

## 優良省エネルギー設備顕彰事例①

改修設備部門 省エネルギーセンター最優秀賞

# 温泉排湯熱を利用した排熱回収ヒートポンプによる 高効率熱源供給システム

設備所有者：株式会社大観  
設備施工者：株式会社東洋製作所

### 建物の概要

名称：湯守 ホテル大観  
所在地：岩手県盛岡市繫字湯の館37-1  
概要：建家 地上11階、地下1階  
延床面積 17,979.01m<sup>2</sup>  
構造 RC造 SRC造  
用途 ホテル

### 1. 技術開発の目的と経過

#### 目的

温泉排湯を低温熱源として温水ヒートポンプを高効率で運転し、館内の暖房や給湯に利用する。

これにより既設A重油焚きボイラーの燃料消費量が大幅に削減される。

#### 経過

平成24年5月～（設計、検討等）排熱回収ヒートポンプの導入検討依頼を受けて、周辺設備の構成や動作回路を検討する。また省エネ効果等の想定メリットについて試算を行う。

平成24年12月～（試運転、引渡し）12月上旬より周辺設備の動作回路チェック、中旬よりヒートポンプを稼働させた試運転調整開始し、下旬には引き渡しまで完了。年末年始の繁忙期において、ボイラー燃料消費量を大幅に削減できたことが確認された。

### 2. 設備・システムの概要

#### 概要

- 既設の排湯槽には、各浴槽からのオーバーフロー排湯が集まっており、この排湯を適量汲み上

げて、排熱回収ヒートポンプの低温熱源として利用する。

- 熱回収後の排湯は、排湯槽の温度や水位によって、再び排湯槽に戻されるか排出するか選択する。
- ヒートポンプからは温水を出力し、熱交換器を介して既設貯湯槽を循環加温する。
- 貯湯槽内の温水は、最終的に館内の給湯や暖房用熱源として利用される。

#### 特徴

- ホテル大観では、豊富な源泉をかけ流しで利用しているため、排湯槽内に集積されるオーバーフロー水はほとんど汚染されていない。また、年間通して38℃前後で安定しており、流量も多い（300Lit/min以上）ことから、長期間に渡って排熱回収ヒートポンプを高効率で運用することが可能である。
- ヒートポンプと既設ボイラーは、共に貯湯槽内の温度によって発停する制御としているが、必ずヒートポンプが先行するように、起動温度を高く設定しているため、暖房負荷が特に大きな冬期の繁忙時間帯以外にはボイラーは起動せず、積極的にA重油の消費量を減らしている。
- このように、既設ボイラーはあくまで一時期のピーク負荷時におけるバックアップ用として機能するに止まり、ヒートポンプの稼働率を最大限に上げて選択的に高効率かつ環境負荷の少ない熱源供給が行われるシステムとなっている。

### 3. 着想

- 豊富な源泉を有するが故に軽視され、熱回収さ

れることなく放水されていた38℃の排湯に着目し、ヒートポンプとの組み合わせによる低温排熱の有効利用方法を検討した。

- ・本物件は暖房負荷の需要が大きな寒冷地域に位置し、また一日通して温熱負荷が見込める業種でもあることから、ヒートポンプは高い年間稼働率が見込め、設備の規模の割に効果的な一次エネルギー消費量の削減、並びに環境負荷低減が期待できる。

#### 4. 効果（省エネルギー）

##### 1) 省エネルギーおよびCO<sub>2</sub>削減効果試算

###### i) 推定ヒートポンプ稼働時間/年

…（計2台設置）

- ・停止時間/年：1836Hr/年  
（夏期1464Hr+中間期372Hr+冬期0Hr）
- ・1台運転時間/年：3412Hr/年  
（夏期1464Hr+中間期1464Hr+冬期484Hr）
- ・2台運転時間/年：3512Hr/年  
（夏期0Hr+中間期1092Hr+冬期2420Hr）

###### ii) A重油削減量とCO<sub>2</sub>排出削減量

- ・ヒートポンプ出力（90kW/基）/年：  
 $(90\text{kW} \times 3412\text{Hr}) + (180\text{kW} \times 3512\text{Hr})$   
=939.24MWh/年
- ・電力消費量（23.3kW/基）/年：  
 $(23.3\text{kW} \times 3412\text{Hr}) + (46.6\text{kW} \times 3512\text{Hr})$   
=243.16MWh/年
- ・A重油削減量/年：939.24MWh/年÷  
 $39.1\text{MJ/Lit} \div 0.85 = 101.74\text{kLit/年}$   
\*ボイラー効率を85%と仮定
- ・CO<sub>2</sub>排出削減量/年：  
 $275.7\text{ton/年} - 136.2\text{ton/年} = 139.5\text{ton/年}$
- ・CO<sub>2</sub>排出削減率：  
 $(139.5\text{ton/年} \div 275.7\text{ton/年}) \times 100 = 50.6\%$   
電気CO<sub>2</sub>排出量/年=243.16MWh×  
 $0.560\text{kgCO}_2/\text{kWh} = 136.2\text{ton/年}$   
\*電気のCO<sub>2</sub>排出係数は2012年分公表値  
（東北電力株）を採用  
A重油CO<sub>2</sub>排出量/年=101.74kLit×  
 $2.71\text{kgCO}_2/\text{Lit} = 275.7\text{ton/年}$

###### iii) 省エネルギー効果（原油換算）

- ・原油換算削減量：  
 $102.63\text{kLit/年} - 61.25\text{kLit/年} = 41.38\text{kLit/年}$
- ・原油換算削減率：  
 $41.38\text{kLit/年} \div 102.63\text{kLit/年} = 40.3\%$   
電力消費量原油換算/年 =  $\{(243.16\text{MWh} \times 0.7 \times 9.97\text{GJ/MWh}) + (243.16\text{MWh} \times 0.3 \times 9.28\text{GJ/MWh})\} \times 0.0258\text{kLit/GJ}$   
=61.25kLit/年  
\*ヒートポンプの稼働時間割合は、昼間が70%で夜間が30%と仮定  
A重油削減量原油換算/年=101.74kLit×  
 $39.1\text{GJ/kLit} \times 0.0258\text{kLit/GJ} = 102.63\text{kLit/年}$

##### 2) 実証データ（設備導入前後における重油消費量の比較）

- ・表1に示すように、設備導入前の平成24年と比較して、1～3月の3ヶ月間で重油使用量は40,390Lit削減（排熱回収ヒートポンプ導入の効果と見込まれる分として）された。
- ・試運転段階での計画（推定）では、同期間における重油削減量は38,604Lit程度と試算しており、比較的近い結果（105%）となった。
- ・但しこの比較は、各年の需要熱量の違いを考慮していないため、平成23年3～4月には東日本大震災の影響により重油使用量が大きく低下していることから判るように、客足の増減による影響も大きい。
- ・11～12月の2ヶ月間では、平成25年になって客足が増加したことから、見かけ上の重油削減量が少なくなって（計画の37～41%）いるが、実際には排熱回収ヒートポンプは良好な運転を継続しており、その他の月の実績から見ても省エネルギー効果は計画に近い値が期待できる。
- ・また、8月には記録的な大雨により機械室が浸水し、排熱回収ヒートポンプもこの影響を受けて運転が中止されたが、納入以降の省エネルギー実績を高く評価いただき、稼働率が特に高くなる冬期の前に復旧が進められ、11月から運転を再開している。

表1 省エネ設備導入<sup>注1)</sup>前後の省エネルギー効果

	重油使用量			排熱回収ヒートポンプによる 重油削減量 <sup>注1)</sup> 実績 (各年の需要熱量の違いは考慮せず) *全重油削減量の70%として算出	排熱回収ヒートポンプによる 省エネルギー効果 (計画:推定試算値)			実績と 計画の 比較 (C)/(D)
	省エネ設備 導入 <sup>注1)</sup> 前		省エネ設備 導入 <sup>注1)</sup> 後		重油 削減量 (D)	消費 電力量	省エネルギー 効果 原油換算	
	平成 23年	平成 24年 (A)	平成 25年 (B)	平成24年比較 ((A)-(B))×0.7=(C)				[Lit]
	[Lit]			[Lit]	[Lit]	[kWh]	[Lit]	[%]
1月	60,500	62,300	45,350	11,865	13,297	31,781	5,409	89.2
2月	51,700	62,300	40,150	15,505	12,010	28,706	4,885	129.1
3月	32,000	55,150	36,550	13,020	13,297	31,781	5,409	97.9
4月	27,600	33,000	---注2)	10,529注2)	10,529注2)	25,164	4,283	100.0注2)
5月	22,000	18,300	---注2)	7,253注2)	7,253注2)	17,335	2,950	100.0注2)
6月	14,900	13,650	8,800	3,395	3,510	8,388	1,428	96.7
7月	12,200	12,050	7,300	3,325	3,627	8,668	1,475	91.7
8月	12,900	11,850	---注3)	3,627注3)	3,627注3)	8,668	1,475	100.0注3)
9月	11,650	10,700	---注3)	3,510注3)	3,510注3)	8,388	1,428	100.0注3)
10月	23,900	20,450	---注3)	7,253注3)	7,253注3)	17,335	2,950	100.0注3)
11月	33,100	34,200	28,100	4,270	10,529	25,164	4,283	40.6
12月	53,500	48,200	41,100	4,970	13,297	31,781	5,409	37.4
	合計			88,522	101,738	243,159	41,383	87.0

東日本大震災に起因した客足減に伴い、重油使用量が大幅に低下。

景気回復による客足増に伴い、平成24年に比べて需要熱量自体が大幅に増大した。このため前年比での重油削減量が少なくなっているが、排熱回収ヒートポンプは良好な運転を維持しており、省エネ効果は計画に近い値が期待できる。

- 注1) 今回の省エネ設備導入工事では、申請対象以外の部分についても省エネ施策を行っており、全重油削減量に対する申請対象部分(排熱回収ヒートポンプによる省エネ)の影響割合は、平均して約70%程度と見込んでいる。
- 注2) 一次側排熱回収器の不具合の影響により、排熱回収ヒートポンプの適正な運用が中断したため、省エネ効果確認データから除外した。実績には計画値(推定試算値)をそのまま入力している。
- 注3) 大雨により機械室が浸水し、排熱回収ヒートポンプも影響を受けて運転を中止したため、省エネ効果確認データから除外した。10月に復旧工事を行い11月より運転再開。実績には計画値(推定試算値)をそのまま入力している。

5. 投資回収(省マネー)

従来通りにボイラー(A重油焚き)のみを熱源とした場合に対して、排熱回収ヒートポンプ導入によるランニングコストの低減額は、約527.2万円/年と試算される。

右に試算表を示す。

ヒートポンプのイニシャルコストは定価で1,000万円/基であり、今回は2基導入しているため、定価を基準とした場合の投資回収年数は、以下により約3.8年と試算される。

- 投資回収年数(定価基準):  
(1,000万円/基×2基)÷527.2万円=3.8年

表1で示す様に、排熱回収ヒートポンプ導入後もA重油は未だに以前の70~80%程度使用されている。一方、ヒートポンプは、停止するか或いは1台運転になると推定される時間が、年間で合計約60%もあることから、ヒートポンプでカバーする

