

令和4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」推進事業

鹿児島県枕崎市  
「地域内エコシステム」モデル構築事業のうち  
事業実施計画の精度向上支援  
報告書



令和5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. 事業実施内容.....	6
3. 事業実施項目.....	7
3.1 地域協議会の運営支援.....	7
3.1.1 協議会の運営.....	7
3.2 サプライチェーン.....	9
3.3 本年度の達成目標.....	10
3.3.1 A組合 B施設.....	10
3.3.2 C市 D施設.....	10
3.3.3 原木の安定供給.....	10
3.4 目標達成に向けた取り組み.....	11
3.4.1 A組合 B施設.....	11
3.4.2 C市 D施設.....	23
3.4.3 原木の安定供給.....	33
4. 総括.....	34



# 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」モデル構築事業のうち事業実施計画の精度向上支援（以下、本事業という）は、林野庁補助事業「令和 4 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、鹿児島県枕崎市「地域内エコシステム」モデル構築事業のうち事業実施計画の精度向上支援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鹿児島県枕崎市を支援対象地域としました。

鹿児島県枕崎市は、鹿児島県南部に位置しており、人口は19,842人（令和3年1月1日現在）人で、総面積は7,478ha、そのうち森林面積は3,392haと約45%を山林で占めています。

枕崎市の素材生産量は約2,800 m<sup>3</sup>/年と数量は少ないですが、日本一のかつお節生産地である本市では、かつお節を生産する際に必要となる薪の生産が盛んであり、本市の統計情報へ反映されていない薪生産が多く、統計情報以上の広葉樹生産が実施されています。また、本市には令和2年度に稼働した木質バイオマス発電所やチップ製造工場もあるため、今後は素材生産量が増加することが考えられます。

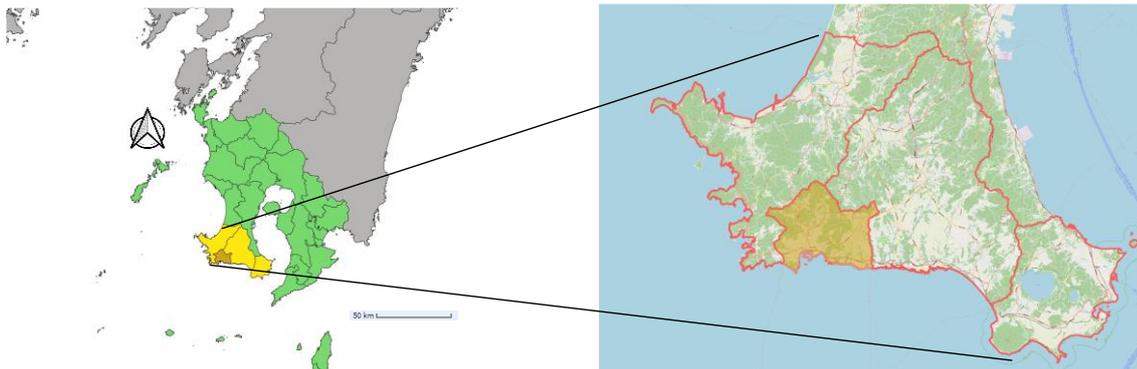


図 1-2 鹿児島県枕崎市の位置

## 1.3.2 地域における事業の位置づけ・目的

### (1) 事業の位置付け

本格的な稼働が 2020 年に開始された枕崎バイオマス発電所 (MBE) への木質燃料の供給を枕崎バイオマスリソース (MBR) が行うことにより、南薩地域において未利用森林資源の有効利用が可能になりました。しかし、FIT 終了後を見据えた木質資源の有効利用のために、前年度に引き続き A 組合の B 施設への木質バイオマスによる熱供給を地元関係者と共に事業化に向けて検討を進めます。「海と山の共同事業」として、枕崎市の基幹産業である鯉節製造に係る B 施設の熱源を木質バイオマスで賄う事業の立上げを目指します。

また、昨年度の調査で導入の可能性が高まった C 市の温浴施設の調査を引き続き行い、木質バイオマスボイラーの導入の道筋を立てたいと考えます。C 市はゼロカーボンシティに指定されており、今後の市の取り組みのメニューに加えられよう提案を行いたいと考えます。

### (2) 過年度精度向上にむけた調査結果の概要

#### 【令和 3 年度地域内エコシステム推進事業】

B 施設と蒸気供給条件の再確認を行った結果、同施設敷地内に木質バイオマスボイラーを設置できる可能性が出てきて、イニシャルコストの低減が期待されます。

枕崎市内のホテルから、木質バイオマスボイラー導入可能性調査依頼が来ましたが、燃料使用量や場所の関係で設置は難しいとの判断になりました。

一方、素材生産では人手不足が問題であり、現場の作業だけでなく、山買いの際の名義変更や様々な申請等、事務的な人手も不足しています。木材生産に集中できるよう、書類作成を代行できる体制が必要 (例えば森林組合に委託する等) であることが分かってきました。また、新生産者と鯉節業者との情報交換は、双方の様々な思惑があり、実現にはかなり時間がかかることが懸念されます。

当初、検討していた木質バイオマスボイラーの視察については、新型コロナの影響により、また他の新生産者の見学は、薪納入先から許可が出ずに実施できませんでした。

#### 【令和 2 年度地域内エコシステムモデル構築事業】

地域内エコシステム構築に向けて実施体制や事業採算性を検討しました。

協議会を2回開催し、導入検討先であるA組合からは運用方法や経費に関する質問もあり、協議会でも活発な議論ができました。

B施設への熱供給（蒸気供給）の検討を行った結果、本施設はDSS運転（デイリースタートストップ運転：24時間運転ではなく、1日の中で運転開始し、夕方に運転停止する運転）となっているため、稼働率が上がらず、イニシャルコストが割高になっており、収支は改善できませんでした。

本事業において、今後検討できる点としては、固定床式蒸気ボイラーの採用によるイニシャルコストの低減が考えられます。また建廃チップであれば、燃料の水分が低いため、今回採用したストーカー式の燃焼炉でなく、固定床式の燃焼炉も選択肢の一つになりますが、現在のチップ製造ラインを活かせないこととなります。更に、蒸気ボイラーの稼働率向上のため、スチームスター等の発電機の導入や、J-Creditやかごしまエコファンド制度の活用なども考えられますが、いずれも調査及び検討が必要になると考えます。

### 【令和元年度地域内エコシステム構築事業】

A組合で新設されるB施設への熱供給可能性を検討し、併せて枕崎市における公共施設に対する熱需要の把握を行いました。また、森林整備促進や既存薪流通との競合を避けるために、地域内の薪流通及び木材流通について把握しました。

B施設においては、令和元年8月からの稼働しており正確な数値による試算ではなく仮の数値での試算を実施した結果、4tの蒸気ボイラーを導入すると約2.8億円の総工費と投資回収年数13.2年と試算となりました。次年度以降は、実働の数値により詳細な検討を進める予定です。

B施設以外の熱需要施設においては、熱需要が小さく事業性が低かったため、ばい煙発生施設リストを入手し、今後の水平展開先をさらに探索していくこととしました。

薪及び木材の流通については、現状を把握することで、今後の素材生産量増加に対するポテンシャルを秘めている地域であることが判明しました。

次年度以降は、B施設の蒸気ボイラー導入の詳細な試算やE S C Oの可能性の検討を進めていく予定です。

### （3）本年度の目標

1. B施設への木質バイオマスボイラー（蒸気）導入の可否を組合と検討
2. D施設への木質バイオマスボイラー（温水）導入の道筋をたてる
3. 原木の安定調達

## 2. 事業実施内容

本事業の実施内容は、以下に示す項目について、鹿児島県枕崎市地域の「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) 地域協議会の運営支援
- (2) サプライチェーン
- (3) 本年度の達成目標
- (4) 目標達成に向けた取り組み
- (5) その他取り組み

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. 事業実施項目

### 3.1 地域協議会の運営支援

#### 3.1.1 協議会の運営

地域が主体となって、事業計画を策定し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、地域及び近隣地域の関係者で構成される協議会を支援しました。

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

▼事業を実施する主となるメンバーと支援するメンバー

組織名称（個人名でも可）	主または支援	役割（担当）	備考
枕崎バイオマスリソース合同会社	主	申請者 川中／燃料製造（チップ）の製造	2020年7月から燃料製造開始
枕崎市 企画調整課企画調整係	支援	川下／熱利用施設の情報提供	再生可能エネルギーの利活用や街づくりの取り組みをPR
枕崎市 農政課耕地林務係	支援	川上／森林、素材生産の情報提供	再生可能エネルギーの利活用や街づくりの取り組みをPR
	主	川下／熱利用施設	基幹産業である鋸屑製造に伴う再資源化施設で大量の熱を利用
南薩木質資源供給協議会	主	川上／燃料用材の供給	かごしま森林組合を始めとした南薩地域の素材生産者が加入
	主	川中／燃料運搬	既に木質バイオマスボイラー用の燃料製造中。チップ運搬車保有。
	主	川下／熱利用施設の情報提供	市内への木質バイオマスボイラーの導入検討
鹿児島県南薩地域振興局 農林水産部林務水産課	支援	オブザーバー	管内の森林情報、素材生産者の情報提供

