

木質バイオマスボイラー導入ガイドブック

地域の森林資源を保全・活用 地球温暖化防止 自然エネルギーの利用



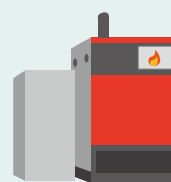
木質チップ



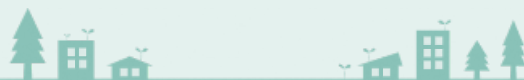
薪（まき）



木質ペレット



木質バイオマスボイラー



目 次

1. はじめに	1
1.1 木質バイオマスエネルギーの利活用促進の目的	1
2. 木質バイオマス燃料とは	3
2.1 木質バイオマス燃料の種類と特徴	3
3. 木質バイオマスボイラーとは	8
3.1 木質バイオマスの熱利用システムの特徴	8
3.2 木質バイオマスボイラーの概要	10
4. バイオマスボイラー導入・運転までの取組み	16
4.1 木質バイオマスボイラー導入を検討するためには	16
4.2 木質バイオマスボイラー導入の進め方	18
4.3 バイオマスボイラーのシステム検討の方法	22
5. バイオマスボイラーの関連コスト	25
5.1 バイオマスエネルギー導入のコスト構成	25
5.2 バイオマスボイラー導入における事業性の評価	28
6. 関連法規（バイオマスボイラー関係）	31
6.1 木質バイオマスボイラーに関する関連法規一覧	31
6.2 労働安全衛生法（一部改正 令和4年3月1日施行）	32
6.3 大気汚染防止法（一部改正 令和4年10月1日施行）	34



SDGs における地域の森林資源・バイオマスエネルギー利活用の意義



新たな社会潮流である「持続可能な開発目標（SDGs）」という考えによる活動が、行政、企業、NPO、各種団体などにおいて展開されつつあり、持続可能なビジネスを目指す企業、団体の中にも SDGs を活用する例が広がっています。鶴岡市で取り組む森林資源の活用（木質バイオマスエネルギー利活用）の SDGs は 17 の目標（ゴール）のうち、次の目標に寄与する取組みです。

鶴岡市で木質バイオマスエネルギーの地産地消推進を目指す SDGs の 6 つの目標

 <p>7 エネルギーをみんなに そしてクリーンに</p>	<p>7. エネルギーをみんなに そしてクリーンに</p> <p>7.2 2030 年までに、世界のエネルギーミックスにおける再生可能エネルギーの割合を大幅に拡大させる。</p>
 <p>9 産業と技術革新の 基盤をつくろう</p>	<p>9. 産業と技術革新の基盤をつくろう</p> <p>9.4 2030 年までに、資源利用効率の向上とクリーン技術及び環境に配慮した技術・産業プロセスの導入拡大を通じたインフラ改良や産業改善により、持続可能性を向上させる。全ての国々は各国の能力に応じた取組を行う。</p>
 <p>12 つくる責任 つかう責任</p>	<p>12. つくる責任 つかう責任</p> <p>12.2 2030 年までに天然資源の持続可能な管理及び効率的な利用を達成する。</p>
 <p>13 気候変動に 具体的な対策を</p>	<p>13. 気候変動に具体的な対策を</p> <p>13.2 気候変動対策を国別の政策、戦略及び計画に盛り込む。</p>
 <p>15 陸の豊かさも 守ろう</p>	<p>15. 陸の豊かさも守ろう</p> <p>15.2 2020 年までに、あらゆる種類の森林の持続可能な経営の実施を促進し、森林減少を阻止し、劣化した森林を回復し、世界全体で新規植林及び再植林を大幅に増加させる。</p>
 <p>17 パートナリシップで 目標を達成しよう</p>	<p>17. パートナリシップで目標を達成しよう</p> <p>17.17 さまざまなパートナーシップの経験や資源戦略を基にした、効果的な公的、官民、市民社会のパートナーシップを奨励・推進する。</p>



1. はじめに

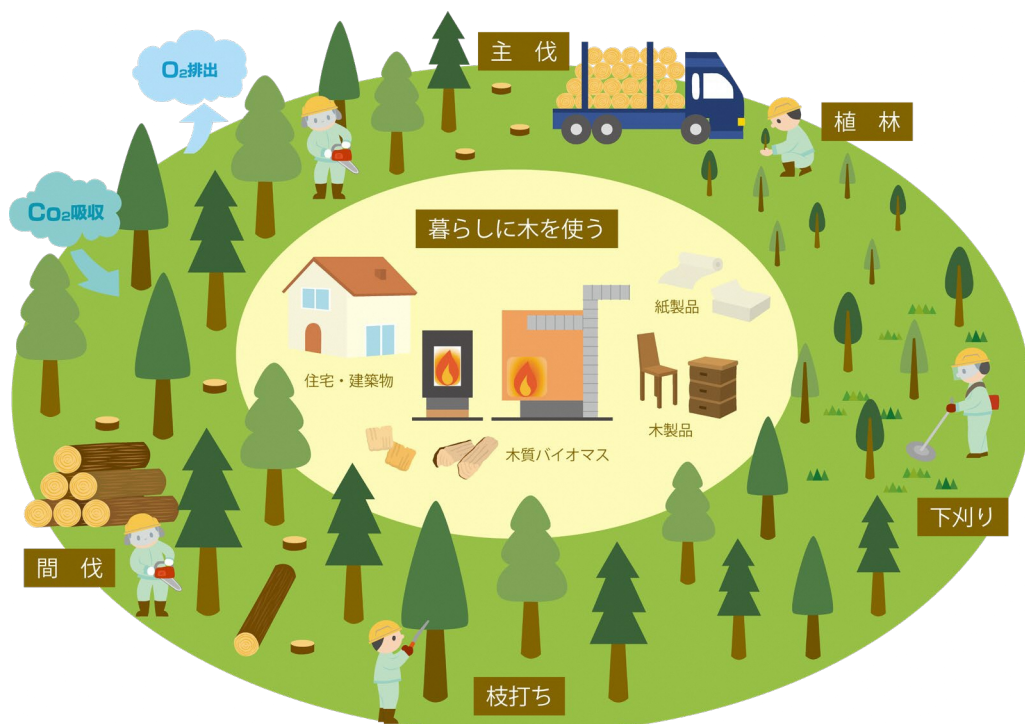
再生可能エネルギーとしての木質バイオマスの利用は、地球温暖化対策とエネルギーの地産地消の観点から各地で取組が進められています。これまで鶴岡市では、公共施設等を中心に薪や木質ペレットを燃料とする木質バイオマスボイラーの導入が進められてきました。今後、さらに木質バイオマスの利用を進めるためには、公共施設、民間施設などへの普及とともに木質バイオマスの熱利用を図ることが重要です。本ガイドブックは、木質バイオマスエネルギーの利活用の目的やボイラー導入効果やコスト、導入までのプロセス等を分かりやすく整理した内容となっております。木質バイオマスエネルギーの普及に幅広く活用していただければ幸いです。

1.1 木質バイオマスエネルギーの利活用促進の目的



(1) 森林資源の利用拡大による林業振興と地域における経済循環の促進、産業振興

森林は、県土の保全や水源のかん養などの環境保全機能を持っており、これらの機能を十分に発揮させるためには、間伐や伐期を迎えた樹木を伐採するなどの適切な森林整備が不可欠です。これらの森林整備によって発生する未利用間伐材等が燃料等として価値を持つことで、林業経営にも寄与し、森林整備の推進にも繋がります。木質バイオマスのなかでも森林由来の間伐材など地域の未利用資源を地域のエネルギーとして利用することは、資源・経済の地域内循環を促進し、資源の収集や運搬、バイオマスエネルギー供給施設や利用施設の管理・運営など、新しい産業と雇用の創出につながり、山村地域の活性化にも貢献すると期待されます。

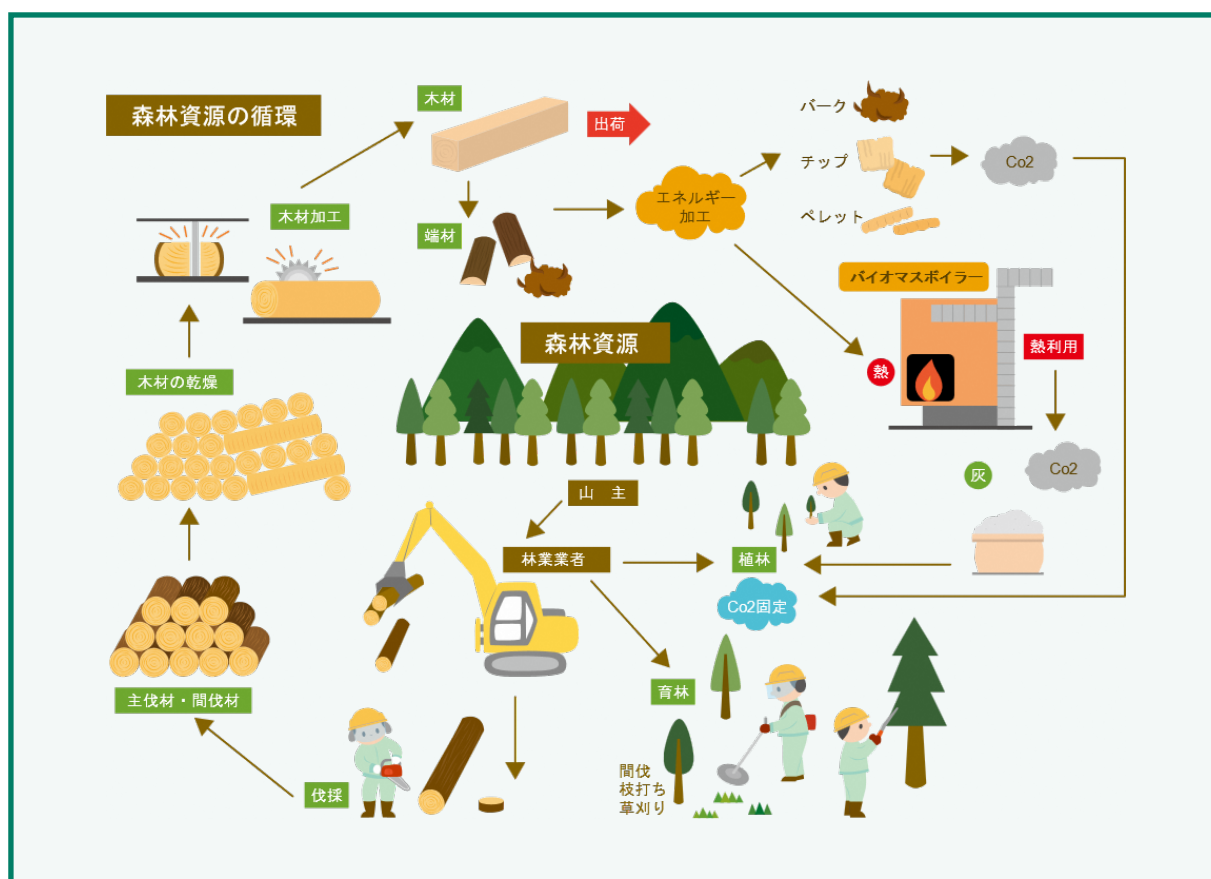


(2) 地域のエネルギー自給による森林資源の利用と地球温暖化防止への貢献

将来にわたって持続的利用が可能な森林経営を行っていくため、適正に管理された森林における間伐作業は不可欠であり、地域の森林から生産される間伐材や間伐を行ったあとに林地に放置される林地残材（低質材）をエネルギーとして利用していくことが、林業経営の改善に貢献し、地域内でのエネルギー自給に直結するため、建築用材や合板用材とともに木材の利用を推進していく必要があります。

森林から搬出され地域の製材工場で利用される木材について、その製材過程で発生する製材端材は有効なエネルギー源であり、その利用は地域産業の振興に寄与するため、間伐材利用と併せ利用を進めていく必要があります。また、木材は、森林の適切な管理により再生産できるため、エネルギー源として持続的に利用することができます。

木材の成長過程で光合成を行い、大気中の二酸化炭素を吸収・固定しているため、化石燃料の代わりに利用することで、化石燃料由来の二酸化炭素の排出抑制が可能となり地球温暖化防止に貢献します。



2. 木質バイオマス燃料とは

2.1 木質バイオマス燃料の種類と特徴

木質バイオマスの燃料は、「木質チップ」、「木質ペレット」、「薪」など、種類もあります。また同一の燃料の種類でも形状や含水率湿量基準(水分)など品質に差があるのが大きな特徴です。木質バイオマス燃料の種類、品質によって使う設備(ボイラー等)など燃焼機器も異なってきます。

これらの燃料の特性を踏まえ導入を検討しているバイオマスボイラーに適した燃料を選ぶ必要があります。バイオマスボイラー設備の取扱・販売店によく確認するようにしましょう。

図表1 木質バイオマス燃料の種類と特徴

	木質チップ	木質ペレット	薪(まき)
外 観			
特 徴	形状 切削式・破碎式 種類・水分(含水率 湿潤基準) ・生チップ 45%~ ・湿潤チップ 35%~45% ・準乾燥チップ 25%~35% ・乾燥チップ 25%以下	形状 円筒形(6~7mm) 水分(含水率 湿潤基準)約7~10% 種類 ・木部ペレット(ホワイトペレット) ・全木ペレット ・樹皮ペレット(バークペレット)	形状 太さ5~10cm 長さ30~40cm 水分 20%以下 種類 広葉樹・針葉樹
原 料	製材端材や間伐材等を原料として、木部、全木、林地残材・樹皮などを破碎あるいは切削したもの	木質系廃材や間伐材、林地残材の木部・全木・樹皮を粉碎・圧縮し固化した粒状化したもの	広葉樹(ナラなど)、針葉樹(スギなど)を割入れしたもの
用 途	燃料利用 (チップボイラー) パルプ用原料 家畜敷料 など	燃料利用 (ペレットストーブ) (ペレットボイラー)	燃料利用 (薪ストーブ) (薪ボイラー)
長 所 (利便性)	燃料の製造が比較的容易 燃料コストが比較的抑えられたため、 機器での自動化、運転管理が可能 既存の木材産業より調達期待 移動式チップパーにより生産可能	燃料の取扱い運搬が容易 機器での自動化、運転管理が容易 小型から大型まで燃焼機器で可能 エネルギー密度がチップの約2倍	燃料製造が容易 自家調達・生産が可能
短 所 (留意点)	ペレットに比してエネルギー密度が低い(約1/2) 燃料の水分管理が必要 燃料品質と機器の適性を遵守必要	燃料製造ラインが必要 製造工程・コストが比較的高い 燃料保管時には湿気に弱い	燃料利用の際に火力の調整が困難 高出力の利用用途には向かない 燃料供給の自動化は難しい 燃料利用するため乾燥工程が必要

