鳥取県鳥取市西いなば 「地域内エコシステム」構築事業 調査報告書

令和2年3月

(一社)日本森林技術協会 (株)森のエネルギー研究所

目次

1. 背	景と目	69	1
1.1	事業	の背景	1
1.2	事業	の目的	1
1.3	調査	対象地域	3
2. 実	施の内	容	5
2.1	ビジ	ョンの検討	6
2.	1.1	座談会の開催	6
2.	1.2	地域内エコシステムの方向性	10
2.2	実現	に向けた情報整理	12
2.2	2.1	集落ごとの原木調達可能性について	12
2.2	2.2	薪製造コスト〜薪くべまでのコスト	20
2.3	エネ	ルギー需要の調査	29
2.3	3.1	薪ボイラー導入シミュレーションの方法	29
2.3	3.2	エネルギー利用施設の概要	30
2.3	3.3	薪ボイラー導入シミュレーション	31
3. 地:	域内工	ニコシステムの実現に向けた考察	37

1.背景と目的

1.1事業の背景

平成 24 年 7 月の再生可能エネルギー電気の固定価格買取制度の運用開始以降、大規模な木質バイオマス発電施設の増加に伴い、燃料材の利用が拡大しています。一方で、燃料の輸入が増加するとともに、間伐材・林地残材を利用する場合でも、流通・製造コストがかさむなどの課題がみられるようになりました。

このため、森林資源をエネルギーとして地域内で持続的に活用するための担い手確保から発電・熱利用に至るまでの「地域内エコシステム」の構築に向けた取り組みを進めることが必要となってきました。

1.2事業の目的

木材需要の創出・輸出力強化対策のうち「地域内エコシステム」構築事業(以降、「本事業」という。)は、林野庁の補助事業で平成 29(2017)年度より実施されています。本事業は、「地域内エコシステム」の全国的な普及を目指すことを目的とし、調査を実施しました。

本報告書は、鳥取県鳥取市西いなば「地域内エコシステム」構築事業の調査報告書として作成したものです。

「地域内エコシステム」とは

~木質バイオマスエネルギーの導入を通じた、地域の人々が主体の地域活性化事業**~**

集落や市町村レベルで小規模な木質バイオマスエネルギーの熱利用または熱電併給によって、 森林資源を地域内で持続的に活用する仕組みです。これにより山村地域等の活性化を実現していきます。

- 「地域内エコシステム」の考え方
- ・ 集落が主たる対象(市町村レベル)
- ・ 地域の関係者から成る協議会が主体
- ・ 地域への還元利益を最大限確保
- ・ 効率の高いエネルギー利用 (熱利用または熱電併給)
- · FIT (固定価格買取制度) 事業は想定しない



図 1-2 地域内エコシステム構築のイメージ

1.3調查対象地域



図 1-2 対象地域の位置図

1) 地域の現状

鳥取市の西部地域に位置する、気高町・ 鹿野町・青谷町の3地域を西いなば地域と いいます。西いなば地域には、温泉等の地 域資源や豊かな森林資源が存在しています が木材市場がなく、林業活動は地域外での 利用等、限定的なものにとどまります。ま た、国内の中山間地域と同様に高齢化が進 み、森林整備等の担い手の減少などの課題 が顕在しています。これらの課題解決に資するため、地域資源の有効活用を目指し、令和元年6月30日に、道の駅「西いなば気楽里(きらり)」を供用開始し、薪ボイラー2基(75kW+49kW)による足湯とレストラン給湯への温熱供給を開始しています。

2) 昨年度の調査結果

鳥取西いなば地域では、平成30年度林野庁事業「木材需要の創出・輸出力強化対策事業のうち『地域内エコシステム』構築事業」を活用して、森林資源量等を把握した。調査結果は次のとおりです。

【川上(原料供給)】

西いなば地域の鳥取市市有林は 65ha (針葉樹: 49.07ha、広葉樹: 16.3ha) あり、森林資源賦存量は、19,795 ㎡でした。3割の間伐を実施した場合でも、十分な C 材蓄積量でした。一方で、地域内の熱需要が小

規模なため搬出コストが高止まりすること が懸念されます。

【川中(燃料製造)】

確定しているエネルギー利用場所(道の駅)で当面必要となる薪の量が小規模(75トン/年)であることと地域住民も参加しやすい薪製造方法である手動薪割機での薪製造ということから薪の供給コスト(製造・輸送)は32円/kgであり、事業性を確保するための販売価格は40円/kgとなりました。薪製造原価の低減とこれによる薪需要の一層の拡大に向けた新たなエネルギー

利用先の確保が重要である。また、薪製造と薪くべまでを一貫して実施する場合の雇用創出効果は、薪製造:75 人日(105 生トン/年)+薪くべ:45 人日となりました。

【川下(エネルギー利用)】

エネルギー利用場所である道の駅で使われる LP ガスは 9,296 ㎡/年と試算され、薪ボイラーの運用により全量が削減できると仮定すると約 61 トン/年の CO2 削減効果が見込まれると試算されました。

3) 課題

道の駅での木質バイオマスエネルギー利用においては、年間75トンという小規模な薪需要ですので、経済性を確保するためには、①原料の搬出システムを構築し、作業効率を向上させる、②薪需要を増加させスケールメリットを得る、③薪づくりのスキームを工夫し、人件費や原料費のコストダウンを図る、④取り組み全体に付加価値を

つけるなど、様々な観点から薪を供給する 仕組みづくりを検討する必要があります。 事業最終年度となる今年度は、地域内エコ システム構築に向けたビジョンの方向性に ついて議論し、それを実現するための調査 および結果に基づいて様々な事業計画につ いて協議しました。

2.実施の内容

本事業での検討内容は以下のとおりです。

- ▶ ビジョンの検討
 - 。 座談会の開催
 - 。 地域内エコシステムの方向性
- > 実現に向けた情報整理
 - 集落ごとの原料調達可能性
 - 薪製造~薪くベコスト
- ▶ エネルギー需要調査
 - エネルギー利用施設の概要

本報告書における水分(含水率)の定義は、全て「湿潤基準含水率(ウェットベース)」であり、「水分〇〇%」と表記します。

2.1ビジョンの検討

2.1.1 座談会の開催

1) 座談会の概要

日時:令和元年8月30日

場所:道の駅「西いなば気楽里」、ロッジ緑の郷、気高総合支所









写真 2-1 上段右 薪ボイラー 上段左 ロッジみどりの郷 下段 座談会の様子

第一回座談会は、薪を販売し、ボイラー管理を実施している智頭石油株式会社、引きこもり等の児童を対象にホース・セラピーによる支援を行っている NPO 法人や薪づくりを実施しているきのこ農家に参加していただいて現在道の駅に導入されている薪ボイラーや薪生産現場を視察後、薪づくり事業の可能性について話し合い、どのようなビジョンを目指すのかについて協議しました。

2) 主な議論

地域の課題について

- ▶ 運転できない高齢者が今後増えることから、交通網が問題となる
- ▶ 若い世代~高齢者まで住みやすい地域づくり
- ▶ 精神と健康維持のための事業にしたい
- ▶ 地域住民が集まる場所を創出したい

