

特集

再生可能エネルギー×地域産業

「小浜温泉バイナリー発電所 施設の概要と現状」

小林 正輝 (シン・エナジー株式会社 水力地熱環境部 地熱担当部長)

講演日：2020年9月29日

それでは、「小浜温泉バイナリー発電所施設の概要と現状」について、ご説明させていただきます。まず、発電所の位置と設置経緯について、簡単に申し上げます。

(PPT：P.1)

小浜温泉バイナリー発電所は、九州長崎県の島原半島にあります。右の図に島原半島を拡大してあります。半島の西側半分が雲仙市になります。そこに小さな四角が描いてありますが、その部分に小浜温泉バイナリー発電所があります。ここは小浜マーリーナといって、以前埋め立てした場所になります。用地は雲仙市の所有になっています。

(PPT：P.2)

次に、設置経緯ですが、資料に書いてありますように、平成23～26年は、地元で起こされました団体の方々によってバイナリー発電をしようというような話が進みました。平成23年には、「チャレンジ25地域づくり事業」に選定されて、温泉を使ったバイナリー発電の実証的な実験と、事業性確認を目的に、発電所の建設を開始しています。

平成25年3月に小浜温泉バイナリー発電所が完成しています。このときの設備は、神戸製鋼製のKOBELCO MB70Hという発電装置を3台。発電出力は180kWを予定していました。

源泉には、足湯、オレンジベイ、マーリーナ1号井という3源泉を使用して発電し、冷却にはクーリングタワーを使用する方式を採っていました。

その年の4月から翌年3月まで、1年をかけてその実証実験を行っています。そのレポートを見ますと、熱水量不足による設備利用率が低く、事業性が認められなかったという結論になっています。

これを受けて、雲仙市から事業継承の公募がありました。当社が平成26年6月に、この小浜温泉バイナリー発電所を事業継承しました。このときは事業性が低いということで、様々な検討を行い、熱源はマーリーナ1号井のみを使用し、熱源近くで温泉循環水を加熱し、冷却をクーリングタワーから熱交換器に替えています。冷却には海水を使っています。

このような形でKOBELCO×3機による運転を続けましたが、その後いろいろ問題が生じ、平成26年11月にアクセス・エナジー社の発電装置ThermaPower125XLT×1機に変更しております。そして翌年の平成27年6月から九州電力への売電を開始しました。

なお、当社では、令和元年3月から水力地熱環境部でその管理を行っています。

(PPT：P.3～4)

先ほどの、三つの源泉について補足します。

足湯とオレンジベイ、マリーナ1号井の3源泉を当初計画では使うことになっており、この源泉をそれぞれ配管で小浜温泉バイナリー発電所のところまで持ってきておりました。

この延長距離は600mほどあります。温泉を輸送する間に温泉の中に含まれる炭酸カルシウム等が析出し、配管が詰まってしまうことが事業性をなくした原因です。

(PPT：P.5)

次に、主な設備の外観を説明させていただきます。まず一つは、図の中に「①マリーナ1号井」とありますが、ここがこの発電所の熱源として使っている源泉になります。その隣に「②温水熱交換器」があります。ここで源泉の熱を利用して熱水をつくり、発電所建屋内にある蒸発器で媒体を蒸発させるのに使用しています。

図の上方の左側に、「③海水汲上ピット」とあります。ここで前面の橋湾から海水を汲み上げ、「④冷却水熱交換器」で冷却水循環水を冷却し、発電所建屋内にある凝縮器で冷媒の凝縮に使っています。

発電所のそばに雲仙塩エコロという製塩所があります。同じようにマリーナ源泉を使って天然の塩を製造しています。小浜温泉バイナリー発電所の現状はこのような状況になっています。

(PPT：P.6)

先ほどの図面で分かりにくいので模式図にしました。一番右側が、マリーナ源泉が還流しているラインになります。これは二相流状態－蒸気と熱水が混在する状態－の温泉水を熱交換器に取り込み、熱交換器を経た後、前面の海域に海水と合わせて温度を下げて放流しているという状況になります。

右から2番目のピンク色のラインには水道水に腐食防止剤を入れたものを循環させています。このラインは、隣のラインの発電装置の蒸発器で媒体を蒸発させる役割を果たしています。この水は常に循環しているということになります。

図の一番左の設備が海水ピットです。2系統で海水を汲みみ上げています。海水をそのまま汲み上げ、熱交換器3台で、隣の冷却水を冷やす循環系統の、これも水道水に防錆剤が入れた循環水を冷却し、その冷却水で発電装置の媒体を冷却しています。

中央の装置は発電装置です。熱水側と冷却水側で作動媒体の蒸発と凝縮を繰り返し、その圧力差で発電をしています。

ループでいえば、源泉のループがあり、隣に循環水のループがあります。その隣に冷媒のループがあります。通常バイナリーというときは、水の循環系統がないものを言いますが、温泉にはいろいろ成分が含まれておりますので、循環水を回しています。この方式をトリナリーと呼ぶ方もおられます。

(PPT：P.7)

