

平成 29 年度新たな木材需要創出総合プロジェクトのうち地域内エコシステムの構築事業

鳥取県智頭町

「地域内エコシステム」の構築に向けた 実現可能性調査報告書

平成 30 年 3 月

(一社) 日本森林技術協会
(株)森のエネルギー研究所

目次

1. 背景と目的	1
2. 調査対象地域.....	3
3. 実現可能性調査の手法	5
3.1. 協議会の設置・運営.....	5
3.2. 川上（燃料供給）	6
3.3. 川中（燃料製造）	6
3.4. 川下（エネルギー利用）	6
4. 実現可能性調査結果の要約.....	7
5. 調査結果.....	8
5.1. 地域協議会の検討結果.....	8
5.2. 川上（燃料供給）	9
5.2.1. 森林の概況について	9
5.2.2. 森林資源賦存量の調査.....	10
5.2.3. 利用可能量.....	16
5.3. 川中（燃料製造）	18
5.3.1. 智頭石油（株）での薪の製造.....	18
5.3.2. 木の宿場での薪の製造.....	20
5.3.3. 薪製造場所の検討	23
5.3.4. 薪製造コスト分析.....	28
5.4. 川下（エネルギー利用）	30
5.4.1. テクノパークでの検討.....	30
5.4.1.1. エネルギー需要の検討	33
5.4.1.2. エネルギー利用システムの検討	40
5.4.1.3. エネルギー供給コストの検討	42
5.4.2. 智頭病院での検討	46
5.4.2.1. エネルギー需要の調査	46
5.4.2.2. エネルギー利用システムの検討	48
5.4.2.3. エネルギー供給コストの検討	49
5.4.3. 検討結果のまとめ.....	50
5.5. 今後の課題と地域還元効果.....	52

1. 背景と目的

鳥取県智頭町は、総土地面積の約 9 割が森林であり、森林面積は 20,832ha を有しています。地域における素材生産は、森林組合及び民間事業者により間伐を主体として行われています。また木の駅プロジェクトも実施されており、地域住民による原木搬出も行われています。

現在、智頭町内には、薪を木質バイオマスエネルギーとして活用した温水プールがあり、地域から搬出された C 材は、これに活用される他、地域外のバイオマス発電所に供給されています。

本事業では、智頭町内において、木材の地産地消、地域資源の有効活用、地域づくり・人づくりによる主体的かつ持続的な木質バイオマスエネルギー事業を創出するため、「**地域内エコシステム**[※]」の構築を目的とした実現可能性調査を実施しました。

智頭町における地域内エコシステムのイメージを図 1-1 に示しました。

※地域内エコシステム

地域の関係者連携の下、小規模な熱利用又は熱電併給により、森林資源をエネルギーとして、地域内で持続的に活用する仕組み。

2. 調査対象地域

鳥取県においては、本年度策定された「第2期とっとり環境イニシアティブプラン」において、エネルギーシフトの率先的な取り組み等を目標として掲げています。この目標を達成するためには、二酸化炭素排出量が比較的少ない再生可能エネルギーへ転換し、地域におけるエネルギーの地産地消を進めていくとともに、事業を継続的に実施する体制を整える必要があります。

本事業では、現在未活用である智頭町テクノパークにおいて木質バイオマスエネルギーを導入した設備を建設し、智頭町内での木質バイオマスエネルギーを活用するための実現可能性調査(以下、実現可能性調査)を実施するとともに、地域が主体的に事業に取り組むことができる体制を整えるため、事業関係者からなる協議会を立ち上げ、事業計画を検討しました。



図 2-1 本調査の位置づけ

鳥取県智頭町

調査対象地域は鳥取県智頭町です。智頭町の面積は 22,470ha で、うち森林面積が 20,832ha であることから、森林率は 93%です。

智頭町の人口は 7,220 人で、高齢者率は 38.6%です。

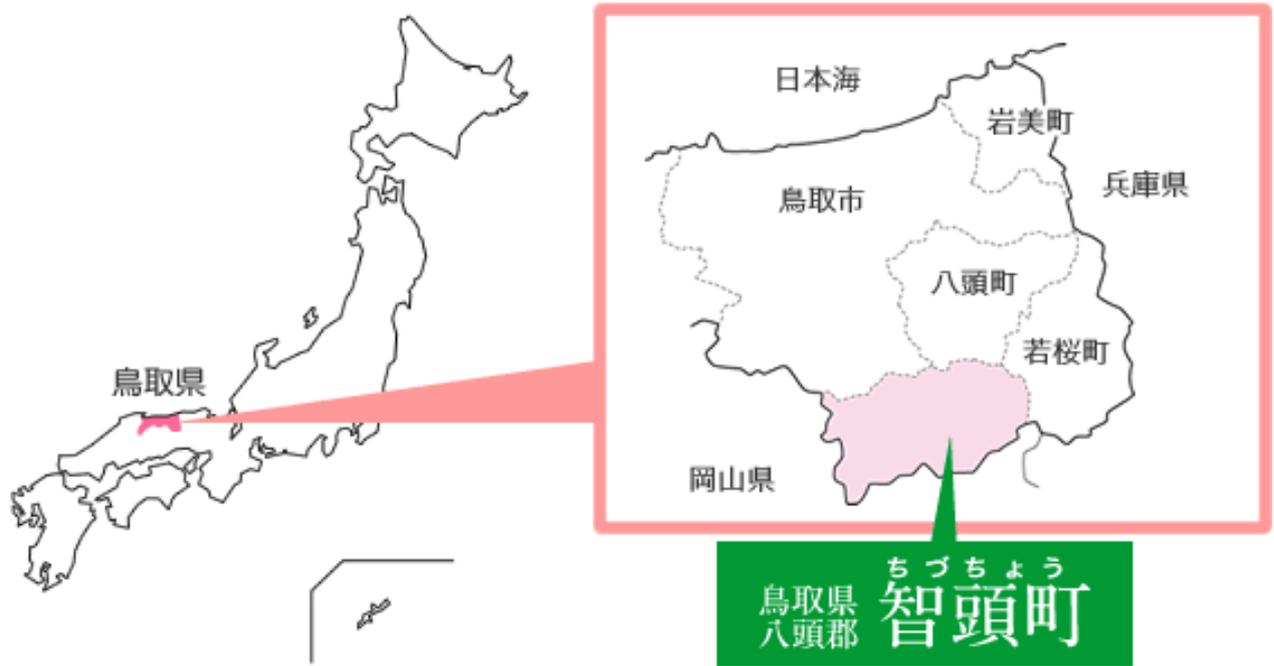


図 2-2 智頭町の位置

※智頭町 HP より

3. 実現可能性調査の手法

実現可能性調査は、川上（燃料供給）、川中（燃料製造）、川下（エネルギー利用）に分けて実施しました。

3.1. 協議会の設置・運営

地域づくりを念頭に置いた実現可能性調査を実施するために、下記の表のとおり地域協議会を設置しました。

協議会の運営にあたっては、調査結果を共有し、地域の関係者が足並みをそろえ、合意形成が促進されるように実施しました。

事業の実施主体は智頭石油(株)と智頭町です。川上の燃料供給は(株)樹林業で、川中の燃料製造は智頭石油(株)及び智頭町木の宿場実行委員会が連携して実施します。川下のエネルギー利用はテクノパークに新設される住宅、既設の老人ホーム、新たに誘致される施設を対象としています。

表 3-1 地域協議会の設置

区分	団体名	種類	役割
全体	智頭石油(株)	民間事業体	事業実施主体
	智頭町企画課、山村再生課	行政	事業実施主体
川上	(株)樹林業	民間事業体	燃料材生産
川中	智頭町木の宿場実行委員会	民間事業体	燃料製造（薪）
	智頭石油(株)	民間事業体	燃料製造（薪）
川下	智頭町企画課	行政	町営住宅
	ジャパンケアサポート	民間事業体	老人ホームの運営
オブザーバー及びアドバイザー	智頭町観光協会	民間	智頭町の街づくり
	(株)プラスカーサ	民間事業体	木材マテリアル利用、薪ボイラーによる温水暖房、給湯、住宅の断熱設計。 住宅に敷設する薪ストーブ設計
	鳥取県 生活環境部	行政	鳥取県全体のエネルギー事業

3.2. 川上（燃料供給）

木質バイオマスの賦存量調査及び利用可能量調査を行いました。実施した調査項目は以下のとおりです。

- ①森林簿等をもとに、森林資源賦存量の把握
- ②現地調査による森林資源賦存量の調査
- ③智頭町木の宿場実行委員会及び市内の素材生産業者にヒアリング調査（㈱樹林業 代表取締役 三橋康弘様、智頭町木の宿場実行委員会 副委員長 國岡将平様に協力依頼）

3.3. 川中（燃料製造）

木質バイオマスの製造過程に関する調査を行いました。実施した項目は以下のとおりです。

- ①木質バイオマスの燃料製造体制の検討
- ②製造コストの試算
- ③智頭町木の宿場実行委員会へのヒアリング調査（智頭町木の宿場実行委員会 副委員長 國岡将平様に協力依頼）

3.4. 川下（エネルギー利用）

木質バイオマスエネルギーの需要先に関する調査を行いました。調査した項目は以下のとおりです。

- ①想定している熱需要先の熱需要量調査
- ②智頭町内における新たな熱需要先の検討
- ③複数の熱供給パターンの熱供給単価比較

4. 実現可能性調査結果の要約

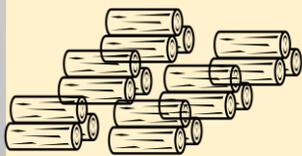
全体

当初、テクノパークに新設される町営住宅や老人ホームへのエネルギー供給を想定し、地域関係者による協議をスタートさせましたが、協議の結果、エネルギー需要量が少ないことが明らかとなりました。そこで、新たにキクラゲの栽培施設及びテクノパークから約 2km離れた智頭病院を、エネルギー需要先として検討しました。また、行政と民間業者の連携スキームについての話し合いも行われ、協議会メンバー同士のコミュニケーションも深まりました。



川上（燃料供給）

- ・智頭町木の宿場実行委員会では既に年間 300 m³ (200 t) /年供給されています。
- ・20 年間を事業期間としたとき、町内のスギ林からは **212t/年**供給することができます。
- ・現在 **2,000 m³ (1,339t)** のC材が町外へ搬出されており、併せて供給可能です。



川中（燃料製造）

- ・智頭石油(株)が所有している高性能薪割り機を使用すれば、通常よりも安い値段で薪の製造が可能です。
- ・**250t/年**生産することで製造コストを抑えることができます。
- ・智頭町木の宿場実行委員会との製造体制を集約化する方向性で検討が行われています。



川下（エネルギー利用）

- ・テクノパークにおいて住宅や老人ホームにおける熱需要量は少ないことが分かった為、新たに智頭病院への導入を検討していく方針となりました。
- ・引き続き熱需要先を検討するとともに、木材のマテリアル利用についても検討していく必要があります。
- ・民間と行政の連携による事業スキームの検討なども行われました。

5. 調査結果

5.1. 地域協議会の検討結果

表 5-1 地域協議会の検討結果

<p>【第一回協議会】</p> <p>日時：平成 29 年 10 月 4 日</p> <p>場所：智頭町総合センター 3F 中会議室</p> <p>検討結果</p> <p>事業趣旨についての説明と実現可能性調査の方針についての検討が行われ、川上から川下までの課題についての認識共有が図られました。</p>	
<p>【第二回協議会】</p> <p>日時：平成 29 年 11 月 30 日</p> <p>場所：現地視察、智頭町総合センター 3F 中会議室</p> <p>検討結果</p> <p>検討委員とともに現地視察を行い、他地域の行政と民間の事業への取り組みなどの情報共有や、調査結果の問題点について協議しました。</p>	
<p>【第三回協議会】</p> <p>日時：平成 30 年 1 月 25 日</p> <p>場所：智頭町総合センター 3F 中会議室</p> <p>検討結果</p> <p>今までの調査結果を共有するとともに、新たな熱需要先となる施設の検討を行いました。</p>	

