



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

リーフレットについて

本リーフレットは、2019年度林野庁補助事業「地域内エコシステム」構築事業の実施に基づいて、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る地域循環モデルの普及を目的としてとりまとめたものです。今年度支援対象となった地域の取り組みをご紹介します。



「地域内エコシステム」は、平成29年度に経済産業省と林野庁の共同研究会で定義されました。本事業は、昨今の大規模な木質バイオマス発電施設の増加に伴い、原料の安定供給が課題となりつつある状況を脱却し、地域の実情に沿い、持続的に森林資源を有効活用する小規模な木質バイオマスエネルギー利用と森林整備に資する仕組みづくりに向けた支援を行うものです。

採 択された地域の方々が主体となりつつ協働で取り組むことで、事業終了後も持続的に運用できる体制づくりを目指しています。

小規模な木質バイオマスエネルギーの導入にあたっては、地域内のキーパーソンの存在が非常に重要となります。

本リーフレットでは、支援対象となった地域の方々や先進的に取り組んでいる地域が、木質バイオマスエネルギーを導入することで、地域社会への貢献に向けて、どのような“ヒト”がどのような思いで取り組んでいるのかを紹介します。

木質バイオマス事業に関心を持つ方々の理解促進と普及に向けて参考にしていただければ幸いです。

地域内エコシステムの構築には、地域関係者の参画が必要



こんな
方々に

地域外への資金流出を防ぐ

地域への収入



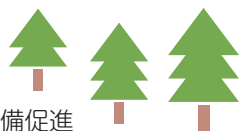
給料
観光による収入
年金

教育費
外食費

エネルギー代

地域外への支出

林業の活性化



✓ 森林整備促進

✓ 雇用の促進とライフスタイルの提案



地産地消で地域に貢献

✓ ボイラーが既に入っていれば、大きなハードルをクリアしている。

✓ ボイラーの運用方法を工夫すれば、地域への波及効果を高める可能性がある。



地域資源で 再生エネ利用促進

SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS



防災対策

✓ 災害時の避難所や地域拠点での熱源・電源確保
✓ 災害時レジリエンスの向上のための支障木の受け入れ・活用のしくみづくり



- 皆が目指したいと思えるビジョンづくり
- ボイラー運用ノウハウ
- どんな“ヒト”が活躍しているのか

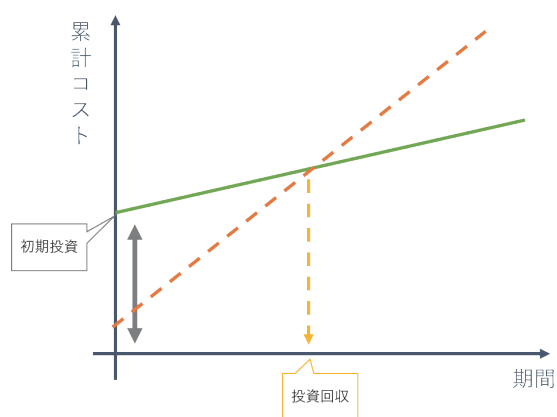


木質バイオマスエネルギーの利用

考え方

一般に木質バイオマスボイラー利用により、化石燃料を使用するよりも安価に燃料を調達することができます。高額なインシヤルコストに対し、化石燃料を使用したときの燃料削減費用との差額でメリットを生み出し、投資回収を目指します。

ランニングコスト、投資回収のイメージ



木質バイオマスエネルギー利用にあたって

木質バイオマスエネルギーの利用には、地域の実情にあった安定供給可能な燃料と適切な木質バイオマスボイラーを選定する必要があります。ボイラー機器の種類はチップ用、薪用、ペレット用にそれぞれ分かれます（一部兼用あり）。チップ用と薪用のボイラーは左のようなタイプの違いがあります。

それぞれの特徴に応じた木質バイオマス利用計画を検討しましょう。

木質バイオマスボイラーの導入にあたっては、供給する燃料の形状や水分状態、樹種などの諸条件のほか、燃料投入の手間等を考慮して、ボイラー機器を選定する必要があります。

機種	準乾燥チップボイラー	生チップボイラー
ボイラーのイメージ		
対応チップ	準乾燥チップ	湿潤チップ～生チップ
チップ水分	最大40%	最大55%
出力	～300kW/台	100kW～数千kW/台
メリット	比較的安価 On-Off運転可能 煙の発生が比較的少ない	高水分で多様な燃料を燃焼可能 大規模需要にも対応
デメリット	チップや原木の乾燥工程が必要 ボイラー出力は小規模	比較的高価 On-Off運転不可 煙の発生が比較的多い

機種	薪ボイラー（短尺用）	薪ボイラー（長尺用）
ボイラーのイメージ		
対応薪長さ	60cm程度まで	1m程度まで
薪水分	30%以下	30%以下
出力	～80kW/台	～170kW/台 ※大型の機種もあり
メリット	家庭用クラスの熱需要に対応。 ストーブ用に流通している薪が使える。	施設の暖房・給湯クラスの熱需要に対応。 製造コストの安い長尺・針葉樹薪が使える。
デメリット	流通している薪は高い（→自給自足向き）	長尺薪は地域で新たに製造体制を作らなければならない。 薪くべの作業負荷がかかる。

燃料調達～製造までのコストの考え方《例》

200tの燃料製造
50%生木
30%乾燥

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%)

原料調達
原料は間伐由来を想定すると、一般的な取引価格はト当たり5,000円～7,000円です。しかし、含まれる水分が多いため、乾燥させる必要があります。

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

小型チップーの場合

1.5t/h(水分30%)の製造効率

3～6t/人日

1,500～4,000円/t

人件費
薪製造の場合とチップ製造の場合とでは、人手がかかる点で違いがあります。チップーを導入する場合は、稼働率を高くすることが望まれます。

資本費

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

機器類の設置

小型チップー(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

資本費
薪製造の場合は、ハンドリング資材や玉切り作業に係る費用等が、チップ製造の場合には、チップー費用をどう工面するかがポイントとなります。

消耗品費

燃料費

1,000円/t

燃料費

チップー刃メンテ費

600～1,000円/t

消耗品費
燃料製造機器や重機の利用においては、化石燃料が必要となります。効率的に作業を実施して、重機の稼働時間当たりの燃料生産量を高める工夫も重要です。

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

製造コスト
比較する燃料種によつて異なりますが、A重油価格に対し、競争力のある価格とすることで木質バイオマス利用の導入に合意が得られやすくなります。

目次



01

地域内エコシステムとは……………7

- ▶ 地域内エコシステムとは
- ▶ 目指すところ



02

採択地域の取り組み……………13

- ▶ 採択地域では
 - ▷ 取り組みの概念
 - ▷ 取り組みのエッセンス



03

先進地域の取り組み……………39

- ▶ バイオマスエネルギーの普及に向けて
- ▶ 取り組んでみてわかった課題等



04

今後の展望……………52

- ▶ 進化する林業機械
- ▶ 国内外の潮流
- ▶ 地域熱供給について



01

地域内エコシステムとは

- ▶ 地域内エコシステムとは
- ▶ 目指すところ

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利用により、森林資源を地域内で持続的に循環させる仕組みです。

この取組により、地域での森林資源を持続的に活用し、エネルギーの地産地消により資金流出を防ぎ地域の活性化を目指します。

- ✓ 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

ヒト

地域資源を活用してエネルギー利用する構想は、中山間地域にとって理想的な取り組みです。しかし、実際に事業化に至るためには地域内で主体的に取り組むことができる“ヒト”の存在が非常に重要です。

ビジョン

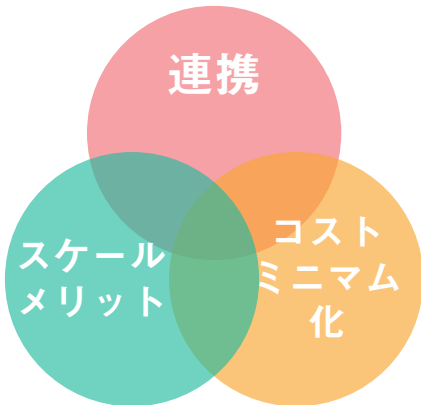
こういった“ヒト”を増やしていくためにも、地域の方々が主体的に取り組みたいと思えるような“ビジョン”を掲げ、それを達成するためのツールとして小規模な木質バイオマスエネルギー利用を位置づけることが重要となります。

ぜひ、地域住民の方々がワクワクするような、ビジョンを掲げ、木質バイオマスエネルギー利用を計画し、地域の自立的な取り組みを始めましょう。

ではなく
しています。



考え方の要素



サプライチェーン構築の要素



“木やエネルギーに付加価値を”

地域内エコシステムの 目指すところ

木

質バイオマスエネルギーの小規模サプライチェーンの構築と持続的な運用にあたっては、地域の実情や目指す方向によって様々ですが、利用する木を調達するコストや、燃料製造設備・エネルギー設備が高額なため、①実施者の負担を減らす等の連携体制の構築や、②設備の稼働率を上げる等のスケールメリットの獲得、③コストのミニマム化等の取り組みを合わせ、事業の付加価値を高めることが必要不可欠です。

エコシステムという言葉は、近年では、ビジネス用語としても使用されています。その背景としては、新たな事業の立ち上げを単独で行うのが難しくなり、既存の業種や業界といった枠を超えた形での互助的な関わりが不可欠になってきたことが挙げられます。中山間地域では、自然資源（リソース）は多くありますが、人的資源（プレイヤー）が限られています。この課題を克服するため、多くのプレイヤーが自分たちの得意とする領域の技術やノウハウ、知見を持ち寄って事業を発展させていくというのが、地域内エコシステムの基本的な考え方になります。協業によって限られた人的資源を活かし、地域への波及効果を大きくしていく事を目指しています。

現在事業化されている木質バイオマス事業の中には、川上から川下までの一統型（垂直統合型）のシステムを構築して成功しているケースもありますが、そのシステムの中に地域内の協働者が参画することで、エコシステムの構築を目指すことができます。自然界の生態系とは異なり、プレイヤー間の調整なしにはエコシステムは形成されません。本事業では、こういった調整の場を作り、主体的に取り組む土壌づくりを実施しながら、中核となるプレイヤーが、それぞれのプレイヤーがどういった技術、ノウハウ、想いを持っているかを把握し、他のプレイヤーをコーディネートすることで価値を生み出す仕組みをつくることをサポートしています。



木

質バイオマスエネルギーを地域に導入することは簡単ではありません。燃料となる木を調達する人、燃料を製造する人、エネルギーとして利用する人、取り組みを主体的に進めていく人等が重要となるほか、ノウハウを蓄積していくプレイヤー、高額な設備の工面や設備運用に関する専門知識等、求められることは多くあります。

また、全国に点在する中山間地域では過疎化等の共通する課題が多い中、人間関係や周辺状況等の実情は様々です。こうした実情を

鑑みながら木質バイオマス利用をツールの一つとして、地域の将来を考えて動いていく必要があります。知識が豊富な専門家がいれば、導入が進むわけではなく、地域の方々が主体的に参画することができる仕組みづくり・地域ビジョンづくりが重要となります。

地域内エコシステム構築事業では、地域づくり・人づくりをキーワードに、木質バイオマス利用を通してどのように地域ビジョンを達成するのかをサポートしています。



TOPICS

小規模木質バイオマスサプライチェーンに工夫を

地域内で連携を

事業を運用していく事業実施者をどのように構成できるかが重要となり、実施にあたってのハードルを下げる必要があります。共通認識となるビジョンを達成するために、地域内の協働主体をメンバーとするなど、川上から川下まで一体的に取り組む体制を整えることで、地域に根ざした事業を形成することができます。



どのように原料を調達するか

間伐材を山から伐り出して燃料とするシステムは、小規模需要の場合、採算性がとりにくい場合があります。このため、①既存の流通システムと競合しない地域内で利用するための流通の形成、②支障木処理など地域で課題となっている未利用材の利用、③製材端材の利用、④ミニマムな伐出システムの導入等を組み合わせて必要となる原料を確保するように検討しましょう。



どのように燃料を製造するか

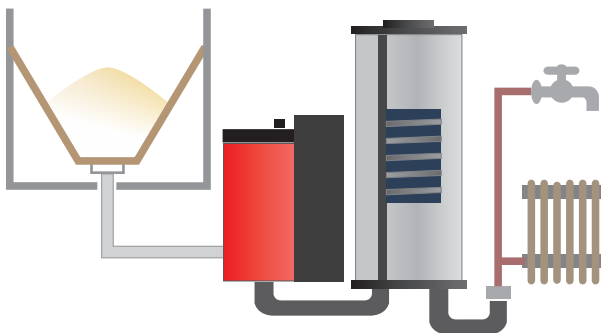
小規模な木質バイオマスエネルギー利用においては、乾燥した良質な燃料を製造する必要があり、エネルギー利用する施設の近隣に乾燥させるための敷地を確保する必要があります。

