

平成 22 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

# 山ノ内町地域新エネルギー・省エネルギー重点ビジョン 報 告 書

(調査テーマ) 温泉熱利用に係る詳細ビジョン策定調査

平成 23 年 2 月

長野県 山ノ内町



## はじめに

このたび、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22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」の補助をいただき、「山ノ内町地域新エネルギー・省エネルギー重点ビジョン（調査テーマ 温泉熱利用に係る詳細ビジョン策定調査）」を策定することができました。



今回、重点的に検討したテーマである「温泉熱利用」については、平成21年度に策定しました「山ノ内町地域新エネルギービジョン（初期ビジョン）」の導入推進プロジェクト（重点）の一つに掲げられているものでありますが、本調査は、今後の町内における温泉熱利用のさらなる普及拡大を図るため、その具体的方策等について詳細化・明確化するとともに、実際の事業化へとスムーズに結びつけることを目的に実施したところであります。

町の豊富な温泉資源は、貴重な観光資源として、また、観光業は、町の基幹産業として、それぞれ重要な位置を占めています。この地域資源・観光資源である温泉を、町の特色あるエネルギーとして、新エネルギー・省エネルギーの観点から有効活用を図っていくことにより、地球温暖化問題やエネルギー問題に貢献する“エコのまち・やまのうち”の発展、また、観光や農業をはじめとした地域産業の振興へとつながっていくことを大きく期待しているところです。

今後は、町民や事業者の皆さま、源泉管理者や専門家の皆さまと一体となって、今回検討した方策に基づき積極的な取り組みを推進し、初期ビジョンに掲げた将来像“自然の恵み（エネルギー）を最大限有効利用するエコのまち”“新エネルギー導入（省エネルギー推進）による環境に配慮した元気活力あふれる産業のまち”の実現を目指し、行政として努力して参りたいと考えております。

最後になりますが、本ビジョンの策定にあたりご尽力を賜りました信州大学工学部の池田敏彦教授をはじめ策定委員の皆さま、ご指導とご協力を賜りました経済産業省関東経済産業局並びに独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）、また、各種調査及び資料提供などにご理解とご協力を賜りました多くの関係者の皆さまに、心から感謝を申し上げます。

平成23年2月

山ノ内町長 竹節 義孝

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22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ました。



## [目次]

1.	「温泉熱利用に係る詳細ビジョン」策定の背景と目的	1
1.1	初期ビジョン（山ノ内町地域新エネルギービジョン）の検討内容	1
1.2	（温泉熱利用に係る）詳細ビジョン策定の背景と目的	3
2.	温泉の状況	4
2.1	温泉地と温泉施設の状況	4
2.2	源泉の状況	5
3.	温泉熱の利用方法	8
3.1	バイナリー発電	8
3.2	温泉熱交換	9
3.3	温泉熱ヒートポンプ	11
4.	温泉熱利用に関する事業者等への意向調査	13
4.1	アンケート調査	13
4.2	ヒアリング調査	25
5.	温泉熱利用の基本理念・基本方針	31
5.1	温泉熱利用にあたっての基本理念	31
5.2	温泉熱利用に係る基本方針	33
5.3	具体的導入方策（導入モデルケース）	35
6.	導入方策（モデルケース）の調査検討	36
6.1	温泉施設への熱交換器の導入	36
6.2	温泉施設へのヒートポンプの導入	58
6.3	排湯を利用した無散水消雪設備の導入	62
6.4	排湯を利用した雪捨て場（ピット）の設置	66
6.5	町地域福祉センターへの熱交換器の導入	68
6.6	湯田中駅前温泉「楓の湯」への熱交換器の導入	73
6.7	（温泉を引湯している）個人宅での熱交換器の導入	79
6.8	農業施設（ハウス等）における排湯熱の有効利用	83
7.	事業化への実行プログラムの検討・ビジョン推進方策の整理	87
7.1	事業化への実行プログラムの検討	87
7.2	ビジョン推進方策の整理	89
8.	資料編	93
8.1	先進地調査の結果	93
8.2	国等による支援制度一覧	99
8.3	策定経緯・委員名簿	101

## 1. 「温泉熱利用に係る詳細ビジョン」策定の背景と目的

### 1.1 初期ビジョン（山ノ内町地域新エネルギービジョン）の検討内容

#### 1.1.1 新エネルギー導入（省エネルギー推進）により目指す町の将来像

本町の豊富な自然資源を新エネルギー（省エネルギー）として有効活用することにより、エネルギー問題や地球温暖化問題に貢献していくとともに、地域産業の活性化、自然環境の保全などにつなげていくことを目指し、平成 21 年度に「山ノ内町地域新エネルギービジョン（以下：初期ビジョン）」を策定しました。

初期ビジョンでは、この豊富な資源を極力無駄にせず最大限有効利用することにより、実際に環境負荷の低減を図り、地球温暖化防止・自然環境保全・化石燃料節減に貢献していく“エコのまち・やまのうち”を目指していくこととし、新エネルギー導入（省エネルギー推進）により目指す町の将来像として、「自然の恵み（エネルギー）を最大限有効利用するエコのまち」を掲げています。

また、新エネルギー導入（省エネルギー推進）に積極的に取り組んでいくことにより、観光や農業をはじめとする町の産業分野において、環境への配慮を広くアピールしながら他地域との差別化やイメージアップを図っていくなど、新エネルギー導入（省エネルギー推進）による環境に配慮した産業振興にも取り組んでいくこととし、「新エネルギー導入（省エネルギー推進）による環境に配慮した元気活力あふれる産業のまち」を二つ目の将来像に掲げています。

【初期ビジョン】 新エネルギー導入（省エネルギー推進）により目指す町の将来像

- ・ 自然の恵み（エネルギー）を最大限有効利用するエコのまち
- ・ 新エネルギー導入（省エネルギー推進）による環境に配慮した元気活力あふれる産業のまち

#### 1.1.2 新エネルギー導入（省エネルギー推進）に係る基本方針

初期ビジョンでは、新エネルギーを導入（省エネルギーを推進）していくにあたり、3つの基本方針を掲げています。

新エネルギー導入（省エネルギー推進）にあっては、地域の自然特性や社会特性によってその方向が大きく左右される一方で、地域の特色を活かしながら導入推進を図ることができるものも考えることもできます。このことから、自然と共存する本町の特性に配慮しながら、地域のニーズに合致している新エネルギーから導入（省エネルギーから推進）していくことを基本に掲げています。

本町の温泉は「観光資源」として、また、観光業は「町の主要産業」として重要な位置を占めていますが、特に今日、環境に対する意識の向上から、環境に配慮した観光「エコツーリズム」が求められているなか、新エネルギーの導入（省エネルギーの推進）により、本町の温泉施設を環境に配慮したものとすることが可能となります。このことから、単に新エネルギー（省エネルギー）機器を導入するだけでなく、観光業や農業を中心とした地域産業の振興という観点から取り組みを進めていくことを基本に掲げています。

また、単にハード面での導入にとどまらず、その導入をきっかけとして、環境やエネルギー問題に対する地域の関心や理解が深まり、町民と行政、事業者と行政、町民と事業者など、立場を

超えた協働体制を構築できる可能性があり、また、この協働体制の構築により、新エネルギー導入（省エネルギー推進）の実効性の向上も期待されます。このことから、これを契機に、町民・事業者・行政の協働体制をより強化するとともに、この協働体制のもとに地域に根ざした導入促進を図っていくということを基本に掲げています。

【初期ビジョン】基本方針1：

山ノ内町の地域特性に合致した新エネルギーを導入(省エネルギーを推進)します。

【初期ビジョン】基本方針2：

地域振興に資する新エネルギーを導入(省エネルギーを推進)します。

【初期ビジョン】基本方針3：

町民・事業者・行政の協働によって新エネルギーを導入(省エネルギーを推進)します。

### 1.1.3 初期ビジョンの重点プロジェクト

初期ビジョンでは、基礎調査及びアンケート調査の結果、また、町の将来像及び基本方針を踏まえ、本町における新エネルギー導入（省エネルギー推進）を図るための導入推進プロジェクトとして7つを掲げています（中小水力発電プロジェクト、温泉熱利用プロジェクト、雪氷熱利用プロジェクト、太陽エネルギー利用プロジェクト、木質バイオマスプロジェクト、小型風力発電プロジェクト、環境学習プロジェクト）。

また、その中でも特に重点的に取り組むべき項目について、重点プロジェクトとして位置付けています。重点プロジェクトの対象には、町の地域特性（自然条件や社会条件）や新エネルギー（省エネルギー）の試算などの調査結果を踏まえ、「中小水力発電」「温泉熱利用」「雪氷熱利用」「太陽エネルギー利用」の4つが選定されています。

表 1.1 初期ビジョンの重点プロジェクト一覧

項目・概要	
中小水力発電を利用した電柵等の導入推進プロジェクト	農業用水路等に発電用水車を設置し、発電した電気を農業用電気柵などへ供給し有効利用を図る取り組みを推進します。
温泉熱利用設備(発電・熱交換等)の導入推進プロジェクト	温泉や排湯の余剰熱を、発電や熱交換・ヒートポンプ(施設の給湯・冷暖房)、ロードヒーティングなどに有効利用を図る取り組みを拡大・推進します。
雪氷熱利用設備(冷房・冷蔵)の導入推進プロジェクト	除雪した雪を、建物の冷房や農作物の冷蔵貯蔵などの冷熱源として有効利用を図る取り組みを推進します。
太陽エネルギーの利用推進プロジェクト	個人の住宅への太陽熱温水器の導入を推進します。また、住宅や事業所、公共施設などへの太陽光発電設備の導入についても長期的に検討します。

## 1.2 (温泉熱利用に係る) 詳細ビジョン策定の背景と目的

このたび策定する「山ノ内町地域新エネルギー・省エネルギービジョン(温泉熱利用に係る詳細ビジョン)」は、初期ビジョンに掲げた重点プロジェクトの一つである「温泉熱利用プロジェクト」について、その推進を図るための具体的方策等について詳細化・明確化するとともに、実際の事業化とその普及拡大へとスムーズに結びつけることを目的に策定するものです。

温泉熱エネルギーについては、町内における利用可能量が最も多いエネルギー種別であると推計されるなど、初期ビジョン基本方針の一つである“地域特性に合致した新エネルギー導入(省エネルギー推進)”に最も適しているものと位置付けられているとともに、また、温泉は本町の基幹産業である観光業における貴重な観光資源でもあり、これをエネルギーとして有効活用することは、“(基本方針)地域振興に資する新エネルギー導入(省エネルギー推進)”にも大きく寄与するものと考えることができ、以上のことから、実施スケジュールについても短期的に取り組みを進めていくべきものとされています。

策定した詳細ビジョンの具現化を図ることにより、初期ビジョンに掲げた将来像(自然の恵み(エネルギー)を最大限有効利用するエコのまち、新エネルギー導入(省エネルギー推進)による環境に配慮した元気活力あふれる産業のまち)の実現を目指していきます。





## 2. 温泉の状況

### 2.1 温泉地と温泉施設の状況

長野県（北信保健福祉事務所）がまとめる「温泉現況報告書」では、町内の温泉地は計 23 地区に区分されています。温泉地ごとの湧出量（自噴・動力別）、平均湧出温度、地区内の温泉施設数をまとめると表 2.1 のとおりとなります。

湧出量は、「地獄谷」でもっとも多くなっており、また、湯田中・渋温泉郷内では「渋」「星川」「穂波」で、志賀高原地区内では「熊の湯・ほたる」で特に湧出量が豊富です。

また、湧出量の多い温泉地では温泉施設も多く存在しているとともに、一方で、湧出地から引湯するなどにより、源泉がない地区にも温泉施設は存在しています。

表 2.1 町内の温泉地と湧出量・平均湧出温度・温泉施設数

温泉地名	湧出量		平均湧出温度 ( )	温泉施設数 (箇所)	
	(L/分)	うち自噴			うち動力
(岩管)	0.0	0.0	0.0	-	0
熊の湯・ほたる	1,487.0	573.0	914.0	63.8	13
木戸池・石の湯	436.0	436.0	0.0	40.0	1
丸池・幕岩	0.0	0.0	0.0	-	10
志賀山	238.6	0.0	238.6	48.0	5
発哺	471.4	471.4	0.0	90.7	9
高天ヶ原	26.0	0.0	26.0	78.0	6
地獄谷	3,997.5	3,897.5	100.0	77.1	1
上林	117.0	0.0	117.0	67.1	9
沓野	270.5	240.5	30.0	72.6	11
安代	483.5	278.5	205.0	64.8	9
渋	1,260.1	999.6	260.5	59.6	51
湯田中	0.0	0.0	0.0	-	31
新湯田中	0.0	0.0	0.0	-	10
星川	980.0	117.0	863.0	71.6	8
上条	230.0	15.0	215.0	48.3	7
角間	466.0	203.0	263.0	75.4	10
穂波	1,086.7	0.0	1,086.7	72.2	18
戸狩地区	280.0	0.0	280.0	52.5	3
佐野	0.0	0.0	0.0	-	3
よませ	300.0	0.0	300.0	50.7	9
竜王	8.1	0.0	8.1	29.3	1
高井富士	227.0	0.0	227.0	45.0	1

資料：温泉現況報告書（長野県北信保健福祉事務所）

## 2.2 源泉の状況

「温泉現況報告書」に基づき、町内の源泉の状況についてまとめます。

### 2.2.1 湧出量について

町内の源泉を湧出量別に区分すると図 2.1 のとおりとなります。0～50L/分の源泉が最も多く、次いで 50～100L/分の源泉が多くなっています。

一方で、数は少ないながら、150L/分を超える源泉も存在しています。

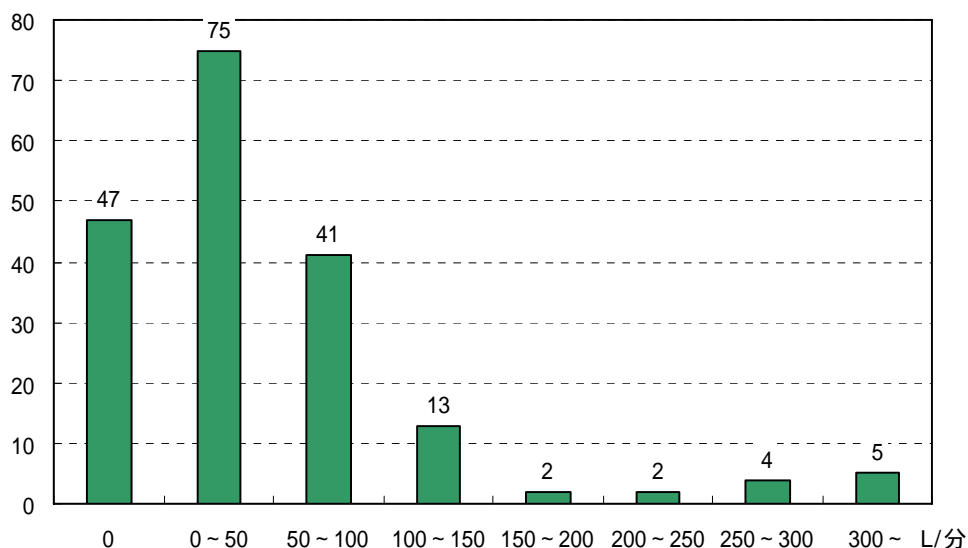


図 2.1 湧出量別源泉数

### 2.2.2 湧出温度について

町内の源泉を湧出温度別に区分すると図 2.2 のとおりとなります。相対的に 50 から 80 の源泉が多くなっています。

また、80 を超える源泉も多数存在しています。

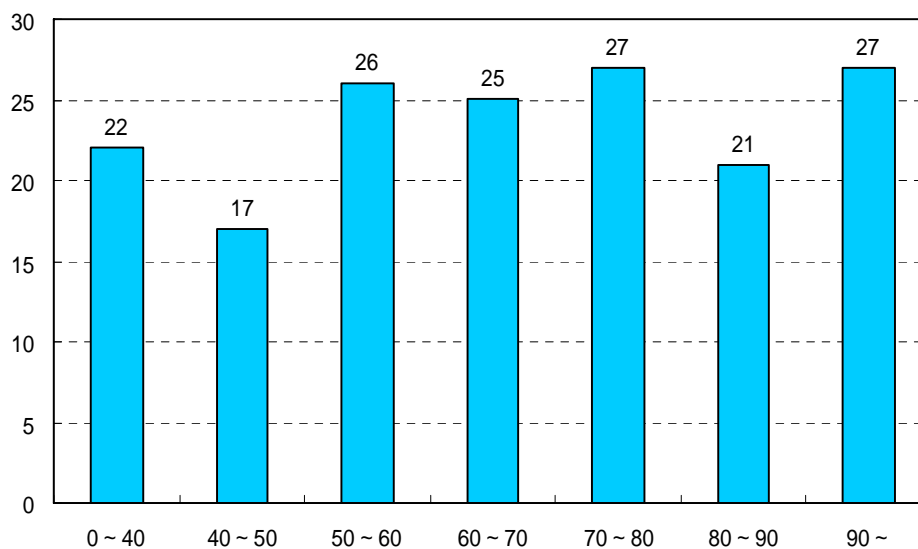


図 2.2 湧出温度別源泉数

### 2.2.3 湧出量と湧出温度の関係について

町内の源泉の湧出量と湧出温度の相関をまとめると図 2.3 のとおりとなります。

100L/分以下の湧出量の中で、湧出温度 50 から 90 の源泉が多く点在していることがわかります。

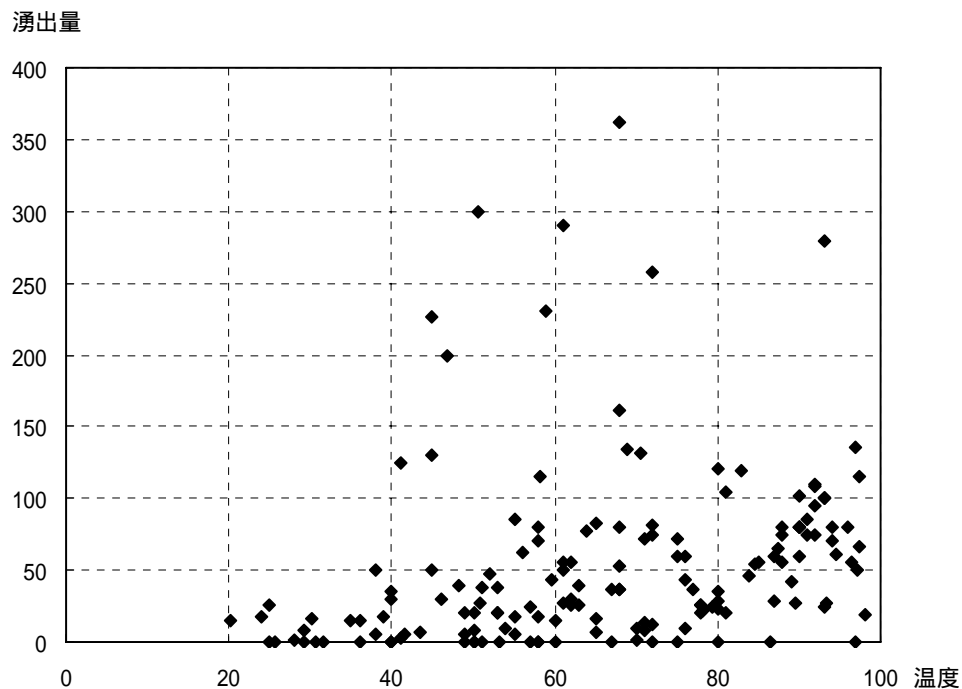


図 2.3 湧出量と湧出温度の関係

## 2.2.4 泉質について

町内の源泉の主な泉質を温泉地別にまとめると表 2.2 のとおりとなります。

温泉地により泉質は異なりますが、相対的に「単純硫黄温泉」や「ナトリウム・カルシウム塩化物温泉」が多くなっています。

表 2.2 温泉地別の主な泉質

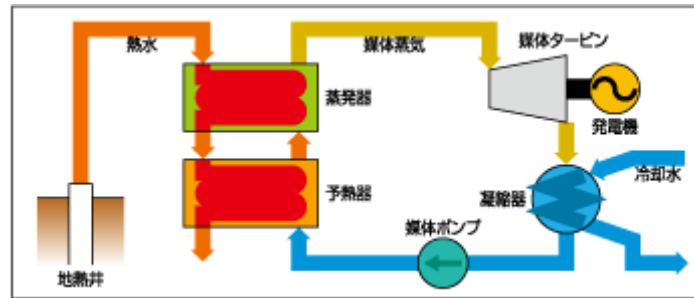
温泉地名	主な泉質
熊の湯・ほたる	アルカリ性単純温泉、単純硫黄温泉
木戸池・石の湯	単純温泉
志賀山	単純温泉、単純硫黄温泉
発咄	単純硫黄温泉
高天ヶ原	単純硫黄温泉
地獄谷	ナトリウム・カルシウム塩化物・硫酸塩温泉
上林	単純硫黄温泉、ナトリウム・カルシウム塩化物・硫酸塩温泉
沓野	ナトリウム塩化物温泉、含硫黄ナトリウム・カルシウム塩化物・硫酸塩温泉
安代	ナトリウム・カルシウム塩化物温泉、弱アルカリ性温泉
渋	ナトリウム・カルシウム塩化物・硫酸塩温泉、単純温泉
星川	ナトリウム塩化物・硫酸塩温泉、単純温泉
上条	弱アルカリ性低張性高温泉、ナトリウム塩化物・硫酸塩温泉
角間	ナトリウム塩化物温泉
穂波	ナトリウム塩化物温泉、含硫黄ナトリウム塩化物温泉
戸狩地区	ナトリウム・カルシウム塩化物・硫酸塩温泉
よませ	単純温泉
竜王	アルカリ性単純温泉
高井富士	ナトリウム・カルシウム塩化物温泉

### 3. 温泉熱の利用方法

#### 3.1 バイナリー発電

##### 3.1.1 バイナリー発電の仕組み

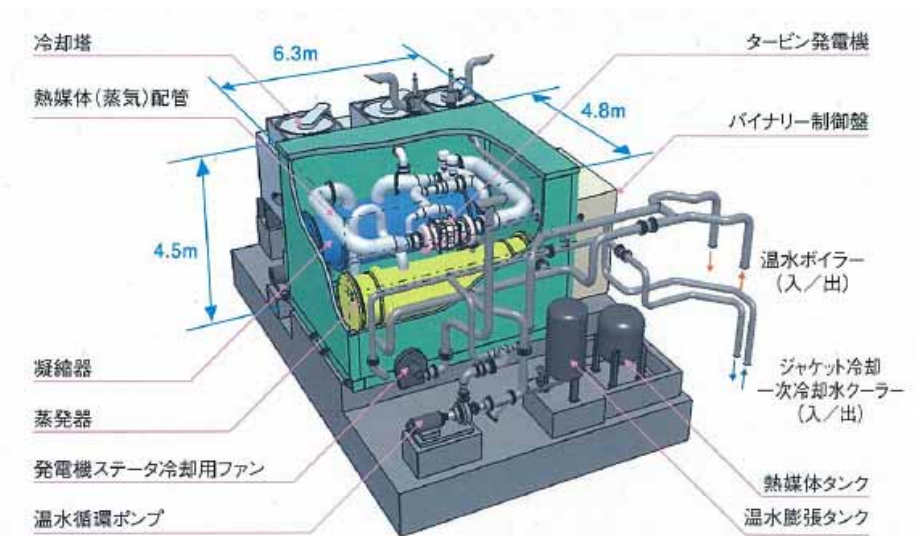
バイナリー発電とは、地熱流体の温度が低く、十分な蒸気が得られない時などに、地熱流体で沸点の低い媒体（例：ペンタン、沸点 36℃）を加熱し、媒体蒸気でタービンを回して発電するものです。



出典：グリーン電力ポータルサイト  
(<http://www.enecho.meti.go.jp/energy/newenergy/new/p6.html>)

##### 3.1.2 バイナリー発電設備の概要

直結高速タービンの採用や、熱交換器の電熱特性高性能化などによって、比較的小規模な発電機も市販されています。



型式	KFR-1	KFR-2
発電端出力 (kW)	50 ~ 125	100 ~ 250
温水入口温度 (°C)	80 ~ 120	80 ~ 120
温水入口流量 <sup>※</sup> (ton/hr)	90	180
タービン発電機入口蒸気圧力 <sup>※</sup> (KPaG)	312	312
タービン発電機入口蒸気温度 <sup>※</sup> (°C)	80	80
タービン発電機回転数 (rpm)	約9,000	約9,000
発電機	永久磁石式3相交流高周波同期発電機	

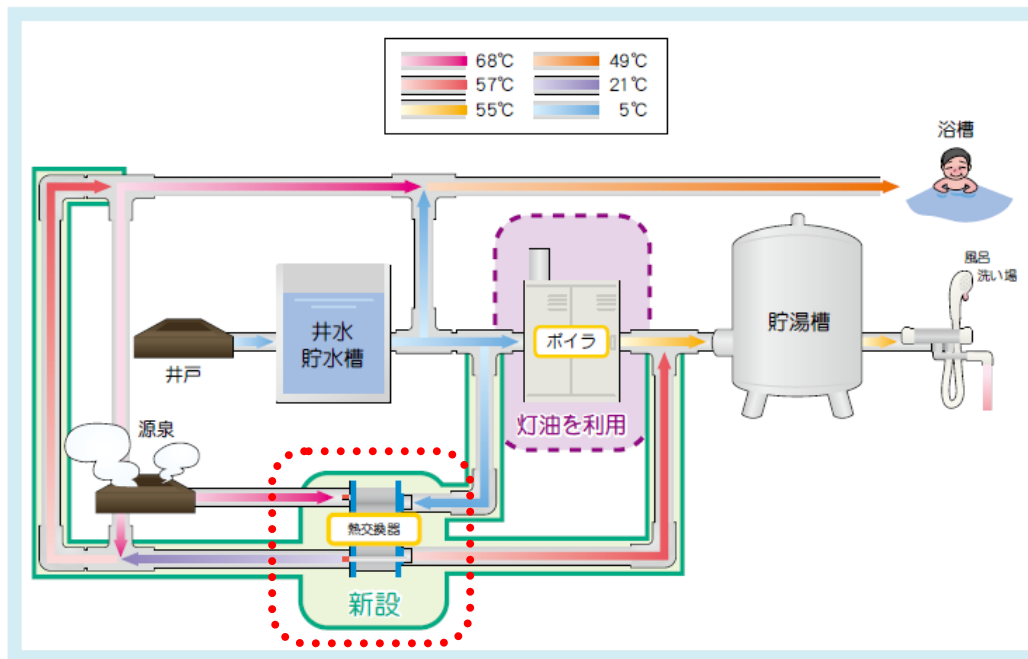
※各型式の最大発電端出力で、温水入口温度が98°Cの状態値を一例で示します。

出典：川崎重工業株式会社 HP  
(<http://www.khi.co.jp/machinery/product/power/binary.html>)

## 3.2 温泉熱交換

### 3.2.1 温泉熱交換の仕組み

温泉施設へ熱交換器を導入することにより、温泉の余剰熱や排湯熱を施設内の暖房や給湯などの熱源として有効利用するものです。

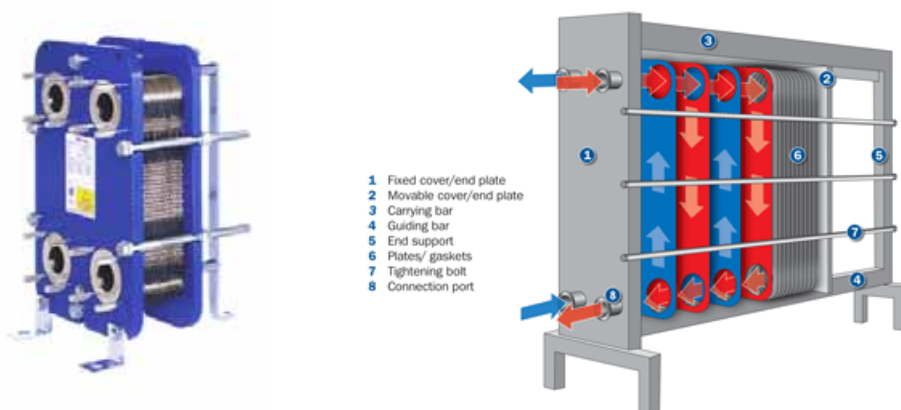


出典：おんせん DE ヒーボン！ ; P1 (北海道経済産業局)  
(<http://www.hkd.meti.go.jp/hokne/onsen/pamphlet.pdf>)

