

温泉熱を利用した循環型地域モデル計画～つなぎ温泉での取り組み～

鹿島建設株式会社 環境本部 大野 直、古田 康衛
つなぎ源泉管理有限会社 佐藤 匡子、佐藤 弘

1. はじめに

盛岡市近郊の雫石川・御所湖脇に位置するつなぎ温泉地域は、小岩井農場等の人気観光地とも近く、古くから盛岡市民や観光客に親しまれている伝統ある温泉地である。しかし、2011年の東日本大震災において停電等の被害を受けた他、2013年には豪雨・土砂災害¹⁾を受け温泉供給が一時的に止まる事態が生じた。2012年は年間約26万人であった利用者が2014年には約23万人へと減少している。その後、観光協会をはじめとする地域の努力により、日帰り温泉客の受け入れや食のイベント、朝市等の実施など集客増を図っていたが、更なる魅力向上のために新たな活性化方策が望まれていた。

つなぎ温泉地域は、以前より温泉資源の保全など環境に対する意識が強い地域であり、更に災害を受けたことを契機に環境・防災を意識した地産地消のエネルギー利用への認識が高まっていた。本循環型地域モデル計画を行った時期は、社会的にも再生可能エネルギーへの関心が集まっており、環境省や経済産業省等の地熱利用補助事業の実施や2012年7月の地熱発電に係るFIT(Feed-in-Tariff: 固定価格買い取り制度)創設など、温泉熱利用を推進する流れが生まれていた。

このような背景のもと、2015年7月～12月に、つなぎ源泉管理有限会社(以下、つなぎ源泉管理)と盛岡市が主体となり、環境配慮や災害への強靭性を持ち観光にも貢献できる温泉熱利用による「循環型地域モデル計画」²⁾の検討を行った。本計画においては、(A)85℃の源泉を64℃で供給する間の温泉熱をどのように有効に利用するか(温泉熱の有効利用)、(B)温泉熱利用を集客にどのように結びつけるか(地域外コミュニケーション)、(C)温泉熱利用の仕組みをどのように地域で支えるか(地域内コミュニケーション)の3つの視点に着目し、これらが相互に関連して相乗効果を得られることを目指した。本稿では2015年度に実施した「循環型地域モデル」の検討内容とその後の実施の状況について報告する。

2. 地域条件の把握と整理

循環型地域モデル計画を進めるに当たり、まず地域の条件を把握し整理した。具体的には温泉水の需給状況と地域ニーズの調査を行った。以下にその概要を示す。

(1) 温泉水の需給状況

つなぎ源泉管理は2つの源泉を管理・運用しており、その源泉の緒元は表1のとおりである³⁾。貯湯槽とループ式の給湯配管を持つ温泉集中管理方式を採用しており、図1に示す源泉「至光の湯」から64℃の温泉水が区域内的の温泉施設等に供給されている。使用量は夏期約230 m³/日(図2の7～9月の平均値)に対し、冬期は約430 m³/日(同12～2月平均値)となる。冬季は通常使用していない「新瑞光の湯」から道路融雪に供給されることから、

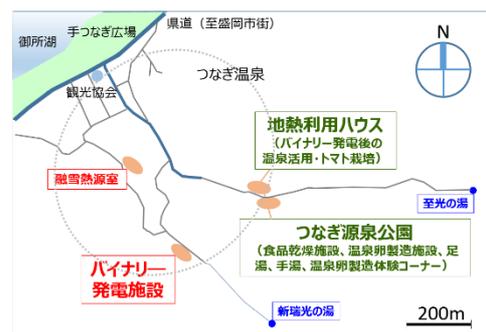


図1 つなぎ温泉地域 施設位置図

表1 源泉の緒元

源泉名	泉質	湧出温度	供給量*	揚湯可能量
至光の湯	SO4型 (硫黄泉) H2Sを含む	64℃	400 ℓ/min	486 ℓ/min
			通常供給量は季節により変動。	
新瑞光の湯	SO4型 (硫黄泉) H2Sを含む	85℃	200～300 ℓ/min (冬期のみ)	400 ℓ/min
			通常は未使用、融雪にのみ使用。	

*温泉水は使用量に応じて供給しており揚湯量は供給量により変化する。

この利用分を含むと倍増している。

今回のモデル計画に際して、つなぎ源泉管理が温泉水供給の安定化を図るために「新瑞光の湯(85℃)」との併用を計画したため、この温度を合流前に約64℃まで冷却することが必要となった。本計画では、「新瑞光の湯」からの85℃、400ℓ/minの温泉水を有効利用するコンセプトを基本条件とした。



