

令和2年度木材需要の創出・輸出力強化対策のうち「地域内エコシステム」構築事業

大分県竹田市
「地域内エコシステム」モデル構築事業
報告書



令和3年3月

(一社) 日本森林技術協会
(株) 森のエネルギー研究所

目次

1. 背景と目的.....	1
1.1 事業の背景.....	1
1.2 事業の目的.....	1
1.3 対象地域.....	3
1.3.1 対象地域の概要.....	3
1.3.2 地域における事業の位置づけ・目的.....	4
2. 実施内容.....	5
3. 実施項目.....	6
3.1 地域協議会の設置・運営.....	6
3.1.1 協議会の設置.....	6
3.1.2 協議会の運営.....	7
3.2 サプライチェーン.....	8
3.3 燃料供給に関する取組.....	9
3.4 燃料製造に関する取組.....	13
3.5 木質バイオマスエネルギー利用に関する取組.....	14
3.5.1 荻の里温泉.....	14
3.5.2 花水月・久住高原荘・農業ハウス.....	18
4. 総括.....	27

1. 背景と目的

1.1 事業の背景

平成 24 年 7 月の再生可能エネルギー電気の固定価格買取制度（FIT）の運用開始以降、大規模な木質バイオマス発電施設の増加に伴い、燃料材の利用が拡大しています。一方で、燃料の輸入が増加するとともに、間伐材・林地残材を利用する場合でも、流通・製造コストがかさむなどの課題がみられるようになりました。

このため、森林資源をエネルギーとして地域内で持続的に活用するための担い手確保から発電・熱利用に至るまでの「地域内エコシステム」（地域の関係者連携のもと、熱利用又は熱電併給により、森林資源を地域内で持続的に活用する仕組み）の構築に向けた取り組みを進めることが必要となってきました。

1.2 事業の目的

「地域内エコシステム」モデル構築事業（以下、本事業という。）は、林野庁補助事業「令和 2 年度木材需要の創出・輸出力強化対策のうち「地域内エコシステム」構築事業」のひとつとして実施されました。

本事業は、「地域内エコシステム」の全国的な普及に向けて、既に F/S 調査（実現可能性調査）が行われた地域を対象として公募により選定し、選定地域における同システムの導入を目的として、地域の合意形成を図るための地域協議会の設置・運営支援を行いました。また、協議会における検討事項や合意形成に資する情報提供、既存データの更新等に関する調査を行いました。

本報告書は、大分県竹田市「地域内エコシステム」モデル構築事業の報告書として作成したものです。

「地域内エコシステム」とは

～木質バイオマスエネルギーの導入を通じた、地域の人々が主体の地域活性化事業～

集落や市町村レベルで小規模な木質バイオマスエネルギーの熱利用または熱電併給によって、森林資源を地域内で持続的に活用する仕組みです。これにより山村地域等の活性化を実現していきます。

「地域内エコシステム」の考え方

- 集落が主たる対象（市町村レベル）
- 地域の関係者から成る協議会が主体
- 地域への還元利益を最大限確保
- 効率の高いエネルギー利用（熱利用または熱電併給）
- FIT（固定価格買取制度）事業は想定しない



図 1-1 「地域内エコシステム」構築のイメージ

1.3 対象地域

1.3.1 対象地域の概要

本事業では、地域内エコシステムモデル構築事業の採択地域である大分県竹田市を支援対象地域としました（図 1-2）。

大分県竹田市は、大分県南西部、熊本県との県境に位置しており、人口は 20,801 人（2021 年 1 月現在）で、総面積は 47,753ha、そのうち森林面積は 33,362ha と約 70% を山林が占めています（平成 29 年度改訂竹田市統計書）。

竹田市は農業産出額が大分県随一であり、主幹産業として地域特性を活かした野菜作り、畜産や稲作が行われており、1 次産業（農林畜産分野）が盛んな地域です。また、モウソウチクを始めとした竹資源が豊富に自生している地域ですが、竹の需要低迷とともに竹林の荒廃が進んでいます。そこで竹資源の活用と観光浮揚策の一環として 2000 年から竹灯籠による町並みのライトアップを企画し、「たけた竹灯籠 竹楽」という観光行事が実施されています。年間 10 万人近い観光客が訪れ竹田市最大の観光行事となり、20,000 本の竹灯籠が城下町に設置され、放置竹林対策に繋がっています。

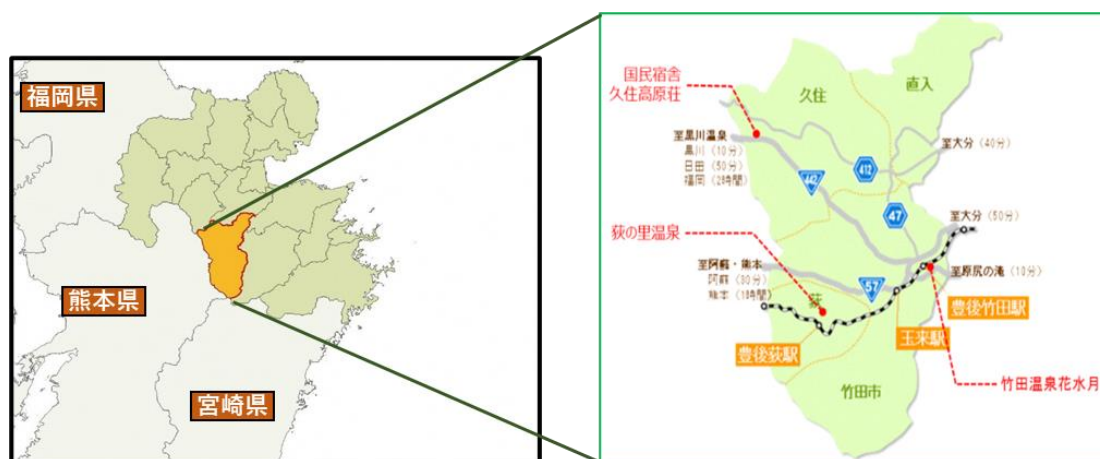


図 1-2 大分県竹田市の位置

1.3.2 地域における事業の位置づけ・目的

本事業では「竹田市バイオマス産業都市構想」の実現に向けた取組の一環として位置付けています。竹田市は平成 30 年に「竹田市木質バイオマスエネルギー熱利用導入計画策定事業」を実施し、バイオマス資源の中でも木質バイオマスエネルギーを主軸とした設備導入計画を策定しました。続けて令和元年に「バイオマス産業都市」を申請し、農林水産省より「竹田市バイオマス産業都市構想」に認定されています。

