

3. 事業の成果及び検証

3-1. 燃焼実験結果

(1) 燃焼実験結果

10kW の発電システムにより、含水率 50%前後 (40%~60%) の木チップ燃料 200kg (約 1m³) を投入し、約 6 時間の燃焼試験を行った際の結果を、以下に示す。

試験時の燃焼炉温度、乾留空気弁開度、発電量を下表に示した。10 時よりデータの取得を開始し、16 時に空気弁を閉めた。燃焼炉温度は、発電に理想的な 800 度以上でほぼ安定化することができ、その間の発電出力は 2kW~5kW で推移し発電することを確認した。

燃焼実験では、ガス化と発電機の調整を目的としていたため 10kW の最大出力まで上げることをしなかった。追加実験による発電データの取得は、本事業終了後も実施する予定である。

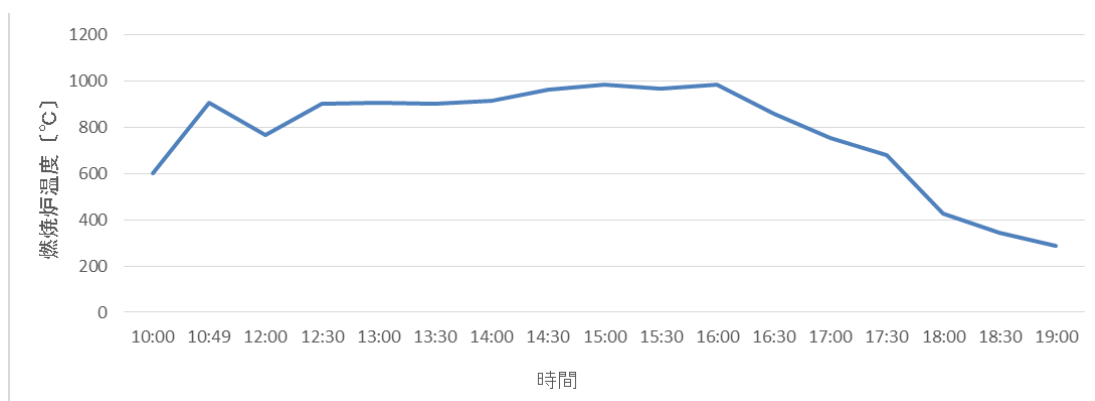


図 24 燃焼炉温度の経時変化

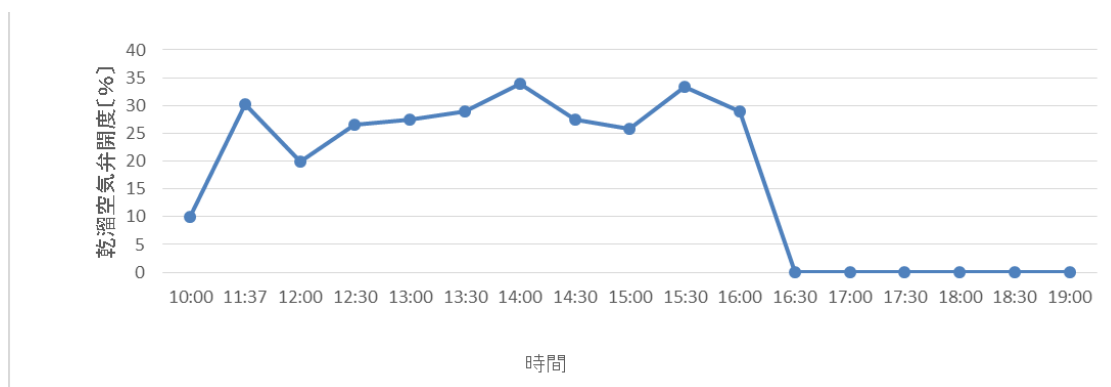


図 25 乾留空気弁開度の経時変化

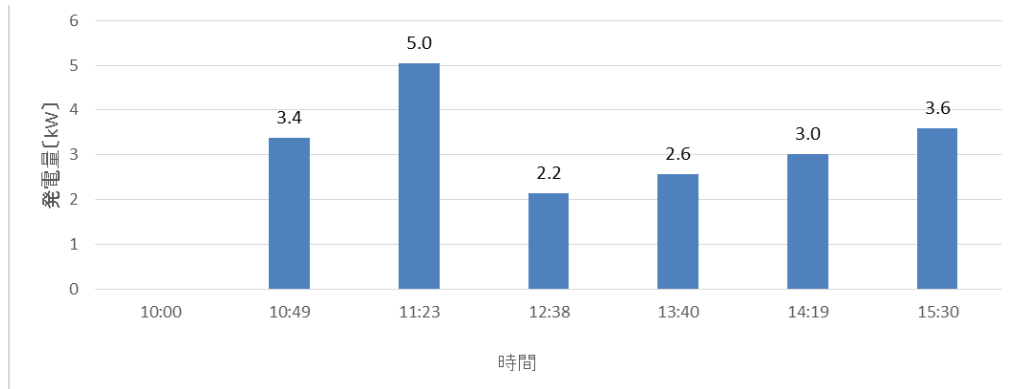


図 26 発電量の経時変化

(2) 実証における検証結果

2-8にて記載した、実証実験における検証結果を下表に示した。(1)に前述したとおり検証項目に関するデータ収集は本事業終了後も継続していく。

表 5 実証における検証結果

検証項目	検証結果
設置及び燃料保管に必要な面積、施設	<ul style="list-style-type: none"> ○本体設置 面積：7,675(mm)×5,800(mm) 施設：屋外仕様 ○燃料保管 面積：保管量による 施設：雨の進入がない施設
設置にかかった期間	1日間
燃料投入プロセス	乾留ガス化炉に直接投入する方式としている。商用機ではホッパーまたはスクリーンによる自動投入とする方針である。
発電した電気の使用	本実証実験では照明盤に利用。将来的には系統連系や蓄電を想定している。
燃料投入や機器の稼動にかかる人員の負荷状況	本実証機では、燃料投入時及び安定稼動前に2~3人を要した。将来的には燃料投入と監視を行う1人のみを想定している。
燃料投入間隔	6時間ごとのバッチ式
必要なメンテナンスの特定	<p>ガス化炉からの炭化物の搬出が必要。エンジンのメンテナンスは、日常的には必要とされていない。</p> <p>必要なメンテナンスの詳細は、長期稼動を行ったうえで検証する。</p>

(3) スターリングエンジン発電制御システムの開発結果

温度や負荷により発電状態が大幅に変動するスターリングエンジンを用いた本発電システムを安定的かつ効率的に稼動するため、本実証機への設置を想定した、電流制御による安定的なスターリングエンジン発電制御システムを開発した。これにより、複数台のスターリングエンジンの同時制御が実現可能となり、本発電システムへの適用も可能となる。なお、本実証期間中は本実証機への設置は完了せず、システム製造場所での稼動とデータ検証を行っているため、実証機への設置と調整は今後行う。

