群馬県立自然史博物館

水蓄熱システムの運用改善

| 発　表　者 | 日本ファシリティ・ソリューション株式会社 エンジニアリング本部エンジニアリング第二部　**野村 太郎**氏
| 申　請　者 | 群馬県立自然史博物館、日本ファシリティ・ソリューション株式会社、株式会社ヤマト
| 設備オーナー | 群馬県立自然史博物館

県施策の一環としてESCO事業を活用

群馬県立自然史博物館は、関東でも有数の自然史を扱う大規模博物館であり、地元富岡市はもちろん、群馬県における自然学習に大きく貢献しています。竣工は1996年であり、築15年を過ぎたことから熱源改修の時期を迎えていました。そこで、経年劣化による単純なシステム更新ではなく、群馬県地球温暖化対策実行計画の一環としてESCO事業を活用した総合的なエネルギー削減計画を策定。2014年4月から事業を実施し、ESCOサービス期間を通して、省エネルギーの継続、室内環境の維持、設備の適切な維持管理の実現を目指しています。

建物全体で省エネルギーを追求し、計画を立案・実行へ

ESCO事業実施前の一次エネルギー消費量(**図1、2**)は、ガス20%、電気80%となっています。エネルギー消費量の内訳は、熱源・収蔵庫パッケージ・搬送(ポンプ)・空調・照明で80%を占めており、この部分のエネルギー使用量削減のために「負荷を減らす」、「効率よくつくる」、「効率よく送る」を課題に計画を立案しました。

「負荷を減らす」では、空調負荷の削減、外気負荷や照明負荷、窓ガラスからの熱負荷などを削減。「効率よくつくる」では、空冷ヒートポンプチラーと蓄熱槽を用いた水蓄熱式空調システムを導入し、高効率化と電力デマンド抑制を両立。また収蔵庫パッケージエアコンの高効率化も図っています。「効率よく送る」では、搬送動力の削減を計画。その他に照明のLED化、節水器具の導入、窓ガラスの断熱強化、太陽光発電導入などにより一次エネルギーの削減目標を40.3%に設定しました。

既成概念にとらわれない大胆な対策を実行

空冷ヒートポンプチラーを用いた水蓄熱式空調システムの改修については、運用実績を分析した結果、4管式から2管式へのシステム変更を行いました。また新たに水蓄熱槽(645㎥)を築造。夜間蓄熱が中心のため定速空冷ヒートポンプチラーを採用しました。さらに、空調機の冷水コイルと温水コイルを直列接続することで冷温水コイル化して再利用するなど、既存の設備にとらわれない視点から大胆な対策を実行しました(**図3**)。

蓄熱槽の新規築造に関しては、施工時の影響・景観・既設機械室との距離を考慮し、水槽を配置。槽容量は改修前の冷房最大日負荷の約半分を賄う蓄熱量で算定しました。チラーは水槽直上、ポンプ、熱交換器は地下に設置しスペースを縮小しました(**図4**)。

