公益財団法人
自然エネルギー財団
RENEWABLE ENERGY INSTITUTE

■ 自然エネルギー活用レポート No.2

バイオマス発電を支える地域の木材と運転ノウハウ

―岡山県・真庭市で 2 万 2000 世帯分の電力を作る―

● 概要

岡山県の北部に位置する真庭市（まにわし）には高原が広がり、林業と酪農が盛んである。特に良質なヒノキの産地として知られ、木材加工会社が数多く存在する。山林に放置されてきた原木や製材所から出る端材などを無駄なく使い切るため、市内の木材加工会社を中心に森林組合や真庭市役所も参画して、2015 年 4 月に木質バイオマス発電事業を開始した。地域で発生する多様な木材を最適に組み合わせながら、1 日 24 時間の連続運転で年間に 2 万 2000 世帯分の電力を作り出す。

● 基本データ

①運営体制	事業者名	真庭バイオマス発電株式会社	所在地	岡山県真庭市勝山1209
	発電所の名称	真庭バイオマス発電所	発電所の所在地	岡山県真庭市目木1-1
	運転開始年月日	2015年4月24日	運営人員数	オペレーター：10名 事務所：5名
	建設担当会社	株式会社タクマ	運転・保守担当会社	運転：池田興業 保守：自社
②発電設備	機器構成	木質燃料焚きボイラー、蒸気タービン・発電機、バグフィルター、蒸気復水器など	メーカー名	ボイラー：タクマ タービン：新日造 発電機：シンフォニア
	最大出力	1万kW	送電能力	9300kW
	年間発電量	7920万kWh	想定設備利用率	90%
	電力供給先	新電力	（バイオマス）燃料の種類/年間消費量/調達先	一般木材：5万4000トン 未利用木材：9万トン 地元から調達
	FIT認定取得年月	2013年8月		
③収支計画	事業費（初期投資）	41億円（税抜き）	事業期間	未定
	売上高（年平均）	23億円	運転維持費（年平均）	非公表
	年間売電量	7450万kWh	売電単価（円/kWh）	30円
	資金調達先	地銀シンジケート　23億円	投資回収年数	15年
			補助金の名称/交付元/交付額	平成25年度　森林整備加速化・林業再生事業 14億円

1. 発電事業の経緯

東は兵庫県から西は山口県まで続く中国山地のほぼ真ん中に、岡山県の真庭市がある（図 1）。市の広さは南北 50 キロメートル、東西 30 キロメートルに及び、岡山県の面積全体の 12%にも達する。そのうち森林が約 8 割を占めている。古くからヒノキを主体に造林を進めて、木材の生産を拡大してきた。現在でも約 30 社の木材加工会社が操業中だ。

図 1◇真庭市の位置。出典：真庭市役所。

真庭市では林業の活性化と自然エネルギーの拡大を目指して、20 年ほど前から木質バイオマスの活用に取り組んでいる。その一環で 2009 年に市内の木材産業が共同で「真庭バイオマス集積基地」を整備した。それまで利用率の低かった林地残材や製材所で発生する樹皮などを基地に集めて、チップに加工したうえで燃料として販売できる体制になった。さらに規模の大きい第 2 工場を近隣に建設して木材の集積能力を増強している（写真 1）。

写真 1◇「真庭バイオマス集積基地」の第 2 工場。

図 2◇「真庭バイオマス集積基地」による未利用木材活用の流れ。出典：真庭市役所。

こうして集められた地域の木材を有効に利用するため、2012 年度に固定価格買取制度が始まったのを機に、バイオマス発電事業の検討に着手した。大正 12 年に創業した木材加工会社の銘建工業が中核になり、資本金 2 億 5000 万円で「真庭バイオマス発電株式会社」を 2013 年 2 月に設立した。株主には真庭市のほか、真庭森林組合や真庭木材事業協同組合、岡山県森林組合連合会や岡山県北部素材生産協同組合など地域の林業関係団体が名を連ねた。

地域の木材を利用するバイオマス発電所では国内で最大級の 1 万 kW（キロワット）の設備を建設することが決まり、会社設立から 1 年後の 2014 年 2 月に工事を開始した。建設用地は木材の集積基地が立地する「真庭産業団地（北地区）」の区画の 1 つを選んだ（図 3）。面積が 1 万 1000 平方メートルの用地に、41 億円の事業費をかけて発電所を建設する大規模なプロジェクトである。

