

## 優良省エネルギー設備顕彰事例②

改修設備部門 (社)日本冷凍空調設備工業連合会会長優秀賞

# フリークーリングシステム

設備所有者：セイコーインスツル(株)  
設備施工者：(株)日立ビルシステム

### 建物の概要

名称 セイコーインスツル(株)  
マイクロエナジー事業部  
所在地 宮城県仙台市青葉区上愛子字松原45-1  
概要 建家 地上2階  
延床面積 3,100m<sup>2</sup>  
構造 S造  
用途 電子部品製造工場

### 1. 技術開発の目的と経過

目的：プロセス冷却用吸収冷温水機の大幅な省エネを計る。

経過：平成18年8月（設計）  
平成18年11月（試運転、引渡し等）

### 2. 設備・システムの概要

電子部品製造工場である当工場は、2棟あり、いずれも年間冷却負荷があり、それぞれ冷房能力281kW×3台、844kW×2台の吸収冷温水機が設置されている。

吸収冷温水機の燃料はLPGであり、価格の高騰と環境問題から、当工場にとって省エネルギー（省マネー）は重要課題となっていた。今回、冷房能力281kW×3台を対象にフリークーリングシステムを導入し、省エネルギーを計ることとした。

中間期～冬季の外気温度が低下する時期に、冷却塔で冷水をつくり熱交換器を介して既設冷水槽に供給し、冷温水機の運転時間を低減（燃料消費量を抑える）させるものである。

フリークーリングシステムの中核となる演算・



建物外観

制御方法の概略は外気湿球温度と冷水戻り温度から、冷却塔の冷却能力を求め、フリークーリングシステムが有効である場合のみフリークーリング運転する。

その結果、冷水戻り温度と外気湿球温度の条件によって

- ①フリークーリング運転
- ②フリークーリングと冷温水機運転の併用
- ③冷温水機運転

の3つのパターンの運転となる。

この度、汎用性のあるフリークーリング制御盤を開発し、市販の熱交換器と電動ボール弁との組み合わせで全自動運転としており、平成18年11月から連続運転に入っている。

本システムの導入効果は、前年度（平成17年度）と比較すると、原油換算で36kLの省エネ効果（省エネ率 25.5%）、85.2トンCO<sub>2</sub>の削減が得られている。

### 3. 着想

当地は冬季の湿球温度が低下することと、当工場に冬季の冷房負荷が存在することに着目し停止中の冷却塔を有効利用し、冷水を製造することで吸収冷温水機の年間運転時間を大幅に減らし燃料消費量を抑えるものである。また、本システムは停止中の冷却塔と冬季冷房負荷が存在すれば、熱源機の種類に拘らず導入可能となる。

### 4. 効果（省エネルギー）

#### 使用・運転・計算等 条件

フリークーリングシステム導入にあたり、主要機器となる熱源機、冷却塔及び冷水槽は既設をそのまま使用することにした。仕様を表1に示す。

表1

機器名	仕様	台数	
吸収冷温水機	型式	HAU-G80EX	3
	冷凍容量	281kW(80RT)	
	燃料消費量(LPG)	9.6m <sup>3</sup> N/h	
	冷水温度 入口/出口	12.5℃/7℃	
	冷却水温度 入口/出口	32℃/38℃	
密閉式冷却塔 (ブライン仕様)	型式	STE-125L6	3
	冷却能力	566.9kW	
	冷却水温度 入口/出口	37℃/32℃	
	電動機出力	5.5+2.2kW	
冷水槽	ステンレスパネル水槽	4m <sup>3</sup>	1

