温泉熱有効活用に関するガイドライン
【改訂版】

令和７年３月

環境省自然環境局

はじめに

我が国では、古くから温泉が地中から運んでくる熱を煮炊きや暖房など生活の一部として有効に活用してきました。今日では技術の発展に伴い、温泉熱のさらなる有効活用が可能となり、農業ハウスや道路融雪など活用の幅も広がってきています。地域共有の自然資源である温泉熱を有効活用することで、化石燃料の使用量を削減させ、地球温暖化対策や省エネに貢献するだけでなく、経済性の確保と環境負荷の低減が両立した街づくりや地域の新産業の創出、地域のイメージ向上などの地域活性化にも貢献できる可能性が増してきました。

環境省では、温泉がもつ力が十分に発揮され、現在活用されずに排熱されている温泉熱の有効活用を促進することを目的として平成 31 年３月に「温泉熱有効活用に関するガイドライン」を作成しました。その後、温泉熱利用技術開発の進展、温泉熱利用事例等の蓄積に伴い、内容を更新する必要がでてきたことから、それらの情報の更新を主として、令和７年３月に本ガイドラインの改訂を行いました。本ガイドラインでは、温泉熱利用の概要、温泉熱有効利用のための技術の紹介、技術導入の流れ、検討方法、そして実際に導入した事例を紹介しています。また、実際に導入した事例については、別冊の「温泉熱利用事例集」では 49 件の事例を紹介しています。なお、実際の導入効果や導入の可否は個々の環境により異なりますので、専門事業者とよく相談をする必要があります。

温泉は、古来より病気やけがの治癒、心身の保養・休養や農閑期の骨休めのために活用され、現代では温泉入浴に加え、自然や文化、食などの地域資源も共に楽しむことで心身をリフレッシュさせる場となっています。温泉は時代を超えて活力ある社会を生み出す源でもあります。今後も国民共有の資源である温泉が将来にわたって引き継がれるとともに、温泉源が有効活用され、脱炭素社会実現への機運が高まることを期待しています。

令和７年３月
環境省自然環境局

ガイドラインにおける用語一覧

本ガイドラインで用いる用語は以下のとおりです。

（五十音順）

用語	解説
温泉槽	温泉を貯める容器のこと。
温泉熱ポテンシャル	温泉から活用できる熱量のこと（温泉の湧出量や温度により異なる）。
温泉熱供給事業者	集中配湯や熱供給をしている組合などのこと。
温泉付随可燃性天然ガスコージェネレーション	温泉付随可燃性天然ガスを利用して発電を行うとともに、発電の際に発生する熱を利用して温水を作る装置のこと。
ガスセパレーター	温泉ガスと温泉（水）を分離する装置（気水分離機）のこと。
ガスタンク	ガスを貯める容器のこと。
ケルビン（K）	絶対温度のこと（熱運動が停止する約-273℃＝0 K）。
集中配湯	温泉を集中管理し利用者（周辺施設）へ配湯すること。
貯湯槽	温水を貯める容器のこと。
熱供給	温水を１箇所でまとめて作り、利用者（周辺施設）へ供給すること。
熱交換器利用	水を熱交換器であたため、給湯や暖房に利用すること。
排湯槽	排湯を貯める容器のこと。
ヒートポンプ	電気を使って温度の低い温泉や排湯などから熱を回収し、高効率でより温度の高い温水を作る装置のこと。
ヒートポンプ利用	水をヒートポンプであたため、給湯や暖房に利用すること。
プレーヤー	温泉熱利用に関係する人や組織のこと。
ボイラー	ガス、灯油、重油などの燃料を使って、水などを加熱して蒸気や温水を作る装置のこと。
補機類	ヒートポンプやバイナリー発電機などを動かすために必要な機器のこと（ポンプなど）。
冷却塔	発電機や吸収式冷温水発生機の冷却水を冷却・再生し、廃熱を大気へ排出する装置のこと。

目 次

1　温泉熱利用の概要 1

1.1 ガイドラインの構成 1

1.2 温泉熱利用について 3

1.3 温泉熱利用の可能性と導入効果 4

1.3.1 温泉熱の可能性 4

1.3.2 導入により期待される効果 4

1.4 温泉熱ポテンシャル 6

1.5 ガイドラインの目的と役割 8

1.6 ガイドライン利用対象者 9

2　温泉熱利用技術・方法について 10

2.1 温泉熱利用に用いる技術 10

2.2 温泉熱利用方法 15

3　温泉熱利用導入検討手法について 17

3.1 温泉熱利用導入手順 17

3.2 各手順における検討内容 18

(1)　要望・課題の明確化 18

(2)　基本情報の整理（自己分析） 20

(3)　温泉熱利用設備（システム構成）の検討 27

(4)　実施体制の検討 36

(5)　資金調達方法の確認 37

(6)　導入効果の検討 39

(7)　維持管理方法の検討 44

(8)　法規制の確認 46

(9)　詳細検討 48

3.3 合意形成の円滑な構築方法 49

(1)　アクション・プラン 49

(2)　アクション・プラン策定プロセス 52

(3)　アクション・プラン策定のポイント 53

(4)　合意形成を図る上での留意点 53

4　温泉熱利用事例紹介 55

4.1 温泉熱利用事例の紹介 55

（1） 発電事例-洞爺湖温泉- **エラー! ブックマークが定義されていません。**
（2） 集中配湯事例-修善寺温泉- 56
（3） 熱交換器・ヒートポンプ事例-熱川プリンスホテル- 58
（4） 温泉付随ガスコージェネレーション事例-ユインチホテル南城- 59
（5） 熱供給事例-湯野浜温泉- 60
（6） その他の活用事例-八幡平スマートファーム 熱水ハウス- 61
5 温泉熱利用を検討するうえでのポイント 62
5.1 検討段階別の課題と対策例 62
備考

1　温泉熱利用の概要

1.1　ガイドラインの構成

本ガイドラインは以下のように構成されています。

１．温泉熱利用の概要

本ガイドラインで解説される内容や温泉熱利用の概要、また、本ガイドラインが対象としている利用者などについて説明します。

２．温泉熱利用技術・方法について

温泉熱を利用した熱利用技術と利用方法について説明します。

３．温泉熱利用導入検討手法について

「温泉熱の効果的な導入モデル」を提示します。さらに、これらの温泉熱利用を実施するための導入手順や検討内容などを説明します。

４．温泉熱利用事例紹介

温泉不随可燃性天然ガスコージェネレーション、温泉発電、熱交換器・ヒートポンプ、熱供給、集中配湯、多様な活用事例として、温泉熱を活用した６つの実事例を紹介します。

５．温泉熱利用を検討するうえでのポイント

温泉熱利用の導入検討を進めるうえで生じる課題と想定される対策例を、調査・検討、設計、施工、運用の４つの検討段階別に提示します。

別添１．事例集

「平成 29 年度～令和６年度温泉熱等の有効活用等検討委託業務」で調査した温泉熱利用先進導入事例の取組内容（各事例における導入の流れや導入効果など）を取りまとめ「温泉熱利用事例集」にしました。

別添２．パンフレット

温泉熱の説明や期待される効果の概要、また、温泉熱利用方法別の特徴、事例集に掲載した温泉熱利用先進導入事例の抜粋版を掲載したパンフレット「温泉熱の有効活用にむけて」にしました。

別添３．温泉熱利用検討ツール

温泉熱利用導入検討を行ううえで今後の検討方針の整理を行うため、現状把握や温泉熱・排湯熱の利用率などが把握できる簡易な計算ツール（自己分析ツール）と実施体制検討用コンテンツです。

ＵＲＬ：http://www.env.go.jp/nature/onsen/spa/spa_utilizing.html

別添４.参考資料（ケーススタディ）

ガイドライン本編「３．温泉熱利用導入検討手法について」にて説明されている温泉熱利用導入のための検討手順や方法に従い、試算したケーススタディ（検討事例）を紹介します。

1.2　温泉熱利用について

昔から「温泉」は、浴用や観光資源として多くの人々に利用されてきました。しかし温泉「熱」は、入浴に適した温度の熱のみが利用されるだけで、まだまだ使われずに捨てられている熱がたくさんあります。

例えば、

- 高温温泉を浴用に使うために水を足している、または、わざわざ冷まして温度を下げているにも関わらず、シャワーのお湯を作るため化石燃料を使っている
- 入浴に使った後の温泉をそのまま捨てている
- 昔から温泉を配って地域で活用しているが、実際の使用量に見合った配湯温度や流量に見直されず、当時のまま運用している、など

これらはすべて有効活用可能な「温泉熱」を十分に活かしきれていない状況といえます。

これらの余っている熱を、私たちが普段使っている暖房やシャワー、融雪、農業などに活用することで、光熱費・CO_2 排出量の削減、地域活性化などが期待できます。

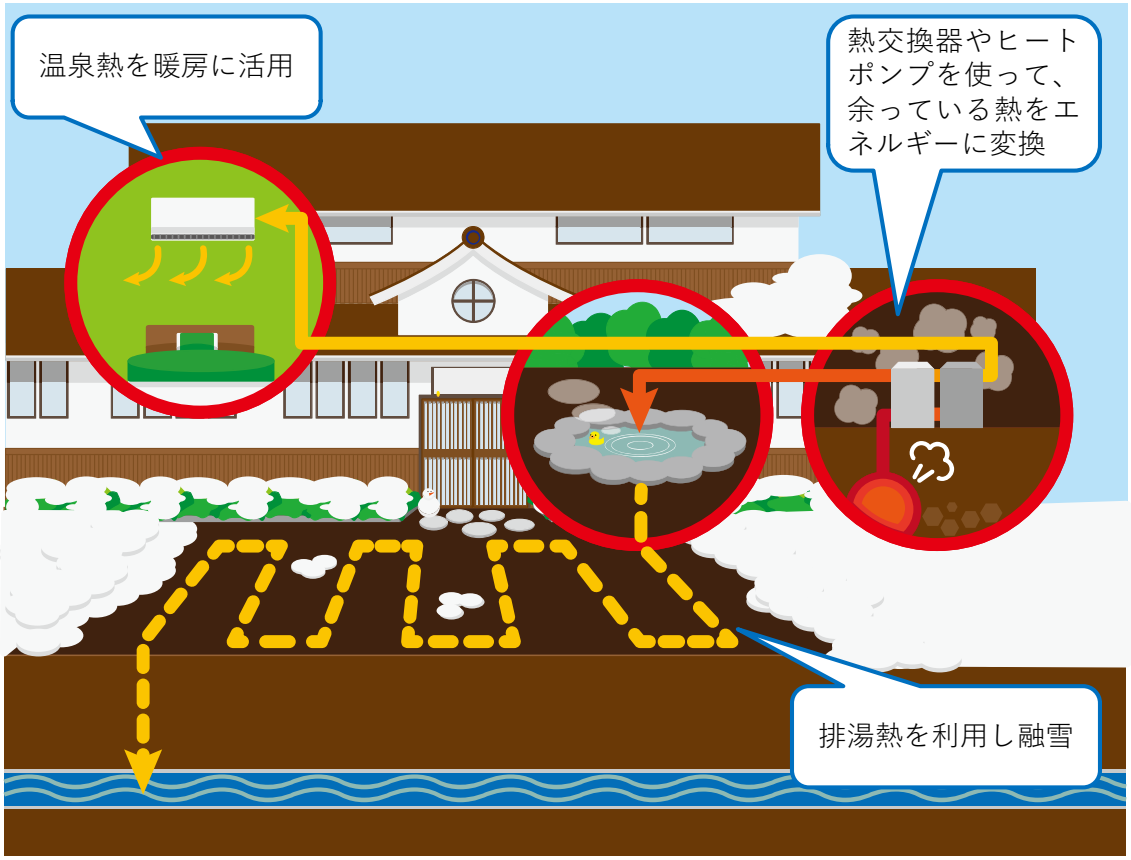


図 1　温泉熱活用イメージ

1.3　温泉熱利用の可能性と導入効果

1.3.1　温泉熱の可能性

温泉が保有している熱量を温泉熱ポテンシャルといいます。この温泉熱ポテンシャルは、温泉の湧出量や温度により異なり、試算※によると、温泉熱ポテンシャルの合計は、全国で約 3,000MW と推計され、想定される全国の給湯熱需要量と暖房熱需要量を大きく上回ります（図 2）。

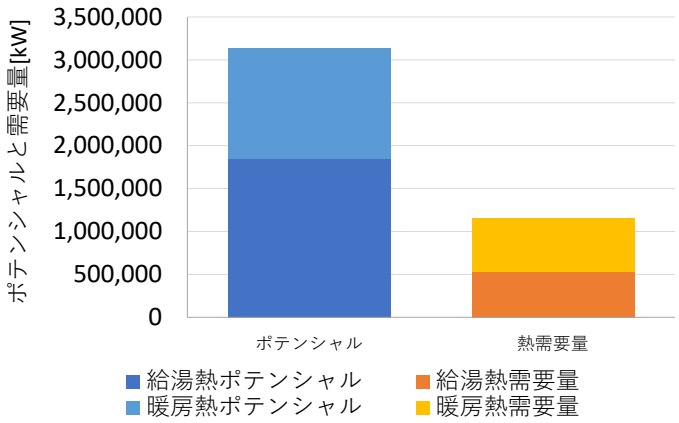


図 2　温泉熱ポテンシャル推計値※

※：温泉熱ポテンシャルの合計は、環境省「令和 4 年度温泉利用状況」で公開されている湧出量と温度別源泉数を用い、温度区分ごとに代表温度と熱利用温度を仮定し、温度別に湧出量を案分することで推計した。また、給湯・暖房の熱需要量については「令和 4 年度温泉利用状況」で公開されている温泉利用のある宿泊施設収容定員と一般社団法人日本旅館協会の令和 6 年度営業状況等統計調査で公開されている定員 1 名あたりの延床面積から、温泉利用のある宿泊施設の延床面積を推算し、これらの延床面積と熱負荷原単位から推計した。（計算方法出典：「令和 5 年度温泉熱等の有効活用等普及促進調査等委託業務」報告書）

1.3.2　導入により期待される効果

温泉熱を有効活用することで、温泉を利用しているホテル・旅館の関係者、温泉熱事業者、また、その温泉地に、省エネによる経済効果だけでなく省 CO_2 化による環境効果、地域経済活性化などの社会効果が期待されます。さらに温泉資源の適切な管理により温泉枯渇防止となり、環境資源保護への貢献としての意義もあります。

温泉熱利用導入により期待される効果の例を表 1 に示します。

表 1　温泉熱利用による導入効果の例

分類	導入効果（例）
経済効果	・化石燃料利用量削減による光熱費の低減 ・温泉熱利用 PR による集客数増加・知名度の向上に伴う売り上げ等の増加 ・既に湧出している温泉の活用による先行投資を抑えた再エネ利用の実現
環境効果	・化石燃料利用量削減による省エネ・省 CO_2 などの環境負荷低減 ・集中配湯など温泉利用量の管理による温泉資源枯渇防止および温泉資源（環境資源）の保護 ・既に湧出している温泉の活用による掘削に伴う環境影響の防止
副次的効果	・名産品（温泉熱によるブランド製品、ふるさと納税返礼品等）の創出 ・温泉熱を活用した第６次産業（温泉熱を活用した農業を行い、作った作物の加工・販売までを行うなど）による新規雇用創出および地域経済の活性化 ・第６次産業創出以外の温泉熱利用で得られた収益の活用による地域の活性化 ・維持管理の省力化（湯はり、雪かき等）による業務効率の向上 ・環境教育への活用

1.4　温泉熱ポテンシャル

熱量は、移動する熱の流れを数値化したものであり、図 3 に示すとおり、主に流量と温度差により決まります。そのため流量が多いほど、また、温度差が大きいほど熱量は大きくなり、使われていない熱量が大きいほど、その熱ポテンシャルは高いと言えます。

温泉が保有している未利用の熱量を温泉熱ポテンシャルといい、温泉温度から排湯温度までの温度差分の熱量である温泉熱ポテンシャル（温泉）と、排湯温度から外気温度までの温度差分の熱量である温泉熱ポテンシャル（排湯）の大きく２種類に分けられます。

例えば、浴用利用前にヒートポンプ（詳細は p.11 参照）を使って温泉熱を利用する場合（温泉温度が 60℃、浴用温度が 45℃、排湯温度が 38℃、外気温度 8℃の場合を想定）、図 3 に示すように、温泉温度から排湯温度までの温度差（約 15℃）分の熱量が温泉熱ポテンシャル（温泉）となり、排湯温度から外気温度までの温度差（約 30℃）分の熱量が温泉熱ポテンシャル（排湯）となります。そして、これらの熱量の合計が温泉熱ポテンシャルとなります。

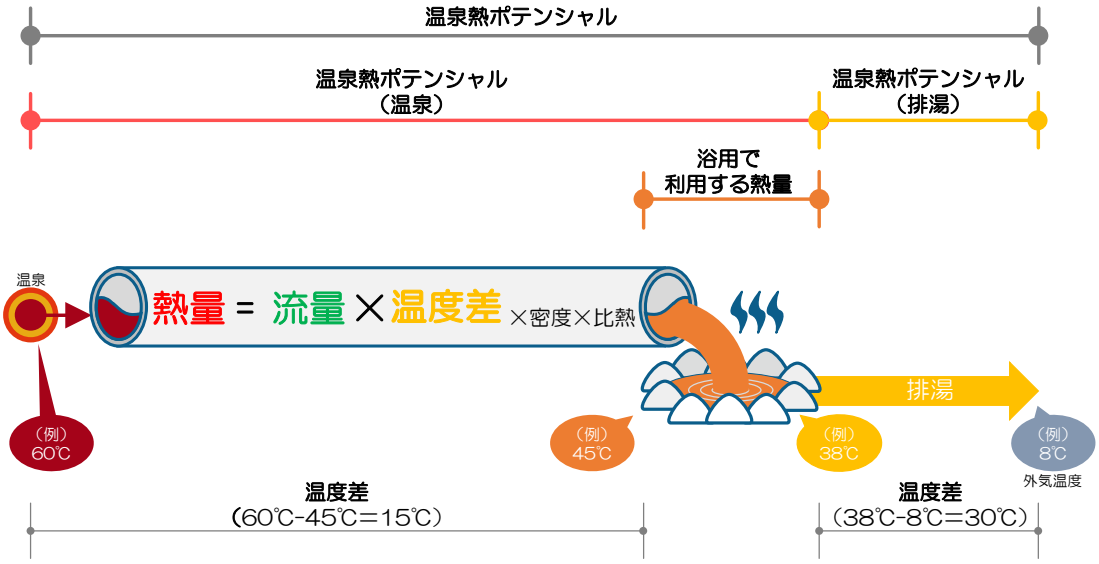


図 3　熱量の考え方

次頁の図 4 に示すとおり、浴用に使う温泉を活用して温泉熱利用を行う場合、浴用に利用する温度は確保する必要があるため、この温泉熱ポテンシャルから浴用に必要な温度差（図 4 グレーの部分）を除いた、温泉温度から浴用温度まで（図 4 ピンクの部分）と排湯温度から外気温度まで（図 4 オレンジの部分）が有効活用できる温度差となります。

例えば、浴用に使うには温度が高い 60℃の温泉が 150L/min で湧出している場合、有効活用できる温度差（図 4 ピンクの部分）は 15℃となり、その熱量は約

