

温泉熱利用機器導入モデルプラン

(平成 23 年度とちぎ温泉熱エネルギーモデル事業)

～ 那須温泉における温泉熱利用 ～



平成 24 年 3 月
栃木県那須町

目次

はじめに	3
1 温泉熱の利用について	4
(ア) 那須の温泉について	4
(イ) 那須温泉において温暖化防止の取り組みを始めた意義	6
(ウ) 温泉熱利用の意義	8
(エ) 温泉熱の利用法	14
(オ) 温泉熱利用機器の規模の検討	21
2 泉質等の条件の違いによる設置の際の影響について	26
(ア) 温泉の泉質の違いによる設置コスト及びメンテナンス費用の比較	26
(イ) 施設の設置場所による制約	34
(ウ) 設置の際の影響	35
(エ) 機器導入が不可である理由と温泉熱利用の可能性	36
3 温泉熱利用機器の導入モデルプランについて	39
モデルプラン(1) 熱交換器利用、重油からの転換(温泉ホテル)	40
モデルプラン(2) 熱交換器とヒートポンプ利用、重油からの転換(温泉ホテル)	41
モデルプラン(3) 熱交換器とヒートポンプ利用、灯油からの転換(温泉旅館)	42
モデルプラン(4) 熱交換器とヒートポンプ利用、灯油からの転換(日帰り温浴施設)	43
モデルプラン(5) 熱交換器とヒートポンプ利用、灯油からの転換(温泉供給施設)	44
モデルプラン(6) 熱交換器とヒートポンプ利用、灯油からの転換(温泉供給施設)	45
4 施設導入に係る支援制度	46
(ア) 国、県、町の補助金	46
(イ) 融資制度	49
(ウ) 国内クレジット制度	50
5 那須温泉地球温暖化対策地域協議会の実績	52
6 参考資料	56

はじめに

那須町は、自然環境に恵まれ観光資源の豊かな町として公害防止や自然環境の保全に努めています。

しかし、現代社会は資源やエネルギーの大量消費・大量廃棄の社会経済活動により、環境への負荷が増大し、生活環境や自然環境への環境問題が提起されております。

その中で、地域の環境の保全と創造から、地球環境問題まで広がる様々な環境問題の解決に向けて、環境施策の基本的な方向を示すとともに、町民一人ひとりが自主的、積極的に良好な環境の保全及び創造に取り組むこととし、人と自然が調和した美しい那須町を次世代に引き継ぐため、那須町環境基本条例を制定したところです。

町では、地球温暖化防止対策の推進を図るため、温室効果ガスの削減に関する事業や新エネルギーの導入など、地球環境問題の解決に必要な循環型社会の形成に向けた施策に取り組んでまいります。

又、那須温泉地球温暖化対策地域協議会では「温泉熱利用による温暖化防止」を推進しており那須町も当協議会の会員となっており啓発活動に参加しています。

本モデル集は、栃木県の「平成 23 年度温泉熱エネルギーモデル事業」の補助を受け、那須温泉地球温暖化対策地域協議会員の内、温泉の泉質や温度等の状況が異なる温泉施設を対象に、既に導入し二酸化炭素削減に取り組んでいる施設及び、温泉熱利用機器導入の可能性を検証した施設における、経済性、二酸化炭素の削減効果を検証し、取りまとめたものです。

本モデルを参考に、大自然から与えられた資源を大切に、温泉熱の利活用がさらに広がれば幸いです。

1 温泉熱の利用について

(ア)那須の温泉について

那須温泉郷は東京より北に 160km、関東平野の北端、噴煙たなびく那須岳の山麓に開けた高原の温泉郷です。

那須御用邸を頂くロイヤルリゾート那須温泉、この那須温泉郷で一番古くから利用されている那須湯本を代表する「鹿の湯」は 1380 年ほど前(大和時代、奈良時代以前)に発見されたと言われています。

名前の由来は、那須温泉神社の「由来記」によると、「那須茗荷沢の住人狩野三郎行広なる者が、山狩りをしているときに牛のごとき白鹿を射たところ、白鹿は傷手を被りながら深山に逃れ、三郎行広を追っていくと傷ついた鹿が温泉で傷を癒しているところを見つけた。」とあり、これによりこの温泉を「鹿の湯」と呼ぶようになったと記述されています。

那須温泉の歴史は、この「鹿の湯」の発見に始まるとされています。

以来、次々と源泉が見つかり明治初期には、元湯(鹿の湯)・大丸・北湯・弁天・高雄・三斗小屋・板室の各温泉が開かれ那須七湯と称され、多くの湯治客に利用されてきました。

そして、昭和以降はこれに、旭・八幡・新那須の三湯を加え那須十湯となりました。

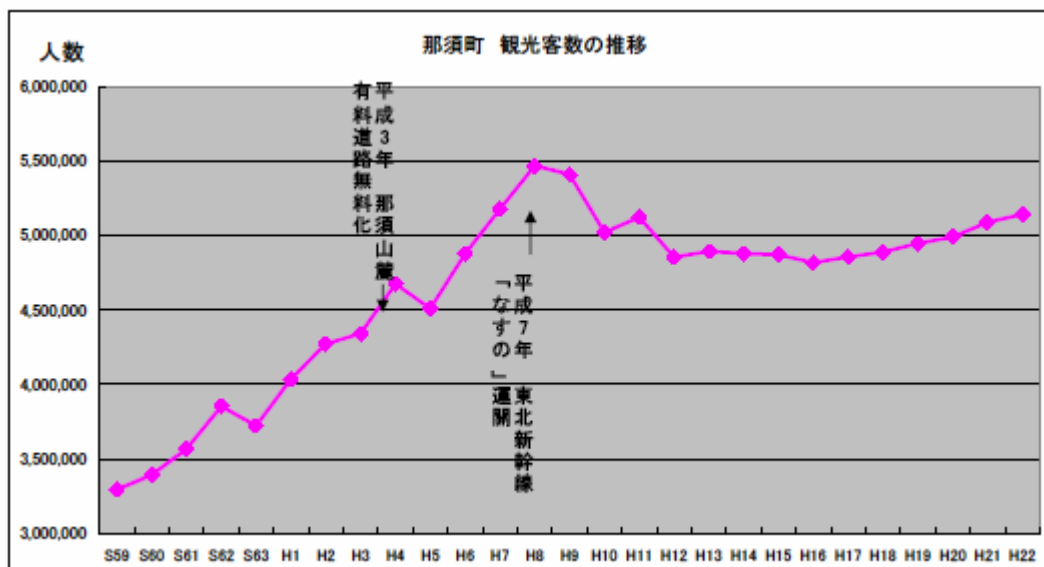
那須の年間観光客数は、昭和 59 年に 320 万人でありましたが、バブル経済崩壊後も漸増し続け、平成 8 年にピークの 540 万人を記録しました。

増加要因としては、那須山麓有料道路の有料解除(平成 3 年)、東北新幹線「なすの」誕生(平成 7 年)等が考えられます。

平成 8 年以降は減少傾向にあり、平成 12 年～平成 18 年の間は、ほぼ横ばいの状態でしたが、平成 19 年以降漸増し、平成 22 年には 510 万人となっています。

平成 23 年 5 月には、那須御用邸地内の一部を開放した「那須平成の森」が開園し、同年 11 月には「那須高原ビジターセンター」がオープンしました。この新しい施設の誕生により、観光客の増加が期待されます。

尚、那須町の観光客数を次に示しますが、そのほとんどが那須高原に集中して分布していることから、那須高原への観光客数は、那須町全体の観光客数とほぼ同数として扱います。



(参考文献等：日本温泉協会 80 年記念誌、環境省ホームページ、那須町役場観光客入込の推移)

尚、平成 23 年の年間観光客数についての統計はまだ公表がされていない為、入湯客数を参考に、前年対比率をみます。

平成 23 年は、3 月 11 日に東日本大震災が起き、さらに東京電力福島第一原子力発電所の放射能漏れ事故が起きました。那須町では、ホテル・旅館等において被災者の受入れを行ったり、那須温泉から「温泉」を被災地に運び入浴支援を行いました。

震災の年となってしまった平成 23 年、那須への来場者数にも大きな影響が出ています。(下表参照)大震災のあった 3 月における前年対比では、32.3%に落ち込みました。

その後も、風表被害も重なり、前年と比べ軒並み減少傾向にあります。

那須町においては、この状況を打破すべく来場者数の回復に努める事が急務であると思えます。

	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	平均
H23年度における前年対比(%)	32.3	37.1	64.6	71.5	77.8	81.7	75.2	78.6	79.6	89.7			68.8

(入湯客数参考：那須町税務課 管理収税グループ)

(イ) 那須温泉において温暖化防止の取り組みを始めた意義

【きっかけ】

1997年(平成9年)12月、京都で開催された「第3回気候変動枠組条約締約国会議 COP3」において国別に、温室効果ガス排出量削減目標を定め、世界が協力して約束期間内に目標を達成する事が定められた「京都議定書」が発行されました。

この「京都議定書」発行の翌年1998年(平成10年)8月、栃木県北部に集中豪雨が襲いました。浸水被害、橋や家屋等が流され、土砂崩れで道路が寸断される等、那須町に壊滅的な打撃を与えました。

いわゆる「那須水害」(写真1)です。降水量は、平年の約8割を超える豪雨が発生し、総雨量は1,254mmを記録しました。この那須水害は、何故起こったのか??

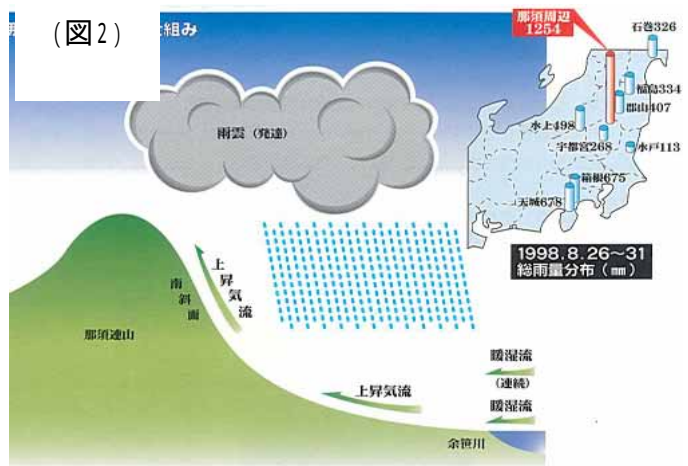
この時、前線が停滞し、さらに速度の遅い台風4号(図1)、そして地理的な要因(図2)も重なり、不幸にも悪条件が揃ってしまい、那須に集中豪雨が発生してしまったのです。

この豪雨そのものの要因となった前線の停滞は、原因としてエルニーニョ現象が指摘されました。6月頃終わるはずのエルニーニョ現象が、終わりきれず、西部太平洋で雲がほとんどできない上、太平洋高気圧が十分に発達せず、前線を押し上げられなかった、とされています。

このことから、地球温暖化による影響が少なからずあるのではないかと考えたのです。

(写真1)





【那須温泉地球温暖化対策地域協議会の設立】

世界規模で温暖化対策が求められている中で、那須温泉において、温泉熱を利用した石油代替エネルギーとして温室効果ガス削減を目指し、那須地域一体となり啓発活動をしていく為に協議会が設立されました。

協議会では、温泉の余熱・排(廃)熱を利用した機器導入に際し、現地調査、勉強会等を開催し、個別の診断により、検討・導入しています。



那須温泉地球温暖化対策地域協議会
勉強会、現地見学会の様子

(ウ)温泉熱利用の意義

温泉供給業者は、利用者へ、エネルギー(熱量)を維持しながら温泉を供給する為、温泉を常に流し、残った温泉は末端で放流しており、源泉から引いた高温泉は、入浴に適應する為に、温度を下げています。

又、温泉利用者(温泉施設)は、浴用に使した後、排湯しています。

これらの温泉は、まだエネルギー(熱量)を持っています。

そして、これらの温泉は使用後であっても、エネルギー(熱量)としての価値はあります。

排湯熱と廃湯熱

排湯熱とは、一度も使用せず末端放流等になっている温泉の熱を言い、

廃湯熱とは、一度浴用等に使用した温泉の熱を言います。

尚、本書は、混乱を防ぐ為、排(廃)熱利用の表示は、「排」で統一して記載します。

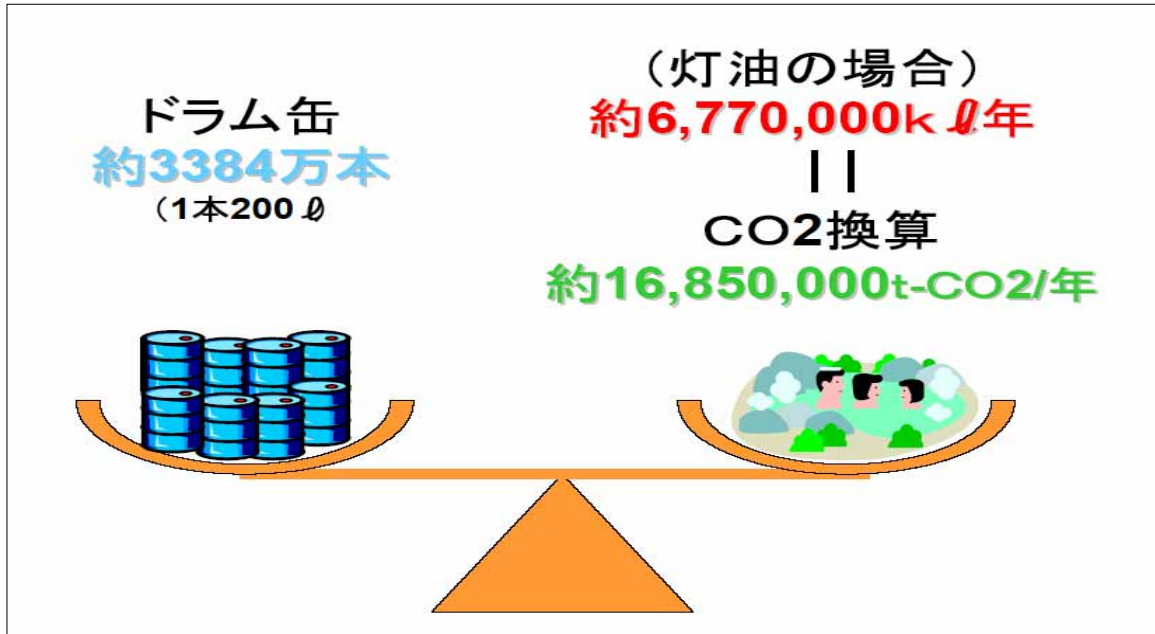
日本国内の温泉地数は3,170、源泉総数は27,825にのぼり、温泉の湧出量は、自噴源泉793トン/分、動力源泉1,958トン/分となっています。日本は温泉大国であるといえます。

この量を化石燃料を使い昇温した場合の燃料量及び二酸化炭素の量に換算してみます。

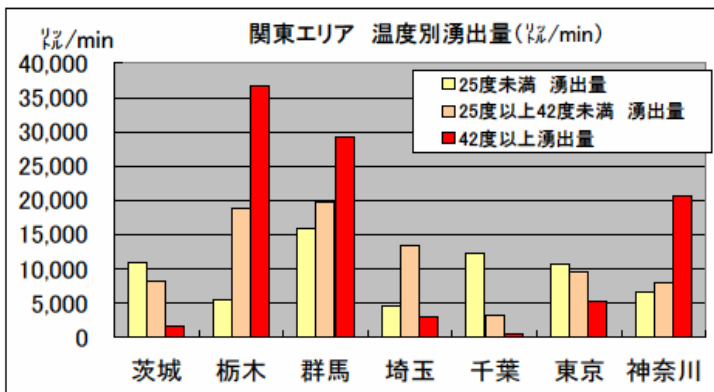
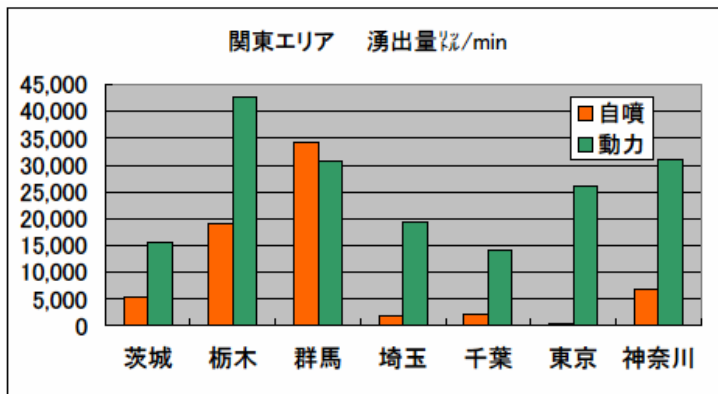
(参考:環境省平成21年度温泉利用状況)

