

令和2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

山梨県丹波山村  
「地域内エコシステム」モデル構築事業  
報告書



令和3年3月

(一社) 日本森林技術協会  
(株) 森のエネルギー研究所



# 内容

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	4
2. 実施内容	5
3. 実施項目	6
3.1 地域協議会の設置・運営	6
3.1.1 協議会の設置	6
3.1.2 協議会の運営	7
3.2 サプライチェーン	8
3.3 燃料供給に関する取組	9
3.4 燃料製造に関する取組	10
3.4.1 薪製造に係る課題の把握	10
3.4.2 薪製造コストの低減化方策の検討	15
3.4.3 端材の活用方策の検討	24
3.4.4 バーク（樹皮）の活用方策の検討	27
3.5 木質バイオマスエネルギー利用に関する取組	33
3.5.1 木質バイオマスエネルギー利用に係る課題の把握	33
3.5.2 のめこい湯の薪による代替率の検証と代替率向上方策の検討	37
3.5.3 薪の需要先拡大方策の検討	45
3.5.4 木質バイオマスエネルギー導入候補施設への薪ボイラー導入検討	48
4. 総括	64



# 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（以下、本事業という。）は、林野庁補助事業「令和 2 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設置・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、山梨県北都留郡丹波山村「地域内エコシステム」モデル構築事業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山梨県北都留郡丹波山村を支援対象地域としました（図 1-2）。

山梨県丹波山村は、山梨県の北東部に位置しており、東は東京都奥多摩町、西は甲州市、南は小菅村、北は埼玉県秩父市に接し、北部には雲取山、飛龍山、南部には大菩薩嶺など 2,000m 級の険しい山々に囲まれ、村全域が秩父多摩甲斐国立公園区域となっています。甲州市笠取山水干を水源とする丹波川（多摩川）が村の中央を東西に流れており、いくつかの支流と合流し奥多摩湖に注いでいます。この丹波川沿いの僅かな平坦地に集落が形成されています。

人口は 544 人（令和 3 年 3 月 1 日現在）で、関東地方周辺では最も少ない市町村です。

主産業は観光業や農林業であり、特産品としてジャガイモやキノコ類、特に原木マイタケの人气が高く、首都圏を中心に高い知名度を誇ります。村の総面積は 10,155ha、そのうち森林面積は 9,871ha と約 97%を山林で占めています。森林面積のうち 6,580ha（67%）が東京都所有林であり、水源涵養林として機能を発揮するため森林施業が進められています。東京都所有林を除く民有林面積は 3,291ha で、そのうち村有林が 611ha、私有林が 2,671ha、スギやヒノキを主体とした人工林の面積は 2,543ha です。人工林率は 26%で県平均の約半分となっているものの、伐期の長期化により 9 齢級以上の林分が 1,859ha で 73%を占めています。

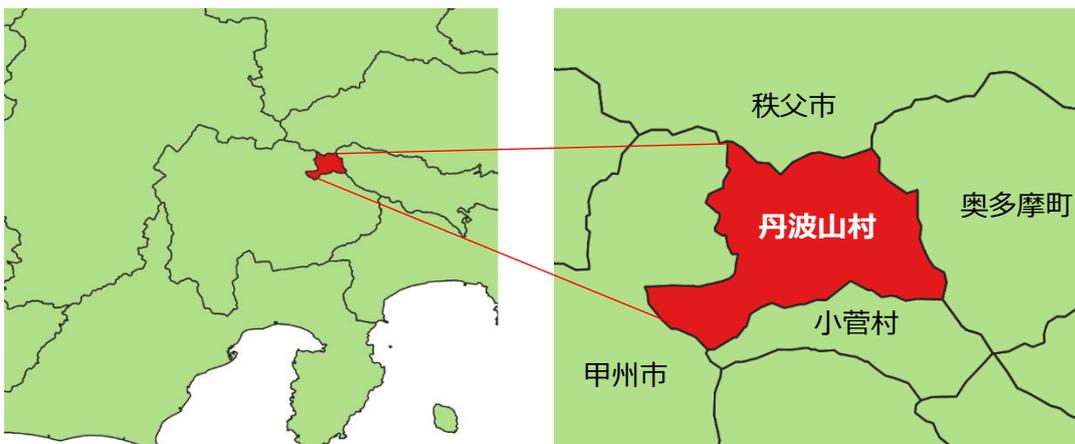


図 1-2 山梨県北都留郡丹波山村の位置

## 1.3.2 地域における事業の位置づけ・目的

平成 24 年度の総務省補助事業<sup>1</sup>にて、木質バイオマス利用を起点とした具体的な活用方法等に向けた実証調査を行いました。それを受けて、平成 26 年（2014 年）に村営温浴施設「のめこい湯」に薪ボイラー導入するための基本設備設計、翌年実施設計および工事を行い、平成 28 年 3 月から稼働しています。

薪ボイラーは、VIESSMANN 社製のボイラー170kW×2 基で、温浴施設の給湯・昇温・暖房で使用し、年間の薪消費量は 300～400m<sup>3</sup> 程度です。拠点として「木の駅たばやま」を設置し、用材収集から薪生産、保管まで、一連の流れを実践する体制は出来ています。当初の課題であった村内での木材自給も達成し、薪割り機やフォークリフト等、機材も充実しています。これらは全て村の事業として運営されており、必要な部分を法人に委託しています。



写真 1-1 薪ボイラー施設



写真 1-2 木の駅の様子

しかし、稼働から 3 年が経過し課題も見えてきました。運用側では施設の運営が民間会社に代わったことによる薪くべの人員確保の問題、供給側では温泉の薪ボイラーだけでは薪製造の事業採算性が難しいこと、薪生産における端材や樹皮の発生による処理費用の増加等が挙げられます。用材の集積および薪の生産能力については、現在では自給できている状態で、今後に向けて拡大できる能力が十分にあります。

そこで本事業では、現状の運用面の課題のほか、新規的な取り組みや別の需要先の発掘等について取り組むこととしました。

<sup>1</sup> 平成 24 年度総務省補助事業「緑の分権改革」調査事業（条件不利地域課題解決モデル実証調査）

## 2. 実施内容

本事業の実施内容は、以下に示す項目について、山梨県北都留郡丹波山村地域の「地域内エコシステム」の構築に向けて、地域協議会の設置・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) 地域協議会の設置・運営
- (2) サプライチェーン
- (3) 燃料供給に関する取組
- (4) 燃料製造に関する取組
- (5) 木質バイオマスエネルギー利用に関する取組

## 3. 実施項目

### 3.1 地域協議会の設置・運営

#### 3.1.1 協議会の設置

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、「人づくり・地域づくり」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設置しました。

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

区分	所属先	
委員	株式会社 QOL たばやま（村営温泉のめこい湯運営）	*
	カ子謙合同会社（燃料用材の供給、薪製造）	*
	北都留森林組合（燃料用材の供給）	
	農事組合法人 丹波山倶楽部（特用林産物の生産）	
	小菅村 源流振興課 林務担当	
	山梨県富士・東部林務環境事務所	*
事務局	丹波山村振興課	*
	株式会社 TreeLumber（地域林政アドバイザー）	*
	一般社団法人日本森林技術協会	*
	株式会社森のエネルギー研究所	*

注) 新型コロナウイルス感染症流行のため、協議会の開催は議題に応じた最小限の関係者（\*）とし、メンバーには聞き取り調査を実施した。

### 3.1.2 協議会の運営

関係者へのヒアリングを主体に進め、協議会は新型コロナウイルス感染症拡大防止措置を踏まえ、下記のとおり最小限の関係者において開催しました。

#### 【第1回協議会】

開催日：令和3年3月22日

場 所：丹波山村役場 会議室

議 題：

- ・ 事業の概要と今年度の取り組み
- ・ 薪ボイラーの運用状況
- ・ 他市町村との比較や事例



写真 3-1 協議会の開催状況

### 3.2 サプライチェーン

村営温泉のめこい湯の薪ボイラーに係るサプライチェーンの現状（令和2年10月時点）は、図3-1に示すとおり、燃料製造は北都留森林組合、株式会社多摩農林、カ子謙合同会社、薪製造はカ子謙合同会社、熱需要先のめこい湯の運用管理は株式会社QOLたばやま、薪くべをカ子謙合同会社がそれぞれに担っています。

本事業では、ヒアリング内容等を基に端材・樹皮の活用、ボイラー運用方法や体制の再構築、効率化、新たな薪の利用や村内施設への新規導入について調査しました。

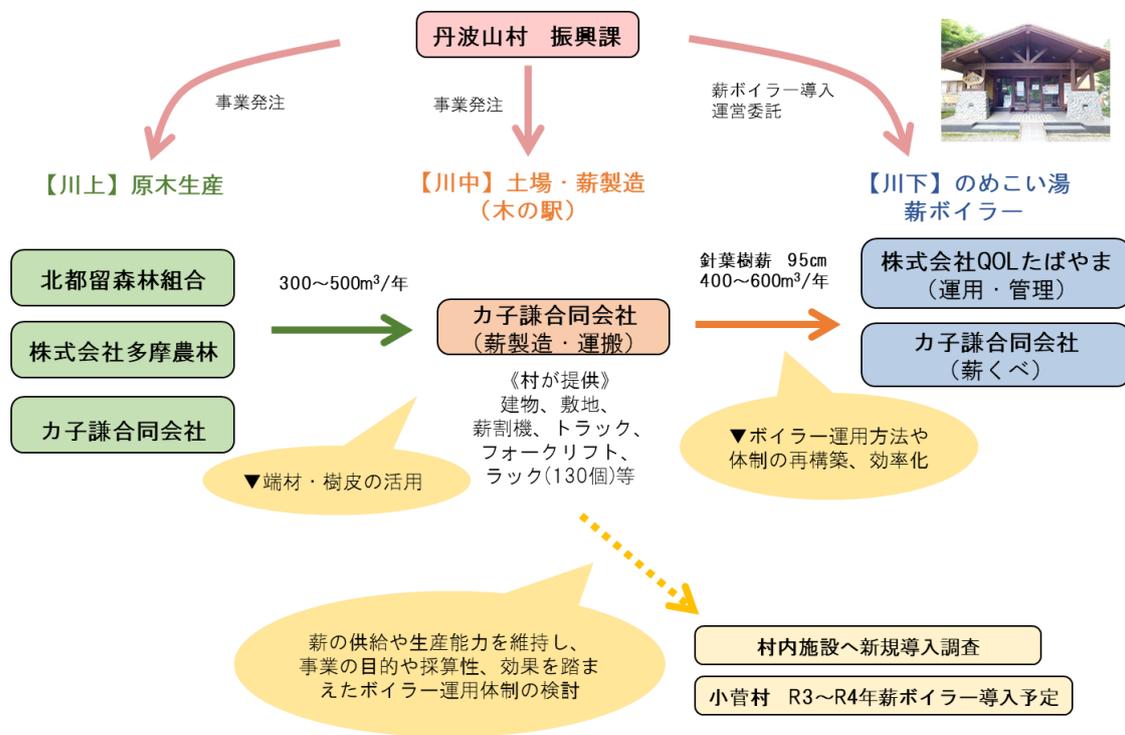


図 3-1 サプライチェーン

### 3.3 燃料供給に関する取組

---

燃料用材は、北都留森林組合やカ子謙合同会社、株式会社多摩農林から 300~500m<sup>3</sup>/年の供給を受けており、現在の需要量に対しての供給体制は整っています。

なお、村内の森林は急傾斜地が多いため、森林作業道の開設が難しく土場も限られるなど課題は多い状況ですが、本事業では扱わず、北都留森林組合にヒアリングしました。

ヒアリングでは、改めて厳しい条件の中で森林施業を行っている状況であること、薪ボイラーについては、小菅村における導入に向け、丹波山村が抱えている問題解決の必要性についてお話しをいただきました。

#### 北都留森林組合小菅事務所（電話による）

---

- ・丹波山村の森林は急峻で、林道も限られており、作業道はヘアピンも作設できずスイッチバックがやっとの状況、限られたエリアで施業している。
- ・また、作業道の線形は、半分近く面積を有する都有林との境界などによって難しい
- ・厳しい条件等から施業にはコストを要しており、県有林、都有林、公団、公社の協力を得て、どのように集約化して施業を進めるか
- ・村では底地から買い上げて村有林道を作設する取り組みを始めており、全国でも珍しい事業ではないか
- ・小菅村の薪ボイラーの導入に向けては、丹波山村の例を踏まえた問題の解決が必要
- ・1mの薪製造による端材や樹皮の発生とその処理方法はどうか
- ・丹波山村は丸太のストックヤードが小さく、小運搬に伴うコストが発生しているのではないか

## 3.4 燃料製造に関する取組

### 3.4.1 薪製造に係る課題の把握

#### (1) 関係者へのヒアリング

丹波山村における薪製造に係る課題と解決策を把握するため、表 3-2 に示した主体にヒアリング調査を行いました。

表 3-2 ヒアリング調査の対象一覧

主体名	調査実施日	確認内容
丹波山村役場 振興課	令和2年8月6日 令和2年11月13日 令和2年12月23日	地域全体の取り組み状況、 現状の薪製造体制 等
カ子謙合同会社	令和2年11月13日	薪製造の実態
株式会社 アットホームサポーターズ	令和2年11月18日	端材処理のアイデア、 協力意向
株式会社 QOL たばやま	令和2年11月25日	川下からの薪の品質要望

#### 丹波山村役場振興課（以下、丹波山村役場）

丹波山村役場振興課は薪ボイラーを活用した事業を推進してきた担当課です。取り組みを全体的に俯瞰する立場から把握するこの取り組みの課題と、村が考えるその対応策についてヒアリングしました。

#### 薪製造時の課題

薪製造時に生じる課題として、①バーク（樹皮）の発生、②端材の発生、③品質の確保が十分にできていない、④薪の製造コストが高んでいる、といった4点が挙げられました。

まず1点目に、バークの発生について述べます。丹波山村では、薪用に購入した木材の保管や薪を製造する際に大量のバークが発生しています。

バークに砂や石が付着した状態では商品化が難しいことから、現在、バークの有効な活用方策は見出せずにいます。過去に丹波山村では30tのバークを産業廃棄物として処理しましたが、その処理に送料込みで100万円以上かかったとのことでした。

バーク用に破碎機購入も検討したこともありましたが、初期投資が高く購入を断念したとのことでした。

2点目に、端材の発生について述べます。森林組合からの材は、長さ410cmのものが搬入されます。森林組合では施業にプロセッサーを使用しており、設定しているプログラムの都合上、材の長さの調整は困難とのことでした。

410cmの材から90cm～95cmの薪を製造すると、長さが約30cmの端材が発生します。森林組合からの材を薪にした際の歩留まりは約90%であることから、300m<sup>3</sup>の材を森林組合から購入し、薪を製造すると約30m<sup>3</sup>の端材が発生する計算となります。

現在、端材は薪製造を行っている工場内にて保管されていますが、保管スペースには限りがあり活用の道筋を見出すことが必要になっています。

3点目に、品質の確保について述べます。薪を保管している工場内は、風通しが悪いことから薪の乾燥が十分にできていません。また、薪を収納するラックは130基ありますが、それに納まりきれない薪は工場内において棚積みにして保管されています。

過去に一度棚積みされた薪はラックの空きが無いことやラックに積み替える手間を要することから、乾燥していても利用されておらず、ラックが空いた時に製造した新しい薪が薪ボイラーに供給されています。

最後に4点目ですが、薪の製造コストについては、議会よりボイラー用薪の製造コストが高いのではと指摘を受けています。

費目毎に費用が分散して計上されており、単位当たりの薪製造コストとその内訳が明らかでないことから、役場ではコスト構造の把握が必要であると認識していました。



写真 3-2 バーク

出典：丹波山村提供



写真 3-3 端材

出典：ヒアリング調査時に撮影

### 課題に向けた対応策

端材をキャンプ場で販売する際に求められているものは、きれいなかつ結束した薪、もしくは炭であるとのことでした。現状の端材で作られる品質の低い薪で十分という需要家はいないことから、薪以外の端材の活用方策についても検討をしたいとのことでした。

また、薪の配送は運賃がかかるため、道の駅といった村内にある拠点で販売したいとのことでした。また、B級品の薪として、段ボール1箱や軽トラの荷台1台分でいくら、詰め放題でいくらといった方法で販売し、結束などの手間を簡略化することも併せて検討したいとのことでした。

