

# 製造業用のエネルギーソリューション技術

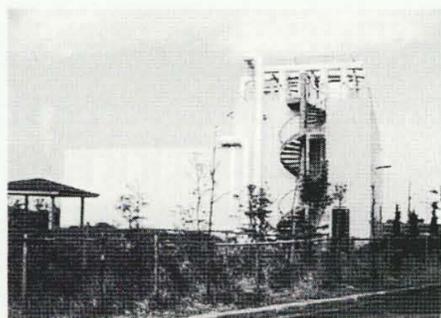
— 昭和電工株式会社HD工場と株式会社日立ドライブシステムズの例 —

Energy Solution Technology for Manufacturing Industry

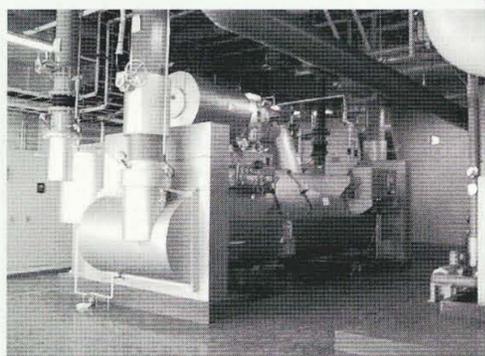
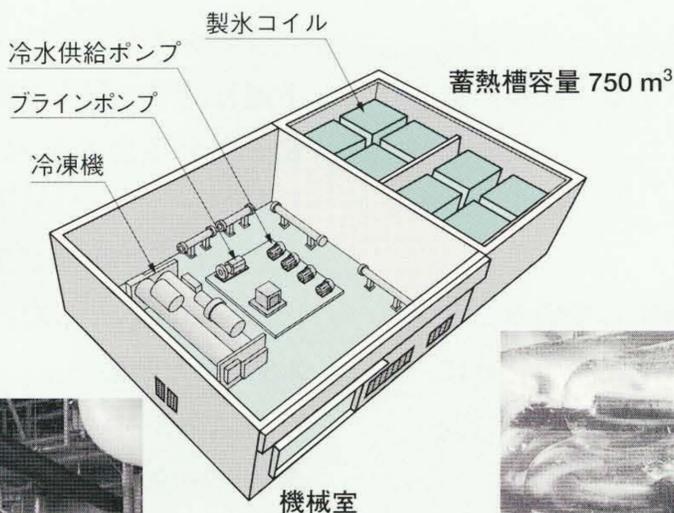
桑原 健一 Ken'ichi Kuwahara

小野田利助 Risuke Onoda

加藤 収三 Shuzô Katô



設備外観 (左側：機械室, 右側：蓄熱槽)



氷蓄熱用ターボ冷凍機



製氷用コイル着氷状況

## 昭和電工株式会社HD工場 で稼動中の大規模築造型 氷蓄熱システム

氷蓄熱システムによって空調負荷を夜間にシフトし、高効率ターボ冷凍機の採用と外気温度の低い夜間での運転により、システム全体のCOP (Coefficient of Performance) を向上させる。昼間の電力使用量を抑制し、安価な電力料金契約が可能となる。

国連環境開発会議(UNCED)の第3回締約国会議(COP3)が1997年に京都で開催され、温室効果ガスの種類と、2008年から2012年までを対象とする国別削減目標などを設定した京都議定書が採択された。わが国では、これを受けて省エネルギー法が改正され、1999年4月から施行された。同法により、エネルギー管理工場に指定された工場や事業所は、中・長期に年平均1%の省エネルギーを継続して行うことが義務づけられた。そのため、省エネルギーに取り組む事業者は、省エネルギーを実現するための手段の具体化など多くの課題を解決する施策を求めている。

これらを背景として、省エネルギーを目的としたエネルギーソリューション事業が産業分野で拡大してきている。昭和電工株式会社HD工場と株式会社日立ドライブシステムズの事例は、省エネルギーと環境保全、コストミニマムを目的とした、エネルギーを取り巻く問題への最新のソリューションである。

## 1 はじめに

近年、温暖化防止やオゾン層保護など地球規模の環境問題への関心が高まってきている。

これに対して、生産現場では、ユーティリティ設備のエネルギーや生産設備エネルギーの低減が求められている。

ここでは、省エネルギーと環境保全、コストミニマムを目的としたソリューションの実例として、昭和電工株式会社HD工場での電力の負荷平準化と空調エネルギーを低減する大規模氷蓄熱システム、および株式会社日立ドライブシステムズでの省エネルギー施策と省エネルギー

