

# パワーエイド三重シン・バイオマス<sup>®</sup> 松阪発電所の運転報告

Operation Report on the Power Aid Mie Shin-Biomass<sup>TM</sup> Matsusaka Power Plant



永 山 瑞 起 \*

Mizuki NAGAYAMA

**【要旨】** 2025年3月、パワーエイド三重合同会社殿向けにパワーエイド三重シン・バイオマス<sup>®</sup> 松阪発電所の発電設備を納入した。本発電所は、FIT制度を活用せず、木質バイオマスに建設資材廃棄物チップやRPFを混合したものを燃料として使用している。今回の納入設備では、当社の2MW級バイオマス発電設備の標準仕様をベースに、RPF混焼に対応するため一部設備仕様を変更した。本稿では設備概要に加え、二次燃焼空気吹込みパターンの検討を含む運転結果およびその考察について報告する。

**キーワード：**Non-FIT, 2 MW, RPF混焼, 二次燃焼空気吹込みパターン検討, DXNs 対策

## Abstract

In March 2025, we delivered a power generation system to Power Aid Mie LLC for Power Aid Mie Shin-Biomass<sup>TM</sup> Matsusaka Power Plant. This power plant operates without utilizing the Feed-in Tariff (FIT) scheme and uses a mixed fuel consisting of woody biomass, waste construction material chips and Refuse Paper and Plastic Fuel (RPF). For this delivery, the equipment was based on our standard 2MW-class biomass power generation system, with partial modifications to accommodate RPF co-firing. This paper presents an overview of the equipment as well as the operational results and discussions, including an examination of the secondary combustion air injection patterns.

**Keywords:** Non-FIT, 2 MW, RPF co-firing, secondary combustion air injection patterns, DXNs reduction

\* エネルギー技術 2 部  
Energy Engineering Dept. 2

## 1. はじめに

2012年に再生可能エネルギー（以下、再エネと記す）導入促進を目的として固定価格買取制度（以下、FIT制度と記す）が開始された。これにより、日本国内の年間発電電力量のうち再エネが占める割合は、2011年度の10.4%から2023年度には22.9%へと増加した<sup>1)</sup>。当社の2MW級バイオマス発電設備（以下、2MWシリーズと記す）も、FIT制度における2,000kW未満のバイオマス発電（間伐材等由来の木質バイオマス）の区分をターゲットとして商品化し、2025年8月現在で延べ16件の受注に至っている<sup>2,3)</sup>。

資源エネルギー庁は、引き続き再エネの導入拡大に向けてあらゆる政策を総動員するという方針を掲げながらも、再エネの主力電源化のためにはFIT制度などの政策支援から自立しつつ再エネ導入が進むことが重要と捉えている<sup>4)</sup>。しかし、木質バイオマス発電は、近年の木材価格高騰（ウッドショック）の影響により、燃料となる木材チップの安定的な調達が難しくなっており、事業採算性の確保に課題を抱えている。

こうした社会的背景下において、パワーエイド三重合同会社殿（以下、PAM殿と記す）の代表社員であるバイオマスパワーテクノロジーズ株式会社殿（以下、BPT殿と記す）は、FIT制度を活用しないバイオマス発電事業の構想を開始した。この事業のコンセプトは、これまで燃料利用が困難だった発熱量が低く安価な木質バイオマスに、発熱量が高い建設資材廃棄物（以下、建廃と記す）由来のチップやRPFを混合して燃料利用可能とすることで、燃料調達コストを低減することである。BPT殿は、当社2MWシリーズの初号機である「松阪木質バイオマス発電所」を操業しており、これまで多種の燃料の試験運用に取り組んできた。その経験から得られた知見を活用できることに加え、2MWシリーズが有する「機器・配置標準化による設計期間の短縮および設計・建設コストの低減」という利点を活用可能なため、RPF混焼に対応した2MWシリーズ建設の事業計画がはじまった。

一方、当社は木質燃料とRPFの混焼ボイラーおよびRPF専焼ボイラーの納入実績を有しており、燃料搬送・燃焼・排ガス処理に関するノウハウを蓄積してきた。これらの知見を活用し、木質チップ専

