

**日南町木質バイオマス資源の持続的活用による
再生可能エネルギー導入計画策定業務
報告書**

平成 29 年 2 月

株式会社 森のエネルギー研究所

【 目 次 】

第 1 章 計画策定の背景と目的	- 1 -
1.1 計画策定の背景	- 1 -
1.2 計画策定の目的	- 1 -
第 2 章 賦存量・利用可能量調査	- 2 -
2.1 森林情報（データ）の詳細分析と見える化	- 2 -
2.1.1 本調査報告書における森林資源量等の定義	- 2 -
2.1.2 日南町全体の森林資源特徴	- 4 -
2.1.3 森林賦存量	- 4 -
2.1.4 利用可能量	- 14 -
2.1.5 搬出コスト	- 15 -
2.1.6 山林所有者の施業に関する意向	- 16 -
2.1.7 広葉樹資源量調査	- 16 -
2.2 木材団地を構成する 4 事業者へのヒアリング調査	- 19 -
2.3 素材生産業者へのヒアリング調査	- 21 -
2.4 周辺地域を含む木質バイオマス資源の流通状況	- 22 -
2.4.1 素材生産状況	- 22 -
2.4.2 木材需給状況	- 24 -
2.4.3 周辺の木質バイオマス発電所の状況	- 25 -
2.4.4 日南町内の木質バイオマス需要量	- 27 -
2.4.5 周辺地域を含む木質バイオマス資源の流通状況	- 27 -
2.5 日南町における木質バイオマス資源の賦存量（発生量）と利用可能量の試算	- 32 -
2.6 燃料用材の搬出・運搬システムの検討	- 32 -
2.6.1 集材方法別の林地残材発生状況	- 32 -
2.6.2 日南町の搬出システムを変更した時のコスト検討	- 35 -
2.7 生物多様性に関する検討	- 36 -
2.7.1 生物多様性効果の考え方の整理	- 36 -
2.7.2 効果測定方法の検討	- 37 -
第 3 章 事業化可能性調査	- 39 -
3.1 木質燃料と木質バイオマスボイラーについて	- 39 -
3.1.1 特徴等	- 39 -
3.1.2 製造方法とコスト、化石燃料との比較	- 41 -
3.1.3 木質バイオマスエネルギーの利用方法	- 54 -
3.1.4 木質バイオマス燃料の活用事例の紹介	- 56 -

3.1.5	木質バイオマスボイラー導入に関する法令	- 58 -
3.2	運動型健康増進施設及び野菜生産ハウス	- 59 -
3.2.1	事業候補地と各施設案及びその配置図	- 60 -
3.2.2	野菜生産ハウス栽培について	- 61 -
3.2.3	各施設の熱需要の試算	- 64 -
3.2.4	チップボイラーのメーカー及び機種	- 67 -
3.2.5	チップボイラーシステムの仕様検討、概算事業費の検討	- 71 -
3.2.6	チップボイラー事業の経済性及び環境性評価	- 73 -
3.2.7	チップボイラーとチップによるコージェネレーションシステムの比較検討	- 78 -
3.3	既設の公共施設	- 82 -
3.3.1	施設の基本情報整理（事業候補地、既存設備の導入年数、燃料使用量、熱負荷、ランニングコスト等）、施設運用者の意向調査及びチップボイラー導入事業の概略検討（有望施設）	- 82 -
3.3.2	チップボイラーメーカー及び機種の見直し	- 86 -
3.3.3	チップボイラーシステムの仕様検討及び概算事業費の検討	- 87 -
3.3.4	チップボイラー事業の経済性及び環境性評価	- 89 -
3.3.5	チップボイラーとチップによるコージェネレーションシステムの比較検討	- 91 -
3.4	燃料製造事業	- 93 -
3.4.1	原材料の仕様の調査と調達計画	- 93 -
3.4.2	燃料製造事業候補地の調査	- 94 -
3.4.3	燃料製造工場に関する法令	- 95 -
3.4.4	燃料製造工場のフロー案と配置計画	- 96 -
3.4.5	燃料製造工場の運用体制及び製品チップの保管・配送方法の検討	- 98 -
3.4.6	準乾燥チップの製造について	- 99 -
3.4.7	燃料製造工場の図表	- 100 -
3.4.8	燃料製造工場の概算事業費の結果	- 101 -
3.4.9	燃料製造事業の経済性評価	- 102 -
3.4.10	燃料製造事業に関するコメント	- 104 -
第4章	ロードマップの作成	- 106 -
第5章	先進地視察等の実施	- 107 -
5.1	先進地視察	- 107 -
5.2	住民意見交換会	- 109 -
第6章	持続可能な木質バイオマスエネルギー事業の課題と方向性	- 112 -
第7章	木質バイオマスエネルギーの導入計画策定	- 113 -

第1章 計画策定の背景と目的

1.1 計画策定の背景

日南町は、鳥取県南西部の西端、中国山地の中央に位置し、島根県、岡山県、広島県の三県と接する人口 5,460 人の農林業を主産業とした地域である。森林面積は総面積の約 9 割を占め、森林資源に恵まれた地域である。日南町が属する日野郡の歴史は「たたら歴史」と言われるほどで、古来、たたら製鉄のための木材供給地として重要な役割を担っていた。

昨今、全国の他地域同様、高齢化、過疎化による人口減少が年々進み、地域活性化のため、産業育成による雇用創出等の対策が求められている。

日南町では、平成 23 年 12 月に日南町再生可能エネルギー利用促進条例を制定し、再生可能エネルギーとその使用の合理化を促進することにより、低炭素社会の構築と経済の活性化につなげることを目的として施策を推進している。木質バイオマスエネルギーについては、町内の民間事業者で取り組みが進んでおり、行政の取り組みとしても、現在、整備を進めている道の駅周辺施設において、導入を予定しており、詳細な検討はこれからの段階である。

1.2 計画策定の目的

本業務では、日南町での自然共生社会の実現に向け、豊かな森林資源を持続的に活かし、生物多様性の保全と地域の活性化に繋がる木質バイオマス資源の持続的活用を目的として、木質バイオマスエネルギーの導入を推進、拡大していくための事業化可能性調査を実施、再生可能エネルギー導入計画を策定する。

第2章 賦存量・利用可能量調査

2.1 森林情報（データ）の詳細分析と見える化

2.1.1 本調査報告書における森林資源量等の定義

調査の説明に入る前に、本調査における賦存量および利用可能量を表 2-1 に定義し、森林資源量のイメージについては図 2-1 に示した。本報告書における賦存量は「蓄積量」とし、利用可能量は以下の2種類で検討することとする。一つは、森林の成長量である。森林が1年間に成長する量よりも多く伐採しなければ、森林を荒廃させることなく、持続的に活用していくことが可能である。このため、森林成長量を日南町における最大の利用可能量とする。

もう一つは、市場価格の水準から、現在、伐採・搬出・利用されている C 材に相当する木材の量を利用の対象とする(図 2-2)。ただし、それらはすでに取り込まれているものがほとんどであり、本事業実施に伴う新規需要に対して供給が可能かどうか、特に関係する事業者(日南町森林組合、山陰丸和林業株式会社)にはヒアリングを実施し、利用可能性について確認を行った。

なお、林地残材については、金銭的な価値が低く、また搬出効率が悪いいため、結果として利用するには経済的に厳しい状況にあり、その活用は進んでいない地域がほとんどである。日南町内の素材生産業者からも同様の状況が確認されており(平成 29 年 1 月 22 日開催の住民意見交換会での意見)、活用が望まれる資源ではあるものの、コストの障壁があるため、素材生産のプロセスにおいて林内に残置される材が発生している。以上を踏まえ、林地残材は利用可能な木質バイオマス材として取り扱わないこととした。一方で、今後、主伐後の再生林の効率化が必要であることを考えると、効率的な林地残材搬出システムや支援制度の検討が必要と考えられる。

表 2-1 賦存量および利用可能量の定義

蓄積量	森林における立木の材積。本調査における「賦存量」とする。
成長量	日南町の私有林において、森林が1年間に成長する量。理論的に町内で利用できる資源の最大量。地理条件等を考慮していないため、全量を伐採することが可能であるとは限らない。本調査における「利用可能量(最大)」とする。
潜在賦存量	成長量の 90%(※)まで資源利用できるとし、その量に、想定した現状の森林資源の未利用率を乗じた数値。
バイオマス材賦存量	林地や製材工場に存在していると考えられる木質バイオマスの量
林地残材	素材生産や間伐時に発生する用材として利用されずに林地に残った低質材。
製材工場残渣	製材工場から排出される木屑等の廃材
利用可能量	現在、伐採・搬出されて利用されている木材の量。木材団地に出荷される C 材の取扱量とする。ただし、町外で伐採された材も出荷されている。本調査における「利用可能量(木材取扱量)」とする。

※スウェーデンなどの林業先進国においては、成長量に対して約 90%の木材生産を実現していることから、理想的な林業経営を実現した場合の利用率として設定している。

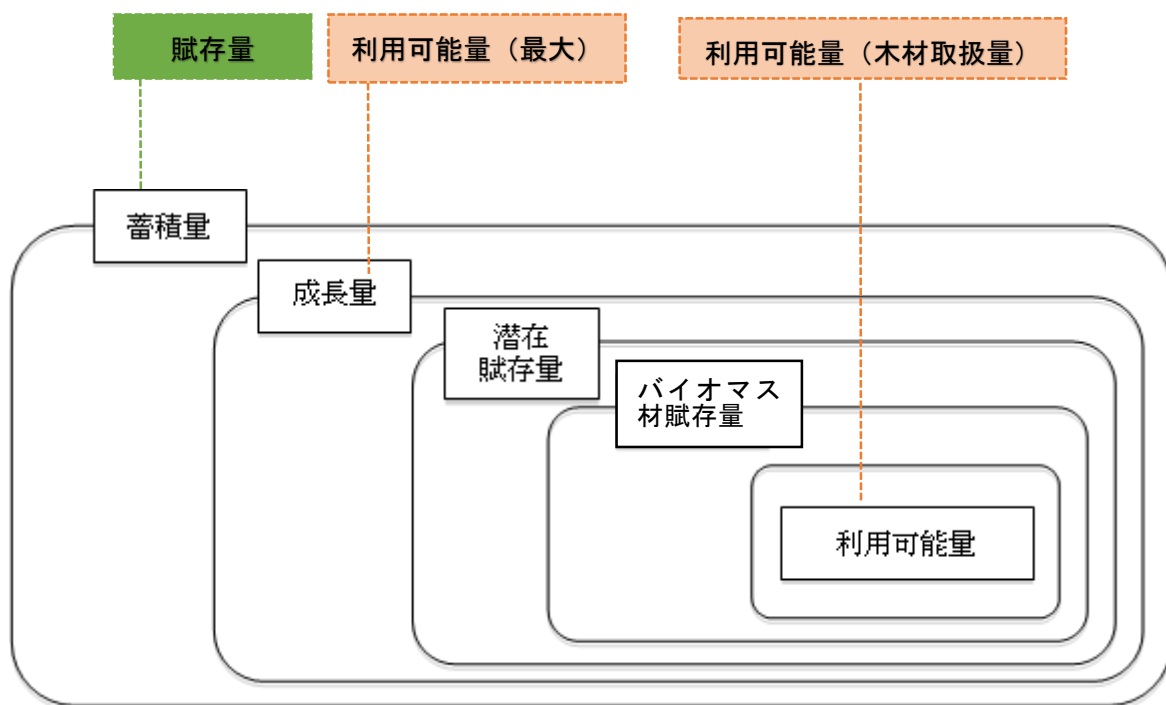


図 2-1 森林資源量の定義 (イメージ図)

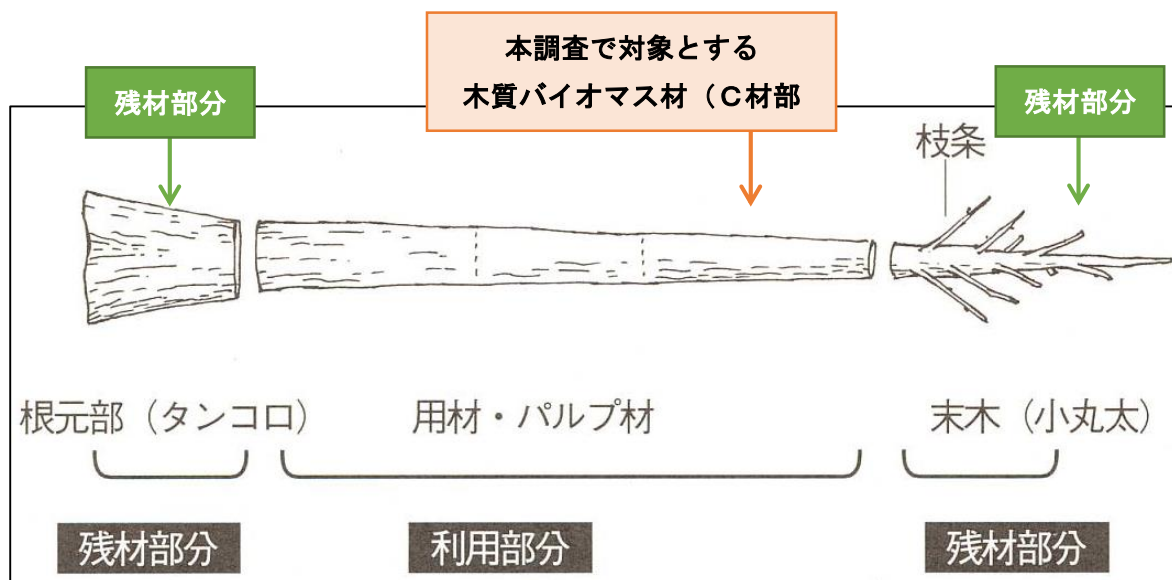


図 2-2 本調査における木質バイオマス材の定義

出典:岩手・木質バイオマス研究会 HPより (<http://wbi.main.jp/web/8/8.htm>)

2.1.2 日南町全体の森林資源特徴

日南町は森林面積が 30,461ha であり、その蓄積量は 835 万 m³である。このうち 96%を民有林が占め、残り 4%が国有林資源である。

表 2-2 日南町の森林の概要

	土地面積	総計	民有林					国有林
			総数	人工林	天然林	竹林	その他	
面積 (ha)	34,087	30,461	29,150	18,312	10,544	129	166	1,311
蓄積 (m ³)		8,350,049	8,128,049	7,027,941	1,100,108	221,101		222,000
成長量 (m ³)		118,460	117,920	114,952	2,968			539
成長量 (m ³ /ha)		4.5	4.0	6.3	0.3			0.4

(出典：鳥取県林業統計、日南町森林簿)

2.1.3 森林賦存量

以下では、日南町の民有林について、森林簿の統計情報から整理した情報をもとに、森林資源の特徴について示す。民有林では人工林が 63%、天然林が 37%であるが、その蓄積量でみると人工林が天然林の約6倍程度の蓄積となっている。

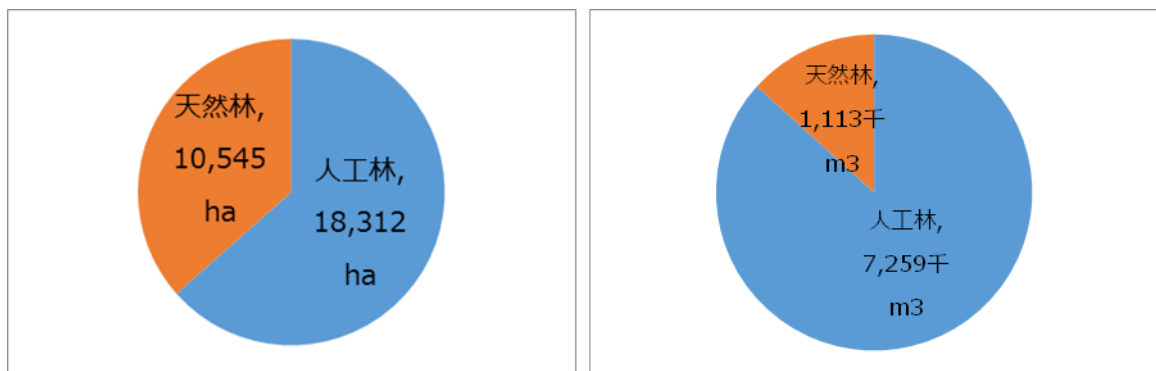


図 2-3 人工林・天然林別森林面積(ha)および蓄積(m³)

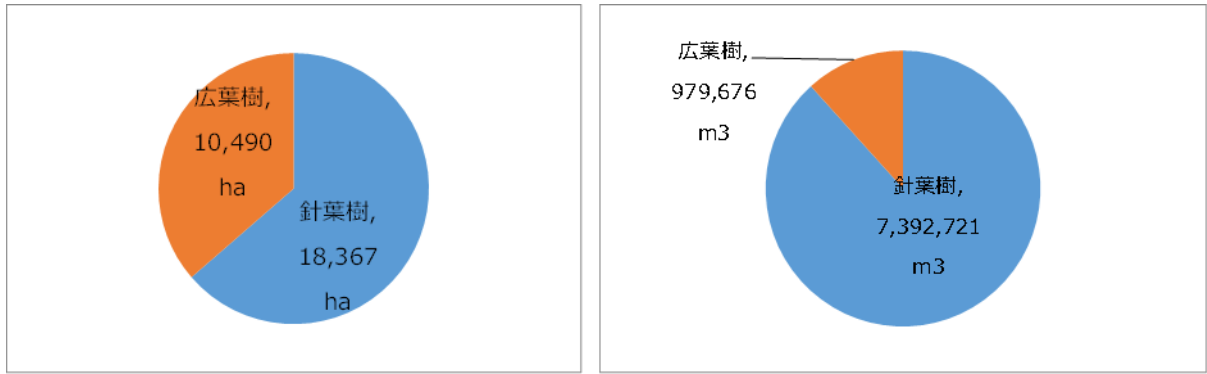


図 2-4 針葉樹・広葉樹別森林面積(ha)および蓄積(m³)

特に、人工林における蓄積量はそのほとんどを針葉樹が占めている。

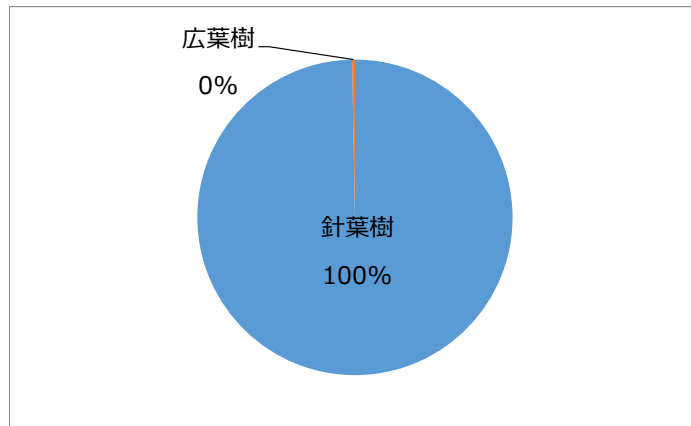


図 2-5 人工林の針・広別蓄積量比率

所有形態別で見ると、人工林・天然林でどちらも私有林が最も多くの面積を占めており、約 12,000ha ほどとなる。樹種別では、人工林・天然林で明確に構成樹種が異なっており、人工林ではスギ、ヒノキ、マツ等がほとんどである。一方、天然林では広葉樹が多い状況となっている。

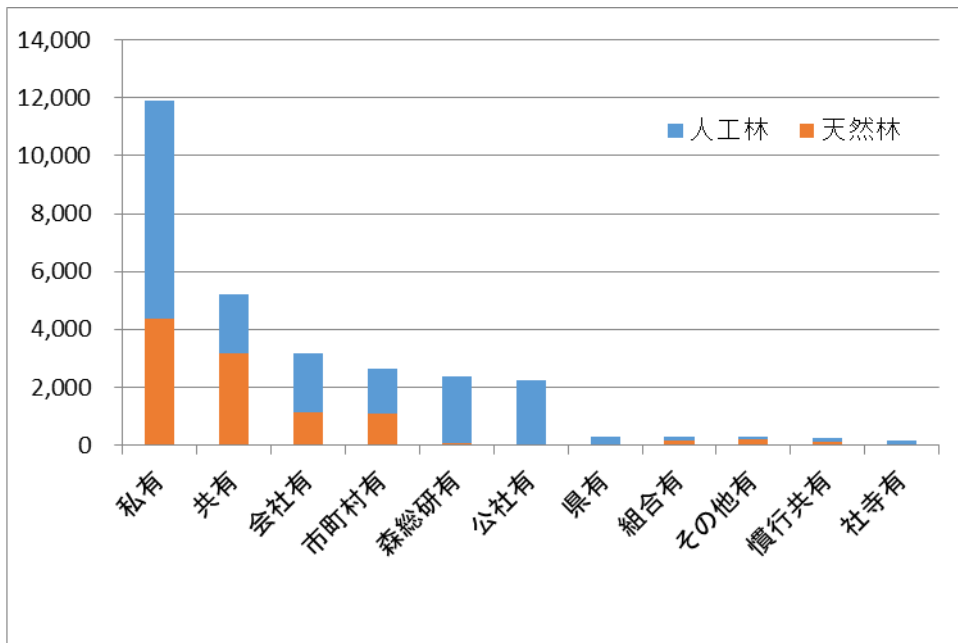


図 2-6 所有形態別森林面積(ha)

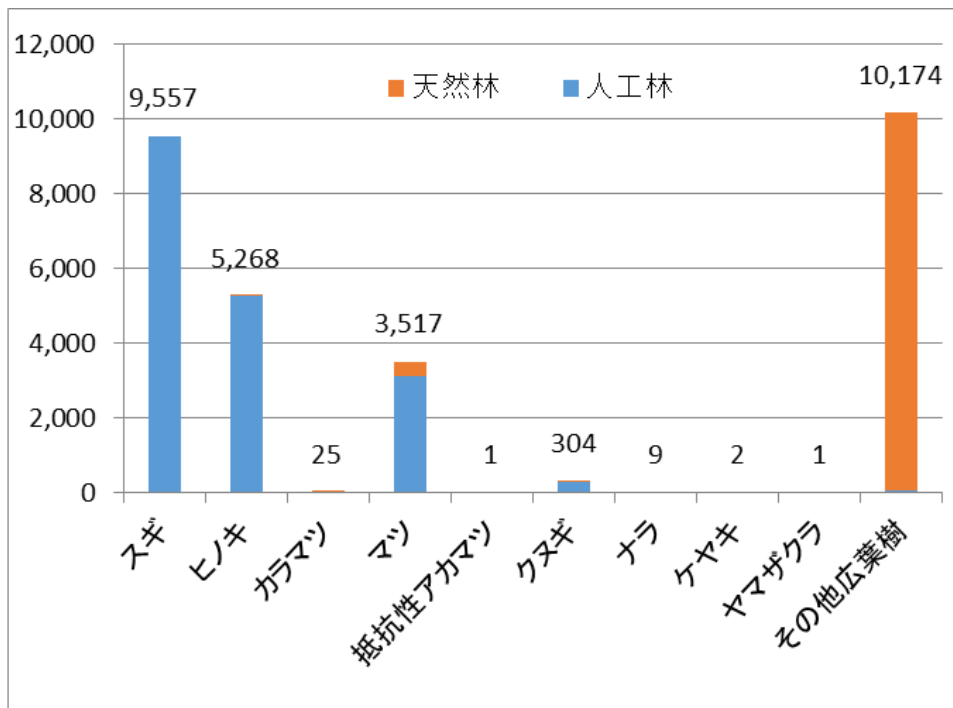


図 2-7 樹種別森林面積 (ha)

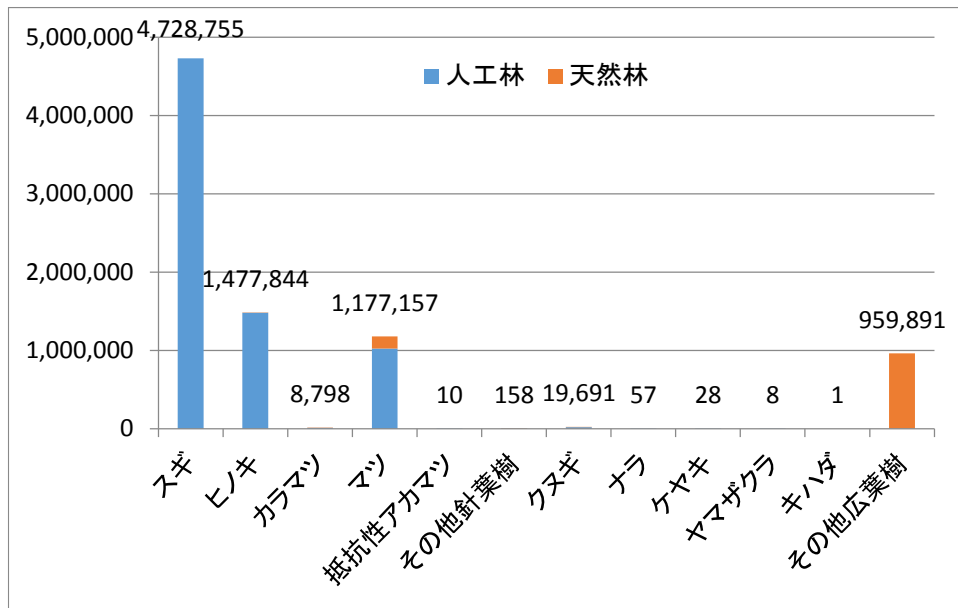


図 2-8 樹種別蓄積量 (m³)

(出典：日南町森林簿)

森林の齢級構成は、人工林では9齢級～12 齢級が多く、天然林では人工林よりも資源分布グラフの推移の山が高齢級側に寄っており 11 齢級～15 齢級が多い。しかし、前述の様に天然林では森林蓄積はどちらかといえば少ない。このことから、広葉樹の山林は蓄積量が少ないことがわかる。おそらく、人工林との成長量の差によるものと考えられる。

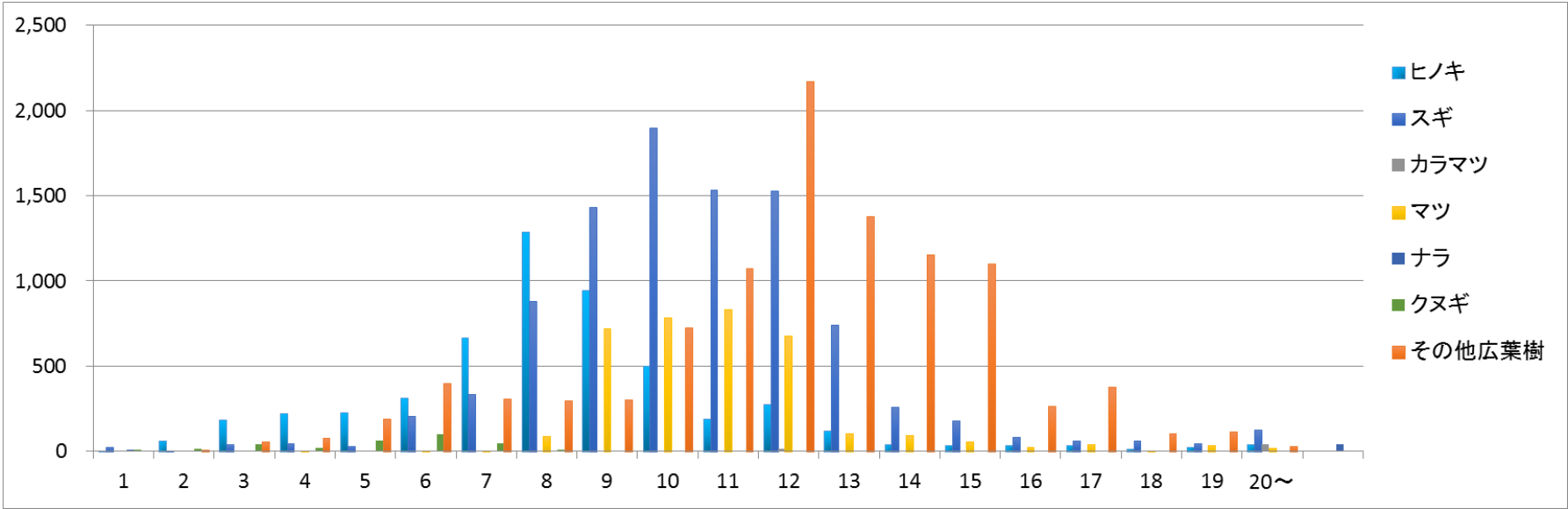


図 2-9 森林の齢級構成 (面積(ha))

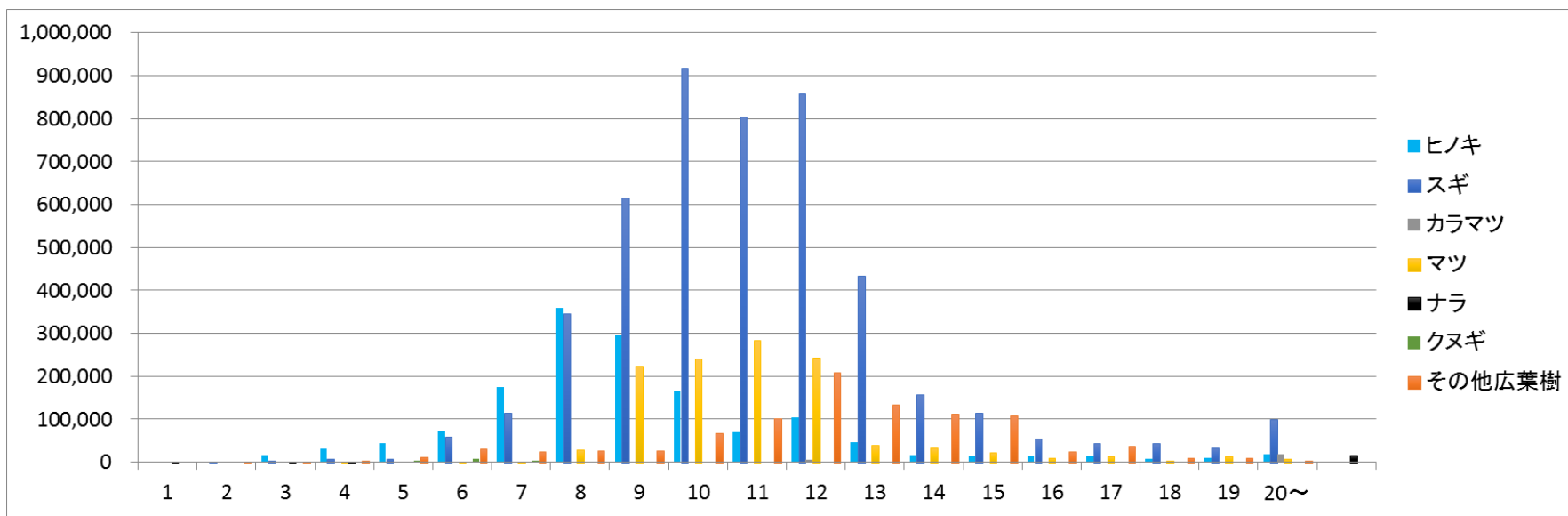


図 2-10 森林蓄積(m³)

日南町の民有林について、森林情報をもとに資源状況について GIS を用いて可視化した。図 2-11 から図 2-14 には林相区分図を示した。日南町の中心部にスギが多く、周辺には広葉樹が分布していることがわかる。北側にはマツが分布しているが、マツ枯れによる被害は大きい(日南町森林組合へのヒアリング)。図 2-12 には人工林・天然林別の林相区分図を示したが、先述したように、人工林の割合が多く、蓄積量(賦存量)としても多く(図 2-4)、林業地である日南町の特徴が表されている。図 2-13 には所有者別の林相区分図を示した。日南町内では、私有林が多いことは前述の通りであるが、平地に近い箇所には特に私有林が分布している。また、私有林に近い箇所には共有林も多く、個人所有者が複数人で共有している森林が多い。図 2-14 には傾斜別の林相区分図を示した。町内では傾斜が 10~20°の林地が多く材の搬出は比較的容易であると考えられた。一方、日南町の南西部では傾斜が急な箇所が多く、おおむね 40°までの傾斜であり、搬出コストが相対的にかかる可能性がある。

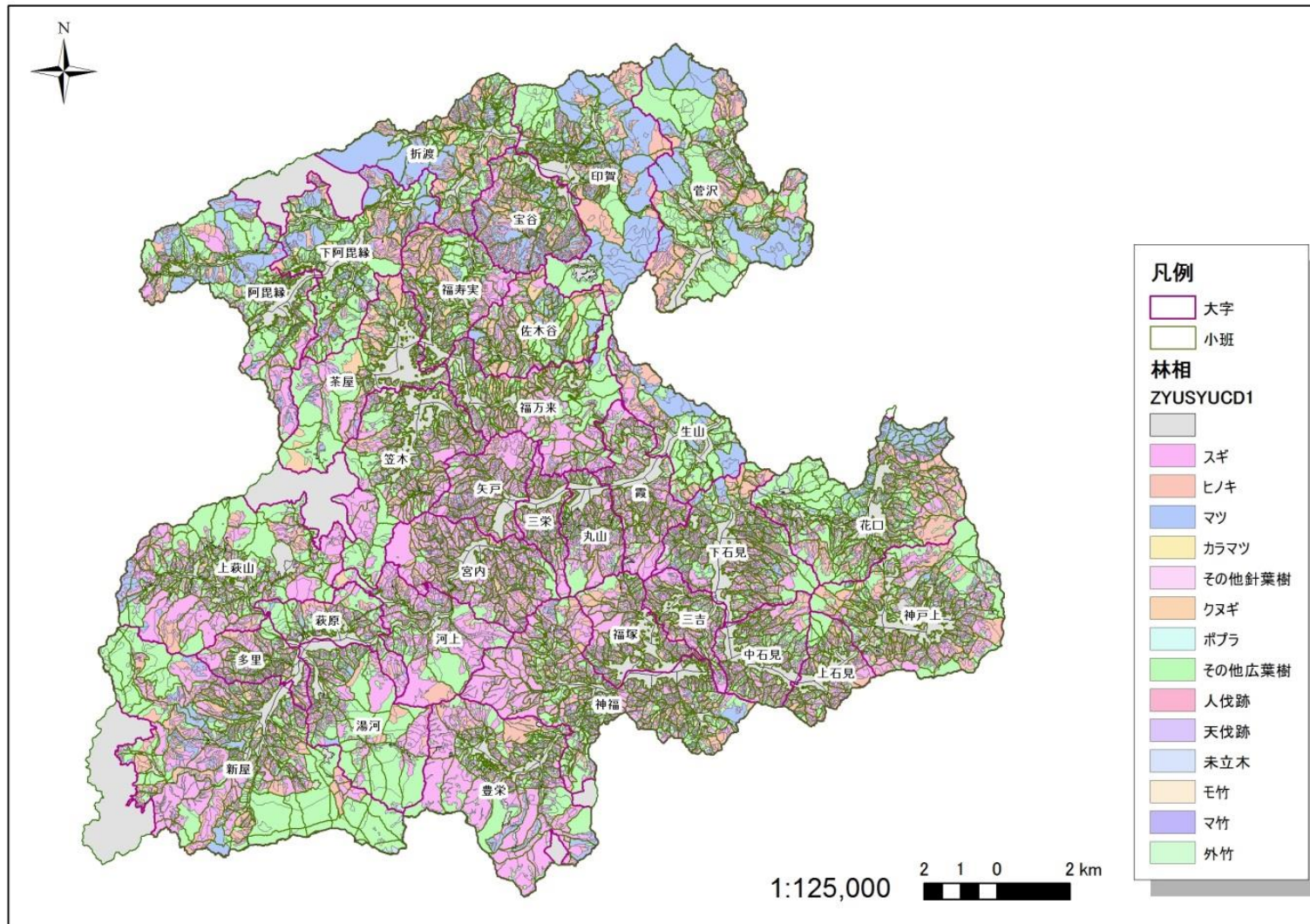


図 2-11 林相区分図（樹種別、大字区分）

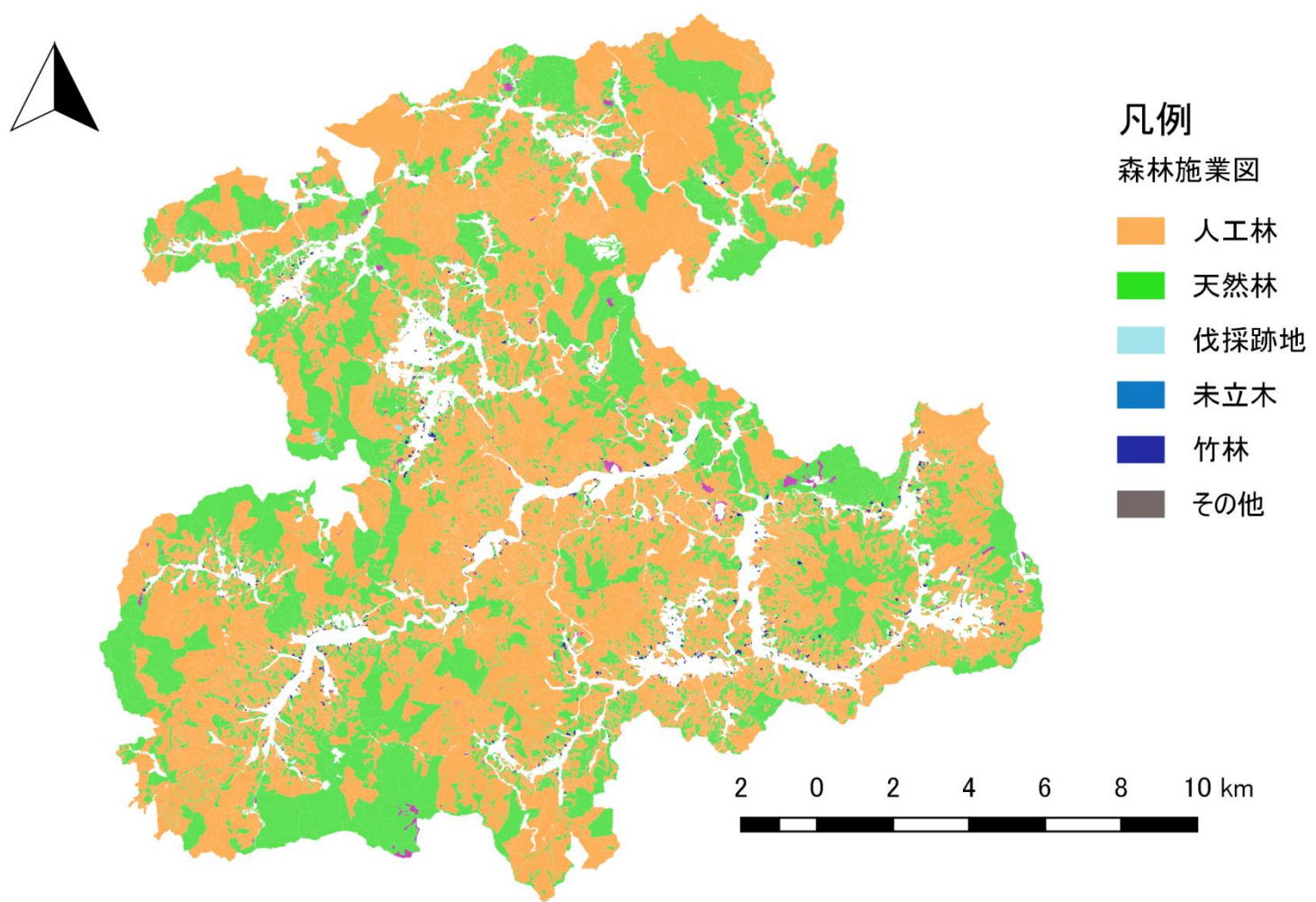


図 2-12 林相区分図（人工林・天然林別）

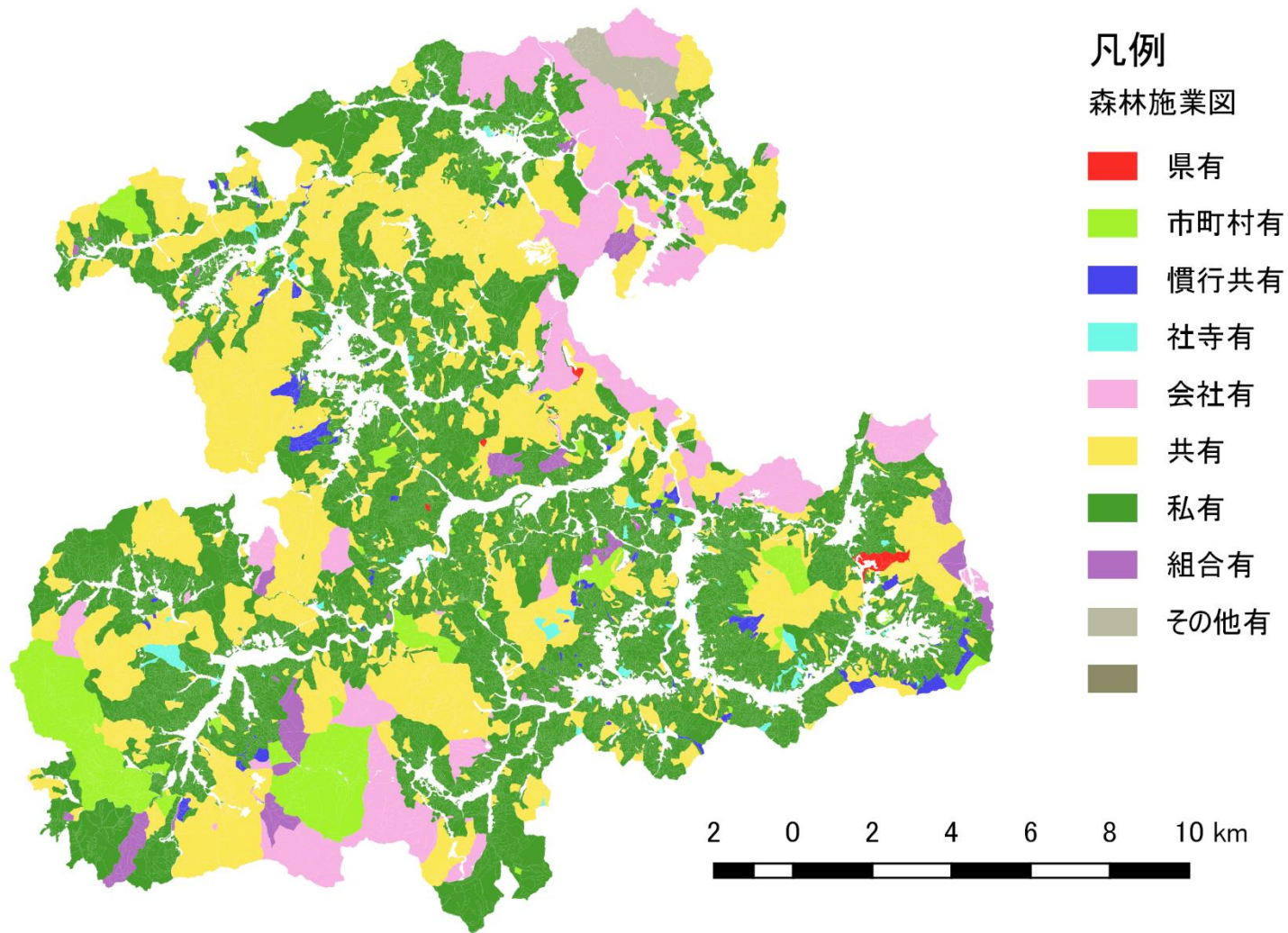


图 2-13 林相区分图（所有者別）

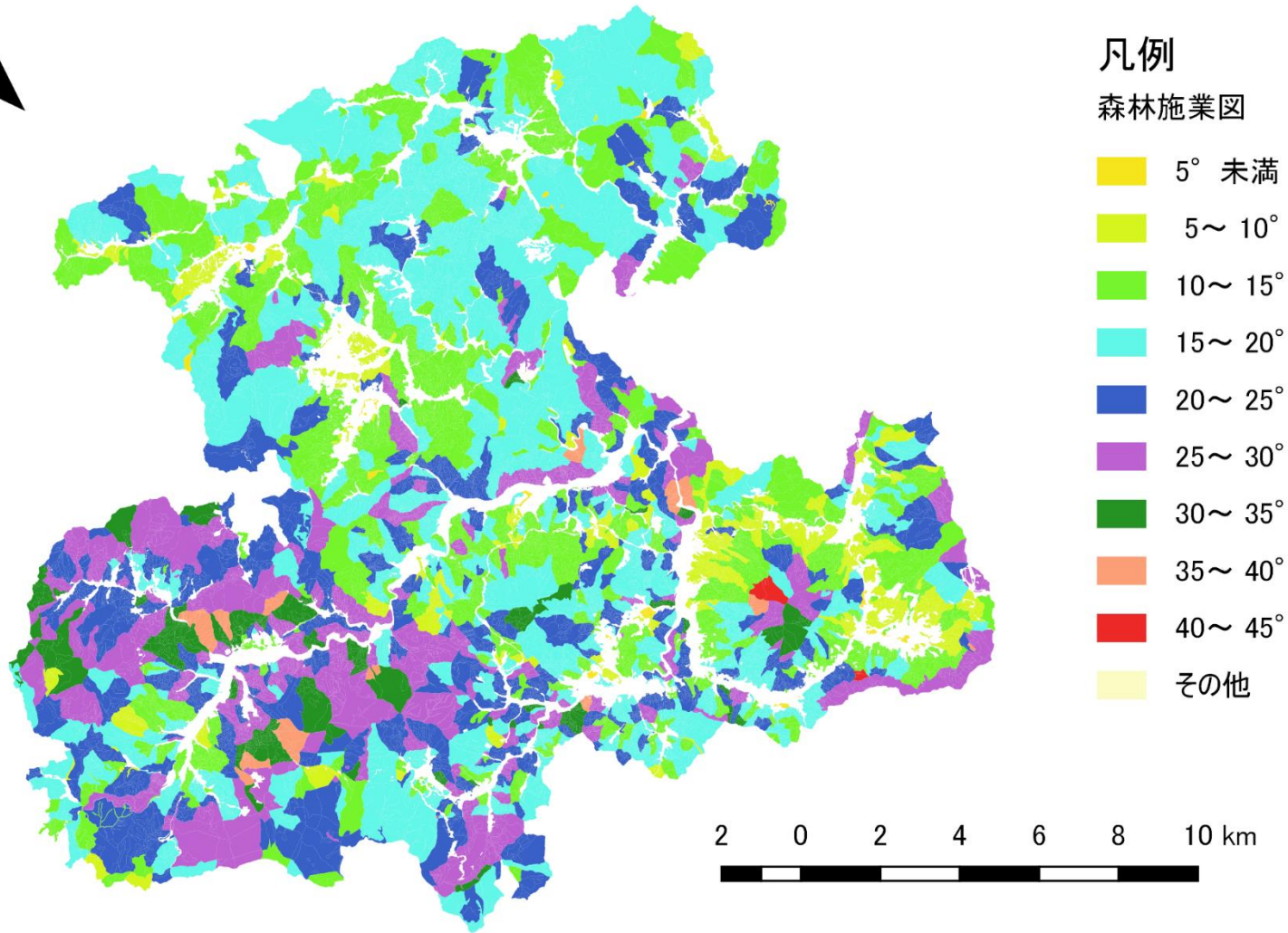


図 2-14 林相区分図（傾斜別）

2.1.4 利用可能量

利用可能量は、前述のとおり、以下の2種類で検討することとする。ひとつは、森林の成長量である。森林が1年間に成長する量よりも多く伐採しなければ、森林を荒廃させることなく、持続的に活用していくことが可能である。このため、森林成長量を日南町における最大利用可能量と考える。

また、利用可能量を考える際には、理論的な数量だけでなく、実際に日南町で木質バイオマス燃料として利用することのできる資源量を把握しておくことも重要である。木質バイオマス燃料として利用する材は、いわゆる C 材と区分される材であり、搬出した原木のうち用材向けに利用される材以外のものを利用することが基本であり、木材の質ごとに適切な利用を行う。それぞれについて試算の結果を示す。

表 2-3 利用可能量の定義

①利用可能量（森林成長量）	日南町の民有林において、森林が1年間に成長する量。理論的に町内で利用できる資源の最大量。地理条件等を考慮していないため、全量を伐採することが可能であるとは限らない。
②利用可能量（木材取扱量）	現在、伐採・搬出されて利用されている木材の量。木材団地に出荷される C 材の取扱量とする。ただし、町外で伐採された材も出荷されている。

■利用可能量(森林成長量)

森林成長による利用可能量は年間 117,920 m³と推計される。このうち針葉樹の成長量合計は 115,036 m³でスギ、ヒノキ、マツの順に多い。一方で、広葉樹の年間成長量合計は 2,184 m³である。

表 2-4 日南町民有林における成長量合計(m³/年)

針広別	樹種	成長量合計	樹種面積	haあたり成長量
針葉樹	スギ	71,392.5	9,556.9	7.5
	ヒノキ	29,908.6	5,267.6	5.7
	カラマツ	90.5	25.0	3.6
	マツ	13,642.4	3,517.0	3.9
	抵抗性アカマツ	2.5	0.5	4.8
	その他針葉樹	0.1	0.4	0.3
	合計	115,036.6	18,367.4	4.3
広葉樹	クヌギ	686.3	303.6	2.3
	ナラ	7.8	8.7	0.9
	ケヤキ	4.2	2.1	2.0
	ヤマザクラ	1.0	0.5	2.0
	キハダ	0.2	0.1	2.0
	その他広葉樹	2,184.3	10,174.5	0.2
	合計	2,883.7	10,489.5	1.6
総計	117,920.4	29,123.0	4.0	

(※出典：日南町森林簿より)

■利用可能量(木材取扱量)

日南町で取り扱っている木材は木材団地に出荷される。山陰丸和林業(株)では C 材を中心に製紙用およびバイオマス用にチップを出荷している。また、(株)米子木材市場では小径木やしみ材、曲り材といったバイオマス用途にも活用できる材の入荷もある。日南町森林組合では樹皮を剥いて(株)オロチへ供給しており、(株)オロチでは木材加工事業を行っていて、製品の生産過程でチップ等の副産物が発生している。しかしながら、後述するがそれらはすでに自社工場等で利用されているため、本事業では利用できないと考えられた。

