

世界第3位の地下熱源量を持つ日本。 クリーンな再生エネルギー確保のため、 雪深く傾斜の厳しい山岳地帯での 大型地熱発電所建設に挑む



大地の奥底から吹き出る高温の蒸気の中で、タービンを回して電気を生む地熱発電。有効な熱源量が世界第3位の日本では、石油ショックに見舞われた1970年代以降、開発が活発化します。私たち日鉄エンジも、1990年代までに全国各地で地熱発電設備の建設を手がけてきました。開発の難しさなどから徐々に下火になっていた地熱発電ですが、ここにきて再び注目を集めています。2011年の東日本大震災における電力危機や世界的なCO₂排出規制を受け、クリーンな再生エネルギーとして、その重要性が見直されているのです。秋田県湯沢市の山奥へと分け入って、まさに未来へと続く道を切り拓いていくプロジェクト。発電出力4万6199kW、山葵沢(わさびざわ)地熱発電所の建設における、私たちの挑戦について紹介しましょう。

- ① セパレーター(気水分離器)と現場担当の高光副所長、上演所長、堀内プロジェクト・マネージャー(左から)
- ② パイプラインの敷設が完成した急傾斜地
- ③ WA生産基地と発電所全景
- ④ 森林を通る還元熱水配管



地熱発電ならではの難しさ

私たち日鉄エンジでは、古くから製鉄所内で使われる電気やガス等を最適に製造・利用するエネルギー関連のプラントを設計・建設してきました。そのノウハウを活かし、ガス会社や電力会社向けのLNGプラントや大規模パイプライン、お客様の工場内に発電設備を設置するオンサイトエネルギー供給事業をはじめ、ここ数年はバイオマス発電や洋上風力発電にまでフィールドを広げています。地熱発電においても、開発当初から国内の約半数の大型発電所の蒸気生産設備を手がけ、技術を蓄積してきました。

地熱発電所の開発は、容易なことではありません。山岳部に建設するため、土地の造成や資材の運搬などの建設費がかさむことから、十分に発電可能な地下資源量を有する地点を選定することが重要となります。発電に足るだけの地下資源が出るのかどうか、入念な調査掘削や事前検討を経ても、実際に掘ってみる

■山葵沢地熱発電所 全体配置図



と期待通りの結果を得られるとは限らない難しさがあります。

また、発電出力や開発エリアに応じて、さまざまな許認可取得や、景観や生態系への影響を検証する環境アセスメントの実施等が必要となります。さらに、地元の方々にご理解いただくことも欠かせません。こうした取り組みには、長い

期間を要することもあります。

その一方で地熱発電は、設置できれば地熱貯留層が天然のボイラーの役割を果たすため、火力発電のように石油や天然ガスなどの化石燃料を燃やす必要がなく、CO₂排出はほとんどありません。また、熱水を地中に戻し蒸気として繰り返し取り出せることから再生可能エネルギーに位置付けられ、このクリーンで安定的な発電方法に、国は再び注目したのです。

2012年の「固定価格買取制度」適用に始まり、2014年の「第4次エネルギー基本計画」においては、2030年度までに地熱による発電量を約3倍に拡大する目標も設定されました。こうした

態のままパイプラインでセパレータ（気水分離器）へと導いて分離します。蒸気はタービン発電機に送り出し、熱水は最終的に還元井という井戸に送られ、再び地中へと戻します。

私たち日鉄エンジは、この発電所の肝となるセパレータと、生産井と還元井とを繋ぐパイプラインからなる蒸気生産設備の設計・製作・建設を手がけました。これらに必要なプロセス・機器・配管・電気・計装・土木といった技術は、

いずれも地熱発電の草創期から先輩エンジニアたちが検討し実験を重ねて蓄積してきた、さまざまな知見・ノウハウに基づいています。

豪雪の山岳地での工事は、まるで“土木のデパート”

山葵沢の山深い現場の地形と同様に、建設工事の歩みはけっして平坦ではありませんでした。

パイプラインは、熱水を戻す際の地下への影響を考慮し、蒸気生産設備から還元井までの距離を約2km確保する計画とし、凍結防止のため、流れが途中で滞らないように高低差300mの全区間を下り勾配にしています。そのことで、工事のハードルは極めて高くなりました。

もっとも難工事となったのは、高低差90m・斜度45度というまさにスキーのジャンプ台のような急勾配の区間です。

時代の流れも踏まえ、翌2015年、23年ぶりの大型地熱発電となる、山葵沢地熱発電所の建設が決まりました。

山葵沢地熱発電所のエネルギー源は、地下1500~2000mに位置する地熱貯留層です。まず、280~290℃という、極めて高温の地熱流体を生産井と呼ばれる井戸から採り出します。流体には蒸気だけでなく熱水も含まれていて、二相状

まず、ショベルカーをワイヤーで吊して土地を造成し、次に索道でパイプを吊りながら搬入し、急斜面上で順に溶接していく難易度の高い工法に挑みました。この工法には、グループ会社・日鉄パイプライン&エンジニアリングが持つ高い技術力が活かされています。

「それ以外にもカルバート、橋梁や推進工法、雪崩や軟弱地盤対策等、あらゆる土木工事のデパートのような現場でした」と、現場を指揮した上濱所長は振り返ります。

また、環境との調和についても、小川や沼には希少生物などが生息しているため、泥水が漏れるのを徹底して防いだり、野鳥たちが赤やオレンジの警戒色を嫌うことに配慮して、クレーンなどの重機を青いシートでラッピングするなど、細心の注意を払いました。