図1 建物全体のエネルギー消費量等

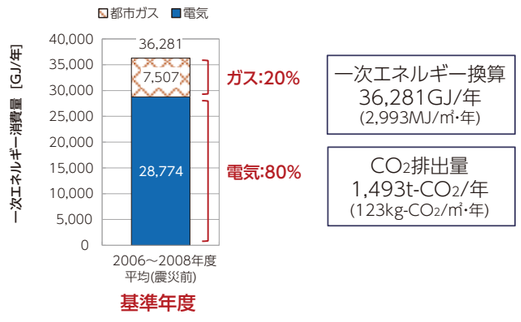


図2 エネルギー消費量内訳

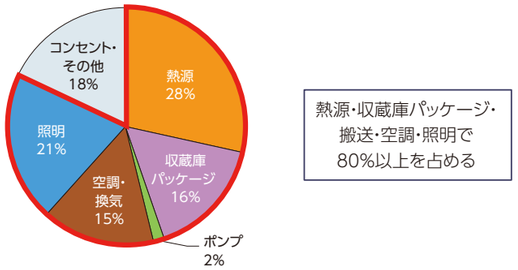


図3 高効率空冷ヒートポンプチラーを用いた水蓄熱式空調システムの導入

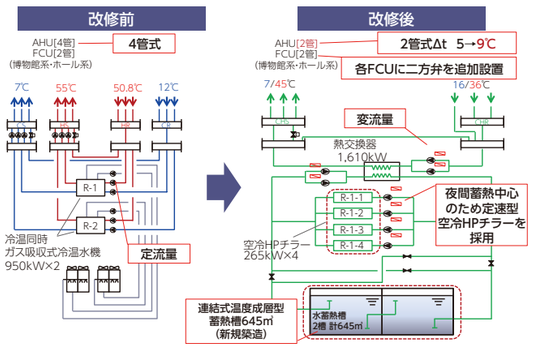


図4 設置スペースの縮小化

<蓄熱槽上部>空冷HPチラー×4台　<誘導管>　<蓄熱槽内部>

改修後3年間は、毎年削減目標をクリア

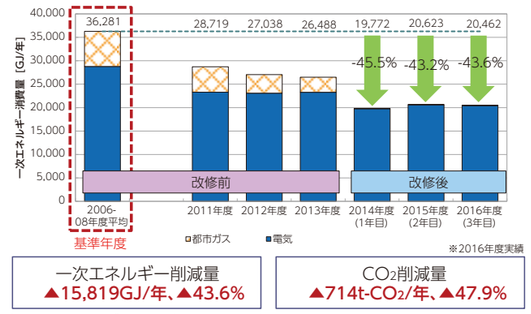
年度別エネルギー消費量の推移ですが、基準年度(2006～2008年度)と比較して改修後の3年間はいずれの年も40%以上の削減量になっています(**図5**)。月別のエネルギー消費量の比較では、夏期のエネルギー削減が顕著になっています。その要因としては、熱源システムの効率化、冷水負荷の削減、照明のLED化などがあげられるかと思います。冬期については夏よりも削減幅は小さく、要因としては照明のLED化、窓ガラスの断熱強化による温水負荷の増加などによって熱源システムの削減幅が小さくなったことが考えられます。月別電力デマンドの比較では、改修前と改修後では約50%の削減になっています。

定期的な会議で情報を共有し、さらなる運用改善へ

新設設備の運用定着、省エネ効果の確認、チューニングなどを目的に年3回報告会議を実施しています。チューニングの課題としては、夏冬の効率改善がありました。昼間、空調負荷がない時や残蓄熱量があるにもかかわらず、追い掛け運転が発生することが効率低下の原因でした。そこでチラー追い掛け運転の条件設定や蓄熱完了温度の設定、チラー出口温度の設定をチューニングしたところ、改修後1年目の年間COP0.86が3年目には1.06に向上しました(**図6**)。

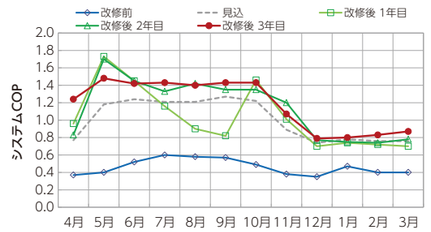
COPの向上により熱源消費エネルギー(GJ)は、改修前に比べて3年目には約65%削減できました(**図7**)。また、蓄熱廻りの制御変更により、2年目以降の夜間移行率が向上し、1年目は88%でしたが3年目は98%になりました(**図8**)。ピーク日の電力デマンドは、改修前(2008年11月)に1,286kWでしたが、改修後(2015年7月)には647kWと約50%削減し、電力の負荷平準化に寄与しています。今後も定例会議を実施し、継続的に省エネ効果の確認、運用定着、チューニングを通じて改善活動の実施に努めていきたいと思います。

図5 年度別エネルギー消費量の推移(基準年度との比較)



◆震災後のエネルギー使用量(2013年度時点)
・空調稼働時間の短縮、・熱源機の1台運転、・展示室の点灯時間短縮、・バックヤードにおける間引き消灯
・室内温度設定緩和 等の実施により基準年度に比べ約27%削減

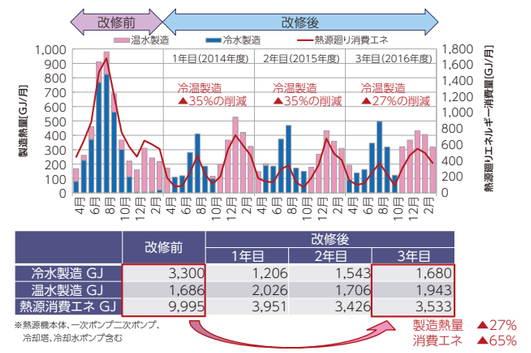
図6 運用改善の効果　ーシステムCOP(一次エネ換算)



	改修前	改修後		
		1年目	2年目	3年目
冷水COP	-	1.07	1.46	1.45
温水COP	-	0.76	0.81	0.85
年間COP	0.50	0.86	1.00	1.06

1年目に対し123%に向上

図7 熱源製造熱量



	改修前	改修後		
		1年目	2年目	3年目
冷水製造 GJ	3,300	1,206	1,543	1,680
温水製造 GJ	1,686	2,026	1,706	1,943
熱源消費エネ GJ	9,995	3,951	3,426	3,533

※熱源機本体、一次ポンプ二次ポンプ、冷却塔、冷却水ポンプ含む

製造熱量 ▲27%
消費エネ ▲65%

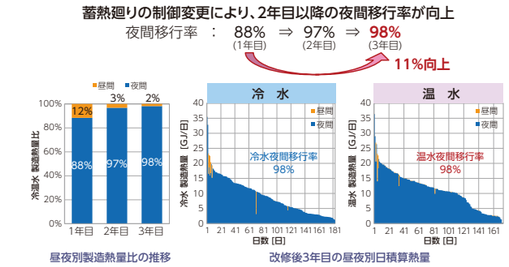



図8 運用改善の効果　ー夜間移行率