

エネルギー多様性研究分科会 活動報告

エネルギー多様性研究分科会
角谷篤志
井上数夫

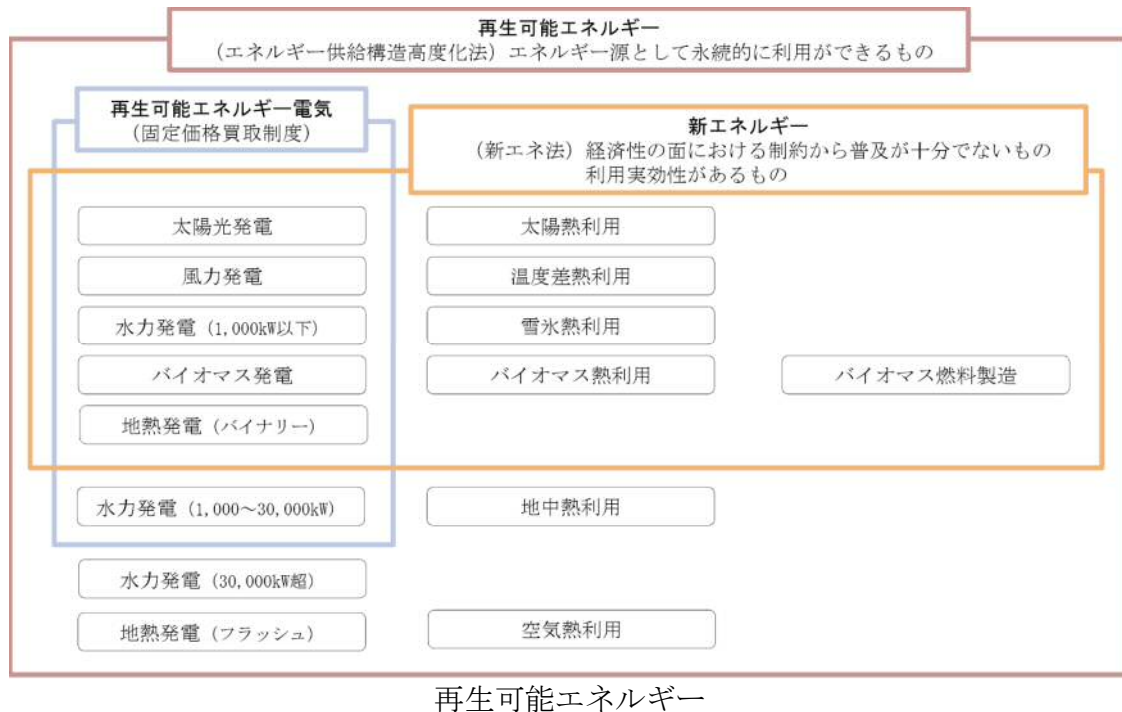
1. はじめに

昨年設立したエネルギー多様性分科会では、不安定な自然エネルギー発電で安定した暮らしを行うことは不可能であることから、いわゆるエネルギーミックスをどこに見つけるべきかを考えるために、初年度なる昨年は、隠岐の島において『隠岐ハイブリッドプロジェクト』施設や周辺環境を視察し、現実的な自立の可能性と方向性を模索した。

島根県における再生可能エネルギー導入の推進については、「再生可能エネルギー及び省エネルギーの推進に関する基本計画」(H27年9月策定)に基づき、取り組み中である。

島根県では平成27年2月に制定された「島根県再生可能エネルギーの導入の推進に関する条例」第9条にもとづき基本計画が策定され、エネルギーの多様化や自給率の向上、地球温暖化の防止、地域資源の利活用による地域活性化、非常時のエネルギー確保を目的として再生可能エネルギーの導入を推進している。

エネルギー多様性分科会では、今後、島根県固有のエネルギー事情をふまえつつ、これら他の再生可能エネルギーについての視察をおこない、今後の県内エネルギーについて考えていくこととしていたことから、今年度は、主に現在稼働中の水力発電と、併せて地熱発電(松江市玉湯町で建設中)等を視察し、検討を行った。



