

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

岡山県鏡野町
「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.....	5
3. 事業実施項目.....	6
3.1 地域協議会の運営支援.....	6
3.2 サプライチェーン.....	10
3.3 本年度の達成目標.....	13
3.4 目標達成に向けた取り組み.....	14
3.4.1 クアガーデンこのかにおける木質バイオマスボイラーの導入に係る検討 ...	14
3.4.2 木質バイオマスボイラーの選定に向けて.....	28
3.5 その他取り組み.....	31
4. 総括.....	35

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」推進事業」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、岡山県鏡野町「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岡山県鏡野町を支援対象地域としました（図 1-2）。

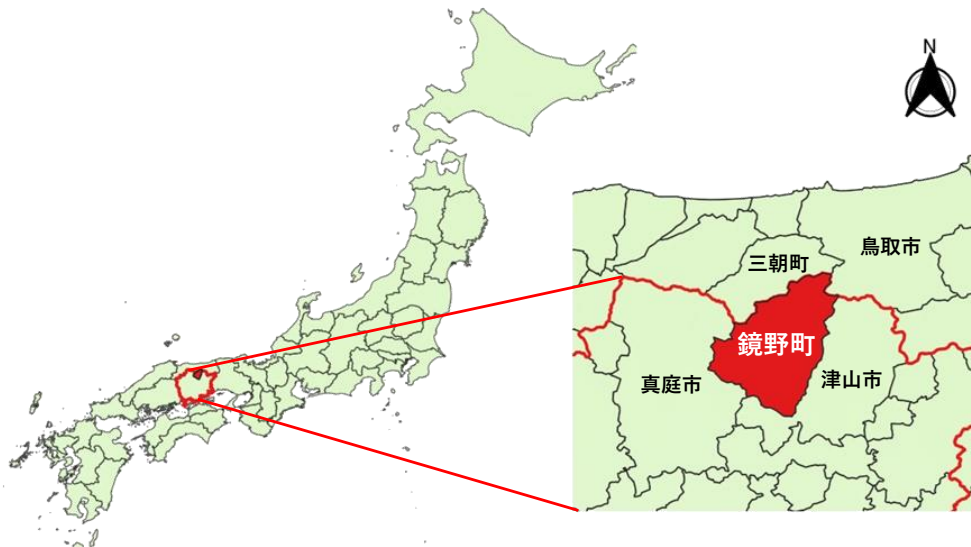


図 1-2 岡山県鏡野町の位置

岡山県鏡野町は、岡山県の北部に位置し、北は鳥取県三朝町、鳥取県鳥取市、南東は津山市、西は真庭市と接しています。人口は12,527人（令和4（2022）年4月末時点）、総面積は41,968ha、そのうち森林面積は36,371haであり、86.6%を森林が占めています。森林の構成をみると、民有林面積が31,936ha（87.8%）で、そのうちスギ、ヒノキを主体とした人工林の面積は22,362haと、民有林の人工林率70%という結果になっています。これは、岡山県の民有林面積である447,108haのうち人工林面積168,253ha（37.6%）の県平均を上回る結果となっています（令和3（2021）年3月発行の岡山県森林・林業統計）。一方で、天然林の面積は7,895ha（24.7%）で、そのほとんどがクヌギ、コナラ類を主体となっています。

また、鏡野町は山陽地方や山陰地方の中間で、関西圏や広島県の中間に位置しており、主要都市を結ぶ交通の要衝となっています。鳥取県との県境である中国山地南面傾斜地や平坦肥沃な準平原地で、夏・冬の温度格差が大きい内陸型の気候となっています。主な産業は、米・果樹・野菜等を中心とする農業と林業であり、商工業は地場産業や誘致企業が立地および操業しています。

先に述べたように、中国山地を背景に鏡野町は森林地域として緑豊かな自然環境および観光資源に恵まれています。四季折々の自然を有効活用して、鳥取県三朝朝の県境を尾根沿いに歩ける「高清水トレイル」や苫田ダムの貯水池としてできた「奥津湖」、氷ノ山後山那岐山国定公園に位置する「恩原高原スキー場」、美作三湯の一つである「奥津温泉」といった恵まれた自然環境を活かしたアクティビティ施設を多数有し、農林水産業等を連携させた他産業への波及効果を拡大させる観光戦略を推進している地域です。

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（背景）

鏡野町は、高清水トレイルや奥津湖、恩原高原スキー場、奥津温泉といった緑豊かな自然環境および観光資源に恵まれた地域となっています。

しかし、林業においては、町内に認定林業事業体を5社有しており、約20,000m³/年の素材生産を行っているものの、原木価格の低迷や林業の担い手不足、手入れ不足の森林の増加（森林未整備）、町内に原木や木質バイオマスの市場がないといったことから、町内における利用を含めた町産材の利用促進が課題として挙げられています。

また、観光業においては、新型コロナウイルス感染症の影響に伴う観光客数の減少を受けているほか、町内の温泉は源泉を加温して利用していますが、昨今の原油価格や電気料金の高騰の影響を多大に受けており、観光資源を有益に活用することができない状況となっています。

(2) 事業の目的

1.3.2の(1)の背景より、これらの状況を改善していくために、鏡野町が有する豊かな森林資源を活用していくことが望ましく、また、令和5(2023)年度に運用を開始する貯木場の有効活用の1つとして、木質バイオマスの利用推進が活路になりえると考えました。

本事業では、森林資源の循環および町内における町産材の利用を促進し、かつ、温泉施設の負担軽減を目的に、温泉施設への木質バイオマスボイラーの導入および運用に必要な木質バイオマスの量を精査することで、化石燃料や電気を中心とした設備から木質バイオマスを中心とした設備への更新を行った際に、どの程度の燃料費等が削減できるのか否かを検討しました。これにより、鏡野町における地域内エコシステムの構築が可能か否かを精査し、実現度を整理しました。

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、岡山県鏡野町地域の「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

鏡野町では、森林の保全および林業の振興活性化を図ることを目的に、平成 27（2015）年度に「鏡野町森林づくり協議会」（以下、協議会）を設置しています。本協議会では、町の森林保全および林業全般にわたる振興活性化について、調査・研究していき、鏡野町長に提言することが可能となっています。

本事業では、地域が主体となって、事業実施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、町内および各種関係機関の関係者で構成される本協議会を活用し、支援を行いました（表 3-1）。

なお、今年度に木質バイオマスボイラーの導入に係る検討を行った「上齋原振興公社クアガーデンこのか」は、本協議会のメンバーには含めませんでした。しかし、導入に係る検討結果については、別途、報告等を行っています。

表 3-1 鏡野町森林づくり協議会のメンバー

No.	所属団体	役割	備考
1	作州かがみの森林組合	貯木場への燃料用材の供給	
2	株式会社 H（林業事業体）	貯木場への燃料用材の供給 鏡野町の林政に関する助言	
3	鏡野町林業研究グループ連絡協議会	貯木場への燃料用材の供給 鏡野町の林政に関する助言	5名（顧問含む）
4	鏡野町議会	鏡野町の林政に関する助言	2名
5	岡山県建設労働組合苫田西支部	鏡野町の林政に関する助言	
6	晴れの国おかやま農業協同組合 西部椎茸部会	鏡野町の林政に関する助言	
7	鏡野町区長会	鏡野町の林政に関する助言	
8	岡山県美作県民局森林企画課	鏡野町の林政に関する助言	2名
9	鏡野町産業観光課	支援/事業 PR	事務局
10	鏡野町森林づくりセンター	申請者/総括 貯木場管理運営	事務局

また、本協議会は毎月1度ずつ、議題があるごとに開催しています。本事業において行った各種打ち合わせや現地調査の結果を踏まえた、協議会の開催は計2回の支援となりました(表3-2、図3-1)。

なお、各種打ち合わせや現地調査の実施等は、表3-3のとおりです。

表3-2 鏡野町における協議会の開催支援結果


No.	開催内容
1	<p>【第1回協議会の支援：令和4年度 第6回鏡野町森林づくり協議会】 日時：令和4（2022）年11月22日（火）10時00分～12時00分 場所：奥津振興センター 2階 会議室 議題：（協議事項）地域内エコシステム事業について ・「地域内エコシステム」モデル構築事業 事業概要の説明 ・地域内エコシステム バイオマスボイラーによる熱利用事例</p> <p>摘要： 本協議会では、本事業の事業概要を説明するとともに、鏡野町における事業の位置づけ、支援実施項目を報告しました。 また、統一的な知見を協議会メンバーと共有することを目的に、木質バイオマスエネルギーに係る基本情報を説明し、さらに今年度に木質バイオマスボイラーの導入に係る調査を行った「クアガーデンこのか」と同等の規模感となる事例紹介（チップ・薪）を行いました。</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div> <p>出典：鏡野町および地域内エコシステム事務局が撮影しました（2022.11.22）。</p> <p style="text-align: center;">図3-1 第1回協議会（第6回鏡野町森林づくり協議会）の開催風景</p>
2	<p>【第2回協議会の支援：令和4年度 第7回鏡野町森林づくり協議会】 日時：令和4（2022）年12月26日（月）10時00分～12時00分 場所：鏡野町立中央公民館 講座室 議題：（協議事項）クアガーデンこのかにおける試算結果について ・鏡野町・日帰り温浴施設へのバイオマスボイラー導入検討資料</p> <p>摘要： 本協議会では、鏡野町より地域内エコシステム事務局が提供した資料を基に、協議および検討を行いました。 具体的には、クアガーデンこのかにおける木質バイオマスボイラー（チップ・薪）の導入可能性を試算し、その結果を精査しました。</p>

