

令和4年度 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」推進事業

京都府南丹市
「地域内エコシステム」モデル構築事業のうち
事業実施計画の精度向上支援
報告書



令和5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

目次	3
1. 背景と目的	1
1.1 事業の背景	1
1.2 事業の目的	1
1.3 対象地域	3
1.3.1 対象地域の概要	3
1.3.2 地域における事業の位置づけ・目的	5
2. 事業実施内容	7
3. 事業実施項目	8
3.1 地域協議会の運営支援	8
3.1.1 協議会の運営	8
3.2 サプライチェーン	11
3.3 本年度の達成目標	12
3.3.1 川上から川下までの連携体制づくり	12
3.3.2 地域内ステークホルダーと地域内エコシステム構築目的の合意	12
3.3.3 調査方法の確立と実行	12
3.4 目標達成に向けた取り組み	13
3.4.1 川上から川下までの連携体制づくり	13
3.4.2 地域内ステークホルダーと地域内エコシステム構築目的の合意	28
3.4.3 調査方法の確立と実行	30
4. 総括	39

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（FIT）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」（地域の関係者連携のもと、熱利用又は熱電併給により、森林資源を地域内で持続的に活用する仕組み）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

「地域内エコシステム」モデル構築事業のうち事業実施計画の精度向上支援（以下、本事業という。）は、林野庁補助事業「令和 4 年度木材需要の創出・輸出力強化対策のうち「地域内エコシステム」構築事業」のひとつとして実施されました。

本事業は、「地域内エコシステム」の全国的な普及に向けて、既に F/S 調査（実現可能性調査）が行われた地域を対象として公募により選定し、選定地域における同システムの導入を目的として、地域の合意形成を図るための地域協議会の運営支援を行いました。また、協議会における検討事項や合意形成に資する情報提供、既存データの更新等に関する調査を行いました。

本報告書は、京都府南丹市「地域内エコシステム」モデル構築事業のうち事業実施計画の精度向上支援の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 1-1 「地域内エコシステム」構築のイメージ

1.3 対象地域

1.3.1 対象地域の概要

本事業では、地域内エコシステムモデル構築事業の採択地域である京都府南丹市を支援対象地域としました。

南丹市は、京都府のほぼ中央部に位置し、北は福井県と滋賀県、南は兵庫県と大阪府、西は綾部市、京丹波町、東は京都市、亀岡市に隣接する面積 616.40km²（京都府の 13.4%）のまちです。

地勢については、緑豊かな自然に恵まれた地域で、大半を丹波山地が占め、北部を由良川が、中・南部を淀川水系の桂川（大堰川）が流れ、その間にいくつかの山間盆地が形成され、南部は亀岡盆地につながっています。年平均気温は、13 度前後で、山陰内陸性気候となっています。

道路基盤は、北部に国道 162 号、南部に国道 9 号、国道 477 号、国道 372 号、京都縦貫自動車道が走っており、域内を走る各府道が国道へのアクセス道路となっています。また、鉄道は南東の京都市から北西にかけて J R 山陰本線が走っており、京都市などの通勤圏にあり、さらに J R 山陰本線京都・園部間の完全複線化も実施されました。



図 1-2 京都府南丹市の位置

南丹市では、総合振興計画において、各地域の産業、自然、歴史、文化資源やこれまでのまちづくりの蓄積を十分に活かした地域整備、市街地整備を図ることを目的として、自

然環境に配慮した適切な土地利用の誘導を図る「ゾーン」、地域活動の基盤となる「拠点」、さらにまちの骨格となる「交流軸」を位置づけ、以下のように将来のまちのすがたを示しています。

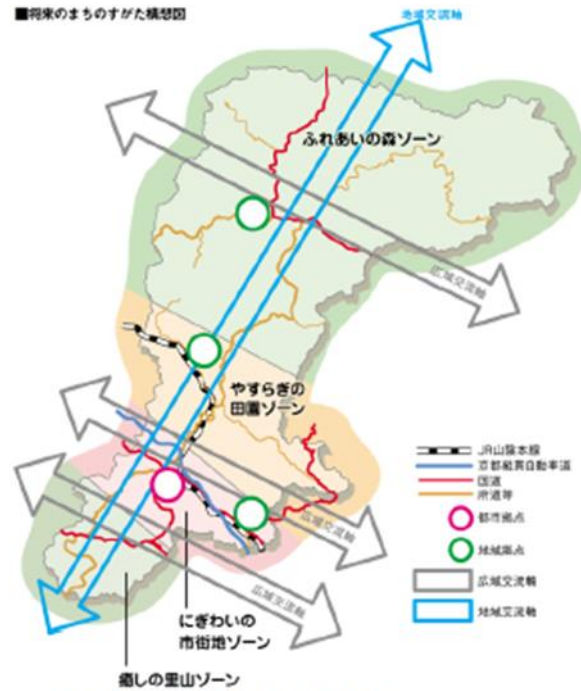


図 1-2 南丹市総合振興計画

図 1-3 南丹市総合振興計画における各ゾーン

南丹市では 2015 年にバイオマス産業都市に選定され家畜排せつ物や食品廃棄物については先進的な取組を推進してきました。また、森林面積は約 54,000ha と市の総面積の 88%を占めており、人工林はその約 4 割で、特に日吉、美山地域においては林業が基幹産業として位置づけられ、暮らしの営みの中で森林が守られて来ています。南丹市の林業経営体数は 620 経営体となっており、京都府全体（2,785 経営体）の 2 割超を占めています。そのなかでも美山地域には、南丹市全体の約半数の林業経営体が存在し、間伐等により森林の保続培養、森林生産力の増進を図っています。また、美山地域には天然林が生育する芦生の森（京都大学芦生研究林）があり、そこでは、多様な生態系が形成されており、森林域における教育・研究のために多くの学生・研究者に利用されており、地域における環境学習のフィールドとしても活用されています。

1.3.2 地域における事業の位置づけ・目的

(1) 事業の位置付け

市域の約 88%を森林が占めている南丹市では、林業も盛んに行われていますが、製材工場残材や林地残材の多くが未活用のままとなっています。

その中で、美山の山間地域では、自治体単位よりもっと小規模な集落、共同体単位でのバイオマスの利活用及びエネルギー確保の取り組みを行っています。これは、自らの生活圏に存在するバイオマス資源を生活の一部に取り組みものであり、森から薪を調達し熱源として暖房、調理、湯沸かしに活用しており、川上から川中の仕組みができていますが、川下までの流通の仕組みや経済合理性に基づく合意形成について、これから取り組む必要があります。

本事業では、美山地域内において、今まで活用されてこなかった林地残材や製材残滓を効率よく活用するエコシステムを構築し、地域一体となった取り組みにより、「高密度路網の小規模林業木工経営による林地残材・製材残滓を活用した地域内経済及びエネルギー循環モデルの構築」を実現することを目的としました。

(2) 本年度の目標

1. 川上から川下までの連携体制づくり
2. 地域内ステークホルダーと地域内エコシステム構築目的の合意
3. 調査方法の確立と実行

現在、一般社団法人 美山森林保全協議会では、上記の「高密度路網の小規模林業木工経営による林地残材・製材残滓を活用した地域内経済及びエネルギー循環モデルの構築」に取り組んでおり、本年度の目標に掲げた3点を達成することで、美山地域内への薪ボイラー等の導入を実現すること、更に南丹市としての取り組みへ広げられることを目指します。

「高密度路網の小規模林業木工経営による林地残材・製材残滓を活用した地域内経済及びエネルギー循環モデル」を構築するため、既に、高密度路網による林業、地域内における製材、伝統建築の三つの取り組みを行っています。今回、これらに、林地残材や製材残

滓を燃料としたエネルギー循環を新たに加えることを目指します。上記の三つの取り組みの概要を以下に示します。

・ 高密度路網による林業

四万十式作業道による高密度路網をつくることで、間伐材の全量搬出、再生林の作業性向上、林業以外の山の多面的利用などが可能になります。

・ 地域内における製材

地域で出材した原木を地域内で製材することで、運搬コストの軽減、後述する伝統建築に適した建材の生産が可能になります。

・ 伝統建築

長尺の構造材のほか床材など地域の木を適所適材で使用することで、伝統建築を残し、人や知識と経験を引き継ぐことが可能になります。また、今後、伐期を迎える大径木の利用先の一つになります。

これらに、林地残材や製材時の端材・残滓などを燃料とした薪ボイラーを地域内に導入することで、地域内でのエネルギー循環モデル及び地域内経済の循環モデルを作り、加えることを目指します。今回の地域内エコシステムでは、このモデルを作るため、達成すべき目標を掲げて、取り組むこととしました。

「高密度路網の小規模林業木工経営による林地残材・製材残滓を活用した地域内経済及びエネルギー循環モデル」の構築に向けて

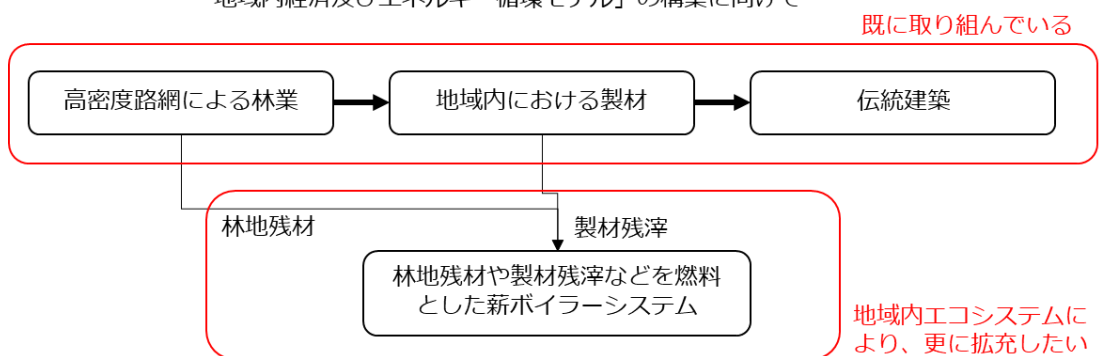


図 1-4 今回の地域内エコシステムの位置づけ

2. 事業実施内容

本事業の実施内容は、以下に示す項目について、京都府南丹市の「地域内エコシステム」の構築に向けて、地域協議会の運営支援（事業計画策定に関する調査や地域の合意形成に資する情報提供、指導・助言を含む）等を行いました。