表2 ランニングコストメリットおよびCO2削減効果試算表

ヒートポンプ設置台数		[基]	1	2
ヒートポンプ運転台数		[基]	1	2
運転台数別対象時間/年		[Hr/年]	3412	3512
温水製造側条件	ヒートポンプ出口温度	[°C]	70	70
	ヒートポンプ入口温度	[°C]	58	58
	ヒートポンプ側流量	[kg/min]	107.5	215
	一次側出口	[°C]	59.8	59.8
	一次側入口	[°C]	55	55
	一次側流量	[kg/min]	270	540
熱回収側条件	ヒートポンプ入口温度	[°C]	35	35
	ヒートポンプ出口温度	[°C]	26	26
	ヒートポンプ側流量	[kg/min]	106.4	212.8
	一次側入口	[°C]	38	38
	一次側出口	[°C]	34.2	30.3
	一次側流量	[kg/min]	250	250
1基当たりの各種性能値	加熱能力	[kW]	90.0	90.0
	排熱回収能力	[kW]	66.7	66.7
	消費電力	[kW]	23.3	23.3
	ヒートポンプCOP	[—]	3.86	3.86
運転台数合計性能値	加熱能力	[kW]	90.0	180.0
	排熱回収能力	[kW]	66.7	133.4
	消費電力	[kW]	23.3	46.6
合計 メリット計算 対A重油	A重油低発熱量	[kJ/Lit]	39100	39100
	ボイラ効率(仮)	[—]	0.85	0.85
	A重油CO2排出係数	[kg-CO2/Lit]	2.710	2.710
	A重油単価	[円/Lit]	80.5	80.5
	A重油CO2排出量/年	[ton/年]	90.1	185.6
	A重油ランニングコスト/年	[千円/年]	2677.7	5512.3
	A重油使用量/年	[Lit/年]	33263	68475
	電気CO2排出係数	[kg-CO2/kWh]	0.560	0.560
	平均電気単価(仮)	[円/kWh]	12.0	12.0
	電気CO2排出量/年	[ton/年]	44.5	91.6
	電気ランニングコスト/年	[千円/年]	954.0	1963.9
	電気使用量/年	[kWh/年]	79500	163659
	CO2排出量削減率	[%]	50.6	50.6
	CO2排出量削減量	[ton]	45.6	93.9
	ランニングコスト差額	[千円/年]	1724	3548
	CO2排出量削減率	[%]		50.6
CO2排出量削減量	[ton]		139.5	
ランニングコスト差額	[千円/年]		5272.0	

熱需要範囲を拡大したり、蓄熱と組み合わせることにより、ランニングコストメリットを更に増加させる余地も残されている。

## 6. 他の建物への応用性

建物の用途、形態に関わらず、ヒートポンプの低温側熱源となる15~50℃の未利用の排熱と熱需要があれば、排熱回収ヒートポンプの適用についての検討は可能であり、今回の申請事例のように温浴関連施設に限らず、食品・飲料工場や染色工場など、想定される適用先は多く存在する。

排温水と熱需要の時間帯が異なる場合には、温水槽等の蓄熱設備を設けたり、排温水の水質に問題がある場合には、ヒートポンプとの間に問題の性質に対応（例えば洗浄性、耐食性が高い等）した中間熱交換器を設けて対策する方法がある。

## 7. 仕様又は開発製品、システム、部品等の仕様

### 1) 本設備における排熱回収ヒートポンプの運転計画条件と性能（2基並列運転）

#### 運転条件

- ・熱源水入口温度（ヒートポンプ側循環水）：35℃  
（一次側排湯入口：38℃）
- ・熱源水出口温度（ヒートポンプ側循環水）：26℃  
（一次側排湯出口：30.3℃）
- ・給水温度（循環加温水戻り）：58℃  
（貯湯槽より：55℃）
- ・製造温水温度（循環加温水送り）：70℃  
（貯湯槽へ：59.8℃）

#### 性能

- ・熱源水処理量（ヒートポンプ側循環水量）：212.8Lit/min（一次側排湯量：250Lit/min）
- ・温水製造量（循環加水量）：215.0Lit/min（貯湯槽側循環水量：540Lit/min）
- ・消費電力：46.6kW
- ・熱回収能力：133.4kW
- ・加熱能力：180.0kW

## 2) 排熱回収ヒートポンプ（エコウォーム）装置仕様

### エコウォーム 装置仕様

型 式		HPEW型
運転パターン		温水単独製造運転
装置性能（定格）	供給熱源	温 水
	製造温水温度 [℃]	30⇒70 <sup>注1)</sup>
	加熱能力 [kW]	109.8
	製造水量 [kg/h]	2364
	利用熱源	水（熱源水）
	熱源水温度 [℃]	30⇒25 <sup>注1)</sup>
	排熱回収能力 [kW]	86.7
	熱源水量 [kg/h]	14928
	圧縮機消費電力 [kW]	23.2
	成績係数	4.7
外形寸法 [mm]	1900L×910W×1920H（ユニット本体）	
乾重量 [kg]	1050	
運転重量 [kg]	1150	
騒音値 [dB(A)]	67以下	
電 源	AC200V×3φ×50/60Hz	
ユニット設置場所	屋内外非防爆標準地区	
水質基準	日本冷凍空調工業会の示す水質基準に適合していること	
圧縮機	形式	半密閉式圧縮機
	冷媒	HFC冷媒（R134a）
	圧縮方式	容積式（スクロール）
	起動方式	インバータ
	台数	2台
圧縮機用インバータ	定格容量	重負荷定格22kW/台（軽負荷定格30kW/台）
	電源	AC200V×3φ×50/60Hz
保護装置（圧縮機以外）	熱源水入口温度低下保護（センサは付属品）、給水温度上昇保護（センサはオプション扱い）	
適用法規	冷凍保安規則「その他製造者」に区分	
法定冷凍力	5.4 <sup>注1)</sup>	

注.1) 表中の温度条件は本装置の定格条件（標準使用条件）です。

## 8. 環境保全、便利性等

排熱回収ヒートポンプ（エコウォーム）の導入により、既設ボイラーのA重油使用量は年間で101.74tonの削減と試算される。これによるCO<sub>2</sub>排出削減量と、ヒートポンプの電力消費によるCO<sub>2</sub>排出量の差より求めたCO<sub>2</sub>排出削減量は年間約139.5tonと試算され、従来通りボイラーのみの場合と比較した削減率は約50.6%に達する。（詳細計算は「4. 効果（省エネルギー）」に記載）

今回の申請事例では、製造温水温度が70℃（ヒートポンプ出口側）で、加熱ΔTは循環加温で12K程度と限定されているが、本排熱回収ヒートポンプは60~90℃の温水製造が可能であり、加熱形態も循環加温から一過式給湯まで、切替スイッチを要することなく幅広い（許容加熱ΔT=10K~80K）加熱温度幅に対応している。また条件によっては排熱回収ではなく、冷・温同時取り出し運転（例えば10℃の冷水と60℃の温水を同時供給）も可能であり、柔軟性に富んだ使い勝手のよさに特徴がある。

一方、省エネ性の観点で見れば、装置単体として高効率を達成しているだけでなく、環境温度に



近く利用価値が見出し難い20～30℃からの熱回収が可能であり、エネルギー利用の高度化が強く求められる産業界にとって付加価値の高い仕様となっている。

## 9. 工夫した点、発想した点、創作した点、新しい点等、設備の特徴

### 工夫した点

「2. 設備・システム概要」で記載したように、ヒートポンプと既設ボイラーは、共に貯塔槽内の温度によって発停する制御としているが、できるだけヒートポンプが優先して運転されるように起動温度を高く（起動タイミングを早く）設定し、ヒートポンプの稼働率を最大限に上げて、選択的に高効率かつ環境負荷の少ない熱源供給が行われるシステムとしている点に工夫がある。但し、このときボイラーの起動タイミングを遅らせ過ぎても、温泉ホテルの特性上朝夕に生じる急な高負荷時間帯への対応が遅れるため、熱需要の負荷特性に応じた適切な起動タイミング（温度設定）を見極める点にも重要性があり、トライアンドエラーによる調整が必要となる。

また排湯量は一定ではないため、常に同流量で一過式に熱回収し続けたのでは、排湯量が少ない時間帯に排湯槽が枯渇し、ヒートポンプが運転不能になる可能性がある。本システムでは、このようなことがないように、排湯槽の水位が低くなった場合には、熱回収した排湯を再度排湯槽に戻して枯渇を防止している。このとき排湯槽の温度は徐々に低下するが、排熱回収ヒートポンプの運転許容温度に対しては十分に余裕があるため、出力と効率は低下傾向になるものの、次に排湯量が増加するまで、運転を継続することが可能である。

### 発想した点

豊富な源泉を有するが故に軽視され、熱回収されることなく放水されていた38℃の排湯に着目し、ヒートポンプとの組み合わせによる低温排熱の有効利用方法を発想した。

本物件は暖房負荷の需要が大きな寒冷地域に位置し、また一日通して温熱負荷が見込める業種でもあることから、ヒートポンプは高い年間稼働率が見込め、設備の規模の割に効果的な一次エネ

ルギー消費量の削減、並びに環境負荷低減が期待できる点でも有利であると考えた。

### 設備の特徴

「2. 設備・システム概要」に記載。

## 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

### 市場性および適応市場の大きさ

排熱と温水需要がある工業系の業種について、設備更新周期を30名以上の事業所で20年、30名以下の事業所で15年と仮定した場合、潜在的な排熱回収ヒートポンプの総需要（温度帯や出力容量を考慮しない）は年間で約11,000件程度と推定される。このうち排熱と熱需要の温度帯が、本排熱回収ヒートポンプと比較的マッチする食品製造業は約20%の2300件程度であり、工業系の他業種や、今回の申請事例のようなサービス業など、工業系以外の業種まで含めればその潜在需要は多く、適応市場は非常に広いと想定される。

実際に具体的な提案を行っている案件でみると、食品工場（惣菜、冷凍食品、飲料、醤油、製麺）が最も多く、次いでほぼ同数で温浴施設関連となっている。

「省エネルギー機器の導入推進」と「エネルギー利用の高度化」は環境負荷低減を目指す時代の趨勢でもあり、例えば「エネルギー使用の合理化に関する法律」など、法令によっても厳しく対応が求められ、各種補助金により実行力が助成されている。排熱回収ヒートポンプはこのような要求に対して高い適正を持ち、一次エネルギー消費量の低減への寄与度が大きいことから、将来的にその需要はますます高まるものと考えられる。

外観写真



図1 排熱回収ヒートポンプ  
設置状況外観



図2 排熱回収用中間熱交換器  
(排湯熱回収部)  
\* 設備業者殿施工範囲



図3 一次側排湯熱回収温度

11. 外観・構造図

全体システム系統図

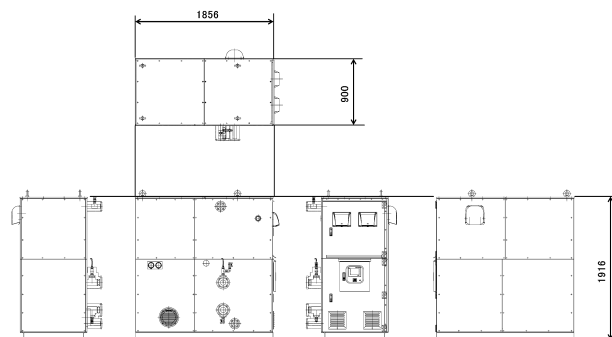
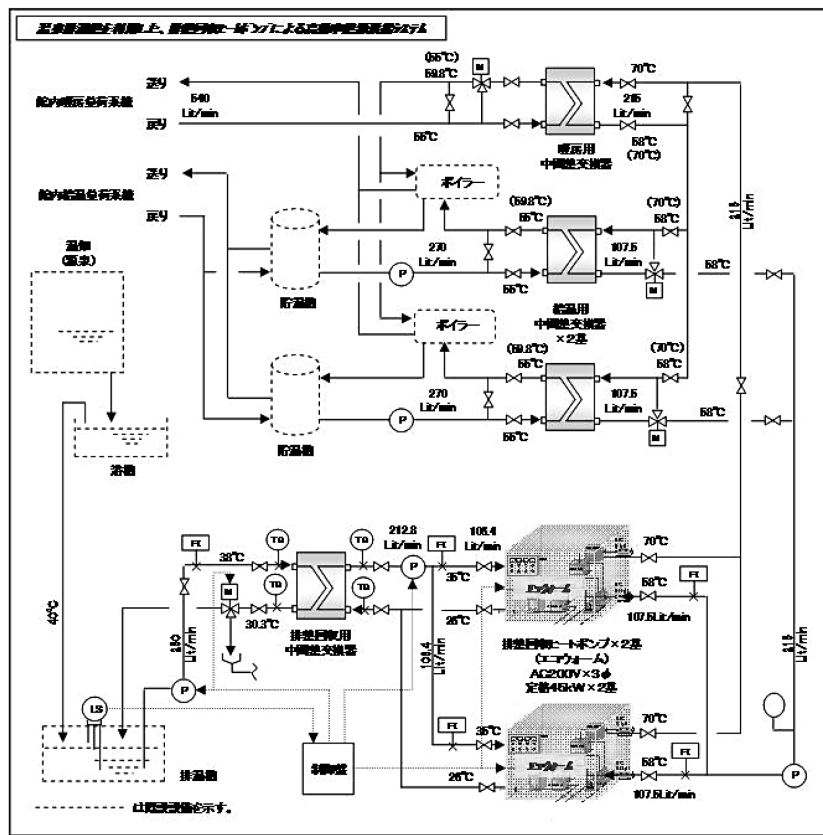


