

2. 地域のエネルギー需要量の把握

2.1 八戸市のエネルギー需要

(1) 製造業

八戸市は、製紙産業や基礎素材型産業等製造業の産業集積が進み、北東北を代表する工業都市である。八戸市を代表する企業は、エネルギー多消費産業が多く、それら産業を中心に、大規模なエネルギー需要家が存在している地域となっている。

八戸市の製造業におけるエネルギー消費量は、以下のように推計される。

表 2.1-1 製造業における主なエネルギー種別消費量

(単位：TJ)

		石炭	石炭 製品	石油製品			都市 ガス
				軽質油製品	重質油製品	石油ガス	
化学・化繊・紙パ	青森県	0.0	0.0	0.0	663.0	7.5	0.0
	八戸市	0.0	0.0	0.0	476.2	5.4	0.0
鉄鋼・非鉄・窯業土石	青森県	9,406.8	3,067.6	92.9	4,075.4	1.1	0.0
	八戸市	2,283.1	744.5	22.6	989.2	0.3	0.0
他業種・中小製造業	青森県	3.4	0.0	56.6	369.5	60.3	192.0
	八戸市	1.3	0.0	21.9	142.9	23.3	74.2

(出典) RIETI「都道府県別エネルギー消費統計」より推計

(注) 八戸市の値は、製造品出荷額等で案分して推計した

表 2.1-2 製造業における電力消費量

(1,000kWh)

	青森県	八戸市
食料品	215,440	65,957
繊維	21,017	733
パルプ・紙	59,509	50,174
化学	12,062	3,374
セメント	131,823	47,431
鉄鋼	819,785	754,748
非鉄一次	49,759	2,911
窯業土石金属	6,802	2,821
その他	375,443	128,155
総計	1,691,630	1,056,303

(出典) 青森県「青森県統計年鑑」より推計

(注) 八戸市の値は、製造品出荷額等で案分して推計した

(2) 非製造業

八戸市における農業は、都市近郊型農業が展開されており、施設園芸野菜や果樹・畜産等、集団的な生産が展開されている。エネルギー消費自体は多くないと予想されるものの、養鶏なども盛んな地域であり、相応のエネルギー消費があるものと考えられる。水産業の拠点である八戸港では、平成 21 年の水揚げ高は、数量が 139,275 トンで全国第 3 位、金額が 216 億 9411 万円で全国第 7 位と、全国でも有数の漁港であり、漁船に使用される重油や水産加工等で多くのエネルギーが消費されている。

表 2.1-3 非製造業における主なエネルギー種別消費量

(単位：TJ)

		石炭	石炭製品	石油製品			都市ガス
				軽質油製品	重質油製品	石油ガス	
農林水産業	青森県	0.0	0.1	868.0	6,195.4	26.2	9.6
建設業・鉱業	青森県	1.5	4.7	1,513.9	408.3	2.5	387.3
	八戸市	0.3	0.8	252.4	68.1	0.4	64.6

(出典) RIETI「都道府県別エネルギー消費統計」より推計

(注)「建設業・鉱業」は鉱業に供するエネルギーは少ないと仮定し、建築着工面積で案分して推計。「農林水産業」は農林水産に渡る適当な指標がないため、青森県の値のみ掲載した

(3) 家庭

北東北随一の工業都市である八戸市は、平成 23 年 2 月現在で、104,117 世帯、241,256 人の人口を有している。また寒冷的な気候であり、灯油等の暖房エネルギー需要が多く存在する。

表 2.1-4 家庭におけるエネルギー種別消費量

(単位：TJ)

	電気	都市ガス	LPG	灯油
青森県	11,147	2,370	3,796	15,366
八戸市	1,997	425	680	2,753

(出典) 住環境計画研究所「家庭用エネルギー統計年報」より推計

(注) 東北地域のエネルギー種別消費原単位に世帯数を乗じて推計した

2.2 既存バイオマス利用設備調査

青森県八戸市周辺において、現在木質バイオマスエネルギーがどの程度利用されているかの把握を行う。ここでは、セメント工場、製紙工場、その他利用施設について把握を行う。

2.2.1 セメント工場

社団法人セメント協会によると、青森県においてセメント工場は、三菱マテリアル青森

工場（下北郡東通村）と八戸セメント八戸工場（八戸市）の2つの工場が操業している。

セメント協会では、セメント業界における廃棄物・副産物使用量をまとめており、木質バイオマスとしては、「木くず」という項目が挙げられている。木質バイオマス利用量の推計にはこの数値を利用することとし、これをセメント協会加盟事業者のクリンカ製造能力で案分することで推計値とした。

八戸市におけるセメント工場の木質バイオマスの推計利用量は以下のような値となる。

表 2.2-1 セメント工場における木質バイオマス推計利用量

	木くず (千 t)
八戸市におけるセメント工場の推計利用量	9.9

(出典)セメント協会「セメントハンドブック」より推計

(注)セメント製造において木質バイオマスは、熱エネルギーだけではなく原料としても利用されるが、ここでは全量熱エネルギーとして回収されていると仮定して推計している。

2.2.2 製紙工場

日本製紙連合会によると青森県において製紙工場は、三菱製紙八戸工場の1工場が操業している。

日本製紙連合会では、「環境に関する自主行動計画（温暖化対策）」フォローアップにおいて、燃料転換投資計画によるバイオマス燃料、廃棄物燃料使用量をまとめており、木質バイオマスとしては、「廃材、バーク」が項目として挙げられている。木質バイオマス利用量の推計にはこの数値を利用することとし、これを製紙連合会加盟事業者の紙・板紙生産量で案分し事業者ごとの使用量を求め、さらに八戸市に立地している工場の生産量で案分することで推計値とした。

八戸市における製紙工場の木質バイオマスエネルギーの推計利用量は以下のような値である。

表 2.2-2 製紙工場における木質バイオマス推計利用量

	廃材、バーク (BD-千 t)
八戸市における製紙工場の推計利用量	52.2

(出典)日本製紙連合会「紙・板紙統計年報」、日本製紙連合会「環境に関する自主行動計画（温暖化対策）」フォローアップ調査結果」より推計

2.2.3 その他バイオマス利用施設

その他木質バイオマス利用施設として、ペレット燃料、チップ製造施設がある。青森県内には、以下の製造工場が存在する。

表 2.2-3 製材工場における木質バイオマス推計利用量

	木質受入量 (t)	備考
津軽開発協同組合	2,437	—
有限会社白神バイオエネルギー	650	2007 年度チップ製造量 790m3 より推計
有限会社横浜製材所	200	—

(出典) 青森県「バイオマスあおり事例集」

2.3 新たなバイオマス利用設備調査

現在木質バイオマスエネルギーが利用されている既存利用設備以外に、今後新たにバイオマスエネルギー利用の可能性のあるかの把握をここでは行った。

2.3.1 エネルギー多消費施設

バイオマスエネルギーの利用、導入を検討する事業者には、その事業活動において、熱の需要が存在すること、あるいは、電力需要が相応にあり自家発電により利用することが考えられる。いずれのケースにおいても、エネルギー消費量が大きい施設、工場においては、バイオマスエネルギー利用の検討余地があるといえる。

八戸市内における主要なエネルギー消費施設は、例えば以下のような施設・工場が挙げられる

表 2.3-1 主なエネルギー多消費施設（エネルギー指定管理工場）

指定区分	事業者	工場名	細分類名
1種	八戸製錬株式会社	八戸製錬所	亜鉛第1次製錬・精製業
1種	大平洋金属株式会社		高炉によらない製鉄業
1種	東北電力株式会社	八戸火力発電所	発電所
1種	三菱製紙株式会社	八戸工場	洋紙製造業
1種	八戸セメント株式会社	八戸工場	セメント製造業
1種	株式会社大平洋ガスセンター		圧縮ガス・液化ガス製造業
1種	北日本くみあい飼料株式会社	八戸工場	配合飼料製造業
1種	陸上自衛隊	八戸駐屯地	行政機関
1種	青森県	八戸工業用水道管理事務所	工業用水道業
1種	中部飼料株式会社	八戸工場	配合飼料製造業
1種	海上自衛隊	八戸航空基地	行政機関
1種	八戸市	八戸市民病院	一般病院
1種	住金鉱業株式会社	八戸鉱業所	石灰石鉱業
1種	東京製鋼株式会社	東北棒鋼事業部八戸工場	製鋼・製鋼圧延業
1種	高周波鋳造株式会社		鋳鉄鋳物製造業（鋳鉄管、可鍛鋳鉄を除く）
1種	エプソントミックス株式会社		高炉によらない製鉄業
1種	株式会社大平洋エネルギーセンター	北沼発電所	発電所
1種	エーアイエス株式会社		その他の電子部品・デバイス・電子回路製造業
1種	八戸東洋株式会社		めん類製造業
1種	アンデス電気株式会社	オプトエレクトロニクス	液晶パネル・フラットパネル製造業
1種	株式会社ハチカン	本社冷蔵工場	冷凍調理食品製造業
1種	八戸ショッピングセンター開発株式会社	八戸ショッピングセンター ラビア	貸事務所業
2種	東北グリーンターミナル株式会社		倉庫業（冷蔵倉庫業を除く）
2種	シチズンセイミツ八戸株式会社		液晶パネル・フラットパネル製造業
2種	コープケミカル株式会社	八戸工場	複合肥料製造業
2種	株式会社中合	三春屋店	百貨店、総合スーパー
2種	ホクト化学工業株式会社	八戸工場	発泡・強化プラスチック製品加工業
2種	合同酒精株式会社	八戸工場	清酒製造業
2種	さくら野東北株式会社	さくら野百貨店八戸店	百貨店、総合スーパー
2種	八戸地域広域市町村圏事務組合	八戸清掃工場	ごみ処分業
2種	日和産業株式会社	八戸工場	配合飼料製造業
2種	東北森紙業株式会社	八戸事業所	段ボール製造業
2種	エムアールシーユニテック株式会社	本社工場	その他の有機化学工業製品製造業
2種	プライフーズ株式会社	第一ブロイラーカンパニー細谷工場	部分肉・冷凍肉製造業
2種	八戸圏域水道企業団	川中島ポンプ場	上水道業
2種	日本赤十字社	青森県支部八戸赤十字病院	一般病院
2種	アルバック東北株式会社		フラットパネルディスプレイ製造装置製造業
2種	株式会社ハチカン	本社常温工場	水産缶詰・瓶詰製造業

（出典）資源エネルギー庁「エネルギー管理指定工場名簿」平成22年3月31日現在

このうち、バイオマスエネルギー設備の導入ということについて事業者として現実的な観点から考慮すると、バイオマス発電による発電利用よりも、バイオマス熱利用の方が現実的と考えられる。また、バイオマス熱利用を検討する事業者は、現在の事業活動において「熱需要が存在し、ボイラを所有している」ということが想定される。

そこで、現在ボイラを保有している八戸市内の事業者に対して、バイオマスエネルギー利用に関しての意向を電話および FAX にての聞き取りを行った。

食料品製造業をはじめとして、計 10 社にバイオマスエネルギー利用の意向の聞き取りを行ったが、上記に示すとおり、新たにバイオマスエネルギーの利用について考えるには、「現在利用している設備の更新時期」あるいは、「新規熱需要の創出（事業の拡大、既存設備の喪失など）」ということがない限り、事業者にとっては検討の俎上に乗らないものであった。

表 2.3-2 バイオマスエネルギー利用に関する意向結果

業種	方法	状況
飲料・たばこ・飼料製造工場 A	FAX	・設備導入計画が全くない。
飲料・たばこ・飼料製造工場 B	FAX	・震災により、新規ガスボイラを導入した ・当面バイオマスボイラ導入の予定がない。
飲料・たばこ・飼料製造工場 C	FAX	・天然ガス導入に合わせ更新計画中 ・バイオマスは考えていな
化学工業工場 A	FAX	・バイオマスエネルギー導入予定がない。
窯業・土石製品製造工場 A	FAX	・既にバイオマスボイラ運転中。
食料品製造業工場 A	TEL	・すでに温暖化対策は実施済 ・バイオマスボイラ導入は考えていない
食料品製造業工場 B	TEL	・バイオマスの導入は検討していない
食料品製造業工場 C	TEL	・バイオマスの導入は検討していない
食料品製造業工場 D	TEL	・バイオマスの導入は検討していない
食料品製造業工場 E	TEL	・バイオマスの導入は検討していない