都道府県別温泉利用状況(H21年度)				平成22年3月末現在 環境省自然環境整備担当参事官室			
都道府県	温度別源泉数			水蒸気 ガス	湧出量 ㍈/min		
	25度未満	25度以上 42度未満	42度以上		自噴	動力	計
全国計	4,022	6,731	13,146	1,180	793,482	1,958,776	2,752,258

水 温	15 °C		重油	
湯 温	50 °C		6,397,995,598	㍈/年
湯 量	2,752,258	㍈/min	17,338,568	t-CO2/年
重油熱量	9,310 kcal			
灯油熱量	8,800 kcal			
ボイラー効率	85 %		灯油	
			6,768,788,525	㍈/年
CO2排出係数			16,854,283	t-CO2/年
重油	0.00271	t-CO2		
灯油	0.00249	t-CO2		



その内、栃木県、那須町におけるポテンシャルは・・・
栃木県



都道府県別温泉利用状況(H21年度)

平成22年3月末現在
環境省自然環境整備担当参事官室

都道府県	温度別源泉数			水蒸気 ガス	湧出量 ㍓/min		
	25度未満	25度以上 42度未満	42度以上		自噴	動力	計
栃木	40	136	264	4	19,104	42,607	61,711

水 温	15 °C		重油	
湯 温	50 °C		143,455,558	㍓/年
湯 量	61,711 ㍓/min		388,765	t-CO2/年
重油熱量	9,310 kcal	→		
灯油熱量	8,800 kcal			
ボイラー効率	85 %		灯油	
			151,769,459	㍓/年
CO2排出係数			377,906	t-CO2/年
重油	0.00271 t-CO2			
灯油	0.00249 t-CO2			

那須町

那須町全体の湧出量は、約 13,220 ㍓/分です。

(湧出量参考:平成 23 年度 那須町源泉調査結果表)

水 温	15 °C		重油	
湯 温	50 °C		30,731,676	㍓/年
湯 量	13,220 ㍓/min		83,283	t-CO2/年
重油熱量	9,310 kcal	→		
灯油熱量	8,800 kcal			
ボイラー効率	85 %		灯油	
			32,512,717	㍓/年
CO2排出係数			80,957	t-CO2/年
重油	0.00271 t-CO2			
灯油	0.00249 t-CO2			

余った熱と排湯された熱は、今迄使われる事のなかった未利用エネルギーです。

この未利用エネルギーを利用し、化石燃料の代替にする事により、燃料コストと二酸化炭素の削減が実現するのです。

【換算式】

湧出量分の水道水を灯油又は重油で条件湯温まで昇温した場合の燃料量(Q)を求めます。

< 条件 >

・水温	15	・ボイラー効率	85%
・湯温	50	・灯油発熱量	8800kcal
・湧出量	リットル/分	・重油発熱量	9310kcal

(発熱量は高位で計算しています)

$$Q = ((\text{湯温} - \text{水温}) \times \text{湧出量} \times 60 \text{ 分} \times 24 \text{ 時間} \times 365 \text{ 日}) \div \text{燃料発熱量} \div \text{ボイラー効率}$$

二酸化炭素排出量(W)を求めます。

< CO₂排出係数 >

・灯油	0.00249 t-CO ₂
・重油	0.00271 t-CO ₂

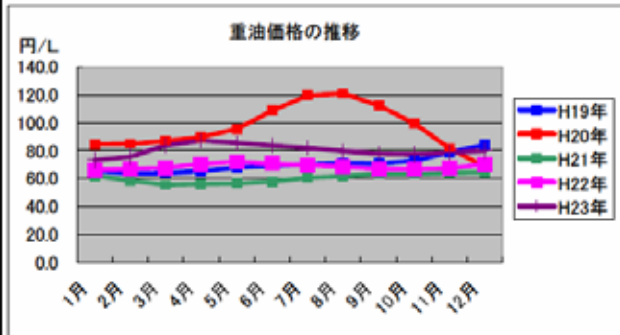
$$W = Q \times \text{排出係数}$$

【化石燃料価格の推移】

燃料価格は、上昇傾向にある為(下表参照)、温泉熱を利用する事により、二酸化炭素削減のみならず、燃料費の削減にも繋がります。

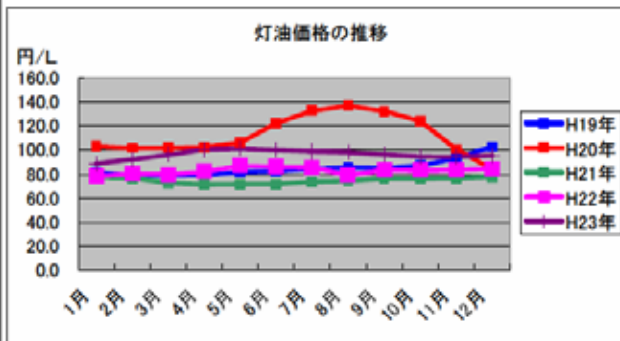
重油価格(過去5年)

円/L	H19年	H20年	H21年	H22年	H23年	月別平均
1月	65.6	84.7	62.2	66.5	73.3	70.5
2月	63.8	85.0	58.7	67.1	75.7	70.1
3月	63.9	86.9	55.6	67.8	83.8	71.6
4月	65.4	89.6	56.3	70.5	87.2	73.8
5月	67.9	95.5	56.5	72.2	85.6	75.5
6月	69.2	108.6	58.0	70.8	83.6	78.0
7月	70.3	119.4	60.7	69.7	82.0	80.4
8月	71.2	120.9	61.8	68.4	79.7	80.4
9月	70.9	112.2	63.4	66.8	77.8	78.2
10月	72.7	99.4	63.3	66.8	77.4	75.9
11月	78.9	81.6	64.2	67.4	78.6	74.1
12月	84.2	68.5	64.6	70.3	80.0	73.5
年間平均	70.3	96.0	60.4	68.7	80.4	75.2



灯油価格(過去5年)

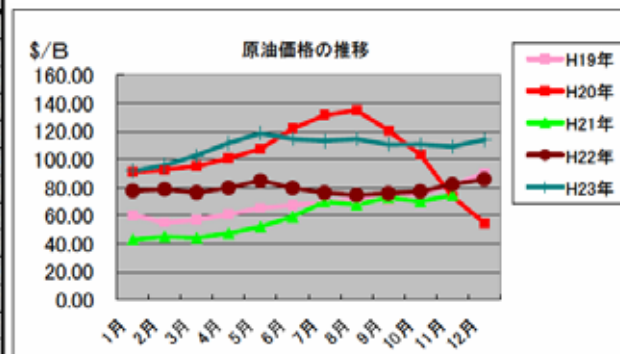
円/L	H19年	H20年	H21年	H22年	H23年	月別平均
1月	81.6	103.3	77.3	78.0	88.8	85.8
2月	78.8	101.8	76.8	80.3	92.3	86.0
3月	78.6	102.1	72.7	79.8	96.0	85.8
4月	79.1	102.6	71.3	82.0	100.6	87.1
5月	81.7	106.3	71.6	86.9	101.4	89.6
6月	82.7	122.5	71.8	86.1	100.0	92.6
7月	84.2	133.0	73.7	85.6	98.9	95.1
8月	85.7	137.1	74.3	78.9	98.2	94.8
9月	85.1	132.7	76.3	83.5	96.4	94.8
10月	87.1	124.3	78.3	83.0	94.7	93.1
11月	93.1	100.9	76.5	83.3	94.3	89.6
12月	103.0	84.1	77.7	84.7	95.6	89.0
年間平均	85.1	112.6	74.7	82.7	96.4	90.3



(参考:石油情報センターホームページ)

原油価格(過去5年)

\$/B	H19年	H20年	H21年	H22年	H23年	月別平均
1月	60.43	91.15	43.14	77.59	91.76	66
2月	55.08	92.85	45.27	78.83	95.82	67
3月	57.05	95.10	44.34	76.42	102.97	69
4月	60.85	100.70	47.39	79.79	111.80	73
5月	65.66	107.60	52.16	85.04	118.64	78
6月	67.49	121.83	59.30	79.65	114.67	80
7月	69.38	131.48	70.00	76.32	113.44	83
8月	72.24	135.04	67.94	74.66	114.58	85
9月	71.12	120.59	72.97	75.96	110.62	83
10月	76.24	103.32	70.11	77.18	110.91	80
11月	81.23	73.67	74.68	82.21	109.35	77
12月	90.66	54.88	79.42	85.90	114.13	77
年間平均	68.95	102.35	60.56	79.13	109.06	76.44



重油・灯油価格 簡易予測計算

下記の計算式は、重油・灯油価格の簡易予測計算です。

原油1バレル価格は、日本経済新聞に掲載してありますので、ご参照下さい。

又、この掲載価格は、2ヵ月後の取引価格となりますので、この簡易計算により、凡その予測ができます。

例えば、1バレル110ドルで、1ドル80円の場合、

1バレル 110ドル(a) / 1ドル 80円(b) とします。

凡そ、1バレル = 110ドルを1リットル = 110円と考えます。

これを基に、下記の簡易計算式にあてはめます。

重油 1リットル = (a) × (b) % = 110 × 80% = 88 円

灯油 1リットル = 88 円 + 10 円 = 98 円

という、予測価格が計算できます。

凡その予測となりますので、各価格についてはその都度ご確認下さい。

給油所からの配送費は含まれません。

(工) 温泉熱の利用法

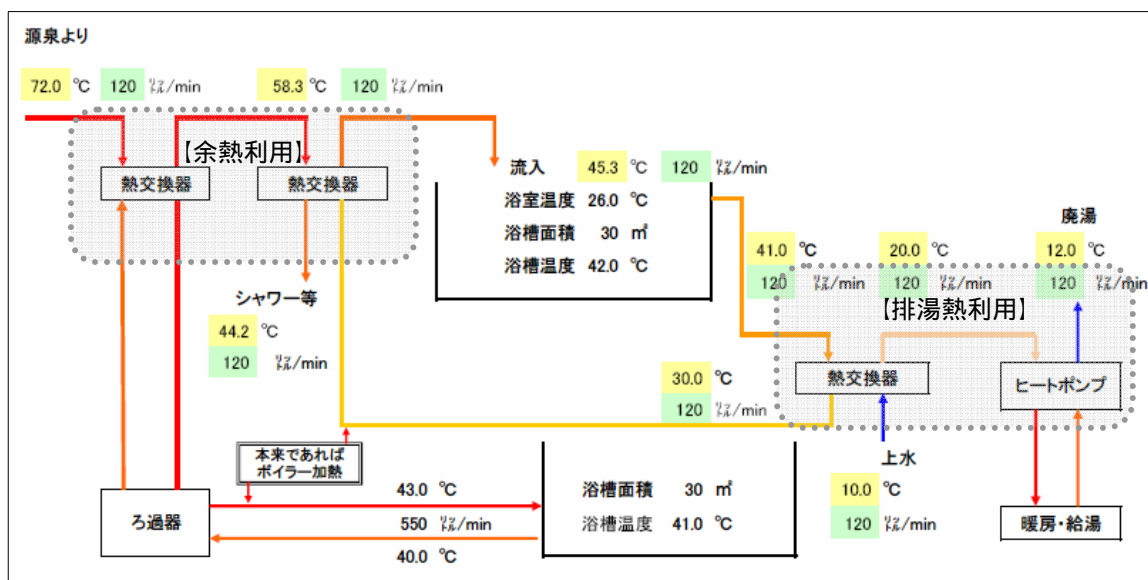
【利用法】

源泉温度 72 の温泉を入浴適温の 42 にする際に熱交換器で熱を回収したり、施設で一度使用した温泉の約 41 の排湯を 12 にする際に熱交換器で熱を回収し、その回収された熱量を暖房や給湯に役立てます。

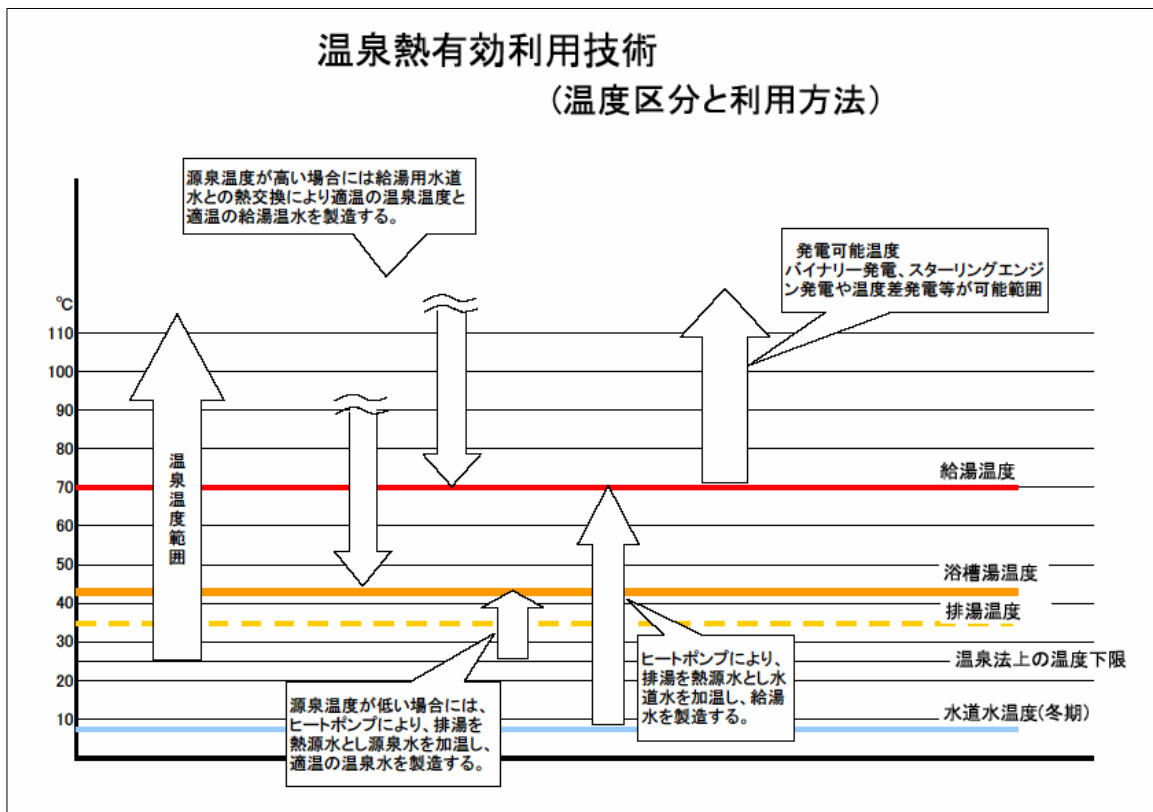
又、末端放流している温泉(排湯)の熱を、化石燃料を使って昇温していたボイラーの代わりに、水熱源型のヒートポンプを利用します。(下図(1)参照)

化石燃料の高騰傾向(1-(ウ)化石燃料価格の推移 参照)に対し、燃料費の削減並びに未利用であった温泉熱の有効な利用ができます。

(図1)



【温度区分と利用方法】



【熱利用の計画の基本】

温泉の熱利用を計画する際には、基本的な数値を把握しておく必要があります。

必要な項目は、 源泉の温度 源泉の流量 使用先の温度

加熱を行う為の必要熱量

$$\text{必要加熱 (kcal/h)} = \text{源泉流量 (L/min)} \times 60 \times \text{加熱温度差 ()}$$

$$\text{加熱温度差 ()} = \text{温泉必要温度} - \text{源泉温度}$$

冷却を行う為の必要冷却水量

$$\text{冷却必要水量 (L/h)} = \frac{\text{源泉流量 (L/min)} \times 60 \times [\text{源泉 ()} - \text{冷却水温度 ()}]}{[\text{必要温泉温度 ()} - \text{冷却水温度 ()}]}$$