図2 温泉使用量

(2) 地域ニーズの把握

温泉熱利用・地域活性化に対する声を幅広く捉えるため、ホテル・旅館・観光協会等16の地元関係者に対してヒアリング・アンケートを実施した。調査項目は「観光・集客面での課題」、「現状のエネルギー使用状況・廃棄物発生状況」、「温泉熱利用に係る地域の意識」とし、その結果概要を以下に示す(表2参照)

①観光・集客面での課題

周遊型観光ルートの一部としての団体やグループでの利用が多く、課題としてはお客様が温泉街に出てこない、温泉地としての風情が十分ではない、等が指摘された。街中での交流が生まれる温泉地の魅力づくりが必要とされている。

②エネルギー使用状況・廃棄物発生状況

電力使用は8月の冷房と12月の暖房利用の両方にピークがあった。ガス使用はボイラーと調理での使用が多く、重油類は暖房・給湯用のボイラーで使用している。

一方、廃棄物量は大規模ホテル1軒あたり月に2～3トンであり、約50%が生ごみである。また、調理での廃食用油がつなぎ温泉全体で50ℓ/日程度発生していると想定された。

③温泉熱利用に係る地域の意識

足湯や温泉調理など温泉熱を利用した提供メニューへの関心は高く、まちづくりに活かせるのであれば協力したいという意見が出された。

表2 ヒアリングの結果概要

結果概要(主な課題意見)	
① 観光・集客面	
・温泉地としてのしつらえ、風情づくり	ほぼ共通して全体から同様の意見が得られた。
・盛岡市とのアクセス交通手段の改善	
・地域産品等の充実	
・住民、周辺農家等の少子高齢化	
・観光客とのコミュニケーションが少ない	
・中心的な場所が無く施設が散在している	
・遊ぶところ・見るところ・散策路等が必要	
② エネルギー等	
・重油利用は冬期暖房と浴室の給湯が主	大規模ホテルではピーク時電力使用量は7000kWh/日程度。
・重油利用はできれば減らしたい	
・電気使用量は夏期・冬期の空調が大きい	
・細かな廃棄物分別は手間の面から厳しい	
③ 温泉熱利用	
・手湯・足湯・岩盤湯等の拡大	手軽に扱えるもの、観光客体験型のもの、地産地消に関心高い。
・温泉玉子、加工など食への活用	
・観光客の参加型施設を要望	
・地元産品があればホテル・旅館で使用	
・エネルギー削減につながればよい	

※実施時期 2015年8～9月、ヒアリング10件、アンケート16件。

3. 温泉熱利用先の検討

「新瑞光の湯」の温泉水は、かけ流し温泉での使用を考慮すると現状の各施設への配湯温度である64℃程度まで落とす必要がある。また85℃の湯温では、埋設されている配湯用のFP管(合成樹脂高圧積層管)の耐久性が懸念される。従って、温泉熱を配湯配管に送るまでに約20℃降下させることが求められる(図3)。そこで、温泉水のエネルギー利用に主眼を置く方法と温泉水の利活用に主眼を置く方法に分けてメニューを抽出した。以下全体システムの中で核となるバイナリー発電と、その他の主要な技術メニューについて述べる。

(1) バイナリー発電(エネルギー利用)

バイナリー発電は100℃以下の低温熱で作動媒体を加熱してタービンを回転させる発電方

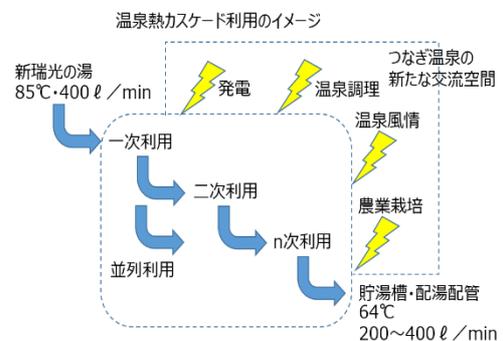


図3 温泉熱カスケード利用のイメージ

法で、低温熱を有効利用する手段として注目されている。温泉熱利用に関しては 2012 年の経済産業省の規制緩和により導入が拡大しており、事業者は FIT の適用か、地産地消での利用を選択できる。国が推進する再生可能エネルギーであるため、近年各メーカーでバイナリー発電機の製品開発が進んでいる。