2.3.2 工業団地

青森県には工業団地が 23 か所存在し、そのうち八戸市には、桔梗野工業団地と八戸北インター工業団地の 2 つ立地している。

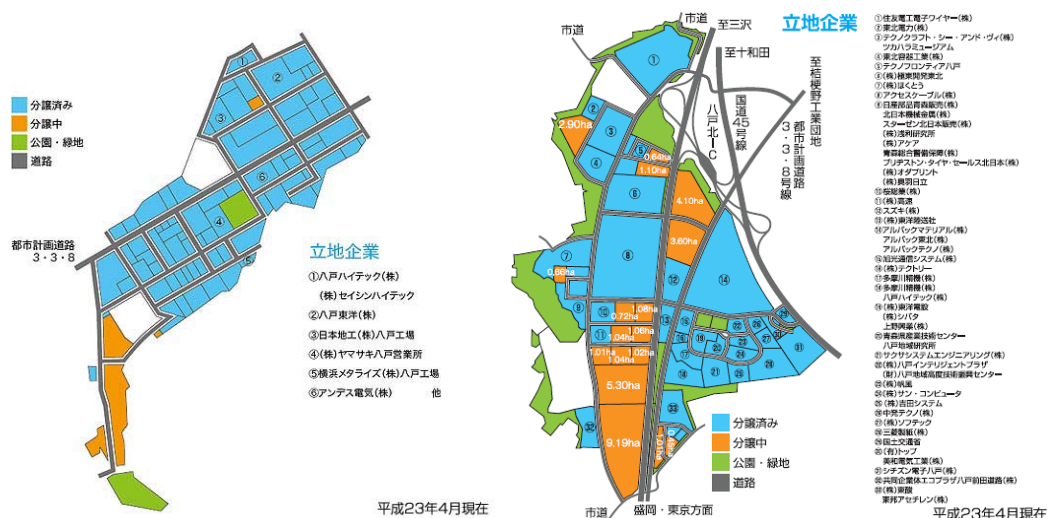


図 2.3-1 桔梗野工業団地（左）と八戸北インター工業団地（右）

立地している企業の業種は多岐にわたるものの、下北地域では、八戸を中心に鉄鋼・非鉄金属、製紙、化学などの基礎素材型産業、半導体製造装置、情報通信機器、自動車・航空機、ソフトウェア産業などが集積しており、桔梗野工業団地と八戸北インター工業団地においても、基礎素材型産業、半導体製造装置、情報通信機器が立地している。

桔梗野工業団地へのバイオマスエネルギー利用設備の導入意向を電話にて確認を行ったところ、特に工業団地担当として発電施設の導入意向は現在のところもっておらず、バイオマス熱利用についても、現在立地している事業者の意向によるところが大きいため、回答は難しいということであり、ただし、用水・用地の確保ができるという点では、立地を否定するものではなく、事業者有意向があれば可能性はあるのではないかという回答であった。

今後、新たに工業団地内に工場の立地進出を検討している事業者が存在する場合に、温暖化対策や CSR としてバイオマスエネルギーの導入を検討することはあると思われるが、既に操業している工場に対して新たなバイオマスエネルギー導入は、設備更新等のタイミングが合わない限り、壁が高いものである。

3. システム構築に向けた基礎調査

ここでは、地域ニーズを踏まえて選定した事業を検討するために参考となる基礎情報を整理した。

3.1 木質バイオマス利用技術概要

3.1.1 全体概要

国内で使用されている木質バイオマス専焼エネルギーの技術および利用については、

- ① エネルギーの一次転換方式(バイオマスが自己保有するエネルギーを取出すために、燃焼等の酸化あるいは熱分解など化学的変換を行う)、
- ② 発電方式(発電機の回転動力を得るためのエネルギーから動力への変換方式—タービンなど)、
- ③ 回収エネルギーの用途(利用)別

に大きく分類される。それぞれとの関連・システムあるいは用途の構成例を下に示す。

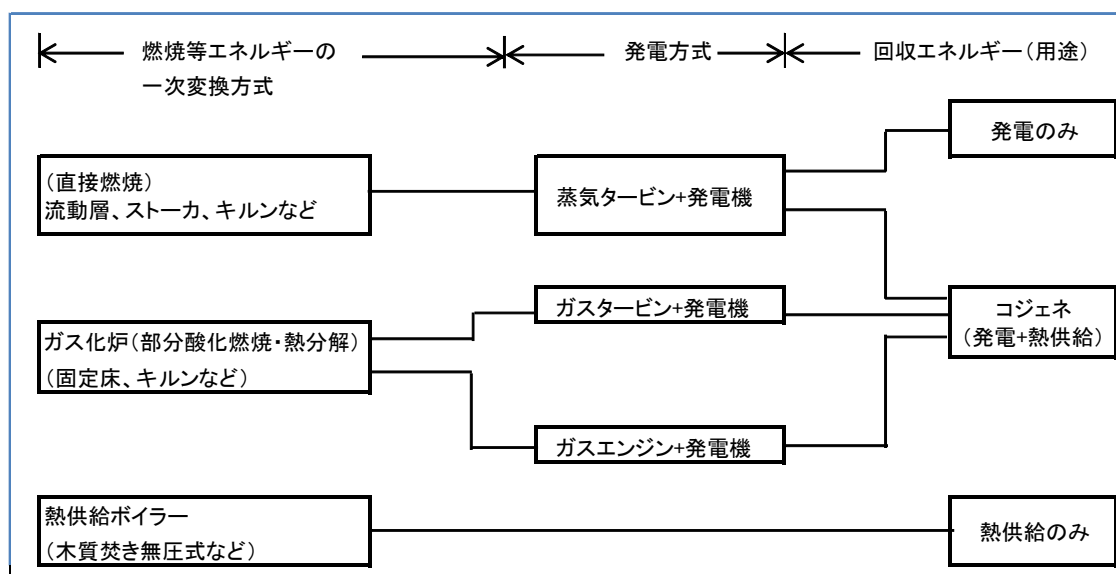


図 3.1-1 システム構成イメージ

なお、ガス化炉の生成ガスを利用する発電方式はガスエンジン発電によるものがほとんどであり、ガスタービンによる発電の事例は少ない。

「発電のみ」を行う場合は、木質バイオマスエネルギー保有量に対し通常 15%程度、大規模設備でも最大 25%程度が発電(エネルギー)利用されるにとどまる。

コジェネレーション（コジェネとも略記する）は電気・熱を併せて利用することから、総合熱効率が 85～90%に達する設備もある。

「熱利用のみ」を行う場合は、一般的に商品（温水等）の価格は低いがその生産コストも低いことから、燃料価格が高くなっても対応できる加熱設備として需要が増してきている。

しかし利用面・経済面からは、電気・熱ともに得失があり、立地や目的別にエネルギー供給・利用事業が行われている。

以下、バイオマスエネルギーの変換技の要となる燃焼炉等、発電・コジェネ・熱供給技術と課題、経済性、導入事例について述べる。

3.1.2 炉形式による分類整理

(1) 燃焼炉

①固定床型燃焼炉（ストーカ型）

木質燃料は破砕された形状で搬入され、貯槽、原料投入機(ホッパー、フィーダー)を経て燃焼炉内に投入される。この際にハンドリングや燃焼特性のために、投入原料の形状や物性については均一なものが好ましい。

炉内燃焼については燃焼速度は緩やかで、その分、燃料形状や物性の不均一があっても対応可能である。木端や背板など大きな形状のものが混入しても投入ホッパーやフィーダーに問題なければ燃焼そのものには影響はない。含水率の変動についても対応可能で高含水率の原料が入ってきても炉内燃焼域の区分特性により完全燃焼が可能である。これは一般廃棄物焼却の技術であり、燃えやすい紙類やプラスチック類などと同時に投入される厨芥類や難燃性の物質なども同じ炉内で完全燃焼できるように開発されたものである。

下記に示す図において、ストーカ（火格子）は三つのエリアに分かれそれぞれに機能を分担させる構造となっている。すなわち最前段の「乾燥ストーカ」上に燃料がされ、ストーカ下部から加熱された空気が吹き込まれて燃料の乾燥を行う。含水率の小さい物や燃焼しやすい紙やプラスチックはここで燃焼を始めることもある。ストーカは機械的に揺動しており、この動きによって中段の燃焼ストーカに移動していく。ここでも加熱された空気が下部から吹き込まれ本格的な燃焼が始まる。燃焼灰はストーカを通過して下部に落ちるが、燃え残った物、含水率の高い物や難燃性の物、形状が大きくて燃焼時間の足りなかった物などはさらに下段の後燃焼ストーカに移動する。ここでも下部からの加熱空気により燃焼を続ける。

多様な燃料、形状に対応できる特徴をもっており、炉内投入用のフィーダーもそれに対応できる構造となっている。従ってある程度の大きさの金属や土砂などの不燃物が混入しても支障なく運転が可能である。

木質バイオマスは乾燥の進んだ製材木くずとともに高含水率の林地残材や間伐材、さらには土砂なども付着して投入される可能性があり、このような多様な物性に対応する機能も有効となる。

②流動床型燃焼炉

前述のストーカ型燃焼炉のように火格子はなく、珪砂を中心とした流動媒体を燃焼炉の底部に充填した構造である。運転時は充填した流動媒体層の底部から酸化剤（空気）を吹き込み、珪砂を流動化させた状態にする。この上に原料を投入する訳であるが、燃えやすいものあるいは揮発した成分は流動層上部のフリーボード部で燃焼する。燃えにくい物や炭化物などは流動層の内部に巻き込まれ、珪砂に蓄熱された高温熱によりガス化される。この生成ガスはフリーボード部で燃焼する。

燃焼速度は速く、炉内投入後数秒で燃焼してしまう。その分炉内投入用のフィーダーに供給定量性が求められ、上記のように原料の形状や含水率の定常性が求められることとなる。投入された燃料は流動床より上部のフリーボード部で高温熱と酸化剤（一般には空気）に晒され短時間で燃焼してしまう。燃え残った含水率の多い部分や、炭化して残った部分は流動床内部に巻き込まれ、流動媒体（珪砂など）に蓄熱された高温熱によってガス化される。この生成ガスは再びフリーボード部で酸化剤と接触して燃焼する。この時の燃焼熱の一部は珪砂を加熱し、蓄熱媒体としての機能を発現させる。流動層は投入原料を攪拌して燃焼促進するだけでなく、難燃性の燃料や生成物を加熱してガス化する機能も兼ね備えている。

大型炉で連続運転をする場合は遠隔自動運転制御が必須であり、特に原料の貯槽・ハンドリング・払い出しに係る機器類の自動化が重要な課題である。原料投入ホッパーの閉塞回避、およびフィーダーの閉塞、定量移送確保のため、木質原料は決められたサイズのピンチップまたは切削チップに前処理して置く必要がある。通常、ピンチップであれば100mmアンダーのサイズにまで破碎してあることが望ましく、多くの実績を持って安定的な運転がされている。切削チップであれば（パルプチップ用の25mmアンダーのものが主流）ハンドリングはより確実性が増すが、切削に係るエネルギーやカッターの保守コストが増加してしまう恐れがある。

このような燃焼メカニズムやハンドリングに支障ないような燃料形状や含水率条件が整えば燃焼制御性に優れた運転が可能となり、発電制御はしやすいこととなる。北欧のチップボイラーはほとんどこのタイプであり、もっぱら燃焼の制御性のよさを利点として採用している。運転制御性を維持するため、原料の均一性確保、定量供給運転には配慮されているようである。その代わりに運転員は極端に少なく、原料貯留ヤードにトラックやトレーラー運転手がいる程度でボイラーや発電機周辺にはほとんど作業員はいない。中央操作室に数人いる程度で3交代で24時間運転をするのが基本である。

また、前述のように流動床炉は珪砂を流動媒体として使っており、これは熱媒体でもあり大きな容量の蓄熱材ともなり得る機能を持っている。デイリーで起動停止をするような操業の場合、この砂の蓄熱機能により朝の起動が速やかに実施できるという利点もある。

③キルン型燃焼炉

前述の固定床型燃焼炉の項で、ストーカの構造や機能について述べたが、平面的な火格子形状から円筒形の火格子にしたものをキルン型と称し、このキルンを回転させ

ることによって燃料を移動させるという機能を発揮する。ストーカ型の燃焼方式に比べ更に動きが大きいので大形状で不定形の燃料が入ってきても円滑な燃焼が可能である。

木質の燃料を扱う場合、搬入される燃料が均一に破碎されたチップだけでない場合もある。製材木くずでは不定形の端材、背板などが混入し、場合によっては長尺のバークなどの混入もありうる。林地残材では形状の大きい枝条の部分や、タンコロと言われる根株の部分などが入ってくる場合も考えられる。そのような場合にはこの形式の燃焼炉であれば問題なく燃焼できる。

下に示す概略図にはキルン炉の下部に更にストーカを備えているが、廃棄物焼却の場合は難燃性の物が混入してくる場合がありこれを完全に燃焼（後燃焼あるいは熾火燃焼と称す）させるために設けたものである。

