

令和3年度（2021年度）
山形県再生可能エネルギー未利用熱等活用事業

ひらた悠々の杜温泉アイアイひらた
木質バイオマスエネルギー事業化可能性調査
報告書

2022年3月
山形県環境・エネルギー部エネルギー政策推進課
（業務委託：やまがた自然エネルギー株式会社）

目 次

| | |
|---|----|
| 1. 木質バイオマスエネルギーを取り巻く現状 | 1 |
| 1.1 国際的な動きからの日本の温室効果ガス排出削減への責務 | 1 |
| 1.2 地域資源である森林バイオマス資源の活用と経済循環の再構築 | 2 |
| 2. 対象候補施設の特性とエネルギー利用状況 | 8 |
| 2.1 「ひらた悠々の杜温泉アイアイひらた」施設概要 | 8 |
| 3. 木質バイオマスエネルギー利用システムの検討 | 14 |
| 3.1 木質バイオマス熱利用システムの計画方針 | 14 |
| 3.2 国内でのバイオマス熱利用システムの選定と技術選定 | 15 |
| 4. バイオマス利用システムに適応する木質バイオマス燃料検討 | 18 |
| 4.1 木質バイオマス燃料の利用方針と仕様条件 | 18 |
| 4.2 地域における生産箇所の燃料用チップ調査 | 19 |
| 4.3 バイオマス燃料供給事業の検討 | 20 |
| 5. 木質バイオマスエネルギーシステム（入替）想定モデルの検討 | 23 |
| 5.1 バイオマスシステム導入時の確認事項について | 23 |
| 5.2 バイオマス熱利用システムの基本仕様（ペレットボイラ→チップボイラへの転換） | 25 |
| 5.3 木質バイオマス熱利用システム概算事業費 | 27 |
| 5.4 木質バイオマスエネルギー利用の事業採算性の検討 | 29 |
| 6. 木質バイオマス熱利用システム導入 基本計画案 | 36 |
| 6.1 本計画における木質バイオマス熱利用 事業展開イメージ | 36 |
| 6.2 【参考】木質バイオマス熱利用によるエネルギーサービス事業の検討 | 39 |
| 7. 関連法令調査 | 40 |
| 8. 国庫補助事業 | 42 |
| 9. 参考情報 | 49 |
| 9.1 木質バイオマス原料とチップ燃料特性 | 49 |
| 9.1 バイオマスエネルギーシステムに適切な木質チップ燃料仕様 | 53 |
| 9.2 木質バイオマスエネルギー利活用技術 | 55 |
| 9.3 木質バイオマスによる熱供給形式と形態 | 68 |
| 9.4 バイオマスエネルギー利活用システムのプロジェクトマネジメント | 70 |
| 9.5 木質バイオマス関連設備の運転管理について | 76 |
| 10. 用語の定義 | 81 |

1. 木質バイオマスエネルギーを取り巻く現状

1.1 国際的な動きからの日本の温室効果ガス排出削減への責務

2015年12月に行われた、第21回気候変動枠組条約締約国会議（COP21）において採択された「パリ協定」は、世界各国が温室効果ガス排出削減への取組みを約束した画期的な枠組みである。これに基づき日本では、2016年5月13日に地球温暖化対策推進法に基づく政府の総合計画として、新たな「地球温暖化対策計画」を閣議決定している。2021年10月22日には、この地球温暖化対策計画を、前回の計画を5年ぶりに改訂しており、「2050年カーボンニュートラル」宣言として、2030年度において、温室効果ガス46%削減（2013年度比）を目指すこと、さらに50%の高みに向けて挑戦を続けることを表明した。この改訂された地球温暖化対策計画は、この新たな削減目標も踏まえて策定したもので、二酸化炭素以外も含む温室効果ガスの全てを網羅し、新たな2030年度目標の裏付けとなる対策・施策を記載して新目標実現への道筋を描いている。

図表 1 温室効果ガス排出量実績と中期排出目標値

| 温室効果ガス排出量・吸収量 | | 2013 排出実績 | 2030 排出量 | 削減率 | 従来目標 |
|--|---------|--|---------------------------|------|------------------------------|
| | | 14.08 億 t-CO ₂ | 7.6 億 t-CO ₂ | ▲46% | ▲26% |
| エネルギー起源 CO ₂ | | 12.35 億 t-CO ₂ | 6.77 億 t-CO ₂ | ▲45% | ▲25% |
| 部門別 | 産業 | 4.63 億 t-CO ₂ | 2.89 億 t-CO ₂ | ▲38% | ▲7% |
| | 業務その他 | 2.38 億 t-CO ₂ | 1.16 億 t-CO ₂ | ▲51% | ▲40% |
| | 家庭 | 2.08 億 t-CO ₂ | 0.7 億 t-CO ₂ | ▲66% | ▲39% |
| | 運輸 | 2.24 億 t-CO ₂ | 1.46 億 t-CO ₂ | ▲35% | ▲27% |
| | エネルギー転換 | 1.06 億 t-CO ₂ | 0.56 億 t-CO ₂ | ▲47% | ▲27% |
| 非エネルギー起源 CO ₂ 、メタン、N ₂ O | | 1.34 億 t-CO ₂ | 1.15 億 t-CO ₂ | ▲14% | ▲8% |
| HFC 等 4 ガス（フロン類） | | 0.39 億 t-CO ₂ | 0.22 億 t-CO ₂ | ▲44% | ▲25% |
| 吸収源 | | - | ▲0.48 億 t-CO ₂ | - | (▲0.37 億 t-CO ₂) |
| 二国間クレジット制度 (JCM) | | 官民連携で2030年度までの累積で1億t-CO ₂ 程度の国際的な排出削減・吸収量を目指す。我が国として獲得したクレジットを我が国のNDC達成のために適切にカウントする。 | | | - |

■地球温暖化対策計画（令和3年10月22日閣議決定）に位置付ける主な対策・施策

| 対応分野 | 内容 |
|---------|--|
| 再エネ・省エネ | <ul style="list-style-type: none"> 改正温対法に基づき自治体が促進区域を設定 →地域に裨益する再エネ拡大（太陽光等）住宅や建築物の省エネ基準への適合義務付け拡大 |
| 産業・運輸など | <ul style="list-style-type: none"> 2050年に向けたイノベーション支援 →2兆円基金により、水素・蓄電池など重点分野の研究開発及び社会実装を支援 データセンターの30%以上省エネに向けた研究開発・実証支援 |
| 分野横断的取組 | <ul style="list-style-type: none"> 2030年度までに100以上の「脱炭素先行地域」を創出（地域脱炭素ロードマップ） 優れた脱炭素技術等を活用した、途上国等での排出削減 →「二国間クレジット制度：JCM」により地球規模での削減に貢献 |

地球温暖化対策において、再生可能エネルギーの地産地消、とりわけ山形県の面積の約8割を占める森林の適正な管理、活用に基づく木質バイオマスエネルギーの活用は、温室効果ガス削減に対する国際的な責務を果たす取組みでもある。

1.2 地域資源である森林バイオマス資源の活用と経済循環の再構築

(1) 国内の森林資源の現状と社会的背景

日本の森林の所有は、小規模・分散的で、長期的な林業の低迷や森林所有者の世代交代等により森林所有者への森林への関心が薄れ、森林の管理が適切に行われず、伐採した後に植林がされないという事態が発生している。国内の83%の市町村が、管内の民有林の手入れが不足していると考えている状況であり、森林の適切な経営管理が行われず、災害防止や地球温暖化防止など森林の公益的機能の維持増進にも支障が生じている。そのような背景をもとに、2019年4月には、適切な経営管理が行われていない森林の経営管理を、林業経営者に集積・集約するとともに、それができない森林の経営管理を市町村が行うことで、森林の経営管理を確保し、林業の成長産業化と森林の適切な管理の両立を図ることを目的に「森林経営管理法」の施行が実施された。

また、2021年頃からは、「ウッドショック」と呼ばれる現象が起きはじめた。これは全世界的に新型コロナウイルスの感染拡大に伴い、先進国で新築住宅の建設棟数が急増し、さらに中国の木材消費も拡大、世界的に木材の品薄の状態となり価格が急騰している。日本でも、木材加工工場の稼働率低下や物流の遅延や縮小も相まって、深刻な輸入材不足が起これ、現在では杉や桧などの国産材の価格も値上がりが続いている。また、自宅での時間を充実させたい人や、郊外移住を検討する人が増えたため、新築戸建て住宅の建設棟数が増加したことも一因で建材不足の現象が起きている。

以上のことから、林業、木質バイオマス資源を取り巻く情勢は、大きな転換期に差し掛かっている。

(2) 国内の木質バイオマスエネルギー利活用（発電・熱利用）の現状

国内の木質バイオマスエネルギーの分野から見ると、2017年の再生可能エネルギーの固定価格買取制度（以下、「FIT制度」と略記）の施行以来、全国各地に木質バイオマス発電所が増加し続けていることで、地域の木質バイオマス資源は、従来切り捨てられていた低質な間伐材等も含めて、その木材が動きはじめ、木材需給はひっ迫した状況にあり、当面は需要過多が続いている。

山形県でも、近年の大型集成材工場やバイオマス発電所の稼働により、需給構造の変化が起きている。間伐材等の低質材の価格が急騰し、県内の木材需給がひっ迫した状態にあり、このことは林業経営にとって一部の好影響をもたらしている一方で、バイオマス発電に固定価格買取制度による買取期間（20年）以降の中長期的な需給システムの体制の構築準備が必要といえる。

こうした背景の中で、バイオマス熱利用は、事業成立しやすいといった面で、大型なバイオマス発電事業と比べると、小規模で事業初期投資額が抑えられ、地域・地元のベンチャーとして民間資本で整備される例も出てきている。また、森林所有者自らが森林を管理し、木材を地域内で循環させる実施する地域も増えており、地産地消システムでの木材流通も活性化している。こうした好機に、地域の森林資源の利用を促進し、経済の活性化、雇用創出につなげていくことが重要である。

木質バイオマス熱利用は、バイオマス発電事業に比べると、森林資源をエネルギー利用効率が高く、効率的に利用した成熟した技術であり、これらを地産地消型で導入する自治体、企業も増加傾向にある。

1.2.2 SDGs における森林資源の活用（木質バイオマスエネルギー利活用）の意義

新たな社会潮流である「持続可能な開発目標（SDGs）」という考えによる活動が、行政、企業、NPO、各種団体などにおいて展開されつつあり、持続可能なビジネスを目指す企業、団体の中にも、事業戦略にSDGsを活用する例が広がっている。

このSDGsにおける森林資源の活用（木質バイオマスエネルギー利活用）の取組む意義として、SDGsの17の目標（ゴール）のうち、以下の複数の目標に寄与する取組みです。

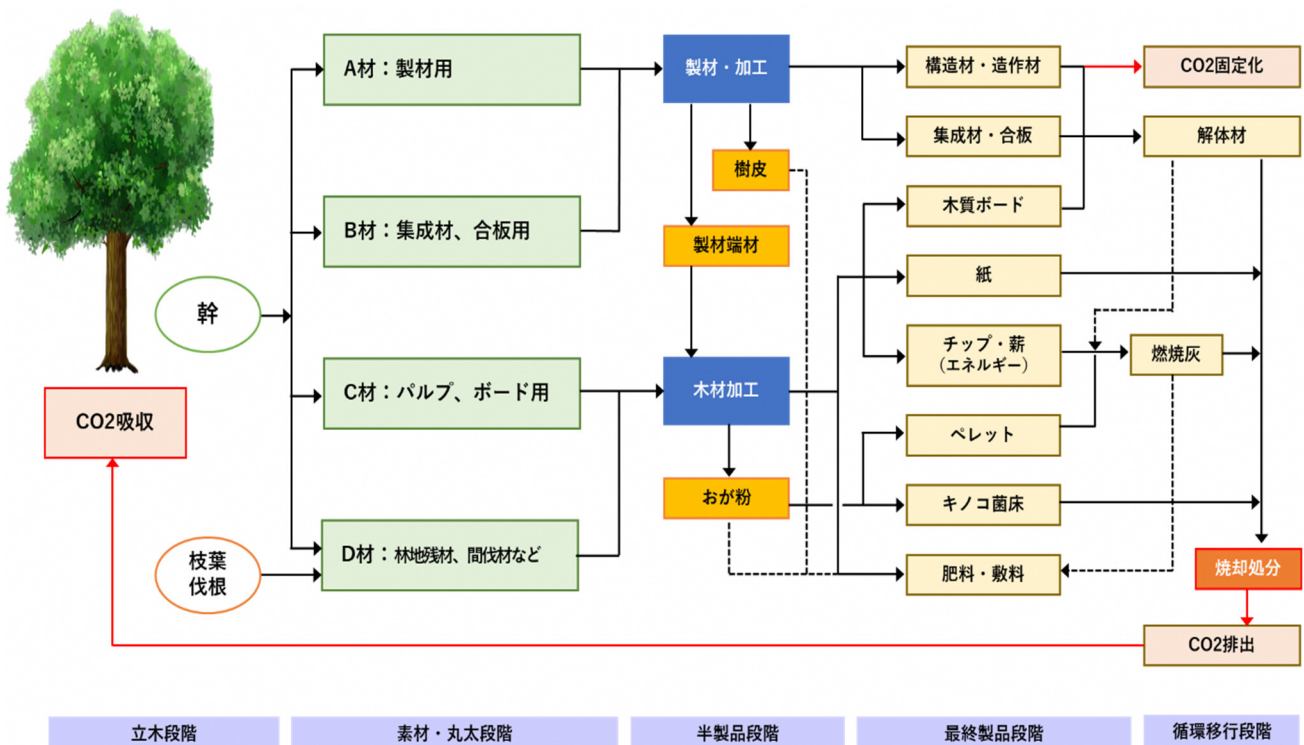
図表 2 木質バイオマスエネルギーの地産地消推進で目指すSDGsの6つの目標

| | |
|--|---|
|  <p>7 エネルギーをみんなに そしてクリーンに</p> | <p>7. エネルギーをみんなに そしてクリーンに</p> <p>7.2 2030年までに、世界のエネルギーミックスにおける再生可能エネルギーの割合を大幅に拡大させる。</p> |
|  <p>9 産業と技術革新の 基盤をつくろう</p> | <p>9. 産業と技術革新の基盤をつくろう</p> <p>9.4 2030年までに、資源利用効率の向上とクリーン技術及び環境に配慮した技術・産業プロセスの導入拡大を通じたインフラ改良や産業改善により、持続可能性を向上させる。全ての国々は各国の能力に応じた取組を行う。</p> |
|  <p>12 つくる責任 つかう責任</p> | <p>12. つくる責任 つかう責任</p> <p>12.2 2030年までに天然資源の持続可能な管理及び効率的な利用を達成する。</p> |
|  <p>13 気候変動に 具体的な対策を</p> | <p>13. 気候変動に具体的な対策を</p> <p>13.2 気候変動対策を国別の政策、戦略及び計画に盛り込む。</p> |
|  <p>15 陸の豊かさも 守ろう</p> | <p>15. 陸の豊かさも守ろう</p> <p>15.2 2020年までに、あらゆる種類の森林の持続可能な経営の実施を促進し、森林減少を阻止し、劣化した森林を回復し、世界全体で新規植林及び再植林を大幅に増加させる。</p> |
|  <p>17 パートナーシップで 目標を達成しよう</p> | <p>17. パートナーシップで目標を達成しよう</p> <p>17.17 さまざまなパートナーシップの経験や資源戦略を基にした、効果的な公的、官民、市民社会のパートナーシップを奨励・推進する。</p> |

1.2.3 地域内での森林資源のカスケード（多段階）利用の原則

木質バイオマスを有効に活用するためには、原木をカスケード（多段階）利用することにより、原料を安定的に確保することが重要である。これは貴重な森林資源を余すところなく総合的に有効活用するカスケード利用を基本とすることで、森林資源利用の環境価値と経済性が最大限に発揮され、持続可能な資源循環の構築に有効と考えられる。