次に、個々の状況をご説明します。まずマリーナ1号井です。これは熱源に使っているものです。井戸の深さは約200mあり、自噴井です。温度は105℃程度あります。深度95mから150mに破線を書いています。そこにスリット管があり、そこから温泉が配管内に流れ込んでいます。

温泉が湧出している深度は、資料によりますと約110mの所です。下の写真は、雲仙市のマリーナ1号井の揚湯設備です。

(PPT：P.8)

次に、海水ピットをご説明します。地表面

には左の写真のようにコンクリートの蓋があります。海水ピットの中にはこの蓋を開けて入ることになります。

構造は、その下図にありますように、護岸構造物の中に直径1mのケーシングを二つ入れてあります。そのケーシングにそれぞれに200mmの配管を入れてポンプで汲み上げています。

ポンプで汲み上げている設備は右の写真の上です。ケーシングと取水管があります。海水にはいろいろなものが含まれていますので、Y型ストレーナを取付けています。この部屋を取水室といっています。この取水室の隣がポンプ室になっています。2系統にそれぞれ渦巻きポンプを設置し、このポンプで海水を汲み上げています。

それからもう一つ、ポンプ室には、自吸式ポンプというのを設置しています。汲上の設備を交換するとき、配管の中にエアが入り込んでしまいます。エアをかむと渦巻きポンプでは汲み上げられないので、この自吸式ポンプを使って、当初エアが含まれる海水を汲み上げるときに使っています。このような設備も海水ピットに準備しています。

(PPT:P.9)

次に熱交換器です。熱交換器は源泉側と冷却側にあります。源泉側の方は、105℃程度で源泉を熱交換器に還流させ、温水循環水を伝熱プレートで熱交換させ、概ね95℃の循環水温度に上げている装置になります。

冷却側の熱交換器では海水を冷却に使っています。橘湾の海水温度は15～28℃ぐらいです。周年変化はありますが、それぞれの温度に対して約7～8℃ぐらい冷却水を冷却する能力を持っています。

熱交換器は日阪製作所のものを使用しています。右下の図に示したように電熱プレートが入ってしまっていて、熱水と循環水が交互に通る形になっています。

(PPT:P.10)

こちらが発電所建屋内の設備です。アクセス・エナジー社の操作パネルで、発電装置の状況を見ることができます。

下の写真がタービンと蒸発器などです。中央上の写真は見にくいですが、ここに凝縮器と、その奥に蒸発器があります。ここが熱の交換の重要な場所になります。その下の写真は、循環水を回すための配管とポンプ類があります。

一番右の上の写真が受送電設備です。外部からの電気の受電、電気を送る装置になります。その下は、いろいろなトラブルがあったとき、あるいは点検などのときに、操作する発電設備側の制御盤になります。

(PPT:P.11)

これが薬剤注入設備です。このマリーナ1号井は炭酸カルシウムが非常に多く含まれ、すぐに配管に炭酸カルシウムが析出してしまいます。このために、源泉には炭酸カルシウムを抑制するアクアスキレートという薬剤を混入させ、配管内に析出しないようにしています。

もう一つは、温水循環水と冷却水循環水です。様々な点検のときに若干その循環水が流れ出ることがあります。補充は自動的に行われます。循環水が流れ出すと、また新たな水道水、塩素等を含む水道水が入りますので、これについても防食のためにアクアスキレートという薬剤を入れて防食を行っています。常にこういうことをしないと、設備の傷みが

早くなることとなります。

(PPT : P.12)

次に計測器の配置と表示をご説明します。

これは、小浜温泉バイナリー発電所に設置している計測器の概略的な位置を示したものです。菱形で赤く付けているマークの付近に、圧力計、温度計、流量計などを設置しています。これらのデータを自動集信して監視しています。当社のホームページで無人化としていているのは、それら計測値を自動送信し、パソコン側で見て、今どうなっているかを判断できるようにしているためです。計測器の位置は概ね熱源等の出入口になります。

(PPT : P.13)

これが実際に付いている計測器の状況です。源泉側の熱交換器には入口に温度計と圧力計を付けています。上下の写真がそれです。中央の写真は、海水を送水している配管に付けている流量計です。

下の写真は、海水側の熱交換器です。ここには温度計を付けています。右上の写真は、海水汲上げの途中の温度計です。右下の写真は発電所内にある循環水の流量計器で、それぞれの系統ごとに付けています。

(PPT : P.14)

これは源泉側の熱交換器です。赤い線が源泉です。下は源泉を熱交換器に入れる方で、入口で圧力と温度を測っています。上は源泉が出てくる方です。これについても出口で温度と圧力を測っています。

ピンク色は、発電装置の冷媒を蒸発させる温水循環です。これについても入口と出口の圧力と温度を測っています。これらを測ることによって、熱交換器の日詰まり、トラブルを見つける目安としています。

(PPT : P.15)

発電装置のパネルをタッチしますと、発電装置に付いているセンサー、あるいはコントロールの状況を見ることができます。例えば、熱水が98℃で入ってきています。それが蒸発器のところを通ったときに媒体が74.9℃を示しています。正常に動いているか、あるいはどこかに異常値が出ていないか、そういうところのチェックに使用します。