【ヒートポンプについて】

ヒート=熱、ポンプ=汲み上げ、つまり熱を汲み上げるシステムです。

このヒートポンプの対化石燃料に対する優位性を示したのが下図(2)です。

具体的には、化石燃料は1を投下した場合に熱エネルギーとして利用されるのは、「0.75」です。

では、残り「0.25」はどこに？

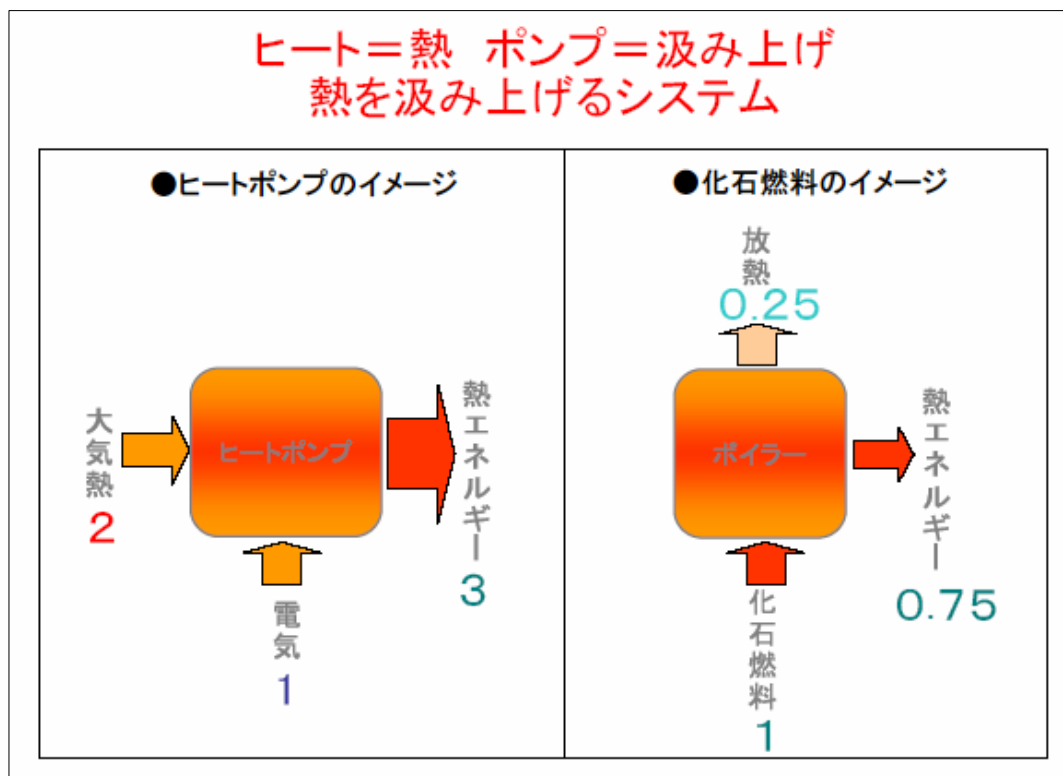
それは、施設のボイラー室が暖かい、又、ボイラーから伸びている煙突が熱い等、放熱されてしまいます。

つまり、加熱対象に移る熱量は投下エネルギーの全てではないのです。

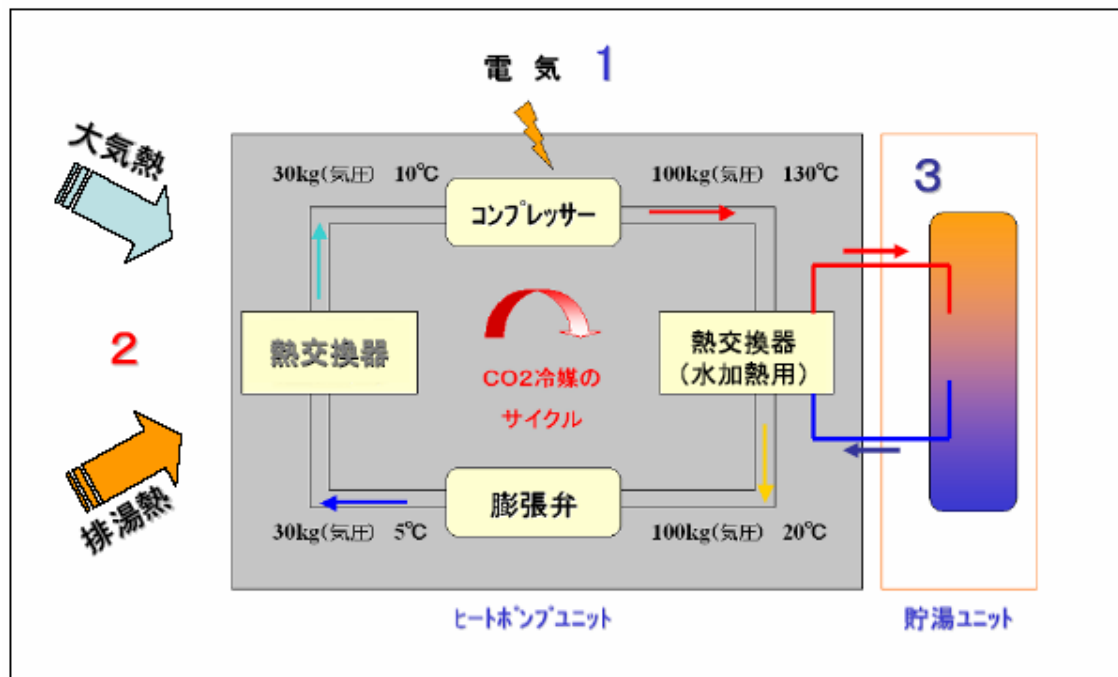
それに比べヒートポンプは、電気エネルギー「1」に対し、他の熱源を「2」利用し、「3」の熱エネルギーを作ります。そのシステムは下図(3)の通りです。

投下される電気エネルギーは、どちらかと言うと熱エネルギーに転換されるのではなく、圧縮と膨張のエネルギーに使われており、熱は他から、例えば空気熱や排湯熱から得ているのです。

(図2)



(図3)



【ヒートポンプの熱源の違いによるメリット・デメリット】

水熱源型(温泉や地下水等、水を熱源とするヒートポンプです)

季節による能力低下がない為、COP(性能)が安定している。

あまり高温である場合、効果的に使用ができない。その為、加水される事もある。

- × 熱源水搬送動力による COP の低下。

空気熱源型(空気を熱源とするヒートポンプです)

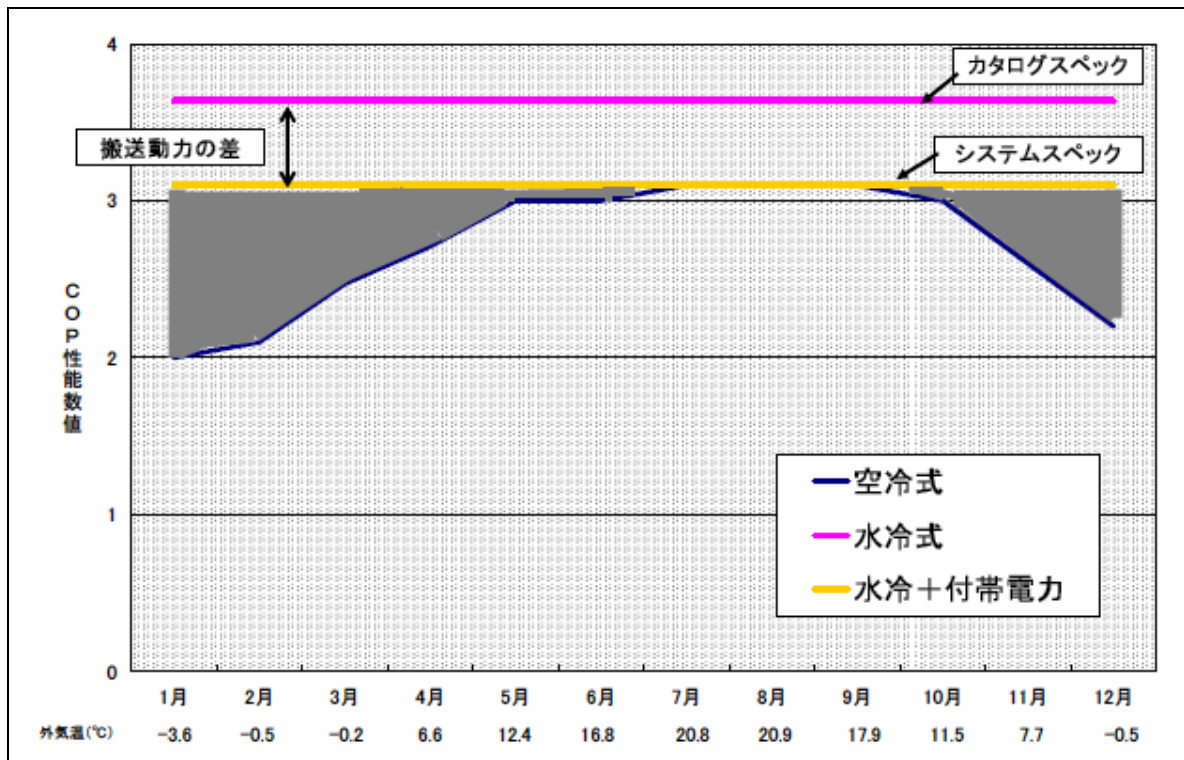
一般的に普及している。

- × 気温によりCOP(性能)が左右される。

(温度が下がるとCOPも低下する、下グラフ参照:外気温(那須町平均))

- × 冬期は除霜が必要となりその分COPが低下する。

【空冷式・水冷式 COP 性能数値】



カタログ上はCOP3.6のヒートポンプにおける比較グラフ

COPとは

COP(Coefficient Of Performance)とは、成績係数(動作係数)とも呼ばれる冷暖房機器のエネルギー消費効率をチェックする為の係数の事です。

このCOPが高い製品ほど、効率的に熱を作りだすことができます。

(具体的な数字の例は、1-(オ)温泉熱利用機器の規模の検討【必要熱量】を参照)

