

「CO2 削減とイノベーション」研究会 第 22 回研究会報告

「温泉地における自前の地熱発電について」

2013.9.20

田中大生 氏 (株)ジオサービス 代表取締役)



東日本大震災以後、再生可能エネルギーへの注目は高まったが、地熱発電の場合、温泉枯渇を恐れる地元の反対は依然として強く、なかなか前には進んでいない。ところが、30 年も前から、温泉の飽和蒸気に着目し、小規模分散という形で浴用との共生を図る、“日本型地熱発電”を提唱してきた人物がいる。(株)ジオサービスの田中大生氏である。そこで、今回の研究会では、田中氏をお招きし、これまでの取組みについてお話をうかがったほか、「固定価格買取制度(FIT)によって 42 円/kW(税別)という高い調達価格がついた好機をどう活かすのか」をテーマに、現状と課題についても語っていただいた。

【講演要旨】

日本は古くからの温泉大国であり、温泉は再生可能エネルギーとして十分利用価値があるにもかかわらず、その多くは浴用利用の範囲にとどまっている。ただし、温泉地に大規模な地熱発電所を作るとなると、開発は大掛かりでリードタイムも長く、何より地元の反対を引き起こす。それに対して、温泉井戸から出る比較的低温の飽和蒸気を使い、タービンを回して発電すれば、効率もよく、コストを抑えられるほか、浴用利用を侵すこともないため、地元の同意を得ることはさほど難しくない。温泉蒸気を使った小規模な発電所を各地に分散して作っていくこと。これこそが“日本型地熱発電”の目指すべきところであり、こうした方向性でなければ日本では地熱発電は展開していかない。

実のところ、温泉地における小規模分散型発電の試みは 30 年前に遡る。国内温泉事業者初の地熱発電所として認可された別府 S ホテル(1981 年)がその端緒であり、事業受託の形で稼働させた K ホテル(1998 年)を経て、現在は地域住民が共同出資して事業を進める小国わいた温泉「わいた会」の発電所立ち上げに携わり、来年春の運転開始を目指している。

この間、普及活動に努める過程では、まだ安価だった石油を用いた火力発電に対抗できず冬の時代を強いられたこと、地熱発電が RPS 法(電気事業者による新エネルギー等の利用に関する特別措置法)の対象外となり売電ができないなどのことを経験したが、各地で必要性を説いて歩く一方、現行法に合わせて発電方式を工夫する努力を重ねて今日に至っている。昨今では CO2 削減への関心に加えて、全量を買取る固定価格買取制度(FIT)の追風もあり、この好機のもと、実証例を1つでも多く増やして将来につなげたい、と考えている。

しかし、真に温泉発電を普及させるためには、発電所を持続性の高い形のものにしていく必要がある。それには、地熱法の整備、環境保護地区への設置認可、電力会社系統へ連系問題、発電設備のさらなる簡易化、売電収益の配分・使途など、行政側だけでなく、事業者側で解決すべき課題も山積している。一部については既に展望が開けており、また買取期間が 15 年と定められてはいるが、42 円という高い調達価格がもたらす売電収益によって解決が見込まれるものも少なくない。まずは実証例を増やし、課題も含めて、今後も普及に取り組む所存である。(文責:藤井由紀子)

「CO2 削減とイノベーション」研究会 2013.年 9 月 20 日

温泉地における自前の地熱発電について

株式会社ジオサービス(創エネルギー開発コンサルタント)
代表取締役 田中大生

日本型地熱発電の提唱——温泉蒸気を利用した小規模分散型発電

田中氏講演録からの抜粋

田中談:株式会社ジオサービスの田中大生でございます。大小の「大」、生まれるの「生」と書いて、実はこれ、「ひろお」と読みます。また、ジオサービスの「ジオ」は他でもない、地熱とか、大地とかいったことを意味しておりまして、そういったものを利用して、何らかのサービスの提供ができればということから、「ジオサービス」という名称でもってやっております。一応、株式会社でございまして、今は人も3人ほど抱えております。主にやっていることは、FS(feasibility study)という、事業化の可能性調査です。つまり、「この地区でこういうやり方をなされば、こういう結果が予想されますが、いかがですか?」といった提案をいたしております。ただし、単にそうしたサービスを提供するだけではなく、「温泉発電を何としても広めていかなければいけない」ということで、井戸の掘り方や管理などを身近にやりながら普及を図っております。今まで各社から正式なお招きをいただいたり、電力会社、ゼネコン会社、あるいはエンジニアリング会社などからコンサル契約という形をとったりしておりまして、本来ならばどこかに属したほうが展開は早いかなと思うんですけども、私のような性格からいたしますと、どこにでも飛び込んでいけますし、逆に動きやすいだろうということで、今日に至るまで独立でやっております。本日はよろしく願いいたします。

温泉というものに取りつきましたきっかけですが、もう今から40年も前になりましょうか。私はもともと低沸点媒体という温度の低いところ、つまり冷凍機をやっておりました。一方、日本には全国津々浦々、あっちに行っても、こっちに行っても、温泉地がございますけれども、日本の温泉は古来より浴用を中心にした利用が主流でございます。風呂の排水であれ、何であれ、温泉地では必ずお湯

が処理することもなく放流されておりますが、これを私のようなマイナス何十℃という世界をかじった者から見ますと、排水の熱はプラス 30～40℃という、もうとんでもない高温域でございまして、これを何とか有効に使えれば、ということから端を発したわけでございます。

ですから、私の頭にあるのは、正確には地熱という定義ではございません。領域が違います。あくまでも温泉です。それに、地熱開発という定義の下に進めていくから反対が出てくるわけでございまして、日本古来より続いている浴用を主とした温泉の有効利用という形で進めていかないと、決して日本型のものにはなりません。そういった意味から、地熱という領域ではなくて、温泉という領域での底辺を広げていこう、としております。

