

平成 30 年度「地域内エコシステム」サポート事業

産業用等熱利用実態調査

成果報告書

平成 31 (2019) 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. 調査の背景と目的.....	1
1.1. 背景と目的.....	1
1.2. 調査対象.....	2
2. 調査の概要と結果の要約.....	4
3. 利用が見込まれる分野に対する意向調査.....	6
3.1. 調査概要.....	6
3.2. 調査結果.....	8
3.2.1. 施設の稼働状況.....	8
3.2.2. 設置されているボイラー設備の状況.....	9
3.2.3. 投資の可否を判断するための投資回収年数の目安.....	11
3.2.4. 熱源設備を選択する際に重視している事項.....	11
3.2.5. 木質バイオマス熱利用の認知度.....	12
3.2.6. 木質バイオマス熱利用の導入状況.....	12
3.2.7. 木質バイオマス熱利用を導入した／関心を持った理由.....	14
3.2.8. 関心があっても導入に至っていない／関心がない理由.....	14
3.2.9. 木質バイオマス熱利用の導入を検討する場合に必要な情報.....	15
3.2.10. 木質バイオマスの利用可能性.....	16
3.2.11. 事業所のエネルギー消費量.....	19
3.2.12. 燃料の使用状況.....	20
3.2.13. 蒸気および直接加熱の利用温度帯.....	21
3.2.14. CO2削減に関する取組み状況.....	22
3.3. 考察.....	23
3.3.1. 熱源設備として求められる要件への対応.....	23
3.3.2. 木質バイオマス熱利用の普及.....	23
3.3.3. 利用が見込まれる分野.....	24
4. 先行事例の実態調査.....	25
4.1. 調査概要.....	25
4.1.1. 先行事例の実態調査.....	25
4.1.2. ボイラーメーカー聞き取り調査.....	27
4.2. 調査結果（先行事例の実態調査）.....	28
4.2.1. 導入経緯.....	28
4.2.2. 導入効果.....	29
4.2.3. 利用システムの仕様、導入コスト.....	32

4.2.4.	燃料調達の内容.....	39
4.2.5.	メンテナンスの内容.....	41
4.3.	調査結果（ボイラーメーカー聞き取り調査）.....	44
4.3.1.	産業用バイオマスボイラーの導入メリット.....	44
4.3.2.	有望な業種.....	44
4.3.3.	バイオマスボイラーの仕様.....	45
4.3.4.	メンテナンスの内容（項目、頻度等）.....	46
4.3.5.	導入検討時の需要先へのヒアリング項目.....	47
4.4.	考察.....	48
4.4.1.	導入可能性が高い事業所の特徴.....	48
4.4.2.	木質バイオマスによる産業用等熱利用の導入ポイント.....	49
5.	今後の普及戦略.....	58
5.1.	当面の普及戦略.....	58
5.1.1.	化石燃料消費量や CO2 排出量の削減効果の情報発信.....	59
5.1.2.	コストメリットの情報発信.....	59
5.1.3.	木質バイオマス燃料の調達や取り扱いに関する情報発信.....	60
5.1.4.	更新のタイミングに合わせたバイオマス熱利用の提案.....	60
5.2.	普及に向けて今後対応すべき課題.....	61
5.2.1.	バイオマスボイラーの技術の進展.....	61
5.2.2.	コージェネシステムの活用.....	61
5.2.3.	未利用材供給システムの構築.....	61
	参考資料.....	63
	利用が見込まれる分野に対する意向調査の調査結果詳細.....	64
	ボイラーメーカー聞き取り調査の調査結果詳細.....	69
	成果報告会の発表資料.....	91

1. 調査の背景と目的

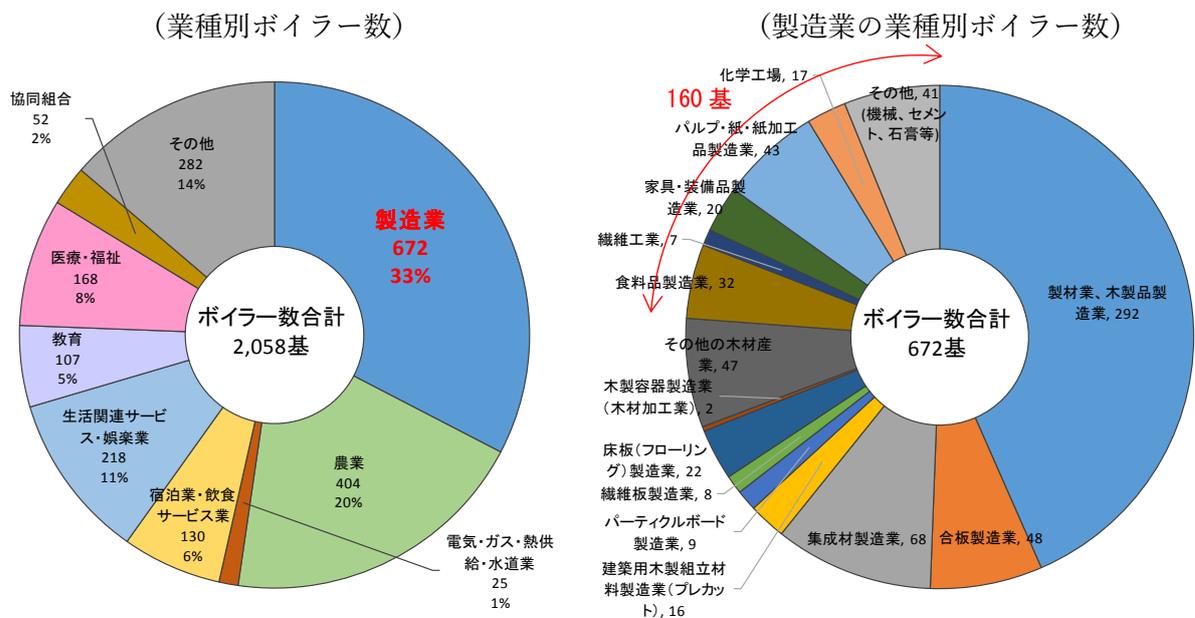
1.1. 背景と目的

2015年のパリ協定の発効を受け、世界で脱炭素社会への転換が本格化し、世界の経済、社会のあり方を大きく変化させるエネルギー転換が進んでおり、わが国でも、パリ協定に基づく成長戦略としての長期戦略策定に向けた議論が政府全体で始まるなど、エネルギー政策に関して様々な動きがある。また、企業や事業所レベルでも、低炭素社会実行計画への対応やSDGs（持続可能な開発目標）を実現する取り組みが求められている。

そのなかで、木質バイオマスエネルギー利用の促進は、脱炭素社会の構築に寄与するとともに、わが国の森林整備や林業の活性化、地域活性化等に貢献することができる。中でも、木質バイオマス熱利用は、比較的エネルギー効率が高く、また地域の多様な熱需要に対応可能であり、地域の全ての主体に地域内メリットをもたらすものといえる。

今後の木質バイオマス熱利用の拡大に向けては、大きな蒸気需要がある産業用等での利用の促進が重要になるが、林野庁の「木質バイオマスエネルギー利用動向調査」(2017年度)によると、製造業で導入された木質バイオマスボイラー672基のうち3/4ほどが木材関連産業であり、それ以外の製造業への導入件数は160基と少ないのが実状である(図-1)。

これらを踏まえ、本調査は、産業用等熱利用の実態を把握し、ガイドブック等にとりまとめることで、木質バイオマスによる産業用等熱利用の導入促進につなげることを目的とするものである。



出典：林野庁「木質バイオマスエネルギー利用動向調査(2017年度)」

図-1 木質バイオマスボイラーの導入実態

1.2. 調査対象

木質バイオマスによる産業用等熱利用の手法としては、主として、蒸気加熱、直接加熱、コージェネ利用の3種類が挙げられる（表-1）。

表-1 木質バイオマスによる産業用等熱利用の手法

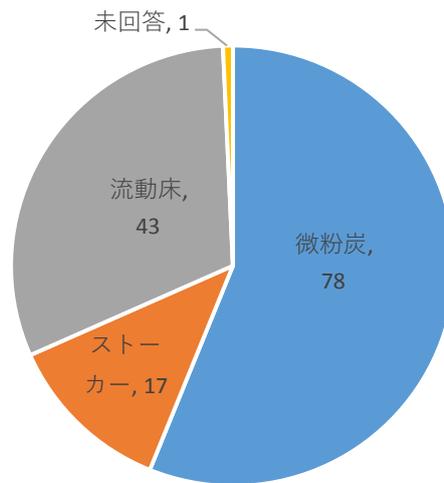
手法	熱利用方法
蒸気加熱	バイオマスボイラーで蒸気を製造し、工場内のプロセス蒸気として利用
直接加熱	バイオマス燃料を燃焼（混焼）させ、燃焼ガスにより直接加熱
コージェネ利用	バイオマスボイラーで蒸気を製造し、タービンで発電に利用後、抽気又は排気した蒸気を工場内のプロセス蒸気として利用

蒸気加熱については、すでに多数の木質バイオマス熱利用の導入事例があり、工場内で蒸気需要があれば、業種を問わず、広い範囲で、木質バイオマス熱利用の導入可能性がある。

直接加熱については、産業用の熱需要の用途としては直接加熱が7割以上を占めておりポテンシャルは大きく、セメント業などで導入されている。一方で、直接加熱は安定的な燃焼が必要であり、バーナー等の技術が実用化・普及していないのが実状である。そのため、現状では木質バイオマス熱利用の導入可能性は低く、さらなる技術の進展が望まれる。

コージェネ利用については、電力・蒸気多消費産業である製紙業、化学産業などを中心として、複数の導入事例があり、そのような産業では、今後も木質バイオマス熱利用の導入の可能性はある。また、中小規模の工場でも、小型蒸気発電機を利用して発電を行ない、その排熱蒸気を蒸気加熱や空調の熱源として熱利用することも可能である。コージェネ利用を行なうことで、高圧蒸気を無駄なく利用するカスケード利用が可能となる場合もある。

なお、既存の石炭焼き微粉炭ボイラー（図-2参照）へのバイオマス混焼も考えられるが、産業用の微粉炭ボイラーの導入実績としては、自家発電用（一部コージェネ利用もあり）か発電事業用であり、熱利用単体での事例はみられない。その理由としては、微粉炭ボイラーを導入するには、微粉炭機（ミル）や脱硝装置、集塵装置、脱硫装置等の設備が必要になり、他のボイラーに比べてコスト高になることが考えられる。また、微粉炭式ボイラーで木質バイオマスを効率的に燃焼させるために、トレファクション等に加工することが考えられるが、国内でのトレファクションの製造・利用技術はまだ実用化していないのが実状である。そのため、産業用の石炭焼き微粉炭ボイラーへの木質バイオマス混焼の導入可能性は現状では低いと考えられる。



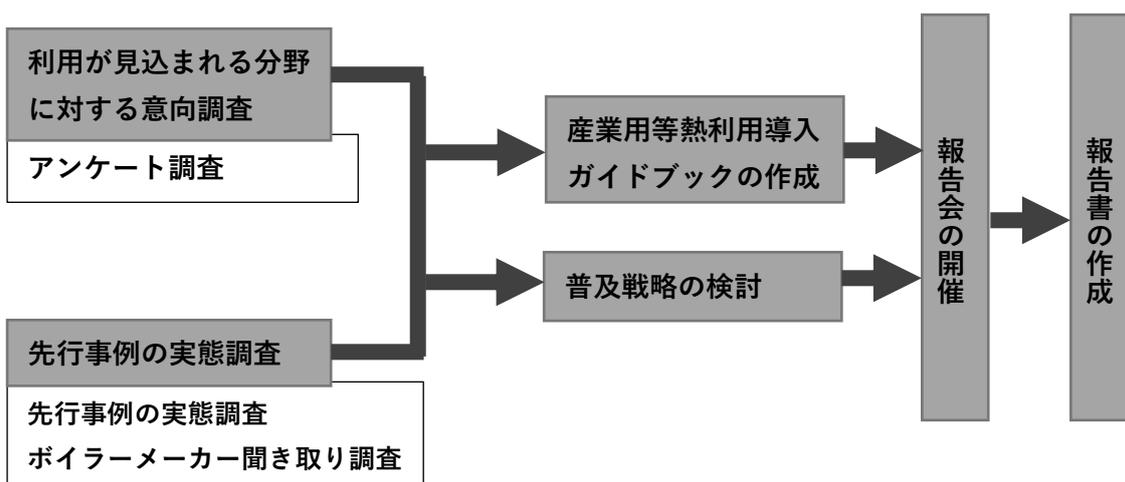
出典：石炭エネルギーセンター提供資料をもとに作成

図- 2 一般産業における石炭焚きボイラーの種類別導入状況（平成 28 年度実績）

以上より、本調査では、蒸気加熱を主な対象として調査を行なう。また、コージェネ利用や直接加熱についても、実態調査の中で把握することとする。

2. 調査の概要と結果の要約

調査の概要は図－3 に示すとおりであり、利用が見込まれる分野に対する意向調査や先行事例の実態調査を行ない、その成果をもとに、産業用等熱利用導入ガイドブックを作成するとともに、普及戦略の検討を行なった。



図－3 調査の概要

利用が見込まれる分野に対する意向調査としては、エネルギー指定管理工場 1,000 事業所へのアンケート調査を行ない、事業所のエネルギーの使用状況を把握するとともに、熱源設備に対する意向や木質バイオマス熱利用に関する関心などを把握した。その結果、熱源設備として求められる要件への対応や木質バイオマス熱利用の普及方策、利用が見込まれる分野が整理された。具体的には、木質バイオマス熱利用はランニングも含めてライフサイクルでコストメリットを得ていく必要があること、木質バイオマス燃料の調達方法や取り扱いの際の工夫について具体的な情報を発信していく必要があること等がわかった。また、木質バイオマス熱利用の普及先として、燃料代の削減や CO2 削減対策を重視している事業所が挙げられ、利用が見込まれる分野としては、「繊維」、「パルプ・紙・紙加工品」、「化学」、「窯業・土石製品」、「食品飲料」等が挙げられた。

また、木質バイオマスによる産業用等熱利用の先行事例（14 事例）について実態調査を行ない、導入経緯や導入効果、利用システムの仕様、燃料供給の内容、メンテナンスの内容等を把握するとともに、産業用等熱利用を進めるための課題と対応策を把握した。あわせて、ボイラーメーカーへの聞き取り調査を行ない、メーカー側からみた産業用等熱利用の実態を把握するとともに、有望な業種に対しメーカー側がどのような観点でアプローチを行っているかを把握した。その結果、木質バイオマスによる産業用等熱利用の導入可能性が高い事業所の特徴として、1) 安定した蒸気需要がある、2) 燃料代の削減や CO2 排出量の削

減が課題となっている、3) 木質バイオマス燃料が安価で継続的に調達可能、の3点が挙げられた。また、木質バイオマスによる産業用等熱利用の導入ポイントとして、1) 熱需要を考慮した熱利用システムの設計、2) コストに見合う木質バイオマス燃料の安定的な調達、3) 木質バイオマス燃料の特性に応じた有効活用の工夫、4) 粉じん等の発生抑制、5) 設備のメンテナンス計画の確立と内製化、の5点が挙げられた。

これらの調査の結果をもとに、産業用等への木質バイオマス熱利用の導入メリットや導入のポイント等を産業用等熱利用導入ガイドブックとしてとりまとめるとともに、木質バイオマスによる産業用等熱利用の普及戦略を描いた。

3. 利用が見込まれる分野に対する意向調査

木質バイオマスによる産業用等熱利用の普及戦略を検討するために、木質バイオマス熱の利用が見込まれる分野に対する意向を把握した。具体的には、エネルギー指定管理工場を対象としたアンケート調査を行ない、熱源設備として求められる要件や木質バイオマス熱利用の導入可能性などを把握した。

3.1. 調査概要

調査対象は、統計上の有意性を考慮して、(バイオマス利用の有無に関わらず) エネルギー指定管理工場 1,000 事業所とした。

具体的には、「温室効果ガス排出量算定・報告・公表制度」による事業所リストをもとに、「木材・木製品製造業（家具を除く）」を除く製造業のエネルギー指定管理工場から 1,000 事業所を選定した。事業所の選定にあたっては、業種間の差を検証するため、製造業の産業中分類のうち、業種の類似性やエネルギー消費量の内訳等を加味して、表-2 に示す 8 業種分類に分け、各分類ごとに 100 事業所を選定した。なお、食品飲料製造業（母数となる事業所数が多い）と化学工業（蒸気消費量の割合が大）については、蒸気消費量が大きくバイオマス熱利用の導入先として有望と考えられることや、熱の利用方法が多様であると考えられることから、事業所数を 200 事業所とした。

具体的な送付先事業所（業種分類ごとに 100 または 200 事業所）は、各業種分類で産業細分類ごとに、それぞれの産業細分類のエネルギー起源 CO2 発生量に従って送付数を比例配分し選定した。

表-2 利用が見込まれる分野に対する意向調査の調査対象

業種分類	産業中分類	事業所数(母数)	アンケート送付数	製造業における蒸気消費量の割合
1. 食品飲料製造業	食料品製造業、飲料たばこ飼料製造業	1,615	200	9.38%
2. 繊維工業	繊維工業	281	100	5.69%
3. パルプ・紙・紙加工品製造業	パルプ・紙・紙加工品製造業	395	100	23.03%
4. 化学工業(含 石油 石炭製品)	化学工業、石油製品・石炭製品製造業	1,289	200	37.26%
5. プラスチック・ゴム製品製造業	プラスチック製品製造業、ゴム製品製造業	834	100	2.74%
6. 窯業・土石製品製造業	窯業・土石製品製造業	511	100	2.15%
7. 鉄鋼・非鉄・金属製品製造業	鉄鋼業、非鉄金属製造業、金属製品製造業	1,242	100	12.99%
8. 機械・その他製造業	汎用機械器具製造業、家具・装備品製造業、印刷・同関連業、なめし革・同製品・毛皮製造業、生産機械器具製造業、業務用機械器具製造業、電子部品デバイス電子回路製造、電気機械器具製造業、情報通信機械器具製造業、輸送用機械器具製造業、その他の製造業	2,731	100	6.75%

調査項目は表－ 3 に示すとおりであり、熱利用全般に関する項目（熱需給の実態や再エネ・省エネに関する意向、熱源設備に求める要素など）と、バイオマス熱利用に関わる項目（バイオマス熱利用に対する認知度や関心、導入可能性、導入検討時に必要となる情報など）を設定した。

表－ 3 調査項目

項目	内容
I.事業所の基本状況	<ul style="list-style-type: none"> ・業種、事業所の稼働日数、稼働時間等 ・設置されているボイラー設備
II.熱源設備に対する意向	<ul style="list-style-type: none"> ・投資の可否を判断するための投資回収年収の目安 ・熱源設備（ボイラー等）を選択する際に重視している事項
III.木質バイオマス熱利用への関心	<ul style="list-style-type: none"> ・認知度 ・導入状況 ・導入した／関心を持った理由 ・関心があっても導入に至っていない／関心がない理由 ・導入を検討する場合に、必要となる情報 ・導入可能性
IV.エネルギーの使用状況等	<ul style="list-style-type: none"> ・年間のエネルギー消費量 ・燃料の使用状況（各用途の消費割合） ・利用温度帯の割合（直接加熱、蒸気） ・CO2削減に関する取組み状況

アンケートの回収状況は表－ 4 に示すとおりであり、回収率は約 17%であった。回収率が低くなった要因としては、事業所内のボイラー設備が少ない（電力利用中心、直接加熱が多い等）、バイオマスの導入可能性がない等の理由で無回答の事業者があったことが挙げられる。なお、熱源設備がないなどの理由により回答辞退の意思表示があった事業所は 30、閉鎖または営業終了している事業所が 12 あった。

表－ 4 業種分類別の回答状況

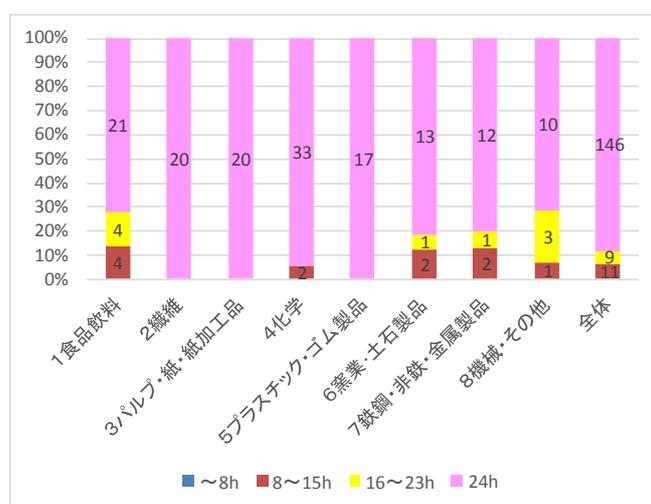
業種分類	送付数	回収数	回収率	有効回答数	有効回答率
1. 食品飲料製造業	200	29	15%	29	15%
2. 繊維工業	100	22	22%	20	20%
3. パルプ・紙・紙加工品製造業	100	26	26%	21	21%
4. 化学工業（含 石油石炭製品）	200	37	19%	36	18%
5. プラスチック・ゴム製品製造業	100	30	30%	17	17%
6. 窯業・土石製品製造業	100	25	25%	20	20%
7. 鉄鋼・非鉄・金属製品製造業	100	19	19%	15	15%
8. 機械・その他製造業	100	26	26%	14	14%
計	1000	214	21%	172	17%

3.2. 調査結果

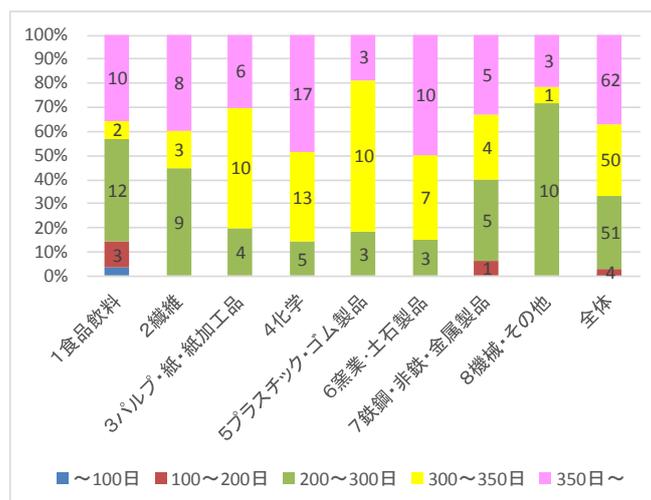
3.2.1. 施設の稼働状況

事業所の施設の稼働時間は図－ 4 に示すとおりであり、24 時間が全体の約 88%を占めている。業種分類別にみると、24 時間工場の比率が比較的大きい（90%以上）業種は、「2 繊維」、「3 パルプ・紙・紙加工品」、「5 プラスチック・ゴム製品」、「4 化学」となっているが、他の業種でも 24 時間工場の比率が 70%を超えている。

また、年間稼働日数は図－ 5 に示すとおりであり、年間 300 日以上稼働している事業所が全体の約 67%となっている。



図－ 4 施設の稼働時間【業種分類別】

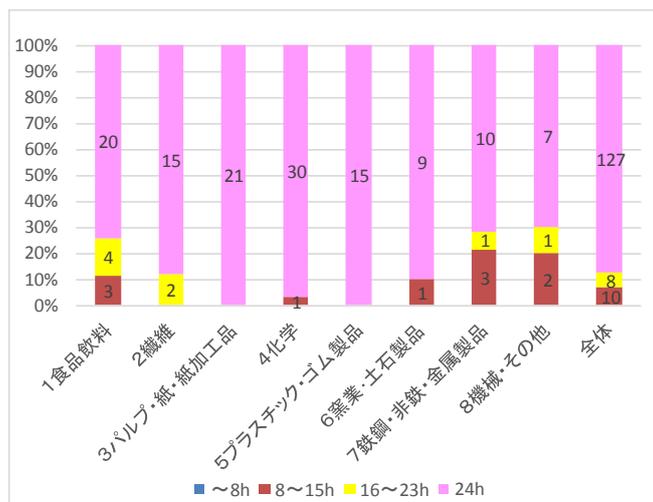


図－ 5 年間稼働日数【業種分類別】

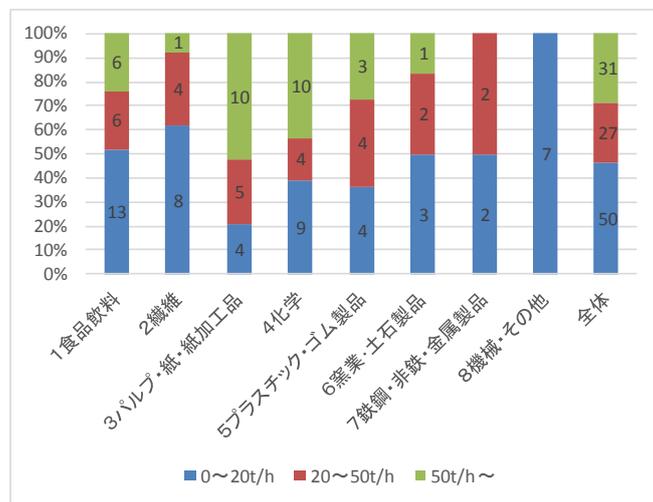
3.2.2. 設置されているボイラー設備の状況

ボイラー設備の稼働時間は図－ 6 に示すとおりであり、施設の稼働時間と同様に、全ての業種分類で24時間の比率が多くなっている。

また、ボイラー設備の総容量は図－ 7 に示すとおりであり、50t/h を超えるような大規模な事業所の割合が相対的に多いのは、「3パルプ・紙・紙加工品」、「4化学」となっている。



図－ 6 ボイラー設備の稼働時間【業種分類別】



図－ 7 ボイラー設備の総容量【業種分類別】

ボイラー設備で利用する主な燃料種は図- 8 と図- 9 に示すとおりであり、全体では、A重油、B・C重油、都市ガス等の比率が多くなっている。なお、「3パルプ・紙・紙加工品」では、木質バイオマスや再生可能・未活用エネルギーも多く利用されている。

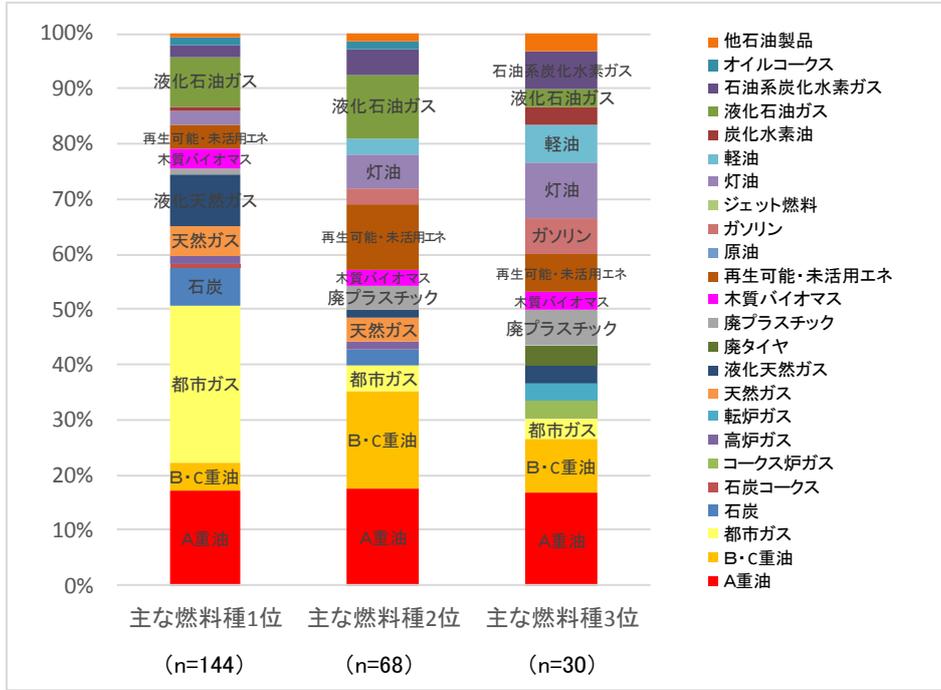


図- 8 主な燃料種【全体】

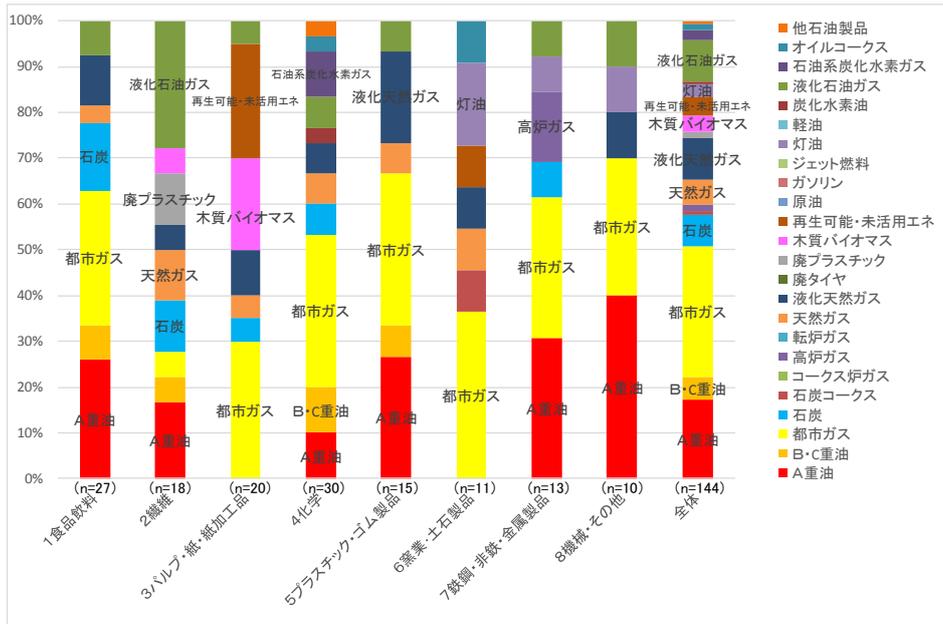


図- 9 主な燃料種 1位【業種分類別】

3.2.3. 投資の可否を判断するための投資回収年数の目安

熱源設備（ボイラー等）の導入・更新を検討する場合の、投資の可否を判断するための投資回収年数の目安は図- 10 に示すとおりであり、全体では4～6年が約37%と最も多く、2～8年で約69%となっている。業種分類別にみると、「1 食品飲料」、「3 パルプ・紙・紙加工品」、「4 化学」、「7 鉄鋼・非鉄・金属製品」、「8 機械・その他」は4～6年が最も多く、「2 繊維」、「5 プラスチック・ゴム製品」は6～8年が最も多くなっている。

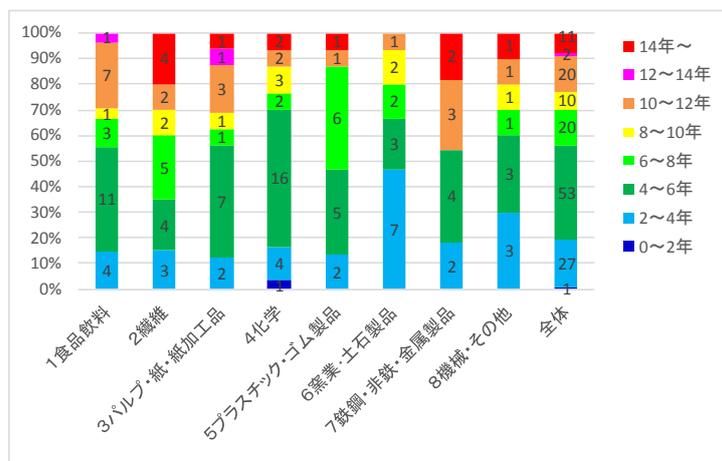


図- 10 投資の可否を判断するための投資回収年数の目安【業種分類別】

3.2.4. 熱源設備を選択する際に重視している事項

熱源設備(ボイラー等)を選択する際に重視している事項は図- 11 に示すとおりであり、重視する割合が大きい順に、「④信頼性が高い(トラブルが少ない)」、「⑤エネルギー効率が高い」、「①初期費用が低い」、「⑦使用する燃料の価格が安い」となっている。

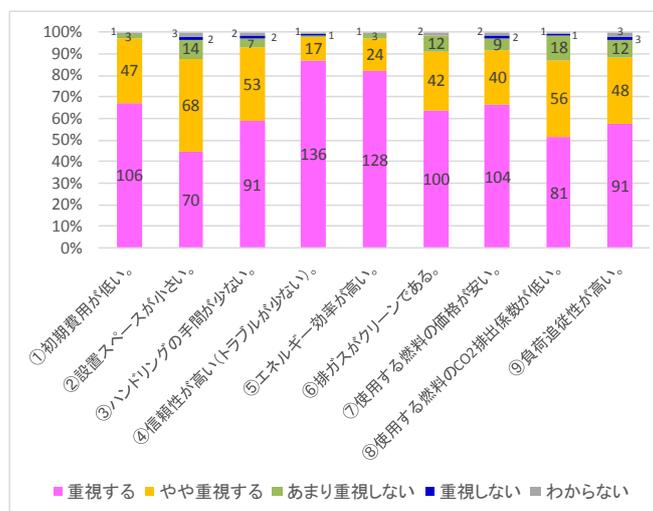
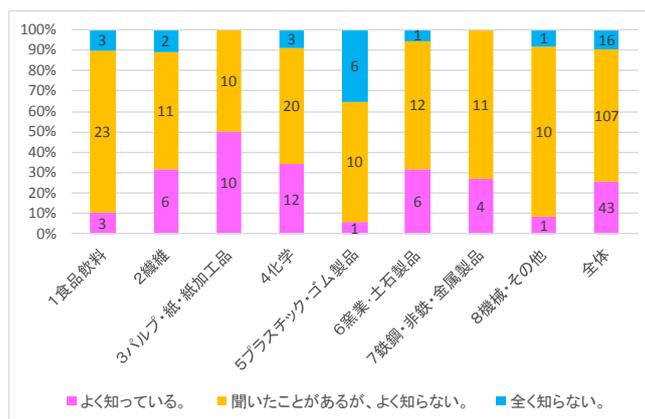