出典：島根県HP (島根県の再生可能エネルギーについて) より

2. 令和元年度の活動内容

ミーティング、視察日程について

5月24日(金)	今年度の活動内容についての検討
9月16日(月)	活動内容について絞り込み
10月12日(土)	視察行程について最終打合せ
11月2日(土)	視察

3. 視察

3. 1. 視察の内容(視察箇所、時期、行程および視察内容)

今回参加した視察の概要は以下のとおりである。

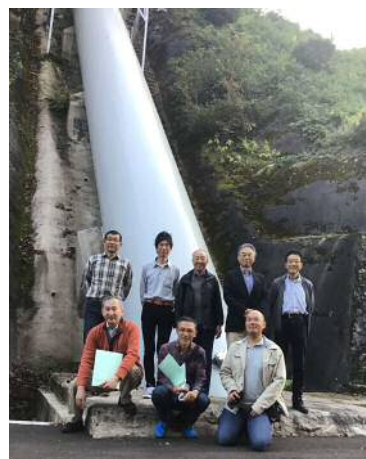
参加者：井上祥一郎、井上数夫、角谷篤志、大嶋辰也、小村勤、神庭和彦、盛田 直樹、
山原 康嗣 (五十音順、計8名)

日 時：令和元年11月2日(土)

日 程： 9：00 松江駅 島根県松江合同庁舎
9：30 太陽光発電所(松江市佐草町) 視察(説明：当会盛田氏)
10：00 地熱発電所(松江市玉湯町) " (" : 当会永田氏, 守岡氏)
11：00 移動(玉湯町～奥出雲町)
12：00 昼食(奥出雲町 川芳)
13：00 奥出雲町担当者と合流
13：30 三沢小水力発電所 視察(説明：管理者：奥出雲町管理)
14：00 川東 " " (" : " : ")
14：30 仁多 " " (" : " : ")
15：00 三成ダム 視察(説明：管理者：島根県企業局)
16：00 三成水力発電所 " (" : " : ")
17：00 松江着



ミーティング状況



三成発電所にて

3. 2. 太陽光発電所（松江市佐草町）

諸元

最大送電電力：1300kW

推定年間発電量：1600～2400MWh/年

推定売電量：買取価格¥40 であれば
年間 0.6～0.9 億円/年

推定総事業費：10 億円（初期費用）



松江市太陽光発電所

①概要説明：盛田直樹氏：本会員

松江市「太陽光発電所」敷地付近にて島根県技術士会本会員である盛田直樹氏より、太陽光発電所の概要説明して頂いた。

②太陽光発電所設置に関わる法規制

設置基準は電気設備技術基準に従う必要があるが、同指針は毎年更新され、日本工業規格である J I S C 8955 への適合を要求される。基準が頻繁に更新される背景には、急速に太陽光発電設備の建設が広がっている現状をふまえ、無秩序な開発に歯止めをかけ、安全上の対策や自然環境の保全を目的としている。また、大規模な太陽光発電の開発には、環境アセスメントの実施も必要となることから、今後の施設の建設に影響を与えるものと考えられる。

③F I T（電気の固定買い取り制度）

再生可能エネルギーの普及を目的として、2009年より施行された制度である。太陽光発電などの再生可能エネルギーによる電力を電力会社が一定価格で買い取ることで、再生可能エネルギーの普及を図る。買取費用の一部は賦課金として、エンドユーザーが負担する。近年中に F I T 制度は終了との情報もあるため、F I T 終了後の再生可能エネルギー市場がどのように変遷していくのか注視が必要である。

現在 K w h あたり 14 円での買取りが成立するため、未だ投資のチャンスとして、事業申請する事業者もみられるが、来年度以降の市場の動向に注視が必要と考える。

④維持管理上の問題点

太陽光発電設備に適用される基礎については、一定の引き抜き力が確保され、施工性、価格などの優位性からスクリュー杭が使用されてきた。しかし、前述した基準の強化により、コンクリート基礎が必須となるようである。風荷重に対して部材の安全性の観点から、ブレス材の規格も強化されるようである。

