

特集・蓄熱システム徹底研究

# 地域の環境と調和した大型施設で 快適空間を実現する ヒートポンプ・蓄熱システム

文 松浦 隆幸（建築ジャーナリスト）  
写真 安川 千秋

沖縄・那覇の新都心に建つ博物館・美術館は、琉球王国の城（グスク）をイメージして外壁のひと回り外側に、亜熱帯地方特有の鋭い日射しを遮るもうひとつの壁をもっている。神奈川・厚木の郊外に広がる研究施設は、「人と車と自然の共存」というコンセプトのとおり、今もなお自然が豊かに残った環境に溶け込んでいた。岐阜駅前にそびえる超高層の建物は、地域活性化のシンボルであり新しいランドマークとして、地域の人々に親しまれている。

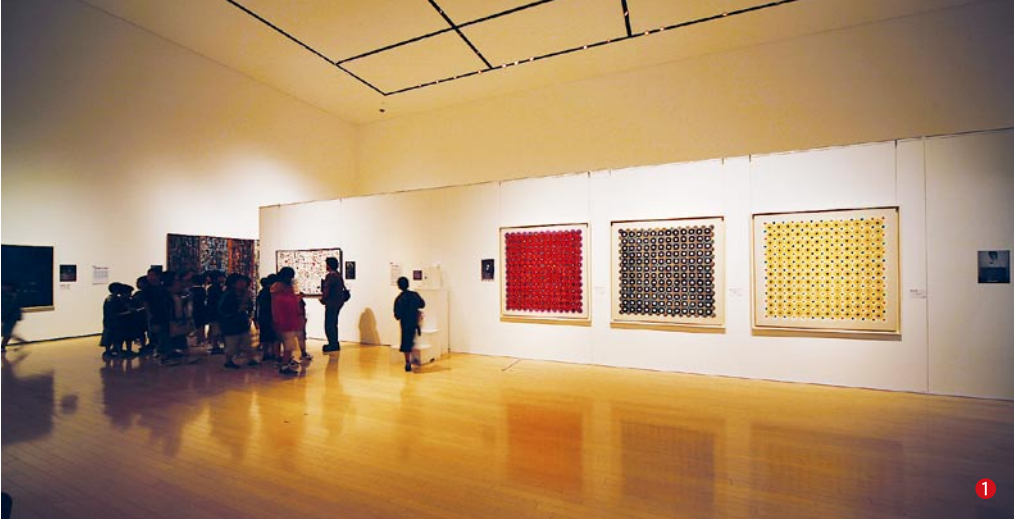
周囲の環境と一体化しているこうした大型施設を、空調の分野で支えているのが、ヒートポンプ・蓄熱システムである。立地も、建物の役割や使われ方も異なるが、複雑で多様な条件をクリアして快適な空間を実現している。





# エコ・アイスの高効率運転で 合理的で繊細な温・湿度管理を実現

那覇市の新都心に建つ沖縄県立博物館・美術館は、沖縄の伝統を感じさせるデザインが特徴だ。気候・風土との調和を図ったこの建物では、排熱回収型製氷チラーを熱源とするエコ・アイスを採用。効率的な冷房運転と同時に、展示収蔵品を守るための除湿にも、エコ・アイスの機能を駆使している。



- ① 美術館では沖縄にゆかりの作家の作品などを収蔵し紹介している
- ② 美術館2階と3階はコレクションギャラリー
- ③ 外壁を覆っているのは、プレキャストコンクリート版
- ④ 博物館の1階は常設展示スペース

沖縄県立博物館・美術館は、2007年11月に那覇市の新都心「天久の丘」にオープンした。要塞のような堂々たる風格を漂わせる外観は、琉球王朝時代につくられた沖縄の古い城である「グスク」をモチーフにデザインしたものだ。コンクリートの四角い箱を組み合わせた施設の外周を、斜めの壁で覆うことで「現代版グスク」を生み出している。

「県立博物館は那覇市首里にあったのですが、老朽化が進み、手狭になっていたので移転したものです。さらに、沖縄県として初めての美術館も併設しており、県として新しいチャレンジに取り組んだ施設です」と、副館長の山根義治氏は説明する。

グスクを連想させる斜めの壁は、単なるデザインではなく、沖縄の気候風土を踏まえた「環境の壁」でもある。建物本体の外壁の外側に、「二重壁」として据えられた斜めの壁には、無数の

小穴が計算されて開けられている。その壁は、強い日射を遮りながら、建物内への採光や通風を確保している。そうした環境への配慮は、施設内の細部にまで行きわたる。蓄熱システムを駆使した空調もその一つだ。

## 効率的に除湿する「過冷却再熱」に エコ・アイスと温水蓄熱の組み合わせ

「空調計画にあたっては、二つの大きなテーマがありました。博物館・美術館という歴史的にも貴重な文物などを収蔵・展示する施設であることと、沖縄という亜熱帯気候での施設であることです。そう話す

のは、この施設を設計した石本建築事務所、設備設計を担当した関根能文氏だ。



株式会社 石本建築事務所  
プロジェクト推進室  
環境設備設計・監理  
設計主幹  
関根 能文氏



沖縄県立博物館・美術館  
副館長  
山根 義治氏

貴重な美術品などの展示・収蔵には、デリケートな温湿度の管理が恒常的に求められる。展示室の空調は開館時間が中心だが、収蔵庫は24時間空調が欠かせない。特に、湿度の管理には細心の注意が必要だ。

ここでは、効率的に除湿するために「過冷却再熱」と呼ばれる手法を採用している。

まず、目標よりも低い温度まで冷房して除湿を促す。一定の湿度になったところで、目標とする温度まで暖めて館内に湿度の低い空気を送り出す。

過冷却再熱は、除湿の手法としては一般的なものだ。しかし、いったん冷やして、暖め直すというステップは、普通の建物の空調と比べて余計なエネルギーを使うことになる。特に、沖縄の場合、暖房設備は不要なので、過冷却再熱のために暖房用の熱源機を備えたり、運転したり





# CASE STUDY

地域の環境と調和した大型施設で  
快適空間を実現する  
ヒートポンプ・蓄熱システム







- ① 博物館のテーマは「海と島に生きる一豊かさ、美しさ、平和を求めて」
- ② 約15mの高さの吹き抜けのある共用のエントランスホール
- ③ 沖縄の自然や歴史・文化に関する資料を展示している博物館
- ④ 県内の小・中学生は博物館常設展と美術館コレクション展は入場無料



## CASE STUDY

地域の環境と調和した大型施設で  
快適空間を実現する  
ヒートポンプ・蓄熱システム

冷熱は水蓄熱槽、温熱は温水蓄熱槽に蓄え、二つの蓄熱システムの運用を組み合わせることで、効率的な過冷却再熱が可能になった。

「蓄熱システムの採用には、熱源機器を空調負荷に追従させることなく定格運転できるため効率的であり、

するのは経済的に非効率である。

そこで、設計スタッフが着目したのが蓄熱システムだ。

本来の空調に必要な冷水よりさらに低い温度の冷水を効率的につくるために、環境負荷や電力料金の面で有利なエコ・アイスを採用。その運転時に、製氷チラーが発する熱を回収して、暖め直すための温水を貯めておく温水蓄熱槽の設置を考えた。



文化の杜共同企業体  
(沖縄県立博物館・美術館指定管理者)  
神谷 幸男氏

理システム BEMS の導入で温湿度管理を詳細に把握し、システムの運用効率化を図っている。

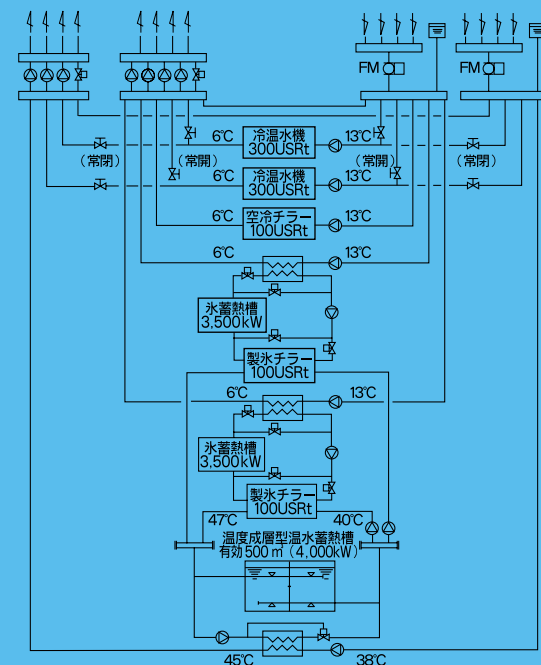
空調関連の熱源機は、地下の機械室にコンパクトに設置されている。エコ・アイス用の排熱回収型製氷チラー2台と氷蓄熱槽。蓄熱時間帯の夜間空調用の空冷チラーが1台。そのほかに、吸収式冷温水発生機2台を持つ。関根氏は、「ピーク時の負荷の半分をエコ・アイスでまかない、かつ温水のための再熱量を確保するというのが、基本的な考え方です」と説明する。

万が一の場合のバックアップにもなるという理由もあります」と、関根氏は言う。

また、エネルギー消費量の削減を図るビル管



■熱源配管系統図



## エコ・アイス主体の運転で 展示収蔵品にも人にも快適な環境

実際の運転は、夜間に製氷チラーを運転して、氷蓄熱槽に冷熱を蓄える。同時に、製氷チラーの運転で出る排熱を利用して、建物の構造の地下部分に設けた温水蓄熱槽に温水を貯める。収蔵庫は24時間の空調が必要なので、蓄熱時間帯となる夜間は空冷チラーを運転する。