新瑞光の湯の 85℃、400ℓ/min の条件では、商用機で約 20kW 程度の発電出力が得られる。発電後の温度降下は機種により異なり、10℃～25℃の範囲となる。また、導入上の課題は表3に示したとおりである。

表3 バイナリー発電導入上の課題

課題	検討
発電した電気の利用	自営線の敷設による自家消費とFIT売電（15年間・40円/kWh）の選択。低圧接続であり距離も短いことから連携負担金は小さい。
温泉成分による腐食やスケールによる配管閉塞等のリスク	新瑞光の湯の温泉水の場合、既往の調査から方解石が沈殿する可能性がある。温泉水と発電機は熱交換を挟むため発電機への直接的な影響は無い。既存の施設等で配管等にスケールが付着したケースは無い。
作動媒体の冷却水の確保	設置場所に隣接する川から取水(写真1)。冷却後の排水の温度上昇は7℃程度。湯水期のフル運転時であっても排水量は河川水量の1/7以下であり影響は小さい。



写真1 隣接河川

(2) 吸収式冷凍機による施設の冷房(エネルギー利用)

夏期の温熱需要が少ない一方で、6月～9月の間では 30℃を超える日もあり、冷房のニーズが高いことから、温泉熱で冷水を作る吸収式冷凍機の導入を考えた。バイナリー発電後の 75℃、400ℓ/min の温泉水を全量使用すると、約 650 m³の室内冷房が可能となり、それに伴い温泉水も 7℃程度降下する。

(3) 温泉調理:温泉卵・乾燥室(温泉水利活用)(エネルギー利用)

温泉調理の一つとして温泉卵は 64℃の温泉水を利用してつくり出すことができる。また、温泉水を通した放熱器を設置する乾燥室では 50℃以上の室温になり乾燥野菜等への加工が可能である。温泉を使った調理への関心は地域でも高く、観光客の体験イベントや料理・お土産としての販売等に活かすことができ、地産地消食材として利用価値が高い。温泉調理は、食材の提供・販売を通じた地域内コミュニケーションの向上にも貢献できることから重要な熱利用メニューと位置付けた。

(4) 農業ハウス利用による地産地消食材のアピール(エネルギー利用)

農業ハウスでの熱利用により、年間を通じた地域産の果物・野菜等の栽培を可能とするメニューである。旅館・ホテルや観光協会はこちらで収穫した農作物を使用することで、地域エネルギーを利用した地産地消食材をアピールできる。つなぎ温泉地域周辺には現在も農産物を生産し供給している農家が存在することから、農業生産の技術や人材の提供を受けることも可能で、地域内コミュニケーションの活性化にもつながることから重要なメニューと考える。

(5) 観光施設等の床暖房・室内暖房等への利用(温泉水利活用)(エネルギー利用)

つなぎ温泉地域は 10 月を過ぎると最低気温が 10℃以下となり床暖房の使用期間が長い。温泉熱利用による常時の暖房が可能となれば、観光客へのサービス向上に結び付く。

(6) 足湯・温泉水路(温泉水利活用)

足湯等での活用は地域ニーズに合っており集客にも貢献できる。使用湯量は 1 カ所あたり 3～10ℓ/min 程度と少ないが、温度は 40℃程度であることから、外気温度の低い冬期には足湯や排水路からも湯気のとつ景色が見られ、温泉情緒を醸し出すのに有効である。

(7) その他(エネルギー利用)

地域内の生ごみを使用したメタン発酵設備の設置や、廃食用油を用いたバイオディーゼル(BDF)製造など、生産に温泉熱を利用することが可能である。但し、回収可能量の調査や設備スペックとコスト検証を行ったが、生ごみ量や廃食用油の回収可能量が少なく、設備の運用などに新たな人材も必要であるなど、導入条件は厳しいと考えた。

4. 循環型地域モデルづくり

ヒアリングで得た地域のニーズや観光・集客の課題等を考慮し、地域での展開をイメージしやすくするため、メニュー展開のシナリオ案を作成した。ここでは季節ごとの温泉使用量の違いは全体システムにおいて重要であったことから、それぞれのシナリオに対し夏・冬の2バージョンを作成した。おのおのの案の温泉熱利用技術は、イニシャル・ランニングコストや導入効果についても検討し、事業採算性も考慮しシナリオに適合できるものを採用した。