木材をカスケード（多段階）利用するためには、立木の段階から循環移行段階までの一連の利用体系を念頭に取り組んでいく必要があります。森林資源のカスケード（多段階）利用の基本的な流れは下記のとおりです。



図表 3 森林資源のカスケード（多段階）利用の基本フローイメージ

森林資源は、林地における立木段階から素材・丸太段階における用途別の選別からはじまり、原木市場や製材・チップ等の半製品段階における選別を経て、性状にあわせて最終製品段階へと余すところなく振り分けられている。また、製品として使用され炭素固定機能を果たした後に循環移行段階となり、建築解体材として再び半製品段階へと再利用され、最後にエネルギー利用として活用されます。

この森林資源のフローは、地域ごとに現場状況や事業者の有無などで変わってくるため、これら地域フローを把握し、事業実施を計画していく事が求められる。

1.2.4 「地域内エコシステム」事業の構築へ

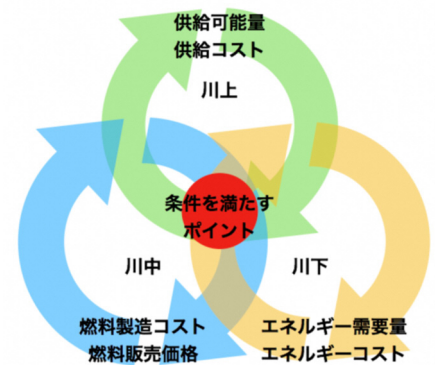
木質バイオマスエネルギーの利用推進に当たっては、地域の森林資源を再びエネルギー供給減として見直し、地域活性化につながる適正コストのエネルギー利用を図ることが課題となっている。

農林水産省および経済産業省では、森林資源の素材利用や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の確保、地域住民や山林所有者など森林関係者に、確実に利益が還元される仕組みとして、「地域内エコシステム」を提唱している。

この地域内エコシステムは、主に小規模な地域内で考える必要があるため、事業やサプライチェーン構築にあたって利用できる地域資源（需要や供給を生む産業、ヒト・モノ・カネ等の経営資源）が限られる。その限られた地域資源の中で、最適な組み合わせを検討すること、地域ごとの「最適解」をいかに導くかが重要な視点となっている。地域内での協議会等の議論の場で、これらの地域資源についてあらためて見直し、地域としてできることを考えることは「地域づくり」につながる重要なプロセスであり、このプロセスを経るなかで、サプライチェーンの川上、川中、川下の各段階で持続的に実施可能なことを検討し、それらが全て整合的に重なる部分が地域内エコシステムとして事業化できる基準となる。

事業構築の考え方のもと事業計画を検討していくにあたり、各段階で事業の拡大やサプライチェーンを運用するには解決しなくてはならない課題があったり、そのための時間が必要であったりする。

初期から大規模な設備を導入しようとするすると森林資源の供給が間に合わない、設備が故障し採算が取れない、地域内の合意形成が得られないなどの無理が生じることが多くなる。そのような事業リスクを最小限に抑えるために、まず小規模な木質バイオマスサプライチェーンを無理のない形で構築し、それを運用して順応的に事業拡張を目指すことが理想的となる。



川 上

森林資源の生産・供給

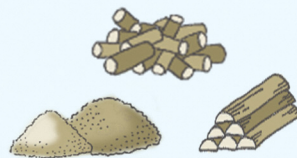


木材生産・流通体制構築

- ・ 持続可能な木材生産・管理
- ・ 中間土場等の流通拠点の設置

川 中

バイオマス燃料製造・供給



燃料生産・供給体制構築

- ・ 地域で事業性ある燃料選択
- ・ 燃料製造量と設備稼働率を確保
- ・ 燃料製造コストを抑制
- ・ 燃料事業は地産地消と外消を想定

川 下

素材利用・エネルギー利用



熱需要の確保・利用

- ・ 地域内の素材・エネルギー需要把握
- ・ 地域で段階的な熱需要の確保
- ・ 熱需要の導入推進・拡大計画の設定

(1) 地域の関係者に期待される役割

地域の各工程の関係者に、それぞれ下記のような役割が期待される。これを実現するために、各工程の関係者が情報や知恵を共有できる場を設けるとともに、地域に関係する各事業者が、それぞれの役割を果たせるように一助となれる事業を構築していく事が求められる。

川上の関係者

- 創出される木材需要に対して、持続可能な森林資源供給を行うために、森林経営と計画的な素材生産の実現に資する「森林経営計画」の策定を進め、資源把握と素材生産の効率化、森林所有者にとってメリットが大きくなるような体制を構築すること。
- 林業従事者の人材確保を促進するとともに、林業機械の導入等により作業環境を改善し、生産性を高め、伐出量を増やすこと。
- 森林由来の木質バイオマス資源の安定供給及び長期的な供給量に課題が残るため、支障木等の積極的な獲得に努めること、さらに自伐林家等からの木材を積極的に受け入れるためにシステム構築に努めること。
- 川中、川下との連携により、伐出材の利用の方針を協議し、伐倒や玉切り等の作業において下流工程のニーズに応えられる素材丸太の生産に努めること。
- 木質バイオマスエネルギーの地産地消システムを安定的に機能させるため、低質材の一定量を町内での需要向けに割り当てるような仕組みを構築すること。

川中の関係者

- 創出される需要に対して、量、質、適時、価格条件を満たすため、原木調達と加工・輸送体制を構築すること。木質バイオマス資源の加工や輸送にあたっては、投入するエネルギーを低減するための効率化と技術の確立に努めること。
- 木質バイオマス資源と一体的な地域森林資源の安定供給構造を構築するため、木材製品需要傾向を川上側関係者に伝達する等の調整機能を確保すること。
- 集材した木材は適切に選木を行い、価値の高められる素材として流通させ、加工度を高めて付加価値を高める仕組みを確立し、副産物をカスケード（多段階）利用できるように努めること。

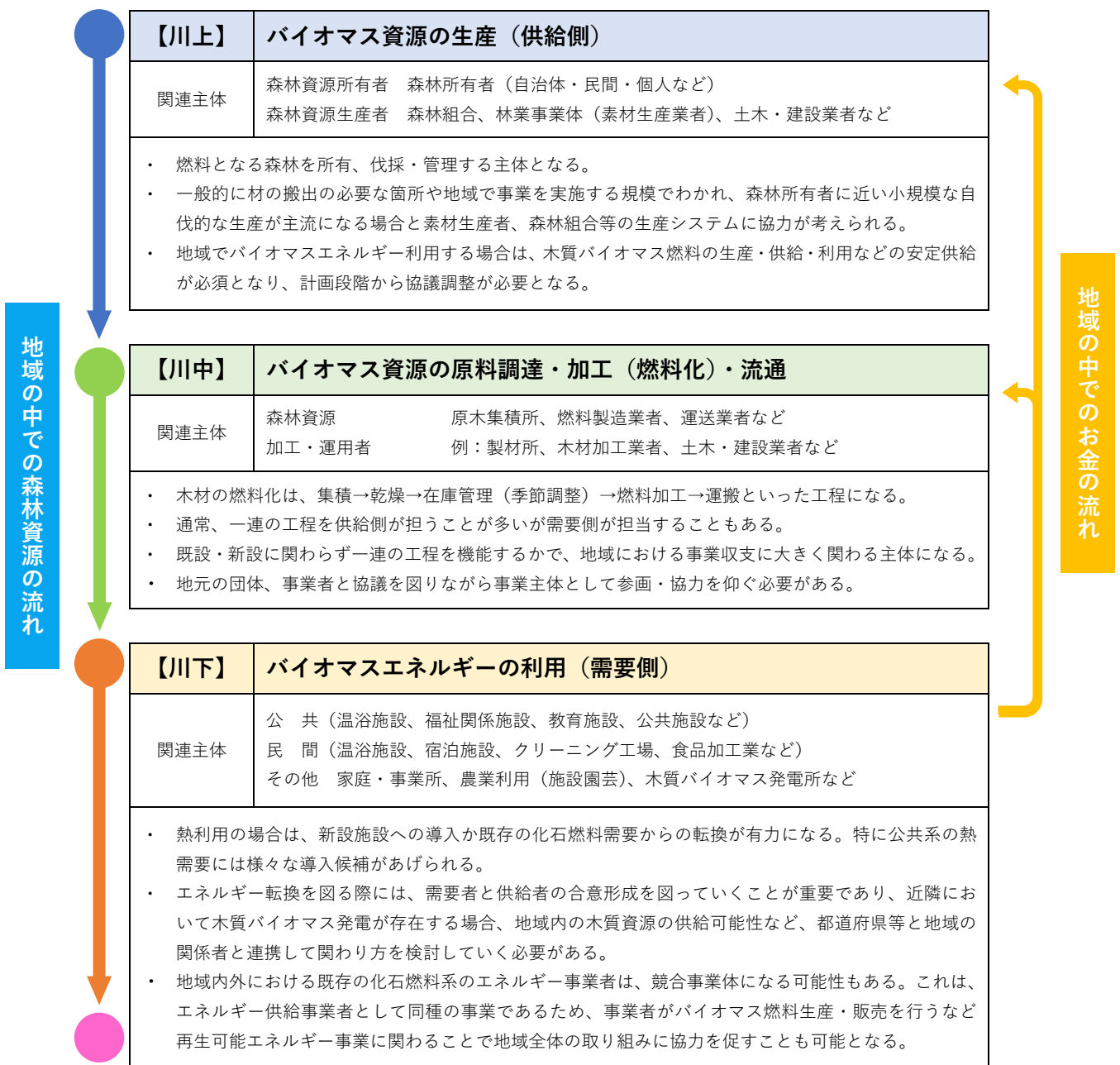
川下の関係者

- 各種製品の利用者となる町民、事業者はプラスチックや金属等の地下資源由来の製品の利用から木製品の利用を増やすことに努め、木材製品としての炭素固定量を増やすこと。
- カーボンニュートラルな木質バイオマスエネルギーへの燃料代替に留めず、省エネルギー化に取組み、消費エネルギーの総量抑制に努めること。

1.2.5 地域におけるバイオマスエネルギー利活用による森林資源の流れと経済循環の構築

地域で森林バイオマスエネルギー利活用を進めていくうえで実施体制の構築、計画策定とともに重要なのが関係主体の合意形成が重要となる。また直接的に事業に関わらなくても環境や景観、生活から地域活性化の面から事業に関心を持つ主体もある。

木質バイオマスエネルギーの利活用については、地域の多くの主体が直接的、間接的に関わりがでてくる。バイオマス熱利用の場合は川上からの原木の収集、乾燥から、燃料化、配送、品質・在庫管理、資金決済などの一連の流れを適正に運用していくため、関係者間での調整が必要になる。また、地元の施設等での木質バイオマスの利活用を進めていく上では、川上、川中の関係主体と調整・協議を図り、十分な実施機能を構築していくことが重要となってくる。



2. 対象候補施設の特性とエネルギー利用状況

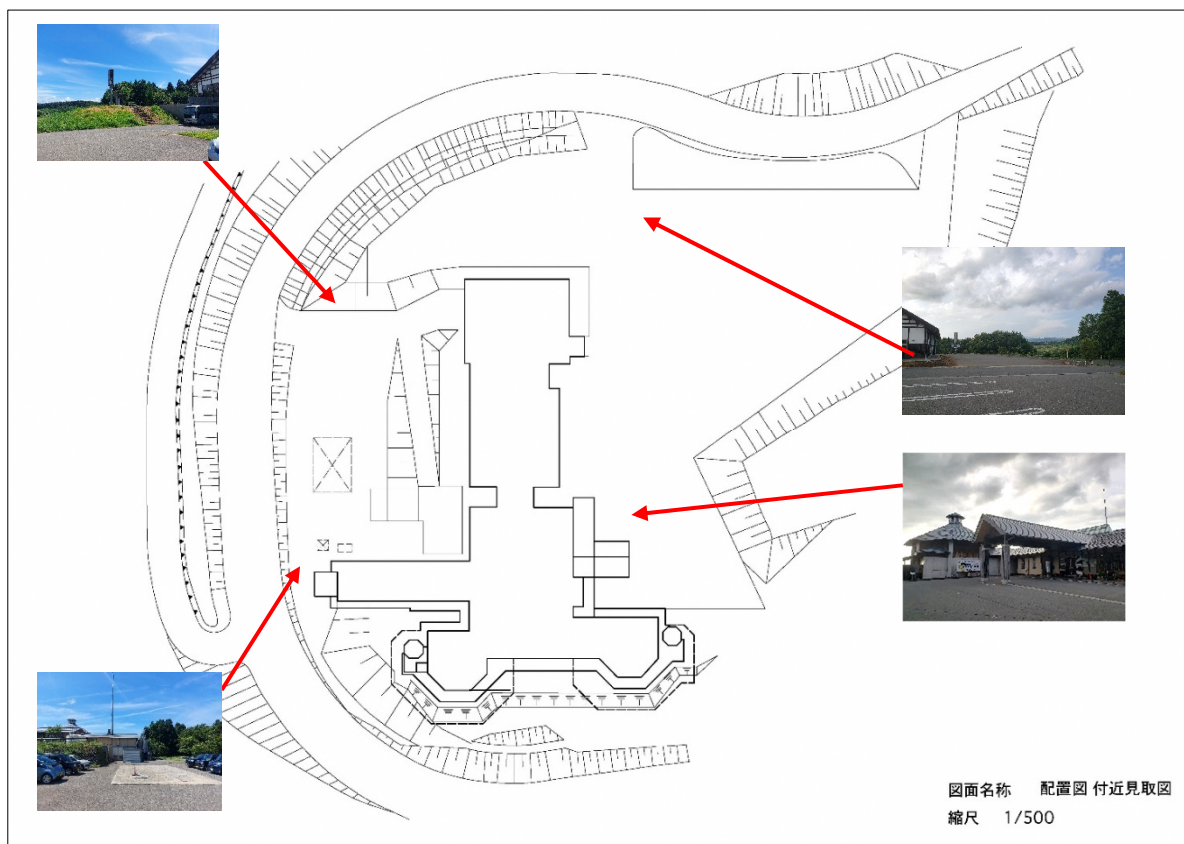
本調査では「ひらた悠々の杜温泉アイアイひらた」の木質バイオマスエネルギーの事業化を検討した。

2.1 「ひらた悠々の杜温泉アイアイひらた」施設概要

対象施設「ひらた悠々の杜温泉アイアイひらた」の施設概要は以下の通りである。

図表 4 ひらた悠々の杜温泉アイアイひらた 施設概要

| | |
|--------|--------------------------------|
| 施設名称 | ひらた悠々の杜温泉アイアイひらた |
| 運営事業体 | ひらた悠々の杜株式会社 |
| 住 所 | 〒999-6724 山形県酒田市山楯 字南山 32-8 |
| 施設用途 | 温浴施設および農林水産物直売・食材供給施設 |
| 開館時間 | 午前9時から午後10時 |
| 休館日 | 第一火曜日・第三火曜日 |
| 施設利用日 | 年間 約340日 |
| 建物構造 | 鉄筋コンクリート造 1階建 |
| 利用システム | 暖房：空調・床暖房 冷房：エアコン 給湯：温泉加温など |