図- 11 熱源設備（ボイラー等）を選択する際に重視している事項【全体】

3.2.5. 木質バイオマス熱利用の認知度

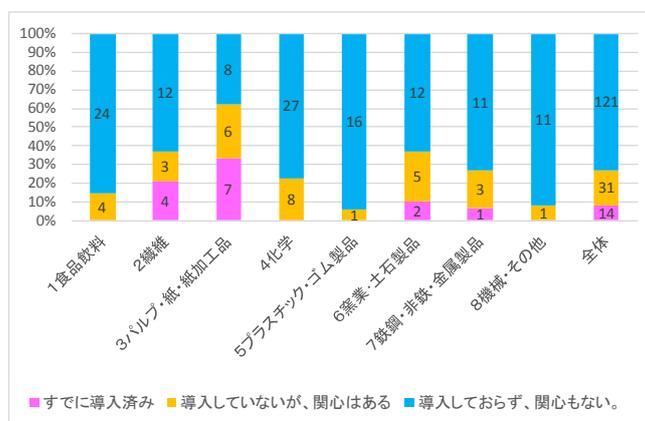
木質バイオマス熱利用の認知度は図－ 12 に示すとおりであり、「木質バイオマス熱利用」について「よく知っている」と答えたのは、全体の26%程度であり、認知度は高いと言える。一方で、バイオマス熱利用の導入事例がある「3パルプ・紙・紙加工品」は、認知度は比較的高くなっている。



図－ 12 木質バイオマス熱利用の認知度【業種分類別】

3.2.6. 木質バイオマス熱利用の導入状況

木質バイオマス熱利用の導入状況は図－ 13 に示すとおりであり、木質バイオマス熱利用について「すでに導入済み」は全体の約8%、「導入していないが、関心はある」は全体の約19%となっている。導入実績が複数あるのは、「3パルプ・紙・紙加工品」、「2繊維」、「6窯業・土石製品」であり、関心度も相対的に高くなっている。



図－ 13 木質バイオマス熱利用の導入状況【業種分類別】

他の設問との関係を分析すると、木質バイオマス熱利用を「すでに導入済み」とした13事業所の稼働時間はいずれも24時間となっている(3.2.1 関連)。また、ボイラー設備総容量や事業所のエネルギー消費量(燃料および熱)が大きいほど、「すでに導入済み」の割合が高くなっている(3.2.2 および 3.2.11 関連、図-14 および 図-15 参照)。

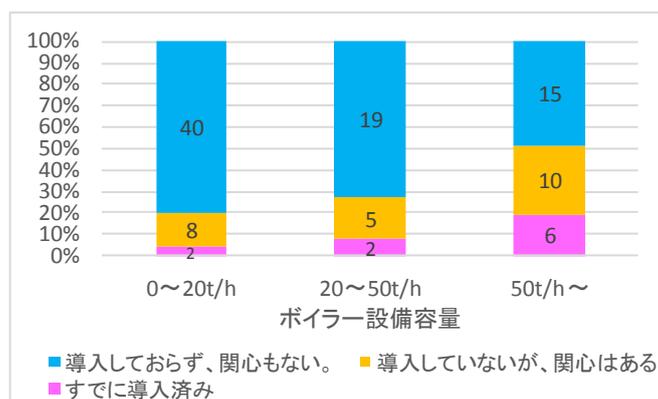


図-14 導入状況とボイラー設備総容量(3.2.2)の関係

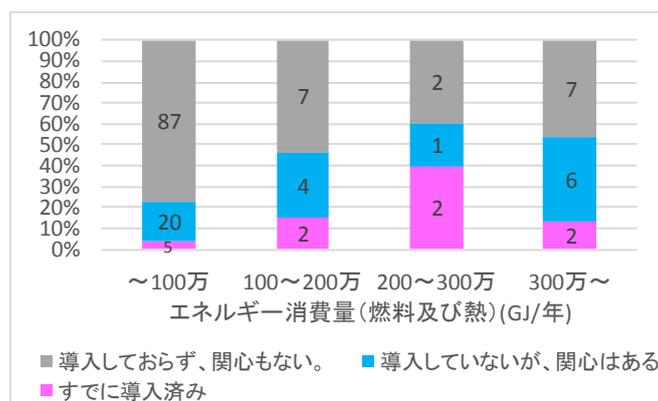
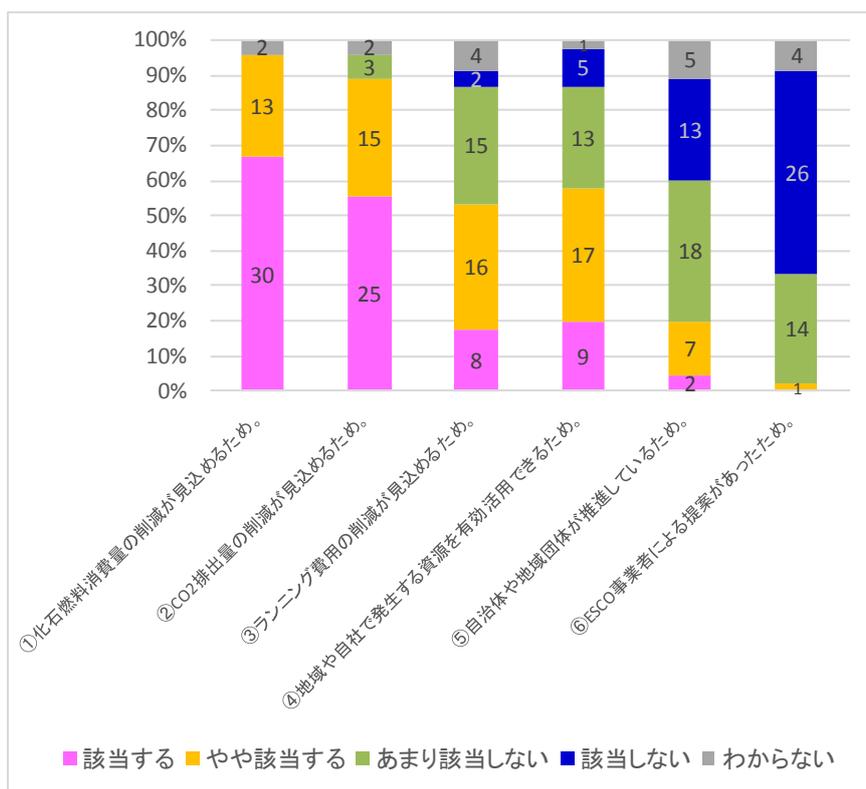


図-15 導入状況とエネルギー消費量(燃料および熱)(3.2.11)の関係

3.2.7. 木質バイオマス熱利用を導入した／関心を持った理由

木質バイオマス熱利用の導入状況（3.2.6）で「すでに導入済み」または「導入していないが、関心はある」とした事業者にその理由を6つの観点で問うた（図－16）。その結果、「該当する」＋「やや該当する」の比率が相対的に多いのは、「①化石燃料消費量の削減が見込めるため」、「②CO2排出量の削減が見込めるため」となっている。



図－16 木質バイオマス熱利用を導入した／関心を持った理由【全体】

3.2.8. 関心があっても導入に至っていない／関心がない理由

木質バイオマス熱利用の導入状況（3.2.6）で「導入していないが、関心はある」または「導入しておらず、関心もない」とした事業者にその理由を5項目で問うた（図－17）。その結果、「該当する」＋「やや該当する」の比率が相対的に多いのは、「⑤設備の更新のタイミングではない」、「④燃料調達が目途がたたない」、「①設備導入費用が高い」となっている。

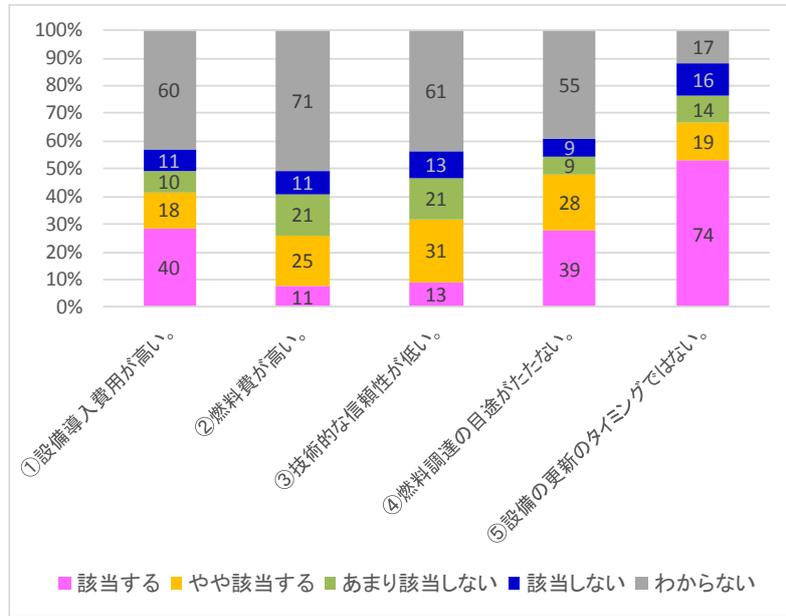


図- 17 関心があっても導入に至っていない／関心がない理由【全体】

3.2.9. 木質バイオマス熱利用の導入を検討する場合に必要な情報

木質バイオマス熱利用の導入を検討する場合の各種情報の必要性は図- 18 に示すとおりであり、「必要である」の比率が相対的に多いのは、「⑤コストメリット（初期費用、ランニング費用等）」、「②木質バイオマス燃料の調達・取扱い方法」となっている。

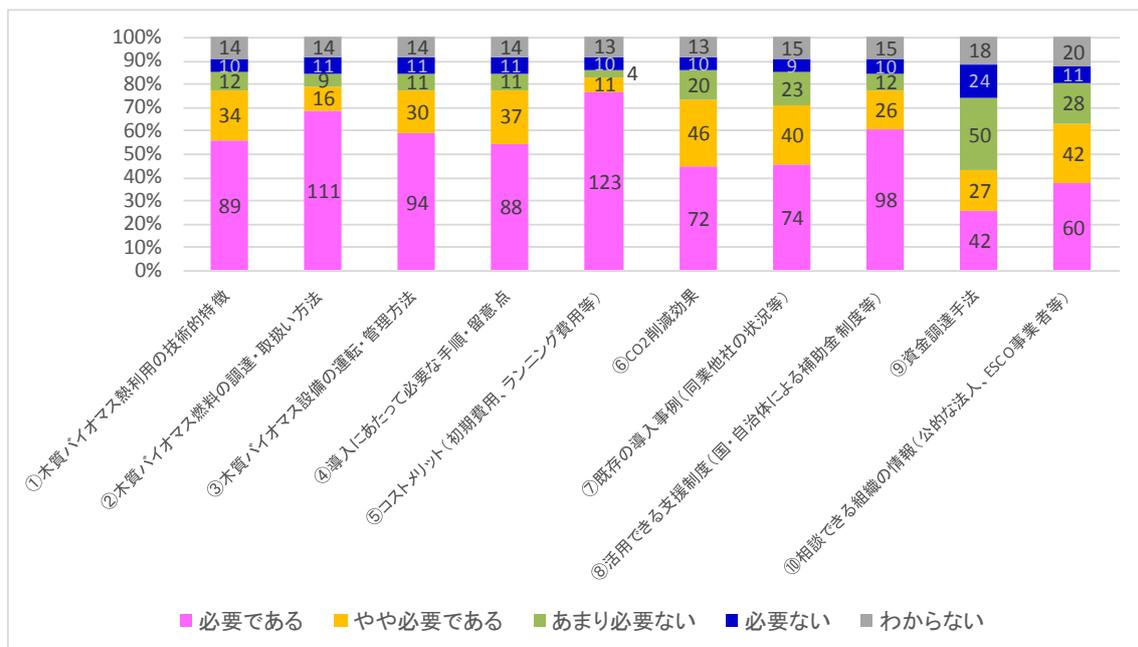


図- 18 木質バイオマス熱利用の導入を検討する場合の各種情報の必要性【全体】

3.2.10. 木質バイオマスの利用可能性

1) 木質バイオマス設備への置き換え

既存の熱源設備から木質バイオマス設備への置き換えの導入可能性は図-19に示すとおりである。全体的に導入可能性は低いものの、「8.機械・その他」を除く全ての業種分類で、「可能性はある」とした事業所を確認した。

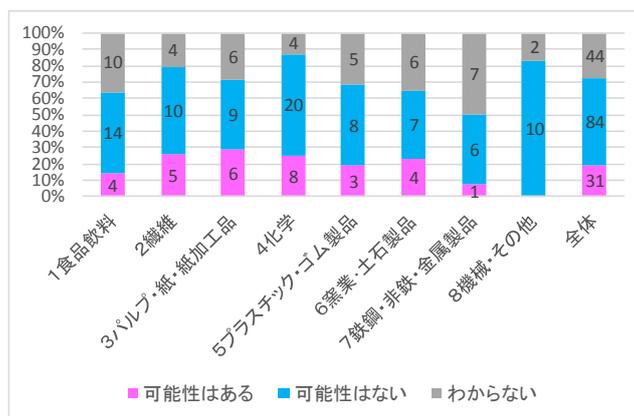


図-19 木質バイオマス設備への置き換えの導入可能性【業種分類別】

他の設問との関係性を分析すると、「可能性はある」とした30事業所の稼働時間はいずれも24時間となっている(3.2.1関連)。また、事業所のエネルギー消費量(燃料および熱)が大きいほど、「可能性はある」の割合が高い(3.2.11関連、図-20参照)。

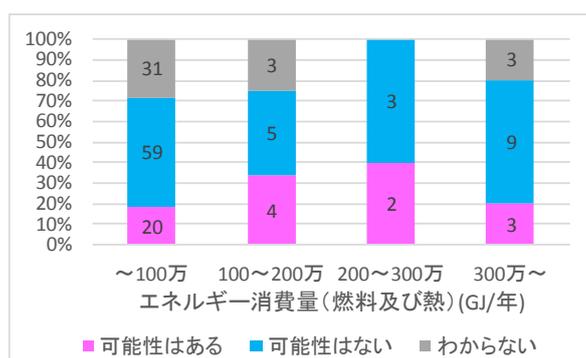


図-20 導入可能性とエネルギー消費量(燃料および熱)(3.2.11)の関係【全体】

2) 木質バイオマス設備の追加設置

既存の熱源設備に加えて木質バイオマス設備の追加設置の導入可能性は図- 21 に示すとおりである。全体的に導入可能性は低いものの、全ての業種分類で、「可能性はある」とした事業所を確認した。

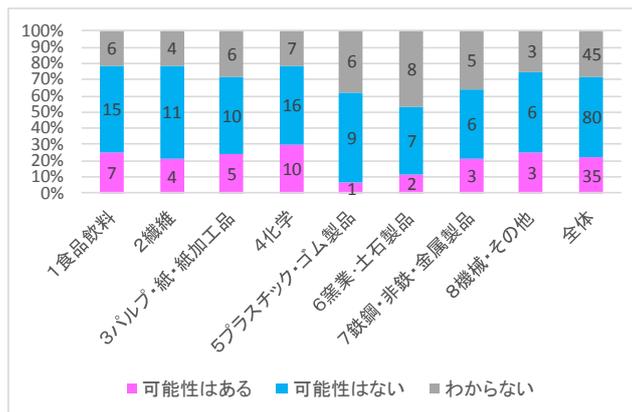


図- 21 木質バイオマス設備の追加設置の導入可能性【業種分類別】

他の設問との関係性を分析すると、「可能性はある」とした33事業所のうち27事業所で、稼働時間が24時間となっている(3.2.1 関連)。また、事業所のエネルギー消費量(燃料および熱)が大きいほど、「可能性はある」の割合が高い(3.2.11 関連、図- 22 参照)。

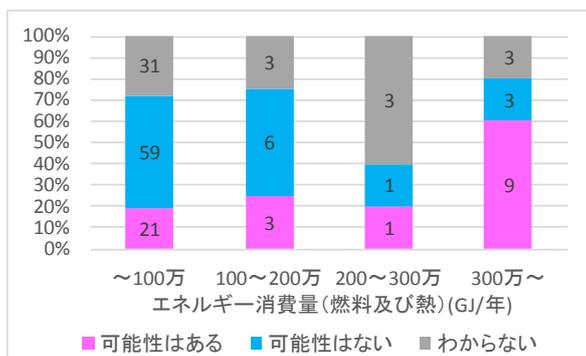


図- 22 導入可能性とエネルギー消費量(燃料および熱) (3.2.11) の関係【全体】

3) 木質バイオマスの混焼（燃料代替）

既存の熱源設備への木質バイオマスの混焼（燃料代替）の導入可能性は図- 23 に示すとおりである。全体的に導入可能性は低いものの、全ての業種分類で、「可能性はある」とした事業所を確認した。

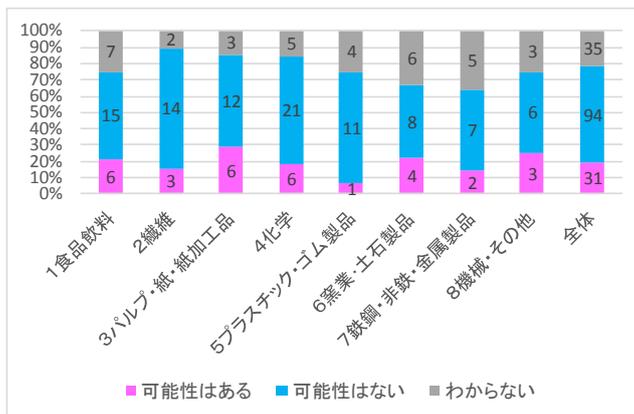


図- 23 既存の熱源設備への木質バイオマスの混焼の導入可能性【業種分類別】

他の設問との関係を分析すると、「可能性はある」とした29事業所のうち27事業所で、稼働時間が24時間となっている（3.2.1 関連）。また、事業所のエネルギー消費量（燃料および熱）が大きいほど、「可能性はある」の割合が高い（3.2.11 関連、図- 24 参照）。

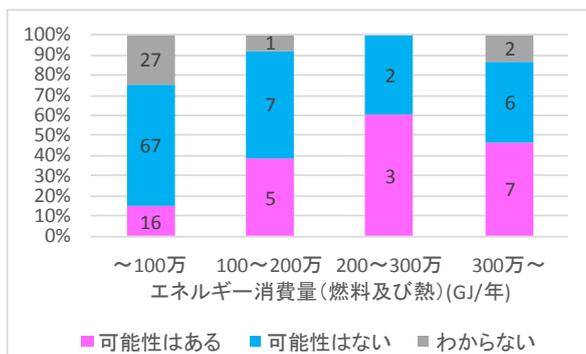


図- 24 導入可能性とエネルギー消費量(燃料および熱) (3.2.11) の関係【全体】

3.2.11. 事業所のエネルギー消費量

事業所のエネルギー消費量(燃料および熱)は図- 25 に示すとおりである。全体では50万 GJ/年未満が約66%となっている一方で、300万 GJ/年を越える事業所も約10%あった。また、業種分類別にみると、事業所の年間エネルギー消費量(燃料および熱)が相対的に大きいのは、「3 パルプ・紙・紙加工品」、「4 化学」、「6 窯業・土石製品」となっている。

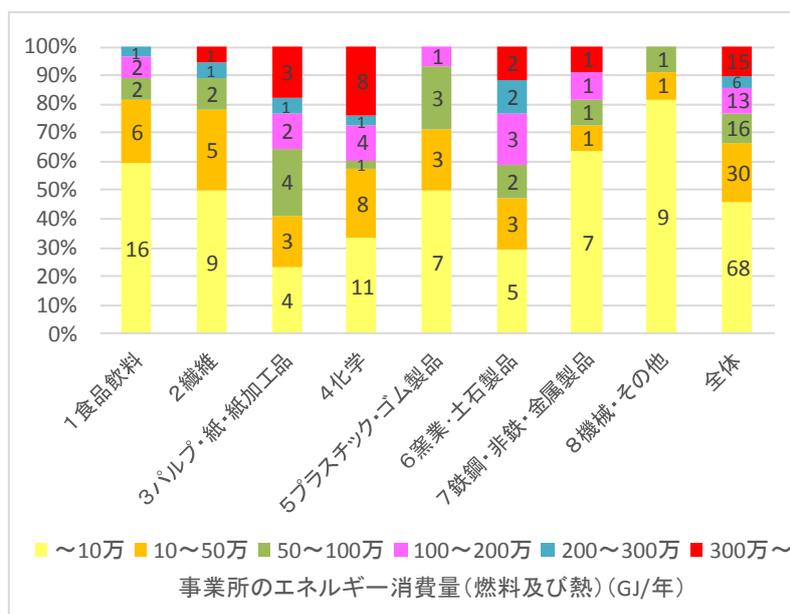
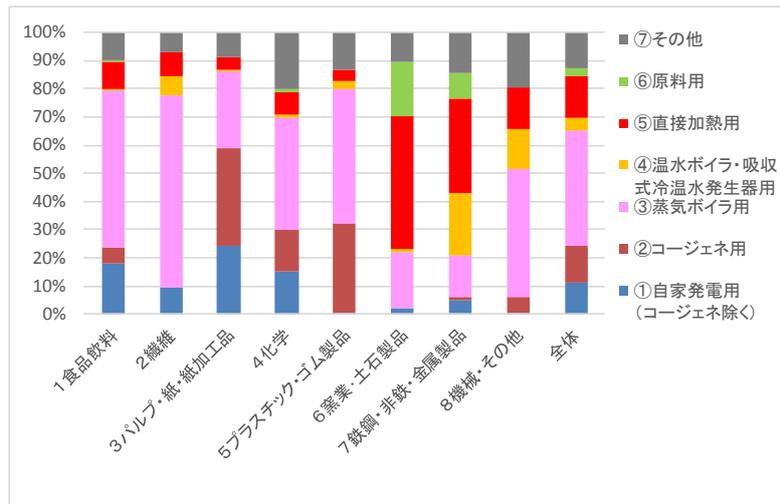


図- 25 事業所のエネルギー消費量(燃料および熱)【業種分類別】

3.2.12. 燃料の使用状況

燃料の使用用途は図- 26 および図- 27 に示すとおりであり、木質バイオマスでの代替が想定される「③蒸気ボイラ用」の比率が相対的に大きいのは、「2 繊維」、「1 食品飲料」となっている。



注：業種分類ごとに、各用途（①～⑦）の消費割合の平均値を算出し、100%表示

図- 26 燃料（電気を除く）の使用用途【業種分類別】

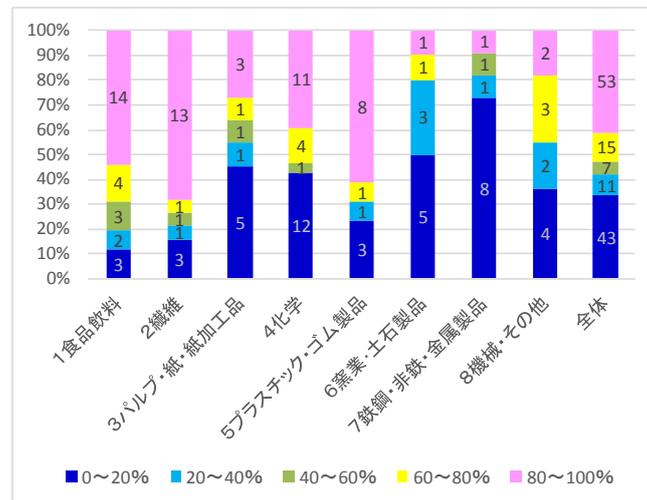
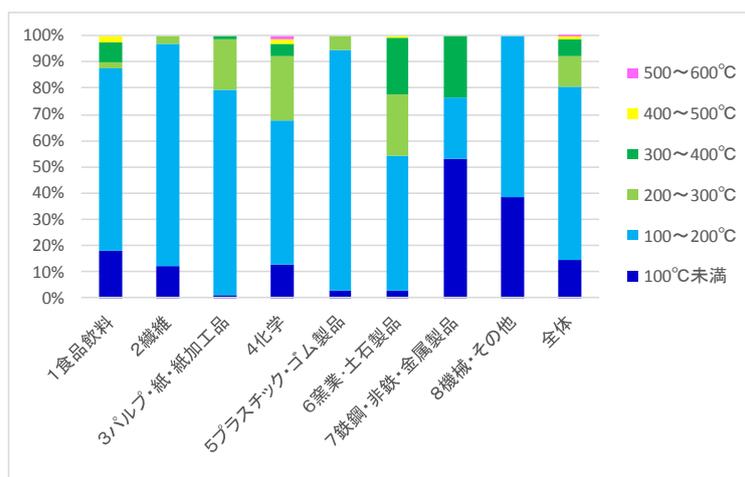


図- 27 燃料（電気を除く）の使用用途（蒸気ボイラ用の消費割合）【業種分類別】

3.2.13. 蒸気および直接加熱の利用温度帯

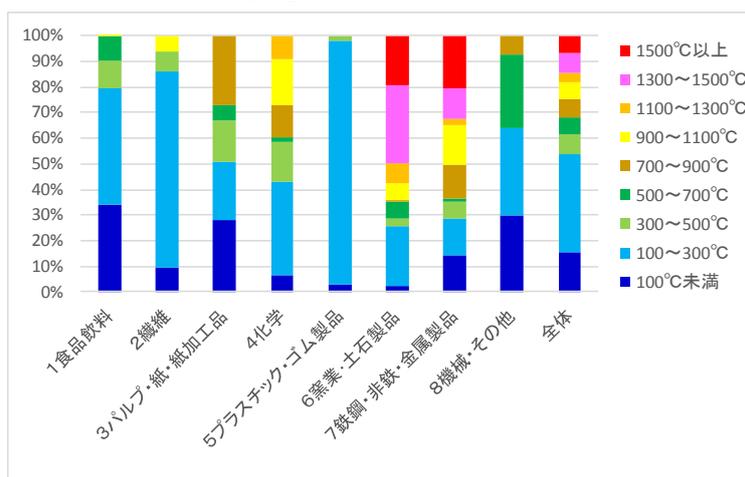
事業所で利用されている蒸気の利用温度帯は図- 28 に示すとおりである。いずれの業種分類も 200℃未満の割合が比較的多くなっており、400℃以上の割合は小さくなっている。また、「6 窯業・土石製品」では 40%以上が、「4 化学」では 30%程度が 200～400℃となっている。



注：業種分類ごとに、各利用温度帯（6区分）の割合の平均値を算出し、100%表示

図- 28 蒸気の利用温度帯【業種分類別】

事業所での直接加熱の利用温度帯は図- 29 に示すとおりである。「1 食品飲料」、「2 繊維」、「5 プラスチック・ゴム製品」は 300℃未満が 70%以上を占めている。また、「6 窯業・土石製品」、「7 鉄鋼・非鉄・金属製品」は 900℃以上が 50%以上となっている。



注：業種分類ごとに、各利用温度帯（9区分）の割合の平均値を算出し、100%表示

図- 29 直接加熱の利用温度帯【業種分類別】

3.2.14. CO2 削減に関する取組み状況

CO2 削減に関する取組み状況は図- 30 に示すとおりである。大半の事業所が「CO2 削減、エネルギー削減の数値目標を設定」、「CO2 削減、エネルギー削減の行動計画を作成」している。また、「CO2 削減対策として再エネ導入を重視」している事業所の割合は 40% を下回っている。

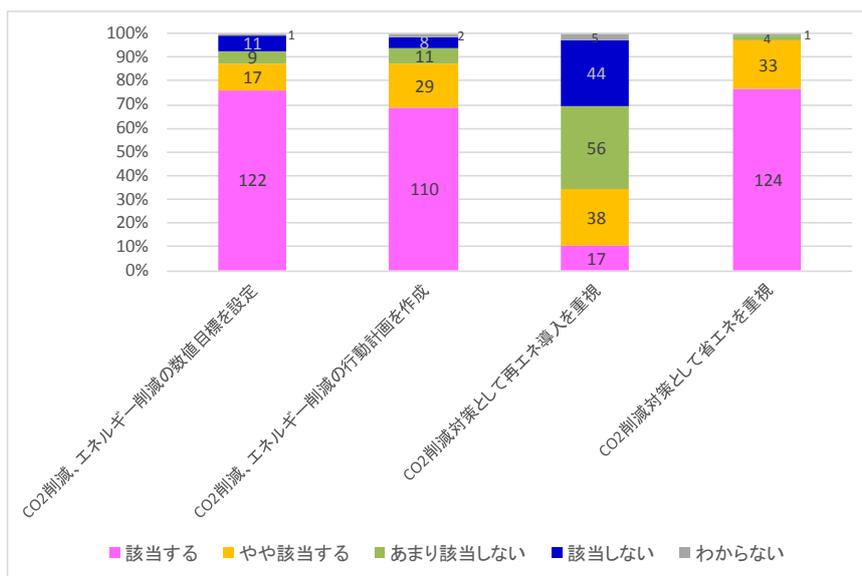


図- 30 CO2 削減に関する取組み状況【全体】

一方で、他の設問との関係を分析すると、木質バイオマス熱利用を導入済みの事業所は、「CO2 削減対策において再エネ導入を重視」しているところが大半となっている（3.2.6 関連、図- 31 参照）。

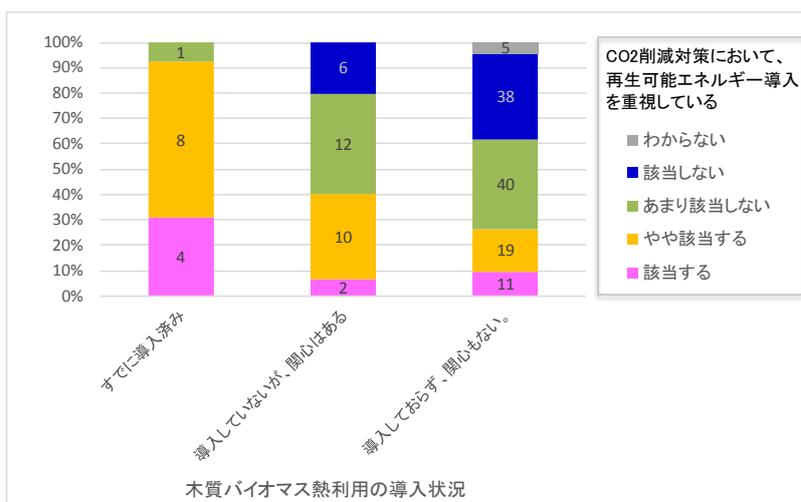


図- 31 CO2 削減に関する取組み（CO2 削減として再エネ導入を重視）と、木質バイオマス熱利用の導入状況（3.2.6）の関係【全体】

3.3. 考察

本調査の結果を受けて、熱源設備として求められる要件への対応や木質バイオマス熱利用の普及方策を検討するとともに、利用が見込まれる分野について考察する。

3.3.1. 熱源設備として求められる要件への対応

事業所の熱源設備担当者が熱源設備（ボイラー等）を選択する際に重視しているのは、「信頼性が高い（トラブルが少ない）」、「エネルギー効率が低い」、「初期費用が低い」、「使用する燃料の価格が安い」等であった（3.2.4）。また、事業所内での熱源設備の導入・更新を検討する場合、投資の可否を判断するための投資回収年数の目安は、全体では4～6年が約37%と最も多く、2～8年で約69%となっている（3.2.3）。

木質バイオマス熱利用においても、このような要件を満たすことが求められる。バイオマスボイラーは、信頼性が高く、エネルギー効率も高い機種もあることから、その点については要件を満たしうる。一方で、初期費用は化石燃料ボイラーと比較して割高になる傾向にあるため、使用する燃料の価格も含めて、全体でコストメリットを得ていく必要がある。

3.3.2. 木質バイオマス熱利用の普及

木質バイオマス熱利用を導入した／関心を持った理由としては、「化石燃料消費量の削減が見込めるため」、「CO₂排出量の削減が見込めるため」等があった（3.2.7）。CO₂削減に関する取組み状況をみても、木質バイオマス熱利用を導入済みの事業所は、「CO₂削減対策において再エネ導入を重視」しているところが大半であった（3.2.14）。一方で、関心があっても導入に至っていない／関心がない理由としては、「設備の更新のタイミングではない」、「燃料調達の見込みがたたない」、「設備導入費用が高い」等があった（3.2.8）。また、木質バイオマス熱利用の導入を検討する場合に必要な情報としては、「コストメリット（初期費用、ランニング費用等）」、「木質バイオマス燃料の調達・取扱い方法」等があった（3.2.9）。

以上のことより、木質バイオマス熱利用は、燃料代の削減が課題となっていたり、CO₂削減対策を重視している事業所に普及していくことが考えられる。

また、木質バイオマス燃料の調達方法や、取り扱いの際の工夫について、具体的な情報を発信していく必要がある。加えて、木質バイオマス熱利用の初期費用は割高になる傾向にあるが、ランニングを含めたライフサイクルではコストメリットが得られる可能性があることを発信していく必要がある。

3.3.3. 利用が見込まれる分野

「木質バイオマス熱利用実態調査報告書」(2017年、日本木質バイオマスエネルギー協会)によると、「産業用熱利用には、一定負荷の運転が可能な24時間工場が適している」、「比較的大規模な業種ではバイオマスボイラーが利用しやすい可能性がある」としており、本調査でもそのような結果が得られている。

本調査において事業所の施設の稼働時間で24時間の比率が大きい業種分類は、「繊維」、「パルプ・紙・紙加工品」、「プラスチック・ゴム製品」、「化学」等となっており、これらの業種への導入可能性が比較的高いと考えられる(3.2.1)。