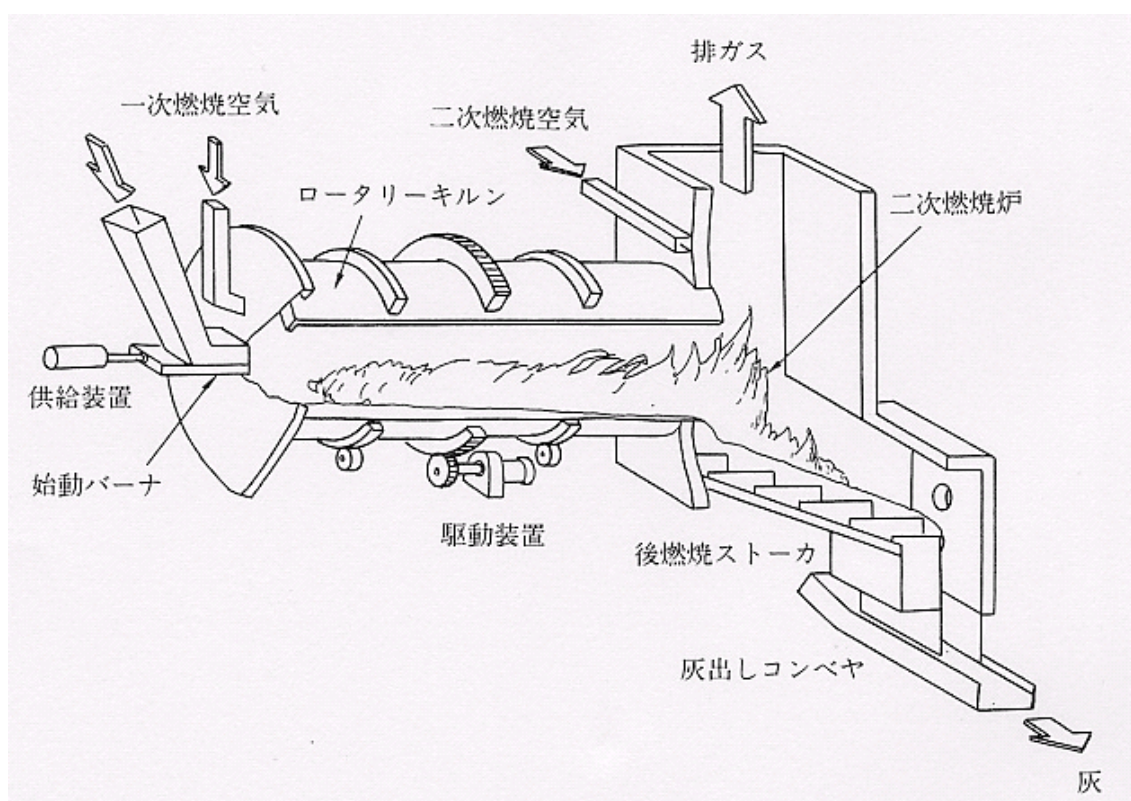


図 3.1-2 キルン型燃焼炉

（出典）環境省中央環境審議会資料

（2）ガス化炉

①固定床型ガス化炉

・ダウンドラフト型固定床炉

構造は可動部のない単純な構造であり、炉内構造は簡単で安価なコストで建設できる。反面、積み上げたバイオマス燃料がブリッジなどを起こしやすく、連続投入、自動運転には配慮を要する。投入原料の形状は均一性を求められる。しかし、バッチ運転などの場合はこのような配慮は不要であり、固定床型の燃焼炉と同様に燃焼速度は

遅いので、原料形状や含水率などの物性がばらついていても問題ないと言うような特徴を持っている。

空気は積み上げた燃料の上部から吹き込む方式をとる。最下部が高温の酸化ゾーンで上部ほど低温の還元や熱分解のゾーンとなっている。生成ガスの流れは逆となって、熱分解ゾーン、還元ゾーン、酸化ゾーンの順に流れることになって、低温の熱分解ゾーンで発生するタールやチャーが、高温の還元ゾーン、酸化ゾーンでガス化されることになりガス精製も同時に行える炉形式である。

・アップドラフト型固定床炉

構造はダウンドラフト炉と同様で、可動部のない単純な構造である。昔からある炭焼き炉のイメージで、燃料を上部から投入して積み上げ、下部から空気を吹き込んで部分酸化ガス化を行うものである。酸化ガスが保有する高温熱により上部に投入された原料の熱分解や乾燥が行えるのでダウンドラフト炉よりは熱効率はよい。ただし、低温での熱分解時に発生するタールなどが生成ガスと混合されて炉外に出て行くのでガス精製の負荷が多くなる。

建設コスト、原料ハンドリングなどに関する特徴はダウンドラフト炉と同様である。

②流動床型ガス化炉

流動床型ガス化炉は、ガス流速の違いにより流動床型と噴流床型に分類される。

流動床は、珪砂と言われる砂状のものが充填される。これを下部から吹き込む酸化剤（一般には空気）で流動化させ、燃料である木質チップなどを巻き込んでガス化する。ガス化メカニズムは流動床型燃焼炉と同様であるが、酸化剤は少なくして（空気過剰率を 1.0 以下にするとする表現を用いる）熱分解に必要な高温熱が得られる程度に部分酸化させるにとどめておくという運転方法となる。フリーボード部や流動床内部でガス化した生成ガスは一部が燃焼しながらその熱で後から投入される燃料の熱分解を進行させる。流動媒体である珪砂にも蓄熱され未燃分や炭化したもの、あるいは大きな形状のガス化進行しにくいもの等もこの流動床内部でガス化を促進させるというような特徴を有する。

噴流床ガス化はガス流速が更に大きく、蓄熱媒体となっている流動床が形成されない。珪砂は蓄熱材となつては燃料のガス化を促進するが、生成ガスと一緒に炉外へ運ばれ後段のサイクロンなどで分離回収されて炉内へ戻ってくる。原料は微粉碎されたものがよく、ガス化速度も速く高効率がガス化が進行する。ガス化炉の特長を活かすためには酸化剤は空気よりも酸素を用いたほうがよい。空気を酸化剤に用いれば生成ガスに大量に窒素が含まれることになり、発熱量の低下を招くことになる。酸素を酸化剤にすれば高発熱量の生成ガスが得られ、後段の発電設備の効率を上げることになる。高発熱量であるが故にそのまま発電燃料とするよりも、改質して合成燃料や化学品原料に変換できると言った付加価値の大きな合成ガス生成が可能である。

③キルン型ガス化炉

キルン型ガス化炉も燃焼炉と形状は同様である。ただし、熱分解の熱源はガス化炉

内で部分酸化させて発生させるのではなく、ロータリーキルンの外側から加熱して与える。ただしこの外部加熱用の熱源はロータリーキルンから排出された残渣や炭化物を燃焼させて得ている。流動床型ガス化炉のように投入原料の一部を酸化させてそれを熱源にして熱分解を進行させると言うメカニズムであるが、ロータリーキルン内部に酸化剤を吹き込まないので、生成ガスが希釈されることはなく高発熱量のガスが得られる。

ロータリーキルンはどうしても大型となり、ガス化の場合は外部からの加熱となるので熱伝達効率が重要である。そのため、燃焼炉のように単純な円筒型ではなく、キルンを多筒型とし更にそれを一本の円筒型加熱チャンバーで覆った形状にしてガス化効率を高めてものもある。

3.1.3 発電システム

(1) 発電専焼技術の概要

発電システムは、燃焼炉を用いる場合は火力発電設備と同様の蒸気タービン発電方式となる。構成は、貯留槽（貯留ヤード）、移送コンベヤ、ホッパー、燃焼炉（蒸気ボイラー付き）、蒸気ドラム、蒸気タービン、発電機と言ったところが主要機器となる。

一方、ガス化炉を用いる場合はガスエンジンやガスタービン駆動の発電方式となる。システムはホッパーまでは燃焼発電と同様であり、その後にガス化炉、ガス精製機器、ガスホルダー、ガスコンプレッサー、ガスエンジン（又はガスタービン）、発電機という機器が構成される。

(2) 技術課題

①投入原料含水率の見込み

間伐材、林地残材など伐採直後の生木は伐採季節や樹種などにもよるが、含水率 50%（※1）を超える場合もあり、この時の発熱量は 1,800kcal/kg 程度で発電用燃料として不適当な状態である。伐採現場の土場や作業道脇などでの野積みなどである程度の天日乾燥が期待できるが、数週間おいても 40%前後までしか低下しない可能性がある。全木伐採したものを葉付き乾燥することによってもう少し乾燥を促進することも考えられるが、伐採作業効率を優先的に考えると乾燥を待つて集積と言った工程管理は困難であろう。

チップ化した後、ストックヤードなどでの天日乾燥、機械乾燥などにより含水率 30%程度までは下げたいところである。

製材工場に搬入される原木（丸太）はある程度乾燥が進んでおり、角材やラミナーに加工する際に発生する木くずなどは 30～40%程度の含水率に低下している。さらにこれらを乾燥炉によって規格内の含水率にまで低減された物が建材や集成材に加工され、この段階での製材木くずが比較的大量に発生する。従って製材工場で発生する木くずはさらに乾燥が進んでおり 20～30%程度になっていると思われる。以上のようなことから製材工場から排出されるソーダスト、プレナー屑等は 30%前後（発

熱量は約 3,000kcal/kg) に乾燥されていると考えて良い。

各種の原料はそれぞれの供給元から個別に搬入されてくるものの、形状や含水率は様々であることが予想される。プラントのストックヤードの前後で破碎、乾燥などの前処理段階で均質に混合されるような工夫が必要である。ストックヤードの先のコンベヤー、投入ホッパー、炉入りロフィーダーでは自動化される必要もあり閉塞などを起こさないような物性にする必要がある。

投入する燃料の発熱量はなるべく変動しないことが望ましい。炉内での燃焼が変動するということはボイラーの蒸気発生が変動することとなり発電制御に影響がでることになってしまう。

***1 含水率についての定義**

一般に工業の分野では含水率とは重量基準含水率を指し、湿潤基準（水の重量を、水と固体の重量との和で除したもの）の含水率が用いられる。ただし土木・建築分野では木材の含水率は乾量基準（水の重量を固体の重量で除したもの）を用いることが JIS（JIS Z2101）で定められている。

②発電規模と発電効率

燃焼炉にボイラーを設置した蒸気タービン発電を想定すると、様々な条件から最低 5MW の規模が望まれる。この時の発電効率は 25%程度であり、規模が小さくなると発電効率は低下する。

ガス化炉の場合は、後段の発電機はガスエンジンかガスタービンとすることになるがガスタービンによる発電実施例はわずかである。ガスエンジンは都市ガス用のガスエンジンを転用して使うことになる。発電規模はガスエンジンが小型のものまで標準化されており数 kW の小型から数 MW までの規模が可能である。ただし大型のものは蒸気タービン発電に比べて初期費用も保守費用も高額になるので十分な経済性検討を要する。標準化されているガスエンジン発電機の効率は 30%～40%といった高効率のものが市販されている。ただし都市ガスの発熱量基準であり、ガス化炉による生成ガスの発熱量は都市ガスに比べて小さいので定格発電出力よりは小さくなる。

(3) 技術課題の解決方策

①燃焼発電技術に関する課題と技術開発動向

燃焼炉および発電技術に関する技術的な課題はほとんどないと言って良い状況である。燃焼炉については廃棄物焼却技術、あるいはそれに続く廃棄物発電技術の研究開発は進展してきており、マテリアルハンドリング、燃焼技術、灰処理技術、排ガス処理技術などの様々な課題抽出、解決が実施され既に実用に供されている。ここで扱うべき課題は、エネルギー回収や発電を目的とする技術であるので、木質燃料の含水率の低下、および形状の均一化技術が課題と言う部分が燃焼制御の安定性を確保する点で最も重要な課題であり、これは他のガス化発電等にも共通した課題である。

また、燃料入手コストの問題が事業経済性を左右することになり、強いて言えば収集・輸送技術の低コスト化が課題ということになる。しかしながらこの課題は原料生産現場や物流システムの分野であるので別の機会に委ねることとする。

②ガス化発電技術に関する課題と技術開発動向

ガス化発電技術については、後段のガスエンジンや発電機などは既存の技術であるのでほとんど課題はないが、強いて挙げれば燃料混合器（キャブレター）の部分であろう。生成ガスが C1、C2 主体で発熱量が低い上に、窒素ガスや部分酸化した燃焼ガスなどで希釈されており都市ガスより発熱量が低いのでそれに応じた空気量が必要であるが、場合によっては圧縮機で生成ガスを圧縮する必要がある。この技術は既に実施例もあり、ガス化炉や生成ガスの状況に応じて設計・検討することになる。

また、前段の木質燃料前処理については前述の燃焼炉と同様である。

ガス化技術の課題は、ガス化効率の向上と、生成ガスの精製という点に多くの課題がある。

・冷ガス効率の向上

冷ガス効率の定義は下記の式による。

$$\text{冷ガス効率} = \frac{\text{システムから出力された生成ガスの総発熱量}}{\text{システムに投入された燃料の総発熱量} + \text{付帯設備駆動のための外部エネルギー}}$$

炉内で生成された合成ガスは、炉の加熱用に消費されたり、ガス精製課程で凝縮して減量してしまう。この工程を経て実際にシステムから出力されて発電システムに送られる正味分を分子とする。分母には投入される燃料の保有エネルギー総量と、ユーティリティーとして外部から供給されるエネルギー（酸化剤として酸素や蒸気を使う場合の製造エネルギーやガス精製時のエネルギーも含む）の総和を入れる。システム全体で投入エネルギーと得られるエネルギーの比率を見ることが重要で、ガス化反応の部分だけを見たカーボン転換率で評価してしまうと過大になってしまうので注意を要する。

・ガス精製

ガス化プロセスで後段に亘って支障となる生成物はタールやチャーであり、従来からある簡便な方法はスクラバーによって洗い落とすという方法である。しかしながらこの方法は合成ガス中の高分子ガス（凝縮性ガス）まで洗い落としてしまうことになり、冷ガス効率の低下につながる。

これらを生成させない、あるいは熱分解するためには高温のガス化環境が必要である。高温加熱源を得るためには生成ガスを燃やすとか、酸化剤に酸素を用いるという方法があるが、外部エネルギーを増加させることになり冷ガス効率を低下させる要因である。生成ガスの顕熱を回収してガス化促進を行うようなプロセスもあるが研究段階である。