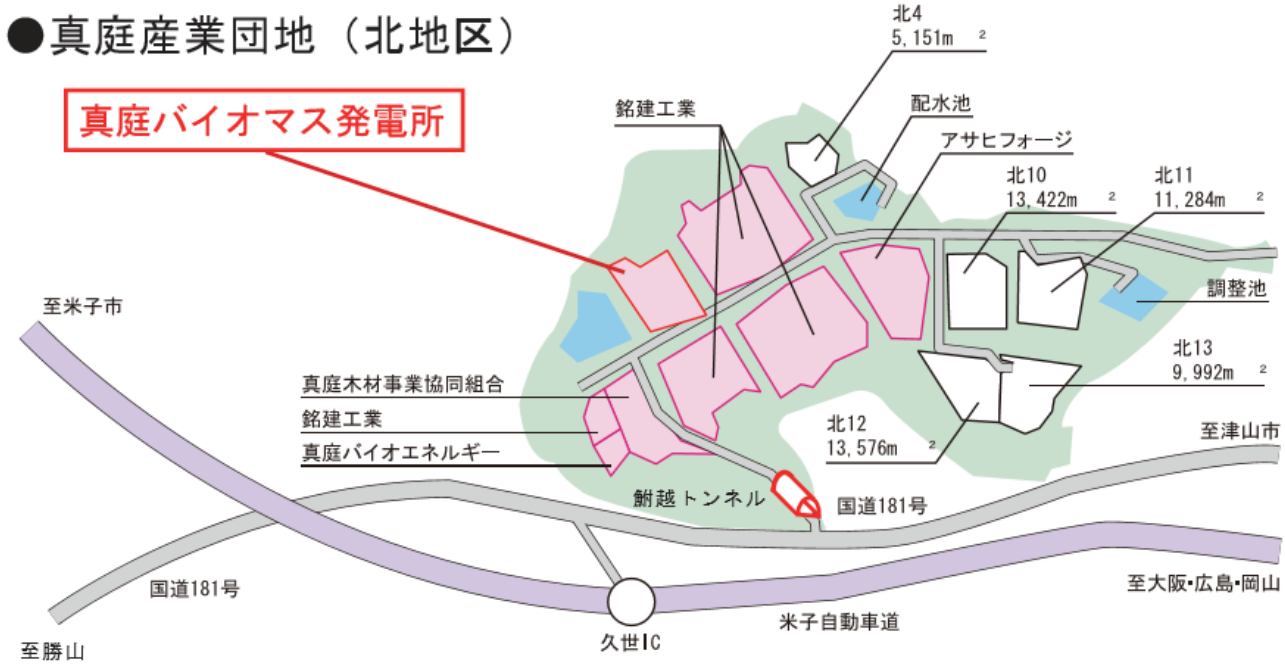


図 3◇バイオマス発電所の所在地。出典：真庭バイオマス発電。

計画の当初からプロジェクトを推進してきた銘建工業の坂本規（ただし）バイオマス事業部長によると、「銘建工業では 1998 年から 2000kW のバイオマス発電設備を社内で運転してきた実績がある。そのノウハウを新しい発電所の建設にも生かした」。特に重視した点は、バイオマス発電設備の中核になるボイラーの設計である。

新しい発電所で利用する燃料には、さまざまな種類の木材が混在する。森林の間伐で発生する原木のほか、森林内に放置された枝や樹皮、さらに製材所で木材を加工した後に出る端材がある。「それぞれで含有成分や水分量に差があり、チップに加工した時の形状にも違いがある。特性の異なる燃料でも効率よく熱を発生できるように、ボイラーメーカーに要件を伝えて設計に反映してもらった」（坂本氏）。

41 億円の事業費はバイオマスボイラーや蒸気タービン・発電機などの設備のほかに、発電した電力を変換して送電するための受変電設備、最寄りの送電設備まで 2 キロメートルの送電線を敷設する工事費などに費やした。土地の取得や土木工事も事業費に含む。

事業に必要な資金のうち 23 億円は中国銀行を中核とする地元の金融機関から融資を受けた。加えて農林水産省からバイオマスの有効利用を推進するための補助金を 14 億円、真庭市から雇用助成金など 2.6 億円の交付を受けたことで、資金調達を円滑に進めることができた。

2.　発電事業の詳細

着工から 1 年 2 カ月後の 2015 年 4 月、「真庭バイオマス発電所」は運転を開始した（写真 2）。1 日 24 時間の連続運転を実施して、1 年間に 330 日の稼働を予定している。年間の発電量は 7920 万 kWh（キロワット時）に達する。一般的な家庭の電力使用量（年間 3600kWh）に換算すると 2 万 2000 世帯分に相当する大量の電力を供給できる。真庭市の総世帯数（約 1 万 8000 世帯）も上回る。

