



～事業者・市町村の皆さんへ～

地熱・温泉熱を利用しよう



- 1 ガイドブック作成の目的
- 2 地熱資源量 世界3位の日本！
- 3 こんな利用がされている
- 4 岩手県は地熱発電先駆けの地
- 5 県内での地熱・温泉熱利用の事例
- 6 スタディモデルの検討
- 6-1 源泉を利用したバイナリー発電
- 6-2 排湯を利用したハウス栽培
- 7 始めるにはどうしたらいい？

1 ガイドブック作成の目的

2015年7月、国は「長期エネルギー需給見通し」を公表し、地熱発電については、2030年までに現状の発電量の約3倍を目指すこととしました。

クリーンなエネルギーの一つとして、日本には世界3位の資源量を誇る「地熱」があり、本県の地熱資源は全国有数のポテンシャルであると推察されています。

本県では、東日本大震災津波の経験を踏まえ、地域に根ざした地産地消の再生可能エネルギーの導入が求められています。

また、主要な産業である農業や水産業の振興においては、自然環境の保全や環境負荷の低減が必要であり、クリーンなエネルギーの活用は重要な取り組みとなります。

しかしながら、実際の地熱・温泉熱の利用は一部地域にとどまり、利用も認知度もまだ十分とは言えません。

その原因として、再生可能エネルギーの導入のコストや期間、効果に関する情報や理解が不足していることが考えられます。

近年、国際社会において持続可能な開発目標（SDGs）に基づく自治体運営や企業経営を求める声が高まり、国内においても取組が活発化しつつあります。企業においても、これを新たなビジネスの好機として、商品や企業価値の向上につなげる動きも加速しつつあります。

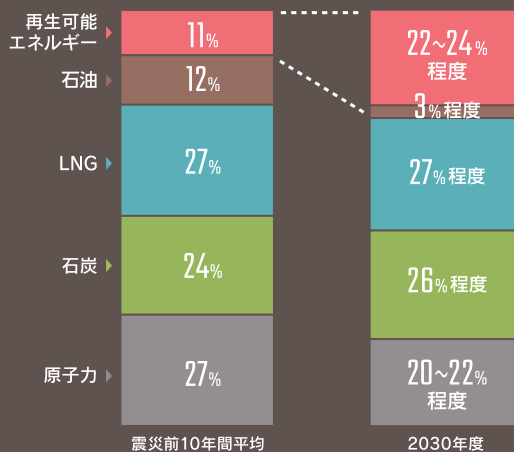
地熱資源の利用は、このSDGsの実現につながるものであり、本県の活力の維持・向上にもつながるものと考えます。

以上の背景を受け、県内の事業者や市町村の皆さんに、地熱資源の利用に関する情報をわかりやすくお伝えし、一層の利用を図っていただくことを目指し本ガイドブックを作成することとしました。



再生可能エネルギーへのシフト

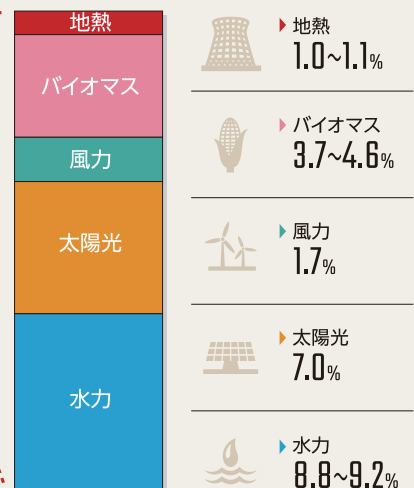
2015年7月、経済産業省が発表した「長期エネルギー需給見通し」では、2030年度の再生可能エネルギーの構成比率を、東日本大震災前10年間平均の11%から22~24%に引き上げる方針を打ち出しました。



出典：資源エネルギー庁（長期エネルギー需給見通し関連資料2015年7月）

再生可能エネルギーの電源構成

地熱発電は発電設備容量で現状の約3倍を目指し、発電電力量ベースで1.0~1.1%程度への引き上げを目標としています。今後の地熱発電の拡大に向けて、規制緩和に加え、関係省庁・自治体・開発事業者などが緊密に連携し、国を挙げて開発を促進していくことが重要になります。



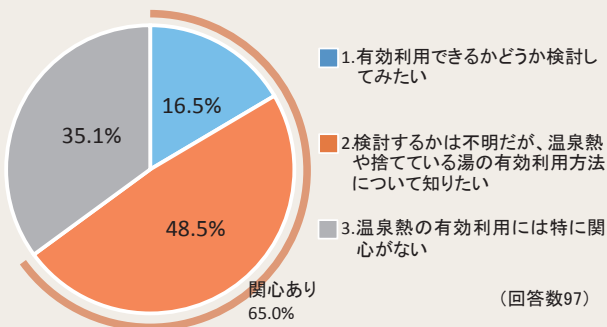


県内の市町村や温泉事業者の方にお聞きしたところ、利用について関心はあるけど、まだまだ進んでいない。そもそも地熱資源が豊富なことが、あまり知られていないということがわかりました！

●温泉事業者の利用意向

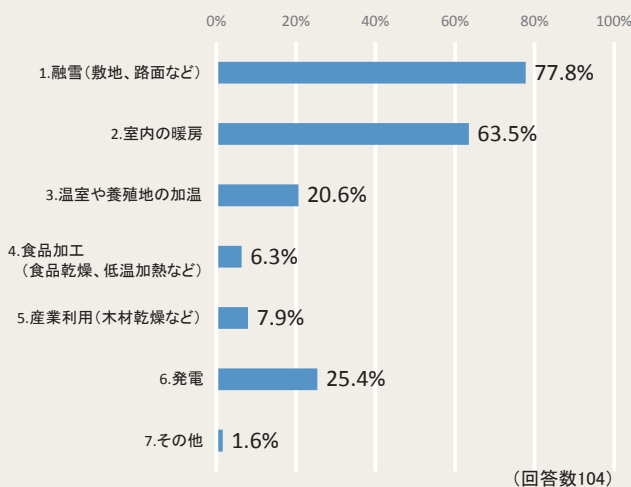
温泉熱等の利用に「関心あり」は65%で、その方法は融雪や室内暖房、発電などに集中していました。

