

特集・蓄熱システム徹底研究

全国のスーパーマーケットで活躍する
ヒートポンプ・蓄熱システム

店舗のコストダウン・ 環境保全に大きく貢献

文 松浦 隆幸（建築ジャーナリスト）
写真 安川 千秋

商品を貯蔵・陳列する冷凍冷蔵ショーケース、売場やバックヤードの空調設備、厨房などに給湯する設備は、スーパーマーケットにとってのライフラインである。そしてそのライフラインを稼働させるためのエネルギー費用は、店舗における諸経費の中で最も比重が高く、コスト削減は経営を左右する重要な課題となっている。また地球環境保全の側面からも、こうした諸設備の機能は、高い関心が寄せられている。

今、コストの削減と地球温暖化ガス排出量削減とい

う二つの課題を同時に解決する技術として評価され、全国のスーパーマーケットの店舗に導入されているのが、蓄熱式空調システム、ヒートポンプ給湯機、氷蓄熱式冷凍・冷蔵ショーケースであり、それらを装備したオール電化の店舗である。

兵庫（加古川市）、神奈川（横浜市）、山形（鶴岡市）という経営環境が異なり、気候も店舗の売場面積も異なるにもかかわらず、ヒートポンプ・蓄熱システムの導入によって成果をあげている事例を取材した。

マルアイ加古川駅前店 (兵庫県加古川市)

全店舗への蓄熱システム導入で大幅な省エネとランニングコスト低減を達成

兵庫県の神戸から姫路にかけてのエリアで、51店舗の食品スーパーを展開するマルアイは、わずか数年間で、全店舗においてヒートポンプ・蓄熱システムを全面的に採用し、オール電化を達成した。新規店舗に限らず、既存店の設備も転換することで、大幅なランニングコストの低減と、環境への貢献度を高めようという狙いだ。



株式会社マルアイ本社所在地でもある兵庫県加古川市に、2007年4月、「加古川駅前店」が新規オープンした。広い駐車場に囲まれた平屋の店舗の売場面積は約958㎡で、同社としては、平均的な規模の店舗だ。

加古川駅前店は、空調はエコ・アイス、給湯はエコキュート、そして氷蓄熱式冷凍冷蔵ショーケースという三つの蓄熱システムを導入したオール電化の店舗である。

平均的な店舗の電気使用量の約4割を占める売り場のショーケースは、すべてが蓄熱システムによる運用である。エコ・アイスと、エコキュートは、バックヤードにある惣菜や寿司、鮮魚、精肉などの厨房や作業場で使われている。

蓄熱システムを活用したオール電化設



株式会社エリオ取締役 統括部長 田口 進氏



株式会社マルアイ取締役 管理本部長 堀 徳治氏

備の加古川駅前店では、オープン直後からその省エネ性能とランニングコスト低減の効果が、数字となって現れた。

「これを見てください」。

そう言って、いくつかの棒グラフが並ぶ用紙を差し示したのは、マルアイの店舗企画や設計を手掛けている株式会社エリオ取締役統括部長の田口進氏だ。棒グラフは、加古川駅前店で2009年に使用した電力量の推移を示したものだ。

月ごとの電力使用量を示したグラフのほか、最も空調負荷の高い8月の日ごとのグラフ、そして電力ピークとなった8月8日の時間ごとのグラフがある(図1)。

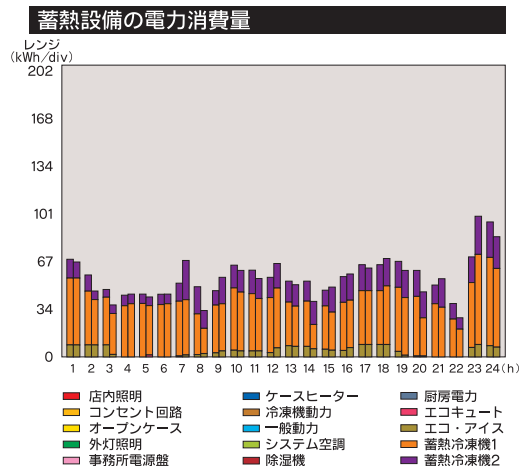
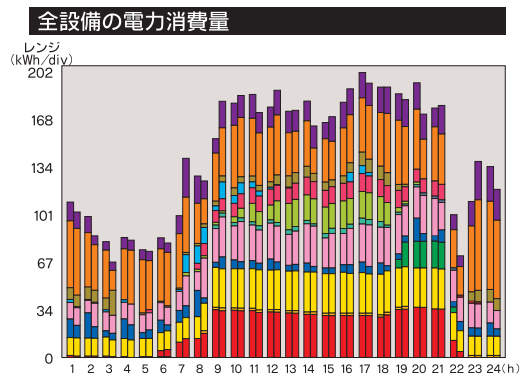
興味深いのは、8月8日の時間ごとの電力使用量を示した棒グラフだ。そこには、蓄熱システムの効果が歴然と現れ



マルアイ
株式会社マルアイは1953(昭和28)年に青果店として創業、設立は1970(昭和45)年。兵庫県の神戸市、明石市、加古川市、姫路市などに食品スーパー51店を展開している。店舗コンセプトは「地域重点都市型食品スーパー」。「加古川駅前店」はJR加古川駅から徒歩5分。



図1 夏季ピーク日の電力消費量 (2009年8月8日)



2003年以降、マルアイは全店舗で、給湯にはエコキュートを標準仕様としてきた。新規店に限らず、既存店でも設

二店を比較する実証実験の結果を受け、標準仕様に

熱分を集中放熱しているためだ。

さらに、午後1時から午後4時までの電力使用量を見ると、前後の時間帯よりも減って、谷型になっているのだ。これは、電力使用のピーク時間帯に蓄熱分を集中放熱しているためだ。

夜間に冷凍機を運転して蓄えた水を、昼間のショーケースの冷蔵や店内の冷房に使っているため、昼間の電力使用量が平準化されているわけだ。

点とする山型を描くところが、日中は横ばいで推移している。



店員の丸山綾美さんと加古川駅前店高田真一店長（右）

備の更新を進めた。

「ある既存店で、初めてエコキュートを導入したところ、給湯のランニングコストが4分の1に減りました。そこで、新規店のみならず、既存店の給湯設備もエコキュートに切り替えました。マルアイ取締役管理本部長の堀徳治氏は、そう振り返る。

「蓄熱システム+オール電化」へと、マルアイが大きく踏み出したのは、2003年のことだ。その年の6月に、建て替えによって再オープンした「木村店」で、エコ・アイス、蓄熱式ショーカー

ス、エコキュートの給湯という三つの蓄熱システムを含むオール電化設備を、初めて導入した。

「蓄熱システムを全面的に導入すると、ランニングコストが大幅に減るだけでなく、設備容量も小さくなることで契約電力量も減り、基本料金自体も低減できます。ランニングコストを抑えつつ、環境保全につながり、省エネも図れる一石二鳥、三鳥の設備システムです」と堀氏は言う。

その後の2005年4月から06年3月にかけて、マルアイでは、設備システムの違う二つの店舗で、その効果を確認する実証実験を実施している。

一つは、蓄熱システムとオール電化を導入した高砂市の「大塩店」で、売場面積は815㎡、営業時間は7時から午後10時まで。

もう一つは、加古川市内にある従来型設備の「二色店」で、売場面積は814㎡でわずか1㎡の違い、営業時間は大塩店とまったく同じで、比較するにはちょうどよい店舗だった。

一年間、両店のエネルギー使用量を計測した結果、「蓄熱システム」導入の効果は明らかだった。大塩店の省エネ効果は、冷蔵設備で11%減、空調25%減、給湯においては71%減。トータルエネルギー消費量で見ると、13%あまりの省エネルギーとなった（図2）。

蓄熱システムは一般的には初期投資が割高だが、同社ではランニングコストを大幅に低減できるので、3年程度で回収



ショーケース用の水蓄熱ユニット(左)とエコキュート



店舗の「エネルギー管理システム」は本社でもモニターできる

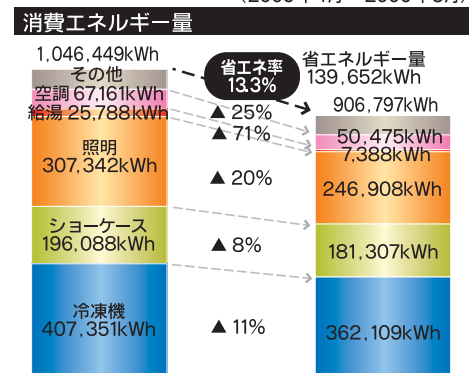
できる。長い目で見れば、蓄熱システムを採用したほうが有利だと判断した。以降、マルアイの新規店舗はすべて、「蓄熱システム+オール電化」を標準仕様につくられている。

そして開店からまもなく3年を迎える加古川駅前店は、「初期投資の増額分は、ずっと昔に回収できています」(堀氏)という。

**営業時間を見直すなど
店舗運用にも工夫**

マルアイの各店の営業時間は、午前8時から午後9時が基本で、深夜営業はしない。従って、蓄熱調整契約の対象である午後10時から翌朝8時までを、めいっばい蓄熱運転に充てられる。蓄熱システムを積極的に導入できる背景には、そうした運営面での理由もある。

図2 消費エネルギー・電気料金の比較
(2005年4月～2006年3月)

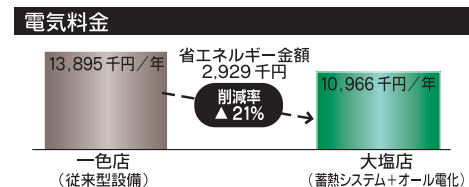
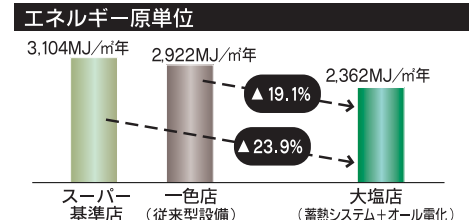


一色店(従来型設備) 大塩店(蓄熱システム+オール電化)
※ 大塩店の給湯設備は2005年度よりエコキュートに更新

営業時間は、効率的な店舗運用を検証した結果、見直したものである。加古川駅前店は、オープン当初は午後10時まで営業していた。しかし、人件費や光熱費などを含めて経営効率を検証した結果、閉店時間を午後9時に繰り上げた。

その検証の中身には、蓄熱システムの最大限の活用と、ランニングコストの低減効果も含まれている。午後9時の閉店ならば、ショーケースにナイトカバーをかけて負荷を大きく下げ、午後10時からの蓄熱運転をめいっばい活かせる。

さらに、ショーケースには最新型の「店舗統合管理システム」を導入している。外気温と売り場の温度を10分単位で計測し、最も省エネルギー効果が上がるようにコンプレッサを自動制御するものだ。そのほか、空調も単に自動運転というだ



■マルアイ加古川駅前店

■建築概要

所在地: 兵庫県加古川市加古川町溝之口 558-1
設計: 株式会社 R 都市建築研究所
蓄熱設備設計・施工: 株式会社 エリオ
敷地面積: 5,757 ㎡
延床面積: 1,526 ㎡
構造: 鉄骨造
階数: 地上 1 階
開店時期: 2007 年 4 月