【熱交換器について】

熱交換器とは、温度の高いものから、低いものへ熱のみを移動させる機械です。

温泉の場合、スケール付着対策、腐食対策が必要となります。

用途により様々な構造のものが作られていますが、温泉では、「プレート型」(下図(4)参照)又は「シェルアンドチューブ型」(下図(5)参照)が多く利用されています。

この「シェルアンドチューブ型」とは、円筒胴内に多数の伝熱管を配列し、伝熱管内外面を流れる流体間で熱交換を行わせる形式のものを言います。

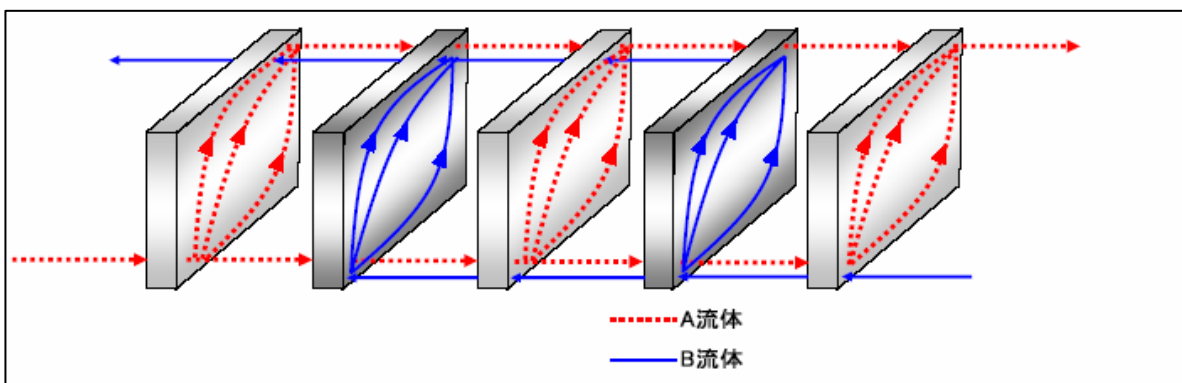
又、「プレート型」のプレートの枚数は、電熱面積に相当する枚数が必要となります。

しかし、プレートの性能によりますので、一概に何枚が必要であるとは言えません。

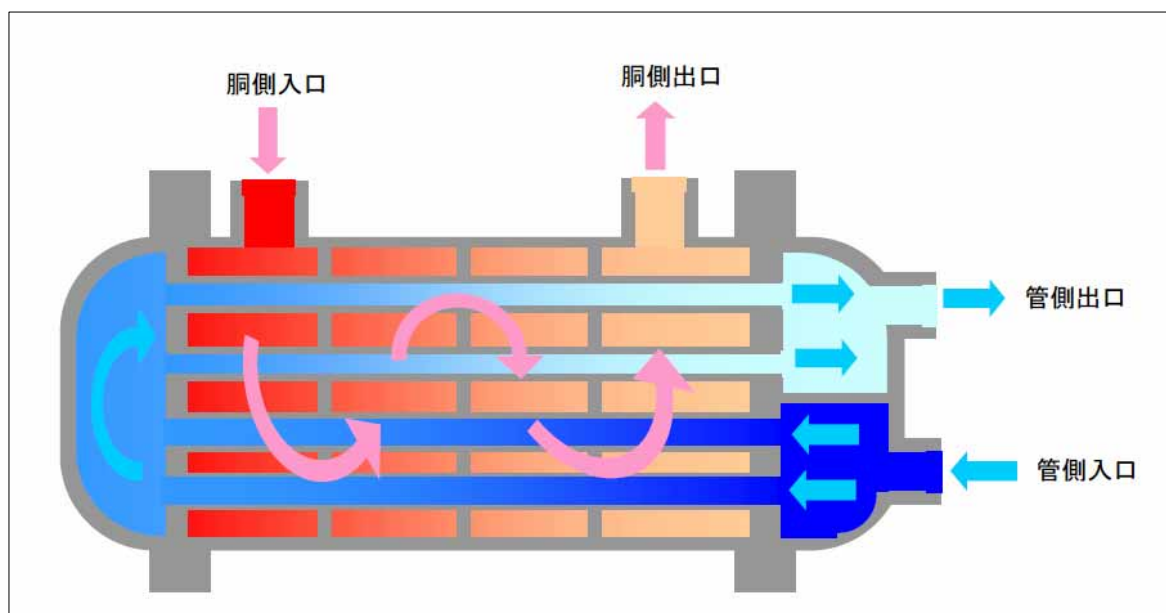
下記の機器メーカーのサイトにて必要な電熱面積が分ります。

(記) <http://www.hisaka.co.jp/simulator/index.html>

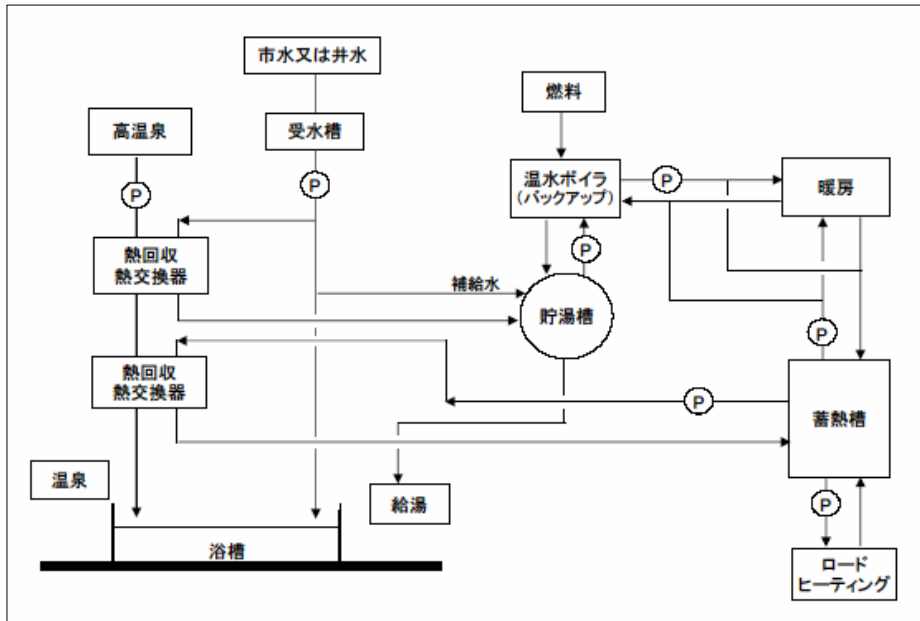
(図4)「プレート型」



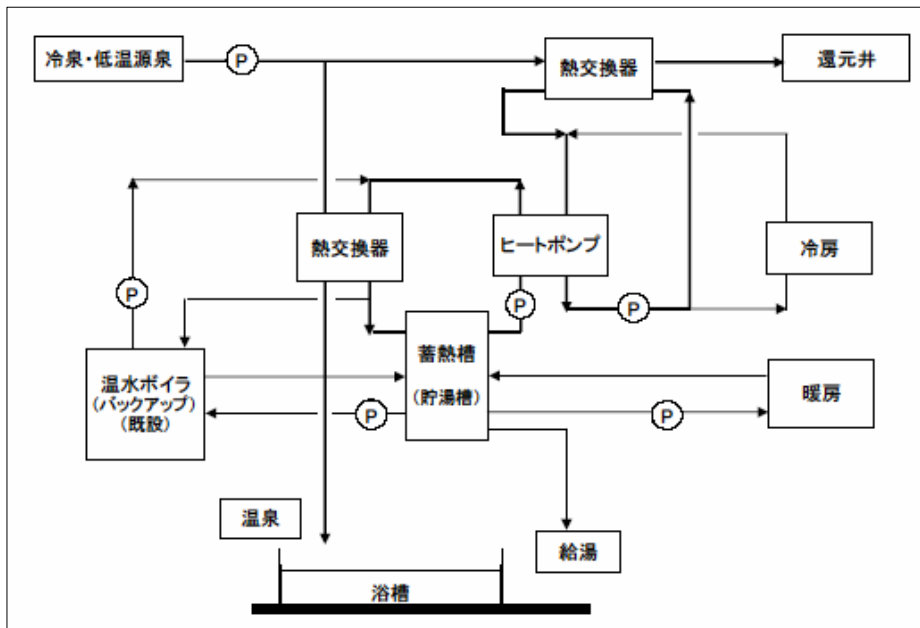
(図5)「シェルアンドチューブ型」



【高温泉熱回収 システム例】



【低温泉加温 システム例】

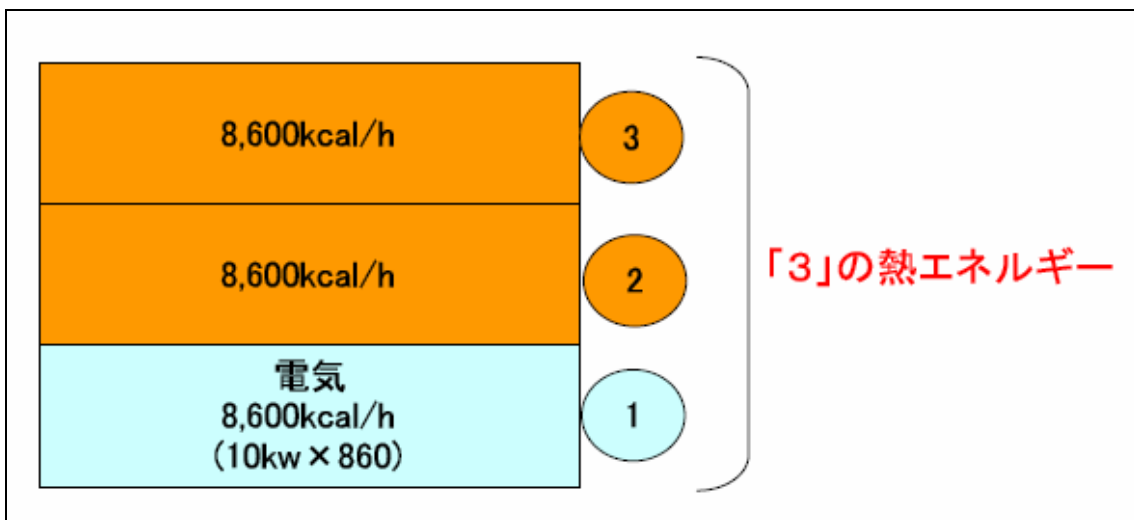
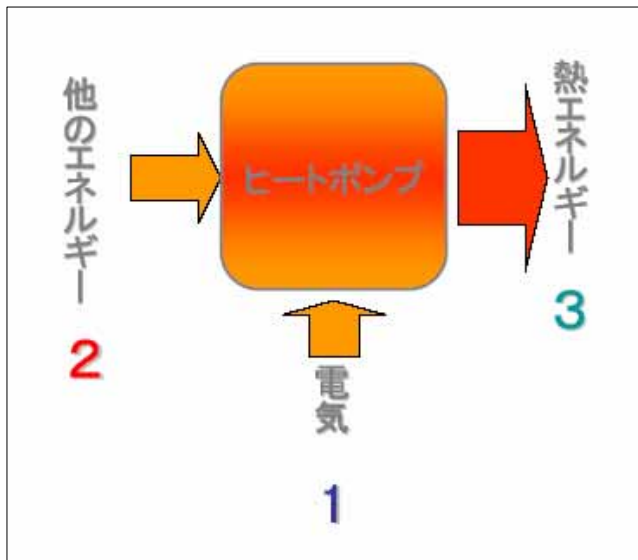


(参考文献等:温泉経営管理研修会(財団法人中央温泉研究所、社団法人日本温泉協会、温泉工学会、日本温泉管理士会)資料)

(オ) 温泉熱利用機器の規模の検討

温泉熱の利用目的は、1 - (エ)でも記したように、**空調**や**給湯**、**浴槽の運転**が挙げられます。
では、それらに利用する為には、どれくらいの規模の機器が必要となってくるのでしょうか？

【必要熱量】



< 例: 10kwの場合 >

熱エネルギーを「3」にする為に必要な熱量(ヒートポンプを稼働させる為に必要な熱量)

電気「1」 = 860kcal × 10kw = 8,600kcal/h

他のエネルギー「2」 = 8,600kcal × 2 = 17,200kcal/h

某機器メーカーで定める最低限必要な量 = 66 リットル/min

66 リットル/min、5 差の排湯量(排水量)を利用する = 他のエネルギーとなるもの

$66 \times 5 \times 60\text{min} = 19,800\text{kcal/h}$

つまり、温泉の排湯量により、ヒートポンプの能力は決定されます。

それ以上の熱量を要する場合は、ボイラー又は空冷式ヒートポンプを併設する事になります。

尚、既存ボイラーは、ヒートポンプのメンテナンス時に、バックアップとして利用するべきであると考えます。

【空調によける冷暖房負荷】

暖房負荷は、暖房のために加えるべき熱量で、過熱する為、及び加湿する為に必要な熱量を指します。

冷房負荷は、室内に入ってくる各種の熱の合計ですが、暖房負荷はその逆に室内から逃げていく熱で、下記を集計したものです。

内外の温度差により起こる伝導熱・・・これは、室内外の温度差により窓ガラス、壁、天井、床等の壁体を通して出て行く熱で、すべて顕熱です。

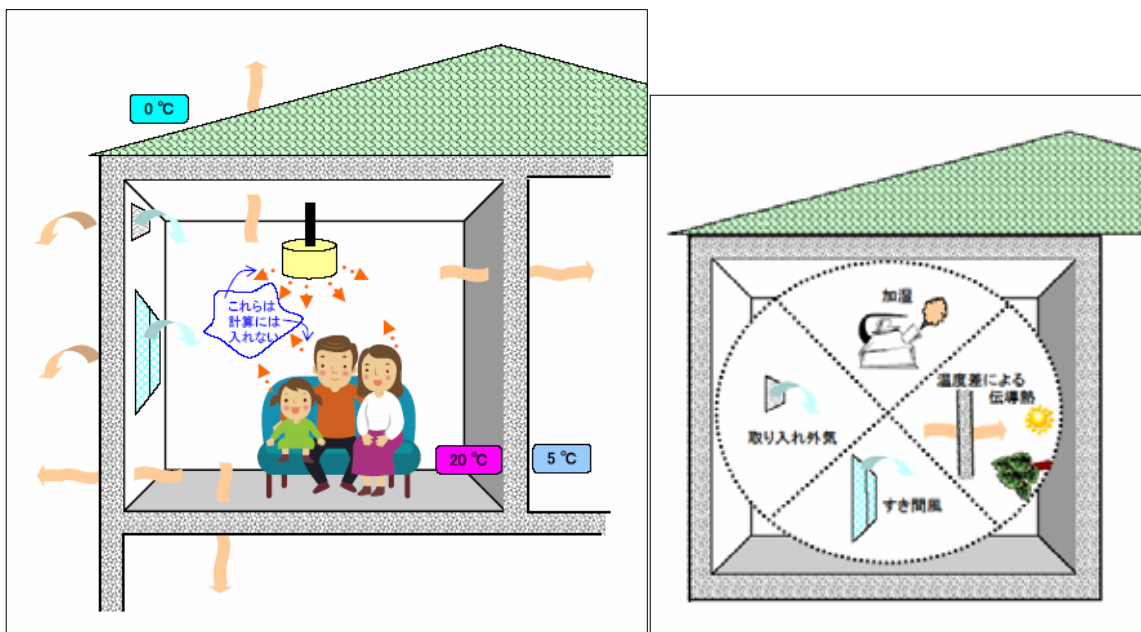
外気による熱・・・すき間風や換気の為に取り入れる外気による熱(顕熱と潜熱)。

室内発生熱と太陽ふく射熱は計算にいれない訳

冷房負荷に比べて太陽ふく射熱と室内発生熱が見当たらない事に気付きます。

この両熱は勿論冬でもあり、室内温度を上昇させる暖房においては、プラスの負荷で、これらを暖房負荷から差し引いても良いという理屈になりますが、太陽ふく射熱は天候により生じる時や生じない時があり、確実に期待は出来ません。

又、室内発生熱も同様の考えで、通常暖房負荷から差し引きません。



冷暖房負荷の概算値

建物種類	用途など	冷房負荷(kcal/hm ²)	暖房負荷(kcal/hm ²)
事務所建築	低層	70～130(延)	70～110(延)
	高層	100～170(延)	100～200
住宅・集合住宅	南向き	190～250	(一般)100～150
	北向き	140～200	(寒冷地)130～180
劇場・公会堂	客席	450～550	390～450
	舞台	100～150	190～240
デパート	1階売り場	350～400	50～100
	一般売り場	260～350	50～90
ホテル	客室・ロビー	70～160(延)	100～140
病院	病室	80～90	100～150
	診療室	150～220	110～150
	手術室	300～660	400～800
	検査室	150～330	130～240

(注)一般に空調面積は新築の場合で延べ面積の60～65%、増築は70～80%

【適当な(ほど良い)使用温度と給湯量】

お湯の使用温度はその用途によって異なります。

中央式給湯設備

給湯温度が高過ぎるとヤケドの危険があり、適温(41～42℃)にして給湯するとレジオネラ菌の可能性がります。

よって、一般的には60℃(レジオネラ対策により指定されています)の温度のお湯を提供し、お湯を必要とする箇所の用途に応じてその場所における給湯栓(温水混合栓)で、適当な温度となるよう用途に応じて水を混ぜ使用温度を下げる方法がとられます。

局所式給湯設備

使用温度近くで給湯されます。使用のお湯の温度を給湯使用温度又は用途別使用温度とも言います。

<飲料用:50～55℃> <浴用:40～45℃> <手洗い用:40～42℃>

<厨房一般用:45℃> <厨房すすぎ用:70～80℃>とされています。

ビルにおいて標準設計温度60℃の訳

お湯の使用量や使用状態が建物の種類、用途、使用人員、お湯を必要とする器具の数等に関係があり、ホテルの場合は、宿泊する外国人の生活慣習等が複雑に絡む為、ビルにおける使用量がどれ位なのか正確に計算するのは、極めて難しいのです。

したがって、日本では各種建物の使用湯量の実績データが乏しい為、設計に際しては従来から主にアメリカのデータを使用しているため、通常 60 が標準設計温度とされています。

ビル等における給湯量の算定方法

1人当りの給湯量から求める方法と、建物内に設置される洗面器等の給湯器具への給湯基準量に器具数を乗じて算出する方法の2種類があります。

人員から求める方法は、大きなビルに用いられ、器具数から求める方法は、住宅やごく小さいビルに用いられます。

< 色々な建物に対する器具当りの所用給湯量 >

器具名	1回当りの給湯量 【ℓ】(温度60℃)	1時間・器具1個当りの給湯量【ℓ】、最終温度60℃で算定されたもの									
		アパート	クラブ	体育館	病院	ホテル	工場	事務所	個人住宅	学校	YMCA
洗面器(個人用)	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5
洗面器(公衆用)	5	15	22	30	22	30	45	22		57	30
洋風バス	100	75	75	100	75	75			75		110
食器洗浄機	57	57	190~570		150~570	190~750	75~375		57	75~375	75~375
台所流し	15	38	75		75	110	75	75	38	75	75
洗濯流し	15	75	106		106	106			75		106
配膳室流し	10	19	38		38	38		38	19	38	38
シャワー	50	110	570	850	280	280	850	110	110	850	850
掃除用流し	15	75	75		75	110	75	57	57	75	75

(資料提供:株式会社ヤマト)

【浴槽運転】

浴槽の運転に必要な熱量は、下記の計算式に基づき求められます。

必要熱量(損失熱量)

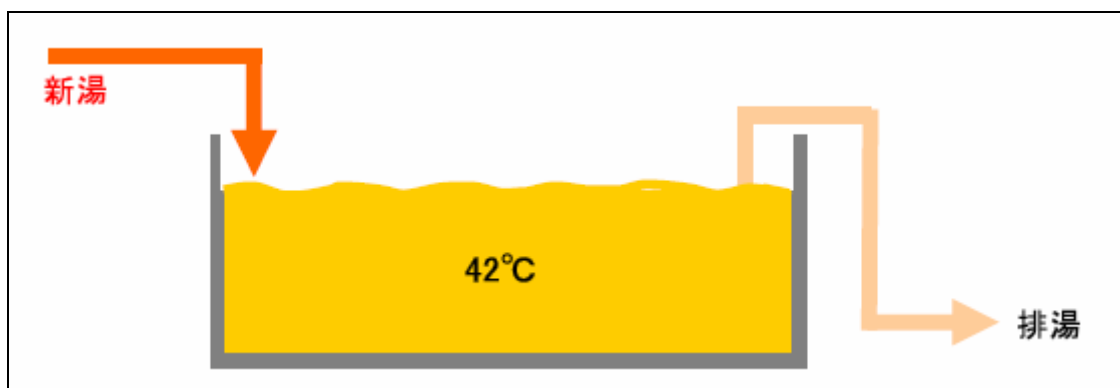
必要熱量(損失熱量) = $50(\text{浴槽運転温度} - \text{浴室内温度}) \times \text{浴槽表面積}$

(50 = 総括伝熱係数であり、約 50 と求められている)

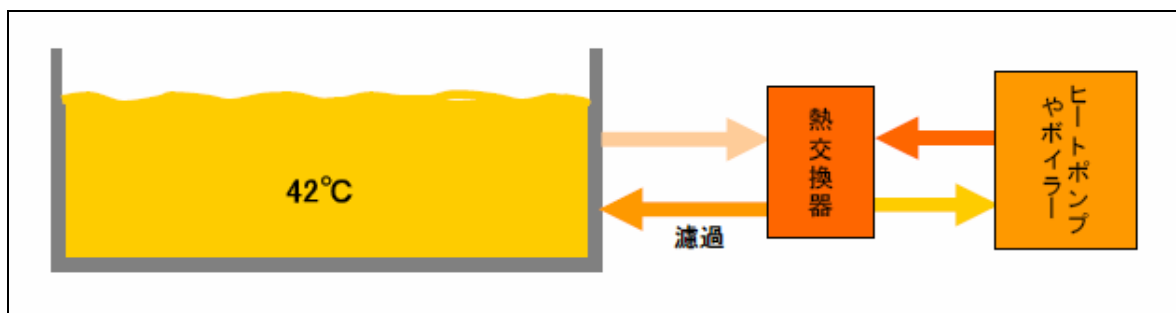
< 例 > 浴槽運転温度が 42 、浴室内温度が 20 、浴槽表面積が 20m² の場合。

$50(42-20) \times 20 = 22,000 \text{ kcal/h}$ となります。

かけ流し方式



循環方式



2 泉質等の条件の違いによる設置の際の影響について

(ア) 温泉の泉質の違いによる設置コスト及びメンテナンス費用の比較

腐食成分を含有する温泉(硫黄泉や酸性泉等)において、必要となる機器材質及び設置コスト、配管や機器等の耐用年数の影響、メンテナンス内容・頻度及びコスト

スケール成分(炭酸カルシウム・硫酸カルシウム・炭酸マグネシウム・鉄等)を含有する温泉における、配管等の劣化、スラッジによる配管障害、メンテナンス内容、頻度及びコスト

[金属材料の腐食について]

