

第1回研究報告・討論会

木質バイオマスエネルギー 利用の現状と今後の課題

平成15年6月9日

(財)日本エネルギー経済研究所

大木 祐一

発表内容

- 1.新エネルギー政策の中のバイオマス
- 2.木質バイオマスエネルギー利用の現状
- 3.木材産業6社の
木質バイオマスエネルギー利用の現状
- 4.岩手県遠野市における
木質バイオマス発電導入のケーススタディ
- 5.木質バイオマスエネルギー利用の課題

研究テーマの選定について

- ◆ 森林は、永続的に地球温暖化を軽減
- ◆ 森林は、国内の二酸化炭素吸収源(3.9%)



木質バイオマスエネルギー利用の促進
(特に発電導入)



- ・国内では、未利用段階(発電は少ない)
- ・森林政策:間伐材、林地残材の問題

新エネルギーとしての位置づけ

		1999年度実績		2010年度見通し/目標				2010 /1999
				現行対策維持ケース		目標ケース		
		原油換算 (万kl)	設備容量 (万kW)	原油換算 (万kl)	設備容量 (万kW)	原油換算 (万kl)	設備容量 (万kW)	
発電分野	太陽光発電	5.3	20.9	62	254	118	482	約23倍
	風力発電	3.5	8.3	32	78	134	300	約38倍
	廃棄物発電	115	90	208	175	552	417	約5倍
	バイオマス発電	5.4	8.0	13	16	34	33	約6倍
熱利用分野	太陽熱利用	98	-	72	-	439	-	約4倍
	未利用エネルギー	4.1	-	9.3	-	58	-	約14倍
	廃棄物熱利用	4.4	-	4.4	-	14	-	約3倍
	バイオマス熱利用	-	-	-	-	67	-	
	黒液・廃材等*	457	-	479	-	494	-	約1.1倍
新エネルギー供給計 (一次エネルギー構成比)		693 (1.2%)	-	878 (1.4%)	-	1,910 (3%)	-	約3倍
一次エネルギー総供給		約5.9億kl		約6.2億kl		約6.0億kl		

*: バイオマスの一つとして整理されるものであり、発電利用を一部含む。

(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)

新エネルギーの取組み

- 2010年に新エネルギーを現行の3倍
(一次エネルギー総供給に占める割合: 1% → 3%)
- 新エネ促進法の新エネルギーとして「バイオマス」を明示
バイオマスは、原油換算101万klを導入目標
- RPS法(電気事業者による新エネルギー等の利用に関する特別措置法)施行
バイオマス発電も対象電源
- バイオマス・ニッポン総合戦略
バイオマスエネルギーの利活用