竹田市では「竹田市バイオマス産業都市構想」を推進させることにより、地域のバイオマス資源を利用した循環型社会の形成、森林・里山環境整備による災害に強いまちづくり、林業の振興を含む総合的な産業振興の実現を目指すことを目的としています。

竹田市内温浴施設「荻の里温泉」には既に薪を燃料とするバイオマスボイラーが導入されており、耐用年数が経過して更新時期を迎えていました。本年度ではこの荻の里温泉の薪ボイラーの更新計画を主軸に議論を行い、併せて竹田市バイオマス産業都市構想に基づいた他の候補施設の導入検討を行いました。

2. 実施内容

本事業の実施内容は、以下に示す項目について、大分県竹田市地域の「地域内エコシステム」の構築に向けて、地域協議会の設置・運営支援（事業計画策定に関する調査や地域の合意形成に資する情報提供、指導・助言を含む）等を行いました。

（１）地域協議会の設置・運営

協議会にて既存の薪ボイラーの更新計画と今後の新規チップボイラーの導入計画、民間の林業事業体への意向調査を基に議論を行いました。

（２）サプライチェーン

既に供給体制ができている薪については現状の課題を整理し、チップ製造のためのサプライチェーンの構築についても検討を行いました。

（３）燃料供給に関する取組

民間の林業事業体に対しアンケート調査を実施し、施業方針・意向・要望の確認を行いました。

（４）燃料製造に関する取組

薪の製造体制に課題がないか、チップの製造体制を新たに構築できるか、事業者と協議を行いました。

（５）木質バイオマスエネルギー利用に関する取組

薪ボイラーは更新に際して、より薪を有効利用できるシステムとしないか検討しました。チップボイラーは既存の計画で課題となっていた用地確保の問題などを考慮した事業性の確認を行いました。

本報告書における水分(含水率)の定義は、全て「湿潤基準含水率(ウェットベース)」であり、「水分〇〇%」と表記します。

3. 実施項目

3.1 地域協議会の設置・運営

3.1.1 協議会の設置

地域が主体となって、事業計画を策定また持続的な事業創出を目指していくため、「地域づくり・人づくり」に重点を置いて、地域また近隣地域の関係者で構成される協議会を設置しました。

協議会のメンバーは、表 3-1 のとおりです。

表 3-1 地域協議会のメンバー

区分	所属先	
委員	竹田市森林組合	市内事業者
	(株)重松組	市内事業者
	荻町まちおこし有限会社	市内事業者
	農事組合法人エコファーム 21	市内事業者
事務局	竹田市企画情報課	申請者
	竹田市農政課	
	竹田市商工観光課	
	竹田市荻支所	
	一般社団法人日本森林技術協会	
	株式会社森のエネルギー研究所	

3.1.2 協議会の運営

竹田市では計 2 回協議会を実施しました。

第 1 回協議会では、事業の実施内容を確認すると共に、荻の里温泉のボイラー更新に関して先行して状況報告を行いました。現状の薪・重油使用状況から熱の需要変動を把握し、より効率良くバイオマスエネルギーを用いるにはどのような設備構成が適切かについて調査・報告しました（報告内容は「3.5 木質バイオマスエネルギー利用に関する取組」にて後述）。

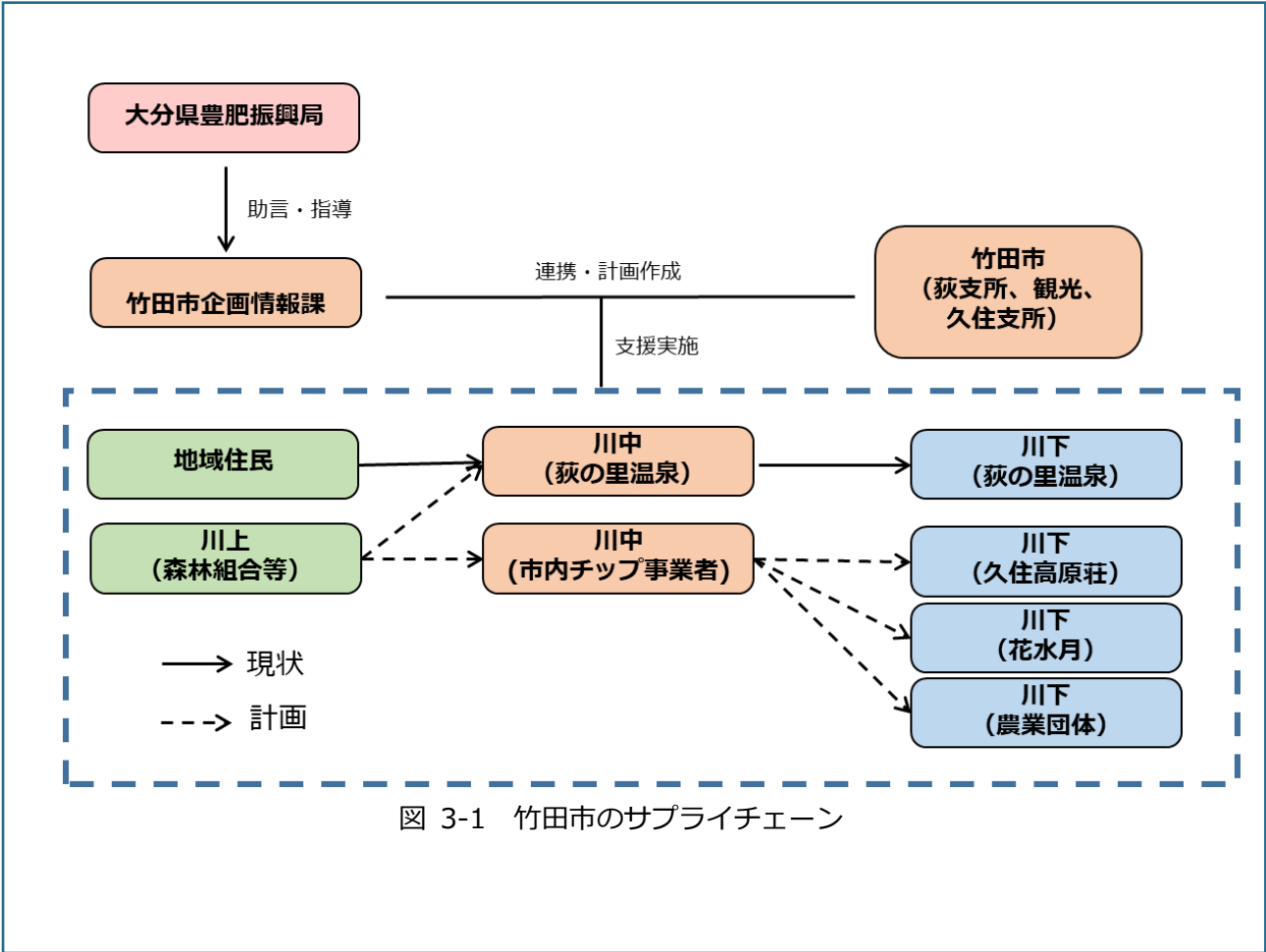
第 2 回協議会では、荻の里温泉のボイラー導入方針について議論が行われたほか、他の公共温浴施設である花水月及び久住高原荘についても導入に向けた検討が行われました。燃料供給に関する取組については、林業事業体へのアンケートを実施し、結果を報告しました。