- (1) 地域協議会の運営支援
- (2) サプライチェーン
- (3) 本年度の達成目標
- (4) 目標達成に向けた取り組み

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。

3. 事業実施項目

3.1 地域協議会の運営支援

3.1.1 協議会の運営

地域が主体となって、事業計画を策定また持続的な事業創出を目指していくため、「地域づくり・人づくり」に重点を置いて、地域また近隣地域の関係者で構成される協議会を支援しました。




協議会のメンバーは、表 3-1 のとおりです。

表 3-1 地域協議会のメンバー

▼事業を実施する主となるメンバーと支援するメンバー

組織名称（個人名でも可）	主または支援	役割（担当）	備考
一般社団法人美山森林保全協議会	主	川上/燃料用材の供給 川中/燃料製造（薪）、販売 川下/製材乾燥装置運営	高密度路網の整備、燃料製造、製材乾燥機装置設置と運用 地域関係者の取りまとめ
南丹市農林商工部商工課/ 農林商工部農山村振興課	主	サポート・コーディネーター	美山モデルから生まれる価値普及 バイオマス産業都市構想との連携
南丹市市民部環境課	主	申請サポート・普及啓発	調査協力、バイオマス産業都市構想との連携
鶴ヶ岡振興会	支援	オブザーバー	地域内住民の代表者、プロジェクトへの助言・アドバイザー
A農家	主	川下/エネルギー利用施設	新規に農業用ハウスへの導入検討中
NPO美山里山舎	主	川下/エネルギー利用施設	森の鍼灸院の運営
明治国際医療大学	支援	オブザーバー	森の鍼灸院の監修・アドバイザー
B施設	主	川下/エネルギー利用施設	施設への木質バイオマス設備導入検討
C施設	主	川下/エネルギー利用施設	施設への木質バイオマス設備導入検討
株式会社リコー	支援	申請サポート	エネルギー循環モデルの価値検証

協議会及び視察等を、コロナウイルス感染症対策を行いながら、計7回開催しました。

<p>【第1回関係者協議会】 開催日：令和4年7月15日（WEBによる開催） 議 題： ・申請内容の確認等 ・進め方の協議</p>	
<p>【第2回関係者協議会】 開催日：令和4年8月2日（対面による第1回協議会開催） 場 所：旧鶴ヶ岡小学校 会議室 議 題： ・自己紹介 ・「地域内エコシステム」モデル構築事業の説明 ・今後の進め方 ・情報提供（川上～川下の他地域の事例紹介など）</p>	
<p>【第3回関係者協議会】 開催日：令和4年9月2日（WEBによる開催） 議 題： ・薪ボイラーサミット、視察先の協議 ・川下の調査について</p>	
<p>【バイオマスアグリゲーション/滋賀県長浜市などへの視察】 開催日：令和4年11月1日（対面による開催） 場 所：同社、久木様宅、キテハ、健康パークあざい 議 題： ・情報交換 ・個人宅薪ボイラーシステム、チップボイラーの視察</p>	
<p>【第4回関係者協議会】 開催日：令和4年10月11日（対面による第2回協議会開催） 場 所：旧鶴ヶ岡小学校 会議室 議 題： ・川上、川下の調査報告 ・まとめ方についての協議</p>	
<p>【第5回関係者協議会】 開催日：令和4年12月9日（WEBによる開催） 議 題： ・次回協議会の協議内容の検討 ・補助金情報の共有など</p>	

【第6回関係者協議会】

開催日：令和5年1月17日（対面による第3回協議会開催）

場 所：南丹市八木支所 1階 会議室

議 題：

- ・川中の情報提供と現状の把握
- ・これまでの対面による協議会内容、視察内容の報告
- ・自由発言など



3.2 サプライチェーン

サプライチェーンの川上及び川中を担う一般社団法人美山森林保全協議会は、小規模木質資源フル活用のモデルを全国で展開したい林業従事者と伝統建築に従事する大工を中心に組成した団体です。小規模木質資源フル活用のモデルでは主に以下を実行しています。

- 高密度路網の整備
- 薪の生産・販売体制の構築
- 小規模製材による多種多様な製品の生産による木材価値の向上
- 木材のデータベース化と用材販売網の確立

同協議会では、薪の原料として製材端材（約 500m³/年）、林地残材（約 100m³/年）を考えており、これらを川下側の熱需要へ繋ぐ体制の構築を目指しています。

また、川下側の NPO 美山里山舎は、既に民間事業者を導入しやすい適正価格の薪ボイラーを取り扱っており、南丹市美山地区において、川下側の熱需要の調査方法を確立することで、薪ボイラー等の導入を進めたいと考えています。

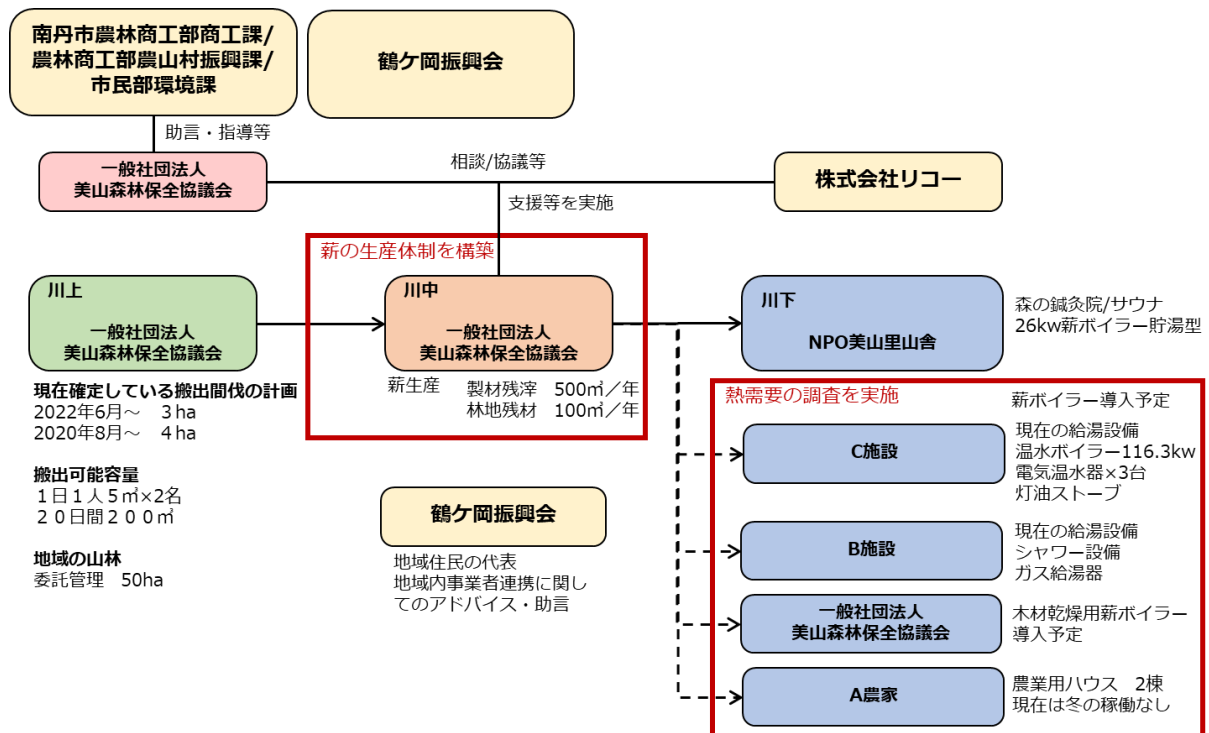


図 3-1 本事業で想定しているサプライチェーン

3.3 本年度の達成目標

3.3.1 川上から川下までの連携体制づくり

川上側の林業事業体である、一般社団法人美山森林保全協議会の事業概要や素材生産などについて、ヒアリングを行います。同協議会はサプライチェーンの中では川中側も担っているため、製材や薪製造についても、現状をヒアリングし、協議会で共有します。

川中側については、薪の製造や乾燥・配送方法などの事例や費用試算の一例を提示することで、川中側と川下側の両方で検討すべき事項などを提起します。

また、個人宅に導入した薪ボイラーシステムを視察することで、川下側の工事や運用に役立つ情報交換や情報収集を行います。

3.3.2 地域内ステークホルダーと地域内エコシステム構築目的の合意

南丹市美山地域における本事業のステークホルダーの方々に、地域協議会のメンバーとして、参集頂き、協議会などの場で、本事業の取り組みや進め方などを説明します。協議会では、関連する技術や知見、ヒアリングや調査による結果、視察先で得られた情報などを共有して、本事業が目指す方向や課題などについて協議を行います。その上で、南丹市の関係部署にも参集して頂き、美山地域における今回の本事業の取り組みを、南丹市としての取り組みへ上げられるように意見交換や協議を行い、南丹市としての地域内エコシステムの構築に向けた合意形成を図ります。

3.3.3 調査方法の確立と実行

川下側の熱需要の調査を行います。川下側の候補として、地域協議会メンバーに B 施設や C 施設などの民間事業者への調査を行います。また、一般社団法人美山森林保全協議会の木材乾燥、A 農家のきこハウスなどの熱需要も調査します。

薪ボイラーについては、NPO 法人美山里山舎が取り扱っているため、これを前提として検討を行い、早期に鶴ヶ岡地区において、薪ボイラーシステムの導入を目指します。

なお、本報告書内の川下側の民間事業者については、公開版報告書では各々の事業者名は伏せることとします。

3.4 目標達成に向けた取り組み

3.4.1 川上から川下までの連携体制づくり

(1) 川上に関するヒアリング調査結果

本事業で川上側を担当する一般社団法人 美山森林保全協議会に対して、現在の事業や組織の概要、素材生産量について、ヒアリングしました。結果を以下にまとめます。

1. 組織概要

表 3-2 組織の概要

組織名称	一般社団法人 美山森林保全協議会 (2021年9月9日登記)		
所在地	〒601-0765 京都府南丹市美山町福居荒堀17		
代表者名	下仲修平 (代表理事)		
社員総数	7名	うち現場作業員数	7名
1作業班の人数	3~4名		

