

活動レポート

リージョナルステート研究委員会

文責：リージョナルステート研究委員会 副代表
地域主権分科会 幹事長 中田光治

平成29年度 第7回定例会のご報告

我が国の地熱発電の現状、特徴、設備容量について

1 はじめに

私たちリージョナルステート研究委員会では、水力、太陽光、バイオマス、雪氷等の自然現象により得られるエネルギーを自然エネルギーと称し、自然エネルギーを地域資源と位置付けたまちづくりの可能性について検討を行うとともに、自然エネルギーを貯めて使う媒体としての水素の可能性について検討しています。

これらの検討を進めてゆく中で、地熱発電(バイナリー方式の地熱発電を含む)による地域振興に着眼して平成29年11月15日に平成29年度第7回定例会を開催いたしました。当日の参加者数は、当研究委員会構成メンバーを中心に18名でした。また、講演会の後、これまでの活動成果の取りまとめ方法、広報方法等についての意見交換を行いました。

ここでは、前段で開催された我が国の地熱発電の現状、特徴、設備容量、技術開発動向、今後の課題等について、その概要を報告させていただきます。



写真-1 講師による講演状況

2 これまで携わった業務について

私は、昭和49年(1974年)3月に東京の国立大

学を卒業した後、東京の建設コンサルタント会社に就職しました。そこでは首都圏の大規模ニュータウンの計画・設計、市町村の都市計画マスタープラン、都市交通計画、公園緑地計画、中核工業団地の計画・設計などの業務を担当しました。

また、河川・砂防・ダム系のコンサルタント会社に席を置いたこともあり、そこでは全国の主要ダム、16ダム(水力発電)の環境保全・設備計画、堆砂・濁水対策等の業務、並びに地熱発電所、2箇所の調査・設計業務を担当しました。

そうした業務経験や技術士(河川・砂防、電力土木等の選択科目で登録)を踏まえ、今回、我が国の地熱発電の概要、設備容量、今後の課題等について、講演することになりました。以下、講演内容及び質疑応答について報告させていただきます。



写真-2 講演会の会場の風景

3 我が国の地熱発電の現状、特徴、設備容量等

(1) 地熱発電の経緯及び現状

世界で最初に地熱を利用した発電を行ったのは、ピサの斜塔で有名なイタリアのトスカーナ地方のラルデレロでした。1904年(明治37年)にP.Ginori Conti公爵が天然蒸気を利用して発電機

を運転し、5個の電球を灯したのが地熱発電の始まりといわれています。

一方、我が国の地熱発電の歴史は、大正8年(1919年)に海軍中将山内万寿治が、地熱利用を進めるために国内を調査し、大分県で掘削に成功したのが地熱利用の先駆けとなりました。その後、山内万寿治の事業を引き継いだ太刀川博士が、大正14年(1925年)に別府で地熱発電の試験を行い、1.12kWの発電に成功したのが、我が国で最初の地熱発電といわれています。

日本の地熱発電許認可出力は、平成4年(1992年)～平成8年(1996年)にかけて270MW～530MWにほぼ倍増しました。この理由は、昭和48年(1973年)～昭和58年(1983年)に実施された全国地熱基礎調査、昭和55年(1980年)～平成4年(1992年)に実施された全国地熱資源総合調査など、国を揚げた地熱調査の推進が反映された結果でした。しかし、平成8年(1996年)度以降は、地熱の開発には調査から運転開始までの期間が長いこと、開発コストが他の発電設備と比較して高

いこと、石油価格の長期低迷等により地熱発電所の建設が停滞していること等が原因で、許認可出力530MW～535MWの横ばい状態がここ数年続いています。

一方、日本の地熱発電所は、平成19年(2007年)度末現在で18箇所あり、設備容量549.9MW、発電電力量306万MWhに達していますが、利用率は65.2%にとどまっています。また、国内の発電出力のうち地熱発電が占める割合は平成20年(2008年)現在でわずか0.2%にとどまり、欧米諸国と比較して、極めて低い割合となっています。

