

バイオマスエネルギーの導入拡大について

1. 現状と課題

資源量

バイオマス資源やそれらの製品として輸入及び国内調達される資源が約 2.1 億 t あり（1997 年度現在）、このうち輸入されるバイオマス資源は、バイオマス資源導入総量の 5 割程度に相当する。また、化石燃料とバイオマス資源の量を同等に比較することはできないが、化石燃料として輸入される量が約 4.7 億 t で、バイオマス資源の輸入量は化石燃料の輸入量のおよそ 2 割以上に相当する量となっている。

表 1 日本の炭素資源の導入量（1997 年度）

		輸入	国内調達	合計	固形分
化石燃料	石炭	135,021	4,928	139,949	-
	原油及び粗油	233,433	733	234,166	-
	天然ガス及び製造ガス	62,836	4,604	67,440	-
	石油コークス	4,906	-	4,906	-
	揮発油	20,645	-	20,645	-
	灯油	4,304	-	4,304	-
	軽油	397	-	397	-
	重油	3,520	-	3,520	-
	合計	465,063	10,264	475,327	-
バイオマス資源	魚介類	2,801	6,071	8,872	2,662
	果実類	2,174	4,404	6,578	789
	野菜類	1,768	18,089	19,857	3,971
	肉類	2,020	0	2,020	606
	卵類	622	0	622	156
	油脂類	8,468	0	8,468	8,468
	穀類	10,916	10,791	21,707	18,451
	飼料	26,771	45,043	71,814	29,444
	食料・飼料合計	55,540	84,398	139,938	64,547
	木材	22,817	15,806	37,903	26,532
	パルプ及び紙	3,450	-	3,450	2,415
	木及びコルク製品	2,932	-	2,632	2,052
	ウッドチップ	13,883	-	13,883	9,718
	合板	5,799	-	5,799	4,059
	紙類及び同製品	1,723	-	1,723	1,206
	木材・木製品小計	50,604	15,086	65,690	45,983
	合計	106,114	99,484	205,628	110,530

出所：国立環境研究所社会環境システム研究領域資源管理研究会 森口祐一室長提供資料より作成

導入量

1999 年におけるバイオマスエネルギーの導入実績は原油換算で約 543 万 kL で、内訳をみるとパルプ黒液が 436 万 kL と最も多く約 80%を占めており、次いで木材が約 9%、建設廃材が 6%となっている。

表 2 バイオマスエネルギーの導入実績

バイオマス種類		1999年度 導入実績 [原油換算万kL]
農業廃棄物	もみ殻	0.6
	稲わら	0.0
	菜種	0.0
	バガス	8.6
畜産廃棄物		N/A
林業廃棄物		0.0
産業系廃棄物	木くず	47.4
	建築廃材等	33.0
	汚泥(有機物系廃液)	N/A
	汚泥(下水)	8.7
	パルプ黒液	436.0
生活系廃棄物	生ゴミ	N/A
	廃食油	N/A
	し尿	2.1
その他	埋立地ガス	0.1
	薪炭	6.7
合計		543.2

N/A: 活用されている可能性はあるが把握不可能なもの

出所: バイオマスエネルギー技術の体系的整理とプロジェクト化
に関する調査(NEDO、(財)地球環境産業技術開発機構、2002年)

技術開発

主要なバイオマス資源に適用可能な技術をまとめたものを表に示す。実用化段階にある技術は、直接燃焼や溶融ガス化、炭化、メタン発酵、糖・でんぷん類の発酵等になる。

表3 バイオマスエネルギーの技術開発状況

			バイオマス	木質系バイオマス	草系バイオマス	農業残さ	家畜糞尿	都市廃棄物				糖・でんぷん	セルロース	植物油	
			DRY/WET	DRY	DRY	WET	DRY	WET	DRY	WET	WET	WET			
変換技術			実用化レベル	林地残材 製材廃材	牧草	ネピア アグラス	アオサ ホテイアオイ	麦わら 稲わら、もみ殻、 トウモロコシ、	牛、豚、鶏糞尿	建築廃材	下水汚泥	し尿	水産加工残さ 厨芥ごみ、 食品産業廃棄物、	甘藷 古紙	廃食用油、 菜種、パーム油
燃焼	直接燃焼	実用化													
	混燃	実証													
熱化学的 変換	溶融ガス化	実用化													
	部分酸化ガス化	実証													
	低温流動層ガス化	実証													
	急速熱分解	実証													
	スラリー燃料化	基礎													
	超臨界メタノール抽出	基礎													
	超臨界水ガス化	基礎													
	炭化	実用化													
	エステル化	実用化													
生物化学的 変換	メタン発酵	実用化													
		(糖・でんぷん系)実用化 (セルロース系)基礎													
	エタノール発酵														
	アセトン・ブタノール発酵	実証													
	水素発酵	基礎													