5.2. 川上（燃料供給）

5.2.1. 森林の概況について

本計画の対象としている智頭石油社有林は智頭町内に 83.92ha あります。その中でスギは 70%の森林を占める資源構成となっています。

しかし、この森林は林齢 50 年生を超える森林がほとんどであり、主伐～再造林が実施されていないため、間伐で残っている木が高齢級化・肥大化しています。智頭町及び智頭石油では、これらを有効活用し、利用されない部分を木質バイオマスエネルギーとして活用する事業を計画しています。

このため川上部分では、①利用可能な森林資源賦存量、②現地調査、③現在の木材流通の現況等を調査し、本事業計画を策定するための実現可能性調査を実施しました。

智頭町内における智頭石油社有林の概要を図 5-1、図 5-2 にまとめました。

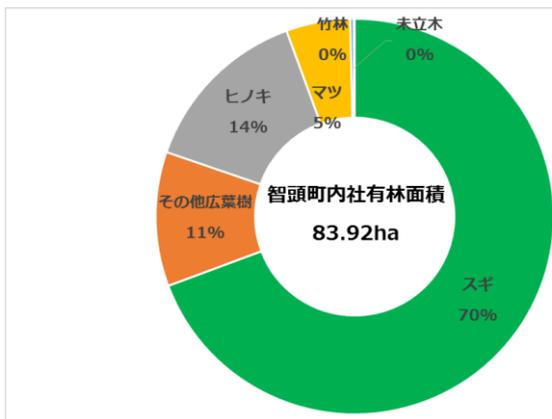


図 5-1 智頭町内の資源構成

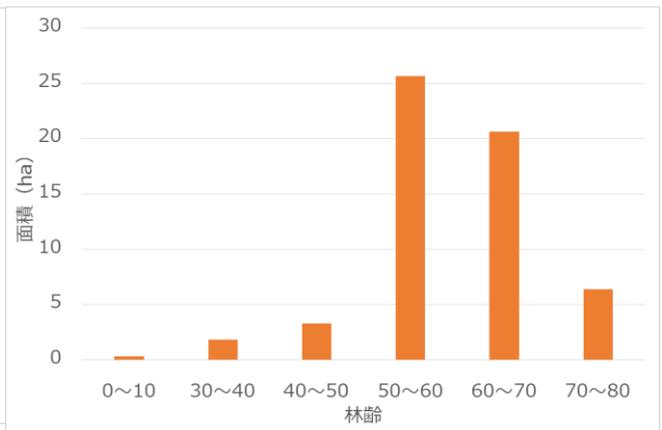


図 5-2 スギ林の林齢構成



写真 5-1 智頭町のスギ林

5.2.2. 森林資源賦存量の調査

(1). 森林経営計画に基づく文献調査

樹林業が所有している森林経営計画から、智頭石油(株)が所有しているスギ林は、以下の表のとおりです。

表 5-2 森林資源賦存量の概要

項目	スギ林 智頭町内	成長量 智頭町
立木材積 蓄積及び成長量 (m ³)	24,902	250.1
C・D材発生量 (m ³) (係数 ¹ 0.85,係数 0.3)	6,350	63.7
〃 (t) (係数 1.493)	4,253.1	42.7
エネルギー賦存量 (千 kWh) (係数 ² 2.34kWh/kg)	9,952	149.2
(GJ) (係数 ² 8.4MJ/kg)	35,726	535.6
A重油換算 (kL) (係数 ³ 37.1GJ/kL)	962.9	9.67
面積 (ha)	58.16	58.16
ha当たりの平均材積 及び成長量 (m ³)	438	4.3

※C・D材の発生量は立木材積の85%が幹材積であり、その30%としました。

※エネルギー賦存量の計算は、W.B含水率50%を想定しています。

スギ林の立木材積から幹材積を算出するために0.85を乗じ、さらにC・D材の発生率を0.3と仮定してC・D材の発生量を算出しました。重量への変換は鳥取県の変換係数である1.493を用いて変換し、エネルギー賦存量の算出は、W.B50%時の係数を用いました。

試算した結果、供給可能なC・D材量は4,250tであり、仮に事業の実施期間を20年間とすると212t/年の供給が可能です。これに加え、年間300m³(200t)の薪を供給している智頭町木の宿場実行委員会とあわせるとおよそ400tの薪の供給が可能です。

しかし、事業の継続性を考慮すると対象としている智頭町内の智頭石油社有林以外からの燃料材の確保や、伐採した箇所における再造林等が今後の課題となります。

¹ NEDO HP、バイオマス賦存量・有効可能量の推計より

² 木質バイオマスボイラー導入指針、森のエネルギー研究所、平成24年

³ 日本LPガス協会HPより

図 5-3 に林班ごとのスギ林の材積及び林野庁で実施された森林生態系多様性基礎調査データの調査点及び ha 当たりの立木材積量をしました。なお、図中の赤丸は燃料製造場所から 10 km 圏内を示しています。

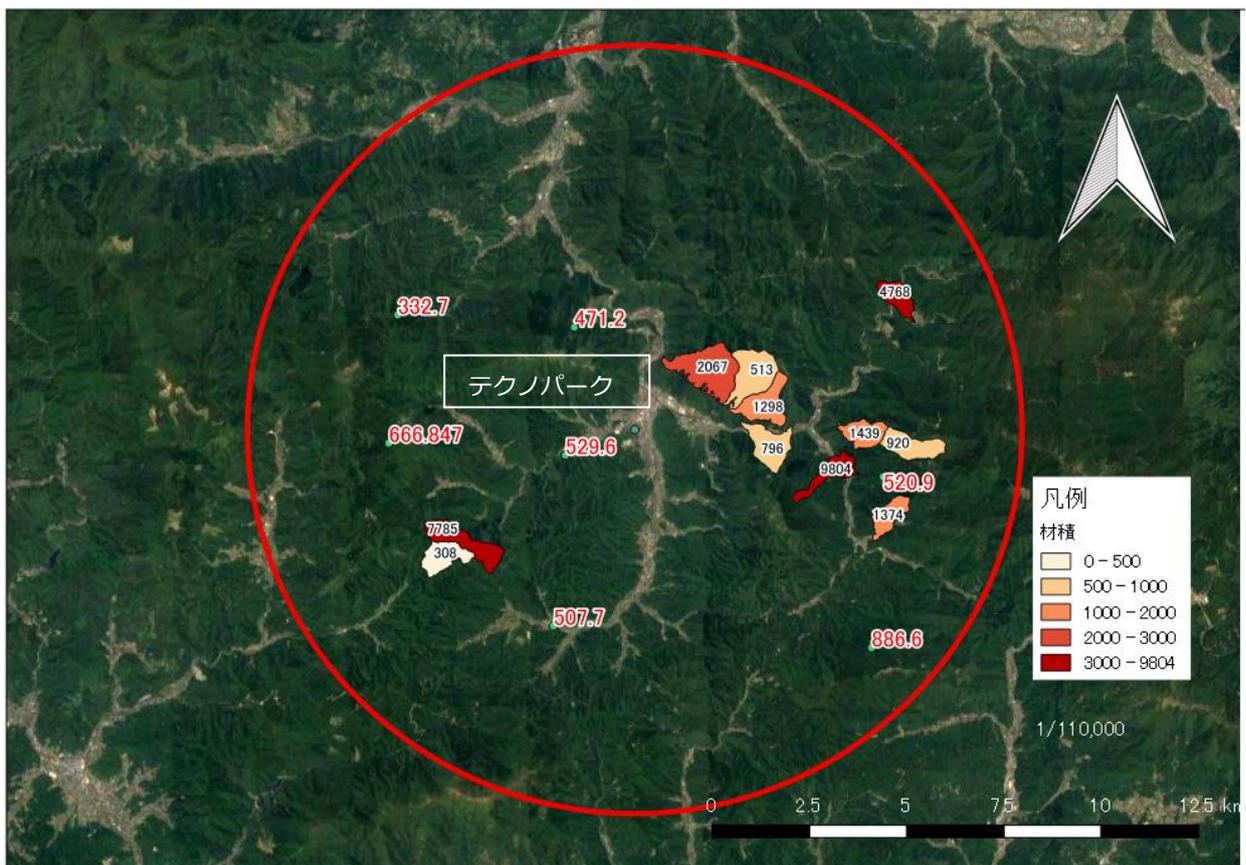


図 5-3 智頭石油社有林 分布図

(図中の赤字はモニタリングデータの ha 当たりの材積 (スギ) (m³/ha))

(2). 森林経営計画、現地調査、森林生態系多様性基礎調査データによる森林資源量の比較

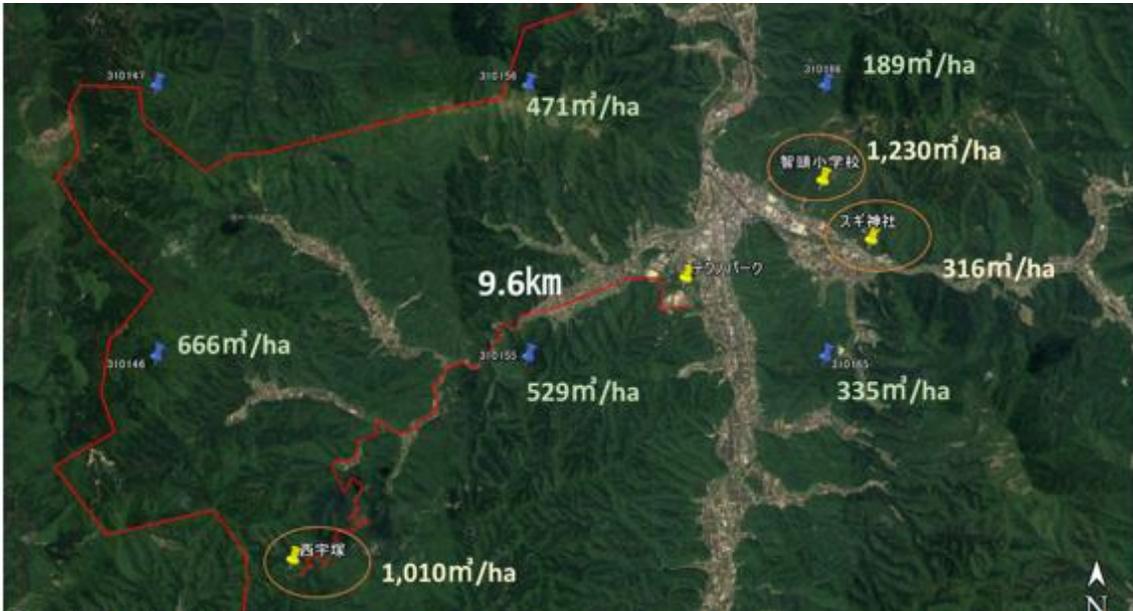


図 5-4 現地調査の実施点とモニタリング調査の実施ポイント

森林経営計画、森林生態系多様性基礎調査データ（モニタリングデータ）及び現地調査を3箇所（篠坂、寿ヶ谷、西宇塚）で実施した結果とのha当たりの材積を以下の表で比較しました。

	篠坂調査区	寿ヶ谷調査区	西宇塚調査区
森林経営計画	420 m ³ /ha	447.5 m ³ /ha	446 m ³ /ha
現地調査	316 m ³ /ha	1,230 m ³ /ha	1,010 m ³ /ha
モニタリングデータ	335 m ³ /ha	189 m ³ /ha	666 m ³ /ha

