

対象技術	バイオマスエネルギー利用設備																											
技術の特徴	<p>バイオマスとは、動植物に由来する資源のうち、化石燃料を除いたものであり、これらを用いたエネルギー利用は再生可能なエネルギーとして位置づけられる。</p> <p>バイオマス資源は、廃棄物系資源、未利用系資源、生産系資源の3 つに大別され、その用途にはエネルギー利用のほか、飼料、肥料、建材などの材料など、さまざまなものがある。</p> <p>バイオマスエネルギー変換技術は、物理的変換、熱化学的変換、生物化学的変換の3 つに分類できる。</p> <p>物理的変換とは、薪、木質チップ、木質ペレットなどの燃料の運搬効率や燃焼効率の向上を目的とした成形などを指し、この中には固体バイオマス燃料製造も含まれる。</p> <p>熱化学的変換や生物化学的変換には、気体燃料製造、液体燃料製造、固体バイオマス燃料製造などの多様な方法があり、3 分類(発電、熱利用、輸送燃料)との対応と併せて分類される。</p>																											
	<div><div><p>表 バイオマス資源の種類</p><table><tr><td rowspan="10">バイオマス資源</td><td rowspan="10">廃棄物系資源</td><td>木質系バイオマス</td><td>製材工場残材 建設発生木材</td></tr><tr><td>製紙系バイオマス</td><td>古紙 製紙汚泥 黒液</td></tr><tr><td>家畜排せつ物</td><td>牛ふん尿 豚ふん尿 鶏ふん尿 その他家畜ふん尿</td></tr><tr><td>生活排水</td><td>下水汚泥 し尿・浄化槽汚泥</td></tr><tr><td>食品廃棄物</td><td>食品加工廃棄物 食品販売廃棄物 厨芥類 廃食用油</td></tr><tr><td>その他</td><td>埋立地ガス 紙くず・繊維くず</td></tr><tr><td rowspan="2">未利用系資源</td><td>木質系バイオマス</td><td>森林バイオマス その他木質系バイオマス (樹定枝など) 稲わら もみ殻</td></tr><tr><td>農業残さ系</td><td>稲作残さ 麦わら パガス その他農業残さ</td></tr><tr><td rowspan="3">生産系資源</td><td>木質系バイオマス</td><td>短周期栽培木材</td></tr><tr><td>草本系バイオマス</td><td>牧草 水草 海藻 藻類</td></tr><tr><td>その他</td><td>糖・でんぷん 植物油 パーム油 菜種油</td></tr></table></div><div><p>図 バイオマス資源のエネルギー利用の流れ</p><p>出典：NEDO再生可能エネルギー技術白書第2版／平成26年2月、独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構</p></div></div>			バイオマス資源	廃棄物系資源	木質系バイオマス	製材工場残材 建設発生木材	製紙系バイオマス	古紙 製紙汚泥 黒液	家畜排せつ物	牛ふん尿 豚ふん尿 鶏ふん尿 その他家畜ふん尿	生活排水	下水汚泥 し尿・浄化槽汚泥	食品廃棄物	食品加工廃棄物 食品販売廃棄物 厨芥類 廃食用油	その他	埋立地ガス 紙くず・繊維くず	未利用系資源	木質系バイオマス	森林バイオマス その他木質系バイオマス (樹定枝など) 稲わら もみ殻	農業残さ系	稲作残さ 麦わら パガス その他農業残さ	生産系資源	木質系バイオマス	短周期栽培木材	草本系バイオマス	牧草 水草 海藻 藻類	その他
バイオマス資源	廃棄物系資源	木質系バイオマス	製材工場残材 建設発生木材																									
		製紙系バイオマス	古紙 製紙汚泥 黒液																									