また、事業所の年間エネルギー消費量(燃料および熱)が大きい業種分類は、「パルプ・紙・紙加工品」、「化学」、「窯業・土石製品」等となっており、これらの業種への導入可能性が比較的高いと考えられる(3.2.11)。さらに、燃料の使用用途では、木質バイオマスでの代替が想定される「③蒸気ボイラ用」の比率が相対的に大きい業種分類は、「繊維」、「食品飲料」となっており、これらの業種への導入可能性が比較的高いと考えられる(3.2.12)。

これらを踏まえると、利用が見込まれる分野としては、「繊維」、「パルプ・紙・紙加工品」、「化学」、「窯業・土石製品」、「食品飲料」等が挙げられ、当面はこれらの業種を対象に普及を図っていくことが重要である。

4. 先行事例の実態調査

木質バイオマスによる産業用等熱利用の実態を把握するため、先行事例について実態調査を行なった。導入経緯や導入効果、利用システムの仕様、燃料供給の内容、メンテナンスの内容等を把握するとともに、産業用等熱利用を進めるための課題と対応策を把握した。あわせて、ボイラーメーカーへの聞き取り調査を行ない、メーカー側からみた産業用等熱利用の実態を把握した。

4.1. 調査概要

4.1.1. 先行事例の実態調査

調査対象は表－ 5 に示すとおりであり、木質バイオマスによる産業用等熱利用の先行事例の中から、プロセス熱として多くの蒸気を利用する製造業を中心とし、食品、化学、製紙、繊維など幅広い業種から、12 事業所を選定した。

表－ 5 先行事例の実態調査の調査対象事業所

業種	事業所	所在地	主な製品
食品	1.井村屋本社工場	三重県津市	肉まん、あんまん
	2.サーフビバレッジ山梨工場	山梨県塩山市	ミネラルウォーター
	3.太子食品工業十和田工場	青森県十和田市	豆腐、油揚げ
	4.カルビーポテト帯広工場	北海道帯広市	じゃがいもの菓子
	5.白松 浜御塩工房竹敷	長崎県対馬市	塩
	6.兼平製麺本社工場	岩手県盛岡市	麺類
製紙	7.大王製紙可児工場	岐阜県可児市	家庭紙、各種用紙、特殊紙
	7.大王製紙可児工場川辺製造部	岐阜県川辺町	塗工紙
化学	8.DIC 北陸工場	石川県白山市	合成樹脂
	9.ニプロファーマ大館工場	秋田県大館市	注射剤
セメント	10.住友大阪セメント栃木工場	栃木県佐野市	各種セメント
繊維	11.セーレン勝山工場	福井県勝山市	衣料品
クリーニング	12.マルセンクリーニング	北海道釧路市	リネン、クリーニング品

注：7.大王製紙可児工場は、2ヶ所に工場（事業所）があり、それぞれにバイオマスボイラーが導入されていることから、分けて整理をした。

調査項目は表－ 6 に示すとおりであり、これらの調査項目をもとに聞き取り調査を実施した。

表－ 6 先行事例の実態調査の調査項目

大項目	小項目
①導入経緯（経済性、環境性の検討経緯等）	<ul style="list-style-type: none"> ・導入に至る経緯（検討開始年月～導入決定年月、稼働開始年月、検討主体、関係主体） ・導入検討の具体的な内容（経済性、環境性、地域貢献、油ボイラーとの比較等） ・導入目的 ・導入主体 ・事業スキーム（自社導入、ESCO 事業、リース事業、等）
②導入のメリット、デメリット	<ul style="list-style-type: none"> ・導入した効果（油の削減量・削減費用、CO2 排出量、雇用創出、等） ・導入してみた地域への影響
③利用システムの仕様、導入コスト	<ul style="list-style-type: none"> ・ボイラーの種類（貫流ボイラー、炉筒煙管ボイラー、水管ボイラー等） ・ボイラー製造メーカー ・定格出力 (t/h or kW)、基数 ・ボイラー効率 (%) ・ボイラーの年間稼働日数 (日/年)、稼働時間 (時間/日) ・ボイラーによる発生蒸気量、蒸気使用量 (t/h、t/日、t/年) ・熱利用用途 ・ボイラー負荷率 (%)、熱需要の負荷変動とそれに対する運転パターン ・導入費用、活用した補助金とその費用 ・バイオマスボイラー以外の熱源設備の種類、燃料種 ・導入の際に生じた課題
④燃料調達の内容、燃料材コスト	<ul style="list-style-type: none"> ・原料の調達先、種類（間伐材、林地残材、製材端材、建築廃材、その他廃棄物、等） ・燃料（チップ等）の製造・運搬主体 ・燃料の種類（切削チップ or 破砕チップ/水分率 WB (%)） ・燃料使用量 (t/日、t/年) ・燃料の購入単価、年間購入費 ・燃料調達における課題
⑤メンテナンスの内容、メンテナンスコスト	<ul style="list-style-type: none"> ・メンテナンスの項目、頻度（日常点検、灰出し、清掃、部品交換・補修、検査、等） ・メンテナンス体制 ・メンテナンスコスト（メンテナンス費、人件費） ・灰の処理方法 ・設備運用、メンテナンスにおける課題
⑥産業用等熱利用を進めるための課題と対応策	<ul style="list-style-type: none"> ・上記以外の課題

4.1.2. ボイラーメーカー聞き取り調査

調査対象は表－ 7 に示すとおりであり、日本国内で蒸気利用を中心とした産業用バイオマスボイラーの納入実績があるメーカーを対象とした。

表－ 7 ボイラーメーカー聞き取り調査の調査対象

メーカー名	本社所在地	取り扱う主な木質バイオマスボイラーの種類
1. (株) エンバイロテック	福島県郡山市	貫流式ボイラー
2. (株) タカハシキカン	愛知県名古屋市	煙管式ボイラー
3. ポリテック (代理店：協和エクシオ)	オーストリア	煙管式ボイラー
4. コールバッハ (代理店：中外炉工業)	オーストリア	煙管式ボイラー
5. (株) タクマ	兵庫県尼崎市	水管式ボイラー
6. (株) よしみね	大阪府大阪市	水管式ボイラー

調査項目は表－ 8 に示すとおりであり、これらの調査項目をもとに聞き取り調査を実施した。

表－ 8 ボイラーメーカー聞き取り調査の調査項目

	項目
①	産業用バイオマスボイラーの導入メリット
②	有望な業種（営業先と考えている業種）
③	バイオマスボイラーのラインナップと仕様、導入コスト
④	メンテナンスの内容（項目、頻度等）、メンテナンスコスト
⑤	導入検討時の需要先へのヒアリング項目
⑥	産業用等熱利用を進めるための課題と対応策

4.2. 調査結果（先行事例の実態調査）

4.2.1. 導入経緯

木質バイオマス熱利用の導入時期および導入の主目的は表－9 に示すとおりであり、導入目的としては、化石燃料削減による燃料代の削減が最も多く、次いで CO2 排出量の削減となっている。なお、会社全体で CO2 削減目標を立てている事業所では、CO2 削減策としてバイオマス熱利用が選択されている。

また、他の導入目的として、地域貢献、BCP（Business continuity planning、災害時などの事業継続計画）対応、自治体の政策への貢献も挙げられている。なお、BCP 対応は、地域で調達可能な木質バイオマスを導入することで燃料の多様化によるリスク低減を図ろうとするものである。

表－9 導入年および導入の主目的

事業所	導入時期	導入の主目的				
		燃料代の削減	CO2 排出量の削減	地域貢献	BCP 対応	自治体の政策への貢献
1.井村屋本社工場	2015 年		○			
2.サーフビバレッジ山梨工場	2007 年 2010 年	○				
3.太子食品工業十和田工場	2009 年	○				
4.カルビーポテト帯広工場	2011 年		○			○(帯広市の政策への貢献)
5.白松 浜御塩工房竹敷	2011 年	○		○(森林関係者の利益創出)		
6.兼平製麺本社工場	2007 年 2011 年		○			
7.大王製紙可児工場	2004 年	○	○			
7.大王製紙可児工場川辺製造部	2009 年	○	○			
8.DIC 北陸工場	2018 年	○	○		○	
9.ニプロファーマ大館工場	2014 年	○	○		○	
10.住友大阪セメント栃木工場	(不明)	○	○			
11.セーレン勝山工場	2016 年	○				
12.マルセンクリーニング	2007 年	○				

4.2.2. 導入効果

バイオマス熱利用の導入効果は表－ 10 に示すとおりであり、大きな燃料代の削減（年間数 100 万円～1 億円程度）および CO2 削減の効果が得られている。

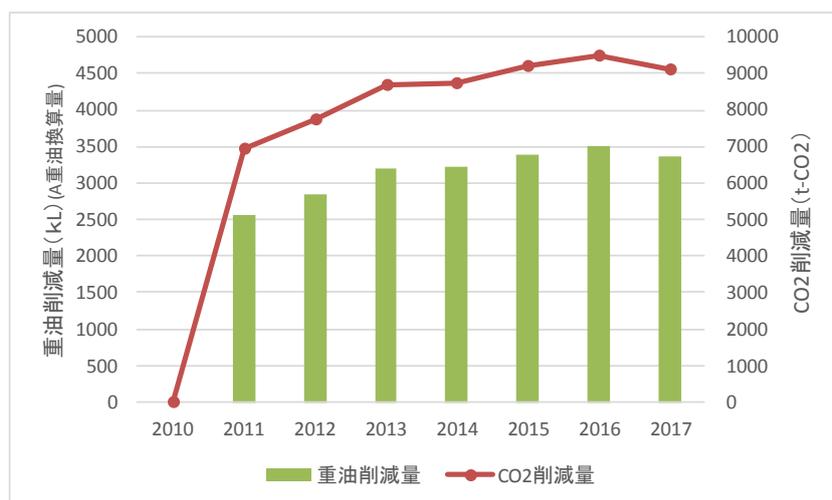
また、4.カルビーポテト帯広工場では、帯広市内の河川流木の利用により、市のバイオマスタウン構想実現および CO2 削減目標達成にも貢献できている。5.白松 浜御塩工房竹敷では、製材端材の活用により市内の森林関係者の利益創出につながっている。

表－ 10 導入効果（導入前後の化石燃料の削減、燃料代の削減および CO2 削減）

事業所	化石燃料の削減	燃料代等の削減	CO2 排出量の削減
1.井村屋本社工場	約 150 万 Nm3/年の都市ガス使用量の削減（削減率約 53%）	1 億円/年程度	約 3,200 トン/年
2.サーフビバレッジ山梨工場	重油使用量の削減（削減率 99%）	（不明）	約 4,000 トン/年（1号機のみ）
3.太子食品工業十和田工場	約 1,970kL/年の重油使用量の削減（削減率約 40%）	1 億円/年程度	約 5,700 トン/年
4.カルビーポテト帯広工場	約 3,000kL/年の重油使用量の削減	1 億円/年程度	約 8,000 トン/年
5.白松 浜御塩工房竹敷	生産量あたりの燃料費で平均 20～30%の削減（重油価格の高騰時には 50%程度）	約 300～700 万円/年程度	（不明）
6.兼平製麺本社工場	（不明）	（不明）	約 2,100 トン/年（1号機のみ）
7.大王製紙可児工場	約 22 千 kL/年の重油使用量の削減	（不明）	約 124 千トン/年
7.大王製紙可児工場川辺製造部	約 48 千 kL/年の重油使用量の削減	（不明）	約 12 千トン/年
8.DIC 北陸工場	約 1,058kL/年の LNG 使用量の削減（削減率約 13%）	約 3,100 万円/年程度	約 2,030 トン/年
9.ニプロファーマ大館工場	重油使用量の削減（削減率約 20%）	（不明）	（不明）
10.住友大阪セメント栃木工場	（不明）	（不明）	（不明）
11.セーレン勝山工場	約 2,700kL/年の重油使用量の削減（削減率約 100%）	約 1 億 4 千万円/年程度	約 8,400 トン/年
12.マルセンクリーニング	約 1,200kL/年の重油使用量の削減（削減率約 78%）	約 4,500 万円/年程度	約 3,400 トン/年

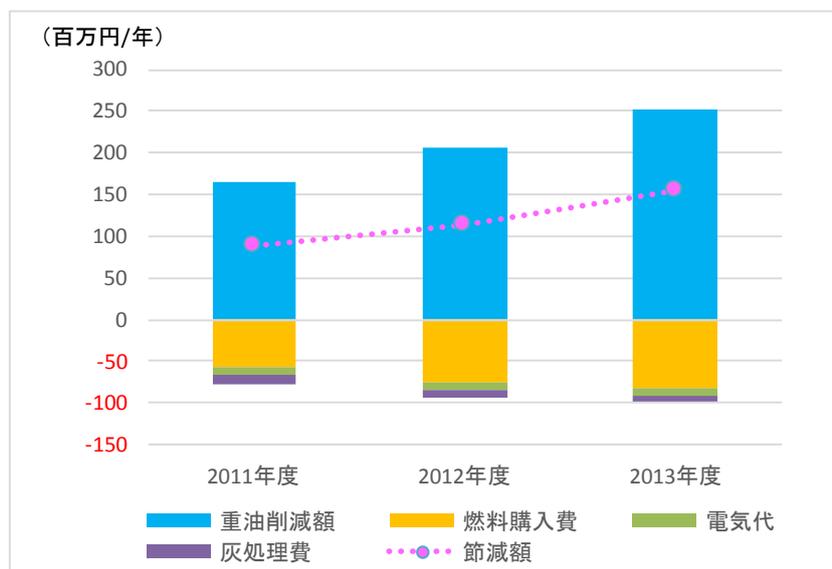
導入効果の経年把握例 1：カルビーポテト帯広工場

バイオマス熱利用が導入された 2011 年度前後で、年間で約 3,000kL の重油使用量の削減、約 8,000 トンの CO2 排出量の削減の効果があり、重油削減額からチップ燃料購入費、電気代、灰処理費を差し引いた節減額は年間で 1 億円程度となっている（設備導入費は約 4 億 8 千万円で、環境省の補助事業により半額補助を受けて導入）。



※重油削減量は、バイオマスボイラーによる蒸気送気量をもとに A 重油削減量を換算

図－ 32 導入効果（重油削減、CO2 削減）

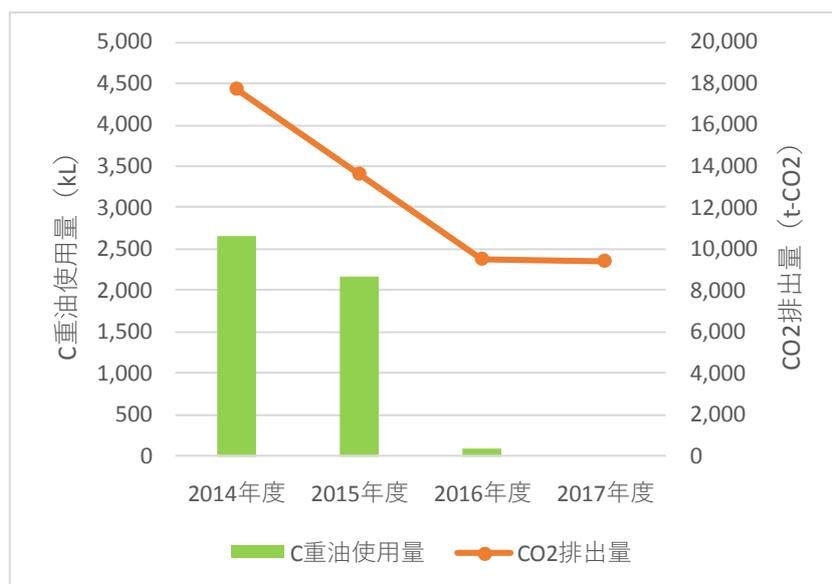


※節減額は、重油削減額からチップ燃料購入費、電気代、灰処理費を差し引いて算出

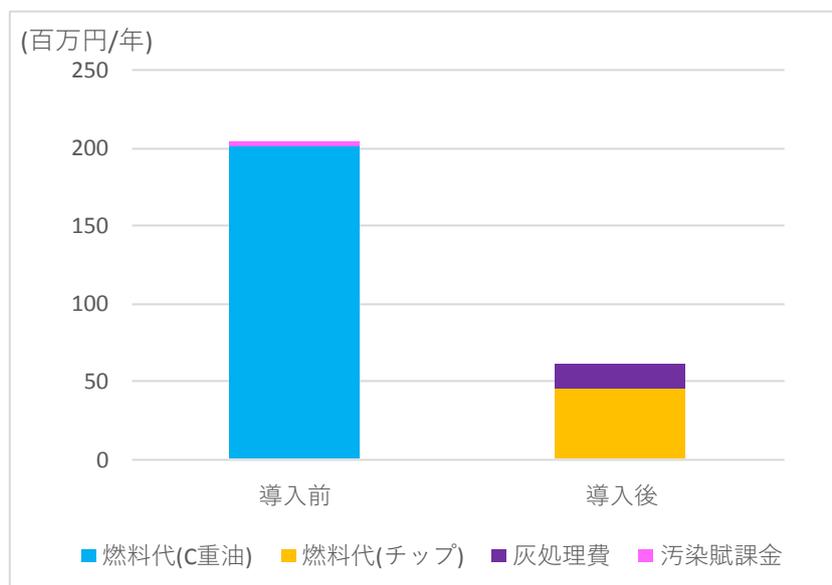
図－ 33 燃料代等にかかる年間節減額

導入効果の経年把握例 2：セーレン勝山工場

バイオマス熱利用が導入された 2016 年度前後で、C 重油使用量の大幅削減（約 2,700kL/年、削減率約 100%）と、年間約 8,400 トンの CO2 排出量の削減の効果があり、燃料代等にかかる費用は（燃料代+灰処理費+汚染賦課金）は、年間で約 1 億 4 千万円程度の節減となっている。



図－ 34 導入効果（重油削減、CO2 削減）



図－ 35 燃料代等にかかる年間節減額

4.2.3. 利用システムの仕様、導入コスト

1) 木質バイオマス熱利用システムの概要

木質バイオマス熱利用システムの構成要素としては、燃料を受け入れるチップ受入部、燃料を保管するサイロ、バイオマスボイラー、灰や排ガスの処理設備等がある。チップ受入部からバイオマスボイラーまでの燃料搬送システムは表-11に示すとおりであり、建築廃材チップ中に混入する金属類の除去を主目的として、5工場で空気搬送が採用されているほか、3工場で磁選機が設置されている。また、食品や精密機械等を扱う事業所では、木質チップや粉じん、灰などの飛散防止が重要であることから、チップ受入部を半地下ホッパーにして木質チップや粉じんの飛散防止を図る例や、灰出しを自動化しボイラーから自動で灰搬出用コンテナまで運搬されるようにしている例（5工場）がみられた。

表-11 燃料搬送システム、灰出しシステムの概要

事業所	燃料搬送システム	灰出しシステム	
		手動搬送	自動搬送
1.井村屋本社工場	チップ受入部・サイロ→(ローダー)→チップ投入口→(磁選機,コンベヤ)→ボイラー		○
2.サーフビバレッジ山梨工場	チップ受入部・保管場所→(フォークリフト)→チップ投入口→(コンベヤ)→ボイラー	○	
3.太子食品工業十和田工場	チップ受入部→(空送)→サイロ→(コンベヤ)→ボイラー		○
4.カルビーポテト帯広工場	チップ受入部→(磁選機,コンベヤ)→サイロ→(空送)→ボイラー	○	
5.白松 浜御塩工房竹敷	チップ受入部→(コンベヤ)→サイロ→(スクレーパー)→ボイラー	○	
6.兼平製麺本社工場	チップ受入部・サイロ→(ローダー)→チップ投入口→(コンベヤ)→ボイラー	○	
7.大王製紙可児工場	チップ受入部・サイロ→(クレーン)→チップ投入口→(コンベヤ)→ボイラー		○
7.大王製紙可児工場川辺製造部	チップ受入部・サイロ→(ローダー)→チップ投入口→(コンベヤ)→ボイラー	○	
8.DIC 北陸工場	チップ受入部→(コンベヤ)→サイロ→(空送)→ボイラー	○	
9.ニプロファーマ大館工場	チップ受入部・サイロ→(ローダー)→チップ投入口→(コンベヤ)→ボイラー		○
10.住友大阪セメント栃木工場	チップ受入部・サイロ→(ローダー)→投入口→二次破碎設備→(空送)→ブリーダー	(不明)	
11.セーレン勝山工場	チップ受入部→(空送)→サイロ→(磁選機, 空送)→ボイラー		○
12.マルセンクリーニング	チップ受入部・サイロ→(コンベヤ)→ボイラー	○	

木質バイオマス熱利用システムの導入費用は図- 36、導入費用単価（ボイラー定格蒸気出力あたりの導入費用）は図- 37 に示すとおりであり、導入費用単価は、約 0.3~0.8 億円/トンとなっている。導入にあたって、大半の事業所で国の補助金を受けており、経済産業省系が 7 工場（補助率 1/2 または 1/3）、環境省系が 2 工場（補助率 1/2 または 1/3）、農林水産省系が 3 工場（補助率 1/2 または全額（うち 2 工場は県からの補助））となっている。

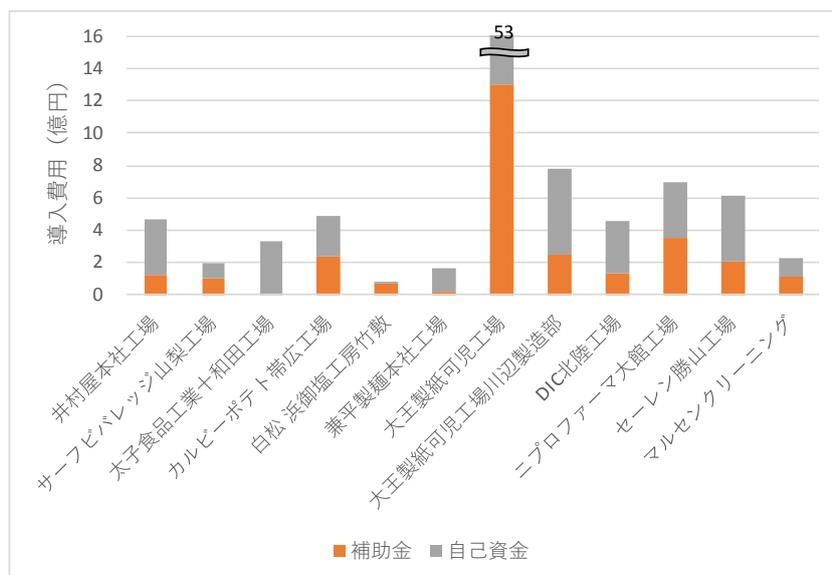
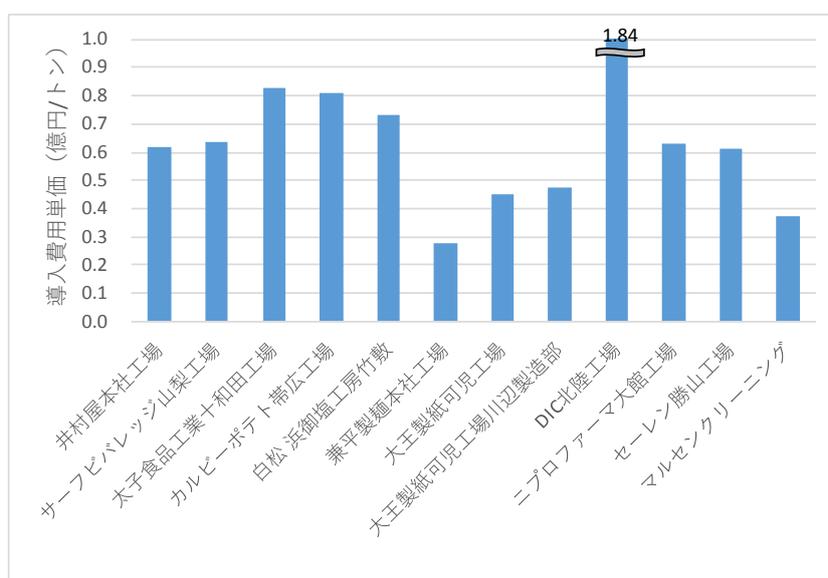


図- 36 システムの導入費用



※導入費用単価＝システムの導入費用÷ボイラー定格蒸気出力

図- 37 システムの導入費用単価

2) 木質バイオマスボイラーの仕様および稼働状況

導入されている木質バイオマスボイラーの仕様および発生蒸気量は表－12 に示すとおりである。木質バイオマスボイラーの定格蒸気出力は1～16.5t/h (7.大王製紙可児工場のコジェネ用ボイラー117.5t/hを除く) となっており、熱需要(必要蒸気量)により、規模が大きい事業所では水管ボイラー、中～小規模の事業所では炉筒煙管ボイラー又は貫流ボイラーが導入されている。なお、貫流ボイラーは本体の出力は1t/hほどと比較的小さいが、廃熱ボイラーとの組み合わせにより、一定の出力を得られている。

また、工場全体の蒸気需要は1～13t/h程度であり、それに対して木質バイオマスボイラーにより全部または一部を賅っている。木質バイオマスボイラーによる発生蒸気量は、約3,700t/年(定格1t/h)～約374,000t/年(定格117.5t/h)(7.大王製紙可児工場のコジェネ用ボイラーを除くと約3,700t/年(定格1t/h)～約94,000t/年(定格16.5t/h))となっている。

表－12 木質バイオマスボイラーの仕様および稼働状況

種類	事業所	製造メーカー	定格出力	ボイラーによる発生蒸気量 ^{※3}	(参考)工場全体の蒸気需要
貫流ボイラー	1.井村屋本社工場	エンバイロテック	7.5t/h ^{※1}	44,037t/年	平均7.5t/h程度
	5.白松 浜御塩工房竹敷	巴商会	1t/h	約3,700t/年	1t/h程度
	9.ニプロファーマ大館工場	エンバイロテック	11t/h ^{※2}	約37,000t/年	8～13t/h程度
煙管ボイラー	2.サーフビバレッジ山梨工場	タカハシキカン	3.0t/h	約20,000t/年	2.5～3.5t/h程度
	3.太子食品工業十和田工場	タカハシキカン	4.0t/h	約28,000t/年	10～13t/h程度
	6.兼平製麺本社工場	新芝設備、ワールド熱学	5.8t/h	約10,000t/年	2～3t/h程度
	11.セーレン勝山工場	タカハシキカン	10t/h	約42,000t/年	5～10t/h程度
	12.マルセンクリーニング	ポリテクニク	6t/h	約18,000t/年	約7t/h程度
水管ボイラー	4.カルビーポテト帯広工場	よしみね	6t/h	約47,000t/年	10～12t/h程度
	7.大王製紙可児工場	三菱重工	117.5t/h	約374,000t/年	430～460t/h程度
	7.大王製紙可児工場川辺製造部	よしみね	16.5t/h	約94,000t/年	7～11t/h程度
	8.DIC北陸工場	よしみね	2.5t/h	19,170t/年(計画)	平均5.5t/h程度

※1 貫流ボイラー3t/h+廃熱ボイラー4.5t/h

※2 貫流ボイラー4t/h+廃熱ボイラー7t/h

木質バイオマスボイラーの年間稼働日数および稼働時間は表－13 に示すとおりであり、12工場中、11工場が24時間稼働となっており、年間稼働日数は、8工場で300日以上、他の4工場も240日以上となっている。

表- 13 木質バイオマスボイラーの年間稼働日数および稼働時間

事業所	年間稼働日数	稼働時間
1.井村屋本社工場	年間約 300 日程度	24 時間
2.サーフビバレッジ山梨工場	年間 300 日	24 時間
3.太子食品工業十和田工場	年間 330 日	24 時間
4.カルビーポテト帯広工場	年間 325 日	24 時間
5.白松 浜御塩工房竹敷	年間 240 日程度	24 時間
6.兼平製麺本社工場	年間 300 日程度	24 時間
7.大王製紙可児工場	年間 328 日	24 時間
7.大王製紙可児工場川辺製造部	年間 260 日	24 時間
8.DIC 北陸工場	年間 320 日 (2018 年計画)	24 時間
9.ニプロファーマ大館工場	年間約 240 日程度	24 時間
11.セーレン勝山工場	年間 247 日	24 時間
12.マルセンクリーニング	年間 320~330 日程度	約 11 時間/日

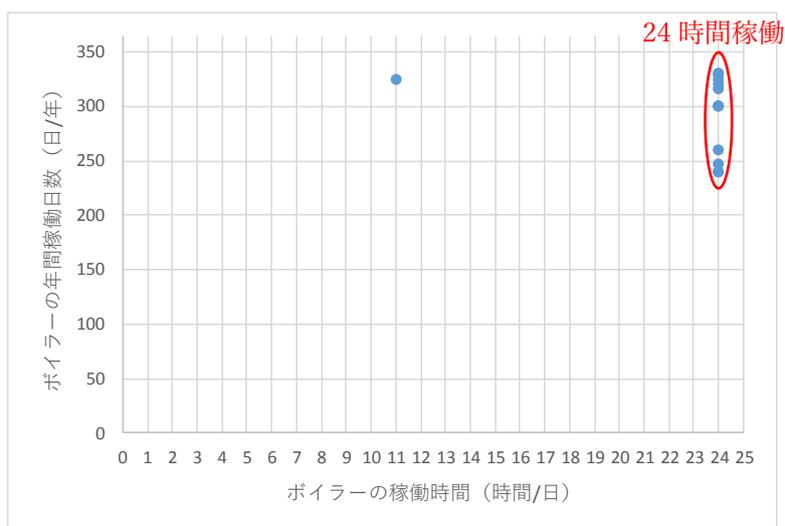


図- 38 バイオマスボイラーの稼働状況

ボイラーの運転方法は表- 14 に示すとおりであり、蒸気式バイオマスボイラーは負荷変動への対応が取りにくいいため、バイオマスボイラーをベース負荷に対して 24 時間フル稼働させ、負荷変動分は化石燃料ボイラーで対応する例が多い。

一方で、2.サーフビバレッジ山梨工場および 11.セーレン勝山工場では、バイオマスボイラーは工場側の蒸気圧力に応じた供給燃料量制御を行ない、バイオマスボイラーのみで負荷変動に対応できている。また、5.白松 浜御塩工房竹敷では、バイオマスボイラーをフル稼働させ、蒸気使用量が減る朝方 (8:30 頃) からは、仕上げ段階の平釜の蒸気バルブを絞る一方で、海水が入った他の平釜へのバルブを全開にして、蒸気量の分散、調整を行なうことで対応している。7.大王製紙可児工場川辺製造部では、負荷変動がほとんどないため、通常

時はバイオマスボイラーのみで対応しており、負荷が変わるロット変更時も燃料を調整して対応している。なお、製造業では、熱源の停止が生産ラインの停止に直結するため、全ての事業所で停止時のバックアップボイラーが設置されている。

また、余剰蒸気の利用方法として、6.兼平製麺本社工場では蒸気発電機で発電（蒸気圧力を感知し、自動で蒸気を発電機に供給）、12.マルセンクリーニングでは蒸気を温水に替えてタンクにため翌朝に利用している。

表- 14 ボイラーの運転方法

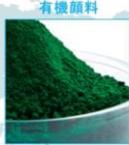
事業所	通常時の稼働ボイラー	バイオマスボイラー運転方法	化石燃料ボイラー運転方法
1. 井村屋本社工場	バイオマスボイラー +都市ガスボイラー	ベースとして24時間フル稼働（夜間の低負荷時には、自動で燃料の供給を調整して対応）	不足分の蒸気を都市ガス貫流ボイラーで供給
2. サーフビバレッジ山梨工場	バイオマスボイラー （非常時に重油ボイラー）	工場側の蒸気圧力に応じた燃料供給量制御で稼働（負荷変動にも対応）	—
3. 太子食品工業十和田工場	バイオマスボイラー +重油ボイラー	ベースとして24時間フル稼働	ベース負荷が大きくなるときは重油炉筒煙管ボイラーで、負荷変動への追従性が求められるときは重油貫流ボイラーで対応
4. カルビーポテト帯広工場	バイオマスボイラー +LNGボイラー	ベースとして24時間フル稼働	不足分の蒸気をLNG貫流ボイラーで供給
5. 白松 浜御塩工房竹敷	バイオマスボイラー （非常時に重油ボイラー）	24時間フル稼働	—
6. 兼平製麺本社工場	バイオマスボイラー （非常時に重油ボイラー）	2号機はフル稼働させ、余剰蒸気を蒸気発電機で利用。1号機は低負荷での運転が多い。	—
7. 大王製紙可児工場	バイオマスボイラー	24時間フル稼働（工場の蒸気使用量の変動に応じてタービンの発電量を増減させて調整）	—
7. 大王製紙可児工場川辺製造部	バイオマスボイラー （非常時に重油ボイラー）	24時間フル稼働（負荷が変わるロット変更時には燃料を調整して対応）	—
8. DIC北陸工場	バイオマスボイラー +廃熱ボイラー +LNGボイラー	ベースとして24時間フル稼働（焼却炉設備の廃熱ボイラーも同様）	LNG貫流ボイラーの台数制御で負荷変動に対応
9. ニプロファーマ大館工場	バイオマスボイラー +A重油ボイラー +LNGボイラー	ベースとして24時間フル稼働	不足分の蒸気をA重油貫流ボイラーおよびLNG貫流ボイラーで供給（負荷変動には台数制御で対応）
11. セーレン勝山工場	バイオマスボイラー +A重油ボイラー	工場側の蒸気圧力に応じた供給燃料量制御で稼働（負荷率50~100%、基本的にはバイオマスボイラーのみで負荷変動に対応）	一定圧力を下回ったときのみ自動的にA重油貫流ボイラーが稼働
12. マルセンクリーニング	バイオマスボイラー +都市ガスボイラー	優先的に稼働（負荷率75%~100%超、負荷変動にも対応）	不足分の蒸気を都市ガス貫流ボイラーで供給

