

■カーボンニュートラル賞

業績の名称		ホテルまほろばESCO事業			
所在地		北海道登別市登別温泉町65			
受賞名称		カーボンニュートラル賞 北海道支部奨励賞			
カーボンニュートラル賞 選考支部名称		北海道支部			
建物概要	延床面積	39,039	m ²		
	階数	地下2階	地上10階	塔屋一階	
	主用途	ホテル			
	竣工年月日	2013年1月			
応募 又は 応募者 機関	代表応募者・機関	池田煖房工業株式会社			
	建築主	トーホウリゾート株式会社			
	設計者	池田煖房工業株式会社			
	施工者	池田煖房工業株式会社			
	建物管理者	トーホウリゾート株式会社			
	建物利用者	トーホウリゾート株式会社			
	ESCO事業者	北海道リース株式会社			
業績の概要	■ 定性的な実績				
	1) 省エネルギーへの取組み・工夫 ・水熱源ヒートポンプを用いた冷房と温泉排熱利用 ・既設温泉浴槽温度監視 ・温泉加温ポンプへのインバータ採用				
	2) 低カーボンエネルギーへの転換 A重油から電力(ヒートポンプ)への転換				
	3) 再生可能エネルギー利用・工夫 ※該当無し				
	4) カーボンクレジット等ならびにその他 ESCO事業				
	■ 定量的な実績				
	・一次エネルギー消費量の省エネ率を算定するための参照値(ベースライン)の根拠・出典名 平成22年度の実績値 2,872 (MJ/年・m ²)				
	・一次エネルギー消費量の業績の実績値 2,382 (MJ/年・m ²)				
	・一次エネルギー換算係数根拠 - 9.97 (GJ/年・kwh)				
	・CO ₂ 排出係数[出典名/電力(t-CO ₂ /kwh) 「算定・報告・公表制度における算定方法・排出係数一覧」(2013年12月19日公表) /0.688(t-CO ₂ /千kwh)				
	・CO ₂ 排出量の合計 164(kg-CO ₂ /年・m ²)				
	・CO ₂ 削減率 17.0%				
	支部選考委員 会選考理由	<p>北海道有数の温泉地である「登別温泉」の宿泊施設(ホテル)において、石油燃料とCO₂排出量の削減を図り、地域の低炭素化に寄与することを目的としたESCO事業である。</p> <p>本事業では、高効率ヒートポンプを導入し、施設内の未利用エネルギー(温泉排水)を浴槽加温や給湯補給水の余熱に通年有効に活用するシステムを採用している。ヒートポンプ冷房運転時には冷房排熱を給湯へ利用することで冷却塔を不要としている。</p> <p>また、浴槽加温用の循環ポンプへのインバーター設置による電力消費量の削減、温泉排水直接利用によるロードヒーティング設備も併せて採用している。</p> <p>システム計画にあたっては、過去のエネルギー消費実態を調査し、温泉宿泊施設の特徴である浴槽水の昇温(保温)負荷、給湯負荷と冷房排熱のトレンドから、適切なヒートポンプ能力を求め、COPを高く維持している。</p> <p>設備改修後は、ESCO事業として包括的なエネルギー管理を行うことで計画省エネルギー量を達成し、CO₂削減率も17%となっている。</p> <p>エネルギー管理は、事業者の遠隔監視システムを用いて監視・データ保存をおこない、良好な環境性能の保持と、設備管理上での予防管理を可能にし、システムの高効率・省エネルギー運転の安定的な継続を図っている。</p> <p>本件は、広いエリアで類似用途施設が運営されている北海道では極めて実効性の高い技術であり、今後の技術的展開が期待できることから支部奨励賞に値する。</p>			

■ 業績の概要とカーボンニュートラル化に係わる取り組みの要旨

■ 業績の概要

登別温泉で運営するホテル“まほろば”にて、施設内で多く消費している石油燃料の削減とCO2排出量の削減を図り、地域の低炭素化に寄与することを目的として、ESCOによる省エネルギー事業を実施した。