効果について述べる。

## 2 昭和電工株式会社HD工場での事例

### 2.1 大規模築造型氷蓄熱システムの基本計画

#### 2.1.1 システム導入の背景

昭和電工株式会社HD工場では、ハードディスクの需要拡大に対応した工場設備の増設に伴い、昼間の電力使用量が増加し、時間帯別契約を継続するために、目標としてきた電力使用量の夜間比率を達成することが困難になっていた。このため、同社は、夜間電力を使ったエネルギー蓄熱による昼間の電力使用を抑制することによ

り、使用電力の平準化を実現する「大規模築造型氷蓄熱システム」を導入した。このシステムでは、それまでの空冷チラーに代えて高効率ターボ冷凍機を採用することにより、省エネルギーを図っている。

### 2.1.2 システムの概要

このシステムは、既存の建物に採用した中ではわが国最大の規模であり、電力負荷の高い夏場のピーク時間帯で、1,200 kW相当の電力を夜間にシフトする。設備の概要を表1に示す。

## 2.2 システムの特徴

### 2.2.1 設備容量と運転パターン

一年を通して24時間常に冷房負荷が発生していることから、既存の冷凍機を夜間負荷対応とし、昼間の負荷については、基本的には氷蓄熱で賄い、バックアップに既存冷凍機を使用するシステムとした。

蓄熱時間帯である22:00~8:00までの夜間10時間の負荷には既存の空冷チラーで対応し、氷蓄熱用ターボ冷凍機は、この間に蓄熱運転を行う。運転パターンとしては、基本的に夏季(6月から9月)の9:00~22:00の間は放熱と

表1 設備概要

この設備は、わが国で最大級の蓄熱容量を誇る。

氷蓄熱槽	容量	750 m <sup>3</sup>
	製氷率	33%
	蓄熱量	21,000 kW・h(6,000 RT・h)
熱源機	熱源機	高効率ターボ冷凍機
	冷凍容量	2,100 kW(600 RT)
	C O P	4.2

注：略語説明 COP(Coefficient of Performance；成績係数)  
RT(Refrigerating Ton)

既存冷凍機の併用運転を行い、特に13:00~16:00の時間帯は放熱量を増加させ、ピーク電力を削減する。その他の月は、既存冷凍機を使用しないで、蓄熱槽からの放熱だけで冷凍負荷を賄う。最大負荷時と中間負荷時の運転パターンを図1に示す。

