

別府に於ける地熱発電の一考察

恒松 栖

○ はじめに

平成二三年三月一日、東日本大震災の発生により福島県に設置されていた原子力発電所の重大な事故が発生、全国的な電力事情の変化が起こり再生エネルギーが注目されている。即戦力としての火力発電所の充実や水力発電の見直し、再生可能エネルギーの利用である。

風力発電やバイオマス発電あるいはメガソーラー発電が目され、中でも日本の地熱潜在能力をすべて発電に利用した場合、原発を再稼働させることなく必要な電力をまかなうことも夢ではないといわれている。世界でも類を見ないほどの「地熱資源」を有する日本は、まさに地熱大国ともいえる。我が国の特色を最大限に生かすことで再生エネルギーの有効利用の幅を拡大するとともに地域に還元される仕組みを構築することが今問われている。

東日本大震災の後、ここ数年の間に再生エネルギー制度による太陽光発電が普及し、太陽光偏重の見直しが進められよ

うとしている。世界で三位を占める地熱資源の地熱発電が、稼働できるように方向修正がなされようとしている。地熱発電は太陽光などに比べると天候に左右されず安定的に発電できる。また、安全性や耐用年数を考慮すると発電コストが安いなどが特徴であるとして注目されている。

一 日本における諸発電事業

(一) 国内の発電電力の構成

先の東日本大震災によってもたらされた災害によって安全性に課題のある原子力や限りがある石油など化石燃料の代わりとして世界的に注目を集める再生可能エネルギーがある。

供給量と自給率が日本屈指の大分県には多くの施設が点在し、まだまだ多くの資源が眠っていると言われている。大分県の推計によると県内に眠る再生可能エネルギーの利用可能量は六三〇〇万ギガジュールで、電力量に換算すると一七七〇〇ギガワット時となり二〇一二年度に県内で使用した量の一・八倍になるといふ。エネルギー別では風力発電が最も多く、次いで温泉熱利用・発電、地熱発電となっている。

二〇一二年度の国内における発電電力量の構成は、天然ガス四二・五％、石炭二七・六％、石油一八・三％、原子力一・七％

(二〇一四年度は原子力発電は〇)、水力八・四%、再生可能エネルギー一・五% (小水力・太陽光・風力・太陽熱利用・地熱利用・地熱発電・バイオマス利用・バイオマス発電) となっており、再生エネルギーは枯渇せず繰り返し使え、しかも二酸化炭素をほぼ排出しない純国産エネルギーであると
言われている。

(二) 再生可能エネルギー

① 水力発電



女子畑水力発電所 (天瀬町)

大分県は山岳地帯が多く、水も豊富なため水の落差を利用して発電する方式が水力発電である。明治三三年(一九〇〇)竹田第一発電所の六〇KWが県下で最も早く運転した水力発電であった。大正二年(一九一三)大型の女子畑おなご発電所が日田郡天瀬町一万五〇〇〇KWが完成。大分県は九州の水力発電

大國を誇った。

当時の発電所は水路式であったが、戦後は水の有効利用を図るため多目的ダムが建設されるようになり芹川・松原発電所のようなダム式発電が誕生した。二〇〇〇年には県内に三九か所、二八万九〇〇〇KWの水力発電設備がある。

水車など昔から活用されてきたエネルギーで出力一〇〇〇KW以下を中心とする小水力発電は設置の動きが広がっている。河川や農業用水路の流れをそのままに利用でき、ダムをつくる必要がなく自然にやさしいのも特徴である。水資源が豊富な大分県は小水力発電の供給量が、長野県の一位に対して一四位となっている。

② 火力発電

発電するための熱エネルギー(蒸気)を石油・石炭・ガス・液化天然ガスなどの燃料により発電するもので、



九州電力新大分火力発電所 (大分市青崎)

県内には九州電力大分発電所（大分市一の洲）の出力五〇万KWがある。

この発電所は大分臨海工業地帯一号地に昭和四四年（一九六九）に完成し、県内需要の五〇％強をまかなう能力を持っているという。

廃ガス利用の重油混焼、新日鉄・九州共同火力発電所や工場の自家発電がこれにあたる。火力発電所の利点としては大容量の発電所でも建設用地が狭く、しかも建設費が比較的安いことと出力が安定している。しかし、燃料の中でもウエイトの高い石油が高価格で量の確保が困難であるなどの課題も多い。