※ 水分=含水率(湿潤基準)

2.1.1 木質バイオマス燃料の特徴

(1) 木質チップ

チップは木質原料を切削、あるいは破砕により小片した燃料です。小片化することによりボイラーでの自動搬送・供給、火力調整が可能となっています。チップの形状と寸法によっては搬送過程で絡まりやブリッジなどの搬送や機械のトラブルになることが多くなっています。そのため、形状や寸法が品質項目として重要視されています。それに加えて使用するバイオマスボイラーの種類によってはチップ燃料の適した水分が異なるため、適正な水分条件に調整することも不可欠となります。



(2) 木質ペレット

ペレットは、乾燥したおが粉やプレーナ屑を圧縮成形した円筒状の燃料で、一般的に直径6~10mm、長さ10~40mmの小粒で、燃料の水分10%以下となっています。ペレットの原料には多様なものが利用されていますが、工場残材のおが粉、プレーナ屑や森林由来の丸太を利用している例もあります。工場等のペレット専用ラインから生産されることから、燃料の形質が安定しており、燃料供給もコントロールしやすいため、ストーブ、ボイラーなど小型から大型まで幅広い利用用途が可能となっています。



(3) 薪（まき）

薪は、長さ30~100cmの丸太を繊維方向に小割りしたものです。樹種は広葉樹、針葉樹ともに使用されています。薪の品質として最も重要視されるのは乾燥度です。着火がよく燃焼しても煙や煤の少ない薪に仕上げるためには、水分を20%以下にまで乾燥させる必要があります。そのため、丸太を割ってから風通しの良いところに、屋根付きの高床式にした薪棚あるいは、薪小屋にて乾燥します。薪の乾燥期間については夏を含めて広葉樹は1年以上、針葉樹では半年以上が必要とされています。



薪に含まれる熱量（エネルギー量）は、同じ重さであれば樹種による差はほとんどありません。しかし、同じ体積ならば一般的に密度の高い広葉樹の方が多くの熱量（エネルギー量）を含み、ゆっくり燃えるため、薪の利用量が少なくなるなど利用者によって好む理由となっています。

2.1.2 木質バイオマス燃料の水分と熱量の関係

木質燃料の発熱量は水分が高いほど低くなります。これは燃料中に含まれる木質部分が少ないことがほとんどの理由ですが、加えて燃料中の水分を蒸発させるのにも熱が使われるためです。

このため、同じ重さの燃料を燃焼させた場合、燃料に含まれる水分で得られる熱量に差が出てきます。木質燃料の水分の管理は木質バイオマス利用の最も重要なポイントといえます。木質バイオマス燃料と比較される化石燃料は、灯油やA重油が一般的になっています。

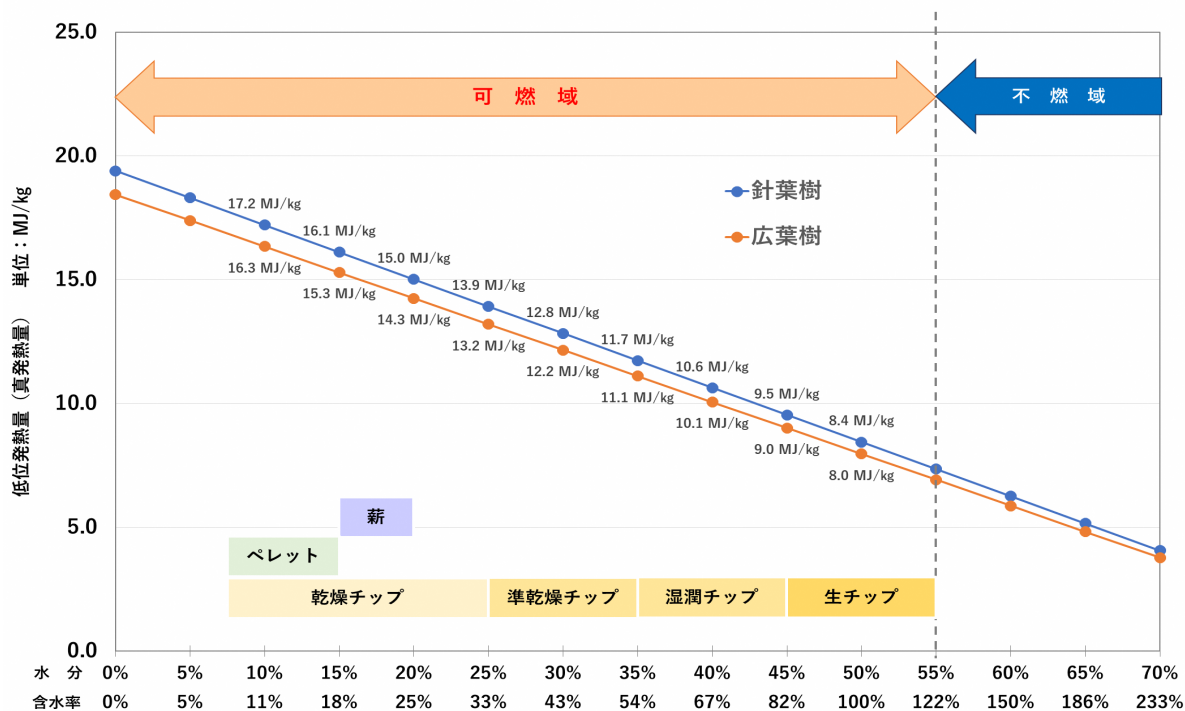
図表 2 エネルギー源別の発熱量と二酸化炭素排出係数

エネルギー源 (燃料)	低位発熱量 (真発熱量)		二酸化炭素排出係数
灯油 ^{※1}	34.27 MJ/L	8,187 kcal/h・L	2.49 kg-CO ₂ /L ^{※2}
A重油 ^{※1}	36.73 MJ/L	8,774 kcal/h・L	2.71 kg-CO ₂ /L ^{※2}
LPガス (プロパン等) ^{※1}	46.44 MJ/kg	11,094 kcal/h・kg	3.00 kg-CO ₂ /kg ^{※2}
木質チップ (針葉樹・水分 35%の場合)	11.73 MJ/kg	2,803 kcal/h・kg	※2
木質チップ (針葉樹・水分 40%の場合)	10.64 MJ/kg	2,541 kcal/h・kg	※2
木質チップ (針葉樹・水分 50%の場合)	8.45 MJ/kg	2,018 kcal/h・kg	※2
木質ペレット (水分 10%の場合)	18.84 MJ/kg	4,500 kcal/h・kg	※2
薪 (針葉樹・水分 20%の場合)	15.02 MJ/kg	3,588 kcal/h・kg	※2
薪 (広葉樹・水分 20%の場合)	14.25 MJ/kg	3,404 kcal/h・kg	※2

※1： 総合エネルギー統計 標準発熱量・炭素排出係数 (2020年1月31日改訂版) 経済産業省 資源エネルギー庁

※2： 特定排出者の事業活動に伴う温室効果ガスの排出量の算定に関する省令 (平成十八年経済産業省・環境省令第三号)

参考： 木質バイオマス燃料は、カーボンニュートラルの特性から二酸化炭素排出は、0 kg-CO₂/kg と定義



図表 3 木質バイオマス燃料の水分 (含水率) が及ぼす発熱量の変化

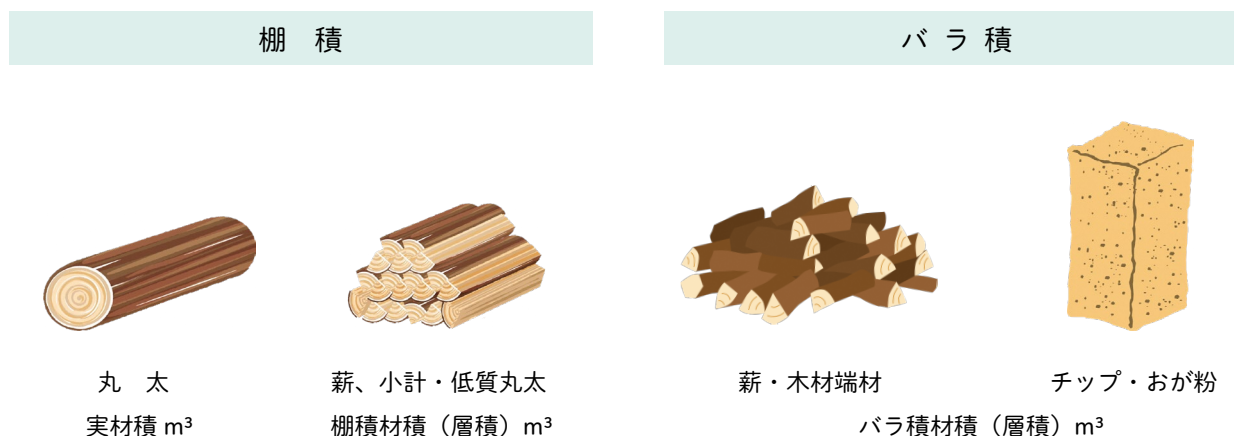
2.1.3 木質バイオマスの計量単位

木質燃料の体積の表し方には、丸太に適用される実材積、一定の長さの薪、低質丸太を棚積した棚積材積、チップやおが粉、ペレットなどをバラ積みしたバラ積材積とされています。

一般的に、棚積材積やバラ積材積を層積と呼ばれます。この層積は実材積以外に隙間の容積が含まれています。この材積の換算については、木質バイオマス燃料の大きさ形状によって変動するため正確さを求める場合には対象となる燃料の性状を確認する必要があります。

図表 4 木質バイオマス燃料の材積換算係数（目安）

	丸太	薪 (長さ 30 cm)	切削チップ	スギペレット (含水率 10%)	プレーナ屑	おが粉
	実材積 (m ³)	棚積 (m ³)	層積 (m ³)	層積 (m ³)	層積 (m ³)	層積 (m ³)
丸太 (実材積)	1	2.0 (1.4~2.2)	2.6 (2.2~3.0)	0.53 (0.5~0.56)	5.0	3.0



図表 5 木質バイオマス燃料で用いられる材積



2.1.4 木質バイオマスによる灰分と燃焼灰

(1) 木質バイオマス燃料の灰分

木質バイオマス燃料の灰分は、樹木が根から吸収した養分やミネラルで蘇生されています。受胎内の分布は、木部が最も少なく1%以下ですが、代謝や養分移動に関係する樹皮、枝葉の部位では、数%になります。それに加えて、樹皮や枝葉は収集や貯蔵の工程で、土砂等が付着していたり、小石や草などの混入物の量で配分が変わってきます。

図表6 木質燃料の種類と灰分量（目安）

木質バイオマス燃料	灰分 (%)	
	広葉樹	針葉樹
木質チップ（樹皮付）	1.2 %	1.0 %
木質チップ（全木）	1.5 %	1.2 %
ペレット（木部）	0.7 %	0.5 %
薪（樹皮付）	1.2 %	1.0 %

出典：Kofman,P.D.(2016) "Wood ash,Coford connectes Processing/Products No.43：1-2

図表7 樹体各部の灰分

樹種	灰分 (%)		
	樹皮	木部	葉
スギ	2.9 %	0.28 %	5.1 %
アカマツ	1.7 %	0.16 %	2.6 %
クリ	5.2 %	0.16 %	
ミズナラ	2.5 %	1.0 %	

出典：Tsuchiya,Y., et al (2010)
 "Inorganic elements in typical Japanese tree for woody biomass fuel",J.Wood Sci.56:53-63

(2) 木質バイオマス燃料の燃焼灰

木質燃料の利用は必ず燃焼灰が発生することからその取扱いが重要となります。一般的に木質バイオマス燃料を燃料とした燃焼灰とは、木質バイオマス専焼ボイラー^{※1}で燃焼させて生じた燃え殻^{※2}及びばいじん^{※3}を対象とされます。この燃焼灰に含まれる各種要素のうち、環境や健康に悪影響を及ぼすのは重金属類であり注意が必要です。

- (ア) 粗く破碎した「木質チップ」
- (イ) 木の樹皮や木部を粉碎した「おが粉」
- (ウ) おが粉を成型した「木質ペレット」
- (エ) 「薪」などの燃料用に加工したもの

(※1) 焼却炉タイプで燃焼中に外部から物が入られる投入口を有するものを除く。投入口を有する薪は薪以外の異物が全く混入しないものに限る。
 (※2) 燃焼室やボイラー缶体の底部から排出される燃焼残留物（主灰）
 (※3) ガス冷却室、再燃焼室、集塵装置などで捕集されたばいじん（飛灰）

(3) 木質バイオマスの燃焼灰の位置づけ

「廃棄物の処理及び清掃に関する法律」（以下、廃掃法という）によると、木質バイオマスの燃焼灰は、不要物であれば産業廃棄物に該当します。このため重金属類等の濃度が一定値を超えるものについては、「特別有害産業廃棄物」に分類され、遮断型最終処分場において埋め立て処分を行う必要があります。重金属類等の濃度が許容値以下であるもの、もしくは超過するものであっても適切な中間処理が施されたものについては、管理型最終処分場において埋め立て処分を行うことになっています。この燃焼灰が、産業廃棄物に該当するかどうかは、燃焼灰の性状、排出状況、通常の取引形態、取引価値の有無、占有者の意思などを総合的に勘案して、各都道府県・政令市で判断されることになります。

3. 木質バイオマスボイラーとは

3.1 木質バイオマスの熱利用システムの特徴

木質バイオマスエネルギー利用方法については、小規模から大規模まで様々な方法があります。近年では、バイオマスボイラーの運転管理の自動化など利便性も大幅に高まってきています。これらの機器特性をよく理解したうえで燃料とボイラーの組合せを決め、適切に運用していけば、木質バイオマスエネルギーの導入のメリットを十分に引き出すことができます。