また、木材団地において現状ではバーク(樹皮)が余っている状況にあるが、特に材の積み下ろし、移動の際に地表面に落ちたバークは長尺であり、土場に露天で堆積しているため水分が高い。場合によっては小石も混じっており、木質バイオマスボイラーの利用者側でトラブルが発生する可能性が高く、燃料としての利用が難しいと考えられた。

以上のことから、本事業で活用する木質バイオマス材として対象となるのは材質、価格面で C 材相当の材であるが、既存の用途があるため、別途、新規需要分を追加で調達しなければならない。

日南町での素材生産において影響力を持つ日南町森林組合へのヒアリングによれば、現状では C,D 材の搬出量は 5,000m³/年程度であり、本事業での必要量を大きく上回っており、取引価格の調整ができれば必要量は調達できると考えられた。また、材の搬出については、今後、さらに増産していく意向で、供給余力がさらに増す可能性がある。また、木材団地内でチップを製造している山陰丸和林業(株)へのヒアリングにおいては、本事業で必要とするチップ量の水準であれば、供給可能である旨、確認することができた。日南町森林組合でもチップパーを保有しており、チップを燃料とする場合は調達先としても考えられ、以上を踏まえると、量的に燃料の供給が可能であると考えられた。

2.1.5 搬出コスト

日南町において木質バイオマス利用を実施するにあたり、木質バイオマスの燃料コスト(燃料価格)が重要である。燃料コストは、木質バイオマス燃料の供給フローによって決まる。木質バイオマス燃料コストの考え方について以下に示す。

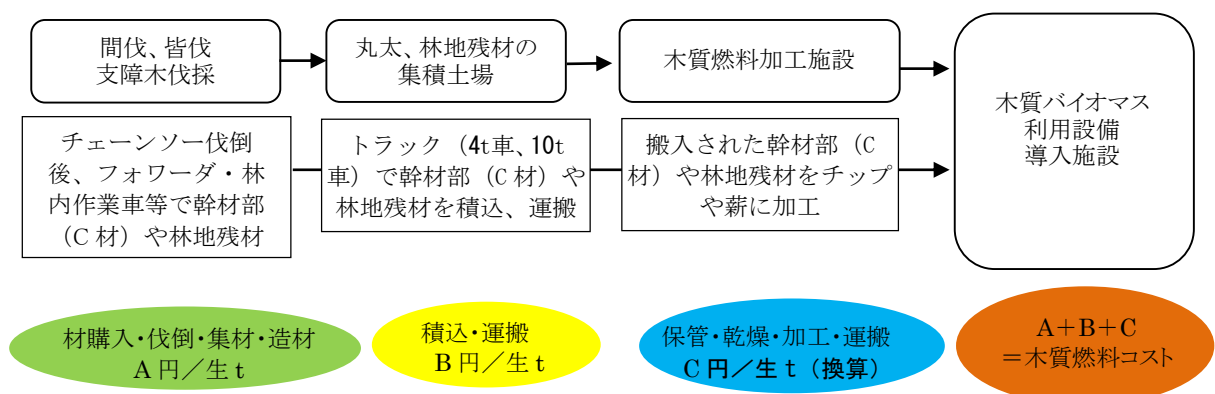


図 2-15 加工流通コストフロー図

燃料コストは、木質バイオマス燃料の発生形態に応じて試算を行う。仮に対象となる燃料が製材工場の端材等である場合は、製材工場での端材の販売単価をベースに燃料コストを検討することとなる。本調査においては、木質バイオマス燃料は素材生産により搬出されるC材を対象とし、林地での伐採搬出にかかるコストをベースに燃料コストを検討することとした。

日南町の素材生産における搬出コストを把握するため、町内の主要な事業者ヒアリングを行った。ヒアリングの結果、森林組合等からの下請けで作業を行う場合と、民間事業者が独自に山林所有者と契約して施業を行う場合に大別できると考えられる。また、国有林の入札による施業を行っている事業体もあったが一部であるため除外した。素材生産コストは、各社ばらつきがあったが平均すると7,000円/m³程度と考えられる。コストは一部の事業体では2,000円/m³程の低コスト作業を行っている事業体もあったが、多くの事業体は6,000～8,000円/m³の範囲で作業を行っていることが分かった。

現在、日南町の素材生産業者が採用する作業システムの特徴として、ハーベスタなどの高性能林業機械を使用していることが特徴的である。車両系の機械を用いるため、集材を行う範囲は基本的に重機のアームが伸びて伐倒木を掴むことのできる範囲である。一部距離がある伐倒木については集材に用いるグラブブルに付属したウインチを用いて引き出しを行っている。したがって、基本的には作業道を作設して施業を行う。日南町の森林は急傾斜地が多く、30度程度の林地で施業する機会が多いことから、路網を作設する場合も必然的に高密になる。

2.1.6 山林所有者の施業に関する意向

日南町森林組合が行っている山林所有者への施業に関する意向調査アンケートの結果について、分析を行った。結果、現在施業を予定している所有者は4割程度であるため、町内でのさらなる森林施業のポテンシャルはあるといえる。しかし、山林を所有するとの回答が比較的多い反面、所有山林の場所を把握していない所有者が7割であり、施業の場合は周辺所有者も含めて境界確認作業を実施する必要があると考えられる。

施業自体は森林組合やその他の事業者へ委託するという回答が多くなっており、一度施業を任せられた場合継続して施業に同意を得ることができると考えられる。間伐・皆伐など施業方法には具体的要望のある所有者は多くないが、このことは、所有森林を自身の財産として認識していないとも考えられる。所有者へ働きかけ、森林資源の価値および適正な管理の重要性について理解を深めることが必要と考えられる。

2.1.7 広葉樹資源量調査

今後、日南町森林組合等では広葉樹施業の実施を検討している。一方、広葉樹の生産量等について実質的な数量を把握できていない。このため、町内の数か所でプロット調査を実施し、各調査地における材積を求め、本調査データを用い、広葉樹伐採を行った場合の生産量について推計した。

調査プロットの位置および特徴を示す。日南町内の3地域でそれぞれ3プロットずつ調査地を設定した。

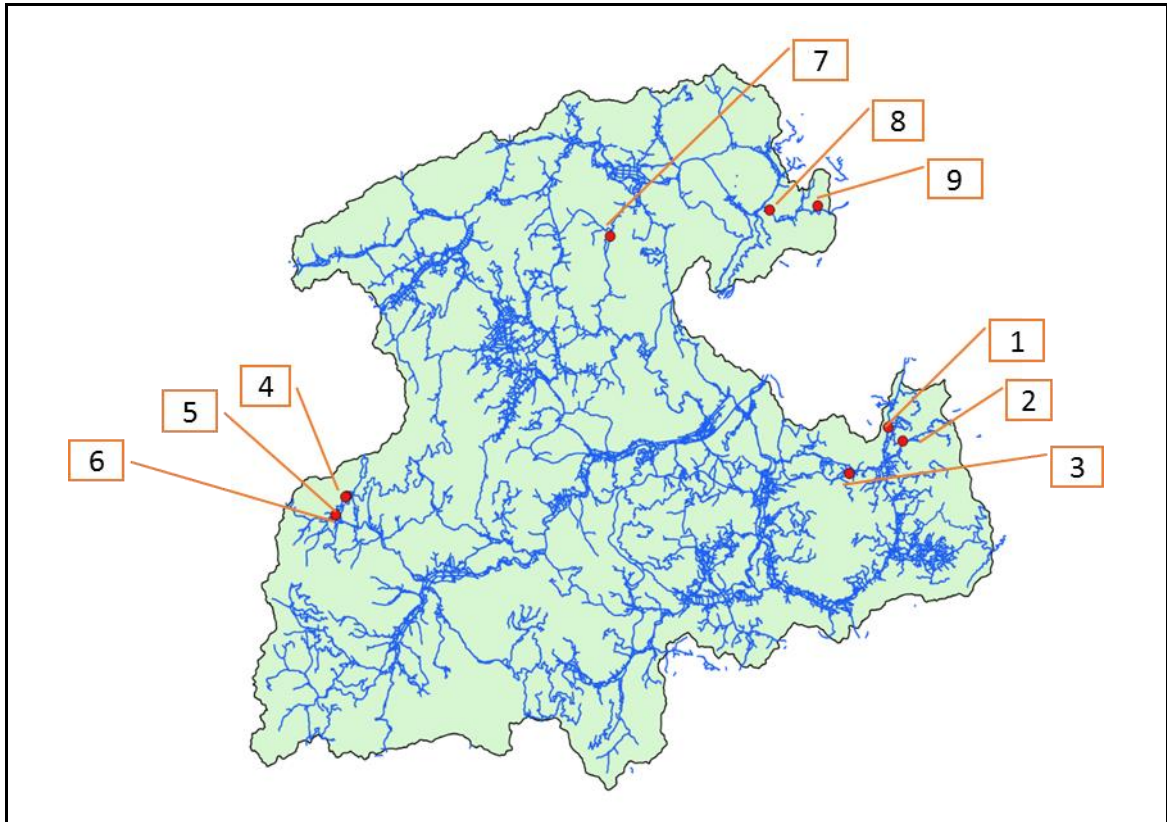


図 2-16 プロット調査位置図

表 2-5 プロット別 調査結果

大字	プロット No.	材積合計 (m ³)	面積 (ha)	材積 (m ³ /ha)	平均直径 (cm)	平均樹高 (m)	成立本数 (本/ha)	標高	傾斜	斜面方向
花口	1	2.19	0.02	97.55	14.20	7.03	1,067	490	23	北東
	2	6.73	0.015	448.72	20.02	11.59	2,133	-	14.1	北東
	3	4.58	0.02	203.42	15.91	9.06	1,556	579	16.6	北西
上荻山	4	6.01	0.02	266.97	19.24	10.99	1,200	725	29.4	北東
	5	4.29	0.02	190.83	20.70	12.32	667	713	35.1	東
	6	4.75	0.02	210.92	15.05	8.89	1,911	714	21.4	南
宝谷	7	3.28	0.02	145.67	12.69	8.42	2,133	470	21.4	南西
菅沢	8	3.76	0.02	167.19	20.53	12.36	756	460	49.4	西
	9	1.28	0.01	128.42	9.43	7.98	3,600	459	37.8	北東
合計/平均				206.63	16.42	9.85	1,669	576	27.6	

< 林地特徴 >

- ・広葉樹では株立ち樹形が多く、10 cm以下の立木が1つの株から発生している。
- ・低層木の生育本数は少なく、草本ではササが密生しているプロットが複数個所見られた。

< 結果・考察 >

- ・haあたりの材積が最も多かったのはプロット No.2 であった。
→成立本数が多く、平均直径が大きい立木が多かったことから、材積は多い結果となった。
- 傾斜が最も緩い調査地であったことから、北側斜面であるものの生育環境が良かったと考えられる。
- ・haあたりの材積が最も小さかったのはプロット No.1 であった。
→比較的細く、樹高が低い立木が多かったため、材積は少なくなった。
- ・平均すると、200 m³/ha 前後の材積が見込まれる。
- ・地域的な特徴が顕著にみられるというよりは、林地の環境によって蓄積量に幅が出ることが分かった。

■広葉樹生産の留意点

日南町の広葉樹はおよそ 10,490ha 存在し、その材積はおよそ 979,686 千 m³である。現地調査結果を踏まえ、広葉樹生産を行う場合に考えられる留意点についてとりまとめた。

< 生産について >

- ・広葉樹施業を行う場合、枝が太く、また主幹から複数方向に分岐していることが多い。作業(特に造材)に手間がかかることが想定される。
- ・林道脇の林地では施業を行いやすいが、里山林として利用されてきたため太い立木はあまり見られない。
- ・灌木やササなど林床植生が多いため、伐採には時間を要すると思われる。
- ・広葉樹は天然更新が基本であり、必ずしも原木生産のための施業に適した生産林ではないことも多い。
- ・材の用途によって生産したい樹種・直径等が異なるため、施業地特徴をより正確に把握する必要があると考えられる。

2.2 木材団地を構成する4事業者へのヒアリング調査

日南町の「日野川の森林(もり) 木材団地」では、(株)米子木材市場(原木市場)、日南町森林組合(素材生産)、(株)オロチ(LVL 製造)、山陰丸和林業(株)(チップ製造事業)が事業を行っており、平成 27 年度は約 10 万 m³/年の素材取扱量であった(図 2-17)。直近 3 か年で見ると、(株)米子木材市場では漸減の傾向にあり、4 万 m³/年、日南町森林組合、山陰丸和林業(株)ではそれぞれ約 3 万 m³/年、2 万 m³/年の素材取扱量である。近隣では木質バイオマス発電所の稼働、木材団地内でも各社の動きがあり、4 事業者に対して現状及び今後の事業展開等についてヒアリングを行った結果を以下に記す。

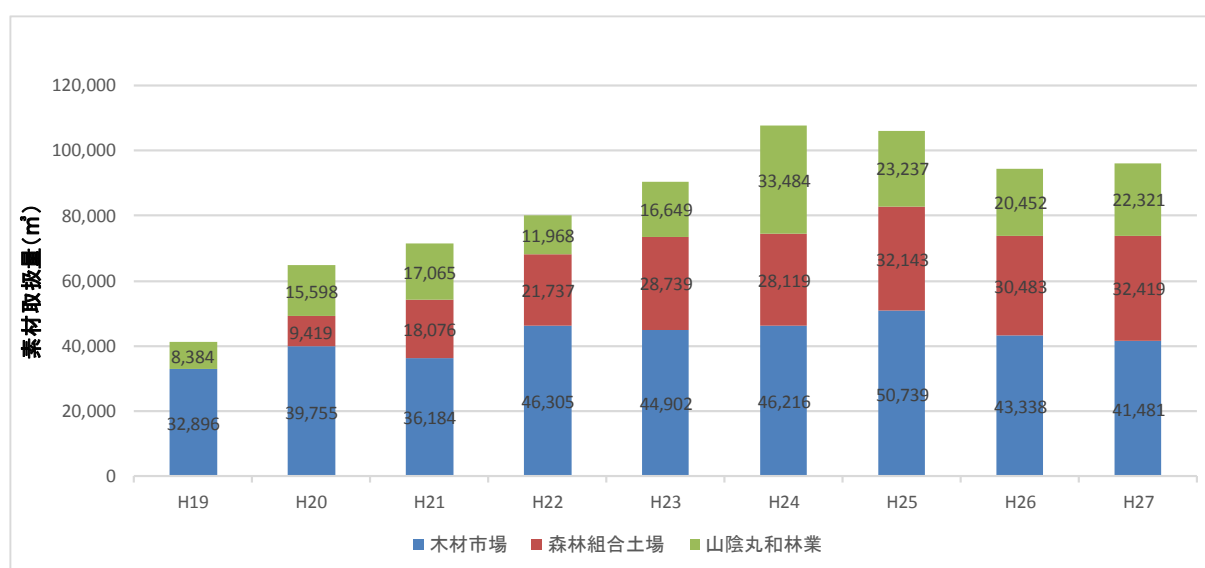


図 2-17 木材団地での木材取扱量の推移

(※出典:日南町提供資料)

<(株)米子木材市場>

- ・素材生産業者は山で A~C 材に仕分けし、木材団地へ販売。
- ・市場で取り扱う材について
 - ・取扱量は 3.5~4 万 m³/年程度。50~60 年生が多く、60~70%がスギ、30~40%がヒノキ。少量だがマツ、クリ等もある。銘木も取り扱っている。
 - ・市場で取り扱う材の 70~80%は日南町の材であり、町内の素材生産業者が搬出している。その他は日野町、新見市等からの材。

[町内]日南町森林組合

[町外]鳥取日野森林組合、鳥取県造林公社、森林総合研究所(任意団体)、その他森林組合

- ・市場では持ち込まれた材を、材の色や年輪、枝打ちの有無等で仕分けし、市にて仲買業者(製材所等)へ販売する。市況、時期に合わせた造材をすることが重要。市に参加している素材生産業者もいる。

⇒山側で市況を把握し、現場で造材の判断ができるように情報共有できれば、素材の付加価値向上につながる可能性あり。

- ・低質材の供給は、用材の供給とセット。素材生産事業トータルで採算が合うかどうか重要。
- ・樹皮について

原木の移動で樹皮が剥げ落ちる。特に 6～9 月は剥がれやすい。現状、市場で発生した樹皮は土場に積み上げるか、本社に移送し保管してある状況。取引については都度、協議が必要。

- ・今後の素材取扱量の見込み

日南町森林組合が選木機を設置する計画があり、市場での取扱量は減ることが予想される。

<日南町森林組合>

- ・現状では C,D 材の搬出量はを今後、拡大していきたい。
- ・林地残材の発生量は素材の 10%程度と思われる。
- ・木材団地に選木機を導入予定。重量計の整備も検討中。
- ・選木機導入により A～D 材の受入を行うことになる。ただ、低質材の搬出に関しては、受け入れ態勢を整えても素材生産業者の対策が必要。コストアップになるだろう。

<㈱オロチ>

・平成 27 年度の原木取扱量は約 2.7 万 m³/年。平成 29 年度の見込みとしては約 3 万 m³/年。

- ・LVL 製造工程でチップが発生するが、他社へ供給予定である。

⇒本事業での活用は難しいと考えられる。他にも発生している工場副産物はあるが、既に工場内で利用されている状況にある。なお、バークについては積雪時など時期によって高水分になる場合があり、その利用が課題となっているが、本事業で利用を想定するにしても、同様の課題が生じる。

<山陰丸和林業㈱>

- ・自社での素材生産は来年度も今年度と同規模である。岡山県や広島県で施業することもあり、片道 1 時間程度であれば原木の集荷範囲と考える。事業稼働率を上げて効率よく回し、生産量を上げていきたいが、施業地の確保が課題となっている。

- ・チップ工場における原木仕入量に関して

・近隣で木質バイオマス発電所が稼働し始め、今後、増えるかどうかはわからない。原木の奪い合いが生じ、仕入れが厳しくなる可能性もある。

・冬場の原木調達が課題。

・原木仕入量のうち概ね 50%弱が日南町森林組合、30%が自社。残りは町外の事業者(鳥取県造林公社や個人事業主)による。

- ・チップ化している材はすべて樹皮(バーク)を剥いており、粉碎機にかけている。

・バークは製紙会社等のボイラー燃料等として引き取ってもらっているが、土場に溜まっていることが多い。条件次第で販売可能。

2.3 素材生産業者へのヒアリング調査

日南町木材生産事業協同組合に加入している事業者 20 社に対して素材生産の状況等について日南町森林組合の協力を得、アンケート調査票を実施した。回答のなかった事業者については、電話ヒアリングを行って要点について調査した。ヒアリング結果について**エラー！参照元が見つかりません。**に示す。

2.1.5 項でも述べたが、素材生産業者が採用する作業システムの特徴として、ハーベスタなどの高性能林業機械を使用していることが特徴的で、車両系の機械を用いるため、作業道を作設して施業を行う。

なるべく効率よく低コストで搬出することが、本事業も含めた木材産業全体のコスト圧縮につながると考えられるが、間伐時と比較し主伐時、生産コストは安価で生産性も高い。今後、伐期に達した施業地が多い中、主伐の割合が増えれば、生産コストも低減すると考えられる。その他の事業者へのヒアリング結果によれば、素材生産コストは 6,000～8,000 円/m³の範囲であったことから、以降の検討においては原木価格の下限値を 6,000 円/m³として検討を行うこととする。山林所有者に対して利益を還元すること、また、素材生産業者が持続して事業活動を行っていくことを考えると、素材を高値で買い取る仕組みも重要であるが、合わせて、素材生産コストの低減の方策も押し進めていくことが重要である。

また、林地残材を搬出し販売することを想定した場合、その価格は割高になるとされており林地残材はタンコロ(根元の太い材)や小梢、枝葉であり、丸太と比較して輸送効率が悪く、コストアップの要因となってしまうため、効率よく搬出する方法、支援策を含めた仕組みの構築が必要である。日南町森林組合からは、林地残材搬出班を専門的に設置、搬出するというアイデアも意見として出ており、そういった創意工夫を支援し、実証、トライアンドエラーを繰り返すことが重要である。

2.4 周辺地域を含む木質バイオマス資源の流通状況

日南町は、中国地方では日本海と瀬戸内海から等距離程度の中心部に位置しており、岡山県、広島県、島根県に接している。このため、日南町の木材資源は県内だけでなく、近隣県周辺地域の木材資源の流通状況を把握した上で、地域材の販路を検討することが重要である。

日南町および周辺4県における素材生産状況および需給動向を整理する。

2.4.1 素材生産状況

日南町の森林資源および鳥取県、島根県、岡山県、広島県の森林面積および蓄積量を示す。4 県のうち最も森林面積が多いのは広島県で約 61 万 ha であり、鳥取県は約 26 万 ha である。

表 2-6 森林の概況および素材生産量

(単位 面積:ha、蓄積:m³)

	森林面積					森林蓄積
	合計	民有林面積	割合	国有林面積	割合	
日南町	30,461	29,119	96%	1,311	4%	8,350,049
鳥取県	259,095	226,916	88%	31,383	12%	64,273,218
島根県	524,499	492,257	94%	32,242	6%	144,655,635
岡山県	483,727	446,348	92%	37,379	8%	70,169,000
広島県	611,597	562,973	92%	48,624	8%	108,465,321

(※出典:日南町森林簿より)

4県の素材生産量について示す。平成 27 年度木材需給統計によると、鳥取県の素材生産量はおよそ 20 万m³であった。生産された素材の利用用途としては合板用が最も多かった。

表 2-7 日南町周辺の素材生産量

単位:千m³

全 国 ・ 都道府県	計	製材用	合板用	木材チップ用
全 国	20,049	12,004	3,356	4,689
	100%	60%	17%	23%
鳥 取	207	72	90	45
	100%	35%	43%	22%
島 根	389	92	142	155
	100%	24%	37%	40%
岡 山	355	311	19	25
	100%	88%	5%	7%
広 島	326	136	2	188
	100%	42%	1%	58%

(※出典:「平成 27 年度 木材需給報告書」)

鳥取県内の市町村別の素材生産量をみると、日南町が 8 万 4 千 m³/年とトップであり、次いで八頭地域の3市町で多く、八頭地域では 10 万 m³ 程度の素材生産量がある。中部地域、西部地域の素材生産量は県内では比較的少ない。

素材の用途別では、日野地域と八頭地域では出荷先が大きく異なっている。日南町からは製材用に出荷される原木が多く県内全体の取扱量の約6割を占めている。一方、八頭地域からは合板向けに出荷される原木が多く、県内全体の取扱量の約75%を占めている。日南町からも製材用に出荷される木材が最も多い。

表 2-8 鳥取県内の素材生産

局	市町村	素材生産量 (千 m ³ /年)	用途別生産量(千 m ³ /年)		
			製材	合板	チップ
日野	局計	92.5	44.4	4.9	43.2
	日南町	84.9	41.0	4.8	39.2
八頭	局計	100.4	15.5	66.9	14.7
	鳥取市	41.2	1.4	30.9	6.3
	八頭町	22.0	0.6	17.7	3.1
	智頭町	25.7	12.0	10.8	2.8
中部	局計	41.0	6.7	16.1	18.2
西部	局計	5.6	0.7	0.9	4.0
県全体		239.6	67.2	88.8	80.0

(※出典:鳥取県林業統計より抜粋)

2.4.2 木材需給状況

周辺4県の需要量および供給量について、林野庁の平成 27 年の木材需給報告書をもとに、素材交流表を整理した。鳥取県では、県内の木材需要量はおよそ 30 万 m³である。このうち、自県材でおよそ半分の 17 万 m³を供給しており、県内で生産した 20 万 m³のほとんどは県内で消費されていることが読み取れる。また、数量は不明であるが岡山県、広島県にも材を出荷していることがわかる。

表 2-9 都道府県別 素材交流表

(単位：千m³)

生産県 入荷県	国産材 需要量 合計	鳥取	島根	岡山	広島	他県材 入荷量	x 合計	外材入荷 量
全 国	20,049	207	389	355	326			
福 井	97	1	-	-	-			
三 重	252	-	-	4	-			
京 都	275	-	x	x	-			
兵 庫	248	x	x	x	2			
和 歌 山	188	-	-	8	-			
鳥 取	307	174	x	x	-	133	133	151
島 根	518	4	329	-	31	189	122	150
岡 山	332	x	x	256	20	76	56	5
広 島	326	x	18	x	x	x	292	1,616
山 口	176	-	x	-	x			
愛 媛	566	1	3	9	x			
高 知	398	-	-	x	-			
福 岡	316	-	x	-	-			
大 分	800	-	0	-	0			
県外出荷		33	60	99	x			
x 合計		27	39	78	273			

※「x」：個人又は法人その他の団体に関する秘密を保護するため、統計数値を公表しないもの
 ※単位に満たないものを除く

(出展：「平成 27 年度 木材需給報告書」)

< 中国地方の木材需給動向における特徴 >

- ・鳥取県および島根県では、日新グループの合板工場が複数あり、合板需要が多いと考えられる。
- ・日本海と瀬戸内海に面しているため、海沿いに工場が集中している。このため、船舶輸送のメリットを生かした事業が盛んであり、木質バイオマス発電所でも PKS を混焼させる事業者も多い。

2.4.3 周辺の木質バイオマス発電所の状況

日南町で生産した素材のうち、木質バイオマスの需要先を検討するため、周辺の木質バイオマス発電所等における需要量について下表に整理した。広島県の中国木材(株)以外はすでに稼働しており、今年の1月から鳥取県内でも2カ所目の木質バイオマス発電所(三洋製紙(株))が稼働し始め、各県で木質バイオマスの供給がなされている状況にある。

表 2-10 周辺4県の木質バイオマス発電所(既稼働・計画中)

	名称	住所	出力	燃料合計	未利用材 合計(t/年)	稼働時期
稼働中						
鳥取県	日新バイオマス発電(株)	境港市西工業団地46-1	5,700	80,000	48,000	2015年2月
	三洋製紙(株):	鳥取市古市185	16,533	200,000	25,000	2017年1月
島根県	合同会社しまね森林発電	江津市松川町上河戸390-22	12,700	84,000	56,700	2015年4月
	松江バイオマス発電(株)	松江市大井町899-7	6,250	88,000	79,200	2015年6月
岡山県	真庭バイオマス発電(株)	真庭市勝山1209	10,000	148,000	90,000	2015年4月
広島県	(株)ウッドワン(本社工場内)	廿日市市木材港南1-1	5,800	55,000	26,000	—
稼働予定						
広島県	中国木材株式会社(呉工場内)	呉市広多賀谷3-1-1	9,850	125,000	125,000	2017年7月 予定

※株式会社森のエネルギー研究所調べ(<http://www.mori-energy.jp/hatsuden1.html>)

周辺4県における木質バイオマス発電所でのチップ調達量と、県内のチップ供給量を比較した。県内の木質チップ用に供給される原木を全量チップにした際、チップ供給量を試算した。この結果、稼働中の発電所も含めると、現在の県内だけのチップ材供給量では発電所の必要量に満たないという結果が示された。

表 2-11 チップ調達量および現在供給量

都道府県	チップ調達量(t/年)	チップ供給量(t/年)
鳥取県	73,000	31,500
島根県	135,900	108,500
岡山県	90,000	17,500
広島県	151,000	131,600

※チップ調達量:県内の木質バイオマス発電所における未利用材チップ調達量(計画量を含む) ※表 2-10 より
 ※チップ供給量(t/年)=チップ用原木生産量(m³/年)×チップ材積換算係数(2.8)×チップ重量換算係数(0.25t/m³)

◆発電所の影響を考慮したチップ需要と将来的な流通状況

一般的に、木質バイオマス発電所を稼働させる場合、事業費の最も多くを占めるのは燃料費である。したがって、燃料費を安く抑えることができるかどうかで、発電所の事業性が大きく変わる。また、固定価格等買取制度による売電を行う場合、20年間の事業を行うため、その期間中は、燃料を持続的にかつ安定価格で調達し続ける必要がある。以上のような条件を踏まえると、燃料はなるべく近場で調達できることが望ましい。一般的に、発電所発電事業で燃料調達を行う範囲には目安がある。発電規模が5,000kW以上の発電所では50km圏内、2,000kWでは30km圏内と言われる。おおむねこの範囲であれば、片道30分～1時間以内で燃料輸送を行うことができ、輸送トラックが複数回往復することが可能となる。

日南町周辺の発電所までの距離は、境港市の日新バイオマス発電所(5,700kW)までは約60km、島根県の松江バイオマス発電所までは約65km、岡山県真庭市の真庭バイオマス発電所までは約80kmである。最大でも供給可能性のある需要先と考えることができる。実際に、山陰丸和林業からは日新バイオマス発電、松江バイオマス発電へチップを供給しており、今後も増産を行っていく方針である。

これらの発電所へのチップ供給も検討の可能性があると考えられるが、運送コストやチップ品質等について十分留意しなければならない。特に、日南町は冬季に積雪量が多い地域であり、伐採した原木を保管している間に雪が積もることで、乾燥が進まないということも課題である。木質バイオマス発電所では搬入時のチップ水分によって買取価格が変動するため、乾燥したチップであるほうが高価格で買い取ってもらえる。

2.4.4 日南町内の木質バイオマス需要量

一方、日南町内で今後検討される木質バイオマス需要施設での需要量は、後述するが年間 333t (35%WB)であり、原木換算では 541 m³となる。これら全量を供給するためには既存流通している C 材から調達するか、素材生産量の増大が必要となる。

表 2-12 将来的に生じる可能性のある木質バイオマス需要量

	合計	内訳	
		運動型健康増進施設 及び野菜生産ハウス ※ハイブリッドシステムの場合	日南病院
木質チップ(t) 水分 35%	333	176	157
必要原木量(m ³)	541	286	255

※原木 1 m³=チップ 0.8t で換算

2.4.5 周辺地域を含む木質バイオマス資源の流通状況

(1)鳥取県及び隣接する 3 県(島根県、岡山県、広島県)でのチップの需要と将来的な流通状況

◆鳥取県

鳥取県では、平成 21 年 12 月に政府が策定した「森林・林業再生プラン」や関係者の意見等を踏まえて、平成 22 年 11 月に「鳥取県 森林・林業・木材産業再生プラン」を作成した。更に、平成 26 年 5 月、このプランを一新し、新たなビジョン「森と緑の産業ビジョン～とっとりグリーンウェイブの進展と林業・木材産業の成長産業化に向けて～」を作成した。このビジョンを基本に、今後、持続可能な森林経営の確立に向けて、県民、関係者等の認識・思いを共有し、更なる施策展開を図っていくとしている。

木質バイオマスに関して、この中の「目指す方向Ⅱ」(2)木質バイオマス利用の推進「アクション[1]木質バイオマスの熱や発電への利用を推進」において、これまで搬出されず林内に放置されていた残材を熱や発電に利用することにより、化石燃料の代替を図り、地域の活性化や地球温暖化防止に貢献するとし、素材生産量を 18 万 m³/年(平成 18 年)から 38 万 m³/年へ増やすことが明記されている(ただし、上記数量には、バイオマス利用だけでなく、製材用や合板用の木材利用含む)。ここでは、直接的に木質バイオマスの供給量についての記載はないが、下図に示す素材需給量(平成 26 年は 23.9 万 m³/年)より、素材生産量の大幅な増大により、製材用や合板用の木材以外に利用できる木質バイオマス量も増加すると期待できる。

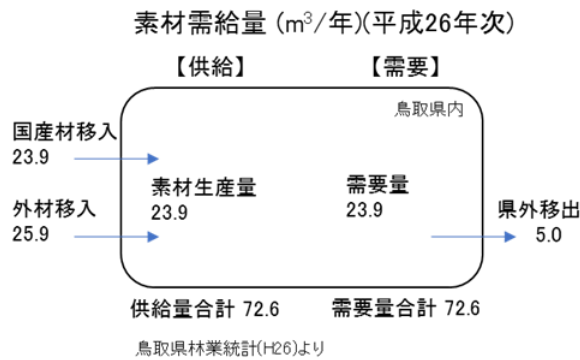


図 2-18 県内素材需給図

◆鳥根県

鳥根県では、林地残材や剪定枝等の未利用の木質バイオマス資源の発生量は 186,500t/年と想定され、そのうち、木材生産に伴い発生する枝条や根元部等の残材が 71,500t/年(93 千 m³)、森林の育成段階で実施される間伐において林内に放置される切捨間伐が 115,000t/年(150 千 m³)となっている(2010 年度実績)。このときの利活用量は 907t/年(利活用率は 0.5%)となる。一方、鳥根県の目標として、2020 年の同発生量は 177,000t と設定されている。この量は、循環型林業の推進により増加が見込まれる木材生産により派生する林地残材分 119,000t(155 千 m³)と、間伐材の利用促進を図ってもまだ未利用と見込まれる切り捨て間伐など 58,000t/年(75 千 m³)の合計となる。このときの利活用量の目標を 79,500t/年(利活用率は 45%)とし、木質バイオマス専焼発電 2 施設、各市町村の温浴施設また中国電力三隅発電所での石炭との混焼により使用される。

ただし、この目標値には、上記の木質バイオマス専焼発電 1 施設で使用される見込み量 42,000t/年(年間原料必要量の 7 割)のみが含まれており、もう 1 施設で使用される木質バイオマス資源量の約 80,000t/年は含まれていない。この量は、2020 年に発生する木質バイオマス資源の目標値 177,000t の約 45%に相当し、木質バイオマス専焼発電 2 施設で必要とする燃料の全量を県内で確保する場合、利活用できる木質バイオマス資源量は、逼迫する恐れも考えられる(出典:鳥根県バイオマス活用推進計画(平成 25 年 3 月)より)。

◆岡山県

「21 おかやま森林・林業ビジョン」(平成 27 年改訂)では、平成 25 年度の木材生産量(A・B 材+C 材+D 材の合計)は 391 千 m³であり、これを平成 31 年度までに 530 千 m³まで増産するとしている。その際、燃料材として D 材の生産量は、65 千 m³から 140 千 m³に増える予定としている。この燃料材については、県内の真庭バイオマス発電所へ燃料材を供給する燃料供給協定締結事業者の数は増えており、これらの業者を岡山県は支援することで、更に未利用材の供給安定化を目指す。

また、素材生産に関して、これまでの施業は間伐主体であったが、皆伐による生産も増加し、更に大型の高性能林業機械の導入による効率的な素材生産を実施している。一方、その際の課題は、森林経営計画の策定率は約 30%に当たる 146 千 ha であること、また製材需要が低下しているため製材端材が減少傾向にあり、更に製材所が木くず焚きボイラーを自社内で所有しているため、余剰の製材端材が出てきにくい状況にある。

◆広島県

広島県では、建築用材や製紙原料として利用されない間伐材等の木材は、コスト的に活用が見込めないことから、現状では山中へ放置され未利用の状況にある。県内の未利用木材の発生量については、木材生産量(計画)より、3.7万トン(6.2万m³) (平成23年度)、6.6万トン(11.0万m³) (平成27年度)、8.8万トン(平成32年度)の見通しが立っている。これらは、未利用木材の根元部を利用する場合の最大値の見通しである。また、未利用木材を発電利用する場合の流通コストの試算結果と、総コストの目標が12,000円/tとなるようチップ化とチップ運搬を低減した価格を以下に示す。

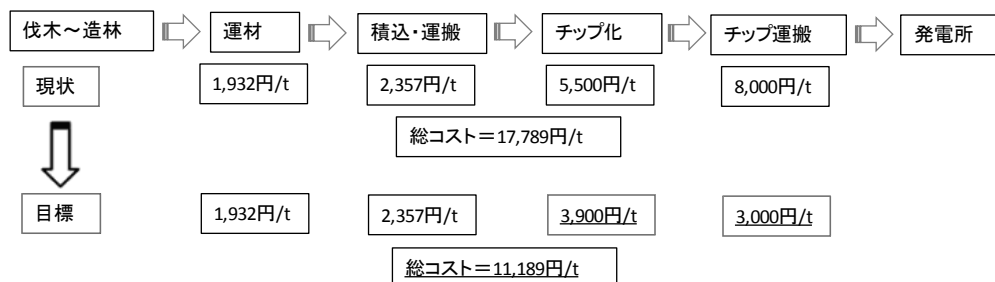


図 2-19 流通コストのイメージ (広島県)

この際、チップ化の条件は、年間処理能力 1.68 万トンの固定式破砕機を使用し、また、チップ運搬の条件は、22 トン車による運搬距離 88km としている。いくつかの拠点を設置し、各拠点でチップを大量生産し、大型運搬車両により発電施設へチップ供給を可能にするシステムを作る必要がある、としている。そのための支援策の具体化が、今後の課題となっている(出典:広島県再生可能エネルギー推進検討会(平成25年2月5日)より)。

(2) 流通状況に関するヒアリング結果

◆鳥取県

鳥取県環境立県推進課次世代エネルギー推進室及び鳥取県県産材・林産振興課へヒアリングを行ったところ、下記資料の提供を頂いた。鳥取県では、日新バイオマス発電(株)と三洋製紙(株)の木質バイオマス発電所が稼働しており、それぞれ、未利用材(間伐材・林地残材)の利用量(計画値)は 4 万トン/年ずつである。課題としては素材増産体制の整備、燃料価格のマッチングが挙げられた。

1 日新木質バイオマス発電事業の概要

(1) 設備等

- 所在地 境港市西工業団地46-1
- 運営会社 日新バイオマス発電株式会社（㈱日新の100%子会社）
- 発電規模 出力5,700kW（約1万世帯の電力供給量に相当）
- 発電量 約3,762万kWh
- 売電額 約10億円
- 総事業費 約28億円

(2) 燃料

- 木材チップ 8万トン/年（合板端材、未利用材）
※段階的に未利用材（間伐材、林地残材等）の割合を高め、最終的に4万トンとする計画。

(3) 未利用材の調達

- 県内の森林組合、チップ加工業者等で構成する「鳥取県木質バイオマス供給推進協議会」（設立：平成26年3月、会長：県森林組合連合会長）と燃料の安定供給に関する協定を締結しており、協定に基づき調達。

(4) 稼働時期 平成27年2月16日

2 三洋製紙㈱のバイオマス発電併用ボイラー導入計画の概要

(1) 設備等

- 規模 蒸気70トン/h
- 発電規模 発電機 最大16,700kW
- 総事業費 事業費 約70億円

(2) 燃料

- 木質チップ 約7万トン/年（未利用材、リサイクル材など）
- PKS（ヤシ殻） 約5万トン/年
- 石炭など

(3) 未利用材の調達

- 県内の森林組合、チップ加工業者、県外の業者等から調達

(4) 稼働時期 平成29年 1月1日

図 2-20 県内の木質バイオマス発電の概要（鳥取県庁提供）

現状、鳥取県内の木質バイオマス事業に関しては材の確保がなされている状況にあったが、若干、材価の値上がりが見られる状況にあり、燃料チップの買取りについては両発電所ともに条件が合えば可能であることが確認された。

◆島根県

島根県農林水産部林業課木材振興室へヒアリングを行った。島根県では、しまね森林発電、松江バイオマス発電の木質バイオマス発電所が稼働している。これらに県内の素材生産業者がどの程度、どのような木質バイオマスを供給しているか等をヒアリングすることで、同県内での木質バイオマスの流通状況の

把握を試みた。しかし、木質バイオマスに関する詳細な数量や価格などは把握することはできなかった。

ヒアリングの結果を以下に記述する。島根県農林水産部林業課木材振興室からは、燃料となる木質バイオマスを効率的に集荷・乾燥させるために、素材生産事業者は中間土場を有効活用している、また、燃料となる木質チップは順調に供給できており、特に課題はない、将来においても、長期・安定的に燃料の供給ができる見込みであることを伺うことができた。なお、木質チップの購入価格については、民間事業者側の取り決めなので、把握していない、とのことであった。また、島根県より提示頂いた木質バイオマス供給の流れを示す。

次に、島根県農林水産部林業課木材振興室より、紹介頂いた発電事業者と素材生産業者へヒアリングを行った。発電事業者である合同会社しまね森林発電へ、事業の特徴や工夫、課題と対応策、将来の見込みと懸念される点、木質チップの購入価格などを伺ったところ、全て事業に関する事項なので、回答できない旨、回答を頂いた。



図 2-21 島根県 木質バイオマス供給の流れ

◆岡山県

岡山県農林水産部林政課へヒアリングを行った。岡山県では、真庭バイオマス発電の木質バイオマス発電所が稼働している。ここに県内の素材生産業者がどの程度、どのような木質バイオマスを供給しているか等をヒアリングすることで、同県内での木質バイオマスの流通状況の把握を試みた。しかし、発電事業者や素材生産事業者に関して、ご紹介を頂けず、木質バイオマスに関する詳細な数量や価格などは把握することはできなかった。

◆広島県

広島県農林水産局林業課木材産業グループへヒアリングを行った。広島県では、(株)ウッドワン発電、広島ガスの木質バイオマス発電所の稼働が予定されている。これらに県内の素材生産業者がどの程度、どのような木質バイオマスを供給しているか等をヒアリングすることで、同県内での木質バイオマスの流通

状況の把握を試みた。しかし、木質バイオマスに関する詳細な数量や価格などは把握することはできなかった。

ヒアリングの結果を以下に記述する。広島県農林水産局林業課木材産業グループからは、民間ベースの事業なので詳細は把握しておらず、木質バイオマス燃料の種類は、国産材チップ、製材端材、建設資材廃棄物などしか把握していないとの回答を頂いた。

次に、広島県農林水産局林業課木材産業グループより、紹介頂いた発電事業者へヒアリングを行った。(株)ウッドワン及び広島ガス(株)へ、事業の特徴や工夫、課題と対応策、将来の見込みと懸念される点、木質チップの購入価格などを伺ったところ、前者からは、燃料となる木質バイオマスは自社工場からの端材が年間約 3 万トン、広島県内の森林組合からの未利用材が年間約 2 万 5 千トンであり、未利用材については、土場で乾燥させた後、チップ化し、水分 50%WB 程度のものを使っているとの話があった。また、具体的な木質チップの購入価格は伺うことが出来なかった。また、後者の広島ガスからは、施設の概要のみの回答があった。本発電所は石炭混焼発電で出力は 11.2 万 kW、木質チップを使う予定とのことであった。木質チップの供給量、単価、素材生産者の詳細の情報は提示できないとのことであった。

2.5 日南町における木質バイオマス資源の賦存量（発生量）と利用可能量の試算

日南町において将来的に安定して利用できる木質バイオマス賦存量について整理する。

表 2-13 日南町の森林成長量（単位：m³/年）

合計	人工林			天然林		
	合計	針葉樹	広葉樹	合計	針葉樹	広葉樹
117,920	114,952	114,141	811	2,968	896	2,073

当該材積は、現在の日南町の森林構成における蓄積の増加量であり、1年間の最大許容伐採量と考えることができる。現在の日南町の木材団地で取り扱っている量は年間約 95,000 m³である。ただし町外からの入荷量も含まれる。日南町のみで生産される素材材積を算出することは困難であるが、木材団地での取扱量を町内の 8 割程度と考えると、75,000 m³程度は町内で伐採していることになる。人工林の成長量に近い数量であるものの、針葉樹でも約 40,000 m³弱は伐採していないため、今後の素材生産量の増加は可能であると言える。

2.6 燃料用材の搬出・運搬システムの検討

2.6.1 集材方法別の林地残材発生状況

木質バイオマス燃料材を活用する場合、素材生産作業において用材生産だけ行うのではなく、木質バイオマス燃料となる材も効率的に搬出することが求められる。最大限収集するためには、集材方法のパターン別に搬出方法を検討しなければならない。集材の方法には大きく分けて3種類あり、「全木集材」「全幹集材」「短幹集材」である。木質バイオマス燃料となる材を、最大限収集しようとする場合、一度の集材で可能な限り幹部分を引き出してくると効率的である。造材作業では、材の質によっては1mや2mとい

った丸太が発生することもありうる。したがって、林内で造材を行う短幹集材よりも全木集材もしくは全幹集材を行うことで集材回数が1回で済むため、バイオマス燃料材を集荷する場合は効果的である。

枝葉やタンコロといった林地残材も、集材方法によって発生場所が大きく異なる。全幹集材や短幹集材は林内で残材が発生する。仮に林地残材を利用する場合は、いかに低コストで集材するかが重要なポイントである。林内に放置された残材を収集する場合、搬出コストは高くなる。したがって、林地残材を活用する場合は、全木集材を行うことが望ましい。伐倒した状態でそのまま作業道まで引き出してくるため、作業道上や土場で造材を行う際に発生する残材を仕分けて一カ所に集積しておくことが可能となる。用材とともに収集できるため、低コスト化を図るうえで現実的な方策として考えられる。

以下に集材方法と林地残材の発生状況の違いについて事例を示す。

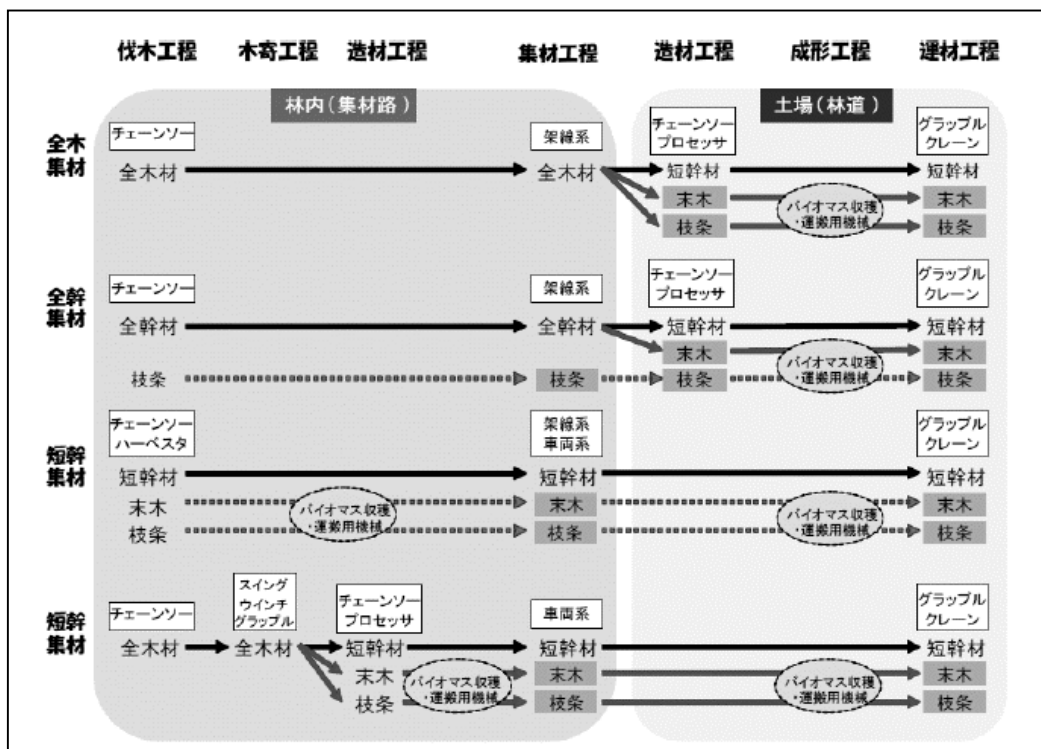


図 2-22 用材とバイオマスの収集・運搬作業システム例

資料:平成 19 年度 独立行政法人森林総合研究所 公開講演会講演要旨集
林業バイオマスの収集・運搬の低コスト化 陣川 雅樹(林業工学研究領域チーム長)

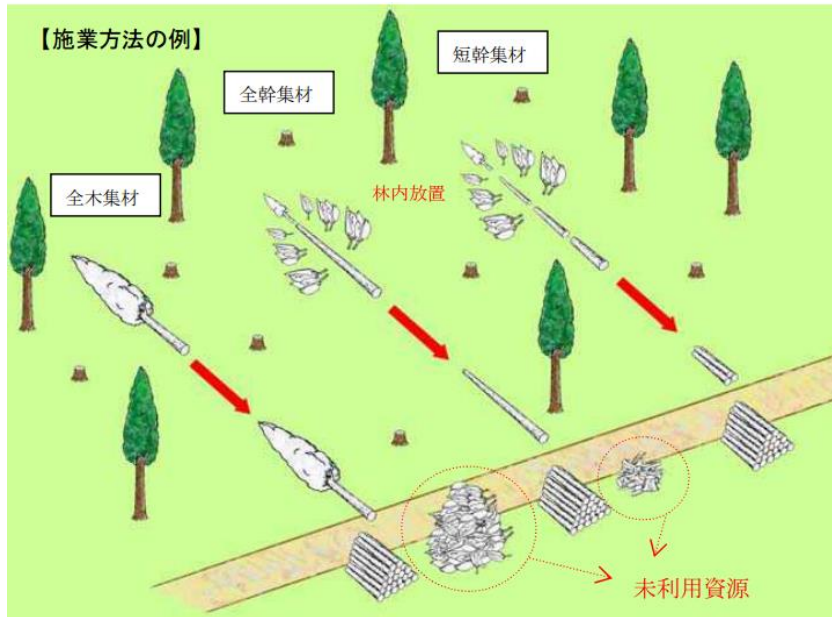


図 2-23 集材システム別の林地残材発生場所

出典:緑のシステム創造事業について 釜石市役所臨時記者会見資料 平成 21 年 12 月

表 2-14 施業方法別林地残材の発生箇所及び収集の特徴

集材方法	林地残材の発生場所・種類			林地残材収集の特徴	集荷・利用の可能性
	林内 (伐採箇所)	集材・作業路 周辺	土場及び その周辺		
全木 集材	(殆どなし)	枝条 (折損)	末木枝条、小 径木、根元、タ ンコロ等	林内にほとんど林地残材が発生せず、幹の部分・仕様の部分ともに土場や作業道状に林地残材がまとまって発生するため、収集が容易。 なお、林地残材の活用先がない場合には作業場所に集積した残材を再度手間をかけて林内に再び戻す作業が必要となる場合もあり。	◎
全幹 集材	末木枝条	(殆どなし)	小径木、根 元、 タンコロ等	搬出した丸太を作業道沿いで造材するため、曲がれや腐れの部分、梢端部といった幹の一部が土場や作業道に残され、林地残材として発生する。比較的収集が容易。しかし、枝葉などの残材は多くの部分は林内に残されたままであり、作業道上からグラブプルが届く範囲(作業道から 10m 以内程度)を除いては収集が困難。	○
短幹 集材	枝条、根 元、タンコロ 等	(殆どなし)	(殆どなし)	林内に枝葉・根元部が残されるため、作業道や土場までの搬出距離が長く収集が困難。	×