ただし、温泉地で温泉を利用して発電をするのに、大規模で、大深部で、大量の蒸気を出そうなどということになりますと、これは大変でございまして。もちろん、それが可能な地においてそれをするのであれば、それはそれでいいと思います。ただ、今まで国を挙げて 5 万 kW 規模クラスのをやってみましたが、井戸を 2000m ほど掘り、200℃以上といった高温高压のものを求めますから、掘削費と発電設備を合わせますと、総事業費が大きくなって開発そのものも大変ですし、リードタイムも長くなります。また、これに加えて、地元から相当の抵抗もございまして。当然、その対策には時間がかかりますので、これが経済性を圧迫することになります。

これに対して、小規模発電であれば、浴用利用と発電利用、お互いの領域というものを荒らさない限りは、地元とのコンセンサスを得て始めていくことができる、と考えております。ただし、経済性からいたしますと、お湯は少し問題がございまして、私の持論としているところは飽和蒸気でございまして。飽和蒸気といいますのは、100℃以上の蒸気を指しております。もちろん、温度が高いほうが全体的な量は少なくても済みますが、実際には 130℃でも 120℃でも結構です。要は「そこにある蒸気で賄いましょう」ということが基本で、それによって本当の意味での小規模で、かつ、各地に分散する形で進めていこう、と考えております。また、小規模ということになれば、タービンの材質など、いろいろなものの考え方も変わってきますので、単価をぐっと抑えることができます。

開発過程を具体的に説明いたします。まず、井戸を 1 本掘ります。前提条件は何かと申しますと、必要とする温度があること。これが 1 つです。それから、熱を取り出すところの媒体に水があること。これも絶対条件でございまして。そして、それを取り出すために掘削するわけですが、ただ掘りました、出しました、というだけではいろいろな問題が起きてきます。例えば、貯留層という言葉がよく言われますけれども、下にそういった層があって、それが池のごとく溜っているというふうに捉えるのは大間違いでございまして、そんなものは毛頭ございしません。貯留層とは、たまたま温度が高く、透水性も高い層のことを指すだけでございまして、掘削した井戸を長期にわたって使おうとするなら、噴出する量とまた入ってくる量とで井戸の収支を保つことが必要になります。それに、得てして蒸気や温泉というのは、これが出なくなった、または減衰した、あるいは温度が下がったということもございまして、バルブを開放して出すだけ出せばいいというわけではありません。無制限にはできないわけですから。つまり、井戸を維持するには、収支バランスを保った利用が必要で、過剰噴出させると減衰してしまうんですね。

また、当然のことながら、井戸は何本も掘ったりすることができるものではございません。ですから、

収支バランスのよい井戸を、1本でも2本でも集めることによって賄います。もちろん、何千kWという負荷の大きなホテルが数多くある場所は話が別でございますけれども、得てして自噴している地域は何十軒もあるようなところはございませんので、「地域が一つになって、いくつか噴出している蒸気を、ある程度、集合・集約してやっていこう」ということでございます。

次に、集約した蒸気を電気に変えていくわけですが、そのためにはそれに見合うタービンが求められます。実際に試算してみましたところ、小規模ですと、だいたい蒸気量が300kWクラスいけば十分ペイします。したがって、「今後は300kW程度のものから2000kW以下のものを各地に入れて、裾野を広げていくことが、日本における温泉発電の本当に目指すところではなかろうか」と思っております。また、回転機につきましても、今は大手のメーカー数社がわずかにやっておられて、ここ最近では1000kWクラスのものもありますが、基本的には何万kW、何十万kWといったものが主流でございます。ところが、温泉発電であれば、高温高压を求めなくても、105°Cでも、110°Cでも、もう少し低い温度でも、飽和蒸気であれば良いのですから、別に大手ではないメーカーでも使用可能です。ただし、熱落差ですから、タービンから出たところの排気をどんどん下げる必要はあります。例えば、120°Cのものを入れて、タービン排気を50°Cにするとか、110°Cのものを入れて、タービン排気を40°Cにするとかという話ですね。

現在、発電方式としては、バイナリー方式やフラッシュ方式などがありますけれども、私の経験からいたしますと、バイナリーにつきましては、イソブタンやペンタンなど、低沸点媒体を使ったものが事業として成り立つかという点、それは疑問です。バイナリーの場合、確かに機械的なエネルギーサイクルは成り立ちますが、温度が低いぶん、大量の熱源が必要になりますので、どこでもかしこでもというわけにはいきません。それに、バイナリー方式の場合、使用する低沸点媒体について消防法上の制約条件があり、技術的に非常に厳しいのが現状です。ですから、旅館や温泉地帯に設置しようというには無理がございます。これをやっておられるところも随分ございますけれども、ほとんどは正式に認められたものではなく、試験使用という形で認められたものでございます。その意味では、法の整備もまだまだ遅れていると言わざるをえません。

これに対して、何といたっても事業としての効率の良いのは、地下からの蒸気で直接タービンを回すフラッシュ方式です。バイナリー方式に比べて、高温蒸気を使用するフラッシュ方式は、エネルギー変換効率が高く、設備が高価になりますが、耐久性がよく、法令による規制も少ないので、導入が容易です。発電方式としては、フラッシュ方式のほうが有利なわけですね。ですから、四苦八苦して熱源を求めるよりも、地域が一つになって、いくつか噴出している蒸気をある程度、集合・集約した上で、フラッシュ方式により、安価な既製品の発電機を用い、その仕様に合わせて発電する、いわゆる小規模分散型発電を推進していくことこそが、日本の現状に合った地熱発電の姿だろう、と思います。なお、現在、このような“日本型地熱発電”を、より効率的に充足していく新技術を考案しております¹、今後、実証プラントで実用化を進めたい、と考えています。そして、これらの新技