■蓄熱設備概要

空調: エコ・アイス 13 馬力相当 × 1 台 [ダイキン工業]
給湯: エコキュート 370ℓ [パナソニック電工]
蓄熱式ショーケース: 冷凍機 35 馬力相当 × 3 台 [三洋電機]
25 馬力相当 × 1 台 [三洋電機]
20 馬力相当 × 2 台 [三洋電機]
蓄熱槽 6.3 ㎡ × 1 台

「蓄熱システムとオール電化の組み合わせは、一店舗だけでも大きな効果が得られますが、51 の全店舗で導入したことでさらに大きなスケールメリットが出ています。今後、新規店でもこれまでの方針通り積極的に導入します」と、堀氏は確信をもって語っている。

こうした工夫が実って、厳しい価格競争の時代にも、マルアイは堅実に業績を伸ばしている。

「蓄熱システムとオール電化の組み合わせにより、電力消費データが収集管理され、機器別、月日や時間帯別のデータをウェブ上に表示。本部からも各店舗の電力消費を遠隔監視・管理ができ、エネルギーの「見える化」によってデータ分析することで、省エネ店舗づくりにつながっている。

こうした工夫が実って、厳しい価格競争の時代にも、マルアイは堅実に業績を伸ばしている。

また、「エネルギー管理システム」の導入により、電力消費データが収集管理され、機器別、月日や時間帯別のデータをウェブ上に表示。本部からも各店舗の電力消費を遠隔監視・管理ができ、エネルギーの「見える化」によってデータ分析することで、省エネ店舗づくりにつながっている。

上でなく、季節や時間帯ごとに細かく温度設定を変えるなど、各種設備が最大限の省エネルギー効果を上げるような運用上の工夫もしている。

サミットストア権太坂スクエア店（神奈川県横浜市）

ヒートポンプ・蓄熱システムを標準仕様として

会社全体のCO₂排出削減を推進

食品スーパーのサミット株式会社は、3年ほど前からヒートポンプ・蓄熱システムを活用したオール電化を、店舗の設備の標準仕様として順次導入を進めている。その効果は、企業として掲げるCO₂の排出削減目標の達成と、高い競争力を持つ店舗展開との双方で現れている。

サミット株式会社は、東京・神奈川・埼玉・千葉の一都三県で95店舗の食品スーパーマーケットの他に、書店の「ブックスゴロ」、関連会社による衣料品と住宅関連商品の小売チェーン「コルモビア」も手掛けている。

食品スーパーとしては老舗で、会社設立は1963年というサミットは、省エネルギー面でも早い時期から業界に先駆けた取り組みをしてきた。

1996年には、菊名店（横浜市港北区）で、他社に先駆けて蓄熱式ショーケースを採用。2001年にオープンした井荻駅前店（東京都杉並区）では、ショーケースだけでなく空調にもエコ・アイスを導入した。さらに、五反野店（東京都足立区）では、他社に先駆けて、電化厨房契約を結んでいる。

一方、同社の環境保全活動への取り組みも進み、2005年には、本部だけでなく、すべての店舗で、ISO14001を取得、二酸化炭素（CO₂）の排出削減にも積極的に取り組んでいる。

そのサミットが、3年ほど前から着手しているのが、店舗のオール電化システムの導入である。

「現在の標準仕様は、ショーケースは氷蓄熱式冷凍冷蔵ショーケース、空調にはエコ・アイス、給湯にエコキュートそして電化厨房を利用するオール電化システムです」。サミット店舗開発部マネジャーの棧豊樹氏は、そう説明する。

現在、標準仕様としているオール電化仕様を、新規



サミット株式会社
店舗開発部マネジャー
棧 豊樹氏

の店舗で初めて採用したのが、今回紹介するサミットストア権太坂スクエア店だ。

蓄熱システムの導入が電気使用量2・6％削減の一助に

サミットストア権太坂スクエア店は、住宅や商業施設が集積した一体開発で誕生した新しい街「権太坂スクエア」の一角にある。中層住宅棟に隣接している商業施設は、1階にサミットストアやドラッグストア、2

階に大手家電量販店が入り、屋上が駐車場になっている。

店は、日本の大動脈である国道一号（東海道）に面しているが、売場面積は約

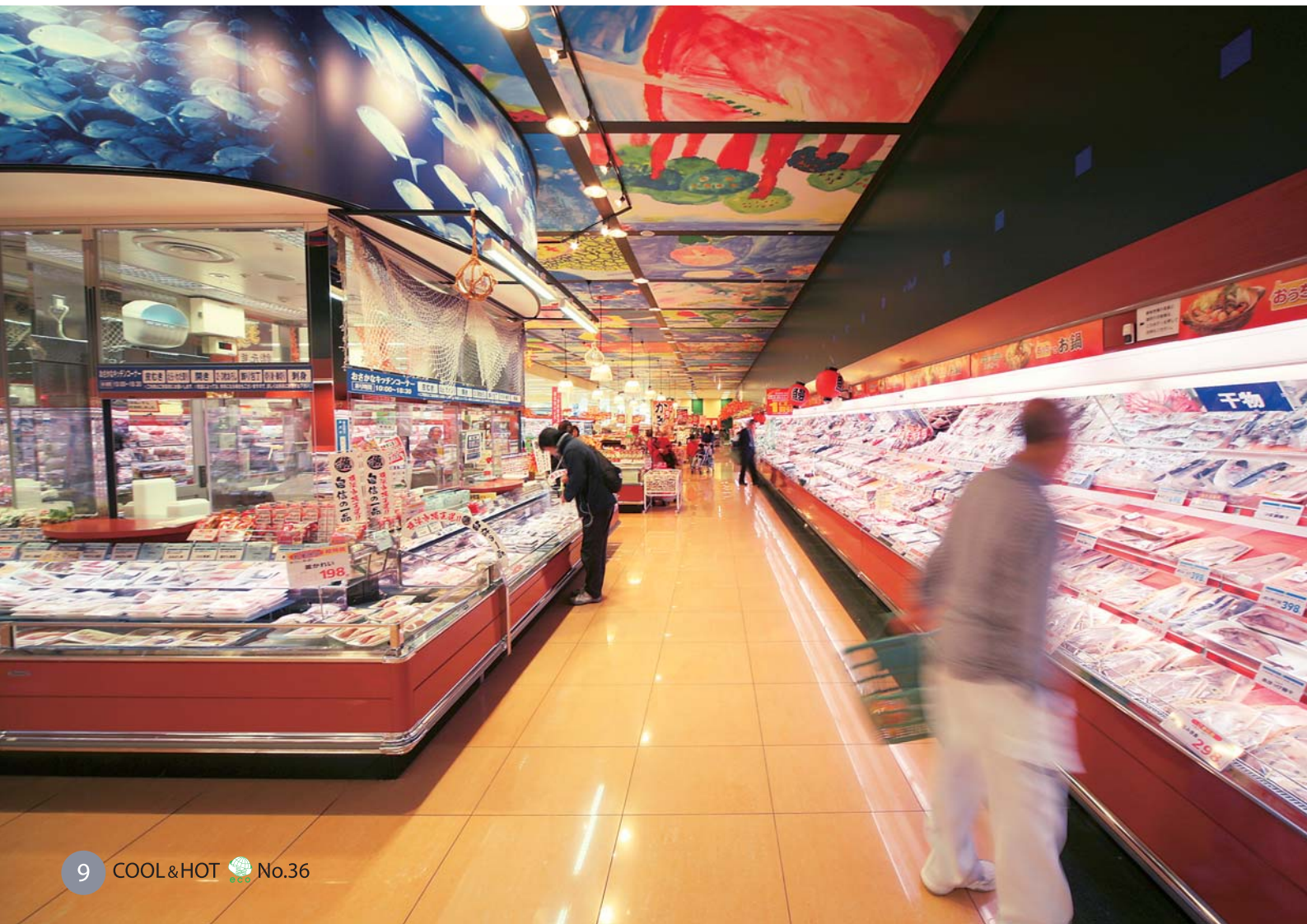


サミット
1963（昭和38）年、住友商事株式会社が設立、現在もサミット株式会社の全株式を同社が保有。東京都と神奈川、千葉、埼玉の3県に食品スーパーを展開。他にも書店、衣料・住宅関連商品を営業。「権太坂スクエア店」が面している国道一号は急勾配の坂で、正月に行われる箱根駅伝往路の難所として知られている。

2500㎡と広々としている。店内に入ると、冷蔵商品を陳列した冷蔵ショーケースや、冷凍商品のショーケースが並んでいる。その多くが、蓄熱システムによって運用されている。

「店舗で使用する電力の半分以上が、ショーケースと冷凍設備で占められています。蓄熱システムを導入すると、冷凍設備容量を1／2割下げることができ、もちろん、CO₂削減にも大きな効果があります。蓄熱調整契約によってランニングコストも抑えることができます」と、棧氏は言う。

ショーケースは24時間、営業中も閉店後も商品を冷やし続ける必要がある。夜間、蓄熱運転に入る冷凍機をどのようにに運転しているのかが気になるところだが、「閉店後の夜間は、外気温の低下





屋上駐車場（上）と駐車場へのアプローチ通路脇などに配置された冷凍機、蓄熱槽

や消灯、また、ショーケースにナイトカーテンを引くので、冷凍機にかかる冷却負荷は大幅に減少します。従って夜間の冷凍機の余力を使つて、蓄熱槽に氷を貯めるための蓄熱運転に対応できるので」と棧氏は説明する。

蓄熱運転が終了し、開店時間を迎える

と蓄熱槽内に蓄えられた氷の冷熱と並行して、冷凍機を運転してショーケースを冷やす。

ショーケースがずらりと並び食品スーパの空調負荷はそれほど大きくない。

「常に冷えているショーケースが店内の温度や湿度を調整してしまうので、冷房のかんりの部分はまかなえます。空調の負荷は、夏の冷房より冬の暖房負荷のほうが大きいくらいです」（棧氏）。

蓄熱式ショーケース、エコ・アイスやエコキュートへの初期投資はどうしても割高になる。しかし、ランニングコストが割安になり、回収年数も3年程度と他のシステムと比べるとはるかに早い。実際、まだオール電化していない同規模の店舗と比較すると、ランニングコストは大幅に安くなつていて、導入したシステムに対する評価は高い。

サミットが店舗展開する首都圏は、他地域以上に近隣の同業他社店やコンビニなどの競争も激しい。その意味で、

■サミットストア権太坂スクエア店

■建築概要

所在地：神奈川県横浜市保土ヶ谷区権太坂 3-1-3
設計：株式会社 A&F 建築事務所
蓄熱設備設計：中野冷機株式会社（ショーケース）
株式会社翔設計（空調）

施工：大成建設・大洋建設共同企業体
延床面積：10,369 m²
売場面積：2,493 m²（サミット専用部分）
構造：鉄骨造
階数：地上2階
開店時期：2007年7月