3) 熱の利用方法

熱の利用用途は表-15に示すとおりであり、工場内での様々な蒸気加熱の用途に対して、バイオマスボイラーによる蒸気を供給しており、蒸気の利用方法に関わらず、蒸気需要が安定的にあれば、どのような業種でも適用可能であると考えられる。なお、7.大王製紙可児工場では、蒸気利用とともに発電を行なうコージェネレーションシステムを導入しており、バイオマスボイラーによる発生蒸気の全量を蒸気タービンに投入して発電を行ない、タービンからの抽気蒸気を工場内での蒸気加熱の用途（パルプの蒸解工程、抄紙工程）に対して供給している。また、9.住友大阪セメント栃木工場では、直接加熱として、プレヒータの仮焼炉において木粉を石炭や廃棄物・副産物と混焼して利用している。

表-15 熱の利用用途

業種	事業所	主な熱の利用用途	熱利用場所および製品例	
食品	1.井村屋本社工場	肉まん・あんまんを蒸す ／小豆を焚く／高圧殺菌 (レトルト)／洗浄温水		
			製品例	
	2.サーフビバレッジ山梨工場	洗浄（ボトル、ライン、タンク）／内容物の殺菌		
			製造ライン	製品例
	3.太子食品工業十和田工場	豆腐等の製造ライン（大豆を煮る、豆乳の凝固、包装後のボイル）／洗浄水の加温／外気導入暖房		
			豆乳の凝固	包装後のボイル
4.カルビーポテト帯広工場	じゃがいもを蒸す／乾燥 ／油で揚げる（フライヤー）／暖房			
		製品例		
5.白松 浜御塩工房竹敷	製塩工程の釜焚き			
		釜焚き	製品例	
6.兼平製麺本社工場	ゆであげ釜／殺菌／スープ釜／真空冷凍機／ライン停止後の洗浄			
		ゆであげ釜	製品例	

業種	事業所	主な熱の利用用途	熱利用場所および製品例
製紙	7.大王製紙可児工場	パルプチップの加熱／真空蒸発／重油の加温／薬品の溶解時の加熱／紙の乾燥	  抄紙工程（紙の乾燥） 製品例
	7.大王製紙可児工場川辺製造部	塗工紙の乾燥／コーティング薬品の溶解	 塗工工程（塗工紙の乾燥）
化学	8.DIC 北陸工場	反応釜の加温／原料を溶かすため加温	   製品例
	9.ニプロファーマ大館工場	空調、滅菌、水の製造等	 製品例
セメント	10.住友大阪セメント栃木工場	プレヒータの仮焼炉（石炭、廃棄物・副産物との混焼）	 プレヒータ
繊維	11.セーレン勝山工場	染色機／精練機（原料の布に付着している油を落とす）	 製品例
クリーニング	12.マルセンクリーニング	洗濯水の加温／洗濯物の乾燥	 洗濯物の乾燥機

4.2.4. 燃料調達の内容

木質バイオマス燃料の調達状況は表－ 16 に示すとおりであり、チップ燃料の種類は破碎チップが多く、水分率 W.B.は 20～30%程度が多くなっている。

原料の種類では、13 工場のうち 9 工場で、建築廃材が主となっている。一方で、2.サーフビバレッジ山梨工場では、製紙工場およびバイオマス発電所向けのチップを製造する工場が発生するバークが主となっている。また、5.白松 浜御塩工房竹敷では、導入前に、対馬市や林業関係者、製材所等による協議会を立ち上げ、協力関係を築くことで、地域の未利用材による安定的なチップ燃料の確保が可能となっている。10.ニプロファーマ大館工場は、地域貢献の意識が高く、地元自治体（大館市）からの要請もあり、導入時に、市とチップ燃料製造者、ニプロファーマの 3 者で協定を結び、関係者間で協力関係を築くことで、地域の未利用間伐材等によるチップ燃料を安定的に確保できている。なお、4.カルビーポテト帯広工場では、建築廃材と河川流木、12.マルセンクリーニングでは、バークと建築廃材によるチップを混ぜ合わせて利用している。

燃料の製造・運搬主体は、複数社となっている例が多いが、一方で、1 社だけの工場では、燃料代の削減や燃料の品質向上のために複数社に増やしたい意向はあっても初期の契約条件により難しくなっている工場もあったため、可能であれば導入時点で複数社と契約することが望ましいと考えられる。

木質バイオマス燃料の年間購入費は、工場により異なるが、概ね 1～5 千万円/年程度となっている。また、購入単価は、工場やチップ業者により異なるが、概ね 3～5 千円/トン（湿潤重量、建築廃材が主）となっている。

表- 16 木質バイオマス燃料の調達状況

	事業所	原料の種類	燃料の製造・運搬 主体	燃料の種類	水分率 W. B. (%)	燃料使用量
建築 廃材が主	1. 井村屋本社工場	建築廃材(ほとんど)、間伐材	12社(三重県11社、愛知県1社)	破砕チップ	20~30%程度	6,435t/年 (2017年実績)
	3. 太子食品工業十和田工場	建築廃材(ほぼ100%)	廃棄物処理業者1社(青森県、約30km)	破砕チップ	約30%	約5,300t/年
	4. カルビーポテト帯広工場	建築廃材(8割強)、河川流木(2割弱)	2社(北海道、約10km・約150km)	破砕チップ	20%以下	10,626t/年 (2017年実績)
	6. 兼平製麺本社工場	建築廃材、建材工場の残材	建設会社6社、建材工場2社(運搬は兼平製麺所が実施)	破砕チップ、角材等	不明(納入先や天候等により異なる)	チップ 19,735m ³ /年、角材 2,975m ³ /年 (2017年実績)
	7. 大王製紙可児工場	建築廃材(パーク混じり)	約10社(東海・関西地域)	破砕チップ	30%前後	約197,000t/年
	7. 大王製紙可児工場川辺製造部	建築廃材(パークなし)		破砕チップ	20%程度	約22,000t/年
	8. DIC北陸工場	建築廃材	廃棄物処理業者2社(石川県、約5~30km)	破砕チップ	20%程度	5,000t/年(計画)
	10. 住友大阪セメント栃木工場	建築廃材、剪定枝等	建築廃材等を取り扱う20~30社	破砕チップ又は木粉	平均18%程度	約2~3万t/年
	11. セーレン勝山工場	建築廃材等	廃棄物処理業者1社(福井県、約30km)	破砕チップ	30%前後	9,214t/年 (2017年実績)
間伐材、 パーク等	5. 白松 浜御塩工房竹敷	間伐材の製材端材(背板)	製材会社1社(対馬市、約7km)	切削チップ	33%程度	4,000~5,000m ³ /年
	2. サーフビバレッジ山梨工場	パーク(約90%)、製材端材(約2~3%)、原木等	ウッドチップ協同組合、製材会社(山梨県、約10km)	破砕チップ	不明	約5,000t/年
	9. ニプロファーマ大館工場	未利用間伐材等(原木市場で調達)	リサイクル事業者1社(大館市、約10km)	切削チップ	50~60%程度	約14,700t/年 (2017年実績)
	12. マルセンクリーニング	間伐材のパーク(7割程度)、建築廃材(3割程度)	6~7社(北海道内の製材所、廃棄物処理業者等)	破砕チップ	20~30%程度	約16,000m ³ /年

4.2.5. メンテナンスの内容

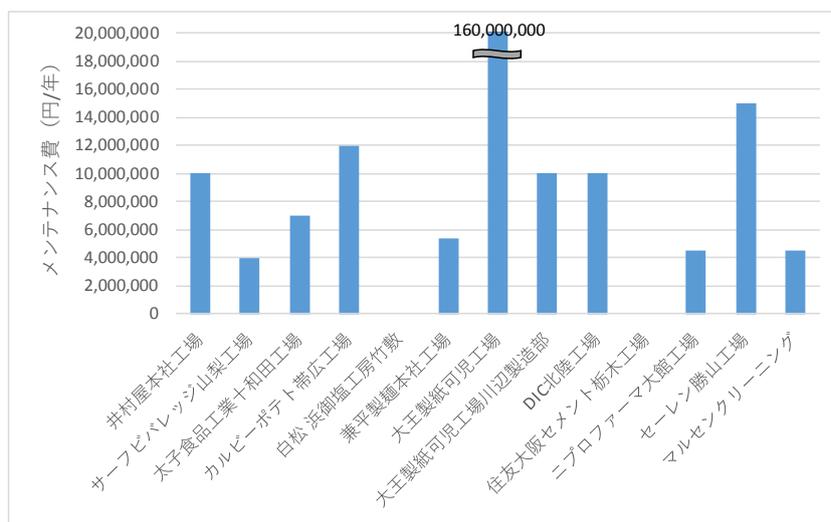
メンテナンスの内容は表- 17 に示すとおりであり、年1回の法定検査（労働安全衛生法に基づく登録性能検査機関による性能検査）のほか、定期的な点検整備やボイラー内の清掃、日常点検、灰出しなどが行なわれている。

表- 17 主なメンテナンス項目と実施頻度

事業所	定期メンテナンス		その他メンテナンス
	法定検査	その他	
1. 井村屋本社工場	年1回（1週間程度）の法定検査	週1回（工場停止日に半日程度）の炉内清掃	トラブルの都度不具合を修繕
2. サーフビバレッジ山梨工場	年1回（3～4日程度）の法定検査	月1回の清掃、点検	適宜、消耗部品の交換等
3. 太子食品工業十和田工場	年1回（1週間程度）の法定検査	年3回（4～5日）の煙管清掃	日常的なオイル交換／不定期でのスターカーや燃料供給コンベヤの交換等
4. カルビーポテト帯広工場	年1回（1週間程度）の大幅整備、法定検査	週1回（4時間程度）の清掃、点検	トラック投入ごとの異物の確認・マグネットの清掃、チップの品質の確認等
5. 白松 浜御塩 工房竹敷	（不要*）	月1回（2日間程度）のボイラー・補機類の清掃・点検／週2回（1時間程度）の水管清掃	故障時に適宜部品を取り寄せて対応
6. 兼平製麺本社工場	年1回程度の炉の補修	月1回の水質検査／（1号機）年6回の内部清掃／（2号機）2週に1回の炉筒清掃や週1回の煙管清掃	レンガの補修
7. 大王製紙可児工場	2年に1回（9～12日程度）の法定検査	年4回（6～11日程度）の定期点検・水管清掃	日常点検（毎日～月1回）で異常があれば対応
7. 大王製紙可児工場川辺製造部	年1回（1週間程度）の法定検査	（不明）	日常点検（毎日～月1回）で異常があれば対応
8. DIC 北陸工場	年1回（10日程度）の法定検査	年3回の工場停止日や法定点検時に設備の補修・交換等／月1回の細部点検	日常点検として計器類の確認等
9. ニプロファーマ大館工場	年1回（9日程度）の法定検査	月1回（24時間程度）の煙管清掃、搬送ラインの点検・清掃	1日1回の日常点検／不具合発生時に適宜補修・消耗品交換
10. 住友大阪セメント栃木工場	—	—	トラブル発生時に随時補修／二次破碎設備の部品を適宜交換
11. セーレン勝山工場	年1回（6日間程度）の法定検査および点検整備	年2回（4日間程度）の中間点検整備／年5回（3日程度）の煙管清掃	不具合箇所の修理等はその都度
12. マルセンクリーニング	年1回（2週間程度）の法定検査	年2回（1週間程度）の煙管清掃	故障時にはその都度対応

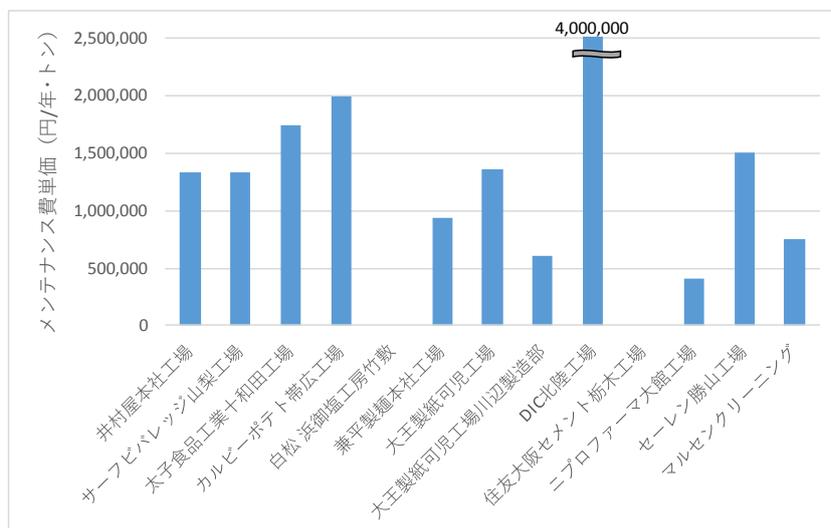
※労働安全衛生法上の「簡易ボイラー」に該当するため、ボイラー検査は不要であり、ボイラー取扱者についても資格は不要である。

年間のメンテナンス費（人件費除く）は図－ 39、メンテナンス費単価（ボイラー定格蒸気出力あたりのメンテナンス費）は図－ 40 に示すとおりであり、メンテナンス費は概ね 400 万円/年～1,000 万円/年程度が多くなっており、メンテナンス費単価は、概ね 50～200 万円/トンとなっている。



※人件費を含まない。

図－ 39 メンテナンス費



※人件費を含まない。

図－ 40 メンテナンス費単価

なお、メンテナンスにおいては手間やコストなどの課題もあるが、以下のような工夫を行なうことで対応している。

1) メンテナンスのマニュアル化等によるメンテナンスの内製化

2.サーフビバレッジ山梨工場では、運用による知見の集積により、現在では基本的に自社で対応可能となっている。3.太子食品工業十和田工場では、導入当初、定格蒸発量に近づけるために、燃焼方法について様々な検討を行ない、燃料の水分、ストーカーのスピード、燃焼部分と缶体の位置関係等を考慮した燃焼方法に関するマニュアルを作成した。5.白松 浜御塩工房竹敷では、メンテナンスのマニュアル化やメンテナンス項目のリスト化をはかることで、可能な限り自社や地元の設備業者で対応しており、分からないことはボイラーメーカーに確認し、自社で部品等を交換している。12.マルセンクリーニングでは、可能な限りメンテナンスの内製化を図り、自社または地元の機械整備会社に依頼することで対応している。

2) 定期的に交換が必要なものは、予備品をストック

5.白松 浜御塩工房竹敷では、劣化の早い火格子等は予備品をストックし、いつでも対応できるようになっている。

4.3. 調査結果（ボイラーメーカー聞き取り調査）

調査項目ごとに、把握した内容を以下に示す。なお、各ボイラーメーカーへの聞き取り調査結果は、巻末の参考資料に示す。

4.3.1. 産業用バイオマスボイラーの導入メリット

いずれのメーカーも、化石燃料削減（燃料代の削減）および CO2 削減を大きなメリットとしている。他にも、地域貢献（地域森林事業の活性化、地域産業の活性化・雇用の創出等）や導入事業者の経営基盤の強化（ESG や SDGs の側面）も挙げられている。

また、導入先の規模によってもメリットと感ずるポイントは異なり、大企業では CO2 削減や経営基盤の強化、中小企業では燃料費削減が重要になることが示唆された。

4.3.2. 有望な業種

各メーカーの産業用等へのバイオマスボイラーの導入実績は表－ 18 に示すとおりである。実際は、営業の時点で業種で絞っているメーカーは少なく、業種に関わらず、以下の要件にあうような事業所が有望な導入先と考えている。

- ・今までに化石燃料による蒸気ボイラーを利用
- ・蒸気使用量が多く、製品原価に対する蒸気（熱エネルギー）の割合が高い
- ・24 時間稼働
- ・木質バイオマス燃料が安価で安定的に調達できる

一方で、食品や化学等の事業所では、衛生面から木質チップの利用が敬遠されることもあるため、適切に管理すれば衛生的な問題はないことを伝えていく必要がある。

表－ 18 産業用等へのバイオマスボイラーの導入実績（2019 年 2 月時点）

メーカー名	業種別導入実績
エンバイロテック	食品 2 / 製紙 1 (閉鎖) / 化学 2 / 営農 2 / その他 3 (金属製品、電子部品、医療用医薬品)
タカハシキカン	食品 5 / 繊維 3 / 製紙 5 / 土石・窯業 1 / 木材関連多数 / クリーニング 3
ポリテック	土石・窯業 1 / クリーニング 1 / その他 1 (ペレット工場 CHP)
コールバツハ	木材関連 2 (内 CHP1)
タクマ	繊維 10 基 / 製紙 15 基 / 化学 8 基 / 木材関連 116 基 / その他 (ユーティリティ等) 13 基 (発電のみは除く)
よしみね	食品 2 / 繊維 11 / 製紙 4 / 化学 7 / 土石・窯業 3 / 木材関連 64 / クリーニング 5 / その他 13 (一部、発電専用を含む)

4.3.3. バイオマスボイラーの仕様

各ボイラーメーカーの木質バイオマスボイラーの仕様は表- 19 に示すとおりである。木質バイオマスボイラーの種類と蒸気出力によると、水管ボイラー、炉筒煙管ボイラー、貫流ボイラーの順に、蒸気出力が大きくなっている。貫流ボイラー(1.エンバイロテック)は本体の定格出力は比較的小さいが、廃熱ボイラーとの組み合わせにより、一定の定格出力を得ている例が多い(図- 41 参照)。

表- 19 木質バイオマスボイラーの仕様

種類	メーカー名	蒸気出力 (t/h)	定格ボイラー 効率 (%)	最低出力比 (対定格値) (%)	伝熱面積 (m ²)
貫流式	1.エンバイロテック	1	75~80 以上	50 程度	9.8
煙管式	2.タカハシキカン	1~15	約 75~80	約 70	30~460
	3.ポリテクニク	0.45~9	約 80	約 50(推奨)	30~435
	4.コールバッハ	1.2~6	80~85	30	58~284
水管式	5.タクマ	10~300	約 80~90	ケースバ ケース	約 400~
	6.よしみね	0.5~70	81~85	約 40~50	約 15~1,800

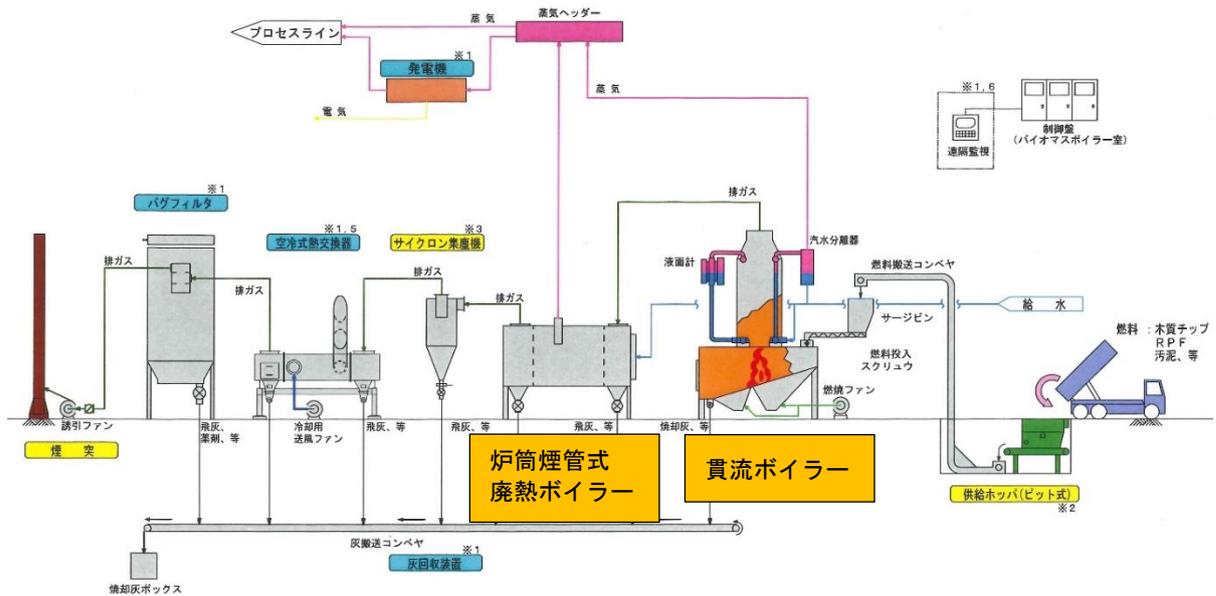


図- 41 木質バイオマスボイラーシステム例 (エンバイロテック)

付帯設備を含む木質バイオマス熱利用システムの導入コストはケースバイケースであり、燃料の質や付帯設備の仕様、排ガス対策の程度、蒸気負荷特性(必要容量、負荷変動)、据付方法、導入先の要望(塩害対応、防爆対応等)等によって大きく異なるものの、目安としては蒸気出力1t/hあたり概ね3000万円~1億円の範囲であった。

4.3.4. メンテナンスの内容（項目、頻度等）

主なメンテナンスの内容は表－ 20 に示すとおりであり、年 1 回の法定検査（労働安全衛生法に基づく登録性能検査機関による性能検査）のほか、定期的な点検・整備やボイラー内の清掃、日常点検等が行なわれている。なお、法定検査以外は任意であり、メンテナンスの内容は、燃料の質や、ボイラーおよび付帯設備（燃料搬送設備等）の仕様や稼働状況により、項目や頻度が異なってくる。また、バイオマスボイラーの重要度に関する導入先の意向によるところもある。

表－ 20 主なメンテナンス項目と実施頻度

メーカー名	定期メンテナンス		その他メンテナンス
	法定検査	その他	
1.エンバイロテック	法定検査【年 1 回】	(不明)	(不明)
2.タカハシキカン	法定検査【年 1 回、3～7 日】	<ul style="list-style-type: none"> ・メンテナンス契約によるメンテナンス【年 3～4 回、3～4 日程度】 ・伝熱面の汚れ（煙管に付着したすす等）の掃除【年 4～12 回】 ・燃焼室の点検や灰を出せない部分の清掃【年 1～2 回】 	・ストーカの交換／炉内の耐火レンガ交換【数年に 1 回】
3.ポリテックニック	法定検査・点検整備【年 1 回】	(不明)	・適宜部品交換等を実施（火格子交換、レンガ補修、制御盤のパーツ交換、監視装置の更新等）
4.コールバッハ	法定検査【年 1 回、1 週間程度】	<ul style="list-style-type: none"> ・定期整備（清掃、消耗品の点検・交換等）【年 4 回（推奨、うち 1 回は法定検査と兼ねる）】 ・給油、フィルター清掃【月 1 回】 	・日常点検
5.タクマ	法定検査【年 1 回、2～4 週間程度】	・定期整備、ボイラー内部の清掃【年 2 回（うち 1 回は法定検査と兼ねる）】	・日常点検（巡回時に機器類を点検（異音の確認等））
6.よしみね	法定検査【年 1 回】	・点検整備、炉内の清掃【年 1～2 回（うち 1 回は法定検査と兼ねる）】	(不明)

メンテナンス費については、燃料の質や、ボイラーおよび付帯設備（燃料搬送設備等）の仕様や稼働状況、バイオマスボイラーの重要度に関する導入先の意向に加えて、メンテナンスの内製化の程度、自治体による大気汚染防止法関連の上乗せ規制等により、年間費用が異なってくるが、概ねイニシャルコストの 5～10%程度が目安となる。

4.3.5. 導入検討時の需要先へのヒアリング項目

導入検討時の需要先へのヒアリング項目は、導入先の熱需要（必要蒸気量、変動パターン等）と、燃料の性状（原料、形状、水分等）が基本となっている。また、燃料の安定調達の可能性や設置場所について確認する場合もある。

需要先へのヒアリングを踏まえたメーカーでの設計対応等については、国内メーカー（1.エンバイロテック、2.タカハシキカン、5.タクマ、6.よしみね）は、導入先の熱需要や燃料の性状により、オーダーメイドで設計されている。オーダーメイドにすることでイニシャルコストはあがるが、運用も含めたトータルでコストメリットが得られる可能性がある。

4.4. 考察

本調査の結果を受けて、また、産業用熱利用の特徴も踏まえて、木質バイオマスによる産業用等熱利用の導入可能性が高い事業所の特徴と、導入ポイントを整理する。

4.4.1. 導入可能性が高い事業所の特徴

1) 安定した蒸気需要がある

本調査の結果、工場内での様々な蒸気加熱の用途に対して、バイオマスボイラーによる蒸気を供給しており、蒸気の利用方法に関わらず、蒸気需要が安定的にあれば、どのような業種でも適用可能であることが分かった。

また、蒸気の利用を念頭に置くと、木質バイオマスボイラーは化石燃料ボイラーと比較して負荷追従性が低いため、連続運転が望ましく、本調査においても、大半の事業所が24時間稼働となっており、年間稼働日数も多く、全体的にバイオマスボイラーの稼働率が高くなっている。

2) 燃料代の削減やCO₂排出量の削減が課題となっている

産業用の熱利用においては特に、コストメリットやCO₂削減効果が重要視されるため、比較的燃料代が高くCO₂排出量の多い化石燃料によるボイラーが設置されている事業所が導入可能性が高いといえる。本調査においても、導入目的として、既存の化石燃料ボイラーによる燃料代の削減が最も多く、次いでCO₂削減となっており、木質バイオマス熱利用を導入することで大きな燃料代削減効果およびCO₂削減効果が得られている。なお、製造業では、熱源の停止が生産ラインの停止に直結するためバックアップボイラーが必要となることが多く、本調査においても全ての事業所で停止時のバックアップボイラーが設置されており、化石燃料ボイラーが既に設置されている既設の事業所が導入可能性が高いといえる。

3) 木質バイオマス燃料が安価で継続的に調達可能

コストメリットを得るためには、安価な木質バイオマス燃料を継続的に調達する必要がある。本調査でも、建築廃材、製材端材、パーク、河川流木等を活用することで、安価な木質バイオマス燃料を継続的に調達していた。

4.4.2. 木質バイオマスによる産業用等熱利用の導入ポイント

先行事例の実態調査の結果を踏まえて、産業用等熱利用の導入にあたって考慮すべきポイントを5項目にまとめた。

1) 熱需要（ピーク負荷、負荷変動等）を考慮した熱利用システムの設計

産業用等熱利用では蒸気利用が中心となるが、温水等と異なり蒸気は貯蔵しにくく、化石燃料ボイラーと比べ負荷追従性が低いため、設備構成（木質バイオマスボイラーと化石燃料ボイラーの組み合わせ）や運用パターンの最適化がより重要になる。また、製造業では、熱源の停止が生産ラインの停止に直結するため、トラブルを予防する工夫や、ボイラー停止時の対応も重要になる。

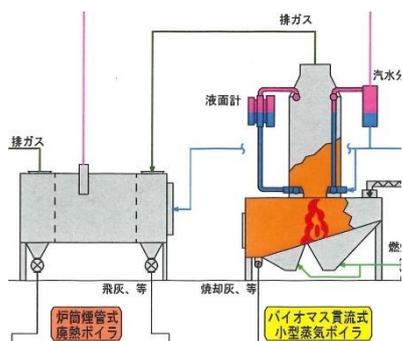
具体的な設備構成および運用パターンの例として、表-21に示すとおり、バイオマスボイラーと化石燃料ボイラーの並列運転を行なうケースや、バイオマスボイラー単体で運転するケース（バックアップ用として化石燃料ボイラーを設置）が考えられる。

本調査においても、バイオマスボイラーをベース負荷に対して24時間フル稼働させ、負荷変動分は化石燃料ボイラーで対応する例が多くみられた。一方、負荷変動がほとんどない事業所では、通常時はバイオマスボイラーのみで対応している例があった。一方で、バイオマスボイラーで工場側の蒸気圧力に応じた供給燃料量制御を行ない、バイオマスボイラーのみで負荷変動に対応できている例もあった。なお、全ての事業所で停止時のバックアップボイラーが設置されていた。

表-21 設備構成および運用パターンの最適化のイメージ

	【パターン1】	【パターン2】
設備構成	・バイオマスボイラー ・化石燃料ボイラー	・バイオマスボイラー (バックアップとして化石燃料ボイラー)
運転パターン	バイオマスボイラーをベース負荷に対してフル稼働させ、負荷変動分は化石燃料ボイラーで対応	バイオマスボイラーのみで対応
運転イメージ		

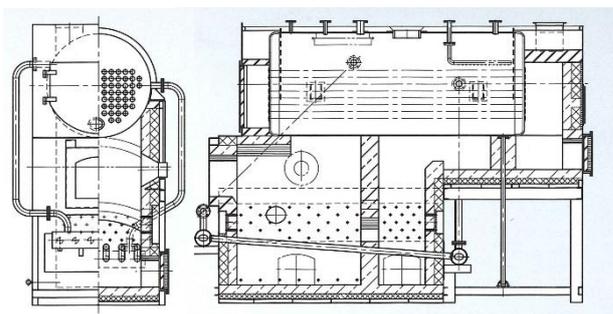
適切な熱利用システムの構築のためには、ボイラーの種類（貫流ボイラー、煙管ボイラー、水管ボイラー）や機種ごとの特性も踏まえたシステム検討も重要となる。貫流ボイラー（図－42）および水管ボイラー（図－44）は、伝熱面積あたりの保有水量が小さいため、起動から必要な蒸気の発生までにかかる時間が比較的短い。一方で、煙管ボイラー（図－43）は、伝熱面積あたりの保有水量が大きいいため、起動から必要な蒸気の発生までにかかる時間は長い。負荷変動には比較的強いといえる。



出典：エンバイロテック提供資料

(ニプロファーマ大館工場)

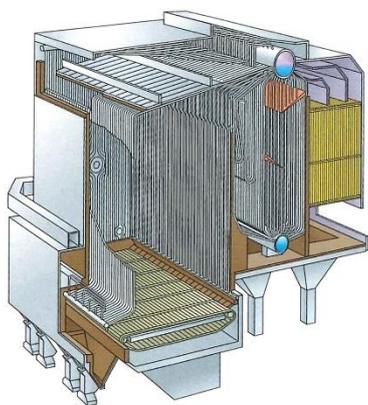
図－42 貫流ボイラーの例



出典：タカハシキカンパンフレット

(太子食品工業十和田工場)

図－43 煙管ボイラーの例



出典：タクマパンフレット

(DIC 北陸工場)

図－44 水管ボイラーの例

また、余剰蒸気を蒸気発電機での発電やチップ乾燥に利用したり、温水に変えてタンクにため利用することなどにより、バイオマスボイラーの出力変動を抑えることも考えられる。さらに、コジェネシステムを導入することで、バイオマスボイラーをフル稼働させながら、発電量で調整を行ない、熱負荷変動に対応することも可能となる。

本調査でも、スクリー式小型蒸気発電機（発電出力 100kW）を導入し、余剰蒸気を活用して発電して、工場内の電力として利用している例があった（図－ 45）。また、チップサイロの一部に下から温風を出す設備を導入し、バイオマスボイラーの余剰蒸気でチップを乾燥している例があった（図－ 46）。バイオマスボイラーの余剰熱回収システムを導入し、余剰蒸気の熱で温水をつくり、蓄熱温水タンクに貯蔵し、翌日の洗濯用温水に利用している例があった（図－ 47）。



図－ 45 余剰蒸気利用の事例（スクリー式小型蒸気発電機）



図－ 46 余剰蒸気利用の事例（チップ乾燥）



図－ 47 余剰蒸気利用の事例（蓄熱温水タンク）

2) コストに見合う木質バイオマス燃料の安定的な調達

産業用熱利用においては、燃料の安定的な調達と合わせて、従来の化石燃料によるボイラーの燃料費の削減を図るため、特にコストメリットが重要視される。そのため、産業用熱利用で使用されている木質バイオマス燃料の原料は、建築廃材、製材端材、バーク等が主体となっている（導入事例では、概ね3,000～5,000円/トン程度（湿潤重量））。これらのほか、原料コスト的には、未利用の林地残材（梢頭部や根株部）や剪定枝、河川流木等の活用も有効であり、現時点では安定調達が容易でないが、自治体との連携による活用事例もでてきている。

本調査でも、建築廃材を主に活用している事例が最も多かった（図－48）。一方で、地域の未利用材による製材端材を活用している例（図－49）や、製紙工場およびバイオマス発電所向けのチップを製造する工場が発生するバークを主に活用している例（図－50）などがみられた。また、建築廃材と河川流木によるチップを混ぜ合わせて利用している例もあった。



（建築廃材）



（建築廃材チップ）

図－48 建築廃材の活用例



（製材端材）



（製材端材チップ）

図－49 製材端材の活用例



出典：やまなしウッドチップ協同組合ホームページをもとに作成

図- 50 チップ工場におけるバークの利用例

これらのコストに見合う木質バイオマス燃料の安定的な調達のためには、地域で燃料供給ができる事業者（製材所、木質チップ製造業者など）や、バイオマス利用や地球温暖化対策を推進している自治体などとの連携を図り、なるべく長期契約を結ぶとともに、可能であれば複数の燃料供給会社と取り引きを行なうことが有効になる。

本調査においても、自治体、燃料供給会社と3者で協定を結び、安定調達を実現するとともに、市の進めるバイオマスタウン構想やCO2削減目標の実現に貢献した例があった。さらに、導入前に、自治体や林業関係者、製材所等による協議会を立ち上げ、協力関係を築くことで、地域の未利用材による安定的なチップ燃料の確保が可能となった例もあった。

なお、木質バイオマス燃料の価格については、以下の情報が参考になる。

- ・ 建築廃材チップ：「地域別木質チップ市場価格」（NPO 法人全国木材資源リサイクル協会連合会）
- ・ 製材端材チップ：「木材価格統計」（農林水産省）
- ・ 未利用材チップ：「国産燃料材の需給動向について（発電用木質バイオマス燃料の需給動向調査）」（日本木質バイオマスエネルギー協会）