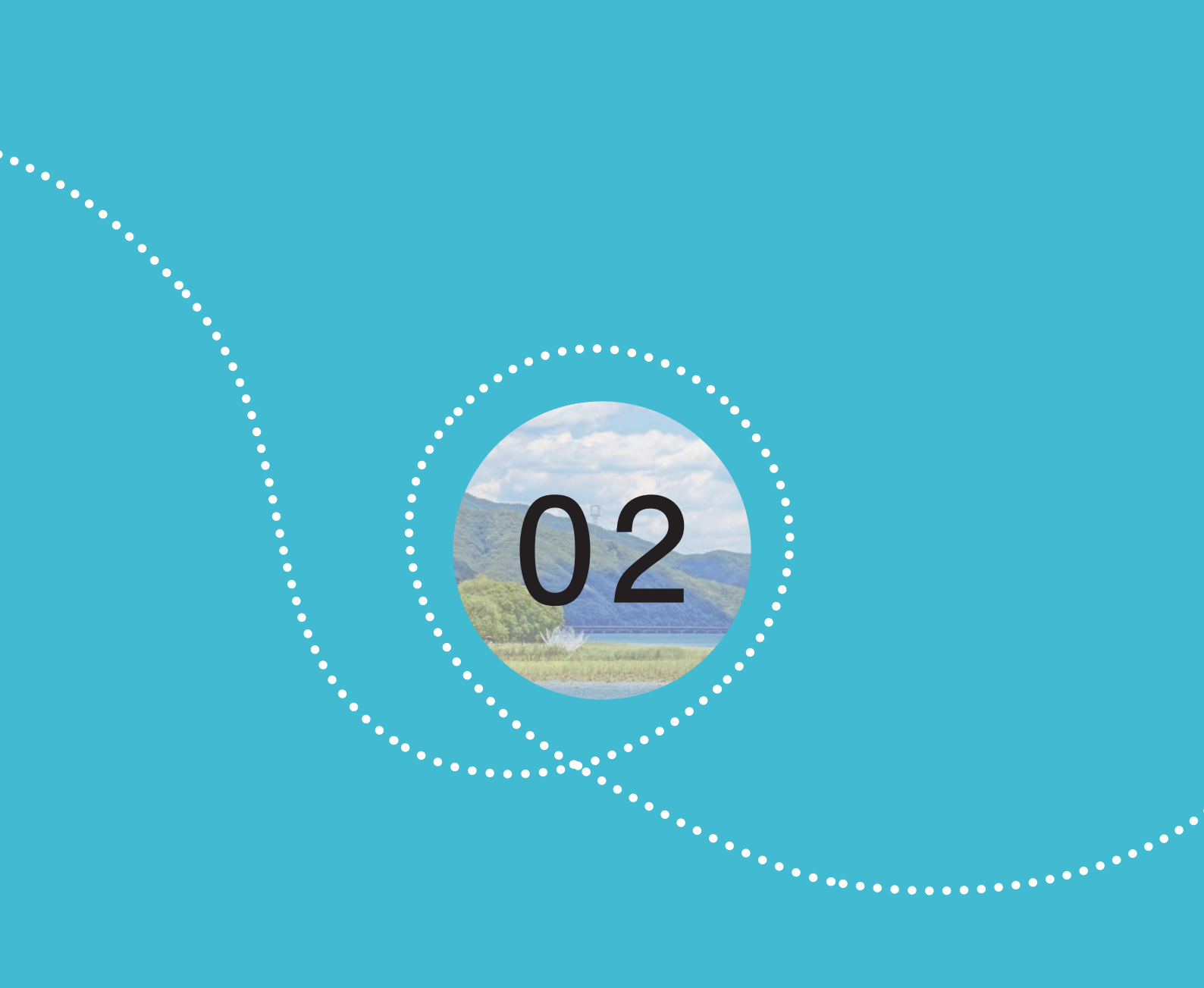
- ・薪の場合：人件費や手間がかかりますが、人件費の支払いは地域内への資金還元ととらえることもできます。
- ・チップ・ペレットの場合：高額な製造設備をどう工面するかが重要となります。

どのようにボイラーを導入するか

木質バイオマスボイラーは高額であるため、どのように設備工事費を下げるかが第一の検討ポイントとなります。小規模なボイラーを導入し、蓄熱タンクでカバーできるかどうか（エネルギー利用施設の熱需要の推移の把握が重要）、木質バイオマス設備に詳しい人材が設計を行う、燃料製造する団体が設備導入し、熱料金を回収する熱供給事業等を展開することで、マージンを除いた工事を実施できます。

また、ボイラーの運用において地域内で連携し様々な工夫や改善を続けることで、計画以上の波及効果が生まれることがあります。





02

地域内エコシステム構築事業 採択地域の取り組み

▶ 採択地域では

▷ 取り組みの概念

- スキーム
- ビジョン

▷ 取り組みのエッセンス

- 連携を
- スケールメリットを
- コストのミニマム化（削減）を
- 付加価値を

採択地域では



“ビジョンづくりが重要”

事業

業化にあたって、重要となるのはビジョンを定めることです。事業の初期段階では利益や雇用創出効果

もさほど大きくないので、最終的に達成したいビジョンの第一歩として位置付け持続的かつ順応的に事業を実施するという意識で取り組みをスタートさせるとよいでしょう。

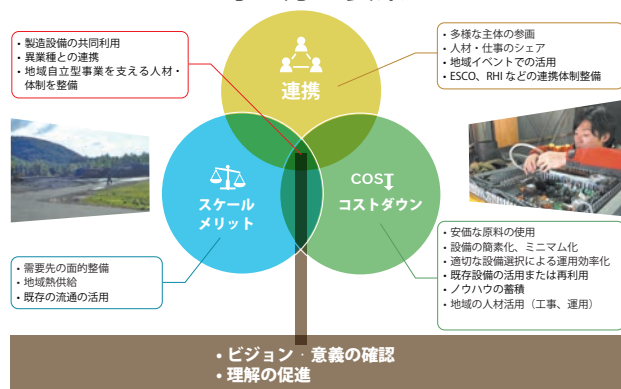
日本では、小規模な木質バイオマスエネルギー利用は普及率がまだまだ低く、様々なトラブルが発生することもあります。これを乗り越え、工夫しながら事業を実施していくためには、事業関係者及び地域の方々が「面白い」、「協力したい」と思えるようなビジョンを共通目標とし、地域内で様々な実施者が連携してリスクを分散・ハードルを下げる等の持続的な事業化にむけて主体的に取り組む体制づくりが重要となります。

今年度は民間事業者からの申請も含む全国15地域が採択されました。

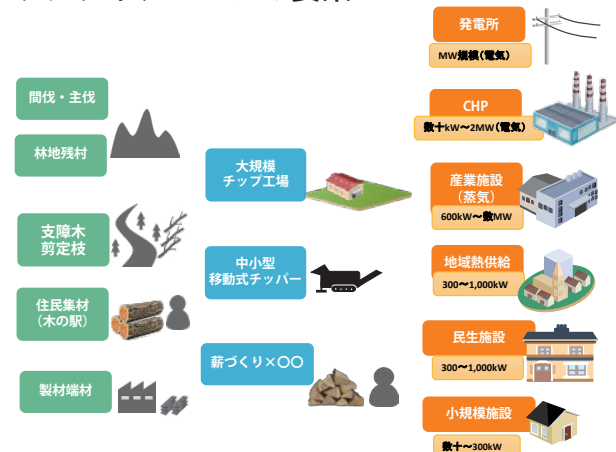
採択地域

北海道池田町、北海道津別町、秋田県鹿角市、岩手県花巻市、福島県東白川地域（3町1村）、富山県黒部市、岐阜県下呂市、滋賀県日野町、奈良県天川村、鳥取県鳥取市、鳥取県若桜町、広島県東広島市、香川県東かがわ市、熊本県山江村、鹿児島県枕崎市

考え方の要素



サプライチェーンの要素



事業化にむけた取り組み

木質バイオマス利用設備はまだ国内では高額であり、同様に原料の調達コストも高額です。採択された地域では、この課題に取り組むため「考え方の要素」に「サプライチェーンの要素」をかけ合わせることで、生産するエネルギー以上の価値を生み出す取り組みを進めています。

スケールメリット

小規模な木質バイオマスエネルギー利用のために原料を伐り出す計画では、搬出コストが高止まりし、安定的な供給が困難となる場合があります。このため、既存の木材流通があり、運搬費を削減できる等のメリットがある場合は、この一部を地域内への流通へとシフトさせ、利用することを計画することが現実的な計画と言えるでしょう。

また、エネルギーの需要施設が多ければ、燃料製造にあたって単位製造量あたりの製造コストを下げる事ができます。地域内に人材をどのように育成するかも考慮して長期的にバイオマスエネルギーの導入計画を検討することで、最終的に事業性を担保した事業を形成することができます。

連携

小規模な木質バイオマスエネルギー事業を持続的に実施するためには、様々な主体による協力関係を構築し、連携しながら事業を実施することでリスク分散・ハードルを下げるほか、付加価値を生むことができます。このため、地域内エコシステムの構築事業では、地域協議会をベースとした調整の場で調査結果を公開し、協議しながら合意形成やアイデア出し等を行っています。

コストダウン

導入対象の施設では、地域の実情を鑑みて様々な方法でコストダウンを検討しています。例えば、設備の簡素化や既存の設備を活用することなどを検討するとよいでしょう。新規に小型チップパーを導入する場合は、地域全体で利用し、コストの分散化を図るといったことなども重要となります。

使用する原料については、間伐・主伐由来の原料だけではなく、比較的安価な製材端材等も取り入れることを検討しています。

さらに、実際に事業に取り組んでる地域への視察も重要です。運用の過程で得られたノウハウは作業の効率化等において、重要な知見となります。

次ページでは、事業モデル化の目安についてご紹介します。

事業モデル

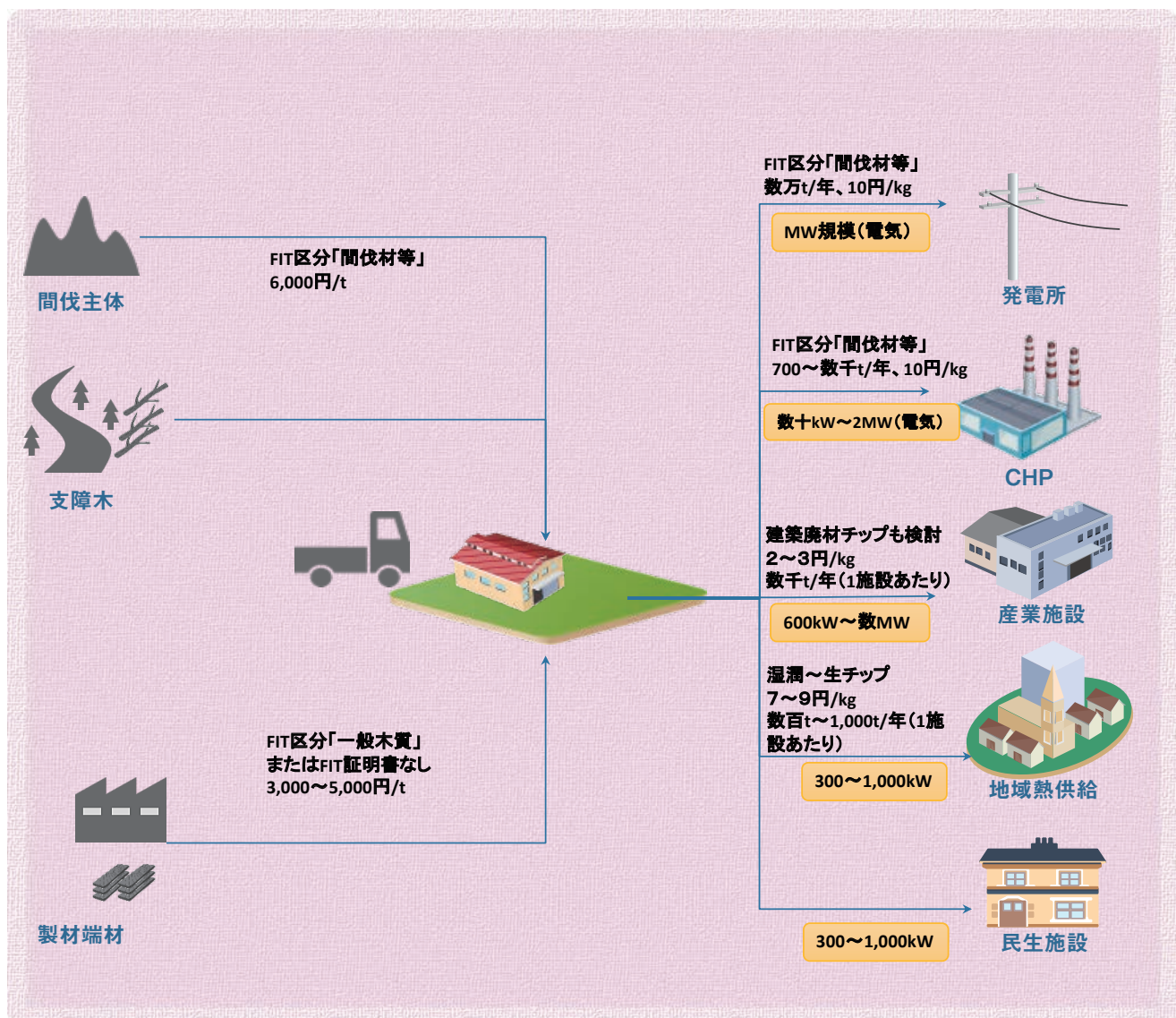
チップ × 大規模工場

- ・【連携】【スケールメリット】【コストダウン】

FIT 発電所向け等の大規模チップ工場から調達（または製造委託）

- ・【コストダウン】

発電向けは FIT 「間伐材等」 区分だが、熱利用には FIT 「一般木質」 区分を利用
乾燥させたチップの分別管理が難しいため、湿潤～生チップの供給となりやすい