◆7名の内訳：

A)下仲氏、B)元・森林組合作業員（70歳代）、C)元・建築作業員（60歳代）
D)（20歳代）、E)（40歳代）、F)（50歳代）、G)（50歳代）

◆作業内容と構成人数：

常時現場で働いているのはA)～C)の3名（基本形として、チェーンソー、グラブ
ル、ハーベスタをそれぞれが担当。伐倒作業は必要に応じて複数で実施）。D)、E)が必要
に応じて週に数回程度、手伝いに入る。G)は運搬専門で、山土場にある程度材がたまった
時のみ。

◆今後の人員：

将来的にもメンバー数は無理に増やすつもりはない。当面は現在の1作業班体制でやって
いく予定。林業専門の人材を増やすのではなく、現在のように地域内が様々な生業を兼業
しながら、その一つとして小規模林業（木材利用）を進める形を目指している。

◆その他：

上記の7名以外に、作業道づくりの際に、講師を兼ねて専門家がたまに現場に入る。

2. 事業概要

表 3-3 事業の概要

主伐	面積: 1 ha、搬出量:300m ³	搬出間伐	面積:14ha、搬出量:840m ³
切捨間伐	なし	路網作設	3,500m (9ha) +1,200m (5ha)
下刈り	なし	除間伐	なし
植栽	なし	製材	なし (将来的に実施する予定)
薪製造	なし (来年から実施する予定)	チップ製造	なし

※上記は本年度の数値。

◆森林経営計画と今後の施業方針

・「区域計画」は対象面積 30ha 以上が必要だが、一定の区域内であれば飛び地でもよい。協議会ではまだ森林経営計画の策定実績はないが、来年度以降、こちらのタイプを中心に経営計画の策定・施業（搬出間伐）を進めたい。重点地域と考えている地元の福居地区だけでも数百 ha 規模の人工林があり、下仲家の所有林だけでも同地区に 30ha ほどあるので、十分に可能と考える。

・来年度以降の施業地としては福居地区（協議会の地元）を中心に考えている。地区の山主に働きかけて協議会が主体となって経営計画（区域計画）を策定したい。

・来年度以降は 1 年に 1 団地（計画面積 20ha、施業面積 10ha 程度）くらいのペースで施業（搬出間伐）を実施していきたい。

・最低でも 50 m³/ha は出るので、10ha/年の施業で 500 m³/年の材（A～C 材合計）を搬出できる。

・今年の実績では、3～9 月だけで 650 m³搬出しており（皆伐を含む 3 つの現場の合計）、本年度は合計で 1,000 m³/年（皆伐 1ha+搬出間伐 14ha）を越える見込み。

◆四万十式作業道について

・四万十式作業道の開設に際しては、傾斜はあまり関係なく、土質が重要。この方式に適した土質であれば、急傾斜地でもくずれない道が開設できる。福居地区の現場でも何度も集中豪雨があったが、まったく崩れていない。

・基本は 5t（バケット容量 0.2 m³）クラスのバックホーを使う。自伐型林業で一般的に使われる 3t バックホーではバケットのアームが短く、低い位置の床付けが十分できないケースが多く、自重が軽すぎて天地返しした土を転圧するにも弱い。

・作業道は、平均で 40～50m/日・人は開設できる。スイッチバック部分をつくるのには技術・経験が必要で、直線の作業道部分よりも時間がかかる（この部分を開設する時は 20～30m/日くらい）。



図 3-2 四万十式作業道

◆製材

・美山町は雪が深くて冬場は山作業ができないので、特に冬場の仕事として行う。当面は(株)美山里山舎の簡易製材機（ウッドマイザー）を借りる予定。

・今は生産した材（丸太）のほとんどは市場に出荷している。この場合、現金回収が早いというメリットがある反面、持ち込み運賃、販売手数料、はい積手数料などがかかる。自家製材した場合、それらのコストが浮く上に、付加価値とした製品として販売できれば、山主に（丸太代金として）戻せるお金も増える。

・1,000 m³/年の素材生産量のうち、現在の設備や体制だと自家製材できるのはせいぜい 50 m³/年程度。これに対して、エコシステム事業で検討している薪ボイラーを使った木材乾燥施設を（美山里山舎に）導入できれば、製材の幅や販路も広がると期待している。



図 3-3 ウッドマイザーと製材品

◆薪製造

・薪製造の原料としては、上記の製材で発生する端材及び林地残材（タンコロ、末木等）を想定している。

3. 素材生産

3-1. 樹種別の伐採面積・搬出材積等の実績(本年度見込み) 及び将来予測(5年後程度)

◆皆伐

表 3-4 皆伐に関する伐採面積と搬出材積など

伐採面積 (ha/年)		伐採率 (%)	搬出材積 (m ³ /年)	主な林齢 (年生)	主な施業地	備考
スギ	0.8	100	240	60年生以上	個人宅の裏山等	3現場の合計
ヒノキ	0.2	100	60	60年生以上	個人宅の裏山等	同上
合計	1.0	-	300	-	-	-

- ・将来予測：現状維持。スポットで要請があれば実施する程度。特に計画はない。
- ・一般的な人工林での皆伐は実施していない。個人や神社の裏山等（せいぜい数反単位）で、人づてで伐採の要請があれば実施する形。繁茂して鬱陶しい、倒れて家を壊す恐れがある等の理由からの依頼が多い。今後もこの分野に特に注力する予定はない。
- ・伐採した材は買い取る。作業料は事前に見積書を作成して決定するが、買い取る材の価格は後精算（市場価格をもとに伐採後にm³単価を決定する）。
- ・将来四万十式作業道を開設した森林で小規模な皆伐・再造林を受託する可能性はある。

◆搬出間伐

表 3-5 搬出間伐に関する伐採面積と搬出材積など

伐採面積 (ha/年)		伐採率 (%)	搬出材積 (m ³ /年)	主な林齢 (年生)	主な施業地	備考
スギ	8	約30	500	60年生以上	福居地区、他	面積・材積は6割で按分
ヒノキ	6	約30	340	40～50年生	福居地区、他	面積・材積は4割で按分
合計	14	-	840	-	-	-

- ・現場は南丹市（福居地区）と京丹波町の2箇所。合計で面積は約14ha、搬出量840m³。スギとヒノキの比率は6：4程度なので、上記表ではその比率で面積と搬出量を按分している。
- ・将来予測：1,000～1,500 m³/年。無理に施業面積や素材生産量を増やす予定はない。
- ・今後も地元である福居地区(南丹市)を中心に森林経営計画を策定しながら進める予定。
- ・森林組合からの下請仕事は受注していない。今後もその予定はない。
- ・大規模森林所有者からの伐採・搬出仕事は受注しているが、将来的には自ら経営計画を策定した施業を主としていく方針。
- ・切捨間伐、広葉樹伐採は現在実施しておらず、将来的にもその分野で事業展開することは想定していない。

・協議会の主たる施業地である南丹市美山町はそもそも伐採の対象となる広葉樹（二次性天然林）が少ない。

3-2. 素材生産量の多い現場（本年度）

- ・素材生産量の多い順に、南丹市美山町、京丹波町、亀岡市。
- ・基本的には美山町内（特に地元の福居地区）の森林整備（自ら森林経営計画を立てて集約化して）を中心に実施していく方針。現在の機械や人員体制ならその範囲だけでも十分にやっていける。
- ・それ以外の施業は、主に民間の森林所有者からの請負や、個人宅裏の小規模皆伐などのスポット仕事であるため、毎年どこで実施するかは分からない。

3-3. 搬出材の用途別（A～C材、D材）の内訳、出荷先等

表 3-6 搬出材（針葉樹）の用途別内訳など

用途	伐採類型	現状（※1）	将来予測（※2）	発生率・集荷先
A材(柱/梁/桁)	皆伐	110m ³ /年	150m ³ /年	・発生率：伐採量の約10%。間伐（劣勢間伐）が中心の施業のため、A材は少ない。 ・出荷先：原木市場（北桑木材センター、八木原木市場）
B材(合板/ベニヤ/集成材)	間伐	800m ³ /年	1,000m ³ /年	・発生率：伐採量の約70%。基本的に劣勢間伐のためB材比率が高い。 ・出荷先：市場経由で大手合板工場に販売されるケースが多い。量がまとまらないため直送はしていない。
C材（製紙用・燃料用）	間伐	230m ³ /年	300m ³ /年	・発生率：伐採量の約70%。基本的に劣勢間伐のためB材比率が高い。 ・出荷先：市場経由で大手合板工場に販売されるケースが多い。量がまとまらないため直送はしていない。
合計		1,140m ³ /年	約1,500m ³ /年	

（※1）現状出荷量は本年度の全体見込み 1,140 m³/年に、タイプ別の大雑把な発生率を乗じて算出。

（※2）将来（5年後くらい）出荷量の見込みは、全体を 1,500 m³/年（毎年漸増）と仮定した上で、同比率で按分。

- ・広葉樹はなし。
- ・D材≡林地残材について：上記以外に、現時点では搬出していない林地残材がある。枝条（バーベスタで払った枝や幹の最先端部分）の回収は考えていないが、根元部（タンコ口）や末木（径の細い末の2～3m程度部分）が現状で 100 m³/年程度は発生している。これを回収して薪用材として活用したい。



