

木質バイオマス熱利用の導入事例集

林野庁の「木質バイオマスエネルギー利用動向調査」によると、木材関連産業以外の製造業への導入件数は160基と少ないものの、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って導入事例があります。

そのなかで、平成30年度林野庁補助事業「産業用等熱利用実態調査」において、多様な業種を網羅すべく現地調査等を行い、導入事例集としてとりまとめました。



業種		事業所名	所在地	導入年	ボイラー容量	ボイラー種※	主な製品	ページ
食品	1	井村屋 本社工場	三重県津市	2015 年	7.5t/h (廃熱ボイラー含む)	貫流	肉まん、あんまん	17
	2	サーフビバレッジ 山梨工場	山梨県甲州市	2007 年 2010 年	3 t/h	煙管	ミネラルウォーター	19
	3	太子食品工業 十和田工場	青森県十和田市	2009 年	4t/h	煙管	豆腐、油揚げ	21
	4	カルビーポテト 帯広工場	北海道帯広市	2011 年	6t/h	水管	じゃがいもの菓子	23
	5	白松 浜御塩工房竹敷	長崎県対馬市	2011 年	1t/h	貫流	塩	25
	6	兼平製麺 本社工場	岩手県盛岡市	2007 年 2011 年	5.8t/h	炉筒煙管	麺類	27
製紙	7	大王製紙 可児工場	岐阜県可児市	2004 年	117.5 t/h	水管	家庭紙、各種用紙、 特殊紙	29
		大王製紙 可児工場 川辺製造部	岐阜県川辺町	2009 年	16.5t/h	水管	塗工紙	
化学	8	DIC 北陸工場	石川県白山市	2018 年	2.5t/h	水管	合成樹脂	31
	9	ニプロファーマ 大館工場	秋田県大館市	2014 年	11t/h (廃熱ボイラー含む)	貫流	注射剤	33
繊維	10	セーレン 勝山工場	福井県勝山市	2016 年	10t/h	煙管	衣料品	35
クリーニング	11	マルセン クリーニング	北海道釧路市	2007 年	6 t/h	煙管	リネン、クリーニング品	37
機械	12	リコー 環境事業開発センター	静岡県御殿場市	2016 年	700 kW (温水)	煙管	複写機等の リユース・リサイクル	39
	13	コマツ 粟津工場	石川県小松市	2015 年	3,200kW	(不明)	建設機械	41
セメント	14	住友大阪セメント 栃木工場	栃木県佐野市	2005 年	— (直接加熱)	—	各種セメント	43

注) 事業所の 1～11、14 については、平成30年度林野庁補助事業「産業用等熱利用実態調査」において現地調査を行なった結果をもとに作成し、12～13 については、事業者のご理解を頂き、主として公表資料をもとに作成しました。

※ ボイラー種による特徴については、8 ページに記載しています。

なお、以下、事例集において、「バイオマスボイラー」は、木質バイオマスによるボイラーのことを言います。

食品工場における蒸気利用事例

POINT

- バイオマスボイラーによる CO₂ 削減量を Jクレジット制度を通じて、地域のイベントに無償で寄付することで地域貢献。
- 当初は燃料搬送系のトラブルが多かったが、搬送装置の途中に磁選機を設置したことで安定した運用を実現。

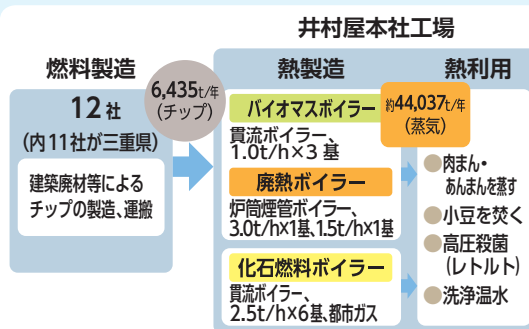
1 導入経緯・目的

井村屋は、「エコロジカルはエコノミカル」というキャッチフレーズのもとで、ライフサイクル全体の環境負荷低減 (CO₂ 削減) とコスト低減を両立させることを目指しており、生産工程では従来から省エネの取り組みを進めてきた。本社工場でも省エネ化を進めてきたが、2012 年頃から再生可能エネルギーとして木質バイオマスの利用の検討を行い、CO₂ 削減を主な目的としてバイオマスボイラーの導入を決め、2015 年に稼働開始した。

2 取り組み概要

三重県内を中心に 12 社から燃料を調達し、工場敷地内に設置したバイオマスボイラー等で蒸気を製造し、工場へ供給している。

● 工場全景



3 熱の利用方法

本社工場では、主に肉まん・あんまん、アイス、水ようかん、カステラ、豆腐等を製造している。バイオマスボイラーで製造した蒸気は、工場に 24 時間供給されており、主に肉まん・あんまんを蒸す工程や小豆を焚く工程に利用されるほか、高圧殺菌 (レトルト)、洗浄温水等にも利用されている。工場全体での蒸気需要は、平均で 7.5t/h 程度であり、深夜から早朝にかけては概ね 4 t/h 程度まで小さくなることもある。



● 製品例



4 バイオマス熱利用システムの仕様

サイロに保管したチップを、ローダーで供給ホッパーに入れ、その後はコンベヤでボイラーまで運搬し、ボイラーで燃焼して、蒸気が製造される。

バイオマスボイラーの仕様は以下の通りである。貫流ボイラー 2 基 (1.0 t/h×2) に廃熱ボイラー 1 基 (3.0 t/h) が連結、貫流ボイラー 1 基 (1.0 t/h) に廃熱ボイラー 1 基 (1.5 t/h) が連結している。通常時は、バイオマスボイラーをベースとして 24 時間フル稼働させ、不足分の蒸気を化石燃料ボイラー (ガス焚貫流ボイラー) で供給している。なお、夜間の低負荷時には、バイオマスボイラーが自動で燃料の供給を調整して対応している。

● バイオマスプラント全景



5 燃料調達

三重県内を中心に12社から、建築廃材等による破碎チップを年間約6千トン、調達している。ほとんどは建築廃材であり、1社のみ間伐材由来も混合しているが、割合は少ない。木質チップ納入仕様により、寸法、含水率、原料の種類等を定めてチップ納入先に示している。また、燃焼温度は水分によって大きく変わるため、チップを野積み保管にしないようにチップ製造者に依頼している。

● 燃料調達の状況

原料の種類	建築廃材等
燃料の種類	破碎チップ
燃料の製造・運搬主体	12社(三重県11社、愛知県1社)
水分率 WB	20～30%程度
燃料使用量	6,435 t/年(2017年実績)

● チップ



6 メンテナンス内容・体制

定期的なメンテナンスの内容としては、年1回(1週間程度)の法定検査、週1回(工場停止日(日曜)に半日程度)の炉内清掃がある。また、トラブルの都度不具合を修繕している。補修は自社でも実施するが、メーカーや業者に頼むこともある(年間メンテナンス費用1千万円程度(灰処理費含む、人件費除く))。

7 導入の成果と課題

導入効果は、導入前後で、年間約150万Nm³の都市ガス使用量の削減(削減率約53%)、約3,200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年間1億円程度の節減となっている。なお、その後生産量が増加したことによって、CO₂排出量自体は導入前の水準まで戻っているため、2019年にバイオマスボイラーを増設する予定である。また、バイオマスボイラーによるCO₂削減量はJクレジット制度(省エネルギー機器の導入や森林経営などによるCO₂等の排出削減量や吸収量を「クレジット」として国が認証する制度)に登録されており、カーボンオフセットに取り組む三重県のイベントに無償寄付することで地域貢献につながっている。



● バイオマスボイラー

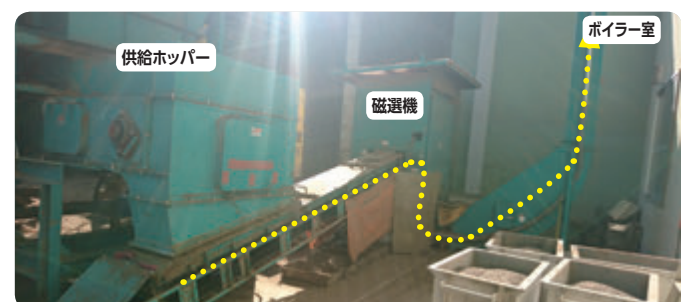


● バイオマスボイラーの仕様

製造メーカー	エンパイロテック
種類	貫流ボイラー
定格蒸発量・基数	貫流ボイラー 1.0t/h × 3基 廃熱ボイラー 3.0t/h × 1基 1.5t/h × 1基
導入費	約4億6440万円 (経済産業省「エネルギー使用合理化等事業者支援」により、建屋を除く経費の1/3補助)

なお、導入当初は燃料搬送装置のトラブルが多かったが、搬送装置の途中に金属類を取り除くための磁選機を設置することで、安定した運用を実現した。

● 供給ホッパーとボイラー室の間に設置された磁選機



飲料水製造工場における蒸気利用事例

POINT

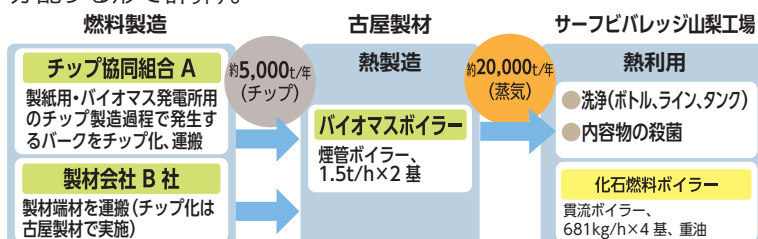
- 燃料の調達やボイラーの導入は隣接する製材会社が行い、サーフビバレッジへ蒸気を供給。
- チップ製造工場で発生するバークを利用することで、燃料を安価に調達。
- 水分の高いバークをうまく燃焼させるため、制御系やファンを独自に改造。

1 導入経緯・目的

サーフビバレッジ山梨工場では、従来は重油ボイラーで工場内の蒸気需要を賄っており、燃料代が課題となっていた。そのような中で、工場に隣接する製材会社と協力して検討を行ない、化石燃料削減による燃料代の削減を目的として、バイオマスボイラーの導入を決め、2007年に1号機が稼働開始した。また、生産量の増加にともなって2010年に2号機が稼働開始した。

2 取り組み概要

工場に隣接する製材会社が、山梨県内のチップ製造工場等から燃料を調達し、その製材会社の敷地内に設置したバイオマスボイラーで蒸気を製造し、工場へ熱供給を行なっている。蒸気料金は、製品の生産量をもとに精算している(導入前の製品1ケースあたり重油使用量のデータを元に、バイオマス利用による重油代替の利益を分配する形で計算)。



