

「北摂里山地域循環共生圏」 木質バイオマス利活用モデル 実証事業について

兵庫県環境部
環境政策課

Hyogo Prefecture

2

「地域循環共生圏」とは

「地域循環共生圏」とは、地域の資源、自分たちの目の前にあるものの可能性をもう一度考え直し、その資源を有効活用しながら環境・経済・社会をよくしよう、資源を融通し合うネットワークをつくっていこうという考え方



地域循環共生圏とは ～地域が自立し、支え合う関係づくり～

地方の魅力

- 少子高齢化、過疎化の一方で、自然の恵みの宝庫
- 地方は都市に依存していると思われがちだが、実は、都市が地方に依存

目指すべき社会

- 自然の恵みをエネルギー・食糧・観光資源として活用することで地方を元気に
- 都市と地方のつながりの大切さに目を向け、都市と地方がお互いに支え合う関係を強固に

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～

3



伝統的なエネルギー
づくり（日本一の里山）



台場クヌギ



菊炭



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

北摂里山地域循環共生圏の目指す姿

～北摂里山地域循環共生圏構想（2021年2月策定）～

4



1 木質バイオマス利活用モデルの取組の成果

- ◆ 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」概要
- ◆ 県有環境林の伐採(事業総括)
- ◆ 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
- ◆ 県有環境林の伐採方法と結果
- ◆ 樹種別伐採
- ◆ 木質チップの性状試験
- ◆ 剪定枝のチップ化試験
- ◆ 環境学習拠点(バイオマスラボ)の整備
- ◆ 木質バイオマス利活用モデルの情報発信

2 これからの展開

3 他地域への拡大に向けて

木質バイオマス有効活用の事業モデル

～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」～

事業概要

- R4～R5年度、(一社)徳島地域エネルギーが新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)の補助事業の採択を受け、宝塚市西谷地区の県有環境林をモデル地区とし、**里山林の再生とバイオマスの利活用の実証**を実施。
- 実証事業の目的は、バイオマスの安定的・効率的な製造・輸送システムの構築。
- 西谷地区には、R4年3月に事業実施に関する説明会を開催し、その後、伐採エリアの所在地である玉瀬自治会に定期的に報告しながら事業を実施。



これまでの経緯(西谷自治会関係抜粋)

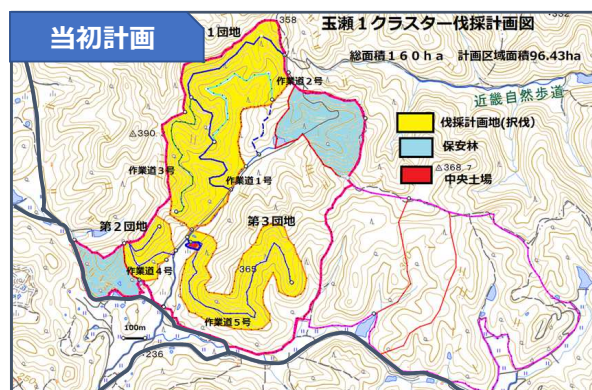
年月日	項目
R4.3.26	西谷地区住民説明会
R4.7.23	玉瀬自治会住民説明会
R4.7月	県有環境林玉瀬第1クラスター施業開始
R4.8.17	西谷地区連合自治会長会へのご説明
R4.8.24	西谷地区まちづくり協議会へのご説明
R5.6.23	玉瀬自治会役員へのご説明(進捗報告)
R5.8月	玉瀬自治会住民向け回覧(進捗報告)
R5.9.28	玉瀬自治会役員へのご説明(剪定枝チップ化試験)
R5.10月	玉瀬自治会住民向け回覧(剪定枝チップ化試験)

県有環境林の伐採

～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」～

事業総括

- 作業道を含め約 1 haを伐採。114m³の材積が得られた。
- 林内で葉枯らし乾燥を行い、現場でチップ化した**良好な品質の燃料**が得られた。
- 広葉樹を活用した**新たなチップ燃料の製造方法**について知見が得られた。
- 今後、里山バイオマス利活用の経済性を向上することにより、**里山の再生とエネルギーの地産地消のモデル**を目指す。