雑草の繁茂により、太陽光パネルの健全性が失われる。太陽光パネルの裏側は、表面に比べ耐久性の観点から脆弱であり、雑草の接触により容易に破損する。さらに、雑草の繁茂により、湿気（湿度）が上がりやすくなり、破損した部位から劣化が進行し、発電量の低下、連続したパネル破損の誘発など、無視できない影響を与える。対策として、定期的な除草を実施する必要がある。除草時には、パネルの隙間を丁寧に作業することが要求されることから、通常の除草に比べコストの上昇が懸念される。石州瓦の敷設により、雑草の繁茂抑制対策を実施している事例もある。

3. 3. 玉湯地熱発電所（松江市玉湯町）の概要説明

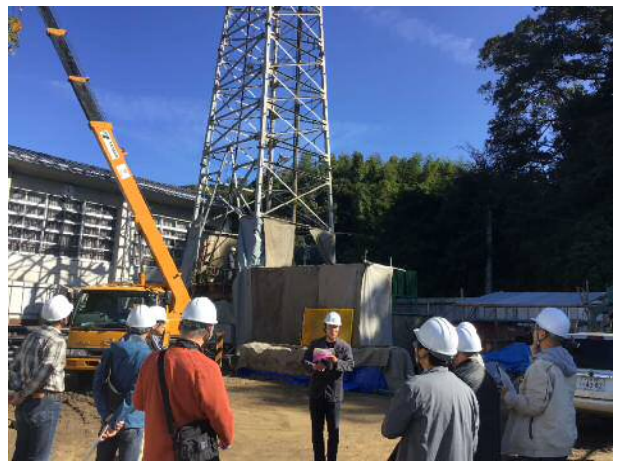
①事業の概要説明：永田良和氏 松江市 本会員

当事業は、松江市玉湯町にて地熱発電所を設置する事業である。松江市は行政としての立場より、新たな自然エネルギー促進を目的として地熱発電の可能性を模索したいと考えている。総事業費として4億円, 工事費は2億円であり、国の補助金を得て実施している事業である。平成28年度より候補選定が行われ、バイナリー発電に実用的な70℃以上の源泉である当該地が選定された。

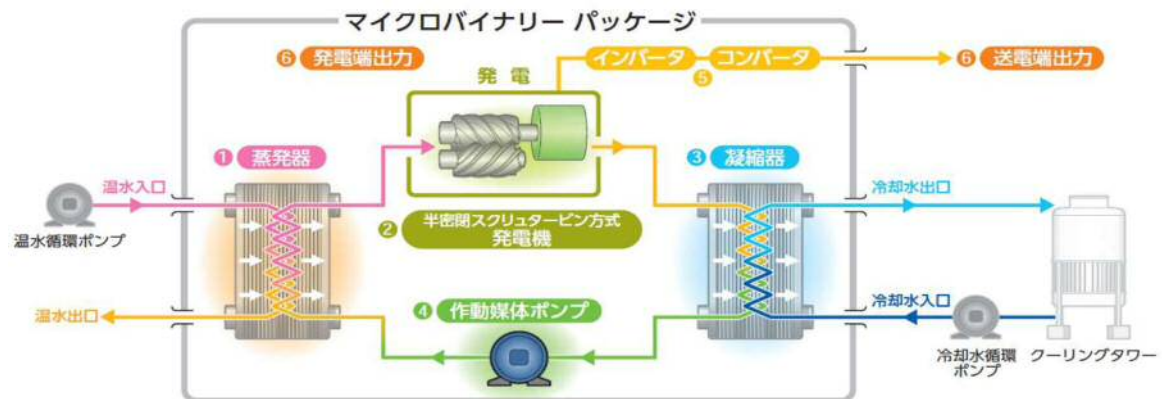
地熱発電所としての出力は20kW程度であり規模としては小さいが、源泉からの「お湯」を利用した新産業の創出やエコパークなどの研究を島根大学とのコンソーシアムにより、研究を行っている状況にある。



視察現場(玉湯小学校敷地内)