：変換技術の対象として適切と考えられるバイオマス種
：最適ではないが利用できるバイオマス種

出所：「平成13年度新エネルギー等導入促進基礎調査(バイオマスエネルギー高効率転換技術に関する調査)報告書」(経済産業省)から引用。

コスト

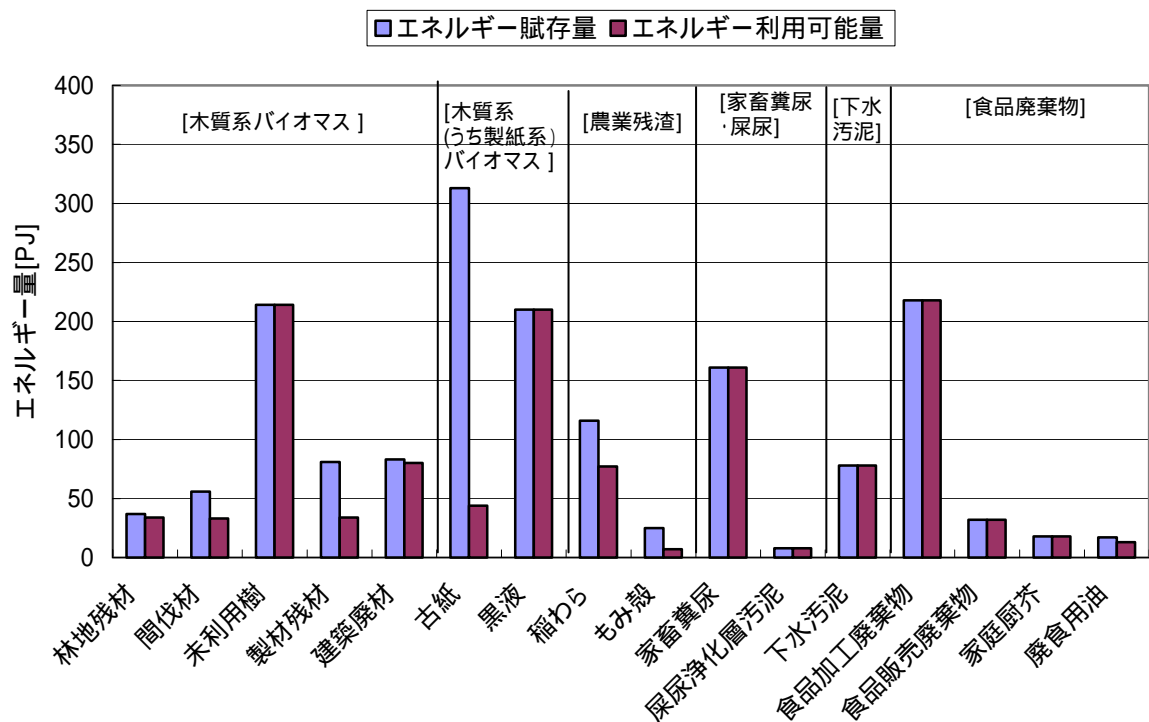
バイオマスエネルギーと競合する化石燃料のコストの比較例を表に示す。バイオディーゼル燃料や木くず発電については、一部で化石燃料より低いコスト水準になるものがあるが、全体として化石燃料より高コストとなっている。

表4 バイオマスエネルギーと競合エネルギーのコスト比較例

種 類	代表的コスト	競合エネルギーコスト	備 考
木質ペレット	1.5～2.4円/MJ (25～40円/kg)	灯油 約1.2円/MJ (約45円/L)	出所：バイオマスエネルギー 導入ガイドブック
バイオマス発電	木くず等 バガス 14.9～15.3円/kWh	火力発電 7.3円/kWh	出所：総合資源エネルギー調査会 新エネルギー部会報告書(2001年6 月)
	汚泥 8.1～11.1円/kWh		

2. 導入ポテンシャル

わが国の主要バイオマスエネルギーの賦存量及び利用可能量の試算例を図に示す。主要バイオマスエネルギーの利用可能量は年間当たり 1,261PJ であり、一次エネルギー総供給量の 6%弱に相当する。種類別にみると、木質系バイオマスが最も多く、全体の約 33%を占めており、次いで食品廃棄物（全体の 22%）、製紙系バイオマス（同 19%）、家畜糞尿・し尿（同 14%）となっている。