トラブルがあったときには、アラームの履歴が残るようになっていきます。この記録は1秒ごとに記録されています。トラブルがあったときは、記録されているUSBを取り出して、データからその状況を見ます。

(PPT : P.16)

これは、発電装置以外の設備の状況がどのようになっているかを、一元的に見られるようにしているものです。発電所建屋の入口付近に置いてあり、熱交換器の出入口の温度とか、流量や圧力、あるいは発電所の出力などを見ることができます。例えば、海水の汲上げ量が適正であるかどうかというのも、このパネルで分かります。異常があれば当然それに関連する設備を点検することになります。

(PPT : P.17)

今までご説明したデータはパソコンで見ることができます。パソコンを開くと小浜というタブがあり、ここで見たい温度、圧力、電力を選択することができます。1日で見たいのか、1週間単位で見たいのか、月か年かを選択します。

見たい項目と期間を設定すれば、データ表示をクリックすることによって、それぞれの要素の1週間であれば、1週間の変化がパソコンに表示されます。このため、東京で発電

所を管理することができるようになってい
ます。

(PPT:P.18)

トラブル事例とメンテナンスについてご説
明します。図に「×」と書いてあるところが
あります。ここに多くの場合トラブルが生じ
ています。

一番右のマリーナ1号井では、井戸の揚湯
管に炭酸カルシウムが少しずつ付着し、湧出
量が少なくなります。熱交換器の「×」のと
ころは、炭酸カルシウム以外のスケールも若
干ありますので、そういうものが徐々に付着
し、熱交換の機能が低下させてしまうことが
多く発生します。

海水ピットは、先ほど触れました海水に含
まれる砂や生物を除去するためのスクリーン
を付けています。そこに砂などが入ると汲上
量が減ります。海水ピットではここにトラブ
ルが多く発生します。これまでの状況では、
台風や豪雨などの気象の影響で発生する場合
が多いように思います。

冷却水の熱交換器には、主に海水に含ま
れる細泥が伝熱プレートに付きます。このため
定期的に洗浄を行っています。

(PPT:P.19)

これが実際の事例です。上の写真2枚が、
源泉の揚湯管や給湯管に付いたスケールの状
態です。こういうものは剥がし落とさないと
とれません。このため定期的に浚渫をしてス
ケールを落としています。その下の写真は源
泉側熱交換器です。ここは先ほど説明した炭
酸カルシウムではなく、それ以外の黒いスケ
ール—専門家によればケイ酸マグネシウムの
模様ですが—が付着します。このようなスケ
ールが付き、熱水が通過し難くなり、徐々に

熱交換率を悪くすることになります。これも
定期的に清掃を行っています。

右手の写真は海水側熱交換器です。ここ
には海水に含まれる細泥が伝熱プレート表面
に付きます。水で洗い流すと簡単に落ちます
ので、いまは高圧洗浄機で流し落としています。

一番右の写真はコンプレッサーです。この
マリーナ1号井は井戸圧が弱く、一旦自噴が
停止するとなかなか自噴してきません。この
ためコンプレッサーでエアを送り込み—エア
リフトといいます—自噴させています。海に
近いので、コンプレッサーのVベルトが意
外に早く切れてしまいます。

その他の事例では、溶接部分から熱水が噴
き出すこともあります。

(PPT:P.20)

次の事例です。これは海水ピットの中で起
こった事例です。ここには、先ほど説明しま
したスクリーンを清掃するためのバタフライ
バルブがあります。これも長い年月には腐食
しますので交換することがあります。

自吸式ポンプも、海に近いので壊れやすく、
既に一度交換しています。一番右の写真は非
常に面白い例でして、バタフライバルブを構
成している素材が、海水が要因なのか溶け出
してしまったという事例です

下の事例は、海水の汲み上げがトラブルに
なった事例です。多いのは砂です。そのほか
にこれまででは魚、タコ、カニが入った事例
があります。これらが捕集されると、一気に
取水量が落ちトラブルになります。

(PPT:P.21)

意外に大きいのは停電のトラブルです。停
電が起こりますと、海水の汲み上げポンプ、
発電機も停止します。そして熱交換器のとこ

ろにある電動弁が源泉を海域に流さないように弁が閉じます。停電が起こったときの一番の問題は、源泉の湧出も止まってしまうことです。

源泉が止まると、徐々に井戸が冷えます。井戸が冷えると、付着していたものが縮まり、割れて、それが配管の中とか井戸の中に落ちます。この状態で発電を再稼働させると、熱交換器に剥がれ落ちたものが送られ、熱水の通過を阻害してしまいます。

このため、左の写真に示しましたが、井戸を自噴させた後に、Yストレーナを全開にして温泉をかなり捨てます。剥離などしたスケール片などを全部出さないと、すぐに発電出力に影響するトラブルになることが多く起こっています。停電するとこのような作業が生じますので、停電は管理上厄介なトラブルです。