薪づくりビジネスの自立化

- ▶ 高付加価値の薪販売(温泉による乾燥薪など)
- ▶ 様々な人に薪づくりに関わってもらえるようなスキームをつくる
- ▶ 経済価値だけでなく加価値をつける

ロッジ緑の郷を起点に福祉事業としての薪づくりを実施するとともに、ミニ牧場などの地域住民の方々が集まる場を創出することで、薪づくり事業の認知度を上げ、地域住民参画型の薪づくりを実施する方向で検討しました。これにより、道の駅の集客力をアップし、近隣の温泉街の活性化を目指すことに取り組むことを目指します。

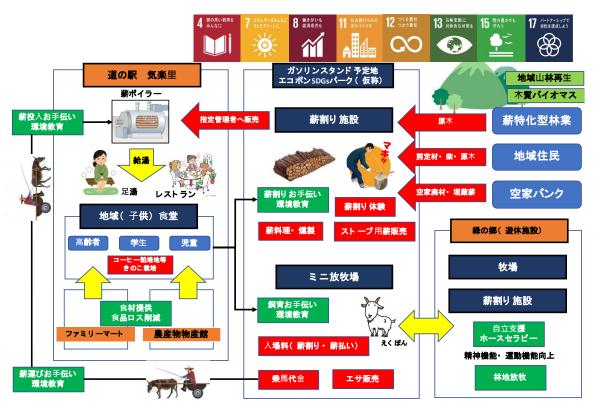


図 2-1 SDGs達成に向けたビジョン

スポーツを通じた健康増進の推進 <現状・課題> ○国民医療費が約42兆円に増大するなか、医療費の抑制が課題となる。 〇平均寿命と健康寿命の差は、10歳前後を保ったまま推移しており、生活習慣病を 平均寿命 予防し、要介護状態になることを防ぐことなどにより、健康寿命を平均寿命に限りなく 12.35. 近づける必要がある。 8.84 〇一部の地方公共団体においては、スポーツ・身体活動による健康増進により、 医療費抑制効果が見られた事例がある。 <具体的事例> 健康寿命 〇三重県いなべ市で介護予防・健康増進活動「元気づくりシステム」としてストレッチ、 2001 2004 2007 2010 2013 2016 2001 2004 2007 2010 2013 2016 ウォーキングを実施。2008年度のレセプト上での1人当たりの医療費削減額は78,246円。 非参加者との比較で約26.8%の減少。参加者全体(588人)の医療費削減額は約4,600万円。 ○新潟県見附市において、一人ひとりの身体活動量、ライフスタイルに応じた運動プログラムの実証実験を実施。 プログラム参加群94人の 1人当たりの医療費削減額は104,234円。非参加者との比較で約27.8%の減少。 <一部地域における先進的な取組> ○「運動・スポーツ習慣化促進事業」の実施を通じて、多くの住民が運動・スポーツに興味・関心を持ち、その習慣化を図るため、スポーツ部 局や健康福祉部局等と域内の関係団体が一体となって行う、スポーツを通じた健康増進に資する取組を支援。

<今後の方向性>

○医療費抑制効果があった一部の地方公共団体の事例を全国的に展開。

を新設し、運動・スポーツを始めるきっかけとなる取組を実施。

○生活習慣病の予防・改善等の健康増進に効果的なスポーツを通じた健康増進に資する地方公共団体の取組の支援。

○静岡県三島市では、事業参加者の健康意識や行動変容を分析・検証することで、スポーツによる医療費 抑制額の試算を実施。また、三島市民のスポーツに関する特性や傾向等の課題を「見える化」し、今後の

○新潟県見附市では、健康情報や適切なスポーツの場の紹介など情報発信の拠点となる「健幸スポーツの駅」

- 〇学校体育施設や公園、広場等の公共空間を活用する等、住民が気軽にスポーツをすることができる環境整備の促進。
- 〇都市規模別の歩行量を比較すると都市規模が大きいほど歩行量が多いという調査結果もあることから、公共交通機関の整備等の まちづくりの視点からの取組も重要。

1日当たりの歩数分布

<関係省庁との連携・協力が必要な観点(例)>

スポーツを通じた健康施策に生かす取組を実施。

○スポーツ分野と他分野(医療・介護・福祉分野)との連携強化 ○スポーツをする場の確保 ○「歩く」ことが推進されるまちづくりの推進 3

図 2-2 スポーツを通じた地域づくりの事例

薪づくりを健康維持のための活動とすることで、今後増大が予想される医療費の削減にも寄与することができます。運動を通じた健康増進については、上図の様な取り組み事例があります。いなべ市のように、高齢者がいつまでも元気で暮らせる健康づくりのシステムを構築できれば、こうした課題解決に大きく貢献すると考えられます。いなべ市の取組でまず着目したいのは、参加者がこの運動体験プログラムを継続することで、参加者の医療機関の受診回数が減少し、参加者の医療費2割削減という成果となって表れていることです。さらに着目すべき点は、プログラム参加者の中から指導的な立場の人を育成し、自主性を促すことによってマンパワーを活用しており、地域のつながり創出という成果にも波及しています。

クラブというツールを通して高齢者層の社会参加を促しているだけではなく、元気な高齢者を運動習慣へ導くとともに、地域貢献活動に参画させることも可能にしています。いなべ市では、知人から誘われて運動を始める人も多く、徒歩圏内でできるという気軽さも後押し、運動を始めるきっかけとなっています。高齢者が無理をせず仲間と楽しんで参加できることから継続性も担保されており、健康増進による医療費削減を生み出すだけでなく、場づくりと仲間づくりに伴って地域づくりにもつなげている取組だといえます。

2.1.2 地域内エコシステムの方向性

前項で述べた地域内エコシステムを実現するために、今年度は薪づくり事業を実施するために必要となる情報を整理しました。西いなば地域ではエネルギー需要が小さいため、薪需要の拡大や、副業として薪づくりを実施することを検討する必要があります。このためには他事業と連携した就業モデルの構築を検討する必要があります。これらの取り組みの実現には長期化が予想されるため、どのような予算措置をとり、事業化に向かうのかについてのロードマップを検討しました。

また、実施メンバーとなる因州しかの菌づくり研究所の新沼氏らが、人力で幅広い年齢層の方々に参加してもらえるような薪割り機(脱炭素型薪割り機)を試作しています。あるいはホース・セラピーによる若者支援団体を運営していた玉寄氏らが実際にロッジ緑の郷に移住し、動物の飼育を始めるなど実現に向けた具体的な取り組みの準備を始めています。



写真 2-1 簡易薪割り機による薪製造

1) 予算措置

来年度は、地球環境基金助成金や過疎地域自立化促進交付金などの活用を検討し、ロッジ 緑の郷での事業開始に向けた必要物品の確保や、青谷地域での移住者の定住促進のための就 業モデル(薪づくり×○○)を構築することを目指します。これらの事業を実施すること で、西いなば地域の活性化に資する地域づくりを行います。