作業項目	作業内容	実績
作業道開設	作業道開設延長	1号線：442m 5号線：365m 計807m
伐 採	伐採区伐採面積	伐採区：25伐区、0.50ha 作業道：807m、0.50ha
	伐採材積、本数	114m ³ 、1,690本
搬 出	搬出材積	38m ³ 、20伐区
	搬出本数	391本
チップ化	チップ化能力	8m ³ /時間 (1時間でコンテナ1杯分相当)



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）】

県有環境林の伐採方法と結果

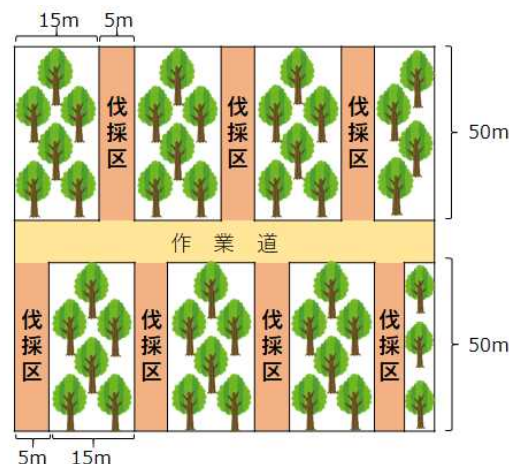
～NEDO「バイオマスの安定的・効率的な製造・輸送等システムの構築に向けた実証事業」～

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程度の伐採区を設定。
- 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。

伐採状況

- 伐採後、**切り株からは萌芽**が見られている。
- 一方、**60年生程度の老木からは萌芽していないものもあり**、今後、植林も含め、森林の再生を確実にするため、**モニタリング、適正な管理が必要**。