図5 排熱回収ヒートポンプ (エコウォーム) 単体外形図

## 優良省エネルギー設備顕彰事例②

新設設備部門 一般社団法人日本冷凍空調設備工業連合会会長優秀賞

### 脱・化石燃料のための地下水を熱源とした ヒートポンプの応用研究

設備所有者：福井県農業試験場 菱名工業株式会社  
設備施工者：菱名工業株式会社

#### 建物の概要

名称：福井県農業試験場内 園芸用ビニールハウス  
所在地：福井県福井市寮町辺操52-21  
概要：建家 地上 1階 構造 その他  
延床面積 323m<sup>2</sup> 用途 トマト栽培

#### 1. 技術開発の目的と経過

##### 目的

脱・化石燃料のための地下水を熱源としたヒートポンプの応用研究

##### 経過

(1) 平成23年11月～12月 地下水熱利用型ヒートポンプのシステム設計

##### ア 機器システム設計

- ①ヒートポンプ設計能力算定：福井県農業試験場ビニールハウスの面積および容積を考慮し、5馬力の地下水熱利用型ヒートポンプとした
- ②外寸法・架台設計：ヒートポンプ機能部品を検討し、架台を設計
- ③冷媒配管システム設計：水冷式ヒートポンプの冷媒回路を設計
- ④水熱交換器設計：熱交換器をブレイジング型SUSプレート式熱交換器とする
- ⑤空気熱交換器設計：吹出空気の到達距離を伸ばすため、高静圧型送風機を内蔵したダクトとする
- ⑥ダクト設計：送風距離を考慮し、熱交換器のダクトサイズ200φを吹出口150φにサイズダウンする
- ⑦ダクトの保温設備：冷房運転時のダクトの結露対策として、グラスウールを断熱材として採用

##### イ 自動制御回路設計

- ①4段変温サーモの取付：標準装備としてハウス用既製品を採用  
※このサーモで栽培品目に適した温度設定ができ、生産性の向上が期待できる。
- ②温度制御システム
  - ・暖房運転時の温度制御範囲：5～25℃
  - ・冷房運転時の温度制御範囲：15～30℃
- ③地下水制御システム
  - ・地下水圧力を検知して、ヒートポンプの運転制御を行う
  - ・電動弁を設備して圧縮機連動による地下水節水システムの構築

ウ システム検討

- ①ア・イのシステム検討からヒートポンプの機器サイズを検討し、実設計する
- ②水熱交換器・圧縮機・関連機器・制御盤配置検討
- ③冷媒配管系統システム検討
- ④地下水配管方法と洗浄作業回路配管検討
- ⑤地下水配管・プレート式熱交換器の凍結対策方法検討
- ⑥地下水ポンプ異常時のヒートポンプ保護システム検討

(2) 平成24年1月～4月地下水熱利用型ヒートポンプの試作

ア 地下水熱利用型ヒートポンプの製作・工場試運転調整



写真1 架台製作中



写真2 空気熱交換器取付中



写真3 冷媒・水配管完了 気密試験中

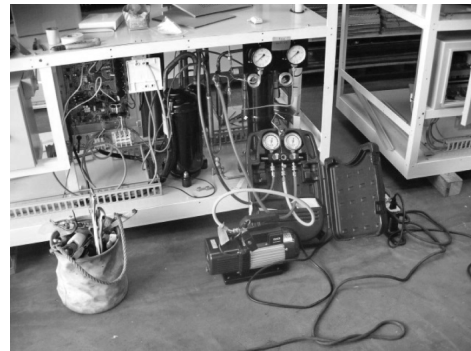


写真4 真空乾燥作業中

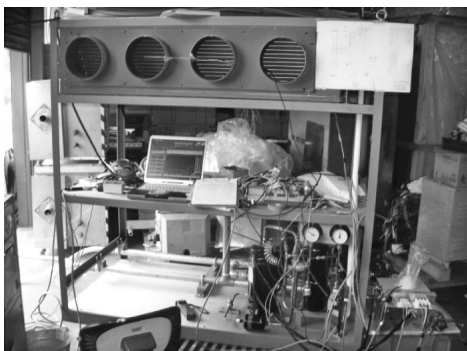


写真5 試運転準備中



写真6 試運転調整データ収集中



- (3) 平成24年4月～5月 試験機納入・試運転調整・引き渡し  
 ア 福井県農業試験場殿機器搬入据付



写真7 設置完了

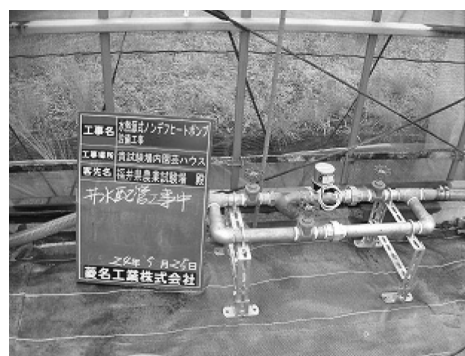


写真8 地下水配管工事中



写真9 ダクト設備工事完了



写真10 設置工事完了

- (4) 平成24年10月 福井県農業試験場の新規研究課題用として、前記同タイプ3台を納入設置する(販売)。

## 2. 設備・システムの概要

### (1) 内容・構造説明

地下水熱利用型ヒートポンプは、空気熱源式熱交換器と地下水熱交換器および冷媒R410A用インバータ式圧縮機を組み合わせたハウス用ヒートポンプです。

### (2) 特徴

#### ア ノンデフロスト暖房運転

地下水を交換熱源とするため除霜(デフロスト)運転がなく連続運転が可能となり、農業用ハウスで一般的に行われている石油式暖房機との併用運転は不要となる。

#### イ ハウス内温度の安定

約18℃の地下水を熱交換するため、暖房時および冷房時の設定温度が維持しやすく、空気熱源式に比べて30～40%の能力UPが可能となる。

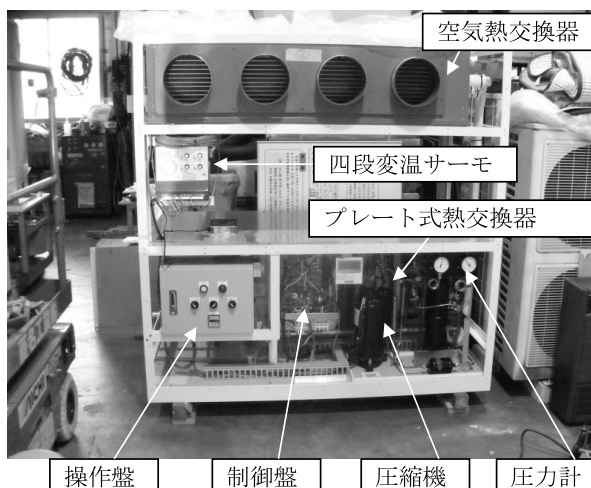


写真19 地下水熱利用型ヒートポンプ内部写真

○吹出口温度

暖房時：50℃以上、冷房時：4～5℃

ウ 地下水ポンプ省電力・地下水節水効果

ヒートポンプの圧縮機に連動した電動弁の作動により、地下水の制御を行うため、地下水の節水が可能となる。

エ 熱交換後の排水の有効利用

ヒートポンプによる熱交換後の地下水は、リアルタイムで降雪（暖房）時のハウス周囲の融雪のほか、盛夏期の冷房の補助や加湿用水などの水源として再利用が可能である。

(参考) 地下水熱利用型ヒートポンプは成績係数（COP）が高く高効率

地下水熱利用型ヒートポンプのCOPは空気熱源式の約1.5倍となっている。

表1 電力量・COP比較（独法 野菜茶業研究所殿資料から）

date	DH(°C·hr)	放熱量 (kWh/m <sup>2</sup> )	電力消費量(17-8) (kWh/m <sup>2</sup> )		C.O.P	
			地下水熱源	空気熱源	地下水熱源	空気熱源
2010/1/12	192.8	0.97	0.26	0.51	3.68	1.90
2010/1/13	223.8	1.90	0.45	0.72	4.17	2.64
2010/1/14	240.3	2.01	0.50	0.80	3.99	2.51
2010/1/15	211.6	1.93	0.47	0.72	4.10	2.67
2010/1/16	227.7	1.93	0.46	0.72	4.16	2.68
2010/1/17	254.9	1.98	0.49	0.77	4.02	2.56
2010/1/18	204.9	1.45	0.37	0.57	3.94	2.55
2010/1/19	206.6	1.52	0.37	0.60	4.08	2.52
2010/1/20	45.8	0.46	0.15	0.17	2.96	2.67
2010/1/21	191.0	1.91	0.45	0.69	4.22	2.77
2010/1/22	234.1	1.92	0.46	0.74	4.21	2.60
2010/1/23	213.8	1.67	0.41	0.65	4.09	2.59
2010/1/24	160.1	1.46	0.36	0.53	4.02	2.73
平均	200.6	1.62	0.40	0.63	3.97	2.57

3. 着想

(1) 着想の経緯

ア 福井県農業試験場より、地下水熱利用型ヒートポンプのお問い合わせがあった（H23.10）。  
 弊社回答：当社も機種が無く、他メーカーも水冷式ヒートポンプは製造をしていなかった。  
 但し、チリングユニットの空気熱源式にはヒートポンプがあり、水冷式は冷却専用機のみ既製品がある。

イ 福井県農業試験場の地下水熱利用型ヒートポンプ導入検討理由

- ①化石燃料の高騰で石油式ボイラーに代わるヒートポンプによる省エネ暖房方式を導入したい。
- ②地下水熱利用のヒートポンプは除霜（デフロスト）運転が無く高効率と聞いている。
- ③降雪地域のため空気熱源式ヒートポンプでは効率が悪い。
- ④福井県内の冬季も使う園芸用ハウスでは、融雪、灌水のために地下水設備を常設している
- ⑤ヒートポンプの熱交換後の排水をハウス周囲の融雪に二次利用したい。
- ⑥夏季はヒートポンプの熱交換後の排水を加湿や冷房の補助などの再利用に検討したい。
- ⑦試験場として、燃料費削減可能な高効率ヒートポンプの試験結果を広報し、生産者の増収増益提案を行いたい

