

平成21年度青森県地域新エネルギー・省エネルギービジョン策定等事業
(事業化フェージビリティスタディ)

浅虫地区の温泉熱利用可能性調査

報 告 書

平成22年2月

青 森 県

目次

はじめに.....	1
第1章 事業の目的.....	2
1.1 調査の目的.....	2
1.2 調査フローとスケジュール.....	2
第2章 我が国における温泉熱利用に関する動向調査.....	3
2.1 政策動向.....	3
2.2 技術動向.....	9
2.3 社会動向（先行事例の状況、関連コスト状況把握等）.....	12
第3章 地域特性調査.....	15
3.1 青森県の温泉の状況.....	15
3.2 浅虫地区の概要.....	16
第4章 温泉熱利用設備導入に向けた最適システムの検討.....	21
4.1 導入技術の検討.....	21
4.2 温泉熱利用設備の導入シナリオの設定.....	21
4.3 検討システムの設定.....	24
4.4 検討結果のまとめ.....	32
第5章 導入システムの詳細検討.....	38
5.1 詳細検討システムの抽出.....	38
5.2 各システムの詳細検討.....	39
5.3 事業化に向けた課題.....	41
第6章 事業化に向けたスキームの検討.....	42
6.1 導入推進に向けて.....	42
6.2 各システムの導入スキームの検討.....	43
資 料 編.....	47
資料1 システム検討試算資料.....	48
資料2 温泉熱のエネルギー利用設備の導入に対する支援制度の一覧（平成21年度） ..	72
資料3 委員会名簿.....	76

はじめに

青森県では、エネルギー分野での豊かなポテンシャルを、持続可能な社会の先進地域の形成や県全域の産業振興に結びつけていくため、平成18年度に「青森県エネルギー産業振興戦略」を策定した。

さらに本戦略の実現には、県内に豊富に賦存する地域固有の未利用エネルギーである地熱資源の活用が重要であることから、重点導入を図るため、平成19年度に「青森県地中熱利用推進ビジョン」を策定した。

本ビジョンでは、地熱の低温熱水利用域における事業モデルの一例として、浅虫温泉でのヒアリング結果を基に、高温源泉の宿泊施設内暖房及び給湯への有効利用について検討を行ったところ、熱交換器の設置により暖房及び給湯用ボイラーの燃料使用量を始めとした光熱水費の削減が可能であるとの結論を得たところである。

そのため、浅虫地域で宿泊施設や浅虫水族館等複数の施設が共同で温泉熱を活用できるよう、地域全体での効率的、経済的かつCO₂排出削減に寄与するシステム構築に必要な調査を行うこととした。

本調査の結果に基づき、比較的短期間で導入コストの回収が可能なシステムを提案することにより、浅虫地域の各施設で温泉熱利用の設備導入が進むものと期待しており、青森県は、平成20年3月末現在で、温泉地数、湧出量、42℃以上の源泉数がそれぞれ全国第4位であるなど、温泉資源が豊富であることから、今後、県内他地域への普及も検討していきたい。

なお、本調査は、独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構の平成21年度「地域新エネルギー・省エネルギービジョン策定等事業」の補助により実施した。

第1章 事業の目的

1.1 調査の目的

青森県では、県内に広く分布する地熱資源を活用した脱化石燃料の取組を進めるため、平成 20 年 2 月に「青森県地中熱利用推進ビジョン」を策定した。ビジョンの中で、浅虫温泉でのヒアリング結果を基に、高温源泉の宿泊施設内暖房・給湯に温泉熱を利用する事業モデルの検討を行ったところ、熱交換器の設置により暖房・給湯用灯油ボイラーの燃料使用量を始めとした光熱水費の削減が見込まれたところである。

そのため、浅虫地域の宿泊施設や浅虫水族館等複数の施設が共同で活用でき、地域全体での効率的、経済的かつ CO2 排出削減に寄与する温泉熱利用システム構築に必要な調査を行うものである。

1.2 調査フローとスケジュール

1.2.1 調査フロー

本調査のフローを以下に示す。

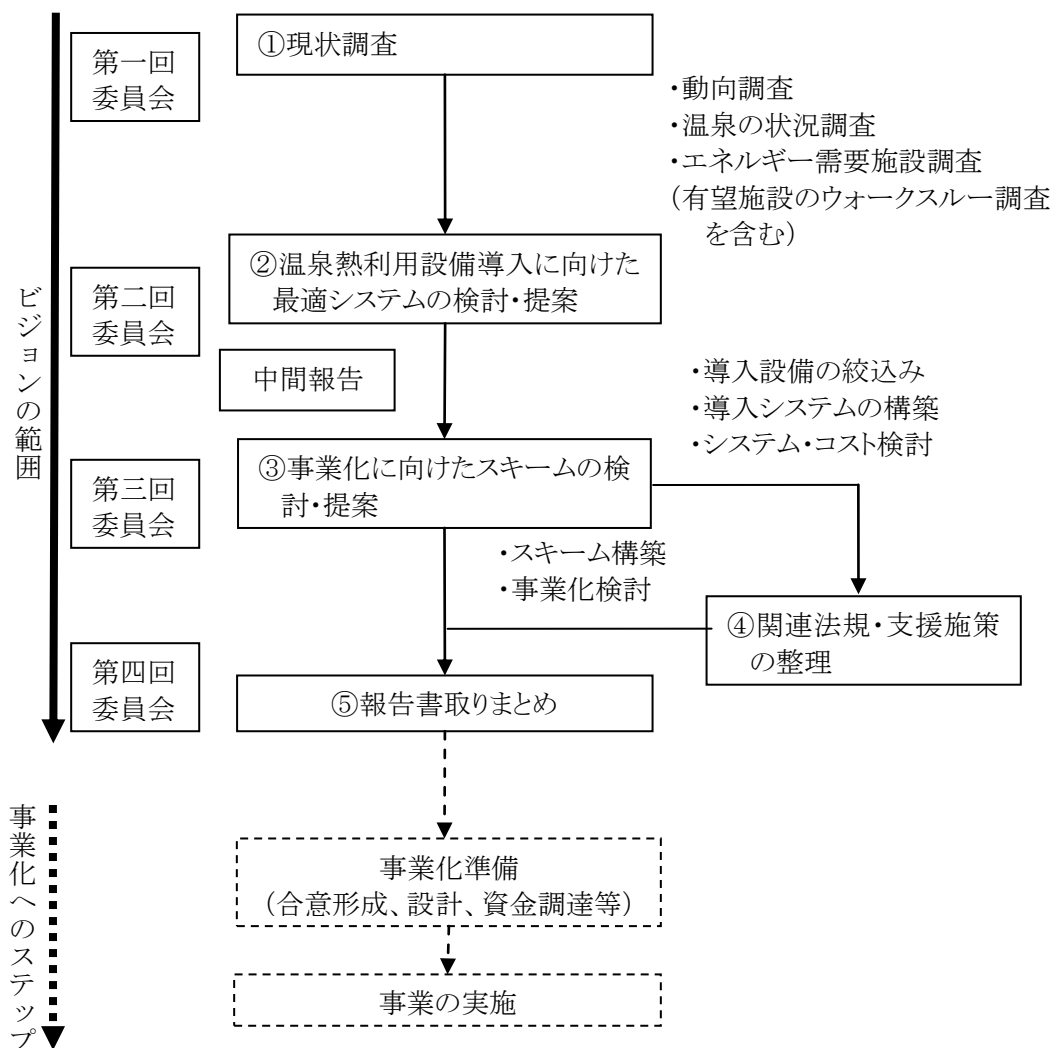


図 1-1 調査フロー

第2章 我が国における温泉熱利用に関する動向調査

我が国における温泉熱のエネルギー利用に関して、政策動向、技術動向、社会動向について調査した結果を以下に示す。

2.1 政策動向

国及び青森県の温泉利用及び保護等に関する動向を整理する。

2.1.1 温泉について

日本は世界有数の温泉が豊富な国であり、古くから人々の療養や保養に利用されてきた。中でも青森県は、温泉資源が豊富な地域として知られている。

(1) 温泉の定義

温泉は、昭和23年に制定された「温泉法」により、地中から湧出する温水、鉱水及び水蒸気その他のガス（炭化水素を主成分とする天然ガスを除く。）で、表2-1の温度又は物質を有するものと定義されている。

表 2-1 温泉法で定義する温度又は物質

1. 温度(温泉源から採取されるとき温度)		摂氏 25 度以上
2. 物質(以下に掲げるもののうち、いずれか一つ)		
物質名	含有量(1kg 中)	
溶存物質(ガス性のものを除く。)	総量 1,000mg 以上	
遊離炭酸(CO ₂) (遊離二酸化炭素)	250mg 以上	
リチウムイオン(Li ⁺)	1mg 以上	
ストロンチウムイオン(Sr ²⁺)	10mg 以上	
バリウムイオン(Ba ²⁺)	5mg 以上	
フェロ又はフェリイオン(Fe ²⁺ , Fe ³⁺) (総鉄イオン)	10mg 以上	
第一マンガンイオン(Mn ²⁺) (マンガン(II)イオン)	10mg 以上	
水素イオン(H ⁺)	1mg 以上	
臭素イオン(Br ⁻) (臭化物イオン)	5mg 以上	
沃素イオン(I ⁻) (ヨウ化物イオン)	1mg 以上	
ふっ素イオン(F ⁻) (フッ化物イオン)	2mg 以上	
ヒドロヒ酸イオン(HA ₅ O ₄ ²⁻) (ヒ酸水素イオン)	1.3mg 以上	
メタ亜ヒ酸(HA ₅ O ₂)	1mg 以上	
総硫黄(S) [HS ⁻ +S ₂ O ₃ ²⁻ +H ₂ S に対応するもの]	1mg 以上	
メタほう酸(HBO ₂)	5mg 以上	
メタけい酸(H ₂ SiO ₃)	50mg 以上	
重炭酸そうだ(NaHCO ₃) (炭酸水素ナトリウム)	340mg 以上	
ラドン(Rn)	20(百億分の1キュリー単位)以上	
ラジウム塩(Ra として)	1億分の1mg 以上	

(出典：環境省 HP)

(2) 温泉の湧出状況

全国における温泉の源泉数および湧出量の推移を以下に示す。

源泉数、湧出量ともに増加傾向にあるが、自噴による源泉および湧出量は横ばいであるのに対し、動力による源泉および湧出量が増加しているのが現状である。

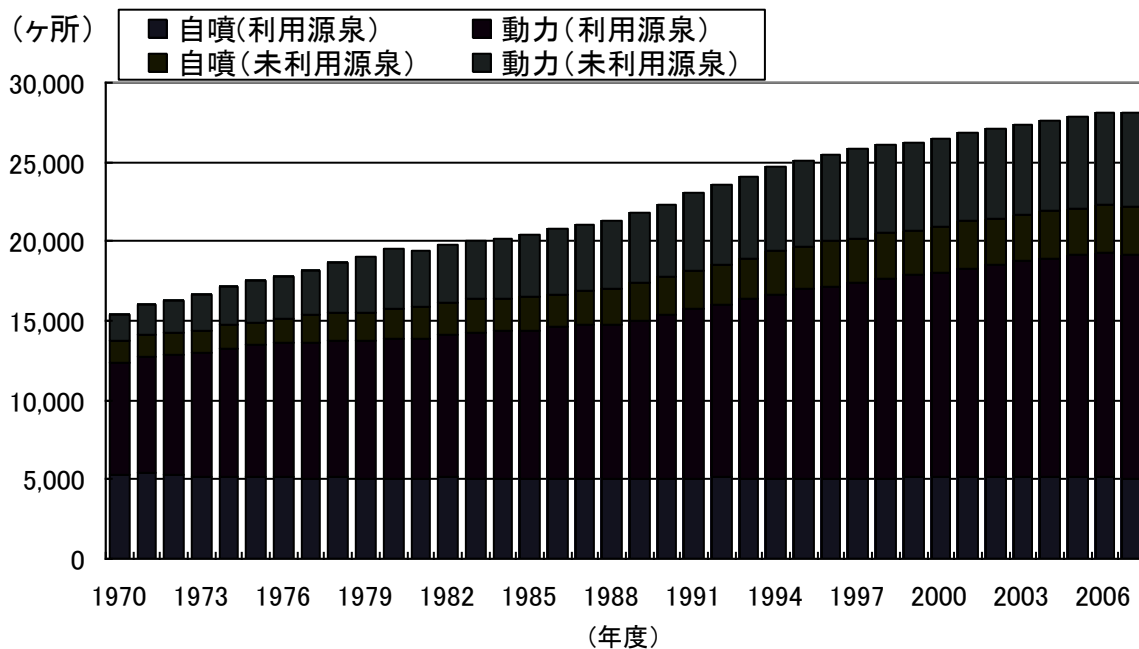


図 2-1 全国における源泉数推移 (出典：環境省)

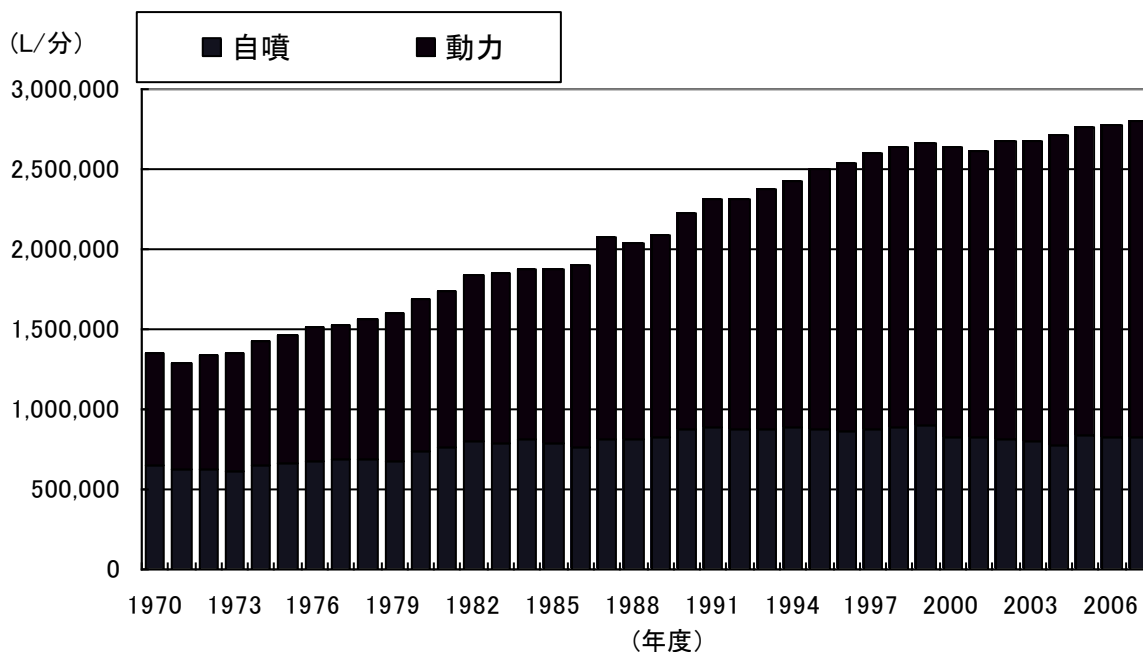


図 2-2 全国における温泉の湧出量推移 (出典：環境省)

2.1.2 温泉の保護等に関する動向

温泉の利用については、温泉資源の保護と適正利用を図るために、法律や各種条例等で定められている。ここでは、国が定める温泉法や青森県の状況について整理する。

(1) 温泉法の概要

温泉法は、昭和 23 年に制定（法律第 125 号）され（最終改正：平成 19 年 11 月 30 日法律第 121 号）、温泉を保護し、温泉の採取等に伴い発生する可燃性天然ガスによる災害を防止し、及び温泉の利用の適正を図り、もって公共の福祉の増進に寄与することを目的としている。

温泉法の主な概要を以下に示す。

■ 温泉の保護等

・ 温泉の掘削等の許可制

温泉の掘削・増掘、動力の装置は、都道府県知事の許可が必要です。

（温泉のゆう出量・温度・成分に影響を及ぼすと認める場合、掘削等の方法が可燃性天然ガスによる災害の防止に関する技術基準に適合しない場合等は、不許可となります。）

・ 温泉源保護の措置

都道府県知事は、必要があるときは温泉採取制限命令、他目的掘削の影響防止措置命令を行うことができます。

■ 温泉の採取に伴う災害の防止

・ 温泉の採取の許可制

温泉の採取は、都道府県知事の許可が必要です（可燃性天然ガスの濃度が災害防止措置を必要としないものとして都道府県知事の確認を受けた場合を除きます。）。

（温泉の採取のための施設の位置・構造・設備等が可燃性天然ガスによる災害の防止に関する技術基準に適合しない場合等は、不許可となります。）

■ 温泉の利用

・ 温泉の公共的利用の許可制

温泉を公共の浴用・飲用に供しようとする場合は、都道府県知事又は保健所設置市(区)長の許可が必要です。

（温泉の成分が衛生上有害であると認める場合等は、不許可となります。）

・ 温泉の成分、禁忌症等の掲示

利用の許可を得た施設では、温泉の成分・禁忌症等の掲示が必要です（掲示は、登録分析機関の行う温泉成分分析の結果（10年に一度の定期的な分析を要する）に基づくことが必要です。）。

・ 国民保養温泉地の指定

環境大臣は、温泉の公共的利用増進のための地域を指定することができます。

（*その他、都道府県知事等による許可の際の条件付与、報告徴収及び立入検査並びに罰則等の規定あり。）

出典：環境省 HP

(2) 青森県の状況

青森県では、温泉資源の恒久的な保護及び利用を図るために必要となる措置基準等を「青森県温泉保護対策要綱」に定めている。本要綱では、温泉を保護するため、温泉特別保護地域、温泉保護地域、普通地域に区分し、区分毎に掘削等を制限している。

浅虫地区は、温泉特別保護地域に設定されており、以下に示すように厳しい措置基準の対象地域となっている。

表 2-2 温泉特別保護地域及び温泉保護地域内における措置基準

地域区分 行為区分	温泉特別保護地域	温泉保護地域
掘さく	<p>次の例外の場合を除き、温泉をゆう出させる目的の土地掘さくは、原則として認めないものとする。</p> <p>【例外】</p> <ol style="list-style-type: none"> 1 地方公共団体、公益法人等が地域内の既存源泉を整理統合して、集中管理方式による集配湯事業を実施するために掘さくする場合。 2 既存源泉の代替として掘さくする場合。 3 公益施設等に利用するための掘さくで、知事が特にその公益性を認めた場合。 	<p>次の例外の場合及び既存源泉の温泉要素に著しい影響を与えるおそれがないと明らかに認める深度に掘さくする場合を除き、温泉をゆう出させる目的の土地掘さくは、既存源泉より 800 メートルの距離以内には原則として認めないものとする。</p>
増掘	掘さく行為に準じて取扱うものとする。	
動力装置	掘さく行為に準じて取扱うものとする。	

2.1.3 温泉のエネルギー利用に関する政策動向

(1) 新エネルギー法

温泉の熱は1年を通じて温度変化が少なく、外気との温度差を利用してエネルギー利用できることから、温度差エネルギーとして位置づけることができ、新エネルギー法（新エネルギー利用等の促進に関する特別措置法、平成9年4月制定）においても、積極的に推進を図る新エネルギーの1つとなっている。



(注 1) 新エネルギーに属する地熱発電はバイナリ方式のもの、水力発電は未利用水力を利用する 1,000kW 以下のものに限る。

図 2-3 新エネルギー法による分類（平成20年1月の新エネ法施行令改正を反映したもの）
 (出典：新エネルギーガイドブック2008、NEDO、平成20年3月)

(2) 国内クレジット制度

国内クレジット制度は、京都議定書目標達成計画（平成 20 年 3 月 28 日閣議決定）において規定されている、大企業等の技術・資金等を提供して中小企業等が行った二酸化炭素の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仕組みである。中小企業等における排出削減の取組を活発化、促進することを目的としている。

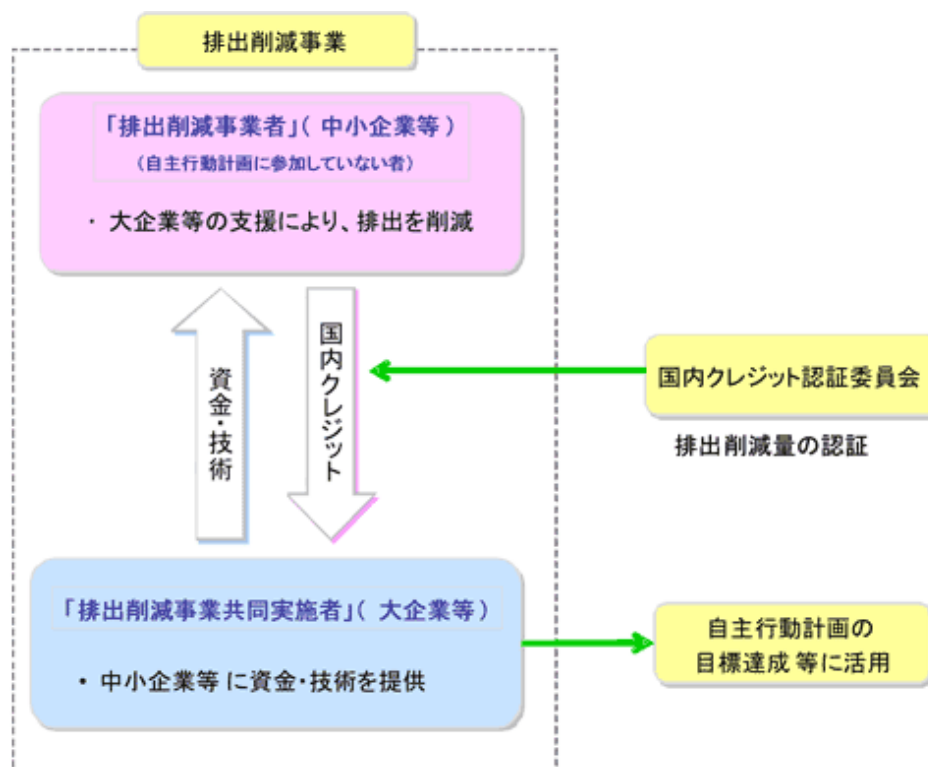


図 2-4 国内クレジット制度のスキーム（出典：国内クレジット制度 HP）

本制度における温室効果ガス排出削減事業は、国内クレジット認証委員会において承認された排出削減方法論（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を定めたもの）に基づき計画される必要がある。温泉熱を用いた方法論としては表 2-3 に示すものがあり、これらの方法論に基づいて行われた事業は、本制度の対象事業として行うことが可能となる。

表 2-3 国内クレジットで承認された方法論（温泉熱活用が対象となるものを抜粋）

方法論番号	方法論名称
002	ヒートポンプの導入による熱源機器の更新
002-A	ヒートポンプの導入による熱源機器の更新（熱回収型ヒートポンプ）
009	温泉熱及び温泉排熱のエネルギー利用

(3) 助成制度

温泉熱のエネルギー活用を行う設備導入に際し、国等の新エネルギーや省エネルギー設備導入の各種助成制度を利用することができる。また、環境省では、平成 21 年度に「温泉施設における温暖化対策事業」として、二酸化炭素の削減に資する温泉の熱や温泉に付随する可燃性天然ガスを利用する設備を整備する事業に対して支援を行うとしている。

2.2 技術動向

2.2.1 温泉のエネルギー利用に関する考え方

「温泉」をエネルギーとして発電や熱利用する技術は既に実用化されており、従来の浴用における温泉利用（中温域 40℃～50℃）を維持しながら、温泉熱エネルギーを上流（高温域 70℃～120℃における温泉熱発電）から下流（低温域 20℃～40℃における温泉排湯熱利用ヒートポンプ）までカスケード利用することにより、温泉をエネルギーとして有効活用することが可能となる。

温泉の温度帯別のエネルギー利用技術のイメージを図に示す。

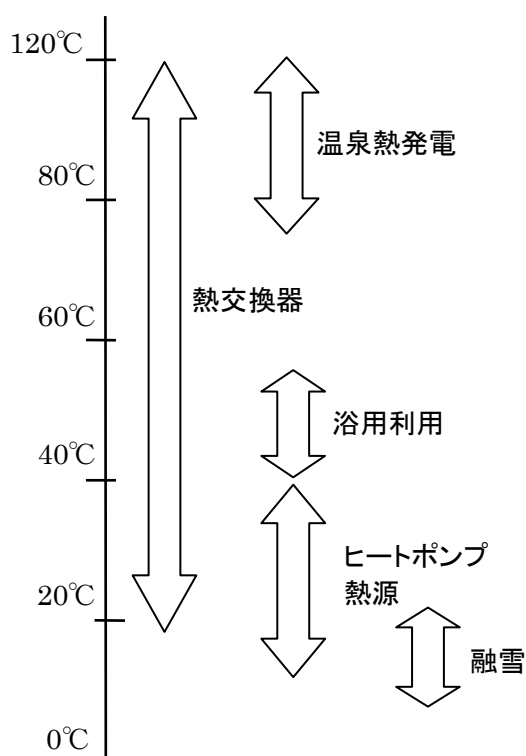


図 2-5 温泉温度帯別の利用技術イメージ

2.2.2 温泉のエネルギー利用技術

図 2-5 に示した温泉のエネルギー利用技術について、特に浅虫地区で利用が有望だと考えられる、ヒートポンプおよび熱交換器による利用技術について整理する。

(1) 温泉熱利用ヒートポンプ

ヒートポンプとは、熱（ヒート）をくみ上げるポンプである。水をくみ上げる電動の水ポンプとヒートポンプを対比して考えると、水ポンプは電気エネルギー等を使って、低い場所にある水をくみ上げ高い位置に移動させる。ヒートポンプは低い温度の水や空気から熱をくみ上げ、より高い温度の水や空気に熱を与える。このとき水ポンプで消費された電力は、水の位置エネルギーに置き換わっているのに対して、ヒートポンプが消費した電力は熱エネルギーに変化している。