(PPT : P.22)

発電設備の定期メンテナンスでは、源泉の浸深があります。揚湯管に付着したスケール等をボーリング・マシンで削ります。この作業は年2回、4月と10月頃に行っています。

温水側の熱交換器は、概ね年6回、2か月に1回程度、清掃・交換を行っています。冷却水側の熱交換器は、年2回ほど伝熱プレートを洗浄しています。

不定期的なものは、多くの場合は、先ほど紹介した海水ピットのスクリーンの中に生物が入り、発電出力が低下したとき、それから停電です。

その他には、設備の損耗、溶接口の熱水などの漏れなども不定期的に発生しますので、その都度対応しているという状況です。

(PPT : P.23)

ここからは、今当社が再生可能エネルギーに取り組んでいる状況について、簡単にご紹介させて頂きたいと思います。当社が取り組んでいる電源は、太陽光、バイオマス、地熱、水力です。

(PPT : P.24)

小浜温泉バイナリー発電所は、雲仙市の源泉を使って発電していますが、その後は海域に放流しています。最近、敷地の隣に小浜の病院が建設されましたので、放流する温泉の一部は病院に供給されています。

今当社として進めているバイナリー発電は、実際に現地で給湯している源泉を使用して行う方法です。理由は、新たに源泉を掘ることはその地域の温泉の枯渇とか、あるいは不安を想起させることとなります。このため、当社としては自噴井の源泉を使って発電することは、地域にとっても望ましいと思っています。

給湯の源泉を使いますので、給湯温度を下げない、最小限度にするという方向で発電を進めています。そして給湯源泉を使用しますので、発電優先ではなく給湯優先にした運用としています。源泉をお借りするような形になりますので、収益の一部は還元する方針で進めています。

小浜温泉バイナリー発電所の位置はご説明しました。今、奥飛騨では奥飛騨第1バイナリー発電所が稼働中です。奥飛騨第2バイナリー発電所は、数日後に竣工を迎える発電所です。これら3箇所の発電出力は425kWとなります。

(PPT : P.25)

先ほど少し説明しました奥飛騨第1バイナリー発電所です。この発電所は給湯源泉を使

用しています。この源泉は奥飛騨宝温泉協同組合3号泉という井戸です。その高温部を利用して発電をしています。発電装置はKOBELCO MB70H。この発電装置は小浜温泉バイナリー発電所にありました3台のうちの1台を使っています。

KOBELCO MB70Hの定格出力は72kWぐらいですが、ここでは低圧で連系しているので50kW未満で、最大で49.9kWの運転が可能です。

この発電所は非常にトラブルが少なく、平均的には40kW前後でほぼ毎日、一定で行っています。これまでの実績で、時間的な稼働率では98%です。2%はほぼ停電によるものです。この発電所はトラブルがなくすばらしい発電所になっています。

(PPT:P.26)

これは、今進めている奥飛騨第2バイナリー発電所で、発電出力250kWで計画しています。アクセス・エナジー社のTherma Power 125MTを2台設置します。6月から建設を始めていまして、竣工は9月末を予定しています。売電開始は10月半ばになる模様です。

(PPT:P.27)

ここからは地熱資源の魅力を、皆さんに学んでいただけたらと思います。それは、「多段階利用」。カスケード利用と言われているものです。

温泉は高温から低温までいろいろ使えます。あるバンドの温度を使ったとしても、それ以外のバンドでさまざまな利用ができるということになります。温泉資源がありますと、高温域を発電に使っても、給湯はまだ加水しなければならぬほどの温度です。

さらに余剰があれば、その地域の特産品の生産やさまざまなもの利用ができます。暖房以外にも農林水産業にも利用できるということになります。地熱発電の場合は、地熱資源を多様に使うということを含めて考えていった方がおもしろいと考えています。

(PPT:P.28)

バイナリー発電でも余剰熱も出ます。それを利用して、新たな地域の産業の創出を支援できればと思います。これは実際に奥飛騨で行っていることです。写真の一番左は、2018年に試験的にニシキゴイを飼育したものです。ニシキゴイの試験飼育でもいろいろのことがありましたが、概ね飼育できそうだという感触を得ました。

右側上の写真ですが、大きな池を二つ用意しまして、そこに去年は約3000匹のニシキゴイを放流しました。今年はそのニシキゴイを実際に出荷しています。1000万円程度の売り上げになっています。

地熱の魅力は、その活用によって地域に新たな産業を創出し、働く場をつくれることです。この養鯉事業は高齢者でも可能です。餌は自動給餌器で配りますし、水温管理もセンサーで温度管理できますので、温泉を多角的に利用するというのは、おもしろい試みではないかなと思います。

(講演終了)

○乾社長 小林さん、ありがとうございます。また質問コーナー等を後で設けております。早速、井手さんが現場の源泉などを案内いただけたと思いますが、引き続きしますのでよろしくをお願いします。

(ライブ中継)