157kW となります。この熱量を油炊きボイラーで作ると約 1,600 万円/年※3 の重油代が必要となります。

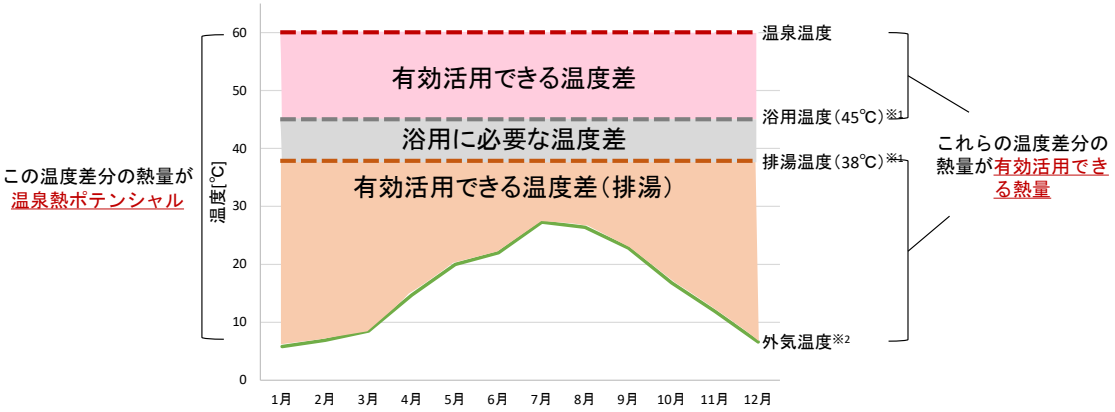


図 4　有効活用できる温度差とその熱量

（※1：浴用温度を 45℃、排湯温度を 38℃と仮定、※2：北関東の外気温度を想定）

※3：ボイラー効率 0.8、ボイラー運転時間 8,760h/年、重油発熱量 39.1MJ/L、A 重油単価 102 円/L（A 重油大型ローリー・小型ローリーの 2023.1～2024.7 までの平均値）、比熱＝4.2[kJ/kg・K]、密度 1,000kg/m^3 とした場合の試算値。

温泉熱ポテンシャルは温度差が大きくなる寒冷地や冬期の利用がより効果が大きいことがわかります。

また、温泉温度が高い場合には、さらなる温泉熱ポテンシャルが見込まれることから、より多くの効果が期待できます。

このように、温泉熱は地域固有の熱源としてそのポテンシャルは高く、大きな活用可能性をもっています。

しかしその一方で、冷暖房やシャワーの温水を作るため、重油など多くの化石燃料が使われています。また、浴用として利用した後の排湯も、まだ有効に使える熱が余っている状態で排水されることが多いです。そのため、化石燃料に代わり、活用可能性の高い温泉熱のさらなる利用普及が望まれています。

このように「熱」としての利用価値が高い温泉を、再生可能エネルギーのひとつとして広く私たちの生活に活用することで、脱炭素化社会への大きな貢献が期待できます。

1.5　ガイドラインの目的と役割

温泉熱利用促進のためには、温泉旅館・ホテルの関係者、地方公共団体、農業関係者など、温泉を活用する取組を行う方が、温泉熱利用について理解されたうえで検討を進めることが重要です。

温泉熱利用導入までは、図 5 に示すとおり、大きくわけて３つのステップがあります。本ガイドラインでは、導入決定までの検討手法をご紹介します。

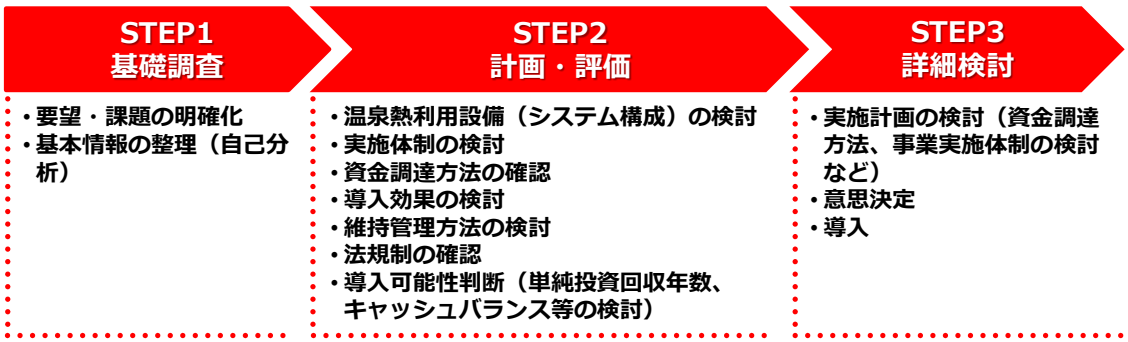


図 5　温泉熱利用導入までの検討の流れ

具体的には、温泉熱利用技術の紹介（さまざまな温泉熱利用方法の特徴、具体的な利用方法、検討方法など）と、温泉熱利用の導入検討を行ううえで参考となる、実導入事例の提示を行います。また、温泉熱利用に係る留意点もご紹介しています。これにより、温泉熱利用の特性や導入効果の理解を深めるとともに、導入検討の円滑化に役立つことを期待しています。

最終的には、本ガイドラインを活用していただくことで、温泉熱利用の普及を促すとともに脱炭素社会の推進と温泉熱を活かした地域活性化を後押しすることを目的としています。

1.6　ガイドライン利用対象者

本ガイドラインは、温泉を利用している方や温泉熱に関心のある方すべてを対象としています。本ガイドラインが、温泉熱利用の検討を行う方々にとって、大いに役立つことを期待します（図 6）。



図 6　ガイドライン利用対象者

2　温泉熱利用技術・方法について

2.1　温泉熱利用に用いる技術

温泉熱利用は、図 7 に示すとおり、使用する温泉温度によって利用できる技術や方法が異なります。発電利用、ヒートポンプを活用した温泉加温・暖房利用・給湯利用・融雪利用などがあります。熱利用に関しては、利用方法や活用する温泉温度によっては温泉・排湯どちらの活用も可能です。さらに、施設単体での利用にとどまらず、温泉と熱交換した温水を地域に供給する面的な利用など、さまざまな方法があげられます。

また、この他にも温泉熱を活用した食品の発酵や製造、木材の乾燥などがあり、その活用可能性は非常に大きいです。

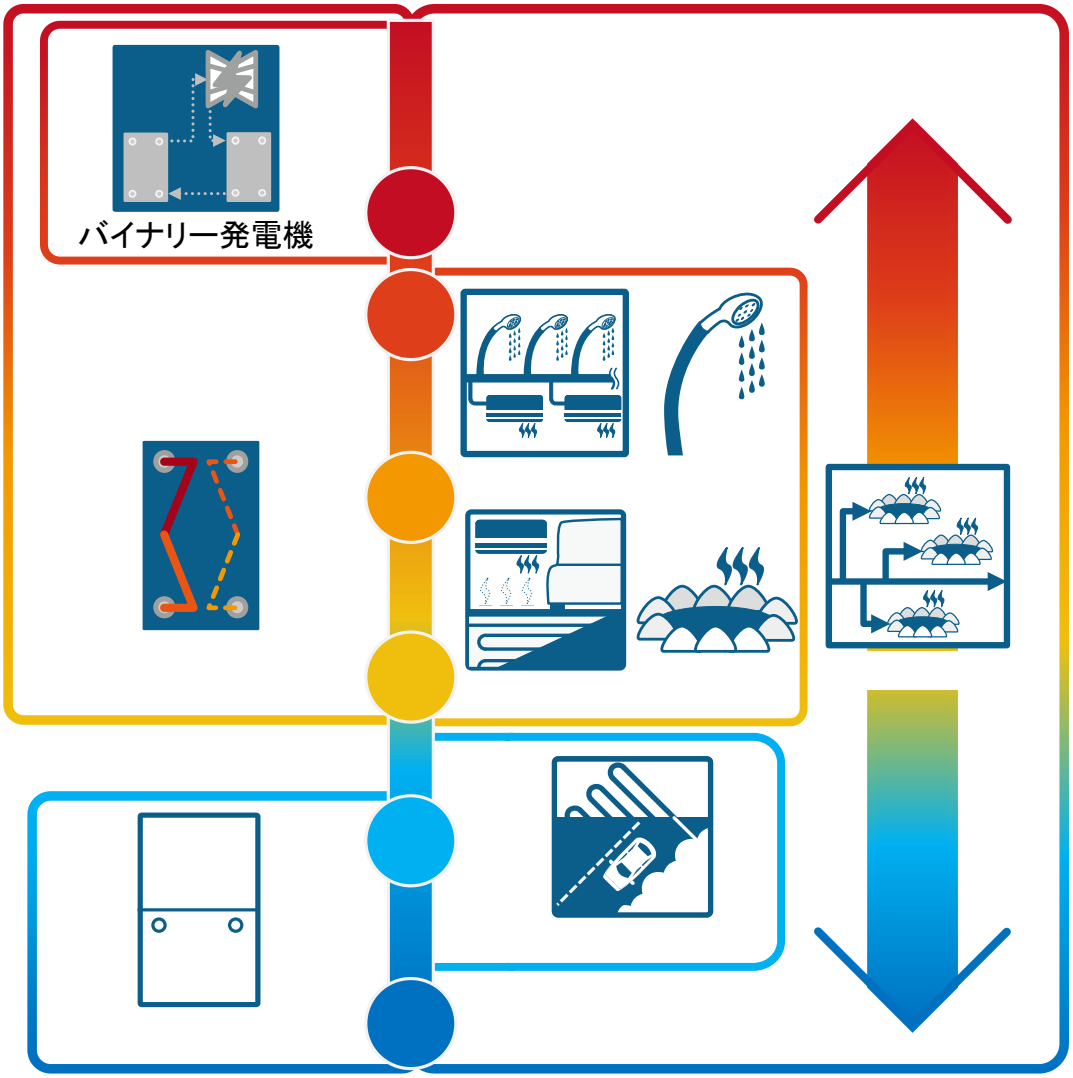


図 7　温度別　温泉熱利用方法のイメージ

※適応温度は一般例として示しているもので、個別の機器や導入条件により異なります。

次に、温泉熱利用で一般的に使われる技術の特徴と各技術の留意点を以下に示します。

- **ヒートポンプ**

特　徴

ヒートポンプとは、電気などのエネルギーにより低温部分から高温部分へと熱を移動させる装置です。多くは電動の圧縮機を利用したものです。

基本的には、圧縮機、蒸発器、凝縮器、膨張弁の４つの要素とこれらを結ぶ配管から構成されており、この配管の中を冷媒が循環します。冷媒は蒸発器で空気などの熱源から熱を吸収し、蒸発して圧縮機に吸い込まれ、高温・高圧のガスに圧縮されて凝縮器に送られます。ここで冷媒は熱を放出して液体になり、さらに膨張弁で減圧されて蒸発器に戻ります。ヒートポンプは、こうした冷媒ガスの圧縮・凝縮の繰り返しにより、熱の移動を行う装置です。この際に使用する電気は、熱エネルギーとしてではなく、動力源としてのみ使用されるため、一般に消費電力の約 3～6 倍の熱を昇温して移動することが可能であり、省エネルギーにつながります。

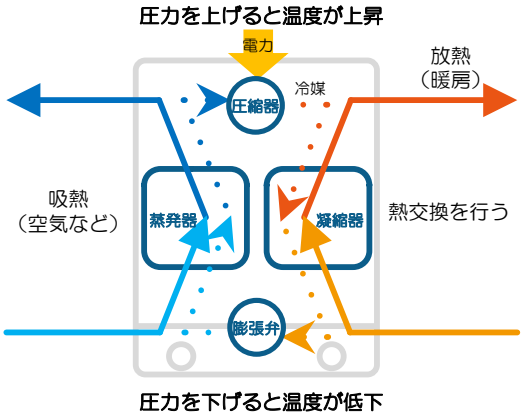


図 8　ヒートポンプの仕組み



写真 1　ヒートポンプイメージ
（参照：洞爺湖温泉調査写真）

留意点

・　ボイラーなどの電気以外の設備から取り替える際、電気容量変更工事が必要となる場合があります。

● **熱交換器**

特　徴

高温の流体から低温の流体へ熱を移動させることで、物体の加熱や冷却を行う装置です。

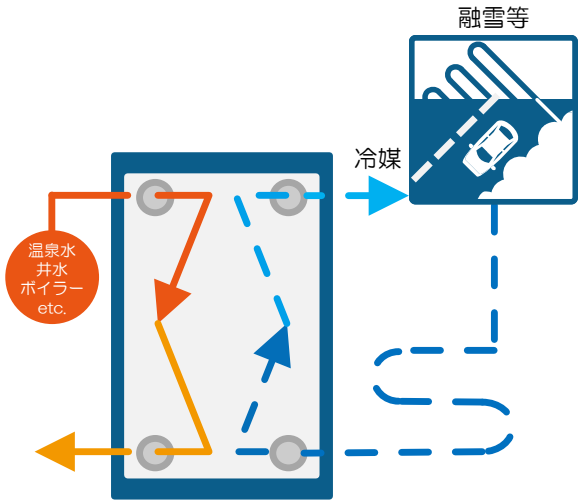


図 9　熱交換器の仕組み



写真 2　熱交換器イメージ
（参照：箱根大平台温泉組合調査写真）

留意点

・　使用する温泉の泉質によって、温泉スケールによる目詰まり・熱交換率の低下が懸念されるため、維持管理方法などに注意が必要です。

● **バイナリー発電**

特　徴

バイナリー発電とは、地中の熱水などを用いて、水よりも沸点が低い作業流体（液体）を加熱し、これによって作られた高圧の蒸気によりタービンを回して発電を行う装置のことです。

基本的には、蒸発器、凝縮器、タービン発電機の３つの要素とこれらを結ぶ配管から構成されており、この配管の中を作業流体が循環します。

タービンを通過した作業流体（気体）は、凝縮器で冷却されて液体となり、再び地中の熱水などの熱で気体となってタービンを通過するというサイクルになっています。従来の水を作業流体とする地熱発電よりも浅い地中の熱源を利用できることから、探査や掘削が容易となり初期投資負担が軽減されるという特徴があります。

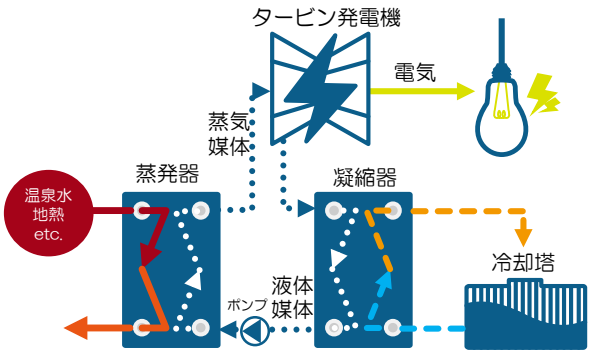


図 10　バイナリー発電の仕組み

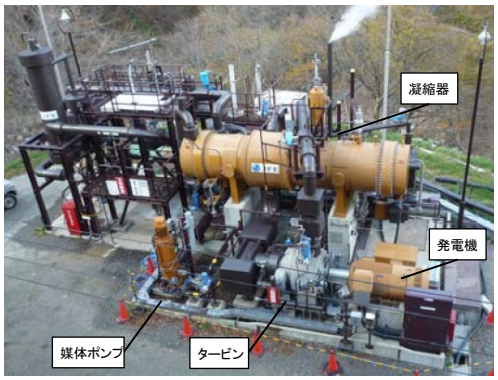


写真 3　バイナリー発電イメージ
（参照：土湯温泉バイナリー発電所調査写真）

留意点

・　高圧・高温状態の蒸気を揚湯し、バイナリー発電を行う場合、急激な状態変化による温泉スケール析出により、関連設備や配管の目詰まりが懸念されるため、維持管理方法などには注意が必要です。

● 温泉付随可燃性天然ガスコージェネレーション

特　徴

温泉付随可燃性天然ガスコージェネレーションとは、温泉に付随する可燃性天然ガスを燃料として発電を行い、その際に発生する排熱を給湯や暖房に利用する装置です。気水分離装置（ガスセパレーター）を使って、温泉水から天然ガスを分離し、この天然ガスを燃料としてガスエンジンを稼働させ電力を生成します。

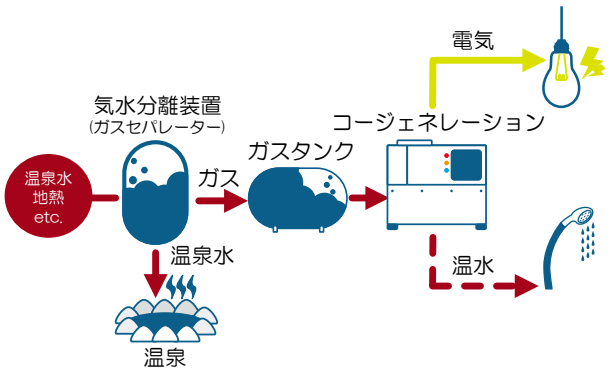




写真 4　ガス

図 11　ガスコージェネレーションの仕組み　コージェネレーションイメージ
（参照：川根温泉調査写真）

留意点

・　温泉付随可燃性天然ガスは、鉱業法にて鉱物として規定されているため、ガスの採取・利用をする場合には鉱業法に基づき鉱業権を取得する必要があります。

● **その他の応用技術**

カスケード利用（多段階利用）

・　「温泉熱」として利用した後に、利用後の温泉温度に応じて熱を二次利用、三次利用と多段階に活用することです。多段階な熱利用方法の例としては、バイナリー発電などに利用した後の温泉を、栽培、養殖、融雪などの温度レベルが低い用途に活用する方法があげられます。例えば図12に示すとおり、バイナリー発電として利用した後、まだ浴用に利用するには温度が高すぎる場合、発電利用後の温泉を使って熱交換器で採熱し温水を作り温度を下げ、その後浴用に利用する方法があります。このようにカスケード利用することで、温泉の未利用熱を最大限に有効活用することが可能です。

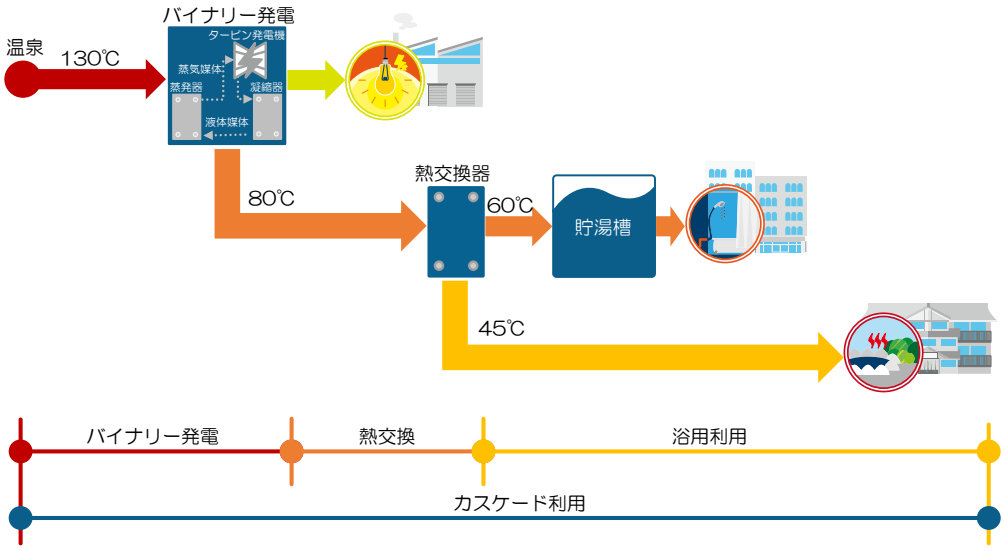
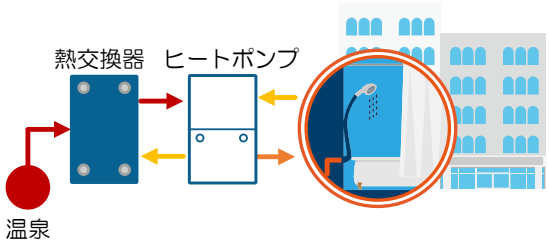
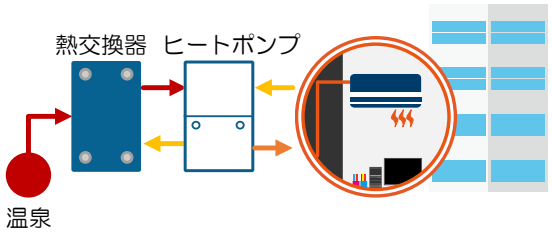
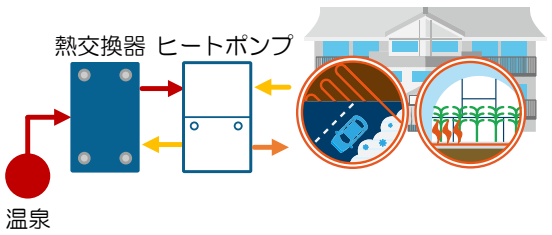


