

木質バイオマスの有効利用

2019年度～2021年度の主な成果

→ 2021年度以降 一般社団法人 徳島地域エネルギー
と兵庫県環境部を中心とした展開に

地域脱炭素ステップアップ支援事業

令和6年度 第1回バイオマス部会 2024年10月2日

公益財団法人 地球環境戦略研究機関

関西研究センター 前田 利蔵

北摂地域の位置



北摂里山博物館

地域まるごとミュージアム



の眺めはすばらしく、プラネタリウムと
天文台もあります。

ビジターセンター

インフォメーション
コーナー

パンフレットが

里山街道

北摂里山博物館では、魅力ある里山をつなぐ東西のルートと
「北摂里山街道」の猪名川流域、武庫川流域を軸とする
南北のルートと「猪名川里山街道」「武庫川里山街道」として
位置付けています。

武庫川里山街道

三田市

猪名川里山街道

②1 主な活動対象地域

北摂の里山を繋ぐコースを網羅
里山トレッキングハ折りマップ

三田市

猪名川町

黒川
ビジターセンター

北摂里山街道

中谷

東谷

西谷

川西市

宝塚市

エドヒガン群落

エドヒガン(別名:ヒガンザクラ)は、野生
のものは珍しく、群生してみられることは
めったにありません。兵庫県レッドデータ
ブック(8ランク)に記載されています。

JR宝塚駅 北摂里山
インフォメーションコーナー

兵庫県阪神北摂民局 北摂里山
インフォメーションコーナー

伊丹市昆虫館 北摂里山
インフォメーションコーナー

伊丹市

能勢電鉄
川西能勢口駅 北摂里山
インフォメーションコーナー

①⑧ 県立有馬富士公園

出所: 北摂里山博物館 <http://hitosato.jp/>



菊炭

その質の良さから室町時代
から明治初期までは宮中
に上されていました。茶道に
も用いられる伝統産業です。

北摂里山のポテンシャル

～伝統的なエネルギーづくりと21世紀型のエネルギーづくり～



伝統的なエネルギー
づくり（日本一の里山）



菊炭



台場クヌギ



原木しい茸



里山林の再生（県有環境林）

21世紀型の
エネルギーづくり

2020年度
(2021年度継続)

北摂里山地域循環 共生圏事業

実施体制図

※北摂里山地域循環共生圏構築
検討会議：構成員

木質バイオマスの有効利用事業

兵庫県立大学、宝塚市環境部、
川西市市民環境部、三田市ま
ちの再生部、猪名川町地域振興部、
宝塚市西谷地区まちづくり協議
会、一般財団法人西谷自治振興、
NPO法人西谷仕事人、川西市黒
川自治会、NPO法人北摂里山文
化保存会、国崎クリーンセン
ター啓発施設、尼崎信用金庫、
(株) sonraku、(株) 宝塚す
みれ発電、生活協同組合コープ
こうべ、能勢電鉄(株)、兵庫
県農政環境部農林水産局 豊か
な森づくり課、林務課、兵庫県
農政環境部環境管理局温暖化対
策課、IGES関西研究センター

本事業

主な活動

- 1) 太陽光発電と農業の両立
- 2) バイオマスの有効利用
- 3) 地域交通システムの構築
- 4) 食の地産地消
- 5) 森林・里山の保全

地域の核となる団体

- 宝塚すみれ発電、生活協同組合
コープこうべ
- 県有環境林(西谷自治振興)、
国崎クリーンセンター啓発施設
- 能勢電鉄(株)
- 甲子園大学栄養学部フードデザイ
ン学科、兵庫六甲農業協同組合
- NPO北摂里山文化保存会、
各種環境NGO、森林ボランティア

目指したい地域の姿：自然環境(里山)保全をベースにした
食料とエネルギーの自給自足、山間・農村部と都市部間の人と資金の還流

魅力的で持続性の高い脱炭素循環型社会

- 6) 教育(体験型学習プログラムの作成と運営)
- 7) 観光(都市住民や観光客の需要の取り込み)
- 8) 全体調整(ビジネス化支援、活動間の連携促進)

NPO北摂里山文化保存会、北摂里山博物館
地エネと環境の地域デザイン協議会(神戸新
聞社)、独立行政法人水資源機構 一庫ダム
管理所、兵庫県立一庫公園

IGES

人、資金

阪神地域都市部

生態系サービス

北摂里山地域循環共生圏

北摂里山地域循環共生圏

【主な課題】

1. 里山林の荒廃
2. エネルギーの外部依存
3. 地域交通の弱体化
4. 地域のコーディネーター不足

里山の放置林化、林業の担い手不足、木材利用の低下
地域の自然エネルギー活用計画の必要性
住民の高齢化、交通弱者の増加、公共交通の利便性の低下
市町域の枠を超えた計画策定や関係者間の調整の必要性

【課題解決のための地域資源と実践活動】

里山の保全と森林資源の利活用

資源

菊炭利用の伝統、パッチワークの里山景観、北摂里山大学（人材育成制度）、環境NGOや森林ボランティア団体の支援制度、県有環境林

【予定事業】 木質バイオマスの熱利用

【期待される成果】

- ・森林ボランティア等を活用した間伐・択伐、植林、木材の加工と販売、薪・チップの熱需要の開拓
- ・間伐等の支援を必要とする山主と森林ボランティア等のマッチング

自然エネルギーの活用

資源

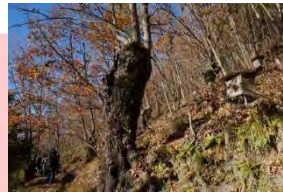
（株）宝塚すみれ発電と（一社）西谷ソーラシェアリング協会による市民出資の太陽光発電の実績、生活協同組合コープこうべや甲子園大学栄養学部との連携、宝塚エネルギー2050ビジョン、酪農家、ごみ焼却発電（国崎クリーンセンター）

【予定事業】

- ・ソーラシェアリングの拡大
- ・乳牛ふん利用によるバイオガス化発電の検討
- ・ごみ焼却発電電力の公共施設での利用の検討

【期待される成果】

- ・遊休農地の活用、市民農園としての利用
- ・太陽光発電の災害時・非常時の電源としての利用
- ・バイオガス化発電の事業化
- ・ごみ焼却発電電力の公共施設での利用



ビジョン

地域の小さな自立定住圏へ

- ・里山の保全
- ・木質バイオマスの利活用
- ・エネルギーの地産地消
- ・地域交通の整備による住民及び観光客の利便性向上
- ・地域通貨の発行によるサービス間の連携
- ・交流人口や観光客の増加
- ・地域経済の活性化



地エネと環境の 地域デザイン

出所（写真とロゴ）：神戸新聞社

地域交通システムの構築

資源

能勢電鉄（株）、いいな里山ねっと（川西市・猪名川町・豊能町・能勢町による地域振興）、のせでんアートライン（2年ごとの芸術祭）等の沿線でのイベント、妙見山や一庫ダム等の沿線の観光資源、妙見の森バーベキューテラスでの菊炭の利用

【予定事業】 能勢電鉄沿線の二次交通の検討

【期待される成果】

- ・能勢電鉄沿線の主要地点へのグリーンスローモビリティ及び電動アシスト付自転車の導入による住民の利便性及び観光客のアクセス力の向上
- ・観光客の増加による地域経済の活性化

サービス間・市町間の連携

資源

北摂里山博物館構想（川西市、猪名川町、宝塚市、三田市、伊丹市の里山資源の活用）、地エネと環境の地域デザイン事業（神戸新聞社）

【予定事業】

- ・地域通貨発行の可能性の検討
- ・個別事業及び事業間の連携による経済効果の分析
- ・地エネと環境の地域デザイン協議会での発表

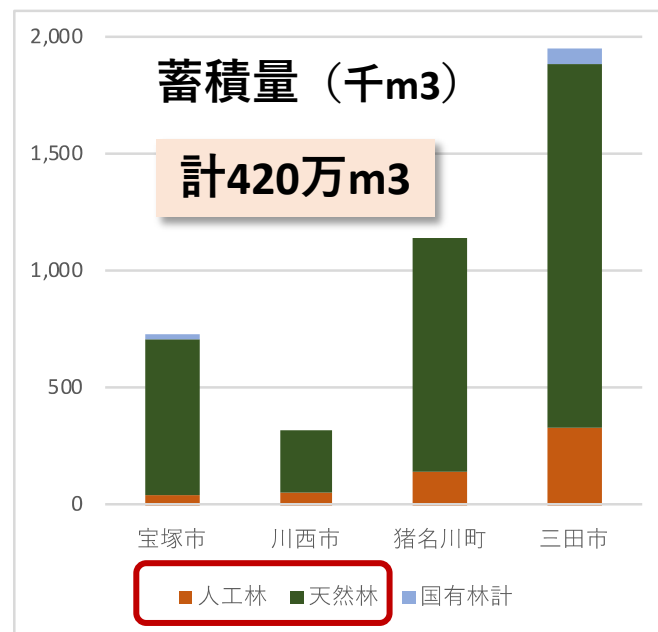
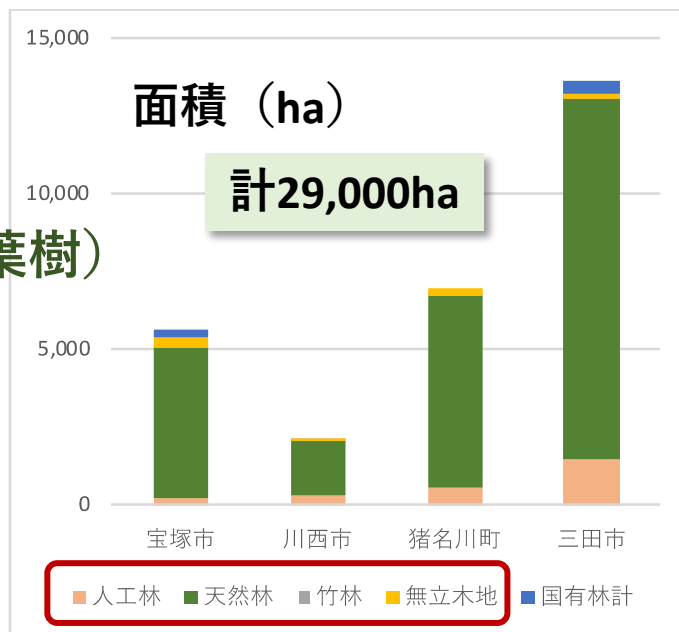
【期待される成果】

- ・木の駅プロジェクトの実施による地域通貨での間伐材等の購入補助
- ・地域通貨を活用した経済波及効果の分析
- ・他の地域団体（地銀、エネルギー会社等）との連携

北摂4市町の森林資源

出所：「平成29年度 兵庫県林業統計書」
兵庫県農政環境部のデータを基にIGESが作成

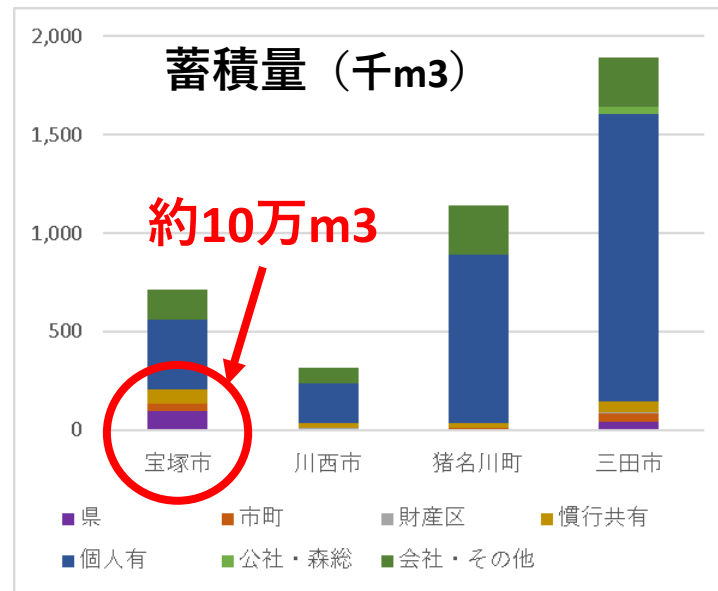
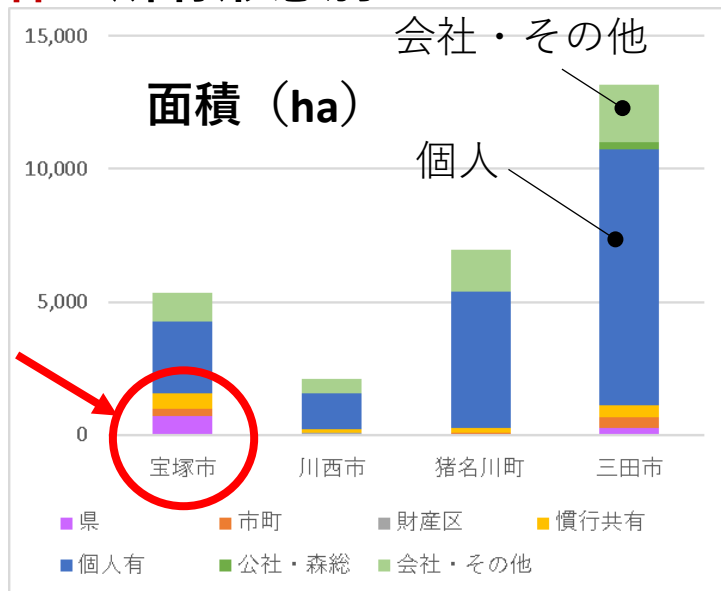
天然林（広葉樹）
が多い



