

6. 開発事業の評価

今年度実施された7件の開発事業について、本事業検討委員会検討委員による各事業者の評価について以下の通り示す。

事業者名	株式会社GEC
事業名	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>・収率の向上の目標設定、炭化炉 30%→35%、賦活炉 8%→10%に関しての、達成度合いに対する記述が乏しい。炭化炉ではスギでヒノキ 27%、スギ 30%という記述があるが、当初目標の 35%に到達しなかった理由など、検討して欲しかった。高付加価値の活性炭製造を狙っている点で、安さを求められるエネルギー製造とは異なる社会的意義が存在すると思われる。しかしながら、高付加価値の一方で高品質が求められる製品作りであること、市場も特定の産業向けとなることなどから、事業の普及性については解決すべき課題があるだろう。技術的意義については、原料乾燥に真空ポンプを使用するなど、他のバイオマス利用にも応用可能な取り組みがあり、今後の発展が期待される。</p> <p>・実証実験は良く行われている。試験はまじめにやっている印象がある。活性炭が有効利用されるようであれば有望な市場であると思われる。バイオオイルが日本でどのくらい市場があるか分らないが、活性炭作ったらバイオオイルは出てくるので、システムの中でエネルギーとして使うなど比較的現実的な装置に見える。問題点は現状のものと競合しないで活用価値を見いだせるか、活性炭とバイオオイルが予定通り復元できるかにより収支計算が大きく変わってくると思われる。</p> <p>・実証規模が基礎研究の域を出ていない。色々用途はあるが事業化できるのかが不安である。30 トン/日を実現できるのか。現在のグラム単位の実証と、事業化する際キロ単位またはトン単位でのスケールとのギャップが大きい。今やっているレベルが研究室レベル。少なくとも 1 トンや何キロのバイオマスを持ってきて、投入するエネルギーと収支がとれるのかという点が明確でない。基礎研究としては良くわかるが、事業化としては、活性炭に焦点を絞ればいいが、色々な生成物があり明確でない。</p> <p>・事業の社会的意義と技術的意義は高いが、事業計画時の達成度が充分でなく、事業の普及性はあまり高くないと思われる。</p> <p>・コプロダクションでのガス、バイオオイル、活性炭のマスバランスと需要量とが必ずしも一致しない。現在、高機能材料としてはいろいろな素材があり、それをバイオマスで代替する際に特定の材料からでしか生成されないようなものでは、バイオマス全体に貢献するかという点が疑問である。</p> <p>バイオマスのマテリアル利用としてキャパシタを考えればマスバランスが出ると思われる。高機能材料としてはものすごく高い材料で純度の高いアクリル樹脂を利用して収支が合うなどの現状がある。それをバイオマスでやって、バイオマスにとっていいのか悪いのかという点は何とも言えない。例えば、室内で特別に栽培した植物からしか作れません、というものではバイオマス全体に貢献するかという点と違うと思う。電池の電極材料などは非常に競争が激しい。そのようなものと競合することは容易なことではない。</p>	