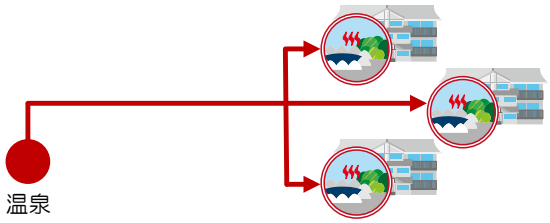
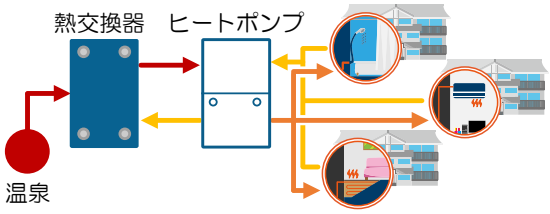
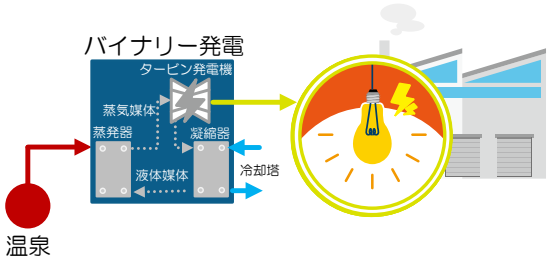
図 12　カスケード利用（例）

2.2　温泉熱利用方法

温泉熱利用方法別の利用イメージと具体的な導入事例を表 2 に示します。

表 2　利用方法と各特徴

利用方法	利用イメージ※1	具体的な導入事例※2
温水供給 （シャワーなど）		小清水町防災拠点型複合庁舎ワタシノ 川湯の森病院 あかん遊久の里　鶴雅 定山渓鶴雅リゾートスパ　森の謌 作並温泉 ゆづくしＳａｌｏｎ一の坊 秋保グランドホテル 瀬波温泉銭湯 松風荘 別邸仙寿庵 セントピアあわら 松竹温泉　天風の湯 熱川プリンスホテル 嬉野温泉バイナリー 合志市総合健康センター「ユーパレス弁天」 雲仙地獄　など
空調		川湯の森病院 あかん遊久の里　鶴雅 定山渓鶴雅リゾートスパ　森の謌 牛岳温泉植物工場 しみずの湯 熱川バナナワニ園 雲仙地獄　など
融雪、 農業など		小清水町防災拠点型複合庁舎ワタシノ 定山渓鶴雅リゾートスパ　森の謌 温泉熱メロン栽培 八幡平マッシュルームと馬ふん堆肥 八幡平スマートファーム 熱水ハウス 作並温泉 ゆづくしＳａｌｏｎ一の坊 土湯温泉 どじょう養殖実証実験 ゆきぐに温泉マンゴー 大高建設株式会社 別邸仙寿庵 大滝屋旅館 アセロラとドラゴンフルーツ栽培 熱川バナナワニ園 パプリカ等の大規模ハウス栽培　など

利用方法	利用イメージ※1	具体的な導入事例※2
集中配湯		洞爺湖温泉 湯野浜温泉 土湯温泉 那須温泉 草津温泉 城崎温泉 湯村温泉 修善寺温泉　など
熱供給 （シャワーなど）		湯野浜温泉 草津温泉　など
発電		川湯の森病院 洞爺湖温泉 鳴子温泉バイナリー発電所（旅館すがわら） 土湯温泉 ホテルサンバレー コミュニティ発電 ザ・松之山温泉 湯村温泉 亀の井発電所 地熱観光ラボ縁間 嬉野温泉バイナリー 小浜温泉バイナリー発電所　など

※1：利用する温泉の温度帯によっては、ヒートポンプは不要です。　※2：導入事例は、平成 29 年度～令和 6 年度温泉熱等の有効活用等検討委託業務における事例調査結果をもとに記入しています(緯度順)。

3　温泉熱利用導入検討手法について

3.1　温泉熱利用導入手順

本ガイドラインでは、検討手順をご紹介します。図 13 が導入検討のためのフローです。詳細な検討方法についてはp.17 以降の「3.2 各手順における検討内容」をご覧ください。

なお当該検討にあたっては、状況により同時に検討を進行する場合や、検討順序が前後する可能性もあり、検討の手順は必ずしもこれに限りません。

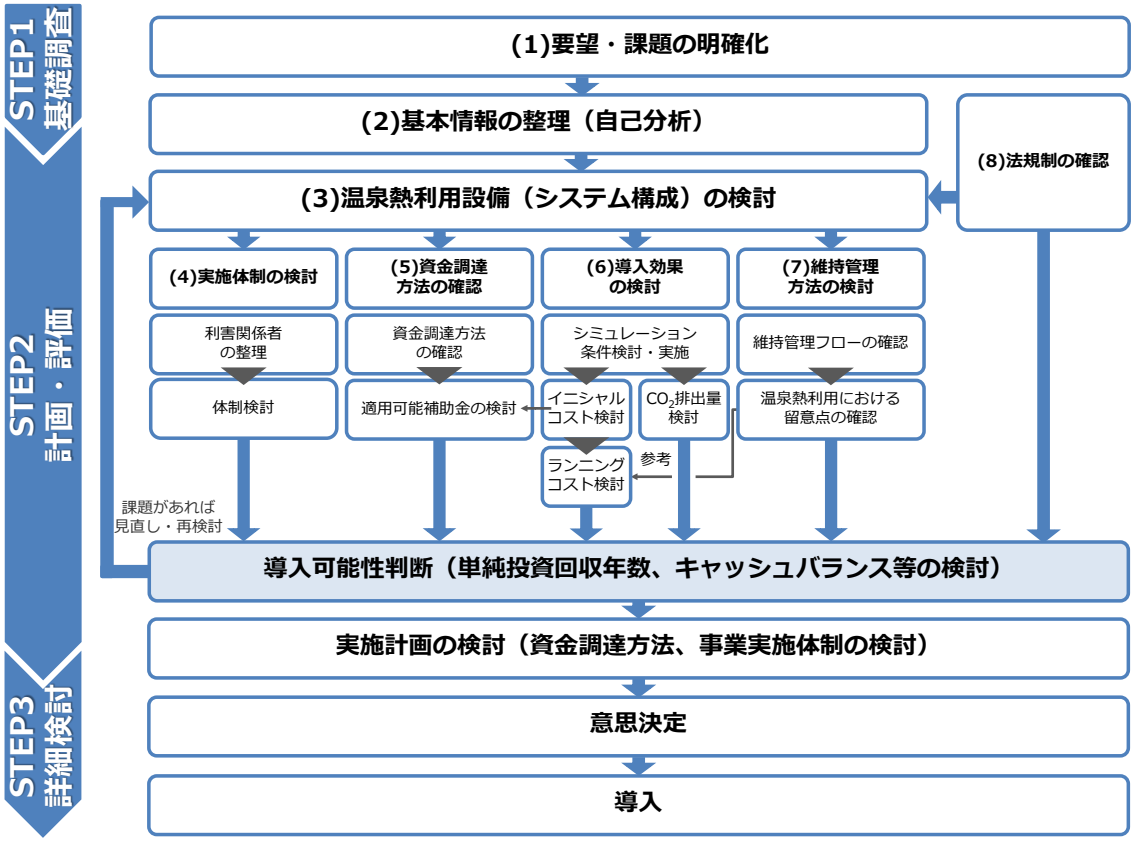


図 13　温泉熱利用導入手順（例）

3.2 各手順における検討内容

STEP1 ～導入可能性判断実施のための基礎調査～

(1) 要望・課題の明確化

温泉熱利用の導入検討を円滑に進めるためには、要望や課題を明確にし、おおまかな方針を決めることが大切です。そこで、まずは温泉熱利用により期待すること、現状抱えている課題などを整理します。

参考情報として、すでに温泉熱利用を実施している事業者が、温泉熱利用前に抱えていた主な要望とその要望に対する解決方法の例を表 3 に示します。

要望の解決のために、まずは現在の運用上の問題点がないかの点検を行います。例えば、エネルギーコストが高い場合、現状システムで無用にエネルギーを消費している箇所がないかなどのエネルギー使用量のマネージメントが必要となります。

課題に対する解決方法は必ずしもひとつではないため、解決方法を検討する際は、このあと説明がされている「(2) 基本情報の整理（自己分析)」にて、確認する活用可能な熱量や熱利用要件をきちんと把握・見直したうえで、最適と思われる解決方法を検討する必要があります。

また、要望・課題の洗い出しが難しい場合は、「3.3 合意形成の円滑な構築方法」にあるアクション・プラン策定等も活用し、検討してみることも有効です。

表 3 主な要望および解決方法（例）

要望	点検事項（例）	解決方法（例）
・エネルギーコスト（燃料費）が高く、削減したい	・使用量に見合った契約プランとなっているか ・施設の稼働状況に対して過大な装置などが導入されていないか　など	・温泉熱利用可能な環境にやさしい機器の導入など
・省エネ性に配慮しながら、旅館内温度環境の快適性を確保したい/向上したい		
・環境配慮型旅館・施設/温泉地として PR したい		
・環境負荷を減らしたい（地球温暖化防止、CO_2 排出量削減など）		

要望	点検事項（例）	解決方法（例）
・観光客が少ない/減ったため、集客のきっかけを作りたい	・温泉地で楽しめるプログラムや長期滞在しやすい宿泊プランの再検討　など	・温泉熱を利用した観光施設や地産品の開発など
・温泉枯渇・泉質劣化・温泉温度または流量低下への懸念があり、温泉資源を保護したい	・温泉需要量に対して適切な揚湯量となっているか ・集中配湯の場合、配湯先での需要量が適正であるか ・温泉設備の劣化（漏れ）による過剰揚湯や、詰まりなどによる動力増加となっていないか　など	・集中配湯システムの導入など集中配湯システムを導入する ・揚湯ポンプ制御盤のインバーター化など揚湯量をコントロールするなど
・浴用にそのまま利用するには温泉温度が高く使いづらいため、温泉温度を低くしたい	・高温を活かした熱利用用途の確認(食品加工、暖房など）　など	・熱交換器やバイナリー発電を導入して、温度を下げると同時にエネルギーコストを削減する　など
・温泉（排湯、湧出温泉）を使いきれず放流している（無駄が多く、もったいない）ため、未利用熱・排湯温泉を有効活用したい	・追加的な温泉需要の有無の確認（足湯施設や供給施設の追加など） ・排湯熱の活用方法を検討する　など	

（2） 基本情報の整理（自己分析）

対象の温泉を使って、どの温泉熱利用技術を導入できるかを検証するためには、使用する温泉に関する基本情報を整理し、現状把握および今後どういった情報が必要かを確認する必要があります。

以下に示す温泉熱ポテンシャルなどは、環境省ホームページにも掲載されている別添の自己分析ツールで実際に試算・確認することが可能です。

ツール等掲載ＵＲＬ：http://www.env.go.jp/nature/onsen/spa/spa_utilizing.html

① 既存システムの確認

現状保有している設備システムや、配管の劣化状況、これらの更新時期などを確認し、設備改修とあわせた温泉熱利用導入が可能かを確認します。

表 4 確認事項と確認方法（例）

確認事項	確認方法（例）
竣工年、保有設備	竣工図面（システム図、機器表、配管図など）の確認
各設備の改修年、改修内容	改修図面（システム図、機器表、配管図など）の確認

② 温泉熱利用率・排湯熱利用率の確認

利用している温泉の温泉熱ポテンシャルを算出し、現状の温泉熱利用率（排湯の場合は、排湯熱利用率）と、熱として有効活用できる未利用熱量を確認します（図 14、図 15、図 16）。

環境省ホームページに掲載されている試算ツールでは、この未利用熱量を灯油ボイラーで作った場合に必要となる概算の灯油量および灯油代が試算できるようになっています。

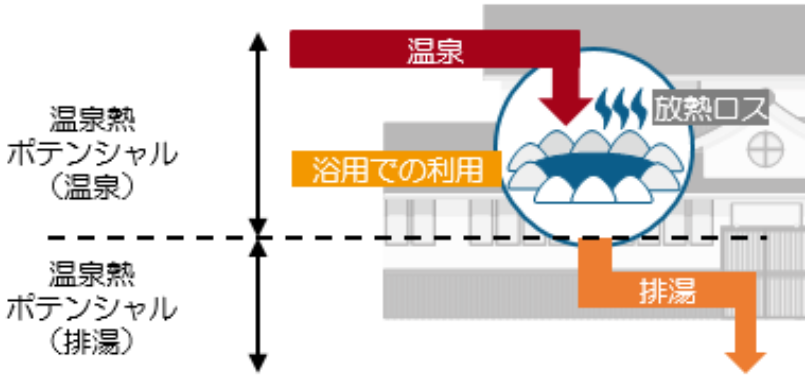


図 14 温泉熱ポテンシャルと温泉熱ポテンシャル（排湯）の区分

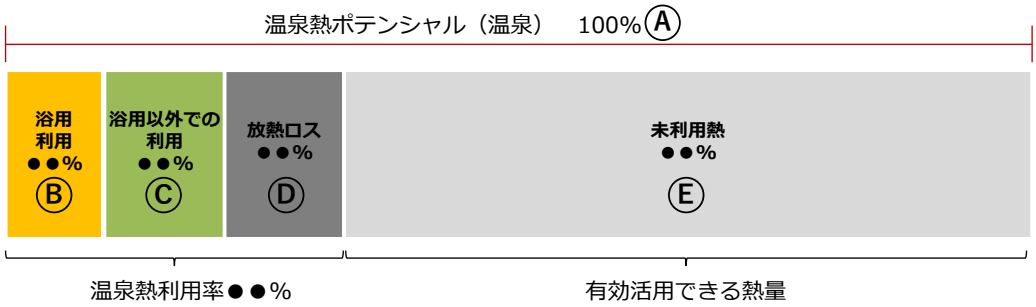


図 15 温泉熱利用率　イメージ

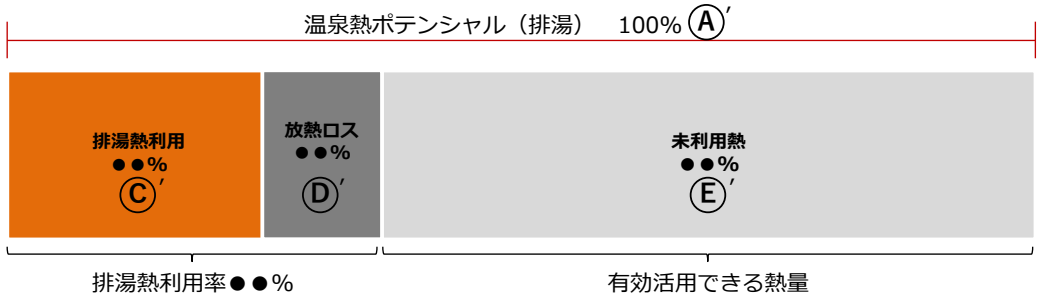


図 16　排湯熱利用率　イメージ

「1.4 温泉熱ポテンシャル」で示したとおり、温泉熱ポテンシャル（温泉）は、温泉温度から排湯温度までの温度差エネルギーとなり数式 Ⓐで算出することができます。また、温泉熱ポテンシャル（排湯）は、排湯温度から外気温度までの温度差エネルギーとなり数式 Ⓐ’ で算出することができます。

数式 Ⓑで温泉熱利用量（浴用）を算出することができます。
浴用以外で温泉熱を利用している場合は、数式 Ⓒで温泉熱利用量（浴用以外）を、排湯熱を利用している場合は、数式 Ⓒ’で排湯熱利用量を算出することができます。

また、放熱ロスは、温泉熱ポテンシャル（温泉もしくは排湯）の 10%※と仮定しており、数式 Ⓓで算出することができます。なお実際は、配管種類や配管設置条件により配管からの放熱量（放熱ロス）は異なるため留意する必要があります。

※大塚ほか「外皮・躯体と設備・機器の総合エネルギーシミュレーションツール「BEST」の開発（その 55）給湯プログラムによる計算事例」

【温泉熱ポテンシャル（温泉）の算出方法】

温泉熱ポテンシャル（温泉）[kW]＝（温泉温度－排湯温度）[K]×流量[m^3/sec]×4.2[kJ/ kg・K]×1,000[kg/m^3]Ⓐ

※比熱と密度は、本来温度により変化しますが、試算を簡易化するため 27℃の温水の場合の数値（比熱＝4.2[kJ/ kg・K]、密度 1,000[kg/m^3]）を使用しています。

【温泉熱ポテンシャル（排湯）の算出方法】

温泉熱ポテンシャル（排湯）[kW]＝（排湯温度－外気温度）[K]×流量[m^3/sec]×4.2[kJ/ kg・K]×1,000[kg/m^3]Ⓐ’

※比熱と密度は、本来温度により変化しますが、試算を簡易化するため 27℃の温水の場合の数値（比熱＝4.2[kJ/ kg・K]、密度 1,000[kg/m^3]）を使用しています。

【温泉熱利用量（浴用）の算出方法】

温泉熱利用量（浴用）[kW]＝　（浴用温度－排湯温度）[K]×流量[m^3/sec]×4.2[kJ/ kg・K]×1,000[kg/m^3]Ⓑ

※比熱と密度は、本来温度により変化しますが、試算を簡易化するため 27℃の温水の場合の数値（比熱＝4.2[kJ/ kg・K]、密度 1,000[kg/m^3]）を使用しています。

【温泉熱利用量（浴用以外）、排湯熱利用量の算出方法】

温泉熱利用量（浴用以外）、排湯熱利用量[kW] ＝
（利用前温度－利用後温度）[K]×流量[m^3/sec]×4.2[kJ/ kg・K]×1,000[kg/m^3] …Ⓒ（温泉）、Ⓒ’（排湯）

※比熱と密度は、本来温度により変化しますが、試算を簡易化するため 27℃の温水の場合の数値（比熱＝4.2[kJ/ kg・K]、密度 1,000[kg/m^3]）を使用しています。

【放熱ロスの算出方法】

放熱ロス[kW]＝　温泉熱ポテンシャル（温泉または排湯）×10%
…Ⓓ（温泉）、Ⓓ’（排湯）

これらの浴用分・浴用分以外の温泉熱利用量の合計または排湯熱利用量の合計に放熱ロスを足したものが温泉熱利用量および排湯熱利用量になります。

【温泉熱利用量の算出方法】

温泉熱利用量[kW]＝　Ⓑ＋Ⓒ＋Ⓓ

【排湯熱利用量の算出方法】

排湯熱利用量[kW]＝　Ⓒ’＋Ⓓ’

温泉熱利用率（温泉熱ポテンシャル（温泉）に対する温泉熱の利用割合）および排湯熱利用率（温泉熱ポテンシャル（排湯）に対する排湯熱の利用割合）は、以下の数式を用いて算出することができます。温泉熱利用率および排湯熱利用率は低いほど、まだ有効に活用できる熱が豊富にあることを意味します。

【温泉熱利用率の算出方法】

$$\text{温泉熱利用率[\%]} = \frac{\text{温泉熱利用量（Ⓑ＋Ⓒ＋Ⓓ）}}{\text{温泉熱ポテンシャル（温泉）（Ⓐ）}} \times 100$$

【排湯熱利用率の算出方法】

$$\text{排湯熱利用率[\%]} = \frac{\text{排湯熱利用量（Ⓒ’＋Ⓓ’）}}{\text{温泉熱ポテンシャル（排湯）（Ⓐ’）}} \times 100$$

温泉熱ポテンシャルを算出する際、温泉分析書に記載されている温泉温度・流量を用いて試算することは可能ですが、利用する温泉直近の計測データがあれば、より精度の高い結果を算出することができます。
簡易な計測方法は、次頁をご覧ください。

● 温泉温度・流量の簡易計測方法

熱利用予定温泉の情報が、温泉分析書の情報と大きく異なることが想定される場合、簡易計測で把握することが望ましいです。
温泉温度と流量を簡易的に計測する方法を表 5 に示します。

表 5　温度・流量簡易計測方法

	温度	流量
計測方法	1. 熱利用予定温泉の温度をお風呂･温泉用温度計などを使って計測します ※ 瞬間的な値ではなく、数時間､数日など継続して計測する､または同じ場所を複数回計測し平均値をとるなどすると､より精度の高い結果が得られます	1. 容積がわかる目盛りが付いた容器を用意します 2. 容器に温泉を貯めます 3. 容器がいっぱいになるまでに要した時間を確認します 4. 容器の容量を時間で割り戻し、流量を算出します