作業道の開設



伐採直後の伐採区

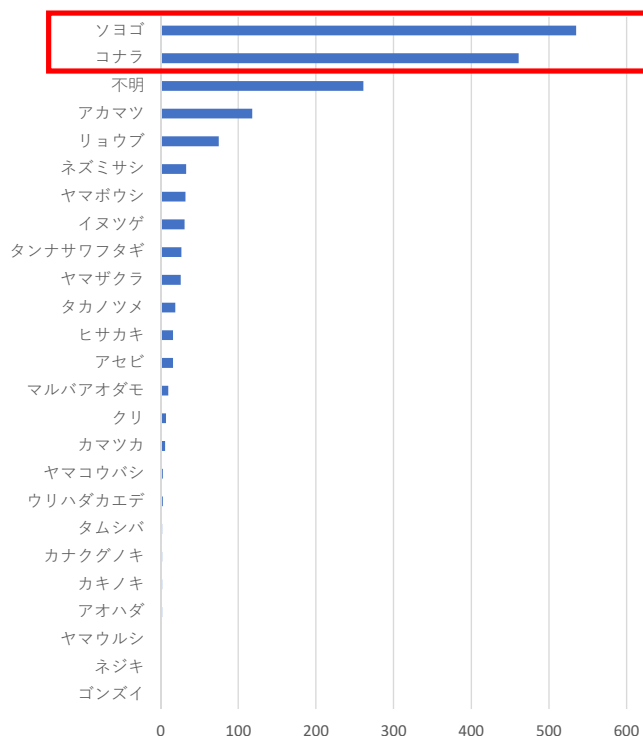


伐採後半年経過した伐採区

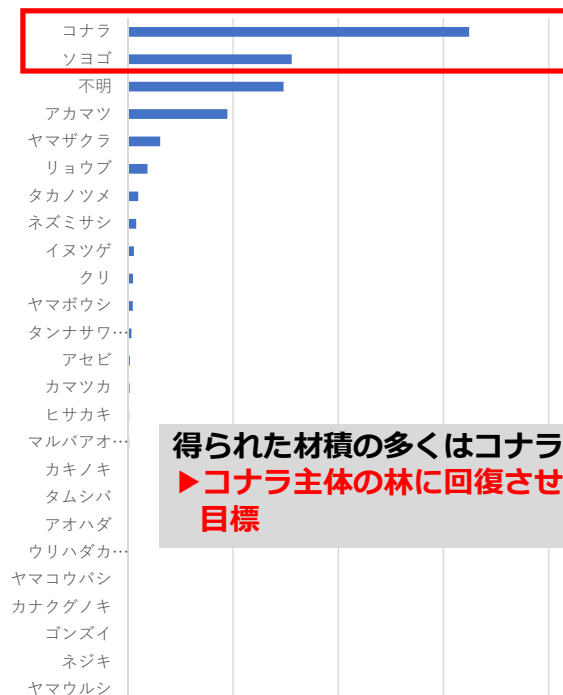
県有環境林の伐採結果（樹種別伐採実績）

～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」～

樹種別本数（総数1690本）



樹種別材積（総材積81.9m³）



得られた材積の多くはコナラとソヨゴ
▶コナラ主体の林に回復させることが
目標

木質チップの性状試験

～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」～

- 県有林伐採後の含水率の推移を調査した結果、含水率30%に達するまでの葉枯らし乾燥期間は、**コナラやサクラ類は約1年、ソヨゴやリョウブ等は約半年**であった。
- 神戸市北区のバイオマスラボにおいて、チップ燃料の乾燥試験を実施した結果、約80℃の温風で**1時間あたり約1%の割合で含水率が低下**することを確認した。
- 木質チップの形状（約3cm角）も欧州の**燃料規格をクリアする品質**であることを確認。チップパーの性能も良好であった。

➡ 含水率の高い木質チップは、**数時間の強制乾燥を行うことで、良質な燃料が得られる**知見を得た。



葉枯らし乾燥による含水率調査の様子



木質チップ乾燥試験の様子

剪定枝のチップ化試験

- NEDO実証事業として、剪定枝の燃料化試験を実施。
- 剪定枝の扱いについては、徳島地域エネルギーと宝塚市造園組合において事前に搬入ルールを取り決め、地元自治会に説明のうえ搬入。（燃料として購入）
- 約半年の試験運用結果、枝葉のついた剪定枝の受け入れはなく、**搬入にあたって特にトラブルは発生しなかった。**
- 剪定枝は、**木質チップ乾燥システムによる乾燥を経て、良質な燃料が得られた。**



剪定枝の受入れ状況



大径木の薪割りの様子

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。



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。



1 木質バイオマス利活用モデルの取組の成果

2 これからの展開

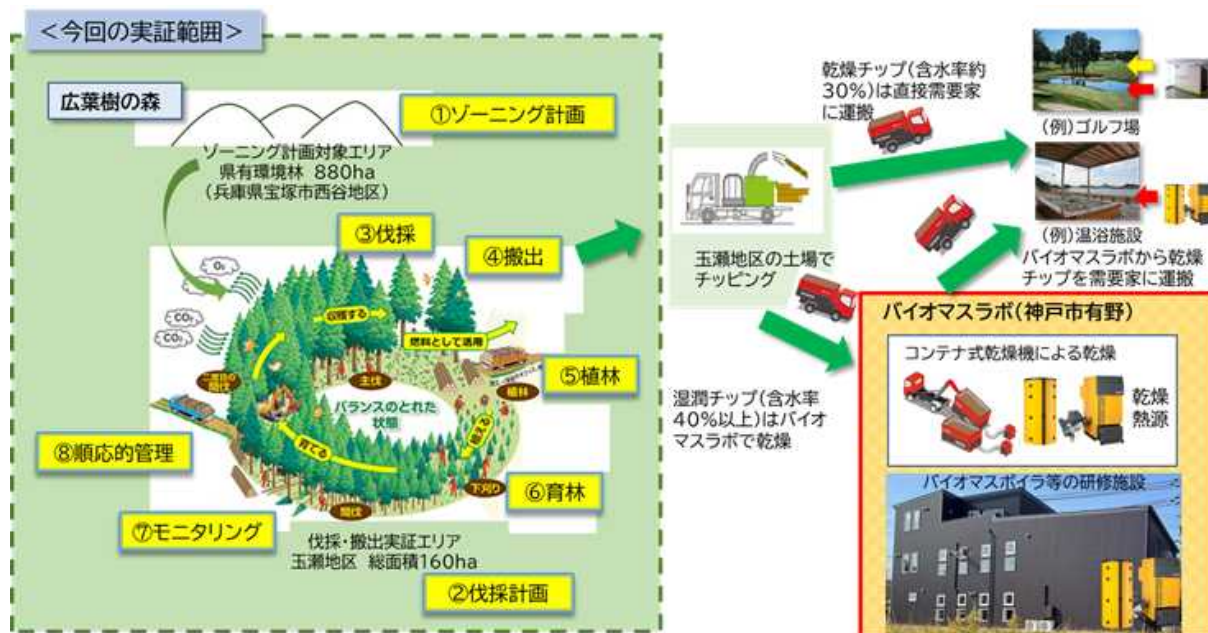
- ◆ NEDO「燃料ポテンシャルを開拓・利用可能とする“エネルギーの森”実証事業」概要
- ◆ 実証内容
- ◆ 伐採計画の策定
- ◆ 伐採方法・植林の検討
- ◆ 育林の手法
- ◆ モニタリング
- ◆ 剪定枝の有効活用