3) 木質バイオマス燃料の特性に応じた有効活用の工夫

産業用熱利用に使われる木質バイオマス燃料については、低コスト素材ゆえに使用にあたってその特性に応じた工夫が必要となる。未利用の林地残材（梢頭部や根株部）やバーク、河川流木等については、一般的に水分が高いものが多く、発熱量やボイラー効率の低下につながる可能性があり、ボイラー効率を高める工夫や自然乾燥の実施等が必要になる。建築廃材については、金属等の異物が混入することもあり、ボイラーや搬送系設備に問題を引き起こすことがあるため、燃料供給業者との品質確保についての打ち合わせや搬送装置等の工夫が必要になることがある。本調査でも、以下のような有効活用の工夫がみられた。

(1) 設備の工夫

- ・ボイラーの導入前に、ボイラーメーカーに燃料の想定条件を具体的に伝え、使用予定の燃料で燃焼実験等を実施し、ボイラーの選定および設計に反映。
- ・搬送系設備を工夫し、燃料チップの詰まりやセンサーの誤作動を防止。磁選機や空気搬送の採用により金属等の異物の混入を防止（図－ 51）。
- ・ボイラーの制御系やファンを改造し、水分が高く燃焼が不安定なバークチップにも対応。



図－ 51 燃料の空気搬送（例）

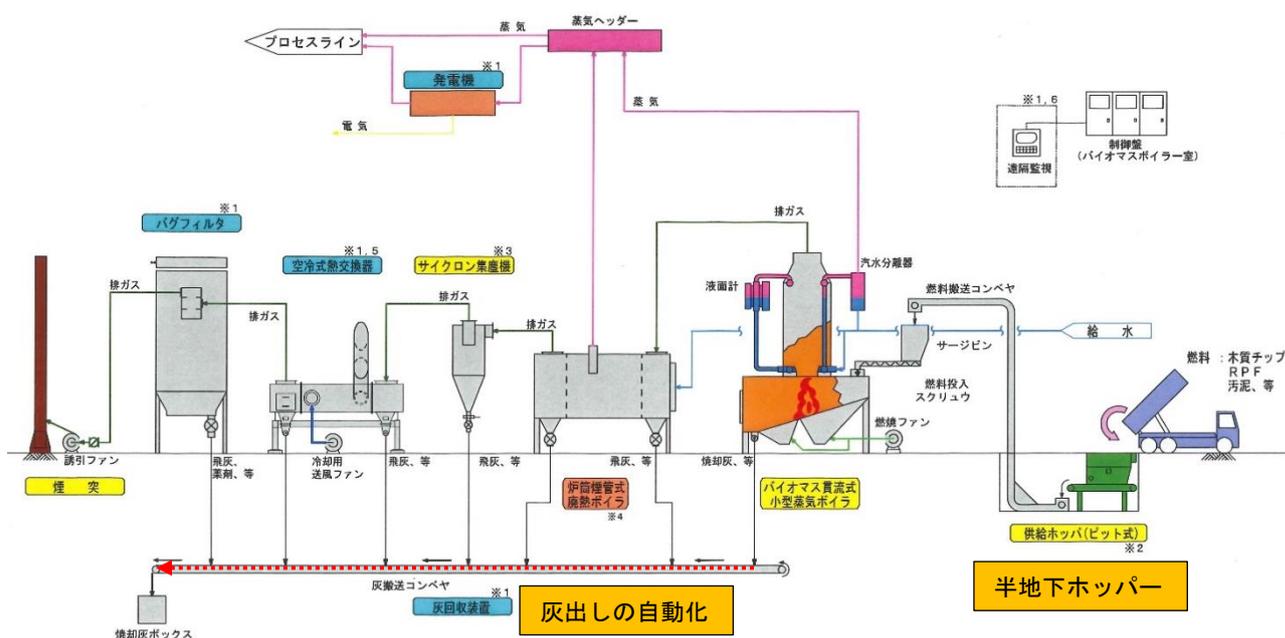
(2) 燃料の工夫

- ・燃料供給業者との密なコミュニケーション（燃料条件の共有、現地視察等）により、燃料の質・量を確保。
- ・水分の異なるチップを混ぜ合わせるにより、水分を調整。
- ・水分の高い燃料材は、自然乾燥等により水分を低減。

4) 粉じん等の発生抑制

食品や精密機械を扱う事業所では、木質チップや粉じん、灰などの飛散防止が不可欠となる。そのために、バイオマスプラントと工場の立地場所を分けるとともに、燃料受入施設を建屋内で半地下ホッパーにしたり、灰出しを自動化することで、粉じん等の発生抑制を図る(図-52)。

本調査でも、チップ受入部を半地下ホッパーにして木質チップや粉じんの飛散防止を図る例(図-53)や、灰出しを自動化しボイラーから自動で灰搬出用コンテナまで運搬されるようにしている例(図-54)がみられた。



出典：エンパイロテック提供資料をもとに作成

図-52 バイオマス熱利用システムと粉じん等の発生抑制対策(例)



図-53 半地下ホッパー化の例



図- 54 灰出しの自動化の例

なお、建築廃材による灰は基本的に産廃処理する必要があるが、未利用間伐材等による灰は、環境省通知によると「有効活用が確実で、かつ不要物とは判断されない焼却灰」であれば、産業廃棄物に該当しないため、肥料などに有効活用が図られる可能性がある。本調査でも、灰を肥料として活用している例があった。

5) 設備のメンテナンス計画の確立と内製化

設備の運用コストを低減するためには、予め適切なメンテナンス計画を立て、突発的な設備の停止を予防するとともに、実際のメンテナンスを可能な範囲で内製化することが重要となる。そのために、設備導入にあたり早い段階で運用方針を決めていくとともに、メンテナンスのマニュアル化やリスト化をはかり、また、定期的に交換が必要なものは、予備品をストックしておくことも重要となる。

本調査でも、運用による知見の集積やメンテナンスのマニュアル化やメンテナンス項目のリスト化をはかることで、可能な限り自社や地元の設備業者で対応している例があった(図-55)。また、劣化の早い火格子等は予備品をストックし、いつでも対応できるようにしている例があった。

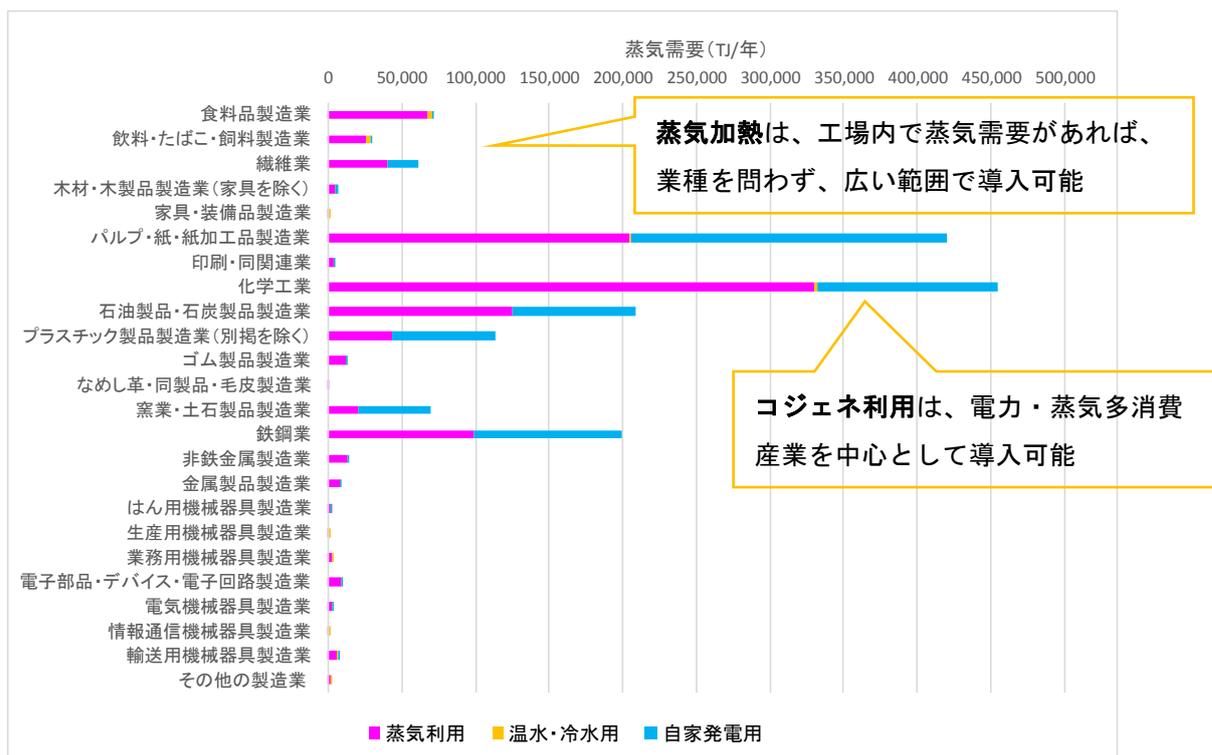
掃除・点検日 2018年 月 日		バイオマスボイラー掃除・点検記録表			
点検項目	点検	作業者	記録者	異常の内容・備考	
1	トップサイロの状況(トップの量等)	異常・異常なし	M・H・N・K・F	M・H・N・K・F	
2	ブッシュフィーダーセンサーNo1(奥側)	異常・異常なし	M・H・N・K・F	M・H・N・K・F	
3	ブッシュフィーダーセンサーNo2(手前側)	異常・異常なし	M・H・N・K・F	M・H・N・K・F	
4	ブッシュフィーダー油圧ポンプ(オイル漏れ等)	異常・異常なし	M・H・N・K・F	M・H・N・K・F	
5	フィーディング燃料センサー清掃(フィーダー横)	異常・異常なし	M・H・N・K・F	M・H・N・K・F	
6	グリス注入(燃焼炉横燃焼灰スクリュウ)	異常・異常なし	M・H・N・K・F	M・H・N・K・F	
7	ドーピング燃料センサー清掃	異常・異常なし	M・H・N・K・F	M・H・N・K・F	
8	グリス注入(ドーピング燃料センサー手前)	異常・異常なし	M・H・N・K・F	M・H・N・K・F	
9	冷却タンクの水位確認	異常・異常なし	M・H・N・K・F	M・H・N・K・F	
10	燃焼炉耐熱煉瓦(上部4個)	異常・異常なし	M・H・N・K・F	M・H・N・K・F	
11	燃焼炉耐熱煉瓦(右横部4個)	異常・異常なし	M・H・N・K・F	M・H・N・K・F	
12	燃焼炉扉内側耐火モルタル	異常・異常なし	M・H・N・K・F	M・H・N・K・F	
13	燃焼炉耐熱煉瓦ムービングの隙間、動き等	異常・異常なし	M・H・N・K・F	M・H・N・K・F	
14	燃焼灰搬送装置グリス注入(燃焼炉右下)	異常・異常なし	M・H・N・K・F	M・H・N・K・F	
15	1~4号機ブロー電磁弁用ストレーナの掃除	異常・異常なし	M・H・N・K・F	M・H・N・K・F	
16	1~4号機ブロー電磁弁バルブ開閉異常等	異常・異常なし	M・H・N・K・F	M・H・N・K・F	
17	1~4号機ブローバルブ開閉異常等	異常・異常なし	M・H・N・K・F	M・H・N・K・F	
18	腹水タンク給水用バルブ開閉異常等	異常・異常なし	M・H・N・K・F	M・H・N・K・F	
19	1~4号機用給水ポンプの作動状況(異音等)	異常・異常なし	M・H・N・K・F	M・H・N・K・F	
20	1~4号機用給水ポンプ上ストレーナ掃除(4個)	異常・異常なし	M・H・N・K・F	M・H・N・K・F	
21	1~4号機用予備給水ポンプ上バルブ開閉状況(4個)	異常・異常なし	M・H・N・K・F	M・H・N・K・F	
22	ソフナーの塩の量	異常・異常なし	M・H・N・K・F	M・H・N・K・F	
23	サムクリン容器内容量の確認	異常・異常なし	M・H・N・K・F	M・H・N・K・F	
24	灰箱内の灰の量等確認	異常・異常なし	M・H・N・K・F	M・H・N・K・F	
25	排気ファンの状態(異音、振動等の異常)	異常・異常なし	M・H・N・K・F	M・H・N・K・F	
26	排気ファン掃除(インペラに付着した灰をエアで飛ばす)	異常・異常なし	M・H・N・K・F	M・H・N・K・F	
27	1~4号機水管掃除(エアによる灰飛ばし)	異常・異常なし	M・H・N・K・F	M・H・N・K・F	
28	エコノマイザ掃除(エアによる灰飛ばし)	異常・異常なし	M・H・N・K・F	M・H・N・K・F	
29	燃焼炉掃除(下段)	異常・異常なし	M・H・N・K・F	M・H・N・K・F	
30	燃焼炉掃除(中段)	異常・異常なし	M・H・N・K・F	M・H・N・K・F	
31	燃焼炉掃除(上段)	異常・異常なし	M・H・N・K・F	M・H・N・K・F	
32	燃焼炉とボイラー水管の間の掃除	異常・異常なし	M・H・N・K・F	M・H・N・K・F	
33	水位電極棒清掃	異常・異常なし	M・H・N・K・F	M・H・N・K・F	
34	ボイラー水管ブロー	異常・異常なし	M・H・N・K・F	M・H・N・K・F	
35	火格子ムービング油圧ポンプオイル漏れ等	異常・異常なし	M・H・N・K・F	M・H・N・K・F	
36	耐熱火格子交換・入替等	異常・異常なし	M・H・N・K・F	M・H・N・K・F	
37	排気ファングリス注入	異常・異常なし	M・H・N・K・F	M・H・N・K・F	

図-55 メンテナンスのリスト化の例

5. 今後の普及戦略

5.1. 当面の普及戦略

木質バイオマス熱利用の導入可能性（図－ 56）を踏まえると、当面は、蒸気加熱またはコジェネ利用を主として、蒸気需要が多い業種への普及を図っていくことが重要となる。



出典：資源エネルギー庁「エネルギー消費統計（2016年度）」をもとに作成

図－ 56 製造業の業種別蒸気需要と導入可能性

また、先行事例の実態調査や利用が見込まれる分野に対する意向調査によると、導入可能性が高い事業所の特徴として以下の3点が挙げられ、当面は、業種を問わず、これらに該当する事業所を対象として、普及を図っていく必要がある。

【導入可能性が高い事業所の特徴】

- 1)安定した蒸気需要がある
- 2)燃料代の削減やCO2排出量の削減が課題となっている
- 3)木質バイオマス燃料が安価で継続的に調達可能

調査結果も踏まえて、具体的な普及方策としては、以下のようなことが重要となる。

5.1.1. 化石燃料消費量や CO2 排出量の削減効果の情報発信

事業所にとっては化石燃料消費量や CO2 排出量の削減が見込めることが重要であることから、木質バイオマス熱利用を導入することによる化石燃料消費量や CO2 排出量の削減効果を具体的に示していく。

5.1.2. コストメリットの情報発信

利用が見込まれる分野に対する意向調査によると、事業者が熱源設備を選択する際に、初期費用が低い、使用する燃料の価格が安いことなどを重視していること、「関心があっても導入に至っていない／関心がない理由」として設備導入費用が高いことが挙げられていること、「木質バイオマス熱利用の導入を検討する場合に、必要となる情報」としてコストメリット（初期費用、ランニング費用等）が挙げられていることから、導入費用、ランニング費用を含めたコストメリットを具体的に示していく。

例えば、表－ 22 に示すような発熱量あたりの燃料費用を示していくことが考えられる。また、国や自治体等による支援策について情報発信していくことも考えられる。

表－ 22 発熱量あたりの燃料費用（例）

燃料種	燃料単価*	低位発熱量	MJ あたり燃料単価
未利用材チップ	17.2 ～ 18.9 円/kg(DB)	8.1 MJ/kg(50%WB)	1.1 ～ 1.2 円/MJ
建築廃材チップ	3 ～ 5 円/kg(WB)	14.5 MJ/kg(20%WB)	0.2 ～ 0.3 円/MJ
A 重油	68.2 ～ 82.3 円/L	36.6 MJ/L	1.9 ～ 2.2 円/MJ
都市ガス	51.2 ～ 59.8 円/m3	40.6 MJ/m3	1.3 ～ 1.5 円/MJ
LNG	50.4 ～ 65.4 円/kg	49.2 MJ/kg	1.0 ～ 1.3 円/MJ

※燃料単価の出所

未利用材チップ：日本木質バイオマスエネルギー協会「国産燃料材の需給動向について（発電用木質バイオマス燃料の需給動向調査）」（発電所における未利用材チップ調達価格、2017 年度 4 半期別データ）をもとに設定

建築廃材チップ：日本木質バイオマスエネルギー協会「産業用等熱利用実態調査」の調査結果をもとに設定

A 重油：石油情報センター資料（産業用 A 重油、大型ローリー納入価格、2018 年月別データ）をもとに設定

都市ガス：新電力ネット「全国のガス料金単価」（全国平均販売単価（工業用）、2018 年月別（1～10 月）データ）をもとに設定

LNG：財務省「通関統計」（天然ガス価格、2018 年月別データ）をもとに設定

5.1.3. 木質バイオマス燃料の調達や取り扱いに関する情報発信

利用が見込まれる分野に対する意向調査によると、「関心があっても導入に至っていない／関心がない理由」として燃料調達の目途がたたないことが挙げられていること、「木質バイオマス熱利用の導入を検討する場合に、必要となる情報」として木質バイオマス燃料の調達・取扱い方法が挙げられていることから、木質バイオマス燃料の調達方法や、取り扱いの際の工夫について、具体的に示していく。なお、それによって、事業者が熱源設備を選択する際に重視している、信頼性が高い（トラブルが少ない）こと、エネルギー効率が高いことの実現も可能となる。

例えば、表－ 23 に示すような蒸気需要に応じたチップ燃料使用量の目安を示していくことが考えられる。

表－ 23 蒸気需要に応じたチップ燃料使用量の目安（水分別）

蒸気需要	1t/h	5t/h	10t/h	15t/h	備考
ボイラーの蒸気出力(kW)	667	3,333	6,667	10,000	
燃料使用量(t/h) (水分 20%WB)	0.2	1.0	2.1	3.1	ボイラー効率 80% 低位発熱量 14.5MJ/kg
燃料使用量(t/h) (水分 30%WB)	0.3	1.3	2.6	3.9	ボイラー効率 75% 低位発熱量 12.4MJ/kg
燃料使用量(t/h) (水分 40%WB)	0.3	1.7	3.3	5.0	ボイラー効率 70% 低位発熱量 10.3MJ/kg

ボイラーの蒸気出力(kW)＝ボイラーの蒸気出力(t/h)÷0.0015t/h/kW

燃料使用量(t/h)＝ボイラーの蒸気出力(kW)÷ボイラー効率(%)÷(燃料の低位発熱量(MJ/kg)÷3.6MJ/kWh)÷1000

5.1.4. 更新のタイミングに合わせたバイオマス熱利用の提案

利用が見込まれる分野に対する意向調査によると、「関心があっても導入に至っていない／関心がない理由」として設備の更新のタイミングではないことが挙げられていることから、各事業所の既存設備の状況を把握し、更新のタイミングに合わせてバイオマス熱利用を提案する。

5.2. 普及に向けて今後対応すべき課題

5.2.1. バイオマスボイラーの技術の進展

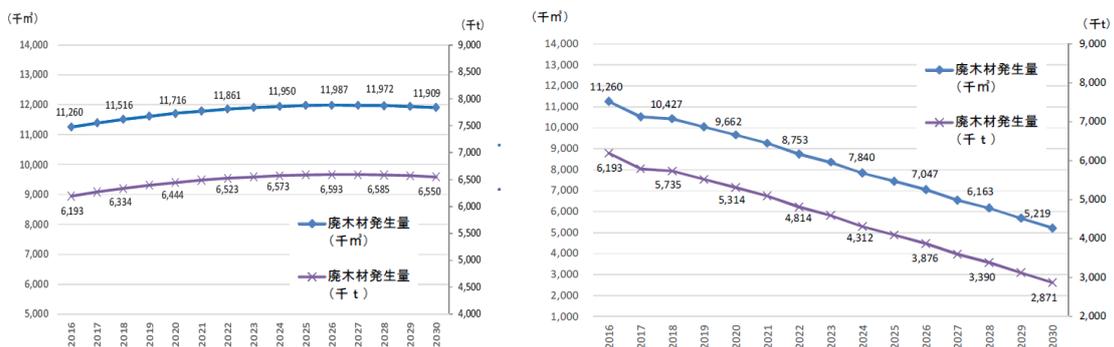
工場側の負荷変動に対して、より柔軟に対応でき、高効率で運転可能なバイオマスボイラーの開発が望まれる。また、現状の国産ボイラーは、燃料チップの性質に合わせてオーダーメイドで作られていることが多く高コストになっているが、燃料チップの規格化などにより、コストダウンを図ることも考えられる。

5.2.2. コージェネシステムの活用

熱利用に加えて発電も行なうコージェネシステムを導入することで、バイオマスボイラーをフル稼働させながら、発電量で調整を行ない、熱負荷変動に対応することも可能となる。すでに、製紙工場等ではバイオマスボイラーによるコージェネシステムが活用されているが、他の産業にも広げていくことが重要となる。

5.2.3. 未利用材供給システムの構築

比較的低コストな燃料として建築廃材等が利用されているが、建築廃材は全国ベースでの予測（図－ 57）によると、恒常的な増加を見込むのは難しいと想定されるため、地域の間伐材等の未利用材の活用が重要となる。加えて、地域の未利用材の活用により、CO2 排出量の削減や燃料代の削減のみならず、地域振興にもつながるため、自治体が関与するなどして関係者間で協力関係を築き、安定的で低コストな未利用材供給システムがつくられていく必要がある（図－ 58 参照）。



ワイブル分布による推計量

NRI による 2016 年度以降の住宅着工戸数の推移を考慮した推計量

出典：「建設系廃木材需給調査報告（概要）」（全国木材資源リサイクル協会連合会）

図－ 57 建築廃材の発生量の見込み



出典：政府広報オンライン「木材を使用して、元気な森林を取り戻そう！」

図- 58 未利用材供給システムの構築イメージ

參考資料

利用が見込まれる分野に対する意向調査の調査結果詳細

1) 設置されているボイラー設備の状況

表 1 ボイラー設備の総容量【業種分類別】

業種分類	ボイラー設備の総容量(t/h)					
	0～20	20～50	50～100	100～ 1000	1000～ 5000	5000～
1 食品飲料	13	6	3	2	0	1
2 繊維	8	4	0	1	0	0
3 パルプ・紙・紙加工品	4	5	3	5	2	0
4 化学	9	4	3	6	1	0
5 プラスチック・ゴム製品	4	4	3	0	0	0
6 窯業・土石製品	3	2	0	1	0	0
7 鉄鋼・非鉄・金属製品	2	2	0	0	0	0
8 機械・その他	7	0	0	0	0	0
全体	50	27	12	15	3	1

表 2 主な燃料種【全体】

	主な燃料種 1 位	主な燃料種 2 位	主な燃料種 3 位
石炭	10	2	0
石炭コークス	1	0	0
コークス炉ガス	0	0	1
高炉ガス	2	1	0
転炉ガス	0	0	1
天然ガス	8	3	0
液化天然ガス	13	1	1
都市ガス	41	3	1
廃タイヤ	0	0	1
廃プラスチック	2	3	2
木質バイオマス	5	2	1
再生可能・未活用エネ	6	8	2
原油	0	0	0
ガソリン	0	2	2
ジェット燃料	0	0	0
灯油	4	4	3
軽油	0	2	2
A 重油	25	12	5
B・C 重油	7	12	3
炭化水素油	1	0	1
液化石油ガス	13	8	1
石油系炭化水素ガス	3	3	2
オイルコークス	2	1	0
他石油製品	1	1	1
計	144	68	30

表 3 主な燃料種 1 位【業種分類別】

	1 食品飲料	2 繊維	3 パルプ・紙・紙加工品	4 化学	5 プラスチック・ゴム製品	6 窯業・土石製品	7 鉄鋼・非鉄・金属製品	8 機械・その他	全体
石炭	4	2	1	2	0	0	1	0	10
石炭コークス	0	0	0	0	0	1	0	0	1
コークス炉ガス	0	0	0	0	0	0	0	0	0
高炉ガス	0	0	0	0	0	0	2	0	2
転炉ガス	0	0	0	0	0	0	0	0	0
天然ガス	1	2	1	2	1	1	0	0	8
液化天然ガス	3	1	2	2	3	1	0	1	13
都市ガス	8	1	6	10	5	4	4	3	41
廃タイヤ	0	0	0	0	0	0	0	0	0
廃プラスチック	0	2	0	0	0	0	0	0	2
木質バイオマス	0	1	4	0	0	0	0	0	5
その他の再生可能・未活用エネルギー	0	0	5	0	0	1	0	0	6
原油	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ガソリン	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ジェット燃料	0	0	0	0	0	0	0	0	0
灯油	0	0	0	0	0	2	1	1	4
軽油	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A 重油	7	3	0	3	4	0	4	4	25
B・C 重油	2	1	0	3	1	0	0	0	7
炭化水素油	0	0	0	1	0	0	0	0	1
液化石油ガス	2	5	1	2	1	0	1	1	13
石油系炭化水素ガス	0	0	0	3	0	0	0	0	3
オイルコークス	0	0	0	1	0	1	0	0	2
他石油製品	0	0	0	1	0	0	0	0	1
計	27	18	20	30	15	11	13	10	144

2) 燃料の使用状況

表 4 燃料（電気を除く）の使用用途【業種分類別】

	1 食品 飲料	2 繊維	3 パル プ・ 紙・紙 加工品	4 化学	5 プラ スチック・ゴ ム製品	6 窯 業・土 石製品	7 鉄 鋼・非 鉄・金 属製品	8 機 械・そ の他	全体平 均
①自家発電用（コー ジェネ除く）	23	10	38	20	1	3	6	1	15
②コージェネ用	7	0	54	20	44	0	1	5	17
③蒸気ボイラ用	71	74	43	51	66	25	17	40	54
④温水ボイラ・吸収 式冷温水発生器用	0	7	1	2	4	1	26	13	6
⑤直接加熱用	12	10	7	10	6	60	38	13	19
⑥原料用	1	0	0	2	0	24	11	0	4
⑦その他	13	7	13	26	18	13	17	17	16

※業種分類ごとに、各用途（①～⑦）の消費割合の平均値を算出

3) 蒸気および直接加熱の利用温度帯

表 5 蒸気の利用温度帯【業種分類別】

	1 食品 飲料	2 繊維	3 パル プ・ 紙・紙 加工品	4 化学	5 プラ スチッ ク・ゴ ム製品	6 窯業・ 土石製 品	7 鉄 鋼・非 鉄・金 属製品	8 機 械・そ の他	全体平 均
100℃未満	21	12	1	15	5	4.2	75	37	18
100～200℃	83	83	91	66	147	70	33	60	81
200～300℃	2.5	3.1	23	30	8.4	32	0	0	14
300～400℃	8.9	0	1.3	5.9	0	30	33	0	8.4
400～500℃	3	0	0	1.6	0	1	0	0	0.9
500～600℃	0	0	0	1.8	0	0	0	0	0.4
600℃以上	0	0	0	0	0	0	0	0	0

※業種分類ごとに、各利用温度帯（6 区分）の割合の平均値を算出

表 6 直接加熱の利用温度帯【業種分類別】

	1 食品 飲料	2 繊維	3 パル プ・ 紙・紙 加工品	4 化学	5 プラ スチッ ク・ゴ ム製品	6 窯業・ 土石製 品	7 鉄 鋼・非 鉄・金 属製品	8 機 械・そ の他	全体平 均
100℃未満	45	6	44	5.8	2.6	3.3	20	28	18
100～300℃	60	47	36	34	83	36	20	32	46
300～500℃	15	5	25	14	1.7	5	9.2	0	9.2
500～700℃	13	0	9.3	1.8	0	11	1.8	27	7.7
700～900℃	0	0	42	11	0	0.8	18	7.1	8.7
900～1100℃	0.1	3.7	0	17	0	10	22	0	8.1
1100～1300℃	0	0	0	8.3	0	12	3.5	0	4.1
1300～1500℃	0	0	0	0	0	48	17	0	9.3
1500℃以上	0	0	0	0	0	30	29	0	7.8

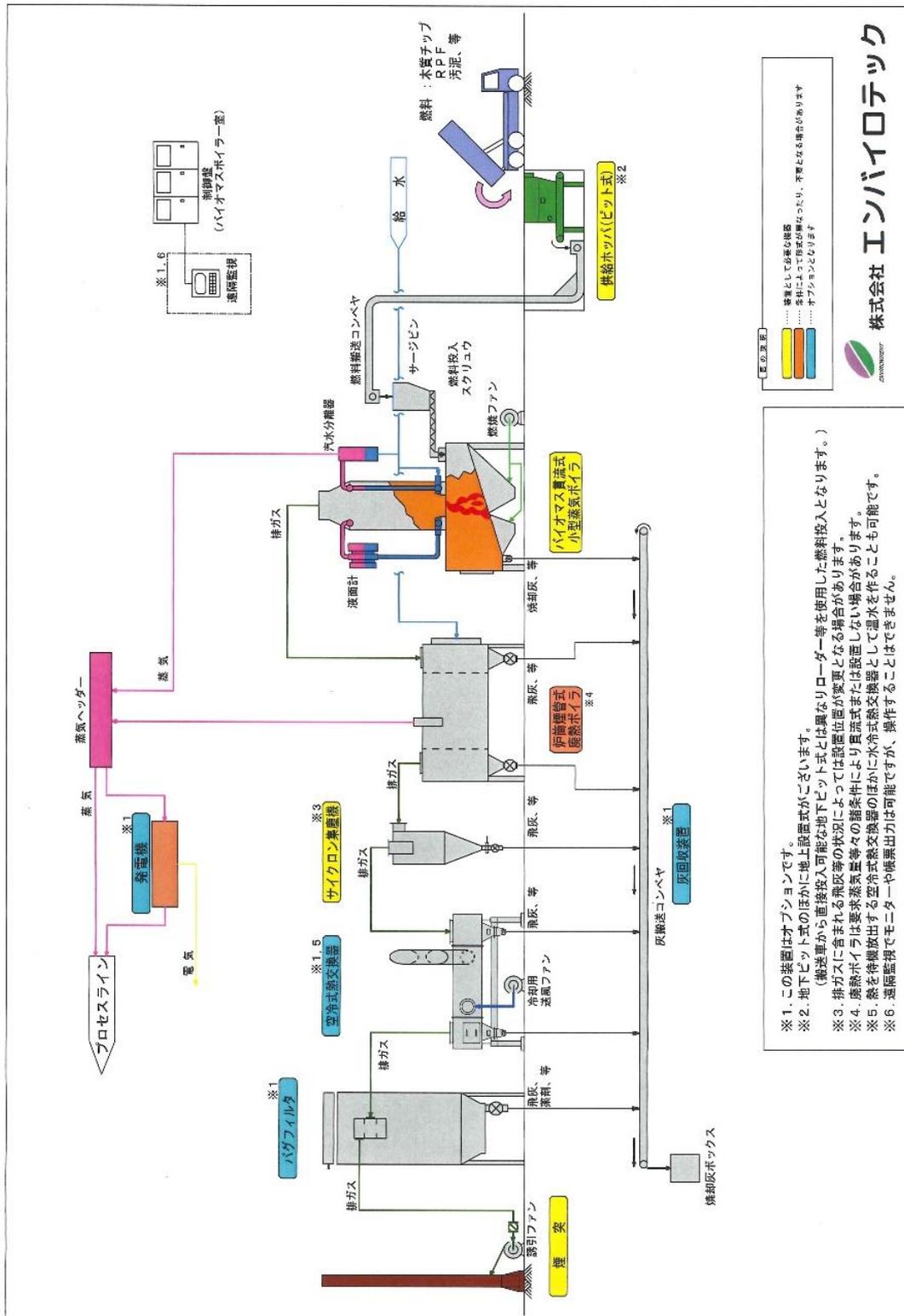
※業種分類ごとに、各利用温度帯（9 区分）の割合の平均値を算出

ボイラーメーカー聞き取り調査の調査結果詳細

(株) エンバイロテック

調査項目		聞き取り内容
1)産業用バイオマスボイラーの主な導入メリット		化石燃料削減(燃料代削減) /CO2 削減/地域貢献(地域森林事業の活性化、地域産業の活性化・雇用の創出)
2)有望な業種		<ul style="list-style-type: none"> ・特に業種は問わず、幅広い範囲を対象としている。 ・高いイニシャルコストを担えるスケールメリットが必要であり、エネルギー消費が大きい工場が対象となってくる。 ・産業用の基本はコストであり、コストメリットが期待できる事業所に提案している。
3)バイオマスボイラーの仕様等	種類	貫流式
	蒸気出力	1t/h
	定格ボイラー効率	75～80%以上
	最低出力比(対定格値)	50%程度(30%程度でも運転可能であるが、バイオマスボイラーの応答性が比較的低いため、安全をみて50%としている)
	伝熱面積	9.8 m ²
	熱利用システムの導入コスト	ケースバイケース(数千万円から数億円の範囲)
	産業用等への業種別導入実績	食品 2/製紙 1(閉鎖)/化学 2/営農 2/その他 3(金属製品、電子部品、医療用医薬品)
4)メンテナンスの内容等	主なメンテナンス項目と実施頻度	<ul style="list-style-type: none"> ・法定検査【年1回】(点検内容:内部清掃、水面計分解清掃、缶体板厚計測、水管内スコープ確認、安全弁動作確認、各動作機器の点検等)(※貫流ボイラーのみであれば、労働安全衛生法による「小型ボイラー」となり、自主点検で対応可能)
	メンテナンスコスト	ケースバイケース
5)導入検討時のヒアリング項目	ヒアリング項目	<ul style="list-style-type: none"> ①必要な蒸気量 ②使う燃料材の質 ③きちんとした燃料の調達を継続的に行なえるか ④設置スペース ⑤ボイラ資格者の有無、等
	ヒアリングを踏まえた設計対応等	<ul style="list-style-type: none"> ・ヒアリング内容をもとに、ボイラーの規模や構造を検討し、設計を行なう。必要な蒸気量や燃料材の質により改造が行なわれるため、オーダーメイドとなっている。 ・燃料材の質に応じて、燃焼室の大きさの設定、炉壁の構造(木質チップ:耐火式、RPF:水冷式)の設定などを行なっている。実際に用いる予定の燃料を使って試験燃焼し、その結果をもとに、ボイラー設計を行なうことになる。

(参考資料)



【色の変更】
 ● 標準として必要な機器
 ● 標準によって形式が異なる場合
 ● オプションとなります

株式会社 エンバイロテック

※1. この装置はオプションです。
 ※2. 地下ピット式のほかに地上設置式がございます。
 (搬送車から直接投入可能な地下ピット式とは異なる位置が必要となる場合があります。)
 ※3. 排ガスに含まれる飛灰等の状況によっては設置位置が変更となる場合があります。
 ※4. 廃熱ボイラは要求蒸気量等の諸条件により風冷式または水冷式熱交換器として温水を作ることも可能です。
 ※5. 熱を待機放出する空冷式熱交換器のほかには水冷式熱交換器として温水を作ることも可能です。
 ※6. 遠隔監視でモニターや噴霧出力は可能ですが、操作することはできません。

出典：エンバイロテック提供資料

図 バイオマスボイラーシステム (システム例)

バイオマスボイラ システム

投入ホッパー



バイオマス
貫流式小型
蒸気ボイラ
炎
E.N

投入ホッパー内



燃料供給装置

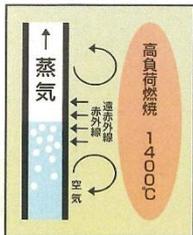


廃熱ボイラ



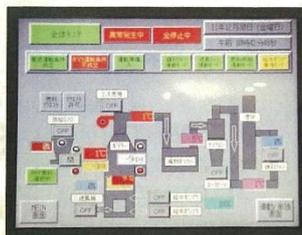
■高負荷燃焼

高負荷燃焼で燃焼効率約5倍に!