我が国は、火山活動が活発な国として位置付けられていますが、その割に地熱資源の活用が十分とはいえ、今後は、地熱発電の積極的な開発と地熱発電所の建設が推進されると考えています。

(2) 我が国の地熱発電の特徴

地熱発電の第一の特徴は、環境面に優れていることです。原料の採掘から建設、輸送、精製、運用、保守などのライフサイクル全体で発生するCO₂量排出量を発電方式別にみると、地熱発電は太陽光発電、風力発電よりも低い水準にあり、地球温暖化の抑制に大きく寄与しています。

第二の特徴は太陽光発電や風力発電が気象による影響を受けて発電量が変動するのに対し、地熱発電は気象の影響を受けないことです。このため、他の自然エネルギーと比較して供給面で信頼度が高く、石炭火力、原子力と同様にベース電源に位置づけられています。

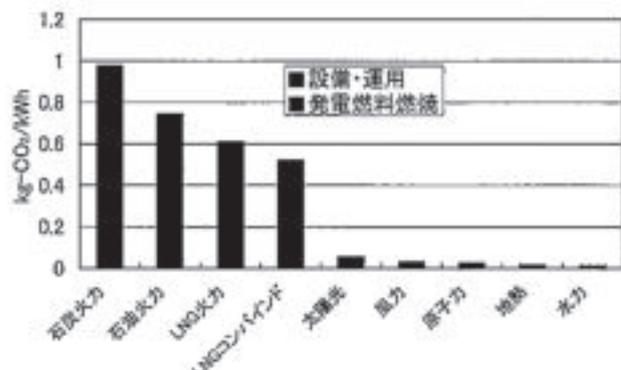


図-1 発電方式別のCO₂排出量

表-1 各国の発電設備に対する地熱発電設備の割合

国名	総発電設備容量(A) (MW)	地熱発電設備容量(B) (MW)	地熱発電の割合(B)/(A) (%)
アメリカ合衆国	1,031,092	2,034	0.2
フィリピン	13,434	1,951	14.4
イタリア	78,249	791	1.0
メキシコ	43,536	953	2.2
インドネシア	24,706	797	3.2
日本	272,701	535	0.2
ニュージーランド	8,655	435	5.1
アイスランド	1,510	172	11.4
エルサルバドル	1,135	151	13.3
コスタリカ	1,715	163	9.5
ニカラグア	641	75	12.2
ケニア	1,129	127	11.2
グアテマラ	1,697	53	1.9
中国	391,406	29	0.0
ロシア	226,000	79	0.0
トルコ	28,302	20	0.1
ポルトガル	11,240	15	0.1
エチオピア	501	7	1.4
フランス	115,975	15	0.0
台湾	34,598	3 (休止)	0.0
ギリシャ	11,360	2 (休止)	0.0
タイ	50,532	0.30	0.0
オーストラリア	44,852	0.15	0.0
ドイツ	112,781	0.15	0.0
オーストリア	18,030	1.2	0.0
バブア・ニューギニア	-	6	-
合計	2,514,307	8,879	0.4

(出典) (A)：海外電気事情概況(2005年版)および電力調査統計月報(平成16年度実績統計号)
 (B)：日本地熱調査会の調査並びにWGC2005 Keynote (World Geothermal Generation 2001-2006: Bertani)
 <参考事項>
 全世界の総発電設備(2,517,377MW)に対する地熱発電設備(8,879MW)の割合は約0.3%となる。

(3) 地熱発電の設備及び掘削技術

地熱発電の設備は、蒸気井からタービン入口まで

の蒸気生産・輸送設備、地熱発電システムの形態、蒸気タービン設備、冷却水設備等で構成されています。蒸気井から噴出した地熱流体は、通常二相流体のため気水分離装置に入り、蒸気と熱水に分離されます。分離された蒸気は、発電所に送られますが、熱水には砒素等が含まれるため還元井を通して、再び地下に戻されます。蒸気井は、地表からある深度まで柔らかい地層を大口径で掘削し、ケーシングパイプ(鋼管)を挿入して、その外側をセメントなどで充填します。現在、実用化されている地熱発電の方式には、広く採用されている「フラッシュ方式」、比較的最近実用化された「バイナリー方式」などがあります。さらに、現在実験段階にあるものとして「高温岩体発電方式」があり、これに加えて地熱資源を活用する一連の技術も包含する「涵養地熱系方式」等があります。