出所：新エネルギー等導入基礎調査 バイオマスエネルギーの利用・普及政策に関する調査

（（社）日本エネルギー学会、2002 年）

図 1 我が国の主要バイオマスエネルギーの賦存量と利用可能量

3. 導入拡大の方向性

潜在的需要

代表的なバイオマス燃料に対する、各エネルギー需要部門の潜在的な需要量を図に示す。なお、ここではバイオマス資源の発生源とエネルギー需要施設との位置関係等の需給のマッチングについては特に考慮していない。

また、これらのバイオマス燃料を利用するためには、燃料転換、燃料流通、ユーザー側での設備対応が必要となるが、それはバイオマス燃料の種類によって異なる（表5）。

	産業部門	業務部門	家庭部門	運輸部門
メタン等の 燃料ガス	<ul style="list-style-type: none"> ・ボイラ等の代替燃料として利用 ・コージェネレーションによる発電利用 215PJ(農林業の灯油・重油合計) 335PJ(製造業のLPG消費量) 1,008PJ(製造業の灯油・重油合計) 73PJ(業務部門のLPG消費量) 640PJ (業務部門の灯油・重油の消費量) 	分散型エネルギーシステム ・熱・電源の拠点の一つとして利用	燃料電池での燃料利用 635PJ (給湯エネルギーの消費量)	
黒液 直接燃焼 (固形燃料含む)	<ul style="list-style-type: none"> ・ボイラ等の代替燃料として利用 335PJ(製造業の灯油・重油消費量) ・IPPの発電燃料として利用 			
エタノール	<ul style="list-style-type: none"> ・灯油・重油と混合してボイラ等の燃料として利用(混合率20%程度) 300PJ(灯油・A重油消費量の20%) 			ガソリンと混合して自動車燃料として利用(3%) 42PJ(3%混合)

エネルギー需要量は総合エネルギー統計より算出(2000年度ベース)

図2 代表的なバイオマス燃料に対する各エネルギー需要部門の潜在的需要量の試算例

表5 代表的なバイオマス燃料利用に必要な対応の概要

燃料種類	必要な対応
メタン等燃料ガス	生産:メタン発酵プラントの導入 流通: - (オンサイト利用が前提) 利用:コージェネレーション、ボイラ利用(脱硫装置の追加が必要)
直接燃焼 (固形燃料を含む)	生産:固形燃料(チップ、ペレット)生産体制の整備 流通:固形燃料流通体制の整備 利用:バイオマス用燃焼機器の導入
黒液	生産・流通: - (副産物のオンサイト利用が前提) 利用:回収ボイラの導入
エタノール	生産:エタノールプラントの整備、原料の確保 流通:ガソリン・エタノール混合設備の導入 利用:エタノール混焼対応(ボイラ等での利用時、自動車については対策不要)

導入の方向性

・オンサイト・地域単位での分散型エネルギー供給システムに組み込んだ形態が、集荷コストを最小にするために有効と考えられているのではないか。また、大量に地域で発生するバイオマスは広域的に流通しうるエネルギーとして製造(液体燃料、IPPによる電力)するシステムにのせるという方向性も考えられるのではないか。

・このように、オンサイトでの利用、地域・地区での利用、地域を越えた広域、全国での利用といったスケールで考えた場合、バイオマスをどのようなエネルギーへ転換することが、それぞれのスケールに適切なものとなるのか。直接燃料として利用、気体燃料に転換して利用、液体燃料に転換して利用、電力に転換しての利用、将来的には水素利用がそれぞれ考えられる。