出典:「宗谷流域における林地残材の有効利用について」に加筆

2.6.2 日南町の搬出システムを変更した時のコスト検討

日南町の現在の伐採搬出システムを変更した場合の、搬出コストおよび作業システムについて他地域の事例をもとに検討を行った。

【作業システムの検討】

アンケート調査を行った事業者2社では、車両系システムを採用していた。車両系システムでは、路網密度を高くすることによって皆伐施業および間伐施業どちらも効率的に行うことができる。それぞれの作業システムについて、日南町で所有する林業機械を用いて実施可能な他県の事例を以下に整理する。

表 2-15 作業システムおよびコストのモデル

	皆伐		間伐	
作業システム	車両系システム(0.45 クラス)		車両系システム(0.25 クラス)	
	伐倒	チェーンソー	伐倒	チェーンソー
	集材	フェラーバンチャ	集材	グラップル
	造材	プロセッサ	造材	プロセッサ
	運材	フォワーダ、4t 車	運材	フォワーダ、4t 車
施業地特徴	・スギ 人工林		・ヒノキ 人工林 定性間伐(3割)	
素材生産量	57.4 m ³ (2m 材含む)		7.97 m ³ (2m 材含む)	
搬出したバイオマス材	2m 材 : 18.6 m ³ タンコロ : 3.13t 枝葉 : 22t		2m 材 : タンコロ : 3.91t 枝葉 : 1.5t	
コスト	素材生産コスト:3,002 円/m ³		素材生産コスト:5,301 円/m ³	

※栃木県 森林組合における搬出実証試験データより



図 2-24 皆伐地での作業システム

【運搬システムの検討】

上記作業においては、タンコロおよび枝葉の収集を行った。タンコロの搬出には 4t トラックを用い、枝葉は 4tトラックおよびフォワーダを用いて搬出を行った。皆伐地では、施業地が谷地形であったため、作業道脇の谷に枝葉を集積しておき、原木搬出後に枝葉をまとめて搬出した。枝葉の搬出はフォワーダ 2 台体制で行い、現場で積込みを行うグラップルの待ち時間が発生しないようにした。作業道上では運搬車両の行き違いができないことから、作業道への入り口付近でフォワーダを停車しておき、交代で作業道へ入る場合もあった。したがって運搬システムを検討する際は、複数台の車両を活用するとともに、それらの行き違いが可能となるよう、作業道上に道幅の広い箇所を設けることも有効であると考えられる。

2.7 生物多様性に関する検討

2.7.1 生物多様性効果の考え方の整理

日南町に生息する生物のうち「オオサンショウウオ」「ヒメボタル」「サクラソウ」の 3 種については、保全活動が精力的に行われており、本項ではこれらの生物の保全、ひいては日南町における生物多様性の効果の考え方について整理するため、関係者(有識者)へのヒアリングを行った結果(該当生物の生態と林業との関係性)について記す。

(1) オオサンショウウオ

オオサンショウウオは全国及び鳥取県で絶滅危惧Ⅱ類に指定されており、絶滅に瀕している生物だが、日南町内においては沢に生息しているのが確認できる。

戦後の拡大造林によって、オオサンショウウオが生息する沢の縁に限界までスギが植えられたが、『広葉樹に昆虫が集まる→沢に落ちた昆虫を狙って水生昆虫が増加する→オオサンショウウオの餌となる』という連鎖が形成できるので、オオサンショウウオが生息する沢の縁には広葉樹が生えていることが好ましいとされている。よって、沢の縁には、スギから広葉樹への樹種転換を行えばオオサンショウウオの保護に寄与することができると考えられる。



オオサンショウウオ

(2) ヒメボタル

ヒメボタルは、鳥取県ではデータが少なく絶滅のおそれの有無は不明ですが、少なくとも福万来地区での生息が確認されている。

福万来地区では2005年から調査が開始され、スギ・ヒノキ林の林床にてヒメボタルの生息が確認されている。その後、その林には間伐が入り、それによる下層植生の繁茂によってヒメボタルの数が増えたことが確認されている。

つまり、森林整備自体がヒメボタルの保護につながっていると考えられ、一方で、林内の生態系を破壊する皆伐は避けたほうが良いと考えられる。

対象地区の林分はおおよそ 40～50 年生であると予想されるので、長伐期施業によって極力皆伐を避けることでヒメボタルの保護と林業が両立すると考えられる。



ヒメボタル

(3) サクラソウ

サクラソウは全国的には準絶滅危惧種だが、鳥取県で絶滅危惧 I 類に指定されており、鳥取県において絶滅の危険性が高い種である。日南町内においては福栄地区でスギ林の林床にある湿地に自生しているのが確認されて以降、保護活動が展開されている。

サクラソウの生息に必要な環境は、湿地であることと、日が当たること(相対日射量 50%以上、理想は 75%以上)であることから、サクラソウの生息しうる湿地帯の小面積皆伐を行い、日照を確保してやることでサクラソウの生息地を拡大できると考えられる。

そもそも日南町は人工林率が高く、林業が困難なエリアにもスギ・ヒノキが植わっている状況である。したがって、採算性があると見込まれるエリアでのみ林業を行い、上述したような生物保護に活用できるエリアでは、天然林を始めとする保護に必要な植生への遷移を促してやることで、林業と生物多様性の保護を両立させることが可能であると考えられた。



サクラソウ

2.7.2 効果測定方法の検討

上述のヒアリング結果を基に、測定方法の方針について以下のとおり、提案を行った。

(1) ゾーニング

第一に、保全関係者と連携し、下表のとおり、ゾーンに分けて保全対象生物の生態を考慮し、施業方針を決定する。

表 2-16 ゾーン別の特徴、施業内容（案）

ゾーン	I.人工林整備ゾーン	II.天然林化ゾーン	III.オオサンショウウオ保護ゾーン	IV.ヒメボタル保護ゾーン	V.サクラソウ保護ゾーン
地域	全域			福万来地区	福栄地区
地形	緩傾斜 (できれば)		沢沿い		湿地
特徴	林道に近い人工林	林道から遠い人工林・天然林	スギ林	人工林	
施業内容	定性間伐	部分皆伐 萌芽更新	部分皆伐 広葉樹植林	定性間伐	部分皆伐

(2) 効果の測定方法

表 2-16 のIII.オオサンショウウオ保護ゾーン、IV.ヒメボタル保護ゾーン、V.サクラソウ保護ゾーンについて、下表に記した項目について調査・測定・確認を継続して行うことで、生物多様性保全の効果を把握することができると考えられる。

表 2-17 保全対象生物ゾーン別の調査・測定・確認事項（案）

対象生物	項目
III.オオサンショウウオ保護ゾーン	生息数・分布、生態環境、施業履歴
IV.ヒメボタル保護ゾーン	生息数・分布、施業履歴
V.サクラソウ保護ゾーン	生息数・分布、相対日射量、施業履歴

(3) 測定結果の検証

自然共生社会の実現に向けて、森林施業による効果についても検証することが重要である。調査・測定結果を素材生産業者等と共有し、ゾーンごとの方針に基づいて施業を行う。施業完了後は再度調査を行い、複数年にわたる追跡調査についても計画・実行を検討する。

第3章 事業化可能性調査

木質バイオマスエネルギーを活用する場合、既存の施設への導入と新規施設への導入が考えられる。既存施設への導入は既存ボイラー等の入替タイミング、既存設備の改修、バイオマスボイラーの設置場所の確保など、導入に当たっては慎重に検討する必要がある。また、新規施設に導入する場合は、既存設備のような制約条件は少ないが、既存施設への導入と同様に木質バイオマス燃料とボイラーの特徴を理解し、利用目的、運用管理方法、経済性等を考慮し、長期にわたり安定的な運用が可能な最適なシステムを構築することが重要である。

本章では、運動型健康増進施設及び野菜生産ハウス、既設の公共施設への木質バイオマスボイラー導入とその燃料供給を可能とする木質燃料の製造事業について、その事業化可能性調査を実施する。

3.1 木質燃料と木質バイオマスボイラーについて

事業化可能性調査の報告前に、木質バイオマス燃料と木質バイオマスボイラーの概要・特徴を整理する。

3.1.1 特徴等

木質バイオマス燃料の種類と特徴を表 3-1 に整理した。

薪は最も容易に製造できる燃料で、薪割り機とチェーンソーがあれば個人でも製造可能であるが、薪ボイラーでは薪の自動投入が困難なため、2 時間から 3 時間に 1 回は人力で燃料を投入する必要がある。また燃焼制御を行うことは難しいため、火力の調整などにはできない機種が多い。薪の製造にあたっては、伐採したままの原木では薪として利用はできず、一定期間の乾燥を通じて水分を下げる必要がある（※メーカー推奨値は水分 20%WB）。

チップは、木材を破砕したものでチップパーと呼ばれる加工機で製造を行う。この時、加工機の種類によって、製造されるチップは破砕チップ（針状）と切削チップ（方形状）の 2 種類に分けられる。チップの場合は、比較的安価に製造が可能であり、また燃料の自動投入が可能というメリットがある。一方、水分により燃焼時の熱量が変わるため、伐採してすぐの原木を使用する場合は高水分であることが多く、不完全燃焼が起きやすくなる。それに対応するため、燃焼機器（チップボイラー）の初期投資額が大きくなる。

ペレットは木材を粉砕、乾燥させたものを圧縮成形したもので、製造後の水分は 10%WB 程度まで抑えられており、取り扱いが容易なため、燃焼効率もよく、また燃焼制御も容易である。そのため、ボイラーが小型になる等のメリットがある。しかし、製造設備が複雑になるため製造コストが高くなることが多い。

また、各燃料種と木質バイオマスボイラーとの関係性を表 3-2 に示す。

ここでチップの種類である「生チップ」と「準乾燥チップ」について説明する。

「生チップ」は伐採してすぐの原木を加工したもので、一般に 50%WB 前後の水分を持っている。このため、製造コストは安価なもののボイラー側で安定燃焼するための機構をもつ必要があり、前述のとおり、初期投資額が大きくなることが多い。一方で、「準乾燥チップ」というのは水分 26～35%のものを指す（表 3-3）。これは伐採した原木を一定期間天然乾燥したあとにチップ化したもので、「生チップ」に比べ製造コストが高くなる。しかし、乾燥によって燃焼しやすく、また熱量も高くなりボイラー側ではシンプルな機構

で燃焼を行うことができるため、イニシャルコストを抑えることができる。近年では欧州から準乾燥チップ対応のボイラーの導入や取り扱いが始まっており、小規模な施設でも利用しやすい燃料として広まりつつある。

表 3-1 木質バイオマス燃料の種類と特徴




	メリット	デメリット
薪 	最も容易に製造が可能。 個人でも入手・製造可能。	自動投入が困難なため、 数時間に1回人力で投入する必要。 燃焼効率を上げにくい。煙が多い。火力の調整が困難。
チップ 	比較的容易に、製造が可能。一般に化石燃料より安価。既存の製造施設を転用可能。 燃料の自動投入が可能。	水分によって熱量が大きく変動。利用機器が複雑になるため、小規模での利用は不可。長期保管困難。 燃焼機器の初期投資が高額。
ペレット 	取扱が容易→制御が容易→火力の調整が容易で小型機器でも燃焼効率がよい。 自動投入可能。 煙が少ない。 エネルギー密度が比較的高い。	専用工場の新設が必要。製造工程がやや複雑。 → 製造コストが高く手間がかかる。 燃焼機器の初期投資費用が高額。

表 3-2 燃料種と木質バイオマスボイラーとの関係性


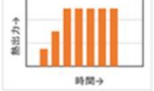
燃料種	(化石燃料)	チップ  (生チップ) …… (準乾燥チップ)	ペレット 	薪・木屑 
性状		木材を破碎・切削 (50%W.B.) (35%W.B.)	木材を圧縮成形 (10%W.B.)	制限少ない (30%W.B.)
燃料単価	×~△ (変動あり)	○ ~ △	△	○
初期投資	○	△ ~ ○	○	○
運転方法	自動運転 On/Off燃焼可 	自動運転 低負荷燃焼可 (急な発停に弱い) 	手動投入 定燃焼のみ 	
環境影響	CO2排出あり	CO2排出なし 煙・灰の管理の必要あり		

表 3-3 燃料用木質チップの品質規格

区分		水分	
		湿量基準含水率 (ウェットベース)	乾量基準含水率 (ドライベース)
生チップ	(M 55)	46~55%	83~122%
湿潤チップ	(M 45)	36~45%	55~82%
準乾燥チップ	(M 35)	26~35%	34~54%
乾燥チップ	(M 25)	25% 以下	33% 以下

木質バイオマスエネルギー利用促進協会 (制定 2014年11月13日)

3.1.2 製造方法とコスト、化石燃料との比較

(1) 燃料製造単価の試算の基本的な考え方

木質バイオマスボイラーの導入を検討している施設で低コストかつ安定的に木質バイオマス燃料を調達するために、木質バイオマス燃料のタイプごとに調達コストの比較検討を行う。

薪、チップ、ペレットなどの燃料を製造するためには、丸太の供給コストに加え、乾燥や破砕など加工費や輸送費などが必要である。ここでは、既設の破砕機や、木質バイオマス燃料の種別ごとに加工・保管するためのシステムや機器を想定し、コスト試算の条件とした。

また、木質バイオマス燃料の調達コストは、その製造量によって変化する。製造量については、木質バイオマス燃料種ごとに、想定した機器をもとに設定した。

◆原木調達費

いずれの燃料の場合でも、原材料購入費は素材生産における C 材(チップ用途)を想定して、**エラー!**参照元が見つかりません。項で既述したとおり、素材生産コストの下限值として考えられる搬出コスト 6,000 円/m³をベースに用いることとした。なお、各種支援策を検討する、また、高値で原木を買い取った場合の施設での事業収支を検討するため、0 円/m³、3,000 円/m³、8000 円/m³での感度分析も合わせて実施した。

なお、ここでは、原木を水分 50%として 0.8t/m³として試算を行い、「生 t」と表示する。また準乾燥チップでは 35%WB まで乾燥させることになり、原木での比重が 0.77t/m³まで軽くなる¹。

木質バイオマス燃料の流通においては重量での換算や取引が比較的簡便であるため、以降の検討でも重量(t, kg)で試算を行うが、「(水分 50%WB 換算での)生 t」と「(水分 35%WB 換算での)t」と単位が異なることに注意する必要がある。ここでは生 t 当たりの原材料購入費を用いて試算した。

◆加工費

木質バイオマス燃料種は前述した薪、チップ及びペレットを想定した。このうち、薪及びペレットについては、新規に必要な機器やバイオマス加工設備を導入し、その初期投資回収やランニングコストをまかなうため、費用を加工費とする。具体的には、整備・修理費、燃料費、普通作業員賃金、点検・保守費用から算出した。

なお、チップについては、既存の破砕機(モロオカ MC2000)を活用することを想定し、薪やペレットと同様、初期費用も加味し、整備・修理費、燃料費、点検・保守費用(替刃、オイル等)などのランニングコストに合算して、試算を行った。

◆輸送費

既存研究によると 4tトラックによるチップの運搬コストは丸太換算で 1,400 円/m³(又は 1,400 円/生 t)。

¹ 水分 50%の原木 1t に対し、絶乾重量は 0.5t となる。水分 35%WB の原木では、絶乾重量 0.5t が 65%に相当するので、水分 35%の原木の重量は、
 $0.5t \div 0.65 \approx 0.77t$
となる。

運搬距離 15km の場合) という報告がある²。そこで本試算ではこの数値を参考に輸送費は 2,000 円/生 t (=2.0 円/生 kg) とした。薪については、弊社試算値 3,000 円/薪 t (=3.0 円/薪 kg) とし、これらの輸送費をコスト試算にも適用した。

◆保管費

準乾燥チップを利用する場合には、伐採したての原木をそのままチップへ加工するのではなく、一定期間の天然乾燥での保管が必要となる。この原木の積み込み・保管管理などの作業労務を保管費として 2,000 円/生 t を見込むものとする。薪についても、同様に天然乾燥を行うものとし、保管費として 2,000 円/t を見込み、試算を行った。

(2) 薪製造

薪の製造工程では、原木を玉切りし、燃焼機器で使用する長さの丸太状にしてから、薪割り機で小割りにする(長さ 1m 以下、直径 16 cm 程度以上の場合には半割)。薪が乾燥または半乾きの状態で、水分 30～35% 程度以下であれば、薪ボイラーの燃料として使用できるため、製造前に乾燥を行うことは不要であり、製造人員と薪製造機が確保できれば製造できる。薪の製造には、初期投資として表 3-5、

表 3-6 に示したような機器等が必要となる。

薪製造原価の大半を占めるのは労務費・原木代・薪割り機の燃料費であり、製造量が少なくても多くてもそれほど燃料製造原価は変わらない。試算前提条件を表 3-4 に、図 3-1 に薪製造コストを示した。

薪を年間 214t 製造する場合にかかるコストは、原木調達費 6,000 円/m³ の場合、38.7 円/kg (WB30%, ユーザー着価格) となったが、薪利用の重要な点は、低コストに始められることであり、既存のもの(チェーンソーや重機など汎用品)を出来る限り選択し、加工や輸送をすることが肝要である。

表 3-4 薪製造での試算前提条件

項目		数値	単位	備考
資本費関連	総事業費	13,990	千円	概算費用
	補助率	33%		想定値
	減価償却年数	8	年	木材又は木製品(家具を除く。)製造業用設備の耐用年数を適用
運転維持関連	定格製造量(実材積)	2	m ³ /人日	想定値
	換算係数(実材積⇒30%WB重量)	0.5	t/m ³	想定値
	稼働日数	200	日/年	想定値
	薪製造体制	2	人	想定値
	原木かさ比重	0.8	t/m ³	想定値
	原材料水分	50%	WB	想定値
	薪水分	30%	WB	舗装土場等で乾燥
	燃料費	1.0	円/kg	薪製造量あたり
	維持管理費率	2%		対イニシャルコスト
	維持管理費	280	千円/年	対イニシャルコスト
	一般管理費	10%		対人件費
	人件費	12	千円/t(円/日)	想定値

² 岩手県林業技術センター 木質バイオマスの利用 レポート No.172
<http://www2.pref.iwate.jp/~hp1017/kenkyu/naibu/sokuho/sokuho151-200/172.pdf>

表 3-5 薪製造システムのイニシャルコスト（税抜）

項目			費用	
建築工事	プレハブ	簡易事務所、機器等格納	1,500	千円
	舗装工事	100m ²	1,000	千円
機械設備工事	薪割り機	1台	690	千円
	チェーンソー	2台	300	千円
車両	トラック	3tユニック	6,000	千円
	フォークリフト		2,000	千円
備品	トラックスケール		1,500	千円
	薪ラック		500	千円
	その他備品	水分計、鉋、掃除道具等	500	千円
合計			13,990	千円

表 3-6 薪製造に必要な機器類

バックホウ (+グラブブロー) (1台)	薪割り機 (1台)	フォークリフト (1台)	クレーン付きトラック (1台)
			
丸太の積み降ろし・移動 丸太の玉切り	補助リフト付き 長さ1mまで対応	薪を積んだパレットの移動	薪の配送、現場での積み降ろし
パレット (必要数)	ハンドリフト (利用先×1台)	水分計測器、クレーンスケール (各1個)	チェーンソー (2~3台)
			
薪の積載(このまま乾燥、 配送)	ボイラー利用先での薪の 移動	原木および薪の水分測定、 重量測定	丸太の玉切り(40cm薪用)、 その他加工用

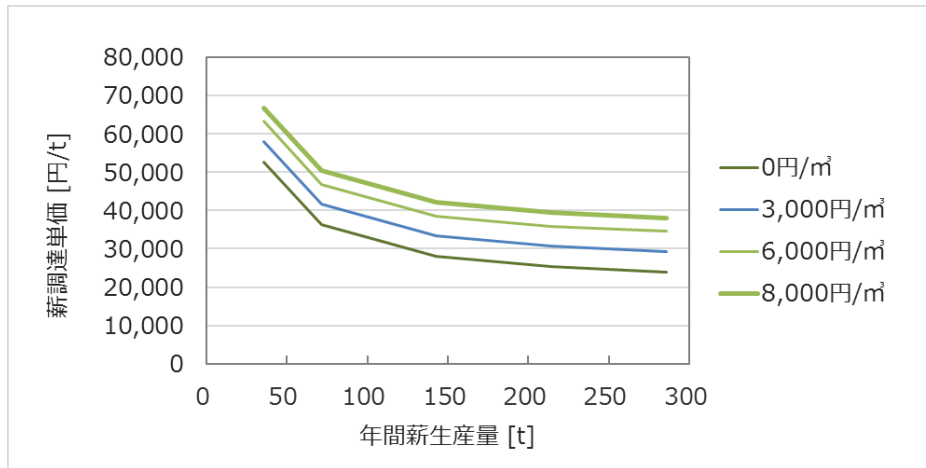


図 3-1 原木調達費別の薪製造単価の感度分析

表 3-7 薪製造単価の試算結果

(原木 6,000 円/m³の場合)

薪製造量(t/年)	36	71	143	214	286
間伐材の必要量(t/年)	50	100	200	300	400
間伐材の必要量(m ³ /年)	63	125	250	375	500
支出(以下全て単位は千円)					
資本費関連計	1,172	1,172	1,172	1,172	1,172
減価償却費	1,172	1,172	1,172	1,172	1,172
運転維持費関連計	907	1,815	3,629	5,444	7,257
直接人件費	429	858	1,715	2,572	3,429
燃料費	36	71	143	214	286
維持管理費	25	50	100	150	200
一般管理費	43	86	172	258	343
原料調達コスト	375	750	1,500	2,250	3,000
支出計	2,079	2,987	4,801	6,616	8,429

薪製造原価(円/kg)	58.2	41.8	33.6	30.9	29.5
薪輸送費+乾燥費(円/kg)	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
薪調達単価(円/kg:輸送費込,税抜)	63.2	46.8	38.6	35.9	34.5
消費税(円/kg)	5.1	3.7	3.1	2.9	2.8
薪調達単価(円/kg:輸送費込,税込)	68.3	50.6	41.7	38.7	37.3

(3) チップ製造

チップ製造機器の選定は、チップの形状と、チップをどこで製造するかによって決まる。チップは、破碎チップと切削チップの2種類の形状がある。各々のチップの写真を表 3-8 に示す。一般にチップ燃焼機器では、燃料搬送部分で詰まる恐れがあるため、チップの形状が整った、搬送性の高い切削チップを使用して自動供給を行うことが望ましい。

また、チップ製造機器では、固定式と移動式があり、利用形態・製造場所によって選定される。本試算では、既存の自走式破碎機 MC シリーズの MC2000 を使用することを想定する。MC2000 の標準仕様を以下に示す(表 3-9)。

表 3-8 破碎チップと切削チップ

	破碎チップ	切削チップ
形態	 細長い繊維状	 薄い方形状

表 3-9 MC2000 機器仕様

項目	単位	仕様
型式	-	MC-2000(諸岡社)
外観	-	
運転重量	kg	11,600
機械本体長	mm	5,120
機械本体幅	mm	2,400
機械本体高	mm	2,730
エンジン名称	-	三菱6M60-TLE3A
総排気量	cc	7,545
出力/回転数	kW/min-1	145/2,100
ゴムクローラ幅	mm	600
ベルトコンベア幅×長さ	mm	600X3,500
ホッパー高×径	mm	1,300X1,800
走行速度	km/h	0~3
チップ種類と形状	-	破碎チップ/切削チップ (糸状) / (方形状)

本項では、日南町におけるチップ生産規模を、供給可能量をもとに考慮し、チップの製造コストの試算を行った。試算条件を表 3-10、試算結果を図 3-2 に各々示す(薪と同様、原木調達費を 0 円/m³、3,000 円/m³、6,000 円/m³、8,000 円/m³とした)。なお、チップは、準乾燥チップ(詳細は後述)を想定し、輸送費と保管費を各々2,000 円/t を加算することとした。

チップの製造単価は、前述の通り、新規に破砕機を導入することとし、初期費用に、破砕機の保守費や人件費などの費用と、原木調達費(0 円/m³~8,000 円/m³)と前述の輸送費と保管費を加算した数値より試算した。試算結果の一例として、原木調達費が 6,000 円/m³のとき、準乾燥チップ製造単価は約 24,400 円/t(チップ製造量 200t/年)となる。

表 3-10 チップ製造での試算前提条件

項目	数値	単位
資本費関連	建設費(破砕機)	18,000 千円
	建設費(建屋)	0 千円
	補助率	33 %
	減価償却年数(破砕機)	8 年
	残存価額	— %
	固定資産税	— %
	減価償却年数(建屋)	— 年
運転維持関連	定格製造量	17.7 m ³ /h(チップ)
	定格運転日数	250 日/年
	定格運転時間	6 時間/日
	年間定格生産量	6.638 t/年
	原材料含水率	50 %(WB)
	チップ含水率	35 %(WB)(舗装土場等で乾燥)
	人件費	2,000 円/人・h
	人員数	1.0 人
	維持管理費	3660 円/h(カッター交換等)

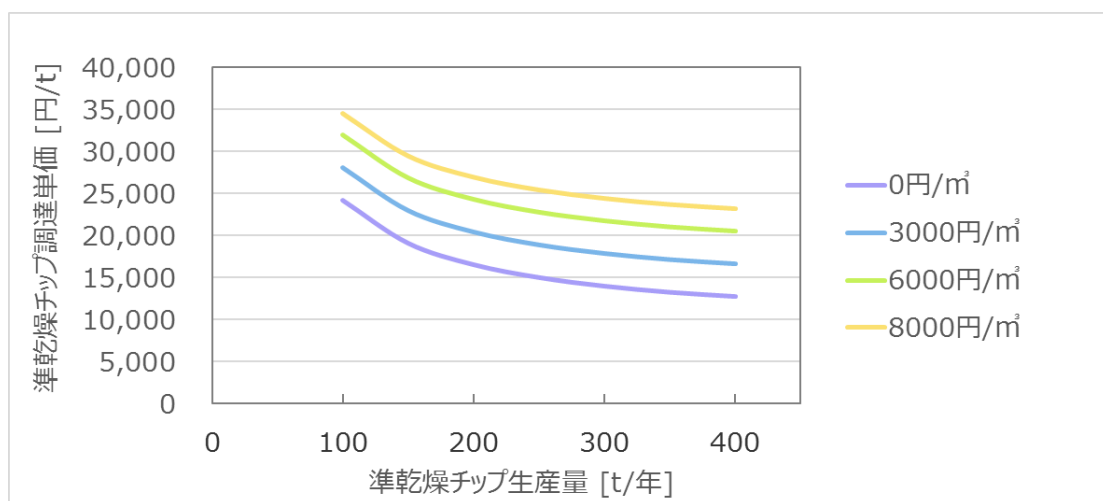


図 3-2 原木調達費別の準乾燥チップ調達単価の感度分析

表 3-11 チップ製造単価の試算結果（原木 6,000 円/m³の場合）

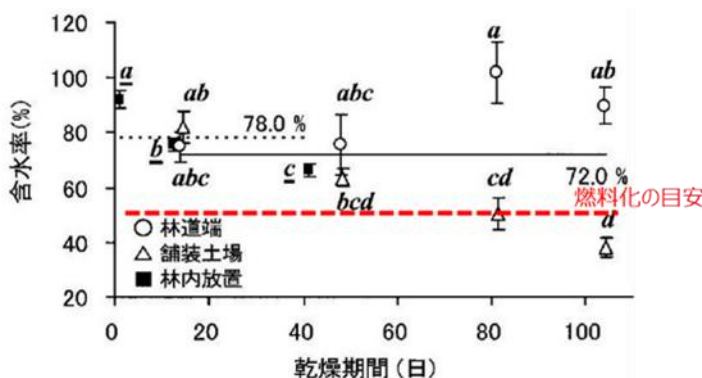
準乾燥チップ製造量(35%WB)	(準乾燥チップt(35%WB)/年)	100	150	200	250	300	350	400
生チップ製造量(50%WB)	(生チップt(50%WB)/年)	130	195	260	325	390	455	520
生チップ製造量(生チップm ³)	(生チップm ³ /年)	520	780	1,040	1,300	1,560	1,820	2,080
原木必要量	(原木m ³ /年)	217	325	433	542	650	758	867
上記の製造に必要な年間チップパー稼働時間(h/年)	(k)	38	56	75	94	113	132	151
機械購入価格(千円)	(a)	12,060	12,060	12,060	12,060	12,060	12,060	12,060
耐用年数(年)	(b)0	8	8	8	8	8	8	8
年間作業日数(日)	(b)1	7	10	13	16	19	22	26
1日あたり実働時間(時間)	(b)2	6	6	6	6	6	6	6
整備費・修理費計算用年間稼働時間	(c)	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000
整備・修理費率	(d)1	0	0	0	0	0	0	0
整備・修理費(年間)	(d)2	0	0	0	0	0	0	0
燃料(電気)消費量(L(Kw)/h)	(e)	14	14	14	14	14	14	14
燃料(電気)単価	(f)	100	100	100	100	100	100	100
普通作業人数(人)	(i)	1	1	1	1	1	1	1
人件費(円/時)	(j)	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000
減価償却費(円/年)	(a)/(b)0*1,000	1,507,500	1,507,500	1,507,500	1,507,500	1,507,500	1,507,500	1,507,500
整備・修理費(円/年)	(a)*(d)1/(c)*(k)	88,576	132,864	177,153	221,441	265,729	310,017	354,305
直接費 燃料費(円/年)	(e)*(f)*(k)	54,143	81,215	108,286	135,358	162,429	189,501	216,573
普通作業員賃金(円/年)	(i)*(j)*(b)1	112,000	160,000	208,000	256,000	304,000	352,000	416,000
替刃、オイル等費用(円/年)		0	122,787	184,181	245,574	306,968	368,362	429,755
原木調達費用(円/年)		0	0	0	0	0	0	0
点検・保守費用(円/年)		0	14,840	22,260	29,680	37,100	44,520	51,940
年間経費合計		0	1,899,847	2,088,020	2,276,193	2,464,366	2,652,540	2,840,713
生トン(50%WB)当たり経費	円/生 t		14,614	10,708	8,755	7,583	6,801	6,243
原木調達価格(円/t)		0	14,614	10,708	8,755	7,583	6,801	6,243
	3,750	17,614	13,708	11,755	10,583	9,801	9,243	8,856
	7,500	20,614	16,708	14,755	13,583	12,801	12,243	11,856
	10,000	22,614	18,708	16,755	15,583	14,801	14,243	13,856
輸送費	円/生 t		2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000
保管費	円/生 t		2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000
準乾燥チップ調達単価 原木調達価格(円/t)別		0	24,174	19,101	16,564	15,042	14,028	13,303
	3,750	28,070	22,997	20,461	18,939	17,924	17,199	
	7,500	31,966	26,893	24,357	22,835	21,820	21,095	
	10,000	34,564	29,491	26,954	25,432	24,417	23,693	

※準乾燥チップの製造について

準乾燥チップとは、伐採した直後の原木が水分 50%以上となるのに対し、天然乾燥など乾燥工程を経て 35%ほどに水分を落としたチップを示す。その場合には、通常、保管場所を確保しそこに原木を野積みして一定期間の乾燥をする必要がある。

過去の文献では、舗装土場に 80 日間ほど乾燥することで、乾量基準 50%(湿量基準 33%)に到達する。なお、鳥取県庁へのヒアリングによれば、県内でも自然乾燥を実施している事業者があり、夏季に土場に置いて乾燥させることが重要であるとされている。別の事業者へのヒアリングによれば、乾燥に重要なことは、日当たり・風通しであり、例えば、斜面に接近している場所だと乾きにくい等、局所的な要素があり、乾燥させる場所の選定は重要である。また、地表面が土かコンクリートかによっても、栈を入れて地表面から原木を離し空気の通り道を作るかどうかによっても乾燥度合いは異なってくる。

仮に、チップを 200t 利用する場合、余裕を持って 180 日ほど乾燥するとすれば、常に 180 日分である 100t(150 m³)を保管する必要がある。従って、原木の極積みと同じくらいの作業エリアが必要とすると、積高 1.5m とすると 200 m³程度の保管スペースが必要となる。以下に、中山間地域における森林バイオマス資源の有効利用技術開発事業での調査結果(高知県立森林技術センター 2009 年)を示す。



なお、準乾燥チップの製造コスト試算では、前述のとおり、既設のチップパーMC2000 を導入した場合で試算を行った。準乾燥チップでは、保管費として 2,000 円/生 t がさらに必要となるため、チップ単価は生チップのそれに対して保管費 2,000 円/生 t を加算したものとなる。

(4) ペレット製造

ペレットは木質バイオマス燃料の中でも、最も製造工程が複雑であり、プラントを建設する場合は大規模な設備が必要となる。実際の設備を参考にして、全国的に多く導入されている規模である定格製造量 1t/h を想定し、経済性試算を行った。試算の前提条件を表 3-12 に、結果を図 3-3 に示す(薪及びチップ同様、原木調達費を 0 円/m³(加工費と輸送費のみ)、3,000 円/m³、6,000 円/m³、8,000 円/m³とした)。

ペレットの製造単価の試算では、ペレット製造施設の建設を想定しているため、年間原木加工量(ペレット製造量)が少ない場合は、その単価は大きくなる。一方、年間ペレット生産量が多くなると、製造単価が下がってくる。また、原木調達費が高くなると、製造単価も高くなる。例えば、原木調達費が 6,000 円/m³のとき、年間ペレット生産量が約 1,200t であった場合、ペレットの調達単価は、約 58,200 円/t (58.2 円/kg)となる。

表 3-12 ペレット製造での試算前提条件

項目	数値	単位
資本費関連	建設費(プラント一式)	216,000 千円
	建設費(建屋)	50,000 千円
	補助率	33 %
	減価償却年数(プラント)	8 年
	残存価額	0 %
	固定資産税	1.4 %
	減価償却年数(建屋)	38 年
運転維持関連	定格製造量	1 t/h
	定格運転日数	250 日/年
	定格運転時間	7 時間/日
	年間定格生産量	1400 t/年
	原材料含水率	50 %(WB)
	ペレット含水率	10 %(WB)
	原料乾燥機効率	65 %
	製造歩留まり	80 %
	電力料金	13.7 円/kWh
	電力消費量	316 kWh/ペレットt
	人件費	3,000 千円/人
	人員数	2.5 人
	維持管理費	6 %/年対設備設置費
	土地代	0 千円
	一般管理費	20 %(対人件費)

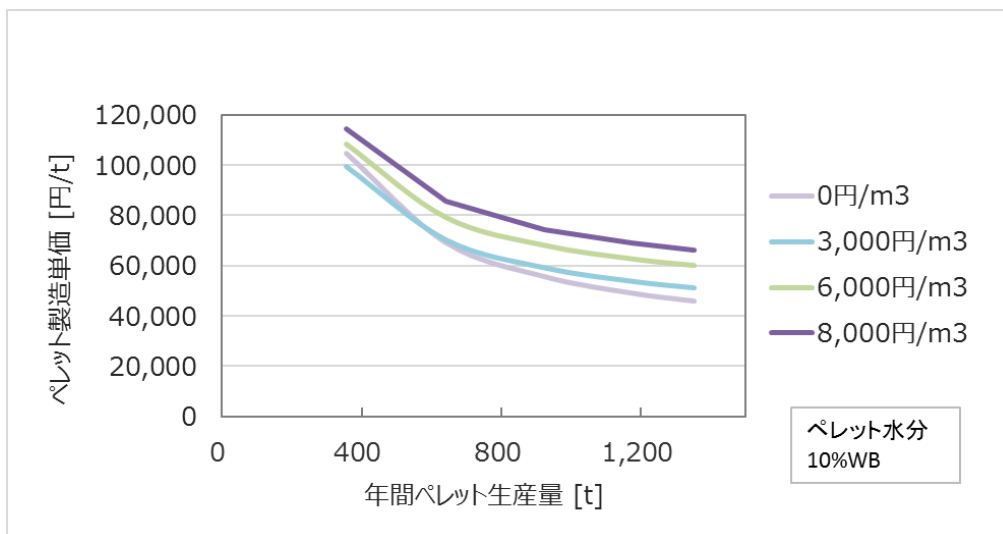


図 3-3 原木調達費別のペレット製造単価の感度分析

表 3-13 ペレット製造単価の試算結果（原木 6,000 円/m³の場合）

ペレット製造量(t/年)	356	640	924	1,173	1,351	400
原木消費量(m ³ /年)	1,000	1,800	2,600	3,300	3,800	900
年間稼働日数	63	114	165	210	241	71
■資本費関連計(補助あり)	15,850	15,850	15,850	15,850	15,850	15,850
減価償却費(プラント)	13,500	13,500	13,500	13,500	13,500	13,500
減価償却費(建屋)	658	658	658	658	658	658
平均固定資産税	1,692	1,692	1,692	1,692	1,692	1,692
■運転維持費関連計	19,167	29,944	40,720	50,149	56,884	19,501
直接人件費	1,905	3,429	4,952	6,286	7,238	2,143
土地代	0	0	0	0	0	0
電気料金	7,235	8,465	9,695	10,771	11,540	7,427
維持管理費	3,291	5,925	8,558	10,862	12,507	3,703
一般管理費	381	686	991	1,258	1,448	429
その他費用	356	640	924	1,173	1,351	400
原料調達費	6,000	10,800	15,600	19,800	22,800	5,400
支出計	35,017	45,794	56,570	65,999	72,734	35,351
ペレット製造原価(円/kg)	98.5	71.6	61.2	56.2	53.8	88.4
ペレット販売量(t/年)	356	640	924	1,173	1,351	400
ペレット配送費用(円/kg)	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
消費税8%(円/kg)	8.0	5.9	5.1	4.7	4.5	7.2
ペレット着原価(円/kg)	108.5	79.4	68.2	62.9	60.3	97.6

(5) 木質バイオマス燃料の製造コストのまとめ

以上の検討を踏まえ、薪、チップ（準乾燥チップ）、ペレットのそれぞれについて、製造コストから熱量当たりの単価を算出した。薪の場合、薪割り機1台で製造できる薪製造量200t/年で、チップの場合、熱需要側で必要となるチップ生産量200t/年で、またペレットの場合、1t/hの能力を持つペレット製造施設を想定し1,200t/年のペレット製造量で、各々単価を算出し、その単価を各々の燃料の発熱量(低位発熱量)で除して、熱量当たりの単価(円/kWh)を求めた。これらを灯油(低位発熱量は9.69MJ/L)のエネルギー単価（60円/L～100円/L）と比較した（図 3-4、表 3-14）。

木質燃料の熱量当たり単価が最も安価だったのが準乾燥チップであった。準乾燥チップでは、200t/年生産、原木調達価格6,000円/m³の場合、熱量当たり単価が灯油約70円/L弱、原木調達価格3,000円/m³の場合灯油60円/Lを下回った。この水準においてはある程度のメリットが見込めると考えられる。ペレットでは、原木調達費が0円/m³でも、熱量当たり単価が灯油100円/Lを上回っており、メリットが出ないと考えられた。

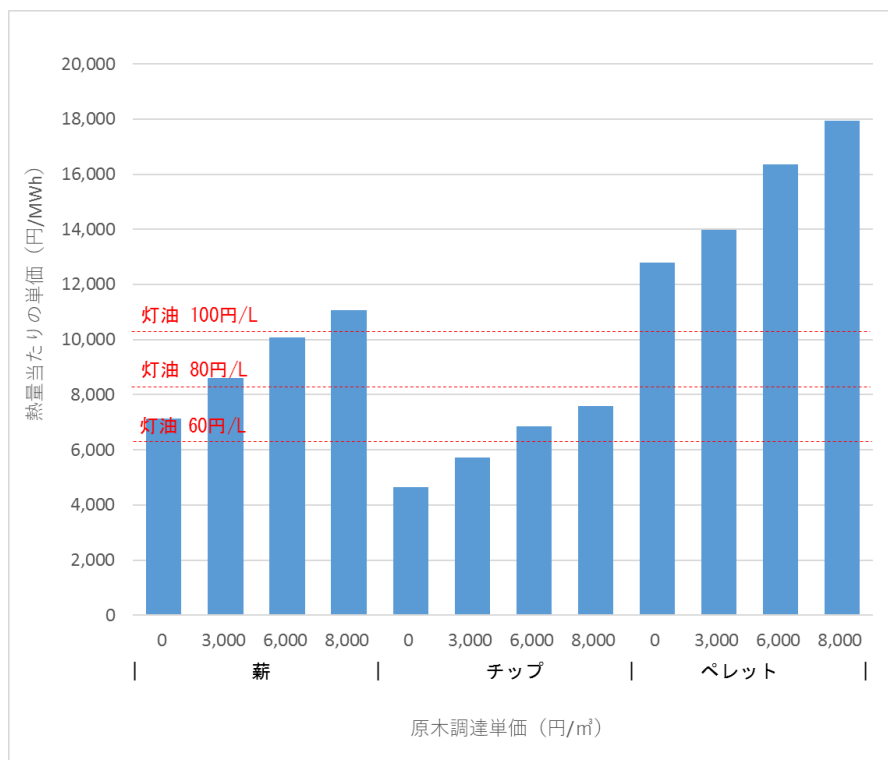


図 3-4 熱量当たり単価の比較 (木質燃料種・原木調達費別)

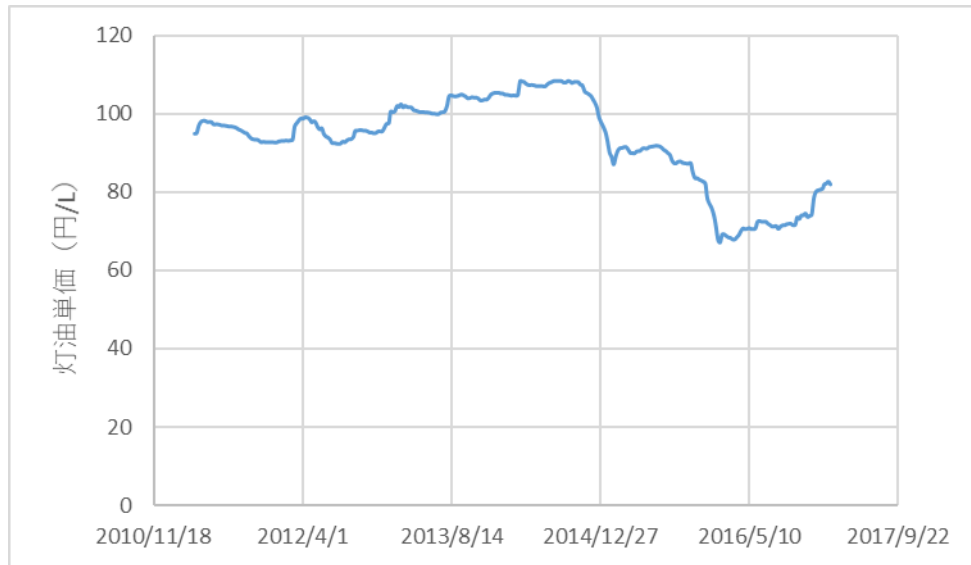


図 3-5 灯油単価

【引用】石油情報センター、給油所小売価格調査(灯油)※消費税を除く

表 3-14 木質燃料種及び原木調達費別の条件と熱量当たり単価

燃料種	原木調達費 円/m ³	単価 円/t	熱量当たり単価 円/MWh	発熱量 MWh/t	備考
薪 水分30%WB	0	25,400	7,135	3.56	薪製造量 約200t/年
	3,000	30,600	8,596		
	6,000	35,900	10,084		
	8,000	39,400	11,067		
チップ 水分35%WB	0	16,500	4,635	3.26	チップ製造量 約200t/年
	3,000	20,400	5,730		
	6,000	24,400	6,854		
	8,000	27,000	7,584		
ペレット 水分10%WB	0	45,500	12,781	4.78	ペレット製造量 約1,200t/年
	3,000	49,800	13,989		
	6,000	58,200	16,348		
	8,000	63,900	17,949		

(6) MC2000 破砕機を使用したときのチップ

本試算では、現在、既存の自走式破砕機 MC2000 を活用し、現在行っているバークの破砕に加えて、間伐材のチップ化を行うことを想定している。チップ化では、本破砕機に切削用のカッター刃を取り付け、切削チップを製造し、付加価値を上げて、チップボイラーに適した燃料を供給する。本破砕機で製造される破砕チップと切削チップの写真を以下に添付する。



図 3-6 MC2000 による破碎チップ



図 3-7 MC2000 による切削チップ

なお、本破碎機で製造される切削チップ等に関する特徴は以下のとおりである。

- ①切削チップとピンチップの中間のような形状。切削チップパーのように均一なスクウェアにはならない。
- ②処理能力は通常の刃(三角刃)の 1.5～2 倍程度になる。
- ③切削刃は 10 時間程度で研磨が必要。
- ④バークは砂がついていることが多く、刃の摩耗が早くなる。
- ⑤蔓や繊維状のものもある程度、破碎が可能。

3.1.3 木質バイオマスエネルギーの利用方法

木質燃料の種類(薪・チップ・ペレット等)によるエネルギー利用方法を記載する。燃料の種類により、適した利用規模や利用方法があり、また、一方で、計画施設で調達できる燃料等を考慮し、適切な燃料を選択する必要がある。

- 【薪】 小規模、熱利用向き。(家庭や温泉施設など)
- 【生チップ】 大規模、熱および発電利用向き。(温泉施設や工場、発電施設など)
- 【湿潤チップ】 中規模の熱利用、中・大規模の発電利用向き。(同上)
- 【準乾燥チップ】 小・中規模の熱利用、中規模の発電利用向き。(同上)
- 【乾燥チップ】 小規模、発電利用向き。(同上)
- 【ペレット】 小規模、熱利用向き。(家庭や事務所や温泉施設など)

木質バイオマスエネルギーは、コスト削減や地球温暖化対策等から導入が進んでおり、熱（給湯、冷暖房）や電力を使用する施設は導入できる可能性がある。木質バイオマスの形態（薪・チップ・ペレット等）やエネルギー変換方式（燃焼・ガス化・液化）によって多様な利用形態（暖房、給湯、冷房、発電、動力機関）がある（図 3-8）。

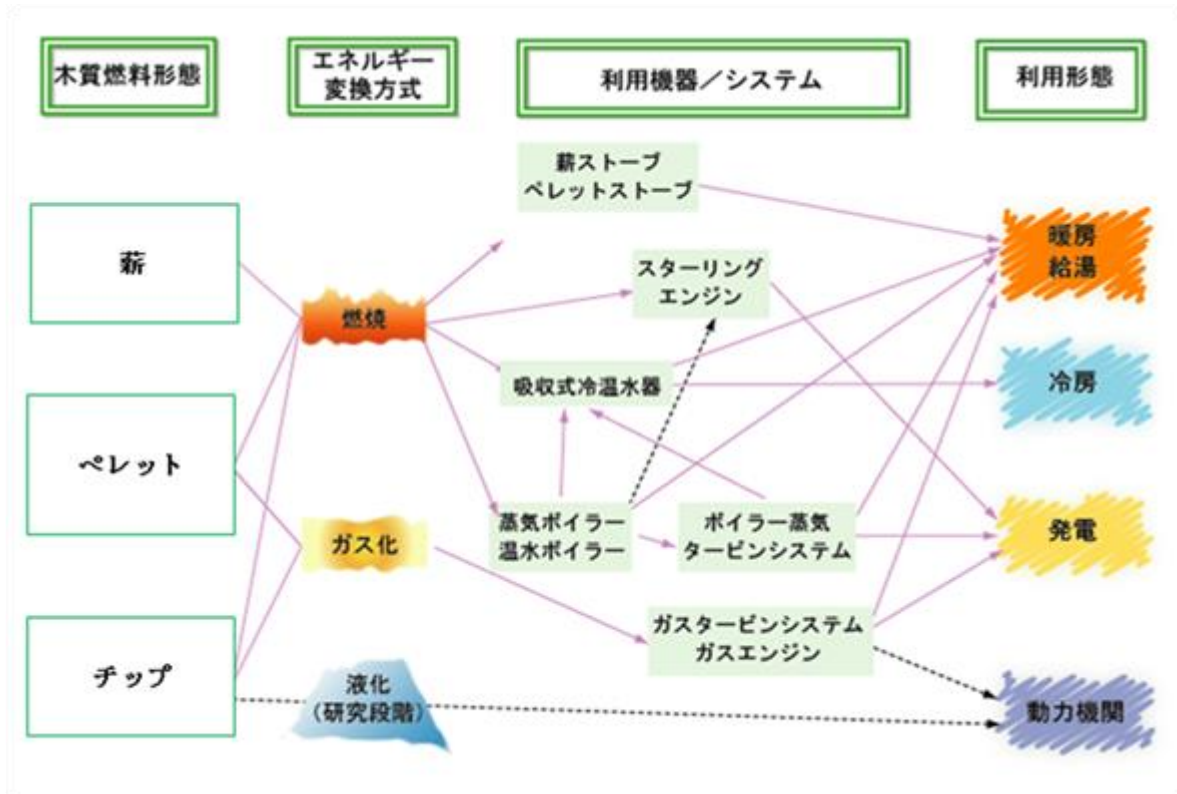


図 3-8 木質バイオマス燃料の形態による利用方法事例

※破線は実証段階のもの

※スターリングエンジン

密閉された空間内にある気体を、加熱、冷却によって膨張・収縮させ、出力を取り出す仕組みを持ったエンジン。発電出力 50kWe 程度以下で温泉施設や研究用に導入されている。

NPO 日本スターリングエンジン普及協会ウェブページ <http://www.eco-stirling.com/about-se.html>

※吸収式冷温水器

吸収液（例えば、臭化リチウム水溶液）に冷媒（例えば水）の蒸気を吸収させる吸収器と、吸収液から冷媒の蒸気を取り出す再生器と、この取り出された冷媒を凝縮させる凝縮器と、凝縮された冷媒を蒸発させて熱交換を行う蒸発器を備えたシステムにより冷水を製造して冷房を行い、暖房については再生器からの蒸気を直接蒸発器に送って温水を製造して行う。冷暖房を行う設備に導入実績が多く普及している。