### 端材活用に向けた過去の取り組み

過去には、ボイラー用薪を製造した際の端材を販売したことがあり、青梅市から1名、計3回購入してくれたとのことでした。しかし、薪の搬送や注文の窓口等に人手が必要となり、本業の傍らで行うのは困難とのことでした。

### カ子謙合同会社（以下、カ子謙）

カ子謙合同会社は、薪ボイラー稼働開始時から現在にかけて薪製造を受託している村内の民間事業者です。令和2年10月からは薪ボイラーの実証試験も丹波山村より受託しています。

村内における薪の製造と利用に関わる立場から把握する課題や解決策についてヒアリングしました。

### 端材の利用

端材から作った薪については、地元のキャンプ場への販売を検討しても良いとのことでした。

現在、カ子謙には実家でキャンプ場を経営している従業員が数名在籍しています。そのうち1カ所は青梅市からバタ材の薪を購入していることから、そこへアプローチできるのではとのことでした。ただ、キャンプ場にはナラ等の広葉樹薪を製造し、納入したいとのことでした。

キャンプ場に薪として販売する以外の端材の活用方策として、薪ボイラーの燃料として投入しても良いのではないかといった意見もいただきました。

### ボイラー用薪の品質（令和2年10月～）

薪ボイラーの実証試験で使用する薪については、乾いた順に薪を使用しているとのことでした。

一方で湿った薪でも燃焼には大きな問題はないのではとの認識も持っていました。

### 株式会社アットホームサポーターズ（以下、アットホームサポーターズ）

アットホームサポーターズは、村が所有するジビエ処理加工施設の指定管理事業者です。薪を使ったテントサウナのイベントや自治体間の連携構築に取り組んでおり、薪を使う立場から端材の活用方策についてのアイデアをヒアリングしました。

### 端材の利用

現在使用しているテントサウナの燃料は薪であり、モバイル式のサウナなどのサウナーは増えており、薪使用量は少ないものの利用にはつながる活動とのことでした。

薪のサイズは、ストーブのサイズに応じて、25-30 cmがベストであるとのことでした。

### 株式会社 QOL たばやま（以下、QOL たばやま）

QOL たばやまは、村内において唯一薪ボイラーを利用している施設である「のめこい湯」の指定管理を受けている事業者です。

2019年10月までは薪ボイラーの管理はのめこい湯の管理者が行っていたことから、当時の様子をヒアリングしました。

### ボイラー用薪を使用した際に気付いた課題

令和元年10月まで、のめこい湯の管理者が薪ボイラーの運転・管理を担当していました。その時に気付いた課題をヒアリングしました。

薪ボイラーの稼働時において、①薪が湿っていると火力が上がらないこと、②薪の大きさや樹種にばらつきが生じると供給される熱量が均一にならないことが、利用者側にとって課題となっていたとのことでした。

薪を乾燥させずに湿った状態のままボイラー室まで供給されることがあり、その薪は必要な火力を出せないことから、利用者側はその分多くの薪を消費することとなって薪代が高んでいたとのことでした。

また、薪の大きさについてもばらつきが大きいとハンドリングが大変であることも確認できました。

大きい薪は長時間燃焼には適しているが火力は上がらないため、火力の調整が可能となるような現状よりは小径の薪を供給することが望ましいとのことでした。

丹波山村において薪の品質改善が課題として残っている背景には、薪の品質について関係者間で協議がなされていないからではと指摘を受けました。関係者全体で協議する場を設置し、理想の薪の形や価格といった方向性の共有が必要であるとのことでした。

### 薪に求める品質

---

薪に求める品質として、①乾燥していること、②一定した品質であることが挙げられ、利用者にとってハンドリングのしやすい、かつ火力のある薪が求められていることが確認できました。

特に乾燥に関しては、1年間は軒下で乾燥させる必要があるとのことでした。

### (2) 課題の整理

ヒアリング内容を踏まえ、燃料製造における課題を表 3-3 とおり整理しました。

表 3-3 燃料製造における主な課題と対応策等

課題等	調査等	対応案や今後の展開
薪単価の検証	コスト等既存データ収集 他地域との比較分析	生産工程の工夫等による生産性向上に向けた意見交換、実践へ
	製造工程等の参考事例収集	同上
薪の品質管理（水分）	現状把握、 製造工程や水分管理方法の 参考事例収集	乾燥した薪によるメリットの共有（ボイラー効率、燃料費低減等） →薪製造者、村や川上への還元 製造日時と乾燥場所の把握 重量測定による乾燥状況把握、水分計による計測 薪供給量の記録、重油利用量から適正な運用方法づくり
端材の処理	参考事例収集	薪の規格（95 cm）にこだわらず、材の長さに応じた採材 既存の取引単位（1.5m <sup>3</sup> /ラック）⇔熱量取引の採用
新たな販売先の検討	関係者からの情報収集	アットホームサポーターズなどが積極的な姿勢 関係者を巻き込んだ取り組み
バークの処理	関係者からの情報収集、 参考事例収集	焚きつけ用等こまめな燃焼資材としての利用 将来的には小菅村との協同対応

### 3.4.2 薪製造コストの低減化方策の検討

#### （1）現状の薪製造コストの検証

薪製造コストの低減化方策を検討するにあたり、まずは、丹波山村における現状の薪製造体制および、製造コストについて調査を行いました。

現状の薪製造体制

現状の薪製造体制については、丹波山村役場とカ子謙にヒアリングしました。

先述したように、カ子謙が薪製造と薪の運搬を請け負っているとのことでした。

薪の製造場所は村が所有する建物を活用し工場として整備されています。薪の製造場所となっている工場の敷地内には木の駅の土場があり、そこに森林組合やカ子謙が薪になる材を搬入しています。薪製造に必要な設備は村が用意し、薪製造時に使用した燃料や材の購入にかかる費用も村が負担しているとのことでした。

丹波山村における薪製造の工程を、図 3-2 に示します。まず、森林組合やカ子謙が搬出した材を工場の敷地内にある木の駅の土場で受け入れ、保管しています。それからグラブプルとチェーンソーを使って玉切りをし、土場から工場内へ、2tトラックを使って移動させています。

工場内では、薪割りから乾燥までを行っています。薪割りには、長さ1mの材に対応したスプリッターを使用しています。割った薪はラックに詰めて保管・乾燥しますが、ラックに納まりきらない薪は工場内で棚積みされ、保管・乾燥されています。

しかし、薪製造を行う工場は一部を除いて風通りが悪く、薪が乾きにくい環境でした。そのため、木の駅の土場において薪加工前の材は露天で、出荷1週間前の薪は屋根付きのストックヤードで保管・乾燥しています。

また、薪製造にかかる投下労働量についてカ子謙に確認したところ、薪製造は雨天の時や他業務の空き時間に行っており、まとめて作業を行っているわけではありませんでした。1日1人当たりの薪製造量は1.5m<sup>3</sup>~2m<sup>3</sup>、1ラック分の薪割・ラック詰めならば1人1時間分の労働力を投下したらできるとのことでした。

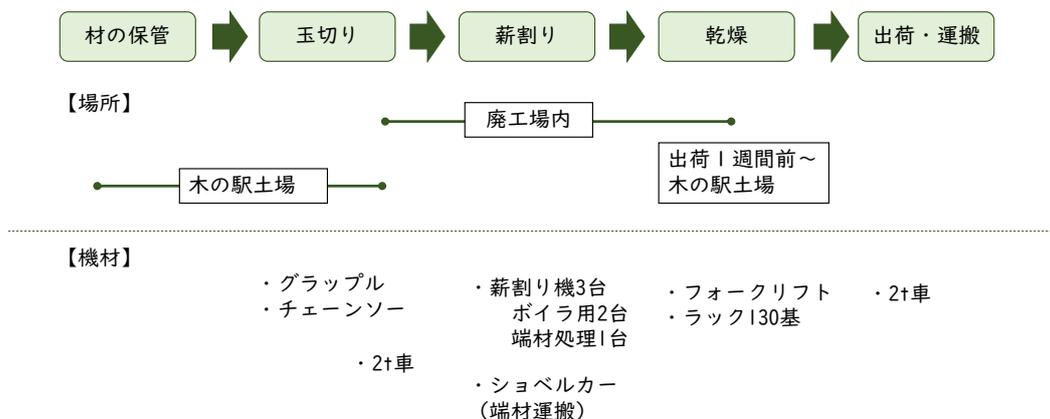


図 3-2 丹波山村における薪製造工程

出典：ヒアリング調査を基に作成

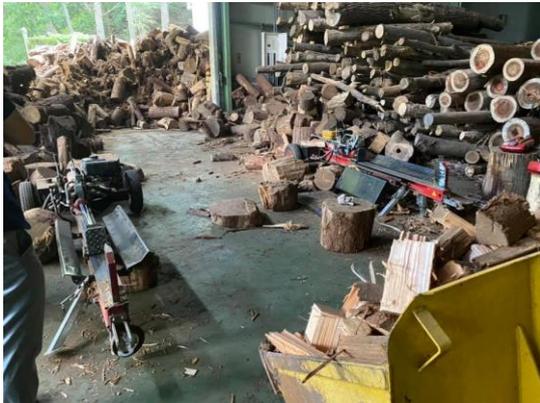


写真 3-4 ボイラー用薪割り機

出典：ヒアリング調査時に撮影



写真 3-5 棚積みされた薪

出典：ヒアリング調査時に撮影



写真 3-6 露天で乾燥している材

出典：ヒアリング調査時に撮影



写真 3-7 出荷 1 週間前の薪

出典：ヒアリング調査時に撮影

## (2) 他地域における製造工程等の事例調査

丹波山村における薪製造の課題を明らかにすることを目的とし、他地域において公共の熱需要向けにボイラー用薪の製造を行っている事業者の販売価格や製造効率と比較するため事例調査を行いました。

その結果を表 3-4 に示します。丹波山村は、他の地域よりボイラー用薪の流通価格が高く設定されていることが確認できました。

地域によっては、薪の製造効率が  $3\text{m}^3/\text{人日}$  以上と高い地域があります。薪製造コストの圧縮を目的とし、製造効率の高い地域における薪製造時の工夫について調査を行いました。

表 3-4 各地におけるボイラー用薪の製造体制、販売価格

	新単価 (円/m <sup>3</sup> ) ※原木換算	新単価 (円/ト) ※WB30%	薪製造事業者	製造体制	生産量 ※下段( )内はm <sup>3</sup> /人・ 日換算)
丹波山村	15,000	30,000	カ子謙合同会社	2名	1.5~2m <sup>3</sup> /人・日 (1.5~2)
新郷村	8,500	17,000	森林組合	1名	4m <sup>3</sup> /日 (4)
天川村	10,000	20,000	地元 第三セクター	4名	15m <sup>3</sup> /日 (3.8)
西目屋村	11,000	22,000	西目屋 薪エネルギー 株式会社	3名	9m <sup>3</sup> /日 (3)
新城市	13,000	26,000	合同会社 フォレストエネルギー 新城	1名 (時々+1名)	3~4m <sup>3</sup> /日 (3~4)
西栗倉村	10,400	20,800	村楽エナジー 株式会社	2名	3.2m <sup>3</sup> /日 (1.6)
道志村	7,500	15,000	NPO法人道志 森づくりネットワーク	3名	1 m <sup>3</sup> /人・日 (1)
占冠村	13,000	26,000	(一社)占冠村 木質バイオマス 生産組合	1名 (+1~2名応援)	2~3m <sup>3</sup> /日 (2~3)

出典：ヒアリング調査を基に作成

### 西目屋村の取り組み

西目屋村の薪の生産は、西目屋薪エネルギー株式会社（以下、西目屋薪エネルギー）が担っています。

薪製造効率は3 m<sup>3</sup>/人日、3人体制で薪製造を行っていることから9m<sup>3</sup>/日のボイラー用薪製造が可能であるとのことでした。

西目屋薪エネルギーが3 m<sup>3</sup>/人日の薪製造効率を達成できるようになったのは、そのための工夫を取り入れた薪製造ライン（写真 3-8、図 3-3）を整備したからです。この薪製造ラインは、作業台とコンベアを組み合わせた同社オリジナルで、作業員が自ら整備したものです。この薪製造ラインを整備したおかげで、作業員は屈まずに玉切り、薪割りができ、生産効率とチェーンソー作業の安全性向上に結び付きました<sup>2)</sup>。

この製造ラインは廃材を使って手作りしています。整備時にかかった費用は約10万円と安く抑えられています。

また、西目屋村では材の移動や製造した薪を積んだパレットの移動にホイールローダーを利用していますが、そのホイールローダーは村が除雪に使用しているものです。西目屋

<sup>2)</sup> 西栗倉村においても西目屋村の事例を参考にして、同様の薪製造ラインを整備した。

薪エネルギーは、冬季間に薪製造を行っていません<sup>3)</sup>。除雪の時期と薪製造の時期が重ならないことから、村がホイールローダー使用していない時期に西目屋薪エネルギーがホイールローダーを使用することができます。西目屋薪エネルギーは自らが使用する期間分のホイールローダーの保険料を負担し、村からホイールローダーを借用し、利用しています。また、薪を積むパレットは中古で購入しました。

以上のように、西目屋村では人が薪に触る回数を減らすことで薪製造効率を向上させる他に、初期投資用を抑える工夫も行っています。



写真 3-8 薪製造ライン

出典：西目屋薪エネルギー提供

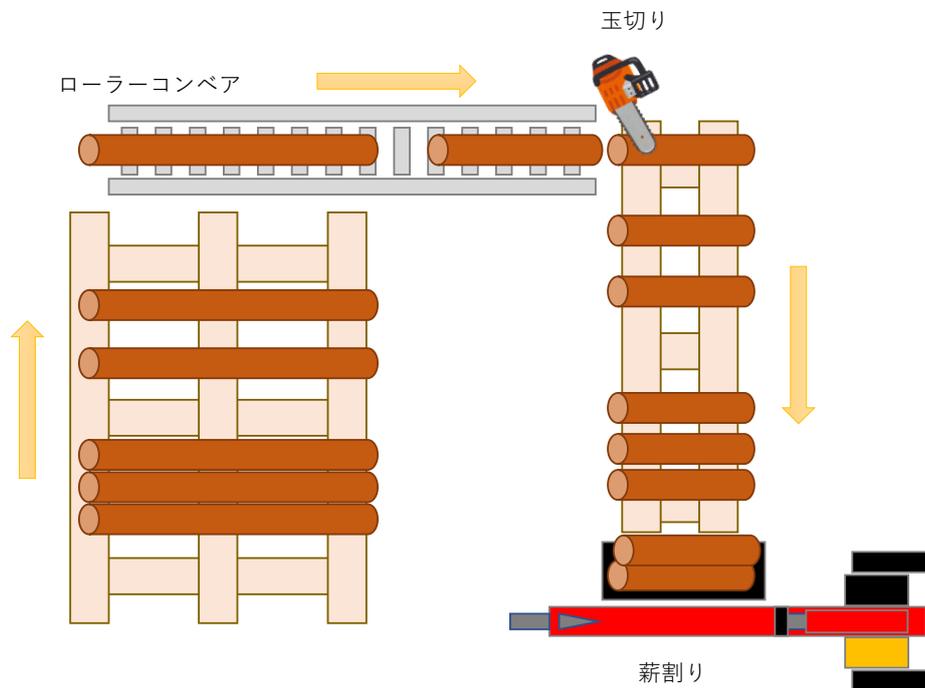


図 3-3 薪製造ライン

出典：西目屋薪エネルギー提供

<sup>3)</sup> 4月から11月まで薪製造を行う。

新城市、新郷村の取り組み

西目屋村の取り組みのほかにも、特徴的な取り組みとして新城市と新郷村の取り組みを紹介します。

新城市では、ボイラー用薪の原料となる材を木の駅で受け入れています。木の駅では玉切りの手間が発生しないように1mもしくは2mの長さで搬入することを条件としています。木材を収める人によっては、材を4mの長さで運搬した方が効率的な人もいます。そのような場合は木の駅までは長さ4mの材を運搬し、木の駅に降ろした後に長さ1mもしくは2mまで、材を納入した人自身が玉切りをしています。