(2) 着想結果

福井県農業試験場の導入検討理由から、是非とも降雪地域の生産者の方々に貢献したいと考え「積雪地域における脱・化石燃料のための地下水熱利用型ヒートポンプ」の試作検討となった。

#### 4. 効果（省エネルギー）

(1) 地下水熱利用型ヒートポンプ WEHP-5H（5馬力）運転データ（福井県農業試験場資料から）

ア 地下水熱利用型ヒートポンプと石油式温風暖房機との比較試験

①ハウス内のレイアウト

②ヒートポンプのダクト（吹出口）配置

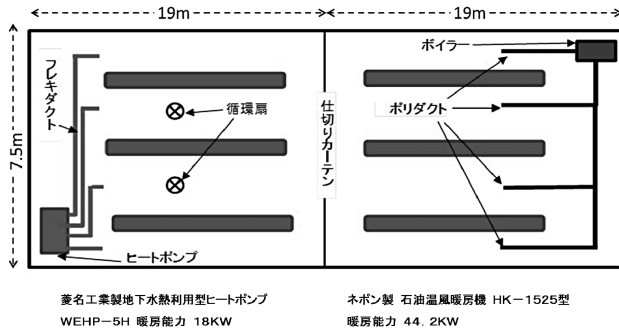


図1 平面設備図

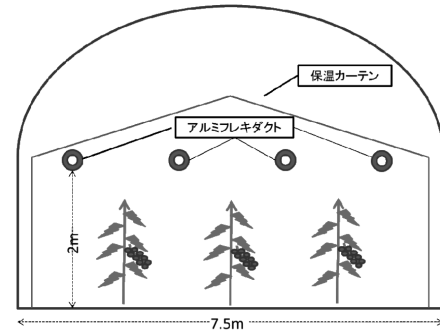


図2 立面設備図

③試験結果

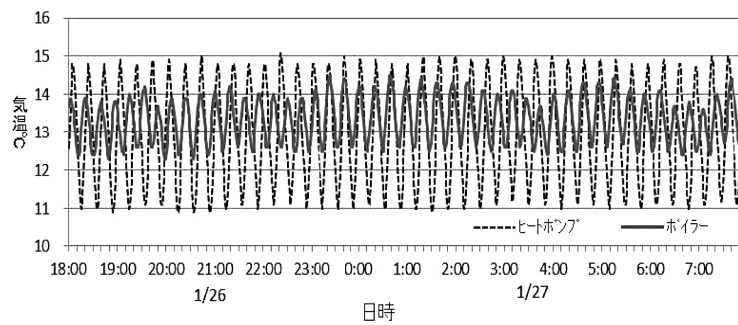


図3 ハウス内の温度変化

※ボイラーに比べてヒートポンプ区で温度の振幅が大きいのは、4段サーモの感度設定が2℃に設定されていたためである。石油式ボイラーは1℃の感度で稼働していた。設定温度は13℃。

④暖房運転時間、消費エネルギーおよびコスト比較

表2 暖房方法別の月別稼働時間

福井県農業試験場資料より

暖房方法	11月	12月	1月	2月	3月	期間時間計
地下水熱利用型ヒートポンプ	74.9	198.6	224.7	178.7	115.0	791.9
石油式温風暖房機	51.0	110.0	125.0	94.0	57.0	437.0

※期間は平成24年11月1日から平成25年3月31日まで。設定温度13℃。各暖房面積142.5㎡。

表3 暖房方法別の消費エネルギー量

暖房方法	項目	11月	12月	1月	2月	3月	期間計
地下水熱利用型ヒートポンプ	HP電力量(kwh)	240	617	764	635	392	2,647
	井戸 "(kwh)	96	236	247	204	126	910
	小計	336	853	1,012	839	518	3,557
石油式温風暖房機	燃油量(L)	250	539	613	461	279	2,141
	電力量(kwh)	74	148	163	120	70	576

※表2と同じ条件。

表4 暖房方法別の消費エネルギー量 (MJ単位に換算)

暖房方法	項目	11月	12月	1月	2月	3月	期間計
地下水熱利用型 ヒートポンプ	HP電力	2,225	5,723	7,092	5,889	3,635	24,564
	井戸 "	893	2,190	2,295	1,898	1,171	8,447
	小計	3,119	7,913	9,387	7,787	4,806	33,011
石油式温風暖房 機	燃油	9,171	19,781	22,479	16,904	10,250	78,586
	電気	689	1,370	1,515	1,117	651	5,342
	小計	9,860	21,151	23,994	18,021	10,901	83,927

※電気量は 9.28MJ/kwh、燃油は 36.7MJ/L として表-3の値から計算。各暖房面積 142.5 m<sup>2</sup>。

<省エネルギー効果 (暖房面積142.5m<sup>2</sup>) > 消費エネルギー量 (MJ) で比較

- ・地下水熱利用型ヒートポンプ 33,011MJ
- ・石油式温風暖房機 83,927MJ
- ・省エネルギー -50,916MJ (-60.7%)

表5 暖房方法別のエネルギーコスト比較

暖房方法	項目	11月	12月	1月	2月	3月	期間計
地下水熱利用型 ヒートポンプ	HP電力	2,753	7,080	8,773	7,285	4,497	30,388
	井戸 "	536	1,314	1,377	1,139	703	5,070
	小計	3,289	8,394	10,151	8,424	5,200	35,458
石油式温風暖房 機	燃油	19,992	43,120	49,000	36,848	22,344	171,304
	電気	852	1,694	1,875	1,382	805	6,608
	小計	20,844	44,814	50,875	38,230	23,149	177,912

※電気代 11.48 円/kwh (井戸除く)、5.57 円/kwh (井戸)、燃油代 80 円/L で表3の値から計算。電気代の月額基本料金は含まず。

<エネルギーコスト比較 (暖房面積142.5m<sup>2</sup>) >

- ・地下水熱利用型ヒートポンプ 35,458円
- ・石油式温風暖房機 177,912円
- ・低減コスト -142,454円 (80.1%減)

## 5. 投資回収 (省マネー)

(1) 地下水熱利用型ヒートポンプと化石燃料温風暖房機との償却年数比較

表6 償却費およびランニングコストの比較

- ・暖房面積：石油温風暖房機・ヒートポンプとも142.5m<sup>2</sup>
- ・石油式温風暖房機 A 参考型番 HK325TE (暖房能力37.2kW) × 1台 定価：456,000円
- ・地下水熱利用型ヒートポンプ B WEHP-5H (暖房能力18kW) × 1台 定価：@2,300,000円

項目	石油式温風暖房 機 A	地下水熱利用型 ヒートポンプ B	差額(B-A)	備考
本体価格	374,000	1,500,000	1,126,000	石油温風暖房機は現行機種
設備工事費	250,000	150,000	△100,000	
年間償却額	35,430	235,142	199,712	7年償却として計算
ランニングコスト	177,912	35,458	△141,996	
年間費用計	213,342	270,458	57,116	

※単位：円

表6から、ランニングコストは地下水熱利用型ヒートポンプが141,996円安くなり、償却年数は7.2年となる。今回のように低めの暖房設定温度 (13℃) ではランニングコストの額が少額となるほか、燃油単価



を80円/Lと設定したために設備の償却費を回収できていないが、近年の100円/L前後の単価を想定すると回収できる計算となる（燃油単価91円/L以上で回収できる）。

また、温度設定を上げればランニングコストの差は大きくなるほか、栽培農産物の生育適温に近づけることで生産性の向上が期待でき、償却年数は短縮できると推察される。

さらに、地下水熱利用型ヒートポンプでは、熱交換後の排水の冬場の融雪への利用が可能であり、融雪に使われる地下水ポンプの電気代を考慮すると、コストの回収はさらに短縮できるものと考えられる。

#### ※積雪寒冷地域に於ける地下水利用型ヒートポンプ設備について

積雪寒冷地域における園芸用施設の暖房手段としては、燃油の代替エネルギーとして地下水が効果的であり、初期コストは高価であるが高効率である地下水熱利用型ヒートポンプ設備の導入が、これからの施設園芸の生産性向上に有効な手段と考えられる。

(2) 表7（参考） ビニールハウス100坪（330m<sup>2</sup>）に於ける各機器費用比較

	化石燃料温風暖房機 (暖房能力 58kW)	空気熱源式ヒートポンプ (5馬力×2台 25kW)	地下水熱利用型ヒートポンプ (5馬力×2台 36kW)
設置条件(場所)	○ 制約なし	△ 温暖・小雪地域	× 地下水利用可能地域
単体利用	○ 可能	× ハイブリッドが基本	○ 可能
本体価格 *1(千円)	○ 350	△ 1,500	× 3,000
設置費用 *2(千円)	○ 250	× 500	○ 300
ランニングコスト(千円)	× 1,000 *3	△ 600 *3	○ 400 *4
COP	× 0.9程度	△ 2~4	○ 4~5

凡例 ○:優 △:良 ×:可

\*1 化石燃料温風暖房機および空気熱源式ヒートポンプの本体価格は、市場調査価格

(算出諸元：ハウス面積 330m<sup>2</sup> (100坪)・ハウス設定温度 18℃・二重カーテン付)

\*2 地下水熱利用型ヒートポンプに必要な地下水井戸は既設流用を前提

(算出諸元：ハウス面積 330m<sup>2</sup> (100坪)・ハウス設定温度 18℃・二重カーテン付)

なお、「多雪地帯では融雪用の井戸の保有率が高いこと」ならびに「地下水用井戸設置費用は掘削深さにより変動幅が大きいこと」から、今回は既設流用として算出している。

\*3 化石燃料温風暖房機および空気熱源式ヒートポンプの電気代は市場調査価格

\*4 地下水熱利用型ヒートポンプは、空気熱源式ヒートポンプに対し、効率約50%アップ（表1の電力消費量およびCOPの差から推定）と仮定し算出

## 6. 他の設備への応用性

### (1) 畜産産業への導入

近年、地球温暖化による気候変動幅が大きく夏期・冬期に於ける家畜への空調設備導入が問題となっている。特に暑さに弱い家畜では、冷房による生産性向上の効果が高い。

### (2) 菌茸栽培への導入

昨今の化石燃料高騰により菌茸栽培業者の経営を圧迫しており、冬期の栽培を中断する業者も多い。特に、積雪地域においては地下水熱利用型ヒートポンプが化石燃料温風暖房機の代替機種となり、昨年当社納入の秋田県しいたけ農家はこの冬の生産量が前年の3倍近くまで増産されたほか、設定温度の調整により生育を調節し、高価格期に出荷を増やし、所得が格段に向上している。

### (3) 降雪寒冷地の工場空調への導入

地下水熱利用型ヒートポンプを福井県農業試験場に納入後、見学者の方から工場空調に導入したいとの要望があり、現在検討中である。

当社、地下水熱利用型ヒートポンプは一体型、セパレート型の機種選定ができ、室内機も各種選択可能なため、新たなニーズになると考えている。

北海道等寒冷地区への導入もPRしたい。

## 7. 環境保全、便利性等 (CO<sub>2</sub>、NO<sub>x</sub>、SO<sub>x</sub>等の排出抑制、取扱易さ、応用性等)

### (1) CO<sub>2</sub>排出抑制計算

前記の表3 暖房方法別の消費エネルギーから、CO<sub>2</sub>の排出量を計算した。

表8 暖房方法別のCO<sub>2</sub>排出量

暖房方法	項目	11月	12月	1月	2月	3月	期間計
地下水熱利用型 ヒートポンプ	HP電力	94	241	298	247	153	1,032
	井戸 "	38	92	96	80	49	355
	小計	131	333	394	327	202	1,387
石油式温風暖房 機	燃油	622	1,342	1,525	1,147	695	5,332
	電気	29	58	64	47	27	224
	小計	651	1,400	1,589	1,194	723	5,556

