

ゼロからはじめる「地域内エコシステム」

～木質バイオマスエネルギーの小規模利用の導入に向けて～





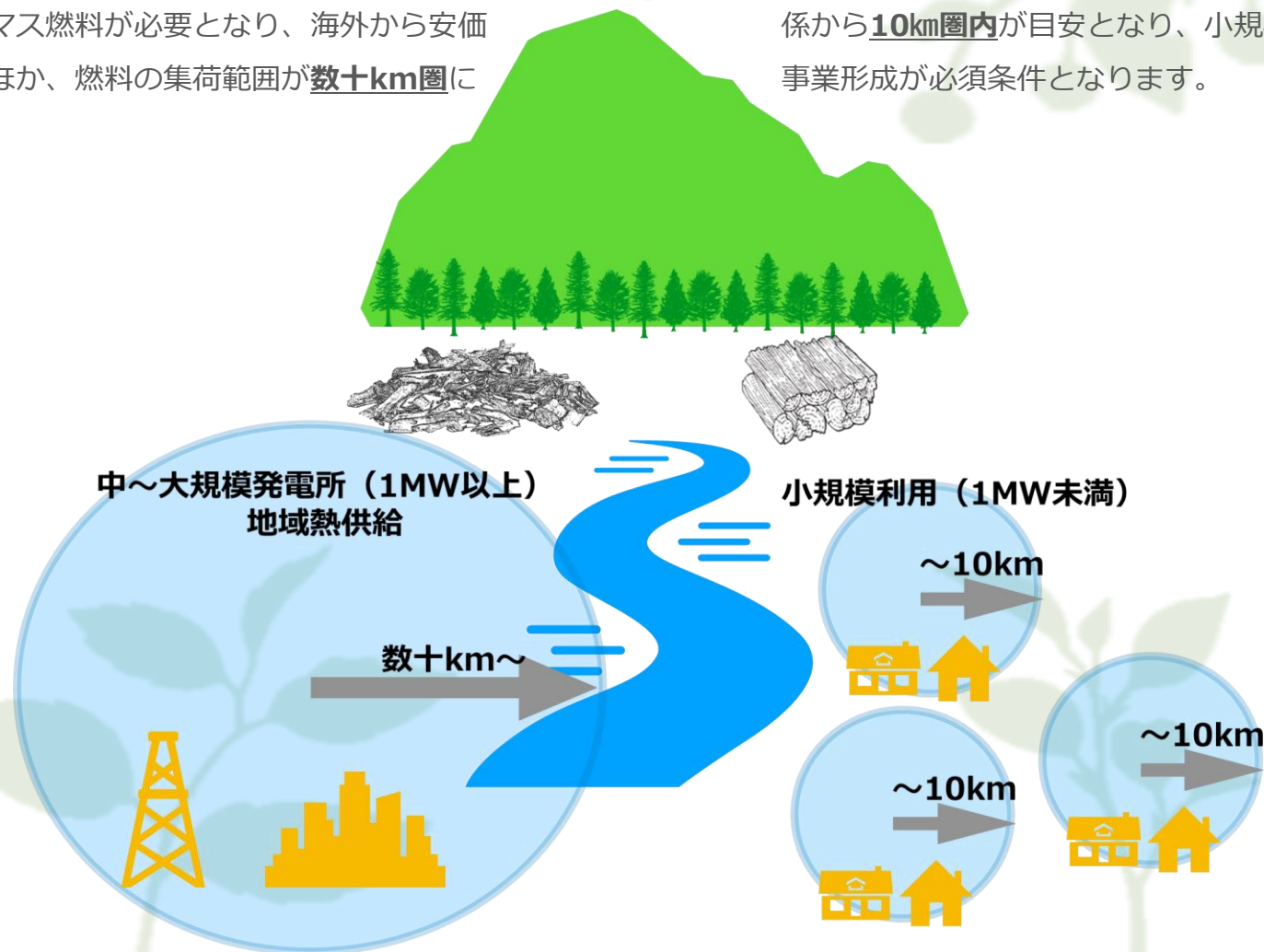
◆ はじめに

2012年の再生可能エネルギーの固定価格買取制度（FIT）施行以降、全国で木質バイオマス発電事業化の動きが活発化し、各地で5,000kW級以上の発電所が増加しています。

これらの木質バイオマス発電所を安定稼働させるには、多くの木質バイオマス燃料が必要となり、海外から安価な燃料を調達するほか、燃料の集荷範囲が**数十km圏**に及びます。

一方で、燃料を安定的に調達するために集荷範囲を狭め、より小規模な範囲で木質バイオマス利用（熱利用・熱電併給）をすすめ、その取り組みを複数箇所で展開し、面的に広げていく方法に期待が高まっています。

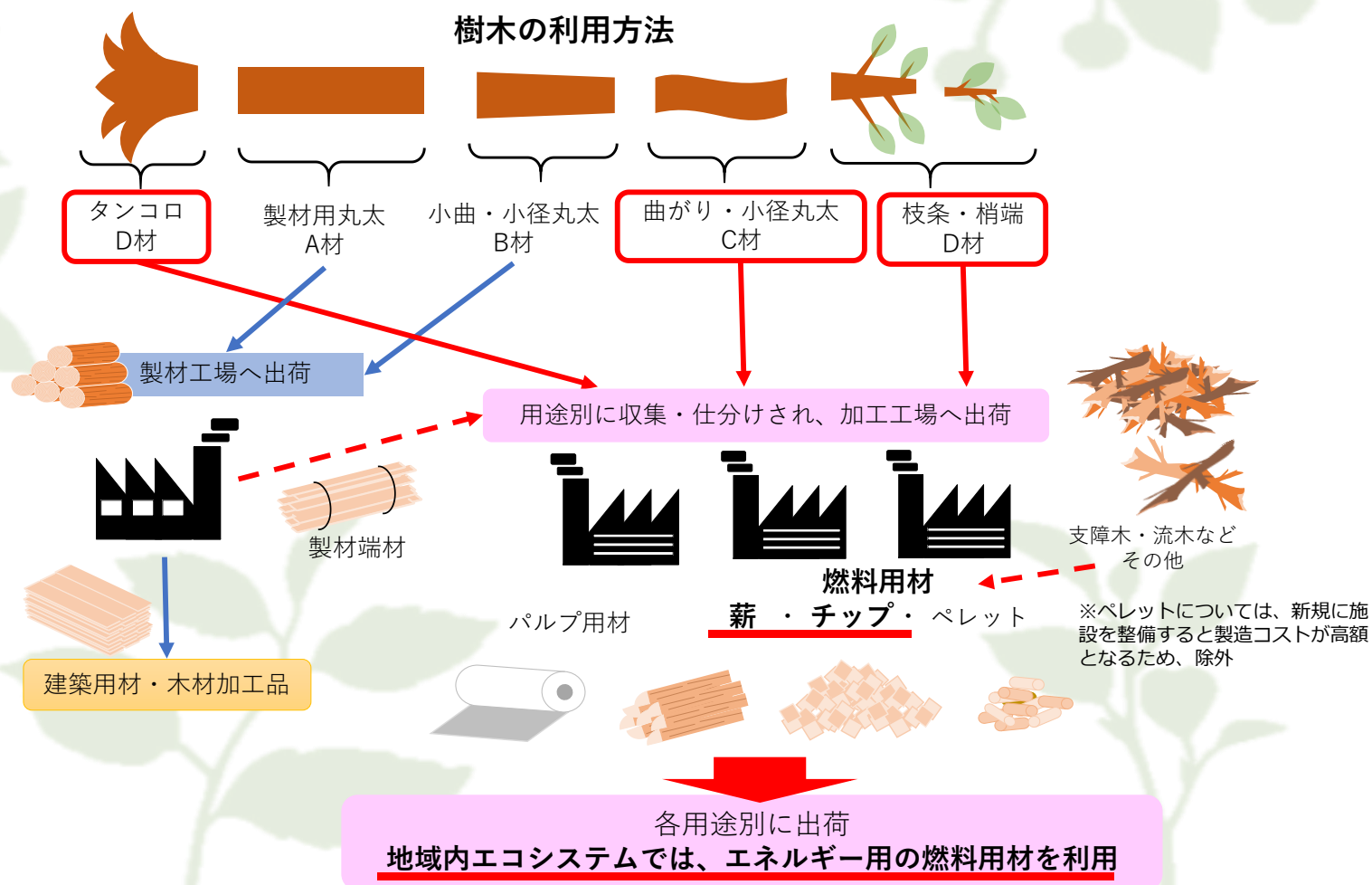
小規模な利用における燃料の集荷範囲は、運搬費の関係から**10km圏内**が目安となり、小規模な地域主導での事業形成が必須条件となります。



◆ 対象とする燃料用材

地域内エコシステムで対象とする燃料用材は、下図の**赤枠**で示した構造用材としては適さない「**C・D材**」（補助的に支障木・流木なども）と言われているものです。

木材は、部位や形質によって非常に多様な利用用途があり、A材（製材用丸太：建築用材）、B材（小曲・小径丸太：集成材、合板）、**C材**（曲がり・小径丸太・虫害材）、**D材**（タンコロ・枝条・梢端）と区分できます。



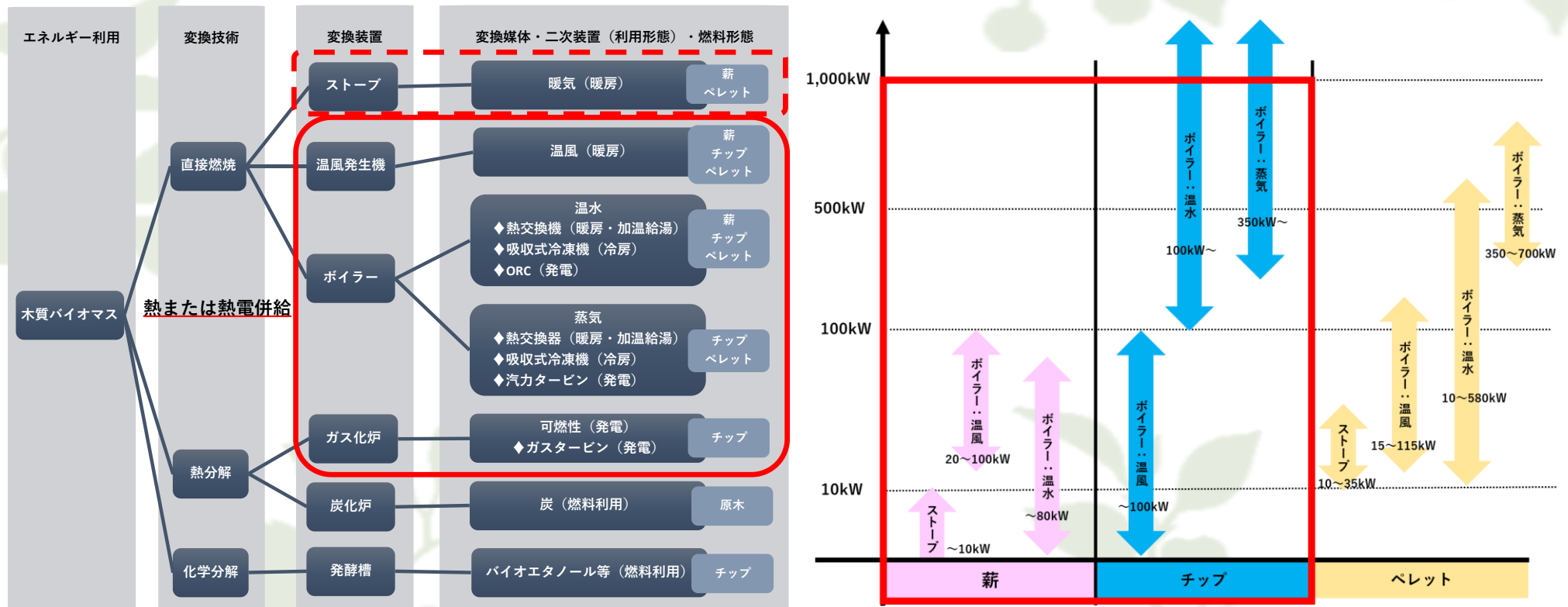
◆ 様々なエネルギー利用形態

❖ 木質バイオマスエネルギーの変換技術と利用形態

木質バイオマスエネルギーに変換する技術は、直接燃焼、熱分解、生物化学的分類の大きく3つがあります。地域内エコシステムの構築事業では、主として小規模（およそ1,000kW未満）な取り組みを対象としており、直接燃焼による熱利用または熱電併給を想定しています。

