

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

勝部祐治

井上数夫

1. はじめに

エネルギー多様性研究分科会では、いわゆる電源のエネルギーミックスをどこに見つけるべきかをテーマとし、参加者と議論を重ねながら活動している。

近年、ロシア・ウクライナ戦争や台湾海峡の有事によって、エネルギーの安全保障が脅かされることが懸念されている。また、為替変動や再エネ賦課金による電気料金の高騰が表出化し、喫緊の関心事となっている。島根県内では島根原子力発電所二号機の再稼働というイベントがあり、エネルギーに対する国民の関心はますます高まっていると言える。

これまで当会では隠岐の島内の閉鎖的な電力システムや、県内の再生エネルギー施設、中国電力㈱の三隅発電所の視察を通じて、島根県内での自立の可能性と方向性を模索してきた。今年度は、再生可能エネルギーの内、木材を燃料とするバイオマス発電所を視察した。規模の異なる発電所を2か所訪問し、比較することにより、様々な知見を得ることができた。本稿では上記の視察結果を報告する。

2. 令和6年度の活動内容について

9月28日（土） 米子バイオマス発電所 視察

11月16日（土） 津和野フォレストエナジー発電所 視察



3. 視察（米子バイオマス発電所）

事業運営主体：米子バイオマス発電合同会社 米子バイオマス発電所

株主構成会社：三光(株)、シンエネルギー開発(株)、東急不動産(株)、
三菱HCキャピタル(株)、中部電力(株)

参加者：井上数夫、勝部祐治、角谷篤志、神庭和彦、徳岡広昭、水引朋之、
盛田直樹（五十音順、計7名）

対応者：米子バイオマス発電 副所長 頼田勝氏 宇田川博司氏
中部電力(株) 稲垣卓氏 廣野純一郎氏

日時：令和6年9月17日（土）9：30～12：00

3. 1. 米子バイオマス発電所の諸元

発電所の概要	
ボイラー	：アンドリッツ社（オーストリア製） 循環流動層型（C F B）
蒸発量	：1 5 6．3 t/h
タービン	：シーメンス社（ドイツ製）
タービン入口温度条件	
主蒸気	：1 3．0 M p a 5 4 0 度
再熱蒸気	：3．3 5 M p a 5 4 0 度
発電形態	：ボイラーの発生蒸気を用いた汽力発電（水冷式）
発電効率	：4 0 % 程度
取水量	：1 4 0 t／時間、工業用水使用、冷却用 排水量 ：5 0 t／時間、冷却水の一部を放流
発電出力	：5 4，5 0 0 k W／h
年間発電量	：約3．9 億 k w h 一般家庭1 2 5 千世帯分 所内利用割合 8 %
年間燃料使用量	：約2 3 万トン
使用燃料	：木質ペレット8割 ベトナムより輸入（原木はアカシア、加工したもの） P K S 2割 東南アジア諸国より輸入
沿革	；2 0 1 9 年8 月 着工（9 月 B T 主任技術者常駐開始） ：2 0 2 2 年3 月 使用前自主検査終了 ：2 0 2 2 年4 月2 日 営業運転開始

全ての燃料を海外から輸入調達している。商社と20年の長期契約をしており、調達は安定している。（表3-1）

表3-1 使用燃料の比較		
使用燃料	木質ペレット	P K S（ヤシ核殻）
		
原産国	ベトナム	東南アジア諸国
燃料の運搬方法	境港まで船運 1 0 t コンテナに積替 コンテナをトラックにて発電所へ運搬	境港まで船運 ふ頭に野積み 1 0 t コンテナに積替 コンテナをトラックにて発電所へ運搬
使用量比率	8 0 %	2 0 %