協議会及び報告等を、コロナウイルス感染症対策を行いながら、計5回開催しました。

【第1回関係者協議会】

開催日：令和4年7月14日（WEBによる開催）

議 題：

- ・今年度事業内容等
- ・今年度の進め方の協議

【第2回関係者協議会】

開催日：令和4年12月2日（WEBによる開催）

議 題：

- ・B施設の導入試算結果の協議
- ・D施設の導入試算結果の共有と協議
- ・今後の進め方の予定と協議

【川下側への検討結果の報告】

開催日：令和4年12月14日（対面による開催）

場 所：A組合、C市役所

議 題：

- ・B施設の導入試算結果の報告
- ・D施設の導入試算結果の報告
- ・今後の進め方についての協議

【南薩木質資源供給協議会との協議会】

開催日：令和5年1月24日（対面による開催）

場 所：枕崎バイオマス発電所会議室

議 題：

- ・地元素材生産者が森林計画を立てるための協議・支援

【枕崎市との協議会】

開催日：令和5年2月10日（WEBによる開催）

議 題：

- ・B施設、D施設の導入試算結果の報告
- ・その他

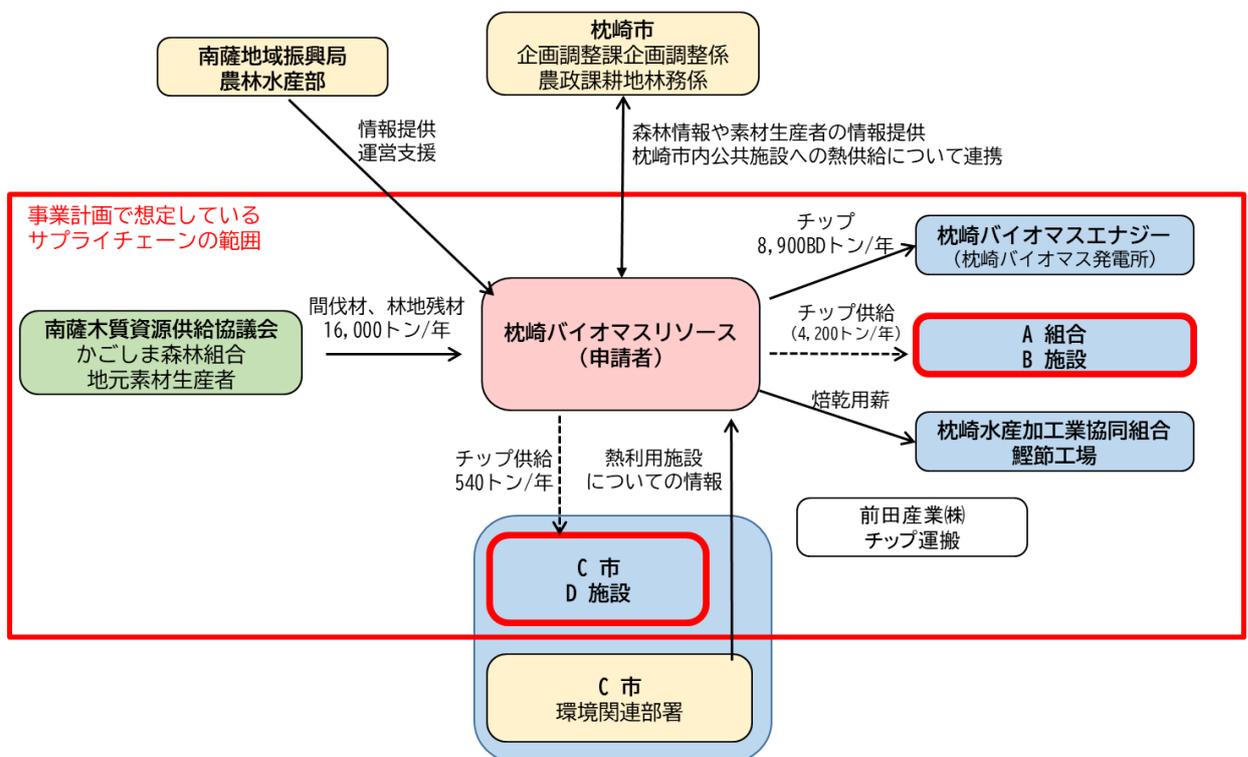
### 3.2 サプライチェーン

川上の実施主体は、素材生産や新生産を実施している事業者が中心となった南薩木質資源供給協議会が、川中の実施主体は、令和2年度に新たに稼働した枕崎バイオマスエナジー（MBE）へのチップ供給を実施する枕崎バイオマスリソース（MBR）が、各々担うことを想定して協議を進めました。川下の実施主体は、過年度に引き続き、令和元年度に新設されたA組合のB施設と、昨年度、オブザーバーとして参加したC市の公共温浴施設であるD施設としました。

これらの施設への木質バイオマスボイラーの導入検討を実施しました。また、原料及び燃料の運搬は、鹿児島県で木質チップ運搬の実績のある前田産業を実施主体としました。

また、川上から川中のサプライチェーンは、令和2年度に稼働したMBEへのチップ供給のためのサプライチェーンであり、そのチップ生産量は18,500生t/年となっています。MBEへのチップ供給量が約12,000生t/年のため、余剰部分の約6,500生t/年の活用を目的として新たなサプライチェーンの構築を目指します。

図 3-1 枕崎バイオマスリソースにおける南薩地域のサプライチェーン



### 3.3 本年度の達成目標

---

#### 3.3.1 A 組合 B 施設

B 施設への木質バイオマスボイラー（チップ焚き蒸気ボイラー）の導入を目指します。昨年度、本施設内に同ボイラーを設置することに同意を頂きましたので、工事費の削減が見込めると考えられます。また、同ボイラー及び蒸気配管などの工事費の算出において、精度を向上するため、ボイラーメーカーや外注事業者へ一部見積依頼を行ったうえで、事業性の検討を行いました。後述する D 施設への木質バイオマスボイラー（チップ焚き温水ボイラー）の導入と併せて、南薩地域での木質バイオマスによる熱供給を普及させたいと考えます。

また、木質バイオマス燃料の供給面においても用材以外に燃料用、鯉節製造に欠かせない薪生産の安定にも繋げて、F I T 終了後においても、南薩地域で未利用森林資源が有効に利用される環境の整備に繋がります。

#### 3.3.2 C 市 D 施設

C 市が運営している D 施設への木質バイオマスボイラー（チップ焚き温水ボイラー）の導入を目指します。本施設には、重油ボイラーが設置されていますが老朽化が著しく、更新時期を迎えています。昨年度の検討では、枕崎バイオマスリソースが保有している、現在のチップ製造ラインを活かすため、枕崎バイオマス発電所へ供給している同じチップ（破碎チップ：水分約 50%-WB）に対応したチップ焚き温水ボイラーを選定しました。引き続き、同ボイラーで検討を進めるため、地元施工会社と協力して、工事費の算出において、精度を向上します。B 施設と同様、工事費算出の精度を上げて、事業性の検討を行うこととしました。

#### 3.3.3 原木の安定供給

中国への原木輸出が旺盛なため、原木調達に非常に苦慮している現状が続いています。本年度は、南薩地域での安定的な原木調達方法を関係者と協議し、検討したいと考えます。

## 3.4 目標達成に向けた取り組み

### 3.4.1 A 組合 B 施設

ここでは、B 施設へチップ焚き蒸気ボイラーを導入した場合の事業性の検討結果を記載します。

#### (1) 施設概要

本施設は、令和元年の夏に運用を開始しました。本施設では、組合員から買い取ったカツオの残渣（かつお節に使わない部分）を魚粉、魚油などにし、飼料メーカーに販売する事業を行っており、食用油脂ラインと化成ラインを合わせて数 t の処理能力を保有しています。

当初、本施設では、HACCP による衛生管理上、B 施設内へのチップ焚き蒸気ボイラーの設置は難しいという話がありましたが、昨年度のヒアリングの結果、敷地内への設置も不可能ではないことが分かり、これにより、蒸気配管などの工事費が安くなり、総事業費の削減、投資回収年数の短縮が期待されるため、本事業の再検討を行いました。

今回は、これまでの手法（チップ焚き蒸気ボイラーを B 施設に隣接する枕崎バイオマスエネルギー（MBE）及び枕崎バイオマスリソース（MBR）の敷地内に設置し、蒸気を同施設へ送気する方法で、その際、同ボイラーは MBR が保有し、運転・管理を行います）ではなく、同ボイラーを B 施設の敷地内に設置し、同施設で運転・管理してもらい、燃料の木質チップの搬送のみを MBR が行う方法で検討しました。

以下に B 施設の概要を示します。

表 3-2 B 施設の概要

事業名称	平成29・30年浜の活力再生施設整備事業		
構造規模	敷地	8,928 m <sup>2</sup>	
	建物	鉄骨造 2 階建て 1,997.75m <sup>2</sup>	
	污水处理施設	処理能力	
機械設備	魚粉製造施設	食用油脂ライン	
		化成ライン	
		ソリューブル製造装置・魚粉製造装置	
		熱源設備他関連設備一式	

本施設には、既設の重油（A 重油） 焼き蒸気ボイラー（8t/h）が 1 基あり、これで施設内のクッカーやドライヤー等の蒸気を使用する装置へ蒸気を送気しています。また、臭気対策として脱臭炉 1 基も備わっています。同ボイラー及び脱臭炉で重油を使用しています。今回、本施設の敷地内にチップ焼き蒸気ボイラーを新設し、重油焼き蒸気ボイラーからの蒸気の一部を代替することで、重油使用量を減らし、隣接する MBR から安価なチップを供給することで、CO<sub>2</sub> 排出量を減らしつつ、投資回収年数を短縮できるような提案を行いました。