地熱資源の探査は、地表探査とボーリング探査に大きく分けられます。地表探査は、地表で観察あるいは測定したデータから地下の地質構造、熱構造及び水理構造(これら3つの構造を合わせたものを地熱構造といいます)を推定する方法で、具体的には地質調査、物理探査及び地化学的探査があります。さらに、地熱地域に見られる噴気や温泉水の化学成分を分析し、深部の地熱流体の起源、化学的な性状、温度および流動メカニズムを推定する調査を、地化学調査といいます。

地表探査の結果から地熱構造を推定し、構造試験井によるボーリング探査を行い、最終的な確認を行います。ボーリング調査では、地下の岩石(コア)を採取し、肉眼での観察、X線分析、物性試験、化学分析を行い、これらの情報により地熱構造を確認した後、本格的な蒸気井の掘削に着手します。

(4) 北海道における地熱ポテンシャル

日本は、世界有数の火山国であり、地熱資源量は米国とインドネシアに次いで、世界第3位に位置しており、地熱発電量は23,470MWの出力ポテンシャルがあるとされています。しかし、日本の地熱資源は、開発候補地の多くが国立公園内に位置するなどの制約があり、設備容量では現在、世界第8位にとどまっています。

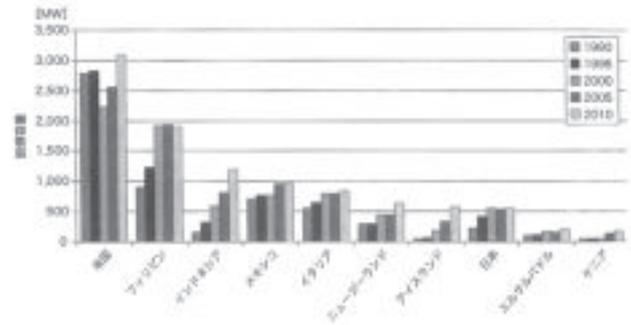


図-2 主要地熱資源国の設備容量の推移

一方、北海道の地熱発電の出力ポテンシャルは、北海道立総合研究機構地質研究所によると平成27年(2015年)現在で104万kWと推計されています。従来は産業技術総合開発機構が推計した1,637万kWの数値が用いられてきましたが、これと比較して15分の1程度となっています。これは、データベースの改善と新しい地熱情報に基づき、より高い精度で導き出した結果であり、より高い精度の地熱発電の出力ポテンシャルマップの作成を目的として算定したものです。これにより今後、地熱発電は国・地方公共団体のエネルギー政策や地方公共団体・地熱開発事業者等への技術指導・支援等へ広く活用されることが期待されています。

4 地熱発電の技術開発動向及び今後の課題

(1) 今後必要とされる技術開発

地熱発電を発展、普及させるために今後必要とされる技術開発は、地熱探査技術の向上、高効率化(EGS技術の開発)、高耐久化、利用可能資源の拡大、有害物質の分離技術などです。

これらの技術開発のうちEGS技術は、人工的な水圧刺激を利用して地熱資源を活用させる一連の技術です。通常、地下深いところにある高温の地層の中で岩石を断裂させる技術を指し、温水または水蒸気の新規地熱貯留層の創出、既存の地熱貯留層を拡大、強化するための利用技術のことです。

(2) 地熱発電の今後の課題

今後取り組むべき地熱発電の課題としては、開発コストの低減、開発リスクの低減、自然環境との調和、温泉バイナリー発電の拡大、地熱発電の立地地域との共生などが挙げられます。