3 熱の利用方法

山梨工場では、主にミネラルウォーターの製造を行なっている。ボイラーで製造した蒸気は、洗浄(ボトル、ライン、タンク)や内容物の殺菌のために24時間供給されている。工場全体での蒸気需要は、概ね昼間は3~3.5t/h、夜間は2.5t/h程度となっている。

● 熱利用設備



● 製品例



4 バイオマス熱利用システムの仕様

チップ受入部で受け入れ・保管したチップを、フォークリフトでチップ投入口まで運搬、さらにコンベヤ搬送でボイラーまで運搬し、ボイラーで燃焼して、蒸気が製造される。

● バイオマスプラント



システムの設計にあたっては以下のような工夫を行なっている。

- 水分の高いバークをうまく燃焼させるため、ボイラーの制御システムを改造し、蒸気圧力に応じて燃料の供給量を比例制御する方式に改良。また、ファンを改造し、誘引、押込量を増加して安定的な燃焼を実現。
- 1号機の導入経験を活かして、2号機では燃料投入装置や制御盤を自前で導入し、コスト削減。
- バイオマスボイラーの排ガスを利用したチップ乾燥機を導入し、チップの凍結を防止。
- バイオマスプラントの建屋は既存の建屋を改築して利用。

5 燃料調達

山梨県内の製紙用・バイオマス発電所用のチップ製造工場が発生するバーク(原料:未利用間伐材等)や製材所の製材端材等を、年間約5,000トン調達している。

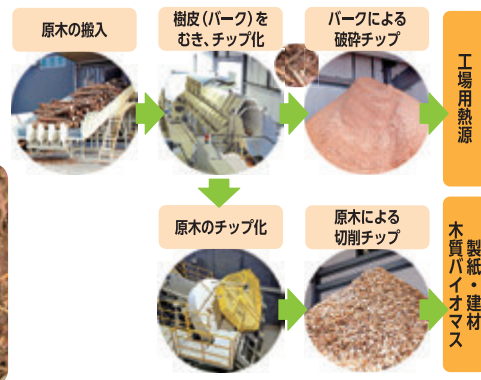
● 燃料調達の状況

原料の種類	バーク約90%、製材端材約2~3%、原木等
燃料の種類	破碎チップ
燃料の製造・運搬主体	チップ製造協同組合、製材会社(工場から約10km)
水分率 WB	不明
燃料使用量	約5,000t/年

● バークチップ



● チップ製造工場の全体フロー



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

6 メンテナンス内容・体制

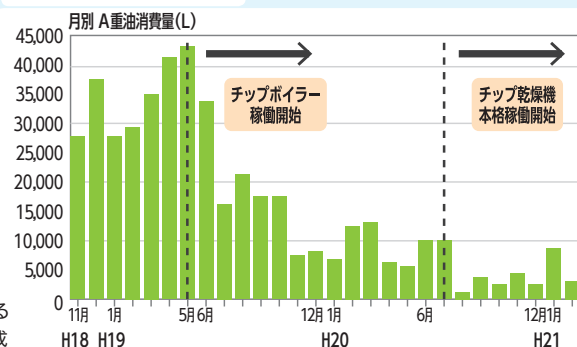
定期的なメンテナンスの内容としては、年1回(3~4日程度)の法定検査、月1回の清掃、点検がある。また、適宜、消耗部品の交換や灰出しなどを行なっている(年間メンテナンス費用約200万円程度(人件費除く))。法定検査は、生産ラインのメンテナンスのタイミング等に合わせて行なっている。運用による知見の集積により、現在では基本的に自社で対応可能となっている。

7 導入の成果と課題

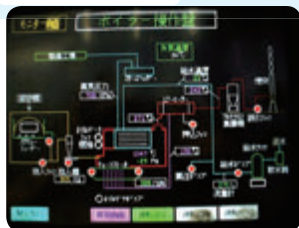
導入効果は、重油使用量の削減率99%、年間約4,000トン(1号機のみ)のCO₂排出量の削減の効果があつた。一方で、課題として、バイオマスボイラーが一度停止すると、立ち上げに時間がかかることが挙げられるが、工場側とコミュニケーションを密にとることで、生産ラインへの影響を防いでいる。

出典:「地域バイオマス熱利用フィールドテスト事業、多形状木質バイオマスによる飲料製造プラントへの熱供給事業 成果報告書」(平成21年5月、NEDO)をもとに作成

● 導入効果:重油削減



● 制御システム



● チップ乾燥機



バイオマスボイラーの仕様は以下の通りである。通常時は、バイオマスボイラーを工場側の蒸気圧力に応じた燃料供給量制御で稼働させており、負荷変動にも対応できている。バックアップとして化石燃料ボイラー(重油貫流ボイラー)もあるが、ほとんど稼働することはない。

● バイオマスボイラーの仕様

製造メーカー	タカハシキカン
種類	煙管ボイラー
定格蒸気量・基数	1.5t/h×2基(並列設置)
システム導入費	1号機:約1.2億円(NEDO「地域バイオマス熱利用フィールドテスト事業」により半額補助) 2号機:約7千万円(農林水産省「フィールドテスト事業」により半額補助)

● バイオマスボイラー



食品工場における蒸気利用事例

POINT

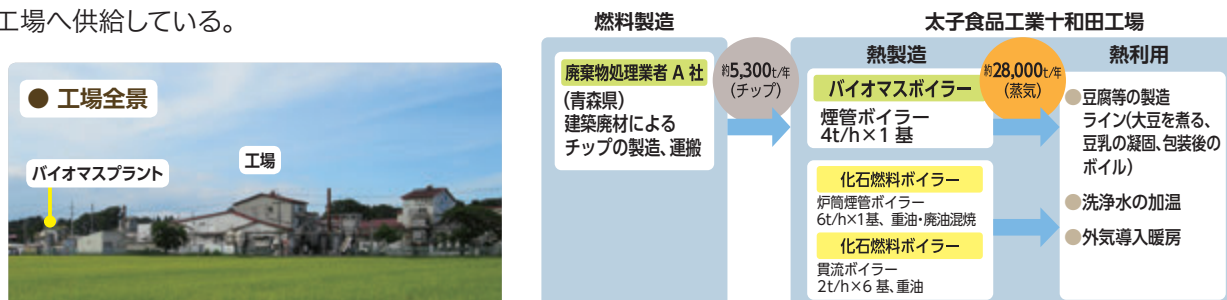
- ボイラーが屋外設置になり、補機類や配管が凍結することがあったため、保温材やヒーターを設置するなどで対応。
- ボイラーの燃焼方法に関するマニュアルを作成し、高効率な燃焼を実現。

1 導入経緯・目的

太子食品工業十和田工場では、当時、原油高が顕著であり、原油使用量の削減が課題となっていた。そのため、バイオマス熱利用について自社で情報収集を行い、当時の重油使用量をもとに削減効果を検討した上で、原油使用量の削減を目的として、バイオマスボイラーの導入を決め、2009年に稼働開始した。

2 取り組み概要

青森県内の廃棄物処理業者から燃料を調達し工場敷地内に設置したバイオマスボイラー等で蒸気を製造し、工場へ供給している。



3 熱の利用方法

十和田工場では、豆腐や油揚げ製品の製造を行なっている。ボイラーで製造した蒸気は、工場に24時間供給されており、豆腐等の製造ラインで、大豆を煮る、豆乳の凝固、包装後のボイル等の工程で利用されるほか、洗浄水の加温等にも利用されている。工場全体の蒸気需要は、概ね10～13t/h程度となっている。

● 熱利用イメージ



4 バイオマス熱利用システムの仕様

チップ受入部で受け入れたチップを、空気搬送でサイロまで運搬、さらにコンベヤでボイラーまで運搬し、ボイラーで燃焼して、蒸気が製造される。

● バイオマスプラント全景



システムの設計にあたっては以下のような工夫を行なっている。

- チップ受入部を半地下化し、木質チップや粉じんの飛散を防止
- チップ搬送ルートの一部に空気搬送を採用し、建築廃材チップ中に混入する金属類などの異物を除去
- 灰出しは、自動的に行なわれるため、作業員が灰に触れることはない

● チップ受入部



● 空気搬送部



5 燃料調達

青森県内の廃棄物処理業者1社から、建築廃材による破碎チップを年間約5,300トン、調達している。廃棄物処理業者と次週のスケジュールを共有することで、燃料の安定供給を実現できている。

● 燃料調達の状況

原料の種類	建築廃材
燃料の種類	破碎チップ
燃料の製造・運搬主体	廃棄物処理業者1社(工場から約30km)
水分率 WB	約30%
燃料使用量	約5,300t/年、平均16t/日(2017年度実績)

● チップ



6 メンテナンス内容・体制

定期的なメンテナンスの内容としては、年1回(1週間程度)の法定検査、年3回(4~5日)の煙管清掃がある。また、日常的なオイル交換のほか、不定期でのストーカーや燃料供給コンベヤの交換等を行なっている(年間メンテナンス費用700万円程度(人件費除く))。

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。

7 導入の成果と課題

導入効果は、年間で約1,970kLの重油使用量の削減(削減率約40%)、約5,700トンのCO₂排出量の削減の効果が、燃料代等にかかる費用は年間1億円程度の節減となっている。一方、燃料搬送装置におけるチップの詰まりが課題となっており、燃料供給会社とコミュニケーションをとりながら、品質の改善に取り組んでいる。

バイオマスボイラーの仕様は以下の通りである。通常時は、バイオマスボイラーをベースとして24時間フル稼働させ、ベース負荷が大きくなるときは化石燃料ボイラー(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化石燃料ボイラー(重油貫流ボイラー)で対応している。

なお、消防法の関連でボイラーが屋外設置になり、稼働開始後に補機類や配管が凍結することがあったため、保温材やヒーターを設置するなどして対応した。

● バイオマスボイラーの仕様

製造メーカー	タカハシキカン
種類	煙管ボイラー
定格蒸発量・基数	4t/h × 1基
導入費	約3億3,000万円(補助なし)