電気を使って暖めるというだけでは普通の電気ストーブや電気鍋と差がないように見えるが、電気ストーブでは、使用した電力1単位が最大でも1単位の熱に変わるだけであるが、ヒートポンプでは、使用した電力が熱に変換されるだけでなく、外部の空気や水から熱をくみ上げるので、電力1単位を使用すると通常3～5単位の熱エネルギーを取り出し利用することができる。なお、取り出すことができたエネルギー量を投入したエネルギー量で割ったものを成績係数（COP：Coefficient of Performance）と呼び、ヒートポンプのエネルギー効率の指標とされる。

（出典：未活用エネルギー活用ガイドブック、NEDO、平成15年3月）

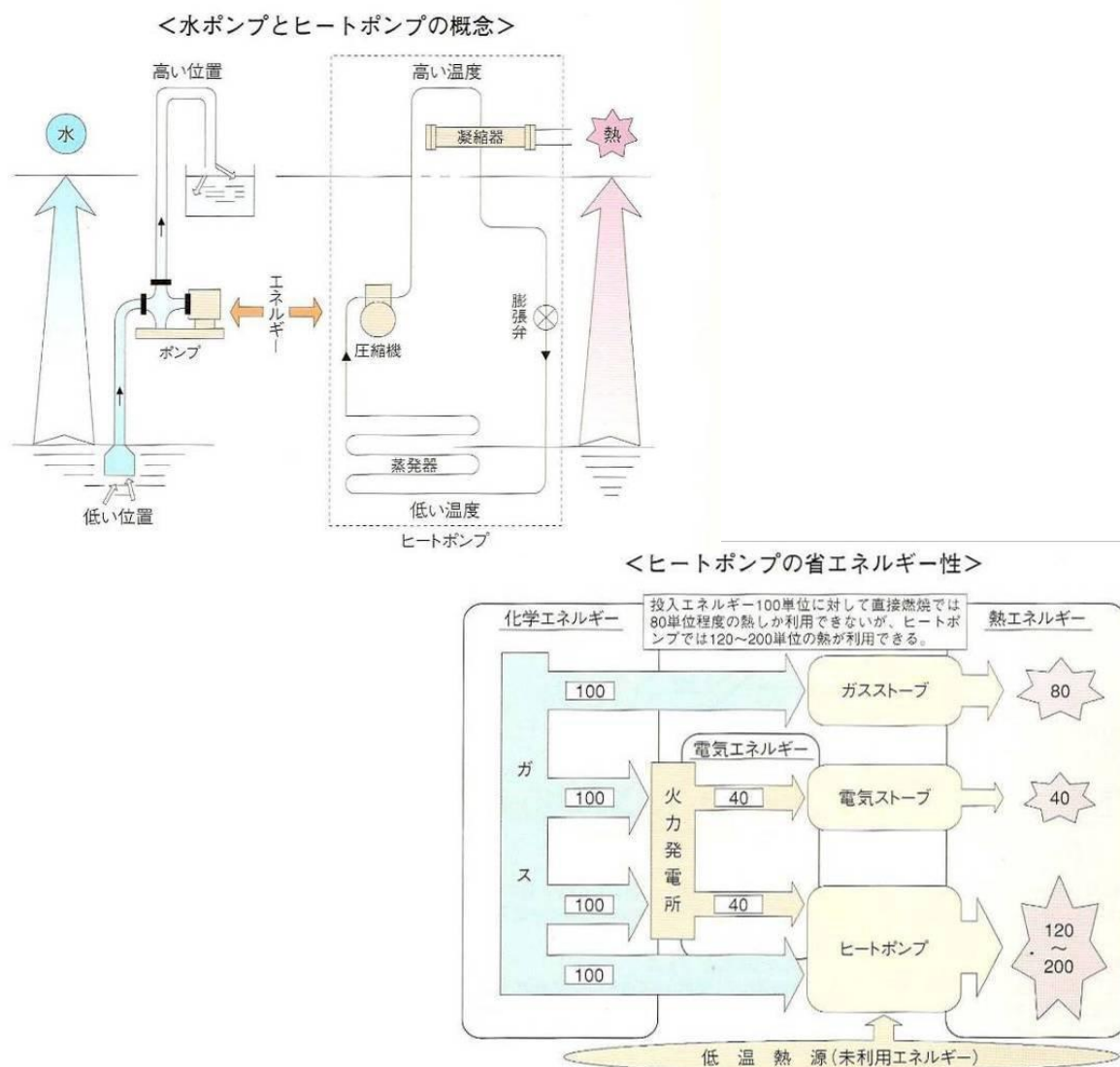


図 2-6 ヒートポンプの省エネルギー性

（出典：未活用エネルギー活用ガイドブック、NEDO、平成15年3月）

(2) 熱交換器

熱交換器は障壁を介して温度の異なる2つの媒体間で熱のやり取りを行う装置である。主な種類を以下に示す。

1) プレート型熱交換器

平板に波状の凹凸をつけたものを伝熱面として使用するもので、熱通過率が高い。単位面積当たりの伝熱面積が大きい、クリーニングが容易である、低価格である等の特徴がある。通常、水-水の熱交換に利用される。



図 2-7 プレート型熱交換器（出典：(株)日阪製作所パンフレット）

2) プレートフィン型熱交換器

空気流路を形成するフィン部ともう一方の流路部が交互に積みあわさった構造を持ち、単位面積当たりの伝熱面積が大きいコンパクト熱交換に利用される。

3) シェル・アンド・チューブ型熱交換器

胴体（シェル）内に多数の細管（チューブ）を納める方式で広く用いられている。耐圧構造にすることが可能であるので流体が高温高圧の気体である場合にも用いられる。

（出典：未活用エネルギー活用ガイドブック、NEDO、平成 15 年 3 月）

2.3 社会動向（先行事例の状況、関連コスト状況把握等）

温泉のエネルギー利用について、国内で既に導入されている先行事例等について整理して示す。

2.3.1 温泉の集中管理システムでの導入事例

導入地域	北海道虻田郡洞爺湖町 洞爺湖温泉利用協同組合
施設概要	温泉集中管理システム
システム概要	<p>従来は重油焚ボイラーで源泉を昇温していたが、温泉排湯を利用したヒートポンプを導入し、源泉を昇温するシステムとしている。</p> <p>(出典：荏原エンジニアリングサービス(株)資料)</p>
導入効果	<p>ランニングコスト：約 45%削減 CO2 排出量：約 43%削減</p>

2.3.2 宿泊施設等での導入事例

導入地域	北海道釧路市阿寒町 阿寒グランドホテル
施設概要	宿泊施設
システム概要	<p>温泉熱を利用した温熱供給システムと排熱回収ヒートポンプ冷暖房システムを導入している。また、この事業は、国内クレジット制度において、排出削減計画を北海道電力(株)と共同で申請している。</p> <p>(出典：北海道電力(株) 国内クレジット制度に関する先進事例セミナー資料)</p>
導入効果	<p>重油消費量：84%削減、電力消費量：5%削減 CO2 排出量：42%削減</p>

導入地域	長野県軽井沢町 星のや軽井沢
施設概要	宿泊施設
システム概要	<p>温泉排湯と地中熱のハイブリッド熱源を利用したヒートポンプを導入し、施設の空調、給湯に利用している。</p> <p>63 (出典：ゼネラルヒートポンプ工業㈱パンフレット)</p>
導入効果	<p>ランニングコスト：約 50%削減 CO2 排出量：約 75%削減</p>

導入地域	北海道有珠郡壮瞥町 湖畔の宿 洞爺 かわなみ
施設概要	宿泊施設
システム概要	<p>温泉排湯からヒートポンプで熱回収し、施設の空調、給湯に用いられている。</p> <p>53 (出典：ゼネラルヒートポンプ工業㈱パンフレット)</p>
導入効果	<p>省エネルギー量：60kL/年（原油換算） CO2 排出量：220t-CO2/年削減</p>

第3章 地域特性調査

3.1 青森県の温泉の状況

青森県は表 3-1 に示すように、温泉地数、湧出量、42℃以上の源泉数それぞれ全国第 4 位となり、温泉資源が豊富である。

表 3-1 都道府県別温泉地数、湧出量、42℃以上の源泉数（出典：環境省）

順位	温泉地数（ヶ所）	湧出量（L/分）	42℃以上の源泉数（ヶ所）
1	北海道 247	大分県 315,056	大分県 3,680
2	長野県 236	北海道 269,158	鹿児島県 1,910
3	新潟県 149	鹿児島県 199,782	北海道 1,210
4	青森県 145	青森県 174,139	青森県 777
5	福島県 133	熊本県 141,796	熊本県 774

（平成 20 年 3 月末日現在）

青森県における源泉数および温泉の湧出量推移を以下に示す。

源泉数全体は微増傾向にあるが、未利用源泉数および動力（利用源泉）が増加しており、自噴（利用源泉）の源泉数は減少傾向にある。

また、温泉湧出量の総量は平成 14 年をピークに減少したが、近年は増加傾向にある。しかし、動力による湧出量が約 9 割を占めており、自噴による湧出量は減少傾向にある。

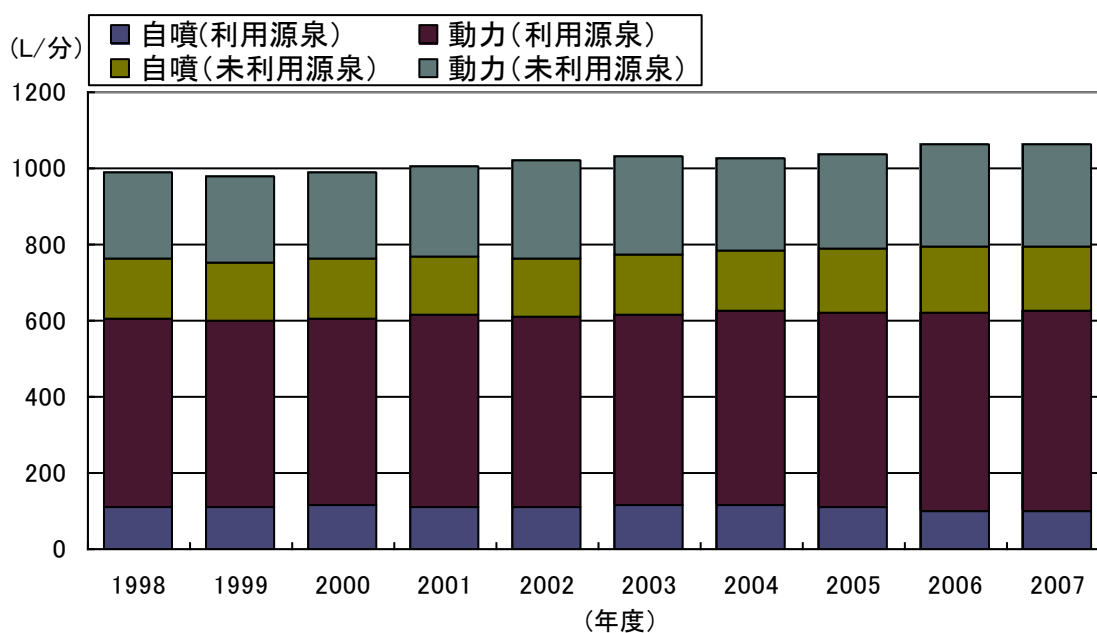


図 3-1 青森県内の源泉数の推移（出典：環境省）

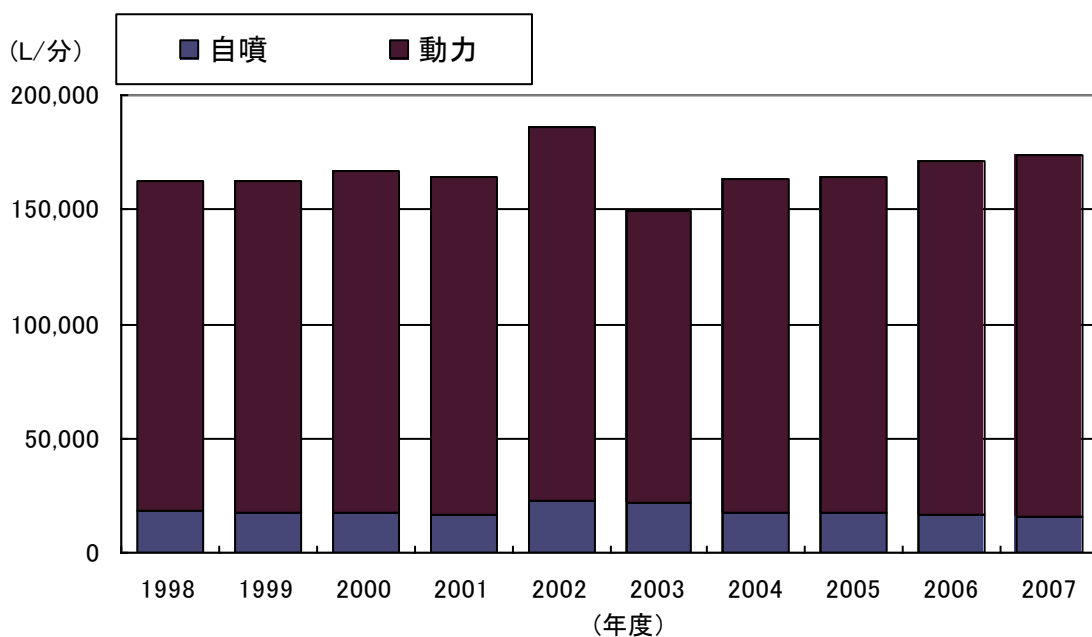


図 3-2 青森県内の温泉湧出量の推移 (出典：環境省)

3.2 浅虫地区の概要

浅虫地区は、本州の北端、下北・津軽両半島に囲まれた陸奥湾を臨む青森市の北東に位置する海浜の観光温泉地である。浅虫温泉の歴史は古く、平安末期に円光大師（法然：浄土宗の開祖）が温泉を発見し、浴場を開設したと伝えられている。

浅虫地区における温泉のエネルギー利用を検討するにあたり、浅虫地区における代表的な施設のエネルギー消費状況および温泉の状況について整理する。

3.2.1 浅虫地区における施設のエネルギー消費状況

浅虫温泉旅館組合には 14 の旅館・ホテル等が加入しており、収容人員が 20 人程度から 300 人超まで多様な施設が立地している。

浅虫温泉事業協同組合から温泉供給を受ける施設は、浅虫温泉旅館組合の旅館・ホテルのほか、公衆浴場（「道の駅」ゆ〜さ浅虫）や一般家庭などがある。

その他、温泉の供給は受けていないが、エネルギー消費の大きい施設として、浅虫水族館がある。

表 3-2 浅虫温泉旅館組合の旅館・ホテル

旅館規模 (収容人員)	施設数
大規模 (300 人～)	3
中規模 (100～300 人)	4
小規模 (～99 人)	7

浅虫地区における代表的なエネルギー消費施設として、浅虫水族館、「道の駅」ゆ～さ浅虫、大規模施設 A、大規模施設 B、中規模施設の 5 施設について、最近のエネルギー消費状況を以下に示す。

表 3-3 各施設における年間のエネルギー消費状況

	浅虫水族館	「道の駅」 ゆ～さ浅虫	大規模施設 A	大規模施設 B	中規模施設
延床面積 (m ²)	8,851	3,790	10,643	5,824	3,910
電力 (kWh)	2,205,137	738,788	1,800,774	814,519	563,157
A 重油 (kL)	169	—	259	172	114.1
灯油 (kL)	—	144	—	—	—
温泉(m ³)	—	51,048	20,784	6,999	15,900
1 次エネルギー換算(GJ) ¹	28,611	12,651	28,081	14,846	10,076
CO2 排出量 (t-CO2) ²	1,502	708	1,554	851	576
エネルギー消費原 単位 (MJ/m ²)	3,233	3,338	2,638	2,549	2,577

¹ 電気：9.97GJ/kWh、A 重油：39.1GJ/kL、灯油：36.7GJ/kL

² 電気：0.000473t-CO2/kWh（平成 19 年度東北電力実績）、A 重油：2.71t-CO2/kL、
灯油：2.49t-CO2/kL（出典：算定・報告・公表制度における算定方法・排出係数一覧、環境省）

3.2.2 浅虫地区の温泉状況

(1) 浅虫温泉事業協同組合の概要

浅虫地区では、低下する温泉の湧出量や温度に対して、温泉の保護を行いながら集中管理し、給湯事業等を行うことを目的として、昭和 41 年に「浅虫温泉事業協同組合」（以下、「温泉組合」という）が設立された。現在、約 180 の組合員を有し、地域のホテル・旅館や一般家庭等へ温泉の供給を行っている。

(2) 温泉の現況

温泉組合が管理する源泉の状況および温泉利用量の推移を以下に示す。

温泉は、8 ケ所の源泉から平均 72℃という高温温泉を汲み上げている。温泉組合が供給する温泉の利用量は減少傾向にあり、組合発足当時の供給計画の 60 万 m³/年に対して、平成 18 年度は約 36 万 m³となっている。

表 3-4 源泉の状況

稼働中の源泉数	組合員所有源泉	5 ケ所	他に非使用源泉百数ヶ所
	集中管理源泉	3 ケ所	非使用源泉の代替堀
	計	8 ケ所	
泉温	61℃～78℃（平均 72℃）		
泉質	ナトリウム・カルシウム－硫酸塩・塩化物泉		

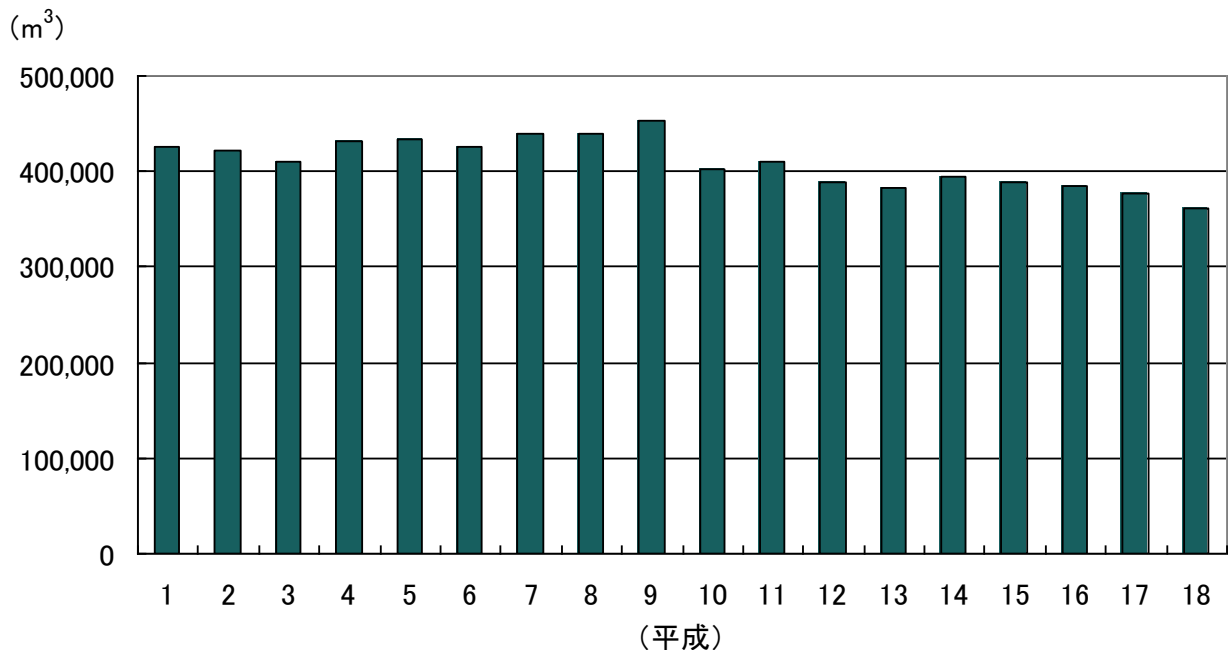


図 3-3 温泉利用量の推移

(3) 集中配湯設備の概要

温泉組合が運転管理を行っている温泉の集中配湯設備の概要を以下に示す。

1) 配湯のしくみ

温泉組合が供給する温泉は、青森県が許可した 8 ケ所の源泉から 61℃～78℃の温泉を汲み上げ、貯湯槽に入れる。これを温度調整して 50℃以上の温泉にし、基本管に流し込み、浅虫のほぼ全域に送っている。各利用者には、この基本管から分湯栓→メーター器→浴槽の経路で温泉を供給している。配湯のフローを以下に示す。

- ① 各源泉から水中ポンプ 2～3 台及び自給渦巻ポンプ 2～5 台で汲み上げ、3 系統の集湯管に流し込み、これを貯湯槽に押し出す。
- ② 貯湯槽に隣接した配湯ポンプ所において、これを 2 系統のポンプで第一地区（浅虫中央部及び海辺地域一帯）と第二地区（浅虫中央部以南一帯）に圧送する。
- ③ 第一地区へは、多段タービンポンプとブースター用の単段渦巻ポンプで送湯する。
- ④ 第二地区へは、単段渦巻ポンプで送湯するが、浅虫電話中継所方面へは第 3 中継所を置き、ラインポンプで更に加圧し送湯する。第二地区の温泉残量分は、第 1 中継所に設けた中継槽に一旦集める。これに同地の井戸から水中ポンプで汲み上げた伏流水を流し込み、そこで温泉の残量分と混合させ低温泉を造成する。これを第 1 中継槽の単段渦巻ポンプにより返り管を通過して貯湯槽に返され、温泉の温度調整をする。

2) 集中配湯設備の概要

表 3-5 集中配湯設備の概要

地点		設備内容	設備仕様等
源泉ポンプ	5 源泉(組合員所有源泉)	水中ポンプ	250L/分、24m、3.7kW
	3 源泉(集中管理源泉)	自吸渦巻ポンプ	100L/分、13m、0.75kW
貯湯槽	第一貯湯槽	貯湯槽	鉄板製、容量:220 m ³
	第二貯湯槽	貯湯槽	鉄板製、容量:120 m ³
配湯ポンプ	第一地区用	多段タービンポンプ	1,300L/分、45m、22kW
		単段渦巻ポンプ(ブースター用)	1,600L/分、17m、7.5kW
	第二地区	単段渦巻ポンプ	630L/分、23m、7.5kW
中継所	第一中継ポンプ所	単段渦巻ポンプ	1,000L/分、15m、5.5kW
	第一中継槽	水中ポンプ(第二水源井戸)	200L/分、15m、1.5kW
		水中ポンプ(第四水源井戸)	233～600L/分、29～11m、2.2kW
第二中継ポンプ所	多段タービンポンプ	230L/分、30m、3.7kW	
配湯管	浅虫全域	Φ150mm～25mm、石綿紙積層高圧管、塩化ビニール耐熱管、保温厚 30mm	