表 3-2 協議会の実施内容

実施内容	写真
第 1 回協議会 令和 2 年 10 月 15 日（木） ・実施内容の確認 ・荻の里温泉のボイラー更新に関する報告・協議	
第 2 回協議会 令和 3 年 1 月 20 日（水） ・林業事業体へのアンケート結果報告 ・荻の里温泉の導入方針の検討 ・花水月、久住高原荘の導入課題に関する検討・報告	

3.2 サプライチェーン

本事業の体制と、市の支援体制を整理したサプライチェーンは以下のとおりです（図3-1）。現状は荻の里温泉で薪ボイラーが稼働しており、近隣で地域住民による原木供給や薪製造が行われ、サプライチェーンが構築されています。本事業では現状のサプライチェーンの見直しと、今後チップを用いたボイラーの導入、サプライチェーンの構築に向けた体制整備について検討しました。



3.3 燃料供給に関する取組

本事業では、竹田市の緑友会（林業・木材業の事業者の任意団体）に所属する 17 事業者に対して竹田市農政課協力のもと、アンケートを実施しました。

アンケートの実施概要は以下のとおりです。

- アンケート対象：緑友会所属の 17 社
- 項目：回答者及び組織情報や、課題、要望、今後の展望などを調査
- 回答期間：令和 2 年 11 月 18 日（水）～12 月 18 日（金）の約 1 か月間
- 回答数：17 社中 9 社が回答（回答率：52.9%）
- 回答者属性：組織代表 他

以下、アンケート欄です(合計 2 枚のアンケートです)。

1-1	回答者の属性について	
【単】①	年齢	10代 20代 30代 40代 50代 60代 70代以上
【記】②	役職	
【単】③	性別	男性 女性
【単】④	林業従事年数	1年未満 1～5年程度 5～10年程度 15～20年程度 20年以上
【単、記】⑤	主たる収入源	林業 林業以外()
1-2	所属組織の情報について	
【記】①	組織名	
【記】②	組織の創立年(事業開始年)	
【記】③	総従業員数(回答者含む)	正規従業員 人、非正規従業員 人 協力会社(下請け先等) 社
【複、記】④	主たる業務	伐倒搬出(主、間伐) 地帯系 植栽 保育(除伐、下刈り等) 運送 その他()
【記】⑤	素材や半製品等の販売先	
【複、記】⑥	職場の雰囲気	※職場の雰囲気について(職場環境や人間関係、福利厚生、現場作業等)、普段感じていることやアピールできる点、改善したい点、困りごと等の記載をお願いします。
【記】⑦	事業実施エリア	(旧町村区名等まで記載)
2-1	施策等に関する情報	
【単、記】①	作業班の体制 作業班の数	1人体制、2人1組体制、3人1組体制、その他() 班で作業
【記】②	作業システム (最も実施しているシステム)	(例)チェーンソー(伐倒)→ブローセツタ(造材)→フォワーダ(搬出)→トラック(運搬)
【記】③	年間植栽面積 (2019年実績)	新規植栽面積 ha 補植面積 ha
【記】④	年間作業面積 (2019年実績)	下刈り ha、保育(除伐など) ha 間伐 ha、主伐 ha
【記】⑤	年間素材生産量 (2019年実績)	建築用材等の原木市場へ供給した材 m ³ 製紙用材 m ³ 燃料用材 m ³ その他 m ³ (用途:)
【記】⑥	年間半製品等の生産量	m ³ 【該当者のみ】

【複、記】⑦	所有機械器具類	バックホー(台、 クラス、 クラス、 クラス) グラブ(台)、フォワーダ(台)、ブローセツタ(台)、タ ワーダ(台)、スイングヤーダ(台)、集材機(基)、自走 式搬送機(台)、トラック(台、 tクラス、 tクラス) 他()
【記】⑧	林道及び作業道の 作成状況	林道作設延長(2019年実績): m 作業道作設延長(2019年実績): m
【複、記】⑨	広葉樹施業への作 業意欲について	・大径木処理が可能なため今後施業を検討 ・今後補助事業が充実したら施業を検討 ・広葉樹施業の経験がないため、研修等があれば検討 ・人材不足のため、広葉樹施業を含め新規事業は困難 ・その他()
2-2	課題と感じていることや困っていることについて以下の①～⑦について選択(複数選択可)して頂き、選択した内容についてご回答ください。	
【複、記】	①林内作業について、②所有機械について、③金銭面について、④作業量について、⑤後継者について、⑥コロナなどの感染症や社会的な影響による組織への影響について、⑦その他 選択番号【 】	
3-1	行政(竹田市や大分県)に対する各種要望について以下の①～⑨について選択(複数選択可)して頂き、選択した内容についてご回答ください。	
【複、記】	①新規・補植の植栽について、②再造林について、③下刈りや除伐等の保育作業について、④主・間伐作業について、⑤市場等への運搬作業について、⑥補助事業や支援事業について、⑦各種研修に対する要望、⑧感染症や社会的な影響に対する行政の対応について、⑨その他 選択番号【 】	
3-2	今後の展望について、以下項目にご回答ください。	
【複、記】①	森林施業の継続について	・現状のまま ・森林所有による経営(営林)を検討 ・竹田市との経営管理実施権を設定し経営(営林)を検討 ・その他()
②	森林施業内容の「拡大」について(今後取り組んで もよい施業等)	・地帯系 ・植栽 ・保育(間伐、除伐、下刈り) ・運送 ・その他()
③	その他展望や要望、課題等ございましたら、下記にご回答ください。	