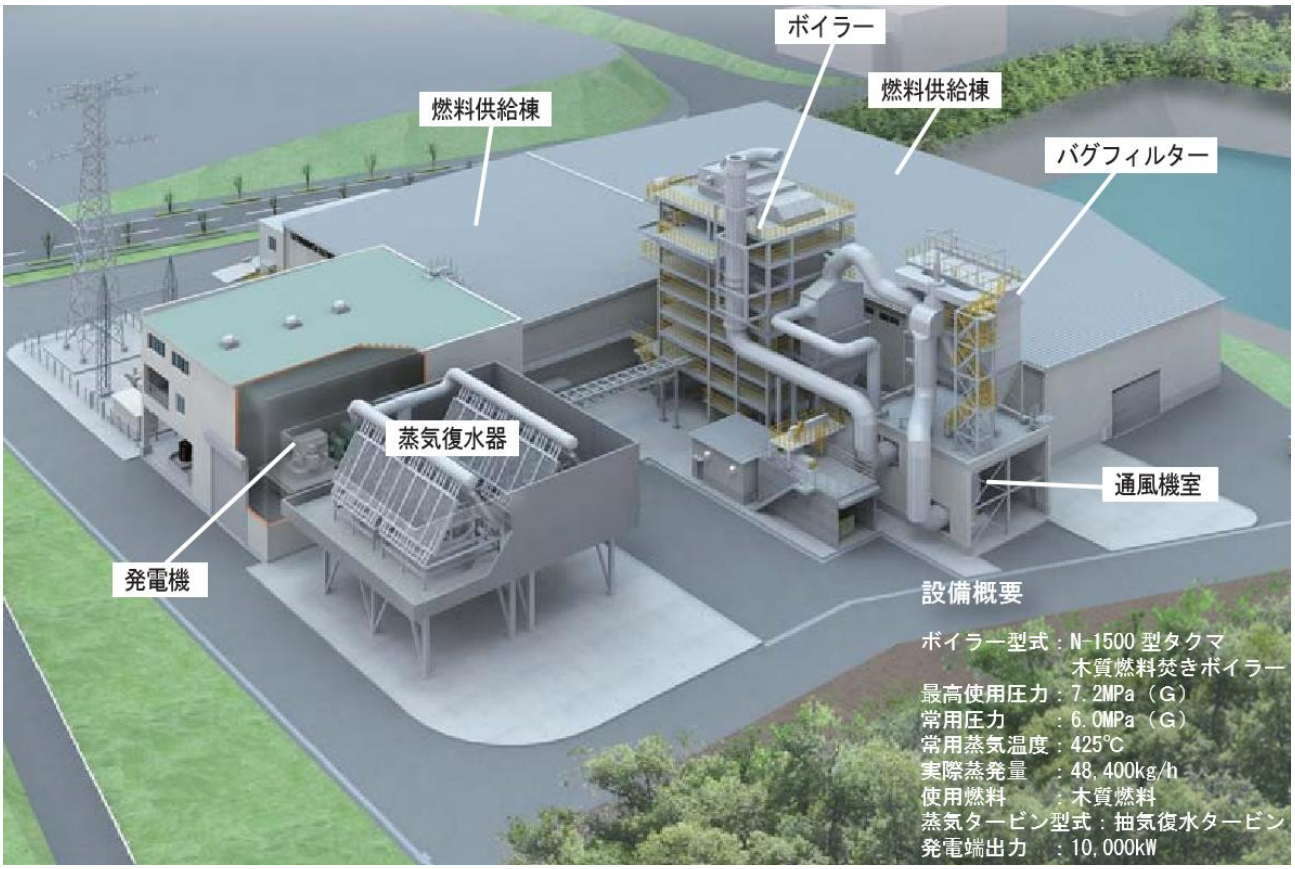
写真 2◇「真庭バイオマス発電所」の全景。

発電した電力は固定価格買取制度を通じて全量を新電力に売電している。固定価格買取制度では燃料に使う木材の種類によって買取価格に差がある。間伐材などの未利用木材を利用した場合には 1kWh あたり 33.6 円（税込み）だが、製材所で出る端材などの一般木材は 25.2 円（同）と少し安い。

真庭バイオマス発電所では未利用木材を年間に 9 万トン、一般木材を 5 万 4000 トン利用する計画だ。それぞれの使用量に応じて計算すると買取価格は平均で 30 円になり、年間に得られる売電収入は 23 億円を見込める。一方で燃料の購入費が年間に 13 億円にのぼり、発電所の人件費など運転に必要な経費もかかる。いずれも地元に還元するもので、地域経済に貢献する役割は大きい。そのうえで発電所が安定して稼働を続ければ、固定価格買取制度の適用を受けて 20 年以内に初期投資を回収できる。

発電所の運営体制を見ると、燃料の搬入からボイラーへの燃料投入、ボイラーや蒸気タービン・発電機の運転状況の監視まで、熟練した担当者が機械やシステムを駆使して効率的に作業をこなしている。オペレーターと事務担当者を合わせて総勢 15 人で 24 時間の連続運転に必要な工程をカバーする。全員が地元からの雇用だ。