チップ (移動式チッパー)

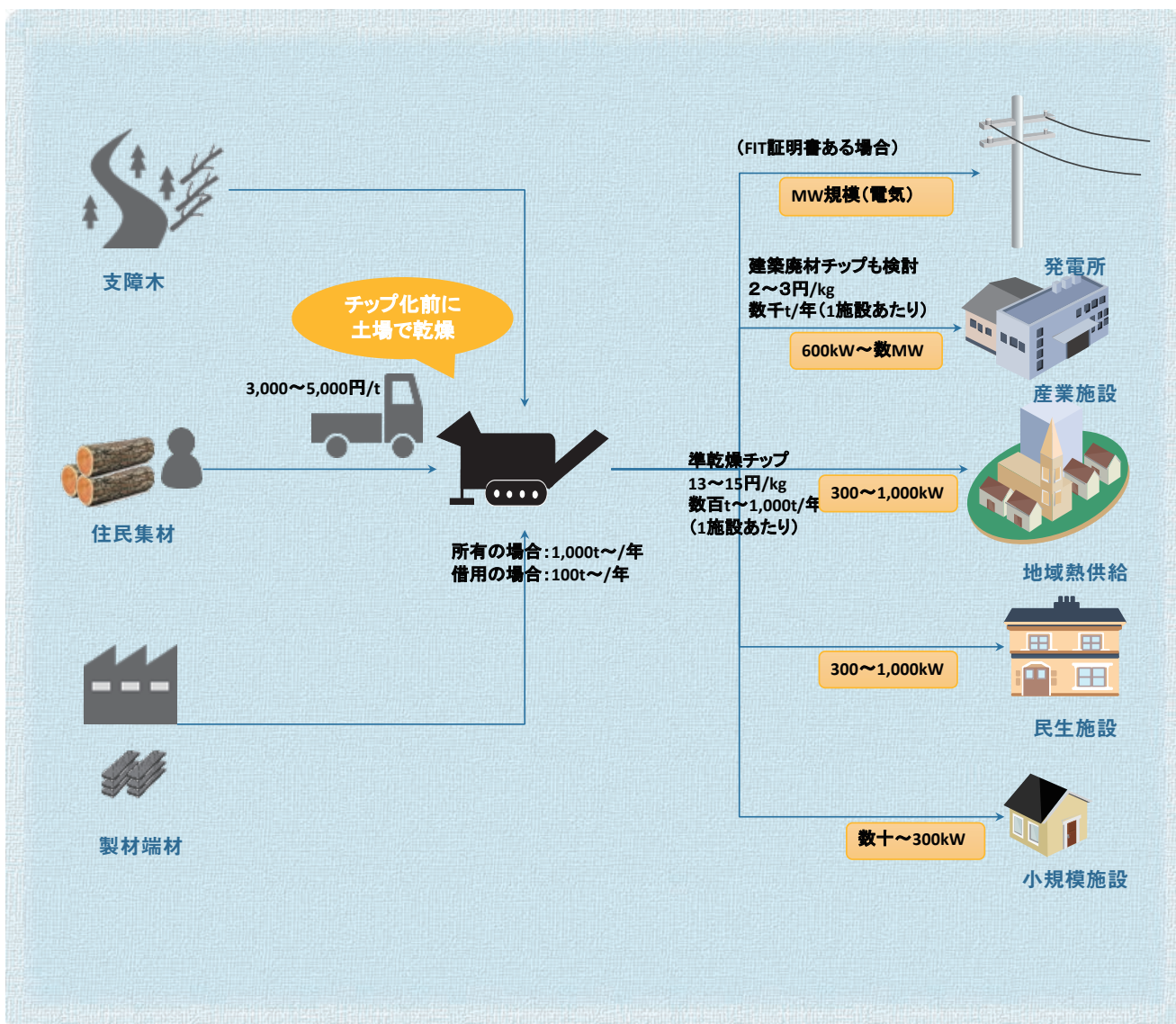
・【連携】【スケールメリット】

中小型の移動式チッパーを地域で共同利用

・【コストダウン】

FIT と競合しない安価な原料を利用

チップ化の前に土場で自然乾燥させることで、準乾燥チップが供給可能
ボイラー側を様々な工夫でコストダウンしやすい



事業モデル

薪 × 住民参画

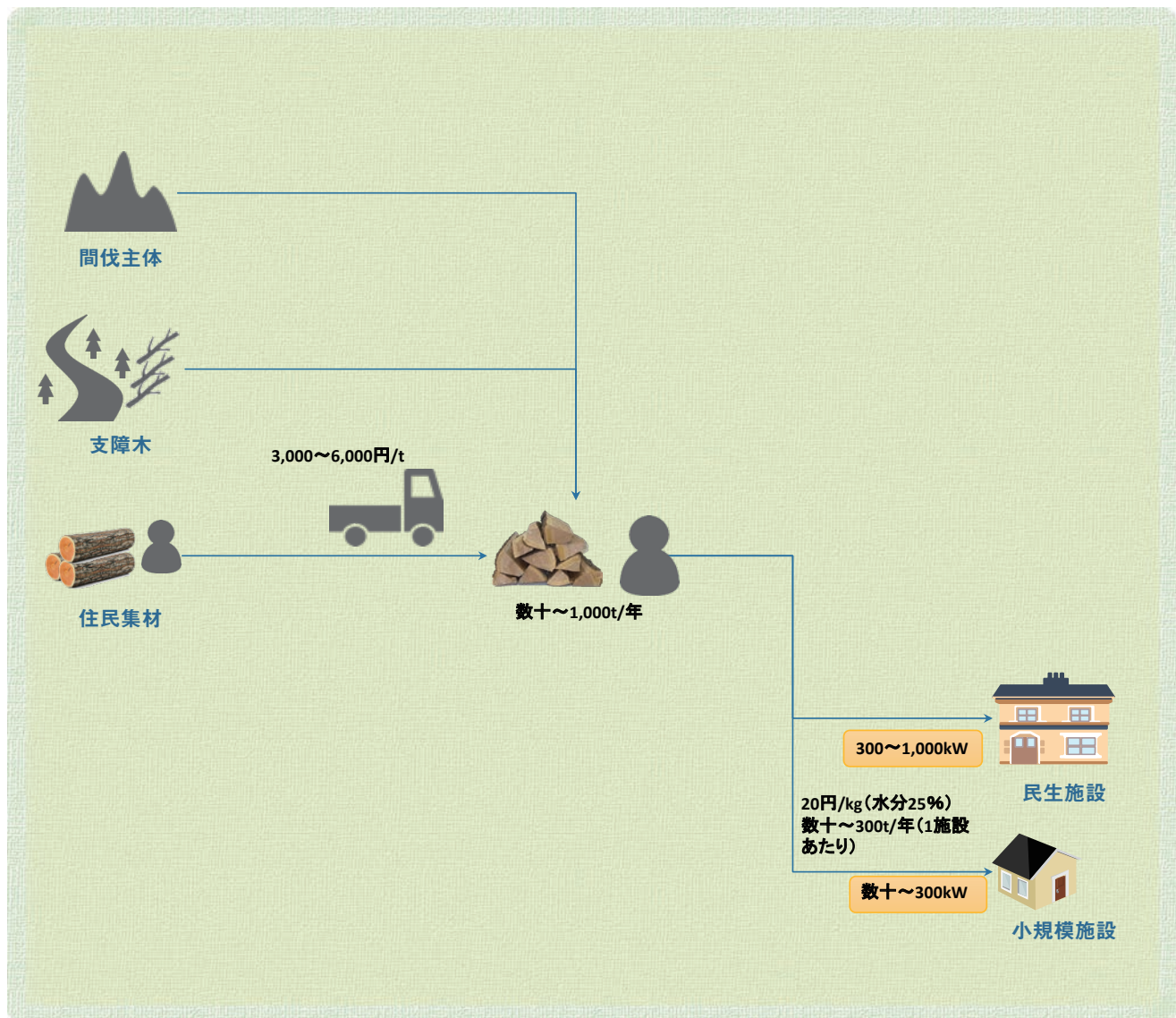
・【連携】

地域内連携を活用して薪づくりを行う

・【連携】【コストダウン】

原料はなるべく地域内で安価に確保

薪ボイラー施設も DIY 等の工夫を取り入れてコストダウンを目指す



TOPICS

薪とチップ・ペレットでは、それぞれ特性が大きく異なります。地域の実情に鑑み、どの燃料でエネルギーを生産していくのか考える必要があります。

「他の業種との協働がしやすい」

薪を作る&ボイラーに投入する作業は専門知識や技能をそれほど必要とせず、様々なヒトに参加してもらうことが可能です。

様々な社会的な価値を生み出し、地域社会参画型の事業とすることで、エネルギーとしての価値以上のメリットを地域にもたらししてくれます。

薪



「人手がかからない」 & 「波及範囲が広い」

チップ・ペレットの製造は製造機器を整備することで、比較的人手がかからず燃料製造を実施することができます。中山間地域等で人手が足りない地域では、インフラさえ整備してしまえば、運用自体は少ない人手で燃料製造を実施することができます。