表 3-3 鏡野町における各種打ち合わせ等の支援結果

No.	開催内容
1	<p>【第1回打ち合わせ】 日 時：令和4（2022）年8月3日（水）09時00分～11時30分 場 所：奥津振興センター 1階 会議室 クアガーデンこのか 議 題：初回打ち合わせ（キックオフミーティング） ・「地域内エコシステム」とは？ 簡易説明資料 ・鏡野町 キックオフミーティング資料 ・（先方資料）貯木場に係る検討資料等</p> <p>摘 要： 初回打ち合わせ（キックオフミーティング）のため、鏡野町（申請者）に対して本事業の事業概要を再度、説明するとともに、支援項目およびスケジュール等を整理しました。 また、今年度に木質バイオマスボイラーの導入に係る調査を行った「クアガーデンこのか」における必要情報等を聞き取り、併せて、現地調査も行いました。</p>
2	<p>【第2回打ち合わせ】 日 時：令和4（2022）年11月7日（月）14時30分～16時30分 場 所：奥津振興センター 1階 会議室 および Web会議「Zoom」 議 題：第1回協議会の開催に向けて クアガーデンこのかにおける試算条件の確認について ・（先方資料）貯木場に係る検討資料（検討結果メモ） ・（先方資料）クアガーデンこのかの試算における必要情報等 （図面、熱需要・運転状況等調査結果 等）</p> <p>摘 要： 初回打ち合わせを経て、クアガーデンこのかにおける試算を行うために、必要情報等の収集に努めている中で、試算を行うために必要な情報等の不足部分について、聞き取りを行いました。併せて、図面等を収集しました。 また、第1回協議会の開催に向けて、どのように実施するのかの内容を整理しました。</p>
3	<p>【情報提供】 日 時：令和4（2022）年11月18日（金） 資 料：チップサイロの情報提供 摘 要： 第2回打ち合わせの中で、木質バイオマスボイラーの導入を行う際に、チップを保管する建屋（チップサイロ）がどのような形状がよいのか等のイメージが不足していました。このため、「チップサイロにおける情報提供」として資料を作成し、情報提供を行いました。</p>

No.	開催内容
4	<p>【第3回打ち合わせ】</p> <p>日時：令和4（2022）年12月22日（木）10時00分～11時00分</p> <p>場所：Web会議「Zoom」</p> <p>議題：クアガーデンこのかにおける試算結果について ・鏡野町日帰り温泉施設へのバイオマスボイラー導入検討資料</p> <p>摘要： 各種情報を収集した結果より、クアガーデンこのかにおける木質バイオマスボイラー（チップ・薪）の試算を行いました。その結果を第2回協議会において報告する前に、鏡野町と事務局で試算内容について精査しました。 また、精査した結果を第2回協議会（第7回鏡野町森林づくり協議会）の開催に向けて、どのように実施するのかの内容を整理しました。</p>

3.2 サプライチェーン

鏡野町の地域内エコシステムの構築に向けて、サプライチェーンを整理しました。図 3-2 は、本事業の応募申請時に整理したサプライチェーンです。これを精査しながら、より実現度の高いサプライチェーンとするために、本事業で協議および検討を行いました。

なお、図 3-2 の矢印が破線となっていますが、これは体制がまだ整っていないことを示していますが、【燃料製造】における鏡野町貯木場は、令和 5（2023）年度より運用開始となるため、【燃料用材供給】からの矢印は破線から実線へと変更になる予定です。

また、【エネルギー利用】に関しては、クアガーデンこのか（上齋原温泉）のほかに、将来的な水平展開先として、温泉施設 3ヶ所（大釣温泉、奥津温泉、のとり温泉）、公民館、町営病院、農業用ビニールハウス等を想定しています。

補足になりますが、貯木場は主にスギ・ヒノキの販売を行う予定となっています。ヒノキは、サテライト共販を通じて横持ち運賃等の削減を目指していきます。スギは、合板用としてある程度の量を集積し、合板工場へ販売を予定しています。このような中で、建築用材や合板用材として販売できない未利用材等も発生すると考えられるため、これを木質バイオマス（チップや薪）として活用できないかと検討しています。

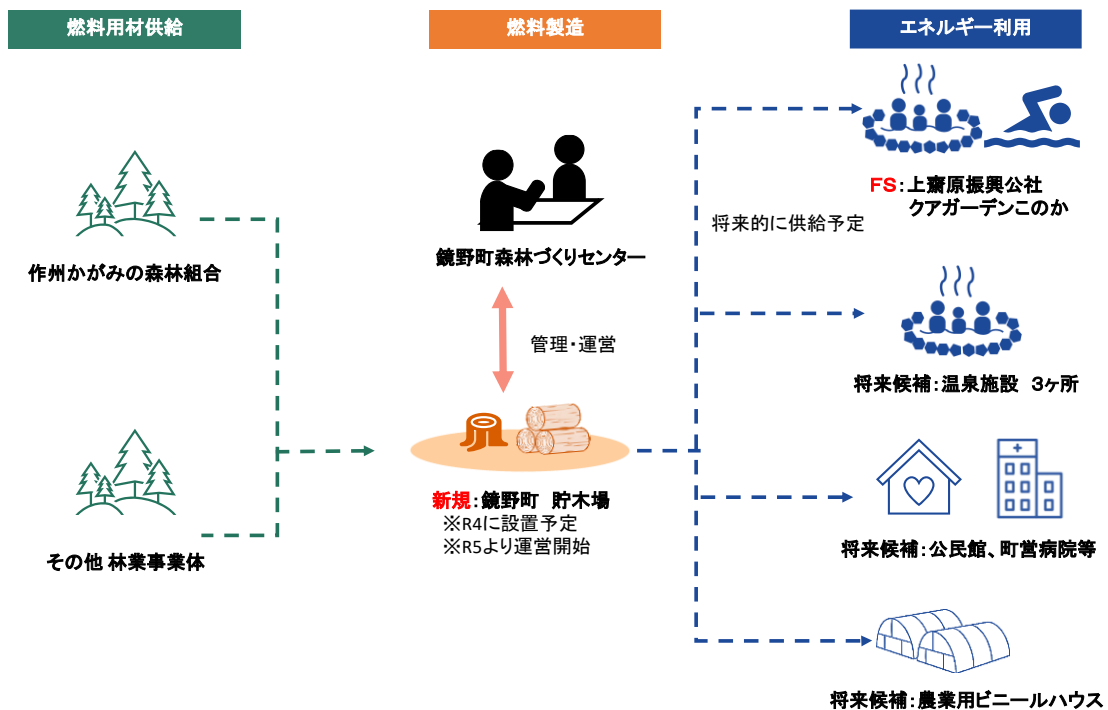


図 3-2 鏡野町「地域内エコシステム」のサプライチェーン

また、各種検討を行う中でサプライチェーンを精査し、目標・計画するサプライチェーンの流れを、図 3-3 のように整理しました。

各段階（燃料用材供給、燃料用材の集積（燃料製造）、（燃料製造）、エネルギー利用）において実施する項目も整理しており、下記のように想定しています。

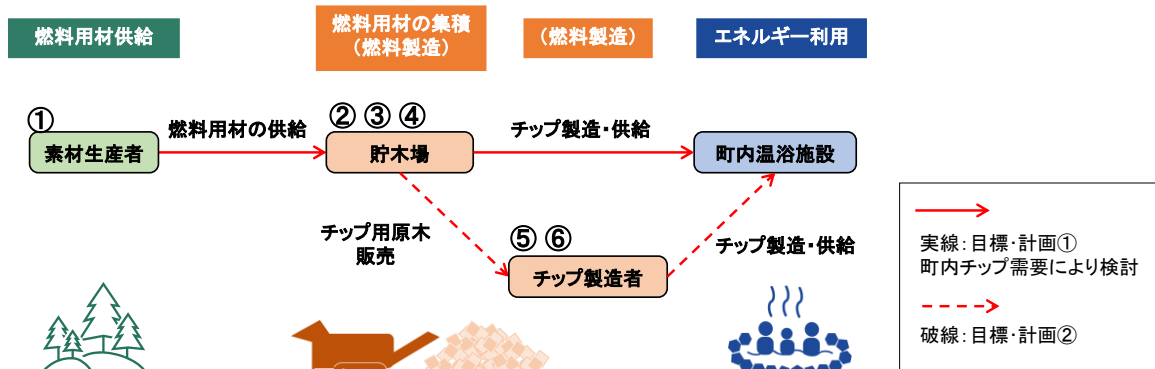


図 3-3 鏡野町「地域内エコシステム」の目標・計画するサプライチェーン

【目標・計画するサプライチェーン】

① 素材生産者が貯木場で原木を販売します。

★目標・計画①（実線）

- ② 貯木場で未利用材等をチップ用に選別します。
- ③ 貯木場でチップを製造します。
- ④ 貯木場が町内の温泉施設へチップを販売します。

★目標・計画②（破線）

- ⑤ 貯木場がチップ製造者へチップ用の原木を販売します。
- ⑥ チップ製造者がチップを製造し、町内の温泉施設へチップを販売します。

町内における木質バイオマスの利用体制を整えることを目的に、目標・計画する流れを2パターンで考え、目標・計画①を実線、目標・計画②を破線で示しています（図 3-3）。

目標・計画①のパターンでは、貯木場において【燃料用材の集積】および【燃料製造】を行う流れで考えています。このパターンは、将来的に町内で木質バイオマスエネルギー

を利用する施設が増加し、貯木場でチップ製造を行っても採算性が合う場合に実践したいと考えています。

目標・計画②のパターンでは、目標・計画①に至るまでの期間を想定しており、実際に町内で利用するチップの需要量や販売価格を検討する必要がありますが、貯木場で集積したチップ用の原木（未利用材等）をチップ製造者に販売し、それをチップに加工して、町内の温泉施設にチップを販売することを考えています。

どちらのパターンにおいても町内で利用するチップの需要量や販売価格等の必要情報が重要となりますが、現段階では情報が精査できていません。このため、本事業においてクアガーデンこのかにおける木質バイオマスエネルギーの導入に係る検討を行い、その情報を基にしてサプライチェーンの流れを精査しました。

3.3 本年度の達成目標

鏡野町における今年度の目標は、「町内における木質バイオマスエネルギーの導入に係る検討を実施する」こととしました。この目標を達成するために、下記の2点を小目標として掲げ、実施しました。