		家畜排せつ物	牛ふん尿 豚ふん尿 鶏ふん尿 その他家畜ふん尿																									
		生活排水	下水汚泥 し尿・浄化槽汚泥																									
		食品廃棄物	食品加工廃棄物 食品販売廃棄物 厨芥類 廃食用油																									
		その他	埋立地ガス 紙くず・繊維くず																									
		未利用系資源	木質系バイオマス			森林バイオマス その他木質系バイオマス (樹定枝など) 稲わら もみ殻																						
			農業残さ系			稲作残さ 麦わら パガス その他農業残さ																						
		生産系資源	木質系バイオマス			短周期栽培木材																						
			草本系バイオマス	牧草 水草 海藻 藻類																								
その他	糖・でんぷん 植物油 パーム油 菜種油																											
バイオマスエネルギーの利用形態	種類		特徴	主な技術																								
	バイオマス発電	直接燃焼による発電	・バイオマスを直接燃焼し、熱に変換して発電する技術で、原料となるバイオマスをボイラで燃焼し、得られる水蒸気を蒸気タービンに送り、電力を得る。	・バイオマス混焼方式 混合粉碎方式 専用粉碎方式 ・バイオマス専焼方式																								
		ガス化による発電	・原料となる木質系バイオマスなどを前処理した後、ガス化炉に投入してガス化し、得られたガスを用いて発電する。 ・ガス化の原料となるバイオマスには、木質系バイオマス、草本系バイオマスのほか、紙ごみなど乾燥したバイオマスが適している。 ・発電は、発生したガスのうち、H <sub>2</sub> 、CO、CH <sub>5</sub> などの可燃性ガスを用いて、蒸気タービン、ガスエンジン、ガスタービン、燃料電池により行う。 ・発電と同時に熱も発生することから、熱利用を併せて行う事例も多い。	・熱分解ガス化による発電 ・メタン発酵による発電																								
	バイオマス熱利用	原料製造技術	・固体バイオマス燃料には、木質系バイオマスを加工した薪やチップ、粉碎した後に圧縮成型してペレット化やブリケット化したもの、厨芥類などを原料としたRDF(Refuse Derived Fuel: 廃棄物燃料)、高含水率バイオマスである下水汚泥を乾燥および成型したバイオソリッドなどがある。 ※RDF やバイオソリッドなどの廃棄物系燃料については、いくつか実用化の事例があるものの、RDF では都市ごみを原料とするため、組成にばらつきが出たり塩素が含まれるなど、成分的制約や環境面の制約などから、限られた施設での利用にとどまっている。	チップ ペレット/ブリケット 炭化／半炭化(低温炭化) その他																								
		変換技術	・バイオマス原料を熱エネルギーに変換する技術として、バイオマスボイラ、バイオマスストーブ、コージェネレーションがある。	バイオマスボイラ バイオマスストーブ コージェネレーション																								
	バイオマス輸送燃料		・バイオマス資源を車両、航空機、船舶などの輸送機器の燃料に変換する技術である。 ・エタノール発酵、バイオディーゼル燃料(植物性油脂のエステル交換)、藻類由来のバイオ燃料、ガス化液体燃料(Biomass to Liquid: BTL)、直接液化(急速熱分解、水熱液化)、メタン発酵など多様な技術が挙げられる。	・エタノール発酵 ・バイオディーゼル燃料 ・藻類由来のバイオ燃料 ・BTL(ガス化液体燃料) ・その他の技術 水熱ガス化 急速熱分解 水熱液化																								