また、木の駅で降ろされた材は保管から薪割、ラックへの収納、乾燥までの全工程を同一の場所で行います。材を動かさない代わりに、薪割り機を材のところまで動かします。

新郷村も同様に、玉切り後の材は極力動かさずに薪割り機を材のところまで動かして薪割を行っています。

薪の製造効率を向上させるポイントとして、新城市と新郷村では人が材に触れて動かす回数を極力減らしています。

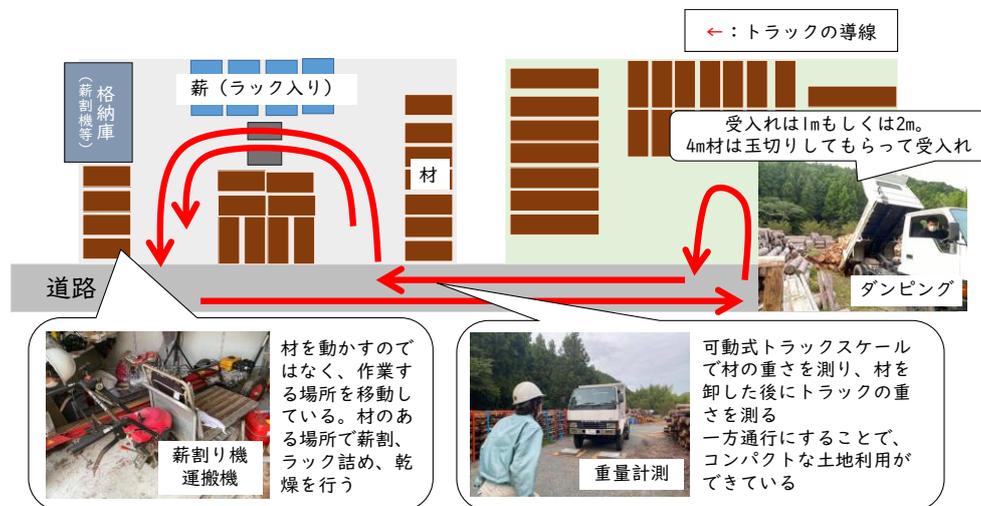


図 3-4 新城市における薪製造現場のレイアウト

出典：森のエネルギー研究所の現地調査結果に基づき作成



A 重油価格が 85 円/L のとき、A 重油の熱量単価は 2,864 円/GJ<sup>5)</sup>です。西粟倉村と N 村において A 重油の熱量単価 2,864 円/GJ と競争可能な価格に製造コストを抑えられていること、またこれら 2 地域と比較すると丹波山村は薪製造コストが高いことが確認できました。

薪が A 重油に対し価格面で優位となるためには、薪製造コストを約 3,000 円/GJ 圧縮する必要があります。

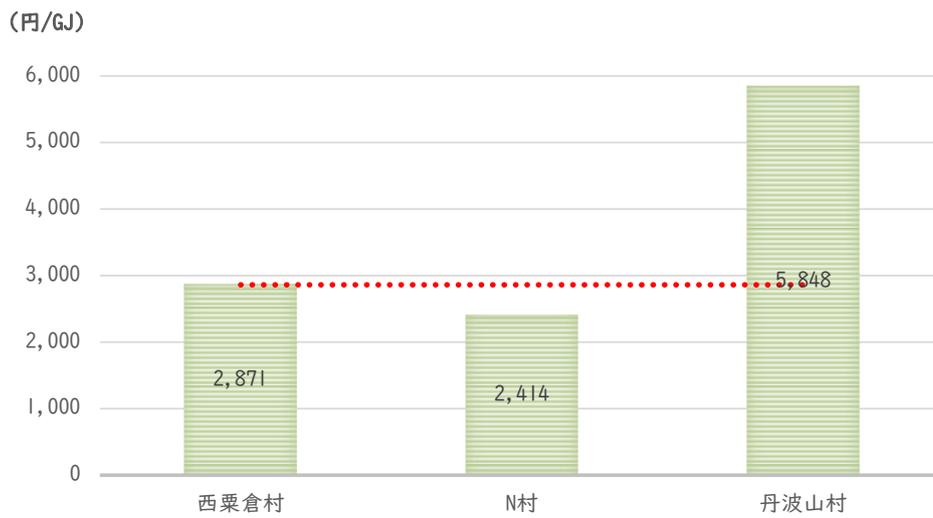


図 3-6 丹波山村及びその他 2 地域における薪製造コスト

出典：ヒアリング調査、Web 調査を基に作成

### (3) 薪製造コスト低減化のための方策及び試算

現在、カ子謙では 1.5m<sup>3</sup>~2m<sup>3</sup>/人日の薪を生産しています。

前掲の薪の製造単価（表 3-4、15,000 円/m<sup>3</sup>）から、人件費を 3 万円/人日と仮定した際に、薪製造への従事者の所得を下げないことを前提条件として、薪製造効率と 1 年間当たりの薪製造量を増やした場合に、どこまで減価償却費を中心とした薪製造コストが圧縮できるのかをシミュレーションしました。

まずは、薪製造効率 4.0m<sup>3</sup>/人日を達成した場合についてシミュレーションしました（図 3-7）。500m<sup>3</sup>/年製造のとき 3,950 円/GJ までコスト低減が見込めます。ただし、それ以上製造量を増やしても A 重油と同等まで低減することは難しいです。

<sup>5)</sup> A 重油 1 G J あたりの単価=85 円/L ÷ 37.1MJ/L × 1,000MJ/GJ × ボイラー効率 80%

次に、A重油と同等までコスト低減が可能な薪製造効率および年間薪生産量を求めました（図 3-8）。その結果、製造効率を  $6.0\text{m}^3/\text{人日}$ 、製造規模を  $1,600\text{m}^3/\text{年}$ 以上を目指す必要があるという、実現性の低い結果となりました。

A重油と同等まで価格を下げる場合には、生産性と生産量の向上が見えてきたタイミングで、薪販売から熱販売に切り替えていき、関係者皆が納得のいく体制構築を目指していくことが必要であると考えます。

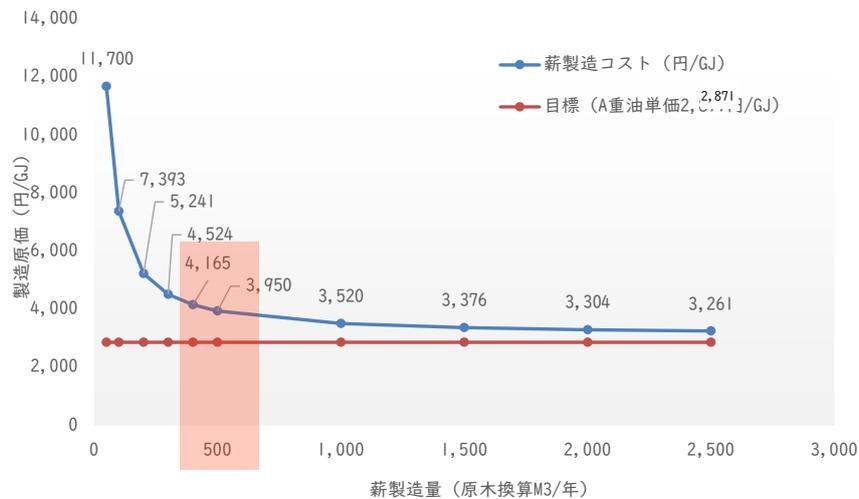


図 3-7 薪製造コストシミュレーション（人件費 30,000 円/人日、製造効率  $4.0\text{m}^3$ ）

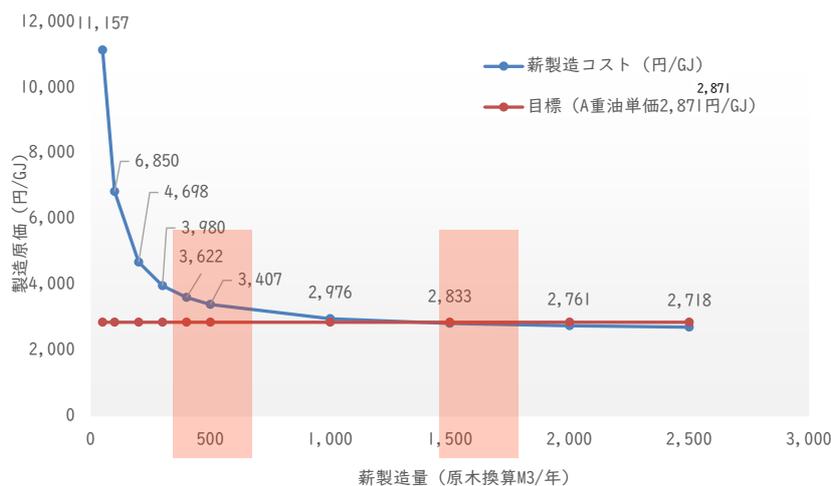


図 3-8 薪製造コストシミュレーション  
（人件費 30,000 円/人日、製造効率  $6.0\text{m}^3$ ）

### 3.4.3 端材の活用方策の検討

端材をストーブ用薪やアウトドア用薪として販売するため、現状の課題と解決方策について地域の関係者と協議しました。

#### (1) ストーブ用薪

ストーブ用薪を販売する場合は、乾燥して火力が十分に確保できるならば樹種は問わないものの、薪ストーブユーザーはインテリアの一部として薪を飾っていることから、見た目が美しいこと、虫などといった異物が混入しないことが求められます。端材の薪はカビや汚れのある場合もあり、品質の確保が高いハードルとなります。

なお、TreeLumber ではストーブ用薪を製造・販売しており、ふるさと納税の返礼品としても人気があります。端材の薪もふるさと納税の返礼品に活用できないか検討しましたが、返礼品は地域の顔となるためA級品を扱いたいことが村の意向としてありました。

一方、“B級品”として但し書きをしたうえで、既に製造販売している村の特産品とのセットで端材の薪を販売するというアイデアのある地域の事業者もいることから、村内の関係者間での協議調整が必要と考えます。

表 3-5 ストーブ用薪の品質比較

	商品として求められる品質	丹波山村にある端材の品質
樹種	樹種は問わない	主に針葉樹
水分	乾燥していること	ものによっては湿っている
長さ	30cm前後	30cm
異物混入	虫等の異物混入は認めない	-
見た目	カビ、キノコ× きれいなものが好まれる	カビが生えているものもある ものによっては樹皮がない

出典：ヒアリングを基に作成

#### (2) アウトドア用薪

近年、ソロキャンプや冬キャンプの流行によって、アウトドア用薪の需要が増えています。令和2年の冬にいたっては、キャンプ場からの薪の追加注文が例年よりも早い時期に発生しているとのことでした。

丹波山村にも、民間で営業しているキャンプ場が8か所あります。丹波山村役場によれば、村内のキャンプ場の多くは経営者が自ら薪を製造しているとのことでしたが、一部のキャンプ場では青梅市といった村外から薪を購入しているとのことでした。

以上より、村外の資本を獲得する手段として、村内に足を運んだキャンプ場利用者が薪を購入できるように、キャンプ場や道の駅などでアウトドア用薪の販売を検討していきます。夏休みには多くの人が村内のキャンプ場を利用し、紅葉シーズン、特に11月には村外から紅葉狩りに多くの観光客が足を運ぶことから、その機会を活かして、端材を活用した薪の販売体制構築を目指します。

しかし、アウトドア用薪もストーブ用薪と同様に、利用者へ販売する際にはきれいな薪が求められます。また、焚き付け、火力調整、長時間燃焼等といった用途に応じて、適した薪の樹種や太さが異なることから、需要に応じた薪のラインナップを整備していくことが必要です。

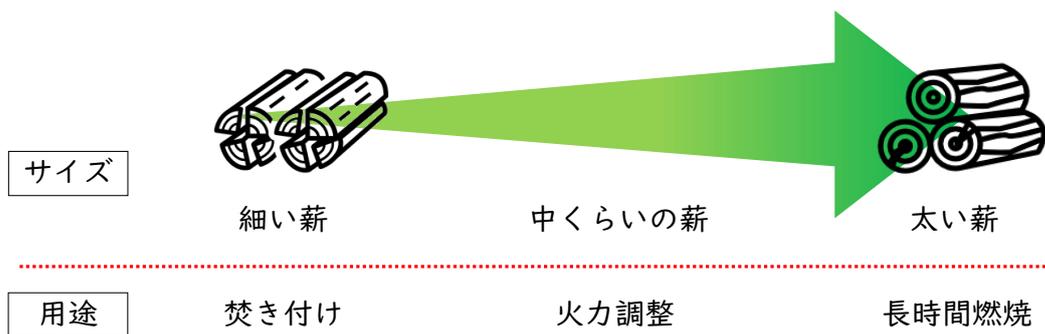


図 3-9 薪のサイズと用途

出典：Web 調査、ヒアリング調査に基づき作成

### (3) その他

端材を薪として販売するにあたり、ヒアリング調査を通じて以下3点の要望・意見が地域関係者より挙がりました。

- ・ 質の悪い薪を欲しいという場所はないことから、針葉樹をおがくずにして利用するといった案はないか
- ・ 薪として販売するならば、運賃の負担を軽減するため道の駅といった村内の拠点において販売したい
- ・ 薪として販売するならば段ボールに梱包したり、軽トラックで詰め放題にしたり、結束する手間を軽減してはどうか

また、ストーブ用薪やアウトドア用薪以外にも以下の利用方法や端材を発生させない方策についても意見が挙がりました。

- ・ ボイラー用薪の乾燥が不十分であるという地域課題解決に向けて、端材をボイラー用薪の乾燥のための燃料として使う
- ・ キャンプ場向けにファイヤートーチを作ってはどうか
- ・ 古民家ホテルなどで囲炉裏を整備し、そこに炭を供給してはどうか
- ・ アットホームサポーターズが地方創生事業で普及しているテントサウナでは、ストーブ用サイズの薪を使用する。テントサウナはイベントだけではなく、非常時の入浴機能として機能する
- ・ ボイラー用薪の長さを端材が生じないよう 80~85cm に切断する

以上を念頭に置き、今後も地域の協議会において検討を重ねていきます。

### 3.4.4 バーク（樹皮）の活用方策の検討

バークの利用方法は、①バイオマス燃料、②農業用資材、③舗装利用の3つに大きく分類できます。本事業では先進事例の情報収集を行い、丹波山村に適した活用方策を検討しました。

表 3-6 調査対象一覧

分類	地域「事業者」	用途
バイオマス燃料	大分県日田市「日田資源開発事業協同組合」	木材乾燥の燃料
	埼玉県飯能市「もくねん工房」	ペレットの原料
農業用利用	徳島県「農林水産総合技術支援センター」	マルチング材、高設栽培用培地
	—	バーク堆肥
	—	バーク炭
舗装利用	埼玉県秩父地域「埼玉木材チップ協同組合」	舗装材料

出典：文献調査、Web 調査を基に作成

#### (1) バイオマス燃料

##### 大分県日田市「日田資源開発事業協同組合」

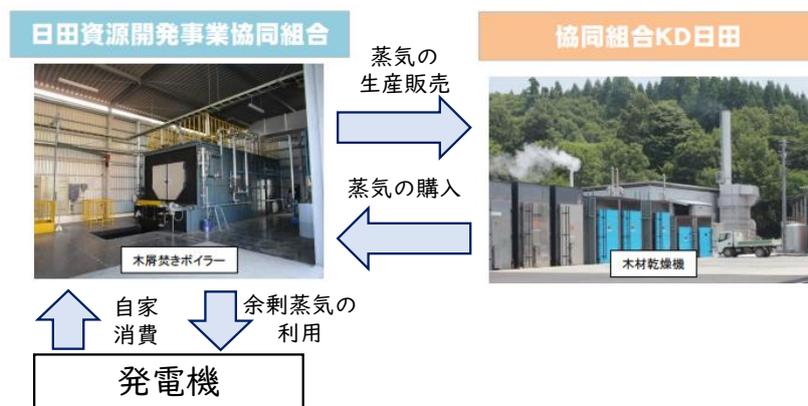


図 3-10 実施体制図

出典：[https://www.rinya.maff.go.jp/j/riyou/biomass/attach/pdf/con\\_4-31.pdf](https://www.rinya.maff.go.jp/j/riyou/biomass/attach/pdf/con_4-31.pdf)

