

令和4年度「地域内エコシステム」サポート事業
(木質バイオマス利用促進調査支援)

蒸気ボイラー導入促進調査 成果報告書

令和5(2023)年3月

一般社団法人 日本木質バイオマスエネルギー協会

目次

1. 調査の目的と背景	- 1 -
1.1. 調査の目的	- 1 -
1.2. 背景	- 2 -
1.3. 調査の視点	- 2 -
1.4. 調査概要	- 3 -
2. 産業用熱利用を取り巻く市場動向	- 4 -
2.1. 産業用熱市場と木質バイオマスの適応	- 4 -
2.2. 蒸気ボイラーの種類	- 6 -
1) ボイラーの形式と分類	- 6 -
2) ボイラー区分ごとの取扱資格	- 7 -
2.3. 木質バイオマスボイラーの種類	- 8 -
1) 循環流動層ボイラー	- 8 -
2) ストーカー式ボイラー	- 9 -
3) 貫流式蒸気ボイラー	- 10 -
4) 廃熱ボイラーによる木質バイオマス利用	- 11 -
【参考】木質バイオマス利用温水ボイラーの規制緩和	- 12 -
2.4. 蒸気ボイラー市場の現状	- 13 -
1) 蒸気ボイラー導入傾向	- 13 -
2) 簡易・小型ボイラー（蒸気）における燃料別・規模別の出荷状況	- 14 -
3) 製造業における業種別蒸気需要	- 15 -
2.5. 木質バイオマス蒸気ボイラーの現状	- 16 -
1) 木質バイオマスボイラーの導入台数	- 16 -
2) 規模別導入台数	- 17 -
3) 業種別・用途別導入状況	- 18 -
【参考】先進的省エネルギー投資促進支援事業④先進事業における木質バイオマスボイラー設備の指定状況	- 19 -
2.6. 木質燃料市場の現状	- 22 -
1) 木質バイオマス（チップ）由来別利用量	- 23 -
2) 木材チップの由来別用途	- 24 -
3) 都道府県別木質バイオマス（チップ）利用	- 25 -
4) 建設資材廃棄物の状況	- 26 -
5) 建設資材廃棄物由来の資源の今後の見通し	- 28 -
6) 森林由来燃料の利活用動向	- 30 -

3.	産業用エネルギー需要をめぐる新たな動き	- 32 -
3.1.	政策的な動き	- 32 -
1)	クリーンエネルギー戦略における需要対策	- 32 -
2)	クリーンエネルギー戦略における産業用エネルギーの非化石化	- 33 -
3)	省エネ法による脱炭素・非化石化への転換	- 35 -
4)	改正省エネ法による補助要件の変更	- 37 -
【参考】	改正省エネ法における非化石エネルギーの評価	- 38 -
3.2.	加速する環境投資	- 39 -
1)	温室効果ガス排出量算定対象の拡大	- 42 -
【参考】	SBT スキーム	- 45 -
4.	産業用蒸気ボイラー市場における木質バイオマスへの転換可能性の検討	- 46 -
4.1.	省エネルギー対策としての木質バイオマス活用状況	- 46 -
1)	先進的省エネルギー投資促進支援事業におけるバイオマス蒸気ボイラー案件の業種別採択状況	- 46 -
2)	業界別脱炭素に向けた自主的な取組	- 48 -
3)	業界団体別カーボンニュートラル行動計画の策定状況	- 51 -
4)	業界団体別再生可能エネルギー、エネルギー回収・利用事例	- 53 -
4.2.	蒸気ボイラーメーカーの動向	- 57 -
1)	聴取結果	- 57 -
【参考】	RE100 日本の参加企業とその傾向	- 62 -
5.	産業用ユーザーにおける木質バイオマス導入に関する意思決定要因と導入課題	- 63 -
5.1.	産業用ユーザーにおける意思決定の要因	- 63 -
1)	政策・制度・規制による誘導	- 64 -
2)	社会的評価	- 64 -
3)	経済性・経営上のメリット	- 64 -
5.2.	木質バイオマスの導入におけるさまざまな課題	- 65 -
1)	社会的要因	- 65 -
2)	政策・制度・規制要因	- 65 -
3)	技術的要因	- 66 -
4)	燃料要因	- 66 -
5)	経済性要因	- 67 -
6.	産業用蒸気ボイラー分野における木質バイオマス導入の新たな形態	- 69 -
6.1.	導入時に留意すべきポイント	- 69 -
1)	導入目的の明確化	- 69 -
2)	長期計画の中での役割	- 69 -
3)	自社のエネルギー需要特性を踏まえた導入	- 69 -

6.2.	産業用蒸気ボイラーの木質バイオマス利用の新たな展開	- 71 -
1)	ベースボイラー&台数制御	- 71 -
2)	小規模からの段階的導入	- 72 -
3)	ESCOスキームの活用	- 73 -
	【参考】ESCOとは	- 74 -
4)	広域の燃料需給調整	- 75 -
7.	まとめ	- 76 -
7.1.	産業用蒸気ボイラー市場における木質バイオマス導入拡大に向けた今後の課題	- 76 -
1)	エネルギーとしての品質と“安定供給”	- 76 -
2)	法制度における取扱い	- 76 -
3)	木質バイオマスエネルギー評価手法のあり方	- 77 -
7.2.	カーボンニュートラル時代に向けた木質バイオマスの果たすべき役割	- 78 -
1)	木質バイオマスの効果を十分発揮させるために	- 78 -
2)	木質バイオマス利用の効率向上へ	- 78 -
3)	木質資源の価値を最大化する	- 78 -
4)	木質資源の地域戦略は需給両面で	- 78 -
7.3.	産業用熱利用における木質バイオマスの利用拡大に向けて	- 79 -
	調査にご協力いただいた皆様（五十音順）	- 80 -
	検討委員会 委員構成	- 80 -
	ヒアリング・調査協力先	- 80 -
	【調査実施状況の報告】	- 81 -
	添付資料	- 82 -
	第1回検討委員会議事録（発言要旨）	- 83 -
	第2回検討委員会議事録（発言要旨）	- 86 -
	成果報告会資料	- 90 -

図表目次

図 1	調査の手順.....	- 3 -
図 2	熱の利用分野・利用温度と木質バイオマス熱の適用	- 4 -
図 3	循環流動層ボイラーの構造.....	- 8 -
図 4	ストーカー式ボイラーの構造	- 9 -
図 5	木質バイオマス焚き貫流式蒸気ボイラーの例	- 10 -
図 6	バイオマス燃焼炉用廃熱貫流ボイラーの例.....	- 11 -
図 7	労働安全衛生法施行令及び簡易ボイラー等構造規格の一部を改正する政令の概要.....	- 12 -
図 8	ボイラー導入台数.....	- 13 -
図 9	蒸気ボイラー（小型・簡易）の燃料別・換算蒸発量別出荷統計.....	- 14 -
図 10	製造業の業種別蒸気需要	- 15 -
図 11	木質バイオマスボイラーの導入状況	- 16 -
図 12	出力規模別の導入状況.....	- 17 -
図 13	木質バイオマスボイラー業種別・用途別導入状況	- 18 -
図 14	平成4年度 先進設備・システム登録技術の公開用概要書の例	- 21 -
図 15	先進的省エネルギー投資促進支援事業 先進事業の公募資料.....	- 21 -
図 16	木質資源の発生とカスケード利用	- 22 -
図 17	エネルギーとして利用した木材チップの由来	- 23 -
図 18	事業所における利用機器の所有形態別木材チップの由来別利用量	- 24 -
図 19	木材チップの都道府県別・由来別利用量	- 25 -
図 20	建設発生木材の再生品の出荷先割合	- 26 -
図 21	産業廃棄物（木くず）の投棄件数と投棄量の推移.....	- 27 -
図 22	ノースジャパン素材流通協同組合の素材流通フロー図.....	- 31 -
図 23	日本の GHG 排出量とエネルギー起源 CO ₂	- 32 -
図 24	クリーンエネルギー戦略	- 33 -
図 25	水素・アンモニア導入のロードマップ案	- 34 -
図 26	カーボンニュートラルに向けたエネルギートランジションのイメージ....	- 34 -
図 27	需要サイドのカーボンニュートラルに向けたイメージと取組の方向性....	- 35 -
図 28	省エネ法における3つの改正事項と非化石エネルギー	- 36 -
図 29	改正省エネ法における非化石エネルギーの評価について	- 38 -
図 30	責任投資原則（PRI）の6つの原則	- 39 -
図 31	国連責任ある投資原則 参加金融機関の伸び	- 39 -
図 32	ESG 投資と SDGs の関係	- 40 -
図 33	環境融資の事例.....	- 41 -

図 34	サプライチェーン排出量の考え方	- 42 -
図 35	SBT による中長期的削減目標の設定イメージ	- 45 -
図 36	RE100%参加する日本企業における参加から目標達成までの年数.....	- 62 -
図 37	産業用ユーザーにおける意思決定要因	- 63 -
図 38	燃料の種類別分類と目的に応じた利活用	- 69 -
図 39	小規模木質バイオマスの段階的導入の事例.....	- 72 -
図 40	ESCO に期待される機能	- 73 -
図 41	地域需要を広域で調整するイメージ	- 75 -
表 1	熱の導入実情、効率、環境効果.....	- 5 -
表 2	ボイラーの形式と分類.....	- 6 -
表 3	日本国内におけるボイラー形式別導入状況（累計）	- 6 -
表 4	ボイラー区分ごとの取扱資格	- 7 -
表 5	先進的省エネルギー投資促進支援事業④先進事業 登録設備・システム ..	- 19 -
表 6	先進設備・システム審査における評価項目	- 20 -
表 7	建設発生木材の再資源化・縮減率の実績値と 2024 年達成基準値	- 27 -
表 8	建設資材廃棄物由来燃料を扱う 2 団体からのヒアリング結果.....	- 29 -
表 9	先進的省エネルギー投資促進事業の事業区分と木質バイオマスの適用	- 37 -
表 10	Scope 3 の 15 のカテゴリ	- 43 -
表 11	電気の使用に関する算定対象範囲	- 44 -
表 12	エネルギー使用合理化・先進的省エネルギー投資促進支援事業採択件数	- 46 -
表 13	エネルギー使用合理化・先進的省エネルギー投資促進支援事業における木質バ イオマス蒸気ボイラー導入事例	- 47 -
表 14	2050 年カーボンニュートラルに向けたビジョンの策定状況	- 48 -
表 15	産業部門における 2021 年度の主な取組み事例.....	- 49 -
表 16	エネルギー転換部門における 2021 年度の主な取組み事例.....	- 49 -
表 17	再生可能エネルギー、エネルギー回収・利用の導入事例	- 50 -
表 18	参加業種の策定状況	- 51 -
表 19	参加業界団体による再生可能エネルギー、エネルギー回収・利用の導入事例	-
	54 -	
表 20	RE100 に参加する日本企業の産業別内訳.....	- 62 -
表 21	木質と LNG の比較と条件的な補完	- 70 -
表 22	ESCO スキームの形態.....	- 74 -
表 23	蒸気ボイラー導入促進調査 検討委員会名簿	- 80 -

1. 調査の目的と背景

1.1. 調査の目的

今後、木質バイオマス熱利用の加速度的推進を図っていくためには、化石燃料ボイラーを中心とする蒸気ボイラーを木質バイオマスボイラーに転換していくことが喫緊の課題となっている。

現状において、木質バイオマス熱利用施設では、現状、温水ボイラーの導入台数が多い状況であるが、産業部門は 1 台あたりの需要量が大きく、導入容量として大きな位置を占めるのは蒸気ボイラーである。

本調査では、今後、産業用蒸気ボイラー市場において木質バイオマスの導入拡大を図るため、導入可能性のある産業部門における脱炭素・非化石市場の状況を確認するとともに、蒸気ボイラーにおける木質バイオマス導入の技術的課題を把握し、そのことを踏まえて必要な対策を整理することを目的とする。

1.2. 背景

これまで、当協会では木質バイオマス熱利用において、導入台数の多くを占め、また地方公共団体の庁舎の暖房や病院、温浴施設等で利用される温水ボイラーを優先とした検討を行ってきた。

令和3年には温水ボイラー導入技術のキャパシティビルディングの一環として『木質バイオマス熱利用（温水）計画実施マニュアル』を発行し、温水ボイラーにおける導入時のノウハウ・技術共有について一定の成果を得た。

また、産業向けへの対応については、平成30年度に木質バイオマス熱利用実態調査を実施、『木質バイオマスによる産業用等熱利用導入ガイドブック』にまとめている。しかし、この調査では、事例の把握分析・照会が主体となっており、産業用熱市場における全般的な対応策の検討までは至っていない。

産業用蒸気ボイラーにおける木質バイオマスの導入促進対策としてはいまだ不十分な状況であり、今後、同分野において木質バイオマスが着実に拡大をしていくために、産業部門のユーザーが木質バイオマスの導入を検討する際の動機と課題について把握し、必要な対策を行う必要がある。

1.3. 調査の視点

今般、SDGs の概念が社会の中で広く共有化される中で、産業ユーザーに求められる社会的役割も変化している。

産業用蒸気ボイラー市場を取り巻く社会経済情勢の変化を踏まえつつ、今後、同市場において着実に木質バイオマスの導入を進めて行くためには、市場におけるキープレーヤーとなる産業用ユーザー、プラントメーカー、燃料供給者等が脱炭素・非化石化に向けどのような志向性を持つのかを把握し、木質バイオマスの特性がどのように機能するかについて把握することが必要となる。

本調査では、木質バイオマスが蒸気ボイラー市場において選択されるにあたり、どのような課題があるのかについて検討・整理し、木質バイオマス業界がそれに対しどのような対策を取りうるのか、対策の方向性について検討を行う。

まず、蒸気ボイラー市場における木質バイオマスを取り扱おうとする際の2つの視点に基づき整理を行う。

「導入動機」に関わる要素

「導入の障壁やリスク」に関わる要素

これらはいずれも産業用ユーザーが意思決定を行う上でその行動に大きく影響を与えるものと考えられる。

例えば、木質バイオマスの促進政策において補助金という要因は、動機と障壁の両

方に作用する。補助額や補助率、採択率が十分に高い場合は導入動機を強化する方向に働くが、一方で補助金が廃止になる、補助率が低下するというような場合には、逆に導入の障壁となりうる。

本調査では、政策的な要因、産業界の自主的な取組等の動向も踏まえつつ産業用蒸気ボイラー市場における導入動機や障壁、リスクという意味決定要因について整理し、木質バイオマス側がとるべき対策について検討を行う。

1.4. 調査概要

調査は以下の手順で実施した。

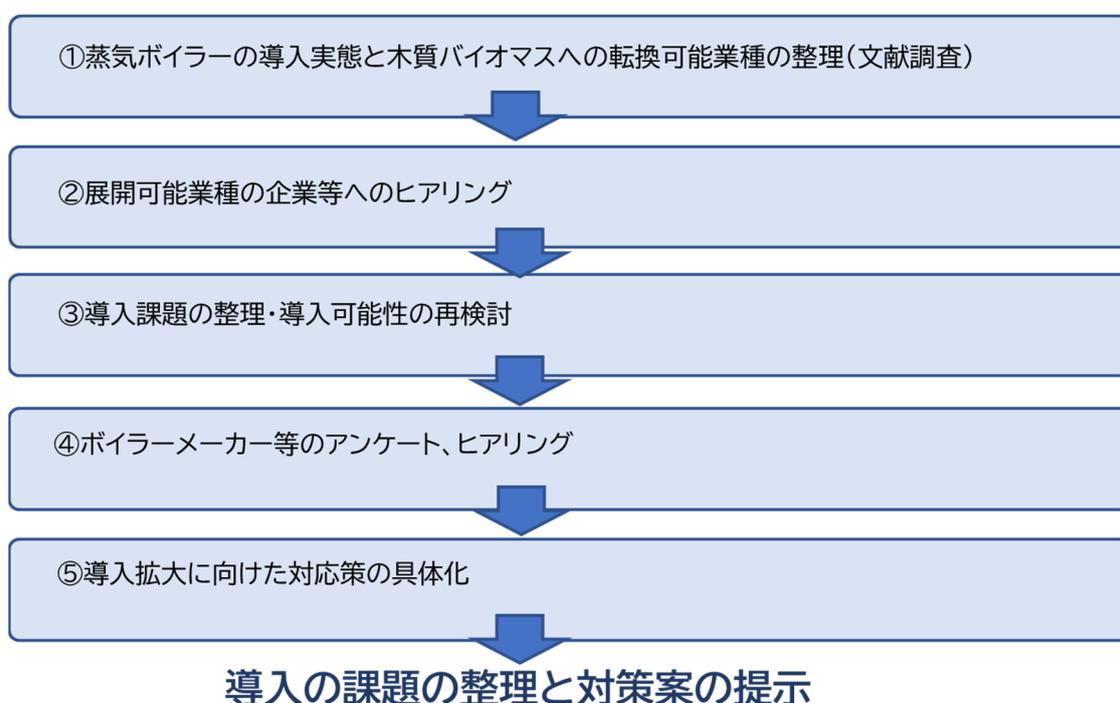


図 1 調査の手順

出典：日本木質バイオマスエネルギー協会作成

また、検討にあたっては、蒸気ボイラー市場の状況や産業ユーザーの行動、蒸気ボイラーの技術等について高い知見を有する有識者により構成される検討委員会を設置・運営した。

検討委員会の内容については、本報告の参考資料「実施記録」に記載した。

2. 産業用熱利用を取り巻く市場動向

2.1. 産業用熱市場と木質バイオマスの適応

次の図は、現在の熱市場について、「利用施設・設備・産業分野」と「需要側の利用温度帯」「再エネ熱供給温度帯」と再エネ熱の対応について整理されたものである。

地熱など立地制約が大きいものを除く再エネ熱3種の比較では、木質バイオマス熱は現状利用可能な技術として、温度帯は60°C程度から400°C程度、需要形態としては蒸気から冷温水まで幅広く対応することができる点に大きな優位性がある。

従来、産業分野を支えてきた高い利用温度の熱需要は化石燃料によって供給されてきたが、ゼロカーボンを目指す流れの中で、今後、使用が制限される可能性がある。その場合、化石燃料に変わる熱源を手当てできるかどうかは、産業の生産力に直結し、当該産業分野が存続できるかどうかという切実な問題につながる。

産業分野における熱需要の非化石化は、長期的な持続可能性の確保のために避けては通れない課題であり、その課題に対する既に実用段階にある非化石技術として足下の対応力を持つ技術として木質バイオマスを位置づけることができる。

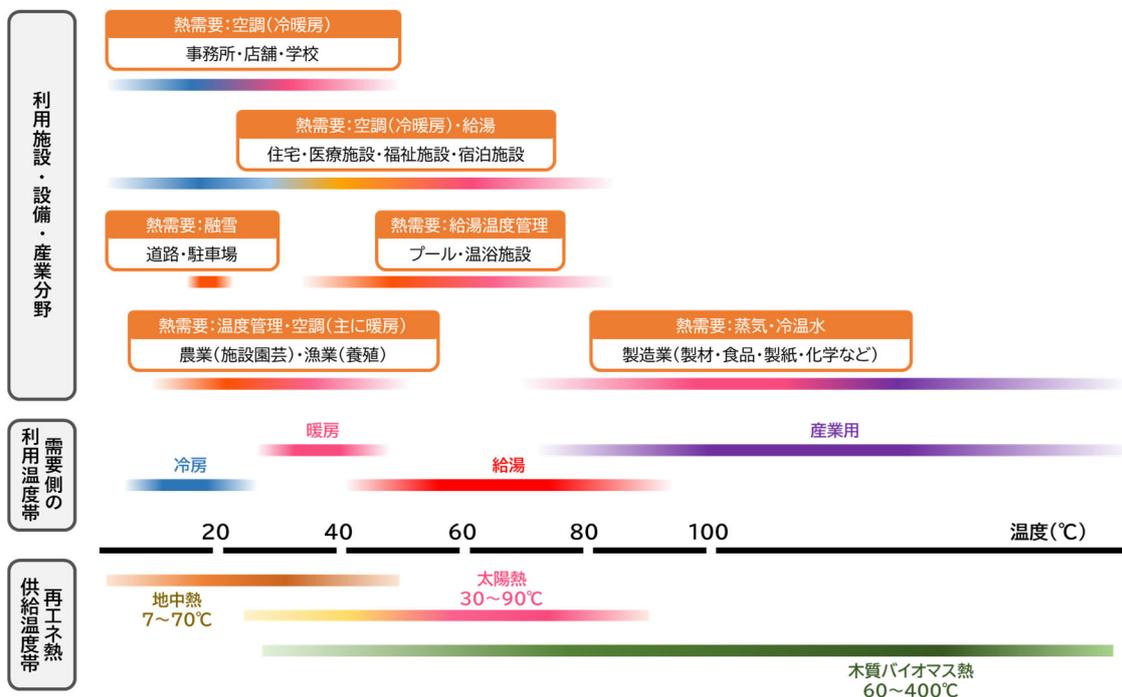


図 2 熱の利用分野・利用温度と木質バイオマス熱の適用

出典：地球温暖化 No.8 11月号「熱資源の有効活用」より

表 1 熱の導入実情、効率、環境効果

	太陽熱	地中熱	木質バイオマス熱
用途	家庭用・業務用中心に給湯と冷暖房との組み合わせで導入されることが多いが、農林水産分野で乾燥や除湿、加熱などに利用されるケースも。	ヒートポンプの熱源として利用され、主に冷房・暖房の熱源に使われることが多い。ZEBでは空調、換気、給湯の順に利用されている。	温水ボイラー、蒸気ボイラー、ストーブに使用区分が分かれる。区分に応じて自在な熱温度が使える。主に温水ボイラーは家庭用・業務用で給湯・冷房・暖房に利用。
導入実績	太陽熱集熱器:127万6000㎡	地中熱ヒートポンプ:2993件	バイオマスボイラー:2064基
効果など	約40～60%(住宅用・業務用の場合)	蓄熱量は同じ容積の空気に対して約3500倍(熱源温度が同じ場合)	約70～90%(1000kW未満の給湯・冷房・暖房の場合)
環境効果(事例)	LPガスを年間2万3844㎡購入していた介護老人保健施設ヴァンペールみどりの風(鹿児島市)に太陽熱利用システムを導入(給湯利用)。LPガス使用量が53%削減しCO ₂ は82.8t/年 削減した。集熱面積は228㎡	広島市三次市庁舎の設備改修で、空気熱源ヒートポンプ(冷房118kW、暖房109kW)から地中熱源水冷ヒートポンプチラー(冷房116kW・暖房116kW)に入替。CO ₂ 削減量は8.8t/年、削減率は20%。ポアホール方式(垂直型)	定員100人の老人ホームで給湯ボイラーを木質バイオマスボイラー(出力450kW、16時間/日、300日/年稼働、耐用年数10年)に転換した場合、導入前に約53万8950kg-CO ₂ /年だったCO ₂ 排出量は導入後1万152kg-CO ₂ /年(脱炭素先行地域づくり自治体向け算定支援ファイル【環境省】を利用した場合)

出典：地球温暖化 No.8 11月号「熱資源の有効活用」より

2.2. 蒸気ボイラーの種類

1) ボイラーの形式と分類

現在、広く利用されているボイラーを構造によって分類すると以下のとおりとなる。
台数としては、貫流ボイラーの導入台数が最も多いが、比較的小規模な設備の割合が高い。比較的大規模な施設では、循環式の水管ボイラーが多く採用されている。

表 2 ボイラーの形式と分類

種 類	形 式
(1) 丸ボイラー	① 立てボイラー，立て煙管ボイラー ② 炉筒ボイラー ③ 煙管ボイラー ④ 炉筒煙管ボイラー
(2) 水管ボイラー	① 自然循環式水管ボイラー ② 強制循環式水管ボイラー ③ 貫流ボイラー
(3) 鋳鉄製ボイラー	鋳鉄製組合せボイラー
(4) 特殊ボイラー	① 廃熱ボイラー ② 特殊燃料ボイラー ③ 熱媒ボイラー ④ その他（電気ボイラーなど）

出典：日本ボイラ協会「2級ボイラー技士教本」より

表 3 日本国内におけるボイラー形式別導入状況（累計）

区分	蒸気ボイラー																	温水ボイラー			変動計	
	簡易ボイラー	蒸気ボイラー	温水ボイラー	水 管 ボ イ ラ ー	強 制 循 環 式 ボ イ ラ ー	貫 流 式 ボ イ ラ ー	ボ イ ラ ー シ ャ カ 形	コ ル ニ シ ュ 形	立 て 形	横 煙 管 式	炉 筒 煙 管	船 用 形	機 関 車 形	機 関 車 用	鋳 鉄 製	組 合 せ 式	そ の 他	鋳 鉄 製 組 合 せ 式	そ の 他	新 設	廃 止 (単 年度)	
5㎡未満		442	888	11	0	35	0	1	60	2	16	0	20	59	134	104	180	708	11	48		
5～10		2,735	997	63	0	1,178	0	1	34	21	845	0	5	2	545	41	538	459	63	208		
10～40		7,336	1,744	311	4	2,987	0	3	23	194	2,490	0	8	6	1,173	137	768	976	233	462		
40～100		3,053	503	336	15	309	0	0	15	280	1,909	0	6	4	24	155	32	471	22	178		
100～200		1,657	130	447	24	258	0	0	2	176	544	0	4	5	0	197	3	127	48	53		
200～300		499	42	296	7	14	0	0	2	75	39	0	0	5	0	61	0	42	9	32		
300～500		594	18	389	23	6	0	0	0	55	26	0	0	0	0	95	0	18	11	27		
500～700		164	7	104	11	1	0	0	3	15	2	0	0	0	0	28	0	7	4	10		
700以上		443	28	242	96	8	0	0	5	15	0	0	0	0	0	77	0	28	8	12		
新設		359	50	18	2	267	0	0	0	15	37	0	2	1	6	11	2	48	409	0		
廃止(R2)		-836	-194	128	4	211	0	0	7	24	340	0	1	1	93	27	89	105	0	1,030		
現在(累計)	5,593	16,923	4,357	2,199	180	4,796	0	5	144	833	5,871	0	43	81	1,876	895	1,521	2,836	0	0		

注) 新設・廃止・現在値は各県からのデータをそのまま入れたもので、各行、各列の集計値ではない。
※本集計においては、集計確定以降にやむを得ない変更事項が生じた場合にそれを反映することになり、システム集計上マイナス表示される場合がありますので留意されたい。

出典：ボイラー年鑑 2021年版より作成

2) ボイラー区分ごとの取扱資格

ボイラーの取扱いについては、免許区分ごとに、ボイラーの種類と取扱い可能な伝熱面積範囲が設定されている。導入するボイラー規模が大きくなると有資格者の設置が必要となるため、新たな燃料種のボイラーを導入する際には規模の変更が生じるかはユーザーの検討事項の一つとなる。

表 4 ボイラー区分ごとの取扱資格

免許区分	ボイラー種別	取扱可能伝熱面積(m ²)
特級 ボイラー技士	下記以外	500未満
	廃熱ボイラ	500未満
	貫流ボイラ	500未満
1級 ボイラー技士	下記以外	500未満
	廃熱ボイラ	500未満
	貫流ボイラ	500未満
2級 ボイラー技士	下記以外	25未満
	廃熱ボイラ	50未満
	貫流ボイラ	250未満
		0 100 200 300 400 500 公称伝熱面積の合計(m ²)

出典：久保卓資. (2016). コージェネレーションシステム用パッケージ型高性能排熱ボイラー (特集 ボイラー). 産業機械, (793), 8-11.

2.3. 木質バイオマスボイラーの種類

1) 循環流動層ボイラー

化石燃料に比べて単位当たり熱量が低い木質バイオマスや産業廃棄物を燃料とする場合に、高い燃焼効率が期待できるボイラー形式として、循環流動層ボイラーが多く採用されている。同技術はプロセス蒸気用だけでなく、発電用設備としても用いられている。

最大蒸発量は 30t/h～と大規模向けである。

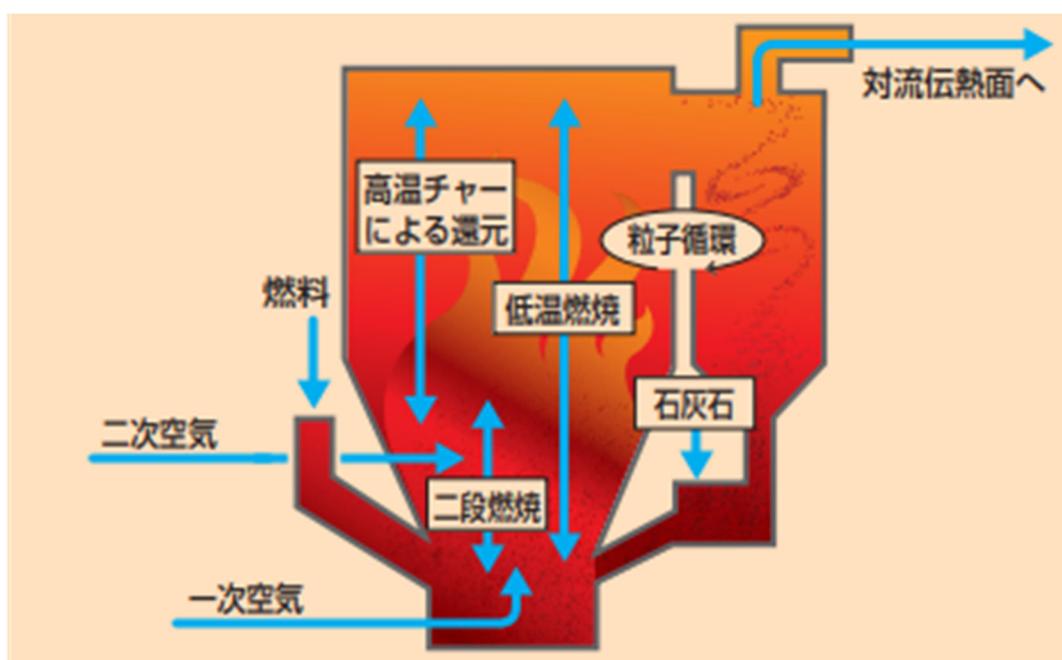


図 3 循環流動層ボイラーの構造

出典：JFE 循環流動層ボイラー、JFE エンジニアリング株式会社

2) ストーカー式ボイラー

中規模から大規模まで幅広く使用されている技術であり、特に、水分が高く比較的熱量が低い燃料を効率的に燃焼させることができる。規模は循環流動層よりも小規模にも対応しており、5t/h クラスのものもある。

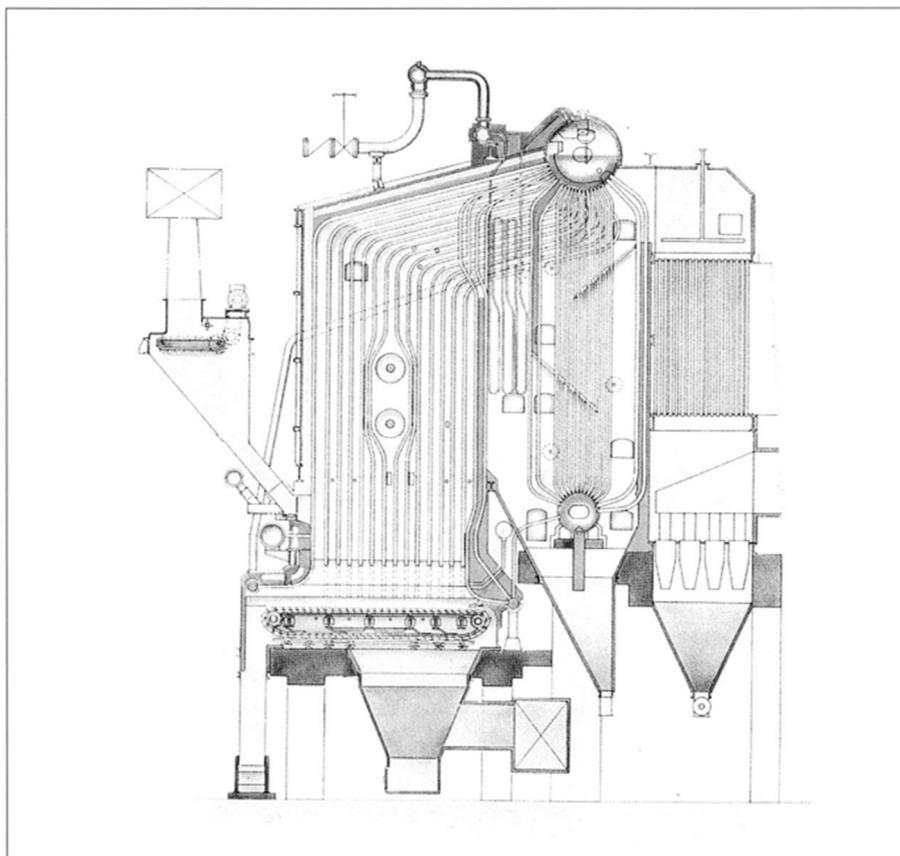


図 4 ストーカー式ボイラーの構造

出典：よしみね水管式ボイラー固形物燃焼シリーズ,株式会社よしみね

3) 貫流式蒸気ボイラー

欧州の完成度の高い燃焼炉に水管式小型簡易貫流ボイラーを組み合わせボイラー技士や設置届が不要で使用可能。燃料は湿潤チップ、乾燥チップ、ペレットが選べてエコノマイザー・サイクロンを搭載しており、1 t /h の蒸気による加温や乾燥に使用できる。

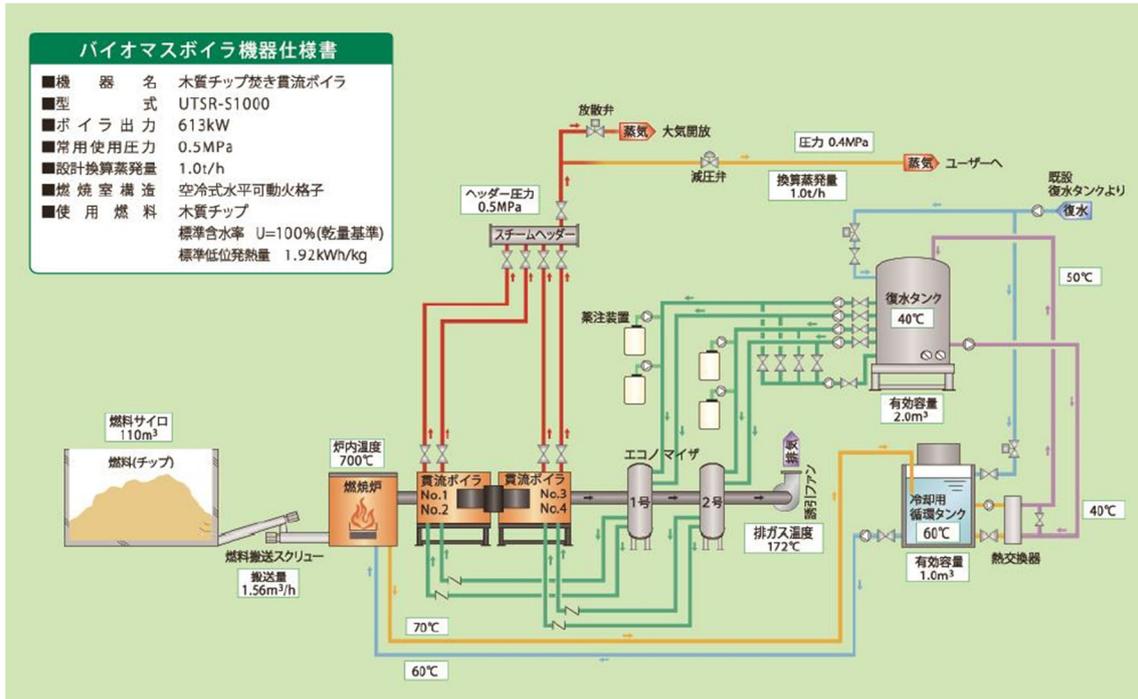


図 5 木質バイオマス焚き貫流式蒸気ボイラーの例

出典：バイオマスボイラー導入事例集,巴商会

4) 廃熱ボイラーによる木質バイオマス利用

従来、木質燃料を扱っていなかったボイラーメーカーが顧客の要望を受け、既存製品である廃熱ボイラーと木質バイオマス燃焼炉を組み合わせることで、木質バイオマスを熱源として活用可能とすることも実用化されている。