■蓄熱設備概要

空調：エコ・アイス 20 馬力相当×7 台
12 馬力相当×2 台【日立アプライアンス】
給湯：エコキュート 460ℓ×2 台【日立アプライアンス】
ショーケース：蓄熱式ショーケース
熱源機 25.5kW×5 基、30kW×3 基【中野冷機】
蓄熱槽 6.3t×2 台【日本スピンドル製造】



コストの削減と同時に、環境への取り組みにも大きく寄与する蓄熱システムへの評価は高いが、「今のオール電化システムをベースに、さらに良いものがあれば積極的に導入したいですね」と、棧氏はさらにこの先を見据えている。

「他店舗との差別化を図るためにも、蓄熱設備などの導入でランニングコストのかからない店舗をつくることも、本部の役目です」と、棧氏は語る。

サミットが営業活動によって排出する CO₂ 排出量の 97% は、使用する電気由来する。2008 年度、蓄熱システムを活用したオール電化の本格化もあつて、同社は電気使用量の 2.6% を削減することに成功している。

ケーススタディ③

主婦の店イーネ駅前店（山形県鶴岡市）

**ヒートポンプ・蓄熱システムの採用で、
厳しい気象環境においても快適な
店内環境とランニングコスト低減を実現**

山形県鶴岡市で食品スーパーを展開する主婦の店は、鶴岡駅前（2009年に建て替えた「イーネ駅前店」）で初めて蓄熱システムを採用し、オール電化店舗とした。オープン直後から、その成果は確かな数字となって現れており、今後の店舗施設の管理でも有力なシステムになりそうだ。



山形県鶴岡市は、日本海沿岸に広がる庄内地方南部の都市で、人口は約14万人。江戸時代に庄内藩の城下町として栄えた歴史を持ち、多様な自然環境に囲まれた風情のある古都である。現在の鶴岡市は、2005年に鶴岡市と五つの町の新設合併によって発足した。

その鶴岡市内で、地元の食品スーパー大手として長く親しまれているのが、株式会社主婦の店鶴岡店で、現在、市内に11店舗を展開している。その中でも新しいイーネ駅前店で、同社は初めて蓄熱システムを活用したオール電化の設備を導入した。

イーネ駅前店は、旧店舗を建て替え、規模を拡張して、2009年3月に再オープンした。売場面積は、旧店舗の1.5倍以上の約1500㎡。同社が展開する11店舗の中で三番目に広い。

「単身のお年寄りが多い立地なので、建て替えに当たっては、店内を明るくし、穏やかな色調でまとめました。ま



店内の刺身コーナーでは、目の前で魚を捌いてくれる

店員の蛸井千春さんとイーネ駅前店工藤均店長（左）

た、惣菜商品を充実させるほか、陳列棚の高さを低くして、選びやすく手に取りやすい陳列にも配慮するなど、お年寄りの目線で店舗を運営しています」と、主婦の店イーネ駅前店の店長、工藤均氏は話す。

**売場面積が1.5倍増でも
蓄熱システムのオール電化で
光熱費は7〜8%低減**

主婦の店では、既存の店舗で電化厨房は導入していたが、今回のイーネ駅前店では、蓄熱システムを活用したオール電化へと踏み込んだ。

導入された蓄熱システムは、空調のエコ・アイスト、給湯のエコキュート。エコ・アイストは、売り場全体の空調で使われている。一方のエコキュートは、バックヤードの作業場で使う給湯をまかない、惣菜・精肉用と、水産・青果用との2台を設置している。

蓄熱システムの導入によるオール電化店舗の出店に当たっては、事前に従来の燃焼式設備とのシミュレーションを実施している。

「蓄熱システムを導入すると、どうしても初期投資が割高になりますが、大幅に低減できるランニングコストによって早期に回収できる点が決め手になりました」。設計段階での検討を、主婦の店鶴岡店営業企画室課長の斎藤政雄氏は、そう振り返る。

燃焼式の設備を導入している既存店では、メンテナンス費用がかかることに頭



商品の陳列、総菜の調理にも商圏内に増加している単身のお年寄りに配慮している

を痛めていたという。すでに、厨房の電化によって、電化設備の清潔さやメンテナンスのしやすさは実感していたため、コストの問題が解消されればオール電化に迷いはなかった。

再オープン直後の2009年4月から8月までの5カ月間の水道光熱費は、建て替え前の前年同期比で7〜8%下がっている。

「以前よりも、売場面積は1.5倍以上になり、来店者数も平日で2200人、休日で2800人。出入口ドアの開閉回数も多くなり、空調負荷などが増えていることが想定されます。それでも、ランニングコストが安くなっているのですから、蓄熱システム導入によるオール電化の効果のほどがわかります」と、斎藤氏は語る。

エコ・アイスの空調は、自動運転で、夜間に自動的に蓄熱運転に入り、朝は8時から店内の空調を開始する。設定温度は、夏冬と中間期の3パターン。採用した機器には、学習機能が組み込まれているので、実際の運転実績をもとに、最小のエネルギーで最適な環境となるように、運転方法を自動的に調整してくれる。

「鶴岡は夏の気温は高く、冬は非常に寒い地域。初めての夏でしたが、快適



株式会社主婦の店鶴岡店
営業企画室 課長
斎藤 政雄 氏



株式会社主婦の店鶴岡店
イーネ駅前店店長
兼 エスモール食彩館店長
工藤 均 氏

な店内環境で働くことができました」と、店長の工藤氏は話す。また、給湯のエコキュートについても、「湯切れなどの問題もなく、スタッフからは使い勝手がいいという声を聞いています」と言う。

同社としては初めての蓄熱システムによるオール電化の店舗は、ここまで順調にその成果を見せている。

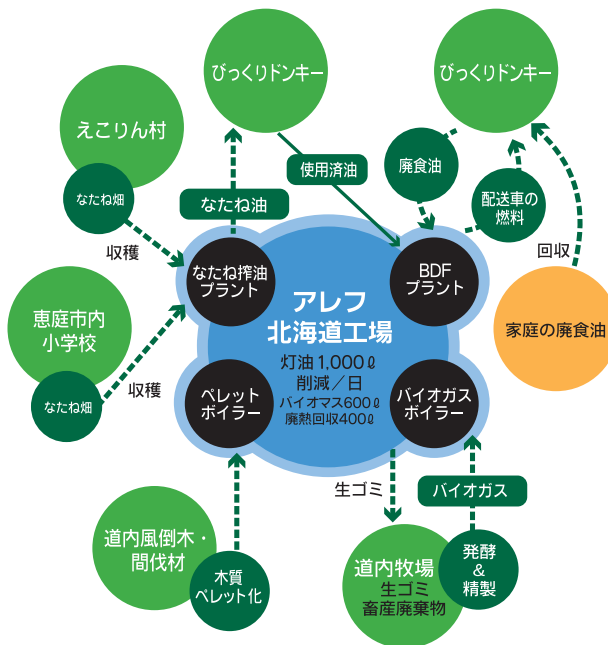
「まだ冬が終わっていないため最終的な評価はできませんが、他店においても空調負荷が最も大きいのは夏季であり、通年で見ても期待通りの結果になると思います。今後は、新規出店だけでなく、設備リニューアルの店舗でも蓄熱システムを活用したオール電化の方向に進むのではないかと考えています」と、斎藤氏は今後の展望を語っている。

■主婦の店 イーネ駅前店

■建築概要
所在地：山形県鶴岡市錦町14-3
設計：株式会社エル建築設計事務所
蓄熱設備設計：株式会社エル建築設計事務所
施工：株式会社佐藤工務
敷地面積：5,782㎡
延床面積：2,530㎡
構造：S造
階数：地上1階
開店時期：2009年3月

■蓄熱設備概要
空調：エコ・アイス20馬力相当×2台〔三菱電機〕
給湯：エコキュート460ℓ×2台〔三菱電機〕

■バイオマスエネルギー利用



パネルを使って子どもたちに「ナタネプロジェクト」について説明



透明度などが異なる廃油から燃料になるまでの標本

STOCK エネルギーのベストドレッサー 12

北海道で家庭・企業が連携 地域ぐるみでCO2を削減

北海道の玄関である新千歳空港に程近い恵庭市に工場を構える株式会社アレフは、地元のバイオマス資源を有効活用し、地域社会と連携してCO2排出量削減に取り組んでいる。

また、札幌市を拠点とするNPO法人北海道グリーンファンドは、市民と企業によるカーボンオフセット事業を北海道で初めて実施し、二年目を迎えた。

国、自治体、企業、家庭それぞれで地球温暖化対策が求められる時代に各家庭と企業が連携し、地域ぐるみでCO2削減を行っている北海道のプロジェクト事例を紹介する。こうした取り組みが各企業や自治体で行われ、日本各地に普及することで、政府が目標として掲げている数値に一步でも近づくことができるであろう。



さらにバイオマスエネルギー利用だけでなく、地中熱、井水、設備排熱利用、太陽光、太陽熱利用等のシステムも積極的に導入し、従来設備の同規模工場比40%のCO2排出量削減を実現した(2008年度)。

家庭からも廃食用油回収

廃食用油は「いしかりエコ燃料プロジェクト」として、企業内だけでなく石狩支庁管内の市町村民からも回収されている。この一環として、アレフは店

ファミリーレストランを中心に事業展開している(株)アレフは、食品加工を行う北海道工場建設に際し、CO2排出量を従来工場よりも大幅に削減するシステムを導入した。その取り組みは企業内に留まらず、「ナタネプロジェクト」と称して、食料、廃油、飼料、肥料、燃料を地域で循環させることにより、エネルギーの地産地消を目指している。

畑で育てた菜種の油は、既に一部の小学校の調理実習で揚げ物やドレッシングに利用され、アレフでは自社レストランでの利用方法を開発中である。

廃食用油は、バイオディーゼル燃料(BDF)プラントで燃料化して配送車の燃料に再利用している。また、道内間伐材等を原料とする木質ペレットや、工場内で発生した生ゴミを資源としたバイオガスをボイラー燃料として食品加工の熱源に利用している。

エネルギーを自然循環

モエレ沼公園における自然エネルギー利用

モエレ沼公園は、敷地面積189haを誇る札幌市最大の総合公園である。芝生に農業を使わない、園内の植物系廃棄物は堆肥として利用するなど環境に配慮した取り組みが行われている。公園のシンボルであるガラスのピラミッド「HIDAMARI」では、雪、風、太陽という自然エネルギーを利用した空調システムが導入されている。

ガラスのピラミッド「HIDAMARI」

ガラスのピラミッドは、高さ32m、底辺51mのピラミッド型アトリウムと付属建物から成る。アトリウムは二層構成で休息スペース、イベントスペース、時には結婚式場として利用され、天候や季節を問わず、多くの人々が憩い、交流する拠点となっている。