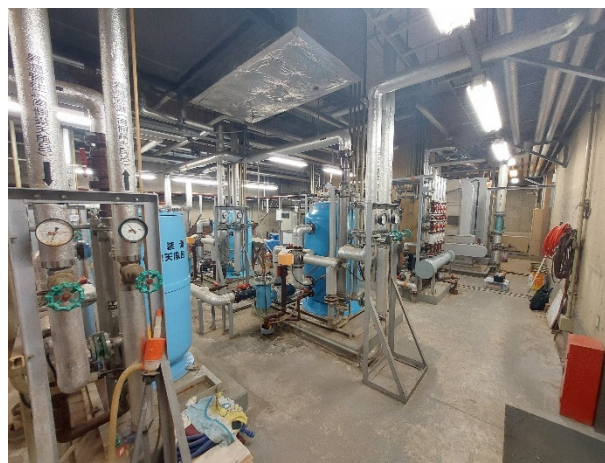
図表 5 ひらた悠々の杜温泉アイアイひらた 施設配置状況

2.1.1 ひらた悠々の杜温泉アイアイひらた 既存設備の運転・管理状況

本施設の設備運転・管理状況として、施設の暖房・給湯用にペレットボイラの2台で対応している。これら機器の燃料は、「木質ペレット」木質ペレットを燃料として使用している。

図表6「ひらた悠々の杜アイアイひらた」の熱源設備の概要

| 機種 | ペレットボイラ (1号機) | ペレットボイラ (2号機) | 熱交換器容量 |
|--------|--------------------|--------------------|-------------------------|
| メーカー | 二光エンジニアリング | 二光エンジニアリング | 給湯用：488kW (42万 kcal/h) |
| 型式 | RE-50L | RE-50L | 1次側：70/50°C (3,501/min) |
| 機器能力 | 580kW (50万 kcal/h) | 580kW (50万 kcal/h) | 2次側：40/60°C (3,501/min) |
| 伝熱面積 | 38.0m ² | 38.0m ² | 空調用：58kW (5万 kcal/h) |
| 最大使用圧力 | 無圧開放式 | 無圧開放式 | 1次側：70/60°C (831/min) |
| 使用燃料 | 木質ペレット | 木質ペレット | 2次側：50/60°C (831/min) |
| 燃料消費量 | 最大 136 kg/h | 最大 136 kg/h | 床暖房用：93kW (8万 kcal/h) |
| 電気容量 | 計 4.7kW | 計 4.7kW | 1次側：70/60°C (1,331/min) |
| 製造年月 | 2005年8月 | 2005年8月 | 2次側：40/50°C (1,331/min) |
| 保有水量 | 1650L | 1650L | |
| ボイラ効率 | 最大 85% ※カタログ値 | 最大 85% ※カタログ値 | |
| 使用日数 | 暖房期間 (約 150日) | 給湯期間 (約 340日) | |
| 機器使用用途 | 暖房 | 給湯 | |



図表7 左：既存ペレットボイラ（暖房用・給湯用）2台 右：機械室

図表8 ひらた悠々の杜温泉 表湧出地における調査及び試験成績

| | |
|---------|-------------------------|
| ① 掘削深度 | 1,271m |
| ② 源泉温度 | 28.0 °C |
| ③ 湧出状況 | 動力揚湯 (80 l /min) |
| ④ 知覚的試験 | 黄白色濁にして強い塩味を有し、無臭 |
| ⑤ 密度 | 1.021 (20 °C / 4 °C) |
| ⑥ Ph 値 | 8.0 |
| ⑦ 蒸発残留物 | 30.960 (mg/kg) [110 °C] |

2.1.2 施設の熱利用に関するエネルギー消費傾向

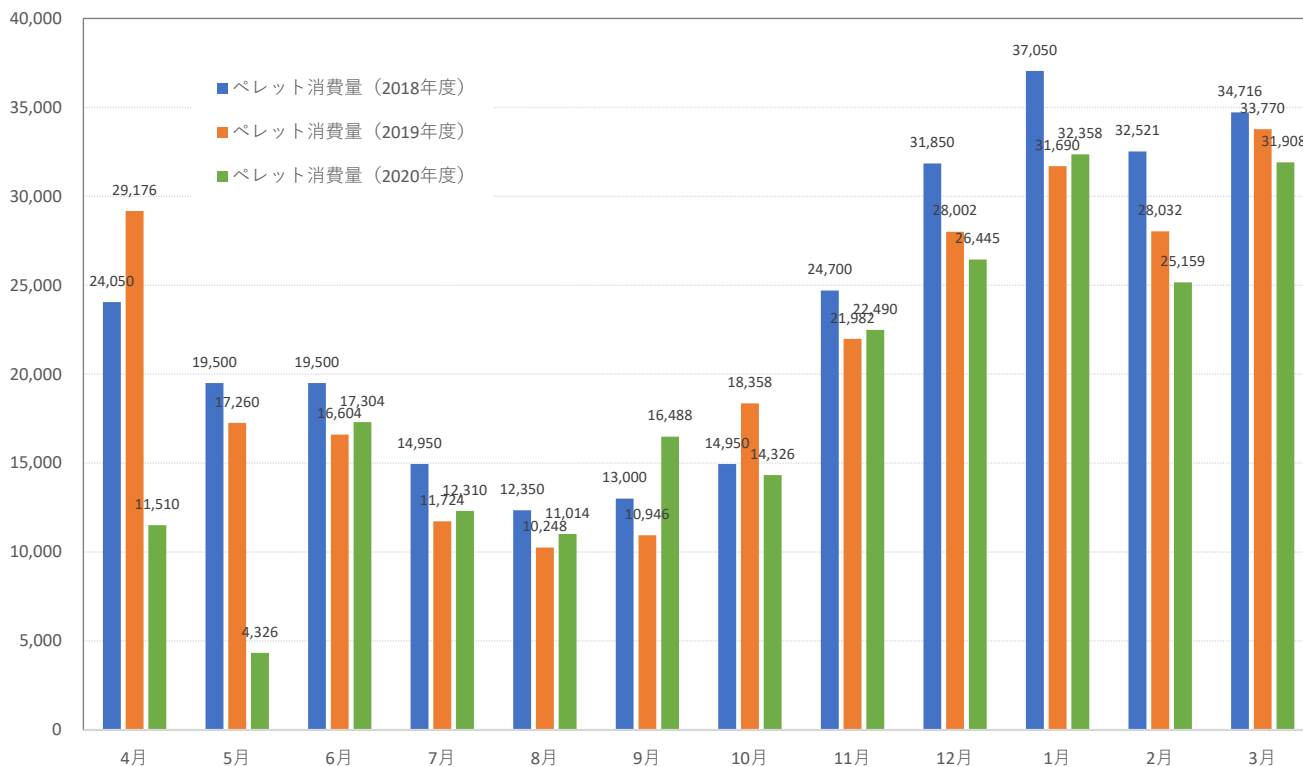
(1) 月別 熱利用エネルギー消費傾向（木質ペレット）

本施設におけるエネルギー消費特性については、2018年度～2020年度の木質ペレット消費をみると、年間225～279t/年の消費がみられる。なお、2019年、2020年においては、新型コロナウイルスの影響から、休館日の増加、営業時間の短縮等により、ペレット消費が抑えられたため、本施設の一般値は、2018年のペレット消費量を参考にしている。

図表9 ひらた悠々の杜アイアイひらた 年間ペレット使用量 ※暖房・給湯利用傾向

| 対象 | 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 | 計 |
|--------|------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|
| 2018年度 | kg | 24,050 | 19,500 | 19,500 | 14,950 | 12,350 | 13,000 | 14,950 | 24,700 | 31,850 | 37,050 | 32,521 | 34,716 | 279,137 |
| 2019年度 | kg | 29,176 | 17,260 | 16,604 | 11,724 | 10,248 | 10,946 | 18,358 | 21,982 | 28,002 | 31,690 | 28,032 | 33,770 | 257,792 |
| 2020年度 | kg | 11,510 | 4,326 | 17,304 | 12,310 | 11,014 | 16,488 | 14,326 | 22,490 | 26,445 | 32,358 | 25,159 | 31,908 | 225,638 |
| 年平均 | kg | 21,579 | 13,695 | 17,803 | 12,995 | 11,204 | 13,478 | 15,878 | 23,057 | 28,766 | 33,699 | 28,571 | 33,465 | 254,189 |
| 年中央値 | kg | 24,050 | 17,260 | 17,304 | 12,310 | 11,014 | 13,000 | 14,950 | 22,490 | 28,002 | 32,358 | 28,032 | 33,770 | 254,540 |
| 1日平均 | kg/日 | 719 | 442 | 593 | 419 | 361 | 449 | 512 | 769 | 928 | 1,087 | 1,010 | 1,080 | 696 |

アイアイひらた 月別ペレット消費量 (kg/月) 対象期間：2018年～2020年



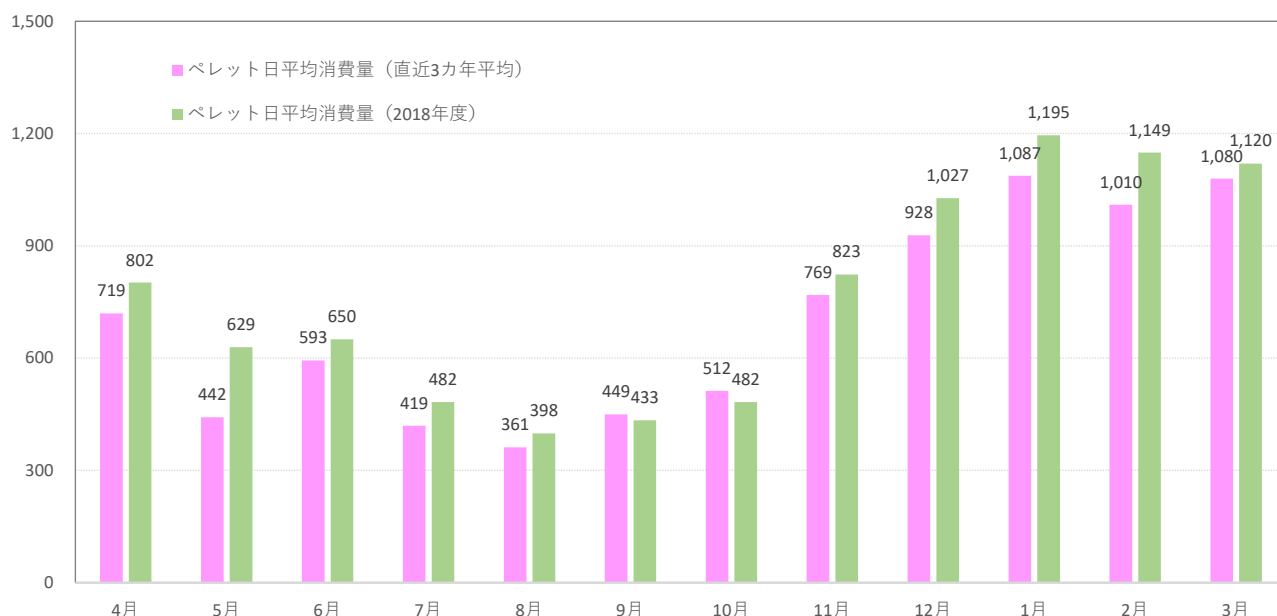
図表10 ひらた悠々の杜アイアイひらた 月別ペレット使用量 (※暖房・給湯利用傾向)

(2) 1日あたりの熱利用エネルギー消費傾向（木質ペレット）

前出の「図表9 ひらた悠々の杜アイアイひらた 月別ペレット使用量」より、1日当たりのペレット消費量の亮位を行った結果、以下の通りとなった。

本館の暖房利用に関しては、主に11月～4月（約6ヶ月間）の間に対応しており、冬場はペレット燃料の消費量が多く最大で1,000～kg/日ほどとなっている。なお、5～10月（約6ヶ月）は、暖房を行っていないため、暖房（空調・床暖房）のペレットボイラを停止しており、その間は給湯利用のみの利用期間となっている。

アイアイひらた 月別ペレットの1日当たりの消費量（kg/日）推計



図表 11 各月の燃料消費量（kg/月）と各月1日当たりペレット消費量（kg/日）

2.1.1 施設の熱利用システムの運転パターンと熱負荷の検討

既存の熱利用システムであるペレットボイラ2台による施設の暖房・給湯等に対して、1日当たりのシステムの運転パターン把握及び熱負荷（暖房・給湯）に応じた必要な出力規模を推計した。

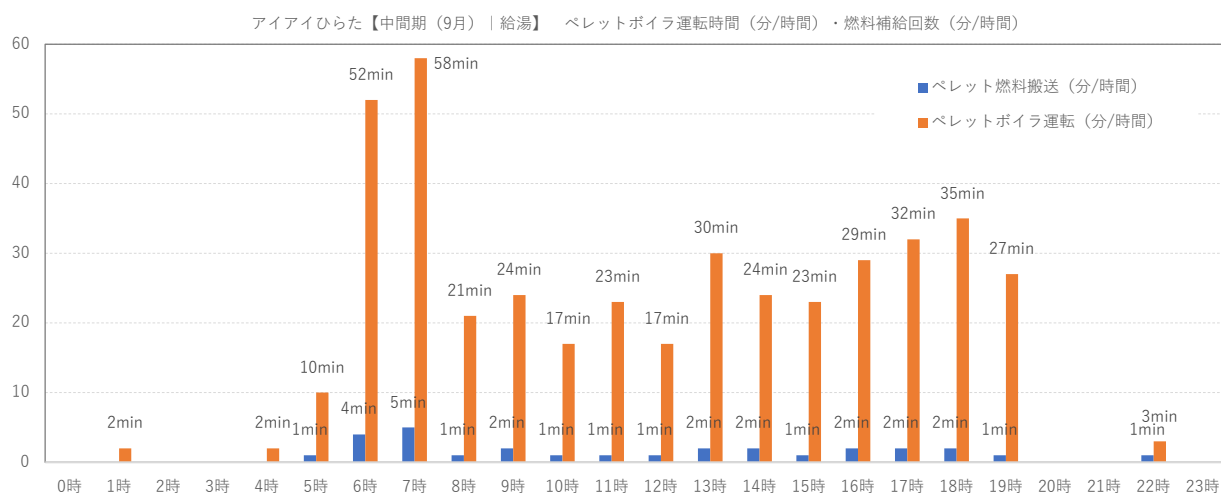
ペレットボイラの運転パターンの検討方法としては、給湯のみ使用する9月中旬の、暖房・給湯を同時に使用する12月中旬の2回を対象とした。