### 2.2.2 製氷・解氷方式

このシステムで要求された技術的課題は、ピークカット運転時での最大3,300 kWの放熱である。このために必要とされる急速解氷の実現には、外融式氷蓄熱を採用した。

さらに、エアバブリングにより、水槽内温度均一化を図るシステムとした。

## 2.3 導入効果

省エネルギー度の評価は、既設の冷凍機を運転した場合のデータを算出したものを用いた。氷蓄熱システムの系統図を図2に示す。既設の空冷チラー〔冷凍容量316 kW、

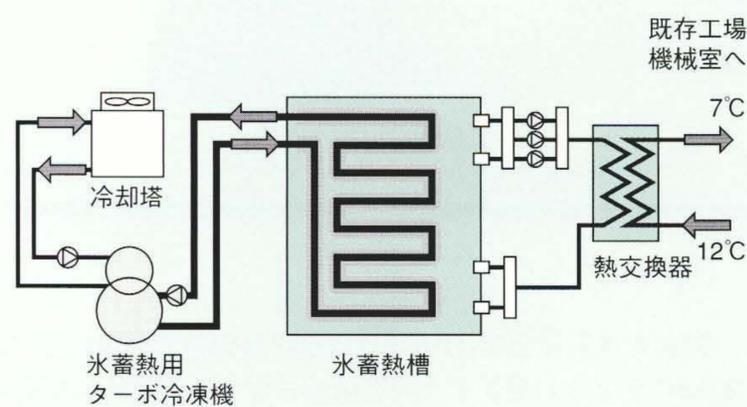


図2 氷蓄熱システムの概略構成

解氷して得た冷水を熱交換器を介して制御することにより、既存設備の温度条件7℃を変更せずに利用可能とした。

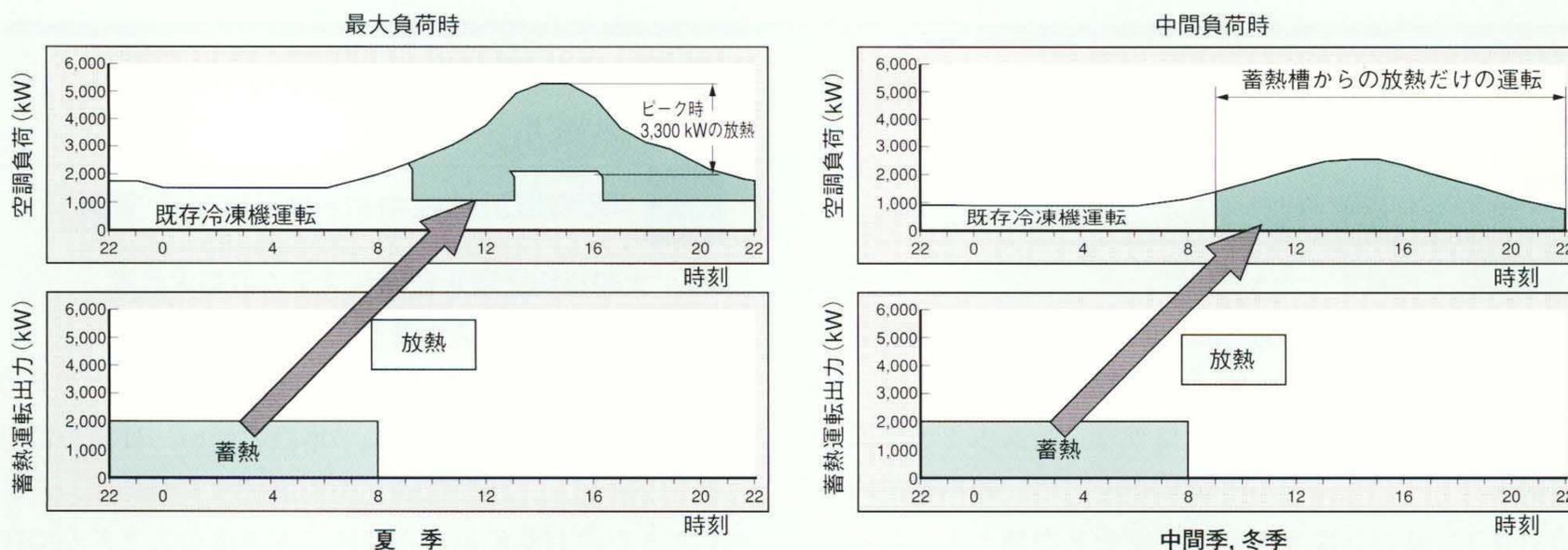


図1 蓄熱・放熱運転パターン

最大負荷時では、3,300 kWの解氷によってピーク電力の低減を図る。中間負荷時では、蓄熱槽からの放熱で9:00から22:00までの空調負荷を賄う。

電動機出力110 kW, COP(成績係数)=2.87, 7℃冷水取り出し時]に対して, 氷蓄熱用ターボ冷凍機は, 冷凍容量2,120 kW, 電動機出力512 kW, COP=4.2(-5℃ブライン取り出し時)であり, さらに, 氷蓄熱用ターボ冷凍機と既設冷凍機の運転のほとんどが夜間の外気温度が低い時間となるためにCOPが向上し, 約1,000 MW・h/年の省エネルギー効果となる。さらに, 時間帯別契約により, 工場全体の電力量の比率を, コストメリットがある夜間の範囲に移すことが可能であり, これによる省コストの効果も大きい。

## 3

### 株式会社日立ドライブシステムズでの エネルギーソリューション事例

#### 3.1 エネルギーソリューション実施の背景

株式会社日立ドライブシステムズは, 省エネルギー法の第1種エネルギー管理工場に指定されている。また, 1997年に環境ISO14001の認証を取得し, 計画的な省エネルギー活動に取り組んでいる。

この事業所の使用エネルギーは, 原油換算で年間7,428 kLである。その内訳は, 電気75%, ガス20%, 油が5%であり, このため, 電気使用量の削減が大きな課題であった。

電気使用量の削減にあたっては, この事業所内の電力使用実態調査を実施したうえで, 生産設備の駆動源である空気源を主体とするモータに着目し, 削減計画を立案した。

#### 3.2 実態調査と省エネルギー方針

事業所内の設備の省エネルギー対策の状況と, 電力使用実態をサンプリング調査した結果について以下に述べる。

##### 3.2.1 コンプレッサ

事業所内のコンプレッサは, 職場ごとの操業や休止のサイクルに合わせて効率よくエアを供給するために, 建屋ごとに分散配置されている。使用実態を調査したところ, 下記の課題があることがわかった。