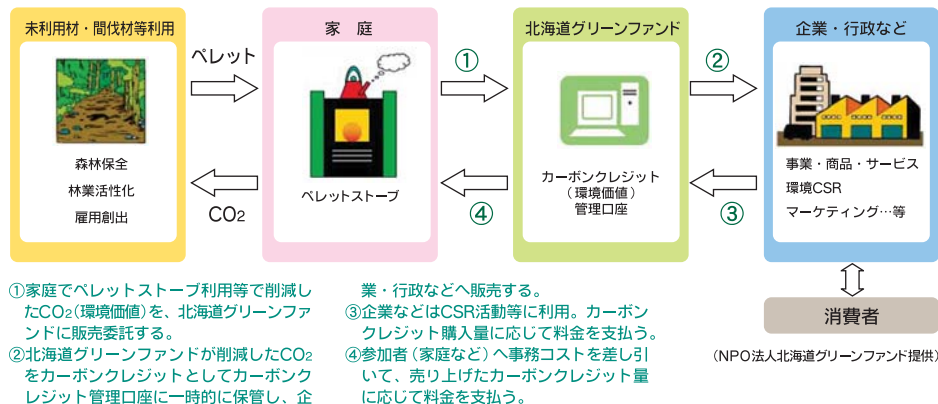
自然エネルギー利用

札幌は、冬には多くの雪に見舞われる。この雪を断熱された貯雪庫に蓄え、解けた冷水を利用して6～9月に冷房を行っている。熱交換冷水循環方式を採用し、7℃の冷水を空調機に送っている。

貯雪庫の計画貯雪量は、3,160m³であり、2004年実績では、1,735tの雪を利用して、ガス焚吸収式冷凍機に比べて約27t(雪搬入のためのトラックから発生する量を考慮)のCO₂を削減した。2005～2009年は、バックアップの熱源機を動かすことなく、雪と外気のみで冷房をまかなうことができた。

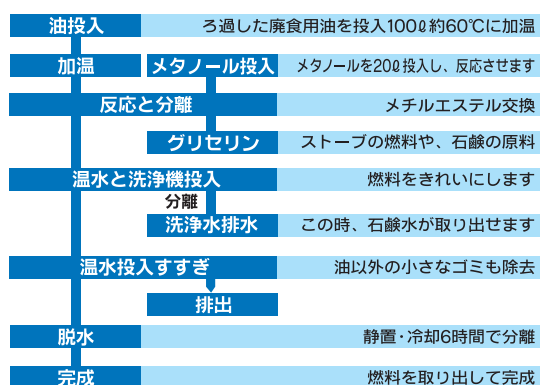
雪冷房システムと併用して、床加熱システムも導入している。床下に敷設した水配管を吸熱管として利用し、日射熱を吸熱させて冷却塔にて大気に放熱している。夏季でも冷涼な地域であるため、フリークーリングで冷やされた16～20℃程度の冷却水で、冷水機の冷水を利用することなく日射による顕熱を除去することが可能である。

■みんなでカーボンオフセット事業概要



舗を拠点にこの家庭用廃食用油を回収し、工場内でBDFを精製している。北海道工場がある恵庭市では、地域団体や恵庭市内の小学校・保育園の協力により、家庭用廃食用油の18%にあたる9650ℓが回収された(2008年度)。油を提供した市民には、環境省のエコアクション・ポイントを付与している。菓種の栽培を小学校の総合学習に取

■廃食用油の燃料化プロセス



り入れたり、廃食用油の回収量に応じて小学校に図書券を還元するなど、「ナタネプロジェクト」は子供たちの教育にも大きな役割を担っている。地域の家庭や子供たちと一緒に町全体で取り組むことで、誰もが積極的に参画することができ、普及効果を上げている。

日本国内における廃食用油の賦存量は、業務用(流通量)、家庭用それぞれ約20万tずつと言われているが、このうち回収されているのはわずか数%である。恵庭市周辺で行われているような廃食用油の資源化システムが全国展開されれば、大きなCO₂削減効果が期待できると考えられる。

みんなでカーボンオフセット

NPO法人北海道グリーンファンドは、自然エネルギーによる市民共同発電所づくりや、省エネルギーの普及に取り組んでいる。民生エネルギーを削減するため、家庭での自然エネルギー利用を目的として、2008年度に

市民と企業によるカーボンオフセット事業「みんなでカーボンオフセット」を北海道で初めて実施した。

この事業は、家庭における自然エネルギー導入によるCO₂削減量を算定し、その削減量を環境価値として企業に販売するものであり、家庭と企業との仲介役を北海道グリーンファンドが担っている。

2008年度は、太陽光発電やペレットストーブが設置されている札幌市近郊の36世帯で19.5tのCO₂を削減し、道内の行政・企業等にオフセットした。2009年度は全道のペレットストーブを使っている家庭を対象に募集を行い、参加世帯数は50世帯の予定である。

地球温暖化防止に向けた施策として、温室効果ガス排出総量削減義務と排出量取引制度の導入を予定している自治体もある。市民、企業双方にとって有益な「みんなでカーボンオフセット」のような事業が全国に広がることを期待したい。

東京電力・日本設計「蓄える」研究会

第6回 ヒートポンプ・蓄熱シンポジウム

運転管理等改善事例 最優秀賞に「ホテルベルナティオ」

ヒートポンプ・蓄熱式空調システムの運転管理の改善事例表彰と事例発表を中心とした「第6回ヒートポンプ・蓄熱シンポジウム」(主催Ⅱ当財団、協賛Ⅱ関連団体、関連学会)が、2009年10月14日、東京都文京区の「東京ガーデンパレス」で開催され、当日は、設備オーナーや設備設計、運転管理の関係者など約200名が参加しました。

基調講演は、東京都環境局都市地球環境部副参事岡部祐一氏の「東京都環境確保条例改正について」(東京都の地球温暖化対策)。講演では2020年までに東京都が地球温暖化ガスを2000

年比25%削減に取り組む施策が紹介されました。

東京都では、大規模事業所の温室効果ガス排出量削減は「自主的取組」でしたが、2010年から総量削減が義務化されるとともに、排出量取引制度が導入されます。削減計画期間は第一期が2010～2014年度、第二期が2015～2019年度で、各期間の削減義務量は基準排出量×削減義務率(8%または6%)となります。また中小規模事業所に対する「地球温暖化対策報告書」制度が創設され、エネルギー使用量が一定以上の事業所には提

出が義務化されています。

岡部氏は最後に、こうした取り組みにより「首都東京の企業と行政の先駆的な取り組みを全国へ、さらに世界の大都市へ拡げていきたい」と抱負を語られました。

続く運転管理等の改善事例の表彰式では、審査委員会の射場本忠彦委員長が審査結果について講評しました(17ページ参照)。

16件が応募
平成22年度も公募

今年の応募件数は16件でしたが、6年目で初めて最優秀賞1組が

選出されました。

最優秀賞と優秀賞、奨励賞の各1組の代表者が発表者となり、コスト削減、CO₂排出量の削減の成果などについて発表しました。(18～20ページ参照)。

そして、審査副委員長の柳原隆司氏(東京大学大学院特任教授)がコーディネーターとなり、事例発表の発表者3人とのパネルディスカッションを行い、活発な意見交換が展開されました。

なお、平成22年度も「蓄熱システム運転管理等の改善事例」の公募が行われます(公募概要は17ページに掲載)。

第6回「運転管理等の改善事例」
審査結果

最優秀賞

◎ホテル ベルナティオ

省エネルギー活動の一環として実施した蓄熱改善事例
(株) 当間高原リゾート 管理部
東京電力(株) 建設部
東洋熱工業(株) 技術統轄本部
〔設備オーナー〕(株) 当間高原リゾート 管理部

優秀賞

◎佐賀県立名護屋城博物館

文化財保存環境下での蓄熱システム運転管理の追及によるランニングコストの低減化
九州ビルサービス(株) 技術部
(株) 前川建築設計事務所
〔設備オーナー〕 佐賀県立名護屋城博物館

奨励賞

◎本庄東熱供給センター

自社開発ソフトを活用した運転員の創意工夫により、全国トップクラスCOPの実現
関電エネルギー開発(株)
本庄東熱供給センター 熱供給部
〔設備オーナー〕 関電エネルギー開発(株) 熱供給部

◎池袋地域冷暖房施設

出力向上型氷蓄熱設備導入とその最適運用によるDHC 冷熱源システムの効率改善
池袋地域冷暖房(株) 技術部
〔設備オーナー〕 池袋地域冷暖房(株)

◎山武藤沢テクノセンター第100建物(新技術棟)

BEMSを活用した熱源管理の改善
(株) 山武 藤沢テクノセンター
〔設備オーナー〕(株) 山武

◎関西電力原子力事業本部社屋

データ解析に基づく夜間移行率改善の取り組みとさらなる運転効率向上のための対策事例
(株) 関電パワーテック 美浜事業所
(株) アレフネット 設備情報システム部
〔設備オーナー〕 関西電力(株) 原子力事業本部

努力賞

◎本田技研工業鈴鹿物流センター

CO₂制御による氷蓄熱ユニット運転効率の向上
大成サービス(株) 名古屋支店
〔設備オーナー〕 本田技研工業(株) カスタマーサービス部

◎日建設計東京ビル

長期実測データに基づいた熱源機調整と運転管理方法変更による氷蓄熱システムの効率及び負荷率の向上
大星ビル管理(株) 本店業務第二部
(株) 日建設計 設備設計部門環境計画室
東京理科大学 理工学部建築学科
東京電機大学 未来科学部建築学科
〔設備オーナー〕(株) 日建設計

◎くずはモール本館

氷蓄熱の特性およびターボ冷凍機の環境優位性を利用した室内環境改善と省エネコミッションング
(株) 京阪流通システム部 くずは事業部
関西電力(株) 大阪北支店
〔設備オーナー〕(株) 京阪電気鉄道 賃貸経営部

◎箱崎地区熱供給センター
第2プラントF、第2プラントBD

プラント間熱融通を利用した販売COP向上・コスト削減事例
東京都市サービス(株) 熱供給管理部
東京都市サービス(株) 熱供給計画部
〔設備オーナー〕 東京都市サービス(株)

「蓄熱システム運転管理等の改善事例」審査講評 創造性、新規性を高く評価

審査委員長 射場本 忠彦（東京電機大学未来科学部教授）



連携して運転改善に取り組み、そして改善に取組むまでに、長期間を要する。

審査は7名の委員が行い、最優秀賞1件、優秀賞1件、奨励賞4件、努力賞4件を選びました。審査の前提として、運転実績のデータによって改善効果が確認できるもので、設計性能を発揮するために運転管理面で創意工夫されたもの、制御方法など運転管理手法等の改善に効果があつたもの、蓄熱設備の改良・工夫により効果のあつたもの、運転管理に関して新規性、創造性等のある改善事例である点を評価いたしました。

なお、今年は公募6年目で初めて「最優秀賞」が選出されました。

だが、これは施設オーナーだけでなく、運転管理者などが力を合わせてすばらしい努力をされた成果に対する評価だと思います。今年応募された16件のうち6件は選外になりましたが、このうち4件はデータが不足しており、次年度以降の再応募を期待したいと思っています。