また、熱負荷傾向においては、機械室でのペレットボイラの定点観測を図り、温水利用の温度変動と、システム運転状況、ペレット消費・投入等より推計した。

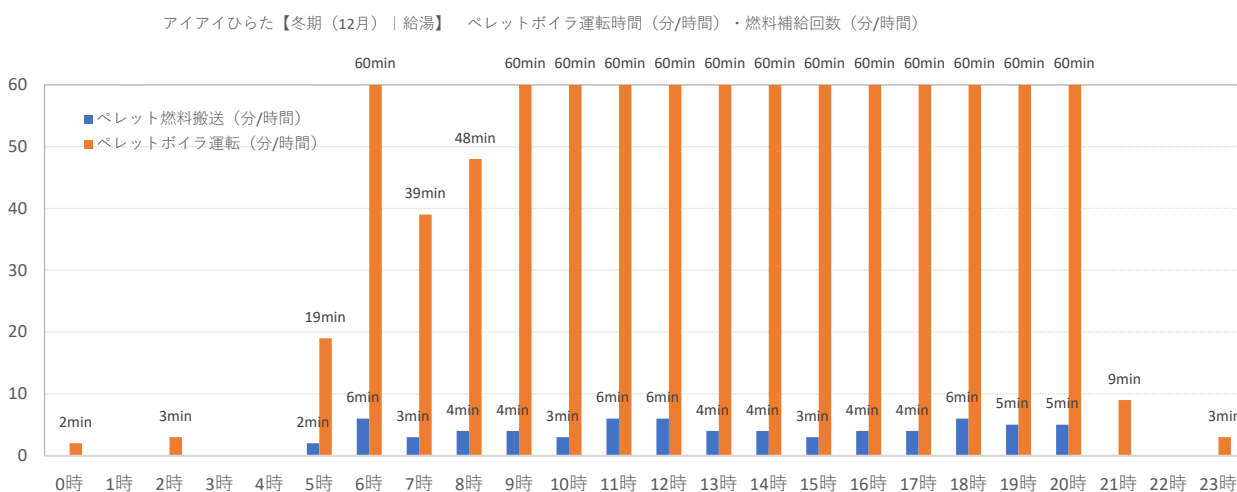
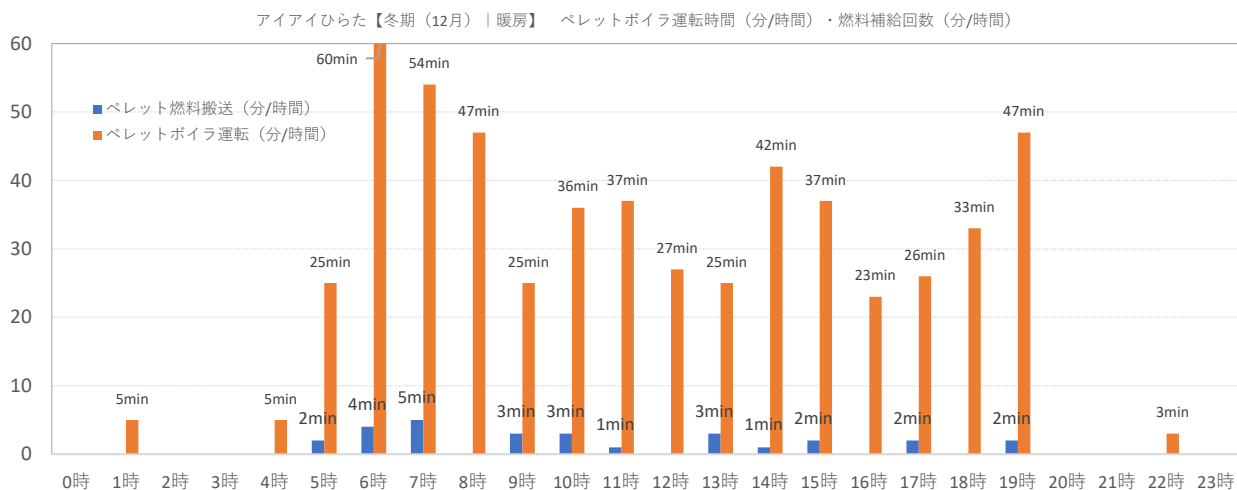


(1) 施設の熱利用システム（ペレットボイラ）の運転パターン（暖房・給湯）

① 年間の中間期（9月）におけるペレットボイラ運転パターン（給湯のみ利用時）



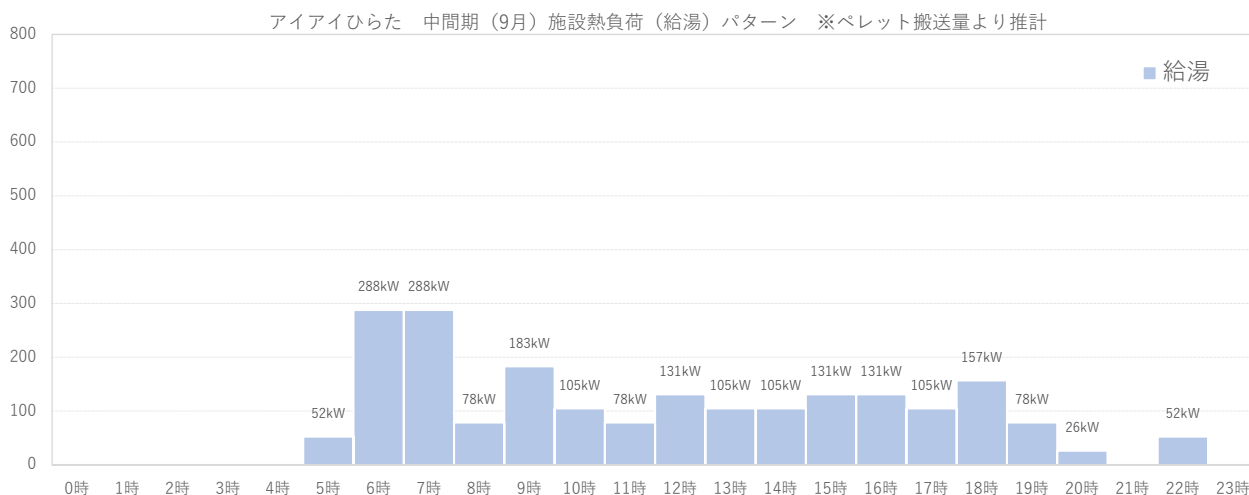
② 年間の冬期（12月）におけるペレットボイラ運転パターン（暖房・給湯利用時）



(2) 施設の熱利用システムの熱負荷の検討

① 年間の中間期における熱負荷の推計（中間期の給湯利用時）

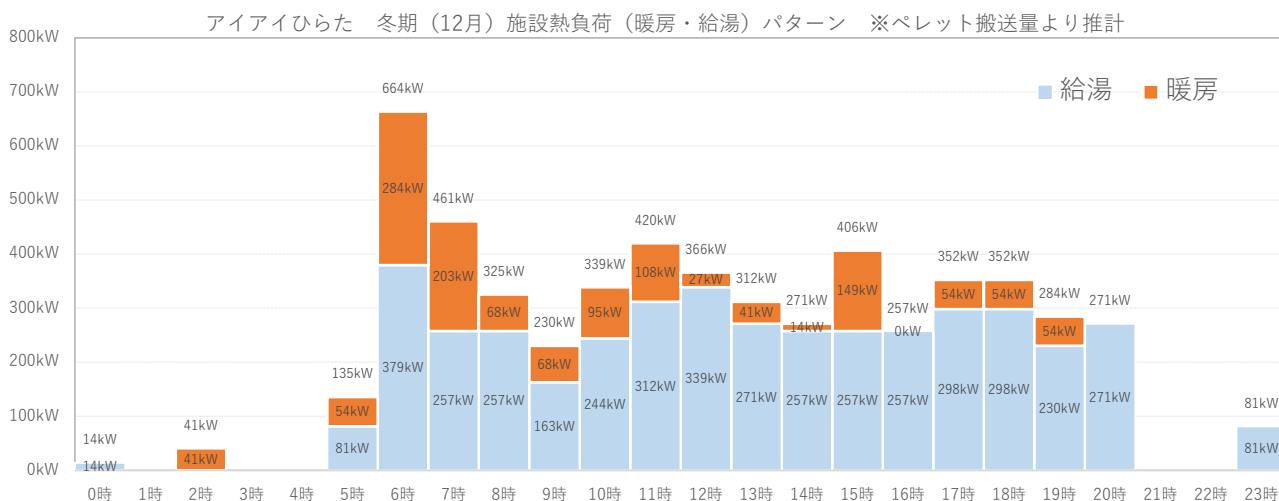
新たな木質バイオマスエネルギー熱利用システムへの入替えを想定する際に、システム仕様を検討するため、「ひらた悠々の杜アイアイひらた」の中間期（9月）時の熱負荷について推計を行った。ペレットボイラによる給湯を行っている中間期（9月）の熱利用状況から、1日あたりのペレット消費量430kg/日とした場合、1日の時間当たり熱負荷となるのは、6～7時帯の約288kWとなった。



図表 12 アイアイひらた 中間期（9月）施設熱負荷（給湯）パターン

② 年間の最大熱負荷時の推計（冬期間の暖房・給湯利用時）

新たな木質バイオマスエネルギー熱利用システムへの入替えを想定するシステム仕様を検討するため、「アイアイひらた」の年間最大熱負荷について推計を行った。ペレットボイラによる暖房・給湯を行っている冬期（12月）の熱利用状況から1日あたりのペレット消費量1000kg/日とした場合、1日の時間当たり最大熱負荷は、施設の開館準備として館内暖房、温浴施設の温泉加温をはじめ早朝6時台に664kWとなった。これらの熱負荷に関しては外気温や館内の稼働状況に変動するため、厳冬期間（1～2月）を想定して12月の熱負荷傾向に予備率10%を考慮して最大熱負荷は約730kWほどと推計された。



図表 13 アイアイひらた 冬期（12月）施設熱負荷（暖房・給湯）パターン

3. 木質バイオマスエネルギー利用システムの検討

3.1 木質バイオマス熱利用システムの計画方針

木質バイオマス熱利用システムの検討の際の計画方針として、対象施設への導入想定に対する熱需要特性や施設規模から、バイオマス関連設備を設定するために、以下の実施方針を設定した。

図表 14 木質バイオマス熱利用システムの導入計画方針

| |
|---|
| ■ 対象施設の温室効果ガス発生の低減効果と地域の森林バイオマス資源の活用 |
| <ul style="list-style-type: none">地球温暖化対策と地域資源の有効活用を考慮し、地域の経済性・環境性に適した木質バイオマスエネルギーシステムの導入を検討する。 |
| ■ 熱需要変動が小さい特性を生かしたシステム選定（最適エネルギーの代替率最大化） |
| <ul style="list-style-type: none">対象施設における熱利用特性に対応した、バイオマスエネルギーによる熱利用システムの導入をはかり、施設での運用・管理の負担軽減を図るシステムを検討する。対象施設の熱負荷パターンを把握したうえで熱需要変動（熱負荷）が大きい時間帯においては、蓄熱タンク（バッファタンク）による時間当たりの熱負荷対応をおこなう。なお、通常はバイオマスボイラのみで対応することを基本仕様とする。なお、緊急対応至や急激な熱負荷の部分は、バックアップとして追従性の高い化石燃料ボイラとの併用を想定する。対象施設の規模や熱負荷特性を考慮すると、システムの運転・管理のトラブルが発生しにくい最適な木質バイオマス熱利用システムを想定する。 <p>※ <u>本計画では、ペレットボイラ（16年経過）より、エネルギー代替による地域の経済効果、施設の運用管理が見込める「チップボイラ」による熱利用システムの導入検討を図る。</u></p> |
| ■ 使用する木質バイオマス燃料はエネルギー代替効果が高い「切削型チップ」を採用 |
| <ul style="list-style-type: none">選定する木質バイオマス熱利用システムに応じたバイオマス燃料を扱う場合の燃料形状や水分量が不均一の場合は、システム運用の際に緊急トラブルが生じる可能性が高くなる。 <p>※ <u>本計画では、木質バイオマス燃料の条件として、木質燃料用のチップ形状は、ある程度均一となる「切削型チップ」とする。また、想定するバイオマスボイラのシステム適合性やエネルギー効率や考慮するとチップ水分は35%以下の「切削型チップ」を対象とする。</u></p> |

3.2 国内でのバイオマス熱利用システムの選定と技術選定

(1) 国内でのバイオマス熱利用システムの取扱いと現状

現代の木質バイオマスボイラは、自動運転、自動制御の能力を備え（薪ボイラを除く）、二次燃焼の技術を採用し高い燃焼効率（80～90%）を達成しているが、同時に効率や性能の低い木質バイオマスボイラ等も存在している。チップボイラは、大きく分けると海外製と国内製があり、国内で稼動している主なチップボイラの約7～8割が海外製のチップボイラとなっている。

海外製のチップボイラは、十数年前から培った高度な技術の蓄積や豊富な導入実績に裏打ちされたボイラ運転の信頼性が大きくなっている。一方で、国内では焼却炉の発想の延長で設計されたバイオマスボイラもあり、本来のボイラに比べエネルギー効率が劣るので注意が必要である。また国内で取り扱われているチップボイラは、無圧式の場合、正式には「無圧式温水発生器」に該当する。これは、缶体が大気圧で運転される無圧式のため、労働安全衛生法「ボイラおよび圧力容器安全規則」による届出や取扱者の資格免許を必要としない。そのため、通常の管理については資格を持った選任の管理者を置く必要がない。ただし高熱水式、蒸気式の場合は圧力式なので「ボイラおよび圧力容器安全規則」に該当するため注意が必要となる。

バイオマス熱利用システムの導入・取扱いが進む、欧州では温水ボイラシステムは、高温にならず爆発等の危険性が低いことから、ほとんどが日本の簡易ボイラと同等の取扱いになっている。国内では、温水ボイラは、これまで爆発の危険性等が少ないにもかかわらず厳しい規制がかかっており無圧化・真空型としてボイラ規制外の対応していた。2022年4月より、労働安全衛生法の改定が行われ、木質バイオマス温水ボイラに関する規制緩和等として、バイオマスボイラ規模として～500 kW程度までは有圧ボイラとして適用される。有圧式となるとシステムの対応年数の延長や無圧式へのシステム改造が不必要になり、海外製のバイオマス熱利用システムを日本で従来システムとして導入が可能になった。

(2) 木質バイオマス熱利用システムのメーカー・取扱店一覧（2021年度現在）

国内で「木質チップ燃料」を対象とした熱利用システムを取扱う主な販売店は以下の通りとなる。

図表 15 木質バイオマス熱利用システム（チップボイラ）取扱店一覧 ※2021年度

| 機器 | 取-カー | 機器製造箇所 | 国内取扱店 |
|---------------------|----------------------|--------|---|
| チップボイラ ※準乾燥チップ対応 | ETA（エタ） | オーストリア | ソーラーワールド株式会社（山形県天童市） 一般社団法人徳島地域エネルギー（徳島）、他 |
| | KWB（ケーダブリュビー） | オーストリア | 株式会社 WB エナジー（東京） |
| | Froling（フロリング） | オーストリア | 輸入元：みちのく資源開発株式会社（青森） |
| | HERZ（ハーツ） | オーストリア | 緑産株式会社（神奈川）他 |
| | Hargassner（ハーガスナー） | オーストリア | ラプフォレスト株式会社（長野） |
| | Gilles（ギレス） | オーストリア | 二光エンジニアリング株式会社（静岡）、他 |
| | Polytechnik（ポリテクニック） | オーストリア | 株式会社協和エクシオ（東京） |
| | KOHLBACH（コールバッハ） | オーストリア | 中外炉工業株式会社（大阪） |
| | Nolting（ノルティング） | ドイツ、日本 | 杉村精工株式会社（静岡県） |
| | ダレスサンドロ | イタリア | ダレスサンドロジャパン株式会社（福岡） |
| | シュミット、巴商会 | スイス、日本 | 株式会社巴商会（東京） |
| | オヤマダエンジニアリング | 日本 | オヤマダエンジニアリング株式会社（岩手） |

(3) 木質バイオマスエネルギーシステムの種類と選定方法

木質バイオマスの種類と技術や設備の組合せを誤ると、設備が安定して稼働しないことや十分なエネルギーが得られないなどの問題が生じてくる。また、現状の技術レベルでは信頼性の低い技術を用いることも事業者にとっては非常にリスクが高くなる。現状では、木質系バイオマスを用いてエネルギー事業を行う場合、温水ボイラあるいは蒸気ボイラによる直接燃焼を行うのが最も信頼性が高くなっており、温水ボイラであれば熱供給が基本となる。また、蒸気ボイラであれば熱供給のほか、スチームタービンおよび発電機と組み合わせて発電やコジェネレーションを行うという選択肢もでてくる。

木質バイオマス資源を用いたエネルギー事業を行う場合、変換設備としてボイラが必ず必要であり、ボイラに木質バイオマス資源を投入するための燃料供給装置も必須となる。これら主要設備にはそれぞれ複数の方式があり特徴がある。各設備の特徴を理解せずに導入し運用を誤ると、機器メーカーが公表しているエネルギー効率を達成が難しく、設備に不具合が生じる可能性がある。

設備方式の選定には、バイオマスやエネルギーの品質に関する知見をはじめとして、各種技術的な知見が不可欠である。一方で技術面以外の情報も必要でありメーカーによって各設備の方式のうち一部しか取り扱っていない場合がある。また、運転開始後の保守点検やトラブル対応まで見据えると、メーカーの事務所や出張所、メンテナンス外注先から事業実施地へのアクセスといったことも重要である。