具体的な実験結果を図 27～図 29 に示した。図 27 の電流制御実験結果では、出力電圧と出力電流が同相となるように制御したときの出力電圧 v_1 および電流 i_1 から、 i_1 は v_1 に対しわずかに遅れを生じているが、安定した発電が得られていることが示された。

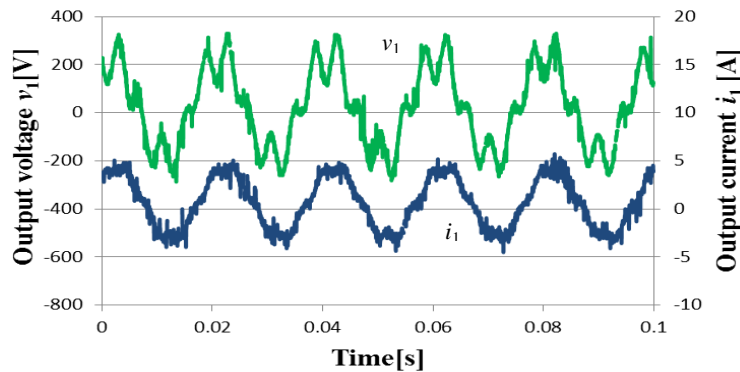


図 27 電流制御実験結果

図 28 の発電シーケンス実験結果では、待機モードから発電モードまで不安定になることなく発電できたことを確認した。

《運転モードの定義》

- 待機モード：発電が可能になる温度まで待機する。
- 始動モード：始動電流を印加することでスターリングエンジンを始動する。
- 発電モード：発電開始後エンジンが過振・停止状態とならぬよう電流を制御する。

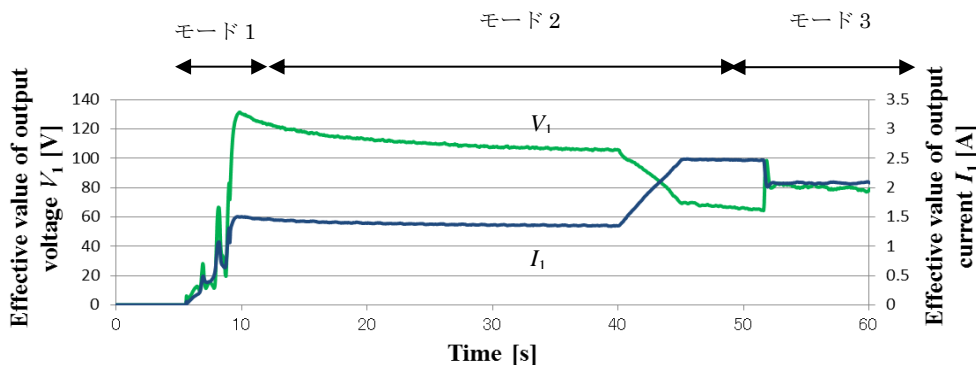


図 28 発電シーケンス実験結果

図 29 の発電実験結果では、発電開始からスターリングエンジンのヘッド温度が 270°C になるまで発電したときの出力電圧 v_1 と出力電流 i_1 の実効値、発電電力およびスターリングエンジンの温度について、測定値の推移を示した。これより、電圧、電流ともに大幅な変動は少なく、安定して発電していることが確認できた。

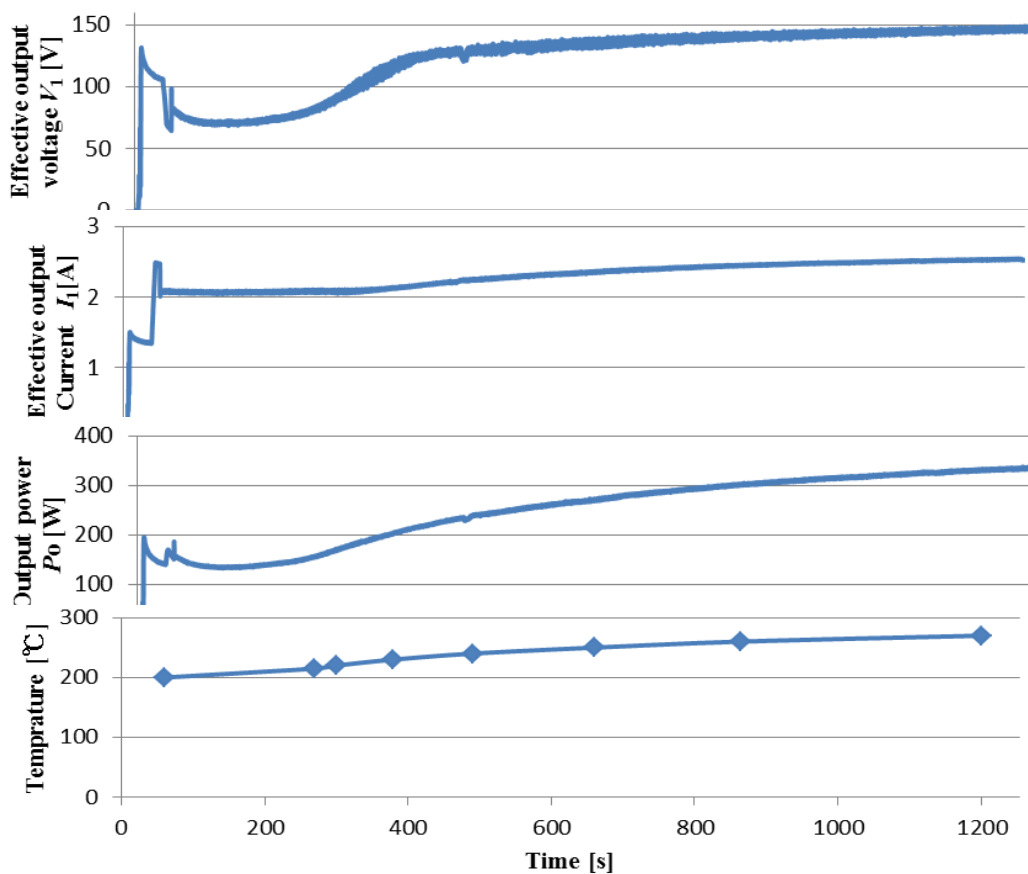


図 29 発電実験結果

3-2. 採算性の検証

発電システムの開発及び実証実験結果を踏まえて、実証機を商用化した場合の設備導入にかかわる採算性を試算した。採算性検証にあたり、固定価格買取制度による売電事業だけでは事業化が困難であることから、熱供給もあわせて行うことを前提とした。