また、町内における木質バイオマスエネルギーの導入に係る検討を行うために、今年度は鏡野町に複数ある温泉エリアのうち上齋原温泉「クアガーデンこのか」を対象としました。なお、クアガーデンこのかを対象としたのは、町営施設（指定管理者）であり、町内の目安として示しやすいことと、他の温泉施設と似通った規模感のため、他施設への波及効果が狙いやすいと考えたためです。さらに、貯木場での燃料製造量（チップ製造量）の目安にもなると考えました。

【今年度に達成すべき目標設定】

- ▶ 重油を使用し、加温を行っている町内の温泉施設への木質バイオマスエネルギーの導入を検討します。
- ▶ クアガーデンこのかの現在の給湯設備・能力、消費燃料（重油・電力）を把握します。
- ▶ 導入設備については、現存設備との併用も選択肢とし、導入費用と維持管理費を精査し、施設規模に応じた検討を行うとともに、木質バイオマスの供給体制の確保、構築も同時に行います。
- ▶ 木質バイオマスエネルギーの種類別（薪・チップ）、ボイラー導入による消費燃料削減効果を把握します。

3.4 目標達成に向けた取り組み

今年度に設定した目標を達成するために、町内における木質バイオマスボイラーの導入に係る検討を実施しました。また、対象とした「クアガーデンこのか」において木質バイオマスボイラーの導入に係る検討は、3.4.1、3.4.2 のとおりです。

3.4.1 クアガーデンこのかにおける木質バイオマスボイラーの導入に係る検討

クアガーデンこのかは、平成 13（2001）年に開業した日帰り温泉施設で、上齋原温泉および湯の谷温泉の混湯となっています。岩井の湯、森の湯の 2 種類の浴場があります。2 種類の浴場のほかに、温泉を利用した温水プールも併設されています（図 3-4）。



（クアガーデンこのか外観）



（館内：フロント）



（館内：岩井の湯）



（館内：森の湯）



（館内：プール）

出典 1：地域内エコシステム事務局が撮影しました（2022.11.22）。

出典 2：クアガーデンこのか：<https://www.ombara-kogen.com/konoka/index.html>, (2023.3.8) より引用しました。

図 3-4 クアガーデンこのかの外観・内観

クアガーデンこのかは、開業してから約 20 年程度が経ち、施設の老朽化も進んでおり、修繕が必要となっています。また、先にも述べましたが、町営施設（指定管理者）であり、町内の目安として示しやすいこと、他の温泉施設と似通った規模感のため他施設への波及

効果が狙いやすいこと、貯木場での燃料製造量（チップ製造量）の目安になると考えています。

これらのことから、クアガーデンこのかにおける木質バイオマスエネルギー導入の可能性について検討を行いました。検討内容として、木質バイオマスボイラーの適切な規模とそれを導入した際の収支について試算を行いました。

なお、試算を行うにあたって、クアガーデンこのかには温泉とプールの2設備がありますが、他の温泉施設への波及効果という観点から温泉のみに着目して試算を行いました。さらに、木質バイオマスの燃料種別では、チップおよび薪のどちらを利用するかは検討段階にあるため、チップボイラーおよび薪ボイラーの両機種において試算を行っています。

クアガーデンこのかの全体の流れについては、表 3-4、図 3-5 のとおりです。

表 3-4 クアガーデンこのかの施設概要

施設名	クアガーデンこのか (日帰り温浴施設、営業時間 11:00~19:00、休館日：水曜日)
所在	岡山県苫田郡鏡野町上齋原 446-1
敷地面積	3,408 m ²
建屋面積	1,485 m ²
延床面積	1,875 m ²
備考	館内には屋内風呂、露天風呂、温水プールがあるが、新型コロナウイルス感染症の流行以降、プールについては利用を休止

<現状の利用状況>

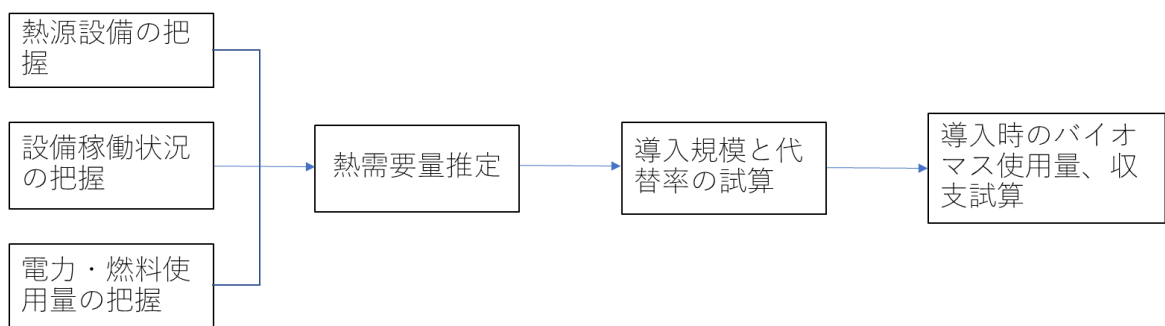


図 3-5 バイオマスボイラー導入検討フロー

(1) 現状の利用状況

クアガーデンこのかの現在の熱源設備としては、水冷式ヒートポンプモジュールヒートマシン（以下、ヒートマシン）2機と重油焚きの真空ヒーター2機があります。これらの設備で蓄熱槽の水を加温し、この加温された温水は浴槽やプールの昇温や給湯など需要先へと送られるシステムとなっています（表 3-5、表 3-6、図 3-6、図 3-7）。

ただし、新型コロナウイルス感染症の流行以降、プールについては利用を休止しているため、現状ではプールに関係する熱需要はありません。

熱源設備に係る過去2年度分（令和2（2020）年度、令和3（2021）年度）の電気、A重油の使用実績を表 3-7、表 3-8 に示します。電気使用量は、ヒートマシンに加え電灯や個別空調、ポンプ類やその他施設全体のものとなっており、2年平均値で41.9万kWh/年です。

A重油は、温水ヒーターのみで使用されており2年平均値8,400L/年となっています。

表 3-5 クアガーデンこのかにおける主な熱源設備

主要熱源設備	能力	燃料種	備考
水冷モジュールチラー ヒートマシン No.1 30MFA080HM No.2 30MFA040HM	338kW 169kW	電気	8時～19時稼働、蓄熱槽加温 能力は熱源水出口20℃、温水出口55℃時（共にΔ5℃） 稼働から20年以上経過。 No.1の一部が故障・停止中
真空ヒーター①	291kW	A重油	夏季10時～18時稼働、冬季9時～19時稼働 稼働から20年以上経過。 効率90%、貯湯槽加温（給湯）、蓄熱槽加温
真空ヒーター②	291kW	〃	夏季10時～18時稼働、冬季9時～19時稼働 効率90%、貯湯槽加温（給湯）、2010年に増設

表 3-6 クアガーデンこのかにおける熱源設備による熱供給先

熱源設備による熱供給先	用途
浴槽（内湯4、露天2） プール（25m、幼児用）：休止中	昇温
カラン・シャワー	給湯
プールサイド、プール更衣室、浴室更衣室、受付カウンター、エントランス、休憩コーナー等	暖房

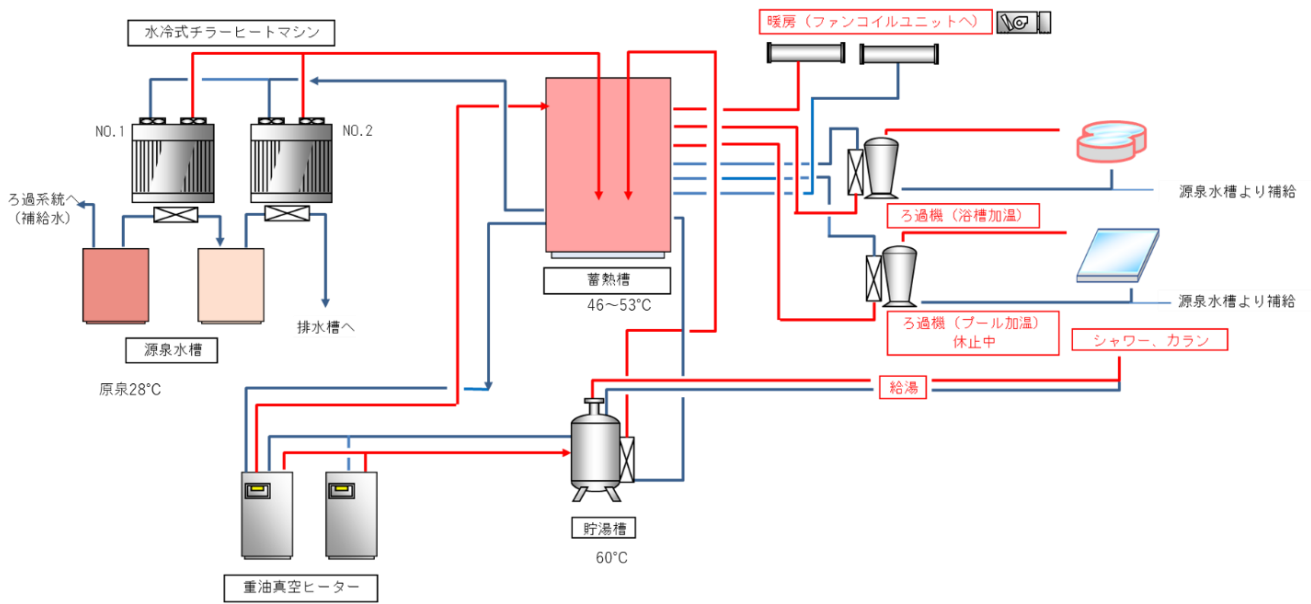


図 3-6 クアガーデンこのかにおける熱源設備と熱供給システム図



出典：地域内エコシステム事務局が撮影しました（2022.8.3）。

図 3-7 クアガーデンこのかにおけるヒートマシン（左）と温水ヒーター（右）

表 3-7 クアガーデンこのかの施設全体の電気使用量

年度	令和 2 年度	令和 3 年度	平均
単位	kWh	kWh	kWh
4 月	25,732	38,599	32,166
5 月	22,646	24,861	23,754
6 月	30,020	19,031	24,526
7 月	31,148	30,016	30,582
8 月	32,846	29,961	31,404
9 月	29,404	22,368	25,886
10 月	34,842	33,343	34,093
11 月	39,799	32,695	36,247
12 月	47,078	28,270	37,674
1 月	49,883	60,946	55,415
2 月	42,245	50,516	46,381
3 月	43,607	37,954	40,781
合計	429,250	408,560	418,905