配湯管平面略図

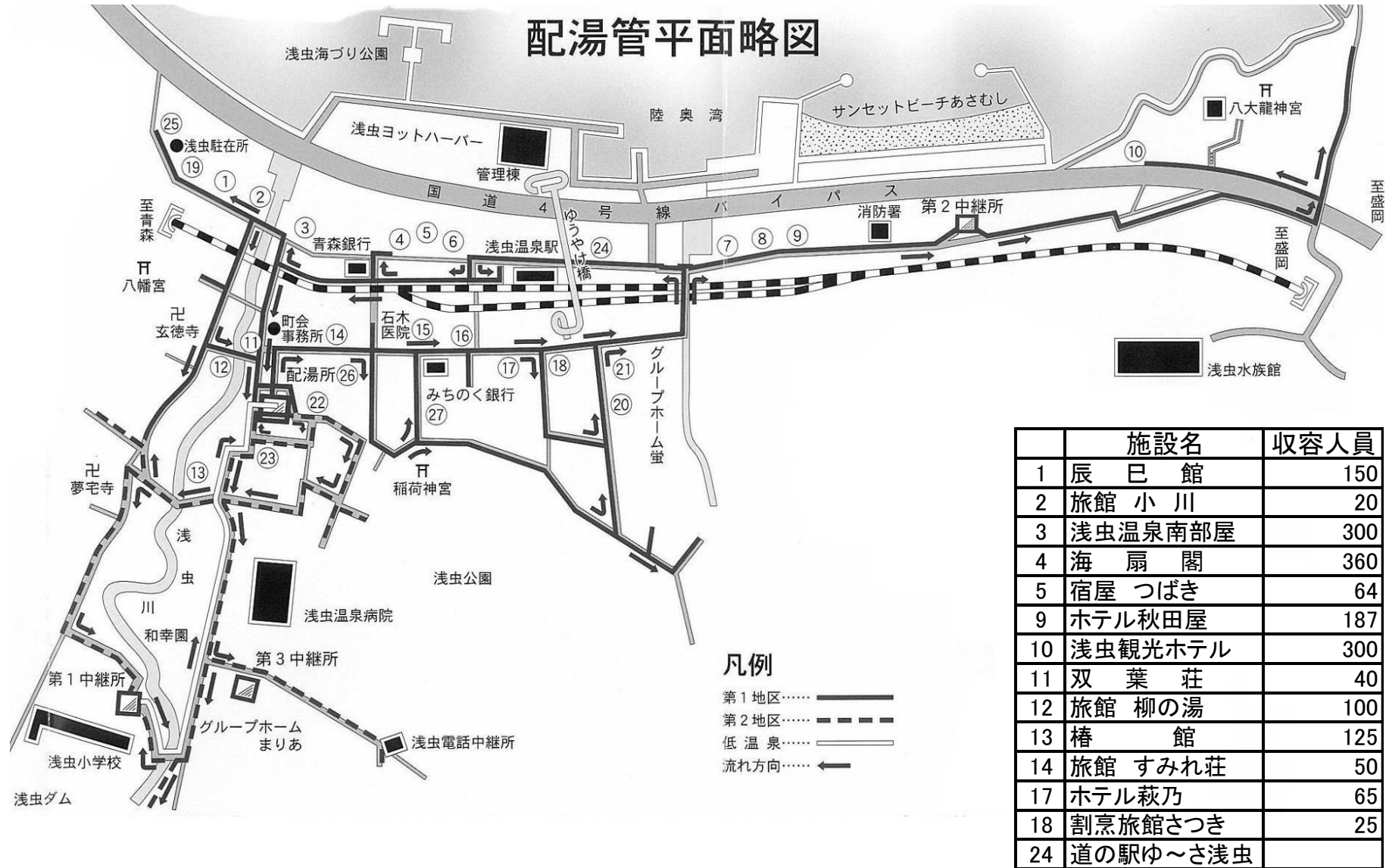


図 3-4 浅虫地区の温泉配湯管平面略図（出典：浅虫温泉事業協同組合パンフレット）

第4章 温泉熱利用設備導入に向けた最適システムの検討

4.1 導入技術の検討

浅虫地区で温泉熱のエネルギー利用を行うにあたり、技術特性、導入実績、コスト面等から、温泉熱利用技術の導入適合性について評価し、表 4-1 に示す。この結果、有望なシステムとしては、熱交換器、ヒートポンプシステムが挙げられる。

そこで、モデル施設において、熱交換器、ヒートポンプシステムを用いた温泉熱利用システムについて、検討を行う。

表 4-1 温泉熱利用技術の評価

	温泉熱発電	熱交換器	熱回収 ヒートポンプ
利用温度帯	80～120℃	20～120℃	10～40℃
導入実績	国内では温泉を活用した導入事例はないが、海外では導入事例がある	温泉熱のエネルギー利用方法として古くから多くの施設で導入されている	近年、国内でも導入事例が増えている
導入コスト	50kW の小型システムが国内で開発中であるが、イニシャルコストは高い	システムが簡易であり、イニシャルコストは安い	イニシャルコストは高いが、システムによっては大きな省エネ効果が見込まれる。
浅虫地区への導入適合性	利用可能温度が低い ×	技術的に容易であり、低コストで導入可能 ◎	一定の排湯量が見込め、安定的な給湯需要がある施設には有効 ○

4.2 温泉熱利用設備の導入シナリオの設定

浅虫地区において、温泉熱利用設備の導入システムを検討するにあたり、これまでに調査してきた地域のエネルギー需要地点と温泉熱資源の利用可能地点のマッチングを図りながら、最適システムの構築を検討する。

4.2.1 検討シナリオの設定

浅虫地区の温泉利用状況および各施設のエネルギー需要状況から、温泉熱利用設備の設置場所を抽出する。

浅虫温泉では温泉の集中管理方式を行っているが、既存の配湯方式をそのまま採用するか、または新規の配湯方式を採用するか、各ケースにおいて考えられる温泉熱の利用方法について検討を行う。検討を行う各ケースの概要を以下に示す。また、各ケースのシステムの特徴を表 4-2 に、温泉の配湯状況（ケース 1 は実績値を元に作成、ケース 2 は想定値を元に作成）を図 4-1 に示す。

ケース 1：既存集中管理方式での熱利用方法

システム：集中管理施設で源泉（72℃）と伏流水を混合して約 56℃の温泉を各施設まで配湯している現行方式における温泉熱利用を検討する。

温泉熱利用方法：温泉熱エネルギーの利用形態としては、高温源泉は集中管理施設付近、低温排湯は各施設付近での利用となる。

ケース 2：新規集中管理方式での熱利用方法

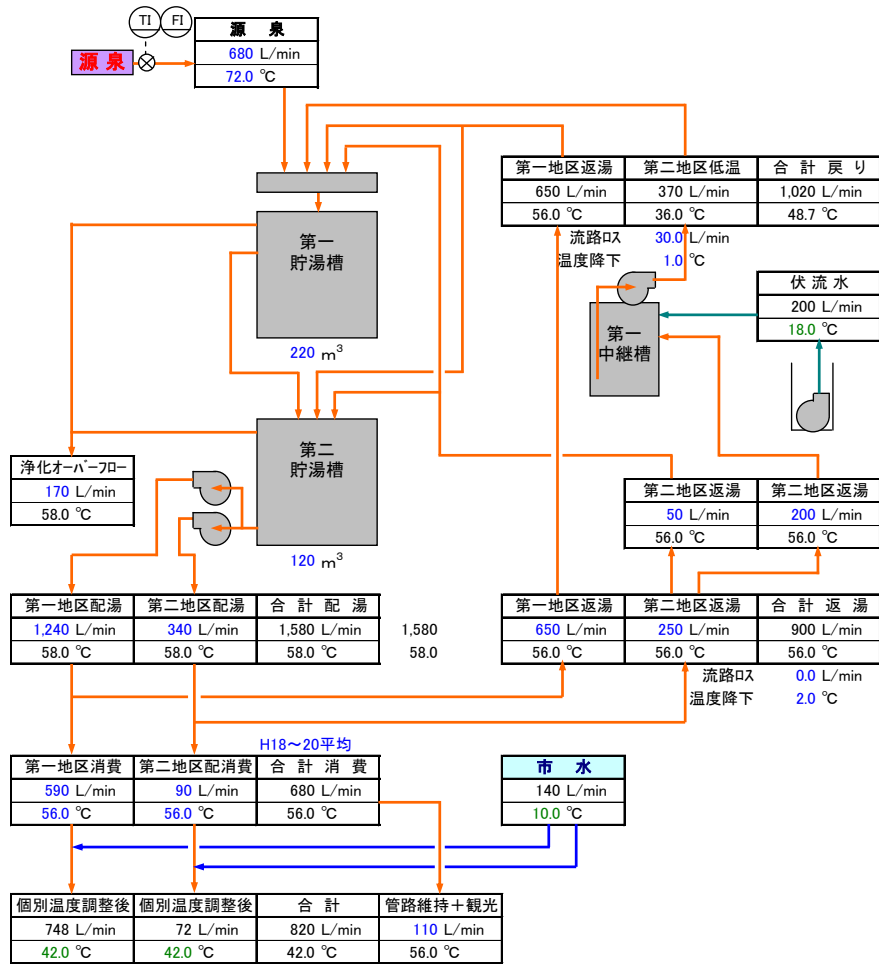
システム：集中管理施設で源泉と伏流水を混合せずに、約 62℃の高温温泉を各施設まで配湯し、各施設で上水等との混合により浴用利用するシステムを新たに構築する。

温泉熱利用方法：温泉熱エネルギーの利用形態としては、高温源泉は集中管理施設付近および各施設付近、低温排湯は各施設付近での利用となり、広い地域で高温の温泉エネルギーの活用が可能となる。

表 4-2 各配湯システムの特徴

	ケース1	ケース2
システム概要	<ul style="list-style-type: none"> 56℃で配湯する現状の配湯システム 	<ul style="list-style-type: none"> 62℃で配湯するシステム(現状の源泉揚湯量(680L/分)はほぼ同じで伏流水を加水しないため、各需要施設での加水量が増加することとなる。
メリット	<ul style="list-style-type: none"> 現状のシステムを維持するため、配湯システムに関して、追加工事費用が発生しない。 	<ul style="list-style-type: none"> 62℃で配湯するため、熱交換器等を用いて温泉熱を利用する場合に大きな温度差が取れる。
課題	<ul style="list-style-type: none"> 配湯温度が 56℃のため、熱交換器等で温泉熱を利用しようとしても、大きな温度差が取れない。 	<ul style="list-style-type: none"> 既存の配湯システムおよび需要施設の一部配管において、高温水に耐えられないため、配管の改修が必要となる。 現状システムより高温温泉が配湯されるため、需要施設(特に一般家庭)において、利用方法に注意が必要となる。 配湯温度の上昇とともに、温泉の従量単価も値上がりすることになると、一般家庭などの温泉熱利用を行わない需要家では、温泉又は水道料の支払いが増加する。

ケース1(56℃配湯)



ケース2(62℃配湯)

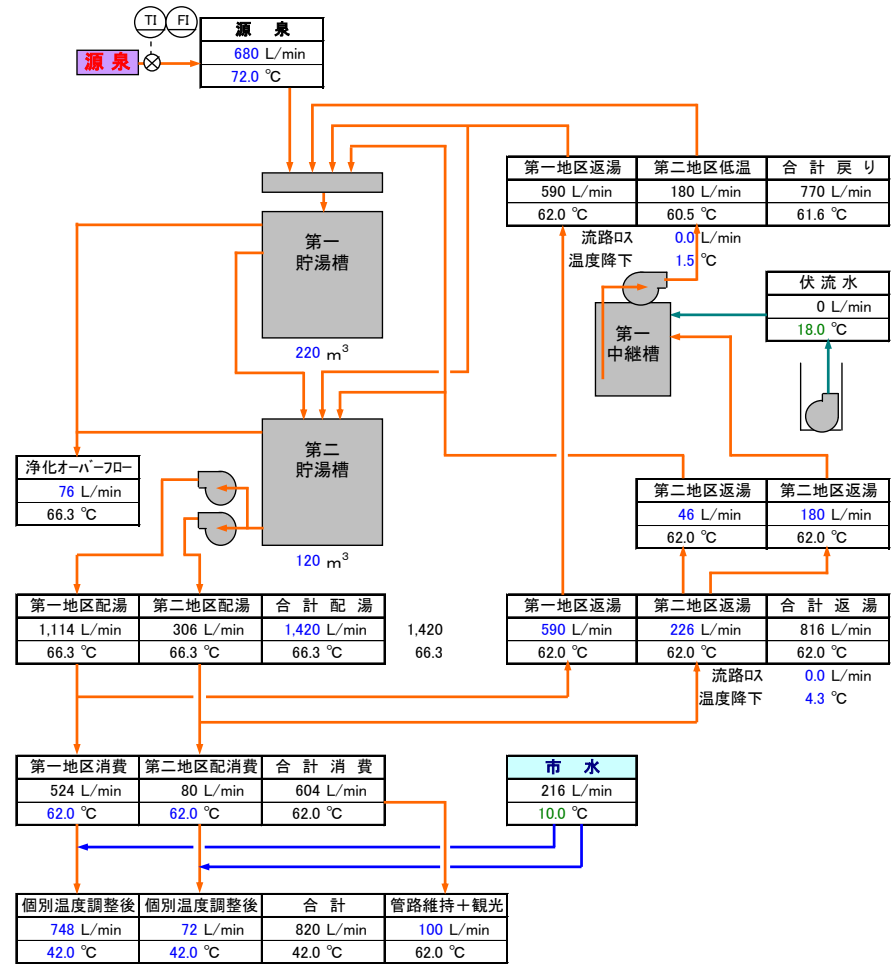


図 4-1 各シナリオによる温泉配湯の状況

温泉組合（源泉配湯所）から温泉の供給を受ける各宿泊施設および浅虫水族館（温泉配湯管近傍施設）において、各ケースで想定される温泉熱の利用方法および温泉熱エネルギーの利用可能性を整理する。

表 4-3 温泉熱エネルギーの利用可能地点および方法の例

温泉熱エネルギー 利用地点	ケース 1（56℃配湯）	ケース 2（62℃配湯）
温泉利用施設の 温泉給湯	中温温泉による熱交換（給湯予熱等） 利用可能性：小	高温温泉の熱交換（給湯・昇温） 利用可能性：中
温泉利用施設の 温泉排湯	温泉排湯活用によるヒートポンプ（暖房、給湯、加温） 利用可能性：中	温泉排湯活用によるヒートポンプ（暖房、給湯、加温） 利用可能性：中
浅虫水族館 （温泉配湯管近傍施設）	中温温泉による熱交換（海水加温等）、ヒートポンプ（暖房、加温） 利用可能性：小	高温温泉の熱交換（海水加温等）、ヒートポンプ（暖房、加温） 利用可能性：中
温泉組合 （源泉配湯所）	高温源泉の熱交換（給湯） 利用可能性：大	

4.3 検討システムの設定

温泉利用施設 A（大規模施設（収容人員 300 人超）、温泉利用施設 B（大規模施設（収容人員 300 人超）、中規模施設（収容人員約 200 人）、「道の駅」ゆ～さ浅虫、浅虫水族館（温泉配湯管近傍施設）、自家源泉利用施設、温泉組合（源泉配湯所）を対象に、温泉熱のエネルギー利用可能性について検討を行う。

導入効果の検討を行うシステムは、熱交換器（システム 1）、熱交換器+ヒートポンプ（システム 2）の 2 種類とし、各施設において導入を検討する検討システムを表 4-4 に示す。

表 4-4 検討システムの設定

温泉熱エネルギー 利用地点	ケース1	ケース2
①大規模施設 A	①-1-1:熱交換器 ①-1-2:熱交換器+ヒートポンプ	①-2-1:熱交換器 ①-2-2:熱交換器+ヒートポンプ
②大規模施設 B	②-1-1:熱交換器 ②-1-2:熱交換器+ヒートポンプ	②-2-1:熱交換器 ②-2-2:熱交換器+ヒートポンプ
③中規模施設	③-1-1:熱交換器 ③-1-2:熱交換器+ヒートポンプ	③-2-1:熱交換器 ③-2-2:熱交換器+ヒートポンプ
④「道の駅」ゆ～さ浅虫	④-1-1:熱交換器 ④-1-2:熱交換器+ヒートポンプ	④-2-1:熱交換器 ④-2-2:熱交換器+ヒートポンプ
⑤浅虫水族館 (温泉配湯管近傍施設)	⑤-1-1:熱交換器	⑤-2-1:熱交換器
⑥自家源泉利用施設	⑥-1-2 熱交換器+ヒートポンプ	
⑦温泉組合 (源泉配湯所)	⑦-1-1:熱交換器	

4.3.1 各検討システムの特徴

検討を行う各ケースの特徴を対象施設毎に整理する。

(1) 温泉利用施設 (①～④)

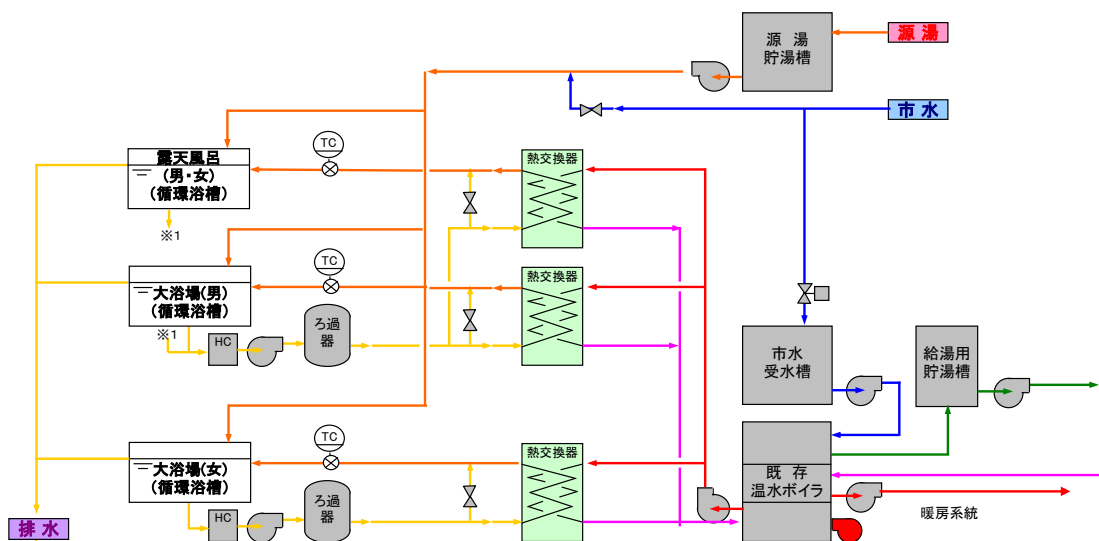


図 4-2 温泉利用施設の現状システム

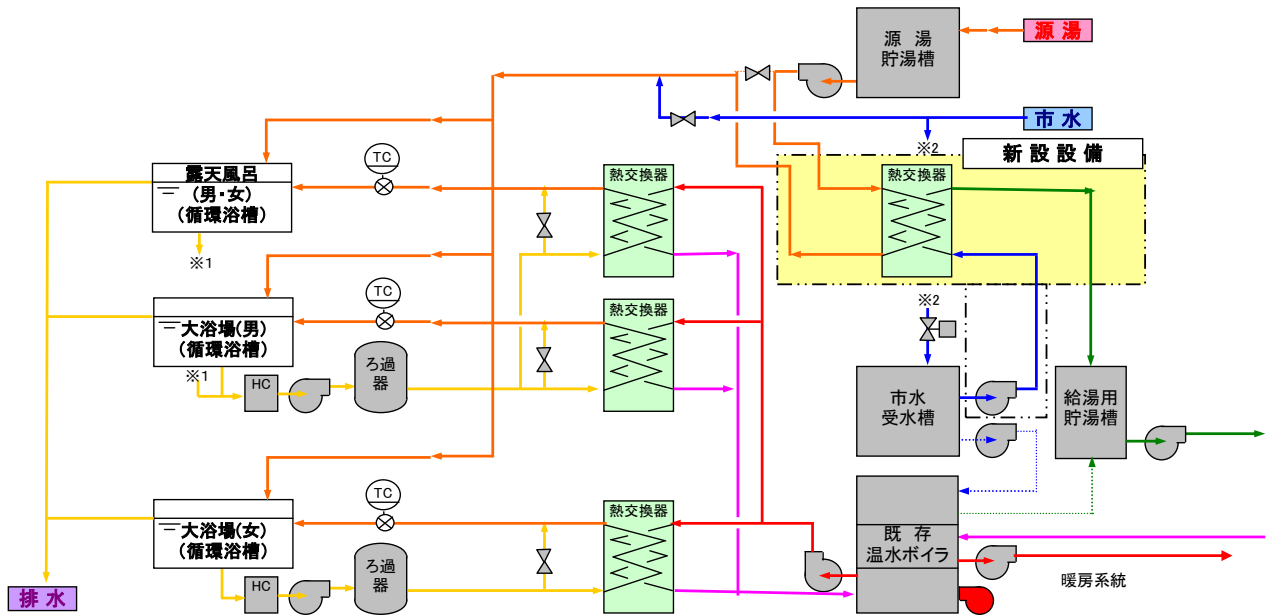


図 4-3 温泉利用施設における熱交換器設置（システム1）イメージ

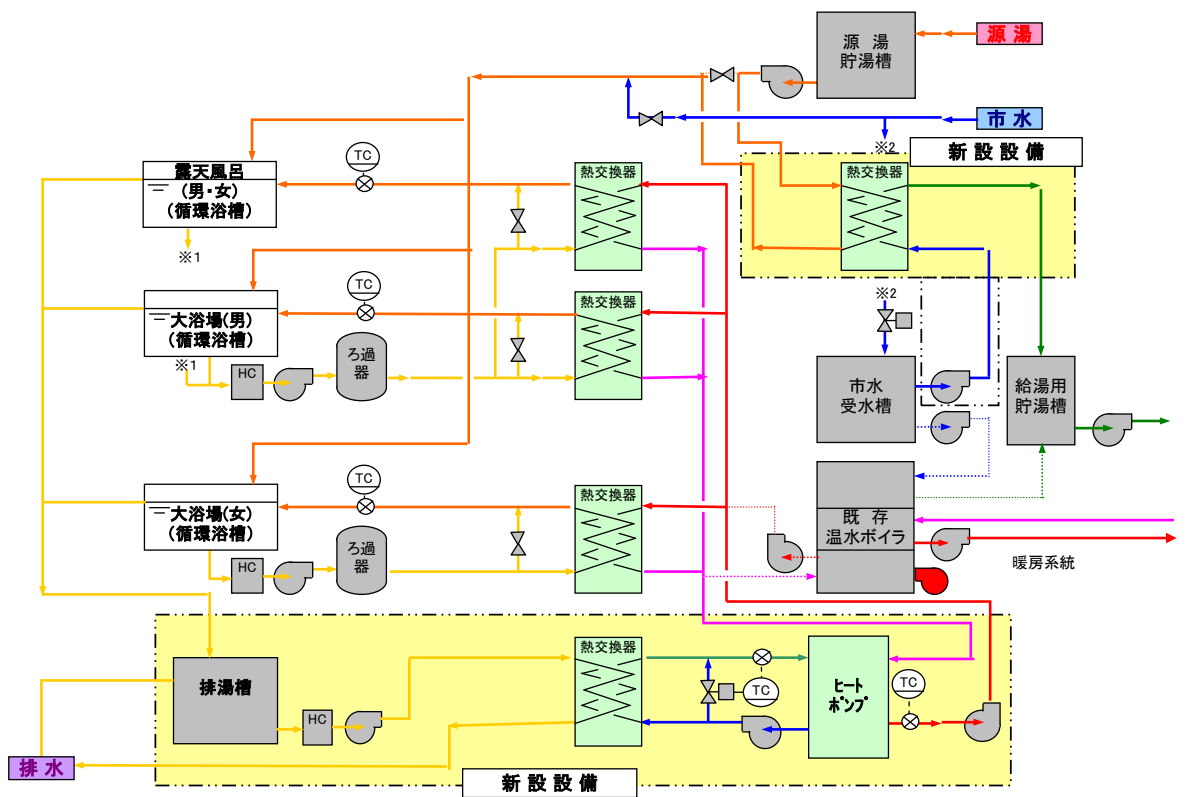


図 4-4 温泉利用施設における熱交換器+ヒートポンプ設置（システム2）イメージ

表 4-5 温泉熱利用施設における各システムの特徴

	現状システム	熱交換器を追加設置 (システム 1)	熱交換器+ヒートポンプを 追加設置 (システム 2)
システム 概要	<ul style="list-style-type: none"> 源湯を貯湯槽に貯め、上水を加水して温度調整しながら浴槽に温泉を注ぐ。営業時間中は、浴槽内の温泉を循環ろ過している。油焚きボイラーは、循環ろ過する温泉の加温のほか、給湯、暖房に利用されている。 	<ul style="list-style-type: none"> 現状システムに追加して熱交換器を設置し、源湯を加水前に上水と熱交換し、給湯用の温水を作る。 余剰熱がある場合には、温泉の加温にも用いる。 	<ul style="list-style-type: none"> 左記の熱交換器システムにさらにヒートポンプシステムを追加して設置する。各浴槽から排水される排湯を槽に貯め、ヒートポンプで熱回収を行い、温泉の加温や給湯の温水を作る。
メリット	—	<ul style="list-style-type: none"> 給湯用の温水を作るボイラーの使用燃料が削減される。 源湯を冷ますための加水量も減り、上下水道使用量が削減される。 導入コストが小さい。 	<ul style="list-style-type: none"> ボイラーの使用燃料が削減される。ヒートポンプが消費する電気は、油に比べて価格変動が小さく、光熱費の安定化を図ることができる。
課題	<ul style="list-style-type: none"> 高温の源湯を加水して冷ましており、温泉の熱エネルギーが有効に利用されていない。 	<ul style="list-style-type: none"> 熱交換器の設置費用、スペースが新たに必要となる。 	<ul style="list-style-type: none"> 排湯量や温水需要が少ないとヒートポンプの導入効果が小さくなる。 導入コストが大きい。 設置スペースが熱交換器に比べて大きい。 高温(70℃以上)温水を作る場合は効率が落ち、対応可能メーカーも限られる。

(2) 浅虫水族館 (5)