未利用の温泉熱や排湯等の有効利用についての検討意向



※端数処理の関係から合計が100%とならない。

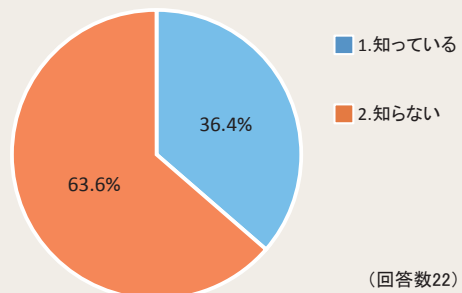
関心のある地熱・温泉熱の有効利用方法 (複数回答)



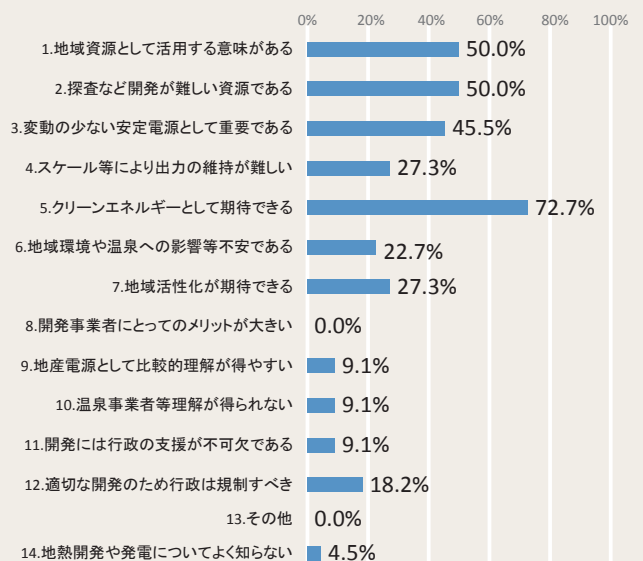
●地熱資源に関する市町村の認識

県に大きな地熱資源が存在することはあまり認知されていませんでした。一方、地熱開発に対する期待や意義について半数近くが認識していました。

岩手県に大きな地熱資源が存在していることの認知



地熱開発・地熱発電に対して持つ印象 (複数回答)



2 地熱資源量 世界3位の日本！

地熱資源量世界ランキング！

順位	国名	資源量(万kW)
1	アメリカ	3,000
2	インドネシア	2,779
3	日本	2,347
4	ケニア	700
5	フィリピン	600
6	メキシコ	600
7	アイスランド	580
8	ニュージーランド	365
9	イタリア	327
10	ペルー	300

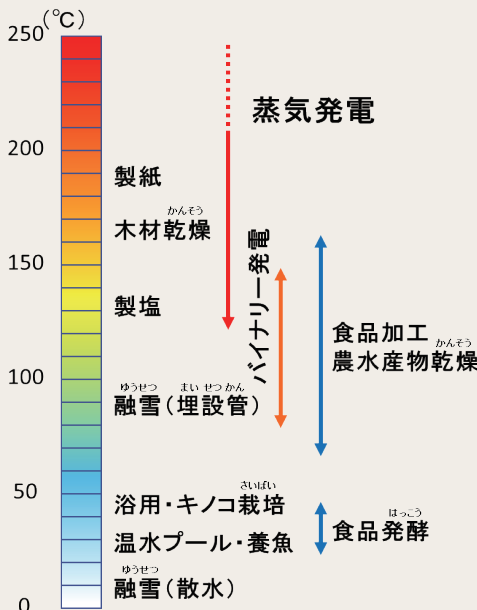
※1万kW=10MW ※1MW=1,000kW
 出典：資源エネルギー庁(総合資源エネルギー調査会資料
 2016年6月)をもとに作成



日本は、地熱資源量が、アメリカ、インドネシアに次いで世界で3番目に多いんだ！

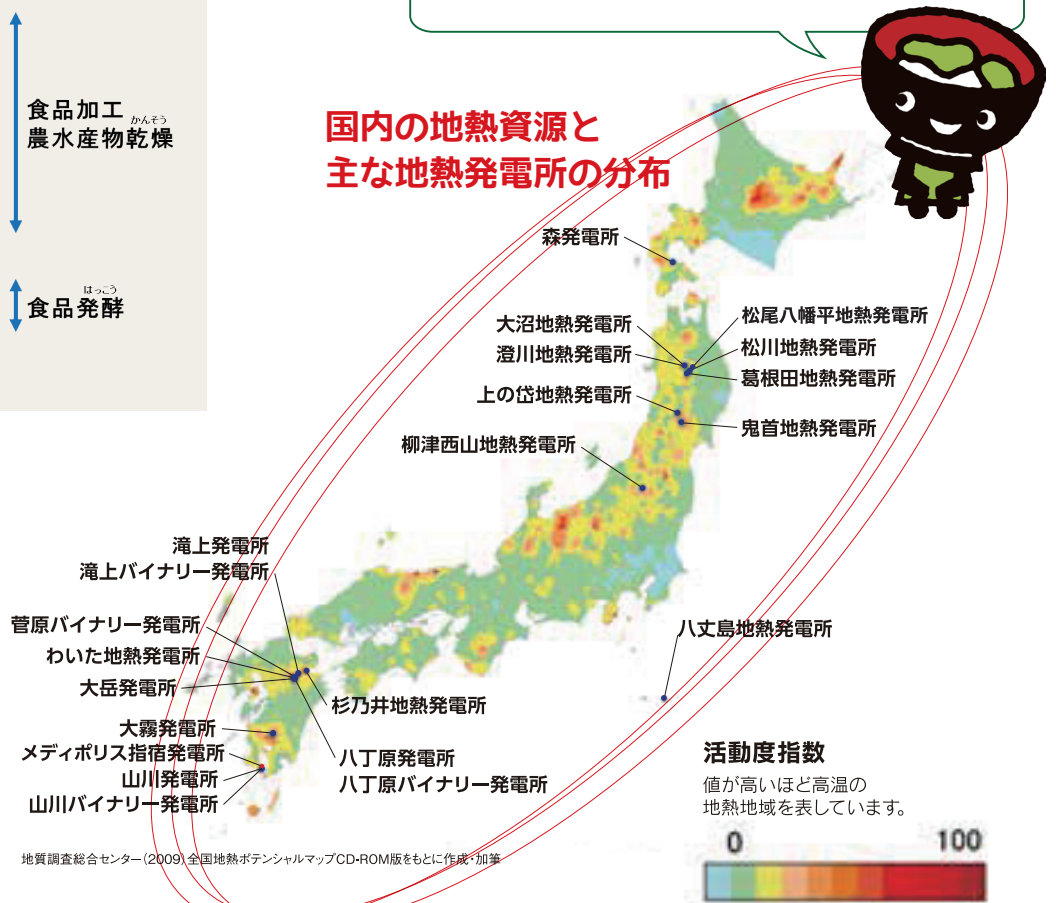
地熱って一言でいうけど、温度は10度くらいから200度以上まであって、それぞれの温度帯にあわせて利用方法がいろいろあるんだ。
 高い温度では発電に使われていて、低い温度でも融雪や農業に利用してたりするんだね。