(1) 鋳鉄

鋳鉄は酸性では侵されるため、酸性泉には向いていません。

弱アルカリ性や、硫化水素に対しては比較的安定であります。

又、塩化ナトリウム(NaCl)に対しても、高濃度を除いては安定しています。

(2) ステンレス鋼

通常ステンレス鋼と呼ばれるものは、クロム(Cr)とニッケル(Ni)を添加した耐食性の鋼の総称で、空気中・水中では殆ど錆びない特性を持っています。

温泉水では、ステンレス鋼が耐食材料としてよく登場します。

鉄にクロムを 18%、ニッケルを 8%加えた、いわゆる 18 - 8 ステンレス鋼を希硫酸の中に漬け、対極に白金板を入れ、両者間に流れる電流を測定してみます。

この際得られる電流は、18 - 8 ステンレス鋼の溶け出す量に対応します。

両者間にかかる電圧を、外部から強制的に変化させると、図 1 のような曲線が得られます。

これを分極曲線と言いますが、この縦軸の電流量の大きくなった所は、金属が沢山溶け出した事を意味します。

図 1 中の高い位置が活性領域、低い位置の電圧の範囲を不動領域と呼びます。

この硫酸の中に、一つまみの食塩を投入します。すると不動領域の右の立ち上がり、ずっと左に寄り、不動領域が狭くなります。すなわち錆びにくくなったこととなります。

このように腐食は、環境の変化により非常に影響を受ける事がわかります。

この不動領域は何故できるのかと言うと、金属の表面に金属が溶け出しにくいような保護をしてくれる膜のようなものが形成される為、不動領域が出来ると言われています。

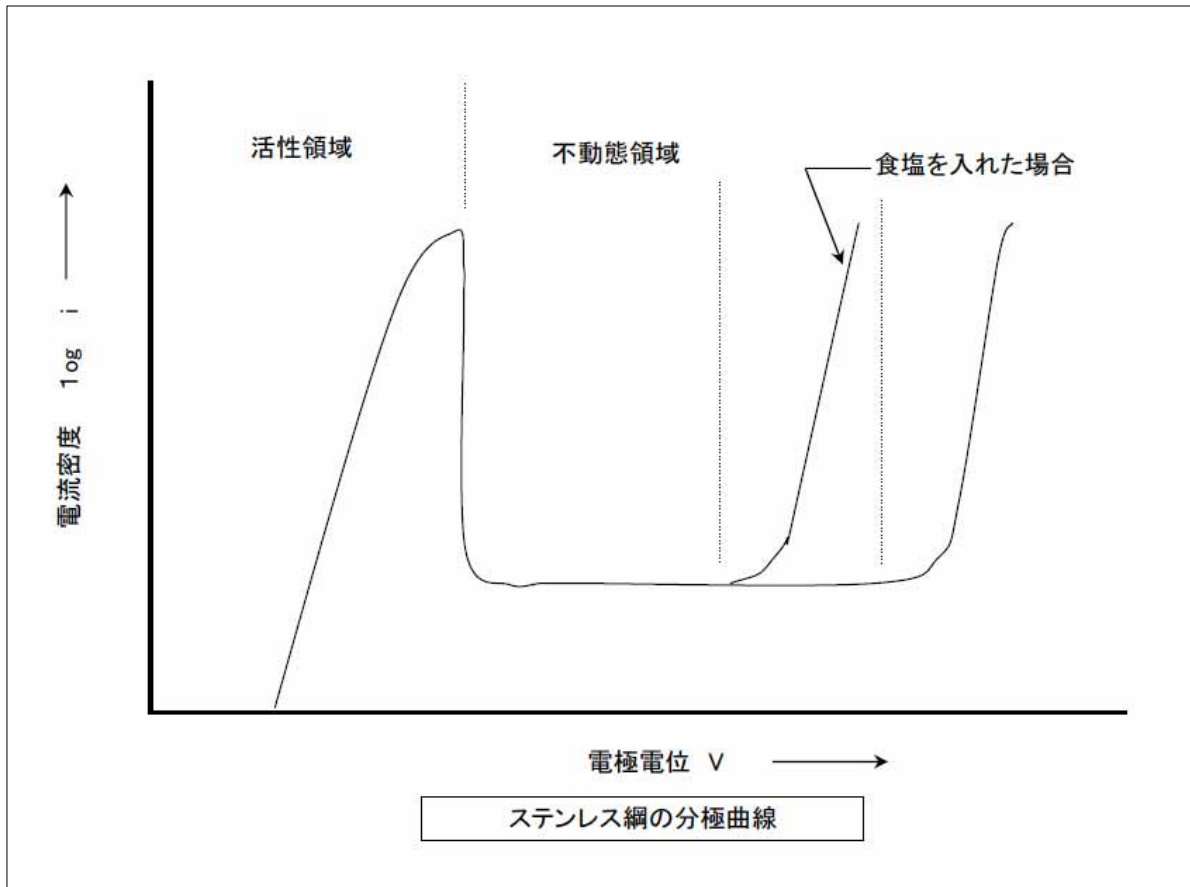
この膜の強さによってその金属の耐食強度が決まってきます。

この膜は、何等かの原因で壊れても、その部分が溶け出して膜を作るような自己補修現象が現れます。これがステンレス鋼が腐食し難い要因と言われています。

又、ステンレス鋼に様々な添加元素を加え、不動態皮膜強度が変化し、表 1 のようなステンレス鋼が生まれました。

これは温泉でよく使用される「オーステナイト系」についてのみ示してあります。

< 図 1 >



<表 1>

ステンレス鋼のJIS鋼種											
種類の記号	炭素(C)	ケイ素(Si)	マンガン(Mn)	リン(P)	硫黄(S)	ニッケル(Ni)	クロム(Cr)	モリブデン(Mo)	銅(Cu)	窒素(N)	その他
オーステナイト系の化学成分(%)											
SUS 201	0.15以下	1以下	5.5~7.5	0.06以下	0.03以下	3.5~5.5	16~18	—	—	0.025以下	—
SUS 202	0.15以下	1以下	7.5~10	0.06以下	0.03以下	4~6	17~19	—	—	0.025以下	—
SUS 301	0.15以下	1以下	2以下	0.045以下	0.03以下	6~8	16~18	—	—	—	—
SUS 301JI	0.08~0.012	1以下	2以下	0.045以下	0.03以下	7~9	16~18	—	—	—	—
SUS 302	0.15以下	1以下	2以下	0.045以下	0.03以下	8~10	17~19	—	—	—	—
SUS 302B	0.15以下	2~3	2以下	0.045以下	0.03以下	8~10	17~19	—	—	—	—
SUS 304	0.08以下	1以下	2以下	0.045以下	0.03以下	8~10.5	18~20	—	—	—	—
SUS 304L	0.03以下	1以下	2以下	0.045以下	0.03以下	9~13	18~20	—	—	—	—
SUS 304NI	0.08以下	1以下	2.5以下	0.045以下	0.03以下	7~10.5	18~20	—	—	0.1~0.25	—
SUS 304N2	0.08以下	1以下	2.5以下	0.045以下	0.03以下	7.5~10.5	18~20	—	—	0.15~0.3	Nb0.15以下
SUS 304LN	0.03以下	1以下	2以下	0.045以下	0.03以下	8.5~11.5	17~19	—	—	0.12~0.22	—
SUS 305	0.12以下	1以下	2以下	0.045以下	0.03以下	10.5~13	17~19	—	—	—	—
SUS 309S	0.08以下	1以下	2以下	0.045以下	0.03以下	12~15	22~24	—	—	—	—
SUS 310S	0.08以下	1.5以下	2以下	0.045以下	0.03以下	19~22	24~26	—	—	—	—
SUS 316	0.08以下	1以下	2以下	0.045以下	0.03以下	10~14	16~18	2~3	—	—	—
SUS 316L	0.03以下	1以下	2以下	0.045以下	0.03以下	12~15	16~18	2~3	—	—	—
SUS 316N	0.08以下	1以下	2以下	0.045以下	0.03以下	10~14	16~18	2~3	—	1~2.5	—
SUS 316LN	0.03以下	1以下	2以下	0.045以下	0.03以下	10.5~14.5	16.5~18.5	2~3	—	1~2.5	—
SUS 316JI	0.08以下	1以下	2以下	0.045以下	0.03以下	10~14	17~19	1.2~2.75	1~2.5	—	—
SUS 316JIL	0.03以下	1以下	2以下	0.045以下	0.03以下	12~16	17~19	1.2~2.75	1~2.5	—	—
SUS 317	0.08以下	1以下	2以下	0.045以下	0.03以下	11~15	18~20	3~4	—	—	—
SUS 317L	0.03以下	1以下	2以下	0.045以下	0.03以下	11~15	18~20	3~4	—	—	—
SUS 317JI	0.04以下	1以下	2.5以下	0.045以下	0.03以下	15~17	16~19	4~6	—	—	—
SUS 321	0.08以下	1以下	2以下	0.045以下	0.03以下	9~13	17~19	—	—	—	Ti5×C%以上
SUS 347	0.08以下	1以下	2以下	0.045以下	0.03以下	9~13	17~19	—	—	—	Nb10×C%以上
SUSXM15JI	0.08以下	3~5	2以下	0.045以下	0.03以下	11.5~15	15~20	—	—	—	—
備考: SUSXM15JIについては、必要に応じて表記以外の合金元素を添加する事ができる											
オーステナイト・フェライト系の化学成分											
SUS 329JI	0.08以下	1以下	1.5以下	0.04以下	0.03以下	3~6	23~28	1~3	—	—	—
備考: SUS329JIについては、必要に応じて表記以外の合金元素を添加する事ができる											

ステンレス鋼の腐食に関しては、以下の通りです。

a: 全面腐食 - 金属の表面が一様に溶けていく形態で、最終的にはペラペラになってしまう腐食を言います。

b: 局部腐食 - 金属の一部が異常に深く侵食し、貫通、漏洩に至るような腐食で次の4つに分類されます。

粒界腐食 - ステンレス鋼の結晶粒界にクロム炭化物が析出し、選択的に腐食する。

孔食 - 金属の一部が孔状に腐食し、ついに貫通に至る。

すきま腐食 - 金属の表面に生じたすきま部分から、異常腐食が生じる。

応力腐食割れ - 金属表面に引張り応力があると、異常な割れが進行し、

ついに貫通する一種のおくれ破壊。

これらの局部腐食は、粒界腐食を除き、不動態皮膜の自己補修ができなくなり生じる現象です。

全面腐食は、腐食の進行が予測できます。ですので、設備や、装置の寿命を推定可能ですが、局部腐食は、思いもよらぬ短時間に使用不能となる事があります。

(3) 銅

銅の表面は普通、黒色の酸化銅により覆われており、これは酸性で溶解します。

中性～弱アルカリ性では酸化物の不動態の形成により安定していますが、保護膜が剥ぎ取られたり溶存酸素の増加、pHの低下、塩素(Cl)の増加により耐食性は衰えます。

又、硫化水素に対しては黒色の硫化銅を生じます。10ppmを越えるような場合は、銅の表面に黒色の硫化銅が生成し、それが剥離して再び表面が侵されることで腐食が進行します。

しかし1ppm程度の硫化水素泉に対してはかなり安定しています。

(4) アルミニウムとその合金

アルミニウムは、酸性及びアルカリ性で腐食されますが、中性付近では参加皮膜により不動態化するので、安定します。

塩酸や、硫酸などには腐食、溶解しますが、硝酸には耐食性があります。

硫化水素に対しては安定しています。

(5) チタン

一般にステンレス鋼よりもはるかに耐食性が優れています。

チタンは、普通の酸性泉、硫化水素泉に対して全く安定していますが、フッ素が含まれると若干腐食されます。

【配管材の選定について】

(1) 温泉用配管材の具備条件

温泉配管用に使用する管材の選択は、耐食性・耐熱性・耐圧性等の他、長期使用が求められます。

材質には、次のような条件が具備されることが望まれます。

耐熱・耐食性があること

電気化学腐食に耐えること(埋設環境を含む)

機械的強度が強いこと(耐圧力・耐土力・耐衝撃)

熱劣化による経年変化の少ないこと

熱変化による伸縮の少ないこと

軽量で施工性の良いこと

広範囲の使用口径に対応でき、且つ管材及び付属品が十分に整っており容易に入手可能なこと

長期使用の実績が多いこと

経済性の高いこと

等が挙げられます。

(2) 温泉用配管材の比較

適合材として合成樹脂系の管材が挙げられます。

熱可塑性系

塩化ビニール管、ポリエチレン管に代表されるように熱を加えると軟らかくなるのが大きな特徴です。

溶着接合は、熟練した作業者による施工が必要となりますが、経済性は高いです。

(代表的なもの)

- ・ポリブテン管(PB) ・ポリプロピレン管(PP)
- ・耐熱塩化ビニール管(HT) ・複合管

熱硬化系

熱を加えても軟らかくならない特質を持っています。温度及び圧力の変化に対しても材質の状態変化は、起こりませんので、安定的に使用できる特徴を持っています。

接合は接着接合が主体となり、経済性は熱可塑性系より低いです。

(代表的なもの) ・強化プラスチック管(合成樹脂高圧層管)

複合管系

内管架橋硬質ポリエチレン管を使用、ウレタン発泡材保温 + 外装管軟質ポリエチレン管の

複合管が主ですが、いずれも熱可塑性のものです。

長尺巻物の特徴があり、分湯管の取り出し等においては、熱可塑性・熱硬化系と比べ不向きです。経済性は高くありません。

【スケール成分の影響について】

温泉送湯の際には、泉質による耐食の他に、溶存成分による湯の華(スケール)の生成には特に気をつけなければなりません。スケールの附着と管材については、あまり関係ないと考えられます。

例えば、箱根において長時間の比較では、金属系は科学的腐食進行に伴いスケール附着が進む為、僅かに早いようでした。合成樹脂管では FRP(繊維強化プラスチック)、PVC(ポリ塩化ビニル)の間に差はなく、管内の粗度係数(粗さ)の違いによる初期の附着時間の差のみで、あとはいずれも同じであると判断しています。

スケールについては、単独に対処するものと考えられます。

(引用文献等:全国温泉集中管理団体協議会三十周年記念誌)

【熱交換器のメンテナンスについて】

長期間使用するためには、保守点検が必要です。

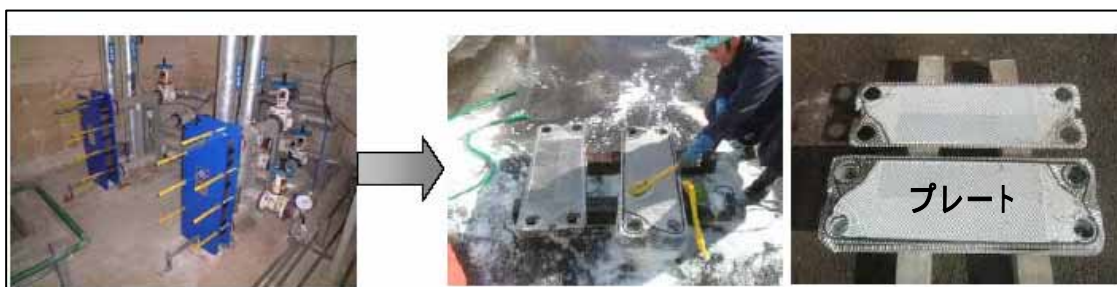
保守点検の時期は、使用状態により変わりますが、新設の場合は年1回を目安に保守点検が必要となります。その結果により、適切な保守間隔を設定します。

プレートの洗浄

プレートを洗浄して、スケールを除去します。

汚れがある場合、伝熱性能、流動性能低下、腐食の原因となります。

洗浄は、機器の取り扱い説明書に従い、行うことができます。



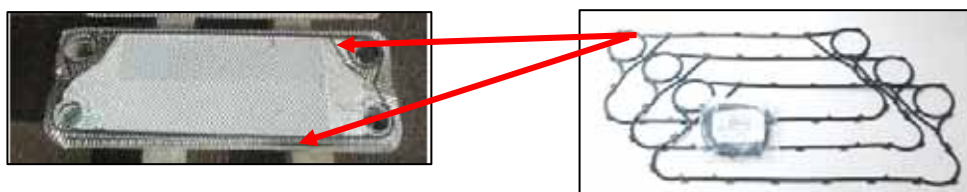
洗浄後は、以下の点検を行います。

- ・プレートの変形の有無
- ・プレート表面の金属光沢の有無
(光沢がなく肌荒れがある場合は全面腐食の疑いがあります。)
- ・プレート同士の接触点及びガスケットとプレートのすき間での局部腐食の有無

ガスケットの交換

プレート間からの外部への漏れがある場合、ガスケットの損傷や劣化、が考えられます。

変形や腐食が認められる場合は、プレートを交換します。



ガスケットの交換費用

全プレート分のガスケットを交換した場合の費用は、約 20 万円です。

しかし、プレートの枚数にもよりますので、機器メーカーに確認の上交換して下さい。

コンプレッサーのメンテナンス

メーカー並びに、運転時間、機種、用途により異なりますので、メーカーに確認が必要です。

コンプレッサーの交換は、一般的には、約 20,000 時間～30,000 時間を目安とし、例えば、

1日8時間・365日稼動の場合は、 $20,000\text{h} \div 8\text{h} \div 365\text{日} = 6.8\text{年}$ となります。

ただし、これはメンテナンスを行った上での交換目安となります。

メンテナンスの目安としては、一般的には約5,000時間ですが、先に述べましたとおり、運転時間、機種等により異なりますので、メーカーに確認をして下さい。

(イ)施設の設置場所による制約

【管種と使用箇所の関係】

	集・送湯管	配湯管	分・給湯管
80°C 10kg/cm ² 以下	・熱硬化系 ・条件により複合	同左	同左 ・条件により熱可塑性
60°C 5kg/cm ² 以下	・可塑性系 ・熱硬化系 ・条件により複合	同左	同左 ・条件により熱可塑性