永田氏による事業説明



マイクロバイナリーの発電システムフロー

出典：島根県HP (小規模地熱発電調査について)

file:///C:/Users/kadotani/Desktop/. バイナリー発電(). pdf

以下抜粋

5. バイナリー発電の概要 バイナリー発電は、アンモニア等低沸点の媒体を温泉熱で蒸発させて発電するもので、概ね70℃～95℃の温泉熱、温泉量20～30t/h以上で運用する。発電設備は、出力60kW前後のバイナリー発電のパッケージタイプ製品、および試験機で3kW前後の製品が販売されている。

②工事の概要説明：守岡康一氏 協和地建コンサルタント 本会員

掘削深度は1,700mで大山の標高と同程度まで掘削する予定である。近隣の玉湯地区の温泉は第二泉源で、約1,200mで82℃であるが、約1,400～1,700mの深度で100℃相当の温度となることが予想されている。我が国の一般的な地質であれば、100m深くなるごとに、+2～3℃の温度上昇が平均的であるが、当該地区においては、+5～7℃の温度上昇が期待できるようである。

温泉の利用は発電のみならず、下記のように多段階で利用されることが想定されている。

- ・100℃の温泉は、地熱発電により約10℃低下する。(100－10＝90℃)
- ・魚介類の陸上養殖や野菜の促成栽培に温泉を利用する。また、水道水として60℃程度の温水を供給できる。

- ・約50℃まで低下した温水を、パイプラインで温泉街に供給する。

上記のように多段階に温水を利用することで、単体では収益が見込めない事業の採算性を向上させる取り組みを行っているようである。

現在の工事の進捗状況は、掘削深度約500mで温度50℃であり、令和2年2月に完成の予定である。



掘進状況



先端ビットと採取土

現在我が国においては、熱を有効利用できていない現状にある、例えば、工場の蒸気は有効なエネルギーであるが、インフラ設備が充実していないこともあり、再利用されていない。本事業はこうした熱の有効利用の可能性という観点から、非常に興味深い。

3. 4. 小水力発電所：奥出雲町管理

概要説明：奥出雲町役場 藤原祥央 氏

奥出雲町として3か所の水力発電所を所有している。いずれの発電所についてもFIT制度の対象となっており、20年の期間中に借入金を完済する収支計画となっている。

三沢発電所および仁多発電所については、農業協同組合（JA）より奥出雲町へ移管された経緯がある。自治体である町は、建設当時（昭和30年代）から電力事業に関わりたい意向であったが、借入金の調達に際し、JAのほうが有利だという理由より所有者はJ

Aに、そして管理業務をJAから移管され電力事業に関わってきた。町に移管後、改築工事に着手し現在は運転を再開している状況である。

3発電所ともに定格出力が200kW未満に抑えられている。これはFIT制度における電力買取価格が200kW未満の施設が最も有利なためではないかとみられる。
(¥34/kWh)



視察行程図（水力発電関連）

3.4.1. 三沢発電所

諸元

建設年度：昭和32年度

定格出力：199kW（改築前90kW）

年間発電量：1,176MWh

使用水量：1.75m³/S

有効落差：15.3m

水車形式：横軸フランシス水車

発電形式：流れ込み式

導水路延長：200m

総事業費：6億円（改築時の費用）



三沢発電所内

阿井川に隣接する小水力発電所である。現在は改築されリニューアルされているが、昭和32年に完成し、地域の電力として機能してきたようである。

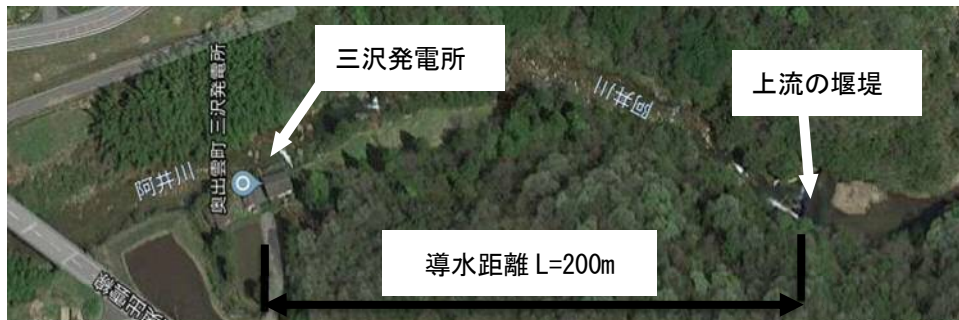
発電所上流約200mに堰堤がありそこから導水し、落差を設け発電している。導水路は基本的に管渠であるが、落差工直近は開渠となっておりスクリーンを設け、維持管理を行っている。またこの部分には、除塵機が設置