(4) バイオマス設備メーカー取扱機器の選定

想定するバイオマス燃料の準乾燥チップを対象とした小型バイオマスボイラシステムにおいては、各メーカーも国内では導入実績を有しているとはいうものの、各メーカーともに導入事例は少数でありバイオマスボイラ導入・運転時に起きたトラブル等に対して即時対応できる環境が未成熟なこと否めない。そのため、施設の安定的な運営を考慮した際に不慮なトラブルに適宜対応できることが望ましい。

以上の留意点より、本調査では導入候補施設の規模や熱需要見込み、実際の敷地条件を考慮して、国内でバイオマス関連設備を取扱い実績のある主要なメーカーおよび国内での取扱い店より、①ETA（ソーラーワールド）、②KWB（WB エナジー）の2社を選定した。

この選定2社においては、想定する設備規模の性能を有した機器保有しており、国内で複数の導入事例を有することが確認できた。いずれも保有するシステムとメンテナンス内容は導入に適していると判断された。また、設備価格は2社ともに、国内で導入実績等から、本案件の導入を検討できる設備価格であった。なお、メンテナンス体制においては、山形県内において導入が進む、高水分の生チップ仕様のバイオマス設備のメンテナンスに比べて、管理・運用の負担が軽減され、メンテナンス回数及び対応価格面でも適正価格の傾向であることが判断された。

図表 16 本計画で採用するバイオマス熱利用システム技術概要（選定2社）

| メーカー（取扱店） | ETA（国内取扱：ソーラーワールド） | KWB（国内取扱：WB エナジー） |
|-----------|--|--|
| 外観 |  |  |
| 型式 | ETA HACK VR | KWB POWERFIRE |
| 定格出力 | 250 kW、333 kW、350 kW、463kW、500kW | 150 kW、kW、300kW |
| システム効率 | 80～90%以上 | 80～90%以上 |
| 燃料条件 | 準乾燥チップ対応 (水分 35%WB 以下) | 準乾燥チップ対応 (水分 35%WB 以下) |
| 灰除去方法 | 自動でコンテナに排出 | 自動でコンテナに排出 |
| 主な特徴 | <ul style="list-style-type: none"> コンパクトで設置汎用性がある。 燃焼部構造から燃料適性の柔軟性あり 自動着火・消化式 メンテナンスが容易である 欧州の導入実績が多数あり | <ul style="list-style-type: none"> コンパクトで設置汎用性がある。 燃焼部構造から燃料適性の柔軟性あり 自動着火・消化式 メンテナンスが容易である 欧州の導入実績が多数あり |

4. バイオマス利用システムに適応する木質バイオマス燃料検討

4.1 木質バイオマス燃料の利用方針と仕様条件

本計画で検討しているバイオマスエネルギー用の「木質チップ燃料」に関する取扱いの基本方針は、以下の通りとする。

図表 17 木質バイオマスエネルギー用の木質チップ燃料の利用方針

| |
|--|
| ■ 対象施設の温室効果ガス発生の低減効果と地域の森林バイオマス資源の活用 |
| <ul style="list-style-type: none">地球温暖化対策と地域資源の有効活用を考慮し、地域の経済性・環境性に最も適した木質バイオマスエネルギーシステムに適合するバイオマス燃料の導入を検討する。山形県庄内地域で木質バイオマス燃料生産・供給事業者として、地域内に有する製材所や木材加工場などを対象に、既存の生産規模や取扱い原料、季節変動などを把握し、バイオマス燃料を生産している事業者より選定する。対象となるバイオマス燃料は、林地残材、間伐材、または製材端材等の製材工場から発生する未利用材由来のものであることを対象とする。なお、建築廃材は異物混入の恐れがあるので対象外とする。 |
| ■ 木質バイオマスエネルギー利用の際にトラブルの発生が少ない切削型チップを採用 |
| <ul style="list-style-type: none">施設の特性から、設備におけるトラブルなく稼働するために、導入が想定される設備が要求する条件を満たした規格の燃料を供給する必要があるため、現状では一定の形状のチップとして切削式チップを想定する。 |
| ■ 木質バイオマスボイラに適した低水分の木質チップ燃料を選択 |
| <ul style="list-style-type: none">木質バイオマスは、原料が林地残材などでは、木質チップ燃料の水分量が高いと運転過程で効率よく燃焼するために負担がかかるため、燃料として利用するのは原木または燃料製造過程で乾燥させている水分量の一定な燃料であることが望ましい。 |

上記の木質チップ燃料の利用方針より、本計画で採用する木質チップ燃料は、切削式で水分 35% (WB) 以下のものを対象とする。なお、「木質チップ燃料」の仕様条件を以下のとおり設定した。

図表 18 バイオマスエネルギー用の木質チップ燃料仕様

| |
|--|
| ◎木質チップ燃料レベル：CLASS1（準乾燥チップ） |
| ・種類：切削チップ（原料：幹・全木・未処理工場残材） |
| ・寸法：P16（微細部<10%・w：4mm以下、主要部>80%） （w：6-16mm、粗大部<10%・w：16-32mm、最大<85mm以下） |
| ・水分量：M35（水分 25-35%、含水率 33-54% ） |
| ・灰分：A1.0≦1.0% ※樹皮混入なし |



4.2 地域における生産箇所の燃料用チップ調査

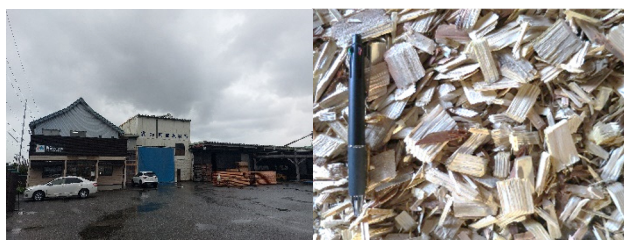
当町の計画にあげてあるバイオマスエネルギー利用システムの利用条件に見合う、チップを生産している事業者の選出する上で、山形県内でチップ生産を行っている業者のうち、当該施設へのチップ供給条件を満たす可能性が高い有望2社を選定した。

これら業者において、取扱原料の状況、チップ形状、水分量、価格（目安値）、生産・供給元について把握した。なお、選定2社のいずれもチップ価格帯、原料や燃料化した際のチップ水分量、供給規模における燃料価格は目安価格であり、燃料代に加算される運送費により決定してくる。

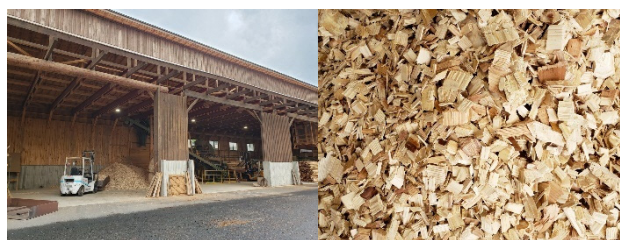
いずれの業者の取り扱っている、チップの品質として形状およびサイズ、水分が管理されており、準乾燥チップ（水分30～40%）の基準をクリアしており、これらの燃料に関しては、導入が想定されるチップボイラで利用可能である。また、地域内で生産・調達されるチップ燃料の量や品質の確保が難しい場合の予備調達先として考えられる。各生産箇所のチップ生産量に関しては時期により変動しており、また、運送距離の兼ね合いから、調達時の運送量及び、価格面でも留意しながら調達ルートとして補完していく必要がある。

図表 19 木質チップ燃料の調達先候補の概要（2社）

| チップ生産箇所 | 取扱原料 | チップ生産供給元 | チップ形状 | チップ水分率 | 燃料価格（目安） | 燃料評価 |
|--------------------|------------|---------------------------|-------|---------------------|--|--|
| 1 株式会社 阿部製材所 | 原木 製材端材 | 生産：酒田市 | 切削式 | 水分 約30% | 約3,000円/m ³ (運賃相談) ※条件次第で価格変動 | <ul style="list-style-type: none"> 原料が水分35%以下で、チップ性状が安定している。(機器適正あり) 大量に製造しているため燃料価格が安価 運搬費込み価格であり安定 |
| 2 株式会社 庄司製材所 | 製材端材 | 生産：金山町 真室川町 保管場：新庄市 | 切削式 | 水分 約35% (乾燥済) | 約3,000円/m ³ (運賃込) | <ul style="list-style-type: none"> 製材端材が原料で水分35%以下で、チップ性状が安定している。(機器適正あり) 大量に製造しているため燃料価格が安価 運搬費込み価格であり安定 |



図表 20 阿部製材所（酒田市）



図表 21 庄司製材所（真室川町）

図表 22 チップ燃料生産拠点及び燃料供給候補先

| チップ燃料生産拠点（候補） | | チップ燃料供給先 | | 施設間距離 | |
|---------------|----------------------|----------|----------------------|----------|------------|
| 生産拠点候補 | 対象地 | 導入候補施設 | 対象所在地 | 片道距離 | 往復距離 |
| 阿部製材所 本社 | 山形県酒田市 市条横枕 36 | アイアイひらた | 山形県酒田市 山楯字南山 32-4 | 約9.1km/回 | 約18.2 km/回 |
| 阿部製材所 北港工場 | 山形県酒田市 宮海明治 99-12 | | | 約15km/回 | 約30.0 km/回 |

4.3 バイオマス燃料供給事業の検討

4.3.1 チップ燃料を運用車両と積載方法

(1) チップ運搬車の特徴

チップ運搬車は、木材を破碎したチップや木材加工の際に出る大鋸屑、鉋屑等を効率的に運搬できるトラックです。チップは、製紙材料、ガーデニング資材、燻蒸など、さまざまな用途があるが、近年は石油燃料の代替品として注目されているバイオマス燃料の原料として需要が増加している。この車両は、主にコンテナに似た荷台に紙の原料となるチップを入れて、目的地まで運ぶための車をさしている。チップのような比較的軽量のものを大量に運ぶことを目的としており、主に製紙工場やバイオマス発電所など、大きな需要に対して運ぶため、必然的に大型車両が多く、主に「大型トラック」や「大型トレーラー」となっている。主に大型トラックへ架装されているが、各トラックメーカーによる販売ではなく専門の架装メーカーの製造となる。

図表 23 主なチップ運搬車両

| 車両 | 4t ファームダンプ | 4t 着脱式ダンプ | 10t 深あおりダンプ | 12t 着脱式ダンプ |
|-------|---|---|--|---|
| 外観 |  |  |  |  |
| 最大積載量 | 2,400 kg | 2,900 kg | 7,250 kg | 9,100 kg |
| 荷台容積 | 7.2m ³ | 8.1 m ³ | 22.0 m ³ | 27.1 m ³ |
| 車両 | L&L ダンプ | 4t 着脱式ダンプ | 2t ファームダンプ | ファームダンプ |
| 外観 |  |  |  |  |
| 最大積載量 | 6,000 kg | 3,350 kg | 1,500 kg | 3,950 kg |
| 荷台容積 | 20.0m ³ | 10.0 m ³ | 6.0m ³ | 約 10.0m ³ |

参照：岩手県林業技術センター研究成果速報 No.171 平成 17 年 9 月 15 発行、および県内ヒアリング調査より作成

チップ運搬車の構造は、荷台のアオリが深く、軽量なアルミ製の荷台が構成されているため、一度に多くのチップの運搬を目的としている。また天井が解放されたオープントップ型のチップ運搬車はホッパー等を使用し上部から効率的に積載することができる。

荷下ろしの形式には、荷台を傾斜させて積載物を一気に排出できるダンプ式、荷台側面に設けられた開口パネルが上下に開く上下開き式が一般的である。他にはチップを一度に早く下ろす目的から、側面を上下に開ける機構のものや荷台の床をスライドさせてチップを下ろすものもある。ダンプアップ式は、チップを下ろす機構として一般的だが、車両にダンプ機能を加えると車両総重量が重くなり、最大積載量が減ってしまうことから、ダンプ機能のついている車種の比率は、ダンプ機能のついていない車種よりも低くなっていることが現状である。

(2) 木質チップ積込み車両

木質チップの積込みを行うために重機を用いた方法については、以下の方法があげられる。



図表 24 主なチップ運搬車両への積込み重機

| 積込車両 | ホイールローダー | パワーショベル | フォークリフト (チップ用バケット) |
|------|---|---|---|
| 外観 |  |  |  |
| 機器概要 | 「ホイールローダー」とは別名タイヤショベルとも呼ばれ、チップなどをすくいあげトラックなどへ積込む。キャタピラーではなくタイヤで走行するため、機動性に優れている。 | 「パワーショベル」主に土木作業で使用されるがアタッチメントを交換することで積込み作業にも使用できる。車体後方が小さいため狭い場所でも作業ができるものがある。 | フォークリフトに、チップを積下しができるバケットをトアタッチメントとして利用した方式。バケットは、フォーク部分に差込み、着脱しながら利用する。 |

(3) チップ運搬車を使ったチップ荷卸ろし方法

チップ車を使った荷卸し方法は、主に2つの方法があげられる。車両に「スライドデッキ」、「ダンプ」機能を有したチップの荷下し作業を行うことや他にもシャベルなどの重機や人力により荷下作業も一般的である。

図表 25 主なチップ運搬荷下ろし方法

| 荷下方法 | スライドデッキ | コンテナダンプ式 |
|------|---|--|
| 作業外観 |  |  |
| 機器概要 | 「スライドデッキ」は、トラックの荷台にいくつものレールが敷かれたタイプ。軽量かつ多量の積荷が中心で、特にチップを運搬するのに適する。 | ダンプトラックにより、荷台を傾けて積荷を一度に下ろす方法。短時間に作業を行うことができるため、安全かつ効率的な作業が可能 |

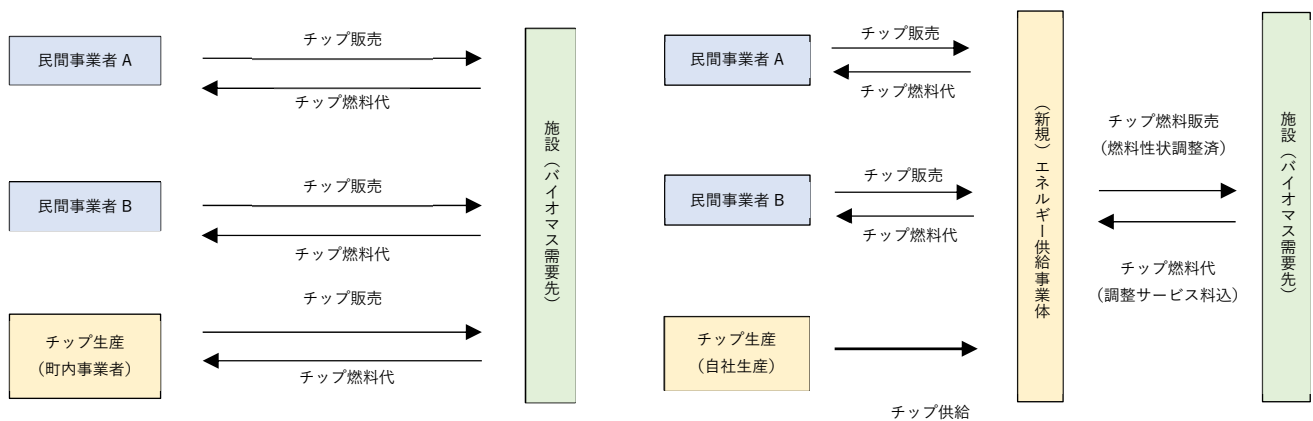
4.3.2 バイオマス燃料供給・調達体制の検討

木質バイオマスエネルギーを利用する際は、燃料供給によって施設の運営に支障を来すことがないように、安定した燃料供給体制を整備することが重要である。

パターン1として、通常チップ燃料調達側（需要者側）は、通常はチップ生産業者が提示するチップ性状と燃料価格により業者選定して直接契約することになる。一社に選定する場合は、予め需要者側が設置したバイオマス関連設備の運転に適当なチップの仕様条件を提示して複数社で入札を行い燃料価格は安価なものを選定する形となって契約を交わすことになる。