それぞれの調査結果でha当たりの材積を比較すると大きな違いがみられました。これは、調査を実施したポイントが違うことから考えられますが、現地調査結果と比較した際の差が大きいため、調査点を増やし、値を検証する必要があると考えられます。

篠坂調査区



現地調査写真

調査実施日 平成 29 年 11 月 10 日

樹種	スギ・ヒノキ
林齢	50 年生
立木本数	77 本
平均樹高	17m
斜面傾斜	41.1
斜面方位	S.W
材積換算 (立木材積)	316.77 m ³ /ha

智頭（寿ヶ谷）調査区



現地調査写真

調査実施日 平成 29 年 11 月 10 日

樹種	スギ・ヒノキ
林齢	58 年生
立木本数	98 本
平均樹高	25.6m
斜面傾斜	13.3°
斜面方位	S.W
材積換算（立木材積）	1234.1 m ³ /ha

西宇塚調査区



現地調査写真

調査実施日 平成 29 年 11 月 9 日

樹種	スギ
林齢	59 年生
立木本数	107 本
平均樹高	25.3m
斜面傾斜	38.1°
斜面方位	谷地形 S
材積換算 (立木材積)	1013.37 m ³ /ha

5.2.3. 利用可能量

(1) 実施主体

燃料供給に関して、実施主体となる樹林業(株)に聞き取りによる調査を行いました。

聞き取り調査の結果から、燃料供給における C 材利用可能量は 2,000 m³/年であることが分かりました。詳細は次のとおりです。

- ・作業班は 1 班体制で、素材生産作業を行っている。
- ・所有機械は、グラップル 3 台、グラップルレーキ 1 台 (リース)、プロセッサ 1 台、フォワーダ 2 台 (リース 1 台) である。
- ・樹林業で搬出している C 材は年間約 2,000 m³で、地域外のバイオマス発電所に出荷している。
- ・智頭町内で C 材が出荷できれば、運賃コストが削減され、その分が森林所有者に還元できると考えている。

(2) 木材流通量

現在樹林業で実施している伐出材の数量は以下のとおりです。

単位 (m³)

	28 年度実績		29 年度実績見込		30 年度計画	
	石谷林業	県森連	石谷林業	県森連	石谷林業	県森連
個人	830	243	600	300	700	300
(株)樹林業	1,350	602	1,775	801	1,800	800
計	2,180	845	2,375	1,101	2,500	1,100

(3) 利用可能量

智頭町内の智頭石油社有林から供給される森林資源量は約 316 m³(212t/年)であり、後述する智頭病院の必要原木量 418 m³ (227t) に対し、持続的に原木を供給するためには、智頭石油社有林以外からも材を調達する必要があります。

一方、智頭町木の宿場実行委員会は市営の温水プールへ 300 m³ (200t) 燃料材を供給しているとともに、樹林業では前年度 C,D 材を約 2,000 m³ (1,339t) 供給している実績を有しており、智頭町木の宿場実行委員会や他の木材流通ルートと協力しながら搬出することで、後述する必要原木量は供給が可能であると判断されました。

しかし智頭町ではシカ害の影響から主伐を実施しておらず、間伐主体の森林整備がなされていることから、林業自体の課題の解決策を検討し、木材供給量を増加させていく必要があります。

5.3. 川中（燃料製造）

5.3.1. 智頭石油（株）での薪の製造

(1). 全自動薪割り機について

智頭石油は平成 26 年に、3~4m 丸太から薪を製造可能な大型の全自動薪割り機を導入しており、それを用いて薪ストーブ用の広葉樹（主にナラ薪）を製造しています。

表 5-3 全自動薪割り機の概要

メーカー、機種	PALAX（フィンランド）
機種	KS45s
外観	
重量	1,490kg
寸法（本体）	H2510 x W1240 x L3250mm
最大処理径	43cm
最大薪長さ	55cm

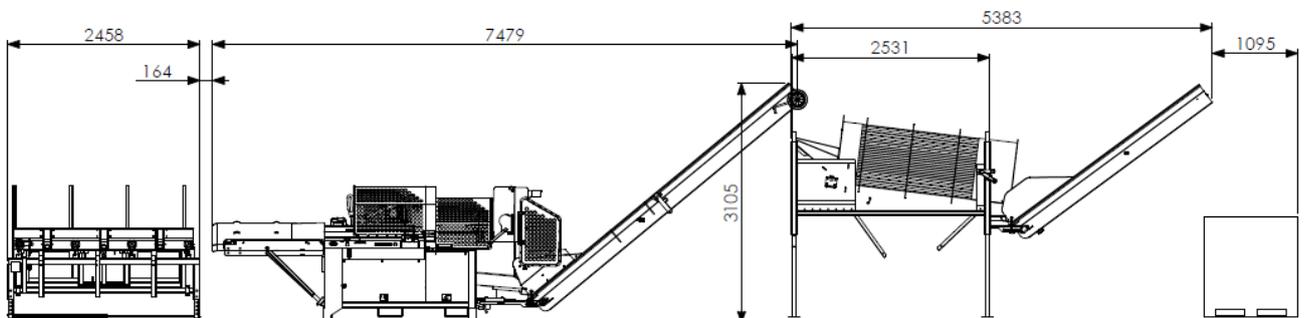


図 5-5 全自動薪割り機 立面図

【大型自動薪割り機】



薪バックによる自然乾燥



屋外乾燥
半年～1年



図 5-6 全自動薪割り機を用いた薪割り工程

薪割り機で割られた薪は、メッシュ状の袋（メッシュバッグ）に詰め、一夏以上屋外で保管乾燥させます。メッシュバッグにさらにビニールの袋（通気口を空けてある）を被せることで、ビニールハウスのように中の温度が高くなり乾燥が進むよう工夫しています。広葉樹の薪でメッシュバッグ1袋に約500kg収納可能です。



写真 5-2 薪の屋外乾燥の様子

現状は薪割り機の能力に対してごく少量の薪を製造している状態で、二夏以上乾燥した薪の随時販売を行っています。販売エリアは鳥取県東部地域を中心に、西は米子市まで顧客がいます。薪の配送は自社のクレーン付きトラックを使用しています。

製造場所は狭く、乾燥中の薪の在庫でスペースの対部分が占められ、今後増産する場合に丸太や薪のストックをする新たな場所の確保が必要です。

5.3.2. 木の宿場での薪の製造

「木の宿場（やど）プロジェクト」は、林地残材搬出による森林整備と地域通貨の活用を組み合わせた地域活性化の取組みである「木の駅プロジェクト」のひとつとして、町内で進められている取組みです。



写真 5-3 木の宿場プロジェクトの様子

出典：木の駅ポータルサイト (<http://kinoeki.org/>)

収集された間伐材を薪に加工し、町内の温水プールに導入された薪ボイラーに供給しています。

- ・ 薪の長さは1 m、樹種はスギ。
- ・ 薪割り機は油圧プッシャーを備えた手動式で、1 m まで割れるロングタイプ。
- ・ 薪割りの事前にチェーンソーで丸太の玉切りを行う。
- ・ 加工後、3ヶ月の乾燥期間を経て薪ボイラーで利用。
- ・ 乾燥及び運搬には専用の鉄骨製のラック（特注品）を使用。

丸太のストックや薪の加工・乾燥は町有施設の跡地を利用していますが、現状でスペースは一杯でありこれ以上取扱いを増やすには新たな土地の確保が必要と思われます。



写真 5-4 木の宿場での薪製造の様子



写真 5-5 木の宿場での薪保管の様子

活動の概要について智頭町木の宿場実行委員会にヒアリングを行いました。

ヒアリング概要

日時：平成 29 年 8 月 25 日

先方：智頭町木の宿場実行委員会 副委員長 國岡将平様

- ・ 登録している山主は約 40 人。そのうち実際に出材をしているのは約 20 人。出材量は人によってばらつきがある。
- ・ 平成 22 年から検討を開始、平成 24 年から木材の搬出等の取組みが本格始動し、現在では年間 300m³ほどを集めている。
- ・ 集められる材はほとんどがスギ。広葉樹も可能だが値段は同じ。
- ・ サークル的な仲間づくり、社会実験として取り組んでおり、事業としての拡大は考えていない。
- ・ 森林組合とうまく情報共有ができれば、残材搬出できる場所をもっと確保できる。
- ・ 集められた材は薪に加工され、町営温水プールに平成 27 年に整備された薪ボイラーで使用されている。
- ・ 薪の加工製造と薪ボイラーへの薪運搬と投入は智頭町木の宿場実行委員会からシルバー人材センターに委託し運用体制が構築されている。時間給で支払をしている。
- ・ 温水プールへの薪供給は年間 300m³程度で済み、当初計画していた製材端材は利用していない。

ヒアリングを通し、智頭町木の宿場実行委員会としては、木の宿場プロジェクトは必ずしも出材量が一定ではないため温水プールへの薪の安定供給に不安があること、また薪の製造から運搬・投入に係る一連の運用体制の管理は負担感が大きいことがわかりました。智頭石油側の薪供給体制との連携についても前向きでした。

5.3.3. 薪製造場所の検討

町内で新たに木質バイオマス（薪）の活用を進めるにあたり、薪の製造を拡大する必要があります。智頭石油及び智頭町木の宿場実行委員会ともに、薪製造機械自体の稼働には余裕があるものの、今の薪製造所では丸太や薪をストックするスペースが限られ、これ以上の量の薪を製造するには新たな敷地を確保する必要があります。

そこで、智頭石油所有の全自動薪割り機をテクノパークの一角に移設して新たな薪製造所を整備し、そこで智頭町木の宿場実行委員会・智頭石油がそれぞれで行っていた薪製造を統合することで、町内の薪製造の集約と大幅な効率化を計画します。（温水プールからは薪製造場所との距離がやや離れることとなりますが、大きな差ではなく問題はないと考えられます）



図 5-7 現在の薪製造場所とテクノパーク、温水プールの位置関係

具体的には、テクノパークの西側土地にストックヤード及び薪割り作業場を設置します。騒音等を考慮し、住宅及び福祉施設から離れた場所に建屋を設置し、その中に自動薪割り機を移設します。また、その周辺を薪のストックヤードとして整備を行います。

年間 800m³（温水プール 300m³+新規需要 500m³（仮））を製造するとして、1年間の薪乾燥期間をおくと必要なストックヤードの面積は約 1,500 m²と見込まれます。丸太のストックや作業場、トラックの動線等を考えると 2,500 m²程度が必要ですが、テクノパーク内に十分確保可能な面積です。



図 5-8 テクノパーク内の新製造場所予定地と智頭石油の現在の新製造場所

薪割り作業は智頭町木の宿場実行委員会で薪割り作業を行っているシルバー人材の体制をそのまま流用します。薪割り機の効率が向上することでこれまでと同様の体制でより大量の薪生産が可能となります。

薪の長さ変更とボイラーでの燃焼への影響について

自動薪割り機では薪の長さ 55cm までしか製造できないため、町内の薪製造を自動薪割り機に集約すると、温水プールへと供給される薪がこれまでの長さ 1m から 55cm 以下へと変更されることとなります。このことについて、温水プールに導入されている薪ボイラーで 55cm 以下の短尺薪が問題なく燃焼するかどうかの検証を行いました。