③ 熱需要量の確認

シャワーやカランの温水や暖房などの､温泉熱利用先で現在必要な熱量（熱需要量）を確認します。例えば、ボイラーなどを使って水（15℃と仮定）からシャワー用のお湯（40℃と仮定）を作っている場合、以下の数式での温度差は「40℃－15℃＝25℃」となります。
暖房も上記と同様の考え方となり、暖房用のお湯（50℃と仮定）を作っている場合、温度差は「50℃－15℃＝35℃」となります。

【熱需要量の算出方法】

熱需要量[kW]＝ 温度差[K]×流量[m^3/sec]×4.2[kJ/ kg・K]
×1,000[kg/m^3]…Ⓕ

※比熱と密度は、本来温度により変化しますが、試算を簡易化するため 27℃の温水の場合の数値（比熱＝4.2[kJ/ kg・K]、密度 1,000[kg/m^3]）を使用しています。

④ 熱需要量と未利用熱量の比較

「③熱需要量の確認」で算出した熱需要量 Ⓕ と未利用熱量 Ⓔ（Ⓐ－（Ⓑ＋Ⓒ＋Ⓓ））や Ⓔ’（Ⓐ’－（Ⓒ’＋Ⓓ’））を比較し、使える熱量の割合を確認します。

【熱需要量に対する未利用熱量の割合の算出方法】

$$\text{熱需要量に対する未利用熱量の割合[\%]} = \frac{\text{未利用熱量（Ⓔまたは Ⓔ’）}}{\text{熱需要量（Ⓕ）}} \times 100$$

● 試算例

・ 温泉温度 60℃の温泉が 150L/min あり、浴用に必要な温泉温度は 45℃であるため、現状の温泉温度では高すぎる

・ 一方、15℃の水を灯油ボイラーであたためてシャワーやカラン用に 42℃の温水 100L/min を作っているため、灯油ボイラーの代替設備として温泉熱を使った省エネ設備を導入したいと考えている

【未利用熱量の算出（例）】

$$\text{未利用熱量 [kW]} = \frac{(60-45)[\mathrm{K}]\times 150[\mathrm{L/min}]\times 4.2[\mathrm{kJ/\ kg\cdot K}]\times 1000[\mathrm{kg/m^3}]}{1000[\mathrm{L/m^3}]\times 60[\mathrm{sec}]}$$

※60 で割ることで、流量を L/sec に変換しています。また、1,000 で割ることで、流量を m^3 に変換しています。

【熱需要量の算出（例）】

$$\text{熱需要量 [kW]} = \frac{(42-15)[\mathrm{K}]\times 100[\mathrm{L/min}]\times 4.2[\mathrm{kJ/kg\cdot K}]\times 1000[\mathrm{kg/m^3}]}{1000[\mathrm{L/m^3}]\times 60[\mathrm{sec}]}$$

※60 で割ることで、流量を L/sec に変換しています。また、1,000 で割ることで、流量を m^3 に変換しています。

【未利用熱量に対する熱需要量の割合の算出（例）】

$$\text{熱需要量に対する未利用熱量の割合[\%]} = \frac{158\ [\mathrm{kW}]}{189\ [\mathrm{kW}]} = 83\%$$

未利用熱量に対する熱需要量の割合が 83%であることから、目安として、必要な熱量の 80%程度を未利用温泉熱でまかなえることがわかります(※機器の効率により使用可能な熱量は異なります)。

⑤ 実施体制検討のための情報確認

「(4) 実施体制の検討」にて体制を整理するうえで必要となる利害関係者を明確にします。検討が必要な利害関係者の種類は、p.37「実施体制検討用コンテンツ記入（例)」に記載されている役割およびプレーヤーをご覧ください。

⑥ 維持管理方法検討のための情報確認

既存（現状）システムの維持管理方法と利用温泉の泉質を踏まえ、現状行っている温泉スケール対策方法を明確にします。この際、温泉熱利用設備に更新予定の設備機器の維持管理費用や維持管理に必要な作業時間などが確認できれば、今後の検討に活用することができます。

温泉熱利用システム導入後の維持管理方法は、p.44「(7) 維持管理方法の検討」をご覧ください。

（3） 温泉熱利用設備（システム構成）の検討

2.1 章で紹介した技術を用いた導入効果の高い温泉熱利用モデルと熱利用予定温泉の温度区分をもとに、システム構成を検討します。どのシステムが適合するかを確認し、温泉熱利用の実施方針を決定します。

- **バイナリー発電**

バイナリー発電機を用いて、温泉熱で発電するシステムです。温泉熱で作った電気は、所有施設やバイナリー発電用の補機類用電力として使用する自家消費、固定価格買取制度（FIT）による売電などに使用できます※。また、80℃未満の温泉に関しては、温度が低く発電への利用が難しくなりますが、温水供給（個別）や熱供給利用への導入も視野に入れた検討が考えられます。

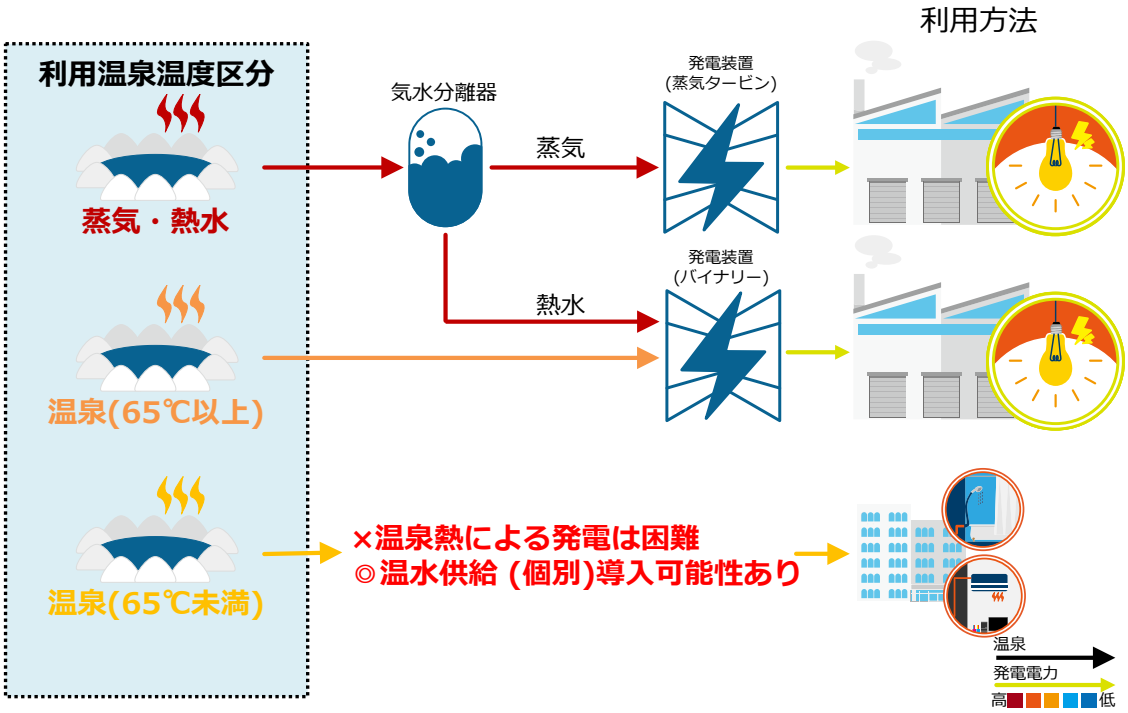


図 17 バイナリー発電モデル

※ 国の補助金を活用して設備を導入した場合、固定価格買取制度（FIT）による売電はできません。

表 6　バイナリー発電　留意点および解決方法（例）※1

留意点	解決方法（例）
・発電装置を設置するためには、周辺地域の了解が必要。	・説明会など合意形成の場を設け、地域の理解を得るようにする。
・定格発電量を得るためには、発電装置の設置場所の温泉温度、流量、もしくは蒸気量の計測を行い、条件を満たしているかの確認が必要。	・設置場所での温度･流量実測を行い、正しい供給可能熱量を把握し、使用環境と利用目的に合った機器を選ぶ（コストは高くなるが蒸気量を計測するセンサーの設置も有効な方法)。
・冷却水に上水を利用しようとすると水道料金の負担が大きくなる可能性が高い。	・冷却水および冷却塔補給水に地下水を利用するなど、水道料金を抑える方法も検討する（ただし、冷却水および補給水は水質基準が設けられているため、水質の確認や、地下水の場合は水利権の発生の有無にも留意が必要)。
・FIT による売電は、電力会社が受入可能かの確認が必要。	・電力会社と事前に協議する（配電網系統の容量が問題なければ、託送※2を検討項目に追加)。
・近隣に宿泊施設や住宅などがある地域に発電装置を導入する場合は、騒音対策などの検討が必要。	・防音壁の設置や建屋の活用などを検討する。
・定格発電量が小容量（10kW 以下）の発電装置の場合、屋外仕様の機器が少ない。	・建屋の建築あるいは既存建屋の利用などを検討する。
・バイナリー発電設備の設置者は、規模に関わらず電気主任技術者の選任が義務付けられているため、有資格者の雇用や教育、または外部委託が必要。これに加え、発電メーカーによるメンテナンスが必要となるため、発電容量が小さいとメンテナンスコストがコストメリットに大きく影響する可能性がある。	・経済性に関する導入効果の検討では、エネルギーコストだけでなく必要となるメンテナンスコストに留意して試算を行う。

※1：留意点と解決方法（例）は、あくまで一例です。実施場所や温泉の条件などによって異なります。

※2：電力会社が所有する送配電網を利用して、発電事業者などが自家消費先などへ送電を行うことをいいます。

● 温水供給（個別）

熱交換器やヒートポンプを用いて、温泉熱で温水を作り、自家消費するシステムです。温泉熱で作った温水は、シャワーやカランなどの給湯や暖房、融雪などに利用することができます。

排湯熱利用を含め、未利用熱を使いきれない場合があるため、排湯熱利用後の温水を暖房や融雪に利用するなど、その他の熱利用先への導入も視野に入れた検討が考えられます。

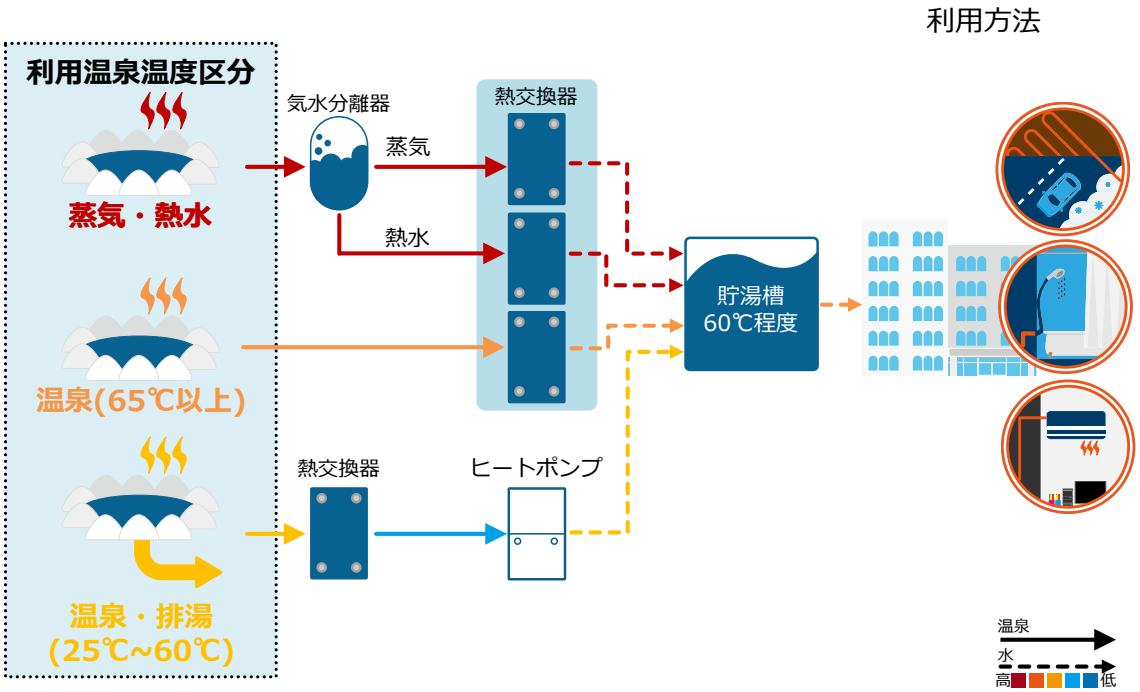


図 18　温水供給（個別）モデル

表 7　温水供給（個別）　留意点および解決方法（例）※

留意点	解決方法（例）
・排湯利用をする場合、浴場が分散している場合もあるため、熱源位置（または熱交換器の位置）や排湯ルートの位置がある程度近接している必要がある。	・既存システムを確認し、熱源位置や排湯の取出し位置を確認し、最適な導入ルートを検討する。
・シャワーなどの給湯のプレヒート用として温泉熱を利用する場合、メンテナンス時や温泉温度・流量の変化に対応するため、熱源のバックアップ（補助熱源）について検討が必要。	・給湯用の熱源を安定して確保するため、バックアップ（補助熱源）として安価な熱源（ボイラーなど）の導入を検討する。
・ポンプなど、騒音の発生源となる機器を利用するため、騒音対策の検討が必要。	・騒音の発生源となるポンプや補助熱源機器は機械室内に設置するなど、騒音の影響が小さくなるような場所に設置することを検討する。
・温泉のスケールの付着が懸念される場合、メンテナンスしやすいシステムの検討が必要。	・メンテナンスしやすい熱交換器の設置や配管システムを検討する。 ・スケール除去方法を検討する。

※ 留意点と解決方法（例）は、あくまで一例です。実施場所や温泉の条件などによって異なります。

● 熱供給

熱交換器やヒートポンプを用いて、温泉熱で温水を作り、複数の施設へ供給するシステムです。熱供給先では、複数施設のシャワーやカランなどの給湯や暖房、融雪などに利用することができます。本システム導入にあたっては、周辺施設に熱を受け入れる需要家が必要となります。

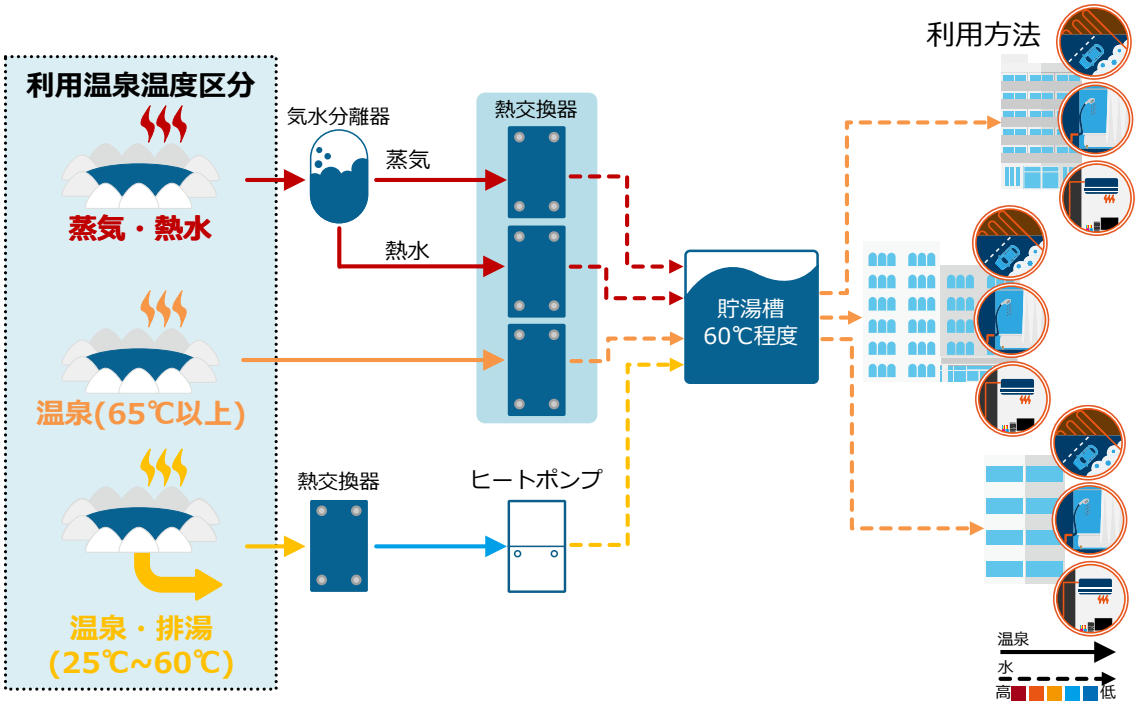


図 19　熱供給モデル

表 8　熱供給　留意点および解決方法（例）※

留意点	解決方法（例）
・熱供給先との合意形成が必要。	・利害関係者間で合意形成を得るための協議の場を設置する。
・事業スキーム（温泉熱の売買価格、設備の責任分界点など）の明確化が必要。	・熱供給事業内で事業スキームの検討（料金体系、条例改正、熱需給バランスなど）を行い、マスタープラン作成などを検討する。
・需要家側の受入設備の整備（配管、バックアップなど）が必要。	・既存建物が熱需要家となる場合、詳細なシステムなどの調査を行い、熱供給の設備設置可否を調査する。 ・建物の新築や改修など需要家の建設計画にあわせた熱供給事業を検討する。
・メンテナンス時や温泉状況変化に対応するための、熱源のバックアップ（補助熱源）について検討が必要。	・送水温度を安定化させ、熱供給の契約を担保するため、バックアップ（補助熱源）として安価な熱源（ボイラーなど）の導入を検討する。
・ポンプなど騒音の発生源となる機器を利用するため、騒音対策の検討が必要。	・騒音の発生源となるポンプや補助熱源機器は、機械室内に設置するなど、騒音の影響が小さくなるような場所に設置することを検討する。
・ポンプや補助熱源などを屋外に設置する場合、機器のセキュリティーを確保する必要がある。	・フェンスなどによる区画や機械室の設置など、関係者以外が容易に触れない方法を検討する。

※ 留意点と解決方法（例）は、あくまで一例です。実施場所や温泉の条件などによって異なります。

● 集中配湯

ひとつの温泉地で採取される温泉を単一の管理主体が管理し、複数の利用施設へ配湯するシステムです。本システムを導入することで、温泉資源を保護し、効率的に利用することができます。