長期間のデータ、関係者の連携が成果に

最優秀賞のホテルベルナティオは、オーナー、設備管理責任者、運転管理者、施工会社が協力し、

りとしたデータを取り、分析から改善までのしつかりとしたシナリオを作成して取り組み、具体的な成果を上げています。

優秀賞の佐賀県立名護屋城博物館の事例は、ハードウェアをいじらず、運転実績のデータを見て運用の工夫を行い、成果を上げています。博物館なので、快適・適正な環境を堅持することが必要であり、長期間にわたって少しずつ改善を進めてきた事例です。

奨励賞の第一は、大阪・本庄熱供給センターです。ここでは自社開発ソフトによって稼働している複数のプラントのデータを集め、

各所の運転管理者が情報を共有しています。この「見える化」により、問題点の発見や対策が可能になり、周辺機器の運転改善によって、蓄熱システムのエネルギー効率向上を実現しています。

奨励賞の第二、池袋地域冷暖房施設では稼働開始から20年以上が経過し、需要家からの戻り冷水の温度が低すぎるという課題を抱えていました。これに対して氷蓄熱システムを追加するとともに熱交換器の能力を増強、需要の「瞬間風速」需要にも耐えられる熱源の運転パターンを実現するとともに吸収式冷凍機とのベストミックスを行って、効率を改善しています。

奨励賞の第三は山武藤沢テクノセンター第100建物（新技術棟）です。BEMSによる長期データと、中央監視装置による

日常データから熱源稼働状況を観察し、熱源管理の改善に供しています。氷蓄熱ユニットそれぞれの下流側に空気熱源冷水チラーを配した2系統と、空気熱源冷水チラーの1系統からなる熱源システムのうち、常時かつ低負荷運転状態にある冷水系統に対し、夏期は停止するなどの対応を行い、熱源管理の改善に努めています。

奨励賞の第四は、関西電力原子力事業本部社屋です。ここは氷蓄熱システムですが、蓄熱用熱交換器の汚れなどによる夜間移行率の低下がみられるようになっていました。清掃による二次側流量の回復、弁の交換とその制御系の新設、および負荷予測を含む最適運転制御を導入して、①夜間移行率の改善、②最適運転への運用、③最大デマンドの抑制を実施し、運転効率を向上させました。

平成22年度 「蓄熱システム運転管理等の改善事例」 公募のお知らせ

ヒートポンプ・蓄熱式空調システム（以下、蓄熱システムという）は、設計段階における機器やシステムの適切な選択はもとより、設置された蓄熱システムが常に最適の状態での運転されるよう、維持、改善活動を進めていくことが極めて重要です。

本公募は、日常的、部分的、小規模なものを含め、蓄熱システムの運転管理、運用、設備の改良などにより改善に効果があつた事例を広く募集し、その開発や改善プロセスにおける努力を当財団が評価、および表彰することで、運転管理に携わる方々の更なる啓発を促し、蓄熱システムの一層の省エネルギー、省コスト、環境性等の向上に資することを目的としています。

当財団では、皆さまからの多数のご応募をお待ちしています。

募集対象

募集対象は蓄熱システムにおける運転管理等の改善事例とし、おおむね年間にわたる運転実績等のデータに基づいた改善により、その効果が確認できる改善事例とします。

1. 設計性能（電力負荷平準化、省コスト、省エネルギー、CO₂削減等）を発揮するために運転管理面で創意工夫された改善事例。
2. 制御方法など運転管理手法等の改善で効果があつた改善事例。
3. 蓄熱設備の改修・工夫により効果があつた改善事例。
（おおむね年間にわたるデータの収集や原因調査のないもの、従前の知見に基づかない単なる機器の入れ替え、蓄熱運転パターンのみの変更、あるいは、設備機器または補機類単体の不具合に対する単なる改修などは対象外とします。）
4. その他、運転管理に関して新規性、創造性等のある改善事例。但し、他の建築関係の表彰等において既に受賞された改善事例を除きます。

応募申請

- ①申請資格：
運転管理等の改善にかかわった個人またはグループとします。
- ②申請者：
申請は、改善に携わった方（申請者）と当該設備オーナーの共同申請としてください。
- ③申請方法：
当財団が指定する様式に基づき申請書を作成し、当財団に2部提出していただきます。申請書は、3月下旬に掲載を予定しています。当財団ホームページからダウンロードしていただくか、事務局へ請求ください。書類の提出は郵送、持参どちらでも結構です。郵送の場合は、簡易書留で送付してください。また、封筒に「運転改善事例申請書類在中」と記入してください。申請費用は無料ですが、申請書類は返却しません。
- ④申請条件：
受賞した事例は、受賞内容を広くPRさせていただきますので、改善事例についての新たな紹介資料の作成をお願いすることがあります。また当財団の主催するシンポジウムでの発表をお願いすることもあります。
- ⑤申請期間（予定）：
平成22年4月16日（月）～平成22年6月18日（金）とします。
（郵送の場合は当日消印まで有効）

審査の方法

学識経験者などで構成する「審査委員会」において厳正に審査します。審査にあたり、必要な場合には、追加資料の提出のお願い、ヒアリング、現地調査などを行うことがあります。

審査結果は当財団のホームページに掲載しますが、審査の内容については公表いたしません。

表彰

- 審査の結果、特に優秀と認められたものについて、
- 最優秀賞：30万円
 - 優秀賞：20万円
 - 奨励賞：10万円
- の奨励金を表彰と共に授与します。
- なお、各賞とも該当が無い場合もあります。表彰は、本年秋に予定しています当財団が主催するシンポジウムで行います。
- これまでの入選事例は、当財団ホームページをご参照ください。

最優秀賞

ホテル ベルナティオ

オーナーを中心とした省エネ・省コスト対策を推進
省エネルギー活動の一環として実施した
蓄熱改善事例

株式会社 当間高原リゾート 管理部
東京電力株式会社 建設部
東洋熱工業株式会社 技術統轄本部
〔設備オーナー〕株式会社 当間高原リゾート 管理部

発表者 久保田 正直（株式会社 当間高原リゾート 取締役）

ホテル ベルナティオは、新潟県の「マイ・ライフリゾート新潟構想」に沿って、新潟県十日町市の当間高原地域に1996年に開業したホテルおよびゴルフ場などを含む総合リゾート施設です。

これまでの省エネルギー、省コストについての取り組みは、お客様に対するサービスの質を落とさないために、季節に応じた共用部の空調設定変更やバックヤードを中心とした照明の白熱灯から電球型蛍光灯への更新・間引きなどを講じてきました。しかし、エネルギーの大部分を占める空調・給湯設備などに関しては、お客様への快適環境の提供など直接的な影響が懸念され、その改善まで踏み込むことが出来ず、省エネと設備効率の両面を踏まえた適正運用に苦慮していました。

そこで、2006年度より設備オーナー、設備管理責任者、運転管理者、施工会社から成る「省エネルギー対策実施体制」(図1)を整備して、運用面および技術面双方のアプローチに品質検証を加えた省エネPDCAサイクルを実践し、室内環境の快適性を維持しながら、各種対策を実施しています。本活動の主な成果を以下に示します。

1 蓄熱システムの最適化

これまでの有効蓄熱量は6,800MJであ

り(図2-1)、ピーク時期には昼間の9時から18時まで冷凍機が2台とも運転していました。

改善1【段階的なチューニング】

ピークカット時間帯に冷凍機を停止させるために、蓄熱コントローラーのパラメーター調整を実施し、蓄熱槽の利用温度差を最大限に拡大しました。

改善2【省エネ設備改修】

次に、契約電力を低減するために、既存蓄熱槽の水量を増やし、さらに蓄熱量を拡大しました。

これらの改善により有効蓄熱量を6,800MJから17,500MJへ約2.6倍に増加でき(図2-2)、また、熱源電力夜間移行率も31.1%から72.5%へ約2.3倍に向上した結果、以下の成果が得られました。

- ・蓄熱調整契約割引の増加：97.8MWh
- ・業務用蓄熱調整契約割引の適用：314kW×3時間×3ヶ月(東京電力のピーク時間調整契約に相当)
- ・契約電力の低減：250kW

また、一次エネルギー消費削減量は89GJ/年に相当します。

2 ハイブリッド給湯システムの採用

改善1【省エネ設備改修】

一次エネルギー効率が低い既存の燃焼

式ボイラ(698kW×2台)に対し、給湯システムの効率向上のため、新たにヒートポンプ給湯機(18.3kW×2台)を増設するハイブリッド給湯システム(図3)を採用しました。

改善2【チューニングによる効率向上】

さらなる効率向上のためチューニングを実施した結果、ヒートポンプ給湯機の加熱能力は燃焼式ボイラの2.6%であるが、実負荷の約27%を処理し、給湯熱源の効率を0.84から0.97へ1.15倍に向上でき、一次エネルギー消費を461GJ/年削減しました。

3 その他の成果

前述の他に実施した対策の一次エネルギー消費削減量は以下の通りです。

- ・空調用ポンプの台数調整：245GJ/年
- ・夏期のボイラ運転調整：264GJ/年
- ・共用部等照明の省エネ：271GJ/年

4 終わりに

本活動では、目に見える成果だけでなく、運転管理者を始めとする各部門スタッフの意識向上も大きな成果といえ、今後は取り組みで得られた知見を広く世の中へ情報発信し、地域とともに発展できるよう活動成果の還元と更なる課題に挑戦していきます。

図1 省エネルギー対策実施体制

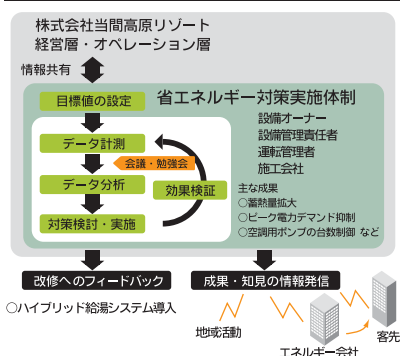


図3 ハイブリッド給湯システム

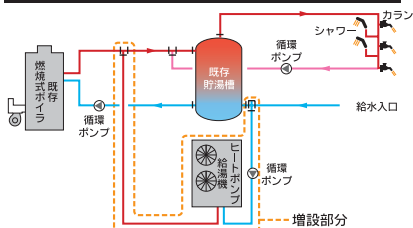


図2-1 対策前

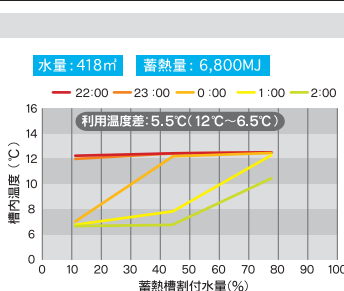
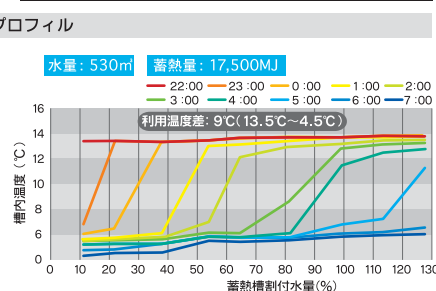
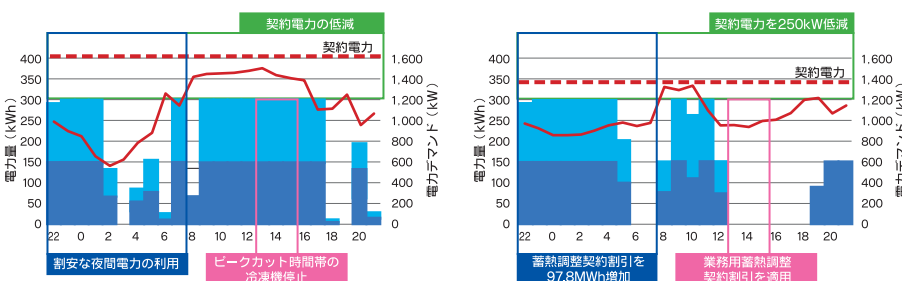