昼間の冷房は、エコ・アイスからの放熱を主体に、必要に応じて吸収式冷温水機で追い掛け運転する。

指定管理者として建物を管理する「文化の杜共同企業体」の神谷幸男氏は、「ほぼ通年、エコ・アイス主体の運転で空調はまかなえており、除湿もうまくいっています。冷温水発生機で追い掛け運転するのは、夏場のピーク時くらいにとどまっています。これからは、さらにこのシステムを活かして、効率的な運用方法を模索していきます」と話す。

展示・収蔵品にとっても、そして人にとっても快適に空調された沖縄県立博物館・美術館には、オープンから1年で50万人強が訪れた。

「当初の目標は達成できました。今後は、首里城の年間200万人に負けなように、さらに多くの方に来場していただけるように、あらゆる面で努力していきたいと思っています」と、副館長の山根氏は抱負を語っていた。

※ BEMS : Building and Energy Management System



## DATA ■ 沖縄県立博物館・美術館

### ＜建物概要＞

所在地：沖縄県那覇市おもろまち3-1-1  
設計：石本建築事務所・二基建築設計室 JV  
建築施工：上門工業・大協建設・町田組 JV (1工区)  
大木建設・東江建設・富士建設 JV (2工区)  
金秀建設・沖創建設・野原建設 JV (3工区)  
空調設備施工：オカノ・川重建設工業・サンシステム JV (1工区)  
久建工業・丸政工務店・スイケン JV (2工区)  
琉穂建設工業・琉球エンジニア・光電気工事 JV (3工区)  
桐和空調設備・不二宮工業・第一設備 JV (4工区)  
構造：鉄筋コンクリート造・一部鉄骨造  
階数：地下1階・地上4階・塔屋1階  
敷地面積：3万1,287.44 m<sup>2</sup>  
建築面積：1万3,452.20 m<sup>2</sup>  
延べ面積：2万3,721.79 m<sup>2</sup>  
竣工：2007年1月（開館2007年11月）

### ＜空調熱源概要＞

熱源機：空冷式熱回収型製氷チラー 365kW × 2台  
空冷式チラー 365kW × 1台  
吸収式冷温水機 1,047kW × 2台  
蓄熱槽：氷蓄熱槽 65.3 m<sup>3</sup> × 2基  
温水蓄熱槽 500 m<sup>3</sup> (躯体利用温度成層型)

### ＜利用案内＞

開館時間：午前9時～午後6時(金曜日・土曜日は午後8時まで)  
休館日：月曜日(祝日または慰霊の日の場合は、翌日以降の最初の平日)、年末(12月29日～31日)  
観覧料：博物館常設展 400円(大人)  
美術館コレクション展 300円(大人)

URL <http://www.museums.pref.okinawa.jp>



## 日産先進技術開発センター (神奈川県厚木市)

# 環境配慮型の先進技術研究施設で 高い成果を上げるエコ・アイス

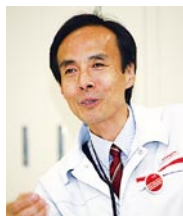
自動車の生産現場だけでなく、企業活動そのものでも環境負荷の低減に取り組む日産自動車株式会社が、最先端の環境配慮を施した研究開発拠点「日産先進技術開発センター（NATC）」を完成させた。高い環境性能を求められたNATCには、大規模なエコ・アイスが導入されており、ピークカットやピークシフトなどで大きな成果を見せている。

### CASBEE 最高の Sランクの認証取得

神奈川県厚木市にある「日産先進技術開発センター（NATC）」は、日産自動車が入れる研究・先行開発部門の拠点として、2007年5月に竣工した。約12万㎡という広大な敷地に、オフィス棟や実験棟、動力棟などの大型施設が建ち並ぶ。

「そうした企業姿勢の一貫として、NATCにも環境配慮型の設備、システムを積極的に取り入れたいと考えました」。施設計画に携わった日産自動車R&Dエンジニアリング・マネージメント本部R&D総務部主管の若狭保夫氏は、そう話す。

日産自動車は2006年に発表した「ニッサン・グリーン・プログラム2010（NGP2010）」では、環境分野において「シンシア・エコイノベーター」として取り組む企業姿勢を打ち出した。環境問題と誠実（シンシア）に向き合い、環境負荷の低減に向けた革新者（エコイノベーター）でありたいというメッセージが、そこには込められている。同社では企業活動と生産する自動車の使用過程で生じる環境負荷を「自然が吸収できるレベルに抑える」という究極のゴールを目標としている。



日産自動車 株式会社  
R&Dエンジニアリング・  
マネージメント本部  
R&D総務部 主管  
若狭 保夫 氏

ガラス屋根に覆われた階段状の巨大な吹き抜け空間「ステップワークプレイス」がひととき異彩を放つオフィス棟には、太陽光発電や自然換気・自然排気システム、光触媒散水冷却システムなど、環境に配慮した各種の知恵が散りばめられている。そうした数々の環境配慮設計の成果として、このNATCは建物の環境性能を評価する

「CASBEE」（キャスビー…建築物総合環境性能評価制度）で最高となるSランクの認証を取得している。この各種の環境配慮設計のなかで、



- ① 屋根全体にグレーチングルーバーを設置した事務所棟（※）
  - ② エントランス部の太陽光パネル
  - ③ 自然光を取り入れ、ステップ状に配置されているワークプレイス（※）
- （※）写真提供＝日産自動車



大きな役割を担っているのがエコ・アイスだ。オフィス棟をはじめ、実験棟や動力棟など複数の建物があり、施設全体を網羅する空調熱源として、動力棟にエコ・アイスが導入されている。

エコ・アイスは、空調負荷がピークと



CASE STUDY

地域の環境と調和した大型施設で  
快適空間を実現する  
ヒートポンプ・蓄熱システム



吹抜空間が開放感を演出するエントランスホール





正面玄関の前庭で充電中の電気自動車

なる夏場をにらんで組まれており、建物の地下構造を利用した氷蓄熱槽の蓄熱容量は8000USRt・h。夜間電力で2台のブラインターボ冷凍機を運転、冷却したブラインをコイルに流し、その周囲に氷を作り蓄熱槽内に蓄える。また、ブラインターボ冷凍機のほかに、追い掛け運転専用の冷水ターボ冷凍機をもう一台持つ。

「毎時800USRt・hで、10時間分の蓄熱システムを組んでいます。10月～5月の中間期は、氷蓄熱の放熱運転で空調負荷のほとんどがまかなえ、安定稼働に貢献しています。蓄熱システム全体でのエネルギー消費量・CO<sub>2</sub>の削減効果に期待しています」と、設計を担当する。



株式会社 日本設計  
環境・設備設計群  
設計グループ主任技師  
北原 知治 氏

当した日本設計の環境・設備設計群設計グループ主任技師の北原知治氏は説明する。

夏季の運転は、氷蓄熱の放熱をベールに、氷の残量を見極めつつ、効率的なピークカットやピークシフトができるように制御していく。

ピークシフト運転では、蓄熱槽による放熱と冷水ターボ冷凍機をベースとし、夕方など不足時の空調をブラインターボ冷凍機で追い掛ける。ピークカット運転の場合は、午後のピーク時は冷凍機を止めて、蓄熱槽による放熱のみとする。

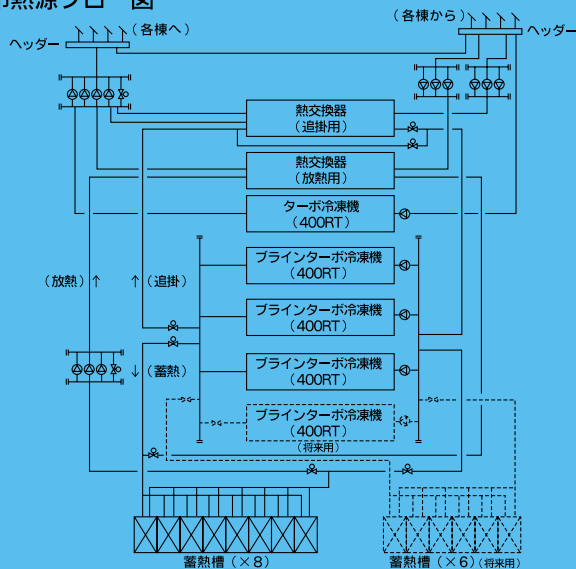
### 最大電力を500kW低減 蓄熱システム標準化も

運転実績には、若狭氏も手ごたえを感じている。

「2008年の夏場は、13時から15時までの2時間のピークカット運転によって、電力負荷を6月は1000kW、8月は600kW削減しました。2009年はピークカット時間を16時までの3時間に拡大する方向で検討しています。蓄熱システムの導入により、当初想定していた最大電力より約500kW低減しており、また、電力の負荷平準化にも大きく貢献しています。今後の運用にかける期待を若狭氏は次のように話す。



■冷熱源フロー図



「まだ稼働して一年半なので、本当の効率運転を図るのはこれからです。運転実績をもとに省エネルギーを図るシステム(BEMS)を活用しながら、よりエコ・アイスのメリットを引き出せるような運用方法を追求していきます」。

日産自動車には、これまでも蓄熱システムの実績が多数ある。1981年に、同じ厚木市内に竣工した「テクニカルセンター」で温水蓄熱を導入して以来、氷蓄熱、エコ・アイスなどの蓄熱システムを取り入れてきた。今回のNATCでの導入も、それらの延長線上にある。「いずれは日産自動車なりの蓄熱システムの標準化も検討したいと考えています」と、若狭氏は展望する。

### DATA ■日産先進技術開発センター (NATC : Nissan Advanced Technology Center)

#### <建物概要>

所在地：神奈川県厚木市森の里青山 1-1  
設計者：日本設計  
施工者：清水建設  
構造：鉄骨造・一部鉄筋コンクリート造（オフィス棟）  
階数：地下1階・地上7階・塔屋2階（オフィス棟）  
敷地面積：11万7,994.77㎡  
延べ面積：約6万9,700㎡（オフィス棟）、  
約1万8,100㎡（電動パワートレイン棟）、  
約1万4,300㎡（将来車両実験棟）、約5,400㎡（動力棟）  
完成：2007年5月