### 3.2.2 熱交換器の種類

#### (1) プレート式

複数の伝熱プレートに流体を接触させることにより熱交換を行います。各プレートは、分解・洗浄が可能です。



出典：愛知ボイラー株式会社 HP ([http://www.aichi-boiler.co.jp/product/heat\\_exchangers-plate.html](http://www.aichi-boiler.co.jp/product/heat_exchangers-plate.html))

出典：日本トレルボルグ シーリング ソリューションズ 株式会社 HP

([http://www.tss.trelleborg.com/jp/www/jp/news-press/news/News-details\\_3060.jsp](http://www.tss.trelleborg.com/jp/www/jp/news-press/news/News-details_3060.jsp))

## (2) チューブ式

チューブ式の熱交換器は、細管内の流速が早くなることにより自浄作用が働くため、スケール成分が付着しにくいことが特徴です。設置スペースも小さく、また、縦置き・横置きが可能なタイプです。



出典：株式会社システム機材 HP  
( <http://system-kizai.com/item/heater.html> )

## (3) 投げ込み式

投げ込み式の熱交換器は、設備費が安価、かつ維持管理が容易であることが特徴です。構造がシンプルであることから、様々なシステムへの組み合わせが可能です。

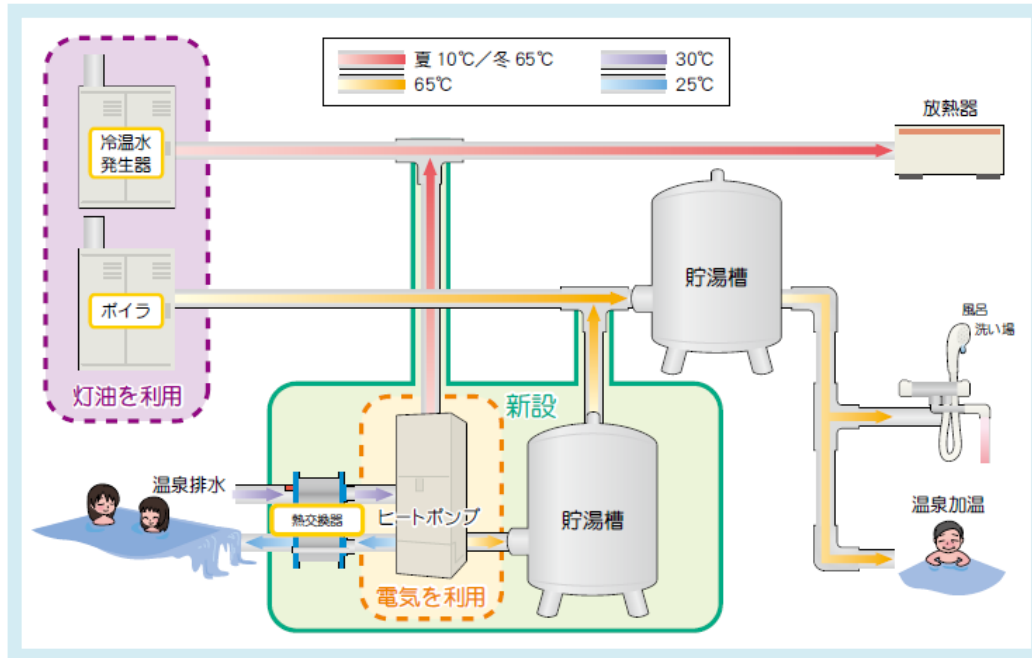


出典：株式会社山一製作所 HP  
( <http://www.yamaichi-ss.jp/pc/free02.html> )

### 3.3 温泉熱ヒートポンプ

#### 3.3.1 温泉熱ヒートポンプの仕組み

温泉施設においてヒートポンプの仕組みを利用することにより、温泉熱エネルギーを施設内の空調（冷房や暖房）給湯などに有効利用することができます。



出典：おんせん DE ヒーポン！；P5（北海道経済産業局）  
 ( <http://www.hkd.meti.go.jp/hokne/onsen/pamphlet.pdf> )

#### 3.3.2 ヒートポンプの概要

ヒートポンプとは、水や空気などが保有する熱を吸収し送り出す装置のことです。冷媒が、液体から気体に変化する際に周囲から熱を奪う現象と、冷媒が、気体から液体へ変化する際に周囲へ放熱する現象を利用したもので、圧縮機・凝縮器・膨張弁・蒸発器などから構成されます。

温泉水などを熱源とする水熱源ヒートポンプ方式は、季節による能力低下が少ないため、高効率なシステムです。

**イチノセキ温泉 願叶乃湯【岩手県】** WW

**■システムの特長**  
 冷泉と井水を熱源として給湯と源泉の加熱を行うシステムです。  
 ① 冷泉と井水を熱源として、夜間に蓄熱を行います。[冷泉+井水→給湯運転]  
 ② 夜間に蓄熱した70℃の温水を利用して、給湯と源泉の加熱を行います。

建物種別：温泉施設  
 使用用途：給湯・源泉昇温  
 機種：SCV-Q20WW×3基

**ランニングコスト比較**  
 ランニングコスト 約590万円 (16.5%削減)  
 償却年数 2.2年 (320万円削減)  
 910万円  
 灯油ボイラ

**CO2排出量比較**  
 CO2削減量 約225t (67%削減)  
 110t  
 335t  
 灯油ボイラ

●冷泉熱源 ●機種：SCV-Q20WW×3基 ●貯湯容量：1000L ●給湯容量：1200L ●電気消費量：120kWh ●暖房熱源：60kWh ●CO2排出係数：灯油 2.66kg/L ●CO2削減係数：電気 0.475kg/kWh ●イチノセキCO2削減工場製は表示。

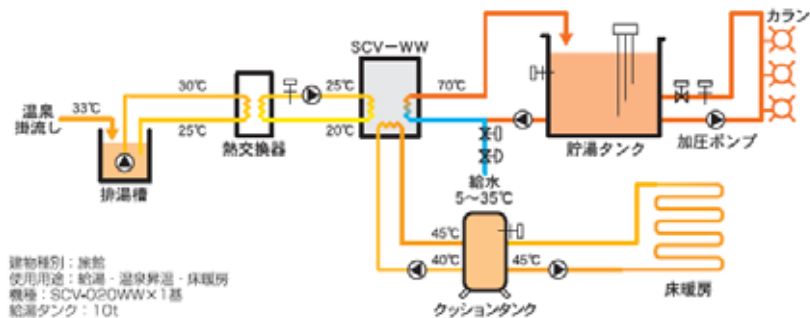


板室温泉 山喜荘[栃木県] WW

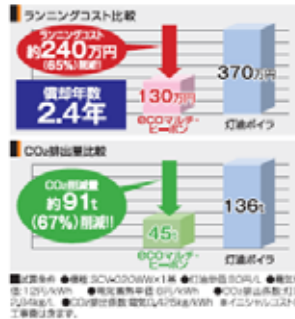


■システムの特長  
 温泉の廃熱を利用して給湯と床暖房を行うシステムです。

- ① 温泉廃熱を利用して給湯〔廃熱回収→給湯運転〕
- ② 温泉廃熱を利用して床暖房〔廃熱回収→加熱運転〕



建物種別：旅館  
 使用用途：給湯・温泉弁遣・床暖房  
 機種：SCV-020WWx1基  
 給湯タンク：10t



出典：サイエンス株式会社 HP  
 ( [http://www.science-inc.jp/heat-pump/ww\\_wsr.html#three](http://www.science-inc.jp/heat-pump/ww_wsr.html#three) )



出典：サイエンス株式会社 HP  
 ( [http://www.science-inc.jp/heat-pump/ww\\_wsr.html#three](http://www.science-inc.jp/heat-pump/ww_wsr.html#three) )

## 4. 温泉熱利用に関する事業者等への意向調査

### 4.1 アンケート調査

#### 4.1.1 調査の概要

##### (1) 対象者及び回答状況について

温泉熱エネルギー需要先となる町内の旅館・ホテル・入浴施設などを対象に、施設内の温泉利用状況や設備導入の意向等を把握することを目的に「温泉利用関係事業者アンケート調査」を実施しました。また、実際に源泉を管理している源泉管理者を対象に、源泉の状況や配湯の状況を把握することを目的とした「源泉管理者アンケート調査」も実施しました。

調査対象者については、町内の旅館やホテルなど温泉利用関係事業者から 100 者を無作為に抽出、源泉管理者は湧出量の多い源泉 12 者を抽出し、それぞれに調査票を作成し実施しました。

回答率は、温泉利用関係事業者アンケートが約 4 割、源泉管理者アンケートが 5 割という結果となりました。

表 4.1 アンケート調査対象者及び回答数

対象者	サンプル数	回答数	回答率
温泉利用関係事業者	100 事業所	38 事業所	38%
源泉管理者	12 源泉	6 源泉	50%

##### (2) 調査時期及び期間について

アンケート調査は、次の時期及び期間により実施しました。

表 4.2 アンケート調査時期及び期間

対象者	調査時期及び期間
温泉利用関係事業者	平成 22 年 9 月 10 日(発送)～9 月 22 日(〆切)
源泉管理者	平成 22 年 9 月 13 日(発送)～9 月 22 日(〆切)

##### (3) 調査方法について

調査対象者へは郵送によりアンケート調査票を送付、また、回答についても郵送により返送いただく方法としました。

(4) 調査項目について

温泉利用関係事業者アンケート及び源泉管理者アンケートの調査項目については次のとおりとしました。

表 4.3 温泉利用関係事業者アンケートの調査項目

分類	調査(質問)項目
1. 温泉利用状況	温泉利用量、温泉利用温度、排湯温度、 うめ水使用の有無
2. エネルギー使用状況	電気使用料、主な電気消費設備、使用燃料種別、 燃料使用料、水道使用状況
3. 温泉熱有効利用機器(設備) の導入状況・導入意向	温泉熱有効利用機器(設備)の認知状況、 機器(設備)利用状況、機器(設備)導入意向、 温泉熱利用による付加価値向上の可能性、町への要望
4. 施設の属性	建物規模、地区

表 4.4 源泉管理者アンケートの調査項目

分類	調査(質問)項目
源泉の状況	湧出方法、泉温・湧出量、泉質
配湯の状況	配湯先、配湯量、配湯温度、配湯距離、源泉の位置と配湯経路の模式図
月別の状況	源泉温度、湧出量、うめ水量、配湯温度、配湯量

#### 4.1.2 事業者アンケート調査の結果（サンプル数 = 38）

##### (1) 温泉の利用量について

施設において利用している温泉の量は、10 リットル/分以下から 100 リットル/分超まで、施設によりばらつきがあります。施設規模の違い等によるばらつきとなっていますが、相対的には 20 リットル/分から 30 リットル/分の施設がもっとも多くなっています。

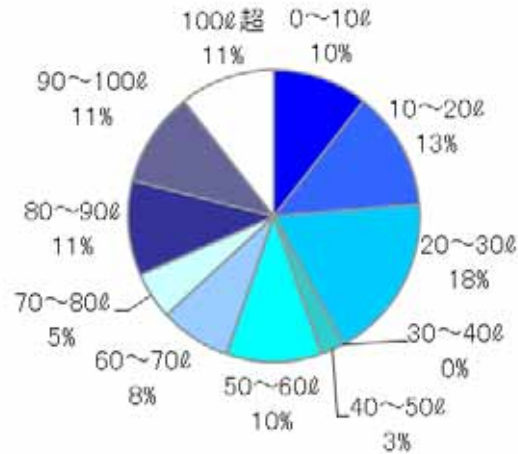


図 4.1 温泉の利用量

##### (2) 温泉の利用温度について

施設において利用している温泉の温度は、40 から 80 までの施設が多くなっていますが、施設によりばらつきがあります。引湯している源泉の違い等によるばらつきとなっていますが、相対的には 50 から 60 の施設がもっとも多くなっています。

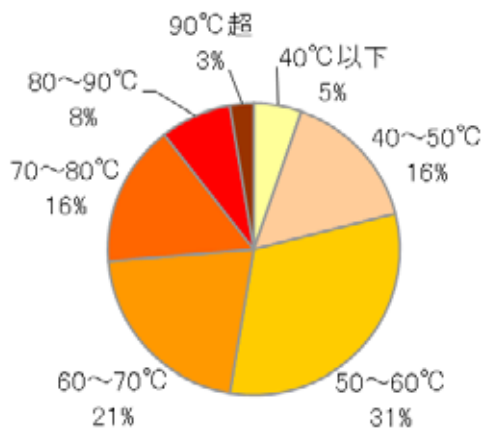


図 4.2 温泉の利用温度

### (3) 排湯の温度について

各施設において浴用等に使用された後の排湯は、概ね 35 から 40 の温度で捨てられています。

一方で、排湯温度が 40 を超えている施設もあります。

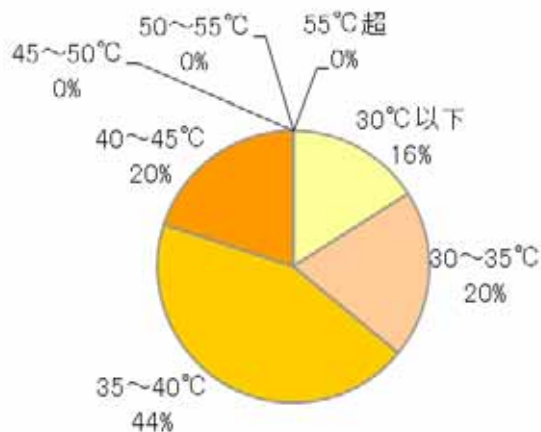


図 4.3 排湯の温度

### (4) うめ水使用の有無について

全体の約 4 割の施設が、浴槽へ温泉を入れる前に冷水を加えて温度調整（うめ水）をしていることがわかりました。

なお、うめ水をしていない施設が約 6 割となりましたが、そのなかには、浴槽へ温泉を入れる前ではなく、浴槽へ入れた後にうめ水をしている施設もあると考えられます。

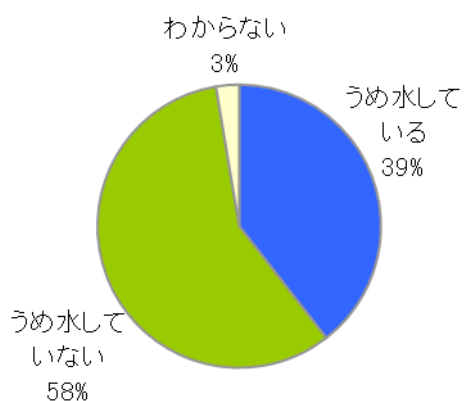


図 4.4 うめ水使用の有無

(5) 平均的な電気使用料及び需要先について

各施設のエネルギー使用状況を把握するため、毎月の平均的な電気使用料について調査しました。10万円以下の施設が4割でもっとも多くなっていますが、施設によっては50万円を超える施設もあります。

電気の主な需要先（使用設備）は照明設備となっていますが、空調（冷暖房）に使用している施設も少なくありません。

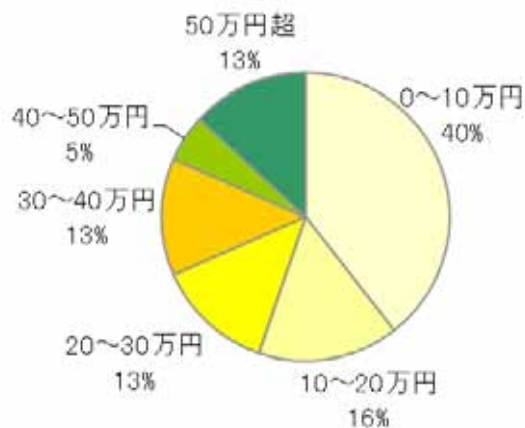


図 4.5 毎月の平均的な電気使用料

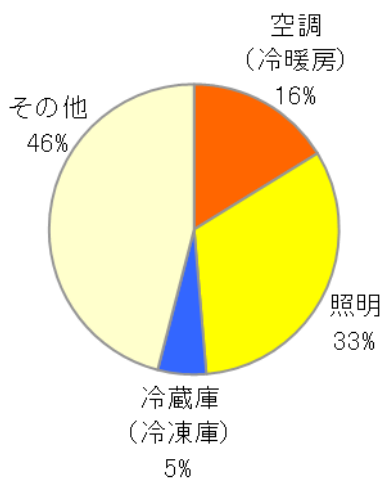


図 4.6 電気の主な需要先（使用設備）

(6) 使用燃料及び需要先について

各施設において、電気以外に使用されているエネルギー（燃料）としては、灯油が最も多くなっています。

灯油をはじめとした燃料は、主に空調設備（冷暖房用）として、次いで給湯用として使用されています。

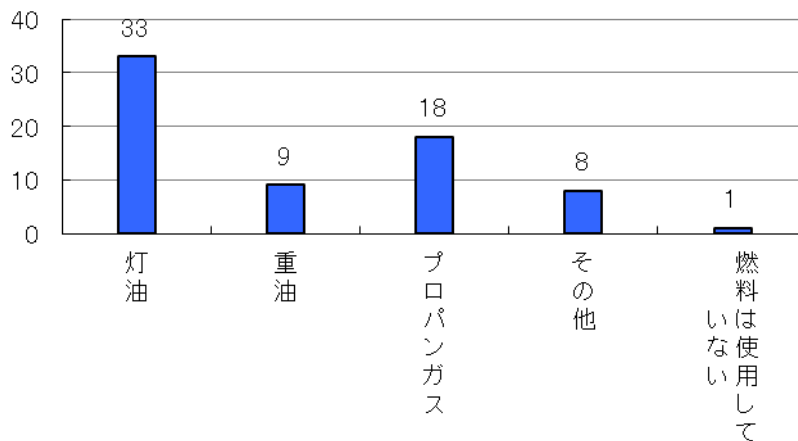
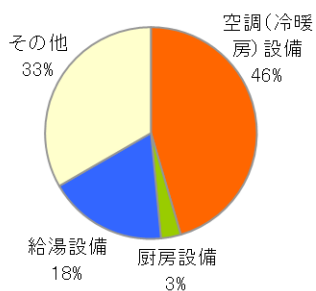


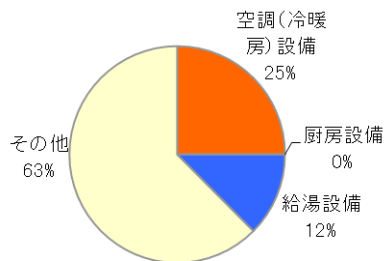
図 4.7 使用燃料

灯油



< 灯油 >

重油

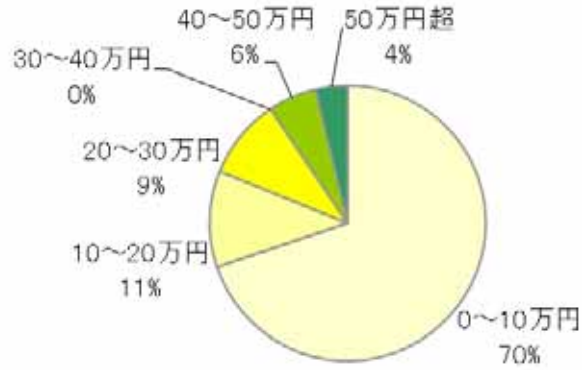


< 重油 >

図 4.8 燃料の主な需要先（使用設備）

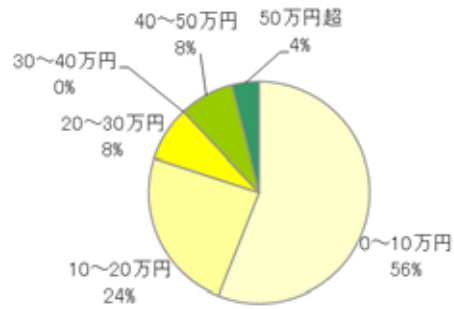
(7) 平均的な燃料使用料について

各施設における毎月の平均的な燃料使用料（燃料全体、灯油・重油別）については、次のとおりとなっています。



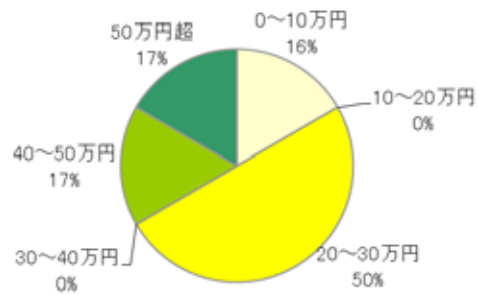
<全体>

灯油



<灯油>

重油



<重油>

図 4.9 毎月の平均的な燃料使用料



(8) 水道使用状況について

各施設における水道の使用状況ですが、上水道を使用している施設がほとんどとなっていますが、井戸水を使用している施設も約2割となっています。

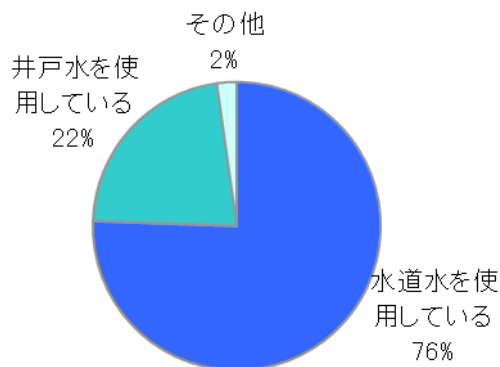


図 4.10 水道使用状況

(9) 温泉熱有効利用機器（設備）の認知度について

温泉熱有効利用機器（設備）の認知度について調査したところ、熱交換器のみ知っている事業者が 58%、熱交換器及び温泉熱ヒートポンプの両方を知っている事業者が 35%となり、いずれかの機器（設備）を知っている事業者の合計が 93%という結果となり、機器（設備）の認知度は高いことがわかりました。



図 4.11 温泉熱有効利用機器（設備）の認知度

(10) 温泉熱有効利用機器（設備）の導入状況について

温泉熱有効利用機器（設備）の導入状況について調査したところ、熱交換器の導入状況が45%に達し、約半数が既に熱交換器を導入していることがわかりました。

なお、ヒートポンプを導入している施設はありませんでした。

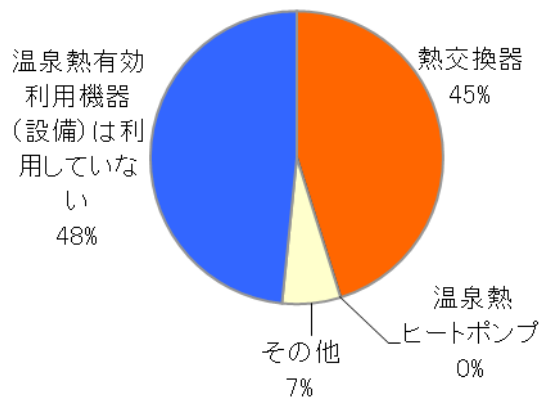


図 4.12 温泉熱有効利用機器（設備）の導入状況

(11) 利用しての感想について

温泉熱有効利用機器（設備）を利用しての感想については、「満足している（効果が大きい）」という事業者が約7割に達しています。

一方で、「あまり満足していない（効果が小さい）」という事業者も約2割となっています。

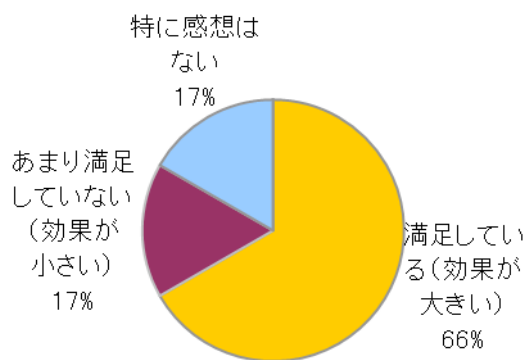


図 4.13 温泉熱有効利用機器（設備）を利用しての感想

(12) 温泉熱有効利用機器（設備）の導入意向について

温泉熱有効利用機器（設備）の導入（今後新たに導入、既に導入済みの場合は追加導入）に関する意向について調査したところ、熱交換器及び温泉熱ヒートポンプともに、約5割以上の事業者が導入意向を持っていることがわかりました。熱交換器の導入にあたっては、暖房及び給湯への利用を多く望んでいるという結果となっています。ただし、約2割の事業者について、機器を「導入したくない」という回答も見られます。

また、機器（設備）がいくらまでであれば導入を検討するかについて聞いたところ、暖房用の熱交換器を導入する場合、「50～100万円」という回答が約4割と最も多くなっています。

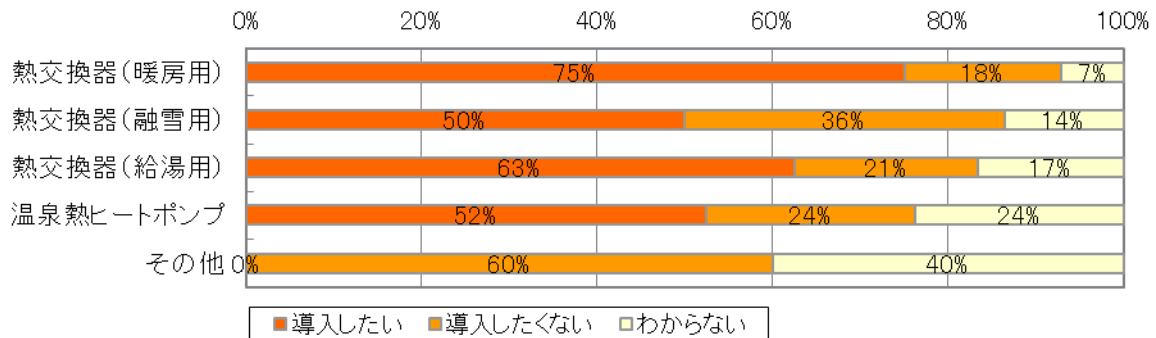


図 4.14 温泉熱有効利用機器（設備）の導入意向

熱交換器(暖房用) 導入の際の検討費用

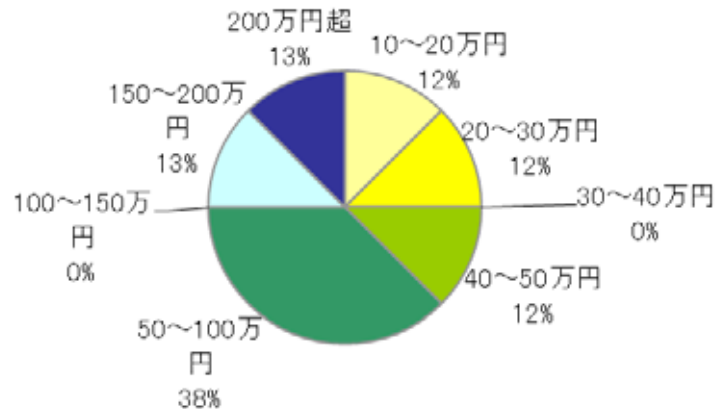


図 4.15 熱交換器（暖房用）導入の際の検討費用

(13) 温泉熱有効利用機器（設備）導入の検討理由について

温泉熱有効利用機器（設備）の導入を検討する理由（機器導入することの意義）について聞いたところ、「経費節約のため」が約8割を占める結果となりました。逆に、「環境への貢献のため」については1割にも達していません。

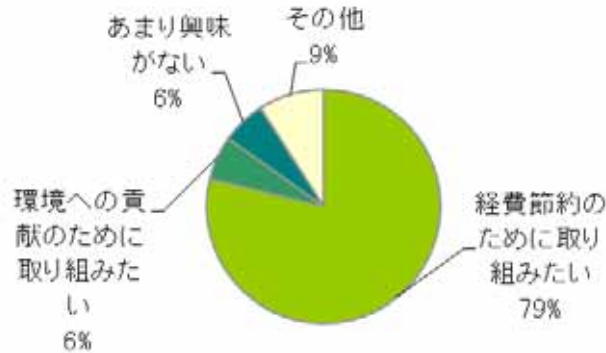


図 4.16 機器（設備）導入の検討理由

(14) 温泉地としての付加価値向上の可能性について

温泉熱を有効利用することにより、温泉地としての付加価値を向上させることができるかどうかについて聞いたところ、「これまでの客層に対しても、環境に配慮した温泉地として PR できる」が約4割を占める一方で、「あまり可能性はない」という回答も約4割という結果になりました。