焼を標準仕様とする2MWシリーズをベースに、客先ニーズであるRPF混焼に対応できるよう一部仕様を変更した発電設備を2025年3月に納入した。本稿では、当該事業および設備の概要、2MWシリーズからの変更点、ならびに運転結果について報告する。

## 2. 事業の概要

PAM殿は、パワーエイド三重シン・バイオマス<sup>®</sup>松阪発電所（以下、本発電所と記す）の建設および運営をおこなうことを目的に、2021年7月に設立された合同会社である。本事業では、地域の製造業由来の有機系副産物（建廃、RPFおよび木質バイオマスなど）を組み合わせた「シン・バイオマス<sup>®</sup>」を、燃料として有効活用することをコンセプトに掲げている。これはBPT殿が松阪木質バイオマス発電所で掲げる「廃棄されていた地域の未利用木材を余すところなく活用する」という理念から、対象を有機系副産物にまで拡張・発展させたものである。

本発電所は、三重県の「地域経済牽引事業計画」に採択された事業として、国産材の総合流通加工拠点である木材コンビナート「ウッドピア松阪」の敷地内に新たに建設された。発電された電力は、オフサイトPPA（Power Purchase Agreement：電力購入契約）により燃料供給事業者の工場に供給されている。

## 3. 設備の概要

本発電所の設備概要を表1に、外観および設備フローをそれぞれ図1、図2に示す。ボイラーについては、RPF混焼において出口蒸気条件が2MWシリーズと同一となるように設計した。蒸気タービン発電機および補機類については、2MWシリーズの仕様・配置をそのまま適用した。

## 4. 2MWシリーズからの変更点

本発電所の設計は基本的に2MWシリーズを踏襲している。ただし、2MWシリーズの標準仕様では計画燃料が木質チップのみであるのに対し、本事業ではRPF混焼による燃料特性の違いに対応するために各種設計変更をおこなった。本章ではその主

表1 設備概要

項目	仕様
ボイラー	型式 自然循環式水管ボイラー
	常用圧力 (過熱器出口) 4.2 MPa
	常用温度 (過熱器出口) 405°C
	最大蒸発量 12.0 t/h
	燃焼装置 逆走トラベリングストーカ
	燃料 木質チップ： <u>90%</u> <u>RPF：10%</u>
蒸気タービン 発電機	出力 (発電機端) 1,990 kW
	入口蒸気圧力 4.0 MPa
	入口蒸気温度 400°C

※ 2 MW シリーズと異なる箇所を太字下線としている。



図1 発電所全景写真

な変更内容について示す。

#### 4.1 燃料搬送・供給設備

本発電所では、木質燃料と RPF を受入ヤードで混合して燃料搬送・供給系統に投入する。そのため、両燃料を搬送・供給可能な設備が必要である。

チップ供給フィーダは、木質燃料を定量供給できる 2 MW シリーズの構造を基本としつつ、木質燃料に比べて高密度で寸法の大きい RPF がフィーダ内で排出不全を起こさないよう、過去に納入した RPF 専用の供給フィーダを参考に構造の一部を変更した。

また、将来的に多様な性状の燃料使用も想定されるため、燃料搬送設備については、腐食・摩耗対策として必要箇所にステンレス鋼を採用した。

#### 4.2 ボイラー

RPF に含まれる塩素による高温腐食を防ぐため、過熱器の一部にステンレス鋼管を採用した。また、建廃および RPF は灰分が多く、過熱器への灰の付着量増加によるガス流路の閉塞が懸念されるため、過熱器の管ピッチを 2 MW シリーズと比べて広くした。