#### <空調熱源概要>

熱源機：ブラインターボ冷凍機 1,758kW × 3台  
ターボ冷凍機 1,758kW × 1台  
蓄熱槽：462㎡（8,000USRt・h）



# CASE STUDY

地域の環境と調和した大型施設で  
快適空間を実現する  
ヒートポンプ・蓄熱システム



4階まで吹抜となっているアトリウム

ケーススタディ③

## 岐阜シティ・タワー43 (岐阜県岐阜市)

### エコ・アイスと水蓄熱の併用で

### 商業テナントの冷暖房に柔軟に対応

岐阜市の新しいランドマークとして完成した「岐阜シティ・タワー43」では、水蓄熱式空調システムとエコ・アイスとのベストミックスによる効率的な熱源システムが組み込まれている。商業テナントの場合、設計段階では入居する店舗が決まっていなかったケースが多く、具体的な冷暖房のニーズを読みにくい。そこで、水と氷の併用によって柔軟に対応できる熱源システムを構築した。



左手の建物がJR岐阜駅。駅前広場整備が進められている

岐阜市の玄関口であるJR岐阜駅北口一帯で、大規模な再開発が進んでいる。約21haの再開発事業地区では、いくつものプロジェクトが進む。その先陣を切った2007年10月にオープンしたのが、「岐阜シティ・タワー43」だ。43階建てのタワーは、JR岐阜駅と歩行者用デッキで直結している。1、4階の低層部には、商業施設や医療・福祉施設、放送局が入り、その上にシンボリックな超高層タワーがそびえる。





- ① 名古屋市、伊勢湾が見渡せる最上階の展望室は市民に開放されている
- ② 駅前広場
- ③ 1～3階は飲食や物販施設が入居している
- ④ 5階屋上部分は緑化されている（芝生広場）
- ⑤ 蓄熱システムの水蓄熱槽は地下1階に設置している。冷凍機などは5階に設置



タワー部は、6～14階が岐阜県住宅供給公社の高齢者向け優良賃貸住宅「ラシールメゾン岐阜」（108戸）、15～42階が分譲マンション「スカイアークス」（243戸）。そして、最上階の43階は、展望室やレストランからなるスカイラウンジという構成だ。高さ163mという規模は、住居系複合施設としては中部圏9県の「最高峰」で、早くも岐阜市のシンボリックな存在になっている。

### 再開発事業として取り組み 岐阜のランドマークとして

「二帯の再開発で最初に取り組んだ事業だっただけに、失敗は許されないと頑張ってきました。完成後の今は、岐阜の新しいランドマークとして、市民の皆さんにも喜んでいただいていると思います」。そう話すのは、岐阜シティ・タワー43の事業主体である岐阜駅西地区市街地再開発組合理事長の大橋清隆氏だ。

岐阜シティ・タワー43は、街のシンボルにふさわしい最新の環境技術も盛り込んでいる。「駅前広場と連続した緑化による日射負荷の低減や景観形成、自然光や風の利用など、様々な環境技術を採用しました。その一つが、電力負荷の平準化や二酸化炭素の排出削減などに貢献できる蓄熱システムの導入です」。建物を設計した竹中工務店名古屋支店設計部設備課長の有吉淳氏は、そう説明する。



岐阜シティ・タワー43は、低層部の熱源として、エコ・アイスと水蓄熱式空調システムとを併用する蓄熱システムを組んでいる。1、2階に入る商業施設の空調全般のほか、3階の医療・福祉施設と4階の放送局には外気処理空調機に冷水水を供給する。

水蓄熱槽は、建物の構造体の地下ピットを有効活用したもので、1500<sup>3</sup>mの容量がある。夏は冷水、冬は温水を貯めて、冷暖房に利用する。地下ピットに確保できた水蓄熱槽でまかなえる能力をベースに、負荷が最大となる夏の冷房を満たせるように、全体の熱源システムは計算されている。

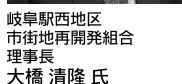
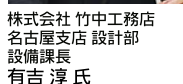
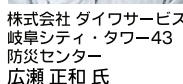
「夏のピーク負荷に対して、水蓄熱分だけでは不足する分と、昼間の追い掛け運転とのバランスを考えて、エコ・アイ

スの能力を決めました。  
(有吉氏)。

設計段階では、どのようなテナントが入るのかわからなかったため、エコ・アイスと水蓄熱槽による冷水を、昼間のピーク時に最大限に利用し、追い掛け運転を最小限にとどめられるような運転パターンを想定して、各熱源機の容量を設定した。

結果として、冷温水用の空冷ヒートポンプチャラー2台(各344kW)、エコ・アイス用の空冷ヒートポンプチャラー1台(260kW)、そして冷水蓄熱と昼間の追い掛け運転を想定した水冷スクリーンチャラー1台(1040kW)という構成になった。

エコ・アイスと水蓄熱式空調システムと



株式会社 ダイワサービス  
 岐阜シティ・タワー43  
 防災センター  
 広瀬 正和 氏

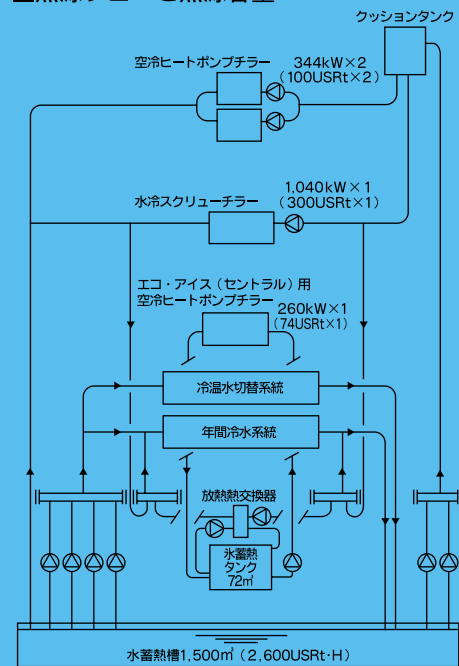
氏はその利点を話す。

「グランドオープンから1年が経ち、空調システムも春・夏・秋・冬をひと通り経験した。『最初の1年は、熱源機の運転パターンなどで試行錯誤しましたが、これから運転プログラム調整などを図って、最適な運用方法を追求していきます』と、施設の管理を担当するダイワサービスの廣瀬正和氏は、今後に期待する。

の併用は、熱源システムを最小限に抑えつつ、効率的な運用を可能にするものだ。「冷水専用のエコ・アイスを併用したことで、水蓄熱槽が温水に切り替わる冬も冷房が欲しいというテナントに対応でき、電力負荷平準化とラ・ンニングコストの低減が見込まれます」と、有吉氏はその利点を話す。



## ■熱源フローと熱源容量



＜建物概要＞

所在地：岐阜県岐阜市橋本町2-52  
設計者：森ビル都市企画・竹中工務店  
施工者：竹中工務店  
構造：鉄筋コンクリート造・一部鉄骨造  
階数：地下1階・地上43階・塔屋2階  
敷地面積：5,412.12㎡  
建築面積：4,623.17㎡  
延べ面積：5万7,576.36㎡  
完成：2007年8月(グランドオープン2007年11月)

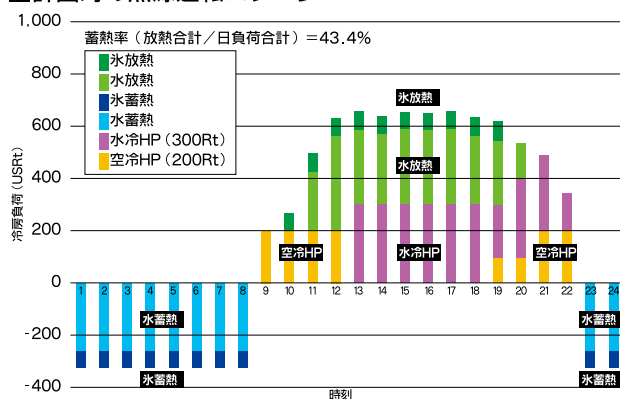
＜空調熱源概要＞＊

**熱源機:** 空冷ヒートポンプチャラー 344kW×2台  
空冷ヒートポンプチャラー (エコ・アイス用) 260kW×1台  
水冷スクルーチャラー 1,040kW×1台

**蓄熱槽:** 水蓄熱槽 72 m<sup>3</sup>  
水蓄熱槽 1,500 m<sup>3</sup> (躯体利用連結完全混合型)

\* 1～4階商業施設の空調熱源

## ■計画時の熱源運転パターン







地熱発電として国内最大級の発電能力を持つ八丁原発電所



STOCK エネルギーの  
ベストドレッサー  
10



## 日本を代表する 地熱タウン・九重町

地熱エネルギーは、再生可能エネルギーの一種であり、化石燃料の高騰や地球温暖化防止対策手法として、近年、その利用拡大が図られている。その歴史は1904年に遡り、イタリアで地熱発電が行われたのがはじまりである。環太平洋火山帯に位置する日本は、世界でも有数の地熱エネルギー保有国である。1919年に大分で地熱利用のための噴気孔掘削に初めて成功し、その後、1925年に日本最初の地熱発電に成功した。日本の地熱利用は、東北や九州を中心に行われており、大分県九重町は、40年以上も前から地熱利用や地熱発電を積極的に行っている。

### 九重町の地熱開発

白山火山帯に位置する九重町は、九州の屋根とも言われる九重連山に囲まれる自然豊かな温泉の宝庫であり、「九重」夢「温泉郷」の名で多くの人に



九重「夢」大吊橋

### 日本一の地熱発電と熱水利用

親しまれている。2006年10月に完成した「九重」夢「大吊橋」が日本一の吊橋として話題を呼び、多くの観光客を魅了している。

豊富な地熱資源は、1949年に地熱発電利用の基礎調査が行われて以来、1967年の大岳地熱発電所運転開始を皮切りに、地熱発電に利用されてきた。また発電だけでなく、一般住宅や旅館の温泉暖房、給湯、野菜や花卉のハウス栽培、川エビの養殖など町内各地で利用され、地熱エネルギーや温泉熱が地域振興の一端を担い、町内に広がっている。