発電所の構内には、巨大な設備が並んでいる。チップを燃やして蒸気を発生させる高さ 25 メートルのボイラーをはじめ、蒸気タービン・発電機を格納した建屋、発電後の蒸気を冷やして水に戻す蒸気復水器、排ガスに含まれる煤塵などを除去するバグフィルターで構成する（図 4）。ボイラーの隣には燃料供給棟があり、トラックで運んできたチップを貯蔵してボイラーに投入できる体制になっている。



燃料ヤード

木質燃料を受け入れ一時的に保管します。

木質チップ定量フィーダ

木質燃料を定量供給する機械です。

木質チップ供給フィーダ

ボイラーに木質燃料を供給します。

トラベリングストーカボイラー

木質燃料を燃焼させて蒸気を発生させます。

蒸気タービン・発電機

蒸気を利用して発電機を駆動させ電力を発生させます。

一次・二次押込通風機

木質燃料を燃焼するための空気を送ります。

バグフィルタ

排ガス中の煤塵などを除去しクリーンな排気にします。

誘引通風機

バグフィルタでクリーンとなった排ガスを大気へ放出するため排気筒へと送ります。

蒸気復水器

蒸気を冷却し水に戻します。

中央操作室

ボイラー及びタービン発電機その他補機類はすべて中央操作室で管理されます。

図 4◇真庭バイオマス発電所の設備構成。出典：真庭バイオマス発電。

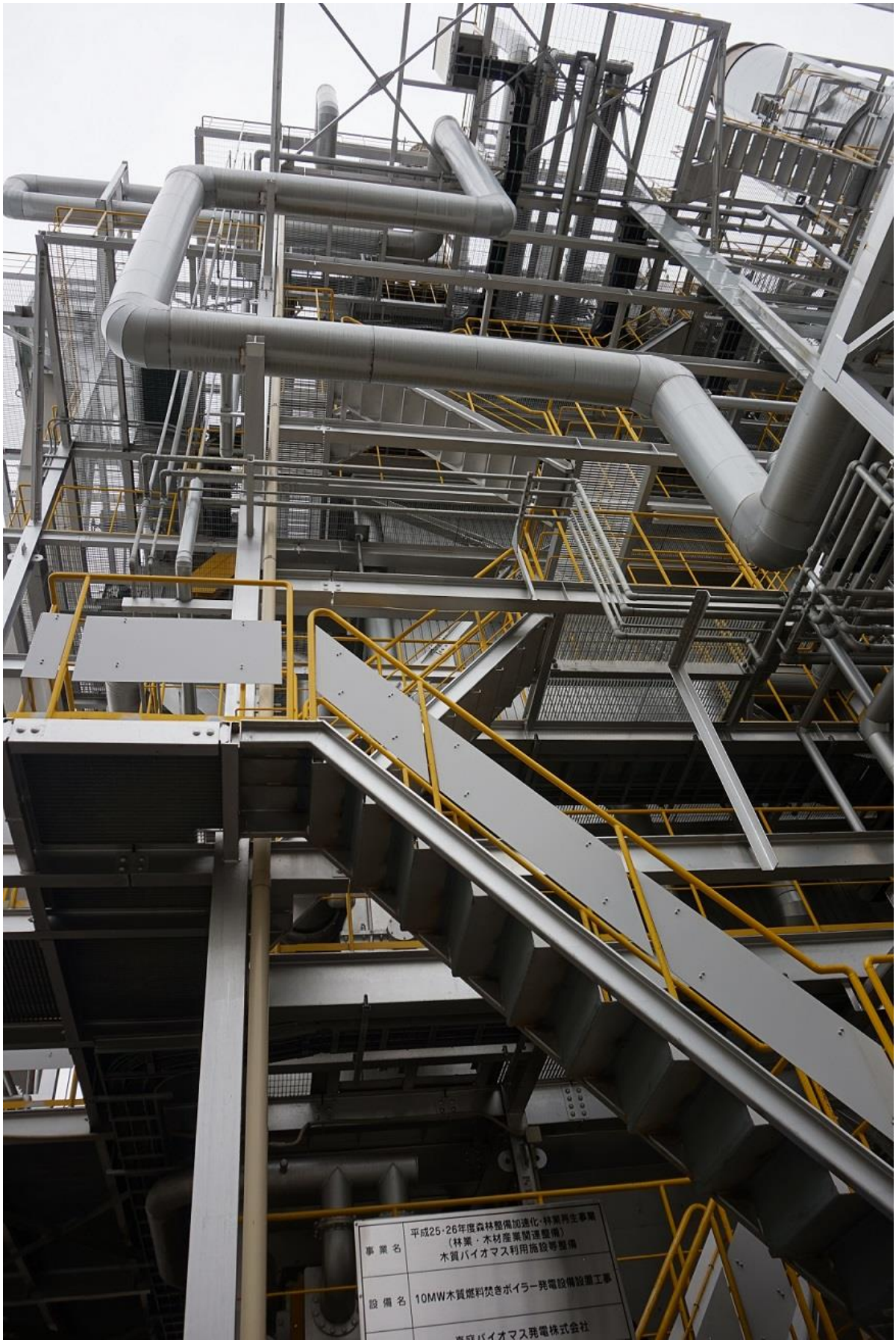


写真 4◇ボイラーを下から見た状態。最高点は約 25 メートルで、7 階建てのビルに相当。

燃料のチップは木材の特性によって燃え方に差があるため、燃料供給棟の中で種類ごとに山積みしたうえで、混ぜ合わせてからフィーダーに投入する（写真 5）。このフィーダーはボイラーの運転状況に合わせて自動的にスピードを調整して、最適な量のチップをボイラーに送り込むことができる。