また、製造した燃料は取り扱いが容易ですので、広い範囲で利用を考えることができます。スケールメリットを得ることができれば、大きなメリットをもたらしてくれます。

チップサイロなどの工事費が必要ですが、ボイラーへの燃料投入も自動で実施することができるため、エネルギー利用施設側の負担は少ないので理解を得られやすいです。

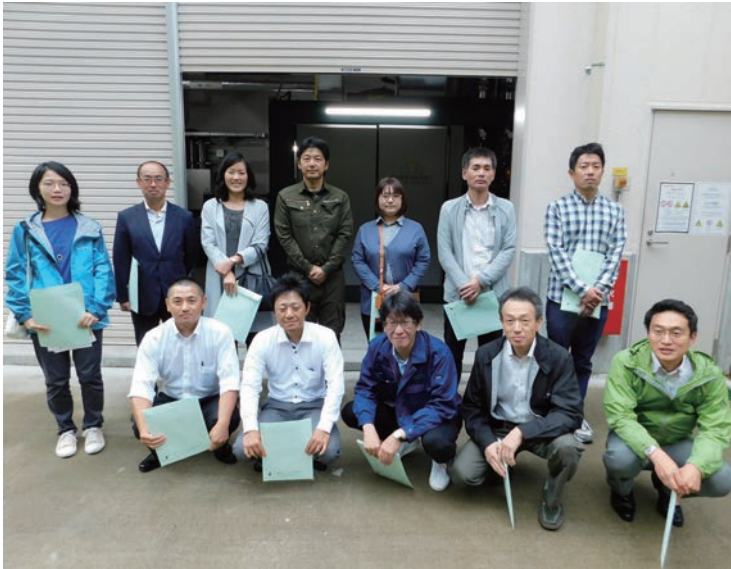
チップ



ペレット



チップ×自治体間連携 福島県東白川郡



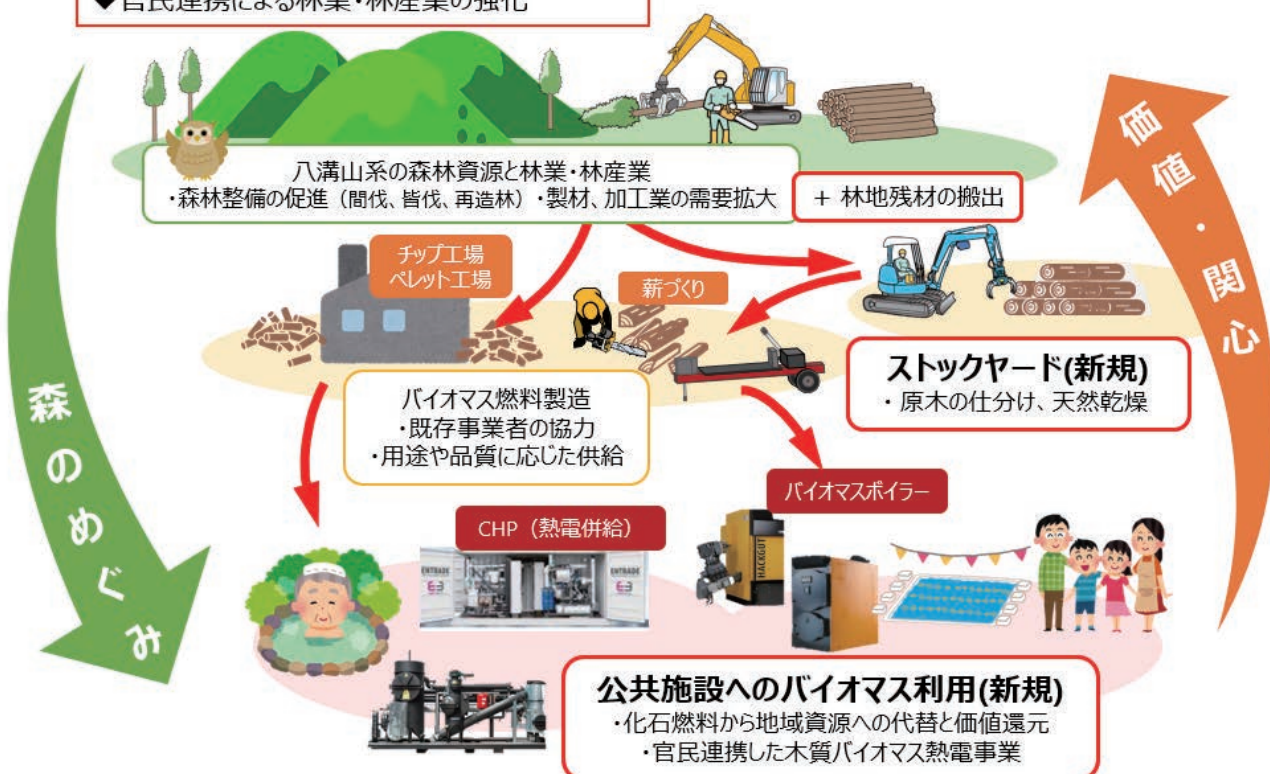
福島県東白川郡は、3町1村（棚倉町、矢祭町、塙町、鮫川村）広域連携による持続可能な森林経営モデル（奥久慈流域林業成長産業化地域構想）を目指し、その重点課題として未利用材の活用促進、森林資源の地域還元を軸に木質バイオマスエネルギーの利用に向け取り組んでいます。

森林資源が豊かなこの地域は、川上から川中までのプレイヤーが充実しており、既存の大型バイオマス燃料製造施設があるため、「地域内エコシステムの構築」の実現可能性が高い地域です。また、3町1村の連携による取り組みのため、熱需要先の候補施設が複数あり、面的に事業を展開できる可能性もあります。

本事業の目的

- ◆ 森林資源の循環、付加価値向上
- ◆ 経済価値の地域内循環の創出
- ◆ 官民連携による林業・林産業の強化

奥久慈地域林業成長化地域構想の実現 バイオマス産業都市としてのモデル化



原料の調達

東白川郡では、東白川郡森林組合や奥久慈林業協同組合らが広域的に森林整備を実施しているほか、鮫川村民による広葉樹の利用や工事業業者による支障木伐採等、原料を調達するスキームを検討しています。

エネルギー利用

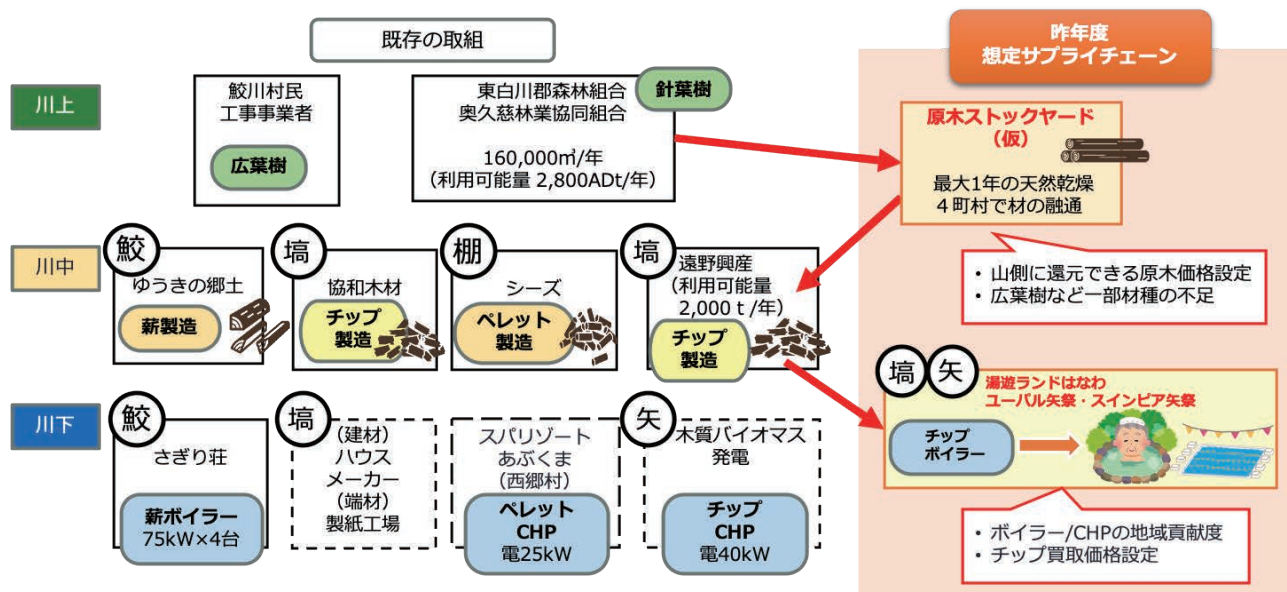
「木質バイオマスボイラー」と「木質バイオマス熱電併給プラント」の導入の可能性について比較検討しました。

その結果、年間約190万円の光熱費削減が可能であることがわかりました。

燃料の製造

湿潤チップを燃料とするボイラーと、準乾燥チップを燃料とするボイラーへの供給ルートを想定し、乾燥処理に係るコストも含めた比較を行いました。

地域で調達することができ燃料の条件により、エネルギー利用側の設備の選定につながります。



チップ×面的供給 岩手県花巻市



花巻・北上地域では、木質バイオマスエネルギー利用が進んでおり、同地域に数件事業体が存在します。一方で、それらの事業体同士の有機的なつながりは生まれておらず、富士大学の遠藤氏は「近隣地域にはチップパーが複数台導入されている。これを地域のインフラととらえられないか」と考え、地域全体に包括的に普及していくために、先導事例として富士大学を中心とした実現可能性調査を実施しています。

岩手県内では、松枯れ被害木が多く賦存しており、また現在あるチップパーなどの燃料製造機器を地域全体で有効活用し、面的な熱エネルギー供給を実施するビジョンを検討しています。

“地域インフラとしての活用を”

現状

【花巻・北上地域の木質バイオマス関係事業者】

森林活用の専門家
・林政アドバイザー(花巻市)
・森林総研東北支所研究員

素材生産事業者
・花巻市森林組合
・西和賀町森林組合
・駒山下組

チップ製造事業者
・花巻バイオチップ㈱
・遠野バイオエナジー㈱
・西和賀町森林組合

熱利用者
・富士大学
・森の電力㈱
(市内高校施設)
・駒山下組(CCRCエリア)
・駒花巻バイオマスエナジー

設備業者
・オヤマエンジニアリング㈱

協力団体
・NPO法人
環境パートナーシップいわて
・岩手・木質バイオマス研究会

行政
・花巻市農林部農村林務課
・岩手県南広域振興局
花巻農林センター

課題: プレイヤーはいるが、まだ有機的な繋がりが生まれていない

事業初期イメージ

- ・事業可能性調査(F/S調査)の実施
- ・関係者との地域ビジョンの共有、議論とブラッシュアップ
- ・先導事例として大学施設での木質バイオマス利用実現

- ★富士大学の役割
- ・全体コーディネート
 - ・議論の場づくり
 - ・事業の先導者

地域内で資源・経済循環⇒地域内エコシステム構築

最終ビジョン

- ・持続可能な森林整備
- ・マツ枯れ材の有効活用



低質材供給



地域循環経済効果



燃料供給

チップ事業者の広域連携
発電用設備のインフラ利用



多様な利用先へ面的供給
地域内でエネルギー自給



大学・高校施設

温泉施設

花巻/台/志戸平/大沢/渡り/鉛/新鉛/山の神温泉等

工業団地施設(北上・花巻) 地域熱供給(ccrcサイト)



原料の調達

花巻・北上地域では、すでに流通している材や松枯れ被害木、屋敷林伐採木、製材端材、電線支障木、剪定枝など様々なルートから木材の調達を検討しています。山土場からの搬出を想定した計画では搬出コスト等が高くなっていますが、こうした様々なルートの検討により、安価な原料の調達を実施することができます。

	発生するバイオマス	区分	利用可能性	利用可能量	備考
施業現場	山林の未利用材	林地残材（タンコロ・枝条等）	○	—	・搬出方法・コストがネック
		松くい虫被害木	○	—	・搬出方法・コストがネック ・利用の取り組みあり
		屋敷林伐採木等	要協議	要協議	・木材買い取り制度にて収集
加工現場	製材端材	製材端材	○	数百t/年	・北上市の製材所
その他	支障木・剪定枝等	電線支障木	○	要協議	・北上市の廃棄物業者
		公園・街路樹の剪定枝等	△	—	
		果樹剪定枝等			来年度検討？
		河川支障木			来年度検討？

燃料の製造

地域内のチップ製造業者全5事業体が生産余力を残しています。こうした地域の力を活用し、面的な燃料供給を行うことで、小規模需要に対応することを検討しました。

また、地域内から無償あるいは比較的安価に調達可能な原料を小型チップパーでチップ化することで、安価にチップを製造することを検討しています。

近隣チップ製造業者から

8.5円/kg（運賃込）

小型チップパーによる製造

7.4円/kg（無償での調達含む）



エネルギー利用

富士大学の学生寮への木質バイオマスボイラー導入を検討しています。投資回収年数は9年と試算されました。

原料の調達をいかに安価で実施できるかが重要な検討項目となります。



薪×自伐型林業 奈良県吉野郡天川村



「木の国」と呼ばれる奈良県吉野郡天川村では、2016年現在では人口1,368人となっていて、移住・定住に向け、村の基幹産業である林業に関連した様々な取り組みが実施されています。この中の取り組みの一つとして平成28年に天川村・天川村森林組合・天川村商工会の3者により、「一般社団法人フォレストパワー協議会」が設立され、木質バイオマス生産供給施設と木質資源利用ボイラー施設が整備されました。

住民が未利用材を収集し、地域振興券と引き換えるシステムにより、運用されています。

天川村では、すでに自伐林家による原料調達システムが整備されていますが、現在木の駅への出荷量が減少傾向にあることから、新たな木質バイオマスエネルギー需要先を検討するとともに流通体制を強化することも目的として、実現可能性調査を実施しました。

原料の調達



天川村では、出荷量確保の取り組みの一環として、小規模間伐事業、村産材流通促進、作業道開設、私有林の公用林化促進など林業に対して先進的な取り組みが実施されています。さらに担い手確保の取り組みとして、「天川村森林塾」という自伐林家育成プログラムも設置されています。

本事業では出荷登録者に対し、アンケートを実施し、課題を抽出するとともに、自伐システムにおいて使用する機器を村が貸し出すシステム等を検討しています。

燃料の製造



天川村での薪づくりは廃校を利用し、校庭で原料を乾燥させ、体育館の中で薪割りを実施することで、限られた資源を有効活用しています。体育館の中では、フォークリフトに重量測定機器を取り付け、効率的に重量測定を実施していたり、カーブミラー等の設置により安全面にも配慮された様々なノウハウが散りばめられています。

今年度はバイオマス生産供給施設の運用方法や含水率を評価して原料取引をするシステムの導入を検討しました。

エネルギー利用



天川村では、天の川温泉の加温、給湯に薪ボイラーを利用しています。また、今年新たに小規模多機能型居宅介護施設への給湯用薪ボイラー及び地域特産品栽培ハウスへの暖房用薪ストーブや、その他の温浴施設などにも薪ボイラーを導入することが決定しており、順次導入が進んでいます。

今後、温泉街への導入等も視野に入れ、木質バイオマス利用を拡げていく取り組みを進め、薪製造事業で雇用を創出することを計画しています。

薪×福祉 富山県黒部市宇奈月温泉地域



富山県黒部市宇奈月町では、一般社団法人でんき宇奈月が地元の建設会社の大高建設株式会社と連携して実施しているSDGsの取り組みの具体策として、水力発電による低速電気バスを運営しつつ、木質バイオマスエネルギーによる宇奈月温泉街の再生可能エネルギー化に取り組んでいます。

今まで利用されてこなかった近隣の森林資源をどのように活用するか、地域協議会や成果報告会などを通じ、議論されてきました。

”誰一人取り残さない社会を”



2015年に国連サミットで環境保護、経済成長、社会的包摂性の観点から、17の持続可能な開発目標（SDGs）が定められました。これを達成するには、政府、民間企業、市民社会などのステークホルダーによる取り組みが必要不可欠となります。