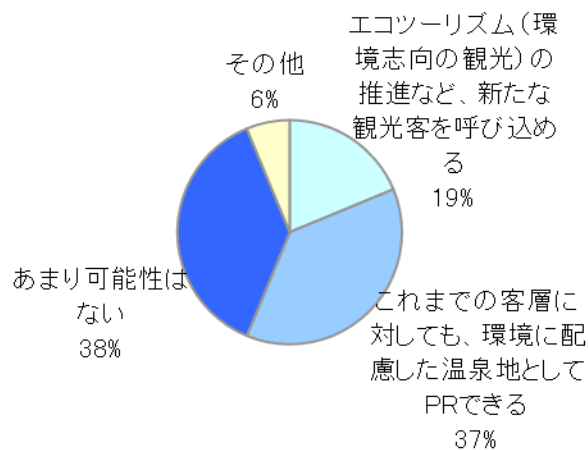


図 4.17 温泉地としての付加価値向上の可能性

(15) 町に要望したい施策について

温泉熱の有効利用にあたり町に要望したい施策としては、「機器（設備）導入にあたっての補助金制度」が最も多く、経済的な支援を求める声が大きいですという結果になりました。

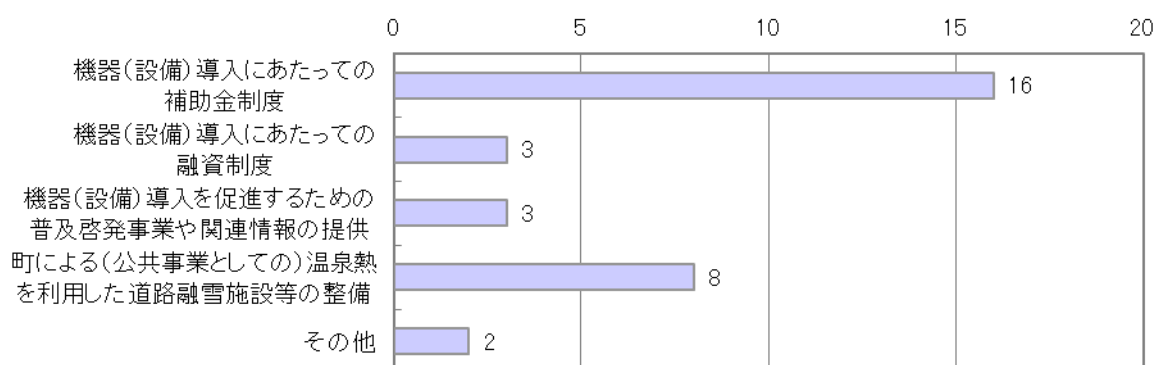


図 4.18 町に要望したい施策

(16) 調査対象者（施設）の諸元について

今回のアンケート調査の対象者（施設）の諸元（建物床面積、所在地区）については次のとおりです。

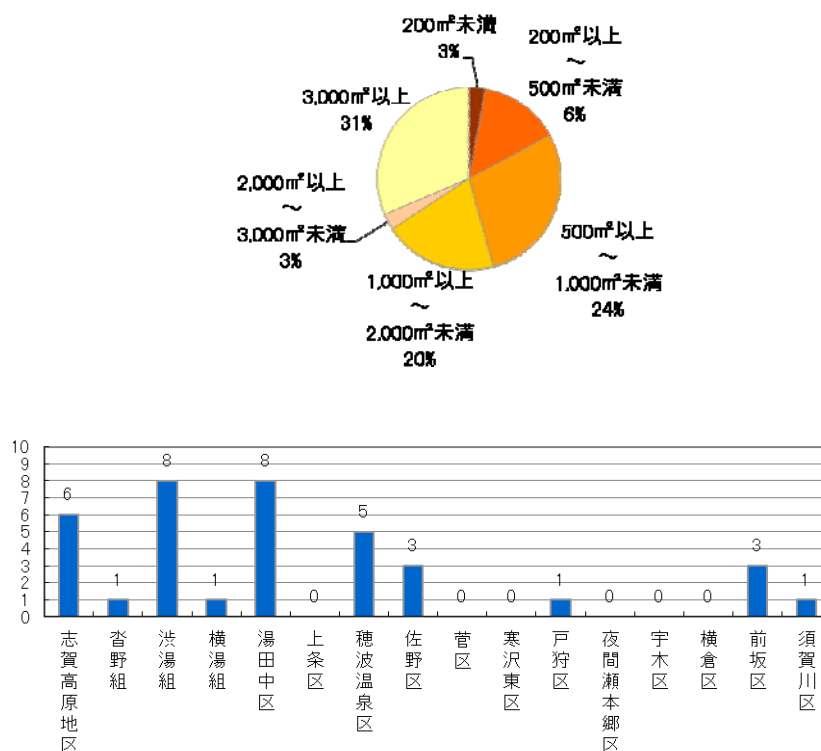


図 4.19 調査対象者（施設）の諸元

## 4.2 ヒアリング調査

### 4.2.1 調査の概要

#### (1) 対象者について

アンケート調査結果を補完することを目的に、温泉利用関係事業者を対象とした「現地ヒアリング調査」を実施しました。

調査対象者については、アンケート調査にご協力いただいた事業者（旅館・ホテル）から、既に温泉熱有効利用機器（設備）を導入済みの事業者、また、未導入の事業者からそれぞれ2者ずつ選定しました。

表 4.5 ヒアリング調査対象者

対象者	温泉熱有効利用機器(設備)の導入状況
ホテル A	導入済み
ホテル B	導入済み
ホテル C	導入していない
ホテル D	導入していない

#### (2) 調査時期について

アンケート調査の実施にあわせ、9月下旬から10月上旬にかけて実施しました。

#### (3) 調査方法について

調査対象の事業所に訪問のうえ、対面ヒアリングによる調査を実施しました。

#### (4) 調査項目について

原則として、同時に実施したアンケート調査の結果を踏まえながら、アンケート調査では把握しきれない事項等についてヒアリングにより補完することとしました。

表 4.6 ヒアリングの調査項目

分類	調査(質問)項目
1. 温泉利用状況	温泉利用状況の詳細、うめ水・加温の詳細な状況、温泉温度の季節変動
2. エネルギー使用状況	月別の電気使用量、月別の燃料使用量
3. 温泉熱有効利用機器(設備)の導入状況・導入意向	導入満足度、期待する効果、投資可能額、導入にあたっての障壁
4. その他	顧客・来訪者の要望・志向(泉質やエコ志向など)、町への要望

4.2.2 ヒアリング調査の結果（サンプル数 = 4）

分類	調査(質問)項目	ホテルA (1,000～2,000m <sup>2</sup> )
温泉利用状況	温泉利用状況の詳細 うめ水・加温の詳細な状況	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ うめ水している。</li> <li>・ 暖房のため、重油ボイラーを使用している。</li> <li>・ 源湯タンクに浸漬した銅管に井戸水を通し、加温して給湯している。</li> </ul> 源泉(68 ) 源湯タンク 井戸水(うめ水)(18 ) 浴槽(43 ) 井戸水(18 ) 源湯タンク(熱交) 給湯(40 )
	温泉温度の季節変動	・ あまりない。
エネルギー使用状況	月別の電気使用量	・ 照明とポンプ等の設備動力に使用しており、大きな変動はない。
	月別の燃料使用量	・ 暖房のため、冬期のみ重油を使用。年間を通じて厨房用にプロパンガスを使用している。
温泉熱有効利用機器(設備)の導入状況 導入意向	導入満足度	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 満足している。</li> <li>・ ただし、定期的な熱交換器の清掃が必要。</li> <li>・ 冬期に、排湯を駐車場の融雪に利用しているが、効果がある。</li> </ul>
	期待する効果 投資可能額	・ 暖房への温泉熱利用に対する投資は考えられるが、現在の営業状況からは新たな投資に踏み切れない。
	導入にあたっての障壁	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 木造の建物で熱損失が大きいため、暖房には 80 程度の温水が必要であるが、源泉自体の温度が 80 程度であり、温度が足りない状況。</li> <li>・ やるとすれば床暖房は可能だが、建物自体の大規模改修が必要になり困難である。</li> <li>・ さらなる熱利用には新たなタンクが必要だが、設置スペースがない。</li> </ul>
その他	お客さまの「かけ流し」への要望	・ 当施設では「かけ流し」しているので特別に感じない。
	お客さまの「エコ志向」	・ 排湯が「もったいない」と感じる客はいるかもしれないが、「エコ志向」が大きいとは感じない。
	町への要望	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ ロードヒーティングを町内数ヶ所でやっており、近所でも共同浴場の排湯を利用して建設事務所が実施しているが、もっと拡大すべきである。</li> <li>・ 温泉熱利用にあたっては、プロジェクトをつくり、特に温泉の権利関係を整理すべきである。</li> <li>・ まずは利用可能な熱がどこにどの程度あるかを詳細に把握すべきではないか。</li> <li>・ 各地に新たな温泉施設ができ、昔ながらの温泉街、特に中小の旅館・ホテルは苦境に陥っているため、行政には特に集客面を支援してほしい。</li> <li>・ エコを PR することは大事だが、客足がともなわなければ仕方がない。</li> <li>・ 最近ではホームページなど IT に対応しなければ集客できないが、中小旅館・ホテルでは対応が難しいところもある。</li> </ul>

ホテルA（単位：万円/月）【温泉熱有効利用機器を導入済み】

	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	計
電気	20	17	14	15	16	16	15	15	15	18	15	16	192
燃料	12	3	3	3	3	3	3	12	12	12	12	12	90

分類	調査(質問)項目	ホテルB(1,000~2,000m <sup>2</sup> )
温泉利用状況	温泉利用状況の詳細 うめ水・加温の詳細な状況	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ うめ水・加温はしていない。</li> <li>・ 暖房・給湯のため、灯油ボイラーを使用している。</li> <li>・ 30年ほど前より、温泉貯槽に18m程度のHT配管を設置し、ボイラー給水を14まで予熱することにより、灯油使用量を削減している。</li> </ul> 源泉(85) 地下貯槽(75) 屋上高架水槽(50) 浴槽 水道(5~10) 地下貯槽(熱交:14) ボイラー給水 給湯(40)
	温泉温度の季節変動	・ ほとんどない。
使用状況 エネルギー	月別の電気使用量	・ 冬期はコタツ使用により使用量が増える。
	月別の燃料使用量	・ 暖房のため冬期に使用量が増える。
温泉熱有効利用機器(設備)の導入状況 導入意向	導入満足度	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 満足している。</li> <li>・ ただし、1年に1回の熱交換器の清掃が必要なので手間はかかる。</li> </ul>
	期待する効果 投資可能額	・ 暖房への温泉熱利用に対する投資は考えられるが、現在の営業状況からは新たな投資に踏み切れない。「エコ」まで手が回らない。
	導入にあたっての障壁	・ 資金調達面が障壁である。宿泊業は季節変動があるため、つなぎ融資が必要だが、金融情勢などから最近はそれも困難な状況である。
その他	お客さまの「かけ流し」への要望	・ 大きいと感じる。
	お客さまの「エコ志向」	・ 「エコ」感覚がまったくない。例えば、冬期に暖房をかけながら窓を開けたり、夏期に朝晩は涼しいのにエアコンをかけっぱなしにしている状況である。
	町への要望	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 中小の旅館では困難なので、行政などで地域に大規模な共同の温泉タンクを設置して熱回収し、各旅館へ熱供給してはどうか。</li> <li>・ 山ノ内町では、既存の源泉から半径300~500m以内での新たな利用(掘削)にはすべての源泉所有者の承諾が必要となるため、上記の場合、権利関係の問題も整理でき、利用も進むと思われる。</li> <li>・ 地獄谷では大地からこんこんと温泉が湧き出ており、ライトアップするなどして、観光地としてPRできるのではないかと。他地区にない「源泉観光地」化を町としてバックアップしてもらいたい。</li> </ul>

ホテルB(単位:万円/月)【温泉熱有効利用機器を導入済み】

	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	計
電気	12	9	9	9	9	9	9	9	12	12	12	12	123
燃料	8	6	6	6	6	6	6	8	8	8	8	8	84



分類	調査(質問)項目	ホテルC(約4,000m <sup>2</sup> )
温泉利用状況	温泉利用状況の詳細 うめ水・加温の詳細な状況	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ うめ水・加温はしていない。</li> <li>・ 暖房及びシャワー等への給湯のため、重油ボイラーを使用している。</li> <li>・ 平成21年2月より、新源泉からの引湯を開始し、重油使用量を大幅に削減することができた。</li> </ul>
	温泉温度の季節変動	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ ほとんどない。</li> </ul>
エネルギー使用状況	月別の電気使用量	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 大きな季節変動はない。</li> </ul>
	月別の燃料使用量	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 暖房のため冬期に使用量が増える。</li> </ul>
温泉熱有効利用機器(設備)の導入状況 導入意向	導入満足度	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 導入していない。</li> </ul>
	期待する効果 投資可能額	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 暖房に使用している重油使用量分を賄いたい。</li> <li>・ 投資回収年数は3~5年程度を期待する。</li> </ul>
	導入にあたっての障壁	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 町内で行われている投げ込み式熱交換器を使った実験の状況から導入効果は明らかだが、熱交換器の形式・材質によっては初期投資額が大きくなり、導入に踏み切れないという事情もある。</li> <li>・ 設置スペースは確保できそうである。</li> </ul>
その他	お客さまの「かけ流し」への要望	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 当施設では「かけ流し」としている。</li> </ul>
	お客さまの「エコ志向」	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 「エコ」よりも安定的な経営を基にしたサービスの充実が重要と思われる。</li> </ul>
	町への要望	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 補助金を要望したいが、資金調達面の支援(融資保証)でも効果があると思われる。</li> <li>・ 現状では温泉熱の約3割しか利用されていないが、温泉熱利用のニーズは相当あるはず。</li> <li>・ 一般家庭にも温泉を導入し、床暖房等で熱利用すれば大きなメリットがあると思われるが、温泉の権利を持っていない場合は、その権利購入費用によりメリットが小さくなる。</li> <li>・ 山ノ内町は「観光立町」だが、今後は環境と観光の両立を目指してほしい。</li> </ul>

ホテルC(単位:万円/月)【温泉熱有効利用機器は未導入】

	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	計
電気	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	1,200
燃料	32	11	22	24	12	12	13	26	58	27	40	27	304

分類	調査(質問)項目	ホテルD(約 6,000m <sup>2</sup> )
温泉利用状況	温泉利用状況の詳細 うめ水・加温の詳細な状況	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ うめ水・加温はしていない。</li> <li>・ 冬期は周辺の温泉利用事業者の温泉供給需要が大きくなるため、当施設への温泉供給量が減少してしまう。そのため、冬期のみ循環・加温を行っている。</li> </ul>
	温泉温度の季節変動	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ ほとんどない。</li> </ul>
使用状況 エネルギー	月別の電気使用量	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ ベースは約 40 万円/月。</li> <li>・ 夏期はチャラーの使用により、80～90 万円/月となる。</li> </ul>
	月別の燃料使用量	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 灯油は冬期で約 60～70 万円/月</li> </ul>
温泉熱有効利用機器(設備)の導入状況 導入意向	導入満足度	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 導入していない。</li> </ul>
	期待する効果 投資可能額	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 一概に言えない。</li> </ul>
	導入にあたっての障壁	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 特になし。泉質も単純泉で影響ない。</li> </ul>
その他	お客さまの「かけ流し」への要望	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 当施設では「かけ流し」としている。</li> </ul>
	お客さまの「エコ志向」	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ -</li> </ul>
	町への要望	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 特になし。</li> </ul>

ホテルD(単位:万円/月)【温泉熱有効利用機器は未導入】

	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	計
電気	40	40	40	80	80	80	40	40	40	40	40	40	600
燃料	60	60	60	30	30	30	30	60	60	60	60	60	600

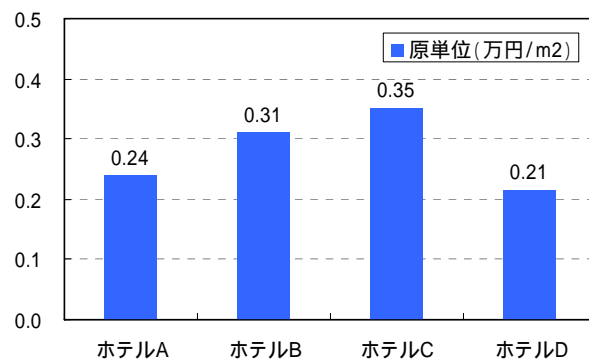


図 4.20 各ホテルの延床面積あたり光熱費

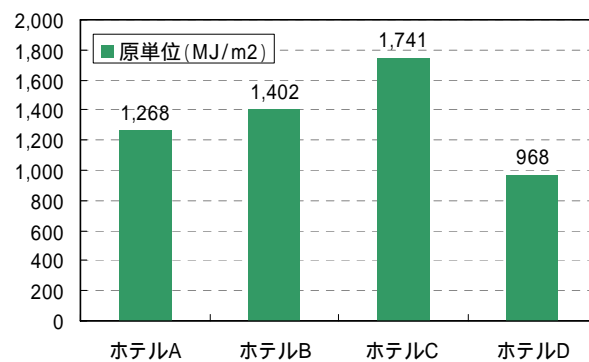


図 4.21 各ホテルの延床面積あたりエネルギー消費量

## 5. 温泉熱利用の基本理念・基本方針

### 5.1 温泉熱利用にあたっての基本理念

平成 21 年度に策定した「山ノ内町地域新エネルギービジョン（以下：初期ビジョン）」では、新エネルギー導入により目指す町の将来像として、「自然の恵み（エネルギー）を最大限有効利用するエコのまち」「新エネルギー導入による環境に配慮した元気活力あふれる産業のまち」を掲げています。また、温泉熱利用の導入推進については、この将来像を実現するための重点プロジェクトの一つに位置づけられています。

今回の「山ノ内町地域新エネルギー・省エネルギービジョン（温泉熱利用に係る詳細ビジョン）」（以下：詳細ビジョン）」策定は、町内における温泉熱利用のさらなる導入推進を図るため、その具体的方策等について“新エネルギー”“省エネルギー”の両分野から詳細化・明確化し、実際の事業化とその普及拡大へとスムーズに結びつけることを目的としているものでありますが、あくまでも初期ビジョンの将来像を実現するための取り組みの一つとして位置づけられるものであります。

これらのことから、本詳細ビジョンの基本理念については、初期ビジョンの将来像との関連を踏まえ、次のとおり掲げることとします。

〔温泉熱利用にあたっての基本理念〕

- ・ 余剰熱や排湯熱を有効利用するなど、温泉を町の貴重な地域資源として最大限に活用します。
- ・ 温泉熱の有効利用により、実際に環境負荷の低減を図り、環境に配慮したまちづくりに貢献します。

町の温泉は貴重な地域資源・観光資源であります。現在は主にホテルや旅館、共同浴場などで浴用として利用されています。また、第 2 章「温泉の状況」の中で整理したとおり、“豊富な湧出量”と“泉温が高温”であることがその特徴です。

温泉利用関係事業者に対するヒアリング調査では、「源泉が高温すぎるため、浴用に供する際には、うめ水等により泉温を下げなければならない」など、多くの事業者が温泉の温度管理に苦労しているという状況が明らかになりました。また、浴用として利用された後の排湯にも大きな熱エネルギーが残されていますが、そのほとんどは水路等にそのまま放流されているなど、現状では温泉が持つ熱エネルギーを十分に活用しているとは言えない状況です。

以上のことから、基本理念の一つ目として、「余剰熱や排湯熱を有効利用するなど、温泉を町の貴重な地域資源として最大限に活用します」と掲げ、これまであまり活用されず、いわば“無駄に捨てられていた”エネルギーの有効利用を図り、町の貴重な地域資源・観光資源である温泉を最大限に活用していくことを目指します。

美しく豊かな自然環境に恵まれた本町は、さまざまな自然からの恩恵を受けながら発展を続けてきましたが、今日の地球環境問題は、このかけがえのない財産である自然環境や、日常生活のものにも脅威を与えるものであることから、今後、積極的な省エネルギーの推進や環境負荷の少ない新エネルギーの導入推進を図りながら、自然の恵みを将来へと引き継いでいくことが求められています。

町の温泉資源も、貴重な地域資源として町の発展を支えてきた自然の恵みではありますが、この温泉資源が有する恵み（エネルギー）を最大限有効利用し、実際の環境負荷の低減に貢献していくことが求められていると考えることができます。

以上のことから、基本理念の二つ目として、「温泉熱の有効利用により、実際に環境負荷の低減を図り、環境に配慮したまちづくりに貢献します」を掲げ、地域資源である温泉を有効活用し、実際に環境負荷の低減を図りながら地球環境問題に貢献していくこと、さらには自然環境の保護をはじめとした環境に配慮したまちづくりを推進していくことを目指します。

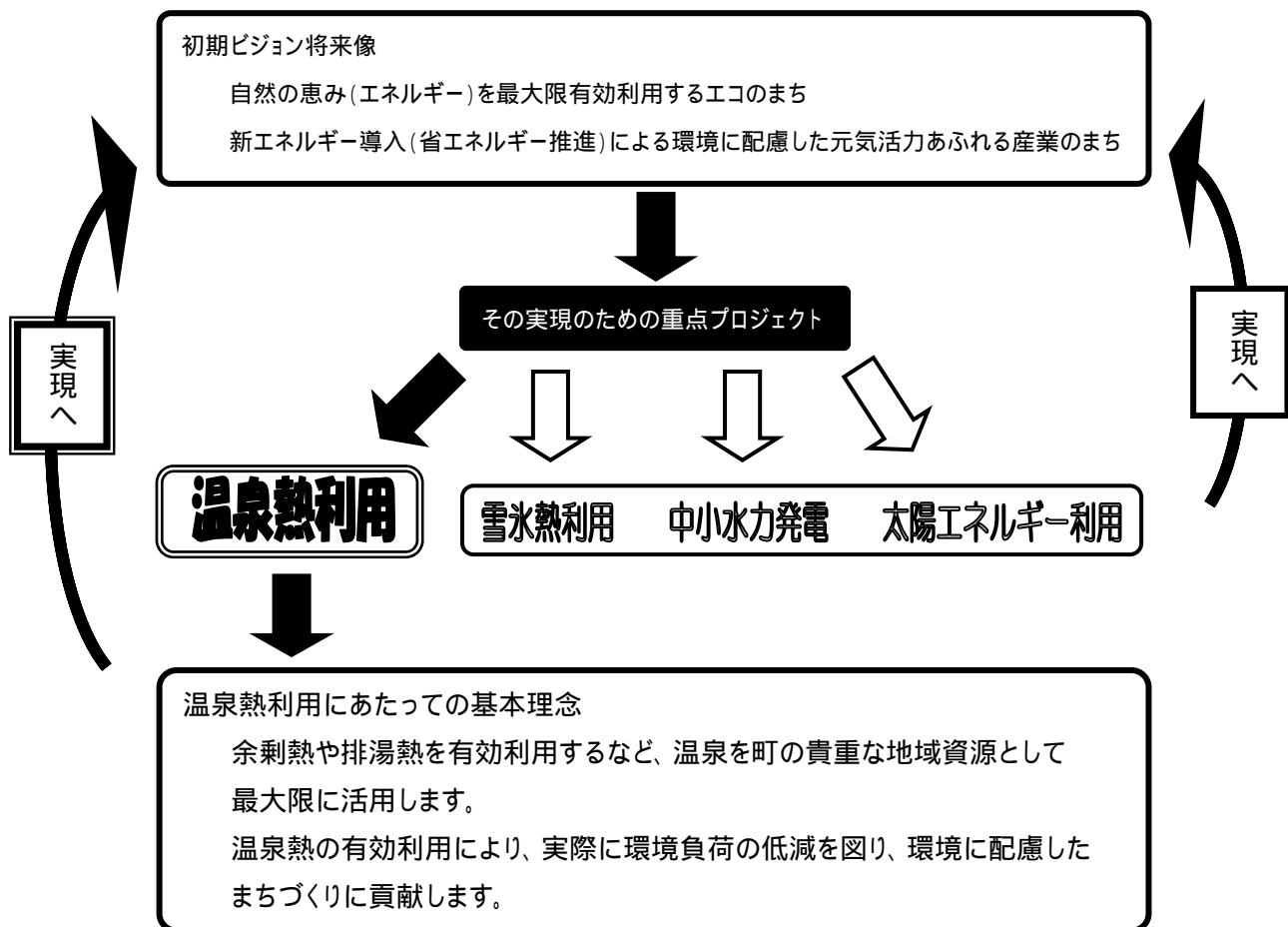


図 5.1 初期ビジョン将来像と詳細ビジョン基本理念の関係

## 5.2 温泉熱利用に係る基本方針

温泉熱の有効利用を考える際、温泉が湧出してから排湯されるまでの過程の中で、どの部分を利用するかということになりますが、当然のことではありますが、本町の場合、現在湧出している温泉は主に浴用として使用するための資源であることから、必然的にその前後における有効利用を検討することになります。つまり、湧出してから浴用として使用されるまでの間、および浴用として使用された後の利用方法ということになります。

前節までに整理したとおり、本町の温泉は“高温”であることが特徴の一つであり、そのため多くの事業所等がその温度管理に苦勞し、浴用として使用するためにうめ水により温度を下げていくという対応も現状として見受けられました。うめ水により、源泉本来の鮮度が失われてしまうこと、また、施設内の水道使用量が嵩んでしまうことなどが課題となっています。このことから、湧出温度（施設への到着温度）と浴用適温との温度差（浴用として使用する際の“余剰熱”）を有効利用することが一つ目に考えられます。これにより、温泉が持つ熱エネルギーを無駄なく有効利用できるとともに、温泉の鮮度維持や水道使用量の削減なども可能となります。また、二つ目として、浴用として使用された後の排湯の有効活用が考えられます。現在、排湯の多くは未活用となっており、排湯が持つ熱エネルギーを“無駄に捨てている”と考えることもできます。

以上のことから、温泉熱の有効利用にあたっては、余剰熱や排湯熱といった現状“未利用の温泉熱”を中心に検討していくことを基本とし、湧出から排湯までの過程の中で、温泉を資源として最大限に有効活用していきます。

基本方針1：「何を使う？」

余剰熱や排湯熱といった“未利用の温泉熱”を有効利用します。

温泉熱を有効利用するためのシステムや設備機器等の開発が進められています。第3章において整理したとおり、現在、比較的簡易な熱交換タイプから、温泉熱ヒートポンプシステムやバイナリー発電といった大規模なタイプまで様々な方法が開発されています。現在も引き続き研究・開発が進められていますが、現状では、ヒートポンプや発電システムについては導入コストが高く、また、広い機器設置スペースを要するなど、実際に地域において広く導入普及を図っていくには経済面や条件面から容易ではない状況となっています。一方で、熱交換については比較的仕組みも簡易であり、設備投資に係るイニシャルコストも経済的であることから、大規模な事業所のみならず、比較的小規模な事業所であっても導入しやすいシステムとなっており、そういった意味では“実行可能”なシステムであると考えられます。

以上のことから、温泉熱利用システムの導入にあたり、まずは経済的で現実的、いわゆる実行可能なものから検討を進めていくことを基本とします。なお、システム開発状況や施設ごとの諸条件を勘案しながら、様々なシステムの導入について広く可能性を検討していくことも必要です。

基本方針2：「どうやって使う？」

経済的・現実的で“実行可能”な温泉熱利用システムを導入します。

基本方針1および2において、「今後、余剰熱や排湯熱といった未利用の温泉熱を有効利用し、経済的・現実的で実行可能な温泉熱利用システムを導入していく」ことを掲げたところですが、“その成果”を何につなげていくか、そもそも何のために温泉熱利用に取り組むのかという目的を明確にしておく必要があります。

初期ビジョンの将来像に、「新エネルギー導入（省エネルギー推進）による産業の活性化」が掲げられていますが、基本理念の中でも整理したとおり、温泉熱利用はその将来像を実現するためのプロジェクトの一つであるという位置付けから、その目的は将来像の実現のためであると考えられます。

このことから、温泉熱利用の導入普及により“地域産業の活性化”を図ることを基本とし、具体的には、ホテルや旅館などの観光施設において有効活用を図りながら観光振興へつなげること、また、観光と並ぶ本町の基幹産業である農業への有効活用についてもその可能性を検討していくこととします。