3 他地域への拡大に向けて

持続可能な木質バイオマス有効活用に向けて

～NEDO「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」～

- 2022～2023年度に玉瀬地区の県有環境林において実施した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に引続き、(一社)徳島地域エネルギーが玉瀬地区において、**NEDO「“エネルギーの森”実証事業」**を実施。
- **伐採期間は2024～2028年度の5年間**、玉瀬地区の**里山林の伐採と再生について実証**を行う。



持続可能な木質バイオマス有効活用に向けて

～NEDO「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」～

実証内容

①ゾーニング計画・伐採計画の策定

- ・ 立地環境、材積、現存植生等、時速的な利用の観点による再能力を想定し、ゾーニングを実施
- ・ ゾーニング計画を基に**対象エリアでの伐採計画を策定**

②伐採作業・チップの搬出

- ・ 伐採計画に基づき伐採を実施
- ・ チップ化・運搬方法を考慮した**効率的な搬出方法の実証**

③植林

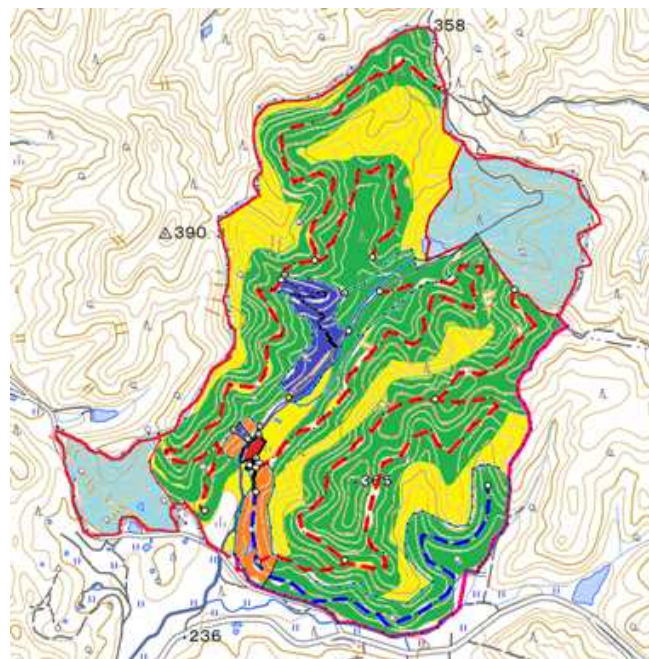
- ・ 伐採区の萌芽状況を確認、**必要に応じたコンテナ育苗**

④対象樹種に応じた育林

- ・ 対象樹種の状況に応じた**様々な手法での再生手法を検討**

⑤モニタリング・順応的管理

- ・ 高木性樹種の**成長状況のモニタリング**、伐採・搬出・植林・育林の**生産性・コストの確認**
- ・ モニタリング状況に応じた除伐・育苗などの**適切な管理方法の検討**