今後の課題のうち開発コストの低減については、

地熱発電は調査・開発段階で多数の坑井を掘削する必要がありますが、掘削費用は1本当たり数億円を要すること、地熱発電所が山間部に建設されるため送電線建設に多額の費用を要することで多額の初期コストが必要となります。地熱発電では開発期間のみならず、運転開始後においてもスケールの問題や補充井の掘削が必要となる場合も多く、これらの開発コストの低減も大きな課題に挙げられます。

次に、課題として挙げられるのは、開発リスクです。地熱発電開発は、最新の探査技術を用いても坑井掘削位置の効率的な選定や運転開始後の地熱貯留層の管理に不確定な部分が残し、開発の結果、計画通りの蒸気量が確保できない等の開発リスクを包括しています。こうした開発リスクを低減するためには、精度や信頼性の高いデータの取得、資源調査から事業開始までの調査・建設時間の短縮、環境アセスメントの期間短縮など総合的なリードタイムの短縮が必要となります。

温泉バイナリー発電は、これまで未利用であった53～120℃の低温域の地熱資源(温泉熱)を活用した発電で、温泉発電ともいわれています。

バイナリー発電の技術が普及し、我が国は温泉熱エネルギーが全国各地に分布しているため、温泉バイナリー発電の出力ポテンシャルが、カーリーナサイクル換算で約720MWと推計されています。

また、温泉熱を発電に利用することで分散型電源として活用できることから、バイナリー発電の今後の普及拡大が期待されるところです。

5 質疑応答

講演の後、質疑応答の時間が設けられ、参加者から質問がありました。以下、質疑応答の概要について報告します。

質問1:日本には活火山の数が多く、地熱資源量も世界第3位との説明がありましたが、地熱資源設備量は世界第8位でしかありません。日本で地熱発電が普及しない理由は何ですか。

回答:地熱発電の今後の課題のところで述べましたが、地熱発電の開発には、熱源の探査、ボーリング調査等に多大なコストを必要とすること、地熱熱源がある場所は活火山の活動が活発な地域であり当該

場所は国立公園の特別地域等に多く分布していること、環境アセスメント等に十分な配慮と時間が必要とされること、などのリスク要因が多いためだと考えられます。

質問2:日本の地熱発電所は、平成25年(2013年)現在、18か所という説明がありましたが、その後、低温域(53～120℃)の温泉熱源を活用した民間施設が増加しているように思います。最近の民間施設におけるバイナリーサイクル方式の設備容量などの情報があれば教えてください。

回答:日本の地熱発電所の一覧の中には、民間企業、観光ホテル5か所が含まれています。しかし、地熱発電には、膨大なコストが必要となるため、その後民間による地熱発電が開発されたという情報を把握していません。今後、最新の情報を調査してみます。

質問3:日本における地熱発電の将来性はいかがでしょうか。日本には活火山の数が多く、地熱資源量も世界第3位と豊富にありますので、もっと力を入れて開発していくべきだと思います。

回答:私も、そう思います。地熱発電は、国内に存在する地熱資源を利用する純国産エネルギーであり、世界有数の火山国である日本には地熱資源が豊富に存在することから、我が国に最も適した発電システムだと思います。さらに、地熱発電は太陽光発電、風力発電よりCO₂発生量が低い水準にあり、地球温暖化の抑制にも寄与していますので、地球環境保全の観点からも積極的に推進するべきだと思います。

6 終わりに

今回、地熱発電の現状や今後の課題、我が国及び北海道における地熱発電ポテンシャルなどについて説明できたことは、リージョナルステート研究会にとって大変意義があることと考えています。

太陽光発電や風力発電が気象現象による変動の影響を受けるのに対し、地熱発電は、気象条件の影響を受けないため、他の自然エネルギーより供給面で信頼度が高く、我が国では貴重かつ将来性のある自然エネルギーと考えます。これらを踏まえ、私たちは今後とも再生可能エネルギー全般について、勉強を続けていきたいと考えています。