事業者名	株式会社Z E エナジー
事業名	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>・システムの連携試験が十分行われておらず、高効率発電への道筋が付いたとされる理由が分からない。この会社で強いのはガス化だと思われる。ガス化で特許を取っているため、うまくいったらスターリングエンジンもつなげるはずだという事であろうがそれもまだ分っていない。ほとんど試験をやっていないので、これから実証してもらわないと判断できない。現段階では評価が難しい。ヨーロッパでは 180kW クラスのバイオマス発電ではかなりコンパクトな機械が開発されている現状がある。利活用の観点ではある程度のクラスの発電実証をすることは適切と考える。これからの技術開発の方向性について、日本はどのようにするかが課題だ。</p> <p>・ガスエンジン性能とバイオマス供給バランスが見えない。目標の発生量が見えていない。全体のシステム評価が今のデータ量ではもう少しやってもらわないと評価ができない。数値的な問題はあるが、ここまで来たなら先に進めてほしいとも思われる。</p> <p>・事業内容が不明確であり、バイナリー及びスターリングエンジンまたはガスエンジンの使い分けが不明確である。バイオマス発電において 180kW は開発規模として適切である。</p> <p>・事業の社会的意義と技術的意義は高いが、事業計画時の達成度が充分でなく、事業の普及性はあまり高くないと考える。</p> <p>・目標とされた 1,800kcal/m³ のガス生成が実現したのかどうかの記述や分析がなく、今回の実証がどの程度の成果を納めたのかわかりにくい点がある。ガス化発電は、小規模のコジェネレーションを実現する技術として、地域分散型のエネルギー利用の普及に向けて大きな意義がある。しかしながら、本事業の核心部分は「特許技術」を用いている部分であり、本事業とこれまでのガス化発電の違いや特徴がわからないままである。セラミックを入れてそれを暖めて再加熱して低分子化してタールを除去するという事が肝らしいが、現地でもあまり説明して貰えなかった。うまくいっているのかいっていないのか分りにくい。プラントの基本性能を確かめる上でペレットを選択するのは合理的であろう。だからこそ、普及を念頭に置いた際、燃料の均質化が重要な意味を持つてくる。当初、チップの乾燥工程も組み込まれていたように思うが、この部分の開発が今後期待される。</p> <p>・発電については、レシプロ発電機 180kw の稼働を試みたが、成果調査では 108kw (130KVA) で停止した。96kw (120KVA) での 10 分間の稼働を確認した。理論値からはこの程度の出力しか期待できない。バイオマス事業の安定的発電を行うにはまだまだ課題があるので、直ぐの事業化は無理であるが、10 年以内での実用化を目指して経験値による研究を是非、専門家の指導を受け研究を進められたい。</p>	

事業者名	富士古河 E&C 株式会社
事業名	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>・木炭水性ガスと燃料電池の組み合わせはアイデアとして面白い。もう少し実証を続け、どこまで効率が挙げられるか見届けたい。しかし、木材から木炭の変換で相当なエネルギーが失われており、このハンディは大きいと考える。炭を大量に使用しているので、炭を有効利用してもらいたい。炭窯の調査など炭焼きの工夫よりも水性ガスが燃料電池にしっかり入るかを実証するべきではないか。また、全体的な収支もはっきりしていないように思われる。</p> <p>・事業の目標達成度は高く、社会的意義と技術的意義も十分である為、今後さらに事業の普及に向けて発電コストの削減と共に、小規模分散型・可搬型の地域内利用システムを構築する為の課題を解決すべきと考える。</p> <p>・小型の設備で水性ガスの発生と燃料電池による発電を実現した点は意義が高い。地域住民自らが運用することが前提にされているように思うが、その場合、水素を扱うことから、高い安全性の確保が求められる。すなわちシステムとしての高い完成度が必要で、現状では多くの部分をマニュアルで対応していることから、今後は自動制御する方向で開発する必要があるように思われる。一方で、1kWクラスの発電機にどの程度コストをかけられるのかという点も次の問題となってくると思われる。あまりに高額になるのであれば、再生可能エネルギーであっても他の選択肢が有望となるからである。小規模で有ればあるほど、太陽光など他の選択肢もある。緊急時であったらガソリンエンジンでもいいと思われる。それを木炭でこれだけの設備を投じて意味があるのかというところは引っかけるところであって、地域の方に使ってほしいというのがあるようなので、それを目指すならば、安全性を含めて自動制御のものにもっていかないといけないと思う。いつまでにどれだけのレベルにもっていきたいのかが見えない。初期的な第一歩でしかないように思われる。もう一つは次年度木炭製造について、今の生産量より大量生産しなければいけないという、かなり非現実的な数字であったと見える。窯を改良するとかの問題ではなく、安い木炭を供給するという事ならば、発電以外の用途にもつかえる木炭にして、木炭が流通し、コストを吸収しながら全体としての収支が取れてる状態が理想だと思うが、今の状態だとここに全部を仕向けないと足りないという状態だから、このプラントがしっかりと動かないと木炭生産も成り立たないという事なのがいかがなところか。コストの問題は、最終的なエネルギー効率の目標設定とも関わる。熱利用はもちろん、木炭製造工程も含めると、効率の確保は本システムの大きな課題ではないか。あるいは、木炭製造部分で地域の雇用創出など、ある程度効率を犠牲にしてもそれを上回るメリットを生み出すなどの、全体のシステム設計が重要になってくるものと思われる。</p> <p>・木質バイオマスベースでは効率が悪いので、木炭をベースとするのは事業性があるかが疑問である。木炭利用の観点では進めてもよいが、達成度が低く今後の見通しが必要である。中間報告会以降、安全性を考慮した点は評価できる。今後機械の運転を無人化できるかどうかは課題である。地域限定の計画であるようだが収支計算などがしっかりできているかという点も問題であろう。</p> <p>・間接加熱式水性ガス化炉は伝熱律速となり、成立するのが難しい。木炭ではなく、バイオマスで行うべきと考える。水性ガス反応から水素を作るという方法は昔からある方</p>	