※ボイラー蒸気タービンシステム

ボイラーで蒸気を製造し、蒸気を持つ熱エネルギーから、羽根車の回転を介して動力を取り出す原動機を蒸気タービンといい、蒸気タービンに発電機を連結させて、発電・熱利用するシステム。1000kWe～数万 kWe で導入されており、木質バイオマス発電で採用されることが多い。自家発電を行う大規模な工場、発電所への導入実績がある。

※ガスエンジン

ガスを燃料として駆動するエンジン。発電出力 2,000kWe 以下での導入が多い。温浴施設や福祉施設において導入実績があるが、実証段階にあり広く普及はしていない。

※ガスタービンシステム

ガスタービンとは、燃焼によって得られた高温のガスを膨張させてタービンを回すことにより動力を得る装置で、これに発電機を連結させれば、発電も可能。研究開発・実証段階であり、木質バイオマス発電における導入事例は少ない。

公益社団法人 日本ガスタービン学会ウェブページ <http://park.itc.u-tokyo.ac.jp/jetlab/gtsj/>

3.1.4 木質バイオマス燃料の活用事例の紹介

これまで記述した木質バイオマス燃料のうち、先進地視察の対象とした薪、生チップ以外について、活用事例の事業概要や特徴、メリット・デメリット等を紹介する。

(1) 準乾燥チップ

福井県あわら市と坂井市三国町では、「あわら三国木質バイオマスエネルギーを活用したモデル地域づくり推進事業」において、旅館やホテルなどに、木質チップボイラーやストーブを導入した。導入した木質チップボイラーは、300kW×2基(オーストリア製)(平成28年5月運転)、120kW×2基(オーストリア製)(平成27年12月運転)等で、現在使用している化石燃料系ボイラーと置き換えて、シャワー・給湯に利用するほか、暖房の熱源などとして活用している。

燃料である切削チップは、坂井森林組合の「WOODバイオマスセンターさかい」で生産し、供給している。チップの原料となるC材(直径24cm以内)は、同センターに隣接したヤードで樹皮をはがして乾燥後、チップ化される。

本事業の利点としては、木材資源の有効活用、森林整備の促進、地域雇用、CO2の排出削減、観光客の集客、林業の6次化、エネルギーコスト削減である(同協議会のホームページ(<http://morimori-biomass.jp/business/>)より)。今後、熱供給事業を行う会社が設立され、電気と同じように、熱を上記の旅館やホテルに販売するビジネスが行われる予定である。



● ボイラー・ストーブ導入実績一覧

<p>【木質チップボイラー】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・グランディア芳泉 ・三国観光ホテル ・あわら温泉美松 			
<p>- グランディア芳泉 メーカー: 巴南舎(日本) 製品名: ENCF-0200A 出力等: 200KW</p>	<p>- 三国観光ホテル メーカー: K&B社製(オーストリア) 製品名: マルチファイア 出力等: 240KW(200KW×2台)</p>	<p>- あわら温泉美松 メーカー: K&B社製(オーストリア) 製品名: パワーファイア 出力等: 900KW(300KW×2台)</p>	

図 3-9 準乾燥チップ活用事例の事業概要（福井県あわら市・坂井市）

(2) ペレット

新潟県柏崎市では、市内民間企業が平成23年4月より木質ペレット工場(年間2,000t規模、原料は間伐材)を稼働しており、宿泊施設やプール、温泉などに木質ペレットを供給している。

本事業のポイントは以下の3点であるが、特に市内のみに需要先をこだわらず、近隣市町村とも連携して市内外へ営業、短期でペレットの需要先を創出、スケールメリットを活かす形で事業展開していることにある。ペレットはその他の燃料と比較し、質の高い燃料であるが製造工程が複雑でコストがかかるため、事業採算性を確保するためには、柏崎市同様、事業規模拡大によりコスト低減する必要がある。

- ① 近隣自治体と連携した出入口の整備
 - ・出口を先に作る(連携する森林組合の範囲を目安)
 - ・市町村域を超えた施設運用と連携での事業推進
- ② 民間資本の活用と柔軟な発想
 - 燃料コスト削減による民間資本の活用
 - 全天候型システム、灰の農地還元
- ③ 情報収集を行い、全国の事例から学ぶ
(柏崎市役所資料より)

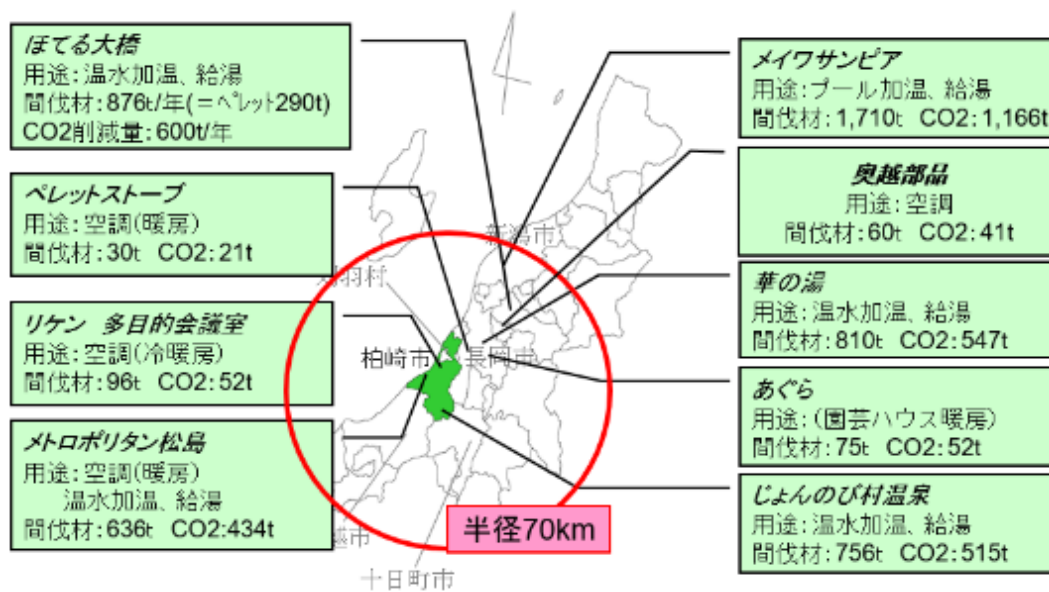


図 3-10 間伐材利用数量と CO2 削減量 (H26 年 3 月末現在)

3.1.5 木質バイオマスボイラー導入に関する法令

以下に木質バイオマスボイラーを導入する際に考慮すべき法令を記載する。ただし、地域ごとに条例が定められていることもあり、注意を要する。

表 3-15 考慮すべき法令

法律名	概要	対応	管轄省庁
大気汚染防止法	ボイラーで伝熱面積が 10 m ² 以上の施設について、大気汚染に関する規制値がある。木質バイオマスボイラーの排ガス分析(煤煙等)が義務付けられている。	排ガス分析を実施	環境省
廃棄物の処理及び清掃に関する法律	木質バイオマスボイラーで木質燃料を燃焼した後に発生する燃焼灰を処理する場合、産業廃棄物に該当する。ただし、原材料は不純物や異物を含まない自然由来の木材であり、有価での取引が可能となれば、有価物として利用可能と考えられる。	燃焼灰を産業廃棄物として取り扱う場合、産業廃棄物処理業者に委託処理すること。	環境省
肥料取締法	木質燃料を燃焼した後に発生する燃焼灰は特殊肥料のうち草木灰に該当すると考えられる。肥料成分分析、肥料登録、届出を行い、販路を確保すれば、付加価値を創出できる。	肥料成分分析、肥料登録等の手続き、販路確保	農林水産省
消防法	燃料貯蔵量が 10 m ³ 以上の場合届出が必要。	届出	消防庁
労働安全衛生法	ボイラーの伝熱面積、圧力によって届出やボイラー取扱技能講習修了者、ボイラー技士免許所持者による運用が義務付けられている。 ボイラーとは水を火気などで加熱して、大気圧を超える蒸気又は温水を作り他に供給する容器を指すが、本事業で導入を想定したボイラーは無圧開放型であり、いわゆる湯沸かし器や給湯器と同等の扱いとなり、ボイラー設置の届出や講習の受講、資格取得は必要がない。	該当なし	厚生労働省
建築基準法	建築物に設ける煙突は、施行令第 115 条に定められた構造としなければならない	不要 (設置基準)	国土交通省

3.2 運動型健康増進施設及び野菜生産ハウス

本町が木質バイオマスエネルギーの導入施設及び関連施設として検討している運動型健康増進施設及び野菜生産ハウスへ木質バイオマスボイラー導入の事業性ならびに環境性評価を行う。

運動型健康増進施設の木質バイオマスボイラー導入の事業性を評価するには、施設の熱需要を明確にする必要があるが、具体的な運動型健康増進施設の設計仕様がなないため、ここでは他の施設の実績や既往の資料を参考に推定することにした。

また、野菜生産ハウスについても具体的な仕様や現地の実績例がないため、木質バイオマスボイラー導入の事業性の検討以前に野菜生産事業の経済性を検討することが必要である。野菜生産事業は立地条件(環境)、ハウス規模や野菜の種類、流通、市場価格等に大きく依存するが、今回、事業候補地や野菜の販売先等を考慮し、事業的に見込みがあるモデルを想定して、熱需要とその事業性を検討するこ

とにした。

3.2.1 事業候補地と各施設案及びその配置図

運動型健康増進施設の候補地は、「道の駅 にちなん日野川の郷」の敷地内として想定した。ここに野菜生産ハウスも併設すると、昼は主に運動型健康増進施設への熱供給、夜は野菜生産ハウスへの熱供給を行うことによりバイオマスボイラーの利用率を高め、事業採算性の向上が期待できる。さらに、道の駅では冬から早春にかけて販売できる地元野菜がなくなるため、冬期の野菜生産ハウスによる野菜の生産は道の駅の物品販売やレストラン経営を活性化し、地元住民へのサービスや地域外からの集客に寄与することが期待できる。加えて、野菜の梱包や輸送費の削減ができ、収穫などの労務にかかる人件費も道の駅の労働力と兼用できるなら互いの人件費の削減につながる可能性もある。

ただし、今回の事業候補地での野菜生産ハウス事業化は、施設面積規模も限られ、また、販売量も多くは望めず、さらに、年間日照時間が少なく、冬期の積雪量も考慮しなくてはならないなど、厳しい条件下にある。よって、生産物の単価が高くなるような工夫、すなわち、野菜の価値を高める栽培方法やブランド化なども検討しておく必要がある。ひとつの案としては、運動型健康増進施設と販売所(道の駅)に併設されるので、「健康」、「新鮮」をテーマにして、健康に良いとされるリコピン濃度が高い高糖度なトマト等を検討しても良いと考えられた。また、少ない日照時間でも安定的に生産できるよう人工光による養液栽培を検討するのが良いと思われる。

以上の理由により野菜事業の経済性も考慮した施設案を以下に記す。採用する木質バイオマスボイラーについては、運動型健康増進施設とハウス加温に利用するため、昼夜連続運転になることや、野菜生産ハウスの暖房において、急激な外気温の変化にもなるべく対応させたいので、熱出力の制御がしやすいチップボイラーを採用する案とした。

施設案A： 運動型健康増進施設

幅16m 奥行31m 一部2階建て(プール部以外)

地下室 機械室

1階 温水プール、更衣室、事務室、施設案C

2階 トレーニング室などの多目的ルーム 幅16m 奥行20m

施設案B： 太陽光利用野菜栽培ハウス

幅24m 奥行40m(約10 a) 棟高3m程度(鳥取県で栽培に適した作物を想定)

積雪量を考慮し、大屋根型1棟

施設案C： 運動型健康増進施設内に人工光利用型野菜栽培ハウス

幅16m 奥行11m LED 利用の養液栽培 葉物栽培

ボイラー施設： 木質チップボイラー(準乾燥チップ使用) ※地下機械室に設置

施設案A(運動型健康増進施設)のプール加温、給湯、暖房用

施設案B(太陽光利用野菜栽培ハウス)の暖房、養液加温用

以下に上記の各施設の配置図案を示す。

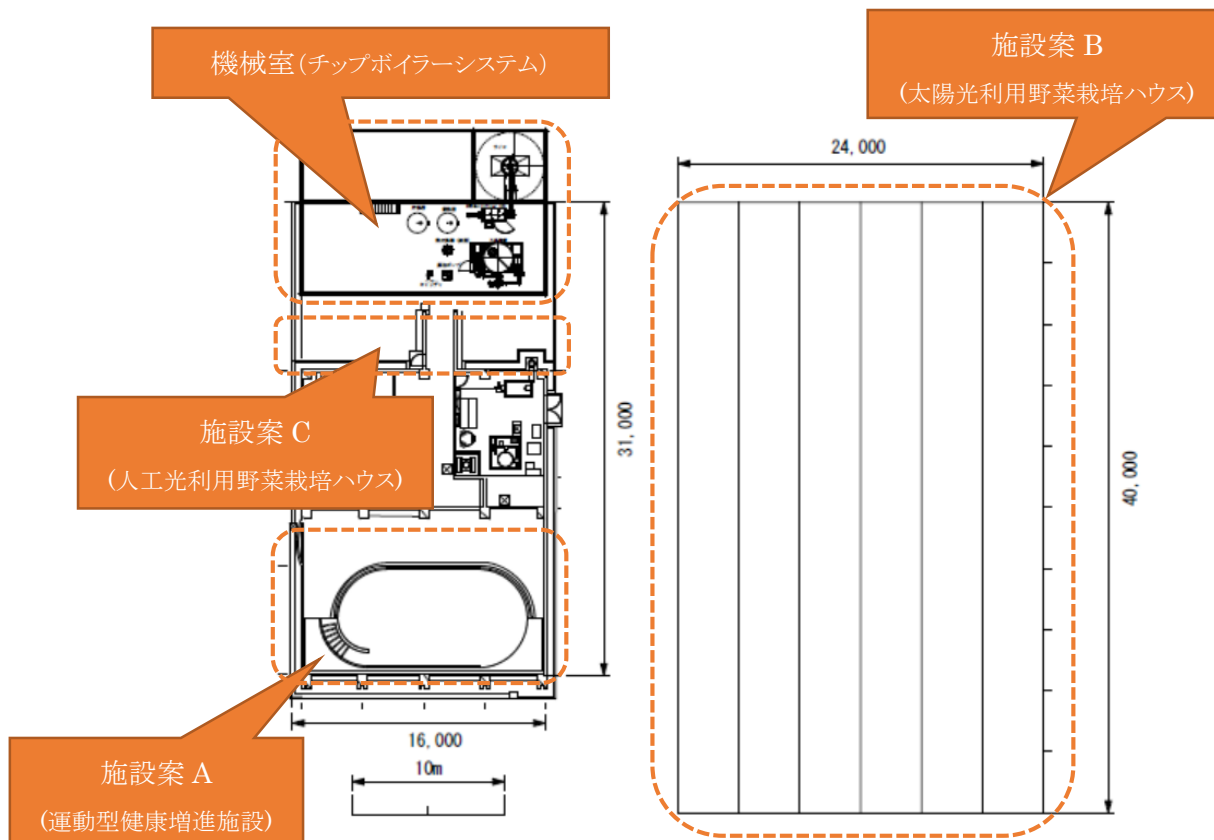


図 3-11 各施設の配置案

3.2.2 野菜生産ハウス栽培について

野菜栽培ハウスの設置場所(案)は農地ではないため、土耕栽培はできない。よって、養液栽培を検討することにする。養液栽培において12月から5月にかけて出荷可能な野菜の種類と生育適正温度などを下記に記載する。

分類	作物	昼気温(°C)		夜気温(°C)		地温(°C)		
		最高限界	適温	適温	最低限界	最高限界	適温	最低限界
果菜類 (実物)	キュウリ	35	28~23	15~10	8	25	20~18	13
	ナス	35	28~23	18~13	10	25	20~18	13
	トマト	35	25~20	13~8	5	25	20~15	13
	ピーマン(パプリカ)	35	30~25	20~15	12	25	20~18	13
	イチゴ	30	23~18	10~5	3	25	18~15	13
葉菜類 (葉物)	レタス類(リーフレタス)	25	20~15		8			
	ホウレンソウ	25	20~15		8			
	ミツバ	25	20~15		8			

※品種などで適温範囲は異なる

※生育適温度は熊本県 HP を参照 http://cyber.pref.kumamoto.jp/chisan/one_html3/pub/default.aspx?c_id=18)

※葉菜類も地温は適温に保つほうが良い

図 3-12 養液施設栽培において冬季収穫可能な主な野菜と生育適温度

上記の野菜類はイチゴを除き、適温を保ち日射量が確保できれば周年で栽培可能であるが、特に日射量が不足する 12 月、1 月の管理は難しく、収穫量や品質に大きく影響を与えるため、補助人工光などの設置や炭酸ガス発生装置など、複合環境制御装置を利用して安定した生産ができるようにする必要が
ある。また、気象条件が厳しい状況では温度を保つための燃料費は大きくなり、事業収支に影響を与える
ため、省エネルギー対策や細かい温度制御も必要となる。

太陽光利用野菜栽培ハウスの設備費は、下図のように積雪地帯向け対候性ハウス本体価格が約
1,900 万円/10a である。環境制御装置や養液栽培システムは、栽培方式や栽培する野菜によっていろ
いろある。栽培技術や野菜の品種に合わせて、全てセットとして販売されているものから、自らの栽培ノウ
ハウを用いて一部自作する方法などもある。一例として「北海道における養液栽培パッケージモデル(太
陽光利用型)平成 26 年 9 月」(<http://www.pref.hokkaido.lg.jp/ns/nsk/syoutyu.pdf>) では、葉菜類
の栽培用ではあるが 300 坪(10a 相当)の場合、2重空気膜ハウス+環境制御装置等が 3,000 万円、
養液栽培システムが 600 万円とある。2重空気膜ハウスは、下記の図の高機能フィルムを用いた高軒高
の温室相当と思われるので約 1,500 万円とすると、環境制御装置等は 1,500 万円、養液栽培システム
は 600 万円である。よって合計で 10a あたり 4,000 万円程度となるが、実際には採算を考え、設備費
を抑える工夫が必要である。

また、リーフレタスの栽培(約 500 株/日)を想定した人工光利用型野菜栽培設備は約 200 m²の設備で
6,000 万円程度(建屋は別。メーカーへのヒアリングによる)である。

20. 農業用温室の価格が高い一因

- 日本では、簡易なパイプハウスが多いものの、台風や大雪、地震など、地域の気象条件に対応して強度を高めた温室の整備が進められており、地域によって温室の構造や価格が異なる。
- 施主（農家）のニーズに応え、耐久性の高い資材（例：曇りにくいフィルム等）が開発されているほか、施主の農地で収益を最大化できるよう、農地の大きさや形状に合わせて温室の仕様をオーダーメイドで決定するが多い。

パイプハウス



普及しているパイプハウス
 (耐風速: 29m/s、耐雪荷重16kg/m²
 本体価格: 約500万円/10a)



強度を高めたパイプハウス
 (耐風速: 37m/s、耐雪荷重27kg/m²、
 本体価格: 約600万円/10a)

参考: ハウスメーカーカタログ、事業実績等

耐候性ハウス



台風常襲地帯向けの耐候性ハウス
 (軽量鉄骨、連棟型)
 (耐風速: 50m/s、耐雪荷重27kg/m²
 本体価格: 約1,200万円/10a)



積雪地帯向けの耐候性ハウス
 (軽量鉄骨、単棟型)
 (耐風速: 35m/s、耐雪荷重50kg/m²、
 本体価格: 約1,900万円/10a)

ガラス温室



軒高5mのガラス温室(鉄骨、連棟型)
 (耐風速: 50m/s、耐雪荷重25kg/m²
 本体価格: 約2,300万円/10a)

高機能フィルムを用いた高軒高の温室



10年張り替えが不要なフィルムを用いた軒高6m
 の温室(軽量鉄骨、連棟型)
 (耐風速: 39m/s、耐雪荷重20kg/m²
 本体価格: 約1,500万円/10a)

31

農林水産省「施設園芸をめぐる情勢」平成 28 年 6 月より

(http://www.maff.go.jp/j/seisan/ryutu/engei/sisetsu/pdf/jyousei_5.pdf)

図 3-13 農業用温室の価格

3.2.3 各施設の熱需要の試算

施設案 A(運動型健康増進施設)について、熱需要を試算する。

プールの加温については、山梨県にある温水プールの実績を参考として算出を試みる。山梨県の温水プールの熱需要の想定は下記のとおりである。

表 3-16 山梨県にある温水プールの月別熱需要表

	単位	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	合計
プール加温	MWh	37.1	18.8	10.8	4.3	2.2	8.1	17.3	23.9	26.7	28.6	28.6	26.7	233.1
暖房	MWh	12.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.2	13.6	20.4	27.8	27.8	20.4	127.4
合計	MWh	49.2	18.8	10.8	4.3	2.2	8.1	22.5	37.5	47.1	56.4	56.4	47.1	360.4

各施設の概要は下記のとおりである。

表 3-17 各施設の概要表

温水プールの大きさ

施設	プール面積 (㎡)	深さ (m)	プール部の床面積 (㎡)
山梨県の温水プール	352	1.0	883
日南町の温水プール案	84	1.0	176

運動型健康増進施設の床面積 単位：㎡

1階 プール部の床面積	176
1階 その他の床面積※	144
2階 床面積	320

※ 施設案C (人工光野菜ハウス) 部分は除く

気象条件による熱需要の変動を気象庁の気象データより推測した。気象データ地点は山梨県の施設は、最も近い山梨県韮崎地点(標高 341m)であり、運動型健康増進施設は、岡山県千屋地点(標高 525m)を用いた。なお、山梨県の温水プールは、約 30℃の温水であることから 30℃と平均気温との差で比較してある。参考までに、営業時間は 10 時～21 時である。

表 3-18 各地点での気象データ表

気象庁・気象データ

地点名	【A】平均気温 平年値(℃)		30℃ - 【A】	
	韮崎	千屋	韮崎	千屋
1月	2.1	-0.4	27.9	30.4
2月	3.3	0.1	26.7	29.9
3月	7.0	3.3	23.0	26.7
4月	12.8	9.3	17.2	20.7
5月	17.4	14.1	12.6	15.9
6月	21.0	18.2	9.0	11.8
7月	24.5	22.1	5.5	7.9
8月	25.6	22.8	4.4	7.2
9月	21.7	18.6	8.3	11.4
10月	15.5	12.2	14.5	17.8
11月	9.5	6.7	20.5	23.3
12月	4.3	2.0	25.7	28.0
平均	13.7	10.8	16.3	19.3
気温による比率			1.00	1.18

以上のデータより、温水の加温の熱需要はプール容積比(深さが同じなので面積比)と気象データ比(1.18)を用いて計算した。暖房は各床面積比と同じく気象データ比を用いて計算した。結果は、下記のとおりである。

表 3-19 施設の年間熱需要表

年間熱需要の推測

単位：MWh

施設	プール加温	プール部暖房	その他暖房	合計
山梨県の温水プール	233	127	-	360
日南町の温水プール案	66	30	79	175

次に施設案B(太陽光利用野菜栽培ハウス)について、熱需要を試算する。

試算には、「温室暖房燃料消費量試算ツール」(野菜茶業研究所 高収益施設野菜研究チーム)を用いた。日南町のデータはないため、米子を用いたが、標高差、積雪を考慮し、設定温度を23℃とすることにより熱需要の算出をした。結果は下記の通りである。

表 3-20 施設案Bの必要燃料の試算表

ハウスの必要燃料の試算表

地点	米子（鳥取県）
標高（m）	6.5
設定温度（℃）	23
間口(m)	24
奥行(m)	40
連棟数	1
軒高(m)	3.0
被覆資材	PO系
内張り	2層（塩ビ+アルミ）
地中伝熱	寒地+10℃
隙間換気	内張り1層
風速補正	一般地・内張りあり
暖房開始日	11月1日
暖房終了日	4月30日
暖房機効率	0.82
燃料種類	灯油
燃料消費量（KL）	38.32

上記の結果より、灯油の低位発熱量を9.7kWh/Lとすると年間の熱需要は、335MWhとなる。

なお、施設案C（運動型健康増進施設内に人工光利用型野菜栽培ハウス）は、システム上電気のみで作動するため、試算はおこなわない。

運動型健康増進施設と太陽光利用野菜栽培ハウスの熱需要の合計は、510MWhとなる。以下に想定した熱需要パターンを示すが、急な来場者の増加等を考慮し、300kW前後をピークの負荷と考えた。

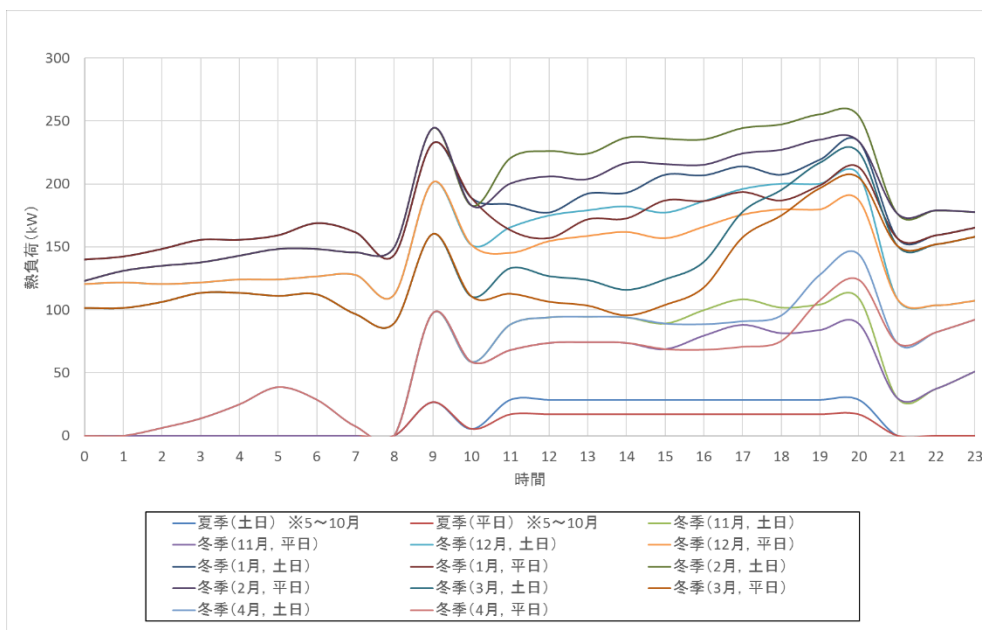


図 3-14 熱需要（運動型健康増進施設+野菜生産ハウス）

3.2.4 チップボイラーのメーカー及び機種

チップボイラーのメーカー及び機種についてだが、チップ水分の高低によって採用するメーカーや機種が異なる。チップの水分は季節等によって変動し、日南町では冬季に積雪があり、施設側にとっては最も熱が必要な冬季にチップ水分が高くなる懸念があり、水分 50%、場合によっては 60%を超えることも考えられる。生チップ(水分 46~55%WB)に対応できるとされているチップボイラーもあるが対応可能なチップ水分(水分 50~55%WB 程度)を超え、安定燃焼できない可能性もある。大型の生チップボイラーを導入した他地域の事例では、チップ水分が高く不完全燃焼が生じるため、乾いた燃料(ペレット)を混ぜて安定燃焼させている。原木をそのまま破碎したチップを使用することは、そのようなトラブルの可能性を持っていること、また、日南町では当面、小規模での熱利用を優先的に進めて行くと考えられることから、トラブルが生じない水準までチップを乾燥させ、利用することを前提に検討を進めることとした。

近年、水分 40%WB 以下のチップであれば使用可能とする安価な小型のチップボイラー(オーストリア製)が各地で導入されつつある(KWB 社(取扱い:(株)株式会社 WB エナジー))。チップ水分を調整するため、ひと手間必要であるが、チップボイラー本体の価格はこれまで導入されてきた他メーカーの製品よりも安価であり、競争力がある。以降の検討では、施設の熱負荷を考慮し、KWB 社チップボイラーの導入を想定、検討を行うこととした。

表 3-21 チップボイラーのメーカー及び機種比較(その 1)

機種名		UTSR-180	Multifire 120	Powerfire 300	FireMatic101	FireMatic201
ボイラメーカー		シュミット社 (スイス, 国内取扱い: 株式会社)	KWB (オーストリア, 国内取扱い: 株式会社)		Herz (オーストリア, 国内取扱い: 株式会社)	
ボイラ出力		180kW	120kW	300kW	101kW	201kW
ボイラ効率		80%	94.4%	92.9%	92.5%	92.1%
ボイラ概観(画像)						
寸法(mm×mm×Hmm)		幅1150×奥行3000×高さ2600mm	2,340×1,350×1,670	2,150×1,650×2,240	1636x1709x1690	1888x2071x1818
ボイラ伝熱面積(m ²)		13m ²	5.66	10.65	4.16m ²	7.20m ²
運転重量(kg)		5,660	1,229	2,868	1,211	1,624
本体価格(標準)、単位=千円		35,000	本体のみ540万円。 ボイラー設置・ボイラー室配 管含め一括工事可能・推奨。	本体のみ1,300万円。 周辺機器含むと2,250万円 ボイラー設置・ボイラー室配 管含め一括工事可能・推奨。	8,580	13,160
対応可能なチップ条件	水分率	50%(湿潤基準)	40	45	40%以下	
	形状	80×20×10mm	P16B,P45A		Class1/2/3,P16/32/45(日本木質バイオマスエネルギー協会「燃料木質チップの品質規格」)	
	灰分量	2.0%	約25g/h(絶乾)	約64g/h(絶乾)	3%以下	
遠隔監視	可否	可能	可		可	
	内容	ボイラ各箇所の運転状態の把握	KWB Comfort Visio	KWB Comfort Visio	ボイラー本体のタッチパネルと同じ画面による監視	
	追加費用 (オプションの場合)	100万円～(監視点数により増加)	60万円(ソフト必須)		0(インターネット開通費用を除く)	
納期(発注後)		6か月	11週間(製造3+輸送8)	14週間(製造6+輸送8)	5ヶ月 FireMaticは航空便(別途料金)使用にて、最短2ヶ月で納品可能	

表 3-22 チップボイラーのメーカー及び機種比較(その2)

機種名		UTSR-180	Multifire 120	Powerfire 300	FireMatic101	FireMatic201	
ボイラメーカー		シュミット社 (スイス, 国内取扱い: 株巴商会)	KWB (オーストリア, 国内取扱い: 株WBエナジー)		Herz (オーストリア, 国内取扱い: 緑産株)		
ユーザーで担当する 保守・メンテナンスに 関する事項	灰の除去	自動/手動	燃焼炉とサイクロンの2ヶ所で灰収納箱へ自動回収。火格子下部の灰出しは手動(月1回程度)		自動		
		方法	灰バケツに自動で回収		灰受けコンテナ		
		灰受け容量	50リットルの灰バケツ	70L	240L	100ℓ	150ℓ
		頻度	灰箱が満杯になれば予備と交換	ピーク時で1回/2週間	ピーク時で1回/月	1回/月	
		要する時間 (1回あたり)	15分/回	5分程度(場所にもよる)	10分程度(場所にもよる)	10分	
	点検	内容	各種点検等 ※煙突からの煙の視覚確認。火格子下の灰の堆積。燃焼炉内の煉瓦や火格子の状態。熱交換部の煙管部の汚れ。ファンの異音など。年に1回定期的に火格子及び火格子下の掃除。			別途メンテナンススケジュール参照 (通常、目視による簡単な動作確認以外、ユーザーによる作業はなし)	
		頻度	毎日、朝・夕の2回程度				
		要する時間 (1回あたり)	10分程度	灰の除去以外特になし、目視程度			
	その他ユーザーで担当する保守・メンテナンスに関する事項	内容	燃料センサーの清掃、ベアリング部の注油	特になし			
		頻度	2週間から4週間に1回程度				
要する時間		20分/回					

表 3-23 チップボイラーのメーカー及び機種種の比較(その3)

機種名		UTSR-180	Multifire 120	Powerfire 300	FireMatic101	FireMatic201	
ボイラーメーカー		シュミット社 (スイス, 国内取扱い: 株式会社)	KWB (オーストリア, 国内取扱い: 株式会社)		Herz (オーストリア, 国内取扱い: 株式会社)		
メーカーによる保守・メンテナンスに関して	メンテ拠点	岡山県岡山市(検討地域が中国地方の場合) 他県でも全国14か所の拠点がある 為、近地から対応可能	東京		本州/相模原・盛岡・熊本 北海道/札幌・北見・十勝		
	対応可能時間(受付)	24時間対応(自動転送)	8:00-17:00		8:30~20:00		
	担当従業員数	—	2名		専従のサービス要員は在籍していません。他製品と兼務で10名		
	内容	※メンテナンスコスト計画表を参照	<ul style="list-style-type: none"> ・熱交換器の清掃 ・ドラフトファンの清掃 ・灰受けの清掃 ・セカンダリーファンの清掃 ・チップ供給スクリューの点検 ・負圧パイプと掃気口の点検 ・スクリューモーターチェーンの点検 ・その他目視による状態の確認 		各部の点検・清掃		
	頻度	暖房用途で2回/年、給湯・加温など年間を通して稼働する場合は3回~4回/年 (3か月に1回実施が目安)	フル稼働換算で1,500~2,000時間毎。年1~3回。		1回/年		
	要する時間(1回あたり)	7時間	2~3時間 (ボイラー停止時間は丸一日を推奨)	3~4時間 (ボイラー停止時間は丸一日を推奨)	60分		
要する費用(年間、千円)	1,000千円/年 ※4回/年実施(250千円/回)	基本料金3万円+5万円/基+交通・宿泊実費	基本料金3万円+7万円/基+交通・宿泊実費	50千円/年+交通費			
消耗品について	計画表の有無	有り	定期メンテナンスの際、必要に応じ交換		無		
	調達先(国内・海外)	国内&海外	国内・海外		消耗品に関しては、一年以内に交換の必要な部品はありません。(メーカーから指定されていません) まだ国内実績が少ない段階ですので、今後実際の運用のなかで交換の頻度が高い部品を精査し、必要に応じて国内在庫していく予定です。		
	調達に必要な期間	在庫している分は数日で輸送可能	本社にて主要スペアパーツ保管。即時対応可能。	東京にて主要スペアパーツ保管。即時対応可能。			
	費用	約600千円/年	パーツによる。部品費+人件費+交通費。				
	消耗品について(上記計画表が無い場合)	内容	※メンテナンスコスト計画表を参照				スペアパーツリストに依拠
年間費用(平均、千円)	約600千円/年	スペアパーツ代金(工賃含まず)は、センサー類数千円~モーター類最大10万円など。					
実績	国内	92基	9基	有	1(自社)		
	海外	多数	多数	有	現行モデルFireMatic累計12,500台		

3.2.5 チップボイラーシステムの仕様検討、概算事業費の検討

熱需要から熱供給システムは以下の 3 システムについて仕様と概算事業費をを検討した。

1. ハイブリッドシステム(チップボイラー120kW×2+灯油ボイラー349kW)
2. チップボイラーシステム(300+120kW)
3. 灯油ボイラーシステム(349kW)

まず、チップボイラーシステムのチップ搬入・保管方法のイメージを図 3-15 に、平面図等を図 3-16 に示す。付帯設備も含めると約 200 m²の機械室が必要と考えられた。他地域ではチップの貯蔵庫であるサイロを半地下に設置しているケースが多く、条件が合えば図 3-15 に示したように地形を活かしてサイロへチップを投入・保管し、コスト削減できる可能性もある。また、メーカーへのヒアリングによれば、温水プールへの熱供給を考えた場合にも、エアが配管内に滞留することを防ぐため、地下に機械室を設置しているケースがある。

また、以降の検討では、チップの安定供給やシステムの効率向上のため、熱供給システムで生産された熱を施設に販売することで収益を上げる仕組みを採用し、事業採算性を検討することとした。



図 3-15 チップの搬入・保管方法イメージ

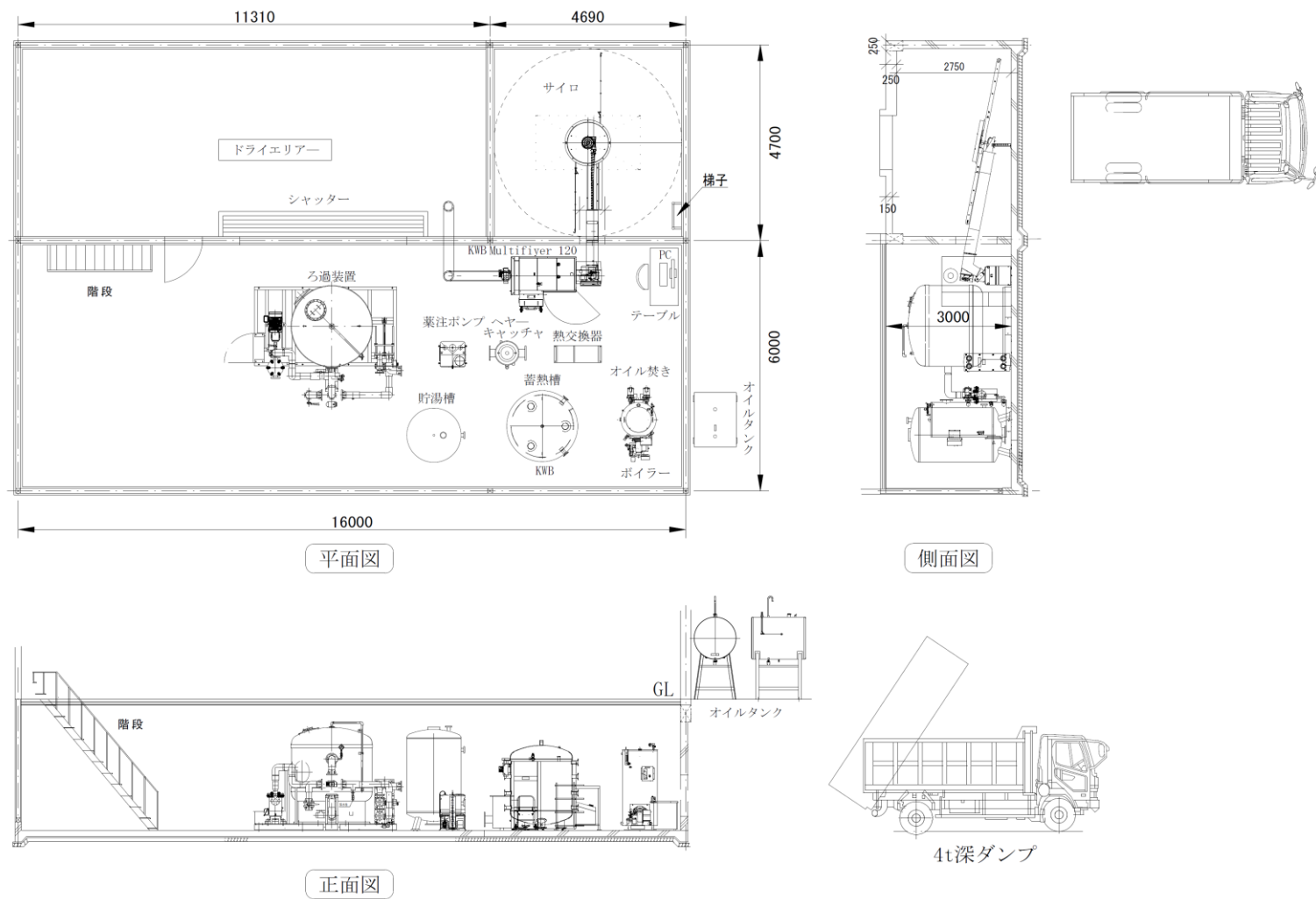


図 3-16 チップボイラーシステムの平面図等イメージ

以上を踏まえ、表 3-24 に 3 システムの概算事業費を検討した。なお、経済性を比較するシステムは灯油ボイラーによる熱供給システムとし(建築工事面積は約 100 m²)、コストの増減を比較するため、また、施設の設計仕様の詳細も決定していないこともあり、チップボイラーシステムにおいてもかかる費用(灯油ボイラー(バックアップボイラーとして使用)、給湯・給水・排水・換気設備工事等)についてはコストとして計上していない。

ハイブリッドシステムとチップボイラーのみのシステムでは概算事業費は同水準であり、灯油ボイラーシステムの 2 倍強の費用がかかる。一般的に、急激な熱負荷への対応やチップの詰まり等のトラブル時の対応のため、バックアップとして化石燃料ボイラーを設置、ハイブリッドシステムとして熱供給することが多い。

表 3-24 熱供給システムの概算事業費の比較

(運動型健康増進施設および野菜生産ハウスへの熱供給設備)

項目	ハイブリッド (チップ 120kW × 2 台+灯油 349kW)	チップボイラー (300+120kW)	灯油ボイラー (349kW)
①建築工事	60,000	60,000	30,000
②電気工事	5,000	5,000	2,500
③機械設備工事	31,200	30,500	10,900
機器設備工事			
④直接工事費合計(①+②+③)	96,200	95,500	43,400
⑤共通費(④×0.25)	24,050	23,875	10,850
⑥総額(税抜, ④+⑤)	120,250	119,375	54,250
⑦消費税(⑥×0.08)	9,620	9,550	4,340
総額(税込, ⑥+⑦)	129,870	128,925	58,590

3.2.6 チップボイラー事業の経済性及び環境性評価

これまでの検討結果を基に上記 3 システム導入による経済性及び環境性(CO₂ 排出削減効果)について評価を行った。想定される準乾燥チップの価格 24.4 円/kg の場合、売熱単価 13 円/kWh(灯油 101 円/L 相当)でランニングコスト収支は黒字となった。現状、灯油単価は約 83 円/L であることから、同等の熱単価である 11 円/kWh 時では赤字となってしまふ。熱の利用者としては燃料費を既存システムと比較して負担することになるが、機器のメンテナンス費用等は熱供給事業者側で負担することになるので、その分、メリットは創出される。また、全国他地域で取り組まれている木野駅プロジェクトのように、例えば原木の調達コスト 3,000 円/m³について搬出補助を出すような支援ができれば、チップの調達価格が下がり(この場合チップ単価 20.4 円/kg)、採算性は向上する。

CO₂ 排出削減効果についてはハイブリッドシステムで 147t-CO₂/年、チップボイラーシステムで 163t-CO₂/年を見込むことができる。

表 3-25 試算条件（運動型健康増進施設及び野菜生産ハウス）

項目	値
175 MWh/年	熱需要(運動型健康増進施設)
335 MWh/年	熱需要(野菜生産ハウス)
82.7 円/L	化石燃料単価(税抜)
50%	補助率
31 年	耐用年数(鉄骨鉄筋コンクリート造・鉄筋コンクリート造のもので公衆浴場用のものを適用)
13 年	耐用年数(浴場業用設備を適用)
35% WB	チップ水分
3.25 MWh/t	低位発熱量(準乾燥チップ)
24.4 千円/t	チップ価格(35% w.b.)
2 千円/h	人件費単価
38 h/月	従事時間
12 月/年	従事日数
1%	灰分
40 千円/t	灰の処理単価
0.5%	トータルコストに対する消耗品費の割合
2.49 kgCO ₂ /L	CO ₂ 排出係数(灯油)

表 3-26 経済性及び環境性の試算結果（ハイブリッドシステム）

項目		単位	値								
システム		—	ハイブリッドシステム (チップ120kW×2+灯油349kW)								
施設熱需要		MWh/年	510								
化石燃料代替率		%	90%								
灯油単価		円/L	82.7	82.7	82.7	82.7	82.7	82.7	82.7	82.7	82.7
チップ単価		円/kg	20.4	20.4	20.4	24.4	24.4	24.4	27.0	27.0	27.0
売熱単価		千円/MWh	11	12	13	11	12	13	11	12	13
売熱単価(灯油単価相当)		千円/kL	85	93	101	85	93	101	85	93	101
熱供給量(チップボイラー)		MWh/年	459	459	459	459	459	459	459	459	459
熱供給量(灯油ボイラー)		MWh/年	51	51	51	51	51	51	51	51	51
熱販売量		MWh/年	510	510	510	510	510	510	510	510	510
事業費	補助前(税抜)	建築工事	千円	75,000	75,000	75,000	75,000	75,000	75,000	75,000	75,000
		電気・機械設備工事	千円	45,250	45,250	45,250	45,250	45,250	45,250	45,250	45,250
	補助後(税抜)	建築工事	千円	37,500	37,500	37,500	37,500	37,500	37,500	37,500	37,500
		電気・機械設備工事	千円	22,625	22,625	22,625	22,625	22,625	22,625	22,625	22,625
バイオマス燃料消費量		t/年	176	176	176	176	176	176	176	176	176
化石燃料消費量		kL/年	7	7	7	7	7	7	7	7	7
《支出》											
項目		単位	値								
固定費	減価償却費		千円/年	2,950	2,950	2,950	2,950	2,950	2,950	2,950	2,950
	バイオマス調達費		千円/年	3,598	3,598	3,598	4,303	4,303	4,303	4,762	4,762
変動費	化石燃料調達費		千円/年	543	543	543	543	543	543	543	543
	人件費		千円/年	912	912	912	912	912	912	912	912
	維持管理費		千円/年	400	400	400	400	400	400	400	400
	灰処理費		千円/年	46	46	46	46	46	46	46	46
	ばい煙測定費		千円/年	0	0	0	0	0	0	0	0
支出合計(①,変動費のみ)		千円/年	5,499	5,499	5,499	6,204	6,204	6,204	6,663	6,663	
支出合計(①)		千円/年	8,449	8,449	8,449	9,154	9,154	9,154	9,613	9,613	
《収入》											
項目		単位	値								
売熱費(健康増進施設&野菜生産ハウス)		千円/年	5,605	6,114	6,624	5,605	6,114	6,624	5,605	6,114	6,624
収入合計(②)		千円/年	5,605	6,114	6,624	5,605	6,114	6,624	5,605	6,114	6,624
《まとめ》											
項目		単位	値								
年間収支(②-①) ※減価償却費を含む		千円/年	-2,844	-2,335	-1,825	-3,550	-3,040	-2,531	-4,008	-3,499	-2,989
③ランニングコスト収支(②-①)		千円/年	106	615	1,125	-600	-90	419	-1,058	-549	-39
CO2排出削減量		t-CO2/年	147	147	147	147	147	147	147	147	147
バイオマス調達費採算分岐点		円/kg	4.3	7.2	10.1	4.3	7.2	10.1	4.3	7.2	10.1

表 3-27 経済性及び環境性の試算結果（チップボイラーシステム）

項目		単位	値									
システム		—	チップボイラーシステム (300+120kW)									
施設熱需要		MWh/年	510									
化石燃料代替率		%	100%									
灯油単価		円/L	82.7	82.7	82.7	82.7	82.7	82.7	82.7	82.7	82.7	
チップ単価		円/kg	20.4	20.4	20.4	24.4	24.4	24.4	27.0	27.0	27.0	
売熱単価		千円/MWh	11	12	13	11	12	13	11	12	13	
売熱単価(灯油単価相当)		千円/kL	85	93	101	85	93	101	85	93	101	
熱供給量(チップボイラー)		MWh/年	510	510	510	510	510	510	510	510	510	
熱供給量(灯油ボイラー)		MWh/年	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
熱販売量		MWh/年	510	510	510	510	510	510	510	510	510	
事業費	補助前(税抜)	建築工事	千円	75,000	75,000	75,000	75,000	75,000	75,000	75,000	75,000	75,000
		電気・機械設備工事	千円	44,375	44,375	44,375	44,375	44,375	44,375	44,375	44,375	44,375
	補助後(税抜)	建築工事	千円	37,500	37,500	37,500	37,500	37,500	37,500	37,500	37,500	37,500
		電気・機械設備工事	千円	22,188	22,188	22,188	22,188	22,188	22,188	22,188	22,188	22,188
バイオマス燃料消費量		t/年	196	196	196	196	196	196	196	196	196	
化石燃料消費量		kL/年	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
《支出》												
項目		単位	値									
固定費	減価償却費		千円/年	2,916	2,916	2,916	2,916	2,916	2,916	2,916	2,916	
	バイオマス調達費		千円/年	3,998	3,998	3,998	4,782	4,782	4,782	5,291	5,291	5,291
変動費	化石燃料調達費		千円/年	0	0	0	0	0	0	0	0	
	人件費		千円/年	912	912	912	912	912	912	912	912	
	維持管理費		千円/年	400	400	400	400	400	400	400	400	
	灰処理費		千円/年	51	51	51	51	51	51	51	51	
	ばい煙測定費		千円/年	200	200	200	200	200	200	200	200	
支出合計(①,変動費のみ)		千円/年	5,561	5,561	5,561	6,345	6,345	6,345	6,854	6,854	6,854	
支出合計(①)		千円/年	8,477	8,477	8,477	9,261	9,261	9,261	9,770	9,770	9,770	
《収入》												
項目		単位	値									
売熱費(健康増進施設&野菜生産ハウス)		千円/年	5,605	6,114	6,624	5,605	6,114	6,624	5,605	6,114	6,624	
収入合計(②)		千円/年	5,605	6,114	6,624	5,605	6,114	6,624	5,605	6,114	6,624	
《まとめ》												
項目		単位	値									
年間収支(②-①) ※減価償却費を含む		千円/年	-2,872	-2,363	-1,853	-3,656	-3,147	-2,637	-4,166	-3,656	-3,147	
③ランニングコスト収支(②-①)		千円/年	44	553	1,063	-740	-230	279	-1,249	-740	-230	
CO2排出削減量		t-CO2/年	163	163	163	163	163	163	163	163	163	
バイオマス調達費採算分岐点		円/kg	5.7	8.3	10.9	5.7	8.3	10.9	5.7	8.3	10.9	