○乾社長 井手さん、ありがとうございます。走りながらカメラ持って、こけないかなと思ってこわごわ見ていましたけど。

われわれもライブ中継を初めて見ましたが、なかなか井手さん、おもしろかったです。本当はもう少しゆっくり聞けたらなと思っていましたけど、ありがとうございます。

○井手 ありがとうございます。

○乾社長 では私の方から5分程度、締めのお言葉を含めてお話しさせていただきたいと思います。

実は井手は小浜出身のメンバーでして、当時、一般社団法人小浜温泉エネルギーというところに所属されていました。小浜発電所は実はコンベだったんですけど、当社ともう1社、2社の中で拮抗して、相当悩まれたらしいんです。

当初対応していた九州電力のグループで、西日本技術開発という地熱開発で非常に有名な会社があるんですけども、その会社の方が絡んでいたチームに任すのか、それとも未経験な、再エネ新参者のシン・エナジー（当時、洗陽電機）に任すのかという二択だったんですが、プレゼンがございまして、その後審議されてシン・エナジーに任せようと決断されました。

受けるときは、先ほどの配管を見ていただいたように、ほぼ動いていないんですよ。年間稼働に値しない状況だったんですが、われわれはそのスケールの対策を二、三考えてお

りましたし、そのための技術ノウハウ、アイデアというのを社内で検討していましたので、請け負いました。

しかし当初は相当苦労しまして、それでも安定稼働に至るまで半年ぐらいだったと思います。ほぼスケールがない状態までにすることができました。その当時はまだKOBELCOの70kWの3台連結。これを動かしていたんですが、ただやっぱり先ほど説明にあったようにトラブルがどんどん発生してきて、現地の方の技術のメンテ会社とかと頻繁にやらないといけなかったもので、そういったデータを分析するのも数年時間を要して、今のような稼働率にやっとなったというのが現状です。

その途中に70kWのKOBELCOの発電機では採算が取れないということもあって、125kWのアクセス・エナジー社に替えることに至るわけですが、替えてからもまだトラブルがありました。今3台あるうちの1台は奥飛騨で有効利用してしまっていて、あと2台の嫁ぎ先も作りたいなと思っているんですが、当社は地熱は3カ所。もう1カ所、エンジニアリングを兵庫県の温泉町というところでIHIの機械でやりました。

ですからバイナリーの機械はKOBELCO、IHI、アクセス・エナジーという三つの機械をエンジニアリングしてきた経験を持つ、結構稀有な体制を整えて、結果、やりきったというのが今の状況です。10月8日には奥飛騨250kW、第2バイナリー発電所の竣工式も控えておりまして、われわれとしてもいったん地熱バイナリー発電の最終段階と考えています。

一方で、われわれは最初からバイナリーだ

けをやるつもりではなくて、フラッシュ発電、いわゆる1000kW、2000kW、5000kWという発電所をつくりたくて、2009年、2010年ごろに、熊本県の小国町というところに入り込みまして、何年もかけて小国でのプロジェクトを進めていたんですが、結果、撤退および断念の経験を持ちます。その間に小浜と知り合いました、小浜の入札に至るわけですね。

当社は1994年創業で、1996年に有限会社洗陽電機として設立しています。その翌年に京都議定書があって、当初は電気工事だったんですけれども、京都議定書を見て経営理念を「未来の子どもたちからのありがとう」に変えることによって、さまざまな再エネとか、省エネとかに集中していったという、この25年間だったと思っています。

2012年に再エネ法案がつくられまして、いよいよ当社として地熱発電をやっていると思っていましたけれども、そのフラッシュ発電は国立公園の問題であるとか、温泉事業者との問題であるとか、技術的な問題であるとか、井戸のメンテナンスの問題であるとか、

か、そういったことでわれわれがやるには少しまだ早いし、地熱発電だけが日本の再エネを救う、またはエネルギーを救うという概念には至らないということで、幅広く再エネ関係および、その電気を届ける新電力の役割はどこにあるのかということを考えながら、人材育成とプロジェクト推進というのを、全社一丸となって営んでいるというのが、シン・エネルギーの現時点の状況であります。

これから地域分散型、または地産地消、地方創生、そういったキーワードを達成していくために足りない要素は、一つはエンジニアリング、一つは経営サポート、もう一つはファイナンスアレンジメントだと思っています。そういったものをしっかりとやれるチーム、人材をつくりあげる必要があるということで、会社運営に鋭意取り組んでいるというのが、まさしく現状でございます。