触媒によってクラッキングする方法も様々研究されているが、低温域での反応や触媒の低コスト化が課題である。

(4) 事業運用面における課題

「発電のみ」に用いられている直接燃焼方式は、古くからの廃棄物あるいは石炭などの燃料を対象とした燃焼方式をベースに、メーカーごとに木質バイオマス燃焼に向け改良を加えてきており、技術的にも確立され実用段階にある。

また、木質バイオマス専焼「発電」事業は、売電のみを目的とし、おもに木質系建設廃棄物のチップを手当てして発電に供する場合と、製材や合板・集成材製造など林業関連企業・組合や（木質系）リサイクル取扱い事業者などが、それぞれの工程から排出される、いわゆる廃棄物の有効利用を兼ねて事業をおり、使用原料（チップ燃料）の水分が小さいものを利用している。

しかし木質バイオマス需要の拡大にともない、製材過程で発生する端材などの廃材や建築系廃材等の均質で含水率の低いチップが不足してきており、当初計画時点で燃焼対象とした木屑チップなどに加えて、新たに食品工程から排出するバイオマス燃料として使う事例もみられる。関連内容として、代替バイオマス原料にふれた記事を掲げる。

建築廃材から木質チップを加工し、全国の木質バイオマス発電施設に納入する「木材開発」（大阪市）は昨年6月、ヤシ殻をインドネシアから輸入し始めた。大阪湾岸の保管場所に、高さ約8メートルの黒い山がそびえる。親指のつめの大きさ程度のヤシ殻が約1万トン。材料不足で木質チップの出荷量が落ち込み、代替品として扱う。「林地残材を使いたい、今はこれで乗り切るしかない」と担当者は話した。

（出典）よみうりオンライン 2009.6.29 一部抜粋、

<http://www.yomiuri.co.jp/eco/kankyo/20090629-OYT8T00574.htm>

規模の大きい「発電」や「コジェネ」を行う事業について、経済産業省の「再生可能エネルギーに関するヒヤリング（2009年12月）」で特定規模電気事業者（PPS）が「現状と課題」と題して話した中から、資料の内容を抜粋・簡略化して参考に示す。

資料内容は、『RPSやCO2排出削減のため特に2007年以降、製紙、セメント、電力などの企業が、木質チップを補助燃料とした混焼を拡大し木質チップの需要超過を生んだことから、購入価格を上げて量を確保する動きとなり、価格上昇（2006年後半1,000円/トンが2009年半ば以降は3,000～4,000円）を招いた。燃料（木質チップ）不足に因る設備稼働率の低下と価格の高騰により、事業収支の赤字が継続している。木質バイオマス専焼の商業用発電であり、また再生可能エネルギーでは数少ない「有価燃料」を使用する事業である。このため、事業継続中の燃料価格リスクをヘッジする手段としても、全量固定価格固定買取制度の導入を希望する。』としている。

「発電のみ」を行う施設では、水分の少ないチップあるいは高熱量のバイオマス燃料を対象とした計画を行いがちであるが、長期・安定的な事業を進めるためには、輸送コストや林業保全の面からも林地残材や間伐材、バーク等水分の多い木質バイオマスを燃料として事業に取り込めるよう、水分の高いものに対しても燃焼効率を維持、向上させるための乾燥等の前処理システムの採用またその技術開発も必要となる。

また、林業、製材、建設などで構成する事業組合（小規模施設）における課題とし

て、

- ・ 月々で生産する木材チップ量にバラツキがあり、絶対量の確保が難しい状況。
- ・ また、発電に伴い大量に発生する温水や温熱の再利用。

を掲げ、燃料の絶対量を確保するため木材チップ以外のバイオマス燃料の利用や、発電のみにとどまっているエネルギー利用を、周辺の社会福祉施設などでの温水や温熱の有効利用の検討を行う、として熱利用すなわちコージェネ化を図っている。

(いいづな お山の発電所)

http://www.maff.go.jp/kanto/to_jyo/jyouhou/senshin/biomass/baio20-17.pdf

経済産業省の「再生可能エネルギーに関するヒヤリング (2009 年 12 月)」資料
(再生可能エネルギーの全量買取に関する資料)「木質バイオマス発電の現状と課題」

[問題点]

チップ価格の高騰・燃料 (チップ) の量的不足＝稼働率の低下→事業収支の悪化
燃料費高騰：2006 年後半の燃料チップ購入単価はトン平均 1000 円⇒2008 年～2009 年は 3000～4000 円平均の水準。

[燃料問題の原因]

燃料不足：特に 07 年以降、製紙、セメント、電力などの企業が、CO2 排出低減のために、木質チップの混焼を拡大⇒従来の需給バランスが大幅に需要超過の状態。

燃料価格高騰：需要の大幅な伸びにより、供給が不足する状態が継続⇒購入価格を引き上げて量を確保する動き。

規模の優劣：微粉炭炊きの混焼発電所の発電効率は 40%以上。チップ 1 トンからの回収電気量には大きな開き⇒単位当たりウッドチップから得られる、電気・RPS は、専焼事業者が混焼大規模事業者に大きく劣後。

[採算性向上への課題と見通し]

の合理性の欠如などから、価格裁定が働きにくい状況。

[全量固定価格買取りの是非]

「全量固定価格買取り制度」の導入を希望する。

再生可能エネルギーにおいては数少ない「有価燃料」を使用する事業。事業継続中の燃料価格リスクを負った事業であり、この価格リスクをヘッジする手段が無い。

(出典) 燃料問題：全国統計の未整備、品質と価格再生可能エネルギーの全量買い取りに関するプロジェクトチーム 第 4 回ヒヤリング資料 (2009.12.10) をもとに作成

<http://www.meti.go.jp/committee/materials2/downloadfiles/g91210a05j.pdf>

(5) 導入事例（発電のみ）

木質バイオマス発電機は、2009 年までに 144 基が導入されている（森林・林業白書－平成 21 年度）。

「発電のみ」を行う木質バイオマス専焼の施設については、最大規模である川崎バイオマス発電所（33MW－2012 年 3 月現在）の他は、10MW 以上の大規模施設は数例をかぞえるに過ぎない。

また事業者は、電気事業者や商社などの大手資本（10MW 以上）、メーカー（大手企業＝大手資本）とリサイクル事業者（地元企業＝地域資本）が共同事業として実施（5MW 規模）、合板製造業－地域資本・地元企業（3MW）、林業関係者の組合－地域資本（1MW 規模）、と様々である。

5MW 以上の施設の燃焼・発電方式は、一様に流動層ボイラーと復水タービンシステムで構成されている。

木質バイオマス燃料主体とする石炭や廃古紙・プラスチック燃料（Refuse Paper & Plastic Fuel＝RPF）との混焼施設は 50MW、18MW 規模も存在する（下表参照）。さらには電力会社の微粉炭焚き発電（400～1,000MW 規模）にも木質チップを混焼使用されているが、その割合は数%にとどまる。

木質バイオマスでの発電事例を示す。ここでは岩国バイオマス発電所のみが専焼施設であり、混焼と記した 2 施設は木チップの投入が主体（いずれも木屑割合が 70%以上）である。

表 3.1-1 木質バイオマス発電事例

事業所・発電所名称	事業者	出力 (kW)	メーカー名	方式等	備 考
岩国バイオマス 発電所（専焼）	KK岩国 ウッドパワー	10,000 2006.1運開	JFEエンジ ニアリング	循環流動層 ボイラー	(ミツウロコグリーン エネルギーKK)
糸魚川バイオマス 発電所（混焼）	サミット明星 パワーKK	50,000 2005.1運開	住友重機械	循環流動層 ボイラー	70%木チップ、石炭 混焼
兵庫パルプ工業 バイオマス発電施設 (混焼)	兵庫パルプ工業 KK	18,000 2004.10		気泡型流動床ボ イラー & 抽気復 水タービン	木屑を熱量比で 80%投入。残りは RPF

注) 岩国ウッドパワーは 2011 年 1 月よりミツウロコグループの資本下となっている。

サミット明星パワーは住友商事、明星セメント（太平洋セメント子会社）の出資会社

兵庫パルプ工業は、前項課題として記した内容に関して、「燃料の木屑チップが値上がりしたことや、設備維持費が高くついていることなどから、収益はあまり上がっていない」、また、政府が検討中の再生エネルギー電力の全量買い取り制度については「燃料としている木屑が手に入りにくくなる可能性があると思う」とやや懸念を示しており（丹波新聞 2011.7.8）、チップ価格の高騰による収益低下については前項ヒアリングでの説明者（専焼発電事業者）と類似発言内容となっているが、全量買い取り制度についてはむしろ反対の発言を行っている。

3.1.4 コジェネレーションシステム

(1) コジェネレーションシステムの概要

燃焼ボイラーで発生した蒸気は蒸気タービンを駆動するのと併行して更に低温熱を利用して温水を利用することができる。蒸気タービンが背圧タービンの場合はまだ高温の蒸気や温水が得られ、北欧での地域熱供給プラントではこの発電方式が主流である。熱供給は 120℃程度の加圧高温水で送水している。復水タービンで発電する場合は、復水器で低温まで冷却した方がタービン効率が良くなるので、復水は 40～60℃近辺にまで冷却される。この場合は熱供給用の熱源としては利用が難しい。

ガス化発電設備の場合は、ガスエンジンの高温排ガスから熱回収ボイラーで蒸気又は高温水を発生して利用する方式である。

いずれにしても発電システムから排出された高温の排水や排ガスを利用することでシステム全体の熱効率は向上し、採算性もよくなる。

(2) 技術課題

機器要素の技術的な課題はほとんどなく、もっぱら発電容量と熱供給量とのバランスをとって総合エネルギー効率を上げることが重要な課題である。コジェネレーションシステムは以前から導入・運用してきた例はあり、都市ガスを燃料にしたガスエン

ジンコジェネや、石油ボイラーによるコジェネが一般的である。計画上、あるいは机上検討では総合効率が 70～90%という数値もはじき出せるが、実際の運用では熱需要がうまく確保できず、低効率の運用を余儀なくされているようである。

北欧の木質ボイラーは、むしろ熱供給を主体に計画されており、発電は付随的に運営されている傾向にある。発電容量は 15MW 程度（フィンランド）が最小であり、この場合も 60MW 程度の熱供給を行っている。最大では 40MW 発電+100MW 熱供給と言うものもある（スウェーデン）。熱供給専用では 3.5MW（オーストリア）というものもある。

住宅や公共施設など、熱需要先の容量に合わせて熱供給量やボイラー規模が設定される。ボイラーで発生した蒸気は高温であるので蒸気タービンを駆動し発電した後、温水や蒸気の形で熱供給導管で配送するという形式である。熱需要の負荷変動によってボイラーの出力を調整して運営するが、発電については常時発電しているわけではなく、熱供給に余力のある時に、更に電力価格の市場変動を見ながら系統に送電するという運営方式をとっている。

(3) 技術課題の解決方策

プラント運営の経済性を確保する上でも、全体のエネルギー利用率を上げるためにも発電と合わせて熱供給をすることが望まれる。この場合は、定常的な熱需要を近隣に確保することが必要となる。発電事業主体で計画する場合は電力を系統線に接続する設備さえ考慮すれば可能であるが、熱供給の場合は供給先の距離制限があるので供給体制さえできればいつでも売れるというわけにはいかない。定常的な量と継続的な需要が近傍に存在することが必須条件である。原料（木質燃料）の入手可能量から規模を決めて計画するという「発電事業」とは異なる計画手順を踏むことが必要である。

熱需要は年間通した供給が可能なことはもちろんであるが、24 時間あるいは日中 10 時間程度の需要があることが望ましい。

熱供給事業も併せて実施するには、前述のように導管の敷設コスト、道路埋設の許認可など新たな課題が発生するが、経済性検討を十分行なった計画が必要となる。

24 時間運転する場合についても、連続であればプラント運転の安定性、機器類の耐久性などの点から有利ではあるが、運転作業員が三交代となってコストアップの要因となるのでこの点も十分検討を要する。

(4) 事業運用面における課題

「コジェネレーション」には直接燃焼方式のほか、ガス化方式も用いられている。最大発電能力を施設規模基準とした場合は、概ね 3MW 以上と規模の大きい施設は流動層ボイラー（直接燃焼）、それ以下の規模ではストーカ炉（直接燃焼）あるいはガス化炉と、「発電のみ」に比べ多様化している。

直接燃焼は古くからある技術をもとに木質バイオマス燃焼に向けた改良を加えてきており、技術的にも確立されている。

ガス化炉は直接燃焼と比べると実用化された時期はやや新しいが、開発当時から長い期間を経て、改良工夫も進み、現状ではガスエンジンと組み合わせた発電方式が

多く採用されている。しかしガス化炉方式は、とりわけ木質系を燃焼に用いた場合、生成ガス中に含まれるタール（付着・閉塞の原因となる）の発生により、タール除去システム・エンジン部でのトラブルも散見される。タール生成量の、より少ないガス化技術、より効率的で安定したタール除去システムの開発が求められる。また、生成ガスをガスタービン燃焼機で燃焼させてタールによるトラブルを回避する方式も実証運転されている。