写真 5◇チップを搬送するフォークリフト（上）、チップをボイラーに送るフィーダー（中、下）。

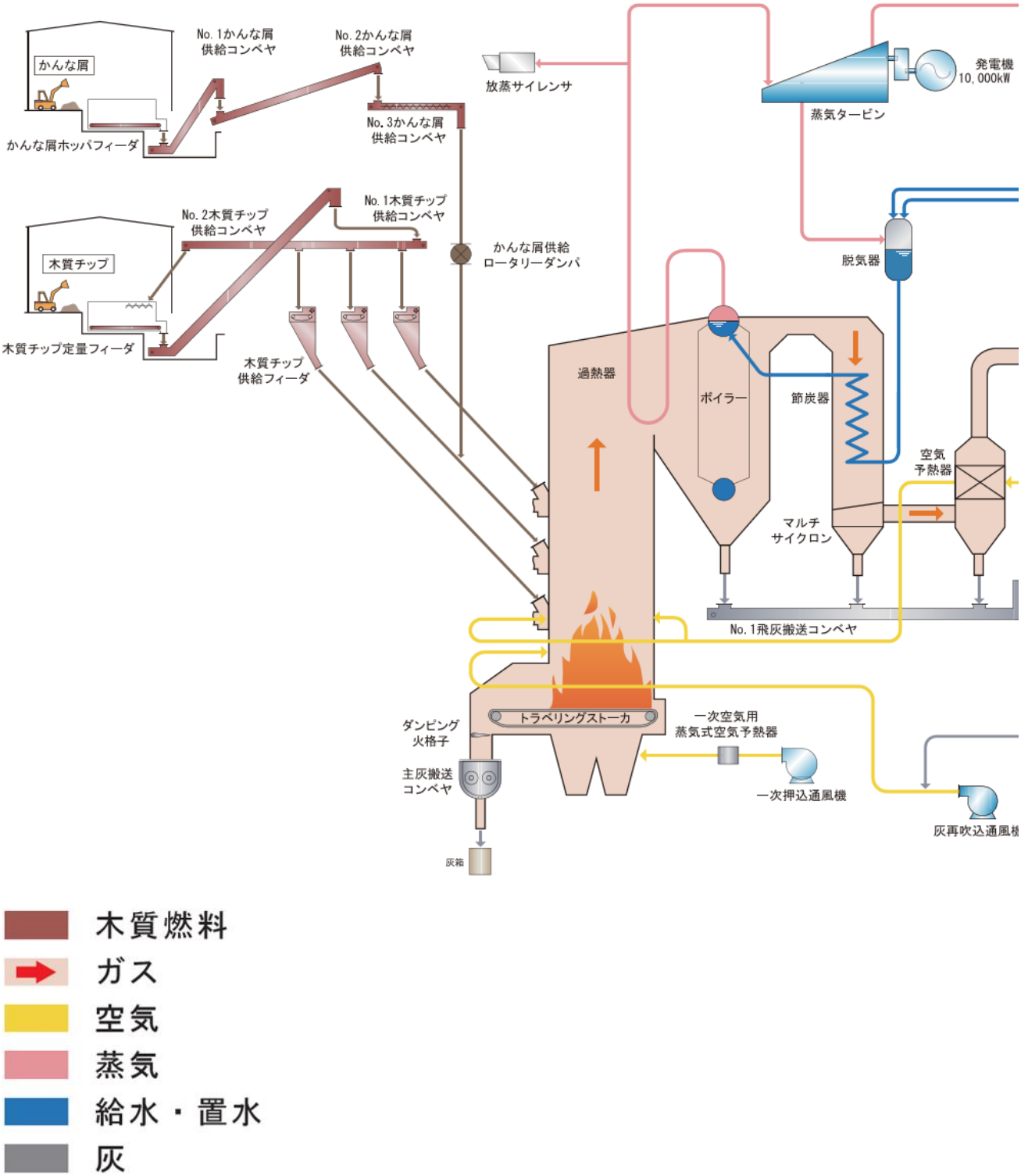


図 5◇バイオマス発電のプロセス（燃料供給～発電）。出典：真庭バイオマス発電。

ボイラーや蒸気タービン・発電機の運転状況は、隣接する建屋の中にある中央操作室でオペレーターがモニターを見ながら 24 時間体制で監視する（写真 6）。ボイラーは内部の温度などに応じて自動的に運転状態を調整できるが、「それだけでは多様なチップを混在した状態で安定した発電を続けることはむずかしい。ボイラーの中の炎の様子や排ガスの成分をもとに、人間が判断して燃料の種類や投入量をきめ細かく変更する必要がある」（坂本氏）。