発電所では、トラックスケール計測し、トラックステージへ。トラックステージが傾いて燃料を貯留槽に投入する。



図 3-1 運搬時の荷姿と運搬ルート

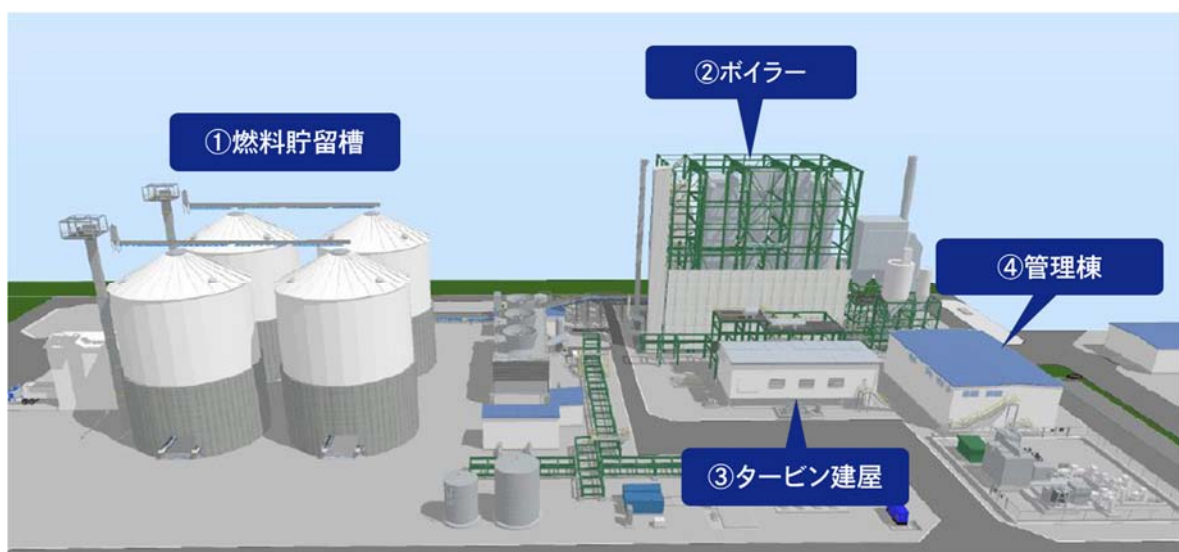


図 3-2 発電所設備

燃料貯留槽は 5,000 t / 基のものが 4 基ある。A1、A2、B1、B2 とあり、A2 が P K S 用で、その他は木質ペレット用。最大で 5 千 t 貯留できるが、6 ～ 7 割の貯留で運用している。

サイロの下部にターンテーブルがあり燃料を掻き出す。ベルトコンベヤで搬送する途中で、ペレットと P K S を混ぜる形でボイラーに投入する。

3. 2. 発電所運営

- ・従業者数約 30 人
- ・1 班（4 人～5 人）× 4 班で、2 交代制で運営している。
- ・定期メンテナンスは約 1 か月行う。稼働は 11 カ月

3. 3. 売電事業

- ・F I T 契約
- ・一般バイオマスでの売電価格設定 24 円 / k W h （申請時の単価で固定）

- ・中国電力ネットワークへ売電
- ・系統接続：発電所から約5 km先の高松町の開閉所まで、地下埋設の自営線で接続している。

3. 4. 出力制御

- ・春期、終期の電力需要が低下する時期に出力制御要請がある。
- ・12時過ぎくらいから、出力1/2に制御していく。夕方には通常出力に戻す。

3. 5. 事業計画

- ・初期投資額 約300億円
- ・中部電力としては、再エネ開発の目標量があり、これをクリアする事業の一つとして米子バイオマス事業を計画した。
- ・燃料の調達は商社を介して安定的に行う契約をしているが、為替レートや2024年の輸送問題など経済環境の変化を受けることになり、安定した事業とは言えない状況になっている。

※5MW程度の規模の木質バイオマス発電は、10%程度の利益の出る事業と言われていたが、現状ではFIT制度のもとでも厳しい事業になりつつある。

・2023年9月9日に火災事故が発生した。その後、原因究明と対策の計画を示し、経済産業局や米子市からの再開容認を求めてきている。対策計画は概ね認めてもらえた状況である。ここから、地元の了解を得る対応を行っていく。対策計画では、着火防止、清掃改善、粉じん飛散低減、監視強化を行う。対策計画を実施するのに6カ月程度かかる。