除塵機

されており、塵芥を収集し排出できる設備となっている。除塵機は自動制御となっており、塵芥がたまると水位が上昇する特性を利用し、水位上昇をセンサーで自動感知し除塵機が作動する仕組みとなっている。

改築後の定格出力の上昇(90KW⇒199KW)は、上流の取水口を大きく改築し、水量を増やすことで実現させている。これにあわせて導水路も改築しているようである。



三沢発電所導水の状況

3.4.2. 阿井発電所

諸元

建設年度 : 平成 28 年度
 定格出力 : 158kW (灌漑期 74kW)
 年間発電量 : 701MWh
 使用水量 : 0.30m³/S
 有効落差 : 70.82m
 水車形式 : 横軸フランシス水車
 発電形式 : 流れ込み式
 導水路延長 : 4,000m
 総事業費 : 5 億円(農水省補助金)



阿井発電所内

阿井川に隣接する小水力発電である。農水省の補助金を利用した事業として平成29年3月に完成し、平成30年4月より運転を開始している。

水源は灌漑用水路である川東水路から分流させ発電用に使用している。しかし、農繁期には農業用に優先的に水を使用するため、発電用の使用水量の減少に伴い出力は半減する。

水源である川東水路はサイホン設備を有している灌漑用施設である。高低差は40mあり、わが国でも有数の施設として機能しているようである。



川東水路のサイホン設備

3.4.3. 仁多発電所

諸元

建設年度 : 昭和 36 年度
定格出力 : 198kW (改築前 185kW)
年間発電量 : 1,607MWh
使用水量 : 0.98m³/S
有効落差 : 28.7m
水車形式 : 横軸フランシス水車
発電形式 : 流れ込み式
導水路延長 : 200m
総事業費 : 4 億円(改築時の費用)



仁多発電所内

大馬木川に隣接する水力発電所である。

阿井発電所と同様に運転開始は昭和 37 年と古く、近年リニューアルされ運転を再開している。

3.5. 小水力発電所：島根県企業局管理

3.5.1. 三成ダム

概要説明：島根県企業局東部事務所 松原俊二 所長

錦織雅夫 維持管理部長

斐伊川上流に建設される「三成ダム」は砂防と発電を目的としたダムで、昭和 29 年に完成した。斐伊川上流は風化しやすい花崗岩で形成されており、やまたのおろち伝説に示唆されるよう、古くから水害に悩まされてきた。こうしたことから斐伊川上流には 5 つの砂防ダムがあるが、三成ダムはその中で最上流に位置する最大級のダムである。また、当時の電力不足という背景もあいまって、「砂防」「発電」を目的として建設された。砂防は国、発電は県の事業として実施されている。



ダムカード (三成ダム)



松原所長による説明

建設当時は、材料の不足という事情もあって、経済的なアーチ構造で計画されていたようである。しかし、施工段階において、岩盤の強度が想定よりも低かったこともあって、中央がアーチ構造で、ダム両端が重力式構造という複合構造として建設された。

このような珍しい複合的な構造であり、設計書等の資料の保存が良好ということもあって、土木学会における「土木遺産」に認定されている。

当ダムは総容量300万tで計画堆砂量は230万t。視察当時210万t程度が堆積し、堆砂率95%である。洪水調整は行わない。平時においては、ダム堤体中央に配置される洪水吐きゲート8門は、閉鎖したままで水位を上昇させ、側面にある取水口から下流の発電所へ送水する。降雨により水位が異常上昇する場合などの異常時において、洪水吐きゲートを下げ対応する。平成24年には水位上昇が想定より速く、ゲートの下降が間に合わず、ゲートを越流したこともあったようである。現状ではダム湖上流の堆砂が多く、堤体付近の堆砂が相対的に少ないため、水位上昇が早く、発電の効率が悪い状況のようである。今後はダム湖上流の堆砂を撤去し、発電効率を上げたいようである。