対象とする範囲

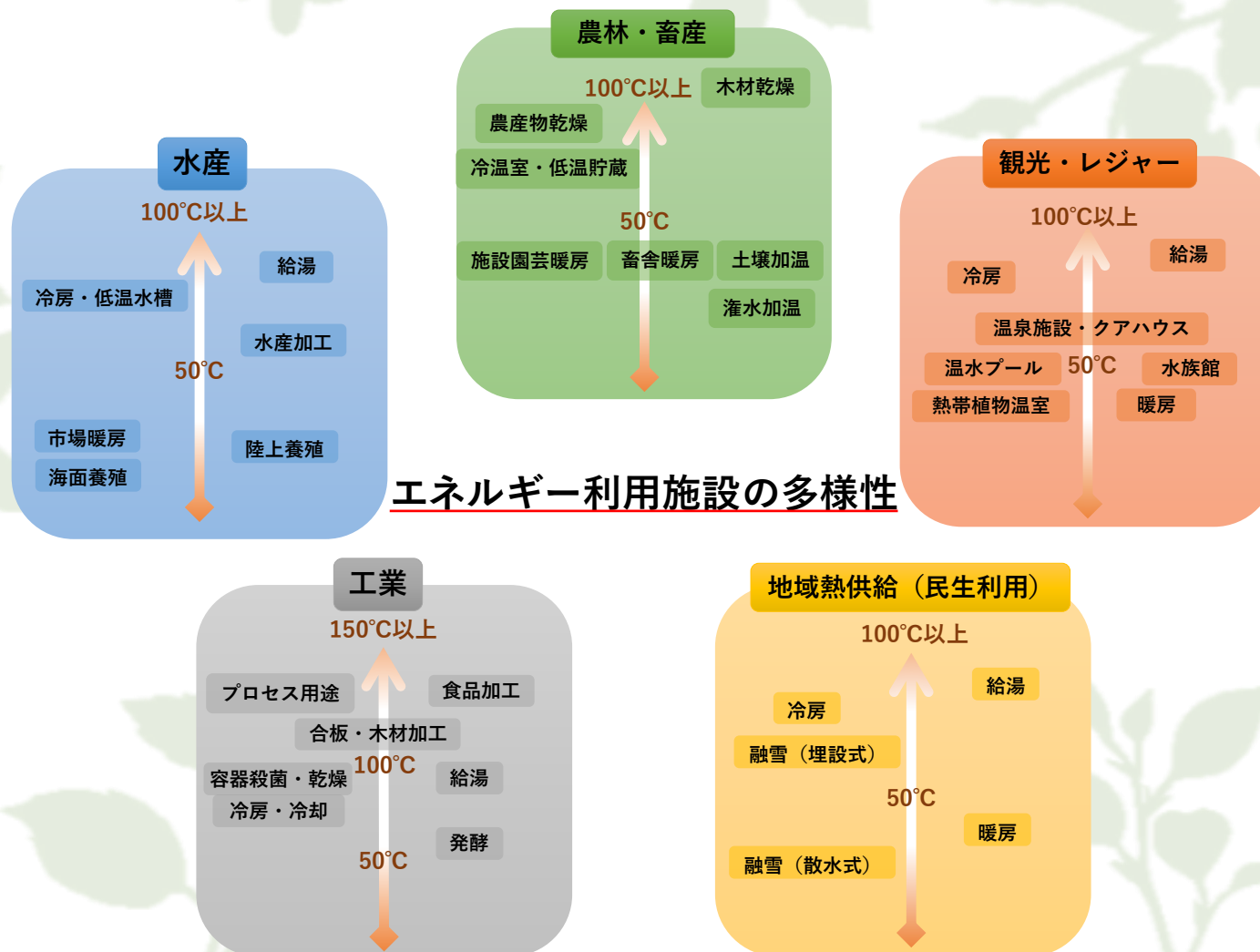
例外的に対象とする範囲



- ※ 1：株式会社森のエネルギー研究所「木質バイオマスボイラー導入指針」2012（参考）
- ※ 2：株式会社森林環境リアライズ、株式会社富士通総研、環境エネルギー普及株式会社「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」2013（参考）
- ※ 3：東京農業大学農山村支援センター「再生可能エネルギーを活用した地域活性化の手引き～森林資源と山村地域のつながりの再生をめざして～」2015（参考）

◆ 多様なエネルギー利用

地域内エコシステムの導入に取り組んでいる地域では、主に温浴施設で木質バイオマスエネルギーの導入検討をしている地域が多いですが、エネルギー需要先は多岐に渡っています。下図に、エネルギー利用施設の一例を示します。



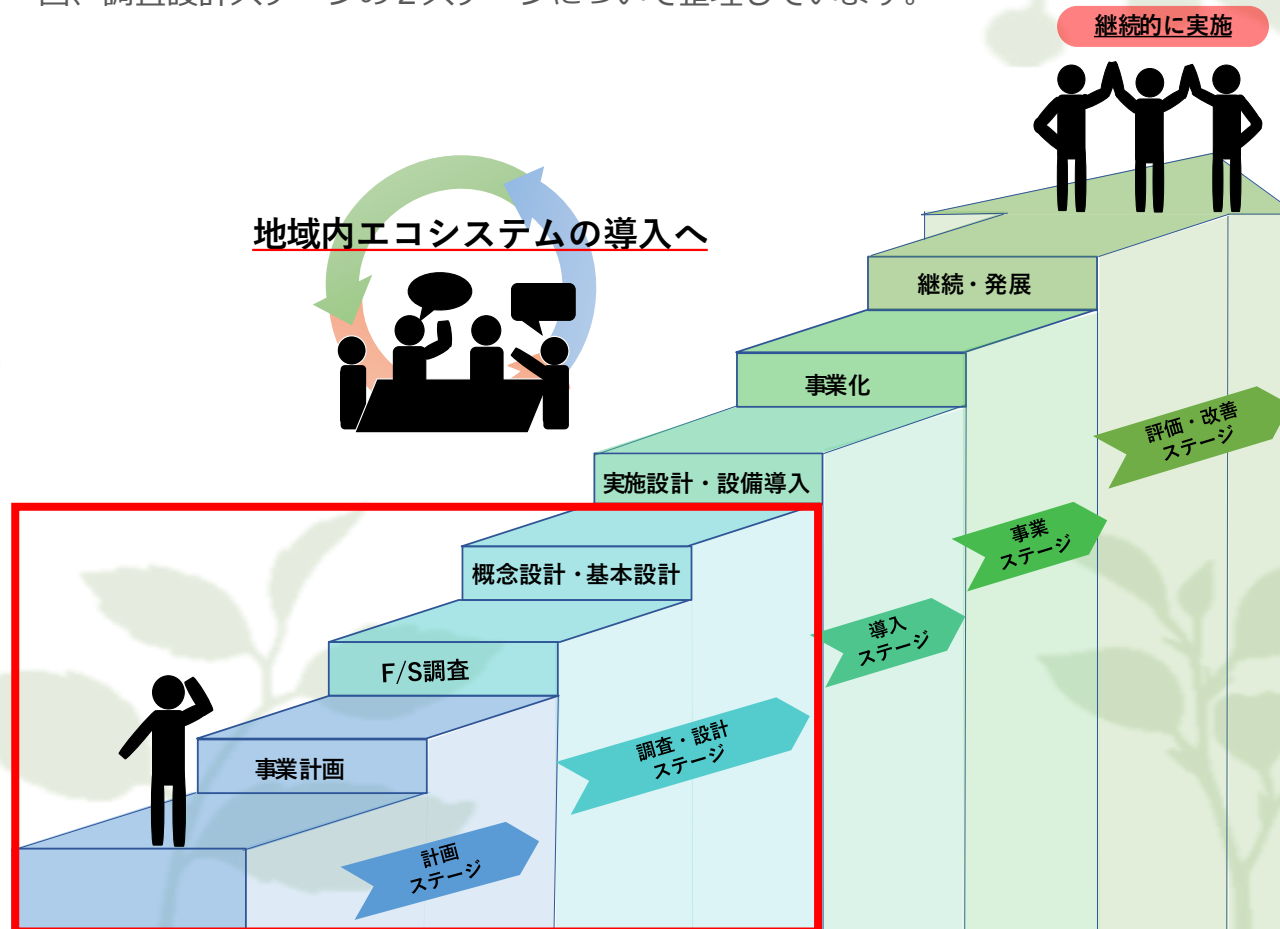
エネルギー利用施設の多様性

※ 1 : 財団法人新エネルギー財団「バイオマス技術ハンドブッカー導入と事業化のノウハウ」2008 (参考)
※ 2 : 事例調査より

◆ リーフレットの目的

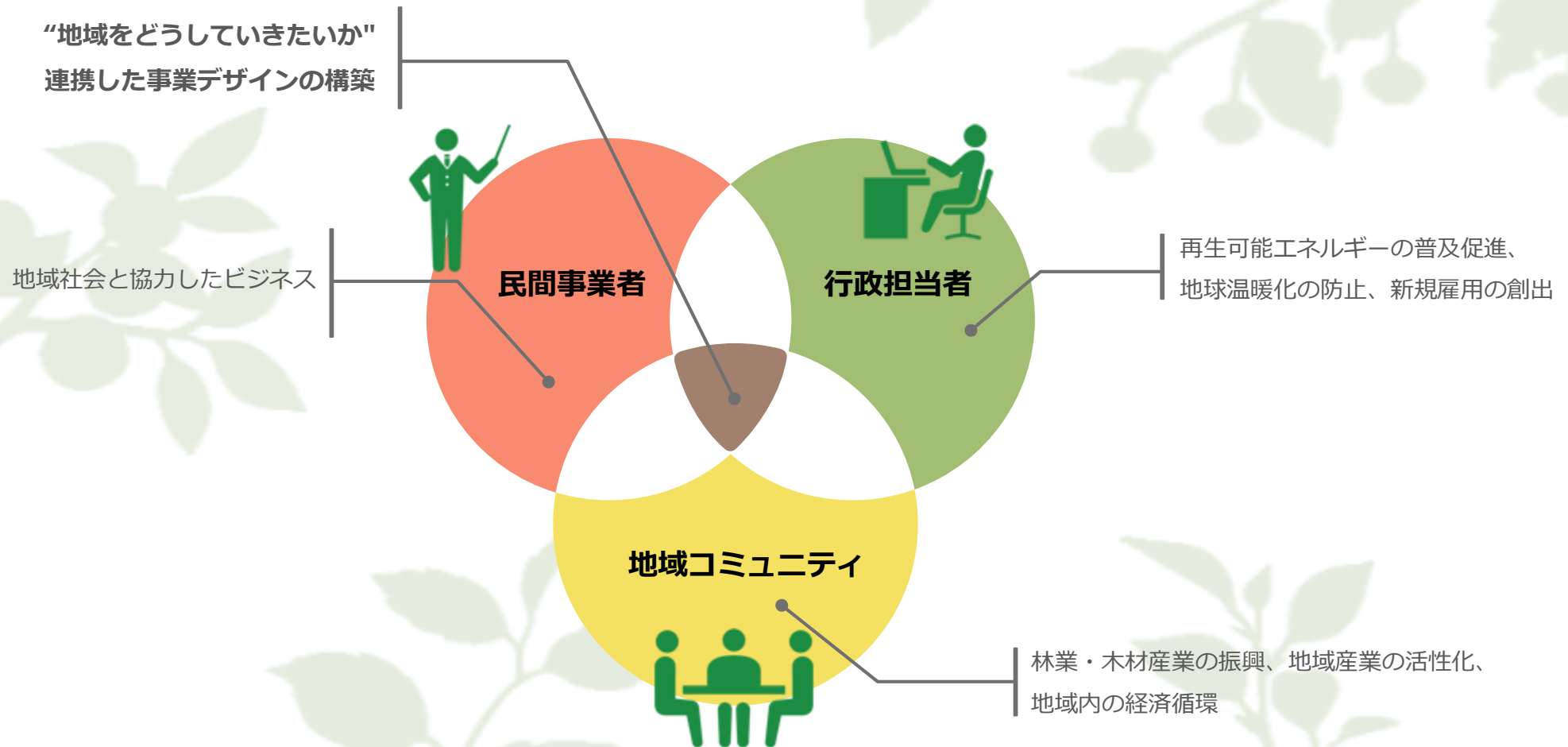
本リーフレットでは、木質バイオマスエネルギー利用がない状態（**ゼロ**）から、どのように地域内エコシステムの導入に向けて取り組んでいるか、各地域の取り組みを基に紹介するとともに、地域内エコシステムの全国的な普及を目的とします。

