倉庫

所在地 青森市間屋町1-9-30

概 要 冷凍保管庫 9.62m² 庫内温度 -35℃～-20℃

＜技術開発の目的と経過＞

目的：冷凍保管に不可欠な電力を再生可能エネルギーで自立的に賄い、余剰電力を熱として有効活用することで、買電ゼロを目指した省エネルギーかつ経済性の高い冷凍保管システムの実現

経過：令和3年（検討、設計等）

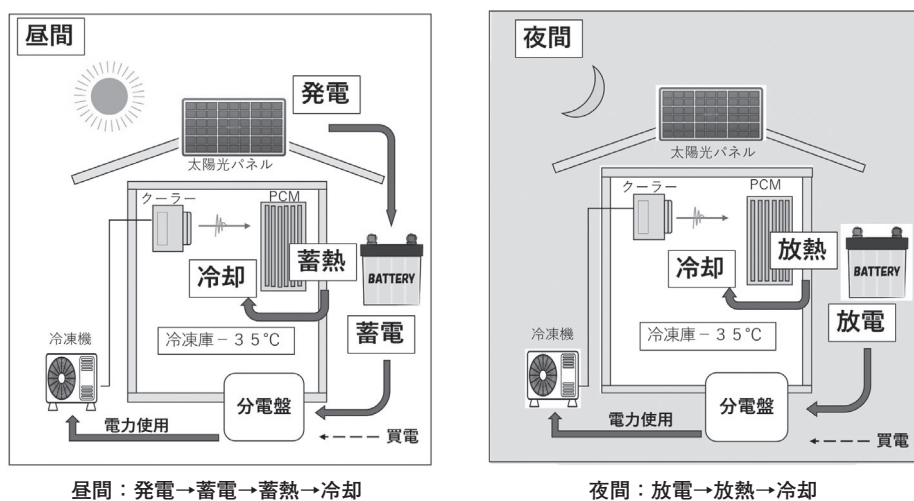
令和4年（システム開発、試作）

令和5年（試運転及び稼働）

＜システムの概要＞

本装置は、太陽光パネルによる再生可能エネルギー供給を主軸とし、リチウムイオンバッテリーを蓄電池、相変化材料であるPCM（Phase Change Material）を蓄熱材として組み合わせた、マルチエネルギーソースを有効利用する冷凍保管庫である。

昼間は太陽光発電によって得られた電力を用い、バッテリーへの蓄電とPCMへの蓄熱を同時に行うとともに、発電状況に応じてエネルギーの充放電を最適に制御することで、庫内温度の安定性と高い省エネルギー性を両立している。



夜間においては、昼間に蓄えた電気および熱エネルギーを放出することで冷凍庫機能を維持し、系統からの買電を最小限に抑える運用を実現した。

特に、昼間に発生する余剰電力については、電気エネルギーを熱エネルギーに変換してPCMへ蓄熱する方式を採用することで、蓄電池容量を必要最小限に抑え設備のインシャルコスト低減を図っている。本構成により、再生可能エネルギーの自家消費率向上と経済性を両立した冷凍保管システムを実現した。

<着想>

オフグリッド太陽光発電では、発電量が使用量を上回った場合、余剰電力を外部へ送ることができないため、発電抑制すなわち発電停止を行わざるを得ないという課題がある。この余剰電力をすべて電気エネルギーとして蓄電池により蓄電しようとする、蓄電池の導入コストが非常に高額になるという問題が生じる。

そこで、余剰電力の一部または全部を電気エネルギーから熱エネルギーへ変換し、蓄熱として貯蔵する方式を採用することで、同じエネルギー量を電気として蓄電する場合と比較して、おおよそ3分の1程度のコストで設備を設置することが可能となる。蓄電と蓄熱を組み合わせることにより、発電抑制を最小限に抑えつつ、コスト面・運用面の両面で合理的なエネルギー利用を実現できる点が本方式の大きな特徴である。

<効果（省エネルギー）>

8月の既存冷凍庫の稼働24時間の総電力量を示したグラフを図2に、更新冷凍庫の総電力量を示したグラフを図3に示す。

既存の冷凍庫では、図2に示すとおり、庫内温度を維持するため冷凍機器が昼夜を問わず稼働しており、実測では1日あたり21.4kWhの買電電力量が発生していた。

一方、更新冷凍庫では、図3に示すように、昼間は太陽光発電と蓄電池を活用して冷却運転を行うことで、系統からの買電を不要としている。さらに夜間においては、昼間に蓄えたPCM蓄熱層からの放熱により庫内温度を維持できるため、冷凍機器は稼働せず、夜間の電力消費も発生しない運用を実現した。

その結果、太陽光発電が可能な天候条件下では、冷凍庫運用における買電電力量を21.4kWhから0kWhへ削減し、電気料金ゼロの冷凍庫運用を実証した。

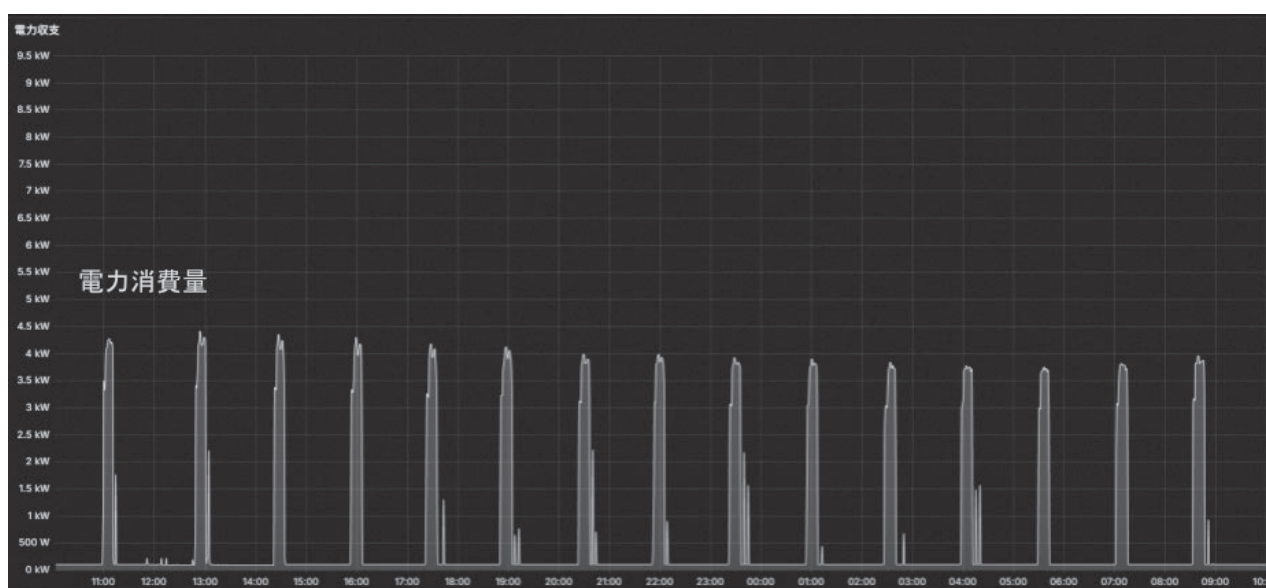


図2 既存冷凍庫総電力量

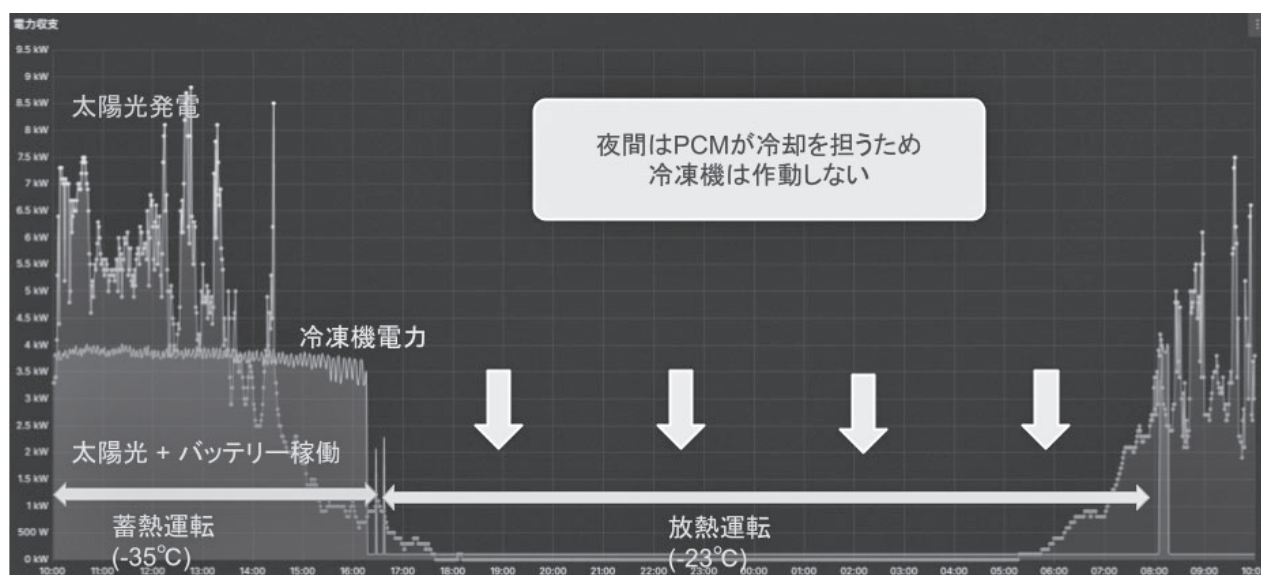


図3 更新冷凍庫総電力量（サーマルシフト冷凍庫）

冷凍庫電気料金算定

1日当たりの消費電力 (kwh)	21.4
年間消費電力 (kwh)	7,811
1ヶ月当たりの消費電力 (kwh)	651
1ヶ月当たりの使用料金 (円)	24,250
基本料金 (50A) (円)	1,848
1ヶ月当たりの電気料金 (円)	26,098

※1日当たりの消費電力実測値より算定

実測値

冷凍庫更新前後の比較

	既存設備	更新設備
年間電力消費量 (kwh)	7,812	2,604
削減電力量 (kwh) (削減率)	—	5,208 (66.7%)
年間電気料金 (円)	313,176	104,392
削減額 (円) (削減率)	—	208,784 (66.7%)
CO ₂ 排出量 (トン CO ₂ /年)	3.13	1.04
CO ₂ 削減量 (トン CO ₂ /年) (削減率)	—	2.09 (33%)

※1 既存：12ヶ月買電 更新：冬期積雪時期4ヶ月買電

※2 東北電力 CO₂ 排出係数 2024速報値 (kg-CO₂/kwh) 0.401

本実測値を基に年間の消費電力量および年間電気料金を算定した。なお、太陽光発電については、積雪の影響により発電が見込めない期間を考慮し、積雪時期の4か月間は系統からの買電により賄う前提で算定を行っている。

さらに本技術では、PCM蓄熱層からの放熱のみで冷凍庫機能を維持できることを検証した。図4に示すとおり、冷凍機を稼働させることなくPCM蓄熱層の放熱のみで庫内温度を適正範囲（-20.0℃以下）に保ち、72時間にわたり冷凍庫としての機能を維持できることを実証している。

この結果は、昼間に十分な発電が行われた後であれば、夜間でももとより、雨天や曇天が続き太陽光発電が行われない場合においても、系統からの買電を必要としない運用が可能であることを示すものである。すなわち本システムは、太陽光発電・蓄電・PCM蓄熱を組み合わせることで、天候変動による発電量の不確実性を吸収し、冷凍庫運用における電力の自家消費性を高めている。この72時間維持の実証は、本技術が好条件下に限定されたものではなく、実運用においても安定した省エネルギー効果を発揮することを裏付けるものである。

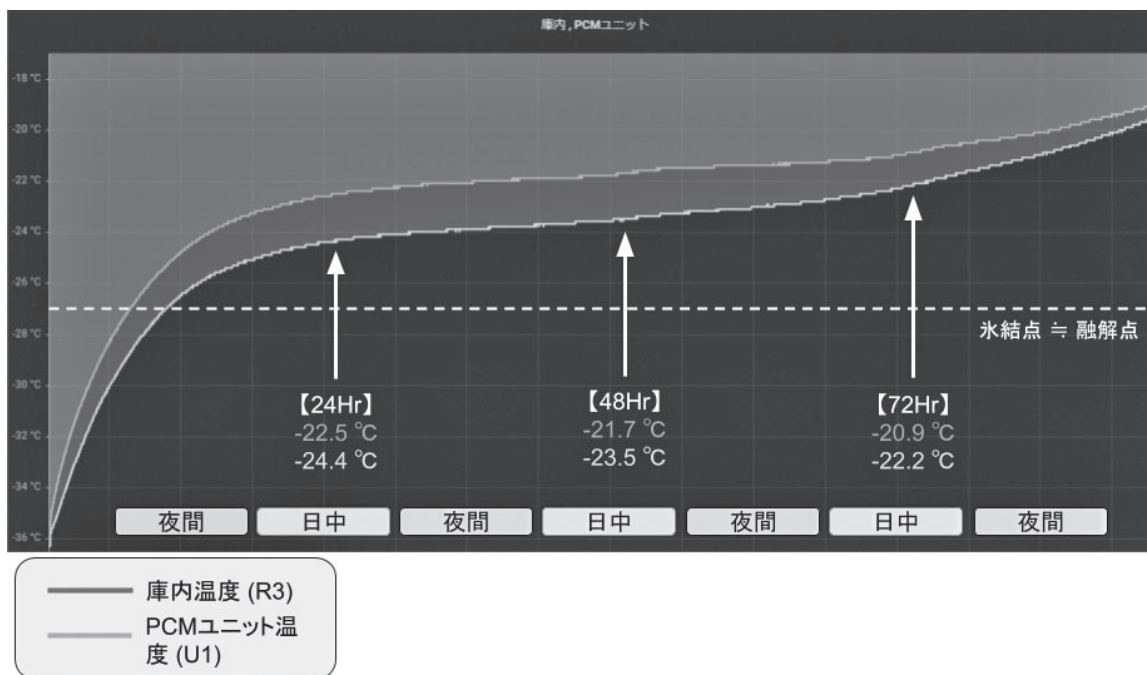


図 4 PCM融解による庫内温度変化

<投資回収（省マネー）>

前項の試算結果より、本システム導入による年間の電気料金削減額は208,784円となる。

一方、本システムのイニシャルコストは2,800,000円であり、これらの数値を基に算定した投資回収年数は $2,800,000/208,784=13.4$ より約13.4年となる。