項目	単位	ECS-F131-10I
ボイラ種類	-	ボイラ(多管式貫流ボイラ)
取扱者資格	-	二級ボイラー技士以上
常用圧力	MPa	1.0
実際蒸発量	kg/h	1,590
熱源	-	バイオマス焼却炉
ボイラ寸法 (幅×奥行×高さ)	mm	2,500×2,710×3,330

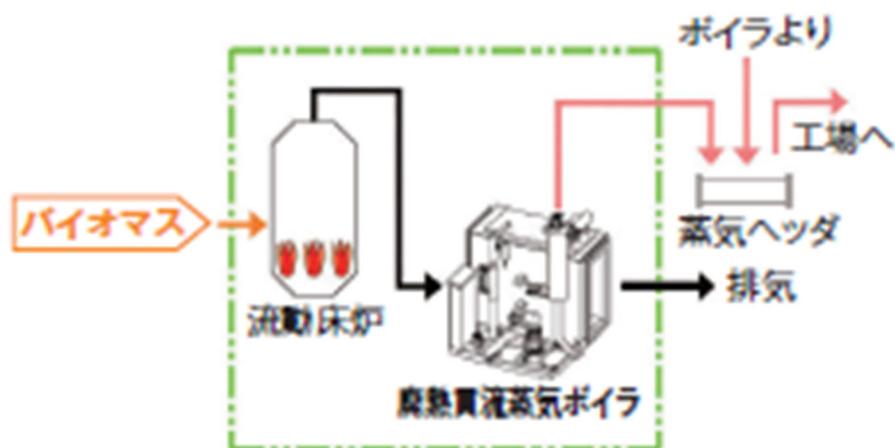


図 6 バイオマス燃焼炉用廃熱貫流ボイラーの例

出典：脱炭素に貢献する水素燃料ボイラーとバイオマス燃焼炉用廃熱貫流ボイラーの紹介，
三浦工業株式会社 ボイラー技術部 課長 佐々木 務 産業機械 2022 年 9 月号ボイラー特
集,日本産業機械工業会

【参考】木質バイオマス利用温水ボイラーの規制緩和

労働安全衛生法施行令の一部を改正する政令(令和4年政令第43号。以下「改正政令」という。)及び簡易ボイラー等構造規格の一部を改正する件(令和4年厚生労働省告示第41号。以下「改正告示」という。)が令和4年2月18日に公布され、令和4年3月1日から施行されている。

この改正により、温水ボイラーについては、木質バイオマスボイラーのうち、特定機械等又は小型ボイラーに該当する者のうち一定ゲージ圧力等以下のものを簡易ボイラーへの規制区分が変更となる規制緩和が実施された。

2050年カーボンニュートラル社会に向けた「再生可能エネルギー等に関する規制等の総点検」に基づき、規制改革実施計画(令和3年6月18日閣議決定)に、以下の内容が盛り込まれた。

労働安全衛生法における温水ボイラーの規制区分が欧州の流通段階における規制区分と異なり、バイオマスボイラー普及の障害の一つとなっているため、使用段階を含む海外規制(欧州や米国等)及びバイオマス温水ボイラーの特性について詳細調査、専門家による技術検討等を実施し、規制の見直しを措置する。

専門家による検討により、木質バイオマス温水ボイラーの特殊性を踏まえた安全性が確認されたことから、関係法令を改正し規制区分を緩和

労働安全衛生法においては、ボイラーは、その危険性の程度に応じて、危険性の高い方から、「特定機械等」「小型ボイラー」「簡易ボイラー」と、3つの規制区分を設け、規制の程度に差を設けている。

今般改正は、木質バイオマス温水ボイラーのうち、「特定機械等」又は「小型ボイラー」に該当するもののうち、一定のゲージ圧力等以下のものを、「簡易ボイラー」へと規制区分を変更(規制緩和)するものである。

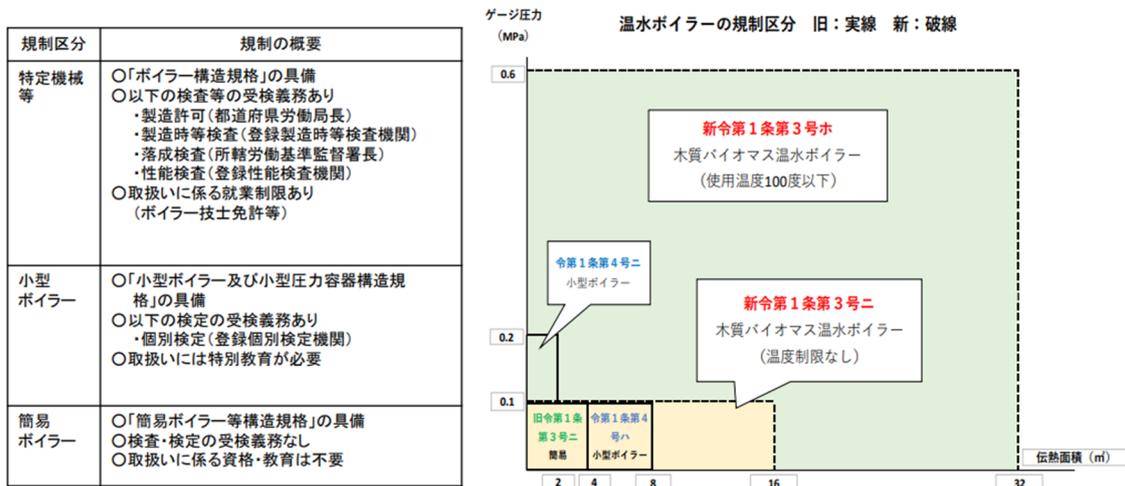


図7 労働安全衛生法施行令及び簡易ボイラー等構造規格の一部を改正する政令の概要

出典：労働安全衛生法施行令の一部を改正する政令案 概要 令和4年1月17日 労働基準局安全衛生部安全課より抜粋

2.4. 蒸気ボイラー市場の現状

1) 蒸気ボイラー導入傾向

まず、現時点での蒸気ボイラー全般と木質バイオマス利用の状況について概観する。
蒸気ボイラー全体では累計導入台数が16,923台となっている。

簡易ボイラー、温水ボイラーに比べて蒸気ボイラーは導入台数が多いが、一方で廃止される台数も多いのが現状である。

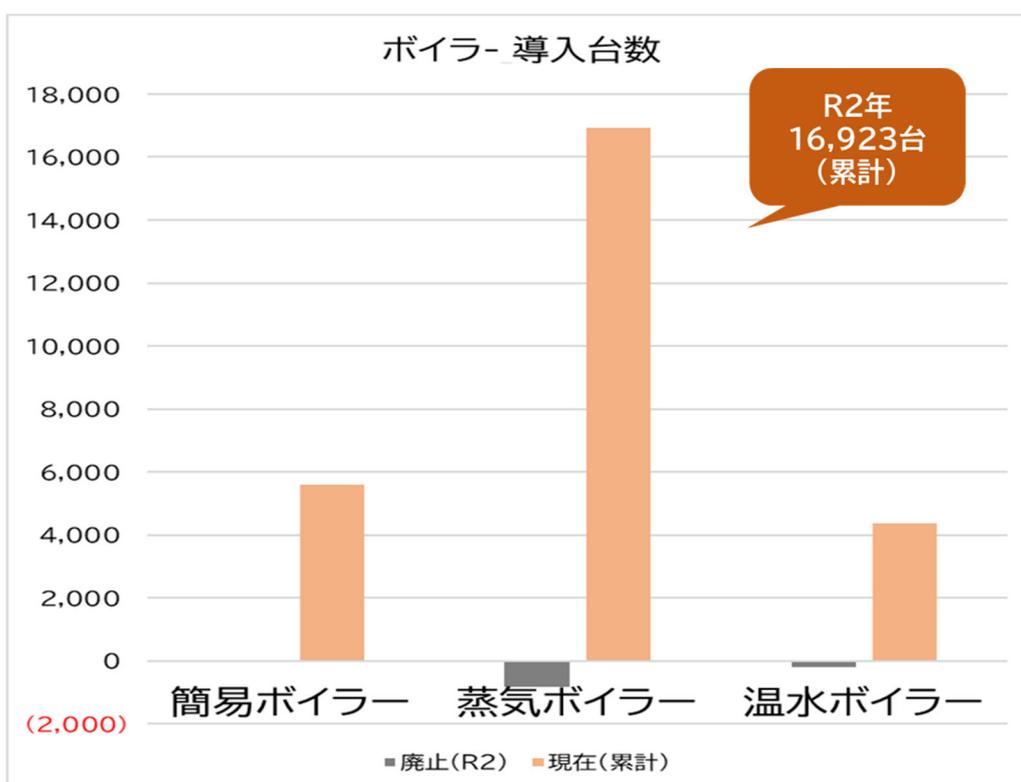


図 8 ボイラー導入台数

出典：ボイラー年鑑 R2年版より作成

2) 簡易・小型ボイラー（蒸気）における燃料別・規模別の出荷状況

簡易・小型ボイラーの燃料別の出荷状況では、ガスを燃料としたものが台数も多く、また内訳をみると比較的大きい規模のものが多い。次いで油を燃料としたものが多いが、ガス焚きに比べ比較的小さい規模のものが多い傾向である。電気式、廃熱ボイラーは台数が少なく、規模も小さいものが大勢を占めている。

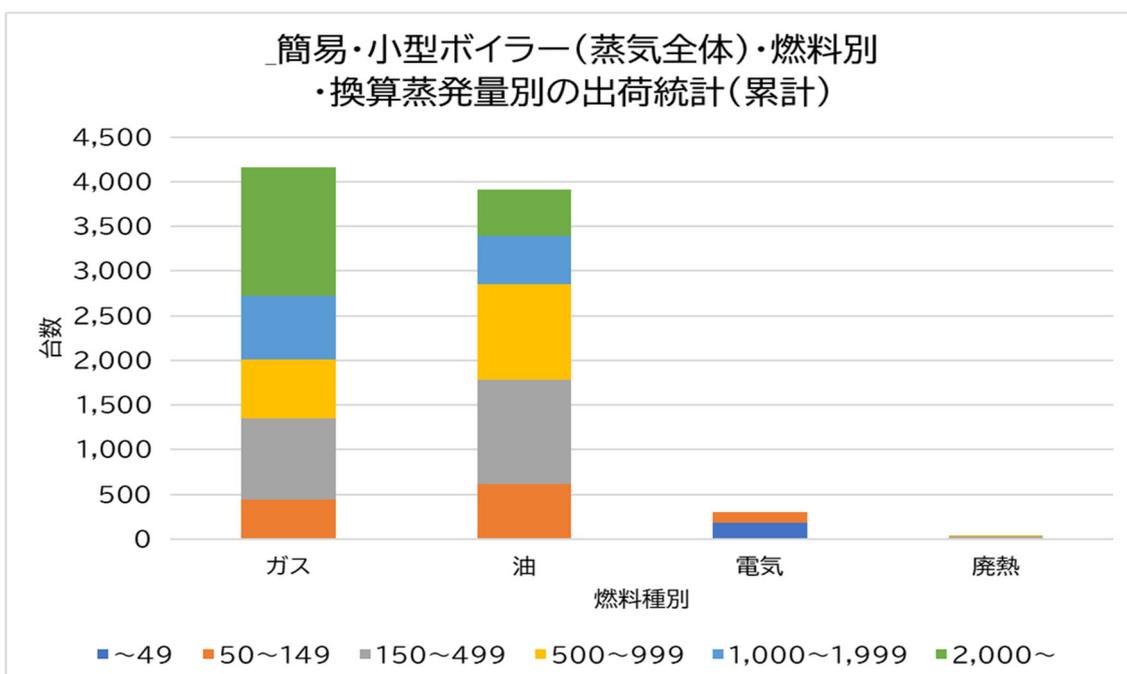


図 9 蒸気ボイラー（小型・簡易）の燃料別・換算蒸発量別出荷統計

出典：ボイラー年鑑 2021年版より作成

3) 製造業における業種別蒸気需要

製造業の業種別蒸気需要を総合エネルギー統計のデータから確認したものをグラフに示す。蒸気の利用は業種により形態が異なることが分かる。

傾向として、蒸気はそのままプロセス蒸気（工場の生産工程で使用される蒸気）として利用されているものが多いが、パルプ・紙・紙加工品製造業、化学工業、石油・製品製造業、プラスチック製品製造業、窯業・土石製品製造業、鉄鋼業など、いわゆるエネルギー多消費型産業では、自家発電用としても蒸気が利用されている。

電気に関しては、電気事業者から供給を受けることが可能であるが、プロセス蒸気としての需要については、外部から蒸気の形で供給を受けることは難しい場合がほとんどであり、自社工場内で何らかの形で蒸気を発生させることが必要となる。なお、大型コンビナートなど電気や蒸気を工場団地内ユーティリティとして共有するケースも数は少ないが存在している。

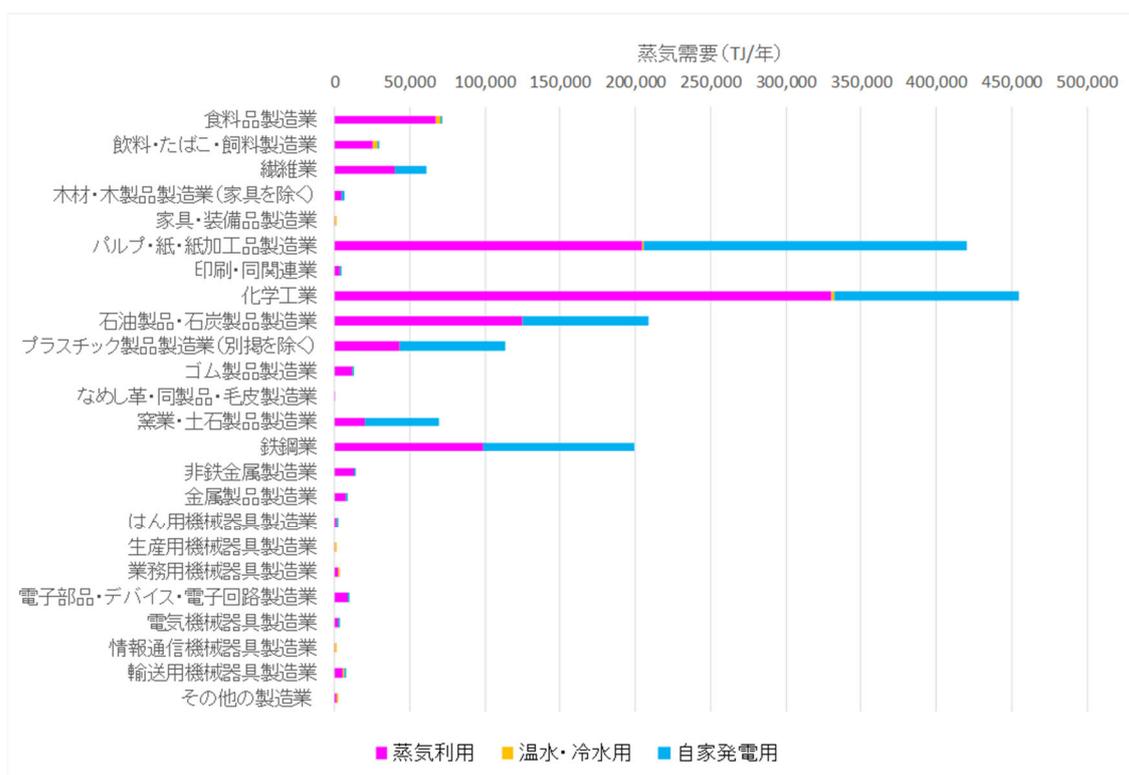


図 10 製造業の業種別蒸気需要

出典：総合エネルギー統計 2019 年版より作成

2.5. 木質バイオマス蒸気ボイラーの現状

1) 木質バイオマスボイラーの導入台数

木質バイオマス燃料とするボイラー（蒸気・温水含む）の導入状況は、H20年以降順調に伸びてきたが、H26年以降はほぼ横ばいの状況が続いている。（令和2年ではやや減少）

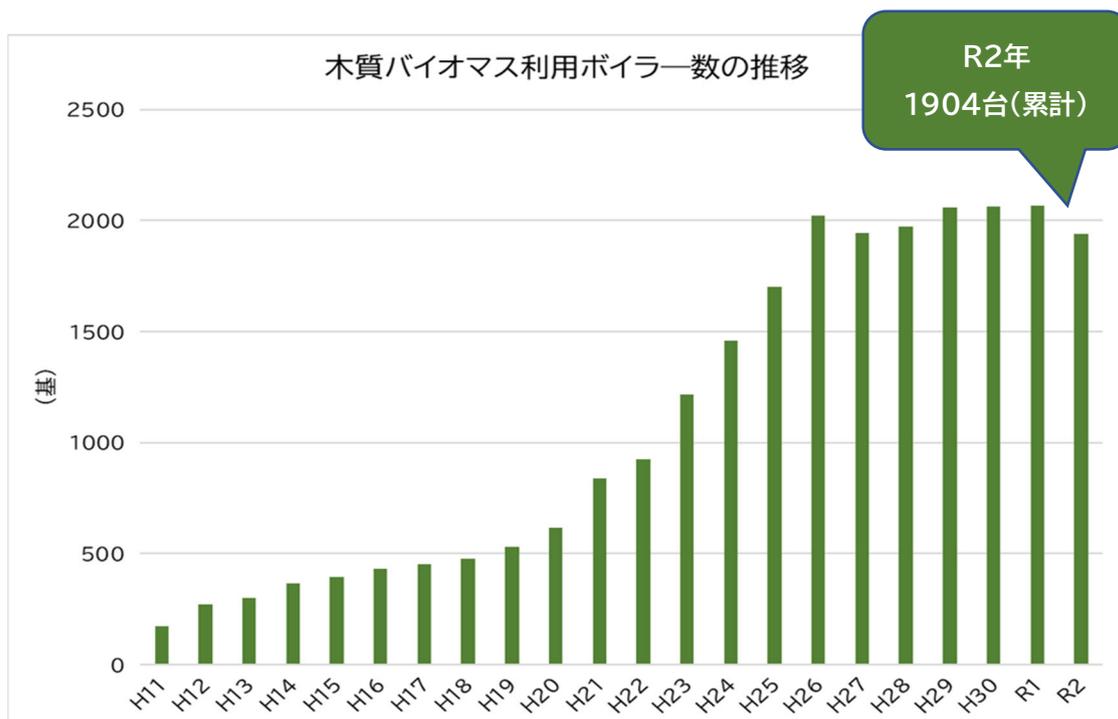


図 11 木質バイオマスボイラーの導入状況

出典：林野庁「木質バイオマスエネルギー利用動向調査」各年版より作成

2) 規模別導入台数

木質バイオマスボイラーの導入台数を出力規模別にみると、100～199 kW が最も多く、その他の階級では、200～299 kW から 500～999 kW が多い。

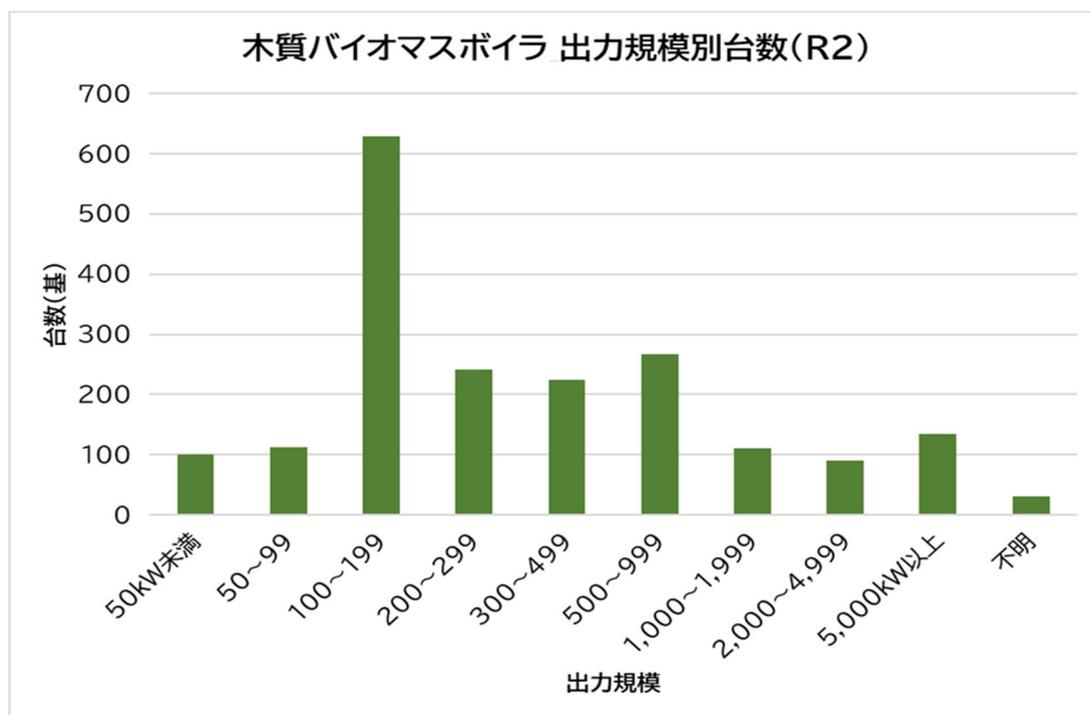


図 12 出力規模別の導入状況

出典：林野庁「木質バイオマスエネルギー利用動向調査」R2年版より作成

3) 業種別・用途別導入状況

また、木質バイオマスボイラー業種別・用途別導入状況を確認すると、業種別の導入台数は、農業（暖房のみ）が最も多く、次いで製材業、木製品製造業（木材の乾燥）が多い。なお、農業利用はハウスの加温が多いため、規模としては小規模が中心となる。

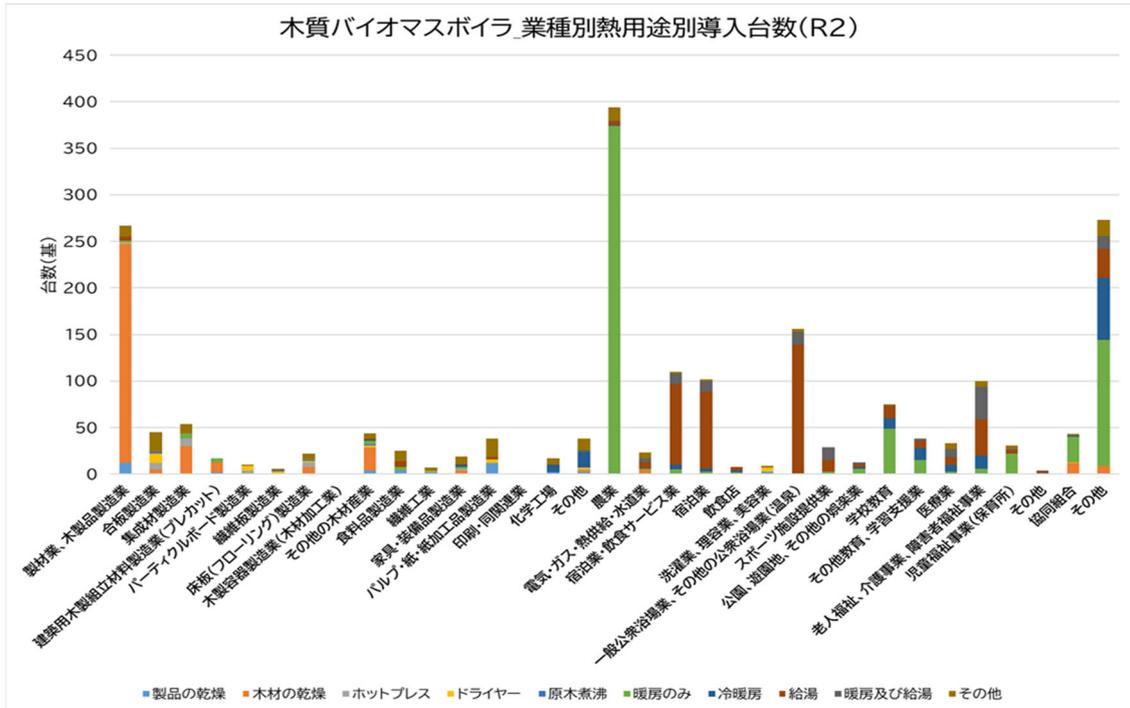


図 13 木質バイオマスボイラー業種別・用途別導入状況

出典：林野庁「木質バイオマスエネルギー利用動向調査」R2年版より作成

【参考】先進的省エネルギー投資促進支援事業④先進事業における木質バイオマスボイラー設備の指定状況

先進的省エネルギー投資促進支援事業④先進事業では、登録された設備・システムが対象となる。

登録には、同制度に規定された設備要件を全て満たすこと、外部有識者により構成された外部審査委員会にて承認を受けることが条件となっている。当該年度の補助案件の募集に先立ち、先進設備・システムの公募情報が行われる。

令和4年度先進的省エネルギー投資促進支援事業では、木質バイオマスを燃料とする技術について9件の技術が登録されている。

表5 先進的省エネルギー投資促進支援事業④先進事業 登録設備・システム
(木質バイオマスに関連するもの)

NO	メーカー名	先進設備・システム名	型番(※)
1	アーク日本株式会社	バイオマスガス化燃焼ボイラー「ガソファイアー」	TA-1200
4	一般社団法人徳島地域エネルギー	準乾燥チップボイラー	eHACK■■■■kW、HACK VR■■■■kW
22	株式会社タクマ	階段式水冷ストーカ炉を採用した熱電併給用ボイラ設備	RPF及び木質チップ発電プラント
23	株式会社WBエナジー	バイオマスボイラー熱供給・自動制御・監視システム	Multifire120 ※出力数値が入る
25	株式会社トーチクイー	貫流式小型バイオマスボイラ	WB18-■■■■■型(400-1500型※蒸気発生量により異なる)
30	株式会社 森の仲間たち	バイオマスガス化燃焼ボイラーおよび温水蓄熱タンク	VITOLIGNO 000-S、WS-000-・HS-000-
32	川崎重工株式会社	KCFB®内部循環型流動床式ボイラ	-
112	三菱重工パワーインダストリー株式会社	カーボンニュートラル燃料に幅広く対応可能な流動層式ボイラー設備	流動層ボイラ(自然循環単胴自立式)
113	矢崎エナジーシステム株式会社	木質ペレット焚取冷温水機	CH-KP30■■-■■■

出典：先進的省エネルギー投資促進支援事業，一般社団法人 環境共創イニシアチブ

※蒸気ボイラーは黄色でマークしているが、プロセス蒸気と自家発電の両方に対応する設備も含まれる。

表 6 先進設備・システム審査における評価項目

① 省エネ技術の先進性

以下のいずれかの評価項目に合致すること。

評価内容	評価項目
革新的な技術	従来技術、原理・方式、材料等と比較して、独自技術・特許技術としての革新性や優位性がある
	従来技術、原理・方式、材料等と比較して、世界初・日本初の技術としての革新性や優位性がある
	生産性の大幅な向上(生産性革命)に資する技術である
	新たな製造プロセスの創出に資する技術である
	新たな制御技術・アルゴリズムを活用した技術である
	余剰エネルギーや副生ガスの活用に関する技術である
	その他、飛躍的な性能の向上、低コスト化等が期待できる技術である
革新的な手法	既存技術を新分野で活用するような手法である
	確立された要素技術を応用するような手法である
	既存技術・設備・システム等を新たな組み合わせで活用するような手法である
	その他、飛躍的な性能の向上を、低コスト化等が期待できる手法である

② 省エネ効果

以下のいずれかの評価項目に合致すること。

評価項目
設備、システム一式あたりの省エネ性能(省エネルギー量・省エネルギー率)が高いこと
工場・事業場単位でみて、大きな省エネ効果が見込まれるものであること
省エネ効果の持続性が高いこと

③ 導入ポテンシャル

以下のいずれかの評価項目に合致すること。

評価項目
導入を想定している対象範囲(分野・業種・事業規模等)及び市場規模が一定規模以上であること
これまでの導入実績及び市場規模に対する市場占有率(台数又は容量等)の推移状況が本事業に適していること
今後、市場占有率の拡大が一定規模以上見込めること
今後の市場占有率拡大見込みを踏まえた省エネルギー量が一定規模以上見込めること

➤ その他の設備要件

先進設備・システムの①から③の要件に加え、以下の設備要件を全て満たしていること。

出典：令和4年度 先進的省エネルギー投資促進支援事業，一般社団法人 環境共創イニシアチブ <https://sii.or.jp/cutback04/>

製造会社情報 (コンソーシアムの場合は、幹事社)	
設備/システム名	貫流式小型バイオマスボイラ
型番	WB18-■型 (400-1500型は蒸気発生量により異なる)
会社名	株式会社トーテック
会社所在地	広島県山県郡北広島町蔵道225-1
会社HPページURL	—
製品紹介ページURL	—

製品についてのお問い合わせ先	
連絡先	株式会社トーテック 専務取締役 樋口 満留 TEL: 082-829-5553 E-mail: AEL04767@tifty.com

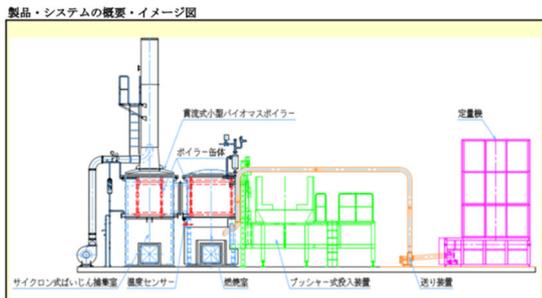
登録設備情報			
購入可能な主な業種・分野	A. 農業、林業	E. 製造業	
購入対象となる分野・プロセス	蒸気式木材乾燥機 蒸気を多く使用する機器		
購入事例の省エネルギー量 (原油換算: kJ)		47	kJ/年
工場・事業場当たりの想定省エネルギー率		37.6	%
設備・システム当たりの想定省エネルギー率		62.5	%
購入事例における費用対効果 (年間)		10.3	kJ/平方メートル
1台又は1式当たりの想定導入価格 (参考)		46,000,000	円
保守・メンテナンス等の年間ランニング費用		1,200,000	円/年

製品・システムの概要

本設備は木質バイオマスを燃料にした小型貫流式蒸気ボイラです。燃焼室・ボイラー缶体及びサイクロン式ばいじん捕集室で構成されます。木質バイオマスが燃料ですので、木質バイオマスの燃焼技術・大気汚染防止技術・安全対策・耐久性及び経済性を重視して設計しています。

本設備の特徴

- 燃焼温度自動制御：定量機から連続的に投入し燃焼させる時、設定した温度で燃焼するよう定量機から供給される木質燃料の量をインバーター制御する。
- ボイラーの運転資格は特別教育(1.5日程度の講習)を受けることで取得可
- ボイラー検査：事業者による定期自主点検で良く、安価で休止時間が短い
- ボイラー缶体の表面に炭などが付着しにくく、缶体掃除は不用
- 燃焼温度が一定しているため、高温燃焼による耐火物の損傷が少ない



従来設備の灯油消費量 = 80.0kL/年
 代替可能なエネルギー量
 = 80.0kL/年 × 15時間/24時間 = 50 kL/年
 本設備導入後の灯油消費量
 = 80.0kL/年 - 50 kL/年 = 30.0kL/年
 省エネルギー量(原油換算)
 = 50.0 (kL/年) × 36.7(GJ/kL) × 0.0258(kL/GJ)
 = 47.3 (kL/年)
 省エネ率 = 50.0 kL ÷ 80.0 kL × 100
 = 62.5 %

令和4年度「先進的省エネルギー投資促進支援事業費補助金」先進事業における『先進設備・システム』公開用概要書より

図 14 平成 4 年度 先進設備・システム登録技術の公開用概要書の例

出典：令和 4 年度 先進的省エネルギー投資促進支援事業，一般社団法人 環境共創イニシアティブ <https://sii.or.jp/cutback04/>

図 15 先進的省エネルギー投資促進支援事業 先進事業の公募資料

出典：令和 4 年度 先進的省エネルギー投資促進支援事業，一般社団法人 環境共創イニシアティブ <https://sii.or.jp/cutback04/>

2.6. 木質燃料市場の現状

現在、国内で発生する木質バイオマス燃料には、森林由来の間伐材・林地残材、製材工場から発生する製材端材・樹皮など、木材製品として利用されたのちに廃棄の段階で発生する家屋解体材などの建設副産物（廃棄物として処理されたものは建設資材廃棄物ともいう）、公園や道路の維持管理、農業系などの剪定枝等がある。

また、このほか、一部海外から輸入されたチップや木材を加工したものもあるが、これらは現状、FIT 電源をはじめとする発電用に利用されているものが多い。

産業用蒸気ボイラーで利用される燃料も基本的には発電用と大きく品質面で異なることはないため、産業用途で燃料を調達しようとする木質バイオマス燃料は同じ市場から調達することになる。

ヒアリング等でも特に燃料の調達安定性リスクについては需要先となる企業やボイラーを販売するボイラーメーカーなど様々な主体において懸念される点として挙げられており、産業用熱利用において木質バイオマスの導入拡大を図る上では大きな課題の一つと考えられる。

この項では、国内の木質燃料の利活用の状況について概観する。

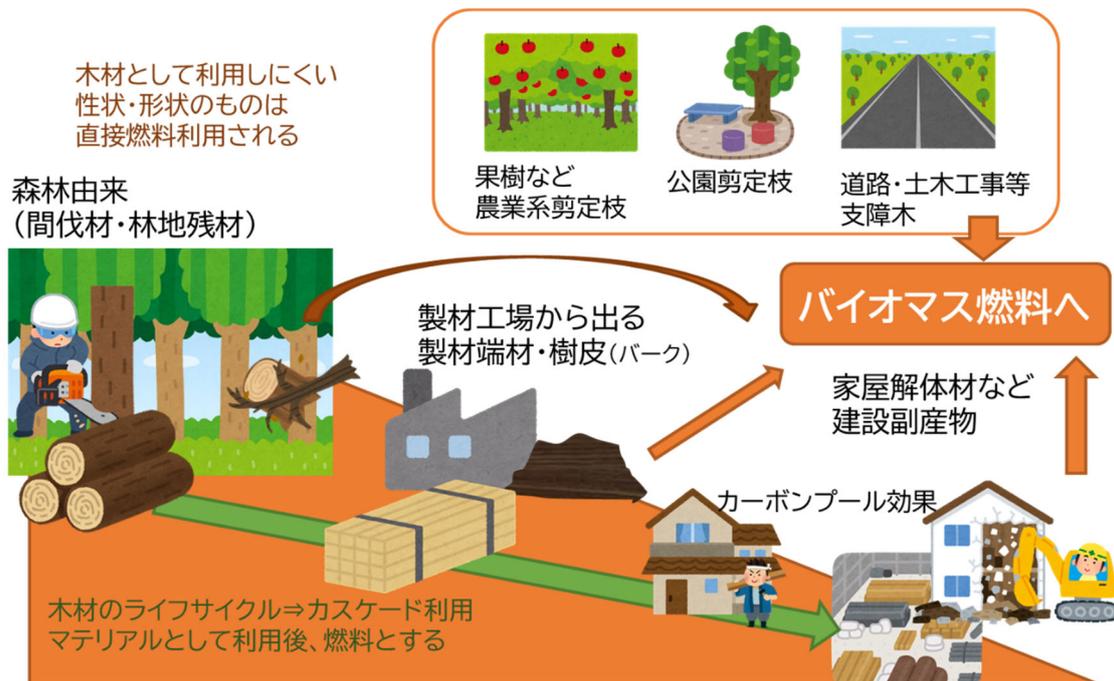


図 16 木質資源の発生とカスケード利用

出典：日本木質バイオマスエネルギー協会作成

1) 木質バイオマス（チップ）由来別利用量

令和3年木質バイオマスエネルギー利用動向調査によると、全国で燃料として利用された木材チップは10,693千絶乾tであった。

内訳としては、間伐材・林地残材等に由来するものが38%と最も多く、次いで建設資材廃棄物に由来するものが37%。製材等残材由来のものが17%輸入チップ4%、先以外の木材（剪定枝等）4%、輸入丸太を用いて国内で製造したものが0%であった。