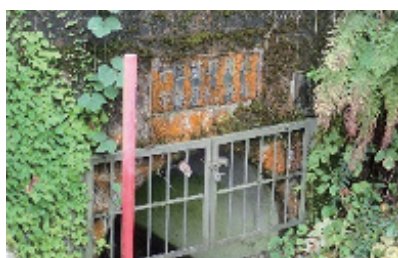
富山県立大学の堺氏と宇奈月自立塾の牟田氏は「薪づくりと福祉の連携による地域づくりの推進」というビジョンを掲げ、地域内で引きこもりの児童や就労困難者を受け入れ、自立させる取り組みをしている宇奈月自立塾が福祉事業の一環として薪づくり事業を実施する計画を構想しました。協議会を設置し、ワークショップ等のイベントを通して、地域内の温泉旅館関係者も巻き込み、地域内で薪を製造する事業をスタートさせる準備をしています。

当初は、木質バイオマスとはなかなか、薪づくり事業のイメージ等もなかなかつかみにくかった地域関係者も協議会や長野県伊那市の株式会社DLDの取り組みを視察し、イメージをつかむことでビジョンを共有し、目的の達成のために関係者が主体的となって計画を実行しようとしています。

近隣の森林から間伐されている材



5,500 円 / m³



暗渠となっている十二貫野用水路



鉄塔整備のため定期的に間伐されている

原料の調達

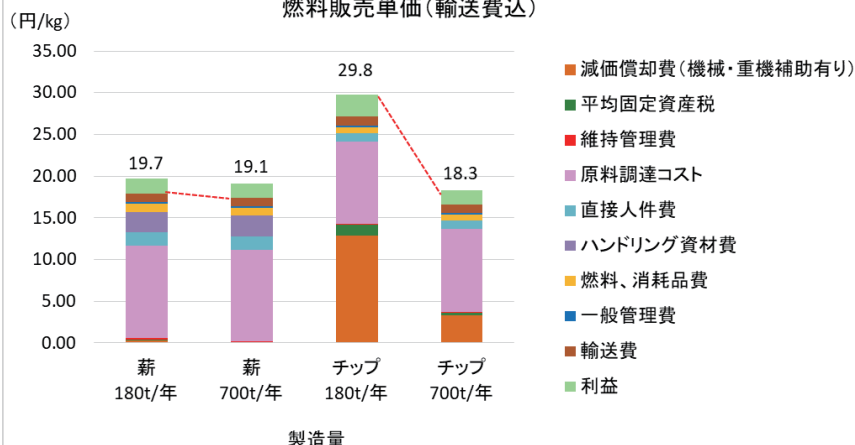
地域内の財産区には林道が通っており、現在林業も実施されていないため、すぐに原料を調達することは困難でした。このため、富山県西部にある木材の大規模流通から一部をシフトして調達する計画を立てています。地域内に存在する森林については、十二貫野用水路というかつての道を整備しつつ電力会社等によって定期的に間伐される材を調達することを検討しています。

燃料の製造

福祉事業就労継続支援事業の中には雇用契約を結び利用する「A型」と、雇用契約を結ばないで利用する「B型」の2種類があります。

B型に区分される方々の平均月額工賃は20,000円程度となっております。この金額を少しでも向上させ、就労支援につなげていくため、薪づくり事業を宇奈月自立塾が実施します。

燃料販売単価(輸送費込)



エネルギー利用

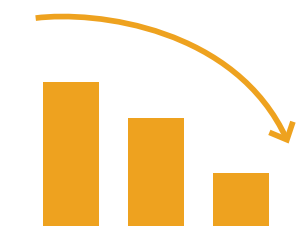
宇奈月自立塾への薪ストーブ、また宇奈月温泉地域の温泉旅館への薪ボイラー導入を検討しました。既に利用している重油ボイラー用の設備の活用が可能などうか検討しながら低コスト化を目指しています。



燃料費の削減効果

薪 67 万円/年

チップ 225 万円/年



スキーム

“リスク分散を”

地域内外での連携を図り、事業化に向けたリスク軽減やハードルを下げるためにはいくつかの方法があります。一つは行政側と民間事業者が連携し、地域波及効果を担保しつつ事業を実施していくことです。公民が連携して公共サービスの提供を行うスキームをPPP（パブリック・プライベート・パートナーシップ：公民連携）と呼びますが、その中には、PFI、指定管理者制度、市場化テスト、公設民営（DBO）方式、さらに包括的民間委託、自治体業務のアウトソーシング等様々な手段があります。

一方で木質バイオマスを活用した事例だと、イギリスなどでは、RHIと呼ばれる熱の固定価格買取制度が普及しており、バイオマスエネルギー利用を促進するために行政と民間事業者が協力し、事業者のハードルを下げる取り組みが採用されています。行政側にもリスクがあるため、地域独自の取り組み落とし込むことで積極的に普及につなげることができます。

国内では、岐阜県高山市の「桜香の湯」、「しぶきの湯」などでは、ESCO事業と呼ばれる、利用したエネルギー量に応じて代金を支払う仕組みが実施されています。このように小規模な熱需要に対応しつつ実施者のリスクをどのように分散させるのか、地域の実情に合った取り組みが必要となります。

● BTO 方式（Build・Transfer・Operate）

民間の事業者が施設を建設した後、所有権を公共側に移転。そのうえで施設の運営は民間事業者が担う方式です。日本ではもっとも多く用いられています。

● BOT 方式（Build・Operate・Transfer）

民間事業者が自前で施設を建設し、一定期間にわたって管理や運営を担った後、公共側に施設を移管する方式です。イギリスなどで主流になっています。

● BOO 方式（Build・Own・Operate）

民間の事業者が施設を建設し、保有したまま事業を運営する方式です。

● BLO 方式（Build・Lease・Operate）

民間事業者が建設した施設を公共側に一定期間リースし、運営は民間事業者が担う方式です。

● BLT 方式（Build・Lease・Transfer）

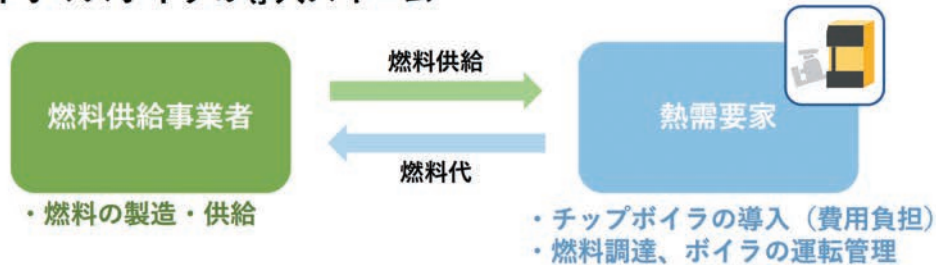
民間事業者が建設した施設を公共側に一定期間リースし、期間終了後に所有権を移転する方式です。

● DBO 方式（Design・Build・Operate）

民間の事業者が設計・建設・運営を一括して担い、施設の所有や資金調達については公共側が行う方式です。

ESCO型のバイオマス熱エネルギーサービス

◆ 従来のバイオマスボイラの導入スキーム



◆ ESCO型のバイオマスボイラの導入スキーム



ESCO型サービスのメリット・デメリット

	メリット	デメリット
熱需要家	★初期投資・管理が不要 ★価格変動が少なく安価なエネルギーサービスを楽しむ ・環境面、地域貢献等のアピール材料	・地域エネルギー会社の倒産リスク（→既存ボイラの活用） ・機器トラブルのリスク（→地元で即時対応） ・用地の提供
エネルギー会社	・導入のハードルが下がり、幅広い需要家獲得が期待 ・数をこなすスキル向上により導入費用・ランニングコストが低減 ・分離発注による導入費用低減 ・地元企業で構成し、利益を最大限地域に還元	・熱需要家の脱退リスク ・需要の変動リスク ・資金調達・返済リスク ・供給責任・補償リスク
自治体 （公共施設の場合）	★予算形成・維持管理が不要 ・資金の外部流出抑制 ・CO2排出量削減 ・地域産業振興・雇用創出 ・自然環境保全 ・防災、減災への寄与	・許可権限者としての監督責任等

★バイオマスボイラ導入を検討するうえでの大きな障害を排除

株式会社バイオマスアグリゲーション 久木氏作成資料より

“自然エネルギー利用日本一の都市を目指す”



しぶきの湯

ペレット×熱電併給

桜香の湯

チップ×熱供給



“官民 連携で”



「ひだ荘川温泉 桜香の湯」では、株式会社井上工務店が自社工場の製材工程で出る端材をチップに加工し、燃料として供給し、熱供給（売熱）を実施しています。このシステムがそのままほかの地域でも展開可能ということではないですが、全国的にも先進的な取り組みを実施しており、地域の現状も踏まえた事業計画となっています。

岐阜県高山市では、「自然エネルギー利用日本一の都市を目指す」というビジョンを共通目標に掲げ、熱供給ビジネスのパイロット事業（ESCO事業）を立ち上げました。地元企業の飛騨高山グリーンヒート合同会社と株式会社井上工務店と市が連携し、全国で初めて民間熱電併給施設・熱供給事業を実施しています。

「しぶきの湯 遊遊館」では間伐材利用を目的とした木の駅プロジェクト事業（「積まマイカー」間伐材収集運搬事業）で市とNPO法人が連携し、未利用間伐材を収集した材で、地元業者がペレットを製造しています。飛騨高山グリーンヒート（同）は木質ペレットガス化小型発電設備を整備し、電気は電力会社へ販売。熱は「しぶきの湯 遊遊館」へ販売しています。年間約850トンのペレットにより熱供給を行うことで、従来のボイラーによる灯油使用量が年間約23万Lから約11万Lを削減することができました。

小規模需要のみに焦点をあわせた事業を展開するのではなく、大きな需要に基づいて事業展開することで、スケールメリットを得ることができ、経済的負担を低減しつつ利益を確保することが可能です。原料調達過程・燃料製造過程において、既存の流通が存在し地域外へ供給している場合は、一部を地域内に供給できるようにシフトすることで、運搬費を削減することができます。また、エネルギー利用過程においては、熱需要を増やすことで事業規模を拡大し、燃料製造コストを相対的に下げることが可能です。

熱需要の増加

奈良県天川村などでは、すでに地域内に木質バイオマスエネルギーが導入されています。新たに熱需要施設と燃料需要量を増やすことで、スケールメリットによる燃料製造コストの削減や燃料製造に関わる人員を増加させ、地域内での雇用やインフラの整備を目指しています。

KEYPOINT

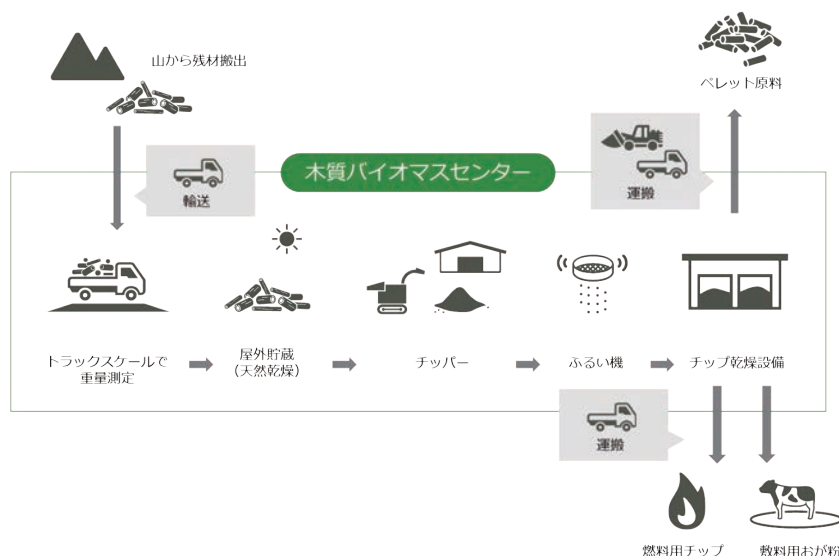
既存の流通からのシフト

秋田県鹿角市では、100km離れた地域に原料を供給しています。また、富山県黒部市ではバイオマス発電所等が存在する県西部に原料が流通しています。この一部をシフトさせ、地域内に新たな需要を確保することで運搬費分を地域に還元することを検討しています。

燃料製造機器の稼働率確保

岩手県花巻市では、地域内に複数の燃料製造機器（チップパー）が導入されています。これを地域のインフラと捉え、地域内でうまく活用する体制を検討することで、機械の稼働率を確保しつつ、燃料製造価格を抑えることができます。

津別町バイオマスセンター



燃料製造の集約化

北海道津別町では、ペレットによるバイオマス利用が進んでいます。一方で、道内では複数の木質バイオマス発電所の建設により、原料の確保が難しくなっています。この課題を解決するために、木質バイオマスセンターを整備し、林地残材などの活用も踏まえ、余すところなく木材を利用することで、原料を確保することを検討しています。