バイオマスエネルギー技術別開発動向	種類	技術		特徴	主なメーカー
	バイオマス発電	直接燃焼	バイオマス混焼方式 ①混合粉碎方式 ②専用粉碎方式	・バイオマスと石炭を同時に燃焼させる。 ①混合粉碎方式では、石炭と木質バイオマスを微粉炭機と一緒にに入れて、混合粉碎し、ボイラで燃焼する方式である。 ②専用粉碎方式では、木質バイオマスの粉碎に既設の微粉炭機を使うのではなく、バイオマス専用の粉碎設備を追設する。	Foster WheelerI(スイス) Metso(フィンランド) JFEエンジニアリング 住友重機械工業 三井造船、他
			バイオマス専焼方式	・バイオマスを専用のボイラで燃焼させる。	トモテクノ 協和エクシオ、他
		ガス化	熱分解ガス化	・原料となる木質系バイオマスなどを前処理した後、ガス化炉に投入してガス化し、得られたガスを用いて発電する。	Foster WheelerI(スイス) Sasol Lurgi(ドイツ) 月島機械、他
			メタン発酵	・微生物による嫌気性発酵によって有機物を分解し、その過程で発生するCH4などをボイラ設備、発電設備に供給して発電する技術である。	MAN(ドイツ) GFJenbacher(米国) ヤンマー 新潟原動機、他
	バイオマス熱利用	原料製造	チップ	・チップパーと呼ばれる加工機で原料となる間伐材、林地残材、製材工場残材などを破碎して製造する。	—
			ペレット/ブリケット	・原料となる廃木材、間伐材などを破碎し、含水率を10～20%まで下げたのち、造粒機によって高温高圧でペレットに固める。 ・ペレットは、形状、含水率、発熱量を調整できるため扱いやすく、また、運搬コストを低減できることから石炭火力発電ボイラで混焼利用されるなど、利用は拡大している。	—
			炭化／半炭化(低温炭化)	・炭化は、木材、樹皮、竹、もみ殻などを空気(酸素)の供給を遮断または制限して、熱分解によって気体(原料が木材の場合、木ガスという)、液体(酢液、タール)、固体(炭)の生成物を得る技術である。 ・半炭化は、木質ペレットと比べてより発熱量を向上させるとともに、水性を付与しつつ、木炭製造と比べてより少ないエネルギーで固体バイオマス燃料を製造する。	—
			その他	・RDF やバイオソリッドなどの廃棄物系燃料については、いくつか実用化の事例があるものの、RDF では都市ごみを原料とするため、組成にばらつきが出たり塩素が含まれるなど、成分的制約や環境面の制約などから、限られた施設での利用にとどまっている。	—
		変換技術	バイオマスボイラ	・バイオマス原料を燃焼させ、温水や水蒸気を取り出す装置であり、温泉、園芸用ハウス、工場、ホテルなどへの給湯、製材所などの乾燥用熱源に利用されている。	Ashwell Biomass Ltd(英国) P&H Energy(デンマーク) ニ光エンジニアリング トモテクノ、他
			バイオマスストーブ	・木質ペレットを燃焼させ、暖房として個人用住宅の他に、小中学校や市町村役場などの公共施設で利用されている。	Aga(英国) Calimax(オーストリア) さいかい産業、他
			コージェネレーション	・発電とともに熱を得るために使われており、主に発電所、下水処理施設、家畜排せつ物処理施設などで利用されている。	—
	バイオマス輸送燃料	エタノール発酵		・グルコース(ブドウ糖)などの糖質に酵母を加え発酵させてエタノールを生成する技術である。	—
		バイオディーゼル燃料		・主にグリセリン(3 価アルコール)と脂肪酸のエステルである植物油や廃食用油を原料として、これらにメタノールとアルカリ触媒を加えてエステル交換し、脂肪酸メチルエステル(Fatty Acid Methyl Ester:FAME)を得る技術である。	—
		藻類由来のバイオ燃料		・ある種の微細藻類を原料としたバイオ燃料製造技術である。	—
		BLT(ガス化液体燃料製造)		・原料バイオマスを熱分解ガス化し、生成した合成ガスから、触媒を用いて液体燃料を得る技術、あるいは得られる石油(ガソリン、軽油など)代替燃料のことである。	—
		その他		・水熱ガス化技術、急速熱分解技術、および水熱液化技術が挙げられる。 ・これらの技術はまだ研究開発段階である。	—