表 3-28 経済性及び環境性の試算結果（灯油ボイラーシステム）

項目		単位	値									
システム		—	灯油ボイラーシステム (349kW)									
施設熱需要		MWh/年	510									
化石燃料代替率		%	0%									
灯油単価		円/L	82.7	82.7	82.7	82.7	82.7	82.7	82.7	82.7	82.7	
チップ単価		円/kg	20.4	20.4	20.4	24.4	24.4	24.4	27.0	27.0	27.0	
売熱単価		千円/MWh	11	12	13	11	12	13	11	12	13	
売熱単価(灯油単価相当)		千円/kL	85	93	101	85	93	101	85	93	101	
熱供給量(チップボイラー)		MWh/年	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
熱供給量(灯油ボイラー)		MWh/年	510	510	510	510	510	510	510	510	510	
熱販売量		MWh/年	510	510	510	510	510	510	510	510	510	
事業費	補助前(税抜)	建築工事	千円	37,500	37,500	37,500	37,500	37,500	37,500	37,500	37,500	37,500
		電気・機械設備工事	千円	16,750	16,750	16,750	16,750	16,750	16,750	16,750	16,750	16,750
	補助後(税抜)	建築工事	千円	18,750	18,750	18,750	18,750	18,750	18,750	18,750	18,750	18,750
		電気・機械設備工事	千円	8,375	8,375	8,375	8,375	8,375	8,375	8,375	8,375	8,375
バイオマス燃料消費量		t/年	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
化石燃料消費量		kL/年	66	66	66	66	66	66	66	66	66	
《支出》												
項目		単位	値									
固定費	減価償却費		千円/年	1,249	1,249	1,249	1,249	1,249	1,249	1,249	1,249	
	バイオマス調達費		千円/年	0	0	0	0	0	0	0	0	
変動費	化石燃料調達費		千円/年	5,430	5,430	5,430	5,430	5,430	5,430	5,430	5,430	
	人件費		千円/年	912	912	912	912	912	912	912	912	
	維持管理費		千円/年	100	100	100	100	100	100	100	100	
	灰処理費		千円/年	0	0	0	0	0	0	0	0	
	ばい煙測定費		千円/年	0	0	0	0	0	0	0	0	
支出合計(①,変動費のみ)		千円/年	6,442	6,442	6,442	6,442	6,442	6,442	6,442	6,442		
支出合計(①)		千円/年	7,691	7,691	7,691	7,691	7,691	7,691	7,691	7,691		
《収入》												
項目		単位	値									
売熱費(健康増進施設&野菜生産ハウス)		千円/年	5,605	6,114	6,624	5,605	6,114	6,624	5,605	6,114	6,624	
収入合計(②)		千円/年	5,605	6,114	6,624	5,605	6,114	6,624	5,605	6,114	6,624	
《まとめ》												
項目		単位	値									
年間収支(②-①) ※減価償却費を含む		千円/年	-2,086	-1,577	-1,067	-2,086	-1,577	-1,067	-2,086	-1,577	-1,067	
③ランニングコスト収支(②-①)		千円/年	-837	-328	182	-837	-328	182	-837	-328	182	
CO2排出削減量		t-CO2/年	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

3.2.7 チップボイラーとチップによるコージェネレーションシステムの比較検討

これまで、国内では小型で高効率なシステムとしてガス化発電技術の開発・実証事業が行われてきたが、普及には至っていない。一方、近年、海外ではガス化発電システムが普及しつつあり、その優れたシステムが日本に導入されつつある。本稿では秋田県での実績があり注目されている Volter (1基, 40kW, フィンランド製) を導入機種として想定し、経済性の試算を実施した。表 3-29 に試算条件を、表 3-30 にその結果を示す。試算は熱需要に対する熱販売量 (Volter) の割合、売熱単価を変動させ、感度分析を行った。なお、チップの単価は準乾燥チップ (水分 35%WB) を必要量製造した時の単価を水分 15%WB (Volter 仕様) に換算した単価を適用し、チップの乾燥は Volter の排熱を活用するものとした。そのため、熱出力 100kW のうち、50kW を熱として活用できるものとして試算を行った。

本システムで発電した電力については、売電する想定で試算しており、再生可能エネルギーの固定買取制度を活用するため、インシヤルに国庫補助を適用することはできない。したがって、減価償却費を含む年間収支で経済性を評価することになるが、試算の結果、どの条件においても赤字であり、川上から川下に至る他の領域も含めて、支援が必要と考えられた。また、実機の稼働実績は少なく、特に Volter 自らの排熱でどの程度のチップ乾燥能力が発揮できるかどうかは気象条件等の地域性によって変動すると考えられ、実証が必要と考えられる。以上を踏まえ、チップボイラーによる熱供給事業の方がリスクは少ないと考えられる。ただし、熱電併給システムは災害時に電気と熱が供給でき、昨今では海外から複数のメーカーが勢力的に輸入を開始している。したがって、より良いシステムが登場する可能性はあるため、引き続き、市場動向を確認し、システムの検討を行うことが望ましい。

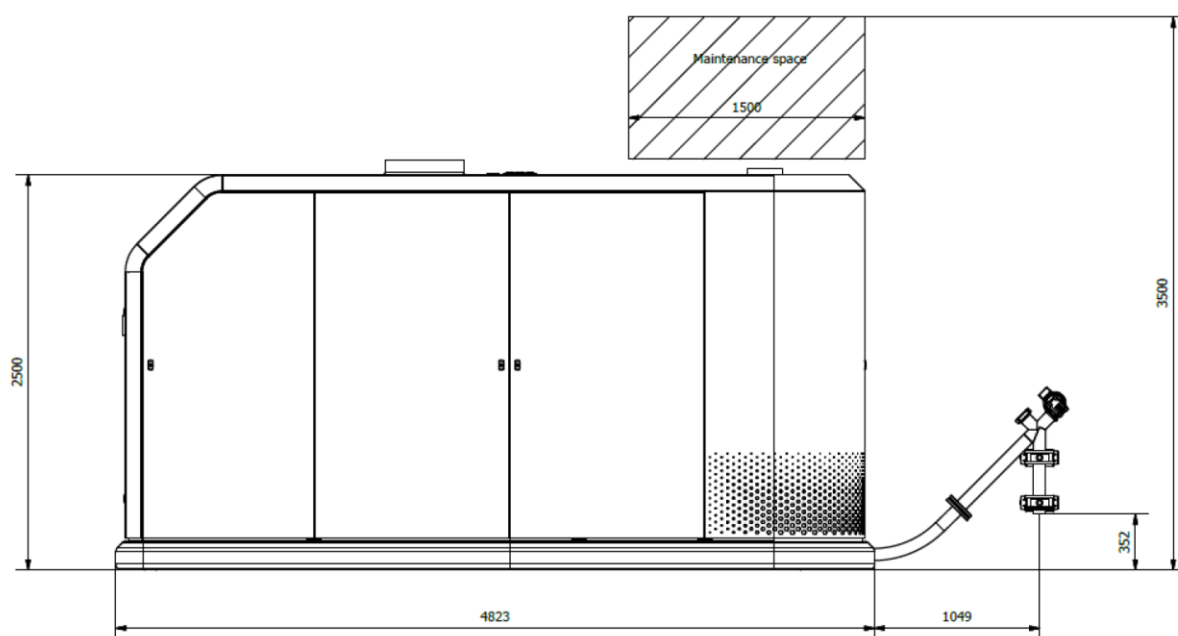
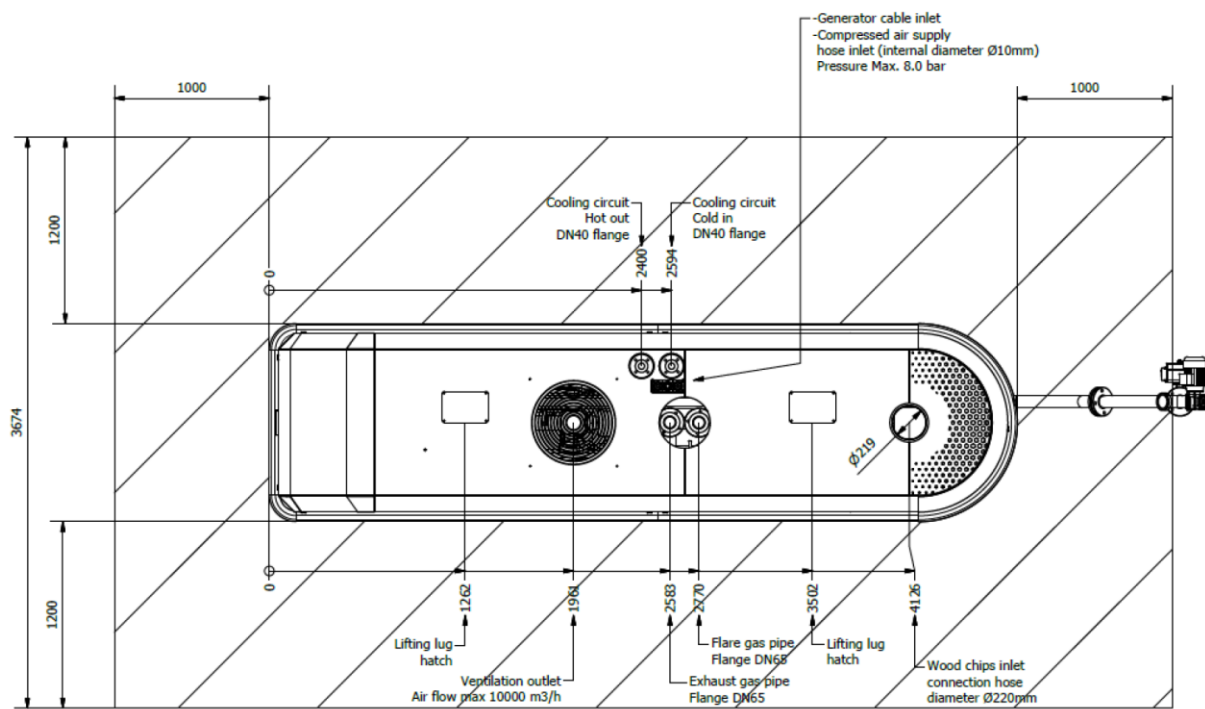


図 3-17 Volter 寸法



図 3-18 Volter 寸法及びイメージ図



必要メンテナンススペース (1台設置時)

表 3-29 試算条件 (チップによるコージェネレーションシステム)

(運動型健康増進施設・野菜生産ハウス)

イニシャルコスト	100,000	千円
発電端出力	40	kW/台
所内電力	2	kW/台
送電端出力	38	kW/台
熱出力	100	kW/台
運転時間	24	h/日
年間運転日数	300	日/年
稼働率	82.2%	
設備効率(総合)	78%	
発電効率	22%	
熱供給端効率	56%	
売電量	273,600	kWh/年
購入単価(準乾燥チップ35%WB)	21,800	円/t
購入時水分	35%	WB
換算単価(乾燥チップ15%WB)	28,508	円/t
低位発熱量(乾燥チップ)	4,660	kWh/t
売電単価	40	円/kWh
乾燥チップ水分(発電利用時)	15%	WB
乾燥チップ消費量	39.0	kg/h
CO2排出係数(中国電力) http://www.env.go.jp/recycle/info/solar/guidebook_h2407.pdf	0.657	kgCO2/kWh
CO2排出係数(灯油)	2.49	kgCO2/L

表 3-30 チップによるコージェネレーションシステムの経済性及び環境性の試算結果

(運動型健康増進施設・野菜生産ハウス)

売電量	MWh/年	274	274	274	274	274	274	274	274	274
熱需要に対する熱販売量(Volter)の割合	%	40%	40%	40%	30%	30%	30%	20%	20%	20%
熱需要	MWh/年	510	510	510	510	510	510	510	510	510
熱販売量(Volter)	MWh/年	204	204	204	153	153	153	102	102	102
熱販売量(灯油ボイラー)	MWh/年	306	306	306	357	357	357	408	408	408
売熱単価	千円/MWh	11	12	13	11	12	13	11	12	13
売熱単価(灯油単価相当)	円/L	85	93	101	85	93	101	85	93	101
灯油単価	円/L	82.7	82.7	82.7	82.7	82.7	82.7	82.7	82.7	82.7
チップ(15%WB)使用量	t/年	281	281	281	281	281	281	281	281	281
灯油使用量	kL	39	39	39	46	46	46	53	53	53

売電収入	千円/年	10,944	10,944	10,944	10,944	10,944	10,944	10,944	10,944	10,944
熱販売収入	千円/年	5,610	6,120	6,630	5,610	6,120	6,630	5,610	6,120	6,630
収入計	千円/年	16,554	17,064	17,574	16,554	17,064	17,574	16,554	17,064	17,574
減価償却費	千円/年	4,526	4,526	4,526	4,526	4,526	4,526	4,526	4,526	4,526
人件費	千円/年	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
保守点検費	千円/年	2,500	2,500	2,500	2,500	2,500	2,500	2,500	2,500	2,500
燃料費(チップ)	千円/年	8,008	8,008	8,008	8,008	8,008	8,008	8,008	8,008	8,008
燃料費(灯油)	千円/年	3,261	3,261	3,261	3,805	3,805	3,805	4,348	4,348	4,348
灰処理費	千円/年	96	96	96	96	96	96	96	96	96
費用計	千円/年	19,391	19,391	19,391	19,935	19,935	19,935	20,478	20,478	20,478
年間収支 ※減価償却費を含む	千円/年	-2,837	-2,327	-1,817	-3,381	-2,871	-2,361	-3,924	-3,414	-2,904
CO2排出削減量	tCO2/年	245	245	245	229	229	229	212	212	212

3.3 既設の公共施設

3.3.1 施設の基本情報整理（事業候補地、既存設備の導入年数、燃料使用量、熱負荷、ランニングコスト等）、施設運用者の意向調査及びチップボイラー導入事業の概略検討（有望施設）

町内での木質バイオマスエネルギーの更なる活用のため、その他の公共施設についても有望と考えられる施設を抽出し、木質バイオマスボイラー導入による事業性、環境性評価を行った。

まず、施設の基本情報を整理するため、対象とした 6 施設(表 3-31)に下記調査票を送付し、3 施設から回答を得た。なお、対象施設の選定にあたっては、木質バイオマスボイラー導入による経済的なメリットを重視し、比較的、エネルギー単価の高い灯油や重油を使用していて、エネルギーの消費量が多いと考えられた施設とする。

調査の結果、日南病院では施設運用者の木質バイオマス事業の検討意向があることがわかった。また、既存の温水ボイラーは設置後約 10 年、冷温水器は約 20 年経過しており、設備更新の時期に差し掛かっている。事業候補地については、施設関係者を含めた協議が必要であるが、新たに木質バイオマスボイラー等、関連設備を格納する建屋の設置候補場所もある。さらに、公共施設の中で最も燃料使用量・熱負荷が大きいことから、他の公共施設と比較しても木質バイオマスボイラーの導入によるメリットが得やすいと考えられた。以上を踏まえ、本項では日南病院を有望施設とし木質バイオマスボイラー導入事業の概略検討を行うこととした。

なお、前段の検討同様、本施設でも昼夜連続運転になることを踏まえ、木質燃料の自動投入が可能なチップボイラーの導入を想定し、以降の検討を行うこととした。

表 3-31 調査対象の公共施設

No	施設名	用途
1	日南病院	医療施設
2	あかねの郷	福祉施設
3	かすみ荘	福祉施設
4	総合文化センター	文化・教育施設
5	あさひの郷	福祉施設
6	虹の郷	福祉施設

表 3-32 調査結果（その1）

No.	設問1		設問2								
	施設名	設備の種類	出力 (合計値)		使用用途			使用 燃料	設置年	稼働時間	年間維持費 (定期メンテ・修繕)
			値	単位	暖房	給湯	冷房				
1	日南病院	温水ボイラー	233	kW		○		灯油	平成17年	24時間	500,000
		冷温水器	310	kW	○		○	灯油	平成9年	24時間	1,800,000
2	あかねの郷（※）	温水ボイラー	582	kW		○		灯油	2004年	—	—
		冷温水器	418	kW	○		○	灯油	—	—	—
		ヒートポンプ	—	—	○		○	灯油	—	—	—
3	総合文化センター	—	—	—	—	—	A重油	—	—	—	

※H25年度時データ

表 3-33 調査結果（その2）

No.	設問1		設問3		設問4	設問5	設問6
	施設名	年間燃料費 (円, 税込)	年間消費量				
			数値	単位			
1	日南病院	8,540,000	107,900	L/年	はい	はい	—
2	あかねの郷（※）	12,531,190	123,460	L/年	はい	—	—
3	総合文化センター	540,000	7,000	L/年	はい	いいえ	—

※H25年度時データ

木質バイオマスエネルギーの導入に関する調査票へのご協力をお願い

日南町住民課

日南町では今年度、環境省事業を活用し、豊かな森林資源を持続的に活かし、生物多様性の保全と地域の活性化に繋げることを目的として、木質バイオマスエネルギー（※）の導入を推進、拡大するための計画を策定することとなりました（調査委託先：株式会社森のエネルギー研究所）。

つきましては、ご多忙のところ誠に恐れ入りますが、以下の設問にご回答頂きますようお願い申し上げます。ご回答はメール、FAX 等にて下記担当までご送付をお願い致します。

日南町住民課 担当：石倉
TEL0859-82-1112/FAX0859-82-1478 E-mail ishikura@town.nichinan.tottori.jp

本調査票の内容に関するお問合せは下記担当までご連絡をお願い致します。

株式会社森のエネルギー研究所 担当：小出
TEL042-578-5130/FAX042-578-5131 E-mail koide@mori-energy.jp

※木質バイオマスとは

「バイオマス」とは生物資源（bio）の量（mass）を表す用語で、「再生可能な、生物由来の有機性資源（化石燃料は除く）」のこと。林業・木材産業の生産・流通過程で発生する木質資源を総称して「木質バイオマス」と言います。主な木質バイオマス燃料として、薪、チップ、ペレットがあります（下図参照）。

化石燃料の代わりとなる燃料で、地球温暖化防止や地域の活性化に資するエネルギー源として、全国的に取り組みが拡大しつつあります。具体的には、温浴施設や福祉施設、公共施設等への導入が多くなされており、給湯や浴槽の加温、暖房等の用途に使用されています。




	メリット	デメリット
薪 	最も容易に製造が可能。 個人でも入手・製造可能。	自動投入が困難なため、数時間に1回 人力で投入する必要あり。燃焼効率を 上げにくい。煙が多く、火力の調整が 困難。
チップ 	比較的容易に、製造が可能。 一般に化石燃料より安価。 既存の製造施設を転用可能。 燃料の自動投入が可能。	含水率によって熱量が大きく変動。利 用機器が複雑になるため、小規模での 利用は不可。長期保管困難。燃焼機 器の初期投資が極めて高額。
ペレット 	取扱が容易→制御が容易→火力 の調整が容易で小型機器でも燃 焼効率がよい。自動投入可能。 煙が少ない。エネルギー密度が 比較的高い。	専用工場の新設が必要。製造工程がや や複雑。 →製造コストが高く手間がかかる。 燃焼機器の初期投資費用が高額。

図 主な木質バイオマス燃料の特徴

図 3-19 公共施設向け調査票(その1)

設問1. ご記入者の情報について

①貴団体名、施設名:	
②施設の所有者:	③施設の運営者:
④住所:	
⑤TEL/FAX:	⑥E-mail:
⑦ご所属及びご担当者氏名:	

設問2. 温熱設備（ボイラー等）・冷熱設備（冷凍機、冷温水器等）の設備内容について

ご利用になっている温熱設備及び冷熱設備についての概要をご記入ください。

設備の種類	出力(1台当たり)		使用用途	使用燃料	設置年	稼働時間	年間維持費 (定期メンテ・修繕)
	値	単位					
例) 温水ボイラー	233	kW・kcal/h t/h・冷凍トン	暖房・給湯・冷房 工場熱源・その他	A重油	平成5年	7:00~18:00	100万円
①		kW・kcal/h t/h・冷凍トン	暖房・給湯・冷房 工場熱源・その他				
②		kW・kcal/h t/h・冷凍トン	暖房・給湯・冷房 工場熱源・その他				
③		kW・kcal/h t/h・冷凍トン	暖房・給湯・冷房 工場熱源・その他				

設問3. 化石燃料購入量について

「設問2」でご回答頂いた設備で消費されている化石燃料について、直近年度の年間使用量(基本的には平成27年度分)をご記入ください。

種類	年間燃料費 (税込)	年間消費量	単位
例) A重油・灯油・LPガス・電力・ その他()	550万円	60,000	リットル・m ³ ・ kWh・ その他()
A重油・灯油・LPガス・電力・ その他()			リットル・m ³ ・ kWh・ その他()
A重油・灯油・LPガス・電力・ その他()			リットル・m ³ ・ kWh・ その他()
A重油・灯油・LPガス・電力・ その他()			リットル・m ³ ・ kWh・ その他()

図 3-20 公共施設向け調査票(その2)

設問4. 木質バイオマス燃料をご存知でしたか？
 (どちらかに○を付けて下さい。補足等あれば意見欄にご記入下さい。)

はい・いいえ

意見欄 ↓

設問5. 貴施設で木質バイオマス燃料を使用できるかどうか、事業性等の検討をしてみたいと思いますか？
 (どちらかに○を付けて下さい。補足等あれば意見欄にご記入下さい。)

はい・いいえ

意見欄 ↓

設問6. その他自由意見

ご協力ありがとうございました。

図 3-21 公共施設向け調査票(その3)

3.3.2 チップボイラーメーカー及び機種を検討

3.2.4 項での検討結果を踏まえ、同様に本施設においてもシステムの安定稼働のため、準乾燥チップを使用することとし、KWB 社チップボイラーの導入を想定、検討を行うこととした。

施設では灯油ボイラー、冷温水発生機を熱源として給湯、冷暖房用に熱供給しており、給湯需要は年中あり、推計した結果、3 用途の中で熱需要が最も大きかったことから、この部分をチップボイラーにより

代替するとして以降の検討を行った。

まず、施設の熱負荷を既往の関連資料を参考に推計した結果、早朝の加温負荷が大きく、厳寒期の2月の熱負荷パターンでは6時に145kWの熱需要が推計された(表3-34、図3-22)。一方で、木質バイオマスボイラーはその燃料の特性上、低負荷に対する熱供給を長時間継続して運転することが難しく、定格出力の3割程度が下限値とされている。最も低い夏季の負荷は30~40kWと考えられるため、本施設については、120kWのチップボイラーを2台導入し、低負荷及び急激なピーク負荷にも熱供給できると考えられたシステムを導入することとした。

表 3-34 医療施設・給湯・時刻別比率

時刻	1時	2時	3時	4時	5時	6時	7時	8時	9時	10時	11時	12時
比率	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	8.9%	5.1%	6.2%	6.8%	7.8%	7.0%	7.2%
時刻	13時	14時	15時	16時	17時	18時	19時	20時	21時	22時	23時	24時
比率	5.8%	6.1%	6.3%	6.7%	5.6%	4.5%	5.4%	4.0%	3.9%	2.7%	0.0%	0.0%

※【引用】(一)都市環境エネルギー協会、地域冷暖房技術手引書(改定第4版)

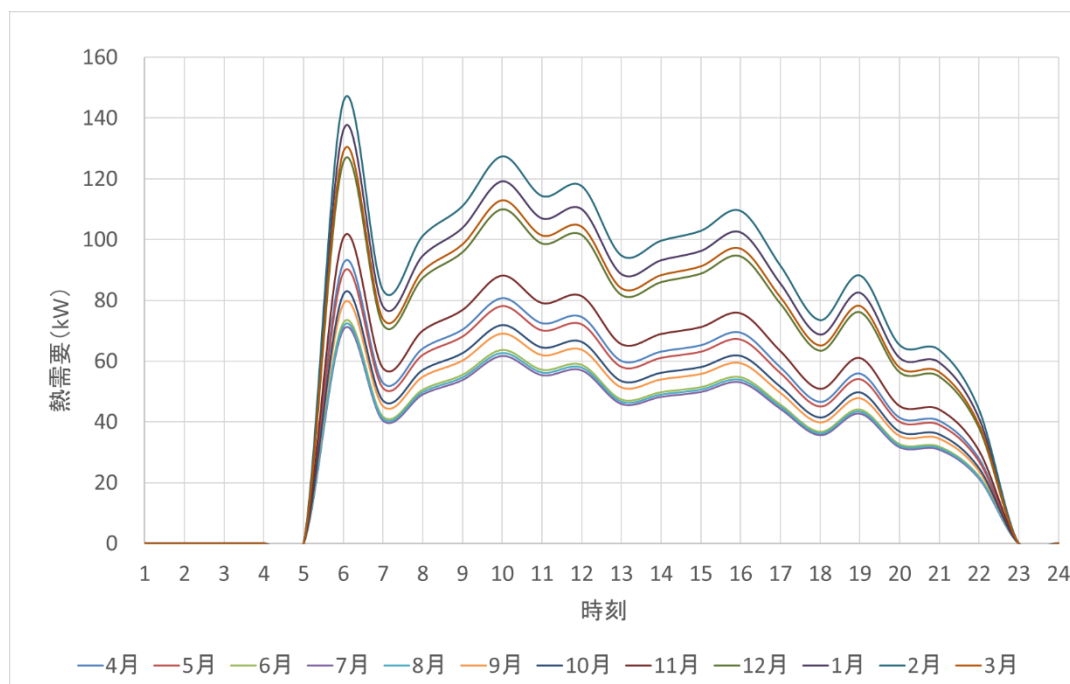


図 3-22 熱負荷パターン (日南病院、給湯)

3.3.3 チップボイラーシステムの仕様検討及び概算事業費の検討

チップボイラーシステムの平面図イメージを図3-23に、概算事業費を表3-35に示す。概して木質バイオマスボイラーは化石燃料ボイラーと比較し、急激な熱負荷への応答が難しいため、蓄熱タンクを設置し対応することとする。付帯設備も含めると約70㎡の機械室が必要と考えられた。また、3.2.5項での検

討同様、サイロを半地下に設置し、チップの安定供給やシステムの効率向上のため、熱供給システムで生産された熱を施設に販売することで収益を上げる仕組みを採用し、事業採算性を検討することとした。なお、機械室の設置場所についてはいくつか設置できそうなスペースがあるが、施設管理者との協議が必要である。

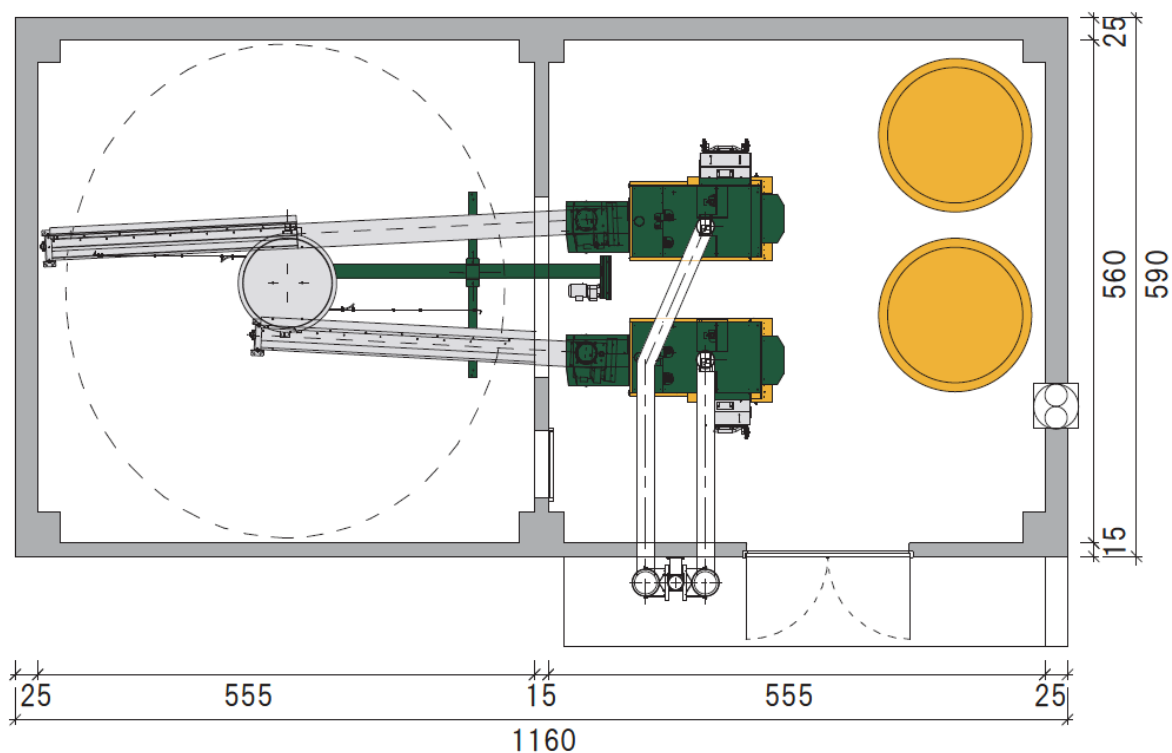


図 3-23 チップボイラーシステムの平面図イメージ

表 3-35 概算事業費（日南病院）

項目		
①建築工事		14,000
②電気工事		5,000
③機械設備工事	機器設備工事	33,600
④直接工事費合計(①+②+③)		52,600
⑤共通費(④×0.25)		13,150
⑥総額(税抜, ④+⑤)		65,750
⑦消費税(⑥×0.08)		5,260
総額(税込, ⑥+⑦)		71,010

3.3.4 チップボイラー事業の経済性および環境性評価

選定したチップボイラーシステムで、給湯熱需要の 100%を代替することとして、以下、経済性および環境性の評価を行った。試算の条件及び試算結果を表 3-36、表 3-37 に示す。

3.2.6 項と同様、チップ単価、売熱単価を変動要因として、経済性の分析を行った。減価償却費を含む年間収支はいずれの条件下においても赤字であり、準乾燥チップの価格 20.4 円/kg、売熱単価 12 円/kWh(灯油 93 円/L 相当)でのみランニングコスト収支は黒字となった。現状、灯油単価は約 79 円/L であることから、同等の熱単価である 10 円/kWh 時では赤字となってしまう。熱の利用者としては燃料費を既存システムと比較して負担することになるが、機器のメンテナンス費用等は熱供給事業者側で負担することになるので、その分、メリットは創出されるが採算性は厳しく、全国他地域で取り組まれている木野駅プロジェクトのように、例えば原木の調達コスト 3,000 円/m³について搬出補助を出すような支援ができれば、チップの調達価格が下がり(チップ単価 20.4 円/kg だと 3,000 円/m³での原木調達に相当)、採算性は向上する。

CO₂ 排出削減効果については本システムの導入により 131t-CO₂/年を見込むことができる。

表 3-36 試算条件 (日南病院)

項目	値
52,632 L/年	灯油購入量(日南病院:給湯、推計値)
408 MWh/年	熱需要(日南病院:給湯)
79.1 円/L	灯油単価(日南病院、H27 年度実績)
50%	補助率
31 年	耐用年数(鉄骨鉄筋コンクリート造・鉄筋コンクリート造のもので公衆浴場用のものを適用)
13 年	耐用年数(浴場業用設備を適用)
35% WB	チップ水分
3.25 MWh/t	低位発熱量(準乾燥チップ)
2 千円/h	人件費単価
38 h/月	従事時間
12 月/年	従事日数
1%	灰分
40 千円/t	灰の処理単価
2.49 kgCO ₂ /L	CO ₂ 排出係数(灯油)

表 3-37 試算結果（日南病院）

項目		単位	値								
システム		—	チップボイラーシステム (120kW×2台)								
施設熱需要		MWh/年	408								
化石燃料代替率		%	100%								
灯油単価		円/L	79.1	79.1	79.1	79.1	79.1	79.1	79.1	79.1	79.1
チップ単価		円/kg	20.4	20.4	20.4	24.4	24.4	24.4	27.0	27.0	27.0
売熱単価		千円/MWh	10	11	12	10	11	12	10	11	12
売熱単価(灯油単価相当)		千円/kL	78	85	93	78	85	93	78	85	93
熱供給量(チップボイラー)		MWh/年	408	408	408	408	408	408	408	408	408
熱供給量(灯油ボイラー)		MWh/年	0	0	0	0	0	0	0	0	0
熱販売量		MWh/年	408	408	408	408	408	408	408	408	408
事業費	補助前(税抜)	建築工事	千円	14,000	14,000	14,000	14,000	14,000	14,000	14,000	14,000
		電気・機械設備工事	千円	33,600	33,600	33,600	33,600	33,600	33,600	33,600	33,600
	補助後(税抜)	建築工事	千円	7,000	7,000	7,000	7,000	7,000	7,000	7,000	7,000
		電気・機械設備工事	千円	16,800	16,800	16,800	16,800	16,800	16,800	16,800	16,800
バイオマス燃料消費量		t/年	157	157	157	157	157	157	157	157	157
化石燃料消費量		kL/年	0	0	0	0	0	0	0	0	0
《支出》											
項目		単位	値								
固定費	減価償却費		千円/年	1,518	1,518	1,518	1,518	1,518	1,518	1,518	1,518
	バイオマス調達費		千円/年	3,205	3,205	3,205	3,833	3,833	3,833	4,241	4,241
変動費	化石燃料調達費		千円/年	0	0	0	0	0	0	0	0
	人件費		千円/年	912	912	912	912	912	912	912	912
	維持管理費		千円/年	400	400	400	400	400	400	400	400
	灰処理費		千円/年	41	41	41	41	41	41	41	41
	ばい煙測定費		千円/年	0	0	0	0	0	0	0	0
支出合計(①,変動費のみ)		千円/年	4,557	4,557	4,557	5,186	5,186	5,186	5,594	5,594	5,594
支出合計(①)		千円/年	6,075	6,075	6,075	6,704	6,704	6,704	7,112	7,112	7,112
《収入》											
項目		単位	値								
売熱費(健康増進施設&野菜生産ハウス)		千円/年	4,084	4,493	4,901	4,084	4,493	4,901	4,084	4,493	4,901
収入合計(②)		千円/年	4,084	4,493	4,901	4,084	4,493	4,901	4,084	4,493	4,901
《まとめ》											
項目		単位	値								
年間収支(②-①) ※減価償却費を含む		千円/年	-1,991	-1,583	-1,174	-2,620	-2,211	-1,803	-3,028	-2,620	-2,211
③ランニングコスト収支(②-①)		千円/年	-473	-65	344	-1,102	-693	-285	-1,510	-1,102	-693
CO2排出削減量		t-CO2/年	131	131	131	131	131	131	131	131	131
バイオマス調達費採算分岐点		円/kg	7.7	10.3	12.9	7.7	10.3	12.9	7.7	10.3	12.9

3.3.1 チップボイラーとチップによるコージェネレーションシステムの比較検討

3.2.7 項同様、Volter (1基, 40kW, フィンランド製) を導入機種として想定し、経済性の試算を実施した。試算条件は表 3-29 と同様であり、試算結果を表 3-38 に示す。試算は熱需要に対する熱販売量(Volter)の割合、売熱単価を変動させ、感度分析を行った。なお、チップの単価は準乾燥チップ(水分 35%WB)を必要量製造した時の単価を水分 15%WB(Volter 仕様)に換算した単価を適用し、チップの乾燥は Volter の排熱を活用するものとした。そのため、熱出力 100kW のうち、50kW を熱として活用できるものとして試算を行った。

本システムで発電した電力については、売電する想定で試算しており、再生可能エネルギーの固定買取制度を活用するため、インシヤルに国庫補助を適用することはできない。したがって、減価償却費を含む年間収支で経済性を評価することになるが、試算の結果、どの条件においても赤字であり、川上から川下に至る他の領域も含めて、支援が必要と考えられた。また、実機の稼働実績は少なく、特に Volter 自らの排熱でどの程度のチップ乾燥能力が発揮できるかどうかは気象条件等の地域性によって変動すると考えられ、実証が必要と考えられる。以上を踏まえ、チップボイラーによる熱供給事業の方がリスクは少ないと考えられる。ただし、熱電併給システムは災害時に電気と熱が供給でき、昨今では海外から複数のメーカーが勢力的に輸入を開始している。したがって、より良いシステムが登場する可能性はあるため、引き続き、市場動向を確認し、システムの検討を行うことが望ましい。

表 3-38 チップによるコージェネレーションシステムの経済性及び環境性の試算結果（日南病院）

売電量	MWh/年	274	274	274	274	274	274	274	274	274
熱需要に対する熱販売量(Volter)の割合	%	70%	70%	70%	50%	50%	50%	30%	30%	30%
熱需要	MWh/年	510	510	510	510	510	510	510	510	510
熱販売量(Volter)	MWh/年	357	357	357	255	255	255	153	153	153
熱販売量(灯油ボイラー)	MWh/年	153	153	153	255	255	255	357	357	357
売熱単価	千円/MWh	10	11	12	10	11	12	10	11	12
売熱単価(灯油単価相当)	円/L	78	85	93	78	85	93	78	85	93
灯油単価	円/L	82.7	82.7	82.7	82.7	82.7	82.7	82.7	82.7	82.7
チップ(15%WB)使用量	t/年	281	281	281	281	281	281	281	281	281
灯油使用量	kL	20	20	20	33	33	33	46	46	46

売電収入	千円/年	10,944	10,944	10,944	10,944	10,944	10,944	10,944	10,944	10,944
熱販売収入	千円/年	5,100	5,610	6,120	5,100	5,610	6,120	5,100	5,610	6,120
収入計	千円/年	16,044	16,554	17,064	16,044	16,554	17,064	16,044	16,554	17,064
減価償却費	千円/年	4,526	4,526	4,526	4,526	4,526	4,526	4,526	4,526	4,526
人件費	千円/年	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
保守点検費	千円/年	2,500	2,500	2,500	2,500	2,500	2,500	2,500	2,500	2,500
燃料費(チップ)	千円/年	8,008	8,008	8,008	8,008	8,008	8,008	8,008	8,008	8,008
燃料費(灯油)	千円/年	1,631	1,631	1,631	2,718	2,718	2,718	3,805	3,805	3,805
灰処理費	千円/年	96	96	96	96	96	96	96	96	96
費用計	千円/年	17,761	17,761	17,761	18,848	18,848	18,848	19,935	19,935	19,935
年間収支 ※減価償却費を含む	千円/年	-1,717	-1,207	-697	-2,804	-2,294	-1,784	-3,891	-3,381	-2,871
CO2排出削減量	tCO2/年	294	294	294	262	262	262	229	229	229

3.4 燃料製造事業

3.2と1.1で検討した施設への燃料供給のための燃料製造事業化の検討を行う。

3.4.1 原材料の仕様の調査と調達計画

本町の利用可能な樹種では「表 2-4 日南町民有林における成長量合計(m³/年)」でわかるようにスギ、ヒノキ、マツの順に多いことと、この中ではスギの発熱量が一番低いこともあり、事業化の試算にあたりスギをベースに算出することにした。

また、原木の水分は季節にもよるが約50~60%、生チップは約45~50%、準乾燥チップは約35%、薪は約30%、ペレットは約10%である。それぞれの水分の違いによるスギの低位発熱量と灯油の低位発熱量を記載する。

表 3-39 水分(W.B.)ごとのスギと灯油の低位発熱量

低位発熱量 (スギ,水分50%)	2.35	kWh/kg
低位発熱量 (スギ,水分45%)	2.65	kWh/kg
低位発熱量 (スギ,水分35%)	3.26	kWh/kg
低位発熱量 (スギ,水分30%)	3.56	kWh/kg
低位発熱量 (スギ,水分10%)	4.78	kWh/kg
灯油の低位発熱量	9.69	kWh/L

上記の表をもとに各施設の必要熱量とボイラー効率(その他損失含む)を80%とした場合の必要な燃料の数量は下記のように試算できる。

表 3-40 各施設の必要な燃料の量

施設名	①運動型健康増進施設		②野菜生産ハウス		③日南病院		①+②		①+②+③	
	年間必要熱量	175 MWh/年	371 MWh/年	418 MWh/年	546 MWh/年	964 MWh/年				
燃料必要量 (スギ,水分50%)	93 t/年	158 t/年	178 t/年	251 t/年	429 t/年					
燃料必要量 (スギ,水分45%)	83 t/年	140 t/年	158 t/年	223 t/年	380 t/年					
燃料必要量 (スギ,水分35%)	67 t/年	114 t/年	128 t/年	181 t/年	309 t/年					
燃料必要量 (スギ,水分30%)	61 t/年	104 t/年	118 t/年	166 t/年	283 t/年					
燃料必要量 (スギ,水分10%)	46 t/年	78 t/年	88 t/年	123 t/年	211 t/年					
灯油の必要量 (熱量換算値)	18.1 KL/年	38.3 KL/年	43.2 KL/年	56.3 KL/年	99.5 KL/年					

製造する燃料の候補として、薪、生チップ、準乾燥チップ、ペレットがあるが、今回検討した施設に導入するボイラー規模(100~200kW)の場合、生チップを利用すると設備費が割高になる、燃焼不良が起こるなどの課題が多いことがわかっており、準乾燥チップの製造を前提とした。

3.4.2 燃料製造事業候補地の調査

燃料製造のために、チップ工場を新設する検討を行う。チップ工場の候補地として、木材団地内、道の駅裏手、第 2 団地などが考えられる。前述の既設の公共施設において必要となる燃料必要量は 309t/年(水分 35%の準乾燥チップを想定)と少ないが、原料として、林地残材などを想定しているため、ある程度の直径にも対応できる破砕機などの設備を選定する。これに必要なスペースを考慮し、工場建屋の大きさを算出した。これに加えて、道の駅からの距離、現状の用途、空きスペース(原木・製品の保管スペースとして十分か)、周辺環境(民家の有無等)、日当たり(準乾燥チップ製造のため)、搬入車両の通行の可否などを勘案して、燃料製造事業の候補地を検討した。

チップ工場に必要な設備や事業化に関する検討結果については、後述するが、破砕機が移動式か固定式かにより、2 つのケースに分けて検討し、チップ工場を検討した。工場の建屋面積は、チップ製造能力約 55 m³/h(ケース①=ログバスターLB-405C(オカダアイオン(株)製:移動式破砕機)の場合は約 380 m³(チップ保管庫のみ)、チップ製造能力 106~132 m³/h(ケース②=UTC-500(2N)(株)シーケイエス・チューキ製:固定式破砕機)の場合は約 850 m³(チップ保管庫+チップ工場)と想定した。チップ工場の立地については、製造したチップの利用先である道の駅に近い方が、チップの搬送距離が短いことや保管・貯留のためのスペースを別途設置する必要がない等のメリットも考えられる。ただ、道の駅に隣接させると、騒音や粉塵対策を講じても、道の駅の拡張や周辺設備の計画を将来検討された場合、問題が発生することも考えられるため、道の駅周辺に設置しない方が良いと考えられる。また、チップ工場周辺には、破砕前の間伐材と林地残材、破砕後のチップを保管しておく必要があるため、燃料製造事業の候補地としては、第 2 団地が望ましいと考えられる。ただし、第 2 団地であれば、一度木材団地に荷下ろし後、横持ちする必要があるが、また、敷地面積の制約もあると考えられるが、検討の余地はあると考えられる。

なお、前述のとおり、土場において、林地残材などを破砕前に 180 日程度保管することで、水分を 35%程度まで下げられることを期待し、乾燥後に間伐材や林地残材をチップ工場で破砕することで、準乾燥チップを製造することとした。

ここで、想定した破砕機の仕様検討の結果を以下に示す。

表 3-41 燃料製造事業に使用する破砕機

項目	ケース①	ケース②
機器名称	ログバスター LB-405C	UTC-500 (2N)
メーカー名	オカダアイヨン(株)	(株)シーケイエス・チューキ
外観		
機器(設備)価格	40,000千円 (本体のみ)	59,000千円 (チップパー、スクリーン等含む)
チップ製造能力	~50m ³ /h	106~132m ³ /h
寸法	長さ 5,440mm 高さ 3,040mm 幅 2,300mm	投入口 480mm×460mm ディスク直径 1800mm (他機器との配置寸法は別に示す)
所要動力	エンジン 112kW	75~110kW

3.4.3 燃料製造工場に関する法令

燃料製造におけるチップ工場の設置に影響する関係法令を以下に示す。騒音・振動の規制の対象になるのは、指定地域内において、特定施設を設置する工場・事業場(「特定工場等」という)となる。著しい騒音・振動を発生する施設として政令で定められたもので、騒音と振動に関しては、以下の表の通りである。特定工場等となる燃料製造施設において、事業を行うには届出の他に騒音基準値を遵守する必要があるが、実際の基準値は、鳥取県の環境確保条例において定められたものを遵守することになる。

表 3-42 燃料製造工場に関する法令

No	法規の名称	施設の種類	許可/届出	許可/届出の必要な条件
1	騒音規制法	破砕機	設置・変更前に市町村へ届出	原動機の定格出力が 7.5kW以上のもの
2	振動規制法	破砕機	設置・変更前に市町村へ届出	原動機の定格出力が 7.5kW 以上のもの
3	建築基準法	工場、倉庫	工事着手前に建築主事の適合確認	200 m ² 以上の倉庫。木造 3 階以上又は 500 m ² 、高さ 13m 若しくは軒の高さ 9m を超える建物。木造以外で2階以上又は 200 m ² を超える建物。

また、特定工場等から発生する騒音・振動については、鳥取県では区域の区分と時間の区分ごとに以下の表に示す基準(規制基準)が定められており、特定工場等はこれを遵守する義務がある。市町村長

は、規制基準に適合しないことにより、周辺の生活環境がそこなわれると認められる場合には、特定工場等に対して改善勧告・改善命令を行うことができる。

表 3-43 特定工場等から発生する騒音・振動の規制基準

時間区分 区域区分	昼間 (午前 8～午後 7 時)	朝・夕 (午前 6～午前 8) (午後 7 時～午後 10 時)	夜間 (午後 10 時～ 翌日の午前 6 時)
第 1 種区域	50 デシベル	45 デシベル	45 デシベル
第 2 種区域	60 デシベル	50 デシベル	45 デシベル
第 3 種区域	65 デシベル	65 デシベル	50 デシベル
第 4 種区域	70 デシベル	70 デシベル	65 デシベル

区域の区分	規制基準	
	昼間 (午前 8 時～午後 7 時)	夜間 (午後 7 時～翌日午前 8 時)
第 1 種区域	60 デシベル	55 デシベル
第 2 種区域	65 デシベル	60 デシベル

(上表:騒音、下表:振動を各々示す)

なお、今回の検討では、製造したチップを建屋内で貯留することを想定しており、建屋等の中に木くず(指定可燃物)10 m³以上を保管・貯留する場合、消防法により、事前に管轄の消防署へ届出が必要となる。

以上に関する出典は、騒音・振動については、騒音・振動規制のあらまし(平成 27 年 7 月)(鳥取県生活環境部 水・大気環境課)、建築基準法については建築基準法施行令(昭和 25 年 11 月/改正平成 28 年 8 月)である。

3.4.4 燃料製造工場のフロー案と配置計画

前述のとおり、チップ工場の破砕機が移動式か固定式かにより、2 つのケースを想定した。2 つのケースでチップを製造する際のフロー案を示す。どちらのケースにおいても、まず間伐材や林地残材は桝積み(詳細は”3.4.6 準乾燥チップの製造について”で後述)し、天然乾燥させた後、破砕機によりチップ化する。チップはチップ保管庫に保管し、使用する分をチップ保管庫から既設の公共施設等へ搬送する。

① ケース 1

桝積みで自然乾燥させた間伐材や林地残材は、移動式破砕機で破砕し、チップ保管庫で保管する。破砕機は移動式なので、間伐材や林地残材の近くで破砕し、破砕したチップはトラックでチップ保管庫へ搬送するか、チップ保管庫近くで破砕し、そのままチップ保管庫で保管することも可能となる。また、搬送用のトラックの近くでチップを製造し、直接そのままチップを使用する公共施設などへ搬送することも可能であり、状況に応じた、いろいろな使用方法が選択できる。



図 3-24 ケース①のフロー案

② ケース 2

ケース 2 では破碎機はチップ工場内に設置されているので、自然乾燥させた間伐材や林地残材をチップ工場へ搬送し、チップを製造し、チップ保管庫で保管する。



図 3-25 ケース②のフロー案

また、燃料製造工場の配置に関して、2 つのケースでのチップ工場の建屋面積を検討した。ケース①ではチップ保管庫(約 380 m²(25m×15m 程度)、年間使用するチップ量を保管できる容量とした)のみとした。一方、ケース②では同上のチップ保管庫にチップ工場(約 470 m²(29m×16m 程度)を追加して、建屋を隣接するように配置した。以下に、燃料製造工場の配置案を示す。

表 3-44 燃料製造工場の配置案

項目	ケース①	ケース②
機器名称	ログバスター LB-405C	UTC-500 (2N)
メーカー名	オカダアイヨン(株)	(株)シーケイエス・チューキ
敷地面積 チップ工場 チップ保管庫	— 25m × 15m = 約380m ²	29m × 16m = 約470m ² 25m × 15m = 約380m ² 計850m ²
建屋(機器)配置図		
間伐材、林地残材などの破碎方法	チップ保管庫前または極積み周辺で破碎する。	チップ工場に持ってきて、破碎する。

上表のように、燃料製造工場の設置については、広い敷地が必要となるため、“3.4.2 燃料製造事業候補地の調査”で検討した候補地より、第 2 団地にチップ工場とチップ保管庫を設置した方が良いと考えられる。また、後述する間伐材や林地残材を極積みし自然乾燥させ、準乾燥チップを製造する土場も、

これらに隣接させた方が、燃料製造事業全体の運用や作業員や重機の動線、間伐材や林地残材、燃料となるチップの動きなどを考慮して、より効率的になると考えられる。

3.4.5 燃料製造工場の運用体制及び製品チップの保管・配送方法の検討

ここでは、燃料となるチップの製造工場の運用体制と保管・配送方法について記載する。チップの破碎作業は、現在、想定しているチップ使用量(309 トン/年程度)であれば、1 日当たりの破碎量も少なく、年間稼働日数の 200 日で均すと 1 時間程度となるので、数日分をまとめて破碎を行うことも考えられ、今回の検討では、既に第 2 団地または木材団地で働いている作業員 1 人が破碎作業を行うと想定した。また、チップの搬送作業は、以下の表に示すような内容を想定した。チップを使用する公共施設などに多くのストックを持たないで(2 日分程度のストックを持つと想定)、チップ保管庫から都度輸送することとする。できる限り、チップを使用する施設周辺に余分な敷地を用意せず、また、チップの破碎・輸送についても木材団地で働いている作業員が行うことで、燃料となるチップの製造・供給の運用コストを低減できるようにした。また、チップ工場やチップ保管庫の建屋は、簡易的な建屋とし、コスト低減を図る。騒音や振動についても、木材団地に設置することで、できるだけ周辺環境に配慮する。