木質バイオマス燃料にも、木質チップ、木質ペレット、薪など種類も多く、さらには同じ燃料でも、原料や形状や水分（含水率）など品質が違ってきます。このため、木質バイオマス燃料の種類、品質によって使うボイラーなどの燃焼機器も異なってきます。木質バイオマスの燃料のうち、主に木質チップ、木質ペレット、薪の燃料種類ごとの設備や規模などの適正傾向は、以下の通りとなります。



図表 8 バイオマスの利用機器と燃料の適性（参考目安）

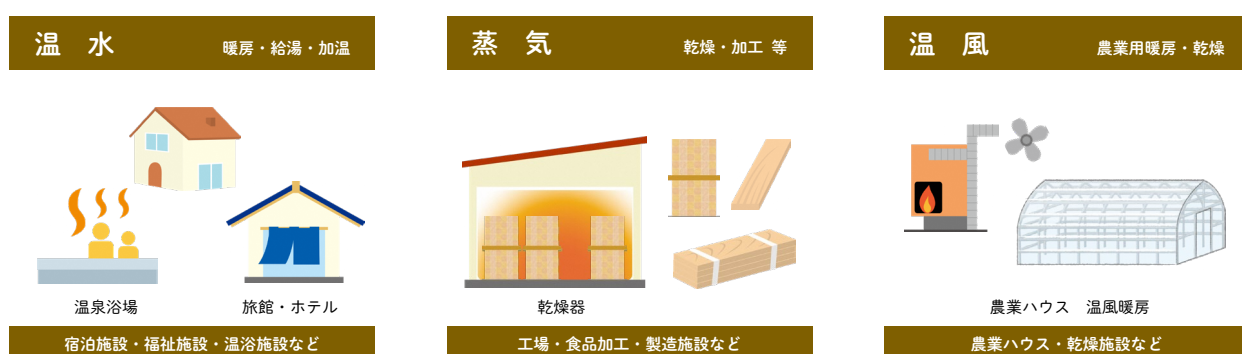


燃焼器	エネルギー変換設備		利用用途 (目安)	適合燃料			燃焼効率 (%)	
	出力規模	利用箇所		薪	チップ	ペレット		
ストーブ	数 kW	個室暖房	暖房	○	×	○	70~90	
温風発生器	数十~150kW	温室暖房	暖房	△	×	○	70~90	
ボイラー	小規模	~50kW	家庭	暖房 給湯	○	△	○	70~90
		~200kW	小施設	暖房 冷房 給湯	△	○	○	70~90
	中規模	200~ 1,000kW	事業所 工場	暖房 冷房 給湯 熱電供給	—	○	○	70~90
	大規模	1,000~ 30,000kW	工場 発電所	石炭混焼	—	○	△	30~40
				熱電供給	—	○	—	40~70
木質発電				—	○	—	10~30	

3.1.1 木質バイオマスボイラーの熱利用の方法

木質バイオマスボイラー等をつかった熱利用の使用形態としては、「温水」「蒸気」「温風」などがあります。水を加温する「温水」利用の場合、主に暖房や給湯、加温などの用途で、温浴施設、福祉施設、宿泊施設等に導入されています。また水を蒸発させる「蒸気」利用の場合、木材乾燥や暖房、消毒などの用途で、木材加工施設や工業施設、熱供給施設等で用いられています。空気を暖める「温風」利用では、ハウス栽培を行う農家で用いられています。

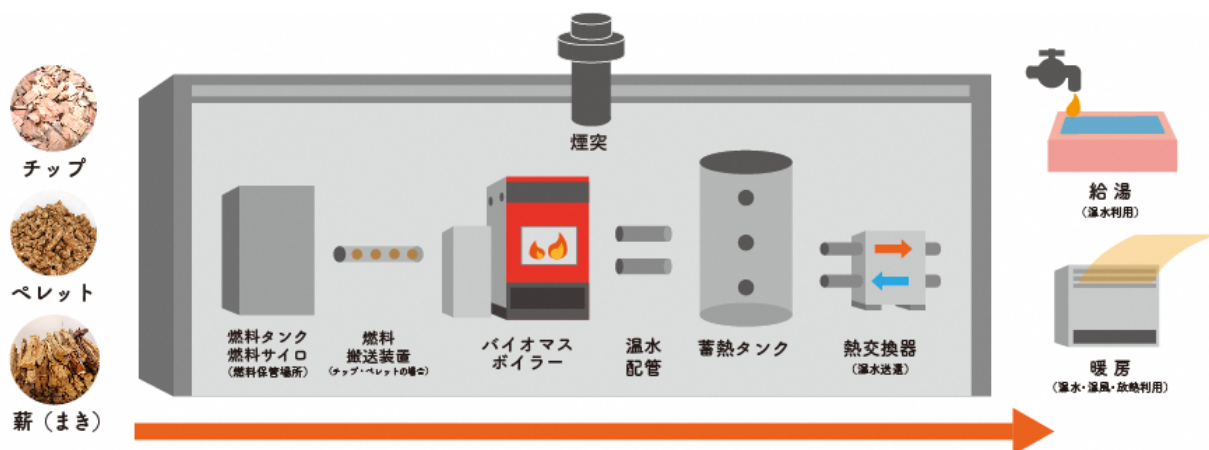
木質バイオマス熱利用として候補先は、施設の暖房、冷房、加温、給湯や産業用では、木材乾燥、農業用ハウスの加温、クリーニング工場、食品加工工場、製紙工場などで利用されています。自治体で導入する場合は、庁舎や福祉施設等の公共施設、学校、公営の温浴施設や集合住宅が考えられます。また、農業ハウスなどの暖房用熱源の例もあります。



図表 9 施設におけるバイオマスで可能な熱利用方法（参考）

3.1.2 木質バイオマスボイラーのシステム構成

木質バイオマスボイラーの設置には、燃料タンク・サイロ（燃料保管場所）、燃料搬送装置、ボイラー本体、蓄熱タンク、熱交換器、温水配管などが必要になります。新築、既設の施設など現地の条件を確認しながら、設置・利用が可能かを検討していく必要があります。



図表 10 主な木質バイオマスボイラーと付帯設備の設置イメージ

3.2 木質バイオマスボイラーの概要



3.2.1 木質バイオマスボイラーの特徴

バイオマスボイラーとは、熱源設備のうち廃棄物を含まない、木材由来の固体燃料を直接燃焼し、温水や蒸気、冷水、温風を製造する燃焼機器です。近年では、化石燃料の機器と比較しても遜色のない高効率（効率80%以上）な機器もあり、自動運転、自動制御の能力を備え（薪ボイラーを除く）、二次燃焼の技術を採用し高い燃焼効率（80～90%）を達成しているものがでてきています。一方で焼却炉の発想の延長で設計された効率や性能の低い木質バイオマスボイラー等も存在しています。

(1) ボイラーの基本概要

ボイラーより発生する熱は、主として温水、高温水、飽和蒸気、過熱蒸気として利用されるほか、間接的に吸収式冷凍機を加えると冷水も利用できます。国内で取り扱われているボイラーに関しては、無圧式の場合、正式には「無圧式温水発生器」に該当します。なお、缶体が大気圧で運転される無圧式のため、労働安全衛生法「ボイラーおよび圧力容器安全規則」による届出や取扱者の資格免許を必要としません。そのため、通常の運転管理については資格を持った選任の管理者を置く必要がありません。ただし高熱水式、蒸気式の場合は圧力式なので「ボイラーおよび圧力容器安全規則」に該当するため注意が必要となります。バイオマスボイラーにおいては、温水利用において、薪、チップ、ペレットといった燃料を使用するボイラーを有している。なお、木質の燃料種ごとに性状（形状や水分量等）に応じたボイラーがラインナップされており、設置する箇所の地域特性や熱需要先の運用状況に応じた木質燃料を選択し、機種を選定することになります。

(2) ボイラー種類別出力

ボイラーの出力は、温水の場合は熱出力（kW）で表記することが一般的です。バイオマスボイラーの場合、薪、チップ、ペレットと燃料種ごとに燃焼機器の運転特性に応じた出力範囲を有しており、一般的には、薪ボイラーで15～170kW（他1,000kW未満まで有）、チップボイラー（20kW～）、ペレットボイラー7～1,000kW未満となっています。

(3) ボイラー出力制御範囲

ボイラー容量のうち制御範囲は、炉筒煙管・水管ともに標準的に10～100%の範囲で比例制御されます。貫流ボイラーでは、50～100%の範囲で制御されるものが一般的でしたが、近年では10～100%の範囲で対応するものもあります。バイオマスボイラーの場合は、チップボイラー、ペレットボイラーともに30～100%の制御範囲となっており、熱需要側の熱負荷率や燃料性状（形状、含水率等）にも影響されます。薪ボイラーは、基本的に出力制御の機能はなく、燃焼炉内に投入した薪を連続燃焼して対応するものであり、蓄熱タンク等に蓄熱して必要な熱を適宜出力していく対応が必要になります。なお近年では自動制御システムにより出力制御できる機種も出てきています。

(4) ボイラー効率

ボイラー効率は、燃料による入熱量（低位発熱量）に対して、熱媒で吸収された熱量の比率を示すものです。ボイラーの最高効率は、炉筒煙管・水管ボイラーで概 94%前後、貫流ボイラーで 98%である。近年では炉筒煙管ボイラーで 96%、小型貫流ボイラーで 102%※に達するものもあります。

ボイラーの効率は、熱負荷率（%）が低いほど低下する傾向があります。バイオマスボイラーのボイラー効率は一般的に薪ボイラーが 55~92%、チップボイラー、ペレットボイラーが 70~92%となっています。いずれのボイラー効率も製造メーカー毎に、機種、使用する燃料性状によって違うため実機について確認が必要になります。

※低位発熱量基準では、燃料中の水素は燃焼後、水蒸気として排出されるものと考え、その凝縮潜熱を燃料の発熱量に含めません。

しかしながら、近年では燃焼排ガス中の水分が凝縮する領域まで排ガス温度が低下するボイラーも存在するため効率が 100%を超えるという現象が起こります。高位発熱量では 100%を超えることはありません。

図表 5 ボイラー設備の種類別の特徴

ボイラーの種類		熱媒種類	温水温度	熱出力（参考）	ボイラー効率	主な用途
鋳物製ボイラー		低温水	120℃以下	29~2,300kW	80~86%	給湯・暖房用
丸ボイラー	炉筒煙管ボイラー	中・高温水	130℃以下	350~9,300kW	85~96%	地域暖房用
貫流ボイラー	大型貫流ボイラー	高温水	130℃以下	58,000kW 以上	90~98%	地域暖房用
電気ボイラー		温 水	120℃以下	120~930kW	98%	電気式空調補助熱源
真空式温水器	鋳物製	低温水	80℃以下	120~3,000kW	85~90%	給湯・暖房用
	炉筒煙管式	低温水	80℃以下	46~1,860kW	85~88%	給湯・暖房用
	多管式	低温水	80℃以下	40~6,400kW	85~90%	給湯・暖房用
住宅用小型温水ボイラー		温 水	0.1MPa 以下	12~41kW	60~80%	給湯・暖房用
木質バイオマス	薪ボイラー	低温水	80℃以下	15~170kW	~92%	給湯・暖房用
	チップボイラー	低温水	80℃以下	20kW 以上	70~92%	給湯・暖房用、地域暖房用
	ペレットボイラー	低温水	80℃以下	7kW~1,000kW	70~92%	給湯・暖房用、地域暖房用

出典：空気調和・衛生工学会編：空気調和・衛生工学便覧、第 14 版、第 2 編第 4 章ボイラーをもとに作成

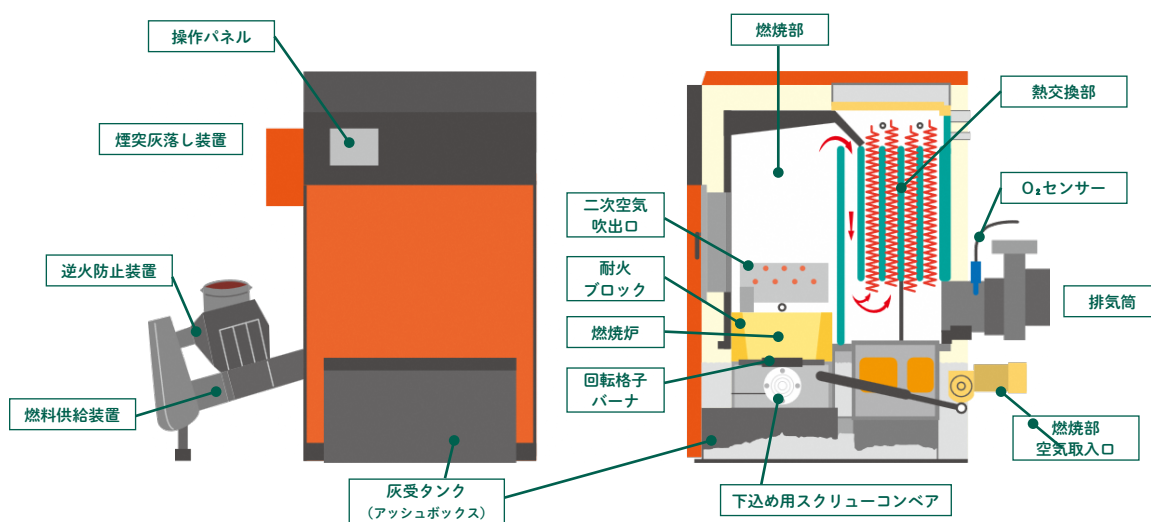
3.2.2 木質バイオマスボイラーの基本特性

バイオマスボイラーは、化石燃料ボイラーと違って点火しても設定温度に達するまで時間が掛かることや、消火しても直ぐに熱が下がらない等の特性を持っており、一度高温に達すればそのまま定常運転をすることが好ましく低負荷状態で長時間運転を続けると燃焼が不安定になります。