採算性の算出結果より、本事業では売電収入が約 650 万円/年、熱供給収入が約 1,300 万円/年の計 2,000 万円弱/年の収入に対して、ランニングコストが約 1,000 万円強/年であり、税引後利益が年間 600 万円～700 万円、減価償却費用を踏まえたキャッシュフローは、年間 900 万円強の事業となる。

本事業では、前提条件として①固定価格買取制度による売電ができること、②熱供給を灯油削減分として収益計上していること、の 2 つを設定している。発電効率や燃料投入量の前提条件については、本実証期間中では詳細なデータ収集に到っていないため、さらなるデータ収集と分析が必要であることに留意する必要がある。

表 6 採算性の前提条件

項目	数量	単位	備考		
発電出力	30	kW			
自家消費電力	4	kW	発電出力－自家消費＝売電出力		
初期投資	設備費	45,000	千円		
	発電設備建設費	2000	千円		
年間稼働日数	330	日			
稼働時間	24	時間/日			
売電単価	32	円/kWh	20 年間		
給湯	38,400	円/日	灯油代替相当	16	L/h
燃料チップ	12,800	円/日	8,000 円/t	×	1.6 t/日
助燃用灯油	1,040	円/日	104 円/L	×	10 L/日
メンテナンス費用	300	千円/年			
人件費	1200	千円/年	1,200 千円/人	×	1 人

表 7 採算性評価結果

■損益計算書		0年目	1年目	2年目	3年目	4年目	5年目	6年目	7年目	8年目	9年目	10年目	11年目	12年目	13年目	14年目	15年目	16年目	17年目	18年目	19年目	20年目
売上	発電量	稼働日数	日/年	330	330	330	330	330	330	330	330	330	330	330	330	330	330	330	330	330	330	330
		発電量	kWh/年	237,600	237,600	237,600	237,600	237,600	237,600	237,600	237,600	237,600	237,600	237,600	237,600	237,600	237,600	237,600	237,600	237,600	237,600	237,600
		システム内消費	kWh/年	31,680	31,680	31,680	31,680	31,680	31,680	31,680	31,680	31,680	31,680	31,680	31,680	31,680	31,680	31,680	31,680	31,680	31,680	31,680
		送電量(実質)	kWh/年	205,920	205,920	205,920	205,920	205,920	205,920	205,920	205,920	205,920	205,920	205,920	205,920	205,920	205,920	205,920	205,920	205,920	205,920	205,920
		売電単価	円/kWh	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32
		売電収益	千円	6,589	6,589	6,589	6,589	6,589	6,589	6,589	6,589	6,589	6,589	6,589	6,589	6,589	6,589	6,589	6,589	6,589	6,589	6,589
		温水供給	灯油削減相当量	L/年	126,720	126,720	126,720	126,720	126,720	126,720	126,720	126,720	126,720	126,720	126,720	126,720	126,720	126,720	126,720	126,720	126,720	126,720
		熱供給収益	千円	13,179	13,179	13,179	13,179	13,179	13,179	13,179	13,179	13,179	13,179	13,179	13,179	13,179	13,179	13,179	13,179	13,179	13,179	13,179
		売上		19,768	19,768	19,768	19,768	19,768	19,768	19,768	19,768	19,768	19,768	19,768	19,768	19,768	19,768	19,768	19,768	19,768	19,768	19,768
原価	人件費		千円	1,200	1,200	1,200	1,200	1,200	1,200	1,200	1,200	1,200	1,200	1,200	1,200	1,200	1,200	1,200	1,200	1,200	1,200	1,200
	燃料チップ		千円	4,224	4,224	4,224	4,224	4,224	4,224	4,224	4,224	4,224	4,224	4,224	4,224	4,224	4,224	4,224	4,224	4,224	4,224	4,224
	助燃用灯油		千円	343	343	343	343	343	343	343	343	343	343	343	343	343	343	343	343	343	343	343
	設備メンテナンス費		千円	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300
	減価償却費		千円	3,133	3,133	3,133	3,133	3,133	3,133	3,133	3,133	3,133	3,133	3,133	3,133	3,133	3,131	0	0	0	0	0
	原価合計		千円	9,201	9,201	9,201	9,201	9,201	9,201	9,201	9,201	9,201	9,201	9,201	9,201	9,199	6,067	6,067	6,067	6,067	6,067	6,067
	売上総利益		千円	10,568	10,568	10,568	10,568	10,568	10,568	10,568	10,568	10,568	10,568	10,568	10,568	10,570	13,701	13,701	13,701	13,701	13,701	13,701
	売上総利益率			160%	160%	160%	160%	160%	160%	160%	160%	160%	160%	160%	160%	160%	208%	208%	208%	208%	208%	208%
販管費	保険料	200	千円	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200
	諸経費	200	千円	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200
	予備費	200	千円	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200
	固定資産税		千円	611	524	450	386	331	284	244	209	180	154	132	113	97	83	72	61	53	45	39
	販管費合計		千円	1,211	1,124	1,050	986	931	884	844	809	780	754	732	713	697	683	672	661	653	645	639
	営業利益		千円	9,357	9,443	9,518	9,582	9,637	9,684	9,724	9,759	9,788	9,814	9,836	9,854	9,870	9,886	13,029	13,040	13,048	13,056	13,062
	営業利益率			142%	143%	144%	145%	146%	147%	148%	148%	149%	149%	150%	150%	150%	198%	198%	198%	198%	198%	198%
	税引前利益		千円	9,357	9,443	9,518	9,582	9,637	9,684	9,724	9,759	9,788	9,814	9,836	9,854	9,870	9,886	13,029	13,040	13,048	13,056	13,062
	法人税等	0	千円	2,998	3,025	3,048	3,068	3,085	3,099	3,111	3,122	3,131	3,139	3,146	3,151	3,156	3,161	4,127	4,130	4,133	4,135	4,137
	税引後利益		千円	6,358	6,418	6,470	6,514	6,552	6,585	6,613	6,637	6,657	6,675	6,690	6,703	6,714	6,725	8,902	8,909	8,915	8,921	8,925
	当期利益		千円	6,358	6,418	6,470	6,514	6,552	6,585	6,613	6,637	6,657	6,675	6,690	6,703	6,714	6,725	8,902	8,909	8,915	8,921	8,925
■キャッシュフロー		0年目	1年目	2年目	3年目	4年目	5年目	6年目	7年目	8年目	9年目	10年目	11年目	12年目	13年目	14年目	15年目	16年目	17年目	18年目	19年目	20年目
	キャッシュフロー		千円	9,491	9,551	9,603	9,647	9,685	9,718	9,746	9,770	9,790	9,808	9,823	9,836	9,847	9,856	8,902	8,909	8,915	8,921	8,925