価格動向  
導入状況

(1)バイオマスエネルギーの導入量

・日本における導入量は、2012年発表の資源エネルギー庁の資料によると2009 年度のバイオマスエネルギー導入量は、バイオマス発電で原油換算185.5 万kL(48PJ)、バイオマス熱利用で170.9 万kL(44PJ)となっている。

(2)バイオマスエネルギーコスト

【バイオマス発電コスト】

・未利用間伐材を原料とした木質系バイオマス発電を対象にコスト等検証委員会で試算されている。

木質系バイオマス専焼の発電単価は最大で32.2 円/kWh、石炭火力発電所で未利用間伐材をチップとして混焼する場合の発電単価は9.5～9.8 円/kWhとされている。

・2012 年度のバイオマス発電の調達価格は、未利用木材燃烧発電の調達価格33.6 円/kWh に対して、木質専焼発電のコストは32.2 円/kWh であり、コストを吸収できる調達価格が設定されている。

【バイオマス熱利用コスト】

・間伐材や製材くずなどを加工した木質ペレットは家庭用と産業用ともに利用されているが、石油、ガス、電気と比較して使い勝手がよくないこと、ペレットを扱う製品の価格が重油ボイラや灯油ストーブと比べて高いことから、需要が小さいのが現状である。

【バイオマス輸送燃料製造コスト】

・日本国内原料によるエタノール製造については、2015 年時点のセルロース系エタノール製造コストとして100 円/L(バイオマスニッポンケース)と40 円/L(技術革新ケース)の2 つの目標が掲げられた。

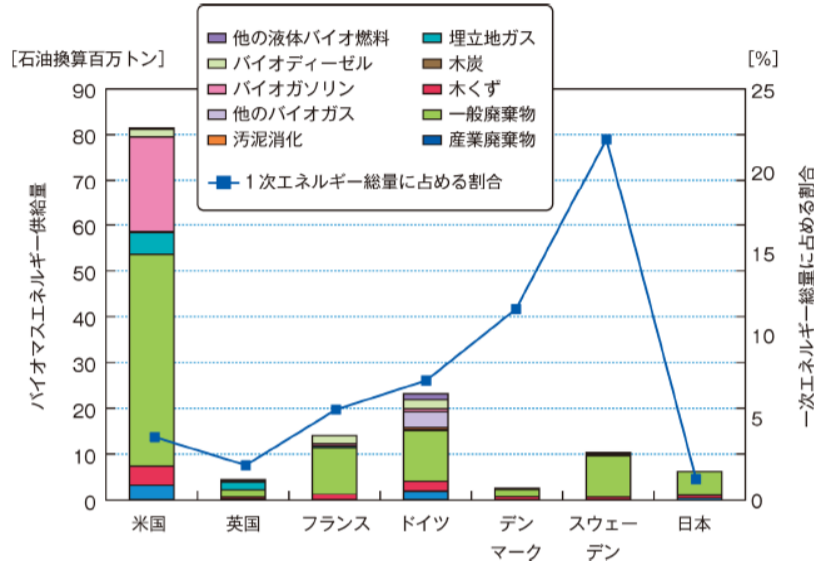


図 主要国のバイオマスエネルギー導入実績(一次エネルギーベース)

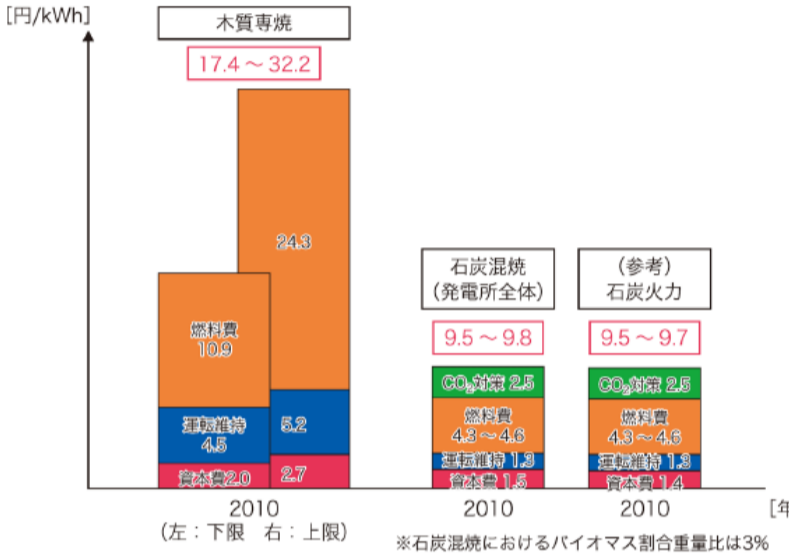


図 バイオマス発電に要するコスト

表 固定価格買取制度でのバイオマス発電の調達価格、調達期間

バイオマス	メタン発酵 ガス化発電	未利用木材燃焼 発電 <sup>(※1)</sup>	一般木材等燃焼 発電 <sup>(※2)</sup>	廃棄物(木屑以 外)発電 <sup>(※3)</sup>	リサイクル木材 燃焼発電 <sup>(※4)</sup>
調達価格	40.95 円/kWh	33.6 円/kWh	25.2 円/kWh	17.85 円/kWh	13.65 円/kWh
調達期間	20 年間	20 年間	20 年間	20 年間	20 年間