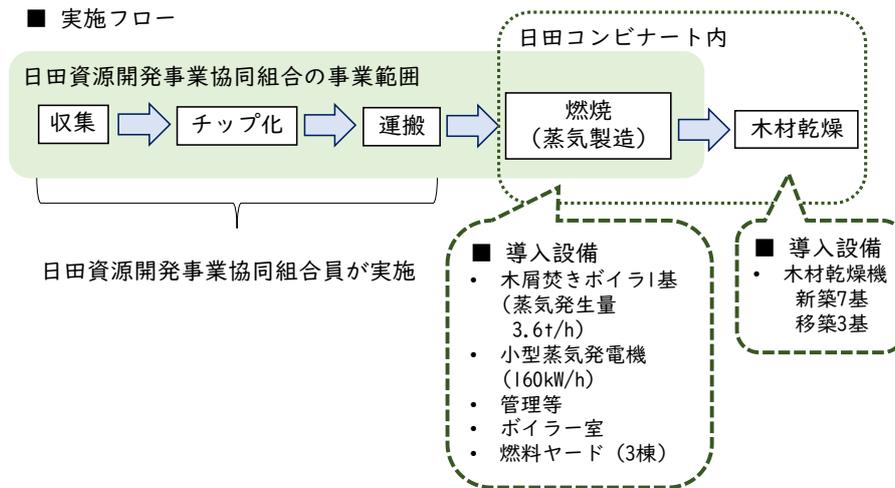


図 3-11 実施フロー

出典：林政ニュース 498 号,

[https://www.rinya.maff.go.jp/j/riyou/biomass/attach/pdf/con\\_4-31.pdf](https://www.rinya.maff.go.jp/j/riyou/biomass/attach/pdf/con_4-31.pdf)

市内の製材業者 5 社によって設立された「協同組合 KD 日田」による木材乾燥の熱源として使用する蒸気を、日田資源開発事業協同組合がバークを燃焼し供給しています。バークは市内にある中小規模製材所で発生したものであり、集荷、利用、販売までを日田資源開発事業協同組合が手掛けています。

この設備は、平成 26 年 11 月から稼働開始しています。事業費は 203,040 千円であり、うち 94,000 千円は補助金を活用しました。バークの処理量は約 50,000m<sup>3</sup>/年であり、乾燥木材生産量は 17,800m<sup>3</sup>/年とのことでした。

日田資源開発事業協同組合ではもともとバークの堆肥化を行っていましたが、処理が追いついていませんでした。木材乾燥にバークを使用することによって、処理に困っていたバークの有効活用に結び付けました。

また、市内の製材事業者にとっても、①製材事業者の乾燥コスト削減、②産業廃棄物の有効活用、③需要側の品質要求に応えた製品製造体制の整備に結び付けました。

### 埼玉県飯能市「もくねん工房」

日本で数少ない樹皮 100%のペレット製造を行っており、製造したペレットは、飯能市や埼玉県の公共施設、市内にある高等学校等の暖房、足湯に利用されています。

この事業が設立した背景として、製材端材等の焼却炉での燃焼が禁止されたことが挙げられます。製材後の樹皮の処理のために西川地域の製材所が出資して協同組合を設立し、ペレット工場を建設、平成 15 年 5 月に稼働開始しました。

本事業は、西川地域の製材所がバークを持ち込み、処理量を支払っていることから、原料代がかかりません。また、製材事業者は他に産廃処理を依頼するよりも費用が安く抑えられます。

ただし、バークは灰分が高く、石などといった木質以外が混入する恐れがあることから、燃料化の工程や燃焼の行程においては留意が必要です。

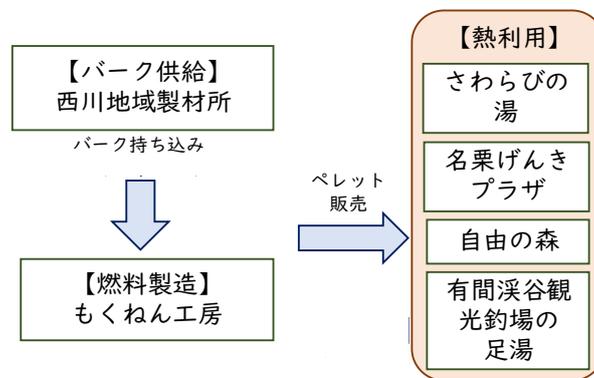


図 3-12 実施体制図

出典：森のエネルギー研究所のヒアリング調査に基づき作成



図 3-13 実施フロー

出典：森のエネルギー研究所のヒアリング調査に基づき作成

(2) 農業用資材

農業用資材に関しては、用途別の効果と注意点について調査を行いました。調査結果を表 3-7 に示します。

バークは堆積 1 年以内のものは C/N 比が高く、窒素飢餓を引き起こす恐れがあることから、施肥のタイミングと量を考慮する必要があります。また、バークの量を多く使用したり、乾燥しやすい条件でバークを使用したりする場合、乾燥障害を引き起こす恐れがあります。培地として利用する場合、連用年数による化学性の差は生じませんが、保水量は低下することから、培地連用に伴うバーク追加・肥料散布を行って混和する必要があります。

表 3-7 バークの農業利用

用途	効果	備考
マルチング材	<ul style="list-style-type: none"> <li>腐りにくい</li> <li>(スギは) 精油などによる撥水性がある</li> <li>干ばつ/多雨の影響を受けにくくなり、水分調整が可能</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>一次破砕バークで可能</li> <li>新鮮なバークでも効果あり</li> </ul>
養液栽培用培地や高設栽培用培地	<ul style="list-style-type: none"> <li>病害虫予防</li> <li>生産性向上</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>一次破砕バークを破砕し、繊維化した状態</li> <li>バークは新鮮な状態ではなく、水溶性フェノールの分解・消失の処理が必要であり、10月～翌3月の放置でバーク堆肥並みに減少可能</li> </ul>
バーク堆肥 (主原料の 50% 以上がバークで、家畜ふんや少量の化学肥料を加えて堆積し、高温醗酵させて完熟させた有機質肥料)	<ul style="list-style-type: none"> <li>土壌環境を物理的に改善し、<u>通気性と排水性の改善を図る</u></li> <li>多様な微生物が圃場内に定着</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>一般的に針葉樹は 2 年間、広葉樹は 1 年間野積みする</li> <li>製造や販売の際は、事業所の管轄となる山梨県の知事に届出が必要</li> <li>堆肥に分類されるため、肥料取締法に基づく表示(主な成分の含有量等)が必要</li> </ul>
バーク炭 (バークを熱分解した生成物)	<ul style="list-style-type: none"> <li>より高い透水性・保水性効果が期待でき、水溶性の肥料分が土壌中に留まる時間を長くすることができる</li> <li>土壌の酸度矯正効果がある 等</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>樹種や炭化法により、木炭の性質も異なるため、土壌改良剤としての効果にも微妙な違いが生じる</li> </ul>

出典：Web 調査に基づき作成

(3) 舗装利用

木材パークチップを再利用！敷道路・河川公園など足に優しい舗装！！

## パークチップ舗装

パークとアスファルト乳剤等をミキサーで混合した木材樹皮舗装です。

◆スギ・ヒノキ等残置間伐材などを使用しているためエコロジーです。◆皮むき工程で出る樹皮を利用しているため木材チップ舗装に比べて安価に施工出来ます。◆アスファルト舗装に比べてクッション性に優れております。◆アスファルト乳剤を使用しているため、材料の水分管理が安易に出来ます。

1 型枠設置  
2 混合  
3 敷均し・転圧  
4 トップコート  
5 施工完了

〈パークチップ舗装の設計〉

3～5cm ↓

パークチップ舗装	
在来砂利層	
路床	

配合品目	配合比(重量)kg
パークチップ	25.8
粗目砂	38.6
セメント	7.0
コンクリート増粘剤	1.8
顔料(ベンガラ)	1.5
アスファルト乳剤	25.3

**クッション性に良く足に優しい舗装です。**  
パーク舗装の混合物は、ウレタン系の舗装よりクッション性が大きく、その歩行感覚は、アスファルト弾性混合物(ゴム・コルク等を添加したアスファルト混合物)に近く、天然の草葉に近い感覚が得られます。

**透水性と滑り抵抗性が得られます。**  
パーク舗装はウレタン系舗装にほぼ等しい透水性があります。(バケツ一杯の水を流しても数秒程度で浸透します。) また、滑り抵抗性は、ウレタン系舗装より大きな値を示し、降雨時など滑りにくくなります。

**現場にあった配合を組みます。**  
一般的な配合以外に現場の状況や車輪子対応等、要望にあった配合とする配合を組みます。

**耐用年数は、木材チップ舗装に比べ長く期待できます。**  
針葉樹樹皮は、腐敗しにくいので、木材チップ舗装に比べて耐用年数は長く期待できます。

図 3-14 舗装資材の紹介資料

出典：https://morinokatsujin.com/wp-content/uploads/2018/06/utilize0511\_01.pdf

埼玉木材チップ協同組合では、針葉樹パークチップの利用拡大と通年利用を目的とし、平成 25 年度「秩父地域森林活用等創出資源事業」を活用し、舗設材料を開発しました。

材料はスギ・ヒノキ等針葉樹の未利用木質資源の樹皮であり、アスファルト乳剤等を混ぜ合わせ舗設材料を作り、舗設、転圧して造成しました。

この舗装資材は、①クッション性が良く、足にやさしい、②透水性と滑り抵抗性がある、③木質チップ舗装に比べ、耐用年数が長く期待できる、④木質チップ舗装に比べ、安価に施工できるといった効果がありました。平成 26 年 9 月には大血川森林活用施設整備工事で遊歩道の整備に活用されていました。

(4) 丹波山村における活用検討

調査結果に基づき、丹波山村における活用方策を検討しました。

現在、薪ボイラーの焚き付けの際に、バークは少量ではあるもののこまめに消費はされています。今以上の消費量を見込む場合は、薪ボイラーの焚き付け以外の用途にも拡大する必要があります。

薪の品質向上が求められていることから、バークを薪の乾燥の燃料として使うことに地域から高い関心が示されました。ただし、バークはかさ密度が小さいことから燃焼速度が速く、投入手間が負担となる恐れがあります。この点を留意し、実現に向けて地域の関係者と共に検討を重ねていく必要があります。

また、舗装利用についても、村内の主要な観光拠点において需要があれば実施したいと地域から高い関心が示されました。

一方で、農業利用に関しては、①村内の需要がそれほど期待できないこと、②村内に畜産業がなく家畜糞尿の供給元がないことから、村内での利用可能性は低いと考えられました。しかし、隣接する小菅村ではおが粉を使った堆肥製造が行われていることから、小菅村におけるたい肥製造の実情を把握することで、地域間で柔軟に連携してバークを活用していける可能性が考えられます。

表 3-8 丹波山村におけるバーク活用方策の検討結果

用途	種類	必要な加工	村内で考えられる利用方法	評価	
バイオマス燃料	破砕チップ	チップ化	—	×	燃料用として使用できる品質のチップが高額、燃料として供給する規模の量は無い
	ペレット	ペレット化	ペレットボイラー、ペレットストーブ用	×	ペレット製造コストが高額
	(バークのまま)	(無し)	薪の乾燥(安価な薪ストーブを利用)	△	薪の品質向上に貢献。投入の手間が課題
農業用資材	バーク堆肥	チップ化→発酵・たい肥化	畑作への活用(排水性、通気性の向上)	×	家畜糞尿の提供元となる畜産業がない。また、発酵に時間がかかり、品質基準や届出等も発生
	バーク炭	チップ化→炭化	畑への活用(保水性向上、酸度矯正)		
	マルチング材	チップ化	農地での防草、防虫、保水	○	
	培地利用	チップ化	ブルーベリーの栽培(丹波山倶楽部等)	○	
	敷料	チップ化	—	×	畜産業がない
土木資材	舗装	チップ化(+樹脂等接着剤)	観光に係る施設、遊歩道等へ敷設	○	

出典：打合せ結果に基づき、作成

## 3.5 木質バイオマスエネルギー利用に関する取組

丹波山村では平成 28 年に薪ボイラーを導入し、村内の材を活用した木質バイオマス利用を推進してきましたが、そのなかで新たに現れてきた課題について整理し、対応策を検討しました。

### 3.5.1 木質バイオマスエネルギー利用に係る課題の把握

木質バイオマスエネルギー利用に係る課題を把握するため、関係者へのヒアリングを行い、課題を整理しました。

#### (1) 関係者へのヒアリング

丹波山村における木質バイオマスエネルギー利用に係る課題と解決策を把握するため、表 3-9 に示した主体にヒアリングしました。

表 3-9 ヒアリング調査の対象一覧

主体名	調査実施日	確認内容
丹波山村役場 振興課	令和 2 年 8 月 6 日 令和 2 年 11 月 13 日 令和 2 年 12 月 23 日	地域全体の取り組み状況、薪製造体制
株式会社アットホームサポーターズ	令和 2 年 11 月 18 日	端材処理のアイデア、協力意向
株式会社 QOL たばやま	令和 2 年 11 月 25 日	薪ボイラー運用、薪利用等
丹波山倶楽部	令和 2 年 12 月 17 日	薪利用や販路等
小菅村 源流振興課	令和 2 年 11 月 18 日	木質バイオマス利用計画等

#### 丹波山村役場（振興課）

##### 薪の利用コストの低減化

のめこい湯に導入している薪ボイラーは運用の過程で、ボイラーの蓋の歪みが発生し修理費用がかかるなど利用のためのコストが当初想定より上がってしまっています。そこ

で、薪ボイラーの運転の実態を把握し対策を講じるため村の主導により令和2年10月から運転に係るデータの記録を行っています。このデータを基に有効な対応策を検討しノウハウとして蓄積、マニュアル化することで運用方法の向上につなげていくとともに、故障等による修繕費を削減することが望めます。

### 薪の需要先拡大について

現在、村内では公共施設であるのめこい湯において率先的に薪ボイラーを導入し、村内の材の活用を図ってきましたが、需要先がこの1カ所のみであることから、薪の製造事業の成立が採算面で難しいこと、何らかの理由で薪ボイラーを休止する必要がある場合に材の行き場が無くなるといったことがあり、これらの課題を解消するために需要先を拡大していく必要があります。

公共施設については、災害時における村民の安心・安全の確保といった副次的な効果も期待できるような導入のあり方がより望ましいのではないかとした導入検討にあたって重視する観点も挙げられました。

### 株式会社 QOL たばやま

#### 薪ボイラーへの薪投入の人員確保

薪ボイラー利用にあたっては、数時間に1回薪ボイラーへ薪を投入する必要がありますが、施設と薪ボイラー用機械室が離れているため薪の投入とその他業務の兼務を行いにくく、そのために新たに雇用することも民間企業としての経営上難しいため、薪投入のための人員確保が課題となっています。

### 株式会社アットホームサポーターズ

#### 端材の利用（川中の課題として記載した内容は割愛）

アットホームサポーターズでは村の特産品を商品化し販売を行っていることから、これらの商品と薪をセット販売するといったアイデアが提示されました。既に流通ルートを持つ事業者との連携によって早期の需要先確保につながることを期待できると考えられます。

### 農事組合法人 丹波山倶楽部

---

#### 端材の利用

---

丹波山倶楽部では舞茸の栽培及び販売を行っています。栽培の過程で蒸気ボイラーを、加工品の製造過程において乾燥機を使用しますが、それら設備を代替できる薪焚きの設備が無い場合、すぐに取り組みの中で薪を活用することは難しいことがわかりました。しかし、農業用ハウスでの農産物栽培へも関心があるということから、今後の取り組みの中で薪焚きのハウス加温機の利用等相互に条件の合う場合には活用の可能性もあることがわかりました。

### 小菅村（源流振興課）

---

#### 薪利用の基盤強化に向けた相互連携

---

小菅村では薪ボイラーの導入を計画しており、そのための薪製造体制の構築も進めています。それぞれ村内で薪を供給できない事態などが発生したときに薪を融通したり、薪製造時に発生する樹皮の処理を共同して行うなど、相互にメリットのある連携のあり方が見えてきました。薪の需要拡大に直接的に寄与するものではありませんが、薪を活用していくにあたっての基盤を強化していくことでより持続可能なしくみにつながることを期待できることから、今後は情報共有と協議の場を継続的に設け、連携内容を具体化していくことが必要と考えられます。

(2) 課題の整理

ヒアリング内容を踏まえ、川下側における課題を表 3-10 のとおり整理しました。

表 3-10 川下側における課題の整理

課題等	調査等	対応案や今後の展開
薪の利用コスト 安定した品質の薪の供給 薪くべの人材と人件費コスト	関係者からの情報収集、のめこい湯のデータ分析	ノウハウの蓄積と運転マニュアルづくり (薪の投入量や時間、給湯・昇温・床暖等利用の選択) 乾燥した薪によるメリットの共有、取引時の薪品質の確認 記録結果を踏まえた運用ノウハウの蓄積、運用体制の構築(薪製造・薪くべ)
熱需要先の拡大 (現在、のめこい湯のみ)	関係者からの情報収集、試算	試算結果等を踏まえ、今後の計画への反映 高齢者生活福祉センター、保育所 テントサウナ、道の駅、キャンプ場、村の特産品とのセット販売 薪ストーブ販売会社 丹波山倶楽部(農業分野への活用) 小菅の湯(小菅村) 第二次源泉(新規) 村営住宅(新規)
薪利用の基盤強化に向けた連携体制の構築	関係者からの情報収集	小菅村との相互連携に向けた情報共有と連携内容の具体化