温度帯ごとの利用



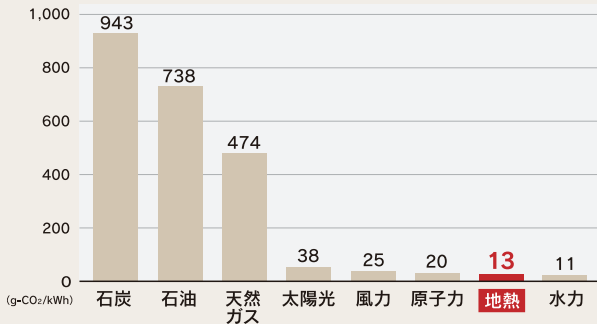
地熱資源の豊富な、東北地方と九州地方に地熱発電所が集中しているんだね。

国内の地熱資源と 主な地熱発電所の分布



電源別の二酸化炭素排出量

出典：今村栄一・長野浩司、電力中央研究所報告（2010年7月）

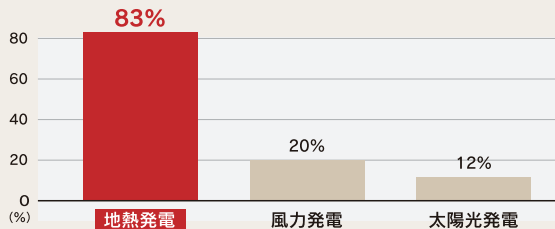


地熱発電は、二酸化炭素の排出量が少なく、効率も良いんだね。そのため、環境にやさしい純国産エネルギーとして期待されているんだ。



設備利用率の比較

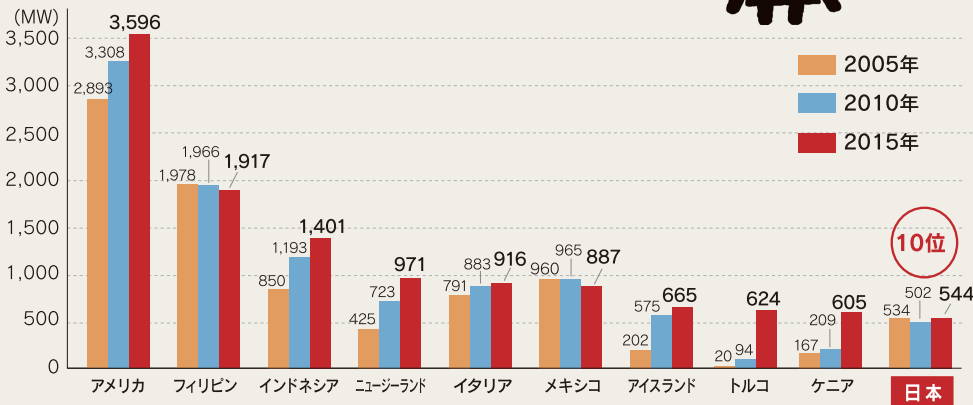
出典：資源エネルギー庁（長期エネルギー需要見通し関連資料 2015年7月）



国内の地熱発電設備容量は、世界で10番目。資源量は多くても、あまり使われていないんだね。この10年間に伸びている国も多いけど、日本はあまり変化していないみたいだ。



地熱発電設備容量の変化



出典：BP Statistical Review of World Energy, June 2016

日本で地熱開発が進まないのは、①国立公園の規制が厳しい ②初期費用が高い ③温泉に影響があるといけない、と考えられていることが主な理由とされているんだ。

でも、近年、国立公園の中でも区域によっては認められるようになってきたことや、開発に際していろいろな支援を国が用意することで、利用しやすくなってきているんだよ。

せっかく豊富なエネルギーがあるのだから、うまく利用していきたいね。



3 こんな利用がされている

地熱発電だけでなく、日本では昔から地熱資源をいろいろな形で利用してきているんだ。
ここでは、全国のいろいろな取り組みについて、紹介するね。

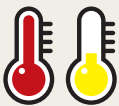


利用の種類	利用事例
温泉供給	牧の戸温泉（大分県九重町）、八幡平温泉郷（八幡平市）
農業	トマト（北海道森町）、ミツバ・トマト（秋田県湯沢市） パプリカ（大分県九重町）、メロン（静岡県南伊豆町）
水産業	エビ養殖（福島県福島市）、トラフグ養殖（雫石町、栃木県那賀川町）
林業	木材乾燥（熊本県小国町）
食品加工	乾燥野菜（秋田県湯沢市）、低温殺菌乳製品（秋田県湯沢市）
観光	地熱エネルギー体験ツアー（福島県福島市） 小国の森づくりエコツアー（熊本県小国町） 八丁原発電所展示館（大分県九重町）、松川地熱発電所 松川地熱館（八幡平市）
医療・福祉・健康	温泉プールにおける介護予防運動（新潟県阿賀町）、温泉利用のリハビリプール（盛岡市）
交通	道路融雪（花巻市）
文化	地熱染め（八幡平市）
料理	地獄蒸し工房（大分県別府市）、低温蒸し料理（大分県別府市）