③ バイオマス発電

生物由来の資源バイオマスを燃焼させたりガス化して発電する。家畜の排せつ物、林産地の廃材、家庭用生ごみなどこれまで捨てていた資源の活用で循環型社会の構築にもつながる。自



日田ウットパワー発電所（日田市東有田）

然界の二酸化炭素の総量は変化させないためCO₂を出さない発電と定義されている。供給量の第一位は千葉県で、大分県は日田ウットパワー・フォレストエナジー日田・日田バイオマス資源センター・クリーン発電大分などによって事業化され全国第九位の発電量となっている。

④ 風力発電

風力で風車を回して発電する。再生可能エネルギーの中では比較的発電コストが低い。高さ約一〇〇メートル、回転翼は半径約三〇メートル、一基当たりの発電能力は約千キロワット。電気への変換効率は高いが国内設備の稼働率は一日平均五〜六時間程度。欧米諸国に比べて導入が遅れているが、近年増加の傾向にある。

比較的に安定した風が吹く沿岸部の設置が多く、供給量の第一位は青森県。大分県は二八位とすぐれない。陸上適地が少



JEN 珍珠ウインドファームの風車（珍珠町戸畑鏡山）

なくなっており、洋上の開発が世界的に注目されている。

⑤ 太陽光発電

主にシリコン半導体を用いた太陽電池パネルで、太陽の光エネルギーを変え、導入しやすい一方、天候に左右されるため設備利用率は一二%と低く一日の平均発電量は出力の約三時間分。

屋根に設置する住宅用だけでなく、遊休地を活用したメガソーラーの建設がある。丸紅八・

二万KW、日揮二・六五万KW、三井造船大分事業所一・七万KWをはじめ各地で進んでいる。供給量は愛知県が一位で、大分県は二位である。



大規模太陽光発電（メガソーラー 2.65万KW）

⑥ 地熱発電

地熱温泉資源を発電に利用するもので、地下一〇〇〇〜三〇〇〇m程度の場所にある高い温度の熱水や蒸気がたまった

ている地熱貯留層に向けて井戸を掘る。地下の熱水は、地中の圧力がかかっているため沸点が高くなっており、二〇〇℃以上でも蒸気になっていない。この熱水が、井戸を上昇する間に沸騰して発生する、蒸気または熱水を活用してタービンを回し発電する。

主な発電方式は以下のとおりである。

ア ドライスチーム方式……蒸気のみ、気水分離せず、そのままタービンを回す。

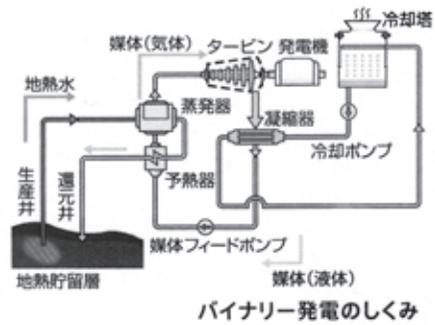
イ フラッシュ方式……多くの熱水が含まれている蒸気を用いて発電する。地熱貯留層から約二〇〇℃から三五〇℃の蒸気と熱水を取り出し、気水分離器で分離した後、その蒸気でタービンを回して発電する方式。フラッシュ式発電法には以下の二つが含まれる。

○ シングルフラッシュ方式……地熱流体が蒸気と熱水の混合物からなる場合、地熱流体を気水分離機器に導き蒸気と熱水に分離し、分離した蒸気でタービンを回す。

○ ダブルフラッシュ方式……蒸気を分離した後、熱水を減圧して、さらに蒸気を得る。この蒸気をタービンに送り込み発電する。

ウ バイナリー方式……比較的新しい発電方式。従来の

発電方式では利用できなかった低温度域の蒸気・熱水も利用することができる。地下の温度や圧力が低いため地熱発電を行うことが不可能であり、熱水しか得られない場合でもアンモニア・ペンタン・フロンなど水よりも低沸点の熱媒体を八〇℃