民有林の所有形態別

本事業の主
対象とする
県有環境林
866ha

域内の森林
面積の3%

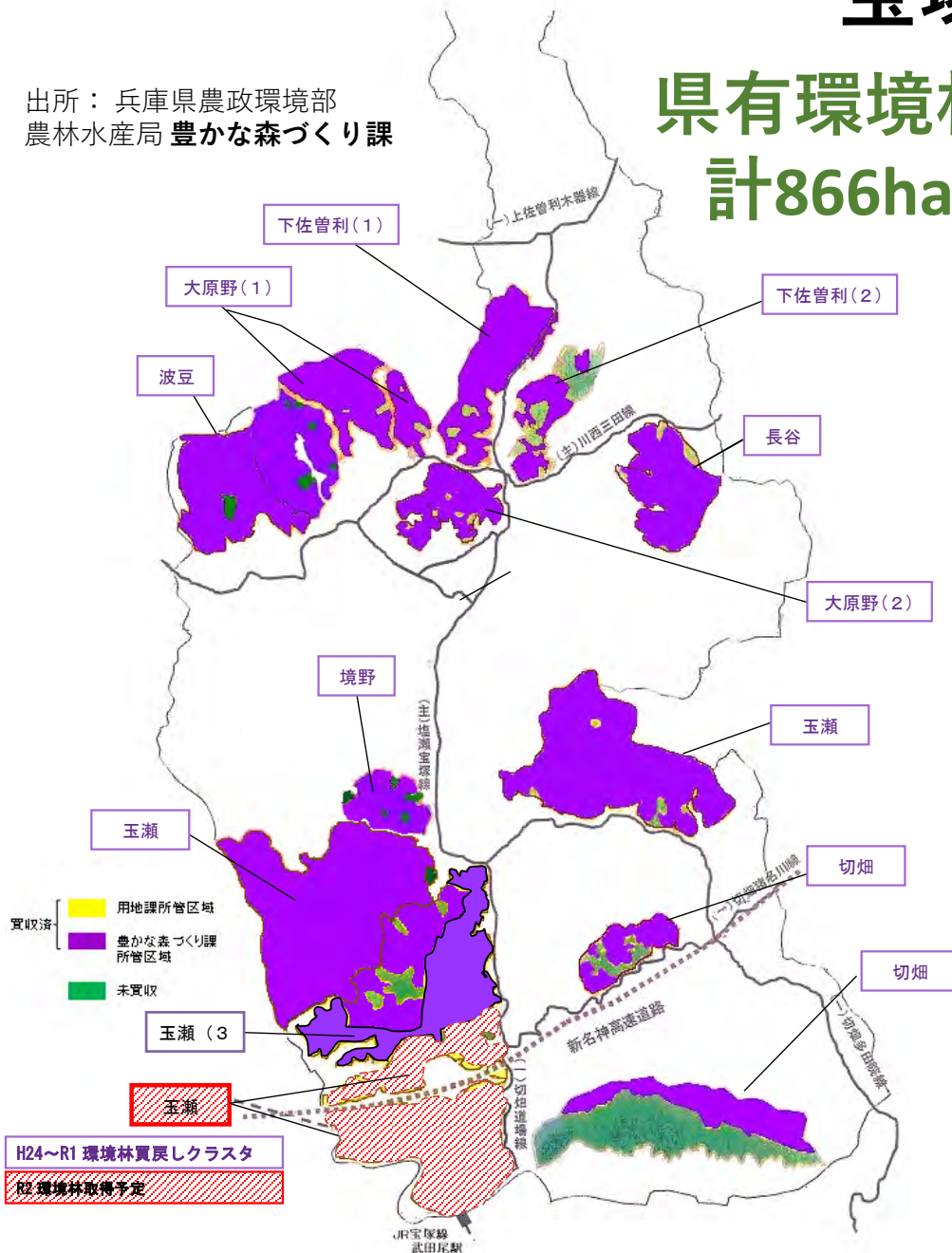


宝塚市西谷地区

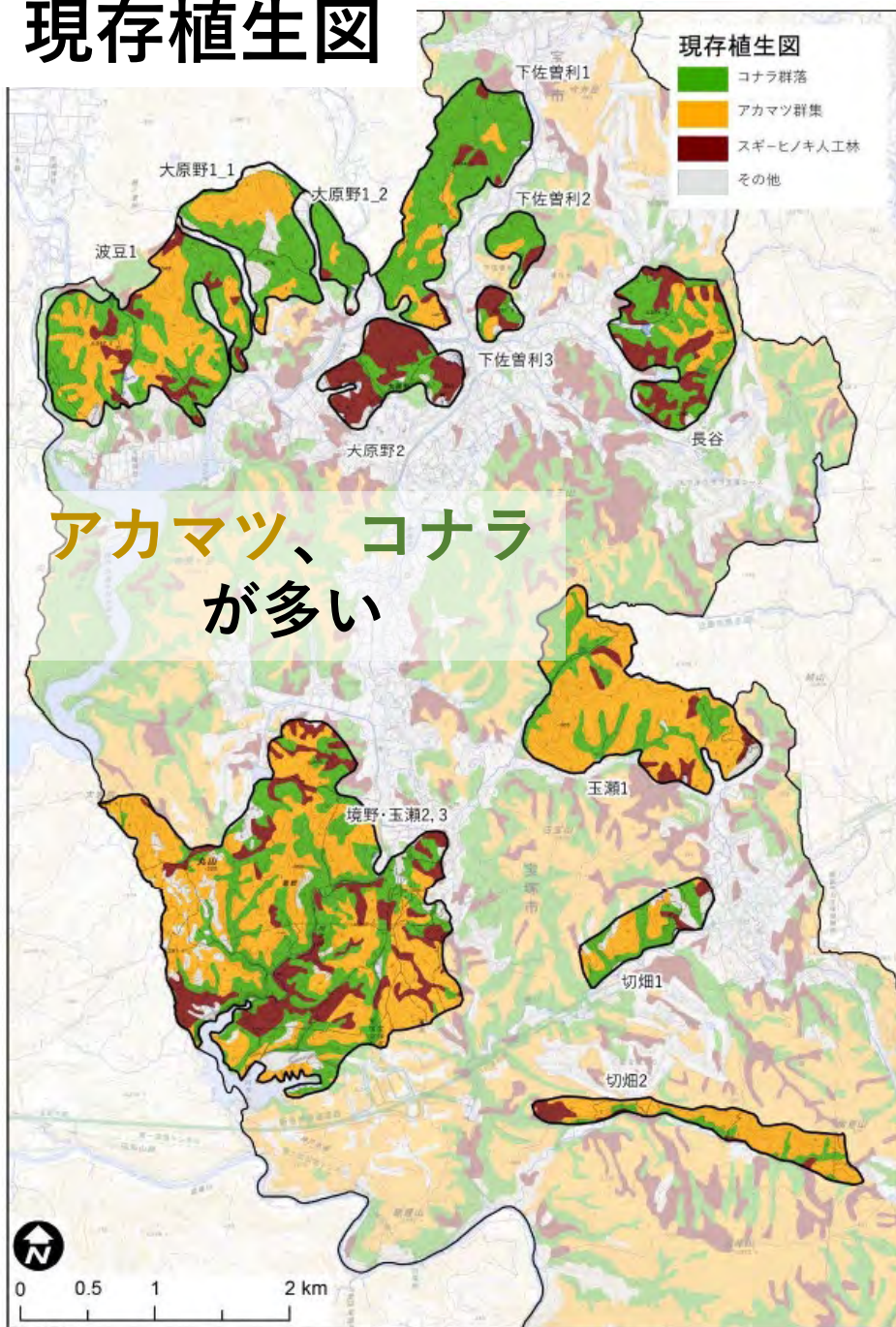
出所：兵庫県農政環境部
農林水産局 豊かな森づくり課

県有環境林
計866ha

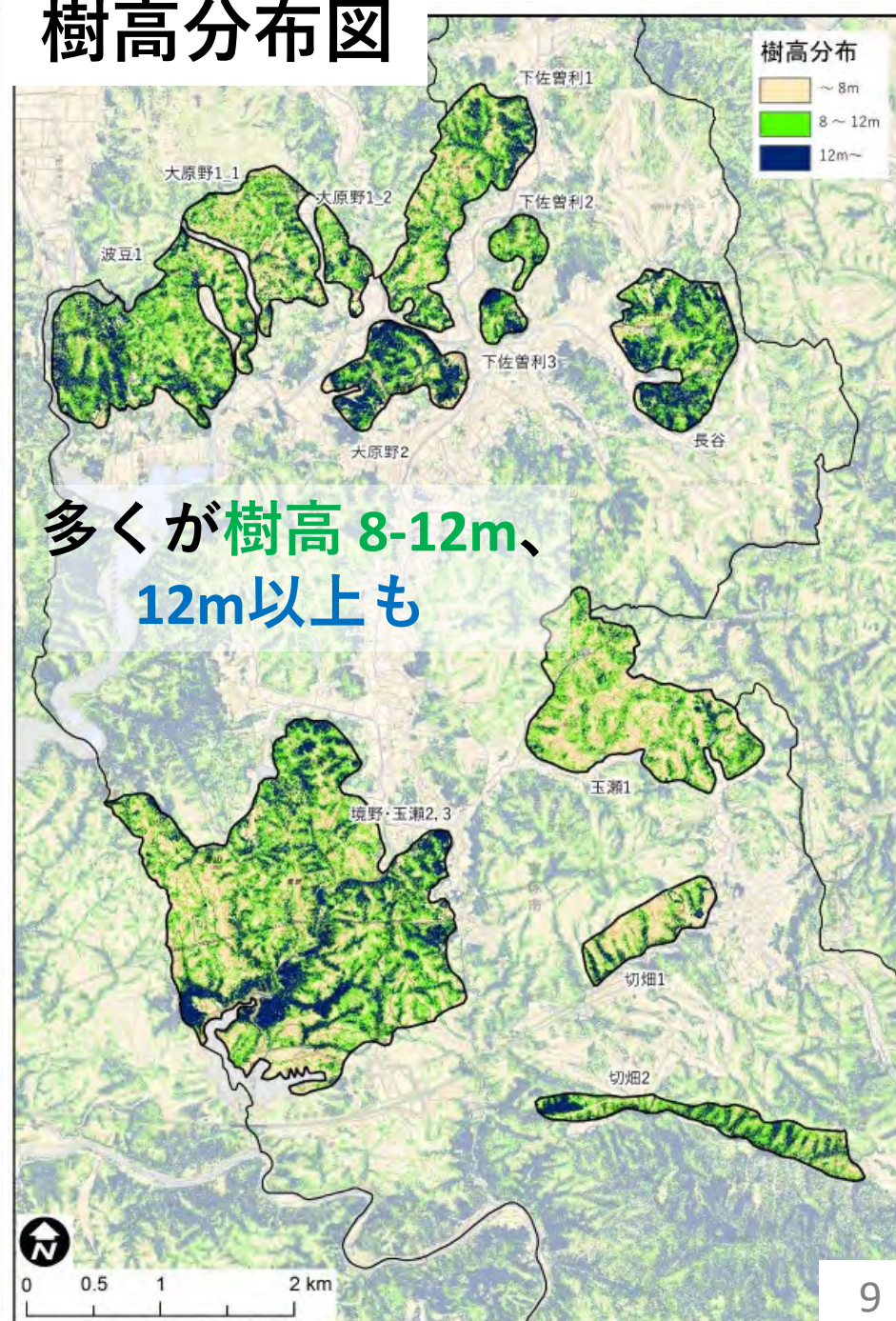
森林簿上 計710ha



現存植生図



樹高分布図





西谷地域の県有環境林

NPO西谷仕事人の里山整備の活動を手伝う（株）**JALグランドサービス**のスタッフ

目指す落葉広葉樹の高木林 (コナラ林) のイメージと 整備手法



黄葉したコナラ林

伐採の周期は**15～20年程度**

伐採後**2～4年**は、株から出た萌芽枝が草本に負けないように**草刈り**を行う

伐採後**5年目頃**に、萌芽枝のうち成長の良い幹を**3本程度**残し、**成長の悪い幹を伐る**



整備前



整備後



10年後

	高 木	中 木	低 木	草本・つる
保 存 種	コナラ、クヌギ、アベマキ、カスミザクラ、ヤマザクラなど	リョウブ、タカノツメ、マルバマンサク、マルバアオダモなど	コバノミツバツツジ、ミヤマガマズミ、ムラサキシキブなど	ショウジョウバカマ、エビネ、ササユリ、カンアオイ類など
伐 採 種	アラカシ、シラカンなど	ソヨゴ、ヤブツバキなど	ヒサカキ、イヌツゲなど	コンダ、ウラジロ、ネザサ、チマキザサ、フジ、クズなど

目指す里山の姿

小面積皆伐（輪伐）

ガイドラインは？

里山放置林



里山林の再生を目標とする管理

全伐採



柴刈り



全伐採



(里山林の再生)

放置による照葉二次林への遷移

照葉樹の増加



照葉樹の優占化



照葉二次林化の進行



(照葉二次林)

夏緑高木林を目標とする管理

照葉樹・つる植物
等の除伐



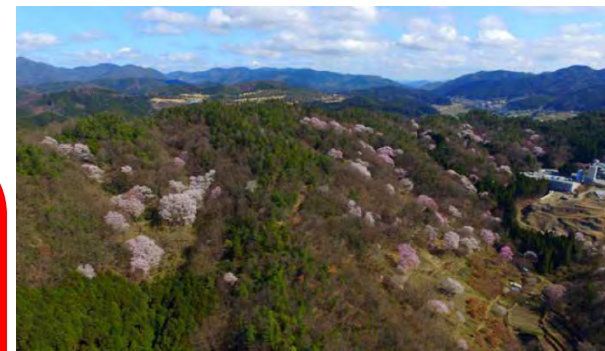
継続管理



継続管理



(夏緑高木林)



輪伐（萌芽更新）
によるパッチワー
ク状の景観

出所：「日本一の里山林」
兵庫県

現状

出所：「里山を学ぶ」
（公社）兵庫県緑化推進協会

(4) 適正な伐採の方法

Ⅰ. 公益的機能別施業森林における伐採の方法

ア. 皆伐による伐採

適正な伐採の方法の基準としては、1箇所当たりの皆伐の上限面積を**20ha以下**としています。

複層林施業を推進すべき森林か？

択伐による複層林施業を推進すべき森林か？

広葉樹林をいかに伐採すべきか？

■複層林施業を推進すべき森林における施業の実施基準

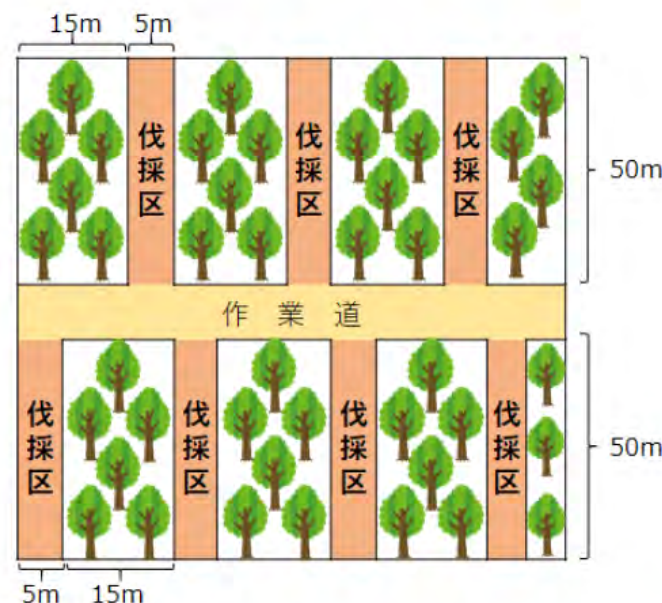
	複層林施業を推進すべき森林	択伐による複層林施業を推進すべき森林
伐採率(材積率)	70%以下	30%以下 (伐採後の造林を人工植栽による場合40%)
維持材積	標準伐期齢における立木材積の50%以上	標準伐期齢における立木材積の70%以上
保残帯の幅	20m以上(ただし、伐採率・維持材積に応じて適切に設定)	
伐採の形状	<p>代区面積：1ha未満</p> <p>群状伐採</p>	<p>代区面積：0.05ha未満</p> <p>帯状伐採</p>
伐採する帯の幅	伐採する帯の幅：40m未満	伐採する帯の幅：10m未満
間伐の方法	【単層林である場合】Ryが0.85以上の森林について、Ryが0.75以下となるよう伐採	
植栽の方法	主伐の実施後5年経過しても更新が図られていない場合、一部又は全部を植栽 【植栽によらなければ適確な更新が困難な森林】標準的な植栽本数を2年以内に植栽	

県有環境林の伐採方法と結果

～NEDO「バイオマスの安定的・効率的な製造・輸送等システムの構築に向けた実証事業」～

伐採手法

- 森林の伐採は、作業道延長方向15mごとに幅5～20m程度、奥行き50m程度の細長い伐採区を設定。
- 高木性樹種（コナラ、クヌギ、アカマツ、ヤマザクラ等）の稚樹や小径木（樹径10cm以下）を除き、大径の有用樹等は伐採し、森林の若返りを促進。
- 森林の更新は、天然更新を基本とし、必要に応じて現地で採集した種子による苗木の植栽、鳥獣被害防護柵の設置を検討。
- カシノナガキクイムシに加害された樹木は、伐採区でなくとも、蔓延防止のため伐採し、被害の拡大防止を図る。