表 3-45 燃料製造工場のチップ搬送における条件

項目	
チップ重量	309 t/年
比重	0.2 t/m ³
2日分容積	15.5 m ³ /2日分
4トン深ダンプ	
荷台L	3.4 m
荷台W	2 m
深さH	1.2 m
容積	8.1 m ³ /1回
往復回数	2 回
道の駅～第2団地	5 kmと想定
年間走行距離	2,000 km/年
燃費	5 km/l
必要軽油	400 l/年
軽油価格	100 円/lとする
燃料代	40,000 円/年
駐車場、高速代などは含まない。	
1回の往復時間	0.2 時間
トラック速度	30 km/h
往復回数分の時間	0.4 時間

道の駅と第2団地は4.5km程度であるが、団地内の走行なども考慮して、5.0kmと想定した。

配送単価については、後述する本事業の経済性評価において、上記の作業員に対する人件費を一部計上しているため、ここでは、4 トン深ダンプの初期費用と燃料代などにより、試算を行なった。試算の結果、年間 309 トンのチップを製造、搬送するために必要な単価は約 2.9 円/kg となった。この数値やチップ工場の建屋面積などより、本事業の経済性評価の検討を行う。

3.4.6 準乾燥チップの製造について

準乾燥チップの製造については、電気や重油などのエネルギーを使用して機械的に強制乾燥させる方法もあるが、チップ製造に関する事業性を考慮し、前述したような天然乾燥を検討した。準乾燥チップ製造の流れは、間伐材や林地残材などを林地より搬出した後、土場で天然乾燥し、乾燥した林地残材などをチップ化し、公共施設などの利用施設へ搬送する。

本製造の流れを以下に記述する。まず、林地残材などを林地より搬出した後、原木置き場などに 2m 程度で玉切り、桝積みし、夏季 3～4 ヶ月放置し、天然乾燥させる(鳥取県庁へのヒアリングでは、夏季をまたいで乾燥させることで、効率的に水分を下げる事が可能であり、重要であるとお話を頂いた)。なお、樹皮を剥がしたり、半割するなど、できる限り表面を大きくした状態で、大気に触れさせて、風通しの良い状態で保管出来れば、一層乾燥に要する期間は短くなると考えられる。ただ、前述同様、事業性を考えて、乾燥前の加工は行わず、丸太そのままの状態、ある一定期間、土場に放置し、乾燥を進めることとした。天然乾燥した後、この土場に近い場所に設置したチップ工場へ持っていく、チップ化し、準乾燥チップを製造する。

なお、土場に桝積みする林地残材などの量は、1年間に公共施設などで使用するチップ(約 309トン:水分 35%と想定)に必要となる間伐材や林地残材の量(約 402トン:水分 50%と想定)を確保し、チップ工場より公共施設への搬送を考慮し、数日に1回の割合で搬送することとした。

以下に、桝積みに必要な置き場の面積についての条件と、置き場の面積を示す。ここでは1年間に渡り、必要となる1年分の間伐材や林地残材を保管しているため、最大およそ 1,400 m²の敷地が必要となると想定した。ただし、間伐材や林地残材などの形状により、必要となる敷地面積は異なってくる。また、作業機械により桝積みの高さや1ブロックの大きさ、ブロック間通路幅も異なってくるので、同様に注意が必要となる。この置き場で自然乾燥させた後、隣接するチップ工場に、数日で使用する分を搬送して、チップ化する。

表 3-46 準乾燥チップ製造のための条件

項目		
直径	0.3 m	
長さ	2 m	
密度	0.8 t/m ³	
間伐材・林地残材の必要量	402 t	
必要本数	3,600 本	
置き場高さ	1.5 m	
(有効容積率0.8)		
一区画本数	168 本	
10mX2mを一区画とし、これを2つ合わせて10mX5m(間に1m空ける)1ブロックとする。		
1ブロック本数	336 本	
必要ブロック数	11 ブロック	
ブロック間通路幅	5 m	
ブロック配列	3列 × 4列	
置き場	長さ	55 m
	幅	25 m
	面積	1,380 m ²

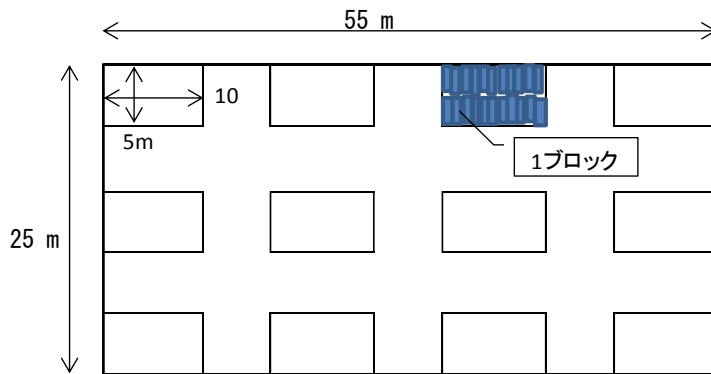


図 3-26 天然乾燥のための原木桎積み配置図

3.4.7 燃料製造工場の図表

燃料を製造するチップ工場の平面、立面図を示す。ここでは、ケース②の固定式破砕機のチップ工場を示す。本工場は、原木搬入チェーンコンベヤ、破砕機であるチッパー、破砕されたチップを搬送するコンベヤ類などで構成されている。これらの図面にはチップヤードが記載されているが、1年間に使用するチップを保管するには十分ではないため、前述のとおり別建屋として、チップ保管庫を隣接して設置することを想定している。以下に、本工場の平面図、立面図、乾燥後の間伐材や林地残材の投入部の正面図を示す。

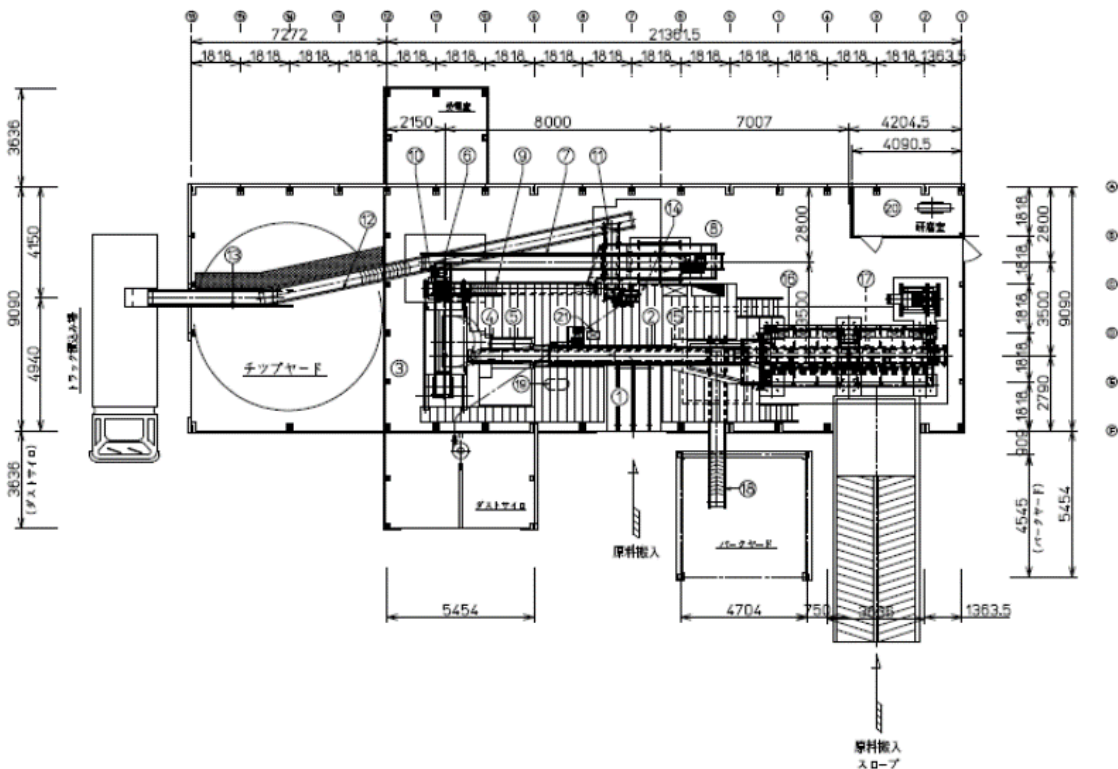


図 3-27 燃料製造工場（ケース②）平面図

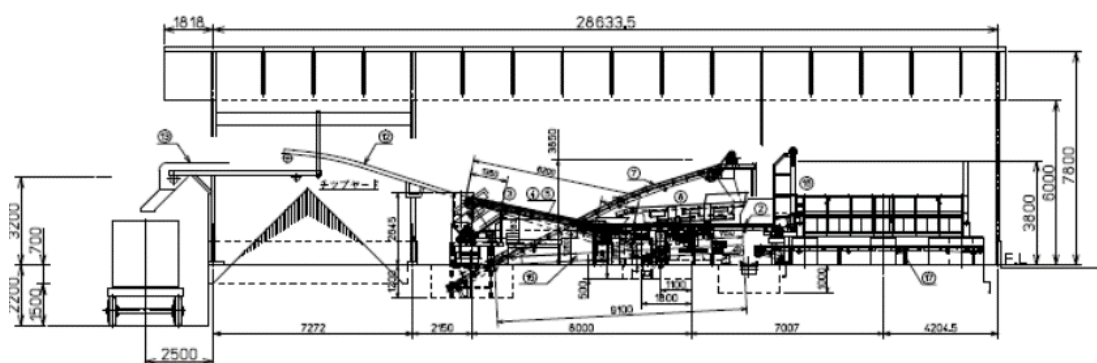


図 3-28 燃料製造工場（ケース②）立面図

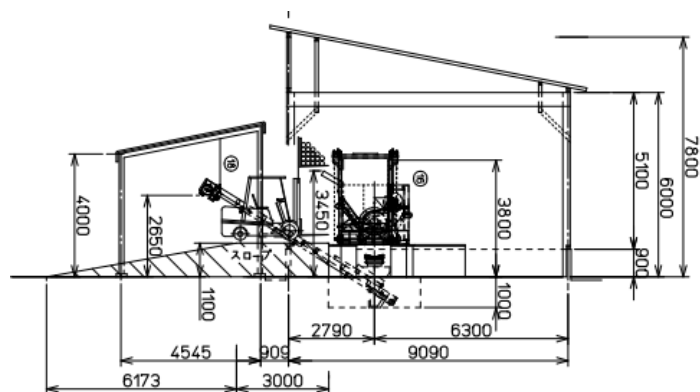


図 3-29 燃料製造工場（ケース②）正面図

3.4.8 燃料製造工場の概算事業費の結果

ここでは、ケース①、②において、燃料製造工場の概算事業費を検討する。以下に、本事業費の算出に用いた諸条件を示す。

表 3-47 ケース①の概算事業費検討時の条件

項目	初期費用等		製造量等		運転費用等
建設費	40,000 千円	定格製造量	10 t/h	燃料単価	131 円/L
補助率	50 %	定格運転日数	200 日/年	燃料消費量	22 L/h
減価償却年数	8 年	定格運転時間	0.15 時間/日	燃料費	86 千円/年
残存価額	0 %	年間定格生産量	300 t/年		
固定資産税	1.4 %			人件費	3,000 千円
減価償却年数(建屋)	38 年	原材料含水率	35 %WB	維持管理費	162 千円/年
建設費(建屋)	19,500 千円	チップ含水率	35 %WB	(消耗品,修理代)	

表 3-48 ケース②の概算事業費検討時の条件

項目	初期費用等		製造量等		運転費用等
建設費	59,000 千円	定格製造量	21.2 t/h	契約電力	100 kW
補助率	50 %	定格運転日数	200 日/年	電力使用量	25,140 kWh/年
減価償却年数	8 年	定格運転時間	0.073 時間/日	電気代	1,809 千円/年
残存価額	0 %	年間定格生産量	309.52 t/年		
固定資産税	1.4 %			人件費	3,000 千円
減価償却年数(建屋)	38 年	原材料含水率	35 %WB	維持管理費	132 千円/年
建設費(建屋)	50,700 千円	チップ含水率	35 %WB	(消耗品,修理代)	

燃料製造工場の概算事業費の検討結果を、設備費、建屋建築費などを下表にまとめる。なお、設備、建屋に関しては、前述の各々のケースで示した機器や建築面積より算出している。各々のケースを比較すると、固定式の破砕機であるケース②のほうが、設備、建屋ともに事業費が大きくなり、総事業費が1億円を超えている。

表 3-49 ケース①、②での概算事業費の比較

項目	ケース①	ケース②
設備費(千円)	40,000	59,000
建屋建築費(千円)	19,500	50,700
総事業費(千円)	59,500	109,700
年間運転日数(日/年)	200	200
運転時間(時間/日)	約0.2時間	約0.1時間
ただし、数日分をまとめて運転することもある。		
チップ生産量(トン/年)	309	309
作業員	1人	1人
木材団地に従事している作業員が兼務すると仮定した。		

ただし、土地代、外構工事費、搬送費は含まない。

3.4.9 燃料製造事業の経済性評価

次に、と試ケース①、②において、燃料製造事業の経済性評価を検討する。以下に、本事業の経済性評価の試算結果を示す。ケース①では、チップ生産量 300 トン/年の場合、チップ製造単価は 27.2 円/kg で、熱量当たりの単価は 2.18 円/MJ と試算された。一方、ケース②では、同上生産量の場合、チップ製造単価は 39.7 円/kg で、熱量当たりの単価は 3.18 円/MJ と試算された。

表 3-50 ケース①の燃料製造事業の経済性評価

チップ製造量(t/年)	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500
間伐材の必要量(t/年)	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500
支出(以下全て単位は千円)										
資本費関連計(50%補助)	3,142	3,142	3,142	3,142	3,142	3,142	3,142	3,142	3,142	3,142
減価償却費	2,500	2,500	2,500	2,500	2,500	2,500	2,500	2,500	2,500	2,500
平均固定資産税	385	385	385	385	385	385	385	385	385	385
減価償却費(建屋)	257	257	257	257	257	257	257	257	257	257
運転維持費関連計	591	1,182	1,774	2,365	2,957	3,548	4,139	4,731	5,322	5,914
直接人件費	500	1,000	1,500	2,000	2,500	3,000	3,500	4,000	4,500	5,000
燃料費	15	29	44	58	73	87	101	116	130	145
維持管理費	27	54	81	108	135	162	189	216	243	270
一般管理費	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500
原料調達コスト	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
支出計	3,733	4,324	4,916	5,507	6,099	6,690	7,281	7,873	8,464	9,056
チップ供給量	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500
チップ製造原価 (円/kg)	74.7	43.2	32.8	27.5	24.4	22.3	20.8	19.7	18.8	18.1
チップ輸送費	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9
消費税	6.2	3.7	2.9	2.4	2.2	2.0	1.9	1.8	1.7	1.7
チップ製造原価 (円/kg: 輸送費込)	83.8	49.8	38.5	32.9	29.5	27.2	25.6	24.4	23.4	22.7

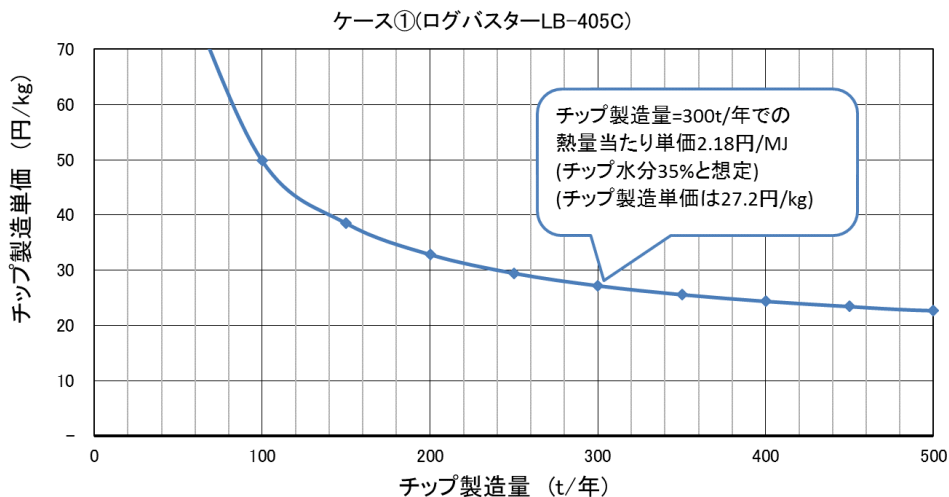


図 3-30 ケース①の燃料製造事業の経済性評価の結果

表 3-51 ケース①の燃料製造事業の経済性評価

チップ製造量(t/年)	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500
間伐材の必要量(t/年)	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500
支出(以下全て単位は千円)										
資本費関連計(50%補助)	5,081	5,081	5,081	5,081	5,081	5,081	5,081	5,081	5,081	5,081
減価償却費	3,688	3,688	3,688	3,688	3,688	3,688	3,688	3,688	3,688	3,688
平均固定資産税	726	726	726	726	726	726	726	726	726	726
減価償却費(建屋)	667	667	667	667	667	667	667	667	667	667
運転維持費関連計	848	1,694	2,540	3,387	4,235	5,080	5,928	6,773	7,620	8,468
直接人件費	485	970	1,454	1,939	2,424	2,908	3,393	3,877	4,362	4,847
電気代	293	585	877	1,169	1,462	1,754	2,046	2,338	2,630	2,923
維持管理費	21	43	64	85	107	128	149	171	192	213
一般管理費	49	97	146	194	243	291	340	388	437	485
原料調達コスト	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
支出計	5,929	6,775	7,621	8,468	9,316	10,161	11,009	11,854	12,701	13,549
チップ製造原価(円/kg)	118.6	67.8	50.8	42.3	37.3	33.9	31.5	29.6	28.2	27.1
チップ輸送費	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9
消費税	9.7	5.7	4.3	3.6	3.2	2.9	2.7	2.6	2.5	2.4
チップ製造原価(円/kg:輸送費込)	131.2	76.3	58.0	48.9	43.4	39.7	37.1	35.1	33.6	32.4

ケース②(UKSチューキUTC500)

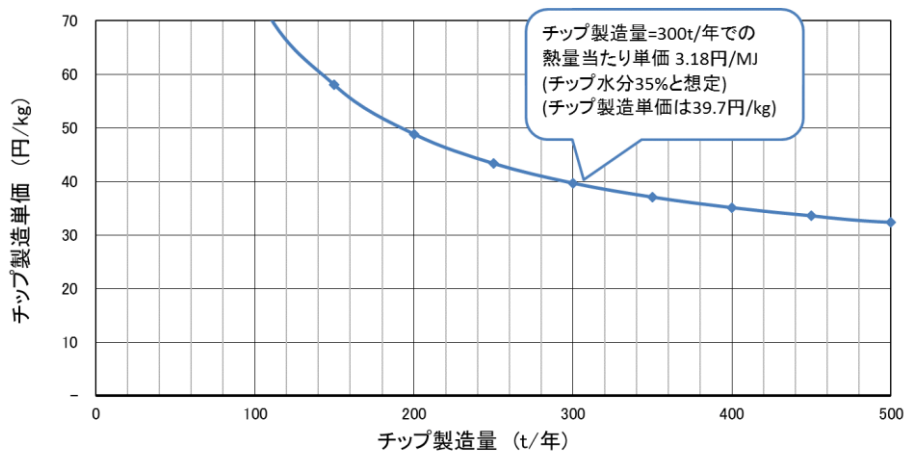


図 3-31 ケース②の燃料製造事業の経済性評価の結果

ただし、前述した間伐材や林地残材の天然乾燥を行う土場や、本工場の土地代については、ここでの経済性評価には加えない条件で試算を行っている。

3.4.10 燃料製造事業に関するコメント

以上のケース①、②におけるチップ製造単価と、既存の自走式破砕機 MC シリーズ(MC2000)によるチップ製造単価を比較すると、以下のような表になる。

表 3-52 燃料製造事業の比較

条件	チップ製造単価
ケース① ログバスター LB-405C	2.18円/MJ
ケース② UTC-500 (2N)	3.18円/MJ
MC2000 (既設) 原木調達費5,300円/m ³	1.19円/MJ

チップ製造量300 t/年における単価となる。ただし、ケース①、②での原木調達費は、0円/m³として試算を行った。また、前述したMC2000の熱量当たり単価に、ケース①、②で想定したチップ保管庫と輸送費分を加算して再計算した。

この結果より、既存の自走式破砕機 MC2000 を使用した方が、チップを安価に製造することができ、また、間伐材や林地残材などの原木に対する調達費を支払うことが可能となることも考えられる。よって、ケース①、②で検討したように、新たにチップ工場を設置するより、既存の自走式破砕機 MC2000 を使用した方が、燃料製造の事業性は良いと考えられる。ただし、これらの結果の前提として、上記の木材団地での運営や敷地などの条件や想定などをクリアする必要があり、実施時に詳細の検討を要する。なお、山陰丸和林業㈱においてもチップを製造しており、価格によって販売可能である旨、ヒアリング時に確認が取れているが、チップ水分が高く燃料として使用する際、不完全燃焼による煙や臭気発生の懸念がある。また、既存の自走式破砕機 MC2000 では、様々な原材料を破砕できるとされており、実証が必要ではあるものの、タンコロや枝葉のような低質材の将来的な利用についても検討が可能である。以上を踏まえ、本検討においては自走式破砕機 MC2000 によるチップ製造を想定することとした。

第4章 ロードマップの作成

事業化可能性調査に基づき、運動型健康増進施設、野菜生産ハウス、燃料供給事業、その他公共施設等への木質バイオマスエネルギー関連設備導入に向けたロードマップ案を作成した。先導的に運動型健康増進施設、野菜生産ハウスについて、木質バイオマスボイラーによる熱供給を行い、その他の公共施設についても随時、検討を行っていくこととし、普及拡大を進めて行く計画として提案する。

表 4-1 木質バイオマスエネルギー関連設備導入に向けたロードマップ（案）

	H29年	H30年	H31年	H32年	H33年	H34年
【燃料供給事業(薪・チップ)】						
木質燃料供給施設	事業計画作成		準備	製造開始		
【新規熱需要施設】						
運動型健康増進施設(施設A)	検討	基本・実施設計	建設工事	運用開始		
野菜ハウス(施設案B、C)	事業計画作成	基本・実施設計	建設工事	運用開始		
木質バイオマスボイラー導入	検討	基本・実施設計	建設工事	運用開始		
【既存公共施設施設】						
既存公共施設への木質バイオマスボイラー導入						検討

第5章 先進地視察等の実施

木質バイオマス資源の持続的活用による再生エネルギーの導入を図るため、町との共催で、住民意見交換会及び先進地視察を実施した。以下にその記録を示す。

5.1 先進地視察

(1) 鳥取県智頭町（薪）

鳥取県智頭町では、平成 27 年4月に智頭町温水プールの補助熱源（メインは電気温水器）として、薪ボイラー（170kW×2 基）（オーストリア製）を導入した。

智頭町では、「軽トラとチェーンソーで晩酌を！」を合言葉に、林地残材を軽トラックで運び出して販売し、その売上を原資とした地域通貨「杉小判」の流通により、地域活性化に取り組んでいる。

本事業の目的は、「智頭町木の宿場実行委員会」の自立を図り、森林整備と経済による内部循環の小さなモデルを作ること、電気代として町外に流出するお金を薪加工という副業を生むことで町に循環させることである。



図 5-1 薪の地産地消による内部循環

燃料である薪は、智頭町木の宿場実行委員会が年間 350 m³程度を供給している。

薪ボイラーを利用するにあたって着火などの作業が必要であるが、ヒアリングによれば負担は少ないとされている。一方で、薪の安定供給に関する課題がある等、ヒアリングより回答を頂いた。なお、一般的に

木質バイオマスボイラーでは開放タンクを設けて無圧化することで、ボイラー取扱い上必要となる資格取得を免れるケースが多いが、本件でも同様に対応している。

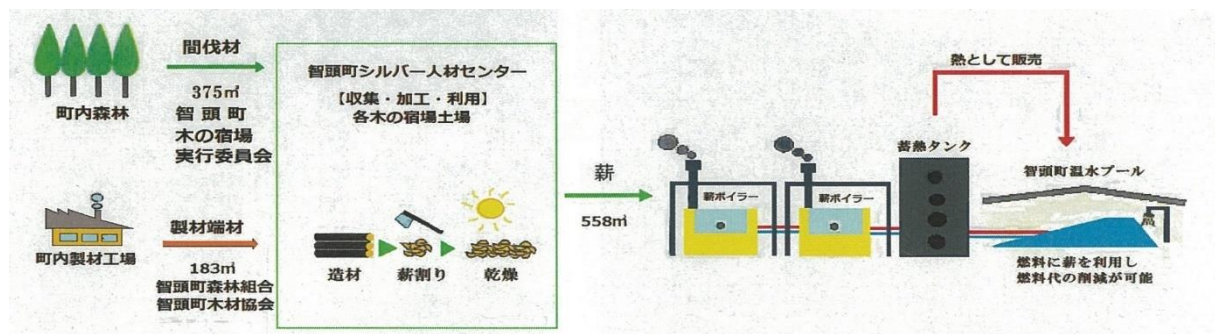


図 5-2 智頭町における薪の地産地消システムのイメージ

(2) 鳥取県若桜町（生チップ）

鳥取県若桜町では、森林資源を有効活用し、化石燃料の消費削減および温室効果ガスを排出削減することを目的とし、平成27年9月に氷ノ山高原の宿「氷太くん」の施設の補助熱源（メインは灯油ボイラー）として、木質チップボイラー(150kW×1基)(スイス製)を導入した（用途：冷暖房の熱媒や給湯、パネルヒーター）。

若桜町では木質バイオマス総合利用計画を策定し、また若桜木材協同組合がチップ用の低質材や未利用間伐材等を買取り、加工する「木質資源加工ステーション」を設置した。現在、「若桜町木質バイオマス総合利用計画」に盛り込まれた施設や町民へチップ等を安定供給（年間1400 m³程度）している。これにより、バイオマス資源に関わる町民の所得の向上や雇用の創出をはかる。また、ボイラーで使用する燃料を灯油からチップに変更することで、町外から購入する化石燃料の量を削減している。

課題としては、木質バイオマス発電の普及によるチップ価格の上昇や、設備の適切な機器容量選定や建築の設計等、ヒアリングより回答を頂いた。なお、智頭町同様、チップボイラーに開放タンクを設けて無圧化することで、ボイラー取扱い上必要となる資格取得を免れている。

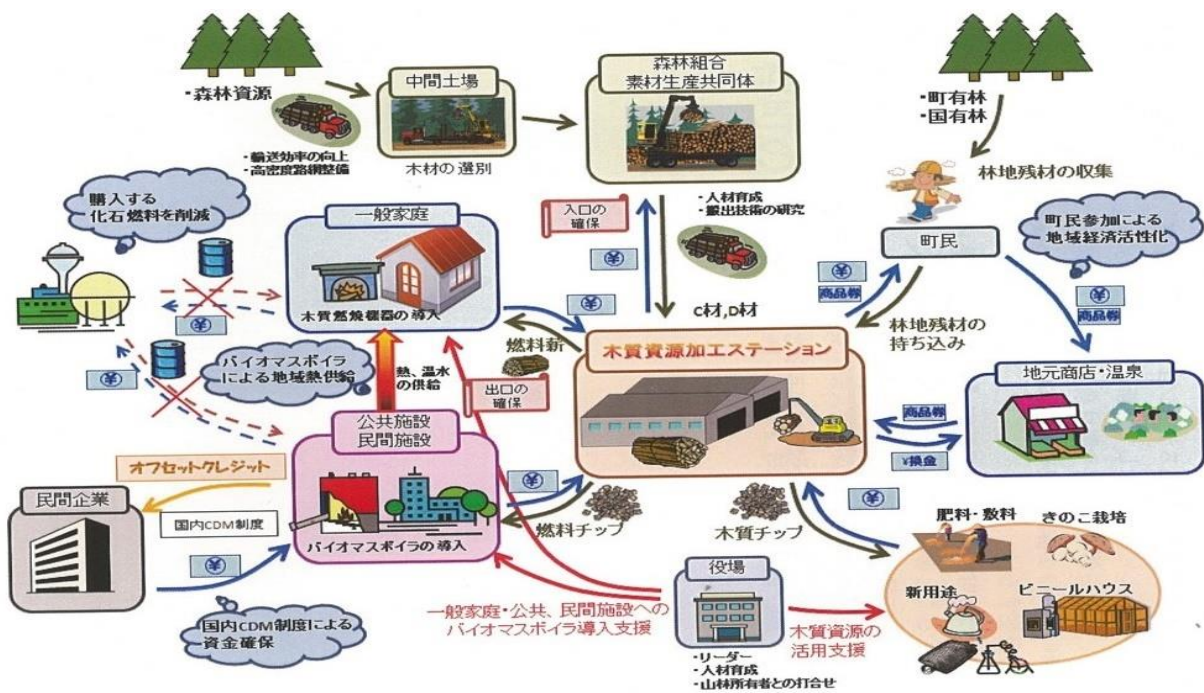


図 5-3 将来構想イメージ (若桜町)

5.2 住民意見交換会

平成 29 年 1 月 22 日に日南町民に対して上述の先進地視察報告と調査事業の進捗報告を行い、意見交換を行った。以下に主な意見、協議内容を記すが、引き続き、本事業についての住民説明が必要な状況である。また、日南町の基幹産業として林業・木材産業があり、高い意識を持った町民が多いことから、継続して議論できる場の創設を提案する。例えば、日南町持続可能な森林会議(仮称)として立上げ、豊富な森林資源を持続的に活用し、その恩恵を町民に還元することを目的に、町民への普及啓発方策や関連分野の勉強会開催、最先端分野の研究開発、町民の意向を踏まえた行政施策の検討等を進めることを提案する。

表 5-1 住民意見交換会での主な意見、協議内容

<p><木質バイオマスエネルギーの利用事業に関して></p> <ul style="list-style-type: none"> ●調査報告ではチップありきで進めるように見える。視察に参加したが、薪を進める方が良いのではないか。雇用の創出にもなる。チップボイラーの視察では維持管理に多額の費用が掛かると聞いた。町の方針としてチップで決定なのか？(住民) <p>⇒決定ということではない。ただ、夜間も熱を使用するということであれば、薪の場合、薪の投入の負担が大きい、チップの場合、自動投入が可能である。また、道の駅は防災拠点に位置付けられており、非常時の電源として木質バイオマス発電システムの検討も可能である(住民課)。</p> <p>※薪で発電するシステムはほとんどない状況(森エネ)。</p> <p>⇒今回、熱利用のみご提案させて頂いた。中国電力によれば、日南町では電力の接続容量がなく、導入するとすれば小規模の木質バイオマス発電システムになるが、現在、安心してお勧めできる発電シ</p>

システムがない状況。将来的な導入の検討は続けたほうが良いと思う(森エネ)。

⇒発電の場合、燃料の 20%が電気に、80%は熱になり、熱の利用先がなければ捨ててしまうことになる。熱も合わせて利用できると事業性が良くなる(住民)。

●1～2年間、原木を屋外に置いておけば乾くのではないか(住民)。

⇒薪として小割にすれば乾くが、原木丸太の場合はただ置いておいただけでは乾かない。栈を入れてシートを被せて半年～1年乾かせばある程度乾くかもしれないが、誰が場所を用意するのか、という問題も出てくる(住民)。

●視察に行った智頭の薪ボイラーには真っ直ぐな素性の良いものを燃料として使っている。今、林地に残っている材は曲がった材などであり、薪ボイラーに投入したら隙間ができてしまうかもしれない(住民)。チップであれば曲がった材であっても問題なくチップにすることができる(住民)。

●木質バイオマスの事業を検討するにあたっては、結局、化石燃料との比較になる。木質バイオマスの利用システムは導入費用が高いとのことだがランニングコストで収支トントンであれば良いのではないか(住民)。

●ペレットも含めて経済性に関する資料があれば住民としても参考になる(住民)。

●住民一人一人にメリットとなるような取組みにできるとよい。家庭で薪ボイラーを設置して利用すれば、豊かな生活を送れるのではないか(住民)。

⇒役場として薪ストーブやボイラーの導入費用を助成してきており、H21～28年度にかけて26件の導入実績がある。そのほとんどは薪ボイラー(役場)。

⇒智頭と同様、住民自ら材を購入する等できれば住民に還元することができるかもしれない。薪のようにエネルギーを自ら作ることは素晴らしい。高齢の方は薪を割ったりくべたりするのが場合によっては大変なので、燃料を自動で供給できるものが良いかもしれない。エネルギーを選べるようになれば良い(森エネ)。

●公共施設での燃料費等、町外に流出しているお金を町内で回るようにできればよい。コストをかけても進めて行くべきではないか(住民)。

※智頭で取り組まれている杉小判。使用履歴を記録するようになっており、最大で4回循環したと聞いた。

(役場)

●住民の意識が醸成されていない。もっと時間をかけて議論をしていくべきでは。議論する場が必要ではないか。他地域ではふるさと森林会議と題して議論する場を設けている事例もある(住民)。

⇒近々、本事業の結果を説明する機会を設けたい(役場)。

<木質バイオマスの供給に関して>

●成長量について約12万m³/年の報告があったが、学者によっては15～20万m³/年あるという話も聞く。現在、日南町の素材生産業者による素材生産量は約6万m³/年。また、(株)オロチで3.5万m³/年の素材取扱いがあり、その4割が端材になるとすれば1.4万m³/年の量が見込めるため、材は十分ある(住民)。

●燃料向けの材を6,000円/m³で購入するのか？(これでは素材生産業者が利益を上げるのは難しい)

(住民)

⇒間伐の場合、搬出コストは概ね 8,000 円/m³かかる。同じように搬出コストがかかるのであれば 6,000 円/m³の材を出すよりも 10,000 円/m³で売れる材を優先的に出す。ただ、県からの搬出補助もあり活用できるし、皆伐を進めればコストダウンできるはず。再造林が必要になるが。新しい仕組みや搬出方法についても検討していかなければならない(住民)。

⇒根元の材(タンコロ)を集めれば相当量になる(住民)。

<その他>

●成長量(m³/ha)について、数値が合わないので計算式を確認してほしい(住民)。

第6章 持続可能な木質バイオマスエネルギー事業の課題と方向性

地域振興の観点から、主に地域の森林資源を活用した熱電併給の事業化に積極的に着手する自治体もあるが、日南町の場合、系統接続容量が不足しており、民間企業が企画した発電事業については、方向転換を強いられる状況となっている。50kW 未満の発電システムであれば、太陽光発電同様、低圧での系統接続になるため可能性はある。小規模での木質バイオマス発電システムとしてはガス化発電方式が有力であり、海外から優れたシステムが導入されつつあるが国内では実証段階にあり、特に低コストで安定的に木質燃料を乾燥させられるかどうかは課題である(水分 15%程度以下)。道の駅は防災拠点としての機能も持つことから、小規模木質バイオマス発電の実証状況や技術動向については引き続き、確認・評価し検討を続ける。

当面は、先導的に公共施設への木質バイオマス熱利用システムの導入を進めることとし、持続可能な木質バイオマスエネルギー事業を展開していくにあたって、考えられる課題、対応方針を以下にまとめた。

表 6-1 課題と対応方針等

課題	対応方針等
木質バイオマス利用を含めた森林・林業・木材産業に関する意見交換の場の創設	<p>日南町の基幹産業として林業・木材産業があるが、現状、継続して議論できる場が明確に、また公式に設置されていない状況にある。</p> <p>例えば、日南町持続可能な森林会議(仮称)として立上げ、町民への普及啓発方策や関連分野の勉強会開催、最先端分野の研究開発、町民の意向を踏まえた行政施策の検討等を役割として持たせることで、持続的な取り組みのベースとすることを提案する。</p>
初期導入費の負担	<p>木質バイオマスボイラーシステムの導入費は既存の化石燃料システムと比較すると非常に高額であり、導入実施への課題となっている。システム導入にあたっては、関係省庁(環境省や林野庁等)からの補助メニューがあるが、導入条件にあった最も有利な制度を利用して、初期導入費の負担を減らすことが望ましい。</p>
木質燃料の安定的確保(量・価格)	<p>木質バイオマス利用システムの事業性に最も影響を及ぼすのが木質燃料の安定的確保である。</p> <p>木材団地での原木取扱量と本事業での必要量を比較すれば量的に大きな問題になることはないと考えられるが、事業採算が合う単価で木質燃料を調達できるかどうかは関係者と更なる検討・協議が必要である。また、持続的な供給のためには、町内の森林資源の齢級構成が伐期に達した森林が多くなっていることを考慮し、計画的な利用を行うことが重要である。</p>
木質燃料の安定的確保(質)	<p>木質燃料の水分を燃焼機器で安定的に燃やせる水準に調整できるかどうかは木質バイオマス利用システムを安定的に稼働させるう</p>

	<p>えで非常に重要である。水分調整ができない場合、不完全燃焼が生じ、煙等が発生、効率低下による採算性悪化につながる可能性もある。冬季の積雪時等、原木の水分が高くなる時期は特に注意が必要であり、水分上昇を防ぐためにシートを被せる等の対策が考えられる。また、他地域での取り組みを参考に日南町ならではの予乾燥の方法を検討していくことが望ましい。</p>
<p>木質バイオマス利用システムの運用体制</p>	<p>特に人力で投入する薪については、木質バイオマス利用システムの出力制御を人力に頼ることになるため、その運用体制(薪くべ可能な時間や人員体制等)について施設との協議が重要である。</p> <p>また、薪のみならず、自動投入が可能なチップについても、形状や水分にばらつきが生じる可能性があるため、運用後のシステムの稼働状況を確認することが重要であるし、トラブルが生じた際に即座に原因究明・対応可能な体制を構築することが望ましい。</p>

第7章 木質バイオマスエネルギーの導入計画策定

木質バイオマス資源の賦存量調査と実現可能性調査をもとに、木質バイオマスエネルギーの持続的活用による再生可能エネルギー導入計画案を以降、別紙としてまとめた。

**日南町木質バイオマス資源の持続的活用による
再生可能エネルギー導入計画
(案)**

平成 29 年 2 月

株式会社 森のエネルギー研究所

【 目 次 】

第1章 計画策定の背景と目的	- 1 -
1.1 計画策定の背景	- 1 -
1.2 計画策定の目的	- 1 -
第2章 木質バイオマス資源の利用について	- 2 -
2.1 木質バイオマスの概要説明	- 2 -
2.2 木質バイオマスエネルギーを利用することの意義	- 2 -
2.3 森林資源利用の原則（カスケード利用）	- 4 -
2.4 木質バイオマス燃料（薪、チップ、ペレット）の紹介	- 5 -
2.4.1 特徴等	- 5 -
2.4.2 製造方法とコスト、化石燃料との比較	- 9 -
2.4.3 木質バイオマスエネルギーの利用方法	- 23 -
2.4.4 木質バイオマス燃料の活用事例の紹介	- 25 -
第3章 現状と課題	- 28 -
3.1 日南町における森林、林業、木材産業の概況	- 28 -
3.2 日南町における木質バイオマスエネルギーの導入検討	- 29 -
3.2.1 運動型健康増進施設及び野菜生産ハウス	- 29 -
3.2.2 その他の公共施設	- 36 -
3.3 持続可能な木質バイオマスエネルギー事業の課題と方向性	- 40 -
第4章 設備導入に向けたロードマップ	- 42 -
第5章 資料編	- 43 -
5.1 先進地視察	- 43 -
5.2 住民説明会	- 45 -

第1章 計画策定の背景と目的

1.1 計画策定の背景

日南町は、鳥取県南西部の西端、中国山地の中央に位置し、島根県、岡山県、広島県の三県と接する人口 5,460 人の農林業を主産業とした地域である。森林面積は総面積の約 9 割を占め、森林資源に恵まれた地域である。日南町が属する日野郡の歴史は「たたら歴史」と言われるほどで、古来、たたら製鉄のための木材供給地として重要な役割を担っていた。

昨今、全国の他地域同様、高齢化、過疎化による人口減少が年々進み、地域活性化のため、産業育成による雇用創出等の対策が求められている。

日南町では、平成 23 年 12 月に日南町再生可能エネルギー利用促進条例を制定し、再生可能エネルギーとその使用の合理化を促進することにより、低炭素社会の構築と経済の活性化につなげることを目的として施策を推進している。木質バイオマスエネルギーについては、町内の民間事業者で取り組みが進んでおり、行政の取り組みとしても、現在、整備を進めている道の駅周辺施設において、導入を予定しており、詳細な検討はこれからの段階である。

1.2 計画策定の目的

本業務では、日南町での自然共生社会の実現に向け、豊かな森林資源を持続的に活かし、生物多様性の保全と地域の活性化に繋がる木質バイオマス資源の持続的活用を目的として、木質バイオマスエネルギーの導入を推進、拡大していくための事業化可能性調査を実施、再生可能エネルギー導入計画を策定する。

第2章 木質バイオマス資源の利用について

本章では、木質バイオマス資源の利用について、熱や電力などのエネルギーの視点より、木質バイオマスの概要、木質バイオマスの燃料の種類とその比較、木質エネルギーの利用方法などを説明する。また、既に木質バイオマスをエネルギーとして活用している事例の紹介も掲載する。

2.1 木質バイオマスの概要説明

木質バイオマスの「バイオマス」とは、生物資源(bio)の量(mass)を表す用語で、「再生可能な、生物由来の有機性資源(化石燃料は除く)」のことを示し、木質バイオマスとは、林業・木材産業の生産・流通過程で発生する木質資源の総称とする。具体的には、樹木の伐採等のときに発生する枝や葉等の林地残材、製材工場等から発生する樹皮や端材、おがくず等、また街路樹の剪定枝などがある。



図 2-1 林地残材



図 2-2 製材工場から発生する端材、おが屑

木質バイオマスをエネルギーとして利活用することにより、地域で消費している化石燃料の一部を木質バイオマスエネルギーで代替することが可能になる。これにより、地域外からの購入している化石燃料に対して支払い、地域外に出ている通貨の量を抑制できる。抑制できた分の通貨を地域内で循環することで、地域の活性化に繋げる。地域に存在する木質バイオマスを持続的に利活用することにより、また地域に適した仕組みを作ることにより、自然保全だけでなく、地域経済にも良い影響を与えうる社会を構築できる。

2.2 木質バイオマスエネルギーを利用することの意義

木質バイオマスエネルギーを導入することによって、林業・木材産業の振興、地球温暖化防止や山村地域の活性化や雇用促進といった多様な効果が見込まれる(表 2-1)。

木質バイオマスエネルギーの導入を検討する際には、その効果や意義を把握し、重要視する目的を明らかにする必要がある。例えば、目的が地域雇用の創出であれば、エネルギー利用にかかる収支が

良好でなくても導入を決定する場合もある。逆に、経費削減が目的であれば、エネルギー利用にかかる収支の確保は必須となり、収支結果が悪ければ、たとえ地域の雇用が確保されたとしても導入には至らないと考えられる。

したがって、木質バイオマスエネルギーを導入する目的によって事業の評価の仕方が異なってくるため、目的に優先順位をつけ、明確にし、事業を推進していくことが重要である。

表 2-1 木質バイオマスエネルギー導入の目的

導入の目的	説明
(1)地域材の有効利用による林業・木材産業の振興	今まで利用されなかった地域の木材を燃料として有効利用することにより、林業・木材産業の振興が図られる。
(2) 森林整備の促進	森林は、国土の保全や水源の涵養などの様々な機能を持っている。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整備が不可欠となる。 これらの森林整備などにより、年間約 2,000 万 m ³ (全国推計値)発生している未利用間伐材等(※)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る。
(3)地域の活性化	地域にある木質バイオマス、特に間伐材など森林由来の未利用資源をエネルギーとして利用することで、資源の収集や運搬、バイオマスエネルギー供給施設や利用施設の管理・運営など、新しい産業と雇用が創られ、地域の活性化にも貢献する。
(4)エネルギー自給率の向上	我が国は、エネルギー需要の多くを輸入した化石燃料に頼っている。エネルギー源の多様化、リスクの分散という意味からもバイオマスエネルギーの利用を広げていく必要があり、貴重な国産のエネルギー源として、利用が期待される。
(5)廃棄物の利活用による、循環型社会の形成	木質バイオマスのうち、林地残材や製材工場等残材は、利用されなければ廃棄物となる。しかし、これらがエネルギーとして有効に活用されれば、廃棄物を減らし、循環型社会の形成に役立つ。
(6)二酸化炭素の排出抑制による地球温暖化防止	森林を構成する個々の樹木等は、光合成によって大気中の二酸化炭素の吸収・固定を行っている。森林から生産される木材をエネルギーとして燃やすと二酸化炭素を発生するが、この二酸化炭素は、樹木の伐採後に森林が更新されれば、その成長の過程で再び樹木に吸収されることになる。 このように、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るため、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する。

※林野庁 木質バイオマスの発生量と利用状況(推計)

http://www.rinya.maff.go.jp/j/riyou/biomass/con_1.html

2.3 森林資源利用の原則（カスケード利用）

木質バイオマスエネルギーを利用する場合、林業・木材産業の活性化や森林整備とは切り離せないものであり、両者による森林資源循環の構築が求められる。

生物多様性保全や土砂災害防止、水源涵養機能、保健・レクリエーションといった森林の持つ多面的な機能の発揮には、森林を適正に管理する必要がある。森林から木材を搬出、加工し、利用することは林業の持続的発展や、地域の活性化に貢献し、森林資源を木材や木質バイオマス燃料等として活用することが重要となる(図 2-3)。

木質バイオマスエネルギーの利用は、カスケード利用が基本となる。カスケード利用とは、付加価値の高いものから低いものへと、それぞれの質に応じて順番に利用することで、木材の場合、製材品、合板、集成材といったマテリアル利用から始まり、これらの製造・利用過程で発生した副産物を段階的にエネルギー利用するというものである(図 2-4)。このため、木質バイオマスのエネルギー利用可能量を増やすためには、燃料用材を効率的に低コストで生産することやマテリアル利用の量を増やすことが必要となる。

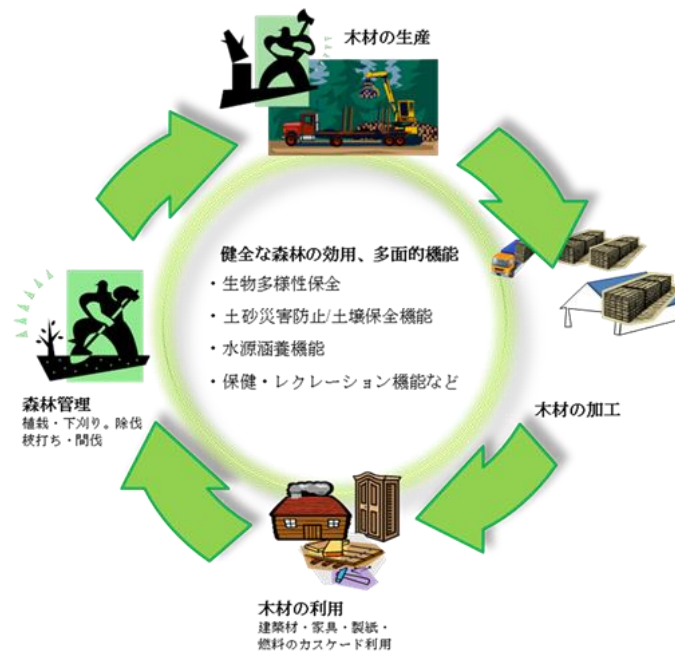


図 2-3 森林の効用と多面的機能

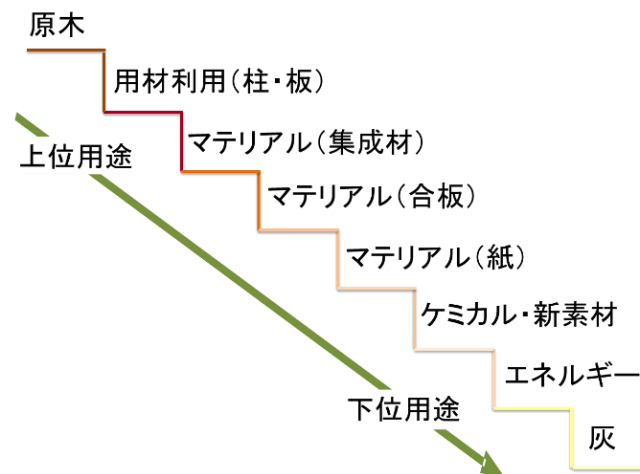


図 2-4 森林資源のカスケード利用

2.4 木質バイオマス燃料（薪、チップ、ペレット）の紹介

2.4.1 特徴等

木質バイオマス燃料の種類と特徴を表 2-2 に整理した。

薪は最も容易に製造できる燃料で、薪割り機とチェーンソーがあれば個人でも製造可能であるが、薪ボイラーでは薪の自動投入が困難なため、2 時間から 3 時間に 1 回は人力で燃料を投入する必要がある。また燃焼制御を行うことは難しいため、火力の調整などはできない機種が多い。薪の製造にあたっては、伐採したままの原木では薪として利用はできず、一定期間の乾燥を通じて水分を下げる必要がある（※メーカー推奨値は水分 20%(ウェットベース)）。

チップは、木材を破砕したものでチップパーと呼ばれる加工機で製造を行う。この時、加工機の種類によって、製造されるチップは破砕チップ(糸状)と切削チップ(方形状)の 2 種類に分けられる。チップの場合は、比較的安価に製造が可能であり、また燃料の自動投入が可能というメリットがある。一方、水分により燃焼時の熱量が変わるため、伐採してすぐの原木を使用すると高水分となり、不完全燃焼が起きやすくなる。それに対応するため、燃焼機器(チップボイラー)の初期投資額が大きくなる。

ペレットは木材を粉砕、乾燥させたものを圧縮成形したもので、製造後の水分は 10%程度まで抑えられており、取り扱いが容易なため、燃焼効率もよく、また燃焼制御も容易である。そのため、ボイラーが小型になる等のメリットがある。しかし、製造設備が複雑になるため製造コストが高くなることが多い。

また、各燃料種と木質バイオマスボイラーとの関係性を表 2-3 に、木質燃料と事業規模の適合性を図 2-5 に示す。使用する木質燃料によって、利用に適した規模、利用機器・設備が異なり、燃料の条件(用途や燃料の調達可否等)により導入システムを決定する。一般的にペレットのように、均質に加工された燃料は小型機器で利用できるが、含水率や形状にバラつきのある木材チップは、大規模な施設(産業利用や発電など)で利用されている。