#### 使用・運転・計算等 結果

システム導入後の中間期（11月）1日の運転状況を図1に示す。

外気温度の変化に応じて、運転すべき冷温水機、フリークーリングの組み合わせが自動で選定され制御していることがわかる（負荷側要求水温は7℃～11℃）。

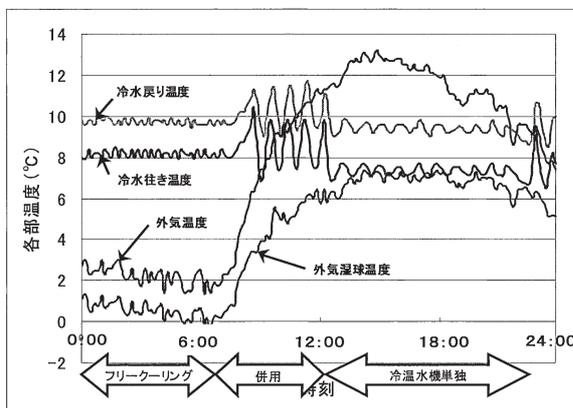


図1 運転状況（中間期）

フリークーリングシステムの効果を調べるため導入前後のエネルギー消費量を調べた。導入前後のエネルギー消費量を図2に示す。

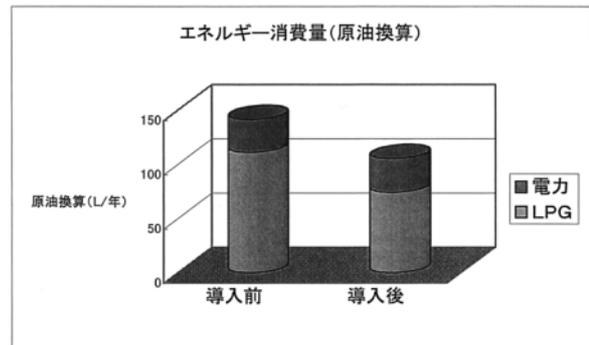


図2 エネルギー消費量

#### 省エネ効果

導入前後の省エネ効果をまとめ、表2に示す。原油換算で約36kL/年の当初計画通りの省エネ効果が得られた。

表2

項目	導入前	導入後	削減量	削減率(%)	
LPG	消費量(m <sup>3</sup> /年)	41,333	27,329	14,004	33.9
	原油換算(kL/年)	111	74	37	
電力	消費量(kWh/年)	112,320	115,400	*1 -3,080	-2.7
	原油換算(kL/年)	30	31	-1	
合計	原油換算(kL/年)	141	105	36	25.5

\*1：冷却塔ファン動力増加分

### 5. 投資回収（省マネー）

フリークーリング導入前後のランニングコスト比較を表3に示す。

表3

項目	導入前	導入後	削減量	
LPG	消費量(m <sup>3</sup> /年)	41,333	27,329	—
	単価(円/m <sup>3</sup> )	180	180	—
	料金(千円/年)	7,440	4,919	2,521
電力	消費量(kWh/年)	112,320	115,400	—
	単価(円/kWh)	11	11	—
	料金(千円/年)	1,236	1,270	-34
合計	料金(千円/年)	8,676	6,189	2,487

備考：エネルギー単価は当事業所の管理値

#### 投資回収は

- ・イニシャルコスト 6,000千円
- ・ランニングコスト低減額 2,487千円/年
- ・単純回収年 2.4年

である。

## 6. 他の建物への応用性

外気湿球温度が低い冬季に冷房負荷があり、停止中の冷却塔があれば吸収冷温水機に限らず、ターボ冷凍機、水冷チラーの空調設備に採用可能である。

また、負荷からの冷水戻り温度が高い場合、予冷用として使え、適用期間も長くなりさらに効果は大きくなる。

## 7. 仕様又は開発製品、システム、部品等の仕様

今回、システム導入にあたり、新たに設置した主要構成要素を表4に示す。他にセンサー等がある。

表4 主要構成機器

名称	仕様		台数
制御盤	タッチパネル	GP2401	1面
	シーケンサ	FX2N-48MR	
	寸法	600W×250D×1,000H	
プレート式熱交換器	型式	M10-MFM	1台
	交換熱量	153.5kW	
	寸法	470W×885L×1,084H	
	機器重量	約300kg	