伐採状況



作業道の開設

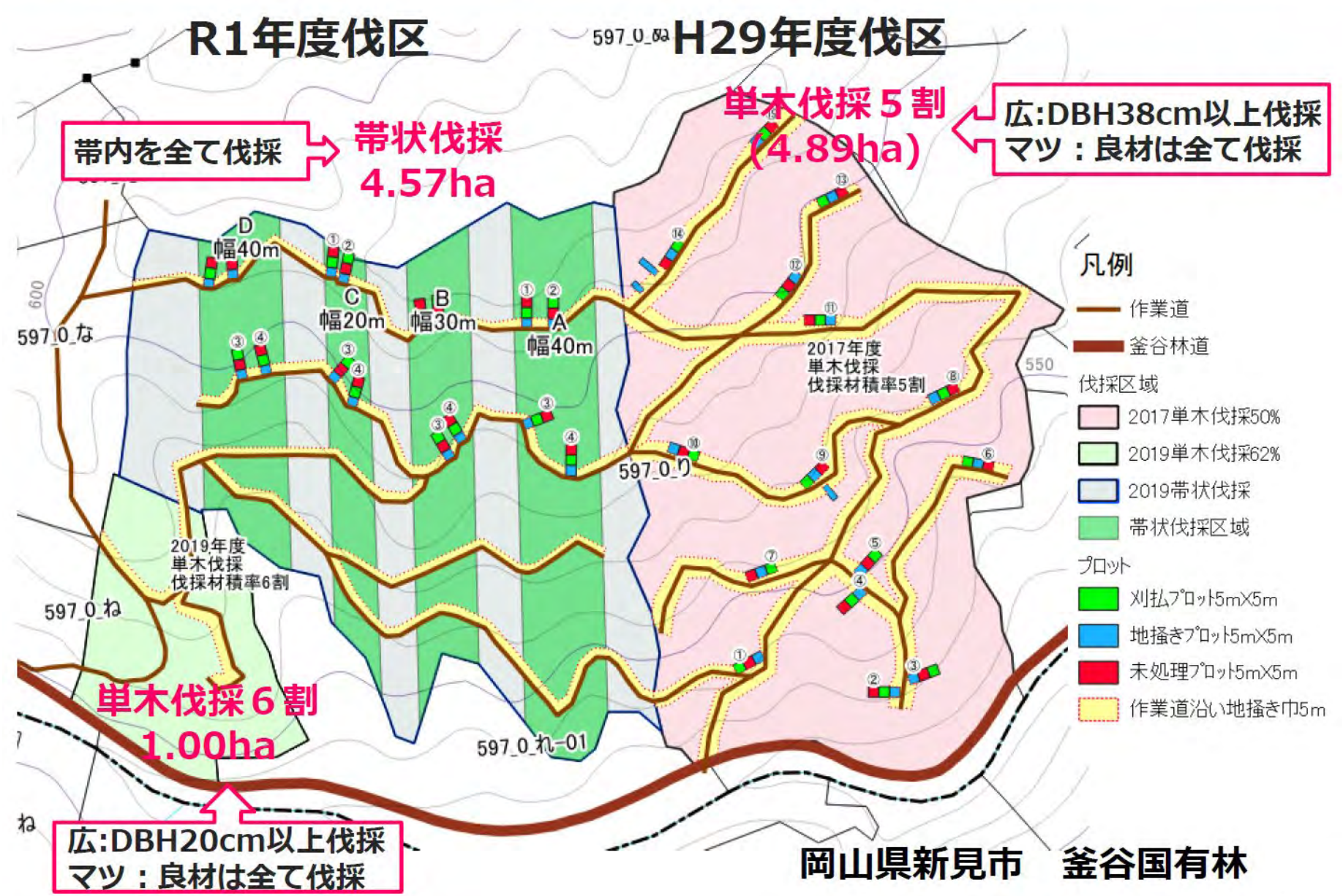


伐採直後の伐採区



伐採後半年経過した伐採区

技術開発試験の調査内容（伐採区域）

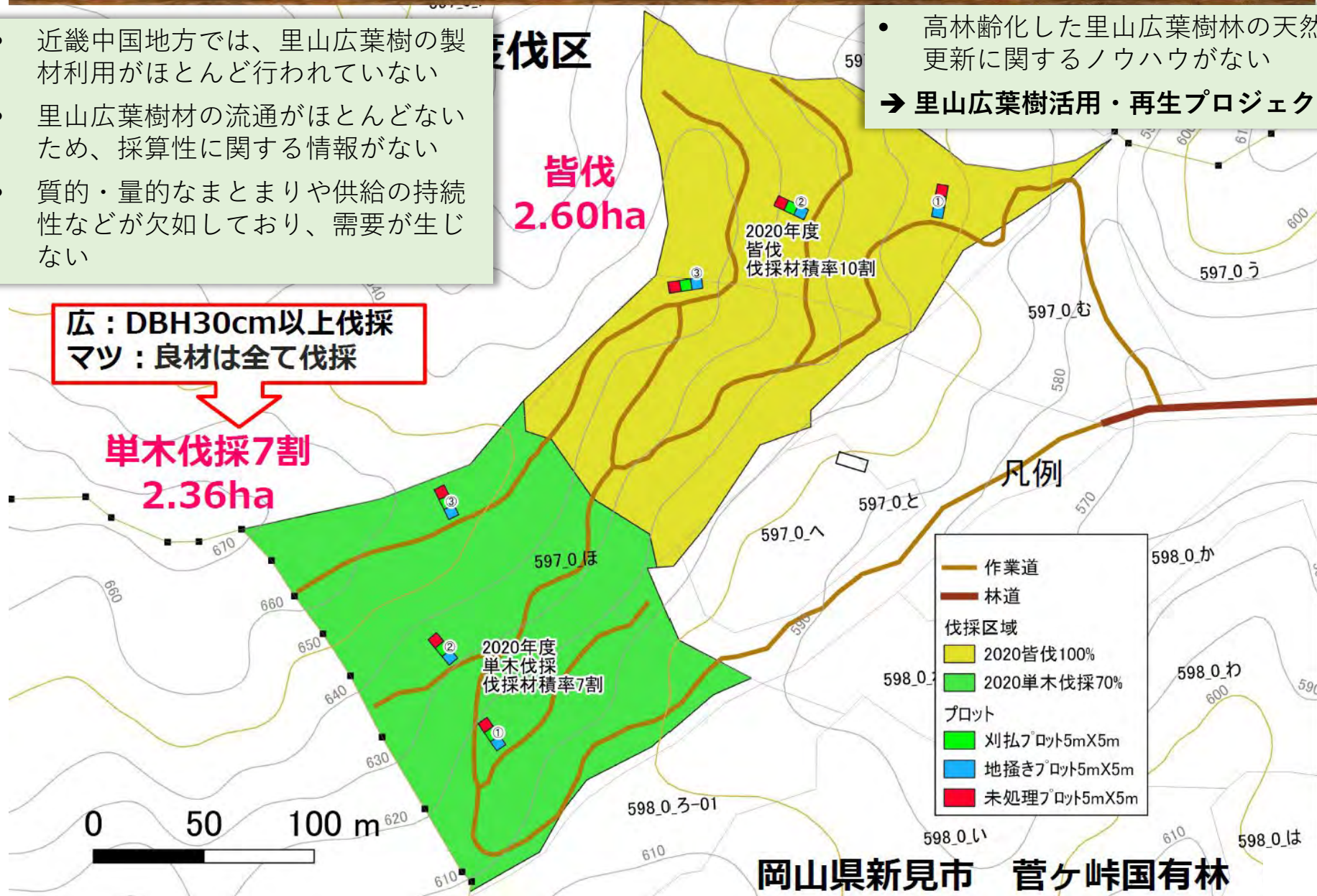


技術開発試験の調査内容（伐採区域）

- 近畿中国地方では、里山広葉樹の製材利用がほとんど行われていない
- 里山広葉樹材の流通がほとんどないため、採算性に関する情報がない
- 質的・量的なまとまりや供給の持続性などが欠如しており、需要が生じない

- 高林齢化した里山広葉樹林の天然更新に関するノウハウがない

→ 里山広葉樹活用・再生プロジェクト

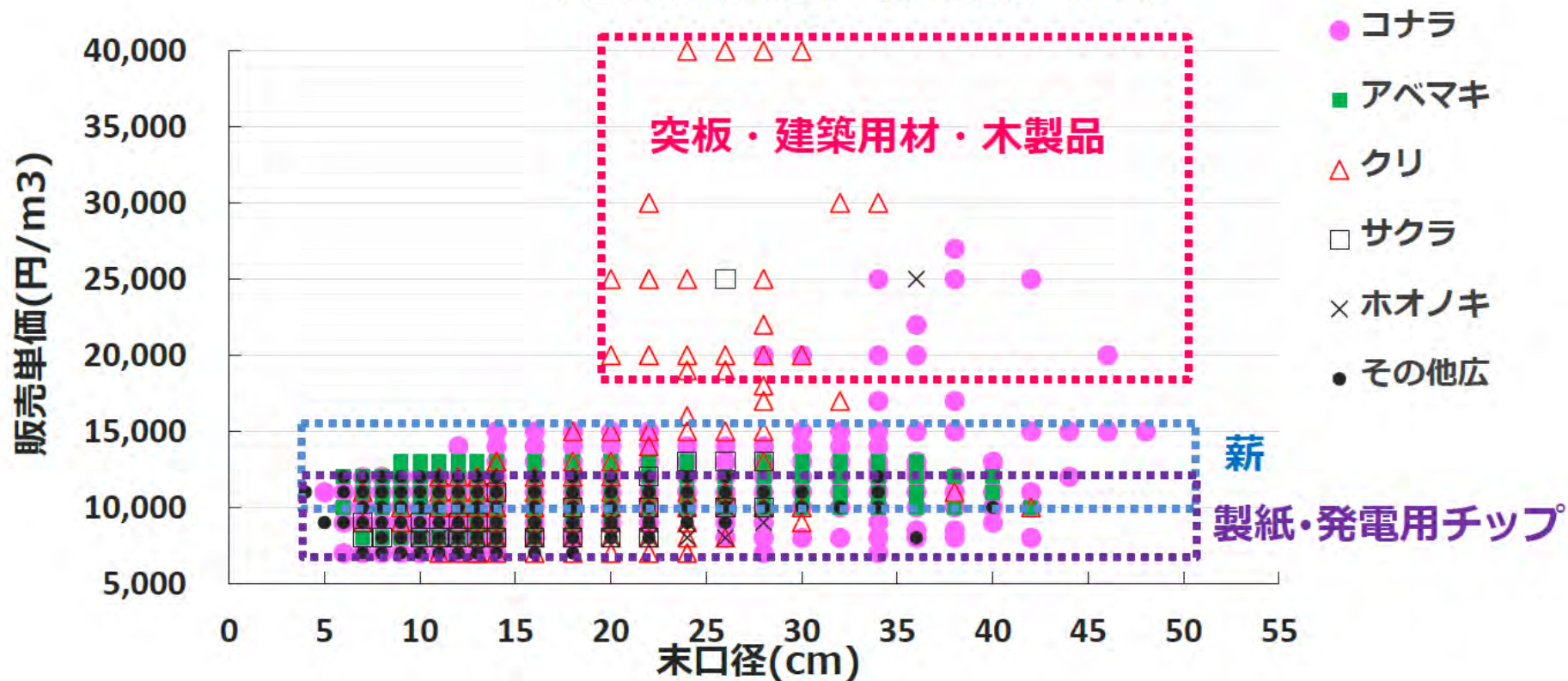


b)市場での販売結果

広葉樹材について、販売単価と用途の傾向を分析

✓ クリは末口径20cm程度以上、コナラは末口径30cm程度以上になると、一部が突板や建築用材等に利用されるようになり単価上昇

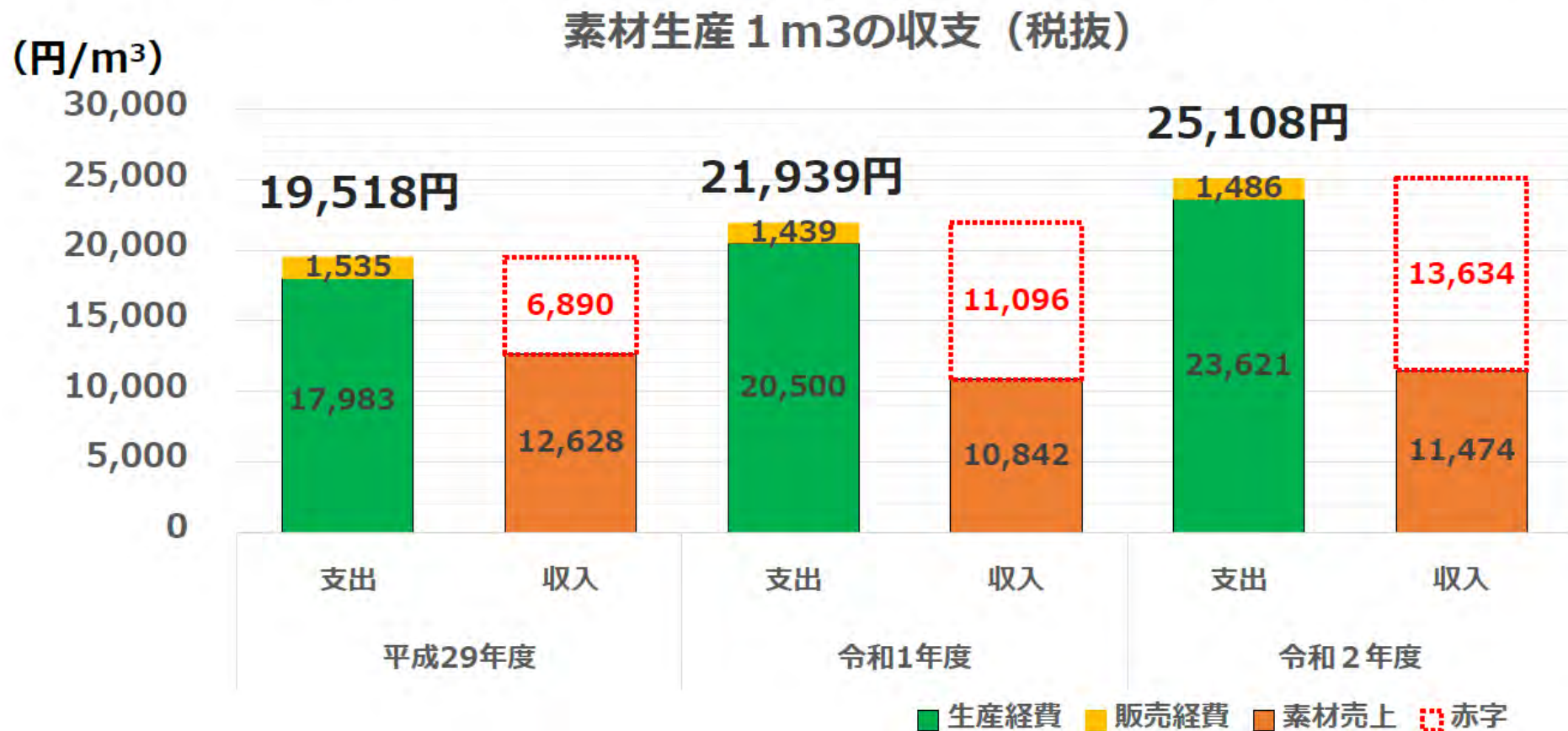
末口径による販売単価（税抜）の推移



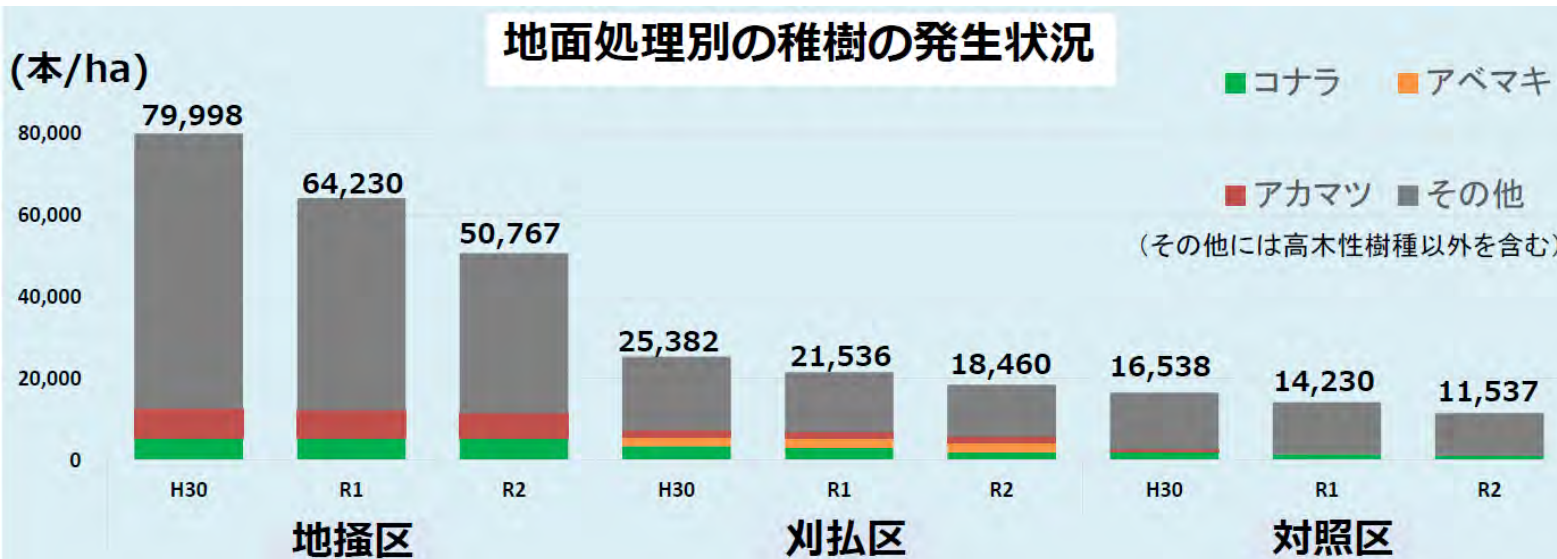
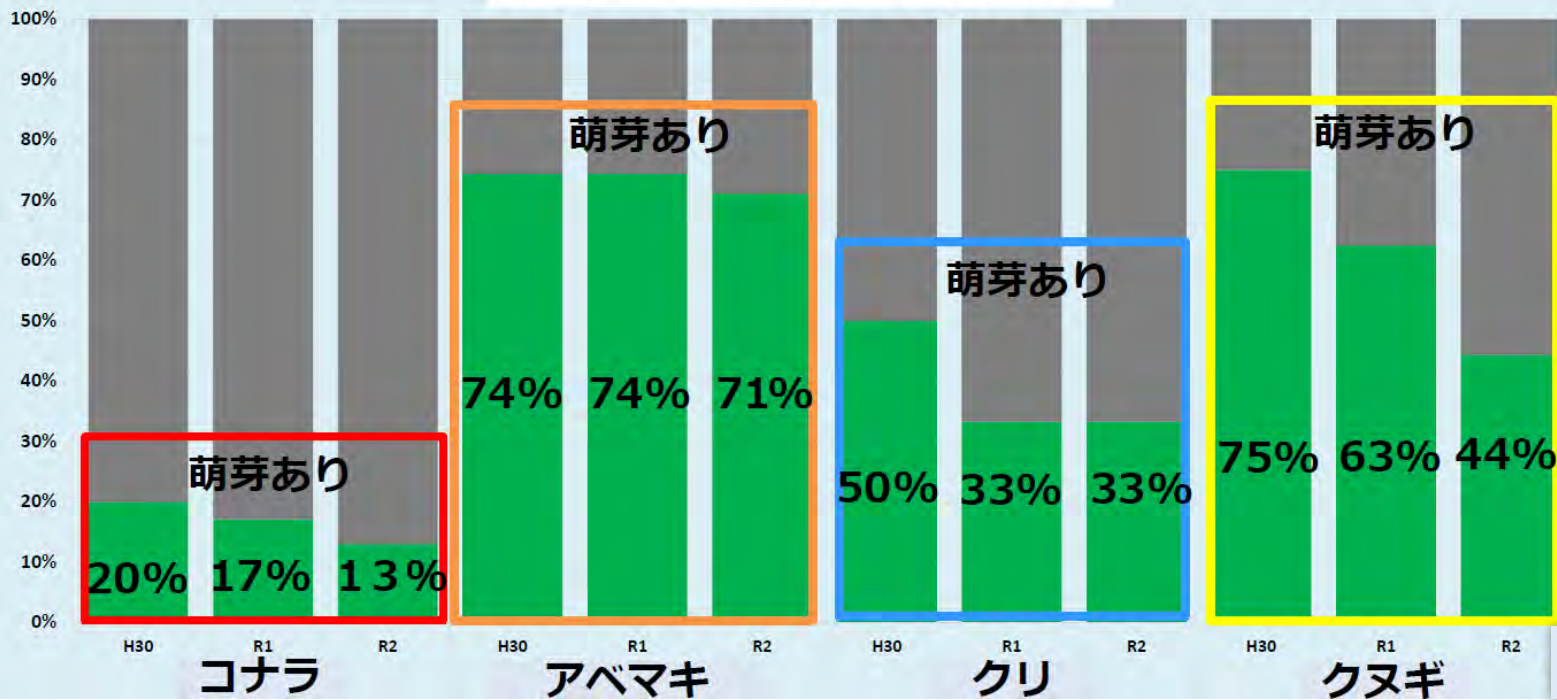
c)事業収支

✓ 素材1m³あたりの収支は、

平成29年度 支出**19,518円**に対して、収入**12,628円**
令和 1年度 支出**21,939円**に対して、収入**10,842円**
令和 2年度 支出**25,108円**に対して、収入**11,474円**