一般的に熱負荷の30~100%の間で比例制御を自動的に行っており、熱負荷の30%以下の低負荷が長く続くような機器の規模選定は相応しくありません。そのため最適な導入方法としては、施設のエネギー需要のうちベース負荷となる部分をバイオマスボイラーで対応し、ピーク負荷対応には蓄熱タンク（バッファータンク）を組み込んだシステム、もしくは補助用に化石燃料を使用したバックアップボイラーを使用するなど、それぞれの機器特性を生かしたシステム設計が合理的と考えられます。

(1) 木質バイオマスボイラーの基本構造

木質バイオマスボイラーの燃焼構造として、木質バイオマス燃料は一次燃焼室でガス化して二次燃焼室で高温のガスを二次燃焼する仕組みになっています。燃焼室には一次、二次の空気が入りまです（送風ファンで吹込）。また、誘引ファンでボイラー本体出口まで引っ張っており、ボイラー内は負圧状態となって本体内部のガスは外には漏れない構造になっています。この燃焼構造はメーカーごとに独自の技術を採用しているのが特徴となっています。

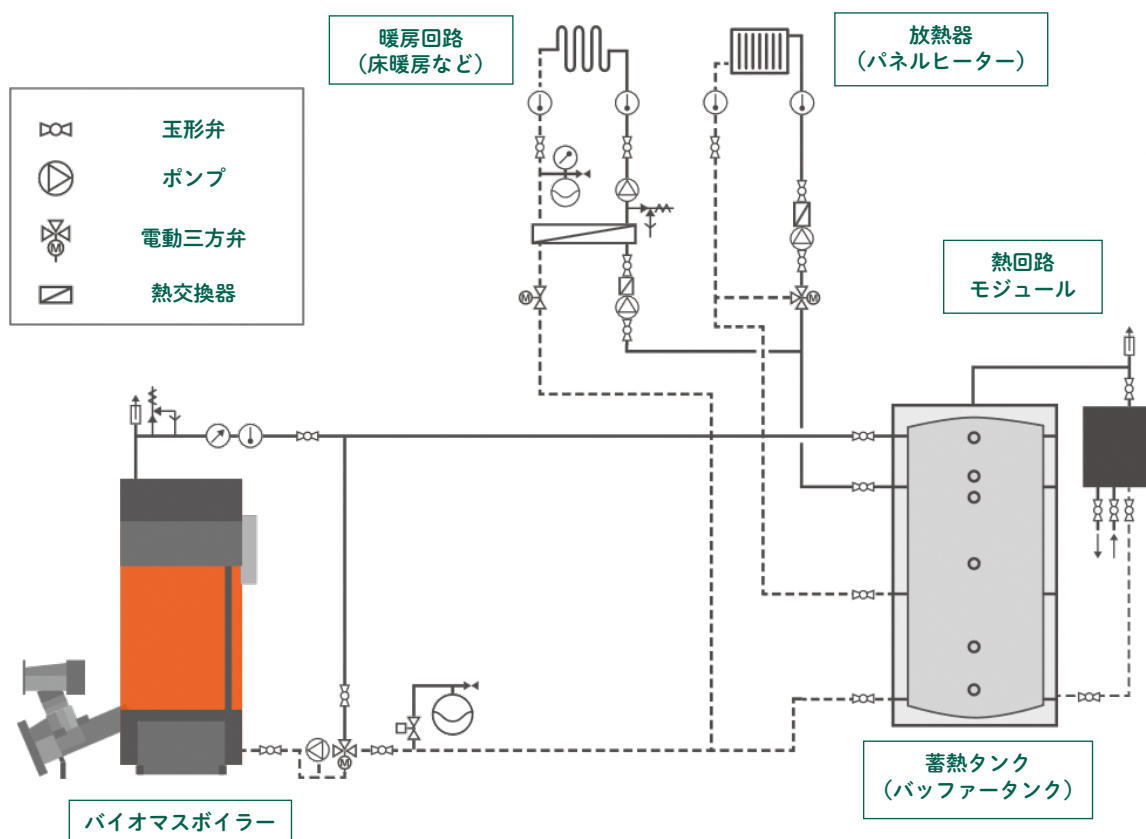


- ・ 木質バイオマス燃料は、燃料供給装置によるスクリュウでボイラ本体内部に搬送。燃料サイロに燃え移らないよう逆火防止装置付が設置
- ・ ボイラ下部には、燃焼灰が自動的に貯まる灰箱（アッシュボックス）があり、メンテナンスのため取外しが可能
- ・ チップ燃料は外部から燃料供給装置を経てボイラ本体内部の火格子の上に自動投入
- ・ 木質バイオマス燃料（ペレット・チップ等）が過熱され、可燃性ガスとなり燃焼部で高温燃焼
- ・ 一度下降して壁で熱を缶水に移した後、再度煙管を上昇して充分に熱を吸収させたのち、煙突・排気筒から低温(150度程度)で排気
- ・ 火格子から下に落とした燃焼灰と、煙管で落とした微粉の灰は自動灰送りスクリュウで前方の灰受タンクに自動搬送

図表 11 木質バイオマスボイラーの構造（参考：小型ペレット・チップボイラー）

(2) 木質バイオマスボイラーの基本回路

木質バイオマスボイラーの基本的な回路は、原則として次のように構成されます。この回路や構成機器は、ボイラーで対応する熱利用方法によって変わるのが特徴です。



図表 12 木質バイオマスボイラーの基本回路（イメージ）

(3) バイオマス燃料サイロの設置

バイオマスボイラーの導入の際には、燃料を貯留するサイロを設置または建設する場合があります。チップ・ペレットの場合、燃料サイロにも様々な形状があり、ボイラーの設置箇所、燃料を運ぶ車両などと合わせて設置を検討します。

図表 13 バイオマスボイラーの燃料サイロに関する特徴

形 式	敷設方法	特 徴	留意事項
倉庫型 地上式 半地下式 地下式	建設工事	新築建物または新規機械室建設時と一体で工事する場合には費用的に有利になる。 半地下式および地下式の場合は、輸送用ダンブからの投入がしやすい。	地上式の倉庫の場合は、ダンブでの投入がやや困難。
設置型 コンテナ型（鋼板製） ブロック型	既製品の設置 （大規模なもの現場組立てが必要）	既存施設に新たに導入する際には工事が比較的容易であり安価なため採用されることが多い。また、貯留容量が概ね 70m ³ 以上必要となるような場合は、強度の問題や既製品が無い場合建設工事での対応となる。	コンテナ型では、ホイストでフレコンバッグを吊って納入する方法もある。

3.2.3 バイオマスボイラーの点検内容と対応作業

① バイオマスボイラーの日常メンテナンス（現場対応）

バイオマスボイラー関連設備の日常的なメンテナンスとしては、システムの清掃や蓄熱タンク、配管等の熱供給の温水温度、配管状態チェック、付属するシステムの確認などがあげられます。

図表 14 バイオマスボイラーの運用管理における一般的な現場作業（参考）

作業項目	作業頻度	摘要
バイオマス燃料の残量確認	適 宜	
サイロ内燃料のならし作業	適 宜	燃料種類による回数が変動
着火、消化	適 宜	機種により自動化と手動がある
灰受けタンク交換	1～3日/回程度	使用燃料の品質より回数変動
灰掃除（煙管、燃焼炉）	適宜（年1～2回）	使用燃料の品質より回数変動
燃料搬入時の施設周辺の除雪	適 宜	地域条件による

図表 15 木質バイオマスボイラーのシステム部分の現場の日常点検（参考）

点検、清掃項目	頻度	内容	備考
サイクロン集塵機	週1回程度	灰の取出し	※ボイラーに付属の場合
蓄熱タンク内の温度	毎 日	確認	
配管等、缶圧力計の指示	毎 日	確認	
排煙の状態	毎 日	確認	
水面覗窓の水位	毎 日	確認	
熱計量計類の稼働状況	毎 日	確認	

② バイオマスボイラーの定期メンテナンス（メーカー・販売店対応）

バイオマスボイラーの定期点検は、メーカーが年数回の定期検査や部品破損時やトラブル時の緊急を要する場合に対応することが多く販売店・メーカーと定期点検契約を締結する場合があります。またメーカーの定期点検とは別に、バーナー燃焼能力が「重油換算 50L/h 以上」と判断された場合は大気汚染防止法により「ばい煙発生施設」となり、ばい煙の測定が義務付けられています。

図表 16 木質バイオマスボイラーのメンテナンス作業及び対応内容（参考）

項 目	頻 度	対応者	備 考
ばい煙測定費*	2回・基/年	導入施設	バーナー燃焼能力が重油換算 50L/h 以上の場合
メーカー定期保守点検費	1～3回・基/年	メーカー	
① 燃焼装置点検	年1回	メーカー	点検・清掃
② 煙管点検	3ヶ月に1回	メーカー	清掃
③ 炉本体点検	年1回	メーカー	清掃・点検
④ 安全装置・各種センサー	4ヶ月に1回	メーカー	確認
⑤ 燃料供給装置	年1回	メーカー	グリースアップなど
⑥ 各部消耗品点検	年1回	メーカー	磨耗点検・交換

3.2.4 化石燃料ボイラーと木質バイオマスボイラーの違い

木質バイオマスボイラーは、化石燃料とは異なり急激な出力調整が難しく一定の出力以上で運転することが前提となっています。化石燃料ボイラーと木質バイオマスボイラーでは本体のサイズ、燃料の燃焼特性、燃料供給システム、付帯設備の有無、設置スペースの制約など、様々な相違点があります。

- ・ 木質バイオマスボイラーは、化石燃料ボイラーと比べると本体サイズが大きい
- ・ ボイラーを収容するための建屋だけでなく燃料のサイロや保管場所も必要
- ・ 設置スペースの確保が必要
- ・ バイオマス燃料は固体燃料であるため、燃料の供給装置の検討が必要
- ・ バイオマス燃料の燃焼後に木灰が発生するため、掃除、取扱方法の検討が必要

バイオマスボイラーに関しては、化石燃料ボイラーと比べて初期投資とランニングコストが変わってくるため、設計に関しては、導入を想定している施設の熱需要を適切に把握する必要があり、主な視点としては容量を中心に設計するか稼働率を中心に設計するかが考えられます。バイオマスの場合、燃料調達価格は化石燃料と比べて割安傾向ですが、ボイラーの設備が高いため、その容量は設備利用率を高める最適な規模を設定することが求められます。

図表 17 バイオマスボイラーと化石燃料ボイラーの適応範囲（参考）

		バイオマスボイラー	化石燃料ボイラー
システム効率		70～90%	85～92%
出力制御		<ul style="list-style-type: none"> ・ 30%～100%等 ・ 比例制御 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 小規模は高・低燃焼 ・ ON・OFF 切替制御 ・ 大規模は比例制御が多い。
耐久性		メンテナンス次第で15年以上 化石燃料に比較して燃焼の温度が低く 腐食性物質も少なく長く使える	およそ10年～15年 ※システムの稼働時間・負荷による
環境性	ばいじん	着火時に多く発生する。	低い
	SOX	極めて少ない	A重油に多い
	NOX	やや低い	やや高い
寸法		大	小
運転特性		<ul style="list-style-type: none"> ・ 熱負荷への追従特性が不得意 ・ 燃料供給装置の詰まりが発生する可能性 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 追従性良好 ・ 安定性良好
メンテナンス性		<ul style="list-style-type: none"> ・ 灰除去 ・ 定期点検（年1,2回） 	最小
建設費		高い傾向（助成制度有）	低
ランニングコスト例		低～中（地域の生産拠点による）	中～高（社会情勢により価格の変動あり）
初期投資		高い傾向	安い傾向
燃料費		相対的に安価（地域条件による）	社会情勢により変動
設計する際の観点		相対的に安い燃料を使い初期投資分をカバー	十分な容量（ピーク対応・バックアップ用）



4. バイオマスボイラー導入・運転までの取組み

4.1 木質バイオマスボイラー導入を検討するためには



バイオマスエネルギーの利用は、様々な技術の要素が関係しており、それぞれの技術が適切に応用されてコスト的に管理されて、はじめて事業採算性のあるプラントとすることができます。木質バイオマスボイラー導入における準備・確認すべきポイントは、以下の通りです。

(1) バイオマス燃料生産、調達体制の確認

バイオマス燃料の原料としてあげられるのが、間伐材や製材後に発生する副産物利用となっています。また、木質バイオマス燃料は、原料となる樹種や伐採時期により木材中の水分量（以下、含水率）が変化し燃料化する際の加工方法によって形状が変わってきます。バイオマスボイラーで燃焼する燃料は、基本的に不純物が混じっていない木質系 100%が条件となっており、不純物が入ると燃焼に影響してトラブルの原因になりかねません。なお、バイオマス燃料の価格に関しては、事業を安定的に運転・維持するためには重要です。

(2) バイオマス燃料の品質確認と適したボイラーシステムの選定

木質バイオマスボイラーの導入では現地で調達可能なバイオマス燃料の品質に合うバイオマスボイラーの選定することが不可欠です。燃料の性状により対応できるバイオマスボイラーの種類も異なるため、機器選定に際しては、地域で手に入る燃料の品質を勘案したうえで適合する設備を選定する必要があります。また、バイオマスボイラーは設置する際に必要な容量や対応する燃料の品質、得られる熱の種類、金額(初期投資、運転経費)も様々であるため、最適な装置を検討しなければなりません。既存のバイオマスボイラー導入事例から見て、トラブル案件として多くみられるのが燃料サイロからボイラーへの燃料供給であり、これは燃料の水分（含水率）が大きく関わっているとの報告もあります。

(3) 木質バイオマスボイラーの設備の稼働率を高めるシステム設計

昨今の国際的な社会情勢から化石燃料代の上昇により、バイオマス燃料を利用することが相対的に有利になってきていますが、課題としてバイオマスは初期コスト（設備費、設置関連経費など）が高くなることや燃料の調達価格、適切な管理体制など総合的な判断のもとで化石燃料よりも有利にならない限り導入は困難を極めます。このため、バイオマスボイラー導入に際しては、初期コストを可能な限り抑え、年間稼働時間が一定以上あることなどの条件をクリアすることが必要です。そこで導入の対象としている施設での設備稼働率を高めるには、ボイラーと貯湯槽、蓄熱層の規模設定が重要です。木質バイオマス燃料の燃焼特性から、機器の出力調整に制限があり、基本的に一定の出力以上で燃焼を続ける必要があります。効果的な導入に際しては熱需要の変動を把握しボイラーの稼働を最適化することや規模を設定することが重要です。