図 3-4 林地残材など

4. 使用機器（主にリース）

※各機械の能力、仕様はヒアリングに加えてメーカーカタログも参照して記入。

伐木設備	<p>チェンソー：5台</p> <ul style="list-style-type: none"> ・バー長45～50cm、ハスクとスチールが主 （ハーベスタ：1台…直径30cmくらいまで伐採可能。主に造材用に使用） 	-
集材設備	<p>グラップル：3台</p> <p><グラップル①></p> <ul style="list-style-type: none"> ・ベースマシン：KX-57（クボタ製） …バケット容量0.20m³、質量約5.7t ・グラップル：BHS10MM-3（南星機械製） ・ウィンチ：詳細仕様不明（松本システムエンジニアリング製） ・主に林地内でハーベスタとセットで使用 <p><グラップル②></p> <ul style="list-style-type: none"> ・ベースマシン：U-55（クボタ製） …バケット容量0.15m³、質量約5.5t ・グラップル：詳細仕様不明（松本システムエンジニアリング製） ・主に山土場でフォワーダーからの荷卸、はい積、トラックへの荷積に使用 <p><グラップル③（ユンボ）></p> <ul style="list-style-type: none"> ・ベースマシン：U-55（クボタ製）…バケット容量0.15m³、質量約5.5t or X57（クボタ製）…バケット容量0.20m³、質量約5.7t ・グラップル：なし ⇒バケット装着…容量0.15m³ or 0.20m³ ・作業道づくり専用で使用 ・四万十式作業道では、最大掘削高が5m以上ある5tクラスのユンボが重要。 ・自伐型林業でよく使われている3tクラスでは、深い部分の床付けができず、填圧するにも重量が不十分（小関氏コメント）。 	  <p>-</p>
造材設備	<p>ハーベスタ：1台</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ベースマシン：ZX55UR-3（日立建機製） …バケット容量0.2m³、質量5.5t ・ハーベスタ：Arbro400S（AFMForest製） …送材可能径40～300mm、質量280kg ・造材用がメインだが、小径木の伐採にも使用している。 	
搬出設備	<p>フォワーダー：1台</p> <ul style="list-style-type: none"> ・BY460S（筑水キャニコム製） ・横積式、ウィンチ無（クレーン無） ・最大積載量3～4t （※メーカーカタログでは3.18t） ・大型の林内作業車のイメージの機械 	
搬送設備	<p>トラック：1台</p> <ul style="list-style-type: none"> ・最大積載量3t ・他にスポットで運搬業者に8tトラックでの運材を委託するケースあり。 	-

図 3-5 使用機器一覧

5. 主たる作業システム

・ 搬出間伐

伐採	集材	造材	運材 (※)	生産性 m ³ /人・日	生産費 円/m ³
チェーンソー ハーベスタ	グラップル	ハーベスタ	フォワーダ	5~8	—

※「運材」は作業道端から、トラック（4 t 以上）が入れる山土場までの運搬をさします。

・皆伐を行うのは屋敷裏等の小規模（数反程度）皆伐のみ。その場合基本的には作業道は入れない。

図 3-6 作業システム

・ 主たる集材方法：全木集材

・ 平均的な路網密度：200~300m/ha、平均的な道幅 2.3~2.5m、平均的な傾斜：30~40 度

・ ハーベスタは直径 30cm くらいまでの伐採に使える。（伐採のメインはチェーンソー）

・ 生産性は厳密に計算したことはない。ざっくりとしたイメージで言うと、
間伐で 5 m³/人・日(最低の目標値でもある)、条件の良い皆伐等で 8 m³/人・日くらい。

(2) 川中に関する情報提供

第 4 回協議会において、協議しました川中（薪製造と薪配送）について、記載します。

協議で提供した資料を以下に添付します。

川中について
検討が必要な項目など

- ① 薪の製造：薪割り機・フォークリフト・人員の有無、薪の乾燥、場所、薪の長さ等
 - ② 薪の乾燥・配送：薪の配送方法・頻度、車両・人員の有無、薪ラック等の用意
- + 川下での薪の保管場所の広さ、薪の移動などの考慮も必要。



図 3-7 川中における検討項目など

今回、川中では、薪の製造と薪の乾燥・配送が必要になります。また、川下で薪を使用する場所の状況も把握して、適した方法の検討が必要になると考えます。

以下に、薪の製造ラインの一例として、西目屋村での薪製造ラインを紹介します。また、全国で採用されている薪の乾燥や配送方法の事例紹介の資料を添付します。

① 薪の製造について 事例紹介

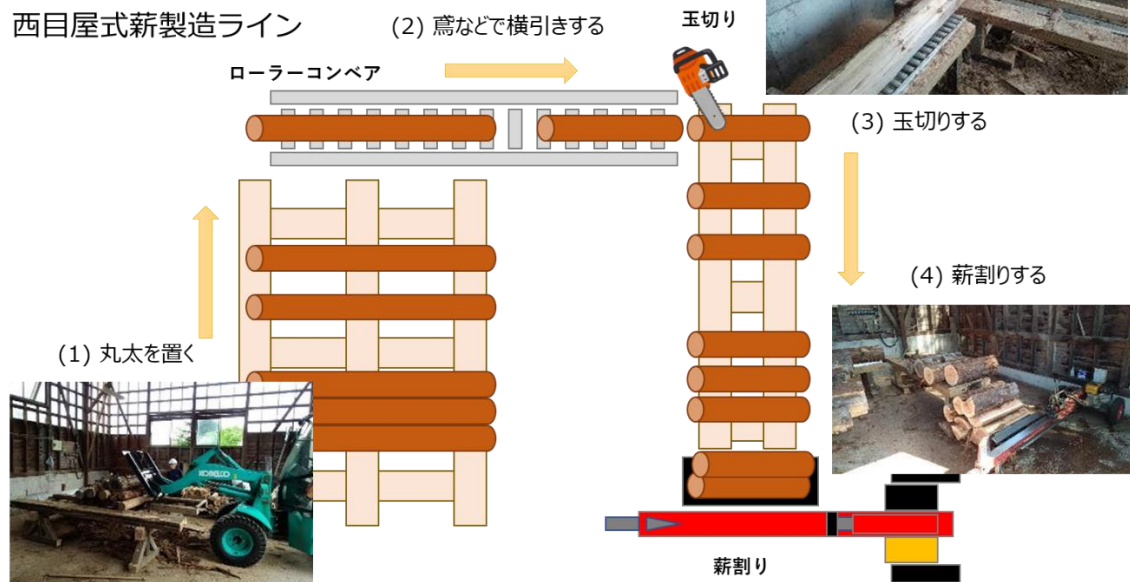


図 3-8 薪の製造ラインの一例

② 薪の乾燥・配送について
事例紹介



図 3-9 薪の乾燥・配送の事例紹介

以上の事例を参考にして、川中のシステムを検討します。また、川下の薪ボイラー等を設置する施設において、薪の保管場所、薪ボイラー等までの薪の移動方法なども検討した上で、以下のような南丹市の仕組みを作り上げる必要があると考えます。これらを積み上げて、およその薪の価格を決める必要があると思います。これらは、来年度以降の検討になります。

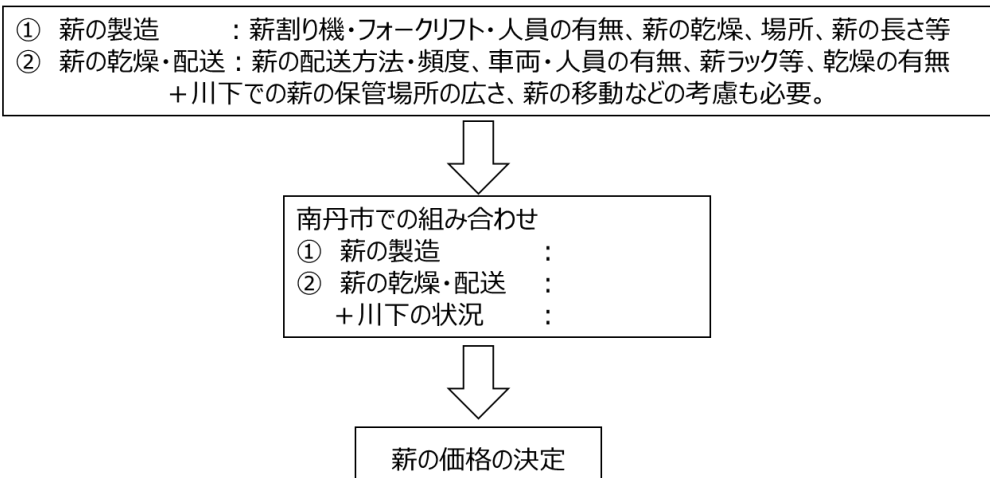


図 3-10 薪価格決定時の検討項目

以下に、薪の製造コストに関する試算例を示します（以下の数値は想定なので、南丹市の実績や現状に即した数値が必要になります）。

1m³あたり、原木代 8,000 円、加工賃 4,000 円（10,000 円/人日×2 人、5m³の薪を製造すると想定）、運賃 1,500 円（1 時間あたりトラック 1,500 円+人件費 1,500 円=3,000 円で 2m³を配送すると想定）、諸経費 500 円（チェーンソー消耗品、燃料代等）とすると、合計 14,000 円/m³となります。水分 25%（WB）乾燥時の薪の比重 0.43 とすると、14,000 円/m³÷0.43=32,560 円/t となります。

表 3-7 年間薪必要量とボイラー出力（ピーク時）の推定のまとめ

	B施設	C施設	木材乾燥	A農家	合計
年間薪必要量 (想定)	約 10トン	約 10トン	約 13トン	約 44トン	約 77トン
出力 (ピーク時)	約 22 kW	－ 想定が難しい	約 9 kW	約 38 kW	－
備考		仮定が多い。 精査が必要。			

薪製造の玉切りには、川上で使用しているハーベスタを使用する予定です。通常、林業機械で造材設備として玉切りに用いられますが、これを薪の玉切りにも活用します。これにより、チェーンソーによる玉切り作業を省くことができ、生産性を向上させて、薪の製造コストを抑えることが期待できます。

ここでは、使用する薪の長さが短い場合、ハーベスタで掴めないことも考えられます。上記については、薪ボイラーとハーベスタの現状などについての確認が必要と考えます。

また、本事業の申請者である一般社団法人美山森林保全協議会では、小規模木質資源のフル活用モデルを全国で展開していくことを推進しており、高密度路網による林業だけでなく、小規模製材による多種多様な製品の生産を行っています。薪の原料は、林地残材だけでなく、製材残滓のフル活用を念頭に置いており、製材残滓からの薪製造や配送方法の確立も目指します。

(3) 薪製造方法の検討内容（川下における小型ボイラー導入事例の視察）

協議会の主要メンバーより、個人宅のような小規模で、薪ボイラーと蓄熱タンクを設置し、運用している事例を視察し、情報交換を行いたい旨の申し入れがあり、今回、滋賀県長浜市のバイオマスアグリゲーションを視察先としました。