3-3. 達成度の検証と評価

1-3に示した目標と、現状での評価、今後の方針について示した。

表 8 達成度の検証と評価

達成目標	評価	今後について
発電効率 15%以上の小型バイオマス発電プラントの実現	本年度の実証中はフル稼働できていないため、発電効率 15%はまだ達成できていない。効率アップのためには、更なる調整が必要となっている。また、エンジンの容量を増やしての稼働を引き続き行う。	ガス化炉及び起電炉の調整を行うことで、引き続き発電効率向上に向けての開発を継続する。廃熱利用を行うことで、総合熱効率 80%程度のエネルギー利用ができると考えられるため、廃熱利用のシステムを開発していく。
24 時間連続稼働可能な発電システムの実現	ガス化炉 2 基を交互に利用できる設計を行い、24 時間連続運転可能な発電システムとした。スターリングエンジンによる発電について確認ができた。	ガス化炉と起電炉のダンパー部分については、さらなる調整が必要となっているため、開発を継続する。
将来的に発電システムの単価が 50 万円/kW 以下となる目処をつける	本実証機は一品受注生産の機器であるため、製造費用が大きくなっているため、まだ達成はできてない。	4-2 にコスト削減に向けた方針を示した。また、本実証機を基にしたパッケージ化を行うことができれば、設計、生産に関わるコストを削減することができる。
山北町の森林整備と組み合わせた事業終了後の継続的な実証機の利用	山北町役場及び山北町共和地域の理解を得て、継続的な利用についての合意を得ている。現状は発電された電力については、稼働状況を確認するため電球を灯すことに用いているが、今後は旧小学校校舎に電気を供給する方法などを研究する。	山北町共和地域は、本実証機を導入して地域起こしに用いることへの期待がある。電気の利用方法や、余熱の利用方法について、地域の意見を反映した改良を行う予定である。ただし、近隣地域の市町村においても本発電装置を用いたいというニーズがあることから、継続的な実証テーマを勘案し、今後は別の場所において本実証機を稼働と検証を行う可能性がある。

3-4. 現状の課題

- ガスの送り込みの調整

現状の装置では、燃焼を安定化及び出口温度を一定化させるため、ガス化量を調整している。本実証期間内において、この調整に時間がかかり、安定したガスの送り込みについてはまだ課題が残っている。本実証期間終了後も調整を行い、最適なガス供給量を得られるように改造していく。

- 容量の拡大

本実証においては、10kW（1kW×10台）のスターリングエンジンを据え付けた起電炉と、これに20kW（1kW×20台）を追加して30kWとすることができるシステムを設計、製造した。実証期間内においては、まず10台での安定稼動と出力向上を目指した調整を行った。今後は、10台での安定稼動を達成次第、順次台数を拡大して30kWでの稼動を開始する。

- スターリングエンジン発電制御システムの設置、調整

複数台数のスターリングエンジンを制御し、最適な出力を得るため、個々のエンジンの監視及び負荷の自動制御を行うスターリングエンジン発電制御システムの開発を行った。本事業期間中では取り付けが完了しなかったが、今後、本実証機に取り付けを行った上で個々のエンジンの出力アップのための調整を行う。

3-5. 普及方策の検討

(1) 市場ターゲット

本製品がターゲットとしている市場は、以下の通りである。

FITの活用に加えて、自家発電としての利用が想定される。今後の開発では、発電のみの用途ではなく、余熱を活用して温水の加温や、材木の乾燥を行うコジェネレーションシステムに発展させる予定である。

- 森林組合及び林業事業者

森林組合等が行っている間伐事業から排出され、山に放置されている間伐材、林地残材を組合等が搬出し、エネルギー利用する。1～2t/日の搬出量であれば、比較的小規模の森林組合でもFITを活用することができれば、副業として収入を得ることができるようになる。

ガス化炉では、間伐材チップの他、枝葉や樹皮も燃料として利用できるため、間伐材チップに加えて、これらの用途がないバイオマスも活用できるようになる。

- 製材事業者

製材業者が製材残材や廃棄物の樹皮等を燃料利用する。余熱を活用する設備をつければ、木材の乾燥のためのボイラーとして活用することができる。

- プール、温泉

プールや温泉の横に本装置を設置した場合には、温水の加温に余熱を活用することができる。発電した電気は FIT による売電への活用の他、自家発電への活用が想定される。ただし、本施設は小規模であるため、大きな熱量を必要とする大型施設ではなく小規模～中規模の施設が想定される。

- 工場

工場では電気の需要があるため、工場に設置した場合には、FIT による売電への活用の他、自家発電への活用が想定される。重油の価格の上昇は工場にとって大きなコスト要因となっているため、工場では熱供給施設としてのバイオマスボイラーに対するニーズが一定量存在する。これらの工場に対して、コージェネレーション施設として本装置を売り出すことができる。

ガス化炉自体は木質バイオマス以外のバイオマス系廃棄物も燃料として使うことが可能な設計としている。このため、間伐材の売電価格を目的とした FIT を活用せずに自家発電を用途とする場合には、燃料収集が容易になる。その場合には、食品残渣が排出される食品工場等がターゲットとなる。

(2) 導入条件

本発電装置を導入するための条件には、下記が想定される。

本発電装置は、発電だけでなく、余熱を利用することで収益性が向上し、投資回収を行いやすくすることができる。このため、熱利用施設が存在している場所へ導入し、余熱供給を行うことが、装置を最大限活用するために必要であると考えられる。

- 地域のバイオマス賦存量

1～2t/日、700t/年の間伐材、林地残材を収集できる地域である必要がある。ただし、この規模であれば、比較的小規模の森林組合等でも収集することが可能であると考えられる。

- 土地

本実証機が必要とした設置面積は約 8m×約 6m である。現時点ではこれだけの設置面積を必要とするが、今後は設備のコンパクト化を行うことで設置面積を減らし、工場の横等に設置しやすくする。

- 熱利用

本装置のエネルギー効率を高めるためには、発電だけでなく、余熱利用と組み合わせることが望ましい。この場合には、熱需要がある施設に隣接して本装置をおく必要がある。上記に挙げた工場や温泉等の、現在重油ボイラーを使っている施設が最も有望なターゲットである。

(3) 本技術のメリット

他のバイオマス発電施設と比較した場合のメリットは、以下のようなものである。これらのメリットを PR して技術の普及を行っていく。

①小型発電に適したガス化発電

熱分解ガス化発電は、比較的少ない原料で、大型の直接燃焼発電方式と同じ程度の効率を得ることができる。バイオマスは大量の原料を安定的に確保することが困難であるため、小さな発電出力でも高効率の発電設備を分散して設置すれば、大型の直接燃焼設備と、同様の収支が得られると想定される。数十～数百 kW の発電出力であれば、図 30 の通り、直接燃焼発電よりもガス化発電の方が、発電効率が良いことが分かる。