また、地域内エコシステムの導入にあたっては、下図のような事業ステージが想定されます。また、各地域では、計画、調査・設計段階から関係者を集め、議論していくため、**赤枠**で示したステージを対象にしました。そのため、本リーフレットでは計画、調査設計ステージの2ステージについて整理しています。



◆ 対象とする人々

小規模な木質バイオマスエネルギー利用に取り組むことで、様々な目的を達成したいと考えている、市町村など行政の方々や民間事業者、地域コミュニティの方々を対象とします。



CONTENTS 【目次】

1.地域内エコシステムとは・・・ 8

- ◆ 取り組みの概要
- ◆ 目指すところ
- ◆ 地域内エコシステムの特徴
- ◆ 地域への効果



2.地域内エコシステム構築の進め方・・・ 16

- ◆ 取り組みの進め方（ソフト面）
- ◆ 取り組みの進め方（ハード面）
- ◆ 取り組みの進め方（投資回収年数について）



3.採択地域での取り組み・・・ 26

- ◆ 採択地域の紹介
- ◆ 協議の進め方
- ◆ 検討内容（川上）
- ◆ 検討内容（川中）
- ◆ 検討内容（川下）
- ◆ 段階的な取り組みの拡充



4.低コスト化の事例・・・ 34

- ◆ ボイラー導入費用の削減
- ◆ 配管工事費用の削減
- ◆ 民間事業者によるエネルギー供給事業の実施



1. 地域内エコシステムとは



◆ 取り組みの概要

地域内エコシステムとは、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循環させる仕組みづくりを目指し、山村地域等の活性化を実現していくことです。

地域内エコシステムの考え方

- ✓ 小規模とは、出力1,000kw未満を想定しています。
- ✓ FIT（固定価格買取制度）事業は想定していません。
- ✓ 低加工度の燃料材（薪やチップ等）を利用します。
- ✓ 未利用材やC・D材を活用します。
- ✓ 山主へ利益を還元します。
- ✓ 地域関係者も利益を享受します。



目指すところ

◆ 目指すところ

- 地域の関係者が連携する、持続的・継続的な取り組みを実施する体制を構築すること。
- 経済性を担保し、木質バイオマスを活用することで地域社会に貢献すること。

行政が場所を提供、民間事業者が実施

行政主導

千葉県南房総市の取り組み

南房総市では、平成21年に「バイオマスタウン構想」の策定を受け、農業ハウスへの薪ストーブ導入を実現し、その後も公共施設や家庭用の薪ストーブ等の導入を検討しています。

市がオブザーバー的な立ち位置となり、協議会を設置し、専門家などの協力を得ながら持続的に木質バイオマスの活用を進めています。

行政が民間事業者と協力し、事業化

行政・民間主導

岐阜県高山市の取り組み

高山市では、平成26年に「エネルギービジョン」を策定し、市が推奨する熱供給ビジネスのパイロット事業として、公共施設に木質バイオマスボイラーを導入しました。

市が設置した「高山市自然エネルギーによるまちづくり検討委員会」の提言書に基づき、ボイラー導入が実施され、プロポーザル方式で熱供給事業者を公募しました。

民間主導で事業化

民間主導

福井県あわら市での取り組み

あわら市では、「あわら三国木質バイオマスエネルギー事業協議会」が主体となり、平成26年から3年間の実証事業を実施し、あわら市内の温浴施設に木質バイオマスボイラーを導入しました。

実証事業で得られたノウハウを活用し、民間事業体を立ち上げ、水平展開を検討しています。

◆ 地域内エコシステムの特徴

地域内エコシステムでは、小さな地域で、地域関係者が主体性を持って連携し、地域内で持続的に森林資源を活用する仕組みづくりを目的とします。

このため、地域内エコシステムを構築するためには、木質バイオマスエネルギーを導入するための基本条件（森林の資源賦存量等、燃料の乾燥・製造場所、エネルギー需要先）のほか、下記について、検討する必要があります。

✓ キープレイヤー

事業を実施するにあたり、事業継続性が重要な観点となります。ノウハウを蓄積する主体や、事業に対して主体的に動く意志のあるプレイヤーがいることが必要となります。

✓ コストの低減について

小規模な木質バイオマスエネルギー利用にあたっては、**高額なイニシャルコスト**が大きな障壁となります。また、事業規模が小さいため、特に川上側、川中側は低コストで事業を実施するか、スケールメリットを得るための工夫が必要となります。

“ 地域主導の小規模な取り組み ”

注：イニシャルコストとは、木質バイオマス関連設備費用のことです。ここでは、ボイラー導入費用（本体費用、配管費用、工事費用、建屋費用）、燃料製造設備費用（燃料製造機器費用、工事費用、建屋費用）のことを指します。

地域内エコシステムの特徴

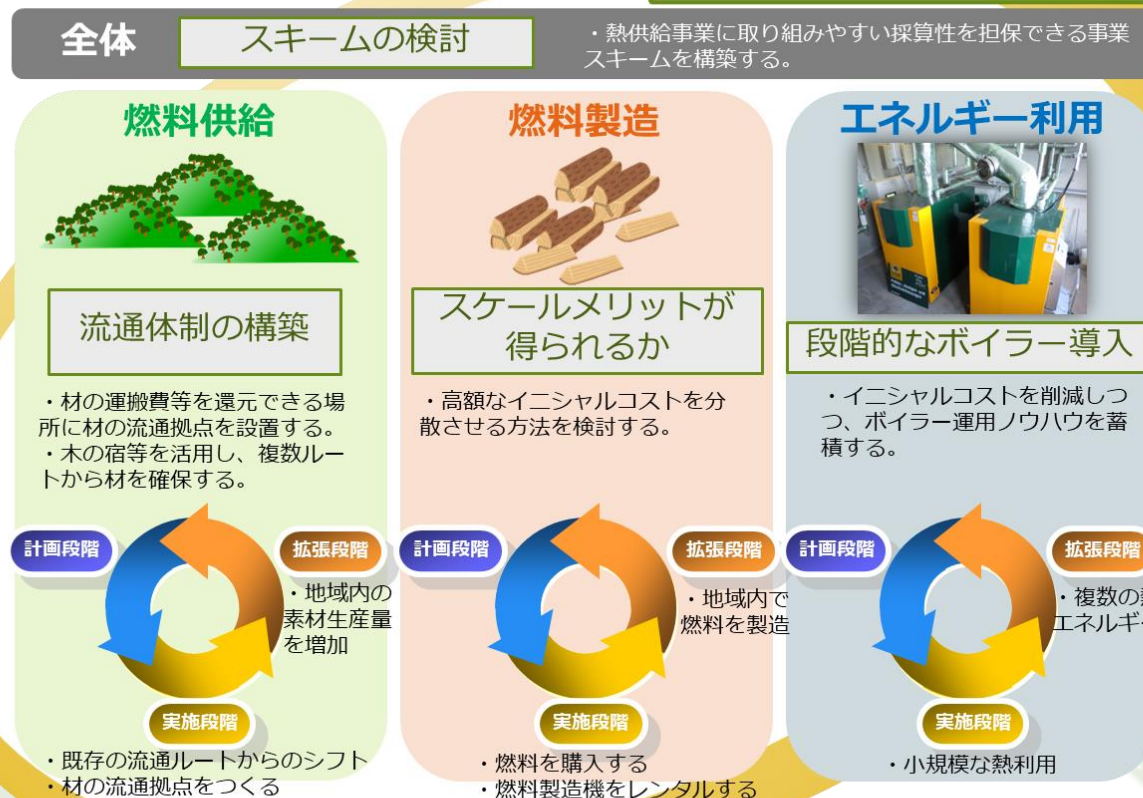
❖ 順応的な取り組み

小規模な事業計画を検討するには、最終的な目標を見据え、様々な手段を検討し、徐々に計画の実現を目指せるように、柔軟かつ順応的に取り組む注) 必要があります。

前提条件として…

- ◆ 熱需要先がある
- ◆ 実施主体が構成されている

- ・協議会を組織し、地元関係者が協議する場を設ける
- ・近隣の地域を含め、事業スキームを適切に構築する



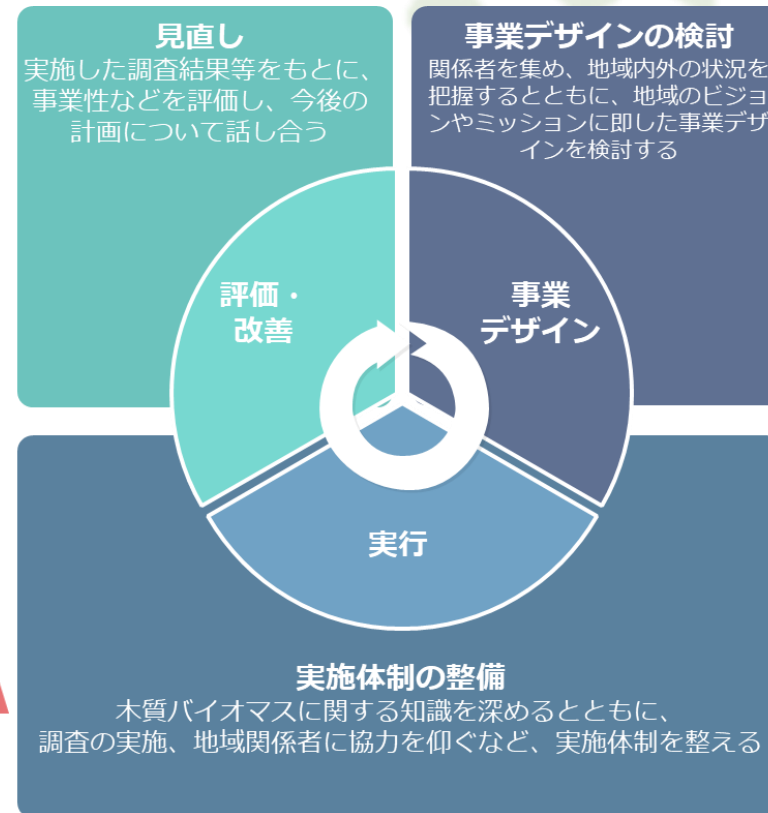
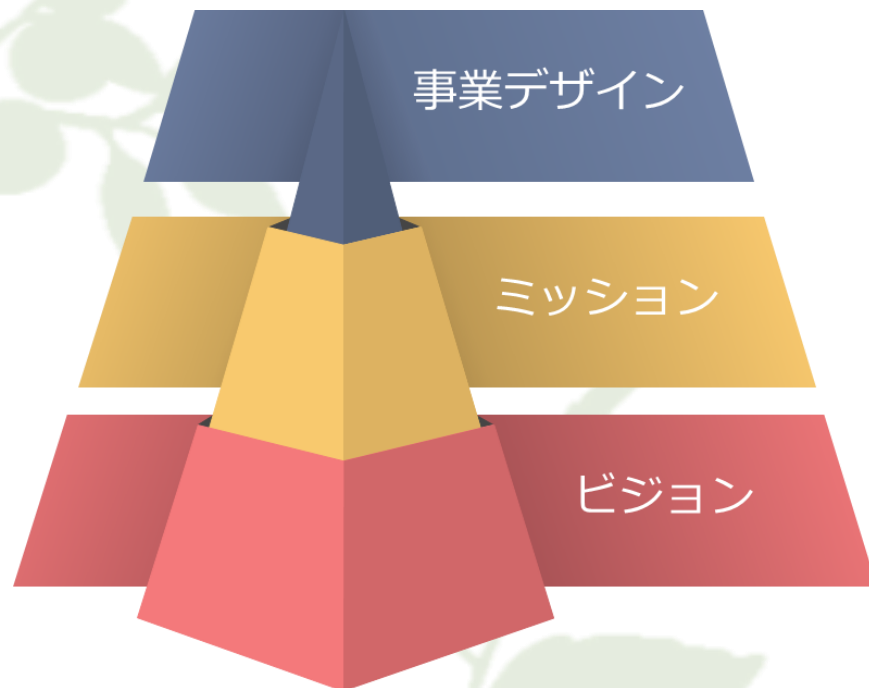
順応的に拡張を目指す