¹ ①水対水の二系統(バイナリー)による発電システムの開発(特許出願中)、②CO₂を媒体に使い汽力(地熱)フラッシュ発電並みの効率で発電出来るシステムの開発(特許)、③地熱と化石燃料によるハイブリッド発電システムの開発(特許)、④離島での地熱発電を可能にする水素発電システムの開発(特許)

術を用いながら、地熱の低温熱源(130℃以下)による、小規模分散型で地産地消を目指す“日本型地熱発電”の取組みを進めていきたい、と考えております。

以上、こうした地域主体の地熱利用を蓄積した技術で推し進める“日本型地熱発電”が、私の考える地熱発電におけるイノベーションであります。つまり、温泉というのは、その地域の地下に眠る、いわば宝の山でございます。ですから、その場所を守ってこられた地域住人の方々が一丸となって、それを管理運営する事業を起こし、今日ご紹介したような技術を有する電気事業者はその事業を委託する方式でリスクヘッジを行うことができれば、多大な収益を得ることができますし、その収益を太陽光発電など、さらなる新エネルギーや他の地域活性事業に投資して、より豊かな地域社会を築くことができます。また、これらの活動で日本社会全体が受ける福利は、逼迫する電力需要に寄与いたしますし、脱石油によるCO2排出量の削減にも寄与することができます。これが地熱発電のイノベーションの目指すところですよ。

にもかかわらず、地熱発電はまだ未利用資源量が多いです。しかも、原子力発電に代わる唯一のベース電源となりうる新エネルギーでありながら、開発の困難性から、他の新エネルギーと比べて非常に高い買取価格が設定されています。皆さま、ご承知かと思いますが、固定価格買取制度の固定価格は毎年見直すこととなっています。初期設定された買取価格は当面は維持されるでしょうが、外国の事例から推して、次第に低下すると思われます。地熱発電の固定価格買取期間は15年ですが、もし買取価格が低下する前に事業化することができますと、その間、現行の固定価格で全量買い上げとなりますので、その収益を使って地熱発電を持続性の高いものにしていくことも可能となります。要はタイムリーに決断し、天の恵みと地の利、あるいは時の利を今ここで活かさなければ、もう次の機会はなくなるんじゃないかなろうかということで、鋭意取り組んでいるというのが現状でございます。

温泉ホテル地熱発電所の立ち上げ——Sホテル・Kホテル

田中談: それでは、次にその取組みの具体例を、経緯を踏まえつつ、ご紹介いたします。まず、温泉地における地熱発電の事例をご紹介します。事の発端は大分県別府温泉のSホテルでございました。当時、客室数は600ばかりありまして、ですからこれは負荷も大きいです。電気というならば2500kW、冷暖房の負荷でいうと4000冷凍トン(t/h)です。しかしながら、温泉は主として浴用に使っているだけでして、「これだけ相当量があるもの



Sホテル地熱発電所



Sホテル地熱発電所 発電設備 蒸気井・気水分離器

をなぜ使わないのだろうか？」と、ここから端を発しました。そこで、Sホテルのオーナーに、「こういうことをなされたらいかがですか？」と提言申し上げますと、「そうか、ではいくら掛かるか」とまず話がそこへ行って、やがては「よし、やれ」と、こういうことです。ホテルの創業者ですから、実に話が早いです。こうしてホテル全館の給湯をまずやり、なおかつ、冬場における暖房をやり、逆に夏場は温泉熱を使って吸収式冷凍機というものを稼働させまして、全館 4000 冷凍トン(t/h)の冷水を賄う、というところまでやりました。そんなに時間もかからず、1年ほどでそこまで作りました。このように、温泉地における使い道は、まず給湯関係や暖房関係といったところからスタートしたわけでございます。

では、次はどうするかとなった時に、「究極は発電でございましょう」と。電気であればいかにようにも使えますので、発電に入ったわけです。少し語弊はありますが、「宿屋が電気を発電している？」といったところから入っていったわけですから、何しろ当時は大変でございました。そして、昭和 56 年(1981)に、3000kW の出力で、使用前検査で認可をいただき、Sホテルは温泉での地熱発電所の国産第1号となったわけですが、それは蒸気供給によるもの、



発電所内部 発電設備

つまり温泉の井戸でございます。ただ、1本の井戸では足りませんでしたので、自噴とか、幸いあちこちにいろいろあったものをかき集めて1本にいたしました。これらの井戸は低圧のもので、温度でいいますと、せいぜい120℃ぐらいのもので、そして、そこから35トン(t/h)の蒸気を得て、3000kWでスタートいたしました。例えば、夜間の余剰電力を利用して、ホテル内で使用中の中型車や軽自動車など、全車を電気自動車に置き換えましたし、発電用タービンの復水と熱水を利用して、市内の家庭等に給湯することも手掛けました。なお、夜間余剰電力では、ホテル内の処理排水を電気分解して水素を作りましたが、水素は不純物が多く、これは失敗しました。

このように、Sホテルではいろいろなことを試みました。しかし地熱発電と給湯以外は技術的な問題が多く長続きしませんでした。

また、その時分も、今も、そうでございますけれども、日本における温泉は浴用が主たるところで、これらなくして温泉

は成り立ちません。したがって、温泉発電をやっていくためには、浴用利用の領域を侵してはならない。これは絶対です。それでは、これを侵さずに展開を図っていくためにはどうするか。ちょっと失礼な言葉になりますが、1社1軒だけでやっていると、すべての面で周りから袋だたきに遭います。やはり同業者を増やさなければいけないということで、大それたことはできませんでしたけれども、普及活動にも入って行きました。30年前のことですけれども、「ホテルや旅館、あるいは温泉地が共同で一緒になって負荷を賄いましょう」、「そのためにはどうすればいいかを考えましょう」という、今の言葉でいえば集落型の小規模発電を目指したわけでございます。