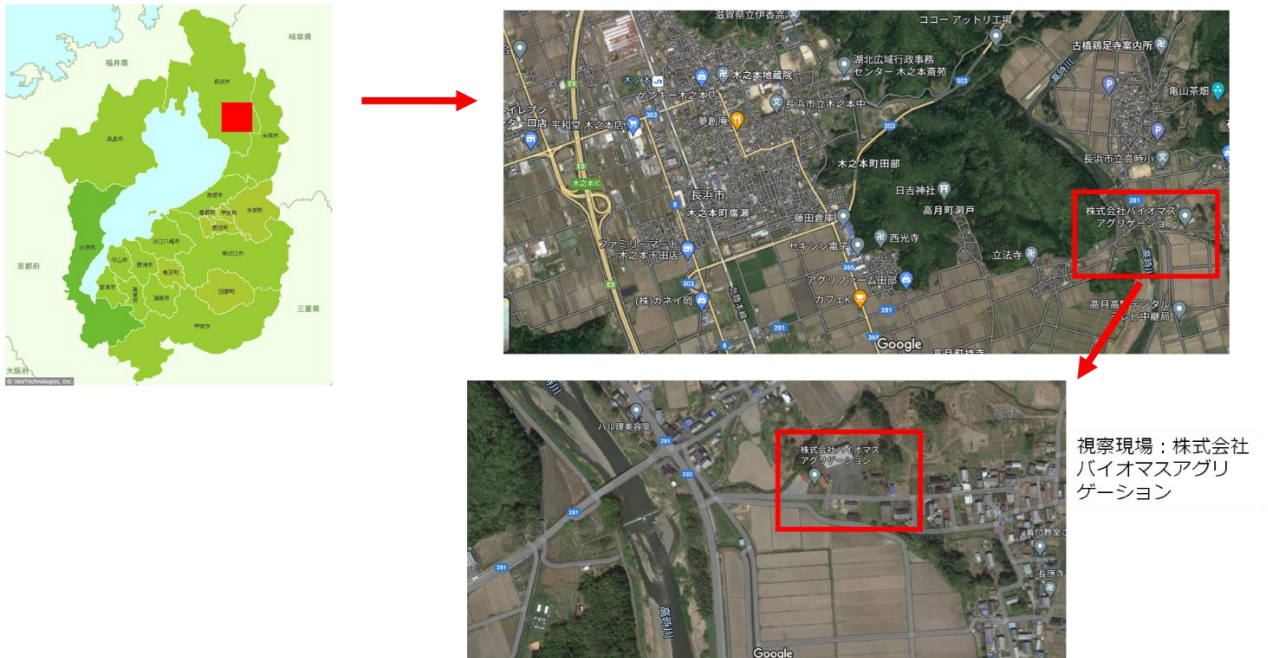
視察後、参加者より、熱エネルギー供給型 ESCO の運用現場を実際に視察させていただき、「地域熱供給システム具体的手法について参考になった」、「小規模な案件から徐々に規模を大きくして、同じ地域内で実践されているので、様々な立場の方へも気づきのある現場だと感じた、素晴らしい！弊社も頑張っていきたい」、などの意見を頂きました。

表 3-8 視察の概要

日程	2022.11.01 (水) 13:00~14:30 株式会社バイオマスアグリゲーション (薪ボイラー、蓄熱タンク等) 14:50~15:40 建築・エネルギー私塾「Allmendaキテハ」 (チップボイラー) 16:10~17:00 健康パークあざい (薪ボイラー)
応対者	株式会社バイオマスアグリゲーション 久木様 山室木材工業株式会社 清水様、株式会社森の仲間たち 森様
参加者	美山森林保全協議会 下仲様、美山里山舎 小関様、C施設 c様、リコー 大越様 一般社団法人日本森林技術協会 旗生様、牧野様 株式会社森のエネルギー研究所 越智、木村、藤原
提供資料	<ul style="list-style-type: none"> 株式会社バイオマスアグリゲーション：会社紹介、地域主導の木質バイオマス熱利用の可能性、チップボイラを用いたESCO型のエネルギーサービスのプロトタイプづくり 山室木材 会社紹介資料 森の仲間たち FORSTNER社蓄熱タンクのご案内

以下に視察の概要をまとめた資料を添付します。

株式会社バイオマスアグリゲーション様

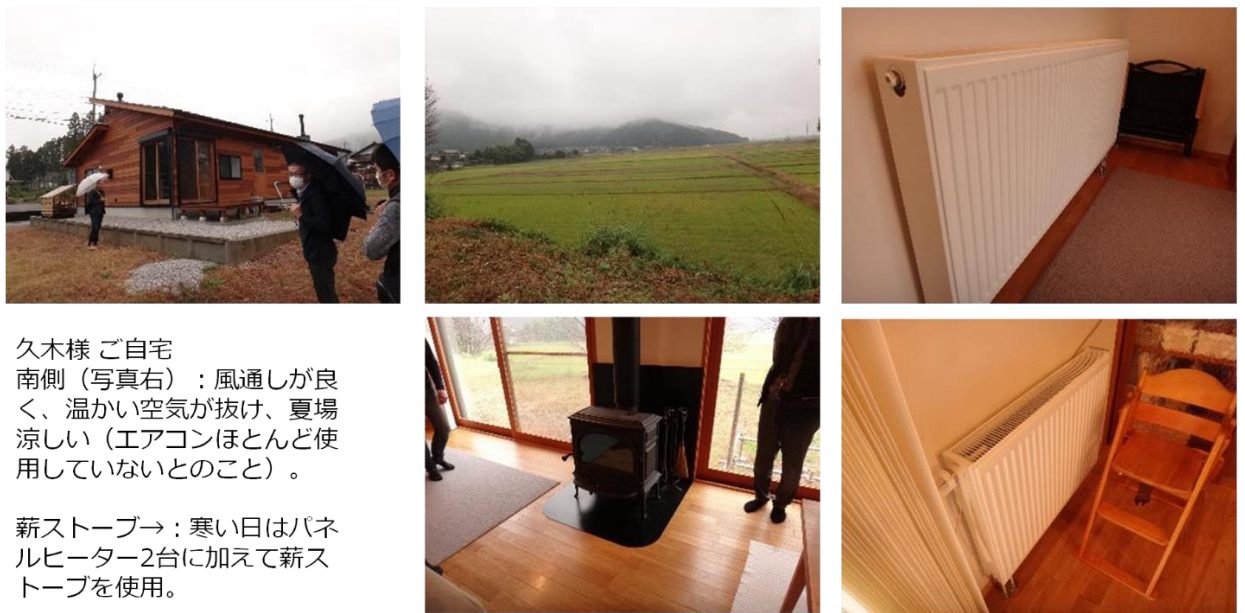


視察現場：株式会社バイオマスアグリゲーション

図 3-11 視察先周辺の位置図

株式会社バイオマスアグリゲーション（久木様 ご自宅）

冬場：パネルヒーター2台を活用。じわじわ暖まるため起床2時間前に運転。ドイツにてまとめて購入。



久木様 ご自宅
南側（写真右）：風通しが良く、温かい空気が抜け、夏場涼しい（エアコンほとんど使用していないとのこと）。

薪ストーブ→：寒い日はパネルヒーター2台に加えて薪ストーブを使用。

図 3-12 バイオマスアグリゲーション（久木様ご自宅の施設） その1

株式会社バイオマスアグリゲーション（久木様 ご自宅）

乾いた薪を使用しているため、煙が少ない。↓



断熱材：バークをスターチで固めたものを使用（フォレストボード）。石膏ボード下地に珪藻土を塗った。木づくり下地は選択肢になかった。

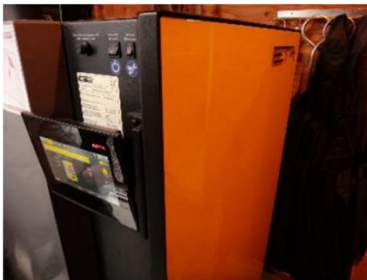


↑木製サッシ：パッシブソーラーの家づくり 制作は親戚の工務店に依頼 既成品は高価だがそれ程高くはない。アルミと比べて熱伝導は低く、気密性は悪い。

芳醇薪（オーク材）→：使用済み樽材を工場より購入。購入先は非公表。購入に際して競争はないとのこと。伐採してから月日を重ねているため、とても良く乾いており、体積あたりの熱量は非常に高く、効率よく熱を取り出すことができる。

図 3-13 バイオマスアグリゲーション（久木様ご自宅の施設）その 2

株式会社バイオマスアグリゲーション（久木様 ご自宅）



↑自分でも触ってみたいという思いから、薪ボイラー（20kW）を導入。自身も工事に係ることで、薪ボイラーの設計、仕様への理解を深められた。



↑蓄熱タンク：1650L 給湯用は上部ライン、暖房用は中部の配管。こちらは直接パネルヒーターに。



↑熱交換器（左：給湯用）15℃の上水を45℃～50℃に。右：暖房（パネルヒーター用）

図 3-14 バイオマスアグリゲーション（久木様ご自宅の施設）その 3

株式会社バイオマスアグリゲーション（倉庫：元製材所）



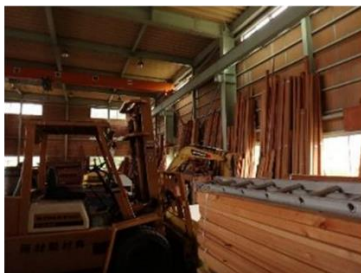
↑チップパー



↑製材端材チップ（サイズ小さい）



↑販売用の芳醇薪（長いため半分に切る必要がある）



←製材所の名残、製材機がないため製材事業はできないとのこと

図 3-15 バイオマスアグリゲーション（チップパーやチップ）

建築・エネルギー私塾「Allmendaキテハ」

↓チップ供給ライン



↑建築・エネルギー私塾「Allmendaキテハ」に木質バイオマスボイラーを導入し、熱を販売するエネルギーサービスを実施。地域の人が地域主導でできるビジネス作り

自社で加工した地域の木質資源由来のチップを燃料に→



↑チップボイラー
メーカー：ETA（オーストリア）
熱出力：19.9kW
燃料：チップ（水分35%W.B以下）
ボイラー効率：91～94%

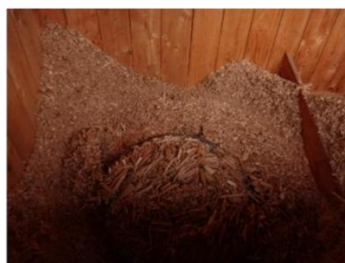
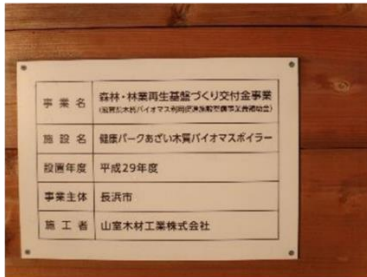