注：与えられた外部条件の持続的な変化に応じて変化すること。

□ 事業ステージごとの取り組み

小規模な木質バイオマス利用の検討においては、柔軟に計画を見直すことができる利点があります。

ビジョン（焦点や方向性）やミッション（目的と根拠）を明確にし、**協議会**の中でそれぞれの事業ステージにおいて、事業デザインを見直しながら協議を進めることで徐々に実現に向けた取り組みを進めていくことができます。



◆ 地域への効果



❖ 森林の整備

森林は、国土の保全や水源のかん養などの様々な機能を持っています。森林がこれらの機能を十分に発揮するには、間伐や伐期を迎えた樹木を伐採するなどの適切な森林の整備が不可欠です。

これらの森林整備などにより、年間約2,000万m³（推計値）の未利用間伐材等が燃料等として価値を持つことが出来れば、林業経営にも寄与し、森林整備の推進にも繋がることが期待されます。



間伐が行われないと…

- 土壌が失われ、土砂崩れの原因になる
- CO₂吸収量が低下する
- 病虫害が発生しやすい



※林野庁HPより
木質バイオマスの利用推進について



15. 陸の豊かさを守ろう

陸上生態系の保護、回復および持続可能な利用の推進、森林の持続可能な管理、砂漠化への対処、土地劣化の阻止および逆転、ならびに生物多様性損失の阻止を図る

❖ 地球温暖化防止

木材のエネルギー利用は、大気中の二酸化炭素濃度に影響を与えないというカーボンニュートラルな特性を有しています。このため、化石燃料の代わりに木材を利用することにより、二酸化炭素の排出の抑制が可能となり、地球温暖化防止に貢献します。



13. 気候変動に具体的な対策を

気候変動とその影響に立ち向かうため、緊急対策を取る



7. エネルギーをみんなにそしてクリーンに

すべての人々に手ごろで信頼でき、持続可能かつ近代的なエネルギーへのアクセスを確保する

❖ エネルギーの自立費用の内部化

東日本大震災時には、停電が起き、石油燃料などが届かない地域があり、災害地では生活に支障をきたす事態が発生しました。

こうした災害時には、地域内の資源でエネルギーを生産するシステムを構築することで、災害に対するレジリエントなまちづくりを進めることができます。

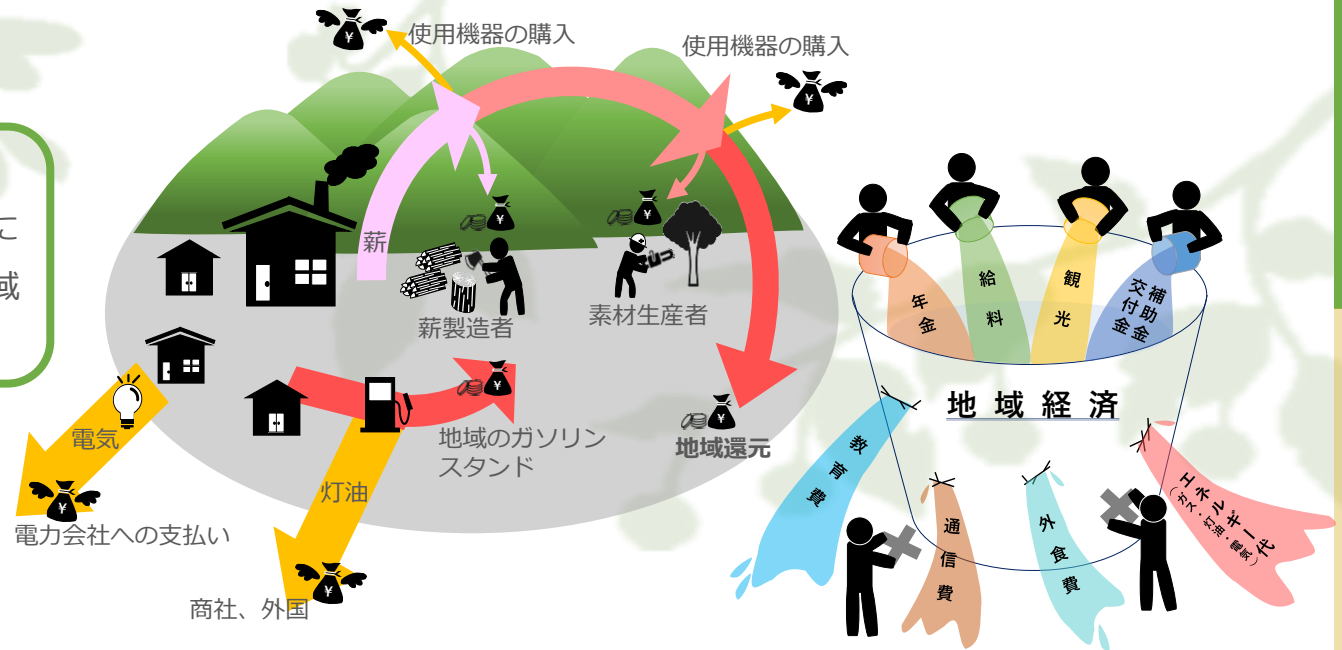
地域への効果

❖ 地域内経済循環

地域内エコシステムを構築することで、今までガソリンや重油代として、地域外に流出していたお金が地域内で流通し、地域内経済循環効果を高めることができます。



8. 働きがいも経済成長も
すべての人のための持続的、包摂的かつ持続可能な経済成長、生産的な完全雇用およびディーセント・ワーク(働きがいのある人間らしい仕事)を推進する



※藤山浩 著 「循環型経済」をつくる」2018 (参考)

❖ 人づくり・地域づくり

地域主導で事業を進めていくには協議会等を立ち上げ、地域内の関係者が集まり、意見を忌憚なくぶつけていく場を形成することが有効です。

それぞれの関係者が**自分事**として事業を捉え、意見を集約し、地域をどうしていきたいのかを真剣に話し合う場とすることができれば、ヒトが育ち、ひいては、地域が育っていく原動力となります。



11. 住み続けられるまちづくりを
都市と人間の居住地を包摂的、安全、強靭かつ持続可能にする



17. パートナシップで目標を達成しよう
持続可能な開発に向けて実施手段を強化し、グローバル・パートナーシップを活性化する



“本気で地域の将来を考える” P.15

2. 地域内エコシステム構築の進め方



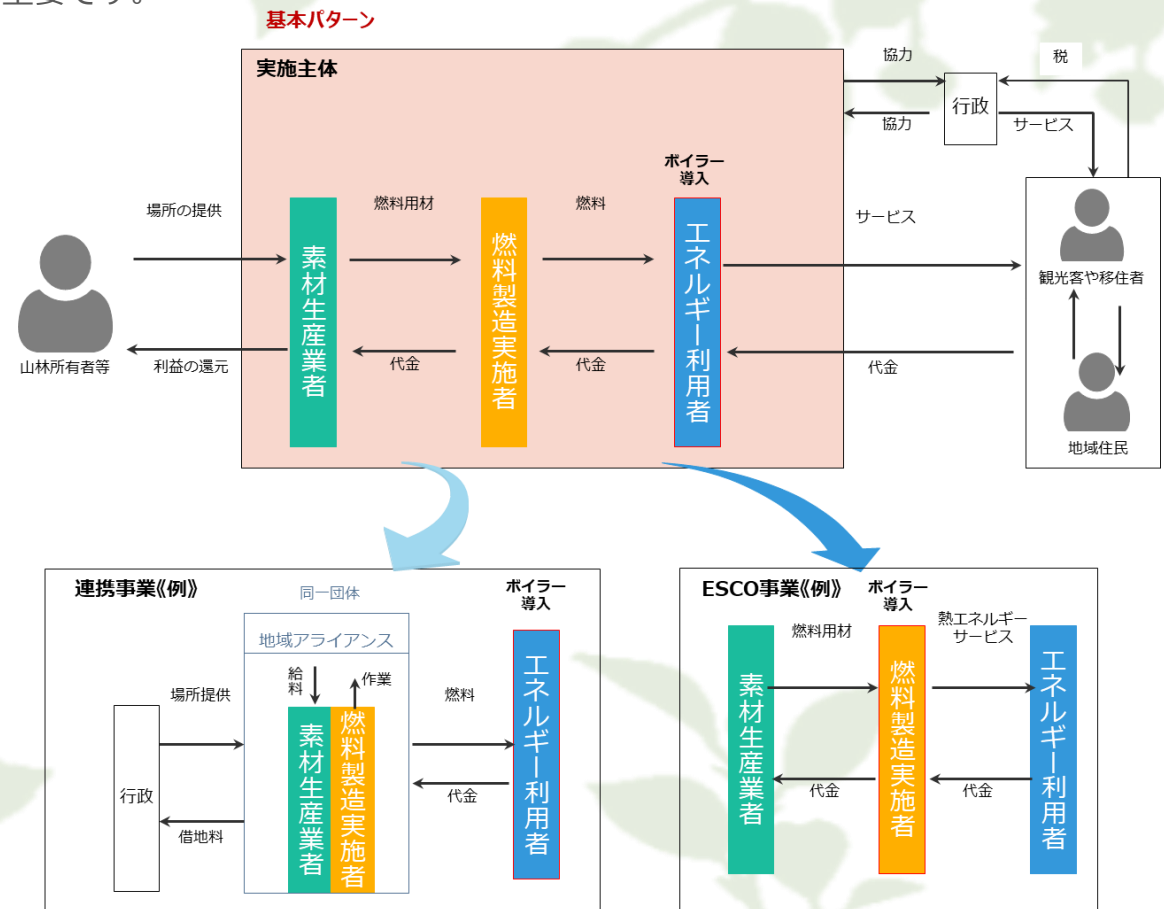
◆ 取り組みの進め方（ソフト面）

事業の実施にあたっては、地域の中でどのように**実施主体を整えるか**がカギとなります。このため、事業主旨を共有し、事業デザイン（ソフト面（思いを共有し、地域内外で協力関係を構築する）、ハード面（計画数値の算出、事業性の評価等））の検討を進めていくことが重要です。

❖ 実施主体の検討

地域内エコシステムでは、実施スキームを検討し、地域にどのような効果をもたらす事業とするのかを話し合うことが非常に重要です。

このため、協議会を組織し、事業関係者が集まる場でそれぞれの立場での思いを話し合い、役割を認識することが地域主導の取り組みの第一歩となります。



❖ 協議する体制を整える

協議会は、①地域内の関係者の意見を集約していく場となるとともに、②事業についての理解を深めていく場となります。

また、協議会をベースとして事業主体を立ち上げた事例もあります。

決まった形はありませんが、どのような関係者を集めているのか、既に取り組んでいる協議会の構成例を紹介します。

地域協議会の組織＜例＞

地域住民組織の代表：地域住民との窓口になります。

燃料供給を行うプレイヤー：素材生産を実施します。

燃料製造を行うプレイヤー：燃料製造・販売を実施します。

エネルギー利用を行うプレイヤー：ボイラーを導入します。

大学・研究機関等のアドバイザー：専門的な見地から助言等を行います。

コーディネーター：協議会に招請し、議題・課題を整理します。

県や市などの行政：補助金などの情報や近隣の状況など、共有や事業のバックアップを行います。

その他事業の進捗や議題の内容に応じ、協議会メンバーを招請します。

必要な観点

- 行政関係者は地域に寄り添ってサポートしていく立場となります。
- 地域に対する思いなどは、年齢層や立場によって異なる場合が多いので、様々な関係者を集めることが望ましいと考えられます。