## 3.5.2 のめこい湯の薪による代替率の検証と代替率向上方策の検討

### (1) 調査方法

丹波山村では、令和2年10月2日よりのめこい湯における薪ボイラーの利用再開に向けた実証試験を開始しました。これまでのような薪の消費では薪代や人件費等が嵩み、赤字ばかりが増えていく恐れがあることから、効率的な薪の燃やし方や費用対効果等を明らかにし、薪ボイラーの継続利用の是非を判断するためです。

実証試験はカ子謙が請け負い、令和4年の3月末まで実施する予定であり、1年半の期間でデータを取得します。

本事業では、実証試験期間のうち10月における薪ボイラーの薪消費量データと、既存ボイラーのA重油消費量データを収集し、燃料の使用量を整理しました。その結果に基づき、薪ボイラー稼働前と薪ボイラー稼働後における燃料消費量の変化を把握して代替率を検証し、代替率向上に向けた方策を検討しました。

### (2) 結果

#### 現状

---

#### 投下労働量

---

実証試験を行うにあたり、薪ボイラーを運転する人員として1名をボイラー室に配置しています。

薪ボイラーを運転する担当者は朝8:00から夕方18:00までの時間が拘束されます。拘束されている間は薪ボイラーに薪を投入したり、薪ボイラーを掃除したり、薪を製造したり、薪ボイラー室から薪製造施設間を行き来したりし、業務に従事します。

役場は薪ボイラーの運転に1名が常駐するにあたって、1日当たり1万5千円の委託料を支払っています<sup>6)</sup>。

---

<sup>6)</sup> 11月の丹波山村村議会だよりには、「薪ボイラーは1年半燃やし続けてデータを取りたいので朝8時から(夕方)6時で1万5千円。10時間を目安に常時監視し、薪を燃やし掃除やデータをとってもらおう計上となっています。」とある。



写真 3-9 ボイラー室前での薪製造



写真 3-10 薪ボイラー掃除

薪消費量

10月の薪消費量を図 3-15 及び表 3-11 に示します。10月5日からのデータを入力しており、10月5日から10月31日までの薪の使用量総計は32.4 m<sup>3</sup>でした。1日あたり最小0.9m<sup>3</sup>、最大1.95m<sup>3</sup>、平均1.47m<sup>3</sup>の薪を消費していました。

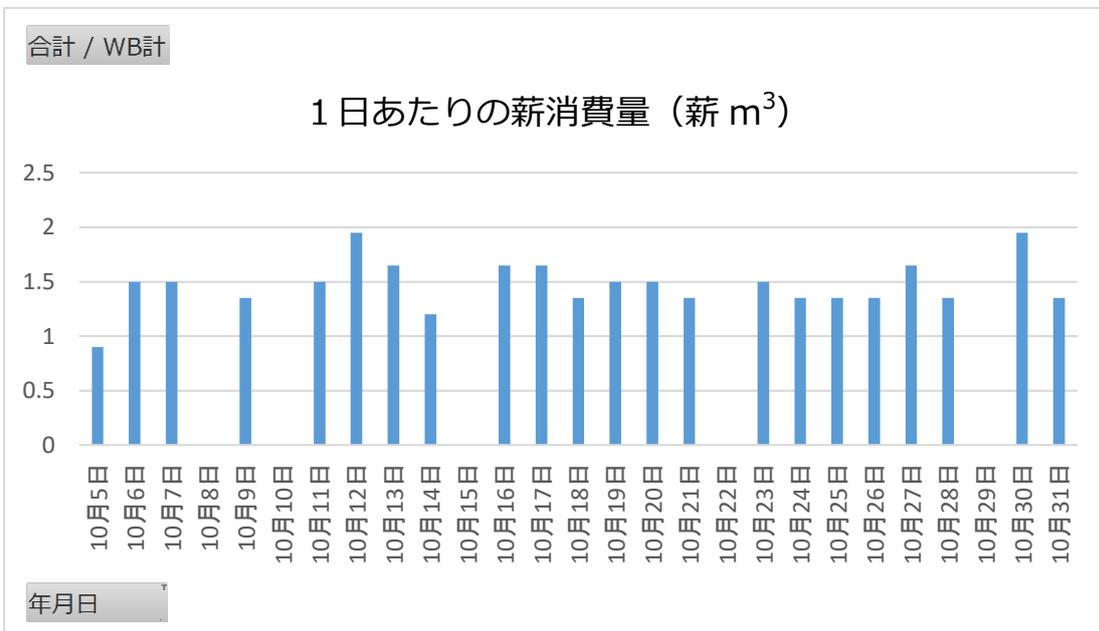


図 3-15 のめこい湯における薪の消費量 (令和2年10月5日～10月31日)

出典：丹波山村の実証試験データを基に作成

表 3-11 のめこい湯における薪の消費量（令和2年10月5日～10月31日）

行ラベル	合計 / WB計
10月5日	0.9
10月6日	1.5
10月7日	1.5
10月8日	
10月9日	1.35
10月10日	
10月11日	1.5
10月12日	1.95
10月13日	1.65
10月14日	1.2
10月15日	
10月16日	1.65
10月17日	1.65
10月18日	1.35
10月19日	1.5
10月20日	1.5
10月21日	1.35
10月22日	
10月23日	1.5
10月24日	1.35
10月25日	1.35
10月26日	1.35
10月27日	1.65
10月28日	1.35
10月29日	
10月30日	1.95
10月31日	1.35
<b>総計</b>	<b>32.4</b>

出典：丹波山村の実証試験データを基に作成

化石燃料消費量

10月中のA重油使用量を図 3-16 に示します。10月1日から10月31日までのA重油使用量総計は3,862Lでした。

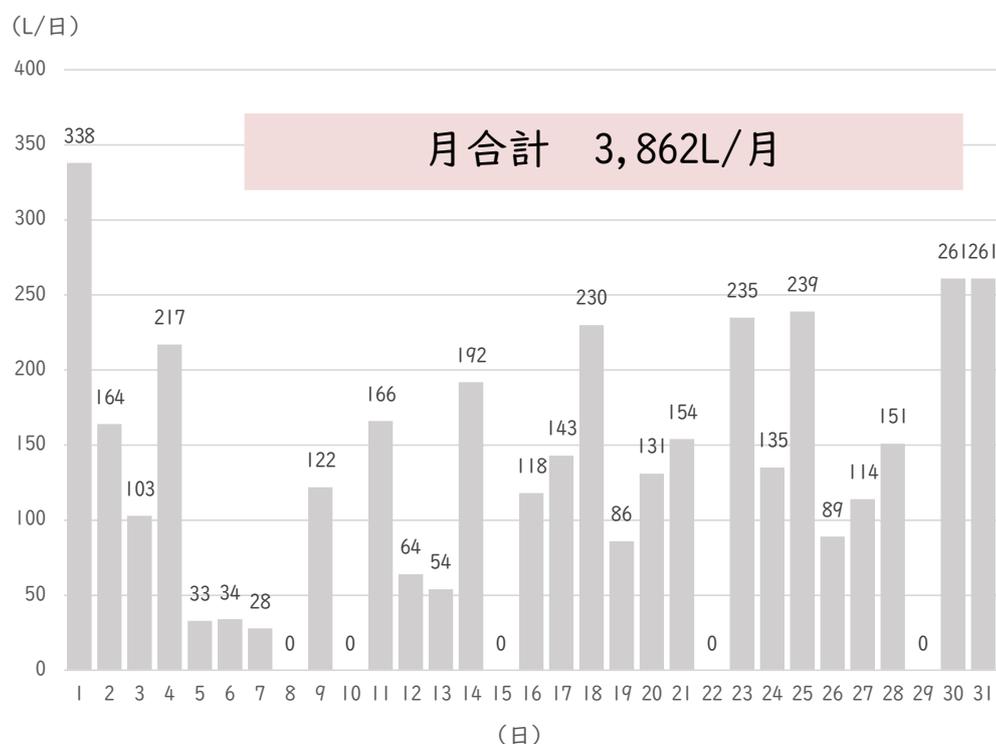


図 3-16 のめこい湯におけるA重油消費量（令和2年10月1日～10月31日）

分析

A重油使用量削減効果

薪ボイラーの導入効果を検証するためには、熱負荷を同条件にして薪ボイラー導入前のA重油消費量と薪ボイラー導入後のA重油消費量を比較し、代替率を求めることが好ましいです。

しかしながら、のめこい湯では薪ボイラー導入後に露天風呂の改修工事を実施していること、今年度はコロナ禍の影響を受け入湯客数が減少していると推測されることから、薪ボイラー導入前後で熱負荷に変動が生じていると考えられます。

以上より、熱負荷が同条件になるように補正係数を求め、平成28年度時点における薪ボイラー導入前のA重油消費量にその係数を乗じ、現在の熱負荷に合わせた薪ボイラー導入前のA重油消費量を求めました。その結果、現在の熱負荷を考慮して求めた薪ボイラー

導入前の A 重油の消費量は 128,644L/年であり、そのうち 10 月の A 重油消費量は 7,843 L/月であると推計されました（図 3-17）。

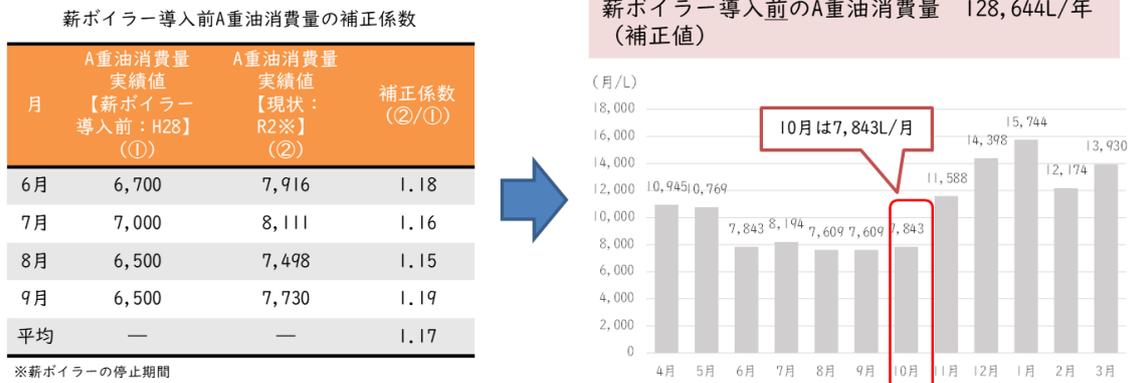


図 3-17 のめこい湯における A 重油消費量（導入前）

出典：のめこい湯の燃料消費量実績に基づき作成

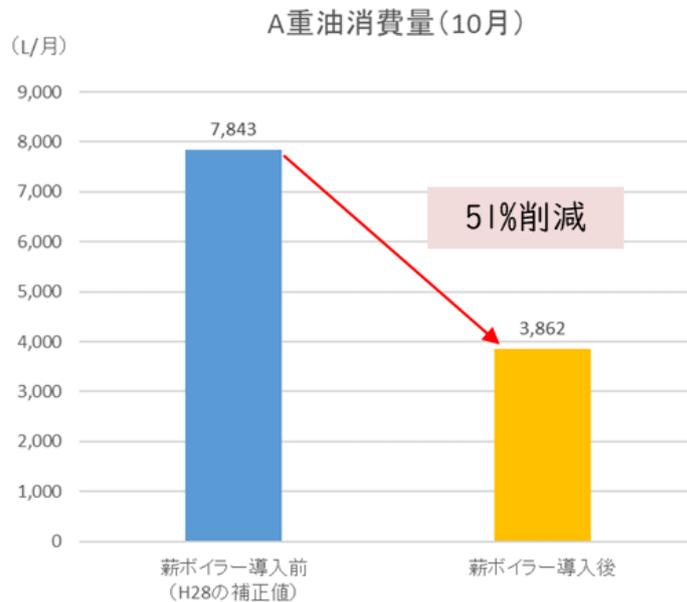


図 3-18 薪ボイラー導入前後の A 重油消費量の比較

出典：のめこい湯の燃料消費量実績、丹波山村の実証試験データに基づき作成

図 3-16 より、令和 2 年 10 月 1 日から 31 日の A 重油消費量は 3,862L であったことから、薪ボイラーを導入することによって 51%の A 重油使用量削減に結び付きました。

しかしながら、10 月中におけるのめこい湯に共有された燃料の総計を推計した結果、削減された A 重油の熱量を上回る熱が薪より供給されていたことが確認できました。図 3-19 は、のめこい湯に供給された燃料種別熱量をまとめたものであり、緑色が薪、灰色が A 重油の熱量を示しています。10 月中におけるのめこい湯に供給された熱全体のうち 65%が薪によるものでした。

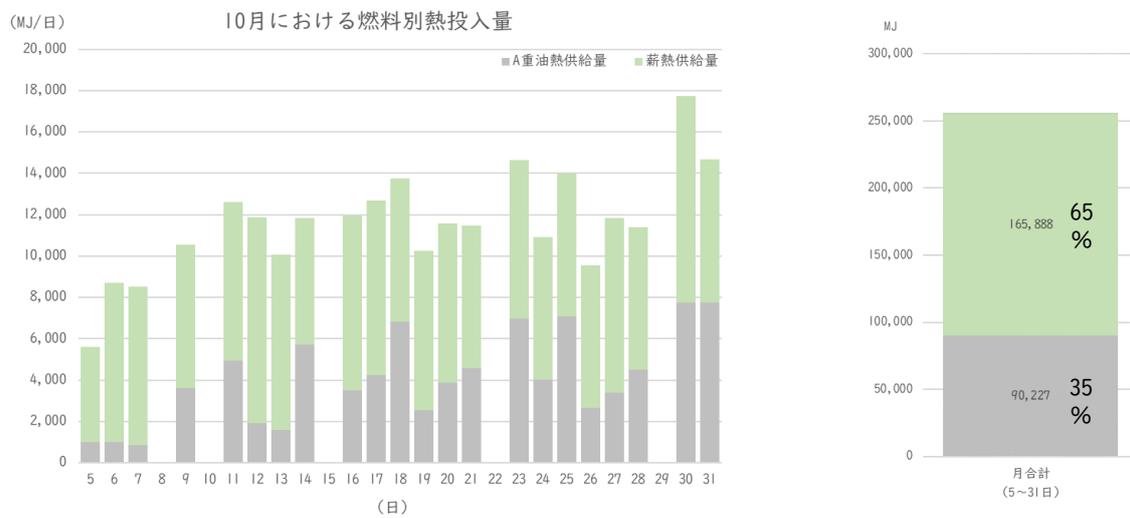


図 3-19 のめこい湯に供給された燃料種別熱量

出典：丹波山村の実証試験データを基に作成

注：試算の条件：薪の水分 30%と仮定

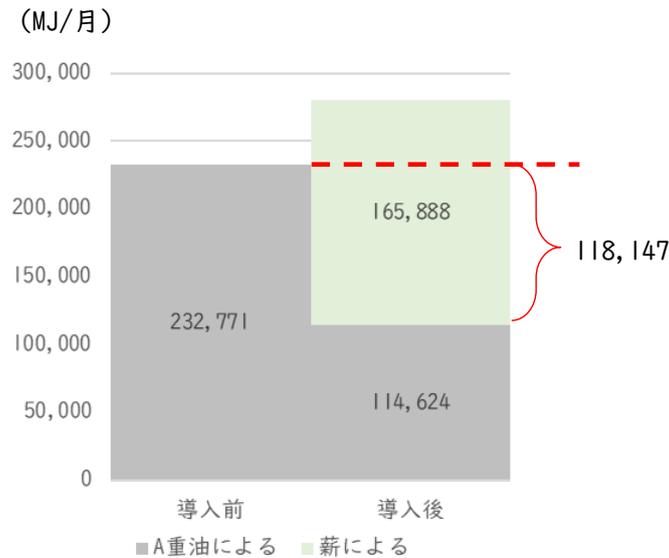


図 3-20 薪ボイラー導入前後の熱投入量比較

出典：丹波山村の実証試験データを基に作成

注：試算の条件：薪の水分 30%と仮定

導入前と比較すると A 重油使用量は削減したものの、削減された A 重油の熱量 (118,147MJ/月) を薪由来の投入熱量 (想定値：165,888MJ/月) が上回っていました (図 3-20)。