● バイオマスボイラー



製菓工場における蒸気利用事例

POINT

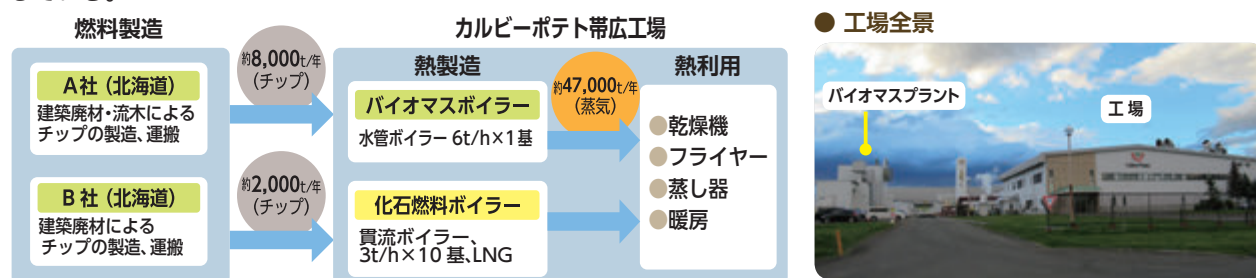
- 帯広市、燃料製造会社と連携し、帯広市内から発生する河川流木を活用することで、市のバイオマスタウン構想実現及びCO₂削減目標達成に貢献。
- 燃料製造会社が建築廃材と河川流木のチップをうまく混ぜ合わせて水分やサイズを調整することで、良質な燃料を調達。

1 導入経緯・目的

カルビーポテト帯広工場では、従来は重油ボイラーで工場内の蒸気需要を賄っており、CO₂排出量がグループ他工場に比べて多くなっていた。また、帯広市では、バイオマスタウン構想やCO₂削減の取り組みを進める中で、十勝川流域の河川流木などの利用先が少なく処理に困っていた。そのため、①帯広工場のCO₂排出量の削減、②帯広市のバイオマスタウン構想実現及びCO₂削減目標達成への貢献を目的として、バイオマスボイラーの導入を決め、2011年に稼働開始した。

2 取り組み概要

北海道内の2社から燃料を調達し、工場敷地内に設置したバイオマスボイラー等で蒸気を製造し、工場へ供給している。



3 熱の利用方法

帯広工場では、じゃがりこやJagabeeのほか、ぽてコタンなどオリジナル商品の製造を行なっている。ボイラーで製造した蒸気は、じゃがいもを蒸す、乾燥させる、油で揚げなどの工程に24時間供給されている。工場全体での蒸気需要は、概ね10～12t/h程度となっている。

● 熱利用イメージ

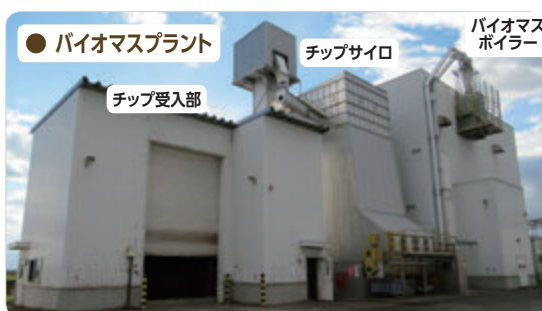


● 製品例



4 バイオマス熱利用システムの仕様

チップ受入部で受け入れたチップを、コンベヤでサイロまで運搬、さらに空気搬送でボイラーまで運搬し、ボイラーで燃焼して、蒸気が製造される。



システムの設計にあたっては以下のような工夫を行なっている。

- チップ受入部を半地下化し、木質チップや粉じんの飛散を防止
- チップ搬送ルートの一部に空気搬送を採用し、建築廃材チップ中に混入する金属類などの異物を除去
- サイロの断熱保温を強化するとともに、ボイラー室内の熱をサイロに送り、チップの凍結を防止

● チップ受入部



5 燃料調達

北海道内の2社から、建築廃材及び河川流木による破碎チップを年間約1万トン、調達している。帯広市、燃料製造会社と3者で協定を結び、帯広市内から発生する河川流木を継続して活用している。建築廃材と河川流木の破碎チップの混合は燃料製造会社で行なっており、燃料製造会社とコミュニケーションを密にとりながら、うまく混ぜ合わせて水分やサイズを調整することで、良質な燃料を調達できている。

● 燃料調達の状況

原料の種類	建築廃材(8割強)、河川流木(2割弱)
燃料の種類	破碎チップ
燃料の製造・運搬主体	2社(工場から約10km及び約150km)
水分率 WB	20%以下
燃料使用量	10,626 t/年、平均32 t/日(2017年度実績)



● チップ

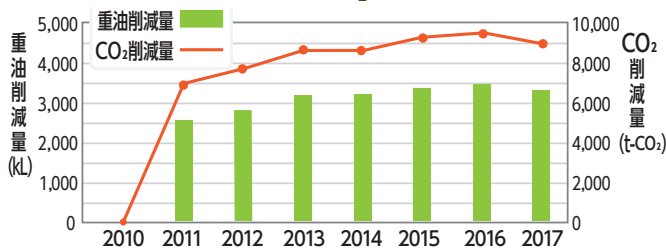
6 メンテナンス内容・体制

定期的なメンテナンスの内容としては、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、点検がある。また、毎日1回の灰出しや、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などを行なっている(年間メンテナンス費用1,200万円程度(人件費除く))。

7 導入の成果と課題

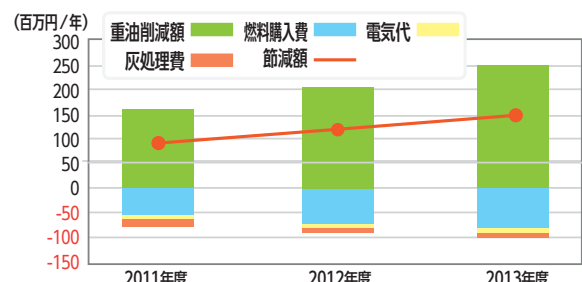
導入効果は、年間で約3,000 kLの重油使用量の削減、約8,000トンのCO₂排出量の削減の効果があり、燃料代等にかかる費用は年間1億円程度の節減となっている。また、帯広市内の河川流木の活用を図ることで、帯広市のバイオスタウン構想実現及びCO₂削減目標達成にも貢献できている。一方、空気搬送部分のメンテナンスに手間がかかることが課題となっている。

● 導入効果：重油削減、CO₂削減



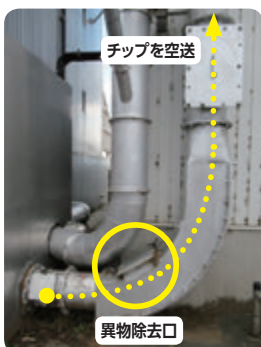
※重油削減量は、バイオマスボイラーによる蒸気送気量をもとにA重油削減量を換算

● 導入効果：燃料代等にかかる年間節減額



※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

● 空気搬送部



バイオマスボイラーの仕様は以下の通りである。通常時は、バイオマスボイラーをベースとして24時間フル稼働させ、不足分の蒸気を化石燃料ボイラー(LNG貫流ボイラー)で供給している。

● バイオマスボイラーの仕様

製造メーカー	よしみね
種類	水管ボイラー
定格蒸気量・基数	6 t/h × 1基
燃料種	木質チップ
システム導入費	約4億8,400万円 (環境省「平成21年度チャレンジ25地域づくり事業」により半額補助)

● バイオマスボイラー



製塩工場における蒸気利用事例

POINT

- 導入検討時から、対馬市、地元の森林組合、製材所等と協力関係を築くことで、地域の未利用材によるチップ燃料を安定的に確保。燃料費の削減、価格の安定性に加えて、地域の森林関係者の雇用と利益を創出。
- メンテナンスは、マニュアル化やメンテナンス項目のリスト化をはかるとともに、予備品をストックすることで、自社や地元の設備業者で対応。

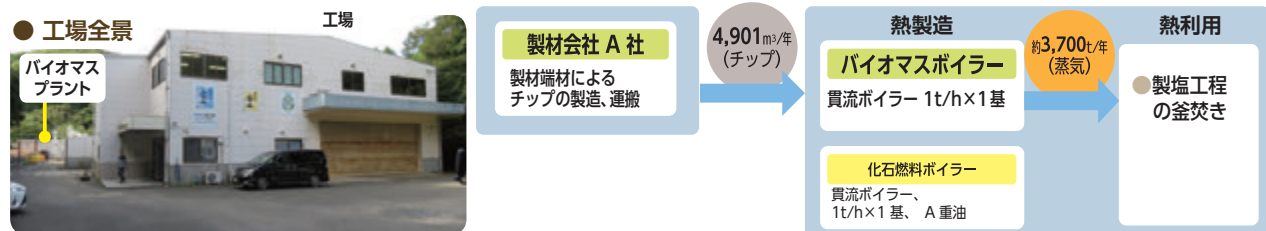
1 導入経緯・目的

白松 浜御塩工房竹敷では、重油価格の上昇に伴って、製塩工程の海水濃縮に逆浸透膜を利用するなど省エネの工夫はしてきたが、さらなる燃料費の削減が求められていたため、対馬市のテクニカルアドバイザーのアドバイスも受けて、バイオマス熱利用を検討することになった。検討に当たっては、対馬市がコーディネーターになり、地元の森林組合、製材所、白松の3者で協議会を立ち上げ、アイデアを出し合った上で、それぞれが、路網整備、チップ導入、バイオマスボイラー導入を行なう方向になった。

その結果を踏まえて、白松では、① 燃料費削減・燃料価格の安定化、② 島内の森林関係者の利益創出、地域内資金循環を目的として、バイオマスボイラーの導入を決め、2011年に稼働開始した。

2 取り組み概要

地元の製材会社から燃料(間伐材チップ)を調達し、工場敷地内に設置したバイオマスボイラー等で蒸気を製造し、工場へ供給している。



3 熱の利用方法

本工場では、汲み上げた海水を濃縮・結晶化させて塩製品を製造している。ボイラーで製造した蒸気は工場内の平釜に送られ、海水を結晶化するのに用いられている。工場全体での蒸気需要は概ね1t/h程度であり、濃縮・結晶化が進むにともなって、朝方には蒸気使用量が減っていく傾向にある。

● 熱利用設備: 平釜



● 製品例: 浜御塩えこそと



4 バイオマス熱利用システムの仕様

チップ受入部で受け入れたチップを、コンベヤでサイロまで運搬、さらにスクリーン搬送でボイラーまで運搬し、ボイラーで燃焼して、蒸気が製造される。バイオマスボイラーはシステム制御されており、設定モードに必要なチップ量のみが搬送されるようになっている。

システムの導入にあたっては、もともとあった建屋を有効活用し、改造してサイロを設置した。

● バイオマスプラント全景



5 燃料調達

地元の製材所から、地域の間伐材を製材した際に生じる端材をチップ化した切削チップを年間 約4,000～5,000m³ 調達している。対馬の人工林では、間伐材の約75%が未利用材として山に放置されており、導入検討時から、対馬市や地元の森林組合、製材所等と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。