ご回答ありがとうございました。

以上

図 3-2 アンケート

アンケートの結果、民間の林業事業体は素材生産に対して意欲的であり、市内に木材市場や加工が可能な施設が設置されることで、運賃も削減でき、さらなる森林整備の促進に繋がるだろうという意見がありました。しかし、主伐量に対する再造林面積が少ないことへの懸念や山林所有者に対する還元額への不満もありました。

また、竹田市では今後、広葉樹施業の促進も検討しており、回答者の中には新規事業やそれに伴う研修等があれば参加したいという広葉樹施業に対する前向きな意見もありました。

そのほかのアンケート概要は以下のとおりです。

- 竹田市を中心に、豊肥地域、阿蘇市等で伐出作業などを実施
 - 従業員数は、森林組合（17人）を除き、最小1人（2社）、最大9人（1社）で業務を実施
 - 主たる業務は、林業（8社）、製材業（1社）
 - 原木の主な販売先は、熊本・伊万里・九州木材市場で、その他バイオマス発電所や製材所等
 - 9社中7社の回答者が10年以上の林業経験者
 - 令和元年度_新規植栽面積は31.2ha
 - 令和元年度_主間伐面積は121.65ha（内訳：主伐53ha、間伐69ha）
 - 令和元年度_下刈り面積は165ha
 - 令和元年度_素材生産量は98,724m³*
- * 民間事業者のみの素材生産量で、竹田市以外の生産量も含まれている。
- 作業量に対する人材確保が困難
 - 下刈りや保育、間伐、再造林等、作業強度に対する対価が少ない