私どもの方からのプレゼンテーションは、いったん以上をもちまして終了させていただきたいと思います。事務局の方に渡したいと思います。よろしくお願いします。

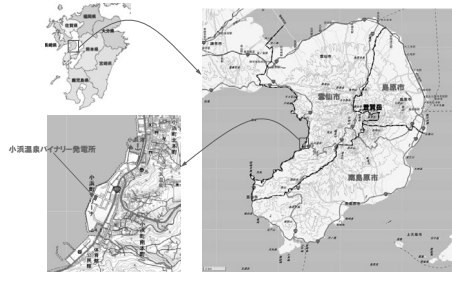
小浜温泉バイナリー発電所 施設の概要と現状

令和2年9月

水力地熱環境部

発電所の位置と設置経緯

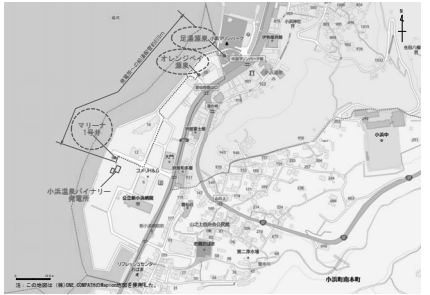
1. 小浜温泉バイナリー発電所の位置



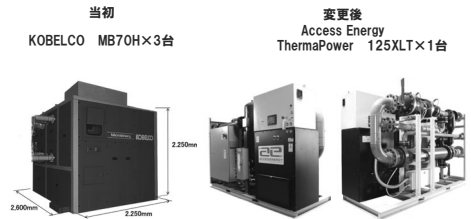
2. 小浜温泉バイナリー(発)設置の経緯

- H23～26年 (2011～2014)**
- ①小浜温泉エネルギー活用推進協議会を設立(地元主体)
 - ②「一般社団法人小浜温泉エネルギー」を設立(実行組織)
 - ③「平成23年度地域主導型再生可能エネルギー事業化検討業務」に採択される。
 - ④「平成23年度チャレンジ25地域づくり事業」の選定事業に採択される。
※バイナリー発電システムの事業性等を検証するための事業で発電所を建設
 - ⑤H25年5月に小浜温泉バイナリー発電所完成
発電機: KOBELCO MB70H×3機(総出力: 約180kW)
熱源: 足湯、ポンジベイ、マリーナ1号井の3源泉(2ページ参照)
等 貯・クーリングタワーを備
 - ⑥H25年4月～H26年3月まで実証実験を実施
※熱水量不足により設備利用率低く、事業性の認められない結果となった。
- H26～R2年 (2014～2020)**
- ①H26年6月(株) 沃龍電機(当社)が事業継承
熱源: 足湯・マリーナ1号井の2源泉に限定、熱源で温湯循環水を加熱(熱交換器使用)
冷源: 貯・クーリングタワーを熱交換器部に変更、温湯で冷卻水循環水も冷卻(熱交換器使用)
 - ②H26年11月 課題解消の措対策を実施(発電所の再稼働)
発電機: KOBELCO MB70H×3機からAccess Energy ThermoPower125XLTX1機に変更
 - ③H27年6月九州電力への売電開始
小浜出張所(非等)が発電所のメンテナンスを実施
 - ④R1年3月 水力地熱環境部が管轄