図2-2 対策後



冷凍機電力量と電力デマンド



優秀賞

佐賀県立名護屋城博物館

蓄熱量増強と省エネルギー化でコストを削減
文化財保存環境下での蓄熱システム運転管理の
追及によるランニングコストの低減化九州ビルサービス株式会社 技術部
株式会社 前川建築設計事務所
〔設備オーナー〕 佐賀県立名護屋城博物館

発表者 濱 興治（株式会社 前川建築設計事務所 取締役）

佐賀県立名護屋城博物館は、国の特別史跡「名護屋城跡並びに陣跡」に建設され、玄界灘に面しています。このため、海からの影響を強く受けるので、空冷ヒートポンプは重耐塩仕様に、蓄熱槽は密閉型の潜熱蓄熱（STL）を採用し、塩害からの腐食回避や少容量化を図りました。夏期には、蓄熱運転により蓄熱槽内のノジュールを凍らせ、0℃で融解する潜熱を利用して昼間に放熱をします。冬期は、夜間にこの蓄熱槽内を50℃まで蓄熱させるシステム設計としました（図1）。

博物館であるために、国宝・重要文化財の「保存環境」と入館者への「快適環境」が必須条件として求められました。年間湿度一定を堅持する除湿・加湿が常に伴う運転であり、消費エネルギーが増大します。その条件下でのランニングコスト削減・省エネ化の追求を平成5年の開館時から取り組んできました。以下にその内容を列記します。

①冬期の蓄熱量増強（平成5～8年）

冬期は、約2時間程度で蓄熱を完了（50℃）しますが、その2時間後には2～3℃程低下しました。原因は、ノジュール球面が加温されても中心部までは加温できていなかったことにありました。約1.5時間おきに4回起動させることで、完全に50℃の蓄熱完了としました。さらに蓄熱量を増やすために53℃設定で蓄熱完了としました。また、放熱完了温度を40℃から少しずつ下げ36℃まで使用可能であることを確認し、蓄熱量を増強しました。

②冷房蓄熱量低下などへの対応

（平成10～11年）

冷房蓄熱量が一次低下したため、蓄熱能力の増強を試み、夏期蓄熱完了温度を▲5.5℃→▲6.0℃→▲6.5℃とし、▲6.5℃では、熱源機器の負担が大き過ぎるので、▲6.0℃で蓄熱完了としました。また、一

次側放熱完了温度を7℃→12℃と上昇させましたが、除湿機能に影響が生じないようにその後9℃としました。

夏期のピーク負荷前後の時期では、完全に放熱できずに残蓄熱が見受けられましたので、閉館前の1～3時間は手動による放熱運転を行いました。

③更なる省エネ化への取り組み

（平成14年～）

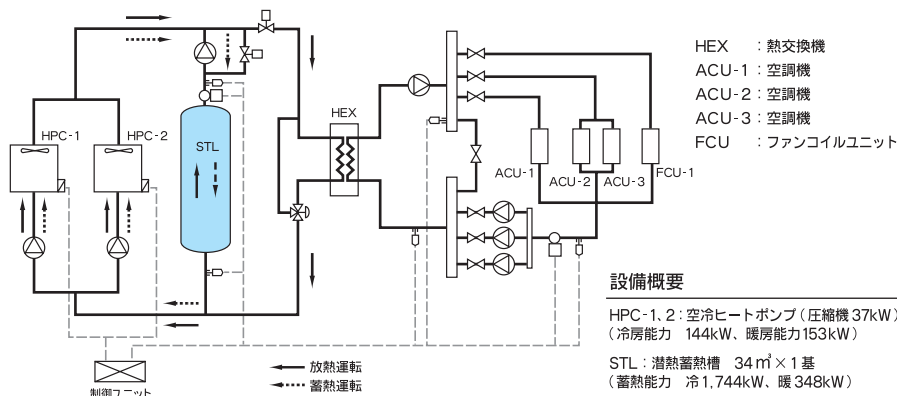
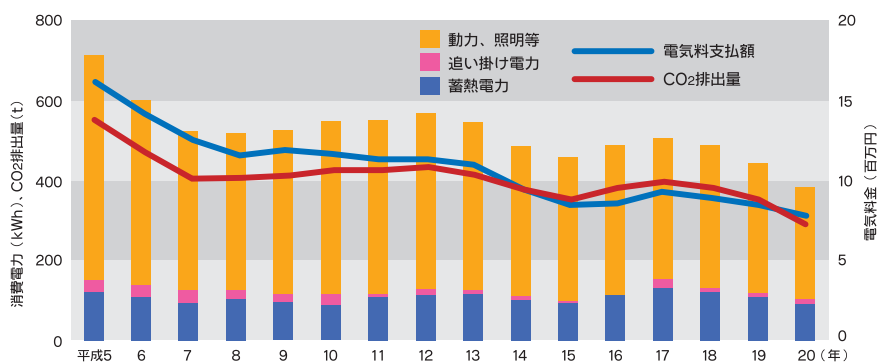
「保存環境」と「快適環境」を堅持しながら、年間湿度57%という一定の条件下で、夏期では、温度設定25.5℃→26.0℃→26.5℃、冬期では、22℃→21℃→20.5℃→20℃と段階的に設定変更を行って省エネに取り組みました。

④夏期のピークカット運転の試行

（平成21年～）

これまでの、最適化及び省エネ運転により蓄熱量に余裕ができたので、夏期昼間帯の3時間ピークカット運転をシミュレーションに基づいて試行しました。

図1 蓄熱式空調システムの概要

図2 年度別の電力量・電気料金・CO₂排出量

平成5～20年に至る間に、①、②では、蓄熱量の増強と残蓄熱の解消の効果が発揮できました。③では、保存環境と人の快適環境を堅持した上で空調負荷を軽減しました。

その結果、電力量・電気料金・CO₂排出量（図2）は、徐々に減少しており、開館後の平成6年と平成20年の電気料金比では47%の減少、CO₂比では37%の削減となっています（表1）。

また、今夏ピークカット運転3時間が可能であったことを確認できたため、電気料金は、20年度比でさらに約7%の削減ができる見込みです。

表1 改善の対比

	入力エネルギー	経済性	環境保全性
平成6年度	138千kWh	1,428万円/年	236tCO ₂ /年
平成20年度	101千kWh	768万円/年	148tCO ₂ /年
効果	▲37千kWh ▲27%	▲660万円/年 ▲46% ※1	▲88tCO ₂ /年 ▲37% ※2

※1：電気料金単価の低下を含んでいる。

※2：排出係数は九州電力19年度値を使用（0.387kg・CO₂/kWh）

奨励賞

本庄東熱供給センター

データに基づきターボ冷凍機の運用を改善
 自社開発ソフトを活用した運転員の創意工夫により
 全国トップクラスCOPの実現

関電エネルギー開発株式会社
 本庄東熱供給センター・熱供給部
 [設備オーナー] 関電エネルギー開発株式会社 熱供給部

発表者 村山 誠二（関電エネルギー開発株式会社）

本庄東熱供給センターは、JR大阪駅北東部に位置し、平成4年1月に事業を開始した熱供給施設であり、オフィスビル6軒、スーパー1軒の計7軒に熱供給を行っています。熱供給センターが入居しているビルには公開空地が設けられており、その地下部に水深9m総容量6,300m³の大規模温度成層型水蓄熱槽を有しています（図1）。大容量蓄熱槽により、夏期の一時期を除き昼間時間帯での熱源機の追掛け運転はなく、夜間蓄熱による放熱でまかなうことが可能です。

今回の活動では、実績データに基づき、運転員が知恵を持ち寄って運用管理での創意・工夫を行った結果、ほとんどコストをかけずに改善効果を得ることが出来ました。用いるデータに関しても、これまでの社内におけるエネルギー管理の問題点を解決すべく、新たに開発した自社開発ソフトを用いて分析を行うことで、より効果的に実施することが出来ました。

1 省エネルギー管理・分析ツールの自社開発

従前の社内エネルギー管理においては、データが汎用パソコンで処理できず、管理・分析には手入力が必要であったり、過去データを有効に使えませんでした。また、帳票がエネルギー管理・分析に不向きな形式であり、各センターの帳票形式も異なったため、全社統計管理に時間を要していました。

そこで、まず、各種データ分析・帳票

作成の効率化を図るため、全社共通の様式としたデータ分析表・帳票類を自動で作成できるツールを汎用ソフト「エクセル」にて開発し、各センターのエネルギー管理の精度向上を図りました。各センター用に作成したツールのエクセルシート内のデータ読込開始ボタンをクリックすると、全社統一の形式にて、エネルギーバランスや前年度との比較分析表等の帳票が自動作成されます（日週月年毎の選択出力が可能）。

また、比較分析するデータについては、自動でグラフ化することにより、比較がより容易となり、分析精度の向上につながる事が出来ました。

2 運用における改善

自社開発ソフトを用いた実績データ分析の結果をもとに、センターの運転員が行った改善検討・対策の一例を示します。

(1) ターボ冷凍機の優先運転化

従来、熱源機の機器保全の観点や冬期ターボ冷凍機運転時の冷却塔からの白煙問題（住民が水蒸気を火災と誤認）等があり、熱源機は均等運転となっていました。

しかし、ターボ冷凍機は効率が良く、冬期の運転比率を出来る限り高めることは、全体の効率向上につながるため、近隣住民へお知らせ文書を配布する等の対策により、ターボ冷凍機運転比率の向上に取り組みました。その結果、年間の運転比率が50.4%から61.9%に向上し、全体で約2.9%の省エネルギーとなりました。

(2) ターボ冷凍機の冷却水温度の設定変更

ターボ冷凍機の年間単体COPの向上を図るため、冷却水入口温度の設定変更に取り組みました。冷却水入口下限温度は28℃としていましたが、メーカーに下限値を確認したところ20℃であったため、冷凍機稼動への支障の有無を確認しながら、段階的に下げていきました。

試験実施の結果、現段階においては24℃まで可能である事が確認できたため、設定変更を行いました。その結果、中間期から冬期にかけて冷却水温度を24℃に維持することができ（図2）、全体で約2.7%の省エネルギーとなりました。なお、目標は20℃であるため、引き続き冷凍機メーカーと検討中です。