表 3-8 クアガーデンこのかの施設全体の A 重油使用量

年度	令和 2 年度	令和 3 年度	平均
単位	L	L	L
4 月	500	900	700
5 月	200	400	300
6 月	500	0	250
7 月	300	500	400
8 月	700	500	600
9 月	500	400	450
10 月	900	700	800
11 月	800	700	750
12 月	1,100	200	650
1 月	1,600	1,000	1,300
2 月	1,200	800	1,000
3 月	1,100	1,300	1,200
合計	9,400	7,400	8,400

(2) 熱需要量の推定

(1) で把握した設備仕様や電気、燃料使用量および施設への聞き取り等の結果から、既設熱源設備に対する年間の熱需要量を推計しました(表 3-9)。

2カ年度平均で見ると、約87万kWhの熱需要量があり、このうち約90%がヒートマシンから、残り10%が真空ヒーターからの熱供給で賄われています。

また、この熱需要量より時間帯別の熱需要を推定しました(図 3-8)。朝の加温時(7時から10時)に最も需要があり、その後は一定の需要で推移(10時から19時まで)しています。

表 3-9 クアガーデンこのかにおける熱源設備に対する熱需要量

年度	令和2年度			令和3年度			2カ年度平均
	ヒートマシン	真空ヒーター	合計	ヒートマシン	真空ヒーター	合計	
単位	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh
4月	48,633	4,638	53,271	72,952	8,348	81,300	67,285
5月	42,801	1,855	44,656	46,987	3,710	50,697	47,677
6月	56,738	4,638	61,375	35,969	0	35,969	48,672
7月	58,870	2,783	61,652	56,730	4,638	61,368	61,510
8月	62,079	6,493	68,571	56,626	4,638	61,264	64,918
9月	55,574	4,638	60,211	42,276	3,710	45,986	53,098
10月	65,851	8,348	74,199	63,018	6,493	69,511	71,855
11月	75,220	7,420	82,640	61,794	6,493	68,286	75,463
12月	88,977	10,203	99,180	53,430	1,855	55,285	77,233
1月	94,279	14,840	109,119	115,188	9,275	124,463	116,791
2月	79,843	11,130	90,973	95,475	7,420	102,895	96,934
3月	82,417	10,203	92,620	71,733	12,058	83,791	88,205
合計	811,283	87,185	898,468	772,178	68,635	840,813	869,640

注：ヒートマシンによる電気使用量を施設全体の使用量の70%、COP2.7と想定しました。

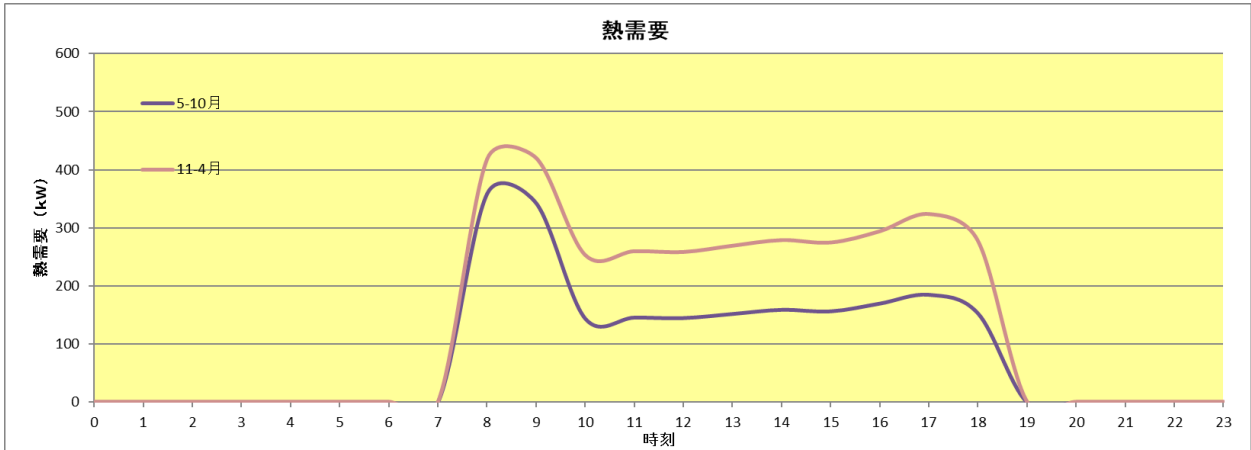


図 3-8 クアガーデンこのかにおける時間別熱需要 (プール利用無し)

(3) バイオマスボイラーの導入規模と燃料削減率

時間別熱需要をもとに、導入を想定する木質バイオマスボイラーの出力とその際の熱の供給量 (kWh/年)、電気と A 重油の削減率 (バイオマス代替率)、電力削減量を試算しました (図 3-9)。

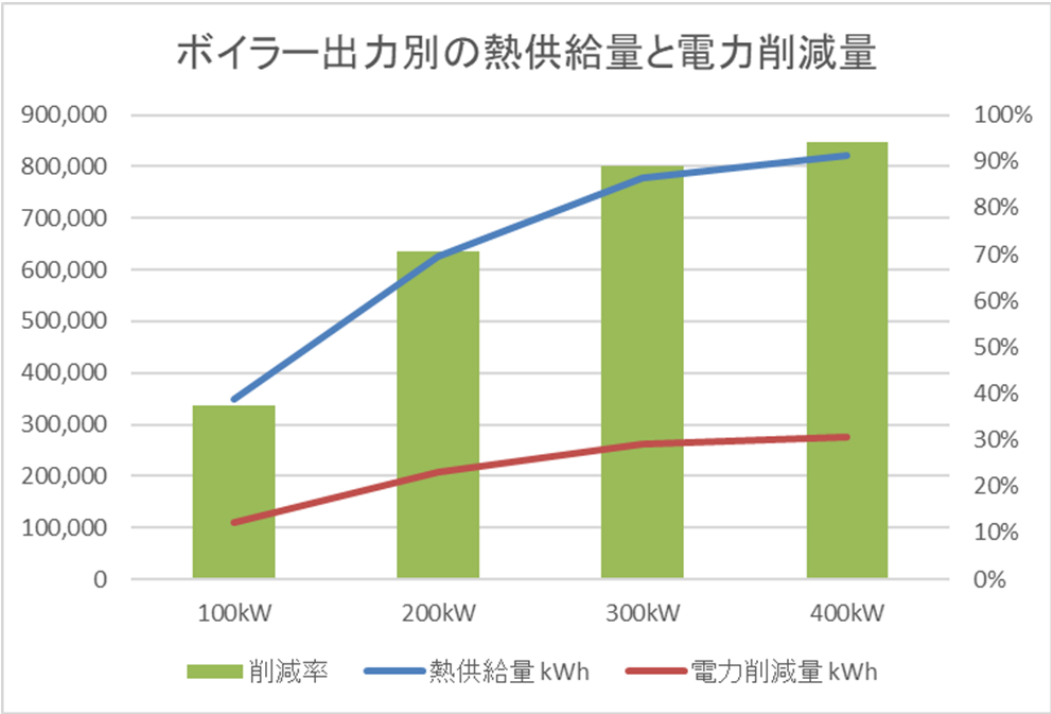


図 3-9 クアガーデンこのかのボイラー出力別熱供給量と電気燃料削減率、電力削減量

図 3-9 より、木質バイオマスボイラーの出力規模が大きいほど既存設備によるエネルギー使用量の削減率は増加しますが、300kW 以降の規模では、100kW～300kW への変化に比べて、その変化割合は小さくなっています。

このことから、出力に対して効率的な熱供給量が確保でき、かつ、既設設備からの高い削減率（80%以上）を達成できる規模として 250～300kW 規模が妥当であると考えられます。以下、試算にあたっては、300kWの木質バイオマスボイラーにて推計するものとします（表 3-10）。

表 3-10 バイオマスボイラー導入時の燃料必要量

ボイラー出力	チップ使用量 (t/年)	薪使用量 (t/年)	丸太材積目安 (m ³ /年)
100kW	135	113	274
200kW	241	203	497
300kW	300	253	620
400kW	320	269	659

注 1：チップ水分 35%、薪水分 25%時で換算しました。

注 2：チップから丸太材積への換算係数 2.1（針葉樹水分 50%時 0.7t/m³と燃料製造歩留 90%想定）としました。

(4) バイオマスボイラー（300kW）導入時の経済性試算

クアガーデンこのかに追加的に 300kW のチップボイラーまたは薪ボイラーを導入し、既存の設備（電力+重油）からのエネルギー代替を行う場合を想定します。また、このような場合の熱源構成は下記のとおりです。

【熱源構成】

- ▶ 既設ヒートマシン 必要最低限の稼働（基本的には使用せず）
- ▶ 既設真空ヒーター バイオマスボイラーのバックアップとして利用
- ▶ 新設 バイオマスボイラー 300kW×1 主熱源機器として利用
（既存の機械室にバイオマスボイラーを設置することができないため、バイオマスボイラー用建屋を新築）

