

完成間近い鬼首地熱発電所

一 杉 武 治

緒 言

近年わが国におけるエネルギーの消費量は 経済の発展と国民生活の向上により増加の一途を辿っているが 国内エネルギー資源に乏しいわが国においては 将来の需要に対し 輸入エネルギーへの依存度が高まることは明らかである. こうした情勢の中で 昭和48年秋の石油危機は エネルギー供給源の多様化と国産エネルギー資源の見直しという時代的要請をもたらし 国の施策として いわゆる「サンシャイン計画」のもとに クリーン・エネルギーの技術開発が推進されることとなり 同時に地熱エネルギーも再認識されるに至った.

電源開発会社においては 国内未利用資源活用の見地から すでに10余年前より 地熱調査を実施していた. そもそも 地熱発電の開発は 他の発電方式とは異なり 蒸気という資源の探査から始めねばならない. そして 調査井を掘さくし 生産される蒸気の量および質を確認した上でなければ 開発の可否を決定することができない. したがって 調査には長年月を要し かつ先行投資とリスクを担っている. 特に鬼首においては 地下構造の複雑さ あるいは深部における熱水の質の悪さもあって 調査は長期間にわたった. その間 技術面では 試行錯誤を繰返し 計画面では 幾多の紆余曲折があっ

たが 今日その努力が報いられ わが国で4番目の地熱発電所が誕生する運びとなったことは われわれ調査に携った者にとっては誠に感無量のものがある. と同時に 本発電所建設に至る過程において 社内はもちろん 社外の幾多の方々から 直接 間接にご指導 ご鞭撻を賜った. ここに これらの方々から感謝の意を表する次第である.

1. 開発地点の概要

鬼首地熱発電所は 宮城県北の北西端 山形・秋田両県境に近い鬼首片山地区にあり ここは仙台市の北北西約60km 鳴子温泉の北約7km に位置する(図1).

現地へ至るには 陸羽東線 鳴子駅にて下車 秋田県に通ずる国道108号線を北上し 蟹沢部落より右折して 鱗ガ淵林道に入り さらに北上して黒森に至り これより西方に向う. 鳴子より蟹沢まで7km 蟹沢-黒森間9km 黒森-現地間4km 計20kmの道程であり 車で約50分を要する. 現在は車の往来も自由となったが 調査初期の昭和42年頃までは 黒森から徒歩によるか あるいは蟹沢より山道を辿り約1時間を要した. したがって この時期にはボーリング機材の搬入も容易ではなく ヘリコプターによる運搬を行なったこともある.

現地周辺は地形図上にも判然と表われている通り 特徴ある地形を示す. すなわち この地域は南北約9km 東西約7km の環状の地形を呈し その周縁は荒雄川および田代川で取囲まれている. さらに環状地北縁を流れる荒雄川は環状地の中央近く 高日向山(標高769m)の北側 水神峠(標高627m)に源を発し 環状地を4分の3周した後 蟹沢で残り4分の1周を流下する田代川と合して南流し 鳴子温泉に至る. この特徴ある環状地形の成因については カルデラ 構造運動あるいは侵食など諸説があるが 最近鬼首盆地の構造発達史を研究した地質調査所山田技官は一種のクラカトア型カルデラであるとしている[山田富三(1972): Study on the Stratigraphy of Onikōbe Area, Miyagi Prefecture, Japan—with special reference to the development of the Onikōbe Basin.].