2) ロードマップ 案

次年度の事業計画としては、緑の郷での必要物資確保及び施設整備と、青谷地域での就業 モデルの検討事業に取り組むことを検討しています。これらの取り組みを同時並行的にすす め、ロッジ緑の郷での薪づくり・動物による支援事業の稼働を目指すことが望ましいと考え られます。

また、今年度検討したロードマップはあくまで概略的なものであり、次年度以降にさらに 精度を高める検討が必要です。

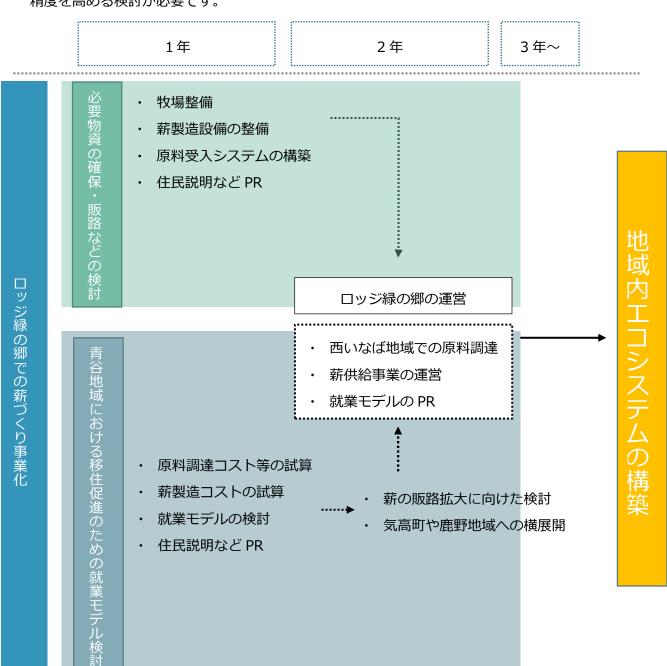


図 2-3 ロードマップ案

2.2 実現に向けた情報整理

2.2.1 集落ごとの原木調達可能性について

薪ボイラーと足湯の運用管理をしている中で地域住民の方々から、「集落の法面で大きくなり過ぎて倒木の危険がある木を切ってほしい」「しいたけ栽培用に伐採して林地残材となっている大径木を使わないか」などの様々な声が寄せられています。当初、木の駅プロジェクトによる集材システムを検討していましたが、オープン後に開催した「薪の楽校(がっこう)」で親子が楽しそうに薪割体験に取り組んでくれているのを見て、「地域の困りごとを解決できる」薪ボイラー運用で日頃森林や林業と関わりのない多くの地域の方々に関心を持って参画してもらえる可能性があります。また、鳥取市では近隣の智頭町や若桜町と比較してストーブの普及率が低く、まだまだ薪需要が少ないのが現状です。そこで、現在自宅で薪ストーブを利用し、自身で薪を製造している気高町会下集落の地域住民の方に原料収集とロッジ緑の郷での薪づくり事業についてヒアリングを実施しました。

1) 森林資源量について

会下集落周辺では以前農園だった場所が雑木林となっている地域が増加しており、小規模利用を想定する上では、資源は豊富にあります。鳥取県 Web マップでの森林情報を見てみると、会下集落周辺の森林は天然林であり、資源循環林にゾーニングされています。その他広葉樹林や竹林が分布しており、集落の共有林などが未利用のまま存在しています。

また、会下集落周辺の森林は標高 200m までの低い山林となっており、車道の脇に分布する森林は利用するのが簡易ですが、森林内には作業道などはなく、利用が困難と考えられます。現在薪を製造するために伐りだしている森林は、集落の共有林から搬出されており、図中の赤丸の地域が該当します。

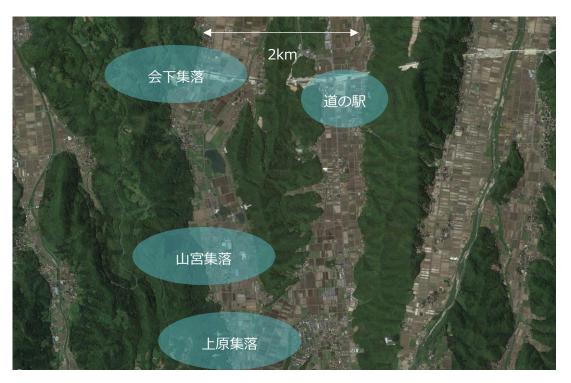


図 2-4 集落の位置図

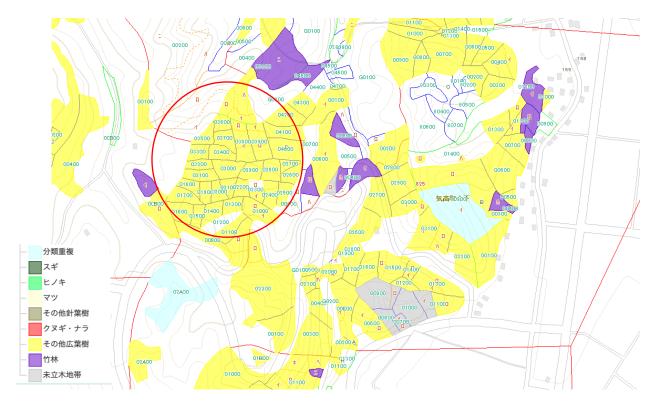


図 2-5 会下集落の共有林(樹種別)

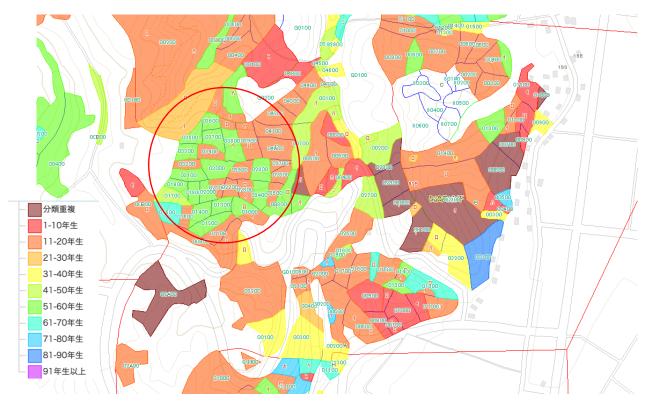


図 2-6 会下集落の共有林(林齢別)

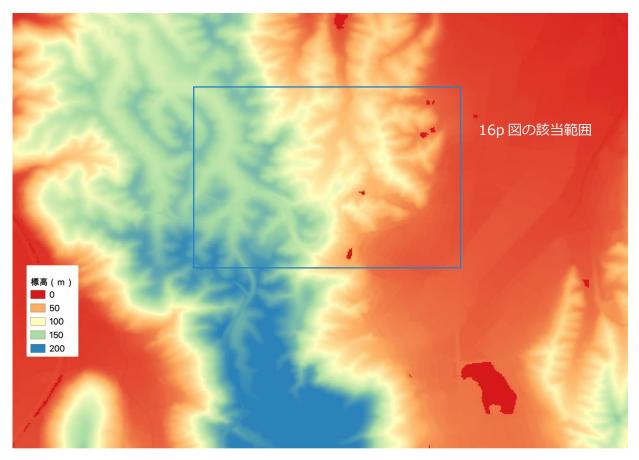


図 2-7 会下集落近隣の森林の標高区分図

2) 周辺集落の森林について

気高地域の山宮集落や上原集落でも同様に梨園が雑木林となっている地域が増加しているとともに、支障木などが発生し、受け入れ先となる場所があれば森林整備をしたいというニーズがあることがわかりました。両集落の周辺地域では、会下集落と同様に雑木林が分布しており、資源循環林にゾーニングされています。