本試算は、積雪地域における発電制約や天候変動を考慮したものであり、実運用においてはこれを上回る経済効果が得られる可能性もある。

投資回収算定

太陽光パネル (円)	400,000
PCM (円)	800,000
架台 (円)	800,000
バッテリー (円)	800,000
合計 (円)	2,800,000
投資回収 (年)	13.4

<他の建物への応用性・便利性>

冷凍冷蔵庫をはじめとする冷熱関連施設は、24時間稼働し大量の電力を消費する産業である。また近年、太陽光発電の普及により、昼間の発電量が使用量を上回る「発電抑制」が頻発し、再生可能エネルギーが有効活用されない課題が顕在化している。

本技術は、太陽光発電による余剰電力を蓄電だけに頼らず、電気エネルギーを熱エネルギーへ変換して蓄熱することで、冷熱施設で確実に使用される熱需要へと結び付けるシステムである。これにより、発電抑制を回避しつつ自家消費率を高め、電力ピークの削減と省エネルギーを同時に実現した。

蓄熱は同等容量の蓄電池と比べて設備コストが低く、劣化が少ないため、経済性と持続性に優れる。また本システムは既存の冷凍冷蔵設備に後付け可能であり、大規模な更新を必要とせず導入できる点で、同業他社や既存施設への横展開性が高い。さらに、蓄熱による温度維持機能は、停電や災害時の品質保持にも寄与し、地域の食品・水産物流通を支えるBCP（事業継続計画）としての効果も有する。

<仕様>

機器仕様表

記号	名称	数量	仕様	動力
P1	断熱パネル	1	寸法 3700W×2600D×3100CH×125t 表面材 内面ステンレス、外面塩ビ鋼板 外部片引き扉 125t×1 基（桙ヒーター付き） 庫内片引き扉 100t×1 基（桙ヒーター付き）	
R1	冷凍機	1	一体空冷 INV スクロール式 能力：3.1kw（ET-45℃ /AT + 32℃/78Hz） 使用冷媒：R410A 据付架台共	3φ 200V 3.0kw（圧縮機） 0.074kw（ファン）
UC1	冷却器	1	天吊り型ユニットクーラー 冷却能力：3.15kw（TD 7℃）ファンφ 320×2 風量：54m ³ /min ブラストファン φ 320×4	3φ 200V 0.06kw×2（ファン） 3.6kw（霜取ヒーター） 0.06kw×4（ファン）
AK1	エアーカーテン	1	産業用換気送風機 風量：2300m ³ /min	3φ 200V 0.23kw（ファン）
CP1	制御盤	1	金属製自立屋内型 1000W×350D×1950H	
PV	太陽光パネル	30	PERC 単結晶モジュール 公称最大出力 325W 公称開放電圧 41.1V 使用温度-45℃～+ 85℃	発電量 3φ 200V 9.75kw
PCS	パワーコンディショナー	1	ハイブリッド型 定格出力 10.0kw	
BT	蓄電池	1	リン酸リチウム電池 蓄電池定格容量 20.48kwh 最大出力 10.0kw	
PCM1	天吊り蓄冷材ユニット	350	低温用蓄冷材 氷結点-27℃ 凍結潜熱 180kJ/kg 寸法：180×280	
PCN2	壁付け蓄冷材ユニット	156	低温用蓄冷材 氷結点-27℃ 凍結潜熱 180kJ/kg 寸法：180×280	

<環境保全、便利性>

本システムは、太陽光発電によって生み出される再生可能エネルギーを、余剰時であっても無駄なく活用することで、環境負荷の低減に大きく貢献する技術である。従来、発電量が需要を上回った場合には発電抑制が行われ、再生可能エネルギーが有効利用されないという課題があったが、電気エネルギーを熱エネルギーへ変換し、蓄熱することでこの課題を解決した。

こうした施設特性を活かし、余剰電力を確実に消費される熱用途へ振り向けることで、化石燃料や系統電力への依存を低減し、二酸化炭素排出量の削減を実現している。

<工夫した点>

本システムでは、機械学習を用いて翌日の天候予測データから太陽光発電量を事前に予測し、その結果に基づいて蓄電および蓄熱の最適な運用計画を立案する点に工夫がある。発電量をあらかじめ見込むことで、必要以上の蓄電や蓄熱を行わず、過不足のないエネルギー配分を可能とした。これにより、昼間の発電量が不足する時間帯における系統からの買電を抑制するとともに、余剰が見込まれる場合には電気エネルギーを

優先的に熱エネルギーへ変換して蓄えることで、再生可能エネルギーの自家消費率を最大化している。

また、蓄電池に対しては不要な充放電を避ける制御を行うことで充放電回数の削減を実現し、蓄電池の劣化低減および長寿命化にも寄与している。これにより設備更新頻度の低減が可能になり、蓄電池に使用されるリチウム等の希少金属資源や関連部材の使用量を抑制するとともに、更新工事に伴う資材消費やエネルギー使用を削減するなど、副次的な環境負荷低減効果も期待できる。

＜市場性、販売状況等＞

【新事業展開等促進補助事業への採択】

本開発の成果を踏まえ、太陽光発電エネルギーを優先的にPCMへ蓄熱するユニットの後付け展開を目的とした新たな事業構想を立案し、「令和7年度 青森県新事業展開等促進補助事業」へ申請を行い、採択された。このユニットは、既存の冷凍・冷蔵設備内に設置するもので、後付け可能な構成となっており、商用電源や系統接続を必要とせず、オフグリッド環境でも独立稼働できる点が大きな特長である。これにより、農産用・水産用など多様な業種で、導入工事費や系統接続申請の負担を抑えた短期間での導入が可能となる。

本補助事業では、実際の現場へのフィールド設置と長期運用試験を通じ、製品としての完成度をさらに高めることを目的としている。今後の実績に基づき、標準仕様化と販路開拓を並行して進める予定であり、既存の研究成果と実証データを活かした地域展開が視野に入っている。

＜講評＞

近年、太陽光発電の普及に伴い昼間の余剰電力の活用方法に関する議論が活発化している。本件は、オフグリッドシステムにおいて、太陽光発電による電力を蓄電池と潜熱蓄熱材を用いて有効活用する実践的な手法を示した事例である。冷凍保管庫の冷却システムを太陽光発電、冷凍機、蓄電池、蓄熱材の最適な組み合わせで構築し、再生可能エネルギーと蓄熱を効果的に導入して高い省エネ効果を挙げた点が高く評価された。冬季の4か月間は買電を行うとのことだが、今後の継続的なデータ（発電・蓄電・蓄熱量）の蓄積により、再エネ余剰電力問題に対して参考となる貴重な実証データが得られることを期待したい。

＜添付資料＞



冷凍庫外観



太陽光パネル



蓄熱ユニット



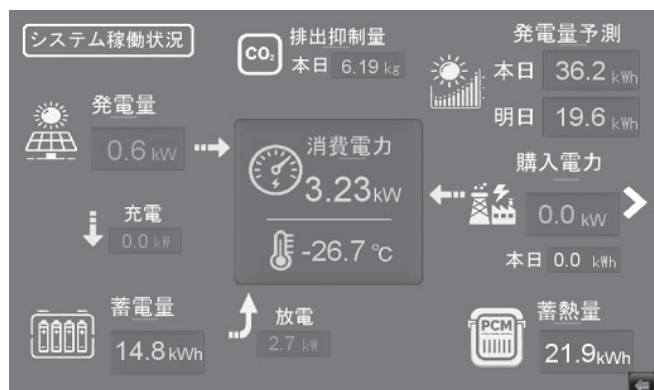
蓄熱ユニット融解時



蓄熱ユニット凍結時

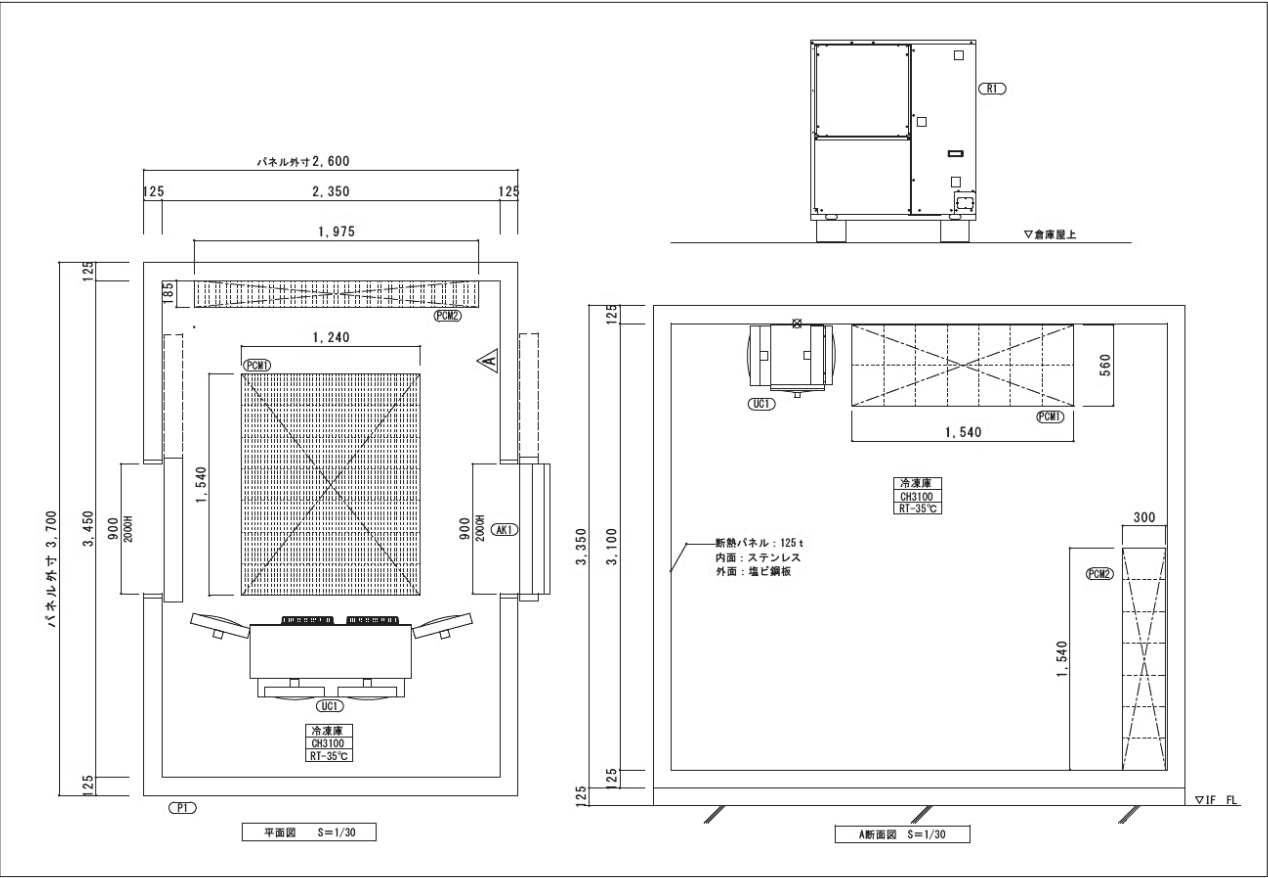
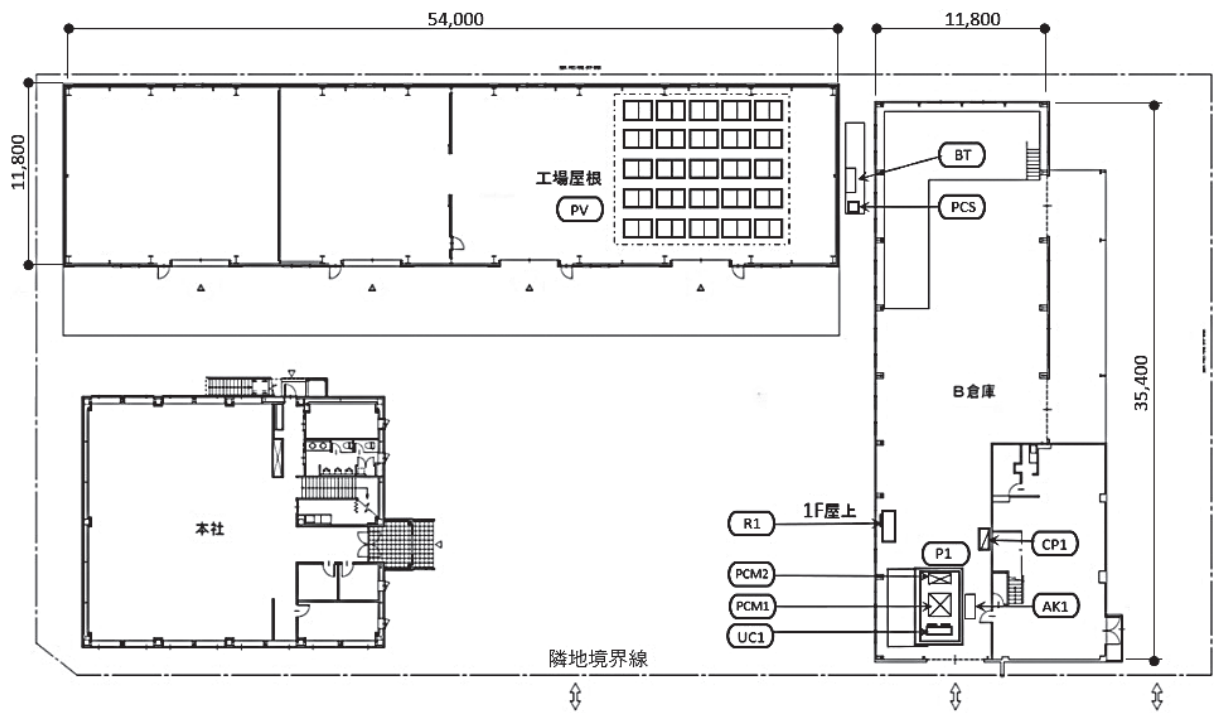