取り組みの進め方（ソフト面）

事業関係者ごとの役割（例）

	事業計画	調査・設計	設備の導入・稼働	事業化	その後の展開
地域住民組織内	地域をどうしていきたいか等の協議。事業デザインの検討。	事業の検討、事業継続の意思確認。	現地視察を実施するなど、地域関係者の意識を醸成。	地域住民組織への説明、事業内容についての共有。	
燃料供給	既存の木材流通や、森林の情報等（路網や対象地）を整理。	実利用可能量の算出、原木の販売代金等を検討。	安定供給の為に地盤を固めるとともに、森林所有者への説明等。	燃料の乾燥期間を確保するため、前もって燃料材を搬出。	最終的な目標に向け、協議を継続、課題と対応策をフィードバック。
燃料製造	燃料種別ごとのポテンシャルや事業箇所、ボイラー運用側の意向を調査。	燃料種別の検討、燃料製造コストの試算等。	より詳細なコスト試算や計画を策定するための実証試験等を実施。	燃料製造システムについて、実証。	
エネルギー利用	意向調査や熱需要量、導入コストについて概算。	熱需要調査、コストシミュレーションの実施。	詳細なコスト計算を実施。	ボイラー運用について、実証。	
専門家・業者	調査結果の共有、調査方針の案の検討、木質バイオマスへの理解促進。	現地視察先などのピックアップ、調査結果の共有、課題と解決策の案の検討。	実証試験の設計・データまとめ、関係者への事業説明サポート。	課題の洗い出し等、地域内でメンテナンス実施者の育成。	今後の展開についてサポート。
コーディネーター	予算確保の検討や、関係者間の調整、協議会の組織・運営等。	協議会全体意見のとりまとめや課題の抽出、スケジュール等を検討。	必要に応じて協議会委員の増員や施設を稼働するための許認可などの申請。関係者への事業説明等。	事業の課題等を抽出、または予算の申請等。	今後の計画について、素案をまとめる。
事業化に必要な条件	<ul style="list-style-type: none"> 資金調達についての検討 事業化までのスケジュールの検討 事業スキームの確認 	<ul style="list-style-type: none"> 事業化計画の検討 感度分析などの実施 資金調達や融資先等との調整 	<ul style="list-style-type: none"> 予算の確認 資金調達や融資先への申請 許認可の申請 契約書の作成等 組織の立ち上げ 	<ul style="list-style-type: none"> 実証試験結果に基づく課題の抽出 事業のモニタリング等 	<ul style="list-style-type: none"> 新たな熱需要先の検討 地域活性化のためのロードマップの見直し

※ : Community energy association 「SMALL-SCALE BIOMASS DISTRICT HEATING GUIDE」 2013（参考）

取り組みの進め方（ハード面）

❖ 燃料種別について

地域内エコシステムでは、ペレットを除いた下記の2種類の燃料を対象とします。

薪

薪を選択する場合は、乾燥場所、薪の製造機器をどのように調達するか等を検討する必要があります。

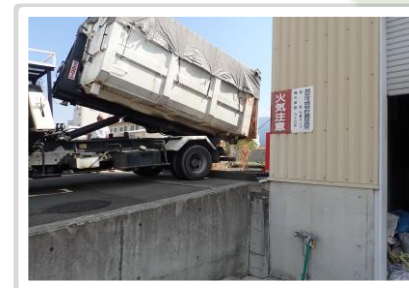
- 熱需要量が比較的小規模（200 kW未満）な地域に向いています。
- 薪をボイラーに投入するマンパワー等が確保することが望ましいです。
- 着火に時間がかかるため、急な熱需要が発生する場合、蓄熱タンク等の大きい設備が必要になります。
➔ 建屋も大きいものが必要になる可能性があります。



チップ

チップを選択する場合は、どのように木材を乾燥させるのか、チップサイロが設置可能か等を検討する必要があります。

- 熱需要量が比較的小～中規模（200 kW以上）な地域に向いています。
- 大径木を処理できる燃料製造機器（チップパー）は、高額（数千万円）であるため、近隣地域と協力して燃料を製造することが望ましいです。
- 燃料貯蔵施設（チップサイロ）から自動で燃料供給を行うため、人手がかかりません。

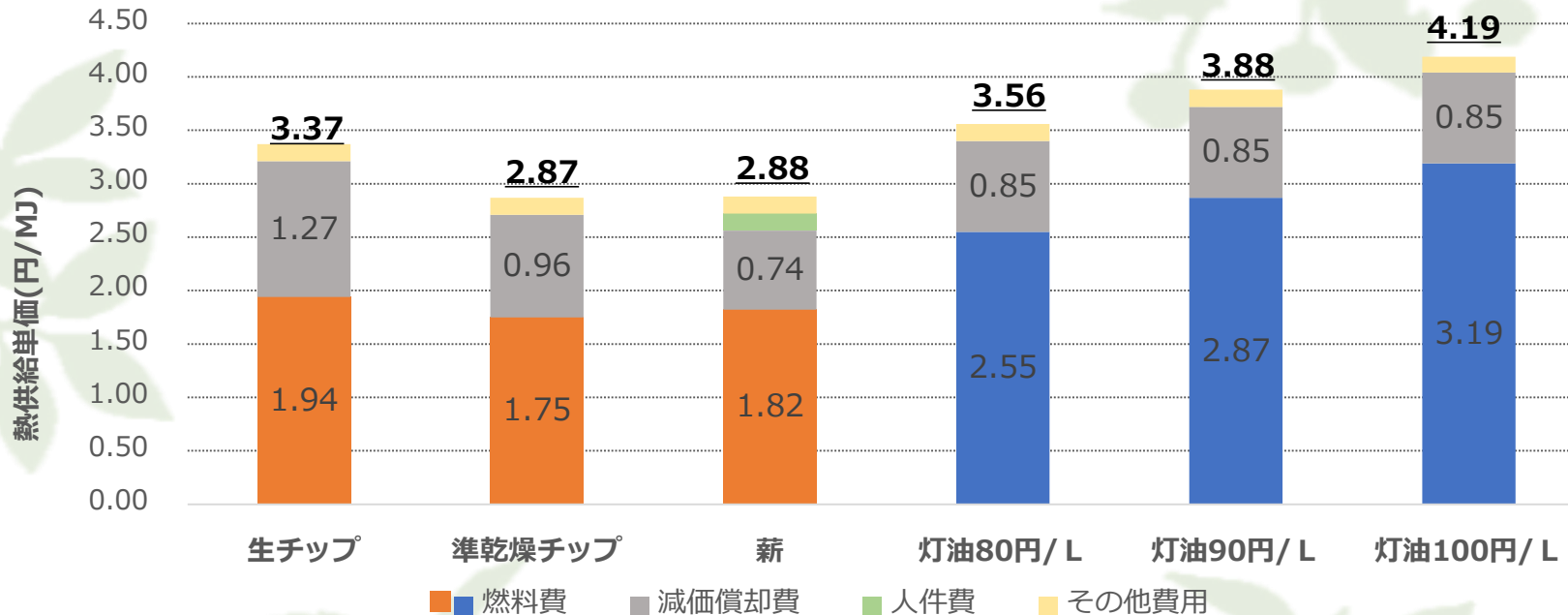


取り組みの進め方（ハード面）

❖ 燃料種別のコスト

燃料種別毎のコスト（例）を下図に示しました。現在、原油価格については変動があり、地域差もあるため各地域によって試算条件は異なります。ですが、一般的に下図の価格でエネルギーを供給できれば、木質バイオマスを活用することで、燃料削減費としてコストメリットを得ることができます。

燃料種別毎のコスト 《例》



一般的な条件設定※のもと、木質バイオマスによるエネルギー（熱）供給コストを、熱量（1MJ＝メガジュール）あたり単価にして比較した。

注：規模感として300～500kW程度のバイオマスボイラー導入を想定。バイオマスの減価償却費は、イニシャルコストへの補助金（1/2）利用後の値。上図では、チップまた灯油は燃料供給の手間がかからないと仮定し、薪のみボイラーへの燃料供給の人力による薪投入を想定し、人件費を計上しました。

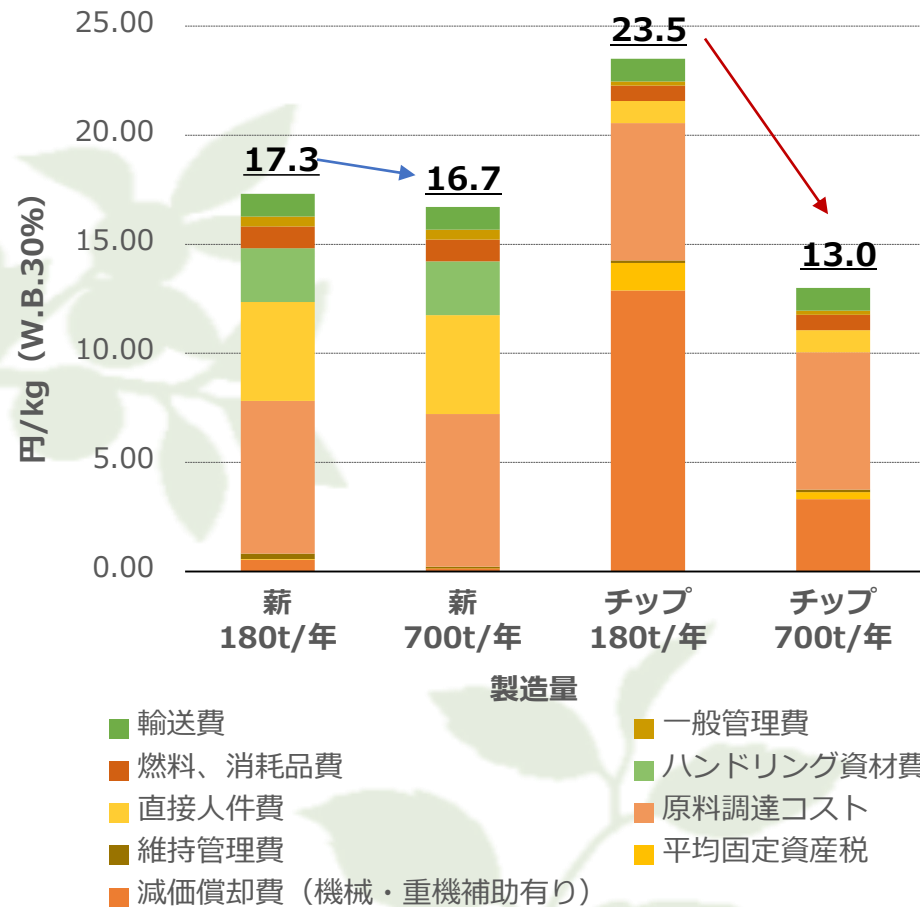
※：先行している地域の調査結果より

取り組みの進め方（ハード面）

❖ ランニングコストについて

燃料製造コスト（例）について、下図に示しました。以下に薪とチップの製造コストの違いについてまとめます。

燃料製造コスト（輸送費込み） 《例》



薪

- 手動式の薪割り機は、およそ300万円前後かかります。
- ➡ イニシャルコストが安価であるため、スケールメリットを得るのは難しく、単位あたりの生産コストを下げるべく、いかに工夫して製造効率を上げるかが重要となります。
- ※ ただし、大型薪割り機等を使用し、大規模に製造する場合は、スケールメリットを得ることができます。この場合、舗装費等も費用として掛かるため、省スペース化などを検討することが望ましいです。

チップ

- 燃料製造機器（チップパー）が高額なため、チップの製造規模を確保し、固定費を低減できるかどうか重要となります。
- ➡ 複数のエネルギー需要先があることが前提となります。

注：ランニングコストとは、木質バイオマス関連設備の維持及び管理に関わる費用のことです。ここでは、燃料費、直接人件費、維持管理費、平均固定資産税等のことを指します。