その原因として、薪の乾燥が十分でないことが考えられます。供給される熱量は、水分 50%の薪の場合、 $5,408\text{MJ}/\text{m}^3$  で、水分 30%の場合の  $5,897\text{MJ}/\text{m}^3$ <sup>7)</sup> と比べ少ないため、薪の消費過多が生じている恐れがあります。

また、人が 1 人常駐していることから、今以上に薪ボイラーの稼働率を上げることが可能なはずですが。稼働率向上のための対応策の一例として、11 月 1 日と 11 月 5 日の運転状況から見てきた課題について説明します。

まず、11 月 1 日の薪ボイラーの稼働状況について述べます (表 3-12)。

前日の 18:00 に投入した薪の熱が薪ボイラーの蓄熱槽に蓄積されており、薪ボイラーの蓄熱槽温度は高い状態でした (表 3-12 の赤の枠線部分)。しかしながら、ボイラーの立ち上げには薪ではなく A 重油の熱を使っていました。

<sup>7)</sup> 薪の熱量 水分 30% →  $12.82\text{MJ}/\text{kg} \times 0.46\text{t}/\text{m}^3 = 5,897\text{MJ}/\text{m}^3$

水分 50% →  $8.45\text{MJ}/\text{kg} \times 0.64\text{t}/\text{m}^3 = 5,408\text{MJ}/\text{m}^3$

出典：「木質バイオマスボイラー導入指針」森のエネルギー研究所 平成 24 年 3 月

薪ボイラーの蓄熱槽の温度が70度近くある場合、立ち上げ時も薪ボイラーの熱を使うことができると予測しており、薪への代替率向上が見込めます。薪ボイラーのスイッチの切り替えは薪ボイラー側ではなく、のめこい湯側で行うこととなっています。QOL たばやまでも薪ボイラーの稼働率向上を念頭に置き、立ち上げ時の薪ボイラー稼働が可能となるようスイッチの切り替えを徹底して取り組めると良いと考えます。

表 3-12 11月1日の薪ボイラー稼働状況

2020年 10月 5日															
重油ボイラーは、利用機にチェックする。薪ボイラーは、給-給湯、浴-浴槽昇温、床-床暖房にチェックする。															
時間	重油漏	重油ボイラー	各浴槽温度					既存貯湯槽温度℃	温泉タンク 20t		ろ過装置作動ランプ	故障ランプ	重油量 (L)	薪ボイラースイッチ	薪ボイラー蓄熱槽温度℃
			ツ	高温浴槽 (設定42℃)	露天風呂 (設定42℃)	一般浴槽 (設定38℃)	イ		残量	温度℃					
8:30	レ	① ②	32	35	35	35	32	39.9	10	レ	レ	244,192	給 浴 床	72.6	
9:30	レ	① ②	40	37	39	36	37	48.7	10	レ	レ	244,218	給 浴 床	70.2	
10:00	レ		41	41	40	38	40	46.5	9.5	0.5	レ	レ	244,225	給 浴 床	74.1
11:00	レ		40	42	41	38	41	46.3	9	0.5	レ	レ	244,225	給 浴 床	73.2
12:00	レ		40	42	41	37	41	46	8.7	0.3	レ	レ	244,225	給 浴 床	74.8
13:00	レ		40	42	40	37	40	45.6	8.3	0.4	レ	レ	244,225	給 浴 床	75.0
14:00	レ		41	41	41	38	41	44.6	8	0.3	レ	レ	244,225	給 浴 床	70.5
15:00	レ		41	41	40	38	41	44.5	7.5	0.5	レ	レ	244,225	給 浴 床	71.6
16:00	レ		40	42	41	38	40	44.3	7.5	0	レ	レ	244,225	給 浴 床	71.5
17:00	レ		40	41	40	37	41	44.2	7.4	0.1	レ	レ	244,225	給 浴 床	71.9
18:00	レ		40	41	40	37	41	44.2	6.8	0.6	レ	レ	244,225	給 浴 床	72.0
19:00	レ		40	42	40	37	41	44.6	6.6	0.2	レ	レ	244,225	給 浴 床	71.2

出典：丹波山村の実証試験データを基に作成

注：表にある薪ボイラースイッチの欄において、赤文字で表記されている箇所はスイッチが入っている状態を示す。

次に、11月5日の薪ボイラー稼働状況について述べます（表 3-13）。

17時台は薪を投入しているものの、薪ボイラーのスイッチを入れていないため、系統に熱が送られていない状態でした（表 3-13 の赤の枠線で囲んだところ）。薪ボイラーの蓄熱槽は80度を超えると注水して温度を下げることから、薪を燃焼した分の熱のロスと、薪で代替できた分のA重油の消費と2重の無駄が生じていました。

表 3-13 11月5日の薪ボイラー稼働状況

2020年 11月 1日															
重油ボイラーは、利用機にチェックする。薪ボイラーは、給-給湯、浴-浴槽昇温、床-床暖房にチェックする。															
時間	重油漏	重油ボイラー	各浴槽温度					既存貯湯槽温度℃	温泉タンク 20t		ろ過装置作動ランプ	故障ランプ	重油量 (L)	薪ボイラースイッチ	薪ボイラー蓄熱槽温度℃
			ツ	高温浴槽 (設定42℃)	露天風呂 (設定42℃)	一般浴槽 (設定38℃)	イ		残量	温度℃					
8:30	レ	① ②	37	34	36	34	32	44.5	10	レ	レ	247,232	給 浴 床	63.5	
9:30	レ	① ②	40	36	39	35	35	47.7	10	レ	レ	247,276	給 浴 床	61.6	
10:00	レ	① ②	40	39	41	36	38	42.8	9.5	0.5	レ	レ	247,291	給 浴 床	65.5
11:00	レ	① ②	40	40	41	38	40	44.7	8.5	1	レ	レ	247,330	給 浴 床	70.2
12:00	レ	① ②	40	42	40	38	41	45.8	8	0.5	レ	レ	247,357	給 浴 床	71.7
13:00	レ	②	40	42	40	37	40	45.5	7.2	0.8	レ	レ	247,391	給 浴 床	79.9
14:00	レ		40	42	41	38	41	46.3	6.5	0.7	レ	レ	247,400	給 浴 床	71.3
15:00	レ	① ②	40	42	41	37	41	43.6	5.5	1	レ	レ	247,434	給 浴 床	75.1
16:00	レ		40	42	41	38	41	45.7	4.7	0.8	レ	レ	247,474	給 浴 床	81.6
17:00	レ	① ②	40	41	40	37	40	44	3.5	1.2	レ	レ	247,488	給 浴 床	80.6
18:00	レ	②	40	41	41	38	41	44.1	2.9	0.6	レ	レ	247,529	給 浴 床	82.2
19:00	レ		40	42	41	38	40		2.9	レ	レ	247,540	給 浴 床	81	

出典：丹波山村の実証試験データを基に作成

注：表にある薪ボイラースイッチの欄において、赤文字で表記されている箇所はスイッチが入っている状態を示す。

### (3) 今後の望ましい在り方と取り組みの方向性

蓄熱タンクの温度をみながらの燃料投入のタイミングを見極め、エネルギーの無駄が生じない運用の仕組みを検討していく必要があります。

特に熱需要の大きいボイラー立ち上げ時において、蓄熱タンクに十分蓄熱されている場合に薪ボイラーからも熱供給を行えば A 重油から薪への代替率を向上できる可能性があることから、施設側と薪投入側の連携体制構築が求められます。

来年度も、丹波山村における薪ボイラーの実証試験は継続していくことから、薪ボイラーへの薪の投入タイミングを見極めるためのデータを収集・蓄積していき、かつ関係者間の連携体制の構築を目指します。

### 3.5.3 薪の需要先拡大方策の検討

現在、のめこい湯での薪利用を推進していますが、ボイラー用の薪製造時に端材が出ること、また、需要先が 1 カ所のみのため、当該施設でボイラーの稼働を止める場合などがあると薪の流通が止まり材の行き場が無くなることが課題となっているため、需要先の拡大が必要となっています。

村内において現状ではのめこい湯以外に数百  $\text{m}^3$ /年程度の比較的熱需要の大きい施設は無く、その他に熱需要のある既存の公共施設としては高齢者福祉センター及び保育園が考えられます。その他、公共施設としては道の駅でのストーブ用としての販売や将来的に第二源泉や村営住宅などを整備する機会が出てきた際には積極的に村内の材を利用していくことが考えられます。

また、遠方の需要先まで拡大するには運搬費が障害となりますが、村内事業者へのヒアリング等を通じて、テントサウナやキャンプ場、村の特産品の販売会社、農業分野など、村内の民間事業者の取組みと連携し積極的な活用を促すなど、村内において小規模でも多くの事業者で取り扱うことで村内全体としての流通量を拡大しながら産業の活性化にもつなげていくといった可能性が見られました。

隣接する小菅村では薪ボイラー導入の動きがあるため、薪が不足する場合等を想定した連携体制を構築するなど、近隣の自治体とは地域一体として推進し相互に得られるメリットを大きくしていく取組みにもつながりつつあります。

表 3-14 薪の需要先として考えられる施設（1/2）

施設	設備	用途	燃料消費量 (m <sup>3</sup> /年)	備考
のめこい湯	ボイラー（既設）	給湯、暖房	500	
高齢者生活福祉センター	ボイラー （家庭用小型）	給湯、暖房	60～100	<ul style="list-style-type: none"> <li>太陽光・蓄電池・薪ボイラーの組み合わせにより、災害時にも利用できるシステムを検討し、副次的な効果を拡大する</li> </ul>
保育所	ボイラー （家庭用小型）	暖房	2	<ul style="list-style-type: none"> <li>太陽光・蓄電池・薪ボイラーの組み合わせにより、災害時にも利用できるシステムを検討し、副次的な効果を拡大する</li> <li>小規模モデルの可能性を示すことができれば、民宿や家庭等での利用への波及にも</li> </ul>
テントサウナ	ストーブ	サウナ熱源	10 <sup>※</sup>	<ul style="list-style-type: none"> <li>災害時の自治体間連携のツールとしての活用（災害時で必要な場合の薪供給も視野）</li> <li>現状のイベント開催から常設の可能性によっては消費量増。</li> </ul> <p>※1日のイベントで1m<sup>3</sup>×10日間（2019年度の開催回数5回×2日）とした場合</p>
道の駅	ストーブ	暖房		<ul style="list-style-type: none"> <li>観光客向けとしての販売</li> <li>ストーブ用またはキャンプ客用</li> <li>一般的に家庭でのストーブ需要は1t/世帯</li> </ul>
キャンプ場	焚火	調理等		<ul style="list-style-type: none"> <li>丹波山倶楽部ではキャンプ場開設（再開）も視野</li> <li>カ子謙の関係者のキャンプ場も可能性として挙げた</li> <li>コロナ禍を受けキャンプ客は増</li> </ul>
村の特産品とのセット販売	ストーブ	暖房		<ul style="list-style-type: none"> <li>現在販売しているジビエ等の販路を活用し、セットで販売する（アットホームサポーターズにて取り扱い意向あり）</li> </ul>

表 3-14 薪の需要先として考えられる施設（2/2）

施設	設備	用途	燃料消費量 (m <sup>3</sup> /年)	備考
ストーブ販売 への会社	ストーブ	暖房		<ul style="list-style-type: none"> <li>品質、運賃が厳しい</li> </ul>
丹波山倶楽部 (農業分野へ の活用)	加温機	ハウス加温		<ul style="list-style-type: none"> <li>現在のマイタケ生産設備（蒸気ボイラー、乾燥機）の燃料転換は難しい。</li> <li>ハウスにより生産期間を延ばして農産物の生産量向上が図れると良い。（露地では土が凍り冬期は生産できない。ただしハウス適地（平地）少ない。）</li> </ul>
小菅の湯（小 菅村）	ボイラー	給湯・（暖 房？）		<ul style="list-style-type: none"> <li>令和3年度に設計・施工、令和4年度より稼働予定</li> <li>小菅村においても薪製造を行うため、不足時や非常時の相互融通のための連携体制</li> </ul>
第二次源泉 (新規)	ボイラー	給湯、浴槽 加温		<ul style="list-style-type: none"> <li>計画が具体的になってきた段階で、構想・設計に盛り込んでいく（のめこい湯での経験を活かす）</li> </ul>
村営住宅（新 規）	ストーブ/家庭用 ボイラー	暖房、（給 湯）		<ul style="list-style-type: none"> <li>今後の村の計画と整合しながら、建設計画が具体化される際に反映させていく</li> <li>（現状では住宅は不足傾向）</li> </ul>

### 3.5.4 木質バイオマスエネルギー導入候補施設への薪ボイラー導入検討

3.5.3 に挙げた施設のうち給湯や暖房設備のある既設の公共施設として高齢者生活福祉センター及び保育所について薪ボイラーの導入検討を行いました。

いずれの施設にも共通とした試算の前提条件を表 3-15 に示します。人件費については、現在の施設従業員で対応するものとして計上していません。

表 3-15 シミュレーションの前提条件（薪ボイラー関連）

項目	値	単位	備考
ボイラー導入補助率	50	%	このほか参考として 75%の場合等も検討した
減価償却年数	31	年	建屋
	15	年	設備（薪ボイラー）
固定資産税	1.4	%	
人件費	0	円	
維持管理費	2	%	
ばい煙測定費※	100,000	円/年	※100kW 以下のボイラー導入の場合には 0 円とした

表 3-16 シミュレーションの前提条件（燃料関連）

燃料種類	灯油	薪
低位発熱量	34.9 MJ/L	13.9 MJ/kg
水分	—	25%
単価	108 円/L	30 円/kg
ボイラー効率	90%	80%

表 3-17 シミュレーションの前提条件（太陽光発電設備及び蓄電池関連）

項目	値	単位	備考
導入補助率	75	%	
減価償却年数	17	年	太陽光発電設備
	6	年	蓄電池
固定資産税	1.4	%	
維持管理費	5.3	千円/kW/年	

### (1) 高齢者生活福祉センター

地域内で製造する薪の需要拡大につなげるため、高齢者生活福祉センターで給湯及び暖房に使用している灯油ボイラーを薪ボイラーに転換することについて検討しました。また、災害時における村民の安心・安全の確保にも資するよう、併せて太陽光発電設備及び蓄電池も導入することによって災害時にも薪ボイラーを稼働して、施設を利用する高齢者の方等が暖房や給湯を利用できるシステムとして検討しました。

#### 施設概要

高齢者生活福祉センターの施設概要を表 3-18 に示します。

表 3-18 施設の概要

施設名称	丹波山村高齢者生活福祉センター
所在地	山梨県北都留郡丹波山村 2901
休館日	火曜日、土曜日、日曜日
開館時間	午前 8 時 30 分から午後 5 時まで

#### エネルギー利用設備の概要

高齢者生活福祉センターにおける既存熱利用設備の概要を表 3-19 に、月別燃料消費量及び電力消費量を表 3-20 及び表 3-21 に示します。

表 3-19 既存熱利用設備の概要

設備の種類	出力 (1 台あたり)		使用用途	使用燃料	定格燃料消費量	使用時期
	値	単位				
温水ボイラー	349	kW	給湯・風呂昇温・暖房	灯油	40.1L/h	通年

表 3-20 月別燃料消費量 (灯油、単位 : L)

年度	4月	5月	6月	7月	8月	9月	
2019	740	1,460	650	1,350	700	1,260	
2018	1,610	1,440	740	1,340	670	1,340	
平均	1,175	1,450	695	1,345	685	1,300	
年度	10月	11月	12月	1月	2月	3月	年合計
2019	720	1,420	2,140	1,450	2,170	1,650	15,710
2018	740	1,580	2,170	2,250	1,540	2,310	17,730
平均	730	1,500	2,155	1,850	1,855	1,980	16,720

表 3-21 月別電力消費量 (単位 : kWh)

年度	4月	5月	6月	7月	8月	9月	
2019	4,232	2,994	2,905	3,574	3,959	3,693	
2018	4,984	3,141	2,858	3,340	3,847	3,827	
平均	4,608	3,068	2,882	3,457	3,903	3,760	
年度	10月	11月	12月	1月	2月	3月	年合計
2019	2,851	3,142	4,559	5,456	6,001	4,506	47,872
2018	2,970	3,826	5,140	5,785	6,884	4,884	51,486
平均	2,911	3,484	4,850	5,621	6,443	4,695	49,679