エッセンス

03

コストのミニマム化

木質バイオマスエネルギーを持続的に活用するには、経済性を担保する必要があります。利益構造としては、化石燃料の利用から木質バイオマス燃料の利用に代替したときの燃料差額が利益となります。小規模な利用を考えたときには、設備投資は相対的に割高になるので、いかにして収益を上げるか工夫が必要です。このため、サプライチェーン全体で、イニシャル・ランニングコストをどのようにに低減させるかが非常に重要となります。

主な削減すべき費用項目

イニシャルコスト

✓ 共通：建屋工事費、ボイラー等設備工事費、配管工事費、電気工事費

ランニングコスト

✓ 共通：原料調達費
✓ 薪：人件費
✓ チップ・ペレット：減価償却費

既存の施設・設備の利用

燃料製造過程

福島県東白川郡、岐阜県下呂市では、すでにチップを製造している事業者が存在しています。これらの事業者との連携を図ることで、低価格での燃料調達を検討しています。

奈良県天川村では、薪を製造する施設を整備するために、廃校となった小学校の体育館と校庭を利用しています。

エネルギー利用過程

富山県黒部市の温浴施設では、既存ボイラー室内に木質バイオマスボイラーを導入することを検討し、建屋工事費を削減することを検討しています。

減価償却費の削減

岩手県花巻市では、近隣の事業者からチップパーをレンタルし、燃料製造コストを低減させることを検討しています。

原料調達費の削減

岐阜県下呂市では、端材、支障木、剪定枝等の安価な原料の使用を検討することでコストの削減を目指しています。

鳥取県鳥取市では、各集落の”惣事”と呼ばれる取り組みにより出てくる支障木の受け皿として薪ボイラーを運用することで、各集落から原料を調達することを検討しています。

社会的な価値の付加

富山県黒部市では、地域内の福祉事業者と連携し、薪製造の部分を福祉事業の一環として実施することで、薪製造に係るコストを分散化し、福祉施設入居者の雇用を生み出すとともに、その社会的地位を向上させるための取り組みを検討しています。

DIY

広がる
自立的な
取り組み



鳥取県鳥取市では、薪の製造を道の駅に訪れる観光客の方々にも参加してもらうため、人力での簡易薪割り機お試作機を製造しています。様々な方に薪割りを実施してもらうことで、取り組みの見える化＆高付加価値化を目指しています。

作業の効率化

ランニングコストを低減させるためには、作業現場での安全性や効率化を図るとともに、効率的に質の良い燃料を供給する体制を整えることが重要となります。

降雪地域では、燃料が凍らないようにサイロの換気を良くするといった工夫や、緩傾斜の土場を利用して水はけをよくし、湿度の高い状態を避けて原料を保管するなど、全国各地の先進的取り組み事例から得られるノウハウは多くあります。

本事業で採択されている地域でも先進的に取り組みつつ、さらなる木質バイオマスエネルギーの利用拡大を目指している地域では、新たな試みや細かな運用ノウハウが蓄積されています。

新たな試み

鳥取県若桜町では、FAKOPPという衝撃波の伝達時間から含まれる水分状態を計測する測定機器を利用し、伐採時期や貯木期間に応じた木材の水分状態の挙動を把握し、原料の取り扱いガイドラインを作成することを検討しています。



効率的な作業のためのノウハウ



奈良県天川村では、1mの薪を製造するためにチェーンソーに磁石でポールを取り付け、効率よく玉切り作業を実施しています。



フォークリフトの導線上にミラーを取り付けることで、作業者の安全性に配慮すると同時に作業の効率化にもつながります。



フォークリフトに測定機を取り付けることで、運搬作業と同時に薪の重量を測定することが出来ます。



エッセンス

04

付加価値をつける

小規模な木質バイオマスエネルギー利用においては、取り組み自体に付加価値をつけ、経済的な価値を高めることと並行して、社会的な価値を高めることで、様々な関係者の参画を促し、事業の持続性や積極的な実行力を高めることが期待できます。

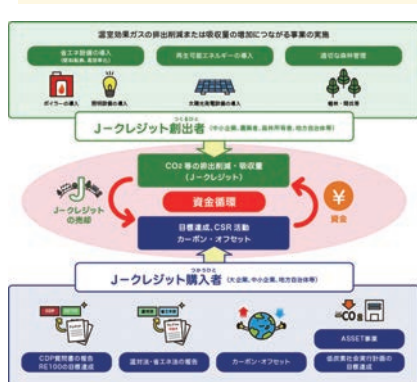
地域の実情に応じ、課題を同時解決することを期待できるビジョンを描けると様々な地域関係者を巻き込みやすくなります。

KEYPOINT

地域社会への効果

鳥取県若桜町では、J-credit制度を活用することにより二酸化炭素削減効果に環境価値を定義することも検討しています。

J-creditは二酸化炭素の削減量や吸収量を売買可能なクレジットとして国が認証する制度です。省エネルギー機器の導入により発行される「削減系」や森林経営などの「吸収系」に分けられます。制度の利用にあたっては発行されたクレジットを償却できる取引先がいることが前提となります。



近年増加する自然災害による支障木の受け入れ体制もあわせて計画することで、地域社会への波及効果を高めることができます。

SDGs

SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS



木質バイオマスエネルギー事業はSDGsの取り組みと親和性が高く、持続可能な開発目標に基づくまちづくりの一環として位置づけることで、具体的な取り組みとしてのPRができます。

ボイラー運用に価値を

02

採択地域の取り組み

地域課題の解決

鳥取県鳥取市では、道の駅の集客効果の向上を目指し、導入された薪ボイラーを地域住民や訪れた観光客の方々の目に触れる事ができるようなイベントを開催するなど、観光資源としての価値を生む取り組みを実施しています。

道の駅では薪ボイラーが稼働したことにより、近隣住民から「自分の山の材も使ってほしい」という声が集まるようになり、近隣の集落から材を無償または低価格で収集する仕組みづくりに取り組んでいます。



薪を割ってもらう仕組みづくり

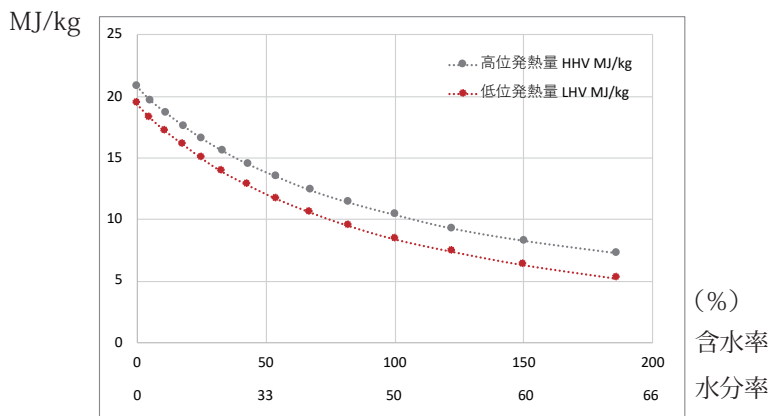
今後は、道の駅に店舗を構えている事業者と連携し、利用者に薪を割ってもらい地域食堂の食券を発行する等、観光客や地域住民が参加できる仕組みづくりに取り組んでいます。

TOPICS

含水率低下のインセンティブを

乾燥させる価値
低
高

- ◎ 重量取引（生重量：〇〇〇円/t）
❖ 含まれる水分量が多いほど高価格になる。
- ◎ 条件付き取引（水分〇%以下であれば固定価格買取）
❖ 水分管理がある程度必要。
- ◎ 絶乾重量取引
❖ 絶乾重量をベースに価格を取り決め、水分に応じた取引を実施。
- ◎ 発熱量取引①（発熱量取引）
❖ 水分に応じた発熱量ごとの価格の取り決め。
- ◎ 発熱量取引②（発熱量取引+ α の価値を上乗せして取引）
❖ 水分に応じた発熱量ごとの価格の取り決め+ α （ボイラー効率など）



木材水分（率）・含水率に対する高位・低位発熱量の関係（針葉樹木部の例）

バイオマスボイラーの安定的な運用において、燃料の水分管理が重要なポイントとなります。一般的な木材流通においては、簡便に測定可能な重量や材積ベースでの取引となっていますが、特に重量ベースでの取引の場合は、含まれる水分量が多い状態で取引をしたほうが供給する側にとってメリットとなるため、水分を低下させるインセンティブが働きません。一方で体積ベースでは検量作業の手間が発生します。高含水率の原料を利用することはボイラー運用側でトラブルの原因となりやすい事がわかっていくため、なるべく水分を考慮した重量取引を実施する必要があります。ただし、水分測定は測定箇所によって数値のバラつきがあるため、なるべく複数点で測定するなど、測定方法については、当事者間で協議が必要です。

水分には「湿量基準で示す『水分（率）』」と「乾量基準で示す『含水率』」の2種の表記の仕方があります。湿量基準の水分（率）とは、水分を含む木材全量を100%とした場合の水分の比率を示しており、エネルギー業界で一般的に用いられる用語です。一方、乾量基準の含水率とは、水分を除く木材重量を100%とした場合の水分の比率を示しており、林業・木材産業で用いられる用語です。

木質バイオマスボイラー導入指針（株式会社森のエネルギー研究所作成資料より）



03

先進地域での取り組み

▶ バイオマスエネルギーの普及に向けて

- ・ 上川町
- ・ Allmendeキテハ
- ・ 徳島地域エネルギー
- ・ 西目屋村

▶ 取り組んでみてわかった課題等

- ・ 知っておくべき燃料用材の取り扱い
- ・ 長年使用することによる課題
- ・ 低コスト化に向けて

バイオマスエネルギーの更なる普及に向けて

	オーストリア	日本
面積	83,880km ²	377,900km ²
ボイラ導入台数	274,900 台	2,000 台

面積当たりに
変換すると
600倍以上！！

日本とオーストリアの比較

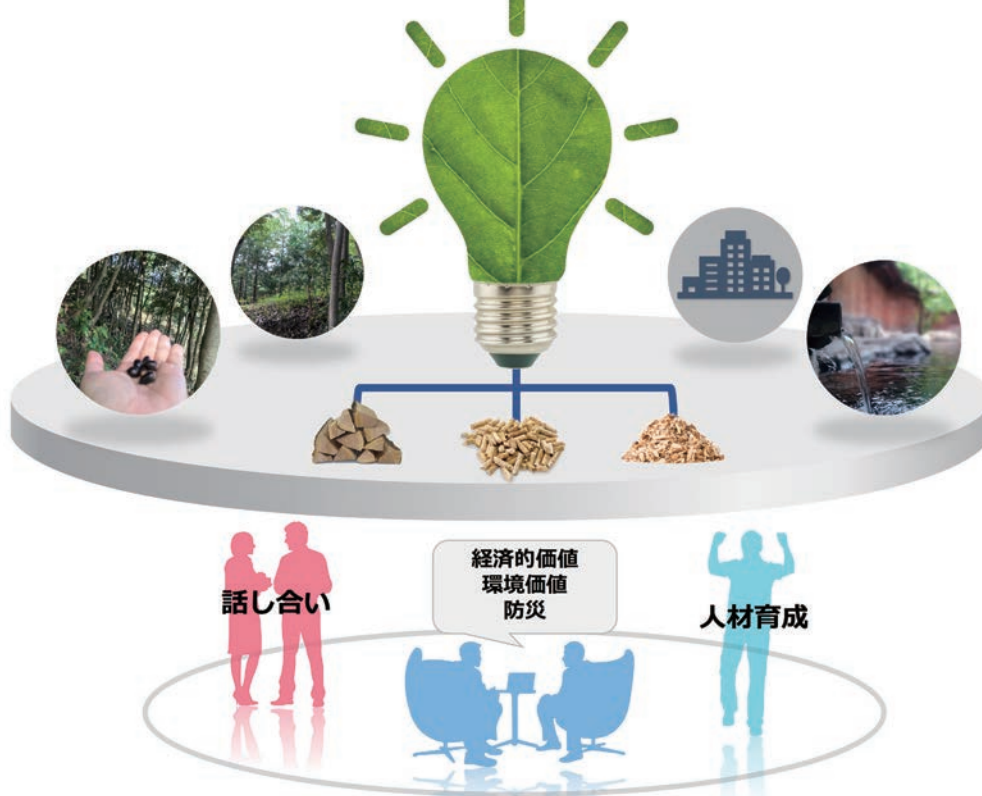
日本とオーストリアでは、木質バイオマスボイラの導入台数に大きな開きがあり、面積当たりに換算すると600倍以上の開きがあります。主な要因としては、次にあげられる要因が考えられます。

- ・ 地域関係者の合意が形成されていない
- ・ イニシャルコストが高い
- ・ 設計施工のエンジニアリング能力不足
- ・ 機器選定及び運用におけるトラブル（情報不足）
- ・ フローアップ体制が脆弱