図 3-2 B 施設正面、重油焼き蒸気ボイラー、貯湯タンク



図 3-3 脱臭炉、重油流量計

本施設の重油焚き蒸気ボイラーは、年間 ● 日、1 日あたり ● 時間稼働しています。1 日の重油消費量は約 ● ℓ で年間の重油使用量は約 ● ℓ です。毎朝、本ボイラーを立上げて、立上げ後はドレン排出を行った後、ドレンを循環させて定常運転を行い、夕方、順番に装置を停止させて、本ボイラーを停止しています。前述の DSS 運転を行っています。

## (2) 検討方針

B 施設のヒアリング及び現場の流量計などの実測値より、現状の 1 日の運転として以下を想定しました。

- ・ 現状、立上げ 8:00～11:00 の 3 時間。この間は蒸気のドレン回収は実施しない。11:00～19:00 まで稼働し、ドレン回収する。
- ・ 17:00 以降は残業班で最後の片付けを行うため、1 ラインを停止させると伺ったところから、必要となる蒸気量は 16:00 の半分と想定した。
- ・ 18:00～19:00 は最後に濃縮液を減らすため、時間を要すると伺ったところから、合計の A 重油使用量 ● L/日から逆算し、蒸気量を想定した。

以上より、1 日の各時間の重油使用量、給水量、ドレン回収量、合計蒸気量を以下のよう

表 3-3 1日の既設重油焚きボイラーの蒸気量など

	8:00-9:00											
時刻	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	合計(L)
A重油使用量(L/h)	[Yellow bar]											
給水量(t/h)	[Yellow bar]											
ドレン回収量(t/h)(*1)	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	
合計蒸気量(t/h)(*2)	[Yellow bar]											
< ドレン回収 × > < ドレン回収 ○ >												
(*1: A重油使用量と給水量からゴールシークで算出。*2: 給水量 + ドレン回収量)												

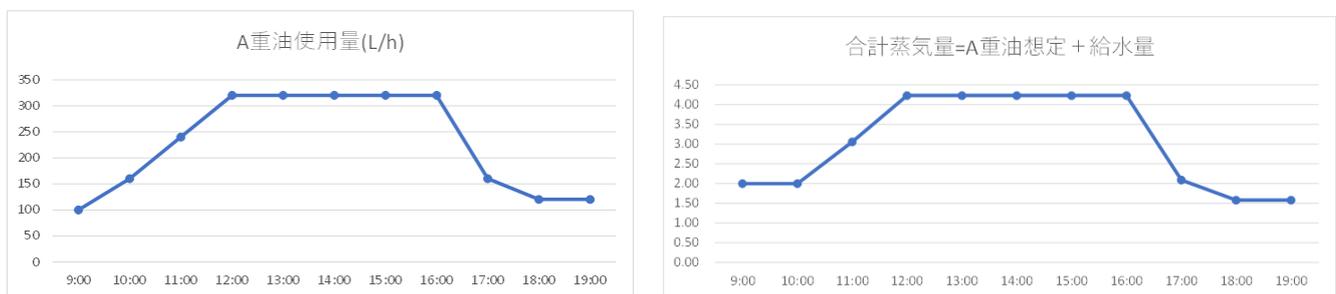


図 3-4 重油使用量と蒸気量の推移

また、1年の各月の重油使用量等を以下のように想定しました。

表 3-4 1年の同施設の重油使用量

月	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	合計
日数(日/月)	30	31	30	31	31	30	31	30	31	31	28	31	365
日曜(日/月)	5	4	4	5	7	4	5	4	9	5	4	4	60
稼働日数(日/月)(*1)	25	27	26	26	24	26	26	26	22	26	24	27	305
A重油使用量(L/日)(*2)	[Yellow bar]												
A重油使用量(L/月)	[Yellow bar]												

(\*1: 土曜日は時折稼働する、とのことだったので、稼働日は平日+土曜日(隔週)とした。)

(\*2: コメントを頂いたが、冬季(12月~2月)は2500L/日の1、2倍のA重油を消費すると仮定した。)

一方、チップ焚き蒸気ボイラーの運転については、立上げに時間を要するため、既設ボイラー、ドレン回収のタイミングを考慮して、以下のように想定しました。

- ・7:00~11:00の4時間を掛けて立上げ。施設へ蒸気を供給し、7:00~10:00はドレン回収は実施しない。
- ・立上げ1(7:00-8:00)、立上げ2(8:00-9:00)、立上げ3(9:00-10:00)は蒸気量を1,2,3t/hと徐々に上げる運転とする。
- ・11:00~19:00は引き続き、施設へ蒸気を供給し、ドレン回収する。
- ・17:00以降、ドレン回収量については、現在の運転データを参照する。

以上より、1日の各時間の重油使用量、給水量、ドレン回収量、合計蒸気量を以下のよ  
うに想定しました。

表 3-5 1日のチップ焚きボイラーの蒸気量など

	7:00-8:00												合計(L)
時刻	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	
A重油使用量(L/h)	[Yellow bar]												10,550 L/日(脱臭炉)
チップ使用量(kg/h)	[Yellow bar]												10,550 kg/日
給水量(t/h)	[Yellow bar]												
ドレン回収量(t/h)(*)	[Yellow bar]												
合計蒸気量(t/h)(*)	[Yellow bar]												
	< ドレン回収× > < ドレン回収○ >												

\*: ドレン回収量、合計蒸気量 (=必要蒸気量) は<現状>と同程度になるように想定した。

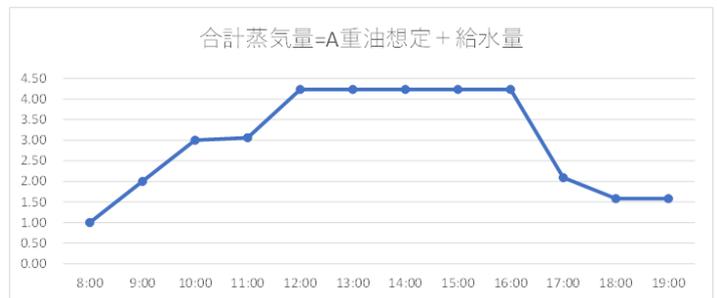
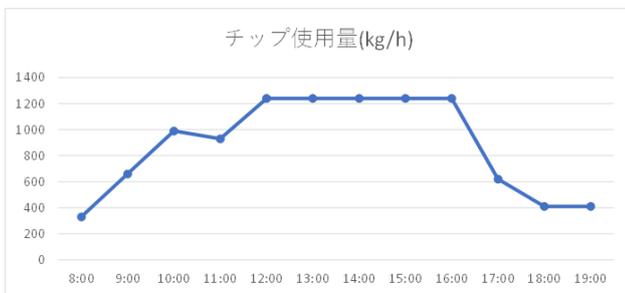


図 3-5 チップ使用量と蒸気量の推移

また、1年の各月の重油及びチップの使用量等を以下のように想定しました。

表 3-6 1年のチップ及び重油の使用量

月	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	合計
日数(日/月)	30	31	30	31	31	30	31	30	31	31	28	31	365
日曜(日/月)	5	4	4	5	7	4	5	4	9	5	4	4	60
稼働日数(日/月)	25	27	26	26	24	26	26	26	22	26	24	27	305
A重油使用量(L/日)(*)1													
A重油使用量(L/月)													
(*1: 現状の想定同様、冬季(12月~2月)は1、2倍のA重油を消費すると仮定した。)													
チップ消費量(kg/日)(*2)	10,550	10,550	10,550	10,550	10,550	10,550	10,550	10,550	12,660	12,660	12,660	10,550	132,930
チップ消費量(t/月)	264	285	274	274	253	274	274	274	279	329	304	285	3,370
(*2: 上記同様、冬季(12月~2月)は1、2倍のチップを消費すると仮定した。)													

また、チップ焚き蒸気ボイラー及び蒸気配管については、以下のような検討を行いました。  
た。配置案などを以下に列記します。

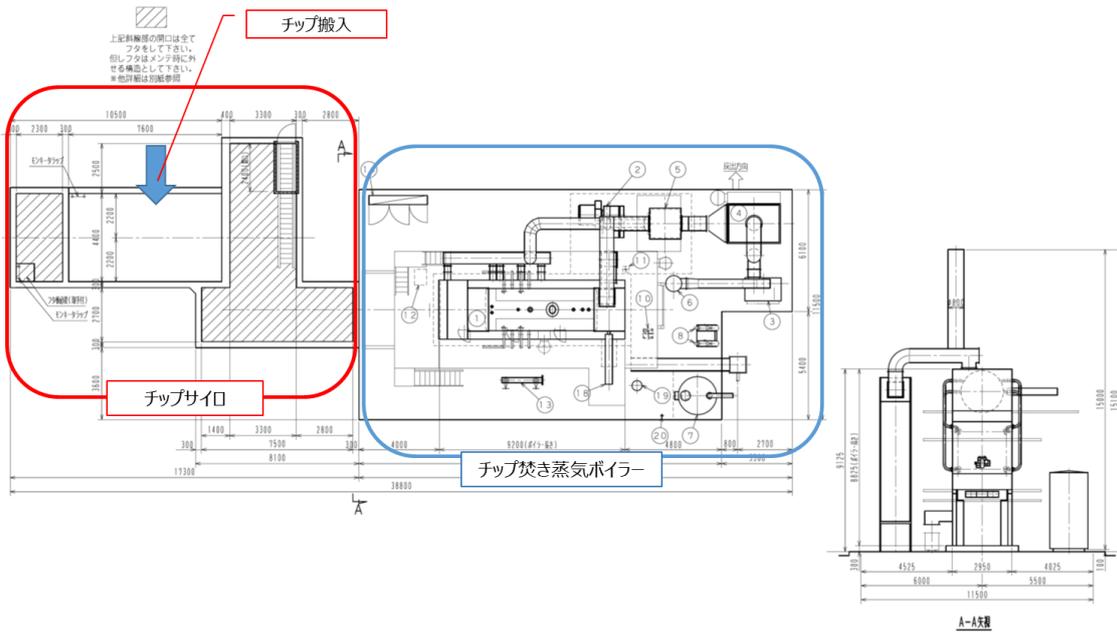


図 3-6 チップ焼き蒸気ボイラー配置案 (平面図、立面図)