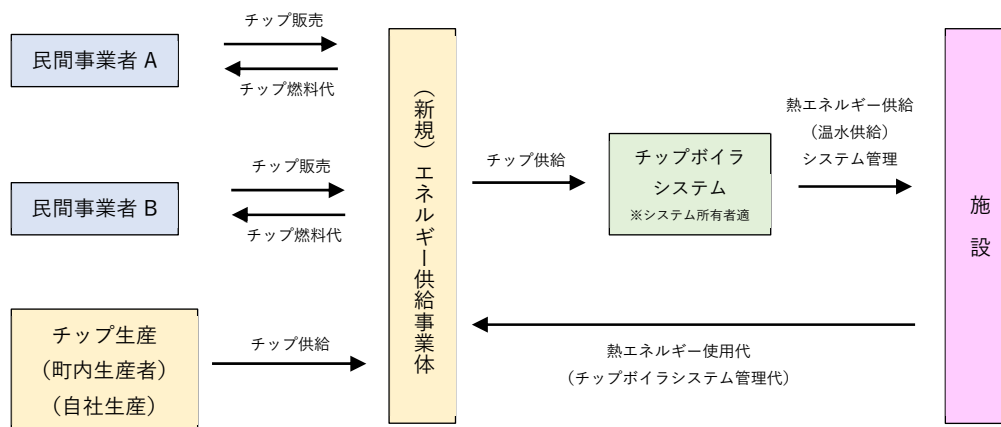
パターン2として仲介業者を介して料調達や管理等をマネジメントする方式においては、需要者側の燃料調達を代行し、複数社から適宜チップ性状（水分量、形状）を確認や調整を行い、需要者側に最適なチップ条件で燃料供給する体制を想定される。この場合、仲介する業者を介するため、需要先のトラブルリスクを軽減することができるが、サービス・管理による手数料により、価格面で多少の上乗せが予想される。いずれの方式も、燃料調達の体制について需要者側のリスク軽減を図り、ニーズによって変化するものと想定する。

パターン3として、エネルギー供給事業者が、施設側に設置したバイオマスボイラシステム等を自ら管理して、適宜、チップ燃料生産・燃料調達を行いながら、施設へは、熱エネルギー（温水）供給を行い、熱量計を用いて、施設側が使用した熱量分を料金として支払う形も考えられる。



パターン1 需要側の自家調達型

パターン2 (仲介の燃料調達マネジメント型)



パターン3 燃料調達マネジメント+熱エネルギー販売型

5. 木質バイオマスエネルギーシステム（入替）想定モデルの検討

5.1 バイオマスシステム導入時の確認事項について

バイオマス関連設備の導入時に、メーカーや業者に対して確認する事項については、バイオマスボイラの運転タイプや規模、システム効率、燃料の搬送装置、サイロの構造や規模、煙突などのシステム仕様のほかに、既存システムがある場合、その接続方法などがあげられる。また、調達利用するバイオマス燃料の品質（形状、水分量等）に対応しているシステムなのか把握する必要がある。また、建屋、ボイラ室についても設置工事等の考慮、運転稼働時の作業性が確保されているか、対象候補が豪雪地域においては、積雪時にバイオマス燃料の搬入の際に運搬車両のアクセスなどを配慮しているか確認する。他にも運転管理時で発生する燃焼灰の発生量や処理頻度などを把握し、それに応じた灰コンテナの容量や捨てやすさの作業性を確認していく。メンテナンス費用については、その頻度や特有の作業が発生するかは、メーカーごとに異なるため事前に確認が必要である。いずれの費用にしても過剰な仕様になっていないかを判断することで費用の高騰に注意する。以上のことから、木質バイオマス関連エンジニアリングにおけるチェックリストを次に示す。

図表 26 木質バイオマス関連エンジニアリングにおけるチェックリスト

| 対象項目 | 確認内容 | |
|-------------------|---|---|
| 木質バイオマス 関連システム | ボイラ運転タイプ | ・ 運転方式として、断続運転タイプ、連続運転タイプの選択 |
| | システム規模 (ボイラ出力) | ・ 熱需要傾向に対して妥当なボイラ仕様を選定しているか ・ 熱需要に対するバイオマスによるエネルギー代替率を考慮しているか ・ 蓄熱タンクとの接続規模、システム間での組み合わせの妥当性の判断 |
| | システム効率 (ボイラ効率) | ・ これまでの実績や提案する施工方法によって明示されているシステム効率が確認 ・ ボイラ効率による燃料消費量の計算の妥当性 ・ チップ水分に応じた燃料のエネルギー含有量、ボイラ効率を考慮した設計が確認 |
| | 燃料搬送装置 | ・ 燃料サイロからボイラへの搬送装置の接続について複雑化していないか。 ※最も簡便なシステムは、スクリューがボイラの直結する方法であり、搬送装置は最大2段階範囲までが適性。 それ以上の場合は、燃料供給装置の過程でトラブル発生率が上がる恐れがある。 |
| | 燃料サイロ ・ サイロ規模 ・ サイロ構造 | ・ 燃料サイロは運転管理たいして容量が設定されているか、年間ピーク時1週間分のチップ燃料を保管できるか ・ 燃料サイロにおいては、形状にともなう充填率も考慮されているか ・ 燃料を運搬トラックで搬入できるアクセスを確保しているか ・ 燃料サイロがチップ燃料を投入しやすい構造となっているか |
| | 煙突・煙道 | ・ 煙突の高さ、煙道の長さ、角度が適切性 ・ 断熱性能の確認（結露するとタールが付きやすくメンテナンスに影響） |
| | 既存システムへ接続 | ・ どのようなコンセプトで既存システムへの接続を設計計画 ・ ポンプや管の配置は妥当性 |
| | バックアップシステム | ・ 既存システムのバックアップ対応有無、新規バックアップシステム設置判断 |
| システムと燃料適正 | 対応水分範囲 | ・ 対応できるチップ燃料品質のメーカー表記は妥当性（実例での状況を確認） |
| | 対応燃料の形状 | ・ ボイラが対応できるパークや微細部分の混入割合など ※ボイラによって燃料性状より、うまく燃焼できないなどトラブルが起こりうる。 |
| 建屋、ボイラ室 燃料サイロ | ・ 設備室の換気が十分であるか、排水口ないし排水ピットがあるか ・ ボイラ設置工事に対応できる構造になっているか。設備の運転管理時に作業しやすい構造になっているのか ・ 敷地内の除雪等の作業に支障がないように配慮しているか | |
| 運転管理 (メンテナンス) | 燃焼灰の処理 | ・ 同機種の事例で灰の発生量、灰捨て頻度、灰の形状の確認（できれば実際の写真を提示） ・ 灰コンテナの容量、形状から灰の捨てやすさを確認 |
| | メンテナンス代 | ・ 現場、メーカー側の定期メンテナンス項目、頻度、根拠と項目が明示されているか ・ メンテナンス費用の妥当性はあるか スペアパーツの保管状況はどのようにしているか対応範囲と納期限の把握 |
| 費用関連 | システム関係 | ・ ボイラ本体、ポンプ類、熱交換器、蓄熱タンク、煙突、燃料搬送装置、ボイラ室内配管、三方弁等、熱供給導管、遠隔監視システムなど適正価格、システム必要の確認 |
| | 建屋（燃料サイロ含む） | ・ 設備等のサイズに対して適切な規模であり過剰な構造、仕様で試算していないか |
| | 事業全体 | ・ 過剰なシステム仕様になっていないか、価格は適正か ・ 必要なシステム、施工工事価格が設定されているか。 |

5.1.1 木質バイオマス関連システムの検討手法と留意点

(1) 事業規模の選定方法

木材資源の調達可能量とエネルギー供給予定量をふまえて事業の規模を概算していく。また、特に電力供給や熱電併給を行う場合は、事業規模に応じてエネルギー効率が異なる。ボイラは80～90%程度のエネルギー効率である場合が多いが、投入するバイオマス燃料やメーカー等に応じて異なる。

事業規模を概算する際には、機器等の適切なエネルギー効率を設定することが重要であり詳細な検討をする前にメーカー等にヒアリングしながら、実際のエネルギー効率を確認する事が必要です。施設等の熱需要特性として、常に出力が一定の事業であれば、年間のバイオマス燃料の調達可能量と年間のエネルギー供給量を考慮すればよいが、特に熱供給をとまなう事業の場合はエネルギー需要が季節や時間帯によって変動する可能性が高くなる。その場合、設備規模をベース需要に合わせるか、ピーク需要に合わせるかで事業規模の考え方は大きく異なってくる。

一方、木質バイオマス燃料は、調達可能量も季節変動や日変動するものの、貯蔵設備を設けることである程度平準化が可能であるため、必ずしも事業規模の検討に直結しない傾向があります。なお、事業性を考慮して木質バイオマス燃料の調達可能量と供給予定量のバランスを踏まえ、化石燃料焚きボイラ等をバックアップ用として組み合わせることで供給予定量やバイオマス燃料の調達可能量を調整するなど対策も考慮する必要があります。

エネルギー供給予定量に比べて、バイオマス調達可能量が過多の場合は、施設等に、大きめの貯蔵設備（サイロ）を設けて調達停止リスクに備える、あるいは新たな供給先を創出して供給予定量を拡大する必要があります。どのような設定することで事業性が向上するか十分に検討する必要があります。

(2) バックアップシステムの検討

バイオマスエネルギーによる熱供給を行う際のバックアップ設備としては、主に灯油やA重油、ガス、ディーゼルなどの化石燃料焚きボイラを用いる事が想定される。これらのボイラはバイオマスボイラに比べて立ち上がり早く急速な加温に有効であるという特徴をもつ。このためバックアップとしてだけでなく、熱需要が高まるスタートアップ時やピーク需要時に活用しバイオマスボイラの負荷低減や規模縮小による初期費用の低減につなげることも可能である。

こうしたバックアップ設備については、エネルギー需要の状況に応じて活用可能性も検討することが求められる。また、施設側では既存設備を完全に廃棄せずに敷地内にバックアップ設備として、そのまま活用する事例が多くなっており、これはバックアップ設備の確保にかかる費用低減につながる。事業者自身あるいは対象となる供給先が活用可能な既存設備が活用できるかを判断する必要がある。

5.2 バイオマス熱利用システムの基本仕様（ペレットボイラ→チップボイラへの転換）

5.2.1 バイオマス熱利用システム基本仕様

対象施設である「ひらた悠々の杜アイアイひらた」の施設特性やエネルギー消費特性を踏まえて、木質バイオマス熱利用における導入システムの基本仕様、対象敷地におけるバイオマス熱供給システムの配置イメージを検討した。

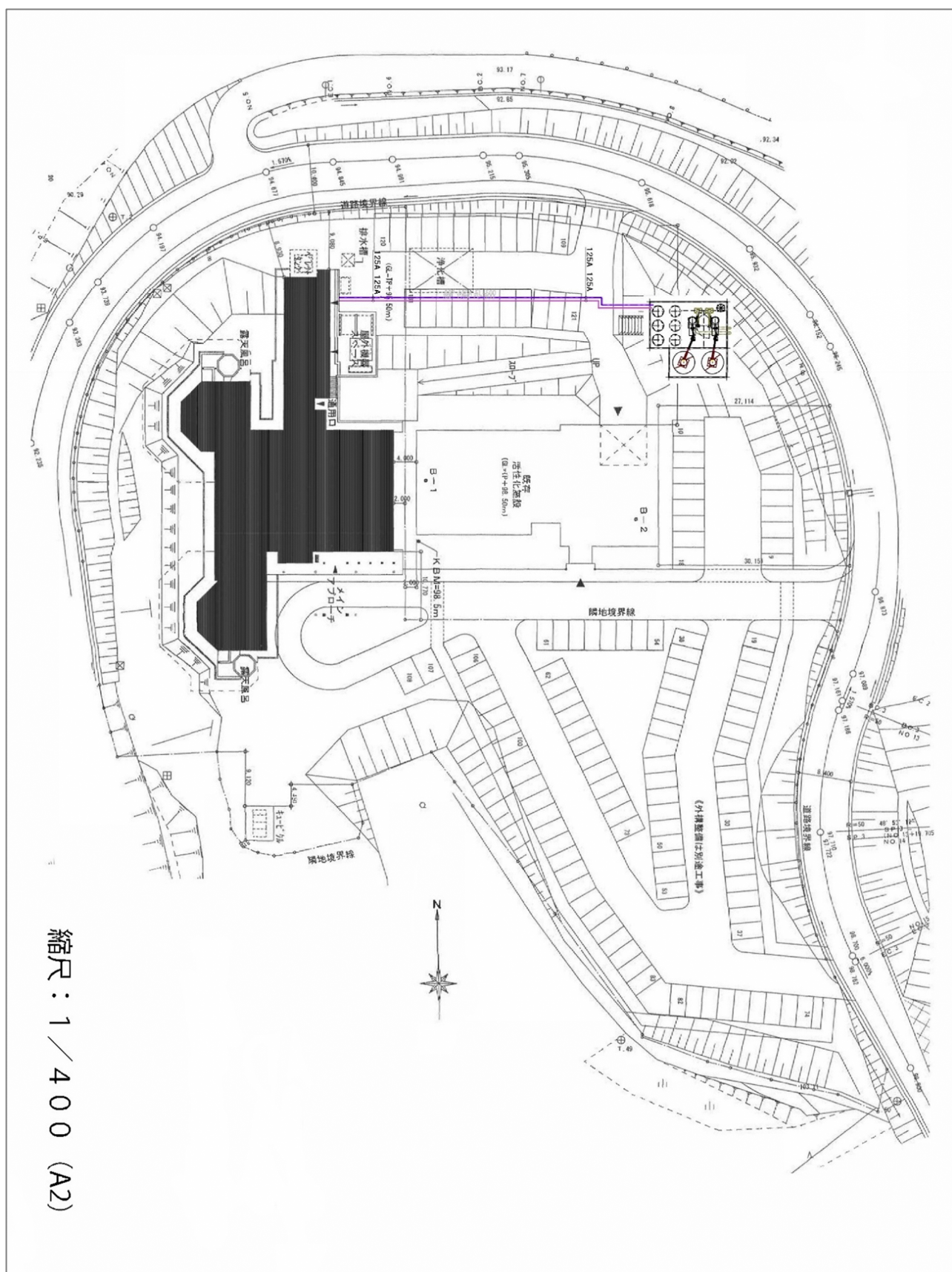
本施設は、既設のペレットボイラからチップボイラに更新する際のコセプトとしては、施設の熱需要に応じて、短時間見込まれる一時的な大きな熱負荷時には蓄熱タンク（バッファタンク）を用いて対応するシステムとした。これにより、施設の熱負荷パターンに柔軟に対応できるものであり、チップボイラの年間稼働時間を抑えることで、導入システムの対応年数を伸ばすことが期待できる。

「ひらた悠々の杜アイアイひらた」の最大熱負荷となる冬期間の早朝6時帯の約730kWに対して、代替を想定しているチップボイラによる熱利用システムに関しては、チップボイラ 350kW×2台と蓄熱タンク（バッファタンク）5000L×6台のシステム仕様にするこことで、1時間当たり最大出力1500kWの熱負荷に対して対応することが可能であり、最大熱負荷と想定される約730kWに対して十分対応できるシステム仕様とした。