（一五〇℃の中高温熱水や蒸気を熱源として沸騰させタービンを回すことで発電することができる。

エ 温泉熱発電……たとえば七〇℃から一二〇℃の高温すぎる温泉の熱を、五〇℃程度に温度を下げる際、余剰の熱エネルギーを利用する発電方式。低沸点の熱媒体を沸騰させタービンを回す。

オ 湯けむり発電……熱水温度一〇〇℃～一五〇℃程度で、熱水と蒸気を分離しない混合流体の膨張を利用。主に蒸気の圧力によってタービンを回す。装置が比較的シンプルで小型化が可能である。

カ 高温岩体発電（現在開発中）
キ マグマ発電（現在開発中）

二 別府に於ける地熱発電の背景

(一) 日本で最初の地熱発電

江戸時代後期文化五年（一八〇八）、世界で最初に電灯がイギリスのロンドン王立教会でもとされた。

我が国では、明治十一年（一八七八）東京京橋の電信中央局開業式にて電灯がとされた。英国に遅れること七〇年という隔たりがあった。



本坊主地獄そばの発電施設跡

大正八年（一九一九）、四月別府市鶴見、本坊主地獄そばで海軍中将山内万寿治が噴気孔の掘削に成功した。深さはわずかに二四mで一三℃の噴気孔であったという。同年九月に山内は病没した。そのあとを譲り受けた亀川出身の高橋廉一が東京電灯（株）研究所の太刀川平治氏の援助により大正

一四年（一九二五）『地熱利用動力の発生装置の建設願』を、
県知事に提出。同年一月一三日発電に成功した。

昭和二年四月一〇日まで一年五か月間運転が継続された。
平均出力は一・三KW、発生総電力量は七・八六六kwであつ
たという。この地熱発電は、わが国最初の快挙であり世界で
三番目の地熱発電の成功例であつた。

（二）日本一を誇る別府温泉の広がり

① 昔の温泉湧出

別府扇状地のほぼ中央に実相寺山が誕生し、続いて御越山、
高崎山、さらに由布岳・鶴見岳・伽藍岳と続きU字形の海岸
線を形成したと言われている。別府市内は石垣原扇状地を取
り囲むように火山群が分布しており全国でも有数の温泉湧出
地である。その中で律令制下に記された「豊後国風土記」の
速見郡の項に、「赤湯泉」と「玖倍理湯井」の記事がみられもつ
とも古い温泉地として知られている。

江戸期に至ると 寛文六年（一六六六）ころに始められ
た豊後明礬の製造にかかわる記録に因ると立石村の板地、鶴
見村の照湯・鍋山、明礬の瘡湯山・御領中山、野田村の硫黄
甌山などの温泉地が取り上げられている。

元禄七年（一六九四）の別府の様子について筑前福岡藩の
医学者・貝原益軒の『豊国紀行』に「頭成より里屋まで一里有。
この間坂道多し、石多くして往来の便わるし、里屋に温泉有。
塩湯なり。…」。「鉄輪村は別府の北一里あまりに有り。…。
熱泉所々に多し。民俗是を地獄と称す。…」。「別府は石垣
村の南に有り、民家五百軒斗、民家の宅中に温泉十所有、い
ずれも清し、庄屋の宅中にあるはことにいさぎよし。…」
と記されている。亀川村、鉄輪村、別府に温泉があることが
記されている。このことから別府市内の広範囲にわたって温
泉湧出が認められる。

② 明治初期の温泉孔分布

大正元年（一九一）佐藤蔵太郎編纂の『別府町史』によ
れば入浴客を宿泊させるには湯宿の権利があり、文化年中に
（一八〇四〜一八）別府でこれを有していた家が一八戸あつ
た。当時新たに湯株を獲得したものが三戸あつた。

江戸時代末の別府は温泉場として設備が整い入湯客も多く
なってきたが、湯宿のほとんどが自然湧出の源泉場所がある
いはその共同浴場付近に有つたので、特に温泉の掘削の必要
はなかったものと推測される。