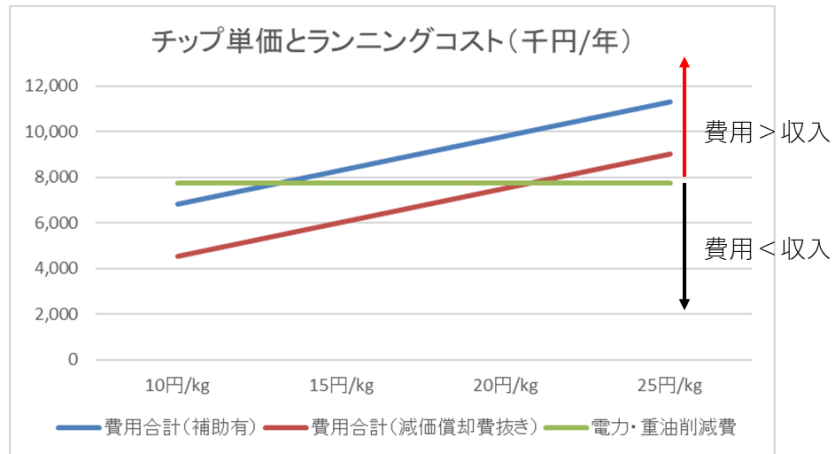
木質バイオマスボイラーは、初期導入費用が化石燃料の設備に比べて高額なため、電気代や化石燃料とバイオマス燃料費の価格差によるコストメリットで対抗することが基本的な考えとなります。

本試算の収支においては、減価償却費を含めた場合（補助制度の活用を想定し、導入費×補助率50%）と含めない場合の両方のケースで試算を行いました（表 3-11）。

また、木質バイオマスボイラーのランニングコストの多くを占めるバイオマス燃料費について、単価を変化させた際の感度分析を行いました（図 3-10、図 3-11）。

表 3-11 チップボイラー（チップ 18 円/kg）および薪ボイラー（薪 25 円/kg）の収支
【追加的施設整備】

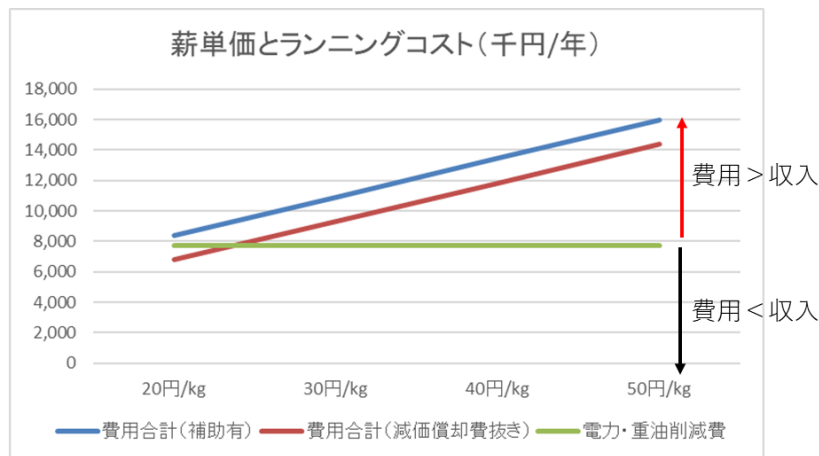
			チップ ボイラー	薪 ボイラー	説明
出力		kW	300	300	バイオマスボイラ300kW×1機
エネルギー効率		%	80	80	バイオマス燃料の投入エネルギーに対し、実際に有効利用できる熱（熱供給量 約78万kWh/年）の割合
導入費		千円	81,000	53,900	内訳：バイオマスボイラ設備関連70%、建屋（チップサイロ含）30%
燃料使用量		t/年	300	253	チップ水分35%、薪水分25%
① 減価償却費	補助率50%	千円/年	2,282	1,611	設備・建屋への補助率50%、建屋31年、機械設備15年償却
② 燃料費		千円/年	5,405	6,319	チップ18円/kg、薪25円/kg（他事例を参考にした想定値）
③ 運転員費		千円/年	0	600	薪は着火・投入作業0.2人/日を計上（5万円・月×12ヶ月）
④ 電気代		千円/年	312	312	熱供給量に対し0.4円/kWh
⑤ 維持管理費		千円/年	1,215	809	導入費×1.5%
⑥ 灰処理費		千円/年	0	0	処理費用は掛からない想定。灰は燃料量の1.5～2%程度排出されるが、土壌改良材等の農業利用を想定
⑦-1 費用計		千円/年	9,214	9,651	①+②+③+④+⑤+⑥
⑦-2 費用計（減価償却無し）		千円/年	6,932	8,040	②+③+④+⑤+⑥
⑧ 電力削減費		千円/年	6,991	6,991	電力削減量約25.9万kWh/年、電力単価27円/kWh（2023年4月1日以降業務用電力料金単価）
⑨ 重油削減費		千円/年	742	742	重油削減量約0.74万L/年、100円/L
⑩ コスト削減効果（収入）		千円/年	7,732	7,732	⑧+⑨
⑪-1 収支		千円/年	-1,482	-1,918	⑩-「⑦-1」
⑪-2 収支（減価償却無し）		千円/年	800	-307	⑩-「⑦-2」
CO2排出削減量		t・CO2/年	153	153	⑧電力、⑨A重油の削減分合計



チップ単価 (水分35%)	①費用合計 千円/年 (減価償却費有、 補助50%)	②費用合計 千円/年 (減価償却 費無)	費用のうち バイオマス 燃料 千円/年	③収入計 コスト削減効果 千円/年	④収支 (③-①) 千円/年	⑤収支 (③-②) 千円/年
10円/kg	6,812	4,530	3,003	7,732	920	3,202
15円/kg	8,313	6,031	4,504	7,732	-581	1,701
18円/kg	9,214	6,932	5,405	7,732	-1,482	800
20円/kg	9,815	7,533	6,006	7,732	-2,083	199
25円/kg	11,316	9,034	7,507	7,732	-3,584	-1,302

数値は端数処理により一致しない場合がある

図 3-10 チップ単価と収支感度分析結果 (追加的施設整備)



薪単価 (水分25%)	①費用合計 千円/年 (減価償却費有、 補助50%)	②費用合計 千円/年 (減価償却 費無)	費用のうち バイオマス 燃料 千円/年	③収入計 コスト削減効果 千円/年	④収支 (③-①) 千円/年	⑤収支 (③-②) 千円/年
20円/kg	8,387	6,776	5,055	7,732	-655	956
25円/kg	9,651	8,040	6,319	7,732	-1,918	-307
30円/kg	10,914	9,303	7,583	7,732	-3,182	-1,571
40円/kg	13,442	11,831	10,110	7,732	-5,710	-4,099
50円/kg	15,969	14,358	12,638	7,732	-8,237	-6,626

数値は端数処理により一致しない場合がある

図 3-11 薪単価と収支感度分析結果 (追加的施設整備)

クアガーデンこのかに追加的に 300kw のチップボイラーおよび薪ボイラーを導入し、既存の設備（電力+重油）からのエネルギー代替を行う場合の試算結果は、下記のとおりです。

【試算結果（追加的施設整備）】

★チップボイラー

- ▶ 減価償却費（補助率 50%考慮）を含めた収支では、チップ購入単価が 13 円/kg（水分 35%）以下であればコストメリットが得られています。
- ▶ 仮に、投資回収年数（耐用年数）を 15 年で行うと考えた場合、チップ単価は 4 円/kg 以下であることが必要となります。
- ▶ 減価償却費を考慮しない場合は、より有利となり、20 円/kg 以下であればコストメリットが得られるという結果になりました。
- ▶ チップボイラーを導入した場合、年間に重油は約 7,400L/年、電力は約 25.9 万 kWh/年、CO₂排出量は 153 t・CO₂/年を削減できると試算されました。

★薪ボイラー

- ▶ 減価償却費（補助率 50%考慮）を含めた収支では、薪購入単価が 17 円/kg（水分 25%）以下であればコストメリットが得られています。
- ▶ 仮に、投資回収年数（耐用年数）を 15 年で行うと考えた場合、薪単価は 10 円/kg 以下であることが必要となります。
- ▶ 減価償却費を考慮しない場合は、より有利となり、23 円/kg 以下であればコストメリットが得られるという結果になりました。
- ▶ 薪ボイラーを導入した場合、年間に重油は約 7,400L/年、電力は約 25.9 万 kWh/年、CO₂排出量は 153 t・CO₂/年を削減できると試算されました。

(5) 〈参考〉類似温浴施設新築時への導入ケース

鏡野町は、温泉資源に恵まれており、今後、同様の温泉・温浴施設への導入も考えられます。また、温泉・温浴施設の熱源システムは、クアガーデンこのかのようにヒートポンプではなく、化石燃料ボイラー（灯油、A重油等）のみを主としたケースが多く見られます。

このことから、本ケーススタディでは、新たにクアガーデンこのかと同規模の温泉・温浴施設（プールなし）を整備するケースを想定し、木質バイオマスボイラーと化石燃料（A重油）ボイラーで熱供給を行う場合の経済性を試算しました（表 3-12）。併せて、木質バイオマスボイラーのランニングコストの多くを占めるバイオマス燃料費について、単価を変化させた際の感度分析を行いました（図 3-12、図 3-13）。