PCM蓄熱材 (Phase Change Material)



コントロールパネル

<外観・構造図>



冷凍庫詳細図 NTS

● (一社) 日本冷凍空調設備工業連合会優秀賞 ● 改修設備部門

工場ユーティリティ冷却設備の省エネルギー化

設備施工者：(株)精研

設備所有者：大塚製薬(株)

設備の概要

名 称 大塚製薬株式会社 佐賀工場 OPS-1工場

所在地 佐賀県神埼郡吉野ヶ里町大曲字東山5006-5

概 要 建家：地上2階 延床面積：20,330.97m²

構造：S造 用 途：栄養製品製造

1. 技術開発の目的と経過

目的：工場ユーティリティ冷却設備の省エネルギー化

経過：令和6年（設計）

令和6年（引き渡し等）

2. 設備・システムの概要

当該冷却設備はクリーンルーム空調系統と複数の使用温度帯が存在するユーティリティ冷却系統共用の熱源設備であり24時間常時運転している。今回、熱源システムと配管回路の見直しによりエネルギー使用の合理化を図ることができたので紹介する。

図1に更新前の冷却設備配管系統図を示す。熱源は約13年前に導入された空冷式チリングユニット160HP×4台、配管回路は開放回路1ポンプシステムと負荷側三方弁制御（空調機要求水温7℃、製造機械要求水温7℃および10℃）であった。常に三方弁のバイパス流があることに加えて、製造過程におけるユーティリティ冷却が一定以上の冷水供給圧力を必要とするため、ユーティリティ冷却が行われる日中の通常運転モードでは4台の冷水ポンプが定格運転を行い、ユーティリティ冷却を伴わない夜間モード時には冷水ポンプ1台を定格運転していた。また、当該ユーティリティ冷却は製造機械の運用に伴って冷水に僅かに金属が析出する機械的性質があり、頻繁に水抜き作業を行うものの配管経路全体に析出金属が回る問題があった。既存設備の課題は、ユーティリティ冷却の冷水供給圧力一定以上を確保しながら負荷をバイパスする余剰流量を抑制して搬送動力を軽減することと、金属析出による冷水汚染の限定区分化であり、合理的な対策が求められた。

図2に更新後の冷却設備配管系統図を示す。配管回路は開放式冷水タンクを廃止して密閉回路とし、ポンプの実揚程分の搬送動力を軽減している。ユーティリティ冷却系統の負荷に対しては熱交換器を設けて1次側と2次側に区分したことで析出金属が配管経路全体に及ぶことを防止すると共に、熱交換器1次側ではユーティリティ冷却系統への供給圧力確保にとらわれることなく負荷に応じてチラー内蔵ポンプの変圧変流量制御を行うことで搬送動力の大幅な削減が可能となる。熱交換器2次側では負荷発生時のみ2次ポンプを稼働させることで常時バイパス流による無駄運転が解消されたほか、負荷側が要求する供給圧力及び流量となるようインバータにて流量調整（固定流量）することで搬送動力の削減に繋がる。更新熱源の容量選定に当

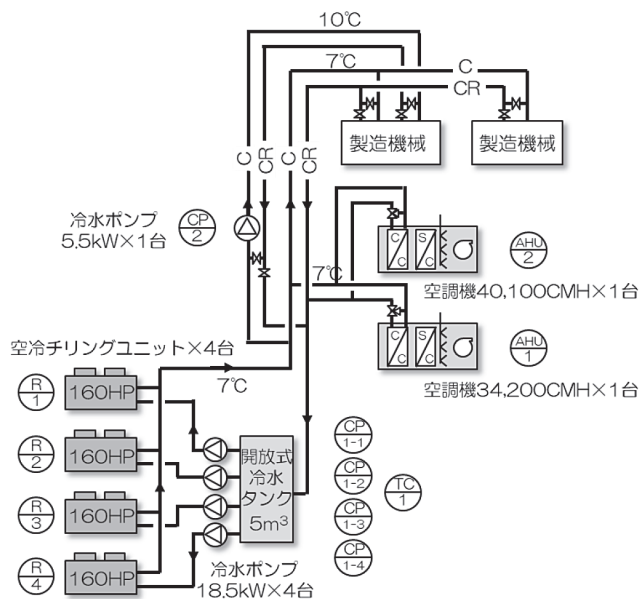


図1 冷却設備配管系統図（更新前）

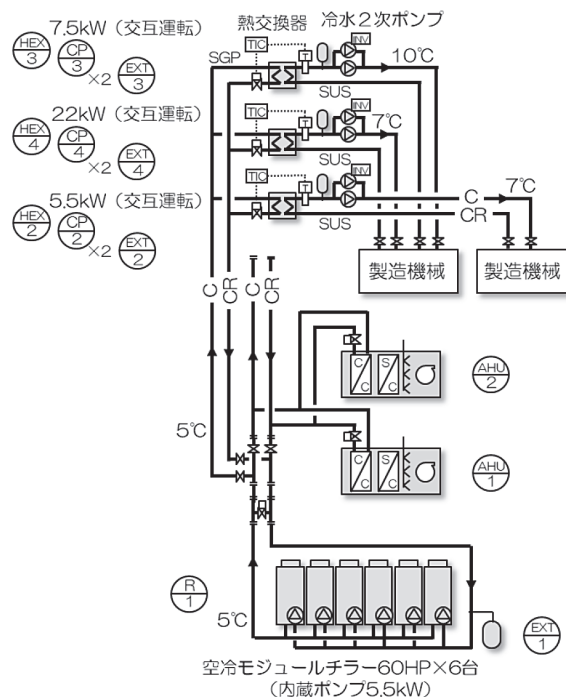


図2 冷却設備配管系統図（更新後）

たっては年間の負荷を計測して確認し、負荷変動に柔軟に対応できるモジュールチラー60HP×6台を採用したことで更新前には合計640馬力相当あった熱源容量を360馬力相当まで縮小化している。部分負荷特性に優れるモジュールチラーの採用によりエネルギー効率の改善にも繋がった。なお、ユーティリティ冷却系統に熱交換器を介したことでチラーの冷水送水温度は更新前の7℃送水から5℃送水に変更している。

3. 着想

既設設備では、製造機械の運用に伴い僅かに析出する金属が設備の寿命を縮める可能性があった。ユーティリティ冷却系統に熱交換器を介して冷熱供給するようシステムの見直しを行ったことで、金属が析出する箇所を限定区分化できると共に熱交換器2次側のそれぞれの負荷系統は独立して送水運転することができ、ユーティリティ冷却への供給圧力確保の課題と1次側変圧変流量制御導入による搬送動力低減の課題解決に繋がった。

4. 効果（省エネルギー）

冷却設備の更新前後電力消費量（実績値）を図3に示す。更新前の年間合計電力量1,208,860kWh/年、更新後622,560kWh/年であり、年間586,300kWh（48.5%削減）の節電を実現している。

電力量は冷却システム全体での計量値であり、熱源と補機に分けての計量は出来ていないが、10秒毎に蓄積されたチラーの年間運転データ（出入口水温、流量、運転容量、運転台数、外気温度）が存在するため、チラーの部分負荷特性を考慮して外気温度と負荷率に応じて刻々と変化するチラーのCOPを独自に逐次計算して得られたチラーの電力量を用いて熱源と補機の電力消費量の内訳を分類したものを表1に示す。部分負荷特性に優れる高効率なモジュールチラーに更新したことで熱源の電力消費量は更新前に比べて約36.5%の削減ができたものと考えられる。また、負荷側を二方弁制御としたことで更新前は定格運転していたポンプの搬送動力がインバータによる変流量制御により約75.5%削減できたものと考えられる。

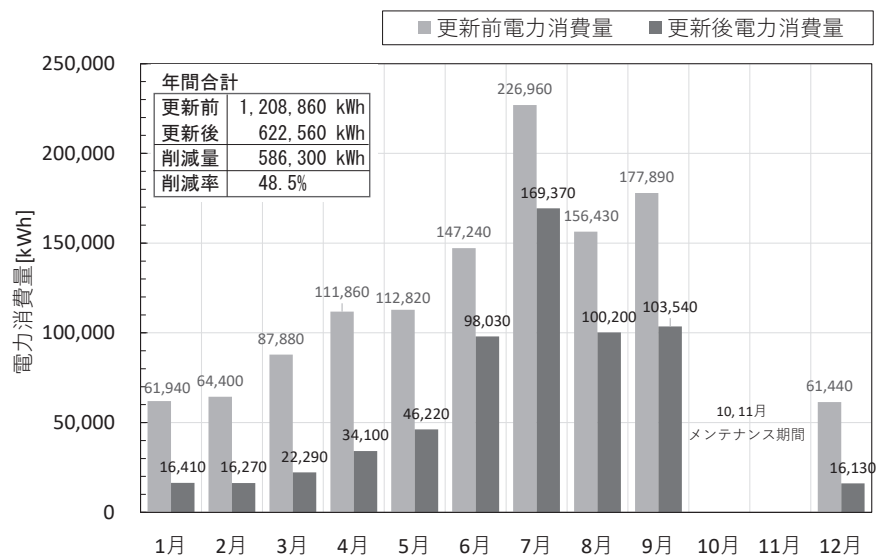


図3 更新前後の冷却設備電力消費量（実績値）

表1 更新前後のエネルギー消費量比較

		更新前設備			更新後設備		
		内訳計算値	内訳計算値	実績値	内訳計算値	内訳計算値	実績値
		チラー (7℃送水)	ポンプ	小計	チラー (5℃送水)	ポンプ	小計
電力消費量 [kWh]	1月	53,209	8,731	61,940	14,775	1,635	16,410
	2月	50,990	13,410	64,400	14,094	2,176	16,270
	3月	58,104	29,776	87,880	17,710	4,580	22,290
	4月	65,948	45,912	111,860	26,335	7,765	34,100
	5月	76,076	36,744	112,820	36,707	9,513	46,220
	6月	108,563	38,677	147,240	82,097	15,933	98,030
	7月	150,802	76,158	226,960	153,215	16,155	169,370
	8月	111,598	44,832	156,430	90,490	9,710	100,200
	9月	110,606	67,284	177,890	82,312	21,228	103,540
	10月	-	-	-	-	-	-
	11月	-	-	-	-	-	-
	12月	50,892	10,548	61,440	13,795	2,335	16,130
	小計	836,788	372,072	1,208,860	531,530	91,030	622,560
	更新前に対する増減量	-			-305,258	-281,042	-586,300
	削減率[%]	-			36.5	75.5	48.5
CO ₂ 排出量	CO ₂ 排出量 [トンCO ₂ /年]	583.9			300.7		
	更新前に対する増減量 [トンCO ₂ /年]	-			-283.2		
	削減率[%]	-			48.5		
ランニングコスト	ランニングコスト [千円/年]	25,628			13,198		
	更新前に対する増減額 [千円/年]	-			-12,430		
	削減率[%]	-			48.5		

5. 投資回収（省マネー）

モジュールチラー冷却設備導入金額：143,000 [千円]

ランニングコスト削減額：12,430 [千円/年]

より、投資回収効果は 143,000 [千円] / 12,430 [千円/年] = 11.5 [年] となる。

6. 他の建物への応用性・便利性

既存工場のプロセス冷却設備や加熱設備、ユーティリティ設備では製品の品質を維持するためにポンプを商用電力にて常時一定速で運転し三方弁で余剰流量をバイパスしている設備が多々見受けられる。供給する系統が多くなるほど流量も増え、搬送動力が増えるため一定速で運転することによる過剰なエネルギー消費の蓄積も通年では莫大なものとなる。当該設備では製造機械側で金属が析出する機械的性質と供給圧力確保の課題があったため熱交換器を割り込ませて2つの回路に区分する手法を採ったが、1次側と2次側の区分が不要であれば熱交換器の代わりに二方弁で代用可能であり、インバータで変圧変流量制御を行うことで余剰流量分のエネルギー消費を軽減できるため他の用途や建物用途にも応用が可能である。