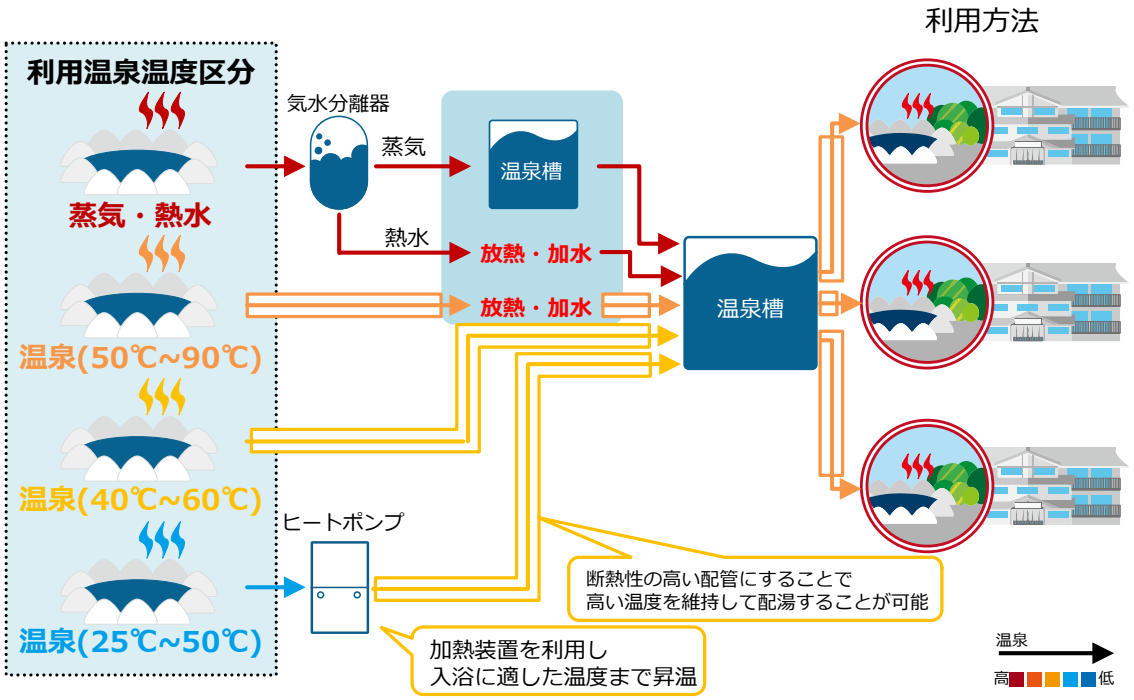


図 20　集中配湯モデル

表 9　集中配湯　留意点および解決方法（例）※

留意点	解決方法（例）
・昇温の実施が冬期のみの場合など、稼働時間が短いため採算性が悪くなる可能性がある。	・投資回収年数などを十分に考慮して導入の是非を検討する。
・昇温用の熱源として温泉を利用すると、配湯温度低下のリスクがあり、供給先への契約配湯量や温度が確保できなくなる場合がある。	・配湯温度の見直しや、契約量と使用量の実態の再調査を行うなど、必要な温泉量を精査する。
・ヒートポンプなどの昇温装置を導入する場合、管理体制を整備する必要がある。	・管理のための人員増加や管理業務の一部外部委託など、維持管理体制の見直しを検討する。
・集中配湯管に断熱配管を採用する場合、非断熱配管を用いた場合に比べて材料費が高くなる。	・それぞれの配管システムについてイニシャルコストとランニングコストを踏まえた導入効果の検討を行い、最適な配管システムを選択する。
・昇温用にヒートポンプを採用する場合、メンテナンス時や温泉状況変化に対応するため、熱源のバックアップ（補助熱源）について検討が必要。	・配湯温度を安定化させ、熱供給の契約を担保するためにも、バックアップ（補助熱源）として安価な熱源（ボイラーなど）の導入を検討する。
・集中配湯管の多くが公道内の土中埋設管で延長距離も長いため、配湯管の腐食・破損などがあった場合、被害に気付きにくい恐れがある。	・流量や温度の変化などを日常的に点検する。また、異常な使用量があった際に警報などが出る自動制御システムの導入も検討する。
・タンク・ポンプ・補助熱源などを屋外に設置する場合、機器のセキュリティーを確保する必要がある。	・フェンスなどによる区画や機械室の設置など、関係者以外が容易に触れない方法を検討する。

※ 留意点と解決方法（例）は、あくまで一例です。実施場所や温泉の条件などによって異なります。

これらの温泉熱利用方法以外にも、温泉付随可燃性天然ガスコージェネレーションシステムがあります。作られた電力の使用方法としては、所有施設で使う自家消費、固定買取制度（FIT）による売電などがあげられます。また、発電に伴い発生する熱は、シャワーやカランなどの給湯、または暖房や融雪などへの熱源として利用することができます。

（4） 実施体制の検討

温泉熱利用をするうえで、関係者の合意形成を図るため、まずは、検討する必要がある役割とその役割を担うプレーヤーを整理します（図 21）。

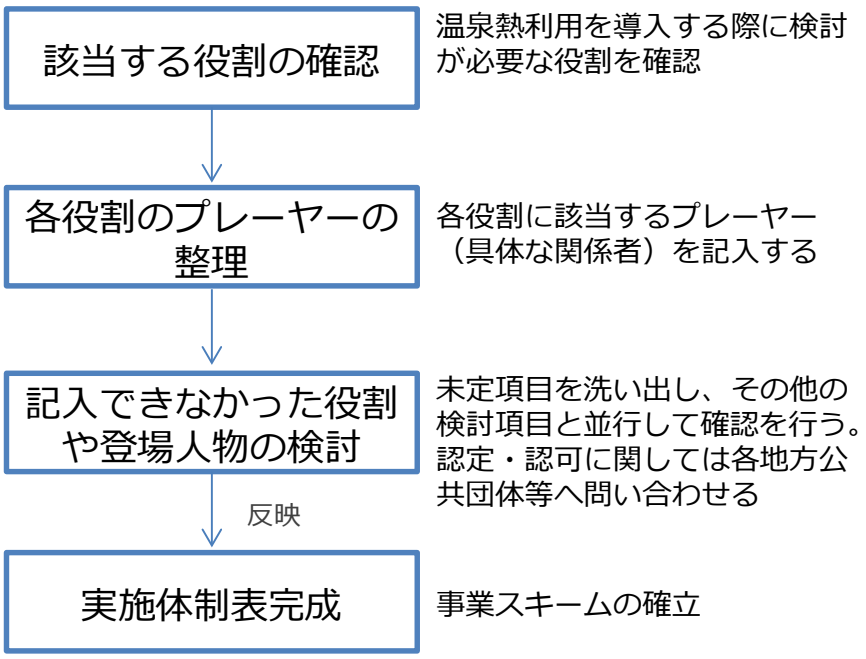


図 21　実施体制検討の流れ

次頁の実施体制検討用コンテンツ（図 22）の記入用シートを用いて、温泉熱利用導入の際に必要な役割と各プレーヤーを記入します。

導入時に想定される体制を記入していき、当該検討段階で記入できない項目は、検討が進むにつれ判明してきた情報をもとに、順次記入していきます。

合意形成の構築方法に関する詳細については、「3.3 合意形成の円滑な構築方法」をご参照ください。

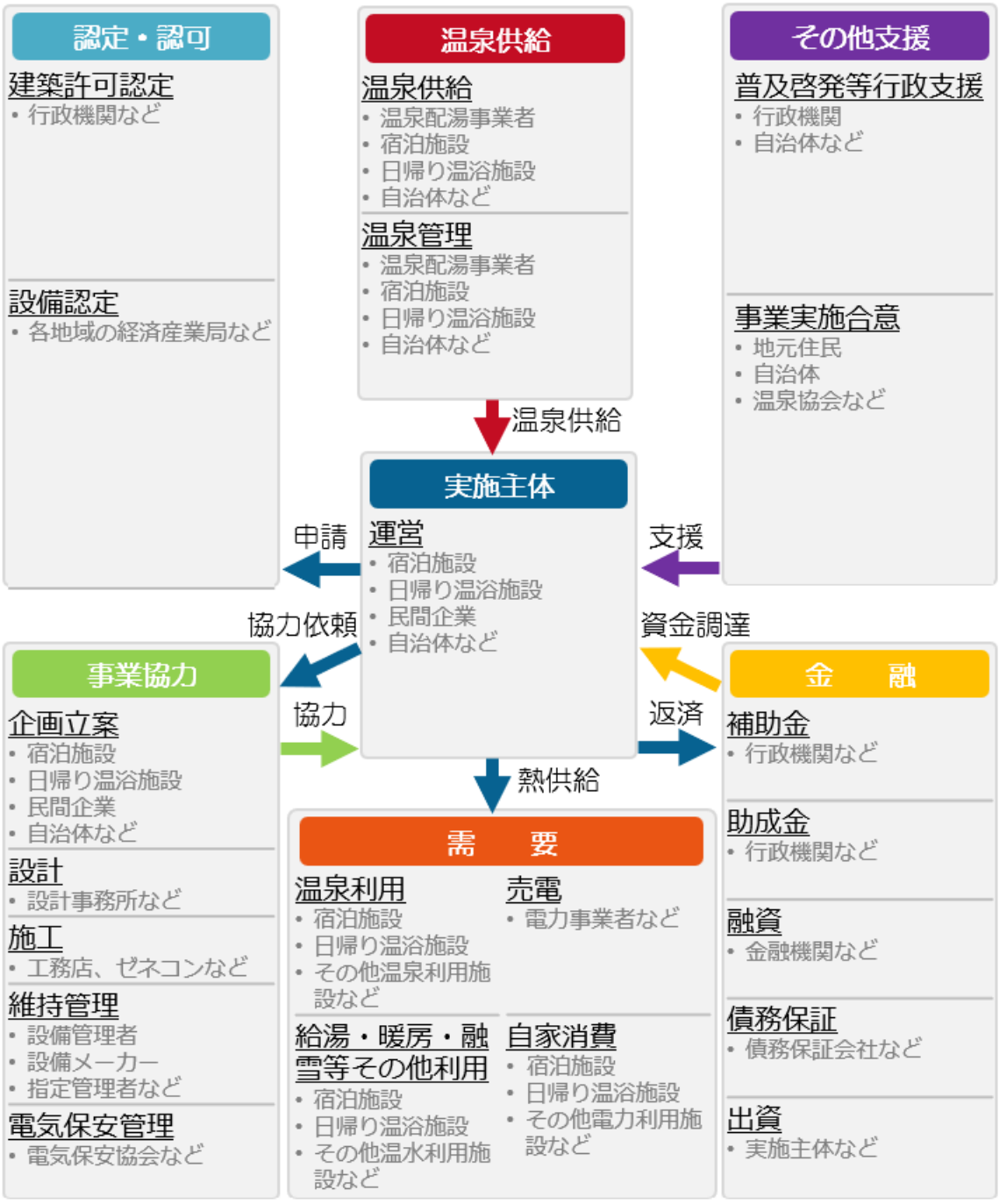


図 22　実施体制検討用コンテンツ記入（例）
（上図灰色字は記入例）

(5)　資金調達方法の確認

図 23 をもとに、温泉熱利用をするうえで、適用し得る金融スキームの種類を把握します。温泉熱利用導入手順（1）～（8）を検討した結果、導入可能性が高いことが確認されたときは、各スキームのメリット・デメリットなどの特徴を踏まえたうえで、どの事業スキームが最も適しているかの検討を進めることが可能となります。

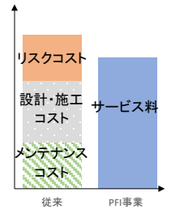
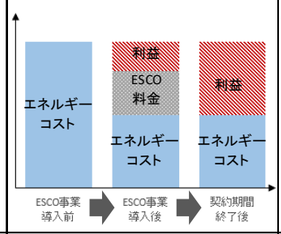
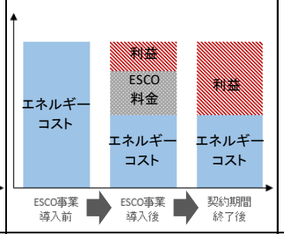
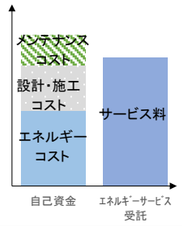
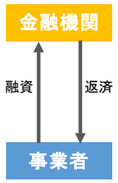
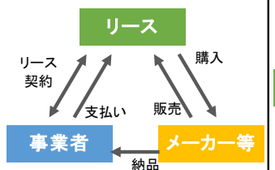
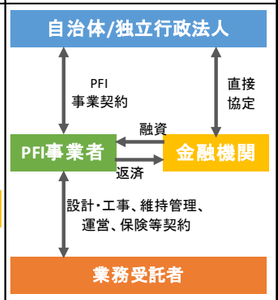
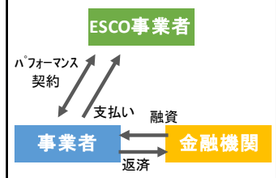
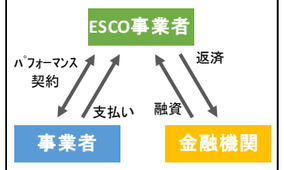
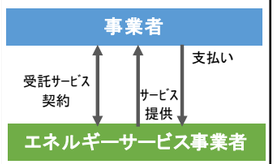
事業スキーム	自己実施			PFI	ESCO		エネルギーサービス受託
	自己資金	借入	リース取引		自己資金型	民間資金型	
対象	自治体、民間事業者			自治体	自治体、民間事業者		自治体、民間事業者
特徴	・出資金100%を自己資金で賄う。	・銀行等から融資を受け、出資金にあてる。 ※自治体の場合は、1会計年度を超えた借入れが行える「地方債」も利用可能	・事業者が機械設備等を選定し、取引会社が購入する。そして、その購入物を比較的長期にわたり賃貸する。	・公共施設等の設計、建設、維持管理、運営に、民間のノウハウや資金を活用し、公共サービスの提供を行う。 ・必ずしも省エネルギー改修に限定されない。	・省エネルギー導入のための設計・施工、保守管理等包括的なサービスの提供を行う。 ・民間資金型に比べ、ESCO事業契約期間が短い	・省エネルギー導入のための設計・施工、保守管理等包括的なサービスの提供を行う。 ・自己資金型に比べ、ESCO事業契約期間が長くなる	・エネルギーサービス事業者（受託者）が、エネルギー関連システムの設置、所有、保守管理等一括して行う。 ・エネルギー関連システムの設備受託、運用管理受託が主であり、必ずしも省エネルギー改修に限定されない
キャッシュフロー（例）	－	－	－				
体制（例）	－						
資金の流れ	－	－	・リース会社の資産を借りる	・PFI事業者（民間企業等）が初期投資の資金の調達を行う	・事業者が省エネルギー導入にかかる初期投資の資金の調達を行う	・ESCO事業者が省エネルギー導入にかかる初期投資の資金の調達を行う ・事業者は、パフォーマンス契約料としてESCO事業者に定額の支払いを行う	・エネルギーサービス事業者が初期投資の資金の調達やリース会社や金融機関との交渉を行う ・事業者は、受託サービス料としてエネルギーサービス事業者に定額の支払いを行う
温泉熱利用関連設備等所有権	温泉熱利用実施者（出資者）	事業者など（顧客）	リース会社	PFI事業者	事業者など（顧客）	事業者など（顧客）	事業者など（顧客）
メリット	・借入利息等の支払いが不要 ・別途資金調達するための手続きが不要	・初期投資不要（※頭金は必要）	・初期投資不要 ・財政支出の平準化が可能	・財政支出の軽減が可能	・初期投資不要 ・財政支出の平準化が可能 ・ESCO事業者により省エネパフォーマンスが保証される	・初期投資不要 ・財政支出の平準化が可能 ・ESCO省エネルギー導入にかかる初期投資の資金の調達を行うため、事業者は金融上のリスクを負わない ・ESCO事業者により省エネパフォーマンスが保証される	・初期投資不要 ・財政支出の平準化が可能 ・エネルギーサービス受託会社が省エネ設備等に必要な資金の調達を行うため、事業者は金融上のリスクを負わない ・設計から管理まで全てまかせることで業務負担の軽減が可能
デメリット	・初期投資が必要 ・省エネルギー導入にかかる初期投資の資金の調達を行うため、事業者に金融上のリスクが発生する	・借入利息の支払いが必要 ・省エネルギー導入にかかる初期投資の資金の調達を行うため、事業者に金融上のリスクが発生する	・配管や建屋などの不動産、また、地中の土木工事などはリースとして認められないため、取引可能対象が限られる	・PFI事業者の選定や、自治体等によるPFI事業者への管理・指導など、事業を始めるまでに時間を要する ・PFI事業として成り立つ事業が限られる（全ての案件でPFI事業が成り立つわけではない）	・本来、初期投資時に必要だった経費に加え、ESCO事業者への経費（パフォーマンス契約料）を支払う必要がある ・省エネルギー導入にかかる初期投資の資金の調達を行うため、事業者に金融上のリスクが発生する	・本来、初期投資時に必要だった経費に加え、ESCO事業者への経費（パフォーマンス契約料）を支払う必要がある ・自己資金型に比べ、省エネ効果が小さい場合、事業が成り立ちにくい	・省エネ効果が小さい場合、事業が成り立ちにくい

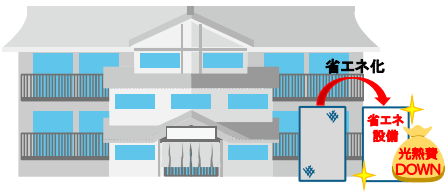
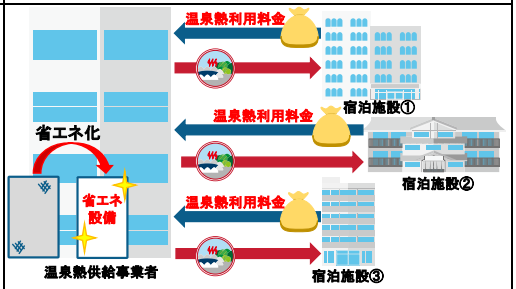
図 23　適用し得る金融スキーム一覧

(6)　導入効果の検討

温泉熱利用によるランニングコスト削減は、事業者としての収益ではない一方、売電などによる収入は事業者としての利益となるため導入検討時に考慮する経費が異なります。そのため本ガイドラインでは、温泉熱エネルギーの利用範囲（単独施設での利用・複数施設での利用）で事業区分（考慮する経費項目など）を整理します。

「単独施設での利用」および「複数施設での利用」の区分方法を、表 10 に示します。

表 10　事業区分

	単独施設での利用	複数施設での利用
利用者（例）	・温泉旅館・ホテルの関係者 日帰り温浴施設の関係者	・温泉熱供給事業者 ・バイナリー発電事業者 ※温泉・温水・電力の需要家（各温泉旅館など）は、左記にあたる
利用イメージ		
温泉熱利用目的	・設備の更新または省エネ化	・設備の更新または省エネ化 ・温泉または温泉熱により生成した温水・電力の供給により収益を得ること
対象となる温泉熱利用モデル種類	・バイナリー発電（自家消費） ・個別利用（温水供給）	・バイナリー発電（売電） ・集中配湯 ・熱供給
考慮する経費項目（キャッシュアウト）	・初期投資（設備など） ・維持管理費	・初期投資（設備など） ・維持管理費 ・法人税 ・法人事業税

なお、本ガイドラインでは考慮していませんが、温泉熱利用にかかる経費としては、上記に掲げる項目以外に、損害保険料（加入する場合）や固定資産税などの租税公課（民間事業者の場合）などが必要となります。考慮する経費項目や試

算方法などの詳細については以降の「経済効果」の検討に示しますので、ご参照ください。

導入効果の検討では、経済性・環境性・社会性の導入効果を確認します。

- **経済効果**

まず、温泉熱利用で必要となる概算費用の確認、温泉熱利用時のキャッシュバランス比較によるコストメリットの確認、単純投資回収年数の確認を行います。

概算費用の確認

温泉熱利用に伴う設備導入費、工事費（防音壁など付帯工事費を含む）などの合計を算出し、温泉熱利用に必要な概算費用を確認します。

キャッシュバランス（コストメリット）の確認

キャッシュイン（入ってくるお金）※1がキャッシュアウト（出ていくお金）※2を上回るか（温泉熱利用の採算がとれるかどうか）を確認します。図 24 に示すとおり、キャッシュイン＞キャッシュアウトとなると、コストメリットがあると判断することができます。

キャッシュインとキャッシュアウトの詳しい経費項目（例）は、表 11 に示すとおりです。



図 24　コストメリットイメージ
（キャッシュイン＞キャッシュアウト）

※1：総稼働期間におけるランニングコストメリット（既存システムのランニングコストー温泉熱利用システムのランニングコスト）、※2：温泉熱利用システム稼働までにかかる総費用

表 11　キャッシュバランス（コストメリット）確認に必要な経費（例）

キャッシュイン	ランニングコストメリット（既存システムのランニングコスト－温泉熱利用システムのランニングコスト）	光熱費のほか、設備メンテナンス委託費、修繕費などの導入前後の差額
	温泉熱利用料金	複数施設での利用の際に発生。温泉熱供給による収益。バイナリー発電により発電した電力の売却額も含む
	補助金	補助金を導入する場合は初期投資額から補助額を差し引く
キャッシュアウト	初期投資	設備導入費、工事費（防音壁などの付帯工事費含む）などの合計
	賃貸料（設備設置先が借地などの場合）	総稼働期間中の総額
	法人税/法人事業税	複数施設での利用（民間事業者）の際に考慮