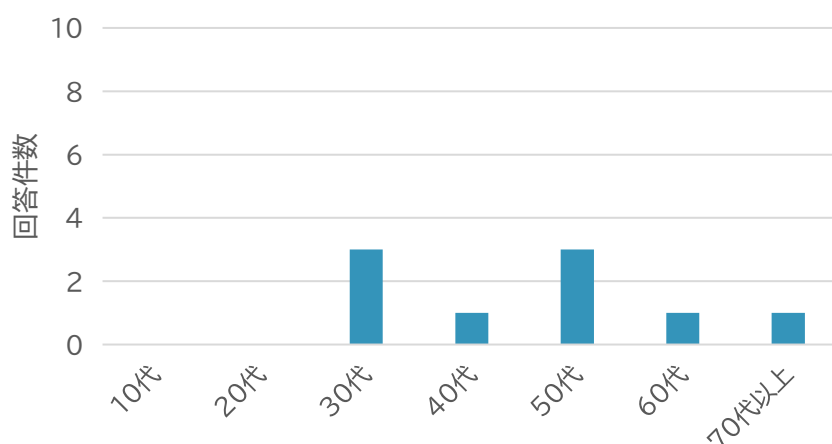


図 3-3 回答者年代

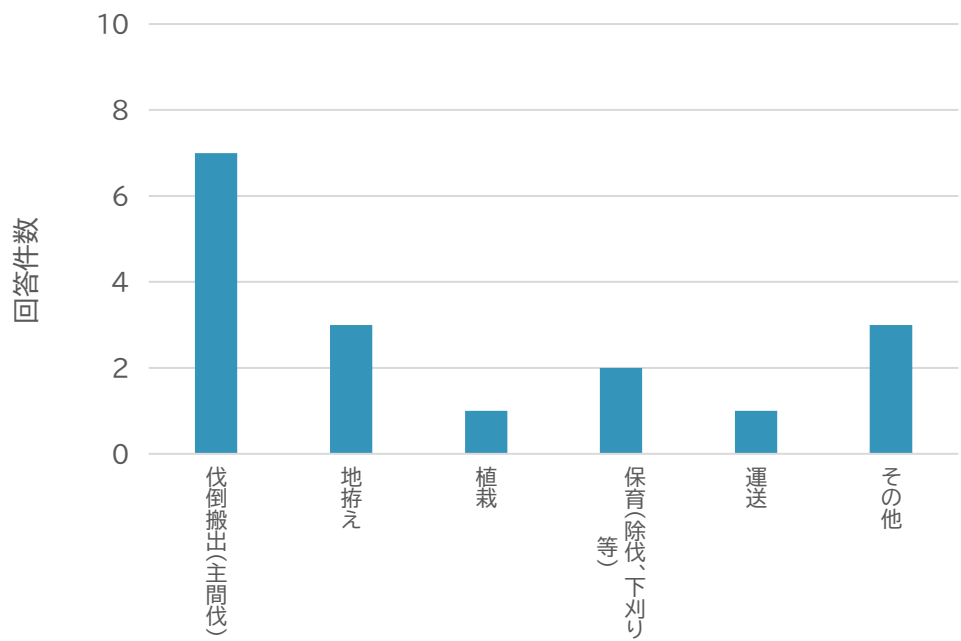


図 3-4 主たる業務

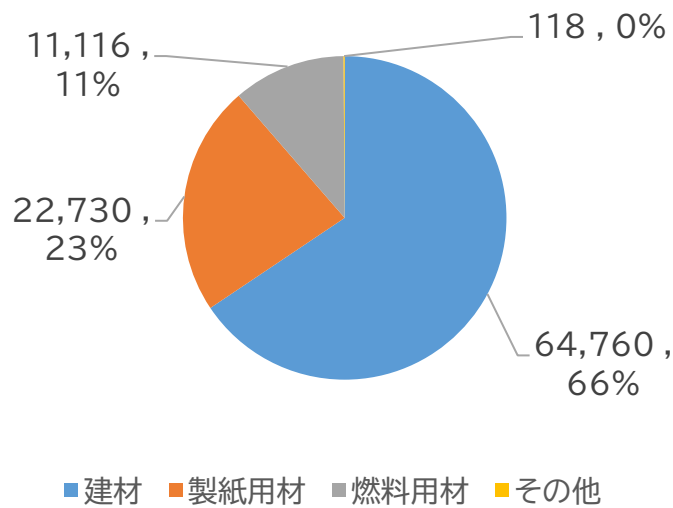


図 3-5 令和元年度木材利用先の割合

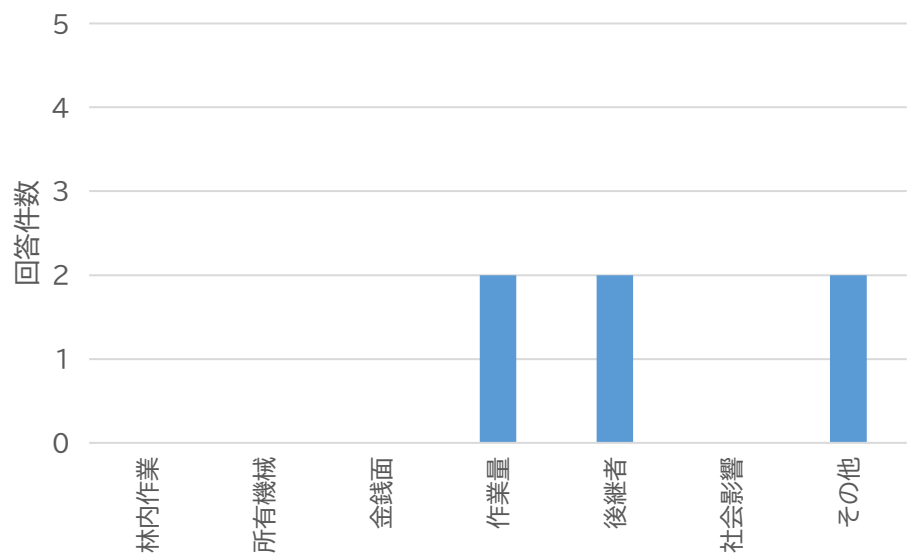


図 3-6 森林施業に関する課題等

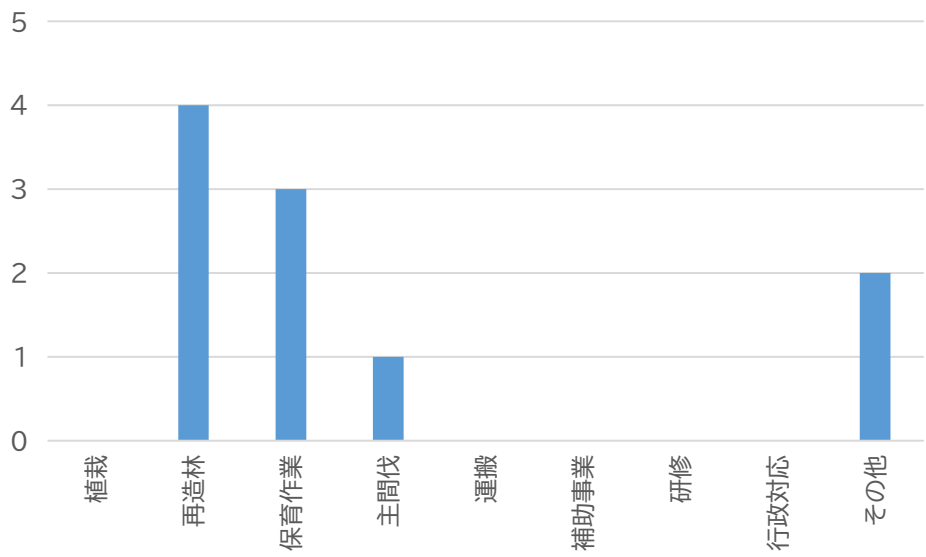


図 3-7 森林施業に関する各種要望

3.4 燃料製造に関する取組

竹田市におけるバイオマス燃料製造に関しては、薪とチップの検討が行われました。薪は荻の里温泉の薪ボイラーで利用されています。原木は近隣の地域住民の所有山林や支障木により無償で入手しているのが特徴です。地域住民は所有山林で発生する不要な木材の処理に困っていたため、荻の里温泉で活用することにより地域の森林整備に繋がっています。また荻の里温泉は不要木の引き取りや支障木の伐採と引き取りを行い、原木供給者に対し入浴券などを対価として提供することで両者とも利点のある事業を継続しています。薪への加工は荻の里温泉のスタッフにより近隣の敷地（図 3-8 左写真）で行われ、現在約 400t/年程度使用されています。本年度の協議会では今後森林所有者の高齢化により原木の供給が少なくなるのではないかと意見があがり、今後は荻の里温泉へ持ち込み量を増やせないか個別に呼びかけを行うなどの対策を実施することとなりました。

チップについては民間事業者によるチップ工場の計画はあがったものの、本年度具体的な計画までには至りませんでした。事業量が確保できず、採算面での課題があがったため、次年度以降の検討となりました。



図 3-8 薪製造場所及び薪保管場所

3.5 木質バイオマスエネルギー利用に関する取組

3.5.1 荻の里温泉

(1) 施設運営状況

荻の里温泉は竹田市荻町にある温浴・宿泊のできる公共施設です。荻町まちおこし有限会社によって運営されています。薪ボイラーと重油ボイラーで熱供給を行っており、極力重油ボイラーを使用しない努力をしていますが、朝方の急激な熱需要など熱の供給が間に合わない場合は重油ボイラーも併用しています。また、地震等災害時の薪ボイラーによる火災防止のため、営業終了後などの夜間は薪ボイラーを運用できていないことが課題となっています。薪は約 900m³ (400t) /年、重油は約 57,000L/年使用されています。

表 3-3 荻の里温泉運営及び設備状況

項目	内容
営業時間	10:00～22:00
入湯者数	約 72,088 人/年 (平成 28～令和 1 年平均)
A 重油ボイラー	日本サーモエナー社製 定格出力：581kW
A 重油使用量	57,312 L/年 (令和 1 年度)
薪ボイラー	タケザワ社製 定格出力:581kW
薪使用量 (推計)	約 894m ³ /年 (約 402t※) ※水分 30%のスギ想定



図 3-9 荻の里温泉外観及び薪ボイラー

(2) 熱需要と事業採算性の検討

薪ボイラーが耐用年数を迎えており、更新が必要であったため、熱需要の推計と最適な設備更新について検討を行いました。

熱需要について、月別の薪・重油使用量と入浴者数の推移から試算した結果を図 3-10 のとおりです。最大の熱需要は冬季の営業開始前の加温を行う時間帯で、およそ 340kW の熱需要が見込まれました。その後は入浴者数の多くなる 16 時以降で、最大 270kW 程度の熱需要が発生していると推計されます。熱需要推定値と現状の薪ボイラーの出力、化石燃料代替率をみると、現状の薪ボイラーシステムは効率が悪いことが推察されます。実際、現状を調査した際には、熱交換器などの交換も必要であることが分かりました。