なお、三成ダムは今年度の島根県技術士会青年部主催の夏休み親子企画『ダムについて学ぼう!!』における見学地として選定された。

3.5.2. 三成発電所

斐伊川に隣接し、上流の三成ダムより取水して発電を行っている。これまでの水力発電所よりも規模が大きく、縦軸のフランシス水車を使用される。昭和28年より発電がおこなわれてきたが、再生エネルギーの固定買い取り制度(FIT)を活用し、リニューアル工事を実施した。施設は奥出雲町管理の発電所に比べ

外部との接触を遮断する設備として、

諸元

建設年度 : 昭和28年度

定格出力 : 3,150kW
(改築前 2,830kW)

年間発電量 : 16,241MWh

使用水量 : 6.0m³/S

有効落差 : 58.76m

水車形式 : フランシス水車

発電形式 : 流れ込み式

導水路延長 : 2,292m

総事業費 : 13.9億円



三成発電所内



ガス絶縁開閉装置

ガス絶縁開閉装置(GIS)が設置されていた。初期費用は通常の空気絶縁設備に比べ2~3倍程度となるが、維持管理が容易であり、事実上のメンテナンスフリーともいえる。近年の人手不足という事情に適合した設備であるといえる。

4. 今後の活動にむけて

太陽光発電所については、維持管理費用など総合的な評価が必要である。FIT等の買取制度があって初めて普及が図られた。不確実な電力であるため、蓄電池との併用が必須である。太陽光発電所は急速に普及したが、その評価は公平に行う必要がある。

水力発電所については、純国産エネルギーとして大いに推進すべきである。我が国にはまだ発電できる余地があり、ポテンシャルも高い。普及を阻害しているのは、所管する官庁の縦割りや水利権が一つの要因である。

熱源の有効利用という観点から、玉湯町の実証実験は興味深い。我が国の現状として、熱インフラの整備が未熟であるため、熱の有効利用が十分とは言えない。今後、電気、水、電話などのインフラと同様に、熱インフラの導入が図られれば、現在無駄となっている工場等の蒸気を使用した、コージェネレーションシステムの効率的な運用が図られるのではないだろうか。今後の動向に注視が必要である。

今年度は主として小水力発電を視察し、地域における小水力発電所の現状把握と今後の可能性について考察した。また、今回視察した建設中の玉湯地熱発電所の報告でも述べた、熱エネルギーがどのように地域のエネルギーについて貢献できるのか、今後の活動にて模索していければと考えている。

表-1 視察した発電所の比較

発電所	隠岐ハイブリッド蓄電池(H30視察)	三成水力発電所	仁多水力発電所	玉湯地熱発電(建設中)	松江太陽光発電所
出力	6,200kW	3,150kW	198kW	20kW	1,300kW
考察	自然エネルギー等で発電した電力を蓄えておくシステム。自然エネルギーの弱点である不安定さを補完している。高価である。	今回視察した水力発電所の中では、比較的大型の発電設備である。常時発電されるため、発電量は安定する。	今回視察した水力発電所の中では、小規模な設備となるが、発電量は安定している。	発電量は少ないが、今後の熱エネルギーや熱インフラの可能性について考えるきっかけとなった。	比較的規模の大きい設備である。発電量が気象などに左右され、安定性に劣る。

5. おわりに

今年度も再生可能エネルギーについて視察をおこない、各々の発電所の「事情」を探ることができた。各々の発電所の設置された背景、これには国の政策によるインセンティブが大きく働き、自然エネルギーの可能性に大きく寄与した。その一方で、太陽光発電所においては建設を大きく後押しし、法規制や制度との整合が取れない矛盾も見て取ることができた。

最後に、当エネルギー多様性分科会視察にあたり、休日にも関わらず現地説明をして頂いた、松江市政策部政策企画課の方々、奥出雲町役場農林土木課の方々、島根県企業局東部事務所の方々に心からの謝辞を申し上げる。