法で、石炭から作る水素もある。但し、この方法は熱が外熱式であるから、その伝熱速度だけで決まって、温度が決まったら入る熱量が決まるので、どれだけ反応させることができるかは一時的に決まってしまう。また、バランスが崩れたら反応せずにそのまま吹き抜けるだけである。ボイラーで蒸気を流しながら一部反応させるということであろう。スーパーヒートしたスチームは顕熱であるから、温度が一定であり、少し反応したら温度が下がってしまう。そのためある一点で成立し、その一点の装置で成り立っている。それ以外は熱を過剰に反応させて、水でスチームを作って、少し反応してあとは未燃のスチームで上から出て行く。スチームがスーパーヒートして上に持ち上がるということ进行していると考えている。800度で反応するとして、900度に暖めるとしたら、吸熱反応で温度は下がる。どれだけスチームを流さなければならないかという点がはっきりしていない。

事業者名	独立行政法人 森林総合研究所
事業名	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>・トレファクションについての基礎試験は完了し、実機試験が行われている。トレファクト・ペレットのエネルギー密度が若干高く、疎水性があったとしても、製造コスト削減に向けて各社がしのぎを削っている現状の中、50 円/kg では中山間地で利用されるかが問題であり、コスト面についての精査が必要である。</p> <p>・粉砕動力が少なくて済むことはメリットだが、エネルギーかさ密度があまり良くなっていない。トレファクション装置の工夫が必要であり、実証規模が小さい為、他のトレファクションプロセスとの差別化が必要である。</p> <p>・現在、トレファクト・ペレットは石炭混焼が実証されている。石炭混焼では、使用量が何万トンとなってくる。本実証事業のトレファクション利用技術が、石炭混焼とはちがうスタートラインと位置付けるのが課題である。市場において輸入トレファクションや大量生産トレファクションと同じものとして扱われた時に、コスト面で課題が残るため、今回の実証事業で行われてたプラントでの製造能力が適切な規模であるか検証が必要である。</p> <p>・地域利用の際に石炭混焼を想定しているのか等、最小規模として今どの程度の規模のものを開発しておかなければならないのかを明確にするべきである。エンドユーザーと実証内容において目指しているもののスケールがはっきりしていない。市場規模の調査が必要と考える。</p> <p>・高性能なペレット製造技術の開発という点で意義が高い。山村の産業規模を念頭に置いた普及可能性について配慮している点も社会的意義を有する。地域に大きな木材産業があまりなく、材が出てくる量が少なくてカスケード利用しにくい、均質な材料が手に入りづらい地域を想定している。とりあえず木材持って来ればペレット、トレファクションになる、地域の中で発電やガス装置に利用するという考え方と見られる。石炭混焼とはスタートラインが違う。地域資源を複雑に考えずに燃料化し有効利用するオールインワンのプラントとして捉えれば意義はある。従来のペレットに対し、単位熱量あたりの価格が競争力を持ちうるかという点が課題である。</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確立に向けて、目標達成度は高く、社会的・技術的意義も高い為、今後さらに普及を目指したトレファクション固形燃料の連続製造試験の実施とスケールアップによるコスト削減と共に、国内の中山間地域での製造、地方都市や沿岸での熱電コジェネレーション用ビジネスモデルを提示すべきと考える。</p>	