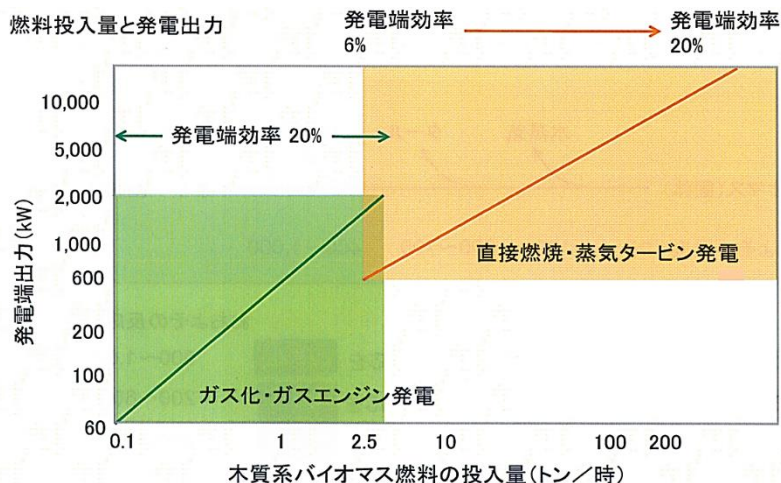


図 30 直接燃焼発電と熱分解ガス化発電における発電効率の違い

(出所：「変換技術と導入企画（混焼・ガス化）」新エネルギー人材育成研修会バイオマスコース配布資料)

②タールの除去が不必要

熱分解行くと、図 31 のように温度によって気体（ガス）、液体（タール）、固体（木炭）に変化する。発電に利用する為には、およそ 600～1,000℃で加熱することにより発生する可燃性ガスを、回収することが必要となる。

本技術は、図 32 のように、これまでの乾留ガス化発電技術と比べて、外燃機関のスターリングエンジンを採用することにより、タール等の腐食成分の除去が必要とならない。このため、以下のようなコスト削減効果がある。

- ガス改質のプロセスが不必要になることで、燃焼・エンジン部分の初期投資コストを約 1/3 削減することが可能である。
- 従来型は腐食成分が内燃機関のエンジントラブルを引き起こすことが多く、メンテナンスコストがかかったが、本技術では外燃機関なのでこのトラブルの心配がない。このため、メンテナンスコストが安くなる。
- 複雑なガス改質装置がないため、構造がシンプルになり、メンテナンスコストが安くなる。

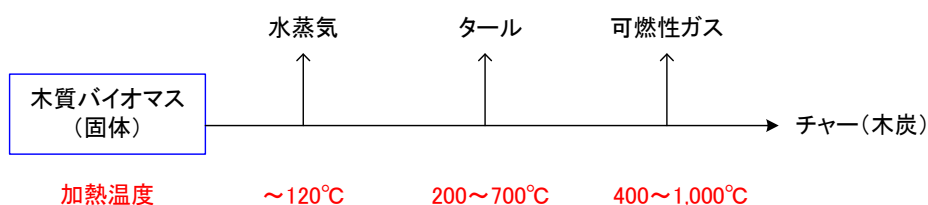


図 31 熱分解の仕組み

(出所：「変換技術と導入企画（混焼・ガス化）」新エネルギー人材育成研修会バイオマスコース配布資料)

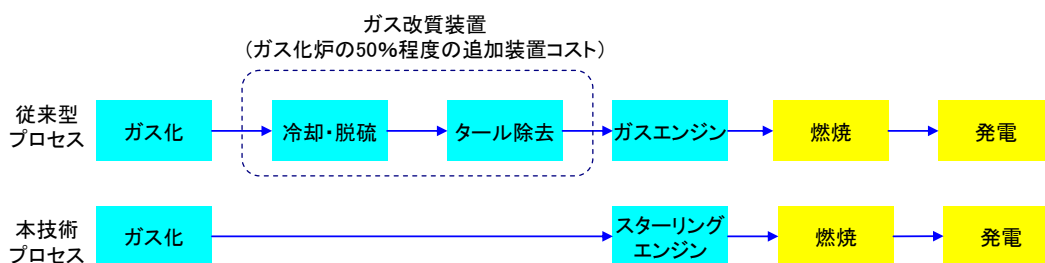


図 32 従来のガス化発電プロセスと、本技術のプロセスのイメージ

③発電容量をニーズに合わせて変更することが可能

本装置はエンジンの台数を増やすことで発電容量を変えることが可能である。エンジンの台数を変えることで、ガス化炉や燃焼炉の設計を大幅に変更することなく、発電容量を設置者のニーズに合わせて変えることができる。これにより、地域で収集可能な間伐材の量に合わせて、適切な規模の発電装置とすることができる。

ガス化炉、燃焼炉の設計・製造をユニット化・汎用化することができれば、この部分のコストを下げる事が可能となる。

(4) 適用が有望な地域

本装置がターゲットとする市場は、間伐材、林地残材が1~2t/日安定して収集できる地域である。例えば1~2MW規模の小型バイオマス発電事業でも日量25~50t前後の木材が必要となり、小規模の森林組合や製材事業者等は、木質バイオマス発電事業に参入意欲があっても燃料の供給を安定的に続けることが難しい。一方で、1~2t/日であれば、数人で運営している森林組合等でも搬出が可能となると考えられる。または、山林地域の地域住民が副業として間伐材、林地残材を搬出するスキームもこの規模であれば成立するようになる。山間部の地域で、森林組合等が存在している地域であれば、本発電施設が安定稼働できるための年間700tを収集することは難しいことではないと考えられる。

参考までに、本実証事業の実証地域である神奈川県における林業の経営事業者のデータを示す。本実証地である山北町や近隣の南足柄市のように、活動している経営体が一定程度存在している地域であれば、この量の間伐材の搬出は可能であると考えられる。

表 9 過去 5 年間に保有山林で林業作業を行った経営体の作業別経営体数

(単位：経営体)