国内の木質バイオマスエネルギー動向

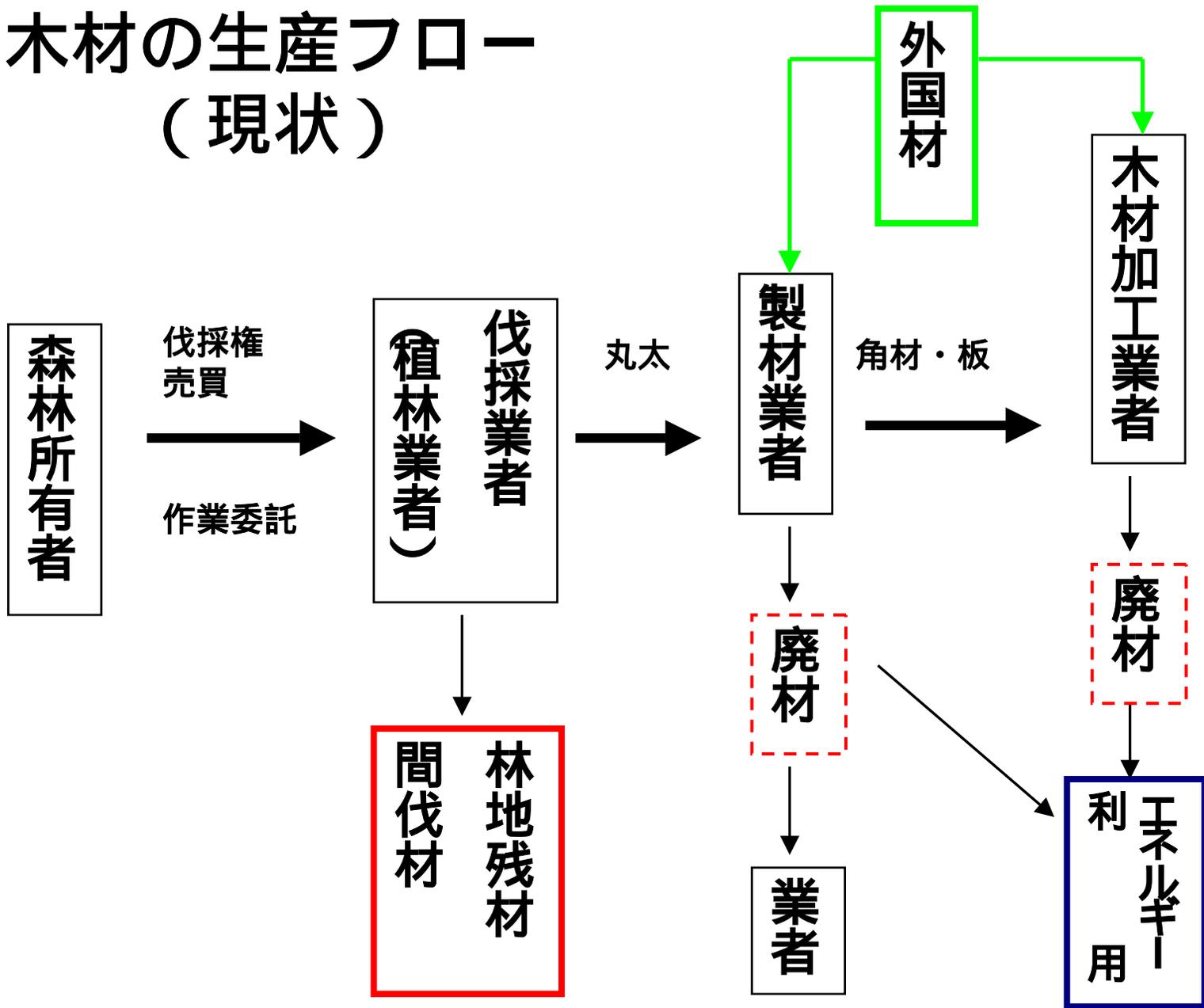
- バイオマス・ニッポン総合戦略
- RPS法
 - ・ 銘建工業株式会社(第1号認定設備)
 - ・ 能代森林資源利用協同組合(申請中)
- 設備導入時の補助事業
 - < 林野庁 >
 - ・ 木質バイオマスエネルギー利用促進事業
 - ・ 林業経営構造対策事業他
 - < NEDO >
 - ・ バイオマス等実利用エネルギー実証試験事業
 - ・ 地域新エネルギー導入促進事業他
- 建設リサイクル法

利用可能な木質バイオマス

資源の発生源	資源の細目	資源としての位置付け
建築解体	建築解体材	副産物 廃棄物
造園	選定枝条	
製紙業	パルプ黒液 チップダスト	
木材加工業	バーク(樹皮)、鋸屑 端材	
森林伐採(林地残材)	枝 葉 端尺材 低質材	
除間伐	風倒木 病害	
特用林産	食用菌類の廃ホダ類	
薪炭林	シイ、コナラ、マツ	エネルギー林
短伐期林業	ヤナギ、ユーカリ、ポプラ、マツ	

(出所)小島健一郎, クリーンエネルギー, 2002年3月

木材の生産フロー (現状)



木質系バイオマスの 発生量、再生量、未利用量

(単位万m³/年)

種類	調査 年度	発生量	再利用		未利用		
			方法	再利用率	焼却量	放置量	
都市の木質廃棄物	1991	2,180	燃料	350	440	1,740	-
			工業原料	90			
製材工場残材	1991	1,566	木材チップ等		1,483	83	-
除間伐材	1997	453	製材丸太等		193	-	260
林地残材	1997	569			-	-	569
未利用広葉樹材	-	2,250	徳用材等		600	-	1,650
合計		7,018			2,716	1,823	2,479

(出所)環境庁,生物資源部

温室効果ガス削減技術シナリオ策定調査報告書(2000)

木質系廃材の発生量・未利用量

■ 廃材発生量 合計 1,480万t / 年

(内訳)・製材工場等廃材	610万t / 年	…ほとんど再利用
・間伐材等	390万t / 年	…未利用
・建設発生木材	480万t / 年	…60%未利用

■ 未利用量 合計 680万t / 年

(内訳)・間伐材等	390万t / 年
・建設発生木材	290万t / 年

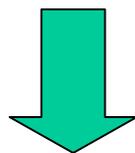
(出所) バイオマス・ニッポン総合戦略(2002年12月27日)

木質バイオマスからの供給可能エネルギー量

- 国内の林業、木材産業からの最大供給可能量は、
1,740 ~ 2,520万t / 年 (森林総合研究所)

(条件)