「コジェネ」施設においても「発電」施設と類似した課題が見え、木屑チップの需給ひっ迫、原油価格の上昇による化石燃料から木屑他代替燃料への転換が促進される動きと相まって、さらに木屑の需給が厳しくなることを懸念する意見がみられる（関東通産局 「いっとじゅっけん 2006.6」『バイオパワー勝田による木質バイオマス発電』）。

林野庁の「資源循環型林業構想改善事業第 1 号」として、2003 年に本格稼働を開始した協同組合事業として初めての施設でも、操業後すぐにスギ樹皮・製材端材など原料の確保難（計画量の 5～6 割程度の入手にとどまる）に直面した。原因は製材業が低迷を続け、製材量（原木使用量）を減らしたため、組合員から持ち込まれる木質原料が計画量の半分程度となったことがその要因であった。また施設までの運搬距離が 50 km を超えると、運搬コストが高くなりすぎて端材・樹皮等の持ち込みがなかったことも影響した。原料の確保不足によってエネルギーの製造・販売量も計画を大きく下回る結果を生じ、発電コスト等についても収支の逆転現象が起きた。（計画では、発電－7 円/kWh、売電－7.5 円/kWh。なお、2010.12 時点の売電単価は 10 円/kWh となっている）。種々の課題はあるものの最大の問題は、利用可能な木質バイオマスの減少であり、確保が難しくなっている原因は県域での木材産業の低迷にある（伊藤維年「秋田県の間伐問題と間伐材の地産地消」熊本学園大学経済論集 vol17,2011.3）。

長期・安定的な事業を進めるためには、建築廃棄物や製材端材だけでなく、林地残材や間伐材、バーク等水分の多い森林系資源を燃料として事業に取り込めるよう、技術・運営面双方から検討を行う必要がある。

他方でガス化炉を使用した例では、燃料用チップの水分が当初計画より高いなどのために必要とするエネルギー量が回収できず、供給施設への熱・電気エネルギー利用に支障が出た例などもみられる。

経済性の面からは、小さい規模で自治体が主体に実験実証事業として行ってきたガス化施設（0.2MW 規模）では発構成機器の機能要素の改善などの他、経済性に難があること（発電コスト kWh あたり約 20 円、39 円、77 円などの事例あり）が報告されており、施設規模を大きくする（スケールメリット）ほか、収集・運搬などのプロセスでのさらなる効率化・最適化が必要である。

（5）導入事例

コジェネレーションを行う木質バイオマス専焼施設は、発電規模比較では「発電のみ」施設よりも小さくなり、現状「コジェネ」の最大発電規模施設である神之池バイオマス発電所（21MW－2012 年 3 月現在）の他、5MW 級以上の施設は数例をかぞえるに過ぎない。

直接燃焼による「コジェネ」事業を行う民間事業者は、製材・木材加工・あるいは合板工場などを運営する事業者が、単独あるいは共同出資などで直接経営に関与する形態となっており、施設に隣接する工場などで熱・電気ともに自家消費を優先し、余剰エネルギーを外部に販売する状況が多い。

ガス化による「コジェネ」は、発電能力 1MW 以上（最大 2.5MW）が 3 施設、他はいずれも 0.3MW 以下と、相対的に小規模施設が多い。

「コジェネ」木質バイオマス専焼施設のうち比較的規模の大きい事例を以下に例示する（注：廃タイヤや RPF などと混焼するコジェネ施設も、茨城県・高砂製紙 KK（11,400kW、2008.4 運開）や日本製紙など製紙会社工場各地に存在するが、ここでは専焼施設のみを示す）。

表 3.1-2 コジェネ事例

事業所・発電所名称	事業者	出力	メーカー名	方式等	備 考
バイオマスエネルギープラント	セイホクKK	2300kW 2006.1運開	タクマ	流動床炉+蒸気タービン	電気・熱は工場で消費。余剰電気は外部へ販売
木質バイオマスコージェネレーション施設	前田道路KK	1500kW 熱18.9GJ/h 供給 2007.9	三菱重工	間接加熱式キルン式ガス化+抽気復水タービン	高温空気熱(炭化物熱源)をアスファルト合材プラントで利用
三重中央開発ガス化発電施設	三重中央開発KK (大栄環境G)	1400kW 2005.4運開	三菱重工	間接加熱式キルン式+抽気復水タービン	電気と炭化物利用(還元剤など)
石川グリーンパワー発電所	石川グリーンパワーKK	2500kW 2008.5運開	JFEエンジニアリング	アップドラフト式ガス化炉+ガスエンジン発電	電気と副産物(木酢液、タール)の利用

3.1.5 熱供給ボイラーシステム

(1) 熱供給ボイラーシステムの概要

ボイラーとして熱供給単独で運用する場合は、製材工場や温浴施設など中規模以上の用途が中心になる。一般に普及している石油ボイラーと比較すると初期コストが大きく、また外形寸法も大きくなってしまっていて経済面では不利である。将来の普及促進の要因となりそうな要素としては環境性はもちろんであるが、地元生産が可能な燃料を使うという付加価値が大きな意味を含んでいると期待できる。すなわち、近年の原油価格乱高下によって石油ボイラーを利用している中小企業や、地域の事業者は経営が圧迫され撤退や縮小を招くと言ったような事態になった。1年前後のうちに2～3倍に高騰するような燃料では生産計画もできず、赤字経営になっても回避手段もないと言ったような状況であったとのことである。バイオマスボイラーはその燃料を近距離地域から入手することが前提となり、地元から産出される林地残材や間伐材を燃料にすることになる。これらは今後の林業再整備計画によって排出量が倍増し、さらには林地環境保全のためにも定常的に排出が期待される資源である。価格について

も原油のように投機対象にはならないので乱高下することのない安定的な燃料である。このように価格安定性、供給持続性のある地元産バイオマス燃料は、地域産業の持続性を確保するためには適した物であるといえる。

地域の産業界や事業者にこのような資源安全保障、産業安全保障のような概念が生まれ、付加価値を顕在化した産業経済ができることが期待される。

(2) 技術課題

北欧などでは地域熱供給用として大規模の物が多く運用されているが、国内では冷暖房の不要な春秋の端境期が長く経済的な運営ができないかもしれない。また、地域熱供給という事業自体が国内社会システムでは普及しにくい側面もあり、このあたりは技術以外の課題であるが大きな問題である。

従って熱供給ボイラーに関しては、比較的小型で個別利用のものを対象に検討することになり、需要先も小規模産業用、公共施設、住宅用となって専門技能や資格を要しない操作性、保守性が望まれる。特に燃料（木質チップやペレット）の貯槽、移送などのハンドリングに関しては石油ボイラー並みの無人自動運転が望まれる。前述の大型の発電用ボイラーでも同様なことを述べたが、物性変動に対応でき高機能設備は価格高騰の要因となって導入普及しにくい。中小事業体や一般家庭にも普及促進させるためには、このような負担を軽減するため燃料側の物性について規格化するなどして機器の機能簡素化を図るべきである。ペレット化はその一つの解決手段であるが、扱う原料（林地残材や間伐材など含水率が高くバーク除去されてないもの等）によっては製造コストが高くなってしまうので生産が限定される。破砕機などで処理されたピンチップや、切削チップなどあまり中間処理コストをかけない燃料が望ましいが、含水率、寸法制限など規格化されることが望ましい。

(3) 技術課題の解決方策

成型されたペレット燃料を燃料とする燃焼ボイラーについては上記の問題は解決しやすく、比較的簡単な機構でも問題なく運転できる構造のものが販売されている。

チップ状に破砕された燃料については貯槽内でブリッジを起こしやすく閉塞の原因となり、フィーダー部では噛み込みや閉塞を起こしやすくトラブルになりやすい。噛み込みや閉塞を防止するような機構も種々考えられるが高価な設備になりやすく、小型ボイラーには付設しにくいと思われる。

このあたりの技術的な解決方策は論理的にできる部分が少なく、経験的な技術やノウハウに負うところが多い。国内では小型木質ボイラーの普及が進まず経験的な蓄積が少ない状況であるが、欧州のボイラーメーカーではこのあたりの機構や運転技術に関する技術蓄積が多く、かなり小型の機器でも自動運転が可能である。また燃料の含水率や形状などの物性についても規格化についても進んでいるようで、機器類の簡素化、自動化を可能としているようであって参考にすべきところが大きい。

(4) 技術開発動向

中小規模の燃焼ボイラーが近年急速に普及し始めた欧州各国では、様々なボイラー

メーカーが生産を拡大し、その生産技術も見るべきものが多い。技術開発と言うより現場に即した生産技術の進展ともいえるが、その一例を紹介する。

①欧州の普及状況（Polytechnik 社／オーストリア）

この会社が生産しているボイラーのラインアップは、300kW～20,000kW の中・大型で、産業用を中心に扱っている。家庭用、集合住宅用に当たる 10～300kW の機種は扱っていない。生産体制は後述の標準化大量生産ではなく、受注生産である。生産工場脇には試験設備のような装置もあり、供給フィーダーの試作・機能試験を中心に実施していた。納入先で入手できるバイオマス種によって物性が異なるようで、それに合わせた機能・性能確認は欠かせないようである。

北欧を中心に東北ヨーロッパでは木質ボイラーによる地域熱供給の普及が進んでいるが、そのキーポイント（あるいは日本に事情と大きく異なるのは）埋設配管工事のコストにあるようだ。熱供給導管を道路脇に敷設する工法は日本と大きく異なり、埋設深さが浅い、導管敷設の際に埋設用の溝を掘っていくのではなく、硬質のフレキシブルパイプを地中に挿入していくというような簡便な方法で低コストを実現している。また、ロシア、ポーランドなどは熱供給導管が既設である（以前は石油ボイラーによる熱供給が中心であった）のでチップボイラーへの転換は比較的容易に促進したとの事情もある。

需要家は燃料をチップ供給専業会社から購入しており、輸送コストの点から 100km 以内の配送が基本となっている。

熱供給用ボイラーとしては 200kw が最小で、20 戸程度の需要をまかなえる。負荷変動に対しては小さな温水タンクを設置して対応している。

ほとんどのプラントが無人運転、または遠隔監視を行うのみで運転上の問題はなさそうである。強いて言えば投入燃料に対しての品質管理（形状や含水率など）に配慮している程度と思われる。また、ユーザーも持ち込み燃料や、自社で調達する燃料についても規格化して購入契約をしているようである。

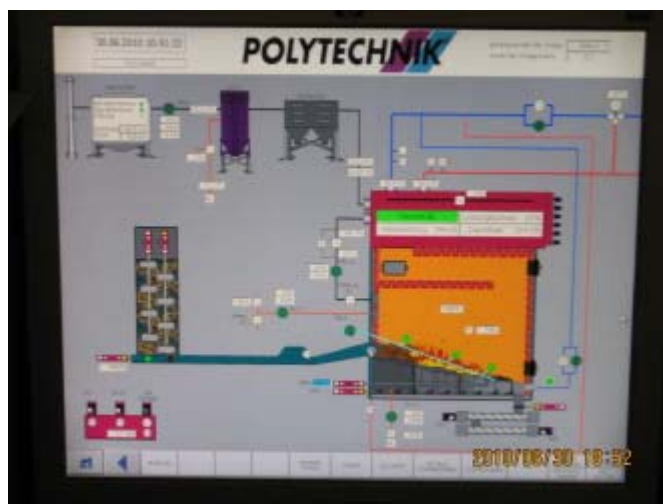


図 3.1-3 CHP プラントフロー



図 3.1-4 チップボイラー

この会社のボイラーは日本の製材工場や温浴施設にも数件導入されており、製材木くずや間伐材をピンチップ状に破砕した物を燃料に稼働している。

②欧州の普及状況（ETA Heiztechnik GmbH）

この会社は、丸太、ペレットと木質チップボイラーの大手メーカー社で 1998 年に設立された。主要製品は小型チップボイラーで、ここ 10 年で売上は 100 倍以上に伸びたとのことである。

製品のラインアップはペレットボイラーが、7、15、25kW といった小型の物で主な用途は個別住宅のセントラルヒーティング用である。チップボイラーは 20、25、35、50、70、90、130 と最大のものが 200kW といった容量で、こちらは個人住宅用と集合住宅、公共施設用と言ったところである。

2000 年の年間売り上げは 150 台だったが、2008 年度の年間売り上げは 14,000 台まで拡大、更に 2009 年も売り上げは好調とのことである。このような生産実績や普及・運転実績の蓄積によるところが大きいと思われるが、製品の生産技術には参考となる点が多い。

原料フィーダーはスクリータイプであり、標準品として生産され部品棚にストックされている。すなわち、投入原料はピンチップという不定形なものでありながら重要部品であるフィーダーを標準化しているのは技術的な蓄積と経験度が高いと見られた。

スクリーフィーダーの投入口には供給ホッパーが接続される構造だが、ここにはせん断機能を持つロックホッパーのような部品が設置され、これだけで閉塞やブリッジを防止している。投入可能な原料は 5cm から長さ 13cm 未満までが可能と言うことである。