燃料調達の状況

原料の種類	間伐材の製材端材(背板)
燃料の種類	切削チップ
燃料の製造・運搬主体	製材会社1社(工場から約7km)
水分率 WB	33%程度
燃料使用量	4,000～5,000 m ³ /年 平均400～450 m ³ /月

● 原料の製材端材(背板)



● チップ



● チップ化設備



6 メンテナンス内容・体制

定期的なメンテナンスの内容としては、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)の水管清掃がある。また、故障時に適宜部品を取り寄せて対応しているが、劣化の早い火格子等は予備品をストックしている。なお、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。灰出しは、月1回の清掃・点検時に合わせて行ない(200kg/月程度)、地元の農家で肥料として使われている。

メンテナンスは、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。

7 導入の成果と課題

導入効果は、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)と考えており、燃料代として年間 約300万円～700万円程度の節減となっている。また、地域の未利用材を取り扱う製材所の製材端材を活用することにより、市内の森林関係者の雇用と利益の創出につながっている。一方で、課題として、燃料への長尺チップの混入による搬送系のトラブルやボイラーの制御トラブルの改善の必要が挙げられる。

バイオマスボイラーの仕様は以下の通りである。通常時は、バイオマスボイラーをフル稼働させ、バイオマスボイラーのみで蒸気を供給している。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、調整を行うことで対応している(塩を収めた釜の掃除が終わり次第、これらの釜にも海水を入れ、濃縮作業を開始)。なお、休日の間も、燃料と空気量を減らした種火運転とするため、再起動にそれほど時間を要しない。

● バイオマスボイラーの仕様

製造メーカー	巴商会
種類	貫流ボイラー
定格蒸気量・基数	1t/h × 1基
システム導入費	約7,300万円(長崎県「森林整備加速化・林業再生事業」により6,500万円補助)

● バイオマスボイラー



製麺工場における蒸気利用事例

POINT

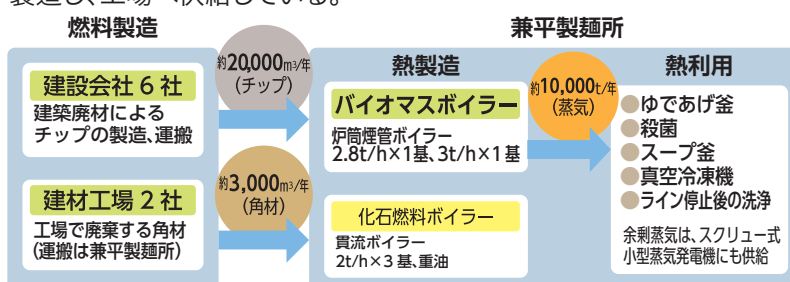
- チップに加えて角材等も直接投入できるボイラーを導入し、建材工場から発生する角材を安価で調達し、有効活用。
- 工場の蒸気需要は変動するが、余剰蒸気を小型の蒸気発電機で利用することで、無駄を削減。

1 導入経緯・目的

兼平製麺所本社工場は、従来、重油ボイラーで発生した蒸気を減圧弁で減圧し、製造工程（ゆであげ等）に利用していたが、CO₂ 排出量の削減が課題となっていた。そのため、CO₂ 排出削減を主な目的として、木質バイオマスボイラー 1 号機を 2007 年に導入した。さらに、2011 年には木質バイオマスボイラー 2 号機を導入した。

2 取り組み概要

岩手県内の建設会社や建材工場から燃料を調達し、工場敷地内に設置したバイオマスボイラー等で蒸気を製造し、工場へ供給している。



3 熱の利用方法

本社工場では、麺製品の製造を行なっている。ボイラーで製造した蒸気は、主として麺をゆでるゆであげ釜で利用されるほか、殺菌、スープ釜、真空冷凍機、ライン停止後の洗浄に利用されている。工場全体での蒸気需要は、概ね 2～3 t/h 程度となっている。なお、夜間は生産ラインは停止するが、蒸気需要がなくなるわけではない（概ね 1 t/h 弱程度）。

また、蒸気需要が少なく、余剰の蒸気が発生した場合は、蒸気発電機で発電を行い、工場内で利用している。

● 熱利用設備：ゆであげ釜 ● 製品例



4 バイオマス熱利用システムの仕様

サイロに保管したチップを、ローダーでチップ投入口に入れ、コンベヤでボイラーまで運搬し、ボイラーで燃焼して、蒸気が製造される。なお、角材も、ボイラーに直接投入し、燃焼できるようになっている。



システムの設計にあたっては以下のような工夫を行なっている。

- 蒸気発電機（発電出力 100 kW）を導入し、余剰の蒸気が発生した場合は有効活用
- チップに加えて、角材も直接投入し燃焼できるボイラーを導入し、安価な燃料を活用

● 蒸気発電機



5 燃料調達

岩手県内の建設会社（解体業者）6社から、建築廃材による破砕チップを年間約2万 m^3 、調達している。また、岩手県内の建材工場2社から、工場での発生残材である角材を年間約3千 m^3 、調達している。



● 燃料調達の状況

原料の種類	チップ：建築廃材 角材：建材工場の残材
燃料の種類	破砕チップ、角材
燃料の製造・運搬主体	チップ：建設会社（解体業者）6社 角材：建材工場2社（運搬は兼平製麺所が実施）
水分率 WB	納入先や天候等により異なる
燃料使用量	チップ：19,735 m^3 /年 角材：2,975 m^3 /年 合計：22,710 m^3 /年（2017年実績）

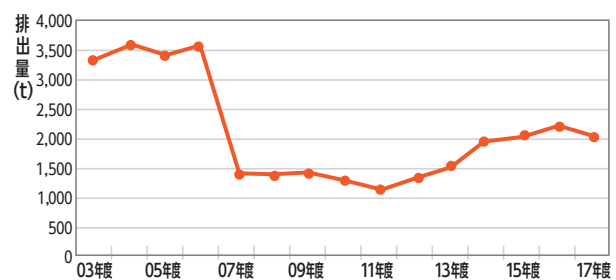
6 メンテナンス内容・体制

定期的なメンテナンスの内容としては、年1回程度の炉の補修、月1回の水質検査がある。加えて、1号機では年6回の内部清掃が、2号機では2週に1回の炉筒清掃や週1回の煙管清掃がある（年間メンテナンス費用540万円程度（自社での補修費、人件費除く））。

7 導入の成果と課題

導入効果は、1号機の導入により、年間で約2,100トンの CO_2 排出量の削減（削減率約60%）の効果があつた。一方、灰出しや炉の補修などの作業やメンテナンスに手間がかかることが課題となっている。

● CO_2 排出量の実績



● ボイラーの角材投入口



バイオマスボイラーの仕様は以下の通りである。通常時は、バイオマスボイラーのみで蒸気を供給しており、化石燃料ボイラー（重油貫流ボイラー）はメンテナンス等でバイオマスボイラーを停止する際に稼働している。なお、2号機は、負荷の調整が難しいためフル稼働させ、余剰蒸気を蒸気発電機で利用している（蒸気圧力を感知し、自動で蒸気を発電機に供給）。

● バイオマスボイラーの仕様

製造メーカー	新芝設備
種類	炉筒煙管ボイラー
定格蒸気量・基数	2.8 t/h × 1 基
システム導入費	約1億円（環境省「自主参加型国内排出量取引制度」により 1/3 補助）
製造メーカー	ワールド熱学
種類	炉筒煙管ボイラー
定格蒸気量・基数	3.0 t/h × 1 基 （実状は 2.0 t/h 程度）
システム導入費	約1億円（補助なし）



製紙工場における蒸気利用事例

POINT

- 可児工場：バイオマスボイラーとタービンの組み合わせにより、工場内に電力と蒸気を供給。バイオマスボイラーをフル稼働させ、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。
- 川辺製造部：通常はバイオマスボイラーをフル稼働させ、負荷が変わるロット変更時には燃料を調整して対応。生産工程が停止したときのためにアキュムレーター等を設置。

1 導入経緯・目的

大王製紙は、可児市内に2つの工場(可児工場、可児工場川辺製造部(以下、川辺製造部とする))を有している。可児工場では、導入検討時は自家発電比率 50～60%であり、自家発電比率を上げること、また化石燃料削減(燃料費削減)、CO₂削減を目的として、バイオマスボイラーの検討がなされ、2004年に稼働開始した。また、川辺製造部でも、化石燃料削減、CO₂削減を目的として、バイオマスボイラーの検討がなされ、2009年に稼働開始した。

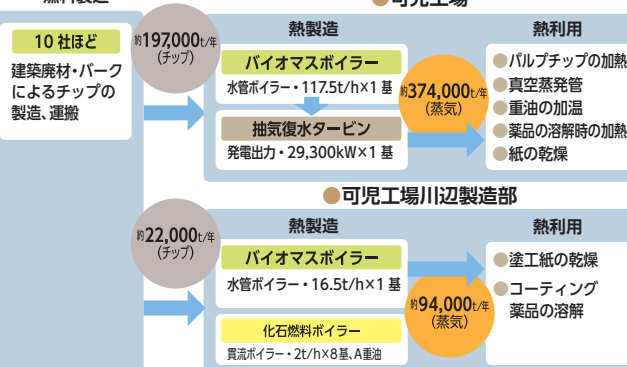
2 取り組み概要

東海・関西地域の 10 社ほどから燃料を調達し、可児工場では、工場敷地内のバイオマスボイラーで蒸気を製造し、蒸気タービンで発電したのち、抽気した蒸気を工場へ供給している。また、川辺製造部では、バイオマスボイラーで蒸気を製造し、工場へ供給している。

● 工場全景



燃料製造



3 熱の利用方法

可児工場及び川辺製造部では、ティッシュペーパーのエリエールのほか、包装紙や情報用紙など、紙製品の製造を行なっている。バイオマスボイラーによる蒸気は工場内に 24 時間供給されており、パルプや紙製品の製造過程で、様々な用途に用いられている。工場全体での蒸気需要は、可児工場が概ね 430～460t/h(発電 150～175t/h) 程度、川辺製造部が概ね 7～11t/h 程度となっている。

● 主な熱利用用途

可児工場	川辺製造部
● パルプの製造 ● パルプチップの加熱 ● 真空蒸発 ● 重油の加熱 ● 薬品の溶解時の加熱 ● 紙製品の製造 ● 紙の乾燥	● 紙製品の製造 ● 紙の乾燥 ● コーティング薬品の溶解