具体的には、高効率ヒートポンプを導入し、施設内の未利用エネルギー（温泉排水）を有効活用し浴槽加温や給湯へ通年利用するシステムとした。ヒートポンプの冷房運転時には、冷房排熱を有効活用し給湯へ利用し、冷却塔を不要とした。浴槽加温用の温水循環ポンプへのインバーター設置による電力消費量削減と、温泉排水熱直接利用によるロードヒーティングも併せて実施した。

ESCO事業初年度（平成25年4月1日～平成26年3月31日）の実績は、CO2排出量削減効果 **7,726 t-CO2**、CO2排出量削減率 **17.2%**、省エネルギー効果 **496.4 kL**（原油換算）、省エネルギー率 **17.4%** を達成することができた。

■ 施設の概要

施設名 : ホテル“まほろば”
 所有者 : トーホウリゾート株式会社
 所在地 : 北海道登別市登別温泉町65
 建物用途 : ホテル
 構造規模 : RC造 地上10階地下2階 延床面積 約38,000㎡
 客室数 : 398 室
 収容人員 : 1,706 名
 浴槽数 : 31
 主要機器 : 温熱源 真空式温水機 (3回路) 2,400,000 (kcal/h) ×2基
 冷温熱源 冷温水発生機 200RT×1基、100RT×1基
 受水槽 FRP製二層式 240㎡ ×1基
 貯湯槽 低層階用 12㎡×2基 高層階用 4㎡×2基



写真1: 施設全景

背景 : 当該施設は省エネ法の特定事業者指定されており、エネルギー使用の合理化へ向けたエネルギー管理を常日頃より実施している。実績として、LED照明器具への更新、省エネ型の自動販売機への更新、デマンドコントロール装置の設置など主に電力消費量圧縮の取組を実施している。しかし昨今、宿泊客が増加する傾向にあり、それに伴う冷暖房負荷及び給湯負荷の増加による燃料（A重油）消費量の増大が、逆に総合的なエネルギー漸増の原因となっている。また、空調熱源機器（冷温水発生機および冷却塔）は経年劣化に伴う損傷が激しく運転効率が低下していることも、無駄なエネルギーを消費する一因となっていた。そこで、エネルギー消費の現状と有効な未利用エネルギーの存在如何の詳細調査を実施したところ、いくつかの効果的な省エネルギー対策が期待できることがわかった。



写真2: ロビーと露天風呂

エネルギー消費状況 :

ホテルまほろばにおける平成22年度のエネルギー消費状況は下表のとおりである。年間のCO2排出量は **7,726 t-CO2** と大量の排出量となっており、そのほとんどはA重油消費と電力消費に由来している。また平成22年度におけるA重油の消費実績を、各熱負荷の熱量計算を行いながら、月ごとのトレンドとして分析予想した。それによると風呂の保温負荷と給湯負荷が通年存在し、全体負荷の大きな部分を占めることが分かった。また夏期における冷房負荷と風呂保温などの加熱負荷は、ほぼ均衡していることが予想できたため、冷房排熱の有効利用の可能性を確認した。

表1: 平成22年度エネルギー消費状況

種別	平成22年度年間消費実績		CO2排出		1次エネルギー			
	単位	平成22年度年間消費実績	換算係数	単位	排出量実績 (t-CO2)	換算係数	単位	エネルギー量 (GJ)
A重油	L	1,454,000	2.71	t-CO2/kL	3,940	39.1	GJ/kL	56,851
灯油	L	15,297	2.49	t-CO2/kL	38	36.7	GJ/kL	561
LPG	t	54	3.00	t-CO2/t	163	50.8	GJ/t	2,764
電力	kWh	5,210,544	0.688	t-CO2/千kWh	3,585	9.97	GJ/千kWh	51,949
合計					7,726			112,125