発電所建設地は上記環状地の南半部 ほぼ中央に位置する. ここは高日向山をはじめ 標高600~700mの山陵に囲まれた 標高500~600mの広い侵食凹地で

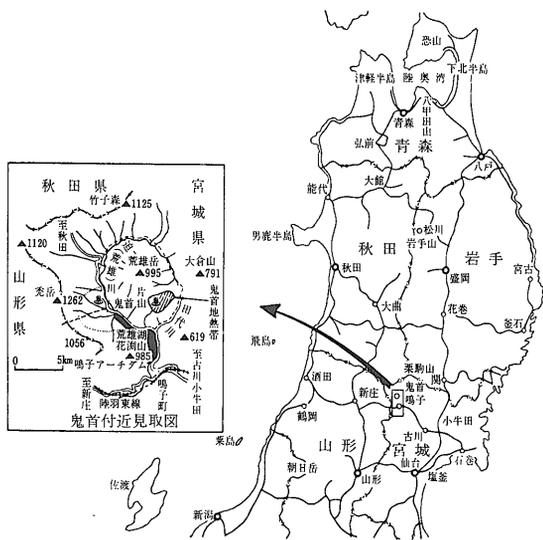


図1 位置図

熱水変質帯が広く（東西約 3km 南北約 2km）発達し各所に噴気 温泉湧出などの地表地熱現象があり いわゆる地獄地帯となっている。この地熱現象の優勢なところは東から荒湯 奥の院 片山と称されており その西端域の片山は規模が大きく 同地区内でさらに北より血の池 八幡平 剣と呼ばれる変質帯を形成しており過去の火山活動の激しさを物語っている。

当地区は 周辺のほとんどが国有地 水源涵養保安林で 私有地は奥の院 片山変質帯のほぼ中央に点在する。したがって発電所敷地は 国有地 私有地がほぼ半々となっている。また本地区は砂防指定地となっておりさらに 昭和43年7月には栗駒国定公園第一種特別地域に指定された。なお 本地区は昭和25年頃まで硫黄を採取した鉱山の跡地であり いまだに当時の施設の一部が廃墟となって残っている。

それとは対象的に 本地区周辺の自然は真に美しく黒森より片山に至る間から望む栗駒山（標高1,628m）キタゴヨウ（姫小松）の緑 樹間に現滅する白色の変質帯など多彩な景観は当地独特のものといえよう。さらに新緑および紅葉の美しさはまた格別で 訪れた者に深い感銘を与えているようである。したがって 発電所建設に当っては環境保全対策に万全を期している。たとえば 発電所の建物 構築物については 当地の自然に調和した設計 配置 色彩を施すとともに 構内の緑化をはかっている。また 蒸気輸送管については 現地産の雑草で遮蔽し さらに 修景緑化対策としては 損われた自然をできる限り元の状態に戻すという基本的な考えのもとに 掘削前の植物は仮移植し 工事修了後に再移植する他 現地産の種子から苗木を育成するなど 自然植生に努めている。

2. 電源開発(株)が地熱開発を始めるに至った経緯

電源開発(株)が地熱開発を行なうか否かの検討を始めたのは昭和35年である。当時イタリアのラルデロでは第2次大戦により壊滅状態となった発電施設を復旧して約30kWの発電をしており 戦後初めて地熱開発に取り組んだニュージーランドでは ワイラケイにおいて熱水型蒸気による発電に成功し（昭和33年）着々とその規模の拡大を計っていた。また現在41万kWと世界最大の発電を行なっているアメリカのザ・ガイサーズにおいては 12,500kWの発電所の建設が計画されている段階であった。一方わが国においては 明治時代から断続的に行なわれた調査の結果から開発の可能性が疑問視されていたところ ニュージーランドの成功により 再び注目を浴びるに至り 各方面で積極的な活動が見られ始めた時期であった。すなわち 昭和32年には日本重化学工業(株)（当時の東北工）が岩手県松川において調査に着手し 昭和25年より31年にかけて 大分県下で調査研究を行っていた九州電力(株)が 大岳地点の調査を再開する気運となっており（昭和36年再開）また当時の八幡製鉄(株)が熊本県岳の湯で 調査を開始しつつあった（36年開始）。

このような情勢の中で 古くから地熱発電に深い関心を有し 九州電力の調査にも関係していた電力中央研究所理事高橋三郎氏（元通産省水力課長）がしばしば電源開発(株)を訪れ 当時の藤井崇治総裁に「地熱開発にもっとも適しているのは電源開発会社である」旨を強調し また古くから地熱開発に深い関心を有していた電源開発 広田孝一技術顧問（故人）も 電源開発(株)が日本における地熱発電の先駆者となるべきであるとの考えのもとに積極的に調査研究を行なうよう総裁に進言した。