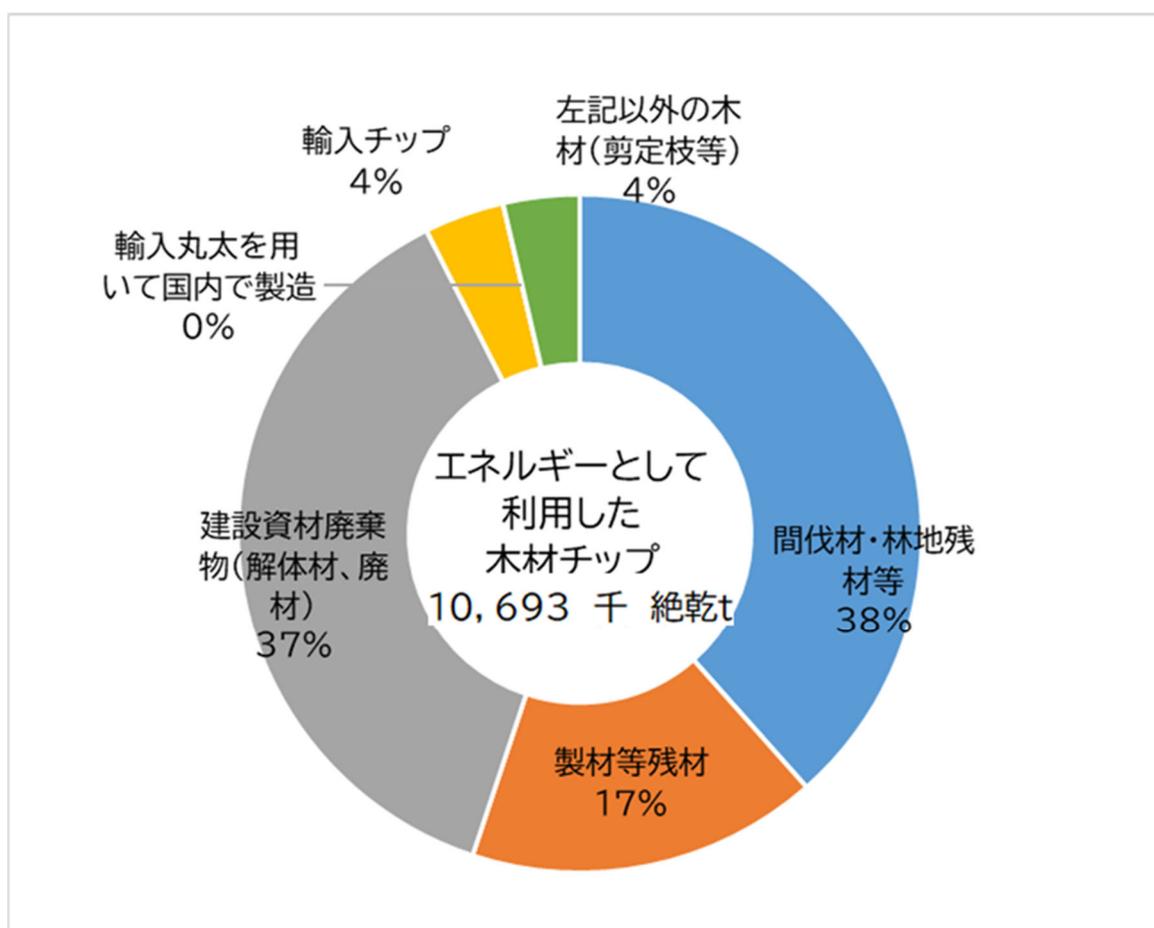


図 17 エネルギーとして利用した木材チップの由来

出典：令和3年 木質バイオマスエネルギー利用動向調査 に基づき作成

2) 木材チップの由来別用途

木質バイオマス燃料（チップ）の由来別に用途を確認すると、発電所で利用（発電機のみを所有する事業所で使用されたもの）は全体の 67%を占め、熱電併給（発電機及びボイラーの両方を所有する事業所で使用されたもの）は 21%、熱利用（ボイラーのみ所有する事業所で使用されたもの）は 12%と、発電所で利用されているものが多いとみられる。

由来別では、間伐材・林地残材等、輸入チップ、左記以外の木材では発電所で利用されたものの割合が高い。製材等残材では熱利用・熱電併給の割合が最も高く、建設資材廃棄物では発電のみ 55%、熱利用・熱電併給の割合が 45%であった。

2000 年以降、製紙会社や製材会社などの自社工場内の副産物として木質資源が発生する産業以外でも、セメント会社、鉄鋼業、化学工業などエネルギー多消費型産業において、安価に調達できる建設資材廃棄物由来の木質バイオマス燃料が自家発やプロセス蒸気等熱源として利用されてきたことが背景にあると考えられる。

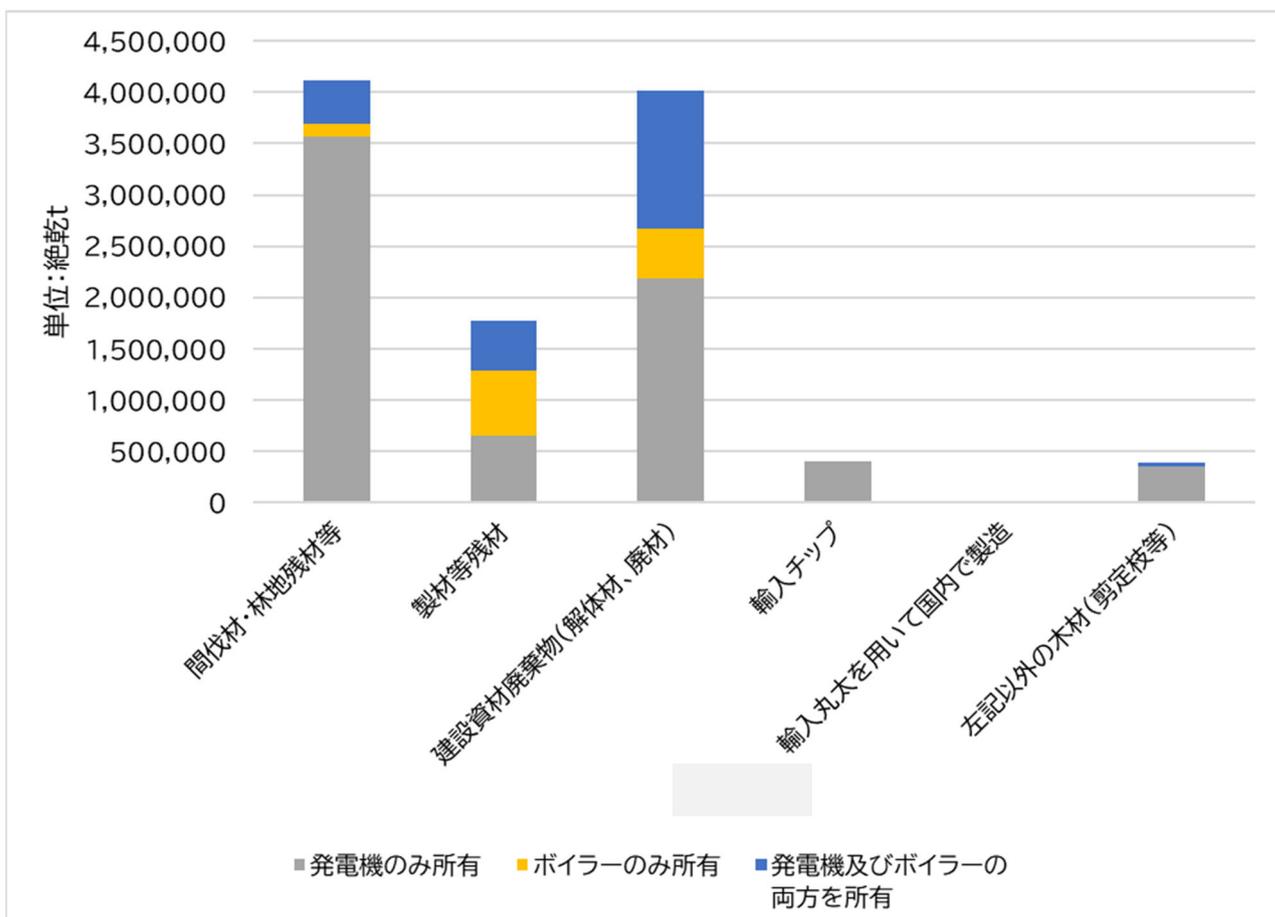


図 18 事業所における利用機器の所有形態別木材チップの由来別利用量

出典：令和 3 年 木質バイオマスエネルギー利用動向調査 に基づき作成

3) 都道府県別木質バイオマス（チップ）利用

木質バイオマスの利用状況を都道府県別・由来別に示す。

林業生産の状況に関わらず、全国各地域で木質バイオマスの利用が広がりを見せているが、由来別の情報と併せてみていくと、間伐材・林地残材等由来の燃料材利用量は北海道、東北地方、九州地方において顕著であり、他の地方では、個別の都道府県により利用量に差がみられる。

建設資材廃棄物は大都市圏とその周縁に存在する都道府県に多い傾向があり、これは解体材等の発生が住宅数に比例すること、また東京など首都圏では発生した解体材が都道府県境を超えて、比較的地価の安い近隣の都道府県の間処理業者が受け入れていることが背景となっている。また、茨城県、神奈川県、千葉県、静岡県山梨県などで建設資材廃棄物の利用が多いのも同様の背景があると考えられる。

木質バイオマス燃料の利用量とその由来には地域による違いが大きい。発電所は条件に合致する地域を探して立地することができるが、産業ユーザーが既存の工場等で木質バイオマスを利用しようする場合には、燃料を求めて工場を動かす、という行動は考えにくく、現在、工場の立地する環境において使用燃料を調達する必要がある。

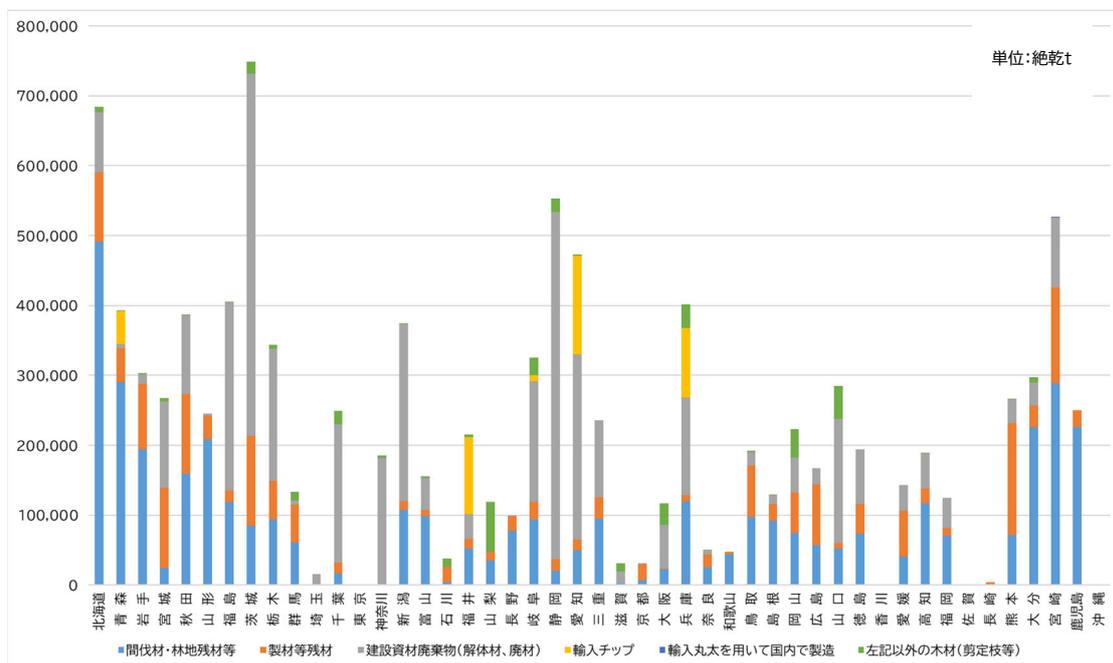


図 19 木材チップの都道府県別・由来別利用量

出典：令和 3 年 木質バイオマスエネルギー利用動向調査 に基づき作成

4) 建設資材廃棄物の状況

土木・建築工事等から発生する建設副産物のうち、建設発生木材（木質バイオマスエネルギー需給動向調査統計では、建設資材廃棄物と区分されている）については、現状再資源化率が非常に高い水準にあり、建設発生木材は場外搬出量の87%が再利用（再生品化）されている。建設発生木材のリサイクル先は、バイオマス発電の燃料用が64%を占め、残りは堆肥用12%、家畜敷料用6%、そのほか、ボード、製紙用など等マテリアル用となっている。

2.6 ② 木材チップの由来別用途で確認したとおり、建設発生木材由来の燃料の55%が発電のみに用いられ、残りは熱電併給設備、熱利用設備で利用されている状況である。

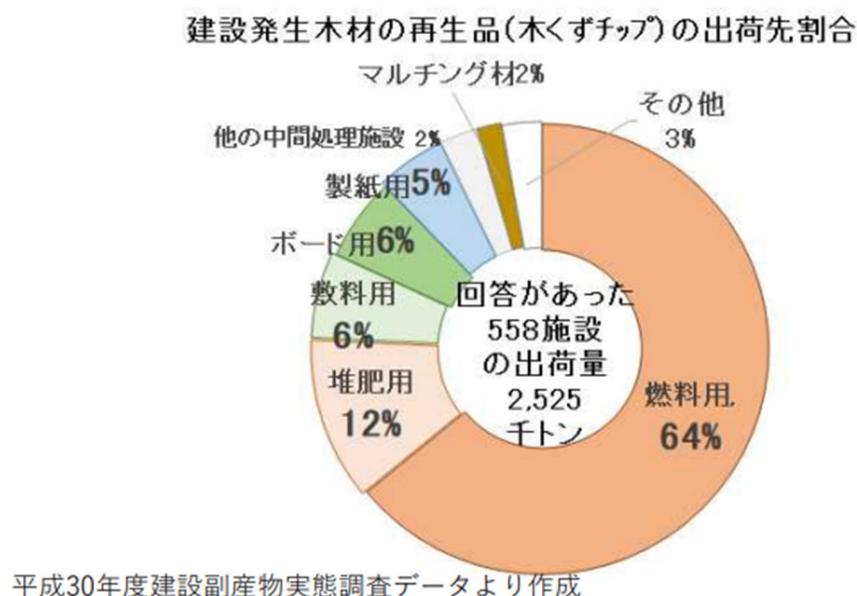


図 20 建設発生木材の再生品の出荷先割合

出典：「建設リサイクル推進計画 2020」（案）～「質」を重視するリサイクルへ～（参考資料）,国土交通省

こうした状況から、令和2年9月に策定された「建設リサイクル推進計画2020」（国土交通省）では、「再生品の6割以上を占めるバイオマス発電の燃料用需要は将来的にも現状と同程度の見込み。マテリアル利用も用途が多岐にわたっており、需要量が一斉に減少することは想定し難い」として、「建設発生木材のリサイクルに関しては、現計画で一定の効果を発揮していることから、新たな施策立案は実施しない」とされている。

同推進計画では、建設発生木材の再資源化・縮減率の2024年度の達成基準値（目標値に変わるものとして設定）として「97%以上」と設定されているが、2018年実績値

として既に 96.2%となっており、現状においてほぼ達成状況にある。

表 7 建設発生木材の再資源化・縮減率の実績値と 2024 年達成基準値

建設リサイクル推進計画2020の達成基準値				
品目	指標	2018 目標値	2018 実績値	2024 達成基準
アスファルト・コンクリート塊	再資源化率	99%以上	99.5%	99%以上
コンクリート塊	再資源化率	99%以上	99.3%	99%以上
建設発生木材	再資源化・縮減率	95%以上	96.2%	97%以上
建設汚泥	再資源化・縮減率	90%以上	94.6%	95%以上
建設混合廃棄物	排出率※1	3.5%以下	3.1%	3.0%以下
建設廃棄物全体	再資源化・縮減率	96%以上	97.2%	98%以上
建設発生土	有効利用率※2	80%以上	79.8%	80%以上

(参考値)

品目	指標	2018 目標値	2018 実績値	2024 達成基準
建設混合廃棄物	再資源化・縮減率	60%以上	63.2%	—

※1:全建設廃棄物排出量に対する建設混合廃棄物排出量の割合

※2:建設発生土発生量に対する現場内利用およびこれまでの工事間利用等に適正に盛土された採石場跡地復旧や農地受入等を加えた有効利用量の割合

3

出典:「建設リサイクル推進計画2020」(概要),国土交通省

また、こうした再資源化率が高い状況において、建設発生木材について不正処理や不法投棄事案は、2005年以降、大型不法投棄事案の新規判明を除くと、件数・量とも顕著な減少傾向を示している。

建設リサイクル法が施行され分別処理が定着したということに加え、全国的にバイオマス発電所が普及しリサイクルチップの「出口」となり、循環利用の流れができたことも一助となったと考えられる。

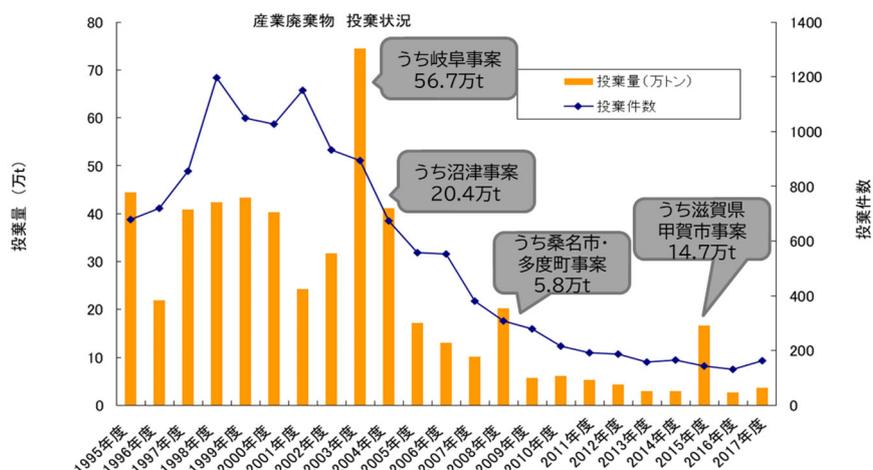


図 21 産業廃棄物（木くず）の投案件数と投棄量の推移

出典:産業廃棄物の不法投棄の状況について,環境省 各年度版に基づき作成

5) 建設資材廃棄物由来の資源の今後の見通し

将来的に、産業用熱利用における木質バイオマスの利用を拡大していくにあたり、建設資材廃棄物由来の燃料が増加する可能性があるのかについて、同資源の再資源化とその利活用において主導的な役割を持つ団体からのヒアリングを実施した。

2 団体いずれも、将来の見通しとして建設資材廃棄物の総量自体が減少するとの見方を示している。

(1) 全国木材資源リサイクル協会連合会

1992 年 連合会設立(地域協会は 1985 年)された団体で、会員数 正会員 6 社 賛助会員 18 社(各地域連合会 会員数 234 社)で構成されている。

対象とする資源は建築廃棄物(家屋解体材やダム、土木工事等)が中心で、会員企業は主に発電向け燃料、製紙原料、繊維板原料などを取り扱う。

同連合会では、需給情報の把握、共有を行い、また独自の燃料品質管理規格を持つなど健全なリサイクルの推進のために積極的な活動を行っている。

新規の燃料調達への相談は連合会では直接受けておらず全国各支部において会員企業間の連携を通じた調整を実施している。

今後の見通しとしては「住宅解体や工事に伴い発生するため景気動向や社会情勢に影響を受ける。近年、1 軒の解体現場から出る木質廃棄物量は低下傾向にある。(新建材の割合増加)」とのことで、今後、発生源となる建設資材廃棄物自体の増加は見込めず、長期的には減少する傾向にあるとの見方を示した。それにより「追加の需要にこたえるだけの余力はないと考えている。」とのことであった。

(2) 日本樹木リサイクル協会

2004 年特定非営利活動法人 認可(1997 年に任意団体として設立)された団体で、会員数 115 社(2022 年 6 月)で構成されている。

対象とする資源は、建設廃棄物由来の木質資源(土木工事由来生木系、支障木、造園剪定枝等)であるが、「生木系」と呼ばれる、工事現場等で発生する伐採木や剪定枝などを多く取り扱っているところに特徴がある。用途は主に発電向け燃料であるが、各会員企業ではたい肥化に力を入れており、地域農業への供給だけでなく、自社で農業、造園業などを営み、たい肥を活用している事業者もあり、優良なたい肥製造に関する勉強会や燃料製造、品質管理等の啓発も行っている。

新規の燃料調達への相談は各地域の幹部企業が受けており、地域内の需給については幹部企業が中心となって情報共有を行っている。

今後の見通しについては、「当協会の会員はもともと生木系(土木残材や支障木系)が多いが、いわゆる解体材の取扱い割合は減少傾向」と発生傾向については全国木材資源

リサイクル協会連合会と同じ意見であった。また新規に大口の需要が増加することについては「取引が大量になるほどむしろ燃料コスト的には高くなる傾向になる。そうした点は、産業系のユーザーにとって、通常の調達とは異なるため戸惑う部分なのではないか。」と、他の燃料とは異なる傾向を持つ木質燃料の調達が産業系のユーザーとの取引において障害となる懸念が示された。

表 8 建設資材廃棄物由来燃料を扱う 2 団体からのヒアリング結果

ヒアリング先	全国木材資源リサイクル協会連合会	日本樹木リサイクル協会
団体概要	1992年 連合会設立 (地域協会は1985年) 会員数 正会員6社 賛助会員18社 (各地域連合会 会員数 234社)	2004年特定非営利活動法人 認可 (1997年に任意団体として設立) 会員数 115社(2022年6月)
取扱い燃料	建築廃棄物由来の木質燃料 (家屋解体材等)主に発電向け、製紙原料、織 維板原料など	建設廃棄物由来の木質燃料(土木工事由来生木 系、支障木、造園剪定枝等)主に発電向け燃料、 たい肥など
同団体の役割	・全国支部ごとに会員間の連携を通じた調整 ・需給情報の把握、共有	・会員への情報提供、普及啓発活動 ・実際の需給調整は各支部の幹部企業による調 整
FITガイドライン認定 団体	○	○
今後の需要拡大への 対応	住宅解体や工事に伴い発生するため景気動 向や社会情勢に影響を受ける。 近年、1軒の解体現場から出る木質廃棄物量 は低下傾向にある。(新建材の割合増加) 追加の需要にこたえるだけの余力はないと考 えている。長期スパンで考えると発生量の総 量は増えないだろう。	当協会の会員はほとんど生木系(土木残材や支 障木系)が多く、いわゆる解体材の取扱い割合は 減少傾向。各地域でそれぞれ調整することにな るが、取引が大量になるほどむしろコスト的には 高くなる傾向になる。そうした点は、産業系のユ ーザーにとって、通常の調達とは異なるため戸 惑う部分なのではないか。

出典：ヒアリング記録に基づき作成

6) 森林由来燃料の利活用動向

将来的に、産業用熱利用における木質バイオマスの利用を拡大していくにあたり、森林由来の燃料が増加する可能性があるのかについて、広域で森林由来の木材資源について流通仲介、需給調整を行っている団体からのヒアリングを実施した。

(1) ノースジャパン素材流通協同組合

ノースジャパン素材流通協同組合（以下、NJ 素流協）、平成 15 年 4 月に設立された団体で、組合員数は 212 名（令和 4 年 11 月 16 日現在）で構成されている。

NJ 素流協では、「3 つの理念「A～D 材まですべてを活用する」「組合員ファーストを理念とする」「ギブ・アンド・ギブに徹する」のもと、組合員である素材生産業者、素材生産団体、森林組合等が生産した素材の共同販売を実施している。

共同販売の仕組みにより、広域での需給調整や生産された素材の状態・品質等ごとに最も最適な販売先の選択が可能となる。NJ 素流協が小規模な素材生産を行う会員を取りまとめ太いロットとすることで素材の購入力を持つ大口需要先に対してもバーゲニング・パワーを発揮することで、生産側・調達側双方に利益のある取引の実現が可能となっている。

現在、東北・北海道を活動エリアとしている。需要先とは”協定”を最初に締結する。以降の取引では、NJ 素流協の調整・仲介の元、会員から需要先への納品→NJ 素流協による請求（同月末）→需要先から NJ への支払い（翌月末）→会員への支払い（NJ 素流協への支払い後 5 日）という流れで取引が行われている。

毎月、各会員に供給可能な樹種・量などの情報を確認し、供給先（合板・集成材・燃料）とマッチング。実際に現場で出る材の仕分け・輸送は会員が自ら行う。地域内で供給が不足するときには NJ 素流協が「国有林材のシステム販売」を活用し、需要者に安定的に供給する仕組みを持つ。また、需要がだぶつく場合には、広域での調整量だけでなく、材の種類に需給のミスマッチがある場合、需要間の調整も行っている。

今後の見通しとしては、再造林・育林と伐採のバランスを考慮しつつ大幅な増産ではなく、現在使われていない資源を利用可能とすることで伐採量を増加させずとも燃料材の供給量を増加させる可能性が示された。

「現状、立木の幹材積を 100 とすると約 5 割が A、B 材として流通し残り 3 割が C、D 材という状況である。2 割程度の林地残材が使われておらず、有効活用できれば」燃料材の増加が見込まれるが、現在主流の「フォワーダを用いる間伐施業を前提とした生産システム」から、「タワーヤードで全木集材を行うなど枝条やタンコロが林道わきに集め、移動式チップで加工しチップで直接供給できる仕組み」に更新し、燃料需要者との契約も原木納入ではなくチップでの納入を可能とする考えが示された。

課題としては、「現地チップ化のため、燃料の水分が高い状態になる」ということで

あり、価格体系の調整、高水分チップの水分調整などについて検討する必要があるとのことであった。



図 22 ノースジャパン素材流通協同組合の素材流通フロー図
 出典：持続可能な森林経営の実現,ノースジャパン素材流通協同組合

3. 産業用エネルギー需要をめぐる新たな動き

3.1. 政策的な動き

1) クリーンエネルギー戦略における需要対策

2050年カーボンニュートラルが宣言され、2030年度温室効果ガス排出量46%削減という野心的な目標に向け、国内GHG排出量の85%を占めるエネルギー起源CO₂の削減が急務となっている。

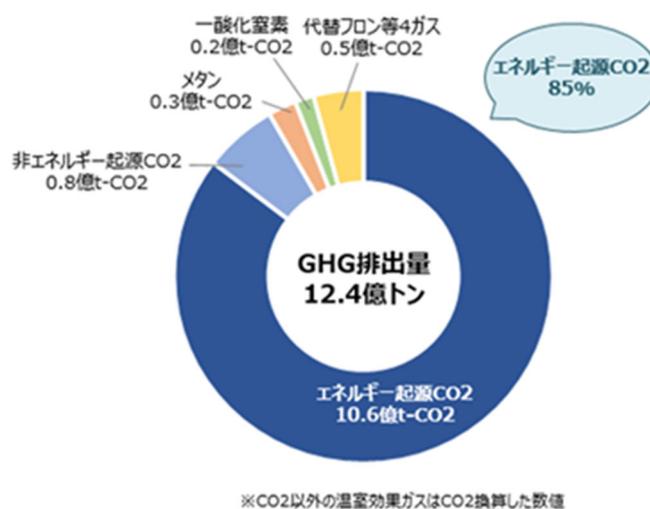


図 23 日本の GHG 排出量とエネルギー起源 CO₂

出典：「カーボンニュートラル」って何ですか？（前編）～いつ、誰が実現するの？,2021年02月16日,経済産業省

こうした中、グリーン成長戦略、エネルギー基本計画、地球温暖化対策計画、パリ協定に基づく成長戦略としての長期戦略が策定されてきたが、新たに「クリーンエネルギー戦略」が議論されている。

クリーンエネルギー戦略においては、成長が期待される産業ごとの具体的な道筋、需要サイドのエネルギー転換、クリーンエネルギー中心の経済・社会、産業構造の転換、地域・くらしの脱炭素化に向けた政策対応などについて整理することとされている。

同戦略では、産業分野は需要サイドのエネルギー構造転換の担い手として「エネルギーを起点とした産業のGX」を進めることとされており、「水素・アンモニア」という次世代エネルギーの導入方向性が示されている。

「世界では、GXに向けた取組の成否が、企業・国家の競争力に直結する時代に突入」（クリーンエネルギー戦略検討合同会合事務局）と言われる中で、非化石化への着実なシフトが我が国の資源エネルギー政策における大きな課題となっている。

2) クリーンエネルギー戦略における産業用エネルギーの非化石化

産業用熱エネルギー源としては、水素・アンモニアが大規模需要を満たしうる非化石エネルギー源として大規模生産・インフラ整備によるサプライチェーン構築に向けたロードマップが策定されている。

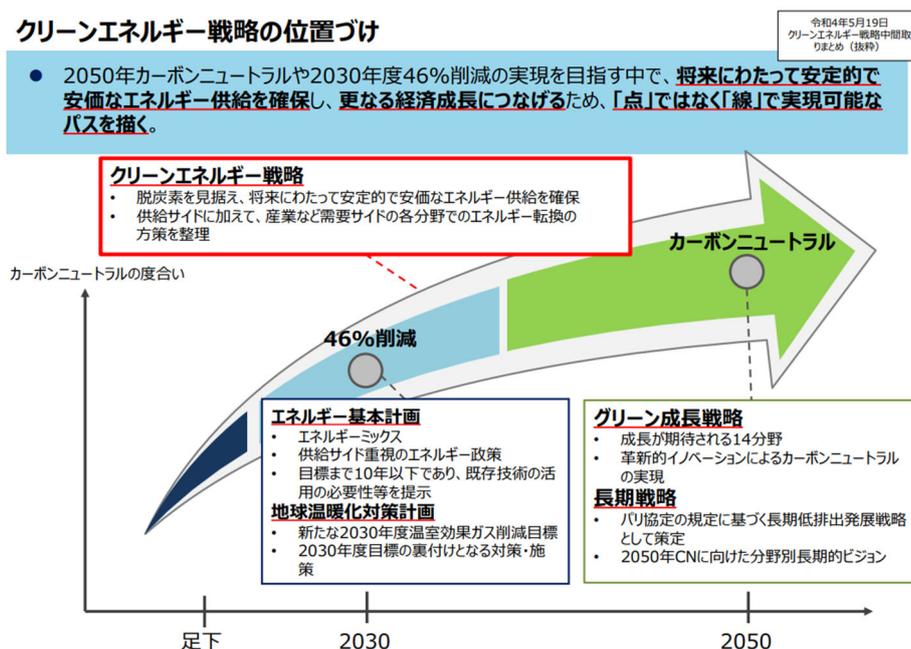


図 24 クリーンエネルギー戦略

出典：資源・燃料政策の現状と今後の方向性,令和4年7月,資源エネルギー庁

2025年頃までの期間は特に集中的な取組により制度整備が推進されることとなっているが、化石燃料を原料とせず生産時の環境負荷が低い、いわゆる「グリーン水素」の確保は課題が多く、サプライチェーン構築により国内各地域で利用可能となるまでには一定の時間を要すると考えられる。そのため、利用可能な技術を用いた「トランジション」による効果的な移行が望まれる。

現在の想定としては、化石燃料に依存する現在の状況から、自家発電、熱利用分野のトランジション期に適応する脱炭素技術として「水素・アンモニア・バイオマス」が挙げられている。サプライチェーン構築や技術開発など実用化までに時間を要する水素・アンモニアに対し、現状技術で利用できるため、より早期の着手が可能なバイオマスへの期待が高まる状況にあるといえる。

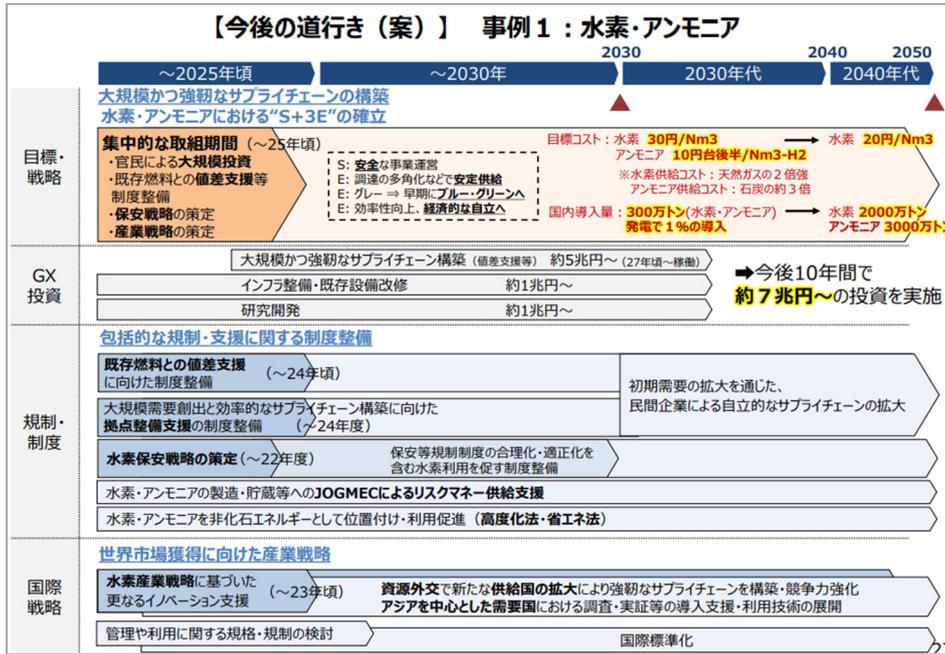


図 25 水素・アンモニア導入のロードマップ案

出典：クリーンエネルギー戦略中間整理を踏まえたGXの実行推進に向けて、令和4年11月14日、クリーンエネルギー戦略検討合同会合事務局

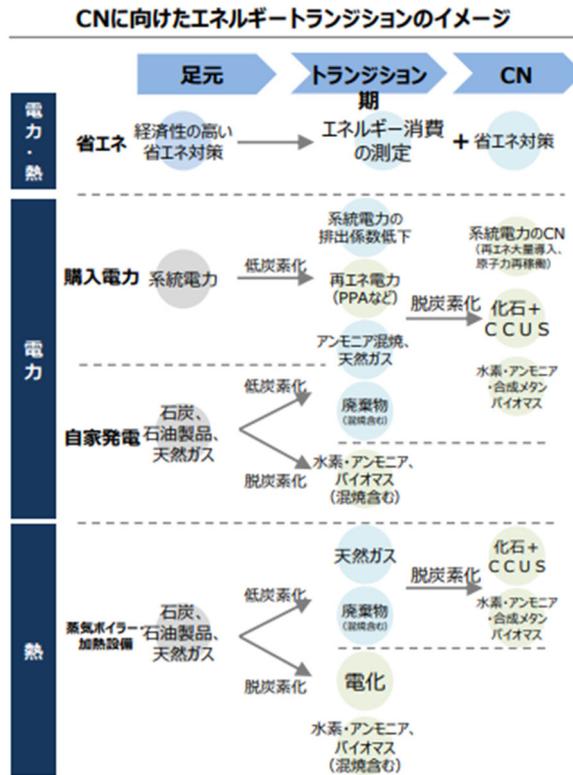


図 26 カーボンニュートラルに向けたエネルギー転ジションのイメージ

出典：資源・燃料政策の現状と今後の方向性、令和4年7月資源エネルギー庁

3) 省エネ法による脱炭素・非化石化への転換

2020年10月の「2050年カーボンニュートラル宣言」では、2050年のGHG排出量実質ゼロを目指すこと、また、バックキャスト的に2030年には46%削減という意欲的な目標が示された。この中で、エネルギー関連のGHGは主要な目標の1つとなっている。

それに伴い、エネルギーの使用の合理化等に関する法律（以下、省エネ法）が改正され、徹底した省エネ強化と需要サイドにおける再生可能エネルギー等の非化石エネルギーへの転換促進などの対策強化と、エネルギー管理の強化が盛り込まれた。

省エネルギー小委員会では、2021年2月～6月にかけて計6回にわたり、2050年カーボンニュートラルの実現に向けた需要サイドの取組について議論を進められ、省エネルギー小委員会等での議論を踏まえ、「第6次エネルギー基本計画」（2021年10月22日閣議決定）では、需要サイドでの非化石エネルギーの導入拡大について、省エネ法の改正を視野に制度的対応の検討を行うことが記載されている。