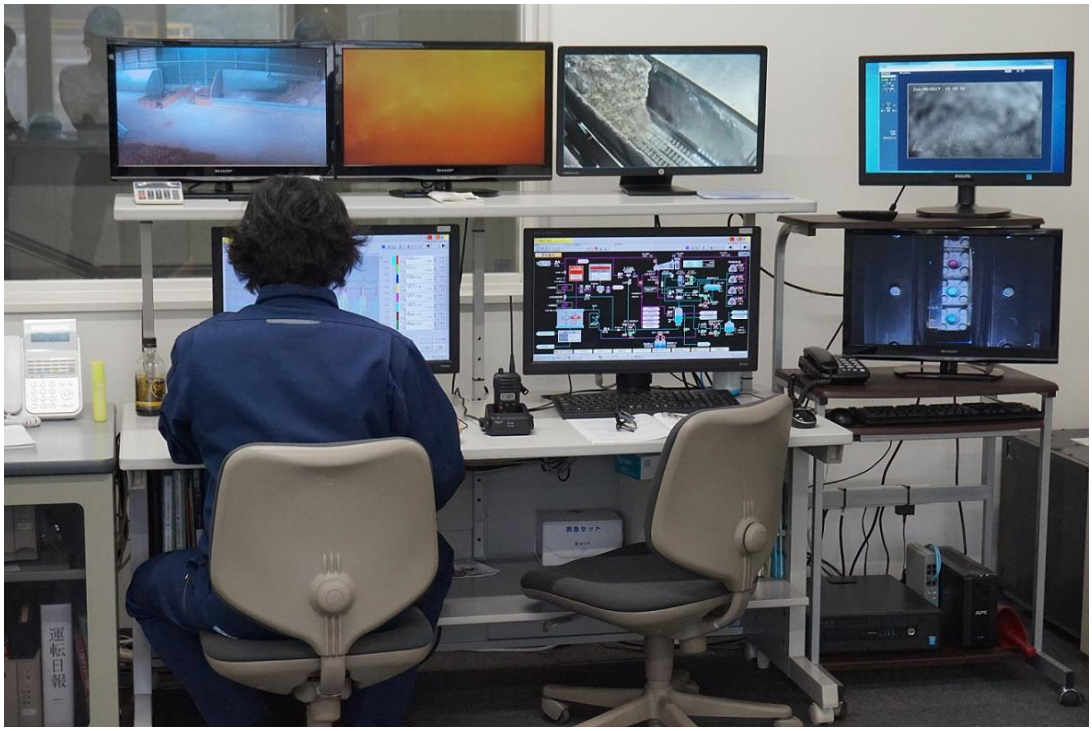


写真 6◇中央操作室の監視体制（上）、蒸気タービン・発電機の外観（下）。
蒸気タービンは下の写真の中央にあるパイプの付いた装置、その右側が発電機。

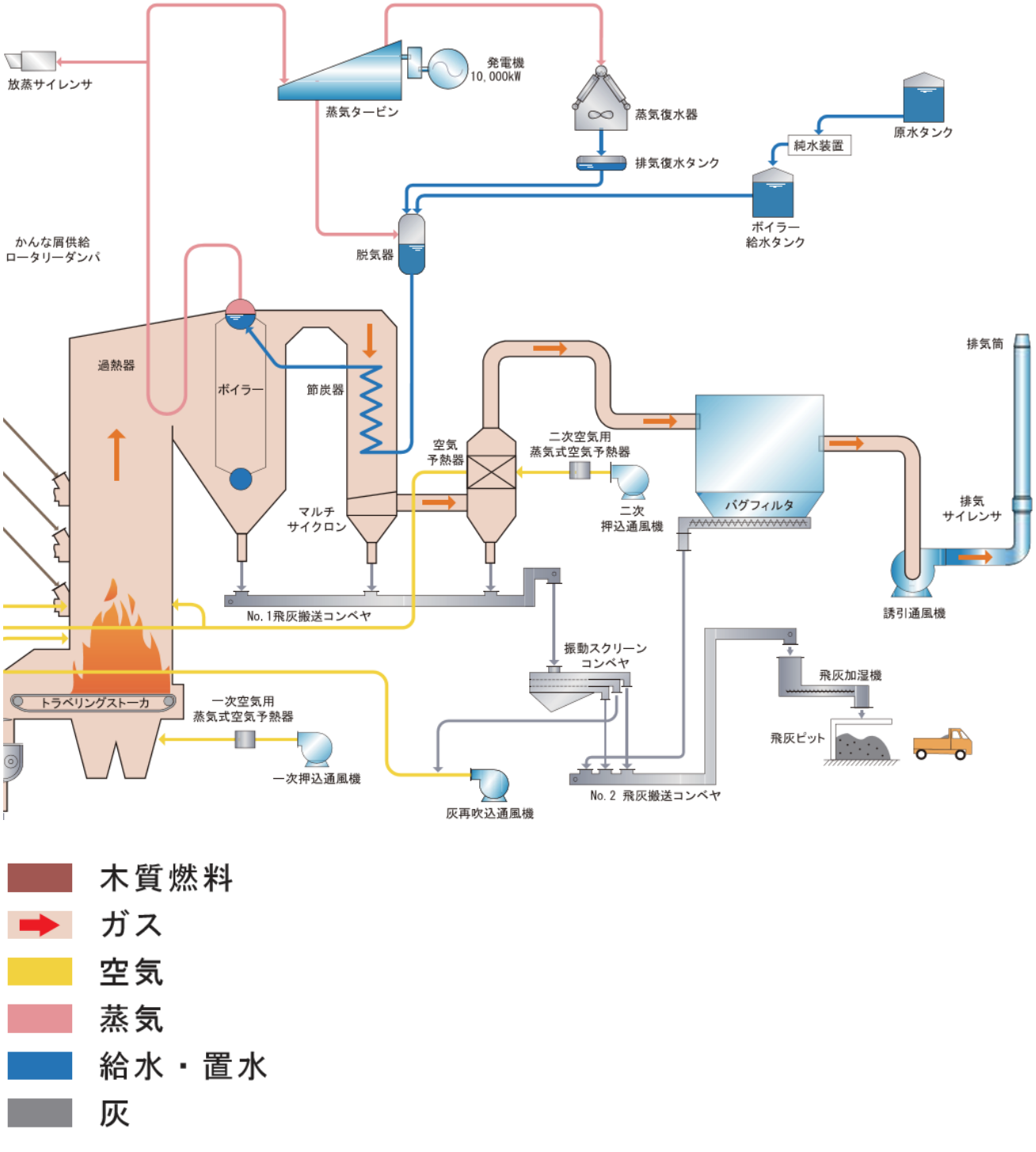


図 6◇バイオマス発電のプロセス（発電～排気処理）。出典：真庭バイオマス発電。

バイオマス発電では長期にわたって燃料を確保できることが事業の成功に欠かせない。真庭市には地域の山林や製材所から発電用の木材を安定して供給できる体制が整っている。真庭バイオマス発電所で燃料に利用するチップは、森林組合や製材所などで構成する「木質資源安定供給協議会」を通じて調達している（図 7）。