※電気:0.39kg-CO<sub>2</sub>/kwh、燃油:2.49kg-CO<sub>2</sub>/Lとして計算。各暖房面積 142.5 m<sup>2</sup>。設定温度 13°C。

<CO<sub>2</sub>排出抑制量比較 (142.5m<sup>2</sup>あたり)>

①地下水熱利用型ヒートポンプ排出量 1,387kg

②石油式温風暖房機排出量 5,556kg

③CO<sub>2</sub>排出抑制量 5,556kg-1,387kg=4,169kg

④CO<sub>2</sub>排出抑制率 4,169kg÷5,556kg≒75.0%

地下水熱利用型ヒートポンプは石油式温風暖房機に対して75.0%抑制できる。

### (2) 取扱易さ

#### ア 4段変温サーモ

- ・1日24時間を4つの時間帯ごとに設定温度を変えられるため、栽培品目の生育に応じた温度制御が可能で、無駄な地下水や電気代を使わず、ハウスの温度管理が効率的にできる。
- ・時間帯・温度設定ともダイヤルとタッチパネルで視覚的に容易に設定できる。

#### イ 制御盤操作も簡単

- ・運転スイッチの「運転」「停止」で簡単に操作可能。
- ・冷房・暖房切替スイッチ操作も各シーズンに一度設定切替を行うだけ。

#### ウ 地下水自動制御システム機能

- ・ヒートポンプの圧縮機運転に電動バルブが連動して地下水の給水・止水をするので、地下水の節水になる。
- ・電動バルブのメンテナンスはヒートポンプ運転時でもバイパスバルブにより可能。

#### エ 吸込フィルターの清掃

- ・フィルター上部2個所のレバーをドライバーで操作することでフィルターの脱着が可能。

#### オ 地下水カートリッジ式ストレーナ

- ・地下水の砂や不純物が詰まった場合カートリッジを容易に脱着でき、洗浄メンテナンスが容易。

#### カ 一体型で設置が容易

- ・一体型の本体であるため、セパレート型のような配管が不要となり、設置が容易である。

#### キ コンパクトなサイズで設置場所を選ばない

- ・高さが1,600mmと低いため、従来から使用されている軒高の低いハウスでも設置が可能である。

#### ク オプション選択

- ・水量計、アワーメーターなどのオプションを付けることにより、日々の使用水量や稼働時間を確認でき、機器の異常を推測できる。

### (3) 応用性

- ア 暖房運転時のヒートポンプの熱交換後の排水を、ビニルハウスに既設の融雪用配管に接続し、ビニルハウス廻りの融雪に再利用することができる（福井農試で実証済み）。
- イ 夏季の冷房運転時のヒートポンプの熱交換後の排水を、乾燥するハウス内の加湿や、ミスト散水等による冷房補助として再利用できる可能性がある（検討中）。
- ウ 地下水熱利用型ヒートポンプは、スイッチ切替ひとつでオールシーズン冷暖房運転が可能。

## 9. 工夫した点、発想した点、創作した点、新しい点等、設備の特徴

### (1) 地下水熱利用型ヒートポンプシステムの工夫した点

- ア 空気熱源式熱交換器の仕様と施工方法
- イ 水熱交換器の選定と支持方法
- ウ 冷媒配管施工方法
- エ 自動制御回路
  - ・ 4 段変温サーモの選定
  - ・ 4 段変温サーモとヒートポンプ機能との制御システム構築
  - ・ 地下水制御方法
- オ ヒートポンプ寸法・パネル塗装色

### (2) 地下水熱利用型ヒートポンプの発想した点

- ア 化石燃料に対する代替エネルギーである地下水を熱源として考えたこと
- イ 同等機種がどのメーカーにも無いこと
- ウ 除霜（デフロスト）運転が無く高効率運転となること

### (3) 地下水熱利用型ヒートポンプの創作した点

- ア ビニルハウス内の温度平準化のため高静圧ダクトタイプを選定
- イ 丸ダクト設備として吹出空気分散化を考えた

### (4) 地下水熱利用型ヒートポンプの新しい点

- ア 現在のところ、類似ヒートポンプが無いため、脱・エネルギーの救世主として全てが新しい

### (5) 地下水熱利用型ヒートポンプの特徴

- ア 前記 8 項の (2) および 9 項 (1)～(4) が設備の特徴です

## 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

### (1) 市場性

化石燃料に変わる代替エネルギーとして地下水は有望であり、積雪寒冷地における園芸ハウスの必需機器として大きな市場があると考えられる。

### (2) 営業状況

北海道道庁、北海道鶴川農協、宮城県農研機構、鹿児島県日本地下技術殿などへのお見積り対応しております。

### (3) 適応市場の大きさ

- ア 積雪寒冷地域の施設園芸業者全道県
- イ 積雪寒冷地域の菌茸栽培業者全道県
- ウ 積雪寒冷地域の産業用空調設備工事対応全道県
- エ 積雪寒冷地域の畜産業者全道県

### (4) 競合品又はシステムとの比較

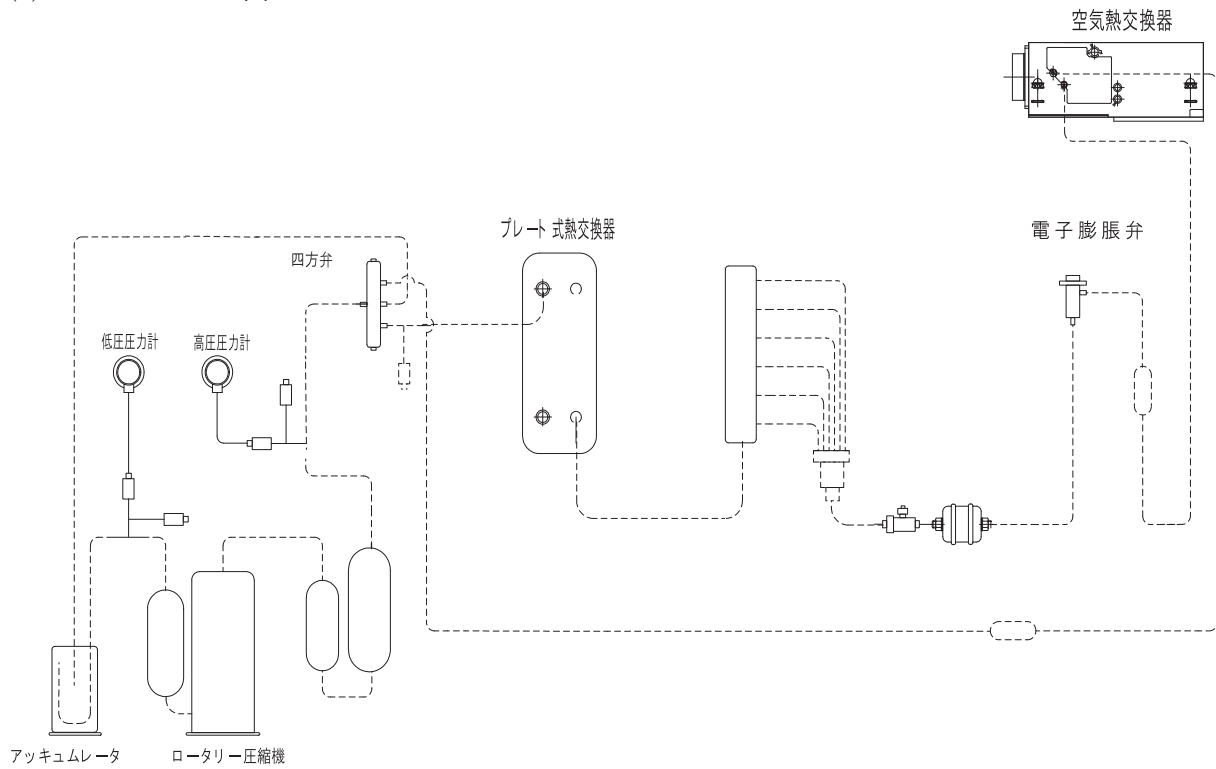
現段階では、競合品が無くシステム比較もできない。

(5) 販売実績（国内のみ）

- ア 福井県 福井県農業試験場 殿
- イ 秋田県 (有)モコ 殿

11. 外観・構造

(1) システムフロー図



(2) 外観写真



写真20 正面写真



写真21 裏面写真



## 優良省エネルギー設備顕彰事例③

改修設備部門 一般社団法人日本冷凍空調設備工業連合会会長優秀賞

### 牛乳冷却用氷蓄熱利用チルド水製造設備

設備所有者：榛名酪農業協同組合連合会  
設備施工者：細谷工業株式会社

#### 建物の概要

名称：榛名酪農業協同組合連合会本社工場  
所在地：群馬県高崎市小八木町307-3  
概要：建家 地上2階  
延床面積 3000m<sup>2</sup>  
構造 S造  
用途 牛乳製造工場



#### 1. 技術開発の目的と経過

##### 目的

既存チルド水製造設備が30年を経過し老朽化が進んだために設備を更新し、大きな負荷変動に対し安定した冷水を供給し、併せて当該設備に使用される電力の大半を深夜電力へ移行し電力料金の削減をはかるために計画・実施した。

##### 経過

平成22年7月、設備更新を24年度事業として決定（従来型での予算化）  
平成23年4月既存設備電力測定開始、所要冷却負荷の調査測定、設計提案書着手  
平成24年4月設置場所が決定。ブライン氷蓄熱設計提案書を作成・提出・契約  
平成24年8月着工。  
平成24年10月試運転、引き渡し。11月新設設備の電力測定開始

H23年												H24年												H25年																																															
4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12																																							
← 既存チルド水設備の電力測定（検証用） →												← 着工 →												← 試運転 →												← 使用開始 →												← 新設チルド水設備の電力測定（検証用）測定中 →												← 継続 →											
← 検証に使用した工場全体電力値 →																																																																							

## 2. 設備・システムの概要

### 設備機器

ブラインチラー	RCUP1500ALK 3	日立
	冷却能力	70kW (外気25℃) × 4台 計280kW
	出口平均温度	-13℃。
氷蓄熱タンク	蓄熱容量	2,256kW 日本BAC株式会社
ブラインタンク	膨張タンク兼用	1000L
ブラインポンプ	150L/min * 220Pa * 1.5kW	8台
冷水ポンプ	1600L/min * 400Pa * 18.5kW	2台 (交互)