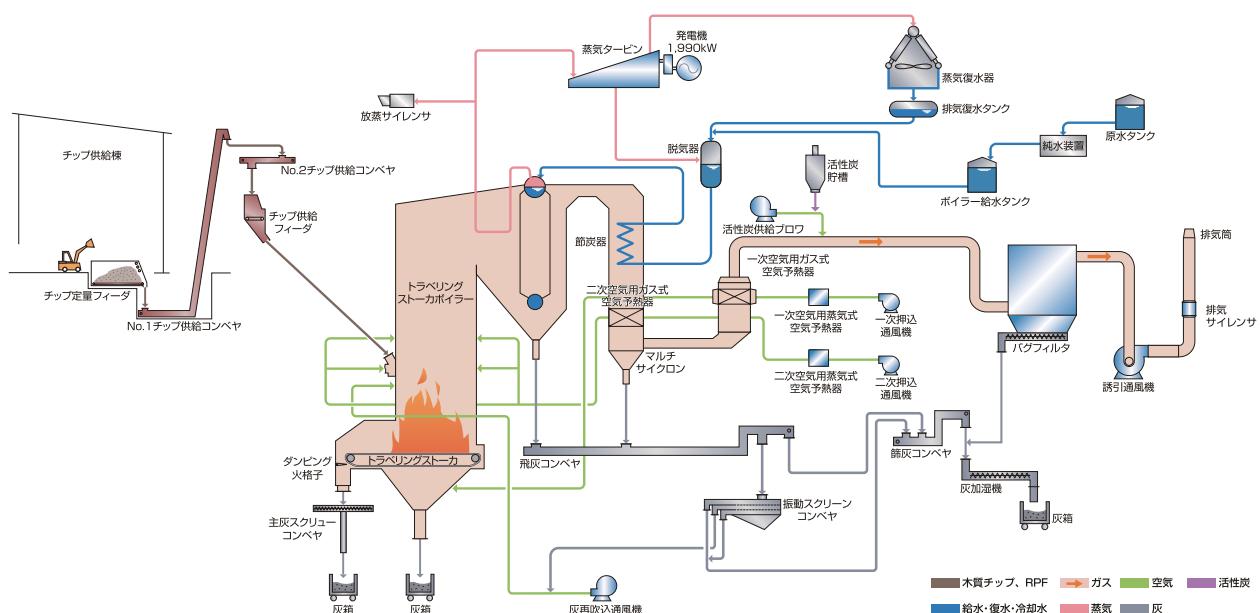


図2 設備フロー

### 4.3 有害物質対策

RPFに含まれる塩素化合物の燃焼によりダイオキシン類（以下、DXNsと記す）が生成される可能性がある。この対策として、RPFの塩素含有量の管理を目的に、排ガス中の塩素濃度を常時監視するためのHCl濃度計を排気筒に設置した。

また、不完全燃焼がDXNs生成の一因となるため、燃焼調整の自由度を高める目的で、二次燃焼空気の吹込みノズルを増設し、それぞれに流量調整用ダンパーを設けた。

さらに、万が一DXNs発生量の増加が懸念される場合に備え、大気への排出を防止できるよう、バグフィルタ上流のガスダクトから活性炭を吹込む装置を設置した。

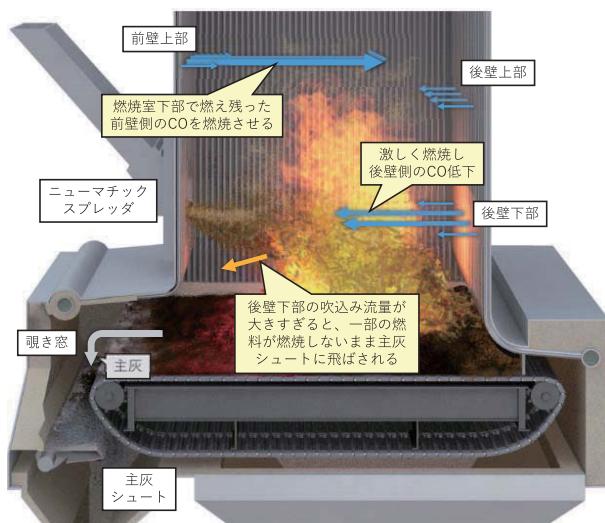


図3 二次燃焼空気吹込みと燃焼状態のイメージ図

### 5. 運転結果

#### 5.1 二次燃焼空気吹込みパターンの検討

燃焼ガス中のDXNs濃度は連続測定が困難なため、一酸化炭素(CO)濃度を良好な燃焼状態の指標とし、さまざまな二次燃焼空気吹込みパターンによる検討をおこなった。結果を表2、燃焼状態のイメージ図を図3に示す。

本発電所でのDXNs対策の基本方針はRPFの塩素含有量を規定量内に管理することであり、燃焼による対策はこれを補完する位置づけである。そのため、ボイラーとしての制御性や操作性といった基本的な機能を損なわない範囲で、可能な限りCO濃度を低減する方針とした。