明治初期の別府町の温泉孔数は推定三一か所であった。別府町を取り囲む亀川や朝日、南立石・堀田などには自然湧出の温泉がかなり分布していたことが想定される。

③ 広がりを見せた明治中期の温泉孔発掘

「文化年間に千葉県君津市中村糖田の池田久蔵が、孫久吉を助手として鑿井業を始めた。その方法は、鉄棒の先に矢筈やはば形の金具をつけ、台棒突き足場によって約二〇間（約三六m）地中のみを掘り下げ、水源を求めるものである。当時としては最新の井戸を掘り進める技法であったようである。」この掘削方法が上総掘りかすさばという方式である。

この上総掘りは、大小二〇〇本にも達するほどの杉の丸太を何本も組み合わせ徐々に高くしていき上下左右にも大きな力が急激に加えられても耐えられる頑丈な槽をくみ上げる。槽のほゞ三分の二程度の高さに人が作業できる足場を作り、そこからノミをつるした竹ひごを操り、水車型のひご車で槽に取り付けた竹の天秤の反動を使ってノミを地中に打ち込んでいく。地下深く孔を掘り進める丸鋼のノミが重要であった。

明治一二年別府町の萬屋儀助※1が別府中町萬屋呉服店に接続する居宅内に一二尺（約四m）掘り下げて温泉の人工湧

出に成功した。

千葉県君津で始められた上総掘りの方法で人工的に温泉を掘削したのが始まりである。以来、別府市内一円に人工的に温泉の掘削が（湯突き）始められ、温泉源の比較的浅い場所ですべて人工掘削が容易な場所を見定めて湯突きをはじめ人工掘削が盛んに行われることとなった。そして、明治四四年（一九一）には地区内の温泉孔数は五九三孔に達し急激な広がりを見せた。

④ 昭和期からの温泉孔の発掘

大正期は、浜脇・亀川地区を中心に人口掘削は行われたが、昭和になってからは北浜から上人ヶ浜、さらに山の手方面へと広がりがみられた。上総掘りの方法は、昭和二〇年代末に登場する動力によるボーリング機械が使用されるまで続けた。温泉のボーリングによる掘削は機械の大型化や泉源発



大正9年 浜での湯突き風景

見の技術の
進歩によっ
て数千メー
トルまで可
能となった。

温泉の保
護を目的に
温泉掘削や

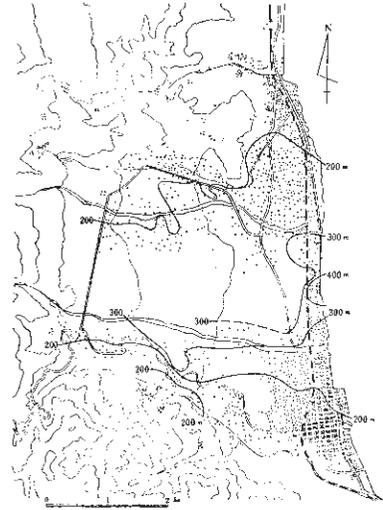
動力装置の申請は許可制が施行されるようになったが、昭和五四年には四・〇一孔に達することとなった。一方枯渇泉・廃孔も増加したため昭和五五年に整理して全体として二九〇〇孔余りとなった。

現在は年間数件の温泉掘削の申請はあるものの泉源が古くなり枯渇するものもあって絶対数としては減少し、平成二〇年代では二五〇〇～二三〇〇孔で推移している。

三 別府に於ける小規模発電の現況

(一) G小規模地熱発電所の背景

別府市内では、鉄輪地区や明礬・小倉・堀田・観海寺・湯山などに湯けむりを常時吹き上げる元気のよい地熱が分布し



昭和44年 別府市内温泉孔分布図

ている。その中の一つが堀田地区にあるG小規模地熱発電所である。

地熱発電所は、大分自動車道の別府ICから車で五分ほどの山間にある日帰り浴場施設に隣接しており、一般市民にも開放されていて土日や連休には入浴客が多く訪れるところである。