図 3.1-5 スクリューフィーダ



図 3.1-6 標準化生産されたスクリュー



図 3.1-7 カッター付ロックホッパー

複雑になりやすいボイラー部分についても特徴があり、伝熱管の束というより 3 inch ほどのパイプを数本設置した感じの簡単な構造で、5～10kW 程度のボイラーにこのパイプを 4～6 本設置した形のボイラーとなっている。高温の燃焼ガスはこのパイプの内側を通り、外側の水を加温する。パイプ（伝熱管）内側にはリボン状のクリーナーを設置している。これを定期的に上下に動かしダストやスラッジ除去をしている。

運転操作は搭載されたミニコンピューターにプログラムを組み込み、自動制御されて運転される。これによって通常運転だけでなく、保守点検や伝熱管の清掃、焼却灰の排出までほとんど自動で運転できるとのことである。



図 3.1-8 ボイラーに搭載された制御ボード

10 年足らずのうちに、売り上げが 100 倍になるという市場の変化、すなわちバイオマスボイラー普及の要因となったのは近年の石油価格乱高下や消費者の環境への

配慮が強くなったということであったが、それを支えた技術力も大きい。大量に販売し、稼働している小規模ボイラーを大きなトラブルもなく運転継続させてこそ短期間に 100 倍もの売り上げを達成できたのではないかと思われる。画期的、先進的な技術でなく、確実に稼働し手間のいらない保守が可能になってこそ消費者の信頼が得られ、大量に販売できたのだらうと思われる。

(5) 事業運用面における課題

製紙などの熱エネルギー多消費産業が既設重油ボイラー燃料の代替として木質バイオマス設備を導入する例があるが、多くは石炭や RPF などとの混焼を行っている。

「発電」「コジェネ」と同じく、大型施設では燃料となる木質チップの需給バランスが危ぶまれようが、「熱利用のみ」は比較的小規模で、いわゆる地産地消システムを重視した施設設置が多くみられることから、経済性や施設のハード面からは、とくに間伐材など燃焼物の含水率を、プロセスや発電効率の面から課題と捉える施設が多くみられる。

降雨・積雪の影響など、あるいは伐採時期により含水率が高くなる一伐採直後で含水率（乾量基準 120%以上）一で含水率の低下を図るためと燃料ストックのため、貯留場所・方法を改良し、あわせてチップ化施設の横に「屋根付き」の貯木場を整備した例が複数ある。



図 3.1-9 燃料用の木質バイオマス貯木場

（出典）NEDO バイオマスエネルギー導入ガイドブック p123

チップについても、燃焼炉（ボイラー）への投入プロセスや燃焼方式によって支障となる場合がある。特に小型ボイラーでは水分の高い時に生じやすい針（ピン）状チップはブリッジを生じやすいことから一般に忌避される。また、バークチップは細断されにくく長尺のままになって貯層内でブリッジを起こしやすいばかりでなく、フィーダーなどの回転部に巻き付いて閉塞の原因となる。このような物の除去は必須である。写真は、最上町に設置された破碎機でチップ加工した時の形状例である。

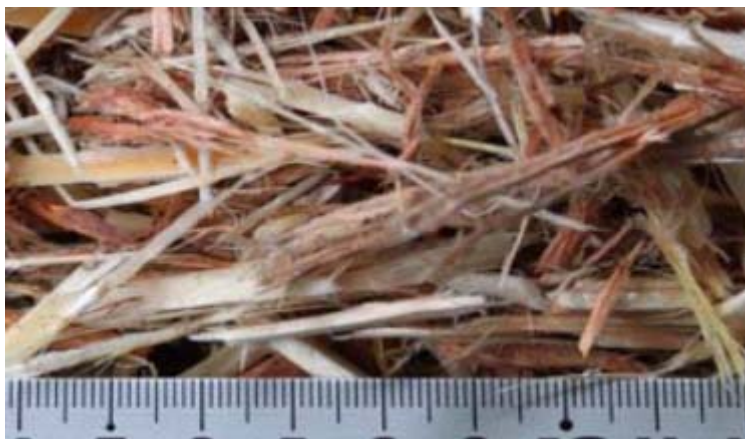


図 3.1-10 チップ形状（含水率 60%以上）

（出典）NEDO バイオマスエネルギー地域システム実験事業成果報告会予稿集
(<http://www.nedo.go.jp/content/100086278.pdf>)



図 3.1-11 チップ形状（含水率 40%以下）

（出典）NEDO バイオマスエネルギー地域システム実験事業成果報告会予稿集
(<http://www.nedo.go.jp/content/100086278.pdf>)



図 3.1-12 切削チップ（メーカー希望形状）

（出典）NEDO バイオマスエネルギー地域システム実験事業成果報告会予稿集
(<http://www.nedo.go.jp/content/100086278.pdf>)

上段のチップ形状が、町に設置された破砕機でチップ加工を行った形状である。含水率 60%を超えると針状になる。また 40%を下回ると図のように小さなブロック状になる。町のマテリアルハンドリングシステムではこの形状が安定して総合が出来る。

下段写真は参考にボイラメーカーが希望するチップ形状を示したものである。ただし上段の写真のように破砕チップではなく、切削チップを推奨しているようである。ホッパーやフィーダーでの閉塞を懸念してのことと思われるが、最上町では破砕チップを投入して問題なく運転しているものと思われる。

(6) 導入事例

熱利用のみの、木質バイオマス（チップ）の「専焼」による事業は、製紙などの熱エネルギー多消費産業が既設重油ボイラー燃料の代替として木質バイオマス設備を導入する他は大手資本（企業）による設置は少なく、地域資本（地元企業）、森林資源が豊富な自治体による導入が多くみられる。さらに NPO などの地域事業体が推進する＝市民参加（ファンドに出資）型の新しい取組みも始まっている。

ここでは、後出の事例一覧の中から特徴点などを補完する。

①岩手県営屋内温水プール（愛称 ホットスイム）

ホットスイムは、雫石地域地熱熱水供給事業実証調査の一環として、熱水供給の実用化を図り、地域振興、住民の福祉等に活用することを目的に1993年（平成5年）度に供用開始した施設で、50m公認プールやファミリープール、トレーニングルームなどがある。



図 3.1-13 ホットスイム概観

ホットスイムの熱源となっていた地熱熱水は、2005年（平成17年）度末で実証調査が終了し、熱水供給廃止となったことから、ホットスイムを既設の太陽光発電設備（20kW）と合わせて、新エネルギーのモデル施設することになった。

新たな熱源として、地域特性に合う方式として、木質バイオマスを燃料とする「いわて型チップボイラー」と、「地下水利用型ヒートポンプ」を組合せた複合設備が導入された。

(設備と概略フロー)

いわて型チップボイラー：従来、欧州製品が多く導入されていたが、高含水率チップでも対応できるボイラーとして、岩手県工業技術センター、岩手県林業技術センターが民間企業と共同で開発した。



図 3.1-14 いわて型チップボイラー

地下水利用型ヒートポンプ：熱水実証事業で使用していた深井戸から自噴する地下水を熱源として継続利用。温度が安定している地下水を熱源とするため、年間を通じて安定した熱効率が得られる。熱源としている地下水はhotsuismから約8km上流にあり、配管は熱水実証事業の既設管を利用し、無動力で引き込まれている。



図 3.1-15 地下水利用型ヒートポンプ

水熱の流れフロー：ホットスイムでは複数の熱交換器を用い、熱（熱水）を①暖房（パネルヒーター）、②給湯・シャワー、③床暖房、④プール加熱とカスケード式に利用する。利用を終え 40℃前後に下降した湯は、ヒートポンプで 45℃程度に加熱後、再び貯湯槽に返され、更にチップボイラーで加熱され、施設で利用するために必要な 70℃程度まで加熱される。

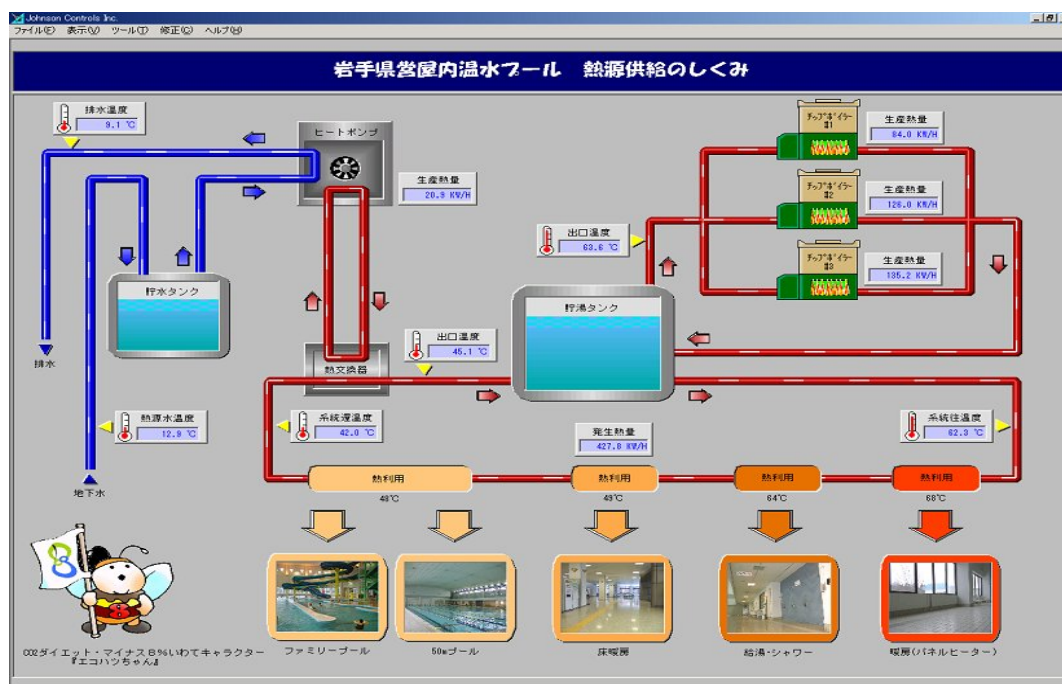


図 3.1-16 熱源供給フロー

最近の石油価格の高騰により、燃料費も重油ボイラーと比較して2割から3割程度安価となる試算が示されている。

(以上出典:岩手県庁ホームページ http://www.pref.iwate.jp/~hp0208/01ene/new_ene/hotswim/new_ene_hotswim.htm)

②最上町ウェルネスプラザ

ウェルネスプラザ最上では、木質チップボイラーを設置し、そこから得られるエネルギーを冷暖房と給湯に利用しているほか、（高齢者生きがい）園芸ハウスの暖房としても活用している。

ボイラーは出力が 550kW と 700kW の 2 系統に分かれ、550kW のシステムの方は、木質燃料のみで、園芸ハウスに暖房を福祉センターに暖房と冷房を供給する。

出力 700kW のシステムの方は、既設重油ボイラーから供給する熱と混合して、老人保健施設、健康センター、病院に、冷暖房、給湯の熱源として供給している。

一方、出力 700kW のシステムの方では、24 時間必要となるベース熱量を木質バイオマス燃料で賄い、朝方などに増加するピーク需要を重油で賄っている。

木質バイオマスエネルギー転換システムの導入前後での化石燃料の削減割合は

44%の効果があつた。

表 3.1-3 削減効果

単位:L

年度 \ 対象機種	重油ボイラ	冷温水発生機	消費合計
設置前の平均消費量 1999～2005	226,407	213,586	439,993
設置後の消費量 2009	128,679	118,227	246,906
削減慮	97,728	95,359	193,087

化石燃料の削減額は、施設に一部で使用する給湯用LPガス分共で約1,840万円（重油を85円/Lとして算出）。灰は、畑の土壌改良材や、地場の菓子製造で「とちもち」のアク抜きにも利用されている。ボイラー以降の熱転換システムの熱収支（最終利用エネルギーの割合）は、計画数値の58%に対し、熱出力550kWが60%、700kWが40%、総合で45%であった。最上町ではさらに幼保一元施設や特別養護老人ホームにバイオマスボイラの設置計画が進行中であり、環境負荷軽減と地域経済の活性化を狙っている。しかし、伐採、チップ化、エネルギー転換の総合事業としてみた場合は、今のシステム規模と条件では、経済的に厳しい結果－削減された重油代で、バイオマス利用システムの運用経費（特に供給側）を賄うには改善計画試算でも100万円程度不足－の結果となった。

3.2 その他先進事例調査

ここでは、その他参考となる事例について熱利用、発電利用の観点から整理した結果を示す。

3.2.1 熱利用を中心とした先進事例

ここでは、熱利用を中心とした先進事例の紹介を行う。

表 3.2-1 熱利用事例（1）

国	オーストリア共和国 ウアバースドルフ村
事業者	住民による組合
事業概要	1996 年より太陽温水器と木質ボイラーを組み合わせた熱供給施設。 住民 53 世帯の出資組合
原料に関する情報	木質チップ消費量：2,000m ³ /年
エネルギーに関する情報	木質チップボイラー650kW 地域配管長 2.6km
収益に関する情報	投資額：98 万ユーロ（補助金 45%） 熱供給単価：3.5 セント/kWh 加入時負担金：8,000 ユーロ
写真	 
出典	神崎（2009），オーストリア・ギュッシング地域の 100%自然エネルギーの取り組み