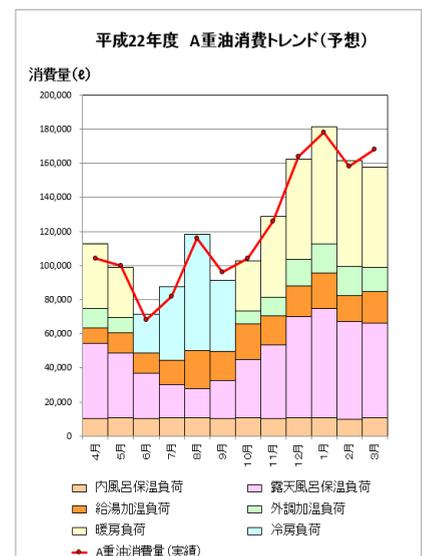


図1: 平成22年度エネルギー消費トレンド(予想)

■ 業績の概要とカーボンニュートラル化に係わる取り組みの要旨

■ 省エネルギーの取組み・工夫

① 水熱源ヒートポンプを用いた冷房排熱利用による給湯加熱負荷削減

前述したエネルギー消費トレンド分析から、夏期における冷房排熱の有効利用に着目し、水熱源ヒートポンプを用いて、冷房を行いながら排熱を給湯へ有効利用するシステムを計画した。システム概要を図2に示す。
 ヒートポンプ（冷却能力100kW×8基、総合800kW）により全館の冷房運転を行い、排熱エネルギーは蓄熱槽に保存する。蓄熱槽内に設置した樹脂コイル（74本）にて給湯補給水の予熱を行い給湯の加熱負荷を削減するシステムとした。樹脂コイルは2グループに分け、補給水量に応じて蓄熱槽からの採熱を1パスと2パスの2通りで選択が可能な工夫を行っている。別途調査により、冷房負荷のピークは18：00～22：00頃に存在することが分かっていた。また給湯負荷のピークも冷房負荷とほぼ同様の時間帯に発生することが確かめられていたので、両者の熱交換はほぼ効率良く実施できたが、若干の負荷変動が発生した場合でも、蓄熱槽にて適度に吸収できたので、ヒートポンプの成績係数（COP）を高く維持することができた。冷房と排熱利用の総合COPは約7.0であった。このシステム配備後、既存冷却塔は不要となったため撤去した。CO2排出量削減実績は下表のとおりである。

表2：平成25年度エネルギー削減実績(省エネ取組①)

種別	省エネ取組①		CO2排出		
	単位	平成25年度年間削減実績	換算係数	単位	削減量実績 (t-CO2)
A重油	L	204,077	2.71	t-CO2/kL	553
電力	kWh	-192,502	0.688	t-CO2/千kWh	-132
合計					421