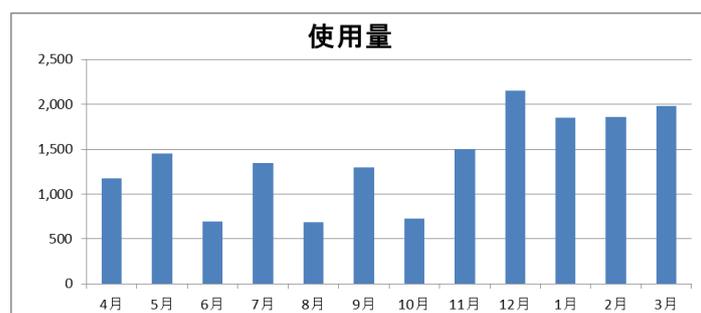


図 3-21 月別燃料消費量 (灯油、単位 : L) ※平成 30 年度及び令和元年度の平均値

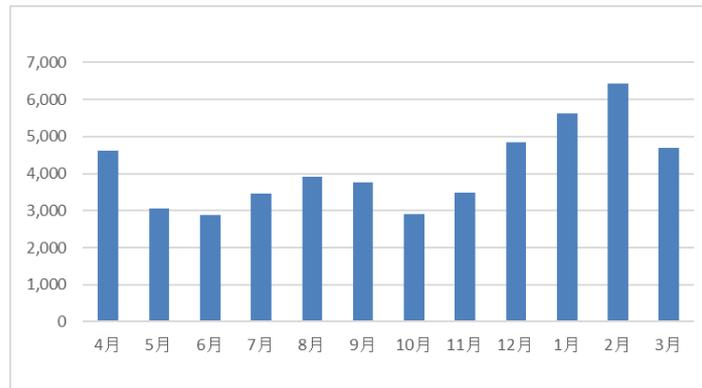


図 3-22 月別電力消費量 (単位 : kWh) ※平成 30 年度及び令和元年度の平均値

### 設置場所の検討

建物内北西部の既存ボイラー室には薪ボイラーを新たに設置することはスペース上難しいことから、新たに薪ボイラー用のボイラー室を設置する必要があります。新設するボイラー室は既存ボイラー室への配管を考慮するとできるだけ近傍に設置することが望ましく、施設西側の駐車場の一部に設置することが考えられます。ただし、この駐車場は高齢者生活福祉センターの利用者のみでなく、同敷地内にある道の駅の利用者も利用するもので現状では不足しているため、詳細な現地確認のうえで既存ボイラー室から離れすぎない場所を選定する、または、駐車場の拡張等何等かの対策を講じる必要があります。

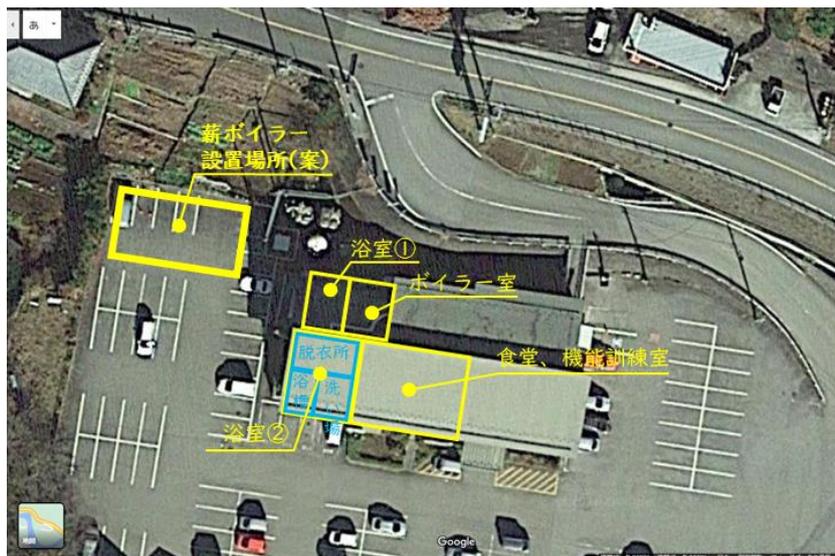


図 3-23 薪ボイラーの設置場所 (案)

太陽光発電パネルについては、机上の検討においては建物屋根面の6m×33mの面積に設置することを想定しますが、現地確認の上で詳細に検討する必要があります。

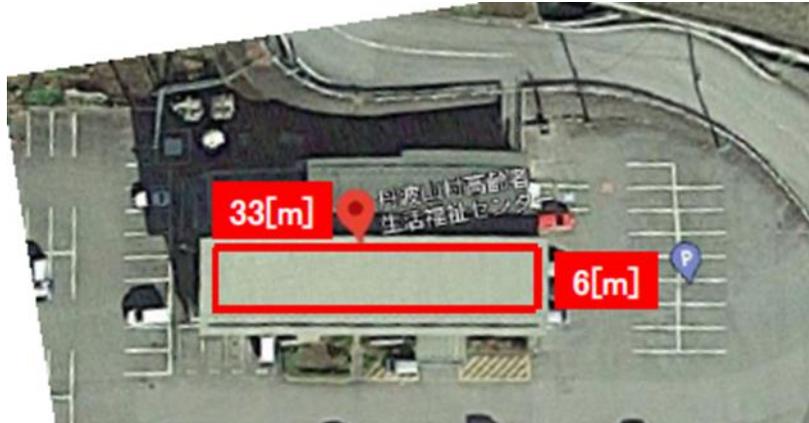


図 3-24 太陽光発電パネルの配置（案）

### 木質バイオマスボイラー導入の検討（システムフロー、導入最適規模検討シミュレーション）

午前中に入浴利用のために朝に浴槽へ湯はりする際がピーク負荷となり、約 200kW ほど必要となりますが、それ以外の時間は冬期で約 25kW、夏期は約 10kW ほどの需要となるため、家庭用薪ボイラーを導入しベース需要を賄い、ピーク負荷時には既存化石燃料ボイラーを併用することとして検討しました。

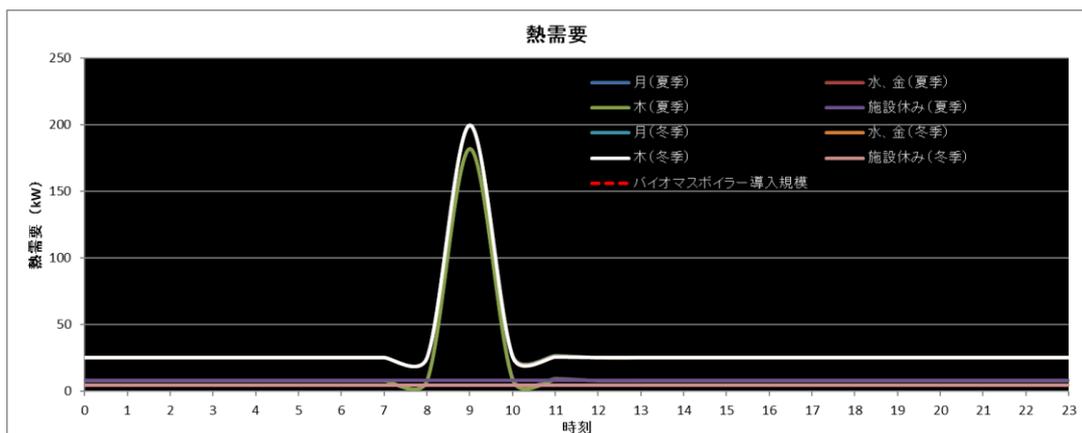


図 3-25 高齢者生活福祉センターの時間別熱需要パターン

薪ボイラーは冬場のベース負荷に近い 38kW 及びピーク負荷の半分程度となる 115kW の 2 パターンで検討を行いました。また、併せて太陽光発電設備（出力 36.72kW）及び蓄電池（容量 24kWh）の導入を想定しました。

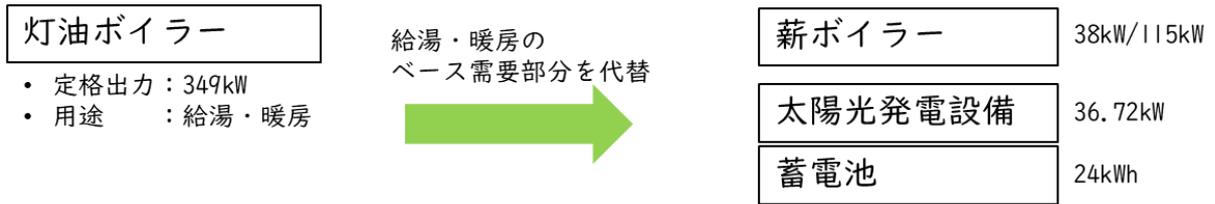


図 3-26 既存熱利用設備及び導入を検討した設備の概要

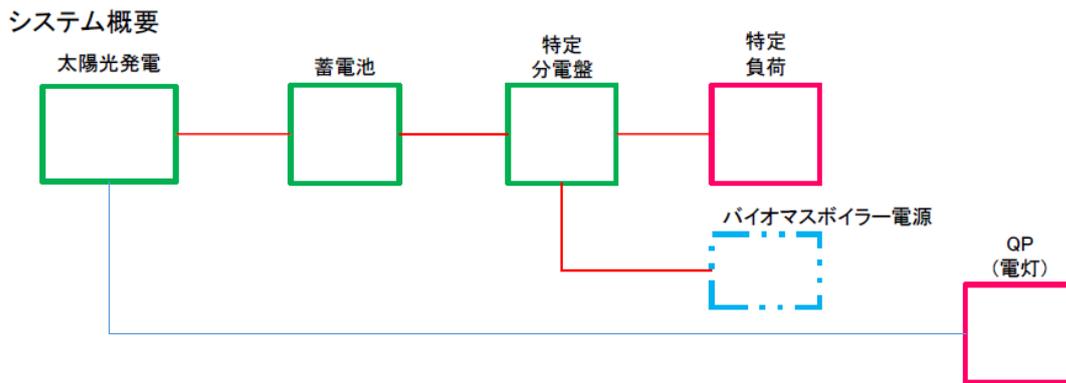


図 3-27 導入設備のシステム概要

薪ボイラー導入収支シミュレーション結果について表 3-22 に示します。試算条件について、薪の購入単価 30 円/kg で補助率を 50%としたとき (①、②) 及び 75% (建屋は対象外として設備のみ) に変動させたとき (③、④) について試算しました。さらに、薪の購入単価はのめこい湯用に製造した薪の端材を利用すると考えて仮に 10 円/kg と設定したとき (⑤、⑥)、加えて減価償却費と固定資産税を除外したとき (⑦、⑧) のパターンで試算しました。

表 3-22 高齢者生活福祉センターへの薪ボイラー導入収支シミュレーション結果

項目	単位	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	
補助率	%	50		75		75		減価償却費、 固定資産税なし		
薪購入単価	円/kg	30		30		10		10		
導入規模	割合 対既存ボイラ 化石燃料代替率	11%	33%	11%	33%	11%	33%	11%	33%	
	出力	MJ/h	137	414	137	414	137	414	137	414
		kcal/h	33,000	99,000	33,000	99,000	33,000	99,000	33,000	99,000
		kW	38	115	38	115	38	115	38	115
バイオマスボイラーによる エネルギー供給量	MJ/年	406,871	465,083	406,871	465,083	406,871	465,083	406,871	465,083	
	Mcal/年	97,197	111,103	97,197	111,103	97,197	111,103	97,197	111,103	
	kWh/年	113,020	129,190	113,020	129,190	113,020	129,190	113,020	129,190	
事業費	補助前	千円	23,727	33,648	23,727	33,648	23,727	33,648	23,727	33,648
	補助後	千円	9,807	14,297	7,529	9,774	7,529	9,774	0	0
バイオマス燃料消費量	t/年	37	42	37	42	37	42	37	42	
化石燃料使用量	L/年	3,695	1,831	3,695	1,831	3,695	1,831	3,695	1,831	
≪費用≫										
資本費	減価償却費	千円/年	593	892	382	531	382	531	0	0
	固定資産税(平均)	千円/年	146	213	146	213	146	213	0	0
ランニングコ スト	バイオマス調達費	千円/年	1,098	1,255	1,098	1,255	366	836	366	418
	人件費	千円/年	0	0	0	0	0	0	0	0
	維持管理費	千円/年	475	673	475	673	475	673	475	673
	ばい煙測定費	千円/年	0	100	0	100	0	100	0	100
費用合計①	千円/年	2,311	3,132	2,100	2,771	1,369	2,353	841	1,191	
≪削減額≫										
ランニングコ スト	化石燃料削減量	L/年	13,025	14,889	13,025	14,889	13,025	14,889	13,025	14,889
	化石燃料削減額	千円/年	1,407	1,608	1,407	1,608	1,407	1,608	1,407	1,608
削減額合計：②	千円/年	1,407	1,608	1,407	1,608	1,407	1,608	1,407	1,608	
≪まとめ≫										
年間収支	千円/年	-905	-1,524	-694	-1,163	38	-745	566	417	
バイオマス調達費採算分岐点	円/kg	5.3	-6.4	11.0	2.2	11.0	2.2	25.5	20.0	

太陽光発電設備及び蓄電池の導入収支シミュレーション結果を表 3-23 に示します。補助金について 75%を想定した場合（①）のほかに、福祉施設向けの補助金を活用する場合（②）、減価償却費及び固定資産税を除外した場合（③）についても併せて試算しました。

なお、本検討では発電分を施設内で全量使い切る仮定で試算していますが、導入を進める際には電力の時間毎負荷を考慮して導入する太陽光発電設備及び蓄電池容量を詳細に検討する必要があります。

表 3-23 高齢者生活福祉センターへの太陽光発電設備及び蓄電池導入収支シミュレーション結果

項目		単位	①	②	③
補助率		%	75	定額 (上限773万)	減価償却費、 固定資産税 なし
導入規模	定格出力	kW	36.72	36.72	36.72
年間発電量		kWh/年	40,208	40,208	40,208
事業費	補助前	千円	13,906	13,906	13,906
	補助後	千円	3,476	6,176	6,953
《費用》					
資本費	減価償却費	千円/年	330	587	0
	固定資産税(平均)	千円/年	107	107	0
ランニングコスト	運転維持費	千円/年	195	195	195
費用合計①		千円/年	631	888	195
《削減額》					
ランニングコスト	電力削減量	kWh/年	38,933	38,933	38,933
	電気代削減額	千円/年	649	649	649
削減額合計：②		千円/年	649	649	649
《まとめ》					
年間収支		千円/年	18	-239	455

薪ボイラーを単独で導入する際の年間収支は 38kW の薪ボイラーを導入した場合で、パターン①の場合は 905 千円/年の赤字となりますがパターン⑤（補助率 75%、薪価格 10 円/kg であれば 38 千円/年、パターン⑦（減価償却費及び固定資産税なし、薪価格 10 円/kg）のときは 566 千円/年のメリットとなります。また、太陽光発電設備と蓄電池の導入時における年間収支はパターン①のとき 18 千円/年、パターン③のときは 455 千円のメリットとなり、条件によっては千円/年のメリットとなります。

## (2) 保育所

地域内で製造する薪の需要拡大につなげるため、保育所で暖房に使用している灯油ボイラーを薪ボイラーに転換することについて検討しました。また、高齢者生活福祉センターと同様に太陽光発電設備及び蓄電池も併せて導入することを検討しました。

## 施設概要

保育所の施設概要を表 3-24 に示します。

表 3-24 施設の概要

施設名称	丹波山村保育所
所在地	山梨県北都留郡丹波山村 2554
休園日	日曜日、祝日、年末年始
開所時間	午前 8 時 30 分から午後 5 時 30 分まで (土曜日は午後 4 時 30 分まで)

エネルギー利用設備の概要

保育所における既存熱利用設備の概要を表 3-25 に、月別燃料消費量及び電力消費量を表 3-26 及び表 3-27 に示します。

表 3-25 既存熱利用設備の概要

設備の種類	出力 (1 台あたり)		使用用途	使用燃料	定格燃料消費量
	値	単位			
温水ボイラー	10.8	kW	暖房 (床暖房)	灯油	—
石油小型給湯器	46.5	kW	給湯	灯油	5.3 L/h
石油小型給湯器	46.5	kW	給湯	灯油	5.3 L/h

表 3-26 月別燃料消費量 (灯油、単位 : L)