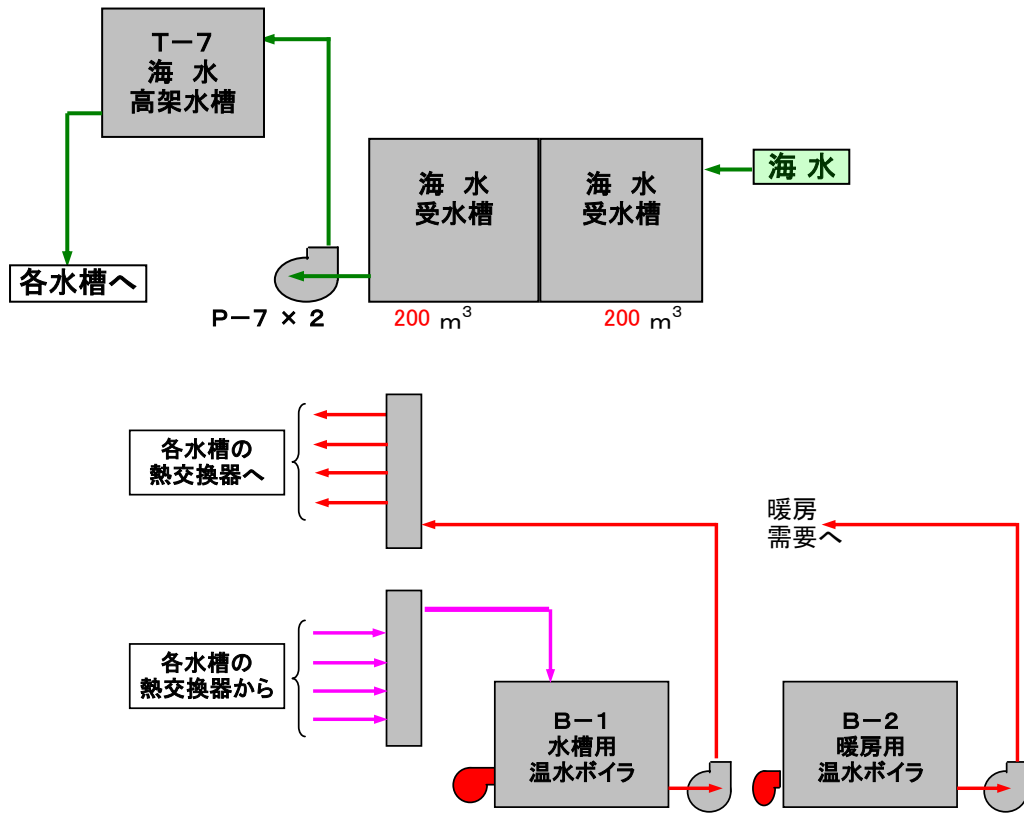


図 4-5 浅虫水族館の現状システム

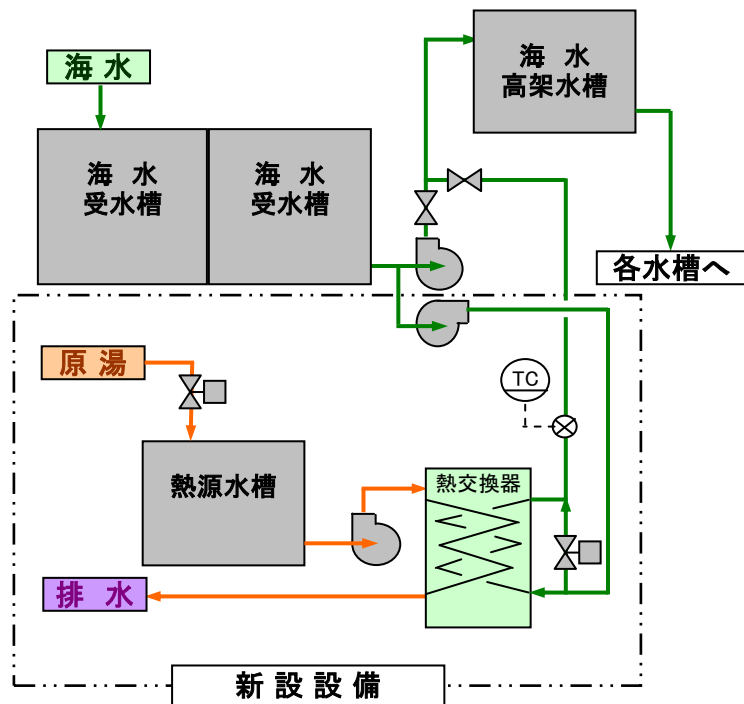


図 4-6 浅虫水族館における熱交換器設置イメージ

表 4-6 水族館における各システムの特徴

	現状システム	熱交換器(システム1)
システム概要	<ul style="list-style-type: none"> 海から取水した海水を水族館の海水受水槽に貯めてから各水槽に配水し、各水槽の海水は循環ろ過される。各水槽における海水の加温、冷却(水槽によって設定温度が異なる)は、各水槽に設置された熱交換器に油焚きボイラー、チラーによって作られた温水、冷水を供給することで温度調整を行っている。 油焚きボイラーは暖房にも利用されている。 	<ul style="list-style-type: none"> 水族館近隣の既存の温泉配湯管から水族館まで配湯管を分岐し、水族館敷地内で海水と熱交換を行い加温した海水を各水槽に配水する。
メリット	—	<ul style="list-style-type: none"> ボイラーの使用燃料が削減される。
課題	<ul style="list-style-type: none"> 水槽内の海水加温に多くの A 重油を消費している。 	<ul style="list-style-type: none"> 源湯を水族館まで引く配管敷設コストがかかる。 冷却する水槽もあるため、一部の水槽では加温した海水をチラーで冷却する必要がある。 現在の温泉組合の規約上では、入浴用に温泉を利用しない者の入浴外利用(温泉のエネルギー利用等)は認められていないため、規約の改正が必要である。

(3) 自家源泉利用施設 (⑥)

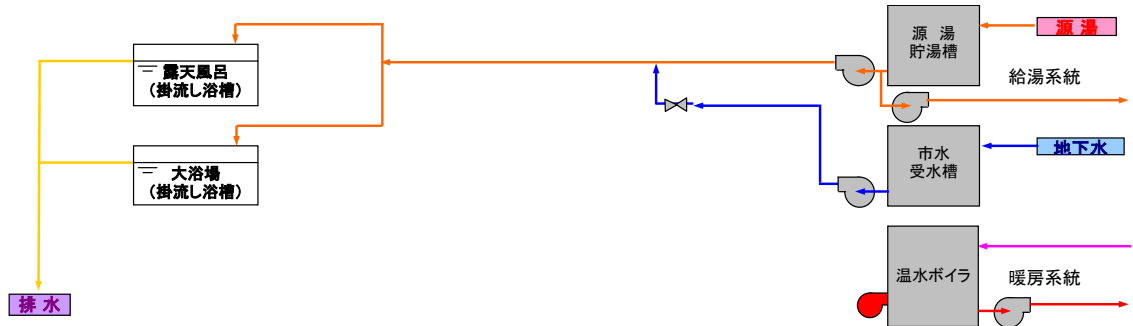


図 4-7 自家源泉利用施設の現状システム

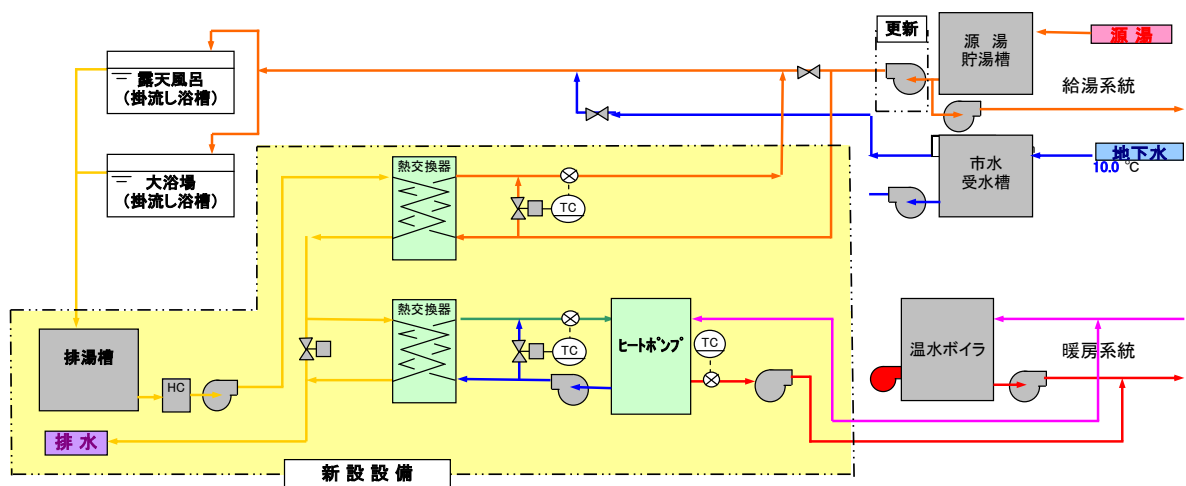


図 4-8 自家源泉利用施設における熱交換器+ヒートポンプ設置 (システム2) イメージ

表 4-7 自家源泉利用施設における各システムの特徴

	現状システム	熱交換器+ヒートポンプ(システム2)
システム概要	<ul style="list-style-type: none"> 源湯を地下水で加水して温度調整を図りながら掛け流しで浴槽に供給している。源湯は給湯にも利用している。 油焚きボイラーは暖房に利用されている。 	<ul style="list-style-type: none"> 源湯および温泉排水から熱交換により、ヒートポンプから熱回収を行い、暖房用の温水を供給する。
メリット	—	<ul style="list-style-type: none"> ボイラーの使用燃料が削減される。ヒートポンプが消費する電気は、油に比べて価格変動が小さく、光熱費の安定化を図ることができる。
課題	<ul style="list-style-type: none"> 温泉の熱利用が行われていない。 	<ul style="list-style-type: none"> ヒートポンプが暖房の温水需要に対してのみでの利用では、稼働率が低く、導入効果が小さくなる。 導入コストが大きい。 設置スペースが熱交換器に比べて大きい。 高温(70℃以上)温水を作る場合は効率が落ち、対応可能メーカーも限られる。

(4) 温泉組合 (7)

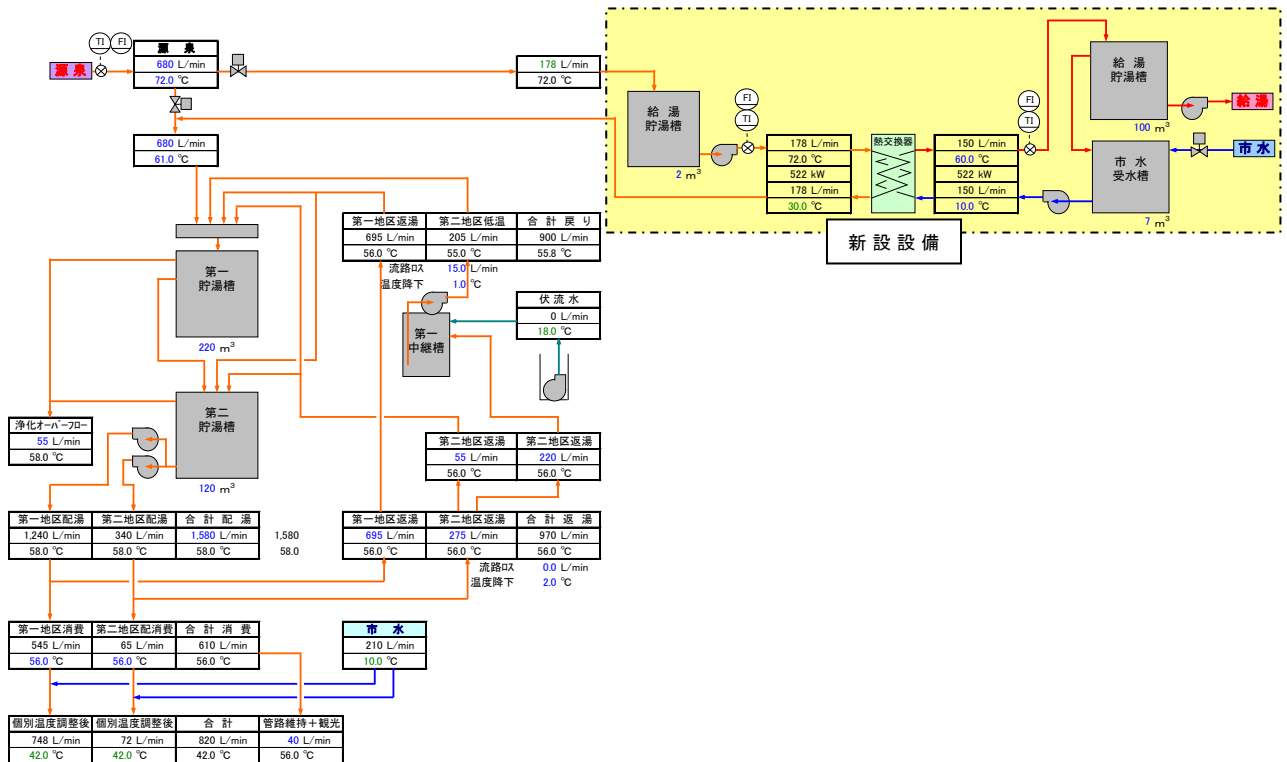


図 4-9 温泉組合の配湯システムにおける熱交換器設置 (システム1) イメージ

表 4-8 温泉組合の配湯システムにおける各システムの特徴

	熱交換器(システム1)
システム概要	<ul style="list-style-type: none"> 源湯の揚湯量を増量し、熱交換によって温水を作る。生成した温水は配湯所近隣の施設へ供給する。
メリット	<ul style="list-style-type: none"> 本システムによって温水供給を受ける施設では、ボイラーの使用燃料が削減される。
課題	<ul style="list-style-type: none"> 源湯の揚湯量が現状より増加する。 温水を供給する配管を新たに敷設する必要がある。 温水供給を受けられる施設が限られる。

4.4 検討結果のまとめ

4.4.1 試算条件

これまでに設定した各ケースについて、温泉熱利用設備の導入効果を試算する。試算にあたって設定した各種条件を以下に示す。

(1) 各施設設定条件

各施設における設定条件を以下に示す。

① 大規模施設 A

- ・温泉排湯は洗い場の雑排水と合流しているため、温泉排湯と雑排水の合計量からヒートポンプの熱回収を行うものとした。

② 大規模施設 B

- ・温泉排湯は洗い場の雑排水と合流しているため、温泉排湯と雑排水の合計量からヒートポンプの熱回収を行うものとした。

③ 中規模施設

- ・上水使用量が不明なため、温泉利用量との熱バランスから上水使用量を設定した。

④ 「道の駅」ゆ～さ浅虫

- ・熱交換器およびヒートポンプによる温水の供給先は給湯用のみとした。従って燃料使用量には暖房用に用いられた燃料使用量は含まれていない。
- ・当該施設は日帰り浴場であり、毎日夜間に浴槽の温泉を入れ替えるため、熱交換器による熱交換は営業時間中の温泉供給量を対象とした。

⑤ 浅虫水族館

- ・温泉組合の温泉供給余裕量から、温泉配湯管から熱回収を行う温泉量は最大 100L/分とした。
- ・海水温度が低い 11 月から 6 月までの 8 ヶ月間を対象に、温泉からの熱交換により海水を 17°C まで加温するのに必要な温泉の供給（最大 100L/分）を受けるものとした。

⑥ 自家源泉利用施設

- ・エネルギー使用量、温泉揚湯量等が不明なため、施設規模等を「②中規模施設」の条件を参考にして設定した。

⑦ 温泉組合

- ・燃料料金の試算では、熱交換器の追加システムによって温水供給を行うことを想定し、その温水供給を受ける施設の燃料費削減額を試算した。電気料金は追加システム設置により、ポンプ動力等にかかる費用を試算した。

(2) 主な試算条件

各ケースの導入効果の試算にあたって設定した条件を以下に示す。

■前提条件

- ・ 上水温度：10℃
- ・ 温泉排湯温度：35℃
- ・ 光熱水費
 電気契約：業務用電力形態
 ボイラー燃料代：A 重油：55 円/L（「道の駅」ゆ～さ浅虫以外）、灯油：65 円/L（「道の駅」ゆ～さ浅虫）
 上下水道料金：600 円/m³（「道の駅」ゆ～さ浅虫以外）、143 円/m³（「道の駅」ゆ～さ浅虫：公衆浴場料金）
 温泉使用料金：ケース 2 では、ケース 1 と比較して温泉使用量は減少するが、供給する源泉の温度が現況供給温度より高くなるため、温泉の従量料金も熱量に応じて高く設定する必要がある。今回の試算では、ケース 1 とケース 2 において、各施設が支払う温泉利用料金は同じとして、現況との差額は 0 円とした。ただし、水族館に関しては、新規に温泉を利用することを想定するため、ケース 1 では温泉の従量料金として 70 円/m³と設定した。浅虫水族館のケース 2 では、温泉使用量がケース 1 に比べて減少するが、上記の理由から温泉使用料金はケース 1 と同額になるとして、温泉の従量料金を 79.9 円/m³と設定した。
- ・ 設備運転時間
 各施設における源泉加温、暖房運転、給湯稼働の時間、給湯栓稼働率は以下のように設定した。

	①大規模 施設 A	②大規模 施設 B	③中規模 施設	④「道の駅」 ゆ～さ浅虫	⑤浅虫 水族館	⑥自家源泉 利用施設
源泉加温 時間	8,760h/年	8,760h/年	8,760h/年	5,475h/年	—	—
暖房運転 時間	3,600h/年	3,600h/年	3,600h/年	2,100h/年	3,600h/年	3,600h/年
給湯稼働 時間	8,760h/年	8,760h/年	8,760h/年	5,110h/年	—	—
給湯栓稼 働率	4.5%	1.9%	1.9%	3.0%	—	4.2%

■システム設定条件

- ・ 熱交換器：プレート式熱交換器の設置を想定し、熱交換効率は 100%とした。
- ・ ヒートポンプ：水熱源式ヒートポンプの設置を想定し、温度条件によらず COP は 3 とした。

■コスト関連の設定条件

・建設費

建設費は、各施設で新規システムの導入に係る追加コスト（システム図で示したハッチング部分）とする。施設によっては、既存機械室内に追加設備（熱交換器、ヒートポンプ）を設置するスペースがなく、屋外に設置する場合も考えられるが、その場合の建屋等の費用は見込んでいない。また、ケース2の場合、温泉組合（源泉配湯所）および一部配湯配管の改修等が必要となるが、これらのコストは検討の対象外とする。

建設費は、機器費、電気設備費、工事費からなる直接費と諸経費（対直接工事費：27.63%（1000万円以下）、21.88%（1000万円～5000万円以下）、19.97%（5000万円超））からなるものとした。

・保守・メンテナンスコスト

各設備における保守点検、部品交換等にかかる費用として、熱交換器設置（システム1）は建設費の4%、熱交換器+ヒートポンプ設置（システム2）は建設費の2.5%が毎年かかるとした。

・補助金

検討対象システムに対する補助制度はいくつか想定されるが、今回は建設費の1/3の補助金が適用できる場合を想定して試算した。

(3) 評価項目

各ケースの導入効果の評価については、これまでに設定した各種条件をもとに算出した下記項目をもとに行う。

■光熱水費削減額

■CO2削減量

■建設費

■投資回収年数（建設費÷（年間光熱水費削減額－年間保守・メンテナンスコスト））

4.4.2 試算結果

各ケースについて試算した結果を表4-9に示す。

なお、A重油、灯油は現時点の価格を用いて試算したが、石油系燃料の価格は変動が大きく、また、石油系燃料の価格が高騰した場合には、電気を熱源とするヒートポンプの導入効果が高まる。そのため、石油系燃料が高騰した場合も想定し、感度分析を行い、表4-10に示す。

表 4-10 燃料価格別の感度分析結果

燃料代単価		①大規模施設A				②大規模施設B				③中規模施設				④「道の駅」ゆ～さ浅虫				⑤浅虫水族館		⑥自家源泉 利用施設	⑦温泉組合		
A重油 (円/L)	灯油 (円/L)	温泉熱利用 システム		ケース1		ケース2		ケース1		ケース2		ケース1		ケース2		ケース1	ケース2	ケース1	ケース1				
		①-1-1	①-1-2	①-2-1	①-2-2	②-1-1	②-1-2	②-2-1	②-2-2	③-1-1	③-1-2	③-2-1	③-2-2	④-1-1	④-1-2	④-2-1	④-2-2	⑤-1-1	⑤-2-1	⑥-1-2	⑦-1-1		
		熱交換器	熱交換器 +ヒートポンプ	熱交換器	熱交換器 +ヒートポンプ	熱交換器	熱交換器 +ヒートポンプ	熱交換器	熱交換器 +ヒートポンプ	熱交換器	熱交換器 +ヒートポンプ	熱交換器	熱交換器 +ヒートポンプ	熱交換器	熱交換器 +ヒートポンプ	熱交換器	熱交換器 +ヒートポンプ	熱交換器	熱交換器	熱交換器 +ヒートポンプ	熱交換器		
		建設費合計 (税込)		11,779	105,310	12,033	104,743	12,355	64,194	12,355	64,194	12,743	70,605	12,355	69,925	16,598	102,274	16,496	102,173	70,064	70,064	100,347	112,767
		保守・メンテナ ンスコスト		471	2,633	481	2,619	494	1,605	494	1,605	510	1,765	494	1,748	664	2,557	660	2,554	2,803	2,803	2,509	4,511
55	65	光熱水費削減予 定額 (千円/年)		-9,976	-9,566	-10,191	-9,685	-2,126	3,024	-2,291	74	-2,232	-1,595	-1,032	-395	-2,557	-1,978	-2,486	-1,907	-2,518	-2,518	1,743	-25,371
		単純投資回収年 数(補助なし)		1.2	15.2	1.2	14.8	7.6	—	6.9	—	7.4	—	23.0	—	8.8	—	9.0	—	—	—	—	5.4
		単純投資回収年 数(補助率1/3)		0.8	10.4	0.8	10.1	5.2	—	4.7	—	5.1	—	15.7	—	6.0	—	6.2	—	—	—	—	3.7
80	90	光熱水費削減予 定額 (千円/年)		-11,201	-14,191	-11,841	-13,460	-2,401	2,074	-2,641	-951	-2,507	-3,045	-1,307	-1,845	-3,172	-3,063	-3,101	-2,992	-4,578	-4,578	158	-37,071
		単純投資回収年 数(補助なし)		1.1	9.1	1.1	9.7	6.5	—	5.8	—	6.4	55.2	15.2	721.8	6.6	202.1	6.8	233.4	39.5	39.5	—	3.5
		単純投資回収年 数(補助率1/3)		0.7	6.2	0.7	6.6	4.4	—	3.9	—	4.4	37.7	10.4	492.7	4.5	137.9	4.6	159.3	26.9	26.9	—	2.4
100	110	光熱水費削減予 定額 (千円/年)		-12,181	-17,891	-13,161	-16,480	-2,621	1,314	-2,921	-1,771	-2,727	-4,205	-1,527	-3,005	-3,664	-3,931	-3,593	-3,860	-6,226	-6,226	-802	-46,431
		単純投資回収年 数(補助なし)		1.0	6.9	0.9	7.6	5.8	—	5.1	386.3	5.7	28.9	12.0	55.6	5.5	74.4	5.6	78.3	20.5	20.5	—	2.7
		単純投資回収年 数(補助率1/3)		0.7	4.7	0.6	5.2	4.0	—	3.5	263.7	3.9	19.8	8.2	38.0	3.8	50.8	3.8	53.4	14.0	14.0	—	1.8

第5章 導入システムの詳細検討

5.1 詳細検討システムの抽出

温泉熱利用設備の導入にあたり、具体的な導入機器、設置スペース、保守・メンテナンス等について検討を行う。検討を行うシステムとしては、これまでにモデル検討を行った各ケースの中から、実現性、費用対効果等において有望なものを抽出した。

■ 費用対効果等の観点から抽出した有望システム

I：ケース 2（62℃配湯）は現状配湯システムのケース 1（56℃配湯）に比べて、配湯管改修コストが発生し、そのコスト上昇分（既存配湯管改修費約 2.8 千万円）を上回るだけの費用対効果がみられないことや、温泉組合加入の一般家庭など温泉熱利用を行わない需要家では、加水量の増加により水道料金の負担が増加する等の課題があるため、ケース 1（56℃配湯）のモデルを抽出した。

→ケース 1 のモデルを対象

II：単純投資回収年数として 5 年以内を目安（補助金（1/3）を考慮した場合）として抽出した。

→①-1-1、②-1-1、③-1-1、④-1-1

III：ヒートポンプを含んだシステム 2 について、現状の燃料価格では費用対効果が低いものの、将来的に石油系燃料が上昇した場合には効果がみられる大規模施設 A での導入モデルを抽出した。

→①-1-2

■ 地域におけるモデル性、啓発効果等の観点から抽出した有望システム

IV：水族館における検討システムについて、現状の燃料価格では費用対効果が低いものの、その他省エネルギーシステムとの組み合わせによる効果が期待できる可能性があること、また、環境配慮型の施設としてのイメージアップ効果や、多くの児童・生徒が訪れる施設でもあり環境教育等の観点からも抽出した。

→⑤-1-1

V：温泉組合の源泉からの熱交換（⑦-1-1）システムについて、組合の配湯所から「道の駅」ゆ～さ浅虫まで給湯管を敷設するケースをモデル的に検討するため抽出した。

→⑦-1-1 の変更モデル

VI：温泉排湯を利用したヒートポンプ導入モデルの経済性が低い理由の一つとして、排湯量の不足が考えられるため、公共排水路から温泉排湯を取水し、ヒートポンプの熱源として利用するモデルを新たに追加した。熱の供給先は「道の駅」ゆ～さ浅虫を対象とする。