実証予定場所（玉瀬地区県有環境林）

伐採計画の策定

～NEDO「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」～

- レーザー計測により材積量の推計を省力化するとともに、実測による計測を併用し、高精度の材積調査の実証を行う。

実証内容

- UAV（Unmanned Aerial Vehicle）や地上LiDARを用いたレーザー測量を実施。
- 計測エリア全域を3次元点群データとして取得し、材積量を把握。
- 実測によるレーザー計測データの補正を実施。



UAV



地上LiDARによる計測



計測データのイメージ

伐採方法・植林の検討

～NEDO「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」～

伐採・搬出

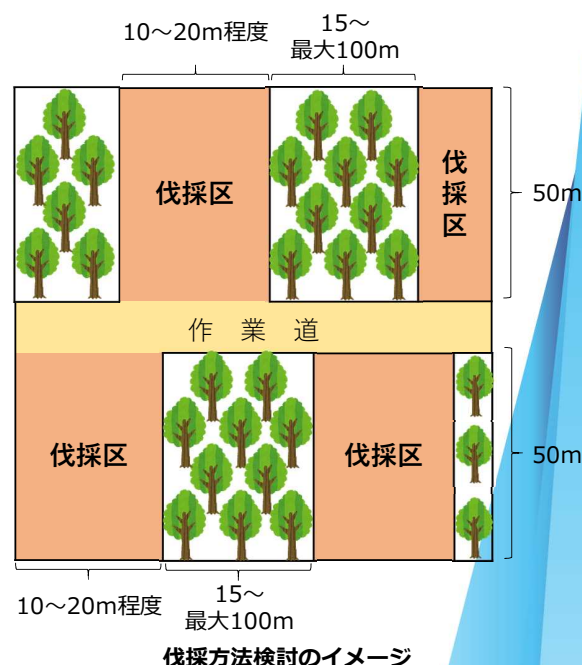
- 本実証事業では、伐採幅の異なる伐採区（幅10～20m程度）を設定し、**作業効率、作業コスト等の比較検討**を行いながら、最適な伐採幅を検討。
- 伐採の際に用いるワイヤーロープの引き寄せにウインチを導入し、作業性の向上を図る。

植林

- 地域の現存植生から採取した種子で、**コンテナ苗システムにより育苗**。
- 本実証試験では、**植林を行う伐採区を設定し**、積極的な植林を行うほか、**天然更新だけでは後継樹が不足する区域に補植**を実施。



コンテナ苗システム



育林の手法

～NEDO「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」～

- 里山林の再生手法を検討するため、**多様な手法による育林を試験**。
- 伐採区ごとに育林方法を設定し、それぞれの方針に従って育林を行い、**育林方針ごとの成長状況を比較検討し、最適な育林手法を検討**。

検討する育林手法

試験区案	現行森林 (放置里山)	本事業A (粗放管理区)	本事業B (自然萌芽)	本事業C (萌芽+補植)	本事業D (植林区)	伝統的里山
下刈り管理の方法	無し	無し	2-3年に1度 坪刈/刈払機	2-3年に1度 坪刈/刈払機	2-3年に1度 坪刈/刈払機	頻繁に刈取（柴を採取）/手作業
構成	コナラ林 常緑樹混交	自然萌芽コナラ 落葉広葉樹	自然萌芽コナラ 落葉広葉樹	コナラ(萌芽+補植) 落葉広葉樹	コナラ 落葉広葉樹	コナラ (選択し育林) または クヌギ（植栽）
状態(想定含む)	薪炭利用していた有用な木質バイオマス原料が腐朽菌分解される	コナラ等利用木の密度を高める	コナラ等利用木の密度を高める。 構成樹種を多く含む	コナラ等利用木の密度を高める	皆伐状態に植栽したコナラを中心とした燃料林	コナラを中心とした燃料林
管理の特徴	管理停止	伐採後に萌芽再生と競合する植物が少ない場合は省力化を望める	坪刈により管理作業軽減を図る	坪刈により管理作業軽減を図る	坪刈により管理作業軽減を図る	高い位置で萌芽再生させる（台場仕立て）