また、このような場合の熱源構成は下記のとおりです。

【熱源構成】

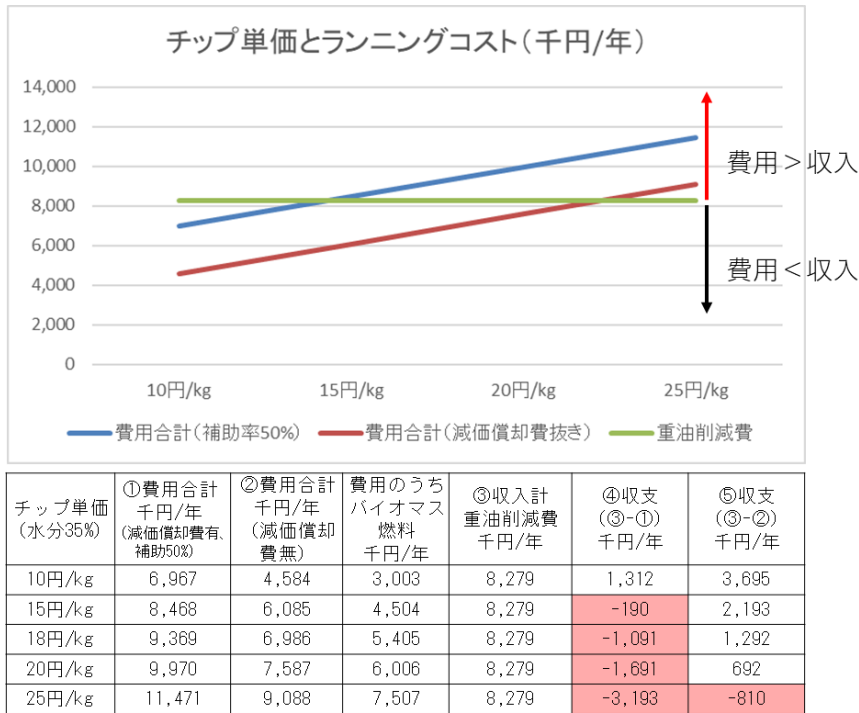
- ▶ 新設 バイオマスボイラー 300kW×1 主熱源機器として利用
- ▶ 新設 A重油温水ボイラー 581kW バイオマスボイラーのバックアップとして利用
- ▶ 新設蓄熱タンク 14t

表 3-12 チップボイラー（チップ 18 円/kg）と薪ボイラー（薪 25 円/kg）の収支【新規施設整備時】

			チップ ボイラー	薪 ボイラー	説明
	ボイラー出力	kW	300	300	バイオマスボイラ300kW×1機
	エネルギー効率	%	80	80	バイオマス燃料の投入エネルギーに対し、実際に有効利用できる熱（熱供給量 約78万kWh/年）の割合
	導入費	千円	84,600	57,500	内訳：バイオマスボイラ設備関連70%、建屋（チップサイロ含）30%
	燃料使用量	t/年	300	253	チップ水分35%、薪水分25%
①	減価償却費	補助率50% 千円/年	2,383	1,718	導入費（設備・建屋）への補助率50%、建屋31年、機械設備15年償却
②	燃料費	千円/年	5,405	6,319	チップ18円/kg、薪25円/kg（他事例を参考にした想定値）
③	運転員費	千円/年	0	600	薪は着火・投入作業0.2人/日を計上
④	電気代	千円/年	312	312	熱供給量に対し0.4円/kWh
⑤	維持管理費	千円/年	1,269	862	導入費×1.5%
⑥	灰処理費	千円/年	0	0	処理費用は掛からない想定。灰は燃料量の1.5~2%程度排出されるが、土壌改良材等の農業利用を想定
⑦-1	費用計	千円/年	9,369	9,811	①+②+③+④+⑤+⑥
⑦-2	費用計（減価償却無し）	千円/年	6,986	8,093	②+③+④+⑤+⑥
⑧	重油削減費	千円/年	8,279	8,279	重油相当量約8.3万L/年、100円/L（想定値）
⑨	コスト削減効果（収入）	千円/年	8,279	8,279	
⑩-1	収支	千円/年	-1,091	-1,532	⑨-「⑦-1」
⑩-2	収支（減価償却無し）	千円/年	1,292	186	⑨-「⑦-2」
	CO2排出削減量	t・CO2/年	224	224	⑧A重油の削減分合計

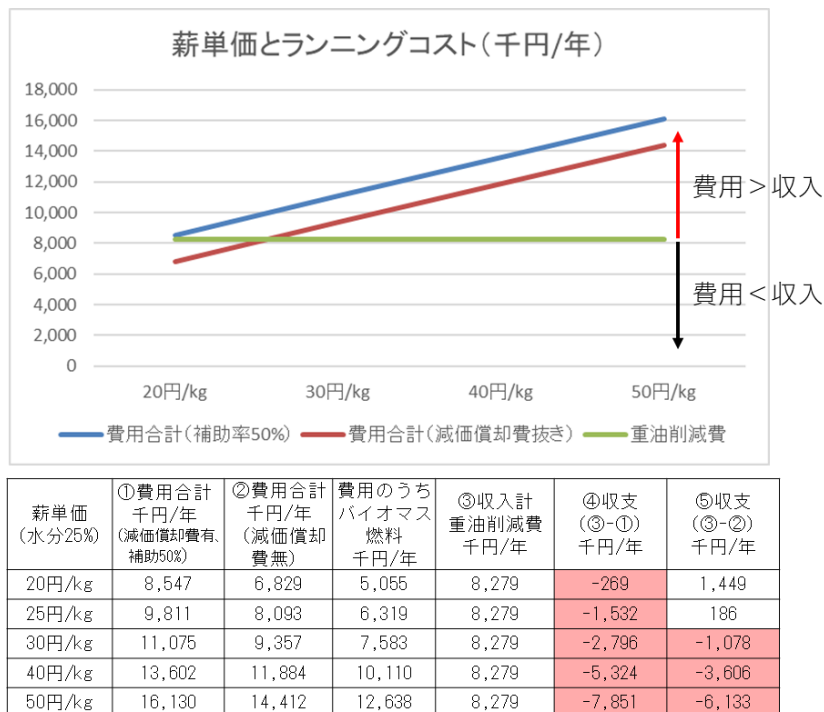
注 1：導入費にバックアップボイラー関連費（本体 581kW、燃料タンク、工事費）は含まず。

注 2：数値は端数処理により一致しない場合がある



数値は端数処理により一致しない場合がある

図 3-12 チップ単価と収支感度分析結果(新規施設整備時)



数値は端数処理により一致しない場合がある

図 3-13 薪単価と収支感度分析結果(新規施設整備時)

クアガーデンこのかと同規模の温泉・温浴施設（プールなし）を新規施設整備することを想定して、300kw のチップボイラーおよび薪ボイラーを導入し、バックアップボイラーとして化石燃料（A 重油）ボイラーで熱供給を行う場合の試算結果は、下記のとおりです。

【試算結果（新規施設整備）】

★チップボイラー

- ▶ 減価償却費（補助率 50%考慮）を含めた収支では、チップ購入単価が 14 円/kg（水分 35%）以下であればコストメリットが得られています。
- ▶ 仮に、投資回収年数（耐用年数）を 15 年で行うと考えた場合、チップ単価は 5 円/kg 以下であることが必要となります。
- ▶ 減価償却費を考慮しない場合は、より有利となり、22 円/kg 以下であればコストメリットが得られるという結果になりました。
- ▶ チップボイラーを導入した場合、年間に重油は約 83,000L/年、CO₂排出量は 224 t・CO₂/年を削減できると試算されました。

★薪ボイラー

- ▶ 減価償却費（補助率 50%考慮）を含めた収支では、薪購入単価が 18 円/kg（水分 25%）以下であればコストメリットが得られています。
- ▶ 仮に、投資回収年数（耐用年数）を 15 年で行うと考えた場合、薪単価は 10 円/kg 以下であることが必要となります。
- ▶ 減価償却費を考慮しない場合は、より有利となり、25 円/kg 以下であればコストメリットが得られるという結果になりました。
- ▶ 薪ボイラーを導入した場合、年間に重油は約 83,000L/年、CO₂排出量は 224 t・CO₂/年を削減できると試算されました。

3.4.2 木質バイオマスボイラーの選定に向けて

木質バイオマスボイラーの導入試算においては、チップボイラーと薪ボイラーを対象としましたが、現在、国内には多様な種類のボイラーが販売されており、それぞれ特徴が異なります。

鏡野町への木質バイオマスボイラー導入に関して製造・調達可能な燃料、ボイラー利用施設の運用方法等の燃料供給から利用までの全体を通して考える必要があります。

本項では、現在、国内で入手可能なチップボイラー・薪ボイラーについて整理しました。実際にボイラーを選定する際は、メーカーからの情報以外に、実際に導入されている施設への視察、聞き取りを行い、使用者の生の声を確認することが重要となります。

(1) チップボイラー

チップボイラーを選定する際に特に重要と考えられるのが、調達できるチップとの適合性（サイズ形状、水分）です。水分については、高い水分にも対応可能な湿潤チップボイラー（概ね水分 50%以下）と、比較的乾いたチップに対応した準乾燥チップボイラー（概ね水分 35%以下）に大別できます。また、湿潤チップ対応ボイラーの一例は表 3-13、準乾燥チップ対応ボイラーの一例は表 3-14 のとおりです。


【湿潤チップ対応ボイラーの特徴】

- ▶ 高い水分でも燃焼が可能であるため、チップの乾燥コストが抑えられます。
- ▶ 効率は 80～85%と準乾燥チップより低いものが多いです。
- ▶ 熱需要（負荷）がない場合は、種火運転（再着火に必要な最低限の燃焼状態）となるため、常時熱需要があるような施設に向いています。
- ▶ 準乾燥ボイラーに比べて、構造が複雑なためボイラー本体が大きいです。

【準乾燥チップ対応ボイラーの特徴】

- ▶ 効率が 85～90%以上と高いです。
- ▶ 燃焼炉がコンパクトな構造にできるため、ボイラー本体のサイズは比較的小さく、チップサイロ容量も小さくて済みます。
- ▶ 着火は自動で行い、断続運転（ON/OFF）運転が可能のため、熱需要（負荷）にメリハリがあるような場合でも無駄がなく運転ができます。
- ▶ 煙管のクリーニングが自動化されているものが多く、清掃の手間を省けます。