※1：間伐材や主伐材であって、後述する設備認定において未利用であることが確認できたものに由来するバイオマスを燃焼させる発電  
※2：未利用木材およびリサイクル木材以外の木材（製材端材や輸入木材）並びにパーム椰子殻、稲わら・もみ殻に由来するバイオマスを燃焼させる発電  
※3：一般廃棄物、下水汚泥、食品廃棄物、RDF、RPF（リサイクルが困難な古紙およびプラスチックを原料とした固体燃料）、黒液等の廃棄物由来のバイオマスを燃焼させる発電  
※4：建設廃材に由来するバイオマスを燃焼させる発電

表 木質ペレット燃料の製造事例・販売価格

用途	種類	ペレット販売単価[円/kg] (H21 年下期)		
		高値	中値	低値
ストーブ燃料向け	パーク	50	45	30
	ホワイト	45	41	39
	全木	44	42	35
ボイラ燃料向け	パーク	31	23	23
	ホワイト	39	34	34
	全木	38	37	33

注：パークは樹皮を主体としたペレットであり、ホワイトは、樹皮を含まない木質部を主体としたペレットのこと。

出典：NEDO再生可能エネルギー技術白書第2版／平成26 年2月、独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構

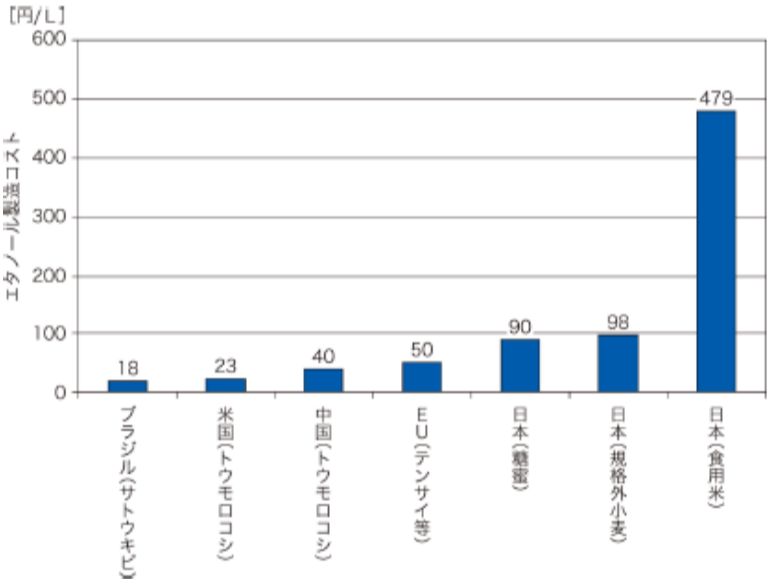


図 各種バイオエタノールの製造コスト比較

表 チップ化コストの内訳

	労務	グラブブル 60	チップパー	重機 軽油	チップパー 軽油	管理費	合計
数量	2.0 人	1.5 h	6.0 h	25.0 L	50.0 L	1 式	
金額(円/t)	2,000	500	1,200	188	375	1,000	5,263

技術進展による課題の解消

(1)バイオマス発電

ボイラ、蒸気タービン、発電機などの基本技術はおおむね成熟しているものの、バイオマス施設の中小型設備に関しては、これまでコスト的に見合わなかったことから、それほど商品化が進んでいないのが実態である。大型設備も含めてさらなるコストダウンが望まれる。

(2)バイオマス熱利用

日本は、四季の関係で暖房需要が限られており、かつ地域較差も大きく、ヨーロッパのように熱利用が進みにくいのが実情である。夏期や中間期での冷房需要などの必要性から安定的に熱需要がある工場などでの利用を除き、熱利用のシステム構成は複雑である。

(3)バイオマス輸送燃料

食料供給との競合などの観点から、サトウキビやトウモロコシなど農作物を原料とした第一世代エタノール製造やエステル交換によるバイオディーゼル製造は、対象原料が限定され、持続可能性を考慮した際の資源制約などの観点から推進されていない。

環境省委託事業等での先進的な活用・応用事例

・[庄内バイオマスチップのめぐみ事業／山形県鶴岡市及び酒田市](#)

・[新見市木質バイオマス燃料事業／岡山県新見市](#)

・[水産都市におけるバイオマス活用による低炭素社会実証事業／山口県下関市](#)

・[降雪山間地域の未利用バイオマスシステムを利用したトリジェネレーションシステム実証事業／秋田県横手市](#)

・[穀殻を活用したガス化発電による自立分散型エネルギーシステム実証事業／新潟県胎内市](#)