(1) シナリオ案の検討

バイナリー発電による 20kW 級の発電は全シナリオに採用し、温度降下される過程での熱利用メニューの組み方によりシナリオの差別化を図った。

1) シンプルプラン

20kW 級の発電によって一気に 64℃まで温度降下可能な機種を選定したプランである。カスケード利用しないため、機器構成は最も単純であり、温泉熱を利用した地域活性化メニューはあまり組み合わせられない。

2) 癒され快適プラン(図4)

ホテル・旅館からまちに人を誘導するための施設としてカフェや足湯等の中心施設を想定する。その施設の快適性を高めるための冷暖房に温泉熱を使用する案である。夏期については吸収式冷凍機で冷水を製造し冷房に使用する。温泉で使用する温泉水の余剰分を足湯等で利用するが、量バランスは揚湯時間の調整を行って運用する。また、給湯温度 64℃は貯湯槽において最終的な調整を図る。なお冬期はバイナリー発電後の温泉水でカフェ等の床暖房を行い、温泉水の温度降下を図る。季節ごとの用途の違いが大きく温泉水のバランスをとるための工夫が必要となる。

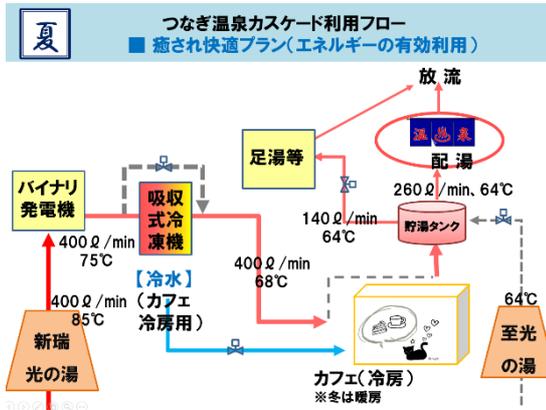


図4 癒され快適プラン(夏)

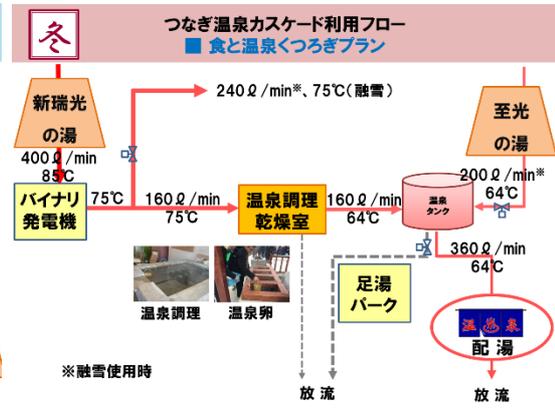


図5 食と健康くつろぎプラン(冬)

3) 食と温泉くつろぎプラン(図5)

観光客に自ら温泉調理をしてもらうなど様々な温泉体験ができ、また、ホテル・旅館等でも温泉調理施設を活用してメニュー作りを行うなど、食を中心においた温泉熱利用プランである。食と温泉を通じて観光客を含めた地域内外のコミュニケーションを活性化することを目指したものである。バイナリー発電で 10℃降下した後の温泉水を乾燥室等の温泉調理に使用し、温度降下した温泉水を貯湯槽に送る。冬期は温泉使用量が増えるほか、道路融雪が稼働する際には温泉水を送ることになるため、至光の湯から必要量を補充することで対応する。

(2) シナリオの統合・地域活性化プログラムへの展開

上記シナリオ各案についてコストや人材等の現実的な視点を考慮しながら、長所・短所を抽出し、地域の関係者とも実行可能性を議論して統合案の作成を行った。

1) 統合案における配慮事項

観光客との交流を生み出す源としての熱利用メニューへの関心はいずれも高かったが、ホテ

ル・旅館等の日常活動の中で運営・管理が可能であることが重視された。また用地の確保条件や整備費用については地元・行政の情報を得て、また、現実的な観光客の利用シーンの設定においては観光関係者の意見を取り込みながらメニュー選択を行った。