■簡単操作

誰でも使えるシンプル設計。特殊な運転技術や免許も不要です。



システム基本操作はタッチパネルで可視運転します。タッチパネルの利点を生かして装置全体を常時監視でき、現物の絵をタッチしながらの操作になるので、いたって簡単に直感的に操作できます。異常発生時などは、異常の処理内容を別ウィンドウで指示し迅速にかつ簡単に処理できます。

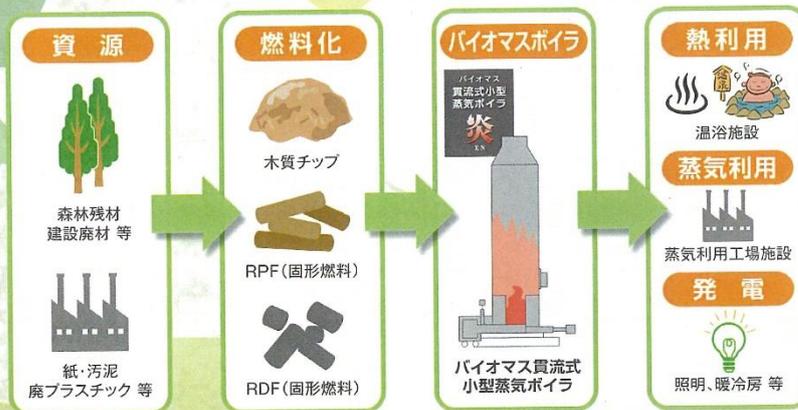
出典：エンバイロテックパンフレット

図 バイオマスボイラーシステム

環境問題に取り組んだバイオマスボイラ

我々人類が取り組むべき一番の問題は「地球温暖化防止」と言われております。バイオマスは、石油やガスなどの化石燃料の代替エネルギーとして、また二酸化炭素の排出量を削減出来る事から、温暖化対策に寄与するエネルギー源として注目されています。「バイオマス貫流式小型蒸気ボイラ」は、森林残材、建設廃材、紙、汚泥、廃プラスチックなどを燃料とする事で、各自治体・企業が取り組む地球温暖化防止推進のモデルケースであると期待しております。

地球環境にやさしい循環システム



バイオマスボイラ導入メリット

- merit 1
化石燃料の大幅な節減
- merit 2
CO2削減など地球温暖化防止に寄与
- merit 3
多様なバイオマス燃料に対応可能
- merit 4
地域森林事業の活性化再生化に寄与
- merit 5
地域産業の活性化雇用の創出
- merit 6
資源循環で自然エネルギーを有効利用

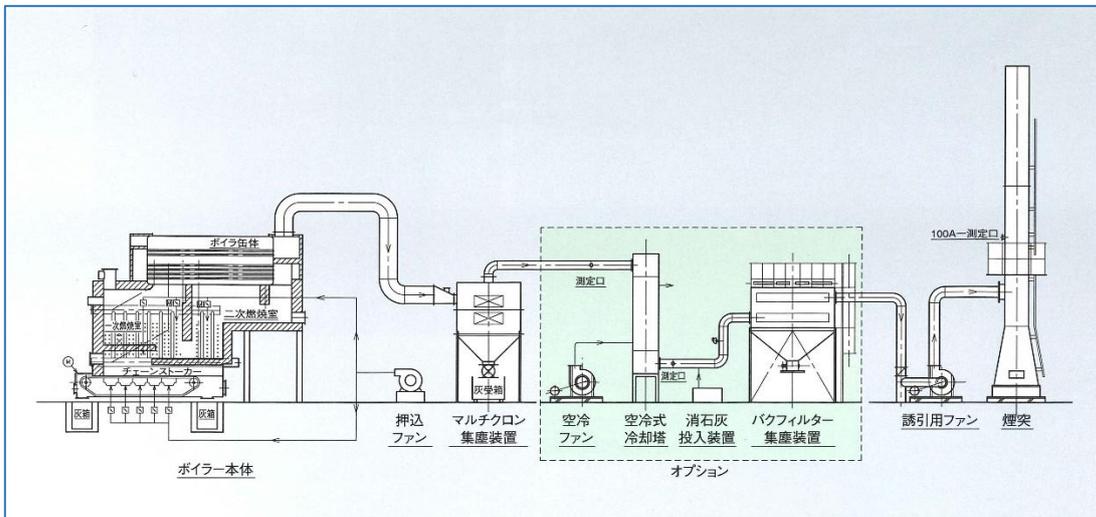
出典：エンバイロテックパンフレット

図 バイオマスボイラ導入メリット等

(株) タカハシキカン

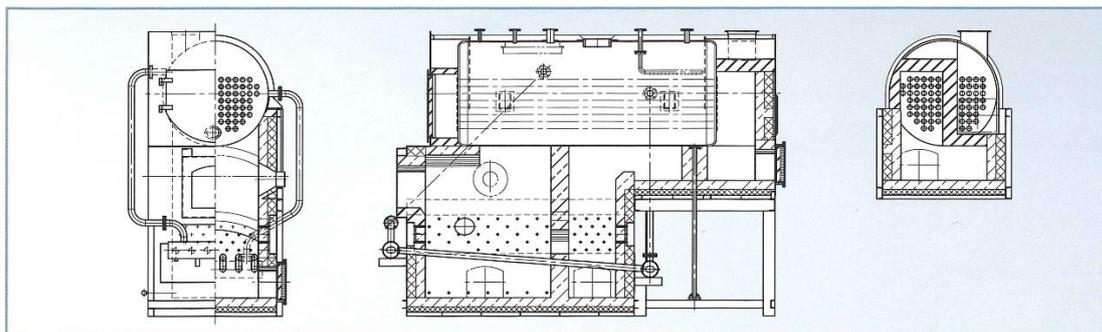
調査項目		聞き取り内容
1)産業用バイオマスボイラーの主な導入メリット		化石燃料削減(燃料代削減) /CO2 削減
2)有望な業種		<ul style="list-style-type: none"> ・蒸気使用量が多く、製品原価に対する蒸気(熱エネルギー)の割合が高いところが有望である。 ・燃料が安価で安定的に調達できることが条件となる。 ・公害を気にするところは入りにくい。
3)バイオマスボイラーの仕様等	種類	煙管式
	蒸気出力	1~15t/h
	定格ボイラー効率	約75~80%
	最低出力比(対定格値)	約70%(蒸気の負荷変動への対応が必要な場合は、燃料投入量(スクリュウの回転数)の比例制御又はON/OFF制御で対応)
	伝熱面積	30~460 m ²
	熱利用システムの導入コスト	蒸気出力1t/hあたり約2千万円程度【ボイラー本体のみ】(付帯設備を含む導入コストは1.5~2倍程度)
産業用等への業種別導入実績		食品5/繊維3/製紙5/土石・窯業1/木材関連多数/クリーニング3
4)メンテナンスの内容等	主なメンテナンス項目と実施頻度	<ul style="list-style-type: none"> ・法定検査【年1回、3~7日】 ・メンテナンス契約によるメンテナンス【年3~4回、3~4日程度】 ・伝熱面の汚れ(煙管に付着したすす等)の掃除【年4~12回】 ・燃焼室の点検や灰を出せない部分の清掃【年1~2回】 ・ストーカの交換/炉内の耐火レンガ交換【数年に1回】
	メンテナンスコスト	年間で、イニシャルコストの5~10%程度(人件費、電気代、燃料代、灰処理費は含まず)
5)導入検討時のヒアリング項目	ヒアリング項目	①燃料の種類 ②燃料の大きさ・形状 ③燃料の低位発熱量 ④燃料の水分 ⑤1日に処理したい燃料消費量 ⑥自動投入の希望の有無 ⑦稼働時間もしくは熱源を必要とする時間 ⑧蒸気使用目的 ⑨必要とする蒸気量(t/h)、蒸気の消費パターン ⑩燃料の処理と蒸気利用とどちらを重視されるか ⑪燃料チップを安定価格で安定調達できるか
	ヒアリングを踏まえた設計対応等	<ul style="list-style-type: none"> ・蒸気の消費パターン(負荷変動)をみて、なるべくフル稼働できるように出力を設定する。 ・燃料の大きさによって燃料投入方式が変わる(自動投入の場合は大きさが25mm以下が目安となる)。 ・燃料の灰分と水分は、燃焼炉の設計に考慮している。燃焼炉の大きさや伝熱管を検討し、オーダーメイドで対応することが多い。 ・燃料の種類が樹皮の場合、それに対応できる設計を行なう。

(参考資料)



出典：タカハシキカンパンフレット

図 バイオマスボイラーシステム (システム例)

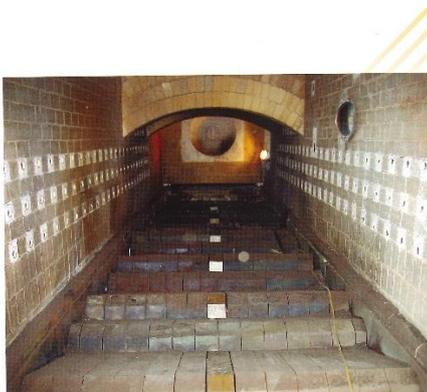


出典：タカハシキカンパンフレット

図 バイオマスボイラーシステム (ボイラー断面図)



チェーンストーカ式ボイラ燃焼室

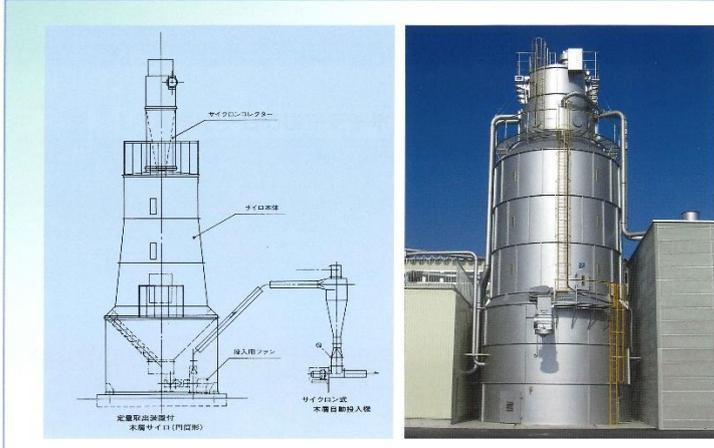


レシプロストーカ式ボイラ燃焼室

出典：タカハシキカンパンフレット

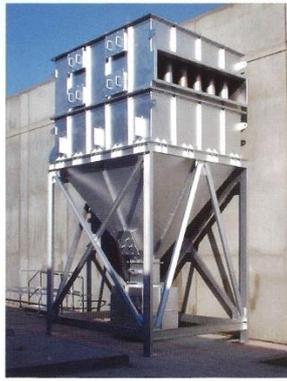
図 バイオマスボイラーシステム (燃焼室)

■定量供給装置付サイロ



■マルチクロン集塵装置

小サイクロンの集合によるKTマルチクロン集塵装置は、高性能な集塵装置で10ミクロン以上のばいじんは、100%に近く集塵し、ばいじん測定にも満足な結果を期待できます。但し、燃焼炉での完全燃焼を計らない場合には、黒煙の完全消滅は困難です。
 ⑤ 当社の実績ではマルチクロンのみの集塵ではばいじん規制値を満足しております。



■電気、バグフィルター集塵装置

公害規制値が更に厳しい場合は絶対に黒煙を出しては困るような場合には、電気集塵方式やバグフィルター方式をおすすめします。0.1g/Nm³~0.05g/Nm³を保障する高性能集塵装置です。



出典：タカハシキカンパンフレット

図 バイオマスボイラーシステム (チップサイロ、集塵装置)

■KT-C型 コンビネーションボイラーの要目表 (高効率水冷壁)

要目	ボイラー型番	C-100型	C-150型	C-200型	C-300型	C-400型	C-500型	C-600型	C-800型	C-1000型	C-1200型	C-1500型
定格換算蒸発量	Kg/H	1200	1800	2400	3600	4800	6000	7200	9600	12000	14400	18000
定格実際蒸発量	Kg/H	1000	1500	2000	3000	4000	5000	6000	8000	10000	12000	15000
木屑定格燃焼量	kg/H	240	360	480	720	960	1200	1440	1920	2400	2880	3600
標準伝熱面積	m ²	30	45	60	90	120	160	180	240	300	360	460
ボイラー寸法	ボイラー巾 (W)	m	2.15	2.25	2.25	2.35	2.60	2.75	2.85	3.45	3.6	3.8
	ボイラー長 (H)	m	4.0~4.5	4.7~5.2	5.0~5.5	6.0~7.0	6.4~7.8	7.2~8.2	7.8~8.8	8.5~9.5	11	12
ボイラー寸法	ボイラー地上高 (プッシャー付H)	m	1.8 (1.5)	2.0 (1.6)	2.0 (1.6)	2.6	2.7	3.0	3.4	3.4	3.8	4.5
	ボイラー室巾 (Am×長B)	m	6.3×10	6.3×12	7.2×15	8.1×15	9×18	10×18	10×18	12×20	12×22	13×25
煙突直径 (D)	m	390	450	600	600	800	800	900	950	1100	1200	1350

標準最高使用圧力は0.98MPaとする。木質燃料発熱量は15,000kJ/kg (3,600kcal/kg)とする。
 上表は概数を示したものです。電動力は現場状況により変化が大きいのでその都度の設計によります。
 ※本要目表は乾燥木質燃料 (含水率15%) の場合を示した標準設計であり、湿り木質燃料又は樹皮、その他燃料の状態や、混焼の割合によって燃焼装置やボイラーの構造、伝熱面積、寸法などを変更することがありますので御了承下さい。

出典：タカハシキカンパンフレット

図 バイオマスボイラーラインナップ



■KTバイオマスボイラーの特長

1. KTバイオマスボイラーはユニークな構造

KT-C型ボイラーは横煙管式ボイラーに水管を組み合わせて、煙管と水管の各々の長所を取り上げたユニークな構造です。内外部とも掃除・灰出しなどの保守点検が容易で、煉瓦積みを節約した合理的設計のパッケージボイラーです。実用新案特許取得の弊社独特のボイラーです。

2. バイオマス燃焼に特化したシステムボイラー

不定形木質燃料や、チップ、木粉、樹皮、紙等のバイオマス燃料を完全燃焼してその発生熱を蒸気や温水として有効に利用するボイラーです。燃料の自動投入装置、燃焼装置、排ガス処理装置、灰出し装置を組み込んだシステムボイラー一式として納入致します。

3. 独自の燃焼方式

高負荷燃焼でも煙の出にくい二段燃焼方式、三段燃焼方式を採用し、バッチ投入でも黒煙の発生はありません。また、燃焼室温度、排ガス酸素濃度により燃焼空気量を自動制御する、自動エアコントロールもオプションで装備可能です。

4. 自動運転が可能

チップ、木粉などの粉体はサイロに貯蔵し、ボイラーの蒸気負荷に応じて人手を介さず自動投入することが可能です。端材はプッシャー投入装置によるバッチ投入で省力化をはかることもできますが、25mm以下に破碎すれば自動供給が可能です。

5. 熱効率がよい

水管による輻射熱の吸収と、煙管による排ガスからの熱吸収の組み合わせで熱効率の良いボイラーです。

6. 移動床との組み合わせも可能

樹皮や、製紙スラッジなど水分や灰分の多い燃料は固定床で燃やすのは難しいですが、レスプロストーカーやチェーンストーカーなどの移動床と組み合わせることで、完全燃焼と運転の自動化がはかれます（オプション）。

7. 排ガス基準をクリア

ばいじん、ダイオキシン等の規制値が厳しい場合は高性能の排ガス処理装置を組み合わせ対応が可能です。ボイラー排水の処理には中和装置をご用意することができます。



チップ定量供給装置



チップ受入装置



出典：タカハシキカンパンフレット

図 バイオマスボイラーの特徴

ポリテック (POLYTECHNIK Luft- und Feuerungstechnik GmbH)

調査項目		聞き取り内容
1)産業用バイオマスボイラーの主な導入メリット		化石燃料削減(燃料代削減) /CO2 削減
2)有望な業種		(特になし)
3)バイオマスボイラーの仕様等	種類	煙管式
	蒸気出力	0.45～9t/h
	定格ボイラー効率	約 80%
	最低出力比 (対定格値)	約 50%(推奨) (メーカーは 30%まで可能としているが、排ガス処理の関係で 50%を推奨している)
	伝熱面積	約 30～435 m ²
	熱利用システムの導入コスト	蒸気出力 1 t/h あたり約 8 千万円程度【付帯設備含む (建設・土工費は除く)】
	産業用等への業種別導入実績	土石・窯業 1/クリーニング 1/その他 1 (ペレット工場 CHP)
4)メンテナンスの内容等	主なメンテナンス項目と実施頻度	・法定検査・点検整備【年 1 回】 ・適宜部品交換等を実施 (火格子交換、レンガ補修、制御盤のパーツ交換、監視装置の更新等)
	メンテナンスコスト	法定点検整備 (1 回で約 200 万円程度) + 部品交換代等
5)導入検討時のヒアリング項目	ヒアリング項目	①熱需要の変動パターン ②使うバイオマス燃料の用途 ③設置場所の条件 (物理的な制約)
	ヒアリングを踏まえた設計対応等	ヒアリング内容をもとに、バイオマスボイラー導入に適しているかを検討し、導入可能性がある場合には、具体的な熱需要量の数値から設備構成 (出力、台数等) を検討していくことになる。

(参考資料)

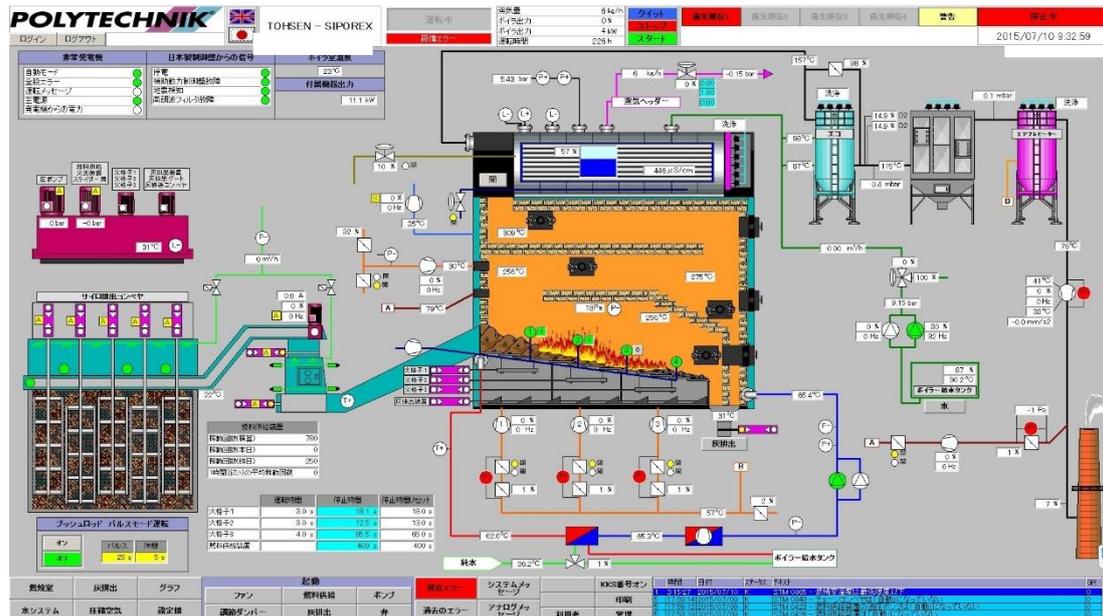


図 バイオマスボイラーシステム (システム例)

木質バイオマスボイラの構造

燃料供給部
燃料性状に合わせた供給システムを選定。バックファイア防止機構により安全を確保。

一次燃焼室
燃料性状に合わせて炉の機種選定を行うため、効率的な処理が可能。

二次燃焼室
燃焼ガスの一部を二次燃焼室に戻すことで熱効率アップと排気ガスの完全燃焼が可能。

自動煙管清掃装置
圧縮空気により煙管を自動清掃し、ボイラー効率を維持。清掃間隔はタイマー設定が可能。

遠隔監視システム
パソコンによるデータ収集や遠隔監視が可能で、維持管理が容易。

POLYTECHNIK バイオマスボイラー

出典：ADVANTAGE AUSTRIA ホームページ (https://www.advantageaustria.org/jp/events/20121024_Polytechnik.pdf)

図 バイオマスボイラーシステム (ボイラーの構造)

Polytechnik バイオマスボイラ特徴



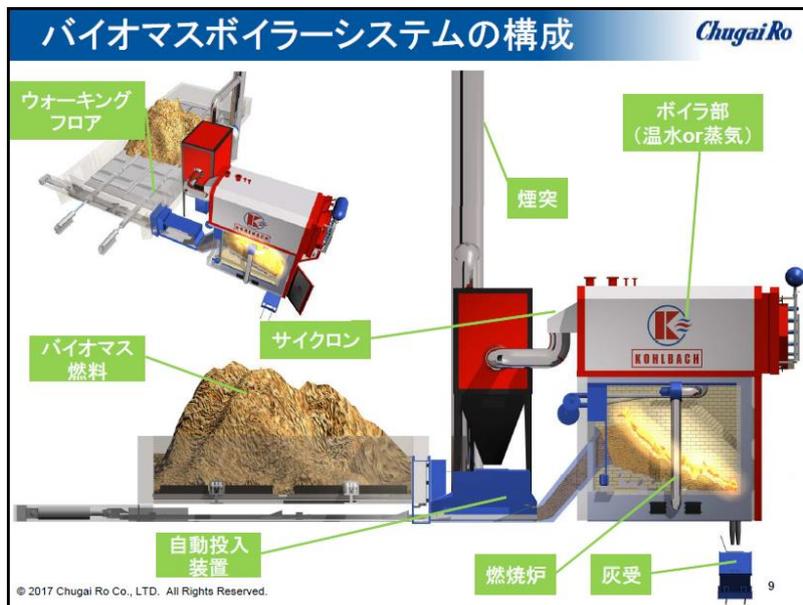
出典：ADVANTAGE AUSTRIA ホームページ (https://www.advantageaustria.org/jp/events/20121024_Polytechnik.pdf)

図 バイオマスボイラーの特徴

コールバツハ

調査項目		聞き取り内容
1)産業用バイオマスボイラーの主な導入メリット		化石燃料削減(燃料代削減) /CO2 削減/今まで廃棄していたバーク等を活用可能
2)有望な業種		<ul style="list-style-type: none"> ・どの業界と決めているわけではない。 ・今までに製造ラインで蒸気ボイラー（重油焚き貫流ボイラー）を利用してきた事業所に提案してきた。 ・導入条件が整っていたり、CSR の意識が高いところなどは前向きに検討してくれる。
3)バイオマスボイラーの仕様等	種類	煙管式
	蒸気出力	1.2～6t/h
	定格ボイラー効率	80～85%
	最低出力比（対定格値）	30%（30%程度までは可能であるが、ボイラー効率は下がる）
	伝熱面積	58～284 m ²
	熱利用システムの導入コスト	蒸気出力 1 t/h あたり約 7 千万円～1 億円程度【サイロ以降の付帯設備含む（基礎工事や建屋工事（サイロ等）は除く）】 （基礎工事や建屋工事の費用は、設備費の 25%程度）
	産業用等への業種別導入実績	木材関連 2（内 CHP1）
4)メンテナンスの内容等	主なメンテナンス項目と実施頻度	<ul style="list-style-type: none"> ・法定検査【年 1 回、1 週間程度】 ・定期整備（清掃、消耗品の点検・交換等）【年 4 回（推奨、うち 1 回は法定検査と兼ねる）】 ・給油、フィルター清掃【月 1 回】 ・日常点検
	メンテナンスコスト	年間で、約 160 万円程度（導入検討事例の試算、15 年平均）
5)導入検討時のヒアリング項目	ヒアリング項目	<ul style="list-style-type: none"> ①熱需要パターン（時刻別蒸気使用量） ②バイオマス燃料の性状（形状、水分等）
	ヒアリングを踏まえた設計対応等	<ul style="list-style-type: none"> ・工場のピーク負荷の 70～80%を狙って定格出力を決める。 ・バイオマスボイラーの応答性は化石燃料ボイラーに比べて低く、ボイラーを一度停止してから蒸気圧力が回復するまでに 30 分～1 時間程度かかる（ボイラーが冷めてからであれば 2～3 時間かかる）。そのため、ベースはバイオマスボイラー、変動分は化石燃料による貫流ボイラーで対応することが多い。 ・燃料を考慮したボイラー設計については、標準品（燃焼炉、ボイラー）の組み合わせで対応可能。バークはかさ比重が小さくかさばるため、大きな燃焼炉や搬送系が必要となる。

(参考資料)



出典：中外炉工業提供資料

図 バイオマスボイラーシステム (システム例)



出典：中外炉工業提供資料

図 バイオマスボイラーシステム (サイロ)

燃料投入システム

油圧式ウォーキングフロア



油圧式ストーカー



長尺燃料切断ユニット
切断テストの様子



出典：中外炉工業提供資料

図 バイオマスボイラーシステム（燃料投入システム）

バイオマス燃焼炉

- 階段式ストーカーで湿原料にも対応
- 燃焼出力 525 kW ~ 10,000 KW
- 高品質耐火レンガ
- 85%という高い燃焼効率



出典：中外炉工業提供資料

図 バイオマスボイラーシステム（燃焼炉）

蒸気ユニット 標準ラインアップ

ChugaiRo

蒸気ボイラー	Unit						
出力	kW	800	1,000	1,500	2,000	3,000	4,000
長さ	mm	4,743	4,781	5,950	6,295	6,538	6,890
幅	mm	2,317	2,392	2,574	2,907	3,198	3,247
高さ	mm	2,632	2,632	2,934	3,204	3,394	3,504
伝熱面積	m ²	58	64	126	133	270	284
空重量	ton	11	13	15	18	20	29
水量	m ³	3	3	6	7	10	9

- ◆ 上に記載のないボイラーについても個別に設計対応します
- ◆ 労働安全衛生法適用については、日本検査機関と現地検査機関との調整を経て、設計変更対応します。また届出の代行も行います
- ◆ 発電用ボイラーに関しましては電気事業法の適用が必要なため、すべて国産で対応いたします

出典：中外炉工業提供資料

図 バイオマスボイラーラインナップ

コールバツハ社バイオマスボイラーの特徴 ChugaiRo

- 低品質(パークや林地残材)の木質バイオマスを燃料とできる
- 高水分率(最大60%まで)の木質バイオマスを燃料とできる
- 燃料投入部に自動カッターを装備しており、10%程度であれば50cm程度の長尺バイオマスも投入できる
- これらのバイオマスを燃焼効率80%以上の高効率で燃焼できる
- 燃焼炉・ボイラーはユニット化されており、温水や蒸気など用途に応じて組み合わせで選択可能
- ユニットの組み合わせのため、現地工事が比較的簡易
- 燃料サイロへの燃料投入作業以外は全自動運転で人手がかからない
- アラームや運転状況は携帯電話に飛ばすことも可能(Option)
- 運転はパソコンであり、その画面は日本仕様に合わせて、日本語化します
- マニュアルなど主な書類は日本語化します

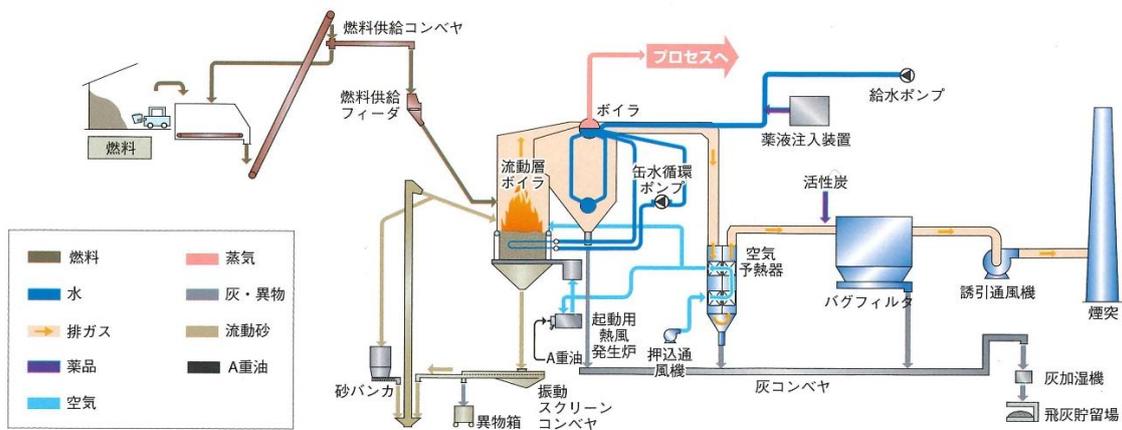
出典：中外炉工業提供資料

図 バイオマスボイラーの特徴

(株) タクマ

調査項目		聞き取り内容
1)産業用バイオマスボイラーの主な導入メリット		化石燃料削減(燃料代削減) / CO2 削減 / 経営基盤の強化 (ESG や SDGs の側面)
2)有望な業種		<ul style="list-style-type: none"> ・紙・パルプ、製材・合板が挙げられる (近年は熱電併給が多い)。熱という観点からすると、食品、鉄鋼、窯業、化学なども考えられる。 ・有望な業種であっても 24 時間稼働でないところは採算が合いにくい。
3)バイオマスボイラーの仕様等	種類	水管式
	蒸気出力	10~300t/h
	定格ボイラー効率	約 80~90%
	最低出力比 (対定格値)	ケースバイケース
	伝熱面積	約 400 m ² 以上
	熱利用システムの導入コスト	10 億円以上 【付帯設備含む】 (土木費用を除く)
	産業用等への業種別導入実績	繊維 10 基 / 製紙 15 基 / 化学 8 基 / 木材関連 116 基 / その他 (ユーティリティ等) 13 基 (発電のみは除く)
4)メンテナンスの内容等	主なメンテナンス項目と実施頻度	<ul style="list-style-type: none"> ・法定検査【年 1 回、2~4 週間程度】 ・定期整備、ボイラー内部の清掃【年 2 回 (うち 1 回は法定検査と兼ねる)】 ・日常点検 (巡回時に機器類を点検 (異音の確認等))【毎日】
	メンテナンスコスト	年間で、イニシャルコストの 5%が目安 (メンテナンス項目による)
5)導入検討時のヒアリング項目	ヒアリング項目	<ul style="list-style-type: none"> ①現時点での消費エネルギー量 (蒸気、電気) ②現エネルギー単価 ③設置スペースの有無
	ヒアリングを踏まえた設計対応等	<ul style="list-style-type: none"> ・消費エネルギー量より、ピーク負荷や時間・季節変動も考慮した上で、規模やシステムを検討していく。 ・蒸気の消費量が短時間で急激に変動するような場合は、バイオマスボイラーと負荷追従性が高い化石燃料ボイラーを組み合わせたシステムを検討していく。 ・燃料については、検討段階から望ましい燃料は伝えており、システムやプラントの具体化に応じて、導入先と詰めていくことになる。 ・燃料種によって水分や発熱量が変わるため、燃料種に応じて機種選定や設計を行なっている。

(参考資料)



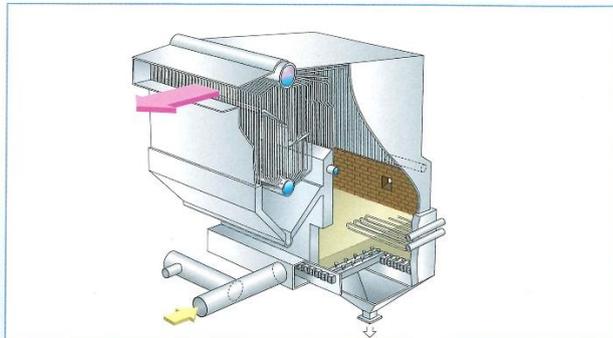
出典：タクマパンフレット

図 バイオマスボイラーシステム (システム例：流動層ボイラーシステム)