車道の近くは比較的林齢が若い森林で構成されており、竹林なども分布しています。

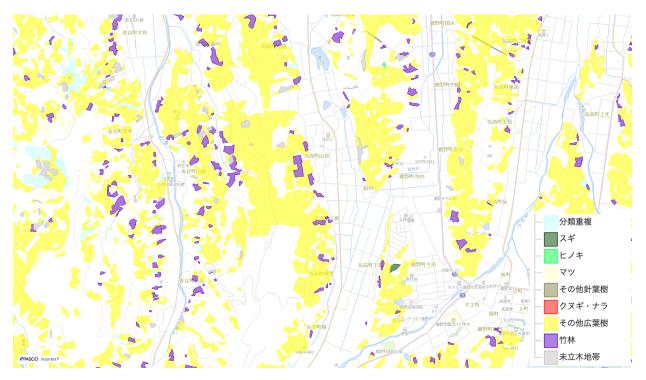


図 2-8 山宮集落及び上原集落近隣の森林(樹種別)

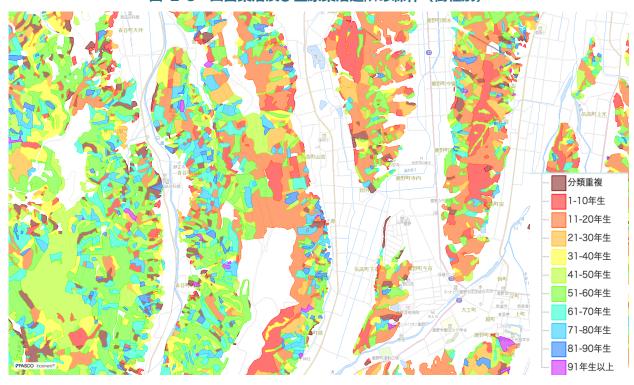


図 2-9 山宮集落及び上原集落近隣の森林(林齢別)

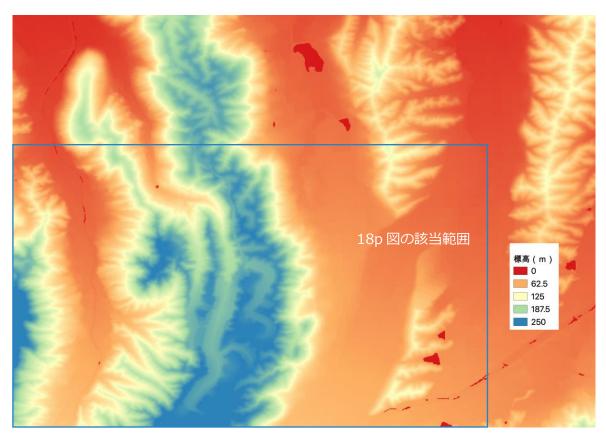


図 2-8 山宮集落及び上原集落近隣の森林の標高区分図

3) 原料受入システムについて

現在、気高地域での薪利用は住民自身で実施していますが、支障木の受け入れ先があると 共有林の整備がしやすくなる事がわかりました。その場合、支障木の伐採等は運営側で実施 する必要があります。また、共有林以外にも建築端材などがあることからこれを利用できな いかといった要望がありました。道の駅に導入された薪ボイラーは様々な原料を燃料とする ことができるため、ボイラー用とストーブ用の薪を区分して供給することができれば、こう した地域課題を解決できる可能性があります。

例えば、建築廃材の提供を受け、ストーブ燃料としての薪を対価として取引を実施すること等が考えられます。対価としての支払い量を検討するにあたっては、建築廃材がどの程度の熱量を持っているかなど、実証試験により明らかにしていく必要があります。

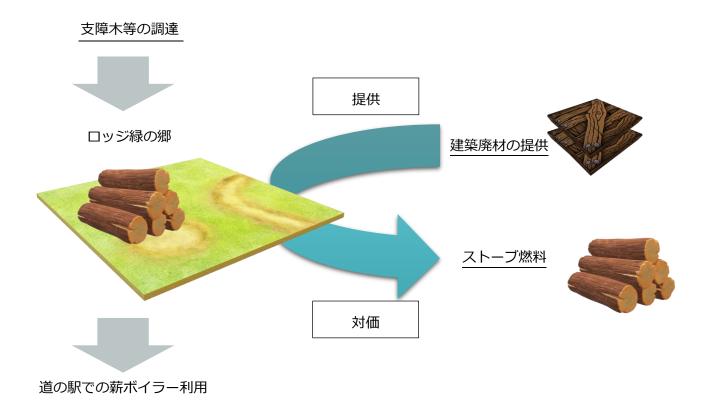


図 2-9 ロッジ緑の郷でのスキーム案

4) 薪市場の現況

鳥取市内で薪を販売している事業者の参考価格は、下記の通りです。

事業者①

樹種:コナラ

- 農業用コンテナ(L47cm; W32cm; H28) 薪で 900 円 (1 ㎡あたり 0.6 t としたとき、35 円/kg)
- ・ 軽トラ 30cm コンテナ薪 荷降ろし 15,000 円
- ・ 軽トラ 30cm 平積み原木 8,500円

事業者②

樹種: カシ・ナラ・クヌギ・ケヤキ 1 m 当たり 24,000 円 (40 円/kg)

樹種:広葉樹・果樹 1 m 当たり 17,000 円 (28 円/kg)

事業者③

樹種: ナラ・クヌギ・カシ 一束 450 円 (一束 7kg としたとき 64 円/kg)

樹種: ヒノキ・スギ 300円 (42円/kg)

事業者④

樹種:ナラ・カシ・クヌギ・ケヤキ・サクラ

- · 乾燥薪 64円/kg
- · 玉切り 40円/kg
- 原木 25円/kg
- · 薪割り機 1,000円/h

上記のとおり、薪を供給するためには、およそ 40 円/kg を下回る価格で供給することが不可欠となります。本事業で薪事業を展開できるかどうかの可能性を探るため、次項から薪製造コストの分析結果について報告します。

2.2.2 薪製造コスト~薪くべまでのコスト

現在、道の駅気楽里の薪ボイラーで消費している薪は智頭石油株式会社から購入していますが、今後は西いなば地域での薪製造・調達に切り替えていくことになります。そこで、一度実際に薪製造試験を行うことで、実施のイメージをつかむとともに、所要時間やコストを把握しました。