写真3: ヒートポンプ8基



写真4: 蓄熱槽と樹脂コイル

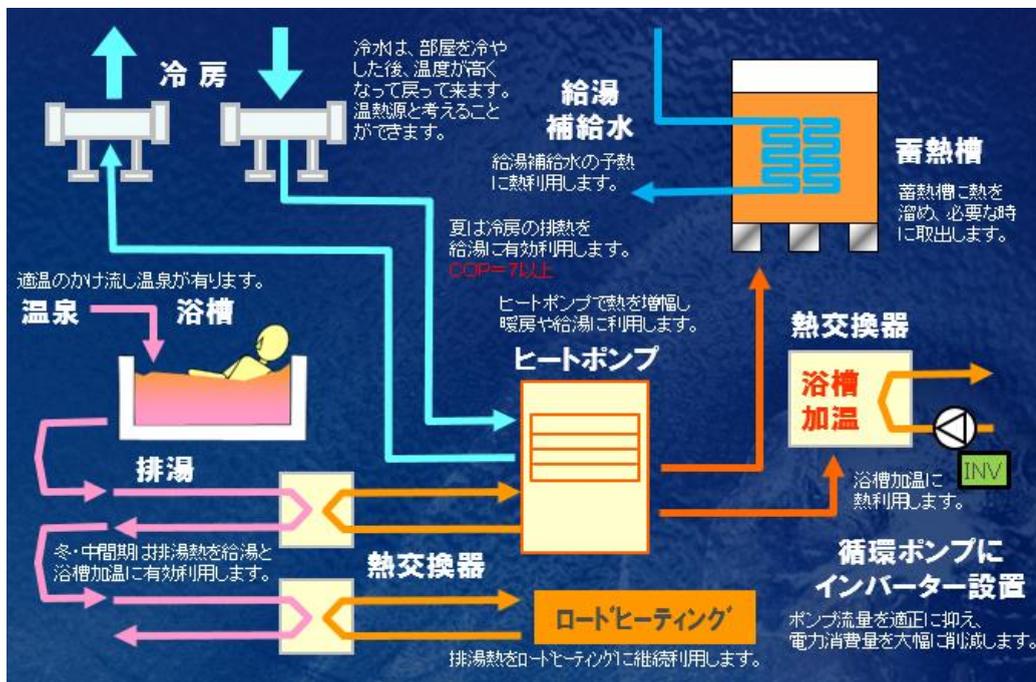


図2：熱利用システム図

② 水熱源ヒートポンプを用いた温泉排熱利用による給湯加熱負荷削減と浴槽循環加熱負荷の削減

冷房を行わない期間はヒートポンプを温泉排熱を熱源とした加熱運転に切り替え、蓄熱槽を加温し給湯加熱負荷を削減する。ヒートポンプ（加熱能力 135kW×8基、総合 1,080kW）
 温泉は4系統導入されており、かけ流し後常時排水されている。流量は約500L/分で、温度は35℃～38℃で安定している。この排湯からプレート式の熱交換器を介して採熱し、ヒートポンプで昇温後、一部は蓄熱槽を経て給湯補給水予熱へ利用し、もう一部は浴槽循環加熱に利用した。双方とも通年で熱負荷が有り、有効に熱利用が可能であった。排湯利用では排湯中の異物（湯の花、毛髪など）がヘアークャッチャーに詰まり流量低下を発生させたり、熱交換器表面に付着し効率低下を招くことが懸念される。そこで、排湯の循環経路に逆洗ポンプおよび自動逆洗装置付ヘアークャッチャーを設置し、定期的な洗浄を実施し採熱の安定化を図った。（システム概要は図2参照）
 CO2排出量削減実績は下表のとおりである。

表3：平成25年度エネルギー削減実績(省エネ取組②)

種別	省エネ取組②		CO2排出		
	単位	平成25年度年間削減実績	換算係数	単位	削減量実績 (t-CO2)
A重油	L	386,530	2.71	t-CO2/kL	1,047
電力	kWh	-699,484	0.688	t-CO2/千kWh	-481
合計					566



写真5: プレート式熱交換器



写真6: 逆洗装置付ヘアークャッチャー

■ 業績の概要とカーボンニュートラル化に係わる取り組みの要旨

③ 既設温泉浴槽温度監視による浴槽加温負荷削減と、加温循環ポンプへのインバーター導入による電力消費量削減

高温の温泉は冷却加水により適温（45℃～48℃）に調整されて浴槽へ供給されており、浴槽の温度低下に対しては循環加温により再加熱するシステムとなっていた。従って、浴槽へ供給する温泉の温度を高められれば、その分加熱負荷を削減することができる。しかしこれらの調整は、施設管理者が外気温度や入浴者数を見ながら、長年の経験を基に実施しており、火傷の危険も伴うため温泉供給温度の変更は簡単ではない。そこで、各浴槽の循環経路に温度センサーを設置しそれらをパソコン画面でリアルタイムに一括監視できる方式とした。数週間にわたり徐々に温度を上げ、不都合の生じない適正温度に調整することができた。最終的に供給温度を平均8℃上昇させることができた。

従来は施設管理者が温度計を用いてそれぞれの浴槽温度を数時間ごとに計測していたが、このシステムの導入によりそれが不要となったため、業務軽減化にも大いに貢献している。

また、通年24時間運転を継続している浴槽加温循環ポンプにインバーターを導入し、負荷に合わせて電源周波数の調整を行い、搬送動力を削減した。現在30Hzで運転しており、従来の消費電力量を70%以上削減できている。

CO2排出量削減実績は下表のとおりである。

表4:平成25年度エネルギー削減実績(省エネ取組③)

種別	省エネ取組③		CO2排出		
	単位	平成25年度年間削減実績	換算係数	単位	削減量実績 (t-CO2)
A重油	L	70,044	2.71	t-CO2/kL	190
電力	kWh	163,434	0.688	t-CO2/千kWh	112
合計					302