【補足: 小浜温泉バイナリー(発)への源泉輸送ライン】

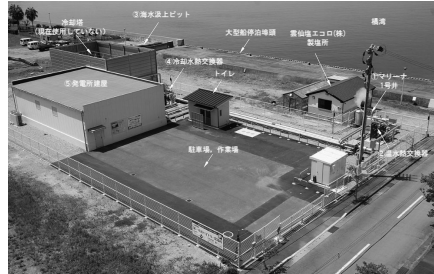


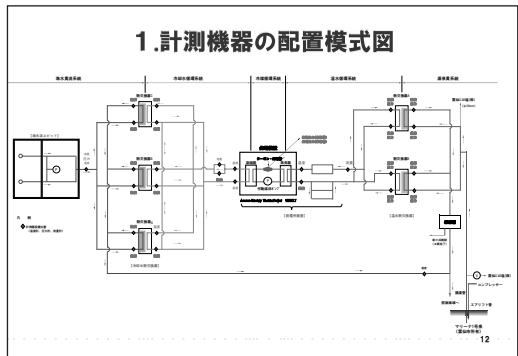
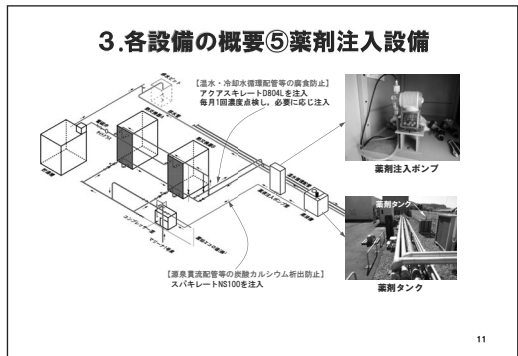
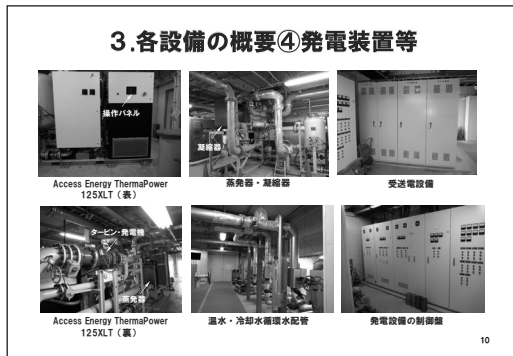
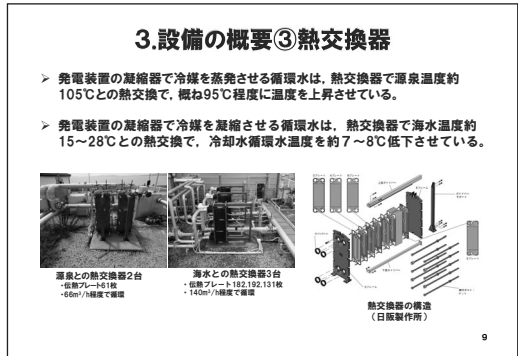
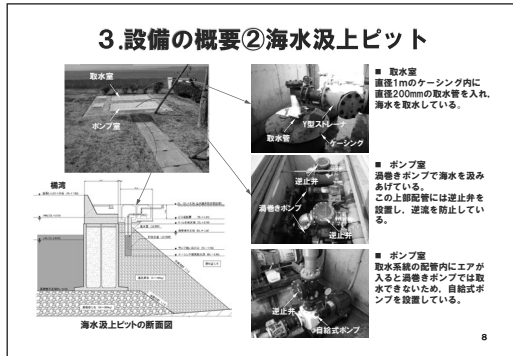
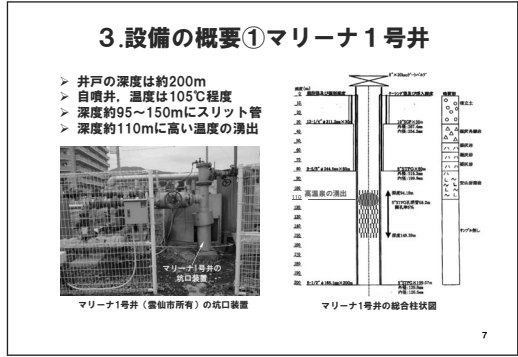
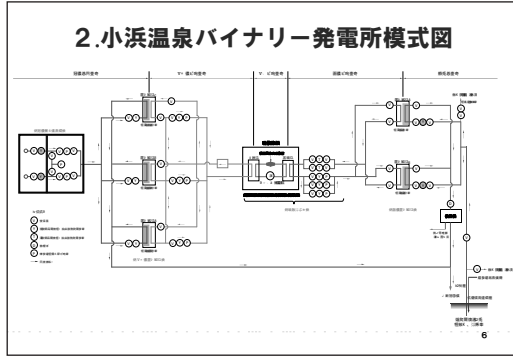
【補足: 発電機の変更】



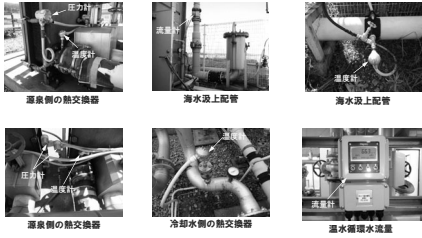
発電所の主な設備の外観

1. 小浜温泉バイナリー発電所の外観





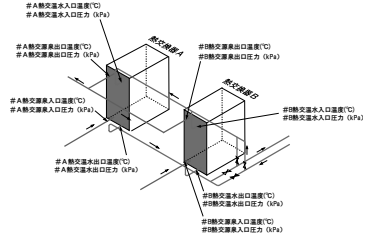
2. 計測機器の設置状況（一部）



13

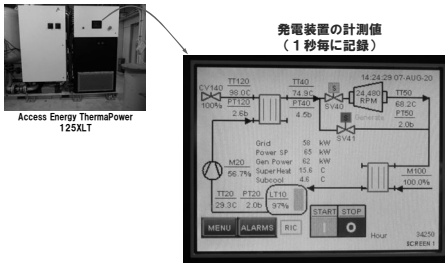
3. 計測機器の設置模式図

—源泉側の熱交換器の例—



14

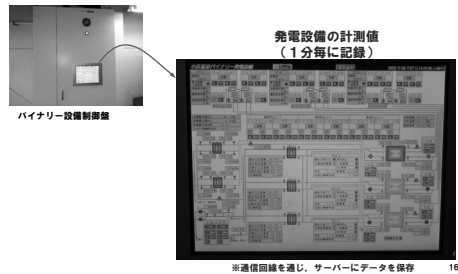
4. 発電装置内機器の計測値の表示



15

5. バイナリー発電設備の計測値の表示

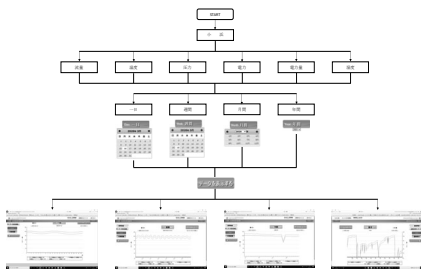
(発電装置を除く。)