● 熱利用設備：紙製品の製造

■ 抄紙工程

■ 塗工工程



4 バイオマス熱利用システムの仕様

チップ受入部・サイロで受け入れたチップを、チップ投入口に投入し、コンベヤでボイラーまで運搬し、ボイラーで燃焼して、蒸気が製造される。

なお、川辺製造部では、基本的にバイオマスボイラーのみで蒸気を供給するシステムであることから、工場の生産ラインが停止したときも安全に対応できるように、アキュムレーター（蒸気を飽和水の状態で貯える装置）と消音器を設置しており、生産ラインの停止時にはアキュムレーターで蒸気を吸収するとともに、必要に応じて大気開放を行なっている。

バイオマスボイラーの仕様は以下の通りである。

可児工場では、バイオマスボイラーとタービンの組み合わせにより、工場内に電力と蒸気を供給しており、バイオマスボイラーは 24 時間フル稼働させ、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している。

川辺製造部では、通常時は、バイオマスボイラーをフル稼働させ、負荷が変わるロット変更時には燃料を調整して対応している。

● バイオマスプラント：可児工場

チップ受入部・サイロ



バイオマスボイラー



● バイオマスプラント：川辺製造部



	可児工場	川辺製造部
製造メーカー	三菱重工	よしみね
種類	水管ボイラー	水管ボイラー
定格蒸発量・基数	117.5 t/h × 1 基	16.5 t/h × 1 基
燃料種	木質チップ	木質チップ
システム導入費	53 億円 （経済産業省「新エネルギー事業者支援事業」により 1/3 補助）	7.8 億円 （NEDO「エネルギー使用合理化事業者支援事業」により 1/3 補助）

5 燃料調達

東海・関西地域の 10 社ほどから、建築廃材による破碎チップを年間 約 22 万トン調達しており、そのうち、燃料の質が比較的良いものをバイオマスボイラーのみで蒸気供給している川辺製造部で優先的に使用している。

● チップ：可児工場



● チップ：川辺製造部



● 燃料調達の状況

	可児工場	川辺製造部
原料の種類	建築廃材 (パーク混じり)	建築廃材 (パークなし)
燃料の種類	破碎チップ	
燃料の製造・運搬主体	東海・関西地域の 10 社ほど	
水分率 WB	30% 前後	20% 前後
燃料使用量	約 197,000 t / 年 平均 25 t/h	約 22,000 t / 年 平均 3.6 t/h

6 メンテナンス内容・体制

定期的なメンテナンスの内容としては、可児工場では、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、川辺製造部では、年 1 回（1 週間程度）の法定検査がある。また、日常点検（毎日～月 1 回）として、目視、聴音、温度・振動測定等を行ない、異常があれば対応している（年間メンテナンス費用：可児工場 1 億 6 千万円程度、川辺製造部 1 千万円程度（人件費除く））。

7 導入の成果と課題

導入効果は、可児工場 / 川辺製造部のそれぞれで、年間で約 22 千 kL / 約 48 千 kL の重油使用量の削減、約 124 千トン / 約 12 千トンの CO₂ 排出量の削減の効果があつた。一方、大量の燃料をいかに安定的に調達できるかが課題となっている。

化学工場における蒸気利用事例

POINT

- DIC として CO₂ 削減目標を掲げており、事業所での再生可能エネルギー（バイオマスボイラー、風力発電、太陽光発電）の活用に取り組んでいる。
- 搬送系には、近隣環境へ配慮した密閉型チップサイロや、金属類の除去が可能な空気搬送を採用。

1 導入経緯・目的

DIC 北陸工場では、バイオマスボイラー導入以前に A 重油から LNG へ燃料転換し、CO₂ 削減を進めていた。同工場エリアは、ガスインフラが整備されていないため LNG サテライトを利用しており、他工場に比べて燃料単価が割高であること、また、大雪、地震、台風等の自然災害により LNG の輸送が止まってしまう BCP 上のリスクを抱えていた。

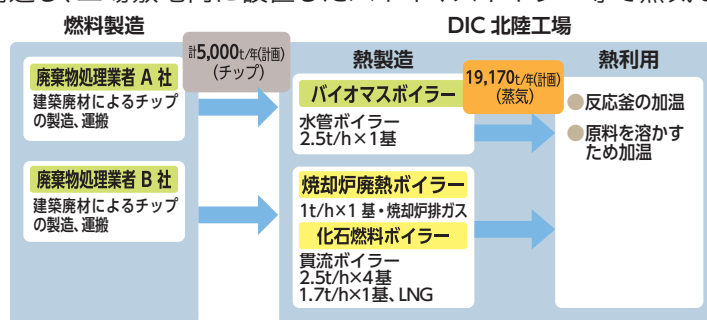
この課題を解決すること、また更なる CO₂ 削減を進めるため、当社の他工場で導入実績があるバイオマスボイラーを導入し、2018年に稼働開始した。

2 取り組み概要

石川県内の廃棄物処理業者 2 社から燃料を調達し、工場敷地内に設置したバイオマスボイラー等で蒸気を製造し、工場へ供給している。



出典：DIC ホームページ



3 熱の利用方法

北陸工場では、主にアクリル樹脂やウレタン樹脂等の合成樹脂を製造している。ボイラーで製造した蒸気は、反応釜の加温を始め様々な製造工程に 24 時間供給されている。工場全体での蒸気需要は、平均 5.5 t/h、最大 11.1 t/h であり、夕方の反応工程で最も多くなり、昼間の仕込み時や反応工程が終わった夜間は小さくなる。

4 バイオマス熱利用システムの仕様

チップ受入部で受け入れたチップを、コンベヤでサイロまで運搬、さらに空気搬送でボイラーまで運搬し、ボイラーで燃焼して、蒸気が製造される。

● バイオマスプラント全景



システムの設計にあたっては以下のような工夫を行なっている。

- 燃料供給設備には密閉型チップサイロを採用し、近隣環境に配慮
- チップ搬送ルートの一部に空気搬送を採用し、建築廃材チップ中に混入する金属類などの異物を除去
- 搬送系のセンサー付近にチップがつまり誤作動を引き起こしたため、センサーの形状を変更

● 空気搬送部



● センサーの形状変更



5 燃料調達

石川県内の産業廃棄物処理会社2社から、建築廃材による破碎チップを年間約5千トン、調達している。契約先とはチップの仕様要件(サイズ、低位発熱量、水分)を定めているほか、灰分や金属の多さ等が目視で確認できる場合は、燃料製造者に電話や訪問などでコミュニケーションを取り要望を伝えている。

● 燃料調達の状況

原料の種類	建築廃材
燃料の種類	破碎チップ
燃料の製造・運搬主体	廃棄物処理業者2社(工場から約5~30km)
水分率 WB	約20% (月平均で17~25%程度)
燃料使用量	2,421 t/年(2018年1~8月実績) 計画値: 5,000 t/年、15 t/日

● チップ



出典: 再生可能エネルギー熱事業者支援事業成果報告会(2018年11月)資料

6 メンテナンス内容・体制

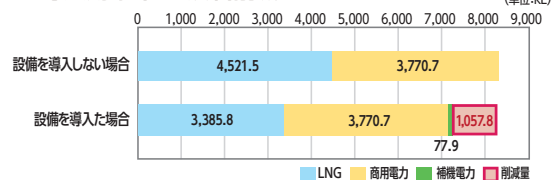
定期的なメンテナンスの内容としては、年1回(10日程度)の法定検査、月1回の細部点検がある。また、年3回の工場停止日や法定点検時に設備の補修・交換等を行なうほか、日常点検として点検項目に沿った計器類の確認などを行なっている(年間メンテナンス費用は平均1,000万円程度(人件費除く)を計画)。

7 導入の成果と課題

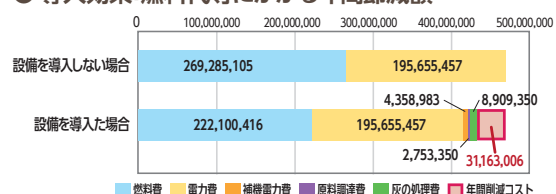
導入効果は、年間で約1,058kL(原油換算、1~8月の実績に基づく2018年推定値)のLNG使用量の削減(削減率約13%)、約2,030トンのCO₂排出量の削減の効果があり、燃料代等にかかる費用は年間約3,100万円程度の節減となっている。なお、投資回収年数は8年を想定しているが、LNG価格に左右される要素が大きい。

一方、導入初年度は、大雪や立ち上げ当初のトラブル対応等で計画値を下回った。DICのCO₂削減目標として2030年までに30%削減(2013年比)を掲げており、事業所での再生可能エネルギー(バイオマスボイラー、風力発電、太陽光発電)の活用に取り組んでおり、今後の安定稼働が課題である。

● 導入効果:化石燃料削減



● 導入効果:燃料代等にかかる年間節減額



出典: 再生可能エネルギー熱事業者支援事業成果報告会(2018年11月)資料

バイオマスボイラーの仕様は以下の通りである。同工場にはバイオマスボイラー以外に廃熱ボイラー(廃棄物焼却炉の排ガス利用)とLNG貫流ボイラーが導入されている。通常時は、廃熱ボイラー(1t/h)、次にバイオマスボイラー(2.5t/h)を優先して稼働させ、これらをベース熱源として使用し、LNG貫流ボイラー(2.5t/h×4基、1.7t/h×1基)の台数制御で負荷変動に対応している。

● バイオマスボイラーの仕様

製造メーカー	よしみね
種類	水管ボイラー
定格蒸発量・基数	2.5 t/h × 1 基
導入費	約4億6000万円 (経済産業省「再生可能エネルギー熱事業者支援事業」により補助対象経費 約3億9000万円の1/3補助)

● バイオマスボイラー



製薬工場における蒸気利用事例

POINT

- 東日本大震災時に化石燃料の調達が困難になったことから、BCP対応の一貫で検討し、バイオマスボイラーを導入。
- 木質バイオマス利用を推進する大館市、チップ燃料製造者、当工場の3者で協定を結び、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。

1

導入経緯・目的

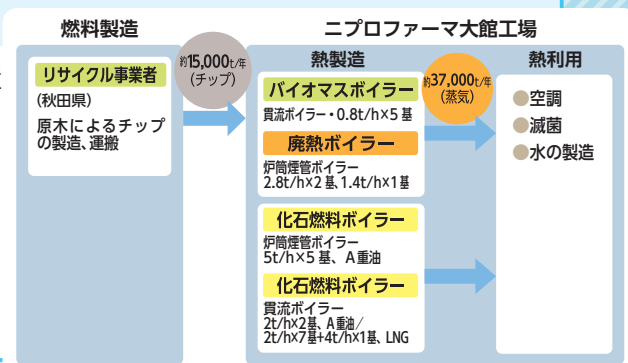
ニプロファーマ大館工場では、2011年の東日本大震災時に化石燃料の調達が困難になったことから、BCP対応の一貫でバイオマスボイラーの導入検討を開始した。自社で検討した結果、①BCP対応、②CO₂削減、③燃料代削減を目的として、バイオマスボイラーの導入を決め、2014年に稼働開始した。事業実施にあたっては、バイオマスタウン構想に基づき木質バイオマス利用を進める大館市とチップ燃料製造者、当工場の3者で協定を結び、大館市がチップ燃料製造者のチップ工場に補助金を拠出するなど官民協力のもとに進められた。