モニタリング

- 玉瀬地区において2022～2023年度にNEDO“チップ化事業”（第1期事業）で伐採を実施、2024～2028年度にNEDO“エネルギーの森事業”（第2期事業）で伐採を実施。
- 再生の状況は、各伐採区において、**伐採後5年間モニタリング**を行い、**必要に応じて捕植等を検討**。

	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029
【1期事業】 木質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	事業期間								
		伐採	再生状況の検証（5年間）						
			伐採	再生状況の検証（5年間）					
【2期事業】 新たな燃料ポテンシャル（早生樹等）を開拓・利用可能とする“エネルギーの森”実証事業				事業期間					
				地元説明					
				伐採	再生状況の検証（5年間）				
					伐採	再生状況の検証（5年間）			
						伐採	再生状況の検証（5年間）		
							伐採	再生状況の・・・	
								伐採	再・・・

剪定枝の有効活用①

- 2023年度に、徳島地域エネルギーが**宝塚市造園組合と協定を締結し**、NEDO実証事業として、**市内で発生する剪定枝の木質チップ燃料化の実証を実施**。（剪定枝は購入）
- 引続き、**剪定枝の資源としての有効活用の実証**を行うため、市造園組合と協定し、剪定枝を購入し、燃料としての品質の実証を実施予定。
- 樹径の**太い剪定枝は薪として活用**し、幅広い需要に対応。

剪定枝の受け入れ規格

長 さ：最短30cm～最長2m程度の幹・枝

品 質：・異物の混入がなく、土がついていないこと
・腐敗、悪臭がないこと
・風化等により飛散、流出がないこと
・毒性のない樹種であること
・剪定による材木であること（廃木材等は不可）

搬入者：宝塚市造園組合加入の造園業者に限る
（造園組合以外からは受け入れない）

➡ **ボイラーの燃料として（一社）徳島地域エネルギーが購入**



薪ボイラーの例

剪定枝の有効活用②

- 造園組合加盟事業者は、**緑のリサイクルセンター**で枝葉を荷下ろししてから、**燃料規格に適合する幹・枝のみを搬入**。
- チップ化は、現在実施している里山林のチップ化と同様。
- 搬入の頻度は、**1日あたりトラック数台**程度。



主な剪定枝搬入ルート

- 搬入日 平日のみ
- 搬入ルール
 - ① 搬入事業者は、入口の錠前を解錠して荷下ろし、退出時に施錠
 - ② 徳島地域エネルギー職員の作業中は、参加事業者であることを確認
- 警備体制
 - ① 受入場所を杭とロープで囲み、車両進入を防止
 - ② 徳島地域エネルギー職員が適宜見回り確認
 - ③ 防犯カメラを設置し、受入場所を常時監視
 - ④ センサーライトを設置し夜間警備