【方法】

検証日：平成 29 年 11 月 29 日～30 日

方法：1m の長尺薪の投入時と、30cm 及び 40cm の短尺薪の投入時の薪ボイラーの各種温度等を計測し、比較しました。

11 月 29 日…長尺薪（1m）の投入：20 本

11 月 30 日…短尺薪（30cm 及び 40cm）の投入：各 34 本

計測項目…ボイラー缶水温度、排ガス温度、排ガス酸素濃度、10t タンク水温、15t タンク水温、煙の状況と炉内の燃料の状況（目視）

以上を 5 分置きに記録しました。

【結果】

記録の結果をグラフに示します。

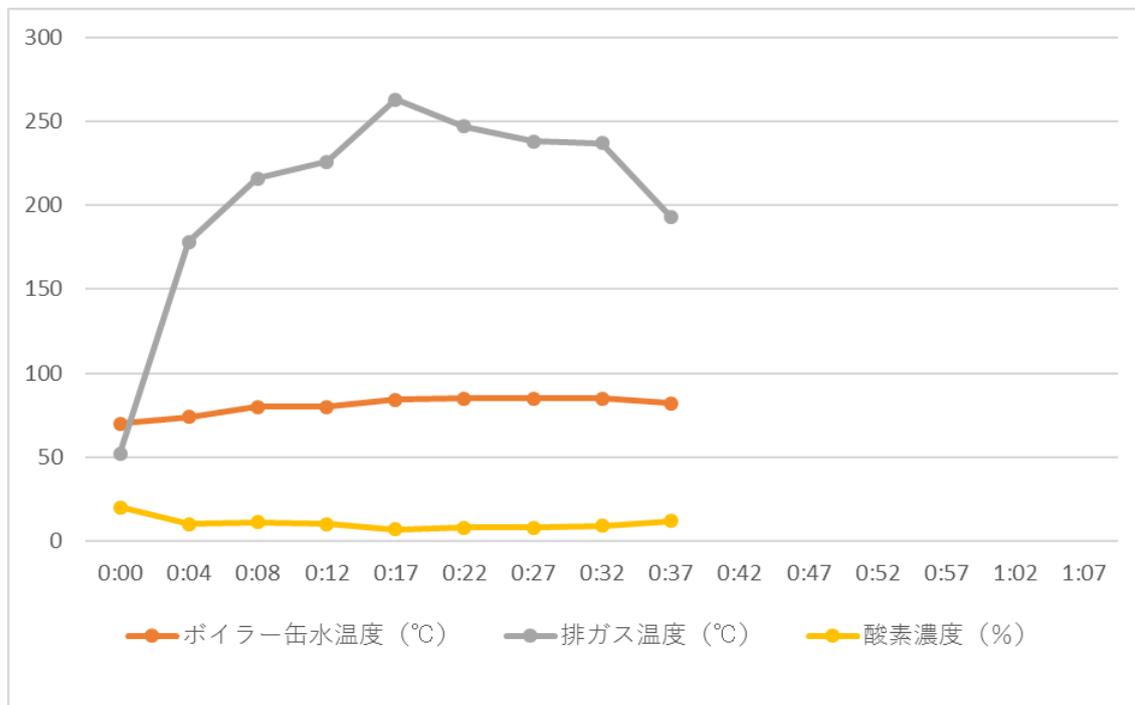


図 5-9 1m 薪の燃焼状況推移

※1m 薪の燃焼状況の記録は、燃焼開始 37 分過ぎで終了した。

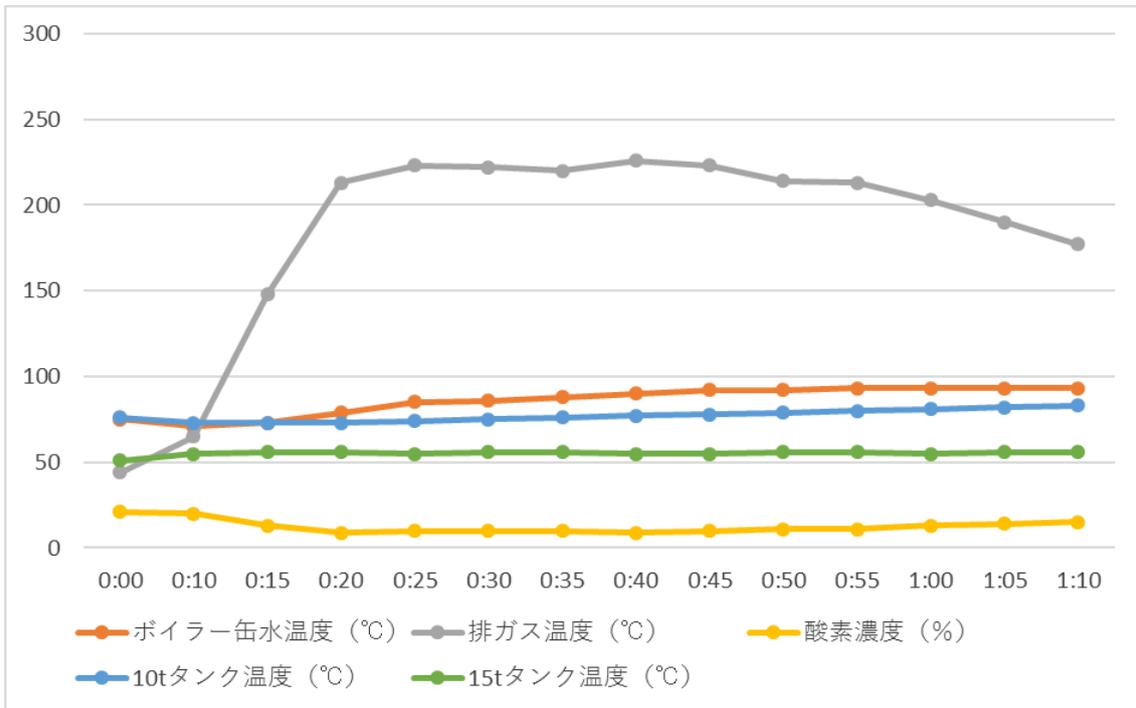


図 5-10 30cm 薪の燃焼状況推移

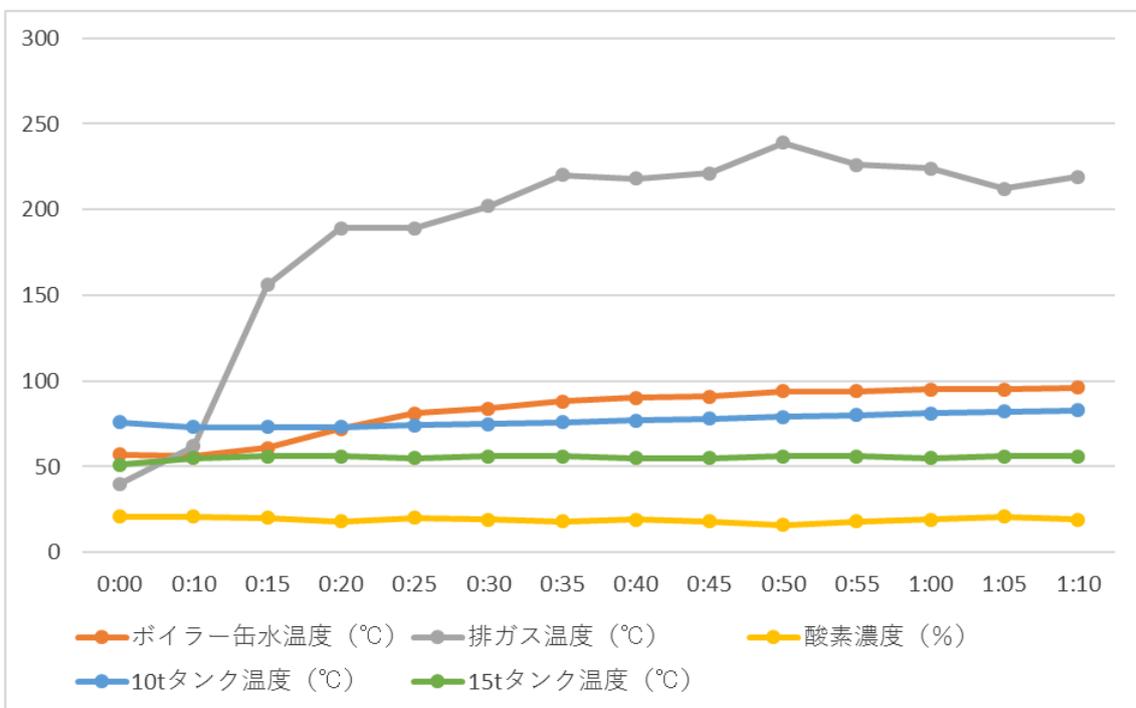


図 5-11 40cm 薪の燃焼状況推移

【考察】

- ・ 短尺薪にすることで懸念された炉内でのブリッジは見られず、燃烧状態の異常はありませんでした。
- ・ 煙の状況は目視で確認しましたが、燃烧開始 10 分～15 分あたりで灰色の煙が多くなり、20 分過ぎから透明に落ち着いてくるという推移で、各実験ともおおむね共通で特に顕著な違いは確認できませんでした。
- ・ 30cm 薪と 40cm 薪を比較すると、30cm 薪の方が、排ガス温度が 200℃を超える時間及び酸素濃度が低下する時間が早く、また排ガス温度が下がり始める時間も早いため、燃烧が早く進んでいるものと思われます。
- ・ 以上より、短尺薪に変える事により懸念されたブリッジは見られず、かえって薪長さが短い事による燃烧速度の向上も見られ、短尺にする問題は無い事が判りました。

5.3.4. 薪製造コスト分析

智頭石油における自動薪割り機の運用実績をもとに、同機械を使用した場合の薪製造コストを算出した。なお試算に用いたパラメータは以下のとおりです。

表 5-4 薪製造コスト試算諸元

薪割り機	PALAX KS45s	
原木価格	3572	円/m ³
薪生産効率	1.5	m ³ /h・人
生産人員	2	人
人件費	1000	円/h・人
作業時間	8	h
うち薪割り機稼働	4	h
電気容量	22	kW
部品交換代	25000	円/年
装置価格	1050	万円
補助率	0.667	
償却年数	10	年

※原木価格は 4,700 円/生 t を比重 0.76 で換算した値。また、鳥取県で使用している重量から材積への換算値と異なるため、本試算ではより山側に利益が出るように設定。

※その他数値は智頭石油提供の運転データより

試算の結果、薪製造コストは以下のグラフのようになりました。なお、薪の水分は 33%、比重 0.57 で重量換算しています。

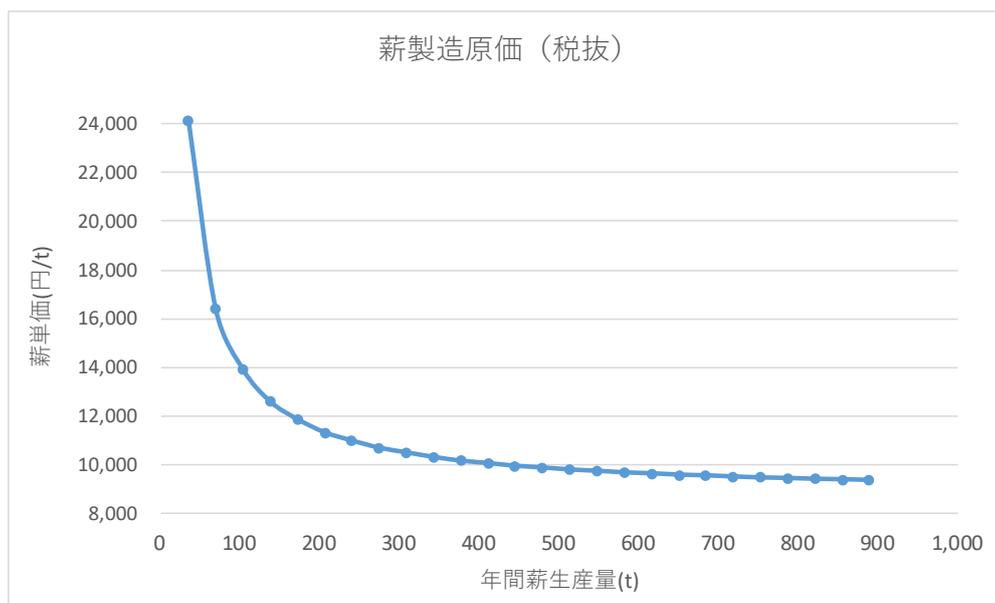


図 5-12 年間薪生産量と薪製造単価の関係

ただし、この価格は薪の利用場所までの運搬費、建屋などの製造設備費及び製造事業の利幅を含んでいません。

運搬費はテクノパーク内で薪の製造とボイラーでの利用を一貫して行うことで運搬距離はほぼ無視できると考えます（トラックでの輸送が不要で、フォークリフトで移動させることが可能）。