本質バイオマス設備の設計施工においては、専門的な知識が必要となります。地域内にこうした人材がいることで工事請負業者との交渉やコミュニケーションがスムーズになります。オーストリアでは、地域の人が専門的な知識を有しているだけでなく、バイオマスボイラを導入する際に「インスペクター」と呼ばれる第三者機関が中間検査を実施するような仕組みがあり、建築物の施工段階において専門的な知見からアドバイスを実施しています。

国内でもこういった課題を解決し、順次バイオマスボイラを導入することに成功しつつある事例もあります。本章では、こうした事例を紹介し、人材を増やす取り組みを紹介するとともに、発生しやすいトラブルなどについても一部紹介します。

”バイオマス設備導入 を広げていくには”



“みんなで考える”



木質バイオマスエネルギー利用のための人材育成といったもどのような人材を育成すればよいのでしょうか。特に設計・施工計画を担える人材を育成するということはハードルが高く感じるかもしれません。

初めてバイオマスエネルギー導入計画を検討する際には、専門家による勉強会や専門業者に協力を仰ぐ場合もありますが、工事の施工管理等のノウハウを

蓄積できれば、順次導入に向けて計画づくりに着手することができます。

また、バイオマスエネルギー利用設備の施工が初めての地元業者でも活かせる経験やノウハウを十分に有しています。そういった方々と協力し、みんな考えながら地域での実行力を高めて行けると理想的です。

様々な ツールの活用

オンラインなどでも簡易に設計できるツールなどが公開されています。(実際に施工されている方からご紹介頂いたものです。)

蒸気のことなら
TLV

技術計算ツール

蒸気
ドレン回収
水
空気
ガス
蒸気表

技術計算ツール 利用規約

ホーム / サービスメニュー / 技術計算ツール

技術計算ツール

技術計算ツールは、「蒸気・ドレン回収・水・空気・ガスの配管設計」・「ドレン回収のメリット計算」など50種類以上の技術計算がパソコン上で行えます。

蒸気

配管設計

圧力損失による配管口径選定
蒸気配管の圧力損失
経済的保温厚さ

蒸気流速による配管口径選定
配管中の蒸気流速

蒸気ベント管の配管口径選定
配管中の蒸気流量

TLV 技術開発ツール
<https://www.tlv.com/ja/calculator/>

41

03

先進地域での取り組み

“地域内で資源の活用と ノウハウの蓄積を”

上川町



愛別町森林組合の鈴木氏（当時上川森林組合）は未利用木材を山林内に放置し、また工事伐採では廃棄物として処理している現状を変えようと「小規模な木質バイオマスエネルギーの普及」に可能性を感じ、平成24年11月上川町、愛別町、上川町森林組合、愛別町森林組合等地域の18団体からなる上川地域資源利活用推進協議会を設立しました。またウッドチップス協同組合という木質チップの供給施設を整備し、近隣に良質なチップを供給しています。

鈴木氏は自らオーストリアやドイツなどのボイラー会社に赴き、ボイラーの比較検討を行い「Froling」というボイラーを地域内の株式会社小椋組の事務所に導入する立役者となりました。



実質的なボイラーの運用・管理を担当しているアイフォレスト株式会社の大坪氏は、さらなる地域内への木質バイオマスボイラー普及に向けて、新たなエネルギー需要施設への導入計画にも関わっています。

両者が共通して重要視している点は、導入計画づくりにおいて、木質バイオマスボイラーとタンクシステムの構造や利点を認識する必要があるということです。

大坪氏は「設計上陥りやすい失敗としては、循環ポンプを過大に設計してしまうこと。電気代の節約などの面からも非合理的」と考えています。こうしたノウハウを蓄積し、新たな需要先での計画づくりに反映しています。

“コンテナ格納式のボイラーにより低コスト化”

小椋組事務所に設置されたコンテナ格納式のチップボイラーは、設備工事を抑えることができるメリットがあるほか、簡便に設置行うことができるため、工期が短くなるというメリットもあります。地上設置型のサイロと地下設置型のサイロのメリット・デメリットを比較できるとよいでしょう。

チップサイロは8m程度であるため、5から10日に1回程度の供給が必要となりますが、年間60万円程度の燃料費の削減を達成しています。



“ 地域内の業者と 協力しながら ”

木質バイオマスボイラーの設置工事は、特殊な知識が必要となるため、電気工事等を地元業者に依頼し、導入計画づくりから工事の施工管理まで、地域内の業者とタッグを組むことができる。地域内で木質バイオマスボイラー利用を広めていくための実施体制を整えることができます。

ヨーロッパの木質バイオマスボイラーを選定する場合は、写真のような配管接続部のネジも国内規格とは異なる等、細かな工夫が必要になります。こうした試行錯誤を経ながら地元業者との信頼関係を構築していき、他の業者にはないノウハウを蓄えることで、地域内外での業務の発注請負を視野に入れることができる等、地元業者の力を強めることにもつながります。



ネジ一つにも工夫

03

先進地域での取り組み



これらの取り組みを経て上川町では、新たに病院施設やキャンプ場への木質バイオマスボイラー導入が進んでいます。

地域内にバイオマスボイラーを一つ導入して終わってしまう事業が多い中、次のステップを見据えて行政と民間業者がしっかりとタッグを組んで地域の将来を考えていることが、上川町でのエネルギー利用の加速化を生んでいます。

“ さらに進む エネルギー利用 ”

Allmende キテハ

“小規模バイオマス利用のプロトタイプ”

「キテハ」の名の由来は、漢字で書くと木手刃、つまり木は資源である材料、手は技術、刃は道具。Allmende（アルメンデ）はドイツ語で「共有地」という意味です。この3つ（材料、技術、道具）は、個人のものというより共有し、人と自然の接点をもっと増やせる技術を伝え継ぐような今後の建築と技術者のための場所づくりを目指しています。



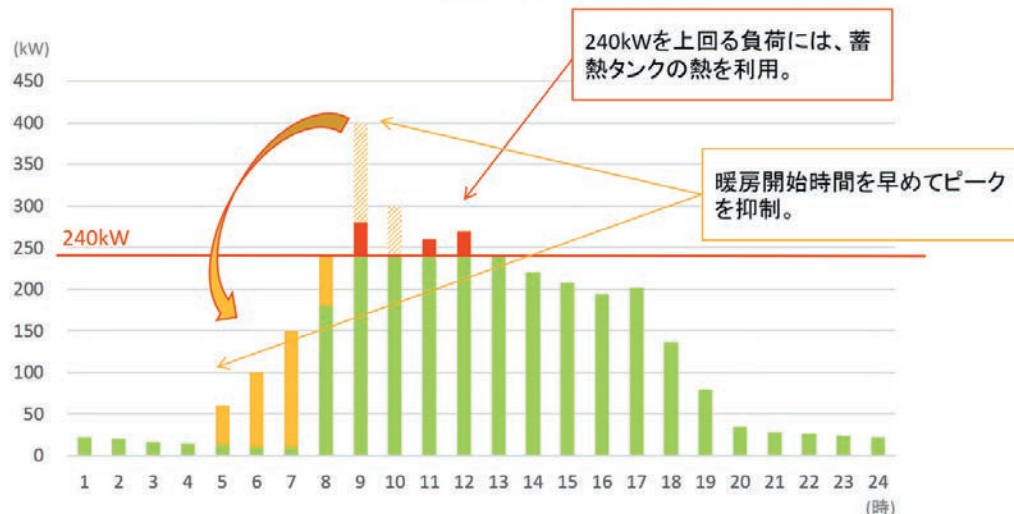
株式会社バイオマスアグリゲーションの久木氏は、「本気で地域を変える」という強い思いから、実際に本社のある滋賀県でプレイヤーとして地域づくりに参加し、小規模な木質バイオマスエネルギー利用のプロトタイプとなる事業を開始しています。

本事業では、自動制御・断続運転タイプのチップボイラを導入し、ESCO 型のエネルギーサービスとして熱供給を行っています。



ノウハウ の活用

バイオマスボイラーの運用によるピークカット



貯湯タンクの効率的な活用

システムの運用には様々な技術的ノウハウがちりばめられています。

例えば、バイオマスボイラーはインシタルコストが高額なため、貯湯タンクを設置し、熱をためるような運用を行うことで、熱需要のピークをカットすることができます。

このように過大な設備投資とならないように工夫することが小規模な木質バイオマスエネルギー利用において重要なポイントとなります。



更なる 普及へ



株式会社バイオマスアグリゲーションの久木氏は、さらなる展開として、住居レベルでのバイオマスボイラー導入にも取り組んでいます。小型ボイラー+貯湯タンクの活用により、熱需要先の候補と考える施設の幅を広げることができます。

徳島地域エネルギー

“ 地域主導での持続可能な地域づくりを ”



一般社団法人徳島地域エネルギーでは地域住民主導の「持続可能な地域づくり」をビジョンに掲げ、再生可能エネルギー利用の普及・コーディネート事業を展開している他、Biomass lab を立ち上げ、木質バイオマスエネルギーの技術的な研修も実施しています。

一般社団法人徳島地域エネルギーでは、県内に5基、県外に20基（予定含む）のバイオマスボイラー導入に携わっています。

同団体の羽里氏は導入にあたって、「地域内に人をつくる」ことを重要視しています。理想としては、①ボイラーのことが分かる人、②電気のこと分かる人、③配管のことが分かる人がいること、更には地域アライアンスを作る事ができれば、地域主導型で木質バイオマスボイラーを普及することができると考えています。

このため、同団体では、木質バイオマスボイラーの研修所としてバイオマスラボを立ち上げ、アライアンスの設立支援、キーパーソンの人材育成事業、様々な木質燃料の燃焼試験、見学等を受け入れるなど、情報共有の場を設けています。



医療法人 さくら診療所
特定非営利活動法人 TICO
福土庸二さん

医療法人 さくら診療所



花屋では、コンテナ格納式のボイラー
が導入されています。



山梨県のゴルフ場

徳島県内では、製紙・合板用チップ工場に協力を呼びかけ、燃料供給体制を整備しています。原木にして土場で一年間乾燥してもらえれば、kgあたり16.5円で買い取るという条件設定をし、さらには、製材端材チップや建廃チップの利用なども実証を行っています。さらに導入にあたっては、コンテナ格納式ボイラーや、規制されていない電熱面積の小さい小型ボイラーの多缶設置を行うことで、導入コストを下げ、運用上トラブルがあったときにも稼働率を下げないようリスク回避をしています。

徳島県吉野川市の医療法人さくら診療所では、地球環境と省エネルギー問題に積極的に取り組み、太陽光発電や薪ストーブによる暖房のほか、チップボイラー（50 kW×2台）により既存のデイスービス、病棟の浴槽への給湯・加温、新施設の暖房・浴槽・全室の給湯などの熱需要を賄い、年間100万円以上の燃料経費の削減に成功しています。

こうした社会貢献に意欲のある団体×技術力のあるヒトが掛け合わせることで初めて木質バイオマスエネルギーの導入が進みます。

西目屋村

「薪づくりの 効率化と段階的普及に向けて。」



青森県西目屋村では、「いまいちど豊かな森林資源を生かして村を活性化させたい」という村役場の思いから木質バイオマスエネルギーを活用するための検討を重ね、薪ボイラー利用により、現在温泉宿泊施設「グリーンパークもりのいずみ」で給湯用の熱を供給し、移住者向け住宅団地「エコタウン」でロードヒーティングの熱源となる薪ボイラーを整備してい

ます。

事業計画の策定等コンサルタン
トとして関わった株式会社森の
エネルギー研究所と村内企業2
社、西目屋村役場が合同で出資し、
西目屋薪エネルギー株式会社を立
ち上げ、2017年から事業に着
手し、薪の特徴を生かした取り組
みが展開されています。

事業の波及効果について

村では木質バイオマス事業が始
まったことにより、「山の木を伐
れば村で使ってくれる」という認
識が広がり、「近くの木を伐って
ほしい」「うちの山を手入れして
ほしい」といった依頼が増えてき
ています。これは実際に薪を使っ
ている様子が村民の目に見えるよ
うになったことが大きく影響して
いると思います。事業を始めるま
では形が見えないので半信半疑の
声もあるのですが、実際に形にす
ることで意識が変わってくるの
で、まず小さくてもいいから始め
るということが大切ではないで
しょうか。

“シェア&効率化してコストダウン”