1) 実施日時

2019年10月23日(水)10:30~15:00

2) 参加者

実施者:因州しかの菌づくり研究所 新沼敬行

安全管理・記録等:鳥取市役所 保木本敦、井上隆

智頭石油㈱ 米井康史

日本森林技術協会、森のエネルギー研究所

3) 実施方法

試験の実施内容は下表の通りとし、各工程間の輸送についても距離・所要時間を調べました。計測結果より、各工程にかかる人件費(伐採・玉切り・薪割り・薪くべ・輸送)および燃料費(軽トラ・チェーンソー)を試算しました。

表 2-1 実施方法の概要

	実施場所	実施事項	計測内容
1	山林	伐採、玉切り、軽トラ積込み	所要時間、搬出量
2	ロッジ緑の郷	薪割り、軽トラ積込み	所要時間、製造量
3	道の駅気楽里	薪くべ、機器清掃	所要時間、薪くべ量



図 2-10 各工程の実施場所

本試験結果より算出するコスト・労働生産性が以後の検討において重要な指標となるため、今後実際に実施する予定の体制と可能な限り条件をそろえて実施しました。主な条件は下記の通りです。

- 従事者は原則新沼氏1名としました。将来的には人員の拡大が必要ですが、当面は新 沼氏1名での実施となるためです。ただし③道の駅での薪くべについては、比較的簡 易な作業内容であり今後新沼氏以外への依頼も検討していくため、試験においても市 役所職員が担当しました。
- 原木の調達においては、山林内で伐採から玉切りまでを行い、軽トラに積み込みを行うこととしました。作業道の開設には目途が立っていないため、山林内で持ち運べる 大きさまで小さく玉切りを行うこの方式が効率的と判断したためです。
- 薪割りは、地元の金物店より薪割り機をレンタルしました。
- 薪くべは、ボイラー1台分への詰め込みおよび、灰のかき出し、ろ過機の清掃までを 実施しました。

工程①・②・③それぞれの様子は、下図の通りです。



写真 2-2 各工程実施の様子

4) 試験結果

各工程の所要時間・伐採/製造/くべ量の結果を下記に示します。

表 2-2 各工程の所要時間

	所要時間	伐採/製造/くべ量
①山林	57分	原木3本伐採
地点①-②輸送	10分 (2.6km)	_
②ロッジ緑の郷	22分	263kg(生重量)
地点②-③輸送	10分 (3.7km)	_
③道の駅きらり	31分	100kg(乾燥重量)

5) コスト・労働生産性分析

下記に設定諸条件、実測データ、本試験製造分のコストならびに結果のまとめを示します。

表 2-3 設定諸条件

	我 2 3				
	設定諸条件				
	項目	数值	単位	備考	
	薪量・品質関係				
а	伐採時水分想定值	50%	WB		
b	乾燥後水分想定值	25%	WB		
С	生トン→m³換算係数	1.03	t/m³	文献値、ナラ	
d	乾燥後トン→㎡換算係数	0.7	t/m³	文献値、ナラ	
е	乾燥薪熱量	13.1	MJ/kg	文献值、広葉樹木部	
	人件費関係				
f	人件費単価	1500	円/時間		
g	一般管理費	10%	対人件費		
	燃料費関係				
h	ガソリン単価	140	円/L		
i	チェンソー燃料消費	0.4	L/m³	既存事例実績より(㎡は薪製造量)	
j	薪割り機燃料消費	1	L/m³	既存事例実績より(㎡は薪製造量)	
k	軽トラ燃料消費	17.82	km/L	スズキCARRYカタログ値×0.9	

表 2-4 試験実測データ

	項目	 数値	単位	備考	
	薪量・品質関係				
ı	試験製造量	263	kg (50%WB)		
m	上記m³換算	0.26	m³	I/1000/c	
n	乾燥後重量	175	kg (25%WB)	*(1-a)/(1-b)	
0	薪くべ量	100	kg (25%WB)		
	人件費関係				
р	伐採所要時間	0.95	時間		
q	薪割り所要時間	0.37	時間		
r	薪くべ所要時間	0.52	時間		
S	輸送所要時間	0.33	時間	山-ロッジ10分、ロッジ-道の駅10分	
	燃料費関係				
t	山-ロッジ距離	2.6	km		
u	ロッジ-道の駅距離	3.7	km		
٧	軽トラガソリン消費量	0.35	L	(t+u)/k	

表 2-5 薪製造試験結果のまとめ

	本試験製造量・くべ量のコスト				
	項目	数值	単位	備考	
	人件費関係				
ア	伐採人件費	1425	円	f*p	
1	薪割り人件費	550	円	f*q	
ウ	薪くべ人件費	775	円	f*r	
エ	輸送人件費	500	円	f*s	
オ	合計	3250	円	$sum(\mathcal{T}-\mathcal{I})$	
	燃料費関係				
カ	チェンソー燃料費	14	円	h*i*m	
+	薪割り機燃料費	36	円	h*j*m	
ク	軽トラ燃料費	49	円	h*v	
ケ	合 計	100	円	sum(カーク)	

	薪kg25%WB製造コスト			
	項目	数值	単位	備考
	人件費関係			
コ	伐採人件費	8.1	円/kg	ア/n
サ	薪割り人件費	3.1	円/kg	1/n
シ	薪くべ人件費	7.8	円/kg	ウ/o
ス	輸送人件費	2.9	円/kg	積載量263kgの場合。エ/n
セ	合計	21.9	円/kg	sum(コース)
ソ	一般管理費込み	24.1	円/kg	セ*(1+g)
	燃料費関係			
タ	チェンソー燃料費	0.1	円/kg	カ/n
チ	薪割り燃料費	0.2	円/kg	+/n
ツ	軽トラ燃料費	0.5	円/kg	ク/o
テ	合計	0.8	円/kg	sum(ターツ)

	薪kg25%WB労働生産性				
	項目	数值	単位	備考	
	労働生産性				
+	伐採・玉切り	185	kg/人・時間	n/p	
ナ	薪割り	478	kg/人・時間	n/q	
=	薪くべ	194	kg/人・時間	o/r	
ヌ	輸送	526	kg/人・時間	n/s	

以下、結果について特筆すべき事項について下記に記します。各文章末尾には上表中で対応する行(アルファベットないしカタカナ)を併記しました。

- 山林内で伐採・玉切りを行ったのは直径 20cm ほどのシイ 3 本でした。薪割り時に重量を計測したところ、合計 263kg でした。(I)
- この 263kg 分の原木を処理するのにかかった時間は、伐採 玉切りまでで 57 分、薪割りで 22 分でした。(p,q)
- 263kg の生木が 25%程度まで乾燥すると、その重量は 175kg 程度になります。本試算でのコストは、乾燥時点での重量取引を想定し、人件費(所要時間×単価)を 175kg で除算して算出しています。(n)
- 人件費は、昨年度協議会での議論内容を引き継ぎ、1500円/時間と設定しています。(f)
- コスト結果は、人件費分が 24.1 円/kg、燃料費分が 0.8 円/kg となりました。実際の薪販売単価(熱量販売単価)は、資本関連費等も積み上げて調整していく必要があります。(コーテ)
- 本コスト試算は、「薪製造に直接含まれないものの必要な作業」を含んでいません。例 えば伐採コストに関しては、下草刈りや施業地確保など付帯的な作業を新沼氏が負担し ていますが、こうした作業に係る人件費は見込んでいません。

