

平成 25 年度

木質バイオマス加工・利用システム開発事業
(平成 25 年度木質バイオマス産業化促進事業のうち
木質バイオマス加工・利用システム開発等事業)

実績報告書

株式会社イーエムエス

目次

1. 事業目的	1
2. 事業概要	2
3. 採択事業.....	2
4. 事業スケジュール.....	5
5. 開発事業の成果.....	5
5-1. 木質バイオマスを利用した高機能活性炭、バイオオイル、バイオガス製造技術開発事業 (株式会社 GEC).....	13
5-2. 木質バイオマスガス発電の事業化に向けて、ガス化装置からタールを含まない高濃度燃焼性ガスの 生成と、設備排熱を利用したバイナリー及びスターリングエンジン発電システムを用いたコジェネレー ションシステムの実証事業 (株式会社 ZE エナジー)	69
5-3. 間伐材を原料とした木炭水性ガスによる非エンジン式発電及び地域内利活用システムの構築 (富士古河 E&C 株式会社)	89
5-4. 林地残材等のトレフクション燃料化による高効率利用技術の確立 (独立行政法人 森林総合研究所)	125
5-5. スターリングエンジンと乾留ガス化炉を組合わせた低コスト型マイクロバイオマス発電技術の開発 (株式会社レノバ (申請時社名:株式会社リサイクルワン).....	155
5-6. ロール加圧チップを原料とした低コストでメンテナンスが容易な小型ガス化発電システムの開発 (株式会社森のエネルギー研究所)	199
5-7. 未利用森林資源のバイオコークス化・炭化による有効利用技術の構築 (株式会社石橋)	267
6. 開発事業の評価.....	299
7. 今後の課題と展望.....	308
8. 木質バイオマス加工・利用システム開発事業検討委員会 検討委員名簿.....	309

1. 事業目的

現在、地域資源の一つである林地残材等が、年間 2,000 万 m³発生している状況であり、そのほとんどは未利用である。森林資源が年々増加する中で、木質バイオマスの活用を図ることは、再生可能エネルギーの利用促進による地球温暖化対策の推進だけでなく、森林整備や新たな産業として山村地域の活性化を図るために期待されている。

木質バイオマスの課題解決を目指し、木質バイオマスの利用課下しに向けて、未利用間伐材等の原料とする熱効率が高い新たな固形燃料や発電効率の高い新たな木質バイオマス発電システム等の開発・改良試験生産、実証プラント整備を行う事業についての取組の指導、進行管理、技術的助言を行った。

当事業により木質バイオマスがエネルギーとして有効に利活用されれば、廃棄物の削減、森林整備の促進、山村地域の新たな産業となり、地域の活性化へと繋がる。また、再生可能エネルギーである木質バイオマスの利用を広げていくことで、山村地域から国の目指す温室効果ガス排出削減と地球温暖化対策の推進に寄与し、環境負荷の削減、循環型社会の形成、低炭素化社会実現への貢献となる。

「森林・林業基本計画」を基本理念とし、将来に向けて木質バイオマス発電システムの産業化により木材利用・エネルギー利用拡大による森林・林業の低炭素社会への貢献、森林の地域の活性化、低炭素社会の実現に向かってさらなる技術の進歩と普及を目指す。

平成 25 年度木質バイオマス産業化促進事業のうち、木質バイオマス加工・利用システム開発事業において、未利用間伐材等を原料とする熱効率が高い新たな固形燃料や発電効率の高い新たな木質バイオマス発電システム等の開発・改良、試験生産、実証プラントの整備に対して行った助成事業について、これらの開発成果や情報を整理し公開する。

2. 事業概要

本事業は、木質バイオマス炭化技術やガス化発電技術といった木質バイオマスの加工・利用開発システムの普及に向け、現状で課題となっている分野について公募を行った。

公募の結果、実証事業を行う7事業者に対して支援を行った。実施事業者選定については、専門家によって構成される「木質バイオマス加工・利用システム開発事業 検討委員会」の審査を経て選定された。