G浴場で噴出している温泉の余剰の地熱を活用して小規模地熱発電を計画し、平成二五年四月に地熱発電事業を行う[※]、西日本地熱発電(株)をたちあげた。

平成二五年七月三二日G地熱発電所の造成工事に着手。一〇月二二日に再生可能エネルギー発電設備の認定を受け、発電所内にバイナリー、温水・冷却ポンプ、プレート熱交換機、冷却塔、キューピクル等の諸機材及び設備を設置する。

敷地面積約二二〇㎡、バイナリー方式の小型発電機二台、出力九一、六KW、総工事費約一億五千万円で平成二六年一月発電開始した。これは別府市内では、杉の井ホテル発電所、



G地熱発電所 (市内堀田)

瀬戸内自然エネルギーに次ぐ二番目の地熱発電所の開設である。

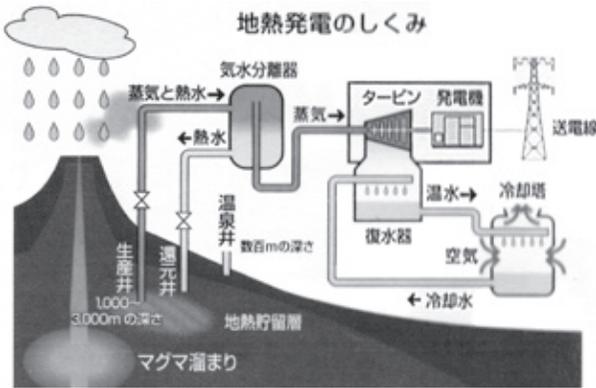
(二) 地熱発電の構造

先に述べたように地熱発電と言ってもその正体は様々でも多様である。平成二六年一月に運用開始された堀田地区のG発電所の場合は概略次のとおりである。

G地熱発電は、地中より得られた蒸気等でタービンを回し発電にするものである。

地熱発電の方式は、フラッシュ式とバイナリー式の二つに大きく分けられる。フラッシュ式は地中より得られた蒸気水を気水分離によって蒸気だけを取出してタービンに送り込み発電する。

これに対して地下より得られた蒸気・熱水の温度が低い時に沸点の低いアンモニア・ペンタン・



代替フロンなどの作動媒体を加熱蒸発させて、その作動媒体によりタービンを回し発電する方式をバイナリー式という。加熱媒体と作動媒体と二つあることからバイナリー式と呼ばれる。G発電所は後者のバイナリー方式によるものである。

(三) 小規模地熱発電のメリット

地熱貯留層から噴出する蒸気や熱水によって発電する小規模地熱発電は、化石燃料のように資源が枯渇する心配がない。計画的に使用すれば永続的な利用が可能である。また、蒸気と共に噴出した熱水は、農業用ハウスや魚の養殖、地域の暖房などに再利用できる。

火力発電の場合は、石油や石炭、天然ガス等を燃やして燃焼ガスや水を沸騰させて作った蒸気でタービンを回して発電するが、地熱発電では自然が生み出す蒸気を使って発電する。そのため二酸化炭素の排出量は火力発電の二〇分の一、地球にやさしい発電方法と言える。

風力発電や太陽光発電といった他の自然エネルギーを利用して発電する方法は、発電できる時間帯が限られていたり、天候や季節によって発電量が大きく変動するという特性がある。地熱発電は一年を通して一定量を発電できるという優れ

た安定性を持つているため極めて高い水準にあると言える。

地熱発電は国産のエネルギー資源を使って発電し、しかも、昼夜・天候のいかに影響を受けにくく二四時間安定した発電が可能である。

石油・石炭・天然ガスなどのエネルギー資源のほとんどは輸入にたよっている。日本の豊富な地熱資源は単純計算で大規模火力・原子力のやく二〇基分に相当する。これを有効に利用することはエネルギーの国産比率を高め化石燃料の節約にもつながる。

(四) 地熱発電のデメリット

デメリットとしては、地熱発電候補地の多くが、近くに既存の温泉地があり、新たに泉源を求めて掘削する場合は、温泉組合の同意が得にくい。また、候補地の多くが国立公園・国定公園に指定されており多くの制約を受ける。