2

取り組み概要

秋田県内のリサイクル事業者から燃料を調達し、工場敷地内に設置したバイオマスボイラー等で蒸気を製造し工場へ供給している。

● 工場全景



3

熱の利用方法

大館工場では、同社が強みを持つ注射剤のキット製剤全般を製造している。バイオマスボイラーで製造した蒸気は、工場に24時間供給されており、その8割程度が工場内の空調用に使用(湿度調整のために冷却した空気を加熱するために蒸気を利用)されているほか、滅菌や薬品に使う水の製造等にも利用されている。工場全体の蒸気需要は、概ね8~13t/h程度となっている。



4

バイオマス熱利用システムの仕様

サイロに受け入れたチップを、ローダーでチップ投入口に入れ、コンベヤでボイラーまで運搬し、ボイラーで燃焼して、蒸気が製造される。

● バイオマスプラント全景



システムの設計にあたっては以下のような工夫を行なっている。

- 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
- 灰は自動でコンテナに搬出されるため、作業員が灰に触れることはない

● サイロの温風設備



5 燃料調達

大館市内のリサイクル事業者から、地域の未利用間伐材等(原木市場で調達)による切削チップを年間約14,700トン、調達している。導入時に、大館市とチップ燃料製造者、当工場の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。

● 燃料調達の状況

原料の種類	未利用間伐材等(原木市場で調達)
燃料の種類	切削チップ
燃料の製造・運搬主体	リサイクル事業者1社(工場から約10km)
水分率 WB	50～60%程度
燃料使用量	約14,700 t/年(2017年度実績)

● チップ



6 メンテナンス内容・体制

定期的なメンテナンスの内容としては、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・清掃がある。また、1日1回の日常点検のほか、不具合発生時に適宜補修や消耗品交換を行っており、ほとんどは自社で対応している(年間メンテナンス費用 約450万円程度(人件費除く))。

7 導入の成果と課題

平均で工場全体の重油消費量の2割程度がバイオマスに置き換わっているため、その分の化石燃料削減効果とCO₂削減効果が得られている。一方、燃料代削減効果は原油価格の増減に左右されるほか、未利用間伐材等によるチップを使用しているため比較的水分が大きく、これによりバイオマスボイラーの効率の低下や、冬季の凍結などが課題となっている。

バイオマスボイラーの仕様は以下の通りである。貫流ボイラー2基(0.8t/h×2)に廃熱ボイラー1基(2.8t/h)が連結、貫流ボイラー1基(0.8t/h)に廃熱ボイラー1基(1.4t/h)が連結している。通常時は、バイオマスボイラーをベースとして24時間フル稼働させ、不足分の蒸気を化石燃料ボイラー(重油貫流ボイラー及びLNG貫流ボイラー)で供給している。蒸気の負荷変動は多少あるが、化石燃料ボイラーの台数制御で対応している。

● バイオマスボイラーの仕様

製造メーカー	エンパイロテック
種類	貫流ボイラー
定格蒸発量・基数	貫流ボイラー 0.8t/h×5基 廃熱ボイラー 2.8t/h×2基、1.4t/h×1基
導入費	約6億9,600万円 (秋田県「木材産業振興臨時対策事業」により半額補助)

● バイオマスボイラーの建屋



● バイオマスボイラー



貫流ボイラー 廃熱ボイラー

繊維工場における蒸気利用事例

POINT

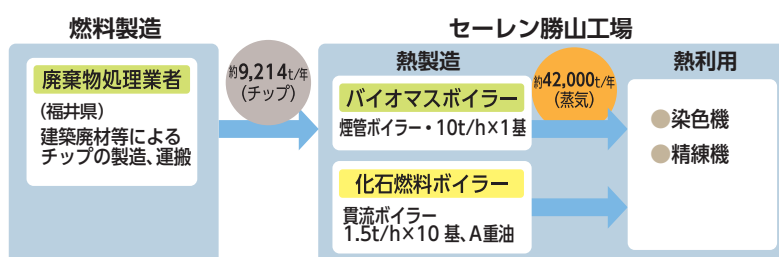
- バイオマスボイラーの制御方法を、工場側の蒸気圧力に応じた供給燃料量制御にすることで、負荷変動に柔軟に対応。
- チップ搬送ルートの一部に空気搬送を採用するとともに磁選機を設置することで、チップ中に混入する金属類などの異物を除去。

1 導入経緯・目的

セーレン勝山工場では、2004年度から2012年度までで、売上金額に占める燃料費(重油)の割合が約3倍に増え、重油からの転換が求められていた。そのため、伊藤忠系の商社からの提案も受けてバイオマス熱利用の検討を行い、燃料費の削減を主な目的として、バイオマスボイラーの導入を決め、2016年に稼働開始した。

2 取り組み概要

福井県内の廃棄物処理業者から燃料を調達し、工場敷地内に設置したバイオマスボイラー等で蒸気を製造し、工場へ供給している。



● 工場全景



3 熱の利用方法

勝山工場では、スポーツ用シャツや下着等の製造を行なっている。ボイラーで製造した蒸気は、精練機(原料の布に付着している油を落とす)や染色機(製品を染色)に24時間供給されている。染色機は56台設置されており、その稼働状況によって蒸気使用量が変動し、工場全体の蒸気需要は概ね5~10t/h程度となっている。

● 製品例



4 バイオマス熱利用システムの仕様

チップ受入部で受け入れたチップを、空気搬送でサイロまで運搬、さらに空気搬送でボイラーまで運搬し、ボイラーで燃焼して、蒸気が製造される。

● バイオマスプラント全景



システムの設計にあたっては以下のような工夫を行なっている。

- 工場側の蒸気圧力に応じた供給燃料量制御が可能なバイオマスボイラーを採用
- チップ受入部を半地下化し、木質チップや粉じんの飛散を防止
- チップ搬送ルートの一部に空気搬送を採用するとともに磁選機を設置し、建築廃材チップ中に混入する金属類などの異物を除去
- ボイラー設備から自動で灰だしされ、コンベヤによりコンテナまで自動運搬

5 燃料調達

福井県内の廃棄物処理業者1社から、建築廃材等による破碎チップを年間 約9千トン、調達している。

原料の種類	建築廃材等(家屋解体材、新築端材、型枠材、物量梱包材、剪定材等)
燃料の種類	破碎チップ
燃料の製造・運搬主体	廃棄物処理業者1社(工場から約30km)
水分率 WB	30%前後
燃料使用量	9,214 t/年、平均約37 t/日(2017年度実績)

● チップ

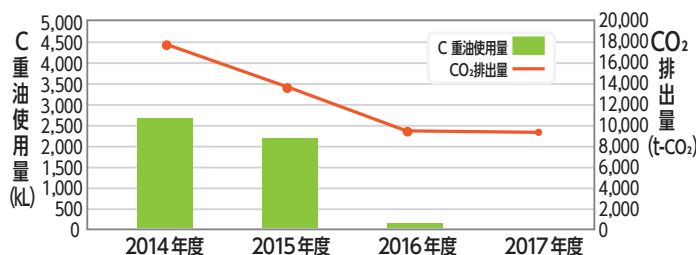


6 メンテナンス内容・体制

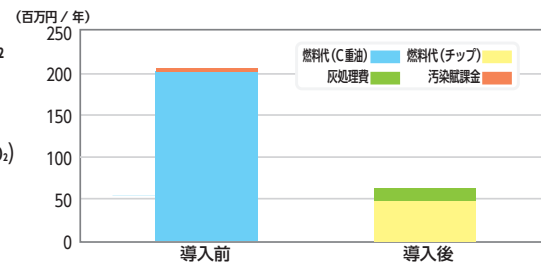
定期的なメンテナンスの内容としては、年1回(6日間程度)の法定検査及び点検整備、年2回(4日間程度)の中間点検整備、年5回(3日程度)の煙管清掃がある。また、不具合箇所の修理等はその都度行なっている(半年間メンテナンス費用 約1,500万円程度(人件費除く)+α(部品代))。なお、点検整備時などバイオマスシステムの停止時は、生産ラインも止めており、前後の土日動かすことで生産量をカバーしている。

7 導入の成果と課題

導入効果は、年間で約2,700 kLの重油使用量の削減(削減率 約100%)、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年間 約1億4千万円程度の節減となっている。一方、燃料への金属類の混入により、空気搬送部分のメンテナンス等に手間がかかることが課題となっている。

● 導入効果：重油削減、CO₂削減


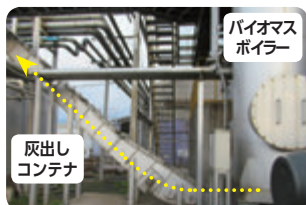
● 導入効果：燃料代等



● 空気搬送部



● 自動灰出し



バイオマスボイラーの仕様は以下の通りである。通常時は、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で稼働(負荷率は50～100%の間で変動)し、一定圧力を下回ったときは自動的に化石燃料ボイラー(A重油貫流ボイラー)が稼働している。バイオマスボイラーの依存率は発熱量ベースで99%以上となっており、基本的にはバイオマスボイラーのみで負荷変動に対応できている。

● バイオマスボイラーの仕様

製造メーカー	タカハシキカン
種類	煙管ボイラー
定格蒸発量・基数	10 t/h × 1基

● バイオマスボイラー



クリーニング工場における蒸気利用事例

POINT

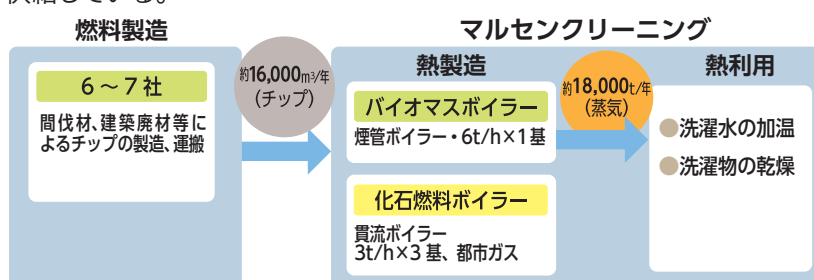
- バイオマスボイラーの余剰熱回収システムを導入し、余剰蒸気を温水に替えてタンクに貯蔵し、翌日の洗濯用温水に利用。
- メンテナンスは可能な限り内製化を図り、自社または地元の機械整備会社に依頼することで対応。