実運転による検討において、CO濃度が特に顕著に低下した吹込みパターンは、後壁下部の中央2箇所への吹込み流量を増加させたパターンであった(パターン①と②の比較)。図4の写真的とおり、パターン②では一次燃焼中の火炎の側面から空気が吹



図4 二次燃焼空気後壁下部吹込み口での燃焼状況 (パターン②)

表2 二次燃焼空気吹込みパターンと結果

吹込み パターン	二次燃焼空気吹込み流量 [m <sup>3</sup> N/h]												CO濃度 [ppm (dry)]	未燃のまま 主灰シートに 飛ばされた燃料	二次燃焼空気 吹込みノズル への燃料の逆流			
	前壁上部			後壁上部			後壁下部											
	左	中央左	中央右	右	左	中央左	中央右	右	左	中央左	中央右	右						
①	10	660	660	10	10	660	660	10	10	10	10	10	530	ほとんど無し	—			
②	10	660	660	10	10	10	10	10	10	660	660	10	120	多	—			
③	10	900	900	10	10	10	10	10	10	250	250	10	137	少	多			
④	10	10	10	10	10	890	890	10	10	250	250	10	370	少	多			
⑤(最終)	40	850	850	40	40	40	40	40	40	240	240	40	150	少	少			

\* 流量はダンパー開度からの計算値。

\* CO濃度は1時間平均値。

\* パターン①、②実施時には、二次燃焼空気吹込みノズルへの燃料の逆流は確認せず。

\* 木質燃料専焼時に実施。

表3 性能試験の運転結果

項目	運転結果		備考
混合割合	木質燃料 : 89.1%	RPF : 10.9%	
燃 料	水 分	43.1%	
	低位発熱量	10,030 kJ/kg	
	塩 素	0.27%	乾きベース
主蒸気	圧 力	4.2 MPa	5 時間平均
(過熱器出口)	温 度	395°C	〃
	流 量	11.2 t/h	〃
蒸気タービン	出 力	1,990 kW	〃
発電機	(発電機端)		
	ばいじん (O <sub>2</sub> =6% 換算)	<0.0009 g/m <sup>3</sup> <sub>N</sub>	規制値 : 0.3 g/m <sup>3</sup> <sub>N</sub>
排ガス性状	窒素酸化物 (O <sub>2</sub> =6% 換算)	81 ppm	規制値 : 350 ppm
	硫黄酸化物	K 値換算値 0.6	規制値 : K 値 17.5
	ダイオキシン類 (O <sub>2</sub> =12% 換算)	0.019 ng-TEQ/m <sup>3</sup> <sub>N</sub>	規制値 : 1.0 ng-TEQ/m <sup>3</sup> <sub>N</sub>
	塩化水素 (O <sub>2</sub> =12% 換算)	50 mg/m <sup>3</sup> <sub>N</sub>	規制値 : 700 mg/m <sup>3</sup> <sub>N</sub>