6) 一般的な薪製造事業との比較考察

本試験から得られたデータに一部追加試算を行い、薪製造コストを一般的な薪製造事業と比較しました。なお、ここでは薪製造部分のコストに焦点を当て、薪くべ・輸送のコストは含めていません。設定条件は下記の通りです。

表 2-6 設定条件

	 比較対象とする薪事業モデル	西いなば薪事業の現状
新用途	業務用	業務用(将来的には家庭用も)
薪の性状	1m 薪、針葉樹	30~45cm 薪、広葉樹
薪の製造量 (近隣での需要量)	年間 300t 25%WB	年間 75t 25%WB
内容	 原木は近隣の林業従事者から6,000円/生tで、4mの長さで購入 薪製造コストには、上記4mの原木を玉切りし1mにする工程も含む。人件費は1,000円/日、製造効率は3.0㎡/人日とする 設備投資は600万円とし、うち1/2を補助金で賄うとする 	 原木は個人が搬出し、 玉切りまで施業地で完了 薪製造コストは、玉切りの 済んだ材を 2~4 分割するの み 設備投資は 600 万円とし、 うち 1/2 を補助金で賄うと する

以下、主な支出となる①原料調達費、②薪割り費、③資本関連費について、それぞれの 支出額と年間の薪生産量から求めた乾燥薪重量当たりのコストを比較します。また、両者 の差異についても併記しました。

①原料調達費

	一般的な薪事業	西いなば薪事業
乾燥薪重量あたりコスト	10円/kg 25%WB	9.7円/kg 25%WB
コスト内訳	原木購入費 6円/生kg →乾燥により10円/kg 25%WB	伐採・玉切り人件費 8.1円/kg 輸送人件費 1.4円/kg 軽トラ燃料費 0.2円/kg
差異の内容	・ 原木を供給する事業者は、 用材用途など様々な材の売上の 総合から、植林・下草刈りなど の森林管理コストや設備費用を捻 出している。こうしたコストは、 薄まってはいるものの上記の薪用 原木販売単価の中にも含まれてい る	 玉切りまで含まれているので、 見かけ上一般的な薪事業での 想定値よりも安く原料調達ができることになる ただし、左記にあるような森林管理コストや設備費用は含んでおらず、今後の検討が必要 短時間で行えるだけの伐採を計測したため、休憩時間等を含まないことから、数値としては過剰評価である可能性が高い

②薪割り費

	一般的な薪事業	西いなば薪事業
乾燥薪重量あたりコスト	7.4円/kg 25%WB	3.4円/kg 25%WB
コスト内訳	薪割り人件費 6.2円/kg 25%WB 消耗品費 1.2円/kg 25%WB	薪割り人件費 3.1円/kg 機械燃料費 0.3円/kg 25%WB
差異の内容	4mの原木を玉切りする工程に 人工がかかる試算根拠としている製造効率は、 既存事例の一日の生産量から求め た実績値であり、薪ラックの移動 や設備手入れの手間も含まれてい る	• 玉切りされた材を薪割り機で割っていく作業のみを計測対象としており、製造効率は非常によい数字となっている

③資本関連費

	一般的な薪事業	西いなば薪事業
乾燥薪重量あたりコスト	1.6/kg 25%WB	6.3円/kg 25%WB
コスト内訳	減価償却費 1.2円/kg 25%WB 平均固定資産税 0.1円/kg 25%WB 維持管理費 0.3円/kg 25%WB	減価償却費 4.8円/kg 25%WB 平均固定資産税 0.4円/kg 25%WB 維持管理費 1.1円/kg 25%WB
差異の内容	• 製造量に関わらず、必要な設備は概 乾燥薪重量あたりのコストを試算す モデルケースの方が、年間75tの西い	ると、年間300tを製造する

試算上は、原料調達費・薪割り費は既存事例実績から想定した一般的な薪事業よりも割安で、資本関連費については割高という結果になりました。ただし、この結果の評価には慎重な検討が必要です。当初の想定では、西いなば地域の場合、作業道整備のされていない山林で個人が搬出し、玉切り回数の多い短尺薪を製造するという構造上、一般的な事業と比較して原料調達費と薪割り費が割高になると考えられました。今回の試算で逆の結果が現れたのは、上記の各表で付記したように、本来試算に含むべきコストを十分に含み切れていないことが大きいと推測されます。現段階では薪製造事業が本格稼働していない為、試験的な薪製造を試算根拠としましたが、今後薪製造事業が本格的に動き出した時には、複数日・月にわたるデータ収集をもとに再試算を行うことが望ましいと言えます。

なお、資本関連費については、設備投資を行った分、できるだけ設備を稼働して製造量を 増やすことで、生産薪重量当たりのコストを抑えることができます。この点については、西 いなば地域は上述の通り製造量が少なく割高な状態(導入設備がポテンシャルを余す状態) であるため、今後の製造量拡大が望まれます。

2.3エネルギー需要の調査

2.3.1 薪ボイラー導入シミュレーションの方法

西いなば地域内エコシステムのビジョン実現には、薪の需要量拡大が重要な要素の一つとなります。下記の手順に基づき、近隣地域の有望施設への薪ボイラー導入シミュレーションを実施しました。

熱需要把握

調査票・現地調査・ヒアリング

<調査項目>

- ① 施設運営状況
 - 営業日時
- ② 既存ボイラ-仕様
 - ・ ボイラ-運転時間
 - 能力、効率
 - 燃料種類、価格、消費量
- ③ 源泉、上水温度
- ④ 利用者数
- ⑤ 湯交換の方法等

<時間当たりの熱需要把握>

- ① 総熱需要=化石燃料熱量
- ② ピーク需要のチェック

バイオマスボイラー 導入シミュレーション

<シミュレーション手順>

- ① 各種条件設定
 - 燃料価格、水分
 - 補助率 等
- ② 事業費算出
 - 既存事例実績値から概算
 - ・ 燃料種と出力規模から算出
- ③ ランニングコスト算出
 - 燃料調達費
 - 維持管理費 等
- ④ 燃料費の増減による経済性評価
- ⑤ 総合評価

2.3.2 エネルギー利用施設の概要

今回薪ボイラー導入を検討した施設の概要を、以下に示します。

表 2-7 施設の概要

	衣 2-/ 心政の似安
施設名	福部砂丘温泉ふれあい会館
営業時間 (定休日)	10:00-21:00
主な熱需要	温泉昇温・給湯・冷暖房
既存熱設備	灯油ボイラー・吸収式冷温水機
ボイラー運転時間	8:30-20:00
施設写真	機械室周辺 一

なお、福部砂丘温泉ふれあい会館には、温水プール「福部ほっとスイミングプール」が隣接しており、こちらも今後の薪ボイラー導入先として期待されます。ただし、同プールはガスボイラーの更新を行ったばかりであることから、今回の試算には含めていません。

2.3.3 薪ボイラー導入シミュレーション

1) 入手データと試算方針

以下、調査内で入手することができたデータを抜粋して示します。

入手データ (抜粋)