基本方針3：「何につなげる？」

その成果を、観光振興や農業振興など“地域産業の活性化”へつなげます。

町内では、すでに温泉熱利用に取り組んでいる事業者もありますが、今後さらに普及拡大していくために何をすべきかを検討することが必要です。町民・事業者への情報提供の充実や相談会の開催など体制面での支援、また、事業者等が新たにシステム・機器を導入する際の経済面での支援など、温泉熱利用の普及拡大を図るための新たな取り組みや制度を構築していく必要があります。あわせて、今後より組織的な取り組みが求められることから、そのための体制づくりも重要と位置付けられます。

以上のことから、本詳細ビジョンを推進していくための“仕組みづくり”を進めていくことも基本方針の一つとして掲げ、温泉熱利用の普及拡大に向けた様々な仕組みの構築について検討していきます。

基本方針4：「そのために何をする？」

情報提供や経済的支援、体制づくりなど、推進のための“仕組みづくり”を進めます。

### 5.3 具体的導入方策（導入モデルケース）

初期調査結果や基本理念・基本方針を踏まえ、以下の4つを温泉熱の有効利用を図るための具体的な導入方策と位置づけ、導入モデルケースとして今後検討を進めていきます。

#### 1. 「温泉施設」における余剰熱・排湯熱の有効利用

- ▶ ホテル・旅館等の温泉施設で未利用のまま捨てられてしまっている温泉熱エネルギーを有効利用し、施設内の燃料費等を削減するなど省エネ化を図ります。

温泉施設への熱交換器の導入

温泉施設へのヒートポンプの導入

#### 2. 「道路融雪」への排湯熱の有効利用

- ▶ 未利用のまま捨てられてしまっている温泉熱エネルギーを有効利用し、すでに一部実施している道路融雪の取り組みの拡大を図ります。

排湯を利用した無散水消雪設備の導入

排湯を利用した雪捨て場(ピット)の設置

#### 3. 「公共施設(建物)」における余剰熱・排湯熱の有効利用

- ▶ 公共施設(建物)で利用可能な温泉熱エネルギーを有効利用し、施設内の燃料費等を削減するなど省エネ化を図ります。

町地域福祉センターへの熱交換器の導入

湯田中駅前温泉「楓の湯」への熱交換器の導入

#### 4. 「その他施設等」における余剰熱・排湯熱の有効利用

- ▶ 未利用のまま捨てられてしまっている温泉熱エネルギーを、個人宅や農業施設等でも有効利用を図ります。

(温泉を引湯している)個人宅での熱交換器の導入

農業施設(ハウス等)における排湯熱の有効利用



## 6. 導入方策（モデルケース）の調査検討

### 「温泉施設」における余剰熱・排湯熱の有効利用

#### 6.1 温泉施設への熱交換器の導入

##### 6.1.1 大規模温泉施設における熱交換器の導入（モデルA）

モデル（調査検討）内容：

延床面積約 6,000m<sup>2</sup>の大規模温泉施設（ホテルA）において、余剰熱・排湯熱を有効利用（熱交換器を導入）することにより、給湯用・暖房用ボイラーの燃料消費量及びうめ水用の水道使用量を削減します。

実際のヒアリング結果に基づき、「大規模温泉施設における導入モデルケース（モデルA）」として調査検討します。

#### (1) 温泉利用状況とエネルギー消費実態

施設での温泉利用状況と排湯について

ホテルAでは、55 の源泉を 60 リットル/分、引湯していますが、浴用として使用するため、上水道によりうめ水をしており、泉温を 45 まで下げています。

また、使用後は、35 で排湯していますが、今回のモデルケースでは、余剰熱の有効利用により、使用前のうめ水が不要となることから、浴用量と排湯量は引湯量と同じ 60 リットル/分と仮定します。

表 6.1 大規模施設（ホテルA）の諸元

延床面積	約 6,000m <sup>2</sup>
収容人数・部屋数	約 400 名・60 室
引湯温度・量	55 ・60L/分
浴用温度・(量)	45 ・(60L/分)
排湯温度・(量)	35 ・(60L/分)

(量)については、本モデルケースを実行する場合（余剰熱を有効利用する場合）の仮定数量となります。

施設でのエネルギー等の消費実態について

ホテルAでは、給湯用及び暖房用ボイラーの燃料として、年間で 81,740 リットルの灯油を消費しています。

また、55 ・60 リットル/分の源泉を 45 まで下げるため、上水道の年間平均水温を 15 と設定した場合、年間で 8,322m<sup>3</sup>の上水道をうめ水用として使用していることとなります（推定値）。

なお、燃料の消費実態を基に、施設内の給湯需要量を推定すると、ホテルAでは年間8,175 m<sup>3</sup>分のボイラー給湯を行っていることとなります。

表 6.2 ホテルAのエネルギー等使用量(料)(平成21年度)

月	灯油使用量 (リットル)	燃料費 (万円)	上水使用量 (m <sup>3</sup> )	上水使用料 (万円)
4	8,174	60	693.5	15.3
5	8,174	60	693.5	15.3
6	8,174	60	693.5	15.3
7	4,087	30	693.5	15.3
8	4,087	30	693.5	15.3
9	4,087	30	693.5	15.3
10	4,087	30	693.5	15.3
11	8,174	60	693.5	15.3
12	8,174	60	693.5	15.3
1	8,174	60	693.5	15.3
2	8,174	60	693.5	15.3
3	8,174	60	693.5	15.3
計	81,740	600	8,322	184

上水使用量は泉温低下のためのうめ水分(推定)。

表 6.3 うめ水量の推定

うめ水前	うめ水後
源泉 55 ・ 60L/分	45 ・ 60L/分 + α L/分
上水 15 ・ α L/分	

↓

α L/分 = 20.0L/分, 693.5m<sup>3</sup>/月, 8,322m<sup>3</sup>/年

1日あたり19時間のうめ水を想定。

表 6.4 給湯需要量の推定

給湯用ボイラー燃料使用量	49,044 L/年
ボイラー稼働燃費	30 L/h
ボイラー稼働時間	1,635 h/年
ボイラー給湯能力	5,000 L/h (5 m <sup>3</sup> /h)



給湯需要量	8,175 m <sup>3</sup> /年
-------	-------------------------

#### 有効利用のポイントについて

熱交換器を導入し、余剰熱・排湯熱を有効利用することにより、灯油ボイラーの負荷を低減し、燃料消費量を削減します。また、余剰熱を有効利用することにより、うめ水用の水道使用量の削減を図ります。

(2) システム構成と導入効果

導入機器の選定とシステム構成について

泉質による機器の腐蝕等を考慮し、ステンレス製の熱交換器を導入します。なお、排湯熱を利用する場合の方が資源の質（温度）が低いことから、高性能の機器が必要となります。導入する熱交換器の性能及びシステム構成は次のとおりです。

表 6.5 導入する熱交換器の諸元

	余剰熱利用	排湯熱利用
総括伝熱係数	292.4kcal/m <sup>2</sup> h	1,333.4kcal/m <sup>2</sup> h
伝熱面積	1.9m <sup>2</sup>	
素材	ステンレス	

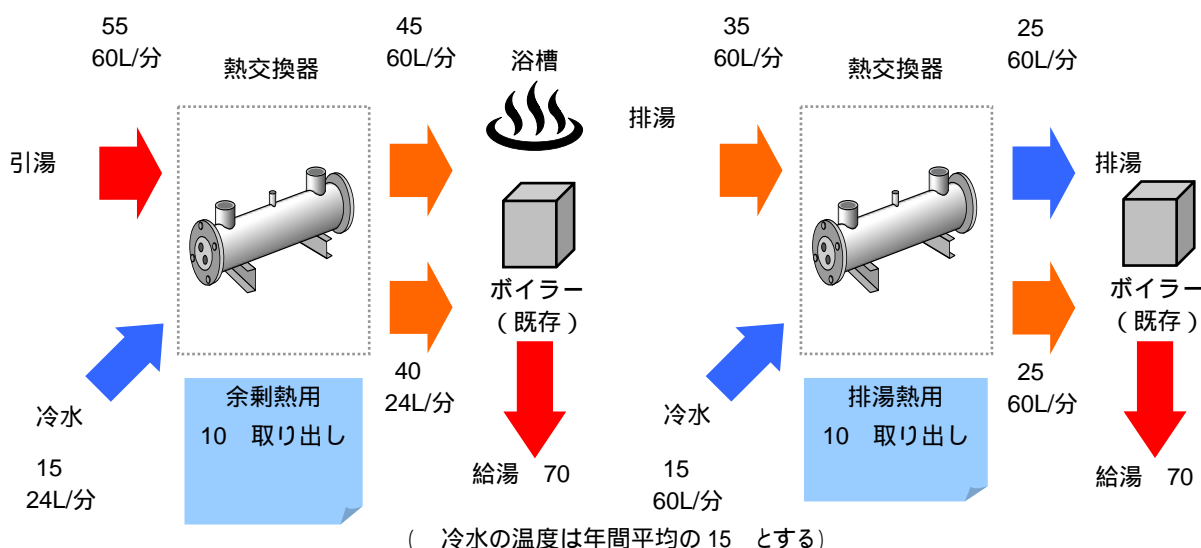


図 6.1 システム構成

付帯設備について

熱交換器とともに給排水のためのポンプの設置が必要となります。

導入効果の試算

交換熱量(S)・・・熱交換により取り出すことができる熱量

$$S(\text{GJ}) = \text{利用温度差} \times \text{利用湯量} \times \text{比重} \times \text{比熱} \times \text{熱交換効率} \times \text{稼働時間} \div 1,000,000$$

余剰熱利用(S<sub>1</sub>) 55 45 = 10 取り出し

$$S_1 = \{ (55 - 45) [ ] \times 60 [\text{L/分}] \} \times 1 [\text{kg/L}] \times 4.186 [\text{kJ/kg/ } ] \times 0.95 \times 416,100 [\text{分}] \div 1,000,000 = \underline{\underline{993 [\text{GJ/年}]}}$$

稼働時間 = 60[分]×19[時間]×365[日] = 416,100[分] (営業時間を 15:00 ~ 翌 10:00 として勘案)

排湯熱利用(S<sub>2</sub>) 35 25 = 10 取り出し

$$S_2 = \{ (35 - 25) [ ] \times 60 [L/分] \} \times 1 [kg/L] \times 4.186 [kJ/kg/ ] \times 0.95 \times 142,350 [分]$$

$$\div 1,000,000 = \underline{\underline{340 [GJ/年]}}$$

稼働時間 = 60[分]×6.5[時間]×365[日] = 142,350[分] ( 現況の給湯需要量とのバランスを勘案 )

投入灯油熱量(T)・・・灯油により消費している熱量

$$T(GJ) = \text{灯油使用量} \times \text{灯油の単位発熱量}$$

$$= 49,044 [L] \times 0.0373 [GJ/L] = \underline{\underline{1,829 [GJ/年]}}$$

灯油使用量 = 給湯の昇温に係る灯油使用量のみを対象 ( 暖房分を除く )

灯油削減量(F)・・・熱交換により削減できる灯油量

$$F(L) = \text{灯油使用量} \times ( \text{削減率 or 熱交換器負担率} )$$

余剰熱利用(F<sub>1</sub>)

$$F_1 = 49,044 [L] \times 0.45 = \underline{\underline{22,070 [L/年]}}$$

削減率 = これまでの ( 15 70 ℃ へ昇温 ) に対し、( 40 70 ℃ へ昇温 ) することによる灯油削減率

熱交換器負担率 = 灯油ボイラーによる昇温に対し、熱交換器による昇温が可能な負担割合

$$\text{削減率} \{ 1 - (70 - 40) [ ] / (70 - 15) [ ] \} = 0.45 < \text{負担率} 993[GJ/年] / 1,829[GJ/年] = 0.54$$

排湯熱利用(F<sub>2</sub>)

$$F_2 = 49,044 [L] \times 0.18 = \underline{\underline{8,828 [L/年]}}$$

削減率 = これまでの ( 15 70 ℃ へ昇温 ) に対し、( 25 70 ℃ へ昇温 ) することによる灯油削減率

熱交換器負担率 = 灯油ボイラーによる昇温に対し、熱交換器による昇温が可能な負担割合

$$\text{削減率} \{ 1 - (70 - 25) [ ] / (70 - 15) [ ] \} = 0.18 < \text{負担率} 340[GJ/年] / 1,829[GJ/年] = 0.19$$

二酸化炭素削減量(C)・・・灯油削減による CO<sub>2</sub> 排出削減量

$$C(t-CO_2) = \text{灯油削減量} \times \text{灯油排出係数}$$

余剰熱利用(C<sub>1</sub>)

$$C_1 = 22,070 [L] \div 1,000 \times 2.49 [t-CO_2/KL] = \underline{\underline{55.0 [t-CO_2/年]}}$$

( ポンプ等の電力増加に伴う二酸化炭素排出量増加を含まない )

排湯熱利用(C<sub>2</sub>)

$$C_2 = 8,828 [L] \div 1,000 \times 2.49 [t-CO_2/KL] = \underline{\underline{22.0 [t-CO_2/年]}}$$

( ポンプ等の電力増加に伴う二酸化炭素排出量増加を含まない )

### (3) 採算性（経済性）の評価

投資額（初期投資費用・維持管理費用）について

初期投資費用として、熱交換器本体、ポンプ類及び工事費を見込みます。熱交換器は、汎用品を基本としますが、維持管理の観点から熱交換部分にアクセスしやすい仕様に変更します（本体価格 20%増を想定）。

維持管理費用としては、給排水ポンプの電気代を見込みます。熱交換部分の定期的な清掃は自ら行うものとして、見込んでいません。

表 6.6 初期投資費用

建設コスト・価格	余剰熱利用	排湯熱利用
熱交換器本体	76 万円	113 万円
ポンプ類	25 万円	25 万円
工事費（熱交換器据付費、ポンプ据付費、配管工事等）	30 万円	40 万円
合計	131 万円	178 万円

表 6.7 維持管理費用

維持管理コスト・価格	余剰熱利用	排湯熱利用
ポンプ電気代	15 万円	5 万円
合計	15 万円	5 万円

効果額（光熱水費削減額）について

熱交換器の導入により、給湯用・暖房用ボイラーの灯油消費量が削減できることから、その灯油削減量に対する貨幣換算額を効果額とします。

また、余剰熱を利用する場合、これまでうめ水に使用していた上水道使用量も削減できることから、その削減量に対する貨幣換算額についても効果額に加えることとします。

灯油削減貨幣換算額(FY)・・・削減した灯油に係る貨幣換算額

$$FY(\text{万円}) = \text{灯油削減量} \times \text{灯油単価} \div 10,000$$

余剰熱利用(FY<sub>1</sub>)

$$FY_1 = 22,070 \text{ [L]} \times 73.4 \text{ [円/L]} \div 10,000 = \underline{\underline{162 \text{ [万円/年]}}}$$

（灯油単価は平成 21 年度長野県平均）

排湯熱利用(FY<sub>2</sub>)

$$FY_2 = 8,828 \text{ [L]} \times 73.4 \text{ [円/L]} \div 10,000 = \underline{\underline{65 \text{ [万円/年]}}}$$

（灯油単価は平成 21 年度長野県平均）

水道削減貨幣換算額(WY)・・・削減した水道に係る貨幣換算額

$$WY(\text{万円}) = \text{水道削減量} \times \text{水道料金} \div 10,000$$

余剰熱利用(WY<sub>1</sub>)

$$WY_1 = 8,322 [\text{m}^3] \times 221 [\text{円}/\text{m}^3] \div 10,000 = \underline{\underline{184 [\text{万円}/\text{年}]}}$$

(水道料金は平成23年2月現在)

#### 国等の補助制度について

本モデルケースの実行にあたっては、国等の補助制度を利用することもできます(各補助制度の概要、補助率等は資料編を参照)。

各制度が求める要件を満足する必要がありますが、設備導入費用の1/3～1/2以内で補助を受けることができます。なお、平成23年度以降は廃止・変更される可能性もあります。

#### 事業採算性(ランニングコストを含めた経済性)について

投資額及び効果額の試算結果等を踏まえ、本モデルケースの事業採算性(ランニングコストを含めた経済性)の評価として次のとおりまとめます。

なお、国等の補助制度については、流動的な部分も多いことから、原則「補助なし」として評価・考察を行いますが、「1/3補助あり」のパターンについてもあわせて評価を行います。

表 6.8 事業採算性

	余剰熱利用	排湯熱利用
初期投資費用	131 万円	178 万円
灯油削減貨幣換算額	162 万円 (94)万円	65 万円
水道削減貨幣換算額	184 万円 (92)万円	-
維持管理費用	15 万円 (10)万円	5 万円
回収年 [初期投資費用÷(灯油効果+水道効果-維持管理費用)]	0.4 年 (0.8)年	3.0 年
(機器耐用年数)	10 年	

( )内の数値 ... 冬期(11～4月)の6ヵ月間に限って機器を稼動する場合の試算結果

表 6.9 事業採算性 [1/3 補助あり]

	余剰熱利用	排湯熱利用
初期投資費用	(131 万円×2/3) 87 万円	(178 万円×2/3) 119 万円
灯油削減貨幣換算額	162 万円	65 万円
水道削減貨幣換算額	184 万円	-
維持管理費用	15 万円	5 万円
回収年 [初期投資費用÷(灯油効果+水道効果-維持管理費用)]	0.3 年	2.0 年
(機器耐用年数)	10 年	

#### (4) 課題と解決策

熱交換器の導入にあたり、十分なスケール対策を講ずることが必要です。そのため、清掃がしやすい構造の熱交換器の採用、熱交換部分の適切な清掃、あるいは添加剤の追加等が不可欠です。なお、泉質によって熱交換器の腐蝕が想定される場合には、適切な機器（ステンレス、チタン等の材質）を選定することが必要です。

なお、温泉熱利用による効果を十分に確保するためにも、熱交換した後の温水（熱交換により温められた冷水）の給湯以外への利用方法（施設内の暖房へも有効利用するなど）について検討することが必要です。

## 6.1.2 中規模温泉施設における熱交換器の導入（モデルB）

モデル（調査検討）内容：

延床面積約 1,500m<sup>2</sup>の中規模温泉施設（ホテルB）において、余剰熱・排湯熱を有効利用（熱交換器を導入）することにより、給湯用・暖房用ボイラーの燃料消費量及びうめ水用の水道使用量を削減します。

実際のヒアリング結果に基づき、「中規模温泉施設における導入モデルケース（モデルB）」として調査検討します。

### (1) 温泉利用状況とエネルギー消費実態

施設での温泉利用状況と排湯について

ホテルBでは、55 の源泉を 20 リットル/分、引湯していますが、浴用として使用するため、上水道によりうめ水をしており、泉温を 45 まで下げています。

また、使用後は、35 で排湯していますが、今回のモデルケースでは、余剰熱の有効利用により、使用前のうめ水が不要となることから、浴用量と排湯量は引湯量と同じ 20 リットル/分と仮定します。

表 6.10 中規模施設（ホテルB）の諸元

延床面積	約 1,500m <sup>2</sup>
収容人数・部屋数	約 200 名・40 室
引湯温度・量	55 ・20L/分
浴用温度・(量)	45 ・(20L/分)
排湯温度・(量)	35 ・(20L/分)

(量)については、本モデルケースを実行する場合（余剰熱を有効利用する場合）の仮定数量となります。

施設でのエネルギー等の消費実態について

ホテルBでは、給湯用及び暖房用ボイラーの燃料として、年間で 27,248 リットルの灯油を消費しています。

また、55 ・20 リットル/分の源泉を 45 まで下げるため、上水道の年間平均水温を 15 と設定した場合、年間で 2,788m<sup>3</sup>の上水道をうめ水用として使用していることとなります（推定値）。

なお、燃料の消費実態を基に、施設内の給湯需要量を推定すると、ホテルBでは年間 3,270 m<sup>3</sup>分のボイラー給湯を行っていることとなります。



表 6.11 ホテルBのエネルギー等使用量(料)(平成21年度)

月	灯油使用量 (リットル)	燃料費 (万円)	上水使用量 (m <sup>3</sup> )	上水使用料 (万円)
4	2,725	20	232.3	5.1
5	2,725	20	232.3	5.1
6	2,725	20	232.3	5.1
7	1,362	10	232.3	5.1
8	1,362	10	232.3	5.1
9	1,362	10	232.3	5.1
10	1,362	10	232.3	5.1
11	2,725	20	232.3	5.1
12	2,725	20	232.3	5.1
1	2,725	20	232.3	5.1
2	2,725	20	232.3	5.1
3	2,725	20	232.3	5.1
計	27,248	200	2,788	61.6

上水使用量は泉温低下のためのうめ水分(推定)。

表 6.12 うめ水量の推定

うめ水前	うめ水後
源泉 55 ・ 20L/分	45 ・ 20L/分 + α L/分
上水 15 ・ α L/分	
↓	
α L/分 = 6.7L/分, 232.3m <sup>3</sup> /月, 2,788m <sup>3</sup> /年	

1日あたり19時間のうめ水を想定。

表 6.13 給湯需要量の推定

給湯用ボイラー燃料使用量	16,356 L/年
ボイラー稼働燃費	10 L/h
ボイラー稼働時間	1,635 h/年
ボイラー給湯能力	2,000 L/h (2 m <sup>3</sup> /h)



給湯需要量	3,270 m <sup>3</sup> /年
-------	-------------------------

#### 有効利用のポイントについて

熱交換器を導入し、余剰熱・排湯熱を有効利用することにより、灯油ボイラーの負荷を低減し、燃料消費量を削減します。また、余剰熱を有効利用することにより、うめ水用の水道使用量の削減を図ります。

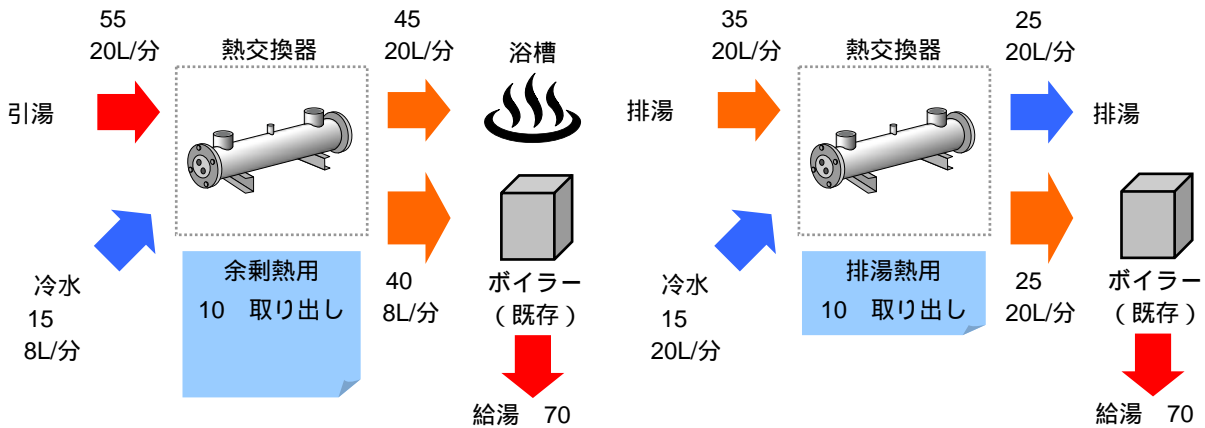
(2) システム構成と導入効果

導入機器の選定とシステム構成について

泉質による機器の腐蝕等を考慮し、ステンレス製の熱交換器を導入します。なお、排湯熱を利用する場合の方が資源の質（温度）が低いことから、高性能の機器が必要となります。導入する熱交換器の性能及びシステム構成は次のとおりです。

表 6.14 導入する熱交換器の諸元

	余剰熱利用	排湯熱利用
総括伝熱係数	292.4kcal/m <sup>2</sup> h	750.0kcal/m <sup>2</sup> h
伝熱面積	1.9m <sup>2</sup>	
素材	ステンレス	



( 冷水の温度は年間平均の 15 とする )

図 6.2 システム構成

付帯設備について

熱交換器とともに給排水のためのポンプの設置が必要となります。

導入効果の試算

交換熱量(S)・・・熱交換により取り出すことができる熱量

$$S(\text{GJ}) = \text{利用温度差} \times \text{利用湯量} \times \text{比重} \times \text{比熱} \times \text{熱交換効率} \times \text{稼動時間} \div 1,000,000$$

余剰熱利用(S<sub>1</sub>) 55 45 = 10 取り出し

$$S_1 = \{ (55 - 45) [ ] \times 20 [\text{L/分}] \} \times 1 [\text{kg/L}] \times 4.186 [\text{kJ/kg/ } ] \times 0.95 \times 416,100 [\text{分}] \div 1,000,000 = \underline{\underline{331 [\text{GJ/年}]}}$$

稼働時間 = 60[分]×19[時間]×365[日] = 416,100[分] ( 営業時間を 15:00 ~ 翌 10:00 として勘案 )

排湯熱利用(S<sub>2</sub>) 35 25 = 10 取り出し

$$S_2 = \{ (35 - 25) [ ] \times 20 [L/分] \} \times 1 [kg/L] \times 4.186 [kJ/kg/ ] \times 0.95 \times 175,200 [分] \div 1,000,000 = \underline{139 [GJ/年]}$$

稼働時間 = 60[分]×8.0[時間]×365[日] = 175,200[分] ( 現況の給湯需要量とのバランスを勘案 )

投入灯油熱量(T)・・・灯油により消費している熱量

$$T(GJ) = \text{灯油使用量} \times \text{灯油の単位発熱量} \\ = 16,356 [L] \times 0.0373 [GJ/L] = \underline{610 [GJ/年]}$$

灯油使用量 = 給湯の昇温に係る灯油使用量のみを対象 ( 暖房分を除く )

灯油削減量(F)・・・熱交換により削減できる灯油量

$$F(L) = \text{灯油使用量} \times ( \text{削減率 or 熱交換器負担率} )$$

余剰熱利用(F<sub>1</sub>)

$$F_1 = 16,356 [L] \times 0.45 = \underline{7,360 [L/年]}$$

削減率 = これまでの ( 15 70 へ昇温 ) に対し、( 40 70 へ昇温 ) することによる灯油削減率

熱交換器負担率 = 灯油ボイラーによる昇温に対し、熱交換器による昇温が可能な負担割合

$$\text{削減率} \{ 1 - (70 - 40) [ ] / (70 - 15) [ ] \} = 0.45 < \text{負担率} 331[GJ/年] / 610[GJ/年] = 0.54$$

排湯熱利用(F<sub>2</sub>)

$$F_2 = 16,356 [L] \times 0.18 = \underline{2,944 [L/年]}$$

削減率 = これまでの ( 15 70 へ昇温 ) に対し、( 25 70 へ昇温 ) することによる灯油削減率

熱交換器負担率 = 灯油ボイラーによる昇温に対し、熱交換器による昇温が可能な負担割合

$$\text{削減率} \{ 1 - (70 - 25) [ ] / (70 - 15) [ ] \} = 0.18 < \text{負担率} 139[GJ/年] / 610[GJ/年] = 0.23$$

二酸化炭素削減量(C)・・・灯油削減による CO<sub>2</sub> 排出削減量

$$C(t-CO_2) = \text{灯油削減量} \times \text{灯油排出係数}$$

余剰熱利用(C<sub>1</sub>)

$$C_1 = 7,360 [L] \div 1,000 \times 2.49 [t-CO_2/KL] = \underline{18.3 [t-CO_2/年]}$$

( ポンプ等の電力増加に伴う二酸化炭素排出量増加を含まない )

排湯熱利用(C<sub>2</sub>)

$$C_2 = 2,944 [L] \div 1,000 \times 2.49 [t-CO_2/KL] = \underline{7.3 [t-CO_2/年]}$$

( ポンプ等の電力増加に伴う二酸化炭素排出量増加を含まない )

### (3) 採算性（経済性）の評価

投資額（初期投資費用・維持管理費用）について

初期投資費用として、熱交換器本体、ポンプ類及び工事費を見込みます。熱交換器は、汎用品を基本としますが、維持管理の観点から熱交換部分にアクセスしやすい仕様に変更します（本体価格 20%増を想定）。

維持管理費用としては、給排水ポンプの電気代を見込みます。熱交換部分の定期的な清掃は自ら行うものとして、見込んでいません。

表 6.15 初期投資費用

建設コスト・価格	余剰熱利用	排湯熱利用
熱交換器本体	38 万円	71 万円
ポンプ類	15 万円	15 万円
工事費（熱交換器据付費、ポンプ据付費、配管工事等）	20 万円	30 万円
合計	73 万円	116 万円