新規に泉源を掘削する場合は、平成一一年に環境影響評価法が施行された。発電能力が一〇KW以上の地熱発電所を建設する場合には、事前に環境影響評価の手続きを実施することが義務付けられている。また、発電所予定地の地元の理解を得て地表から調査・掘削による地下調査に約二年。蒸気の

噴出量の確認に約三年、さらに環境アセスメントを実施して約三年～四年。発電に必要な生産井の掘削並びに発電プラントの建設に三～四年。合わせて一～一三年を要する。したがって地熱発電の新規設定の場合は、多くのコストと時間を必要とする。

地熱発電設備は、設置状況から見ても火山性ガスの影響を受けることになる。火山性ガスの成分及び濃度により影響には差が出る。発電機、キューピクルなどに錆が早く発生する。火山性ガスに含まれる硫化水素、二酸化硫黄等により電気機器内部及び電気配線の端子部分などが腐食による内部故障または断線に至ることがある。これらを防ぐことはなかなか難しいと言われている。

(五) Y小規模地熱発電所の状況

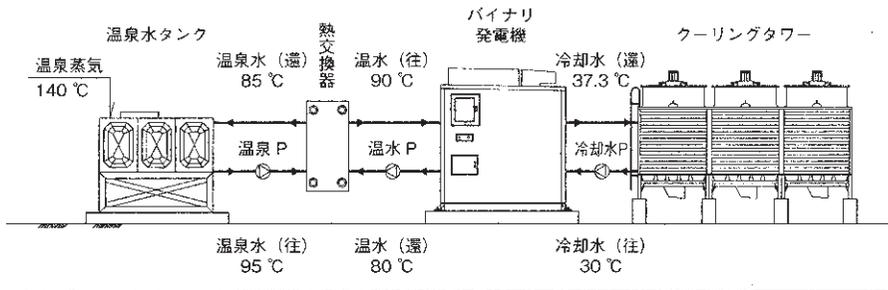
Y小規模地熱発電所の建設は、別府市湯山地区の既存泉源を活用して一〇〇KW程度の発電を目指して平



Y地熱発電所の工事現場・全景

成二五年一〇月七日、事業開始の地鎮祭を挙行。

平成二六年二月一八日工事着工。四月八日泉源の温度、噴気量等の調査実施。四月一〇日、水源の井戸の掘削開始、五月二六日発電所より排水及び発電所への給水管約一八〇m敷設工事。六月二一日発電所敷地にコンクリート打ち。七月一五日経済産業省より「再生可能エネルギー発電設備の認定」通知。七月二三日水槽三三トントク設置。七月三一日発電所内に発電装置やキューピクル設備等を搬入。八月一九日井戸水汲み上げ用ポンプの高圧線引き込み作業。一〇月一一日諸設備の配管工事ほぼ完成。一〇月一三日以降諸配管の断熱・保温の工事開始。一〇月二五日噴



地熱発電所系統図 (バイナリー発電) ※3

気・熱水をタービンに送り込み発電の諸機能の点検・調節。一〇月三〇日発電所甲板設置・Y地熱発電所バイナリー方式により発電開始した。

四 これからの地熱発電

(一) 地熱の有効利用

別府の温泉の利用形態は、伝統的には入浴剤としての湯の花の生産が行われていたが、交通の便の発展に伴い他地域から観光客が訪れるようになった。温泉は重要な観光資源として機能するようになった。また、生活レベルでは別府には古くから共同浴場の文化があり温泉は地域の浴場に欠かせない役割を担ってきた。温泉は入浴だけにとどまらず調理での利用もなされてきた。

別府を代表する調理法として温泉から噴き出す蒸気を利用して食材を蒸す「地獄蒸し」が挙げられる。そのほかにも温泉は医療・花卉栽培・養殖業・発電などに利用される。

温度域による地熱の直接利用の用途として次のようなものがある。二〇〇℃以上・地熱発電・製紙、一二〇℃以上・食品加工・木材乾燥、八〇℃以上・セメント乾燥熱帯植物園・温室暖房、四〇℃以上・キノコ栽培・入浴室内暖房、一〇℃