九重町の地熱発電は、日本一の発電量を誇る。町内には、大岳、八丁原、滝上の3つの発電所があり、総出力は14万9500kW(日本の地熱発電総出力の28%)である。

八丁原発電所では、地下約2000mの地熱貯留層から蒸気井により熱水と蒸気を取り出し、分離した蒸気でタービン回し、発電している。2006年には、沸点の低い媒体を熱交換器で加熱・蒸発させ、その媒体蒸気により発電させるバイナリー発電所が営業運転を開始した。これにより、従来の発電方式では利用できなかった低温の蒸気・熱水での発電が可能となった。

気水分離器で蒸気と分離された熱水は、還元井により地下へ戻されるが、還元前の熱水を減圧して得られる蒸気

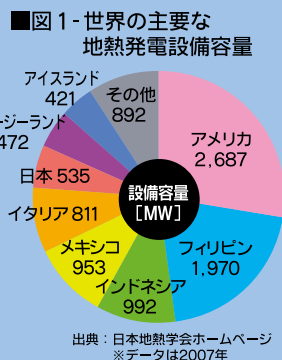


## 世界の地熱エネルギー利用

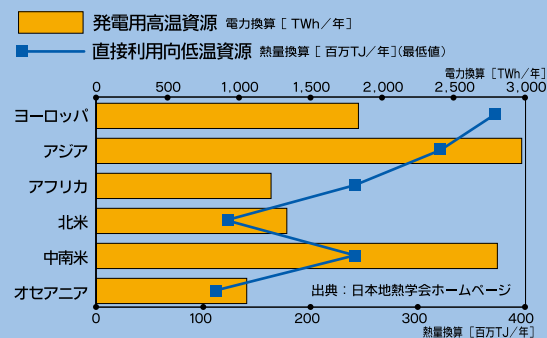
地下に存在する熱エネルギーは膨大なもので、地球全体の地熱ポテンシャルは、直接利用向低温資源が1,400百万TJ/年超、発電用高温資源が従来の発電技術による電力換算で11,200TWh/年分(世界の電力需要の80%相当)と言われている(図2)。地域別では、アジアや中南米地域に発電用資源が多く、ヨーロッパに低温資源が多いと考えられている。

地熱の直接利用は、地熱エネルギー利用の中でも最も歴史が古く、ヒートポンプ、浴用、暖房、農業利用などが行われている。近年、増加傾向にあり、2005年現在、世界全体で273,372TJ/年のエネルギーが直接利用されている(図3)。アメリカ、中国、スウェーデンなどで盛んであり、日本も主要な地熱利用国のひとつである。

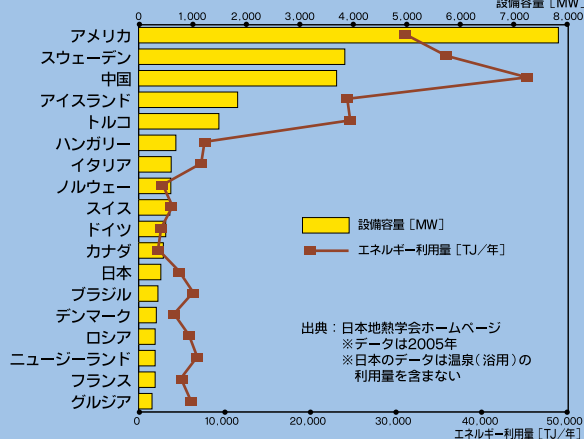
地熱発電は、最も重要な高温地熱資源の活用方法である。地熱資源の特性により、従来式の蒸気タービンまたはバイナリープラントによって行われる。1904年に世界で最初の地熱発電が行われて以来、各地で地熱発電所が建設されてきた。2007年現在、世界の地熱発電設備容量は9,732MWで、アメリカ、フィリピン、インドネシアなどで大きな容量を抱えている。日本の設備容量は、約535MWであり、これは世界第6位である(図1)。



■図2-世界の地熱ポテンシャル



■図3-世界の主要な地熱直接利用と容量

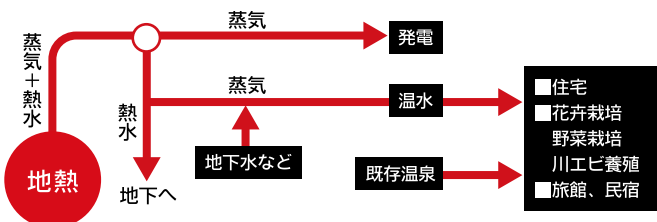


九重町バイオセンターで栽培されるカスミ草



「御宿泉水」の浴場

■地熱水有効利用温泉供給システム



九重町は、「地熱ミュージアムタウン構想」を掲げ、生活環境や産業、観光開

### 地域エネルギーを活かしたサステイナブルタウン

全国50%を誇っている。九重町農業バイオセンターでは、温水を使って温室の室温を冬期でも20℃に保ち、カスミ草やトマト、ネギの栽培を行っている。特に、カスミ草の栽培が盛んで、無菌化されたメロクロン※植物を生産し、親株のシェアは

発において、より一層の地熱利用を目指している。町のインフラとして温水給湯を開始してから40年余りが経過し、古い配管の敷設替えなどの課題もあるが、組合で維持管理費を積み立てるなどの工夫をして維持している。町での温水給湯の貢献度は高く、湯坪地区にある「御宿泉水」の女将は、「温水を使えることは本当にありがたい。装置の点検や導管の更新でお湯が止まるとそのありがたさを実感する」と話していた。このように、九重町は、地産の地熱エネルギーを町の社会資本として整備し、温泉町としての個性ある発展を遂げ、環境と経済の共存を図っている。九重町は、地産の再生可能エネルギーを活かしたサステイナブルタウンであり、エネルギーのベストドレッサーである。

※メロクロン(Mericleone: Meristem clone): 茎頂培養のこと。

■九重町の主な地熱利用

| 利用者                  | 熱用途           | 利用開始             |
|----------------------|---------------|------------------|
| 九州電力(株)              | 発電(124,500kW) | 昭和42、52年、平成2、18年 |
| 九州電力(株)、出光大分地熱(株)    | 発電(25,000kW)  | 平成8年             |
| 九州林産(株)              | 樹木のハウス育成      | 昭和42年            |
| 一般住宅、保養・研修所、別荘(湯坪地区) | 浴用、暖房、給湯      | 昭和49年            |
| 旅館、ホテル               | 暖房、給湯         | 昭和49年            |
| 九重グリーンパーク            | 暖房、給湯、浴用      | 昭和59年、平成元年       |
| 県立九重少年自然の家           | 暖房、給湯、浴用      | 昭和59年            |
| 泉水地熱水利用花卉生産組合        | ハウス栽培         | 昭和59年            |
| 九重町農業バイオセンター         | ハウス栽培         | 平成元年             |
| 一般住宅(野上地区)           | 給湯            | 平成10年            |
| 玖珠郡老人養護組合老人ホーム亀鶴苑    | 暖房、給湯、浴用      | 昭和44年            |
| 農業組合法人花卉生産組合         | ハウス栽培         | 平成6年             |
| 菅原花卉生産組合             | ハウス栽培         | 平成8年             |
| その他個人                | ハウス栽培         | 昭和37年            |
| その他個人                | 養殖            | 昭和59年            |



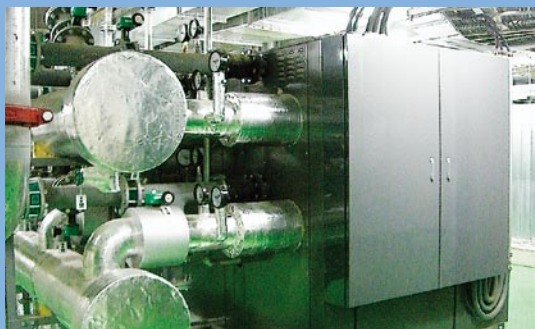


## 副都心線

東京地下鉄（愛称・東京メトロ）の9番目の路線として誕生した副都心線。2008年6月14日、埼玉県和光市の和光市駅から東京都渋谷区の渋谷駅を結ぶ約20.2kmの路線を開業。池袋・新宿・渋谷の東京三大副都心を縦断する。一日平均の乗降人員は池袋駅が国内2位、渋谷駅が同4位。



# 東京の地下鉄 副都心線の6駅舎に エコ・アイスを採用



モジュール型水冷ブラインチラー



水蓄熱槽

## 東京地下鉄株式会社

2008年6月14日、埼玉県和光市の和光市駅から東京都渋谷区の渋谷駅を結ぶ新しい路線として開業した東京地下鉄副都心線の新設駅舎に、高効率ヒートポンプとエコ・アイスが採用されました。

副都心線では環境にやさしい交通機関を目指し、省エネルギー型の新造車両を導入するとともに、雑司が谷駅、西早稲田駅、東新宿駅、新宿三丁目駅、北参

道駅、明治神宮前駅の新設6駅舎に高効率ヒートポンプ（モジュール型水冷ブラインチラー 合計7900kW）とエコ・アイス（アイスオンコイル・内融式 合計700m）を組み合わせたシステムを導入しました。

### 朝のピークを完全カット

通常、電車・駅舎を含めた地下鉄全体の使用電力は、朝7時

9時の混雑時間帯にピークが発生します。エコ・アイスの導入でピーク時の空調熱源消費電力を夜間へシフトさせ、朝のピークを完全にカットでき、OFFピークを実現します。

### 40%の ランニングコスト削減

エコ・アイスの導入で、ピーク時の使用電力を抑えることで基本料金は低減し、蓄熱の夜間割引とピーク時間帯調整割引を活用できます。また、高効率ヒートポンプの導入により空調熱源設備の従量料金低減も実現でき、ランニングコストは従来機器と比較して約40%の削減になると当財団では試算しています。