温泉熱を利用する立場（事業区分）によって、キャッシュインの考え方が異なります。事業区分ごとのキャッシュバランスイメージは図 25 に示すとおりです。

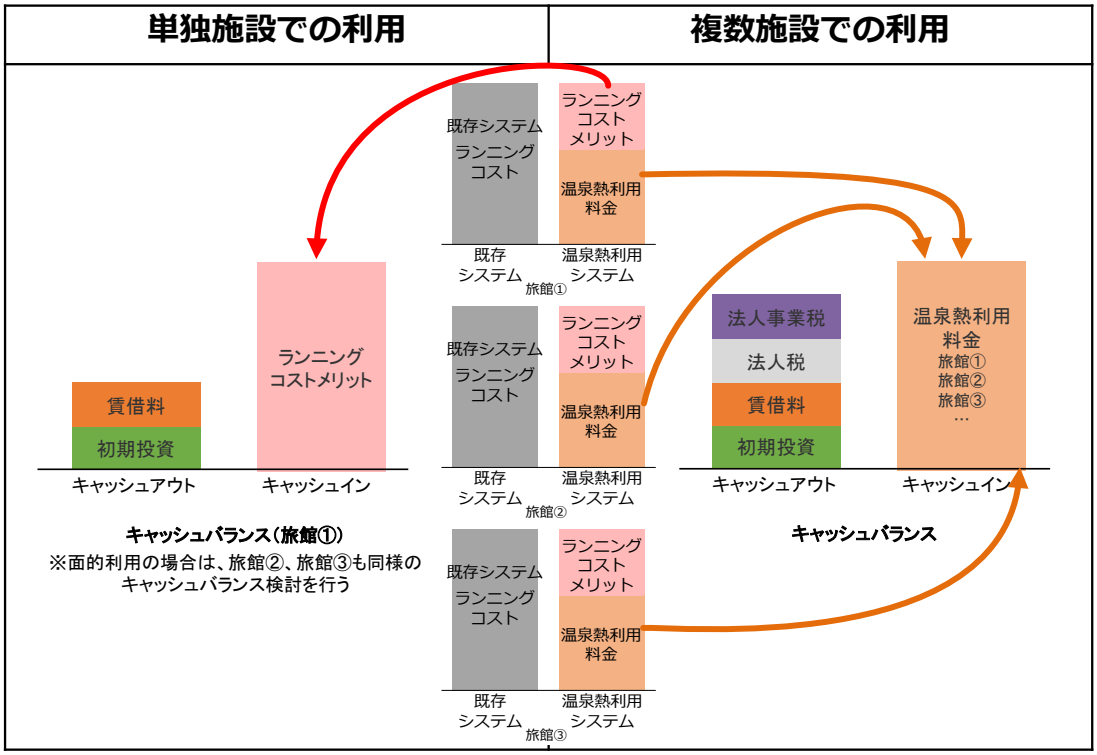


図 25　キャッシュバランスの考え方

単純投資回収年数の確認

単純投資回収年数は、資金調達計画を立てるうえでも確認が必要です。キャッシュインおよびキャッシュアウトから、単純投資回収年数を試算します。

【温泉熱利用システムを新規導入する場合】

$$\text{単純回収年数[年]} = \frac{\text{キャッシュアウト（温泉熱利用イニシャルコスト）}}{\text{ランニングコストメリット/年}}$$

【既存システムへの更新と温泉熱利用システムへの更新を比較する場合】

$$\text{単純回収年数[年]} = \frac{\text{キャッシュアウト（温泉熱利用イニシャルコスト－既存システムイニシャルコスト）}}{\text{ランニングコストメリット/年}}$$

- **環境効果**

CO_2削減量の確認

温泉熱利用による環境負荷削減効果の確認のため、以下の数式を用いてCO_2排出量および削減率を確認します。

【CO_2排出量の算出方法】

$$CO_2\text{排出量[kg-}CO_2\text{/年]} = \text{年間のエネルギー消費量} \times CO_2\text{排出係数}$$

※電気の場合は電力消費量が、灯油や重油などの燃料を使用する場合はそれらの使用量がエネルギー消費量になります。CO_2排出係数は、使用するエネルギー供給会社により異なりますので、各指標をご確認ください。

- 試算例
  - ヒートポンプ（消費電力 30kWh）を 1 日 20 時間、毎日動かす
  - 東京電力エナジーパートナー（株）による電力を利用する

【CO_2排出量の算出（例）】

$$CO_2\text{排出量 [kg-}CO_2\text{/年]} = 30[\text{kWh}] \times 20[\text{h/日}] \times 365[\text{日}] \times 0.486[\text{kg-CO/kWh}]^{※} = 106{,}434[\text{kg-}CO_2\text{/年}]$$

※参照：電気事業者別排出係数（特定排出者の温室効果ガス排出量算定用）-平成 28 年度実績- H29.12.21 環境省・経済産業省公表

【CO_2削減率の算出方法】

$$CO_2\text{削減率}[\%] = \frac{\text{既存システム } CO_2 \text{ 排出量} - \text{温泉熱利用システム } CO_2 \text{ 排出量}}{\text{既存システム } CO_2 \text{ 排出量}} \times 100$$

- **副次的効果**

温泉熱利用による副次的効果の確認を行います。一般的な副次的効果としては、表 12 に示す項目が考えられます。

表 12　温泉熱利用による一般的な副次的効果（例）

・名産品創出
・雇用創出
・地域貢献
・地域のブランド化
・地域の活性化・にぎわい創出
・業務効率の向上
・環境先進地域としての PR

(7)　維持管理方法の検討

一般的な維持管理の流れを図 26 に示します。日常の運転管理では、状態監視（圧力、温度、異音発生有無など）、目視確認（錆、腐食など）を行い、適宜、調整・補修・清掃を行うのが一般的です。警報や異音発生など異常が確認されたら、各機器のメーカーに問い合わせる必要があります。

維持管理を行ううえで温泉熱利用方法別に考えられる留意点を表 13 に示します。

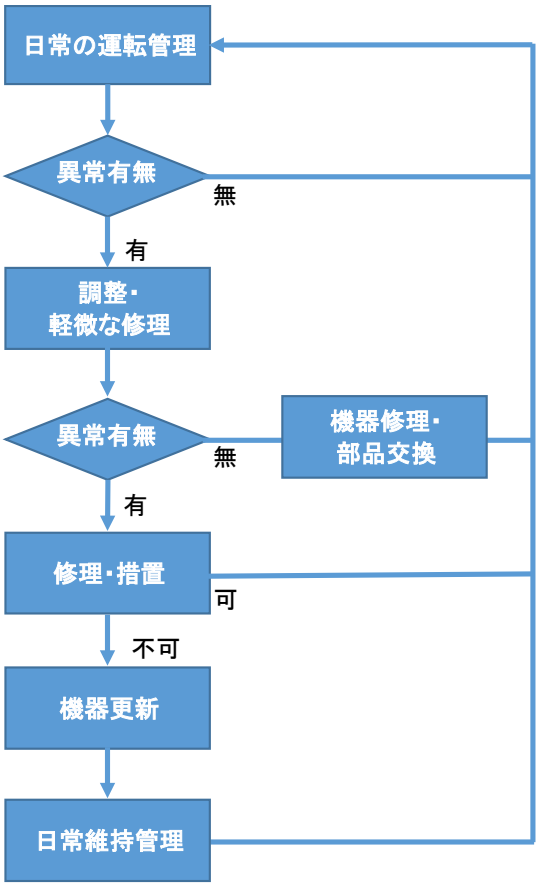


図 26　一般的な維持管理の流れ

表 13　温泉熱利用方法別　維持管理における留意点

温泉熱利用方法	留意点
バイナリー発電	・発電設備内にスケールが付着し、発電量が低下（停止）する恐れがあるため、スケール付着抑制対策もしくはスケール除去対策を行う必要がある
温水供給（個別）	・熱供給設備内にスケールが付着し、温水生成効率が低下（温水生成が停止）する恐れがあるため、スケール付着抑制対策もしくはスケール除去対策を行う必要がある
熱供給	
集中配湯	・集中配湯設備内にスケールが付着し、温泉配湯量が低下（停止）する恐れがあるため、スケール付着抑制対策もしくはスケール除去対策を行う必要がある

温泉熱利用を行ううえで、温泉スケール対策を講じた維持管理を行うことは必須です。

温泉スケールは、同じ泉質でも温度や圧力状態により性質が全く異なるため利用先の状況に応じて他の事例などを参考にしながら対策することが望ましいです。

また温泉スケールは、種類や除去状態によっては産業廃棄物となるため、それらの処理方法までを考慮した除去方法・維持管理方法を検討する必要があります。

(8) 法規制の確認

温泉熱利用を進めていくうえでは、温泉に関わる法律および設備導入に関わる条例などを把握しておくことが望まれます。その他、建築基準法、水道法、建築物衛生法及び地域特有の法規制などがあることも留意しておく必要があります。

表 14　温泉熱利用に関する主な法令（例）※1

法令名		許認可、申請、手続きなど	届出先/申請先
電気利用	鉱山保安法	・温泉付随可燃性天然ガスの掘採を行う場合には､保安規定などの届出が必要	経済産業大臣
	鉱業法	・鉱業権の取得	経済産業局長
	環境影響評価法※2	・環境アセスメントの実施	※検討段階により異なる
	高圧ガス保安法	・発電事業の実施に際して一定量以上の高圧ガスを使用する場合、事前に届出が必要	都道府県知事、 政令指定都市の長
	消防法	・発電事業の実施に際して危険物に指定される物質を一定量以上使用する場合､事前に許可が必要	市町村長など
	FIT 法	・事業計画認定の届出	経済産業局長
	電気事業法	・保安規定の届出 ・電気主任技術者の届出	電気工作物設置場所管轄の産業保安監督部長（2 以上の産業保安監督部の管轄区域になる場合は経済産業大臣）
		・使用前自主検査の実施	―
熱利用	熱供給事業法	・熱源装置の加熱能力が 21GJ/時を超える場合､｢熱供給事業｣となるため､事業の登録が必要	経済産業大臣
共通	温泉法	・温泉の湧出のための土地掘削･増掘、動力の設置、温泉の採取の際、許可が必要	都道府県知事
	騒音規制法※3	・騒音の出る機器を使用する場合、届出が必要	都道府県知事（市の区域内の地域は市長）

	振動規制法※2	・振動の出る機器を使用する場合、届出が必要	都道府県知事（市の区域内の地域は市長）

※1：環境省「地域の再生可能エネルギー事業の健全性を高めるための設備導入者向けマニュアル（案）」地熱（温泉熱）発電事業共通の主な法令および地熱（温泉熱）利用事業の主な法令をもとに作成

※2：発電の場合、第 1 種事業（出力 10,000kW 以上）、第 2 種事業（出力 7,500kW～10,000kW 以上）の場合

※3：ヒートポンプなど圧縮機を搭載した設備などを導入する場合（容量による）

－ ：該当なし

(9) 詳細検討

- STEP2 までの検討内容で導入可能性があると判断されれば、資金調達方法（補助金利用有無、おおまかな自己負担割合の検討、融資依頼の有無など詳細な金融スキーム）や実施体制（実施体制検討用コンテンツ未記入箇所）の確定など、詳細な実施方針の検討を行います。
- これらの検討結果を踏まえ、実施主体内で経営者の意思決定に至れば、導入に向けた詳細な検討（設計・施工など専門業者への協力依頼、補助金の申請など）にうつります。詳細検討にあたっては、施設の状況を熟知している出入りの設備担当者やメーカー、コンサルタントなどに相談することが有効です。また、既存施設の図面に記載のある設計者や施工業者など、既存施設の構築に携わった関係者に相談することも考えられます。
- 検討の結果、STEP1・STEP2 で考えていた温泉熱利用方法の導入が難しいとなった場合でも、他の熱利用方法なら可能なケースもあるため、その他の熱利用方法も視野に入れた検討を行うことが望まれます。

3.3　合意形成の円滑な構築方法

地域の資源である温泉を活用する取組において、検討対象地域や施設、周辺施設や地元住民との合意形成を図ることは非常に重要です。特に、地域全体で行う集中配湯や熱供給等面的に温泉熱を利用したい場合や、温泉熱発電等の場合は、温泉旅館１軒で給湯予熱等の温泉熱利用を行う場合とは異なり、温泉を利用している周辺施設、地域の温泉組合員などによる合意が必要です。想定されるステークホルダーが多いほど、多様な意見は増え、合意形成の取得はより困難になります（図 27)。

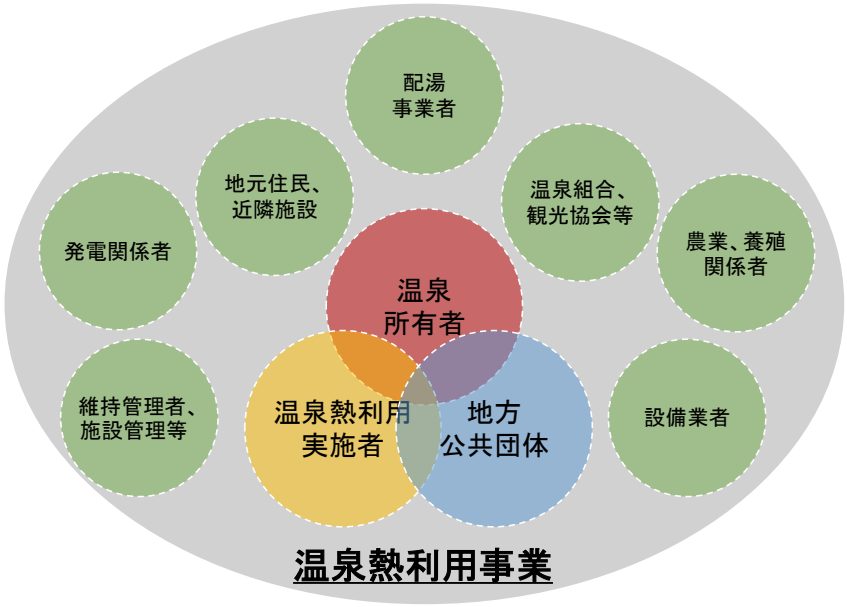


図 27　想定されるステークホルダー例
※あくまで例であり、必ずしもこの通りではありません

ステークホルダーが多い場合、合意形成のプロセスを重視することで、ステークホルダー間での最善策を検討することが可能となり、後々対立や問題になることを防ぐうえで有効です。

具体的には、検討の初期段階から、ステークホルダー間で、対話により、現状ある課題や要望を議論・認識したうえで、検討対象地域や施設の目指す姿 （ビジョンやスローガン）を決め、そのビジョン達成のために必要なアクション（取組事項）を検討・整理することが重要であると考えます。これらを「アクション・プラン策定」と称し、プロセスおよび策定の例を以下に示します。

(1)　アクション・プラン

アクション・プラン策定は、以下の通り、大きく２パターンに分かれると想定されます。

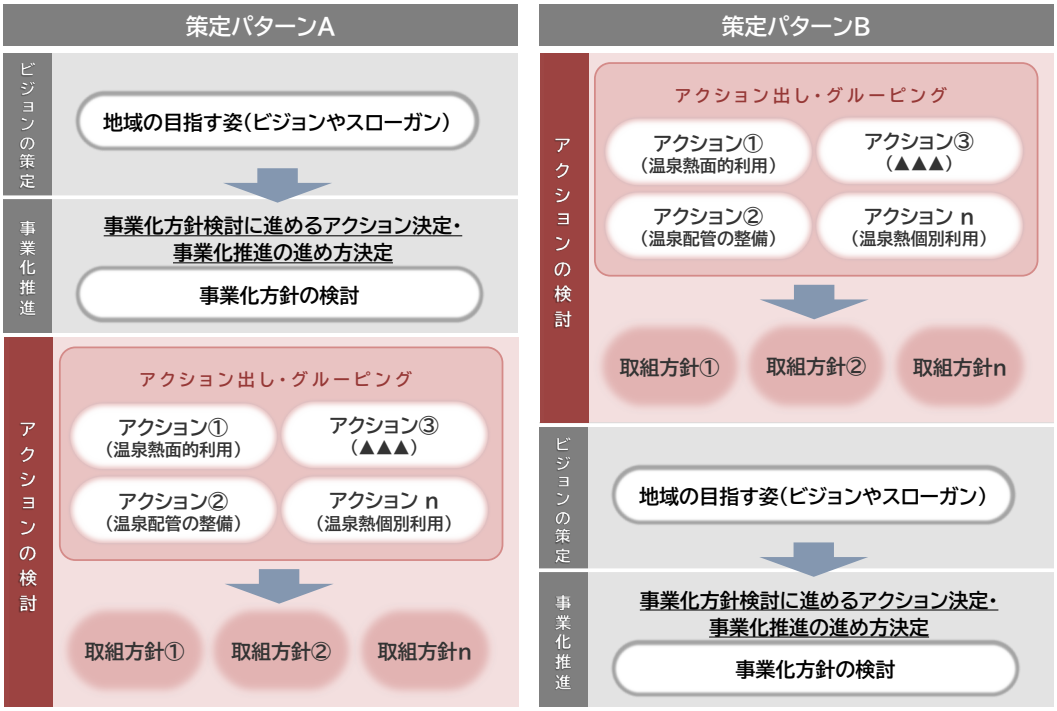


図 28　アクション・プラン策定フロー

パターン A：抽象から具体へ進める

地域の目指す姿　（ビジョンやスローガン）が決まってから、それらを達成するために実施が必要なアクション（ビジョン達成のために実施する必要がある取組事項）を決める。

パターン B：具体から抽象へ進める

既に、実施したいアクションが決まっており、その取組を行うことで期待される地域の目指す姿　（ビジョンやスローガン）を指針として決める。

アクション・プランは、検討対象地域・施設における検討状況や目的に合った方法で策定することが重要であり、これにより以降の円滑な検討が可能となります。

なお、アクションの整理方法は様々であり、地域外部に向けたアクション・地域内部に向けたアクションとして整理をする方法、目的ごとにアクションを整理する方法など、地域に適したかたちで整理することで、より円滑なビジョン達成・事業化に向けた検討の実現を目指します（図 29、図 30）。



図 29　アクション・プラン（例）①
地域外部・内部ごとにアクションを整理した場合

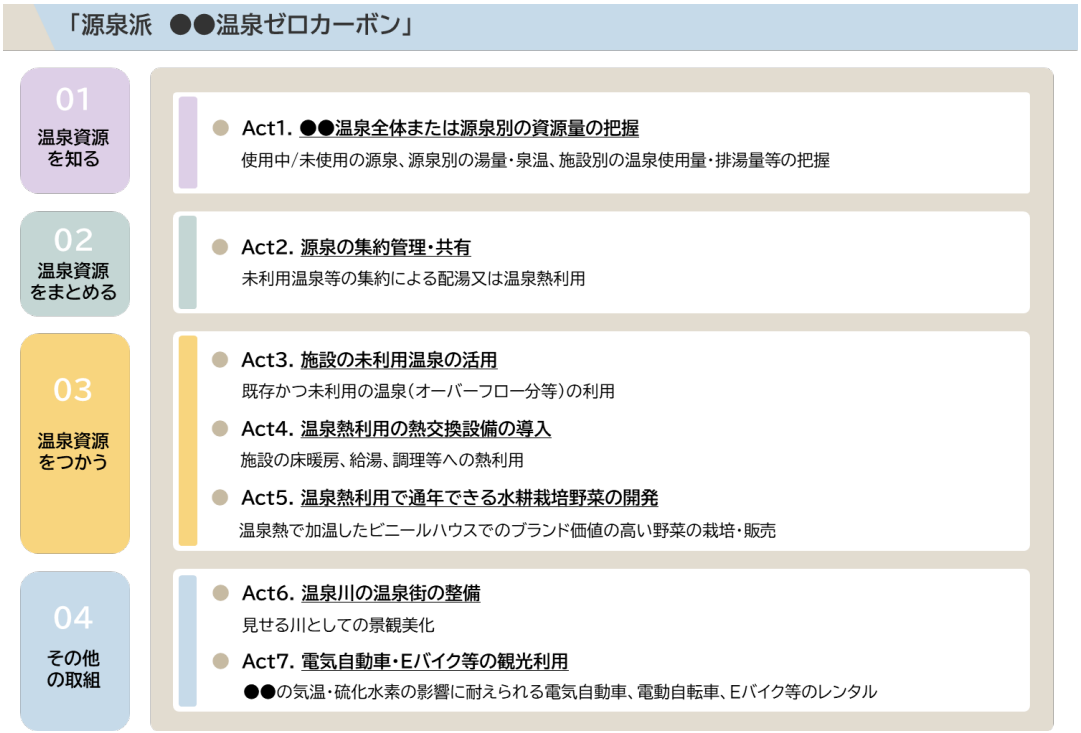


図 30　アクション・プラン（例）②
（目的ごとにアクションを整理）

(2)　アクション・プラン策定プロセス

アクション・プラン策定に向けた検討から、事業化に向けた検討までの進め方の概要を図 31 に、その詳細を図 32 に示します。アクション・プラン策定にあたっては、ワークショップ等、関係者が意見交換できる機会を提供し、参加者で検討方針を決めます。