(引用文献等：全国温泉集中管理団体協議会三十周年記念誌)

(ウ)設置の際の影響

温泉熱利用に必要な設備の法定償却年数とヒートポンプのサイズを参考に示しますが、温泉施設の新設や建替えに合わせて導入すると、理想的な設計により投資回収が1年足らずのケースもあり、必ず導入を検討すべきと考えます。

又、建替え時以外であっても、温泉熱利用機器の導入診断を行うことにより、配管設備等の老朽化等で温泉の漏洩による熱のロスが分かるなどのメリットもあります。

【法定償却年数】

ヒートポンプ	15年
熱交換器	15年
貯湯槽・パイプ	
合成樹脂性	10年
金属製	15年

金属製の中でも、「アルカリ類、塩水 15年」「塩酸等発煙性を有する無機酸用 8年」「有機酸用 10年」となっています。

【ヒートポンプのサイズ】

水冷式				空冷式			
(mm)	7.5KW (10馬力)	15KW (20馬力)	22.5KW (30馬力)	(mm)	7.5KW (10馬力)	15KW (20馬力)	22.5KW (30馬力)
W	1,015	2,000	3,060	W	1,340	2,705	4,070
D	700	700	700	D	880	880	880
H	1,500	1,500	1,500	H	1,940	1,940	1,940
設置面積 (m ²)				設置面積 (m ²)			
	0.71	1.40	2.14		1.18	2.38	3.58

モデルプラン(5)で導入した機器メーカーのサイズになります。

(モデルプラン(5)は水冷式ヒートポンプ使用)

尚、上記サイズはヒートポンプのみのサイズであり、ヒートポンプ廻りのユニットの分は含まれません。

1馬力 = 0.75KW

(エ) 機器導入が不可である理由と温泉熱利用の可能性

[導入不可である診断]

温泉熱利用機器の導入において、温泉を利用している施設であれば、全て導入可能という訳ではありません。

個別診断の結果、下記に挙げる理由により、導入ができない場合もあります。

キュービクルからヒートポンプ設置場所までの距離

キュービクルとは

キュービクルとは、6,600Vで受電した電気を100Vや200Vに変圧する受電設備を収めた箱の事です。

多くの電気を必要とする施設や工場等に設置されている、小規模変電所のようなものです。

キュービクルが設置されていない

キュービクルを設置した場合の費用

(例1)モデルプラン(2)の場合(ヒートポンプ 15KW(20馬力)導入)

モデルプラン(2)は、既存のキュービクル改造工事の費用となります。

キュービクル改造費用は、40万～60万円(設置工事費用、消費税は含まれておりません)

(例2)新設(コンデンサ 15kVar)の場合、200万～300万円

(設置工事費用、消費税は含まれておりません)

ヒートポンプ導入規模により異なりますので、設置又は改造の場合は設備会社等に確認してください。

排湯場所の分散

男女浴槽、内風呂外風呂の排湯が、別々の方向に排湯されている場合等。

排湯量の不足

前述の「1 - (オ)温泉熱利用機器の規模の検討」にもあるように、某機器メーカーでは最低限66リットル/minの排湯量を定めています。この排湯量が他からのエネルギーとなる為、排湯量が少量の場合、ヒートポンプを稼働させる為の熱量が確保できません。

費用対効果が少ない

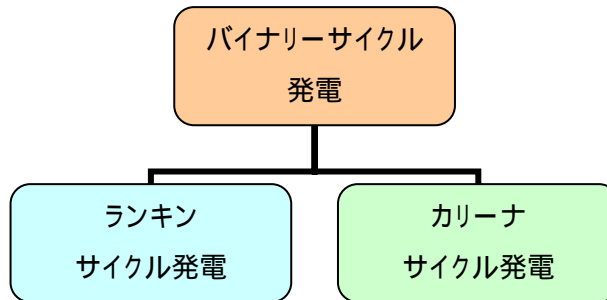
設備費が高額で、燃料費が少ない場合、費用対効果が少なくなってしまう。

燃料使用料が年間1000万円以内の場合、投資回収年数が長期になってしまう為、費用対効果が少なくなってしまう。

キュービクルの必要性については、利用目的、既存キュービクルの規模や導入する熱利用機器により異なりますので、導入診断の際に、設備会社等へご確認下さい。

【温泉熱利用の可能性】

温泉でも実用化が始まりました、「**バイナリーサイクル発電**」と言うシステムがあります。

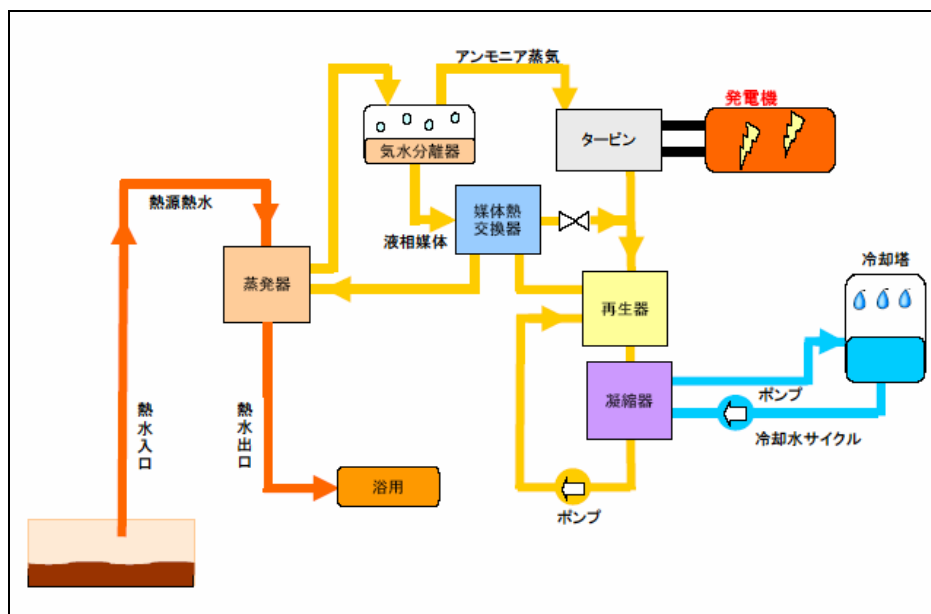


蒸気で発電するには低温すぎる場合に熱水の熱をより低温で沸騰する媒体に熱交換し、この媒体の蒸気でタービンを回転させる発電を「**バイナリーサイクル発電**」と言います。

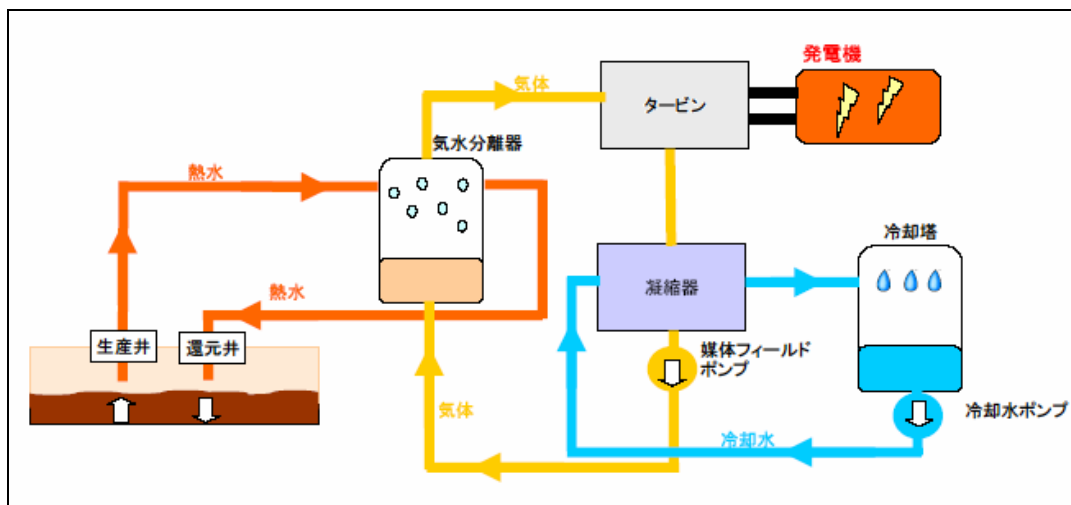
この内、アンモニア水混合媒体が主流で、53 ~ 180 程度で発電が可能で、媒体が可燃性でなく管理がやや容易であるのが「**カーリーナサイクル発電**」です。

又、ブタン・ペンタン等の炭化水素系有機媒体を単体で使用して発電するものを「**ランキンサイクル発電**」と言い、一般的には 100 ~ 200 程度で発電が可能です。

【カーリーナサイクル発電】



【ランキンサイクル発電】



温泉の余熱を利用したバイナリーサイクル発電は、占有面積が比較的小規模で済み、熱水の熱交換を利用するのみで、既存の源泉の湯温調節設備(温泉発電)として設置した場合は、**源泉の枯渇問題・有毒物による汚染問題・熱汚染問題とは無関係に発電可能な方式です。**

新たに地下に井戸を掘る等の工事は不要であり、確実性が高く、地熱発電ができない温泉地でも適応可能であると考えます。

(参考文献等：温泉経営管理研修会(財団法人中央温泉研究所、社団法人日本温泉協会、温泉工学会、日本温泉管理士会)資料)

3 温泉熱利用機器の導入モデルプランについて

温泉熱利用機器導入に際し、熱交換器の材質を替える事により、あらゆる泉質に対応できます。ただし、その泉質によりメンテナンスサイクルが変わります。

【余熱利用】

モデルプラン(1)・・・熱交換器利用、重油からの転換(温泉ホテル)

【排湯熱利用】

モデルプラン(2)・・・熱交換器とヒートポンプ利用、重油からの転換(温泉ホテル)

モデルプラン(3)・・・熱交換器とヒートポンプ利用、灯油からの転換(温泉旅館)

モデルプラン(4)・・・熱交換器とヒートポンプ利用、灯油からの転換(日帰り温浴施設)

モデルプラン(5)・・・熱交換器とヒートポンプ利用、灯油からの転換(温泉供給施設)

モデルプラン(6)・・・熱交換器とヒートポンプ利用、灯油からの転換(温泉供給施設)

< 参考 >

モデルプランに記載の各料金について

各種燃料は「灯油 95 円/㍓、重油 78 円/㍓」、「電気 17 円/kwh」(参考:石油情報センターホームページ(栃木県・関東)、東京電力ホームページ)により算出しています。

(H24年1月調べ時点における直近月の料金)

設備導入費用、灯油・重油金額、電気料、消費税抜きで表示しています。

CO₂削減量は、国内クレジットの係数に基づき算出しています。

単位発熱量「灯油 36.7GJ、重油 39.1GJ」、CO₂排出係数「灯油 0.0185t-C/GJ、重油 0.0189t-C/GJ、電気 0.0000862t-C/kwh」に基づき算出しています。

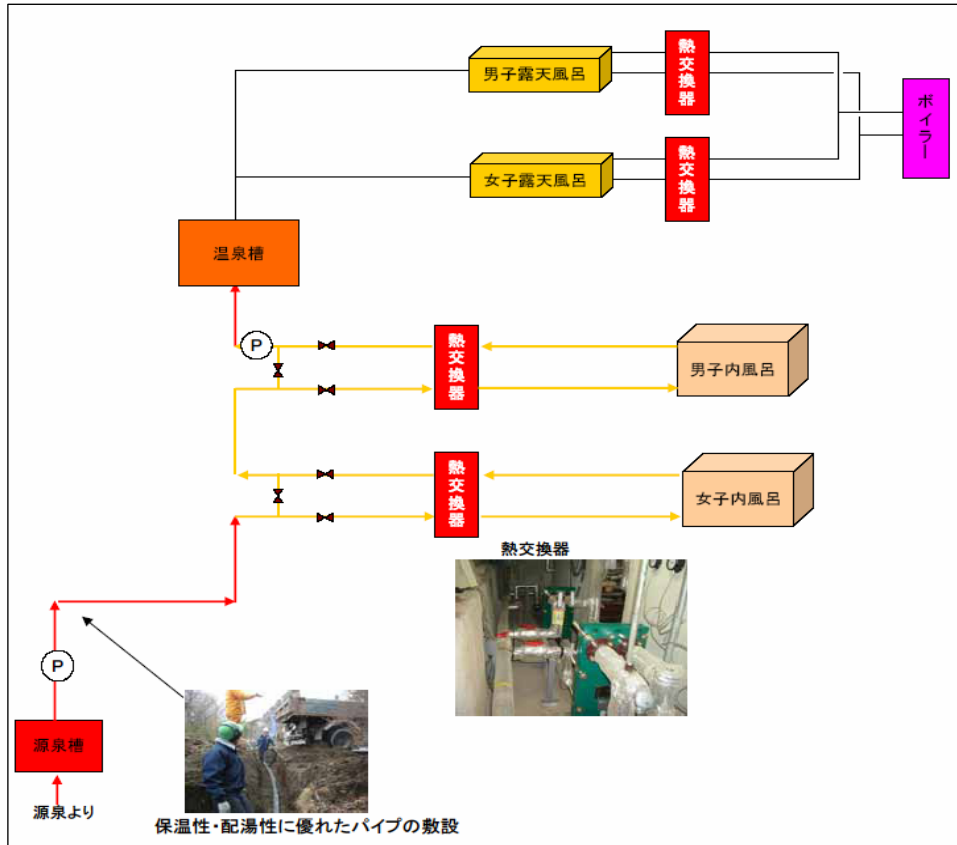
温泉排湯、温泉のエネルギー利用は、その水質や温度等により、設備内容等が異なりますので、設備施工会社等にご相談下さい。

【1:熱交換器利用・重油からの転換】

温泉ホテル 収容人数 500人 泉質：酸性含硫黄硫酸塩温泉

源泉温度：57 温泉量：60リットル/分～150リットル/分

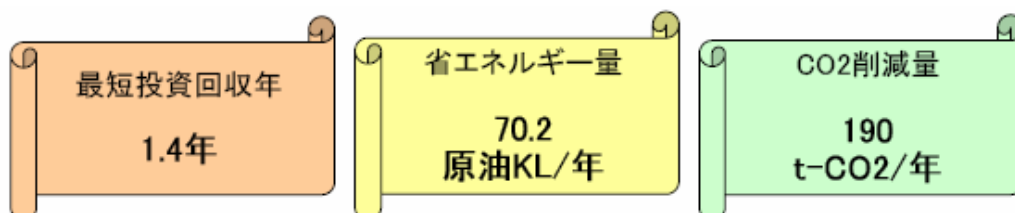
システム図：温泉槽における排出や放熱並びに引湯途中の放熱を最小限に抑え、その温度と浴槽注入適温の差熱を浴槽循環濾過熱部の熱源とします。



年間	旧システム	新システム	削減効果
重油使用量(L)	749,300	679,700	-69,600
重油使用料金(円)	58,445,400	53,016,600	-5,428,800

	設備導入(円)	投資回収年数(年)
補助金なし	15,000,000	2.8
補助金 1/3 ありの場合	10,000,000	1.8
補助金 1/2 ありの場合	7,500,000	1.4

削減効果

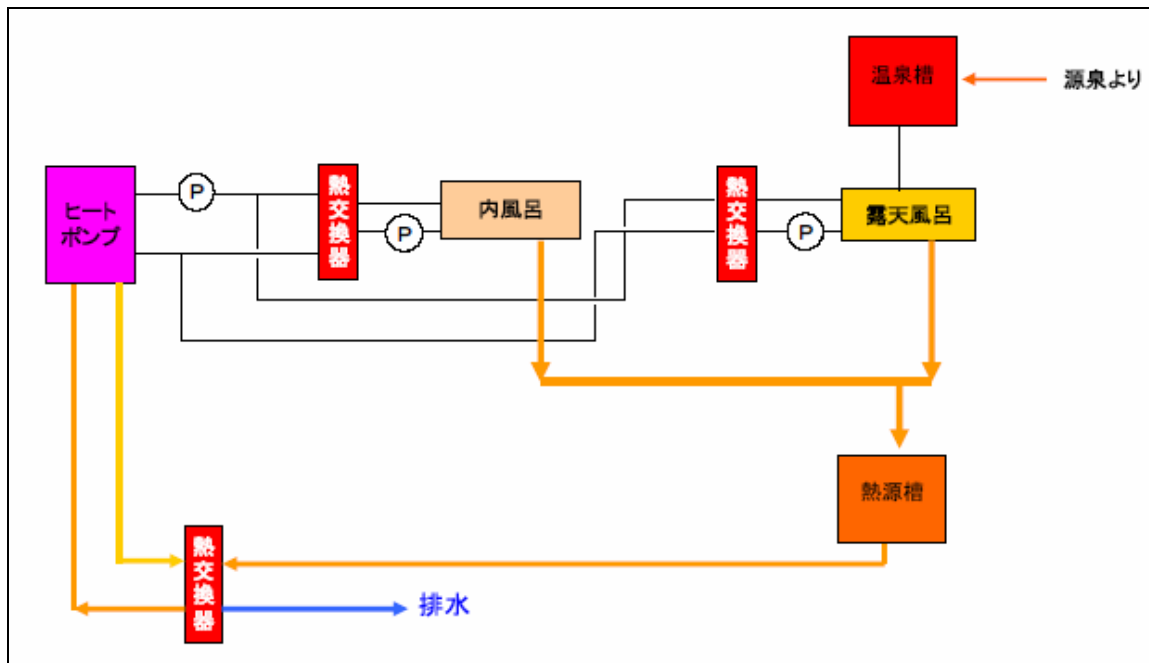


【2:熱交換器とヒートポンプ利用・重油からの転換】

温泉ホテル 収容人数 145人 泉質：単純硫黄温泉(硫化水素型)