製造事業の利幅は事業主体が任意で上乘せすることになりますが、どの程度の利幅をとる必要があるかは、事業主体が専業であるか他の事業との兼業であるかなどによって異なります。今回はエネルギー利用側で薪供給事業も統合したエネルギー供給事業（詳細は後述）を検討することもあり、コストのみを的確に評価するため利幅を含まない価格を示します。

年間薪生産量が増加するとその分薪製造原価のうちの固定費の割合が減少し、年間薪生産量が 200t を超えるあたりから製造量の増加に伴う製造単価の減少は緩やかな変化となります。年間薪生産量が 400t を超えるあたりから、薪製造コストは 10,000 円/t を下回るようになります。

全国的にはボイラー用薪の単価（製造に係る利幅を含む）は 20,000 円/t 程度であることから、試算結果は一定の生産量を確保できれば、利幅を乗せたとしてもかなり安価なコストで薪を生産できることを示しています。

安価なコストとなった要因としては、以下のことが挙げられます。

- ・ 原木の調達価格が比較的安い（県や自治体の補助が手厚い）
- ・ 自動式薪割り機のためスケールメリットによる効率化効果が高い
- ・ 供給先が同じ敷地内のため運搬費がほぼ必要ない
- ・ イニシャルコストの補助に有利な補助率が適用されている

生産量については、既存の温水プール向け必要量が約 150t/年あり、新規需要を仮に 250t/年とすれば年間生産量は 400t となり、スケールメリットを発揮するのに十分な量です。以上のことから、薪の製造拠点を集約し自動薪割り機を活用することは、薪製造の効率化及びコストダウンに大きな効果があることがわかりました。

5.4. 川下（エネルギー利用）

5.4.1. テクノパークでの検討

テクノパークは、智頭町が企業誘致のために造成した土地です。

- ・ 所在地：八頭郡智頭町大字三田地内
- ・ 事業主体：智頭町
- ・ 分譲済み面積：2.5ha
- ・ 分譲可能面積：1.5ha

土地の東側半分は町営住宅の建設予定地及び民間の福祉施設とその拡大予定地、西側半分は企業誘致中となっています。現在は東側に町営住宅 4 棟と福祉施設 1 棟が建設されています。



図 5-13 テクノパークの土地利用状況

本事業では、既設の住宅及び福祉施設に加えて、今後整備される予定の住宅や誘致施設も含むテクノパーク内一帯に対して、バイオマス熱供給を行うことを検討します。

あわせて、テクノパークを当町の魅力を発信し人が集まる場所にするのが重要と考えます。当町で先駆的に取り組まれている「森林セラピー」や「森のようちえん」「木の宿場」など、森林資源の活用や森と豊かに暮らす体験を木質バイオマスエネルギーの利用と一緒にアピールすることのできる、「バイオマス体験パーク」としての活用を図ります。

同時に木質バイオマスエネルギーの熱を有効利用し快適な居住空間を提供するためには、住宅の高断熱化を進めることが必要です。こういった建築設計の知見のある専門家にも協力を仰ぎ、高断熱化の方針を提案します。

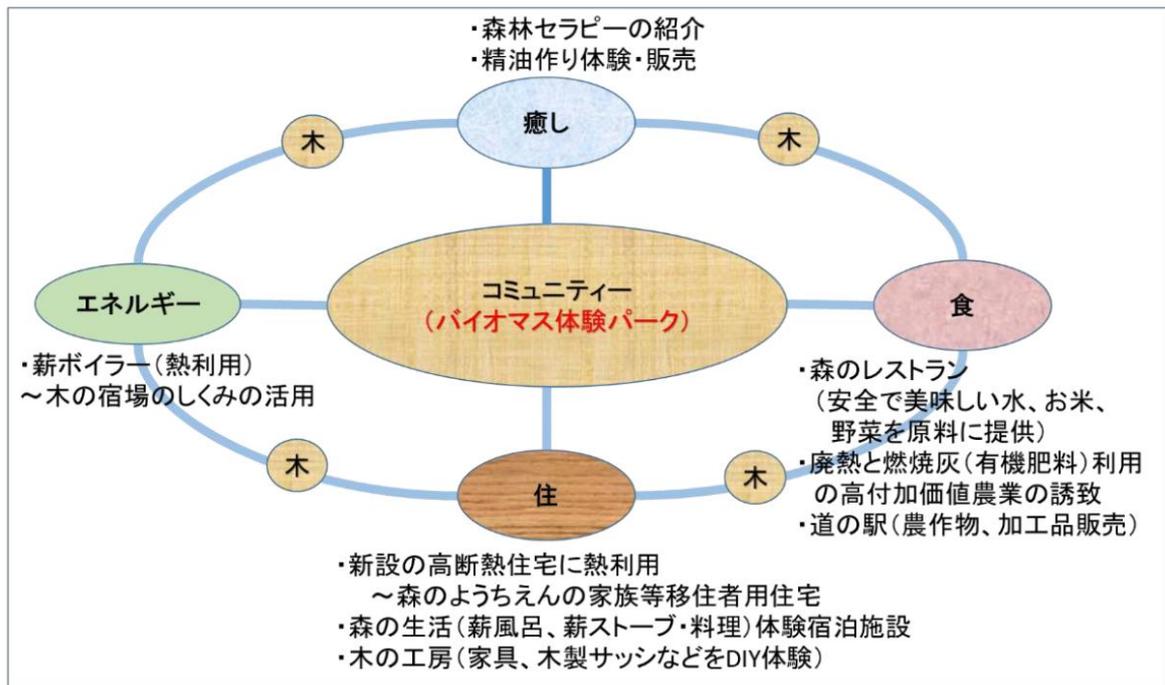


図 5-14 「バイオマス体験パーク」構想イメージ

木質バイオマスによる住宅や施設への熱供給は、バイオマスボイラーにより発生させた温水を住宅（施設）内へ配管により引き込み、熱交換器を介して給湯及び暖房で使用することができます（暖房はファンコンベクターやラジエーター、温水床暖房などによる）。エネルギー供給の対価としての課金方法は様々ですが、積算熱量計を取り付けることで使用した熱量に応じた料金徴収体系を構築することも可能です。

国内では、北海道下川町、岩手県紫波町、山形県最上町などで導入されている例があります。

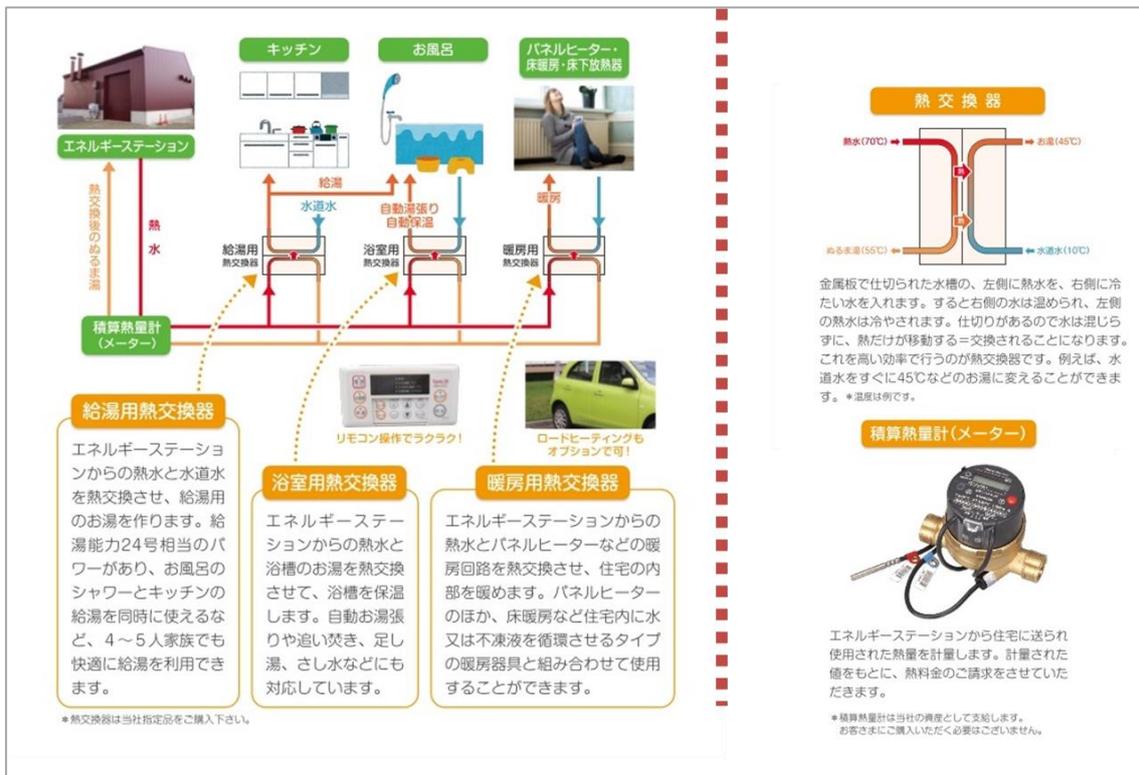


図 5-15 住宅への地域熱供給事業の例（岩手県紫波町）

出典：紫波グリーンエネルギー株式会社 HP <http://shiwa-green.co.jp/project/cogeneration>

5.4.1.1. エネルギー需要の検討

(1) 町営住宅

町営住宅は「智頭町定住促進住宅」としてテクノパーク内に全 21 棟の建築が計画されており、現在のところ 4 棟が建築され入居済みです。



図 5-16 既存住宅の外観及び計画図面

建築済みの4棟について熱の使用方法を確認しました。

暖房：蓄熱式電気暖房器

給湯：ヒートポンプ給湯器

これらの機器が設置済みであり、これを木質バイオマスによる熱供給に替えるのは宅内工事が必要となるため現実的に難しいと考えられます。よってこれから建築予定の17棟をバイオマス熱供給の可能性のある対象として考察を進めることとします。

今後建築予定の住宅について設計仕様は未定とのことなので、統計からの引用により熱需要量を推計しました。用いる統計データは、家庭用エネルギー統計年報2012年版（住環境計画研究所）より「家庭用用途別エネルギー消費原単位の推移[中国地方]」としました。

統計値より

暖房：9,724MJ/(世帯・年)

給湯：11,731MJ/(世帯・年)

ただし暖房については、当地域が中国地方の中でも山陰側の山間部で寒冷地であることを考慮し、1.5倍の14,586MJ/(世帯・年)とします。

これをもとに新設17棟分の熱需要量を計算し、薪の量に換算すると

暖房：247,962MJ/年 → 薪 26 t/年

給湯：199,427MJ/年 → 薪 21 t/年

に相当します。（薪の発熱量12.11MJ/kg、変換効率80%）

(2) 福祉施設

テクノパーク内には福祉施設が1施設営業しています。

表 5-5 すわの郷概要

施設名	ケアサポートセンター すわの郷
外観	
事業概要	介護付有料老人ホーム
事業開始	平成27年3月
部屋数	18床

当該施設における熱の使用状況について現地調査を行いました。概要は以下のとおりです。

暖房：電気式エアコン

給湯：浴室はガス給湯器、居室及び調理室は小型電気温水器を各室に設置



図 5-17 すわの郷に設置されている暖房・給湯設備

使用量は僅かであると考えられる小型電気温水器を除き、暖房と給湯について電気及びガスの使用量から当該熱需要量を推定しました。（電気については、月の電気代が一番少なく暖房及び冷房の使用がないと思われる月（6月）を基準として、冬期にそれよりも超過している電気使用分を暖房使用分としました。）