### CO<sub>2</sub>排出量24%削減

さらに、本システムの年間CO<sub>2</sub>排出量は2130t・CO<sub>2</sub>で、従来型システム（2800t・CO<sub>2</sub>）と比較すると670t、24%の削減が見込まれています。



## 「蓄熱システム運転管理等の改善事例」 審査結果

最優秀賞 該当なし

優秀賞 3組

### ●有楽町センタービル

データ収集・分析システムを活用した水・氷蓄熱システム導入施設における運転最適化事例  
朝日建物管理株式会社  
高砂熱学工業株式会社  
〔設備オーナー〕有楽町センタービル管理株式会社

### ●名古屋東急ホテル

ヒートポンプと蓄熱システムを最大限活用しコストとCO<sub>2</sub>の大幅削減  
東急ファシリティサービス株式会社  
中部電力株式会社  
〔設備オーナー〕株式会社名古屋東急ホテル

### ●信和ビルディング

継続的な遠隔監視による蓄熱システムの安定化  
株式会社サングー  
東洋熱工業株式会社  
〔設備オーナー〕信和ビルディング株式会社

奨励賞 3組

### ●ライフE.D.A

蓄熱槽の有効活用によるピークカット・電力量削減への取組  
株式会社エム・エス・エス  
〔設備オーナー〕株式会社ライフ

### ●神戸リサーチパーク熱供給センター

24時間負荷における蓄熱システムによる安定供給と負荷平準化の両立  
関電エネルギー開発株式会社  
〔設備オーナー〕関電エネルギー開発株式会社

### ●十六銀行本店ビル

蓄熱システムの運転改善と熱源機更新による省エネルギーと環境対策  
株式会社日建設  
三機工業株式会社  
〔設備オーナー〕株式会社十六銀行

努力賞 2組

●名古屋栄四丁目地区地域熱供給プラント  
潜熱蓄熱材設置等による既設蓄熱槽の蓄熱量増量と冷凍機運用方法の改善  
株式会社シーテック  
〔設備オーナー〕株式会社シーテック

### ●富士通関西システムラボラトリ

温度成層型・多孔管式平形蓄熱槽システム  
富士電機総設株式会社  
〔設備オーナー〕富士通株式会社



2008年10月23日、名古屋市中東区・中電ホールにおいて、当財団が主催し、関連団体、学会などが協賛する第5回「ヒートポンプ・蓄熱シンポジウム」が開催されました。

ヒートポンプ・蓄熱システムに関する運転管理の重要性を考えるこのシンポジウムには、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、国土交通省大臣官庁官庁営繕部設備・環境課官の

村山雄介氏の「低炭素社会づくりに向けた官庁施設における環境対策」でした。

講演では「官庁施設の計画から運用、廃棄に至るまでのライフサイクルを通して環境負荷を低減させるグリーン化に取り組み、ライフサイクルCO<sub>2</sub>を最大15%の削減をめざしている。目標達成のため、水蓄熱システム及びNAS電池導入事業を、中央と地方の合同庁舎などで先導的に実施している」と、ヒートポンプ・蓄熱システムへの高い評価と普及への期待を語られました。

続いて行われた運転管理等の改善事例の表彰式では、冒頭、審査委員会の射場本忠彦委員長が応募事例について講評しました。

今年は18件の応募があり、最優秀賞は該当なしとなりましたが、優秀賞3組、奨励賞3組、



努力賞2組が選ばれました。

優秀賞を受賞した3組の代表者がプレゼンターとなり、運転管理の改善によって、運転の最適化やコスト削減、CO<sub>2</sub>排出量の削減に成功した経緯と成果について発表が行われました（19～21ページ参照）。

その後、事例発表のプレゼンター3人と射場本委員長によるパネルディスカッションを開催、最後に参加者とプレゼンターとの質疑応答が行われました。

シンポジウムの翌日の24日には、海水利用高効率ヒートポンプを導入している名古屋港水族館の見学会が実施されました。

なお2009年度も「蓄熱システム運転管理等の改善事例」の公募が行われる予定です（応募要項は18ページ参照）。

第5回 ヒートポンプ・蓄熱シンポジウム

運転管理等の改善事例表彰と事例発表

# 蓄熱システム運転管理最適化で コストやCO<sub>2</sub>削減などを実現





## 現場の創意工夫が改善に結実

「蓄熱システム運転管理等の改善事例」審査講評

審査委員会委員長・  
（財）ヒートポンプ・蓄熱センター技術顧問

射場本 忠彦

今年は18件の応募がありました。7名の審査員が慎重に審査を行い、最優秀賞は残念ながら該当しなくなり、優秀賞3件、奨励賞3件、努力賞2件を選びました。選外が10件になりますが、このうち4件は提出されたデータが不足して判断に至らなかったもので、来年以降の再応募を期待したいと思います。

審査では、運転実績等のデータによって改善効果が確認できることが前提で①設計性能を発揮するために運転管理面で創意工夫さ

れたものの、②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の、③蓄熱設備の改良・工夫により効果のあつたものの、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に重点を置いて評価しました。何らかの創意工夫されたものを高く評価しており、リニューアルのケースでは、単なる機器の入れ替えによる改善や試運転調整の事例は評価していません。

受賞に至った評価のポイントは次のとおりです。

優秀賞の有楽町センタービルは改善へのシナリオが大変しっかりしていること、名古屋東急ホテ

ルはハードではなく運転管理の改善で成果をあげていること、信和ビルディングは中小規模のビルがAEMSを活用したことを評価しました。

奨励賞のライフE.D.Aビルは、経験豊かな現場の運転管理者が、バルブ調整によって適正運転に導いた事例です。

神戸リサーチパークは、バックアップ用の蓄熱槽を交互に利用するようにしてコスト削減に成功した改善で、これも現場の方が上手に運用した事例です。

十六銀行本店ビルは、30年前に開発・導入されたダブルコンデンサー型のクーラーが老朽化、機器の更新の際に蓄熱システムだけでなく空調スペースの見直しを行い、成果をあげています。ここは昨年

の応募でデータが不足していたので、再度応募していただいた事例です。

努力賞の名古屋栄四丁目地区地域熱供給プラントは、2年間にわたって内部点検を行い、蓄熱量を増やしていますが、それ以外に運転管理でもさまざまな改善点がありました。

富士通関西システムラボラトリーは、吹き出しの流速や温度をシミュレーションで最適化を図った事例です。

蓄熱システムを導入することが目的ではなく、蓄熱システムを導入したことで省エネルギー・省コストを実現することが重要です。そのためには、利用実態に見合った運転管理がなされているかどうか、確認と改善が必要です。

## 平成21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開催されるよう、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、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、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、CO<sub>2</sub>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・工夫により効果のあつた改善事例。  
（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：  
平成21年4月20日（月）～平成21年6月19日（金）  
（郵送の場合は当日消印まで有効）とします。

### 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。

### その他

虚偽の申請など本表彰の目的を損なうような行為があつた場合は、当該申請を無効とします。

### 送付先／問い合わせ先

財団法人ヒートポンプ・蓄熱センター ヒートポンプ・蓄熱シンポジウム事務局  
〒103-0014 東京都中央区日本橋蛸殻町1-28-5 蛸殻町Fビル6階  
Tel：03-5643-2403 Fax：03-5641-4501



## 優秀賞 有楽町センタービル

## 蓄熱量拡大によってコスト低減

データ収集・分析システムを活用した  
水+氷蓄熱システム導入施設における運転最適化事例

朝日建物管理株式会社

高砂熱学工業株式会社

設備オーナー：有楽町センタービル管理株式会社

発表者：竹原茂明（高砂熱学工業）

JR有楽町駅前の有楽町センタービル（通称：有楽町マリオン）は1984年に竣工し、2005年～2007年に熱源リニューアルを、次のコンセプトで計画・実施しました。

- ① 3年にわたる営業しながらのリニューアル
- ② オール電化・高効率電気式熱源機器の採用
- ③ 蓄熱量増強によるエネルギーコストの低減および負荷平準化への寄与
- ④ 実負荷計測に基づく最適システムの選定
- ⑤ 将来の負荷増や故障時におけるフレキシビリティの向上

次に、実施した改善内容を列記します。

## ① 氷蓄熱量の拡大

## 改善1【放熱完了温度の見直し】

運転状況を踏まえたチューニングにより、放熱完了温度を5.5℃から6.0℃へ見直し、設計蓄熱量43GJを45GJまで増加させました。

## 改善2【満蓄熱量設定値の見直し】

45GJとなった満蓄熱量を、運転状況やシステム余力を考慮し、さらに48GJへ引き上げ、改善1、2によって、氷蓄熱量を43GJから48GJへと11.6%拡大することができました（図1）。

## ② 既存冷水槽の蓄熱量拡大

蓄熱槽への還り温度を高温維持するための改善および必要に応じたチューニングにより、蓄熱槽利用温度差約10℃を実現しました。

本施設の蓄熱量は、冷房負荷に対する割合が少なく、運転管理の難度が高かったため、蓄熱量拡大と運転管理性の向上を両立させる各種改善を実施しました。

## 改善1【夜間蓄熱時熱源出口温度設定値の見直し】

夜間蓄熱時の熱源出口温度設定5.0℃から4.0℃へと変更し蓄熱量を拡大しました。

## 改善2【熱交換器の仕様値の見直し（温度アプローチの縮小）】

冷水槽放熱用熱交換器の還り側の温

度アプローチ3.0℃差を1.0℃差へと変更し蓄熱量を拡大しました。

## 改善3【還り配管分岐による熱交換器への還り温度の維持】

二次側からの冷水還水を直接冷水槽放熱用熱交換器に導くため、熱交換器に接続する配管のみヘッダー手前で分岐することで二次側の冷水還水を高温に維持し蓄熱槽の有効利用を図りました。改善実施後、各種チューニングを実施した結果、冷水蓄熱量を27.9GJから45.2GJへと約62%拡大することができました。