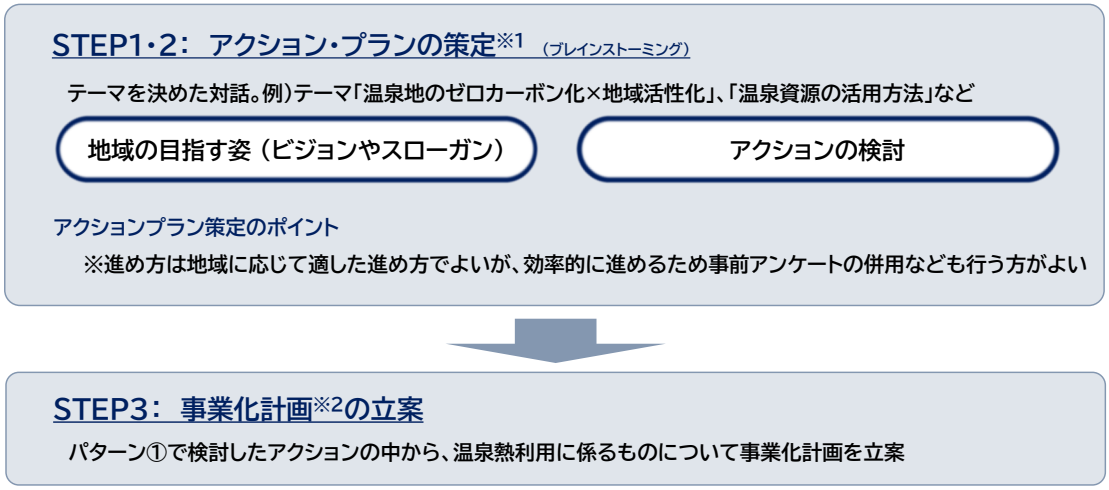


図 31　検討の進め方①

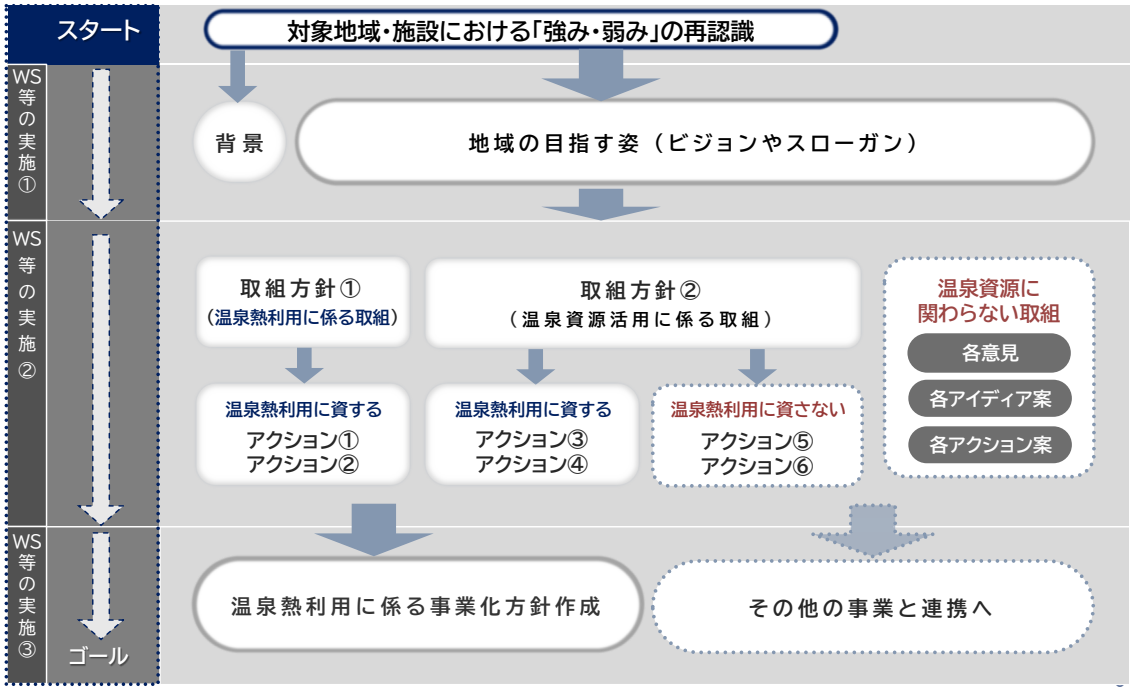


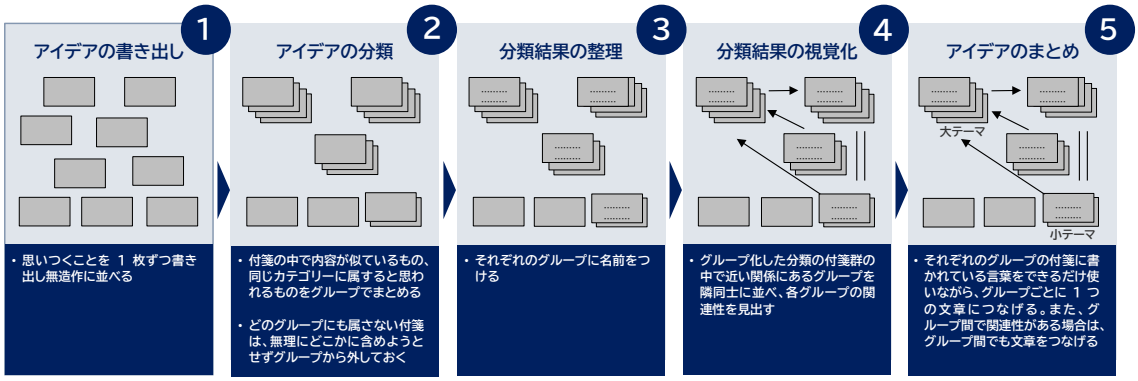
図 32　検討の進め方②

(3)　アクション・プラン策定のポイント

アクション・プラン策定のワークショップでは、ブレインストーミング等を活用して自由に意見を出し合うことが重要です。

アクション・プラン策定にむけたブレインストーミングの進め方の例とその留意点を以降に示します。

① 検討の進め方



② 留意点

『アイデアの否定や判断、結論は NG』

ブレインストーミングを実施する際に重視しておきたいルールが、アイデアの否定です。ブレインストーミングは自由なアイデアを発言する方法ですので、アイデアに対する否定や結論、判断等は必ず避けておきましょう。

『アイデアの組み合わせを忘れずに行う』

ブレインストーミングで大切なポイントが、普段思いつく一般的なアイデアを重視するよりも、ユニークで新しいアイデアをメインで行っていきましょう。

『質より量を重視する』

限られた時間内で行うブレインストーミングでは、アイデアの質にこだわっている時間は無いので、なるべく量を重視し少しでも多くのアイデアを出していきましょう。

(4)　合意形成を図る上での留意点

合意形成は、関係者間の意見を一致させることであり、即座に取得できるものではありません。

アクション・プラン策定のためのワークショップ等、導入に向けた検討を通し

て、検討対象地域や施設における課題やビジョンを「自分事」化することで、各ステークホルダーが主体・検討の一員となった取組の実施を目指します。

そのためにも、検討結果を一方的に共有するといったかたちではなく、検討初期段階から、関係者が参加し多くの意見を出し合うことで、関係者全員が納得いく着地点を探すことが重要です。

4　温泉熱利用事例紹介

4.1　温泉熱利用事例の紹介

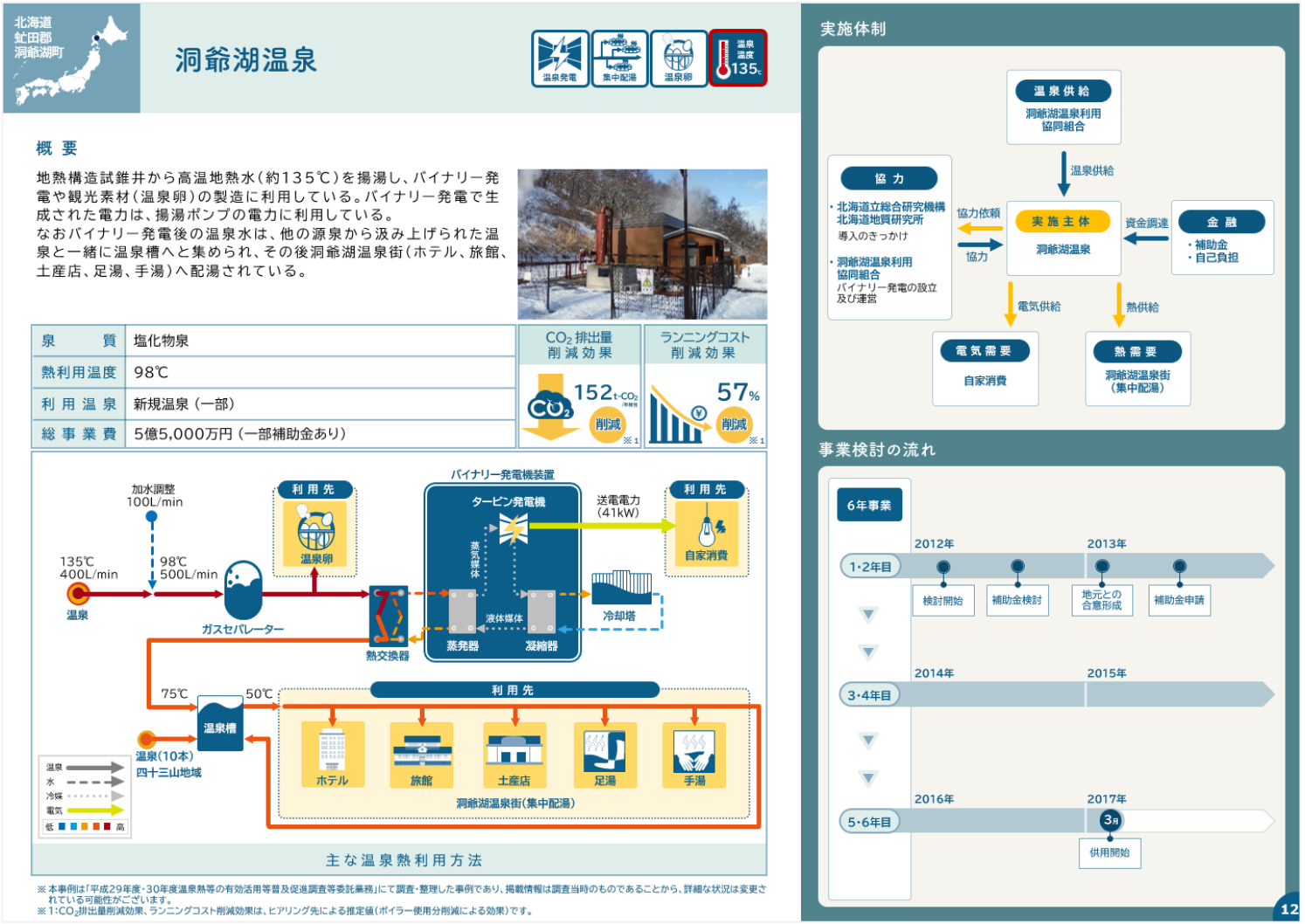
温泉熱利用の主な事例として、温泉熱利用方法が異なる 6 事例を紹介します。

なお、環境省では、本ガイドラインに掲載した事例以外にも、平成 29 年度～令和 6 年度温泉熱等の有効活用等検討委託業務にて調査した温泉熱利用導入事例 49 事例を、事例集および環境省ホームページに掲載しています。

事例集では、温泉熱利用方法や温泉温度による索引も可能です。

詳細については、別添 1「温泉熱利用事例集」と、環境省自然環境局自然環境整備課温泉地保護利用推進室ホームページ「温泉熱の有効活用について（https://www.env.go.jp/nature/onsen/spa/spa_utilizing.html）」をご参照ください。

（1） 発電事例-洞爺湖温泉-


北海道
虻田郡
洞爺湖町
洞爺湖温泉
温泉発電
集中配湯
温泉卵
温泉温度 135℃
概 要
地熱構造試錐井から高温地熱水（約135℃）を揚湯し、バイナリー発電や観光素材（温泉卵）の製造に利用している。バイナリー発電で生成された電力は、揚湯ポンプの電力に利用している。
なおバイナリー発電後の温泉水は、他の源泉から汲み上げられた温泉と一緒に温泉槽へと集められ、その後洞爺湖温泉街（ホテル、旅館、土産店、足湯、手湯）へ配湯されている。
泉 質 塩化物泉
熱利用温度 98℃
利 用 温 泉 新規温泉（一部）
総 事 業 費 5億5,000万円（一部補助金あり）
CO2 排出量 削減効果
152 t-CO2 削減
ランニングコスト 削減効果
57% 削減
※1
バイナリー発電機装置
加水調整 100L/min
135℃ 400L/min
98℃ 500L/min
温泉
ガスセパレーター
温泉卵
利 用 先
タービン発電機
蒸気媒体
液体媒体
蒸発器
凝縮器
熱交換器
送電電力 (41kW)
自家消費
冷却塔
75℃
50℃
温泉槽
温泉(10本)
四十三山地域
温泉
水
冷媒
電気
低 高
ホテル
旅館
土産店
足湯
手湯
洞爺湖温泉街(集中配湯)
主な温泉熱利用方法
※本事例は「平成29年度・30年度温泉熱等の有効活用等普及促進調査等委託業務」にて調査・整理した事例であり、掲載情報は調査当時のものであることから、詳細な状況は変更されている可能性がございます。
※1：CO2排出量削減効果、ランニングコスト削減効果は、ヒアリング先による推定値（ボイラー使用分削減による効果）です。
実施体制
温 泉 供 給
洞爺湖温泉利用協同組合
温泉供給
協 力
・北海道立総合研究機構 北海道地質研究所
導入のきっかけ
・洞爺湖温泉利用協同組合
バイナリー発電の設立及び運営
協力依頼
協力
実 施 主 体
洞爺湖温泉
資金調達
金 融
・補助金
・自己負担
電気供給
熱供給
電 気 需 要
自家消費
熱 需 要
洞爺湖温泉街（集中配湯）
事業検討の流れ
6年事業
1・2年目
2012年
2013年
検討開始
補助金検討
地元との合意形成
補助金申請
3・4年目
2014年
2015年
5・6年目
2016年
2017年
3月
供用開始
12

（2） 集中配湯事例-修善寺温泉-

静岡県
伊豆市

修善寺温泉

集中配湯

温泉温度 60℃

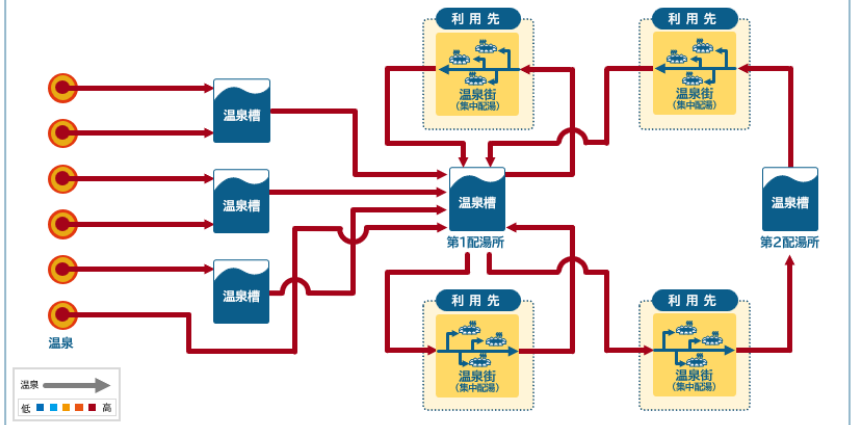
概 要

6か所の源泉を第1配湯所の温泉槽に集め、第2配湯所の温泉槽に送湯しながら、また、第2配湯所から第1配湯所に送湯しながら、その送湯経路にある地区（北地区・南地区）に、集中管理方式により配湯を行っている。第1配湯所に近接している小山地区、中里地区には第1配湯所から集中管理方式により配湯を行い、未使用温泉は第1配湯所に戻すことで、温泉資源を有効活用している。





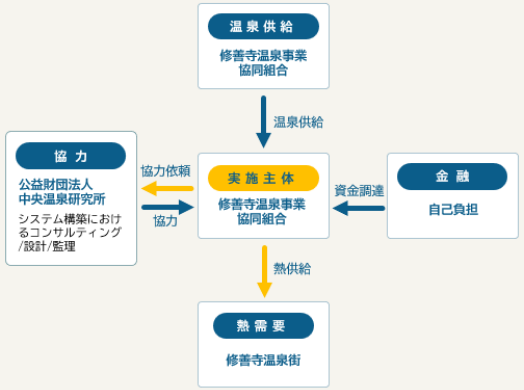
泉　　質	単純温泉
熱利用温度	60℃
利 用 温 泉	既存温泉
総 事 業 費	4億5,200万円（補助金なし）



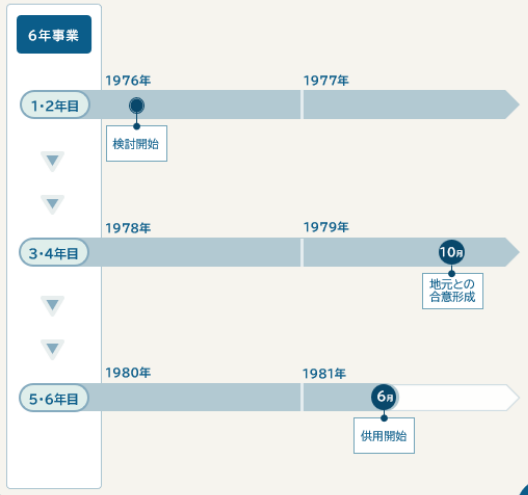
主な温泉熱利用方法

※本事例は「平成29年度・30年度温泉熱等の有効活用等普及促進調査等委託業務」にて調査・整理した事例であり、掲載情報は調査当時のものであることから、詳細な状況は変更されている可能性がございます。
※温泉熱利用に係る事業費等が不明のため、CO_2排出量削減効果、エネルギーコスト削減効果は、算出しておりません。