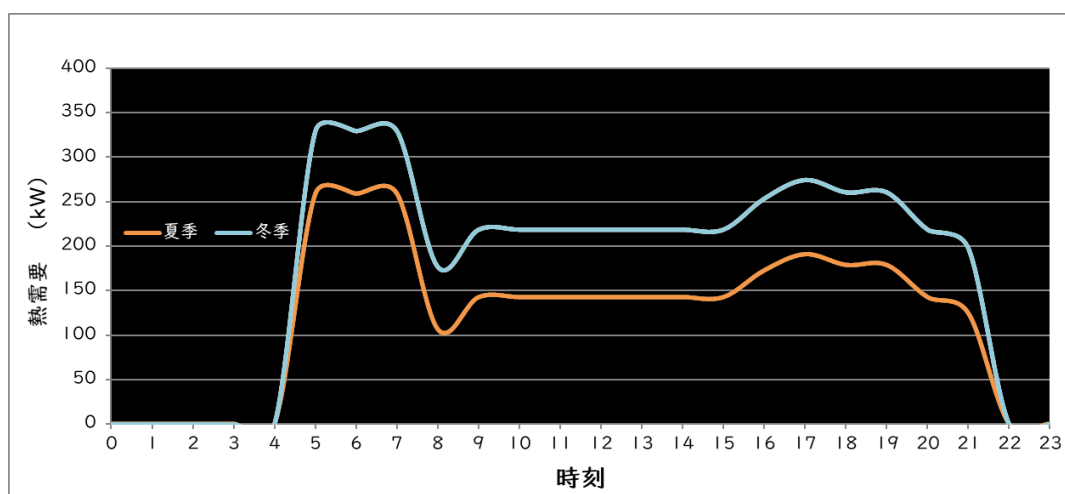


図 3-10 萩の里温泉 時間別熱需要の推移

設備構成については、①現状を維持、②高効率なボイラーシステムの2パターンに分けて検討を行い、事業性を試算しました。①は現行の設備構成で同機種のボイラーを更新した際のコスト試算であり、②は現行より高効率なボイラー（消火装置装備）2台を導入し、熱需要に応じてボイラーの稼働台数を使い分けられるようにします。また、蓄熱タンクの導入など熱供給システムの見直しや、夜間無人でも運用できるよう消火装置を配備するなど、薪による熱供給がより効率的になるようなシステムを検討した場合です。②は熱需要の試算結果から約340kWが最適規模であると判断し、事業性を比較しています。

2パターンを同じ条件で比較できるように、薪の使用量を全てA重油にエネルギー換算し、薪ボイラー導入の事業性を試算しました。試算条件は表3-4のとおりです。

表 3-4 試算条件（荻の里温泉）

	①現状を維持	②高効率なボイラーシステム
ボイラー規模	581kW	340kW 程度
導入費	1,395 万円 (補助金等活用無し)	2,140 万円 (50%補助後金額)
化石燃料代替率	約 57%	約 79%
薪使用量	約 402t	約 396t
総エネルギー量 (A 重油換算)	134,417L	
A 重油単価	71.2 円/L	

試算結果は表 3-5 のとおりです。バイオマスボイラーに係るコストはボイラーの維持管理費・ばい煙測定費、人件費です。維持管理費は導入費の 2%分を計上し、ばい煙測定費は定額で 10 万円かかるものと仮定して試算しています。薪の原料となる原木は「3.4 燃料製造に関する取組」で述べた通り、地域の近隣住民の所有山林から出る材や支障木でいずれも無償で提供されています。薪への加工は荻の里温泉スタッフで行われており、ヒアリングの結果 200 万円を人件費として計上しました。コスト合計は①で 238 万円、②で 296 万円となり、A 重油の削減金額は①で 549 万円、②で 756 万円となりました。A 重油削減金額からバイオマスボイラーに係るコストを差し引いた収支は、①で 311 万円、②756 万円となっています。②の検討は事業性が向上する結果となっていますが、これは A 重油削減金額（化石燃料代替率）が大きく関与しています。代替率を上げた要因として薪ボイラーが高効率であることに加え、蓄熱タンクの導入も挙げられます。低負荷時や夜間などに高温水を保温しておき、朝の加温を行う高負荷時に熱供給することによってボイラーの出力規模以上の熱供給を行うことができます。このように、ボイラーを更新する際にはより効率の良いシステムの導入が非常に効果的であることが分かりました。

表 3-5 試算結果（荻の里温泉）

		①現状を維持	②高効率なボイラーシステム
コスト	維持管理費	279 千円	856 千円
	ばい煙測定費	100 千円	100 千円
	人件費	2,000 千円	2,000 千円
コスト合計		2,379 千円	2,956 千円
A 重油削減金額 (A 重油削減量)		5,490 千円 (77,105L)	7,563 千円 (106,227L)
収支 (A 重油削減金額－コスト)		3,111 千円	4,607 千円

3.5.2 花水月・久住高原荘・農業ハウス

他の主要な公共温浴施設である花水月・久住高原荘や民間の農業ハウスへの導入についても今後の課題を整理しました。どの施設もチップボイラーの導入について検討を行いました。

(1) 花水月

花水月は豊後竹田駅から徒歩 2 分にある公共の温浴施設です。灯油ボイラーによる加温が行われていますが、約 25 万 L/年と使用量が多く、バイオマスボイラーの導入候補施設となっています。

花水月の導入課題は敷地面積が狭く、近隣に住宅もあるため、ボイラーの設置条件が厳しい点が挙げられます。解決案として、過去に計画されたボイラー導入計画よりも規模を縮小することが挙げられ、その事業性について検討しました。

表 3-6 花水月運営状況

項目	内容
営業時間	11:00～21:30
入湯者数	約 102,220 人/年 （平成 30 年度）
灯油ボイラー	昭和鉄工社製 定格出力：488kW × 4 基
灯油使用量	250,424 L/年（平成 30 年度）



図 3-11 花水月外観及び浴槽

当初の計画では 300kW のチップボイラー2 基（計 600kW）で熱供給を計画していましたが、これを 200kW のチップボイラー2 基（計 400kW）に縮小して既存ボイラー室内に収め、チップサイロを図 3-12 のように駐車場の一部の区画に設置する導入案を検討しました。また、チップサイロからボイラー室まではスクリーンコンベアなどでチップを運搬する必要がありますが、その配管は図 3-13 のように架空配管または地中配管とし、車の往来ができるような配置を検討しています。