→⑧-1-2 のモデルを追加

5.2 各システムの詳細検討

(1) 機器リスト、設置スペースの検討

前ページで抽出したシステムについて、詳細検討を行う。各ケースについては、機器リストおよび設置イメージ図を作成した（資料編参照）。また、これらの各ケースの試算結果を表 5-1 に示す。なお、表 4-9 の試算結果からの変更点は、「道の駅」ゆ〜さ浅虫を対象に⑦-1-1 の変更モデル、⑧-1-2 を追加し、保守・メンテナンスコストについて各ケースの詳細数値を入れている。

■各システムの機器の構成、設置スペース

▶ 熱交換器

- ・主要機器：プレート式熱交換器、ポンプ類
- ・設置スペース：本システムの設置には大きなスペースを必要としないため、既存の機械室内に収められることが可能な場合が多い。ただし、配管の設置ルート等を考慮する必要がある。

▶ 熱交換器+ヒートポンプ

- ・主要機器：プレート式熱交換器（源泉用、排湯用）、ヒートポンプ、排湯回収槽、ポンプ類
- ・設置スペース：排湯を熱源としたヒートポンプの設置には、ヒートポンプ本体の他に、排湯の回収槽や複数のポンプ設置が必要となり、多くの施設ではこれらの追加的な設備を既存機械室内に収めることが困難である。そのため、施設外の駐車場スペースなどに新たな設置スペースを設ける必要が生じる。

（*既存ボイラーは撤去せずにバックアップ、ピーク対応として残しておくことが望ましい。）

(2) 保守・メンテナンスコストの検討

温泉熱利用設備の主な保守・メンテナンスの内容を以下に示す。ヒートポンプ設備についても特別なメンテナンスは必要なく、一般的な設備と同様の保守内容となる。

■熱交換器

- ・熱交換器本体：定期点検（日常）、分解清掃（3年に1回）
- ・ポンプ類：定期点検（日常）、部品交換（3～4年に1回）

■ヒートポンプ

- ・熱交換器本体：定期点検（日常）、分解清掃（3年に1回）
- ・ポンプ類：定期点検（日常）、部品交換（3～4年に1回）
- ・ヒートポンプ：定期点検（日常）、全分解整備（10年に1回）
- ・自動ストレーナー：定期点検（日常）、部品交換（2年に1回）

*保守・メンテナンスの頻度、内容については、メーカー、エンジニアリング会社、浅虫地区の旅館設備担当者等にヒアリングした結果を元に標準的なモデルとして作成したが、実際の各設備の運用状況等によって異なる。

表 5-1 詳細検討各ケース試算結果

施設番号		①			②		③		④				⑤		
施設名称		大規模施設A			大規模施設B		中規模施設		「道の駅」ゆ～さ浅虫				浅虫水族館		
温泉熱利用システム		想定現況	ケース1		想定現況	ケース1		想定現況	ケース1			想定現況	ケース1		
			①-1-1	①-1-2		②-1-1	③-1-1		④-1-1	⑦-1-2	⑧-1-2		⑤-1-1		
			熱交換器	熱交換器+ヒートポンプ		熱交換器	熱交換器		熱交換器	熱交換器	熱交換器(温泉組合からの給湯供給)		排湯回収ヒートポンプ	熱交換器	
源湯使用量	(m ³ /日)	115	115	115	17	17	43	43	144	144	144	144	0.0	50.0	
源湯配湯温度	(°C)	56.0	56.0	56.0	56.0	56.0	56.0	56.0	56.0	56.0	56.0	56.0	—	56.0	
温泉熱利用熱量	(kW)	139.5	167.4	320.7	0.0	12.1	0.0	36.3	0.0	41.2	52.3	34.9	0.0	104.0	
燃料料金	燃料使用量	(kL/年)	250.0	201.0	65.0	241.0	230.0	115	104	61.7	37.1	14.7	14.7	130.4	48.0
	燃料単価	(円/L)	55	55	55	55	55	55	55	65	65	65	65	55	55
	料金	(千円/年)	13,750	11,055	3,575	13,255	12,650	6,325	5,720	4,011	2,412	956	956	7,172	2,640
	差額	(千円/年)		-2,695	-10,175		-605		-605		-1,599	-3,055	-3,055		-4,532
電気料金	更新契約方式(東北電力)	高圧業務Ⅱ	高圧業務Ⅱ	高圧業務Ⅱ	高圧業務Ⅱ	高圧業務Ⅱ	高圧業務Ⅱ	高圧業務Ⅱ	高圧業務Ⅱ	高圧業務Ⅱ	高圧業務Ⅱ	高圧業務Ⅱ	高圧業務Ⅱ	高圧業務Ⅱ	高圧業務Ⅱ
	契約電力	(kW)	330	331	414	245	246	220	221	174	174	176	197	246	252
	使用電力量	(kWh/年)	1,801,000	1,812,000	2,306,000	1,801,000	1,812,000	542,600	550,000	738,800	738,800	752,800	943,784	2,153,960	2,202,779
	基本料金	(円/kW・月)	1,585.5	1,585.5	1,585.5	1,585.5	1,585.5	1,585.5	1,585.5	1,585.5	1,585.5	1,585.5	1,585.5	1,585.5	1,585.5
	電力量料金	夏季	(円/kWh)	13.63	13.63	13.63	13.63	13.63	13.63	13.63	13.63	13.63	13.63	13.63	13.63
		その他季	(円/kWh)	12.49	12.49	12.49	12.49	12.49	12.49	12.49	12.49	12.49	12.49	12.49	12.49
	基本料金	(千円/年)	6,279	6,298	7,877	4,661	4,680	4,186	4,205	3,311	3,311	3,349	3,756	4,680	4,795
	電力量料金	(千円/年)	23,008	23,148	29,459	23,008	23,148	6,932	7,026	9,438	9,438	9,617	12,057	27,603	28,226
差額	(千円/年)		159	8,049		159		113		0	217	3,064		738	
上下水道料金	上水使用量	(m ³ /年)	36,100	23,700	23,700	8,500	5,700	9,100	6,200	19,000	12,300	14,500	14,500	対象外	
	上下水道単価	(円/m ³)	600	600	600	600	600	600	600	143	143	143	143		
	料金	(千円/年)	21,660	14,220	14,220	5,100	3,420	5,460	3,720	2,717	1,759	2,074	2,074		
	差額	(千円/年)		-7,440	-7,440		-1,680		-1,740		-958	-643	-643		0
温泉利用料金	温泉使用量	(m ³ /年)											0	18,230	
	温泉使用単価	(円/m ³)												70	
	料金	(千円/年)												1,276	
	差額	(千円/年)												1,276	
光熱水費合計		(千円/年)	64,697	54,721	55,131	46,024	43,898	22,903	20,671	19,477	16,920	15,996	18,843	39,455	36,937
光熱水費削減予定額		(千円/年)		-9,976	-9,566		-2,126		-2,232		-2,557	-3,481	-634		-2,518
光熱水費削減率		(%)		15.4	14.8		4.6		9.7		13.1	17.9	3.3		6.4
CO ₂ 排出量	燃料起源	(t-CO ₂ /年)	679	544	176	652	623	312	281	154	92	46	92	353	130
	電力起源	(t-CO ₂ /年)	852	857	1,091	568	571	257	260	349	349	402	349	1,019	1,042
	合計	(t-CO ₂ /年)	1,531	1,401	1,267	1,220	1,194	569	541	503	441	448	441	1,372	1,172
	現況差	(t-CO ₂ /年)		-130	-264		-26		-28		-62	-55	-62		-200
1. 機器費			2,600	26,610		3,280		3,570		4,910	10,480	22,180		16,890	
2. 電気設備費			4,050	40,050		3,600		3,600		5,100	23,100	10,900		17,300	
3. 工事費			2,140	16,940		2,340		2,340		2,960	30,850	30,450		21,430	
直接工事費計			8,790	83,600		9,220		9,510		12,970	64,430	63,530		55,620	
諸経費			2,428	16,695		2,547		2,627		2,838	12,867	12,687		11,107	
建設費合計(税別)			11,218	100,295		11,767		12,137		15,808	77,297	76,217		66,727	
消費税			561	5,015		588		607		790	3,865	3,811		3,336	
建設費合計(税込)			11,779	105,310		12,355		12,743		16,598	81,162	80,028		70,064	
補助金(建設費の1/3とする)			3,739	33,432		3,922		4,046		5,269	25,766	25,406		22,242	
保守・メンテナンスコスト			536	2,717		417		417		861	945	1,544		1,658	
単純投資回収年数(補助なし)			1.2	15.4		7.2		7.0		9.8	32.0	—		81.5	
単純投資回収年数(補助率1/3)			0.9	10.5		4.9		4.8		6.7	21.8	—		55.6	

5.3 事業化に向けた課題

これまでに検討してきた各システムの導入に向けての課題を整理する。

■熱交換器

- ・ 運転制御：温水の製造が源泉利用時（浴槽温泉入替時等）に限られるため、貯湯槽等で調整が必要となる。
- ・ 設置スペース：ヒートポンプに比べて設置スペースは大きくないが、既存機械室内に新たな設置スペースが確保必要となる。
- ・ 導入コスト：ヒートポンプに比べて導入コストは各施設ともに 1～1.5 千万円程度であるが、費用対効果等を考慮した導入検討が必要である。
- ・ その他：温泉組合の配湯システムからの熱交換による給湯の場合、組合の合意形成、給湯単価、配湯管敷設のコスト負担等の協議が必要である。（温泉組合の配湯システムから「道の駅」ゆ～さ浅虫まで給湯管を敷設（約 600m）した場合、約 2.5 千万円の工事費がかかるため、既存配湯管の改修時に合わせた計画や他施設への給湯等の検討が必要である。）

■ヒートポンプ

- ・ 運転制御：温水製造の運転制御は可能であるが、熱源となる温泉排水が安定的に利用可能な状態が必要となる。ヒートポンプは夜間の安価な電力を活用すると、特に夜間に温熱需要がある施設での導入効果は大きくなる。
- ・ 設置スペース：ヒートポンプ本体、排湯槽の設置など、既存機械室内に収まらない施設がほとんどであるため、駐車場スペースの有効活用などが必要である。また、排湯の引き込みには、既存排湯管の位置に注意する必要がある。また、公共排水路から排湯を引き込む場合は行政等との協議が必要である。
- ・ 導入コスト：施設規模による違いはあるが、1 億円前後の導入コストがかかるため、費用対効果の大きくなる最適なシステム規模の設定、補助金の活用等が必要である。

第6章 事業化に向けたスキームの検討

6.1 導入推進に向けて

温泉熱利用設備の導入推進に向けて検討・活用する事項を以下に整理する。

(1) 各システムの導入に向けて

- ・本調査で検討した各システムの導入にあたっては、各施設の経営判断により導入の可否、タイミングが検討されるものとなる。
- ・浅虫地区において、温泉熱のエネルギー利用の普及に向けて、まずは「道の駅」ゆ〜さ浅虫などの公共施設において率先的なモデル導入を行い、その効果等を実証しながら、他施設への波及を期待する。
- ・温泉組合の配湯システムの改修については、特に長期的な視点、資金調達等を考慮し、組合内での検討を要する。

(2) 環境クレジットの活用

- ・国内クレジット制度、グリーン熱証書制度などを活用し、CO₂削減価値をクレジットとして販売することで、設備の投資回収年数を早めることが可能である。

(3) 助成制度の活用

- ・温室効果ガスの排出削減等に寄与する温泉熱のエネルギー利用を図る設備の導入に際し、国等の助成制度（補助金、融資制度等）が活用可能である。
- ・助成制度の活用にあたっては、各制度の適用要件、スケジュール等に注意する必要がある。

(4) 新たな設備投資スキームの活用

- ・金融不安の影響から設備投資に対する資金調達が厳しい環境であるため、リースや環境ファンドなどの新たなスキームを活用した設備導入も考えられる。

6.2 各システムの導入スキームの検討

温泉熱利用設備の導入にあたり、導入を円滑に進めていくためのスキームを検討する。

(1) 事業スキーム① (ESCO方式又はリースの活用)

エネルギーサービス事業を行う ESCO 会社やリース会社と契約し、資金調達から設備導入まですべて（又は一部）をまかせ、施設側は毎年のエネルギーサービス料金（又はリース料金）を支払うだけとなる。契約は個別施設毎となるが、事業規模の確保やリスク分散として、浅虫地区の温泉施設を一括して契約することも想定される。

■メリット：施設側において、設備導入時に大きな資金調達を行う必要がなくなる。また、ESCO 事業として行う場合は、省エネ効果が保証される。

■課題：ESCO 事業では事業の経済性が高いことが求められる。一定の事業規模、経済性を確保するためには、温泉熱利用設備だけではなく、その他の省エネ設備も合わせた改修や、地域の施設をバンドリングした地域一括事業とすることも考えられる。

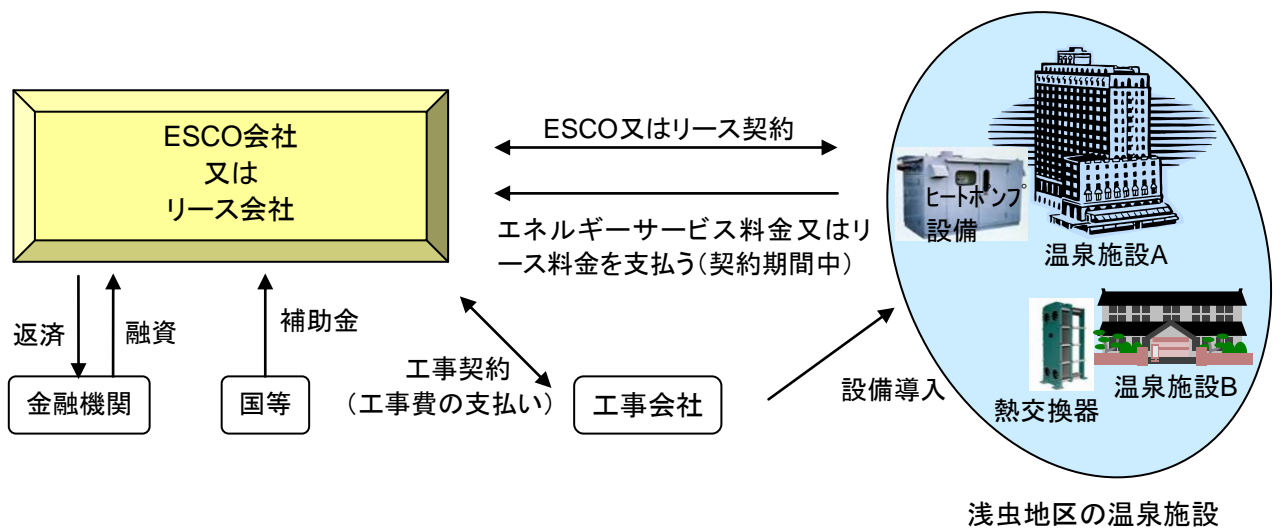


図 6-1 事業スキーム①

(2) 事業スキーム② (ファンド方式の活用)

風力発電や太陽光発電等の自然エネルギー事業で既に実績のある市民出資スキームを活用し、地元組合等で新規に設立する SPC や既存環境ファンドが資金調達を行い、温泉熱利用設備を導入する各施設へ融資等を行う。SPC は「事業スキーム①」で示した ESCO 会社の機能を果たすことも可能である (SPC 会社が設備の所有を行い、各施設にエネルギーサービスを提供する形態)。また、事業で得られる CO2 削減クレジットを企業等へ販売することで事業性の向上が可能である。

■メリット：各施設が個別に資金調達を行う必要がない。CO2 削減クレジットの販売や全国の一般市民に出資を募ることで、浅虫温泉の PR 効果も期待できる。

■課題：スキームが複雑であり、事業成立のためにはある程度の事業規模確保が必要となる。地元各組合等 が参画する場合には、合意形成に時間を要する。

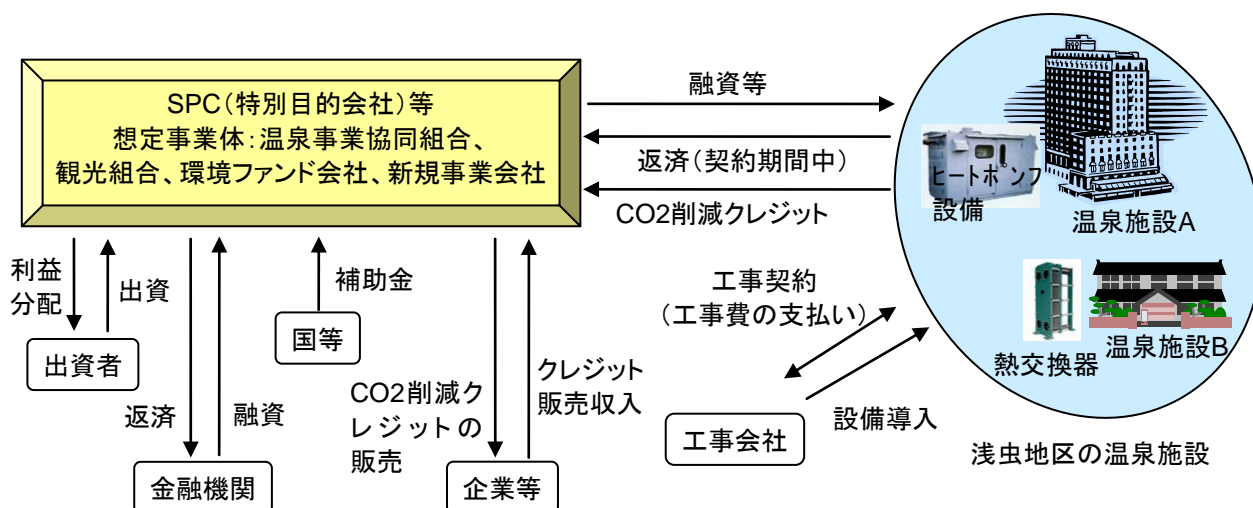


図 6-2 事業スキーム②

参考 ESCO 事業とは

ESCO 事業とは、省エネルギーに関する包括的なサービスを提供し、施設側の利益と地球環境の保全に貢献するビジネスで、省エネルギー効果の保証等により施設側の省エネルギー効果（メリット）の一部を報酬として受取る方式である。

■ESCO 事業の主な特徴

1. 光熱費等経費の削減分で全ての経費を賄う

省エネルギー改修に要した投資、金利返済、ESCO の経費等は全て、省エネルギーによる経費削減分で賄われ、契約期間終了後の経費削減分は全て顧客の利益となる。

2. 省エネ効果を ESCO が保証する

ESCO 事業導入による省エネ効果を ESCO が保証し、この際、顧客に損害が生じた場合、ESCO が補償する。（性能保証を行うと同時に顧客の利益補償を行う。）

3. 包括的なサービスを提供する

ESCO は、省エネ診断、改修計画の立案、設計・施工管理といった直接工事に関わるサービスとともに、改修後の運転管理、資金調達、会計分析を含む包括的なサービスを提供する。顧客に省エネ改修に関するノウハウがなくても、要員を確保しなくても、全てを ESCO が責任を持って行う。