剪定枝受け入れ場所のイメージ

1 木質バイオマス利活用モデルの取組の成果

2 これからの展開

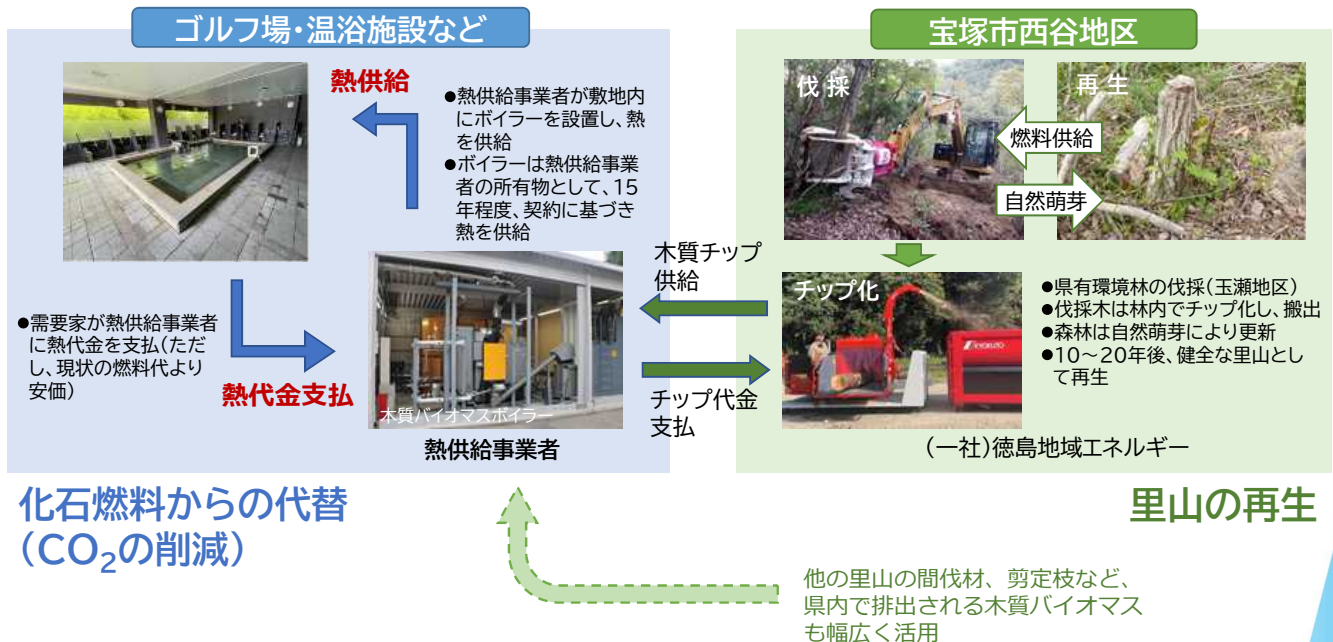
3 他地域への拡大に向けて

- ◆ 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～
- ◆ 里山バイオマス活用による地域循環共生圏の目指す姿

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～

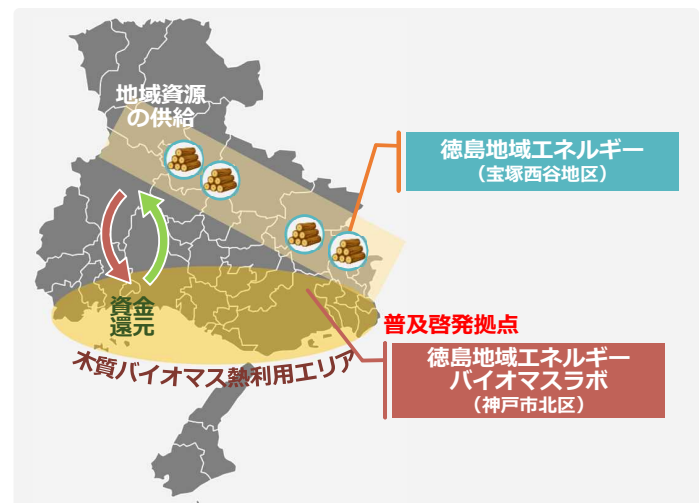
- 新たなバイオマスボイラー導入モデルとして、**熱供給事業者による熱供給**（第三者所有モデル）により、需要家（ゴルフ場、温浴施設など）が**初期費用を負担せずに導入可能な手法**を検討中。
- 県内で発生する木質バイオマスを幅広く活用することで、チップ供給体制の安定化を図り、化石燃料からの代替を進める。



里山バイオマス活用による地域循環共生圏の目指す姿

地域循環共生圏の目指す姿

- 木質バイオマスの供給源となる県内山間部に「**木質バイオマス供給ベルト**」を構築。
- 木質バイオマス供給ベルト内の事業者が連携して、**木質バイオマスの安定供給**を確立。
- 木質バイオマス熱利用エリアでは、**木質バイオマスボイラーの導入を推進**。
- 県内で木質バイオマスの**需要と供給をマッチング**することにより、里山の再生と再エネの導入を両立。



里山バイオマス活用コンソーシアムの形成 (R6新規)

- 新たな木質バイオマス供給元と需要先を拡大、**安定かつ強靱な燃料供給体制を構築**し、里山林活用の活性化を目指す。
- コンソーシアムでは、木質バイオマス燃料による**里山林活性化のための協議、情報発信**を行い、地域循環共生圏の取組を拡大。