年度	4月	5月	6月	7月	8月	9月	
2019	0	0	0	300	0	0	
2018	0	0	0	0	0	0	
平均	0	0	0	150	0	0	
年度	10月	11月	12月	1月	2月	3月	年合計
2019	0	0	0	230	0	0	530
2018	0	0	300	0	0	0	300
平均	0	0	150	115	0	0	415

表 3-27 月別電力消費量 (単位 : kWh)

年度	4月	5月	6月	7月	8月	9月	
2019	1,150	799	796	929	1,250	929	
2018	987	909	791	1,290	1,287	1,018	
平均	1,069	854	794	1,110	1,269	974	
年度	10月	11月	12月	1月	2月	3月	年合計
2019	867	924	1,387	1,497	1,509	1,150	13,187
2018	771	965	1,656	2,068	1,803	1,554	15,099
平均	819	945	1,522	1,783	1,656	1,352	14,143

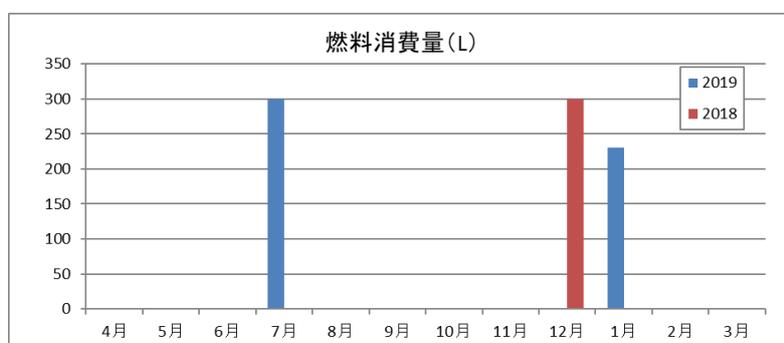


図 3-28 月別燃料消費量 (灯油、単位 : L)

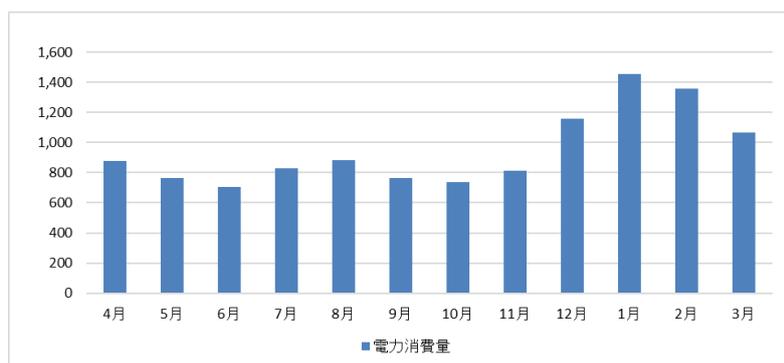


図 3-29 月別電力消費量 (単位 : kWh) ※2018 年度及び 2019 年度の平均値

## 設置場所の検討

保育所の所在地は周辺に民家が多いため、煙の発生や薪の搬入ルートについて注意する必要があります。また、敷地も限られているため、現地確認の上で周辺環境に配慮した設置場所を選定する必要があります。



図 3-30 保育所の周辺状況

太陽光発電パネルについては、机上の検討においては建物屋根面の6m×8mに設置することを想定しますが、現地確認の上で詳細に検討する必要があります。



図 3-31 太陽光発電パネルの配置（案）

## 木質バイオマスボイラー導入の検討（システムフロー、導入最適規模検討シミュレーション）

年間の燃料消費量（灯油）は平成30年度が300L/年、令和元年度が530L/年と1.8倍の違いがあり、また、暖房用と給湯用での使用比率が不明であるため、年間の暖房用燃料

消費量を 300L/年とした場合をケース 1、500L/年とした場合をケース 2 として、表 3-28 のとおり設定し、これらを薪ボイラーで代替することを検討しました。

表 3-28 保育所の暖房負荷の想定

項目	単位	ケース 1	ケース 2
年間灯油消費量	L/年	300	500
低位発熱量（灯油）	MJ/L	34.9	34.9
年間エネルギー消費量	MJ/年	10,470	17,450
	kWh/年	2,908	4,847
ボイラー効率		0.8	0.8
年間エネルギー需要量	MJ/年	8,376	13,960
	kWh/年	2,327	3,878
年間暖房日数	日/年	131	131
日稼働時間	h/日	9	9
年間稼働時間	h/年	1,179	1,179
平均負荷	kW	2.0	3.3

これにより、年間平均での暖房負荷は 2.0～3.3kW 程度と想定すると、導入する薪ボイラーは家庭用の小規模なものが考えられます。また、併せて太陽光発電設備（出力 9.18kW）及び蓄電池（容量 12kWh）の導入を想定しました。

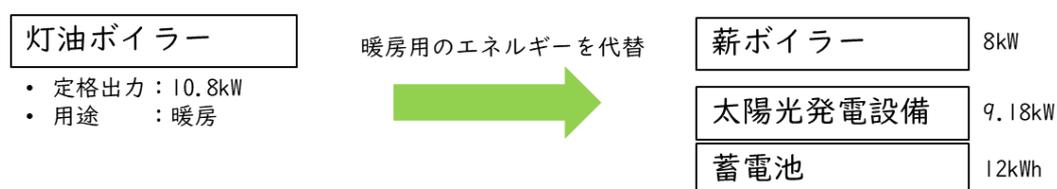


図 3-32 既存熱利用設備及び導入を検討した設備の概要

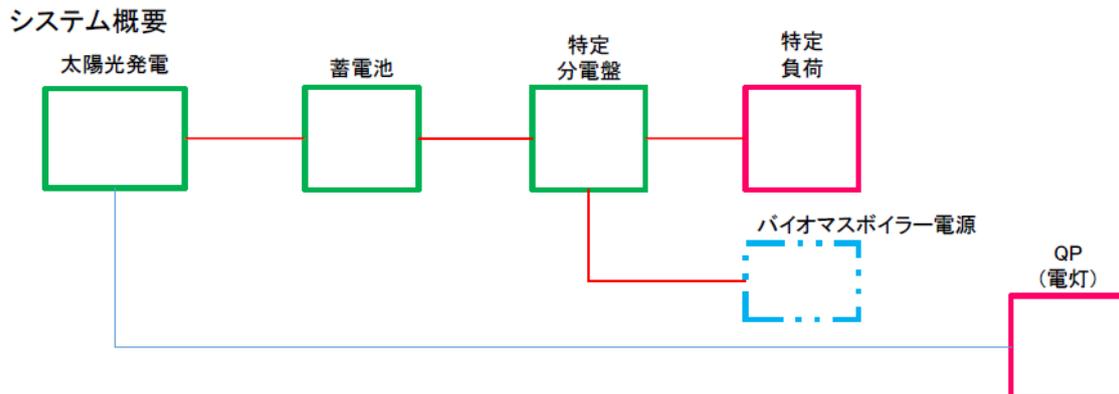


図 3-33 導入設備のシステム概要

薪ボイラー導入収支シミュレーション結果について、ケース 1 の場合を表 3-29 に、ケース 2 の場合を表 3-30 に示します。各ケースとも、試算条件を薪の購入単価 30 円/kg で補助率を 50%としたとき (①) 及び 75% (建屋は対象外として設備のみ) に変動させたとき (②) について試算しました。さらに、薪の購入単価はのめこい湯用に製造した薪の端材を利用すると考えて仮に 10 円/kg と設定したとき (③)、加えて減価償却費と固定資産税を除外したとき (④) の 4 パターンで試算しました。

表 3-29 保育所への薪ボイラー導入収支シミュレーション結果（ケース1）

項目	単位	①	②	③	④	
補助率	%	50	75 (設備のみ)	75 (設備のみ)	減価償却費、固 定資産税なし	
薪購入単価	円/kg	30	30	10	10	
導入規模	割合 対既存ボイ ラー	74%	74%	74%	74%	
	化石燃料代替率	100%	100%	100%	100%	
	出力	MJ/h	29	29	29	29
		kcal/h	7,000	7,000	7,000	7,000
kW		8	8	8	8	
バイオマスボイラーによる エネルギー供給量	MJ/年	8,376	8,376	8,376	8,376	
	Mcal/年	2,001	2,001	2,001	2,001	
	kWh/年	2,327	2,327	2,327	2,327	
事業費	補助前	千円	8,867	8,867	8,867	
	補助後	千円	4,434	3,342	3,342	
バイオマス燃料消費量	t/年	0.8	0.8	0.8	0.8	
化石燃料使用量	L/年	0	0	0	0	
《費用》						
資本費	減価償却費	千円/年	270	171	171	0
	固定資産税(平均)	千円/年	66	66	66	0
ランニングコス ト	バイオマス調達費	千円/年	23	23	8	8
	人件費	千円/年	0	0	0	0
	維持管理費	千円/年	147	147	147	147
	ばい煙測定費	千円/年	0	0	0	0
費用合計①	千円/年	505	406	391	155	
《削減額》						
ランニングコス ト	化石燃料削減量	L/年	300	300	300	300
	化石燃料削減額	千円/年	32	32	32	32
削減額合計：②	千円/年	32	32	32	32	
《まとめ》						
年間収支	千円/年	-473	-374	-359	-122	
バイオマス調達費採算分岐点	円/kg	-598.0	-466.6	-466.6	-152.1	

表 3-30 保育所への薪ボイラー導入収支シミュレーション結果（ケース 2）

項目	単位	①	②	③	④	
補助率	%	50	75 (設備のみ)	75 (設備のみ)	減価償却費、 固定資産税なし	
薪購入単価	円/kg	30	30	10	10	
導入規模	割合 対既存ボイラー	74%	74%	74%	74%	
	化石燃料代替率	100%	100%	100%	100%	
	出力	MJ/h	29	29	29	29
		kcal/h	7,000	7,000	7,000	7,000
kW		8	8	8	8	
バイオマスボイラーによる エネルギー供給量	MJ/年	13,960	13,960	13,960	13,960	
	Mcal/年	3,335	3,335	3,335	3,335	
	kWh/年	3,878	3,878	3,878	3,878	
事業費	補助前	千円	8,867	8,867	8,867	
	補助後	千円	4,434	3,342	3,342	
バイオマス燃料消費量	t/年	1.3	1.3	1.3	1.3	
化石燃料使用量	L/年	0	0	0	0	
《費用》						
資本費	減価償却費	千円/年	270	171	171	0
	固定資産税(平均)	千円/年	66	66	66	0
ランニングコスト	バイオマス調達費	千円/年	38	38	13	13
	人件費	千円/年	0	0	0	0
	維持管理費	千円/年	147	147	147	147
	ばい煙測定費	千円/年	0	0	0	0
費用合計①	千円/年	521	422	396	160	
《削減額》						
ランニングコスト	化石燃料削減量	L/年	500	500	500	500
	化石燃料削減額	千円/年	54	54	54	54
削減額合計：②	千円/年	54	54	54	54	
《まとめ》						
年間収支	千円/年	-467	-368	-342	-106	
バイオマス調達費採算分岐点	円/kg	-341.6	-262.7	-262.7	-74.1	

太陽光発電設備及び蓄電池の導入収支シミュレーション結果を表 3-31 に示します。補助金について 75%を想定した場合（①）のほかに、減価償却費及び固定資産税を除外した場合（②）についても併せて試算しました。

なお、本検討では発電分を施設内で全量使い切る仮定で試算していますが、導入を進める際には電力の時間毎負荷を考慮して導入する太陽光発電設備及び蓄電池容量を詳細に検討する必要があります。

表 3-31 保育所への太陽光発電設備及び蓄電池導入収支シミュレーション結果

項目		単位	①	②
補助率		%	75	減価償却費、 固定資産税 なし
導入規模	定格出力	kW	9.18	9.18
年間発電量		kWh/年	9,625	9,625
事業費	補助前	千円	8,133	8,133
	補助後	千円	2,033	4,066
《費用》				
資本費	減価償却費	千円/年	182	0
	固定資産税(平均)	千円/年	62	0
ランニングコスト	運転維持費	千円/年	49	49
費用合計①		千円/年	293	49
《削減額》				
ランニングコスト	電力削減量	kWh/年	9,625	9,625
	電気代削減額	千円/年	270	270
削減額合計：②		千円/年	270	270
《まとめ》				
年間収支		千円/年	-23	221

薪ボイラーを単独で導入する際の年間収支はケース 1 及びケース 2 とも最も条件の良い④のパターンで 122～106 千円/年の赤字となります。一方、太陽光発電設備と蓄電池を導入による年間収支は②のパターンでは 221 千円/年のメリットとなり、全て総合すると 99～115 千円/年のメリットとなります。

## 4. 総括

現状の取り組みや課題を整理するために、丹波山村役場をはじめ燃料製造から木質バイオマス利用施設関係者のほか、新たな薪の利用や熱需要先の開拓に向けては地域資源の活用や新たなビジネスに挑戦している地域の団体、主要な公共施設等にヒアリングしました。

川上における燃料供給は、北都留森林組合やカ子謙合同会社、(株)多摩農林によって需要量に対する供給体制が整っています。他方、北都留森林組合へのヒアリング結果によると、村内は急傾斜地が多く森林面積のうち都有林が約7割を占めるなど、民有林以外との境界を踏まえた路線選定や集約化など、今後の森林施業における課題は多い状況が改めて確認されました。

燃料製造は、カ子謙合同会社が担っており、木の駅における原木の受け入れ、薪製造、薪の運搬を請け負っています。薪製造の工程について整理し、製造コストの分析のほか、製造過程で発生する端材や樹皮の処理について検討しました。製造コストは、関係する単価等について役場からの情報提供や仮定のもと推計しました。その結果、薪製造コストのうちの人件費とのめこい湯の薪購入費は15,000円/原木 $m^3$ と同額で、人件費以外の44%にあたる原木購入代や減価償却費、燃料代は村の負担となっています。他地域の公共の熱需要向けのボイラー用薪の販売価格7事例と比べてみると、丹波山村は他地域と比べ1.2~2倍ほど高いことが分かりました。薪製造コストの圧縮に向けて、製造効率を図っている地域の参考事例を示しました。代表例として、西目屋村にみられる薪製造ラインの整備による効率化等があります。そのほか新城市の木ノ駅ではあらかじめ玉切りの手間が発生しないように1mもしくは2mの長さでの搬入を条件としています。また、新城市や新郷村では、材の保管から薪割、ラックへの収納、乾燥までの全工程を同じ場所で行うことで、人が材に触れて動かす回数を極力減らす工夫をしています。

端材については、需要が伸びているストーブ薪やアウトドア用薪のほか、ファイヤーコートや炭などアイデアが出され、引き続き検討していくこととしました。

バークについては、バイオマス燃料、農業用資材、舗装利用の活用事例を挙げ、農業利用や小菅村と連携した活用等が考えられました。

熱需要先については、のめこい湯の薪による代替率の検証および向上を目的として、現在村が取り組んでいる実証試験のデータの一部の提供を受けて分析しました。結果、薪の消費過多や蓄熱が十分活かされていないことなどが推測されました。引き続き、季節ごと

のデータの蓄積と分析を踏まえ、蓄熱タンクの温度をみながら燃料投入のタイミングを見極め、エネルギーの無駄が生じない運用の仕組みを検討することとしました。

また、薪の需要先がのめこい湯の1カ所であることから、薪ボイラーが故障等で長期間止まると、原木供給および薪製造工程にも影響が及びます。安定的且つ継続的な木質バイオマスエネルギー利用の体制構築に向けて、需要先の拡大について検討しました。

検討した木質バイオマスエネルギー導入候補施設施設のうち、給湯や暖房設備のある既設の公共施設として高齢者生活福祉センターおよび保育所について薪ボイラーの導入検討を行いました。

何れも灯油ボイラーを薪ボイラーへの転換と、災害時における村民の安心・安全の確保にも資するよう、併せて太陽光発電設備及び蓄電池も導入することによって災害時にも薪ボイラーを稼働して、施設を利用する高齢者の方等が暖房や給湯を利用できるシステムとして検討しました。今回のシミュレーションでは、十分な採算性が得られる結果ではありませんでしたが、補助率や原価償却費等を除いた場合や太陽光発電設備と蓄電池導入によっては、黒字化も可能な場合も得られました。

山間部に位置する丹波山村は、道路が寸断された場合、孤立することが想定され、自立エネルギーの確保と災害レジリエンス（防災力）の強化は重要な課題であることから、木質バイオマスと組み合わせたエネルギー利用の実現に向け、継続した取り組みが望まれます。



令和2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

山梨県丹波山村  
「地域内エコシステム」モデル構築事業  
報告書

令和3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