図表 27 木質バイオマス熱利用システム 基本仕様

| 区分 | | 種類、仕様 | | 備考 | |
|-----------------|-------|----------|-----------------------|---|-------------------|
| 木質バイオマス 関連設備 | 設備機器 | 設備種類 | チップボイラ | 準乾燥チップ対応型 | |
| | | 設備運転タイプ | 断続運転式 | 自動着火、消火システム完備 | |
| | | 設備出力 | 700kW | 施設における暖房・給湯における最大熱負荷を想定 | |
| | | 設備仕様 | 350kW×2台 | 施設の熱需要特性から運転時間最小化とメンテナンス性を考慮 | |
| | | システム効率 | 80%（80~90%） | 事業性に影響するため高効率機器を選定 | |
| | | 蓄熱タンク仕様 | 5,000L×6台 | 温度成層流型 タンク内温度差 25°C（送温度 85°C→還温度 60°C） | |
| | | 燃料搬送装置 | 自動搬送式 | 木質チップ燃料対応 定量供給型 | |
| | | 灰処理対応 | 自動処理式 | メンテナンス性を考慮 | |
| | | バックアップ設備 | | バイオマス熱利用システムのみで対応。設置無し | |
| | | 煙突、煙道 | | 断熱2重式（結露防止のため）300φ | |
| | | 付帯設備 | | 熱管理システム、遠隔監視装置、他 | |
| | | 熱供給配管 | 敷設 40m | 新規設置建屋から既存設備室までの総敷設距離 | |
| | | 使用燃料 | 燃料種類 | 木質チップ | 準乾燥 切削式チップ、水分 35% |
| 最大日使用量 | | | 8~10m ³ /日 | 準乾燥 切削式チップ、水分 35% | |
| 熱供給プラント (建屋) | 建屋 | 建屋延床面積 | 40坪 | 約 132m ² | |
| | | 建屋構造 | 鉄骨コンクリート造 | | |
| (燃料サイロ) | 燃料サイロ | 燃料サイロ規模 | 約 100m ³ | 想定時期：厳冬期 1週間分を対応、サイロ充填率：70% | |
| | | 燃料サイロ構造 | 建屋併設 | 既存の設備室と地上高と一致 | |

① 木質バイオマス熱利用システム（チップボイラによる熱供給）配置イメージ



図表 28 木質バイオマス熱供給施設 配置イメージ

5.3 木質バイオマス熱利用システム概算事業費

本想定モデルへの木質バイオマス熱利用システムに関する概算事業費について、前出の基本仕様を基に設計関係業者、設備業者、チップボイラ取扱店等からの提供情報や見積書をもとに算出した。なお、事業費（概算）の積算方式としては、「公共建築工事標準単価積算基準」を参考に算出した見積り（公共事業版）と、民間事業者として算出した見積り（民間事業版）の2種を算出した。

(1) 公共事業バージョン概算見積り

図表 29 木質バイオマス熱利用システム事業費（公共事業バージョン概算見積）

| 区分 | | 内容 | 事業費（概算） |
|----------------|---|--------------------|-----------|
| 機械設備工事（A） | 直接工事費 (木質バイオマス関連工事) | チップボイラ関連機器工事 | 62,790 千円 |
| | | チップボイラ機械室配管工事 | 8,466 千円 |
| | | 既存機械室内配管接続工事 | 3,602 千円 |
| | | 屋外配管工事（既存機械室への接続） | 6,516 千円 |
| | | 既存設備（ペレットボイラ等）撤去工事 | 2,500 千円 |
| | | (直接工事費) 計 | 83,875 千円 |
| | 間接工事費 | 共通仮設費 | 1,409 千円 |
| | | 現場管理費 | 10,968 千円 |
| | | 一般管理費 | 14,747 千円 |
| | | (間接工事費) 計 | 27,124 千円 |
| | (直接工事費 + 間接工事費) 計 | 111,000 千円 | |
| 熱供給プラント建設工事（B） | 建屋（機械設備室、燃料サイロ） 延床面積：42.5 坪（140 m ² ） | 42,500 千円 | |
| 電気工事費（C） | | 8,000 千円 | |
| 設計費（D） | 詳細設計、実施設計、等 | 8,000 千円 | |
| 総事業費（税抜） | (A) + (B) + (C) + (D) 小計 | 169,500 千円 | |
| | 消費税 | 16,950 千円 | |
| 総事業費（税込） | 合計 | 186,450 千円 | |

※参照：見積書「アイアイひらたチップボイラ熱利用システム見積（公共事業版）」作成：株式会社板垣水道

これらの事業費については、設計業者、設備取扱店の事情、発注方法や発注仕様条件により費用が変動する。そのため、基本計画の検討のための参考用の概算事業費となる。なお、計画検討や関係事業者の都合により内容が変更されることがある。また、詳細設計や実施設計時には、基本仕様の精査等による内容変更等されることがある。また、公共事業ベース事業費試算においては、試算方法が定められており、高コストになりやすい傾向がある。

(2) 民間事業バージョン概算見積り

図表 30 木質バイオマス熱利用システム事業費（民間事業バージョン概算見積り）

| 区分 | | 内容 | 事業費（概算） |
|----------------|---|--------------------|-----------|
| 機械設備工事（A） | 直接工事費 （木質バイオマス関連） | チップボイラ関連機器工事 | 54,245 千円 |
| | | チップボイラ機械室配管工事 | 7,912 千円 |
| | | 既存機械室内配管接続工事 | 3,362 千円 |
| | | 屋外配管工事（既存機械室への接続） | 6,485 千円 |
| | | 既存設備（ペレットボイラ等）撤去工事 | 2,500 千円 |
| | | （直接工事費） 計 | 74,505 千円 |
| | 間接費 | 諸経費 | 20,494 千円 |
| | | | |
| | | | |
| | | | （間接工事費） 計 |
| | | （直接工事費 + 間接工事費） 計 | 95,000 千円 |
| 熱供給プラント建設工事（B） | 建屋（機械設備室、燃料サイロ） 延床面積：42.5 坪（140 m ² ） | 38,250 千円 | |
| 電気工事費（C） | | 8,000 千円 | |
| 設計費（D） | 詳細設計、実施設計、等 | 7,000 千円 | |
| 総事業費（税抜） | （A） + （B） + （C） + （D） 小計 | 148,250 千円 | |
| | 消費税 | 1,482 千円 | |
| 総事業費（税込） | 合 計 | 149,732 千円 | |

※参照：見積書「アイアイひらたチップボイラ熱利用システム見積（民間事業版）」作成：株式会社板垣水道

これらの事業費については、設計業者、設備取扱店の事情、発注方法や発注仕様条件により費用が変動する。そのため、基本計画の検討のための参考用の概算事業費となる。なお、計画検討や関係事業者の都合により内容が変更されることがある。また、詳細設計や実施設計時には、基本仕様の精査等による内容変更等されることがある。また、公共事業ベース事業費試算に比べ、民間事業者ごとの見積基準を適応するため、システム仕様及び建設方法などの効率化とコスト低減化を図ることで、事業費を抑えることも可能である。

5.4 木質バイオマスエネルギー利用の事業採算性の検討

木質バイオマス熱利用システムの導入検討している「ひらた悠々の杜アイアイひらた」を対象に、事業想定として、既存ペレットボイラから新規でチップボイラの導入するパターンと、既存のペレットボイラを更新するパターンを対比した事業性を判断した。これらの事業採算性の検討を行った。

試算条件としては、これまでの木質バイオマス熱利用事業化の計画、検討結果や地域内の実施条件、概算事業費よりして、以下の通り設定した。

図表 31 木質バイオマス熱利用事業（アイアイひらた）事業採算 試算条件

| 項目 | | 数値 | 単位 | 摘要、条件 |
|--------------------------------|-----------|---------|-------------------|--|
| 燃料発熱量 | 木質ペレット | 18.4 | MJ/kg | 低位発熱量：5.1kWh/kg、4,400kcal/kg |
| | 木質チップ | 11.7 | MJ/kg | 低位発熱量：3.3kWh/kg、2,804kcal/kg 樹種：針葉樹 水分 35% |
| | 化石燃料（灯油） | 34.3 | MJ/L | 低位発熱量：9.5kWh/L |
| 燃料重量換算値 | 木質ペレット | 650 | kg/m ³ | |
| | 木質チップ | 187 | kg/m ³ | 針葉樹（スギ）水分量 35%想定 |
| 機器効率 （システム効率） | ペレットボイラ | 70 | % | アイアイひらた 既設システムより推計された設定値 |
| | チップボイラ | 80 | % | 設定値（新規チップボイラシステム効率の期待値） |
| 燃料価格 | 木質ペレット | 40 | 円/kg | 施設におけるペレット調達価格（参考） |
| | 木質チップ | 3,000 | 円/m ³ | 酒田市内での調達期待価格（準乾燥チップ・水分 35%・切削式） |
| | 化石燃料（灯油） | 100 | 円/L | 2022年2月現在 |
| 燃料使用量 | 木質ペレット | 279 | トン/年 | アイアイひらた ペレット消費量（平年） |
| | 木質チップ | 2,065 | m ³ /年 | アイアイひらた ペレット消費量（平年）より推計（※針葉樹、水分量 35%） |
| | 化石燃料（灯油） | 131,265 | L/年 | アイアイひらた ペレット消費量（平年）より推計 |
| 原木必要量 | | 733 | m ³ /年 | 針葉樹を想定 原木のチップ化比率 2.8 |
| 燃焼灰発生量 | | 1.0 | % | 一般値（広葉樹チップ） |
| 事業費【新規】 （チップボイラ） （公共事業版） | ボイラシステム関連 | 119,000 | 千円（税抜） | アイアイひらた 概算事業費（公共事業版）を参照 |
| | 建屋、燃料サイロ | 42,500 | 千円（税抜） | アイアイひらた 概算事業費（公共事業版）を参照 |
| | 設計費 | 8,000 | 千円（税抜） | アイアイひらた 概算事業費（公共事業版）を参照 |
| 事業費【新規】 （チップボイラ） （民間事業版） | ボイラシステム関連 | 103,000 | 千円（税抜） | アイアイひらた 概算事業費（民間事業版）を参照 |
| | 建屋、燃料サイロ | 38,250 | 千円（税抜） | アイアイひらた 概算事業費（民間事業版）を参照 |
| | 設計費 | 7,000 | 千円（税抜） | アイアイひらた 概算事業費（民間事業版）を参照 |
| 事業費【更新】 （ペレットボイラ） | ボイラシステム関連 | 42,000 | 千円（税抜） | 既存のペレットボイラ（2台）仕様の更新する場合を想定（設定値） |
| 減価償却年数 | 建屋、燃料サイロ | 31 | 年 | 参照：減価償却資産の耐用年数等に関する省令 鉄骨鉄筋コンクリート造・鉄筋コンクリート造のもの 公衆浴場用のもの |
| | 熱供給システム関連 | 15 | 年 | 参照：減価償却資産の耐用年数等に関する省令 建物附属設備 冷房、暖房、通風又はボイラ設備 その他のもの |
| 固定資産税 | | 1.4 | % | 設定値（固定資産税評価額に標準税率 1.4 を適用） |
| 年次点検費 | | 1.0 | % | 設定値（機器販売店、メーカー等へのヒアリングより独自設定） |
| ばい煙測定費 | | 100 | 千円/年 | 設定値（1回 5万円として費用計上し、年間 2 回実施した場合） |
| 人件費 | | — | 千円/年 | 設定値（運転管理業務を施設職員が対応するため未計上設定） |
| 灰分処理費 | | 10 | 千円/t | 設定値（国内事例等から燃焼灰の処分費として設定値） |

5.4.1 既存ペレットボイラから新規チップボイラへの転換の事業性の検討 ※公共事業版

(1) 既存ペレットボイラから新規チップボイラへの転換 事業採算性 ※公共事業版

図表 32 既存ペレットボイラから新規チップボイラへの転換 事業採算性 (公共事業版)

| 事業検討モデル 概算事業費 (公共事業版) 【既存・更新】ペレットボイラ利用→【新規】チップボイラ利用 | | | 対象施設 | 悠々の社 アイアイひらた | | | | |
|--|----------------------------|-----------------------|----------------------|--------------|--------------------|--------------------|--------------------|---------|
| | | | 国庫補助 有無 | 国庫補助なし | 国庫補助あり (1/3 補助) | 国庫補助あり (1/2 補助) | 国庫補助あり (2/3 補助) | |
| 項目 | | | 単位 | | | | | |
| 木質バイオマス設備関連 【新規】チップボイラ | バイオマス関連設備 | 【新規】チップボイラ導入規模 (出力) | kW | 700 | 700 | 700 | 700 | |
| | | 仕様: 350kW×2 台 | kcal/h | 602,000 | 602,000 | 602,000 | 602,000 | |
| | 木質バイオマス熱供給 | (必要エネルギー供給量) | | kWh/年 | 999,653 | 999,653 | 999,653 | 999,653 |
| | | | | GJ/年 | 3,599 | 3,599 | 3,599 | 3,599 |
| | 事業費 (消費税除く) 【新規】チップボイラ | 建屋建設費 (※補助適用外) | 千円 | 42,500 | 42,500 | 42,500 | 42,500 | |
| | | バイオマス関連設備費 (※補助適用) | 千円 | 119,000 | 79,333 | 59,500 | 39,667 | |
| | | 設計費 (※補助適用) | 千円 | 8,000 | 5,333 | 4,000 | 2,667 | |
| | 計 | | | 千円 | 169,500 | 127,167 | 106,000 | 84,833 |
| | バイオマス燃料消費量 | (木質チップ燃料) | | t/年 | 383 | 383 | 383 | 383 |
| | 原木必要量 | (木質チップ燃料用) | | m³/年 | 2,052 | 2,052 | 2,052 | 2,052 |
| 燃焼灰発生量 | (木質チップ燃料利用時) | | t/年 | 733 | 733 | 733 | 733 | |
| 3.8 | | | | 3.8 | 3.8 | 3.8 | 3.8 | |
| 既存設備関連 【更新】ペレットボイラ | バイオマス関連設備 | 【更新】ペレットボイラ導入規模 (出力) | kW | 1,162 | 1,162 | 1,162 | 1,162 | |
| | | | kcal/h | 999,000 | 999,000 | 999,000 | 999,000 | |
| | 木質バイオマス熱供給 | 必要エネルギー供給量 | | kWh/年 | 999,653 | 999,653 | 999,653 | 999,653 |
| | | | | GJ/年 | 3,599 | 3,599 | 3,599 | 3,599 |
| | 事業費 (消費税除く) 【更新】ペレットボイラ | バイオマス関連設備費 (※補助適用外) | 千円 | 42,000 | 42,000 | 42,000 | 42,000 | |
| | | 計 | 千円 | 42,000 | 42,000 | 42,000 | 42,000 | |
| | ペレット燃料使用量 | (ペレット燃料) | | トン/年 | 279 | 279 | 279 | 279 |
| ＜木質バイオマス関連 導入費用＞【新規】チップボイラ | | | | | | | | |
| 事業費 (消費税除く) 【新規】チップボイラ | 減価償却費 | 建屋 | 千円/年 | 1,371 | 1,371 | 1,371 | 1,371 | |
| | | バイオマス関連設備 | 千円/年 | 8,467 | 5,644 | 4,233 | 2,822 | |
| | 固定資産税(平均) | 建屋 | 千円/年 | 307 | 307 | 307 | 307 | |
| | | バイオマス関連設備 | 千円/年 | 889 | 595 | 444 | 302 | |
| 小計 | | | 千円/年 | 11,034 | 7,917 | 6,355 | 4,802 | |
| 運転管理費 【新規】チップボイラ | バイオマス燃料調達費 (木質チップ燃料) | | 千円/年 | 6,155 | 6,155 | 6,155 | 6,155 | |
| | 運転管理費 (人件費) (地元事業者) | | 千円/年 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| | 電気代 | | 千円/年 | 1,600 | 1,600 | 1,600 | 1,600 | |
| | 年次点検費 (機器販売業者) | | 千円/年 | 595 | 595 | 595 | 595 | |
| | 燃焼灰処理費 (木質チップ燃料分) | | 千円/年 | 38 | 38 | 38 | 38 | |
| | ばい煙測定費 (年1回) | | 千円/年 | 100 | 100 | 100 | 100 | |
| 小計 | | | 千円/年 | 8,488 | 8,488 | 8,488 | 8,488 | |
| 【新規】チップボイラ 支出費用 合計:① | | | 千円/年 | 19,522 | 16,406 | 14,844 | 13,290 | |
| ＜既存設備 更新費用＞【更新】ペレットボイラ | | | | | | | | |
| 事業費 (消費税除く) 【更新】ペレットボイラ | 減価償却費 | ペレットボイラ更新 (581kW×2 台) | 千円/年 | 2,800 | 2,800 | 2,800 | 2,800 | |
| | 固定資産税(平均) | ペレットボイラ更新 (581kW×2 台) | 千円/年 | 314 | 314 | 314 | 314 | |
| 小計 | | | 千円/年 | 3,114 | 3,114 | 3,114 | 3,114 | |
| 運転管理費 【更新】ペレットボイラ | ペレット燃料費 | 【更新】ペレットボイラ | 千円/年 | 11,166 | 11,166 | 11,166 | 11,166 | |
| | 運転管理費 (人件費) (地元事業者) | | 千円/年 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| | 電気代 | | 千円/年 | 595 | 595 | 595 | 595 | |
| | 年次点検費 (機器販売業者) | | 千円/年 | 210 | 210 | 210 | 210 | |
| | 燃焼灰処理費 (木質チップ燃料分) | | 千円/年 | 28 | 19 | 19 | 19 | |
| | ばい煙測定費 (年1回) | | 千円/年 | 100 | 100 | 100 | 100 | |
| 小計 | | | 千円/年 | 14,279 | 14,279 | 14,279 | 14,279 | |
| 【更新】ペレットボイラ 支出費用 合計:② | | | 千円/年 | 17,393 | 17,393 | 17,393 | 17,393 | |
| ＜年間コストメリット＞ | | | | | | | | |
| 年間コストメリット | (=②-①) 既存ペレット利用→新規チップ利用へ転換 | | 千円/年 | -2,129 | 987 | 2,549 | 4,102 | |
| 《参考》 | CO ₂ 排出削減量 | 既存のペレット使用分に対する灯油消費量相当 | t-CO ₂ /年 | 327 | 327 | 327 | 327 | |
| | 事業採算分岐 チップ燃料単価 | 【新規】チップボイラ&チップ燃料 | 円/m ³ | 1,962 | 3,481 | 4,243 | 5,000 | |
| | | | 円/kg | 10.5 | 18.6 | 22.7 | 26.8 | |
| | 投資回収年数 | | 年 | 27 | 14 | 10 | 7 | |