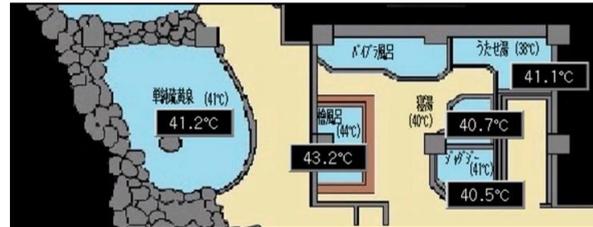


図3: 浴槽温度監視画面(部分)

④ 温泉排湯熱のロードヒーティングへの活用による燃料（灯油）消費量削減

温泉排湯熱を熱交換器を用いてロードヒーティングに利用し、ヒーティング熱源機の燃料消費量を削減する。ロードヒーティングパイプに循環する不凍液温度は15℃～20℃程度であるが、24時間継続運転することにより、路盤面に蓄熱されるため十分な融雪効果が得られる。

CO2排出量削減実績は下表のとおりである。

表5:平成25年度エネルギー削減実績(省エネ取組④)

種別	省エネ取組④		CO2排出		
	単位	平成25年度年間削減実績	換算係数	単位	削減量実績 (t-CO2)
灯油	L	15,297	2.49	t-CO2/kL	38
合計					38

■ 低カーボンエネルギーへの転換

上記省エネルギーの取組み結果のまとめを下表に示す。
CO2排出量削減の平成25年度の実績として、**1,327 t-CO2** を達成することができた。

表6:平成25年度エネルギー削減実績(省エネ取組総合)

種別	省エネ取組総合		CO2排出			1次エネルギー		
	単位	平成25年度年間削減実績	換算係数	単位	削減量実績 (t-CO2)	換算係数	単位	エネルギー削減量 (GJ)
A重油	L	660,651	2.71	t-CO2/kL	1,790	39.1	GJ/kL	25,831
灯油	L	15,297	2.49	t-CO2/kL	38	36.7	GJ/kL	561
LPG	t	0	3.00	t-CO2/t	0	50.8	GJ/t	0
電力	kWh	-728,552	0.688	t-CO2/千kWh	-501	9.97	GJ/千kWh	-7,264
合計					1,327			19,129

燃料のA重油の大部分を、ヒートポンプの電力に転換した。また灯油を温泉熱に転換した。

その結果、電力由来のCO2は **13.9%** 増加したが、A重油由来のCO2は **45.4%** 減少し、総合的には **17.2%** の削減となった。

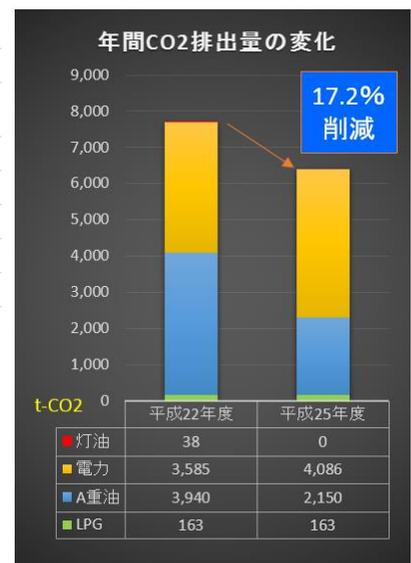


図4: 年間CO2排出量の変化

■ 業績の概要とカーボンニュートラル化に係わる取り組みの要旨

■ ESCO (エスコ) 事業

当省エネ事業はESCO事業として実施した。ESCO期間は5年間とし、包括的なエネルギー管理を行いながら、最終的に計画した省エネルギー効果を保証する取組である。

1 ESCO事業の実績

ESCO事業初年度である平成25年度（平成25年4月1日～平成26年3月31日）の実績は下図のとおりである。ヒートポンプは一次側の熱源水条件（温度、流量）により成績係数（COP）が変動するため、設定値の微調整を繰り返し実施しCOPを高め維持するよう工夫を行った。排湯中の異物によるヘアーキャッチャーの詰まりは、想定よりも影響が大きかったため、逆洗の周期の短縮などの調整も併せて行っている。全体の省エネルギー量は原油換算ベースで、計画に対し **102%** の実績を達成することができた。