地域インフラの活用

除雪用のミニホイールローダーアタッチメントをフォークリフトの爪に付け替える

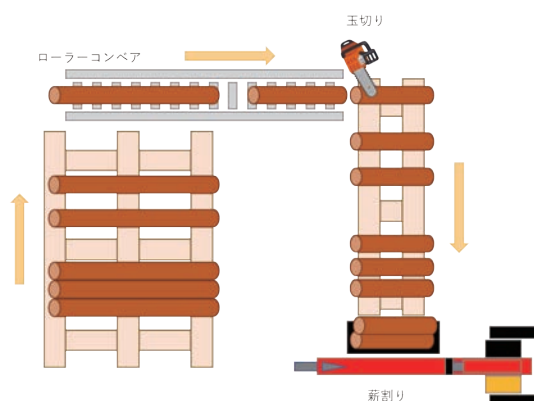


土場と建屋は協力企業の資材置き場を活用

コスト削減

リンゴの流通でパレットが多いため、中古品を薪積みパレットに利用

西目屋村薪製造ライン イメージ図



効率化

玉切り作業を作業台とコンベアを組み合わせたオリジナル製造ラインの活用



【青森県 西目屋村】
世界自然遺産×木質バイオマス→村民が活躍するエネルギー
～魅力ある地域・皆がつながる地域へ～



村内での導入施設の拡大について
村では「バイオマス産業都市構想」の中で、順次村内での木質バイオマス利用施設を増やしている計画としており、現在のところその計画に沿って第1弾（温泉宿泊施設）と第2弾（道路融雪施設）までの導入が済んでいます。計画では第3弾（別の温泉宿泊施設）まであり、それは今後ESCO方式での導入を目指して検討していくことになっています。地域内で木質バイオマス事業をビジネスとして成り立たせるには一定の規模感も必要となってきますので、特に初期段階に単発ではなく複数の面的な導入を計画することが重要です。

取り組んでみてわかってきた課題

燃料用材の取り扱い

“ スギとマツでは
含水率が大きく異なる ”

岩手県内で国産木質バイオマスボイラーを生産しているオヤマダエンジニアリングの岩井氏（現在退職）は、在職時に木質バイオマスボイラーの積極的な導入に向けて奔走した一人です。

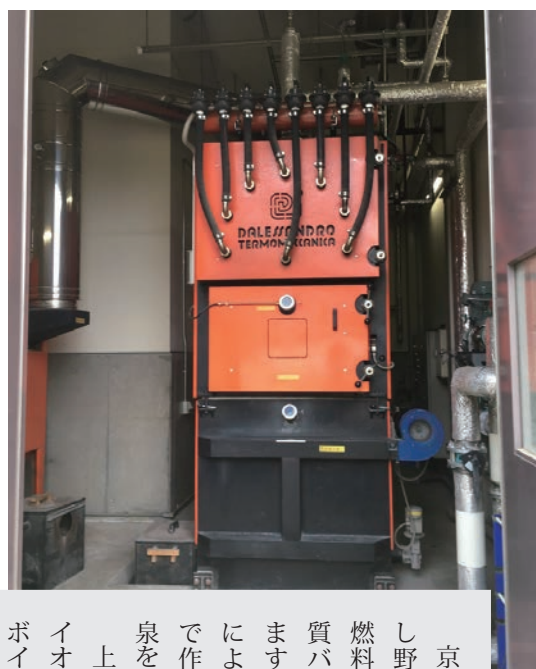
岩手県内では、燃料用材の調達競争が激しく、安定確保が課題の一つです。特に導入時に想定していた樹種と異なる材が供給される場合、取り扱いや運用方法が異なってくるため、注意しなければなりません。



含水率が高いと、同じ体積でも燃料が重くなるため、スクリー式コンベアでチップをボイラー投入する際に、スクリーンが詰まるなどの問題が発生します。

どのような状態の燃料を投入するかによってボイラーの設定を変更する必要があります。

“バイオマス専用の 建築ノウハウが重要”



京都府京丹後市にある宇川温泉「よし野の里」では、株式会社丹後木質燃料の上田氏らが、温浴施設への木質バイオマスボイラーを導入しています。「京丹後木の駅プロジェクト」により、地元から出材された間伐材で作られたチップを燃料として、温泉を温めています。

上田氏は、京丹波市などへの木質バイオマスボイラー導入経験を活かし、ボイラー室の設計を実施しています。ボイラー導入にあたっては、燃料の落とし口をしっかりと確認すること、メンテナンスがしやすい配管を設置することなど、実稼働を想定した設計を行うことが何よりも大事だと考えています。「よし野の里」の事例では、市の担当者が設計の詳細なレベルまで踏み込み十分に検討したことで、導入後の大きなトラブルもなく安定稼働しているよい事例となっています。

“着実な利益？” “長期的なメンテ計画？”

長期的な視点も

湯多里（ゆったり）ランドつしまでは、対馬産間伐材の製材過程で発生した端材や背板（通常は産業廃棄物になる）をチップ化したものを、温泉施設のボイラー燃料として利用しています。木質バイオマスによる熱源で温泉・温水プール・室内暖房をまかない、年間160万円ほどの利益が出ています。

森林↓製材所↓湯多里ランドつしま間の距離が5km圏内で、輸送にかかる費用、二酸化炭素排出量は少量です。焼却灰（対燃料比0.3%程度）も肥料として使用しています。

一方で、導入してから10年が経過し、スクリーコンベアの破損や配管のサビ等、様々なトラブルを経験しています。設計・工事時点でメンテナンスや修理を想定する必要があります。



低コスト化に向けて

高額な木質バイオマスボイラー導入に向けては、省エネ・断熱や貯湯タンクの効率的な活用により、ボイラー規模を小さくする運用方法が推奨されています。

“省電力化&適切な導入規模”

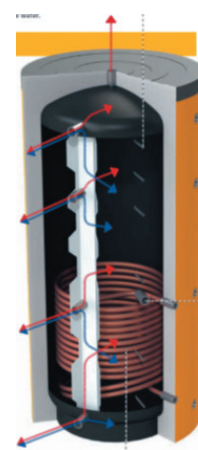
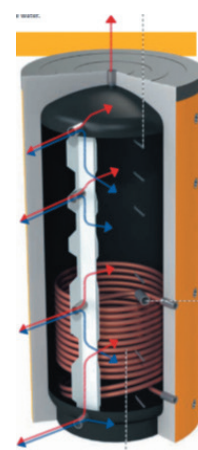
<例> ポンプ1つの電気代

- 0.7kW 給湯循環ポンプ出力
- kW あたり 19 円（電気代）
- 15h/ 日稼働
- 365 日運転

70,000 円程度の電気代！

バイオマス設備の設計・工事にあたっては、ポンプや熱交換器が多く設置されている事例が散見されます。現在利用している重油ボイラーの使用頻度をしっかりと把握し、適切なポンプや熱交換器の規模を選定することが非常に重要です。

現在利用している重油ボイラーの種類も重要です。貯湯式、無圧開放式、真空式などの種類がありますが、この内真空式の重油ボイラーを利用している場合は、効率が良いため、木質バイオマスボイラー代替のメリットが小さくなります。



“断熱” お金が窓から逃げていく

日本は世界から見ても、「ものづくり先進国」「超一流の工業国」というイメージがあると思います。しかしながら窓に限っては全く逆で、日本の工業製品の中でほぼ唯一とっていいほど、レベルの低い状態が続いてきました。窓の断熱性能は、「熱貫流率」という指標で比較します。U値とも言い、単位は $W/m^2 \cdot K$ (平方メートル・K) です。1㎡あたり、かつ1時間当たりに通す熱量を表し、小さいほど熱の出入りが少なく高性能であることを意味します。多くの国では窓の重要性がよく認識されており、U値に関して最低基準を設けています。日本には最低基準が存在しません。

新規に木質バイオマスボイラー導入を検討する場合は、断熱にも考慮し、設計することが望ましいです。



04

今後の展望

- ▶ 進化する林業機械
- ▶ 国内外の潮流
- ▶ 地域熱供給について

進化する 林業機械

“No worker on the slope,
no hand on the chainsaw”



Robotic Tree-to-Tree Felling Machine (Prototype)
PF Olsen HP より

ニュージーランドのカンタベリー大学では、安全性を確保し、
林地を荒らさず、急傾斜地にも対応可能な機械の開発をしています。



日本の林業は、高性能林業機械の活用などによって生産性の向上を目指していますが、その生産基盤として重要な路網の整備が十分進んでいないことが課題となっています。一方で、ロボットやIoT・ICTの登場により、林業機械も徐々に進化しています。急傾斜地にも対応可能な林業機械が開発されることで、林業の現場が劇的に変化する可能性もあります。私たちがすべきことは現状での素材生産システムを運用することと、訪れる可能性のある変化に備え準備しておくことだと考えられます。

“木質バイオマスエネルギー利用 の追い風”

バイオエコノミー

生物資源やバイオテクノロジーを活用して経済成長を図る「バイオエコノミー（生物経済）」が注目を集めています。2030年までに180兆円の巨大市場への成長を見込んでおり、欧州等では成長戦略に位置づけています。経済協力開発機構（OECD）が、30年のバイオ市場が加盟国の全国内総生産の2.7%、1兆6000億ドル（約180兆円）になると報告書をまとめています。内訳を見ると工業分野が最大の39%を占め、微生物による廃水や土壌の浄化も工業分野のバイオ技術です。

バイオエコノミーへの取り組みは、欧州連合（EU）の動きが速く、行政執行機関である欧州委員会は2012年、経済成長を目指すバイオエコノミー戦略を策定。7年間で約5200億円を投じ、2030年までに石油由来製品の3割を植物由来に変えるなどの目標を掲げ、ドイツ、イタリア、スペイン、フランスの各国も戦略を公表しています。

RE100 & ESG 投資

「RE100」という国際イニシアチブをご存知でしょうか。RE100とは、事業運営を100%再生可能エネルギーで調達することを目標に掲げる企業が加盟するイニシアチブで、「Renewable Energy 100%」の頭文字をとって「RE100」と命名されています。2014年に発足したRE100には、2019年12月4日時点で、世界全体で216社が加盟。この216社には、食品世界大手スイスのネスレ、家具世界大手スウェーデンのイケア、アパレル世界大手米NIKEなど、日本でもよく知られている企業が数多く含まれています。

また、いま世界では、「ESG投資」が拡大しています。ESG投資とは、「Environment（環境）」、「Social（社会）」、「Governance（企業統治）」、これら3つの要素に着目して企業を分析し、優れた企業に投資することです。近年、世界中で台風や洪水などの自然災害が大型化するとともに、頻発しています。このような状況を受け、世界の投資家は、「気候変動問題は、企業に大きな影響を与えるため、企業がどう考え取り組むのかはとても重要である」と考えています。そこで、こうした気候変動問題に積極的な企業を判断する材料として活用している投資家もいます。

森林環境譲与税

わが国の温室効果ガス排出削減目標の達成や災害防止等の森林の公益的機能の発揮を図る観点で、森林環境税及び森林環境譲与税が創設されました。森林環境税は国内に住所を有する個人に対して課する国税のことで、その収入額が森林環境譲与税として市町村及び都道府県に譲与されます。

その用途は間伐や人材育成、担い手の確保、木材利用の促進や普及啓発等の森林整備及びその促進に関する費用とされています。

地域熱供給について（面的供給）

個々の熱需要施設にボイラー導入を行うことが一般的な日本に対して、欧州の多くの国では一つのボイラーが熱導管を通して複数の施設や住宅に熱供給を行う「地域熱供給」が広く普及しています。

欧州と日本の単純な比較はできませんが、特に熱需要の大きな施設が互いに隣接しているようなエリアでは、ボイラーを一つ一つ導入する個別熱源方式よりも、地域熱供給の方がコスト効率が良いという可能性は十分に考えられます。施設単位ではなくエリア全体としてのバイオマス利用を推進していく上で、地域熱供給は地域内エコシステムの一つの未来像として、今後のノウハウ蓄積と積極的な検討が望まれる分野です。

国内で木質バイオマスを利用した地域熱供給は、北海道下川町・岩手県紫波町・山形県最上町など複数の地域で導入され始めていますが、概して欧州と比較して設備費やランニングコストが高く、採算性も必ずしも芳しくないと指摘されています。コストが高止まりする要因は、従来から言われている木質バイオマスボイラー自体の設備費もさることながら、配管システムの設備費・工事費や、効率化されていない設計から生じるランニングコストの高騰などが大きいと考えられています。

欧州における地域熱供給では、コスト低減の観点で以下の要素に関する検討が大きく重要視されています。

- ① 供給温度の低下
- ② 送り／返り温水の温度差を大きくとる
- ③ 需要に応じたボイラー／蓄熱槽／ポンプ・弁・配管の柔軟な制御

それぞれ、①はパイプへの熱ストレス低下による長寿命化、外気温との温度差縮小による熱ロス低減、②は流量を小さく抑え、配管径を小さく済ませるとともにポンプ動力を省力化、③は不要な熱供給を無くすなどの効果をもたらします。

国内でどこまでこうした効率化の基本を踏襲できるか（すべきか）は今後も検討が必要であるとともに、そもそも熱利用の文化も根本的に異なる中で一例えば欧州は24時間の全館暖房が、日本は活動時間に限定した部分間欠暖房が基本。地域熱供給自体の有用性をどう考えるかも検討が必要です。まずは地域の熱需要を広く分析し、森林資源の活用ビジョン・地域経済への効果・CO₂排出削減効果や地域住民のQOL向上など包括的な検討の中で中長期的な熱利用戦略を考えることが重要で、その先に個別ボイラー導入・地域熱供給といった手段の選択肢が見えてくるのではないのでしょうか。



地域内エコシステム構築事業

令和2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小作台3F
電話 042-578-5130
FAX 042-578-5131



BUILD A REGIONAL
ECOSYSTEM