その頃はあたかも石油ショックの後でございましたから、非常に興味を持たれました。興味や関心を持っていただければ、あとは決断ということになるわけでございますけれども、ご存じの通り、第1次オイルショックの後、どんどん景気が冷え込んでまいりましたので、地熱もしばらく冬の時代が続きました。石油も安かったですし、「何もそんな温泉なんて使わなくても電気が明日から止まることはないじゃないか」、「電気は電力会社から供給を受けるだけでいいじゃないか」という反応で、し



蒸気タービン



冷却散水設備

ばらく冬の時代が続いたわけです。私はその間、再生可能エネルギー、もちろん当時はまだそういう言葉はあまり使われておりませんので、ローカルエネルギーと言っており、色々な事をやっておりました。その後、地球温暖化の問題が起こりまして、CO2削減を掲げて本格的に底辺を広げられたらいいと考えまして、まずはそれを実践するという意味からスキーム、つまり今の事業形態に入ってきたわけでございます。

さて、Sホテルの次ですが、鹿児島で100kWや200kWのもの、あるいは小国でも100kWのものをやりました。しかし、これらはまたたく間にいろいろなことに出くわしまして、存続しておりません。鹿児島の場合は、メーカーから「温泉蒸気を利用したこういうシステムでやりたいから実証させてくれ」という申し入れがあってできた実証場で、小さいものです。また、小国にも同じような形で100kWのものがありました。ですから、メーカーさんの実証が終わると設備はいただけますが、それをそれなりのものにしていくということになると、これはもう大変でございまして、現在もまだ設備そのものは残っておりますが、存続はいたしておりません。

それでも懲りずに、「何としても普及を図りたい」という一念のもと、1998年、大分県九重町のKホテルというところで、事業者から受託する方式でやりました。ところが、運悪く、地熱は新エネルギーとしては認められましたけれども、再生可能エネルギーとしては認められず、売電ができない、という状況になりました。なぜ売電ができないかと申しますと、RPS法(電気事業者による新エネルギー等の利用に関する特別措置法)に該当しないからだ、ということでした。RPS法においては、今流の言葉でいうバイナリー、つまり水蒸気の熱だけを使って、あとは水として地下に還していく方式で発電したものでなければ、再生可能エネルギーとして認められません。全量買取りと決まって、現在これは解消されておりますが、その当時はそうでした。

そこで、バイナリーにしようと組み立てたのが、既存のフラッシュ発電装置の中にある復水器を使った方式でございました。ただし、直接水と接触させて復水するダイレクト接触方式ですと、冷却塔から熱を排出しなければなりません。2000kWの例で申しますと、蒸気は24~25トン(t/h)ですが、そのうちの大半を冷却塔から大気に放出するわけで、これがすなわちRPS法に抵触する事の所以です。そこで、完全に再生可能エネルギーとして認められるために、復水器を熱交換器に変えて間接接触式という方式に変える事によってRPS法の認定を貰えます。

ちなみに、バイナリーと申しますと、片一方は蒸気、すなわち水で、もう片一方は冷媒、つまり簡単に言えばアンモニア、あるいは低沸点媒体ですとイソブタンの、ペンタンの、いろいろ



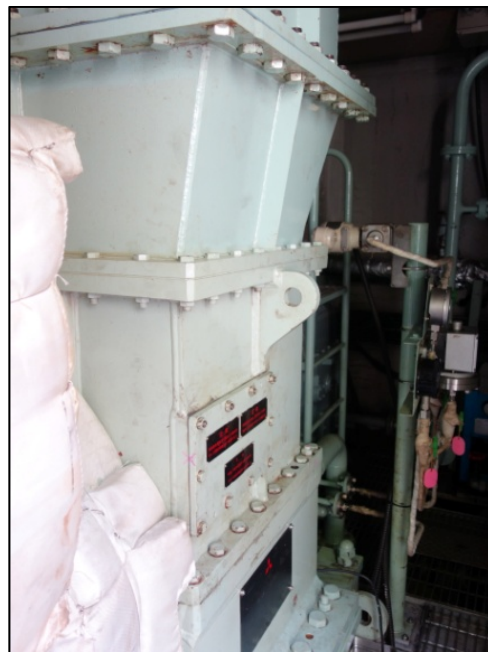
九重町 Kホテル



九重地熱発電所



温泉井戸



蒸気タービン

ろありますが、普通、この2つの系統で回っております。つまり、2つのプロセスで発電するので、これをバイナリーと呼ぶわけでございます。しかし、私どもが今まさにやっているのは、水対水のバイナリーです。水の蒸気というのはありがたいもので、 100°C を少し超えたら一気に1000倍以上に膨張するわけですから、こんな素晴らしい媒体はない、と言っていいです。そして、出てきたものは凝縮といいますか、復水してそれを地下に還していきます。2000kWですと蒸気は24トン(t/h)だと



気水分離器



冷却塔

申し上げましたが、その 24 トン(t/h)の蒸気を凝縮して、中にあるガスは抽気で外に排出し、除去したうえで、地下に還すわけです。これは、「水対水の二系統(バイナリー)による発電システムの開発」(特許出願中)として実用化しております。なお、これ以外にも、例えばスターリングエンジンのような、外燃機関なども試みてみましたが、何をやっても引き合うものではございませんでした。

このように、K ホテルでは試行錯誤がございまして、初期投資は非常に高くなりました。一方で、負荷は少ないし、当時は電気も売ることができないし、売れても 1kw/hあたり 2 円か、3 円ということでしたから、もう大変でございました。実のところ、国からの補助を貰っているものですから、設備廃棄をすることもできず、そのまま存続しておりました。

以上、私たちが手掛けてまいりました小規模地熱発電の冬の時代は、おおむね四半世紀にも及びました。その間、ご紹介申し上げてきたような、いろいろなアイデアを出して、何とか採算が取れるよう頑張りましたが、正直どうにもならず、細々と存続するのが精一杯で、新規事業にはほとんど乗り出せない、という現状でありました。むろん、新エネルギー開発ということで政府の援助は得られていましたし、COP3 京都会議以降は CO2 削減へ向けての機運も高まりましたが、その一方で規制は徐々に強まり、売電価格も低迷していました。まさに混沌とした状態であったわけです。しかし、振り返ってみれば、この長く辛い時期に技術の蓄積があったからこそ、今それが活かせるわけなのです。