表 6.16 維持管理費用

維持管理コスト・価格	余剰熱利用	排湯熱利用
ポンプ電気代	6 万円	3 万円
合計	6 万円	3 万円

効果額（光熱水費削減額）について

熱交換器の導入により、給湯用・暖房用ボイラーの灯油消費量が削減できることから、その灯油削減量に対する貨幣換算額を効果額とします。

また、余剰熱を利用する場合、これまでうめ水に使用していた上水道使用量も削減できることから、その削減量に対する貨幣換算額についても効果額に加えることとします。

灯油削減貨幣換算額(FY)・・・削減した灯油に係る貨幣換算額

$$FY(\text{万円}) = \text{灯油削減量} \times \text{灯油単価} \div 10,000$$

余剰熱利用(FY<sub>1</sub>)

$$FY_1 = 7,360 [\text{L}] \times 73.4 [\text{円/L}] \div 10,000 = \underline{\underline{54 [\text{万円/年}]}}$$

( 灯油単価は平成 21 年度長野県平均 )

排湯熱利用(FY<sub>2</sub>)

$$FY_2 = 2,944 [\text{L}] \times 73.4 [\text{円/L}] \div 10,000 = \underline{\underline{22 [\text{万円/年}]}}$$

( 灯油単価は平成 21 年度長野県平均 )

水道削減貨幣換算額(WY)・・・削減した水道に係る貨幣換算額

$$WY(\text{万円}) = \text{水道削減量} \times \text{水道料金} \div 10,000$$

余剰熱利用(WY<sub>1</sub>)

$$WY_1 = 2,788 [\text{m}^3] \times 221 [\text{円}/\text{m}^3] \div 10,000 = \underline{\underline{61 [\text{万円}/\text{年}]}}$$

(水道料金は平成 23 年 2 月現在)

#### 国等の補助制度について

本モデルケースの実行にあたっては、国等の補助制度を利用することもできます(各補助制度の概要、補助率等は資料編を参照)。

各制度が求める要件を満足する必要がありますが、設備導入費用の 1/3～1/2 以内で補助を受けることができます。なお、平成 23 年度以降は廃止・変更される可能性もあります。

#### 事業採算性(ランニングコストを含めた経済性)について

投資額及び効果額の試算結果等を踏まえ、本モデルケースの事業採算性(ランニングコストを含めた経済性)の評価として次のとおりまとめます。

なお、国等の補助制度については、流動的な部分も多いことから、原則「補助なし」として評価・考察を行いますが、「1/3 補助あり」のパターンについてもあわせて評価を行います。

表 6.17 事業採算性

	余剰熱利用	排湯熱利用
初期投資費用	73 万円	116 万円
灯油削減貨幣換算額	54 万円 (31)万円	22 万円
水道削減貨幣換算額	61 万円 (31)万円	-
維持管理費用	6 万円 (4)万円	3 万円
回収年 [初期投資費用÷(灯油効果+水道効果-維持管理費用)]	0.7 年 (1.3)年	6.1 年
(機器耐用年数)	10 年	

( )内の数値 ... 冬期(11～4月)の6ヵ月間に限って機器を稼動する場合の試算結果

表 6.18 事業採算性 [ 1/3 補助あり ]

	余剰熱利用	排湯熱利用
初期投資費用	(73 万円×2/3) 49 万円	(116 万円×2/3) 77 万円
灯油削減貨幣換算額	54 万円	22 万円
水道削減貨幣換算額	61 万円	-
維持管理費用	6 万円	3 万円
回収年 [初期投資費用÷(灯油効果+水道効果-維持管理費用)]	0.5 年	4.1 年
(機器耐用年数)	10 年	

#### (4) 課題と解決策

熱交換器の導入にあたり、十分なスケール対策を講ずることが必要です。そのため、清掃がしやすい構造の熱交換器の採用、熱交換部分の適切な清掃、あるいは添加剤の追加等が不可欠です。なお、泉質によって熱交換器の腐蝕が想定される場合には、適切な機器（ステンレス、チタン等の材質）を選定することが必要です。

なお、温泉熱利用による効果を十分に確保するためにも、熱交換した後の温水（熱交換により温められた冷水）の給湯以外への利用方法（施設内の暖房へも有効利用するなど）について検討することが必要です。

### 6.1.3 小規模温泉施設における熱交換器の導入（モデルC）

モデル（調査検討）内容：

延床面積約 500m<sup>2</sup> の小規模温泉施設（ホテルC）において、余剰熱・排湯熱を有効利用（熱交換器を導入）することにより、給湯用・暖房用ボイラーの燃料消費量及びうめ水用の水道使用量を削減します。

実際のヒアリング結果に基づき、「小規模温泉施設における導入モデルケース（モデルC）」として調査検討します。

#### (1) 温泉利用状況とエネルギー消費実態

施設での温泉利用状況と排湯について

ホテルCでは、55 の源泉を 10 リットル/分、引湯していますが、浴用として使用するため、上水道によりうめ水をしており、泉温を 45 まで下げています。

また、使用後は、35 で排湯していますが、今回のモデルケースでは、余剰熱の有効利用により、使用前のうめ水が不要となることから、浴用量と排湯量は引湯量と同じ 10 リットル/分と仮定します。

表 6.19 小規模施設（ホテルC）の諸元

延床面積	約 500m <sup>2</sup>
収容人数・部屋数	約 32 名・8 室
引湯温度・量	55 ・10L/分
浴用温度・(量)	45 ・(10L/分)
排湯温度・(量)	35 ・(10L/分)

(量)については、本モデルケースを実行する場合（余剰熱を有効利用する場合）の仮定数量となります。

施設でのエネルギー等の消費実態について

ホテルCでは、給湯用及び暖房用ボイラーの燃料として、年間で 3,268 リットルの灯油を消費しています。

また、55 ・10 リットル/分の源泉を 45 まで下げるため、上水道の年間平均水温を 15 と設定した場合、年間で 1,373m<sup>3</sup>の上水道をうめ水用として使用していることとなります（推定値）。

なお、燃料の消費実態を基に、施設内の給湯需要量を推定すると、ホテルCでは年間 490 m<sup>3</sup>分のボイラー給湯を行っていることとなります。

表 6.20 ホテルCのエネルギー等使用量(料)(平成21年度)

月	灯油使用量 (リットル)	燃料費 (万円)	上水使用量 (m <sup>3</sup> )	上水使用料 (万円)
4	204	1.5	114.4	2.5
5	204	1.5	114.4	2.5
6	204	1.5	114.4	2.5
7	204	1.5	114.4	2.5
8	204	1.5	114.4	2.5
9	204	1.5	114.4	2.5
10	204	1.5	114.4	2.5
11	204	1.5	114.4	2.5
12	409	3.0	114.4	2.5
1	409	3.0	114.4	2.5
2	409	3.0	114.4	2.5
3	409	3.0	114.4	2.5
計	3,268	24	1,373	30.3

上水使用量は泉温低下のためのうめ水分(推定)。

表 6.21 うめ水量の推定

うめ水前	うめ水後
源泉 55 ・ 10L/分	45 ・ 10L/分 + α L/分
上水 15 ・ α L/分	
↓	
α L/分 = 3.3L/分, 114.4m <sup>3</sup> /月, 1,373m <sup>3</sup> /年	

1日あたり19時間のうめ水を想定。

表 6.22 給湯需要量の推定

給湯用ボイラー燃料使用量	2,448 L/年
ボイラー稼働燃費	2 L/h
ボイラー稼働時間	1,224 h/年
ボイラー給湯能力	400 L/h (0.4 m <sup>3</sup> /h)



給湯需要量	490 m <sup>3</sup> /年
-------	-----------------------

#### 有効利用のポイントについて

熱交換器を導入し、余剰熱・排湯熱を有効利用することにより、灯油ボイラーの負荷を低減し、燃料消費量を削減します。また、余剰熱を有効利用することにより、うめ水用の水道使用量の削減を図ります。



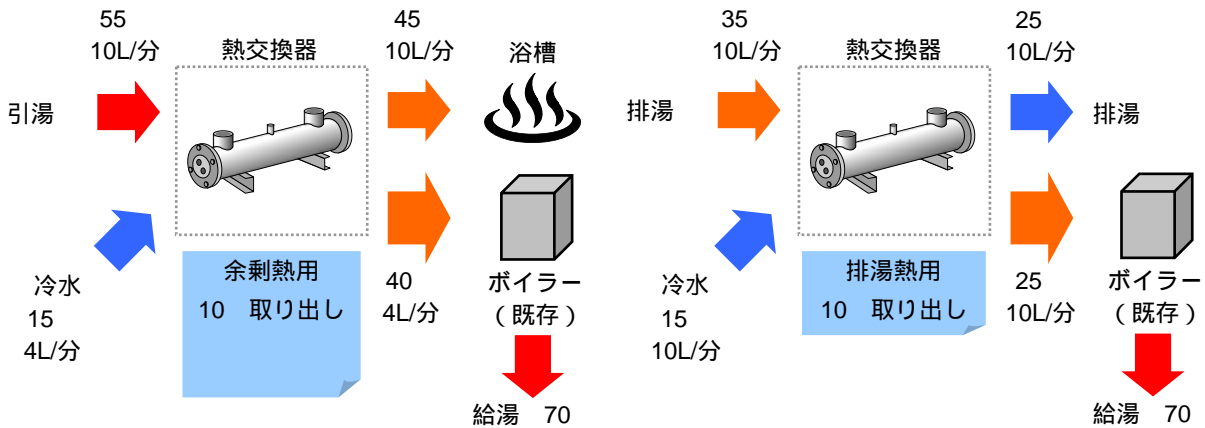
(2) システム構成と導入効果

導入機器の選定とシステム構成について

泉質による機器の腐蝕等を考慮し、ステンレス製の熱交換器を導入します。なお、排湯熱を利用する場合の方が資源の質（温度）が低いことから、高性能の機器が必要となります。導入する熱交換器の性能及びシステム構成は次のとおりです。

表 6.23 導入する熱交換器の諸元

	余剰熱利用	排湯熱利用
総括伝熱係数	447.8kcal/m <sup>2</sup> h	375.0kcal/m <sup>2</sup> h
伝熱面積	0.5m <sup>2</sup>	
素材	ステンレス	



( 冷水の温度は年間平均の 15 とする)

図 6.3 システム構成

付帯設備について

熱交換器とともに給排水のためのポンプの設置が必要となります。

導入効果の試算

交換熱量(S)・・・熱交換により取り出すことができる熱量

$$S(\text{GJ}) = \text{利用温度差} \times \text{利用湯量} \times \text{比重} \times \text{比熱} \times \text{熱交換効率} \times \text{稼動時間} \div 1,000,000$$

$$S_1 = \{ (55 - 45) [ ] \times 10 [L/\text{分}] \} \times 1 [kg/L] \times 4.186 [kJ/kg/ ] \times 0.95 \times 131,400 [\text{分}] \div 1,000,000 = \underline{\underline{52 [GJ/\text{年}]}}$$

稼動時間 = 60[分]×6.0[時間]×365[日] = 131,400[分] ( 現況の給湯需要量とのバランスを勘案 )

排湯熱利用(S<sub>2</sub>) 35 25 = 10 取り出し

$$S_2 = \{ (35 - 25) [ ] \times 10 [L/分] \} \times 1 [kg/L] \times 4.186 [kJ/kg/ ] \times 0.95 \times 65,700 [分] \div 1,000,000 = \underline{26 [GJ/年]}$$

稼働時間 = 60[分]×3.0[時間]×365[日] = 65,700[分] ( 現況の給湯需要量とのバランスを勘案 )

投入灯油熱量(T)・・・灯油により消費している熱量

$$T(GJ) = \text{灯油使用量} \times \text{灯油の単位発熱量} \\ = 2,448 [L] \times 0.0373 [GJ/L] = \underline{91 [GJ/年]}$$

灯油使用量 = 給湯の昇温に係る灯油使用量のみを対象 ( 暖房分を除く )

灯油削減量(F)・・・熱交換により削減できる灯油量

$$F(L) = \text{灯油使用量} \times ( \text{削減率 or 熱交換器負担率} )$$

余剰熱利用(F<sub>1</sub>)

$$F_1 = 2,448 [L] \times 0.45 = \underline{1,101 [L/年]}$$

削減率 = これまでの ( 15 70 へ昇温 ) に対し、( 40 70 へ昇温 ) することによる灯油削減率

熱交換器負担率 = 灯油ボイラーによる昇温に対し、熱交換器による昇温が可能な負担割合

$$\text{削減率} \{ 1 - (70 - 40) [ ] / (70 - 15) [ ] \} = 0.45 < \text{負担率} 52[GJ/年] / 91[GJ/年] = 0.57$$

排湯熱利用(F<sub>2</sub>)

$$F_2 = 2,448 [L] \times 0.18 = \underline{440 [L/年]}$$

削減率 = これまでの ( 15 70 へ昇温 ) に対し、( 25 70 へ昇温 ) することによる灯油削減率

熱交換器負担率 = 灯油ボイラーによる昇温に対し、熱交換器による昇温が可能な負担割合

$$\text{削減率} \{ 1 - (70 - 25) [ ] / (70 - 15) [ ] \} = 0.18 < \text{負担率} 26[GJ/年] / 91[GJ/年] = 0.28$$

二酸化炭素削減量(C)・・・灯油削減による CO<sub>2</sub> 排出削減量

$$C(t-CO_2) = \text{灯油削減量} \times \text{灯油排出係数}$$

余剰熱利用(C<sub>1</sub>)

$$C_1 = 1,101 [L] \div 1,000 \times 2.49 [t-CO_2/KL] = \underline{2.7 [t-CO_2/年]}$$

( ポンプ等の電力増加に伴う二酸化炭素排出量増加を含まない )

排湯熱利用(C<sub>2</sub>)

$$C_2 = 440 [L] \div 1,000 \times 2.49 [t-CO_2/KL] = \underline{1.1 [t-CO_2/年]}$$

( ポンプ等の電力増加に伴う二酸化炭素排出量増加を含まない )

### (3) 採算性（経済性）の評価

投資額（初期投資費用・維持管理費用）について

初期投資費用として、熱交換器本体、ポンプ類及び工事費を見込みます。熱交換器は、汎用品を基本としますが、維持管理の観点から熱交換部分にアクセスしやすい仕様に変更します（本体価格 20%増を想定）。

維持管理費用としては、給排水ポンプの電気代を見込みます。熱交換部分の定期的な清掃は自ら行うものとして、見込んでいません。

表 6.24 初期投資費用

建設コスト・価格	余剰熱利用	排湯熱利用
熱交換器本体	32 万円	71 万円
ポンプ類	10 万円	10 万円
工事費（熱交換器据付費、ポンプ据付費、配管工事等）	10 万円	20 万円
合計	52 万円	101 万円

表 6.25 維持管理費用

維持管理コスト・価格	余剰熱利用	排湯熱利用
ポンプ電気代	0.9 万円	0.2 万円
合計	0.9 万円	0.2 万円

効果額（光熱水費削減額）について

熱交換器の導入により、給湯用・暖房用ボイラーの灯油消費量が削減できることから、その灯油削減量に対する貨幣換算額を効果額とします。

また、余剰熱を利用する場合、これまでうめ水に使用していた上水道使用量も削減できることから、その削減量に対する貨幣換算額についても効果額に加えることとします。

灯油削減貨幣換算額(FY)・・・削減した灯油に係る貨幣換算額

$$FY(\text{万円}) = \text{灯油削減量} \times \text{灯油単価} \div 10,000$$

余剰熱利用(FY<sub>1</sub>)

$$FY_1 = 1,101 [\text{L}] \times 73.4 [\text{円/L}] \div 10,000 = \underline{\underline{8.1 [\text{万円/年}]}}$$

（灯油単価は平成 21 年度長野県平均）

排湯熱利用(FY<sub>2</sub>)

$$FY_2 = 440 [\text{L}] \times 73.4 [\text{円/L}] \div 10,000 = \underline{\underline{3.2 [\text{万円/年}]}}$$

（灯油単価は平成 21 年度長野県平均）

水道削減貨幣換算額(WY)・・・削減した水道に係る貨幣換算額

$$WY(\text{万円}) = \text{水道削減量} \times \text{水道料金} \div 10,000$$

余剰熱利用(WY<sub>1</sub>)

$$WY_1 = 433 [\text{m}^3] \times 221 [\text{円}/\text{m}^3] \div 10,000 = \underline{\underline{9.5 [\text{万円}/\text{年}]}}$$

(水道料金は平成 23 年 2 月現在)

(削減対象は 6 時間/日とする。現況の給湯需要量とのバランスを勘案)

#### 国等の補助制度について

本モデルケースの実行にあたっては、国等の補助制度を利用することもできます(各補助制度の概要、補助率等は資料編を参照)。

各制度が求める要件を満足する必要がありますが、設備導入費用の 1/3～1/2 以内で補助を受けることができます。なお、平成 23 年度以降は廃止・変更される可能性もあります。

#### 事業採算性(ランニングコストを含めた経済性)について

投資額及び効果額の試算結果等を踏まえ、本モデルケースの事業採算性(ランニングコストを含めた経済性)の評価として次のとおりまとめます。

なお、国等の補助制度については、流動的な部分も多いことから、原則「補助なし」として評価・考察を行いますが、「1/3 補助あり」のパターンについてもあわせて評価を行います。

表 6.26 事業採算性

	余剰熱利用	排湯熱利用
初期投資費用	52 万円	101 万円
灯油削減貨幣換算額	8.1 万円 (5.0)万円	3.2 万円
水道削減貨幣換算額	9.5 万円 (4.7)万円	-
維持管理費用	0.9 万円 (0.6)万円	0.2 万円
回収年 [初期投資費用÷(灯油効果+水道効果-維持管理費用)]	3.1 年 (5.7)年	33.7 年
(機器耐用年数)	10 年	

( )内の数値 ... 冬期(11～4月)の6ヵ月間に限って機器を稼動する場合の試算結果

表 6.27 事業採算性 [ 1/3 補助あり ]

	余剰熱利用	排湯熱利用
初期投資費用	(52 万円×2/3) 35 万円	(101 万円×2/3) 68 万円
灯油削減貨幣換算額	8.1 万円	3.2 万円
水道削減貨幣換算額	9.5 万円	-
維持管理費用	0.9 万円	0.2 万円
回収年 [初期投資費用÷(灯油効果+水道効果-維持管理費用)]	2.1 年	22.7 年
(機器耐用年数)	10 年	

#### (4) 課題と解決策

熱交換器の導入にあたり、十分なスケール対策を講ずることが必要です。そのため、清掃がしやすい構造の熱交換器の採用、熱交換部分の適切な清掃、あるいは添加剤の追加等が不可欠です。なお、泉質によって熱交換器の腐蝕が想定される場合には、適切な機器（ステンレス、チタン等の材質）を選定することが必要です。

なお、温泉熱利用による効果を十分に確保するためにも、熱交換した後の温水（熱交換により温められた冷水）の給湯以外への利用方法（施設内の暖房へも有効利用するなど）について検討することが必要です。

排湯熱を利用するモデルについては、機器耐用年数を考慮した場合に採算性に問題があることから、事業化は困難であると考えられます。

#### 6.1.4 温泉施設の規模と事業採算性

温泉施設への熱交換器の導入について、実際のヒアリング結果に基づき、「大・中・小規模施設における導入モデルケース（モデルA～C）」として分類し、事業採算性などの調査検討を行いました。いずれの施設規模においても、余剰熱を利用する場合には現実的な効果量（投資回収年数）が期待できるという結果になりましたが、当然ではありますが、施設ごとの温泉引湯量や引湯温度によって効果量が左右されるという内容になっています。

そこで、町内の温泉施設として一般的と考えられる規模（諸元）を大・中・小の3段階にあらためて区分し、これまでのモデルケース検討方法を参考にしながら、実際に温泉熱（余剰熱）利用機器を導入する場合の効果量について再分析（整理）を行いました。

区分にあたっては、「大規模施設が100L/分、中規模は60L/分、小規模は20L/分」と施設への温泉引湯量を一般的条件として設定した上、引湯温度は3パターン（55・65・75）を想定し、それぞれの投資回収年数をあらためて算出し、グラフにまとめました。

表 温泉施設の規模（諸元）【再区分】

		（大規模）	（中規模）	（小規模）
引湯量		100 L/分	60 L/分	20 L/分
引湯温度		55	65	75
施設規模	延床面積	1,500 m <sup>2</sup>	1,000 m <sup>2</sup>	500 m <sup>2</sup>
	収容人数	160 名	80 名	40 名
目安	部屋数	40 室	20 室	10 室

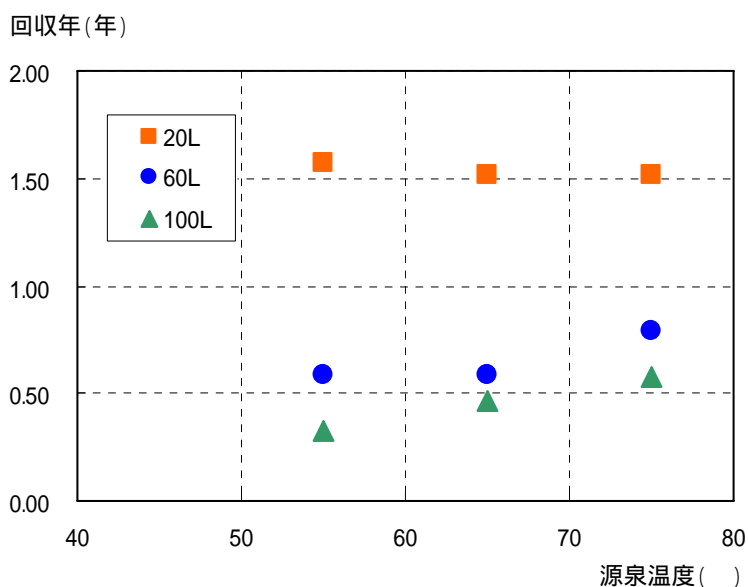


図 事業採算性（引湯量・源泉温度と投資回収年）

注) 一定の引湯量がある場合、源泉温度が高すぎると、効果量が頭打ちのまま設備投資費が高価（初期投資費用が増）となってしまうことから、回収年数を多く要してしまうという結果になっている。

## 6.2 温泉施設へのヒートポンプの導入

モデル（調査検討）内容：

延床面積約 6,000m<sup>2</sup>の大規模温泉施設（ホテル A）において、排湯熱を有効利用（ヒートポンプを導入）することにより、給湯用・暖房用ボイラーの燃料消費量を削減します。

実際のヒアリング結果に基づき、調査検討します。

### 6.2.1 温泉利用状況とエネルギー消費実態

#### (1) 施設での温泉利用状況と排湯について

ホテル A では、55 の源泉を 60 リットル/分、引湯しており、浴用として使用しています。

また、使用後は、35 で排湯していますが、今回のモデルケースでは、排湯量は引湯量と同じ 60 リットル/分と仮定し検討を行います。

表 6.28 大規模施設（ホテル A）の諸元

延床面積	約 6,000m <sup>2</sup>
収容人数・部屋数	約 400 名・60 室
引湯温度・量	55 ・60L/分
排湯温度・量	35 ・60L/分

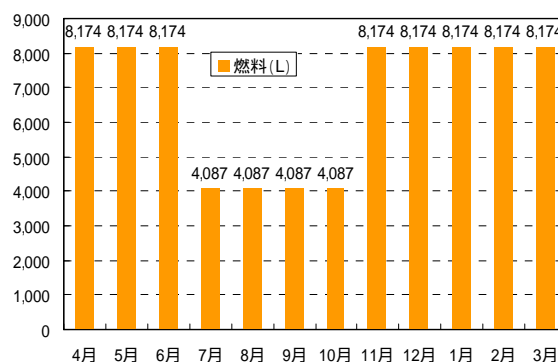
#### (2) 施設でのエネルギー等の消費実態について

ホテル A では、給湯用及び暖房用ボイラーの燃料として、年間で 81,740 リットル（月平均 6,812 リットル）の灯油を消費しています。

また、施設内全体で、月平均 22,727kWh の電気を使用しています。

表 6.29 ホテル A のエネルギー等使用量（料）（平成 21 年度）

月	燃料費 （万円）	灯油使用量 （リットル）
4	60	8,174
5	60	8,174
6	60	8,174
7	30	4,087
8	30	4,087
9	30	4,087
10	30	4,087
11	60	8,174
12	60	8,174
1	60	8,174
2	60	8,174
3	60	8,174
計	600	81,740



月平均電気使用量（料）	22,727kWh/月（50 万円/月）
月平均燃料使用量（料）	6,812L/月（50 万円/月）

(3) 有効利用のポイントについて

ヒートポンプを導入し、排湯熱を有効利用することにより、冬期(12月~3月)の灯油ボイラーの負荷を低減し、燃料消費量を削減します。

6.2.2 システム構成と導入効果

(1) 導入機器の選定とシステム構成について

排湯熱を利用するヒートポンプシステムを導入します。導入するヒートポンプ設備は38馬力を想定します。ヒートポンプにより給湯及び暖房を行うことで、灯油の消費量を0とします。システム構成は次のとおりです。



図 6.4 システム構成

(2) 付帯設備について

排湯熱源ヒートポンプの設置にあわせ、貯湯槽・排湯槽の設置および配管工事等が必要となります。また、排湯熱をヒートポンプへ接続するための熱交換器の導入も必要です。

現在の空調用チラー等は適宜撤去します。

(3) 導入効果の試算

ヒートポンプの導入により、エネルギー収支バランスは年間で2,487 GJの削減となります。また、二酸化炭素は年間で180 t-CO<sub>2</sub>の削減となります。

表 6.30 エネルギー収支バランス

	現 行	ヒートポンプ導入後	エネルギー収支
電 気	54,546kWh	106,420kWh	51,874kWh
	544GJ	1,061GJ	517GJ
灯 油	81,740L	0L	81,740L
	3,004GJ	0GJ	3,004GJ
合 計	3,548GJ	1,061GJ	2,487GJ

注：電気使用量は空調部分のみ。



表 6.31 二酸化炭素収支バランス

	現 行	ヒートポンプ導入後	二酸化炭素収支
電 気	54,546kWh	106,420kWh	51,874kWh
	26 t-CO <sub>2</sub>	50 t-CO <sub>2</sub>	24 t-CO <sub>2</sub>
灯 油	81,740L	0L	81,740L
	204 t-CO <sub>2</sub>	0 t-CO <sub>2</sub>	204 t-CO <sub>2</sub>
合 計	230 t-CO <sub>2</sub>	50 t-CO <sub>2</sub>	180 t-CO <sub>2</sub>

注：電気使用量は空調部分のみ。

### 6.2.3 採算性（経済性）の評価

#### (1) 投資額（初期投資費用）について

ヒートポンプ導入に伴う初期投資費用は、配管工事や基礎工事等を含めて、約 3,600 万円となります。

表 6.32 初期投資費用

項 目	価 格
排湯熱源ヒートポンプ	13,000 千円
貯湯槽	5,500 千円
クッションタンク	2,500 千円
配管工事	7,000 千円
基礎工事	2,000 千円
運搬費等	1,500 千円
諸経費等	4,500 千円
合 計	36,000 千円

#### (2) 効果額（光熱水費削減額）について

ヒートポンプ導入により、光熱水費は、現行と比べ約 500 万円/年の削減となります。

表 6.33 効果額

	現 行	ヒートポンプ導入後	光熱費収支
電 気	54,546kWh	106,420kWh	51,874kWh
	693,825 円	1,702,835 円	1,009,010 円
灯 油	81,740L	0L	81,740L
	6,000,000 円	0 円	6,000,000 円
合 計	6,693,825 円	1,702,835 円	4,990,990 円

注：電気使用量は空調部分のみ。

#### (3) 国等の補助制度について

本モデルケースの実行にあたっては、国等の補助制度を利用することもできます（各補助制度の概要、補助率等は資料編を参照）。

各制度が求める要件を満足する必要がありますが、設備導入費用の 1/3～1/2 以内で補助を受けることができます。なお、平成 23 年度以降は廃止・変更される可能性もあります。

(4) 事業採算性（ランニングコストを含めた経済性）について

投資回収年は、投資額約 3,600 万円を効果額約 500 万円で除すと 7.2 年となります。

なお、補助金（1/3 補助）が利用できた場合には、投資回収年は 4.8 年となります。

表 6.34 事業採算性

	投資額	効果額	回収年	備考
補助金なし	36,000 千円	4,991 千円	7.2 年	
補助金あり	24,000 千円	4,991 千円	4.8 年	1/3 補助