このような取り組みの結果、従来から向上してきていたプラントCOPを更に向上させることができ、平成20年度のプラント一次エネルギー換算COPは1.26となり（図3）、全国トップクラスの効率を実現しました。今後も、自社開発ソフトを活用し、所員一丸となって、更なる効率向上を目指すと共に、全社的な省エネ・省CO₂対策推進に努めたいと考えています。

図3 プラント一次エネルギー換算COP



図1 熱供給施設システム系統図

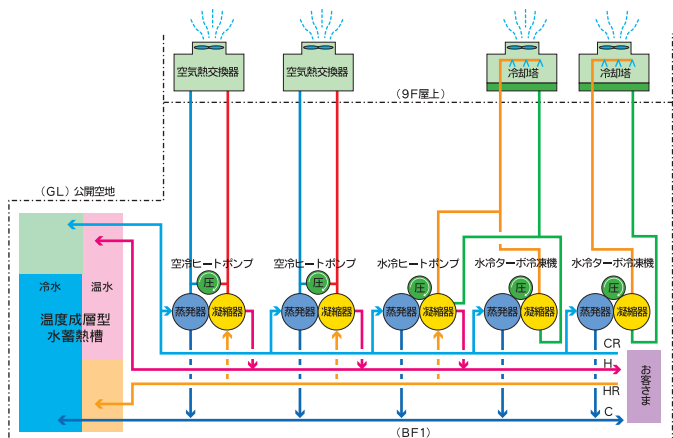
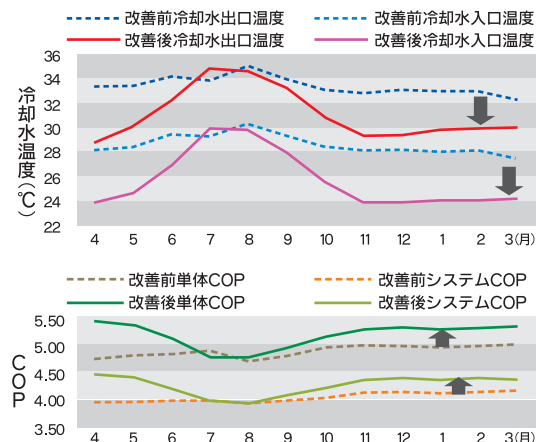


図2 運用改善前後のターボ冷凍機運用実績





世界各国で多様な研究進む 相変化材料(PCM)使用の潜熱蓄熱

金田一 清香 東京大学大学院工学系研究科特任助教(建築学)



4日間の会議で170テーマの研究が発表された

2009年6月14日～17日

にスウェーデンのストックホルムで、第11回国際蓄熱会議(EFFSTOCK 2009)が開催された。近年の研究発表は、相変化材料(PCM)を用いた潜熱蓄熱に関するものが多くなり、今回は全体の30%程を占めていた。また、地中熱利用の際の地盤の熱的性能の評価に用いられる熱応答試験(サーマレスポンステスト)に関する発表も増加の傾向にあった。

ドイツ・フライブルグのフラウンホッフ・ファア国際太陽エネルギー研究所(Fraunhofer ISE)からは、PCMを用いた蓄熱式冷房システムの紹介があった。天井内壁面の石膏またはセメント仕上げの中に冷水配管(毛細管)を埋め込んだシンプルな構造だが、蓄熱容量増大のため、パラフィンワックス系のPCMをマイクロカプセル化したものが仕上げ材中に約40vol%混入されている。地中熱交換器がある場合には地中の冷熱をそのまま室内へ送る方法も検討されていた。これらは「PCM-aktiv」と呼ばれるドイツの国家プロジェクトの一環で開発されているもので、既にいくつかの実物件に施

工済とのことであった。

このように、冷房需要の夜間移行やピークカットを目的とし、夜間に熱源機を運転して蓄熱する「アクティブな手法」だけでなく、それ以外にも建物の熱容量を増大し室温変動を低減することを主目的としたパッシブな手法についても多くの研究例がある。

今回は、インドのクールシエルトの話題が面白かった。インドの砂漠気候帯では気温は日中50℃付近まで上昇し、反対に夜間には30℃くらいまで低下するという。そこで、約35℃で相変化する無機水和塩系のPCMを室内に設置し、室温の日変動を抑える工夫をしたところ、一日を通して35℃±2℃程度にすることが可能であった。日本における空調という概念からは想像できないが、エネルギーを使わずに生命に危険のない最低限の温熱環境を供給できることのメリットは大きい。

欧州で導入が進む 地中熱システム

地中熱を用いたヒートポンプシステムでは、スウェーデンのストックホルム・アーランダ空

港の事例が興味深かった。同空港では、2010年までに供給エネルギーの全てを再生可能エネルギー起源に転換し、電力消費を30%削減、全エネルギー消費を35%削減するというプランを掲げており、その方策の一つとして帯水層を用いた季節間蓄熱システムを採用している。この帯水層蓄熱の利用により30%程度の省エネルギーが可能と見積もられている。

今回、日本からは洞爺湖サミットの国際メディアセンターでの雪冷房や北海道美瑛市における集合住宅などの事例が紹介されたが、スウェーデンでの方式との共通点や相違点について議論されるとともに、これらの取り組みについて示唆に富んだ意見があげられた。

国際蓄熱会議

国際蓄熱会議は1981年にアメリカ・シアトルで開催されたのが始まりで、元々は、季節間の長期蓄熱システムを主要テーマにしていたが、現在は水・氷などの蓄熱システムとヒートポンプ技術等に関する研究発表や情報交換を目的とした国際交流の場になっている。今年の参加者は約350名で、主催国のスウェーデンを中心にヨーロッパから約8割を占めた。日本からは34名、中国から21名が参加した。



日中地中熱源ヒートポンプ・TRT技術交流会



「中国地中熱ヒートポンプ調査・交流会」報告

グリーンエネルギー利用目指して 政府が積極的に支援 多くの地中熱ヒートポンププラントが稼働

経済発展の著しい中国において、政府に後押しされた数多くの地中熱ヒートポンプ(GSPH)プロジェクトが、グリーンエネルギー利用の一つとして建設、稼働している。その調査と、研究者やメーカーとの交流を行うため、2009年7月21日～25日に研究者と民間企業の代表団7人が中国を訪問した。

長野 克則 (北海道大学)

21日は北京市で午前中に、「日中地中熱ヒートポンプTRT技術交流会」を行い、中国の現状などについて報告を受け意見交換を実施、午後には、北京市内の再開発地区で、日本のAEONグループのJUSCO等が営業する中関村国際商城(ショッピングセンター)を訪問した。このショッピングセンターの延床面積は15万6000㎡、冷暖房のピーク負荷はそれぞれ1万4370kW、1万1700kWである。これを冷暖房能力が1台あたり2388kW、2206kWの地中熱対応のスクリュータイプヒートポンプ6台でまかなっている。

この場合の冷温水供給温度条件および地中側への流体温度条件は、冷房時7℃/12℃、30℃/25℃、暖房時45℃/40℃、4℃/7.5℃である。地中熱交換器は、深さ123mボアホールに口径25A(外径32mm)ダブルUチューブを挿入した垂直型の熱交換器であり、合計1060本施工された。それが、建物前面の駐車場下部と建物周辺に間隔4.5mで埋設されており、配管系統は14にグルーピングされ、ヘッダに接続されている。また、将来の冷房ピーク負荷増大に対応するために、予め冷房能力4571kWの空冷チラー2台(冷却塔は3台)が用意されていた。

続いて、北京依科瑞德地源科技有限責任公司を訪問、22日は、北京市の清華同方人工環境有限公司の工場を見学した。

大規模スタジアムでも

23日には山東省済南市へ移動して、済南オリムピックセンターを見学した。メインスタジアムを含む延床面積は12万8000㎡。その中心エリア施設の冷暖房のベース負荷はすべて地中熱利用ヒートポンプシステムでまかなわれている(写真①)。ただし、ピーク負荷対応として、冬は蒸気ボイラー、夏は空気熱源のチラーからの熱供給も受けられるようになっている。

ここでは中国建築科学研究院がTRTを行っているが、地層の有効熱伝導率は2.0W/m/Kと見積もられた。地下水流はほとんどないとのことである。最終的には、深さ100m、合計941本のダブル

(※) TRT: Thermal Response Test、熱応答試験



③



①



④



②

- ① 済南オリンピックセンターのスタジアム会議室からの施設全体の眺望
- ② スクリューヒートポンプユニット 2, 200kW が 2 台並んだ済南オリンピックセンター機械室
- ③ 済南オリンピックセンター機械室内の地中熱交換器からの熱媒配管用ヘッド
- ④ 蔚来城プロジェクト完成模型

中国の地中熱ヒートポンプとTRT

5,000件にGSHP 冷暖房システムを導入

中国における地中熱ヒートポンプ (GSHP) の本格的研究は 1990 年代、主に欧米技術の調査から始まった。その後、GSHP に対する政府からの支援が始まり、2005 年には中国政府建設部が全国推奨技術に推薦したことで 06 年には補助制度がスタートした。06~08 年の国補助の GSHP システム 100 件以上合計では 700 万 m^2 に達している。なお、2007 年まで中国 GSHP 冷暖房システムの延床面積 8,000 万 m^2 、設置件数 5,000 件である。

さらに中国の特徴は大規模施設への導入で、1 万~5 万 m^2 が 42%、5 万 m^2 以上が 42% である。最大級では 20 万 m^2 もある。

TRT は、2005 年 11 月に測定手順のマニュアルが制定された。中国では各種の TRT 測定装置 (一定加熱法、温度一定法など) が開発され、現在約 10 台が稼働している。現在では、5,000 m^2 以上の建物で設計前の TRT 設置が義務付けられ、1 万 m^2 以上の建物の場合には異なる 2 か所において、48 時間以上の連続測定を行うことが義務づけられている。

(中国建築科学研究院の呂研究員、朱主任の報告より)

ルチューブ型垂直熱交換器がそれぞれ 5 m 間隔でスタジアム周囲に施工された。

地中熱交換器は、冷熱供給能力が 1 台 2200 kW (FURDA 社製) のヒートポンプ 2 台、計 4400 kW に接続されている (写真 ②、③)。

24 日午前、済南から北に位置する徳州市の、中大貝業特集団の本社、および生産工場の見学を行った。日本の富士通ゼネラルのルームエアコンを OEM で生産している。自社製品では、地中熱源、水熱源、インバータ、セントラル空調用の中・大型のヒートポンプユニットを製造している。なお、空気熱源タイプは日立製、ダイキン製の圧縮機を購入して本体を製造している。

地中熱源ユニットの種類としては、水側切り替え式、冷媒切り替え式、モジュール式、熱回収タイプのものもある。冷媒は R22 の他、現在では R134a、R407c、R410a を用意している。工場には、5~3500 kW のヒートポンプの試験ができる国家的な空調試験装置を有している。