## ③ システム効率向上のための各種設定値の見直し

冷却水・冷水温度設定値等の見直しにより中間・冬期のCOPを向上させました。

## 【冷却水温度設定値の見直し】

4台のターボ冷凍機は冷却水温度設定値が安全面を考慮して高めに設定さ

れていました。そこで、メーカーに確認し冷却塔ファン設定19℃、冷却水バイパス設定20℃と限界まで設定値を下げて、ターボ冷凍機の効率の最大化を図りました。その他、冷凍機出口温度設定値を通年8℃から、冬期（11月～4月）9℃へ緩和し、氷蓄熱用プラインターボ冷凍機の追掛運転時の出口温度設定値を5℃から6℃に緩和しました。

## ④ 最適運転目標の設定

規模が大きく複雑な本施設では、運用の良し悪しが運用者のスキルに左右される懸念がありました。そこで、設計主旨に基づき標準的な運転パターンを作成し、誰でも一定以上の効率で運用ができるように配慮しました。

## ⑤ 運用の見える化

本施設では運用者が運用を振り返り、運用改善のPDCAサイクルを回していくために、「データの見える化ツール」としてデータ収集分析装置（GODA：ゴォーダ）を中央監視に接続し（図2）、システムを熟知している設計・施工者が竣工後のコンセプト確認や、より良い運転の実現に向けて運用をサポートしました。

以上の改善により、年間熱源システムCOPが3.9%向上、エネルギーコストは47%低減し、年間CO<sub>2</sub>排出量は22%削減しました。

今後も、継続して設計・施工関係の支援を受けて、運用改善を継続していきたいと考えています。

図1 運用改善前後の氷蓄熱量

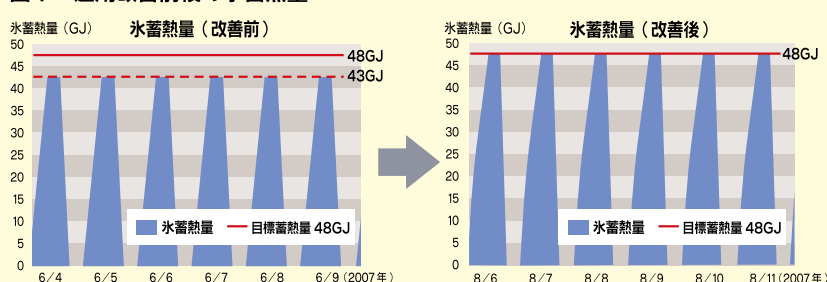
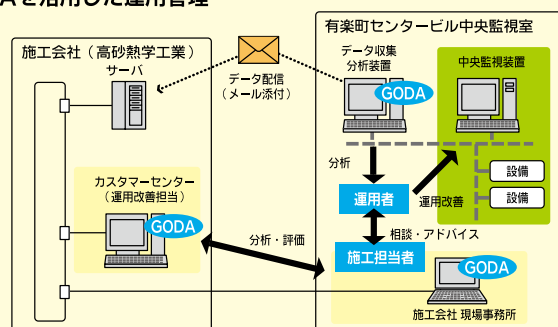


図2 GODAを活用した運用管理





## 優秀賞 名古屋東急ホテル

## ターボ冷凍機の性能を最大限活用

ヒートポンプと蓄熱システムを最大限活用し、  
コストとCO<sub>2</sub>の大幅削減東急ファシリティサービス株式会社  
中部電力株式会社 名古屋支店  
設備オーナー：株式会社名古屋東急ホテル

発表者：金森 仁（名古屋東急ホテル）

名古屋東急ホテルは、名古屋の中心にある地下鉄栄駅から徒歩5分の好立地にあり、地上16階、地下2階建てで、1986年に竣工しました。「お客様に快適にお過ごしいただけますように」という環境方針のもと、「チームマイナス6%」に参加するなど、ホテル事業と地球環境の調和を目指しており、2006年7月からCO<sub>2</sub>削減をめざして、改善活動に取り組みました。

今回の活動は空調の質を落とさないことを前提に、冷房エネルギー使用量がホテル全体の40%程度を占め、蓄熱槽を有する低層階パブリック部を対象としました（図1）。

まず、導入している吸収式冷凍機とターボ冷凍機が1時間運転した場合、ターボ冷凍機が環境性で有利であり、コス

ト面でも電気式で効率の良いターボ冷凍機が4割程度安くなることを確認しました。そしてシステム運用管理者、電力会社が一体となり、BEMSデータをグラフ化し、現状運転状況の問題点の洗い出しと改善を繰り返し、以下の4項目の運転管理改善を行いました。

## ① 蓄熱時の運転台数の最適化

夜間の蓄熱時に、吸収式冷凍機とターボ冷凍機を同時に運転していたが、この間ターボ冷凍機が停止している時間があるなど、効率の高いターボ冷凍機が最大限活用できていないことがわかりました（図2改善前）。

そこで、夜間の蓄熱時にはターボ冷凍機を運転、吸収式冷凍機の運転を停止することで、ターボ冷凍機の高効率性能を最大限活用できました。

図1 低層部 冷凍機・蓄熱槽系統図

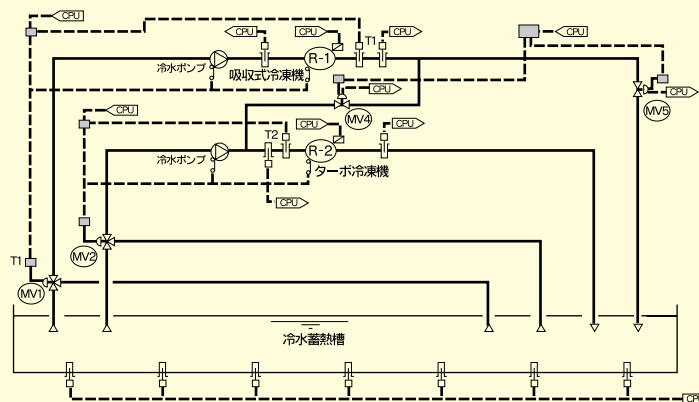
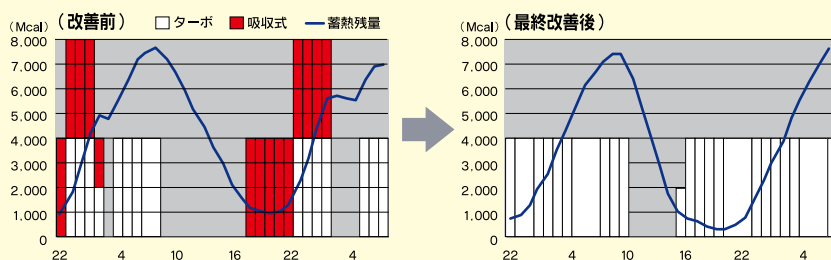


図2 熱源機の運転状況と蓄熱状況



## ② 放熱開始時間の変更

一つ目の改善により、吸収式冷凍機の追い掛け開始時間が早まる課題が発生しましたが、午前中は最大電力に余裕がありました。そこでターボ冷凍機の運転を蓄熱運転終了後も継続、逆に吸収式冷凍機の運転を停止するとともに、放熱開始時間を遅らせました。この結果、8月の冷房ピーク時においても、吸収式冷凍機を運転することなく、ターボ冷凍機のための運転パターンを確立できました（図2最終改善後）。

## ③ 冷凍機詳細診断による補機動力の削減

各冷凍機の流量などを計測した結果、吸収式冷凍機が定格値に対して11%の能力低下を起こしていることがわかりました。改善策として能力低下の少ないターボ冷凍機を優先運転することで、冷凍機の総運転時間を短縮、補機動力を削減することでシステムCOPの向上につながりました。

## ④ 時期ごとの蓄熱温度設定の変更

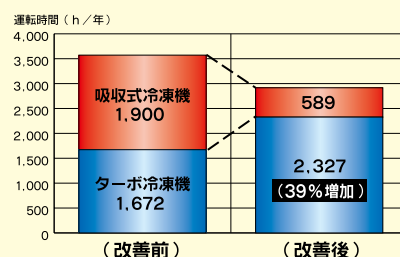
従来は、年間を通じて4℃で蓄熱運転をしていましたが、中間期などには蓄熱温度を5℃に変更し、時間あたりの消費電力を24%削減しました。

以上の4項目の改善により、1年間で次の効果がありました。

ターボ冷凍機運転時間39%増加（図3）により、蓄熱電力量が18%増加し、都市ガス消費量は20%減少しました。結果、環境面ではCO<sub>2</sub>排出量が400t削減、ランニングコストも約900万円削減できました。また第1種エネルギー管理指定工場としてのエネルギー消費原単位の削減目標は年間約1%ですが、この約5年分に相当する4.6%削減を、運用改善だけで達成することができました。

今後も、地球環境への配慮とホテルをご利用頂くお客さまの快適性の向上を目指し、運転データの分析と改善を繰り返し、ヒートポンプと蓄熱システムを最大限活用していきたいと考えています。

図3 ターボ運転時間の増加





## 優秀賞 信和ビルディング

## 蓄熱量を増加、ピーク電力低減

## 継続的な遠隔監視による蓄熱システムの安定化

株式会社サングー  
東洋熱工業株式会社  
設備オーナー：信和ビルディング株式会社

発表者：渡辺 聡（東洋熱工業）

中央区日本橋本町にある「信和ビルディング」は、竣工後43年経過しています。空調設備に関してはこの間、機器の更新を実施し機器効率の向上は図れましたが、更なる省エネルギーを目指して2002年度から活動を開始しました。