7. 仕様又は開発製品、システム、部品等の仕様

表2 導入した冷却設備の使用機器諸元

記号	機器名称	機器仕様	台数	動力		
				電源 φ - V	容量 kW	起動 方式
R-1-1 ～1-6	空冷モジュールチラー	冷却能力 176 kW 冷水量 504.5L/min(10.0℃→5.0℃)	6	3-200	58.1 (消費電力) 5.5 (内蔵ポンプ)	INV
CP-2	冷水2次ポンプ (7℃系統)	型式 ステンレス製立形多段渦巻きポンプ (屋内型) 水量 367 L/min × 430 kPa	2	3-200	5.5	INV
CP-3	冷水2次ポンプ (10℃系統)	型式 ステンレス製立形多段渦巻きポンプ (屋内型) 水量 420 L/min × 650 kPa	2	3-200	7.5	INV
CP-4	冷水2次ポンプ (7℃系統)	型式 ステンレス製立形多段渦巻きポンプ (屋内型) 水量 1600 L/min × 520 kPa	2	3-200	22	INV
HEX-2	熱交換器 (7℃系統)	型式 プレート式熱交換器 (ガスケット) 交換熱量 128.2 kW 低温側 5.0℃→10.0℃、367 L/min 高温側 12℃→7.0℃、367 L/min 材質 SUS316	1	—	—	—
HEX-3	熱交換器 (10℃系統)	型式 プレート式熱交換器 (ガスケット) 交換熱量 69.0 kW 低温側 5.0℃→10.0℃、198 L/min 高温側 12.35℃→10.0℃、420L/min 材質 SUS316	1	—	—	—
HEX-4	熱交換器 (7℃系統)	型式 プレート式熱交換器 (ガスケット) 交換熱量 525.2 kW 低温側 5.0℃→10.0℃、1510 L/min 高温側 11.7℃→7.0℃、1600L/min 材質 SUS316	1	—	—	—
EXT-1	膨張タンク (空調・生産1次側系統)	型式 密閉型 (屋外型) 容量 308 L	1	—	—	—
EXT-2	膨張タンク (生産7℃系統)	型式 密閉型 (屋内型) 容量 60 L	1	—	—	—
EXT-3	膨張タンク (生産10℃系統)	型式 密閉型 (屋内型) 容量 60 L	1	—	—	—
EXT-4	膨張タンク (生産7℃系統)	型式 密閉型 (屋内型) 容量 80 L	1	—	—	—

8. 環境保全、便利性等

表1より、導入したユーティリティ冷却設備による年間電力削減量は586,300 [kWh/年] であり、CO₂排出削減量は283.2 [トンCO₂/年]、CO₂排出削減率は48.5 [%] となる。
(電気のCO₂排出換算係数は0.483 [kgCO₂/kWh] を使用)

9. 工夫した点、発想した点、創作した点、新しい点等、設備の特徴

①熱交換器を介したことでチラーの冷水送水温度を下げることによる省エネ悪化の影響評価

負荷側の冷水要求水温は7℃と10℃であり、既存設備ではチラーの送水温度は7℃運用としていたが、熱交換器を介したことで負荷側への供給水温を維持するためにチラーの送水温度を更に下げる必要があった。送水温度を下げることによりチラー消費電力の増加が懸念されたため、事前に年間シミュレーションによる省エネ比較を行った。

新設熱交換器の設計条件として負荷側7℃供給の熱交換器のアプローチ温度は2℃差、負荷側10℃供給の熱交換器のアプローチ温度は5℃差とし、新設チラーの送水温度は5℃供給とした。シミュレーションにあたり、冷却負荷は今回の検証より前に計測した既存設備における1時間毎の実測負荷を用い、既存チラーシステムによる7℃送水と新設モジュールチラーシステムによる5℃送水で消費エネルギー比較を行った。表3にシミュレーション結果を示し、図4に年間電力消費量比較、図5にCO₂排出量比較を示す。

試算の結果、送水温度7℃の既存チラーの年間電力消費量521,204kWh/年にに対し、5℃送水の新設モジュールチラーの年間電力消費量は361,759kWh/年であり、モジュールチラーの高効率な運転によって約30.6%の電力削減が期待できることがわかった。更新チラーの送水水温を7℃から5℃に低下させても既存チラーの年間電力消費量を上回ることを確認して熱交換器の導入を決定した。また、熱交換器を介して1次側は変圧変流量制御、2次側はインバータによる固定流量で運用することで既存ポンプの搬送動力の約77.4%を削減できる見込みを得た。

表3 事前検討したチラー冷却システムの年間シミュレーション結果

	既存システム (既存チラー7℃送水)		提案システム (モジュールチラー5℃送水)		増減量	増減率 [%]
	チラー	ポンプ	チラー	ポンプ		
年間電力消費量[kWh/年]	521,204	482,869	361,759	109,299	-533,014	-53.1
	既存に対する削減率		30.6 %	77.4 %		
	1,004,073		471,058			
CO ₂ 排出量[トンCO ₂ /年]	485.0		227.5		-257.5	-53.1
ランニングコスト[千円/年]	21,286		9,986		-11,300	-53.1

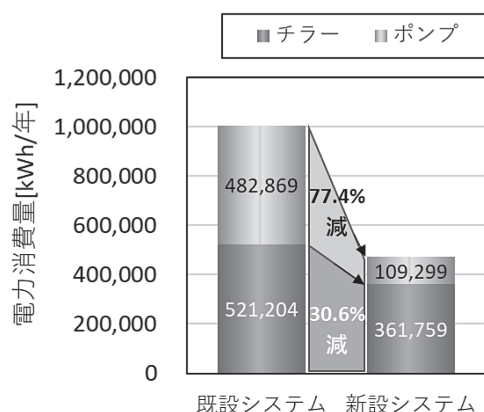


図4 事前検討した年間電力消費量比較

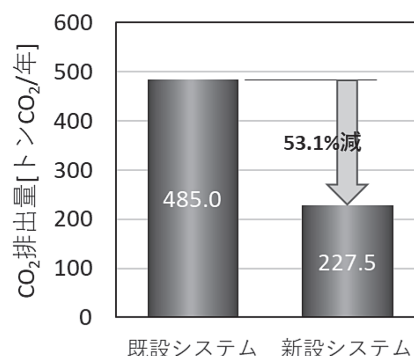


図5 事前検討したCO₂排出量比較

②生産環境の向上

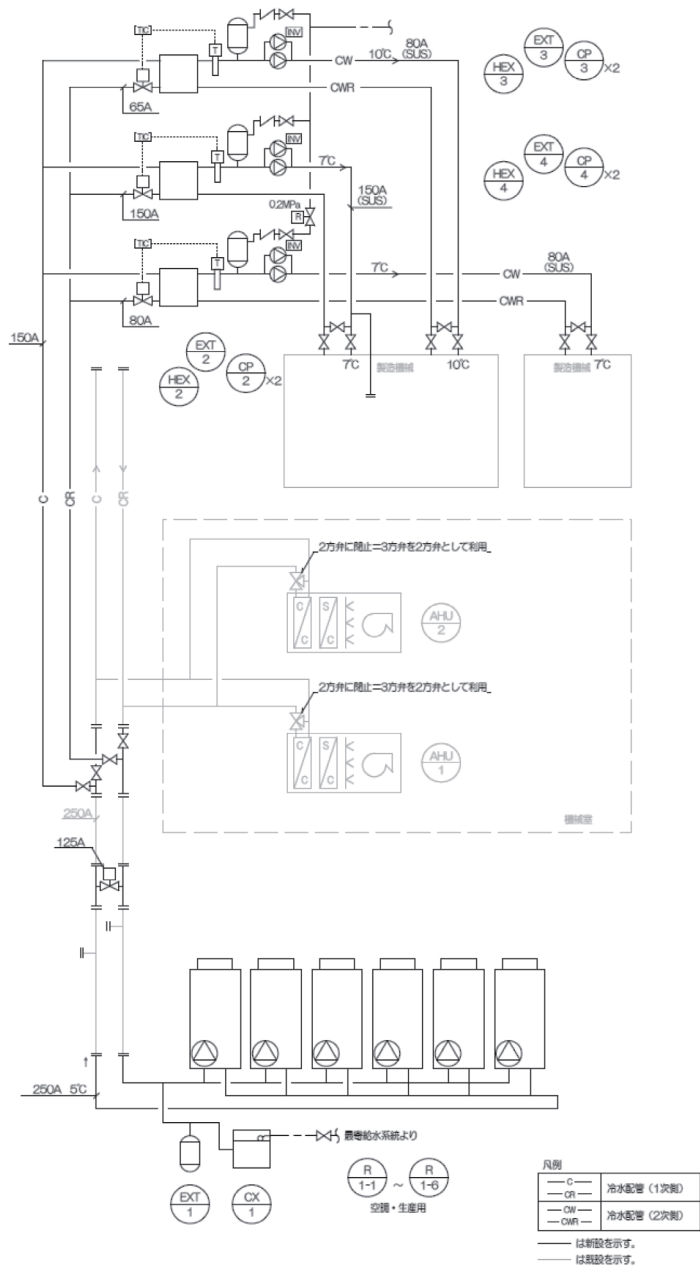
配管回路の改修に伴い、熱交換器 2 次側配管をステンレス製として生産環境を向上させた。また、各熱交換器は 2 次側温度一定となるよう 1 次側の二方弁を制御していることと、負荷追従性に優れる空冷モジュールチラーを採用したことで生産側への冷水供給温度が安定しており生産冷却時間の短縮にも繋がった。

10. 市場性、販売状況、適応市場の大きさ、競合品又はシステムとの比較、販売実績（国内、外）等

搬送に関する基本的な省エネ手法であるため商用電力にて常時一定速でポンプを運転し、かつ三方弁制御している設備であれば検討の余地があり市場性は大きいといえる。今回のように設備導入後10年以上経過している設備の場合、熱源のエネルギー効率も陳腐化していることが考えられ、熱源システム全体を更新することで大きな節電効果とCO₂排出量削減が期待できる。いま一度既存設備を見直し、製品の品質維持の裏で省エネ性が犠牲になっていないかを意識することでCO₂排出量削減の種はまだ眠っていると考える。

11. 外観・構造図

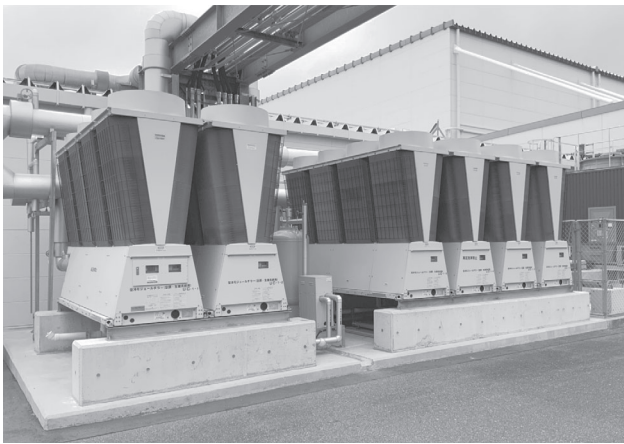
①システムフロー図



②外観や設備の写真



佐賀工場OPS-1 工場建物外観



ユーティリティ冷却設備
(空冷モジュールチラー)



ユーティリティ冷却設備
(熱交換器および冷水 2 次ポンプ)

12. 講評

工場の空調・冷却設備の設備改修において、熱源システムを開放回路から密閉回路へと抜本的に変更し、製造機械への冷水供給も熱交換器を介することで、大幅な省エネルギー化と配管内の水質改善を図った事例である。また、定流量ポンプから変流量ポンプへの変更など、適切な省エネ改修が随所に施されている。既存設備の運用状況を十分に精査した上で、発注者のニーズを的確に捉え合理的な改修を行った点が高く評価された。熱源設備に開放型配管システムを採用している既存施設は依然として多く、本件の改修内容は、それら類似施設への水平展開が期待できるモデルケースと言える。

●（一社）日本冷凍空調設備工業連合会優秀賞●改修設備部門

燃料のベストミックス空調システムと停電対策システムの同時導入による老人保健施設の空調最適化

設備施工者：吉枝工業(株) (株)サプラ

設備所有者：社会福祉法人有機会

設備の概要

名 称 介護老人保健施設つるさんかめさん・ケアハウスみんなの家

所在地 富山県下新川郡朝日町泊新5番地

概 要 建家：地上6階 延床面積：6919.35m²

構造：RC造 用 途：老人保健施設

1. 技術開発の目的と経過

目的：2005年に開所した老人保健施設であり、稼働時間が長く古いGHPの故障が頻発していること、電力単価・LPガス単価が高騰し施設運営費を圧迫しているため空調の省エネ化が必要となっていること、厚生労働省より停電対策強化が求められていること、LPガスタンクの使用期限が迫っていること、それらの同時解決を目指した。

経過：2022年9月～ 調査・提案 他社提案を含め複数の設備改修案を施設にて比較検討された。

2023年3月～ 弊社案をご採用頂くことが決定し、補助金申請の手続きを開始した。

2023年10月～12月 改修工事を実施、運転データ計測と遠隔監視の運用を開始した。

2. 設備・システムの概要

		機種	台数	冷房能力合計	冷房能力比	備考
既存	更新	標準型GHP	室外機 19台	1,066.5kW	100%	
設備	撤去	LPガスタンク	1基			貯蔵上限2.9t、使用期限2025年迄

		機種	台数	冷房能力合計	冷房能力比	備考
導入 設備	更新 新規	ビルマル型EHP	室外機 5台	316.0kW	29%	
		パッケージ型EHP	室外機 34台	227.3kW	21%	
		ハイブリッド型GHP	室外機 3台	168.0kW	15%	
		電源自立型GHP	室外機 4台	224.0kW	21%	停電時も空調可能
		標準型GHP	室外機 3台	155.0kW	14%	停電時も空調可能
		LPガスタンク	1基			貯蔵上限2.9t、災害対応型
	新設	非常用発電機	1台			三相200V・12kVA発電
		ガスコンロ	1台			災害時炊き出し用