バイナリー発電とキクラゲ栽培（大分県湯布院町）

温泉旅館が単独でバイナリー発電を導入し、売電。さらに熱水を利用してキクラゲ栽培のハウスを運営。



バイナリー発電とエビ養殖（福島県福島市）

土湯温泉観光協会が母体となり株式会社元気アップつちゆを設立し、バイナリー発電施設を導入。さらに熱水を利用してエビを養殖し温泉街の名物づくりに取り組む。

水源地
源泉井戸
139℃



冷却水
温泉水
21℃

温泉供給
65℃

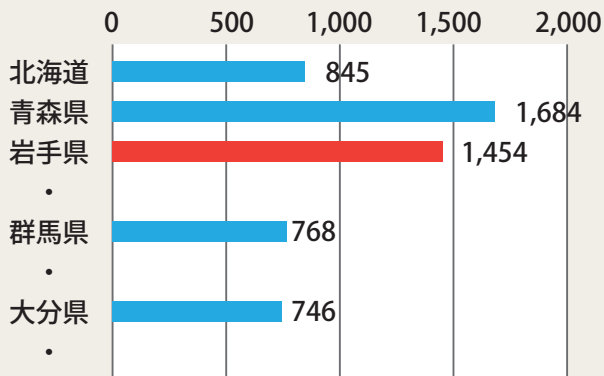


資料提供：株式会社 元気アップつちゆ



4 岩手県は地熱発電先駆けの地

地熱資源ポテンシャル量 (150°C以上) (千 kW)



岩手県は、地熱資源ポテンシャルで全国2位!?



環境省 再生可能エネルギー導入ポテンシャルマップ 基本となる導入ポテンシャルより作成

(<https://www.env.go.jp/earth/ondanka/rep/index10.html>)

原典：平成 25 年度 地熱発電に係る導入ポテンシャル精密調査・分析委託業務

※基本となる導入ポテンシャル量とは、エネルギーの採取・利用に関する様々な制約要因による設置の可否を考慮したエネルギー資源量をいう。

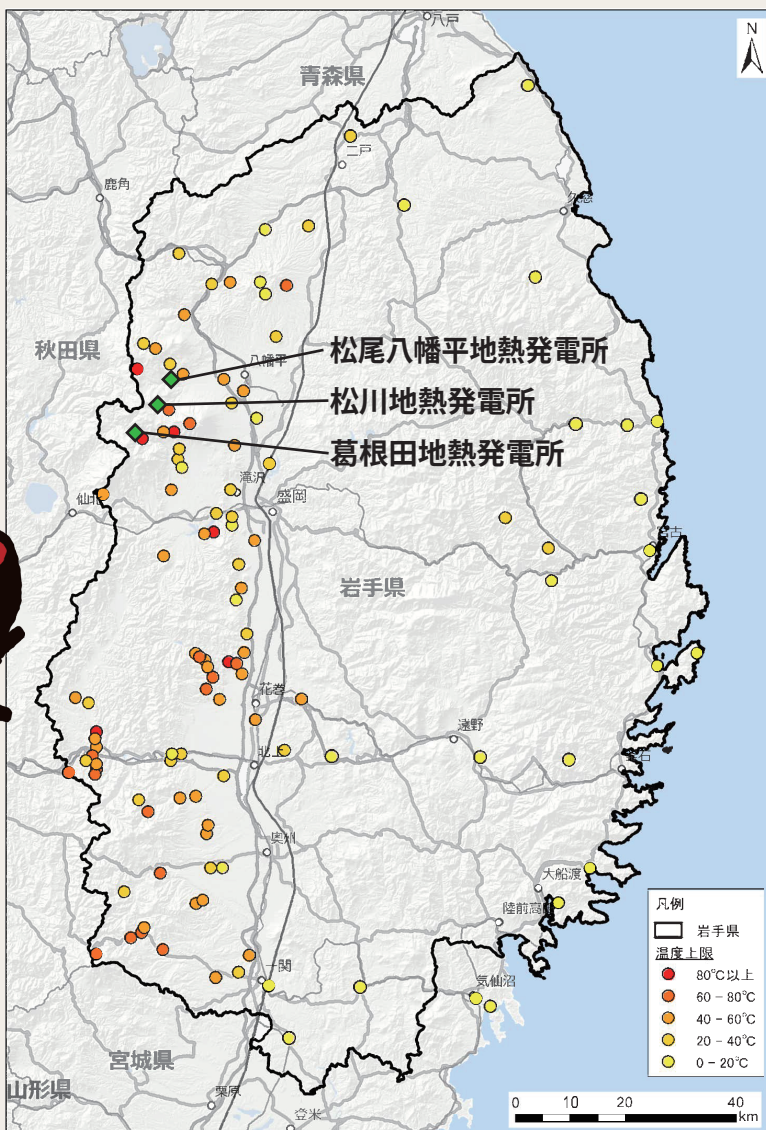
県内の源泉温度分布と発電所の位置図

地熱発電所は岩手山のまわりに限られているけど、利用可能な源泉が県内にはたくさんありそうだね。松川地熱発電所は、地熱発電としては、国内最初の商業運転を行った発電所で、運転を開始した 10 月 8 日が、地熱発電の日の記念日として認定されているんだ!