4. 省エネ効果の検証を徹底する

改修工事後の効果の検証を徹底して行う。工事後の効果に責任を持つことから、通常の省エネ改修工事より省エネ効果が高くなると評価されている。

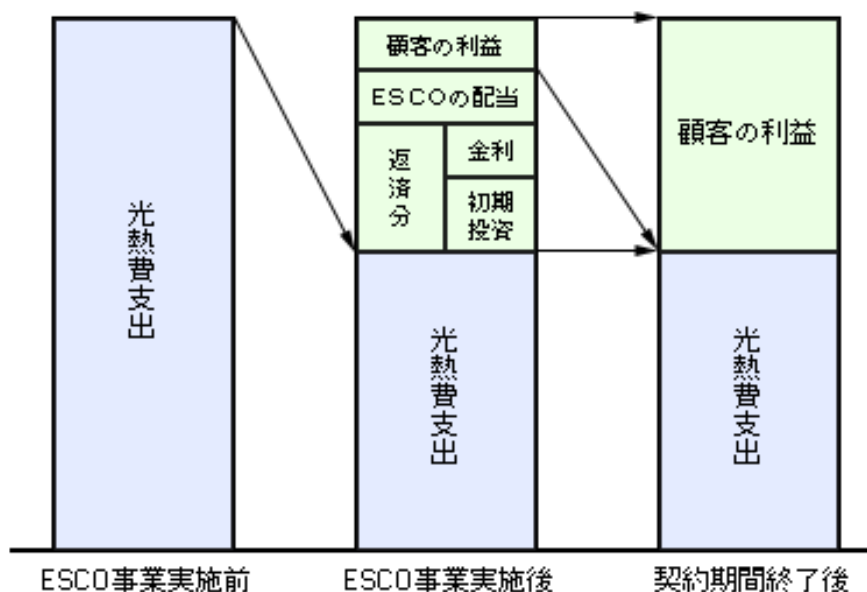


図 6-3 ESCO 事業の経費と利益配分

資料編

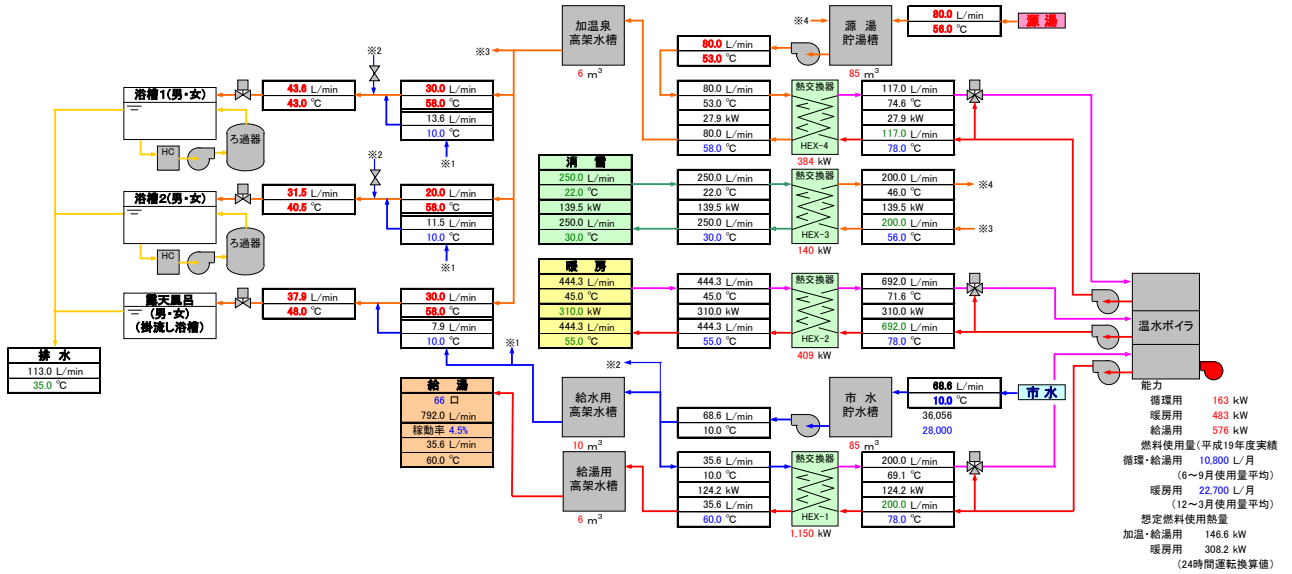
資料 1 システム検討試算資料

第 5 章で検討した、各施設における詳細検討システムの試算データ、設置システムの機器リストおよび設置イメージ図を整理する。

①大規模施設 A

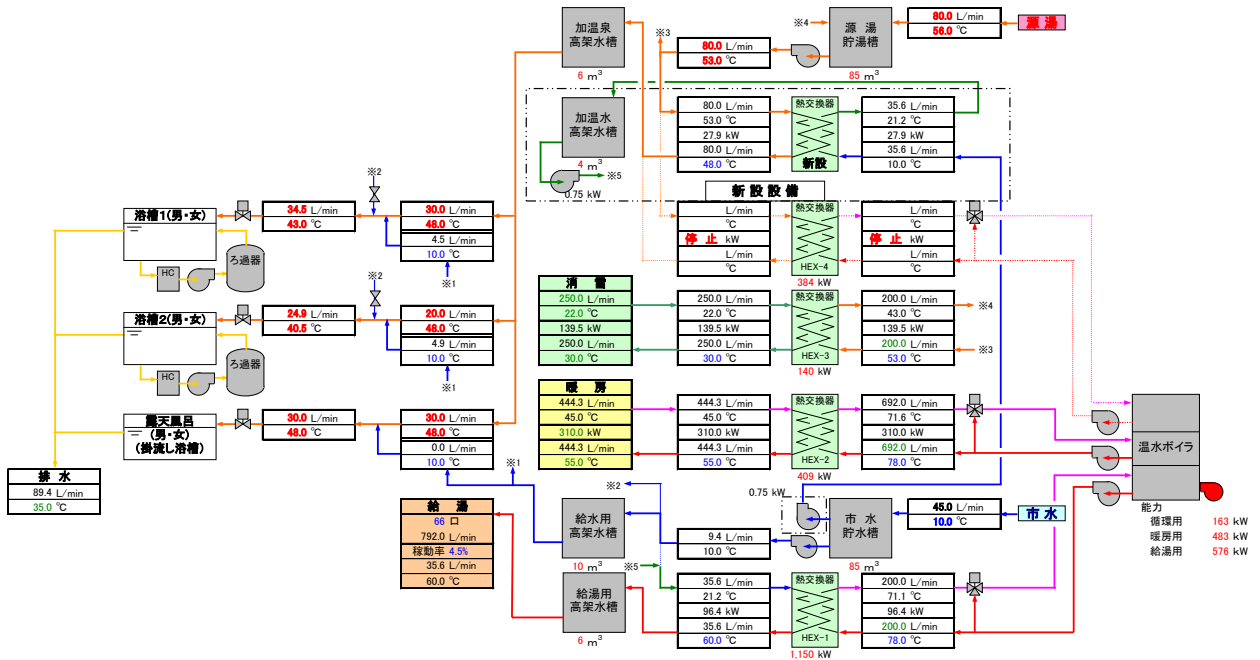
—試算データ—

■ 現状システム



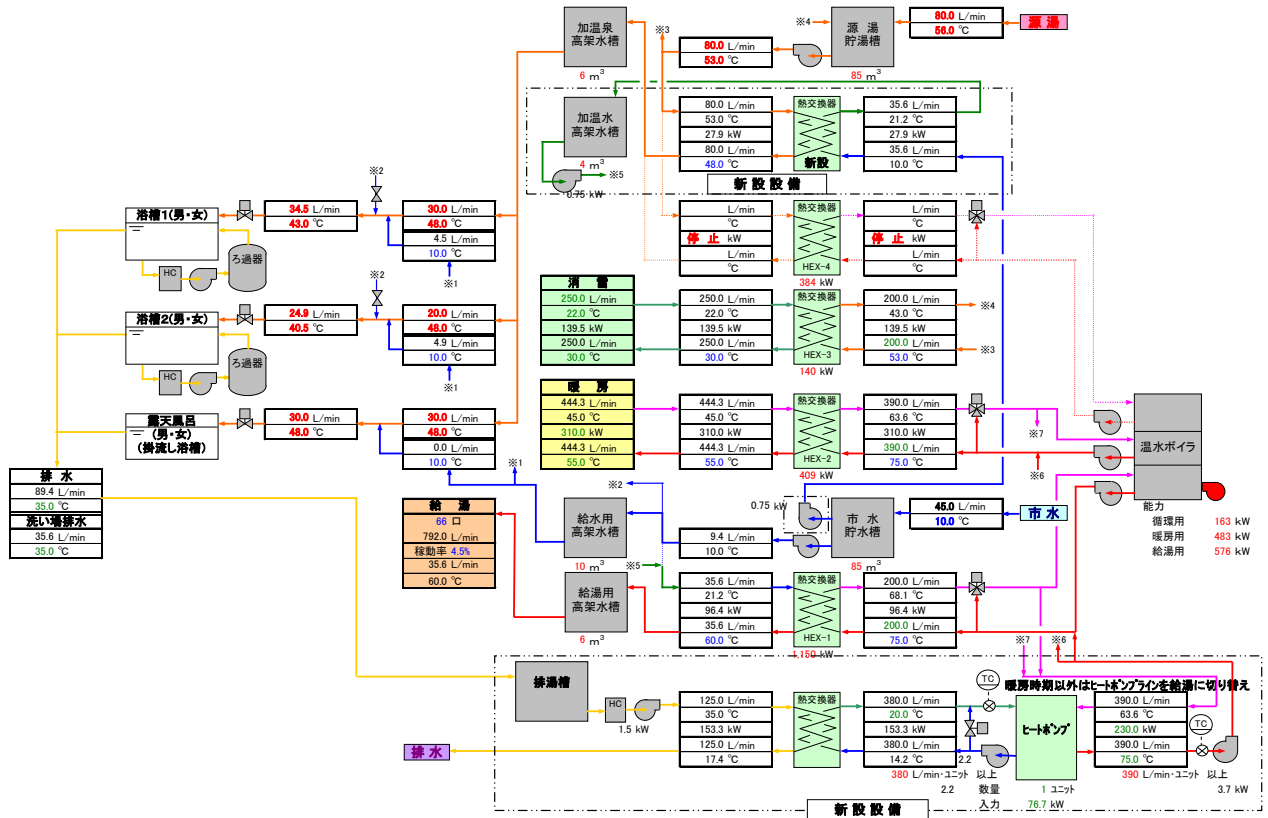
資料編 図-1 大規模施設 A (現状システムフロー)

■ ケース①-1-1



資料編 図-2 大規模施設 A (①-1-1 : 熱交換器設置フロー)

■ ケース①-1-2



資料編 図-3 大規模施設 A (①-1-2 : 熱交換器+ヒートポンプ設置フロー)

—機器リスト—

■ ケース①-1-1

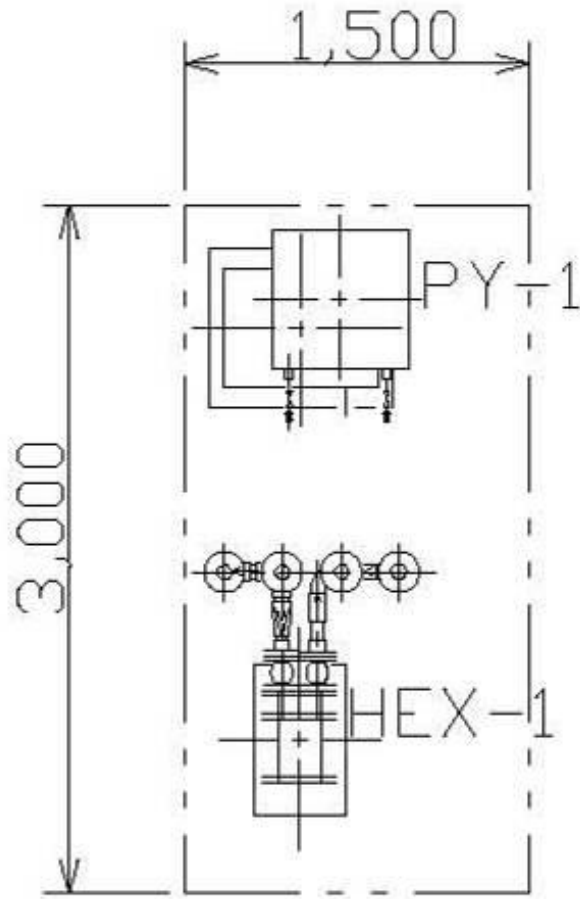
番号	機器記号	機器名称	数量	型番	機器仕様	kW	電圧
1	T-1	加温水高架水槽	1	樹脂製 パネルタンク	4.0 m ³ 本体材質 FRP		
2	HEX-1	市水加温用熱交換器	1	プレート式	熱交換容量 27.9 kW 伝熱面積 0.18 m ² 一次入口 53.0 °C 一次出口 48.0 °C 二次入口 10.0 °C 二次出口 21.2 °C 一次側流量 80.0 L/min 二次側流量 35.6 L/min プレート材質 チタン		
3	P-1	市水加温ポンプ	1	32LPD5725A ラインポンプ	36.0 L/min 220 kPa 吸込口径 32 mm 吐出口径 32 mm 定格電流 A 運転電流 A	0.75	200
4	P-2	加温水送水ポンプ	1	25LPD5.25S ラインポンプ	36.0 L/min 100 kPa 吸込口径 25 mm 吐出口径 25 mm 定格電流 A 運転電流 A	0.25	200
5	PY-1	補給水ポンプユニット	1	32BISMD51.1C	125 L/min 265 kPa 補給水槽 50 L 吸込口径 mm 吐出口径 32 mm 定格電流 A 運転電流 A	1.1	200
6	MV-1	熱交換器洗浄弁	2	電動ボール弁	口径 25 A 動作 全開・全閉	0.2	200
7	TI-1	源湯温度計	1	測温抵抗式			
8	TI-2	冷却泉温度計	1	測温抵抗式			
9	TI-3	加温水温度計	2	測温抵抗式			

■ ケース①-1-2

番号	機器記号	機器名称	数量	型番	機器仕様	kW	電圧
1	T-1	加温水高架水槽	1	樹脂製 パネルタンク	4.0 m ³ 本体材質 FRP		
2	T-2	排湯回収槽	1	樹脂製 パネルタンク	2.0 m ³ 本体材質 FRP		
3	HEX-1	市水加温用熱交換器	1	プレート式	熱交換容量 27.9 kW 伝熱面積 0.18 m ² 一次入口 53.0 °C 一次出口 48.0 °C 二次入口 10.0 °C 二次出口 21.2 °C 一次側流量 80.0 L/min 二次側流量 35.6 L/min プレート材質 チタン		
4	HEX-2	熱源用熱交換器	1	プレート式	熱交換容量 153.3 kW 伝熱面積 4.51 m ² 一次入口 35.0 °C 一次出口 17.4 °C 二次入口 14.2 °C 二次出口 20.0 °C 一次側流量 125.0 L/min 二次側流量 380.0 L/min プレート材質 チタン		
5	HP-1	ヒートポンプ	1	RHSCW200ME1	加温能力 239.0 kW 熱源水量 380.0 L/min 熱源入口 20.0 °C 熱源出口 14.2 °C 熱源熱量 153.3 kW 温水量 390.0 L/min 温水入口 48.6 °C 温水出口 60.0 °C 加温熱量 153.3 kW	76.7	400
6	P-1	市水加温ポンプ	1	32LPD5725A ラインポンプ	36.0 L/min 220 kPa 吸込口径 32 mm 吐出口径 32 mm 定格電流 A 運転電流 A	0.75	200
7	P-2	加温水送水ポンプ	1	25LPD5.25S ラインポンプ	36.0 L/min 100 kPa 吸込口径 25 mm 吐出口径 25 mm 定格電流 A 運転電流 A	0.25	200
8	P-3	排湯ポンプ	1	50×40FPSM20 樹脂製 渦巻ポンプ	125 L/min 130 kPa 吸込口径 50 mm 吐出口径 40 mm 定格電流 A 運転電流 A	1.5	200
9	P-4	熱源循環ポンプ	1	65×50FS4J53.7 片吸込 渦巻ポンプ	380.0 L/min 180 kPa 吸込口径 65 mm 吐出口径 50 mm 定格電流 A 運転電流 A	3.7	200
10	P-5	加温水循環ポンプ	1	65×50FS4J53.7 片吸込 渦巻ポンプ	390.0 L/min 218 kPa 吸込口径 65 mm 吐出口径 50 mm 定格電流 A 運転電流 A	3.7	200
11	PY-1	補給水ポンプユニット	1	32BISMD51.1C	125 L/min 265 kPa 補給水槽 50 L 吸込口径 mm 吐出口径 32 mm 定格電流 A 運転電流 A	1.1	200

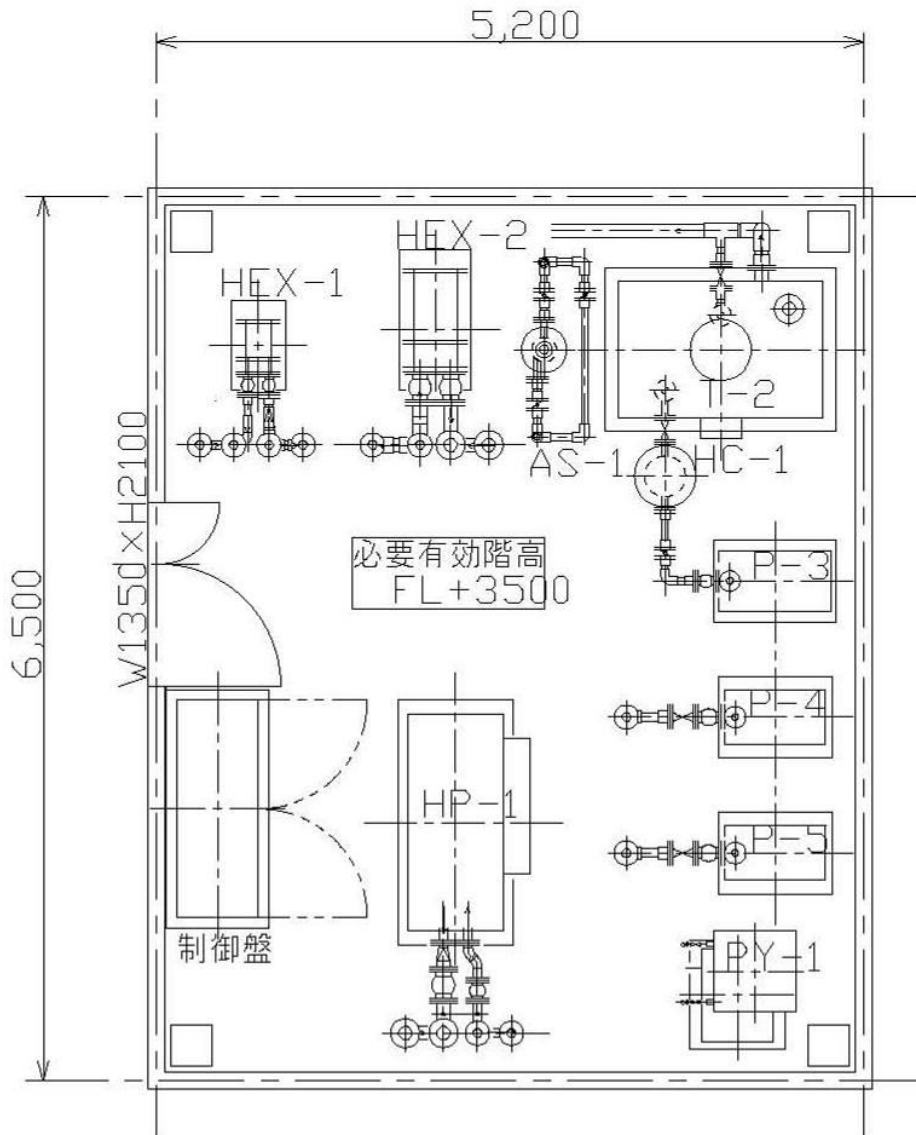
番号	機器記号	機器名称	数量	型番	機器仕様	kW	電圧
12	EXT-1	熱源系膨張タンク	1	密閉型	タンク容量 L 使用圧力 kPa		
13	EXT-2	加温水系膨張タンク	1	密閉型	タンク容量 L 使用圧力 kPa		
14	HC-1	ヘアキャッチャー	2	密閉型	15 m ³ /hr 目開き 1.0 mm		
15	AS-1	自動ストレーナ	1	自動ブラシ 洗浄式	10 m ³ /hr 目開き 1.0 mm	0.4	200
16	MV-1	熱源温度調節弁	1	電動バタフライ弁	口径 80 A 動作 ポジショナ開度調整	0.2	200
17	MV-2	熱交換器洗浄弁	4	電動ボール弁	口径 25 A 動作 全開・全閉	0.2	200
18	MV-3	補給水弁	2	電動ボール弁	口径 15 A 動作 全開・全閉	0.2	200
19	TI-1	源湯温度計	1	測温抵抗式			
20	TI-2	冷却泉温度計	1	測温抵抗式			
21	TI-3	加温水温度計	2	測温抵抗式			
22	TI-4	熱源温度調節計	1	測温抵抗式			
23	TI-5	加温水温度調節計	1	測温抵抗式			
23	FI-1	熱源水流量計	1	電磁式	口径 80 A		
24	FI-2	加温水流量計	1	電磁式	口径 80 A		

- 設置イメージ—
- ケース①-1-1



資料編 図-4 大規模施設 A (①-1-1 : 熱交換器) 設置イメージ図

■ ケース①-1-2

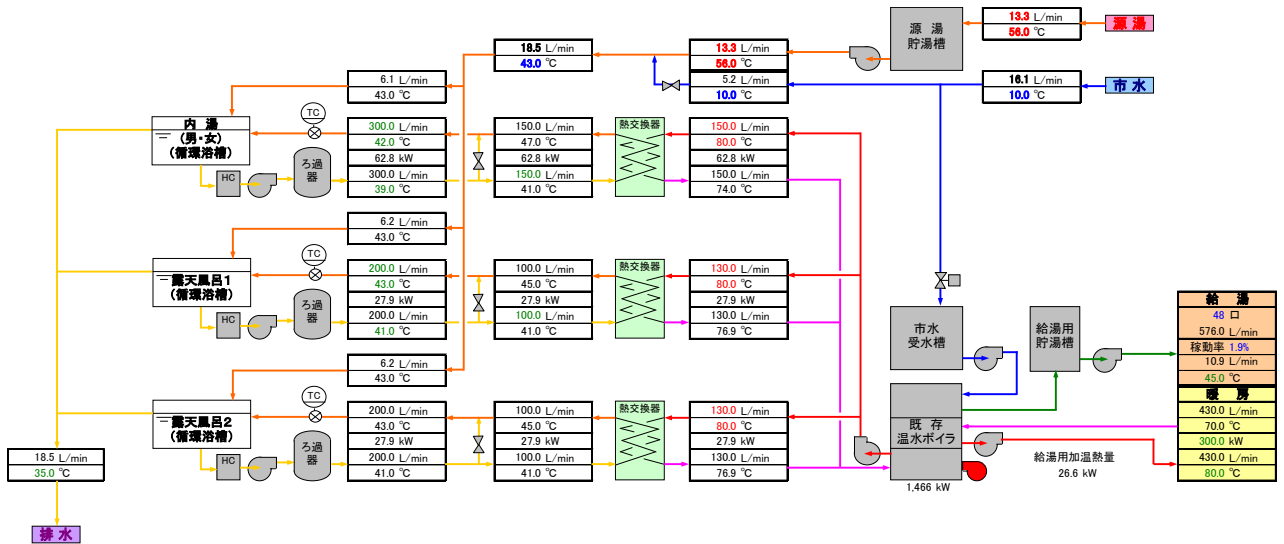


資料編 図-5 大規模施設 A (①-1-2 : 熱交換器+ヒートポンプ) 設置イメージ図

②大規模施設 B

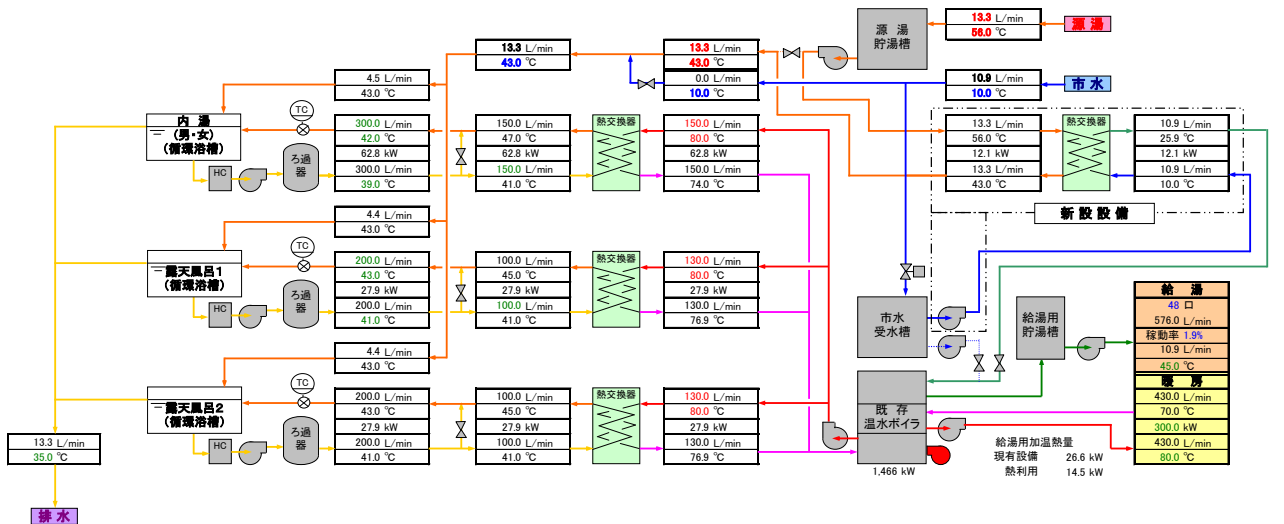
—試算データ—

■ 現状システム



資料編 図-6 大規模施設 B (現状システムフロー)

■ ケース②-1-1



資料編 図-7 大規模施設 B (②-1-1 : 熱交換器設置フロー)

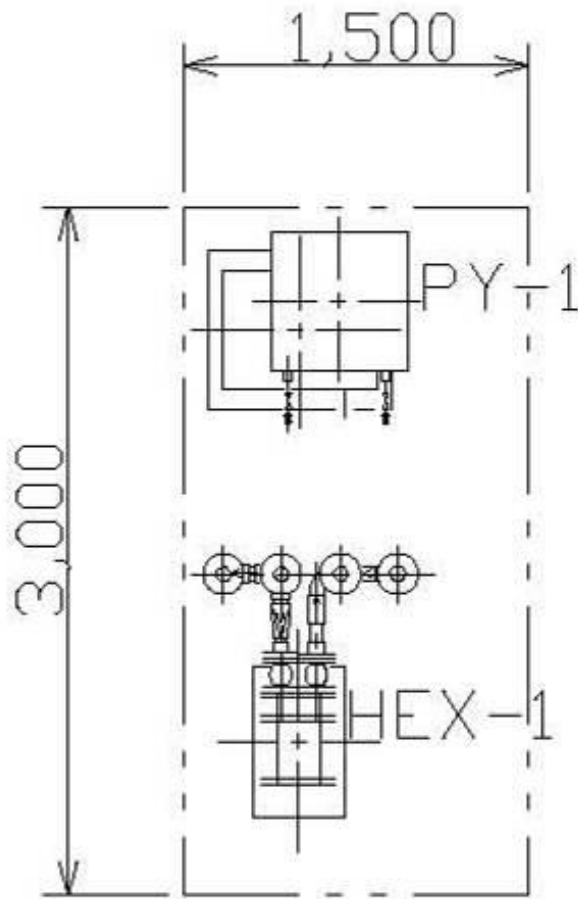
—機器リスト—

■ ケース②-1-1

番号	機器記号	機器名称	数量	型番	機器仕様	kW	電圧
1	HEX-1	市水加温用熱交換器	1	プレート式	熱交換容量 12.1 kW 伝熱面積 0.09 m ² 一次入口 56.0 °C 一次出口 43.0 °C 二次入口 10.0 °C 二次出口 25.9 °C 一次側流量 13.3 L/min 二次側流量 10.9 L/min プレート材質 チタン		
3	P-1	市水加温ポンプ	1	25LPD5.25S ラインポンプ	11.0 L/min 130 kPa 吸込口径 25 mm 吐出口径 25 mm 定格電流 A 運転電流 A	0.25	200
4	PY-1	補給水ポンプユニット	1	32BISMD51.1C	125 L/min 265 kPa 補給水槽 50 L 吸込口径 mm 吐出口径 32 mm 定格電流 A 運転電流 A	1.1	200
5	MV-1	熱交換器洗浄弁	2	電動ボール弁	口径 25 A 動作 全開・全閉	0.2	200
6	TI-1	源湯温度計	1	測温抵抗式			
7	TI-2	冷却泉温度計	1	測温抵抗式			
8	TI-3	加温水温度計	1	測温抵抗式			

—設置イメージ—

■ ケース②-1-1

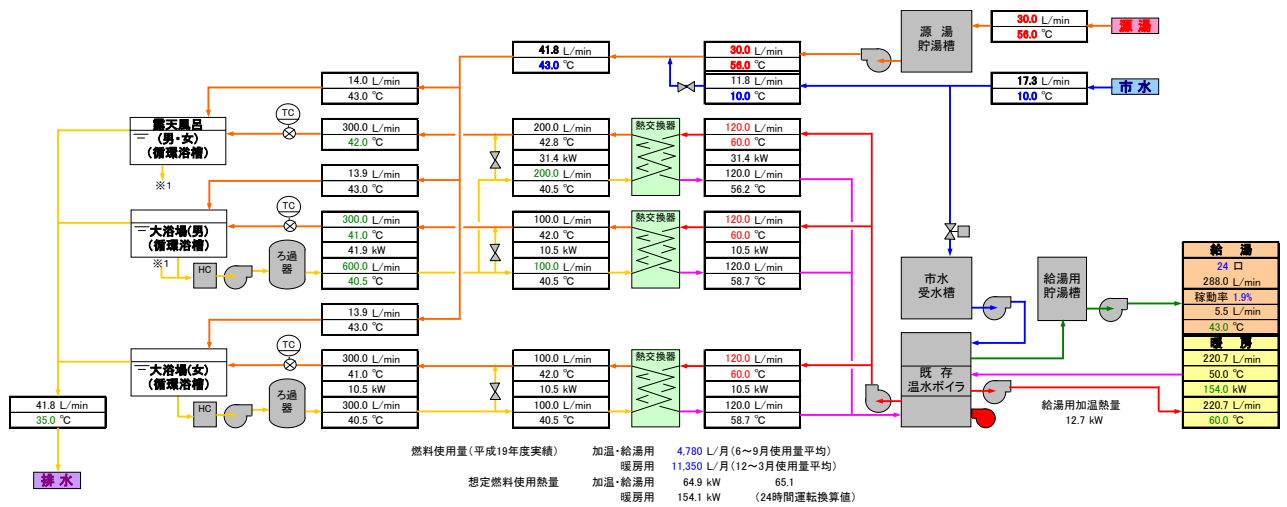


資料編 図-8 大規模施設 B (②-1-1 : 熱交換器) 設置イメージ図

③中規模施設

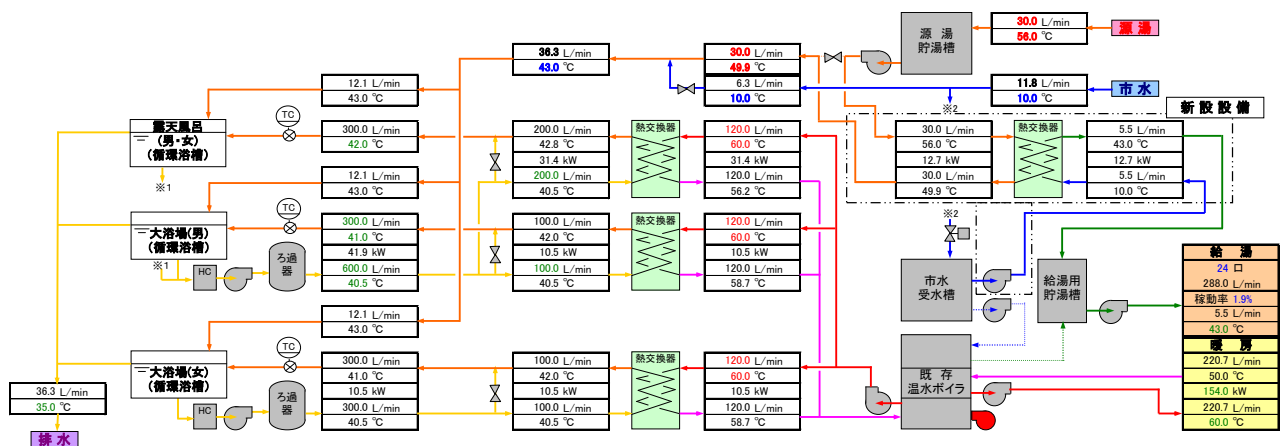
一試算データー

■ 現状システム



資料編 図- 9 中規模施設 (現状システムフロー)