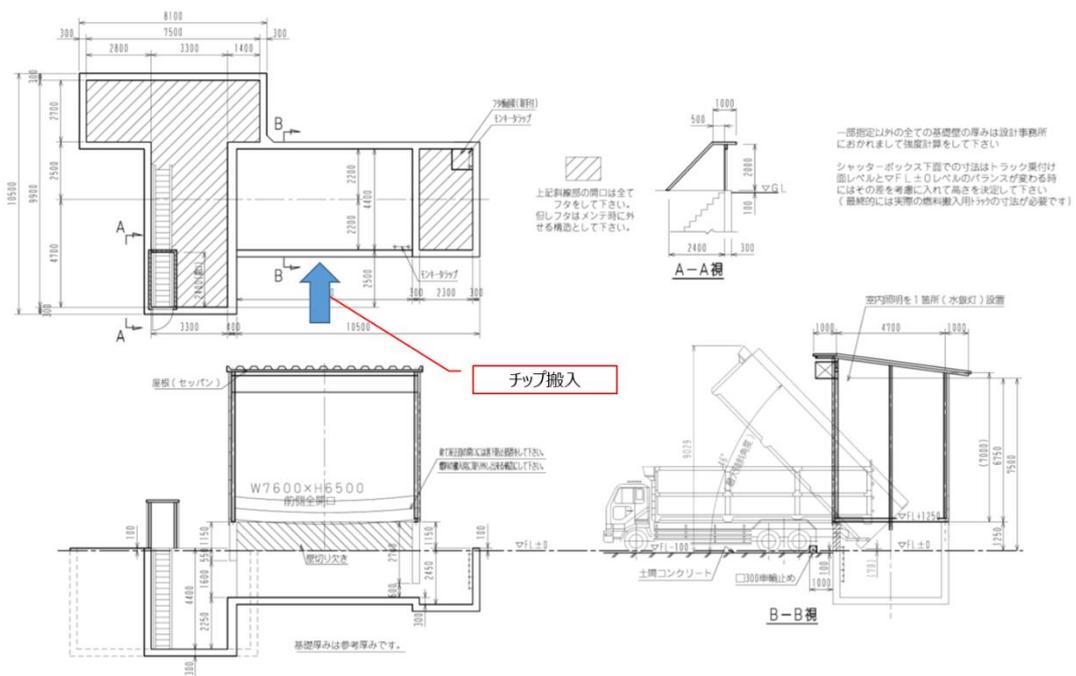


図 3-7 チップサイロ配置案 (平面図、立面図)