2022年5月13日 第208回通常国会で改正省エネ法が成立し、2023年4月1日から施行されることとなった。

改正省エネ法では大きく3つの改正事項が予定されているが、特に以下の2つの事項は、産業用蒸気利用における木質バイオマスに直接影響があると考えられる。

- ①使用の合理化の対象の拡大 【エネルギーの定義の見直し】
- ②非化石エネルギーへの転換に関する措置 【新設】

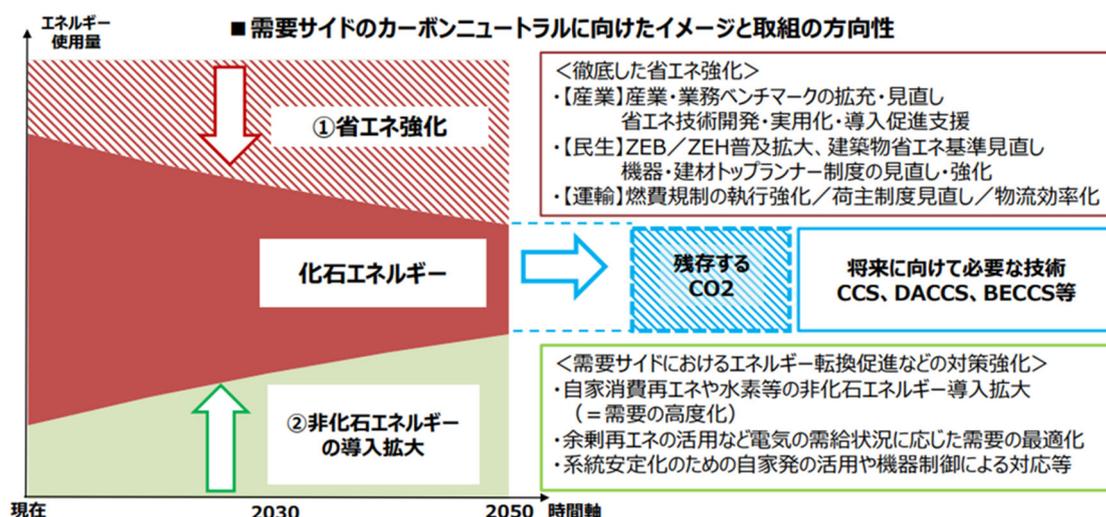


図 27 需要サイドのカーボンニュートラルに向けたイメージと取組の方向性

出典：今後の省エネ法について、第36回 総合資源エネルギー調査会 省エネルギー・新エネルギー分科会 省エネルギー小委員会、資源エネルギー庁

省エネ法的主要見直し事項

① 使用の合理化の対象の拡大【エネルギーの定義の見直し】

- 「エネルギー」の定義を拡大し、非化石エネルギーを含む全てのエネルギーの使用の合理化を求める枠組みに見直す。
- 電気の一次エネルギー換算係数は、全国一律の全電源平均係数を基本とする。

② 非化石エネルギーへの転換に関する措置【新設】

- 特定事業者等に対し、非化石エネルギーへの転換に関する中長期計画及び非化石エネルギー利用状況等の定期報告の提出を求める。
- 系統経由で購入・調達した電気の評価は、小売電気事業者別の非化石電源比率を反映する。

③ 電気需要最適化に関する措置【電気需要平準化規定の見直し】

- 電気の需給状況に応じて「上げDR」・「下げDR」を促すため、電気の一次エネルギー換算係数の設定などにより、再エネ出力制御時への需要シフトや需給逼迫時の需要減少を促す枠組みを構築する。
- 電気事業者に対し、電気需要最適化に資する料金体系等の整備を促す枠組みを構築する。（現行の需要平準化に資する料金体系の整備に関する計画の作成等の義務の見直し）
- エネルギー消費機器（トランナー機器）等への電気需要最適化に係る性能の向上の努力義務（現行の需要平準化に資する性能の向上の見直し）

図 28 省エネ法における 3 つの改正事項と非化石エネルギー

出典：今後の省エネ法について、第 36 回 総合資源エネルギー調査会 省エネルギー・新エネルギー分科会 省エネルギー小委員会、資源エネルギー庁

(1) 使用の合理化の対象の拡大【エネルギーの定義の見直し】、

これまで、省エネ法における“エネルギー”は主に「化石エネルギー」と定義されており、同法における報告対象として再生可能エネルギーは投入エネルギーとしてカウントされなかった。本改正によって使用エネルギーの対象となった。

これは、「エネルギー」の定義を拡大し、全てのエネルギーの使用合理化を進める方針によるもので、再生可能エネルギー＝化石燃料の削減という単純な評価から、再生可能エネルギー自体を効率的に利用するという評価に移行していくという方向性がしめされたとも言える。

とはいえ、現状においてエネルギー変換効率面で劣る非化石燃料が化石燃料に劣後することがないように、水分の含有量・発生量が比較的多いバイオマスやアンモニアを念頭に、エネルギーの使用の合理化において非化石燃料に乗じる補正係数の値は 0.8 とすることで検討されている。

(2) 非化石エネルギーへの転換に関する措置 【新設】

「非化石エネルギーへの転換」の措置として、エネルギーの使用の合理化等の定期報告を求めている大規模需要家に対して、非化石エネルギーへの転換に関する中長期計画及び定期報告の提出を義務化、目標に向けた取組を踏まえ、必要に応じて、指導・助言を行う。また、非化石エネルギーへの転換状況が著しく不十分であると認められる場合、関連する技術の水準や非化石エネルギーの供給の状況等を勘案した上で、勧告や公表を行う、という案が検討されている。

また、事業者の取組を促進し非化石エネルギーへの転換を促す観点から、優良な事業者の評価や、予算措置等による支援も強化することが予定されている。

4) 改正省エネ法による補助要件の変更

また、省エネ法改正を受けて、令和5年2月に公募された「令和4年度（補正）先進的省エネルギー投資促進支援事業」から、非化石化による効果が補助要件に追加されている。また、同時に、「非化石転換の場合も増エネ設備は認めない」という条件が付記され、同補助金枠において導入する非化石燃料についても、効率的な使用を求めるものとなっている。

表9 先進的省エネルギー投資促進事業の事業区分と木質バイオマスの適用
従来、木質バイオマス蒸気ボイラーが適用されていた枠

事業区分	① 先進事業	② オーダーメイド型事業	③ 指定設備導入事業	④ エネルギー需要最適化対策事業
事業要件	外部審査委員会において、以下の先進性が認められた設備・システムを支援。 ①導入ポテンシャル ②技術の先進性(非化石転換等) ③省エネ効果	機械設計が伴う設備又は事業者の使用目的や用途に合わせて設計・製造する設備等(オーダーメイド型設備)の導入を支援。	予め定められたエネルギー消費効率等の基準を算出し、補助対象設備として登録及び公表した指定設備を導入する事業。	事前登録されたエネマネ事業者と「エネルギー管理支援サービス」を契約し、EMSを用いてエネルギー使用量を計測することで、より効果的に省エネルギー化及びエネルギー需要最適化を図る事業。
省エネルギー効果の要件 [※]	申請単位において、原油換算量ベースで以下いずれかの要件を満たす事業 ①省エネ率+省化石割合増加率30%以上 ②省エネ率+省化石使用量1,000M以上 ③エネルギー消費量削減率15%以上(注) <small>※複数の対象設備(注①②)を組み合わせて申請する場合、各設備の省エネ効果の合算値で上記要件を満たすこと ※省化石転換の場合も増エネ設備は認めないこととする。</small>	申請単位において、原油換算量ベースで以下いずれかの要件を満たす事業 ①省エネ率+省化石割合増加率10%以上 ②省エネ率+省化石使用量700M以上 ③エネルギー消費量削減率7%以上(注) <small>※複数の対象設備(注①②)を組み合わせて申請する場合、各設備の省エネ効果の合算値で上記要件を満たすこと ※省化石転換の場合も増エネ設備は認めないこととする。</small>	予め定められたエネルギー消費効率等の基準を満たした設備を導入すること <small>①エネルギー投資 ②省エネ率 ③省化石割合 ④省化石使用量 ⑤エネルギー消費削減率 ⑥省エネ率+省化石割合 ⑦省エネ率+省化石使用量 ⑧省エネ率+省化石削減率 ⑨省エネ率+省化石削減率+省エネ率+省化石使用量 ⑩省エネ率+省化石削減率+省エネ率+省化石使用量+省エネ率+省化石削減率+省エネ率+省化石使用量</small>	申請単位で、「EMSの制御効果と省エネ診断等による運用改善効果」により、原油換算量ベースで省エネルギー率2%以上を満たす事業
補助対象経費	設備費、設計費、工事費	設備費、設計費、工事費	設備費	設備費、設計費、工事費
補助率	中小企業者等	1/2以内 <small>※投資回収年数7年未満の事業は1/3以内</small>	1/3以内	1/2以内
	大企業、その他	1/3以内 <small>※投資回収年数7年未満の事業は1/4以内</small>		1/3以内
補助金限度額(非化石)	【上限額】15億円/年度(20億円/年割) 【下限額】100万円/年度 <small>※複数年度事業の1事業当たりの上限額は30億円(40億円) ※連続事業は30億円(40億円)</small>	【上限額】15億円/年度(20億円/年割) 【下限額】100万円/年度 <small>※複数年度事業の1事業当たりの上限額は20億円(30億円) ※連続事業は30億円(40億円)</small>	上限額1億円/年度 下限額30万円/年度 <small>※複数年度事業は認められない</small>	【上限額】1億円/年度 【下限額】100万円/年度 <small>※複数年度事業の1事業当たりの上限額は、1億円</small>

※補助金限度額等については執行細則と協議の上決定するものとする。

出典：令和4年度第2次補正予算省エネ支援策パッケージ,2022年12月 資源エネルギー庁
省エネルギー課 に赤枠および赤字部分を加筆

【参考】改正省エネ法における非化石エネルギーの評価

水分の含有量・発生量が比較的多いバイオマスやアンモニアを念頭に、エネルギーの使用の合理化において非化石燃料に乗じる補正係数の値は0.8とすることで検討されている。(2022年11月22日令和4年度第3回工場等判断基準WG【資料4】)

現時点での案では、木質バイオマス燃料の係数については以下のように設定されている。

・補正係数については、技術動向や導入状況を踏まえて、今後必要に応じて見直しを行う。

・エネルギーの使用の合理化等に関する法律施行規則(昭和54年経済産業省令第74号)の一部改正別表第一に「木材 一トン 十三・ニギガジュール、木質廃材 一トン 十七・一ギガジュール」(いずれも高位発熱量)を追加

なお、木質燃料では、高位発熱量 13.2GJ/t となるのは水分状態で 35%程度、17.1GJ/t は水分状態で 15%程度の状態である。

【参考】各評価軸における補正係数の適用についての考え方

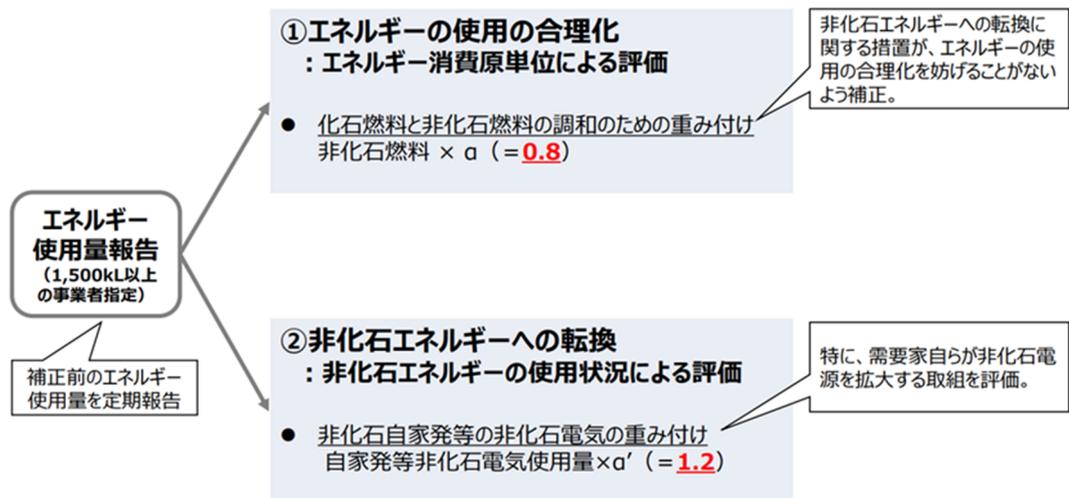


図 29 改正省エネ法における非化石エネルギーの評価について

出典：2022年11月22日令和4年度第3回工場等判断基準WG【資料4】より

3.2. 加速する環境投資

ESG 投資とは、環境(Environment)社会(Social)ガバナンス(Governance)の要素を考慮した責任ある投資であり、投資家がこの 3 つの要素に配慮し社会に対して責任ある投資を行おうとする動きを指す。

2005 年に当時の国連事務総長コフィ・アナン氏の呼びかけにより策定された「責任投資原則 (PRI)」に署名する機関投資家数は 3826 機関 (2022 年 10 月現在 <https://www.unpri.org/pri/about-the-pri>) に拡大しており、特に 2018 年以降は伸び率が加速している。

責任投資原則(PRI) 6つの原則

- 原則 1: ESG の問題を投資分析と意思決定プロセスに組み込みます。
- 原則 2: 私たちは積極的な所有者になり、所有に関するポリシーと慣行に ESG の問題を組み込みます。
- 原則 3: 私たちは、私たちが投資する事業体による ESG 問題に関する適切な開示を求めます。
- 原則 4: 私たちは、投資業界内での原則の受け入れと実施を促進します。
- 原則 5: 私たちは、原則の実施における効果を高めるために協力します。
- 原則 6: 私たちは、各原則の実施に向けた活動と進捗状況について報告します。

図 30 責任投資原則 (PRI) の 6 つの原則

出典：About the PRI,責任投資原則 (PRI) ホームページに基づき作成

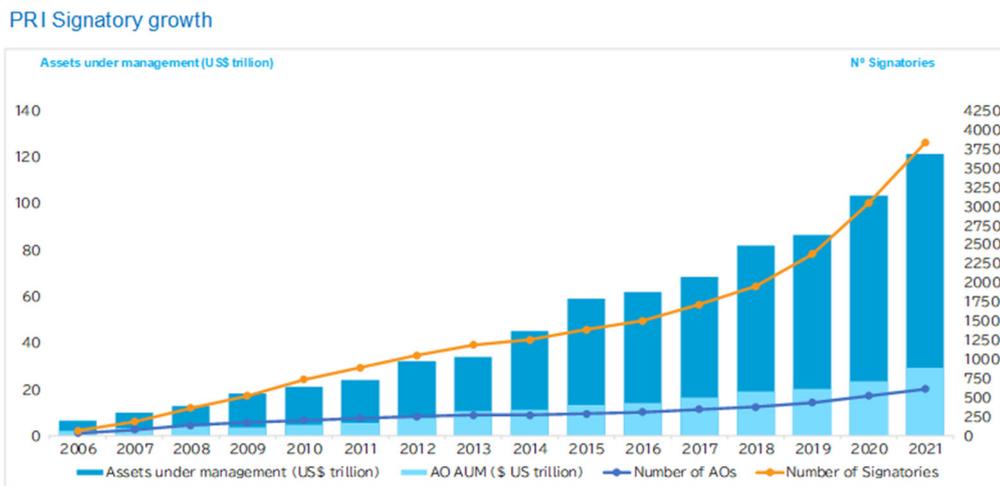


図 31 国連責任ある投資原則 参加金融機関の伸び

出典： <https://www.unpri.org>

我が国でも、日本最大の機関投資家である年金積立金管理運用独立行政法人（GPIF）が、独自の投資原則・行動規範を定め、公表している。

同スキームは主に機関投資家による規模の大きい投資が対象となるが、近年、環境金融を実施する金融機関は増えており、地銀や信用金庫など地域に密着した比較的規模の小さい融資でも、環境を意識した独自のスキームを設定しているケースも登場している。

盛岡信用金庫では、県内の企業を中心に、選択式のアンケート情報をもとに、顧客のSDGs取組状況を診断レポートとして提供、SDGs 私募債をはじめ顧客の資金ニーズに合わせた金融サービスを提供する取組を実施している。

こうした動きは企業の環境行動に影響を与える要素の一つとなっている。

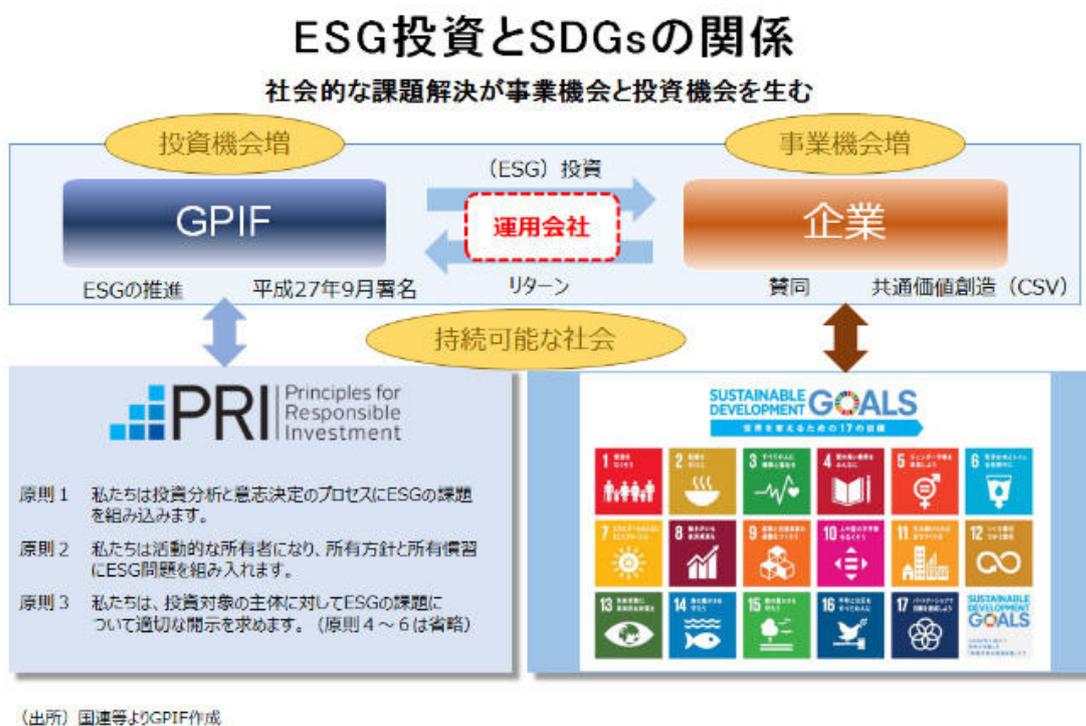


図 32 ESG投資とSDGsの関係

出典：ESG投資とSDGsの関係,年金積立金管理運用独立行政法人（GPIF）

<https://www.gpif.go.jp/investment/esg/>

もりしん「SDGs診断サービス」 

「SDGs私募債（ちいきのミライ）」

こんなお困りごとはありませんか？

「最近、SDGsという言葉をよく耳にするけど、一体なに？」

「SDGsに取り組みたいけど、何から始めればいいのか？」

「自社の強みを活かしSDGsに取り組みたいけど、サポートを受けられないの？」



SDGsに取り組むと・・・

新たな市場の開拓、他社との差別化

企業イメージの向上、ESG投資による資金調達等

もりしんでは、お客さまのSDGsに係る課題解決に向け、
「SDGs診断サービス」「SDGs私募債（ちいきのミライ）」をご提供

図 33 環境融資の事例

出典：もりしん「SDGs診断サービス」「SDGs私募債（地域のミライ）」盛岡信用金庫

1) 温室効果ガス排出量算定対象の拡大

温室効果ガス排出量算定・報告・公表制度では、改正された地球温暖化対策の推進に関する法律（温対法）に基づき、平成 18 年 4 月 1 日から、温室効果ガスを多量に排出する者（特定排出者）に、自らの温室効果ガスの排出量を算定し、国に報告することが義務付けられた。また、国は報告された情報を集計し、公表することとされている。

温室効果ガス排出量算定・報告・公表制度（以下、SHK 制度）において令和 4 年度の報告（令和 3 年度実績）から非化石証書が利用可能となっている。

また、こうした温対法による報告義務以外に、業者自らの排出だけでなく、事業活動に関係するあらゆる排出を合計した排出量としてサプライチェーン排出量を算定し、公表していこうという活動もある。サプライチェーン排出量を算定・公表する目的としては、削減対象の特定/削減意識の啓発、他事業者との連携による削減の実施、情報開示による企業価値の向上が挙げられる。

- 事業者自らの排出だけでなく、事業活動に関係するあらゆる排出を合計した排出量を指す。つまり、原材料調達・製造・物流・販売・廃棄など、一連の流れ全体から発生する温室効果ガス排出量のこと
- サプライチェーン排出量 = **Scope1**排出量 + **Scope2**排出量 + **Scope3**排出量
- GHGプロトコルのScope3基準では、Scope3を**15のカテゴリに分類**



- Scope1: 事業者自らによる温室効果ガスの直接排出(燃料の燃焼、工業プロセス)**
- Scope2: 他社から供給された電気、熱・蒸気の使用に伴う間接排出**
- Scope3: Scope1、Scope2以外の間接排出(事業者の活動に関連する他社の排出)**

図 34 サプライチェーン排出量の考え方

出典：中長期排出削減目標等設定マニュアル,環境省・みずほリサーチ&テクノロジーズより

原材料調達・製造・物流・販売・廃棄など、一連の流れ全体から発生する温室効果ガス排出量であるサプライチェーン排出量は、以下の構成で集計される。

$$\text{サプライチェーン排出量} = \text{Scope1 排出量} + \text{Scope2 排出量} + \text{Scope3 排出量}$$

Scope 3 は 15 のカテゴリに区分されており、それぞれに該当する活動が算定の対象となる。

サプライチェーン排出量を算定する企業の場合、電気の使用を例にとると、Scope 1 は外部からの電力購入、Scope 2 は自家発利用分、Scope 3 はそれぞれの燃料の上流工程に係る排出、灰処理など廃棄物処理に係る排出量も対象に含まれる。

産業部門において、サプライチェーン排出量の算定・公表が広く行われていくことで社会全体の温室効果ガス排出量が削減されることが期待されているが、一方で対象が非常に広範に渡り、かつ調達先企業自体が Scope1、Scope2 の把握をしていなければ全体の Scope 3 を把握することが難しいため、実施している企業はまだ限定的である。今後、Scope 3 まで含めたサプライチェーン排出量を算定する企業が増加していった場合に、産業用熱利用分野における木質バイオマス燃料にもサプライチェーン排出量に対応することが求められる。

社会の要請として、より精緻な排出量の把握と削減が求められていく中で、木質バイオマス自体の環境負荷の低減も課題となる可能性がある。

表 10 Scope 3 の 15 のカテゴリ

Scope3カテゴリ	該当する活動（例）
1 購入した製品・サービス	原材料の調達、パッケージングの外部委託、消耗品の調達
2 資本財	生産設備の増設（複数年にわたり建設・製造されている場合には、建設・製造が終了した最終年に計上）
3 Scope1,2に含まれない燃料及びエネルギー活動	調達している燃料の上流工程（採掘、精製等） 調達している電力の上流工程（発電に使用する燃料の採掘、精製等）
4 輸送、配送（上流）	調達物流、機持物流、出荷物流（自社が荷主）
5 事業から出る廃棄物	廃棄物（有価のものは除く）の自社以外での輸送（※1）、処理
6 出張	従業員の出張
7 雇用者の通勤	従業員の通勤
8 リース資産（上流）	自社が賃借しているリース資産の稼働 （算定・報告・公表制度では、Scope1,2 に計上するため、該当なしのケースが大半）
9 輸送、配送（下流）	出荷輸送（自社が荷主の輸送以降）、倉庫での保管、小売店での販売
10 販売した製品の加工	事業者による中間製品の加工
11 販売した製品の使用	使用者による製品の使用
12 販売した製品の廃棄	使用者による製品の廃棄時の輸送（※2）、処理
13 リース資産（下流）	自社が賃貸事業者として所有し、他者に賃貸しているリース資産の稼働
14 フランチャイズ	自社が主宰するフランチャイズの加盟者のScope1,2 に該当する活動
15 投資	株式投資、債券投資、プロジェクトファイナンスなどの運用
その他（任意）	従業員や消費者の日常生活

※1 Scope3基準及び基本ガイドラインでは、輸送を任意算定対象としています。

※2 Scope3基準及び基本ガイドラインでは、輸送を算定対象外としています。算定頂いても構いません。

出典：中長期排出削減目標等設定マニュアル,環境省・みずほリサーチ&テクノロジーズより

表 11 電気の使用に関する算定対象範囲

		排出量	算定対象範囲		参考) GHG プロトコル	
			電力会社	需要家	電力会社	需要家
電気の生産	発電用投入燃料の資源採取、生産及び輸送	5 tCO ₂	Scope3 カテゴリ 3	Scope3 カテゴリ 3	Scope3 カテゴリ 3	Scope3 カテゴリ 3
	発電のための燃料投入	100 tCO ₂	Scope1 (算定報告公表制度配分前)	—	Scope1	—
電気の消費	発電所所内消費	5 tCO ₂	(算定報告公表制度配分後)	Scope2 (算定報告公表制度)	—	Scope3 カテゴリ 3
	送配電損失	5 tCO ₂	—	Scope2 (算定報告公表制度)	—	Scope3 カテゴリ 3
	需要家最終消費	90 tCO ₂ ※	—	Scope2 (算定報告公表制度)	—	Scope2

※1 数字は説明のためのイメージで、実際の数値とは異なります。

※2 本ガイドラインにおける対応する Scope、カテゴリを示すとともに、() 内に算定・報告・公表制度における報告対象を示します。

※3 算定・報告・公表制度では発電所の所内消費を報告させつつ、需要家には需要端排出係数を適用させ重複計上を認めています。

出典：サプライチェーンを通じた温室効果ガス排出量算定に関する基本ガイドライン (ver.2.4) ,2022 年 3 月環境省 経済産業省

【参考】 SBT スキーム

SBT (Science Based Targets) とは・・・

パリ協定（世界の気温上昇を産業革命前より 2°Cを十分に下回る水準(Well Below 2°C)に抑え、また 1.5°Cに抑えることを目指すもの）が求める水準と整合した、5年～15年先を目標年として企業が設定する、温室効果ガス排出削減目標 のこと。

(https://www.env.go.jp/earth/ondanka/supply_chain/gvc/intr_trends.html)

2023年2月1日現在、SBTに参加する日本企業数は426社で、認定を取得した企業は358社（うち中小企業216社）、2年以内のSBT認定を表明している企業数は68社であった。企業はSBTを通じ、投資家、顧客、サプライヤー、社員などのステークホルダーに対し持続可能性をアピールすることが可能。現状やリスクの状況、機会についてのコミュニケーションツールともなると言われている。

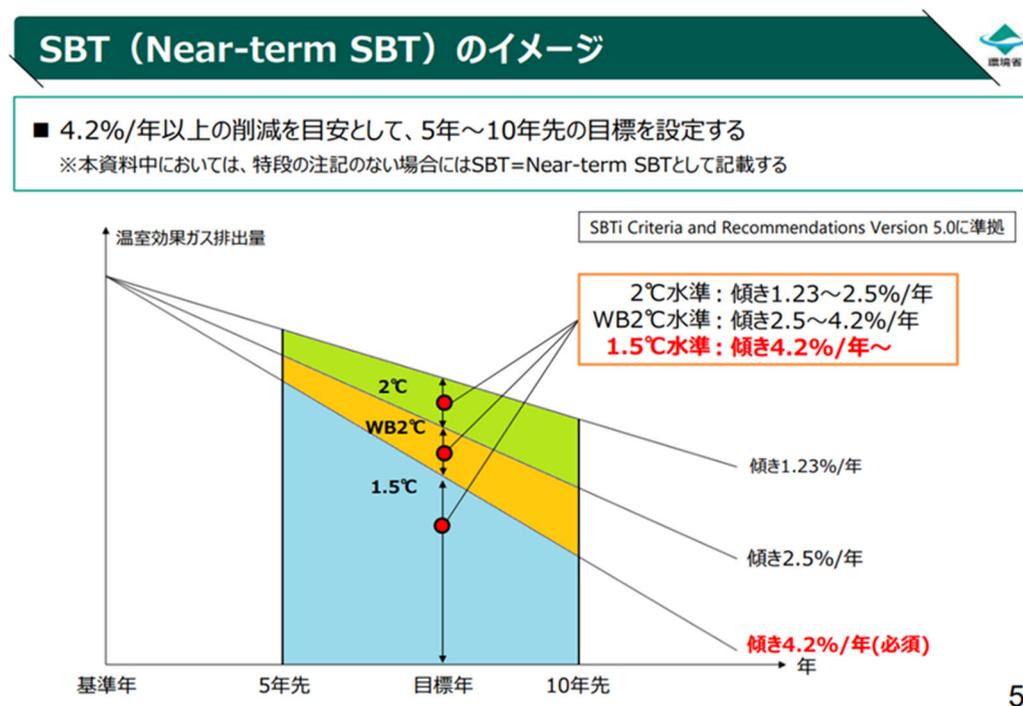


図 35 SBT による中長期的削減目標の設定イメージ

出典 SBT (Science Based Targets) について,環境省・みずほりサーチ&テクノロジー

4. 産業用蒸気ボイラー市場における木質バイオマスへの転換可能性の検討

4.1. 省エネルギー対策としての木質バイオマス活用状況

1) 先進的省エネルギー投資促進支援事業におけるバイオマス蒸気ボイラー案件の業種別採択状況

産業用蒸気ボイラー、特に大型の省エネルギー投資への補助事業としては、エネルギー使用合理化支援事業が 1990 年代から継続的に実施されてきた。2021 年度から先進的省エネルギー投資促進支援事業費補助金と名称が変更となっているが、予算枠も大きく、工場熱源としての蒸気ボイラーの燃料転換などにも活用されてきた。また、令和 4 年度補正予算 省エネルギー投資促進・需要構造転換支援事業の公募が開始されている。

直近 10 年間の採択案件の集計を行ったところ、照明 LED 化やモーター類のインバーター化など比較的少額の案件も含め累計 6000 件を超える事業が採択されている。

表 12 エネルギー使用合理化・先進的省エネルギー投資促進支援事業採択件数

エネルギー使用合理化・ 先進的省エネルギー投資促進支援事業	平成25年	平成26年	平成27年	平成28年	平成29年	平成30年	平成31年	令和2年	令和3年	令和4年
	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
新規事業	1,394	1,472	1,332	774	411	355	214	356	48	60
複数年継続事業	71	43	90	108	92	92	94	102		
年度またぎ事業	0	0	4	1	0	1				
うち バイオマスボイラー事業	4	5	3	2	3	2	2	4	1	10

注)複数年度継続事業と年度またぎ事業は各年度に計上

出典：エネルギー使用合理化・先進的省エネルギー投資促進支援事業各年度採択結果（一般社団法人 環境共創イニシアチブ HP）を集計し、作成。

その中で、バイオマスボイラーへの転換（ペーパースラッジやメタン発酵なども含む）は 32 件、うち、蒸気ボイラーにおける木質バイオマスへの転換を用いるものは 13 件であった。この 13 件の内訳をみると、製紙会社 6 件、クリーニング業 2 件、食品会社 1 件、化学工業 1 件、機械工業 1 件、製材業（建築業）1、産業廃棄物処分業 1 であった。製紙会社が最も件数が多いが、業種としては多岐にわたっている。

蒸気ボイラー自体は様々な製造工程で必要な熱需要に対応し熱のカスケード利用も可能であることから多くの業種で活用されており、木質バイオマスボイラーの導入においても幅広い業種で利用されていることがわかる。

また、この 13 件中 1 件は ESCO 事業者であった。バイオマスボイラーへの転換事業全体では 32 件中 5 件が ESCO 事業として実施されており、工場ユーティリティ設備における省エネ方策としてバイオマスについての知見を持つ ESCO 事業者の存在が導入時に一定の役割を果たしているケースが確認された。

表 13 エネルギー使用合理化・先進的省エネルギー投資促進支援事業における木質バイオマス蒸気ボイラー導入事例

年度	事業名	事業の名称	事業者名	事業実施場所住所	事業の概要
平成25年	エネルギー使用合理化事業者支援事業	木質チップバイオマスボイラー導入による省エネルギー事業	立山製紙株式会社	富山県中新川郡立山町	木質チップを購入しボイラーで燃焼、発生蒸気を自社工場内で利用する。木質チップは固形燃料のため、蒸気負荷変動に対して追従が悪いので、木質チップボイラーで蒸気負荷のベースになる量の蒸気を発生させ、蒸気負荷の変動部分を既設のC重油水管ボイラーで調整することにより、C重油の使用量を削減する。
平成25年	エネルギー使用合理化事業者支援事業	バイオマスボイラー設備導入による省エネルギー事業	大成製紙株式会社 (ダイオーペーパーテクノ株式会社)	岡山県津山市	本事業は「木質チップ・ダスト類・プレーナー屑・オガ粉」等、木質バイオマスを石油代替燃料として、工場内生産設備動力に利用することを目的とする。これにより既設ボイラーにて燃料として使用しているC重油を削減し、省エネルギーを行うことが可能となる。
平成25年	エネルギー使用合理化事業者支援事業	バイオマスボイラー導入による化石燃料削減省エネルギー事業	レンゴ-株式会社	埼玉県八潮市	八潮工場は、日本で最大の生産量を誇る板紙生産工場である。現在、製造工程に必要な電力と蒸気を、購入電力と、都市ガスを主燃料とするボイラー発電設備及びガスエンジンコージェネレーション設備等から供給している。本事業は既存ボイラー発電設備を、木質チップ、PKSなどを代替燃料としたバイオマス発電設備に更新することにより、都市ガスの使用量を削減し、省エネルギーを図るものである。
平成25年	エネルギー使用合理化事業者支援事業	木質チップバイオマスボイラー導入による省エネルギー事業	株式会社リヴァックス	兵庫県西宮市	本事業は、木質チップを化石燃料の代替燃料として利用することにより、蒸気を発生させ、工場内への熱源供給を行うことを目的とする。現在は、都市ガス焚きボイラーを使用しているが、木質チップ焚きボイラーと蒸気駆動発電機を組合せたシステムを導入することにより、都市ガス使用量を削減し、省エネルギーを図る。
平成26年	エネルギー使用合理化等事業者支援補助金	木質チップバイオマスボイラー導入による省エネルギー事業	大建工業株式会社/岡山大建工業株式会社/株式会社ダイタック	岡山県岡山市	本事業は、工場内生産設備の乾燥装置等の熱源に利用している蒸気を発生させるボイラーの燃料を都市ガスから木質チップ・ダスト等の木質バイオマス燃料に変更することにより、省エネルギーを図る。
平成26年	エネルギー使用合理化等事業者支援補助金	バイオマスボイラー設備導入による省エネルギー事業	井村屋株式会社	三重県津市	本事業ではバイオマスボイラー設備を導入して、その燃料である木質チップを使用することで、既設設備で使用する都市ガス消費量を削減して省エネルギー化を図る。
平成26年	エネルギー使用合理化等事業者支援補助金	バイオマス発電設備とEMSの導入による省エネルギー事業	特種東海製紙株式会社	静岡県島田市	木質チップ/RPF燃焼ボイラーを導入し、現在使用しているC重油燃料の一部を木質チップ燃料とRPFに代替することにより、C重油消費量の削減を図る。また、バイオマス発電設備で発電した電力により買電量を削減。これに併せ、EMSを導入することにより、既設発電設備と導入するバイオマス発電設備のバランスを最適化し更なる買電量の削減を図る。
平成27年	エネルギー使用合理化等事業者支援補助金	日本合成化学工業株式会社熊本工場におけるバイオマスボイラー・高効率ターボ冷凍機及びLED照明導入による省エネルギー事業	オリックス株式会社/日本合成化学工業株式会社	熊本県宇土市	既存ボイラーを木屑焚きバイオマス低圧ボイラーへ、既存冷凍機を高効率ターボ冷凍機へ、既存照明をLED照明へ更新することにより省エネルギー化を図る。
平成27年	エネルギー使用合理化等事業者支援補助金	株式会社北洋舎クリーニング工場七飯工場における省エネルギー事業	株式会社北洋舎クリーニング工場	北海道電田郡七飯町	連続洗濯機、脱水機、エア・コンプレッサ、照明の効率化により省エネルギー化を図る。また、バイオマスボイラーを導入しA重油焚きボイラーの運転負荷を下げることで化石由来エネルギーの削減を図る。
平成29年	省エネルギー投資促進に向けた支援補助金 (省エネルギー投資促進に向けた支援補助事業のうちエネルギー使用合理化等事業者支援事業)	木質バイオマス燃料及びRPF混焼ボイラー発電設備の導入による省エネルギー事業	愛媛製紙株式会社	愛媛県四国中央市	熱源(蒸気)及び動力源として、C重油(化石燃料)から木質バイオマスおよびRPFに燃料転換することにより、C重油の使用量と買電量を削減し、省エネ化を図る。
令和4年	先進的省エネルギー投資促進支援事業費補助金 (A)先進事業	株式会社日高リネンサプライのボイラー燃料転換及び富久山工場と日和田工場集約による省エネルギー事業	株式会社日高リネンサプライ	福島県郡山市	2工場のラインを1工場に集約する工場・事業場間一体省エネルギー事業であり、ガスボイラーの代替でバイオマスボイラーを導入することによりガスから再生燃料(RPF等)への燃料転換を行うとともに、リネン設備を更新して省エネルギーを図る事業。
令和4年	先進的省エネルギー投資促進支援事業費補助金 (A)先進事業	レンゴ-株式会社八潮工場 第二バイオマスボイラー導入による化石燃料削減	レンゴ-株式会社	埼玉県八潮市	八潮工場では板紙製造工程で使用する蒸気・電力の供給用途で自家発電設備を運転している。現在、燃料は都市ガスと木質チップを使用しているが、さらに化石燃料を削減するべくカーボニートラル燃料に幅広く対応可能な流動式ボイラー設備の導入を計画。ボイラー燃料として難のあった高塩素RPFを使用することが可能で、燃料調達において幅広い燃料が選択できる持続可能な事業。
令和4年	先進的省エネルギー投資促進支援事業費補助金 (B)オーダーメイド型事業	苫小牧工場における木質バイオマスボイラー設備導入による省エネルギー事業	株式会社ダイナックス	北海道苫小牧市	苫小牧工場では都市ガスまたはA重油を燃料とした蒸気ボイラーを稼働させているが、ベースロード部分を木質バイオマスボイラーに置き換えることで、エネルギー使用量を削減することが出来る。また、製品の製造工程で発生するパルプ燃料も利用することが可能となる。