■ ケース③-1-1



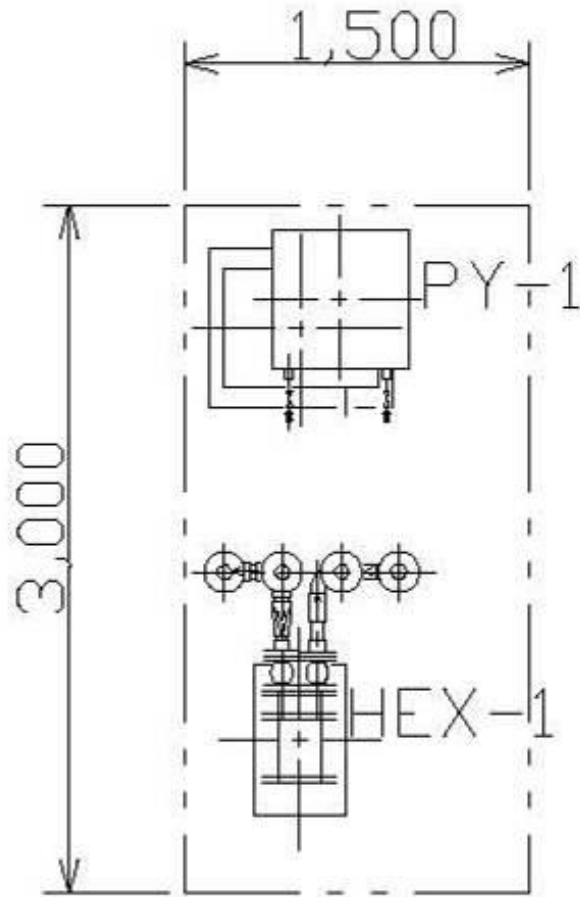
資料編 図- 10 中規模施設 (③-1-1 : 熱交換器設置フロー)

—機器リスト—

■ ケース③-1-1

番号	機器記号	機器名称	数量	型番	機器仕様	kW	電圧
1	HEX-1	市水加温用熱交換器	1	プレート式	熱交換容量 27.2 kW 伝熱面積 0.28 m ² 一次入口 56.0 °C 一次出口 49.9 °C 二次入口 10.0 °C 二次出口 43.0 °C 一次側流量 30.0 L/min 二次側流量 11.8 L/min プレート材質 チタン		
3	P-1	市水加温ポンプ	1	25LPD5.25S ラインポンプ	12.0 L/min 130 kPa 吸込口径 25 mm 吐出口径 25 mm 定格電流 A 運転電流 A	0.25	200
4	PY-1	補給水ポンプユニット	1	32BISMD51.1C	125 L/min 265 kPa 補給水槽 50 L 吸込口径 mm 吐出口径 32 mm 定格電流 A 運転電流 A	1.1	200
5	MV-1	熱交換器洗淨弁	2	電動ボール弁	口径 25 A 動作 全開・全閉	0.2	200
6	TI-1	源湯温度計	1	測温抵抗式			
7	TI-2	冷却泉温度計	1	測温抵抗式			
8	TI-3	加温水温度計	1	測温抵抗式			

- 設置イメージ—
- ケース③-1-1

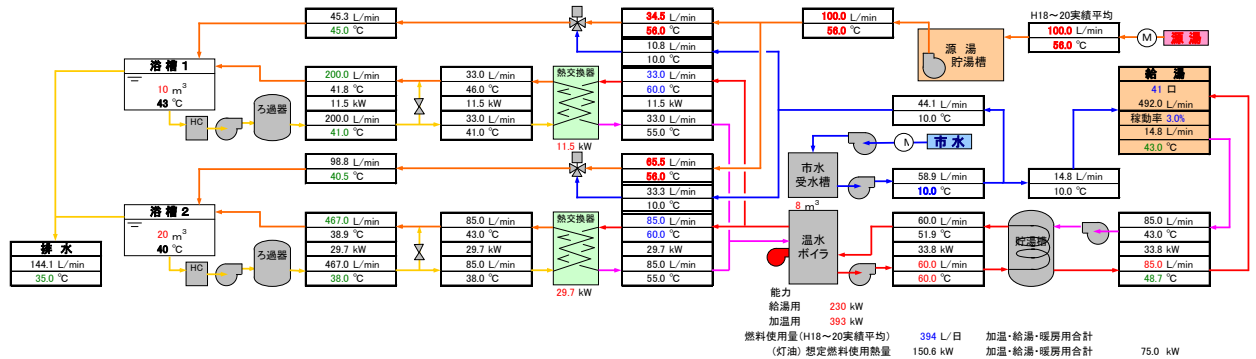


資料編 図-11 中規模施設 (③-1-1 : 熱交換器) 設置イメージ図

④ 「道の駅」 ゆ～さ浅虫

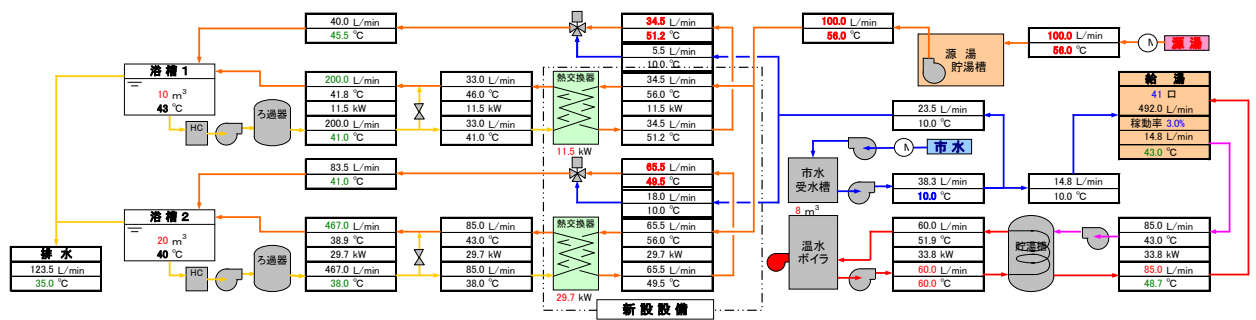
—試算データ—

■ 現状システム



資料編 図- 12 「道の駅」 ゆ～さ浅虫 (現状システムフロー)

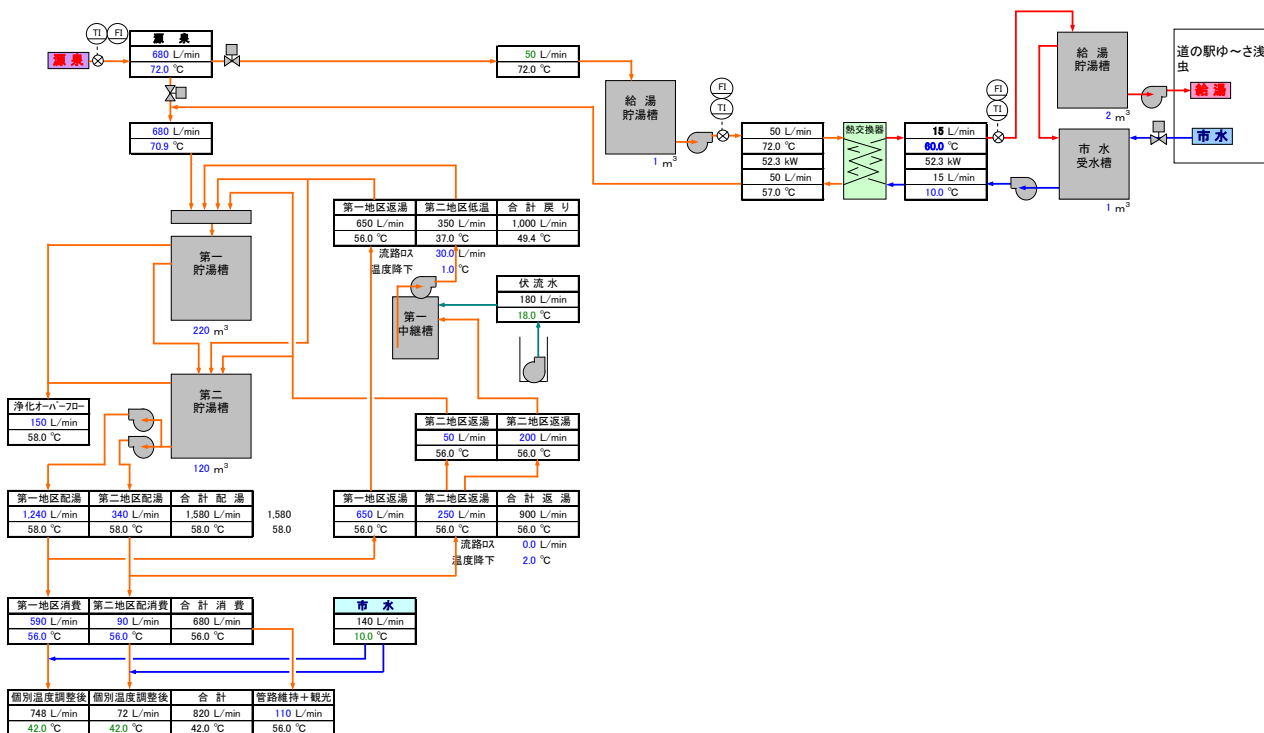
■ ケース④-1-1



資料編 図- 13 「道の駅」 ゆ～さ浅虫 (④-1-1 : 熱交換器設置フロー)

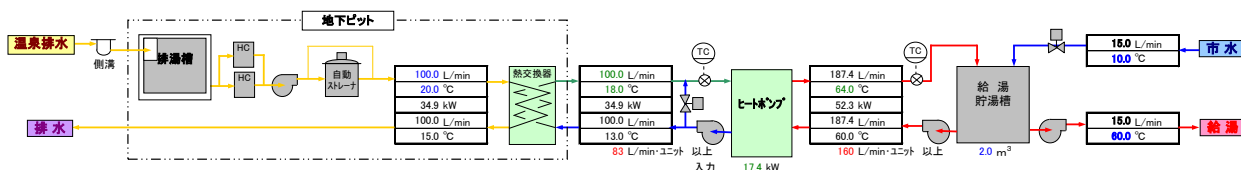
■ ケース⑦-1-1 変更モデル

(温泉組合の配湯システムの熱交換により「道の駅」ゆ～さ浅虫に給湯)



資料編 図-14 「道の駅」ゆ～さ浅虫 (⑦-1-1 変更モデル)

■ ケース⑧-1-2 (温泉排湯利用モデル)



資料編 図-15 「道の駅」ゆ～さ浅虫 (⑧-1-2 : 温泉排湯利用モデル)

—機器リスト—

■ ケース④-1-1

番号	機器記号	機器名称	数量	型番	機器仕様	kW	電圧
1	HEX-1	浴槽1加温用熱交換器	1	プレート式	熱交換容量 11.5 kW 伝熱面積 0.26 m ² 一次入口 56.0 °C 一次出口 51.2 °C 二次入口 41.0 °C 二次出口 46.0 °C 一次側流量 34.5 L/min 二次側流量 33.0 L/min プレート材質 チタン		
2	HEX-2	浴槽2加温用熱交換器	1	プレート式	熱交換容量 29.7 kW 伝熱面積 0.54 m ² 一次入口 56.0 °C 一次出口 49.5 °C 二次入口 38.0 °C 二次出口 43.0 °C 一次側流量 65.5 L/min 二次側流量 85.0 L/min プレート材質 チタン		
3	P-1	源湯給湯ポンプ(揚程不足により既設更新)	1	50×40FPSM25 樹脂製 渦巻ポンプ	100 L/min 160 kPa 吸込口径 50 mm 吐出口径 40 mm 定格電流 A 運転電流 A	1.5	200
4	PY-1	補給水ポンプユニット	1	32BISMD51.1C	125 L/min 265 kPa 補給水槽 50 L 吸込口径 mm 吐出口径 32 mm 定格電流 A 運転電流 A	1.1	200
5	MV-4	熱交換器洗淨弁	4	電動ホール弁	口径 25 A 動作 全開・全閉	0.2	200
6	TI-1	源湯温度計	1	測温抵抗式			
7	TI-2	給湯温度計	2	測温抵抗式			
8	TI-3	浴槽循環温度計	2	測温抵抗式			

■ ケース⑦-1-1 変更モデル

(温泉組合の配湯システムの熱交換により「道の駅」ゆ～さ浅虫に給湯)

番号	機器記号	機器名称	数量	型番	機器仕様	kW	電圧
1	T-1	熱源貯湯槽	1	樹脂製 パネルタンク	1.0 m ³ 本体材質 FRP 保温 @ 50mm		
2	T-2	市水受水槽	1	樹脂製 パネルタンク	1.0 m ³ 本体材質 FRP		
3	T-3	給湯貯湯槽	1	樹脂製 パネルタンク	2.0 m ³ 本体材質 FRP 保温 @ 50mm		
4	HEX-1	加温用熱交換器	1	プレート式	熱交換容量 52.3 kW 伝熱面積 0.46 m ² 一次入口 72.0 °C 一次出口 57.0 °C 二次入口 10.0 °C 二次出口 60.0 °C 一次側流量 50 L/min 二次側流量 15 L/min プレート材質 チタン		
5	P-1	源湯給湯ポンプ	1	50×40FPSM20 樹脂製 渦巻ポンプ	50 L/min 0.13 MPa 吸込口径 50 mm 吐出口径 40 mm 定格電流 A 運転電流 A	0.75	200
6	P-2	市水ポンプ	1	25LPD5.25S ラインポンプ	15 L/min 0.12 MPa 吸込口径 25 mm 吐出口径 25 mm 定格電流 A 運転電流 A	0.25	200
7	PY-1	給湯用ポンプユニット	1	供給圧力一定制御 単独交互運転	30 L/min 0.25 MPa 吸込口径 32 mm 吐出口径 50 mm 定格電流 A 運転電流 A	0.6	200 × 2
8	PY-2	洗浄水ポンプユニット	1	32BISMD51.1C	125 L/min 265 kPa 補給水槽 50 L 吸込口径 mm 吐出口径 32 mm 定格電流 A 運転電流 A	1.1	200
9	MV-1	源泉切換弁	2	電動バタフライ弁	口径 100 A 動作 全開・全閉	0.2	200
10	MV-2	市水給水弁	1	電動バタフライ弁	口径 32 A 動作 全開・全閉	0.2	200
11	MV-3	熱交換器洗浄弁	2	電動バタフライ弁	口径 25 A 動作 全開・全閉	0.2	200
12	TI-1	源湯温度計	1	測温抵抗式			
13	TI-2	給湯温度計	1	測温抵抗式			
14	FI-1	源湯流量計	1	電磁式			
15	FI-2	加温水流量計	1	電磁式			

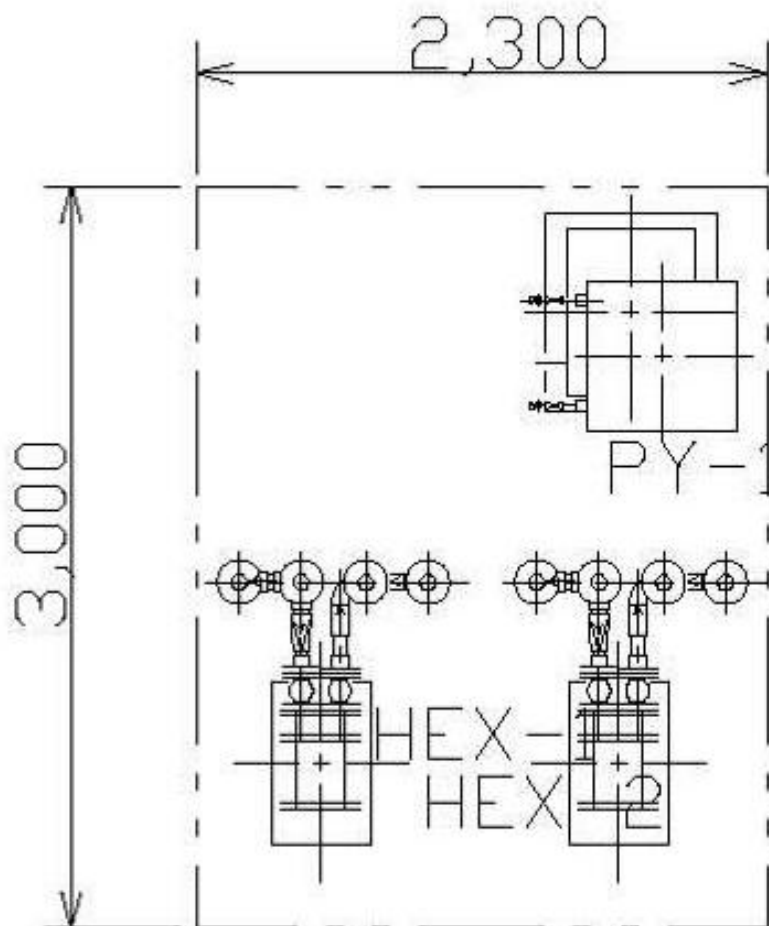
■ ケース⑧-1-2 (温泉排湯利用モデル)

番号	機器記号	機器名称	数量	型番	機器仕様	kW	電圧
		排湯槽	1	鉄筋コンクリート造 地下式水槽	20.0 m ³ 内面 樹脂系耐食塗装		
1	T-1	給湯貯湯槽	1	樹脂製 パネルタンク	2.0 m ³ 本体材質 FRP 保温 @ 50mm		
2	HEX-1	熱源用熱交換器	1	プレート式	熱交換容量 34.9 kW 伝熱面積 3.91 m ² 一次入口 20.0 °C 一次出口 15.0 °C 二次入口 13.0 °C 二次出口 18.0 °C 一次側流量 100 L/min 二次側流量 100 L/min プレート材質 チタン		
3	HP-1	ヒートポンプ	1	SCV-020WSR 20HP	加温能力 59.0 kW 熱源水量 100.0 L/min 熱源入口 18.0 °C 熱源出口 13.0 °C 熱源熱量 34.9 kW 温水量 187.4 L/min 温水入口 60.0 °C 温水出口 64.0 °C 加温熱量 52.3 kW	17.4	200
4	HC-1	ヘアキャッチャー	2	密閉型	10 m ³ /hr 目開き 1.0 mm		
5	AS-1	自動ストレーナ	1	自動ブラシ 洗浄式	10 m ³ /hr 目開き 1.0 mm	0.75	200
6	P-1	排湯ポンプ	1	50×40FPSM20 樹脂製 渦巻ポンプ	100 L/min 150 kPa 吸込口径 50 mm 吐出口径 40 mm 定格電流 A 運転電流 A	1.5	200
7	P-2	熱源循環ポンプ	1	32LPD51.5A ラインポンプ	100 L/min 180 kPa 吸込口径 32 mm 吐出口径 32 mm 定格電流 A 運転電流 A	1.5	200
8	P-3	加温水循環ポンプ	1	40LPD51.5A ラインポンプ	190 L/min 130 kPa 吸込口径 40 mm 吐出口径 40 mm 定格電流 A 運転電流 A	1.5	200
9	PY-1	給湯用ポンプユニット	1	供給圧力一定制御 単独交互運転	30 L/min 250 kPa 吸込口径 32 mm 吐出口径 50 mm 定格電流 A 運転電流 A	0.6 × 2	200
10	PY-2	洗浄水ポンプユニット	1	32BISMD51.1C	125 L/min 265 kPa 補給水槽 50 L 吸込口径 mm 吐出口径 32 mm 定格電流 A 運転電流 A	1.1	200
11	EXT-1	熱源系膨張タンク	1	密閉型	タンク容量 L 使用圧力 kPa		

番号	機器記号	機器名称	数量	型番	機器仕様	kW	電圧
12	MV-1	熱源温調弁	1	電動バタフライ弁	口径 40 A 動作 ポジショナ開度調整	0.2	200
13	MV-2	市水給水弁	1	電動バタフライ弁	口径 32 A 動作 全開・全閉	0.2	200
14	MV-2	熱交換器洗浄弁	2	電動バタフライ弁	口径 25 A 動作 全開・全閉	0.2	200
15	TI-1	排湯温度計	1	測温抵抗式			
16	TI-2	熱源温度計	1	測温抵抗式			
17	TI-3	加温水温度計	1	測温抵抗式			
18	TI-4	給湯温度計	1	測温抵抗式			
19	FI-1	熱源流量計	1	電磁式			
20	FI-2	加温水流量計	1	電磁式			