- ・木材生産のために伐採される立木の未利用分は全量燃料化
- ・毎年の成長量余剰分(剪定分)は全量燃料化
- 間伐材、建設発生木材量 680万t / 年



原油換算で、600 ~ 800万kl / 年に相当
(1999年1次エネルギー構成比実績の1.0 ~ 1.4%)

木材産業における 木質バイオマスエネルギー利用状況

業 種	施設設置 工場数	設置機器			用途		
		木屑焚き ボイラー	発電機	その他	乾燥 ホットプレス	暖房	発電
(単位)	(ヶ所)	(基)	(基)	(基)	(ヶ所)	(ヶ所)	(ヶ所)
木材加工	36	36	1	0	33	7	1
合板製造	29	32	5	0	28	5	5
製材	27	27	2	2	22	2	2
集成材製造	24	26	0	0	20	5	0
プレカット	8	8	0	1	5	3	0
木材乾燥	7	6	0	1	6	2	0
フローリング材	6	6	1	0	6	1	1
パーティクルボード	3	3	1	0	3	1	1
その他	34	30	2	4	19	11	2
合 計	174	174	12	8	142	37	12

(出所) 中島孝雄, 「木材産業におけるバイオマスエネルギーの利用」,
木材工業, Vol.55, No.5, (2000)

注) 複数の業種に相当する工場については、代表的な業種でカウントした。

木質バイオマスエネルギー利用の課題

< 木質バイオマス >

- ◆ 木材生産：蓄積量 35 億 m³ 年間 0.7 億 m³ 増加
国内生産量は 1970 年代の 1 / 3
外国材の輸入・利用急増 (80% 以上)
従事者の減少 (7 万人)、高齢化 (25%)
- ◆ 未利用バイオマス：間伐材、林地残材
：未利用広葉樹材
：建設発生木材

< 木質バイオマス発電 >

- ◆ 木材産業以外のエネルギー利用事例は少ない
- ◆ エネルギー利用：熱利用が主で、発電は少ない

木質系バイオマス発電導入の背景

比較的大規模な木質系バイオマス発電を行っている6社の調査の結果、導入の背景について以下のようにまとめることができる。

- ◆燃料の自社内調達、エネルギーの自社内利用。
- ◆工場のエネルギー需要(電気・熱)が大きい。
- ◆自社のエネルギー需要にふさわしい設備規模。
- ◆工場は24時間稼働あるいは長時間稼働。
- ◆エネルギー費用のコストダウンの必要性が大きい。
- ◆自社の産業廃棄物処理費用の削減
(可燃性産業廃棄物の有効活用 = 燃料)

発電導入者から見た課題

- ◆家屋解体材の必然的利用
 - ・更なるエネルギー費用のコストダウン
 - ・木質バイオマス燃料の安定的確保
- ◆余剰エネルギー（電気・熱）を工場外に、供給できない / 供給しない