- (1) 負荷の空気消費量にかかわらず, 運転台数の設定が固定化されていた。
- (2) 既設のスクリーコンプレッサでは, 負荷のエア消費量変動に対する容量調整を吸込弁絞り制御で行っており, このため無負荷動力が大きく, 負荷率が下がるほど効率が低下した(無負荷時でも定格の70%の動力を消費)。

上記の調査結果を踏まえて, コンプレッサの省エネルギー対策として以下の基本的な方針を立てた。

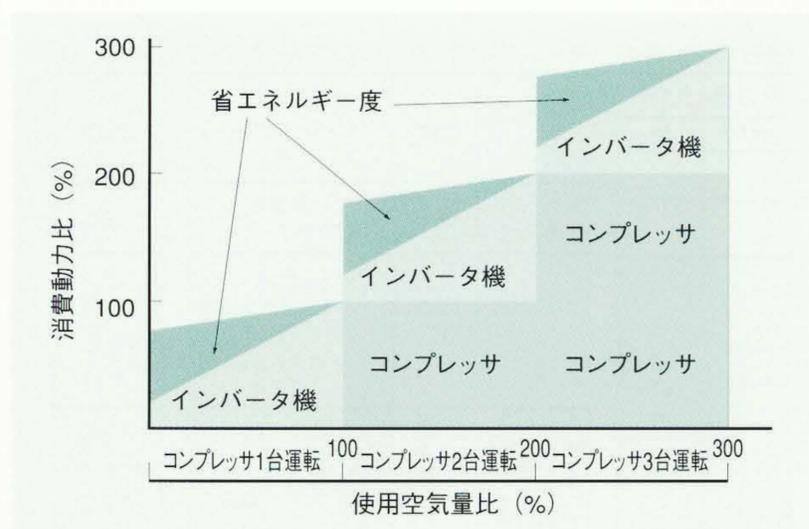


図3 インバータ スクリュー コンプレッサを容量調整専用機とした台数制御による省エネルギー効果

インバータ スクリュー コンプレッサを容量調整専用機として活用することにより, いっそうの省エネルギーが可能となる。非インバータ制御コンプレッサは容量制御を行わず, オンオフで使用する。

- (1) 分散配置と台数制御のメリットを生かした群制御システムとし, 各群ごとに台数制御を行う。
- (2) 各コンプレッサの遠隔制御・監視が中央制御室で可能な, 集中管理システムとする。
- (3) 容量調整専用機として, インバータ スクリュー コンプレッサを導入する(図3参照)。
- (4) コンプレッサの消費電力量は電力監視システムで管理する。

#### 3.2.2 ポンプ, ファン

生産設備に使用しているポンプとファンの電力使用実態を調査し, ファンの風量調整のためにダンパを絞って運転しているもの, ポンプの流量調整のためにバルブを絞って運転をしているものをインバータ制御によって改善した。ポンプファンの動力は回転数の3乗に比例するため, インバータによる省エネルギー効果は大きい。

#### 3.3 モータの電力削減計画

各設備の問題点分析を基に, エアコンプレッサ, 逆水ポンプ, ファン各種加工機に対して, 制御方式の改良, 高効率電動機の採用などの改善を実施することにした(図4参照)。

#### 3.4 省エネルギー実施例

##### 3.4.1 コンプレッサ群制御システム

コンプレッサ群制御システムの主な特徴は以下のとおりである。システム構成を図5に示す。

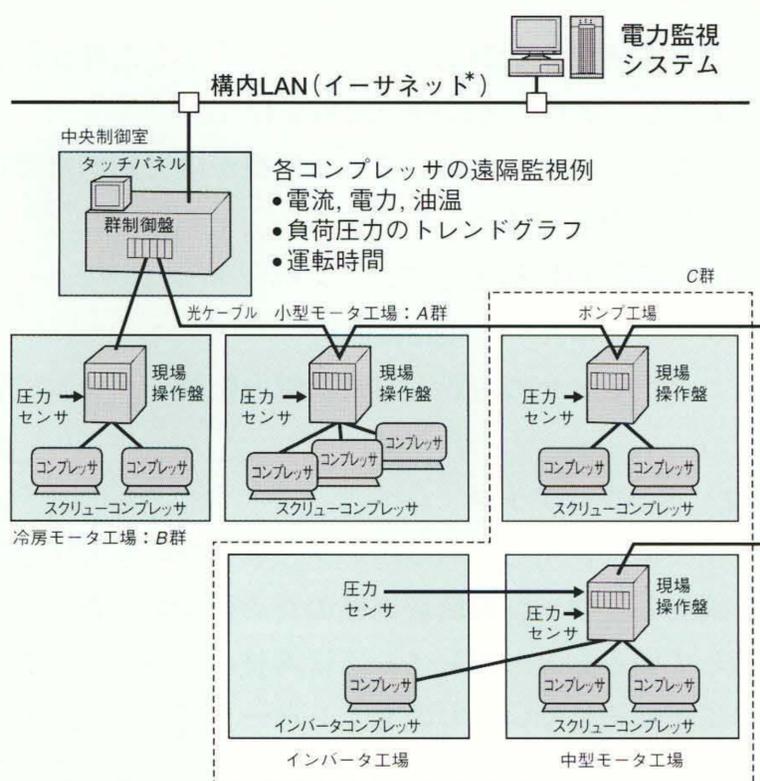
- (1) 中央制御室に群制御盤を設置し, 各コンプレッサを光ケーブルで接続することにより, 遠隔制御と遠隔監視を可能とした。