樹種別の萌芽枝の発生割合

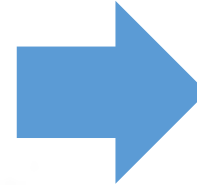


西谷は、日本のエネルギーシステムを変える可能性を持っています

出所：技術士事務所
早田林業



- 豊富な広葉樹資源で、萌芽更新で再生が可能
- 地形が緩やかで、道路が近い
- 大都市が50 km圏内。需要先が近い
- 大都市近郊で、通勤林業が可能
- 生活ができる収入があれば 人材確保可能



収入が確保できる合理的な作業システム
＝「西谷方式」の導入



伐採



広葉樹

現場乾燥
(葉枯らし)

針葉樹



搬出

グラップル付き
フォワーダ



グラップル付きフォワーダを 利用した原木の集材

出所：北摂里山地域循環共生圏ウェブサイト <https://hokuces.jp/>

22



22

令和3年1月24日(日)

兵庫県宝塚市
宝塚自然の家にて

木質バイオマス総合研修会

西谷地区のみなさまへ

再生可能エネルギーを活用して、経済の地域循環を取り戻し、地域の再生につなげる「地域循環共生圏」の事業が全国各地で行われています。私達はエネルギーに多くのコストを毎年消費しています。その多くは、地域経済への貢献は少なく国外に流出しています。兵庫県でも木質バイオマス事業を振興させ、地域の事業として取り組み、今こそ地域再生を図りましょう。本研修は、その理論と実際、森林の活用方法をご紹介します。

研修の内容

9:30 木質バイオマス熱利用の可能性 一般社団法人徳島地域エネルギー 豊岡和実

10:00 里山を宝に 技術士 早田健治(早田林業)

11:00 燃料のチップの作り方(実習) 小型チップパーにて燃料作成実習

12:00 質疑応答(13:00終了)

※関心のある方は、午後から木材の伐採搬出作業をご覧になれます。

共催

兵庫県
宝塚市
公益財団法人 地球環境戦略研究機関
一般社団法人 徳島地域エネルギー
西谷地区まちづくり協議会・西谷自治会連合会

トラック可搬式 チップパー (ドイツ製)

最大径30cmの
丸太を連続的
にチップ化



チップ化のデモンストレーション

切削チップ



出所：宝塚市、
(一社) 徳島地域エネルギー

木質バイオマス利活用モデルの情報発信

- R5年12月10日放送のサンテレビ「ひょうご発信！」の特集コーナー「教えて！ひょうご」において、北摂里山地域循環共生圏の取組を発信。（Youtubeでアーカイブを視聴可能）
- 里山の再生とエネルギー利用の事例として、県内外に広く発信。



検索

教えて！ひょうご 地域循環共生圏

伐採～集材～チップ化～コンテナ搬送～ ボイラーでの活用の流れ



【フェラバンチャーによる伐採】



【ウインチでの集材】



【フォワーダによる集材】



【チップ化の様子】



【コンテナ運搬車】

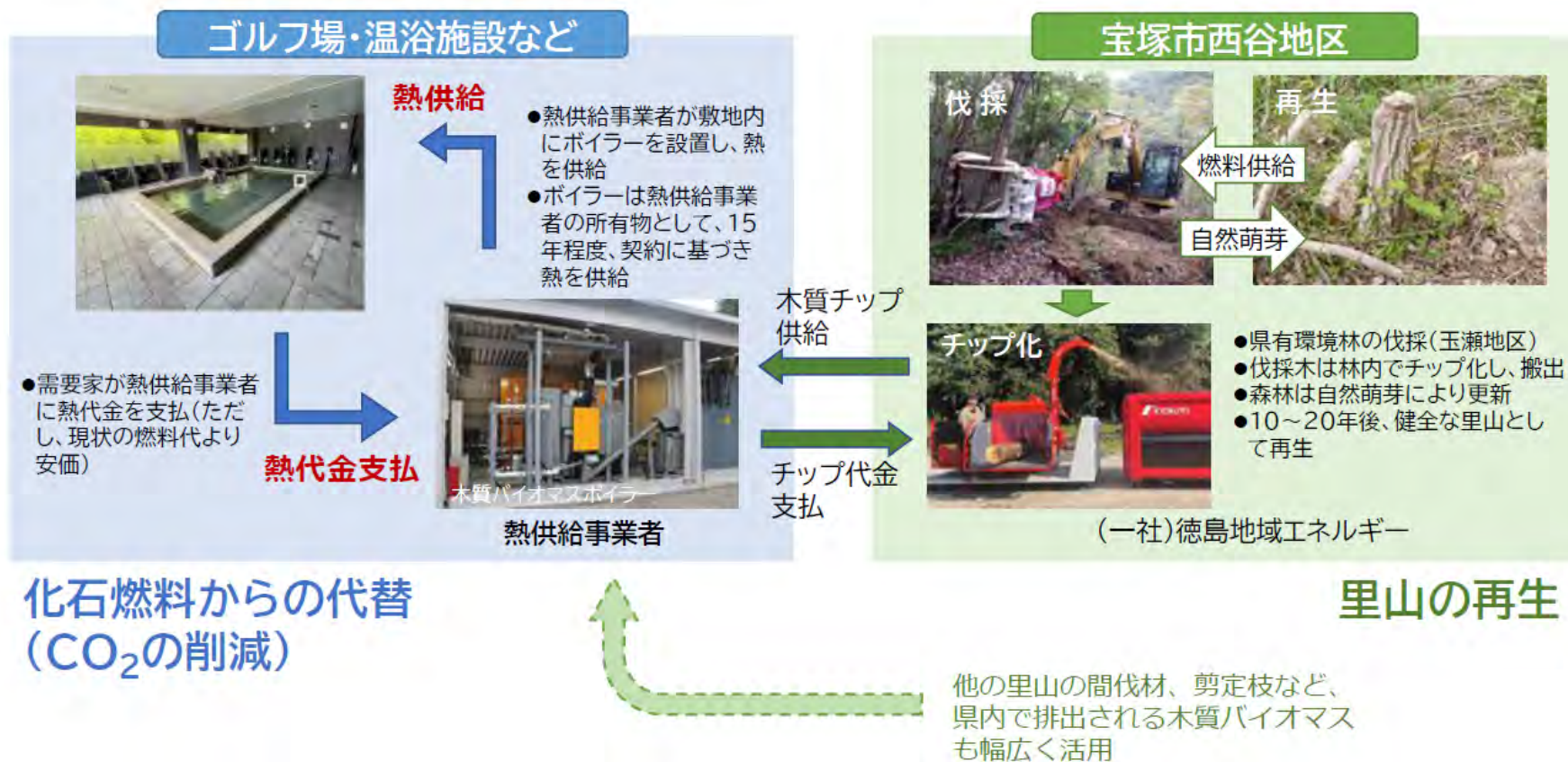


【バイオマスボイラー（神戸市）】

木質バイオマス有効活用の事業モデル

～熱供給モデルの構築～

- 兵庫県では、「北摂里山地域循環共生圏」の取組として、宝塚市西谷地区の県有環境林の再生と地域におけるバイオマスボイラーの導入を推進。
- 新たなバイオマス導入モデルとして、熱供給事業者による熱供給(第三者所有モデル)により、需要家(ゴルフ場、温浴施設など)が初期費用を負担せずに導入可能な手法を検討中。
- 県内で発生する木質バイオマスを幅広く活用することで、チップ供給体制の安定化を図り、化石燃料からの代替を進める。



ゴルフ場における“脱炭素”に向けた取り組み！

ゴルフ場内の間伐が必要な木々を有効活用し
重油からバイオマス資源に転換

年間CO₂削減量 合計

約**259t**

駐車場スペースを有効活用した太陽光発電で
電力の自家消費を実現



従来 重油ボイラー

年間重油使用量
約**60,000ℓ**

現在 バイオマスボイラー

木質燃料にほぼ**100%**転換
年間CO₂削減量:約**220t**



従来

電力を系統
から購入

現在 カーポート太陽光発電にて一部を代替

年間発電量:**88.6MWh** (想定)
年間CO₂削減量:約**39t**

場内の木々がエネルギーとして活用されるまで



1 間伐予定の木々に印を付ける



2 間伐された木



3 間伐された木材を一カ所に集積



4 兵庫県内の燃料加工工場にて
木質チップに加工



5 バイオマスボイラーにチップを
投入※し、発生した温水を蓄熱



6 温浴施設や給湯として利用

※：投入される木質チップは全てゴルフ場の木々から生まれたものではなく、兵庫県で製造された木質チップも含まれます。

Copyright ©2022 SymEnergy Inc. All rights reserved.

小型乾燥チップボイラー

徳島県吉野川市さくら診療所への導入

- ・2012年、オーストリア ETA 社製の乾燥チップボイラー50kW 型 2 台の熱供給システムを設置しました。
- ・既存灯油ボイラーを置き換え、有床診療所と有料老人ホームの給湯と暖房に使用されています。年間 CO₂ 削減量は 90 トン。
- ・ボイラーシステムの輸入と設置は、徳島地域エネルギーと地域の工務店等が実施しました。

参考) チップボイラー 300kWの燃料消費量：400t/年（12h/日、年300日）

小型乾燥チップボイラーの特長

- ・乾燥チップボイラーは高効率。（熱効率 90%以上）
- ・ボイラーの出力が小さくても熱効率は下がらない。
- ・O₂ センサーを装備し、煙や NO_x を出さず、排気ガスがクリーン。
- ・蓄熱槽でピーク時対応するので、冷蔵庫程度の大きさである。
- ・導入工事、保守が簡単、地域の技術者ができる。
- ・既設の熱源に置き換えできる。給湯、床暖房などの配管をそのまま使用
- ・自動運転、自動着火が基本、PC やスマートフォンで遠隔監視が可能。
- ・約 50kW まで又は無加圧の温水ボイラー（簡易ボイラ）は取扱資格者が不要。
- ・地域と石油燃料の価格にもよるが、燃料費は石油燃料よりも安価。
- ・経済性が高いので、補助金なしでも導入できる。
- ・CO₂ 排出削減を低コストで実現できる。



ボイラー本体



チップ搬入中

さくら診療所の乾燥チップボイラー（50kW×2）

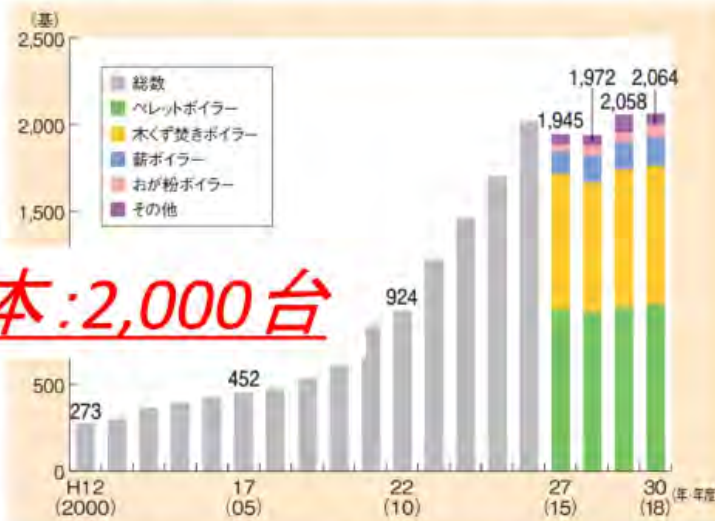


山梨県北杜市
レイクウッド GC
(50kW×5)
2017 年



木質チップ

国内でのバイオマスボイラの導入実態



出典: 林野庁, 令和元年度森林林業白書



出典: klimaaktiv, BIOMASSEHEIZUNGEN IN ÖSTERREICH MARKTINFORMATION TEIL 5

4-1. 業種別ボイラー数 (①業種別内訳)



出典: 一社) 日本木質バイオマスエネルギー協会資料

オーストリア: 28万台・小型中心

- 国による支援策が投じられてきているが導入数は2千台程度。
- オーストリアは28万台。特に100kW未満での小型の領域が導入数の大半を占める。
- 日本は業務用施設等、ポテンシャルの高い小型の領域での導入がいまいちとみられる。

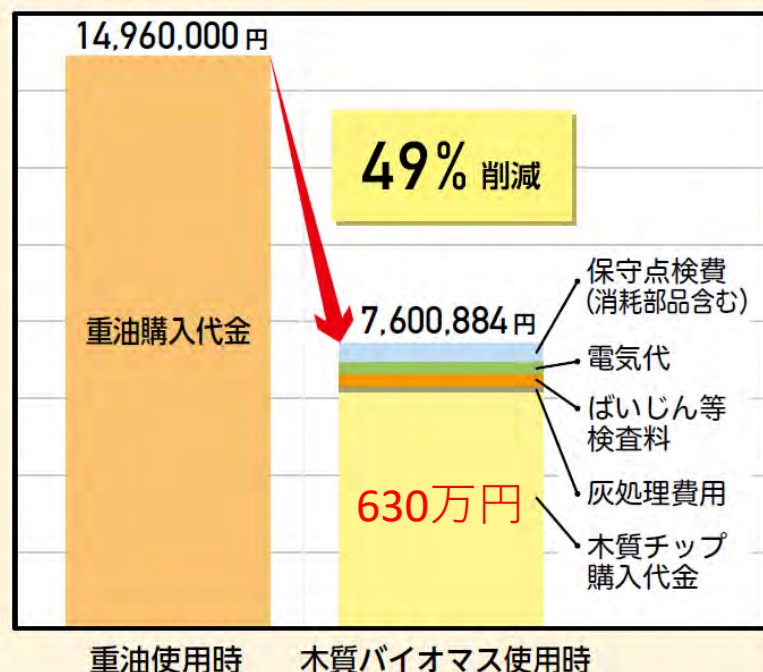


バイオマスボイラーと化石燃料用ボイラーの比較

	バイオマスボイラー	化石燃料ボイラー	備考
イメージ	 <ul style="list-style-type: none"> ・チップ庫、蓄熱タンクが別途必要(スペース必要) 		
導入コスト 初期投資	<p>高い</p> <ul style="list-style-type: none"> ・(化石より)数倍高い ・低出力ほど割高 	<p>安い</p> 	設置条件で大きく変動
燃料コスト	<p>安い</p>  <ul style="list-style-type: none"> ・地域にて単価は異なる ・化石の 1/2～2/3 程度 	<p>高い</p> <ul style="list-style-type: none"> ・石油価格変動の影響大 ・使用量で単価は異なる 	地域・量で異なる
運用コスト (燃料以外)	<p>高い</p> <ul style="list-style-type: none"> ・メーカー、機種により異なる ・低出力ほど割高 	<p>安い</p>  <p>維持管理費</p>	
公的な支援	<p>補助制度利用可能</p> <ul style="list-style-type: none"> ・補助率: 1/3、1/2 が多い 	—	
設備寿命	<p>20～30 年以上</p> <ul style="list-style-type: none"> ・燃料による金属腐食がほとんど無い 	<p>15 年程度</p> <ul style="list-style-type: none"> ・メンテにより長期化可能だが補修費用が増額 	
将来費用リスク	<p>低い</p> <ul style="list-style-type: none"> ・カーボンニュートラルとみなされ課税リスク低い 	<p>高い</p> <ul style="list-style-type: none"> ・炭素税などの課税リスク高い 	

ランニングコスト削減および投資回収イメージ

木質バイオマスを利用する場合、灰処理費用など新たに発生するコストもありますが、トータルで見ると重油購入費用に比べてコストは大きく下がります。このモデルの場合の投資回収年数は8.56年となります。



計算条件

- 温浴施設 設備容量 350kW
- 稼動時間 4,400 時間 / 年 630万円
- 使用燃料木質チップ 488.9t (水分 30%, 単価 13,000円/t)
- 従来の重油使用量 187,000ℓ (単価 80円/ℓ)

設備導入金額 * ボイラ本体および付帯設備、工事費含む * 補助金利用は考慮せず	6,300万円
ランニングコスト削減額	735.9万円 / 年
投資回収年数	8.56年

※運転要員費など従来から変化がない費用は考慮せず

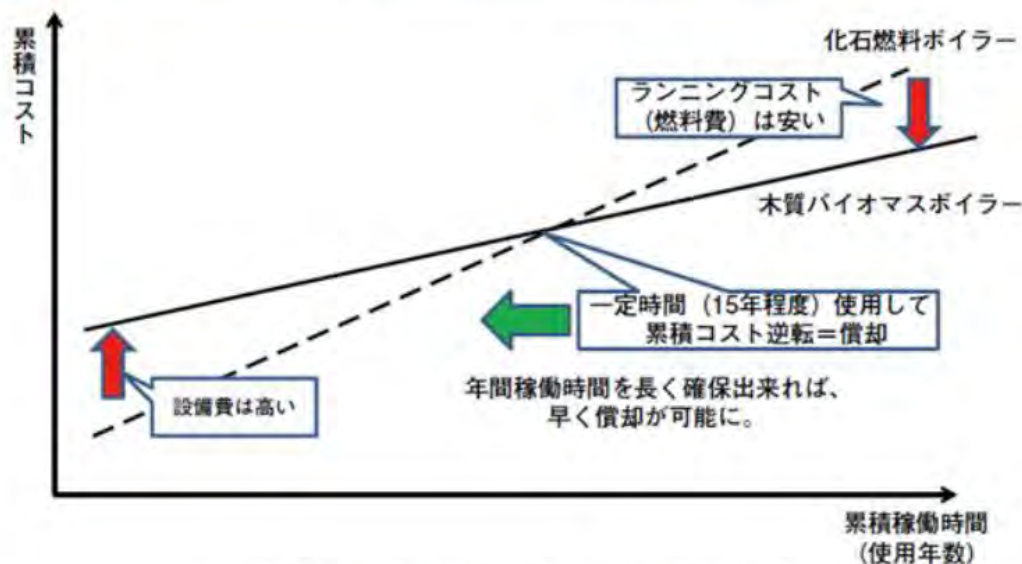
出所：一般社団法人 日本木質バイオマスエネルギー協会

9年で投資回収

バイオマスボイラーによる化石燃料からの代替

- バイオマスボイラーの導入は、カーボンニュートラル燃料の使用による地球温暖化対策に貢献。
- 化石燃料から地域の資源活用により、エネルギーの地産地消に。
- バイオマスボイラーは**イニシャルコストが高額**だが、**ランニングコストが安価**。補助金を活用し、トータルコストでの検討が必要。