実施にあたって現状の設備の運転状況を把握する必要がありましたが、中央監視設備は遠隔での機器発停やスケジュール管理が主で、既存のデータ（運転管理員による、日に数度の目視温度計指示値を記帳した日報）では十分把握しきれない流量や電力量などのポイントをAEMS（簡易BEMSに当たる東洋熱工業独自のエリアエネルギーマネジメントシステム）による遠隔計測した短い間隔データを根拠として一連の作

業を行いました。

詳細な運転状況の把握をした結果から省エネルギー対策を抽出し、既存システムを最大限利用した運用改善と費用対効果を考慮した改修工事として次のような項目を実施しました。

## ①蓄熱容量増加による安価な夜間電力の活用

冷凍機が、仕様温度（冷水5.0℃）より1℃高く運転していたことが判明しました。原因を調査して、冷凍機の制御用温度センサの経年劣化が原因と判断して、センサの校正を実施することで蓄熱槽の冷水温度を1℃低温化（図1）でき、蓄熱量を約29%増加できました。

## ②冷凍機運転方法の見直しによる契約電力の低減

負荷ピーク時期のデマンドピークが、冷凍機の昼間追い掛け運転時に発生していたので、単位時間負荷熱量を考慮した能力で強制的に冷凍機を運転させられるように制御回路を改造、ピーク電力を低減できました。

## ③二次側三方弁の二方弁化と冷温水ポンプのインバーター制御による使用電力量の削減

夏季のピーク負荷熱量に対して中間期や冬季の負荷熱量は半分以下の日が大部分なので、搬送システムに変流量制御を導入することにしました。空調機の既存三方弁のバイパス弁を閉めることで簡易的に二方弁として運用（図2）することで、中間期に蓄熱槽の利用温度差を拡大（図1）でき、蓄熱量を約27%増加できました。さらにポンプにインバーターを設置することで搬送動力を低減できました。

## ④継続したAEMS利用による改善効果の維持

上記改善項目は、2003～2004年度にかけて実施しました。しかし、実施後の運用の変化や制御機器の故障などにより、改善効果が失われる場合が多いことから、実施効果の維持が最も重要であるという認識の下、AEMSを継続して用いて改善効果の維持（図3）に取り組み、本年度も同様の効果を得られています。

図1 運転改善前後の蓄熱槽利用温度

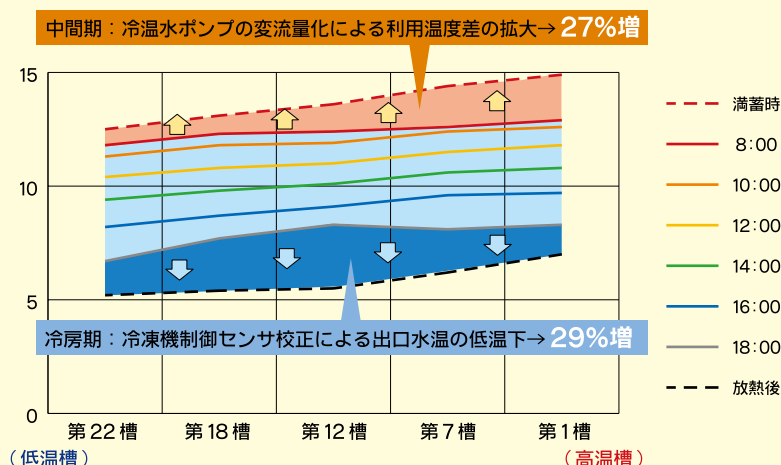


図3 改善効果の維持

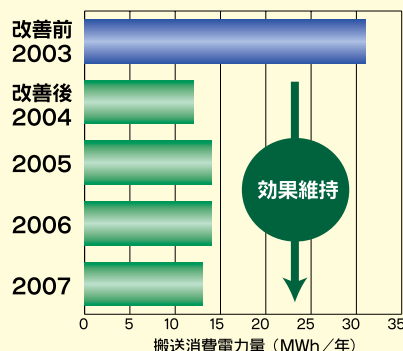
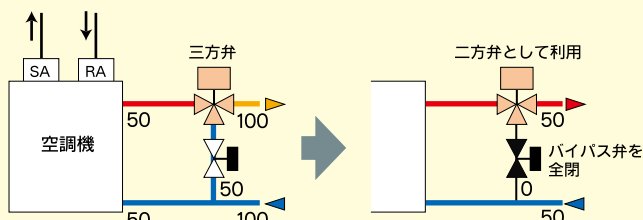


図2 三方弁の二方弁化



以上の改善により、インバータ搬送消費電力量を1万9,000kWh/年削減し、年間CO<sub>2</sub>発生量では8,045kg-CO<sub>2</sub>削減することができました。

今後はローカルな部分にまで監視範囲を拡大させて、室内の温湿度やCO<sub>2</sub>濃度環境の改善などの環境改善にもつなげていく予定です。



# ヨーロッパにおける 自然冷媒の技術調査を実施



自然作動流体会議での論文発表

当財団の自然作動媒体ヒートポンプ研究会（主査：飛原英治東京大学大学院教授）は、2008年9月、「欧州自然冷媒ヒートポンプ技術調査団」を結成して、デンマーク、ドイツ、ノルウェーの3カ国を訪問し、技術調査を行った。自然冷媒の開発・利用の動向はグローバルな進展を見せているが、冷媒規制の面でも技術開発の面でも欧州の動きは非常に重要である。とくに今年はコペンハーゲンで自然作動流体会議が開催されたため、これにあわせて研究会のメンバーで欧州を訪問し、同会議への参加をはじめ、関連する諸機関を訪問し、情報調査を行ったものである。

日程は、9月7日～14日の8日間、メンバーは飛原主査を団長に、研究会の会員企業のメンバー総勢10名が参加した。



自然作動流体会議の会場となったコペンハーゲンのデンマーク技術者協会会議場（上）  
コペンハーゲンのランドマークとなっている人魚姫の像（左）

## 1 第8回 IIR 自然作動 流体会議に参加

本会議は、IIR（国際冷凍学会）が主催する自然冷媒の国際学会で、隔年で開催されている。第8回となる2008年は、9月7日～10日にかけてコペンハーゲンにあるデンマーク技術者協会会議場で開かれた。

この会議は、CO<sub>2</sub>冷凍サイクルの再評価に偉大な足跡を残したノルウェー科学技術大学の故グスタフ・ローレンツェン教授を記念してグスタフ・ローレンツェン会議とも呼ばれている。

発表論文数は回を追うごとに増えて、今回は130件であった。その内容は、CO<sub>2</sub>を対象としたものが約半数と圧倒的に多く、ほかに、アンモニア、炭化水素、混合冷媒・新冷媒、吸収・吸着などのセッションにわかれている。国別では、日本からの発表が17件で、日本が最多論文提出国であった（おそらく今回が初めてである）。2位以下は、英国・デンマーク各11件、ドイツ9



件、ノルウェー・フランス各8件などとなっている。内容的には、伝熱工学のきわめて基礎的な研究発表から機器開発導入事例の紹介のようなものまで、様々なフェイズの発表がみられた。

参加者数は、これも過去最多の366名で、うち日本からの参加者は36名(地元デンマーク、ドイツに次いで3番目)であった。

## 2 ドレスデン工科大学を訪問

自然作動流体会議が終了した翌日、調査団一行はドイツに移動し、ドレスデン工科大学のハンス・クアック教授の研究室を訪問した。同大学が創設されたのは1828年であるから、日本でいえば11代将軍徳川家斉の時代にあたる。クアック教授の研究室も歴史ある研究室で、「ヌッセルト数」で知られるヌッセルト教授や「モリエル線図」にその名を残すモリエル教授を輩出しており、

クアック教授は彼らの後継者にあたるといふことである。

クアック教授はフリーピストン型の膨張機をCO<sub>2</sub>サイクルに適用する研究を進めていて、3ステージの膨張機によって10〜30%もの効率向上を図れることを実験的に確かめている。今回、実験室で実際に膨張機が動いている様子を見せてもらうことができた。

## 3 SINTEFエネルギー研究所を訪問

SINTEFはノルウェー第3の都市トロンハイムにある国際的な受託研究機関で、SINTEFエネルギー研究所はそのエネルギー部門にあたる。SINTEFの職員は3300人だが、その研究は隣接するノルウェー科学技術大学(職員1400人)と密接な関係をもつて進められている。

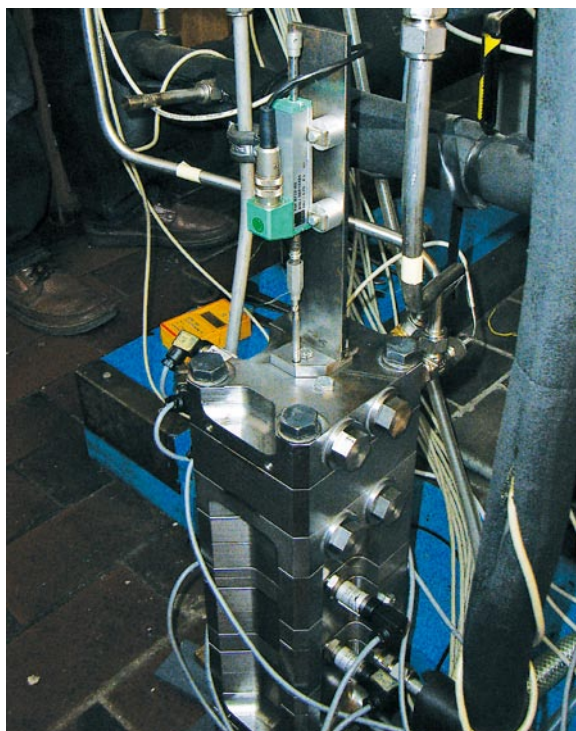
調査団は、自然冷媒の研究者であるペター・ネクサ博士を訪問してデイスカッションするとともに、実験棟を見学