表 2-2 木質バイオマス燃料の種類と特徴





	メリット	デメリット
薪 	最も容易に製造が可能。 個人でも入手・製造可能。	自動投入が困難なため、 数時間に1回人力で投入する必要。 燃焼効率を上げにくい。煙が多い。火力の調整が困難。
チップ 	比較的容易に、製造が可能。一般に化石燃料より安価。既存の製造施設を転用可能。 燃料の自動投入が可能。	水分によって熱量が大きく変動。利用機器が複雑になるため、小規模での利用は不可。長期保管困難。 燃焼機器の初期投資が高額。
ペレット 	取扱が容易→制御が容易→火力の調整が容易で小型機器でも燃焼効率がよい。 自動投入可能。 煙が少ない。 エネルギー密度が比較的高い。	専用工場の新設が必要。製造工程がやや複雑。 → 製造コストが高く手間がかかる。 燃焼機器の初期投資費用が高額。

表 2-3 木質燃料と木質バイオマスボイラーとの関係性

燃料種	(化石燃料)	チップ  (生チップ) …… (準乾燥チップ)	ペレット 	薪・木屑 
性状		木材を破砕・切削 (50%W.B.) (35%W.B.)	木材を圧縮成形 (10%W.B.)	制限少ない (30%W.B.)
燃料単価	×~△ (変動あり)	○ ~ △	△	○
初期投資	○	△ ~ ○	○	○
運転方法	自動運転 On/Off燃焼可 	自動運転 低負荷燃焼可 (急な発停に弱い) 		手動投入 定燃焼のみ 
環境影響	CO2排出あり	CO2排出なし 煙・灰の管理の必要あり		

ここで、「生チップ」と「準乾燥チップ」について説明する。

「生チップ」は伐採してすぐの原木を加工したもので、一般に 50%前後の水分を持っている。このため、製造コストは安価なもののボイラー側で安定燃焼するための機構をもつ必要があり、前述のとおり、初期投資額が大きくなることが多い。

一方で、「準乾燥チップ」というのは水分 26～35%のものを指す(表 2-4)。これは伐採した原木を一定期間天然乾燥したあとにチップ化したもので、「生チップ」に比べ製造コストが高くなる。しかし、乾燥によって燃焼しやすく、また熱量も高くなっておりボイラー側ではシンプルな機構で燃焼を行うことができる。近年では欧州から準乾燥チップ対応のボイラーの導入や取り扱いが始まっており、小規模な施設でも利用しやすい燃料として広まりつつある。

表 2-4 燃料用木質チップの品質規格

区分		水分	
		湿量基準含水率 (ウェットベース)	乾量基準含水率 (ドライベース)
生チップ	(M 55)	46～55%	83～122%
湿潤チップ	(M 45)	36～45%	55～82%
準乾燥チップ	(M 35)	26～35%	34～54%
乾燥チップ	(M 25)	25% 以下	33% 以下

木質バイオマスエネルギー利用促進協会 (制定 2014年11月13日)

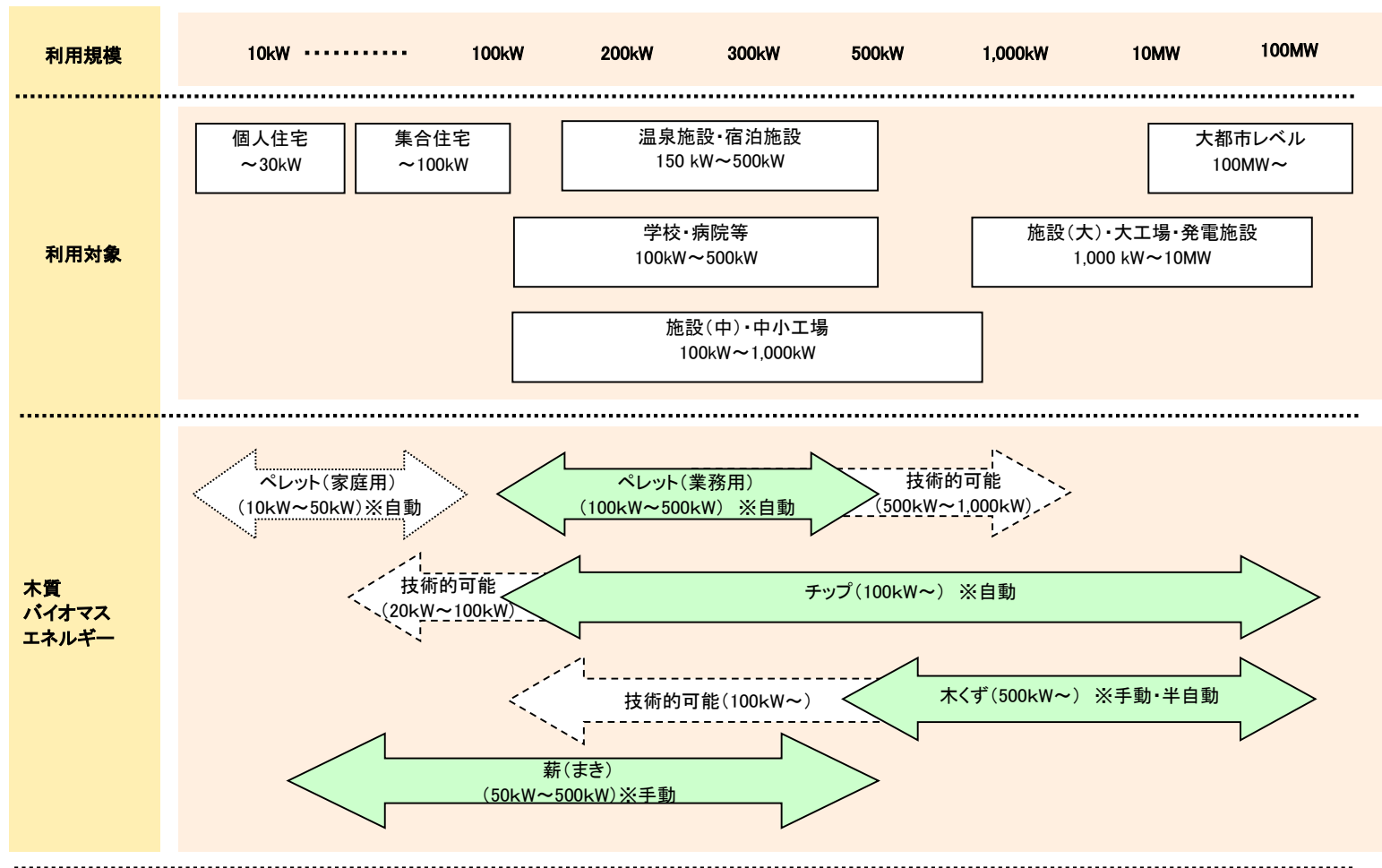


図 2-5 木質燃料と事業規模の適合性

2.4.2 製造方法とコスト、化石燃料との比較

(1) 燃料製造単価の試算の基本的な考え方

木質バイオマスボイラーの導入を検討している施設で低コストかつ安定的に木質バイオマス燃料を調達するために、木質バイオマス燃料のタイプごとに調達コストの比較検討を行う。

薪、チップ、ペレットなどの燃料を製造するためには、丸太の供給コストに加え、乾燥や破砕など加工費や輸送費などが必要である。ここでは、既設の破砕機や、木質バイオマス燃料の種別ごとに加工・保管するためのシステムや機器を想定し、コスト試算の条件とした。

また、木質バイオマス燃料の調達コストは、その製造量によって変化する。製造量については、木質バイオマス燃料種ごとに、想定した機器をもとに設定した。

◆原木調達費

いずれの燃料の場合でも、原材料購入費は素材生産における C 材(チップ用途)を想定して、素材生産コストの下限値として考えられる搬出コスト 6,000 円/m³をベースに用いることとした。なお、各種支援策を検討する、また、高値で原木を買い取った場合の施設での事業収支を検討するため、0 円/m³、3,000 円/m³、8000 円/m³での感度分析も合わせて実施した。

なお、ここでは、原木を水分 50%として 0.8t/m³として試算を行い、「生 t」と表示する。また準乾燥チップでは 35%WB まで乾燥させることになり、原木での比重が 0.77t/m³まで軽くなる¹。

木質バイオマス燃料の流通においては重量での換算や取引が比較的簡便であるため、以降の検討でも重量(t, kg)で試算を行うが、「(水分 50%WB 換算での)生 t」と「(水分 35%WB 換算での)t」と単位が異なることに注意する必要がある。ここでは生 t 当たりの原材料購入費を用いて試算した。

◆加工費

木質バイオマス燃料種は前述した薪、チップ及びペレットを想定した。このうち、薪及びペレットについては、新規に必要な機器やバイオマス加工設備を導入し、その初期投資回収やランニングコストをまかなうため、費用を加工費とする。具体的には、整備・修理費、燃料費、普通作業員賃金、点検・保守費用から算出した。

なお、チップについては、既存の破砕機(モロオカ MC2000)を活用することを想定し、薪やペレットと同様、初期費用も加味し、整備・修理費、燃料費、点検・保守費用(替刃、オイル等)などのランニングコストに合算して、試算を行った。

◆輸送費

既存研究によると 4tトラックによるチップの運搬コストは丸太換算で 1,400 円/m³(又は 1,400 円/生 t。運搬距離 15km の場合)という報告がある²。そこで本試算ではこの数値を参考に輸送費は 2,000 円/生

¹ 水分 50%の原木 1t に対し、絶乾重量は 0.5t となる。水分 35%WB の原木では、絶乾重量 0.5t が 65%に相当するので、水分 35%の原木の重量は、
 $0.5t \div 0.65 \approx 0.77t$
となる。

² 岩手県林業技術センター 木質バイオマスの利用 レポート No.172

t(=2.0 円/生 kg)とした。薪については、弊社試算値 3,000 円/薪 t(=3.0 円/薪 kg)とし、これらの輸送費をコスト試算にも適用した。

◆保管費

準乾燥チップを利用する場合には、伐採したての原木をそのままチップへ加工するのではなく、一定期間の天然乾燥での保管が必要となる。この原木の積み込み・保管管理などの作業労務を保管費として 2,000 円/生 t を見込むものとする。薪についても、同様に天然乾燥を行うものとし、保管費として 2,000 円/t を見込み、試算を行った。

(2) 薪製造

薪の製造工程では、原木を玉切りし、燃焼機器で使用する長さの丸太状にしてから、薪割り機で小割りにする(長さ 1m 以下、直径 16 cm 程度以上の場合には半割)。薪が乾燥または半乾きの状態で、水分 30～35%程度以下であれば、薪ボイラーの燃料として使用できるため、製造前に乾燥を行うことは不要であり、製造人員と薪製造機が確保できれば製造できる。薪の製造には、初期投資として表 2-6、

表 2-7 に示したような機器等が必要となる。

薪製造原価の大半を占めるのは労務費・原木代・薪割り機の燃料費であり、製造量が少なくても多くてもそれほど燃料製造原価は変わらない。試算前提条件を表 2-5 に、図 2-6 に薪製造コストを示した。

薪を年間 214t 製造する場合にかかるコストは、原木調達費 6,000 円/m³の場合、38.7 円/kg (WB30%, ユーザー着価格)となったが、薪利用の重要な点は、低コストに始められることであり、既存のもの(チェーンソーや重機など汎用品)を出来る限り選択し、加工や輸送をすることが肝要である。

表 2-5 薪製造での試算前提条件

	項目	数値	単位	備考
資本費関連	総事業費	13,990	千円	概算費用
	補助率	33%		想定値
	減価償却年数	8	年	木材又は木製品(家具を除く。)製造業用設備の耐用年数を適用
運転維持関連	定格製造量(実材積)	2	m ³ /人日	想定値
	換算係数(実材積⇒30%WB重量)	0.5	t/m ³	想定値
	稼働日数	200	日/年	想定値
	薪製造体制	2	人	想定値
	原木かさ比重	0.8	t/m ³	想定値
	原材料水分	50%	WB	想定値
	薪水分	30%	WB	舗装土場等で乾燥
	燃料費	1.0	円/kg	薪製造量あたり
	維持管理費率	2%		対イニシャルコスト
	維持管理費	280	千円/年	対イニシャルコスト
	一般管理費	10%		対人件費
人件費	12	千円/t(円/日)	想定値	

表 2-6 薪製造システムのイニシャルコスト（税抜）

項目			費用	
建築工事	プレハブ	簡易事務所、機器等格納	1,500	千円
	舗装工事	100m ²	1,000	千円
機械設備工事	薪割り機	1台	690	千円
	チェーンソー	2台	300	千円
車両	トラック	3tユニック	6,000	千円
	フォークリフト		2,000	千円
備品	トラックスケール		1,500	千円
	薪ラック		500	千円
	その他備品	水分計、鉋、掃除道具等	500	千円
合計			13,990	千円

表 2-7 薪製造に必要な機器類

バックホウ (+グラブソー) (1台)	薪割り機 (1台)	フォークリフト (1台)	クレーン付きトラック (1台)
			
丸太の積み降ろし・移動 丸太の玉切り	補助リフト付き 長さ1mまで対応	薪を積んだパレットの移動	薪の配送、現場での積み降ろし
パレット (必要数)	ハンドリフト (利用先×1台)	水分計測器、クレーンスケール (各1個)	チェーンソー (2~3台)
			
薪の積載(このまま乾燥、 配送)	ボイラー利用先での薪の 移動	原木および薪の水分測定、 重量測定	丸太の玉切り(40cm薪用)、 その他加工用

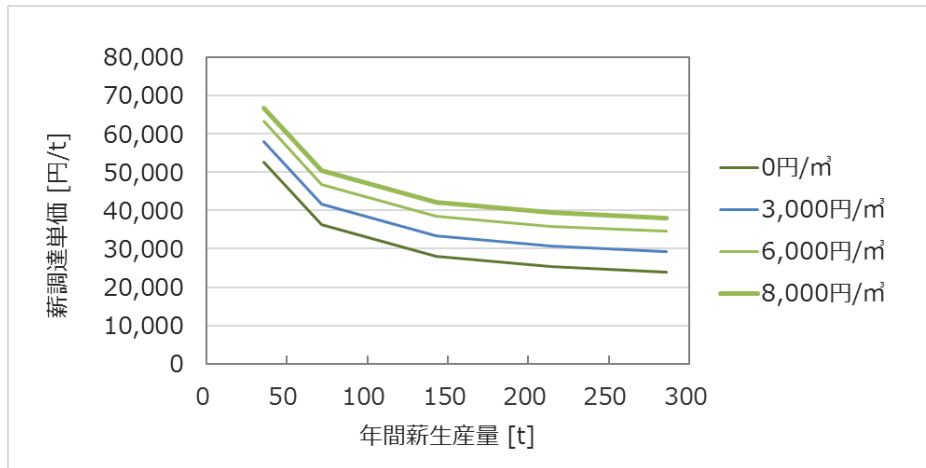


図 2-6 原木調達費別の薪製造単価の感度分析

表 2-8 薪製造単価の試算結果

(原木 6,000 円/m³の場合)

薪製造量(t/年)	36	71	143	214	286
間伐材の必要量(t/年)	50	100	200	300	400
間伐材の必要量(m ³ /年)	63	125	250	375	500
支出(以下全て単位は千円)					
資本費関連計	1,172	1,172	1,172	1,172	1,172
減価償却費	1,172	1,172	1,172	1,172	1,172
運転維持費関連計	907	1,815	3,629	5,444	7,257
直接人件費	429	858	1,715	2,572	3,429
燃料費	36	71	143	214	286
維持管理費	25	50	100	150	200
一般管理費	43	86	172	258	343
原料調達コスト	375	750	1,500	2,250	3,000
支出計	2,079	2,987	4,801	6,616	8,429

薪製造原価(円/kg)	58.2	41.8	33.6	30.9	29.5
薪輸送費+乾燥費(円/kg)	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
薪調達単価(円/kg:輸送費込,税抜)	63.2	46.8	38.6	35.9	34.5
消費税(円/kg)	5.1	3.7	3.1	2.9	2.8
薪調達単価(円/kg:輸送費込,税込)	68.3	50.6	41.7	38.7	37.3

(3) チップ製造

チップ製造機器の選定は、チップの形状と、チップをどこで製造するかによって決まる。チップは、破碎チップと切削チップの2種類の形状がある。各々のチップの写真を表 2-9 に示す。一般にチップ燃焼機器では、燃料搬送部分で詰まる恐れがあるため、チップの形状が整った、搬送性の高い切削チップを使用して自動供給を行うことが望ましい。

また、チップ製造機器では、固定式と移動式があり、利用形態・製造場所によって選定される。本試算では、既存の自走式破碎機 MC シリーズの MC2000 を使用することを想定する。MC2000 の標準仕様を以下に示す(表 2-10)。

表 2-9 破碎チップと切削チップ

	破碎チップ	切削チップ
形態	 <p>細長い繊維状</p>	 <p>薄い方形状</p>

表 2-10 MC2000 機器仕様

項目	単位	仕様
型式	-	MC-2000(諸岡社)
外観	-	
運転重量	kg	11,600
機械本体長	mm	5,120
機械本体幅	mm	2,400
機械本体高	mm	2,730
エンジン名称	-	三菱6M60-TLE3A
総排気量	cc	7,545
出力/回転数	kW/min-1	145/2,100
ゴムクローラ幅	mm	600
ベルトコンベア幅×長さ	mm	600X3,500
ホッパー高×径	mm	1,300X1,800
走行速度	km/h	0~3
チップ種類と形状	-	破碎チップ/切削チップ (糸状) / (方形状)

本項では、日南町におけるチップ生産規模を、供給可能量をもとに考慮し、チップの製造コストの試算を行った。試算条件を表 2-11、試算結果を図 2-7 に各々示す(薪と同様、原木調達費を 0 円/m³、3,000 円/m³、6,000 円/m³、8,000 円/m³とした)。なお、チップは、準乾燥チップ(詳細は後述)を想定し、輸送費と保管費を各々2,000 円/t を加算することとした。

チップの製造単価は、前述の通り、新規に破砕機を導入することとし、初期費用に、破砕機の保守費や人件費などの費用と、原木調達費(0 円/m³~8,000 円/m³)と前述の輸送費と保管費を加算した数値より試算した。試算結果の一例として、原木調達費が 6,000 円/m³のとき、準乾燥チップ製造単価は約 24,400 円/t(チップ製造量 200t/年)となる。

表 2-11 チップ製造での試算前提条件

項目	数値	単位
資本費関連	建設費(破砕機)	18,000 千円
	建設費(建屋)	0 千円
	補助率	33 %
	減価償却年数(破砕機)	8 年
	残存価額	— %
	固定資産税	— %
	減価償却年数(建屋)	— 年
運転維持関連	定格製造量	17.7 m ³ /h(チップ)
	定格運転日数	250 日/年
	定格運転時間	6 時間/日
	年間定格生産量	6.638 t/年
	原材料含水率	50 %(WB)
	チップ含水率	35 %(WB)(舗装土場等で乾燥)
	人件費	2,000 円/人・h
	人員数	1.0 人
	維持管理費	3660 円/h(カッター交換等)

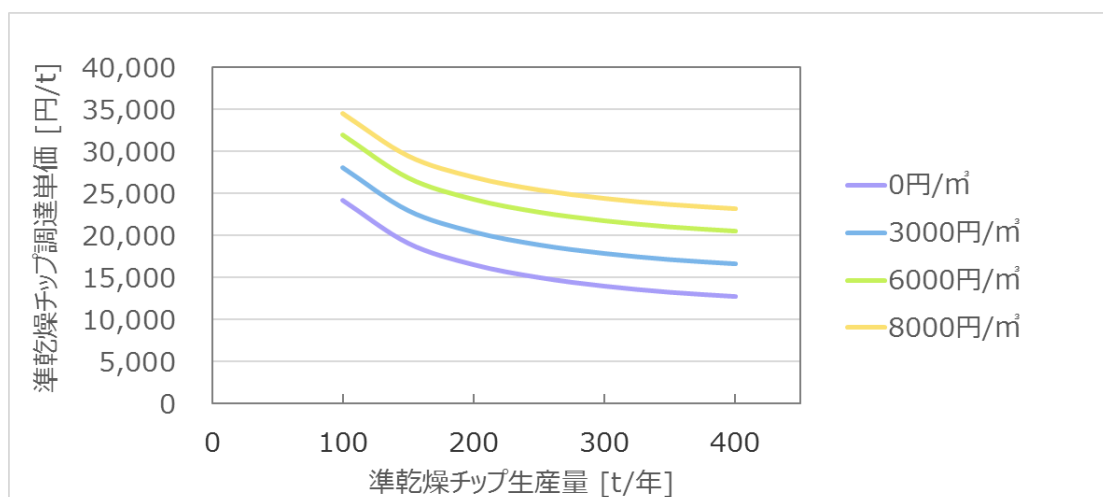


図 2-7 原木調達費別の準乾燥チップ調達単価の感度分析

表 2-12 チップ製造単価の試算結果（原木 6,000 円/m³の場合）

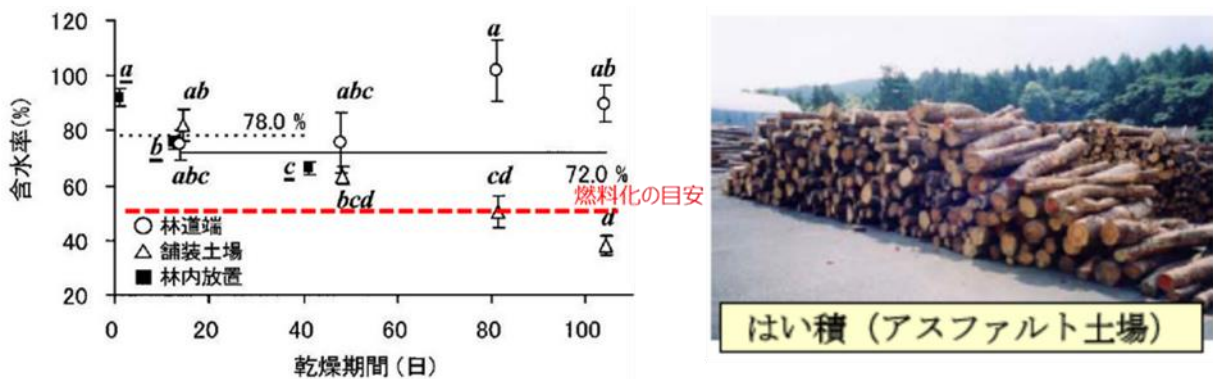
準乾燥チップ製造量(35%WB)	(準乾燥チップt(35%WB)/年)	100	150	200	250	300	350	400
生チップ製造量(50%WB)	(生チップt(50%WB)/年)	130	195	260	325	390	455	520
生チップ製造量(生チップm ³)	(生チップm ³ /年)	520	780	1,040	1,300	1,560	1,820	2,080
原木必要量	(原木m ³ /年)	217	325	433	542	650	758	867
上記の製造に必要な年間チップパー稼働時間(h/年)	(k)	38	56	75	94	113	132	151
機械購入価格(千円)	(a)	12,060	12,060	12,060	12,060	12,060	12,060	12,060
耐用年数(年)	(b)0	8	8	8	8	8	8	8
年間作業日数(日)	(b)1	7	10	13	16	19	22	26
1日あたり実働時間(時間)	(b)2	6	6	6	6	6	6	6
整備費・修理費計算用年間稼働時間	(c)	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000
整備・修理費率	(d)1	0	0	0	0	0	0	0
整備・修理費(年間)	(d)2	0	0	0	0	0	0	0
燃料(電気)消費量(L(Kw)/h)	(e)	14	14	14	14	14	14	14
燃料(電気)単価	(f)	100	100	100	100	100	100	100
普通作業人数(人)	(i)	1	1	1	1	1	1	1
人件費(円/時)	(j)	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000
減価償却費(円/年)	(a)/(b)0*1,000	1,507,500	1,507,500	1,507,500	1,507,500	1,507,500	1,507,500	1,507,500
整備・修理費(円/年)	(a)*(d)1/(c)*(k)	88,576	132,864	177,153	221,441	265,729	310,017	354,305
直接費 燃料費(円/年)	(e)*(f)*(k)	54,143	81,215	108,286	135,358	162,429	189,501	216,573
普通作業員賃金(円/年)	(i)*(j)*(b)1	112,000	160,000	208,000	256,000	304,000	352,000	416,000
替刃、オイル等費用(円/年)		0	122,787	184,181	245,574	306,968	368,362	429,755
原木調達費用(円/年)		0	0	0	0	0	0	0
点検・保守費用(円/年)		0	14,840	22,260	29,680	37,100	44,520	51,940
年間経費合計		0	1,899,847	2,088,020	2,276,193	2,464,366	2,652,540	2,840,713
生トン(50%WB)当たり経費	円/生 t		14,614	10,708	8,755	7,583	6,801	6,243
原木調達価格(円/t)		0	14,614	10,708	8,755	7,583	6,801	6,243
	3,750	17,614	13,708	11,755	10,583	9,801	9,243	
	7,500	20,614	16,708	14,755	13,583	12,801	12,243	
	10,000	22,614	18,708	16,755	15,583	14,801	14,243	
輸送費	円/生 t		2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000
保管費	円/生 t		2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000
準乾燥チップ調達単価 原木調達価格(円/t)別		0	24,174	19,101	16,564	15,042	14,028	13,303
	3,750	28,070	22,997	20,461	18,939	17,924	17,199	
	7,500	31,966	26,893	24,357	22,835	21,820	21,095	
	10,000	34,564	29,491	26,954	25,432	24,417	23,693	

※準乾燥チップの製造について

準乾燥チップとは、伐採した直後の原木が水分 50%以上となるのに対し、天然乾燥など乾燥工程を経て 35%ほどに水分を落としたチップを示す。その場合には、通常、保管場所を確保しそこに原木を野積みして一定期間の乾燥をする必要がある。

過去の文献では、舗装土場に 80 日間ほど乾燥することで、乾量基準 50%(湿量基準 33%)に到達する。なお、鳥取県庁へのヒアリングによれば、県内でも自然乾燥を実施している事業者があり、夏季に土場に置いて乾燥させることが重要であるとされている。別の事業者へのヒアリングによれば、乾燥に重要なことは、日当たり・風通しであり、例えば、斜面に接近している場所だと乾きにくい等、局所的な要素があり、乾燥させる場所の選定は重要である。また、地表面が土かコンクリートかによっても、栈を入れて地表面から原木を離し空気の通り道を作るかどうかによっても乾燥度合いは異なってくる。

仮に、チップを 200t 利用する場合、余裕を持って 180 日ほど乾燥するとすれば、常に 180 日分である 100t(150 m³)を保管する必要がある。従って、原木の極積みと同じくらいの作業エリアが必要とすると、積高 1.5m とすると 200 m³程度の保管スペースが必要となる。以下に、中山間地域における森林バイオマス資源の有効利用技術開発事業での調査結果(高知県立森林技術センター 2009 年)を示す。



なお、準乾燥チップの製造コスト試算では、前述のとおり、既設のチップパーMC2000を導入した場合で試算を行った。準乾燥チップでは、保管費として 2,000 円/生 t がさらに必要となるため、チップ単価は生チップのそれに対して保管費 2,000 円/生 t を加算したものとなる。

(4) ペレット製造

ペレットは木質バイオマス燃料の中でも、最も製造工程が複雑であり、プラントを建設する場合は大規模な設備が必要となる。実際の設備を参考にして、全国的に多く導入されている規模である定格製造量 1t/h を想定し、経済性試算を行った。試算の前提条件を表 2-13 に、結果を図 2-10 に示す(薪及びチップ同様、原木調達費を 0 円/m³(加工費と輸送費のみ)、3,000 円/m³、6,000 円/m³、8,000 円/m³とした)。

ペレットの製造単価の試算では、ペレット製造施設の建設を想定しているため、年間原木加工量(ペレット製造量)が少ない場合は、その単価は大きくなる。一方、年間ペレット生産量が多くなると、製造単価が下がってくる。また、原木調達費が高くなると、製造単価も高くなる。例えば、原木調達費が 6,000 円/m³のとき、年間ペレット生産量が約 1,200t であった場合、ペレットの調達単価は、約 58,200 円/t(58.2 円/kg)となる。

※トレファクションペレットの紹介

トレファクションとは半炭化と呼ばれ、比較的低温で木質バイオマスを炭化させることで、通常の炭化より熱量を大幅に残すことができる。ペレット化することで木質チップ燃料に比べて容積が減少し、輸送効率等も向上する。現在、技術実証が進みつつあり、商用化が望まれる。



図 2-8 トレファクションペレットの外観



図 2-9 トレファクションペレットの製造

【出典】アジアバイオマスオフィス HP https://www.asiabiomass.jp/topics/1607_02.html

表 2-13 ペレット製造での試算前提条件

項目	数値	単位
資本費関連	建設費(プラント一式)	216,000 千円
	建設費(建屋)	50,000 千円
	補助率	33 %
	減価償却年数(プラント)	8 年
	残存価額	0 %
	固定資産税	1.4 %
	減価償却年数(建屋)	38 年
運転維持関連	定格製造量	1 t/h
	定格運転日数	250 日/年
	定格運転時間	7 時間/日
	年間定格生産量	1400 t/年
	原材料含水率	50 %(WB)
	ペレット含水率	10 %(WB)
	原料乾燥機効率	65 %
	製造歩留まり	80 %
	電力料金	13.7 円/kWh
	電力消費量	316 kWh/ペレットt
	人件費	3,000 千円/人
	人員数	2.5 人
	維持管理費	6 %/年対設備設置費
	土地代	0 千円
	一般管理費	20 %(対人件費)

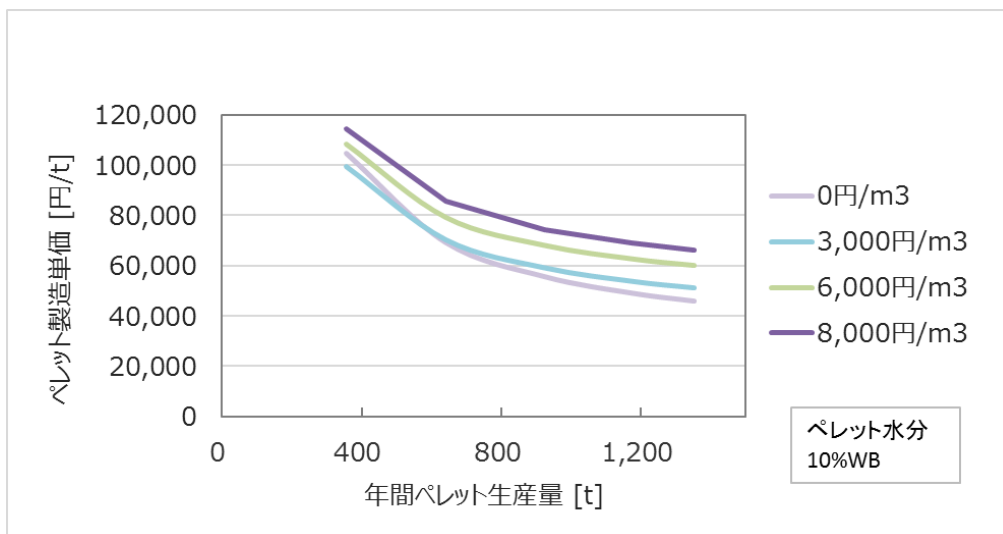


図 2-10 原木調達費別のペレット製造単価の感度分析

表 2-14 ペレット製造単価の試算結果（原木 6,000 円/m³の場合）

ペレット製造量(t/年)	356	640	924	1,173	1,351	400
原木消費量(m ³ /年)	1,000	1,800	2,600	3,300	3,800	900
年間稼働日数	63	114	165	210	241	71
■資本費関連計(補助あり)	15,850	15,850	15,850	15,850	15,850	15,850
減価償却費(プラント)	13,500	13,500	13,500	13,500	13,500	13,500
減価償却費(建屋)	658	658	658	658	658	658
平均固定資産税	1,692	1,692	1,692	1,692	1,692	1,692
■運転維持費関連計	19,167	29,944	40,720	50,149	56,884	19,501
直接人件費	1,905	3,429	4,952	6,286	7,238	2,143
土地代	0	0	0	0	0	0
電気料金	7,235	8,465	9,695	10,771	11,540	7,427
維持管理費	3,291	5,925	8,558	10,862	12,507	3,703
一般管理費	381	686	991	1,258	1,448	429
その他費用	356	640	924	1,173	1,351	400
原料調達費	6,000	10,800	15,600	19,800	22,800	5,400
支出計	35,017	45,794	56,570	65,999	72,734	35,351
ペレット製造原価(円/kg)	98.5	71.6	61.2	56.2	53.8	88.4
ペレット販売量(t/年)	356	640	924	1,173	1,351	400
ペレット配送費用(円/kg)	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
消費税8%(円/kg)	8.0	5.9	5.1	4.7	4.5	7.2
ペレット着原価(円/kg)	108.5	79.4	68.2	62.9	60.3	97.6

(5) 木質バイオマス燃料の製造コストのまとめ

以上の検討を踏まえ、薪、チップ（準乾燥チップ）、ペレットのそれぞれについて、製造コストから熱量当たりの単価を算出した。薪の場合、薪割り機1台で製造できる薪製造量200t/年で、チップの場合、熱需要側で必要となるチップ生産量200t/年で、またペレットの場合、1t/hの能力を持つペレット製造施設を想定し1,200t/年のペレット製造量で、各々単価を算出し、その単価を各々の燃料の発熱量(低位発熱量)で除して、熱量当たりの単価(円/kWh)を求めた。これらを灯油(低位発熱量は9.69MJ/L)のエネルギー単価（60円/L～100円/L）と比較した（図2-11、表2-15）。

木質燃料の熱量当たり単価が最も安価だったのが準乾燥チップであった。準乾燥チップでは、200t/年生産、原木調達価格6,000円/m³の場合、熱量当たり単価が灯油約70円/L弱、原木調達価格3,000円/m³の場合灯油60円/Lを下回った。この水準においてはある程度のメリットが見込めると考えられる。ペレットでは、原木調達費が0円/m³でも、熱量当たり単価が灯油100円/Lを上回っており、メリットが出ないと考えられた。

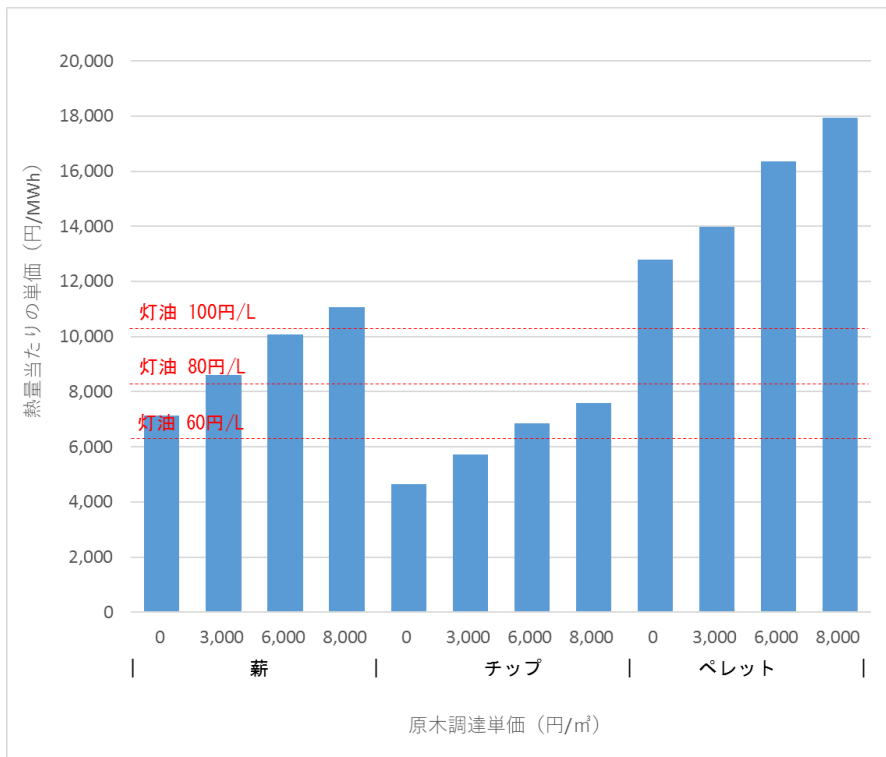


図 2-11 熱量当たり単価の比較 (木質燃料種・原木調達費別)



図 2-12 灯油単価

【引用】石油情報センター、給油所小売価格調査(灯油)※消費税を除く

表 2-15 木質燃料種及び原木調達費別の条件と熱量当たり単価

燃料種	原木調達費 円/m ³	単価 円/t	熱量当たり単価 円/MWh	発熱量 MWh/t	備考
薪 水分30%WB	0	25,400	7,135	3.56	薪製造量 約200t/年
	3,000	30,600	8,596		
	6,000	35,900	10,084		
	8,000	39,400	11,067		
チップ 水分35%WB	0	16,500	4,635	3.26	チップ製造量 約200t/年
	3,000	20,400	5,730		
	6,000	24,400	6,854		
	8,000	27,000	7,584		
ペレット 水分10%WB	0	45,500	12,781	4.78	ペレット製造量 約1,200t/年
	3,000	49,800	13,989		
	6,000	58,200	16,348		
	8,000	63,900	17,949		

(6) MC2000 破砕機を使用したときのチップ

本試算では、現在、既存の自走式破砕機 MC2000 を活用し、現在行っているバークの破砕に加えて、間伐材のチップ化を行うことを想定している。チップ化では、本破砕機に切削用のカッター刃を取り付け、切削チップを製造し、付加価値を上げて、チップボイラーに適した燃料を供給する。本破砕機で製造される破砕チップと切削チップの写真を以下に添付する。



図 2-13 MC2000 による破碎チップ



図 2-14 MC2000 による切削チップ

なお、本破碎機で製造される切削チップ等に関する特徴は以下のとおりである。

- ①切削チップとピンチップの中間のような形状。切削チップのように均一なスクウェアにはならない。
- ②処理能力は通常の刃(三角刃)の 1.5～2 倍程度になる。
- ③切削刃は 10 時間程度で研磨が必要。
- ④バークは砂がついていることが多く、刃の摩耗が早くなる。
- ⑤蔓や繊維状のものもある程度、破碎が可能。

2.4.3 木質バイオマスエネルギーの利用方法

木質燃料の種類(薪・チップ・ペレット等)によるエネルギー利用方法を記載する。燃料の種類により、適した利用規模や利用方法があり、また一方で、計画施設で調達できる燃料等を考慮し、適切な燃料を選択する必要がある。

- 【薪】 小規模、熱利用向き。(家庭や温泉施設など)
- 【生チップ】 大規模、熱および発電利用向き。(温泉施設や工場、発電施設など)
- 【湿潤チップ】 中規模の熱利用、中・大規模の発電利用向き。(同上)
- 【準乾燥チップ】 小・中規模の熱利用、中規模の発電利用向き。(同上)
- 【乾燥チップ】 小規模、発電利用向き。(同上)
- 【ペレット】 小規模、熱利用向き。(家庭や事務所や温泉施設など)

木質バイオマスエネルギーは、コスト削減や地球温暖化対策等から導入が進んでおり、熱(給湯、冷暖房)や電力を使用する施設は導入できる可能性がある。木質バイオマスの形態(薪・チップ・ペレット等)やエネルギー変換方式(燃焼・ガス化・液化)によって多様な利用形態(暖房、給湯、冷房、発電、動力機関)がある(図 2-15)。

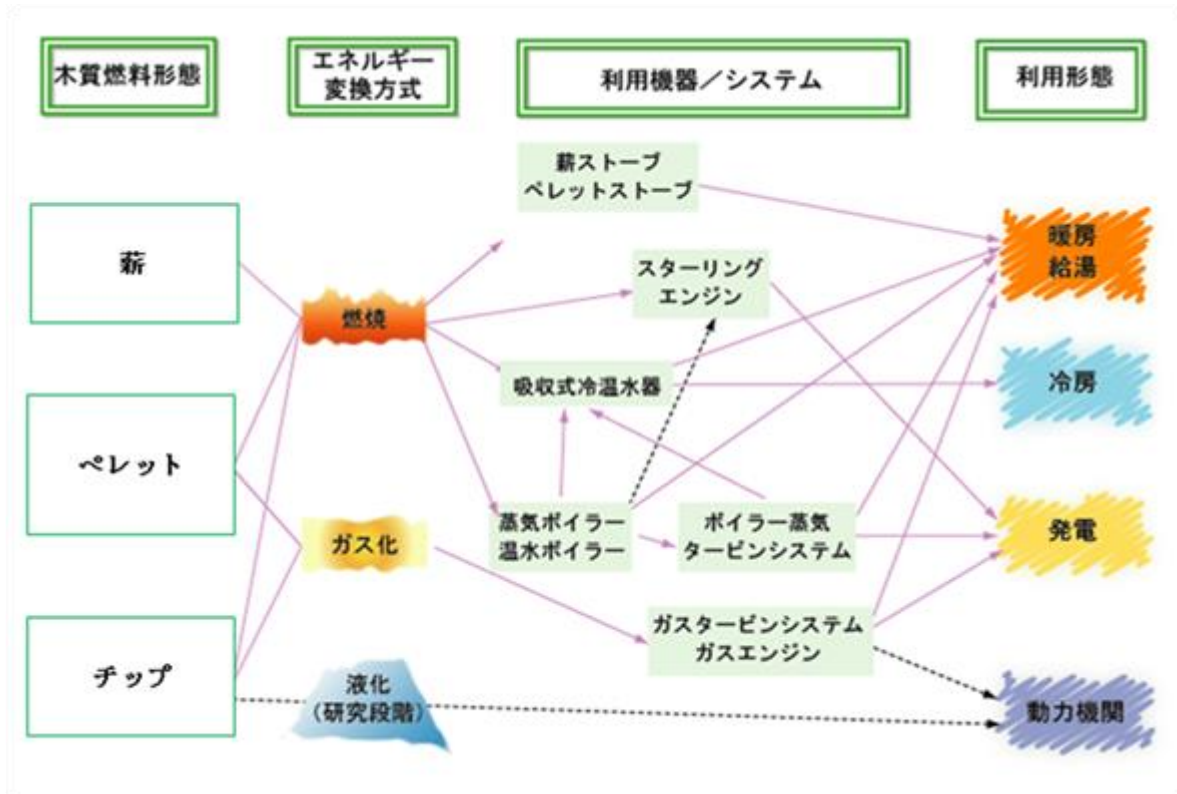


図 2-15 木質バイオマス燃料の形態による利用方法事例

※破線は実証段階のもの

※スターリングエンジン

密閉された空間内にある気体を、加熱、冷却によって膨張・収縮させ、出力を取り出す仕組みを持ったエンジン。発電出力 50kW程度以下で温泉施設や研究用に導入されている。

NPO 日本スターリングエンジン普及協会ウェブサイト <http://www.eco-stirling.com/about-se.html>

※吸収式冷温水器

吸収液(例えば、臭化リチウム水溶液)に冷媒(例えば水)の蒸気を吸収させる吸収器と、吸収液から冷媒の蒸気を取り出す再生器と、この取り出された冷媒を凝縮させる凝縮器と、凝縮された冷媒を蒸発させて熱交換を行う蒸発器を備えたシステムにより冷水を製造して冷房を行い、暖房については再生器からの蒸気を直接蒸発器に送って温水を製造して行う。冷暖房を行う設備に導入実績が多く普及している。

※ボイラー蒸気タービンシステム

ボイラーで蒸気を製造し、蒸気を持つ熱エネルギーから、羽根車の回転を介して動力を取り出す原動機を蒸気タービンといい、蒸気タービンに発電機を連結させて、発電・熱利用するシステム。1000kWe～数万 kWe で導入されており、木質バイオマス発電で採用されることが多い。自家発電を行う大規模な工場、発電所への導入実績がある。

※ガスエンジン

ガスを燃料として駆動するエンジン。発電出力 2,000kWe 以下での導入が多い。温浴施設や福祉施設において導入実績があるが、実証段階にあり広く普及はしていない。

※ガスタービンシステム

ガスタービンとは、燃焼によって得られた高温のガスを膨張させてタービンを回すことにより動力を得る装置で、これに発電機を連結させれば、発電も可能。研究開発・実証段階であり、木質バイオマス発電における導入事例は少ない。

公益社団法人 日本ガスタービン学会ウェブページ <http://park.itc.u-tokyo.ac.jp/jetlab/gtsj/>

2.4.4 木質バイオマス燃料の活用事例の紹介

これまで記述した木質バイオマス燃料のうち、先進地視察の対象とした薪、生チップ以外について、活用事例の事業概要や特徴、メリット・デメリット等を紹介する。

(1) 準乾燥チップ

福井県あわら市と坂井市三国町では、「あわら三国木質バイオマスエネルギーを活用したモデル地域づくり推進事業」において、旅館やホテルなどに、木質チップボイラーやストーブを導入した。導入した木質チップボイラーは、300kW×2基(オーストリア製)(平成28年5月運転)、120kW×2基(オーストリア製)(平成27年12月運転)等で、現在使用している化石燃料系ボイラーと置き換えて、シャワー・給湯に利用するほか、暖房の熱源などとして活用している。

燃料である切削チップは、坂井森林組合の「WOODバイオマスセンターさかい」で生産し、供給している。チップの原料となるC材(直径24cm以内)は、同センターに隣接したヤードで樹皮をはがして乾燥後、チップ化される。

本事業の利点としては、木材資源の有効活用、森林整備の促進、地域雇用、CO₂の排出削減、観光客の集客、林業の6次化、エネルギーコスト削減である(同協議会のホームページ(<http://morimori-biomass.jp/business/>)より)。今後、熱供給事業を行う会社が設立され、電気と同じように、熱を上記の旅館やホテルに販売するビジネスが行われる予定である。



● ボイラ・ストーブ導入実績一覧

【木質チップボイラ】
 ・グランディア芳泉
 ・三国観光ホテル
 ・あわら温泉美松



・グランディア芳泉
 メーカー:巴南舎(日本)
 製品名:ENEH-Q200A
 出力率:200KW



・三国観光ホテル
 メーカー:KBH社製(オーストリア)
 製品名:マルチファイア
 出力率:240KW(20KW×2台)



・あわら温泉美松
 メーカー:KBH社製(オーストリア)
 製品名:パワーファイア
 出力率:900KW(300KW×2台)

図 2-16 準乾燥チップ活用事例の事業概要 (福井県あわら市・坂井市)

(2) ペレット

新潟県柏崎市では、市内民間企業が平成23年4月より木質ペレット工場(年間2,000t規模、原料は間伐材)を稼働しており、宿泊施設やプール、温泉などに木質ペレットを供給している。

本事業のポイントは以下の3点であるが、特に市内のみに需要先をこだわらず、近隣市町村とも連携して市内外へ営業、短期でペレットの需要先を創出、スケールメリットを活かす形で事業展開していることにある。ペレットはその他の燃料と比較し、質の高い燃料であるが製造工程が複雑でコストがかかるため、事業採算性を確保するためには、柏崎市同様、事業規模拡大によりコスト低減する必要がある。

- ① 近隣自治体と連携した出入口の整備
 - ・出口を先に作る(連携する森林組合の範囲を目安)
 - ・市町村域を超えた施設運用と連携での事業推進
- ② 民間資本の活用と柔軟な発想
 - 燃料コスト削減による民間資本の活用
 - 全天候型システム、灰の農地還元
- ③ 情報収集を行い、全国の事例から学ぶ
(柏崎市役所資料より)

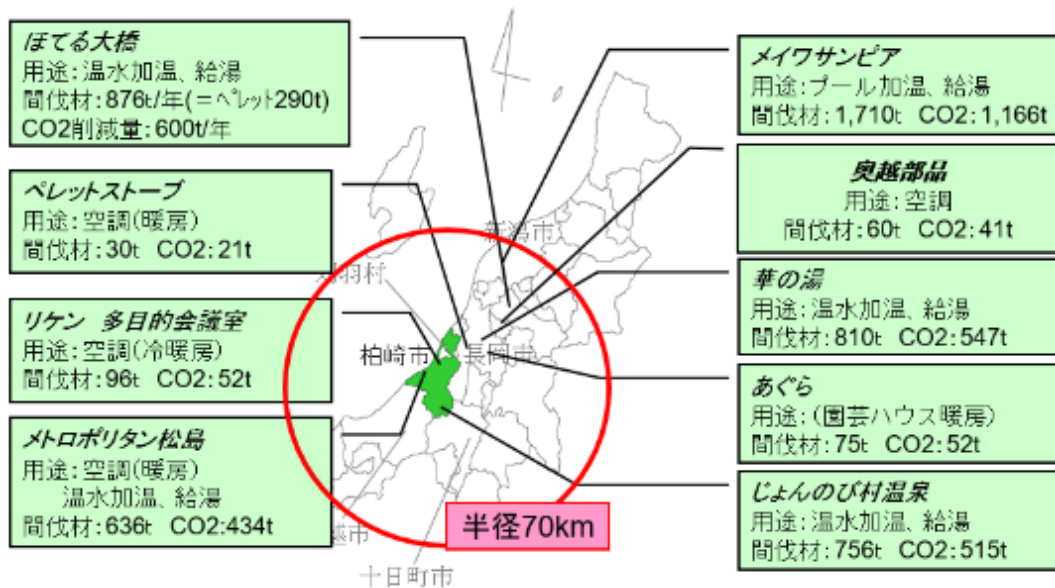


図 2-17 間伐材利用数量と CO2 削減量 (H26 年 3 月末現在)

第3章 現状と課題

3.1 日南町における森林、林業、木材産業の概況

町内の森林賦存量は 835 万 m^3 であり、森林成長による利用可能量は 117,920 m^3 と推計された。また、日南町木材加工団地では、(株)米子木材市場、(株)オロチ、日南町森林組合、山陰丸和林業(株)が事業を営んでおり、年間約 95,000 m^3 の原木取扱量がある。