大きな転機が訪れたのは、やはり東日本大震災以降です。法改正で全量買取となったわけですが、それは裏を返せば RPS 法に沿って苦労しながらせっかく技術を蓄積してきたのに、「何もそんな方式をやらなくても」という結果に“相成った”、ということの意味します。とはいえ、売れても 1kw/hあたり 2 円か、3 円という価格から、一気に 15~20 倍の 42 円、消費税を引いても 40 円という買取

価格となりましたので、「復活しよう」という気運がいよいよ高まりました。しかし、ご存じだと思いますが、今度の制度は新しい設備を設置する場合に認められることであって、かつてのものに遡及するということはありません。そこで、「これをいったん廃業、あるいは発電所を解体して、そこからスタートして出ていこう」ということになりますが、全部を解体するのではなく、心臓部は何といてもタービンですので、「タービンだけ入れ替えましょう」ということで、従来のタービンを廃棄して新しいものを入れ、改めてスタートいたしました。

温泉集落型発電という新たな取組み——小国わいた温泉「わいた会」

田中談:さて、何はともあれ、ここまで技術を蓄積してきたものですから、それを実証しようということで、国内の温泉集落で地域主導の地熱開発を進めるプロジェクトを始めました。温泉集落の中でも比較的大きい熊本県小国町のわいた温泉郷地区でのプロジェクトです。わいた温泉郷は、岳の湯とはげの湯という2地区からなりますが、平成23年(2011)地区の皆さん26軒が1万円ずつ出資しまして、「合同会社わいた会」という法人を設立いたしました。「わいた方式」という事業スキームを行うための合同会社です。ちなみに、「わいた」というのは、涌蓋山という山からきた名前です。

私と小国との関係についてお話しいたします。かつて昭和55～56年ですか、細川護熙氏が熊本県知事の時代でしたが、その頃、熊本県は「火の国」ということで、県を挙げて温泉や地熱を高く位置付けておりました。当然、わいた一帯でもきめ細かな調査がなされておりましたが、時の流れというものがございまして、石油のほうが非常に安いということから開発には至りませんでした。実は、私はその頃からわいたには出入りしておりました。少し余談になりますが、小国には「小国大根」という、ものすごく辛い有名な大根がございまして、まあ、とにかく、もう1口入れたなら、口の



小国わいた温泉 はげの湯地区

中が腫れ上がるほど辛い大根なんです、これはこれでまた求められるところがあるわけなのです。そこで、市場を安定させるために取り組んだのが何かといいますと、大根を貯蔵しておく冷蔵貯蔵庫で、これを作りました。そこでは貯蔵庫内を 5℃ぐらいに保つんですが、それには冷凍機が要ります。それならばと、冷凍機を動かすため、温泉の蒸気を供給してタービンを回して冷凍機を稼働させる、ということを始めました。その残骸はいまだに残っておりますが、そういう経緯がございました。

その後、平成 7 年(1995)～平成 10 年(1998)頃にかけて、電源開発株式会社さんが電源開発調整審議会まで通して下さって、「小国で 3 万 kW 程度の規模のものをやろう」ということになりました。生産井を 7 本ほど掘ったりして、それは着々と進んでおりました。ところが、あそこの土地は、地区の人が全員でその土地を持っている、いわゆる入会権付き共有地なのです。ですから、規約がありまして、全員の賛成、あるいは全員の同意を得ないと何も使えないわけです。当然、意を異にする人たちが出た場合には何もできません。さらに、これが基で個人的に売買したというケースも起きたものから、「さあ大変だ」ということで、いろいろな反対運動が起きまして、これが頓挫してしまいました。むろん、自然保護の立場からいたしますと、反対者が出るのも無理はないですし、また住民の立場からは、「先祖代々この地で守ってきた温泉資源を横取りされたあげく、温泉自体を失くすわけにはいかない」という考えが出るのも道理です。ただ、本来ならば、頓挫しても、井戸を 1～2 本、残しておいてもらえるんですが、そういう状況下のことでございましたから、きれいに跡形なしに埋設されてしまいました。

こういう経緯があったわけですが、原発事故の発生以降、再生可能エネルギーが注目される時代になったものから、自前の電力を持つことの重要性について、改めて説いてまいりました。皆さん、日中はそれぞれ仕事をされていますので、夜 8 時から集まって膝を交えて、「こんなことじゃいかんじやないですか」、「今やらずしてどうしますか」、あるいは「地下にこれだけの宝があるのに盗掘されたらどうするんですか」と、切々と説いてまいったわけです。それに、反対者の出たかつての代から、半分ぐらいがその息子さんたちの代に移っておりまして、考え方もいろいろになりました。そして、ちょうどその頃、或るメーカーさんより中央電力株