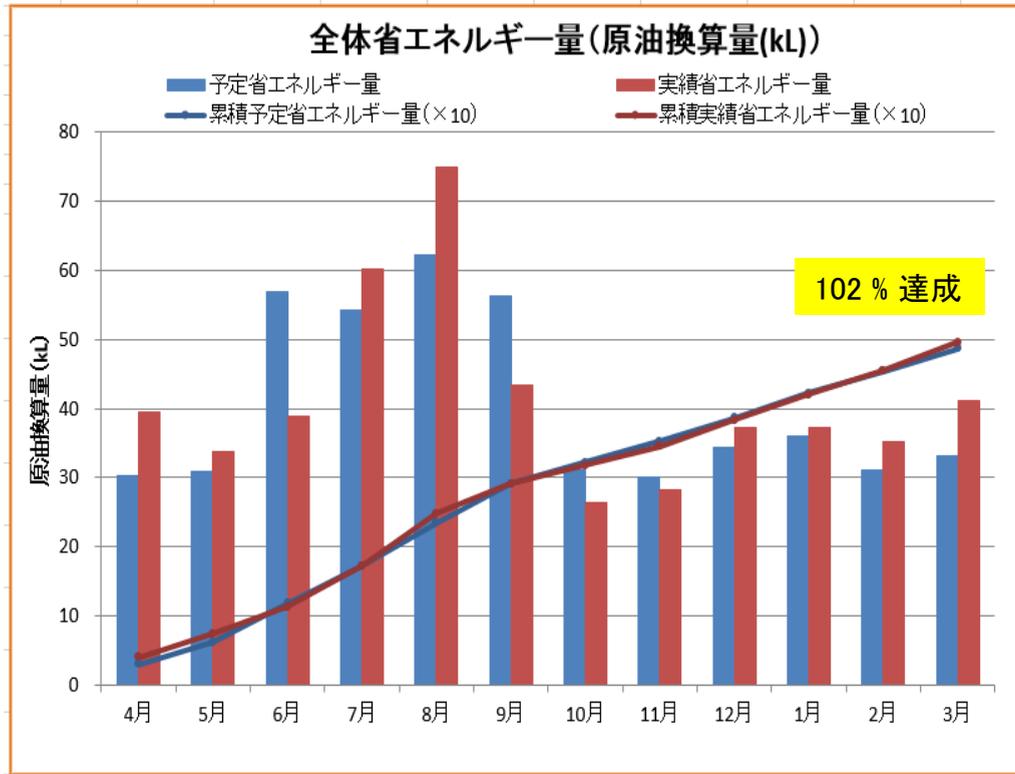


図 5 : 全体省エネルギー量 (ESCO事業平成25年度実績)

2 遠隔監視システム

ESCO事業実施に当たり、システム主要部分の温度、流量、電力量をリアルタイムに継続監視・データ保存ができるシステムを配備した。監視画面は現地（機械室と監視室）に設置すると同時に、ESCO検証企業である池田煖房工業㈱ソリューション事業部（札幌市北区）にも設置し双方で継続監視を行っている。施設内の環境性能を良好に保つと同時に、維持管理（機器点検・熱交換器の清掃など）の予防管理を可能にし、省エネルギー運転の安定継続の実現、システム全体の高効率の維持に役立っている。



図 6 : 監視画面(部分)

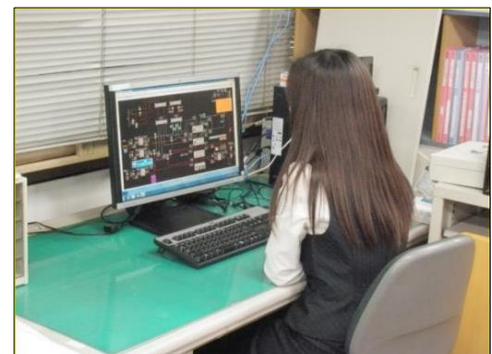


写真7: 監視中の様子