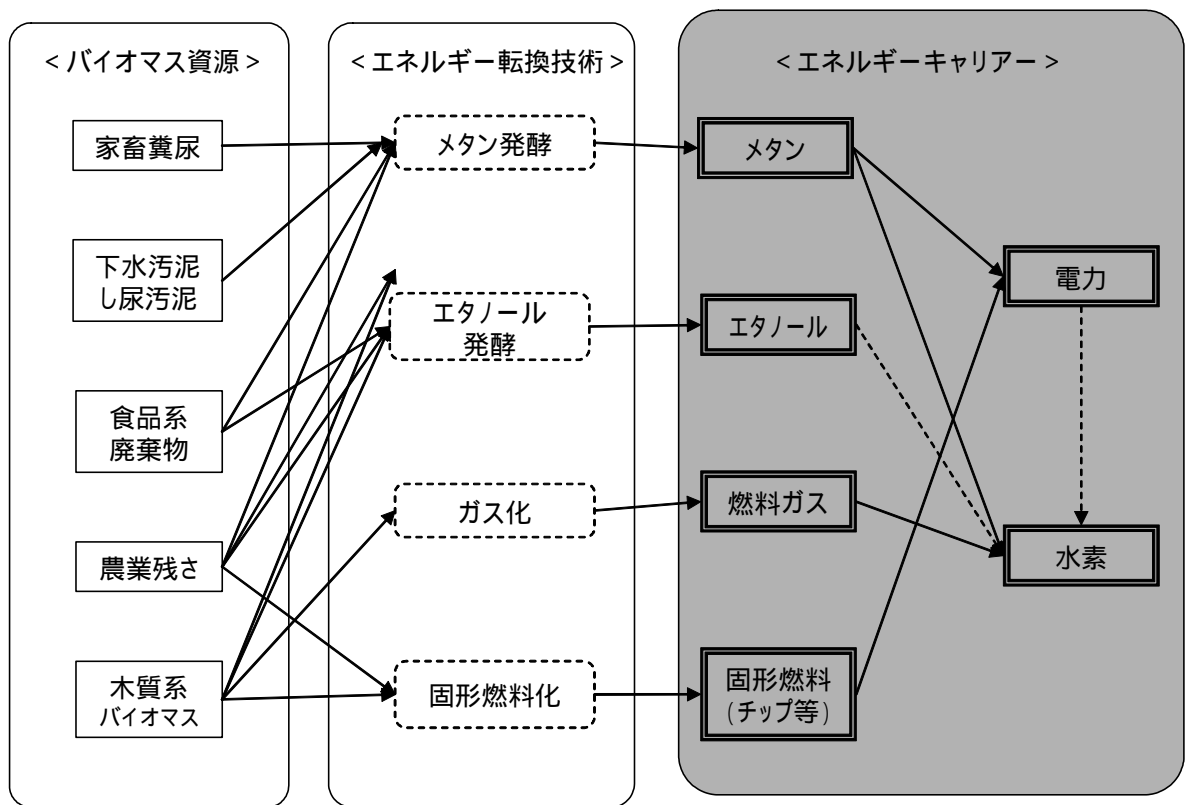
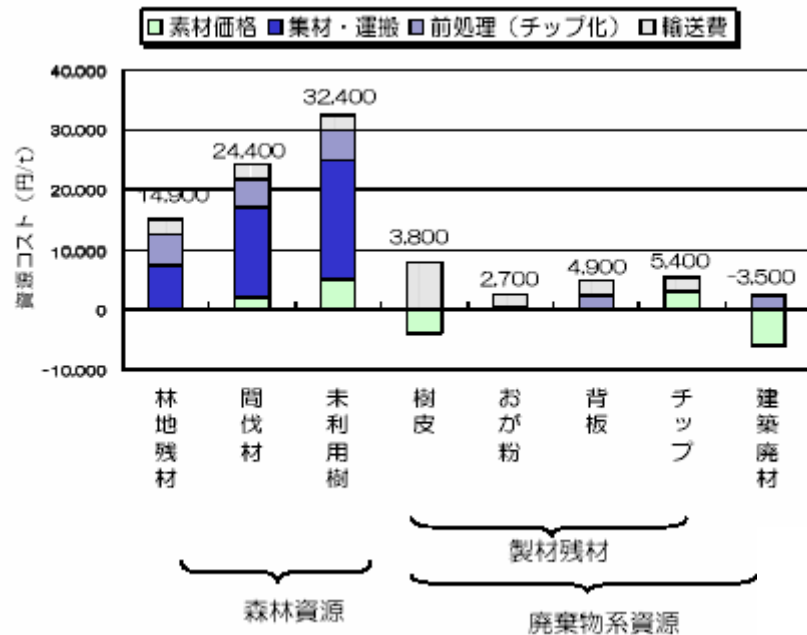