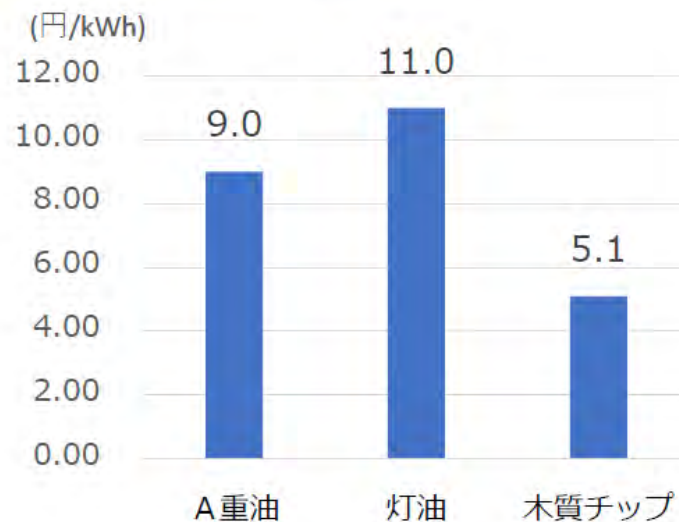
化石燃料と木質バイオマスのコスト比較



バイオマスボイラー導入による 累積コスト削減のイメージ

出典：木質バイオマスボイラー導入・運用にかかわる実務テキスト

ランニングコスト



燃料別のエネルギー価格 (kWhあたり)

A重油価格：資源エネルギー庁石油製品価格調査による産業用小型ローリー搬入価格。(2023.3月)
灯油価格：石油情報センターによる民生用灯油配達価格。(2023.3月)
燃料あたりの熱量は、A重油：10.8kWh/L、灯油：10.2kWh/L、チップ：4.20kWh/kg (水分35%)として計算。

木質バイオマスの熱利用を
地域で広めるためのガイドブック

地域で広げる 木質バイオマスエネルギー

このガイドブックは、木質バイオマスの熱利用に関わる多様な関係者の方々のために作成されています。

目次

- 1. 木質バイオマスの熱利用の概要
- 2. 木質バイオマスの熱利用のメリット
- 3. 木質バイオマスの熱利用のデメリット
- 4. 木質バイオマスの熱利用の導入事例
- 5. 木質バイオマスの熱利用の今後の展望

一般社団法人
日本木質バイオマスエネルギー協会
Japan Wood Biomass Energy Association



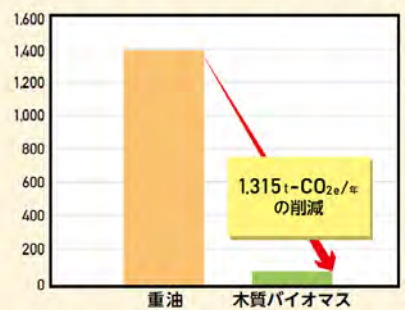
出所：一般社団法人日本木質バイオマスエネルギー協会

木質バイオマスエネルギーの 面的利用モデルケース

地域での環境へのメリット

年間 GHG 削減量

1,315t-CO_{2e}

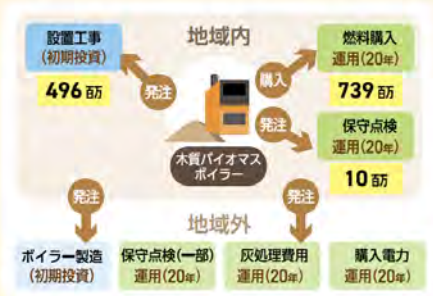


間伐材の収集、運搬、加工、燃焼による排出を集計

地域経済へのメリット

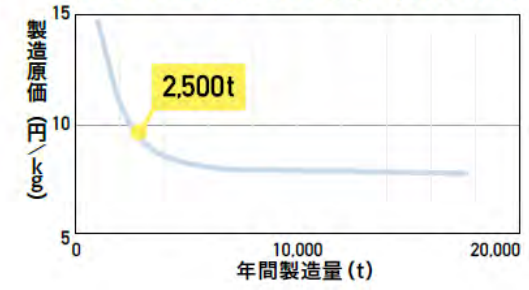
20 年間で経済波及効果

12億4,450万円



総務省経済波及効果の簡易計算ツールによる
導入および運用にかかる 20 年間の波及効果

製造量ごとの製造コスト試算 (水分 50%)



重油から木質チップへの換算目安

- 重油 1ℓ = 木質チップ 4.4 ~ 5kg
- ※チップ使用量は水分 50% 換算した値

* 地域内 5 か所の熱需要先で、約 516kl の重油から 2,500t の木質バイオマスに燃料転換したモデルで試算

地域内エコシステム構築事業



小規模な
木質バイオマス利用

BUILD A REGIONAL
ECOSYSTEM

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

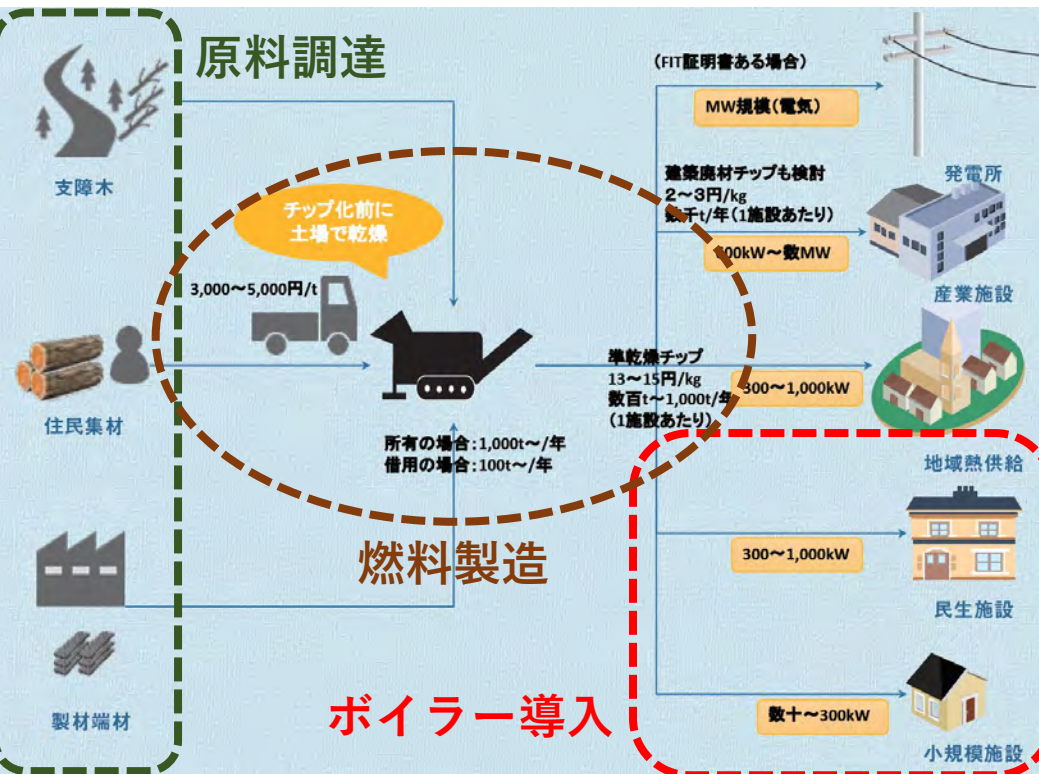
原料調達コスト
6,000円/トン

森林環境譲与税での
補助に期待

チップ製造コスト
4,000-5,000円/トン

出所：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

原料調達



原料調達費



平均価格は 6,000 円 / t (水分 50%)
乾燥させると 8,400 円 / t (水分 30%)

人件費

1~1.5 t / 人日の薪を作る
1,000 円 ~ 1,500 円 / h の時給

5,000 ~ 12,000 円 / t

機器類の設置

チェーンソー (20 万円)
薪割り機 (100 万円)
フォークリフト (150 万円)
ラック & パレット
8 年間の耐用年数

2,000 円 / t

土場や建屋の建設費を除く

燃料費

1,000 円 / t

消耗品費

小型チップパーの場合

1.5t/h (水分 30%) の製造効率

3~6t / 人日

1,500 ~ 4,000 円 / t

機器類の設置

小型チップパー (400 万円)
8 年の耐用年数、年間 50 日稼働

1,700 円 / t ~ 3,300 円 / t

土場や建屋の建設費を除く

燃料費

チップパー刃メンテ費

600 ~ 1,000 円 / t

チップ販売価格
12,000円/トン

1tの乾燥燃料



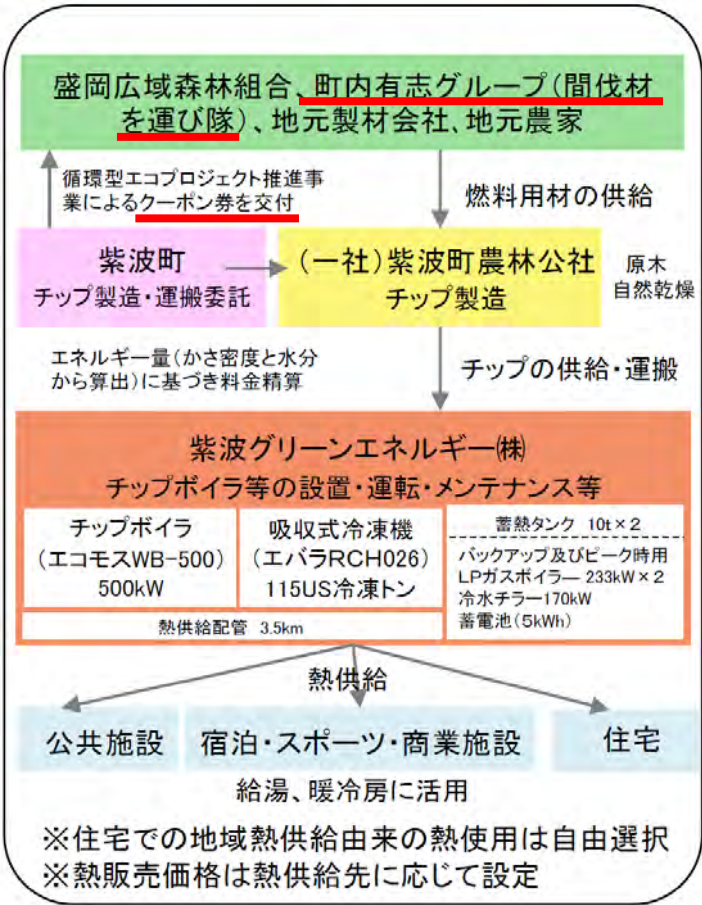
16,400 ~ 23,400 円 / t
運賃除く



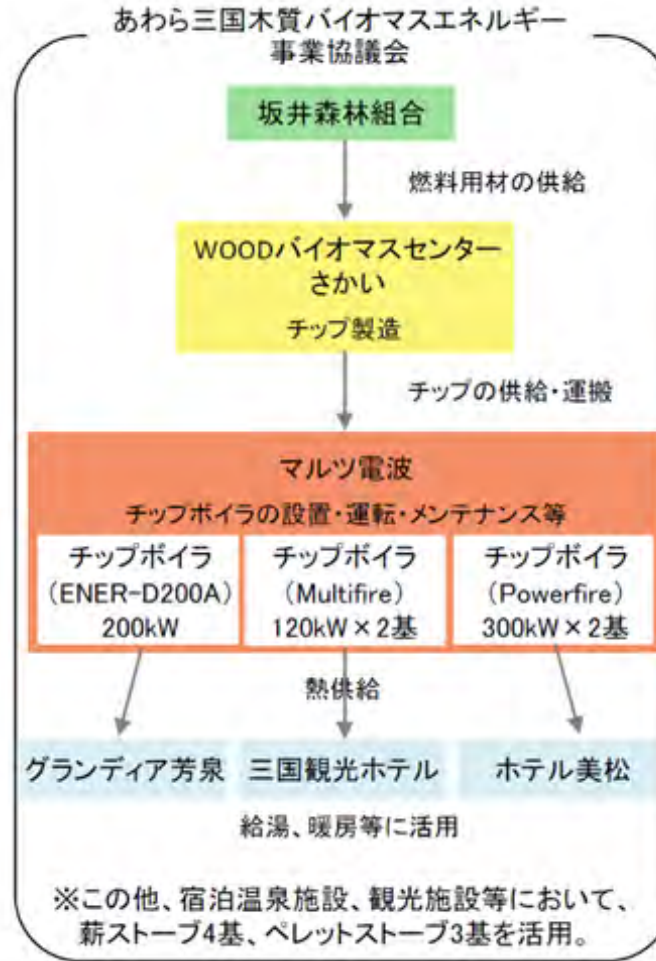
12,200 ~ 16,700 円 / t
運賃除く

参考：木質バイオマス熱利用の先行事例

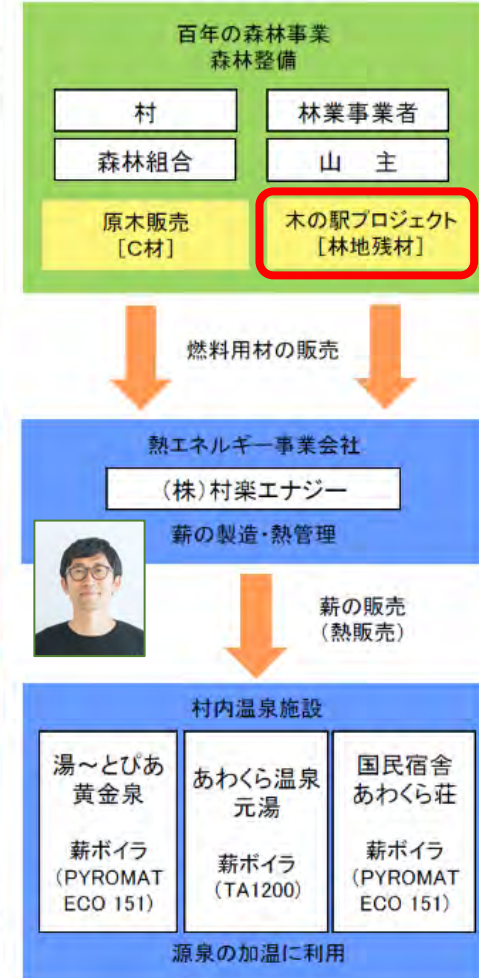
岩手県紫波町



福井県あわら市・坂井市



岡山県西栗倉村



森林組合 → チップ製造会社 → 熱供給会社

北摂地域の木質バイオマスの利用状況【調査開始時】

北摂地域の森林・里山保全 【現状】

宝塚市西谷地区
県有環境林（866ha）

市有林、慣行共有林、私有林

三田市私有林・公有林

猪名川町私有林
（猪名川町森林組合）

川西市黒川地区
私有林

県有林の管理は、兵庫県農政環境部豊かな森づくり課が、兵庫県土地開発公社を通じ、（一財）西谷自治振興に委託（委託料は年500万円程度、月2回の巡回監視、苦情等処理、保全業務等）

丸太

環境NGO・森林ボランティア団体による里山保全活動

NPO西谷仕事人
（3名が月3日程度作業）

薪

月200束（松材）
月50束（クヌギ材、10～3月）
@12kg 2.4～3トン/月
= 年32トン程度
売上：@325円/束（27円/kg）
= 年90万円程度
（県が15円/kgを補助：年45万円程度）
（2015-2017年度）
薪割り機、集材用ウィンチを保有

丹波立坑
陶磁器協同組合

猪名川町森林
組合が運営

猪名川町ペレット
製造施設

年20～30トン製造
（町が7円/kg補助）

ペレット

熱需要家
（猪名川町役場、ペレットストーブ所有個人）

丸太
クヌギ材

今西菊炭本家
NGO菊炭友の会

炭化

炭

年7トン程
度の需要

能勢電鉄（株）
妙見の森バーベキューテラス

なぜ薪・ペレットストーブの助成をするの??