事業者名	株式会社レノバ（申請時社名：株式会社リサイクルワン）
事業名	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>・バイオマス発電分野では、スターリングエンジンが30年以上前から有望視され、各国で開発努力が続けられてきたが、安定して運転しているものは見受けられない。効能について掲げるだけでなく、長時間運転ができるかどうか検証するべきと考える。乾留ガス化炉が安定してガス化してくれるかというところが疑問。初めにスターリングエンジンありきで、安易にくっつけてしまっているが、そこが難しい所であり不安がある。数時間の実証結果だけでは評価が難しい。</p> <p>・事業計画時の目標達成度が充分でないものの、社会的・技術的意義は優れているため、事業の普及を目指して今後さらに数十キロワット程度の小規模で、かつ低コスト型のマイクロバイオマス発電技術の市場ニーズと技術課題を明確依すべきと考える。</p> <p>・設計・製作で6か月かかっているため実証期間、実証データが少なく評価が難しい。個々の技術は確立されているはずなのになぜ運転できていないのか、全体のコジェネレーションシステムの構図が見えない。個々の技術は他力本願で不安感がある。</p> <p>・スターリングエンジン自体は原理的に外燃機関であるので、基本的に使い方が違うように思われる。スターリングエンジン自体は効率がいいが、大量に熱が発生する際に一部を電気として利用することが一般的である。上にスターリングエンジンを10個から20個置いて、ファンでかき混ぜるとするのは、うまくいかないのではないかと。スターリングエンジンで発電すること自体が疑問である。</p> <p>・余力でおまけの発電をすることにスターリングエンジンの使い方が正しい所があるので、スターリングエンジンをたくさん売りたいためのプラントになっているようなので、その点が問題点と思う。発想の出発点がいかかかと思う。小規模発電の技術開発としては意義が高い。林業が盛んでない地域でも無理なく導入できる可能性がある。一方で、今回実証した30kWが適切な規模なのかどうかは検証が必要である。つまり、発電を重視した設計であれば発電出力を大きくするよう目指されるであろうが、採算性の検証にあるように、熱の売上げが売電収入を上回るのであり、熱利用を重視した設計をすべきではないかという方向が示唆されているからである。安定的な発電の観点からは、この両者のバランスは簡単ではないだろうが、小規模での完成度の高いコジェネレーションを追求してほしい。</p>	