表 3.2-2 熱利用事例（2）

国	オーストリア共和国 Weissenbach
事業者	Polytechnik 社
事業概要	プラントメーカーである Polytechnik 社による、福祉施設等への熱供給事業
原料に関する情報	0.2dry-t/h 原料は二カ月分ストック
エネルギーに関する情報	出力（熱）：0.8MW
収益に関する情報	—
写真	
出典	みずほ情報総研（2010）、エネルギー利用可能な木質バイオマスに関する最新動向調査調査報告書

表 3.2-3 熱利用事例 (3)

国	オーストリア共和国 Rastenfeld
事業者	製材工場
事業概要	製材工場に隣接し、製材工場の廃材および燃料用チップを原料として製材工場、ペレットミルに熱供給を実施する事業
原料に関する情報	製材廃材、燃料用チップ
エネルギーに関する情報	20MW (10MW×2 基) コージェネレーション 熱: 15MW、電力: 5M
収益に関する情報	販売先に年間 8,000 時間の稼働保証
写真	   
出典	みずほ情報総研 (2010), エネルギー利用可能な木質バイオマスに関する最新動向調査調査報告書

表 3.2-4 熱利用事例（4）

国	オーストリア共和国 アッパーオーストリア州
事業者	Peasant Bioenergy Fröling Grieskirchen Ltd
事業概要	農家が中心となって共同出資を行っている地域熱供給プラント。 近隣の農家の共同出資（26 名）で会社を設立し地域熱暖房システムを立ち上げた。プラントは 2004 年に稼働
原料に関する情報	8,000～10,000m ³ /年 農家が持ち込んだチップ：80 ユーロ/t
エネルギーに関する情報	3MW ボイラー、0.5MW ボイラー、メタン発酵（0.2MWe+0.2MWth） 3MW ボイラーは 10 月～翌 4 月までの期間稼働 それ以外の期間は、バイオガスシステム（メタン発酵）を稼働 バイオガスでエネルギーが不足した場合 0.5MW システムを稼働
収益に関する情報	【投資額内訳】 建屋：100 万ユーロ ボイラー：100 万ユーロ パイプライン：100 万ユーロ 【出資内訳】 農家（76%）＋ボイラーメーカー（24%）：80～90 万ユーロ 補助金（EU・州）：100 万ユーロ 銀行からの融資：100 万ユーロ 【参加費用】 パイプライン敷設費用：5,000 ユーロ
写真	   
出典	みずほ情報総研（2010），エネルギー利用可能な木質バイオマスに関する最新動向調査調査報告書

表 3.2-5 熱利用事例

国	フィンランド共和国 ヨエンスー
事業者	The Alakya Heating Plant
事業概要	2004 年稼働、地域熱供給事業
原料に関する情報	燃料貯蔵：300m ³
エネルギーに関する情報	ボイラー：1.2MW+0.8MW 熱供給パイプ：3,000m
収益に関する情報	原料費：37～50 ユーロ/m ³
写真	 設備概観  ボイラー
出典	みずほ情報総研（2010）、エネルギー利用可能な木質バイオマスに関する最新動向調査調査報告書

3.2.2 発電を中心とした先進事例

ここでは、発電を中心とした先進事例を示す。

表 3.2-6 発電事例（1）

国	スウェーデン王国 ウメオ市
事業者	Umeå Energy 社
事業概要	ウメア市が経営する企業 従業員：300 名 事業内容：発電事業、再生可能エネルギー関連事業（太陽光、水力、風力：18 基）地域熱供給事業、ブロードバンド事業
原料に関する情報	バイオマス（ピート 3～6%添加）：57% ゴミ：39% 製材工場残さ：3% オイル（寒冷期用）：1% スウェーデンではピートを再生可能エネルギーとして認めているが、EU では認められていない
エネルギーに関する情報	バイオマス専用プラント（電力：35MW、熱：70MW） ゴミ（電気：50MW、熱：12MW）
収益に関する情報	【建設コスト】 1 号機：1.5 億ユーロ、2 号機：1 億ユーロ 【原料コスト】 詳細非公表、根株のみ開示：40 ユーロ/m3+輸送費 【エネルギー販売】 夏場は熱需要が少ないためゴミプラント 1 基のみ稼働 夏場は地域冷熱供給を実施。大学、病院へ。 電力：0.05～0.1 ユーロ/kWh スウェーデンにおけるエネルギー価格は、暖房、スチーム、電気の順で安くなる。
写真	 
出典	みずほ情報総研（2010），エネルギー利用可能な木質バイオマスに関する最新動向調査調査報告書

表 3.2-7 発電事例（2）

国	神奈川県川崎市
事業者	川崎バイオマス発電株式会社
事業概要	木質燃料を使用したバイオマス発電、電力の販売 【出資比率】 住友共同電力株式会社 53%、住友林業株式会社 34%、フルハシEPO 13%
原料に関する情報	建設発生木材：18万トン/年
エネルギーに関する情報	発電規模：33,000kW
収益に関する情報	—
写真	
出典	住友林業（2011）、ニュースリリース

3.3 エネルギー・原料価格調査

3.3.1 化石燃料価格

石油製品価格は、原油価格動向に連動する。直近においては、既に東北地域で 80 円/L を超えている。原油価格は、長期的に上昇傾向が予想される。

油焚きボイラーで利用される重油をバイオマスエネルギーによって代替することを想定する場合、重油価格を 70 円/L 以上とする必要がある。また、将来、原油価格が 120 ドル/バレルまで上昇する場合、重油価格は過去のトレンドから 90 円/L 程度と試算される

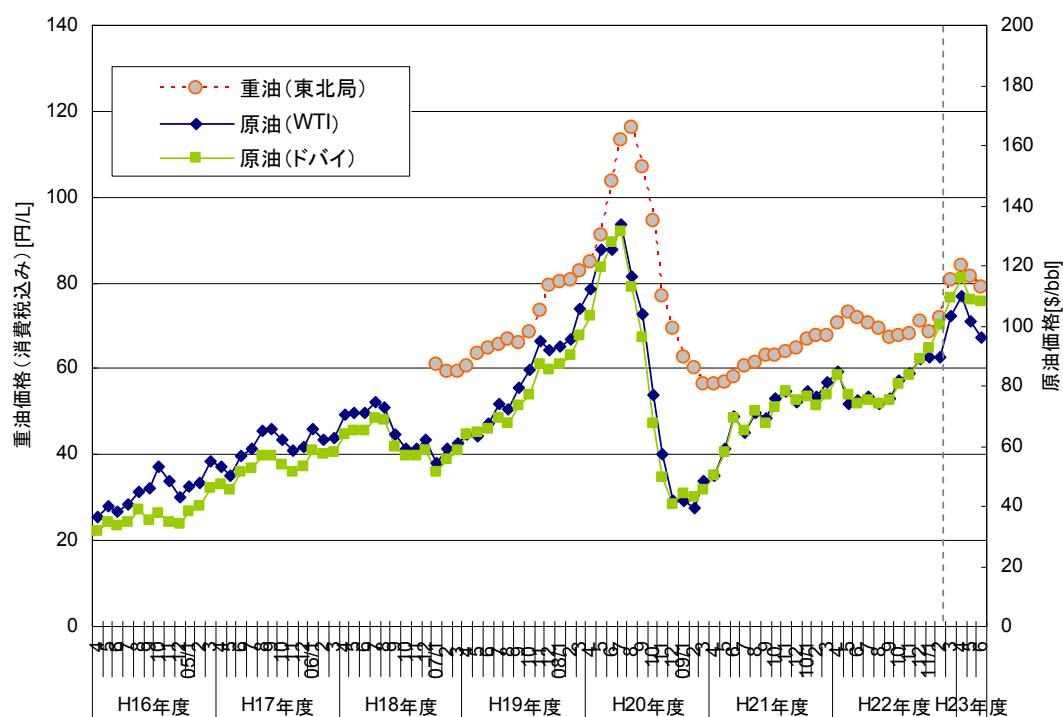


図 3.3-1 原油価格・重油価格の推移

（出典）石油情報センター、財務省貿易統計に基づきみずほ情報総研作成

3.3.2 原料価格調査

調査中

3.4 バイオマス発電の経済性分析

3.4.1 経済性概算

バイオマス発電の経済性について概算を実施した結果を以下に示す（図 3.4-1）。国内でのバイオマス発電最大規模は 10MW クラスである。この規模における、必要となる原料は 515t/日（約 16 万トン/年）で、この規模での損益分岐は、半額補助が得られると考えられる売電価格（8 円/kWh）の場合には、原料価格が 1,000 円/t で入手する必要がある。しかし、全量買取制度導入により売電価格が 20 円/kWh となる可能性があり、この場合 7,500 円/t 程度まで受入可能と考えられる。

C 級材であれば、5,000 円/t 程度と考えられるが、16 万トン分の C 級材確保は簡単ではない経済性の観点から、10MW 規模の未利用バイオマス等の利活用による単純な発電事業は、現状の枠組み（エネルギー・林業）では困難であると考えられる。

原料を収集可能な規模として 5MW クラスが適切規模と考えられる。このクラスにおける必要原料は約 250t/日（約 8 万トン/年）となり、青森県においても供給可能性はあると考えられる。しかし、このクラスの場合では、4 千円/トン以下に抑える必要があるため、この金額における供給可能性がどの程度あるのか検証が必要である。

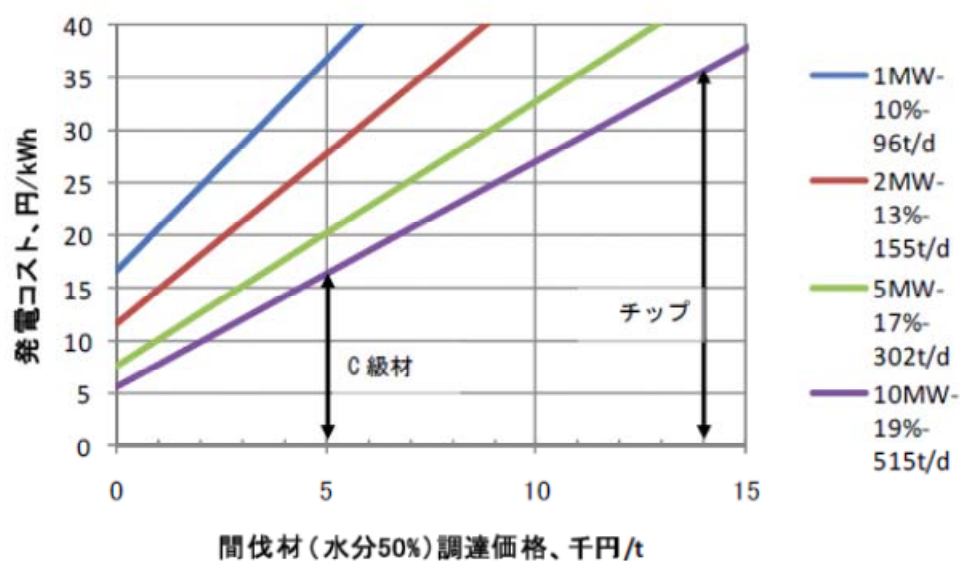


図 3.4-1 損益分岐点における間伐材価格と発電コスト

（出典）みずほ情報総研（2010），エネルギー利用可能な木質バイオマスに関する動向調査

3.5 バイオマス熱利用の経済性分析

3.5.1 経済性概算

バイオマスボイラーとして、スチーム発生量約 100～1,800kg/h の規模で、多数商業利用されている油焚きボイラーと比較を実施した。バイオマス投入量として 25～500kg/h に相当する。

重油価格は原油価格上昇に伴い、長期的に上昇傾向が見込まれており、直近の東北地域での価格は 80 円/L を超えている。

バイオマスボイラーと油焚きボイラーによるスチームコストの構造は大きく異なり、前者は初期コストが高く燃料価格が比較的低いのに対し、後者は初期コストが非常に低く燃料価格が高い。そのため、油焚きボイラーによるスチームコストは規模および稼動時間に依存しにくいが、バイオマスボイラーは規模および稼動時間に大きく依存する。

適切な規模、稼動時間で熱需要があれば、バイオマスの小規模分散利用は経済的に魅力がある。ただし、熱需要は変動する上、終日需要がある需要先は少ないことが予想されるため、コージェネレーション利用も含め、青森県内での適切な導入先の見極めが重要と考えられる。