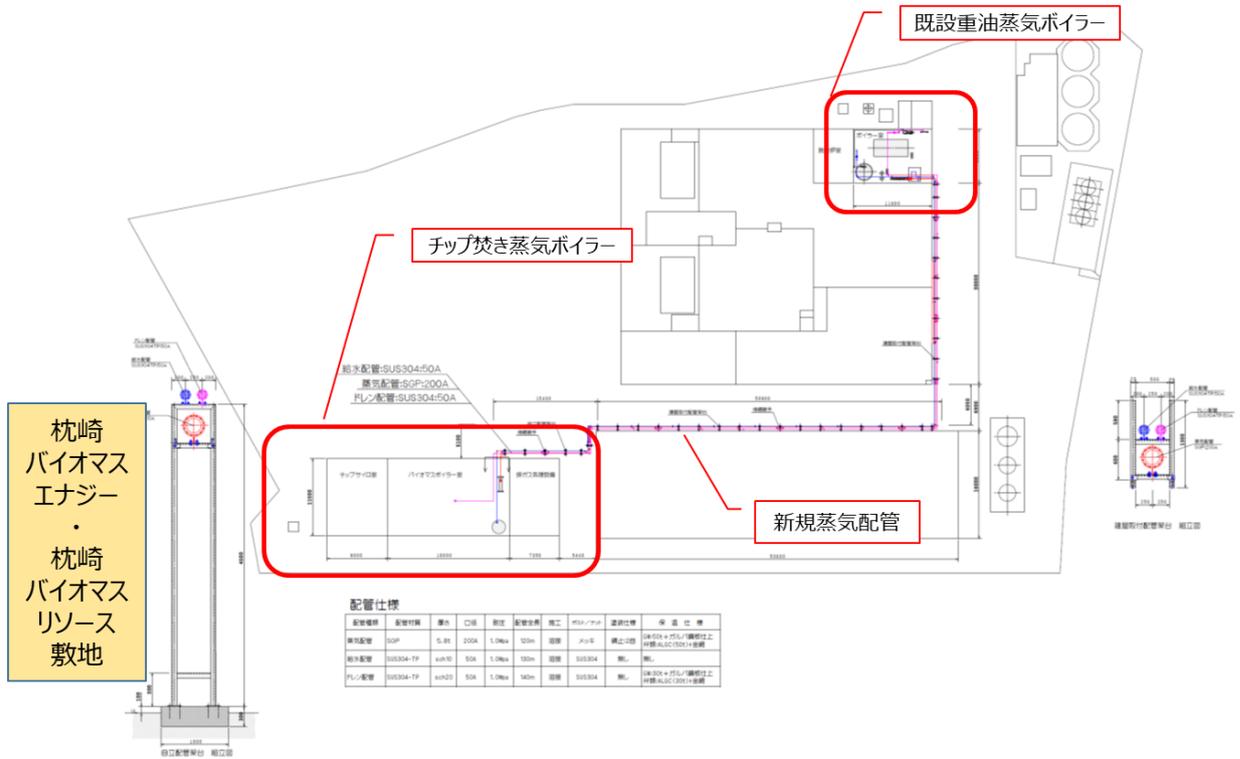


図 3-8 工場内新規蒸気配管敷設案

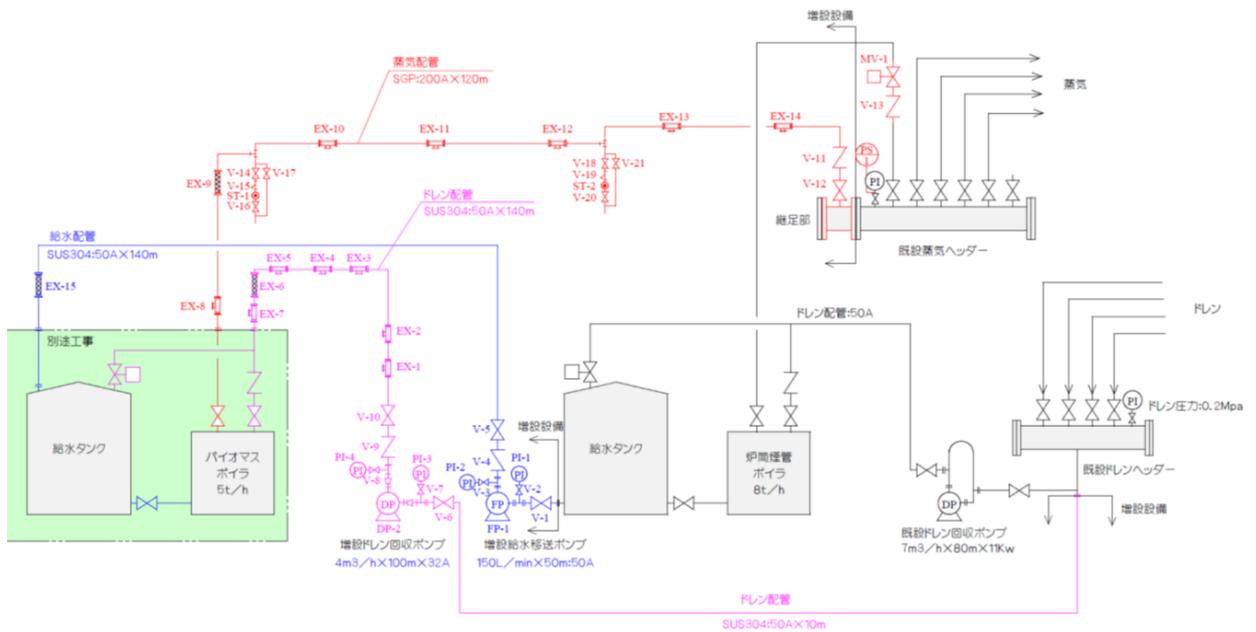


図 3-9 配管系統案

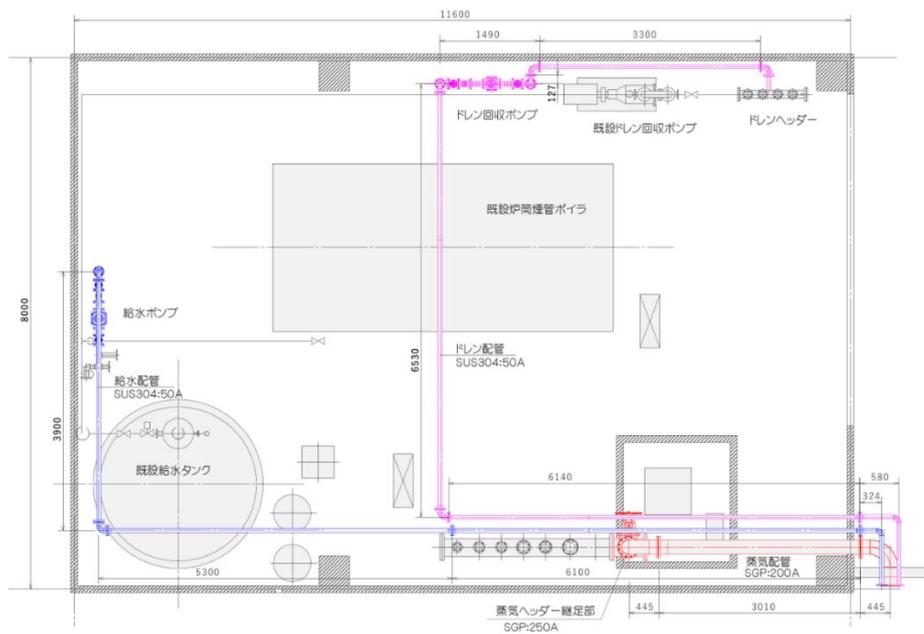


図 3-10 既設ボイラー室内配管敷設案（平面図）

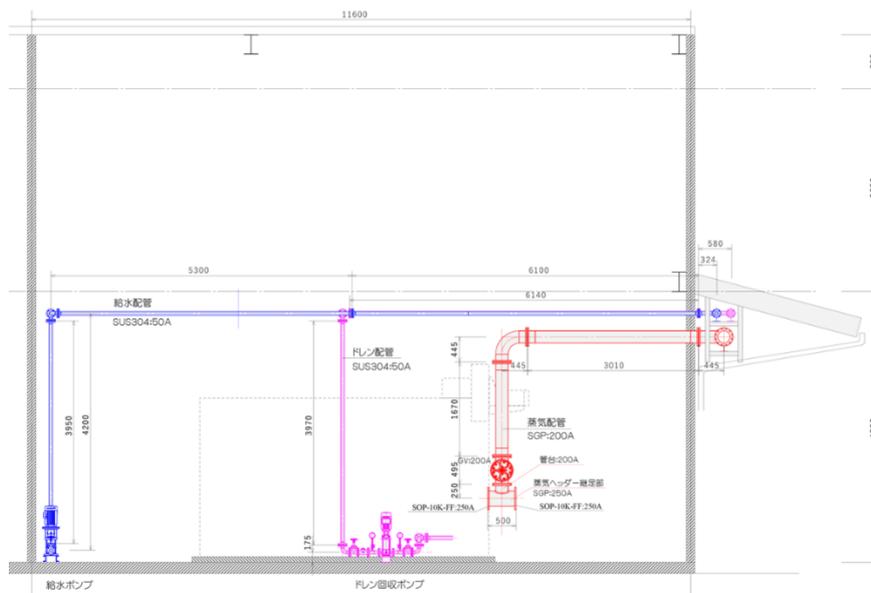


図 3-11 既設ボイラー室内配管敷設案（立面図）

以上の機器の仕様及びイニシャルコストを以下に示します。

表 3-6 チップ焚き蒸気ボイラー各機器の仕様及び概算

A	バイオマス蒸気ボイラー	概算	仕様
1	ボイラー本体（屋外式）	81,600,000	6t/h,0.98MPa
2	押込・誘引ファン装置	6,300,000	230,470m3/m
3	自動給水装置	6,000,000	給水Pなど
4	燃料供給装置	68,000,000	サイロ50m3込
5	燃料装置、灰出装置	44,500,000	灯油タンク、ポンプ等
6	排ガス処理装置	5,900,000	マルチサイクロン
7	付属装置	8,400,000	ストブ、ロー等
8	煙突、ダクト製作費	11,900,000	H=15m
9	管理計器、操作盤	11,500,000	
10	輸送、据付費	16,800,000	
11	現地工事費	56,200,000	
12	管理費	7,500,000	
13	諸経費	10,500,000	
	小計	335,100,000	
	値引き	40,100,000	約10%
	合計	295,000,000	
	消費税	29,500,000	
	合計（消費税込み）	324,500,000	

C	電気設備	概算
	合計	5,000,000
	消費税	500,000
	合計（消費税込み）	5,500,000
注：同規模の施設から想定		
D	土木建築	概算
	合計	25,000,000
	消費税	2,500,000
	合計（消費税込み）	27,500,000
注：一昨年度豊留建設の見積から想定		

B	蒸気配管	概算	仕様
1	ポンプ等機器	3,630,000	高圧,ドレン回収P
2	配管工事	20,200,000	120m
3	保温工事	7,800,000	同上
4	配管架台取付工事	3,180,000	自立形配管架台
5	その他工事	940,000	
6	諸経費	2,850,000	
	小計	38,600,000	
	値引き	6,000,000	約15%
	合計	32,600,000	
	消費税	3,260,000	
	合計（消費税込み）	35,860,000	
ドレン回収配管やポンプ等が増額。 配管工事、保温工事は材料高と業者見積から算出。結果、高くなった。			

また、ランニングコストを以下に示します。

表 3-7 チップ焚き蒸気ボイラー ランニングコスト

A バイオマス蒸気ボイラー		ボイラーメーカーの資料より想定				
チップ代	20,218,020	3,370 t/年	6 円/kg			
灯油代	2,440,000	100 L/回	305 日/年		80 円/L	
電気代	3,313,215	125 kW	0.6 -	12 時間/日	305 日/年	12.07 円/kWh
水道代	0	5 t/時間	10 時間/日	24 日/月	12 月/年	300 円/t →変化ないと仮定。
清缶用薬品代	0	5 t/時間	10 時間/日	24 日/月	12 月/年	120 円/t →変化ないと仮定。
性能検査費	1,000,000					
ばいじん測定費	140,000					
灰処理費	1,911,200	4778 t/年	0.02 -	20000 円/t		→単価は仮定。
消耗品代	800,000					
築炉修理費	1,000,000					
小計	30,822,435					
B 蒸気配管						
ポンプ類						
電気代	549,000	10 kW	0.6 -	12 時間/日	305 日/年	25 円/kWh
合計	31,371,435					
チップ代以外	11,153,415					

チップの必要量は、年間約 3,370 t/年でチップ代はチップ単価 6 円/kg のとき、年間約 2,000 万円になります。チップ焚き蒸気ボイラーの立上げ用に灯油が必要になります。その他、電気代、性能検査費などを加えて、年間 3,100 万円のランニングコストが掛かります。なお、水道代と清缶用薬品代は、既設の重油焚き蒸気ボイラーで使用する分は減るため、ここでは計上しませんでした。

以上のイニシャルコスト及びランニングコストをまとめると、以下ようになります。チップ単価 6 円/kg、重油単価を 80 円/L と仮定すると、投資回収年数は約 7.9 年になりました。この試算で、重油使用量は約 88%の約 70 万 L/年を削減できると想定しており、民間企業においても、脱炭素が求められる昨今において、非常にアピール度が高いと考えられます。

また、この試算結果から、チップと重油の単価を変数にして、これらを組み合わせた形で、投資回収年数を試算しました。単価を変更することで、投資回収年数は最短で 5,6 年になることが分かりました。

結果を以下に示します。

表 3-8 コストのまとめと投資回収年数

◆イニシャルコスト (全て税込み)

主要機器・工事	仕様	台数	単価(円)	合計(円)
A バイオマス蒸気ボイラ	6t/h	1	-	324,500,000
B 蒸気・還水配管工事				35,860,000
C 電気工事				5,500,000
D 土木建築工事				27,500,000
総計				393,360,000
設備 補助率	1/2 と仮定			
補助対象総計				393,360,000
補助額				196,680,000
総負担額(差額(自己負担額))				196,680,000

◆重油単価と導入前後のメリット

A重油単価(円/L)仮定	80	A重油使用量(L/年)	金額(円/年)
チップボイラー等導入前			)
チップボイラー等導入後			)
導入前後の差額			56,214,400

◆チップ単価と投資回収年数

チップ単価(円/kg)仮定	6	チップ必要量(kg/年)	金額(円/年)
チップ		3,369,670	20,218,020
電気代等(メンテ代、ばいじん測定等含む)			11,153,415
小計			31,371,435
合計(想定される利益)			24,842,965
投資回収年数			7.9