(4) バイオマスシステムの施工と運転体制の確認

バイオマスボイラー導入に際は、設計と施工管理が極めて重要です。バイオマスボイラーは、化石燃料のボイラーとは異なり、木質バイオマス燃料、燃焼機器の特性を十分に考慮した上で設計・施工をする必要があります。年間に定期的なメンテナンスも適切に行わなければなりません。バイオマスボイラーの管理者が、一定の専門研修を受けて管理・運転に努めることで多くのトラブルを回避することができます。

4.1.2 木質バイオマスボイラーの導入・利用するまでの流れ

木質バイオマスボイラーを導入・利用するための主な流れとして、「準備段階」、「計画・設計」、「設置・試運転」、「導入・使用開始」といった段階ごとに必要な検討内容や、それに関わる業者、自治体への報告・届出といった点は、以下の通となります。



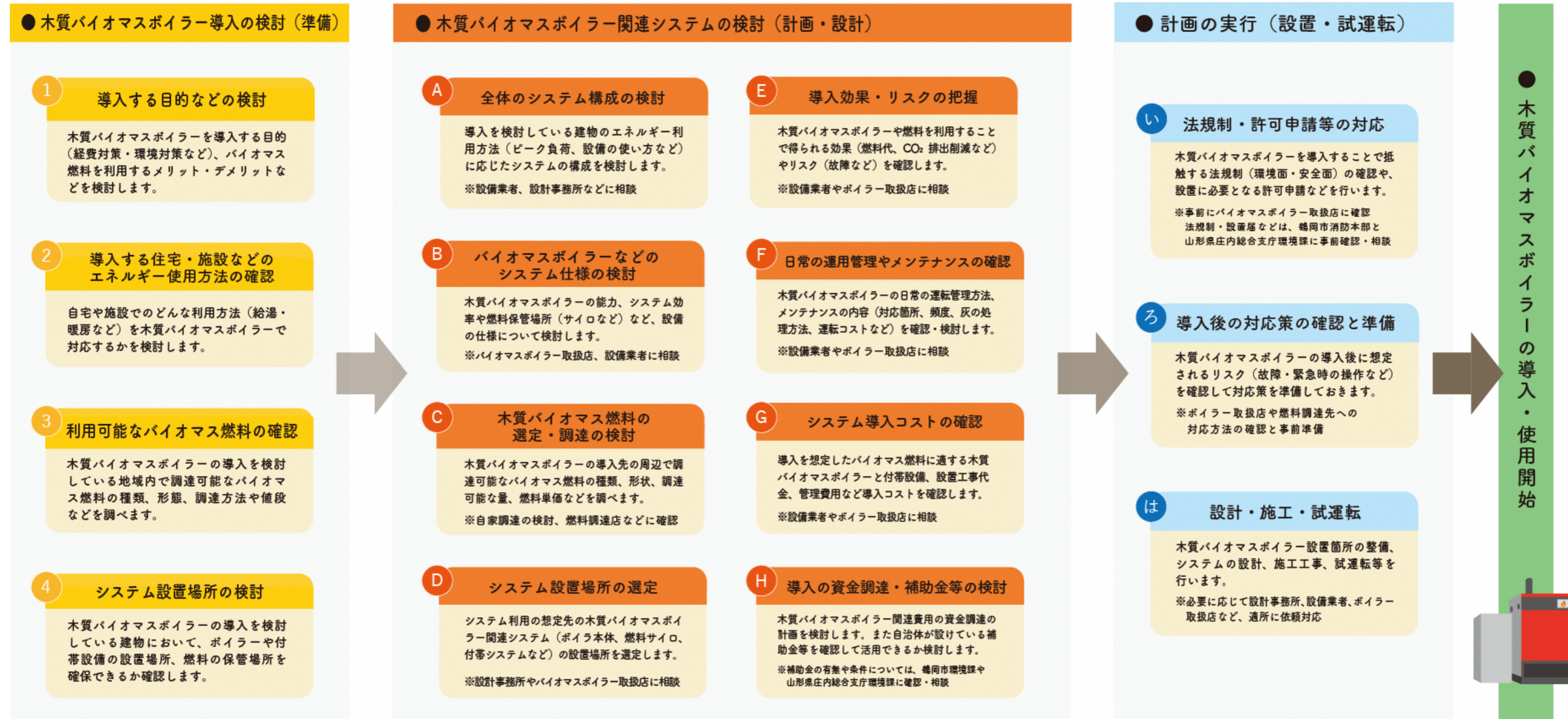
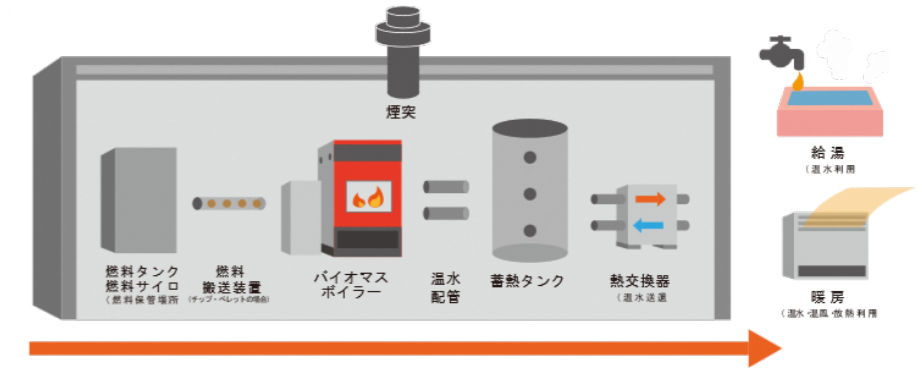
木質チップ



薪(まき)



木質ペレット



4.2 木質バイオマスボイラー導入の進め方

4.2.1 バイオマスボイラー導入までの検討内容と工程

バイオマス熱利用システムを導入するに当たっては、一般的に、事業構想、事業化調査による導入判断、バイオマスボイラー等のシステムの基本設計と実施設計・工事、引き渡しといったプロセスで行われます。これらのプロセスは、バイオマス関連の専門家が入り、事業者の立場にたつて導入のためのサポートが必要となってきます。特に、事業化調査や基本設計までは、事業化するために押さえておくべき主軸となる内容をつくるのが重要です。実施設計・工事の段階に入ると、基本的には前段階の基本設計の仕様にもとづいた工程となるため、工事業者やボイラー取扱店、メーカーが主体となった作業になります。

国内では、工事業者はバイオマス関連機器を取り扱った経験が乏しいことがほとんどです。またバイオマスボイラーのシステム販売店・メーカー任せでは、効率的なシステムの構築や運営確保ができない可能性があります。この場合バイオマスの技術を十分に理解しているとは限らないことから、バイオマス関連の技術等を有する専門家のチェックが必要となってきます。事業の成功は、事業化調査あるいは基本設計の段階から運転開始に至るまで、統括するプロジェクトの全体の監理者（プロジェクトマネージャーなど）を設置することが望ましいといえます。

図表 18 バイオマス導入までの一般的な実施工程

	実施項目	内容
1	計画立案・調査 ・事業構想 ・事業性調査（FS 調査※） ・基本設計	導入目的と必要性の確認 導入対象施設の調査（熱需要・運営状況・敷地条件など） 燃料製造箇所の状況確認（チップ品質・燃料価格・供給体制） 法規制・支援制度・バイオマスボイラー技術動向など 経済性の検討（設備関連・工事関連概算見積り発注） 環境性の確認（騒音・悪臭・振動など）
2	実施設計	想定されるバイオマス燃料仕様条件の決定（性状条件） バイオマスボイラー関連設備の仕様条件の設定 バイオマス設備取扱メーカー等の選定・詳細見積りの発注 > 保守・管理の範囲と各種費用の確認 > 設備性能未達リスクに関する契約条項の協議 燃料品質・供給条件に関する契約内容の決定 > 燃料製造業者：燃料品質、燃料価格 > 燃料供給業者：運搬車両、対応範囲 燃焼灰の処理委方法 事業関係者での合意形成
3	設置工事・試運転調整	工事監理（工期確認、納品チェック） 管理者向けバイオマスボイラー関連設備に関する事前研修 設備性能試験の実施
4	運転・保守	バイオマスボイラーの運転・管理 > メーカー対応（定期確認・消耗品確認） > 管理者対応（設備掃除・燃料の品質確認・その他） 燃焼灰の処理

※Feasibility Study：事業性

4.2.2 バイオマスボイラーの導入計画・調査・検討内容

事業の企画・検討段階の調査として重要なのは「事業性調査」と呼ばれるもので、目的の遂行のための手段や採算性から事業化の可能性を検討するものです。それらを踏まえて「基本設計」が導き出されます。

(1) 事業化の調査による導入計画と基本設計

施設等にバイオマスボイラーを導入する際には、事業者は事業化調査を実施してボイラー室や燃料サイロ、暖房・給湯設備などへの接続を考慮すること、事業性評価としてイニシャルコスト、ランニングコストを試算して、事業性のシミュレーションを行い、バイオマス導入プラントの導入に踏み切るかどうかの判断を行っていきます。

この事業化調査から得られる事業性の判断の精度を、いかに高めるかが事業の成否を左右することになります。なお、この「事業性調査」や「基本設計」の実施にあたっては、国や自治体の補助金を活用できる場合があります。

図表 19 バイオマス導入の計画・調査の主な実施内容

確認事項	条件項目	備考
バイオマスボイラー導入の優位性	○化石燃料の種類	使用化石燃料の種類から対象となる施設を抽出
	○施設概要（設備種類・規模等）	既存のボイラーの特性（設備稼働率、ボイラー種、機器出力など）から施設概要、エネルギー需要を把握
	○化石燃料使用量	
	○施設利用者	
設備更新の必要性	○設備経過年数 ○設備更新	計画的な導入なのか確認
設備設置条件 （既存システムとの合致性）	○既存設備室の状況	既存設備室の利用可能なのか判断
	○施設内敷地の状況	土地利用可能か確認（施設運営上支障がないか） 既存の敷設配管の確認
	○冬期間の状況	設置候補地における冬期間の積雪による影響や除雪の状況等を把握
	○燃料補給ルート ○燃料補給の作業スペースの状況	燃料補給に係る車両の搬入ルートや道路幅の確認 燃料補給の作業時のスペース確保が可能か把握
	○周辺環境への影響	バイオマスボイラーの立ち上げ時の煙の影響や運営上の想定される騒音・匂いなど周辺への影響を確認
	○施設周辺の建設計画有無	将来的に新たな施設整備計画の有無を確認し、設置候補地との調整や連携を図る
環境性	○二酸化炭素削減効果	施設ごとに想定される二酸化炭素削減効果を把握
その他必要条件	○その他	バイオマスボイラーの効果的な導入を図るため、施設ごとに必要と思われる細かな部分を把握

4.2.3 バイオマス導入検討先のエネルギー需要の調査・分析方法

エネルギー需要とは導入施設のエネルギー利用量を表します。木質バイオマスボイラーにおいて必要な情報となるのは様々な特性です。対象としている施設のエネルギーの利用方法、設備使用時間、必要とするエネルギーの温度帯、消費傾向などがあげられます。

図表 20 エネルギー需要の確認点と設計上の留意・検討部分

検討事項	設計論点	設計での検討例
年総需要	機器サイズ（容量）の設定	年間の単純平均の需要（消費率）を設備出力とすると、理論的には稼働率 100% となるため目安とできる
月別需要 （季節パターン）	機器サイズ（容量）の設定 最低稼働（低負荷時）	通年稼働分や冬期間の熱不可を把握することができる。 冬季の熱需要の多い季節は月別単純平均の熱負荷によって稼働率が 100% になるため目安になりやすい。 低熱負荷の期間を見て最低稼働（低負荷時）の対策を検討する
日別需要 （時間帯パターン）	熱負荷対応の平準化 初期費用の抑制 最低稼働	24 時間の時系列の中で時間別の負荷を見込み、バイオマスボイラーの必要出力と貯湯槽、化石燃料ボイラーなどの組み合わせなど計画する。 夜間時など、熱負荷の低い時間帯での設備の最低主力の稼働時の対策を検討する。
エネルギー需要強度 の確認	熱負荷への設備対応 （ピーク負荷の対応） 化石燃料との運転組合せ	対象施設の熱需要強度（局所的に熱需要が高い部分）を確認し、その発生頻度により、化石燃料ボイラー対応の部分など検討を行う。特定の熱負荷がある場合は、ピーク負荷対応のため貯湯槽の設置やその規模を検討する。
必要温度の把握	エネルギー消費に対する設備規模の最適化 ランニングコストの経済性	エネルギー消費量に対して、過剰な設備にならないように適切な規模設定をするために把握する ※通常は安全幅を持たせるために想定する温度帯に対応する分より必要以上に温度帯をあげている事例も見られるため
現場の運転状況 確認	省エネによるエネルギー消費量の抑制	既存の熱利用方法の見直しや改善を図り、省エネ実施できる方法を確認し、エネルギー消費量そのものを減少させる方法を確認する

(1) 既存のエネルギー（石油・ガス・電気）消費状況から把握

新築建物などでの新たな熱需要であれば、従来から設備計画の中で熱負荷計算は行われていますので、設計士からのデータを活用できます。ただし、実際には既存建物の化石燃料の消費を木質バイオマスに転換するケースが多く、新築時に熱負荷計算をしていない場合や当時の資料が残っていないケースがほとんどです。このためエネルギー需要の把握は、現状のエネルギー消費量、即ち石油・ガス・電気のデータを用いることが一般的です。石油・ガス・電気の金額は、およそ月単位にて把握されており、経費伝票などから確認ができます。