出典：エネルギー使用合理化・先進的省エネルギー投資促進支援事業各年度採択結果（一般社団法人 環境共創イニシアチブ HP）を集計し、作成。なお、複数年度事業は採択された初年度のみを記載している。

2) 業界別脱炭素に向けた自主的な取組

日本経済団体連合会は「カーボンニュートラル行動計画 2050 年カーボンニュートラルに向けたビジョンと 2022 年度フォローアップ結果 総括編 (2021 年度実績) [速報版]」(以下、経団連報告)では、参加 64 業界団体の CN 実現に向けたビジョン策定状況を公表している。レポート時点では、ビジョン策定済み 62%、検討中 26%であった。

なお、このうち、「木質バイオマス利用」について言及があるのは、セメント協会・石油鉱業連盟・石油連盟の 3 団体であった。

一方で、経団連報告では、2021 年度に各業界で実際に実際に行われた取組についても取りまとめを行っている。

それによると、産業部門における「燃料転換」の取組事例として、「重油、灯油から都市ガス、電気、代替燃料」のうちの一つとして「木質ペレット」への転換が記載されており、エネルギー転換部門における「低・ゼロ炭素排出エネルギーの創出」の取組事例としては「石炭火力発電所における木質バイオマス混焼」が挙げられている。

また、「再生可能エネルギー、エネルギー回収・利用」の導入事例では、「太陽光、水力、風力、バイオマス、地熱発電の開発・普及」「バイオマス発電 (木質バイオマス、黒液、廃材)、地熱発電」再生可能エネルギー由来電力の購入等、電源としての取組が先行して行われていることが示されていた。

表 14 2050 年カーボンニュートラルに向けたビジョンの策定状況

分類	策定	検討中	検討予定
産業部門	17	9	4
エネルギー転換部門	3	0	0
業務部門	9	2	3
運輸部門	3	4	0
計	32	15	7

出典：カーボンニュートラル行動計画 2050 年カーボンニュートラルに向けたビジョンと 2022 年度フォローアップ結果 総括編 (2021 年度実績) [速報版] 2022 年 11 月 7 日、日本経済団体連合会をもとに集計したもの

表 15 産業部門における 2021 年度の主な取組み事例

設備の高効率化	
<ul style="list-style-type: none"> 高効率設備の導入 (加熱炉、分解炉、発電設備、空調機、変圧器、ポンプ、コンプレッサー、モーター、ファン、冷凍機等) 	<ul style="list-style-type: none"> 電動機のインバータ化 コークス炉の更新 発電設備の高効率化 照明のLED化
運用・プロセスの改善	
<ul style="list-style-type: none"> 運転条件、方法の最適化 基準値、設定値の変更 (温度、換気回数、清浄度、照度、運転時間等) 	<ul style="list-style-type: none"> 再資源化による原材料の削減 IoT等を活用したエネルギー使用状況の見える化
燃料転換・エネルギー回収	
<ul style="list-style-type: none"> 重油、灯油から都市ガス、電気、代替燃料 (木質ペレット、再生油、リサイクル燃料) への転換 コージェネレーション 	<ul style="list-style-type: none"> リジェネバーナー 排熱回収 (蒸気配管・温水装置の断熱強化、製品持ち去り熱の低減等)

表 16 エネルギー転換部門における 2021 年度の主な取組み事例

高効率な設備の導入	
<ul style="list-style-type: none"> LNG コンバインドサイクル発電 超々臨界圧石炭火力発電等 排熱・廃エネルギー回収設備 	<ul style="list-style-type: none"> 高効率コージェネレーション設備 高効率装置・触媒の採用
低・ゼロ炭素排出エネルギーの創出	
<ul style="list-style-type: none"> 安全確保を大前提とした原子力発電 太陽光、水力、風力、バイオマス、地熱発電 	<ul style="list-style-type: none"> 石炭火力発電所における木質バイオマス混焼 太陽光・風力発電の出力変動対策
運用の改善	
<ul style="list-style-type: none"> 製油所精製設備や用役設備の制御技術や運転管理の高度化 装置間の相互熱利用拡大 	<ul style="list-style-type: none"> プロセスの大幅な改良・高度化
サービスの提供	
<ul style="list-style-type: none"> 省エネ・省 CO2 コンサルティング コールセンターを活用した省エネ活動支援 電力見える化サービス ESCO (Energy Service Company) サービス 	<ul style="list-style-type: none"> 保安点検業務を通じた省エネ診断 非化石価値証書を活用した実質再生可能エネルギーメニューの展開 再エネ電源の普及促進に資する取組み CO2 フリーメニューの提供 環境家計簿

表 17 再生可能エネルギー、エネルギー回収・利用の導入事例

再生可能エネルギー	
<ul style="list-style-type: none"> ・ 太陽光、水力、風力、バイオマス、地熱発電の開発・普及 ・ バイオマス発電（木質バイオマス、黒液、廃材）、地熱発電 ・ 工場・倉庫・オフィス等への太陽光発電システム設置 ・ ZEH、ZEB 	<ul style="list-style-type: none"> ・ PPA方式の導入（太陽光発電） ・ 事業所での水力発電・風力発電 ・ 再生可能エネルギー由来電力の購入 ・ 再生可能エネルギーの大量導入への対応（各種研究・技術開発、実証） ・ エネルギーの効率的利用技術の開発
エネルギー回収・利用	
<ul style="list-style-type: none"> ・ 排熱発電、副生ガス発電、回収蒸気発電 ・ バイナリー発電 ・ エネルギー代替廃棄物の使用 	<ul style="list-style-type: none"> ・ ボイラー等の排熱を空調等の熱源に利用 ・ コージェネレーション排熱を蒸気回収・温水回収

表 13,14,15

出典：日本経済団体連合会カーボンニュートラル行動計画 2050年カーボンニュートラルに向けたビジョンと 2022年度フォローアップ結果 総括編（2021年度実績）[速報版] 2022年11月7日 一般社団法人日本経済団体連合会

3) 業界団体別カーボンニュートラル行動計画の策定状況

日本経済団体連合会では、加盟各業界団体とともにカーボンニュートラル行動計画（以下、行動計画）の策定を推進している。各業界団体の策定状況を以下に示す。2021年度においては54団体のうち32団体で行動計画が既に策定、検討中15団体、検討予定が7団体となっており、多くの団体で行動計画が策定されている状況である。

表 18 参加業種の策定状況

分類	業種	策定	検討中	検討予定
産業部門	日本鉄鋼連盟	○		
	日本化学工業協会	○		
	日本製紙連合会	○		
	電機・電子温暖化対策連絡会	○		
	セメント協会	◎		
	日本自動車工業会・日本自動車車体工業会	○		
	日本鋁業協会	○		
	日本建設業連合会	○		
	日本ゴム工業会	○		
	日本製薬団体連合会	◎		
	日本アルミニウム協会	○		
	日本印刷産業連合会	◎		
	板硝子協会	◎		
	石油鋁業連盟	○		
	ビール酒造組合	◎		
	日本レストルーム工業会	◎		
	日本鉄道車輛工業会	◎		
	石灰製造工業会			○
	全国清涼飲料連合会			○
	日本乳業協会			○
	日本電線工業会			○
	日本ベアリング工業会			○
	日本伸銅協会			○
	日本造船工業会・日本中小型造船工業会			○
	石灰石鋁業協会			○

分類	業種	策定	検討中	検討 予定
	製粉協会		○	
	住宅生産団体連合会			○
	日本産業機械工業会			○
	日本工作機械工業会			○
	日本産業車両協会			○
エネルギー 転換部 門	電気事業低炭素社会協議会	○		
	石油連盟	○		
	日本ガス協会	○		
業務部門	日本フランチャイズチェーン協会	○		
	日本冷蔵倉庫協会	◎		
	全国銀行協会	○		
	生命保険協会	○		
	日本貿易会	○		
	日本損害保険協会	○		
	不動産協会	○		
	日本ビルディング協会連合会	○		
	日本証券業協会	○		
	電気通信事業者協会		○	
	日本LPガス協会		○	
	日本ホテル協会			○
	テレコムサービス協会			○
	インターネットプロバイダー協会			○
運輸部門	日本船主協会	○		
	定期航空協会	○		
	東日本旅客鉄道	○		
	日本内航海運組合総連合会		○	
	日本民営鉄道協会		○	
	四国旅客鉄道		○	
	全国通運連盟		○	

※◎が新たにビジョンを策定した業種。

出典：日本経済団体連合会カーボンニュートラル行動計画 2050年カーボンニュートラルに向けたビジョンと2022年度フォローアップ結果 総括編（2021年度実績）[速報版] 2022年11月7日 一般社団法人日本経済団体連合会 図表3「参加業種の策定状況（表）」に基づき、一覧表に整理した。

4) 業界団体別再生可能エネルギー、エネルギー回収・利用事例

カーボンニュートラル行動計画策定業界団体による再生可能エネルギー、エネルギー回収・利用の 2021 年度の導入事例として、40 の業界団体による取組が紹介されている。うち発電も含めバイオマスの利用を報告しているのは以下の 10 団体であった。

【バイオマスの利用を報告している業界団体】

日本化学工業協会
日本製紙連合会
セメント協会
日本鋳業協会
日本ゴム工業会
日本産業機械工業会
電気事業低炭素社会協議会
石油連盟
日本ガス協会
日本貿易会

なお、「バイオマス発電」としているものも利用形態としてコージェネとしてプロセス蒸気を併せて製造・利用していると思われる業種についても含めている。

表 19 参加業界団体による再生可能エネルギー、エネルギー回収・利用の導入事例

分類	業種	第一の柱	第二の柱	第三の柱	第四の柱
産業部門	日本鉄鋼連盟	国内の事業活動における排出削減	主体間連携の強化	国際貢献の推進	2050年カーボンニュートラルに向けた革新的技術の開発
産業部門	日本化学工業協会	・製造プロセスにおいて発生する副生ガスや排熱等副生エネルギーを回収し、所内のエネルギーとして有効活用(省エネ・省CO2) ・副生ガスによる発電、蒸気等の利用、TRT(高炉炉頂圧発電)による発電、CDQ(コークス乾式消化設備)等による回収蒸気の発電等の利用(CO2削減効果約2,300万t-CO2)	・太陽光発電材料の提供	・VCMプラント/分解炉の熱回収技術(アジア:CO2削減効果3.6万t-CO2)	
産業部門	日本製紙連合会	・エネルギーの構成比率における再生可能エネルギーの割合が、2005年度から2020年度で37.2%から40.5%へ増加	・水力発電設備の有効利用(FITによる売電量:2億4,712万kWh/年) ・バイオマス発電設備の設置(FITによる売電量:6億4,299万kWh/年(廃材等)、6億4,947万kWh/年(黒液)) ・太陽光発電設備の設置(14社27事業所)(FITによる売電量:1,498万kWh/年)		
産業部門	電機・電子温暖化対策連絡会 *現在更新中のため右記は2020年度の実績	・自家消費分(参加企業報告値合計):1億2,660万kWh/年 -太陽光発電:7,090万kWh/年 -その他の発電:5,560万kWh/年 ・再生可能エネルギー由来電力購入量:7億5,760万kWh/年 ・グリーン電力証書利用量(償却分):3,900万kWh/年 ・非化石証書利用量:2億3,810万kWh/年			・二国間クレジット(チリにおける34MW太陽光発電プロジェクト等)
産業部門	セメント協会	・工場の自家発電所における木質バイオマスの使用 ・セメント製造用熱エネルギーとして木質バイオマスの使用 ・エネルギー代替産物の使用実績:987千t(重油換算) ・排熱発電			
産業部門	日本鋁業協会	・代替燃料への転換(再生油、RPF、木質ペレット) ・排熱回収・利用	・水力発電事業、太陽光発電事業(発電容量9.77kW(2020年度比横ばい)、発電量3億7,900万kWh/年(2020年度比1.1%増))、18.7万t-CO2の排出削減に貢献 ・地熱発電事業(発電容量16.6万kW、発電量8億2,300万kWh/年)、40.4万t-CO2の排出削減に貢献 ・バイオガス発電事業(発電量0.14万kWh/年)、0.07万t-CO2の排出削減に貢献	・自社鉱山における水力発電(発電容量5,500kW、発電量2,470万kWh/年)、1.2万t-CO2の排出削減に貢献 ・自社廃棄物処理施設における余熱利用発電(発電容量1,600kW、発電量440万kWh/年)、0.22万t-CO2の排出削減に貢献	
産業部門	日本建設業連合会	・軽油代替燃料の普及促進			
産業部門	日本ゴム工業会	・再生可能エネルギー発電実績(報告分):国内1,167万kWh/年 ・太陽光発電設備や小規模水力発電の導入:多数 ・コーエンレーション排熱を蒸気回収・温水回収 ・ボイラー排熱を工場空調熱源として利用 ・蒸気ドレン回収熱活用によるバイナリー発電機導入 ・排熱発電		・タイ工場、スペイン工場で太陽光発電システムが稼働開始 ・インド工場でバイオマスボイラー導入 ・スペインでの再生可能エネルギー利用率100%の継続(9工場) ・ユスタリカ工場でバイオマスボイラー(木質ペレット使用)の継続運転 ・中国・インド工場で大規模太陽光発電による電力利用継続(2工場)	

分類	業種	第一の柱	第二の柱	第三の柱	第四の柱
産業部門	日本製薬団体連合会	国内の事業活動における排出削減 ・CO2フリー電力の導入(12件:15.0万t-CO2の排出削減に貢献) ・コジェネレーションシステムの導入・更新(9件:1.8万t-CO2の排出削減に貢献)			2050年カーボンニュートラルに向けた革新的技術の開発
産業部門	日本アルミニウム協会	・水力発電の利用(2事業所) ・排熱回収			
産業部門	日本印刷産業連合会	・再生可能エネルギー、エネルギー回収(0.02万t-CO2の排出削減に貢献) ・PPA(Power Purchase Agreement:事業者の屋根上に太陽光発電システムを無償で設置し、発電した電力を需要家が購入する)方式を導入した企業、検討を始めた企業が増加			
産業部門	板硝子協会			・排熱利用発電技術(ガラス溶解炉の排熱を有機ファンキナルモジュールなどで回収し、電力に変換するシステム技術)	
産業部門	石油鉱業連盟		・メガソーラー事業(国内各所で1,000 kWを超える発電規模のメガソーラー発電所を運営、商業運転開始) ・地熱発電事業を推進 ・洋上風力発電プロジェクトへ参画		
産業部門	ビール醸造組合	・仕込工程での煮沸排熱回収設備の導入 ・動力としてバイオガス利用 ・コジェネレーションシステムの導入 ・太陽光発電設備の導入	・グリーン電力活用の拡大、太陽光発電設備の導入、		
産業部門	日本レストルーム工業会	・購入電力の再生可能エネルギーへの切替え			
産業部門	石灰製造工業会	・排熱の回収 ・燃料転換(リサイクル燃料の使用拡大):0.7万t-CO2の排出削減に貢献			
産業部門	全国清涼飲料連合会	・CO2フリー電力の導入 ・太陽光パネルの設置	・排熱の回収、メタン発酵による発電を実施し売電		
産業部門	日本乳業協会	・太陽光発電設備の設置		・太陽光発電設備の設置	
産業部門	日本電線工業会	・排熱回収利用			
産業部門	日本ベアリング工業会	・再生可能エネルギー発電実績(太陽光:410万kWh/年、風力:1.5万kWh/年) ・グリーン電力の購入		・太陽光発電の導入(中国、タイ、マレーシア、インド)	
産業部門	石灰石鉱業協会	・排熱発電設備の導入	・現場の観測機器用の再生可能エネルギー発電(主に太陽光。17機) ・採掘跡地等を利用した売電用発電所(主に太陽光、一部小水力。14発電所、発電容量4万kW以上)		
産業部門	住宅生産団体連合会	・ネット・ゼロ・エネルギー・ハウス(ZEH)の開発と推進	・ネット・ゼロ・エネルギー・ハウス(ZEH)の開発と推進		・ネット・ゼロ・エネルギー・ハウス(ZEH)の開発と推進
産業部門	日本産業機械工業会	・太陽光発電、バイオマス発電の電源変遷(太陽光21事業所、バイオマス1事業所、その他水力等5事業所)、計5,022万kWh/年(前年度比4.3倍)、2.1万t-CO2の排出削減に貢献。	・産業機械関連のJ-クレジットの創出に貢献 ・温泉未利用熱の活用 ・小型バイナリー発電	・モデル国・地域・首都圏における統合型廃棄物処理事業 ・インドネシア共和国における廃タイヤ利用発電事業JCM案件事業化検討	・逆浸透膜法海水淡水化設備のエネルギー回収システム
産業部門	日本工作機械工業会	・工場に太陽光パネルを設置			
産業部門	日本産業車両協会	・太陽光発電施設や太陽光パネルの設置			
エネルギー転換部門	電気事業低炭素社会協議会	・水力、地熱、太陽光、風力、バイオマス発電の開発・普及 再生可能エネルギー(FIT電源含む)の総送受電端電力量:1,577億kWh/年(協議会会員事業者の総送受電端電力量7,950億kWhの約20%、内訳:水力728億kWh/年、太陽光624億kWh/年、バイオマス113億kWh/年、風力69億kWh/年、地熱23億kWh/年、廃棄物20億kWh/年)会員事業者が発電した電力量(送電端):777億kWh/年(水力732億kWh/年、地熱19億kWh/年、バイオマス20億kWh/年、太陽光4.0億kWh/年、風力1.5億kWh/年) ・太陽光・風力発電の出力変動対策	・再生可能エネルギー100%の電気料金メニューの提供 ・再生可能エネルギーの地産地消の取り組み	・海外における太陽光・風力・地熱・水力発電プロジェクトへの参画(多数)	再生可能エネルギーの大量導入への対応 ・再生可能エネルギーの大量導入に向けた次世代電力ネットワーク安定化技術の開発 ・分散型エネルギーリソース制御技術開発 ・再生可能エネルギーアグリゲーションに関する実証 ・太陽光発電主力電源化推進技術開発 ・気象予報データを基にした日射量予測から太陽光発電出力を予測するシステムの開発 ・需要側エネルギーリソースを活用したバーチャルパワープラントの構築 ・太陽光発電と蓄電池を活用したエネルギーマネジメントに関する実証 ・大型電気自動車を活用したエネルギーマネジメントに関する実証 ・浮体式洋上風力発電低コスト化技術開発調査研究 ・再生利用水素システムの事業モデル構築と大規模実証に係る技術開発 ・CO2フリーの水素社会構築を目標としたP2Gシステム技術開発

		国内の事業活動における排出削減	主体間連携の強化	国際貢献の推進	2050年カーボンニュートラルに向けた革新的技術の開発
エネルギー転換部門	石油連盟	・デソルター排水系改造による熱回収	・潜熱回収型石油給湯器「エコフィール」の普及拡大に取り組み ・バイオマス燃料の導入(バイオエタノールと石油系ガスを合成した「バイオETBE」をガソリンに配合)	・アブダビSSへのPV系統連携システム導入のパイロットモデル設置事業(UAE)	
エネルギー転換部門	日本ガス協会	・コージェネレーションの導入	・電力事業における太陽光(26.2万kW)、バイオマス(21.6万kW)、風力(13万kW)等の再生可能エネルギー電源の導入 ・エネファーム&太陽光のW発電システム(販売台数:約5,800台/年)	・太陽光、風力発電事業への参画(北米、欧州、東南アジア)	
業務部門	電気通信事業者協会	・太陽光・風力発電システムなどのクリーンエネルギーシステムの導入(発電量462万kWh/年) ・購入電力は16億kWhを再生可能エネルギー由来の電気メニューへ切替 ・再生可能エネルギー指定の非化石証書を活用し、実質再生可能エネルギー比率100%電力の調達	・FIT電気(太陽光)100%の電力供給サービス(総販売発電量1,766万kWh) ・電気代の1%相当を太陽光発電の普及促進に活用 ・ICTを用いた太陽光発電の遠隔監視サービス		
業務部門	日本フランチャイズチェーン協会	・太陽光発電設備の導入(5社13,620店舗) ・店舗のZEB化			・高効率太陽光発電システム ・風力/太陽光発電付サインポール
業務部門	全国銀行協会		・環境問題に対する融資面での対応(太陽光発電付き住宅等省エネ住宅に対するローン金利優遇制度)	・国外の再生可能エネルギー開発等の環境関連プロジェクトにおける融資やプロジェクトファイナンス等を通じた支援(取組み19行、昨年度比4行増)	
業務部門	生命保険協会		・再生可能エネルギー事業への投資		
業務部門	日本貿易会	・オフィスへの太陽光発電設備の導入 ・高断熱窓によるエアフロー熱回収 ・コージェネレーションシステム導入	・太陽光・風力・水力・地熱・バイオマスの再生可能エネルギー発電事業(多数) ・再生可能エネルギー発電事業を推進する新会社を設立	・再生可能エネルギーによるIPPの削減貢献(1,096万t-CO2の排出削減に貢献) ・再生可能エネルギー関連事業(多数)	
業務部門	不動産協会	・太陽光発電設備の導入			・ZEB、ZEH実証事業
業務部門	日本ホテル協会		・グリーン電力の利用	・国際イベントでのCO2フリー電力の使用 ・宴会場利用客へのグリーン電力証書の活用提案	・温泉熱を利用した給湯および暖房の昇温 ・太陽光発電、小水力発電の導入 ・再生可能エネルギーで発電された電力を購入(グリーン電力証書) ・コージェネシステム導入による排熱利用
業務部門	テレコムサービス協会	・再生可能エネルギーの利用拡大			
運輸部門	日本船主協会			・オーストラリアにおける未利用褐炭から製造されたCO2フリー水素の国際的サプライチェーン構築に向けた実証事業に参画	・自然エネルギー利用自動カイトシステム“Seawing”が設計の基本承認取得 ・ウィンドチャレンジャー計画
運輸部門	東日本旅客鉄道		・FITを活用したメガソーラーの導入推進		・再生可能エネルギーの鉄道運行への利用
運輸部門	日本民営鉄道協会		・駅・車両基地等への太陽光発電システムの導入		

出典：経団連カーボンニュートラル行動計画 2050年カーボンニュートラルに向けたビジョンと2022年度フォローアップ結果 総括編（2021年度実績）[速報版] 2022年11月7日
一般社団法人日本経済団体連合会 参考資料8に基づき、一覧表に整理した。

4.2. 蒸気ボイラーメーカーの動向

産業分野において、再生可能エネルギーへの意識が高まる中で、技術を提供する蒸気ボイラーメーカーが木質バイオマスおよび非化石燃料への対応についてどのような準備状況にあるのかについて、ヒアリングおよびアンケートシートによる意見聴取を行った。

意見聴取先： 5社

協力：日本産業機械工業会

選択式（複数回答）では、強くそう思う：5 そう思う：4 どちらかと言えばそう思う：3 あまりそう思わない：2 そう思わない：1を選択していただき、その他意見等については自由回答とした。

1) 聴取結果

(1) 木質燃料に対応するために、技術的な改良が必要と考える箇所についてお答え下さい（複数回答可）

- ①燃料サイロ/ホッパー
- ②搬送系設備
- ③燃焼機/火炉
- ④環境設備（フィルター類など）
- ⑤レイアウトプランの変更
- ⑥システム構成の変更（熱回収システムなど）
- ⑦その他

このうち、最もポイントが高かったのは②搬送系設備、次いで⑥システム構成の変更（熱回収システムなど）であった。

(2) 木質バイオマス市場拡大のために必要と思われることについてお答えください。（複数回答可）

- ①政府による関連政策
- ②目標の強化、地域の資源ポテンシャル
- ③利用可能量の開示
- ④地域における面的な利用計画
- ⑤燃料商社や地域の流通調整組織
- ⑥補助金・助成制度の充実
- ⑦技術仕様の確立

- ⑧技術コンサルや ESCO など導入支援サービスの拡充
- ⑨技術情報を集積したプラットフォーム等
- ⑩その他

このうち、ポイントが高かったのは、①政府による関連政策、③利用可能量の開示
④地域における面的な利用計画、⑤燃料商社や地域の流通調整組織、⑥補助金・助成制度の充実 であった。

その他の意見としては、燃料の安定供給に関わる意見があった。
・燃料供給が途切れる可能性は BCP の観点から日本国内では受入難いリスクである。
燃料費用や機器仕様の前に「安定供給」の面がクリアになることが絶対的に必要である。
(小～中規模プラントメーカー)

(3) 木質バイオマス市場拡大について期待されることはなんでしょうか。 (複数回答可)

- ①事業機会の拡大につながる
- ②社会に貢献できる
- ③自社の強みが生かせる
- ④脱炭素/非化石方策のバリエーションが広がる
- ⑤技術の継承ができる
- ⑥その他

このうち、ポイントが高かったのは、①事業機会の拡大につながる、②社会に貢献できる、④脱炭素/非化石方策のバリエーションが広がる、⑤技術の継承ができる であった。

①、②、⑤が選択されており、プラントメーカーが脱炭素、非化石技術に取り組むことで社会貢献につながるという意識が働くとともに、一つの事業機会としても期待していることが分かる。

(4) 木質バイオマスについてのリスクとしてどのようなことが意識されますか (複数回答可)

- ①燃料調達リスク
- ②社会的批判・レピュテーションリスク
- ③設備需要増加に製造が追いつかないリスク
- ④設備トラブル

⑤顕在化していないエミッションリスク

⑥その他

このうち、最もポイントが高かったのは①燃料調達リスクであった。個別の意見でも、燃料が最も大きなリスクであるとの意見があった。

・"輸入燃料（例えばペレットやPKSなど）に頼った場合、円高や有事が起こると燃料調達が困難になる。（中～大規模プラントメーカー）

・"エネルギーの供給携帯が温水、蒸気、電気のどれかによってもリスクは異なる。ただし、総じて安定運用リスクに集約されると思う"（小～中規模プラントメーカー）

(5) 木質バイオマスを既存の蒸気ボイラーユーザー向けに展開するうえで課題となる点としてはどのような点があげられるでしょうか（特に既存化石燃料ボイラーとの比較において）（自由回答）

この設問では、既存の蒸気ボイラーユーザーの木質バイオマス転換における課題としてボイラーメーカーが意識している要素について確認したものである。

全ての回答者が形状・性状が一定ではない、成分、付着物の問題など「燃料の性状」に関する要素、また供給体制など燃料について言及している。

・木質バイオマスが石油、天然ガスと大きく異なるのは「形状・性状が一定しない」「ボイラーにとって好ましくない成分が比較的多く含有されている」点である。上記により、設備トラブルが起きやすいことから、予防のための設備点検頻度が多くなる（稼働率が下がる）傾向。（大規模プラントメーカー）

・燃料供給の安定性が最も大きな壁であり、機器仕様などについては計画次第であるといどリスク回避できるものとする。（小～中規模プラントメーカー）

"燃料の品質管理など、燃料に付着してくる土砂や砂利などがボイラーを痛めるため。ガスや油ボイラーを取扱ってれば、固形燃焼ボイラーでも運転・維持の対応は可能なはず（中～大規模プラントメーカー）

・保管場所を含めた燃料の供給体制と、蒸気ボイラーへの供給方法（自動化ができるか）等、既存設備や人員配置を大幅に変更して導入するメリットが提示できない。

（小規模プラントメーカー）

(6) 産業用の脱炭素・非化石化に向けて自社の技術開発の方向性についてお答えください。（例えば、水素、アンモニアなどの新燃料）（自由回答）

産業用途の脱炭素。非化石化に向けた技術開発動向については、各社水素、アンモニアを意識しているとの回答であった。既に市場投入しているメーカーがある一方で、

「アンモニアバーナーについては開発途中」というように導入にはまだ時間がかかるとの見方が示された。

また、そうした新規技術の実用化までのタイムラグを埋める、“トランジション”の方策として化石ボイラーと組み合わせるガス化炉など、既存の技術を活かしながら非化石技術にシフトさせていく考えも示された。

- ・既設の化石燃料ボイラーの廃棄/改造等の投資額を抑制する方策として、バイオマスガス化炉の設置を提案（熱分解ガス化）（大規模プラントメーカー）
- ・水素ボイラーは既に市場投入済み。。（小～中規模プラントメーカー）
- ・水素焚きボイラーは既に納入実績もあるが、アンモニアは今後の課題と認識。しかしながらアンモニア燃焼バーナーはほとんど開発途中（バーナーメカ）であり、それを待つしかない。自社でのバーナー開発は設備やコスト的に困難。（中～大規模プラントメーカー）
- ・カーボンフリー燃料専燃ボイラーでの対応を考えている。（小規模プラントメーカー）

（7）蒸気ボイラー市場の今後の見通しについてどのようにお考えでしょうか（バイオマスに関わらず）（自由回答）

蒸気ボイラー市場の今後の見通しについては、各社それぞれの考えが示された。

大規模市場に対応するメーカーは水素・アンモニアをにらんだトランジションを重視しており、また、一方で「電化」というキーワードが出ている。

大規模集約的な蒸気利用という流れ、小規模による展開など、脱炭素・非化石化の流れの中で多様な技術方向性が試行されていることが分かった。

- ・電気のみならず熱の脱炭素化ニーズも増大すると考えられる。化石エネルギーに代わって再生可能エネルギーあるいは水素・アンモニアにより熱を生み出そうという検討が盛んになると想定している。そうしたなかで、時間軸としては、アンモニア・水素がコスト的にも受容され、広く普及に至るまでのトランジション時期に、バイオマスにも一定の関心が向くものと考得られるが、国内材については調達可能量がネックになると感じている。（大規模プラントメーカー）
- ・100℃以上の高温熱需要では蒸気ボイラーがしばらくは続く。（小～中規模プラントメーカー）
- ・"水素は運輸産業へ、アンモニアは船舶へ、蒸気ボイラーの熱源は廃熱ボイラーを除くと電気になる。理由は水素 1 m³N を製造するのに水電解だと 6.5kWh 消費する。（大規模プラントメーカー）
- ・電気ボイラーの効率はほぼ 100%なので効率的に問題ない。これを水電解で水素を製造し、それを燃焼して蒸気発生させ発電しても効率的には劣るし、補機の消費電力を

加味すれば電気ボイラーがはるかに有利かと思う。問題はカーボンニュートラルな電力確保となる。" (中～大規模プラントメーカー)

・"各業界の集約に合わせて、大型ボイラーの割合が高くなってくると推測。国内の缶数は間違いなく減少していくものと推測しますが、産業界の主要熱源としての需要はあるものとする。 (小規模プラントメーカー)

【参考】 RE100 日本の参加企業とその傾向

RE100 は“電気”の再エネ率を目指す、環境意識の高い優良企業における、意欲的な取組の一つである。現在、現在300超の企業が「再生可能エネルギー100%」目標を表明。うち日本企業は64社。(2023年2月現在)業種は製造業やインフラ企業など、エネルギーを多く使用する産業の登録数が多い傾向がみられる。

また、日本のRE100企業の多くが、目標達成までの期間を30年前後の中長期としている(2050年の達成を目指す企業が全体の6割)が、一方で目標達成時期を10年以内とする企業が10社あり、2030年を一つのメルクマールとして考えている先駆的な企業もあることが分かる。

表 20 RE100に参加する日本企業の産業別内訳

Industry	Number
Infrastructure	17
Manufacturing	15
Materials	3
Biotech, health care & pharma	2
Food, beverage & agriculture	5
Retail	8
Hospitality	1
Apparel	1
Services	12
計	64

出典：http://there100.org/に公開されたメンバー企業データベースを参照し作成



図 36 RE100%参加する日本企業における参加から目標達成までの年数

出典：http://there100.org/に公開されたメンバー企業データベースを参照し作成

5. 産業用ユーザーにおける木質バイオマス導入に関する意思決定要因と導入課題

5.1. 産業用ユーザーにおける意思決定の要因

産業用蒸気ボイラーユーザーが木質バイオマスに燃料転換を行おうとする時、その意思決定にはどのような要因が働くのかを整理した。

意思決定には、導入を使用とする「動機」と、導入意思を挫く「障壁」という要因が存在する。

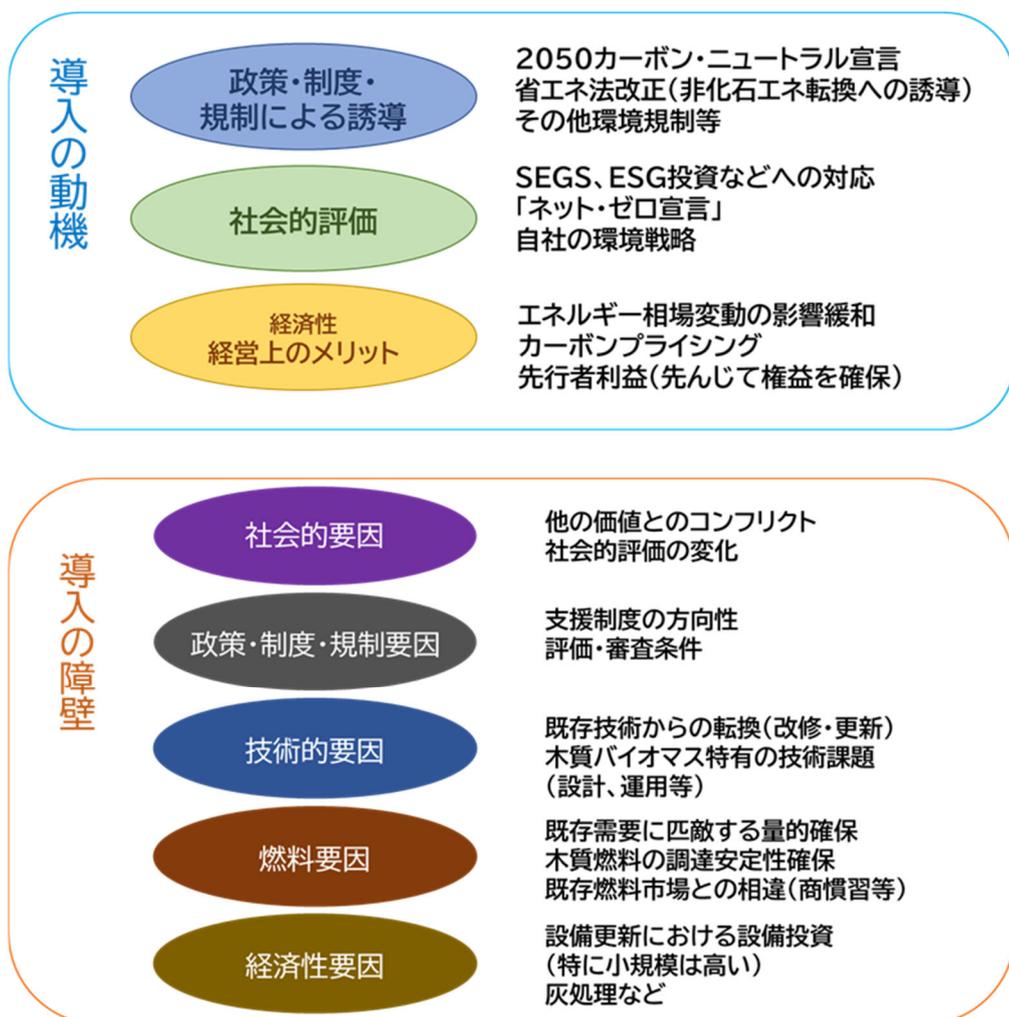


図 37 産業用ユーザーにおける意思決定要因

1) 政策・制度・規制による誘導

これまでも再生可能エネルギーの導入は政策・制度により大きく影響を受けてきた。例えば、電気事業分野において「再生可能エネルギーの固定価格買取制度」(以下、FIT制度)が導入されて以来、木質バイオマス発電所の導入が急速に進んだことから、再生可能エネルギーの導入促進において政策的な要因が大きく作用することは経験的にも確認できる。