表 3-9 チップと重油単価による投資回収年数

投資回収年数 (年)		A重油単価 (円/L)				
		73	75	80	85	90
チップ 単価 (円/kg)	3	6.5	6.3	5.6	5.1	4.7
	6	9.9	9.2	7.9	6.9	6.2
	8	14.9	13.5	10.9	9.1	7.8

### (3) 検討結果

以上の検討結果を A 組合（以下、組合）へ説明した際に、同組合より頂いたコメントを、前田産業の前田氏が成果報告会で発表された内容と重複するが、以下にまとめます。

・ 投資回収年数 5,6 年は長い。

新設した B 施設の完済は 10 年後と想定している。チップ焚き蒸気ボイラーを含めた二つの返済を長期間にわたり行う必要が出てくる。それは出来ない。

・ 人手を割けない。

現在でも手一杯な状態であることに加え、複数の従業員が退職する予定だが後任は未定のままになっている。チップ焚き蒸気ボイラーが導入されると更に人手が掛かってしまう。

・ 優先度の高い施設がある。

冷蔵施設を新設する案も出ており、数億円程度の投資になる。チップ焚き蒸気ボイラーより冷蔵施設の優先度が高い。（4 年間の調査の中で初めて聞いた話）

・ CO2 排出量の削減に取り組む意思はない。

CO2 排出量削減について、顧客から要望は無く、組合としても取り組む意思は無い。

以上のような厳しいコメントを頂きました。同組合における、昨年度までの検討結果の協議や検討への協力などを鑑みると、予想外の回答でした。ただ、事業を取り巻く環境や投資の優先順位の変化など、事業者側の考えや現状などがあるため、スピード感のある検討・提案が出来なかったことは、大きな反省点だと感じました。

### 3.4.2 C市 D施設

ここでは、D施設へチップ焚き温水ボイラーを導入した場合の事業性の検討結果を記載します。

#### (1) 施設概要

本施設は、約30年前の平成4年(1992年)に開業し、平成9年(1997年)に浴槽棟を増築(拡大)し、温泉プールと浴槽が併設されました。現在の営業時間は10時～21時半(受付は20時)で水曜日が定休日となっており、1日の利用者数は、220～270人と多く、ほぼ地区の利用者で、午前から夕方まではプール利用者が、夕方以降は温泉利用者が多く、地区住民の健康維持に貢献しています。

本施設には、2つの棟があり、各々別の温泉が入っています。プール棟には、源泉温度38度程度の温泉をそのまま入れて、水で温度調整し、一方、浴槽棟には、浴槽温度42-44度の温泉がかけ流しの状態で入っています。

プール棟用ボイラーは、プール棟の泡風呂、全身浴の加温と、気泡圧注浴の循環ろ過の熱源となっています。現場では、黄色の湯の華が付着していました。浴槽棟用ボイラーは、浴槽棟の浴槽加温と給湯の熱源となっています。ただし、浴槽棟の浴槽の加温のみ、同ボイラーとプール棟用ボイラーの切替運転が可能になっています。

施設が出来て30年以上経過しており、途中で改修や増築があったため、2台の重油ボイラーの用途や運転方法、配管が入り組んでおり、まずは2台の重油ボイラーの運転パターンと重油使用量を計測しました。以下に2台の重油ボイラーの仕様を示します。

設備	アイチ温水ボイラーAS-2502		
-	プール棟用ボイラー		
出力	291 kW	250,000	kcal/h
燃料消費量	33 L/h	燃料	A重油
消費電力	0.67 kW		
設置年月	平成29年に更新		



図 3-12 プール棟用ボイラーの仕様と写真

設備	前田鉄工所 無圧開放式 温水ヒーター RMO-E520-3		
-	浴槽棟用ボイラー		
出力		kW	520,000 kcal/h
燃料消費量	65.9 L/h	燃料	A重油
消費電力	0.75 kW		
設置年月	平成9年に更新		



図 3-13 浴槽棟用ボイラーの仕様と写真

上記の本施設の配置図を示します。

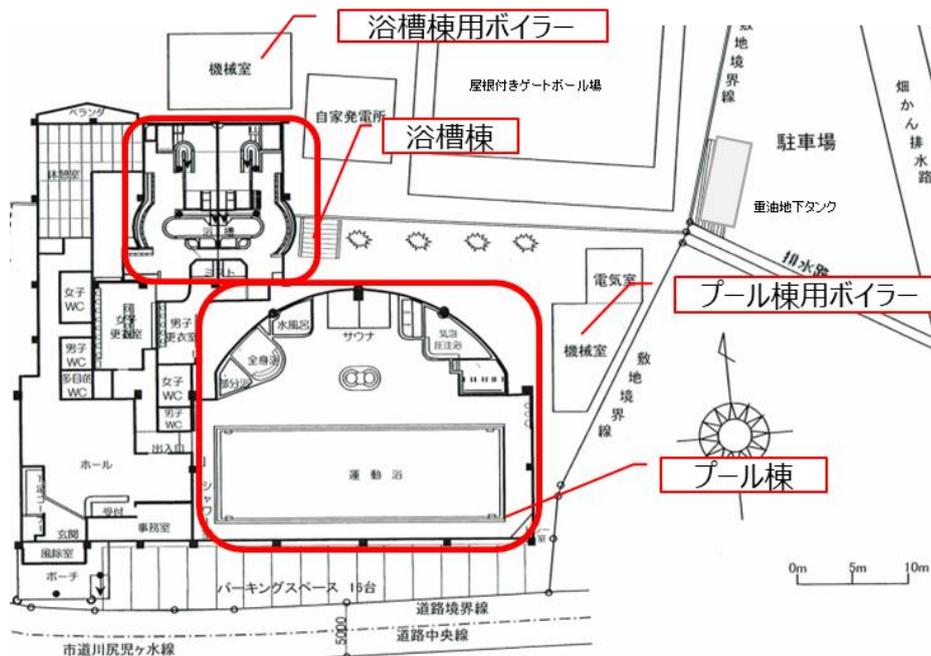


図 3-14 D施設 配置図

本施設の年間の重油使用量は約●Lです。コロナ前の2018年度及び2019年度の日報データから、およその月ごとの重油使用量の推移を推定しました。結果を以下に示します。

月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	合計
A重油使用量													5

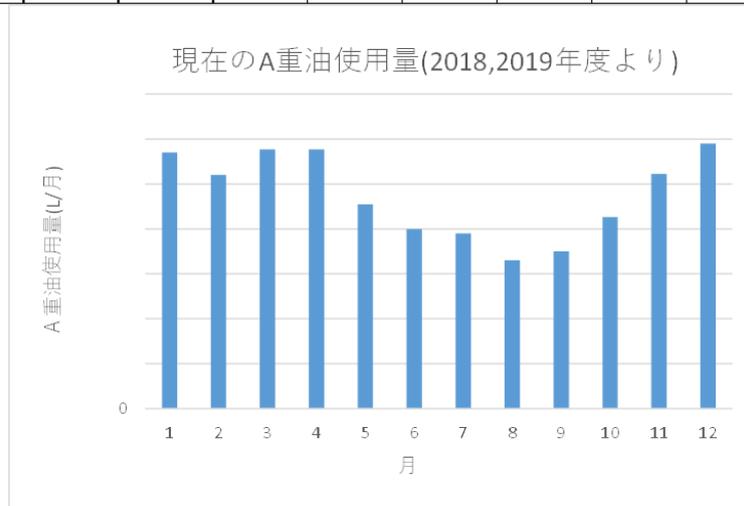


図 3-15 1年の同施設の重油使用量

本施設に、チップ焚き温水ボイラーを導入し、2台の老朽化の著しい重油焚き温水ボイラーからの温水の一部を代替することで、重油使用量を減らし、枕崎バイオマスリソース（MBR）から安価なチップを供給することで、CO2 排出量を減らせるような提案を行いました。



図 3-16 正面玄関、重油地下タンク



図 3-17 重油ボイラー機械室（浴槽棟用、プール棟用）

## (2) 検討方針

現状の2台の重油ボイラーの各々の重油消費量を把握するため、定点カメラを1分間隔で各々のボイラーの運転時に点灯するランプを撮影し、各ボイラーの稼働時間を把握しました。1年間の1日の重油消費量は日報があるので、その量は把握していたので、この重油消費量と稼働時間を比較することで、1時間毎の重油消費量を推定しました。

上記の手法により、3月12日～14日の重油消費量を以下のように推定しました。この結果、1日のA重油消費量は約●L/日が算出され、この数値は、日報値の●L/日に近い数値でしたので、およその必要熱量を把握できたと考えました。

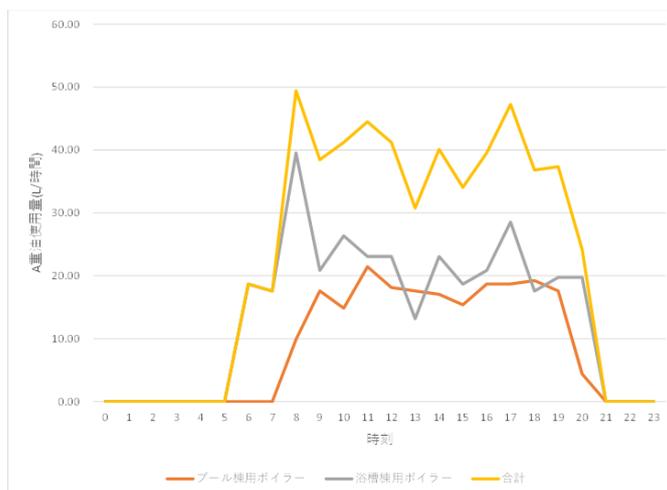


図 3-18 2台の重油ボイラーの燃料消費量の推移

今回は、前述の通り、MBRのチップ製造ラインを活かすため、使用するチップが限定され、選択できるチップ焚き温水ボイラーも限定されてきます。今回は、巴商会のUTSRシリーズのチップボイラーを選定しました。