導入計画については、花水月の既存設備の更新状況も加味した検討が必要となるため、次年度以降も継続して検討することとなりました。

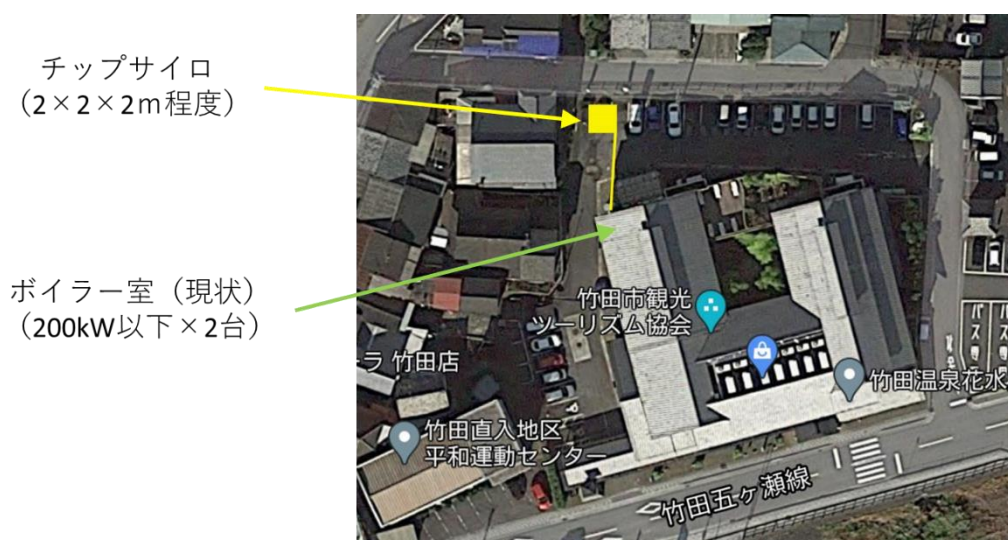


図 3-12 ボイラー設置場所の検討（花水月）
（GoogleMap 画像を用いて作成）

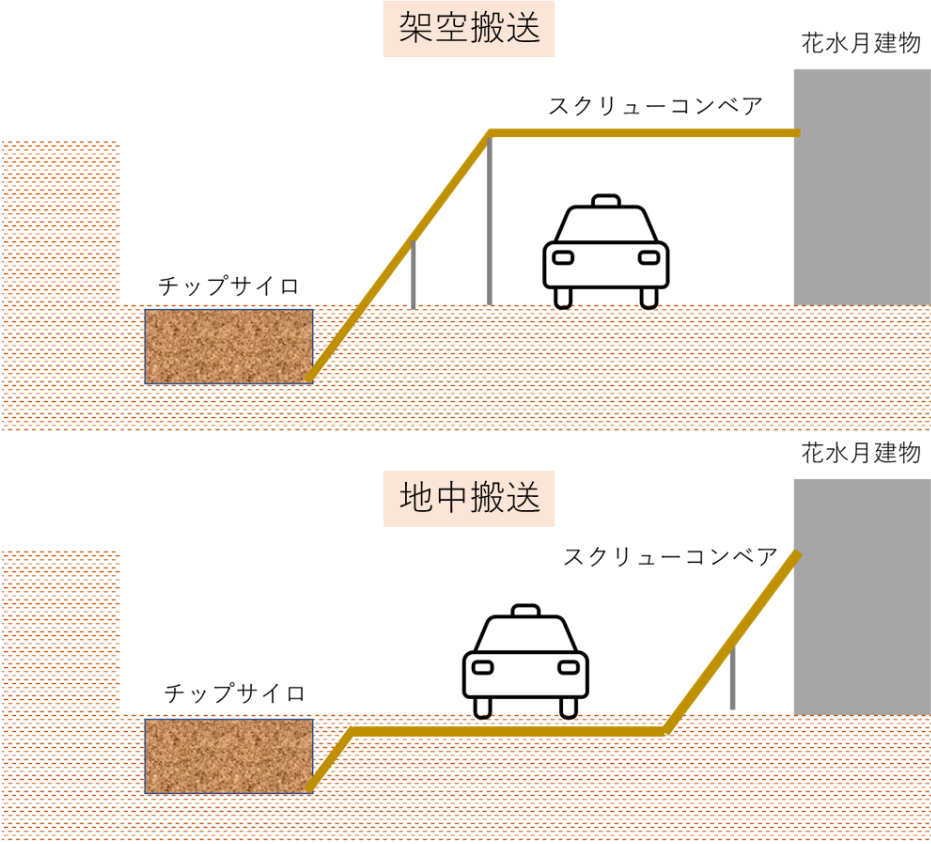


図 3-13 スクリューコンベアの配置案（花水月）

事業性については、①当初計画、②規模縮小の2パターンに分けて検討を行い、事業性を試算しました。①は当初最適規模としていた600kWのチップボイラー（300kWボイラー2基）であり、②は規模を縮小した400kWのチップボイラー（200kWボイラー2基）です。相違点として①のチップ単価は18円/kg、②のチップ単価は10円/kgで試算を行っています。①では新規にチップパーを購入し、地域の山林から搬出される低質材を購入してチップ製造した場合のチップ価格を想定しています。②ではチップ単価18円/kgでは事業採算性の確保が困難であることが想定されたため、支障木など安価に入手可能な材も併用してチップを製造した場合のコストをチップ製造事業者候補となる民間事業者と協議し、チップ単価10円/kgとしました。

表 3-7 試算条件（花水月）

	①当初計画	②規模縮小
ボイラー規模	600kW	400kW
導入費	5,815 万円 (50%補助金想定)	5,390 万円 (50%補助後金額)
化石燃料代替率	約 70%	約 50%
チップ使用量	約 602t	約 430t
チップ単価	18 円/kg (水分 30%想定)	10 円/kg (水分 30%想定)
灯油使用量	250,424L	
灯油単価	90.6 円/L	

試算結果は表 3-8 のとおりです。バイオマスボイラーに係るコストはボイラーの維持管理費・ばい煙測定費、バイオマス燃料費です。維持管理費は導入費の 2%分を計上し、ばい煙測定費は定額で 10 万円かかるものと仮定して試算し、人件費は既存スタッフで運用できるものとして除外して試算しています。コスト合計は①で 1,326 万円、②で 656 万円となり、灯油の削減金額は①で 1,588 万円、②で 1,134 万円となりました。灯油削減金額からバイオマスボイラーに係るコストを差し引いた収支は、①で 262 万円、②で 479 万円となっています。仮に②でチップ単価 18 円/kg で試算を行うと収支は 135 万円の黒字となりますが、投資回収は困難となります。よってチップボイラーを導入するにはチップ単価をできるだけ低減させる取組も並行して検討することが重要であると考えてられます。