10月8日は「地熱発電の日」

1966 年 10 月 8 日は岩手県八幡平市の松川地熱発電所が営業運転を開始した日。2016 年で 50 年を迎えたことを記念し、10 月 8 日を「地熱発電の日」に制定しました。



出典：金原啓司・長谷川功 (2005) 数値地質図 GT-2「日本温泉・鉱泉分布図及び一覽 (第2版) CD-ROM 版」
https://www.gsj.jp/Map/JP/geothermal_resources.html より作成

●松尾八幡平地熱発電所

2019年1月29日 本格運転開始！

所在地：八幡平市
事業者：岩手地熱（株）
認可出力：7,499kW

出力 7,000 kW を超える発電所としては、国内で 22 年ぶりに新設された。発電した電力は、固定価格買取制度 (FIT) に基づき東北電力に売電し、アーバンエナジーが特定卸供給先になる。八幡平市ではアーバンエナジーをとおして市内施設で利用する電気として購入し、電力の地産地消を実現した。



●松川地熱発電所

1966年に商業運転を開始した国内最初の地熱発電所

所在地：八幡平市
事業者：東北自然エネルギー（株）
認可出力：23,500kW

50 年を経過した今でも大きな故障もなく発電し続けている。2016 年には日本機械遺産にも認定される。地熱蒸気を利用し、温泉水を造成。この温泉水は温泉、温水プール、暖房、温室栽培用ハウスなどに利用され、地域の発展にも貢献している。



●葛根田地熱発電所

国内第 2 位の出力を誇る葛根田地熱発電所

所在地：雫石町
事業者：東北電力（株）、東北自然エネルギー（株）
認可出力：1号 50,000kW
2号 30,000kW

1995 年、新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO) により当地域で掘削された深度 3,729m (国内では史上最も深い) の地熱井において、512 度の世界最高温度が記録され、葛根田地域の地下構造は世界から注目を集めている。日本で最初に高温熱水還元クローズドシステム (1979 年、日本産業技術大賞・内閣総理大臣賞受賞) を採用するなど、先進的な取り組みもされている。

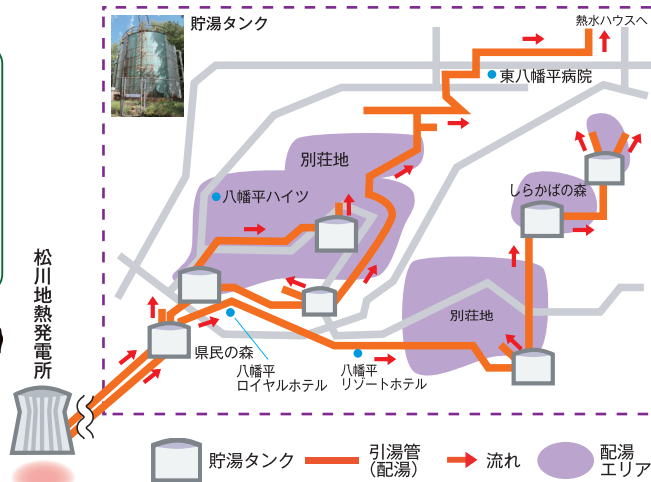


5 県内での地熱・温泉熱利用の事例



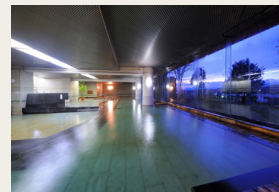
温泉利用（八幡平市 八幡平温泉郷）

松川地熱発電所の地熱蒸気を利用して温泉を造成、八幡平温泉郷のホテル、旅館、別荘などにパイプで給湯してるよ。



暖房・給湯（岩手県盛岡市 つなぎ温泉ホテル大観）

湯畑でお湯を冷ましてたけど、この熱を回収して給湯余熱に利用。
35~40℃の排湯の熱をヒートポンプで暖房や給湯回路に移動させているんだ。



①湯畑



②熱交換器（温泉熱利用）



③予備タンク（温泉熱利用）



④ヒートポンプ

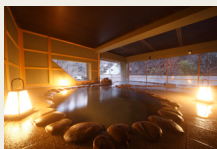
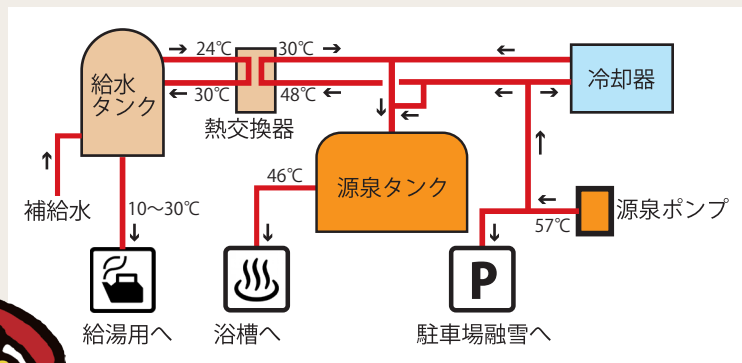


⑤熱交換器



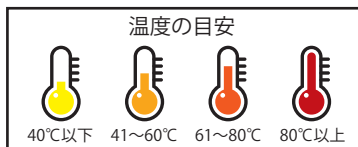
給湯 燃料代削減！（雫石町鶯宿（おうしゅく）温泉 長栄館）

雫石町鶯宿（おうしゅく）温泉にある長栄館では、源泉温泉水の熱交換で得られた温水を、館内の給湯に利用しているよ。また温泉水を正面入口や駐車場の融雪に用いているんだ。



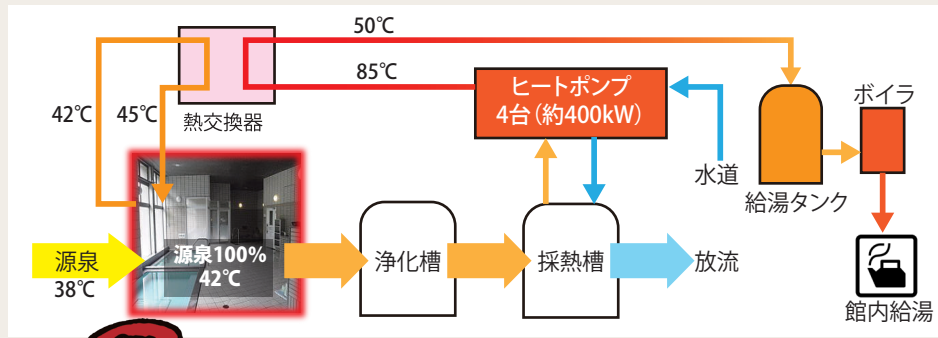
特徴

- ・年間の燃料代（重油代）削減に寄与
- ・ほぼメンテナンス不要（数年ごとに源泉ポンプ交換程度）



加温・給湯 燃料代削減！低炭素化推進！ (紫波町あすまね温泉 ラ・フランス温泉館)