バブリング流動層ボイラ

バイオマス燃料や廃プラスチック、RPF等の高カロリー燃料の燃焼に適した燃焼方式です。燃焼性が高い為、未燃灰の発生量が少なく高効率なエネルギー回収が可能です。

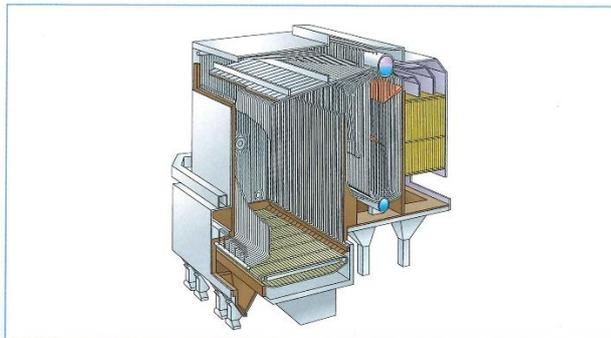
蒸発量 10t/h～100t/h
(これ以外もご相談に応じます。)



トラベリングストーカボイラ

バイオマス燃料や固形物の燃焼に適した燃焼方式です。多くの実績を有しており、安定したエネルギー回収が可能です。

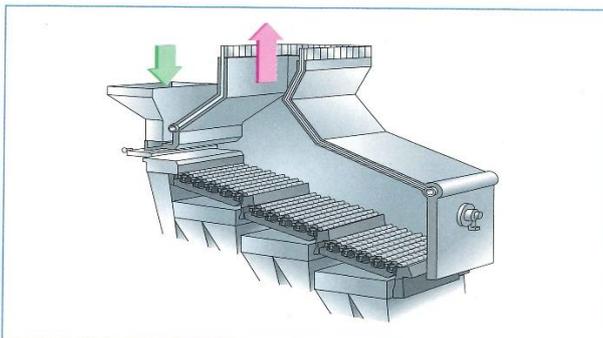
蒸発量 10t/h～300t/h
(これ以外もご相談に応じます。)



階段式ストーカボイラ

廃棄物等の焼却に適した燃焼方式です。多種多様な廃棄物を安定的にかつ安全に処理することが可能です。また廃熱ボイラを設置する事でエネルギー回収も可能です。

処理量 24t/日～250t/日
(これ以外もご相談に応じます。)



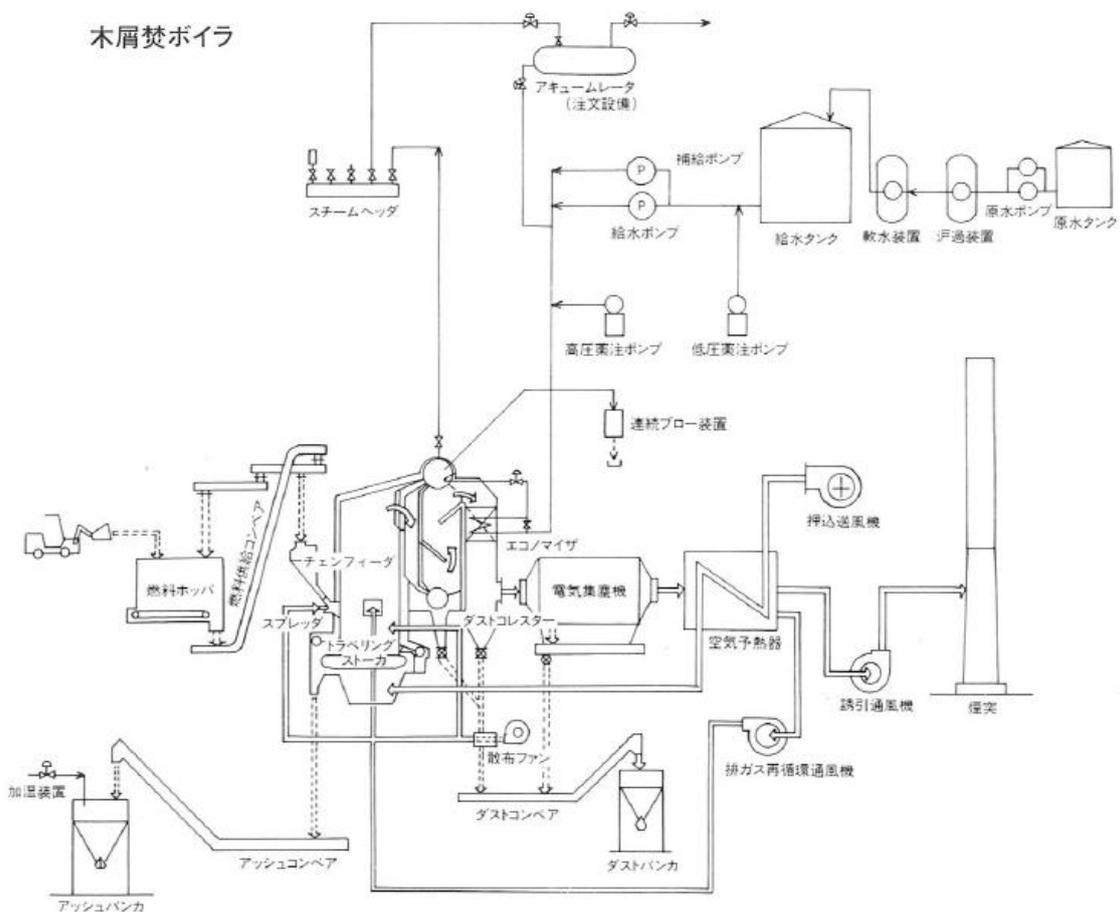
出典：タクマパンフレット

図 バイオマスボイラーシステム (ボイラーの種類と特徴)

(株) よしみね

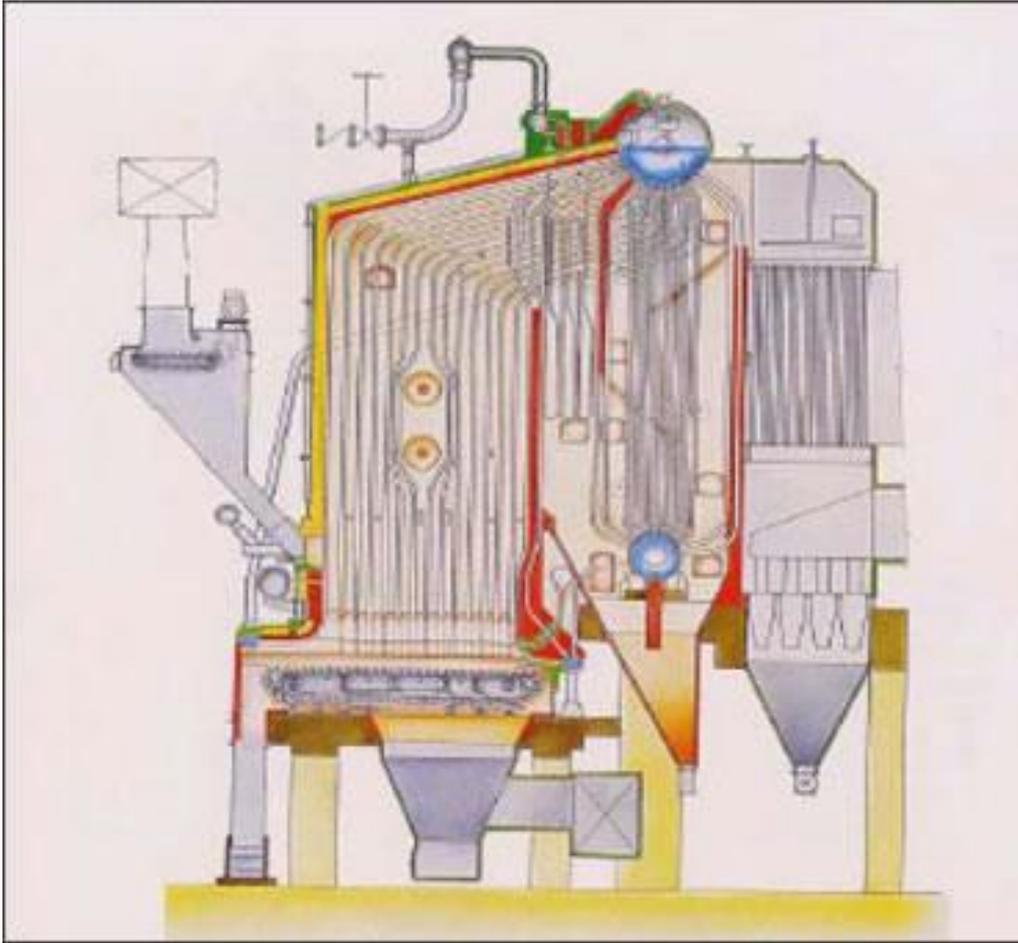
調査項目		聞き取り内容
1)産業用バイオマスボイラーの主な導入メリット		化石燃料削減(燃料代削減) /CO2 削減
2)有望な業種		業種にこだわらず、木くずが安価で調達できるところが有望である。
3)バイオマスボイラーの仕様等	種類	水管式
	蒸気出力	0.5~70t/h (国内)
	定格ボイラー効率	81~85%
	最低出力比 (対定格値)	約 40~50%
	伝熱面積	約 15~1,800 m ²
	熱利用システムの導入コスト	ケースバイケース
	産業用等への業種別導入実績	食品 2/繊維 11/製紙 4/化学 7/土石・窯業 3/木材関連 64/クリーニング 5/その他 13 (一部、発電専用を含む)
4)メンテナンスの内容等	主なメンテナンス項目と実施頻度	・法定検査【年 1 回】 ・点検整備、炉内の清掃【年 1~2 回 (うち 1 回は法定検査と兼ねる)】
	メンテナンスコスト	(不明)
5)導入検討時のヒアリング項目	ヒアリング項目	①燃料の組成 (灰分、未燃分、水分) ②必要な蒸気の種類、圧力、過熱蒸気の必要性 ③敷地の確保が可能か (工事時 (現地組み立て) の重機設置スペースも含む)
	ヒアリングを踏まえた設計対応等	・一品一様 (オーダーメイド) の設計製作であるため、ヒアリング内容をもとに、水管式ボイラー専商メーカーとしての実績に基づいた計画、概算コストを導入先に示して了解が取れば、全体の設備バランスの検討やボイラーの設計を進めていくことになる。

(参考資料)



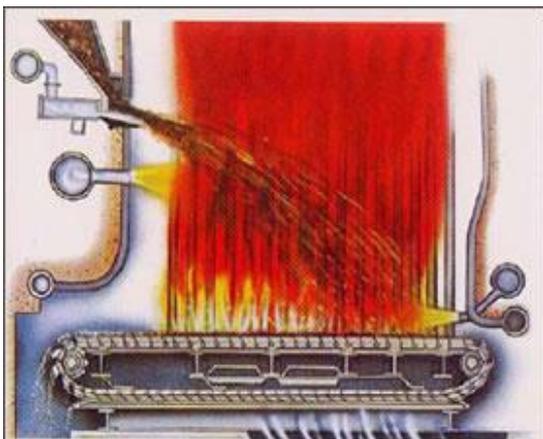
出典：よしみねカタログ

図 バイオマスボイラーシステム (システム例)

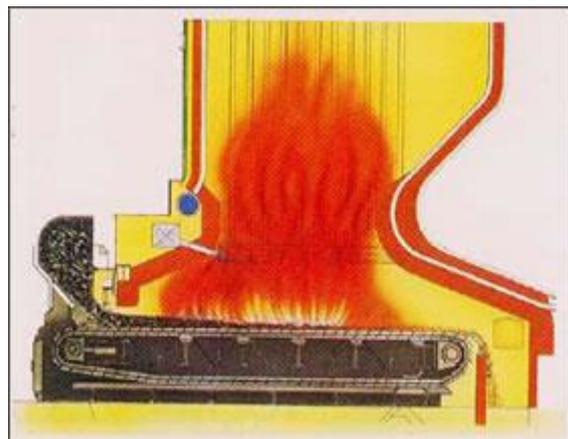


出典：よしみねホームページ

図 バイオマスボイラーシステム (ボイラー断面図)



(逆送ストーカ)



(順送ストーカ)

出典：よしみねホームページ

図 バイオマスボイラーシステム (燃焼室)

(H型)

型 式	H-100型	H-150型	H-170型	H-200型	H-250型	H-300型	H-350型	H-450型	H-600型	H-750型	H-900型
実 際 蒸 発 量 kg/h	3,500	5,000	6,000	7,000	8,000	10,000	12,000	15,000	20,000	25,000	30,000
据 付 寸 法	上部ドラム中心高さ % (H)	4,500	4,500	4,500	5,000	6,000	6,000	6,500	7,000	7,500	8,000
	ボイラー正面巾 % (W)	2,040	2,700	2,920	3,030	2,920	3,360	3,580	4,020	4,900	6,330
	ボイラー奥行 % (L)	6,000	6,200	6,250	6,400	6,400	6,465	6,500	6,600	6,600	7,000
	ボイラー室横巾 % (A)	7,000	8,000	8,000	8,500	8,500	9,500	10,000	11,000	13,000	15,000
	ボイラー室奥行 % (B)	17,500	17,500	17,500	17,500	18,000	18,000	18,000	18,500	19,000	20,000
ボイラー室梁下高さ % (C)	7,000	7,000	7,000	7,000	8,500	8,500	9,000	9,500	10,000	10,500	

(HAS-型)

型 式	1000型	2000型	3000型	4000型	5000型
換 算 蒸 発 量	定格kg/h	1200	2400	3600	4800
	常用kg/h	1000	2000	3000	4000
木 屑 燃 焼 量 kg/h	330	660	990	1320	1650
主 蒸 気 弁 径 mm φ	80	80	100	125	125
給 水 弁 径 mm φ	25	25	25	40	40
吹 出 弁 径 mm φ	25	25	25	25	25
据 付 寸 法	ボイラ最高部高さ H	2836	3306	3666	3871
	上ドラム中心高さ H'	1950	2300	2600	2700
	ボイラ正面巾 W	2074	2356	2614	2884
	灰出しビット巾 W'	2000	2000	2000	2000
	ボイラ奥行 L	4437	5449	6392	6785

1. 主蒸気弁径は常用圧力0.6~1.0MPaの場合を示します。
2. 標準製品は最高使用圧力1.0MPaですが、ご要求により圧力5.0MPa迄製作致します。
3. 燃焼量は木屑の場合を示します。(11.3MJ/kg、給水温度20℃、蒸気圧力0.7MPa)

(HAS-IF型)

型 式	500-IF	1000-IF	2000-IF	3000-IF	4000-IF
換 算 蒸 発 量	定格kg/h	600	1200	2400	3600
	常用kg/h	500	1000	2000	3000
木 屑 燃 焼 量 kg/h	165	330	660	990	1320
主 蒸 気 弁 径 mm φ	50	80	100	100	125
給 水 弁 径 mm φ	25	25	25	25	40
吹 出 弁 径 mm φ	25	25	25	25	25
据 付 寸 法	ボイラ最高部高さ H	4236	4261	4681	4732
	上ドラム中心高さ H'	2736	2761	3181	3232
	ボイラ正面巾 W	1799	2027	2027	2320
	ボイラ奥行 L	1732	2121	2967	2967
					3812

1. 主蒸気弁径は常用圧力0.6~1.0MPaの場合を示します。
2. 標準製品は最高使用圧力1.0MPaですが、ご要求により圧力5.0MPa迄製作致します。
3. 燃焼量は木屑の場合を示します。(11.3MJ/kg、給水温度20℃、蒸気圧力0.7MPa)

出典：よしみねカタログ

図 バイオマスボイラーラインナップ



平成30年度林野庁補助事業 産業用等熱利用実態調査 成果報告会

産業部門における木質バイオマス熱利用の普及に向けて



2019（平成31年）年3月1日



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. 産業部門における木質バイオマス熱利用の実態と可能性

- ・木質バイオマス熱利用の必要性
- ・産業用等熱利用への木質バイオマスの導入のメリット
- ・産業用等熱利用への木質バイオマスの導入実態
- ・産業用等熱利用への木質バイオマスの導入可能性
- ・産業用等熱利用実態調査の結果概要

2. 木質バイオマス熱利用の導入のポイント

3. 産業部門における木質バイオマス熱利用の普及に向けて

木質バイオマス熱利用の必要性



■ 世界、日本の動向

- パリ協定の発効を受け、世界で脱炭素社会への転換が本格化
- 我が国でも、パリ協定に基づく成長戦略としての長期戦略策定に向けた議論が政府全体で開始
- 企業や事業所レベルでも、低炭素社会実行計画への対応やSDGs（持続可能な開発目標）を実現する取り組みが進展



出典：United Nations Framework Convention on Climate Change



出典：外務省ホームページ (<https://www.mofa.go.jp/mofaj/gaiko/oda/sdgs/>)

JWBA Proprietary

3

木質バイオマス熱利用の必要性

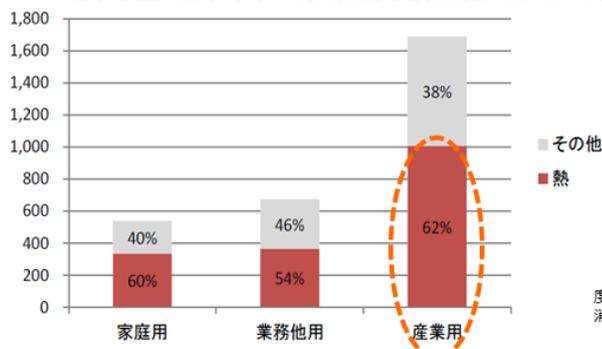


■ 木質バイオマスエネルギー利用の意義

- 脱炭素社会の構築に寄与するとともに、我が国の森林整備や林業の活性化、地域活性化等に貢献
- 中でも、木質バイオマス熱利用は、比較的エネルギー効率がが高く、また地域の多様な熱需要に対応可能であり、地域の全ての主体に地域内メリットをもたらす

一方で、これまで木質バイオマス熱利用は、木材関連産業や温浴施設、自治体関連施設等を中心に導入が進められてきたが、今後の利用拡大に向けては、**大きな蒸気需要がある産業用等での利用の促進が重要**

(TWh) 日本の最終エネルギー消費に占める熱需要（2014年度）



出典：資源エネルギー庁「総合エネルギー統計（2014年度）」、「エネルギー消費統計（2014年度）」、「石油等消費動向統計（2014年度）」、日本エネルギー経済研究所「エネルギー・経済統計要覧2016」等をもとに作成

JWBA Proprietary

4

産業用等熱利用への木質バイオマスの導入のメリット



- 産業用等熱利用に木質バイオマスを導入することにより、様々なメリット
 - 特に、以下のような事業所で、大きなメリットが得られる可能性
 - 既存の化石燃料ボイラーがあり、燃料代やCO2排出量の削減が課題となっている
 - 地域や社会への貢献、燃料の多様化によるリスク低減などを重視

CO2排出量の削減
(カーボンニュートラル)

燃料代の削減

地域振興への貢献

燃料の多様化による
リスク低減



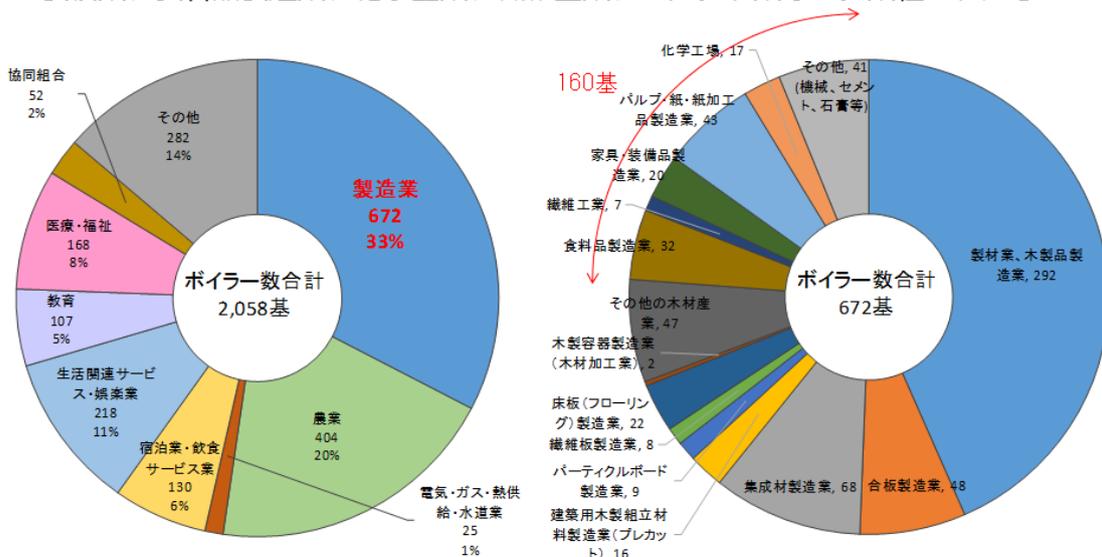
JWBA Proprietary

5

産業用等熱利用への木質バイオマスの導入実態



- 製造業における木質バイオマスボイラーは全国で**672基**
- その3/4ほどが木材関連産業で、それ以外の製造業への導入件数は**160基**程度
- 製紙業、食料品製造業、化学工業、繊維工業、セメント業など多業種にわたる



JWBA Proprietary

6

産業用等熱利用への木質バイオマスの導入可能性



■木質バイオマスによる産業用等熱利用の手法

- ▶ ボイラーで蒸気を製造し利用する**蒸気加熱・コジェネ利用**、燃料の燃焼ガスを直接利用する**直接加熱**がある。

蒸気加熱

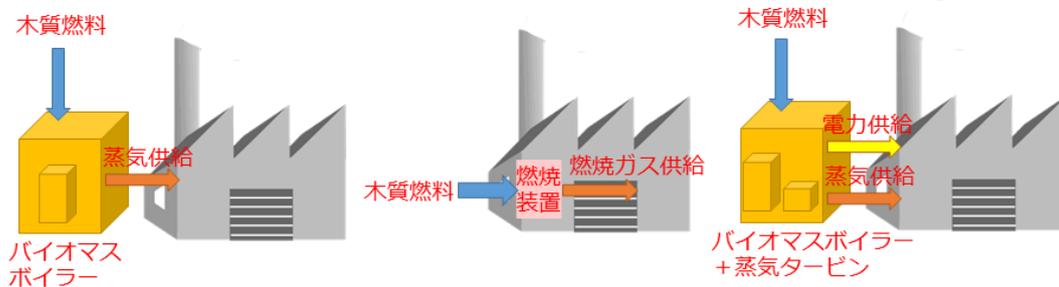
(蒸気を製造し工場内のプロセス蒸気として利用)

直接加熱

(燃料の燃焼ガスによる加熱)

コジェネ利用

(タービンで発電に利用後、抽気又は排気した蒸気を工場内のプロセス蒸気として利用)



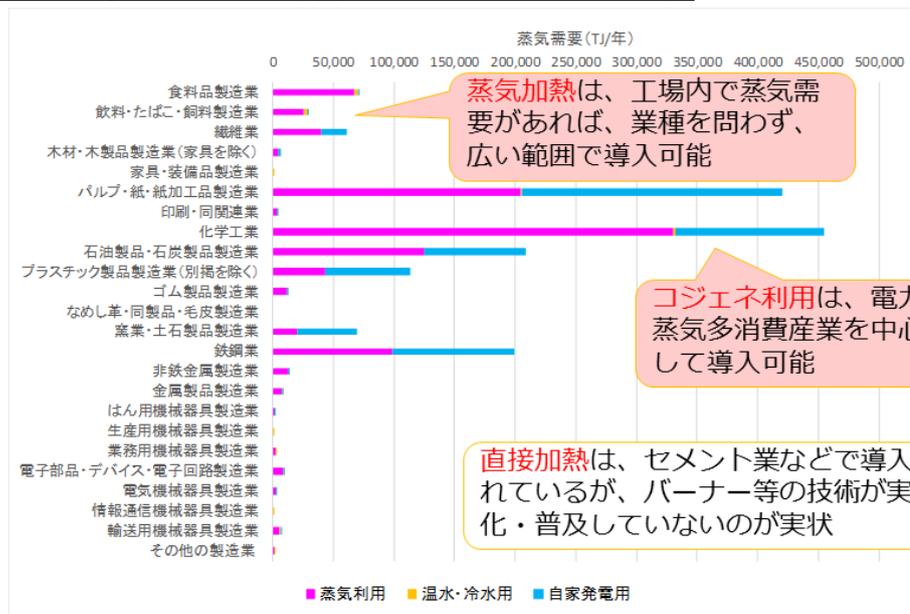
JWBA Proprietary

7

産業用等熱利用への木質バイオマスの導入可能性



■産業用等熱利用への木質バイオマスの導入可能性



出典：資源エネルギー庁「エネルギー消費統計（2016年度）」をもとに作成

JWBA Proprietary

8

1. 産業部門における木質バイオマス熱利用の実態と可能性

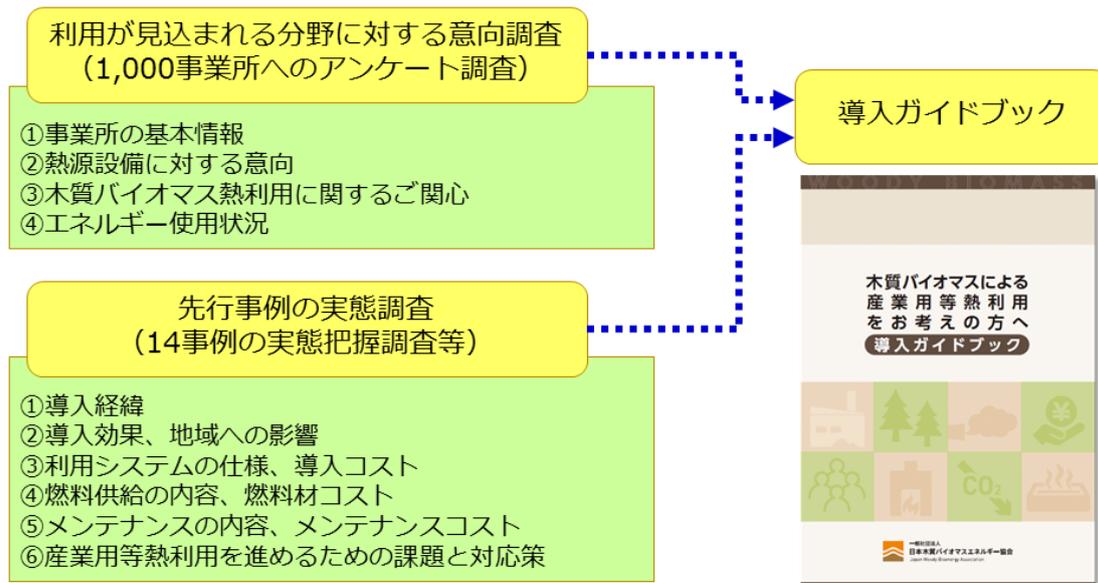
- ・木質バイオマス熱利用の必要性
- ・産業用等熱利用への木質バイオマスの導入のメリット
- ・産業用等熱利用への木質バイオマスの導入実態
- ・産業用等熱利用への木質バイオマスの導入可能性
- ・産業用等熱利用実態調査の結果概要
 - ・産業用等熱利用実態調査の全体像
 - ・意向調査の結果概要
 - ・先行事例の実態調査の結果概要

2. 木質バイオマス熱利用の導入のポイント

3. 産業部門における木質バイオマス熱利用の普及に向けて

産業用等熱利用実態調査の全体像

木質バイオマスによる産業用等熱利用の導入促進を目的として、アンケート調査と現地調査等により実態を把握し、その成果をガイドブックとしてとりまとめた。



意向調査の結果概要 (1/4)



■ 調査概要

- 「木材・木製品製造業」を除く製造業のエネルギー指定管理工場のうち、1,000事業所を選定し、「木質バイオマス熱利用の意向に関するアンケート」を送付
- 送付先は、製造業の中分類のうち、業種の類似性やエネルギー消費量の内訳等を加味して業種を統合して8調査分類を設定し、各分類ごとに事業所を選定

調査分類	産業中分類	事業所数 (母数)	アンケート 送付数
1. 食品飲料製造業	食料品製造業、飲料たばこ飼料製造業	1,615	200
2. 繊維工業	繊維工業	281	100
3. パルプ・紙・紙加工 品製造業	パルプ・紙・紙加工品製造業	395	100
4. 化学工業	化学工業、石油製品・石炭製品製造業	1,289	200
5. プラスチック・ゴム 製品製造業	プラスチック製品製造業、ゴム製品製造業	834	100
6. 窯業・土石製品製造業	窯業・土石製品製造業	511	100
7. 鉄鋼・非鉄・金属製 品製造業	鉄鋼業、非鉄金属製造業、金属製品製造業	1,242	100
8. 機械・その他製造業	汎用機械器具製造業、家具・装備品製造業、印刷・同関連業、なめし革・同製品・毛皮製造業、生産機械器具製造業、業務用機械器具製造業、電子部品デバイス電子回路製造、電気機械器具製造業、情報通信機械器具製造業、輸送用機械器具製造業、その他の製造業	2,731	100

JWBA Proprietary

11

意向調査の結果概要 (2/4)

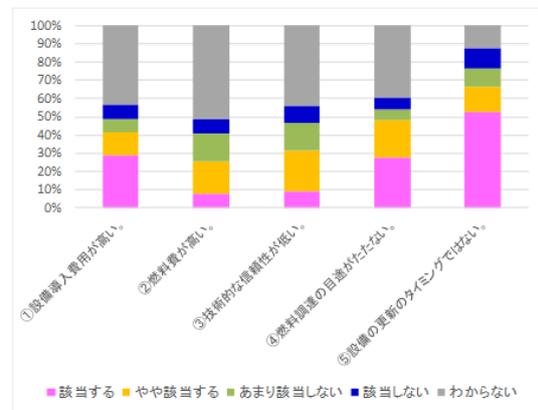
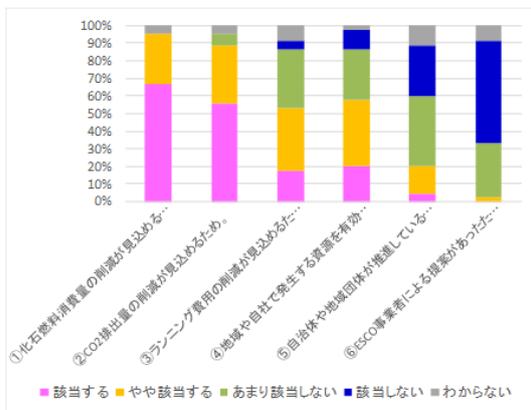


■ 木質バイオマス熱利用に関心をもった理由、関心がない理由

- 「木質バイオマス熱利用を導入した／関心を持った理由」としては、「①化石燃料消費量の削減が見込めるため」「②CO2排出量の削減が見込めるため」が比較的多い
- 「関心があっても導入に至っていない／関心がない理由」としては、「⑤設備の更新のタイミングではない」「④燃料調達の見込みがたたない」「①設備導入費用が高い」が比較的多い

木質バイオマス熱利用を導入した／関心を持った理由

関心があっても導入に至っていない／関心がない理由



JWBA Proprietary

12

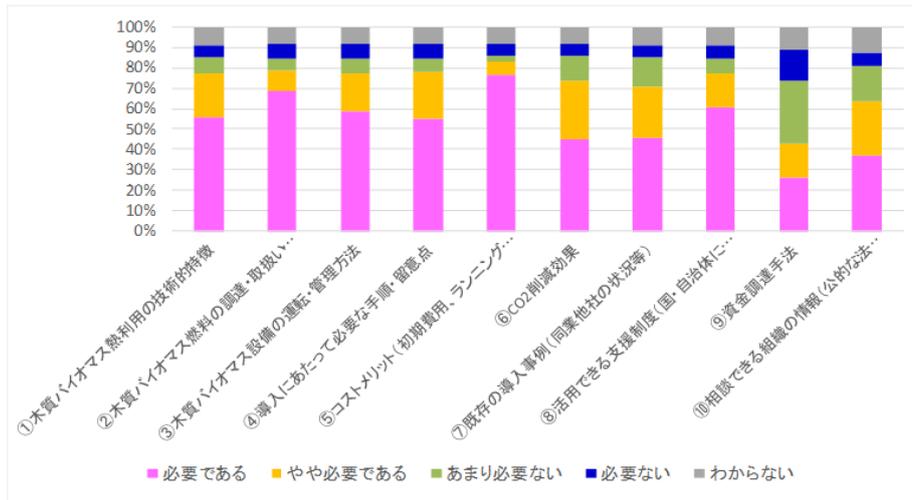
意向調査の結果概要 (3/4)



■木質バイオマス熱利用の導入を検討する場合に必要な情報

- 「⑤コストメリット（初期費用、ランニング費用等）」 「②木質バイオマス燃料の調達・取扱い方法」が比較的多い

木質バイオマス熱利用の導入を検討する場合に必要な情報



JWBA Proprietary

13

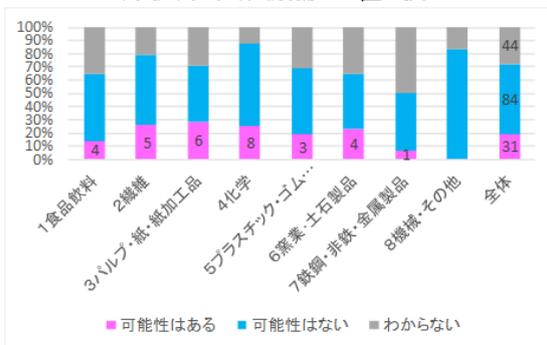
意向調査の結果概要 (4/4)