木質バイオマス加工・利用 課題分類	課題内容
木質バイオマスのガス化 発電技術	<ul style="list-style-type: none">・タールを含まない高濃度燃焼ガスの生成・木炭水性ガスの生成、小型燃料電池への供給・乾留ガスによるスターリングエンジンを用いたガス化発電・ロール加圧チップを用いた小型ガス化発電・バイオオイル、バイオガス製造開発
木質バイオマスの炭化	<ul style="list-style-type: none">・バイオコークス化、炭化の実証・高機能活性炭の製造開発
木質バイオマスの半炭化 (トレファクション)	<ul style="list-style-type: none">・半炭化に合わせた実大炭化炉の開発、実証

3. 採択事業

本年度は、7事業者が木質バイオマス加工・利用システム開発事業についてそれぞれの課題に取り組んだ。課題領域としては、木質バイオマスを利用したガス化発電の実証事業と炭化または半炭化技術が採択された。木質バイオマスを利用したガス化発電の開発事業としては、小型で採算性のある発電事業を目指す事業もあった。

採択事業一覧

事業名	事業者名	事業内容
木質バイオマスを利用した高機能活性炭、バイオオイル、バイオガス製造技術開発事業	株式会社 GEC 実施場所：佐賀県佐賀市鍋島 6 丁目 6-27、佐賀県神埼市脊振町鹿路 585 番地 -1	高機能活性炭を製造する装置、排熱を利用して淡水を製造する装置、乾留ガスよりバイオオイルを製造する装置、乾留ガスより水素を製造する装置を用いた木質バイオマスから高機能活性炭のキャパシタ利用、バイオオイル、バイオガスを製造する木質バイオマスインテグレートシステムを実証する。
木質バイオマスガス発電の事業化に向けて、ガス化装置からタールを含まない高濃度燃焼性ガスの生成と、設備排熱を利用したバイナリー及びスターリングエンジン発電システムを用いたコージェネレーションシステムの実証事業	株式会社 ZEエナジー 実施場所：富山県小矢部市小矢部フロンティアパーク 2	熱分解ガス化の際に発生するタール及び木酢液の処理方法は設備内の配管やフィルターを詰まらせ、エンジン発電機の故障の原因になるなど設備全体における解決すべき重要な要因の一つとしてあげられる。低コストでのタール除去方法、タール・木酢液の発生が抑えられている燃焼性ガスが生成させ、コンパクトなバイオマス発電システムを実証する。
間伐材を原料とした木炭水性ガスによる非エンジン式発電及び地域内利活用システムの構築	富士古河 E&C 株式会社 実施場所：栃木県さくら市鷺宿 4480-14(富士古河 E & C 喜連川実験場)	木炭水性ガス発生装置によって発生させた水素を原料とし、非エンジン式方式(燃料電池)を用いて発電し、蓄電を行う。このことにより、ガスの改質や発電部への供給の仕組みを検証し、安定的な木炭水性ガスの発生と発電のシステムを確立することを目的とする。

<p>林地残材等のトレファクション燃料化による高効率利用技術の確立</p>	<p>独立行政法人 森林総合研究所</p> <p>実施場所: 神奈川県 伊勢原市鈴川 58-2 (三洋機械工業株式会社)</p>	<p>未利用の林地残材等を地産地消型の燃料として高効率利用するために、木材チップをトレファクション(半炭化処理)して低含水率、高カロリー、高耐水性を有する固体燃料を製造する実証機を開発する。トレファクション燃料の利用実証として農業分野等を対象に、熱供給および排熱からの小規模発電を行うことで、地産地消型の高効率利用技術を確立する。</p>
<p>スターリングエンジンと乾留ガス化炉を組合わせた低コスト型マイクロバイオマス発電技術の開発</p>	<p>株式会社 レノバ (申請時社名: 株式会社 リサイクルワン)</p> <p>実施場所: 神奈川県 足柄上郡山北町皆 瀬川 275 番地</p>	<p>木質バイオマスを燃焼し、安定的に乾留ガスを抽出するためのガス化炉を開発する。スターリングエンジンの安定化および高効率化の観点から、スターリングエンジンの稼動条件、制御方法などについて研究する。</p>
<p>ロール加圧チップを原料とした低コストでメンテナンスが容易な小型ガス化発電システムの開発</p>	<p>株式会社 森のエネルギー 研究所</p> <p>実施場所: 石川県金 沢市湊3丁目8-1(明 和工業敷地内)</p>	<p>低コストで安定した運転性とメンテナンス性の良好な小型発電システムを開発する。切削チップと破砕チップのガス化原料に適した部分をロールで加圧し、原料性状の制約緩和について検証する。乾燥エネルギーの削減、ガス中のタール・ダストの除去炉出力の向上について検証する。</p>
<p>未利用森林資源のバイオコークス化・炭化による有効利用技術の構築</p>	<p>株式会社 石橋</p> <p>実施場所: 和歌山県 御坊市塩屋町北塩谷 280-18</p>	<p>「バイオコークス化」「バイオコークスの炭化」技術を用いることで、未利用森林資源を高付加価値で汎用性の高い加工品へと転換する技術を開発する。また、前処理設備(乾燥設備)及び熱源設備の整備を行う。未利用森林資源の利用促進と農山村における新産業と雇用の創出、中山間地域の活性化へとつなげていく。</p>