既存設備情報①	灯油ボイラー 733kW				
	吸収式冷凍機				
既存設備情報②	冷凍能力 241,920kcal/h				
	加熱能力 290,300kcal/h				
加方:小供·雷田小小	用途:温泉昇温・給湯・冷暖房				
既存設備運用状況 	運転時間:8:30~20:00				
月別利用者数データ	約 3300~6500 人/月				
月が利用有数テータ	年間 5 万人				
月別燃料消費量データ	下記参照				
浴槽容積データ(概算)、カランの数	男湯・女湯各 6×2×0.6m 程度 計 14.4 ㎡				
(万克) 日本 (南西) 日本	源泉温度 31℃程度、引き込みで 29℃程度				
源泉温度、需要温度	需要温度 41℃				



図 2-11 月別灯油使用量

利用者数については、google 検索にて表示される曜日別・時刻別訪問者数比率のデータを用いて、平日・土日の時刻別訪問者数を下記の通り推測しました。

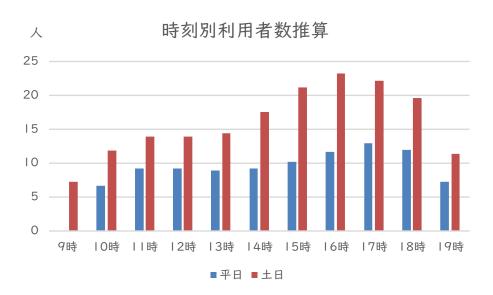


図 2-12 時刻別利用者数の推算

2) 熱需要試算

以上のデータを用いて、浴槽昇温・シャワー等温泉施設に関する熱需要を試算しました。 灯油の消費量データから、5月・11月の消費量(4,200~4,800L/月)が空調負荷を含まな い温泉部分のみの熱需要を示していると考えられます。

源泉温度は年間を通して大きくは変動しないため、温泉施設に関する熱需要も比較的安定 していると考えられます。ただし、シャワーについては利用者数の他、給水温度に応じて必 要な熱負荷が変動すると想定されるため、熱負荷は夏季・冬季の平日・土日に分けて分析し ました。以下に時刻別熱負荷パターンの試算結果を示します。

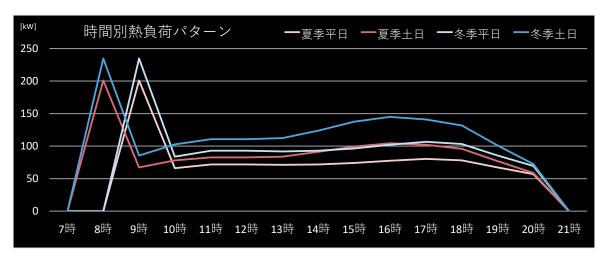


図 2-13 時刻別熱負荷パターン

浴槽が男湯・女湯各一つで、容量も小さいことから、立上げ負荷は一般的な温浴施設と比較して小さくなります。灯油の消費量から逆算して、保温や循環・シャワーの負荷が大きくなっていると推測されました。立上げ負荷は200~250kW、ベース負荷は75~150kW 程度という結果になりました。

3) 薪ボイラー事業性試算

上記の熱負荷パターンに対する薪ボイラーの導入シミュレーションを行い、125kW 程度の出力でベース負荷の大半を賄う方式が、最も費用対効果に優れていると推算されました。以下、125kW の薪ボイラーを導入した場合の事業性について、試算の設定条件と結果を示します。

	以 及未∏	
薪関連	薪ボイラー出力薪ボイラー効率薪水分薪熱量薪価格	125 kW 80% 25 %WB 13.9 MJ/kg 30 円/kg
既存ポイラー関連	灯油ボイラー効率 灯油熱量 灯油単価	80% 34.9 MJ/L 90 円/L
事業性試算関連	ボイラー補助率 建屋補助率 ボイラー減価償却年数 建屋減価償却年数 固定資産税 維持管理費 ばい煙測定費	50% 50% 15年 31年 1.4% 2%対事業費 100,000円/年

事業採算性試算 結果

	薪ボイラー供給量	374,961 kWh/年
	事業費(補助無)	34,936 千円
諸データ	事業費(補助有)	17,468 千円
	薪消費量	121,390 kg/年
	CO2排出削減量	120 t-CO2/年
	減価償却費	1,045 千円/年
	固定資産税(平均)	259 千円/年
+111	薪調達費	3,642 千円/年
支出	維持管理費	699 千円/年
	ばい煙測定費	100 千円/年
	費用合計	5,745 千円/年
JT 7	灯油削減量	48,347 L/年
収入	灯油削減額(収入)	4,351 千円/年
収支	年間収支	-1,394 千円/年
拟又	年間収支(資本関連費除く)	-89 千円/年

薪の価格としては、現在も西いなば地域としての製造体制は整備中であり未定の状態ですが、ここでは仮に30円/kgと設定しました。薪の価格設定は薪ボイラーの事業性に大きく影響するため、後段では薪の価格に応じた収支の変化について分析を行います。上表で整理した薪価格30円/kgの場合の事業収支は、補助率50%を加味しても年間約140万円の赤字という結果になりました。

バイオマスボイラーは、それ自体が何らかの収入をもたらすものではない為、その事業性評価においては既存燃料の削減費を収入として算入することが一般的です。今回は実績値に基づき灯油 90 円/L を代替対象としましたが、今後灯油価格が変動すれば事業性評価もまた異なる結果となります。以下では、灯油価格や薪価格の変動に応じた薪ボイラーの事業性変化を確認します。評価対象は、投資回収年数・年間収支・資本関連費を除いた年間収支としました。順に示します。

投資回収年数		薪価格 [円/kg]									
汉貝巴松-	十双	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38
	105	11	13	16	20	28	46	131	不可	不可	不可
	100	13	16	20	28	46	130	不可	不可	不可	不可
 灯油価格	95	16	20	28	46	129	不可	不可	不可	不可	不可
[円/L]	90	20	28	46	128	不可	不可	不可	不可	不可	不可
[[]/ []	85	28	46	127	不可	不可	不可	不可	不可	不可	不可
	80	46	126	不可	不可	不可	不可	不可	不可	不可	不可
	75	125	不可	不可	不可	不可	不可	不可	不可	不可	不可

表 2-8 薪・灯油価格に応じた投資回収年数の変化

===	2 0	**	- ALT	3-H-/JEE-	<i>ねー</i> ロ	└ '' +	<u>-</u> 左88:	ᄧᆂ	小 亦	ル
衣	2-9	苯厂 •	LK)出1Ш1	合ししか	いしん	と年間に	ᅜᆇ	ひを	16