あえりあ遠野地区4施設の建物概要と熱源機器

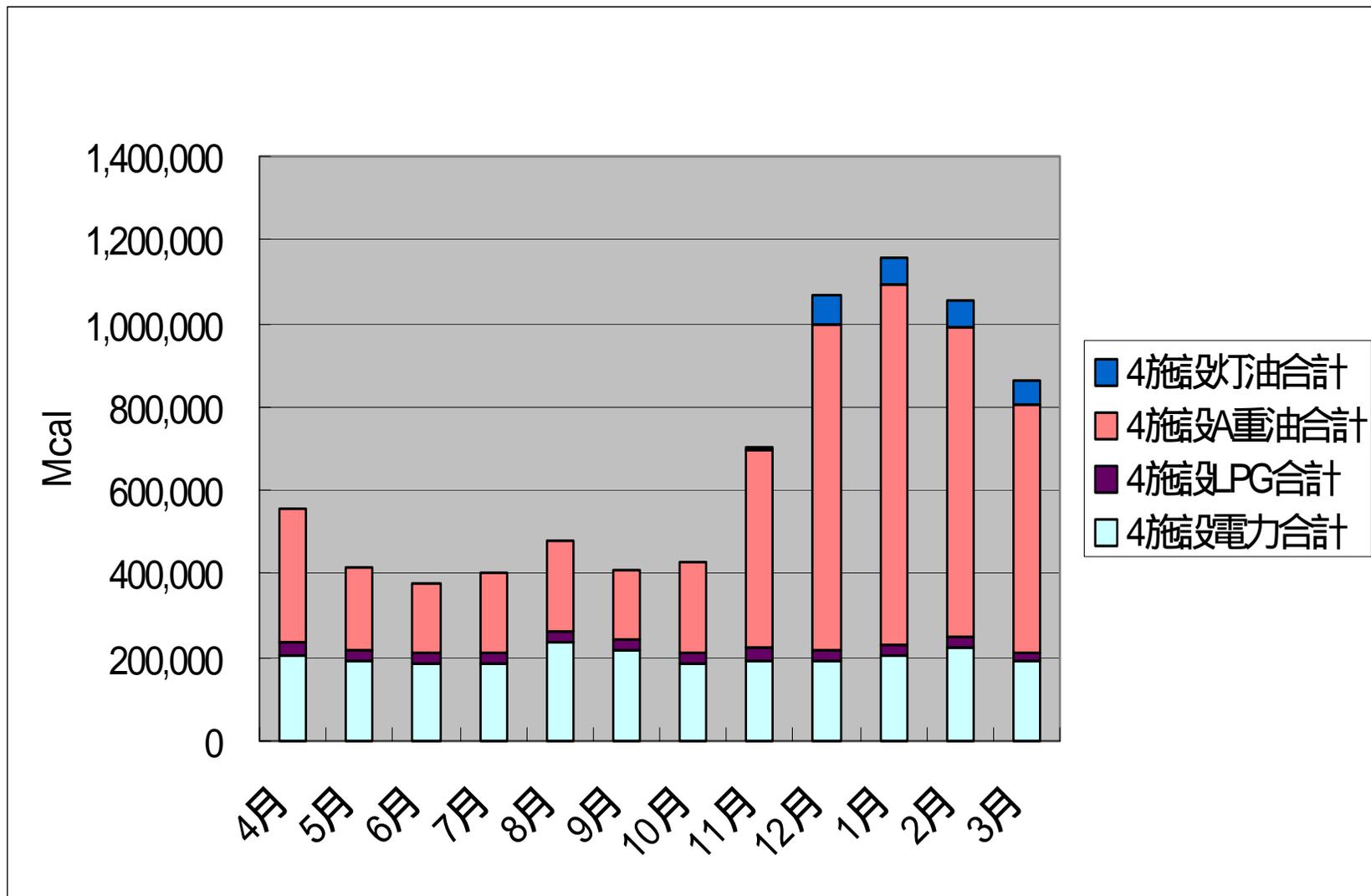
	あえりあ遠野	遠野 市民センター	市民体育館	市立図書館 市立博物館
竣工	2001年6月	1971年11月	1971年11月	1980年6月
建築規模	鉄筋コンクリート 地上7階 地下1階	鉄筋コンクリート 地上2階	鉄筋コンクリート 地上2階 地下1階	鉄筋コンクリート 地上3階
延床面積(m ²)	8178	3938	2155	3189
施設概要	客室 62室 収容人数 187人 レストラン、宴会場 会議室	大ホール(941人) 会議室	プール 体育館	閲覧室 展示室
熱源機器	ボイラー(A重油) 吸収式冷温水器	ボイラー(A重油) 吸収式冷温水器	市民センターと 共用	ボイラー(灯油) 吸収式冷温水器
その他設備	貯湯槽			

あえりあ遠野地区の年間エネルギー消費量

(2001年度)

エネルギー種別	単位	あえりあ 遠野	遠野 市民センター	市民 体育館	図書館 博物館	合計	割合 %
電力	kWh/年	1,662,060	707,186	215,991	215,820	2,801,057	31
	Mcal/年	1,429,620	608,180	185,753	185,605	2,409,157	
A重油	Mcal/年	2,219,371	2,007,551	705,356	0	4,932,278	62
LPG	Mcal/年	294,084	16,665	0	1,338	312,087	4
灯油	Mcal/年	0	6,575	0	255,707	262,282	3
合計	Mcal/年	3,943,075	2,638,971	891,108	442,650	7,915,804	
割合	%	50	33	11	6		100

あえりあ遠野地区全体の年間エネルギー消費量 (4施設合計)



あえりあ遠野地区

ピーク・オフピーク月のエネルギー消費量

	単位	ピーク(1月)		オフピーク(6月)		ピーク/ オフピーク
		消費量	割合	消費量	割合	
電気	kWh/月	235,686	18	215,940	49	1.09
	Mcal/月	202,690		185,770		
A重油	Mcal/月	864,285	75	164,995	44	5.24
LPG	Mcal/月	26,035	2	26,095	7	0.99
灯油	Mcal/月	64,560	5	0	0	
合計	Mcal/月	1,157,571	100	376,861	100	3.07

あえりあ遠野地区のエネルギー需要量

(4施設まとめ)

項 目		あえりあ遠野地区
エネルギー総需要量		760万Mcal / 年
総需要量	電気	280万kWh / 年
	熱	520万Mcal / 年
ピーク月 需要量	電気	27万kWh / 月
	熱	93万Mcal / 月
オフピーク月 需要量	電気	22万kWh / 月
	熱	16.5万Mcal / 月
ピーク/ オフピーク	電気	1.23
	熱	5.63
所要電力	契約値	1,425kW
	ピーク	1,100 kW
	オフピーク	490 kW
	中間期	700 ~ 740 kW