以上・温水プール・ヒートポンプ・養魚・道路融雪などである。

(二) 日本を代表する地熱発電所

阿蘇くじゅう国立公園の山々に囲まれた風光明媚な場所に建つ八丁原発電所は日本最大の地熱発電所である。最大出力は、一・一万KW。昭和五二年に一号機、平成二年に二号機が運転開始した。平成一八年には日本で初めてバイナリー発電が導入された八丁原発電所は、九州では大岳発電所に次いで二番目、全国では五番目に造られた地熱発電所である。

東京から南へ約二九〇km、太平洋に浮かぶ緑豊かな離島八丈島。温暖な気候に恵まれ珍しい動植物が生息するこの島では、クリーンアイランド構想を



上の岱地熱発電所（東京電力）



八丈島地熱発電所（東京電力）

掲げ、島の環境を保全しながら自然の力を利用した再生可能のエネルギー利用を推進している。中でも日本で唯一離島にある地熱発電所から生み出される電気は昼夜利用されている。

八幡平市街から緑深い山道をくねくねと上がっていくと突然見えてくる四五mの冷却塔。冷却塔で知られた松川地熱発電所は、一九六六年運転を開始し、最大出力二・三・五〇〇KW。八幡平市内の全体をまかなえるほどの電力を五〇年近く発電し続けている。

秋田県湯沢市は、日本有数の豪雪地帯であるが、温泉を楽しめる湯の街でもある。平成六年上の岱地熱発電所が運転を開始、最大出力二・八・八〇〇kWで発電し続けている。地熱を生かしたホットでクリーンな街づくりをめざし、農業ハウス、農産物加工、冬場の融雪利用などを目指している。

福島県福島市の土湯温泉などもバイナリー発電による街づくりをめざし、震災復興の切り札にしようとしている。

海外でも国を挙げて壮大な地熱開発計画を進めているところや自然エネルギー大国の展望「地熱発電から、さらにそのさきへ」のアイスランド、インドネシアのワヤン・ウインドゥ地熱発電所などが地熱発電を目指しており関係方面から注目されている。

(三) 地熱発電の展望

日本は火山列国である。火山の下にはマグマがある。日本列島の下には無尽蔵ともいえる地熱資源が眠っている。二〇一一年三月二一日、東日本大震災・福島原発事故を経験した日本には地熱エネルギーにとっても再出発の年である。四五年の歴史を持つ日本の地熱発電は一七ヶ所五〇万KWの実績を持つ。しかし、二〇五〇年に向けて再生可能エネルギーに舵を切り、日本にとって地熱には大きな期待が寄せられている。この期待に応えなければならない。

日本のエネルギー自給率は五%に満たない。しかし、我々の足元には地熱という大きなエネルギー源が眠っている。その事実を知った時、戦前から研究されてきた地熱発電がなぜ普及しなかったのかが不思議に思えてならない。

今こそ我々の生活を支え産業を支えてきた原発や火力発電に代わる代替エネルギーの価値と意義をみ直し、日本の未来のために互いに協力し合い地熱発電の普及が、日本再生のシンボルとなることを願ってやまない。

五 地熱発電関係年表

一八〇八(文化 五)年	世界で最初にイギリスロンドンの王立協会で電灯がついた
一八七八(明治一二)年	我が国で最初に電灯がつけられた
一八八〇(明治一三)年	フランスの砂糖工場で小規模水力発電を開始
一八八六(明治一九)年	東京京橋区富島町に東京電灯の事務所を設置して一般電灯営業を開始
一八九〇(明治二三)年	下野麻紡績が自家用水力発電工場用電灯、落差を利用して水圧管内径一・二m、長さ一三mに水を流し六五馬力の水車を回転させ、エジソン四号型発電機で一六燭光の電灯一七六灯を点灯
一八九一(明治二四)年	熊本電灯が水力発電で一四五三灯
一九〇〇(明治三三)年	竹田第一発電所 六〇KWの発電
一九一一(明治四四)年	黒川第一発電所工事に着手、大正三年一五〇〇KW発電機四台完成
一九一四(大正 三)年	九州水力電気発電所、女子畑玖珠