図 3-16 バイオマスアグリゲーション（キテハ/チップボイラー）

健康パークあざい

↓貯湯タンク：7,000L



オペレーションについて

- ・薪くべ 4~5回/日
- ・職員：数名固定で対応（日本水泳協会の方々）
- ・投入量のチェックは行っている

記述例：1/3（ラックの1/3）
（市に使用量を報告している）

1日に多くて1m³

- ・前日の種火が概ね残っているので、着火作業は不要
- ・薪の水分：20~30% たまに50%のものがあるが、下側に乾いた薪くべれば問題ない。

↑未利用間伐材等の有効利用を目的に、パークあざい（温浴施設）への温水供給用に薪ボイラーを導入（山室木材工業様）

薪ボイラー→
メーカー：VISSMANN社製
型式：VITTOLIGNO250S
熱出力：170kW



図 3-17 健康パークあざい（薪ボイラー）

協議会メンバーである NPO 美山里山舎では、既に個人宅に、安価でメンテナンス性の良い小型の薪ボイラーを導入しており、今後、美山地域及び南丹市への導入を目指しています。今回、視察した小型の薪ボイラーと蓄熱タンクシステムを参考にして、今後の導入に向けて、引き続き相談や支援を行います。

3.4.2 地域内ステークホルダーと地域内エコシステム構築目的の合意

本事業では、前述のとおり、本年度の達成目標を以下の3点としました。

- ・川上から川下までの連携体制づくり
- ・地域内ステークホルダーと地域内エコシステム構築目的の合意
- ・調査方法の確立と実行

今回、本事業において、

- ・南丹市美山地域（鶴ヶ岡地区）での既存の「小規模木質資源フル活用モデル」の川上～川下への連携体制づくり
- ・川下での熱需要や薪ボイラー等の設備導入に向けた調査方法の確立などを、達成するべく取り組みにより、同地域への薪ボイラー等の導入を実現することを目指しています。

そのため、本事業のステークホルダーの方々へ上記を説明し、協議して頂き、合意を頂く必要があると考えました。今回、3回の協議会を実施し、以下を本事業のステークホルダーの方々へ報告しました。

- ・川上の美山森林保全協議会へのヒアリング結果
- ・川下の旅館などの熱需要の調査結果
- ・川中に関する情報提供と美山森林保全協議会の想定など
- ・滋賀県/長浜市バイオマスアグリゲーションへの視察内容
- ・今回、本地域内エコシステム事業において、取り組む内容と目指す姿

その結果、協議会において、ステークホルダーの方々からは、

- ・「森林組合の代表理事を兼ねているが、森林組合は林地残材の利用（燃料利用）は視野に入れていない。地域内エコシステムへの協力は難しいだろう。」
- ・川下側の調査結果（必要となる薪の量）に対して「川上側から必要となる薪は供給できるのか？」（→美山森林保全協議会より、供給できる旨、回答済み）
- ・「（設備導入に向けて）南丹広域振興局には、全体的な事業案や概算のコスト、将来像などを提示し、話を進めれば、良いのではないか」

・「(木質バイオマスの利用の) 仕組みを作って回していくには、何かしらのメリットが必要になる。」

などの意見を頂きました。結果としては、前向きな意見を頂き、今回の事業の取り組みについて合意を頂けたと考えます。

その上で、南丹市の関係部署（農林商工部/商工課、農林商工部/農山村振興課、市民部/環境課）へ、上記の本事業のステークホルダーの方々へ報告した内容を説明し、今後の南丹市の取り組みについて、意見交換を行いました。その中で、上記の関係部署の各位からは、

- ・木を活用していくのは今がチャンスだろう
- ・この事業で、施設整備の補助はあるのか、この仕組みを広げることは可能なのか、市内にはスプリングスひよし等、エネルギー利用が大きいところがある。
- ・昔スプリングスひよしで木質バイオマス発電を検討したことがあるが、コストが合わないため取りやめた経緯がある。
- ・今後のことを考えると、ボイラーなどの導入補助も考えないといけない、支援を考えたい。
- ・ただ、燃料となると安定供給が不可欠になる、価格も安定させる必要がある。これらの点は重要と考える。森林組合も巻き込む必要がある。

などの意見を頂きました。ステークホルダーの方々同様、前向きな意見を頂き、今回の事業の取り組みについて合意を頂けたと考えます。

今後は、上記の関係各位と連携しつつ、まずは南丹市美山地域（鶴ヶ岡地区）での薪ボイラー等の導入を実現することを目指します。

3.4.3 調査方法の確立と実行

ここでは、川下側（B 施設、C 施設、木材乾燥、A 農家ハウス）の4施設の熱需要の調査結果と来年度に向けた取り組みについて記載します。

(1) B 施設

本施設では、シャワーをLPガスで、室内の暖房をエアコンと薪ストーブで行っています。今回、これらを全て薪ボイラーで賄うために必要となる熱需要と薪の必要量を試算しました。

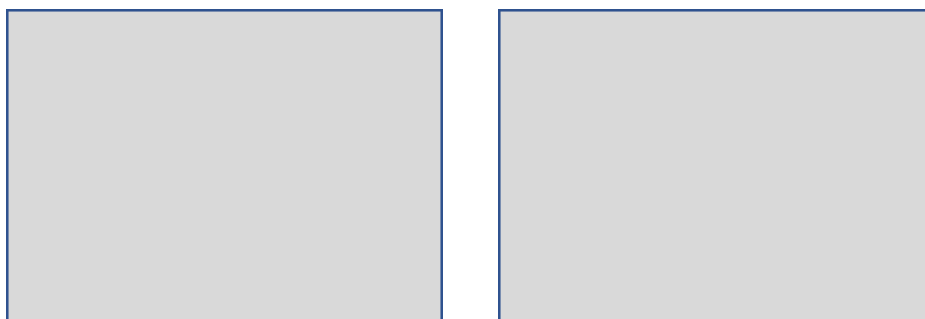


図 3-18 B 施設外観など



図 3-19 シャワー室 LP ガスボンベ

◆シャワー

a. 熱需要の試算

a-1. 人数から試算

仮定：給湯量 10L/分、1 人のシャワー時間 10 分、平均利用者数 175 人/月

冬季：2,633MJ/月(水温 5℃)、夏季：1,536MJ/月(水温 20℃)から

約 1,600～2,700MJ/月の熱量が必要と想定。

a-2. ガス使用量から試算

LP ガス：13,062 円/月(5 月分)(使用量は 22m³)、11,000～15,000 円/月から

約 1,800~2,500MJ/月の熱量になると想定。

となり (1) ≒ (2) となった。以上より、熱需要を平均の 2,300MJ/月とする。

b. 薪必要量の試算

2,300MJ/月、薪ボイラー効率 80%、薪（スギ、水分 25%:低位発熱量 13.9MJ/kg）を仮定して、薪の必要量を約 3t/年と試算しました。

c. 最大熱需要（ピーク）

冬季に 1 日最大 20 名が利用した場合、酵素風呂は 4 床あるので、同時に 4 名がシャワー使用した場合、最大熱需要は $0.4\text{m}^3/\text{回} \times (41^\circ\text{C}-5^\circ\text{C}) \times 4.18 \div 60.2\text{MJ}/\text{h}$ と試算されます（ピーク≒16.7kW）。

◆暖房

本施設の暖房負荷は、暖房負荷 = 床面積 × K0(地域補正係数) × (q0 最大熱負荷 + q1 補正係数) (建設設備計画基準を参照) から試算しました。床面積は 40m²、地域補正係数 (K0)は大阪(1.0)、最大熱負荷(q0)は南向き・室奥行 8m、補正係数(q1)は外気量を考慮しないと仮定しました。計算の結果、最大暖房負荷は 19.6MJ/h と試算されます（ピーク ≒5.4kW）。

また、直近 3 年間の平均気温を気象庁データより求めて、平均気温と本施設の室内温度 22℃との温度差より、比例計算で、暖房負荷を算出し、1 年間に必要となる熱量を求め、薪必要量を試算しました。計算の結果、約 7t/年の薪が必要になると試算しました。

以下に、現状と薪ボイラー導入時に想定されるフロー案を示します。

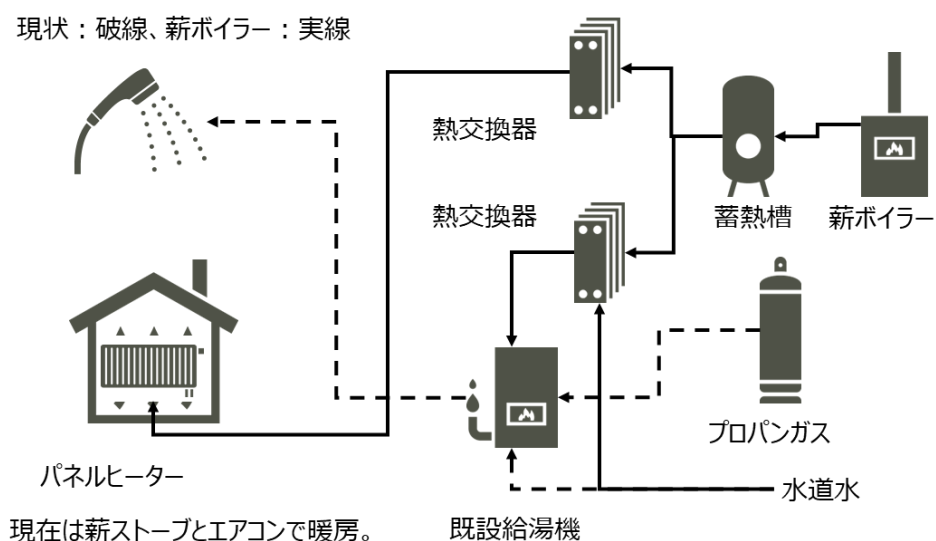


図 3-20 現状と薪ボイラー導入時の想定フロー

◆まとめ

本施設の結果をまとめると、以下のようになります。

表 3-9 B 施設の最大熱需要（ピーク）と薪必要量

B施設	シャワー	暖房	合計
最大熱需要 (ピーク)	60.2MJ/h、 16.7kW	19.6MJ/h、 5.4kW	22.1MJ/h、 約80MJ/h
薪必要量	約3トン/年	約7トン/年	約10トン/年