実施体制

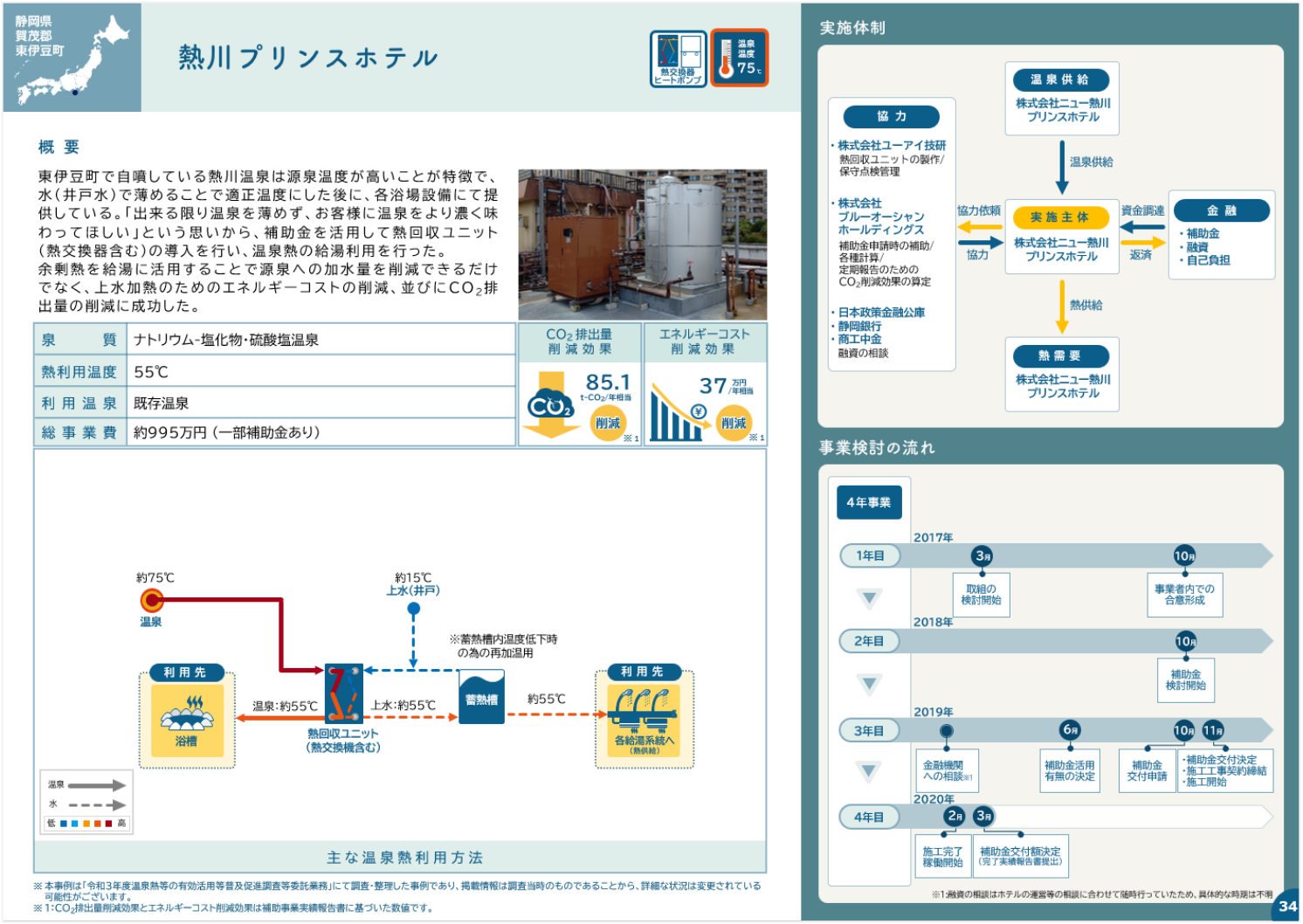


事業検討の流れ

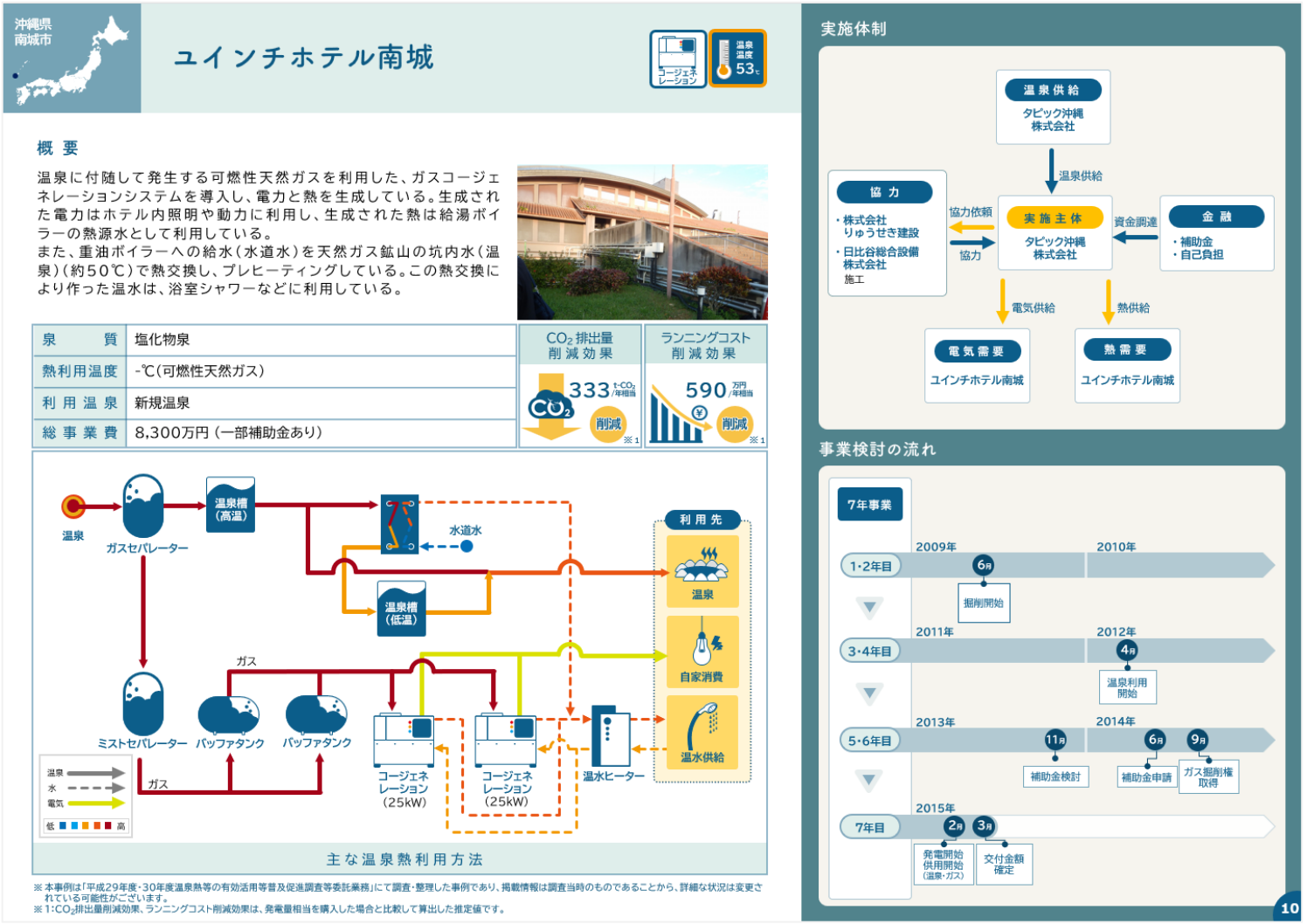


42

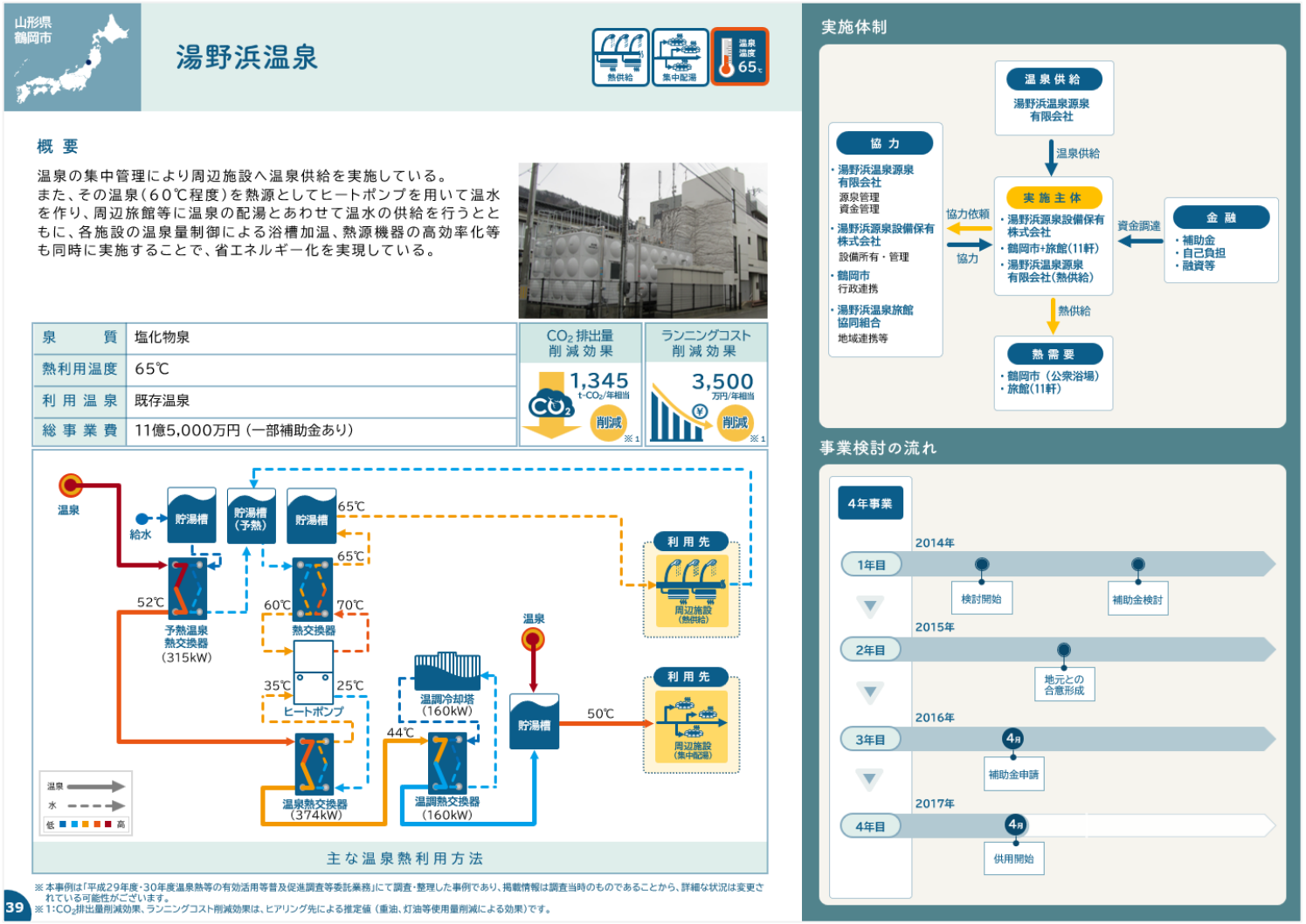
(3)　熱交換器・ヒートポンプ事例-熱川プリンスホテル-



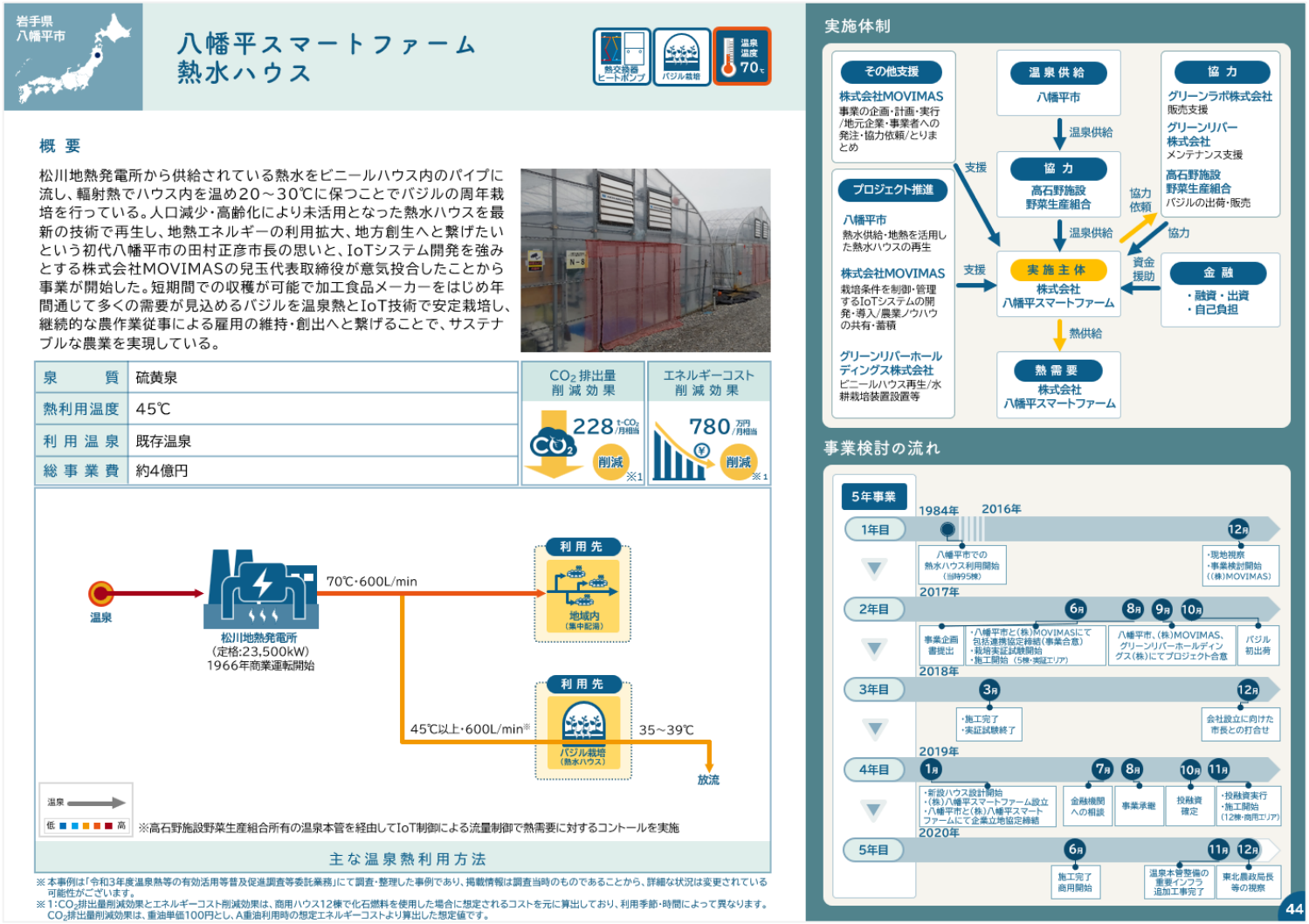
（4） 温泉付随ガスコージェネレーション事例–ユインチホテル南城–



(5)　熱供給事例-湯野浜温泉-



（6）　その他の活用事例-八幡平スマートファーム 熱水ハウス-



5　温泉熱利用を検討するうえでのポイント

5.1　検討段階別の課題と対策例

温泉熱利用の導入検討を進める際に生じる課題は、調査・検討、設計、施工、運用（導入後）など、検討段階によって異なります。そこで、検討するうえでのポイントとして、想定される課題と対策例を以降に示します。

なお、全段階を通じて、定期的なメンテナンスの実施を念頭に置いて導入を進めることが重要です。

表 15　温泉熱利用に係る課題と対策例

検討段階	想定される課題	対策例
調査・検討	・熱利用予定温泉の温度、流量、温泉熱ポテンシャルを把握していない ・現状ある課題や、技術導入による効果（コスト削減、CO_2削減、副次的効果）を把握していない、もしくは部分的にしか把握していない ・温泉成分が与える影響（スケールの付着率など）を把握していない ・熱需要量の実態を把握していない	・モニタリング等により、中長期的な温泉温度・流量データを取得・確認する ・使用している機器で使う温泉量ではなく、実際に必要な温泉量を把握しておく ・温泉熱利用導入後も継続してモニタリングすることで、温泉熱利用による影響状況を確認する ・温泉温度・流量データと「自己分析ツール」なども活用し、温泉熱ポテンシャルや期待される削減効果の試算を行う ・十分な現場調査と検討により、現状みえていない課題までクリアにしておく
	・加水しないと必要な温泉量を賄うことができない	・元々加水により温泉温度を下げている施設で、温泉熱利用による温泉温度の適温化を図る場合、加水量が減り、温泉量が減ったように見える。つまり、浴用利用前の段階で熱をとることで湯温が下がることから、加水していた分の温泉量は減る。そのため、その可能性を理解しておく ・モニタリング等により、安定した供給がされているか、また、加水をしなくとも必要湯量を確保できるかを確認する
	・温泉熱利用導入に必要な費用が足りない可能性がある	・自己資金だけでなく使用可能な補助金の要件等を確認し、そもそも活用可能かを事前に把握しておく ・環境省主催のセミナーや補助事業申請代行業務を行って

検討段階	想定される課題	対策例
		いるコンサルティング会社・出入りのメーカー業者などに相談し、補助金の最新情報を収集・検討する
	・新たな機器を設置できるか把握できていない	・機器の設置スペース（機械室内や屋外等の余剰スペース）の目星をつけておく
	・補助金利用による工期への影響	・補助金を活用した場合、施工完了期限が生じる。そのため、長納期品については、メーカーや代理店に納期を逐一確認しながら影響範囲を把握したうえで工事を進める
	・年間の稼働期間が短いと採算性が低下する ・熱源のバックアップ（補助熱源）の検討が必要	・補助事業の活用や能力に影響のない範囲での機器容量の縮小等イニシャルコスト低減に向けた検討を図るとともに、費用対効果の高い運転方法・時間等を検討する
設計	・温泉スケール付着等による故障	・メンテナンス方法を考慮した機器を選定する ・故障時や清掃時の営業形態を事前に検討する ・故障時や清掃時でも継続して営業するために必要なバックアップを考慮する
施工、運用	・積雪、温泉成分・塩害等による腐食、高温環境が機器に与える影響	・積雪の多い地域や海沿い地域に設置する場合は、設置場所を検討する（屋内設置など） ・設置場所が高温となる場合は、十分な換気経路を確保する ・精密機器については、空気中の温泉成分（硫黄など）による腐食や温度・湿度による影響を受けやすいため、設置場所や設置方法に配慮する ・適切な設置場所の検討だけでなく、メンテナンスに対応で

検討段階	想定される課題	対策例
		きる十分な設置スペースを確保する
	・熱源を変更することで、生じる影響を把握できていない（ボイラーからヒートポンプなど）	・化石燃料から電気由来の熱源に変更した場合、現状よりも大きな電気容量が必要となるため、契約電力の見直し検討を行う ・現状よりも広い設置面積が必要な場合があるため、十分な設置スペースを確保する
	・旅館営業への影響（休業、営業時間短縮、浴槽利用時間への配慮等） ・騒音対策の必要性 ・設備工事にともなう、停電や断水への対策の必要性 ・機器故障による旅館営業への影響	・施主・施工業者で密に情報を共有し、休業やメンテナンスのタイミングなど、対象施設の営業に支障のない施工計画を進める ・休業となる場合は、旅行業者に影響が生じる場合もあるため留意する ・故障してからの対応では機器の交換に時間を要す場合もあるため、故障しないよう定期的なメンテナンス等により万全を期す ・泉質によっては、分解洗浄等、自分で手入れすることでメンテナンス費用の抑制を図る ・機器によっては、定期点検の義務があるため留意する ・メンテナンス費用を組み込んだ年間予算計画を立てる

備考

● 「温泉熱有効活用に関するガイドライン（平成 31 年３月）」策定

・ 平成 30 年度温泉熱等の有効活用等検討委託業務委託：株式会社総合設備コンサルタント

・ 同委託業務における検討会（平成 30 年度温泉熱の有効活用のためのガイドライン策定検討会）委員

	佐竹 江井	日比谷総合設備株式会社 LC 営業統括本部エネルギー＆スマート部 担当部長
	四宮 博	洞爺湖温泉利用協同組合 専務理事
	鈴木 明彦	株式会社 知識経営研究所　代表取締役
〈座長〉	中尾 正喜	大阪市立大学 複合先端研究機構 特命教授
	水野 稔	大阪大学 名誉教授
	本木 陽一	一般社団法人 場所文化フォーラム 専務理事
	山根 小雪	株式会社日経 BP　日経エネルギーNext　編集長

（五十音順、敬称略、役職は平成 30 年度当時のもの）

● 「温泉熱有効活用に関するガイドライン【改訂版】（令和７年３月）」

・ 令和６年度温泉熱等の有効活用等検討委託業務委託：株式会社総合設備コンサルタント



環境省自然環境局自然環境整備課温泉地保護利用推進室
〒100-8975 東京都千代田区霞が関 1-2-2　Tel. 03-3581-3351（代）
環境省ホームページ：http://www.env.go.jp/
環境省　温泉熱の有効活用について：
https://www.env.go.jp/nature/onsen/spa/spa_utilizing.html
以下のツールは環境省「温泉熱の有効活用について」のページにてご確認いただけます。

・温泉熱有効活用に関するガイドライン【改訂版】
・温泉熱利用事例集
・パンフレット
・温泉熱利用検討ツール
・参考資料（ケーススタディ）

平成 31 年３月作成
令和７年３月改訂