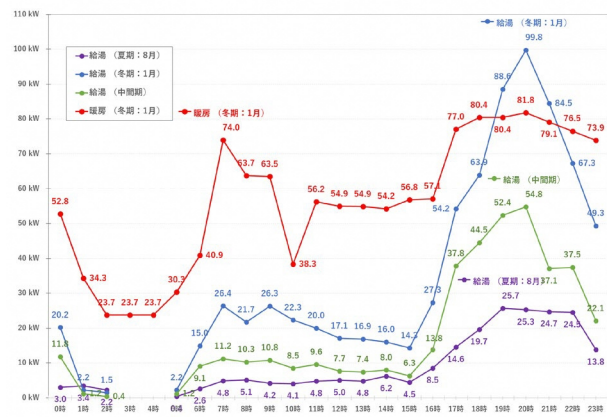
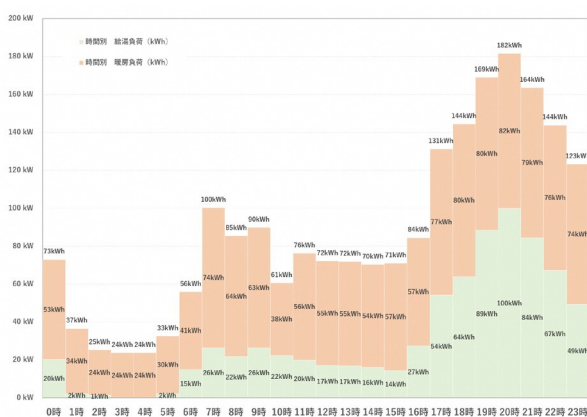
(2) 実測によるエネルギー使用量の把握

施設の熱需要を調査する場合は、精度を上げるために既存熱源の負荷の実測を行うのが良いです。すべての季節にわたり実測することは困難ですが、一般的な使用状況として平日と休日などサンプル日のデータを採ることは、時間帯別の熱需要の内訳・パターンを知る大きな手がかりになります。

(3) エネルギー需要の分析方法

熱需要調査においては、実際の消費量状況と誤差があるため、熱需要の特性を理解して設計への応用を考えるために分析していくことが重要です。月々のエネルギー消費量を可視化（グラフ化）すると、季節変動から熱の使途や内訳が推計できるようになってきます。

春や秋の中間期と呼ばれる期間を基準にして、冬期間の暖房の利用がはじまる期間の消費量の増分との差が、およそ暖房の熱需要と推測できます。また、新築で行われる熱負荷計算を応用して、対象建物の仕様を置いて計算してみることも推測につながります。

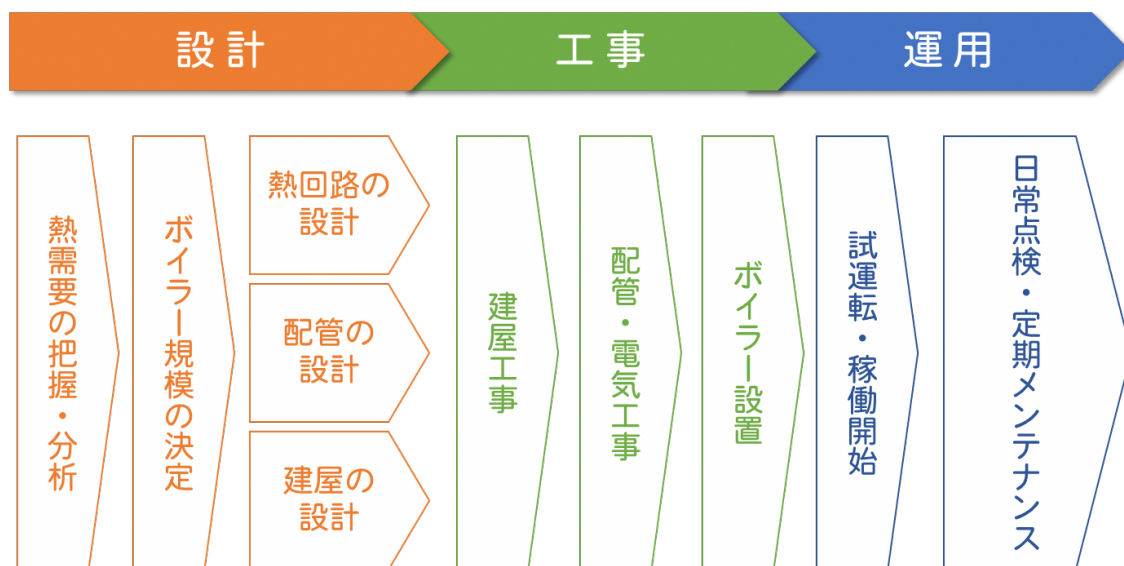


4.3 バイオマスボイラーのシステム検討の方法

バイオマスボイラーを導入するにあたっては、木質バイオマスエネルギーとして利用するためにはシステムの選定が重要です。対応する燃料の種類、得られるエネルギー（熱）の方法、金額（初期投資、運転経費）も様々で、導入を検討している現場に最適なシステムを検討しなければなりません。

バイオマスボイラーは、導入コストが高額になる傾向があり、投資回収の期間が長期およびこともあります。また小さな計画ミスでも大きな経済的損失をもたらすこともあります。これらは緻密に計画、設計、施工させることが事業の採算性を確保することが重要です。バイオマス燃料を使ったボイラー単体で導入することができず、その付帯設備やエネルギー需要側の設備への接続方法を含めて、適切な技術を現場で応用して、はじめて機器能力を十分に発揮できます。バイオマスボイラーの出力変動は、緩慢であり、蓄熱タンク、給湯タンクなどとの組み合わせで運用するため、化石燃料ボイラーとは異なるシステム設計が求められます。

このバイオマスボイラーの設計に関しては、導入を想定している施設のエネルギー需要を適切に把握する必要があります。また環境性（排気ガスのCO濃度やばいじん濃度の低減化）と経済性（効率向上による省燃料化）に優れた機器の選定が必要となってきます。



図表 21 木質バイオマスエネルギーシステムの設計、工事、運用までの工程

(1) 導入プロジェクト管理の実践的な対応

現状では、バイオマスボイラーのメーカー、取扱店、輸入代理店が対応するのは、バイオマス関連設備機器の範囲までが一般的で、化石燃料ボイラーのシステム設計の延長で対応していることが多く、システムに必要となるバイオマス燃料の品質確保や調達方法など独自に準備することが求められます。バイオマスボイラーの導入に関する設計においてもメーカー・販売店まかせでは、効率的なシステムの構築や運営確保ができない可能性があります。

バイオマスボイラーの導入などプロジェクトを進めるうえで、専門家などに入ってもらう適切な導入をサポートしてもらうこともあります。バイオマスボイラーの導入が進んでいる欧州では、バイオマスボイラーの導入の事業化調査から基本設計、施工までエンジニアリングする会社が存在しますが、国内ではまだまだ未成熟の市場であり対応できる企業も限られます。そのためコンサルタントによる木質バイオマスエネルギーの利用に関する専門性を高め、メーカーや取扱店により、エンジニアリングまで関わりを持てるよう対応体制をつくる必要があります。

事業主体についても、事業構想から検討・調査など自ら関与していくことで疑問点など積極的に確認していくことが重要です。メーカー等の選定にあたっては、複数社を比較検討しつつ、疑問点など説明を求める対応をしていく必要があります。

4.3.2 バイオマスボイラーのシステム導入時の確認事項

バイオマス関連設備の導入時にメーカーや業者に対して確認する事項については、バイオマスボイラーの運転タイプや規模、システム効率、燃料の搬送装置、サイロの構造や規模、煙突などのシステム仕様のほかに、既存システムがある場合、その接続方法などがあげられます。建屋、ボイラー室についても設置工事等の考慮、運転稼働時の作業性が確保されているか、また豪雪地域においては、積雪時にチップ燃料の搬入の際に運搬車両のアクセス性を配慮しているか確認します。他にも運転管理時に影響されるバイオマスボイラーの運転により、発生する燃焼灰の発生量や処理頻度などを把握し、それに応じた灰コンテナの容量や捨てやすさの作業性を確認していきます。メンテナンス費用については、その頻度や特有の作業が発生するかは、メーカーごとに異なるため事前に確認が必要です。いずれの費用にしても過剰な仕様になっていないかを判断することで費用の高騰に注意していきます。

(1) バイオマスボイラーの選定に関するメーカーや販売店の検討・確認項目

バイオマスボイラーの選定には、ボイラーの技術特性を把握し、適切なシステムを判断するため、以下の項目についてメーカー・販売店に確認する必要があります。また、導入実績に関しては、導入された設備仕様や運転状況、トラブル発生状況、対応の体制などを確認することで実態を把握することができます。必要に応じて導入の現場を案内してもらい、これから導入する際の検討や効果について参考にすることができます。これら導入実績については、メーカーや取扱店に問い合わせて入手することができます。

図表 22 バイオマスボイラーの選定の際の検討・確認事項

検討項目	確認内容
1 ボイラー及びタンクの制御方法	バイオマスボイラーの運転制御方法を確認 蓄熱タンクは温度成層を利用するシステムとなっているかを確認
2 燃料供給装置と燃料サイロ	バイオマス燃料の種類に応じて、円滑に搬送できる仕組みや詰まった際の対応のしやすさなどを確認 サイロへの燃料補給のしやすさや、実効容量、湿気対策などを確認
3 ボイラーの熱交換機の結露防止対策	ボイラーと蓄熱タンクの間三方弁を設けて、ボイラーの温水の行き還りの温度制御をすることが必須 ※設備内、熱交換機の結露による破損防止のため ※蓄熱タンク内部の温度成層の形成のため
4 煙突の仕様とドラフト計算	燃焼炉内を負圧に保つよう煙突のドラフト効果が発揮できるような煙突の仕様（煙突径、高さ、断熱）について、メーカーに煙突の仕様の根拠となるドラフトの計算を確認
5 定期メンテナンス、不具合への対応	定期メンテナンスは、通常はシステムの運転時間（full load equivalent hour）に応じて対応することになり、その頻度と経費を確認 不具合については、ボイラーでも機種によって発生頻度や個所が異なるため不具合発生歴や対応方法などを確認

図表 23 木質バイオマス関連のエンジニアリングにおけるチェックリスト（参考）

対象項目	確認する内容	
木質バイオマス 関連システム	ボイラー運転タイプ	・ 断続運転タイプ、連続運転タイプの選択
	システム規模 (ボイラー出力)	・ 熱需要傾向に対して妥当なボイラー仕様を選定しているか ・ 熱需要に対するバイオマスによるエネルギー代替率を考慮しているか ・ 蓄熱タンクとの組合せの妥当性の判断
	システム効率 (ボイラー効率)	・ これまでの実績や提案する施工方法によって明示されているシステム効率が確認 ・ ボイラー効率による燃料消費量の計算の妥当性 ・ 水分に応じた燃料のエネルギー含有量、ボイラー効率を考慮した設計が確認
	燃料搬送装置	・ 燃料サイロからボイラーへの搬送装置の接続について複雑化していないか。 ※最も簡便なシステムは、スクリューがボイラーの直結する方法であり、最大2段階範囲まで。それ以上 の場合は燃料供給装置の過程でトラブル発生率が上がる
	燃料サイロ ・ サイロ規模 ・ サイロ構造	・ 燃料サイロは運転管理たいして容量が設定されているか、年間のうちピーク時の1週間分の燃料を保管できるか ・ 燃料サイロにおいては、形状にともなう充填率も考慮されているか ・ 燃料を運搬トラックで搬入できるアクセスを確保しているか ・ 燃料サイロがチップ燃料を投入しやすい構造となっているか ・ 燃料サイロ構造について、
	煙突・煙道	・ 煙突の高さ、煙道の長さ、角度が適切か ・ 断熱性能は十分か？（結露するとタールが付きやすくメンテナンスに影響）
	既存システムへ接続	・ どのようなコンセプトで既存システムへの接続を設計しているか ・ ポンプや管の配置は妥当か？
バックアップシステム	・ 既存システムのバックアップ対応有無、新規バックアップシステム設置判断	
システムの 木質燃料適正	対応水分範囲	・ 対応できる燃料品質のメーカー表記は妥当か？（実例での状況を確認）
	対応燃料の形状	・ ボイラーが対応できるパークや微細部分の混入割合は？ （ボイラーによってこれら混入比率が高いと詰まる。うまく燃焼できないなどトラブルが起こりうる）
建屋、ボイラー室 燃料サイロ	・ 設備室の換気が十分であるか、排水口ないし排水ピットがあるか ・ ボイラー設置工事に対応できる構造になっているか。設備の運転管理時に作業しやすい構造になっているのか ・ 敷地内の除雪等の作業に支障がないように配慮しているか	
運転管理 (メンテナンス)	燃焼灰の処理	・ 同機種の事例で灰の発生量、灰捨て頻度の確認 ・ 灰の形状の確認（できれば実際の写真を提示） ・ 灰コンテナの容量、形状から灰の捨てやすさを確認
	メンテナンス代	・ 現場、メーカー側の定期メンテナンス項目、頻度、根拠と項目が明示されているか ・ メンテナンス費用の妥当性はあるか スペアパーツの保管状況はどのようにしているか対応範囲と納期限の把握
費用関連	システム関係	・ ボイラー本体、ポンプ類、熱交換器、蓄熱タンク、煙突、燃料搬送装置、ボイラー室内配管、三方弁等、熱供給導管、遠隔監視システム
	建屋（燃料サイロ含む）	・ 設備等のサイズに対して適切な規模であり過剰な構造、仕様で試算していないか



5. バイオマスボイラーの関連コスト

5.1 バイオマスエネルギー導入のコスト構成

バイオマスボイラーは化石燃料ボイラーと比べて、初期費用（イニシャルコスト）と運転維持費用（ランニングコスト）の構成が変わってきます。バイオマス事業に必要な初期費用（イニシャルコスト）と運転維持費用（ランニングコスト）における、主なバイオマス関連事業のコスト分類は以下の通りです。

図表 24 バイオマス関連事業のコスト分類（参考）

分類	初期費用（イニシャルコスト）	運転・維持管理費（ランニングコスト）
主な発生費用	<ul style="list-style-type: none">・設計費（基本設計・実施設計など）・建屋、燃料サイロなど施工工事費・機器費用<ul style="list-style-type: none">> ボイラー本体> 配管、電源等> 付帯設備・その他（土地造成費など）	<ul style="list-style-type: none">・燃料費（バイオマス燃料、化石燃料など※併用の場合）・設備の運転・維持管理費<ul style="list-style-type: none">> メンテナンス費（事業者側・メーカー側）> 設備稼働における電気代> 灰の処理費用> 給水供給等（軟水装置、清浄剤など）> 除雪費（地域条件による）> 固定資産税 等