産業用熱利用分野においては、省エネ法の規制や補助金制度などの支援制度のあり方による影響が想定される。

再生可能エネルギーが試行的に導入されていた段階から本格的な普及段階への進化が求められていく中で、国としての主要な戦略や目標に対する効果・貢献が政策上の位置づけにも反映する可能性がある。

2) 社会的評価

SDGsの社会への浸透により、かつてないほど企業行動の変化のスピードは速い。また、SNSの発展によって一般消費者とのコミュニケーションも双方向性が強化されており、こうした中で、レピュテーションリスクだけでなく、地球環境や社会に対するリスクが高い行動は持続可能性を阻害するものとして企業経営における重要な課題であるとの認識が高まっている。

地球温暖化は持続可能性の確保の上で最重要の課題であることは、今や社会共通の認識になっているが、企業の事業活動にかかる温室効果ガス排出量は、企業や事業に対する評価においても重要な指標の一つとなっている。

3) 経済性・経営上のメリット

原油価格は、2020年後半からは再び上昇傾向が続いており、2022年6月には110ドル超の水準に達している。(2月21日現在 76.52ドル)。原油価格の高騰は他の化石燃料価格にも影響しており、国際的なエネルギー価格高騰リスクが顕在化している中で、エネルギー多消費型の産業ユーザーでは、製品の製造原価に直結するエネルギーコストの削減が急務となっている。

また、直接のエネルギーコストだけではなく、エネルギー由来のGHG削減目標を持つ企業にとっては、GHG削減のためのクレジット等の調達についてもコストとして認識されており、木質バイオマスについては化石燃料の代替効果とGHG削減効果の両方のメリットが得られる可能性がある。

5.2. 木質バイオマスの導入におけるさまざまな課題

1) 社会的要因

特に木質バイオマスの場合には、森林資源からの生産・調達の過程で社会的リスクが生じないかが懸念事項となる。

【懸念事項】

- ・ 森林資源の減少（蓄積の減少や山地の荒廃）
- ・ 森林の持つ多面的機能（国土保全、水源涵養、生物多様性、文化など）の低下
- ・ 社会構造的な問題（児童労働や労働搾取など）を助長

森林の利用と保全のバランスを確保した利活用をどのように進めるのか社会的における価値観の多様化により他の価値とのコンフリクトが生じる可能性もあるが、従来の産業ユーザーにとって、森林・林業との関係性が薄く、リスクを過大に感じてしまう可能性もある。

対策として、発生源の国内外に関わらず透明性の高い調達を実施すること、リスク情報の整理を行うことが必要となる。

2) 政策・制度・規制要因

再生可能エネルギーは非化石エネルギーとして扱われるが、省エネルギーという文脈では一定の需要に対し、化石燃料を用いる場合に対して、投入エネルギー量が増加する可能性がある。（見かけ上の増エネ）

【懸念事項】

- ・ エネルギー密度の低さ
- ・ 水分等の影響による熱量の低さ
- ・ 燃焼機器の効率の問題

政策・制度上の条件により見かけ上の劣後が生じ、木質バイオマスを活用する効果が評価方法によっては過少に扱われてしまう可能性がある。

対策として、対象の政策・制度のねらいや目指すところを確認した上で、木質バイオマスの持つメリットをどのように説明するか、評価軸上、効果的かつ本質的な説明を行うよう、情報把握することが必要となる。

また、木質バイオマス燃料の特性である、その水分状態によって重量あたり熱量が変化し、それにより効率も変動する点についてエネルギーとして求められる本質的な課題と受け止めつつ、価値ある純国産資源としての木質バイオマス資源を枝条や林地

残材、バークなどの従来利用が進まなかった部位に関しても利用が図られるようにその価値について説明していくことが必要である。

その上で、化石燃料はもとより他の非化石エネルギーとも異なる燃料特性を持つ木質バイオマスエネルギーが、最大限の効果を発揮できるよう、運用面での効率化を図ることも求められる。

3) 技術的要因

従来より、発電・熱利用施設においては、木質バイオマスに特有の性質に利用上の特性や固有のトラブルが見受けられる。特に、既存燃料・技術からの転換では、こうした木質バイオマスの特性が特有の技術課題（設計、運用等）につながると懸念される。

【懸念事項】

- ・化石燃料に比較し、エネルギー密度が低い
- ・燃料の品質（水分、夾雑物、部位による成分の違い、形状）
- ・取扱い時に粉塵・臭気などが発生する可能性がある。
- ・ガスや油に比べて燃焼効率が低い傾向
- ・負荷追従性がガス焚ボイラーに比べて低く、柔軟な運転ができない
- ・国内事例が少なく、初期検討に必要な情報が不足

これらに伴う、他のボイラー等エネルギー施設との組み合わせ、燃焼制御、メンテナンス体制、燃料ストック・ハンドリング、エミッション管理などの課題をどのように考えるかということは、既存燃料・技術に慣れたメーカー、ユーザーにおいて大きな課題となる可能性がある。

また、工場・事業場単位では、エンジニアリング体制、運営体制により、対応が異なることも予想される。

対策としては、規模（出力条件）、ボイラーの種類、既存燃料（特にガス、油）使用条件、業種などを考慮しつつ、木質バイオマスの特性との違いについて検討を行ったうえで、導入を行うことは有効と考えられる。

4) 燃料要因

本調査では、産業系ユーザー、メーカーとも今後の市場拡大における懸念事項として燃料安定調達が可能であるか、という点が共通して挙げられた。実際に大規模蒸気ボイラーのユーザーでは燃料調達の不安から事業化を断念するケースも見られ、自社製品の生産に影響を与えることは極力回避したい産業系ユーザーにおけるボトルネック要因となる可能性がある。

また、今後、産業用熱利用向けの木質バイオマス燃料の需要が拡大する場合、それに対する供給として現在の発電需要がそのまま維持されれば、建設資材廃棄物由来の燃料の増産が見込めなければ、森林資源由来の材への期待が高まると予想される。

【懸念事項】

- ・ 広く浅く存在するため、集中して利用する場合は広範囲から収集する必要がある
- ・ 国産材の利用には、サプライチェーンの構築が必要
- ・ 国産材由来の燃料を取り扱う事業者（林業、輸送、チップ生産など）は小規模零細であることが多く、既存の燃料とは取引における商慣行が異なる可能性がある。
- ・ 地域全体での需給調整機能（市場など）が少ない
- ・ 規模や調達先に対する影響力（従前から取引関係にあるなど）、地域の競合状況により、対応が異なる

これらに伴う、既存需要に匹敵する量的確保、木質燃料の調達安定性確保、調達システム・取引システム構築などの課題をどのように考えるかによって、木質バイオマスへの転換を行うかどうか、意思決定上の大きな課題となる可能性が高い。

対策として、現在の既存ボイラーの規模に関わらず、立地条件や導入先企業の導入目的等を考慮しつつ、例えば、小規模から始める、既存技術との組み合わせによる導入を行うなどの方策が有効と考えられる。

また、国内の森林由来の燃料材の調達チャンネルは、現在、FIT 制度のもとで発電所単位で形成されている状況があり、利害が対立する需要者間の調整は容易ではない。

ウッド・ショック等木材市場全体に及ぶ需給の大幅な変動が発生すると、副次的な生産物である燃料材の需給バランスが大きく崩れることが懸念され、そのような状況下では、NJ 素流協のような広域での需給仲介・調整機能が需要側・供給側双方にとって変動のショックアブソーバーとしての役割を果たすと期待される。

5) 経済性要因

木質バイオマス（ボイラー）は既存燃料・技術に比較して設備投資やランニングコストが割高になることが多く、製品の生産原価に直結する工場のユーティリティとしてのコスト評価に耐えられない可能性がある。

【懸念要素】

- ・ 初期投資額が既存ボイラーに比べ割高である。（特に小規模は高い）
- ・ 一般化された事業モデルがない、資金調達時に審査に必要な情報が不足している。
- ・ 木質燃料はコモディティではないため、価格の想定が難しく、価格安定性の確保にリスクがある
- ・ 木材関連産業では自社の副産物が利用可能である。
- ・ 既存燃料とは異なる稼働リスクがあり、バックアップが不可欠。

- ・何をもって”収益“とするか、評価のあり方の情報が不足している。

- ・特に小規模の場合、付帯工事等の影響で大きく投資額が変動するため、「適正価格」が見えにくい。

これらに伴う、設備投資の最適化、適切な情報に基づく事業モデル構築、燃料価格評価、リスク管理などの課題は、特に現在既存燃料のみを使用するユーザーにとっては情報が得にくいこともあり、

対策として、規模（出力条件）、使用条件、業種、立地などを考慮しつつ、適正価格で設備調達を行うため、オーナーズエンジや ESCO 事業者などを活用した情報収集・調達が有効となる可能性がある

6. 産業用蒸気ボイラー分野における木質バイオマス導入の新たな形態

6.1. 導入時に留意すべきポイント

1) 導入目的の明確化

木質バイオマス導入に取り組む目的や重視する条件を明確にし、それに応じた使用燃料の選択・設備選定を行う。

目的も多角化する中で優先順位をきめることも必要。

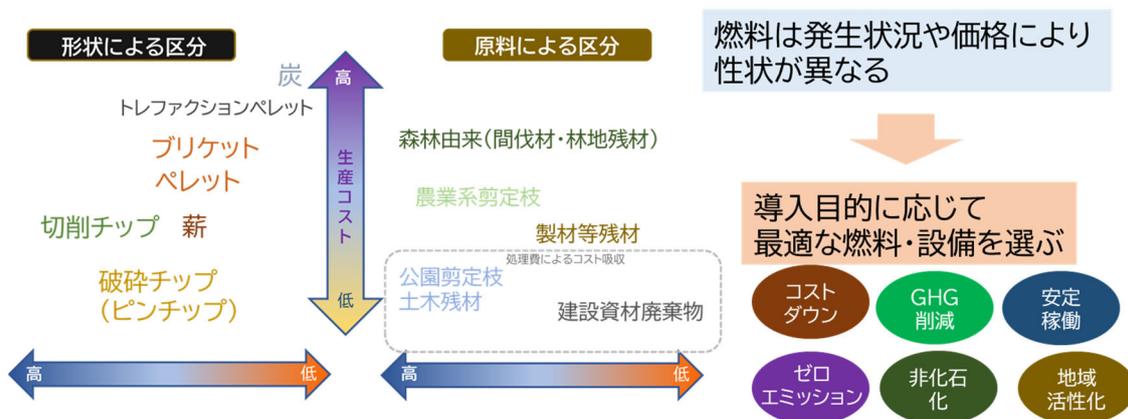


図 38 燃料の種類別分類と目的に応じた利活用

2) 長期計画の中での役割

現在、水素・アンモニア・メタネーション、CCUS・BECCS など様々な脱炭素・非化石化技術が検討されており、イノベーションの速度も加速している。

とはいえ、次世代技術はインフラ整備、サプライチェーン構築、価格低減など課題が多く、実装化までには一定の時間がかかる。

既存の固体燃料（石炭など）からの効果的なシフトを行う上で、木質バイオマス利活用を計画的に織り込むことは着実な脱炭素推進のために有効な手法となる。

3) 自社のエネルギー需要特性を踏まえた導入

特に、トランジション過程においては、エネルギーインフラとしての利便性や安定性を確保しつつ効果的にエネルギーシフトを実現することが重要である。自社の製品

の品質面を犠牲にしても proven でない技術を実証的に全面的に依存することは、営利活動の中では現実的ではない。

自社の目標とそのためロードマップを考慮しつつ、自社のエネルギー需要特性と導入しようとする木質バイオマス蒸気ボイラーの特性をよく知ること、トランジションの局面における最適解も導き出すことができると考えられる。木質バイオマス導入のメリットを最大化しつつ、デメリットを抑えるような導入方法として、運転特性が異なる他の設備と組み合わせる方法も考えられる。

表 21 木質と LNG の比較と条件的な補完

	木質	×	LNG
負荷追従性※	×		◎
燃料調達の安定性	△		○
設備トラブル	×～△		◎
GHG削減・非化石	◎		×
地域資源の活用・林業活性化	◎		×

※蒸気ボイラにおける比較

6.2. 産業用蒸気ボイラーの木質バイオマス利用の新たな展開

産業用蒸気ボイラー分野において木質バイオマスを活用するにあたり、生産状況や既存設備とのバランスなどに配慮しつつ導入検討を行うことが必要となる。

近年の導入ケースから、既存の化石燃料ボイラーを活かしつつ、非化石化を推進するような木質バイオマス導入の新たな展開について紹介する。

1) ベースボイラー & 台数制御

大型の化石燃料焚蒸気ボイラーとパッケージボイラーを使用するケースにおける燃料転換。化石燃料依存度・環境負荷を低減させ地球温暖化防止に貢献することを目的とし、やや規模を縮小した木質・石炭混焼蒸気ボイラー+新設パッケージボイラーの台数を増やし、設備更新。

ベースを木質ボイラーに、パッケージボイラーの台数制御でよりきめ細かな負荷追従性を確保。その後、既設パッケージボイラーを廃止し、新たに木質バイオマスボイラーを1基追加導入した。

(ポイント)

- ・ 効果を検証しつつ段階的な導入を実施。
- ・ エネルギー多消費型の工場でも、大規模設備の燃料転換ではなく、木質バイオマスは規模を小さくし、既存燃料を使用したパッケージボイラーと組み合わせることで、トランジション方策の一つとしても導入することが可能となる。

2) 小規模からの段階的導入

いきなり大規模で置き換えるのではなく、部分負荷に対する小さな規模から導入することで、生産ラインのエネルギー需要特性と木質バイオマスボイラーの供給特性が折り合う制御の最適解を見出すことができる。

(ポイント)

- ・ 段階的に行うことで無理や無駄のない設備投資を推進
- ・ 生産への影響を検討しながら長期的に計画していくことで、より手堅い追加的導入が可能となる。

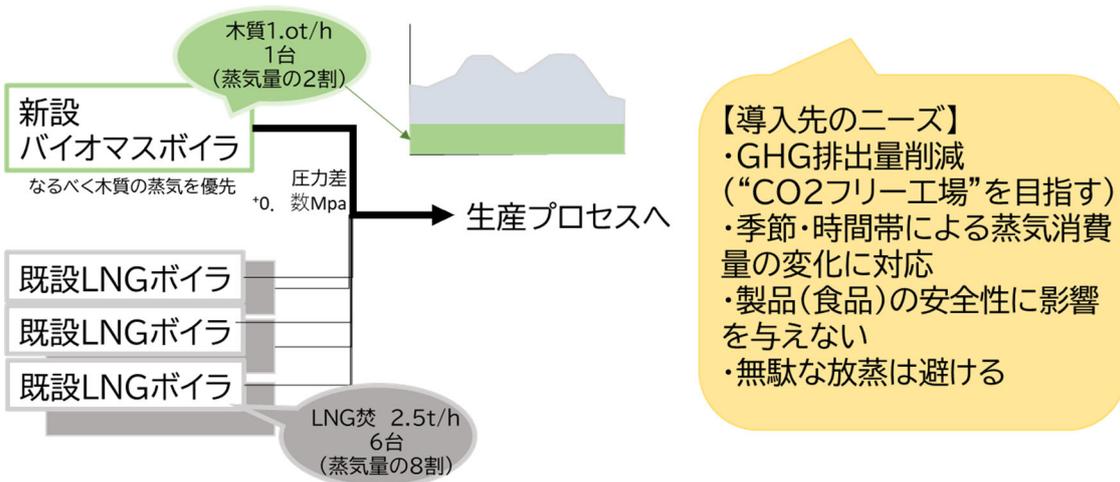


図 39 小規模木質バイオマスの段階的導入の事例

3) ESCO スキームの活用

近年、エネルギーソリューションの一つとして、ESCO,オンサイト事業者の中でも、木質バイオマス熱利用を取り扱う事例がある。

(ポイント)

・自社の人的リソースだけでは不足する要素（スキーム組成や技術）を提供するだけでなく、やや割高になりがちなバイオマスボイラーの初期投資負担を軽減する効果もある。

・ESCO 事業者が木質バイオマスの取扱いについて知見を高めていけば、個別企業における検討や導入時の情報不足を補う効果も期待できる。

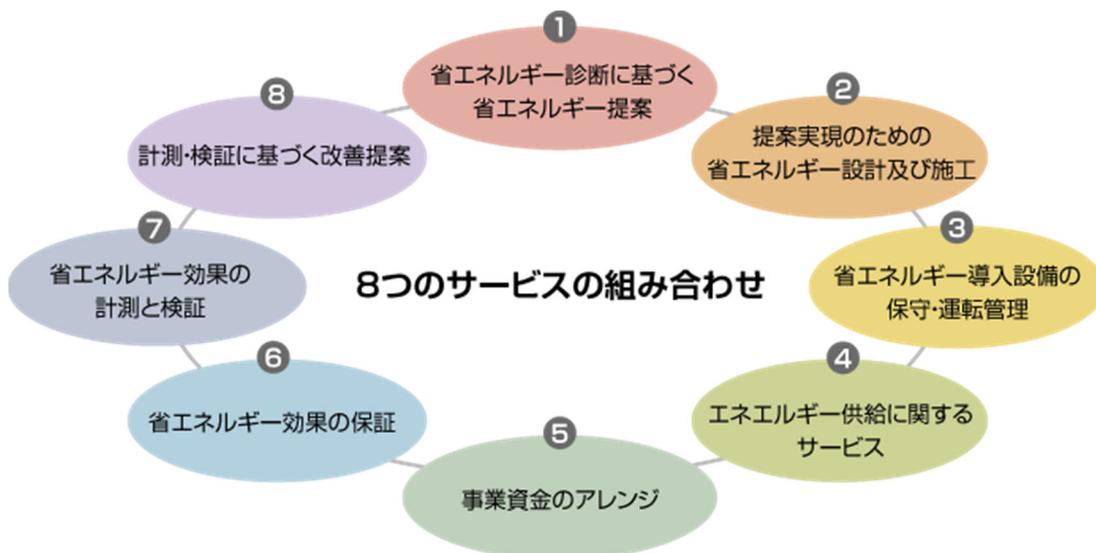


図 40 ESCO に期待される機能

出典：ESCO 事業のススメ,一般社団法人 ESCO・エネルギーマネジメント推進協議会

<https://www.jaesco.or.jp/esco-energy-management/esco/esco-about-esco/>

【参考】ESCOとは

表 22 ESCOスキームの形態

No.	項目	契約方式	
		ギャランティード・セイビングス契約	シェアード・セイビングス契約
1	資金フロー		
2	省エネルギー改修工事の資金調達者	顧客	ESCO事業者
3	省エネルギー設備の所有者	顧客 (リースの場合金融機関)	ESCO事業者 (リースの場合金融機関)
4	ESCOサービス料の支払い	省エネルギー効果(光熱水費の削減分)の中から一定額または一定の割合を支払う。	
5	契約期間終了後の利益の分配	省エネルギー効果(光熱水費の削減分)はすべて顧客の取り分となる。	
6	キャッシュフロー		
7	顧客の利点	<ol style="list-style-type: none"> 1)省エネルギー量が保証されるため確実に省エネルギーを図ることができる。 2)事業トータルの費用はシェアードに比べ安くなる。 	<ol style="list-style-type: none"> 1)省エネルギー量が保証されるため確実に省エネルギーを図ることができる。 2)初期費用が不要。 3)ESCO事業者が省エネ設備に必要な資金調達を行うので、顧客は金融上のリスクを一切負わない。

出典：ESCO事業のススメ,一般社団法人 ESCO・エネルギーマネジメント推進協議会
<https://www.jaesco.or.jp/esco-energy-management/esco/esco-about-esco/>

4) 広域の燃料需給調整

FIT 発電所で主流となっている「個別需要家による調達チャンネルの構築」ではなく、「広域でのリソースマネジメント」と言うべき、地域の木材生産と複数の需要をマッチさせるような流通仲介・需給調整機能が地域の燃料調達の安定性を強化する可能性がある。

流通仲介だけでなく、地域の森林資源の管理状況、素材生産を行う事業者の実状、燃料だけでなく既存木材需要も含めた木材需要の状況について把握したうえで、情報を整理しつつ、実際の物量を動かしていく仕組みを作ることは容易ではない。

NJ 素流協はその好事例であるが、各地域の森林・林業の実状、地域社会のあり方を反映させた、持続性の高い仕組みを作ることが、産業用熱利用分野での需要にこたえることにもつながると期待される。

(ポイント)

・製材用材から燃料までを効果的に活用するためには、隣接都道府県を含めたある程度広域の調整が有効。

・素材生産業者など燃料生産事業者は小規模であるものが多く、需給情報の把握、売買交渉、取引事務、需給調整を個別に行うのは負担が大きく、情報・物流も含めた仲介調整機能があることで、需要側にとってもメリットがある。



図 41 地域需要を広域で調整するイメージ

7. まとめ

7.1. 産業用蒸気ボイラー市場における木質バイオマス導入拡大に向けた今後の課題

1) エネルギーとしての品質と“安定供給”

木質バイオマスエネルギーを既存蒸気ボイラー市場で導入拡大するにあたりリスク要因として最も懸念の声が大きかったのは「燃料の調達について」である。

工場のユーティリティとしての熱源は安定的な出力と稼働条件が確保されなければ、製品製造に悪影響がある恐れがあり、安定性は燃料に求める「品質」であると考えられている。

ヒアリングでも、メーカー、エネルギー事業者から「燃料供給の安定性」が課題という声があった。量的な確保、質的な確保への対応についてどのようなあり方が求められるか、また、建設廃棄物系の燃料の増産が見込めない中で、森林由来の燃料への期待が高まるなか、どのような対応が考えられるか。というユーザーの疑問に対して回答できなければ、導入拡大は望めない。

また、燃料市場の状況についてのヒアリングでは、建設廃材等の取扱いを行う業界団体から、「建設廃材由来の燃料はそれを目的に計画生産される性格のものではない」という発生背景、「現在、再利用率がほぼ 100%近くになっており、解体材が減少傾向を示す中では新たな需要への対応がむずかしい」という意見があった。

一方、森林由来の資源を扱う業界団体の意見として「現状利用されていない林地残材が有効活用できれば、増加が可能」という方向性がしめされた。

各地の森林資源は豊富にあるが伐採量の増加には A 材・B 材などの良質材の需要拡大を行うことによる、従来傾向による C.D 材の生産に加え、現状利用されていない林地残材の追加的利用による増産の可能性があると考えられる。

そのためには、これら林地残材を利用可能とする生産システムや効率的な加工・運搬の技術の開発を進める必要がある。

また、さらに薄く広く発生する材について取引を円滑とするための、仲介団体等取りまとめを行う組織の存在も有効活用のための対策の一つと考えられる。

2) 法制度における取扱い

省エネ法改正に伴う再生可能エネルギーの取扱い変更により、これまでカウントされていなかった再エネについても、「エネルギー」の定義を拡大し、全てのエネルギーの使用合理化を進める方針とされた。その際に、現在予定される使用エネルギー量計算

の方法論では、高位発熱量 木質燃料 13.2GJ は水分状態で 35%程度・補正係数 0.8 とした場合に、実際に使用されている燃料の条件が 35%より大きい場合、評価として木質バイオマスが劣後する条件になる可能性がある。

対策としては、燃料の品質管理を十分に行い、なるべく想定条件に近づけること、また、使用する蒸気ボイラーをより高効率なものとするところとすることが考えられるが、特に森林由来の燃料の生産の実状等から、今後、品質管理手法の急速な拡大が必要となると考えられる。

3)木質バイオマスエネルギー評価手法のあり方

サプライチェーン排出量を算定する企業の場合について、電気の使用を例にとると、Scope 1 は外部からの電力購入、Scope 2 は自家発利用分、Scope 3 はそれぞれの燃料の上流工程に係る排出が対象となる。また、灰処理など廃棄物処理も対象に含まれる。

今後、サプライチェーン排出量が考慮される中で、産業用熱利用分野における木質バイオマスの利用についてその単位当たり排出量を低減させていくことは、利活用全体の環境負荷を低減するために本質的に目指すべき方向性である。

Scope 3 までの排出量を算定する企業はまだ多くはないが、今後長期的には増加すると考えられる。

対策としては、国内の森林由来の木質バイオマス生産を伐採・搬出からどのように高効率化させていくのかということについて、長期的に取り組むことは森林バイオマス全体にとって取り組むべき課題として認識すべきであろう。

ただし、その排出量算定におけるアロケーションなど、方法論についても、今後、国際的な議論の動向を見ながら慎重に検討を進めることが求められる。

7.2. カーボンニュートラル時代に向けた木質バイオマスの果たすべき役割

木質バイオマスエネルギーが、これからの産業用熱利用において期待されている役割に応えていくためには、木質バイオマスそのものの効果を高めていくことが最大の対策となると考えられる。

最後に、今後、木質バイオマスの効果を高めるために必要な方策について改めて整理する。

1) 木質バイオマスの効果を十分発揮させるために

木質バイオマスの本来持つ、持続可能性や環境性を十分発揮させ、社会の中でより良い効果を生み出していくために、循環的で持続可能な森林・林業の推進、燃料サプライチェーンの効率化を実現していくことが必要となる。

2) 木質バイオマス利用の効率向上へ

木質バイオマスの熱を効果的に利用するために蒸気ボイラー自体の熱効率の向上、ロス低減を図ることで、投入エネルギー量自体を削減することも求められる。

木質燃料の品質確保（特に水分は熱量を低減させてしまう）は、使用エネルギー低減だけでなく森林資源の効果的な利活用のためにも欠かせない要素となる。

3) 木質資源の価値を最大化する

有数の純国産循環型資源である、木質バイオマスのメリットを最大化するためにも、効果的なサプライチェーンの構築は重要。

伐採搬出・生産・加工から利用、再造林・育林の循環をより効果的に行っていくことは、木質資源の価値を高めることにつながる。

4) 木質資源の地域戦略は需給両面で

マテリアル利用と燃料利用、森林資源の持続性確保のバランスをとりつつ、さまざまな需要を地域内で組み合わせ、地域で無駄なく利用できる仕組みを作っていくことで、あらゆるユーザーにとって価値の高い資源として供給が可能となる。

7.3. 産業用熱利用における木質バイオマスの利用拡大に向けて

本調査では産業用熱利用分野、特に蒸気ボイラーにおける木質バイオマスの導入拡大における課題について整理し、その対策について考察を行った。

結果として、産業用、蒸気ボイラーという区分に関わらず、木質バイオマスエネルギーがエネルギーインフラの一端を担い、社会に根付くための普遍的課題として、木質バイオマスエネルギーそのものの持つ価値に向き合い、その向上を常に目指していくことが必要であるという一つの方向性を見出すことができた。

森林に由来する木質バイオマスは再生可能エネルギーとしての価値だけではなく、森林の保全や中山間地域への経済効果、地域産業への貢献、コミュニティの維持など、森林自体に由来する多面的な価値を向上させる側面を持つ。

こうした自然環境や社会経済的な効果をも十分に発揮させ、かつエネルギーとしての効果も最大化できるような利活用システムを実現することが、将来の木質バイオマスの健全なる拡大へと至る道につながっていくことが求められる。

そのためには、燃料品質や供給スキーム、利活用システムの高効率化など、幅広い課題に対応することが必要となるが、木質バイオマスに関係するあらゆる主体がそれぞれの課題に向かい効果的な活動を行うことが可能となるよう、当協会としても必要な情報提供、支援を継続的に実施していきたい。

以上

検討委員会 委員構成

表 23 蒸気ボイラー導入促進調査 検討委員会名簿

氏名（敬称略）	所属・役職
榎本 啓士	金沢大学 理工学研究域 機械工学系准教授
黒坂 俊雄	黒坂事務所 代表
桑原 幹男	一般社団法人日本ボイラ協会 技術普及部 次長
駒木 貴彰	国立研究開発法人森林研究・整備機構 森林総合研究所 フェロー
高橋 溪	三菱 UFJ リサーチ&コンサルティング株式会社 東京本部 環境・エネルギーユニット 主任研究員

調査協力先

特定非営利活動法人 全国木材資源リサイクル協会連合会

一般社団法人 日本産業機械工業会

特定非営利活動法人 日本樹木リサイクル協会

一般社団法人 日本ボイラ協会

一般社団法人 日本有機資源協会

ノースジャパン素材流通協同組合

この他、アンケート・ヒアリングには多数の産業ユーザーおよびボイラーメーカーの皆様に御協力いただきました。御協力に深く感謝申し上げます。

【調査実施状況の報告】

1. 委員会の実施状況

- ・第1回委員会 2022年8月2日 13:30-16:00
- ・第2回委員会 2023年2月24日 13:30-15:30
- ・委員への個別ヒアリング

榎本 啓士委員 2022年12月14日 15:00-16:30
黒坂 俊雄委員 2022年12月16日 15:00-16:30
桑原 幹男委員 2022年12月16日 17:00-18:00
駒木 貴彰委員 2022年12月14日 15:00-16:30
高橋 溪委員 2022年12月14日 10:00-11:30

2. 成果報告会

日程：2023年3月17日 11:30～13:30

会場：東京ビッグサイト バイオマス展

4. その他ヒアリング・アンケート記録（※非公開）

添付資料

第1回検討委員会議事録（発言要旨）

事業名：令和4年度「地域内エコシステム」サポート事業のうち木質バイオマス利用促進調査支援 木質バイオマス蒸気ボイラー導入促進調査

委員会名：第1回検討委員会

日時：令和4年8月2日(火) 13:30～15:40

場所：Web 会議システム

【議事内容】（要約）

1. 蒸気ボイラー市場における転換の動機と障壁となる要素

・木質バイオマスについては、大手の事業者か中小の事業者かによってかなり意味合いが違う。大手だと導入の動機として社会的評価といったところをかなり気にされていて、脱炭素の動きの中でバイオマス導入というのはかなり社会的評価を受けられるということでどんどん進んでいく。一方、小規模の事業者にとっては、ほとんどがコスト評価で、こういった社会的評価で動かれるというところは厳しいのでは。

・事業者の立場に立つとほとんどが燃料コスト、運用費がほとんどを占めるのでそれで果たしてペイするののかとしたときに、彼らは色眼鏡なく油、ガス、木質バイオマスを天秤にかけてどれが一番事業的に成り立つのかという観点で判断する。その意味でバイオマスを導入するという動機が入ってこないのではないか。

・動機に関して、平成30年度調査段階との違いとして、2050年カーボンニュートラルの話やESG投資が強化され当時に比べて切迫感がある。そういう点が今までとの大きな違いだと思う。ヒアリングする際にそこを聞いていただきたい。

・また、制度としてカーボンプライシングが制度としてはないが将来それが入ることも想定し、炭素価格などを考慮した投資回収を評価する“インターナル・カーボンプライシング”で設備投資の意思決定をしているという会社もあると思う。カーボンニュートラルやESGが出てきているが具体的にそれが設備投資にどう結びついているか。

・社会的評価はかなり変化しており昔は規制があるから動くというのが企業の行動傾向ではあったが、最近はむしろ積極的に方針を立てて動かれているところもある。

・業界団体別にGHGの削減目標や自主行動計画を持たれているので、そのベースでの目標設定の置き方や非化石化の方針について業界としての取組状況を確認する。

・業界の中でも業界をリードしていく企業の場合、おそらく新しい取組というところだとインターナル・カーボンプライシングなど、これまでの切り口ではなく再エネの特別なハードルレートが設定されているようなところがあるかもしれない。そういったところをご紹介いただいて聞いていくということもあろうかと思う。

・導入の障壁というところでは、技術的要因として、蒸気は温水ボイラーに比べて蓄熱することができないことも課題になってくる。

・需要の変動にどう対応していくか、既存のボイラーとの組み合わせも含めて検討していく必要がある。

2. 導入課題について

(1) 技術的課題

・労働安全衛生法では、基本的には蒸気ボイラーは圧力条件があるので、多くのものが「ボイラー」として制限を受けているのではないか。

・貫流ボイラーではボイラー技士が不要な規模を複数台置いて規模を確保していくという導入形態がある。設備コスト削減という観点でみていくと、それで良いのかという問題意識もある。規制の問題は、安全に絡む問題なので、安全をないがしろにすることはできないが、そのあたりを新たな視点で考えられるところがあるのか、ないのかということは少し検討してみる必要があるのかなと思っている。

・ボイラーメーカーの立場からすると、大きなボイラーになると事業者から与えられた仕様に基づいて、かなりの設計費をかけて一品生産という形でボイラーを設計していく。その分

設備費は高くなるが一般的。

- ・今、脱炭素ということで各ボイラーメーカーも、水素もアンモニアについてはインフラ待ちという答えが多い。

- ・産業用の小さなボイラーになってくると、標準化し型番を決めてカタログに載せて、そこからどれを選ぶかという形態になる。ボイラーメーカーが木質バイオマスボイラーを開発し製品として扱おうとする場合、ある程度導入数が出ないと、標準化しようという動機が出てこない。

- ・事例として小型貫流ボイラーで木質バイオマスを標準化しようかといったときに、メーカーとして「数が売れるのか」というのが最初に出てきた。技術的な面から言えば、小型貫流ボイラーの場合は循環比 2 以下だとか技術的要件があり、木質バイオマスの場合にそういったものがつくれるのかどうか。

- ・300kW 未満のようなかなか小型の蒸気ボイラーだと産業向けとしては規模が小さく、ボイラー技士を置かなければならないようだともメリットがなかなか見出しにくい。

- ・重点ゾーンというのは 300kW 以上 5MW 以下くらいの規模か。

- ・木質バイオマスの場合は灰の処理という問題が出てくる技術的課題という形でボイラーメーカーにヒアリングしてみると思うが、ハードルが高いのではないか。

- ・コストダウンや技術的な課題に木質が対応できるのかということも聞いてみないといけない。そのあたりは業界ヒアリングやメーカーヒアリングをする中で考えていかなければならないと思っている。

- ・ただ、市場が具体的に見えてくるとメーカーは変わるので、市場のゾーンがあるというのを示せばすごくエンカレッジな結果になると思う。

(2) 導入先業種等属性について

- ・製材工場では、国産材製材は乾燥が進んでいないので、これから先は乾燥用に蒸気ボイラーを入れることがマストだと考えも出てきている。

- ・業種別に絞ってターゲットがわかってくると思っていたが、そもそも業種という形でまとめて良いのだろうか。ただし、ヒアリングをするにあたり、ひとつの仕分けにはなる。

- ・業種別に調査をするときに、その業界団体の窓口の人が全て知っているとは限らないので、個別の状況を調査できるかが問題。

- ・公表されている統計情報は蒸気ボイラー全体について導入先業種別用途の区別がない形で扱われている。木質バイオマスエネルギー利用動向調査では業種別とはいえ、製材や木材関連の業種をイメージしたものになっていることに注意。

- ・出口側を業種別で区分して考えようとしているが、実際には一口に食品産業と言っても食品の中でも色々なものがある。

- ・用途に着目すると、殺菌で使うプロセス、加熱調理するプロセス、食品原料として油脂を精製する蒸留というプロセスなど、それぞれに規模が違い、省エネニーズの高さの度合いも違うのではないかと思う。なのかというところも気になるが、こちら内訳については開示されていない。

(3) 燃料について

- ・産業用ということで燃料コストをいかに抑えるかというのが最大の関心事になる。

- ・比較的水分が低くて燃やしやすいものが小型の温水利用で流通するのと違い、蒸気の場合は安価な燃料がずっと確保できることが重要。

- ・燃料に関しては、特にウッドショックと言われるここ 1~2 年の価格の高騰が燃料材の方の価格にも随分影響してきている。合板材向けの丸太とほぼ変わらないくらいの価格まで上がっているため、今燃料を必要としている木質バイオマス発電などでも課題になっている。