3. 着想

着眼点① 限られた電源容量の中で最も省エネ量が多く期待出来る機器を組み合わせる。

ハイブリッド型GHPを採用し、高効率空調エリア最大化とデマンド契約低減を目指す。

着眼点② 二種類の補助金活用を含め、導入コストが最安となる機器を組み合わせる。

着眼点③ 停電対策設備の導入とLPガスタンク更新も空調設備更新と同時に補助金申請する。

着眼点④ 遠隔監視付きの保守契約プランを初期提案に盛り込む。

既存設備	導入設備	冷房能力比	既存設備 LPG 消費比率	導入設備 機種選択理由
標準型GHP	ビルマル型EHP・パッケージ型EHP	50%	67%	省エネ優先
標準型GHP	ハイブリッド型GHP	15%	22%	省エネ優先・電源容量低減
標準型GHP	電源自立型GHP・標準型GHP	35%	11%	停電対策優先・電源容量低減

EHPを選択した系統は全体の50%能力であるが、更新前のGHPが消費していたLPG量は67%となっているため、高効率型EHPを採用することで、相対的に高い省エネ量が期待出来る。同様に、ハイブリッド型GHPを選択した系統は更新前に消費していたLPG量が多く、省エネ効果の高いハイブリッド型GHPで省エネ化すると共に、デマンド制御機能によりデマンド上昇を最小限に抑える。GHPを残した系統は、更新前に消費していたLPG量が少なく、更新後の省エネ量期待値も少なくなるため、省エネより停電時でも使える空調能力を35%確保することを優先しました。

ハイブリッド型GHPは、GHPやEHPのように豊富な室外機能力ラインナップがありません。今回はAPF_p値が最も高いパナソニック製ハイブリッド型GHPを採用しました。導入当時は、室外機20馬力タイプのみラインナップであり、冷媒配管の再利用を前提とした更新工事であったため、適合した系統は3系統に限られました。室外機の能力ラインナップが豊富にあったとしたら、ビルマル型EHPの台数を減らし、コスト削減効果の高いハイブリッド型GHPを更に多く採用することになったと思います。

今回採用したハイブリッド型GHPは、EHP側最大出力10馬力、GHP側との合計最大出力20馬力となっています。夏場の夜間や中間季など、低負荷運転が行われる場合は、GHP側を停止し、EHP側のみで稼働を行います。今回のような低負荷運転が長い施設の場合、GHP側の運転時間が大きく削減され、長時間運転によるエンジン故障の心配が少なくなります。

同業他社と差別化された提案を行った結果、弊社の提案をご採用頂きました。単一メーカーや単一燃料種にこだわらず、ハイブリッド型空調の提案、停電対策設備導入や空調以外の設備の同時更新など、広い視点での提案を行うことが大切であると考えています。

4. 効果（省エネルギー）

事業前の計画値（32.5%削減）より高い省エネ効果実績（45.6%削減）となりました。季節を問わず、年間を通じて、高い省エネ効果を得ることが出来ました。

EHP採用による電力デマンド契約値の上昇は、計画値通りの168kW増加となりました。寒冷地に属する富山県ということもあり、冬季（1月）に年間最大値を記録しております。

照明LED化、浴室用LPGボイラーの稼働削減など、お客様の省エネ努力により、建物全体での省エネ量は、空調の削減量62.0原油kℓ/年より多い、107.7原油kℓ/年の削減実績を残すことが出来た。遠隔監視システムを活用して弊社が毎月お客様に提出している空調設備の見える化報告書も省エネ活動にご活用いただいております。事業前の計画値より高い省エネ量の実績を残せた一因であると考えております。

電力		4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	合計	
	事業前※3	3,522	2,020	2,463	8,863	9,644	4,324	3,377	5,407	8,142	9,670	8,698	6,598	72,726	kWh
	事業後※4	5,292	6,673	9,016	22,913	33,268	25,208	9,767	13,895	33,028	34,758	43,401	19,555	256,772	kWh
	増加量	1,770	4,653	6,553	14,050	23,624	20,884	6,390	8,488	24,886	25,088	34,703	12,957	184,046	kWh
	原油換算増加量	0.4	1.0	1.5	3.1	5.3	4.7	1.4	1.9	5.5	5.6	7.7	2.9	41.0	原油kℓ

LPガス		4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	合計	
	事業前※5	2,110	1,210	1,532	5,514	6,000	2,690	2,101	3,239	4,878	5,793	5,211	3,953	44,231	m³
	事業後※5	230	103	254	940	1,189	815	250	223	446	514	639	532	6,135	m³
	削減量	-1,880	-1,107	-1,278	-4,574	-4,811	-1,875	-1,851	-3,016	-4,432	-5,279	-4,572	-3,421	-38,096	m³
	原油換算削減量	-5.1	-3.0	-3.5	-12.4	-13.0	-5.1	-5.0	-8.2	-12.0	-14.3	-12.4	-9.3	-103.0	原油kℓ

まとめ		4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	合計	
	原油換算削減量	-4.7	-2.0	-2.0	-9.2	-7.7	-0.4	-3.6	-6.3	-6.4	-8.7	-4.6	-6.4	-62.0	原油kℓ

電力熱量換算係数	8.64 MJ/kWh	※原油換算する場合の省エネ法基準値
LPガス産気率	0.478 m³/kg	※富山県の一般値（環境省指定）
LPガス熱量換算係数	50.1 MJ/kg	※原油換算する場合の省エネ法基準値
原油換算係数	0.0258 原油ℓ/MJ	

	電力	LPG	原油換算
	kWh/年	m³/年	原油kℓ/年
事業前	72,726	44,231	135.8
増減	184,046	-38,096	-62.0
削減率			45.6%

- ※1 事業前の電力及びLPG消費量は、2021年9月から2022年8月までの購入実績に基づき算出しました。
- ※2 事業後の電力及びLPG消費量は、2024年4月から2025年3月までの購入実績に基づき算出しました。
- ※3 事業前の電力消費量は、運転時間記録と機器定格消費電力より求めた計算値です。
- ※4 事業後の電力消費量は、1か月間の計測と1年間の取引メーター検針値から求めた計算値です。
- ※5 事業前及び事業後のLPG消費量は、取引メーター検針値です。
- ※3 但し小型ガス給湯器が同じメーターに接続されており、給湯器の推定消費量を除外しています。

5. 投資回収（省マナー）

省エネ補助金（令和4年度補正予算・省エネルギー投資促進支援事業費補助金）

補助対象設備 ビルマル型EHP・パッケージ型EHP・ハイブリッド型GHP

	お見積額	消費税額	補助金額	実質ご負担額
補助対象経費	66,684,900円	6,668,490円	－22,228,300円	51,125,090円
補助対象外経費	32,315,100円	3,231,510円		35,546,610円
小計	99,000,000円	9,900,000円	－22,228,300円	86,671,700円

災害対策補助金（令和4年度補正予算・災害時に備えた社会的重要なインフラへの自衛的な燃料備蓄の推進事業費補助金）

補助対象設備 停電時自立型GHP・標準型GHP・非常用発電機・災害対応型LPガスタンク等

	お見積額	消費税額	補助金額	実質ご負担額
補助対象経費	83,883,000円	8,388,300円	－41,941,500円	50,329,800円
補助対象外経費	16,117,000円	1,611,700円		17,728,700円
小計	100,000,000円	10,000,000円	－41,941,500円	68,058,500円

総合計

	お見積額	消費税額	補助金額	実質ご負担額
合計	199,000,000円	19,900,000円	- 64,169,800円	154,730,200円

機器更新による省コスト効果

	電力量	デマンド	LPガス
	kWh/年	kW	m³/年
事業前	72,726	0	44,231
事業後	256,772	168	6,135
増減	184,046	168	-38,096

電力量単価	23.5 円/kWh	※平均的な購入単価
デマンド単価	2,151 円/kW・月	※契約値
力率割引	0.85	※契約値・実績値
LPガス単価	330.0 円/m³	※平均的な購入単価

	電力量	デマンド	LPガス	合計
	千円/年	千円/年	千円/年	千円/年
事業前	1,709	0	14,596	16,305
事業後	6,034	3,686	2,025	11,745
増減	4,325	3,686	-12,572	-4,561

災害対策設備は、別途更新が必須であったLPガスタンク更新や非常用発電機が含まれているため、投資回収年数の計算から除外します。

省コスト効果計算に使用するエネルギー比89%は、更新前のLPガス消費量比率を使用しています。

省エネ補助金対象分の消費税別の実質ご負担額	76,817千円 (86,717千円-税9,900千円)
省エネ補助金対象分の機器による省コスト効果	4,059千円 (年額4,561千円×エネルギー比89%)
省エネ補助金対象分の機器による投資回収年数	18.9年

すべてEHPに更新した場合、受変電設備改修に30,000千円程度の追加出費が必要となります。GHPを残した系統は、消費エネルギー比11%と少なくため期待出来る省コスト効果が小さく、デマンド契約値が2倍近く上昇し、ランニングコストは大きく上昇したと想定されます。すべてEHPに更新した場合と比較すると、購入金額が少なく、ランニングコストが安い、最適なシステムを導入したと言えます。

6. 他の建物への応用性・便利性

日本全国の老人保健施設は当該施設と同時期に建設されたものが多くあります。介護事業は大きな事業利益が期待出来る業態ではなく、空調設備更新費用の捻出が難しく補助金を最大限に活用する必要があること、電力単価やLPガス単価の値上がりが施設運営費を圧迫しているため省エネと省コストの重要性が高まっていること、地震や気候変動による大災害が多発しており自力で避難所に移動出来ない要介護認定を受けた方々へのBCPを策定する必要があること、それらの課題を一挙に解決しており、日本全国の老人保健施設の空調設備更新のモデルケースとなりうると考えております。

7. 仕様又は開発製品、システム、部品等の仕様

パッケージ型EHP及びビルマル型EHPは、ダイキン製の最高効率型を採用しています。

ハイブリッド型GHPは最新型GHPと比較した場合、高いAPF_p値が期待出来る省エネ性能の高い機種です。

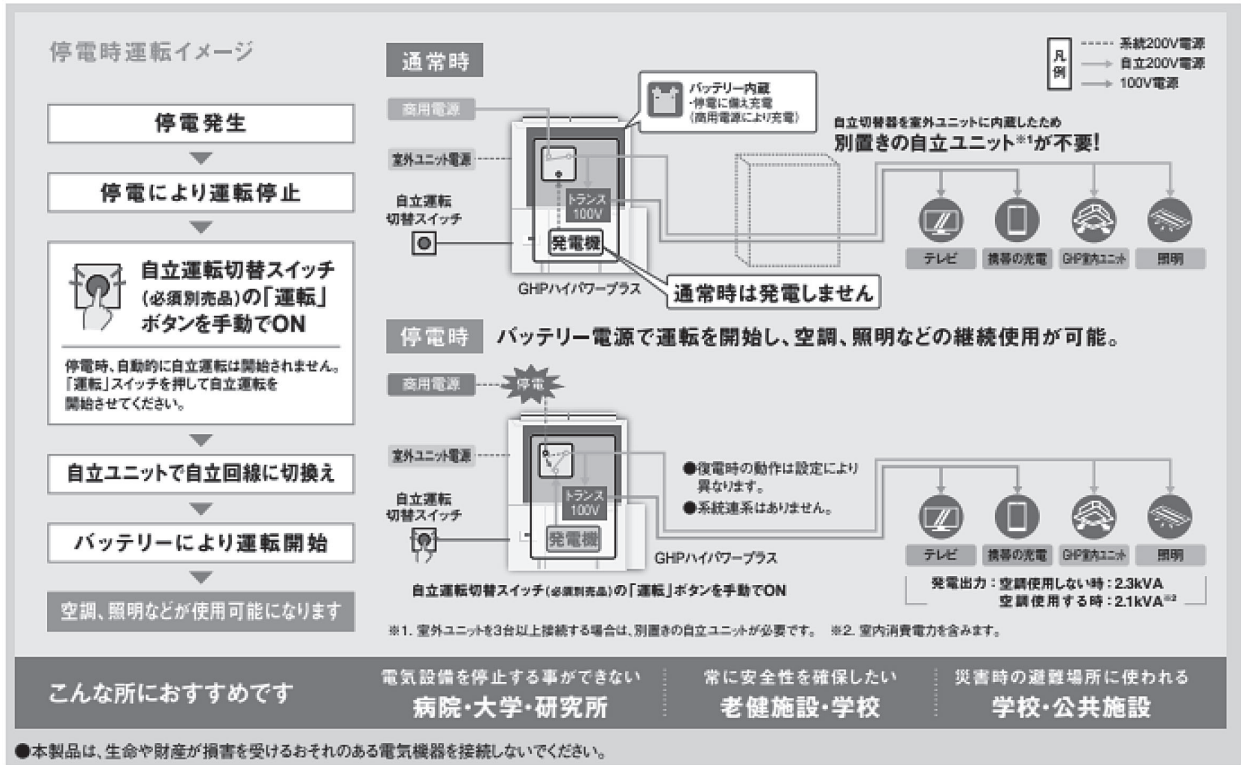
今回の施設では、ハイブリッド型GHPで最も省エネ性能の高いパナソニック製を採用しています。

最新標準型GHP	20馬力のAPF _p 値	2.11
ハイブリッド型GHP	20馬力のAPF _p 値	2.46 約17%省エネ性能が高い

電源自立型GHPの停電時運転イメージ（ダイキンカタログより抜粋）

停電時でも空調と一部コンセント・照明が使えます。

今回の施設では、電源自立型GHPと通常型GHPは、ダイキン製を採用しています。



8. 環境保全、利便性等

CO ₂		4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	合計	
排出量	事業前	14.7	8.4	10.6	38.2	41.6	18.7	14.6	22.5	34.0	40.3	36.3	27.5	307.4	t-CO ₂
	事業後	3.7	3.5	5.4	15.6	21.5	15.8	5.7	7.3	16.8	17.9	22.4	11.6	147.0	t-CO ₂
	増減	-11.0	-5.0	-5.2	-22.7	-20.1	-2.9	-8.9	-15.3	-17.2	-22.4	-13.9	-15.9	-160.4	t-CO ₂