小国わいた温泉 はげの湯地区

式会社さんを紹介されまして、「わいた方式」の事業スキームに中央電力さんが賛同されて、これに参画することになったわけです。

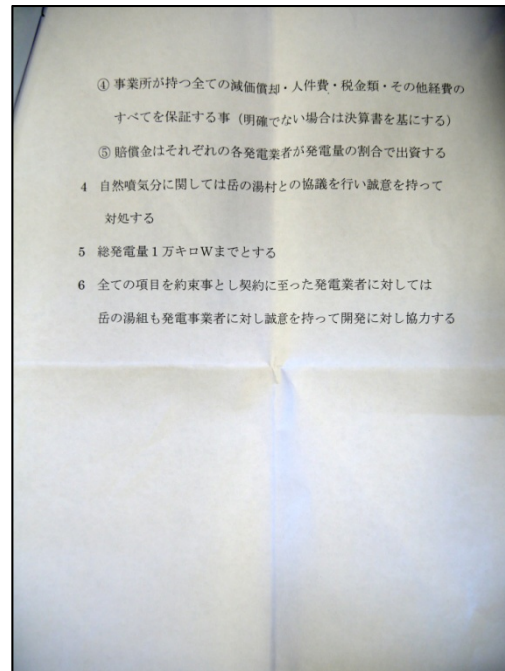
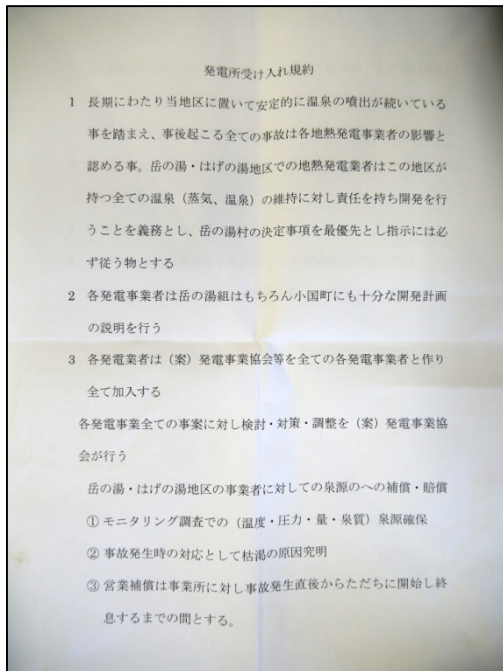
ちなみに、中央電力さんは、マンションに一括受電して電力を供給している会社で、本社が東京と大阪にあります。マンション1棟には30戸とか、50戸とかの戸数がございしますが、通常は各戸が電力会社と個別に契約しておりますけれど、中央電力さんではそれを丸ごと1つにしています。電力会社から電気を高压で買って、低圧にしてマンションの皆さんに供給いたしますと、単価がおのずから違ってきますので、「何%か安く供給できますよ」ということで、これを1つのモデルとしています。現在の契約戸数は十万户位とお聞きしております。

さて、小国わいた温泉の発電所ですが、事業者はこの地区の26戸全員です。1万円ずつ出資して、26万円の資本金で「合同会社わいた会」を設立し、中央電力株式会社はその合同会社から発電事業1式を受託するという形です。事業委託です。当初は自治会でやろうといたしましたが、自治会は地縁団体として、いわゆる法人であることはいいんですけれども、温泉発電がまだまだ認知されていないものですから、「数億円掛かるような大きな発電設備は相手にできないよ」ということで、話がまとまりませんでした。では、次に「NPOでやろう」ということで、新エネルギー推進会議という内閣府の認証を得まして、地元の皆さん26軒全員が会員となりました。しかし、やはり外から見ますと、金融などの面でどうもまだ認知していただけませんでした。それならば、「一番簡単な法人にしよう」ということで、ちょうどその時、商法改正がございまして、非常にやりやすくなったものですから、「合同会社わいた会」というものを設立いたしました。これは決算など、いろいろな面で有限会社に代わるもので、法人として対等にお話ができます。設立には随分と奔走しましたけれども、運よくできまして、ようやくここで認知をいただきました。

「合同会社わいた会」の立ち上げ経緯についてご紹介してまいりましたけれども、私が申し上げたいことは、この過程こそ“日本型地熱発電”としての考え方のイノベーションの中核だ、ということです。地域資源の利用にあたって、既成の大企業独占では地域住人の理解は得られません。そこで、「地域主体で発電を行う」という全く新しい考え方を取り入れて、地熱発電を進め、それによって逼迫した電力需要に応え、かつCO₂を削減する、という新たな社会的価値を生み出したわけです。このわいた会のケースは、停滞する地熱発電を進める上での大きなヒントになるのではないのでしょうか。

ちなみに、今度のシステム設計は私が手掛けまして、また設備投資等はすべて中央電力さんがやっております。世の中はCO₂削減という形で動いておりましたので、「小さい設備で出力を上げることは大変だけれども、大きい設備にしておいて小さくやればいいたろう」という考えからスタートしました。

また、許認可につきましては、町づくり条例をはじめ、いろいろございますが、平成24年の1月4日に申請を始めまして、同年6月10日に11種類の許認可をいただきました。つづいて同年6月15日から掘削に入りまして、それが秋に終わりました。その後、少しトラブルが起きまして、その整理に時間がかかりましたけれども、平成25年の10月20日から基礎工事に入って、年内に据え付



わいた会「発電所受け入れ規約」

け完了まで持っていこう、という計画です。昨今は若干なりとも小国にも雪が降るものですから、1月いっぱいにはあまり無理できないということで、平成26年春の運転開始を目指し、鋭意進めている最中でございます。

ですから、リードタイムは1年2ヶ月です。プラント的な発想ではなく、大半工場で組んだものを装置として持ってくる、というパッケージ型で、発電設備のメーカーは東芝さんでございまして、タービンと発電機はコンテナの中に全部内蔵されております。まず、基礎工事をやっておいて、メーカーで全部組んできたものを現場に運んで基礎の上に載せますと、これでタービン発電機は動きまします。制御室関係も同じように、もうひとつ別のコンテナで作ります。つまり、簡単に言えば、コンテナ3個を現地に持ち込みさえすれば、それで終わります。もちろん、他に細かなことはいろいろございますけれども、基本はそれだけでございます。

ただ、欠かすことのできないものとして冷却塔がございまして。冷却塔は現地で組む以外ないものですから、それはそれでやっておりますが、今後の課題としてやらなければならないことは、「ノン冷却塔」です。低沸点媒体を使ったものは冷却塔も空冷でやっておりますけれども、冷却塔はとにかく大きくて、これが災いするものですから、もう少し簡易的なもので、小さくできるようにしたいということで、今まさに取り組んでおります。