5.1.1 初期費用（イニシャルコスト）

バイオマスボイラーの導入に関するコストは、主に①バイオマスボイラー設備と燃料供給装置、煙突、タンク類、ポンプなどの機器、②配管、電気工事、③建屋工事、④設計費、⑤管理費から構成されます。なかでも、初期費用（イニシャルコスト）管理の基本となるのが、利用するバイオマス燃料にともなうボイラーの出力規模です。化石燃料の場合、ボイラー価格も相対的に安価であり、出力規模を大型化しても追加投資となる金額は、それに比例するわけではありません。

化石燃料のボイラーは、通常は缶体を一定の温度に保つように、即応できるようアイドリング運転しており、熱負荷の変動には短時間で最大出力にて対応する方法であり、建物などで使われるエネルギー（熱）の最大負荷を大幅に上回る出力規模でカバーするボイラーを選定することが一般的です。これに対し、バイオマスボイラーの場合、出力が大きくなればなるほど、ボイラー価格も上昇するうえ、建屋や燃料サイロ、系統配管もサイズアップしてコスト全体が上昇していくことから、エネルギー（熱）負荷に応じた適正な出力規模を設定してコストを抑制していくことが重要となります。日本国内での導入状況から見て、バイオマスボイラーのイニシャルコストの一般的な傾向について定量的なデータが存在しないため、対象施設の状況を踏まえた上でメーカーや建設会社に個別に問い合わせることが一般的です。バイオマスボイラーの普及が進んでいる欧州と比べても現地の価格から、国内では約 4～8 倍にも達することもあり、これらの初期費用（イニシャルコスト）を低減化できるかによって、事業が実施できるか大きく左右されます。

5.1.2 運転・維持管理費（ランニングコスト）

運転・維持管理費（ランニングコスト）は、バイオマス燃料代、設備電気代、メンテナンス代（自己管理分、メーカー対応分）、管理費に大別されます。これら運転・維持管理費に関しては、ボイラーなどのシステムの構成や、その運用・管理の仕方によって変わってきます。

(1) バイオマス燃料価格の関係

① 品質基準のバイオマス燃料の調達・価格を選択

バイオマスボイラーの導入における事業採算性に大きく影響をするのは燃料代です。バイオマス燃料代は「燃料単価×燃料消費量」であり、燃料単価の基準を一定とすることができれば、燃料消費量に応じた燃料費となります。これは適切に計画・設計・施工されたバイオマスプラントに占める燃料代の比率の目安は8割以上とされています。バイオマス燃料の持つカーボンニュートラルの特性から温室効果ガスの削減のためにはバイオマス燃料の使用率を高めるかが重要になってきます。

バイオマスボイラーの安定的な運転稼働を確保するためには、地域内での調達可能な燃料の確保が重要です。バイオマスボイラーを使用するうえで、トラブルとなる多くの要素が燃料に起因しています。なお、燃料の条件次第ではバイオマス燃料の着火、機器の運転に化石燃料を使用することもあります。バイオマスボイラーのメーカー、機種が指定するバイオマス燃料の品質を確認して地域から生産・調達箇所を選びましょう。



② バイオマス燃料の性状による全体システムからのエネルギー（熱）損失

システム効率が高ければ高いほど、エネルギー損失が低減されるため、燃料消費が少なくなります。バイオマスボイラーの場合、メーカーや取扱店が公表しているシステム効率は、使用するバイオマス燃料の品質条件（形状や水分など）を満たしていることが前提となります。

例えば、バイオマス燃料の水分や形状が条件より悪い場合は、ボイラー効率が規定より損なわれるため、燃料消費量も多くなります。ボイラーからつくられたエネルギー（熱）は、これを利用する過程で損失がでてきます。エネルギー（熱）損失を抑えるためには、熱供給（温水）の送り温度可能な限り下げることや、行き還りの送水温度差を大きくとることなどがあげられます。また、断熱性能に優れた熱導管を使うこと、配管径が大きすぎないようにすることなど対策を講じることが求められます。

施設などのエネルギー需要（負荷）に対応するうえで、ボイラー効率と各箇所のシステムからのエネルギー（熱）損失を抑え、全体のエネルギー効率を高めることでバイオマス燃料の投入量が決まってきます。ここで重要なのが、化石燃料を利用した場合と比較して、バイオマスボイラー導入による経済的な優位性を確保するためには、全体システムの効率を高めることが重要です。

(2) システムの電気代と健全性の関係

バイオマスボイラーを含む関連システムなどの全体プラントにおける消費電力は、ボイラー本体、燃料供給装置、ポンプ類など駆動系となっています。

① バイオマスボイラー本体と燃料供給装置

ボイラー本体で電気を使うのは、燃焼炉（駆動式）、送風ファン、自動着火装置、灰出し装置、燃料供給装置などです。そのため消費電力は、基本的に「電圧（V）×電流（A）×力率」となり、これらに機器の稼働時間を乗じて消費電力量が算出できます。構成機器は、燃焼をコントロールするために組まれたプログラムより必要な時にだけ動くようになっており自動制御されています。燃料供給装置はトラブルを回避するためにも十分な出力・容量のモーターが必要となりますが、燃料サイロなどの形態により、燃料供給する稼働部分が多くなると、その分消費電力が増え、加えて燃料詰まりの発生率が高くなってしまいます。基本的に駆動部分は2段階までの仕様が望ましいです。

② ポンプ動力とシステム制御

ポンプは、制御と仕様によって電力消費量が大きく左右します。基本的に熱エネルギー（温水など）を供給するポンプは、インバーター制御ができる仕様にして、温水の送りと戻りの温度差を十分にとって温水の流量をコントロールすることが、電力消費を抑えることにつながります。正しく設計されたプラントであれば、熱供給量（kWh）に対する電力使用量（kWh）は1%以下であり、ランニングコストに占める電気代の比率は5%前後が目安となります。従来、バイオマスボイラーが導入されたプラントでは、想定を大幅に上回る電気代がかかっている事例も見られます。これは燃料供給装置が複雑で駆動モーターを多数つけていたり、必要以上の大容量のポンプを設置して、常時稼働し続けるなどが起因していることが多くなっています。特に大容量のポンプをつけて常時稼働させる仕様は化石燃料ボイラーを使った方式であり、蓄熱タンクを利用したバイオマスによる熱供給で、この方式をしてしまうと電気代上昇のみならず、健全にシステムが稼働しないといった問題を引き起こすことがみられます。

(3) 保守点検費・メンテナンス費

ボイラーの安定稼働するためには、設備の特性をよく理解し、適切な運転を行い、かつ日常的な保守・点検は自ら行うことです。自動化が進んでいる機器ではありますが、バイオマス燃料を利用するにあたり、燃料詰まりや灰の処理は対応しなくてはなりません。システムエラーが出た時の軽度な一時対応も必要となります。専門的な部分の保守・点検については、適切な訓練を受けた地域企業を発掘して委託することができれば、保守・点検費用を抑えることができます。メーカーや販売店などのメンテナンス項目・頻度、価格に加えて、どんな体制を整備しているか十分に確認する必要があります。

5.2 バイオマスボイラー導入における事業性の評価

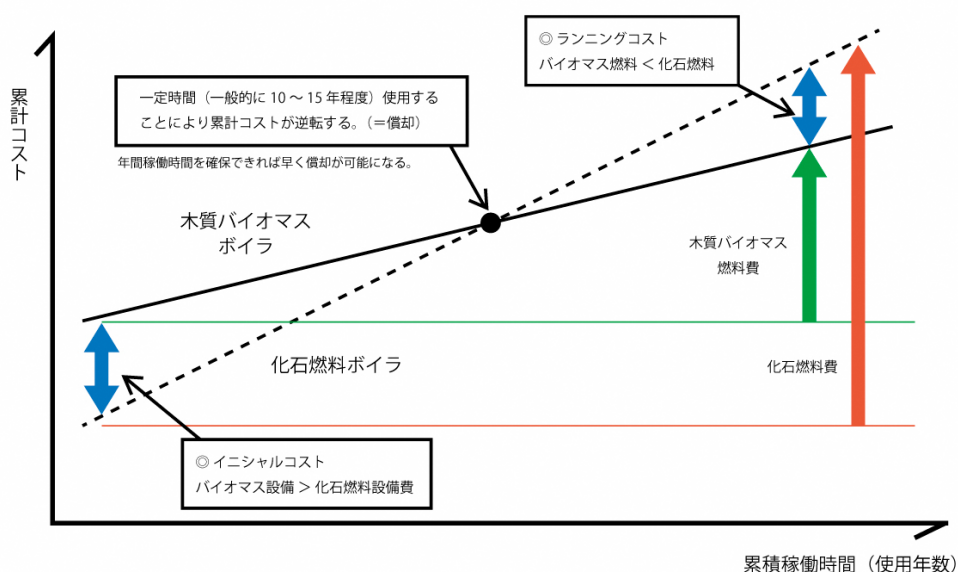
5.2.1 バイオマス導入における収支計画の考え方

木質バイオマスボイラーを導入する場合のベースとなる収支計算については、設備の年間稼働時間を想定して、化石燃料とトータルコストが同じになる期間(投資回収年)を計算すると、設備はバイオマスボイラーの方が高いですが、ランニングコストは燃料費の削減効果で安くなります。

近年は、国際的な社会情勢から化石燃料価格が上昇傾向であるため、地域の森林資源を活用したバイオマス燃料の価格が相対的に有利になってきています。他方でバイオマスはボイラーの設備費が相対的に高くなり、バイオマス燃焼機器の焼技術や自動制御などイノベーションが進んだとはいえ、利便性は化石燃料に優位性があります。したがって、トータルコストで化石燃料の利用時よりも有利にならない限り、事業者がバイオマスボイラーの導入によるメリットを引き出すことは困難と言えます。

バイオマスボイラー導入においては、初期費用(インシヤルコスト)(設備費など)を可能な限り抑えることが重要です。また、対象としている施設のエネルギー負荷や設備の稼働時間が一定以上あることなどバイオマスボイラーに適した設置条件をクリアし、一定期間内で化石燃料よりもバイオマス利用がコスト的に有利になることが重要な判断基準になるといえます。バイオマスボイラーを導入する際に、事業投資を経済的に見合ったものにするためには、初期費用(インシヤルコスト)(インシヤルコスト)となるバイオマスボイラーの「設備費用」を可能な限り低減化するため、それに対して毎年の「ランニングコスト削減額」の割合を可能な限り増やすことが必要です。

ランニングコストについては、地域内で調達できる適正な「燃料費」の下で「設備稼働時間」をしっかりと確保することがポイントになります。また、運転面では木質バイオマスボイラーの特性をよく理解して適正運転に努めることともに、設備稼働時間の確保と保守・点検費の削減をおこない、ランニングコストの抑制を図ることが重要です。



図表 25 バイオマスボイラー導入による累計コストによる削減のイメージ

導入事例（鶴岡市のバイオマスエネルギー利用施設）

■ ペレット利用施設

■ 松文産業株式会社 鶴岡工場

システム	ペレットボイラー
機器出力	581kW ×1基
利用用途	暖房
燃料	ペレット
導入年度	平成21年度



■ 鶴岡市立朝日保育園

システム	ペレットボイラー
機器出力	200kW ×1基
利用用途	床暖房
燃料	ペレット
導入時期	平成24年度



■ 鶴岡市立朝日中学校

システム	ペレットボイラー
機器出力	174kW ×2基
利用用途	暖房
燃料	ペレット
導入時期	平成27年度



■ 鶴岡市西郷地区農林活性化センター

システム	ペレット焚き吸収冷温水発生機
機器出力	冷房 105kW・暖房 83.4kW ×1基
利用用途	冷房・暖房
燃料	ペレット
導入時期	平成27年度



■ 鶴岡市羽黒庁舎

システム	ペレット焚き吸収冷温水発生機
機器出力	冷房 105kW・暖房 83.4kW ×1基
利用用途	冷房・暖房
燃料	ペレット
導入時期	平成28年度



■ 薪ボイラー利用施設



■ 鶴岡市三瀬コミュニティセンター

システム	薪ボイラー
機器出力	81.5kW ×1基
利用用途	暖房
燃料	薪
導入時期	令和元年度



■ 認定こども園 三瀬保育園

システム	薪ボイラー
機器出力	43.4kW ×1基
利用用途	給湯
燃料	薪
導入時期	令和2年度



■ チップボイラー利用施設

■ 株式会社山本組

システム	チップボイラー
機器出力	50kW ×1基
利用用途	暖房・給湯
燃料	チップ
導入時期	令和元年度



6. 関連法規（バイオマスボイラー関係）

6.1 木質バイオマスボイラーに関する関連法規一覧

バイオマスボイラーの規模等により導入時には、許可や届出、運用時には、検査やばい煙測定等が必要となります。木質バイオマスボイラーに関する関連法規一覧は、以下の通りになります。