ゼロエネルギー団地建設中

徳州市にあり、建設中の蔚来城プロジェクトは、高断熱仕様の建物と再生可能エネルギーを利用して、ゼロエネルギーを目指した団地である。夏場の日射遮断にも工夫をこらして冷房負荷の削減を図り、給湯は各戸についた真空型太陽熱集熱器、太陽

電池、冷房は排熱回収ソーラポット、地中熱ヒートポンプによるものである (写真 ④)。

今回の調査・交流を通じて、北京オリンピック後の中国の発展ぶり、その中で巨大 GSHP プロジェクトがグリーンエネルギー利用の一つとして政府の後押しを得て数々成功して浸透していく姿を目の当たりにした。

また、世界的なメーカーに成長した太陽集熱器製造会社が高い理念を掲げて、GSHP が冷暖房の中核をなすゼロエネルギー団地プロジェクトを民間主導で推進させており、それに興味を示し、購買力ある市民層が着実に増していることを実感した。

平成21年度 第4回 都市・環境シンポジウム開催
多方面で活用される
ヒートポンプ・蓄熱システム

当財団では2009年10月27日
大阪市・大阪国際会議場(グラン
キューブ大阪)において「平成21年
度第4回都市・環境シンポジウム
「広がりをもせるヒートポンプ・
蓄熱システム」」を開催しました。
このシンポジウムは、環境・省
エネルギー対策面から、未来に通
用する都市、建築、エネルギーシ
ステムのあり方について理解を深
めていただくことを目的に、環
境・エネルギーに関する第一人者
を招いて開催したもので、全国か
ら約320名が聴講しました。

基調講演は浜松照秀氏(財団
法人電力中央研究所名譽特別顧
問、UXSEP研究館代表)の「低



続く「広がりを見せるヒートポンプ・蓄熱システムの導入事例の紹介」では、(株)日建設計総合研究所理事・上席研究員の丹羽英治氏の「水都『大阪』を活かした環境共生のまちづくり」、清水建設(株)設計本部設備設計部2部部長の中村和人氏の「新しい医療・福祉施設の方向性」、(株)ダイキンアプライドシステムズ技術部環境システムグループ長の草部隆弘氏の「ヒートポンプを利用した食品工場の省エネリニューアル」と題した講演が行われました。

炭素社会実現への切り札：ヒートポンプ」。

同氏は講演で、「エネルギー資源の消費量を最も少なくするうえで、ヒートポンプ＋高効率電力ネットワークが、究極の形態である。しかし、現在はヒートポンプなどの科学技術に関する理解が十分ではないために誤った考えが力をもっていることが、エネルギー最適化に大きな壁になっている。低炭素社会に向けて、中核となる技術であるヒートポンプのコストダウンを含む技術革新が、次の時代の日本の国力になる」と強調されました。

仙台で開催の環境展示会
「エコプロダクツ東北2009」でPR

当財団では、仙台市の「夢メッセみやぎ」で開催された展示会「エコプロダクツ東北2009」(10月15・17日)主催「NPO法人環境会議所東北」共催「経済産業省東北経済産業局」において、ヒートポンプ・蓄熱システムについての特徴や環境保全性についてPRしました。



ます。今年は200企業・団体
が出席し、3日間で約3万人が
来場しました。

当財団では、「ヒートポンプで
もっとエコ」をタイトルにして出
展した東北電力に協力、ヒートポ
ンプ原理モデルやエコキュートや
ヒートポンプ暖房などを展示し、
ヒートポンプ・蓄熱システムが即
効性のある地球温暖化防止対策
であるとPRしました。



環境調和型産業の推進や、エコプロダクツの普及、環境ビジネスの成長発展を通して世界の環境問題の解決に貢献することを目的に、2006年から毎年仙台で開催されてい

コペンハーゲンで開催されたCOP15で 日本の最先端技術「ヒートポンプ」をPR

国連気候変動枠組み条約第15回締約国会議(COP15)が、2009年12月7日～18日までの2週間にわたり、デンマークの首都コペンハーゲンで開催されました。会議の目的は、京都議定書が効力を失う2013年以降の地球温暖化対策を決定し、各国の同意も求

めることにありましたが、結果的には「コペンハーゲン合意」の全会一致での採択を断念し、同合意に「留意する」との決議を採択して閉幕しました。

また、COP本会議とは別に電気事業連合会がEURELECTRIC(ヨーロッパ電気事業連合会)などと共同で開催したサイドイベントにおいて、ヒートポンプが世界のCO₂削減の切り札であることの紹介がなされました。



COP15の会場となった Bella Center でのブース出展

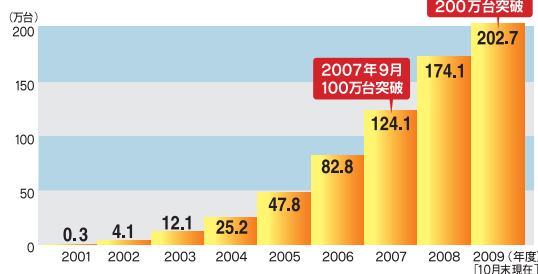
当財団は、COP15会場となった Bella Centerにて、12月14日～18日のブース出展を行いました。展示ブースでは、訪れた世界各国の方々からの質問に答えると共に、英文パンフレット「Heat Pumps」を配布、日本が得意とする空気熱源ヒートポンプの効用やCO₂削減効果等について

この他、COP15と同時期にコペンハーゲン市内で開催された地球環境をテーマとした展示会「Bright Green」(12月11日～12日の2日間)において、当財団では独自にブース出展を行いました。ブースではパネル10枚を展示するとともに英文パンフレットを配布、ビデオを上映して各国の人々に、空気熱源ヒートポンプの効用、CO₂削減効果等についてPRをすることができました。



COP15と同時期に開催された展示会「Bright Green」でPR

■エコキュートの出荷台数



た07年9月から約2年で、新たに100万台が出荷されたことになりました。

電気事業連合会の試算によると、エコキュート200万台分のCO₂排出量削減効果は、約140万tで、これは青森県の面積に匹敵する森林が吸収する量に相当します。

約140万tのCO₂排出量削減効果 「エコキュート」国内総出荷 200万台を突破

2009年10月末、家庭用自然冷媒(CO₂)ヒートポンプ給湯機「エコキュート」が01年5月の発売から8年5カ月で、国内総出荷台数が200万台を突破しました。社団法人日本冷凍空調工業会調べ。

省エネルギー性、環境保全性、経済性にすぐれたエコキュートは、02年に第12回省エネ大賞経済産業大臣賞、米環境保護庁のClimate Protection Awardを受賞するなど、高い評価を受けています。そして多機能型や業務用などの開発で普及に加速がかり、累計100万台に到達した07年9月から約2年で、新たに100万台が出荷されたことになりました。

「建築設備計画基準」「建築設備設計基準」 ヒートポンプ・蓄熱システムに関する 新たな基準を盛り込んで改定

これまで、「建築設備計画基準」「建築設備設計基準」は平成17年版、「建築設備設計基準」は平成18年版が発行（国土交通省監修、公共建築協会編集、全国建設研修センター発行）されていましたが、このたび平成21年版に改定されました。

「建築設備計画基準」及び「建築設備設計基準」（案本）は、官庁建物の建築設備計画・設計時の基準として作成されているものですが、一般に販売され、民間の建物でも広く活用されていることから、わが国における建築設備計画・設計の「標準基準」として活用されています。

本改定ではポイントの二つとして「環境への配慮」が挙げられ、ヒートポンプ・蓄熱システムに関しても、新たにさまざまな項目が基準として盛り込まれました。ヒートポンプ・蓄熱システムに関係する大きな改定点は、次の3点です。

- ① 建築設備計画基準の「表1-1 標準設備方式」が削除
- ② 給湯設備に「ヒートポンプ給湯器」が節として追加
- ③ 空調機器に「大温度差空調システム」が節として追加

これまでヒートポンプ給湯器についての記載はほとんどなかったが、ヒートポンプ給湯器が設計基準として記載され、地球環境負荷

低減に貢献するヒートポンプ給湯器の設計仕様が整った。

これまで、空調における水の往還利用温度差を標準5℃としていたが、5℃以上の大温度差も柔軟に設計できるようになり、より一層、搬送動力を低減することが可能となった。また、低温大温度差空調基準の記載により、氷蓄熱式空調システムを最大限に生かす設計が柔軟にできるようになった。

当財団では改定を機に、今年度中に全国10カ所で開催し、「建築設備計画基準」「建築設備設計基準」によるヒートポンプ・蓄熱システムの設計について、理解を深めていただく予定です。

■主な改訂点

	平成17・18年版	平成21年版
標準設備方式	燃焼式熱源主体の「表1-1 標準設備方式」掲載。	「表1-1 標準設備方式」削除。ヒートポンプ・蓄熱システムの柔軟な採用が可能に。
大温度差空調システム	（記載なし）	「大温度差空調システム」新たに節として追加・記載。
ヒートポンプ給湯器	（記載なし）	「ヒートポンプ給湯器」が、新たに節として追加・記載。



第32回 蓄熱設計者懇話会 水蓄熱式空調システムが採用された 東京スカイツリー®について講演



活発な意見交換が行われた蓄熱設計者懇話会（左上）と、東京スカイツリーの完成予想図

2009年12月10日、ホテルインターコンチネンタル東京ベイにおいて、第32回（2009年度第2回）蓄熱設計者懇話会が開催されました。

この懇話会は、大学、設計事務所、ゼネコンなどご活躍の建築設備にかかわる有識者より、ヒートポンプ・蓄熱システムの普及推進に関わる意見、提言をいただく機会として開催されているものです。

今回は、地中熱利用ヒートポンプによる水蓄熱式空調システムが採用されている東京スカイツリーについて、日建設のデザインパートナー吉野繁氏、技術長の吉田直裕氏の講演をいただきました。東京スカイツリーは、東京都墨田区に2011年12月竣工

（2012年春開業）を目指して建設中の新タワーです。

吉野氏からは、「時空を超えたランドスケープ」をテーマに設計が進められ、平面的には低層部の三角形から高層部の円形へと変化する世界にも例のないタワー形状を持ち、自立式電波塔としては世界最高の634m（ムサン、武蔵）のタワーであること、鉄骨造+鉄筋コンクリート造のハイブリッド構造で、法隆寺五重塔における心柱に通ずる構造など、設計コンセプトやデザインの側面から説明がありました。

吉田氏からは、地中熱利用ヒートポンプによる水蓄熱式空調システムが採用されている東京スカイツリー地区の、地域冷暖房（DHC）施設について説明がありました。同DHCは、年間総合エネルギー効率（COP）を、国内DHCで最高レベルの1.3以上、単位熱量あたりの二酸化炭素（CO₂）排出量も最低レベルを目指すこととし、結果的に電気熱源を主体にしたDHCとしたことが紹介されました。また、冷房排熱の回収・利用や、非金属導管が採用（一部）されているとのことでした。

出席者からは、メンテナンスや蓄熱槽の容量、エネルギーマネジメント体制などについて、活発な質疑応答・意見交換が行われました。



COP15でも配布された、当財団発行の英文パンフレット「Heat Pumps」(CD-ROM付き)