表 3-13 湿潤チップ対応ボイラーの一例

ボイラメーカー(国名)	ポリテック(オーストリア)	シュミット(スイス)	ダレスサンドロ(イタリア)	オヤマダエンジニアリング(株)(日本)	(株)三基(日本)
国内代理店	協和エクシオ	(株)巴商会	ダレスサンドロジャパン(株)	—	—
型番	HVRシリーズ	UTSRシリーズ	CSA GMシリーズ	エコモスWBシリーズ	SKBシリーズ
出力	300~6,000kW	180kW~	230kW~	100・200・350・500kW	116・233・349・581kW
ボイラ効率	80~86%	80%	85%	80%	80%
ボイラ概観(画像)	 ※1	 ※1	 ※2	 ※1	 ※1
点火方式	手動(オプションで着火バーナー設置)	手動	自動着火ヒーター	バーナー	バーナー
O2センサーによる燃焼制御	有	有	有	無	有
燃料水分	水分55%以下	水分50%以下	水分45%以下	水分50%以下	水分50%以下
保守	定期メンテナンス	1~2回/年、煙管炉内の清掃	煙管炉内の清掃、火格子・各部動作点検と清掃	2~3回/年	1回/年、機器類の整備点検、清掃、消耗品交換
	日常メンテナンス	異常有無の点検	・1回/週 灰出し口清掃	・1~3回/週 灰取りBOXから灰回収	・1回/週 灰出し、各部動作確認
導入実績	国内	岡山県津山市、山形県金山町、徳島県上勝町など	岡山県真庭市、島根県雲南市、長崎県対馬市、北海道下川町など多数	京都京丹後市、岐阜県郡上市など	岩手県幸石市、福島県南会津町、静岡県など
備考	<ul style="list-style-type: none"> 出力範囲が広く、温水・高温水・蒸気にも対応できる。 設計、調達、施工、試運転までトータルでの提供が可能。 	<ul style="list-style-type: none"> 出力範囲が広くラインナップされ、全国最大の導入台数がある。 メンテナンス対応も全国に存在する。 水分33%まで対応のUTSKシリーズも存在。 	<ul style="list-style-type: none"> ヨーロッパでは約30年前前から、製造販売されているボイラー。 出力範囲が細かくラインナップされているため、適切な出力選定が行いやすい。 水分30%まで対応のCSAシリーズも存在している。 	<ul style="list-style-type: none"> 湿潤チップ対応ボイラーの国産メーカー 岩手県を中心に国産メーカーではトップ販売である。 	<ul style="list-style-type: none"> 生チップやきのこの腐菌床など燃焼が難しい燃料も利用している事例もある。 九州に導入実績が多い。 メーカーはチップと竹の混焼可能としているが、混焼率等の条件は不明。

出典 1 : (株) 森のエネルギー研究所撮影

出典 2 : 国内代理店ホームページより

表 3-14 準乾燥チップ対応ボイラーの一例

ボイラメーカー(国名)	ETA(オーストリア)	KWB(オーストリア)	シュミット	(株)巴商会	
国内代理店	(一社)徳島地域エネルギーソーラーワールド(株)	(株)WBエナジー	(株)巴商会	—	
型番	HACKシリーズ	①Multi Fire、②Powerfireシリーズ	UTSKシリーズ	ENE-R	
出力	200・333・350・500kW	①50~120kW②300~600kW	180kW~1,200kW	75kW~300kW	
ボイラ効率	90%以上	90%以上	85%	85%	
ボイラ概観(画像)	 ※1	 ※1	 ※2	 ※1	
点火方式	電熱式ヒーター	電熱式ヒーター	電熱式ヒーター	電熱式ヒーター	
O2センサーによる燃焼制御	有	有	有	有	
燃料水分	水分35%以下	①水分40%以下②45%以下	水分33%以下	水分33%以下	
保守	定期メンテナンス	・2,500時間ごと、又は年一回 システム圧力、安全装置チェック	・3,000時間ごと1~3回 クリーニング、センサー類、モーター類の確認	年4回、火格子・各部動作点検と清掃	年4回、火格子・各部動作点検と清掃
	日常メンテナンス	・週一回ごと 灰箱を空にする、システム圧力チェック	・1,000時間ごと センサー類の確認 ・2週間に1回 灰状況の確認	・週一回ごと 灰の確認、掃除	・週一回ごと 灰の確認、掃除
導入実績	国内	徳島県佐那河内村、山梨県北杜市など	岡山県新見市、群馬県中之条町、福井県あわら市など	岡山県真庭市、長崎県対馬市、鹿児島県肝付町など	北海道札幌市、群馬県上野村、石川県小松市など
備考	<ul style="list-style-type: none"> 高効率、自動クリーニング、遠隔監視・操作機能等、使い勝手に優れる。 徳島地域エネルギーが実績が多く、全国を対象に販売可能 	<ul style="list-style-type: none"> 高効率、自動クリーニング、遠隔監視・操作機能等、使い勝手に優れる。 WBエナジーはボイラー以外にもシステム全体の効率的提案が可能 	<ul style="list-style-type: none"> 自動クリーニングシステム 湿潤チップボイラーも合わせて、バイオマスボイラーでは全国最大の導入台数がある。 	<ul style="list-style-type: none"> 自動クリーニングシステム 国内製造の国産ボイラー 	

出典 1 : メーカー、代理店カタログより





出典 2 : (株) 森のエネルギー研究所撮影

(2) 薪ボイラー

薪ボイラーは燃料供給が自動化できないため、小出力の機種が多く見られます。機種によっては水分40%以下の薪に対応した機種も存在し、また海外製のものにはO₂センサーによる燃焼制御を行う高性能・高効率な機種も存在します。

着火や燃料補給といった日常の運転管理が必須となるため、人員の手当が必要となります。薪ボイラーの一例は表3-15のとおりです。

表 3-15 薪ボイラーの一例

ボイラメーカー(国名)	VISSMAN(ドイツ)	ダレスサンドロ(イタリア)	株式会社 タケザワ(日本)	アーク日本株式会社(日本)
国内代理店	(株)森の仲間たち	ダレスサンドロジャパン(株)	—	—
型番	VITOLIGNO 250-S	CSLシリーズ	CBWシリーズ	TAY-1200
出力	75~170kW	機種により180~950kW	233・349・581kW	最大75kW
ボイラ効率	90%	85%	80%	82%
ボイラ概観(画像)	 ※1	 ※1	 ※1	 ※1
燃料条件	長さ100cm以下 水分25%以下	長さ80cm以下	長さ80cm以下 水分40%以下	長さ100cm以下 水分40%以下
着火作業	手動 有	手動 無	手動 無	手動 無
保守	定期メンテナンス	・3~4回/年 煙管、燃焼室清掃ならびセンサー類点検等	・1~2回/年 煙突、炉内、他 清掃	・1回/年 缶体点検、制御装置、排煙設備 他
	日常メンテナンス	・1回/週程度 火格子清掃など	・1~3回/週 炉内、煙管、他 清掃	・1回/週 燃焼室内の清掃、熱交換部の清掃
	備考	・各地の協力会社と連携して、迅速な対応が可能。		・製造を新潟で行い、奈良、徳島、栃木から24時間サポートを行う。
導入実績	国内	岡山県西粟倉村、群馬県長野原町、滋賀県長浜町など	長野県池田町	青森県新郷村、西目屋村など
備考	・170kWの出力ながらコンパクトなサイズで設計されている。 ・1mの薪が使えるため、薪投入の回数や手間を減らすことが可能。 ・薪ボイラでO ₂ センサーが搭載されて効率的な燃焼可能。	・イタリアのメーカーで、約30年前から、製造販売されているボイラー。 ・出力範囲が細かくラインナップされており、出力選定が行いやすい。	・昭和22年創業以来、長年にわたり石炭及びコークスなど固形燃料専用暖房機の製造販売の実績を引き継いだ製品。	・欧米製品を学び国産機を開発し、国内でも導入台数は多い。 ・比較的水分が高くても燃焼が可能 ・1mの薪が使えるため、薪投入の回数や手間を減らすことが可能。 ・75kWの1機種のみ、数百kW規模の熱需要がある温浴施設に複数台設置した事例がある。

出典 1 : 国内代理店ホームページより

3.5 その他取り組み

本節では、各種支援を実施した中で、情報提供に関する内容を紹介します。

鏡野町において、木質バイオマスに係る検討を行う中で、木質バイオマスボイラーを導入する際に燃料種別をチップとした場合、チップを保管する建屋（チップサイロ）を、どのような形状にしたらよいのか等のイメージが掴めていませんでした。

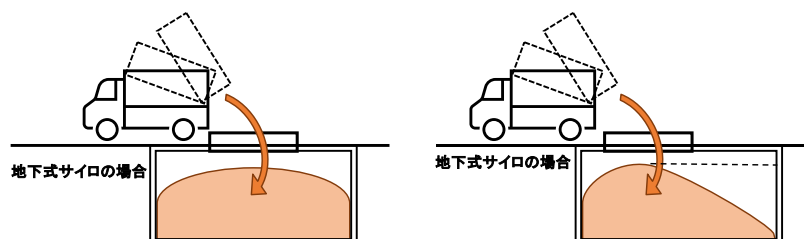
そこで、「チップサイロにおける情報提供」という形で簡易に資料を作成し、説明しました。

(1) 木質バイオマスにおけるサイロとは？

木質バイオマスにおけるサイロとは、化石燃料におけるオイルタンクに該当します。導入された木質バイオマスボイラーの燃料（チップまたはペレット）を一定期間保管し、また、導入されたシステムごとで方式は異なりますが、燃料供給装置を利用して、燃料を供給していきます。

サイロを導入する際に留意することが4つあり、1つは、導入するボイラーの規模感に合わせて、約1週間分程度（最大熱需要時の約7日間分）の燃料を貯蔵できる容量のサイロを選定することです。これにより、エネルギー利用者（施設管理者）側がボイラー運用等の維持・管理の目安が分かりやすく、燃料もすぐに枯渇することがないため焦らず安心して運用することができます。

2つは、燃料をサイロに投入する際には、燃料が満載できる（格納できる）仕組みを考慮してサイロ（建屋）を設計することです。例えば、燃料を投入し、格納する際の投入方法（投入位置）によっても、燃料の格納量は異なります（図3-14）。このため、どのようなサイロにするのかによって、燃料投入方法の仕組みも入念に検討する必要があり、初期投資（イニシャルコスト）にも関わってきます。