事業前	307.4	t-CO ₂ /年
事業後	147.0	t-CO ₂ /年
削減量	-160.4	t-CO ₂ /年
削減率	52.2%	

電力換算	0.423 kg-CO ₂ /kWh	※環境省発表値（2023年度全国平均）
LPガス産気率	0.478 m ³ /kg	※富山県の一般値（環境省指定）
LPガス換算	2.99 kg-CO ₂ /kg	※環境省指定

省エネ率では45.6%の削減実績であったが、LPガスより電力へ燃転しているCO₂削減効果もあるため、CO₂削減率は52.2%と省エネ率より高い結果となった。

既存設備の古いGHPの故障が頻発し、室外機の故障により冷媒ガスが漏洩したこともあった。温暖化係数の高い冷媒ガスが漏洩したことにより、地球温暖化に対する影響は大きかったと推測されます。今回、機器を一新したことで、冷媒ガス漏洩による地球温暖化を防ぐ効果が期待されます。

古いGHPの故障による修理費用は年間数百万円必要となっていた。更新後は13年間無償修理付きの保守契約プランにご加入顶けました。古いGHPの修理に要していた費用を13年間で割った金額より格段に安い補償費用であるため、支払い平準化、安心感、お得感をお客様にご提供出来たと思います。

9. 工夫した点、発想した点、創作した点、新しい点等、設備の特徴

以下のポイントの検討を行っております。

EHP採用の検討ポイント

- ①古いGHPを最新型EHPに更新する事で高い省エネ効果が期待出来るため、出来る限りEHPを採用する。
- ②受変電設備は室内設置でトランス増設スペースが無い。現状の空き容量を最大限活用する。
- ③電灯トランスに空き容量があるため、小型のパッケージ型EHPは単相機を活用する。
- ④年間の運転時間が長い系統から順に、ビルマル型もしくはパッケージ型EHPへの更新を検討する。
- ⑤居室は方角により冷暖需要が異なるため、個別に冷暖が選択できるパッケージ型EHPを優先する。
- ⑥事務所や廊下など共用部は冷媒配管が再利用出来るビルマル型EHPへの更新を検討する。
- ⑦ビルマル型EHPの一部をハイブリッド型GHPへの更新に変更することで、限られた電源容量で最大限GHPエリアを減らすこと、デマンド制御によりランニングコストを圧縮することを目指す。
- ⑧単一メーカーにこだわらず、お客様にとってベストとなる商品の組み合わせでの更新を検討する。
- ⑨運転時間が長い空調は、省エネ・省CO₂補助金で採択されやすい。省エネ補助金への申請を検討する。

GHP採用・停電対策設備導入の検討ポイント

- ①運転時間が短い系統から順に、GHPへの更新を検討する。
- ②省エネ量は運転時間に比例する。運転時間が短い空調はEHP化による省エネ量期待値が小さい。
- ③運転時間が短い場合、電力デマンド料金が安いGHPの方がEHPよりランニングコストは安くなる。
- ④運転時間が短い場合、GHPで懸念される長時間運転によるガスエンジンの故障リスクが少ない。
- ⑤LPガスを使う給湯の電化は蓄熱槽の設置場所確保と電源容量確保が困難であり、全ての空調を電化した場合でも使用期限の迫ったLPガスタンクの更新は必須である。
- ⑥運転時間が短い空調は省エネ・省CO₂補助金で採択されにくい。停電時も使えるGHPへの更新を検討し、LPガスタンク更新と共に災害対策補助金への申請を検討する。
- ⑦標準型GHPでも停電時に非常用発電機から給電を行えば、災害対策補助金の補助対象となる。
- ⑧更新のみ補助対象となる省エネ補助金と違い、災害対策補助金は新設・新築でも補助対象となる。

保守契約の検討ポイント

- ①パッケージ型EHP以外の更新後の機器は、13年間無償修理付きの保守契約プランによる安心感を提案する。パッケージ型EHPは故障の都度、修理対応を行うことを提案する。
- ②GHP空調は遠隔監視システムを設置し、故障時の修理対応の迅速化と空調の見える化を提案する。
- ③GHP空調のご利用状況を弊社にて分析した報告書を毎月お客様へ提出することを提案する。

10. 市場性、販売状況、適応市場の大きさ、競合品又はシステムとの比較、販売実績（国内、外）等

今回採用したパッケージ型EHPとビルマル型EHPの省エネ性能の優位性はあえて説明する必要もないと思いますし、空調市場で採用されている割合も最も高いと考えられます。一方、デマンド調整機能を有したハイブリッド型GHPは、国策として実証が進められている広域でのデマンドレスポンスに貢献できる商品でありながら、まだまだ認知度と採用率の低い商品です。再エネ発電拡大には広域でのデマンドレスポンスが重要な役割を果たすと言われており、ハイブリッド型空調が採用されていく建物は今後増えてくると考えております。

電源自立型GHPは常用兼用設備であり平時は普通の空調設備として活用出来るため、災害時以外に活用出来ない非常用専用設備より採用へのハードルは低いと考えております。学校の体育館など日本全国の公的な避難所に多く採用が進んできておりますが、老人保健施設のような入所者施設にも多くの採用が期待出来ると思います。

11. 外観・構造図



施設外観



非常用発電機 外観
ハイブリッド型GHP 外観

12. 講評

老人保健施設に設置された熱源システムの改修において、既存機器の運用状況、エネルギー料金、補助金制度などの条件を総合的に勘案し、最適なシステムを構築した事例である。施設の受電設備容量に配慮したEHPやハイブリッド型GHPの適切な導入により、大幅な省エネルギー化とCO₂排出量削減、さらにランニングコストの低減を実現した。また、遠隔監視システムの導入や電源自立型GHPの採用により、故障時および災害時の対応力向上を図った点も高く評価された。今後の類似施設への普及展開を念頭に、熱源システム構築の詳細な検討プロセスや導入機器の運用実績が広く公表されることを期待したい。

● (一社) 日本冷凍空調設備工業連合会奨励賞 ● 改修設備部門

未来を予測しCO₂を削減 環境配慮型省エネシステム

設備施工者：(株)未来のコト

設備所有者：(株)サンシャイン

設備の概要

名 称 株式会社サンシャイン J・Parkディノ店

所在地 沖縄県うるま市字江洲2158番地29

概 要 建家：地上2階 延床面積：約2,400m²

構造：S造 用 途：パチンコ遊技場

1. 技術開発の目的と経過

目的：AIによる空調設備の運転管理を導入し、人的操作に依存しない安定した快適性の維持と、空調設備の省エネルギー化の両立を図ることを目的とする。

経過：令和6年6月 システム検討、現地調査

令和6年7月 システム設計、削減効果試算

令和6年10月 試験導入

令和7年11月 試験導入終了、システムお引渡し

2. 設備・システムの概要

このシステムは省エネルギーを実現する環境にやさしいスマートエネルギーシステムで、気象予報・気象データと連動し、AIを活用して空調設備と換気設備を自動で連携制御します。

室内の温湿度・天気予測をまとめて管理し、室内環境を快適に保ちながら最適な運転で電気代削減とCO₂排出量削減を実現します。こうした制御により建物全体の電力消費とCO₂排出量が抑えられ、環境への負担も減ります。

3. 着想

近年、電気料金の高騰や脱炭素社会への要請が強まる中、空調設備の省エネルギー化が重要な課題となっています。

一方で、快適性を損なわずに省エネを実現することは容易ではありません。そこで、従来は十分に活用されてこなかった気象予報や外気条件に着目し、AIによって空調と換気を連動させ自動制御することで、無駄な電力消費を抑えながら快適な室内環境を維持する仕組みを着想しました。人や環境に配慮した、次世代型の省エネルギーシステムの実現を目指しています。

4. 効果（省エネルギー）

■ エグゼクティブ・サマリー

導入から12ヶ月、**大幅なコスト削減**を達成しました。

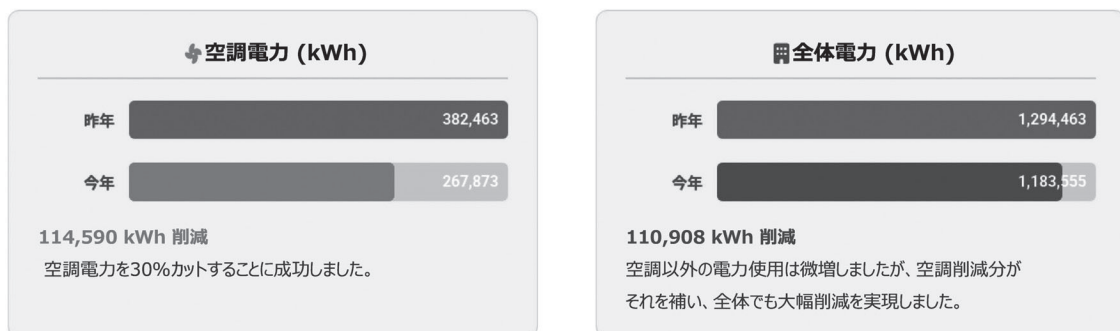


≡ 検証条件と効果

- ・対象期間：導入後12ヶ月間
- ・比較対象：昨年同期比
- ・主な効果：
 - 過剰運転の抑制
 - ピーク電力のカット
 - デマンド値の低減

■ 削減効果の内訳

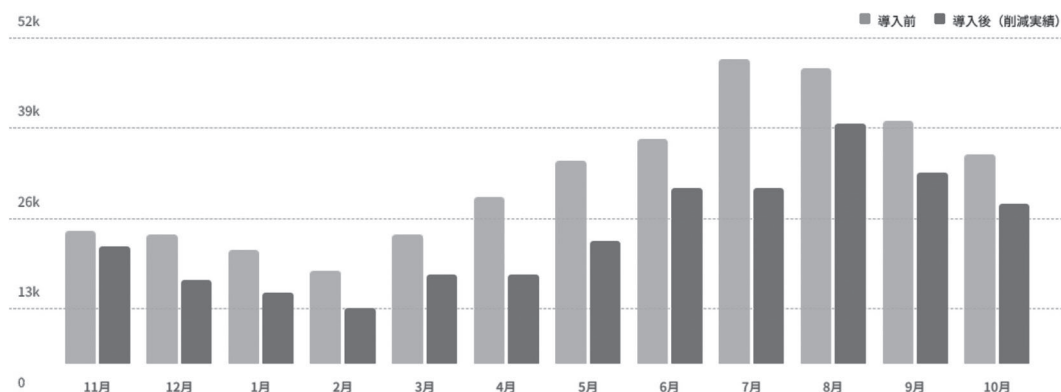
電力削減の全ては「空調」によるものです。昨年（導入前）と比較し、空調部門で劇的な削減を達成しました。



空調以外の電力は+3,682kWh増加しましたが、空調の大幅削減により全体コストを圧縮できました

※導入前の空調以外の使用電力量は、概算で月76,000kWhに設定して計算しています。

■ 月別 空調電力使用量の推移



年間を通じて、導入前（グレー）と導入後（緑）で明確な差が出ています。

■ 削減効果の複合的なメリット

コスト削減だけでなく、設備保全、快適性向上といった副次的なメリットも創出します。

即時的な効果 設置完了直後からAI制御が開始され、翌月の請求書ベースで削減効果を実感できます。	夏季ピーク抑制 電力需要が最も高まる7月～9月のピーク時に、空調電力を最大40%削減しました。	デマンド制御 ピーク電力の抑制により基本料金を低減。
ESG貢献（CO2削減） 年間約78トンのCO2削減を達成（0.677kg/1kWh換算）。企業の環境貢献度を向上させます。	設備寿命の延長 空調機器への負荷を軽減することで、故障リスクを低下させ、設備の長寿命化に寄与します。	室内環境の改善 AIによるきめ細やかな温度管理で、快適な空間を提供し、従業員・顧客満足度を向上させます。

5. 投資回収（省マネー）

■ コスト削減の詳細（金額換算）

月度	削減金額（円）	月度	削減金額（円）
11月	¥94,900	5月	¥473,700
12月	¥268,200	6月	¥291,400
1月	¥260,800	7月	¥742,300
2月	¥213,200	8月	¥323,600
3月	¥229,300	9月	¥306,800
4月	¥441,000	10月	¥279,500
合計削減金額		¥3,924,700	

■ 投資対効果

初期投資額

650万円

年間削減金額（実績）

約392万円

投資回収期間

1年10ヶ月

非常に短期での投資回収が見込まれます。

6. ほかの建物への応用性・便利性

・応用性

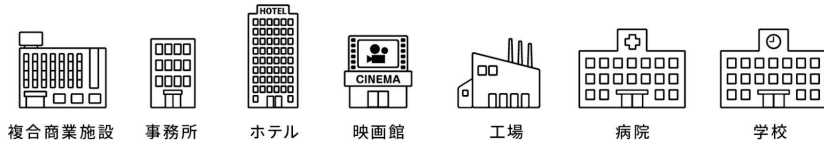
本設備・システムは、特定用途に依存しない汎用的な空調制御ロジックとAIによるエネルギーマネジメントを中核としており、応募物件で得られた実績を基に、今後は各種補助金の活用も視野に入れながら導入の横展開を検討している。

他の建物への応用性としては、複合商業施設、事務所、ホテル、映画館、工場、病院、学校など用途・規模の異なる建物に対しても導入が可能であり、既存設備を活かした段階的な導入にも対応できる点が特長である。