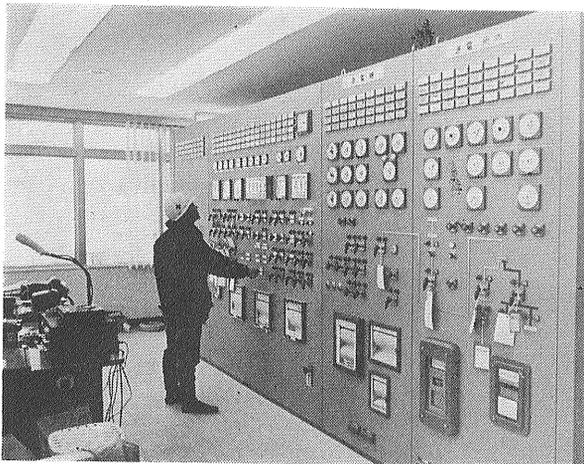


写真1 中央制御室

中央制御室にてタービン発電機の運転状態並びに送電線（66kV）の運転状況を監視できる。更にタービン発電機の運転制御はすべて当制御室にて行なわれる。

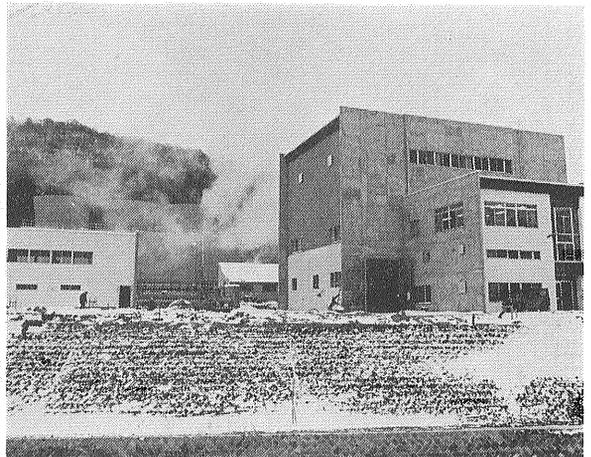


写真2 本館ならびに倉庫兼作業員詰所

向って右側の大きな建物（後方）は本館であるが 内部にはタービン発電機その他 電源設備等が収納されている。向って右側手前の建物はサービビルであるが 事務室が設けられている他 通信設備等が収納されている。

当初 総裁は 地熱開発の未知なる点に疑問を持って
いたが 諸外国の開発状況を認識するに及び わが国に
おける開発の可能性を認め 調査 研究に着手する意向
を固められた。

そこで昭和35年 当時の企画部が担当して基礎研究が
開始され 企画課が主として資料の収集に当たった。

昭和36年春資料の収集はおおむね完了し ついで“日
本における地熱発電の実現性”および“電源開発(株)が担
当する場合の問題点”についての検討が行なわれた。

同年6月 電源開発(株)機構の改革があり これらの研究
は企画部調査課に引継がれた。 なお 同年8月には広
田顧問がローマで開催された国連主催の新天然資源会議
に出席 同時にイタリア ラルデレロにおける開発状況
の視察を行なった。

同年秋 調査を開始するに当たっての調査計画 予算
開発計画などが策定され 同年12月に役員会議の議を經
て調査を実施することが社内的に決定された。 ついで
昭和37年1月 通産省に説明 予算要求を行ない了承を
得た。

昭和37年4月 調査実施の段階に入るに当り 主管部
が企画部から土木計画部に移され 地質課が担当して
同年9月より現地調査を開始した。 なお同年5月には
広田顧問がニュージーランド ワイラケイの視察を行な
った。

以上の経過により 電源開発(株)が本格的な地熱調査を
始めたのは昭和37年9月である。 電源開発は全国的に
みて 地質的に有望で 温泉その他の障害の少ない場所
を選んで調査を行なうこととし 既存資料の検討から
屈斜路 登別 鬼首 大白川 塚原 指宿の6地区を選

定し これらにつき漸次調査を進め その結果により有
望地区を選出した。 昭和40年には 過去3年間の調査
の結果に基づき 調査地区を鬼首と大白川(岐阜県)に
しぼり 両地区の調査資料について工業技術院地質調査
所の助言と協力の下に詳細に検討した結果 両地区とも
有望な地熱地帯であるとの結論に達したが さらに技術
的 経済的ならびに需給上の観点から検討を加えた結果
鬼首地区が適当と判断されたので 以後 調査を鬼首地
区のみとし 企業化を目的に調査が進められた。