- ・石油が高くなっている、また CO2 削減ということもあり、自社の工場から、または周辺の山から出る燃料を使って乾燥材を作る、蒸気ボイラーを入れて乾燥させるということ製材業では考えている。まだまだ蒸気ボイラーの製材・木材業界への浸透というのは可能性があるのではないかと思っている。

- ・燃料価格に関してはだいぶ上がってはいるが、需要のあるところの半径 50km の範囲が今のバイオマス材の価格では限界だろう。それよりも遠くなると、なかなか集めきれないと言われている。
- ・半径 50km 以内にどれだけ資源、供給力があるかということが最初に問題になると思う。その次はそのエリアで競合車を考慮したうえで実際にどれだけの需要があるか、そこに供給する者が取りまとめて供給していくという体制が必要。木材価格を下げていく可能性もあると思う。
- ・燃料供給体制をどうしていくかが問題。最近、ヨーロッパの方もいかに低質材を燃料材に使えるようにしていくか、その供給システムをどうするのかという話がある。ヨーロッパの場合は、日本よりもそのあたりはかなり弾力的な体制がすでに出来上がってきているので、それを活かしながらいかに低質材を使えるようにしていくかということが議論されている。

3. 調査について

- ・蒸気ボイラーをいつ頃までにどの程度導入したいかという議論も重要。2050 年をにらみつつ 2030 年を少し念頭に置きながら、どういうところであれば導入できるのかということを考えていくことも必要なのかなと思う。
- ・意外と統計データはきっちりとうとすると、なかなかとれないというのが今の実態ではないかと思う。エネルギー統計でも非常に大雑把なものになっているので、具体的なものを詰めようとするだけでは難しい。
- ・動機はある中で具体的にバイオマスをどう捉えているのか、例えば CO2 削減に対して会社の中で目標としているか、具体的な方策も含めて聞いていただけると良いと思う。
- ・以前のヒアリングでは普通の投資回収の基準ではなく、CO2 削減できる場合の基準が別途あり、基準となっている投資回収期間よりも長めになっているという会社も聞いたことがある。
- ・業界団体別に GHG の削減目標や自主行動計画を持たれているので、そのベースでの目標設定の置き方や非化石エネルギーを業界の方針として取組状況を確認する。

以上

第2回検討委員会議事録（発言要旨）

事業名：令和4年度「地域内エコシステム」サポート事業のうち木質バイオマス利用促進調査支援 木質バイオマス蒸気ボイラー導入促進調査

委員会名：第2回検討委員会

日時：令和5年2月24日(火) 13:30~15:30

場所：Web 会議システム

【議事内容】（要約）

1. 産業用蒸気ボイラーにおける木質バイオマス導入促進に向けた課題について

(1) 改正省エネ法における木質バイオマス燃料評価（案）について

・省エネ法の補正係数 0.8 については、ボイラー効率の問題であろうかと思う。確かに木質は水分が多いので油・ガス焚に比較すると効率が低下するが、それでもボイラ効率 80%程度はあるだろうから、省エネにはなるのではないか。

・一般に産業用ボイラーの場合、低位発熱量で評価している。そうすれば水分の問題は解決する。評価の仕方の問題もあるのではないか。

・従来から総合エネルギー統計等では高位発熱量基準であるため省エネ法でも高位の扱いになっていると考えられる。

・補正係数 0.8 というのは木質ボイラーが化石燃料ボイラーに比べ効率が 20%程度低くてもよいという設定であると思うが、燃料の水分状態が申請時に使用する係数（35%水分に相当）より悪いと実績報告の時に予定する使用エネルギー量が想定より大きくなるという問題があると思う。

・産業系のユーザーの場合はコスト意識が高いので一生懸命になるべく安い燃料を調達しようと、バークなどもかき集めて利用している。そうしたものは 35%よりはるかに w e t なので、35%水分条件で一律熱量を計算すると重量のカウントの問題で省エネ効果で不利になってしまい、肝心のビジネスゾーンを失ってしまう事が懸念される。

・省エネ法では、全ての燃料を高位発熱量で評価している。木質だけ特例というのは難しいと思う。そうすると補正係数かあるいは、別表の熱量の規定ではなく実際の燃料の水分を計測して記録し、報告するのであればよいのではないか。

・木質の場合は、w e t の状態の水分量で廃棄物に近いようなもの場合はもう少し熱量を低くすることはできないか。

・高位発熱量の水分量からすると、丸太から作るチップは実際にはもっと高い。森林由来のチップの場合には不利になってしまう。実態に近い数値になるよう補正が出来て、森林系の材がうまく使われていくような仕組みであるとよい。

(2) サプライチェーン排出量（Scope3）について

・サプライチェーンなりライフサイクル GHG の話にもつながるが、要は S c o p e 3 となる

と輸送なども含まれるため、より近場から調達するなど輸送の負荷を下げ排出削減になることをきちんと示すことが重要であるだろう。

・ Scope 3 自体は煩雑だが、本質的にいかに環境負荷を減らしていくのかという話かと思う。・ ある意味当たり前のことであってしっかりやっていかなければならない。

・ ただし、木質燃料の乾燥工程の熱源が、木質燃料のボイラーを利用した場合や、他のプロセスの廃熱を利用した場合の取り扱いが気になる。かなり煩雑であるが処理していかなければならない。バイオマス由来の廃熱も input としてカウントすることになるのか等、調べておきたい。

・ 産業系で大きい規模の場合、ボイラーの前段で乾燥できるため、さまざまな状態の燃料を受け入れている。

・ GHG の面で最適とするためには、従来の木材利用やシステムのあり方の軸を変えていかなければならないということか。

・ 欧州で実際に Scope 3 まで対象としているバイオマス施設はあるのか。

バイオマス施設で Scope 3 まで実施している海外のケースを調べていくのには時間がかかるため、本年度事業では難しい。

・ 大規模であるほど海外材は安定調達を行う上で重要となってくるため、将来的には越境することを前提とした Scope 3 の計算方法について検討できる様になればよい。ただし、その時の輸送燃料はアンモニアになるのでは。

・ 上流側のカウントはしやすいが、下流側がどうなるのか。灰は埋めるしかなくなるのでは。

・ 灰の再生利用時の加工におけるエネルギー投入が GHG 的にはマイナスになるとなると、捨てるのがもっともよい、となる懸念もある。

・ 炭の状態で農地に戻す（バイオ炭）ということが GHG 的には有効ということになる可能もある。ただしこれはエネルギー効率的には損失が大きい。地域利用の場合にはバイオ炭で農地利用など炭素貯留促進した方が結果的に経済的にもプラスになる。これは効率とトレード・オフになるが、そういう考え方もある。

(3) 燃料供給の安定性について

・ 論点 3 は (2) の Scope 3 とも関係する。

・ 量的・質的な確保という点で、需要と供給をマッチングするような仕組みがこの場合には必要になり、質については合法木材の対応や水分量を事前にチェックするような仕組みなどを考えられないと量的・質的な確保は難しい。

・ 聞き取りでは 2 割がたが林地残材になっているということだが、現状ベースでは「伐採量を増やさないとバイオマスは増えない」ということになってしまう。

・ まずは A,B 材を伸ばしていく必要もあり、これまでなかなか実現できてこなかった国産材振興をいかにアクセラレートするのか、ということに関わってくる。そのためにも需給をいかにマッチングしていくかという仕組みが重要。

・ 林野庁では全国需給情報連絡協議会を立ち上げて、関連する業界団体を集めて意見聴取する会を年 2, 3 回開催している。そこでは「山側の情報と利用側の情報が双方なかなか

分からない、わかる仕組みが欲しい」という意見があり、こうしたマッチングの仕組みをうまく作っていくことも手だと思ふ。

- ・安定供給が一番大事な問題であるというのは、もう既に共通認識だと思う。
- ・東北の方で事業をされている燃料を広域的に購入して事業をされているところ、捨ててしまうようなものも持ってきたら買うというようなもの、そういう事業者の形態が参考になるのではないか。
- ・そもそも伐らないから無い、という話だが、安定に買ってくれるなら山に入って木を伐る、と言う人がいるとすれば事業者は安定して買うということを示すことが有効なのではないか。
- ・発電所でもバーク、枝葉などを積極的に活用しているケースが出てきている。原木チップよりも安く買える。しかし、燃料中どの程度利用できるかはボイラータイプによるところがある。
- ・山にいる人の動機付けという視点も必要であると思ふ。
- ・需給バランスについては事業者の立場からするとそこに不安があるからなかなか手を出せない、そして需要が無いければ木が伐れない。
- ・「燃料が集まらなくて休止に追い込まれたバイオマス発電所」についての報道などを見ているとなかなか事業者としては導入に踏み切れない。
- ・燃料の供給安定に対して政府がまずそこに舵を切らないとなかなか進んでいかないと思ふ。森林保護の観点からもある程度広域の地産地消ということで伐採にもっと政府が燃料安定供給というところを先行させるべきではないか。

(4) その他技術的な問題

- ・比較的小規模で省エネ意識が高く既にガス焚で潜熱回収ボイラーをもし入れているとすると、バイオマスの場合も潜熱回収しないと省エネにならないと思ふ。バイオマスの燃焼ガスは都市ガスに比べて腐食性が高いと思ふので、バイオマスボイラーの潜熱回収型も世の中に存在はするが、一般的に普及するのは難しいのではないかと考える。そのため、潜熱回収ボイラーを導入してるところでは、バイオマスが使えないということも課題になる可能性があると思ふ。
- ・規模感の問題もある。極端に大きいところと小さいところを分けて方法論を策定するような方法も必要ではないか。そうしないと収束しない可能性もある。
- ・産業界において、次世代技術へのつなぎとして、というのも確かにこういう面があると思ふ。それは比較的大きいところで総量が大い、だから少しずつバイオマスを入れていく、という考え方もあるだろう。
- ・たとえば地域の小規模な食品加工業が地域と結び付いて林地残材などをうまく確保できるような仕組みが作れば、回るのではないか。
- ・地域産業の場合は、繋ぎではなくずっとバイオマスを使い続けるというゾーンになると考えられる。そうした需要を重視し今のうちに手当をしておくことが必要では。
- ・今の調査の形が省エネを意識している大規模なところに視点が向いているが、小規模な地域需要にも目を向けていく必要がある。

・J クレジットについて、大手森林所有者が吸収源クレジットを発行し販売を始めたところ、地域の金融機関や販売先の企業との関係ができ、木材で大きな建物を建てようという大手のビルダーとの付き合いもでき、自社の本業での木材が使われるようになった、という例があった。森林クレジットは省エネ由来のものよりも人気があり、脱炭素化の動きの中で価格も高騰していると聞く。クレジットとの組み合わせも考えると、森林由来のバイオマスの利活用のメリットがアピールできるのではないか。

2. 今後の予定

2023年3月17日に予定している成果報告会について、参考資料3の内容について説明を行った。

また、今後の予定につき、事業完了までのスケジュールについて説明を行った。

以上

成果報告会資料

蒸気ボイラー導入促進調査 成果報告会

産業用蒸気ボイラーにおける 木質バイオマス導入のポイント

2023年3月

(一社)日本木質バイオマスエネルギー協会

JWBA Proprietary

はじめに

JWBA Proprietary

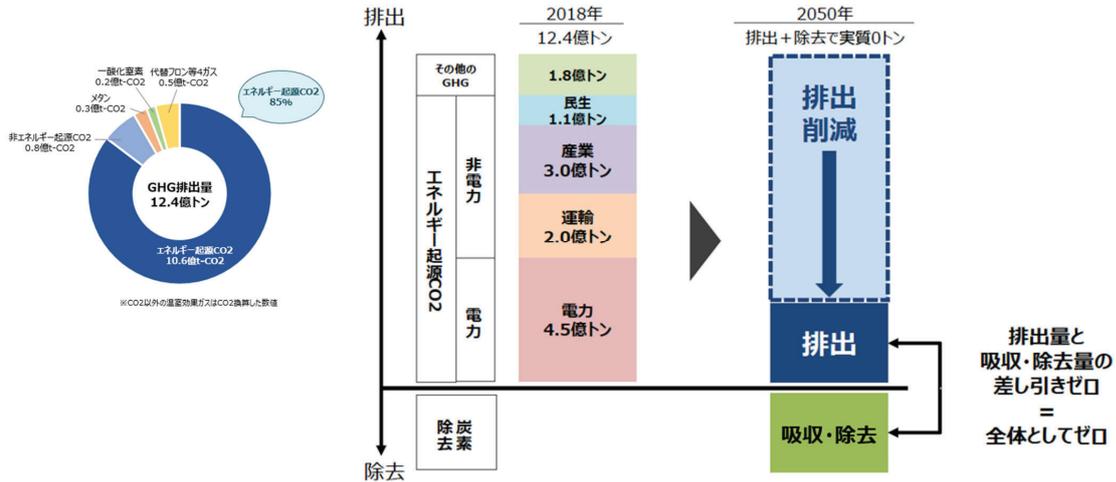
- ▶ 今後、木質バイオマス熱利用の加速度的推進を図っていくためには、化石燃料ボイラーを中心とする蒸気ボイラーを木質バイオマスボイラーに転換していくことが喫緊の課題となっている。
- ▶ 現状において、木質バイオマス熱利用施設では、温水ボイラーの導入台数が多い状況であるが、産業部門は1台当たりの需要量が大きく、導入容量として大きな位置を占めるのは蒸気ボイラーである。
- ▶ 本調査では、今後、産業用蒸気ボイラー市場において木質バイオマスの導入拡大を図るため、導入可能性のある産業部門における脱炭素・非化石市場の状況を確認するとともに、蒸気ボイラーにおける木質バイオマス導入の技術的課題を把握し、そのことを踏まえて必要な対策を整理することを目的とする。

1. 蒸気ボイラー市場を取り巻く環境

2050年カーボンニュートラル宣言



- 2020年10月の第203回国会での「2050年カーボンニュートラル」宣言
- エネルギー関連のGHGは主要な目標の1つであり、バイオマスエネルギー利用は、効果的な対策として期待されている。



「カーボンニュートラル」って何ですか？(前編)～いつ、誰が実現するの？
2021年02月16日 経済産業省

Ministry of Economy, Trade and Industry

https://www.enecho.meti.go.jp/en/category/special/article/detail_164.html

JWBA Proprietary

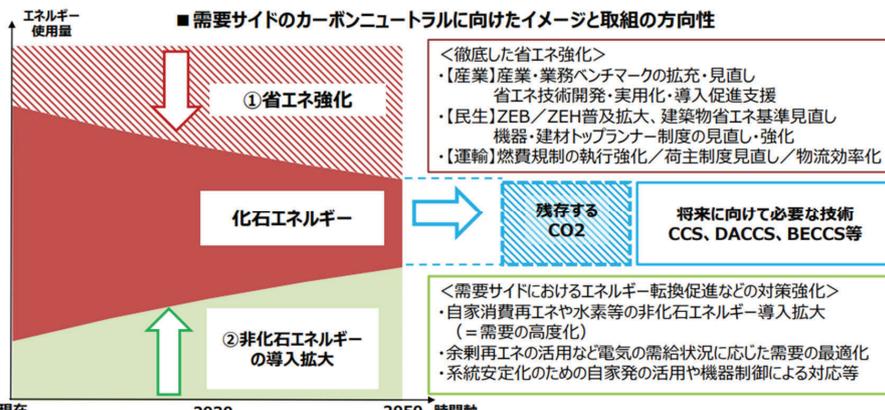
省エネ法の改正議論



- 省エネ法改正議論では、カーボンニュートラルの実現に向け、3つの大きな方向性を設定。

- ①省エネ強化
- ②化石エネルギーの削減
- ③非化石エネルギーの導入拡大

バイオマスは非化石エネルギーの対象となる。



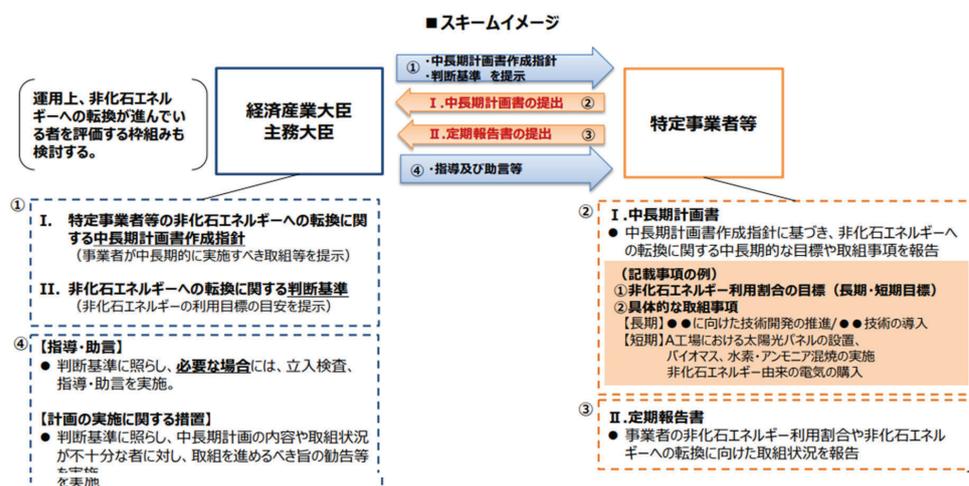
第36回 総合資源エネルギー調査会 省エネルギー・新エネルギー分科会 省エネルギー小委員会
今後の省エネ法について 2021年12月24日資源エネルギー庁

https://www.meti.go.jp/shingikai/enecho/soene_shinene/sho_energy/036.html

JWBA Proprietary

省エネ法 非化石転換の計画的導入を促す措置

- 特定事業者等は、国が提示する非化石エネルギーへの転換に係る「中長期計画書作成指針」及び「判断基準」に従い、毎年度、非化石エネルギーへの転換に関する中長期計画書及び定期報告書を作成し、主務大臣に提出する。

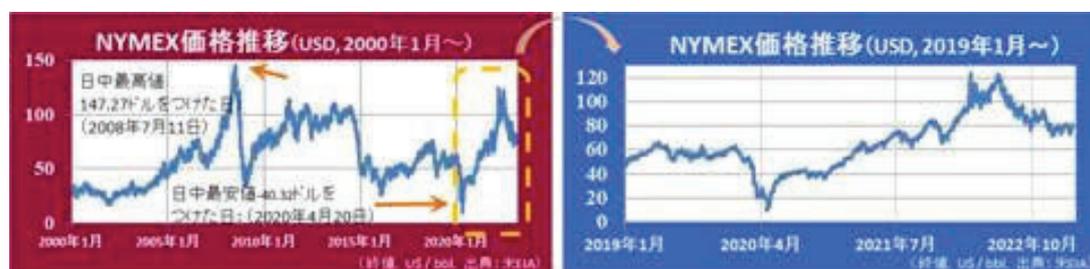


第36回 総合資源エネルギー調査会 省エネルギー・新エネルギー分科会 省エネルギー小委員会
 今後の省エネ法について 2021年12月24日資源エネルギー庁 https://www.meti.go.jp/shingikai/enecho/shoene_shinene/sho_energy/036.html

JWBA Proprietary

エネルギー価格の高騰

- 原油価格は、2020年後半からは再び上昇傾向が続いており、2022年6月には110ドル超の水準に達している。(2月21日現在 76.52ドル)
- 原油をはじめとする化石燃料市場は2000年代前半までは比較的安定していたが、ここ20年の推移をみると、非常に大きな振幅で価格が変動している。
- 燃料価格は産業用ユーザーにとって製造コストに直結する重大なリスク要因になっている。



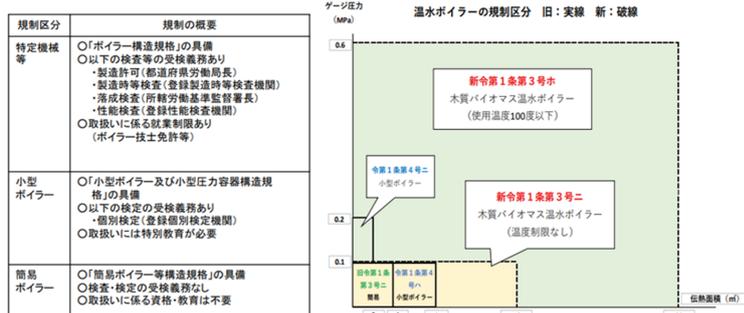
JWBA Proprietary

木質バイオマス利用温水ボイラーの規制緩和



- ▶ 労働安全衛生法施行令の一部を改正する政令及び簡易ボイラー等構造規格の一部を改正する件が令和4年2月18日に公布され、令和4年3月1日から施行されている。
- ▶ この改正により、温水ボイラーについては、木質バイオマスボイラーのうち、特定機械等又は小型ボイラーに該当する者のうち一定ゲージ圧力等以下のものを簡易ボイラーとする規制緩和が実施されている。

労働安全衛生法においては、ボイラーは、その危険性の程度に応じて、危険性の高い方から、「特定機械等」「小型ボイラー」「簡易ボイラー」と、3つの規制区分を設け、規制の程度に差を付けている。
 今般改正は、木質バイオマス温水ボイラーのうち、「特定機械等」又は「小型ボイラー」に該当するものうち、一定のゲージ圧力等以下のものを、「簡易ボイラー」へと規制区分を変更（規制緩和）するものである。



労働安全衛生法施行令及び簡易ボイラー等構造規格の一部を改正する政令の概要

出典：労働安全衛生法施行令の一部を改正する政令案 概要 令和4年1月17日
 労働基準局安全衛生部安全課より抜粋

JWBA Proprietary



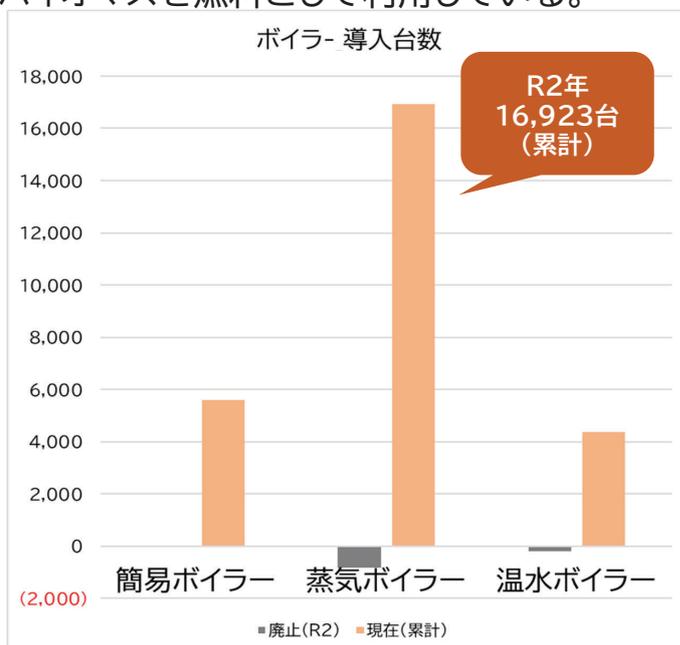
2. 蒸気ボイラー市場の現状

JWBA Proprietary

蒸気ボイラー導入台数



蒸気ボイラーでは、累計導入台数が16,923台となっており、台数としては1割程度が木質バイオマス燃料として利用している。



※小型ボイラー（3,242台(R2)）は蒸気ボイラー、温水ボイラーに含まれる

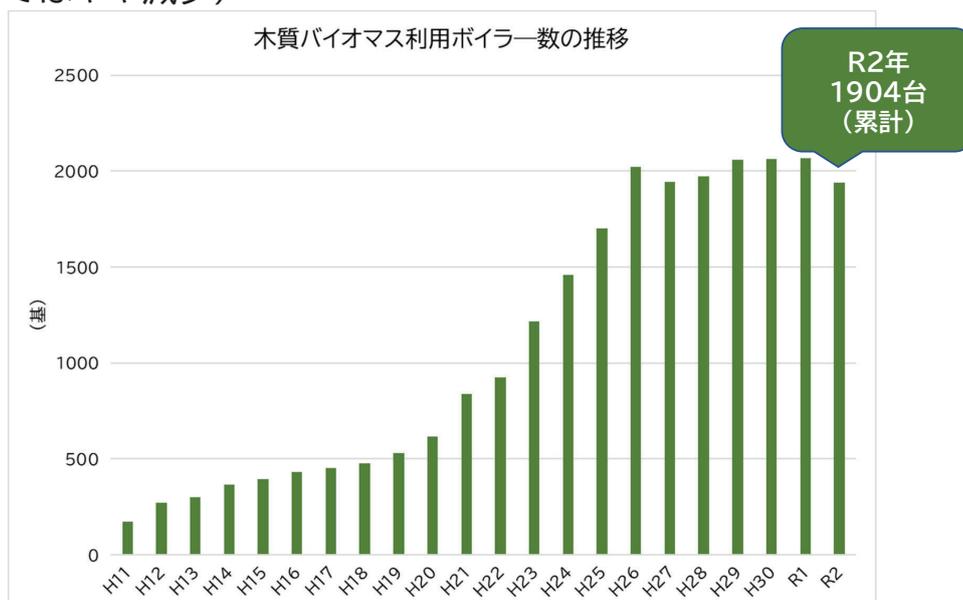
ボイラー年鑑 R2年版より作成

JWBA Proprietary

木質バイオマスボイラー導入台数



木質バイオマス燃料とするボイラー(蒸気・温水含む)は、H20年以降順調に伸びていたが、H26年以降はほぼ横ばいの状況が続いている。(令和2年ではやや減少)



林野庁「木質バイオマスエネルギー利用動向調査」各年版より作成

JWBA Proprietary

省エネ補助事業における木質バイオマス案件の状況



- 産業用蒸気ボイラー、特に大型の省エネルギー投資への補助事業としては、エネルギー使用合理化支援事業が1990年代から継続的に実施されてきた。
- 2021年度から先進的省エネルギー投資促進支援事業費補助金と名称が変更となっているが、予算枠も大きく、工場熱源としての蒸気ボイラーの燃料転換などにも活用されている。
- 直近10年間の採択案件のうち、バイオマスボイラーへの転換(ペーパースラッジやメタン発酵なども含む)は32件、うち、蒸気ボイラーにおける木質バイオマスへの転換を用いるものは13件であった。
- この13件の内訳は、製紙会社6件、クリーニング業2件、食品会社1件、化学工業1件、機械工業1件、製材業(建築業)1、産業廃棄物処分業1であった。
- また、バイオマスボイラーへの転換32件中5件がESCO事業として実施されており、工場ユーティリティ設備における省エネ方策としてバイオマスについての知見を持つESCO事業者の存在が導入時に一定の役割を果たしているケースが確認された。

エネルギー使用合理化・先進的省エネルギー投資促進支援事業採択件数

エネルギー使用合理化・先進的省エネルギー投資促進支援事業	平成25年	平成26年	平成27年	平成28年	平成29年	平成30年	平成31年	令和2年	令和3年	令和4年
	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
新規事業	1,394	1,472	1,332	774	411	355	214	356	48	60
複数年継続事業	71	43	90	108	92	92	94	102		
年度またぎ事業	0	0	4	1	0					
うち バイオマスボイラー事業	4	5	3	2	3	2	2	4	1	10

(注)複数年度継続事業と年度またぎ事業は各年度に計上

出典:エネルギー使用合理化・先進的省エネルギー投資促進支援事業各年度採択結果(一般社団法人 環境共創イニシアチブHP)を集計し、作成。

JWBA Proprietary

産業界におけるカーボンニュートラルに向けた対応



- 日本経済団体連合会では、加盟各業界団体とともにカーボンニュートラル行動計画(以下、行動計画)の策定を推進している。
- 2021年度においては54団体のうち32団体で既に行動計画が策定、検討中15団体、検討予定が7団体となっており、多くの団体で行動計画が策定されている状況である。
- 同行動計画の2021年度フォローアップでは、再生可能エネルギー、エネルギー回収・利用の導入として、40の業界団体による取組が紹介されている。
- うち発電も含めバイオマスの利用を報告しているのは以下の10団体であった。

【バイオマスの利用を報告している業界団体】

日本化学工業協会
 日本製紙連合会
 セメント協会
 日本鉱業協会
 日本ゴム工業会
 日本産業機械工業会
 電気事業低炭素社会協議会
 石油連盟
 日本ガス協会
 日本貿易会

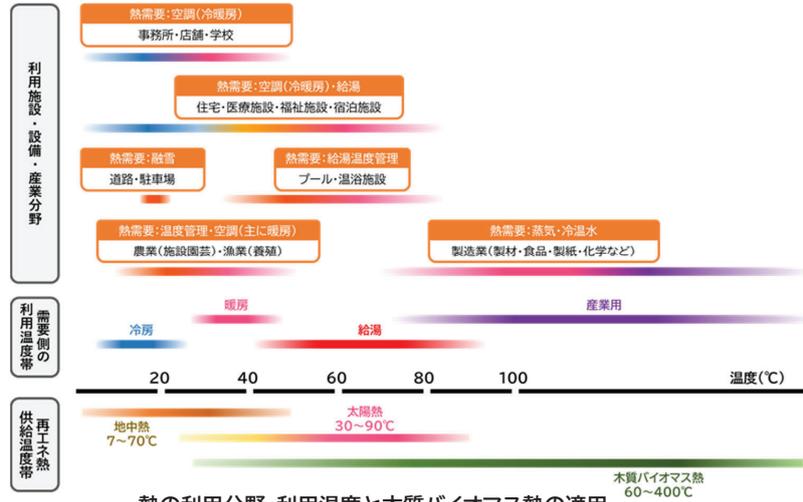
出典:経団連カーボンニュートラル行動計画2050年カーボンニュートラルに向けたビジョンと2022年度フォローアップ結果 総括編(2021年度実績)[速報版]2022年11月7日一般社団法人日本経済団体連合会

JWBA Proprietary

産業用熱利用分野における木質バイオマス熱の可能性



- 再エネ熱3種の比較では、木質バイオマス熱は現状利用可能な技術として、温度帯は60℃程度から400℃程度、需要形態としては蒸気から冷温水まで幅広く対応することができる点に大きな優位性がある。
- 産業分野における熱需要の非化石化は、長期的な持続可能性の確保のために避けては通れない課題であり、その課題に対する既に実用段階にある非化石技術として足下の対応力を持つ技術として木質バイオマスを位置づけることができる。



JWBA Proprietary



3.木質バイオマス燃料市場の現状

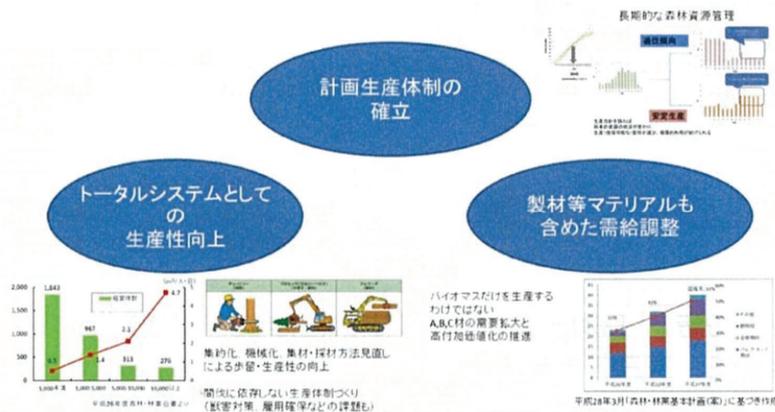
JWBA Proprietary

2.2 エネルギー利用における燃料調達の重要性



バイオマス事業、最大のリスクは燃料

- ▶他の再エネとの大きな相違点として、バイオマスは「燃料が再生可能である」ことにより再エネたりえることに特徴
- ▶木質バイオマスを生産する社会インフラとして根付かせるためには、エネルギー変換技術だけではなく、バイオマス伐採集荷システム、取引スキームなど、林業システム等従来の社会システムに根ざした「利活用システム構築」という技術の成熟が必要となる

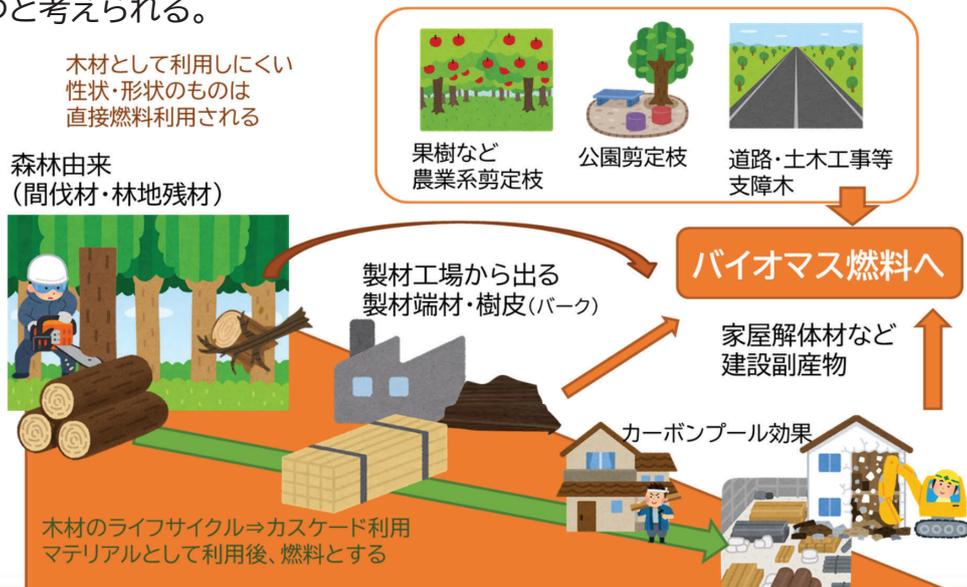


JWBA Proprietary

木質燃料の発生源



- ▶木質燃料は、樹木がその成長過程で光合成を通じて炭素を固定化したものを活用する、持続的に再生可能な燃料。
- ▶ヒアリング等でも特に燃料の調達安定性リスクについては需要先となる企業やボイラーを販売するボイラーメーカーなど様々な主体において懸念される点として挙げられており、産業用熱利用において木質バイオマスの導入拡大を図る上では大きな課題の一つと考えられる。

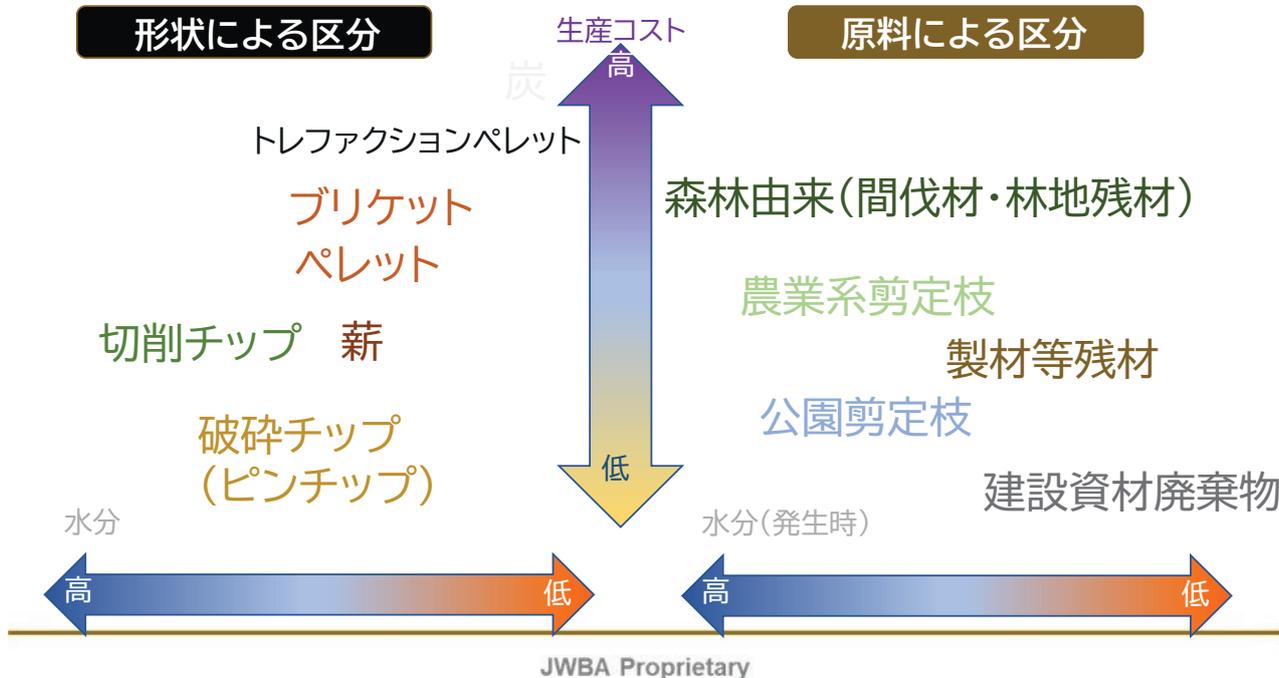


JWBA Proprietary

木質バイオマス燃料の種類と区分



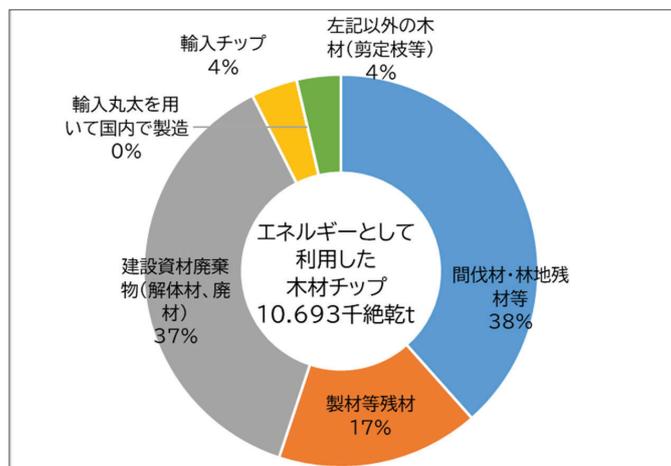
- ▶ 木質バイオマスには原料による区分、形状による区分がある
- ▶ 薪のように斧など人力で生産可能なものから、動力源を用いて破碎・切削するチップ、粉碎して熱で固めるペレットやブリケットなど様々な形状がある