猪名川町は町域面積90.41km²のうちの**77%が森林**となっており、クヌギやコナラなどの広葉樹がその大部分を占めています。かつては、それら広葉樹を燃料やしいたけ原木のほだ木として活用していましたが、燃料については、化石燃料に取って代われ、**人が山に入る機会が激減**しました。・・・**適度な伐採が行われず**、このままでは里山環境が変わっていく恐れがあります。町では、このような現状を憂慮し、豊かな自然環境を「共有の財産」としてとらえ、里山として維持するため、猪名川町里山再生基本構想に基づき取り組みを進めています。

薪ストーブとペレットストーブの購入・設置に対して助成を行い、**木質バイオマスの需要を創出**することで、**町内の木質バイオマスの循環システム**を構築し、**里山や環境の保全**を行っていくことを目指しています。

年20-30トンのペレットを製造（森林組合）
 うち、年20トン役場のペレットボイラーで消費



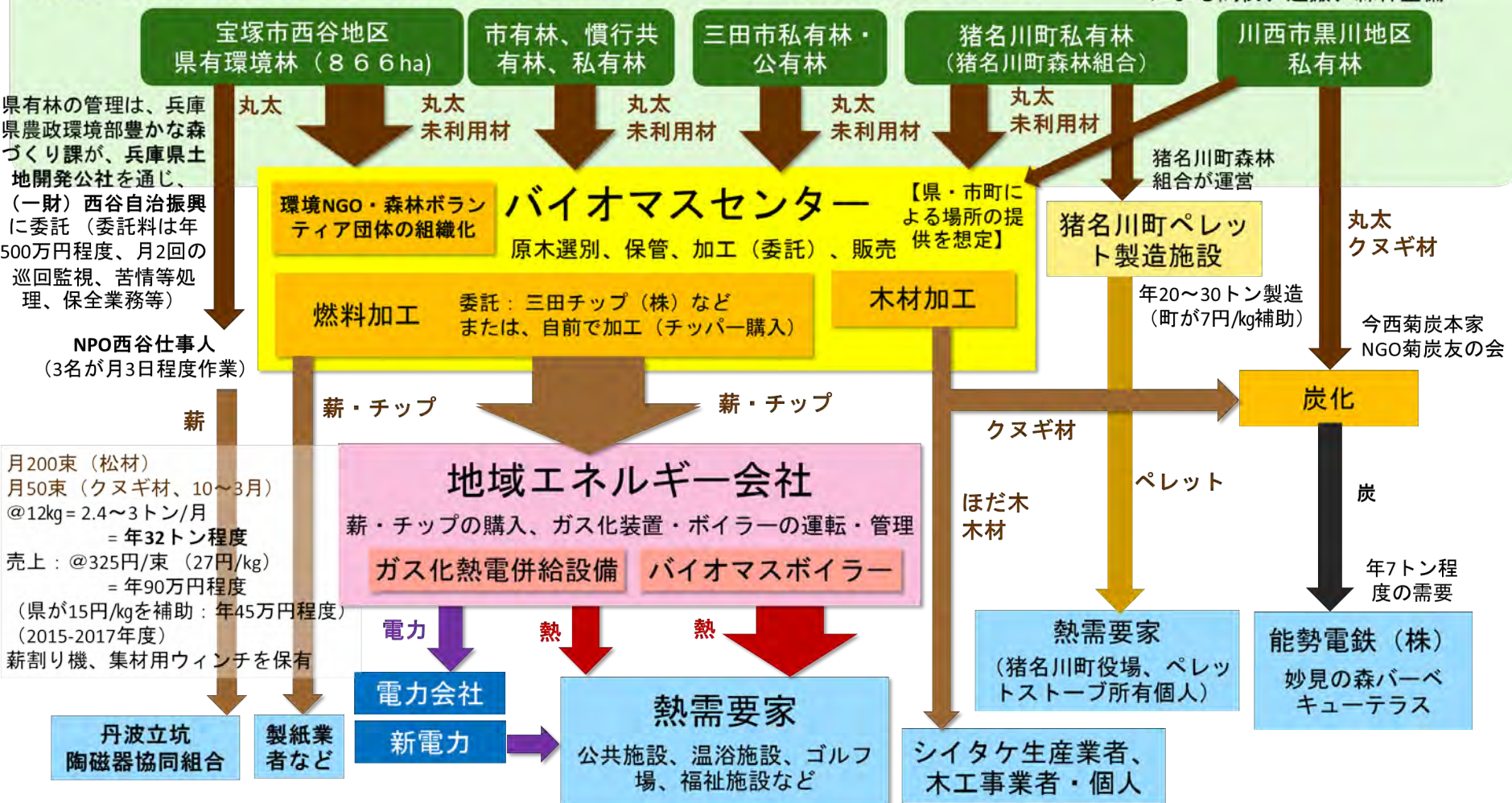
森林面積：70km²
 （宝塚市西谷地域は46km²）



北摂地域の木質バイオマス有効利用の事業モデル【計画】

地域主体の森林管理計画の策定と実施／木質バイオマスの供給【計画】

環境NGO・森林ボランティア団体の組織化
による間伐、運搬、森林整備

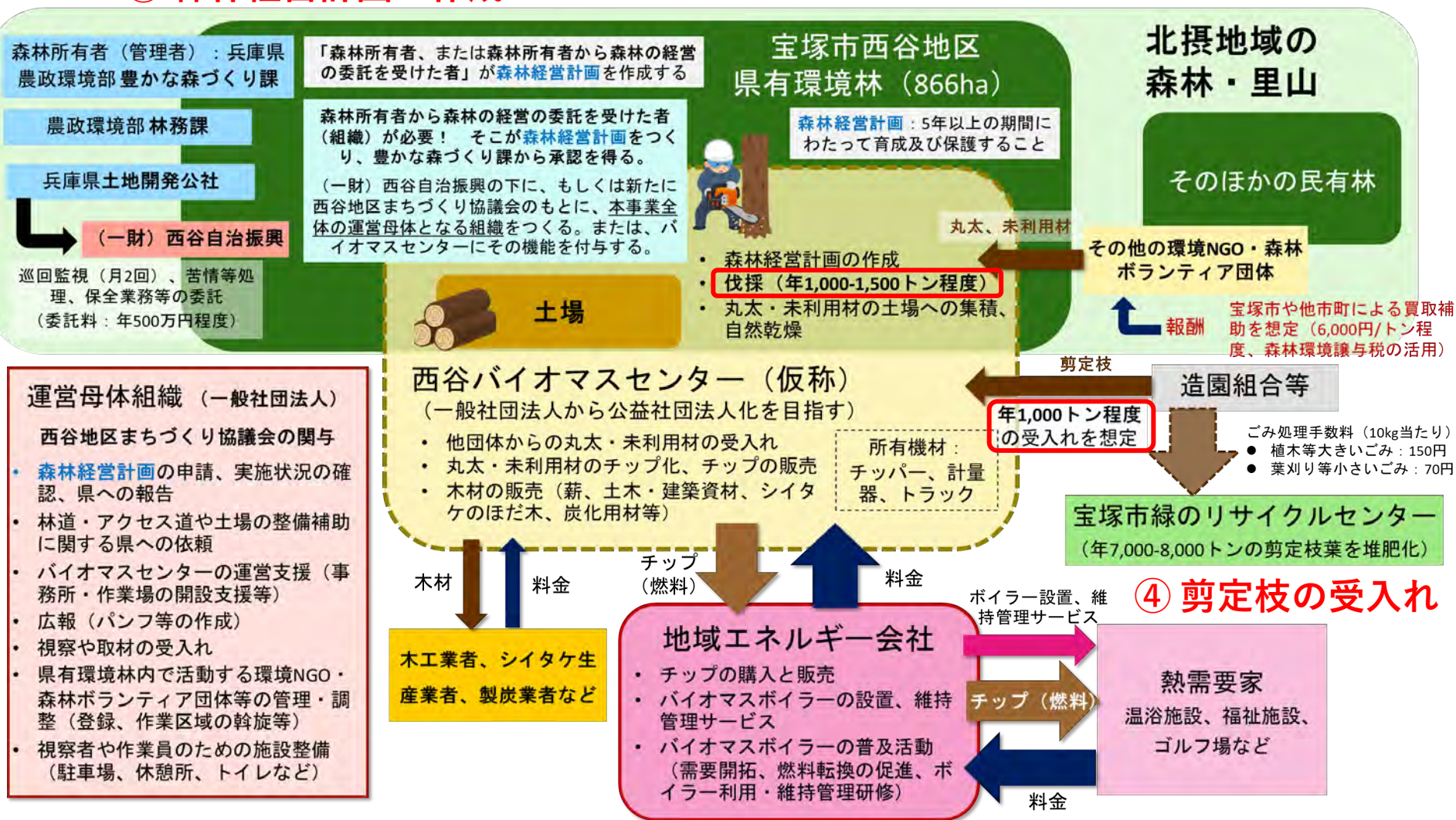


北摂地域の木質バイオマス有効利用の事業モデル

【昨年度の主な調査結果と今年度の実施内容】

① 森林経営計画の作成

③ 森林管理体制の構築



② 運営母体組織の立ち上げ

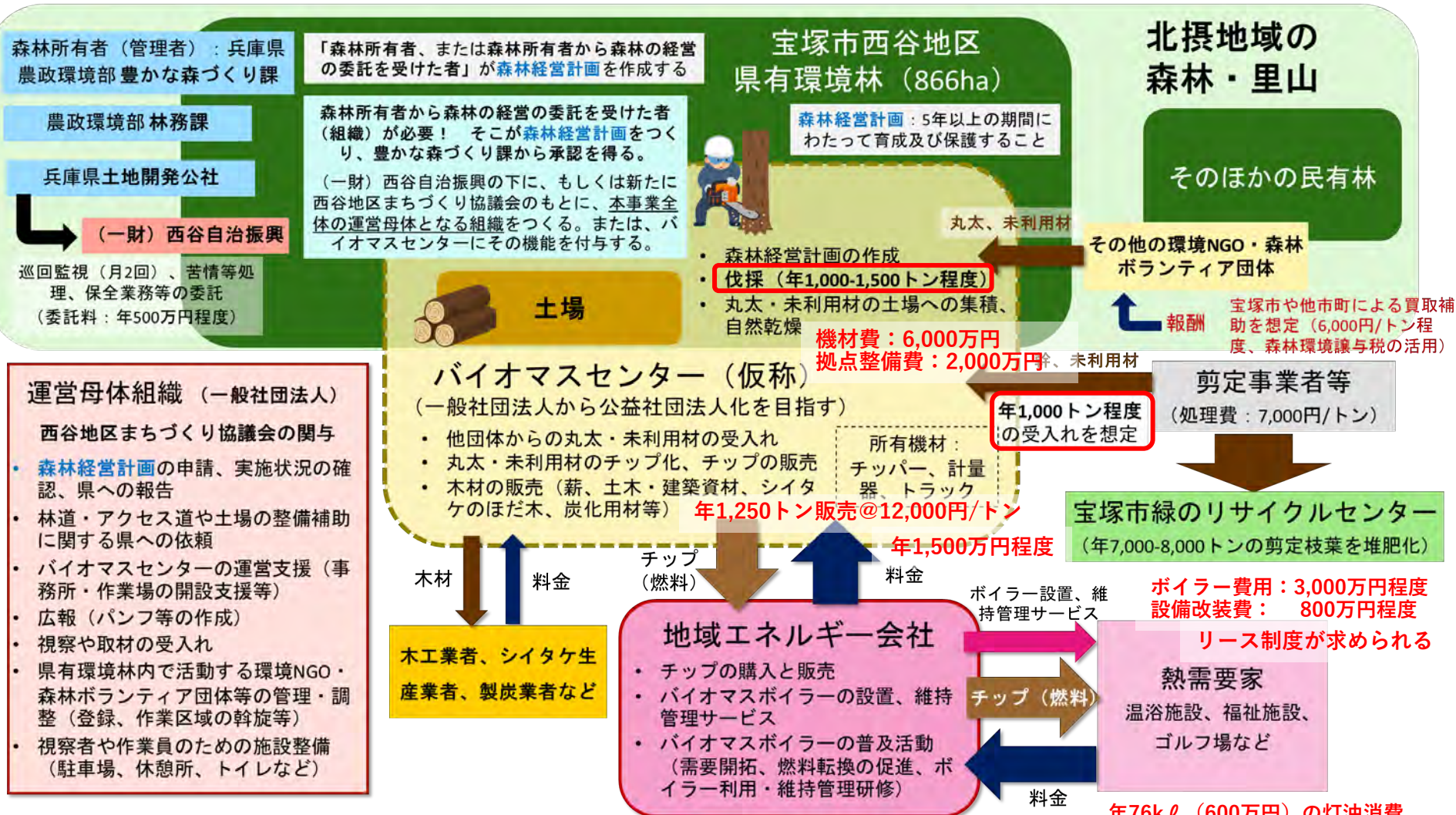
④ 燃料用チップ製造拠点の整備と運営体制の構築

⑤ 熱需要家の開拓、リーススキームの検討

県有環境林の木質バイオマス資源の活用：事業生産性と収支計算

年1,000トンの伐採（＝10トン/日 × 年100日）・・・@6,000円/トン＝年600万円の補助

10トンの丸太：（径30cm × 10m（0.7m³） × 0.8t/m³ = 0.56t） × 18本



年2,000tの木材（生木）の乾燥重量：2,000t × 0.5/0.8 = 1,250t

チップの販売収入：1,250t @ 12,000円/t = 年1,500万円

年76kℓ（600万円）の灯油消費
チップボイラー 500kW に置換
チップ年200トン消費（300万円）
→ 燃料費の削減：年300万円程度

バイオマスセンターの収支計算 <設備補助なし>

年間支出：計1,000万円

- 人件費：300万円
- 事務経費：300万円
- 燃料費等：100万円


宝塚市西谷地区
県有環境林（866ha）



伐採 年1,000t x 3,000円/t
購入費：300万円

年間 500万円
の赤字
初期投資の減価
償却に16年

土場



- 森林経営計画の作成
- 伐採（年1,000-1,500トン程度）
- 丸太・未利用材の土場への集積、自然乾燥

剪定事業者等からの
受入れ：年1,000t

バイオマスセンター（仮称）
（一般社団法人から公益社団法人化を目指す）

- 他団体からの丸太・未利用材の受入れ
- 丸太・未利用材のチップ化、チップの販売
- 木材の販売（薪、土木・建築資材、シタケのほだ木、炭化用材等）

所有機材：
チップパー、計量器、トラック

幹、未利用材
剪定事業者等
（処理費：7,000円/トン）
年1,000トン程度の受入れを想定

年2,000tの木材から
年1,250tのチップを生産
12,000円/tで販売

年間収入：1,500万円

地域エネルギー会社

- チップの購入と販売
- バイオマスボイラーの設置、維持管理サービス
- バイオマスボイラーの普及活動（需要開拓、燃料転換の促進、ボイラー利用・維持管理研修）

チップ（燃料） 料金

初期投資：計8,000万円

- チップパー：4,000万円
- グラップル付フォワーダ：1,000万円
- 運搬車：800万円
- チップ輸送用コンテナ車：800万円
- 小規模機械：100万円
- トラックスケール：300万円
- 倉庫：400万円
- フォークリフト：600万円

1/2補助（4,000万円）で
年間 500万円の黒字

8年で減価償却・・・年1,000万円
土地代、整地費用、事務所建屋費用を含まず

木質バイオマス燃料等の安定的・効率的な供給・利用 システム構築支援事業（農林水産省連携事業）

資源エネルギー庁
省エネルギー・新エネルギー部
新エネルギー課
03-3501-4031

令和3年度予算額 **12.5億円（新規）**

事業の内容

事業目的・概要

- バイオマス発電は、我が国のエネルギー多様化、地球温暖化対策等に貢献する電源であるだけでなく、地域活性化にも資する地域分散型の地域活用エネルギー源として期待されています。しかし、燃料コスト低減や長期にわたる安定的な原料調達の確保等の課題があります。

- 本事業では、以下のような支援策の実施により、森林・林業等と持続可能な形で共生する木質バイオマス燃料等の安定的・効率的な供給・利用システムの構築・商慣行定着を目指します。

①新たな燃料ポテンシャル（早生樹、広葉樹等）の開拓・利用促進に向けた実証事業を行います。

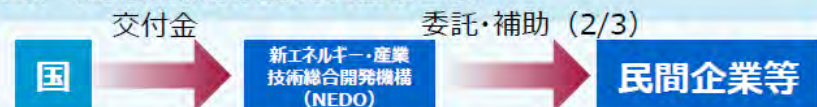
②安定した品質と量の燃料調達・確保を可能とするチップ・ペレット等バイオマス燃料の安定的・効率的な製造・輸送等システムの構築に向けた実証事業を行います。

③燃料材（チップ、ペレット）の品質の規格化を行います。

成果目標

- 令和3年度から令和10年度までの8年間事業であり、日本の気候帯に適した植林方法等の選定（4件）、燃料品質規格の策定（3件）により、エネルギーの安定供給に加えて、森林・林業等と持続可能な形で共生する木質バイオマス燃料等の安定的・効率的な供給・利用システムの構築を加速します。

条件（対象者、対象行為、補助率等）



**（一社）徳島地域エネルギー
の申請が採択された**

（1）燃料ポテンシャルを開拓・利用可能とする “エネルギーの森”実証事業

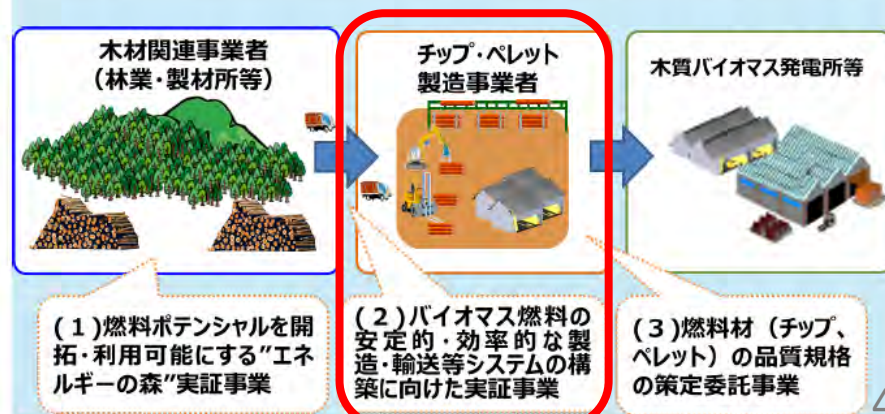
- 広葉樹・早生樹の活用拡大に向け、燃料材生産を目的とした育林に適した樹種を選定の上、日本の気候帯4つ（亜寒帯、温帯、亜熱帯、内陸性気候）毎に、地域に適した植林・育林・伐採・搬出方法の実証を行います。
- 例えば、皆伐や下刈り回数の低減等によるコスト低減など、生産システム最適化に向けた実証を行います。