6.2.4 課題と解決策

温泉熱をヒートポンプに接続するための熱交換器を導入することから、十分なスケール対策を講ずることが必要です。そのため、清掃がしやすい構造の熱交換器の採用、熱交換部分の適切な清掃、あるいは添加剤の追加等が不可欠です。なお、泉質によって熱交換器の腐蝕が想定される場合には、適切な機器（ステンレス、チタン等の材質）を選定することが必要です。

また、各種設備の設置に大きなスペースを要すること、初期投資費用が高額であることなどから、導入に際しては詳細な調査設計が必要となります。

## 「道路融雪」への排湯熱の有効利用

### 6.3 排湯を利用した無散水消雪設備の導入

モデル（調査検討）内容：

未利用のまま捨てられてしまっている温泉排湯の熱エネルギーを、ロードヒーティングの熱源として有効利用することにより、冬期の生活道路の融雪を行い、交通の利便性の向上を図ります。

渋や湯田中をはじめとした温泉街の一部では、既に施設が整備されていますが、これらの取り組みの拡大を検討します。

#### 6.3.1 施工方法

排湯を利用する無散水消雪設備の施工方法として、「排湯の直接利用」と「排湯の熱交換利用」の2つが考えられます。

##### (1) 「排湯の直接利用」について

道路舗装面に鋼管を敷設し、ここへ排湯を直接流入させる方法です。

路面への熱伝導を考慮し、コンクリート舗装により施工します。

温泉の位置や道路の勾配を利用する「自然流下式」として導入する場合があります。

町内では、町道星川湯田中線の鈴虫坂などで導入実績があります。

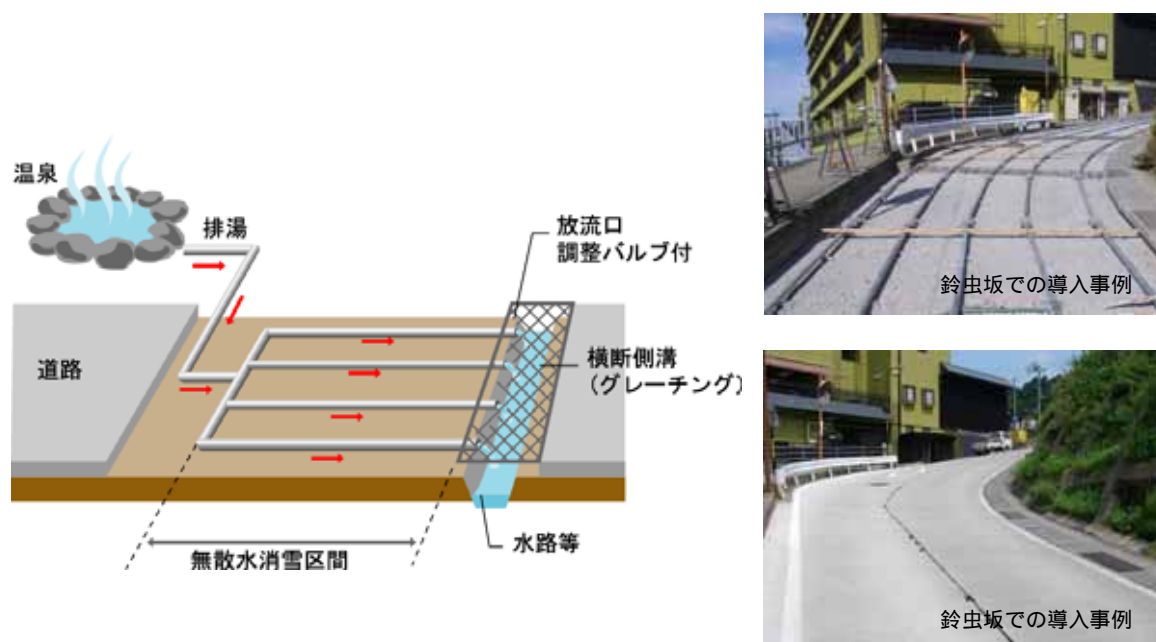


図 6.5 排湯直接利用の施工図（例）

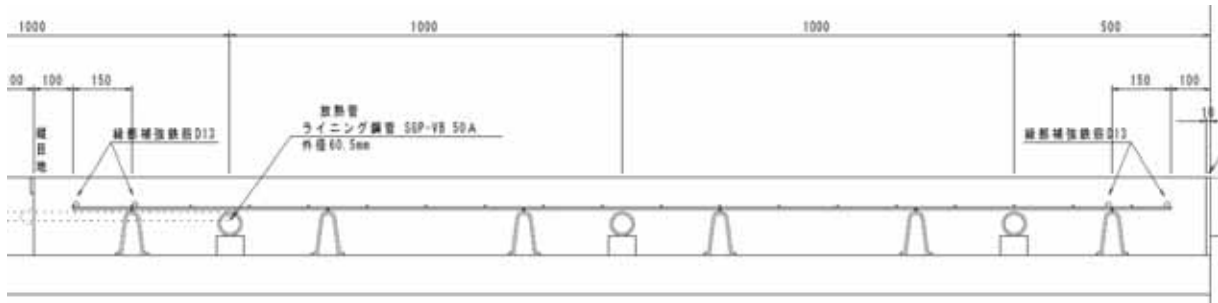


図 6.6 鈴虫坂での施工断面図（一部）

(2) 「排湯の熱交換利用」について

道路舗装面に鋼管を敷設し、ここへ排湯との熱交換により加温した水道水や不凍液等をポンプを使って循環させる方法です。

路面への熱伝導を考慮し、コンクリート舗装により施工します。

熱交換器や循環ポンプの設備が必要となりますが、施工にあたり、温泉の位置や道路勾配などの条件に左右されることがありません。

町内では、町道砂止夜間瀬線の沓野地籍において稼動しています。

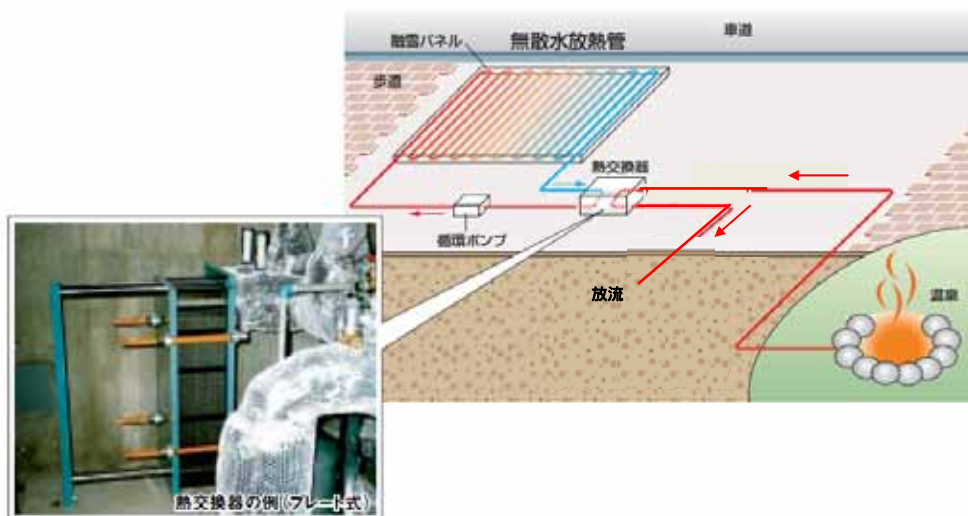


図 6.7 排湯の熱交換利用の施工図（例）

6.3.2 町内での無散水消雪設備施工済み箇所

平成 23 年 2 月現在、町内での無散水消雪設備施工済み箇所については、次ページのとおりです。

まだ導入されていない箇所について、公共浴場など温泉施設との位置関係を考慮しながら、新たに導入を検討できる可能性があります。

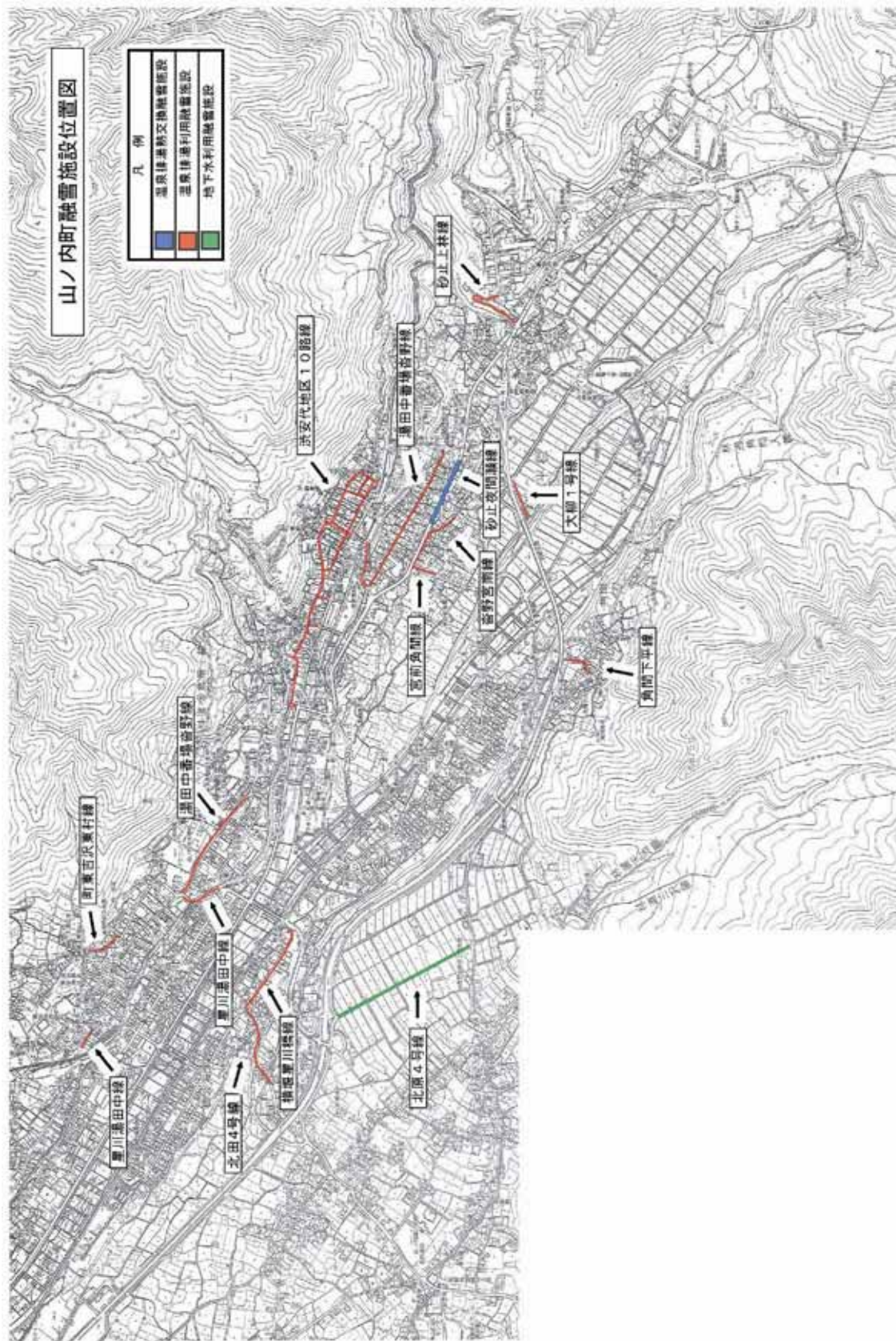


図 6.8 町内での無散水消雪設備施工済み箇所

### 6.3.3 課題と解決策

平成 20 年度に施工した鈴虫坂では、1 平方メートルあたり約 2.8 万円の工事費となりました。同様の設備を幅員 6m の道路で延長 100m 分整備するためには、約 1,680 万円という大きな初期投資費用が必要となります。

また、新たな整備にあたっては、引湯管やガス・上水道の配送（水）管など、すでに占用物件が道路下に張り巡らされている箇所もあることから、関係者との調整や多額の移転補償費用が必要となることがあります。

さらには、排湯に含まれるごみ（髪の毛や湯垢など）への対策も必要です。

## 6.4 排湯を利用した雪捨て場（ピット）の設置

モデル（調査検討）内容：

未利用のまま捨てられてしまっている温泉排湯の熱エネルギーを、消雪設備の熱源として有効利用することにより、冬期生活道路の交通利便性の向上を図ります。

共同浴場など温泉施設の近隣地に、排湯を利用した雪捨て場（ピット）を設置する取り組みについて検討します。

### 6.4.1 施工方法

共同浴場など温泉施設の近隣地に、「雪捨て場（ピット：柵）」を設置し、これまで水路や道路側溝に放流していた温泉排湯を本ピットに集め（貯め）、スノーダンプ等を使って人力によりピット内へ排雪することで消雪を行う新たな仕組みです。

自然の流水の保有熱と運搬作用を利用して雪の塊を流して消雪する「自然流水式」の施設が一般的ですが、この流水のかわりに温泉排湯を利用することで、より効率的な消雪施設とするものです。

ピットよりオーバーフローした越流水（排湯）は、最寄りの道路側溝等へ放流します。

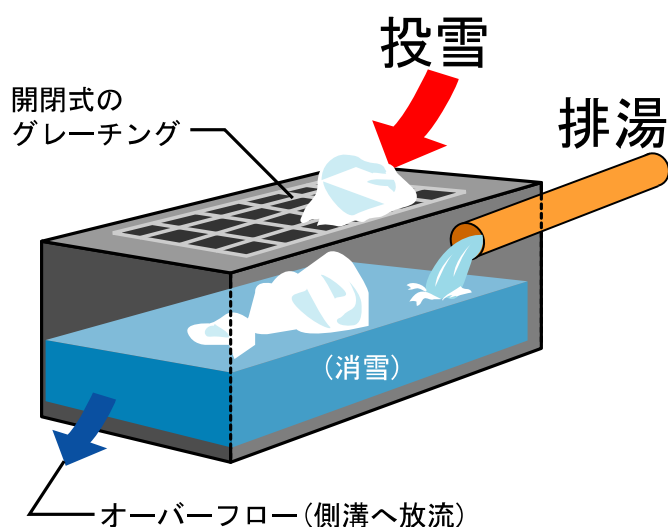


図 6.9 排湯を利用した雪捨て場（ピット）のイメージ

### 6.4.2 採算性（経済性）の評価

建設コストを試算した結果、1箇所あたり約40万円で設置することが可能であり、無散水消雪設備の建設コストと比較して非常に安価であることから、効率的な融雪設備であると考えられます。

表 6.35 初期投資費用

建設コスト	価 格
ピット（柵）本体 1,000W×2,000D×1,200H グレーチング蓋 1,000×1,000 用 工事費（掘削、基礎砕石、設置、埋戻し等） 接続配管（10m 材工共） 一式	40 万円

（ アスファルト舗装等の撤去・復旧費は含まず）

#### 6.4.3 課題と解決策

道路区域内に設置する場合には、道路構造令に準拠した設備とする必要があります。

また、状況によっては民地に設置する（道路区域内に設置できない）場合もあることから、借地手続きなど関係者との調整が必要です。

なお、消雪能力は、排湯の温度や量によることから、資源を十分に活かすための配慮（排雪の時間割り等の調整）も必要となります。



「公共施設(建物)」における余剰熱・排湯熱の有効利用

6.5 町地域福祉センターへの熱交換器の導入

モデル(調査検討)内容:

町地域福祉センター(延床面積約1,600m<sup>2</sup>)において、排湯熱を有効利用(熱交換器を導入)することにより、灯油ボイラーおよび灯油焚冷温水発生機の燃料消費量を削減します。



6.5.1 温泉利用状況とエネルギー消費実態

(1) 施設での温泉利用状況と排湯について

町地域福祉センターでは、45度の源泉を13リットル/分、引湯しており、施設内で濾過した後、浴用として循環利用されています。

なお、当施設はデイサービス施設であることから、夜間は源泉をそのまま「かけながし」している状況にあります。また、夜間における暖房需要、給湯需要がありません。

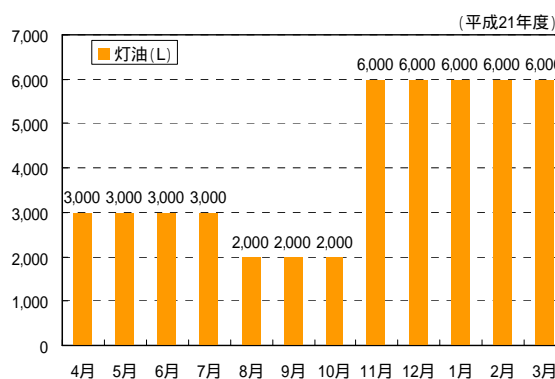
昼間(浴用で使用後)は35度、夜間(源泉かけながし)は45度で排湯しており、排湯量は引湯量と同じ13リットル/分となっています。

表 6.36 町地域福祉センターの諸元

延床面積	約1,600m <sup>2</sup>
引湯温度・量	45度・13L/分
排湯温度・量(昼間)	35度・13L/分
排湯温度・量(夜間)	45度・13L/分

(2) 施設でのエネルギー等の消費実態について

町地域福祉センターでは、灯油ボイラーおよび灯油焚冷温水発生機が設置されています。灯油ボイラーにて浴槽の昇温及び給湯、灯油焚冷温水発生機にて冷暖房(冬季の床暖房)を行っています。年間約48,000リットルの灯油を消費しています。



(3) 有効利用のポイントについて

熱交換器を導入し、排湯熱を有効利用することにより、灯油ボイラー（うち給湯分）の負荷を低減し、燃料消費量を削減します。

なお、夜間については給湯需要、暖房需要がないことから、昼間の燃料消費量の削減のみを検討します。

6.5.2 システム構成と導入効果

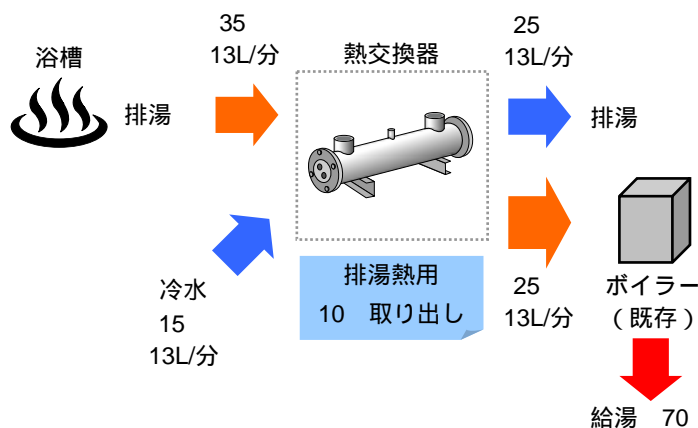
(1) 導入機器の選定とシステム構成について

泉質による機器の腐蝕等を考慮し、ステンレス製の熱交換器を導入します。

導入する熱交換器の性能およびシステム構成は次のとおりです。

表 6.37 導入する熱交換器の諸元

総括伝熱係数	446.6kcal/m <sup>2</sup> h
伝熱面積	1.42m <sup>2</sup>
素 材	ステンレス



( 冷水の温度は年間平均の 15 とする)

図 6.10 システム構成

(2) 付帯設備等について

熱交換器とともに給排水のためのポンプの設置が必要となります。

(3) 導入効果の試算

交換熱量(S)・・・熱交換により取り出すことができる熱量

$$S(\text{GJ}) = \text{利用温度差} \times \text{利用湯量} \times \text{比重} \times \text{比熱} \times \text{熱交換効率} \times \text{稼動時間} \div 1,000,000$$

排湯熱利用(S<sub>2</sub>) 35 25 = 10 取り出し

$$S_2 = \{ (35 - 25) [ ] \times 13 [L/分] \} \times 1 [kg/L] \times 4.186 [kJ/kg/ ] \times 0.95 \times 87,600 [分]$$

$$\div 1,000,000 = \underline{45 [GJ/年]}$$

稼働時間 = 60[分]×4.0[時間]×365[日] = 87,600[分] (入浴時間を4時間/日として勘案)

投入灯油熱量(T)・・・灯油により消費している熱量

$$T(GJ) = \text{灯油使用量} \times \text{灯油の単位発熱量}$$

$$= 24,000 [L] \times 0.0373 [GJ/L] = \underline{895 [GJ/年]}$$

灯油使用量 = 給湯の昇温に係る灯油使用量のみを対象(暖房分を除く)

灯油削減量(F)・・・熱交換により削減できる灯油量

$$F(L) = \text{灯油使用量} \times (\text{削減率 or 熱交換器負担率})$$

排湯熱利用(F<sub>2</sub>)

$$F_2 = 24,000 [L] \times 0.05 = \underline{1,200 [L/年]}$$

削減率 = これまでの(15 70 へ昇温)に対し、(25 70 へ昇温)することによる灯油削減率

熱交換器負担率 = 灯油ボイラーによる昇温に対し、熱交換器による昇温が可能な負担割合

削減率  $\{1 - (70 - 25) [ ] / (70 - 15) [ ]\} = 0.18 > \text{負担率 } 45[GJ/年] / 895[GJ/年] = 0.05$

二酸化炭素削減量(C)・・・灯油削減による CO<sub>2</sub> 排出削減量

$$C(t-CO_2) = \text{灯油削減量} \times \text{灯油排出係数}$$

排湯熱利用(C<sub>2</sub>)

$$C_2 = 1,200 [L] \div 1,000 \times 2.49 [t-CO_2/KL] = \underline{3.0 [t-CO_2/年]}$$

(ポンプ等の電力増加に伴う二酸化炭素排出量増加を含まない)

### 6.5.3 採算性(経済性)の評価

#### (1) 投資額(初期投資費用・維持管理費用)について

初期投資費用として、熱交換器本体、ポンプ類及び工事費を見込みます。熱交換器は、汎用品を基本としますが、維持管理の観点から熱交換部分にアクセスしやすい仕様に変更します(本体価格20%増を想定)。

維持管理費用としては、給排水ポンプの電気代を見込みます。熱交換部分の定期的な清掃は自ら行うものとして、見込んでいません。

表 6.38 初期投資費用

建設コスト	価 格
熱交換器本体	71 万円
ポンプ類	15 万円
工事費（熱交換器据付費、ポンプ据付費、配管工事等）	30 万円
合 計	116 万円

表 6.39 維持管理費用

維持管理コスト	価 格
ポンプ電気代	1.4 万円
合 計	1.4 万円

(2) 効果額（光熱水費削減額）について

熱交換器の導入により、給湯用灯油ボイラーの灯油消費量が削減できることから、その灯油削減量に対する貨幣換算額を効果額とします。

灯油削減貨幣換算額(FY)・・・削減した灯油に係る貨幣換算額

$$FY(\text{万円}) = \text{灯油削減量} \times \text{灯油単価} \div 10,000$$

排湯熱利用(FY<sub>2</sub>)

$$FY_2 = 1,200 \text{ [L]} \times 73.4 \text{ [円/L]} \div 10,000 = \underline{\underline{8.8 \text{ [万円/年]}}}$$

( 灯油単価は平成 21 年度長野県平均 )

(3) 国等の補助制度について

本モデルケースの実行にあたっては、国等の補助制度を利用することもできます（各補助制度の概要、補助率等は資料編を参照）。

各制度が求める要件を満足する必要がありますが、設備導入費用の 1/3～1/2 以内で補助を受けることができます。なお、平成 23 年度以降は廃止・変更される可能性もあります。

(4) 事業採算性（ランニングコストを含めた経済性）について

投資額及び効果額の試算結果等を踏まえ、本モデルケースの事業採算性（ランニングコストを含めた経済性）の評価として次のとおりまとめます。

なお、国等の補助制度については、流動的な部分も多いことから、原則「補助なし」として評価・考察を行いますが、「1/3 補助あり」のパターンについてもあわせて評価を行います。

表 6.40 事業採算性

	排湯熱利用
初期投資費用	116 万円
灯油削減貨幣換算額	8.8 万円
水道削減貨幣換算額	-
維持管理費用	1.4 万円
回収年 [ 初期投資費用 ÷ ( 灯油効果 + 水道効果 - 維持管理費用 ) ]	15.7 年
( 機器耐用年数 )	10 年

表 6.41 事業採算性 [ 1/3 補助あり ]

	排湯熱利用
初期投資費用	(116 万円×2/3) 78 万円
灯油削減貨幣換算額	8.8 万円
水道削減貨幣換算額	-
維持管理費用	1.4 万円
回収年 [ 初期投資費用 ÷ ( 灯油効果 + 水道効果 - 維持管理費用 ) ]	10.5 年
( 機器耐用年数 )	10 年

#### 6.5.4 課題と解決策

設備投資費用の回収に約 15.7 年を要するという結果となりましたが、一般的に機器の耐用年数は約 10 年とされており、事業採算性（導入効果）に問題があります。現在の温泉資源の状況では、本モデルケースに基づく具体的な事業推進は困難であると考えられます。

## 6.6 湯田中駅前温泉「楓の湯」への熱交換器の導入

モデル（調査検討）内容：

湯田中駅前温泉「楓の湯」（延床面積約 400m<sup>2</sup>）において、余剰熱を有効利用（熱交換器を導入）することにより、給湯用ボイラーの燃料消費量及びうめ水用の水道使用量を削減します。



### 6.6.1 温泉利用状況とエネルギー消費実態

#### (1) 施設での温泉利用状況と排湯について

楓の湯では、55 の源泉を 100 リットル/分引湯し、浴槽へ「かけながし」していますが、浴用として使用するには泉温が高温すぎることから、必要に応じ、浴用適温の約 45 になるまで浴槽内でうめ水されている状況です。

なお、使用後は 35 で排湯していますが、排湯熱は施設周辺の融雪（無散水消雪）設備の熱源として既に有効活用されています。

表 6.42 楓の湯の諸元

延床面積	約 400m <sup>2</sup>
引湯温度・量	55 ・100L/分
浴用温度・(量)	45 ・(100L/分)
排湯温度・(量)	35 ・(100L/分)

(量)については、本モデルケースを実行する場合（余剰熱を有効利用する場合）の仮定数量となります。

#### (2) 施設でのエネルギー等の消費実態について

楓の湯では、給湯用及び暖房用ボイラーの燃料として、年間で 23,322 リットルの灯油を消費しています。

また、55 ・100 リットル/分の源泉を 45 まで下げるため、上水道の年間平均水温を 15 と設定した場合、年間で 8,022m<sup>3</sup>の上水道をうめ水用として使用していることとなります(推定値)。

なお、燃料の消費実態をもとに、施設内の給湯需要量を推定すると、楓の湯では年間 2,592 m<sup>3</sup>分のボイラー給湯を行っていることとなります。

表 6.43 楓の湯のエネルギー等使用量(料)(平成 21 年度)

月	灯油使用量 (リットル)	燃料費 (万円)	上水使用量 (m <sup>3</sup> )	上水使用料 (万円)
4	2,020	15	668.5	14.7
5	2,210	16	668.5	14.7
6	1,357	10	668.5	14.7
7	1,080	8	668.5	14.7
8	1,700	12	668.5	14.7
9	1,270	9	668.5	14.7
10	2,010	15	668.5	14.7
11	1,980	15	668.5	14.7
12	2,525	19	668.5	14.7
1	2,745	20	668.5	14.7
2	2,305	17	668.5	14.7
3	2,120	16	668.5	14.7
計	23,322	172	8,022	177

上水使用量は泉温低下のためのうめ水分(推定)。

表 6.44 うめ水量の推定

うめ水前	うめ水後
源泉 55 ・ 100L/分	45 ・ 100L/分 + α L/分
上水 15 ・ α L/分	
↓	
α L/分 = 33.3L/分, 668.5m <sup>3</sup> /月, 8,022m <sup>3</sup> /年	

1日あたり11時間(営業時間)のうめ水を想定。

表 6.45 給湯需要量の推定

給湯用ボイラー燃料使用量	12,960 L/年
ボイラー稼働燃費	10 L/h
ボイラー稼働時間	1,296 h/年
ボイラー給湯能力	2,000 L/h (2.0 m <sup>3</sup> /h)