なお、わいた会の発電方式ですが、発電後は復水して全部を地下に還元する、ということで当初着手いたしました。ところが、小容量の2000kW規模のものでも、1分間にしますと還元量は400リットルあるんですね。そして、400リットル/分というのは、温泉地の井戸約1本に匹敵します。ですから、県の行政から、「せつかく掘ったものをもたないから、地下に入れず、もう少し多目的に使い

なさい」という指導を受けまして、今回、つい2〜3日前のことですが、そのための補助金申請をしたところ。つまり、地下に還すのではなく、高台に揚湯して、必要に応じて分湯する方式に変えました。

現在、メーカーさんのところでは、既にタービン発電機ができております。実はわいた会はご年配の方が多いんですけれども、もう少し発電所を身近なものに感じていただければということで、この夏、「発電設備がここまで出来ていますので見てください」と募集して、東芝の川崎工場に手を挙げた方々を案内いたしました。すると、今までは他人事だったのに、そのあたりから「おらんちの発電所はこれか」というふうに認識が変わってきました。実際に見ていただくことは本当に大事なんですね。ですから、まずは実証したものを見ていただくことで、言葉以上だということを皆さんにわかっていただきながら、普及に取り組んでいこう、と現状考えております。

他にも、岩手県の雫石でも取組みが進んでおります。この地域の代表的なものとして、葛根田という東北電力さんの発電所がございますが、その下流、約2km下がったところに滝ノ上温泉という温泉があります。ここには4軒ございますが、その4軒の皆さんが一緒になって、旅館兼発電をやっているということで計画が始まっております。

また、別府のある地区において、大企業さんが上流で発電事業を計画した時に大反対運動が起きたことがございました。それから30数年経って、事がだいぶ落ち着いてまいりました。そこで、一昨年、提案書を出しましたところ、1年少々経って、今年になってから「あの話はどうなった？」というご連絡をいただきまして、今は話がどんどん進んでおります。旅館の皆さんと一緒に2000kWのものをしよう、という計画です。と申しますのも、2000kWをオーバーしますと、電力会社の系統線につなぐために特別高圧に変えなければいけなくなります。そうなりますと、これはちょっと成り立ちません。したがって、1995kWが高圧線に連系できる限界ということで、2000kWにしております。この場合も事の発端はダイレクトメールでしたが、世の中の動きがこういうふうになってきますと、今から20年前に「ここをこうなされてはいかがですか」と話したことで、今、それが返ってくるんです。「まだ健在ですか？」と、「あの時こういうものをもらったけれど、これはどうですか？」と、そういう話があるんですね。

温泉発電普及に向けての課題——現行法・立地条件・調達価格

田中談：再生可能エネルギーの普及を図らんがため、国の施策として、現在、全量買取制度(FIT)がここまで進んだわけですが、私どものように底辺の小さいところを進めていく上でも、やはり重要なのは、「それが持続していく形のものでなければならない」ということです。今後、小規模分散型の温泉発電が持続的に普及していくための課題はいくつかあります。

まず、法律の問題について少し述べますと、最大の問題点は「地熱法」がない、ということです。いずれは整備されると思いますが、これは本当に致命傷でございます。ですから、皆さん、縦割行政のなかで、温泉法なり、電気事業法なりに基づいてやっつけやっています。また、井戸を掘削

するにしても、許可は各県のいろいろな機関からいただくことになっています。県の内規による許可事項でもらうわけです。しかし、掘る段階に移ると、電気事業法によって今度は井戸をボイラーとして見なしますので、ボイラーとしてすべてのことをクリアしなければなりません。私も現在、ある場所の許認可を申請している最中でありまして、事業計画書を提出するのですが、現行の制度に従ってやっていかざるをえないわけですから、これは大変です。

それに、各県の内規にはかなりの幅がございます。例えば、温泉井戸につきましても、この県の最終口径はいくらですよ、深度はここまですよ、と決められておりますが、大きい口径が認められている県もあれば、小さい口径しか認めない県もございます。大分県ですと、温泉はもうとにかく保護しなければならないのだと。したがって、掘るとしてもその径は小そうございます。当然、温泉は保護してしかるべきでございます。発電ありきで、あれも認めろ、これも認めろというのは、これもいかなものかと思えます。今後、「地熱法」というものが制定されるならば、非常にやりやすくなるとは思いますが、現行法の良し悪しにかかわらず、それは制度としてそうあるわけでございますから、その範囲の中でやっていくということが、問題を起こさない秘訣とは申しませんが、一方法ではなかろうか、と思えます。

さらに、補助金の問題もあります。補助金をいただく時の手続きもさることながら、事務整理うんぬん、その後のことが大変でございます。大半が国民の皆さんの税金ですから、もちろん粗末なことではできませんけれども、実際に普及させていくためには、この辺をもう少しクリアにしていかなければいけない、と考えています。

また、何といってもネックになるのは場所でございます。国立公園というのがやはり引っ掛かってまいります。昨今は国立公園の特別地区は環境省の管轄でありまして、環境省が1種、2種、3種といった規制を設けています。まず、1種というのは、“地獄”と呼ばれているような場所でありまして、これはどう考えても、そんなところに入って発電をやるべきではございません。次に、2種ですが、こうした地区で設置が現在認められているのは、交通関係の停留所とか、駐車場とか、そういう公共性の高いものです。レストランを作ることは毛頭認められていません。また、3種ですが、これも2種の規制とあまり変わりません。通常、2種や3種の地区でも発電は認められていませんが、私どもでは「場合によっては可能じゃないですか？」と、環境省の方と再三にわたっていい意味での協議をして、条件つきであるルールを作りました。まず、あくまでも小規模で、それが外からは見えないこと。それから、地元の同意が得られること。では、小規模とはということはどういうことかと申しますと、最近、八丈島に東京電力株式会社さんの発電所ができましたが、この設備が3300kWですので、これ以下を小規模と称することになっています。ただし、先ほども申し上げたように、3300kWになりますと、特別高圧電線に連系ということになりますから、おのずから1995kWに相成る、というわけです。この他にも条件は6項目あるのですが、「それらをクリアできるならば認めましょう」ということになっております。ですから、木の木陰で表に見えないようなところならば、道が開けると思えます。