なお 昭和43年4月には最上川調査所鳴子詰所が開設
されて 調査員が現地に常駐することとなり 調査の進
展に伴い 同45年11月 鬼首地熱調査所が設置された。

3. 鬼首地区の調査経過

(1) 昭和 37 ~ 40 年度 (基礎調査)

この期間には 鬼首全域の航空写真測量 地表地質調
査 地下 1.3~1.5m における地温分布測定 フラン
ス C. G. G [Compagnie Générale de Géophysique; フ
ランスの物理探査専門の会社でイタリア ラルデレロの地熱
開発に貢献している] による電気探査および地質調査の
ためのボーリングなどを行なった。

この基礎調査により 本地域全般の地質構造が概略把
握でき 地域中央部の片山地区が有望であることが分
った。

(2) 昭和 41 ~ 42 年度

上記基礎調査の結果に基づき 片山地区における地下
構造の詳細および蒸気の賦存状態を確認するため 深
度 300~700m の調査井を掘さくし いずれも噴気を
みた。

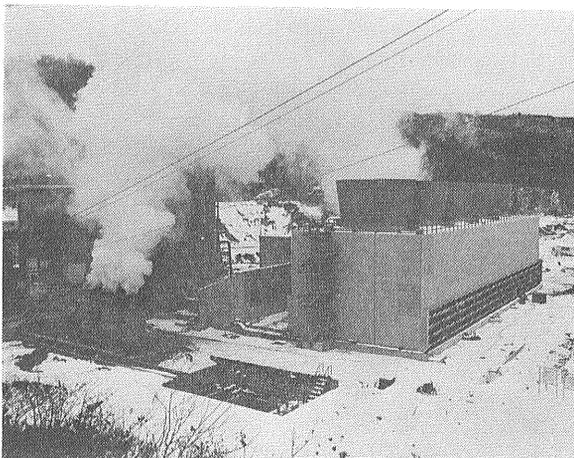


写真3 冷却塔 他

向って右側の設備は冷却塔と称するもので 蒸気がタービン通過後ド
レンとなった熱水を冷却する設備である。 冷却塔の背後はポンプ室で冷
却塔に熱水を供給するポンプ等が設置されている。 蒸気が排出されて
いる設備はサイレンサーとするもので タービン停止時等不要となった
蒸気は当サイレンサーを通して大気へ放出される場合もある。 サイレ
ンサーを通過することにより蒸気の噴出音は減少する。

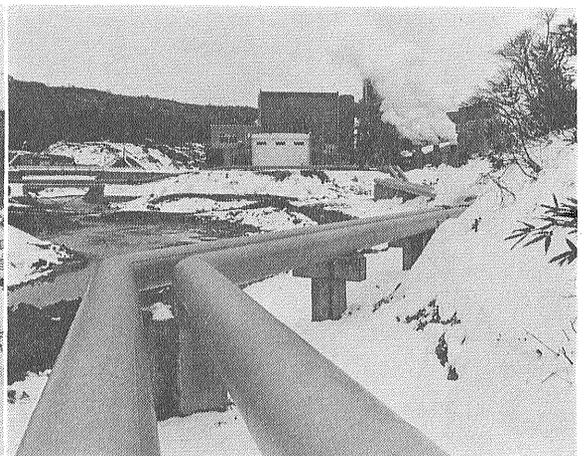


写真4 送気管 他

蒸気井からの蒸気はこの送気管によりタービンまで送り込まれる。

(3) 昭和 43 ～ 44 年度

以上の結果 さらに深部からは多量の蒸気得られると推定されたので 昭和43年度にはまず地震探査（反射法）を実施して地下の断層分布状態を調査し その結果に基づいて深度 1,300～1,350m の調査井を2本掘さくした。

これらはいずれも30～40t/H の噴気をみたが 熱水を伴い しかもその成分は多量の塩分を含み かつ酸性（pH 2～4）であったため ケーシング・パイプの腐蝕がはなはだしく 発電には不相当と判断された。