## 8. 工夫した点、発想した点、創作した点、新しい点等

1.種々の空調設備の仕様（熱源機、補機、負荷、燃料単価）が異なる場合でも対応できるように標準化した。具体的には、タッチパネルにより、系の安定時間、バックアップ機の運転・停止を決定するフリークーリング能力判定値を顧客の空調設備に適合するようテンキーにて任意に入力できるようにした（図3参照）。

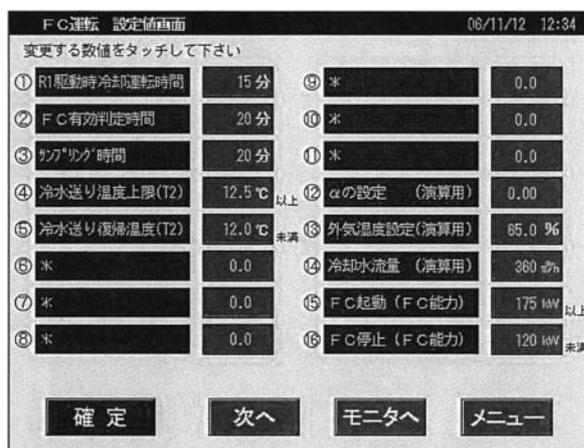


図3 フリークーリング設定画面

2.今回開発した制御盤の演算・制御方法の概略を下記に示す。

- (1) 冷水戻り温度と外気湿球温度を計測する。
- (2) 図4から、フリークーリング能力を演算（冷却塔入口温度は冷水戻り温度と熱交換器の仕様で決まる）。
- (3) 演算結果により、フリークーリングの有効・無効を判定する。

本設備の運転単価を図5に示す。図より、フリークーリング能力20kW以上あれば冷房負荷(kW)に拘らず、冷温水機運転よりフリークーリング運転の運転単価が安価となる。したがって本システムでは、フリークーリング運転条件をフリークーリング能力20kW以上とした。