運転再開は、事故発生から2.5年～3年かかるように考えている。

・FIT期間（20年）は、稼働停止していても延長されないため、事業性はかなり厳しくなることが想定される。

3. 6. その他（質疑応答）

質問：米子市の和田工業団地内なので、発電所の熱を団地内に供給するような事業は考えられないか？

回答：現状のプラントでは、熱を供給できる仕様になっていないので、現段階では難しい。実際に、熱供給を必要とする工場が設置されれば事業性を考えることもある。

質問：高温の復水については、バイナリー発電に利用してエネルギー効率を高めることもできると思うがどうか？

回答：現状では考えていない。バイナリー発電の初期投資とランニングコストを売電収入でカバー出来ないと事業化できない。技術革新で可能になることを期待する。



写真 3-1 トラックスケール



写真 3-2 燃料貯留槽（サイロ）B1.B2



写真 3-3 燃料貯留槽（サイロ）A2.A1



写真 3-4 トラックステージ A2



写真 3-5 サイロから燃料を引出し、ベルトコンベアで搬送する。



写真 3-6 左記コンベアから 90 度左に、二次コンベアで搬送する。



写真 3-7 A 1サイロからのコンベア
の接続部



写真 3-8 二次コンベアから垂直に2本のバケット
コンベアで燃料が運ばれ、ボイラーに投入される。



写真 3-9 ボイラーの着火用の灯油タンク



写真 3-10 燃料灰貯槽、排ガス集塵装置、排気筒



写真 3-11 米子バイオマス発電 説明者（4名）



写真 3-12 島根県技術士会（7名）

4. 視察（津和野フォレストエナジー発電所）

事業運営主体：津和野フォレストエナジー合同会社（バイオマス発電所）

出資者：フォレストエナジー株式会社 100%

参加者：井上数夫、勝部祐治、角谷篤志、盛田直樹、（五十音順、計4名）

対応者：フォレストエナジー株式会社 久保睦夫氏

日時：令和6年11月16日（土）13:00～14:30

4. 1. 木質バイオマスガス化熱電供給事業開始の経緯

津和野町は島根県西部の山間部に位置し、町の面積の90%が森林に覆われている。歴史的には「たたら文化」が長く続いており、たたら製鉄の熱源として木炭を大量に使用してきた。木炭には広葉樹が適しており多く使用されてきた経緯があり、津和野町全体の森林面積に占める広葉樹林は60%と大きな割合を占めている。

津和野町ではこうした資源の有効活用を図るべく、森林資源を活用した再生可能エネルギーについて検討し、2013年に「高津川流域木質バイオマス活用調査検討協議会」を立ち上げた。森林管理署、島根県、津和野町などの行政機関、地元の森林組合、民間企業等が構成員となり、地域を挙げて森林の有効利用について模索することとなった。

こうした中、木質バイオマス熱電供給事業の普及に努めているフォレストエナジー社との協議を経て、フィンランド製の木質バイオマスガス化熱電供給設備（Volter 40）を12基導入することになった。その後FIT認証を受け2022年には念願の営業運転を開始するに至っている。

木質バイオマスガス化熱電供給は、木材を炭化させる工程の中で可燃性ガスを収集してエンジンを動かす仕組みとなっており、炭化しやすい広葉樹の使用により効率向上を図ることができるため、当該箇所は発電所の立地環境としては優位性があると言える。

また、地元の木材を使用することで新たな雇用を創出することや、森林の更新が促され二酸化炭素の吸収率を高める効果も期待できる。



写真 4-1 発電所およびチップの供給事業の区分

4. 2. 津和野フォレストエナジー発電所の概要

発電所の概要

発電出力 : 480kW/h 40kW/h×12基

年間発電量 : 約374万kwh 一般家庭1千世帯分 所内利用割合 6.5%

年間燃料使用量 : 約0.65万トン (含水率50%)

使用燃料 : 地元産乾燥チップ

発電形態 : 木質バイオマスガス化発電 (乾燥機と熱電供給設備の組合せプラント)

沿革 : 2013年 高津川流域木質バイオマス活用調査検討協議会 設立

: 2016年 中国電力接続検討申請

: 2022年 営業運転開始 (FIT売電開始)

2017年に協議会と中国電力(株)との協議が始まった。当時送電線の容量が不足するため、2022年3月以降に接続が可能との回答を得た。2022年3月までに大規模な風力発電所を建設する予定と併せて接続したいということが理由であった。しかしながら風力発電所の計画は頓挫した。よって送電線の空き容量が余っているとのことであった。

近隣で新たな発電事業を実施する場合、送電線の空きがあるということは優位な点であるといえる。

4. 3. プラントの説明 (チップの乾燥)

木質バイオマスガス化発電プラントを連続稼働させるためには、均一に乾燥されたチップを供給する必要がある。しかしながら搬入されるチップの含水率にはばらつきがあり、往々にして含水率が高い傾向にある。よって、プラントへの供給前にチップの乾燥工程が必要となる。(写真4-2)

プラントには乾燥機が配備され、チップ乾燥率を50%から10%まで低減させる場合1000kWのエネルギーを必要とする。乾燥機は時間当たり900kgのチップを乾燥させる能力を有し、一日では約21tの乾燥チップを生産することができる。(表4-1)

表 4-1 必要乾燥量と乾燥機のスペック

必要乾燥量	乾燥機 WoodTek T4Piusw スペック
985kg/日・基×12基 =11,820kg/日	900kg/h×24h =21,600kg/日
約1.7倍の余力を有している	



写真 4-2 乾燥機 WoodTek T4Piusw (左)と発電プラント Volter40 (右)

また、発電プラント Volter40 の排熱をチップの乾燥に利用することで、一次エネルギーの削減率を 50.1% 達成しており、「コージェネ大賞 2023」で特別賞を受賞している。