総勢300名での工事を経て、 いよいよ試運転へ

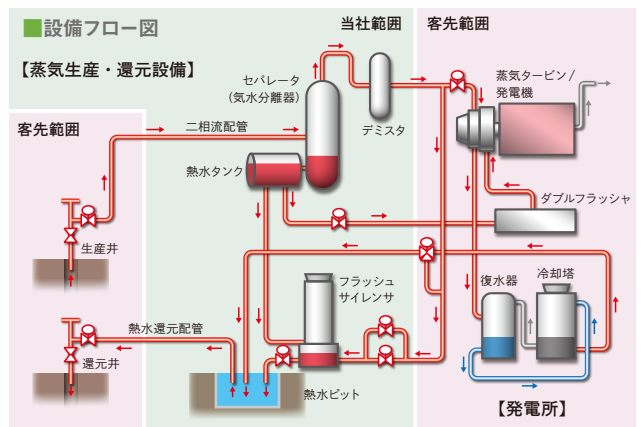
豪雪地帯であるため、12月から5月までは道路が閉ざされ、現場作業が原則できません。工事期間の短さと現場への道路は1本しかないという制約の中、気象条件に応じて他社の工事状況を確認しつつ、臨機応変かつ綿密に工事計画を組み直し、少しでも効率よく工事を進められるようにさまざまな知恵を絞っていきました。山の上にある現場には資材を置く空きスペースも少ないため、麓に仮置き場を確保してジャストイン

タイム方式で搬入しましたが、地元や観光客の車に配慮し、日の出とともに搬入作業を行った日も少なくありません。

さらに現場は敷地15万7000㎡と広範囲で、しかも携帯電話はつながりません。無線を駆使しながら、約300人のスタッフ全員の安全をいかに守り抜き、工期通りに進めていくか。現場管理においても、非常に難易度の高い工事でした。

熱中症対策や現場環境の整備はもちろんのこと、挨拶や明るい声掛けの徹底、ときにはバーベキュー大会なども開催して親睦を深めながら、皆で一丸となって工程を進めていきます。こうして、積雪により1年の半分しか作業のできない環境の中、様々な工夫をしながら足かけ4年に及んだ工事を無事に乗り切り建設を完遂しました。

そして2019年の1月、いよいよ試運転を迎えます。標高870mの現場は、4～5m超もの積雪に覆われています。中央



制御室で指示を出しつつ、実際にパイプラインの途中にあるバルブまで除雪しながら寄りついて確認し、凍結している場合は温めてから、1つ1つ動きをチェックしていきます。こうして昼夜にわたり厳しい環境と戦いながら、膨大な数の試験を重ねることで仕様通りに蒸気を供給できることを確認し、計画期日となる5月20日、遂に営業運転が開始されました。

営業担当の井上はこう語ります。

「山葵沢地熱発電

所は、日本のエネルギー政策が大きくシフトしていく中で、象徴的なプ



ロジェクトとなりました。第5次エネルギー基本計画においても、地熱発電は“長期安定的な電源の一翼を担う存在”とされ、さらに期待が高まっています。私たちはこれまで蓄積してきた知見を活かし、世界に誇る日本の地下資源を活用したエネルギー開発に、これからも貢献していきます」

Customer's Voice

地熱開発のパートナーとして、 感謝状をお贈りいたしました。

湯沢地熱(株)は長年地熱事業に携わってきた電源開発(株)、三菱マテリアル(株)、三菱ガス化学(株)の3社が出資して設立した会社です。建設には、生産井・還元井の掘削において想定通りの結果が得られるかといった地熱開発特有の難しさに加え、“豪雪地帯の山岳部に位置する発電所を、いかに安全・工期・コストを守って建設するか”という課題がありました。

御社にお願いしたのは蒸気・生産設備および基地内外のパイプライン敷設でしたが、着工直後から周到に準備され、推進・カルバート・橋梁・スキーのジャンプ台のような急傾

斜部でのロッククライミング工法等さまざまな技術を駆使されました。細心の注意を払いながら工事を進め、ほぼ工程通りに完工くださった真摯な取り組みに対して、このたび感謝状を贈呈させていただきました。

着工から完成まで4年。時にはそれぞれの立場から意見をぶつけあう場面もありましたが、その根底には双方に「地熱発電復活のシンボルとして予定した運転開始に必ず間に合わせる」という共通した強い信念がありました。私にとっても降雪時期を気にしながら工程を調整したことや、試運転時に積雪4～5mの厳寒の中で昼夜問わず立上げ準備を進め、無事に各設備が性能を発揮して定格出力4万6199kWが出たことを共に喜びあったことは

良い思い出です。

国内に豊富な資源を有する地熱発電は、長期安定的な再生可能エネルギーとして今後の利用拡大が期待されています。そのためには、地域や自然と共生しながら秩序ある開発を進めていくことが重要であり、これまで長年経験を積み重ねた御社には、これからもその一翼を担っていただくことを期待します。

湯沢地熱株式会社
取締役副社長

三菱マテリアル株式会社
環境・エネルギー事業本部
エネルギー事業部長補佐

北尾浩治様