・便利性

また、便利性の面では、AIによるきめ細かな温度・運転管理により、エネルギー使用量の削減と同時に室内環境の改善を実現している。これにより、利用者にとって快適な空間を提供できるだけでなく、施設管理者にとっても運用負担の軽減が図られ結果として従業員満足度および顧客満足度の向上に寄与するシステムとなっている。

smart management は、「商業施設」をはじめ「オフィス」「工場」「学校」「病院」など敷地が広く電力使用量の多い施設様への導入を推奨しております。

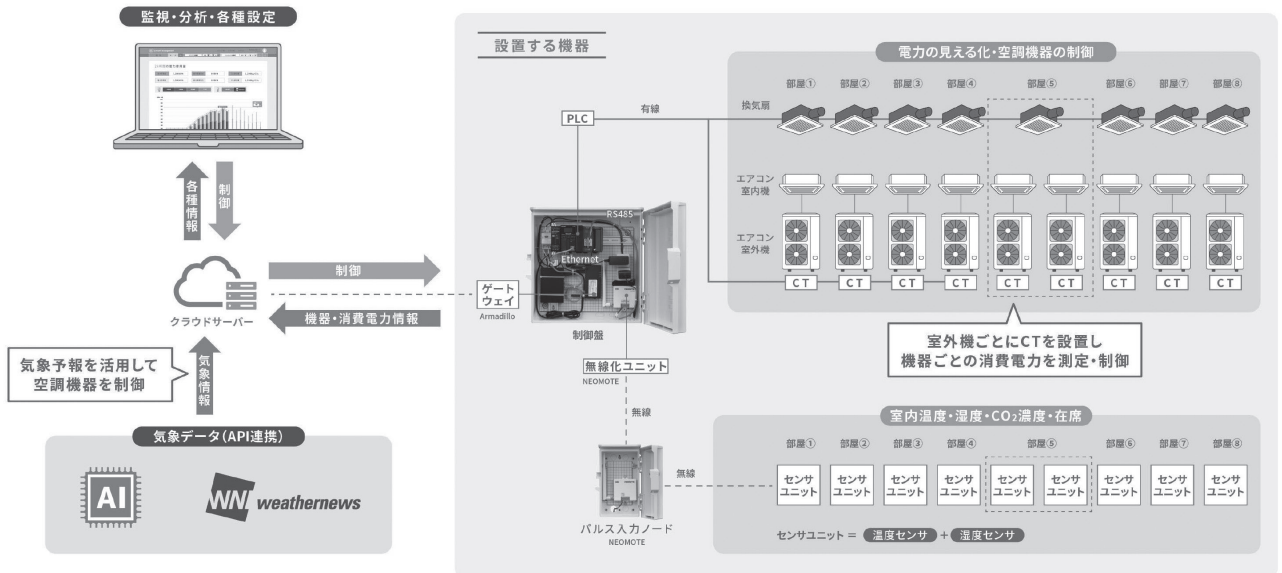


7. システムの特長

(1) システム構成

気象予報のAIを活用した空調省エネルギーシステム

空調機器制御のしくみ 空調機器の電力使用量や室内温湿度などの計測データと気象データをクラウドサーバーで一元的に管理。蓄積されたデータを分析し空調機器の運転を最適化します。
計測データはパソコンやタブレット機器で確認でき、遠隔から設定変更も可能です。



(2) smart managementによる制御の特長①

省エネ性と快適性を両立する空調機器制御

特長 1	エアコン室外機のインバーターモーターを精密に制御 エアコン室外機1台ごとにインバーター制御を行いエアコンを停止させることなく電力使用量を削減します。
特長 2	気象予報と連動した外気導入でエアコン運転を軽減 夏場の早朝や春秋の日中など室内温度より外気が低い場合に涼しい空気を優先的に室内に取り込みます。
特長 3	体感温度※をターゲットに空調機器を制御し快適性を維持 空調機器は室内温度の測定値ではなく体感温度に応じて制御するので快適性を維持します。

※体感温度は、ミスナール体感温度の計算式で室内温度と湿度で算出

(3) smart managementによる制御の特長②

Smart Air 試算表

J-PARKティノ	Demand 対応率	Demand 消費率評価率	空調機消費 電力 [kW]	契約電力 [kW]	空調電力 消費比率	空調運転率	最低設定	基本料金単価 [円/kWh]	電力燃料金単価 [円/kWh]	遊技台数	作成日
	100%	18%	183.05	285	31.4%	49%	50%	1,841	30.28	560台	2024/8/21

●設置室外機情報 & smar air Demand削減効果

										Demand 省エネルギー評価率：18%	
No.	メーカー	型式番号	対応可否	出力制御設定	消費電力 [kW]	台数	合計消費電力 [kW]	デマンド削減効果 [kW]	月額基本料金 削減効果[¥]	年間基本料金 削減効果[¥]	
1	三菱電機	PUZ-ERMP160LA7	○	100-80-70-60-40-0	4.42	10	44.20	7.96	14,650	175,805	
2	三菱電機	PUZ-ERMP140LA7	○	100-80-70-60-40-0	3.21	1	3.21	0.58	1,064	12,768	
3	三菱電機	PUZ-ERMP112LA7	○	100-80-70-60-40-0	2.32	1	2.32	0.42	769	9,228	
4	三菱電機	PUHV-P500SDMJ1	○	80-70-60-40-0	11.11	12	133.32	24.00	44,190	530,279	
5											
6											
7											
8											
9											
10											
						24台	183.05	32.95	¥60,673		
						契約電力 削減効果 [年]	単価：1841	33kW	小計	¥728,079	

●電力使用量情報

	2023年8月	2023年9月	2023年10月	2023年11月	2023年12月	2024年1月	2024年2月	2024年3月	2024年4月	2024年5月	2024年6月	2024年7月
全体使用量	127,346 kWh	132,158 kWh	113,698 kWh	98,614 kWh	98,111 kWh	95,603 kWh	92,047 kWh	98,039 kWh	104,287 kWh	110,637 kWh	114,387 kWh	127,620 kWh
空調消費電力	45,882 kWh	49,415 kWh	36,574 kWh	27,513 kWh	27,233 kWh	25,859 kWh	23,971 kWh	27,194 kWh	30,770 kWh	34,631 kWh	37,019 kWh	46,079 kWh
空調消費比率	36.0%	37.4%	32.2%	27.9%	27.8%	27.0%	26.0%	27.7%	29.5%	31.3%	32.4%	36.1%
										施設全体 電力使用 [年]	単価：30.28	合計 1,312,547 kWh ¥39,743,923
										空調のみ 電力使用 [年]	単価：30.28	合計 412,140 kWh ¥12,479,592

●smart air Fan 空調削減率

削減効果	2023年8月	2023年9月	2023年10月	2023年11月	2023年12月	2024年1月	2024年2月	2024年3月	2024年4月	2024年5月	2024年6月	2024年7月
	5,276 kWh	5,683 kWh	4,206 kWh	3,164 kWh	3,132 kWh	2,974 kWh	2,757 kWh	3,127 kWh	3,539 kWh	3,983 kWh	4,257 kWh	5,299 kWh
								使用電力 削減効果 [年]	単価：30.28	47,396 kWh ¥1,435,000		
								再エネ賦課金 削減効果 [年]	単価：3.49	47,396 kWh ¥165,000		

●smart Management 空調削減率

削減効果	2023年8月	2023年9月	2023年10月	2023年11月	2023年12月	2024年1月	2024年2月	2024年3月	2024年4月	2024年5月	2024年6月	2024年7月
	5,276 kWh	5,683 kWh	4,206 kWh	3,164 kWh	3,132 kWh	2,974 kWh	2,757 kWh	3,127 kWh	3,539 kWh	3,983 kWh	4,257 kWh	5,299 kWh
								使用電力 削減効果 [年]	単価：30.28	47,396 kWh ¥1,435,000		
								再エネ賦課金 削減効果 [年]	単価：3.49	47,396 kWh ¥165,000		

memo

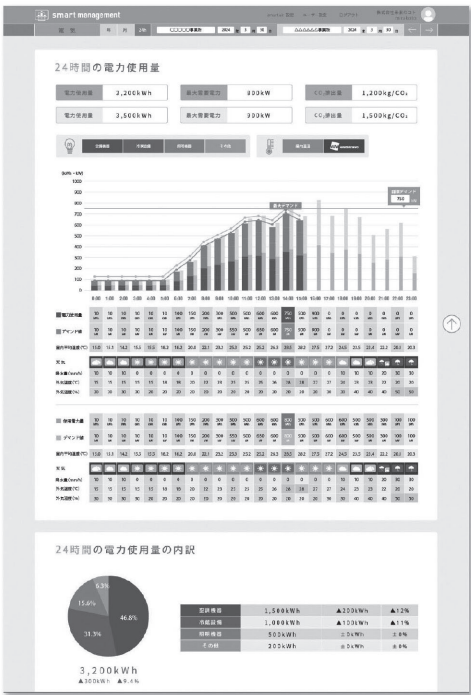
年間削減効果 (Dmand+Fan+Management導入)	¥3,928,079
年間削減効果 (Dmand+Fan導入)	¥2,328,079

(4) 電力使用量・CO₂排出量の見える化

電気使用量・室温・外気温・気象情報などの各種計測データや

エアコン・換気扇などの空調機器の設定もパソコンで確認したり設定変更することができます。

さらに、脱炭素化への取り組みに役立つCO₂排出量の確認もできます。



電力使用量

「24時間」「月間」「年間」に表示を切り替えることができます。
また、「空調」「照明」など系統ごとの電力使用量や全体の内訳が確認できます。

最大需要電力

1時間ごとのデマンド値や1日と1ヶ月の最大デマンド値が確認できます。
また、目標デマンド値を設定するもできます。

CO₂排出量

使用した電力に対するCO₂の排出量が確認できます。

気象情報

天気予報の履歴と3日後までの予報が確認できます。

屋内温度湿度

1時間毎の屋内温度と湿度が確認できます。

比較表示

昨日や先月など過去との比較や他事業所と比較することができます。

CSVダウンロード

1ヶ月間または1年間の計測データをCSV形式でダウンロードすることができます。

SMS通知

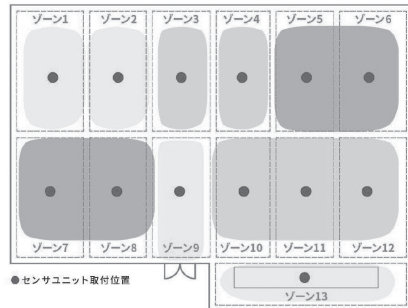
SMSで気象情報、機器の制御情報を通知できます。

(5) 温湿度計測・気象データ連携

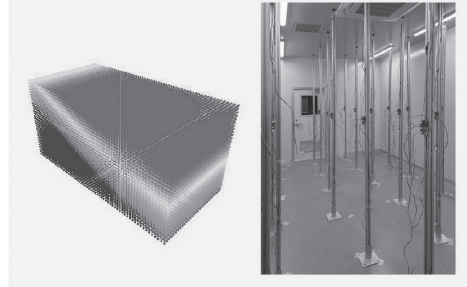
温度・湿度センサで室内環境を詳細まで把握

センサユニット(温度・湿度センサ)は部屋ごとに取り付け室内環境を詳細まで把握します。
温度斑が発生した場合はエアコン室外機の個別制御により解消することができます。

【センサユニット取付例】

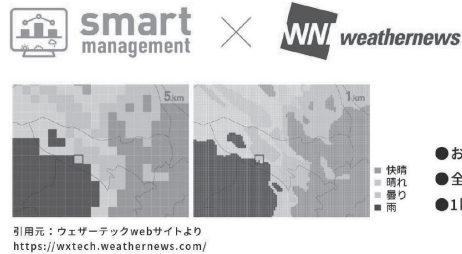


さらに温度・湿度を立体的に測定し
室内空間を分析することも可能



精度の高い気象情報を取得

株式会社ウェザーニューズが運営する気象APIは、
気象庁の観測情報(全国で約1,500か所)に対し、
1km圏内毎(全国で13,000か所)の気象情報網を有している。
民間企業で、株式会社ウェザーニューズと提携している会社は当社以外にはなく、
気象データと省エネルギーを連携させた取り組みは全国初である。



- お客様の設備投資コスト削減
- 全国に1.3万カ所の計測ポイントを設置
- 1kmメッシュのピンポイントで天気を把握

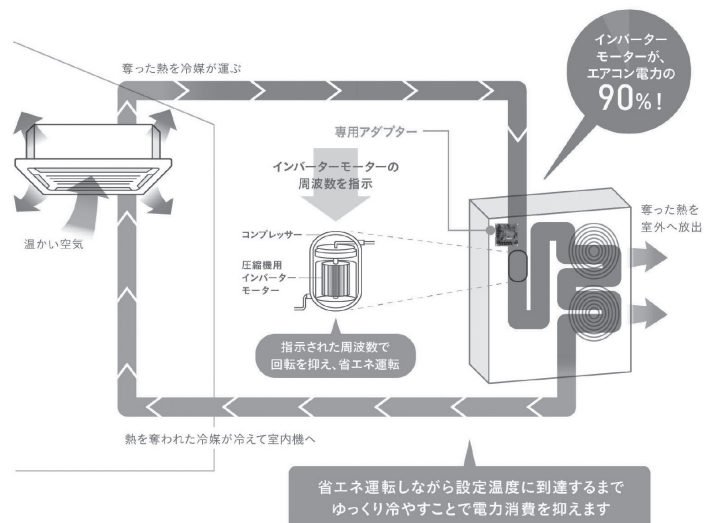
(6) エアコン室外機のインバーター制御

エアコンのインバーターモーターをコントロールし電力消費を抑制

電力消費を抑えるしくみ

エアコンの消費電力の内、室外機の圧縮機用インバーターモーターが全体の90%を占めています。
特にエアコン立ち上げ時は、室内の設定温度に達するまでフル回転で作動するため、短時間に電力消費が増えます。(デマンド値上昇)
「smart management」は自動制御でインバーターモーターの回転数を下げて、効率のよい運転でデマンド値を抑えます。

インバーターモーター制御は
エアコン運転のON/OFFを繰り返さないで
電気料金を抑えられるだけでなく
エアコンの故障も起こりにくくなります。



※既設のエアコン室外機に専用アダプターを取り付け、コンプレッサのインバーターモーターを制御するシステムです。

(7) 効果検証の実施方法

◎自社研究施設内にてホール環境を再現し最適な空調機器の運転をシミュレーション。
設定値をフィードバックし効果検証を行います。



未来のコト
研究所

MIRAKOTO LABORATORY

since 2025.