市区町村名	林業作業を行った実経営体数	植林	下刈りなど	間 伐			主伐
				実経営体数	切捨間伐	利用間伐	
県計	365	35	257	237	224	54	8
横浜市	50	8	37	34	29	17	3
川崎市	5	4	5	4	3	3	-
横須賀市	X	X	X	X	X	X	X
平塚市	2	-	2	1	1	-	-
鎌倉市	4	2	4	3	2	1	-
藤沢市	9	-	7	6	6	2	-
小田原市	31	3	21	22	21	4	-
茅ヶ崎市	X	X	X	X	X	X	X
逗子市	X	X	X	X	X	X	X
相模原市	72	4	52	42	40	4	2
三浦市	-	-	-	-	-	-	-
秦野市	24	3	20	14	13	4	-
厚木市	10	-	8	3	3	1	-
大和市	4	1	4	2	2	1	-
伊勢原市	13	-	6	11	11	2	-
海老名市	-	-	-	-	-	-	-
座間市	X	X	X	X	X	X	X
南足柄市	56	1	34	38	37	5	1
綾瀬市	-	-	-	-	-	-	-
葉山町	X	X	X	X	X	X	X
寒川町	-	-	-	-	-	-	-
大磯町	3	1	3	1	1	-	-
二宮町	X	X	X	X	X	X	X
中井町	3	-	3	1	1	-	-
大井町	3	1	3	1	1	-	-
松田町	9	-	5	7	7	2	-
山北町	37	4	26	23	22	3	1
開成町	X	X	X	X	X	X	X
箱根町	X	X	X	X	X	X	X
真鶴町	-	-	-	-	-	-	-
湯河原町	2	-	1	1	1	-	-
愛川町	4	-	3	4	4	1	-
清川村	13	1	4	11	11	1	1

(出所：2010 年世界農林業センサス (農林業経営体調査))

また、神奈川県における、木質バイオマスの賦存量と利用可能量¹は以下の通りである。独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構「バイオマス賦存量・有効利用可能量」の推計を基にした整理を行った。周辺地域を含めた場合、山北町では、本実証機の規模の小型バイオマス発電施設を継続して稼動するための木質バイオマスが存在していると考えられる。

ただし、神奈川県は全体的に林業が盛んな地域ではないため、まずは首都圏に近い神奈川県で本実証機の効果をユーザーに PR した後、より林業が盛んな他地域へ展開していく方法が考えられる。

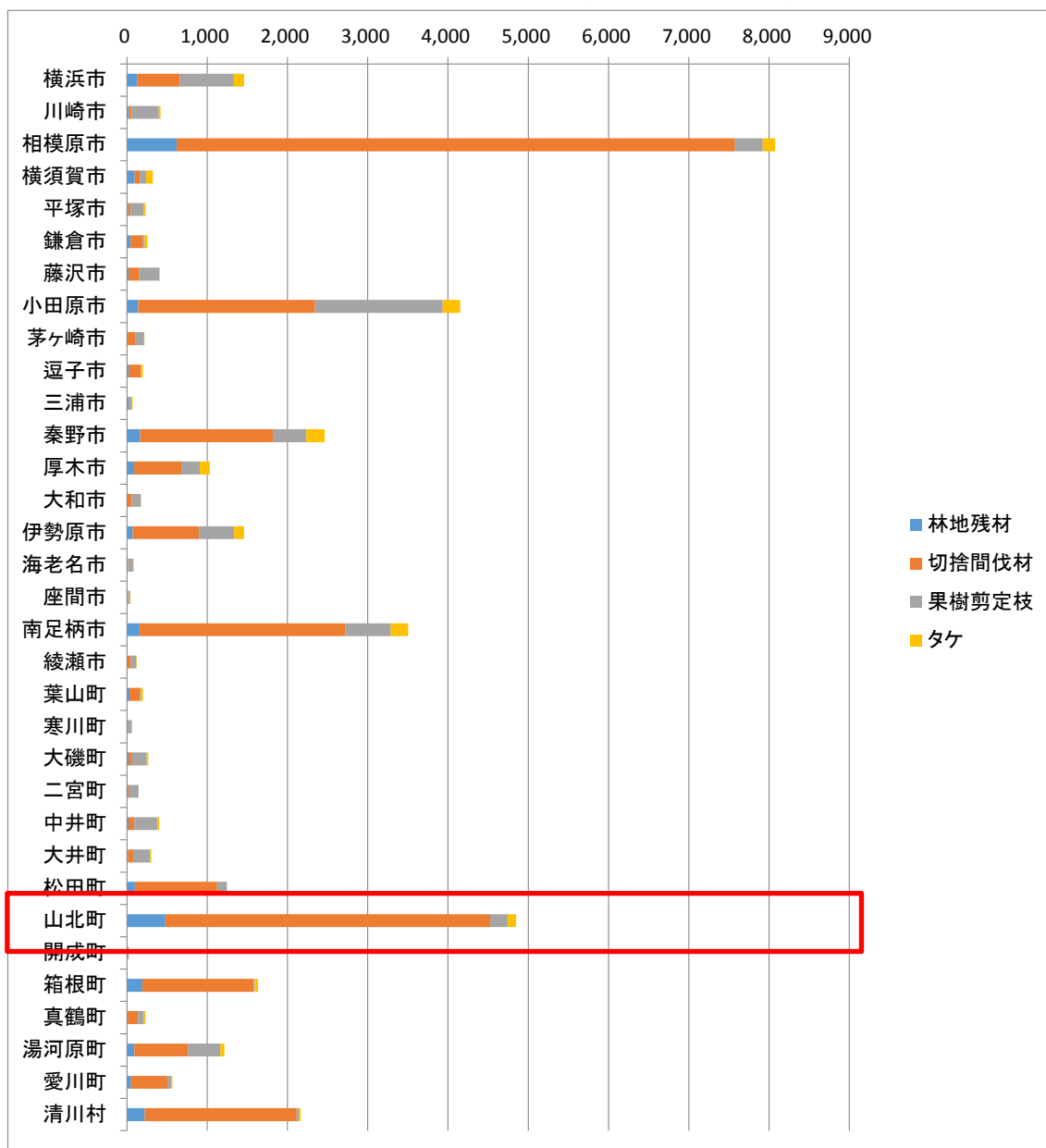
¹ 利用可能量の定義：林地残材、間伐材の有効可能量の定義：残材搬出に関わる経済性を考慮し、林地残材の集材距離を林道から山側斜面 25m、谷側斜面 25m、合計 50m と仮定し、この範囲から集材できる林地残材量を有効利用可能量として推計。

表 10 神奈川県所在の木質バイオマス賦存量(単位：DW-t/年)

市町村名	林地残材	切捨間伐材	果樹剪定枝	タケ	合計
横浜市	127	534	670	130	1,461
川崎市	26	34	338	23	420
相模原市	619	6,957	345	156	8,077
横須賀市	96	63	81	84	324
平塚市	17	32	164	20	233
鎌倉市	47	151	21	37	257
藤沢市	20	133	251	6	410
小田原市	140	2,205	1,588	219	4,153
茅ヶ崎市	10	99	106	3	218
逗子市	23	150	0	26	198
三浦市	22	8	25	17	72
秦野市	164	1,653	419	228	2,463
厚木市	91	587	230	124	1,032
大和市	6	57	109	6	178
伊勢原市	71	828	436	124	1,459
海老名市	3	10	66	6	84
座間市	3	9	27	6	44
南足柄市	157	2,560	568	219	3,504
綾瀬市	6	39	75	6	126
葉山町	31	127	10	29	198
寒川町	1	4	58	0	62
大磯町	19	46	182	20	267
二宮町	6	13	125	0	144
中井町	21	73	286	23	402
大井町	12	65	212	14	304
松田町	100	1,025	121	0	1,246
山北町	478	4,048	215	107	4,848
開成町		0	22	0	22
箱根町	191	1,392	10	40	1,633
真鶴町	11	127	75	17	230
湯河原町	95	665	403	52	1,214
愛川町	52	452	50	12	565
清川村	222	1,894	26	23	2,165