（2）バイオマス燃料の安定的・効率的な製造・輸送等システムの構築に向けた実証事業

- チップ・ペレット燃料製造・輸送に関し、製造工程の改善等による、安定供給体制の確立・燃料の品質向上に向けた実証を行います。

（3）燃料材（チップ、ペレット）の品質規格の策定委託事業

- 燃料材（チップ、ペレット）の水分量、サイズ等の品質規格を策定することにより、市場取引の活性化や発電効率の向上等を図ります。



環境学習拠点（バイオマスラボ）の整備

- (一社)徳島地域エネルギーが神戸市北区有野町に「バイオマスラボ」を建設。（2022年12月開所）
- 木質バイオマスボイラーやチップ乾燥システムの展示・実演、伐採による里山の保全、木質バイオマス熱の利用方法などを紹介し、エネルギーの地産地消について総合的に伝える環境教育の拠点として整備。



宝塚市 緑のリサイクルセンター

モバーク社製タブグラインダ



出所：宝塚市



年7,000-8,000トン処理

受け入れ基準

長さ：2m以下

太さ：直径20cm以下

ごみ処理手数料（事業系）

植木等大きいごみ：150円/10kg

葉刈り等小さいごみ：70円/10g

粉碎した「生チップ」、発酵処理した「熟成チップ」を、土壌改良材として市民や農家に無料で提供



参考：丹波市木の駅プロジェクト

(11.25に意見交換会)

丹波市木の駅プロジェクト
出荷マニュアル

①出荷規格

35cm
105cm
175cm

35cmの薪にするため、全て35cmの倍数になります

長さは誤差のないようにしてください

●枕木を敷いている場所に置いてください
●末口の直径を測り、出荷伝票へ記入してください(35cm→40cm、105cm→1m、175cm→2mの各欄に記入してください)
●出荷伝票の1枚目を提出し、2枚目は控えとしてお持ちください
出荷伝票・メジャー・チョーク・ボールペンは倉庫横のポストに入っていますのでご利用ください

②ストックヤードへの出荷

●木の駅に森林登録し、出荷年度の伐採届が提出されている山の材に限りです
●樹種は問いません
●腐っているものやキノコが生えているものは出荷できません
●枝葉やツノは必ず落としてください
ツノは落とす

③お支払い

●6,600円/tで換算、月締めで集計します
●6,000円は丹波共通商品券(ちーたん券)、600円(森林所有者分)は現金で支払います
●支払いは0.5t毎、出荷端数分は次回繰り越しとなります
●毎月10日の月例会にてお支払いします

丹波市木の駅実行委員会
丹波市春日町野村137-2
090-1962-9357(阪口)
tambashi.kinoeki@gmail.com

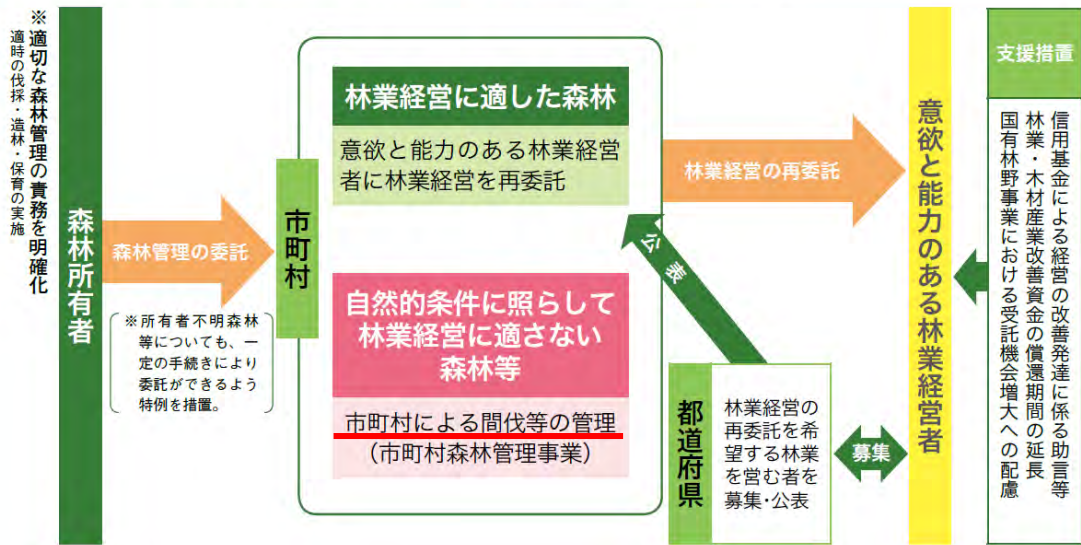
- 丹波林産振興センター（森林組合とNPOで運営）が材の買取
- **6,000円/トン**は丹波共通商品券（ちーたん券）で、**600円**は森林所有者に現金で支払い（木の駅実行委員会の収益から）
- **森林環境譲与税で3,000円/トン**を補助
- 5年くらいで**年100トン**まで事業拡大
- 木の駅実行委員会の中心は、地域おこし協力隊
- スtockヤード確保が課題（現在、私有林の3箇所）。集材システムがなく、伐採者が1時間近くかけてストックヤードに運んでいる
- 月1回の森林整備活動。市外からの参加者が増えている



新たな森林管理システム（案）の概要

林業経営の効率化及び森林の管理の適正化の一体的な促進を図るため、以下の新たな森林管理の仕組みを措置。

- ① 森林所有者に適切な森林管理を促すため、森林管理の責務を明確化するとともに
- ② 森林所有者自らが森林管理を実行できない場合に、市町村が森林管理の委託を受け意欲と能力のある林業経営者に再委託する。
- ③ 再委託できない森林及び再委託に至るまでの間の森林においては、市町村が管理を行う。



各市町の森林環境譲与税 の譲与額（令和2年度）

出所：「森林環境税（仮称）と森林環境譲与税（仮称）の創設」
林野庁

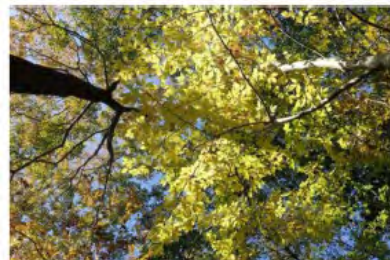
森林環境譲与税の用途

- ① 間伐や路網といった森林整備
- ② 人材育成・担い手の確保
- ③ 木材利用の促進や普及啓発

市町	譲与額	主な用途
宝塚市	18,898千円	宝塚自然の家ログハウス新築工事設計委託費
三田市	12,600千円	私有林整備、林道の整備
川西市	13,066千円	活動団体への補助等、間伐などの森林整備
猪名川町	4,923千円	里山林整備、基金積み立て



三田市里山の保全と活用に関する行動計画 あした ～里山のある 明日のまちづくり～



三田市の取組



(1) 森林施業(造林・保育・伐採)の支援

No.	施策	取り組み内容
①	森林の保全管理	森林管理や造林緑化などを推進することで森林所有者の計画的な造林活動を支援し、森林が持つ多面的機能の維持につなげます。
②	林道舗装事業	森林施業におけるアクセス道路を確保するため、林道の改良を実施して森林施業を支援します。
③	林地台帳制度の運用	統一的な基準に基づき、森林の土地の所有者や所在に関する情報を適正に管理し、森林施業の集約化が効率的に行えるよう支援します。
④	住民参画型森林整備補助事業	地域住民団体やボランティア団体等が取り組む自発的な森林整備活動に対し、支援を行うことで「参画」と「協働」による「災害に強い森づくり」を推進します。
⑤	森林環境譲与税の活用	森林整備等の安定的な財源確保のために創設された森林環境譲与税を、里山の保全と活用を進めるための人材育成、担い手の確保、循環利用の推進などを実現させる財源として活用します。また、より柔軟な資金運用のための基金の創設を検討します。

森林環境譲与税を里山の保全と活用の財源として活用

(2) 伐採木等の有効利用の推進

No.	施策	取り組み内容
①	資源循環型竹林整備事業	自然の恵みが持続的に循環して維持・形成されてきた里山の再生をめざすため、資源循環型のモデル事業として竹林整備補助事業を実施します。また、里山整備を進めるため、竹以外の里山資源の活用についても検討します。
②	木の駅プロジェクト	木の駅プロジェクトは市民参加型の森林整備として、木を伐採・搬出し、プロジェクト運営者が買い取り、薪やストーブ、バイオマスボイラーの燃料等として販売する循環型システムを構築する仕組みです。市内で発生する伐採木の有効利用として、伐採、加工、流通、販売、消費の循環型システムの構築を検討します。

令和6年度

北摂里山魅力づくり応援事業

北摂里山の保全活動や利活用などの取り組みに対し助成する「北摂里山魅力づくり応援事業」の参加団体を募集します。

募集
期間

令和6年 3月22日(金)～4月22日(月)



北摂里山博物館

助成の
ご案内

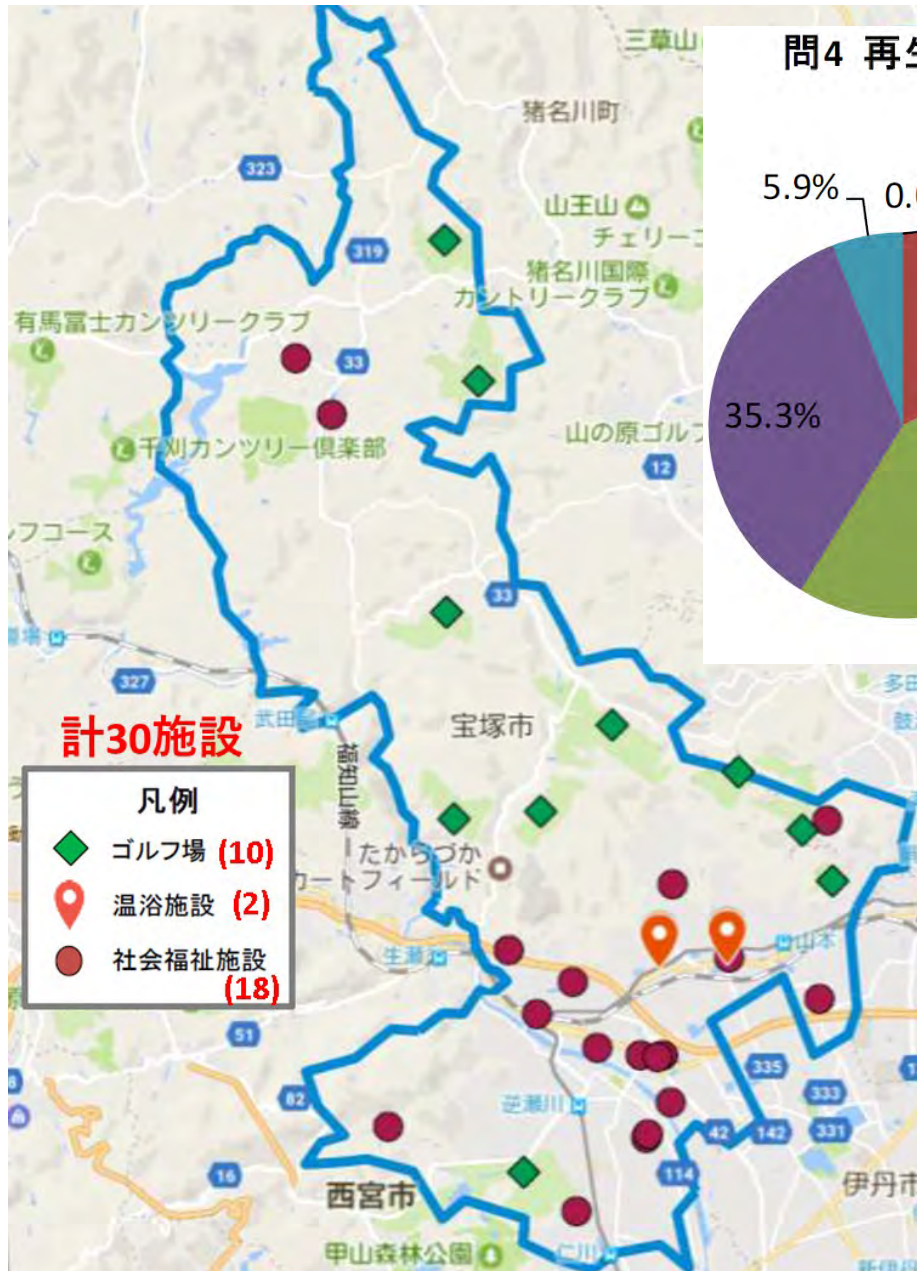
■助成金額 上限20万円

■対象事業

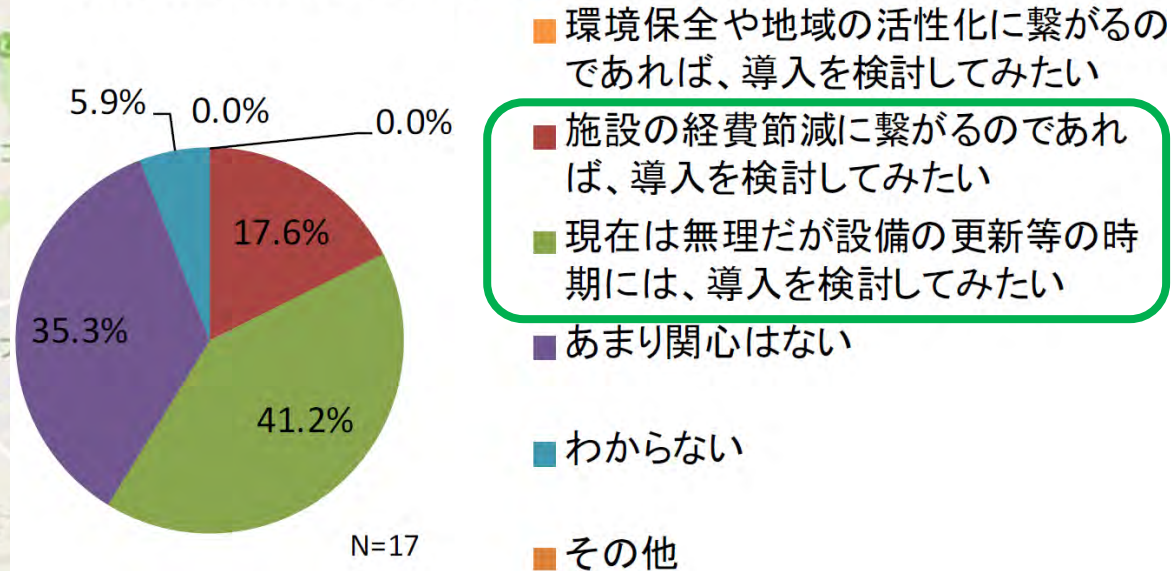
助成金の交付対象となる事業は、地域の魅力ある資源の保全や利活用を目指す「**北摂里山博物館構想**」の推進に資する以下の事業であり、「北摂里山博物館運営協議会」が開催する「企画提案会」において内容が適切と認められたものとする。①の事業は必須。

- ① 持続可能な森林の保全・整備
- ② 里山保全のための調査研究
- ③ 森林ボランティア等団体への加入促進のために開催する森林教室等
- ④ 里山の産品を活用した製品の試作、研究開発、販路開拓等
- ⑤ 学校や県民を対象とした里山学習・体験活動事業（観察会、セミナー等）
- ⑥ 里山保全啓発活動や里山の魅力等を伝えるためのPR用リーフレット等の作成や取り組み
- ⑦ 希少種の保全に資する活動

宝塚市における木質バイオマス燃料の潜在的需要量



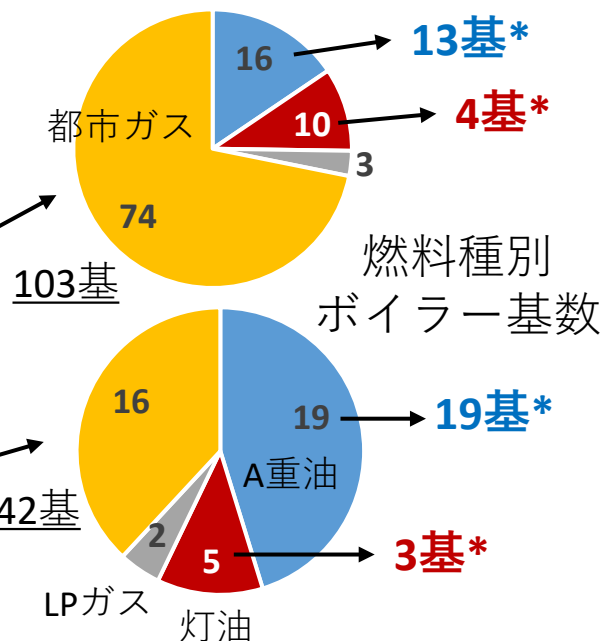
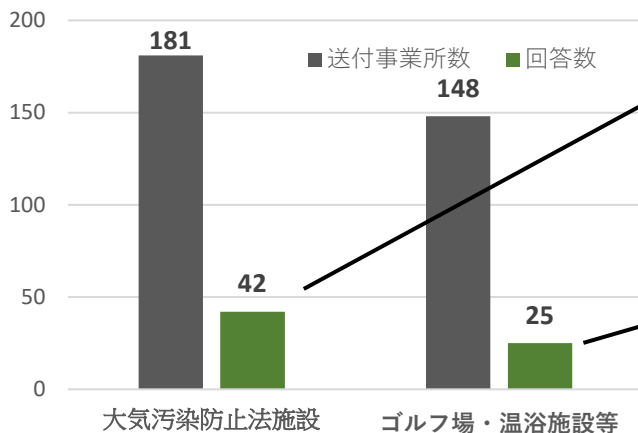
問4 再生可能エネルギー利用設備導入の意向