以上のように、場所の問題については小規模分散型ということでクリアしてまいりましたが、次にどういったことが問題に出てきたかと申しますと、やはり電力会社さんへの連系の問題、つまり容量

の問題です。配電線が走っているその行き着くところには変電所がありますが、要はここにどれだけの容量があるか、ということです。もし仮に容量がないとするならば、それをスケールアップするための費用は売電側の負担となるわけです。私はこれも当然だと思います。すべて電力会社さんが負うべきだと思っただけではありませんし、何もかも電力会社がやってくれ、国がやってくれでは、ちょっと通らないと思います。幸いなことに、今の 42 円という買取価格ならば相当なことができます。国もそこまで考えて価格を決定したのかどうかはわかりませんが、今の単価なら、送電線の問題、配電線の問題など、十分成り立ちますので、今のうちにいろいろやっておくべきだろう、と考えております。

一方、42 円の買取価格がついたことで、相当悩ましい問題も抱えております。小国わいた会の場合ですが、買取制度がまだオープンにならない段階から始めまして、当初は売電単価が最低でも 15 円で試算しよう、というところからスタートしたわけです。ところが、いざ開けてみると、42 円の買取価格がつかしました。今後、計画通り、小国が 2000kW で発電し、これが売電できるとして、売り上げの中から委託費を中央電力さんに支払うわけですが、支払い残りの剰余金をどう配分して、どうお使いいただくのがいいか、というのが差し迫った今の課題でございます。出資額の多少にかかわらず、全員が事業者ですから、それはそれなりに他者と区別されてしかるべきだと思います。しかしながら、地の底からいただいたものを、たまたま現行法の下で売るとこれだけの収入になるということです。丸々それを 26 戸で分けてしまう、というのはちょっと行き過ぎだと思います。さりとて、あまりにも懸け離れたことをしますと、これまたいろいろな問題を起こしますから、そこをいかにしていくか、ということです。

例えば、井戸はいつまでも持つものではないという考えから、初年度ぐらいは補充をしていかなければいけないということで、そういった引当への利用も可能ですが、これも限界がございます。それでは、これを公共のものとして自治体で使おうということになりますと、これまた問題があつて「困ります」とおっしゃるんですね。つまり、「全町で使うならいいけれども、1 地区だけで使うとなると不公平になる」というわけです。それなら、「町に差し上げましょう」というと、「要らない」とおっしゃる。なぜかという、「それによって交付金を削られると困る」と、こういう話になるわけです。そこで、「振興に役立つじゃないですか」というお話をさせていただきますと、「振興というものは町の自治体が考えることだから余計なことをしてくれるな」と、こういう話にもなる。確かに、これは当然だと私も思います。

では、次なる手は何であるかという、そもそも地域一帯となつて、地産地消をうたい文句にし、事実それを目指して動いてきているわけですから、剰余金で各戸に太陽光発電を入れましょう、と。ただ、一度に全戸というわけにはまいりませんので、毎年抽選でもしながら、全戸に入れていってもらおう。そういった補助に剰余金を使ってもらおうという方向にいけば、それは環境省がまさに目指す石油量輸入量の軽減、CO2 の削減ということにつながるわけですから、今はだいたいそういう方向で進んでおります。いずれにいたしましても、来年春には晴れて売電も可能になり、収益が入ってくるわけですから、もうそんなに時間はございません。ここ 4~5 ヶ月で、後に禍根を残さない形で、本格的に会計処理に取り組まなければいけません。

なお、今後の運転・管理については、わいた会の皆さんが運転員となってやっていきます。この発電所は無人が利かないものですから、24 時間 365 日でやっていただくことになります。ただし、BT といって、ボイラー・タービン主任技術者は別に要ります。これは専任として配置しなければなりません。電気については、2000kW までは保安協会への外部委託が可能で、保安協会さんに委託すれば十分です。したがって、今後は事業者に代わって管理・運営をするビジネスも生まれてくると思います。現状では如何せん、発電所の数が少ないものから、そこまでは展開していません。保安協会さんには、「電気関係プラス、発電設備の管理・運営なども手掛けられませんか？」といったこともお話しさせていただいています。もちろん、今の規約では無理でございますが、次なる課題ということで認識させていただいております。

いろいろとお話をさせていただきましたが、いずれ「わいた会」のことがオープンになり、発電所がいよいよ稼働すれば、それが 1 つの転機になると申しますか、ワンステップ上がってくるだろう、と思います。唄い文句は「おらんちの発電所」ということで、それを「地産地消」という言葉に換えながら進めてまいったわけですが、随分といろいろなことが整理されてまいりましたので、何はともかく、こうしたやり方、今のスキームをまず実証することが大事です。そして、1 ヶ所、2 ヶ所、3 ヶ所ぐらいで実証することができれば、いろいろな方々に実際に見ていただき、参考としていただくことができますので、そういったことを基に、各地区に広げていくことを目指しております。

今日はどうもありがとうございました。

[注] 文中に挿入した写真：青島矢一撮影(一橋大学イノベーション研究センター)

本講演録の著作権は、ご講演者もしくは一橋大学イノベーション研究センターに帰属しています。本講演録に含まれる情報を、個人利用の範囲を超えて転載、もしくはコピーを行う場合には、一橋大学イノベーション研究センターによる事前の承諾が必要となりますので、以下までご連絡ください。

【magicc プロジェクト事務局】 藤井由紀子

一橋大学 イノベーション研究センター内

〒186-8603 東京都国立市中 2-1

TEL. 042-580-8434 e-mail: yukifuji@iir.hit-u.ac.jp