空調機器のエネルギー削減効果および
快適性確保の実証実験を行い
自社開発システムの最適化をはかる研究施設

貸与設備之証

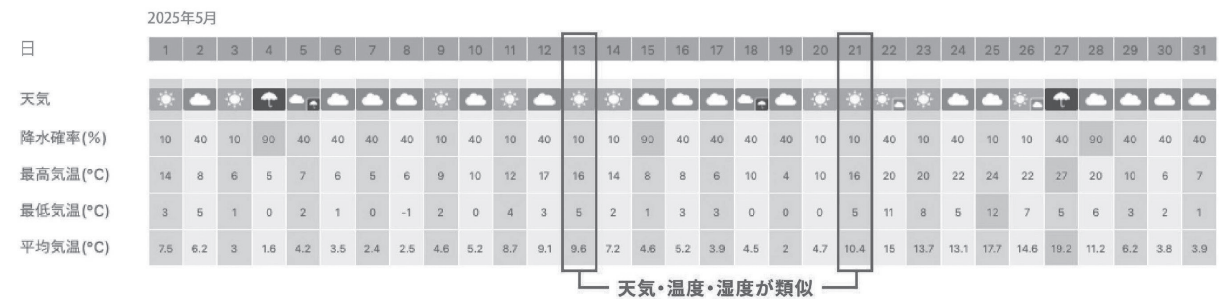
大 阪 府

立派野田地区 大塚産研所

■(地独)大阪産業技術研究所と共同研究 ■ラボ内を季節の気温に再現可能

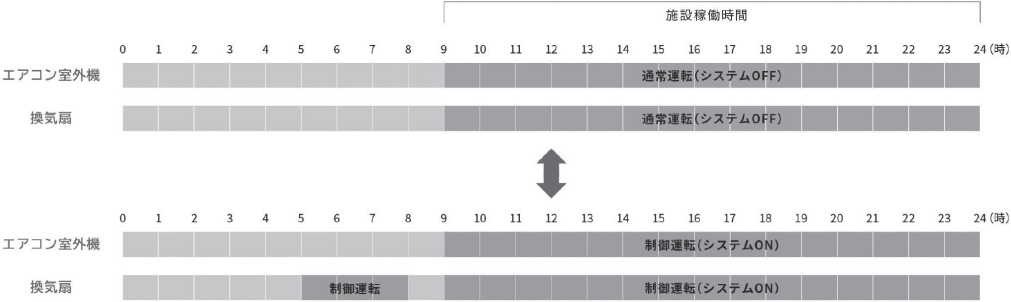


◎効果検証は同じ条件の日を選定し削減効果を比較します。



(8) 効果検証の実施例

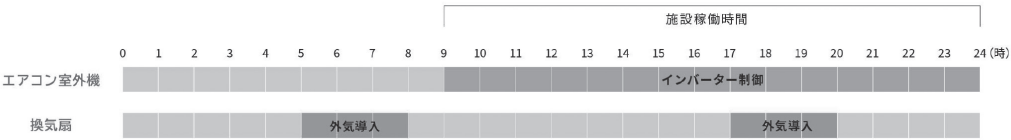
検証1 システムON時とシステムOFF時の電気使用量を比較検証



【システムON/OFF設定スケジュール例】

日	月	火	水	木	金	土
対象外	ON	OFF	ON	ON	OFF	ON
対象外	OFF	ON	ON	OFF	ON	OFF

検証2 システムON時にどの制御でどれだけ削減効果があったかを検証



8. 環境保全、便利性など

沖縄電力の電気に係るCO₂実排出係数は約0.677kg-CO₂/kWh（国の温対法に基づき沖縄電力が公表している実排出係数）である。

本件では、空調電力削減量114,590kWh/年に対し、以下の式によりCO₂削減量を算定した。

$$114,590 \times 0.677 \div 1000 \approx 78 \text{ t-CO}_2/\text{年}$$

9. 工夫した点、発想した点、創作した点、新しい点等、設備の特徴

- ①**体感温度制御**—室内温度ではなく人の体感温度を制御基準とし、過度な冷え過ぎ・暑過ぎを防止。快適性を維持しつつ消費電力を抑え、省エネを両立します。
- ②**気象連携**—天気予報APIで外気温・湿度データを取得し、室内外の温度差を利用した外気換気を実施。例えば夜間の低温外気を活用して冷房負荷を軽減し、効率的に省エネ運転を行います。
- ③**ゾーン制御**—建物内を複数のエリア（ゾーン）に分割し、各ゾーンに温湿度センサーを配置。ゾーン毎に風量・温度を細かく制御することで室温ムラを解消し、全体の快適性と省エネ効果を高めます。
- ④**継続最適化**—AI制御プログラムを毎年アップデートし、実運用データから学習して制御ロジックを改善。新たな機器構成や稼働パターンの変化にも対応し、導入後も常に最適な運転を維持します。
- ⑤**遠隔管理・監視**—クラウド対応で遠隔から設備を監視・制御。複数施設の空調をまとめて一元管理できるのが特長です。遠隔地からでも各施設の運転状況をリアルタイムで把握し、効率的な省エネ運用が可能になります。
- ⑥**導入容易化**—工事・機器・制御盤の仕様を標準化して設計。これにより導入コストと工期を低減し、既設の空調にも後付けしやすい汎用性を実現。投資対効果を最大化する設計を追求しました。
- ⑦**SMS通知機能**—異常検知や需要ピーク予測時にSMSで警報を通知。気象変化やデマンドの予測情報を事前に関係者へ共有し、現場で迅速な対応を促します。これにより省エネ意識の向上と運用精度の改善が期待できます。

10. 市場性、販売状況、適応市場の大きさ、競合品またはシステムとの比較、販売実績（国内）等 販売実績（国内・海外）

- ・国内導入状況：主にパチンコホールを中心に全国規模で実証実験が進み、省エネ効果が確認されている。旧モデル含め北海道から沖縄まで約270施設に導入済みで、稼働施設数は多い（パチンコ店のほか、テナントビル・複合商業施設・温浴施設などに展開）。実証では年間で約15～30%の電力削減効果を達成しており、例えばホール実験では最大30%の節電効果を確認している。投資回収（ROI）は約1年10ヶ月と極めて短期間である。
- ・海外・行政連携：大阪市環境局の「AIを活用した空調最適化」実証事業にも採用され、官民連携の先導的事例となっている。また国連UNEP-IETC（国際環境技術センター）での導入も開始し、国際的な協力実証が進んでいる。同システムはタイのEEC（東部経済回廊）地域の脱炭素プロジェクトにも参画し、海外展開を加速している。さらに2025年大阪・関西万博の大阪ヘルスケアパビリオンなどで「smart management」を披露し、技術の認知拡大に取り組んでいる。

競合システムとの比較

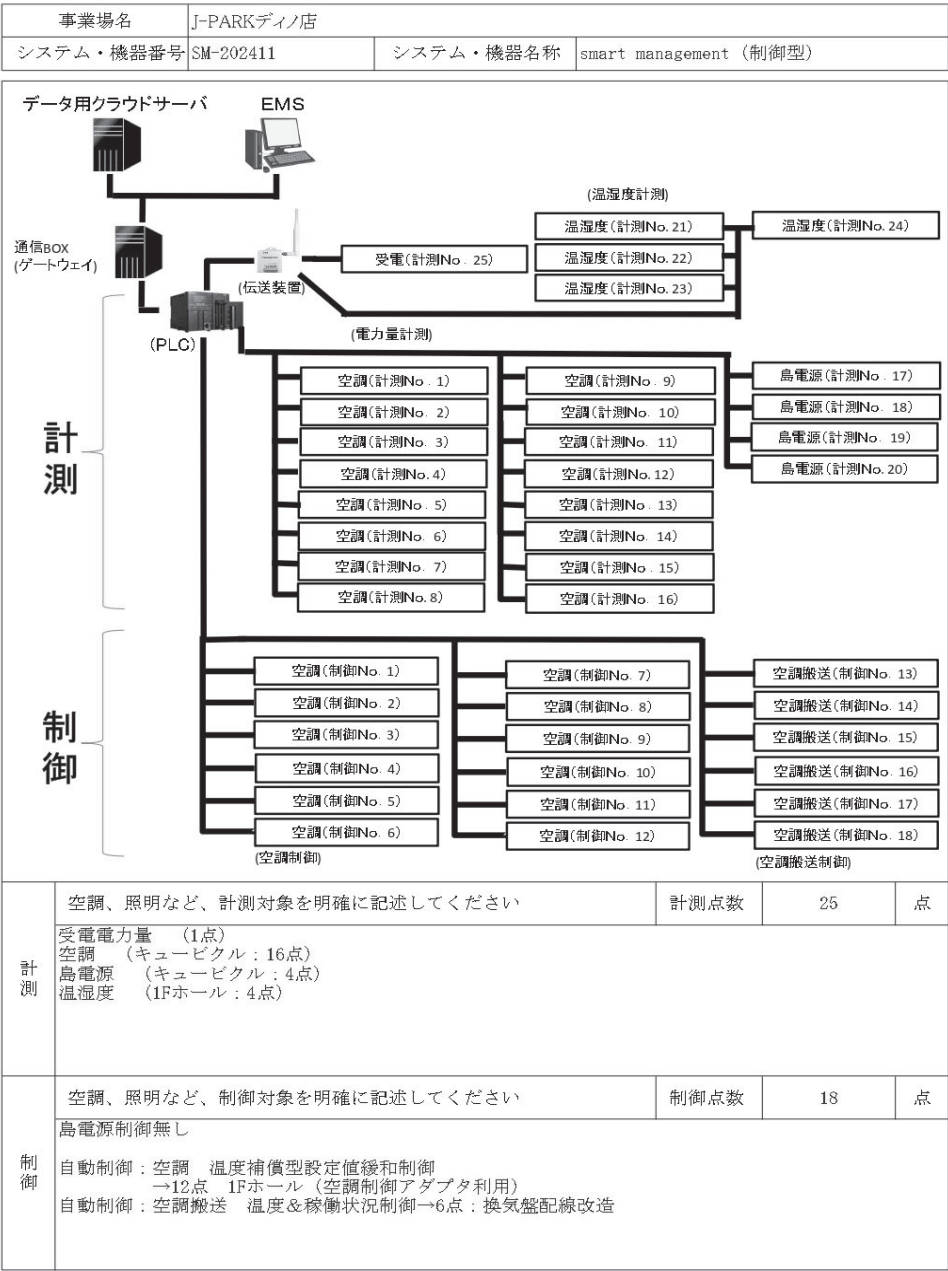
- ・多くの既存BEMSは天候データや換気制御まで踏み込んだ最適化は行っておらず、制御対象は照明・空調機器の統合監視が中心である。
- ・独自機能による差別化：本システムは民間初の気象API（ウェザーニュース）連携や空調＋換気を組み合

わせた制御を特徴とし、温度ロガーによる各領域ごとの室温差解消機能など独自技術を備えている。類似の連携制御システムは他に例がなく、競合製品にはない独自性を持つ。

- ・実証結果とROI：パチンコホールでの実証では年間15～30%（最大30%）の電力削減効果を実現しており、投資回収は約1年10ヶ月で済む。一方、一般BEMS導入のROIは多くの場合1～3年程度である。短期間で投資回収できる点も競争力となっている。
- ・補助金支援と導入障壁：本システムはSII（環境共創イニシアティブ）のエネマネ事業者者に認定されており、中小企業では導入費用の1/2、大企業でも1/3が補助対象となる。補助金の活用により導入コスト・障壁が低減し、他社製品と比べて導入メリットが大きい。

11. 外観・構造図

システム概要図





建物外観



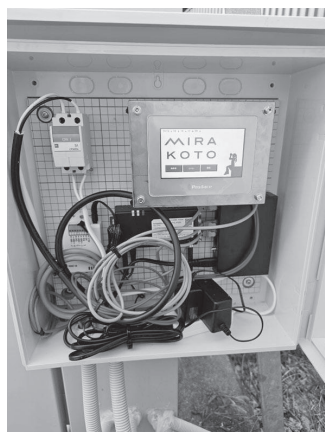
通信機器



CT計測機器



パルス受信機



制御盤



制御空調機

12. 講評

遊戯施設の空調システムにおいて、空調設備と換気設備を気象予報・気象データと連動させて制御し、室内温湿度を適切にコントロールする方法を導入して、電気料金とCO₂排出量の削減を実現した好事例である。初期投資を抑えつつ高い省エネ効果を得ており、本システムの追加が容易な類似の既存施設への応用可能性は大きい。空調において換気に伴うエネルギー消費は大きいいため外気導入量の削減は有効だが、それには良好な室内空気質の維持が前提となる。今後は、AIや気象データの具体的な活用ロジックの解説、ならびに室内CO₂濃度など実測データの取得・分析といった技術的説明資料のさらなる充実を期待したい。