半分以上の事業者が木質バイオマス燃料の利用に関心がある！

➔ アンケート調査（5市町内）
大気汚染防止法対象：181社
ゴルフ場、温浴施設等：148社

熱需要調査：アンケート送 付事業所数と回答数



回答のあった事業所のうち、燃料転換による費用削減効果の大きい**A重油（計32基）**及び**灯油（計7基）**ボイラーを**木質チップボイラーに置換したと仮定**すると・・・

* 燃料使用量データの揃っているボイラーを選定

燃料	大気汚染防止法対象	ゴルフ場・温浴施設等	合計	熱量	木質チップ (2,800kcal/kg)
A重油使用	290kL 13基（5社）	899kL 19基（8社）	1,189kL 32基（13社）	43.5x10 ⁹ kcal	15,500t
灯油使用	240kL 4基（3社）	210kL 3基（1社）	451kL 7基（4社）	15.4x10 ⁹ kcal	5,500t
合計	8社 製造業：6社 県営施設：2社	9社 ゴルフ場：7社 温浴施設：1社 福祉施設：1社	17社 39基	58.9x10 ⁹ kcal = 246TJ	21,000t

17社39基の既存ボイラーを木質チップボイラーに置換・・・21,000tのチップが必要 55

宝塚市は、2021年7月27日の7月市長記者会見において、 **2050年二酸化炭素排出実質ゼロ**を目指すことを表明しました

本市では、福島第一原子力発電所の事故を契機に、再生可能エネルギーの導入を政策として掲げ、再生可能エネルギーの利用の推進に関する基本条例を制定し、**宝塚エネルギー2050ビジョン**を策定し、取組を進めてきました。また、省エネルギーについては、平成28年度（2016年度）に、国民運動「COOL CHOICE」に賛同し、取組宣言を行い、市民啓発を中心に取組を進めてきました。



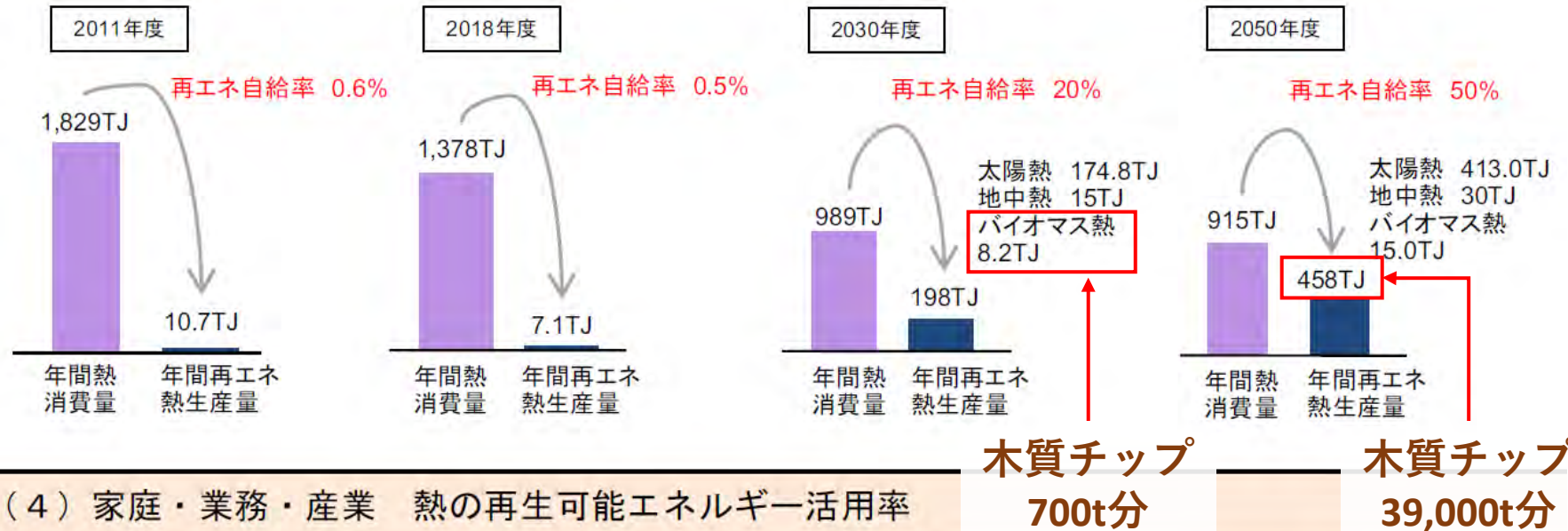
また、近年、地球温暖化の影響と考えられる異常気象による自然災害が多発し、気候変動への危機感が高まっています。

こうした背景の中、本市の豊かな自然環境を維持し、持続可能なまちの実現に向けて、市民、事業者、行政がこの危機感を共有し、連携・協力して、温暖化対策に取り組んでいくために、「**第2次宝塚市地球温暖化対策実行計画（区域施策編）**」及び「**第2次宝塚エネルギー2050ビジョン**」の策定に合わせて、**2050年二酸化炭素排出実質ゼロ**を目指すゼロカーボンシティの表明を行いました。

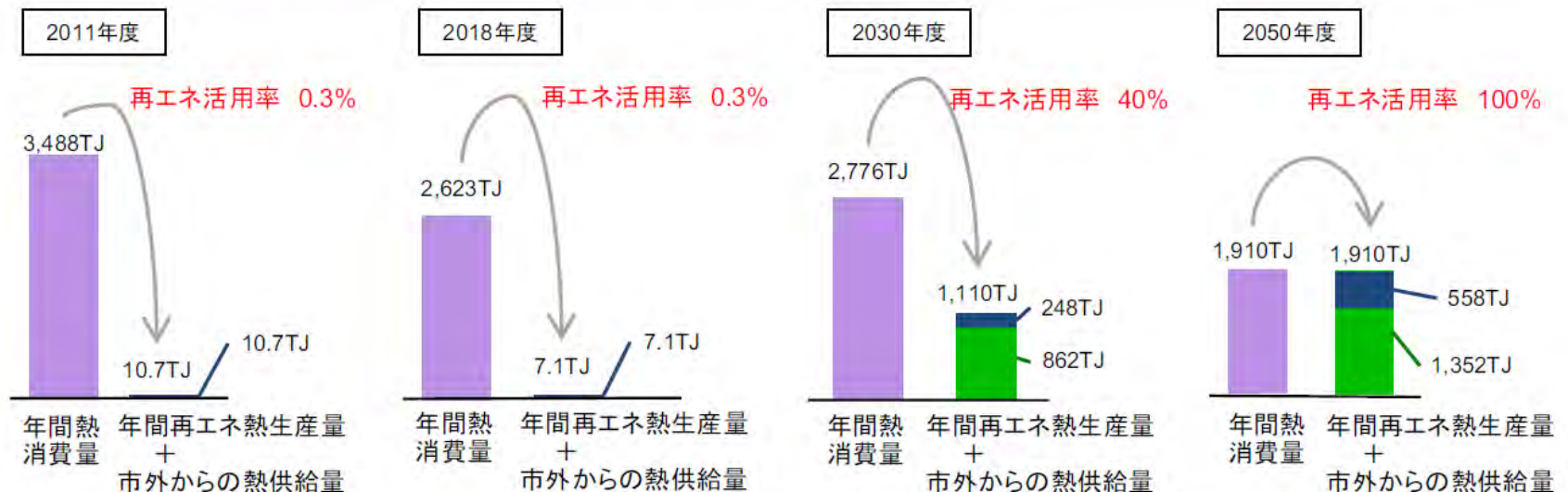
出所：「2050年二酸化炭素排出実質ゼロを目指します
～ゼロカーボンシティの表明～」宝塚市

第2次宝塚エネルギー2050 ビジョン (2021.7)

(3) 家庭 熱の再生可能エネルギー自給率



(4) 家庭・業務・産業 熱の再生可能エネルギー活用率



参考

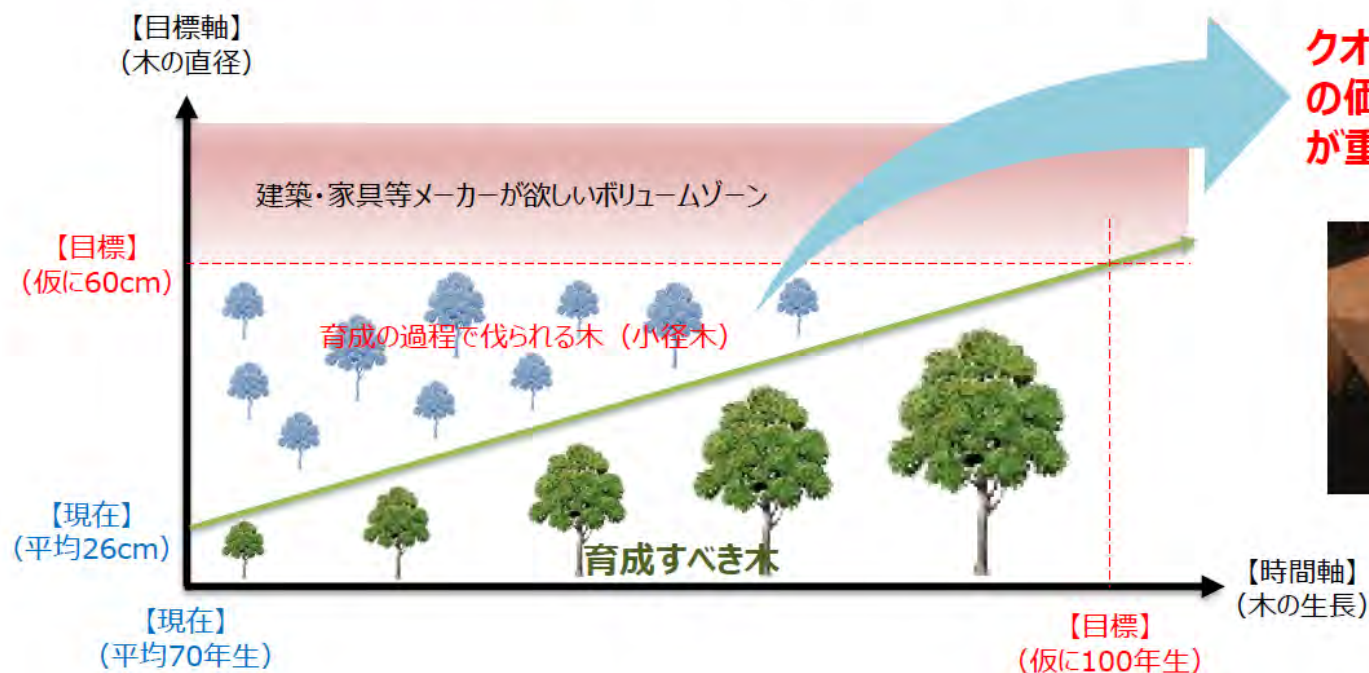
取り組みの2つの柱

価値ある広葉樹を育てる

いまある針葉樹人工林を最大限に活用しながら利益を確保する一方で、広葉樹が用材として利用が可能となる目標到達期に向け、多様で価値ある広葉樹を育てる。

広葉樹小径木の新しい価値を創造する

いまある「使えない」と言われる広葉樹小径木に、これまでにないアイデアやネットワーク等を活用することで新しい価値を吹き込み、チップや薪などより高い価格で販売する。



クオリティの低い小径木の価値をどう創造するかが重要なカギとなる



- 名 称：飛驒市サステナブル広葉樹活用プラットフォーム構築事業
- 事業主体：飛驒市＋飛驒市広葉樹活用推進コンソーシアム
- 実施年度：令和3年度～令和5年度
- 事業概要：以下のとおり

参考

※以下には現在構想中の取り組みも含まれます

① 持続可能な広葉樹林業に関する調査及び研究（市を中心にR3年度より実施）

川上（素材生産）から川中（製材・流通）、川下（加工・販売）までの関係者が情報共有を密にし、これまでにない一気通貫型林業（あらかじめ調査により森側詳細ストック情報を把握し、その価値を評価するとともにそれらを使い手に伝え、立木価値や使い手の意向などを踏まえた森林整備を行う）の確立により計画性・効率性の高い新たなシステム構築を目指す。

② 小径広葉樹の短期製品化サイクルの実証（コンソーシアムを中心にR3年度より実施）

通常、約1年を要する伐採から製品（製材～天然乾燥～人工乾燥を経て加工可能な含水率にまで乾燥させた板材）に至るまでの期間を、小径広葉樹については人工乾燥のみで製品化を可能とする技術を開発することで、約3か月という短い期間で出荷できる小径広葉樹短期製品化サイクルを確立し、建築分野などでの新たな需要開拓を目指す。

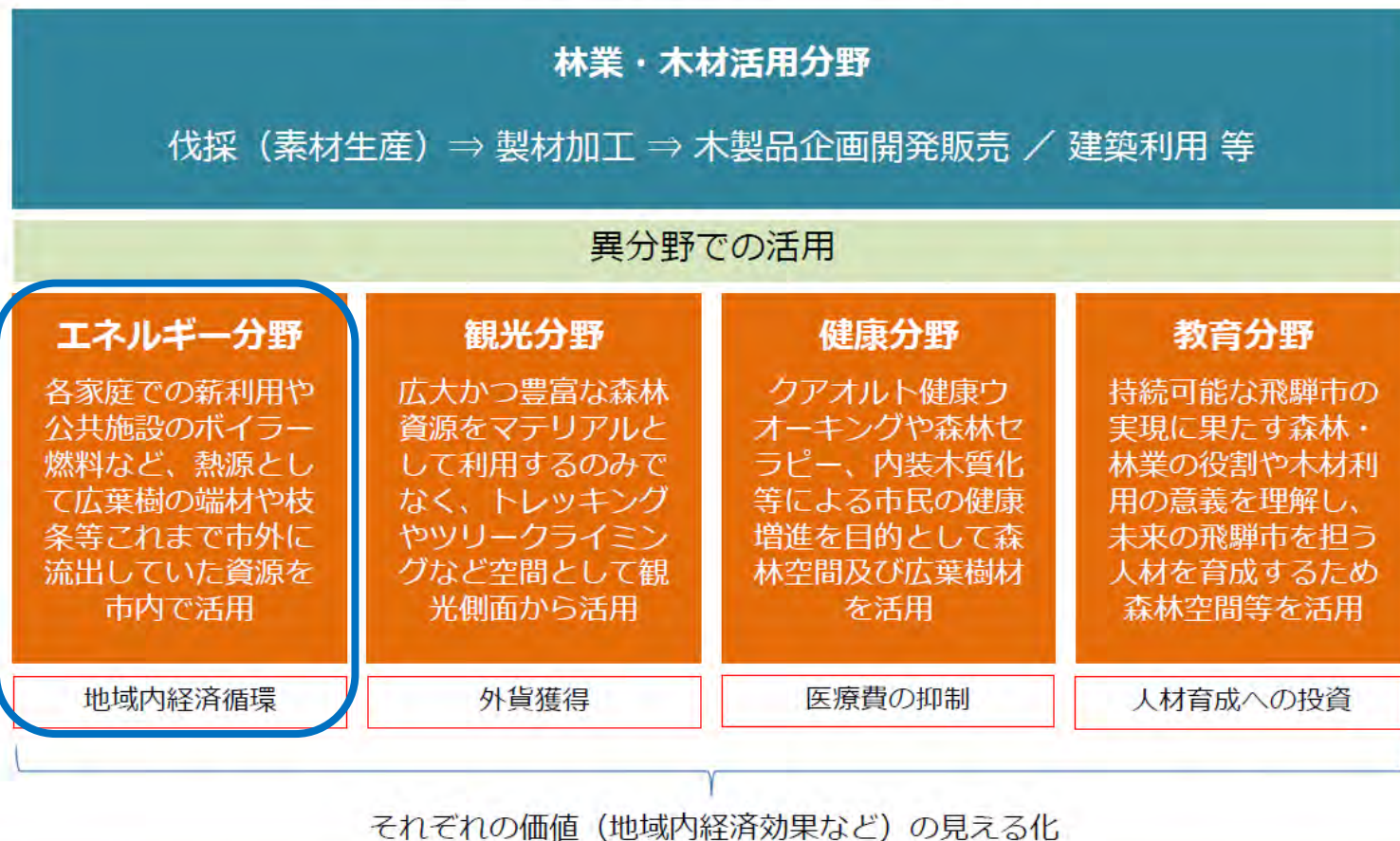
③ 持続可能な広葉樹活用プラットフォームの設計（市を中心にR4年度より実施予定）

上記①及び②においてマテリアルとして木材の価値の最大化を図りながら、その他の未活用資源（曲がり材、端材、枝条、森林空間など）をエネルギーや教育、観光などの異分野で活用した場合の価値（地域内経済連関など）を数値化などにより見える化し、異分野も含めた地域全体で収支の均衡を目指す広葉樹活用プラットフォームの設計を行う。

③ 持続可能な広葉樹活用プラットフォームの設計

参考

飛騨市の持続可能な広葉樹活用プラットフォーム



広葉樹活用の持続可能性を林業・木材活用分野のみで評価するのではなく、幅広い分野での活用によって生ずる様々な価値（経済効果など）を定量的に評価し、持続可能な仕組みとなるためのプラットフォームを設計する。