1 導入経緯・目的

マルセンクリーニングでは、従来は重油ボイラーで工場内の蒸気需要を賄っており、油価格の高騰により、燃料代が課題となっていた。そのため、自社で検討を行ない、燃料代の削減を目的としてバイオマスボイラーの導入を決め、2007年に稼働開始した。

2 取り組み概要

北海道内の6～7社から燃料を調達し、工場敷地内に設置したバイオマスボイラー等で蒸気を製造し、工場へ供給している。



3 熱の利用方法

マルセンクリーニングは、リネンサプライ事業やクリーニング事業などを行っており、ボイラーで製造した蒸気は、洗濯水の加温や洗濯物の乾燥に利用されている。工場の稼働時間は、概ね9時～17時であり、工場全体での蒸気需要は、約7t/h程度である。



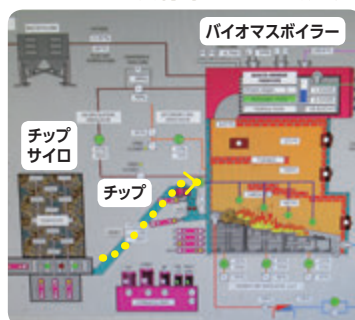
4 バイオマス熱利用システムの仕様

チップ受入部で受け入れたチップを、コンベヤでボイラーまで運搬し、ボイラーで燃焼して、蒸気が製造される。

● バイオマスプラント全景



● バイオマス熱利用システムの概要



バイオマスボイラーの仕様は以下の通りである。通常時は、バイオマスボイラーを優先的に稼働させ(負荷率75%～100%超、6:00～17:00)、不足分の蒸気を化石燃料ボイラー(都市ガス貫流ボイラー)で供給している。バイオマスボイラーで負荷変動にも対応できている。

5

燃料調達

北海道内の6～7社から、間伐材のバーク及び建築廃材による破碎チップを年間 約1万6千m³ほど、調達している。間伐材のバークは、主に、十勝・釧路・根室管内の製材所から調達している。設備のトラブルを防ぐためには、チップのサイズが重要であり、取引開始時に実物を確認するとともに、日常的に燃料製造者とコミュニケーションを取り、品質の確保に努めている。

● チップ



● 燃料調達の状況

原料の種類	間伐材のバーク(7割程度)、建築廃材(3割程度)
燃料の種類	破碎チップ
燃料の製造・運搬主体	6～7社(北海道内の製材所、廃棄物処理業者等)
水分率 WB	20～30% 程度
燃料使用量	約1万6千m ³ /年、約40～60m ³ /日

6

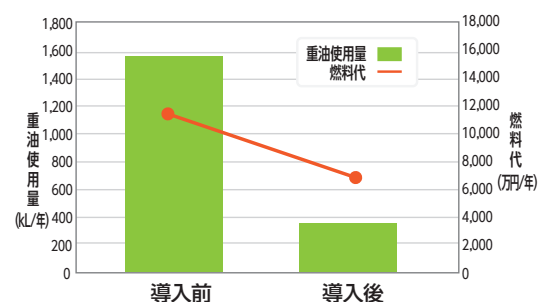
メンテナンス内容・体制

定期的なメンテナンスの内容としては、年1回(2週間程度)の法定検査、年2回(1週間程度)の煙管清掃がある。また、毎日1回の灰出しを行なうとともに、故障時にはその都度対応している(年間メンテナンス費用400～500万円程度(人件費除く))。メンテナンスの実施にあたっては可能な限り内製化を図り、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。

7

導入の成果と課題

導入効果は、年間で約1,200kLの重油使用量の削減(削減率約78%)、約3,400トンのCO₂排出量の削減の効果があり、燃料費は導入前後で年間約4,500万円程度の節減となった。一方、燃料チップの水分が天候や季節によって異なることが課題となっている。



● バイオマスボイラーの仕様

製造メーカー	ポリテクニク
種類	煙管ボイラー
定格蒸発量・基数	6t/h × 1基
システム導入費	約2億2,500万円 (NEDO「平成19年度 地域バイオマス熱利用 フィールドテスト事業」 により半額補助)

● バイオマスボイラー



また、より一層の省エネルギーを図るため、2012年に、バイオマスボイラーの余剰熱回収システムを経済産業省「エネルギー使用合理化事業者支援事業」による補助を受けて導入した。それにより、余剰蒸気の熱で温水をつくり(約30℃の水を70～90℃くらいまで加温)、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。

● 蓄熱温水タンク



リユース・リサイクルセンターにおける熱利用事例

POINT

- 御殿場市が主導し、地域の未利用材を活用して熱利用する『再生可能エネルギーの地産地消モデル』構築による、森林保全と林業関連の雇用創出のためのモデルフォレスト事業を推進。
- 吸収式冷凍機の導入により、暖房、給湯だけでなく、冷房にも対応したシステムとしたことで、年間を通じてバイオマスボイラーが稼働。

1 導入経緯・目的

リコーは、2016年に旧御殿場事業所の跡地に、複写機等のリユース・リサイクルや環境技術開発の拠点として、リコー環境事業開発センターを開所した。その際に、老朽化したボイラーの更新が必要となり、環境負荷の抑制を目標としてバイオマス熱利用の検討を始めた。また、御殿場市の動きとして、2015年に「第四次御殿場市総合計画」を策定し、再エネ設備の普及、促進を掲げるとともに、「森林保全と林業関係者の雇用創出の為に未利用材を活用したエネルギーの地産地消モデル構築」(モデルフォレスト事業)を推進していたが、バイオマス熱需要家がおらず、間伐材の利用が進んでいない状況であった。

そのような中、御殿場市が「御殿場モデル」を提唱し、その第1号事例としてリコー環境事業開発センターへのバイオマスボイラーの導入が決まり、2016年にバイオマスボイラーが稼働開始した。

● 御殿場モデルとは

地元の山主、林業従事者、御殿場市、燃料供給会社(御殿場市が100%出資)、熱需要家の協力のもと、燃料供給会社の保有するチップパーで、御殿場市内の未利用間伐材による燃料チップを製造し、市内の熱需要家に供給する仕組みのことである。



■ 御殿場モデルによる林業関係者への利益還元(試算)

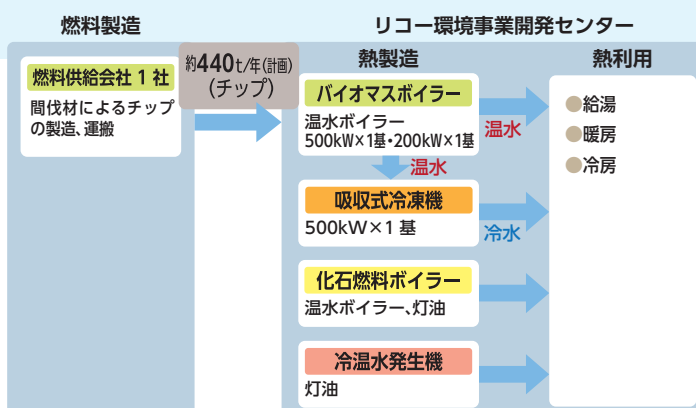
- 山主、林業関係者、燃料供給事業者への経済効果
16,000千円/年※

燃料製造業者がチップパーを新規導入することで市域の需要家への木質チップ供給体制が確立。その他、林業関係者、燃料供給事業者の雇用創出(4名)

※御殿場モデルにおける未利用材 2,000 t/年 が木質チップとして利用されたと仮定した場合

2 取り組み概要

地元林業従事者から集められた未利用間伐材を、土場に設置されている燃料供給会社のチップパーでチップ化し、そのチップによりセンター敷地内に設置したバイオマスボイラーで温水を製造し、センター内の給湯や空調(暖房、冷房)に用いている。



3 熱の利用方法

環境事業開発センターでは、複写機等のリユース・リサイクルや環境技術開発を行なっている。ボイラーで製造した温水は、概ね 8～17時の間、センター内の給湯や空調(暖房、冷房)に用いられている。

● 熱利用設備：エアハンドリングユニット



4 バイオマス熱利用システムの仕様

チップをサイロに直接投入し、コンベヤでボイラーまで運搬し、ボイラーで燃焼して、温水が製造される。

また、夏季はボイラーで製造された温水を吸収式冷凍機に送り、約7℃の冷水を製造する。

● バイオマスプラント全景



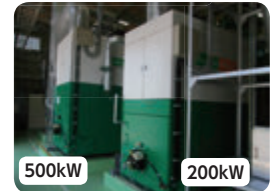
吸収式冷凍機の導入により、暖房、給湯だけでなく、冷房にも対応したシステムとしたことで、年間を通じてバイオマスボイラーが稼働するようになっている。

バイオマスボイラーの仕様は以下の通りである。センター消費の30%程度の熱量を賄うよう設計されている。

● バイオマスボイラーの仕様

製造メーカー	オヤマダエンジニアリング
種類	温水ボイラー(無圧式、煙管ボイラー)
定格蒸発量・基数	500kW×1基、200kW×1基
システム導入費	約1億6,800万円(経済産業省「再生可能エネルギー熱事業者支援事業」により2/3補助)

● バイオマスボイラー



● 吸収式冷凍機



5 燃料調達

燃料供給会社から、御殿場市内の未利用間伐材による切削チップを年間約440トン(計画)調達する。御殿場市が主導し、間伐材の価格、チップ燃料の価格を関係者で事前に調整することで、全てのステークホルダー(山主、林業従事者、燃料供給会社、熱需要家)が納得する価格設定としている。

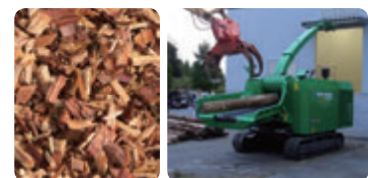
● サプライチェーン



● 燃料調達の状況

原料の種類	未利用間伐材
燃料の種類	切削チップ
燃料の製造・運搬主体	燃料供給会社1社
水分率WB	40%以下
燃料使用量	440t/年(計画)