木質燃料の用途



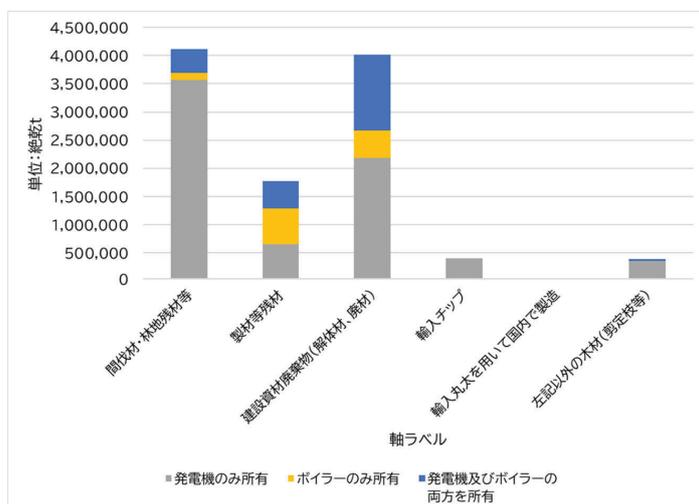
- ▶ 令和3年木質バイオマスエネルギー利用動向調査によると、全国で燃料として利用された木材チップは10,693千絶乾tであった。
- ▶ 内訳としては、間伐材・林地残材等に由来するものが38%と最も多く、次いで建設資材廃棄物に由来するものが37%。製材等残材由来のものが17%、輸入チップ4%、左記以外の木材(剪定枝等)4%、輸入丸太を用いて国内で製造したものが0%。



エネルギーとして利用した木材チップの由来
出典: 令和3年 木質バイオマスエネルギー利用動向調査 に基づき作成

木質燃料の由来別・用途

- ▶ 木質バイオマス燃料(チップ)の由来別に用途を確認すると、発電所は全体の67%を占め、熱電併給は21%、熱利用は12%。
- ▶ 間伐材・林地残材等、輸入チップ、左記以外の木材では発電の割合が高い。製材等残材では熱利用・熱電併給の割合が最も高く、建設資材廃棄物では発電のみ55%、熱利用・熱電併給の割合が45%。

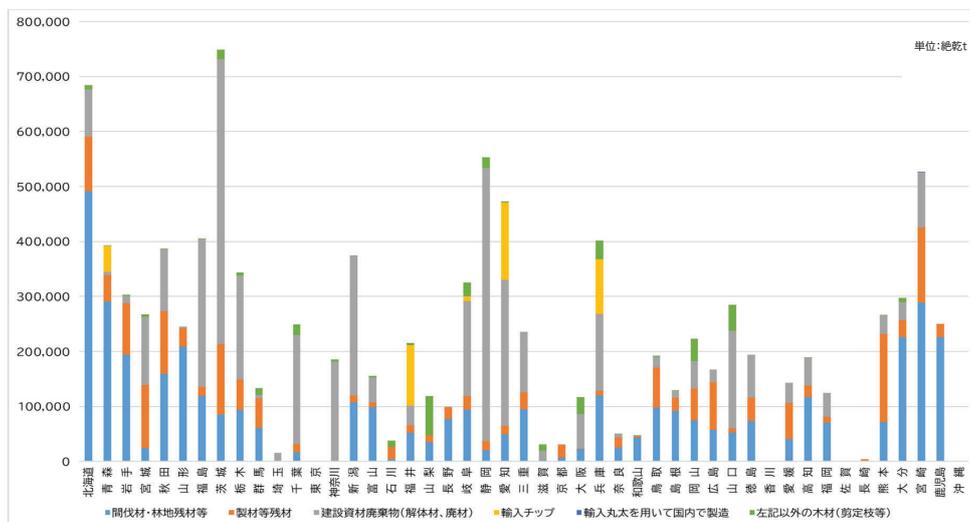


事業所における利用機器の所有形態別木材チップの由来別利用量
出典: 令和3年 木質バイオマスエネルギー利用動向調査 に基づき作成

JWBA Proprietary

木質燃料の都道府県別・由来別利用状況

- ▶ 木質バイオマス燃料の利用量とその由来には地域による違いが大きい。
- ▶ 建設資材廃棄物は大都市圏とその周縁に存在する都道府県に多い傾向がある。
- ▶ 産業ユーザーが既存の工場等で木質バイオマスを利用しようする場合には、燃料を求めて工場を動かすという行動は考えにくく、新設工場以外では、現在の工場立地の燃料の状況に左右される。



木材チップの都道府県別・由来別利用量
出典: 令和3年 木質バイオマスエネルギー利用動向調査 に基づき作成

JWBA Proprietary

木質燃料の広域流通仲介・調整機能の事例



- ▶ 発電、熱利用など様々な需要形態、企業の取引形態に対応しつつ、広域での需給についてどのように安定性を確保していくかは、木質燃料市場全体の課題。
- ▶ 森林由来の燃料が増加する可能性があるのかについて、広域で森林由来の木材資源について流通仲介、需給調整を行うような事例も登場している。

事例：ノースジャパン素材流通協同組合



ノースジャパン素材流通協同組合の素材流通フロー図
 出典：持続可能な森林経営の実現,ノースジャパン素材流通協同組合

- “3つの理念「A～D材まですべてを活用する」「組合員ファーストを理念とする」「ギブ・アンド・ギブに徹する」に基づき、組合員である素材生産業者、素材生産団体、森林組合等が生産した素材の共同販売を実施。
- 共同販売の仕組みにより、広域での需給調整や生産された素材の状態・品質等ごとに最も最適な販売先の選択が可能に。
- 資源状況、組合員の体制や状況を考慮しつつ、長期的な戦略性を以て、再生林の推進にも取り組む。
- 現状、使い切れていない林地残材(枝条など)を有効活用するために、新たな生産システムや現地破碎チップに対応した取引メニューの開発など、具体的方策も実行。

JWBA Proprietary



4. 企業の戦略と木質バイオマスへの転換

JWBA Proprietary

SBT(Science Based Targets)

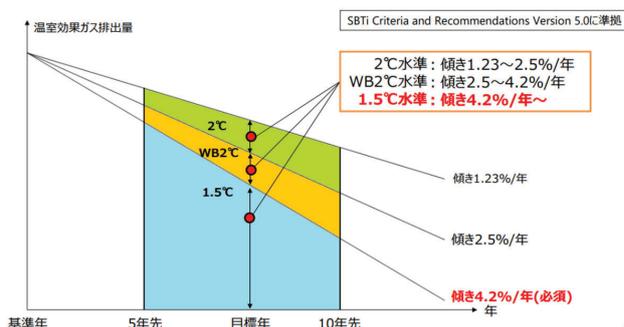


- SBTとは、パリ協定(世界の気温上昇を産業革命前より2℃を十分に下回る水準(Well Below 2℃)に抑え、また1.5℃に抑えることを目指すもの)が求める水準と整合した、5年~15年先を目標年として企業が設定する、温室効果ガス排出削減目標
(https://www.env.go.jp/earth/ondanka/supply_chain/gvc/intr_trends.html)

グリーン・バリューチェーンプラットフォーム
サプライチェーン排出量算定から脱炭素経営へ

SBT (Near-term SBT) のイメージ

- 4.2%/年以上の削減を目安として、5年~10年先の目標を設定する
※本資料中においては、特段の注記のない場合にはSBT=Near-term SBTとして記載する



(2023年2月1日現在)

SBTiの参加日本企業	426社
認定取得	358社
(うち中小企業)	216社
コミット	68社
(2年以内のSBT設定を表明)	

企業はSBTを通じ、投資家、顧客、サプライヤー、社員などのステークホルダーに対し持続可能性をアピールすることが可能。現状やリスクの状況、機会についてのコミュニケーションツールともなるものとして注目されている。

SBT(Science Based Targets)について 環境省・みずほリサーチ&テクノロジーズ

JWBA Proprietary

SBTが削減対象とする排出量



- 事業者自らの排出だけでなく、事業活動に関係するあらゆる排出を合計した排出量を指す。つまり、原材料調達・製造・物流・販売・廃棄など、一連の流れ全体から発生する温室効果ガス排出量のこと
- サプライチェーン排出量 = **Scope1排出量** + **Scope2排出量** + **Scope3排出量**
- GHGプロトコルのScope3基準では、Scope3を**15のカテゴリ**に分類



Scope1 : 事業者自らによる温室効果ガスの直接排出(燃料の燃焼、工業プロセス)

Scope2 : 他社から供給された電気、熱・蒸気の使用に伴う間接排出

Scope3 : Scope1、Scope2以外の間接排出(事業者の活動に関連する他社の排出)

中長期排出削減目標等設定マニュアル環境省・みずほリサーチ&テクノロジーズ,より

JWBA Proprietary

Scope3のカテゴリと木質バイオマス燃料



Scope3の15のカテゴリ分類



Scope3カテゴリ	該当する活動（例）
1 購入した製品・サービス	原材料の調達、パッケージングの外部委託、消耗品の調達
2 資本財	生産設備の増設（複数年にわたり建設・製造されている場合には、建設・製造が終了した最終年に計上）
3 Scope1,2に含まれない燃料及びエネルギー活動	調達している燃料の上流工程（採掘、精製等） 調達している電力の上流工程（発電に使用する燃料の採掘、精製等）
4 輸送、配送（上流）	調達物流、横持物流、出荷物流（自社が荷主）
5 事業から出る廃棄物	廃棄物（有価のものは除く）の自社以外での輸送（※1）、処理
6 出張	従業員の出張
7 雇用者の通勤	従業員の通勤
8 リース資産（上流）	自社が賃借しているリース資産の稼働 （算定・報告・公表制度では、Scope1,2 に計上するため、該当なしのケースが大半）
9 輸送、配送（下流）	出荷輸送（自社が荷主の輸送以降）、倉庫での保管、小売店での販売
10 販売した製品の加工	事業者による中間製品の加工
11 販売した製品の使用	使用者による製品の使用
12 販売した製品の廃棄	使用者による製品の廃棄時の輸送（※2）、処理
13 リース資産（下流）	自社が賃貸事業者として所有し、他者に賃貸しているリース資産の稼働
14 フランチャイズ	自社が主宰するフランチャイズの加盟者のScope1,2 に該当する活動
15 投資	株式投資、債券投資、プロジェクトファイナンスなどの運用
その他（任意）	従業員や消費者の日常生活

※1 Scope3基準及び基本ガイドラインでは、輸送を任意算定対象としています。
 ※2 Scope3基準及び基本ガイドラインでは、輸送を算定対象外としていますが、算定頂いても構いません。

【出所】サプライチェーン排出量算定の考え方パンフレット 環境省(http://www.env.go.jp/earth/ondanka/supply_chain/gvc/files/tools/supply_chain_201711_all.pdf)
 中長期排出削減目標等設定マニュアル環境省・みずほリサーチ＆テクノロジーズ,より

2

JWBA Proprietary

(例)事業所における電気の使用と算定対象範囲



- ▶ サプライチェーン排出量を算定する企業の場合について、電気の使用を例にとると、Scope1は外部からの電力購入、Scope2は自家発利用分、Scope3はそれぞれの燃料の上流工程に係る排出が対象となる。また、灰処理など廃棄物処理も対象に含まれる。

表 2-1 電気の使用に関する算定対象範囲

	排出量	算定対象範囲		参考) GHG プロトコル	
		電力会社	需要家	電力会社	需要家
電気の生産	発電用投入燃料の資源採取、生産及び輸送	Scope3 カテゴリ 3	Scope3 カテゴリ 3	Scope3 カテゴリ 3	Scope3 カテゴリ 3
	発電のための燃料投入	Scope1 (算定報告公表制度配分前)	—	Scope1	—
電気の消費	発電所内消費	(算定報告公表制度配分後)	Scope2 (算定報告公表制度)	—	Scope3 カテゴリ 3
	送配電損失	—	Scope2 (算定報告公表制度)	—	Scope3 カテゴリ 3
	需要家最終消費	90 tCO ₂ ※	—	Scope2 (算定報告公表制度)	—

※1 数字は説明のためのイメージで、実際の数値とは異なります。
 ※2 本ガイドラインにおける対応する Scope、カテゴリを示すとともに、() 内に算定・報告・公表制度における報告対象を示します。
 ※3 算定・報告・公表制度では発電所の所内消費を報告させつつ、需要家には需要端排出係数を適用させ重複計上を認めています。

サプライチェーンを通じた温室効果ガス排出量算定に関する基本ガイドライン (ver.2.4)

JWBA Proprietary

加速するESG投資

- 環境(Environment)社会(Social)ガバナンス(Governance)の要素を考慮した責任ある投資。

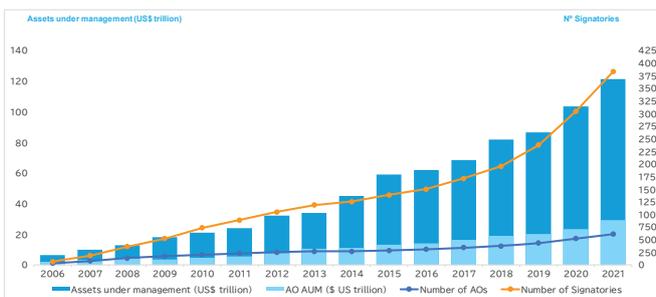
- 国連「責任投資原則(PRI)」に署名する機関投資家数は3,826機関に拡大。

(2022年10月現在 <https://www.unpri.org/pri/about-the-pri>)



<https://www.gpif.go.jp/investment/esg/>

PRI Signatory growth



<https://www.unpri.org/>

日本最大の機関投資家である年金積立金管理運用独立行政法人(GPIF)も独自の投資原則・行動規範を定め、公表している。

国連「責任投資原則(PRI)」に署名する機関投資家数は3,826機関。特に2018年以降は伸び率が加速している。

JWBA Proprietary

拡大するRE100(電気の再エネ)

- 現在300超の企業が「再生可能エネルギー100%」目標を表明。うち日本企業は64社。(2023年2月現在)
- 業種は製造業やインフラ企業など、エネルギーを多く使用する産業の登録数が多い傾向がみられる。

国内RE100企業の登録状況

Industry	Number
Infrastructure	17
Manufacturing	15
Materials	3
Biotech, health care & pharma	2
Food, beverage & agriculture	5
Retail	8
Hospitality	1
Apparel	1
Services	12
計	64

<http://there100.org/>に公開されたメンバー企業データベースを参照し作成

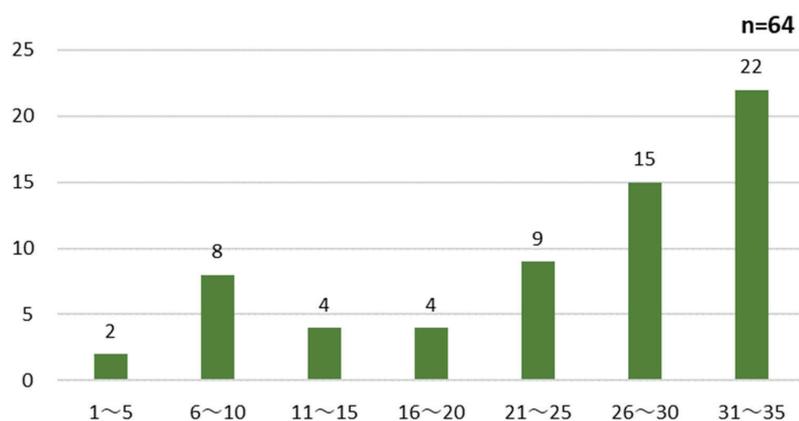


JWBA Proprietary

RE100日本企業の目標設定状況



- 日本のRE100企業の多くが、目標達成までの期間を30年前後の中長期としている。(2050年の達成を目指す企業が全体の6割)
- 一方で目標達成時期を10年以内とする企業が10社あり、2030年にメルクマールを置く、先駆的な企業もある。



RE100%参加する日本企業における参加から目標達成までの年数
出典: <http://there100.org/>に公開されたメンバー企業データベースを参照し作成

JWBA Proprietary



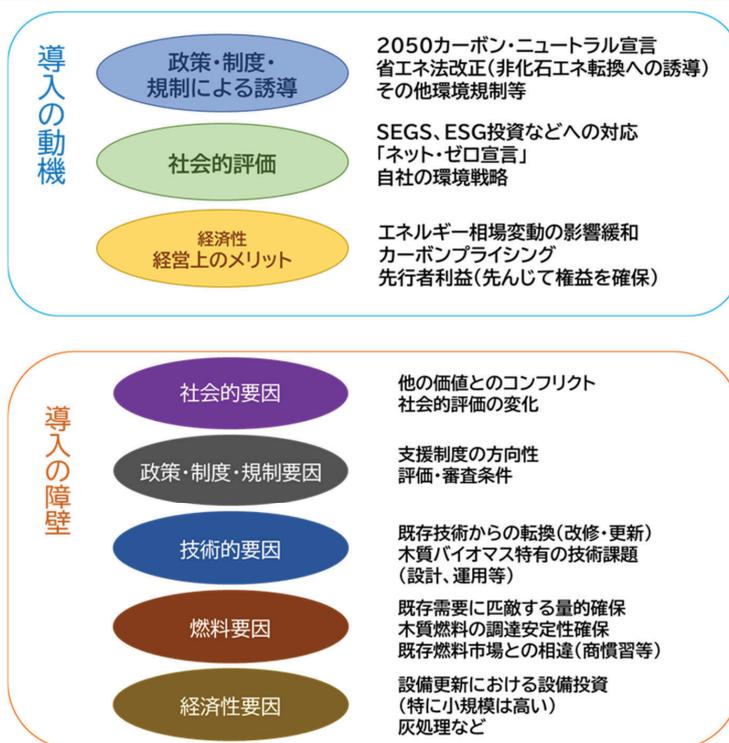
5.木質バイオマス導入に向けた課題

JWBA Proprietary

木質バイオマス燃料への転換の背景



蒸気ボイラー
(化石燃料)
利用者



JWBA Proprietary

社会的要因



社会的における価値観の多様化により 他の価値とのコンフリクトが生じる可能性も

社会的要因

特に木質バイオマスの場合には、森林資源からの生産・調達の過程で社会的リスクが生じないかが懸念事項となる

- ・森林資源の減少(蓄積の減少や山地の荒廃)
- ・森林の持つ多面的機能(国土保全、水源涵養、生物多様性、文化など)の低下
- ・社会構造的な問題(児童労働や労働搾取など)を助長

などが発生する懸念がある。

森林の利用と保全のバランスを確保した利活用をどのように進めるのか

従来の産業ユーザーにとって、森林・林業との関係性が薄く、
リスクを過大に感じてしまう可能性もある。

透明性の高い調達、リスク情報の整理が必要

JWBA Proprietary

政策・制度上の条件により 見かけ上の劣後が生じる可能性

政策・制度・規
制要因

再生可能エネルギーは非化石エネルギーとして扱われるが、
省エネルギーという文脈では

- ・エネルギー密度の低さ
- ・水分等の影響による熱量の低さ
- ・燃焼機器の効率の問題

これらに伴う、
一定の需要に対し、化石燃料を用いる場合に対して、
投入エネルギー量が増加する可能性がある。(見かけ上の増エネ)

木質バイオマスを活用する効果が
評価方法によっては過少に扱われてしまう

**制度上、どのような評価軸があるのか
木質バイオマスの持つ効果をどのように説明するか**

JWBA Proprietary

技術的要因

既存技術からの転換における 木質バイオマス特有の技術課題(設計、運用等)

技術的要因

木質バイオマスに特有の性質:

- ・化石燃料に比較し、エネルギー密度が低い
- ・燃料の品質(水分、夾雑物、部位による成分の違い、形状)
- ・取扱い時に粉塵・臭気などが発生する可能性がある。
- ・ガスや油に比べて燃焼効率が低い傾向
- ・負荷追従性がガス焚ボイラーに比べて低く、柔軟な運転ができない
- ・国内事例が少なく、初期検討に必要な情報が不足

これらに伴う、
他のボイラー等エネルギー施設との組み合わせ、燃焼制御、メンテナンス体制、
燃料ストック・ハンドリング、エミッション管理などの課題をどのように考えるか

工場・事業場単位では、
エンジニアリング体制、運営体制により、対応が異なることが予想される

**規模(出力条件)、ボイラーの種類、既存燃料(特にガス、油)使用条件、
業種などを考慮する必要がある**

JWBA Proprietary

既存技術からの転換における 木質バイオマス特有の課題(調達、管理、利用)

燃料要因

木質バイオマスに特有の性質:

- ・広く浅く存在するため、集中して利用する場合は広範囲から収集する必要がある
- ・国産材の利用には、サプライチェーンの構築が必要
- ・国産材由来の燃料を取り扱う事業者(林業、輸送、チップ生産など)は小規模零細であることが多く、既存の燃料とは取引における商慣行が異なる可能性がある。
- ・地域全体での需給調整機能(市場など)が少ない

これらに伴う、既存需要に匹敵する量的確保、木質燃料の調達安定性確保、調達システム・取引システム構築などの課題をどのように考えるか

規模や調達先に対する影響力(従前から取引関係にあるなど)、地域の競合状況により、対応が異なることが予想される

そもそも導入目的 (GHG削減等の目標の水準、コスト感など) 規模 (出力条件)、使用条件、業種、立地などを考慮する必要がある。

JWBA Proprietary

既存技術からの転換における 木質バイオマス特有の課題(経済性)

経済性要因

木質バイオマス(ボイラー)に特有の性質:

- ・初期投資額が既存ボイラーに比べ割高である。(特に小規模は高い)
- ・一般化された事業モデルがない、資金調達時に審査に必要な情報が不足している。
- ・木質燃料はコモディティではないため、価格の想定が難しく、価格安定性の確保にリスクがある
- ・木材関連産業では自社の副産物が利用可能である。
- ・既存燃料とは異なる稼働リスクがあり、バックアップが不可欠。
- ・何をもって”収益“とするか、評価のあり方の情報が不足している。

これらに伴う、設備投資の最適化、適切な情報に基づく事業モデル構築、燃料価格評価、リスク管理などの課題をどのように考えるか

特に現在既存燃料のみを使用するユーザーにとっては情報が得にくい規模 (出力条件)、使用条件、業種、立地などを考慮しつつ、適正価格で設備調達を行うため、オーナーズエンジやESCO事業者などを活用した情報収集・調達が有効となる可能性がある

JWBA Proprietary

5.導入検討における要点

JWBA Proprietary

導入のポイント:小さい単位でまずは導入

- ▶大型の化石燃料焚きボイラーを、そのままの規模で木質バイオマスに転換しようとする、“莫大な燃料調達”という課題に直面しかねない。
- ▶工場のエネルギー全体を置き換えるのではなく、大規模な利用の中でバイオマスの特性が活きる導入規模を選定することで、導入ハードルを下げ、また地域単位の持続可能な木質資源利活用を実現できる



JWBA Proprietary

導入のポイント:組み合わせる

- ▶ トランジション過程においては、エネルギーインフラとしての利便性や安定性を確保しつつ効果的にエネルギーシフトを実現することが重要。
- ▶ 自社のエネルギー需要特性と木質バイオマス蒸気ボイラーの特性をよく知ることで、運転特性が異なる他の設備を効果的に組み合わせる方法も見出すことが可能に。

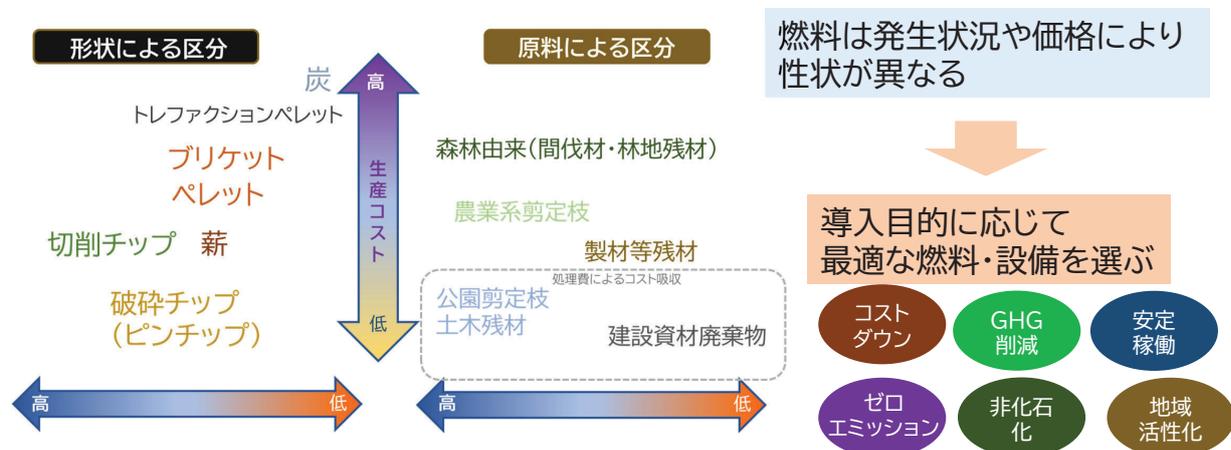
	木質	×	LNG
負荷追従性※	×		◎
燃料調達の安定性	△		○
設備トラブル	×～△		◎
GHG削減・非化石	◎		×
地域資源の活用・林業活性化	◎		×

※蒸気ボイラーにおける比較

JWBA Proprietary

導入のポイント:目的を明確に

- ▶ 木質バイオマス導入に取り組む目的や重視する条件を明確にし、それに応じた使用燃料の選択・設備選定を行う。
- ▶ 目的も多角化する中で優先順位を決めることも必要。

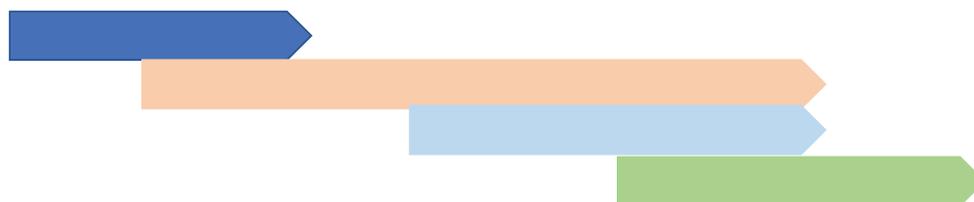


JWBA Proprietary

導入のポイント：長期計画の中での役割



- ▶ 現在、水素・アンモニア・メタネーション、CCUS・BECCSなど様々な脱炭素・非化石化技術が検討されており、イノベーションの速度も加速している。
- ▶ とはいえ、次世代技術はインフラ整備、サプライチェーン構築、価格低減など課題が多く、実装化までには一定の時間がかかる。
- ▶ 既存の固体燃料(石炭など)からの効果的なシフトを行う上で、木質バイオマス利活用を計画的に織り込むことは着実な脱炭素推進のために有効な手法となると期待される。



JWBA Proprietary



6. 先行事例から学ぶ戦略的視点

JWBA Proprietary

ベースボイラー & 台数制御

蒸気ボイラー導入戦略①



対策実施年	n	n+1	n+2	n+3	n+4	n+5	n+6	n+7	燃料/型式	備考
① 水管ボイラー(2基)									化石燃料/水管ボイラー	②、③導入に伴い廃止
② 1号バイオマスボイラー									木質・化石燃料/循環流動層	
③ パッケージボイラー(21基)									化石燃料/デマンド対応	
④ パッケージボイラー(6基)									化石燃料	⑤導入に伴い廃止
⑤ 2号バイオマスボイラー									木質/ストーカー式	

■ 廃止 ■ 新設

事例を参考に作成

【導入先のニーズ】

- (1) 環境保全効果 GHG、NOx、SOx低減
- (2) エネルギー消費量の削減(省エネ) 省エネ法上の燃料にあたらないため
- (3) 資源の有効活用 廃棄物の削減、災害廃棄物、被災木の活用(災害復興協力)
- (4) 蒸気コストの削減 化石燃料に対し安価

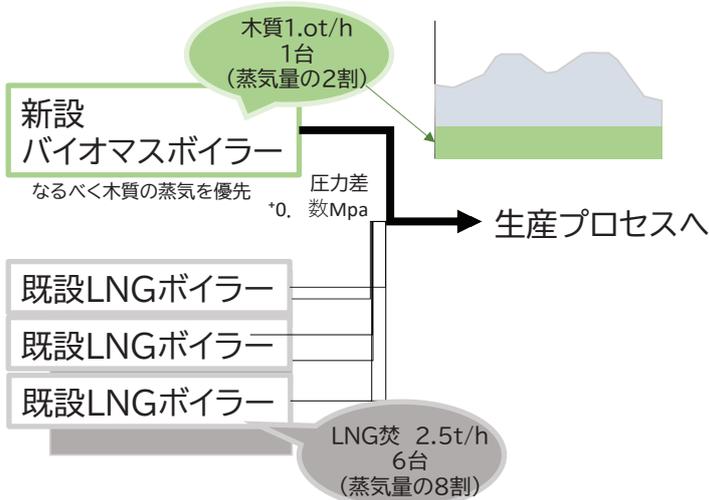
事例から学ぶポイント

- ・まず、大型化石燃料ボイラーと古いパッケージボイラーを廃止して、木質・化石燃料混焼+パッケージボイラー21基に設備更新。ベースを木質ボイラーに、パッケージボイラーの台数制御でよりきめ細かな負荷追従性を確保。
- ・その後、生産増強に対応し、木質バイオマスボイラーを1基追加するなど、需要の変化に対応しつつ、設備更新を行っている。

JWBA Proprietary

小規模からの段階的導入

蒸気ボイラー導入戦略②



【導入先のニーズ】

- ・GHG排出量削減 (“CO2フリー工場”を目指す)
- ・季節・時間帯による蒸気消費量の変化に対応
- ・製品(食品)の安全性に影響を与えない
- ・無駄な放蒸は避ける

事例から学ぶポイント

- ・いきなり大規模で置き換えるのではなく、部分負荷に対する小さな規模から導入することで、生産ラインのエネルギー需要特性と木質バイオマスボイラーの供給特性が折り合う制御の最適解を見出す
- ・段階的に行うことで無理や無駄のない設備投資を推進

JWBA Proprietary

7. 今後の課題

JWBA Proprietary

木質バイオマスの効果を十分発揮させるために

- 産業ユーザーの意識と行動はますます高度化。
- 木質バイオマスの本来持つ、持続可能性や環境性を十分発揮させ、社会の中でより良い効果を生み出していくために、循環的で持続可能な森林・林業の推進、燃料サプライチェーンの効率化を実現していくことが必要となる。



○の数字はScope 3のカテゴリ

Scope1：事業者自らによる温室効果ガスの直接排出(燃料の燃焼、工業プロセス)

Scope2：他社から供給された電気、熱・蒸気の使用に伴う間接排出

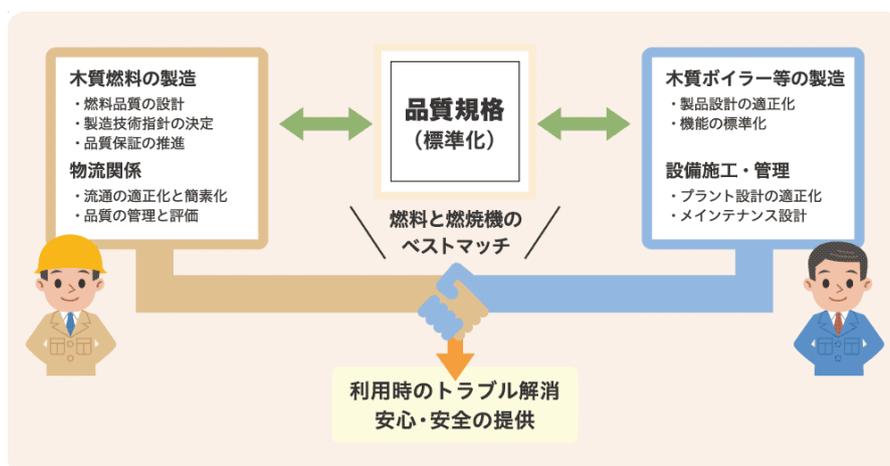
Scope3：Scope1、Scope2以外の間接排出(事業者の活動に関連する他社の排出)

再掲

JWBA Proprietary

木質バイオマス利用の効率向上へ

- 木質バイオマスの熱を効果的に利用するために蒸気ボイラー自体の熱効率の向上、ロス低減を図ることで、投入エネルギー量を削減することも求められる。
- 木質燃料の品質確保(特に水分は熱量を低減させてしまう)は、使用エネルギー低減だけでなく森林資源の効果的な利活用のためにも欠かせない要素となる。



JWBA Proprietary

木質資源の価値を最大化する

- 有数の純国産循環型資源である木質バイオマスのメリットを最大化するためにも、効果的なサプライチェーンの構築は重要。
- 伐採搬出・生産・加工から利用、再造林・育林の循環をより効果的に行っていくことは、木質資源の価値を高めることにつながる。



JWBA Proprietary

木質資源の地域戦略は需給両面で

- ▶ マテリアル利用と燃料利用、森林資源の持続性確保のバランスをとりつつ、さまざまな需要を地域内で組み合わせ、地域で無駄なく利用できる仕組みを作っていくことで、あらゆるユーザーにとって価値の高い資源として供給が可能となる。



JWBA Proprietary

まとめ

JWBA Proprietary

産業用熱利用における木質バイオマスの利用拡大に向けて



- ▶本調査では産業用熱利用分野、特に蒸気ボイラーにおける木質バイオマスの導入拡大における課題について整理し、その対策について考察を行った。
- ▶その結果、木質バイオマスエネルギーそのものの持つ価値に向き合い、その向上を常に目指していくことが必要であるという一つの方向性を見出すことができた。
- ▶森林に由来する木質バイオマスは再生可能エネルギーとしての価値だけではなく、森林自体に由来する多面的な価値を向上させる側面を持つ。
- ▶自然環境や社会経済的な価値を向上させるためにも、燃料品質や供給スキーム、利活用システムの高効率化など、幅広い課題に対応するために、当協会としても必要な情報提供、支援を継続的に実施していきたい

JWBA Proprietary

ありがとう
ございました



日比谷一体の開発、日比谷公園造成時に伐採されようとしたイチヨウの古木を本多静六博士が「首に掛けても移植を成功させる」として守った。樹齢はおそらく400年超といわれている。

本多静六博士の「首掛けイチヨウ」日比谷公園、筆者撮影

JWBA Proprietary

木質バイオマス利用促進調査支援
蒸気ボイラー導入促進調査

2023年3月 発行

発行： (一社)日本木質バイオマスエネルギー協会

<http://www.jwba.or.jp>

〒110-0016

東京都台東区台東3丁目12番5号 クラシックビル 604号室

電話:03-5817-8491 FAX:03-5817-8492

Email:mail@jwba.or.jp

本書は、令和4年度林野庁補助事業「地域内エコシステム」サポート事業(木質バイオマス利用促進調査支援)により作成しました。