図3 各バイオマス資源からエネルギーキャリアーへの転換イメージ

4 実現のための課題

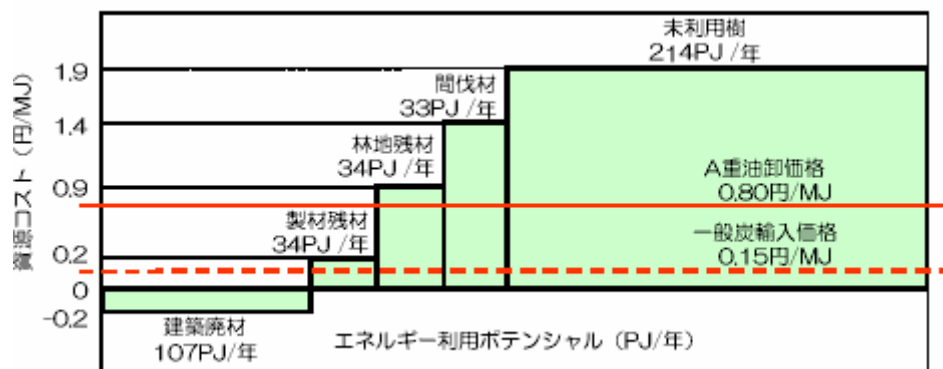
- ・バイオマスから得られたエネルギー・エネルギーキャリアの価格を決める、収集・転換等のコストの低減が課題となる。
- ・例えば木質バイオマスでは、同一エネルギー用途のバイオマスエネルギーでも、原料の種類によってコスト格差が存在する。初期段階では低コスト原料を優先して利用するが、いずれ利用量の拡大に際してはコスト高の資源利用が避けられなくなる可能性が大きい。



出所：新エネルギー等導入基礎調査 バイオマスエネルギーの利用・普及政策に関する調査

((社)日本エネルギー学会、2002年)

図4 各種木質バイオマスの資源コスト



出所：新エネルギー等導入基礎調査 バイオマスエネルギーの利用・普及政策に関する調査

((社)日本エネルギー学会、2002年)

図5 各種木質バイオマスの利用ポテンシャルと資源コスト

・大規模集約型のシステム一辺倒ではなくオンサイトなど、地域単位の分散型のシステムにシフトすることによって、コストの課題をどこまで小さくできるかが課題である。

・分散化による収集・輸送コストの低減と、エネルギー転換設備のスケールダウンによるコストアップのバランスを考慮すると、小規模かつ高効率なプラント等の技術開発を進め、小規模プラントの複数分散配置によるコストダウンを図ることが必要。

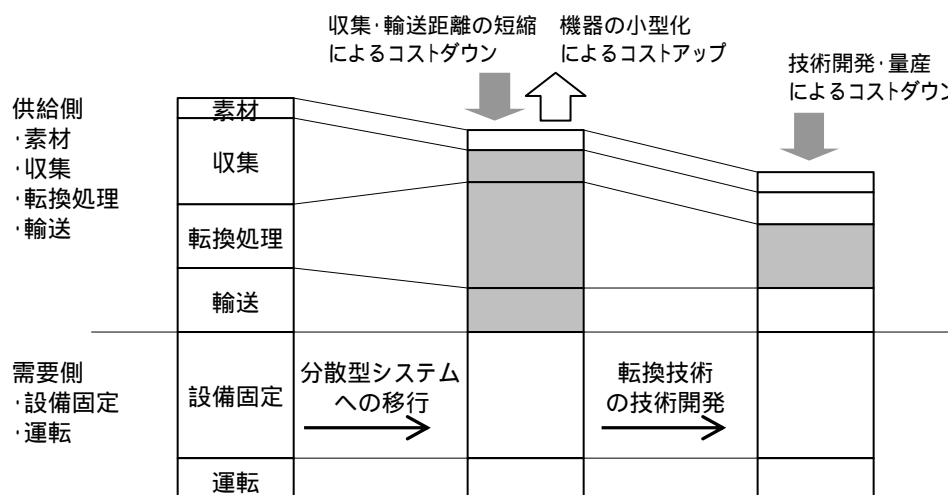


図6 バイオマスエネルギー利用システムのコストダウン

・地域資源であるバイオマスを地域で利用できるよう、特に小規模で適用できる低コストな国産技術の開発が必要ではないか

・中大規模の利用機器の多くは既に商品化済みで、今後は小規模エネルギー利用技術の商品化及び量産による低コスト化がバイオマスエネルギー利用拡大のポイントの一つでないか。

表6 代表的なバイオマス燃料と利用技術

バイオマス燃料種類	対応する利用技術
直接燃焼 (木質バイオマス)	: 中大規模発電(数千 kW) : 小規模発電システム(数十～数百 kW)
木質固形燃料 (チップ、ペレット等)	: 中大規模ボイラ(産業・業務用) : 小規模ボイラ、ストーブ(日本の住宅用)
メタン	: ボイラ(産業・業務用) : リン酸型燃料電池(100～200kW) : 小型ガスエンジン CGS、MGT(数十 kW) : マイクロコジェネ(数 kW)、固体高分子燃料電池(数百 W～数 kW)
燃料ガス	: ボイラ(産業用) : ガスエンジン CGS(数十～数百 kW)

: 既に実用化 : 実証又は商品化段階