排湯温度：42 排湯量：200リットル/分(一般排水も含む)

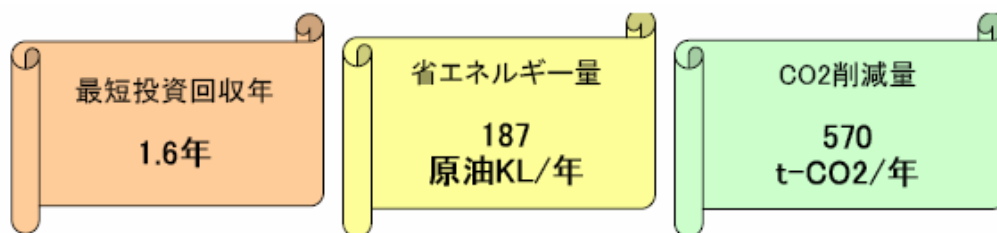
システム図：排湯を利用し、冬季における暖房及び給湯等に利用していた重油式ボイラーの代替とします。



年間	旧システム	新システム	削減効果
重油使用量(L)	459,600	227,100	-232,500
重油使用料金(円)	35,848,800	17,713,800	-18,135,000
電気増加分(kwh)		207,864	207,864
電気増加分(円)		3,533,688	3,533,688
経済効果			-14,601,312

	設備導入(円)	投資回収年数(年)
補助金なし	45,960,000	3.1
補助金 1/3 ありの場合	30,640,000	2.1
補助金 1/2 ありの場合	22,980,000	1.6

削減効果

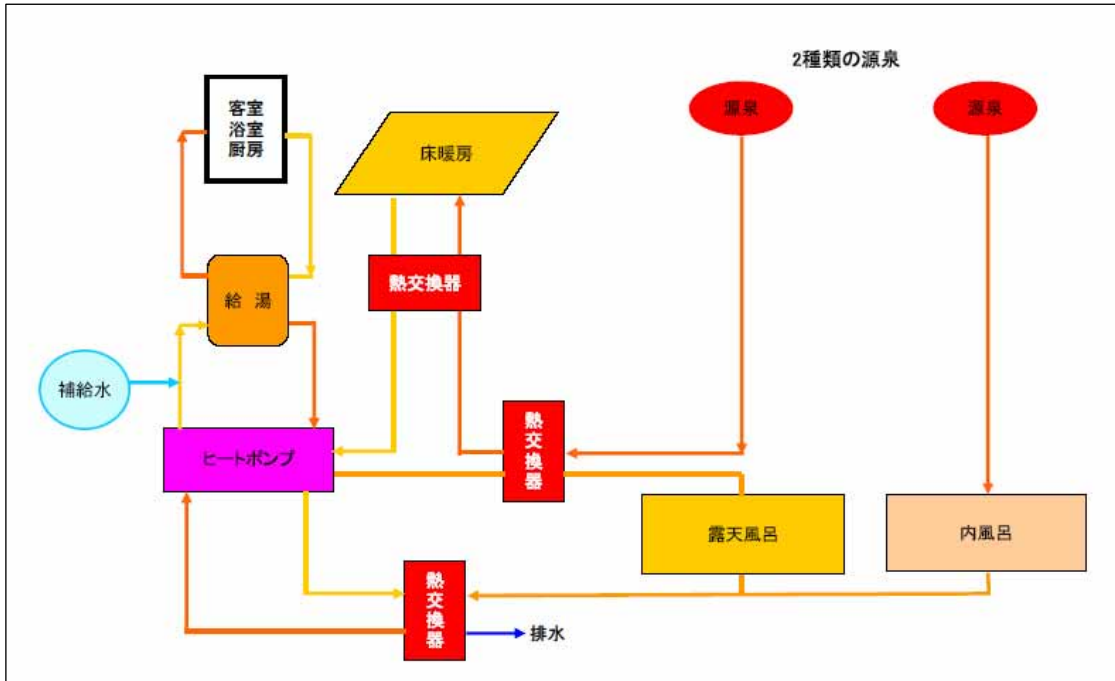


【3:熱交換器とヒートポンプ利用・灯油からの転換】

温泉旅館 収容人数 20人 泉質 : アルカリ性単純泉

排湯温度 : 42 排湯量 : 80リットル/分~120リットル/分

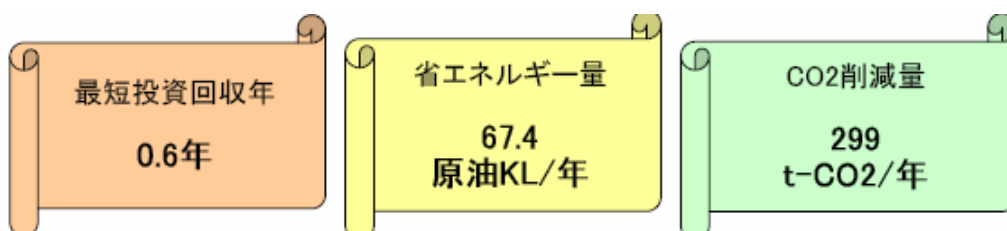
システム図 : 露天風呂、内風呂の排湯の熱量を利用し、給湯や床暖房の熱源として利用。
当モデルは、旅館の建替え時に温泉熱利用の理想的な設計ができた為、効果が優れています。



年間	旧システム	新システム	削減効果
灯油使用量(L)	184,690	0	-184,690
灯油使用料金(円)	17,545,550	0	-17,545,550
電気増加分(kwh)		523,000	523,000
電気増加分(円)		8,891,000	8,891,000
経済効果			-8,654,550

	設備導入(円)	投資回収年数(年)
補助金なし	9,524,000	1.1
補助金 1/3 ありの場合	6,349,333	0.7
補助金 1/2 ありの場合	4,762,000	0.6

削減効果

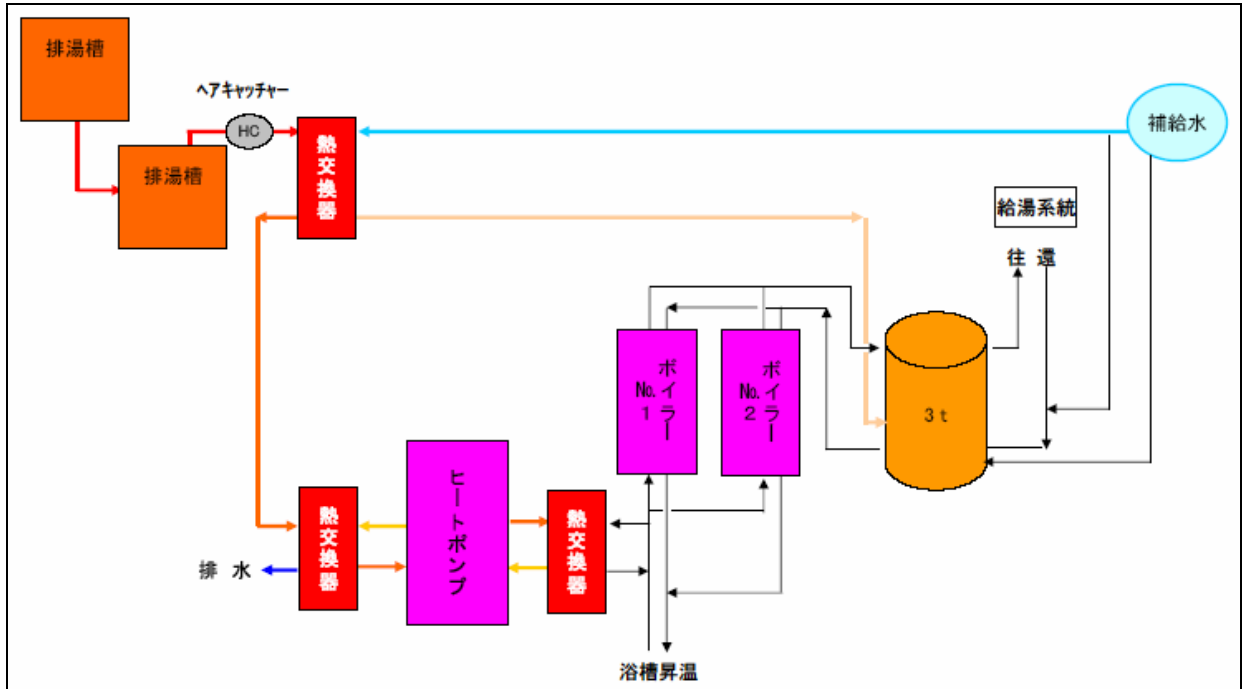


【4:熱交換器とヒートポンプ利用・灯油からの転換】

日帰り温浴施設 泉質：ナトリウム塩化物泉(弱アルカリ性高温泉)

排湯温度：42 排湯量：160リットル/分

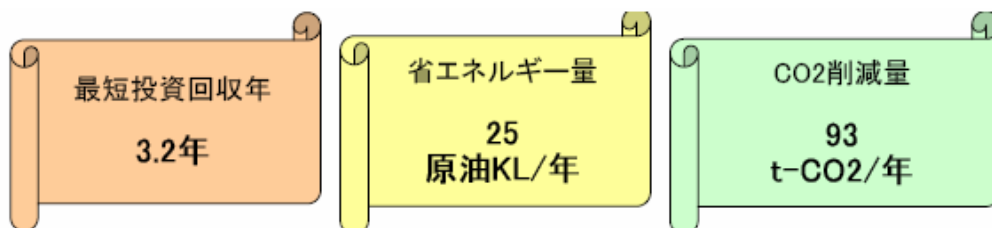
システム図：温泉の排湯熱を利用し、温浴施設の給湯及び朝の立上げ時のボイラーの代替とします。



年間	旧システム	新システム	削減効果
灯油使用量(L)	237,997	182,389	-55,588
灯油使用料金(円)	22,607,815	17,326,955	-5,280,860
電気増加分(kwh)	1,948,300	2,069,725	121,425
電気増加分(円)	33,121,100	35,185,325	2,064,225
経済効果			-3,216,635

	設備導入(円)	投資回収年数(年)
補助金なし	20,400,000	6.3
補助金 1/3 ありの場合	13,600,000	4.2
補助金 1/2 ありの場合	10,200,000	3.2

削減効果

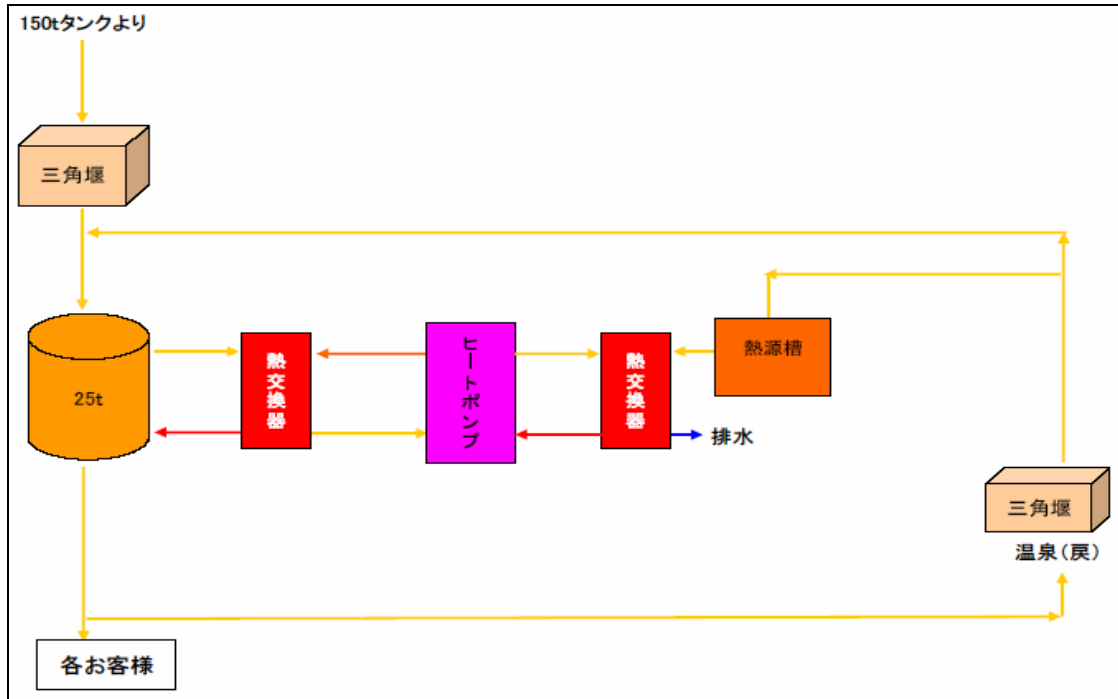


【5:熱交換器とヒートポンプ利用・灯油からの転換】

温泉供給施設 泉質：単純硫黄温泉(硫化水素型)

排湯温度：40 排湯量：160リットル/分(井水も含む)

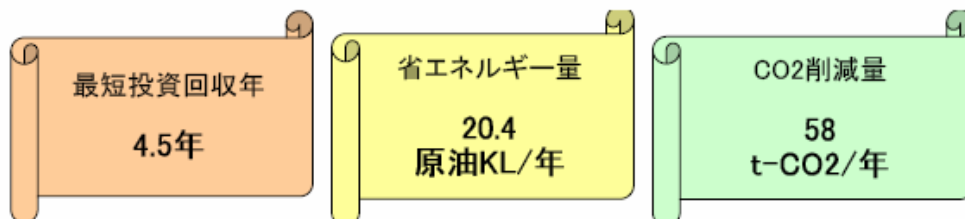
システム図：末端で排湯していた温泉を循環型供給方式に変更し、温泉又は昇温用の熱源水として再利用します。



年間	旧システム	新システム	削減効果
灯油使用量(L)	32,021	3,920	-28,101
灯油使用料金(円)	3,041,995	372,400	-2,669,595
電気増加分(kwh)	20,901	48,417	27,516
電気増加分(円)	355,317	823,089	467,772
経済効果			-2,201,823

	設備導入(円)	投資回収年数(年)
補助金なし	20,000,000	9.1
補助金 1/3 ありの場合	13,333,333	6.1
補助金 1/2 ありの場合	10,000,000	4.5

削減効果

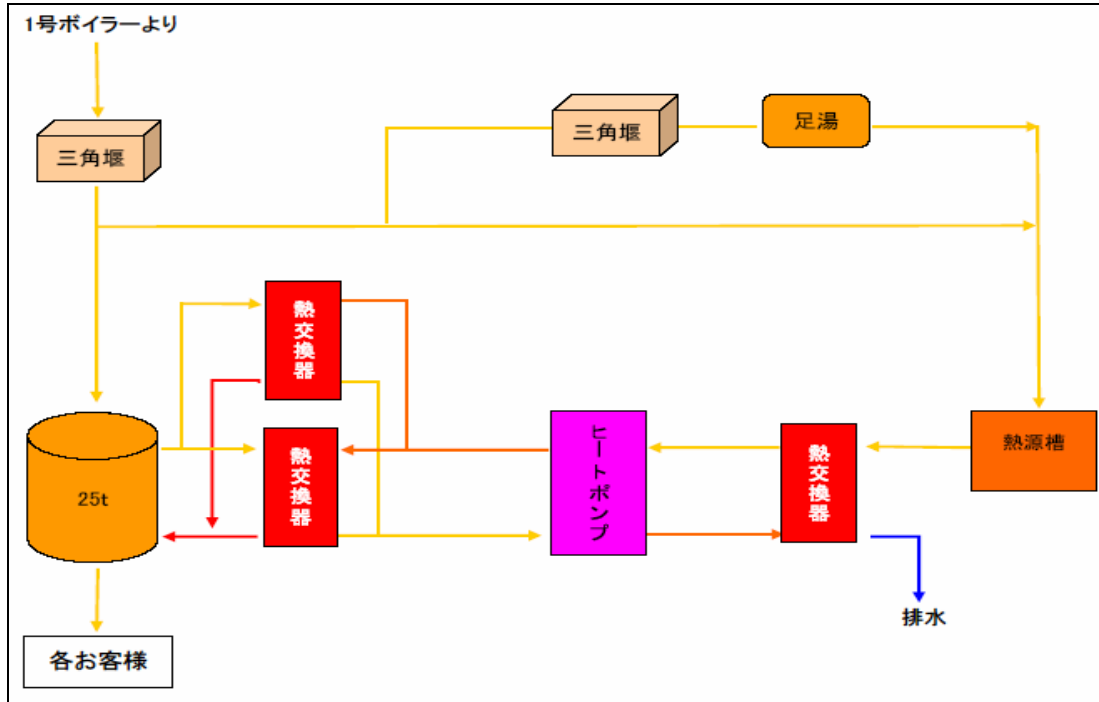


【6:熱交換器とヒートポンプ利用・灯油からの転換】

温泉供給施設 泉質：単純酸性 硫黄温泉(硫化水素型)