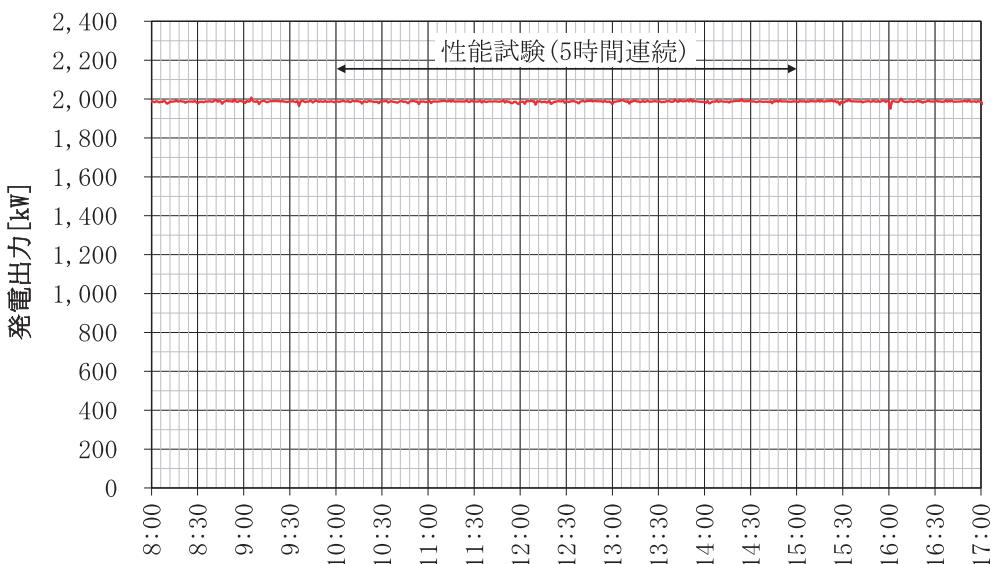


図5 性能試験当日の発電出力の推移

込まれることで、その周囲が激しく燃焼し、CO の燃焼が促進されたものと推測する。ただし、後壁下部の吹込み流量を一定以上に増やすと、比重の小さい燃料が前壁側（主灰シュート側）に吹き飛ばされて、ほとんど燃焼することなく排出されてしまった。そのため、後壁下部の吹込み流量はノズル 1 か所あたり 250 m<sup>3</sup><sub>N</sub>/h を上限とし、これをパターン③とした。

また、前壁上部への吹込み流量を増やしたパターン③の方が、後壁上部への吹込み流量を増やしたパターン④より CO 濃度が低下した。これは、後壁下

部での燃焼が促進されたことにより後壁上部を流れる不完全燃焼ガスが減少しており、不完全燃焼ガスが残った前壁側燃焼ガスに多くの空気を吹込むことで、燃焼室全体としての燃焼性向上が図られた結果と考えられる。

なお、パターン③で吹込み流量を 10 m<sup>3</sup><sub>N</sub>/h とした後壁下部のノズルに、燃料の逆流・堆積が確認されたため、すべての二次空気ノズルについて 1 ケ所あたりの最低流量を 40 m<sup>3</sup><sub>N</sub>/h とし、これを最終状態のパターン⑤とした。

## 5.2 性能試験

性能試験の運転結果を表3に、性能試験当日の発電出力の推移を図5に示す。発電出力は安定して推移し、計画を満足する設備であることを確認した。また、排ガス性状について、すべての環境規制値を満足する結果であった。

## 6. おわりに

木質チップの価格が高騰する一方で、政策支援から自立した再エネの導入が求められる昨今においては、事業コストを低減しつつ、さまざまな種別・性状の燃料に対応可能な発電設備が求められる。2 MWシリーズのコンセプトを継承しつつ、RPF混焼に対応した今回の発電設備は、その要求に応えるものである。

当社はお客様とともに作り上げた本発電所から得られた知見を有効に活用させていただき、持続可能な再エネ導入に貢献すべく、より柔軟な設備の計画・設計に取り組んでいく所存である。

## 謝辞

本発電所の計画・設計から建設・試運転、お引渡しに至るまで、多大なるご協力をいただきましたバイオマスパワーテクノロジーズ株式会社殿ならびにパワーエイド三重合同会社殿をはじめ、関係者の方々に深く感謝いたします。

## 参考文献

- 1) 資源エネルギー庁：令和5年度（2023年度）におけるエネルギー需給実績（確報）（2025）  
[https://www.enecho.meti.go.jp/statistics/total\\_energy/pdf/honbun2023fykaku.pdf](https://www.enecho.meti.go.jp/statistics/total_energy/pdf/honbun2023fykaku.pdf) (2025年8月5日確認)
- 2) 引田浩之：2 MW 級木質バイオマス発電設備の運転実績報告、タクマ技報、Vol. 26, No. 2, pp. 31-38 (2018)
- 3) 堀内周：2 MW 級木質バイオマス発電に関する制度の変遷とその対応、タクマ技報、Vol. 32, No. 2, pp. 49-55 (2024)
- 4) 資源エネルギー庁：令和6年度エネルギーに関する年次報告（エネルギー白書2025）（2025）  
[https://www.enecho.meti.go.jp/about/whitepaper/2025/pdf/whitepaper2025\\_all.pdf](https://www.enecho.meti.go.jp/about/whitepaper/2025/pdf/whitepaper2025_all.pdf) (2025年8月5日確認)