ガス化法選択の条件

◆ あえりあ遠野の特徴

- ・熱需要が大きい。
- ・特に、夏季においても冷房需要がある。
- ・急激な熱需要変化に対する設備を有する。(貯湯槽 2基)
- ・既存設備の利用が可能 (機械室、ボイラー室、配電室等)
- ・他施設へのエネルギー搬送距離が短い。

◆ 直接燃焼発電 → ガス化を検討

- ・中小規模の木質バイオマスプラント
(バイオマス供給可能量、電力需要量)
- ・直接燃焼発電: 発電効率12%(平均) 効率向上の必要性: 大
- ・エネルギー変換方法の多様化: エンジン、タービン
- ・エネルギーの搬送が可能(パイプライン、ポンペ)

F S 4案の比較

内容	A案	B案	C案	D案
形式	エネルギー搬送型		オンサイト型	
木質バイオマス 供給基地	遠野地域木材 総合供給モデル基地	遠野地域木材 総合供給モデル基地	遠野地域木材 総合供給モデル基地	遠野地域木材 総合供給モデル基地
プラント設置基地	遠野地域木材 総合供給モデル基地	遠野地域木材 総合供給モデル基地	あえりあ遠野	あえりあ遠野
木質バイオマス 供給手段	基地内搬送	基地内搬送	トラック輸送	トラック輸送
エネルギー変換法	ガス化	ガス化	ガス化	直接燃焼
エネルギー搬送手段	ガスパイプライン	ガスポンペ	-	-
発電方法	ガスエンジン (ガスタービン)	ガスエンジン (ガスタービン)	ガスエンジン (ガスタービン)	蒸気タービン
需要先	あえりあ遠野	あえりあ遠野	あえりあ遠野	あえりあ遠野

木質バイオマス発電設備の比較

		A案	B案	C案	D案
型式		エネルギー搬送型		オンサイト型	
方式		ガス化			直接燃焼
木質バイオマス輸送		遠野地域木材総合供給モデル基地内搬送		トラック輸送	
ガス化	投入量	10t / 日			90t / 日
	ガス発生量	480Nm ³ / h			-
	除湿	(深冷式)	(深冷式 + 吸着式)	(深冷式)	-
	脱炭酸				-
	貯蔵	(大型ガスタンク)	(大型ガスタンク)	(小型ガスタンク)	-
	貯蔵圧	0.5MPa	0.5MPa	0.2MPa	-
ガス輸送	方法	ガスパイプライン (ガス用ポリエチレン)	ガスボンベ (トラック輸送)	-	-
		減圧	昇圧	-	-
	輸送圧	0.1MPa未満	25MPa	-	-
	輸送距離	6.5km	6.5km	-	-
エネルギー変換	貯蔵	-	ボンベ保管施設: 要	-	-
	供給圧	0.1MPa未満	0.2MPa	0.2MPa	-
	変換方法	300kW級ガスエンジン			300kW蒸気タービン
	補助機器	-		ガス焼きボイラー	-
	排熱回収量	269Mcal / h			蒸気: 12t / h 給湯: 5,000Mcal / h
効率	高			低	

A・B・C・D案の設備費用比較

(費用:百万円)

燃料	木質バイオマス燃料								化石燃料(液体)	
	A案		B案		C案		D案		参考	
項目	設備	費用	設備	費用	設備	費用	設備	費用	設備	費用
前処理設備	破碎・貯留・搬送	170	破碎・貯留・搬送	170	破碎・貯留	80	破碎・貯留	80		
バイオマス輸送					トラック輸送・貯蔵	100	トラック輸送・貯蔵	110		
ガス化設備	ガス化プラント タール除去	300	ガス化プラント タール除去	300	ガス化プラント タール除去	300	直接燃焼・蒸気 タービン・環境設備	705		
ガス貯蔵設備	除湿	335	除湿(2段)	380	除湿	192				
	炭酸ガス除去		炭酸ガス除去		炭酸ガス除去					
	昇圧		昇圧		昇圧					
	ガスタンク		ガスタンク		ガスタンク					
ガス輸送設備 ガス供給設備	ガスパイプライン 敷設	282	ガスポンベ 充填・輸送・保 管	290					燃料貯蔵	30
									燃料供給	10
あえりあ遠野 エネルギー変 換・供給	ガスエンジン	80	ガスエンジン	80	ガスエンジン	80			エンジン	80
	電気計装 給湯分岐	45	電気計装 給湯分岐	45	電気計装 給湯分岐他	55	電気計装 給湯分岐	45	電気計装 給湯分岐	45
合計		1,212		1,265		807		940		165