(2) C 施設

本施設は旅館で、以下に示すように数種類の給湯・暖房機器を使用しています。2ヶ所の浴室には、浴槽のお湯張りは電気給湯機、シャワーなどの給湯は灯油焚きボイラー、浴槽のろ過の加温は電気式のろ過器で各々行っており、また客室はファンヒーターで暖房を行っています。燃料や電気は個別に計測されていないため、各々の熱需要の想定が難しいと考えられます。

以下に現在の給湯・給水などの流れを示します。

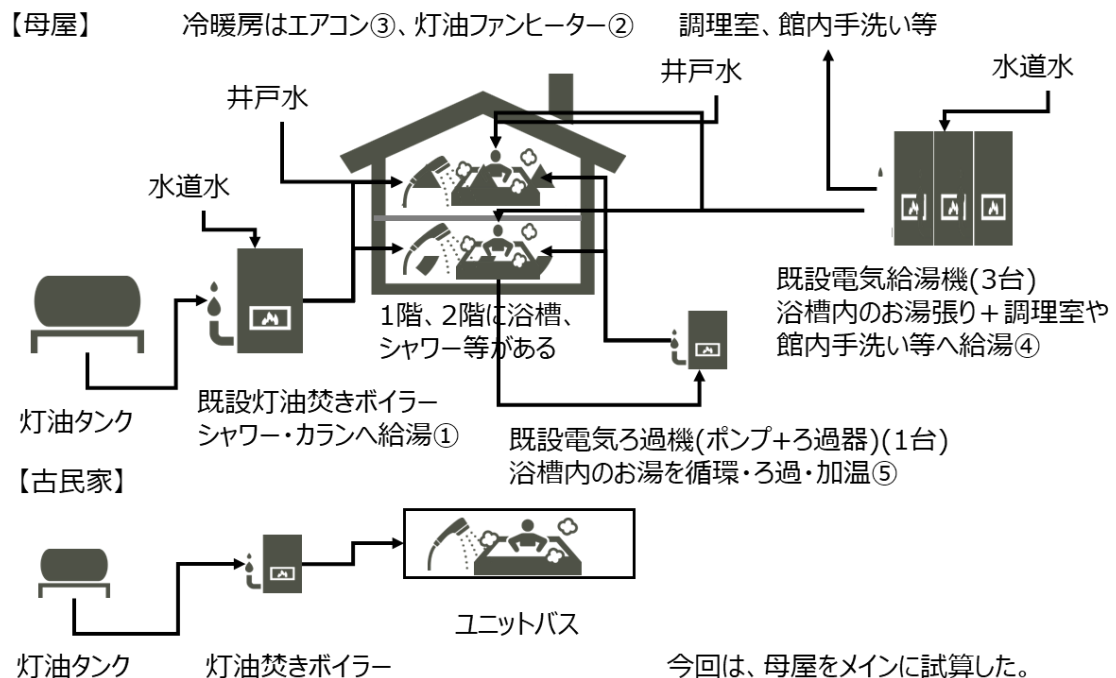


図 3-21 現在の給湯・給水などの流れ

また、以下に、現在使用している給湯・暖房機器などをまとめる。

表 3-10 燃料等と既設の給湯・暖房機器など

燃料等	給湯・暖房機器など
灯油	給湯①
	暖房(ファンヒーター)②
一般電灯	照明、コンセント、厨房、冷暖房③、電気給湯機④
低圧電力	ろ過器⑤

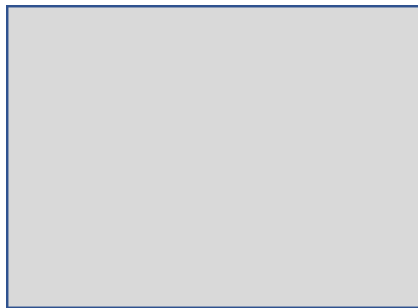


図 3-22 C施設外観 電気給湯機



図 3-23 灯油焚きボイラー 電気式ろ過器

また、現在の一般電灯、低圧電力の電力使用量、灯油使用量などを以下に示します。

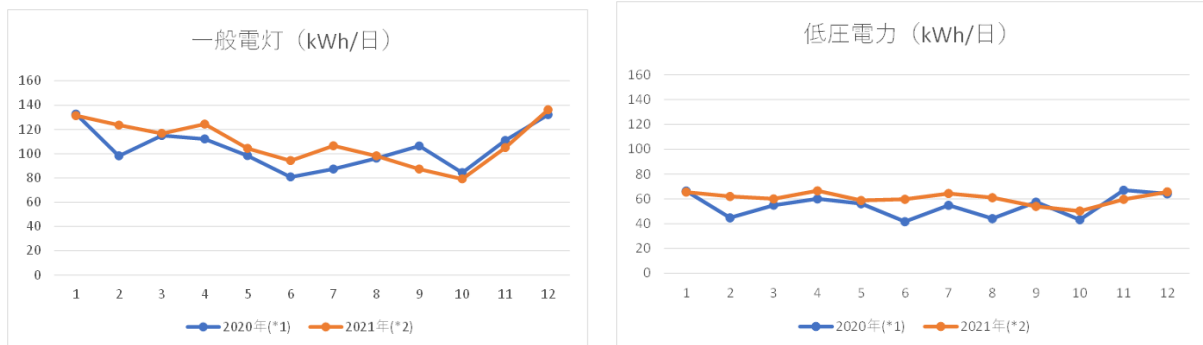


図 3-24 月毎の一般電灯、低圧電力の電力使用量

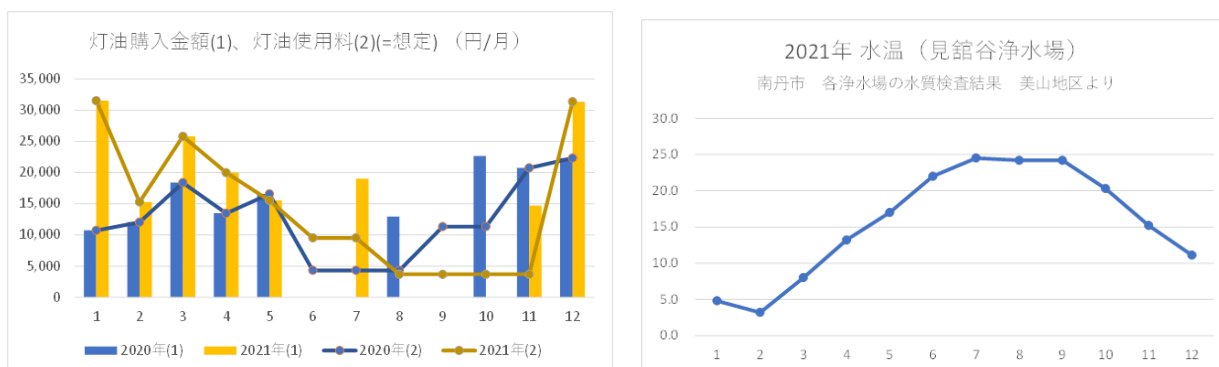


図 3-25 月毎の灯油使用量、当地域の水温

灯油は 2020 年,2021 年の各月のデータを、また電気は同両年の各月のデータから 1 日平均を算出しました。灯油は灯油焚きボイラーとファンヒーターに使用されているので、給湯分は宿泊者数から想定しました。

また、一般電灯は照明やコンセント、エアコンの他、電気給湯機に使用されているので、電気給湯機分は、1F 浴槽容積、張り替え回数から想定しました。その際、水温は付近の見館谷浄水場のデータを使いました。

一般電灯については、エアコンを稼働日が少なくなる中間期（6 月と 10 月）の消費電力量を照明、コンセント、厨房、お湯張り以外の電気給湯機の数値と仮定しました。以上のように、かなり、想定や仮定があるため、再度、施設と相談する必要がありますが、以下のとおり、給湯・暖房機器などで使用している灯油や電気使用量を試算しました。

表 3-11 各燃料と用途における使用量の想定

	使用量/料金	用途	想定		
灯油	(1,800 l /年)	給湯①	600 l /年	35%	
		暖房(ファンヒーター)②	1,200 l /年	65%	
一般電灯	(40,000kWh/年)	照明、コンセント、厨房、冷暖房、電気給湯機	冷暖房③	7,000 kWh/年	18%
			お湯張り(電気給湯機)④-1	400kWh/年	1%
			照明、コンセント、厨房、お湯張り以外の電気給湯機④-2	31,000kWh/年	81%
低圧電力	(21,000kWh/年)	ろ過器	ろ過器(2.4kW)⑤-1	18,000kWh/年	86%
			ポンプ(0.4kW)⑤-2	3,000kWh/年	14%

上記の試算結果より、薪ボイラーで代替できる対象を検討しました。薪ボイラーで代替できる対象は、表中の給湯①(約 14,000MJ/年:宿泊者数から試算)、暖房（ファンヒーター）(約 26,000MJ/年)②（→ただしパネルヒーターが必要、効率等は加味していない）、冷暖房③（→暖房のみ、パネルヒーターが必要）(約 49,000MJ/年)と考えられます。

お湯張り（電気給湯機）④-1、同④-2の一部、ろ過器⑤-1も代替できる可能性はありますが、電気給湯機はエコキュート(三菱 DIAHOP)なので COP=4 程度あり、電気の方が少ないエネルギーで温水を確保できると思われ、また、ろ過器はポンプと一体になっているので、薪ボイラーからの温水供給は難しいと思われまます。