(4) 昭和 45 年度

以上7年半にわたる調査の結果 鬼首片山地区においては深井戸からの蒸気は利用できないが 深度 300m 付近の断層周辺からは 良質の蒸気得られることが判明したので 45年度は300m 級の調査井2本を掘さくし うち1本から 約40t/H の良質の蒸気の噴出をみた。

(5) 昭和 46 ～ 47 年度

以上 調査井の成功により 当地区においては 浅井戸による開発の可能性が高まり46年度はさらに3本の坑井（102 103および104号井 深度 228～366m）を掘さくした結果 いずれも20～30t/H の蒸気を噴出したので 47年度は引続き生産井を掘さくするとともに開発計画を策定し 官庁関係諸手続を行なった。

4. 発電所の概要

主要設備概要

工 期： 工事着手 昭和48年4月／運転開始 昭和50年4月（予定）

敷地面積： 143,340m²

発電出力： 25,000kW

蒸 気 井： 12本

タービン 形式：単気筒復水式蒸気タービン
 定格出力：25,000kW
 蒸気圧力：3.5kg/cm²
 蒸気温度：147.2C
 入口蒸気量：219.5t/H
 回転数：3,000r.p.m.

発 電 機 形式：横軸回転界磁閉鎖自己通風形
 容量：28,000kVA 電圧：11,000kV
 力率：0.9遅れ 周波数：50Hz

送 電 線 亘長：7.3km 鉄塔数：24基
 電圧：66kV 区間：鬼首(発)～東北電力鳴子(発)

なお 当発電所のおもな特徴は 次の通りである。

- (1) 蒸気井の深さが 300m 前後と非常に浅い。
- (2) 将来 発電を無人（遠方監視）で行なうため 各設備を自動化する。
- (3) 蒸気と共に出て来る熱水は 再び地中に戻す。
- (4) 当地区は 地熱地帯特有の地表徴候が見られ また周辺は自然林に取囲まれているので これら天然の景観を損はないよう 工作物の配置等に十分留意し 構築物周辺について修景緑化に努め 環境との調和をはかり 環境保全に万全を期している。

5. 建設工事の経過

鬼首地熱発電所新設工事は昭和47年12月 宮城県知事より自然公園内における工作物設置の許可を得 同48年1月第61回電源開発調整審議会に付議され 着工が認可された。これを受けて同年4月 建設所を開設 本格的な建設態勢に入った。

昭和48年6月 タービン 発電機などの主要機器製作を川崎重工 富士電機グループに一括発注し 8月には基礎工事に着手 9月から発電所本館の基礎掘さくに入った。この年は11月18日に降った雪がそのまま根雪となる不運に見舞われ 土木建築工事は工程にかなりの遅れを生じた。

昭和49年4月 工事再開後は順調な進捗を示し 11月には発電所本館（鉄筋コンクリート2階建）の建築工事をほぼ完了 10月中旬にはタービン 発電機の据付も終了した。一方 同発電所の発生電力を東北電力 鳴子発電所へ送る送電線新設工事は10月末に完成し 11月に仙台通産局の検査を受けた。

以後機器の単体試験を50年1月中旬まで実施 その後通汽 試運転の後 4月には営業運転を開始する予定である。しかし現在のところ蒸気量不足のため（蒸気井9本 蒸気量130t/H）25,000kW のフル運転は不可能であり 10,000kW 程度の一部運開になる見込である。

6. 結 語

以上鬼首における開発の経過を述べたが 10年余にわたる調査 研究が実を結び ここに発電所の建設をみたことは 関係者一同喜びに堪えぬところである。しかし これをもって地熱発電所の建設工事が完了するわけではない。現実に 蒸気量の不足している現状から今後25,000kW の発電に必要な蒸気の確保に努めねばならず その他運転保守上の問題 将来の蒸気減衰の対策あるいは環境保全対策の完全実施など 今後に残された問題は山積しており これらの解決にはなお一層の努力が必要であろうと考えられる。

〔筆者は元所員 現電源開発(株)総裁付調査役(元鬼首地熱調査所長)〕