木質バイオマス発電導入による あえりあ遠野のエネルギー需要の充足度

	あえりあ遠野 需要量	A案	B案	C案	D案
		ガスエンジン		ガスエンジン +ガス焚ボイラ	直接燃焼去
電気	280万kWh / 年	237万kWh / 年			79万kWh / 年
	100	87			28
熱	520万Mcal / 年	213万Mcal / 年		520万Mcal / 年	3,960万Mcal / 年
	100	41		100	762

年間稼働時間：7,920時間
常時 100%負荷

A・B・C・D案の経済性計算比較

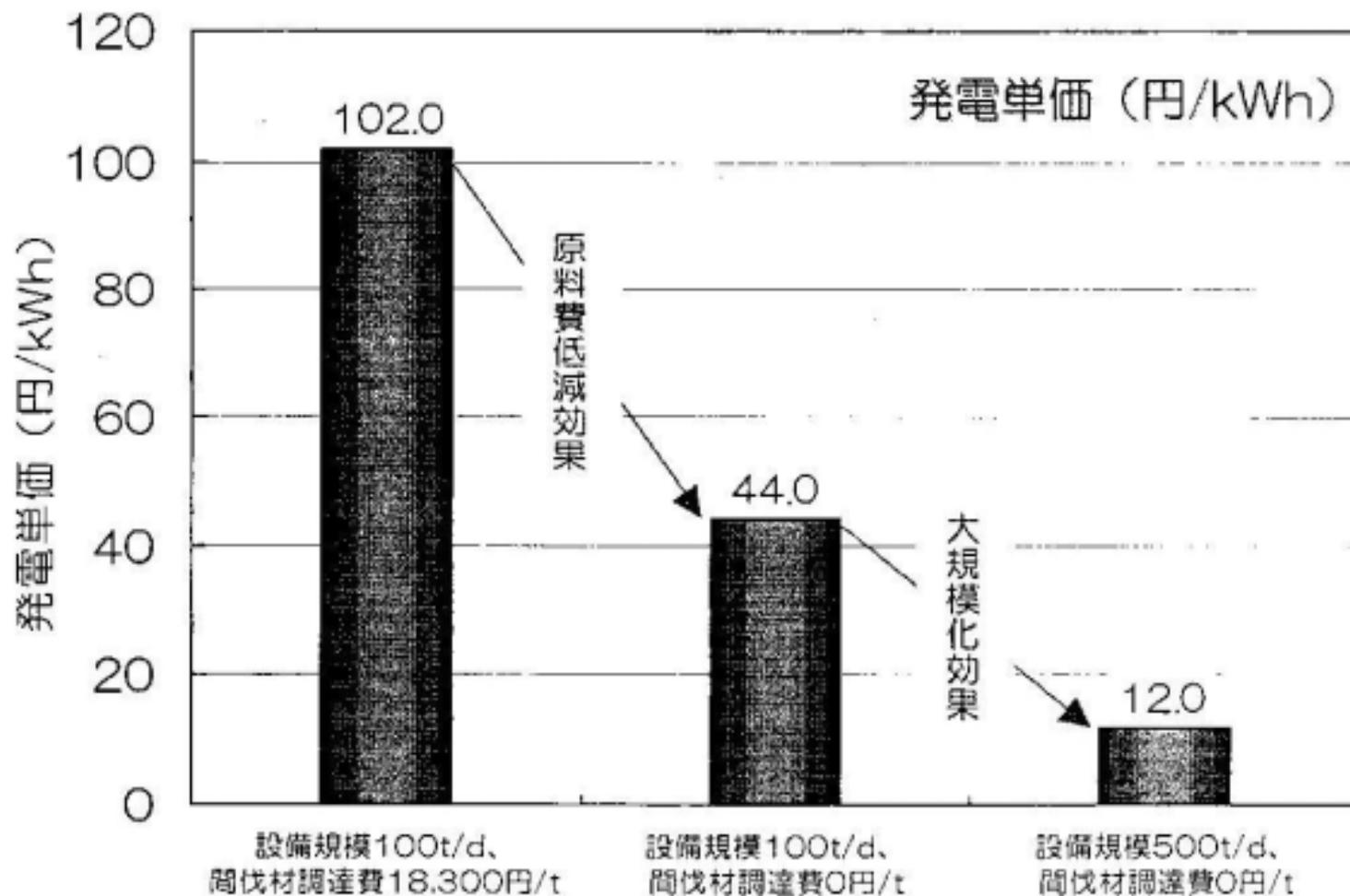
(単位:千円)