こうした余力を持たせた設備を有していることから、機械の故障などの有事の際にも、安定的なオペレーションを維持することができるようになっている。

4. 4. プラントの説明（副産物の有効利用について）

木質バイオマス発電では、燃料である乾燥チップが燃焼した後に、約 60%～70% の炭素を含有する副産物（紛炭：バイオチャー）が生成される。水分を含むと黒煙が生じなくなり扱いやすくなるため、加水攪拌設備を整備している。加水攪拌後フレコンパックに詰めて場内に仮置きし、受入側との調整後、適宜場外搬出している。

現状では、鉄や銅を溶かす精錬会社で除滓剤（凝集剤）として使用しているが、久保氏は環境改善の効果を高くするために地元の農家で土壌改善に使用したいようである。バイオチャーは窒素固定に相性が良く、窒素肥料をあまり使用しなくてもよいという利点があり、マメ科の植物の育成に適していると考えている。

しかし、バイオチャーの生成には高熱の窯での燃焼過程を経ているため、シアン化合物を含有するようだ。含水状態では基準値以下であるが、乾燥した状態では基準値を若干超えているため農地への使用は行われていない。

今後農地への利用を図るため、農地の土壌とバイオチャーを混合攪拌することなど、シアン化合物の影響が緩和される方法を模索している。また、影響がない場合においても、適正な使用を誤れば、植物の生育に逆効果になることも考えられるため、使用方法、手順を確立させるべく取組を実施している。

発電所計画時には、バイオチャーの農業への使用は想定していなかったため、加水攪拌設備は仮設的な外観となっている。



写真 4-3 加水攪拌設備と排出されたバイオチャー

4. 5. 課題

売電と買電をすみ分けしていなかったため、自社で発電した全ての電力を売電できない。自社消費した電力量の売電価格と通常の電気料金の差が事実上の損失と考えることができる。

当該発電所は現在の円安や物価高が加速する前に完成した。仮に現在同様の設備を整備する場合に要する費用は、当時の 1.5 倍かかると試算されており、新たな事業を始める上での障壁となっている。

燃料であるチップの値段は現在（Ｒ６．１１現在）上昇基調である。価格上昇の要因は過度な円安による輸入資材の価格上昇や大手電力会社のチップ購入需要の増大、労務費等の高騰など複合的な要因と考えるが、ＦＩＴ制度の買い取り価格は２０年間の固定契約であり、一般の企業のように原価高を理由に価格転嫁できないという事情がある。ＦＩＴ制度は利益を得られるというインセンティブは大きい、このようなリスクを予見して事業計画を策定する必要があることが示唆される。

今後も政府は再生可能エネルギーを普及させる必要に迫られるが、バイオマス発電の普及にはこのような課題があり、普及促進には制度的なマクロ的施策に加えて、個別の細やかな対応も必要であることがわかる。

５．まとめ

今年度は、バイオマス発電所を２件視察した。規模の異なる施設を比較、考察する。いずれもFIT制度が前提として成り立つ施設であり、今後競争力の向上が望まれる。

表 4-2 バイオマス発電所比較表		
施設名称	米子バイオマス発電所	津和野フォレストエナジー発電所
初期事業費	300 億円	5.7 億円
年間発電量	約 3.9 億 k w h 所内利用率 8 %	約 3 7 4 万 k w h 売電量 3 5 0 万 k w h
年間燃料 使用量	約 2 3 万トン	約 0.6 5 万トン
使用燃料	木質ペレット 8 割 P K S 2 割	地元産乾燥チップ
FIT 価格	24 円 / k W h	40 円 / k W h
年間売上高 発電量× 売電価格	390,000,000kWh×(1-0.08)×24 円 =8,611.2 百万円	3,500,000kWh×40 円 =140 百万円
オペレーショ ン	稼働時には 4 人必要	稼働時には 3 人必要
考察	大手電力会社を含む大口出資者が投資する大規模な発電所である。燃料も海外から大口契約し、単位 k W 当たりの労働力も小さく、効率化を追求し生産性は高い。火災というトラブルに見舞われており、通常の企業であれば事業の継続は難しいと考えるが、大口出資者が存在するため、事業を継続することが可能となっている。排熱の有効利用により、効率性を高める余地がある。	小規模な発電所であるが、地域の電力需要を支えているだけでなく、森林の荒廃を改善することや副産物の有効利用など地域の持続可能性に貢献する意義深い事業であるといえる。事業主体が小さいため、トラブルが生じると経営危機に陥るリスクを内包している。条件が揃えば地域の電力構成の一翼担える発電施設として有望である。