以上の機器を用いて図1のようなシステムを構築した。

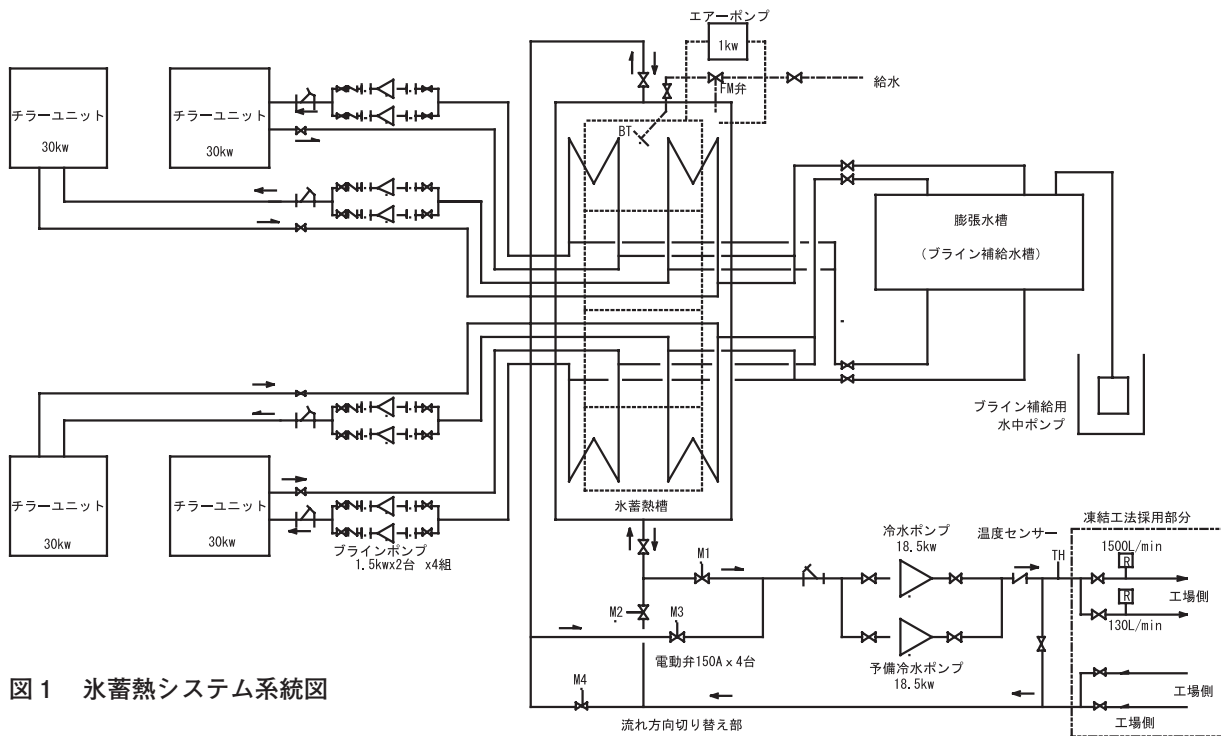


図1 氷蓄熱システム系統図

## 構造、特徴等

- ・工場稼働時間のAM 8 : 00～PM 5 : 00迄は100%蓄熱利用運転とし追いかけ運転は最小限となるようにしたため電力削減に大きく貢献した。
- ・熱源機器であるブラインチラーユニットは配管系統を4系統に分け、メンテ時でも75%運転を可能とし工場の生産に影響を与えないよう配慮した。
- ・蓄熱利用の効率向上と氷の厚みの均一化を計るために毎日24時間おきに蓄熱槽の水の流れを反転させた。このことにより融解時でも残氷すること無く効率よく蓄熱の利用が出来た。  
(図1で電動弁150A×4台の部分)
- ・ブラインチラーユニットのON、OFFはブライン循環ポンプと連動させONはタイマーにより運転し、OFFは氷厚センサーにより停止させ蓄熱時にも省エネを反映させた。  
これにより夜間電力が優先的に使えるようになった。
- ・負荷の変動により融解速度を制御し安定した水温を供給するため、エアーポンプを冷水出口水温にて制御した。
- ・ブラインポンプはより省エネを計るため1系統2台運転とした。ポンプ1台では3.7kWの能力が必要であったが1.5kWのポンプ2台を並列に使用する事で同等能力となり、4組なので0.7kW×4組=2.8kW/Hの節電ができた。

## 3. 着想

- 1) 工場内における冷却負荷の値は季節、時間等により大きく変動するため、負荷変動に対し十分追従できるシステムの計画を行った。
- 2) 現況の設備は直膨コイルによる製氷蓄熱方式であり、冷凍機の冷媒系統は2系統のため点検や万が一のメンテナンス時には工場の生産工程の大半を数時間止めざるを得ず、生産管理上大きな問題点となっていた。
- 3) 現況の設備は氷蓄熱のシステムを使用しているが、電力を測定した2月でも昼夜連続運転をしているため本来の蓄熱システムになっていない。このため電力料金が高額となりこれを改善することにした。
- 4) 現状のシステムでは常に氷が大量に残っていて蓄熱槽の能力が生かされていない。  
これを改善することにした。
- 5) 工場は24時間常時稼働していた。新規システムとの切り替え時間は2時間以内と制約された。このため新規システムとの時間内の切り替え方法の検討が必要とされた。また試運転時には旧システムも同時稼働しているため工場電力を使用するとデマンドの上昇を招くため、別電源確保の検討も併せて行った。

## 4. 効果

更新前の平成23年4月からの工場全体年間消費電力の実測値は 8,160,048kWh。

更新前の既存冷水設備の平成23年4月からの年間消費電力実測値は 950,224kWh。

更新後の平成24年11月～25年10月の冷水設備の年間電力量実測値は 700,354kWh。

冷水設備の削減電力量は $950,224 - 700,354 = 249,870$ kWh

工場全体の削減率は $249,870 \div 8,160,048 \div 3$  %

当該冷水設備の削減率は $249,870 \div 950,224 = 26$  %

工場全体の消費電力では3%の削減

当該設備の消費電力では26%の削減

冷水温度は0.6℃～2℃で推移している。

平成 23 年 4 月からの工場全体年間使用電力量 (kwh)

H23/4	5	6	7	8	9	10	11	12	H24/1	2	3	合計
625,968	689,712	729,696	814,272	856,128	761,088	691,416	614,424	601,920	599,640	563,952	611,832	8,160,048

更新前の冷水設備年間消費電力実測値 H23/4～H24/3

H23/4	5	6	7	8	9	10	11	12	H24/1	2	3	合計
72,552	81,045	83,205	98,943	105,835	85,197	79,384	71,457	70,769	69,899	58,391	73,547	950,224

更新後の冷水設備年間消費電力実測値 H24/11～H25/10

H24/11	12	H25/1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	合計
52,683	50,337	49,708	45,329	53,729	54,252	59,070	62,430	73,231	78,411	63,933	57,241	700,354

※実測値について

- ・工場全体年間使用電力量は東電の検針記録を使用。
- ・既存設備については平成23年4月から計測を開始したのでこのデータを用いた。
- ・更新後の年間消費電力量について、測定期間は平成24年11月～となっているが夏季を含んだ1年間を測定しているので比較検証用として使用した。

## 5. 投資回収

更新前の平成24年度既存冷水設備の年間電力量実測値は950,224kWh。

電力料金15,870,530円

更新後の平成25年度冷水設備の年間電力量実測値は700,354kWh。

電力料金9,376,672円

削減電力量6,493,857円

投資金額は約60,000,000円なので

投資回収年数 $60,000,000 \div 6,493,857 = 9.24$ 年で回収できる。

新設設備を20年使用するとすれば回収年数を差し引いた残り10年はユーザーにとって十分な利益となる。

また既存と同じシステムを採用した従来型の場合のコストは約55,000,000円であり、そのコスト差の5,000,000円は約0.8年で回収できることになる。いずれにしても設備の更新を考えていたユーザーにとって大きなメリットとなった。

## 6. 他の建物への応用性

当工場では当該設備の他に冷水設備が2ヶ所ほどあり、同じシステムでも省エネを図れるが、温水負荷もあるので冷温水同時取り出しのチラーユニットを使用すればさらに節電・省エネになる。又蓄熱槽のタイマーでの冷水往還を24時間で切り替える方法や新システムとの切り替えに凍結工法の採用などは類似システムに応用できる。

## 7. 仕様又は開発製品、システム、部品等の仕様

2. 設備・システムの概要を参照

## 8. 環境保全、便利性等

CO<sub>2</sub>の削減量は削減電力が249,870kWであったのでCO<sub>2</sub>排出量換算を0.406kg-CO<sub>2</sub>/kWhとすると



101,447kgのCO<sub>2</sub>が削減された。(換算値は東京電力2012年度排出原単位)

また操作性や便利性については毎日のバルブの切り替えまで自動化し、全てを自動化した。

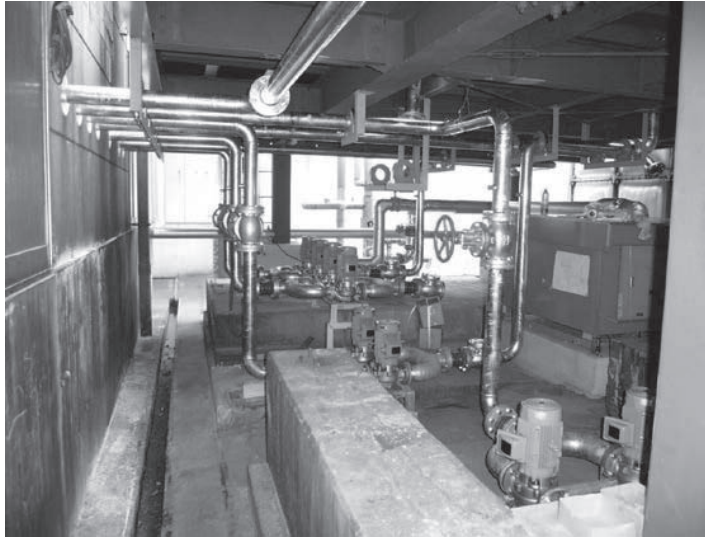
#### 9. 工夫した点、発想した点、創作した点、新しい点等、設備の特徴

- 1) 負荷の大きな変動に対し、常に一定の水温を供給するためには氷蓄熱が最適であり氷蓄熱によるシステムを構築した。
- 2) 直膨コイルに比べリスクが少ないブラインチラー方式とした。また万が一のメンテナンス時の対応として熱源機を4分割し、ブラインの配管系統も4分割した。  
これにより点検・メンテナンス時でも75%運転を可能とし工場の生産管理に影響を与えないようになった。
- 3) システムの稼働時間が昼夜連続運転をしているので、夜間電力を優先に使用するため、タイマーによる運転制御(ON)と氷厚による運転制御(OFF)をすることにした。
- 4) 蓄熱槽内の氷の付着や蓄熱利用時の氷の融解の均一化をはかるために、蓄熱槽内の水の流れをタイマーにより自動的にバルブを切り替え毎日変更するようにした。この方法により着氷の偏りが無く、また融解時にも均一に氷が解け、残氷することなく蓄熱の有効利用がより向上した。
- 5) 搬送動力の節電にはブラインポンプはタイマーと氷厚により、エアーポンプは冷水の出口水温により、冷水ポンプはタイマーで制御できるようにし、節電を計ると共に水温を1℃～2℃で制御させ、工場の製品の品質向上をはかる事ができた。
- 6) 試運転は仮設発電機と仮設配線で行う事とした。これにより工場電力は全く使用せずデマンドの上昇が抑制できた。また試運転時の負荷は水槽の水をブローし常に井水を補給することで負荷とした。試運転終了後の配線の繋ぎ替えは1時間以内で終わった。
- 7) 工期の短縮と、新設機械廻りの配管の防錆性維持のため、配管の殆どを工場加工してプレハブ化し、製作した配管の全てを溶融垂鉛メッキとした。このことにより配管の実質的な工期の短縮と、試運転時のフラッシングの時間が大幅に削減した。
- 8) 新システムとの切り替えは液体窒素による配管凍結工法を採用することにした。これにより配管凍結からバルブ取り付け・運転までの作業時間は約2時間で終了した。この方法は既存の配管内の水を抜かずに施工ができ、再稼働時の水張りやエア抜き作業を省略することができ新システム切り替えの時間を大幅に短縮した。

(図1の凍結工法採用部分)

#### 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等

牛乳・食品工場においては大量の冷水を必要とされているが、古い設備では冷凍機による直膨コイル方式が大半を占め、主流であった。しかし本システムのようなブラインチラーを使用した氷蓄熱方式とすれば深夜電力の使用による大幅な使用電力の削減になり、さらに直膨コイルのような冷凍機本体の損傷のリスクはない。また冷温水同時取り出しを行えば更にCOPが向上する。現在同工場の既存冷水設備の2箇所、及び別工場の冷水設備について計画中。