4. 事業スケジュール

日付	内容	備考
2013/6/20	第1回検討委員会	公募要領、交付規定等検討
2013/6/24	事業公募開始	
2013/7/25	第2回検討委員会	採択事業審査
2013/8/12	交付決定	7事業決定
2014/1/25	中間報告会	
2014/1～2013/3	現地視察・指導	
2014/3/27	実績報告会	

5. 開発事業の成果

今年度実施された7件の開発事業について成果をまとめる。

事業名	事業実施成果
事業者名	
木質バイオマスを利用した高機能活性炭、バイオオイル、バイオガス製造技術開発事業	<p>乾燥炉 :1.ヒノキの場合、乾燥炉内温度は、120～150℃で、乾燥率は、約55～65%である。乾燥時間が300分以上になると収率の変化はない。 2. スギの場合、乾燥炉内温度は、130, 150℃で、乾燥率は、約65～70%である。 3. 真空ポンプを使用した場合、乾燥時間が早くなることがわかった。 4. ヒノキの場合、乾燥時間が300分間で、水分回収率は約60～75%となる。 5. スギの場合、乾燥時間が300分間で、水分回収率は約50～60%となる。</p> <p>炭化炉 :6. 収率は、ヒノキの場合27%, スギの場合30%である。</p> <p>7. バイオオイルの回収率は、ヒノキ、スギの場合、約40%程度である。 8. 炭化時のガス成分にCO、CH₄、H₂などの燃焼系ガスがヒノキ35%程度、スギ15%程度含まれるため、燃料としての活用を考える必要がある。</p> <p>賦活炉 :9. ヒノキ、スギの場合、賦活温度は、約105分で最大温度、約850℃となり、その後一定温度となる。 10. 賦活炉出口温</p>
株式会社GEC	

	<p>度は、約 10 分まで上昇し、その後一定となる。入口温度と出口温度差は、約 40 ～ 50℃ある。 11. ヒノキ、スギの場合、賦活炉の出入口の圧力は、約 100 Pa で一定である。また、発生ガス量は、経過時間が約 5 分で、最大のガス発生量の約 3 ℓ/min となる。そして、約 45 分で約 1.25 ℓ/min となり一定となる。 12. ヒノキの比表面積の最大値は、1,555 m²/g (平均細孔径 3.3807 nm)となる。収率は 21.4 %である。その時の条件は、賦活温度は 950℃、賦活時間 120 分である。 スギの比表面積の最大値は、1,452.5 m²/g (平均細孔径 3.1517 nm)となる。収率は 2.7 %である。その時の条件は、賦活温度は 950℃、賦活時間 120 分である。</p> <p>水素改質器 : 13. 反応部の温度 300 ℃の場合、賦活ガスの成分の H₂ は改質前(56.8%)と改質後(59.7%)を比較すると、約 3%と改善された。</p> <p>高機能活性炭の電気特性 :14. ヒノキの場合、放電容量は 30 ～ 38 mAh/g である(比表面積が 1027 ～1555 m²/g、平均細孔径が約 2.4 ～3.4 nm)。スギの場合、放電容量は 29～31 mAh/g である(比表面積が 1070 ～1452 m²/g、平均細孔径が約 2.7 ～ 3.1 nm)である。 15. ヒノキ、スギの場合、放電容量は、比表面積と平均細孔径が大きくなると、大きくなる傾向にある。</p> <p>以上、本事業で得られた結果は、最適な B-i システムの設計するための資料として十分活用出来ると考える。</p>
<p>木質バイオマスガス発電の事業化に向けて、ガス化装置からタールを含まない高濃度燃焼性ガスの生成と、設備排熱を利用したバイナリー及びスターリングエンジン発電システムを用いたコジェネレーションシステムの実証事業</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・バイオマス発電プラントを設置し、従来のものと比べて個々の装置の役割を効率よく構成することで全体を小型化し、装置の構成数を減らしたことでスペースを有効に利用でき価格も抑えることができた。設置面積あたりの発電量については大幅に向上している。市場で流通している木質チップや木質ペレットなど各種燃料に広く対応できるようにガスジェネレーターを設計した。 ・主要装置間の流れを直線状で行えるように構成し、燃料の投入からガスの発生、品質処理、発電まで効率よく行えるよう精査した。今回投入したペレット量は 160kg と投入量を抑えることができた。
<p>株式会社ZEエナジー</p>	