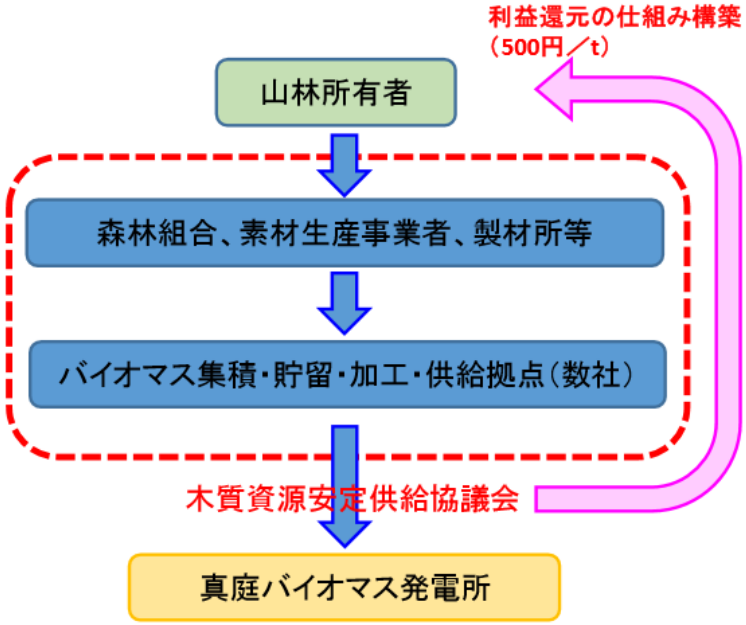


図 7◇「真庭バイオマス発電所」の燃料を調達する仕組み。出典：農林水産省。

固定価格買取制度ではバイオマス発電の燃料の使用量と産地・出所を、証明書を付けて月ごとに国の機関に報告することが義務づけられている。真庭市では協議会が木材の調達から流通までを管理して、発電に使う燃料の産地・出所を証明する役割を担う。さらに木材を供給した山林所有者に対して、1 トンあたり 500 円を還元する制度を設けている。利益の一部を還元することで、適切な間伐と林地残材の拠出を促進し、山林を健全な状態に維持するためである。