事業者名	株式会社森のエネルギー研究所
事業名	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>・ロール加圧乾燥のメリットは見られない。木質チップは可能な限り自然の力で乾燥すべきものである。当初、ロール加圧乾燥で計画したが、今回の報告を見る限りメリットはあったかもしれないが、結果がはっきりしない。本当にガス化で行くかどうかという点では見通しがはっきりしない。ガス化の方も木のエネルギーをうまくエネルギーに転化できていないようで、効率も悪いのではないかという印象がある。ロール加圧というのは他国ではほとんどやっていない。今のところの方法ではあまりメリットが見られない。そのため、何か他の方法を考えるか、他でやっていないからここでやってみるかだと思われる。</p> <p>本事業においてはガス化発電は来年度実施事項であったが、ロール加圧ペレットの課題において差が出ないため、ガス化発電であればメリットが出るであろうというのも推測と思われる。発電効率が低いため、改善の余地があり、課題を明確にすべきと考える。</p> <p>・当初は今年度はロール加圧の前処理を重点的にやって、来年度ガス化という予定だったと思うが、前倒しにしてやって少し急いだように思われる。ガス化としてはある程度結果は出ていると言える。ロール加圧とガスエンジン及びガス化・発電システムを別々に評価すべきと考える。</p> <p>ペレットのロール加圧の報告が少ない。ガス化の開発が目的だったのであろうか。シンターラメラフィルターもうまくいっていない。トータル的にいうと、前倒しにして頑張っているところはあると思うが、来年度集塵のところと効率アップのところを明確にされたい。それでもロール加圧の実証もあると思われるが、他のガス化炉との仕分け、良し悪し、ガス化の比較をしたほうがいいのか、数値的データが少ない。空気比率や酸素濃度や運転状況を明示してもらいたかった。たまたま運転状況が悪くてそのようになってしまったのか、空気比率を落とせばいいのかという点をはっきりさせるべき。空気比・酸素濃度・運転条件等の定量的効果等数値データを明確にするべきと考える。ロール加圧及び乾燥及びガス化炉の実証はもう少し続けてもよいと思われる。</p> <p>・ロール加圧の効果は見られなかった。チップの乾燥が重要であるが改良されたとは見られない。効率が低いのはその為と思われ、ガス化の改善が必要である。ガス化発電技術は重要なので、技術開発としては意義がある。</p> <p>自動車用のエンジンの排ガスで予熱して、熱回収して乾燥という事をやっている。個々のシステムはシンプルで、小型のものに組込めれば、これはこれでいいと思う。実用化に近いのではないか。乾燥のところで40から50%のものを乾燥して半分くらい使ってしまうと思うので、ここは唯一排熱回収がされている。ロール加圧チップの効果があるのかという点ではそれは特にないように思われる。加圧することで物質移動速度が速くなるという理論は確かにそうであろう。</p> <p>熱風で乾燥させているようだが、水分には自由水と結合水があって、細胞に入っている方はかなり高い温度でないと飛ばない。自由水を飛ばすときに自由水だからと言っても中にトラップされているため、外に出てくる物質移動の律速があり、熱風をいれても顕熱がそのまま出て行ってしまう。それを破碎することによって物質移動速度を上げてその損失を落とそうということだろう。本質的に乾燥でなぜエネルギーを消費するかというと、ほとんど潜熱で消費する。だが、乾燥速度が遅かったら、潜熱：顕熱は9：1く</p>	

らいであり、普通に考えると潜熱が消費するはずだが、うまくいかないとどんどん出てくる顕熱損失が大きくなるため、それをこのような方法で改善しようというのが基本的なアイデアだったと思われる。もともと潜熱が大きいので、もうすこし違う方法で乾燥を効率的に出来るようだといいのかもしれない。蓄熱層を入れていて、エンジンからの排熱やガス炉からの排熱を蓄えて乾燥をしているという事だと思われる。この方法がいいのではないかという事で実証したのだと思われる。

・燃料の均質化がガス化発電を成功させる一つの方向となっているが、その均質化工程を加圧による乾燥とサイロによる乾燥によって試みた点は意義が高い。結果、加圧による乾燥は有効性が見いだせなかったものの、サイロでの乾燥を追求すべきという方向付けが見いだせた点は成果であろう。しかしながら、燃料の品質とガス化との関連がはっきりと示されておらず、本事業のどこに特徴があるのかが分かりにくくなっている。ガス化炉自体の基本性能が確かめられていないため、様々な品質の燃料を投入した際にそれがガス化炉の性能を十分引き出せているかどうかを確認できないためと思われる。