プレハブ配管  
施工状況



流れ方向切り替  
え用電動弁



稼働状況

## 優良省エネルギー設備顕彰事例④

運転・保守管理部門 一般社団法人日本冷凍空調設備工業連合会会長奨励賞

### 照明 LED 化に伴う冷房負荷低減による省エネ効果検証

設備所有者：株式会社立花エレテック  
設備施工者：株式会社立花エレテック

#### 建物の概要

名称：株式会社立花エレテック  
本社ビル（オール電化ビル）  
所在地：大阪市西区西本町1丁目13番25号  
概要：建家 地上9階 地下1階  
構造 SRC造  
延床面積 10,179m<sup>2</sup>  
用途 事務所



#### 1. 技術検証の目的と経過

目的：省エネ・CO<sub>2</sub>削減に直結する商品を販売・設計製作している企業として

1. 本社ビルの蛍光灯全数をLEDに更新し、照明の消費電力削減で省エネ・節電に貢献する。
2. 照明をLED化することで冷房負荷（冷房消費電力）にどのような影響を与えるかを検証する為、照明の更新前後の消費電力（照明・空調）を、実測したデータを基に比較検証した。

検証対象：空調機、照明の台数と配置が同一である、3Fと4Fの消費電力（空調機と照明）のビフォア（蛍光灯）・アフター（LED照明）を比較した。

2フロアで検証した背景は、1フロア検証による特異性が出現していない事を確認するためである。

#### 検証期間

- ・電力使用量分析期間：2009年7月～2013年9月
- ・比較期間：各年度の7～9月の3ヶ月間（冷房運転）
- ・比較時間：朝9時～夕方19時までの10時間

電力は9：00～10：00を10：00とし、気温は10：00を使用する

経過：照明のLED化工事 2011年7月完了（4F）～2012年8月完了（3F）

#### 2. 設備・システムの概要

##### ① 3F、4Fの事務所フロア設備概要

空調設備：3F 三菱電機製ビルマルチエアコン 34馬力 + 氷蓄熱 38馬力  
4F 三菱電機製ビルマルチエアコン 34馬力 + 氷蓄熱 38馬力

照明設備：3F 蛍光灯Hf32W 2灯器具高出力型 136台 ⇒ 直管型LED 272本へ更新  
4F 蛍光灯Hf32W 2灯器具高出力型 136台 ⇒ 直管型LED 272本へ更新  
※Hf32W蛍光灯は高出力タイプで消費電力45W/本  
→LED消費電力22W/本

【単純計算での照明電力削減量は1フロア当り、 $(45-22) \times 272 / 1000 = 6.2\text{kW}$ となる】

電力監視：フロア別、用途別（空調、照明、コンセント、その他）電力使用量を把握

※第28回省エネ顕彰 運転保守管理部門 優秀賞

エネルギー監視・制御・見える化システム TEMSolutionのデータを活用分析

### 3. 着想

一般的に照明をLED化することで照明消費電力削減以外に、プラス効果で冷房消費電力の削減効果があると言われている。実際に削減効果が確認できるかを検証した。

照明の消費電力は固定出力であるので更新後の効果は確実に確認できるが、空調機は全てインバータ機であるので事務所内の負荷変動要素（外気温度、執務人数、出入の頻度、PC等負荷の台数など）で消費電力は変動するため、より多くのデータを取得して分析することで削減効果の信憑性を検証した。

【大量のデータを用いて分析する事で、傾向がより明確に示される】

検証結果を、今後の空調システムの総合的な省エネ提案に活用していく目的もあった。

### 4. 効果（省エネルギー）

#### 1. 照明データの分析

図1は3F、図2は4Fの照明の消費電力データ。

全灯点灯時の消費電力量を蛍光灯とLED化した後の電力消費量を比較。明らかに相違がある。

3F、4Fとも、**6kWの削減効果**が見られる。（各階11.8kW→5.8kW：51%削減）

（3F、4Fとも、照明器具の仕様・台数は同一の為、全灯点灯時の削減値は計算値とほぼ同値となる）

#### 2. 空調機の消費電力データの分析

##### 【冷房時】

図3、4に空調機（冷房運転時）の消費電力を外気温度との関連で示した。

※外気温度が25℃未満と消費電力が10kW未満のデータ（休日等が該当）を除いたものが、図3、4である。このデータで1次式近似したものを、青（蛍光灯）と赤（LED）の直線で示す。

傾向として、外気温度が低ければ、消費電力も少なくなっている。

3Fのほうが4Fより空調機の消費電力が少なく、削減効果は3Fのほうが大きい。

蛍光灯時とLED化後の空調機消費電力値は、ほぼ平行状態で消費電力が削減されている。

外気温度に係わらず削減量が同じ（照明の消費電力は外気温度に依存しない）で**3F：3.2kW、4F：2.1kW**の削減効果が見られる。

（外気温30℃時 3F：18.8kWh→15.6kWh、4F：20.5kWh→18.4kWhに消費電力低下）

※執務人数3F：85人、4F：127人

##### 【暖房時】

暖房時のデメリットについては、冷房ほど明確な差が出現しなかった。その要因については、今後もデータ収集を重ね、究明していく課題が残っている。

#### 3. 照明LED化による空調機の削減効果のまとめ

①3Fの空調機では3.2kWhの削減、4Fの空調機では2.1kWhの削減（冷房時）

②両フロアとも照明器具の消費電力削減量に相当する空調機の電力削減（冷房時）が見られる。



【空調機の平均COP=3と仮定すると、空調動力の削減効果は2kWとなる】

- ③空調機はインバータ制御しており、単純に外気温度に比例して消費電力が変化しない為、同一温度でも、空調機の消費電力は異なる事が図で示されている。【図3、4、参照】  
計測期間を長く採り、データを線形近似する事で、差異が明確に示されていると思われる。  
(近似線が平行である事が、外気に依存しない照明負荷の削減効果であると、読み取れる)
- ④基本料金も(デマンドも)その効果の相当分が、削減されると考えてよい。

#### 4. 省エネ性

- 上記3、4階のデータを基に計算：3F→3.2kWh、4F→2.1kWh削減。2フロア合計5.3kWhの削減。
- 1日の運転時間を10時間。1ヵ月の就業日数を21日間、冷房期間を4ヵ月とすると、  
 $5.3 \times 10 \times 21 \times 4 = 4,452 \text{kWh}$  削減(年間空調電力削減量)
- 照明年間消費電力は、LED化前(86,600kWh)、LED化後(42,200kWh)となり、年間削減量は、  
44,400kWhとなる。
- LED化によって、空調と照明の消費電力は年間、 $4,452 \text{kWh} + 44,400 \text{kWh} = 48,852 \text{kWh}$  削減された。

#### 5. 投資回収(省マネー)

- 3Fと4FのLED化工事投資金額：200万円
- 電力料金：14.065円/kWh
- 空調消費電力削減額： $4,452 \text{kWh} \times 14.065 \text{円} = 62,617 \text{円}$
- 投資回収： $200 \text{万円} \div 6.26 \text{万円} = 31.9 \text{年}$
- 空調と照明を合わせた消費電力削減額： $48,852 \text{kWh} \times 14.065 \text{円} = 687,103 \text{円}$
- 空調と照明を合わせた投資回収： $200 \text{万円} \div 68.7 \text{万円} = 2.9 \text{年}$

#### 6. 他の建物への応用性

事務所蛍光灯のLED化による冷房時の冷房負荷は、照明の消費電力削減量相当を削減できる見込みがある。

#### 7. 環境保全、便利性等

CO<sub>2</sub>削減量

- 空調年間電力削減量：4,452kWh
- CO<sub>2</sub>排出係数：0.0045t-CO<sub>2</sub>/kWh (H23関西電力)
- 空調のCO<sub>2</sub>削減効果： $4,452 \times 0.0045 = 2 \text{ t-CO}_2$
- 空調と照明のCO<sub>2</sub>削減効果： $48,852 \times 0.0045 = 22 \text{ t-CO}_2$