図 3-1 木材団地概要

山陰丸和林業(株)では C 材を中心に年間 2 万 m^3 程度調達しており、製紙用およびバイオマス用にチップを出荷している。また、(株)米子木材市場では年間取扱量4万 m^3 ほどであり、直材のほか曲り材やしみ材といったバイオマス用途にも活用できる材の入荷もある。日南町森林組合での年間取扱量は 3 万 m^3 程度で樹皮を剥いて(株)オロチへ供給している。これら木材団地に入荷する材のうち木質バイオマス材として対象となるのは材質、価格面で C 材であるが、既存の用途があるため、別途、新規需要分を追加で供給しなければならない。

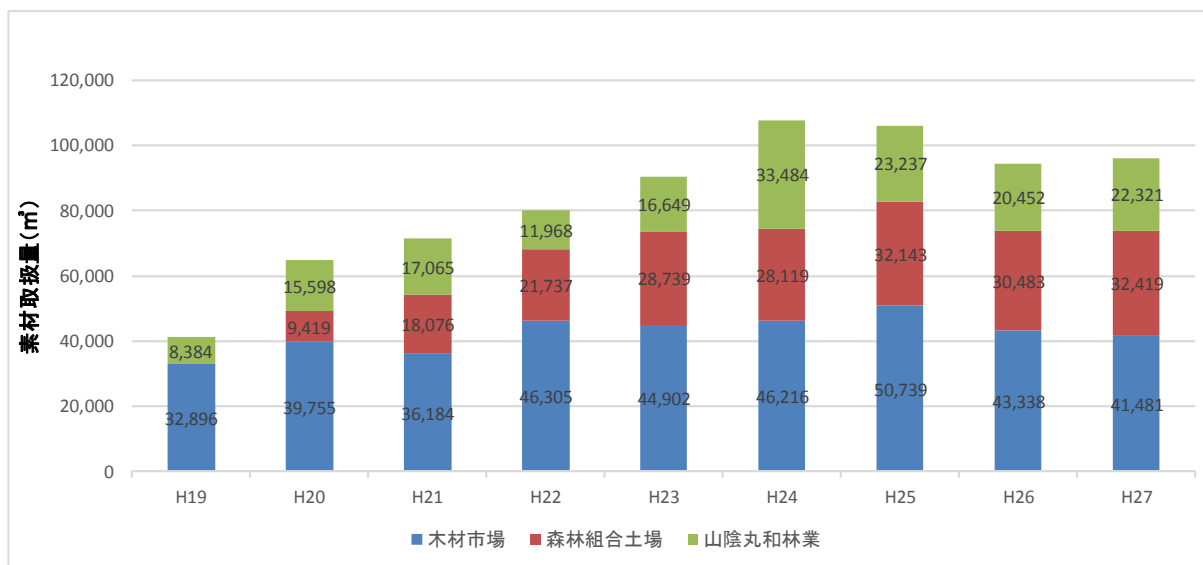


図 3-2 木材団地での木材取扱量の推移

3. 2 日南町における木質バイオマスエネルギーの導入検討

3. 2. 1 運動型健康増進施設及び野菜生産ハウス

木質バイオマスエネルギーの導入施設及び関連施設として検討している運動型健康増進施設の候補地は、「道の駅 にちなん日野川の郷」の敷地内として想定した。ここに野菜生産ハウスも併設すると、昼は主に運動型健康増進施設への熱供給、夜は野菜生産ハウスへの熱供給を行うことによりバイオマスボイラーの利用率を高め、事業採算性の向上が期待できる。さらに、道の駅では冬から早春にかけて販売できる地元野菜がなくなるため、冬期の野菜生産ハウスによる野菜の生産は道の駅の物品販売やレストラン経営を活性化し、地元住民へのサービスや地域外からの集客に寄与することが期待できる。加えて、野菜の梱包や輸送費の削減ができ、収穫などの労務にかかる人件費も道の駅の労働力と兼用できるなら互いの人件費の削減につながる可能性もある。

ただし、今回の事業候補地での野菜生産ハウス事業化は、施設面積規模も限られ、また、販売量も多くは望めず、さらに、年間日照時間が少なく、冬期の積雪量も考慮しなくてはならないなど、厳しい条件下にある。よって、生産物の単価が高くなるような工夫、すなわち、野菜の価値を高める栽培方法やブランド化なども検討しておく必要がある。ひとつの案としては、運動型健康増進施設と販売所(道の駅)に併設されるので、「健康」、「新鮮」をテーマにして、健康に良いとされるリコピン濃度が高い高糖度なトマト等を検討しても良いと考えられた。また、少ない日照時間でも安定的に生産できるよう人工光による養液栽培を検討するのが良いと思われる。

以上の理由により野菜事業の経済性も考慮した施設案を以下に記す。採用する木質バイオマスボイラーについては、運動型健康増進施設とハウス加温に利用するため、昼夜連続運転になることや、野菜生産ハウスの暖房において、急激な外気温の変化にもなるべく対応させたいので、熱出力の制御がしやすいチップボイラーを採用する案とした。

施設案A: 運動型健康増進施設

幅16m 奥行31m 一部2階建て(プール部以外)

地下室 機械室

1階 温水プール、更衣室、事務室、施設案C

2階 トレーニング室などの多目的ルーム 幅16m 奥行20m

施設案B: 太陽光利用野菜栽培ハウス

幅24m 奥行40m(約10 a) 棟高3m程度(鳥取県で栽培に適した作物を想定)

積雪量を考慮し、大屋根型1棟

施設案C: 運動型健康増進施設内に人工光利用野菜栽培ハウス

幅16m 奥行11m LED利用の養液栽培 葉物栽培

ボイラー施設: 木質チップボイラー(準乾燥チップ使用) ※地下機械室に設置

施設案A(運動型健康増進施設)のプール加温、給湯、暖房用

施設案B(太陽光利用野菜栽培ハウス)の暖房、養液加温用

以下に上記の各施設の配置図案を示す。

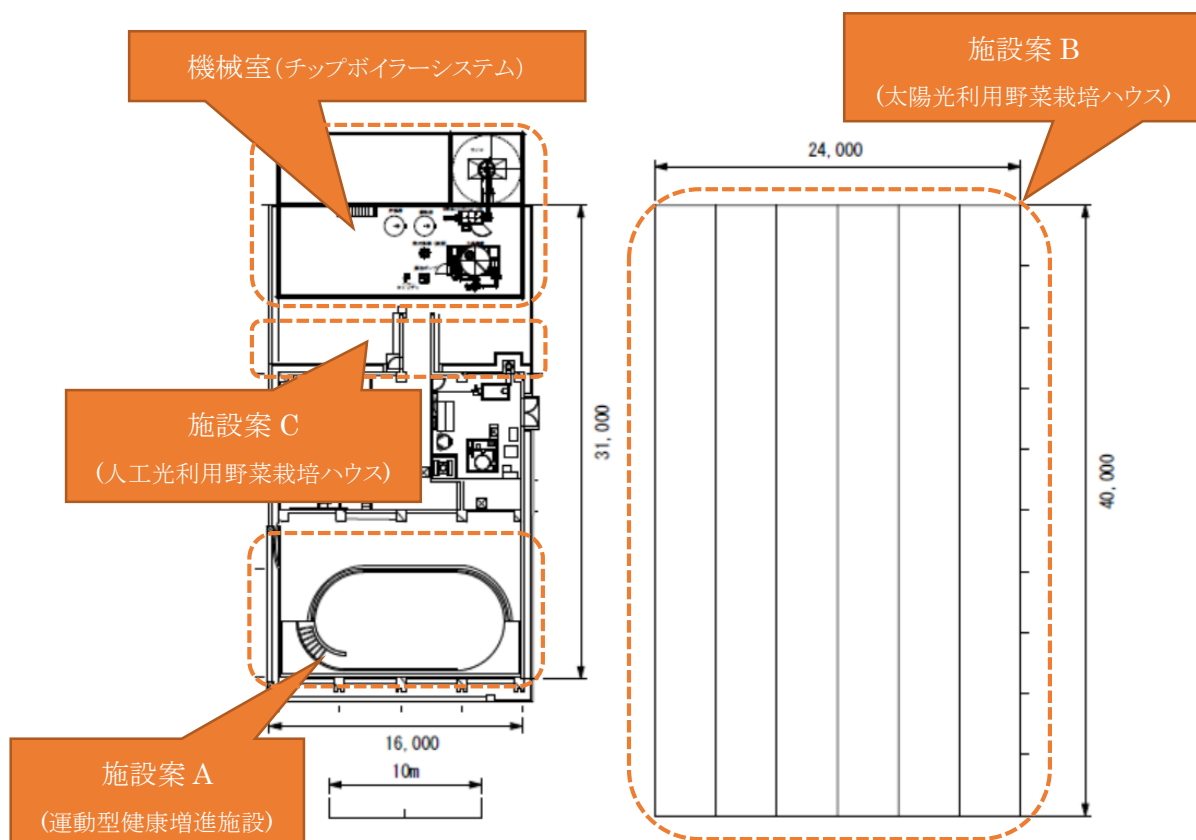


図 3-3 各施設の配置案

(1) 野菜生産ハウス栽培について

野菜栽培ハウスの設置場所(案)は農地ではないため、土耕栽培はできない。よって、養液栽培を検討することにする。養液栽培において12月から5月にかけて出荷可能な野菜の種類と生育適正温度などを下記に記載する。

分類	作物	昼気温(°C)		夜気温(°C)		地温(°C)		
		最高限界	適温	適温	最低限界	最高限界	適温	最低限界
果菜類 (実物)	キュウリ	35	28~23	15~10	8	25	20~18	13
	ナス	35	28~23	18~13	10	25	20~18	13
	トマト	35	25~20	13~8	5	25	20~15	13
	ピーマン(パプリカ)	35	30~25	20~15	12	25	20~18	13
	イチゴ	30	23~18	10~5	3	25	18~15	13
葉菜類 (葉物)	レタス類(リーフレタス)	25	20~15		8			
	ホウレンソウ	25	20~15		8			
	ミツバ	25	20~15		8			

※品種などで適温範囲は異なる

※生育適温度は熊本県 HP を参照 http://cyber.pref.kumamoto.jp/chisan/one_html3/pub/default.aspx?c_id=18

※葉菜類も地温は適温に保つほうが良い

図 3-4 養液施設栽培において冬季収穫可能な主な野菜と生育適温度


上記の野菜類はイチゴを除き、適温を保ち日射量が確保できれば周年で栽培可能であるが、特に日射量が不足する12月、1月の管理は難しく、収穫量や品質に大きく影響を与えるため、補助人工光などの設置や炭酸ガス発生装置など、複合環境制御装置を利用して安定した生産ができるようにする必要がある。また、気象条件が厳しい状況では温度を保つための燃料費は大きくなり、事業収支に影響を与えるため、省エネルギー対策や細かい温度制御も必要となる。

太陽光利用野菜栽培ハウスの設備費は、下図のように積雪地帯向け対候性ハウス本体価格が約1,900万円/10aである。環境制御装置や養液栽培システムは、栽培方式や栽培する野菜によっていろいろある。栽培技術や野菜の品種に合わせて、全てセットとして販売されているものから、自らの栽培ノウハウを用いて一部自作する方法などもある。一例として「北海道における養液栽培パッケージモデル(太陽光利用型)平成26年9月」(<http://www.pref.hokkaido.lg.jp/ns/nsk/syoutyu.pdf>)では、葉菜類の栽培用ではあるが300坪(10a相当)の場合、2重空気膜ハウス+環境制御装置等が3,000万円、養液栽培システムが600万円とある。2重空気膜ハウスは、下記の図の高機能フィルムを用いた高軒高の温室相当と思われるので約1,500万円とすると、環境制御装置等は1,500万円、養液栽培システムは600万円である。よって合計で10aあたり4,000万円程度となるが、実際には採算を考え、設備費を抑える工夫が必要である。

また、リーフレタスの栽培(約500株/日)を想定した人工光利用型野菜栽培設備は約200㎡の設備で6,000万円程度(建屋は別。メーカーへのヒアリングによる)である。

20. 農業用温室の価格が高い一因

- 日本では、簡易なパイプハウスが多いものの、台風や大雪、地震など、地域の気象条件に対応して強度を高めた温室の整備が進められており、地域によって温室の構造や価格が異なる。
- 施主（農家）のニーズに応え、耐久性の高い資材（例：曇りにくいフィルム等）が開発されているほか、施主の農地で収益を最大化できるよう、農地の大きさや形状に合わせて温室の仕様をオーダーメイドで決定するが多い。

<p>パイプハウス</p>  <p>普及しているパイプハウス (耐風速:29m/s、耐雪荷重16kg/m² 本体価格:約500万円/10a)</p>  <p>強度を高めたパイプハウス (耐風速:37m/s、耐雪荷重27kg/m²、 本体価格:約600万円/10a)</p> <p><small>参考:ハウスメーカーカタログ、事業実績等</small></p>	<p>耐候性ハウス</p>  <p>台風常襲地帯向けの耐候性ハウス (軽量鉄骨、連棟型) (耐風速:50m/s、耐雪荷重27kg/m² 本体価格:約1,200万円/10a)</p>  <p>積雪地帯向けの耐候性ハウス (軽量鉄骨、単棟型) (耐風速:35m/s、耐雪荷重50kg/m²、 本体価格:約1,900万円/10a)</p>	<p>ガラス温室</p>  <p>軒高5mのガラス温室(鉄骨、連棟型) (耐風速:50m/s、耐雪荷重25kg/m² 本体価格:約2,300万円/10a)</p> <p>高機能フィルムを用いた高軒高の温室</p>  <p>10年張り替えが不要なフィルムを用いた軒高6m の温室(軽量鉄骨、連棟型) (耐風速:39m/s、耐雪荷重20kg/m² 本体価格:約1,500万円/10a)</p>
--	---	--

31

農林水産省「施設園芸をめぐる情勢」平成28年6月より

(http://www.maff.go.jp/j/seisan/ryutu/engei/sisetsu/pdf/jyousei_5.pdf)

図 3-5 農業用温室の価格

(2) 各施設の熱需要の試算

運動型健康増進施設と太陽光利用野菜栽培ハウスの熱需要を推計した結果、510MWh/年であった。以下に想定した熱需要パターンを示すが、急な来場者の増加等を考慮し、300kW前後をピークの負荷と考え、熱供給システムは以下の3システムについて概算事業費をを検討した。

1. ハイブリッドシステム(チップボイラー120kW×2+灯油ボイラー349kW)
2. チップボイラーシステム(300+120kW)
3. 灯油ボイラーシステム(349kW)

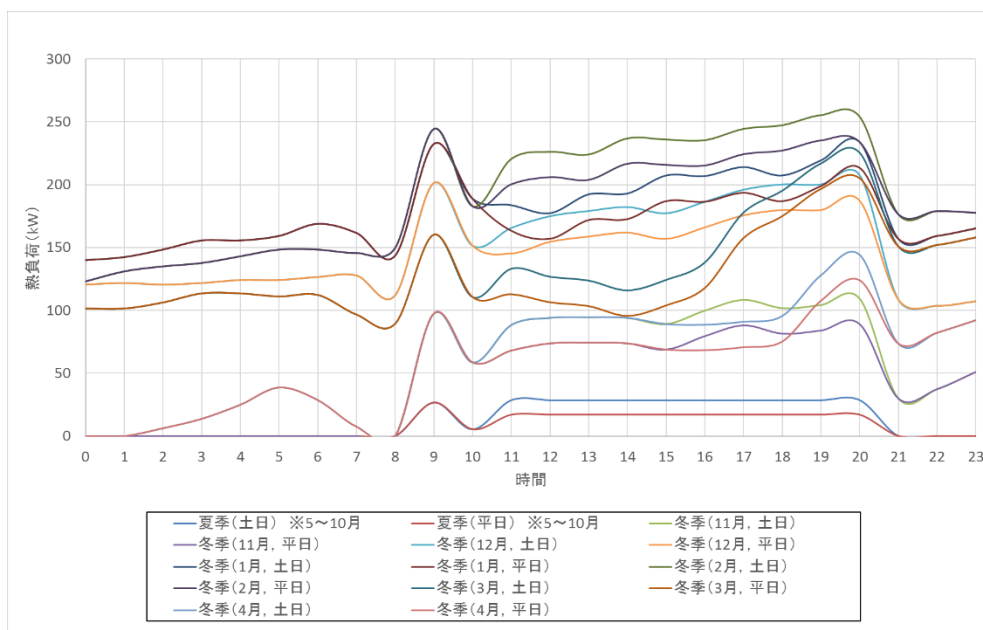


図 3-6 熱需要（運動型健康増進施設+野菜生産ハウス）

表 3-1 熱供給システムの概算事業費の比較

（運動型健康増進施設および野菜生産ハウスへの熱供給設備）

項目	ハイブリッド (チップ 120kW × 2 台+灯油 349kW)	チップボイラー (300+120kW)	灯油ボイラー (349kW)
①建築工事	60,000	60,000	30,000
②電気工事	5,000	5,000	2,500
③機械設備工事	31,200	30,500	10,900
機器設備工事			
④直接工事費合計(①+②+③)	96,200	95,500	43,400
⑤共通費(④×0.25)	24,050	23,875	10,850
⑥総額(税抜, ④+⑤)	120,250	119,375	54,250
⑦消費税(⑥×0.08)	9,620	9,550	4,340
総額(税込, ⑥+⑦)	129,870	128,925	58,590

(3) チップボイラー事業の経済性及び環境性評価

これまでの検討結果を基に上記 3 システム導入による経済性及び環境性(CO₂ 排出削減効果)について評価を行った。想定される準乾燥チップの価格 24.4 円/kg の場合、売熱単価 13 円/kWh (灯油 101 円/L 相当) でランニングコスト収支は黒字となった。現状、灯油単価は約 83 円/L であることから、同等の熱単価である 11 円/kWh 時では赤字となってしまう。熱の利用者としては燃料費を既存システムと比較して負担することになるが、機器のメンテナンス費用等は熱供給事業者側で負担することになるので、その分、メリットは創出される。また、全国他地域で取り組まれている木野駅プロジェクトのように、例えば原木の調達コスト 3,000 円/m³について搬出補助を出すような支援ができれば、チップの調達価格が下がり(この場合チップ単価 20.4 円/kg)、採算性は向上する。

CO₂ 排出削減効果についてはハイブリッドシステムで 147t-CO₂/年、チップボイラーシステムで 163t-CO₂/年を見込むことができる。

表 3-2 試算条件 (運動型健康増進施設及び野菜生産ハウス)

項目	値
175 MWh/年	熱需要(運動型健康増進施設)
335 MWh/年	熱需要(野菜生産ハウス)
82.7 円/L	化石燃料単価(税抜)
50%	補助率
31 年	耐用年数(鉄骨鉄筋コンクリート造・鉄筋コンクリート造のもので公衆浴場用のものを適用)
13 年	耐用年数(浴場業用設備を適用)
35% WB	チップ水分
3.25 MWh/t	低位発熱量(準乾燥チップ)
24.4 千円/t	チップ価格(35% w.b.)
2 千円/h	人件費単価
38 h/月	従事時間
12 月/年	従事日数
1%	灰分
40 千円/t	灰の処理単価
0.5%	トータルコストに対する消耗品費の割合
2.49 kgCO ₂ /L	CO ₂ 排出係数(灯油)

表 3-3 経済性及び環境性の試算結果（ハイブリッドシステム）

項目		単位	値									
システム		—	ハイブリッドシステム (チップ120kW×2+灯油349kW)									
施設熱需要		MWh/年	510									
化石燃料代替率		%	90%									
灯油単価		円/L	82.7	82.7	82.7	82.7	82.7	82.7	82.7	82.7	82.7	
チップ単価		円/kg	20.4	20.4	20.4	24.4	24.4	24.4	27.0	27.0	27.0	
売熱単価		千円/MWh	11	12	13	11	12	13	11	12	13	
売熱単価(灯油単価相当)		千円/kL	85	93	101	85	93	101	85	93	101	
熱供給量(チップボイラー)		MWh/年	459	459	459	459	459	459	459	459	459	
熱供給量(灯油ボイラー)		MWh/年	51	51	51	51	51	51	51	51	51	
熱販売量		MWh/年	510	510	510	510	510	510	510	510	510	
事業費	補助前(税抜)	建築工事	千円	75,000	75,000	75,000	75,000	75,000	75,000	75,000	75,000	75,000
		電気・機械設備工事	千円	45,250	45,250	45,250	45,250	45,250	45,250	45,250	45,250	45,250
	補助後(税抜)	建築工事	千円	37,500	37,500	37,500	37,500	37,500	37,500	37,500	37,500	37,500
		電気・機械設備工事	千円	22,625	22,625	22,625	22,625	22,625	22,625	22,625	22,625	22,625
バイオマス燃料消費量		t/年	176	176	176	176	176	176	176	176	176	
化石燃料消費量		kL/年	7	7	7	7	7	7	7	7	7	
《支出》												
項目		単位	値									
固定費	減価償却費		千円/年	2,950	2,950	2,950	2,950	2,950	2,950	2,950	2,950	
	バイオマス調達費		千円/年	3,598	3,598	3,598	4,303	4,303	4,303	4,762	4,762	
変動費	化石燃料調達費		千円/年	543	543	543	543	543	543	543	543	
	人件費		千円/年	912	912	912	912	912	912	912	912	
	維持管理費		千円/年	400	400	400	400	400	400	400	400	
	灰処理費		千円/年	46	46	46	46	46	46	46	46	
	ばい煙測定費		千円/年	0	0	0	0	0	0	0	0	
支出合計(①,変動費のみ)		千円/年	5,499	5,499	5,499	6,204	6,204	6,204	6,663	6,663	6,663	
支出合計(①)		千円/年	8,449	8,449	8,449	9,154	9,154	9,154	9,613	9,613	9,613	
《収入》												
項目		単位	値									
売熱費(健康増進施設&野菜生産ハウス)		千円/年	5,605	6,114	6,624	5,605	6,114	6,624	5,605	6,114	6,624	
収入合計(②)		千円/年	5,605	6,114	6,624	5,605	6,114	6,624	5,605	6,114	6,624	
《まとめ》												
項目		単位	値									
年間収支(②-①) ※減価償却費を含む		千円/年	-2,844	-2,335	-1,825	-3,550	-3,040	-2,531	-4,008	-3,499	-2,989	
③ランニングコスト収支(②-①)		千円/年	106	615	1,125	-600	-90	419	-1,058	-549	-39	
CO2排出削減量		t-CO2/年	147	147	147	147	147	147	147	147	147	
バイオマス調達費採算分岐点		円/kg	4.3	7.2	10.1	4.3	7.2	10.1	4.3	7.2	10.1	

3.2.2 その他の公共施設

町内での木質バイオマスエネルギーの更なる活用のため、その他の公共施設についても有望と考えられる施設を抽出し、木質バイオマスボイラー導入による事業性、環境性評価を行った。

調査の結果、日南病院では施設運用者の木質バイオマス事業の検討意向があることがわかった。また、既存の温水ボイラーは設置後約 10 年、冷温水器は約 20 年経過しており、設備更新の時期に差し掛かっている。事業候補地については、施設関係者を含めた協議が必要であるが、新たに木質バイオマスボイラー等、関連設備を格納する建屋の設置候補場所もある。さらに、公共施設の中で最も燃料使用量・熱負荷が大きいことから、他の公共施設と比較しても木質バイオマスボイラーの導入によるメリットが得やすいと考えられた。以上を踏まえ、本項では日南病院を有望施設とし木質バイオマスボイラー導入事業の概略検討を行うこととした。

なお、前段の検討同様、本施設でも昼夜連続運転になることを踏まえ、木質燃料の自動投入が可能なチップボイラーの導入を想定し、以降の検討を行うこととした。

(1) チップボイラーメーカー及び機種の見直し

施設では灯油ボイラー、冷温水発生機を熱源として給湯、冷暖房用に熱供給しており、給湯需要は年中あり、推計した結果、3 用途の中で熱需要が最も大きかったことから、この部分をチップボイラーにより代替するとして以降の検討を行った。

まず、施設の熱負荷を既往の関連資料を参考に推計した結果、早朝の加温負荷が大きく、厳寒期の 2 月の熱負荷パターンでは 6 時に 145kW の熱需要が推計された(図 3-7)。一方で、木質バイオマスボイラーはその燃料の特性上、低負荷に対する熱供給を長時間継続して運転することが難しく、定格出力の 3 割程度が下限値とされている。最も低い夏季の負荷は 30~40kW と考えられるため、本施設については、120kW のチップボイラーを 2 台導入し、低負荷及び急激なピーク負荷にも熱供給できると考えられたシステムを導入することとした。

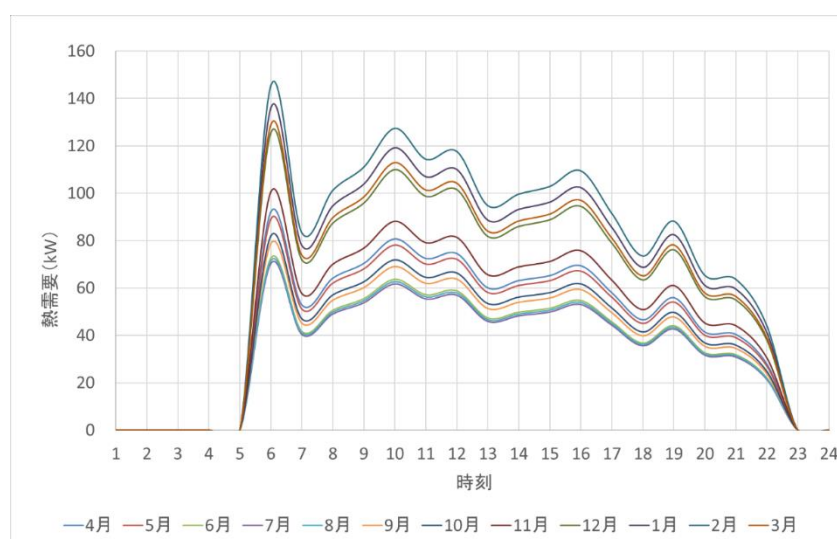


図 3-7 熱負荷パターン (日南病院、給湯)

(2) チップボイラーシステムの仕様検討及び概算事業費の検討

チップボイラーシステムの平面図イメージを図 3-8 に、概算事業費を表 3-4 に示す。概して木質バイオマスボイラーは化石燃料ボイラーと比較し、急激な熱負荷への応答が難しいため、蓄熱タンクを設置し対応することとする。付帯設備も含めると約 70 m²の機械室が必要と考えられた。チップサイロを半地下に設置し、チップの安定供給やシステムの効率向上のため、熱供給システムで生産された熱を施設に販売することで収益を上げる仕組みを採用し、事業採算性を検討することとした。なお、機械室の設置場所についてはいくつか設置できそうなスペースがあるが、施設管理者との協議が必要である。

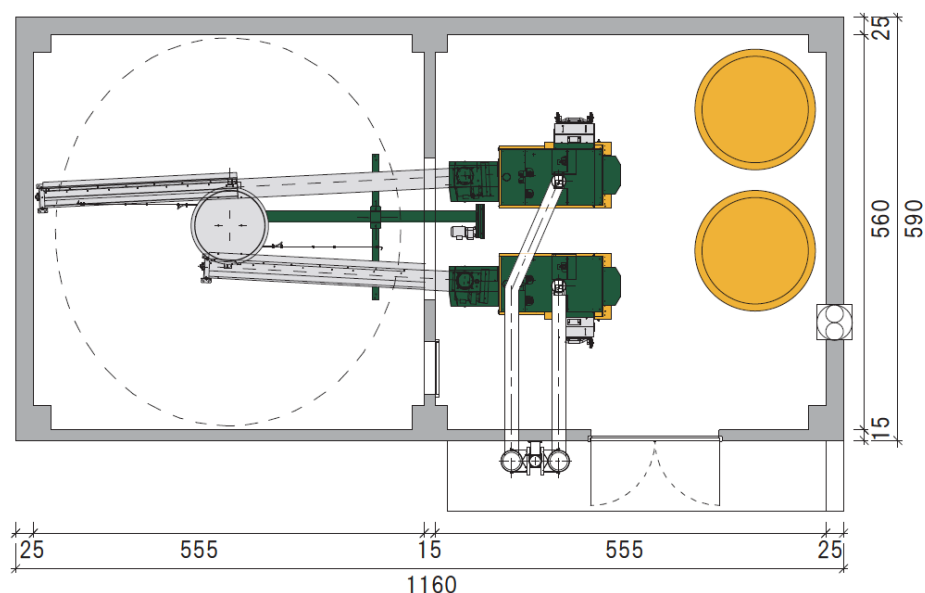


図 3-8 チップボイラーシステムの平面図イメージ

表 3-4 概算事業費（日南病院）

項目		
①建築工事		14,000
②電気工事		5,000
③機械設備工事	機器設備工事	33,600
④直接工事費合計(①+②+③)		52,600
⑤共通費(④×0.25)		13,150
⑥総額(税抜, ④+⑤)		65,750
⑦消費税(⑥×0.08)		5,260
総額(税込, ⑥+⑦)		71,010

(3) チップボイラー事業の経済性および環境性評価

選定したチップボイラーシステムで、給湯熱需要の 100%を代替することとして、以下、経済性および

環境性の評価を行った。試算の条件及び試算結果を表 3-5、表 3-6 に示す。

運動型健康増進施設及び野菜生産ハウスでの検討同様、チップ単価、売熱単価を変動要因として、経済性の分析を行った。減価償却費を含む年間収支はいずれの条件下においても赤字であり、準乾燥チップの価格 20.4 円/kg、売熱単価 12 円/kWh(灯油 93 円/L 相当)でのみランニングコスト収支は黒字となった。現状、灯油単価は約 79 円/L であることから、同等の熱単価である 10 円/kWh 時では赤字となってしまう。熱の利用者としては燃料費を既存システムと比較して負担することになるが、機器のメンテナンス費用等は熱供給事業者側で負担することになるので、その分、メリットは創出されるが採算性は厳しく、全国他地域で取り組まれている木野駅プロジェクトのように、例えば原木の調達コスト 3,000 円/m³ について搬出補助を出すような支援ができれば、チップの調達価格が下がり(チップ単価 20.4 円/kg だと 3,000 円/m³での原木調達に相当)、採算性は向上する。

CO₂ 排出削減効果については本システムの導入により 131t-CO₂/年を見込むことができる。

表 3-5 試算条件 (日南病院)

項目	値
52,632 L/年	灯油購入量(日南病院:給湯、推計値)
408 MWh/年	熱需要(日南病院:給湯)
79.1 円/L	灯油単価(日南病院、H27 年度実績)
50%	補助率
31 年	耐用年数(鉄骨鉄筋コンクリート造・鉄筋コンクリート造のもので公衆浴場用のものを適用)
13 年	耐用年数(浴場業用設備を適用)
35% WB	チップ水分
3.25 MWh/t	低位発熱量(準乾燥チップ)
2 千円/h	人件費単価
38 h/月	従事時間
12 月/年	従事日数
1%	灰分
40 千円/t	灰の処理単価
2.49 kgCO ₂ /L	CO ₂ 排出係数(灯油)

表 3-6 試算結果 (日南病院)

項目		単位	値								
システム		—	チップボイラーシステム (120kW×2台)								
施設熱需要		MWh/年	408								
化石燃料代替率		%	100%								
灯油単価		円/L	79.1	79.1	79.1	79.1	79.1	79.1	79.1	79.1	79.1
チップ単価		円/kg	20.4	20.4	20.4	24.4	24.4	24.4	27.0	27.0	27.0
売熱単価		千円/MWh	10	11	12	10	11	12	10	11	12
売熱単価(灯油単価相当)		千円/kL	78	85	93	78	85	93	78	85	93
熱供給量(チップボイラー)		MWh/年	408	408	408	408	408	408	408	408	408
熱供給量(灯油ボイラー)		MWh/年	0	0	0	0	0	0	0	0	0
熱販売量		MWh/年	408	408	408	408	408	408	408	408	408
事業費	補助前(税抜)	建築工事	千円	14,000	14,000	14,000	14,000	14,000	14,000	14,000	14,000
		電気・機械設備工事	千円	33,600	33,600	33,600	33,600	33,600	33,600	33,600	33,600
	補助後(税抜)	建築工事	千円	7,000	7,000	7,000	7,000	7,000	7,000	7,000	7,000
		電気・機械設備工事	千円	16,800	16,800	16,800	16,800	16,800	16,800	16,800	16,800
バイオマス燃料消費量		t/年	157	157	157	157	157	157	157	157	157
化石燃料消費量		kL/年	0	0	0	0	0	0	0	0	0
《支出》											
項目		単位	値								
固定費	減価償却費		千円/年	1,518	1,518	1,518	1,518	1,518	1,518	1,518	1,518
変動費	バイオマス調達費		千円/年	3,205	3,205	3,205	3,833	3,833	3,833	4,241	4,241
	化石燃料調達費		千円/年	0	0	0	0	0	0	0	0
	人件費		千円/年	912	912	912	912	912	912	912	912
	維持管理費		千円/年	400	400	400	400	400	400	400	400
	灰処理費		千円/年	41	41	41	41	41	41	41	41
	ばい煙測定費		千円/年	0	0	0	0	0	0	0	0
支出合計(①,変動費のみ)		千円/年	4,557	4,557	4,557	5,186	5,186	5,186	5,594	5,594	5,594
支出合計(①)		千円/年	6,075	6,075	6,075	6,704	6,704	6,704	7,112	7,112	7,112
《収入》											
項目		単位	値								
売熱費(健康増進施設&野菜生産ハウス)		千円/年	4,084	4,493	4,901	4,084	4,493	4,901	4,084	4,493	4,901
収入合計(②)		千円/年	4,084	4,493	4,901	4,084	4,493	4,901	4,084	4,493	4,901
《まとめ》											
項目		単位	値								
年間収支(②-①) ※減価償却費を含む		千円/年	-1,991	-1,583	-1,174	-2,620	-2,211	-1,803	-3,028	-2,620	-2,211
③ランニングコスト収支(②-①)		千円/年	-473	-65	344	-1,102	-693	-285	-1,510	-1,102	-693
CO2排出削減量		t-CO2/年	131	131	131	131	131	131	131	131	131
バイオマス調達費採算分岐点		円/kg	7.7	10.3	12.9	7.7	10.3	12.9	7.7	10.3	12.9

3.3 持続可能な木質バイオマスエネルギー事業の課題と方向性

地域振興の観点から、主に地域の森林資源を活用した熱電併給の事業化に積極的に着手する自治体もあるが、日南町の場合、系統接続容量が不足しており、民間企業が企画した発電事業については、方向転換を強いられる状況となっている。50kW 未満の発電システムであれば、太陽光発電同様、低圧での系統接続になるため可能性はある。小規模での木質バイオマス発電システムとしてはガス化発電方式が有力であり、海外から優れたシステムが導入されつつあるが国内では実証段階にあり、特に低コストで安定的に木質燃料を乾燥させられるかどうかは課題である(水分 15%程度以下)。道の駅は防災拠点としての機能も持つことから、小規模木質バイオマス発電の実証状況や技術動向については引き続き、確認・評価し検討を続ける。

当面は、先導的に公共施設への木質バイオマス熱利用システムの導入を進めることとし、持続可能な木質バイオマスエネルギー事業を展開していくにあたって、考えられる課題、対応方針を以下にまとめた。

表 3-7 課題と対応方針等

課題	対応方針等
木質バイオマス利用を含めた森林・林業・木材産業に関する意見交換の場の創設	<p>日南町の基幹産業として林業・木材産業があるが、現状、継続して議論できる場が明確に、また公式に設置されていない状況にある。</p> <p>例えば、日南町持続可能な森林会議(仮称)として立上げ、町民への普及啓発方策や関連分野の勉強会開催、最先端分野の研究開発、町民の意向を踏まえた行政施策の検討等を役割として持たせることで、持続的な取り組みのベースとすることを提案する。</p>
初期導入費の負担	<p>木質バイオマスボイラーシステムの導入費は既存の化石燃料システムと比較すると非常に高額であり、導入実施への課題となっている。システム導入にあたっては、関係省庁(環境省や林野庁等)からの補助メニューがあるが、導入条件にあった最も有利な制度を利用して、初期導入費の負担を減らすことが望ましい。</p>
木質燃料の安定的確保(量・価格)	<p>木質バイオマス利用システムの事業性に最も影響を及ぼすのが木質燃料の安定的確保である。</p> <p>木材団地での原木取扱量と本事業での必要量を比較すれば量的に大きな問題になることはないと考えられるが、事業採算が合う単価で木質燃料を調達できるかどうかは関係者と更なる検討・協議が必要である。また、持続的な供給のためには、町内の森林資源の齢級構成が伐期に達した森林が多くなっていることを考慮し、計画的な利用を行うことが重要である。</p>
木質燃料の安定的確保(質)	<p>木質燃料の水分を燃焼機器で安定的に燃やせる水準に調整できるかどうかは木質バイオマス利用システムを安定的に稼働させるうえで非常に重要である。水分調整ができない場合、不完全燃焼が生じ、煙等が発生、効率低下による採算性悪化につながる可能性がある。冬季の積雪時等、原木の水分が高くなる時期は特に注意が必要であり、水分上昇を防ぐためにシートを被せる等の対策が考えられる。また、他地域での取り組みを参考に日南町ならではの予乾燥の方法を検討していくことが望ましい。</p>
木質バイオマス利用システムの運用体制	<p>特に人力で投入する薪については、木質バイオマス利用システムの出力制御を人力に頼ることになるため、その運用体制(薪くべ可能な時間や人員体制等)について施設との協議が重要である。</p> <p>また、薪のみならず、自動投入が可能なチップについても、形状や水分にばらつきが生じる可能性があるため、運用後のシステムの稼働状況を確認することが重要であるし、トラブルが生じた際に即座に原因究明・対応可能な体制を構築することが望ましい。</p>

第4章 設備導入に向けたロードマップ

事業化可能性調査に基づき、運動型健康増進施設、野菜生産ハウス、燃料供給事業、その他公共施設等への木質バイオマスエネルギー関連設備導入に向けたロードマップ案を作成した。先導的に運動型健康増進施設、野菜生産ハウスについて、木質バイオマスボイラーによる熱供給を行い、その他の公共施設についても随時、検討を行っていくこととし、普及拡大を進めて行く計画として提案する。

表 4-1 木質バイオマスエネルギー関連設備導入に向けたロードマップ（案）

	H29年	H30年	H31年	H32年	H33年	H34年
【燃料供給事業(薪・チップ)】						
木質燃料供給施設	事業計画作成		準備	製造開始		
【新規熱需要施設】						
運動型健康増進施設(施設A)	検討	基本・実施設計	建設工事	運用開始		
野菜ハウス(施設案B、C)	事業計画作成	基本・実施設計	建設工事	運用開始		
木質バイオマスボイラー導入	検討	基本・実施設計	建設工事	運用開始		
【既存公共施設施設】						
既存公共施設への木質バイオマスボイラー導入						検討

第5章 資料編

木質バイオマス資源の持続的活用による再生エネルギーの導入を図るため、町との共催で、住民説明会及び先進地視察を実施した。以下にその記録を示す。

5.1 先進地視察

(1) 鳥取県智頭町（薪）

鳥取県智頭町では、平成 27 年4月に智頭町温水プールの補助熱源（メインは電気温水器）として、薪ボイラー（170kW×2 基）（オーストリア製）を導入した。

智頭町では、「軽トラとチェーンソーで晩酌を！」を合言葉に、林地残材を軽トラックで運び出して販売し、その売上を原資とした地域通貨「杉小判」の流通により、地域活性化に取り組んでいる。

本事業の目的は、「智頭町木の宿場実行委員会」の自立を図り、森林整備と経済による内部循環の小さなモデルを作ること、電気代として町外に流出するお金を薪加工という副業を生むことで町に循環させることである。



図 5-1 薪の地産地消による内部循環

燃料である薪は、智頭町木の宿場実行委員会が年間 350 m³程度を供給している。

薪ボイラーを利用するにあたって着火などの作業が必要であるが、ヒアリングによれば負担は少ないとされている。一方で、薪の安定供給に関する課題がある等、ヒアリングより回答を頂いた。なお、一般的に

木質バイオマスボイラーでは開放タンクを設けて無圧化することで、ボイラー取扱い上必要となる資格取得を免れるケースが多いが、本件でも同様に対応している。

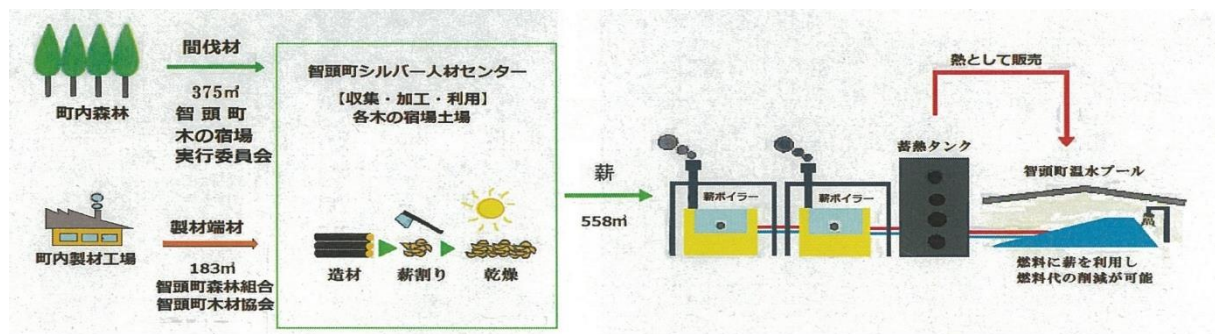


図 5-2 智頭町における薪の地産地消システムのイメージ

(2) 鳥取県若桜町（生チップ）

鳥取県若桜町では、森林資源を有効活用し、化石燃料の消費削減および温室効果ガスを排出削減することを目的とし、平成27年9月に氷ノ山高原の宿「氷太くん」の施設の補助熱源（メインは灯油ボイラー）として、木質チップボイラー（150kW×1基）（スイス製）を導入した（用途：冷暖房の熱媒や給湯、パネルヒーター）。

若桜町では木質バイオマス総合利用計画を策定し、また若桜木材協同組合がチップ用の低質材や未利用間伐材等を買取り、加工する「木質資源加工ステーション」を設置した。現在、「若桜町木質バイオマス総合利用計画」に盛り込まれた施設や町民へチップ等を安定供給（年間1400m³程度）している。これにより、バイオマス資源に関わる町民の所得の向上や雇用の創出をはかる。また、ボイラーで使用する燃料を灯油からチップに変更することで、町外から購入する化石燃料の量を削減している。

課題としては、木質バイオマス発電の普及によるチップ価格の上昇や、設備の適切な機器容量選定や建築の設計等、ヒアリングより回答を頂いた。なお、智頭町同様、チップボイラーに開放タンクを設けて無圧化することで、ボイラー取扱い上必要となる資格取得を免れている。

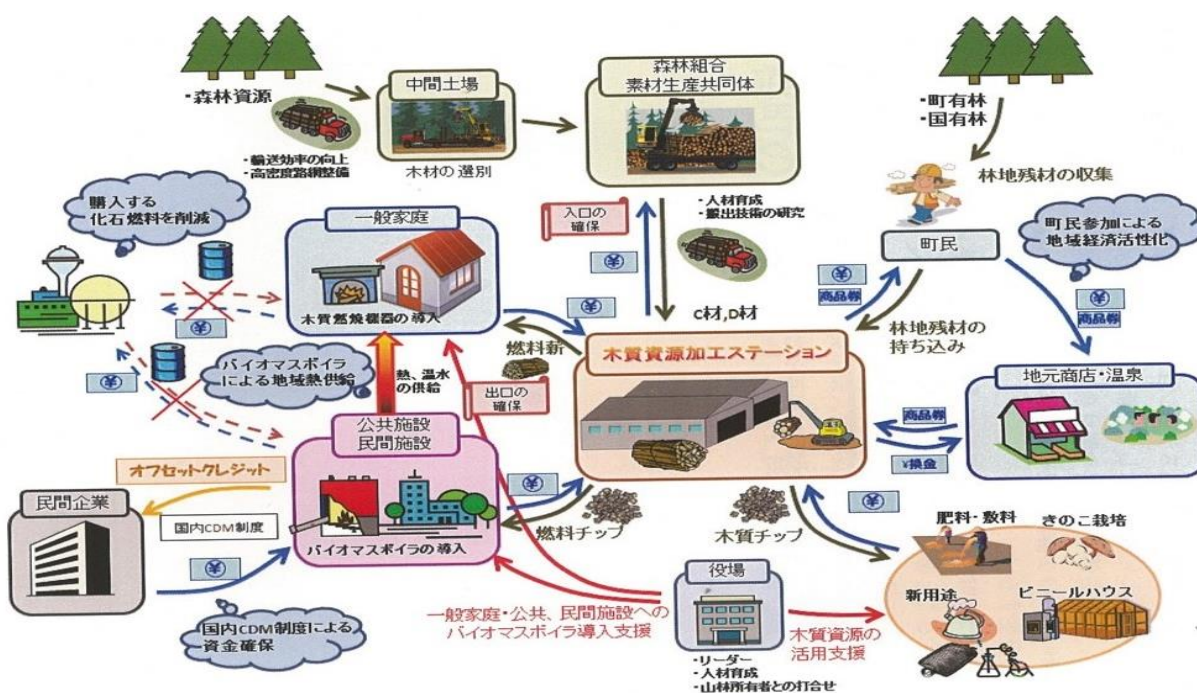


図 5-3 将来構想イメージ (若桜町)

5.2 住民説明会

平成 29 年 1 月 22 日に日南町民に対して上述の先進地視察報告と調査事業の進捗報告を行い、意見交換を行った。以下に主な意見、協議内容を記すが、引き続き、本事業についての住民説明が必要な状況である。また、日南町の基幹産業として林業・木材産業があり、高い意識を持った町民が多いことから、継続して議論できる場の創設を提案する。例えば、日南町持続可能な森林会議(仮称)として立上げ、豊富な森林資源を持続的に活用し、その恩恵を町民に還元することを目的に、町民への普及啓発方策や関連分野の勉強会開催、最先端分野の研究開発、町民の意向を踏まえた行政施策の検討等を進めることを提案する。

表 5-1 住民説明会での主な意見、協議内容

<p><木質バイオマスエネルギーの利用事業に関して></p> <p>●調査報告ではチップありきで進めるように見える。視察に参加したが、薪を進める方が良いのではないか。雇用の創出にもなる。チップボイラーの視察では維持管理に多額の費用が掛かると聞いた。町の方針としてチップで決定なのか？(住民)</p> <p>⇒決定ということではない。ただ、夜間も熱を使用するということであれば、薪の場合、薪の投入の負担が大きい。チップの場合、自動投入が可能である。また、道の駅は防災拠点に位置付けられており、非常時の電源として木質バイオマス発電システムの検討も可能である(住民課)。</p> <p>※薪で発電するシステムはほとんどない状況(森エネ)。</p> <p>⇒今回、熱利用のみご提案させて頂いた。中国電力によれば、日南町では電力の接続容量がなく、導入するとすれば小規模の木質バイオマス発電システムになるが、現在、安心してお勧めできる発電シ</p>
--

システムがない状況。将来的な導入の検討は続けたほうが良いと思う(森エネ)。

⇒発電の場合、燃料の 20%が電気に、80%は熱になり、熱の利用先がなければ捨ててしまうことになる。熱も合わせて利用できると事業性が良くなる(住民)。

●1～2年間、原木を屋外に置いておけば乾くのではないか(住民)。

⇒薪として小割にすれば乾くが、原木丸太の場合はただ置いておいただけでは乾かない。栈を入れてシートを被せて半年～1年乾かせばある程度乾くかもしれないが、誰が場所を用意するのか、という問題も出てくる(住民)。

●視察に行った智頭の薪ボイラーには真っ直ぐな素性の良いものを燃料として使っている。今、林地に残っている材は曲がった材などであり、薪ボイラーに投入したら隙間ができてしまうかもしれない(住民)。

チップであれば曲がった材であっても問題なくチップにすることができる(住民)。

●木質バイオマスの事業を検討するにあたっては、結局、化石燃料との比較になる。木質バイオマスの利用システムは導入費用が高いとのことだがランニングコストで収支トントンであれば良いのではないか(住民)。

●ペレットも含めて経済性に関する資料があれば住民としても参考になる(住民)。

●住民一人一人にメリットとなるような取組みにできるとよい。家庭で薪ボイラーを設置して利用すれば、豊かな生活を送れるのではないか(住民)。

⇒役場として薪ストーブやボイラーの導入費用を助成してきており、H21～28年度にかけて26件の導入実績がある。そのほとんどは薪ボイラー(役場)。

⇒智頭と同様、住民自ら材を購入する等できれば住民に還元することができるかもしれない。薪のようにエネルギーを自ら作ることは素晴らしい。高齢の方は薪を割ったりくべたりするのが場合によっては大変なので、燃料を自動で供給できるものが良いかもしれない。エネルギーを選べるようになれば良い(森エネ)。

●公共施設での燃料費等、町外に流出しているお金を町内で回るようにできればよい。コストをかけても進めて行くべきではないか(住民)。

※智頭で取り組まれている杉小判。使用履歴を記録するようになっており、最大で4回循環したと聞いた。(役場)

●住民の意識が醸成されていない。もっと時間をかけて議論をしていくべきでは。議論する場が必要ではないか。他地域ではふるさと森林会議と題して議論する場を設けている事例もある(住民)。

⇒近々、本事業の結果を説明する機会を設けたい(役場)。

<木質バイオマスの供給に関して>

●成長量について約12万m³/年の報告があったが、学者によっては15～20万m³/年あるという話も聞く。現在、日南町の素材生産業者による素材生産量は約6万m³/年。また、(株)オロチで3.5万m³/年の素材取扱いがあり、その4割が端材になるとすれば1.4万m³/年の量が見込めるため、材は十分ある(住民)。

●燃料向けの材を6,000円/m³で購入するのか？（これでは素材生産業者が利益を上げるのは難しい）
（住民）

⇒間伐の場合、搬出コストは概ね8,000円/m³かかる。同じように搬出コストがかかるのであれば6,000円/m³の材を出すよりも10,000円/m³で売れる材を優先的に出す。ただ、県からの搬出補助もあり活用できるし、皆伐を進めればコストダウンできるはず。再造林が必要になるが。新しい仕組みや搬出方法についても検討していかなければならない（住民）。

⇒根元の材（タンコロ）を集めれば相当量になる（住民）。

<その他>

●成長量（m³/ha）について、数値が合わないので計算式を確認してほしい（住民）。