	A案	B案	C案	D案	備考
エネルギー変換		ガス化		直接燃焼	
エネルギー搬送法	パイプライン	ポンベ	オンサイト		
項目					
設備費	1,212,000	1,265,000	807,000	94,000	
補助金	606,000	632,500	403,500	47,000	50%
投資額	606,000	632,500	403,500	47,000	
人件費	24,000	36,000	30,000	36,000	
燃料費	9,900	9,900	9,900	71,280	
ユーティリティ費	-	-	-	10,336	
メンテナンス費	40,872	41,932	32,772	18,800	設備費×2%
金利	12,120	12,650	8,070	9,400	投資額×2%
必要経費計	86,892	100,482	80,742	145,816	
回収熱量(益)	21,300	21,300	52,000	83,160	
回収電力(益)	33,264	33,264	33,264	11,088	
回収益計	54,564	54,564	85,264	94,248	
回収利益	32,328	45,918	4,522	51,568	

A・B・C・D案のエネルギー単価比較

		A案	B案	C案	D案
エネルギー変換			ガス化		直接燃焼
エネルギー搬送法	単位	パイプライン	ポンベ	オンサイト	
温水	円/Mcal	41	47	16	-
蒸気	円/t	-	-	-	2630
電気	円/kWh	37	42	34	184

木質バイオマスの発電単価



(出所) 林野庁「素材生産費等調査報告」

遠野地域における 木質バイオマスエネルギー利用成立の条件

- 木質バイオマス供給量の限界：70t / 日が限界
- 木質バイオマスの供給コスト削減
- プラント設備費：液体燃料に対して競争力なし
- エネルギー搬送：搬送のための設備費用が大きい
- プラントの市街地設置不可：騒音、廃熱、環境アセスメント
- 電気・熱の安定的な需要先の確保：24時間稼働、
- LCA的検証：プラント内動力、搬送用エネルギー（昇圧等）
が大きい。

経済性計算から見た課題

◆設備費用

- ・搬送のためのガス精製・貯留設備費用：大
 - ・ガス搬送設備（パイプライン、ポンペ）費用：大
- 木質バイオマス発電プラントのオンサイト化

◆経済性試算

- ・設備費用の圧縮
- ・補助金率の向上
- ・木質バイオマス原料費の削減（例：逆有償）
- ・熱供給価格、売電価格の上昇
- ・人件費の圧縮

木質系バイオマス発電導入の課題

< 政策的課題 >

- ◇ エネルギー政策上、木質系バイオマス利用への支援措置が少ない。
- ◇ 特に民間企業に対する導入支援策が必要。
(設備のリニューアル時)
- ◇ 複数の行政分野間の連携が必要。
 - ・ 林業政策 + エネルギー政策
 - ・ 公園、街路樹、河川敷等の木質系バイオマスの活用
- ◇ 地方自治体の理解と積極的支援が必要。

< 林業における課題 >

- ◇ 木質系バイオマス発電導入時に、林業従事者を実務面でサポートする、コンサルタント機関等が必要。
- ◇ 供給者である森林組合や木材組合等の理解と協力が必要。
- ◇ 間伐材等の価格低減と価格安定化、供給量の確保が必要。
(遠野地域: 14,000円 / t)

遠野周辺地域における木質バイオマスの原料価格(粉砕後)と含水率

由来	種類	原料価格	含水率
		(円/t)	(%)
伐採由来	切捨て間伐木	14,609	100
	土場残材	3,853	100
	末木量	3,853	100
	針葉樹枝条	3,853	100
	広葉樹枝条	3,853	75
林産由来	針葉樹バーク	2,500	75
	広葉樹バーク	3,000	75
	木屑・鋸屑	2,500	75
	針葉樹チップ	7,810	75
	広葉樹チップ	14,328	75

(出所) 森林総合研究所 東北支所

遠野市周辺地域における 木質バイオマスコスト内訳

内容		(円/t)
粉碎費用	林地残材	2,353
	林産残材	1,000
輸送費用		1,500

(出所) 森林総合研究所 東北支所

間伐材の調達費用

費用構成	補助金有り	補助金なし
	(円 / t)	
立木	5,900	
伐採・集材	4,000	13,500
運搬(積込場～土場)	3,100	
運搬(土場～製材場)	5,300	
合計	18,300	27,800

(出所) 林野庁「素材生産費等調査報告」

木質系バイオマス発電導入の課題

< 供給量の確保 >

- ◇ 木質系バイオマスを安定的、効率的かつ安価に収集するシステムが必要。
- ◇ 木質系バイオマス燃料の多様化が必要。
(工場廃材以外に、家屋解体材等を補助燃料として確保する。)
- ◇ 貯留施設が必要(特に北国における冬季の貯留施設)