真庭バイオマス発電所では協議会が運営する管理システムを活用して、発電所に運ばれてくるチップの製造工場のほか、木材を供給した山林所有者や流通業者の情報を把握することができる。発電所にはチップを満載したトラックが 1 日のうちに頻繁に到着する。トラックが事務所の横にある計量台の上に駐車すると、搭載したチップの重量を自動的に計測できる仕掛けになっている。

計測中にトラックの運転手はチップの情報を識別するための QR コード（2 次元バーコード）を発電所の事務担当者に提示して、機械で読み取ったコードから山林所有者やチップ製造工場の情報が管理用のパソコンに登録できる。このほかに運転手はチップのサンプルをビニール袋に入れて提出する。そのサンプルを使って水分量を測定することで、ボイラーで燃焼した時の熱量まで計算できる仕組みだ。

こうした一連のプロセスを整備したことによって、燃料のチップの管理から熱量の予測までをコンピュータシステムを使って効率的に実行できる（写真 7、次ページ）。手間のかかるバイオマス発電の運営を効率化してコスト削減を図る工夫である。

写真 7◇チップを搭載したトラックの計量（上）、チップのサンプルを使って水分量を測定（下）。

これまでに環境面の問題は発生していない。発電所を建設するにあたっては、県の条例に基づいて環境アセスメントを実施した。工事期間を含めて騒音や振動、運転中の排ガスなどの影響を評価して、近隣の住民を対象に説明会を開いて理解を求めた。チップを燃焼した後の排ガスに含まれる煤塵は、ボイラーに併設したバグフィルターで除去できる。ただし懸念があったのは運転中の騒音で、中でも発電後の蒸気を水に戻すための蒸気復水器（写真 8）の騒音が大きい。

写真 8◇蒸気復水器は左側に見える緑色の建物に格納。

真庭バイオマス発電所は大量の水を使える立地にないため、蒸気の冷却は水冷式ではなくて空冷式を採用している。自動車と同様のラジエータで冷却する方式で、発電所の中でも最も大きな音を発生する。近隣には 200 メートル以上の距離に民家があり、騒音対策が必要だった。蒸気復水器の建設場所を民家と反対側に設定して、民家側には燃料供給棟を建設することで音をブロックした。反対側は山しかなく、その方向に音が抜ける配置になっている。

3. 今後の計画

2015 年 4 月に開始したバイオマス発電事業は、20 年後の 2035 年で固定価格買取制度の対象から外れることになる。その後の事業の継続については「現在のところ具体的な計画はない」（坂本氏）。年間に燃料費で 13 億円、そのほかに発電所の運転に必要なコストを含めて、それを上回る売電収入を得られるかどうかが判断のポイントになる。

真庭バイオマス発電所の年間の発電量を現在と同じ 7920 万 kWh で想定すると、「1kWh あたり 20 円以上で売れなければ赤字になってしまう。そうなると事業の継続はむずかしい」（同）。バイオマス発電は自然エネルギーの中で最も安定した電力を供給できる利点があるが、2035 年以降に 20 円以上の単価で売電できる状況になるかは今のところ予測できない。

バイオマス発電では電力と同時に大量の熱を発生することから、熱をエネルギーとして販売できれば収益性が高まる。現在は発電所に隣接する銘建工業の CLT（クロス・ラミネイティド・ティンバー）工場までパイプをつないで、発電で余った蒸気を供給している。製材工場では木材の乾燥や暖房に蒸気を利用する。ただし、そのほかの用途は見あたらない。発電所が立地する産業団地には工場がいくつかあるだけで、周辺地域に熱を供給できるインフラが存在しない問題がある。

その一方で燃料の木材の調達に不安な要素はない。年間に使用する未利用木材の 9 万トンは、真庭市内の間伐材などの発生量（年間 9 万 4000 トン）で確保できる。「仮に未利用木材の発生量が減少しても、周辺地域からの調達量を増やせば対応できる状態になっている」（同）。さらに一般木材の 5 万 4000 トンについては、銘建工業の製材工場から出る端材で大半をまかなうことが可能だ。製材に使う木材はヨーロッパからの輸入材が中心である。今後も長期的に十分な燃料を確保できるとなれば、固定価格買取制度の期間満了後の事業継続が望まれる。

＊本レポートの内容はヒアリング実施日（下記）の時点の情報です。
ヒアリング実施日：2017 年 6 月 5 日
ヒアリング/レポート作成協力：真庭バイオマス発電、銘建工業 バイオマス事業部
レポート作成者：石田雅也（自然エネルギー財団 自然エネルギービジネスグループマネージャー）

©自然エネルギー財団　Renewable Energy Institute 2017