2) 温泉水利用システムフローの検討

温泉水の熱利用バランスについては、システムフローの検証を行い、統合案において実現可能であることを確認した。また、既存の配湯ルートと新設配管を組み合わせながら、源泉から貯湯槽までの熱利用を主とした区間(85℃→64℃のカスケード利用)と、貯湯槽後の供給区間(64℃)を設定した。64℃の湯温の担保に関しては貯湯槽前に冷却塔を置くことを検討し、温泉水の使用量バランス維持については湯量の融通が比較的容易な足湯パークにて供給量の調整ができるよう設定した。

3) 統合案での導入メニュー

統合案の導入メニューは、「バイナリー発電」、「BDF 製造装置」、「農業ハウス」、「施設床暖房」、「足湯施設」、「温泉調理(卵・調理等)」、「乾燥室」、「温泉水路」とし、ゾーニングや使用イメージに合わせたネーミング等を行い、循環型地域モデルを作成した(図6参照)。

このモデルは、温泉卵や乾燥室など食に重点を置く通年型熱利用で夏期の温泉水消費が見込めることから、利用期間が限られる冷房使用は最終案からは除外した。メタン発酵設備は生ごみの発生量と収集方法を考慮すると採算性が見込めないこと、及び分別に伴う日常業務量増加に繋がることから除外したが、BDF 製造装置は燃料のバス利用を考慮し残した。



図6 循環型地域モデル

5. モデル計画の整備状況

2015年度の検討は経済産業省「地熱開発理解促進関連事業支援補助金」を受け事業性検討までを行ったものであったが、つなぎ源泉管理と盛岡市では2016年度も引き続き整備事業を行い、同補助金を活用し施設整備を完了した。

整備に向けては「循環型地域モデル」における考え方(熱利用、地域内外コミュニケーション)をベースに、用地確保・実施体制等のプランニングを行い、メニューが選択されている。以下に、実施モデルの概要を示す。

(1) バイナリー発電機

バイナリー発電機は、(一財)エネルギー総合工学研究所が NEDO のプロジェクトで開発中の 20kW 級機を選択し、その実証フィールドとして提供している。これは水を媒体として用いたわが国初の先進的なバイナリー発電機である。今後、実証データの取得に協力する。

(2) その他設備

温室を整備し栽培されたトマトは旅館・ホテル等に提供している。室内温度は春季でも 20℃を確保している。

温泉調理関連設備は足湯等と組み合わせ、つなぎ源泉公園として整備した。観光協会等で温泉卵を販売するほか、観光客の温泉卵体験も可能である。温泉水を用いた乾燥室がでは 50℃程度の室温が確保できる。ここは野菜類の乾燥に使われている。温泉水は 11℃程度降下する。



写真2 バイナリー発電ユニット



写真3 地熱利用ハウス(温室)



写真4 足湯・源泉公園



写真5 温泉卵体験コーナー



写真6 乾燥室

6 おわりに

温泉熱利用においては、従来の温泉水の供給量や温度の確保は重要な条件となる。更にもう一つの上で既存の設備や配管等との連携を行う必要がある。このような状況で地域の活性化を図っていくことは難しいが、地域との協調がうまく進んだ際には、非常に魅力的な活性化メニューとなることが示された。

温泉湯量の調整やカスケード利用の組み立てにおいて課題は残っているものの、つなぎ温泉では 2017 年 4 月の施設オープン後、日帰り観光客の増加や、温泉熱利用施設の視察での来訪、情報露出機会の増加等が見られている。明確な地域メリットはまだ不明であるが、地域内コミュニケーションの活性化にもつながっていると見える。

わが国には温泉を所有している市町村は 1,400 カ所以上あり、温泉熱活用と地域活性化への取り組みを模索している自治体も少なくない。本報告で紹介した内容は、温泉熱の有効活用と地域活性化を軸とした地域モデルの一つの形であり、国が推進している再生可能エネルギーの積極的利用の取り組みにおいても参考になるのではないかと考えている。今後も、温泉熱利用を通じたまちづくりに貢献していきたい。

【謝辞】

本検討に当たり、盛岡市環境部様、盛岡市商工観光部様から貴重なご指導を頂き感謝申し上げます。この場をお借りしお礼申し上げます。

【参考文献】

- 1) つなぎ源泉管理有限会社: つなぎ温泉供給施設集中豪雨被害復旧計画書, 2013.8
- 2) 鹿島建設株式会社: つなぎ温泉地域地熱利用・循環型地域モデル計画 作成報告書, 2015.12
- 3) つなぎ源泉管理有限会社・盛岡市: つなぎ温泉地域地熱資源開発調査事業報告書, 2014.11