上記の燃料消費量の推移より、夏季及び冬季の必要熱量を以下の通り試算しました。

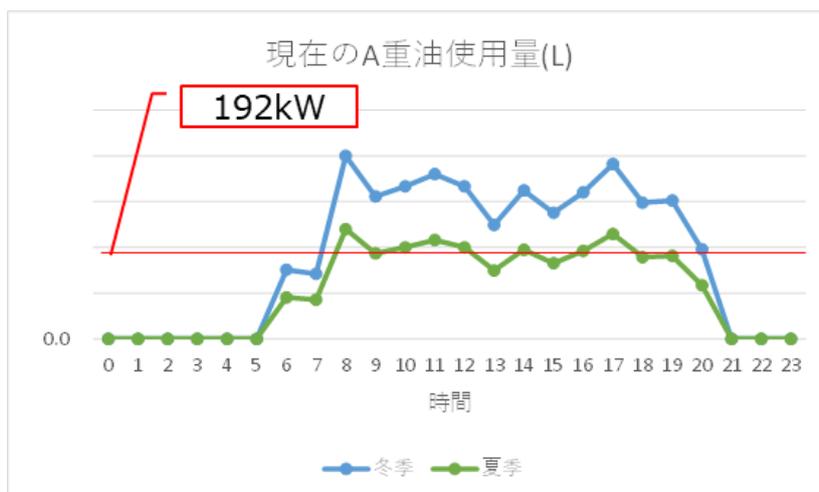


図 3-19 本施設の必要熱量の推移

この結果から、同チップボイラーシリーズの定格出力 240kW を選定しました。効率 0.8 より 192kW 分の重油で賄っている熱量を、チップ焚き温水ボイラーでカバーすることを想定しました。

今回の試算では、チップの必要量は、年間約 538 t /年でチップ代はチップ単価 7 円/kg のとき、年間約 380 万円になります。また、重油使用量は約 81%の約 ●L/年を削減できると想定しました。

また、本施設の東側には約 4mの高低差があり、現在、高い場所には駐車場、低い場所には屋根付きのゲートボール場が、各々あります。この高低差を活かして、チップサイロを配置出来ないか検討しました。ただ、低い場所にある屋根付きゲートボール場（軒高さ 3m）の中に、選定したチップボイラーが格納できるか、また、できない場合は、屋根の一部を撤去する必要があり、設置の判断と見積が難しいと考えました。そこで、今回、見積業務を、鹿児島市にある同ボイラーの公共事業で工事・納入実績のある代理店へ依頼しました。

本施設周辺と高低差を示す写真を以下に示します。

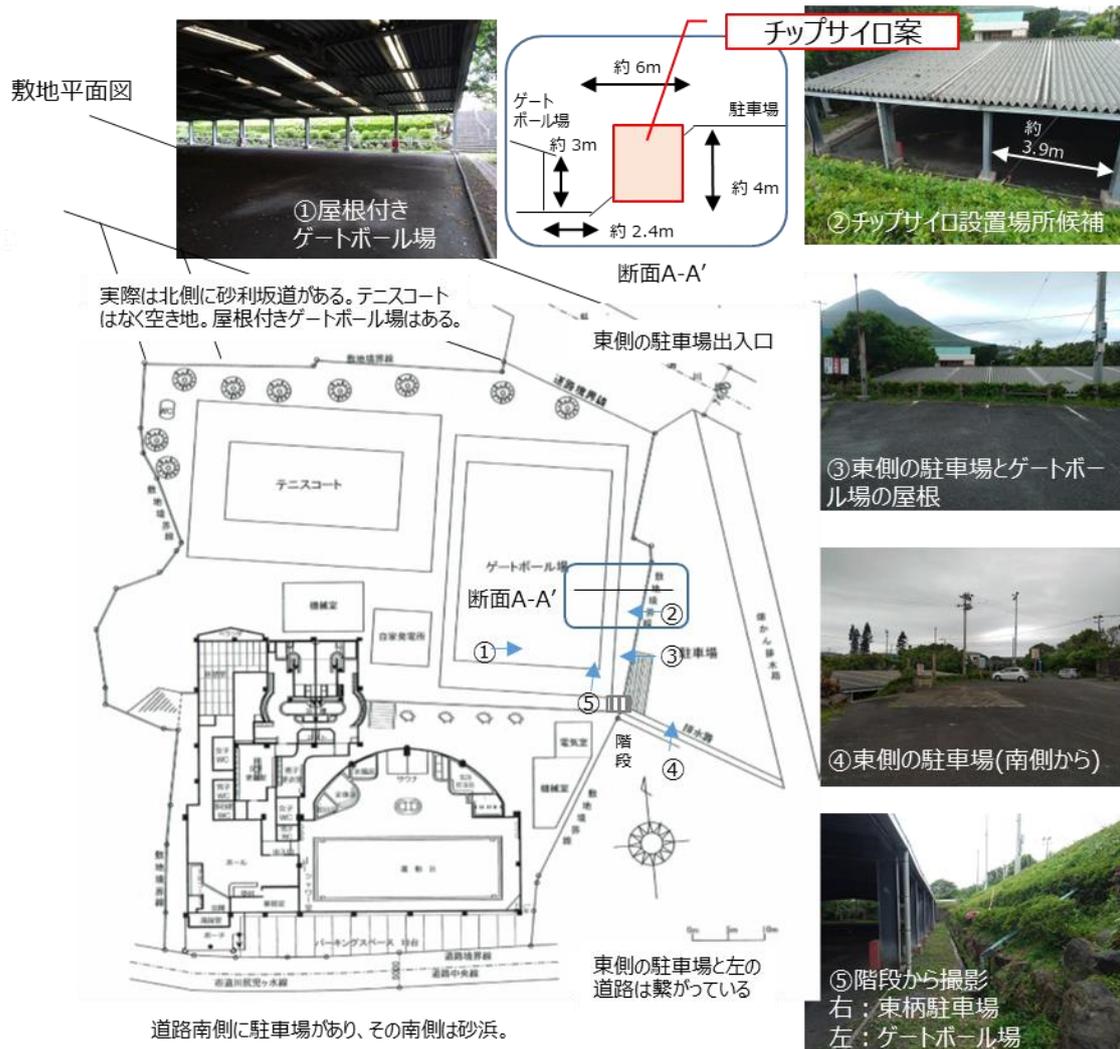


図 3-20 D 施設敷地周辺図と写真

チップ焼き温水ボイラーの工事見積は、現地で一緒に確認し、前述の屋根付きゲートボール場や重油ボイラーの運転状況や必要熱量などの課題や情報を共有し、以下の仕様、配置で見積業務を行っていただきました。

- (1) 傾斜地の一部(6mX6mX 深さ 4m)を掘削し三面に RC 擁壁を設置する。
- (2) ここに 5mX5mX4m(内寸)の蓋付鋼板製ホッパーを設置する。
- (3) ホッパー内にバントアーム積出装置を設置し、コレクティングスクリュー及びドーピングスクリューを経由して、UTSR-240 ヘチップを供給する。

以下に上記を示す仕様、配置図を示します。

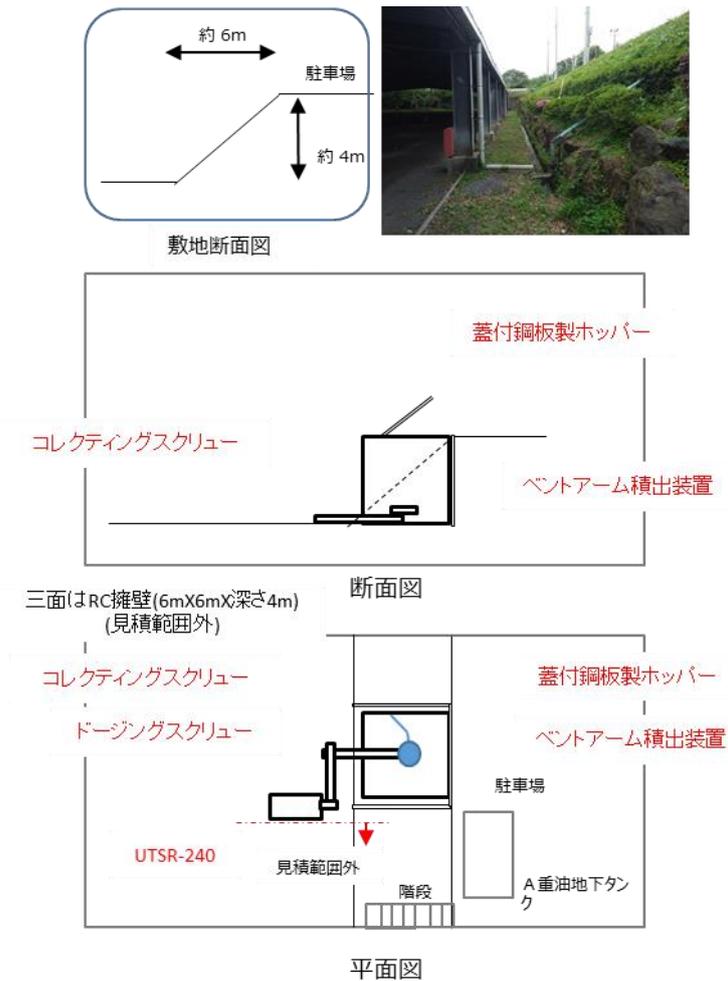


図 3-21 見積依頼の配置図

上記の条件で見積してもらった結果より得られたイニシャルコスト及びランニングコストを以下に示します。

表 3-10 イニシャルコスト (チップボイラー関連)