(出所：独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構「バイオマス賦存量・有効利用可能量」より作成)

表 11 神奈川県所在の木質バイオマス賦存量グラフ(単位：DW-t/年)



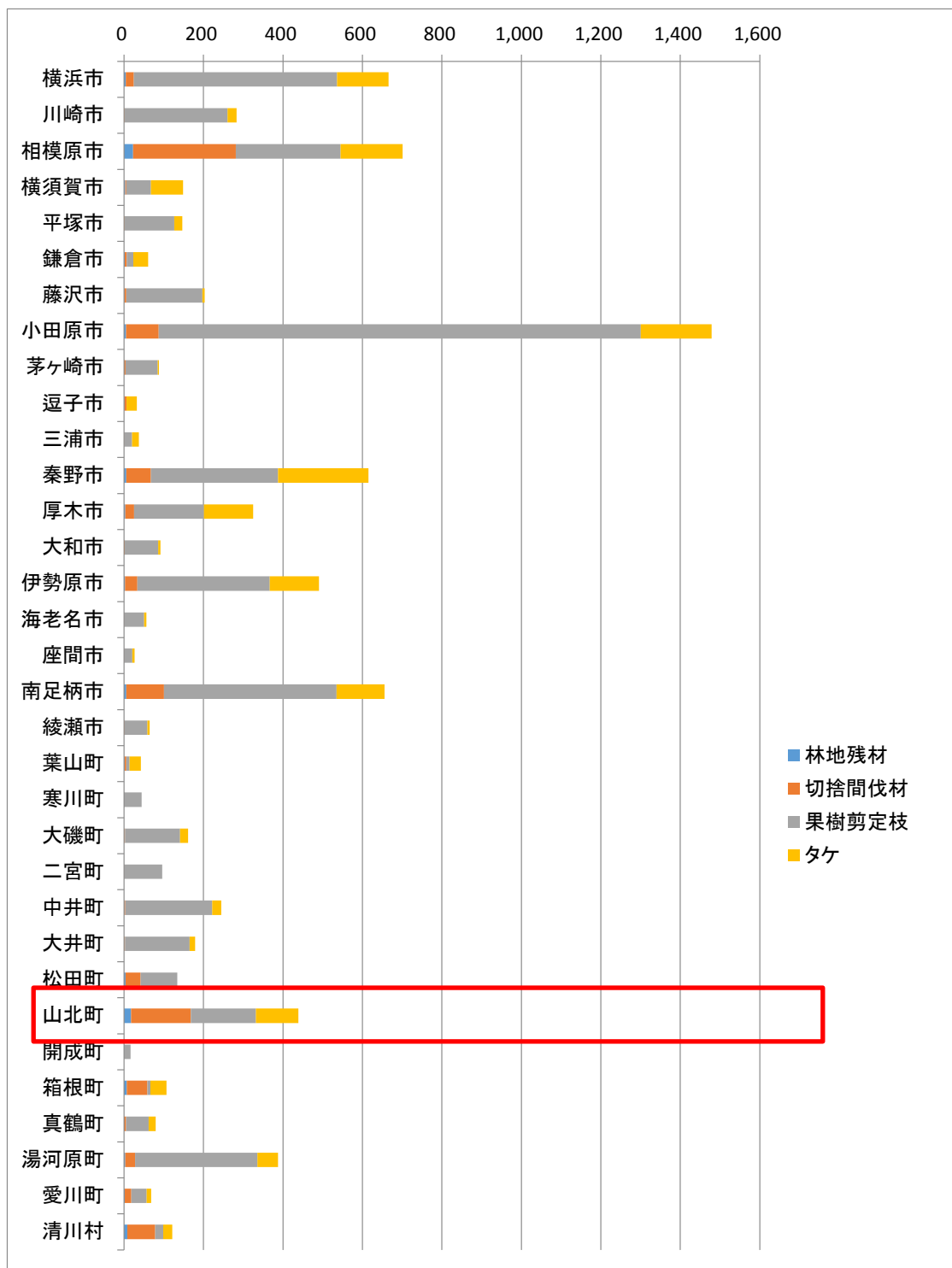
(出所：独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構「バイオマス賦存量・有効利用可能量」より作成)

表 12 神奈川県所在の木質バイオマス有効利用量(単位：DW-t/年)

市町村名	林地残材	切捨間伐材	果樹剪定枝	タケ	合計
横浜市	5	20	512	130	666
川崎市	1	1	258	23	283
相模原市	23	258	264	156	701
横須賀市	4	2	62	81	149
平塚市	1	1	125	20	147
鎌倉市	2	6	16	37	61
藤沢市	1	5	192	6	203
小田原市	5	82	1,213	178	1,478
茅ヶ崎市	0	4	81	3	88
逗子市	1	6	0	26	32
三浦市	1	0	19	17	38
秦野市	6	61	320	228	615
厚木市	3	22	176	124	325
大和市	0	2	83	6	92
伊勢原市	3	31	333	124	490
海老名市	0	0	50	6	57
座間市	0	0	20	6	26
南足柄市	6	95	434	121	656
綾瀬市	0	1	57	6	65
葉山町	1	5	8	29	43
寒川町	0	0	44	0	45
大磯町	1	2	139	20	162
二宮町	0	0	95	0	96
中井町	1	3	218	23	245
大井町	0	2	162	14	179
松田町	4	38	93	0	134
山北町	18	150	164	107	439
開成町		0	16	0	16
箱根町	7	52	8	40	107
真鶴町	0	5	57	17	80
湯河原町	4	25	308	52	388
愛川町	2	17	38	12	69
清川村	8	70	20	23	122

(出所：独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構「バイオマス賦存量・有効利用可能量」より作成)

表 13 神奈川県所在の木質バイオマス有効利用量グラフ(単位：DW-t/年)



(出所 独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構「バイオマス賦存量・有効利用可能量」より作成)

(5) 分散型電源への適用可能性

本装置の特徴は、少量の間伐材、林地残材で稼働を行うため、小規模分散型の発電に適しているということである。700t/年程度の間伐材等が集まる地域に分散して導入することで、地域におけるエネルギー供給が可能になる。これまでまとまった量の間伐材、林地残材を長期的に収集することが難しかった地域においても、導入が可能となる。