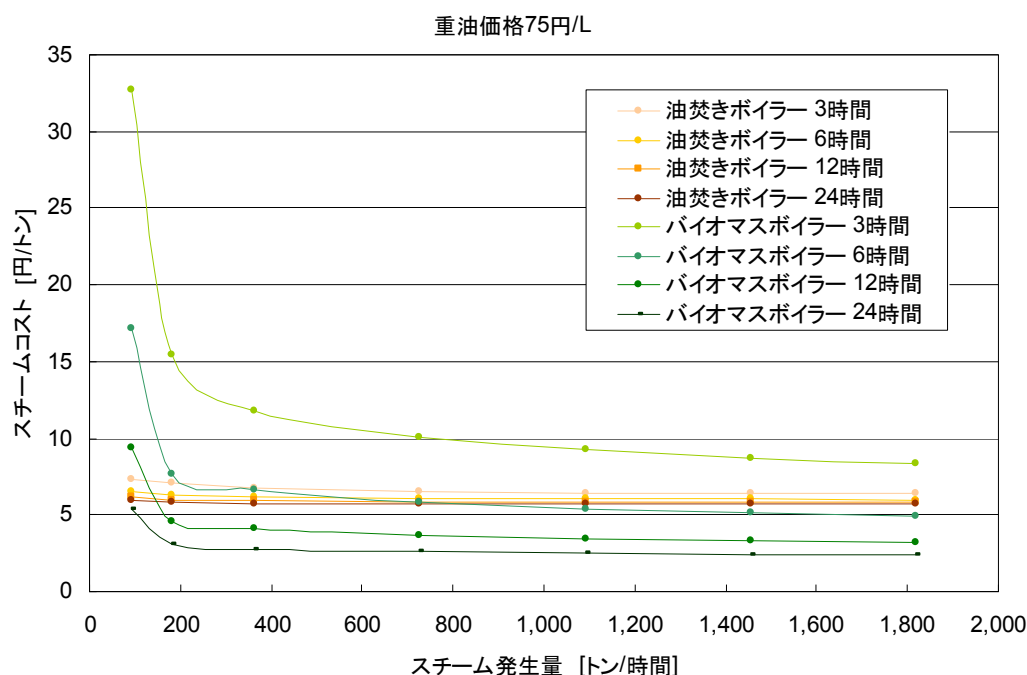


図 3.5-1 油焚きボイラーとバイオマスボイラーの経済性の比較（重油価格 75 円/L）

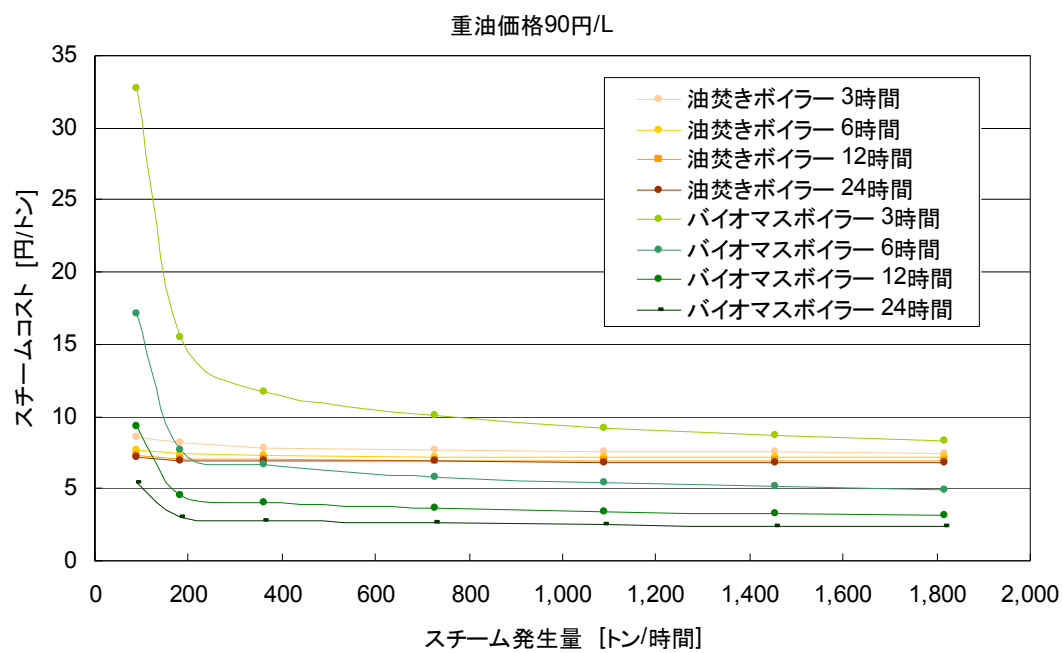


図 3.5-2 油焚きボイラーとバイオマスボイラーの経済性の比較（重油価格 90 円/L）

3.5.2 ケーススタディ

(1) 稼働時間の変動による経済性の変化

表 3.5-1 試算条件（稼働率 8 時間/日）

項目	単位	設定値
バイオマス熱量	MJ/kg	9
バイオマスボイラー効率		85%
バイオマス単価	千円/トン	10
灰処理単価	千円/トン	10
灰発生率		5%
A重油ボイラー効率		90%
稼働日数	日/年	300
稼働時間	時間/日	8

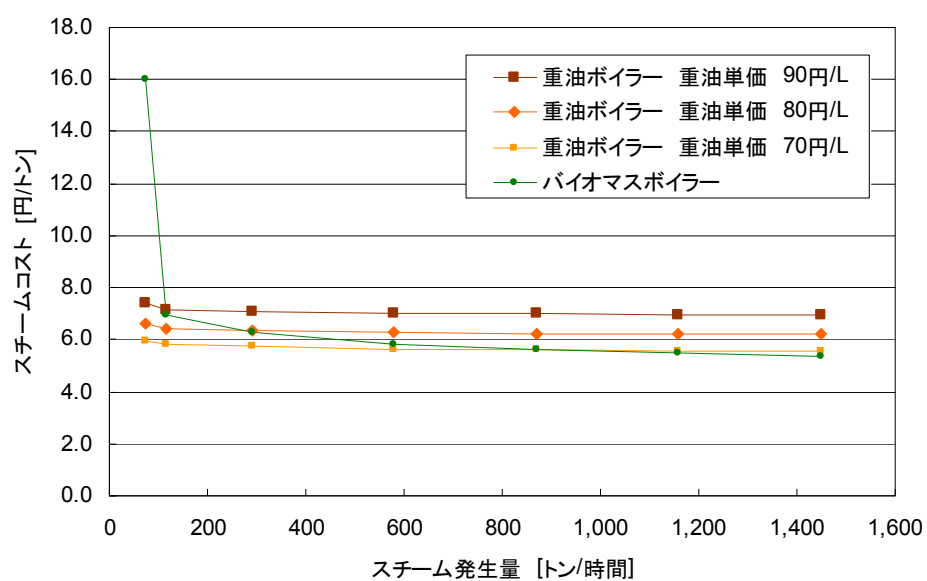


図 3.5-3 経済性分析結果（稼働率 8 時間/日）

表 3.5-2 試算条件（稼働率 12 時間/日）

項目	単位	設定値
バイオマス熱量	MJ/kg	9
バイオマスボイラー効率		85%
バイオマス単価	千円/トン	10
灰処理単価	千円/トン	10
灰発生率		5%
A重油ボイラー効率		90%
稼働日数	日/年	300
稼働時間	時間/日	12

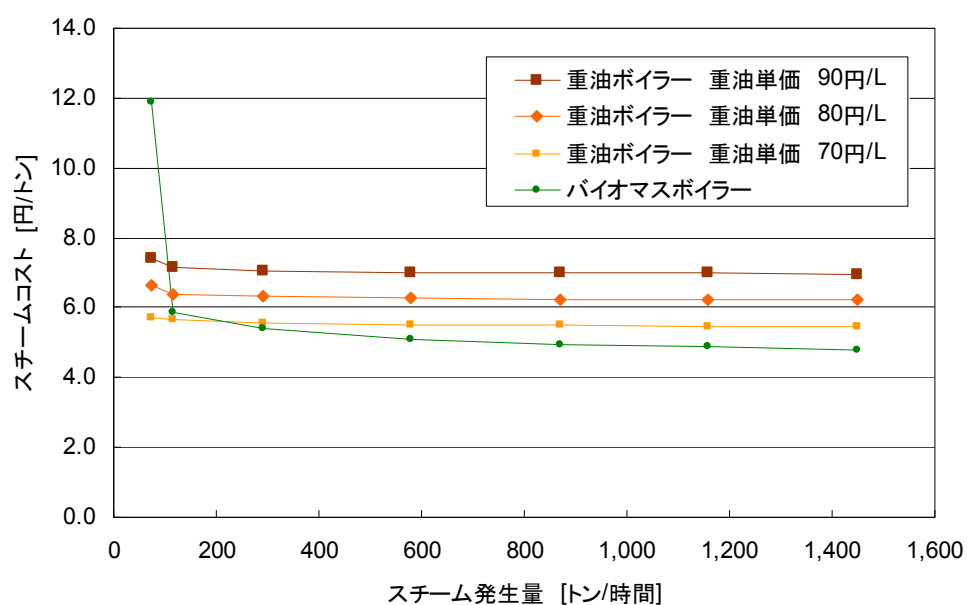


図 3.5-4 経済性分析結果（稼働率 12 時間/日）

(2) バイオマス価格の変動による経済性の変化

表 3.5-3 試算条件（稼働率 15 千円/トン）

項目	単位	設定値
バイオマス熱量	MJ/kg	9
バイオマスボイラー効率		85%
バイオマス単価	千円/トン	15
灰処理単価	千円/トン	10
灰発生率		5%
A重油ボイラー効率		90%
稼働日数	日/年	300
稼働時間	時間/日	12

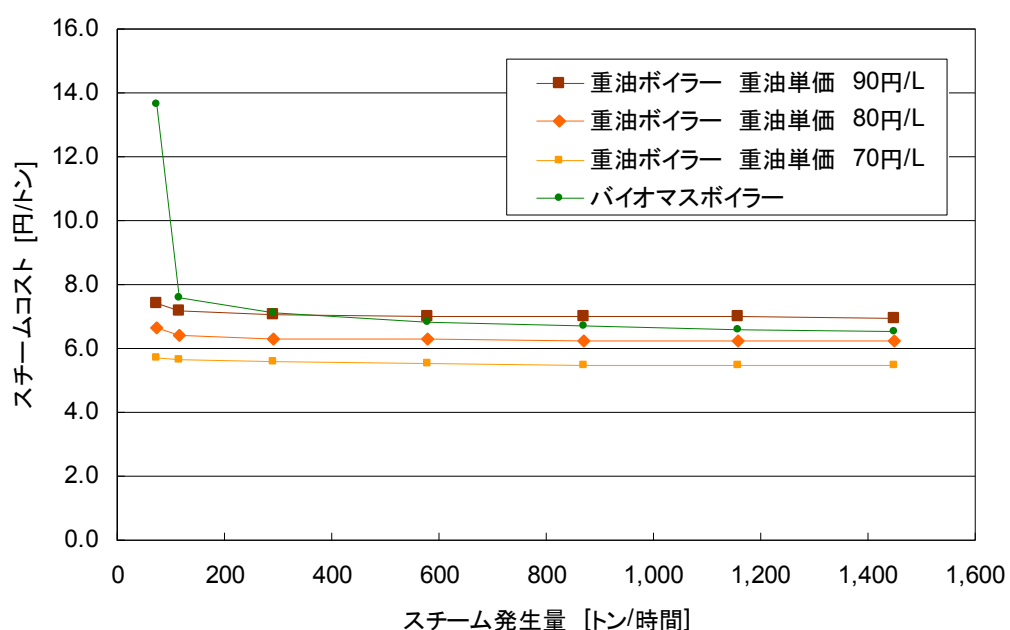


図 3.5-5 経済性分析結果（稼働率 15 千円/トン）

表 3.5-4 試算条件（稼働率 20 千円/トン）

項目	単位	設定値
バイオマス熱量	MJ/kg	9
バイオマスボイラー効率		85%
バイオマス単価	千円/トン	20
灰処理単価	千円/トン	10
灰発生率		5%
A重油ボイラー効率		90%
稼働日数	日/年	300
稼働時間	時間/日	12

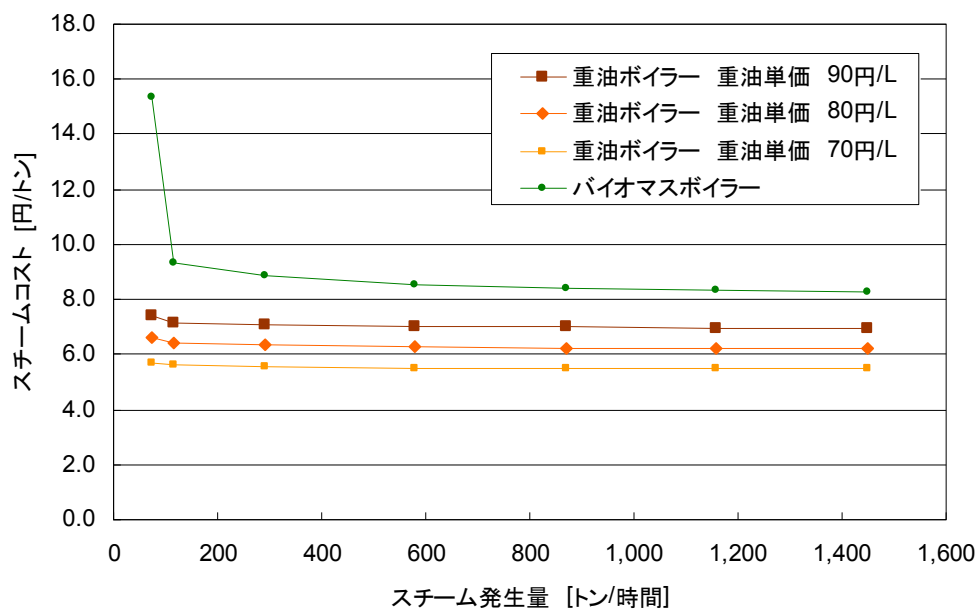


図 3.5-6 経済性分析結果（稼働率 20 千円/トン）