ドレスデンは第二次世界大戦中に空爆で完全に破壊されたが、かつての町並みをそのまま再現した



ドレスデン工科大学のハンス・クアック教授と意見交換(上)  
クアック教授の製作した膨張機(左)



した。

自然冷媒を用いたサイクルは1900年頃には既に存在していたが、1988年のグスタフ・ローレンツェン教授の再評価などにより、とくにCO<sub>2</sub>を用いたシステムが飛躍的に進歩した。

現在は、CO<sub>2</sub>膨張機、エジェクター、自動車用空調の開発、CO<sub>2</sub>圧縮機の改良などに取り組んでいるほか、CO<sub>2</sub>ヒートポンプドライヤーによるフリーズドライ食品の製造など、幅広い分野の研究が行われている。

なお、本調査の結果は、10月16日に開催された自然作動媒体ヒートポンプ研究会の例会において、会員に対して詳細に報告された。同研究会は2009年度から「次世代冷媒ヒートポンプ研究会」と改称し、自然冷媒に加えて、昨今注目を集めている低GWP(地球温暖化係数)人工冷媒も新たに対象に含めて活動していく。ご関心のある方は技術研究部までぜひお問い合わせいただきたい。



## 家庭用自然冷媒(CO<sub>2</sub>) ヒートポンプ給湯機「エコキュート」 累計出荷150万台を突破

「エコキュート」は2001年に世界で初めて商品化されて以来、年々出荷台数を伸ばしていますが、2008年10月末、累計出荷150万台を突破しました。

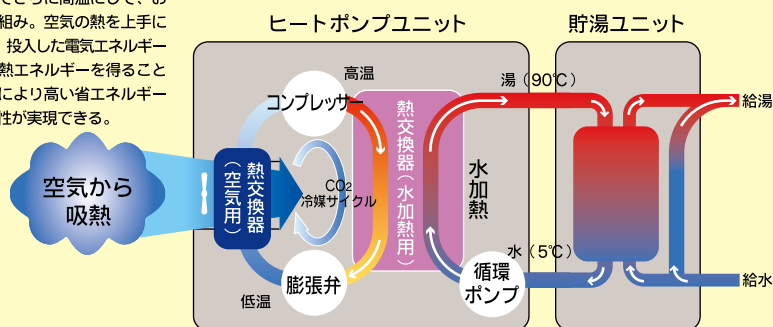
エコキュート150万台によるCO<sub>2</sub>排出削減効果は、従来型給湯機と比較して年間約90万t、CO<sub>2</sub>(試算)となり、東京23区の約4倍の面積の森林が吸収する量に相当し、地球温暖化防止に貢献しています。

電気事業連合会、社団法人日本冷凍空調工業会および当財団では、近年のエコキュートの急速な伸びの理由のひとつとして、給湯のほか床暖房なども行える多機能機種や寒冷地対応機種など、利用者の多様なニーズに合った機器の製品化を挙げています。

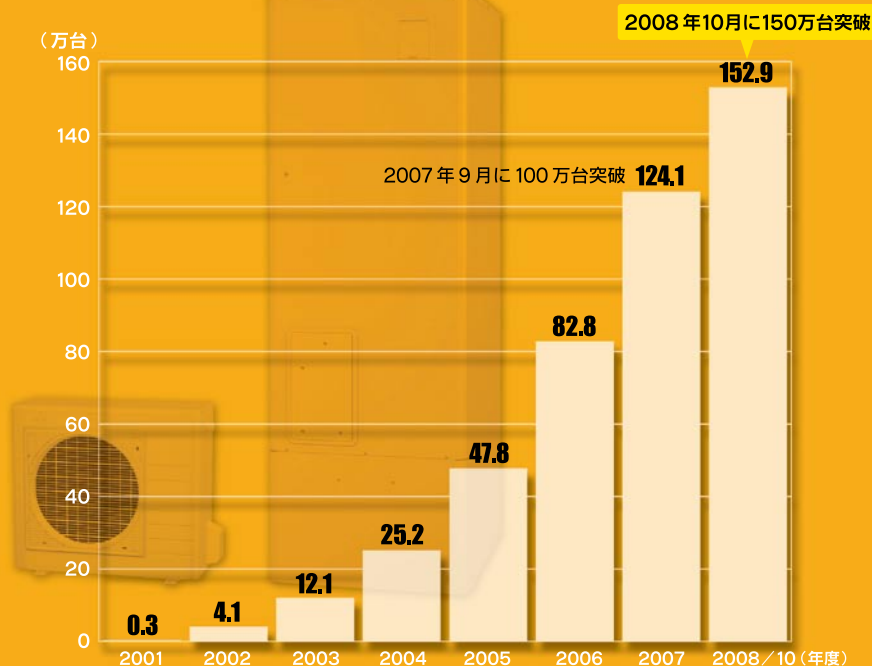
当財団でも引き続き、2020年度までに累計出荷1000万台を目指し、エコキュートの普及促進に努めていきます。

### ■エコキュートの仕組み

「エコキュート」はヒートポンプの原理を利用した給湯システム。空気の熱を熱交換器でCO<sub>2</sub>冷媒に集め、その冷媒を圧縮機でさらに高温にして、お湯を沸かす仕組み。空気の熱を上手に利用するため、投入した電気エネルギーの3倍以上の熱エネルギーを得ることができ、これにより高い省エネルギー性、環境安全性が実現できる。



### ■エコキュートの累計出荷台数





## 海外に向けて情報発信

### 財団の英語版WEBを開設し、順次更新中

財団ホームページ 英語版  
[http://www.hptcj.or.jp/about\\_e/index.html](http://www.hptcj.or.jp/about_e/index.html)



Contribution (ニュースリリース)



Website Course on Heat Pump  
 (ヒートポンプWEB講座)

当財団では、「ヒートポンプ」と「蓄熱」に関する国内唯一のナショナルセンターとして、情報を積極的に収集し、インターネットによる情報提供を行っています。海外に向けて情報発信するために、ホームページの英語版制作を順次進めています。

これまで英語版サイトでは、IEA(国際エネルギー機関)の国際共同研究の報告や、今後の世界各地で開かれる展示会・国際会議のイベント情報などを提供しています。また、東京電機大学の射場本教授監修による、「ヒートポンプWEB講座」と「蓄熱WEB講座」の英語版も掲載、分かり易いと好評です。

なお、「ヒートポンプWEB講座」は、英語音声による動画版も作成しました。

当財団では今後もホームページを充実させ、ヒートポンプ・蓄熱への理解・促進を図っていきます。

## 東北最大級の環境展示会

### 「エコプロダクツ東北 2008」に出展

当財団は、10月9日(木)～11日(土)の3日間、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2008」に出展しました。

エコプロダクツとは環境への負荷を減らした製品やサービスのことで、あらゆる分野のエコプロダクツや環境への取り組みを紹介し、企業や消費者の環境意識を高めることを目的とし、NPO法人環境会議所東北が主催、経済産業省東

北経済産業局が共催した東北最大級の環境展示会です。

当財団では、ヒートポンプのメカニズムを模型を使って説明し、システムの環境保全性や効率性を映像やパネルを使って紹介しました。また特設ステージにて、電力の負荷平準化の有効性についてプレゼンテーションを行うなど、ヒートポンプ・蓄熱システムが即効性ある地球温暖化防止対策であると強くPRしました。



ヒートポンプ原理モデル(左端)



## 第3回日中省エネルギー・環境総合フォーラムに展示 ヒートポンプのメリットをアピール

当財団では、2008年11月28日に東京のランドプリンスホテル新高輪で開催された、「第3回日中省エネルギー・環境総合フォーラム」(主催：経済産業省、財団法人日中経済協会、中華人民共和国国家発展と改革委員会、中華人民共和国商務部、中華人民共和国駐日本国大使館)に出展しました。

このフォーラムは、中国の省エネルギーと環境保護に関して相互理解と協力促進のプラットフォームとして、日本と中国で毎年開催されており、この日、日本側からは二階俊博経済産業大臣をはじめとして関係官庁、業界、企業から約700名が参加しました。また中国側からは、国家発展改革委員会解振華副主任をはじめ、約300名が来日、参加しました。

中国側の参加者はフォーラムに先立つ4日前に来日、関係企業などの現地視察を行いました。

当財団の展示ブースでは、ヒートポンプの原理を中国語のパネルで説明するとともに、エコキュートの実機を展示して、クリーンで再生可能な「空気熱エネルギー」を利用することのメリットをアピールしました。



フォーラムで基調講演する二階経済産業大臣



中国語のパネルを使った展示ブース

## 地球温暖化対策と 環境ソリューション技術展 「NEW EARTH2008」に出展 秋篠宮ご夫妻が エコキュート視察

当財団では、2008年11月26日から28日までの3日間、大阪市住之江区・インテックス大阪にて開催された「NEW EARTH2008」(主催：社団法人大阪国際見本市委員会、社団法人日本産業機械工業会、財団法人地球環境産業技術研究機構)に出展しました。

地球温暖化対策をメインテーマにしたNEW EARTH2008は、京都議定書に基づき、世界各国が温室効果ガス削減を実行する第1約束期間が2008年から始まっていることもあり、注目を集めている環境展です。

エネルギー効率の改善やバイオマスエネルギー、太陽光発電、風力発電、廃棄物発電といった再生

可能エネルギー、循環型社会形成を担うさまざまな技術が紹介されました。

期間中には約1万人が訪れ、財団のブースでは、ヒートポンプや蓄熱を解説するパネルやWEB講座の映像、給湯機のモデル、パンフレット等を配置し、来場者に自然冷媒給湯機「エコキュート」をPRしました。

開催初日の26日には、秋篠宮文仁親王と紀子妃がNEW EARTH2008を視察されました。財団のブースで足を止め、日本のCO<sub>2</sub>総排出の10%に相当する1.3億トンもの削減ポテンシャルを持つヒートポンプ・蓄熱技術の説明を受けられました。



ヒートポンプの仕組みを熱心に見学する来場者