#### 8. 工夫した点、発想した点、創作した点、新しい点等、設備の特徴

照明器具が蛍光灯からLEDへ更新されるケースが多くなってきた。

照明本体では、蛍光灯からLEDに代えることで省エネとなる事は、単純な消費電力の比較で計算する事ができる。

当然、照明負荷が下がる事で冷房負荷も下がり、空調機の消費電力が削減可能である事は容易に推察できるが、実際の効果をデータとして証明したケースは少ないと思われる。

今回、計測期間を長く採り、計測点数を多くする事で、全体の傾向を明確につかむ事ができ、

照明のLED化は空調機にも消費電力量削減メリットがある(冷房時)事を定量的に示す事ができた。

## 9. 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

東日本大震災後の電力供給危機において、電力の削減が課題であると同時に、本年5月末に公布された省エネ法改正への遵守が、企業に求められている大きな使命である。

その視点から、照明器具をLEDに切り替えることで、照明と空調機の消費電力削減を実現させていくのは、有効な手段のひとつといえる。

しかしながら、照明メーカー各社のカタログでは、照明電力削減のみの訴求で冷房負荷低減に関する訴求が見受けられないのは残念なことである。

技術商社を標榜する弊社としては、本データを生の実績値として最大限活用し、施主に対して照明に加え、空調機の省エネ提案として販売促進に結びつける。

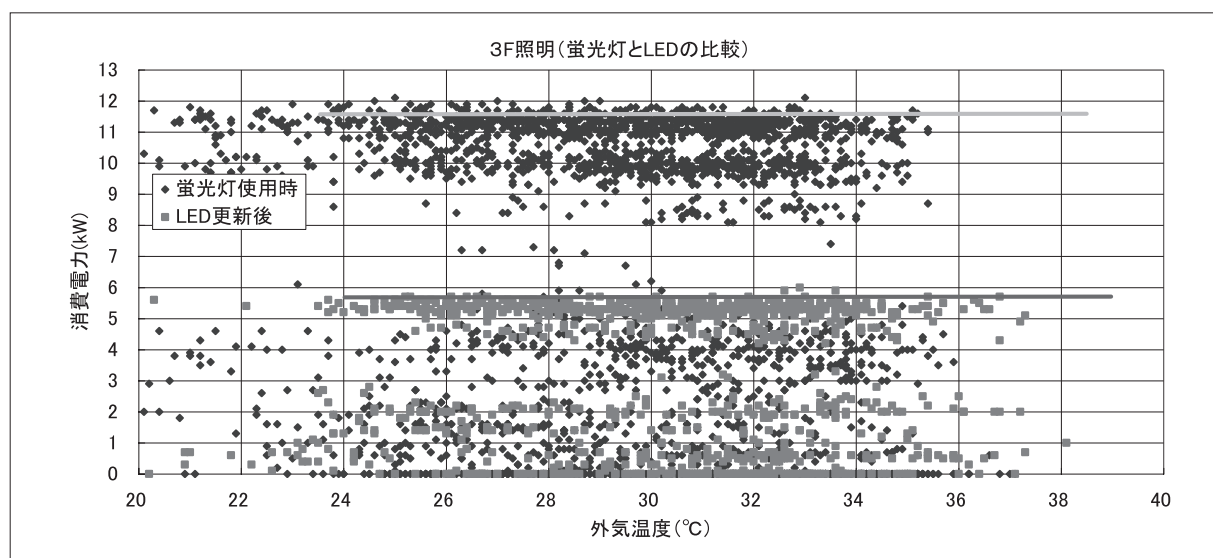


図 1

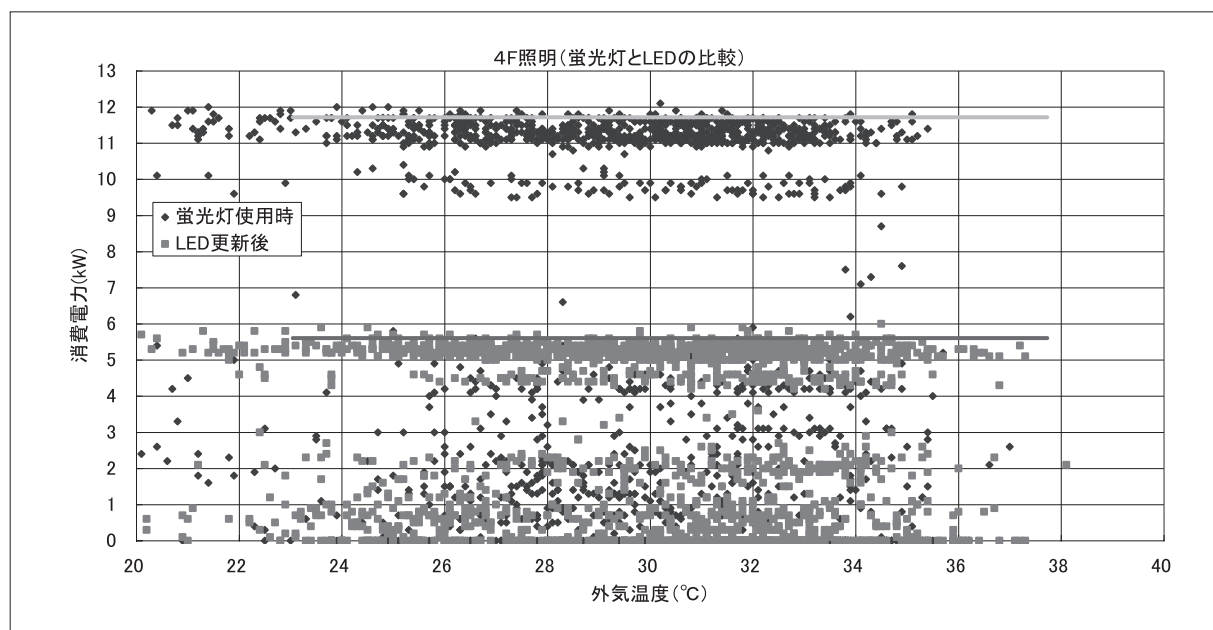


図 2

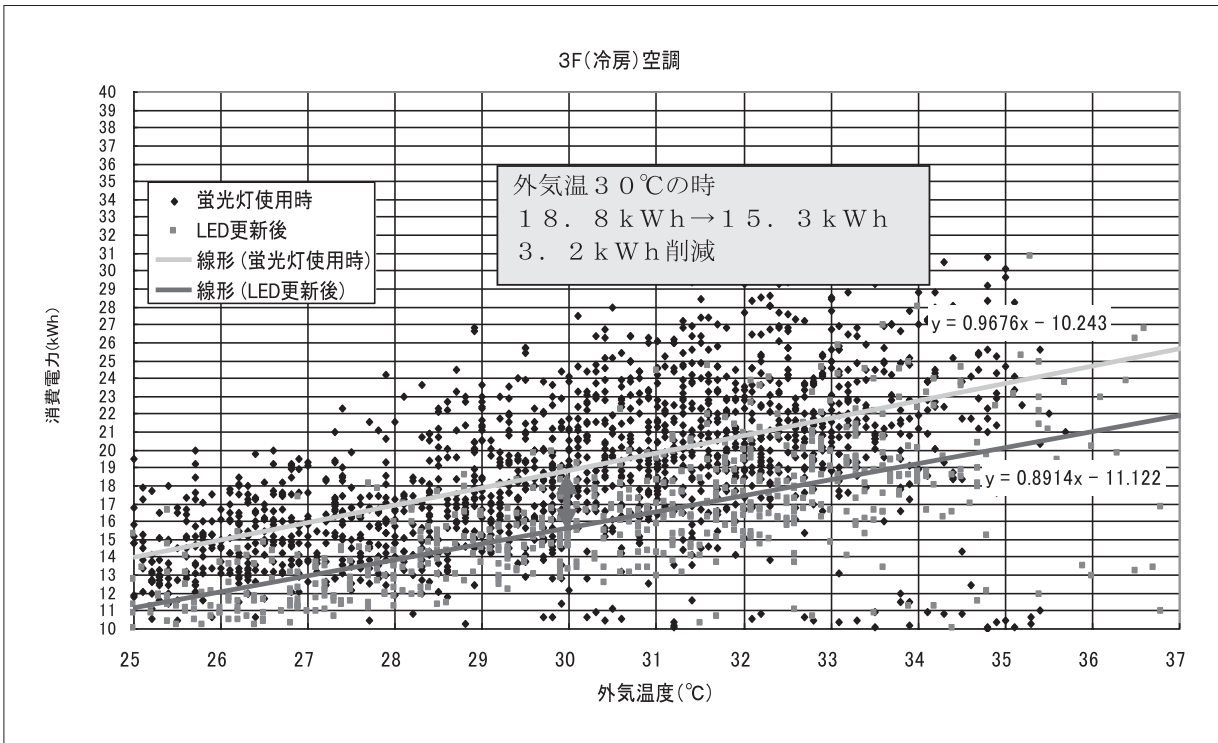


図 3

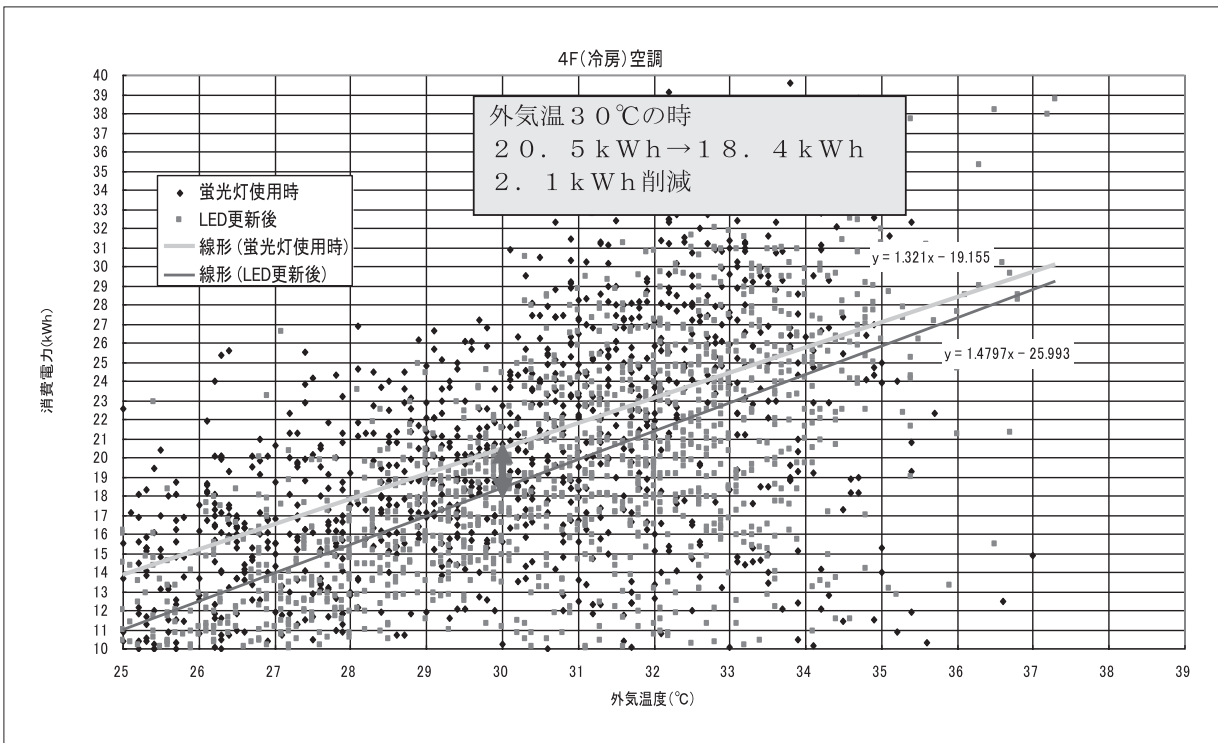


図 4

使用量(kwh)	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	期間合計
2009/4~2010/3	126,225	131,274	159,237	180,098	173,193	144,667	130,349	112,411	124,759	133,128	120,110	127,819	1,663,270
2010/4~2011/3	113,907	114,192	143,315	172,863	186,493	156,192	123,474	106,168	119,356	139,450	120,802	129,056	1,625,268
2011/4~2012/3	110,530	118,025	138,860	152,145	163,672	133,540	111,361	101,370	113,948	127,323	129,905	116,736	1,517,415
2012/4~2013/3	103,577	113,786	122,965	156,448	152,789	124,781	100,782	94,078	117,428	122,797	117,916	102,010	1,429,357
2013/4~2014/3	87,485	100,520	112,230	147,618	142,106	117,542	105,979						813,480

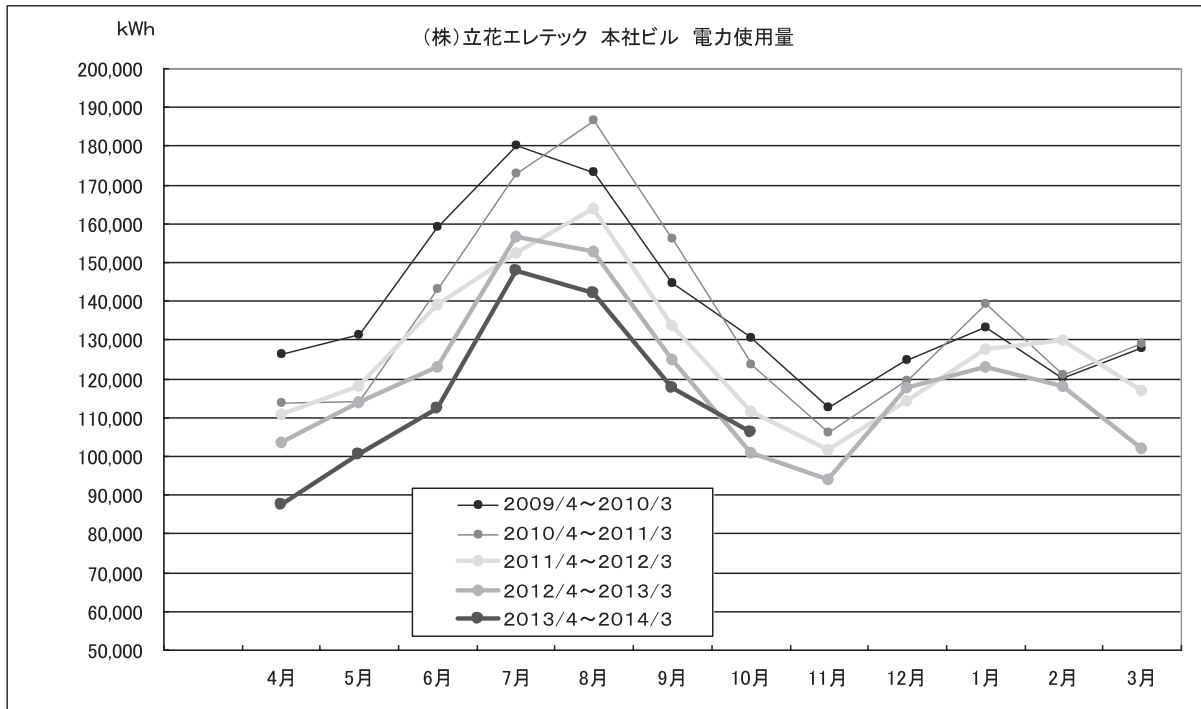


図 5