表 3-8 試算結果（花水月）

		①当初計画	②規模縮小
コスト	維持管理費	2,326 千円	2,156 千円
	ばい煙測定費	100 千円	100 千円
	バイオマス燃料費	10,836 千円	4,300 千円
コスト合計		13,262 千円	6,556 千円
灯油削減金額 (灯油削減量)		15,882 千円 (175,297L)	11,344 千円 (125,212L)
収支 (灯油削減金額－コスト)		2,620 千円	4,788 千円

(2) 久住高原荘

久住高原荘は竹田市久住町に位置する宿泊施設であり、かつて一般財団法人久住やすらぎ観光公社が運営していた市営の国民宿舎です。過去にバイオマスボイラーの導入計画があがっていたものの、現在は新型コロナウイルスや水害の影響で一時休館しています。バイオマスボイラーの導入は今後の経営方針にもよるため、過去の事業計画の確認と課題整理を行いました。

表 3-9 久住高原荘運営状況（休館）

項目	内容
営業時間（入浴時間）	6:00～23:00
LP ガスボイラー （プロパンガス） ※主要機器を記載	○温水ボイラー（昭和鉄工社製） 定格出力：160,000kcal（186kW） × 1 基 定格出力：100,000kcal（116kW） × 1 基 定格出力：300,000kcal（349kW） × 2 基 ○蒸気ボイラー（三浦工業社製） 定格出力（蒸気量）：800kg/h × 1 基 定格出力（蒸気量）：500kg/h × 1 基 ※温浴施設の加温だけでなく、施設全体での空調・給湯・調理の用途に利用
LP ガス使用量	105,441Nm ³ /年（平成 27・29 年度平均）

事業性については、当初計画である 600kW のチップボイラー（300kW ボイラー2 基）で試算を行いました。チップ価格は花水月の検討と同様にチップ単価が 10 円/kg の場合で試算しました。

表 3-10 試算条件（久住高原荘）

当初計画	
ボイラー規模	600kW
導入費	5,686 万円 (50%補助後金額)
化石燃料代替率	約 60%
チップ使用量	約 646t
チップ単価	10 円/kg (水分 30%想定)
LP ガス使用量	105,441Nm ³ /年
LP ガス単価	261.5 円/Nm ³

試算結果は表 3-11 のとおりです。バイオマスボイラーに係るコストはボイラーの維持管理費・ばい煙測定費、バイオマス燃料費とです。維持管理費は導入費の 2%分を計上し、ばい煙測定費は定額で 10 万円かかるものと仮定して試算し、人件費は既存スタッフで運用できるものとして除外して試算しています。コスト合計は 883 万円となり、LP ガスの削減金額は 1,654 万円となりました。LP ガス削減金額からバイオマスボイラーに係るコストを差し引いた収支は、771 万円となっています。

検討を行った公共施設の中では最も事業性が高い施設となりました。久住高原荘は竹田市の中心からは 20km ほど離れているため、導入の検討が本格化する際には運搬コストも加味した検討が必要になると考えられます。

表 3-11 試算結果（久住高原荘）

		当初計画
コスト	維持管理費	2,274 千円
	ばい煙測定費	100 千円
	バイオマス燃料費	6,460 千円
コスト合計		8,834 千円
LP ガス削減金額 (LP ガス削減量)		16,544 千円 (63,265Nm ³)
収支 (LP ガス削減金額－コスト)		7,709 千円

(3) 農業ハウス

農業ハウスは民間事業者による増設計画があり、農業ハウスの暖房としてバイオマスボイラーの導入も検討していました。しかし、まだ計画段階であることやチップの製造・供給体制が整っていないことから次年度以降の検討事項となりました。

4. 総括

本事業では竹田市で更新を予定している薪ボイラーの設備更新体制について、またチップボイラーの新規導入とそれに向けた燃料供給体制についての議論と課題整理を行いました。

荻の里温泉では更に最適化した設備更新で薪の継続利用を検討し、次年度以降設備更新に向けた具体的な準備を進める予定となっています。懸念事項として、表 3-4 で示した②新規計画のボイラー出力は 340kW で①現状維持のボイラー出力 581kW より低いため、計画通りの熱供給が行えないトラブルの発生が考えられます。よって設備更新の際には既存の薪ボイラーと新規の薪ボイラーを併用して稼働させ、代替率を目標まで上げられるような運用体制を確立させた後、新規の薪ボイラーのみでの運用を図るといった方法がリスク回避の手段の一つとして挙げられます。導入方針や運用体制は引き続き議論を続け、より薪を利用した化石燃料削減の取組を講じることが重要と考えます。

チップボイラーの導入については、具体的なチップの製造・供給体制の構築に向けた課題が残りました。課題解決に向けて、原木供給の観点では林業事業体の意向を確認し、市内にチップ用材を供給できるか体制整備を進める必要があります。チップ製造に関しては、安定した事業量の確保が重要であるため、農業ハウスでの活用などチップの需要先を創出する必要があります。設備導入の観点では、候補となる公共施設は既存設備の老朽化などにより運営方針を見直す時期であるため、その意向を踏まえた導入体制の構築が必要であると分かりました。今後もそれらの課題について、引き続き議論を行っていくこととしました。

また、原木供給に関するアンケートの実施により、素材生産に対して意欲的であり、同市が今後進めていきたい広葉樹施業に対しても研修実施に意欲的であることが分かりましたが、他方、主伐面積に対する再造林面積が少ないことや森林所有者への還元額の低さに対する対応、同市内への木材集積場の設置等の課題や要望があることも分かりました。同市の今後の森林管理については、大きく 3 つの観点（防災減災対策・景観保全対策・獣害対策）から、官民の人材不足や所有者・境界の明確化等の課題を解消し、長期的な森林利用に向けて、間伐・再造林の促進や人材育成、木材利用促進等の検討を進めています。今後は本アンケートにご協力いただいた回答者に対して個別にヒアリングを実施し、詳細な意向や要望を確認して、同市における原木供給体制を構築していく必要があります。原木供給体制の構築は、同市が描く長期的な森林利用に繋がっていくと考えられます。

令和 2 年度木材需要の創出・輸出力強化対策事業のうち
「地域内エコシステム」構築事業

大分県竹田市
「地域内エコシステム」モデル構築事業
報告書

令和 3 年 3 月

一般社団法人 日本森林技術協会
〒102-0085 東京都千代田区六番町 7 番地
TEL 03-3261-5281（代表） FAX 03-3261-3840

株式会社 森のエネルギー研究所
〒205-0001 東京都羽村市小作台 1-4-21KTD キョーワビル小作台 3F
TEL 042-578-5130 FAX 042-578-5131