一九一九（大正 八）年	川・大山川一六二〇〇KWを発電 海軍中将男爵山内万寿治 本坊主 で噴気孔の掘削に成功	一九九六（平成 八）年	味噌協同組合三五KW（臼杵市） 滝上地熱発電所二五〇〇KW発 電に成功（九重町）
一九二五（大正二四）年	別府市鶴見で日本で最初の地熱発 電を高橋簾一が成功。出力一・三 KW、一・五ヶ月継続。	一九九七（平成 九）年	廃棄物発電六〇〇KW大分市清 掃工場
一九四七（昭和二四）年	地熱開発別府実験場で地熱発電な どの研究が始まる。	一九九八（平成一〇）年	九州観光ホテル九〇〇KW地熱発 電に成功（九重町）
一九五一（昭和二六）年	南立石白滝地獄の試験井で三〇K Wの発電に成功	一九九八（平成一〇）年	風力発電二四五KW二基日田市
一九六七（昭和四二）年	大岳地熱発電所一二五〇〇KW地 熱発電に成功	二〇〇一（平成一三）年	ソーラー照明灯豊後大野市〇・三三 KW
一九七七（昭和五二）年	日本最大の地熱発電所八丁原発電 所（五五、〇〇〇KW）営業運 開始	二〇〇六（平成一八）年	バイオマス発電所日田ウッドパワ ー 一二〇〇〇KW発電開始
一九八一（昭和五六）年	別府市杉の井ホテル三〇〇〇KW の地熱発電開始（別府市）	二〇一〇（平成二二）年	大分スポーツ公園（七〇KW）・ 大分農業文化公園（四〇KW）・ 大分県産業科学技術センター （二〇〇KW）等で太陽光発電設 置
一九八三（昭和五八）年	太陽熱利用、真空管一・七五㎡× 一七本（日田市）	二〇一一（平成二三）年	玖珠ウインドファーム・前津江町 椿鼻ハイランドパークなどで風力 発電運転中
一九八四（昭和五九）年	バイオマス発電（消化ガス）二豊		

二〇一三（平成二五）年

・二月瀬戸内自然エナジー六〇KW地熱発電開始（別府市小倉）

ソーラーフィールド日田一八〇〇

KW運転開始

二〇一四（平成二六）年

一月一七日、西日本地熱発電（株）噴気レンタル事業開始、G地熱発電所九一・六KW発電開始

一二月一日 Y地熱発電所、

一〇〇KWを目指して発電開始

太陽光発電（メガソーラー）丸紅

八・二万KW、日揮二・六五万KW、

三井造船大分営業所一・七万KW

発電中

発電中

『大分合同新聞』・『読売新聞』等の地熱発電関係資料・記事

『別府風土記』・『湯の花の研究』・『湯山の里風土記』

『豊国紀行』貝原益軒 元禄七年 複製昭和七年

『別府温泉誌』佐藤蔵太郎 明治四二年

『別府市誌』別府市 昭和八年、昭和四七年、平成一五年

『角川日本地名大辞典』角川書店 昭和五五年

『地熱 geothermal』JOGMEC 平成二五年

『地熱エネルギーの開発と利用促進』新エネルギー財団 平成二六年

成二六年

『NIKKEI BUSINESS』技術&トレンド 平成二五年

大分県ホームページ <http://www.pref.oita.jp/site/onsen/onsen-date.html>

onsen-date.html

※1 万屋儀助が上総掘りにより温泉の人工掘削に成功したという

説と初代別府市長の神澤又市郎であるという説がある

※2 出資会社は、小俣電設工業（株）、（有）ナンリ特機工業、不二

熱学工業（株）、八千代電設工業（株）の四社で立ち上げた。

※3 バイナリー発電所の系統図等については谷林修氏（西日本地

熱発電KK）らの役員技術者の指導助言をいただいた。

（掲載の写真は必要によって画像処理をしました。）

参考文献

『大分の電力史』 高橋真澄 昭和五六年

『大分発 自然エネルギー最前線』阿部博光 平成二三年

『大分県の地理』光文館 著者代表兼子俊一 昭和三七年

『電設技術』No七四三 日本電設工業協会 谷林 修

平成二六年