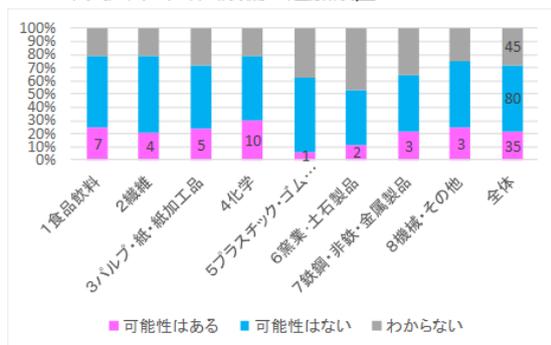
■木質バイオマスの利用可能性

- 木質バイオマス熱利用の導入可能性は、全体的に低いものの、全ての調査分類で、「可能性はある」とした事業所がみられた
- 「可能性はある」とした事業所の稼働時間は大半が24時間
- 事業所のエネルギー消費量大きいほど、「可能性はある」の割合が高い傾向

(既存の熱源設備から)
木質バイオマス設備への置き換え



(既存の熱源設備に加えて)
木質バイオマス設備の追加設置



JWBA Proprietary

14

先行事例の実態調査の結果概要 (1/4)



■ 調査対象

- プロセス熱として多くの蒸気を利用する製造業を中心とし、食品、製紙、化学、繊維など幅広い業種から、14事業所を選定

業種	事業所名	所在地	主な製品
食品	1.井村屋本社工場	三重県津市	肉まん、あんまん
	2.サーフビバレッジ山梨工場	山梨県塩山市	ミネラルウォーター
	3.太子食品工業十和田工場	青森県十和田市	豆腐、油揚げ
	4.カルビーポテト帯広工場	北海道帯広市	じゃがいもの菓子
	5.白松 浜御塩工房竹敷	長崎県対馬市	塩
	6.兼平製麺本社工場	岩手県盛岡市	麺類
製紙	7.大王製紙可児工場	岐阜県可児市	家庭紙、各種用紙、特殊紙
	7.大王製紙可児工場川辺製造部	岐阜県川辺町	塗工紙
化学	8.DIC北陸工場	石川県白山市	合成樹脂
セメント	9.住友大阪セメント栃木工場	栃木県佐野市	各種セメント
医薬品	10.ニプロファーマ大館工場	秋田県大館市	注射剤
繊維	11.セーレン勝山工場	福井県勝山市	衣料品
クリーニング	12.マルセンクリーニング	北海道釧路市	リネン、クリーニング品
機械	13.リコー環境事業開発センター	静岡県御殿場市	複写機等のリース・リサイクル
	14.コマツ栗津工場	石川県小松市	建設機械

JWBA Proprietary

15

先行事例の実態調査の結果概要 (2/4)



■ 工場の蒸気需要とバイオマスボイラーの容量等

- 工場の蒸気需要は概ね1~13t/h程度であり、それに対してバイオマスボイラーにより全部または一部を賄っている
- 24時間工場が多く、バイオマスボイラーの稼働時間も24時間が多い

業種	事業所名	工場の蒸気需要	バイオマスボイラー容量	バイオマスボイラー稼働時間
食品	1.井村屋本社工場	平均7.5t/h程度	7.5 t/h	24時間
	2.サーフビバレッジ山梨工場	2.5~3.5t/h程度	3 t/h	24時間
	3.太子食品工業十和田工場	10~13t/h程度	4 t/h	24時間
	4.カルビーポテト帯広工場	10~12t/h程度	6 t/h	24時間
	5.白松 浜御塩工房竹敷	1t/h程度	1 t/h	24時間
	6.兼平製麺本社工場	2~3t/h程度	5.8 t/h	24時間
製紙	7.大王製紙可児工場	430~460t/h程度	117.5 t/h	24時間
	7.大王製紙可児工場川辺製造部	7~11t/h程度	16.5 t/h	24時間
化学	8.DIC北陸工場	平均5.5t/h程度	2.5 t/h	24時間
セメント	9.住友大阪セメント栃木工場	-	-(直接燃焼)	(24時間)
医薬品	10.ニプロファーマ大館工場	8~13t/h程度	11 t/h	24時間
繊維	11.セーレン勝山工場	5~10t/h程度	10 t/h	24時間
クリーニング	12.マルセンクリーニング	約7t/h程度	6 t/h	約11時間/日
機械	13.リコー環境事業開発センター	-	700kW(温水)	約9時間/日
	14.コマツ栗津工場	(不明)	3,200kW	(不明)

JWBA Proprietary

16

先行事例の実態調査の結果概要 (3/4)



■ 熱利用の用途

- 様々な蒸気加熱の用途に対して、バイオマスボイラーによる蒸気を利用
- ある程度の蒸気需要があれば、蒸気の利用方法に関わらず、**どのような業種でも適用可能**



JWBA Proprietary

17

先行事例の実態調査の結果概要 (4/4)



■ 導入効果

- 事業所のCO₂排出量の削減や燃料代の削減に大きな効果がみられる。
- 地域への貢献 (4、5、10) や、燃料の多様化によるリスク低減 (8、10) の効果もみられる。

業種	事業所名	CO ₂ 排出量の削減	化石燃料の削減	燃料代等の節減額
食品	1.井村屋本社工場	約3,200t/年	削減率約53%	約1億円/年
	2.サーフビバレッジ山梨工場	約4,000t/年	削減率約99%	(不明)
	3.太子食品工業十和田工場	約5,700t/年	削減率約40%	約1億円/年
	4.カルビーポテト帯広工場	約8,000t/年	(不明)	約1億円/年
	5.白松 浜御塩工房竹敷	(不明)	削減率約20~30%	約300~700万円/年
	6.兼平製麺本社工場	約2,100t/年	(不明)	(不明)
製紙	7.大王製紙可児工場	約124千t/年	(不明)	(不明)
	7.大王製紙可児工場川辺製造部	約12千t/年	(不明)	(不明)
化学	8.DIC北陸工場	約2,030t/年	削減率約13%	約3,100万円/年
セメント	9.住友大阪セメント栃木工場	(不明)	(不明)	(不明)
医薬品	10.ニプロファーマ大館工場	(不明)	削減率約20%	(不明)
繊維	11.セーレン勝山工場	約8,400t/年	削減率約100%	約1.4億円/年
クリーニング	12.マルセンクリーニング	約3,400t/年	削減率約78%	約4,500万円/年
機械	13.リコー環境事業開発センター	約300t/年	削減率約18%	約600万円/年
	14.コマツ栗津工場	約3,000t/年	(不明)	(不明)

JWBA Proprietary

18

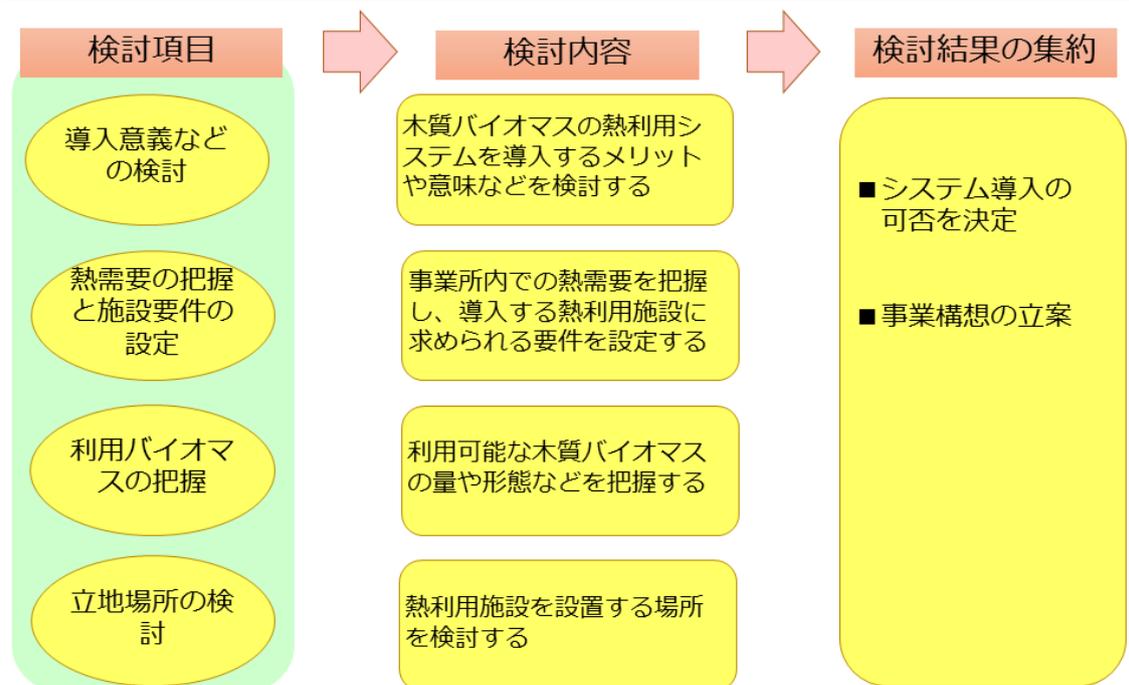
1. 産業部門における木質バイオマス熱利用の実態と可能性

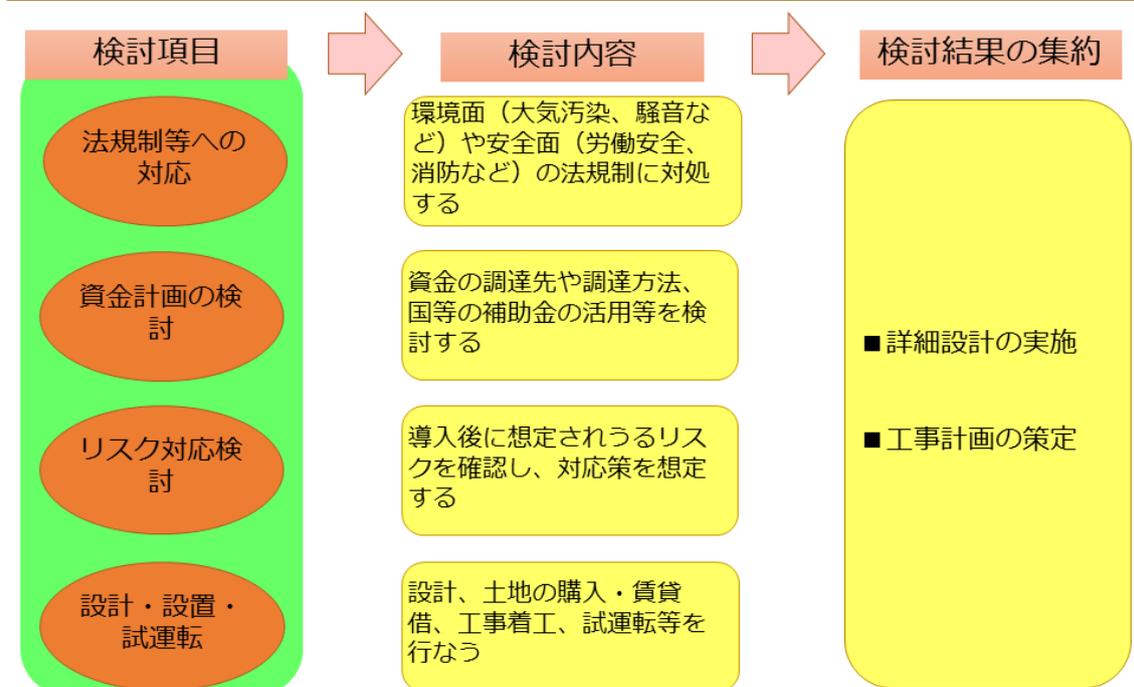
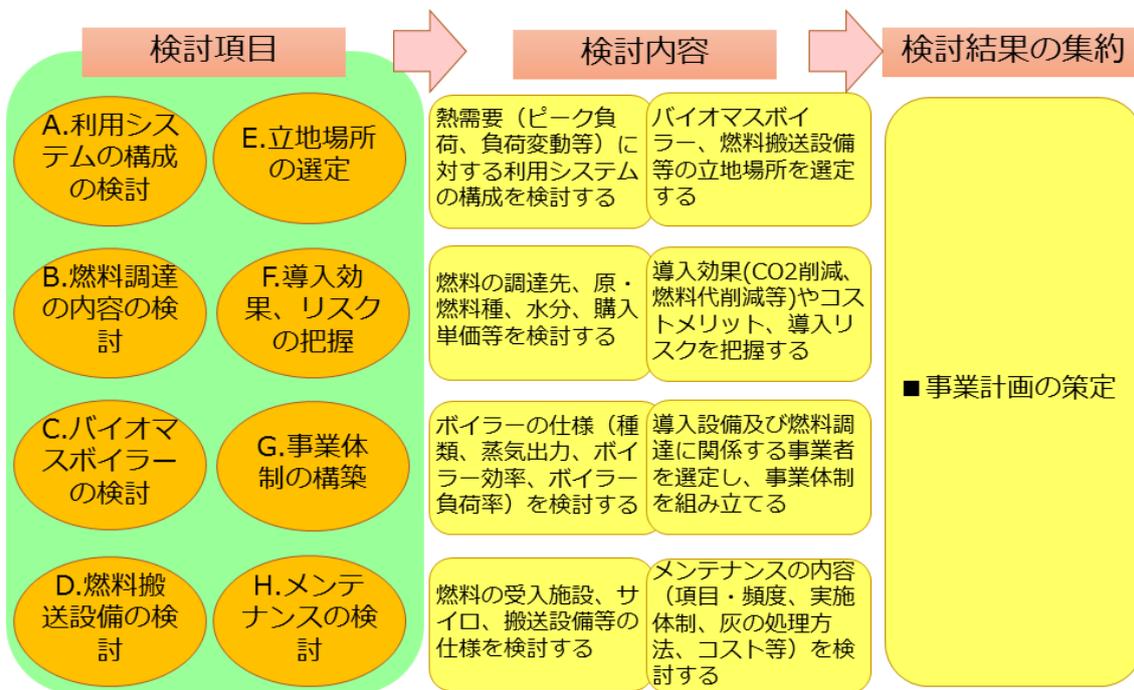
2. 木質バイオマス熱利用の導入のポイント

- ・木質バイオマス熱利用システムの導入プロセス
 - ①システム導入に向けての検討
 - ②システムの検討
 - ③計画の実行
- ・木質バイオマス熱利用の導入のポイント

3. 産業部門における木質バイオマス熱利用の普及に向けて

①システム導入に向けての検討 ②システムの検討 ③計画の実行





1. 産業部門における木質バイオマス熱利用の実態と可能性

2. 木質バイオマス熱利用の導入のポイント

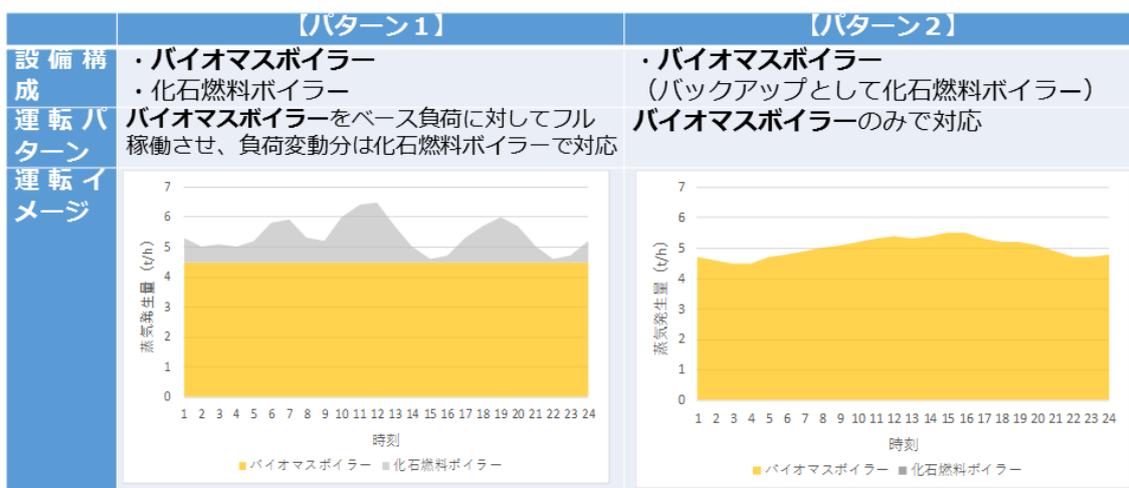
- ・木質バイオマス熱利用システムの導入プロセス
- ・木質バイオマス熱利用の導入のポイント
 - ①熱需要（ピーク負荷、負荷変動等）を考慮した熱利用システムの設計
 - ②コストに見合う木質バイオマス燃料の安定的な調達
 - ③木質バイオマス燃料の特性に応じた有効活用の工夫
 - ④粉じん等の発生抑制
 - ⑤設備のメンテナンス計画の確立と内製化

3. 産業部門における木質バイオマス熱利用の普及に向けて

①熱需要（ピーク負荷、負荷変動等）を考慮した熱利用システムの設計



- ▶ 温水等と異なり蒸気は貯蔵しにくく、化石燃料ボイラーと比べ負荷追従性が低い
ため、**設備構成や運用パターンの最適化がより重要**
- ▶ 製造業では、熱源の停止が生産ラインの停止に直結するため、**トラブルを予防する工夫や、ボイラー停止時の対応も重要**



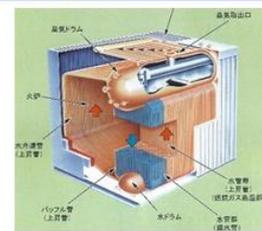
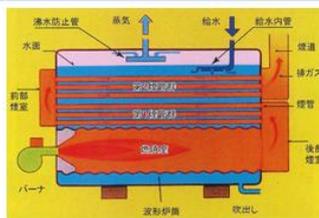
①熱需要（ピーク負荷、負荷変動等）を考慮した熱利用システムの設計



適切な熱利用システムの構築のためには、

➤ ボイラーの種類や機種ごとの特性も踏まえたシステム検討も重要

	貫流ボイラー	煙管ボイラー	水管ボイラー
仕組み	水管のみで構成されており、燃焼ガスにより水管を加熱し、水管内の水を蒸気に変える。	太い円筒形状の胴の中に煙管群を収めたもので、燃焼ガスを煙管内を通過させて、胴内の水を蒸気に変える。	蒸気ドラム、水ドラム及び多数の水管で構成されており、燃焼ガスにより水管を加熱し、水管内の水を蒸気に変える。
蒸気出力	約1t/h程度（廃熱ボイラーとの組み合わせで増量可能）	約1~15t/h程度	約1~300t/h程度
負荷変動に対する一般的な特性	伝熱面積あたりの保有水量が大変小さいため、起動から必要な蒸気の発生までにかかる時間が短い	伝熱面積あたりの保有水量が大きいので、起動から必要な蒸気の発生までにかかる時間は長い、負荷変動に強い	伝熱面積あたりの保有水量が小さいため、起動から必要な蒸気の発生までにかかる時間が比較的短い

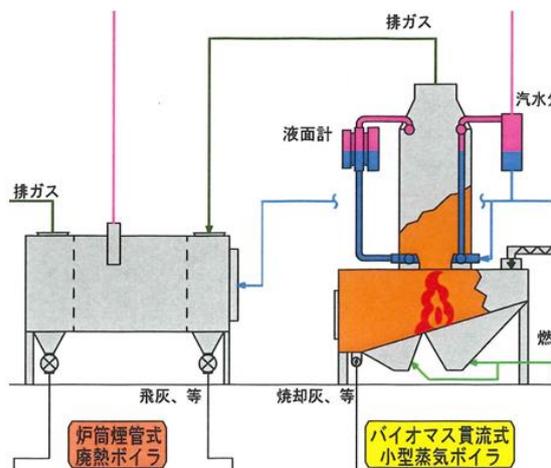


出典：ボイラー図鑑（2019、日本ボイラ協会）

①熱需要（ピーク負荷、負荷変動等）を考慮した熱利用システムの設計



貫流ボイラー（例）

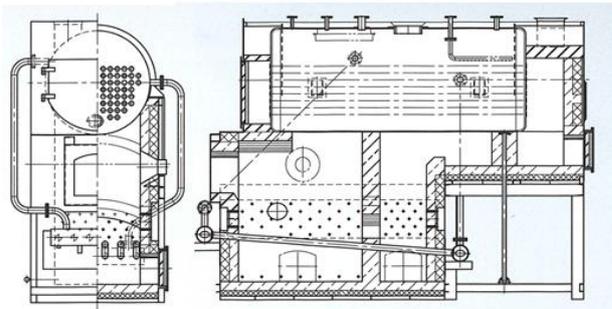


出典：エンバイロテック提供資料

①熱需要（ピーク負荷、負荷変動等）を考慮した熱利用システムの設計



煙管ボイラー（例）



出典：タカハシカンパンフレット



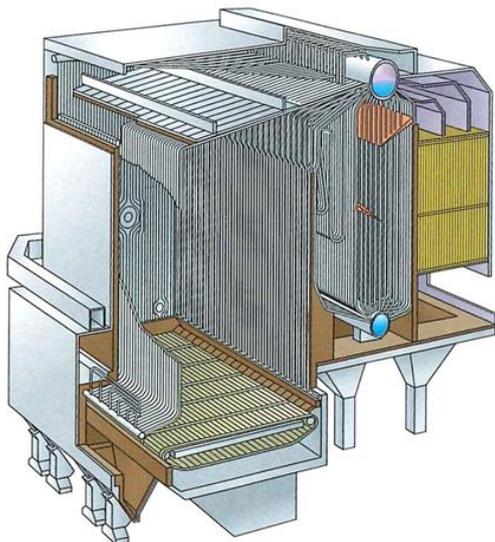
JWBA Proprietary

27

①熱需要（ピーク負荷、負荷変動等）を考慮した熱利用システムの設計



水管ボイラー（例）



出典：タクマパンフレット



JWBA Proprietary

28

①熱需要（ピーク負荷、負荷変動等）を考慮した熱利用システムの設計



適切な熱利用システムの構築のためには、

- 余剰蒸気を蒸気発電機での発電やチップ乾燥に利用したり、温水に変えてタンクにため利用することなどにより、バイオマスボイラーの出力変動を抑えることも検討
- コージェネシステムを導入することで、バイオマスボイラーをフル稼働させながら、発電量で調整を行ない、熱負荷変動に対応することも可能



②コストに見合う木質バイオマス燃料の安定的な調達



産業用熱利用には、燃料の安定的な調達と合わせて、コストメリットが重要

- 産業用で使用されている燃料は、**建築廃材**、**製材端材**、**パーク**等のチップが主体
- **未利用の林地残材**や**剪定枝**、**河川流木**等の活用も有効



②コストに見合う木質バイオマス燃料の安定的な調達



チップ工場におけるバークの利用（例）



JWBA Proprietary

31

②コストに見合う木質バイオマス燃料の安定的な調達



- ▶ 地域で燃料供給ができる事業者や、バイオマス利用や地球温暖化対策を推進している自治体などと連携
- ▶ なるべく長期契約を結ぶとともに、複数の燃料供給会社と取り引きを行なうことが有効

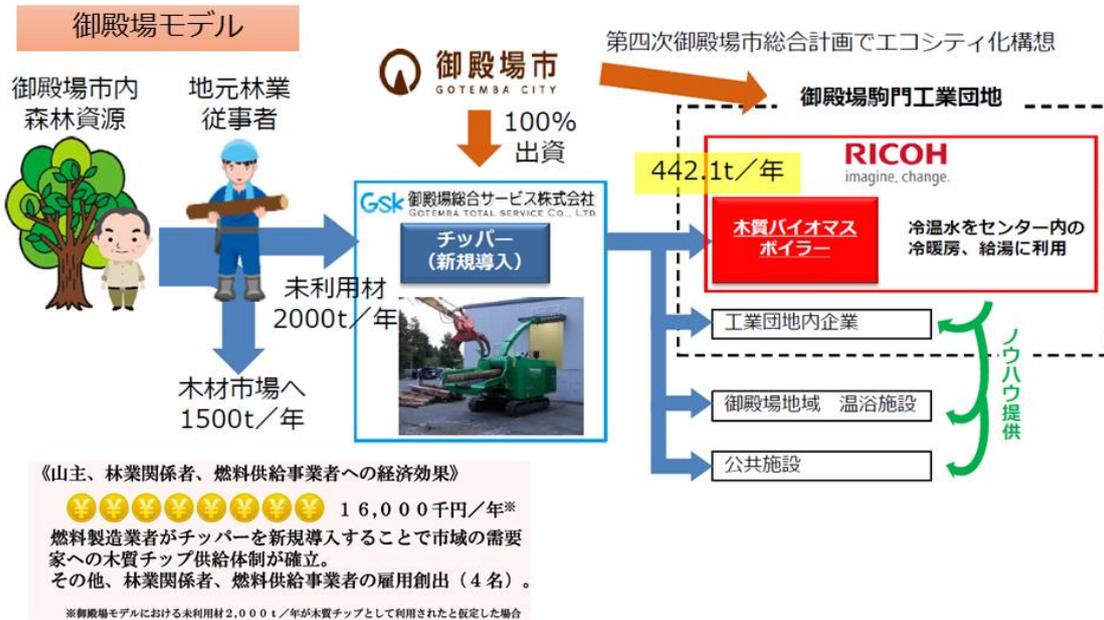
自治体との連携による地域の木質バイオマス利用事例

- ▶ 帯広市、工場、燃料製造会社の3者で協定を結んで連携を図り、市内から発生する河川流木を継続して活用することで、市のバイオマスタウン構想実現及びCO2削減目標達成に貢献。
- ▶ 木質バイオマス利用を推進する大館市、工場、燃料製造会社の3者で協定書を締結し、地域の未利用間伐材等による燃料を安定調達するとともに、チップ化施設の導入に市が補助。
- ▶ 導入検討時から、対馬市がコーディネーターになり、工場、地元の森林組合、製材所等が参加する協議会を立ち上げ、協力関係を築くことで、地域の未利用間伐材による燃料を安定調達。
- ▶ 御殿場市が主導し、地元の山主、林業従事者、市、燃料供給会社（市が100%出資）、熱需要家の協力のもと、燃料供給会社が市内の未利用間伐材による燃料チップを製造し、熱需要家に供給する「御殿場モデル」を構築。

JWBA Proprietary

32

②コストに見合う木質バイオマス燃料の安定的な調達



JWBA Proprietary

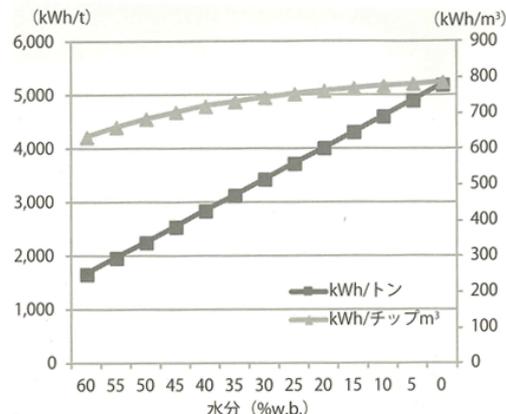
33

③木質バイオマス燃料の特性に応じた有効活用の工夫



低コスト素材ゆえに使用にあたってその特性に応じた工夫が必要

- 未利用の林地残材やパーク、河川流木等
 - 比較的水分が高いものが多く、発熱量やボイラー効率の低下につながる可能性
 - ⇒ボイラー効率を高める工夫や自然乾燥の実施等が必要
- 建築廃材
 - 金属等の異物の混入により、ボイラーや搬送系設備に問題を引き起こすことがある
 - ⇒燃料供給業者との品質確保についての打ち合わせや搬送装置等の工夫が必要



JWBA Proprietary

34

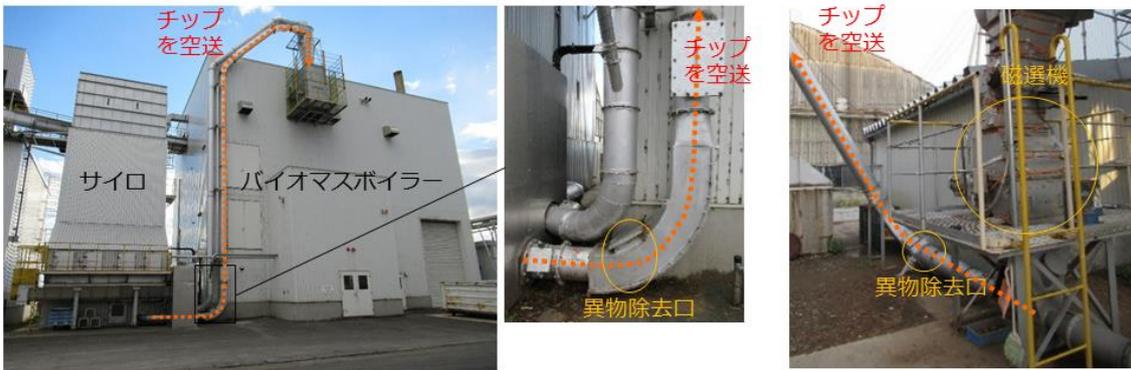
③木質バイオマス燃料の特性に応じた有効活用の工夫



木質バイオマス燃料の特性に応じた有効活用の工夫（例）

設備の工夫

- ボイラーの導入前に、メーカーに燃料の想定条件を具体的に伝え、使用予定の燃料で燃焼実験等を実施し、ボイラーの選定及び設計に反映。
- 搬送系設備を工夫し、燃料チップの詰まりやセンサーの誤作動を防止。磁選機や空気搬送の採用により金属等の異物の混入を防止。
- ボイラーの制御系やファンを改造し、水分が高く燃焼が不安定なバークチップにも対応。



JWBA Proprietary

35

③木質バイオマス燃料の特性に応じた有効活用の工夫



木質バイオマス燃料の特性に応じた有効活用の工夫（例）

燃料の工夫

- 燃料供給業者との密なコミュニケーション（燃料条件の共有、現地視察等）により、燃料の質・量を確認。
- 水分の異なるチップを混ぜ合わせることで、水分を調整。
- 水分の高い燃料材は、自然乾燥等により水分を低減。

建築廃材



河川流木



燃料製造会社が、建築廃材と河川流木の破碎チップをうまく混ぜ合わせて水分を調整

JWBA Proprietary

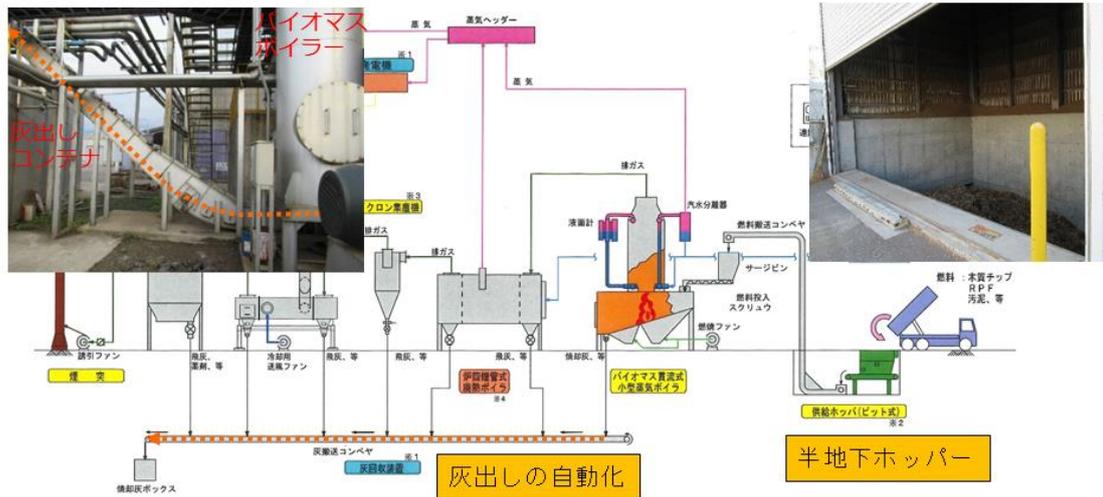
36

④粉じん等の発生抑制



食品や精密機械を扱う事業所では、**木質チップや粉じん、灰などの飛散防止**が不可欠

- バイオマスプラントと工場の立地場所を分ける
- 燃料受入施設を建屋内で半地下ホッパー化、灰出しを自動化



出典：エンバイロテック提供資料をもとに作成

⑤設備のメンテナンス計画の確立と内製化



運用コストを低減するためには、予め**適切なメンテナンス計画を立て**、突発的な設備の停止を予防するとともに、実際の**メンテナンスを可能な範囲で内製化**することが重要

- 設備導入にあたり早い段階で**運用方針を決定**
- メンテナンスの**マニュアル化**や**リスト化**
- 定期的に交換が必要なものは**予備品をストック**

メンテナンス内容 (例)



1. 産業部門における木質バイオマス熱利用の実態と可能性
2. 木質バイオマス熱利用の導入のポイント
- 3. 産業部門における木質バイオマス熱利用の普及に向けて**
 - (1) 木質バイオマス熱利用の導入事業者による事例報告
 - (2) 今後の普及に向けたパネルディスカッション

産業部門における木質バイオマス熱利用の普及に向けて



(進行) 公益財団法人自然エネルギー財団 上級研究員 相川 高信 氏

(登壇者)

NPO法人バイオマス産業社会ネットワーク 理事長 泊 みゆき 氏
カルビーポテト株式会社 帯広工場 保全課長 石田 昌一 氏
株式会社白松 代表取締役 白木 桂介 氏

(1) 木質バイオマス熱利用の導入事業者による事例報告

①製菓工場における取り組み事例 (カルビーポテト(株)帯広工場)
カルビーポテト株式会社 帯広工場 保全課長 石田 昌一 氏

②製塩工場における取り組み事例 (株)白松 浜御塩工房竹敷)
株式会社白松 代表取締役 白木 桂介 氏

(2) 今後の普及に向けたパネルディスカッション

産業用等熱利用実態調査

平成 31 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、平成 30 年度林野庁補助事業「地域内エコシステム」サポート事業(産業用等熱利用実態調査支援)により作成しました。