<p>間伐材を原料とした木炭水性ガスによる非エンジン式発電及び地域内利活用システムの構築</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・木炭水性ガス発生と燃料電池について、当初の計画では還元層を3層(3段)で行い、十分な木炭量で24時間の連続運転を検証する予定だったが、実験回数を増やすために1回あたり限られた木炭の量で検証を行ったため、還元層は1層(1段)で行い、1度に還元層に投入する炭の量は45kgとなった。そのため、24時間の連続運転を変更し、4時間単位の安定的なガス発生及び発電を複数回実証した。 ・木炭水性ガスについては既存文献(4,000 m³・H₂:約60[%], CO:約20[%])に対し、3,138 m³・H₂:52.0[%], CO:約28.0[%])であった。理論値と比較するとガス発生量は約78%であるが、実際に装置を用いたガス発生実験としては理論値に沿うものと評価できる。 ・燃料電池については、還元層を1段としたことで乾燥ゾーンの通過時間が短くなった。そのため除湿が不十分な水性ガスがPSAを通過することとなり、PSA内部の合成ゼオライトの吸着反応が不安定なものとなった。除湿工程やPSAの追加を行い、発電を確認することができたので、今後はより詳細なデータ解析が必要である。
<p>富士古河 E&C 株式会社</p>	
<p>林地残材等のトレファクション燃料化による高効率利用技術の確立</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・トレファクション装置の開発 木材チップを原料に、乾燥工程が不要で連続的にトレファクション処理(原料処理能力20kg/h)が可能な装置を設計、製作し、主要部分は完成した。予定を前倒して一部設備の設置作業を行い、平成26年2月に一部設備が完成した。 ・トレファクション燃料の製造および利用実証 粉碎機は設計、製作が完了し粉碎性能を確認したほか、予備試験から種々の木質バイオマス粉碎時の消費電力データを得た。 ・ペレット製造機の設計、改造、ペレット試験を行うとともに、予備試験から林地残材ペレット製造条件と機械的耐久性に関するデータを得た。 熱利用の実証を従来の木質ペレットを用いて開始し、燃焼温度、燃料消費量、灰発生量等のデータを得た。 ・トレファクション燃料利用システムの設計
<p>独立行政法人 森林総合研究所</p>	

	<p>コーンカロリメータによる燃焼挙動を明らかにした。</p> <p>耐水性を定量的に評価する手法を開発した。</p> <p>海外事例調査からトレファクション燃料製造技術に関する知見を得て、今年度における装置設計・製造に反映させた。</p> <p>トレファクション燃料を地域利用する上での規模を示し、コスト評価方法を提案した。</p> <p>以上から、今年度計画は達成された。</p>
<p>スターリングエンジンと乾留ガス化炉を組合わせた低コスト型マイクロバイオマス発電技術の開発</p>	<p>・発電効率 15%以上の小型バイオマス発電プラントの実現</p> <p>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。</p>
<p>株式会社レノバ (申請時社名:株式会社リサイクルワン)</p>	<p>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。</p> <p>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。</p> <p>・24 時間連続稼働可能な発電システムの実現</p> <p>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。</p> <p>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。</p> <p>・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</p> <p>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。</p> <p>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。</p> <p>・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</p>