以上より、薪ボイラーで代替できる対象を合計して、薪の低位発熱量で割ると、①②③に必要な薪の量は、①約 1.5t+②約 2.8t+③約 5.3t となり、合計約 9.7t/年と試算されました。なお、薪ボイラーの必要出力は、前述の通り、施設と相談した上で、薪ボイラーで代替する対象を何するか、設備の老朽化なども鑑みて、再度、検討と試算が必要と考えられます。以下に上記の検討結果をまとめます。

表 3-12 C 施設の薪必要量の想定

C施設	給湯	暖房 (ファンヒーター)	暖房 (IPEX)	合計
薪必要量	約1.5トン/年	約2.8トン/年	約5.3トン/年	約9.7トン/年

本施設の主人は、再生可能エネルギー設備の導入に興味を持たれており、本事業にも関心を寄せられて、前述の視察にも同行されました。後述しますが、来年度、本施設に係のある民間の設備業者と配管工事などの協議を行う予定です。

(3) 木材乾燥

木材乾燥室の大きさを、幅 5m×長さ 12m(高さ 4m,3m)として、乾燥温度を 35℃と仮定します。木材乾燥室は、これから条件設定や計画を行う予定なので、必要に応じて、再度検討が必要と考えます。

ここでは、木材乾燥室の暖房負荷として、暖房負荷=熱損失係数 Q 値×(設定温度-外気温)×余裕率×床面積で計算しました。Q 値はIV地域より 2.7W/(m²・K)、設定温度は 35℃、外気温を最低気温-10℃、余裕率 1.2、床面積 60m² と仮定しました。計算の結果、最大暖房負荷は 31.5MJ/h と試算されました（ピーク≒8.75kW）。

また、直近3年間の平均気温を気象庁データより求めて、平均気温とハウス室内温度との温度差より、比例計算で、暖房負荷を算出し、1年間に必要となる熱量を求め、薪必要量を試算しました。計算の結果、約44t/年の薪が必要になると試算しました。

表 3-13 木材乾燥の最大熱需要（ピーク）と薪必要量の想定

木材乾燥	試算結果
最大熱需要 (ピーク)	31.5MJ/h、8.75kW
薪必要量	約13トン/年

(4) A 農家ハウス

きのごハウスの大きさを、幅6m×高さ両脇1.5m-屋根3m、また長さをマップから1棟を約25m、1棟を約30mと想定しました。ここでは、約25mのきのごハウスについて試算します。きのごハウスは、これから設置する予定で、現在は更地状態です。



図 3-26 きのごハウスの設置予定地とハウスの大きさ

ハウスの暖房負荷は、暖房負荷 = {ハウス表面積 × (貫流伝熱負荷 + 隙間換気伝熱負荷) × 内外気温差 + 床面積 × 地表伝熱負荷} × 風速で計算できます。ここで、ハウス表面積 ≒ 360m²、貫流伝熱負荷は貫流熱負荷 (ポリエチレンフィルム)、内外気温差(ハウス室内温度 20℃と想定 + 最低気温)より、また隙間換気伝熱負荷はビニルハウス、地中伝熱量は保温被覆有より係数を、風速 = 1m/s と仮定しました。計算の結果、最大暖房負荷は 137.2MJ/h と試算されました (ピーク ≒ 38kW)。



図 3-27 木質バイオマスボイラーによるハウス暖房例

また、直近 3 年間の平均気温を気象庁データより求めて、平均気温とハウス室内温度との温度差より、比例計算で、暖房負荷を算出し、1 年間に必要となる熱量を求め、薪必要量を試算しました。計算の結果、約 44t/年の薪が必要になると試算しました。

表 3-14 きのごハウスの最大熱需要（ピーク）と薪必要量の想定

きのごハウス	試算結果
最大熱需要（ピーク）	137.2MJ/h、38kW
薪必要量	約44トン/年

これまでの川下側の 4 施設の熱需要の結果をまとめると、以下の通りになります。

表 3-15 各施設のまとめ

	B施設	C施設	木材乾燥	A農家ハウス	合計
年間薪必要量（想定）	約 10トン	約 10 トン	約 13 トン	約 44トン	約 77 トン
最大熱需要（ピーク）	約 22 kW	－ 想定が難しい	約 9 kW	約 38 kW	－
備考		仮定が多い。 精査が必要。		25mハウスの 場合	

（5）来年度に向けた取り組み

NPO 美山里山舎には、以下に示す薪ボイラーシステムが既に導入されており、同 NPO では、この薪ボイラーシステムを美山地域内の上記の民間事業者や施設などへ導入することを検討しています。

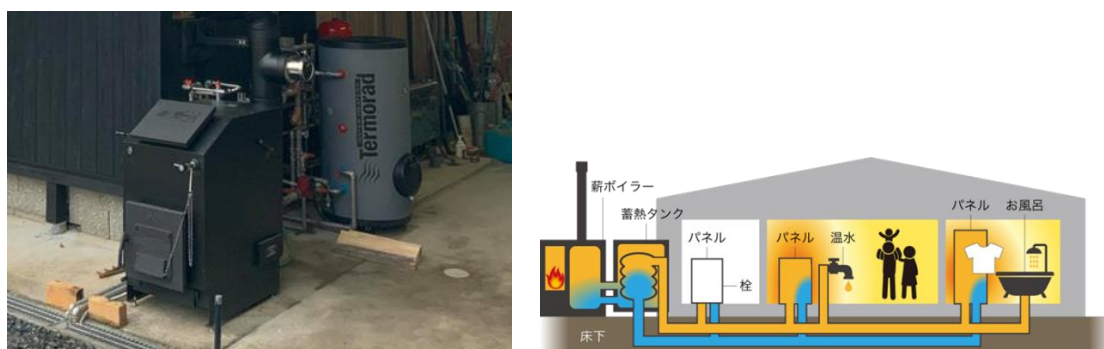


図 3-28 薪ボイラーと蓄熱タンク、システムフロー（例）

この薪ボイラーシステムでは、イニシャルコストを安価に、ランニングコストも安価に、家庭での利用を考え、薪によるエネルギーのオフグリッド利用を掲げています。

現在、薪ボイラーやチップボイラーなどの木質バイオマス利用設備は、主に公共施設に導入される一方、小規模な旅館や民間事業者、個人宅などへの導入は、なかなか進んでいません。今回、これを推進するべく、来年度は、B 施設、C 施設などの民間施設へ、上記の薪ボイラーシステムの導入を目指します。そのため、来年度、民間の設備業者と配管工事などの協議を行う予定です。民間の設備業者は、旅館などの工事も行っており、公共事業とは異なり、アイデアや工夫により、コストを下げることも出来ると思われれます。イニシャルコストを下げて、地域内で発生している、林地残材や製材残滓を活用した安価な薪を供給できる体制をつくることにより、ランニングコストの低減も目指します。

上記のように、薪ボイラーシステムを安価に地域に導入することで「高密度路網の小規模林業木工経営による林地残材・製材残滓を活用した地域内経済及びエネルギー循環モデル」で発生している林地残材や製材残滓が地域内で有効に活用され、地域内経済の好循環を生み出し、地元の山林の動きや整備にも寄与していくものと期待できます。一般社団法人 美山森林保全協議会では、このような取り組みを南丹市美山地域で実現させて、南丹市としての取り組みへ拡げることを目指します。

4. 総括

本年度、第1章の(1)事業の位置付けにおいて記載したとおり、本地域では、申請者である一般社団法人美山森林保全協議会において、「高密度路網の小規模林業木工経営による林地残材・製材残滓を活用した地域内経済及びエネルギー循環モデル」を構築するため、既に、高密度路網による林業、地域内における製材、伝統建築の三つの取り組みを行っています。

今回、これらの取り組みに、林地残材や製材残滓を燃料としたエネルギー循環を新たに加えることを目指し、「川上から川下までの連携体制づくり」、「地域内ステークホルダーと地域内エコシステム構築目的の合意」、「調査方法の確立と実行」の三つの目標を掲げて、支援を行いました。結果を以下にまとめます。

「川上から川下までの連携体制づくり」では、川上側の林業事業体である一般社団法人美山森林保全協議会の事業概要や素材生産などについて、ヒアリングを行いました。現在の主伐、搬出間伐による素材生産量や使用機器、人員・体制今後の施業方針、作業道の開設状況の他、川中側の製材や薪製造の今後の予定などを伺い、協議会で共有することができました。また、川中に関しては協議会にて、川中で必要となる検討項目などの情報提供を行いました。また、美山森林保全協議会より、ハーベスタによる玉切りの工夫等についても提示頂きました。川下では「小規模で薪ボイラーと蓄熱タンクを設置し、運用している事例」の視察希望がありましたので、滋賀県長浜市のバイオマスアグリゲーションの視察を行いました。

「地域内ステークホルダーと地域内エコシステム構築目的の合意」は、まず、南丹市美山地域における本事業のステークホルダーの方々に、本事業の取り組みや進め方などを説明し、関連する技術や知見、ヒアリングや調査による結果、視察先で得られた情報などを共有しました。その後、第4回関係者協議会において、本事業の取り組みや上記の本年度の協議会で提供・共有してきた情報を、南丹市の関係部署の方々にも共有することが出来ました。情報共有の後、意見交換や協議を行い、南丹市の関係部署の方々より前向きな意見を頂き、今回の事業の取り組みについて合意を頂けたと考えます。

さいごに「調査方法の確立と実行」について記載します。ここでは、川下側の4ヶ所の熱需要の調査や試算を行いました。来年度、地域内エコシステムに採用されれば、民間の設備業者と配管工事などの協議を行う予定です。薪ボイラーについては、NPO 法人美山里

山舎が取り扱っているので、これを前提として検討を行い、早期に鶴ヶ岡地区において、薪ボイラーシステムの導入を目指します。これにより、「高密度路網の小規模林業木工経営による林地残材・製材残滓を活用した地域内経済及びエネルギー循環モデル」を美山地域にて構築し、南丹市としての取り組みへ拡げることを目指します。

令和4年度木材需要の創出・輸出力強化対策のうち
「地域内エコシステム」推進事業

京都府南丹市
「地域内エコシステム」モデル構築事業
事業実施計画の精度向上支援
報告書

令和5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
〒198-0042 東京都青梅市東青梅4-3-1 木ズナのもり2F
TEL 0428-84-2445 FAX 0428-84-2446