—設置イメージ—

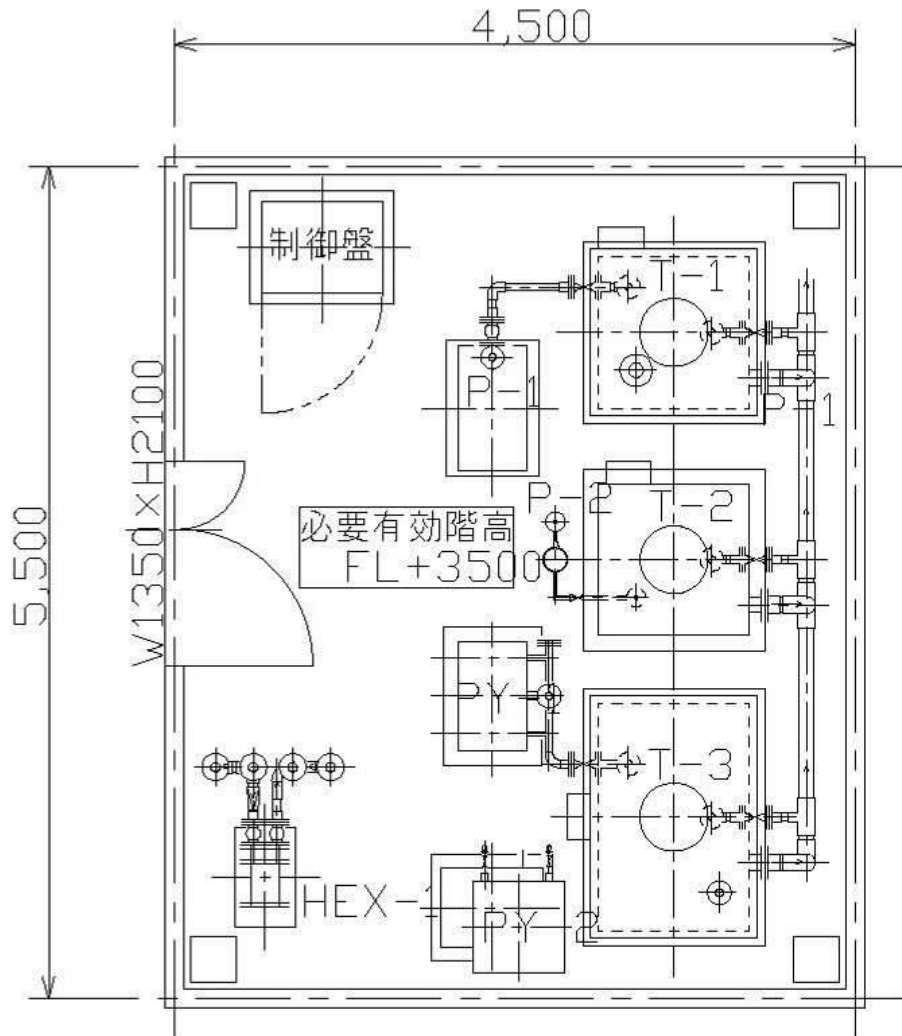
■ ケース④-1-1



資料編 図-16 「道の駅」ゆ～さ浅虫 (④-1-1 : 熱交換器) 設置イメージ図

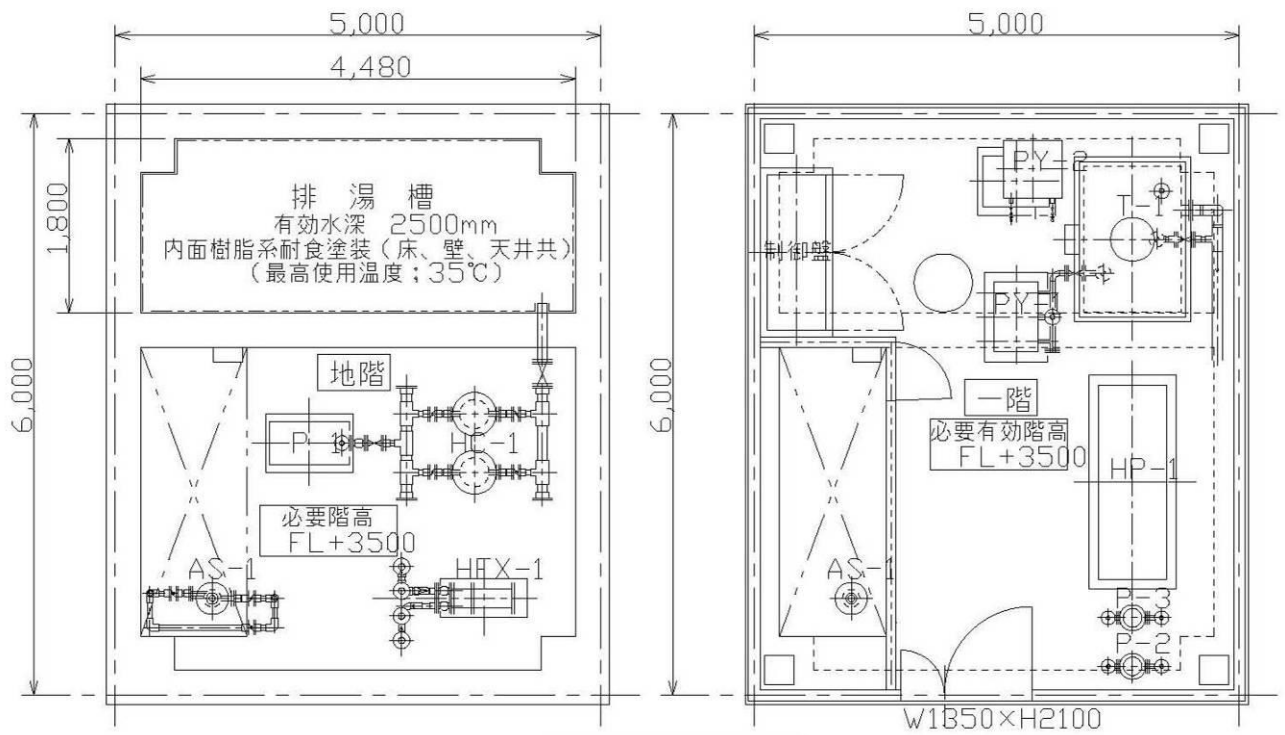
■ ケース⑦-1-1 変更モデル

(温泉組合の配湯システムの熱交換により「道の駅」ゆ～さ浅虫に給湯)



資料編 図-17 「道の駅」ゆ～さ浅虫 (⑦-1-1 変更モデル) 設置イメージ図

■ ケース⑧-1-2 (温泉排湯利用モデル)

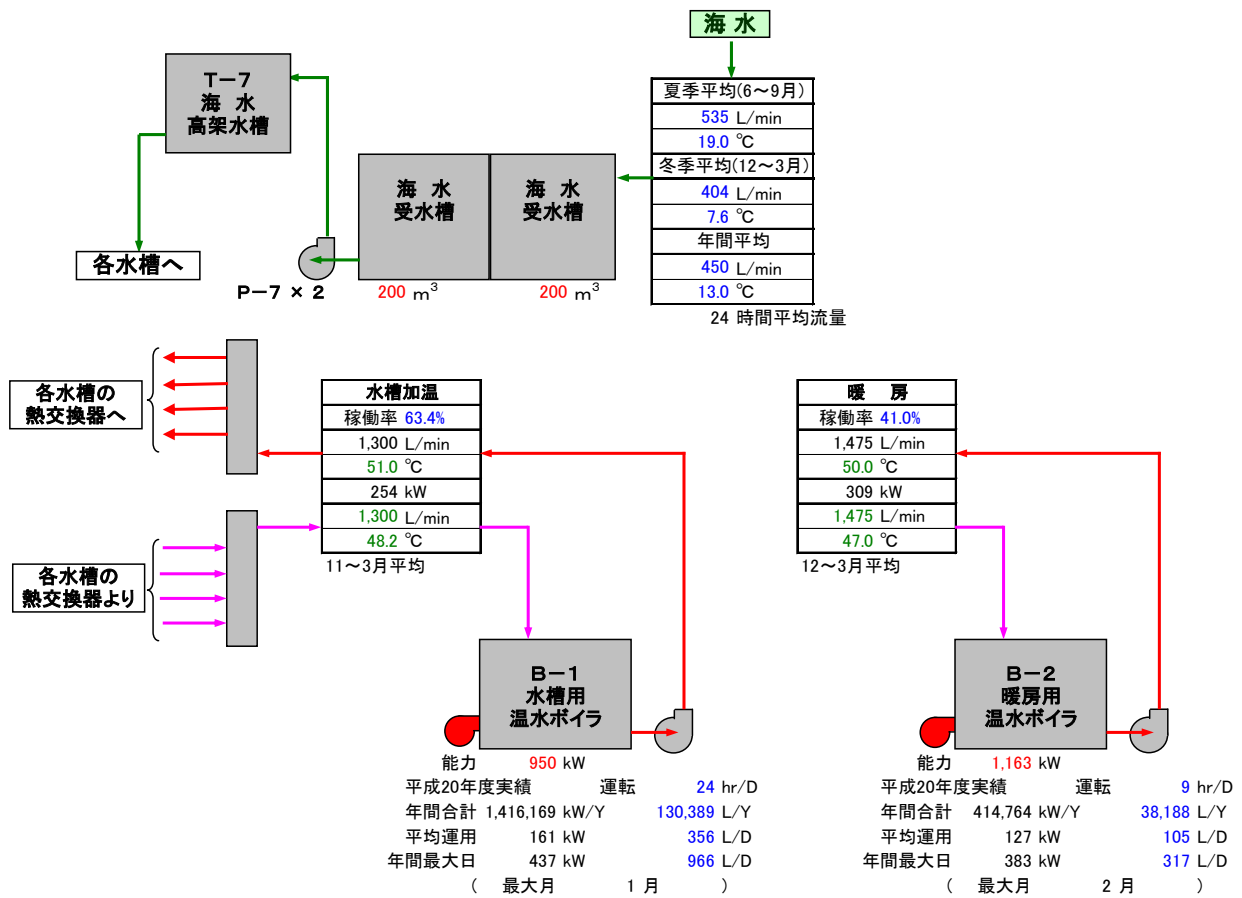


資料編 図-18 「道の駅」ゆ～さ浅虫 (⑧-1-②温泉排湯利用モデル) 設置イメージ図

⑤浅虫水族館

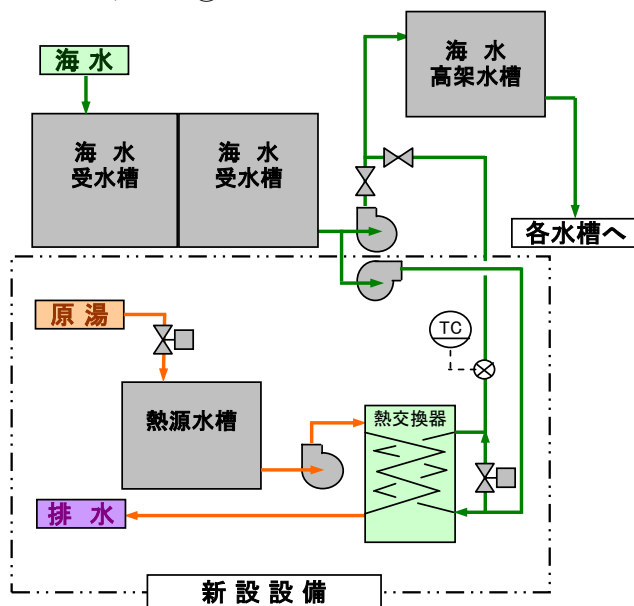
—試算データ—

■ 現状システム



資料編 図- 19 浅虫水族館 (現状システムフロー)

■ ケース⑤-1-1



月別の海水注水量・温度と必要な温泉の利用量・温度

月	海水注水量 (m ³ /月)	月平均注水量 (m ³ /日)	海水温度 (°C)	温泉の利用量および熱量		
				注水温度 (°C)	利用熱量 (kW)	温泉量 (L/min)
4	10,334	344	7.4	16.0	143.3	47.1
5	11,732	378	10.3	16.0	104.4	36.8
6	11,672	389	14.3	16.0	32.0	12.5
7	18,826	607	19.3	19.3	0.0	0.0
8	21,080	680	22.1	22.1	0.0	0.0
9	20,090	670	22.0	22.0	0.0	0.0
10	16,918	546	18.6	18.6	0.0	0.0
11	13,963	465	14.9	16.0	24.8	9.8
12	14,947	482	11.7	16.0	100.4	36.6
1	15,829	511	8.8	16.0	178.3	60.6
2	13,824	494	5.9	16.0	241.7	76.8
3	14,873	480	5.1	16.0	253.5	79.2

資料編 図- 20 浅虫水族館 (熱交換器設置フロー)

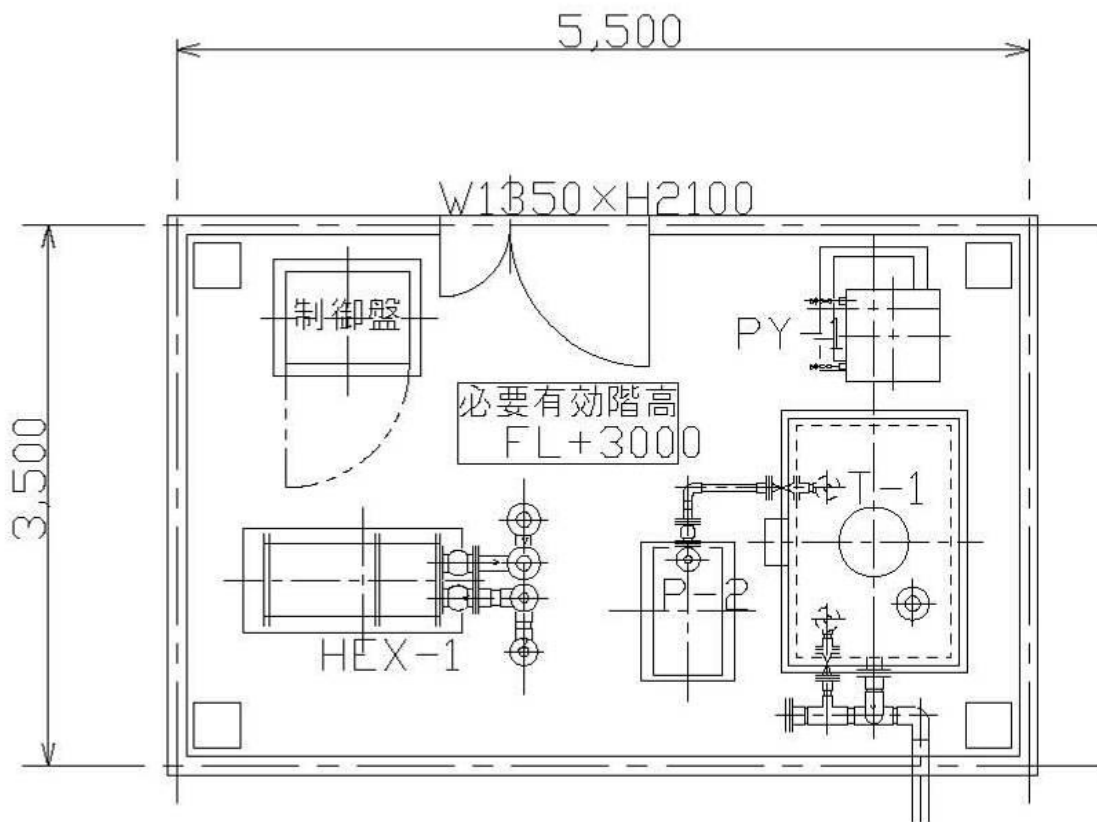
—機器リスト—

■ ケース⑤-1-1

番号	機器記号	機器名称	数量	型番	機器仕様	kW	電圧
1	T-1	熱源貯湯槽	1	樹脂製 パネルタンク	2.0 m ³ 本体材質 耐熱 FRP 保温 @ 50mm		
2	HEX-1	熱源用熱交換器	1	プレート式	熱交換容量 320.9 kW 伝熱面積 14.4 m ² 一次入口 56.0 °C 一次出口 10.0 °C 二次入口 5.0 °C 二次出口 51.0 °C 一次側流量 100.0 L/min 二次側流量 100.0 L/min プレート材質 チタン		
3	P-1	源湯供給ポンプ	1	50×40FPSM25 樹脂製 渦巻ポンプ	120 L/min 200 kPa 吸込口径 50 mm 吐出口径 40 mm 定格電流 A 運転電流 A	1.5	200
4	P-2	熱源ポンプ	1	50×40FPSM25 樹脂製 渦巻ポンプ	100 L/min 130 kPa 吸込口径 50 mm 吐出口径 40 mm 定格電流 A 運転電流 A	0.75	200
5	P-3	海水加温移送ポンプ	1	80×50FPSM32 樹脂製 渦巻ポンプ	400 L/min 300 kPa 吸込口径 80 mm 吐出口径 50 mm 定格電流 A 運転電流 A	7.5	200
6	PY-1	補給水ポンプユニット	1	32BISMD51.1C	125 L/min 265 kPa 補給水槽 50 L 吸込口径 mm 吐出口径 32 mm 定格電流 A 運転電流 A	1.1	200
7	MV-1	海水温度調節弁	1	電動バタフライ弁	口径 80 A 動作 ポジショナ開度調整	0.2	200
8	MV-2	熱交換器洗浄弁	4	電動ボール弁	口径 32 A 動作 全開・全閉	0.2	200
9	TI-1	源湯温度計	1	測温抵抗式			
10	TI-2	加温水温度調節計	1	測温抵抗式			
11	FI-1	源湯使用流量計	1	電磁式	口径 40 A		
12	FI-2	熱源水流量計	1	電磁式	口径 80 A		

—設置イメージ—

■ ケース⑤-1-1



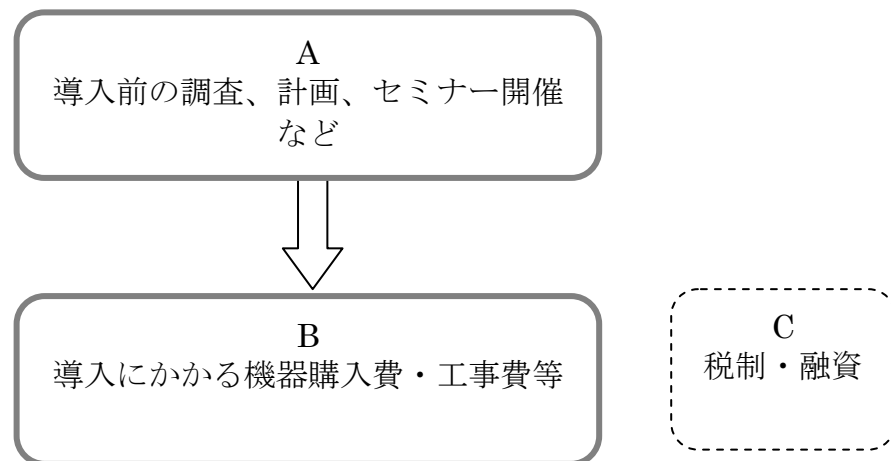
資料2 温泉熱のエネルギー利用設備の導入に対する支援制度の一覧（平成21年度）

温泉熱のエネルギー利用設備導入に関する助成制度については、「新エネルギーガイドブック、NEDO技術開発機構」および「中小企業省エネ施策利用ガイドブック、中小企業庁」の資料を参考に平成21年度の事業を整理した。

「温泉熱のエネルギー利用設備の導入」に関する一連の流れは、①事前の情報収集、調査、計画②設計、導入③導入後の実証研究や普及啓発（情報発信）という3つの段階（フェーズ）に分けて考えることができる。

各機関、各省庁によって補助制度や融資制度が用意されているが、各フェーズにおいて適用可能な助成制度を整理した。

A：導入前の調査、計画等、情報収集
B：導入にかかる機器購入
C：税制、融資



A. 導入前の調査、計画、情報収集等

◇財団法人省エネルギーセンターによる支援制度 (<http://www.eccj.or.jp/>)

	事業名	補助率、融資額、融資率など	地方公共団体	企業	NP O 等	個人 その他	支援要件・内容
1	省エネルギー技術講座	実費等	●	●	●	●	省エネ技術、工場見学会、省エネ法関連セミナー、各種ツール等の活用方法、ビルにおける省エネ対策等を学ぶための講座
2	省エネルギー実習教育講座	実費等	●	●	●	●	工場・ビルにおける省エネ技術を座学と実習で学べる講座
3	省エネルギー出前講座	実費等	●	●	●	●	工場・事業所・団体等における、省エネルギーに関する社内研修・講演・講習会のアレンジ
4	省エネルギー対策導入促進事業費補助金 省エネルギー診断サービス	無料	●	●	●	●	工場やビル等の事業所に対して省エネに関する専門家を派遣し、原則1日の無料省エネ診断を実施

B. 導入にかかる機器購入費・工事費等

◇環境省による助成制度 (<http://www.env.go.jp/>)

	事業名	補助率、融資額、融資率など	地方公共団体	企業	NP O 等	個人 その他	支援要件・内容
1	地方公共団体対策技術率先導入補助事業	補助：1/2	●				地方公共団体が所有する業務用施設に温暖化対策推進法に基づき策定した実行計画に基づく代エネ・省エネ設備導入に対する補助
2	地球温暖化対策ビジネスモデルインキュベーター事業	補助：1/2		●	●		ビジネスモデルとして成り立つ可能性が高い事業について、核となる技術に係る設備整備および実証事業の支援
3	地域協議会民生用機器導入促進事業	補助：1/3		●	●		家庭、業務部門において、温暖化対策に効果のある設備を地域でまとめて導入する地域協議会の活動に対して支援
4	温室効果ガスの自主削減目標設定に係る設備補助事業	補助：1/3		●			自主参加型の国内排出量取引制度に参加する事業者が、CO2排出抑制設備を導入する際の補助
5	温泉施設における温暖化対策事業	補助：1/3（ヒートポンプによる温泉熱の熱利用）		●	●		温泉熱や温泉付随の可燃性天然ガスを活用した温暖化対策を行う事業に対する支援

◇NEDO 技術開発機構による助成制度 (<http://www.nedo.go.jp/>)

	事業名	補助率、融資額、融資率など	地方公共団体	企業	NP O 等	個人 その他	支援要件・内容
1	住宅・建築物高効率エネルギーシステム導入促進事業	補助：1/3 以内		●	●	●	25%程度の省エネが図れる住宅・建築物高効率エネルギーシステム（空調、給湯、照明及び断熱部材等）の導入に対する補助
2	エネルギー使用合理化事業者支援事業	補助：1/3 以内（複数事業者による連携事業は 1/2 以内）		●	●		省エネルギー効果が高く、費用対効果が妥当と認められるもの（省エネ率 1%以上又は省エネ量原油換算 1,000kl/年以上）に係わる設備導入に対する補助
3	温室効果ガス排出削減支援事業	補助：1/3 以内（既存方法論による事業）、1/2 以内（新規方法論による事業）		●			省エネ効果が見込まれ、併せてCO2 排出削減効果に関する算出・方法論に関する計画を策定し、当該計画が新規の排出削減方法論の確立が見込まれる事業を予定する省エネ設備・技術導入事業を補助

◇新エネルギー導入促進協議会による助成制度 (<http://www.nepc.or.jp/>)

	事業名	補助率、融資額、融資率など	地方公共団体	企業	NP O 等	個人 その他	支援要件・内容
1	新エネルギー等事業者支援対策事業	補助：1/3 以内		●			新エネルギー等設備を導入する事業者に対する補助
2	地域新エネルギー等導入促進事業	補助：導入事業＝1/2 以内（又は 1/3 以内） 普及啓発事業＝定額（限度額 2 千万円）	●	(●)	●		地方公共団体、非営利団体及び地方公共団体と連携して事業を行う民間事業者の新エネルギー等設備導入に対する補助

◇中小企業基盤整備機構による助成制度 (<http://www.smrj.go.jp/>)

	事業名	補助率、融資額、融資率など	地方公共団体	企業	NP O 等	個人 その他	支援要件・内容
1	省エネルギー対策導入促進事業費補助金「事業場等省エネルギー支援サービス導入事業」（中小企業向け ESCO 事業補助金）	補助：1/2 以内（上限 3 千万円）		●			既設の工場、事業所における ESCO 事業において、省エネ効果が高く、費用対効果が優れていると見込まれるものに対する補助

C. 税制・融資

◇経済産業省による税制優遇 (<http://www.meti.go.jp/>)

	事業名	補助率、融資額、融資率など	地方公共団体	企業	NP O 等	個人 その他	支援要件・内容
1	エネルギー需給構造改革推進投資促進税制	税額控除: 基準取得価額の7%相当額を税額控除できる。 特別償却: 取得価格から普通償却をした残り全てを特別償却として処理できる。 (平成 21 年 4 月から 2 年間は、初年度即時償却ができる。)		●		●	支援対象とする設備を取得し、その後 1 年以内に事業の用に供した場合に、税額控除、特別償却のいずれか一方を選択し、税制優遇を受ける (税額控除は、中小企業者等に限り)

◇日本政策金融公庫による低利融資 (<http://www.jfc.go.jp/>)

	事業名	補助率、融資額、融資率など	地方公共団体	企業	NP O 等	個人 その他	支援要件・内容
1	環境・エネルギー対策資金	資金用途: 設備資金・運転資金 貸付金額: 7億 2 千万円以内 貸付期間: 15 年以内(うち据置期間 2 年以内) 貸付利率: 2 億 7 千万円を限度として各種特別利率を適用		●			環境・エネルギー対策の促進を図る中小企業者等に対して、当該事業に必要な設備投資や運転資金を融資する

◇商工組合中央金庫による低利融資 (<http://www.shokochukin.co.jp/>)

	事業名	補助率、融資額、融資率など	地方公共団体	企業	NP O 等	個人 その他	支援要件・内容
1	省エネルギー促進無担保貸出制度	資金用途: 設備資金・運転資金(無担保) 貸付限度額: 組合 5 千万円、中小企業 3 千万円 貸付期間: 原則 5 年以内 貸付利率: 商工中金所定の利率		●			省エネ診断等に基づき省エネ投資を行う際の、省エネ関連設備導入資金およびこれに係る長期運転資金・短期運転資金の融資
2	環境配慮型経営支援貸付	資金用途: 設備資金・運転資金 貸付期間: 10 年固定貸付(据置 3 年以内)、変動貸付 20 年以内(据置 3 年以内) 貸付限度額: なし 貸付利率: 商工中金所定の利率(変動貸出は 11 年目以降、5 年毎に見直し)		●			環境配慮型経営にかかる第三者認証等 (ISO14000、エコアクション 21、グリーン経営認証など) を取得した事業者に対し、環境配慮型経営を促進するための融資

資料3 委員会名簿

温泉熱利用に係る青森県地域新エネルギー・省エネルギービジョン策定委員会名簿

■委員

所 属	部署、役職	氏 名
国立大学法人 弘前大学	学長特別補佐、理学博士	南條 宏肇
公立大学法人 青森公立大学	経営経済学部 教授、経済学博士	吉原 正彦
浅虫温泉事業協同組合	理事長	佐々木 眞
浅虫温泉旅館組合	組合長	蝦名 幸一
浅虫温泉地域活性化懇談会	座長	細井 仁
青森商工会議所	事務局次長	道川 浩治
青森水族館管理株式会社	取締役 管理部長	江戸 八千夫
社団法人青森県管工事業協会	(大青工業株式会社 取締役社長)	服部 國彦
青森市	環境部 環境政策課長	葛西 俊一

■オブザーバー

東北経済産業局 資源エネルギー環境部 エネルギー課
独立行政法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構 エネルギー対策推進部

平成 21 年度青森県地域新エネルギー・省エネルギービジョン策定等事業
(事業化フィージビリティスタディ)

浅虫地区の温泉熱利用可能性調査

平成 22 年 2 月発行

お問い合わせ先

青森県エネルギー総合対策局エネルギー開発振興課

環境・エネルギー産業振興グループ

〒030-8570 青森県青森市長島一丁目 1 番 1 号

TEL : 017-722-1111 (大代表) 017-734-9378 (直通)

FAX : 017-734-8213