注1：左図および右図で比較した時に、投入方法（投入位置）で格納量に差ができてしまいます。

注2：右図の場合、燃料を平坦にならす作業を要してしまい、人手（労力）がかかります。

出典：（一社）日本木質バイオマスエネルギー協会：『地域ではじめる木質バイオマス熱利用』,日刊工業新聞社, (2018.5.28) を引用・参考し、作成しました。

図 3-14 燃料投入時の方法（位置）による格納量の差異

3つは、サイロに燃料を投入する車両（ダンプ、フォークリフト等）が効率的かつ楽にできる動線、搬入路を想定して設計することです。例えば、所有する車両や動線等を確認することなくサイロの設計をしてしまった場合、効率的な燃料投入ができない可能性（所有車両で燃料投入ができない等）がありえます。このような状況になると、新たに車両等を購入することやレンタル等のリースをするといった不必要な初期投資をしないといけなくなります。このため、木質バイオマスボイラーおよびサイロの導入場所の現場確認や現状の所有車両、機器類の確認を必ず行う必要があります。

4つは、これはサイロのみならず建屋等の建設工事に係る法令を遵守した設備とすることが重要です。防火や耐震等、必要な基準を満たす施設設備となるように、設計事業者等と相談や確認等を行った上で、導入に係る建設工事を進めていく必要があります。

(2) サイロの設置方式～地下式サイロの場合～

ここでは、サイロを設置する際の方式の一つである「地下式サイロ」を紹介します。

地下に木質バイオマスボイラーのボイラー室およびサイロがともにある構造で、ダンプによる燃料投入が可能な方式です（図 3-15）。燃料投入にかかる時間が短時間で済むため、効率がよいことがメリットとして挙げられます。

なお、地上式サイロと比較すると、建屋の地下構造を鉄筋コンクリートにする必要があることと、地面を採掘する手間もあるために費用がかかります。さらに、建屋を建てる敷地の環境では、地下水に対する防水対策を施すことや、給排気（換気）・排水の方法、灰処理（灰捨て）の方法に配慮する必要があります。



注：令和2（2020）年度「地域内エコシステム」モデル構築事業の採択地域である北海道紋別市のチップ燃焼試験で使用した燃料サイロである。

出典：北海道紋別市が撮影し、地域内エコシステム事務局へ提供いただきました（2020.3）。

図 3-15 地下式サイロのイメージ

(3) サイロの設置方式～ボイラー室とサイロが分離～

ここでは、サイロを設置する際の方式の一つで、「ボイラー室が地上の地下式サイロ」の場合を紹介します。

これは、燃料供給装置を使用して、ボイラー室を地上、サイロを地下に設計する方式になります(図 3-16)。地下式サイロと比較すると、ボイラー室が地上にあるため、木質バイオマスボイラーの設置や維持・管理(メンテナンス)、灰処理(灰捨て)の作業に手間がかからないといえます。

なお、ボイラー室とサイロをつなぐ燃料供給装置を設置するため、その分の駆動モーターが増加することで、電気代が増加することが予想されます。



1) ボイラー室と地下式サイロのイメージ



2) 地下式サイロ(後方にボイラー室)



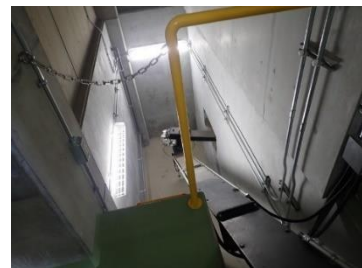
3) サイロ内トップ
(左くぼみが燃料供給装置)



4) ボイラーと燃料供給装置のイメージ



5) 燃料供給装置のイメージ



6) 燃料供給装置からサイロへの接続

注1: 1) は、令和元(2019)年度「地域内エコシステム」構築事業において地域内エコシステム事務局が情報収集した事例先の1つで、北海道美幌町の峠の湯の木質バイオマスボイラー施設である。

注2: 2) ~6) は、令和元(2019)年度「地域内エコシステム」構築事業において地域内エコシステム事務局が情報収集した事例先の1つで、北海道上川町の医療センターの木質バイオマスボイラー施設である。

出典: 地域内エコシステム事務局が撮影しました(2019)。

図 3-16 ボイラー室が地上・サイロが地下式のイメージ

(4) サイロの設置方式～地上式サイロ～

ここでは、サイロを設置する際の方式の一つである「地上式サイロ」の場合を紹介します。

地上に木質バイオマスボイラーおよびサイロがともに地上にある構造で、地上式の場合には建屋を木造等とすることが可能となります（図 3-17）。このため、建屋に係る費用を抑えることができ、また、木質バイオマスボイラーの設置要件が地下式と比較して簡易となります。さらに、燃料の投入には、基本的にホイールローダーを用いて、運搬されてきた燃料を投入するような方法になります。

なお、建屋の間口を広げることができれば、ダンプによる投入も可能となりますが、建屋自体の高さも必要となるため、費用がかかってしまうことが考えられます。ダンプによる投入と比較してホイールローダーによる投入方法では、投入時間がかかることと、作業員を確保する必要があること、燃料を集積する場所が必要となってきます。



注1：上図は、令和元（2019）年度「地域内エコシステム」構築事業において地域内エコシステム事務局が情報収集した事例先の1つで、北海道上川町の株式会社小椋組の木質バイオマスボイラー施設である。

注2：下図は、令和3（2021）年度「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）の採択地域である山形県鶴岡市が実施した勉強会で視察した山形県鶴岡市の株式会社山本組の木質バイオマスボイラー施設である。

出典1：上図は、地域内エコシステム事務局が撮影しました（2019.9.21）。

出典2：下図は、地域内エコシステム事務局が撮影しました（2021.10.29）。

図 3-17 地上式サイロのイメージ

4. 総括

本年度に、本事業で実施した取り組みについて、とりまとめます。

(1) 本年度の達成目標の実施結果

鏡野町における今年度の目標は、「町内における木質バイオマスエネルギーの導入に係る検討を実施する」ことでした。また、本目標を達成すべく、小目標を2つ掲げて、実施しました。

【今年度に達成すべき目標の実施結果】

- ▶ 3.4.1の結果より、クアガーデンこのかのボイラー出力別熱供給量、電気燃料削減率、電力削減量等を比較した結果、木質バイオマスボイラーの出力規模は、250～300kW が妥当であることが分かりました（P20～21：図 3-9）。
- ▶ 人員確保の観点から燃料種別は薪ではなく「チップ」による検討が望ましいと考えられました。
- ▶ チップボイラーのうち湿潤チップ対応および準乾燥チップ対応を比較すると、準乾燥チップ対応ボイラーが初期投資（イニシャルコスト）・維持管理費（ランニングコスト）、敷地面積の面から有利であると考えられました。
- ▶ クアガーデンこのかに追加的に 300kW のチップまたは薪ボイラーを導入し、既存の設備（電力+重油）からのエネルギー代替を行う場合
 - ✓ 木質バイオマス燃料費のみの感度分析をした結果（減価償却費は考慮しない）、チップは 20 円/kg 以下、薪 23 円/kg 以下が収支の境界となることが分かりました。
 - ✓ 年間に重油は約 7,400L/年、電力は約 25.9 万 kWh/年、CO₂排出量は 153 t・CO₂/年を削減できることが分かりました。
- ▶ クアガーデンこのかと同規模の温泉・温浴施設（プールなし）を新規施設整備することを想定して、300kW のチップまたは薪ボイラーを導入し、バックアップボイラーとして化石燃料（A 重油）ボイラーで熱供給を行う場合
 - ✓ 木質バイオマス燃料費のみの感度分析をした結果（減価償却費は考慮しない）、チップは 22 円/kg 以下、薪 25 円/kg 以下が収支の境界となることが分かりました。
 - ✓ 年間に重油は約 83,000L/年、CO₂排出量は 224 t・CO₂/年を削減できることが分かりました。

(2) 今後の展望および展開について

今年度の目標の達成結果をもとに、今後の展望および展開をとりまとめます。

本事業を実施し、鏡野町における木質バイオマスエネルギーの導入に係る検討は初年度として一定の成果がありました。この結果をもとに、次年度以降の事業実施計画の策定につなげていきます。

また、小目標のうち「重油を使用し、加温を行っている町内の温泉施設への木質バイオマスエネルギーの導入を検討」においては、クアガーデンこのかの従来の重油および電気との比較検討ができましたが、木質バイオマスボイラー以外の施設規模（ボイラー室やサイロ等）については、具体的な検討の余地が残りしました。

さらに、小目標のうち「導入設備については、現存設備との併用も選択肢とし、導入費用と維持管理費を精査し、施設規模に応じた検討を行うとともに、木質バイオマスの供給体制の確保、構築」においては、燃料供給体制に係るサプライチェーンの構築に留まり、これも具体的な検討の余地が残りしました。

以上より、次年度以降は、下記の内容を実施していきたいと考えています。

【次年度以降の展望および展開】

- ▶ 具体的な木質バイオマスボイラーの選定を実施し、それに要するボイラー室やチップサイロ等の必要設備における具体的な検討を行い、詳細な導入費用（初期投資・維持管理費等）を試算していきます。
- ▶ 貯木場においてチップ製造を行った場合（目標・計画①）および原木の販売・チップ製造者によるチップ製造・販売の場合（目標・計画②）における試算の比較検討を行います。
 - ✓ クアガーデンこのかにおける木質バイオマスの燃料使用量は、チップが300 t/年、薪が253 t/年という結果でした。このため、目安としては、貯木場で約300 t/年以上のチップを製造する必要があります。
- ▶ 上記の2つの試算を行った結果をもとに、具体的な燃料消費量（チップ需要量）に応じた採算性を検討します。そして、それに見合う消費が町内の他施設（温泉施設や農業等）等に木質バイオマスエネルギーの導入により達成が可能か否かを検討していきます。

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

岡山県鏡野町
「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丁目3-1 木ズナのもり 2F
TEL 0428-84-2445 FAX 0428-84-2446