機器別使用電力	モータ別使用電力B	削減方法	削減率C	A×B×C
その他 11%	エアコンプレッサ 23%	群制御化インバータコンプレッサ	20%	2.9%
照明 6%	送水ポンプ送風ファン 15%	インバータ駆動高効率モータ	20%	1.9%
ヒータ 21%	金属加工機 35%	高効率モータ	3.5%	0.2%
モータ 62% A	プレスダイカスト 13%	高効率モータ	3.5%	0.1%
	その他一般設備 14%	高効率モータ	3.5%	0.2%
	その他一般設備 8%	高効率モータ	3.5%	0.2%
				事業所全体の削減効果 5.3%

注： [ ] (省エネルギー化対象)

図4 モータの電力削減計画

工場で使用される電力で最も大きな部分を占めるモータの電力を、各機器ごとに低減する計画を立案した。



注：\*イーサネットは、富士ゼロックス株式会社の商品名称である。

図5 コンプレッサ群制御システムの構成

コンプレッサを各群ごとに台数制御することで、省エネルギー量960 MW・h/月を達成した。

(2) C群には容量調整専用機としてインバータコンプレッサを導入し、いっそうの省エネルギーを図った。

### 3.4.2 電力監視システム

電源監視により、使用電力の管理強化を図った。システムの主な特徴は以下のとおりである。

- (1) 各部門、設備の使用電力をリアルタイム(10分サンプリング)に計測、記録する。
- (2) 月別の電力使用量予算を、日ごとに累積表示する。

表2 省エネルギー施策による効果の内訳

省エネルギーの計画値(事業所全体の削減効果5.3%)に対して、6.4%の削減を達成した。

内 訳	省エネルギー量 (MW・h/月)	削減率 (%)
コンプレッサの群制御	960	3.7
設備のインバータ制御	360	1.4
高効率モータ	24	0.1
電力監視システム	300	1.2
合 計	1,644	6.4

### 3.5 省エネルギー効果

上記の省エネルギー施策により、事業所全体のエネルギー消費量の6.4%を削減できた。この内訳を表2に示す。

## 4 おわりに

ここでは、昭和電工株式会社HD工場と株式会社日立ドライブシステムズでの省エネルギーソリューションの特徴と効果について述べた。

日立製作所は、多種にわたる省エネルギー機器やユーティリティ供給システムを製造しており、これらの機器・システムのためのさまざまな省エネルギー技術や電力負荷平準化、環境負荷低減などを通して環境問題の解決に努めている。今後も、日立グループの総合力を生かし、総合的な産業エネルギーソリューション事業を推進することにより、いっそうの省エネルギーと環境問題解決に貢献していく考えである。

### 執筆者紹介



**桑原 健一**

1987年日立製作所入社、電力・電機グループ 産業機械システム事業部 エネルギーソリューション本部 所属  
現在、産業用・民生用エネルギーシステムのエンジニアリング業務に従事  
E-mail: kenichi\_kuwahara@pis.hitachi.co.jp



**加藤 収三**

1979年日立製作所入社、株式会社日立ドライブシステムズ 生産統括本部 生産技術部 所属  
現在、事業所の省エネルギー活動に従事  
E-mail: s-kato@gm.narashino.hitachi.co.jp



**小野田利助**

1964年日立製作所入社、電力・電機グループ 産業機械システム事業部 土浦製造本部 所属  
現在、築造型水蓄熱システムの設計業務に従事  
E-mail: risuke\_onoda@pis.hitachi.co.jp