表 5-6 すわの郷における熱需要及びそれを薪で代替する際の必要量

	すわの郷		
	暖房	給湯	小計
種類	電気	ガス	
利用量（電気：kwh ガス：m ³ ）	25,585	918	
料金（円）	323,877	308,147	632,024
年間熱需要（kwh）	104,429	22,722	127,152
（MJ）	375,946	81,800	457,746
MJあたり現行費用（円/MJ）	0.86	3.77	1.38
薪代替量（t）	39	8	47

その結果、

暖房：375,946MJ/年 → 薪 39 t/年

給湯：81,800MJ/年 → 薪 8 t/年

に相当することがわかりました。（薪の発熱量 12.11MJ/kg、変換効率 80%）

ただし、暖房は電気式エアコンで行われているため、ここにバイオマス熱供給（温水供給）による暖房を導入しようとする、ファンコンベクターやラジエーターの設置など大掛かりな施設内工事が必要になると思われます。したがってこれは現実的ではないと判断し、福祉施設についてはバイオマス熱供給の対象は給湯需要のみとしました。

(3) テクノパーク内での新設施設

テクノパークは引き続き利用企業の誘致中であるため、新しい施設をつくりそこへバイオマス熱供給を行うことも考えられます。そこでいくつかの新設施設を想定し、熱需要量を推定しました。

① キクラゲ栽培施設

町内の富沢地区では平成 29 年よりキクラゲの栽培事業を開始しています。ヒアリングにより得た事業の概要は以下のとおりです。

- ・ 施設は平成 28 年 12 月に完成。建設費は 15 百万円程度。
- ・ 現在は 1 棟 (200 m²) のみ。1 日あたり 5～6 人が従事。障がい者も雇用 (農福連携)
- ・ 栽培したキクラゲは納入先として、大手外食産業で使用される。
- ・ 温度、湿度、CO₂ 濃度を管理している。
- ・ 寒冷期は暖房を実施、室温は 20～23℃の設定。灯油を年間 19kL 使用。
- ・ 出荷前の乾燥用に灯油を週に 100L、年間で約 5 kL 使用
- ・ 菌床は 2 割智頭スギを使用。他は広葉樹由来。1 ヶ月で 1 サイクル、使用後は肥料 (堆肥) 化している。
- ・ 現在のところ拡大はあまり考えていなく、増やしてももう 1 棟。



写真 5-6 キクラゲ栽培施設の外観及び内観

仮に将来的な事業拡大を想定し、テクノパークに新設することを仮定しました。テクノパーク内に5棟(1,000㎡)を新設すると、暖房用途に灯油を93kL/年使用することが見込まれます。これを換算すると、

暖房：2,921,130MJ/年 → 薪 301 t/年

に相当する。(薪の発熱量 12.11MJ/kg、変換効率 80%)

※乾燥用途は、乾燥機がバーナーと一体型のため、バイオマス熱供給(温水供給)の対象からは外しました。

② 宿泊施設

町内では観光客向けの宿泊施設が不足しているため、テクノパーク内に宿泊施設を新設することを想定しました。

【熱需要の推定条件】

- ・ 床面積を1,050㎡とし、暖房需要は現福祉施設(700㎡)の1.5倍。
- ・ 年間利用者を8千人(※)とし、給湯需要(200L/人)を計算。
※客室36室、稼働率60%、365日稼働の計算
- ・ 浴場は20㎡の浴槽が男女各1つ、上水を使用し循環加温、週1回湯交換。

以上の条件から計算される熱需要量及び薪使用量の換算量は、

暖房：563,919MJ/年 → 薪 58 t/年

給湯：200,930MJ/年 → 薪 21 t/年

浴槽加温：1,916,874MJ/年 → 薪 198 t/年 合計 277 t/年 となりました。

5.4.1.2. エネルギー利用システムの検討

これまでの検討結果から、テクノパーク内でのバイオマスによる熱供給先を以下の 3 パターンで考察しました。(新施設については、敷地の関係上①キクラゲ栽培施設と②宿泊施設の両方を併設することは難しいため、熱需要量の多いキクラゲ栽培施設を想定することとしました)

表 5-7 バイオマスによる熱供給の想定パターン

パターン1	町営住宅+福祉施設
パターン2	町営住宅+福祉施設+キクラゲ栽培施設
パターン3	キクラゲ栽培施設のみ

また、パターン3の場合は町営住宅へのバイオマス熱供給は行いませんが、薪ストーブを設置することで住民には森林資源の活用を体感してもらうとともに魅力ある住宅としての特色づくりに活用します(その分の薪を町内での新たな薪生産に上乘せする)。

(1) 設備配置イメージ

このときのボイラー及び熱導管の設置イメージを示します。イメージは最も施設整備が必要なパターン2の場合で示します。テクノパーク東側はボイラー等設備を設置する場所がないため、西側のできるだけ住宅造成予定地に近い場所に設置し、住宅及び福祉施設へは熱導管を敷設します。図のように熱導管を敷設した場合、その距離は 320m 程度と想定されます。また薪製造のヤードはボイラーの近くに整備し、新設の熱需要施設も西側の土地に整備します。

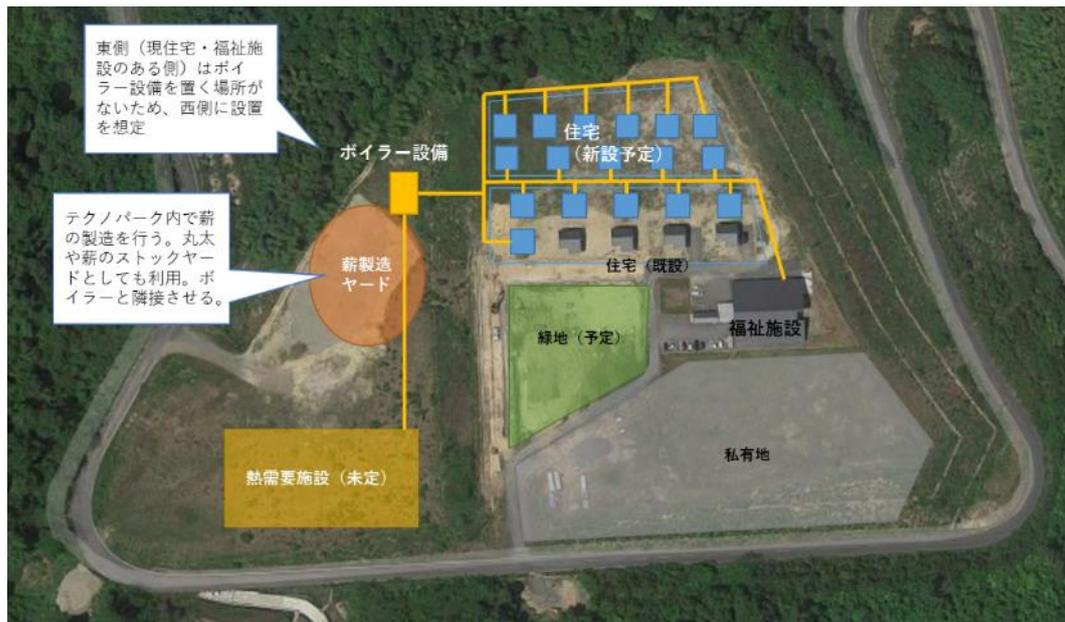


図 5-18 パターン2を想定した整備配管イメージ

(2) ボイラーの出力規模の検討

ピークの出力を推測し、ボイラーの出力規模を把握します。

なお住宅及び福祉施設については給湯需要がありますが、給湯需要は長くても十数分程度の短い時間でのピーク負荷となるため、各住宅及び施設に適切な大きさの貯湯タンクを設置することでこれを緩衝（バッファ）としボイラーに直接ピーク負荷がかかることを避ける考え方を採用しました。これによりボイラーの規模を考える際に給湯負荷をほぼ無視することができます。

表 5-8 町営住宅及びキクラゲ栽培施設で想定される熱需要

【住宅】

1軒あたり熱交換器容量	10	kW	想定値。既存住宅の暖房負荷計算は33kW（ピーク）。
軒数	17	軒	
同時使用率	0.86		想定値。
ピーク容量	146	kW	

【キクラゲ栽培】

総熱量	2,921,130	MJ	
ピーク月（1月）	649,140	MJ/月	暖房期間10月～4月、1月をピークにsinカーブを適用
平均時間当たり	902	MJ/h	
ピーク時	1,046	MJ/h	最低気温と設定温度との温度差は、平均気温のときと比べて1.16倍
	291	kW	

【住宅】 + 【キクラゲ栽培】 437 kW

よって各パターンのときのボイラーの出力規模は以下のとおりです。

表 5-9 各想定パターンにおける熱需要合計

パターン1	町営住宅 + 福祉施設	146kW
パターン2	町営住宅 + 福祉施設 + キクラゲ栽培施設	437kW
パターン3	キクラゲ栽培施設のみ	291kW

実際には、化石燃料ボイラーによるバックアップを組合せ、薪ボイラーは上記出力よりも低めの規模にすることでイニシャルコストを抑えることを検討します（要詳細シミュレーション）。

5.4.1.3. エネルギー供給コストの検討

上記のパターンごとにエネルギー（熱）の供給コストを計算します。コストは、パターンごとの比較や化石燃料等との比較がしやすいよう、またエネルギー供給（熱販売）事業を行うことも視野に入れ、MJあたりの単価を算出します。

まず、比較対象となる化石燃料の供給コストを整理する。

表 5-10 鳥取県における各化石燃料の供給コスト

	LPG (給湯、床暖)	灯油（小売） (給湯、床暖)	灯油（大口） (給湯、床暖)	A重油（大口） (給湯その他)
燃料単価・電力単価	336円/m ³	80円/L	76円/L	46円/L
単位熱量	100MJ/m ³	34.9MJ/L	34.9MJ/L	37.1MJ/L
変換効率	0.9	0.9	0.9	0.9
熱量単価（円/MJ）	3.73	2.55	2.42	1.38

※LPG、灯油、重油の価格は智頭石油の H28 年～H29 年の平均販売価格（配達価格）

※化石燃料ボイラー等のイニシャルコストによる固定費は含まれていない。

化石燃料は価格変動が大きいため、価格が変化したときの熱供給コストの変化についてグラフで示します。

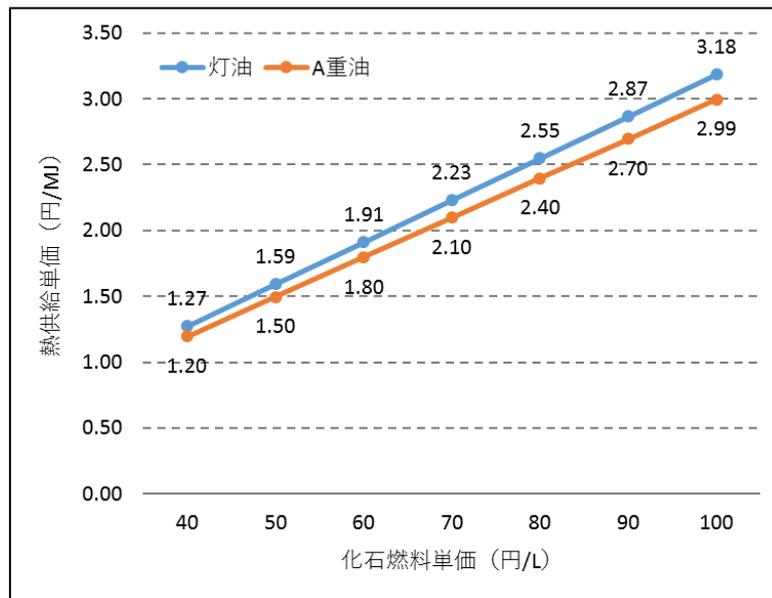


図 5-19 灯油及び A 重油の燃料単価と熱供給単価の関係

① パターン1：町営住宅+福祉施設

表 5-11 パターン1で想定される熱供給単価

A	総熱需要量	529,189	MJ	
B	代替率	90%		
C=A*B	薪供給熱量	476,270	MJ	(新設住宅+福祉施設(給湯のみ))×代替率90%
D	薪必要量	49	トン	同上
E=A*(1-B)	灯油供給熱量	52,919	MJ	
F	灯油必要量	1,685	L	