紫波町あすまね温泉のラ・フランス温泉館では、オーバーフロー温泉水の浄化槽排熱をヒートポンプで回収し、源泉100%温泉水の循環加温に利用しているよ。さらに利用後に残る約50°Cの水道温水を場内給湯に利用しているんだ。



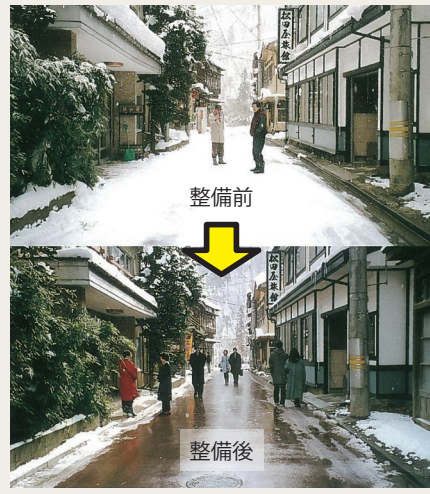
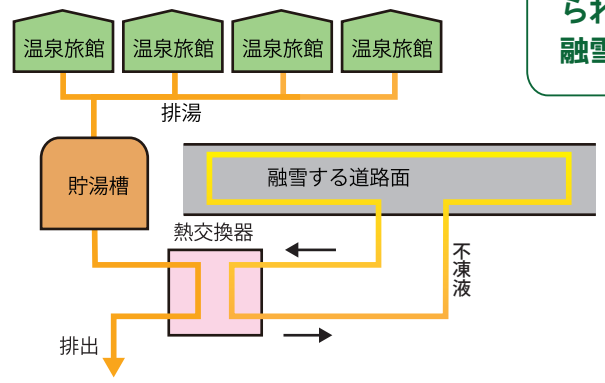
- 特徴
- ・湯温42°Cを維持するための燃料代削減
 - ・カーボンオフセットを活用するなど低炭素化に大きく貢献
 - ・ESCO事業を活用しトータルでコスト削減



融雪利用！除雪不要！（花巻市 台温泉）

- 特徴
- ・除雪作業不要
 - ・未利用エネルギーの有効活用

花巻市台温泉では、温泉排湯を熱交換して得られた温水を、道路の融雪に利用してるよ。

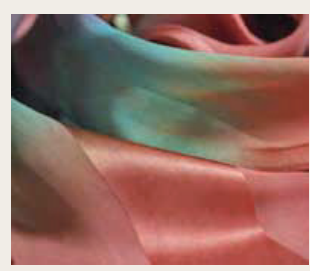


出典：花巻市資料(H12.温泉排出熱利用の融雪システムパンフレット)

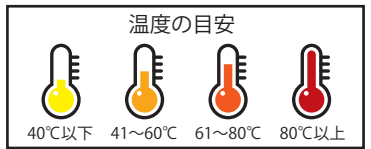


染色地熱染め（八幡平市 工房 夢蒸染）

地熱染めは、染料をつけた布を地熱の蒸気にあてて染めあげているんだ。
「工房 夢蒸染」が研究開発した独自の染色技法は、松川の地熱蒸気に含まれる微量な硫化水素の脱色作用を利用して、絶妙なグラデーションを生み出してるよ。



地熱染めファッションショー



農業 (八幡平市 + MOVIMAS)

2017年度から始まったスマートファームプロジェクト。耕作放棄されたハウスを再生し、IoT次世代栽培施設に転換。



農業 (八幡平市 ジオファーム八幡平)

引退した競走馬を放牧、地熱利用で馬ふん堆肥をつくってマッシュルームやオーガニックな野菜も育ててる。収穫を終えたマッシュルーム菌床も地熱で堆肥化し、牧草の肥料に。無駄のない循環型の農業になってるよ。



農業 (盛岡市 つなぎ温泉)

つなぎ温泉地域地熱利用施設は、再生可能エネルギーの利用促進や地域活性化を目的に整備された施設で、ひと休みでき、温泉卵の製造体験ができる「つなぎ源泉公園」、トマトの通年栽培が可能な「地熱活用ハウス」の2施設で構成されているよ。



6 スタディモデルの検討



温泉熱の利用は、温度や湯量の違いで変わってくるんだ。
どんな利用ができるのか、2つのスタディモデルからその内容を覗いてみよう。

一つ目のモデル、台温泉では、高い温泉熱といくつかの源泉を利用して、バイナリー発電の可能性を検討してみた。

岩手 花巻 いやし湯 台温泉
お問合せ・台温泉案内所 0198-27-2150

選べる宿 源泉 台温泉の歴史 観光案内 アクセス プラン一覧

Home > 選べる宿 台温泉の宿MAP

インフォメーション
ごあいさつ 2011年10月21日 インフォメーション

台温泉 ブログ
(99)フラワーロールちゃんの誕生日会 2019年2月18日 台温泉 ブログ
(98)温泉神社のライトアップ 2019年2月1日 台温泉 ブログ
(97)サヨナラ平成30年 2018年12月26日 台温泉 ブログ