年間収支[千円]			薪価格 [円/kg]									
一一时状义[[[]]	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	
	105	546	303	60	-183	-426	-668	-911	-1,154	-1,397	-1,640	
	100	304	61	-182	-425	-667	-910	-1,153	-1,396	-1,638	-1,881	
 灯油価格	95	62	-181	-424	-666	-909	-1,152	-1,395	-1,637	-1,880	-2,123	
[円/L]	90	-180	-422	-665	-908	-1,151	-1,394	-1,636	-1,879	-2,122	-2,365	
[[]/ []	85	-421	-664	-907	-1,150	-1,393	-1,635	-1,878	-2,121	-2,364	-2,606	
	80	-663	-906	-1,149	-1,392	-1,634	-1,877	-2,120	-2,363	-2,605	-2,848	
	75	-905	-1,148	-1,390	-1,633	-1,876	-2,119	-2,362	-2,604	-2,847	-3,090	

表 2-10 薪・灯油価格に応じた投資回収年数(資本関連費除く)の変化

年間収支[-	千円]		薪価格 [円/kg]								
(資本関連費	除く)	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38
	105	1,850	1,607	1,364	1,121	879	636	393	150	-93	-335
	100	1,608	1,365	1,122	880	637	394	151	-92	-334	-577
 灯油価格	95	1,366	1,123	881	638	395	152	-90	-333	-576	-819
[円/L]	90	1,124	882	639	396	153	-89	-332	-575	-818	-1,061
[[]/ []	85	883	640	397	154	-88	-331	-574	-817	-1,060	-1,302
	80	641	398	155	-87	-330	-573	-816	-1,058	-1,301	-1,544
	75	399	156	-86	-329	-572	-815	-1,057	-1,300	-1,543	-1,786

施設管理者目線で見て、薪ボイラー導入を前向きに考え得る条件としては、まずは灯油価 格が今後も現状レベル、あるいは現状より高騰してしまうこと、そして薪を 20 円/kg 程度 の価格水準で入手できることが必要と考えられます。灯油価格に関しては何らかの対策を講 じられるものではなく、今後はやはり薪価格の低下を検討していく取組みが求められると言 えます。

3.地域内エコシステムの実現に向けた考察

1) 薪事業の採算確保に向けて

西いなば地域で取組みを続けている薪事業は、そのコストについて未だ評価しきれていない部分は多いものの、現状のままでは採算確保が難しいと予測されます。今後さまざまな工夫とともに事業の PDCA サイクルを回していくことになりますが、大きく①作業道開設状況や設備、人員や組織などさまざまな面で森林施業の体制が整っていない事、②薪需要が少なくスケールメリットが創出できない事の2点が、採算確保上の大きな課題として残っていくと想定されます。当然これらの課題は解決していくべき事項ですが、そもそもこれらは地域に以前から存在していた課題群であり、薪事業はその解決策として検討されてきた事業であるとも言えます(いわゆる「鶏が先か卵が先か」)。そうした意味で、西いなば地域ではまずは今回の薪事業を少しずつ成長させることが優先であり、これらの課題は今すぐにではなく、長期的に解決していく方向を検討しています。

取り得る方向性①効率化や、仕入・人件費単価の削減によるコスト減



- ・原木調達の機械化・団体施業
- ・薪割りの作業効率上昇…など
- スケールメリットは現状出せず、 できることは限られている



- ・原木仕入単価の値下げ ・薪割り人件費単価の値下げ
- 地域内への支払いを切り詰めることは エコシステムの理念に沿うか?

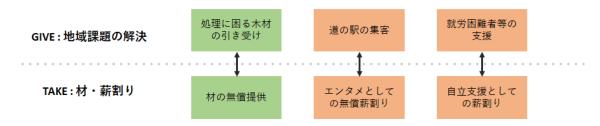
西いなば地域の薪事業は、地域の現状を踏まえて考えると、従来の経済システムと同じように燃料材を「買う」、薪づくり人員を「雇う」という方針では黒字化することが非常に難しい状況にあるとも言えます。そこで直近の方策としては、あえて貨幣以外の方法で価値を提供し、その対価として燃料材や労働を提供してもらう仕組みづくりを進めることが考えられます。

調査の中では、直接薪事業に関連しないように思われる事柄も含めて、様々な地域課題が明らかになりました。それは例えば造園由来の伐採木や風倒木の処理に困っているという声であったり、世代間交流の場が少ないこと・環境教育の実践の場が少ないことであったり、就労困難者の存在であったり、非常に多岐にわたるものです。こうした地域課題の中には、発想次第ではありますが薪を通して解決に貢献できる部分も少なからずあります。今後は、薪事業をこれら地域課題の解決策として提供し、その対価として薪という「モノ」・薪割り

という「コト」を受け取る仕組みの構築を進めていく方針です。これにより、採算評価上 「無償提供」された薪が増えていくため、薪事業の採算性向上を見込むことができます。

取り得る方向性②薪事業の非貨幣経済化

貴幣に限らない「等価交換」:地域課題の解決⇔自主的な材提供・薪割り



2) 互助組織の発展

西いなば地域では、昨年度から実施している地域内エコシステムの協議会が発足し、事業化に向けた交渉を実施し、予算措置を確保するために補助金を申請するなど、行政と地域住民の連携体制が構築され、互助組織が出来つつあります。

これを発展させ地域自立的な取り組みを促進させるには、河村らの研究結果¹によると、互助を形成・発展させるためには、7つの項目に分けられ、どの範囲をエリアとして設定するのか、住民情報をどのように得るのか、住民の居場所や活

表 3-1 互助を形成・発展させる要素

項目	要素
エリア	地域包括ケアシステムとしてのエリア設定 互助を確成するためのエリア設定
住民情報	住民のニーズ把握(行政・住民組織・社協) 地域住民による口コミによる情報更新 最新情報に基づく住民アセスメント 適切な機関への情報の橋渡し
住民の居場所	まちの居場所づくり ケア拠点と活動拠点の複合整備 食事・相談・安寧(他者の承認)の提供
担い手	活動主体の組織化 キーパーソンを含めた人材確保 財源確保のための収益事業・経済活動 活動主体への他者の承認の存在 訪れる者にとって魅力あるコンテンツ
住民組織との 連携	自治会、民生委員、PTA などとの連携 社協との連携
保健医療福祉機関との連携	介護事業所、医療機関との連携 地域包括支援センターとの連携
行政	活動体のバックアップ

動の場所となる拠点をどのように整備するのか、誰が互助活動を担っていくのか、既存の組織である住民組織とどのように連携するのかが重要となってくると述べられています。

西いなば地域では上記のうち、担い手やエリア、行政のバックアップが得られている状況ですが、今後地域住民のニーズを把握し、集落ごとの住民組織と連携を図りながら薪事業を発展させていくことが望ましいといえます。

_

¹ 河村文恵、地域包括ケアと互助の発展プロセスの視覚化に関する研究 地域包括ケアと互助の醸成に関する研究 その 1

2019 年度木材需要の創出・輸出力強化対策事業のうち「地域内エコシステム」構築事業

鳥取市西いなば 「地域内エコシステム」構築事業 調査報告書

令和2年3月

一般社団法人 日本森林技術協会

〒102-0085 東京都千代田区六番町7番地 TEL 03-3261-5281(代表) FAX 03-3261-3840 株式会社 森のエネルギー研究所

〒205-0001 東京都羽村市小作台 1-4-21KTD キョーワビル小作台 3F TEL 042-578-5130 FAX 042-578-5131