◆燃料費

G	薪製造原価	11,330	円/トン	温水プールと生産集約し+150トン
H=D*G	薪費用	557	千円	
I	灯油単価	76	円/L	
J=F*I	灯油費用	128	千円	
K=(H+J)/A	(燃料費単価)	1.29	円/MJ	

◆固定費

L	投入・メンテナンス人件費	1,530	千円	夜間8千円×150日、昼間は温水プール投入と兼務で時間給分330千円
M	電気代	1,000	千円	概算
N	ボイラー設備	45,000	千円	概算(146kW)
O	配管設備	32,000	千円	320m×10万円
P	減価償却年数	15	年	建物付属設備/給排水・衛生設備、ガス設備
Q	補助率	50%		
R=(N+O)*(1-Q)/P	減価償却費	2,567	千円	
S=(L+M+R)/A	(固定費単価)	9.63	円/MJ	

T=K+S 合計単価 **10.93** 円/MJ

パターン1の場合、熱供給コストは10.93円/MJとなり、これは化石燃料等と比べて非常に高いコストです。熱供給量が少ないのに対し、イニシャルコストは熱導管の敷設費用が重いため、固定費が過大になっています。

② パターン2：町営住宅+福祉施設+キクラゲ栽培施設

表 5-12 パターン2で想定される熱供給単価

A	総熱需要量	3,450,319	MJ	
B	代替率	90%		
C=A*B	薪供給熱量	3,105,287	MJ	(新設住宅+福祉施設(給湯のみ)+キクラゲ栽培)×代替率90%
D	薪必要量	321	トン	同上
E=A*(1-B)	灯油供給熱量	345,032	MJ	
F	灯油必要量	10,985	L	

◆燃料費

G	薪製造原価	9,900	円/トン	温水プールと生産集約し+150トン
H=D*G	薪費用	3,173	千円	
I	灯油単価	76	円/L	
J=F*I	灯油費用	835	千円	
K=(H+J)/A	(燃料費単価)	1.16	円/MJ	

◆固定費

L	投入・メンテナンス人件費	1,530	千円	夜間8千円×150日、昼間は温水プール投入と兼務で時間給分330千円
M	電気代	1,000	千円	概算
N	ボイラー設備	55,000	千円	概算(400kW)
O	配管設備	32,000	千円	320m×10万円
P	減価償却年数	15	年	建物付属設備/給排水・衛生設備、ガス設備
Q	補助率	50%		
R=(N+O)*(1-Q)/P	減価償却費	2,900	千円	
S=(L+M+R)/A	(固定費単価)	1.57	円/MJ	

T=K+S 合計単価 **2.74 円/MJ**

パターン2の場合、熱供給コストは2.74円/MJとなり、後述する化石燃料等の熱供給コストに近い数値にはなっていますが、やや高い値です。熱需要量の多いキクラゲ栽培施設が供給対象となることで固定費負担がパターン1と比べて大幅に軽減されています。

③ パターン3：キクラゲ栽培施設のみ

表 5-13 パターン3 で想定される熱供給単価

A	総熱需要量	2,921,130 MJ	
B	代替率	100%	給湯のピーク需要ないため
C=A*B	薪供給熱量	2,921,130 MJ	キクラゲ栽培×代替率100%
D	薪必要量	302 トン	同上
E=A*(1-B)	灯油供給熱量	0 MJ	
F	灯油必要量	0 L	
◆燃料費			
G	薪製造原価	9,860 円/トン	温水プールと生産集約し+150トン、+住宅向け34t (2t×17棟) を加える
H=D*G	薪費用	2,973 千円	
I	灯油単価	76 円/L	
J=F*I	灯油費用	0 千円	
K=(H+J)/A	(燃料費単価)	1.02 円/MJ	
◆固定費			
L	投入・メンテナンス人件費	1,415 千円	夜間8千円×150日、昼間は温水プール投入と兼務で時間給分215千円
M	電気代	500 千円	概算
N	ボイラー設備	50,000 千円	概算 (291kW)
O	配管設備	0 千円	ハウスに隣接させる
P	減価償却年数	15 年	建物付属設備/給排水・衛生設備、ガス設備
Q	補助率	50%	
R=(N+O)*(1-Q)/P	減価償却費	1,667 千円	
S=(L+M+R)/A	(固定費単価)	1.23 円/MJ	
T=K+S	合計単価	2.24 円/MJ	

パターン3の場合、熱供給コストは2.24円/MJとなり、化石燃料等のコストと比べてもそんな色ない値に落ち着いています。

パターン2と比べると、総熱需要量は減少しているにもかかわらずコストが減少しています。これは住宅及び福祉施設への地域熱供給が熱供給量の割にイニシャルコストがかかり割高となる原因となっているためであり、コスト面では住宅及び福祉施設への地域熱供給は実施しない方が安くなることが示されました。

5.4.2. 智頭病院での検討

テクノパークでの熱供給事業は、新たな大型熱需要を想定しないと成立が難しいことがわかりました。そこで、町内既存施設で熱需要の大きい施設として、協議会において智頭病院及び併設の福祉施設（以下、智頭病院という）が提案されたため、この施設での木質バイオマスの導入可能性を検討します。

【智頭病院概要】

所在地：鳥取県八頭郡智頭町智頭 1 8 7 5

病床数：1 4 4 床（療養、老健含む）

主要施設：病棟、特養老人ホーム、デイサービスセンター、保健センター



写真 5-7 智頭病院外観

5.4.2.1. エネルギー需要の調査

智頭病院における現状の熱供給システムを下図に示します。

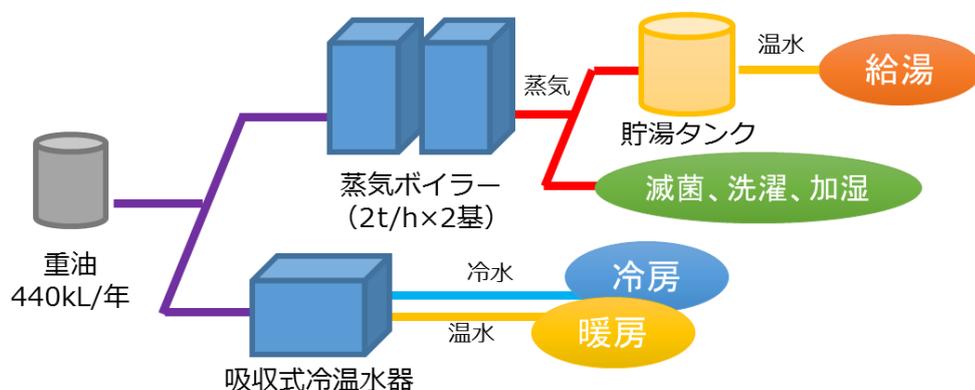


図 5-20 智頭病院の熱供給システム

- ・ 蒸気ボイラー：蒸気で加温した温水を給湯に使用する。ほかに蒸気は滅菌、洗濯、加湿の用途で使用されます。

吸収式冷温水器：冷房及び暖房に使用。



写真 5-8 蒸気ボイラー

各用途に使用する A 重油の量は分離把握できないので、ヒアリングより利用側の使用量を把握できた「給湯用途」をバイオマス代替対象とします。

- ・ ヒアリングより、給湯使用量は 50m³/日
 - ・ 給湯温度 60℃、上水温度 20℃（夏期）・10℃（冬期）として計算すると、総熱需要量 2,751,070MJ/年
 - ・ このうちピーク負荷を除き、約 8 割を代替すると仮定。
- 薪 227t/年に相当する。

5.4.2.2. エネルギー利用システムの検討

薪ボイラーの出力規模は、冬期の平均負荷に合わせるものとし、稼働時間 10h/日と仮定して推定すると、290kW となります。(今後、ボイラーの稼働状況を調査し詳細な検討が必要)

薪ボイラーの設置場所は下図に示す場所が候補として考えられます。今後図面等を確認のうえ、設置可能かどうか詳細に検討する必要があります。



図 5-22 薪ボイラーの設置場所候補

5.4.2.3. エネルギー供給コストの検討

智頭病院に薪ボイラーを導入した場合のエネルギー供給コスト（熱供給単価）は以下のようになります。

表 5-14 智頭病院で想定される熱供給単価

A	総熱需要量	2,200,856	MJ	給湯需要量の80%
B	代替率			
C=A*B	薪供給熱量	2,200,856	MJ	
D	薪必要量	227	トン	
E=A*(1-B)	灯油供給熱量		MJ	
F	灯油必要量		L	
◆燃料費				
G	薪製造原価	10,160	円/トン	温水プールと生産集約し+150トン
H=D*G	薪費用	2,308	千円	
I	灯油単価		円/L	
J=F*I	灯油費用		千円	
K=(H+J)/A	(変動単価)	1.05	円/MJ	
◆固定費				
L	投入・メンテナンス人件費	515	千円	温水プール投入と兼務で時間給分515千円
M	電気代	500	千円	概算
N	ボイラー設備	50,000	千円	概算 (290kW)
O	配管設備	0	千円	機械室に隣接させる
P	減価償却年数	15	年	建物付属設備/給排水・衛生設備、ガス設備
Q	補助率	50%		
R=(N+O)*(1-Q)/P	減価償却費	1,667	千円	
S=(L+M+R)/A	(固定費単価)	1.22	円/MJ	
T=K+S	合計単価	2.27	円/MJ	

熱供給コストは 2.27 円/MJ となりましたが、智頭病院の場合は代替する対象が A 重油であり、灯油やガスと比べてかなり安価で販売されている（H29 年末時点で 59 円/L、熱供給単価にすると約 1.8 円/MJ）ため、この単価でも A 重油にくらべて高い結果となります。

5.4.3. 検討結果のまとめ

ここまでのテクノパーク及び智頭病院での検討結果についてまとめます。

これまでの熱供給単価の計算と同じ方法で、テクノパークでのキクラゲ栽培施設と智頭病院の2箇所で熱供給事業を行った場合の試算結果も加えています。

表 5-15 熱供給単価のまとめ

熱供給先 パターン	住宅 ・福祉施設	住宅 ・福祉施設 +栽培施設	栽培施設 (+住宅には 薪ストーブ)	智頭病院	栽培施設 +智頭病院 (+薪ストーブ)
薪使用量	49 t	321 t	302 t (+ストーブ用 34t)	227 t	529 t (+ストーブ用 34t)
薪製造原価	11,330 円/ t	9,900 円/ t	9,860 円/ t	10,160 円/ t	9,520 円/ t
燃料費単価 (A)	1.29 円/MJ ※灯油 10%含む	1.16 円/MJ ※灯油 10%含む	1.02 円/MJ	1.05 円/MJ	0.98 円/MJ
ボイラー設備費用 ※概算	45 百万円	55 百万円	50 百万円	50 百万円	100 百万円 (2 施設)
配管設備費用 ※概算	32 百万円	32 百万円	—	—	—
固定費単価 (B) ※50%補助あり	9.63 円/MJ	1.57 円/MJ	1.23 円/MJ	1.22 円/MJ	1.22 円/MJ
熱供給単価 (A+B)	10.93 円/MJ	2.74 円/MJ	2.24 円/MJ	2.27 円/MJ	2.21 円/MJ