図表 26 木質バイオマスボイラーに関する関連法規一覧

法律名称	概要	手続き	内容
労働安全衛生法	一定規模以上のボイラーがある場合	届出 管理 検査	蒸気ボイラー、温水ボイラー、貫流ボイラー ・構造規格 ・製品検定・許可 ・設置届 ・ボイラー取扱者
消防法	ボイラー全般 指定可燃物	届出 管理	・ボイラーの設置届 ・設備、燃料等の管理 ※燃料貯蔵量が一定数量以上の場合 指定可燃物 10m ³ 以上の燃料保管 外部への指定可燃物の表示と保管場所に消火器類を常備
大気汚染防止法	一定の規模施設において 規制値あり	届出	バーナー燃焼能力が重油換算 50L/h 以上の場合 ・ばい煙発生施設として届出が必要
建築基準法	建築物における 煙突・サイロ	規定遵守	許可・届出はないが、構造上の設置規定の遵守
廃棄物の処理及び清掃に関する法律	廃棄物を処理する設備	許認可 検査・報告	焼却能力 200kg/h 以上または火格子面積 2m ² 以上のボイラー 破砕能力が 5t/日以上 ・処理施設の許可届 ・処分業の許可 ・収集運搬業の許可 ・産業廃棄物管理票（マニフェスト）の管理
騒音規制法	一定の規模施設において 規制値あり	届出	原動機の定格出力 2.25 kW 以上のボイラーは届出が必要
振動規制法	一定の規模施設において 規制値あり	届出	指定地域内の施設で定格出力が 2.2kW 以上のボイラーは届出が必要
エネルギーの使用の合理化に関する法律（省エネ法）	エネルギーを一定以上利用する施設では有資格者が 必要	届出 報告	自家消費分を除く、電力を 600 万 kWh/年以上、熱を原油換算で 1,500kL/年以上消費する施設 ・エネルギー管理者等の専任 ・中長期計画の提出 ・エネルギー使用状況等の報告
熱供給事業法	他施設へ一定規模以上の 熱供給を行う場合	許可	他施設へ 21GJ/h 以上（=5,834kWh=502 万 kcal/h 以上） の熱供給を行う施設
ダイオキシン類対策特別措置法	小型焼却炉としての取扱い 場合	届出	焼却能力 50kg/h 以上または火格子面積 0.5m ² 以上の廃棄物焼却炉
水質汚濁防止法	水質汚濁に関する規制値	届出	特定施設を設置する事業場等（特定事業場）から公共水域に排出される水 有害物質使用特定施設から地下に浸透する汚水等を含む水 貯油施設等を設置する事業場から事故により排出される油 以上に該当する事業所等はこの法律の適用を受ける
電気事業法	一定規模以上の発電施設 の場合	許可 届出	・事業許可、電気工作物の届出、特定規模電気事業の届出 ・保安規定の届出、工事計画の認可等

6.2 労働安全衛生法（一部改正 | 令和4年3月1日施行）

労働安全衛生法は、職場における労働者の安全と健康を確保するとともに快適な職場環境の形成を促進することを目的としています。この法律では、ボイラーの種類（蒸気ボイラー・貫流ボイラー・温水ボイラー）により、ボイラーの届け出、検査等、ボイラー取扱者について、以下の通り規定されています。

図表 27 木質バイオマスボイラーの導入及び運用に係る規制（労働安全衛生法）

施設種類	義務付けられている内容（下線は許可・届出等）	ボイラー取扱者に係る規制
簡易ボイラー	【導入時】 ・構造規格の遵守（法第42条、簡易ボイラー等構造規格）	・ボイラー取扱者：不要
小型ボイラー	【導入時】 ・構造規格に基づく製造 〈法第42条、小型ボイラー及び小型圧力容器構造規格〉 ・製造時又は輸入時に個別検定の受検 〈法第44条、施工令第14条〉 ・ <u>設置時の設置報告</u> 〔事後〕〈安全規則第91条〉 【運用時】 ・定期自主検査（年1回） 〈法第45条、施行令第15条、安全規則第94条〉	・ボイラー取扱者：「特別教育を受けた者」以上 〈安全規則 第92条〉
ボイラー	【導入時】 ・製造許可〔事前〕〈法第37条、施行令第12条〉 ・製造又は輸入、設置などの各段階での検査 （溶接検査、構造検査、落成検査） 〈法第38条、安全規則第5条・第7条・第14条〉 ・ <u>設置届</u> 〔事前〕〈法第88条、安全規則第10条〉 【運用時】 ・登録性能検査機関による性能検査（年1回） 〈法第41条、安全規則第12条〉	・ボイラー取扱者：ボイラー技士※ 〈法第61条、施行令第20条、安全規則第92条〉 ・ボイラー取扱作業主任者（ボイラー技士※）の選任が必要 〈法第14条、施行令第6条、安全規則第24条〉

注）「法」労働安全衛生法、「施行令」は労働安全衛生法施行令、「安全規則」はボイラー及び圧力容器安全規則

※ 小型ボイラーに該当すれば「ボイラー取扱い技能講習終了者」でも可能

① 温水ボイラーにおける規制区分の見直し（令和4年3月施行）

無圧解放式等のボイラー（無圧開放式温水器）であれば、本法律の定めるボイラーに該当しないため規制の対象外となります。これまで木質バイオマスボイラーの導入時には、労働安全衛生法における義務付けられている内容やボイラー取扱者に係る規制の条件から、現場で適正なシステムを選択ができない、規制条件に必要な措置を講じることができないといった事情があり、規制条件がかかる「有圧式」ボイラーを規制条件がかからない「無圧式」や「真空式」の温水器に改造して導入されてこともあります。この労働安全衛生法では、令和5年3月に「木質バイオマス」の温水ボイラーについて、以下のとおり規制区分の見直しが行われました。

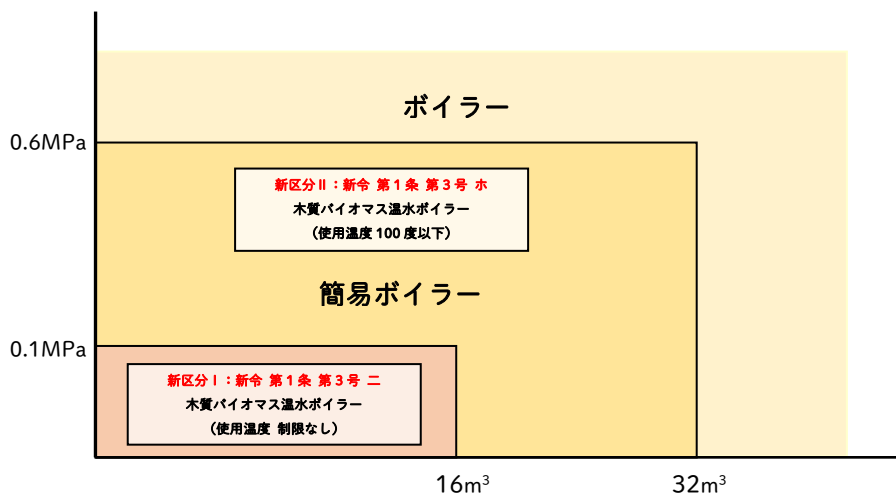
② 簡易ボイラーの追加区分と構造規格の改正について

木質バイオマス温水ボイラーについて、以下の区分Ⅰ、Ⅱは「簡易ボイラー」となります。なお、内部の圧力が 0.05MPa 以下を超えない温水ボイラーで、大気開放型のもは規制の対象外となります。また、改正の前から簡易ボイラーの区分に属していたものは追加規定の対象から除かれます。なお簡易ボイラーであっても1年以内ごとに定期自主検査を実施すること、同ボイラーを労働者に使用させる事業者による労働者への安全教育を行うことが望ましいとされています。

図表 28 温水ボイラーの規制区分（木質バイオマスボイラー）

簡易ボイラー	区分Ⅰ（新令 第1条 第3号 二）	ゲージ圧が0.1MPa以下で伝熱面積16m ³ 以下のもの（温度制限なし）
区分	区分Ⅱ（新令 第1条 第3号 ホ）	ゲージ圧が0.6MPa以下で伝熱面積32m ³ 以下のもの（使用温度100度以下）

簡易ボイラー 構造規格 (追加)	構造規格規定	規定内容	対象区分
	銘板表示	燃料の種類を表示	区分Ⅰ 区分Ⅱ
		最高使用温度の表示	区分Ⅱ
	逃し弁	最高圧力に達すると作用する逃がし弁（逃がし管）を備える	区分Ⅰ 区分Ⅱ
	水圧試験	ゲージ圧力（最高圧力）が0.1MPaを超えるものは最高圧力の1.3倍の圧力または最高圧力0.1MPaを加えた圧力のいずれか圧力により水圧試験を行う	区分Ⅱ
	自動温度制御装置 冷却装置	水温を100℃以下とするための自動温度制御装置および冷却装置を備える 冷却装置は停電時でも有効に作動するものとする	区分Ⅱ
	燃焼安全装置	異常時に自動的に燃料供給を遮断し、逆火を防止する燃焼安全装置を備える 燃料の供給が遮断された場合、手動で操作をしなければ燃料供給が再開できないものとする	区分Ⅰ 区分Ⅱ



図表 29 温水ボイラーの規制区分（木質バイオマスボイラー）

この改定により、バイオマスボイラーの容量規模が 500kW 程度、100℃以内で運用するボイラーについては「簡易ボイラー」の扱いになりました。これまで採用ができなかった、木質バイオマスボイラーのうちシステム効率がよい「有圧式」ボイラーの導入が可能になり、事業者側でボイラー技術者の設置などが不要となるなど、今後の導入の負担軽減が期待されています。

6.3 大気汚染防止法（一部改正 | 令和4年10月1日施行）

(1) 大気汚染防止法の一部改正によるボイラーの規模要件

「大気汚染防止法施行令の一部を改正する政令」が令和3年9月29日に公布され、令和4年10月1日に施行された。この政令改正により大気汚染防止法施行令別表第1のボイラーの規模要件が以下のとおり改正されている。

1. 「伝熱面積」の規模要件を撤廃する。
2. 「バーナーの燃料の燃焼能力」から「燃料の燃焼能力」に変更する。
(バーナーを持たないボイラーも規制の対象となる。)

図表 30 ばい煙発生施設の取扱い区分と改正前後の違い

改正前（令和4年9月30日まで）	改正後（令和4年10月1日から）
環境省令で定めるところにより算定した伝熱面積が10平方メートル以上であるか、又はバーナーの燃料の燃焼能力が重油換算1時間当たり50リットル以上であること。	燃料の燃焼能力が重油換算1時間当たり50リットル以上であること。
<p>バーナーの燃料の燃焼能力（重油換算 L/h）</p> <p>伝熱面積（m²）</p>	<p>燃料の燃焼能力（重油換算 L/h）</p> <p>伝熱面積（m²）</p>

(2) 大気汚染防止法改正によるばい煙発生施設の取扱い

令和4年10月1日から、大気汚染防止法における「ばい煙発生施設」のボイラーの規模要件が改正に伴い以下の通りの対応が必要になる。

図表 31 ばい煙発生施設の取扱い

■新たに「ばい煙発生施設」規制対象となるボイラー	■「ばい煙発生施設」の規制対象外となるボイラー
バーナーを持たないボイラーのうち、「燃料の燃焼能力が重油換算で50L/h以上」のボイラーはばい煙発生施設として規制対象になる。新たにばい煙発生施設となった日（令和4年10月1日）から30日以内にばい煙発生施設使用届の提出が必要である。	「伝熱面積が10m ² 以上」かつ「バーナーの燃料の燃焼能力が重油換算で50L/h未満」のボイラーは、政令改正後は、ばい煙発生施設ではなくなり規制対象外になる。規制対象外になるボイラーについては、大気汚染防止法に基づく使用廃止届出書の提出等の手続は不要である。

木質バイオマスの水分・含水率について

バイオマスを取引するにあたり、最も気を付けなければいけない点は、木材に含まれる水の比率です。この水の含有率には、含水率（乾量基準 | ドライベース : DB）と水分（湿量基準 | ウェットベース : WB）の 2 つの計算方法が存在しております。木材業界（製材業など）では、水の含有率を示す指標として「含水率」という言葉が使われていますが、この指標は乾量基準（ドライベース : DB）となっております。一方でバイオマスに含まれる水の含有率は、「水分」と表記され湿量基準（ウェットベース : WB）と定義されています。

(1) 含水率（乾量基準 | ドライベース : DB）

含水率とは、乾量基準（ドライベース : DB）を表します。完全に乾燥させた木材の重量に対する水の割合を正確に表すことを目的にした計測法で、材料利用分野で「含水率」が基準に使われています。

$$U: \text{含水率 \% (DB)} = \frac{W: \text{乾燥前の生木重量 (kg)} - W_0: \text{全乾状態の重量 (kg)}}{W_0: \text{全乾状態の重量 (kg)} \times 100}$$

※乾量基準（ドライベース）

※全乾状態の木材とは含水率 0%の状態にした木材のこと

(2) 水分（湿量基準 | ウェットベース : WB） ※湿量基準含水率

水分とは、湿量基準（ウェットベース : WB）を表す含水率を用います。これは水分を含んでいる状態の木材（生木）の重量に対する水の割合を表しています。現状では原料利用分野で「水分」を基準にするが国際的に定着しています。

$$M: \text{水分 \% (WB)} = \frac{W: \text{乾燥前の生木重量 (kg)} - W_0: \text{全乾状態の重量 (kg)}}{W: \text{乾燥前の生木重量 (kg)} \times 100}$$

※湿量基準（ウェットベース）

図表 32 含水率（乾量基準）と水分（湿量基準）の関係

含水率 (%DB) 乾量基準	11%	15%	18%	25%	33%	43%	54%	67%	82%	100%	122%	150%	186%
水分 (%WB) 湿量基準	10%	13%	15%	20%	25%	30%	35%	40%	45%	50%	55%	60%	65%

※伐採直後の立木は水分 55~60%

※欧州の木質燃料の基準値は水分 30%

用語の定義とエネルギー原単位

(1) SI 接頭語 ※十進の倍量単位を作成するために、単一記号で表記する単位

接頭語の記号	名称	科学的記数法
k	キロ	10^3
M	メガ	10^6
G	ギガ	10^9

(2) 熱量・仕事エネルギー単位

	MJ (メガジュール)	kWh (キロワット時)	kcal (キロカロリー)
MJ	1	0.278	239
kWh	3.6	1	860
kcal	0.004186	0.00116	1

(3) 発熱量について

発熱量には、「高位発熱量（総発熱量）」と「低位発熱量（真発熱量）」があり「高位発熱量（総発熱量）」は、一般的な熱量計によって測定された値で水蒸気の蒸発熱を含んだ発熱量をいいます。

一方「高位発熱量（総発熱量）」から水蒸気分の蒸発熱を減じた発熱量を「低位発熱量（真発熱量）」といいますが、水蒸気となって排気される発熱量は、回収システムを取り入れなければ利用できません。したがって燃料の発熱量は「低位発熱量（真発熱量）」を用いることとなります。

木質バイオマスボイラー導入ガイドブック（本編）
山形県 鶴岡市 農林水産部 農山漁村振興課
〒997-8601 山形県鶴岡市馬場町 9 - 25
TEL： 0235-35-1298（直通）



－作成：令和 5 年 3 月－

※本書の使用に当たっては、使用者の責任により使用してください。