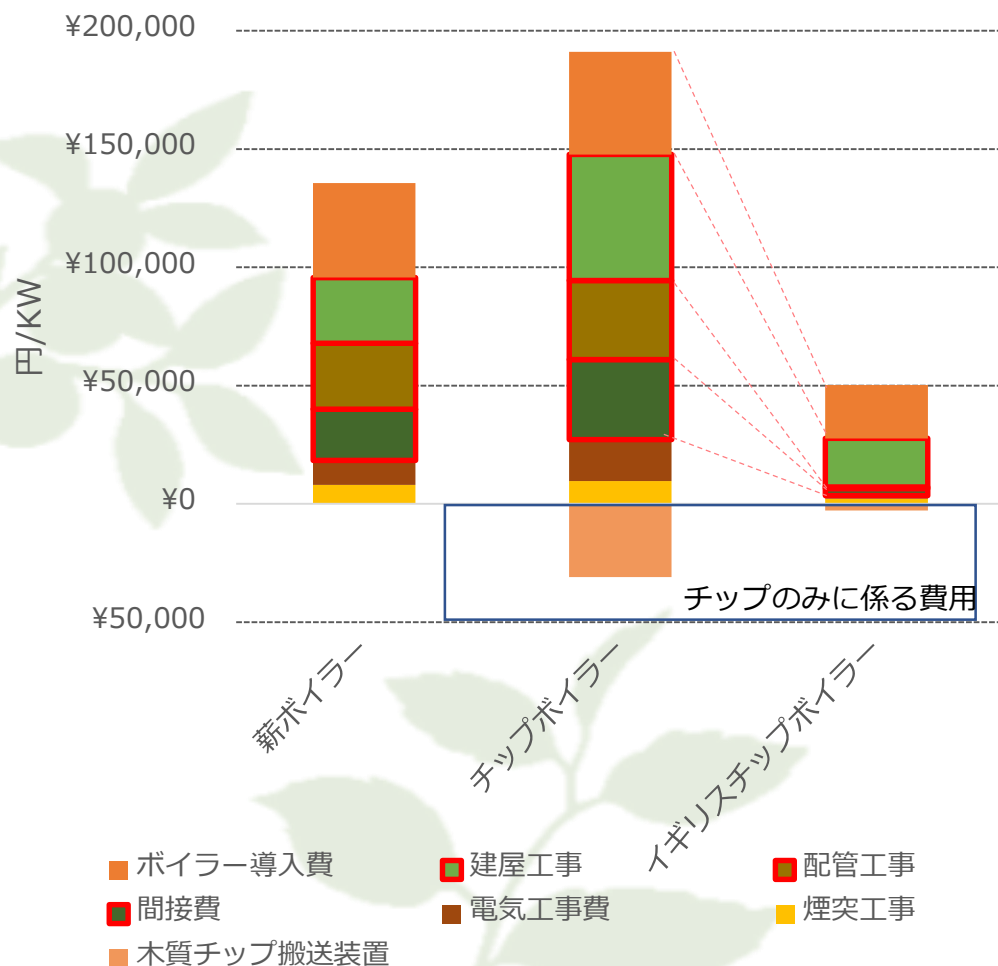
※：今年度取り組んだ地域の調査結果より

取り組みの進め方（ハード面）

❖ ボイラー導入費用

国内での導入事例では、**工事費用**などが高く、こういった費用をどのように低減させるかが重要となります。この傾向は薪ボイラーの導入に関しても同様です。

ただし、チップボイラーの場合は、燃料貯蔵施設（チップサイロ）が必要になるため、一般的には薪ボイラーの設置費用の方が安価となります。



チップボイラー導入費用の内訳《例》

チップボイラー導入費用のkWあたりの単価を、各費用項目ごとに左図に示しました（300kWボイラー導入費用見積もりから割り戻し）。

国内の事例では、**間接費、建屋工事費用、配管工事費用**がより高額なことがわかります。小規模な木質バイオマスエネルギー施設の導入にあたっては、こういった項目をいかに抑えるかが非常に重要となります。

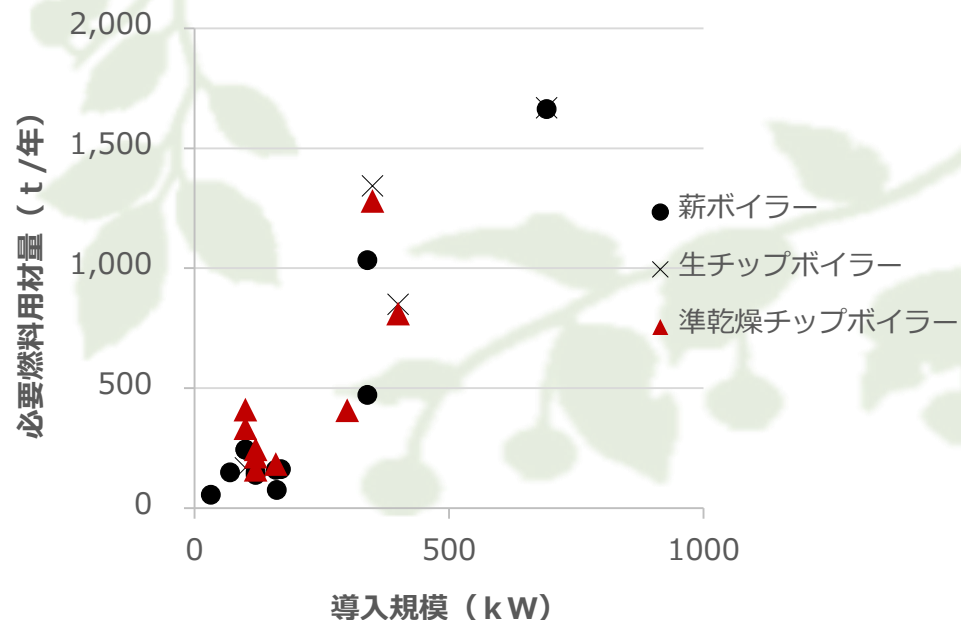
※ 1 : 今年度取り組んだ地域の調査結果より

※ 2 : Carbon trust「Biomass heating A practical guide for potential users」2012（参考）

取り組みの進め方（ハード面）

❖ 必要燃料用材量

本事業の事例では、400kWあたりの必要原木量は、およそ800t/年程度でした。事業の初期段階では、地域内のエネルギー需要量に合わせて、燃料用材が供給可能かどうかを概算で検討する必要があります。

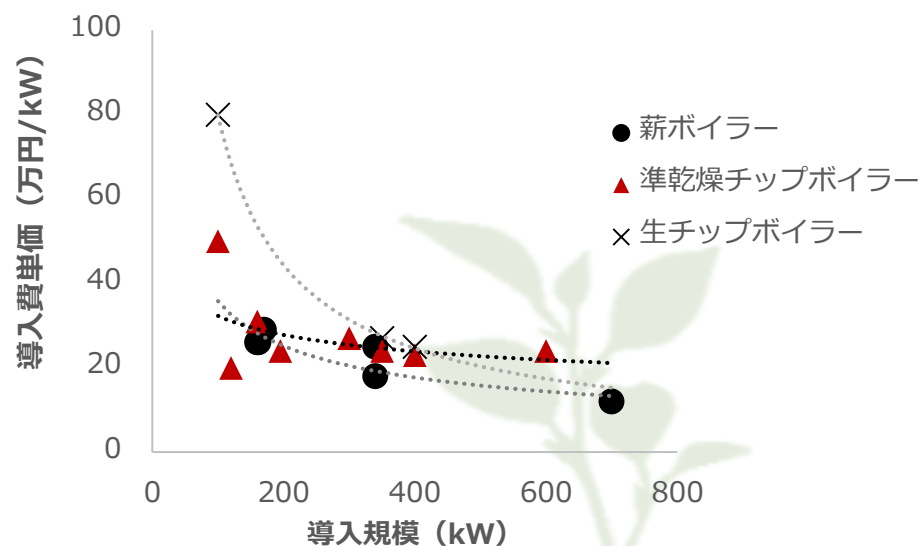


❖ ボイラー導入費用の単価 (kWあたり)

本事業の事例では、導入規模が上がれば上がるほど、導入単価は下がる傾向にありました。

薪ボイラーの導入単価はおよそ12~29万円/kWで、チップボイラーは、20~80万円/kWとばらつきました。

➡ 生チップボイラーの導入費用がおよそ80万円/kWとなっているのは、試算条件が概算での見積もりであったことと、建屋等の工事費用が高額なためです。



※：今年度取り組んだ地域の調査結果より

取り組みの進め方（投資回収年数について）

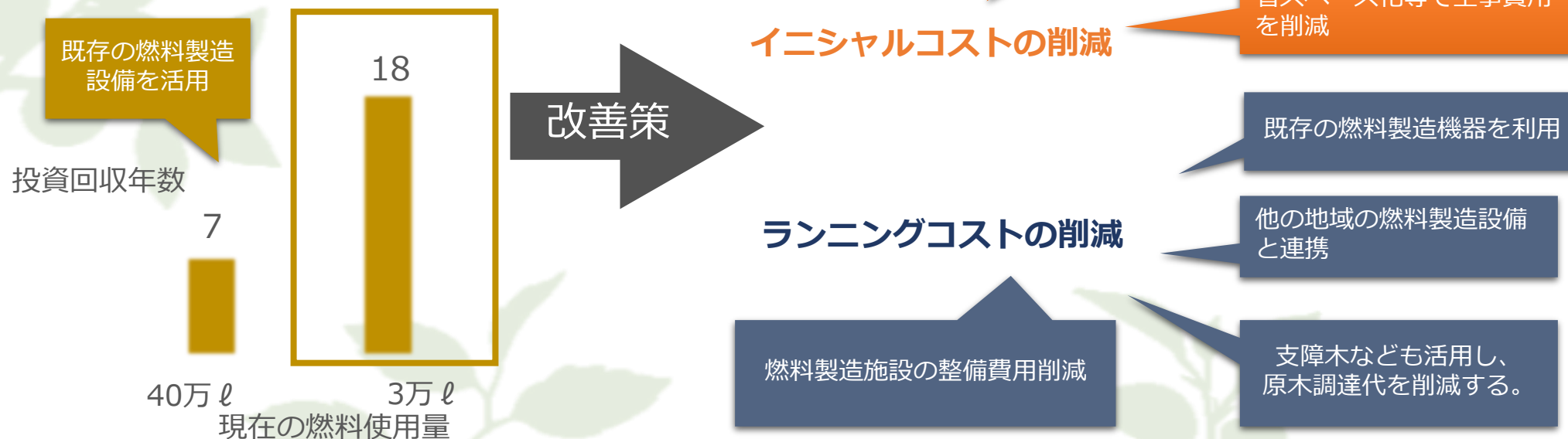
❖ 投資回収年数について

本事業で採択された地域において様々な取り組みを行い試算したところ、小規模事業なため事業収益が小さいことに起因し、**投資回収年数が10年**を超える地域がほとんどでした。

一般的にボイラーの使用可能年数は15年程度ですが、今後、地域内エコシステムを普及するためには、この収益性をより改善していく取り組みが求められます。

エネルギー需要規模が大きく、燃料製造設備が既に整っている地域では、投資回収年数は7年でした。

現在の燃料使用量が40万L程度の施設と3万L程度の施設では、収益に大きく差が出ます。



また、地域内エコシステム構築事業では、小規模な木質バイオマスエネルギーの活用を水平展開し、より一層の普及を目指しています。地域内の複数のエネルギー需要施設で取り組みを進めることで、エネルギー需要を増やし、事業全体で収益性の改善を目指すことができます。