給湯需要量	2,592 m <sup>3</sup> /年
-------	-------------------------

### (3) 有効利用のポイントについて

熱交換器を導入し、余剰熱を有効利用することにより、灯油ボイラーの負荷を低減し、燃料消費量を削減します。また、あわせて、うめ水用の水道使用量の削減も図ります。

なお、排湯については既に融雪施設の熱源として有効活用されているため、今回は考慮しません。

## 6.6.2 システム構成と導入効果

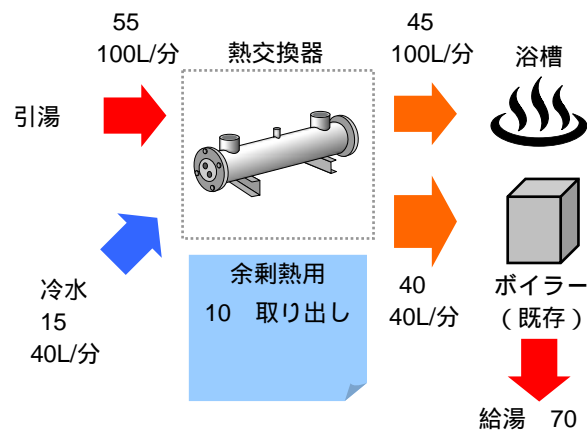
### (1) 導入機器の選定とシステム構成について

泉質による機器の腐蝕等を考慮し、ステンレス製の熱交換器を導入します。

導入する熱交換器の性能及びシステム構成は次のとおりです。

表 6.46 導入する熱交換器の諸元

総括伝熱係数	1,157.4kcal/m <sup>2</sup> h
伝熱面積	2.4m <sup>2</sup>
素 材	ステンレス



( 冷水の温度は年間平均の 15 とする )

図 6.11 システム構成

### (2) 付帯設備について

熱交換器とともに給排水のためのポンプの設置が必要となります。

### (3) 導入効果の試算

交換熱量(S)・・・熱交換により取り出すことができる熱量

$$S(\text{GJ}) = \text{利用温度差} \times \text{利用湯量} \times \text{比重} \times \text{比熱} \times \text{熱交換効率} \times \text{稼働時間} \div 1,000,000$$

余剰熱利用(S<sub>1</sub>) 55 45 = 10 取り出し

$$S_1 = \{ (55 - 45) [ ] \times 100 [\text{L/分}] \} \times 1 [\text{kg/L}] \times 4.186 [\text{kJ/kg/}] \times 0.95 \times 65,700 [\text{分}] \div 1,000,000 = \underline{\underline{261 [\text{GJ/年}]}}$$

稼働時間 = 60[分]×3.0[時間]×365[日] = 65,700[分] ( 現況の給湯需要量とのバランスを勘案 )



投入灯油熱量(T)・・・灯油により消費している熱量

$$T(\text{GJ}) = \text{灯油使用量} \times \text{灯油の単位発熱量}$$

$$= 12,960 [\text{L}] \times 0.0373 [\text{GJ/L}] = \underline{483 [\text{GJ/年}]}$$

灯油使用量 = 給湯の昇温に係る灯油使用量のみを対象（暖房分を除く）

灯油削減量(F)・・・熱交換により削減できる灯油量

$$F(\text{L}) = \text{灯油使用量} \times (\text{削減率 or 熱交換器負担率})$$

余剰熱利用(F<sub>1</sub>)

$$F_1 = 12,960 [\text{L}] \times 0.45 = \underline{5,832 [\text{L/年}]}$$

削減率 = これまでの (15 70 へ昇温) に対し、(40 70 へ昇温) することによる灯油削減率

熱交換器負担率 = 灯油ボイラーによる昇温に対し、熱交換器による昇温が可能な負担割合

削減率  $\{1 - (70 - 40) / (70 - 15)\} = 0.45$  < 負担率  $261[\text{GJ/年}] / 483[\text{GJ/年}] = 0.54$

二酸化炭素削減量(C)・・・灯油削減による CO<sub>2</sub> 排出削減量

$$C(\text{t-CO}_2) = \text{灯油削減量} \times \text{灯油排出係数}$$

余剰熱利用(C<sub>1</sub>)

$$C_1 = 5,832 [\text{L}] \div 1,000 \times 2.49 [\text{t-CO}_2/\text{KL}] = \underline{14.5 [\text{t-CO}_2/\text{年}]}$$

(ポンプ等の電力増加に伴う二酸化炭素排出量増加を含まない)

### 6.6.3 採算性（経済性）の評価

#### (1) 投資額（初期投資費用・維持管理費用）について

初期投資費用として、熱交換器本体、ポンプ類及び工事費を見込みます。熱交換器は、汎用品を基本としますが、維持管理の観点から熱交換部分にアクセスしやすい仕様に変更します（本体価格 20%増を想定）。

維持管理費用としては、給排水ポンプの電気代を見込みます。熱交換部分の定期的な清掃は自ら行うものとして、見込んでいません。

表 6.47 初期投資費用

建設コスト	価格
熱交換器本体	107 万円
ポンプ類	25 万円
工事費（熱交換器据付費、ポンプ据付費、配管工事等）	40 万円
合計	172 万円

表 6.48 維持管理費用

維持管理コスト	価 格
ポンプ電気代	1 万円
合 計	1 万円

(2) 効果額（光熱水費削減額）について

熱交換器の導入により、給湯用ボイラーの灯油消費量が削減できることから、その灯油削減量に対する貨幣換算額を効果額とします。

また、これまでうめ水に使用していた上水道使用量も削減できることから、その削減量に対する貨幣換算額についても効果額に加えることとします。

灯油削減貨幣換算額(FY)・・・削減した灯油に係る貨幣換算額

$$FY(\text{万円}) = \text{灯油削減量} \times \text{灯油単価} \div 10,000$$

余剰熱利用(FY<sub>1</sub>)

$$FY_1 = 5,832 \text{ [L]} \times 73.4 \text{ [円/L]} \div 10,000 = \underline{43 \text{ [万円/年]}}$$

( 灯油単価は平成 21 年度長野県平均 )

水道削減貨幣換算額(WY)・・・削減した水道に係る貨幣換算額

$$WY(\text{万円}) = \text{水道削減量} \times \text{水道料金} \div 10,000$$

余剰熱利用(WY<sub>1</sub>)

$$WY_1 = 2,187 \text{ [m}^3\text{]} \times 221 \text{ [円/m}^3\text{]} \div 10,000 = \underline{48 \text{ [万円/年]}}$$

( 水道料金は平成 23 年 2 月現在 )  
( 削減対象は 3 時間/日とする。現況の給湯需要量とのバランスを勘案 )

(3) 国等の補助制度について

本モデルケースの実行にあたっては、国等の補助制度を利用することもできます(各補助制度の概要、補助率等は資料編を参照)。

各制度が求める要件を満足する必要がありますが、設備導入費用の 1/3 ~ 1/2 以内で補助を受けることができます。なお、平成 23 年度以降は廃止・変更される可能性もあります。

(4) 事業採算性（ランニングコストを含めた経済性）について

投資額及び効果額の試算結果等を踏まえ、本モデルケースの事業採算性（ランニングコストを含めた経済性）の評価として次のとおりまとめます。

なお、国等の補助制度については、流動的な部分も多いことから、原則「補助なし」として評価・考察を行います。また、「1/3 補助あり」のパターンについてもあわせて評価を行います。

表 6.49 事業採算性

	余剰熱利用
初期投資費用	172 万円
灯油削減貨幣換算額	43 万円
水道削減貨幣換算額	48 万円
維持管理費用	1 万円
回収年 [ 初期投資費用 ÷ ( 灯油効果 + 水道効果 - 維持管理費用 ) ]	1.9 年
( 機器耐用年数 )	10 年

表 6.50 事業採算性 [ 1/3 補助あり ]

	余剰熱利用
初期投資費用	(172 万円×2/3) 115 万円
灯油削減貨幣換算額	43 万円
水道削減貨幣換算額	48 万円
維持管理費用	1 万円
回収年 [ 初期投資費用 ÷ ( 灯油効果 + 水道効果 - 維持管理費用 ) ]	1.3 年
( 機器耐用年数 )	10 年

#### 6.6.4 課題と解決策

導入効果や事業採算性の試算結果から、「楓の湯」への熱交換器の導入は効果的であると考えられますが、現在のところ、機械室内に機器設置のための余裕スペースがない状態であり、そのための建物の改築等が必要とされる状況です。そのことにより、導入効果以上の過大費用が必要となってしまうことが課題です。

## 「その他施設等」における余剰熱・排湯熱の有効利用

### 6.7 (温泉を引湯している) 個人宅での熱交換器の導入

モデル(調査検討)内容:

温泉を引湯している個人宅において、温泉を浴用だけでなく床暖房にも利用します。

現在、電気式の床暖房設備を稼働していると仮定し、温泉の余剰熱を有効利用(熱交換器を導入)することにより、床暖房用機器の電気使用量を削減するというモデルケースとし、その採算性について調査検討します。

#### 6.7.1 温泉利用状況とエネルギー消費実態

##### (1) 温泉利用状況について

本モデルケースでは、55 の源泉を 7.5 リットル/分、引湯している個人宅を想定します。

表 6.51 個人宅の諸元(仮定)

引湯温度・量	55 ・7.5L/分
浴用温度・(量)	45 ・(7.5L/分)

(量)については、本モデルケースを実行する場合(余剰熱を有効利用する場合)の仮定数量となります。

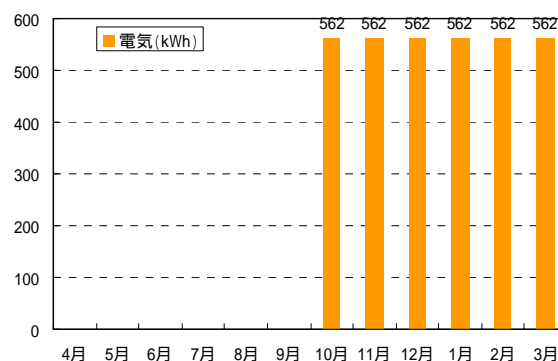
##### (2) エネルギー消費実態について

本モデルケースにおける個人宅では、現在、電気式床暖房設備を稼働していると仮定します。

約 1kW の設備を秋冬期の 6 ヶ月間、1 日あたり 18 時間使用しているとした場合、年間で約 7.4 万円の電気を使用していることとなります。

表 6.52 個人宅の電気使用量(仮定)

月	電気代(円)	使用量(kWh)
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10	12,355	562
11	12,355	562
12	12,355	562
1	12,355	562
2	12,355	562
3	12,355	562
計	74,130	3,372



### 6.7.2 施工方法（導入機器の選定とシステム構成について）

泉質による機器の腐蝕等を考慮し、ステンレス製の熱交換器を導入します。

なお、引湯量や施設規模を考慮し、簡易な「投げ込み式」の熱交換器を採用します。

導入する熱交換器の性能およびシステム構成は次のとおりです。

表 6.53 導入する熱交換器の諸元

総括伝熱係数	400kcal/m <sup>2</sup> h
伝熱面積	0.37m <sup>2</sup>
素 材	ステンレス

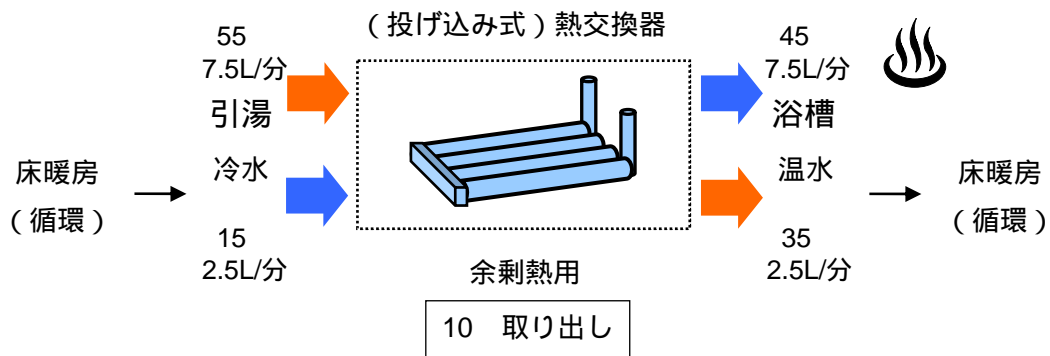


図 6.12 システム構成

（参考）導入効果の試算

交換熱量(S)・・・熱交換により取り出すことができる熱量

$$S(\text{GJ}) = \text{利用温度差} \times \text{利用湯量} \times \text{比重} \times \text{比熱} \times \text{熱交換効率} \times \text{稼働時間} \div 1,000,000$$

( 55    45    = 10 取り出し )

$$= \{ (55 - 45) [ ] \times 7.5 [\text{L/分}] \} \times 1 [\text{kg/L}] \times 4.186 [\text{kJ/kg/ } ] \times 0.95 \times 259,200 [\text{分}]$$

$$\div 1,000,000$$

$$= \underline{\underline{77.3 [\text{GJ/年}]}}$$

稼働時間 = 60[分]×24[時間]×180[日]

投入電力熱量(T)・・・電力により消費している熱量

$$T(\text{GJ}) = \text{電気使用量} \times \text{電気の単位発熱量} \div 1,000$$

$$= 3,372 [\text{kWh}] \times 9.97 [\text{MJ/kWh}] \div 1,000$$

$$= \underline{\underline{33.6 [\text{GJ/年}]}}$$

電力削減量(F)・・・熱交換により削減できる電力量

$$\begin{aligned}
 F(\text{kWh}) &= \text{電気使用量} \times \text{削減率} \\
 &= 3,372 [\text{kWh}] \times 100 [\%] \\
 &= \underline{\underline{3,372 [\text{kWh}/\text{年}]}}
 \end{aligned}$$

二酸化炭素削減量(C)・・・電力削減による CO<sub>2</sub> 排出削減量

$$\begin{aligned}
 C(\text{t-CO}_2) &= \text{電力削減量} \times \text{電力排出係数} \div 1,000 \\
 &= 3,372 [\text{kWh}] \times 0.474 [\text{kg-CO}_2/\text{kWh}] \div 1,000 \\
 &= \underline{\underline{1.6 [\text{t-CO}_2/\text{年}]}}
 \end{aligned}$$

(ポンプ等の電力増加に伴う二酸化炭素排出量増加を含まない)

### 6.7.3 採算性（経済性）の評価

初期投資費用として、熱交換器本体、ポンプ類及び工事費を見込みます。熱交換器は、投げ込み式の汎用品とします。

また、維持管理費用としては、給排水ポンプの電気代を見込みます。

表 6.54 初期投資費用

導入コスト	価 格
熱交換器本体	20 万円
ポンプ類	5 万円
工事費（熱交換器据付費、ポンプ据付費、配管工事等）	5 万円
合 計	30 万円

表 6.55 維持管理費用（年間）

維持管理コスト	価 格
ポンプ電気代	0.7 万円
合 計	0.7 万円

熱交換器導入に係る初期投資費用と、電気式床暖房設備稼働に係る年間電気代を比較することにより、採算性を評価します。

投資額は 30 万円、効果額は電気式床暖房のための電気代と熱交換器の維持管理費用を勘案して約 6.7 万円となります。投資額を効果額で除すと、投資回収年は約 4.5 年となります。

なお、新たに電気式床暖房設備を導入するためには、10 畳間で約 50 万円の初期投資費用を要することから、単純に初期投資費用を比較した場合、新規に設備を導入する際には熱交換器を導入する方がより効果的であるとも考えることができます。

表 6.56 事業採算性

投資額	効果額	回収年
30 万円	7.4 万円 - 0.7 万円 = 6.7 万円	4.5 年

#### 6.7.4 課題と解決策

初期投資費用を軽減するための経済支援策を検討するなど、町民等の経済的負担の軽減に配慮し、普及拡大に向けた仕組みの構築を進めていくことが必要です。

また、広く町民等に理解していただくため、積極的な情報提供に努めていくことも必要です。

## 6.8 農業施設（ハウス等）における排湯熱の有効利用

モデル（調査検討）内容：

未利用のまま捨てられてしまっている温泉排湯の熱エネルギーを、農業施設（ハウス等）の熱源として有効利用することにより、農作物の「早出し」など付加価値の向上や遊休荒廃農地の活用等に取り組み、町の農業の活性化を図ります。

### 6.8.1 有効利用の方法

農地に隣接する温泉施設から、排湯を自然流下により引湯し、その熱エネルギーを農業施設（ハウス等）の加温用の熱源として有効利用します。

35 前後の排湯を直接利用して栽培土を昇温する方法、また、熱交換器を利用して水耕栽培の養生水を加温する方法などが考えられます。

### 6.8.2 施工方法と導入効果

温泉施設に隣接する農地（農業用ハウス）において、温泉施設からの「35 ・ 30 リットル/分」の排湯を有効利用して、水耕栽培を行う場合を想定します。

この排湯資源（温度・量）を利用して、どの程度の規模の水耕栽培施設が運用できるかについて検討します。

利用イメージ及びシステム構成は、次のとおりです。

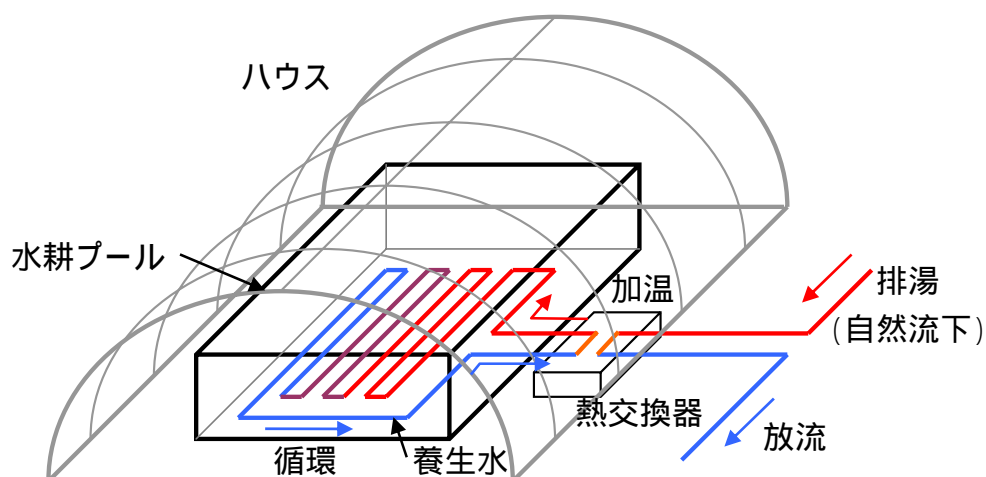
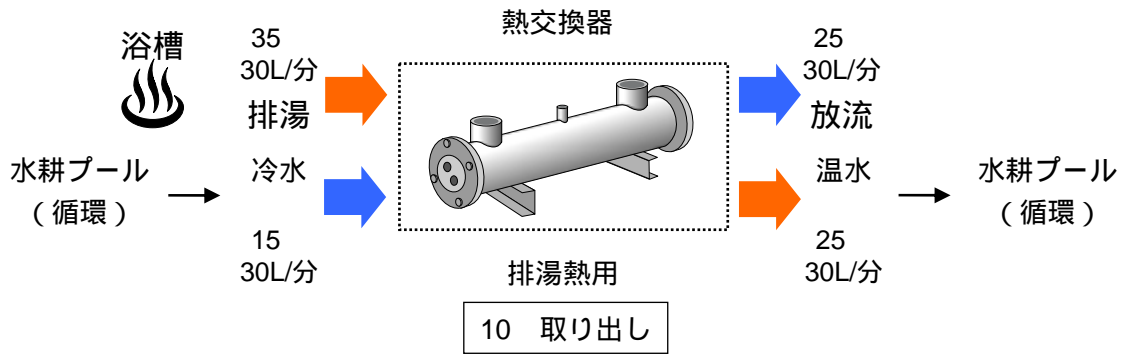


図 6.13 排湯を利用した水耕栽培施設のイメージ





( 冷水の温度は年間平均の 15 とする )

図 6.14 システム構成

この熱交換システムにより排湯から取り出すことができる熱量(交換熱量)は次のとおりとなります。

また、以上の仮定条件から、21.6m<sup>2</sup>(深さ 0.5m)の水耕プールを運転することができるという試算結果となります。

交換熱量(S)・・・熱交換により取り出すことができる熱量

$$S(\text{GJ}) = \text{利用温度差} \times \text{利用湯量} \times \text{比重} \times \text{比熱} \times \text{熱交換効率} \times \text{稼働時間} \div 1,000,000$$

( 35 25 = 10 取り出し )

$$= \{ (35 - 25) [ ] \times 30 [\text{L/分}] \} \times 1 [\text{kg/L}] \times 4.186 [\text{kJ/kg/ } ] \times 0.95 \times 1,440 [\text{分}]$$

$$\div 1,000,000$$

$$= \underline{\underline{1.7 [\text{GJ/日}]}}$$

稼働時間 = 60[分]×24[時間]

表 6.57 仮定条件に基づく水耕プールの諸元(想定)

全湯量	43.2m <sup>3</sup> /日	( 30L/分×60分×24時間÷1,000 )
回転数	4回/日	( 仮定 )
1回転あたり 利用湯量	10.8m <sup>3</sup> /回	
水耕プール深	0.5m	( 仮定 )
水耕プール面積	21.6m <sup>2</sup>	

### 6.8.3 課題と解決策

初期投資費用として、熱交換器本体、ポンプ類及び工事費を見込みます。熱交換器は、汎用品を基本としますが、維持管理の観点から熱交換部分にアクセスしやすい仕様に変更します(本体価格 20%増を想定)。

維持管理費用としては、給排水ポンプの電気代を見込みます。熱交換部分の定期的な清掃は自ら行うものとして、見込んでいません。

初期投資費用及び維持管理費用は下表のとおりとなりますが、これらを軽減するための経済支援策を検討するなど、町民・事業者の経済的負担の軽減に配慮する必要があります。

表 6.58 初期投資費用

導入コスト	価 格
熱交換器本体	151 万円
ポンプ類	15 万円
工事費	50 万円
合 計	216 万円

( 工事費は、熱交換器据付費・ポンプ据付費・配管工事等 )

表 6.59 維持管理費用 (年間)

維持管理コスト	価 格
ポンプ電気代	2.5 万円
合 計	2.5 万円

また、本モデルケースの実行にあたり、利用可能な排湯、その近隣にある農地、実際に生産を行う農家(事業者)など、諸条件(関係者)のマッチングが重要です。行政として、情報提供や関係者間の利害調整などマッチングに向けた様々な支援策を講じていく必要があります。

なお、現時点における町内での具体的モデルの構築は難しいことから、先進事例等を参考に長期的な視野で検討していくことが必要です。

(北海道弟子屈町の事例)

管理人：株式会社ドーコン

共同研究者：北海道大学、弟子屈建設業協会、摩周湖農業協同組合、(社)摩周湖観光協会、株式会社双日総合研究所

協力機関：弟子屈町、北海道釧路農業改良普及センター、新エネ雪氷利用研究会

2重にしたビニールハウス内に排湯を引き込み、温風ファンと床暖房の熱源に活用。室温を30前後、地温を20前後に保つことにより、ハウス内で、メロン・ほうれん草・イチゴの栽培実験が行われた事例があります(北海道弟子屈町ハウス栽培実験)。なお、本事業は、経済産業省北海道経済産業局の「低炭素社会に向けた技術発掘・社会システム実証モデル事業」の委託事業として実施されています。



出典：北海道建設新聞社 HP

(<http://e-kensin.net/news/article/5289.html>)



出典：北海道経済産業局 HP

(<http://www.hkd.meti.go.jp/hokni/h21lowcarbon/saitaku3.pdf>)

(新潟県糸魚川市の事例)

新潟県糸魚川市大野地区の農業クラブでは、温泉を通すパイプをハウス内に敷設し、ほうれん草・メロン・いちごなどを栽培しています。



糸魚川市大野地区農業クラブの施設園芸ハウス  
(畝の間の黒い管に温泉を通して)

出典：糸魚川青果卸売市場 HP (<http://itoigawa-seika.hustle.ne.jp/blog/log/eid247.html>)

## 7. 事業化への実行プログラムの検討・ビジョン推進方策の整理

前章において、本詳細ビジョンの基本理念・基本方針に基づき位置付けた4つの導入方策および8つのモデルケースについて具体的な調査検討を行いました。温泉熱を有効利用することにより、どの程度の省エネルギー効果があるか、投資額や効果額を比較し経済的に採算がとれるか、課題やその解決策はあるかについて、モデルケースごとに分析したところですが、本章では、この調査結果を踏まえながら、事業化に向けた実行プログラムや推進方策について検討・整理します。

### 7.1 事業化への実行プログラムの検討

前章におけるモデルケースの検討結果から、「温泉施設への熱交換器の導入」「排湯を利用した雪捨て場(ピット)の設置」については、短期的に事業化が可能なモデルケースであると位置付けることができます。このことから、これらのモデルの普及拡大に向けた具体的取り組みについては、ビジョン策定後から早期に進めていくこととします。

なお、5.2 温泉熱利用に係る基本方針4に掲げた「ビジョン推進のための“仕組みづくり”」を進めていくことも短期的には重要となります。町民・事業者に向けた情報提供など普及啓発活動の充実、各主体間での意見交換会や温泉熱利用に関する勉強会(個別相談会)の開催など体制面での支援に取り組みながら、あわせて、事業者等向けの経済面での支援策についても検討するなど、温泉熱利用の普及拡大と本詳細ビジョンの具現化に向けた各種制度や仕組みの構築についても早期に取り組みを進めていく必要があります。

「排湯を利用した無散水消雪設備の導入」「個人宅での熱交換器の導入」「農業施設(ハウス等)における排湯熱の有効利用」については、事業具体化に向けた諸課題もあり、また、本ビジョン中でも具体的なモデル構築に至っていないことなどから、普及拡大に向けては中長期的な視点を持ちながら、今後も引き続いて検討を深めていくべきモデルケースであると位置付けることができます。これらのモデルについては、先の短期的な取り組みの推進にあわせ、ビジョン策定後も継続して段階的に検討を進めていくものとします。

なお、その他のモデルケースについては、現状では事業具体化が困難であるとの検討結果となっていることから、本詳細ビジョンの実行プログラムとして具体的には盛り込まないこととし、今後、情勢を見極めながら、将来的にあらためて調査検討を行うモデルとして区分することとします。

表 7.1 実行プログラム

モデルケース	区分	実行プログラム
<p>6.1 温泉施設への熱交換器の導入</p> <p>6.4 排湯を利用した雪捨て場（ピット）の設置</p> <p>ビジョン推進のための“仕組みづくり”</p>	<p>短期</p>	<p>短期実行プログラム</p> <p>モデル普及拡大に向けた具体的取り組みを早期に進めていくもの</p> <p>「仕組みづくり」とは...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 情報提供など普及啓発活動の充実</li> <li>・ 意見交換会や勉強会（個別相談会）の開催</li> <li>・ 事業者等向け経済的支援策の検討</li> </ul> <p>など</p>
<p>6.3 排湯を利用した無散水消雪設備の導入</p> <p>6.7 個人宅での熱交換器の導入</p> <p>6.8 農業施設（ハウス等）における排湯熱の有効利用</p>	<p>中長期</p>	<p>中長期実行プログラム</p> <p>短期取り組みの推進にあわせ、ビジョン策定後も継続して段階的に検討を進めていくもの</p>

## 7.2 ビジョン推進方策の整理

最後に、これまでの検討結果を踏まえ、本詳細ビジョン具現化に向けた推進方策について整理します。

### 7.2.1 各主体別役割、連携方策など推進体制の検討

本詳細ビジョンの具現化を図るためには、温泉利用関係事業者や源泉管理者、専門家や行政（町）といった各主体が、それぞれに役割を分かち合いながら自らが率先して行動していくことが必要となります。また、各モデルケースの事業化を図るためには、各主体同志が共に連携し協力し合うことも必要です。このことから、以下のとおり各主体別の役割と取り組みについて整理します。

表 7.2 各主体別の役割と取り組み

主体	役割	取り組み
温泉利用関係事業者	温泉熱利用の意義や特性（効果、経済性、課題等）についてさらに理解を深めながら、各々の事業活動を通じた積極的な取り組みが必要	事業所等（宿泊施設・温泉施設・農業施設など）への温泉熱利用システム・機器の積極的導入 温泉熱利用施設としての観光（農業）PRの実施 町が実施する事業への積極的協力 など
源泉管理者	温泉資源の維持管理・研究に加え、温泉熱利用の意義や特性について理解を深めながら、各主体が取り組む活動に対する積極的な協力が必要	温泉資源（源泉）の維持管理・研究 各主体が取り組む活動への積極的協力 など
専門家	各主体の取り組みを円滑化させるための助言・アドバイスを含め、ビジョン推進に向けた先導や協力が必要	温泉熱利用の普及拡大と各主体の取り組みの円滑化を図るための助言等 ビジョン推進に向けた先導役 など
行政（町）	温泉熱利用の初期需要創出・拡大を図り、事業者を中心とした関係者の意欲を促すために自ら積極的に取り組みを推進するほか、各主体が温泉熱利用に取り組みやすい体制の構築を図っていくことが必要	公共施設への温泉熱利用システム・機器の積極的導入 温泉熱利用に関する普及啓発（情報提供） 支援制度創設など関係者への経済的支援の検討 温泉熱利用推進体制の構築と運営 国県との連携協力 など