	<p>証機の利用</p> <p>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。</p> <p>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。</p>
<p>ロール加圧チップを原料とした低コストでメンテナンスが容易な小型ガス化発電システムの開発</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ガス化炉反応層の垂直温度分布 起動に際して炉下部火格子部分より着火し、高音部は次第に上昇する。中部の温度が800℃を越せば可燃ガスが発生していると予想される。ガス化炉として理想的な状況を得た。
<p>株式会社森のエネルギー研究所</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・炉内原料の流下 炉を下方に開いた末広りのえんとうにし、火曜に位置した火格子を揺動させて原料を流下させる方式を採用し、更に反応層に未反応原料の重力の影響を排除するよう、上方の原料貯槽より消耗した量のみ逐次補充する機構にした。頻繁に揺動させることによる炉底チャーアッシュの過剰な落下は、火格子構造を変えることで解決した。 ・原料チップの差による温度分布の変化は、加圧と非加圧チップとで出力や効率などにおいて有意差は認められなかった。 ・タール、ダスト濃度 結露現象をガス温度制御により克服することでフッ素樹脂表面コートフィルターの使用が期待される。サイクロン補修物等の紛体をプレコートすることで更にメンテナンスを容易にするものと期待される。 ・総合効率 消費効率には立ち上げ時のものも含まれており一部試験以外は低い値となった。現状では加圧チップ使用に

	<p>よる効率の上昇はないと考えられる。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ロール加圧乾燥基礎試験は、投資効果を判断するにはまだ多くの基礎的なデータの収集が必要である。チップ乾燥排出試験においては、安定的に乾燥チップをガス化炉に供給可能となることで、タール発生量が軽減され、メンテナンス性が容易になることが期待される。 ・ガス化発電試験においては、繊維状のチップは空隙率が高い上に炉内分布の方よりも大きい。長時間運転を安定化させる為には、炉内への空気投入方法の工夫や原料供給システムの改善が必要である。
<p>未利用森林資源のバイオコークス化・炭化による有効利用技術の構築</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・技術開発設備の整備 技術開発設備の整備・試運転調整（達成） <p>過乾燥等の調整点はあったものの、基本的な性能は計画通りであることが確認できた。特に、100mmのバイオコークス部については、安定的に無人連続運転できることが確認できた。</p> <p>今後、運転時間の蓄積を通じた最適化や、現時点で調整が必要な点（乾燥工程の運転条件の把握、精度向上、40mmバイオコークス部の仕様調整）の改善・改良を行いつつ、製造能力向上を図っていく。</p>
<p>株式会社石橋</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・技術開発設備の試験運転 ①予備試験等 試験用のバイオコークス試料調製（達成） 温度等の条件を変えたバイオコークスの炭化調製試験実施（達成） バイオコークス炭化サンプル回収、分析（達成） 炭化試験用のバイオコークスを調製し、異なる炭化条件での試験運転を行いサンプルを回収・分析を行った。バイオコークス（密度約1.2、水分約10%）を原料とすることで、炭化法によらず概ね収率25%前後で原料性状が安定していることから炭化もしやすいと考えられた。 ②実証試験 整備設備によるバイオコークス・炭化試験（達成）

	<p>バイオコークス製造運転 昼間連続運転 8時間以上 (達成)</p> <p>バイオコークス製造運転 150kg/日以上 (達成)</p> <p>原料、バイオコークス、バイオコークス炭化物の分析データ取得 (達成)</p> <p>実証設備を運転して全体一貫した試験運転を行った。炭化部は、想定していた運用 (1m³ カゴで搬入、バッチの窯型炭化炉と似たスケジュール運転) で炭化物が得られることが確認できた。今後は、さらに運転時間を継続し、製造能力の向上を図る。</p> <p>③プロセス分析・評価</p> <p>エネルギー収支・物質収支の把握 (達成)</p> <p>製造コスト試算 (達成)</p> <p>CO₂ 削減効果試算 (達成)</p> <p>整備した設備仕様や実証試験運転データに基づき、エネルギー収支や物質収支、製造コスト等の試算を行った。バイオコークスは投入エネルギーが比較的少なくて済む (エネルギー収支が良い)、エネルギー回収率・収率が高いことが把握できた。本実証設備は、現時点では製造能力は大きくないためスケールメリットは期待しづらいが、今後も改善・改良を図ることで継続運用が可能な目処が得られた。</p> <p>炭化についても、高密度の成型物とすることで炭化条件の安定化や収率向上の効果が得られるといった特徴を生かすことで新商品・新製品開発につながると期待できる。</p>
--	--