選べる宿 台温泉の宿MAP

※お隣のマークをクリックして詳細をご覧ください。

http://www.daionsen-iwate.com/

スタディモデルの位置



二つ目のモデル、奥中山高原温泉では、温泉の排湯を利用して、ハウス栽培による農業活用を検討してみたよ。

奥中山高原
Hot Spring Stay Restaurant ジェラートハウス 電あかり Yukibari アクセス情報 リンク集

Winter Season ウィンターシーズン Green Season グリーンシーズン ライブカメラ English

奥中山高原温泉 Hot Spring

奥中山高原温泉
いろいろなお風呂がうれしい。奥中山高原で温泉めぐり。

奥中山高原温泉は「朝朱の湯」「燈星の湯」の2つの温泉を楽しむことができる温泉リゾートです。館内にはサウナや水風呂、露天風呂、電気風呂等とことん温泉を楽しみたい方に最適な施設が充実。ご家族づれや、団体様、気の合う仲間同士でご利用ください。

※お得な日帰り料理セットプランもございます(詳しくは、お問い合わせ下さい。)

泉質	ナトリウム-炭酸水素塩泉(低張性弱アルカリ性高温泉)
適応症	(浴用)切り傷、やけど、皮膚病、神経痛、筋肉痛 等 (飲用)慢性消化器病、糖尿病、痛風 等

奥中山高原温泉「朝朱の湯」

源泉かけ流しの幸せ。開放感が清々しい露天風呂も。

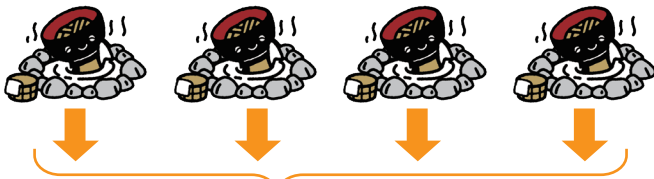
大浴場 露天風呂

お得情報
施設ご利用のお客様に奥中山高原温泉の入浴割引券をプレゼント!
日曜日のご利用に便利な「無料バス」運行中!

http://www.okunakayamakogen.jp/onsen/



6-1 源泉を利用したバイナリー発電



温度の高い源泉があるのだけど、湯量が少ないので発電はできないかなあ



集めると
温度は 83℃～87℃ 湯量は 297L/分に！

集めた温泉水でバイナリー発電ができる。
7～9kWの電力が得られるよ。
年間だと 61,000～78,000kWh で4人家族の家庭 11～14戸分に相当するんだ。

バイナリー発電の予想発電量

温泉水の流量 (L/分)	297
温泉水の入口温度 (℃)	83～87
温泉水の出口温度 (℃)	66～69
予想電力 (kW)	7～9
予想年間売電量 (kWh)	61,000～78,000



発電後の温泉水は 66～69℃で、まだまだ熱利用が可能だ。

発電後の温水の暖房利用

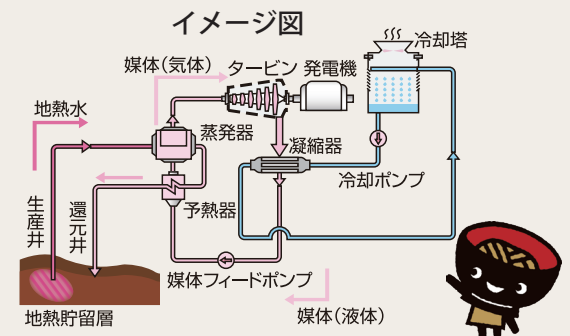
	発電後の温泉水	暖房用の温水
熱交換前 (℃)	66	15
熱交換後 (℃)	50	30～50
流量 (L/分)	297	316～136



暖房に熱利用した後、温泉に使える源泉の温泉水は 50℃で浴槽に戻ってくるよ。

バイナリー発電とは

源泉が高温の場合、そのままでは浴用に利用できないので、冷まして使う必要があります。しかし、バイナリー発電を用いれば、高温温泉 (70～120℃) の熱水で発電したうえで、さらに温度の低下した熱水を得ることが可能です。