● 切削チップ ● チッパー機



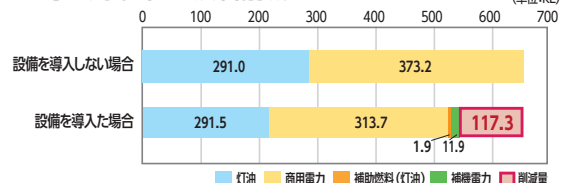
6 メンテナンス内容・体制

定期的なメンテナンスの内容としては、年1回(3日程度)の検査、年12回(1回あたり6時間程度)の清掃がある。

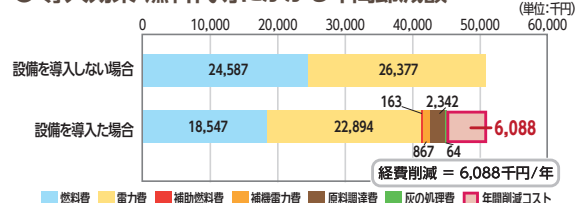
7 導入の成果と課題

導入効果は、年間で約120kLの灯油使用量の削減(削減率18%)、約300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年間約600万円程度の節減となっている。また、御殿場市内の未利用間伐材の活用により、山主や林業従事者に利益が還元され、雇用の創出につながるとともに、間伐が進むことで森林維持や防災対策も実現している。一方、既設給湯ボイラーとの運転調整が課題となっている。

● 導入効果:化石燃料削減



● 導入効果:燃料代等にかかる年間節減額



出典：再生可能エネルギー熱事業者支援事業成果報告会(2017年11月)資料

機械工場における蒸気利用事例

POINT

- バイオマス・コジェネレーションによる電力、熱エネルギーの供給システムを導入することで、熱利用効率約70%を実現。
- 石川県、石川県森林組合連合会と「林業に関する包括連携協定」を締結し、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。

1 導入経緯・目的

コマツ粟津工場では、2014年に最新鋭の組立工場を建設し、新工場での電力購入量を90%以上削減するという高い目標を掲げ、種々の省エネ・創エネ策に取り組んできた。その中で、再生可能エネルギーの利用も検討され、購入電力及び重油使用量の削減、CO₂排出削減、地域の林業や地場産業の活性化を目的として、バイオマス・コジェネレーションによる電力、熱エネルギーの供給システムを導入することになり、2015年に稼働開始した。導入に当たっては、地元林業の活性化に貢献することを目指し、2014年に、石川県、石川県森林組合連合会と「林業に関する包括連携協定」を締結し、この協力関係のもと、バイオマスボイラーや木質チップ製造機の初期費用を県が補助し、コマツではバイオマス・コジェネレーション・システムの導入が進み、森林組合では粟津工場への木質チップ燃料供給事業が立ち上がった。

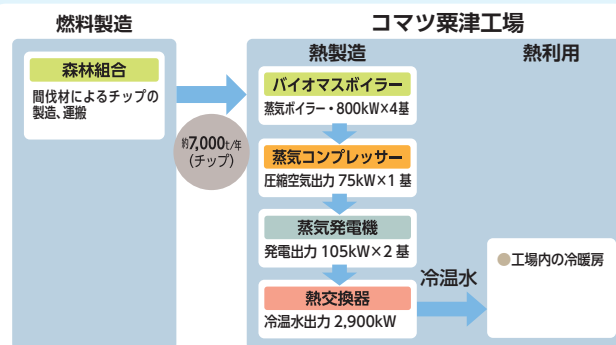
● 石川県及び森林組合との連携イメージ



2 取り組み概要

石川県内の森林組合から燃料を調達し、工場敷地内に設置したバイオマスボイラーで蒸気を製造し、その蒸気で圧縮空気、電気、冷温水をつくり、工場へ供給している。

● 工場全景



3 熱の利用方法

粟津工場では、ホイールローダ、油圧ショベル、ブルドーザ等の建設機械の製造を行なっている。ボイラーで製造した蒸気によりつくられた圧縮空気は工場機械動力・ボルト締結動力などに、電気は組立工場動力・照明・空調などに、冷温水は工場内の冷暖房に利用されている。

● 熱利用イメージ



4 バイオマス・コージェネ・システムの仕様

バイオマスボイラーで製造した高圧蒸気は、まず①蒸気コンプレッサーに投入され圧縮空気(75kW相当)がつくれ、その排蒸気を②蒸気発電機に投入して発電(210kW)し、さらにその排蒸気を③熱交換器で冷温水に変換(2,900kW相当)している。木質チップの保有エネルギーを発電や冷暖房などに複合的に利用することで、熱利用効率約70%を実現できている。

● バイオマスボイラーの仕様

製造メーカー	コマツ
定格蒸発量・基数	800 kW × 4 基
システム導入費	約4億円(石川県により補助)

● バイオマス・コージェネ・システムの概要



5 燃料調達

地元の森林組合から、地域の未利用間伐材等による切削チップを年間約7,000トン調達している。2014年に、石川県、石川県森林組合連合会と「林業に関する包括連携協定」を締結し、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。

木質チップ製造機の導入にあたっては、森林組合と地元のコマツ取引先企業が協力することで、より優れた加工性能を持つ木質チップ製造機を開発し、木質チップのより安定的な生産が可能になった。

● 燃料調達の状況

原料の種類	未利用間伐材
燃料の種類	切削チップ
燃料の製造・運搬主体	森林組合 (工場から約8km)
燃料使用量	約7,000 t/年

● チップ



● チップ化工場



● 木質チップ製造機



6 導入の成果と課題

導入効果としては、年間で約1,400MWhの購入電力の削減、約800kLの重油使用量の削減が見込まれており、年間約3,000トンのCO₂排出量の削減が可能となっている。また、地元の森林組合が未利用材の木質チップ化事業を行なうことによる地元林業の活性化や、開発した木質チップ製造機の新たな販売による地元企業の活性化、地元自治体との協働による良好な自然環境の維持や地方創生などに貢献できている。

セメント工場における木質バイオマスの混焼事例

POINT

- セメントの焼成工程において、石炭や廃棄物・副産物とともに木粉を燃焼させ、セメント原料を直接加熱。
- 併設のバイオマス発電所とともに木質バイオマスの調達をまとめて行い、チップの余剰状況を見ながらセメント製造用エネルギーとして利用。

1 導入経緯・目的

栃木工場では、発電及びセメント製造用エネルギーとして木質バイオマスを使用している。セメント業界では、業界全体で埋立処分の抑制やダイオキシン問題等を背景に1990年代から廃棄物・副産物の使用が増加し、木質バイオマスも徐々に使用されるようになった。当工場でも、セメント製造用エネルギーとして木粉を使用しており、2009年には自家発電比率の向上のためにバイオマス発電所を新設するタイミングで二次破碎機を導入し、木質バイオマスの利用を本格化させている。

2 取り組み概要

建築廃材等を取り扱う20～30社からチップ又は木粉を調達し（チップは工場内の二次破碎設備で木粉化）、石炭や廃棄物・副産物とともに燃焼させ、セメント原料の加温に使用している。なお、併設されたバイオマス発電所でも、チップを利用して発電し、電力を工場内で利用している。

木質バイオマス製造



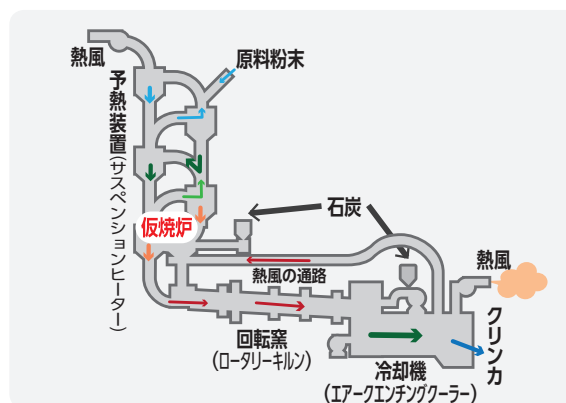
工場外観



3 熱の利用方法

当工場のセメントの製造工程は、原料工程、焼成工程、仕上工程に分かれ、焼成工程では、焼成効率を上げるためにプレヒーター（予熱装置）を通過させてから、原料をロータリーキルンで焼成し、クリンカをつくっている。このプレヒーターの仮焼炉において、石炭や廃棄物・副産物（廃油、廃プラスチック、有機汚泥等）とともに、木粉を24時間燃焼させ、セメント原料を直接加熱している。なお、木質バイオマスを木粉化して利用するのは、仮焼炉内で効率よく燃焼させるためである。

● 焼成工程イメージ



出典：住友大阪セメント株式会社ホームページ

4 バイオマス熱利用システムの仕様

木粉を空気搬送によってプレヒーターまで運搬し、石炭や廃棄物・副産物とともに燃焼する。

システムの設計にあたっては以下のような工夫を行なっている。

- 既存設備（プレヒーターの仮焼炉）での混焼のため、導入費用を抑制
- 二次破碎設備を導入したことにより、木粉だけでなく、木質チップの利用にも対応

● セメント製造設備



5 木質バイオマスの調達

建築廃材等を取り扱う 20～30 社から、建築廃材や剪定枝等による破碎チップ又は木粉を調達している（チップは工場内の二次破碎設備で木粉化）。木質バイオマスの調達はセメント工場全体でまとめて行っており、セメント製造用エネルギーとして年間 約 2～3 万トンの木粉、バイオマス発電所で年間 約 18 万トンのチップを利用している。バイオマス発電所を併設することで、チップの余剰状況を見ながらセメント製造用エネルギーとして利用することが可能となっている。

● 木質バイオマスの調達の状況

原料の種類	建築廃材、剪定枝等
調達物の種類	破碎チップ又は木粉
製造・運搬主体	建築廃材等を取り扱う 20～30 社
水分率 WB	平均 18% 程度（天候により変化）
使用量	セメント製造用エネルギー：約 2～3 万 t / 年 （バイオマス発電用：約 18 万 t / 年）

● 木粉置場



● 木粉



● 破碎チップ



● チップ置場及びチップ投入設備



● 二次破碎設備



6 メンテナンス内容・体制

メンテナンスは、二次破碎設備の摩耗度などを経年監視し、補修している。木質バイオマスは廃棄物・副産物の中でも設備が摩耗しやすいため、メンテナンス費が比較的大きくなる傾向にある。

7 導入の成果と課題

セメント製造エネルギーとして木質バイオマスを使用することは、石炭の代替となるため、使用した分（年間 2～3 万トン）と熱量換算で同量の石炭分の CO₂ 削減効果がある。また、単価も石炭に比べて低いので、コスト削減にも寄与している。一方、廃棄物・副産物は木質バイオマス以外にも多数あり、廃油、廃プラスチックなど、木質バイオマスよりもコストメリットがあり、取扱いやすいものも多い中で、木質バイオマス利用の最適化を図っている。