3. 採択地域での取り組み



◆ 採択地域の紹介

地域内エコシステムの構築事業に取り組んでいる地域は下記のとおりです。

次のページより、各地域の取り組み内容を協議会の進め方、検討内容（川上・川中・川下）で整理しています。

また、各地域がどのような取り組みをしたかは、 **番号** で示しています。

	地域	主体	目的
	北海道夕張市	行政	公共施設への導入（病院、保育園等）
	北海道平取町	行政	農業用ハウスへの導入
	秋田県鹿角市	民間	宿泊施設への導入
	福島県東白川郡	行政	温浴施設への導入
	東京都青梅市	行政	公共施設への導入（温浴）
	富山県黒部市	民間	宿泊施設への導入
	石川県白山市	民間	宿泊施設への導入
	岐阜県関市	行政	公共施設への導入（温浴）
	鳥取県鳥取市	行政	公共施設への導入（道の駅）
	鳥取県智頭町	民間	公共施設への導入（病院）
	広島県東広島市	行政	公共施設への導入（温浴）



協議会の進め方

協議会の進め方

協議会の運用

事業デザインを検討するために、採択された全地域において応募申請時に協議会を立ち上げ、組織しています。協議会は、地域によって様々なメンバーで構成されています。

木質バイオマス事業に関する理解促進をすすめ、情報を共有することで、主体意識を醸成する取り組みが実施されました。

コアメンバーでの協議

7 白山市では、まずは区長を含めたコアメンバーのみで協議会を組織して協議を進めました。



協議会メンバーの増員

10 智頭町では、協議会での協議結果から新たな熱需要先として、町営病院や温浴施設を検討することとなり、組織体制を見直し、行政担当者や地域の関係者を、新たに協議会メンバーに加えました。



協働での調査

2 平取町では、調査に申請者である町役場の方が同行するなど、協働で調査を実施することで、より実態を把握することができました。



先行地域間での情報共有

9 鳥取市では、協議会のメンバーに取り組みが先行している智頭町の関係者を加え、協議会の中での議論を円滑に進めるとともに、現地調査等を実施し情報共有を図りました。

現地視察の実施

採択地域のうち、6地域の協議会メンバーが先進事例の視察を行いました。



□ 発言の機会を促す取り組み

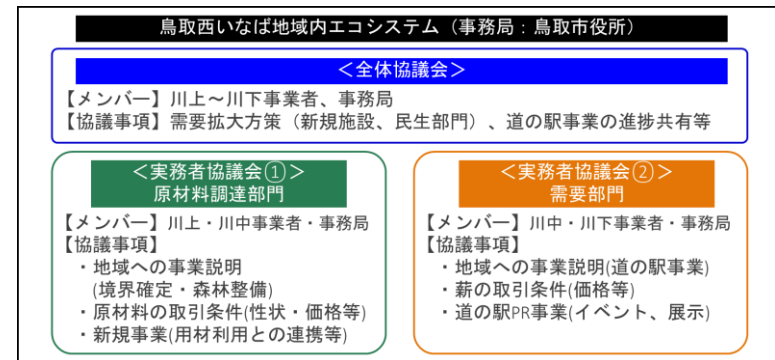
6 黒部市では、ワークショップ形式での事業報告会を開催し、①地域の現状、②木質バイオマス先進事例、③地域での取り組みについて説明し、地域住民など様々な関係者を交え、意見を発言してもらいながら議論を交わしました。



□ 事業効果（ビジョン）の明確化

9 鳥取市では、ロジックモデルというツールを使い、それぞれのステークホルダーのメリットとリスクについて整理しました。また、来年度以降は部門別の協議会を別途設置し、より詳細に協議を進めていくことを合意しました。

	山林所有者	原材料供給者 (森林・剪定枝等)	新製造・販売業者	道の駅指定管理者	地域住民	行政
インプット (資源)	・ 時間	・ 時間 ・ 人員 ・ 関連機械	・ 時間 ・ 人員 ・ 地域資源 ・ 新製造施設	・ 時間 ・ 人員 ・ 薪購入費 ・ 道の駅内スペース	・ 時間	・ 時間 ・ 人員 ・ 補助金 ・ 予算
アウトプット (活動)	・ 施業地の提供	・ 森林の集約化 ・ 森林施業、剪定作業による地域資源の供給	・ 新材の切り出し ・ 新製造、販売 ・ 薪の外販	・ 薪ボイラー運用 ・ 事業紹介、啓発	・ 道の駅利用	・ バイオマス資源の地域流通拡大支援
道の駅でのイベント開催・参加						
地域通貨の発行・活用						
初期成果	・ 材の出口拡大 ・ 所有山林の維持管理促進	・ 施業効率化 ・ 地域資源供給による収入、外貨獲得 ・ 新しい材集積場の獲得	・ 地域資源活用による収入、外貨獲得	・ 道の駅利用者の拡大 ・ 市民イメージ向上 ・ LPGとの比較によるコストメリット	・ 関心や問題意識の共有 ・ 「集う場」の獲得	・ エネルギーの地産地消推進 ・ 環境配慮自治体としてのアピール
中期成果	・ 継続的な森林活用 ・ 森林の付加価値アップ	・ 再造林、集約化等の促進 ・ 担い手の増加	・ バイオマス資源のさらなる地域流通 ・ 協働する人の増加	・ 模倣されないノウハウの蓄積	・ 地域内の友人、知り合いの増加 ・ 地域活動活性化 ・ 新規流入者と交流	・ エネルギーの地産地消推進 ・ エネルギー自給率向上 ・ 市民満足度の向上
長期成果	地域経済循環の活発化 地域内森林の整備・再生 就業機会と働き手の増加 暮らしやすいまちづくりの展開					
懸念事項	・ 適切な施業が行われるか	・ 山林所有者との合意形成	・ 新製造にかかるコスト、人工 ・ 施業地の確保 ・ 将来にわたる薪需要の安定/継続性	・ 源泉高温地での足湯に理解を得られるか ・ 薪ボイラー運用にかかる人手	・ トラック等の通行 ・ 見知らぬ人の出入り ・ 事業からの疎外、嫉妬	・ 左記ステークホルダーそれぞれの納得が得られるか

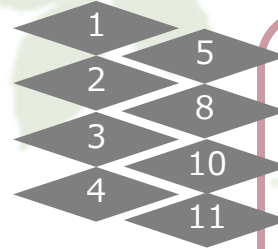


◆ 検討内容（川上）

❖ 燃料用材の調達

近年、全国各地で木質バイオマス発電所が建設され、木材流通構造が複雑化しています。採択された地域では、既存の木材流通がどのようになっているかを調査し、**既存の木材流通を活用できる**場合は、合意形成等を実施し、**新たに素材生産を実施する**場合は、ロードマップと協力体制を構築し、段階的に取り組む方針を検討しました。

□ 合意形成



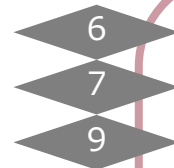
地域外に木質バイオマス発電所や木材需要施設がある地域では、地域内への供給にシフトするための調整を実施しました。

□ 複数の供給ルートを検討



鳥取市や**黒部市**では、燃料用材を調達する体制を整え、また強化するために複数の供給ルート（剪定枝、流木、製材端材等）を検討しました。これらの供給ルートを検討することで、燃料用材の調達費用を抑えることができます。

□ 地域内で調達する



新たに燃料用材を調達するためには、①実施主体、②伐採箇所等を検討する必要があります。

鳥取市では、実施主体を検討するにあたり、マンパワーが不足していたため、どのように協力体制を構築するか等を検討しました。また、**白山市**では、近隣のFIT発電所建設計画との協力体制を構想しています。

黒部市や**白山市**では、伐採箇所を検討するにあたり、素材を搬出できる作業道があるか、森林経営計画を策定できるか、森林所有者等への意向調査を実施しました。

◆ 検討内容（川中）

❖ 燃料の調達と製造

燃料製造機器（チップパー等）の高額な機器を使用する場合、どのようにスケールメリットを得るかが重要となります。

近隣地域も含めた機器のシェアを検討するか（**広域連携**）、燃料製造量を増やす（**集約化**）など、コストダウンを検討することが重要です。

2

6

□ 近隣地域と協力

平取町では、近隣でチップ製造を実施している事業者へ原木を持ち込み、チップを購入することでチップパー等の高額な燃料製造機器への投資を回避し、製造コストを削減することを検討しています。

黒部市では、地域内で生産されるチップと周辺の製材所で生産されるチップを混合し、燃料調達コストを削減することを検討しています。

□ 周辺状況の検討

9

11

黒部市や**東広島市**では、舗装されている遊休地や既存の施設等で原木の乾燥や燃料の製造を計画し、舗装費用などの削減を検討しました。



□ チッパー動力部の多用途利用

1

夕張市では、チッパーを購入した場合、トラクターとアタッチメントを取り換え、除雪用の作業車（冬場のみの利用）として複数利用すること等を検討し、イニシャルコストの分散化を構想しています。



トラクタータイプのチッパー

10

智頭町では、2段積み可能な薪ネットを活用し、薪の製造場所の省スペース化を行い、舗装代の削減を検討しました。



一般的な薪の置き方

※POSCH社HPより
PACKFIX

検討内容（川下）

◆ 検討内容（川下）

❖ エネルギー利用

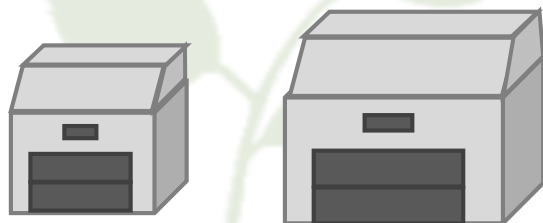
エネルギー利用側では、初期段階にエネルギー利用先や設備を導入する主体を決定することで、事業化までのスピードを早めることができます。

事業性を判断するには、①ボイラー導入効果の共有、②意向調査（導入施設の検討）、③エネルギー需要量の調査（総量・シミュレーション）、④設備導入場所の検討、⑤コスト試算の流れで検討を行う必要があります。

□ イニシャルコストの削減

3 **鹿角市**では、宿泊施設の熱需要量全量を賄うのではなく、ボイラーの適正規模を検討し、イニシャルコストを削減し、ボイラーの運用ノウハウを蓄積しながら事業を拡大していくことを検討しています。

- 代替率95% 7,500万円
- 代替率60% 5,200万円



P.32

□ ボイラー導入効果の共有

9 **鳥取市**では、地域の交通網の拠点となり集客も見込める道の駅に薪ボイラーを設置することで普及啓発効果や波及効果の拡大を目指しています。

□ 設備導入主体の検討

6 **黒部市**や**智頭町**では、事業実施主体が民間会社であり、ESCO事業としてボイラー設置・運用を実施し、エネルギー供給量に応じた料金やメンテナンス費用等による利益を得ることを検討しています。

1 **夕張市**では、RHI（熱エネルギーの長期固定価格契約）を採用し、地域内のエネルギー事業者と共同での事業計画を構想しています。

エネルギー事業者

- ボイラの設置・運用
- 燃料チップ製造
- 熱の販売

長期固定価格契約 (RHI)

売熱

エネルギー代

公共施設（夕張市）

公共施設指定管理者

- 熱の購入・利用

夕張市での構想

◆ 段階的な取り組みの拡充

3

黒部市では、地域の森林の作業道が整備されていないことから、周辺の製材所等から燃料を供給してもらいながら、道を整備し、材を少しずつ活用していく方針を検討しました。

2

8

平取町や関市では、初期段階は原木を地域外のチップ業者へ持ち込み、チップ製造後に地域内にチップを供給することを想定しています。

3

鹿角市では、最も経済効果のある規模のボイラーを導入するのではなく、規模を下げたボイラーを導入することで、①イニシャルコストの削減、②ボイラーを小規模に運用しつつノウハウを蓄積することを検討しました。

【木材供給体制の強化】

集約化：路網整備
広域連携：林内整備（燃料用材収集）



燃料用材の供給

【燃料製造体制の強化】

集約化：土場の共有
広域連携：燃料製造機器の共有



共有土場へ

燃料の供給



燃料の代金



様々なエネルギー利用



マテリアル利用



9

鳥取市では、当初、燃料用材を供給するのは自伐グループのみの計画でしたが、自伐グループと森林組合が土場を共有し、将来的に協力しながら燃料供給だけでなく、作業道の整備、機器の共有を実施できる連携スキームを検討しました。