A	チップボイラー	概算
1	チップボイラー	42,550,000
2	機器搬入・組立・ボイラー計装工事	10,000,000
3	試運転調整費	1,200,000
	小計	53,750,000
	消費税	5,375,000
	合計 (消費税込み)	59,125,000

表 3-11 イニシャルコスト（周辺設備、土木建築、電気設備）

B	その他工事	概算
1	土木建築	33,530,000
2	機械設備工事	38,940,000
3	電気設備工事	11,360,000
4	サイロ貯留箱工事	15,200,000
	小計	99,030,000
	消費税	9,903,000
	合計（消費税込み）	108,933,000

表 3-12 チップ焚き温水ボイラー ランニングコスト

A	バイオマス温水ボイラー	ボイラーメーカーの資料より想定				
チップ代	3,769,416 円/年	538 t/年	7 円/kg			
電気代	428,415	13.5 kW	0.6 -	14 時間/日	313 日/年	12.07 円/kWh
性能検査費	200,000					
灰処理費	0	27 t/年	0.02 -	0 円/t		灰は農家や個人で肥料として使用すると仮定
メンテナンス費	1,400,000	15年間の定期メンテナンス、交換部品などの費用を総計して、15年間の平均値として算出した。				
合計	5,797,831					
チップ代以外	2,028,415					

上記のイニシャルコストは、想定外に高くなっていると考えます。今回、チップサイロの配置等において、不確定な要素があるため、安全サイドの金額が出てきたと思われます。なお、屋根付きのゲートボール場の中にチップ焚き温水ボイラーを据え付けることは、高さ不足により不可であったため、既設ゲートボール場の屋根を3スパンのみ解体することとしました。

以上のイニシャルコスト及びランニングコストをまとめると、以下のようになります。チップ単価 7 円/kg、重油単価を 80 円/L と仮定すると、投資回収年数は約 53.3 年になり、現実的な回収年数にはなりません。一方、ランニングコストは、本施設で使用している燃料が重油であるため、燃料削減によるコストメリットが小さくなり、想定される利益が小さくなり、投資回収年数が大きくなったと考えます。

また、この試算結果から、チップと重油の単価を変数にして、これらを組み合わせた形で、投資回収年数を試算しました。単価を変更しても、投資回収年数は 20 年以上で、短縮することが出来ませんでした。

結果を以下に示します。

表 3-13 コストのまとめと投資回収年数

◆イニシャルコスト (全て税込み)

主要機器・工事	仕様	台数	単価(円)	合計(円)
バイオマス温水ボイラー	240kW	1	-	59,125,000
機械設備				42,834,000
サイロ貯留工事				16,720,000
電気工事				12,496,000
土木建築工事				36,883,000
総計				168,058,000
設備 補助率	1/2 と仮定			
補助対象総計				168,058,000
補助額				84,029,000
総負担額(差額(自己負担額))				84,029,000

◆重油単価と導入前後のメリット

A重油単価右(円/L)仮	80	A重油使用量(L/年)	金額(円/年)
チップボイラー等導入前			92,179
チップボイラー等導入後			3
		92,179	導入前後の差額 7,374,292

◆チップ単価と投資回収年数

チップ単価右(円/kg)仮	7	チップ必要量(kg/年)	金額(円/年)
チップ		538,488	3,769,416
電気代等(メンテ代、ばいじん測定等含む)			2,028,415
小計			5,797,831
合計(想定される利益)			1,576,462
投資回収年数			53.3

表 3-14 チップと重油単価による投資回収年数

投資回収年数(年)		A重油単価(円/L)				
		73	75	80	85	90
チップ 単価 (円)	5	41.8	38.3	31.7	27.0	23.5
	7	90.2	75.3	53.3	41.2	33.6
	9	-	2,177.3	168.2	87.5	59.1

### (3) 検討結果

2021年度は、当該施設は、ボイラー老朽化で入替検討をしており、またC市はゼロカーボンシティを宣言しているため、バイオマスボイラーの導入の可能性は高いだろう、という話を地球温暖化対策担当者（以下、同担当者）から伺っていました。今年度、以上の検討結果を同担当者へ説明したときのコメントを以下にまとめます。

#### ・ボイラーの更新について

既設の重油ボイラーの老朽化が著しいが、CO<sub>2</sub>の抑制から考えると、重油ボイラーへの更新はない。

#### ・今後について

D施設を管轄している、観光施設管理課とも年度内には、本施設について協議したい。

#### ・その他の効用について

住民の健康増進を考えると、施設閉鎖は避けたい。

投資回収年数が長く、そのためにバイオマスボイラーの導入は難しい等の話は、特にありませんでした。また、こちらからは、役所内の協議において、必要な資料があれば、問合せして頂きたい旨をお伝えし、今後も支援・協力したいと考えています。

### 3.4.3 原木の安定供給

原木の安定供給について、今年度の取り組みを記述します。

令和3年度の報告書では、鹿児島県や宮崎県などの南九州地域では、中国への原木の輸出が増加しており、原木を確保するため、買取単価を上げざるを得ない状況にあること、また、素材生産の現場において、人手不足に加えて、伐採届などの様々な申請等の事務手続きも滞っている現状などを報告しました。

これに対して、令和4年度は以下のような取り組みを実施しました。

- ・地元素材生産者が森林経営計画をたてるための協力を行った。
- ・林地取得のために働きかけた。

(原木集荷エリアである南薩地域は、10ha単位で所有している集落林が多いため、これらを集約して、100haの施業地を確保することは無理な話ではない。)

- ・日本政策金融公庫の林業経営育成資金を利用することを検討した。



図 3-22 南薩地域における原木集荷エリア

## 4. 総括

地域内エコシステムで4年間、取り組みましたが、芳しい成果は得られませんでした。今年度は、主に、A組合のB施設とC市のD施設の川下側の事業性評価について、精度を上げられるように検討しました。検討の結果、B施設へのチップ焚き蒸気ボイラーの導入は厳しく、D施設へのチップ焚き温水ボイラーの導入は先送りとなる結果になりました。投資回収年数は、前者が5,6年、後者が20年以上でしたが、後者は、今後、市役所内の関係部署との協議をもとに、どのように取り組むかを検討して頂き、再度の検討になる可能性も残りました。以下に、各々の反省点などを追記します。

B施設の検討では、チップ焚き蒸気ボイラーは民間事業者への納入実績の多いボイラーメーカーと、蒸気配管と制御は元民間企業で技術営業を行っていたコンサルタントの支援を頂き、かなり詰めた形で事業性を検討しましたが、同組合とは協議の入口にも辿り着けませんでした。課題としては、A組合の“上層部や現場など、複数の方と進捗・情報の共有を行うべき”であったことは、その通りだと考えられます。さらに踏み込むと、一番はじめの段階で、投資の決定権をもつ理事長なりに、組合としての優先順位を伺うべきであったと考えます。公共事業との違いを十分に理解した上で、民間事業の場合は、様々な経営環境を鑑みて、投資を決定するため、事業性さえ良ければ、環境に良い木質バイオマスボイラーを導入するはず、という思い込みを持ってしまったことが1つの課題だと考えます。

一方、D施設の検討では、今回、枕崎バイオマスリソースより供給するチップが水分50%-WB程度の生の破碎チップであったため、使用できるチップ焚き温水ボイラーを特定し、見積業務を、鹿児島市にある同ボイラーの公共事業で工事・納入実績のある代理店へ依頼しました。既存の建物を利用できるか、撤去するか等の工事があったため、代理店へ依頼することにしましたが、安全サイドの見積が提示されました。もう少し詰める点はあると考えましたが、時間がなく、まずは現状をC市へ説明を行いました。ただ、投資回収年数を厳しく指摘されず、市の同担当者は、本センターが立地する住民の健康維持と施設の老朽化と更新の有無を懸念されており、CO2削減が求められる中、化石燃料焚きのボイラーへの更新はありえない現状に悩まれており、今後は、関係部署との協議を行いたい旨の話を伺いました。公共事業の担当者は、民間事業者とは異なる視点で、木質バイオマスボイラーを捉えており、この点を踏まえ

て、事業性や CO2 削減だけでなく、異なる視点からの提案が必要であったと考えます。D 施設については、今後も同担当者からの問合せ等に応えて、事業が前進するよう支援していきたいと考えています。



令和4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」推進事業

鹿児島県枕崎市  
「地域内エコシステム」モデル構築事業  
事業実施計画の精度向上支援  
報告書

令和5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  
〒198-0042 東京都青梅市東青梅4-3-1 木ズナのもり2F  
TEL 0428-84-2445 FAX 0428-84-2446