各主体がそれぞれの役割に基づき積極的に取り組みを進めていくことのほかに、策定したビジョンを今後も引き続きフォローしていくための体制を構築することが必要です。各主体別役割の中でも、行政（町）が果たすべき役割は特に大きいことから、まずは行政組織内の機動的な体制を構築することが有効と考えられます。そこで、庁内の関係部署が参加し組織する「温泉熱利用推進庁内委員会（仮称）」を立ち上げ、本委員会が中心となって、温泉熱利用に係る普及啓発活動、勉強会や相談会の開催、システム・機器導入に係る支援策の検討などに取り組んでいくこととします。また、より機動的な体制とするために、分野ごとに役割を分担することとし、担当部署が中心となって各分野の事業推進を図っていくこととします。具体的には、公共施設への設備導入については各所管部署が担当、温泉利用関係事業者に係る部分は観光商工担当部署、農業に係る部分は農林担当部署、道路融雪に係る部分は建設担当部署、その他分野に係るものや各分野間の調整等については企画担当部署とします。

一方で、取り組みの推進にあたっては、温泉利用関係事業者や源泉管理者、専門家といった行政以外の各主体にも積極的に参加していただくことが重要であることから、各主体に対し、委員会事業への積極的な参加協力を要請していくこととします。

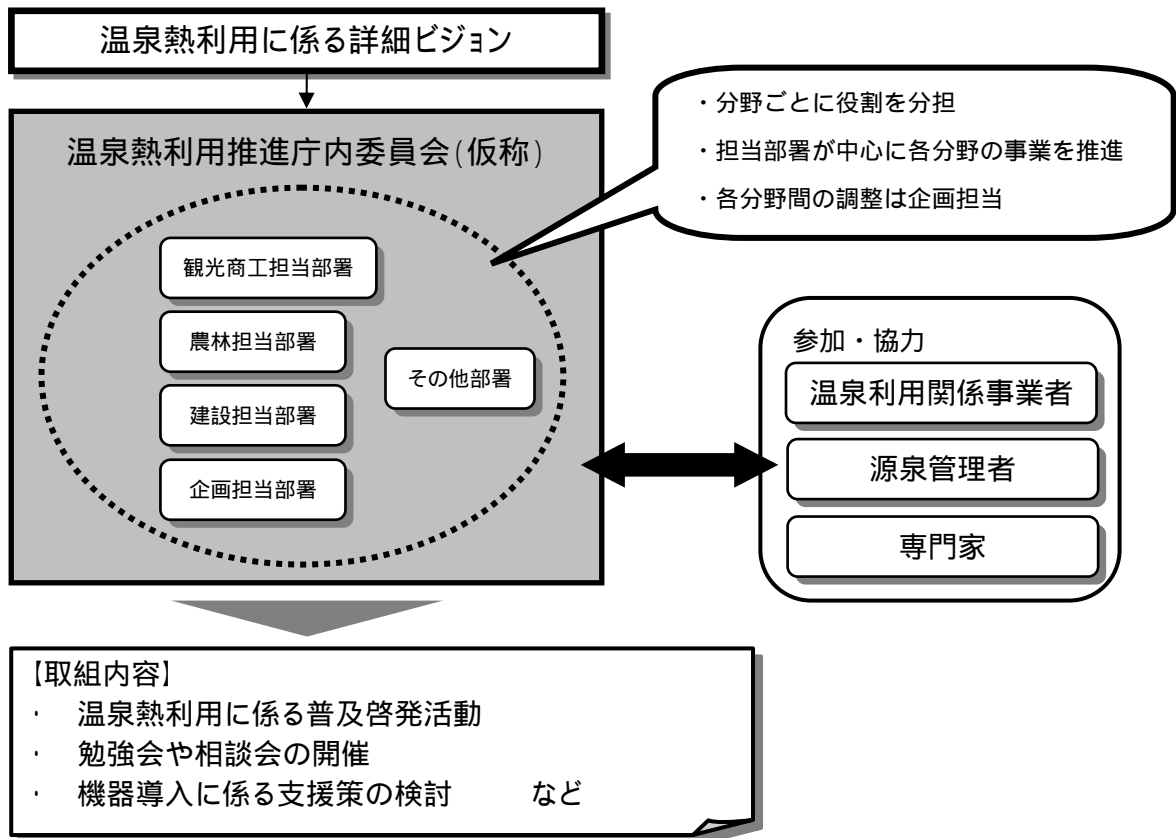


図 7.1 フォローアップ組織および推進体制

### 7.2.2 情報提供など普及啓発方策の検討

温泉熱利用のさらなる普及拡大を図るためには、ビジョン策定後の普及啓発活動が重要です。まずは、本詳細ビジョンで調査検討した内容について、温泉利用関係事業者や源泉管理者のみならず、広く町民に対し周知していく必要があります。このことから、広報をはじめとした積極的な情報提供に取り組み、町内における温泉熱利用に対する意識共有の一層の促進を図ります。

また、温泉熱利用に関するシンポジウムやセミナー（勉強会）を積極的に開催するなど、ビジョン策定後のフォローにも取り組んでいきます。先進的かつ特徴的な事例について広く地域内へ浸透を図ることで、町内において新たな取り組みを引き起こすきっかけになると考えられます。

さらには、実際に温泉熱利用機器を導入する場合には、個々の状況に応じた詳細な調査設計が必要であるということから、個別による相談会の開催にも取り組んでいきます。機器メーカーや設計コンサルタントなどにも加わっていただく形で個別相談会として機会を設け、実際に個々の状況に応じた設計・仕様等をアドバイスすることにより、個々の事業所等の個別の状況に応じた最適な導入モデルケースを構築・提案することが可能となることから、機器導入の普及拡大には非常に有効と考えられます。

一方、温泉熱利用に係る基本方針3に掲げたとおり、本詳細ビジョンでは、温泉熱利用の導入普及により地域産業の活性化へつなげていくことを大きな方針の一つとしています。地域内の様々な取り組みや成果を広く対外的に情報発信していくことにより、地域内の普及啓発につながることはもちろん、“環境に配慮したまち”として広く町外へPRしていくことにつながっていくと考えられます。このことから、普及啓発方策の一環として、積極的な情報発信にも取り組んでいきます。

以上、本詳細ビジョンで想定する普及啓発方策について次のとおりまとめますが、具体的内容やその他の取り組みについては、ビジョン策定後に組織する庁内委員会の取り組みの中で検討していく必要があります。

#### 【普及啓発方策】

- ・ 本詳細ビジョンの内容広報など積極的な情報提供
- ・ シンポジウムやセミナー（勉強会）の開催
- ・ 機器導入に係る個別相談会の開催
- ・ 取り組み成果の積極的な対外PR

など



### 7.2.3 支援策などの検討

温泉熱利用に関する積極的な情報提供や勉強会・相談会の開催などは、体制面（ソフト面）からの支援と考えることができますが、その一方で、経済面（ハード面）からの支援策も検討する必要があります。

モデルケース検討結果でも明らかになったとおり、温泉熱有効利用機器の導入にあたっては、導入時のイニシャルコストが大きな負担となってきます。このことから、事業者等が機器導入する際の初期投資費用を軽減するための支援策として、町による利子補給制度を創設し、これにより、機器導入の一層の普及拡大を図っていきます。なお、温泉施設への熱交換器の導入については、短期実行プログラムとして掲げられていることから、ビジョン策定後、可能な限り早期に制度創設について検討します。

また、機器導入にあたっては、国や県等の補助制度を積極的に活用していくことが重要となってきます。事業者等が機器導入を検討する際、補助制度の活用が具体的に図れるよう、常に国等の動向把握に努めていきます。

#### 【経済的支援策】

- ・ 機器導入に係る利子補給制度の創設
- ・ 国県等の補助制度の積極的活用

など

## 8. 資料編

### 8.1 先進地調査の結果

#### 8.1.1 調査概要

目的：他の類似施設における温泉熱有効利用機器の先進導入事例を調査することにより、効果量を把握するとともに、導入にあたっての課題点等を明確にする。

日時：平成 22 年 10 月 18 日（月）

視察先：千曲市 佐野川温泉 竹林の湯（千曲市大字桑原 1551）

千曲市 信州戸倉上山田温泉 上山田ホテル（千曲市上山田温泉 1-69-3）

軽井沢町（株）星野リゾート 星のや軽井沢（軽井沢町星野）

#### 8.1.2 調査結果

### 佐野川温泉 竹林の湯(千曲市)

---

所在：千曲市桑原

施設概要：延床面積 802.74 m<sup>2</sup>、鉄骨造平屋建て地下鉄筋コンクリート造

温泉概要：泉温 37.3、湯量 89.1 ㍓/分、PH 値 8.8（アルカリ性）、

カルシウム・ナトリウム硫酸塩泉（アルカリ性低張性温泉）

設備導入状況等：ヒートポンプを導入している。

指定管理者（日本環境マネジメント株式会社）が管理している。

#### ■ 施設の概要

- ・ 温泉を通した憩いの場と健康増進の場として、千曲市が整備した温泉施設。平成 19 年開業。
- ・ 工事費 3 億 5,000 万円（合併特例債の利用）。
- ・ 指定管理者による施設管理を実施。

#### ■ ヒートポンプの概要

- ・ 排湯熱を利用したヒートポンプシステム（40kW）を導入。ヒートポンプで上水を昇温し、これで源泉を昇温している。
- ・ 利用する排湯は、浴槽からオーバーフローしたもののみである。洗い場の排湯は利用していない。
- ・ 他にエコキュート（25kW×2 台）によって上水を昇温している。
- ・ 排湯槽約 70 トン、貯湯槽約 40 トン。

#### ■ 排湯の温度

- ・ 約 30 ～ 40 である。

#### ■ 利用人数

- ・ 平均約 300 人/日が利用している。

■ ランニングコスト

- ・ 電気使用料：夏期は約 40 万円/月。冬期は約 50 万円/月。休平日プラン及び夜間蓄熱プラン契約。
- ・ 水道使用料：平均約 35 万円/月（上下水道料金込み）。利用者数にほぼ比例する。  
利用者 1 人あたり 105～110 リットル使用している計算。

■ ヒートポンプシステムの利用に係る「泉質」の影響

- ・ 単純泉であり、特に問題はない。

■ 給湯・空調需要の時間・季節変動、利用者数変動への追従の状況

- ・ 冬期のピーク時に熱の供給が不足することがある。

■ ヒートポンプシステム導入後の問題点

- ・ 冬期（最高気温 0 以下の日など）におけるエコキュートの効率の低下が課題。



施設全景



浴槽



システムフロー図



ヒートポンプシステム外観

## 信州戸倉上山田温泉 上山田ホテル(千曲市)

所在：千曲市上山田温泉

施設概要：客室 40 室/170 名収容、展望大浴場・露天風呂/男女各 1、露天風呂付客室 10 室、大宴会場 200 名用、コンベンションホール 200 名用・100 名用 など

温泉概要：泉温 47.3℃、湯量 180 ㎥/分、PH 値 8.58 (アルカリ性)、  
単純硫黄泉 (低張性アルカリ性高温泉)

設備導入状況等：シンプルな熱交換器を導入している。ヒートポンプは導入していない。  
約 39℃ の排湯熱を利用している。

熱交換器の利用により、ボイラーの燃料使用量を削減している。

その他：信州エコ“泊”覧会に登録。

### ■ 熱交換器を導入したきっかけ

- ・ 光熱費の削減のため。

### ■ 熱交換器の概要

- ・ 6 階大浴場からの排湯を水道水と熱交換している。水道水に対して 12℃ の昇温効果。
- ・ さらに 1 台、熱交換器を新規追加予定。

### ■ 排湯の温度

- ・ 排湯槽で 39℃。水道水を 20℃ から 32℃ に昇温。熱交換後の排湯は約 35℃ で放流。32℃ に昇温された水道水はボイラーでさらに 70℃ まで昇温し、シャワー等の給湯に利用。

### ■ ランニングコストなど

- ・ 熱交換器は中古品を活用することにより投資額 0 円。追加予定の 1 台は約 150 万円を予定。
- ・ 温泉熱交換により約 24%の省エネ効果を見込む。
- ・ 追加予定の熱交換器については、投資回収年 2 年以内を見込んでいる。

### ■ その他

- ・ 太陽熱利用も行っている (施設の屋上にポリエチレン管を設置した簡易なもの)。
- ・ 自動点灯装置、インバータ化、自動水栓など、省エネの実践に努めている。
- ・ ヒートポンプシステムは耐用年数に課題があると認識している。



浴槽の状況



熱交換器

## (株)星野リゾート 星のや軽井沢(軽井沢町)

所在：軽井沢町星野

施設概要：敷地面積 42,055 m<sup>2</sup>、建築面積 6,158 m<sup>2</sup>、延床面積 8,421 m<sup>2</sup>、  
鉄筋コンクリート造（一部鉄骨鉄筋コンクリート造）・鉄骨造・木造、  
客室 77 室（地下 1 階・地上 2 階）  
地中熱交換井 400m×3 本（600kW）、温泉排熱回収設備 418kW、  
水冷ヒートポンプ 25HP×16 モジュール、貯湯槽 42t×1 基・28t×1 基、  
源泉加熱槽 26t×1 基、氷蓄熱槽 20t×1 基（スタティック）、中央監視設備 など

温泉概要：泉温 39～47℃、PH 値 7.9（アルカリ性）、

ナトリウム - 炭酸水素塩・塩化物温泉（弱アルカリ性低張性高温泉）

設備導入状況等：水力発電や温泉排湯熱・地中熱利用ヒートポンプなどを使用することで、  
エネルギー自給率 70%を達成している。

地中熱井と排湯熱回収型水冷式ヒートポンプチラー及び氷蓄熱槽、温水蓄熱槽などで熱源システムを構成し、空調・床暖房・給湯・温泉加温など施設のすべての熱利用設備へ供給している。

### ■ 温泉排湯熱・地中熱利用ヒートポンプシステムを導入した背景、きっかけ

- ・ 源泉温度が低いことから、加温が必要だった。もともとは廃木材等を利用していましたが、現在はヒートポンプを利用している。

### ■ ヒートポンプの概要

- ・ 温泉排湯熱及び地中熱を利用したヒートポンプシステムを導入。源泉の昇温、暖房等に利用している。
- ・ ヒートポンプシステムの導入により、基本的にメンテナンスフリーとなっている。管理はインターネット上で遠隔監視が可能である。結果的にボイラー等の設備管理担当者が不要となっている。
- ・ エネルギーセンターで敷地内の全施設の給湯（温泉昇温）、空調冷温水を集中管理している。
- ・ 地中熱利用により、上水（300 リットル/分）を 20℃ から 30℃ に昇温している。この地中熱交換井は敷地内に計 3 箇所設置している。
- ・ 温泉排湯と地中熱利用により、敷地内で消費するエネルギーの約 75%を自然エネルギーでまかなっている。残りの 25%は中部電力からの買電である。

### ■ 投資額や経費節減額、投資回収年数など（補助金の活用状況）

- ・ 設備費用は合計約 3 億円。NEDO 補助対象額 1 億 8,000 万円のうち 1/3 補助（6,000 万円）を活用した。
- ・ 投資回収年は想定より短く、約 1.8 年だった。

### ■ 利用者へのアピールの状況（利用者への環境配慮のアピールに関するポリシー）

- ・ 化石燃料は一切使用していないことがアピールポイントである。

### ■ 給湯・空調需要の時間・季節変動、利用者数変動への追従の状況

- ・ 基本的に通年でフラットである。

■ 小水力発電の概要(流量、落差、水車・発電機、系統連系など)

- ・ 第一発電所は落差 10m、流量 0.75m<sup>3</sup>/秒であり、出力は 50kW である。水車はクロスフローである。発電した電力は、照明やヒートポンプの動力等で消費している。中部電力と系統連系している。なお、既得水利権を所有している。



施設全景



施設全景



ヒートポンプ



水蓄熱槽



クロスフロー水車(定格 50kW)



地中熱交換井



「星のや軽井沢」(星野温泉改修工事)

■敷地面積 42,055m<sup>2</sup>(12,722坪)

■建築面積 6,158m<sup>2</sup>(1,863坪)

■延床面積 8,421m<sup>2</sup>(2,547坪)

熱源:排湯熱+地中熱ハイブリッド

排熱回収型ヒートポンプ

25HP×16モジュール (400HP)



- ・6" (150A) 仕様
- ・同軸管はグラスファイバー
- ・400m×3本



## 8.2 国等による支援制度一覧

制度名称	制度概要	補助率等	実施機関	対象ケース
再生可能エネルギー熱利用加速化支援対策費補助金 (H23 新規予定)	再生可能エネルギー熱利用設備を導入する民間事業者や地方自治体等に対して、事業費の一部を補助するもの。 地域再生可能エネルギー熱導入促進対策事業 ...地方自治体等による設備導入、地方自治体と連携して行う設備導入に対する補助 再生可能エネルギー熱事業者支援対策事業 ...民間事業者による設備導入に対する補助	1/2 以内 1/3 以内	経済産業省 (民間団体等)	
エネルギー使用合理化事業者支援補助金	事業者が計画した省エネ取組のうち、「技術の先端性」「省エネ効果」「費用対効果」を踏まえて政策的意義の高いものと認められる設備導入(リプレイスに限る)に対し、費用の一部を補助するもの。 「先端的な設備・技術」等に対する導入補助に重点 中小企業・エネルギー多消費企業を重点的に支援	1/3 以内	経済産業省 (民間団体等)	
国内排出削減量認証制度活性化事業費補助金 (H23 新規予定)	低炭素型設備を導入した中小企業等に対し、実際に削減された CO <sub>2</sub> の量に相当する国内クレジットと引き替えに助成金を交付するもの。 国内クレジットを集約し、大口化して大企業等に売却することにより、国内での資金還流を促す仕組み	クレジット 量に相当する助成金	経済産業省 (民間団体等)	
住宅・建築物高効率エネルギーシステム導入促進事業費補助金	新築、既築の住宅・建築物(オフィスビル、病院等)に省エネルギー性能の高い高効率エネルギーシステム等を導入する際に、費用の一部を補助するもの。 年間エネルギー消費量を 25%程度削減できるもの、ビルエネルギーマネジメントシステム(BEMS)を導入するものが対象	1/3 以内	経済産業省 (民間団体等)	
小規模地方公共団体対策技術率先導入事業補助金	小規模な地方公共団体が地球温暖化対策の推進に関する法律に基づき策定した実行計画により、所有する施設へ、低炭素対策技術を率先して導入する取り組みのうち、CO <sub>2</sub> 削減効果や普及啓発効果に優れたものに対して、設備費等の必要な費用の一部を補助するもの。 CO <sub>2</sub> 削減率 10%以上の設備が対象	1/2 以内	環境省	



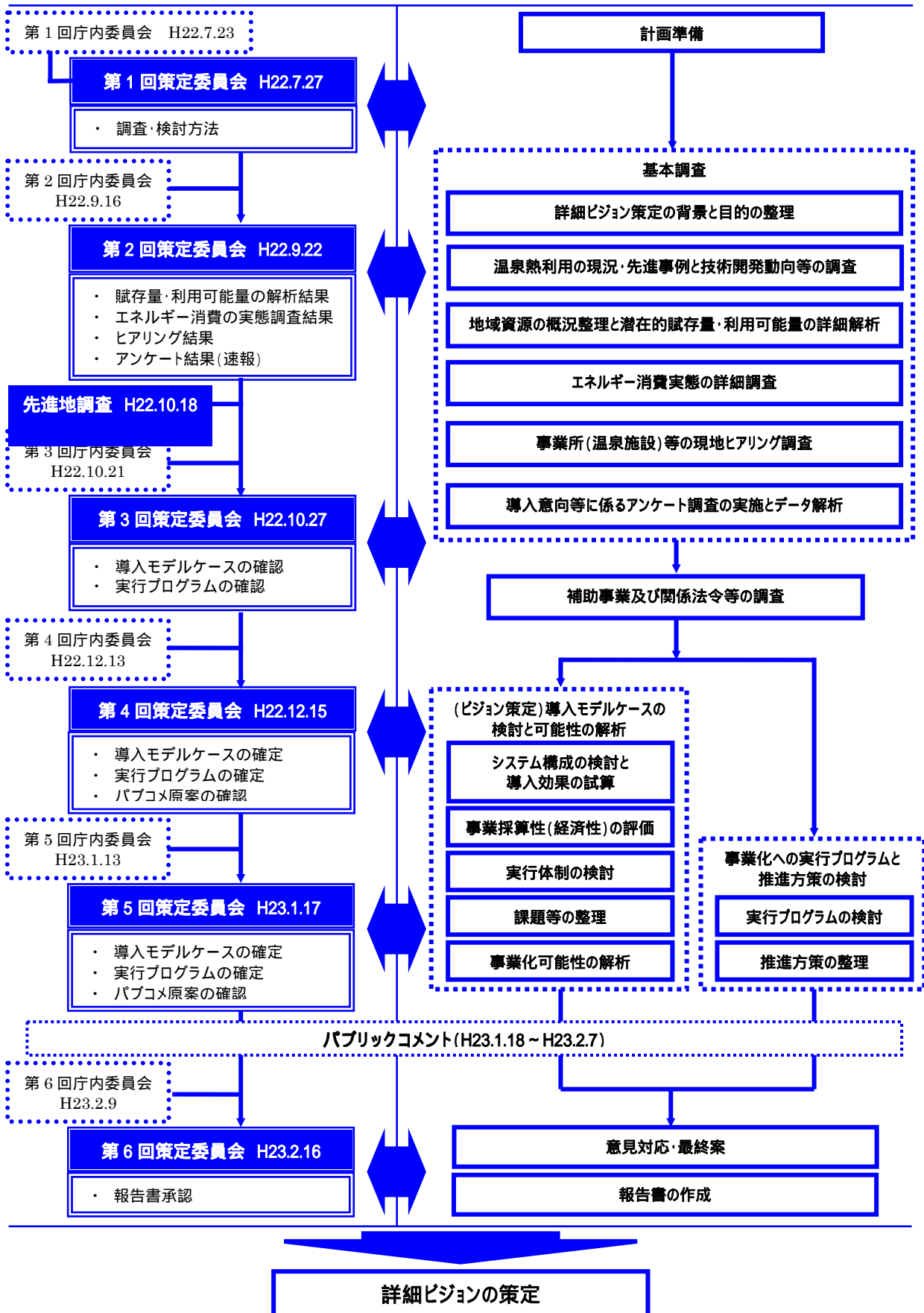
<p>温泉エネルギー活用 加速化事業補助金</p>	<p>温泉発電、温泉熱・温泉付随ガス利用事業の自立的普及に向けて、温泉エネルギーを有効活用する民間団体に対し、事業に必要な経費の一部を補助するもの。 温泉発電設備の設置 ヒートポンプ等による温泉熱利用 温泉付随ガスの熱利用 温泉付随ガスのコージェネレーション</p>	<p>1/2 以内 1/3 以内 1/2 以内 1/2 以内</p>	<p>環境省</p>	
<p>長野県省エネ設備等 導入事業補助金</p>	<p>長野県内の中小企業者等が、既存の工場、事業所に省エネルギー設備・技術(ヒートポンプ、インバーター制御機器等)を導入して省エネルギー対策を実施する際、そのために必要な経費の一部を補助するもの。 補助金申請前に、専門家による省エネルギー診断を受診している必要がある。</p>	<p>1/3 以内 限度額 200 万円</p>	<p>長野県</p>	

(対象ケース凡例)

- 大規模温泉施設(熱交換器)
- 大規模温泉施設(ヒートポンプ)
- 中規模温泉施設(熱交換器)
- 小規模温泉施設(熱交換器)
- 町地域福祉センター(熱交換器)
- 湯田中駅前温泉「楓の湯」(熱交換器)

### 8.3 策定経緯・委員名簿

#### 8.3.1 策定経緯



### 8.3.2 委員名簿

(平成22年度)山ノ内町地域新エネルギー・省エネルギービジョン(温泉熱利用に係る詳細ビジョン)  
策定委員会 委員名簿

(敬称略・順不同)

区 分	氏 名	役 職 等	備 考
学識経験者	【委員長】 池田敏彦	信州大学工学部環境機能工学科	教授
	熊野寛之	信州大学工学部機械システム工学科	准教授
	飯尾昭一郎	信州大学工学部環境機能工学科	助教
地場産業関係者	小根澤市左衛門	山ノ内町観光連盟	会長
	田中篤	山ノ内町商工会	会長
	畔上晴光	志賀高原農業協同組合	代表理事 組合長
	中山博文	山ノ内町農業委員会	会長
	山田和由	温泉利用関係事業者(渋ホテル)	
	黒岩拓吾	温泉利用関係事業者(ホテルゆだなか)	
住民代表者	【副委員長】 黒岩勝利	山ノ内町区長会	代表 (渋湯組惣代) (源泉管理者)
	児玉秀樹	山ノ内町区長会	代表 (横湯組副惣代) (源泉管理者)
	竹節直人	財団法人下高井郡山ノ内町共益会	理事長 (源泉管理者)
行政関係者	高橋功	長野県北信地方事務所環境課	課長
庁内委員会 委員長	畔上善治	山ノ内町	副町長
オブザーバー	白井守	経済産業省関東経済産業局 エネルギー対策課	
	藤井清文	独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO) エネルギー対策推進部	

(任期:就任日～平成23年2月28日)

(平成22年度)山ノ内町地域新エネルギー・省エネルギービジョン(温泉熱利用に係る詳細ビジョン)  
 庁内委員会 委員名簿

役 職	所 属	職 名	氏 名	内線	備 考
委員 長		副町長	畔上 善治	300	
副委員 長	総務課	課長	徳竹 信治	310	
委 員	総務課	管財・有線係長	柴草 隆	317	
	総務課	公社・地域振興係長	渡辺 千春	204	
	健康福祉課	住民環境係長	小林 一夫	214	
	農林課	農業振興係長	湯本 義則	334	
	農林課	耕地林務係長	宮崎 弘之	337	
	観光商工課	観光商工係長	鈴木 隆夫	242	
	観光商工課	観光施設係長	河野 雅男	243	
	建設水道課	計画監理係長	常田 和男	341	
	教育委員会	学校教育係長	秋元 清	431	
事務局	総務課	企画財政係長	内田 茂実	351	
	総務課	企画財政係	山本 敏幸	352	
	総務課	企画財政係	湯本 貴光	352	

( 転載・掲載の承諾 )

- P. 8 川崎重工業(株) 転載承諾済み  
P. 9 愛知ボイラー(株) 転載承諾済み  
P. 9 日本トルボルク シーリング ソリューションズ(株) 転載承諾済み  
P.10 (株)システム機材 転載承諾済み  
P.10 (株)山一製作所 転載承諾済み  
P.11-12 サイエンス(株) 転載承諾済み  
P.86 北海道建設新聞社 転載承諾済み  
P.86 糸魚川青果卸売市場 転載承諾済み  
P.94 竹林の湯 掲載承諾済み  
P.95 上山田ホテル 掲載承諾済み  
P.97-98 (株)星野リゾート 掲載承諾済み
- P.62 図 6.5 調査委託会社作成 (オリジナル)  
P.63 図 6.7 調査委託会社作成 (オリジナル)  
P.66 図 6.9 調査委託会社作成 (オリジナル)  
P.83 図 6.13 調査委託会社作成 (オリジナル)

山ノ内町地域新エネルギー・省エネルギー重点ビジョン  
報 告 書  
(調査テーマ)温泉熱利用に係る詳細ビジョン策定調査

山ノ内町役場 総務課企画財政係  
長野県下高井郡山ノ内町大字平穏 3352-1  
TEL: 0269-33-3111 (代表)  
FAX: 0269-33-4527  
E-mail: [kikaku-zaisei@town.yamanouchi.nagano.jp](mailto:kikaku-zaisei@town.yamanouchi.nagano.jp)  
HP: <http://www.town.yamanouchi.nagano.jp/>