電力利用や売電

発電電力



地域暖房

暖房用の温水

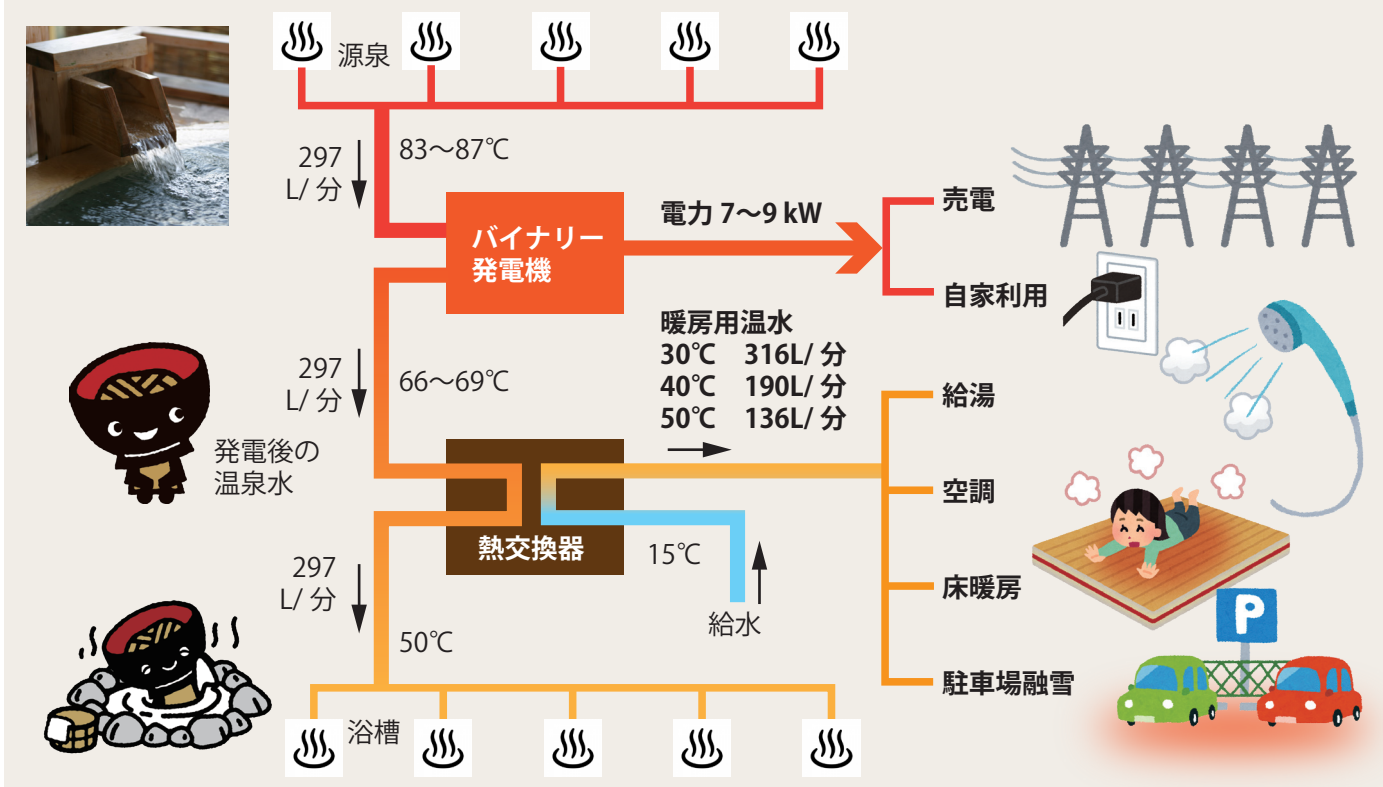


暖房利用効果と燃料削減効果

温泉水の熱量 (MJ/h)	1,192
暖房可能な面積 (m ²)	2,850
A 重油換算量 (L/年)	267,000

【スタディモデル 台温泉】

システムフロー



源泉の熱を集めて利用すれば、電気や暖房がまかなえ、補助金を使えば10年以内の投資回収も可能になるね。

さらに、バイナリー発電無しで、熱を暖房だけに利用した場合は、初期費用もかなり軽減されて、回収年数ももっと早まるよ。



収支概算				
収入	売電	9円/kWh	550~700	千円/年
	燃料削減費	A重油換算量	187,000	L/年
		A重油換単価	90	円/L
		削減費	16,800	千円/年
合計			17,400	千円/年
支出	初期費用	発電機	40,000	千円
		配管設備	57,000	千円
		暖房配管	50,000	千円
		諸経費	30,000	千円
	合計			177,000
メンテナンス費用			7,000	千円/年
投資回収年			17	年
投資回収年 (補助金 1/2 の場合)			8.5	年

※FIT事業での成立が困難であるため、補助金を活用し自家消費するモデルで検討した

6-2 排湯を利用したハウス栽培



温泉の排湯もまだ温かいので何かに利用できないかなあ

40℃の温泉を1分に80L排湯している奥中山高原温泉。利用できる熱量は？

利用できる排湯
温度：40℃
流量：80L/分

利用可能な熱量
28kW

利用可能な敷地の条件
面積：140m² (7m×20m)

この熱量では、アスパラガス栽培用のハウスだと長さ9m、いちご栽培用だと長さ14mのハウスの暖房ができるんだ。



検討対象の農業作物	アスパラガス ^{※1}	ピーマン ^{※2}	いちご ^{※3※4}	ミニトマト ^{※5}
栽培適温	20～28℃	25～30℃	18～23℃	20～25℃
夜間最低栽培温度	20℃	17.5℃	15℃	10℃
外気最低温度	-17℃ (B地域 2016～2018年2月の平均)			
温度差	37℃	34.5℃	32℃	27℃
単収	2 kg/m ²	15 kg/m ²	10 kg/m ²	18 kg/m ²
販売単価	約 800 円 /kg	約 400 円 /kg	約 1000 円 /kg	約 600 円 /kg
ハウスの大きさ ^{※6}	63m² 7m×9m	70m² 7m×10m	77m² 7m×11m	98m² 7m×14m

※1：アスパラガス栽培マニュアル郡山版 郡山市農林部農業センター

※2：ピーマン栽培と販売 八幡平地域農家からの聴き取り (当社調査)

※3：夏秋どりイチゴ栽培マニュアル (改訂版) 東北農業研究センター 2008年5月1日

※4：四季成り性いちご品種「なつおとめ」の夏秋どり栽培技術 栃木県農業試験場 2015年3月

※5：平成29年度 岩手県農業研究センター試験研究成果書 ハウスミニトマト栽培における多収化モデル技術の導入効果

※6：ハウスの大きさ (利用可能な熱量 29kW に基づき、ハウス内の熱量損失を含めて算定した)

【スタディモデル 奥中山高原温泉】



所得は多くはないけれど、
一番早いピーマンでは 1.6 年で投資回収できる。

収支概算	アスパラガス	ピーマン	いちご	ミニトマト
収量 (年間)	126kg	1050kg	770kg	1764kg
販売額	10 万円 / 年	42 万円 / 年	77 万円 / 年	105 万円 / 年
栽培費用※ ¹	5 万円 / 年	5 万円 / 年	46 万円 / 年	70 万円 / 年
所得	5 万円 / 年	37 万円 / 年	31 万円 / 年	35 万円 / 年
ハウス建設費※ ²	32 万円	35 万円	39 万円	49 万円
設備費用※ ³	25 万円	25 万円	25 万円	30 万円
初期費用	57 万円	60 万円	64 万円	79 万円
初期費用 ÷ 所得	11.4 年	1.6 年	2.1 年	2.3 年

観光農園にすることで、温泉客も取り込んだ観光の収益性を上げる事業に！



いちご狩り

～2000 円 / 人 (30 分食べ放題)

1 人 0.5～1 kg 摘み取るとして年間最大 600 人相当 (770kg / 年 × 80%) 1,000 円 / 人で最大 120 万円



※1：栽培費は農薬、肥料、資材、種苗等の費用で人件費は含まない

※2：ハウス建設費は 5,000 円 / m² で算定 (参考資料：一般的なハウス=4728 円 / m²：施設園芸をめぐる情勢 平成 28 年 6 月 農林水産省)

※3：設備費用は排湯の配管と給水の配管費用