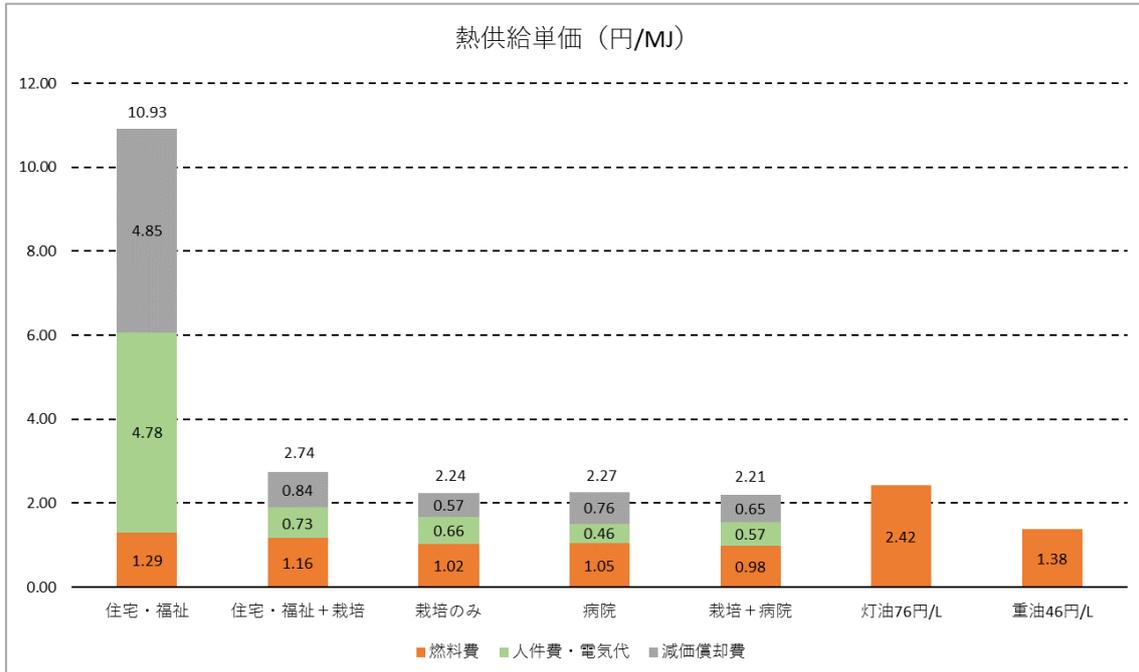


図 5-23 熱供給単価のまとめ

考察まとめ

- 住宅及び福祉施設への地域熱供給は、ボイラーや熱導管の配管敷設コストに対して熱供給量が少ないため、人件費や減価償却費といった固定費単価が非常に割高となります。つまり、化石燃料価格との競争を意識した熱供給単価にした場合は赤字、または固定費を回収することができません。
- ただしクワゲ栽培施設などの比較的大きな熱需要施設と組み合わせて供給することによって、固定費単価を大きく下げることが可能です。採算性の低い住宅等への地域熱供給も、大きな熱需要施設への熱供給とセットで行うことで採算性を改善することができます。
- 住宅及び福祉施設への地域熱供給を除外すれば、木質バイオマスによる熱供給単価は灯油 76 円/L (H28~H29 平均価格) の場合に対してコスト面で優位であることが確認できました。ただし後述するエネルギー供給サービス事業を実施する場合は、この単価に利幅を乗せる必要があることには留意が必要です。

5.5. 今後の課題と地域還元効果

(1) 今後の課題

事業採算性の確保のためには、木質バイオマスによる熱供給コストの一層の低減が求められます。木質バイオマスによる熱供給コストは大きく燃料費、人件費や電気代等の設備を動かすのに必要な費用、設備の減価償却費にわけられます。

燃料費である木質バイオマス燃料（薪）の価格は、既存の機械を活用できるため十分に安く、地域還元の意味からもこれ以上の削減は難しいと考えられます。

一方、減価償却費の額を左右するボイラーや配管等設備の工事費用は、バイオマスの普及が進む欧州と比べてかなり高額であり、削減余地はあると思われます。今回算出した工事費用は国内の過去の事例等を参考にした概算の域を出ませんが、今後基本設計に進む段階で工事費用のコストダウンについてアイデアを出していく必要があります。

工事費用については、一般的に公共工事ではどうしても高止まりになりがちであり、民間による設計・工事発注の方がコストダウンが実現しやすいと考えられます。これは PFI（公共施設等の設計、建設、維持管理及び運営に、民間の資金とノウハウを活用し、公共サービスの提供を民間主導で行うことで、効率的かつ効果的な公共サービスの提供を図るという考え方）と同じ考え方です。

したがって、民間のエネルギー供給事業者が自ら設備投資とエネルギー販売を行う、「エネルギー供給事業（＝ESCO 事業）」が工事費用のコストダウンに効果的であると考えられます。民間と行政とが連携してエネルギー供給事業の適切なスキームを構築していくことが重要であると考えます。

エネルギー供給事業について、具体的なスキーム例を智頭病院への熱供給を例に示します。

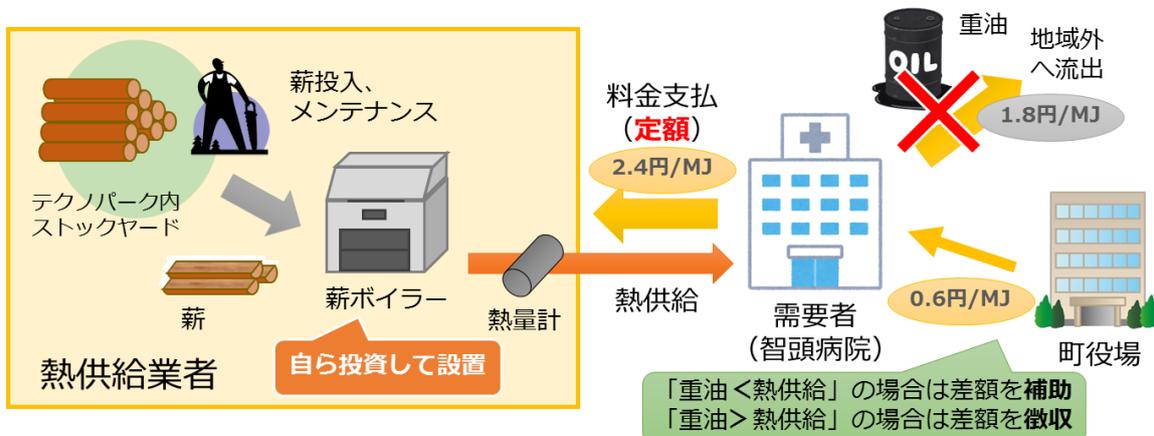


図 5-24 ESCO 事業スキーム例

- ・ 需要者とエネルギー供給事業者の間で、熱の供給価格を取り決め、契約をします（単価は入札で決めることも可能）。バイオマスによる熱の供給価格は、化石燃料価格の変動に連動した取り決めを行う場合も見られますが、化石燃料価格とは関係なく定額とした方が、エネルギー供給事業者は収入の見通しが立ち事業に参入しやすくなるため、望ましいと言えます。
- ・ 定額での熱供給契約とした場合、バイオマスによる熱供給価格が従来使用していた化石燃料価格よりも高くなる場合は、町役場がこの差額を需要者に補助するというスキームが考えられます。逆にバイオマスによる熱供給価格が化石燃料価格よりも安くなった場合は、需要者は差額を町に返戻します。これにより需要者側は化石燃料を使用しているときと負担は変わらないこととなります。
- ・ 町役場にとっても、ボイラーの初期投資を自ら負担するよりもトータルで負担額が減ることが見込まれます。

この他にも行政（町役場）の支援の方法は様々あり、例えばエネルギー供給事業を行う事業体に行政から出資することも考えられます。いずれにしても、行政が木質バイオマスエネルギーの利用推進にしっかりとコミットする姿勢を明確にしたうえで、実際の運営を担う民間事業者に必要な支援を行うことが重要になります。

(2) 地域還元効果

木質バイオマスを利用した場合の地域還元効果について、同様に智頭病院へのエネルギー供給事業を実施した場合を例に計算します。

【前提】

- ・ A重油価格は現時点の単価 60 円/L とし、バイオマスによる代替量を 65,830L/年、3,884 千円/年とします。
- ・ バイオマス（薪）熱供給の対価を 2.4 円/MJ（重油 80 円/L 相当）とし、熱販売収入を 5,282 千円/年とします。

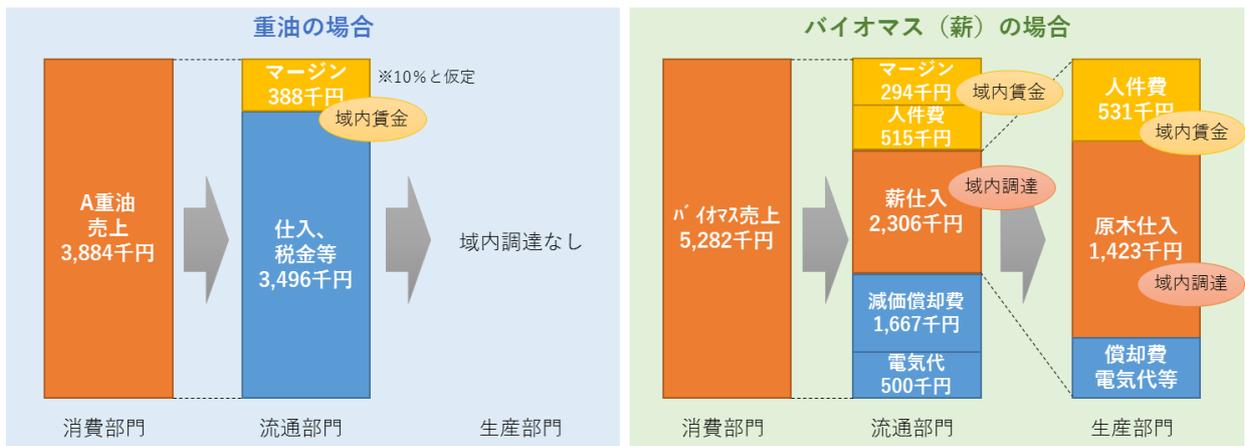


図 5-25 重油と木質バイオマスの地域還元効果の比較

重油を使用する場合は、一次消費額のうち販売マージンが地域に落ちる以外は、すべて地域外に流出してしまいます。

一方木質バイオマスを使用する場合は、一次消費額のうちエネルギー供給を行うためのバイオマス燃料の仕入れや設備運用の人件費、さらにもう一段階追えば薪を製造するための原木の仕入れや加工人件費が地域に落ちることになります。

このため、重油の場合は一次消費額の 10%程度（仮定値）であった地域還元額が、木質バイオマスの場合は一次消費額の 96%にあたる約 5 百万円が地域内に還元されることとなり、地域還元効果は大きいと言えます。

ただし上に示した木質バイオマスのスキーム例では、エネルギー供給事業者の利幅が少ないことも課題であり、前述したようなコストダウンを行うことで適切な事業利益を得られるよう検討する必要があります。

平成 29 年度新たな木材需要創出プロジェクトのうち地域内エコシステムの構築事業

鳥取県智頭町
「地域内エコシステム」の構築に向けた
実現可能性調査報告書

平成 30 年 3 月

一般社団法人日本森林技術協会

〒102-0085 東京都千代田区六番町 7 番地

TEL03-3261-5281 (代表) FAX03-3261-5393

株式会社森のエネルギー研究所

〒205-0001 東京都羽村市小作台 1-4-21KTD キョーワビル小作台 3F

TEL042-578-5130 FAX042-578-5131