4. 低コスト化の事例



◆ ボイラー導入費用の削減

❖ 北海道上川町

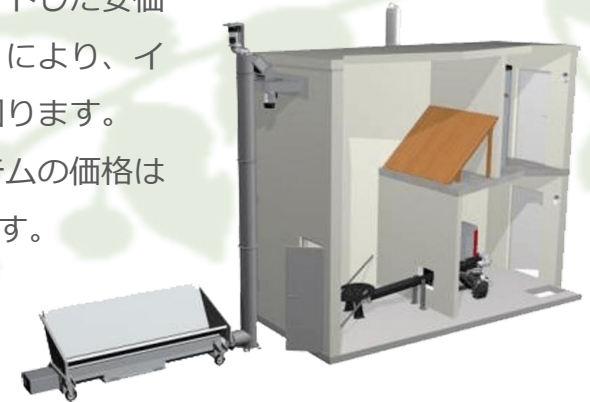
株式会社小椋組

- 上川町地域資源利活用推進協議会が主体となり、地域の林地残材等をエネルギーとして利用するチップボイラーを株式会社小椋組に導入しています。

設備導入年：平成29年
 施行者：北日本ボイラ(株)
 導入ボイラー規模：50kW（チップ）
 総事業費：970万円（地元会社からの協力）

□ コンテナユニット型システムの導入

- コンテナ内にボイラー室と燃料貯蔵施設（チップサイロ）をセットした安価なシステム（ユニット式）により、イニシャルコストの低減を図ります。
- コンテナユニット型システムの価格は、およそ600～800万円です。



❖ 石川県白山市

一里野高原ホテルろあん

- 白山市の山奥の温泉街にある宿泊施設に、薪ボイラーを導入しています。既存のボイラー室内の空いているスペースに設置したことで、建屋工事費用や配管工事費用を削減しました。

設備導入年：平成30年
 施行者：ウッズスタジオ株式会社
 導入ボイラー規模：50kW（薪）
 総事業費：600万円



ボイラー導入費用の削減

❖ 山梨県北杜市

レイクウッドゴルフクラブ

- (有)藤原造林が主体となり、山梨県のゴルフ場にチップボイラーを導入しています。初期段階から地元協議会、事業者、設計者、工事業者を含めて話し合いを行い、合意形成を得ました。これにより、施設内の遊休地を活用し、工事費用、建屋費用等を削減し、低コスト化を実現しました。



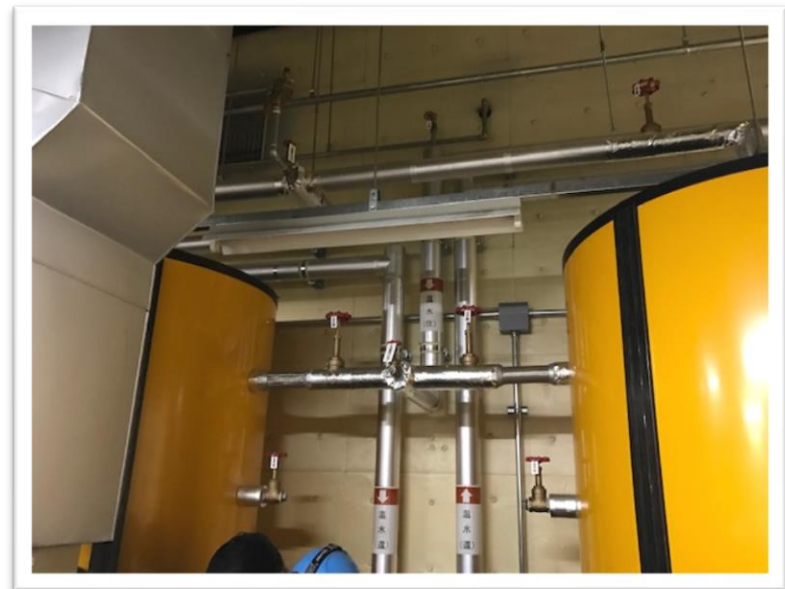
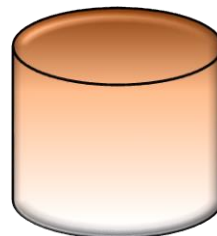
設備導入年：平成29年
施行者：(一社) 徳島地域エネルギー
導入ボイラー規模：50kW×5台（チップ）
総事業費：4500万円

□ 小型ボイラーの多缶設置

- 伝熱面積の小さな簡易ボイラーを複数使用し、ばい煙の測定等の管理コストの削減に成功しました（規制がないボイラーの多缶設置は、化石燃料ボイラーの最近の少コストのトレンド）。
- 小型ボイラーは本体のまま、輸送コンテナで輸入することができ、設置時の組み立てが不要なことから、工期の短縮、コストの削減ができます。

□ 蓄熱タンクの工夫

- 計6t（3t 2台）の大きな蓄熱タンク（温度成層型）を使い、木質バイオマスエネルギーの代替率100%を、安価に達成しました。
- タンク内に高温水層部分と低温水層部分の二層の温度成層を形成することで、効率よく熱供給を行うことができます。



❖ 富山県黒部市

立山黒部ジオパーク交流施設 わくわく広場「うなジオ」

- 黒部市宇奈月温泉で「山岳・温泉エコリゾート構想」より、地域資源を活かした未利用エネルギーの利活用を目的に、薪ボイラーを導入し、産業廃棄物として毎年処理されている黒部川水系の流木を活用しています。



□ 蓄熱タンクの多缶設置

- 蓄熱タンクは場合によっては、大きいものを設置するよりも、左の写真のように小さい汎用品を複数設置することで、建屋の工事費用等を削減することができます。
- トータルでコストが削減できるかどうか非常に重要です。

❖ その他

□ 発注方法等について

ボイラー導入にあたっては、可能であれば複数のボイラー会社に見積もりを取り、適正な価格を判断することが望ましいです。

工事発注については、右の状況に応じて分離発注等を行い、コストダウンを検討することができます。

■ 一括発注方式

最も一般的な発注方法であり、工事発注者と窓口となる業者の間で、工事請負契約が締結されます。そのため、工事上の管理、下請け工事会社の管理、瑕疵保証、工事代金管理等のすべての付帯業務を委託する形となります。

■ 分離発注方式

その他の発注方法は、各種専門の工事会社へ分離で発注する「分離発注方式」等があります。工事上、必要とされる工事に関して、その工事を専門で行なっている工事会社へ直接工事を依頼し、工事を進めていくことになり、発注者自体にも知識が求められます。

◆ 配管工事費用の削減

❖ 最上町（地域熱供給）

医療・福祉施設「ウエルネスプラザ」

設備導入年：平成28年
導入ボイラー規模：240kW



□ 配管をシンプルに

● 配管敷設費用の低コスト化

欧州の思想・機器を積極的に活用し、配管径の縮小、放熱ロスの低減を図っています。

● 他事業との一体的な導入

移住促進を目的とした集合住宅・戸建住宅の整備とあわせて、木質バイオマスボイラーと熱供給網を一体で整備しました。

❖ 福岡県久留米市（地域熱供給）

「田主丸中央病院」での健康増進施設、
介護老人保健施設への熱供給

設備導入年：平成21年
ボイラー導入規模：550kW（チップ）
配管の長さ：880m
総事業費：9,618万円
（ボイラー導入、建屋等も含む）

□ 配管を埋設せず架空に

温水を供給する配管を埋設せず、架空に配置することで、低コストでの施工を実施できました。

温度のロスや車両動線等に配慮する必要がありますので、実情に合わせて検討する必要があります。



◆ 民間事業者によるエネルギー供給事業の実施

❖ 自社での設備導入

高山市では、地域の工務店が、製材時に発生する端材を活用し、チップ製造およびボイラー運営を行い、温浴施設へエネルギー供給しています。

工務店が設備施工、燃料調達、維持管理をすべて請け負い、施設の所有者である自治体からは供給した熱量分の料金を受け取る仕組みとなっています。

自社で設備導入を実施することで、間接費などの削減につながり、事業全体でのコスト削減を図ることができます。ただし、事業者が熱供給事業を実施する上では、資金調達など、多くの努力が必要となります。



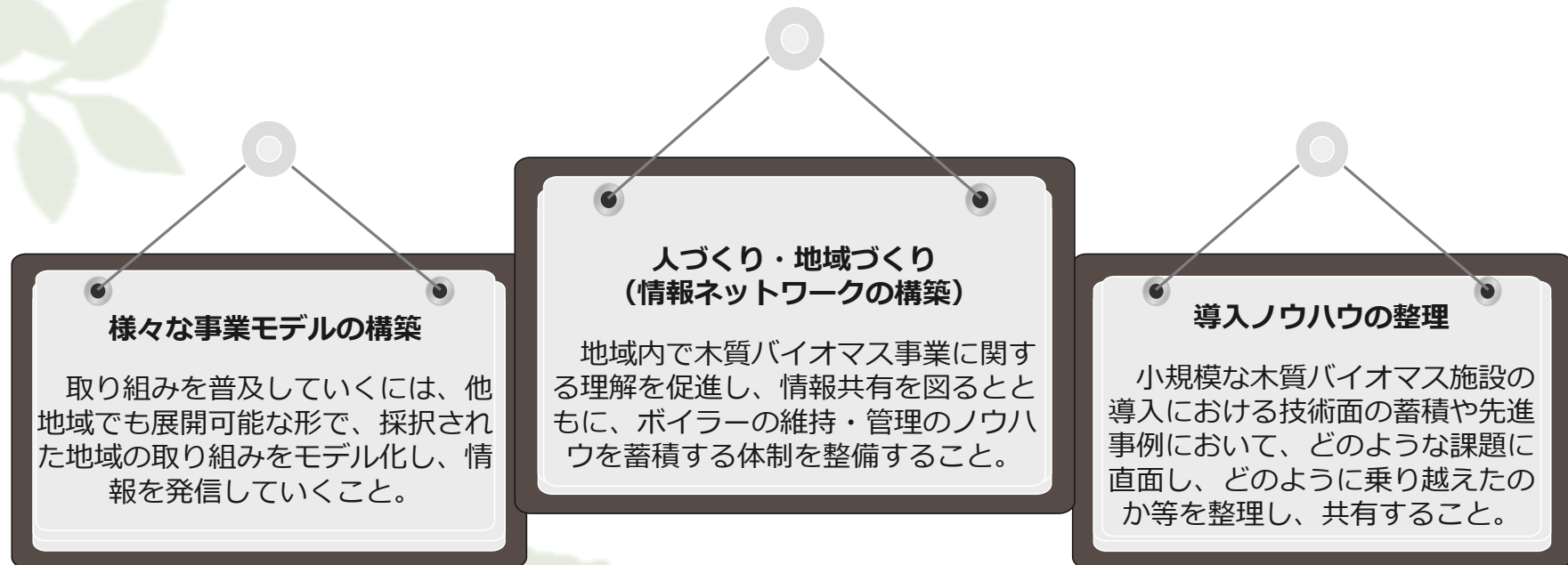
高山市での取り組み

◆おわりに

平成29年度から実施している「地域内エコシステム」の構築事業では、事業の実施を通して、様々な課題が見えてきています。これらの課題に対しては、順応的に取り組むことが重要ということがわかってきました。

各地で小規模な木質バイオマスエネルギー導入の様々な取り組みが行われていますが、普及が進まない理由の一つに情報共有がなされていないという点が挙げられます。本リーフレットで紹介した取り組み事例を参考に、事業を進めていくための一助になることを期待します。

今後は、①**地域主導型の事業構築**、②**事業性の確保**といった観点を重視して、事業を進めていく必要があります。このため、「地域内エコシステム」のより一層の普及促進につながるように、下記の観点での取り組みを実施することが重要だと考えられます。



メモ欄

ゼロからはじめる「地域内エコシステム」 ～木質バイオマスエネルギーの小規模利用の導入に向けて～

平成31年3月発行

一般社団法人 日本森林技術協会（作成）

〒102-0085 東京都千代田区六番町7 番地

電話 (03)-3261-5281 (代表)

FAX (03)-3261-3044

株式会社 森のエネルギー研究所（協力）

〒205-0001 東京都羽村市小作台1-4-21

KTDキョーワビル小作台3F

電話 042-578-5130

FAX 042-578-5131



 一般社団法人日本森林技術協会
Japan Forest Technology Association