本装置を分散型電源に適用した場合、以下の観点からの地域貢献等の効果が期待できる。

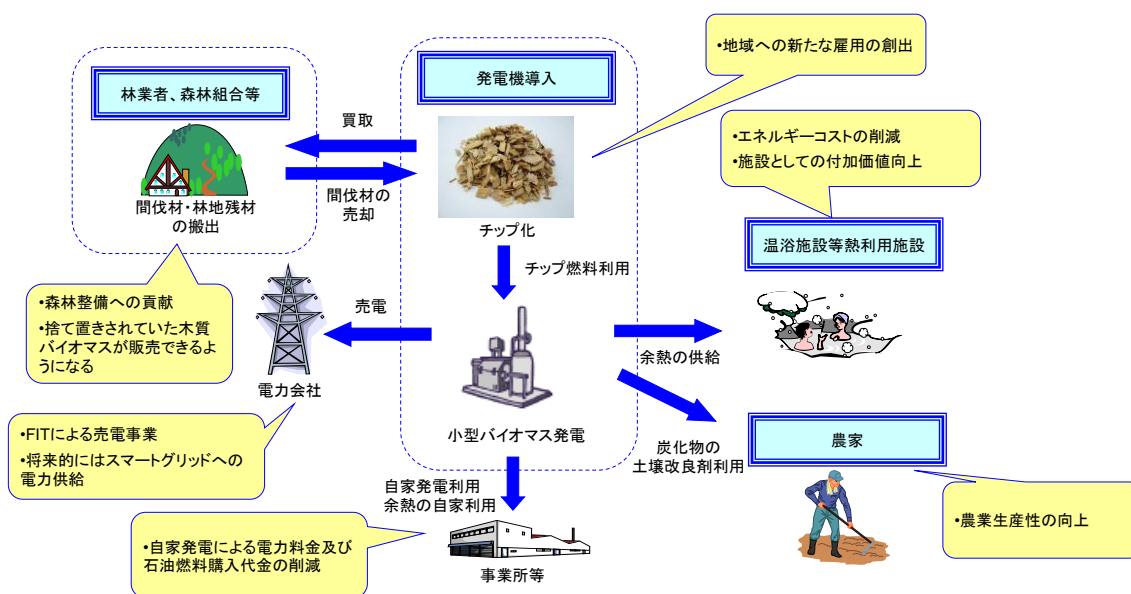


図 33 バイオマス発電を中心とした地域振興のイメージ

- 発電事業に関する地元への雇用効果

再生可能エネルギー発電事業の中でも、バイオマス発電事業は、唯一雇用創出効果がある事業である。太陽光発電、小水力発電、風力発電、地熱発電は一度施設を設置してしまえば稼働に対して人員がほとんど必要なくなるが、バイオマス発電は原料投入からプラント稼働まで人員が必要となり、新たな雇用が生まれることになる。

- 森林整備の促進

バイオマス発電原料として、間伐材を投入することで、地域の間伐が促進されて森林整備につながる。

- 林業の活性化

森林整備に関わる雇用についても、発電施設に関わる人員のみでなく、間伐材を搬出・集積するための雇用が生み出されることになる。また、正規の林業従事者のみでなく、農

業の閑散期に小遣い稼ぎをする人なども増えると考えられる。

- 既存施設の価値向上とコスト削減効果

熱利用施設において、余熱を活用することができれば、重油や灯油のコスト削減につながるることができる。また温泉施設などでは、施設の二酸化炭素削減の取り組みを PR でき、「環境にやさしい施設」として付加価値向上を行うことができる。

- スマートグリッドへの適用

現時点では、発電した電力は FIT による売電、または自家発電に用いることを想定した開発を行っている。将来的にスマートグリッドの周辺技術の整備が進んだ場合には、スマートグリッドにおける分散型電源に用いる可能性が考えられる。バイオマス発電は、太陽光発電や風力発電と比べると、天候に左右されない安定したエネルギーであるため、エネルギー供給の安定化のために蓄電池を必須としておらず、スマートグリッドへの親和性が高いと考えられる。

本実証機でのスターリングエンジン発電制御システムでは、系統連系やスマートグリッドへの適用を想定した開発を行っている。

4. 今後の展望

4-1. 商品化に向けてのさらなる開発課題

- 系統連系

今回開発を行っているスターリングエンジン発電制御システムでは、本実証機によって発電を行った電力を、市販のパワーコンディショナーにつなげることで、グリッドへの系統連系を行うことを可能とすることを想定している。今後は、本実証機を用いての系統連系の検証を行う方針である。

- 余熱利用

ガス化してスターリングエンジンの稼動に使われたエネルギー以外のエネルギーは、余熱として排出されている。商品として実用化するためには、単なる発電装置としてのみでなく、コジェネレーションシステムとして展開していくことが現実的であると考えられる。このため、温水や蒸気として利用していくための、熱利用システムの開発、実証を行う方針である。

4-2. コスト削減に向けて

現状のコストと、コスト削減の方針について、以下に述べる。今後の開発は、協力会社である正英製作所及びキンセイ産業と協力しながら性能アップを図るとともに、コスト削減ができる部分についての検証も行っていく。

表 14 コスト削減に向けた方針

ユニット	実証機にかかったコスト	将来的なターゲット価格	コスト削減の方針
ガス化炉、バーナー炉、燃焼炉、起電炉	3,400 万円	1,000 万円	現状は廃棄物でもガス化可能なハイスペックな装置であるが、木質バイオマスに合わせた低スペックなものにすることでコストダウンを図る。
エンジン	100 万円/kW×30 台=3,000 万円	1,500 万円/40kW	将来的には実証機の検証結果を基にして、エンジンの出力を拡大した40kW/台の出力が可能な種類のエンジンの導入を行うことで、出力あたりのコストを下げたいと考えている。
付帯設備	300 万円	300 万円	冷却水や配管に関わる設備は現状のコストと大きく変わらない。
合計	6,700 万円/30kW	2,800 万円/40kW	

4-3. 来年度以降の方針

本年度の実証機の完成と実証稼動をベースにし、来年度以降は、さらなるデータ収集と安定稼動、効率アップを目指しての改造を行い、商用化に近づける。来年度以降の方針は、以下の通りである。

2013 年度（本年度）：ガス化炉とスターリングエンジン発電装置の実証機的设计・製造と実証稼動

2014 年度：本実証機の稼動の継続とデータ取得、発電効率の向上、出力の拡大、エンジン制御システムの調整、施設への電力の提供、余熱の活用方法の開発

2015 年度：系統連系に関わるシステム開発・実証