事業者名	株式会社石橋
事業名	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>・キノコ生産から燃料利用までの、地域森林資源のカスケード利用、事業体経営の総合的視点など、地域における木質バイオマス利用のモデルとして社会的意義は高い。バイオコークス生産はほぼ自動化されており、おが粉原料を入手できさえすれば、どの地域でも活用可能な技術となっている。しかし、その利用方法、販路の面で地域ごとの工夫が必要で、当事業においてもどこをターゲットにするかが今後の課題である。その利用先の一つとしてのバイオ備長炭の製造取り組みであるが、製造された炭化物の性状は黒炭と同等とのことであった。本来は白炭性状のものを狙っていたと思われる。不足する備長炭を補う木炭としてのバイオ備長炭という文脈であったはずであるから、さらなる改善が必要であろう。</p> <p>・バイオコークスの製造技術はそれなりに成熟しており、コストダウンの余地はそれほどない。問題はマーケットであり、炭化することで本当に備長炭や石炭コークスの代替ができるのかが課題である。トレフアクションと同じような面がみられる。</p> <p>・事業の目標達成度は高く、未利用森林資源のバイオコークス化・炭化技術の社会的意義はあると考えるが、技術の普及・実用化に向けて今後さらに製造コストの低減とともに、品質向上と用途開発(石炭コークス代替はコスト的に考えると難しいと考えるため、単なる固形燃料ではなく、備長炭や他の新しい炭素材料の開発)も検討するべきと考える。</p> <p>・実験レベルのものが実用化に結びつくスケールになっていくかという点が問題であり、普及の為に処理量が少ないのではないかと。他の木炭との棲み分けができるかが課題である。</p> <p>・高付加価値バイオコークスのマーケットが不明である。</p>	

7. 今後の課題と展望

木質バイオマス加工・利用システム開発事業の各事業者による成果は5.に示した通りである。本年度の実証事業では、木質バイオマスのガス化発電技術開発、炭化技術向上やトレフアクション技術利活用などが行われた。

各事業者においては当初計画は無事完了された。本年度は事業初年度だったため、ほとんどの事業者が設備製作及び設置に主な期間を要したことから、実証により得られたデータや実証結果等については様々な技術的問題点や工学的課題等が浮かび上がった。

木質バイオマスの利活用を図る上で燃料となる木質バイオマス自体の安定的供給が不可欠であるが、本年度の実証事業においても発電規模に対する木質バイオマス供給量の課題や地域の林業事業者にとってメリットのある事業形態となり得るかという点が検討された。本年度事業では実用に近い技術内容が実証されているものもあり、将来事業として経済的メリットを見いだせる開発事業となるよう進められていくことが期待させる。

事業実施結果についての検討委員会による意見として、当初設定課題と実証内容に差異があるものも見られ、実証目的及び実証内容を明確にしながらかつ実証を進めるべきである点、実証事業の技術的課題においては工学的理論面からとらえると、事業者が求める実証結果に結びつきにくい面がある点などについて指導が行われた。

また、実証を開始する上で、現在の国内外における木質バイオマス加工・利用システムにおいてどのような技術や製品が開発されているか、また昨今のエネルギー需要課題を有する国内市場においてどのような開発技術が求められているかを十分調査したうえで事業内容を検討するべきとの意見もあった。国内における木質バイオマス加工・利用システム開発事業をどのような方向性で進めて行くべきかという点は大きな課題であり、助成事業において実用化に結び付く成果が出るような事業内容になり得るかという点が重要である。

次年度以降の事業内容については、本年度実証結果において課題となった点が検討、改善され、木質バイオマス加工・利用システム利活用のための新たな技術開発がより推進されることが期待される。

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 (敬称略・五十音順)

	氏名	所属・役職
検討委員会 委員長	クマザキ ミノル 熊崎 実	筑波大学名誉教授
検討委員	イトウ サチオ 伊藤 幸男	岩手大学 農学部 共生環境課程 准教授
検討委員	サカニシ キンヤ 坂西 欣也	独立行政法人産業技術総合研究所 イノベーション推進本部 国際部 審議役
検討委員	ツツミ アツシ 堤 敦司	東京大学 生産技術研究所 エネルギー工学連携研究センター 機械・生体系部門 教授
検討委員	モリトミ ヒロシ 守富 寛	岐阜大学大学院工学研究科 環境エネルギーシステム専攻 教授