排湯温度：40 排湯量：60リットル/分(井水も含む)

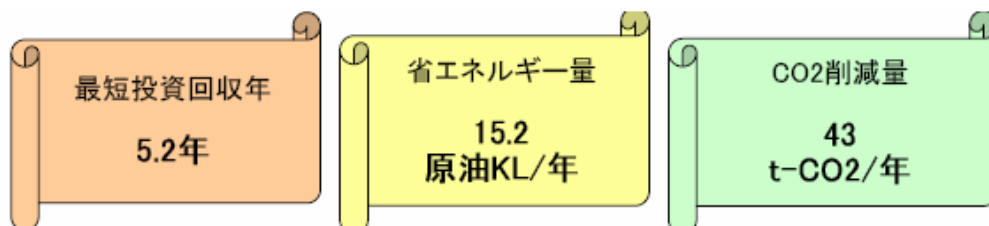
システム図：今まで排水(オーバーフロー)していた温泉を足湯として利用、その後排湯の熱量を利用します。



年間	旧システム	新システム	削減効果
灯油使用量(L)	23,624	2,832	-20,792
灯油使用料金(円)	2,244,280	269,040	-1,975,240
電気増加分(kwh)	31,994	51,659	19,665
電気増加分(円)	543,898	878,203	334,305
経済効果			-1,640,935

	設備導入(円)	投資回収年数(年)
補助金なし	17,203,000	10.5
補助金 1/3 ありの場合	11,468,667	7.0
補助金 1/2 ありの場合	8,601,500	5.2

削減効果



4 施設導入に係る支援制度

(ア)国、県、町の補助金

[実施機関:環境省]

二酸化炭素排出抑制対策事業費等補助金[温泉エネルギー普及加速化事業]

((ア)温泉発電設備補助事業・(イ)温泉施設における温暖化対策事業)

事業概要 温泉発電、温泉熱、温泉付随ガス利用事業の自立的普及に向けて、初期需要を創出することによりコスト低減を図るため、温泉エネルギーを有効活用する民間事業者に対し補助します。

補助対象 民間事業者

補助率 1/2 以内(ヒートポンプ設備、周辺機器は 1/3 以内)

公募期間 4 月初旬～6 月初旬(平成 23 年度)

温室効果ガスの自主削減目標設定に係る設備補助事業

事業概要 温室効果ガスの排出削減に自主的・積極的に取り組もうとする事業者に対し、一定量の排出削減約束と引き換えに、省エネルギー等による二酸化炭素排出抑制設備の整備に対し補助します。

補助対象 民間団体

補助率 1/3 以内

公募期間 3 月下旬～4 月中旬(平成 23 年度)

[実施機関:一般社団法人 新エネルギー導入促進協議会]

新エネルギー等導入加速化支援対策事業[新エネルギー等事業者支援対策事業]

(温度差エネルギー、太陽光発電、風力発電、太陽熱利用、バイオマス発電、バイオマス熱利用、バイオマス燃料製造、雪氷熱利用、水力発電、地熱発電)

事業概要 新エネルギー等導入事業を行う事業者に対し、事業費の一部に対する補助を行います。

補助対象 新エネルギー利用等の設備導入を行う民間業者

補助率 1/3 以内

公募期間 5 月下旬～6 月下旬(平成 23 年度)

新エネルギー等導入加速化支援対策事業[地域新エネルギー等導入促進事業]

(温度差エネルギー、太陽光発電、風力発電、太陽熱利用、バイオマス発電、バイオマス熱利用、バイオマス燃料製造、雪氷熱利用、水力発電、地熱発電)

事業概要 地域における新エネルギー等の加速的促進を図ることを目的とし、地方公共団体、非営利民間団体及び地方公共団体と連携して新エネルギー等導入事業を行う民間事業者が行う新エネルギー等設備導入の実施に必要な経費に対して補助を行います。

補助対象 ・地方公共団体・非営利民間団体・社会システム枠

補助率 1/2 以内

公募期間 5月下旬～6月下旬(平成23年度)

再生可能エネルギー熱利用加速化支援対策事業[再生可能エネルギー熱事業者対策事業]
(**温度差エネルギー**、太陽熱利用、バイオマス熱利用、雪氷熱利用、地中熱利用)

事業概要 再生可能エネルギー熱利用の設備導入を行う事業者に対し、事業費の一部に対する補助を行います。

補助対象 再生可能エネルギー熱利用の設備導入事業を行う民間業者

補助率 1/3 以内

公募期間 5月中旬～6月中旬(平成23年度)

再生可能エネルギー熱利用加速化支援対策事業[地域再生可能エネルギー熱導入促進事業]
(**温度差エネルギー**、太陽熱利用、バイオマス熱利用、雪氷熱利用、地中熱利用)

事業概要 地域における再生可能エネルギー熱利用の加速的促進を図ることを目的とし、地方公共団体、非営利民間団体及び地方公共団体と連携して再生可能エネルギー熱利用の導入事業を行う民間事業者が行う再生可能エネルギー熱利用設備導入事業の実施に必要な経費に対して補助を行います。

補助対象 ・地方公共団体・非営利民間団体・社会システム枠

補助率 1/2 以内

公募期間 5月中旬～6月中旬(平成23年度)

【実施機関：経済産業省資源エネルギー庁】

電気事業者による再生可能エネルギー電気の調達に関する特別措置法[全量固定価格買取制度](太陽光、風力、水力、地熱、バイオマス)

制度概要 再生可能エネルギー源を用いて発電された電気を、一定の期間・価格で電気事業者が買い取ることを義務づけるもので、平成24年7月1日からスタートします。

買取価格・期間 制度開始までに決定する予定です。

【問合せ等確認URL】 年度毎にご確認下さい。

環境省 <http://www.env.go.jp/>

一般社団法人 新エネルギー導入促進協議会 <http://www.nepc.or.jp/>

経済産業省資源エネルギー庁 <http://www.enecho.meti.go.jp/saiene/kaitori/whole.html>

(イ)融資制度

【栃木県 環境保全資金】

環境への負荷の低減に資する設備の整備、その他環境の保全に資する事業(環境保全事業)への融資制度。

事業種類 省エネルギー設備の導入、新エネルギー導入に必要な設備の整備 等々

融資対象 (1)～(4)のいずれにも該当する中小企業者又は中小企業団体に、知事が融資を必要と認めた方。(中小企業団体にあたっては(1)は除く。)

- (1) 栃木県内で、原則として1年以上引続いて現在の事業を営んでいる方
- (2) 環境保全式の償還及び利子の支払いにおいて十分な支払い能力を有する方
- (3) 県税を滞納していない方
- (4) 事業計画書に係る認定書の交付前に、融資の対象となる事業に着手していない方

融資限度額 所要経費の90%以内(融資額は10万円単位)

返済方法 元金均等月賦方式

- (1) 融資額が1,000万円以上の場合 = 10年以内(うち元金据え置き期間2年以内)
- (2) 融資額が1,000万円未満の場合 = 7年以内(うち元金据え置き期間1年以内)

融資利率 1.60%、ただし再生可能エネルギー発電施設の設置は1.50%

(金融情勢により変更になりますので、事前にご確認ください。)

信用保証 原則として、栃木県信用保証協会の保証付きとします。

【問合せ等】 事前にご確認下さい。

栃木県 環境保全課 大気環境担当

〒320-8501 宇都宮市塙田 1-1-20 県庁舎本館 11 階

TEL:028-623-3188 / FAX:028-623-3138

ただし、再生可能エネルギー発電施設の設置については、

地球温暖化対策課 計画推進担当

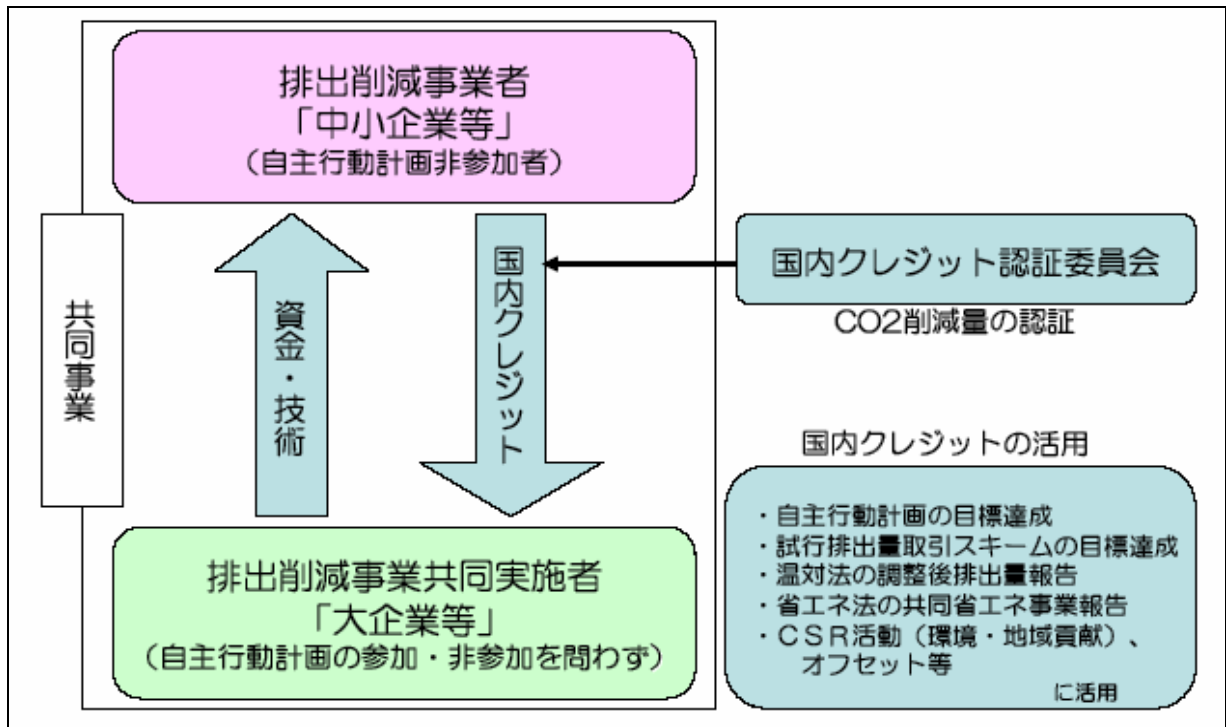
TEL:028-623-3187 / FAX:028-623-3259

<http://www.pref.tochigi.lg.jp/d03/advice/kankyou/hozen/yuushi.html>

(ウ)国内クレジット制度

【国内クレジット制度とは】

大企業の技術・資金等を提供して、中小企業等が行った温室効果ガス排出抑制のための取組による排出削減量を認証し、自主行動計画等の目標達成のために活用する制度。



【国内クレジット認証委員会とは】

国内クレジット制度を運営するために設置された委員会であり、民間有識者からなる第三者認証機関として、運営規則に基づき業務を行います。

【排出削減方法論とは】

国内クレジット認証委員会は、排出削減事業の承認を円滑に行うため、温室効果ガスを削減する技術や方法ごとに、排出削減量算定式やモニタリング方法等を定めた「排出削減方法論」を予め承認しています。

排出削減事業者は、承認された方法論に基づき計画された事業でなければなりません。

【審査機関及び審査員とは】

排出削減業者から提出された排出削減事業の審査と、排出削減事業実施後の排出削減量の実績確認を行います。

排出削減事業を審査した結果は審査報告書として、排出削減量の実績確認の結果は実績確認書として、認証委員会に提出します。

栃木県内における「排出削減事業」(平成 23 年 1 月 4 日調)
栃木県内:29 件(・計画案提出 12 件、・承認済 7 件、・クレジット認証済 10 件)
内、那須町 1 件(クレジット認証済)

(参考:国内クレジット制度ホームページ <http://jcdm.jp/index.html>)

5 那須温泉地球温暖化対策地域協議会の実績

本モデル集の「那須温泉地球温暖化対策地域協議会」は、地球温暖化防止に関する全国的な発表会において、様々な賞を受賞しています。

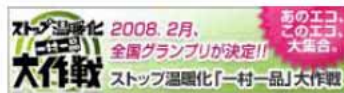
又、各地での講演活動、温泉熱利用施設の見学受入れ、テレビや新聞記事の掲載等、積極的に温泉熱利用の推進に努めています。

【受賞実績】

平成 19 年 ・栃木エコキーパーを探せ 金賞受賞

平成 20 年 ・ストップ温暖化一村一品大作戦全国大会 2008 に栃木県代表として出場
優秀賞(審査員特別賞)を受賞

(事業主体:環境省、全国地球温暖化防止活動推進センター、
都道府県地球温暖化防止活動推進センター)



(協議会関係者撮影)

平成 20 年 ・栃木エコキーパーを探せ 銀賞受賞

・新エネ百選に選定される

(経済産業省、独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構)



平成 24 年 低炭素杯 2012 全国大会において最優秀グローバル賞を受賞
(主催:低炭素杯 2012 実行委員会、後援:環境省)



(低炭素杯事務局より提供)

【講演実績】

- 平成 19 年 11 月 温泉経営管理研修会
平成 20 年 6 月 ショートフィルムフェスタ in 那須
9 月 宮城県温泉協会
10 月 栃木県温暖化防止推進員研修会
11 月 エコライフネットワーク
11 月 箱根温泉蒸気井管理協議会
11 月 群馬県温暖化防止センター
平成 21 年 2 月 栃木県温泉講習会
2 月 国際ホテル&レストランショー (AQA&SPA ビジネスセミナー)
3 月 温泉管理士会
5 月 (財)日本環境衛生センター
11 月 栃木県産業技術開発勉強会
11 月 温泉国際会議 (FEINTEC 会議 2009)
平成 22 年 1 月 国際ソロプチミスト
2 月 熊本県温泉協会
5 月 司法修習生
7 月 司法修習生
8 月 東京都 23 区清掃事務組合
平成 23 年 1 月 栃木県新エネセミナー
1 月 山形県シンポジウム
3 月 熊本県温泉セミナー
6 月 熊本県黒川温泉泉源組合
10 月 温泉経営管理研修会

【見学受入れ実績】

- 平成 20 年 3 月 埼玉県地球温暖化防止活動推進センター
9 月 宮城県温泉協会
11 月 箱根温泉蒸気井管理協議会
平成 21 年 3 月 温泉管理士会
11 月 栃木県産業技術開発勉強会
平成 22 年 2 月 熊本県温泉協会
5 月 司法修習生
7 月 司法修習生
平成 23 年 6 月 熊本県黒川温泉泉源組合
10 月 温泉経営管理研修会



(協議会関係者撮影)

【テレビ放映】

- 平成 19 年 11 月 NHK「おはよう日本」
- 平成 20 年 12 月 栃木テレビ「栃木のエコキーパーをさがせ」
- 平成 21 年 2 月 TBS「エコだね」
- 11 月 NHK「おはよう日本」

【新聞記事掲載】

- 平成 18 年 11 月 日本経済新聞(協議会発足記事)
- 平成 19 年 3 月 下野新聞
- 平成 20 年 1 月 読売新聞
- 平成 21 年 3 月 日刊工業新聞

6 参考資料

本モデル集作成に際し、参考及び引用した資料文献等は以下のとおりです。

【資料文献等】

日本温泉協会 80 年記念誌
全国温泉集中管理団体協議会三十周年記念誌
温泉経営管理研修会資料
環境省ホームページ
環境省平成 21 年度温泉利用状況
平成 23 年度 那須町源泉調査結果表
那須町役場観光客入込の推移
石油情報センターホームページ

【資料提供】

株式会社ヤマト



栃木県那須町