冷房負荷とフリークーリング能力の相関によって、図6の運転パターンとなる。

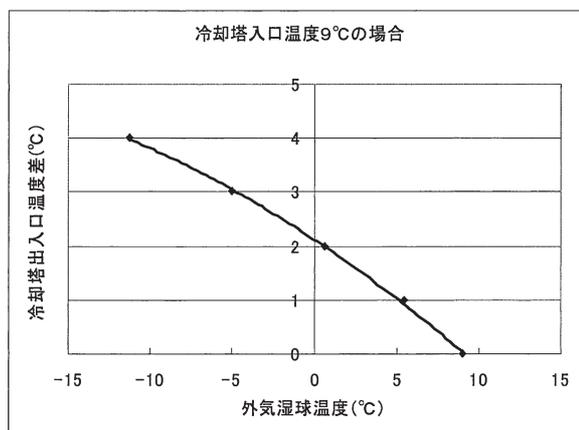


図4 フリークーリング能力線図

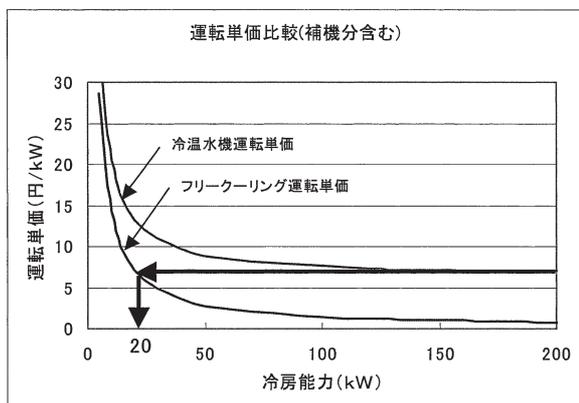


図5 フリークーリング運転/停止判定線

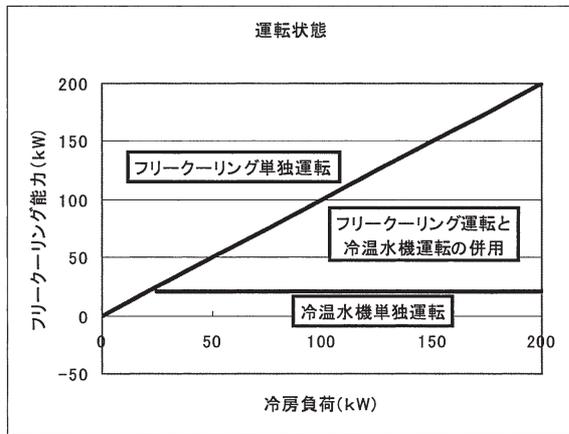


図6 運転状態図

- 冷温水機の冬の凍結防止対策としては、フリークーリング運転時においても冷温水機へ常時冷水を流すこととした。
- クーリングタワーの冷却水制御温度はフリークーリング運転時4℃、冷温水機運転時に冷温水機運転時に25℃とした。
- 本設備は冷却水がブライン仕様であるため、プレート式熱交換器を採用した。

## 9. 環境保全、便利性等

導入前後のCO<sub>2</sub>の排出量を表5に示す。

本システムの導入により、85.2トンCO<sub>2</sub>/年が削減でき、環境保全に寄与できた。

表5

項目		導入前	導入後	削減量
LPG	消費量 (m <sup>3</sup> /年)	41,333	27,329	14,004
	CO <sub>2</sub> 排出量 (kgCO <sub>2</sub> /年)	256,678	169,715	86,963
電力	消費量 (kWh/年)	112,320	115,400	-3,080
	CO <sub>2</sub> 排出量 (kgCO <sub>2</sub> /年)	62,338	64,047	-1,709
合計	CO <sub>2</sub> 排出量 (kgCO <sub>2</sub> /年)	319,016	233,762	85,254

備考：排出係数は平成18年環境省温室効果ガス排出量算定方法資料値を使用。

## 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

本システムは、冬季の冷却負荷があり、停止中の冷却塔があれば、全ての設備に適用可能である。要求水温が同一であれば外気湿球温度が低い寒冷地ほど有利であるが、要求水温が10℃程度であれば適用可能地域と適用可能期間は広がり、また設備規模が大きいほど回収年は短くなる。

さらに、蓄熱槽があると、システムが簡略化さ

れ、導入費も低減される。

当社販売実績としては、国内電子部品、半導体工場向け省エネシステムとして数多くの納入実績がある。

従来は、外気状態により、人間の判断でバルブを開閉していたが、最近のニーズは演算、バルブ操作を全自動化したシステムが主流である。本システムは省エネ法によるエネルギー使用量の削減対策、環境問題としてのCO<sub>2</sub>削減対策としても有効な手段である。

## 11. 外観・構造図

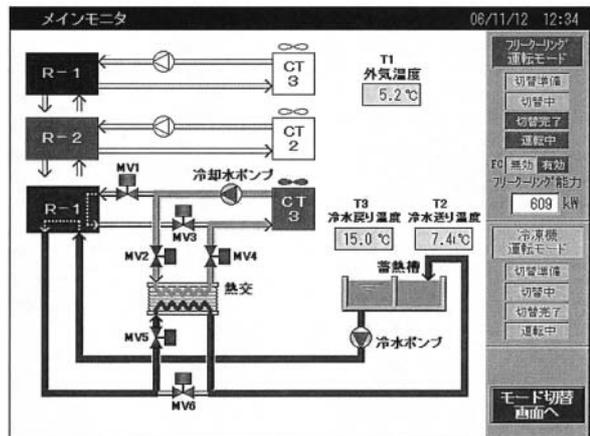


図7 システムフロー図



図8 吸収冷温水機と冷却塔