16

6. バイナリー発電設備の計測値

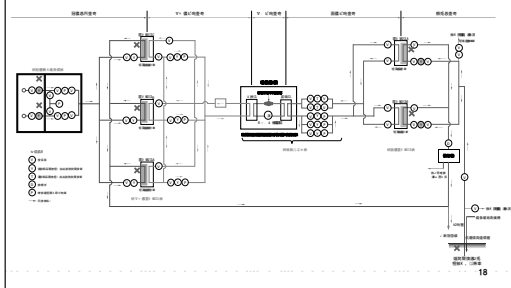
(発電装置を除く。)



17

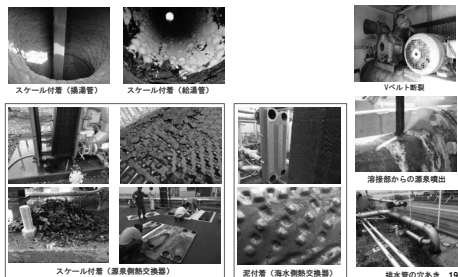
トラブル事例とメンテナンス

1. トラブルの発生しやすい設備



18

2. 主なトラブル①源泉～熱交換器



19

3. 主なトラブル事例②海水汲上ピット

Y型ストレーナのスクリーンに捕集されたもの

20

4. 主なトラブル事例③停電

【涌泉ブロー】
涌泉の自噴が停止すると、湧泉配管内の温度が下がります。配管に付着したスケールにひび割れや剥離が生じます。この状態で自噴を再開し、熱交換器に涌泉を注入すると、スケール片が目詰まりし、比較的短い期間に再び自噴が停止する。このため、涌泉のブローが必要になる。

21

5. 発電設備の主なメンテナンス

定期メンテナンス

- ① マリーナ1号井の汲深(年2回)
- ② 温水側の熱交換器伝熱プレート交換(年6回)
- ③ 冷却側の熱交換器伝熱プレート清掃(年2回)

不定期メンテナンス

- ① 海水ピットのスクリーンに生物等が捕集
- ② 停電
- ③ その他(損耗・損傷等による設備の交換など)

22

当社の再生可能エネルギー利用の取組

23

1. 当社が推進している電源開発

23

2. 当社のバイナリー発電所の位置

【当社の地熱開発方針】

- バイナリー発電は、給湯事業者の既設温泉(自噴泉)を使用して行う。
- 熱損失を最小限とするため、熱交換器を積み込み、給湯温度への影響を最小限とする。
- 給湯優先とし、給湯に支障が生じたときは発電を停止する。
- 発電収益の一部は地元に還元する。

※大規模開発は、資源探査に巨額な費用がかかり、かつ、振動にからといって有望な地熱資源が得られるとは限らず、非常にリスクが高いため、現状で行う計画はない。

24

3. 奥飛騨第1バイナリー発電所

給湯源泉を使用したバイナリー発電所である。

当社側 ① 振動リスクがない。
② 温泉の給湯温度の低下は軽微

給湯側(奥飛騨宝温泉協同組合)

- ① 給湯には蒸気・熱水は直接的利用できない。
- ② 熱損失は数%程度で、給湯に影響ない。
- ③ 温泉等の使用料収入が得られる。

発電所名: 奥飛騨第1バイナリー発電所
発電装置: KOBELCO MB70H × 1台
発電出力: 50kW
出力抑制: なし
年間発生電力量: 37万kWh(約120世帯分)
事業期間: 15年
売電先: 中部電力(株)
現 状: ① 発電開始後、大きなトラブルはない
② 発電出力は40kW前後
③ 稼働時間は年間98%(2%は停電等)

2017 (H29) 年4月 建設工事開始
2017 (H29) 年9月 稼働完了
2017 (H29) 年10月 発電開始

25

4. 奥飛騨第2バイナリー発電所

給湯源泉を使用したバイナリー発電所である。

発電所名: 奥飛騨第2バイナリー発電所
発電装置: 第一実業(株)
Thermpower 125MT × 2台
発電方式: バイナリー発電(作動媒体R245fa)
発電出力: 250kW
熱源条件: 使用源泉

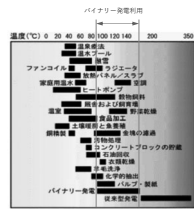
奥飛騨自然エネルギー合同会社1号井
【使用熱源】
湧泉(約165℃) 使用量3.4t/時間
冷却条件: 湧水・井水の使用量 約1,500L/分
出力抑制: ① 期間: 3~12月の土・日・祝日・振替休日
時刻: 8:00~18:00
② 期間: 5月は毎日
時刻: 8:00~18:00
年間発生電力量: 約150万kWh(約500世帯分)
事業期間: 15年
売電先: 中部電力(株)

施工: 2020年6月
竣工: 2020年9月30日予定

26

5. 地熱資源の魅力(多段階利用が可能)

地熱資源の魅力は、熱の多段階利用にあり、温度帯に応じて多様な産業等に活用できることである。



6. 余剰熱利用した事業の支援



試験後の地熱の循環 (手前:約200℃、奥:約100℃) 新たな場所での地熱の循環 (約870℃) 新たな場所での地熱の循環 (約1940℃)



新たな場所での地熱の循環 (自動給餌機による給熱) 出荷に向けた地熱の循環 地熱の出荷