< 木質系バイオマスの課題 >

- ◇ 固体のため、重油等と比較して取り扱いが面倒である。
- ◇ 前処理(選別・破碎・乾燥・圧縮等)によるコストアップ。
- ◇ 含有水分による、搬送の取り扱いの悪さ、炉内熱量の低下。
また含有水分量が季節、天候等により変化する。
- ◇ 夾雑物の多さ(家屋解体材等)。

木質系バイオマス発電の課題

< 発電の課題 >

- ◇ 電気と熱の両方を利用する、安定的需要の確保が重要。
(できれば24時間稼動が好ましい)
- ◇ 直接燃焼型発電設備は大規模で、設備費用も高い。
- ◇ 直接燃焼型発電は所内動力利用が多く、効率が低い。

< その他 >

- ◇ 地方自治体と林業従事者におけるリーダーが不在。
- ◇ 売電(逆潮流)への制度的支援措置への期待。
- ◇ 燃焼灰の処理施設の有無
- ◇ 家屋解体材利用への不安(接着剤、防蟻剤等)

ま と め

- ◆ 林地残材・・・収集費用の圧縮
間伐材 ・効率向上のための収集設備
・収集に補助金
- ◆ 製材廃材・・・設備補助
(設備更新時に発電利用)
- ◆ 家屋解体材・・・中間処理の充実

- ◆ エネルギー林(広葉樹林)の利用拡大

調査企業における木質バイオマス発電一覧表

企業名	A社	B社	C社	D社	E社	F社
所在地	広島県呉市	広島県広島市	広島県廿日市市	岡山県勝山町	秋田県秋田市	秋田県能代市
業種	製材	ポンプ/タービン製造	合板/フローリング材	集成材	合板/フローリング材	ボード
設置時期	1997年	1984年	1989年	1998年	1989年	(2003年)
原料バイオマス	工場廃材 (製材時の木屑)	家屋解体材/廃材	工場廃材/家屋解体材	工場廃材	工場廃材 家屋解体材・間伐材	工場廃材 家屋解体材・間伐材
		廃材:10~20円/台	解体材:1,000円/t		解体材:3,000~4,000円/t	解体材購入費は未定
原料バイオマスの特徴	自社工場廃材のみ	自社からの木質廃材なく、全量購入	・関連会社の廃材も収集 ・解体材 20t/日購入	自社工場廃材のみ	廃材:解体材:間伐材 (70:15:15)	燃料用53,160t/年 原料用1,200t/年
エネルギー回収方法	ボイラーで直接燃焼により、蒸気を発生させ、蒸気タービンで発電					
投入量	70t/日	30t/日	70~100t/日	30~40t/日	300m3/日	
蒸気量	33t/日	12t/日	29t/h	20t/h	60t/h	(24t/h)
補助燃料	無	無	無	無	無	無
発電出力	660kW	2,000kW	4,600kW	1,950kW	4,500kW	(3,000kW)
1日当り稼働時間	24時間	9時間	15時間	13時間	24時間	(24時間)
エネルギー(電気)使用状況	電力量の14%を賅う	電力量の50%を賅う	電力量の90%を賅う (90万kWh/月)	昼間電力量の100%を賅う	電力量の78%を賅う (210万kWh/月)	電力量の70%を賅う (予定)
エネルギー(熱)使用状況	乾燥炉で全量使用	未使用	需要の100%を賅う	需要の100%を賅う	需要の100%を賅う	需要の100%を賅う予定
エネルギー効率	-	発電効率15%	発電端効率33.9%	-	総合効率75%	総合効率(計画値85%) 発電効率(計画値15%)

企業名	A社	B社	C社	D社	E社	F社
エネルギーコスト (発電単価)	非公開	10.9円/kWh	19円/kWh		6~7円/kWh	
設備費	1.7億円	6億円	9億円	10億円	11億6,000万円	14億4,000万円
			発電設備建設費含む	発電設備建設費含む	発電設備建設費含む	発電設備建設費含む
運用費	-	-	1,300万円/月	-	1,300万円/月	
メンテナンス費	-	-	1,100万円/年	1,000万円/年	3,600万円/年	
補助金の有無	無	日本船舶振興協会	無	無	新I社 [※] -財団 利子補給金	国、県、市より、 9億9,000万円
逆潮流の有無	無	無(希望あり)	無	無	無	無(希望あり)
メリット		電気料金節減	買電 20円/kWh以上		買電 9円/kWh以上	
外部への エネルギー供給	余剰なし	蒸気全量が余剰	余剰なし	余剰蒸気6t/h	余剰なし	余剰蒸気4t/h 温水 9t/h