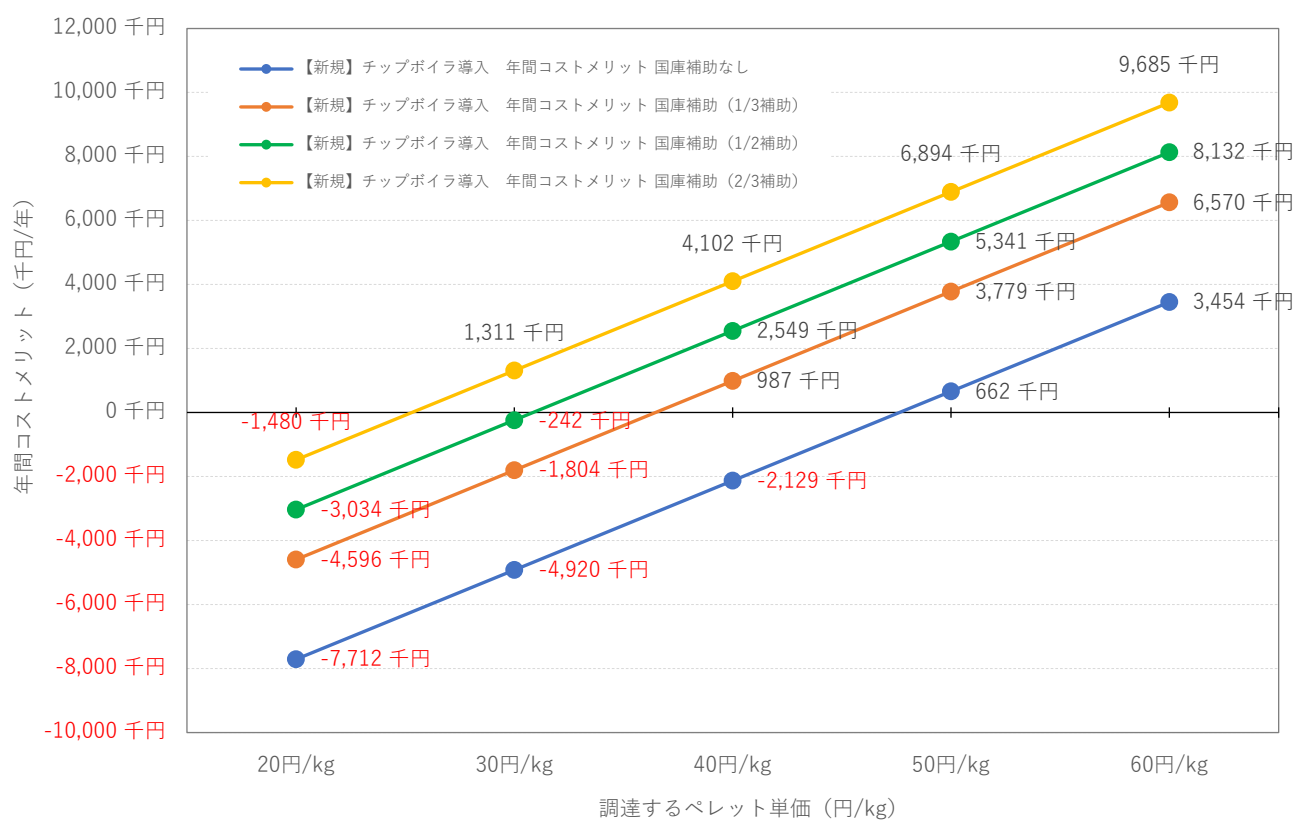
(2) 国庫補助適用条件別 ペレット単価変動による年間コストメリット ※公共事業版

① チップ燃料価格 3,000 円/m³基準（酒田市内の調達価格）※ペレットからチップ転換モデル

概算事業費（公共事業）、国庫補助適用条件別、チップ燃料単価 3,000 円/m³を基準に、ペレット燃料単価の変動による年間コストメリットの感度分析を行いました。

図表 33 【新規】チップボイラ導入 年間コストメリット感度分析（チップ単価 3,000 円/m³）

| ペレット燃料単価 | 【新規】チップボイラ導入による年間コストメリット | | | |
|----------|--------------------------|--------------|--------------|--------------|
| | 国庫補助なし | 国庫補助（1/3 補助） | 国庫補助（1/2 補助） | 国庫補助（2/3 補助） |
| 20 円/kg | -7,712 千円 | -4,596 千円 | -3,034 千円 | -1,480 千円 |
| 30 円/kg | -4,920 千円 | -1,804 千円 | -242 千円 | 1,311 千円 |
| 40 円/kg | -2,129 千円 | 987 千円 | 2,549 千円 | 4,102 千円 |
| 50 円/kg | 662 千円 | 3,779 千円 | 5,341 千円 | 6,894 千円 |
| 60 円/kg | 3,454 千円 | 6,570 千円 | 8,132 千円 | 9,685 千円 |



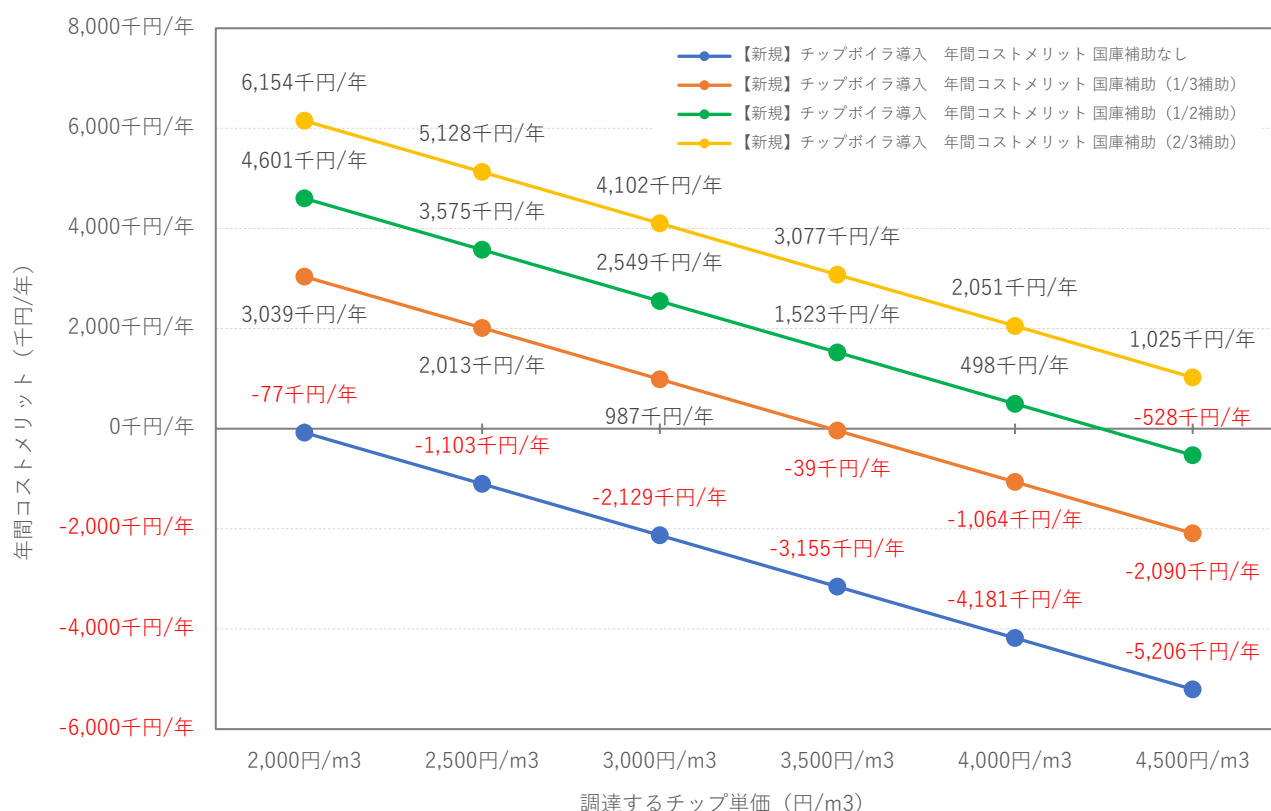
図表 34 【新規】チップボイラ導入 年間コストメリット感度分析（チップ単価 3,000 円/m³ 基準）

② ペレット燃料価格 40 円/kg（既存の施設調達価格） ※ペレットからチップ転換モデル

概算事業費（公共事業）、国庫補助適用条件別、ペレット燃料単価 40 円/kg 基準に、チップ燃料単価の変動による年間コストメリットの感度分析を行いました。

図表 35 【新規】チップボイラ導入 年間コストメリット感度分析（ペレット単価 40 円/kg）

| チップ燃料単価 | 【新規】チップボイラ導入 年間コストメリット | | | |
|------------------------|------------------------|--------------|--------------|--------------|
| | 国庫補助なし | 国庫補助（1/3 補助） | 国庫補助（1/2 補助） | 国庫補助（2/3 補助） |
| 2,000 円/m ³ | -77 千円/年 | 3,039 千円/年 | 4,601 千円/年 | 6,154 千円/年 |
| 2,500 円/m ³ | -1,103 千円/年 | 2,013 千円/年 | 3,575 千円/年 | 5,128 千円/年 |
| 3,000 円/m ³ | -2,129 千円/年 | 987 千円/年 | 2,549 千円/年 | 4,102 千円/年 |
| 3,500 円/m ³ | -3,155 千円/年 | -39 千円/年 | 1,523 千円/年 | 3,077 千円/年 |
| 4,000 円/m ³ | -4,181 千円/年 | -1,064 千円/年 | 498 千円/年 | 2,051 千円/年 |
| 4,500 円/m ³ | -5,206 千円/年 | -2,090 千円/年 | -528 千円/年 | 1,025 千円/年 |



図表 36 【新規】チップボイラ導入 年間コストメリット感度分析（ペレット単価 40 円/kg 基準）

5.4.2 既存ペレットボイラから新規チップボイラへの転換の事業性の検討 ※民間事業版

(1) 既存ペレットボイラから新規チップボイラへの転換 事業採算性 (民間事業版)

図表 37 既存ペレットボイラから新規チップボイラへの転換 事業採算性 (民間事業版)

| 事業検討モデル 概算事業費 (民間事業版) 【既存・更新】ペレットボイラ利用→【新規】チップボイラ利用 | | | 対象施設 国庫補助 有無 | 悠々の社 アイアイひらた | | | |
|--|-----------------------|-------------------------------------|----------------------|--------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| | | | | 国庫補助なし | 国庫補助あり (1/3補助) | 国庫補助あり (1/2補助) | 国庫補助あり (2/3補助) |
| 項目 | | | 単位 | | | | |
| 木質バイオマス設備関連 【新規】チップボイラ | バイオマス関連設備 | 【新規】チップボイラ導入規模 (出力) 仕様: 350kW×2台 | kW | 700 | 700 | 700 | 700 |
| | | | kcal/h | 602,000 | 602,000 | 602,000 | 602,000 |
| | 木質バイオマス熱供給 | (必要エネルギー供給量) | kWh/年 | 999,653 | 999,653 | 999,653 | 999,653 |
| | | | GJ/年 | 3,599 | 3,599 | 3,599 | 3,599 |
| | 事業費 (消費税除く) | 建屋建設費 (※補助適用外) | 千円 | 38,250 | 38,250 | 38,250 | 38,250 |
| | 【新規】チップボイラ | バイオマス関連設備費 (※補助適用) | 千円 | 103,000 | 68,667 | 51,500 | 34,333 |
| | | 設計費 (※補助適用) | 千円 | 7,000 | 4,667 | 3,500 | 2,333 |
| | | 計 | 千円 | 148,250 | 111,583 | 93,250 | 74,917 |
| | | バイオマス燃料消費量 (木質チップ燃料) | t/年 | 383 | 383 | 383 | 383 |
| | | 原木必要量 (木質チップ燃料用) | m³/年 | 2,052 | 2,052 | 2,052 | 2,052 |
| | 原燃発生量 (木質チップ燃料利用時) | m³/年 | 733 | 733 | 733 | 733 | |
| | 燃焼灰発生量 (木質チップ燃料利用時) | t/年 | 3.8 | 3.8 | 3.8 | 3.8 | |
| 既存設備関連 【更新】ペレットボイラ | バイオマス関連設備 | 【更新】ペレットボイラ導入規模 (出力) | kW | 1,162 | 1,162 | 1,162 | 1,162 |
| | | | kcal/h | 999,000 | 999,000 | 999,000 | 999,000 |
| | 木質バイオマス熱供給 | 必要エネルギー供給量 | kWh/年 | 999,653 | 999,653 | 999,653 | 999,653 |
| | 【更新】ペレットボイラ | | GJ/年 | 3,599 | 3,599 | 3,599 | 3,599 |
| | 事業費 (消費税除く) | バイオマス関連設備費 (※補助適用外) | 千円 | 42,000 | 42,000 | 42,000 | 42,000 |
| | 【更新】ペレットボイラ | 計 | 千円 | 42,000 | 42,000 | 42,000 | 42,000 |
| | ペレット燃料使用量 (ペレット燃料) | トン/年 | 279 | 279 | 279 | 279 | |
| ＜木質バイオマス関連 導入費用＞【新規】チップボイラ | | | | | | | |
| 事業費 (消費税除く) 【新規】チップボイラ | 減価償却費 | 建屋 | 千円/年 | 1,234 | 1,234 | 1,234 | 1,234 |
| | | バイオマス関連設備 | 千円/年 | 7,333 | 4,889 | 3,667 | 2,444 |
| | 固定資産税(平均) | 建屋 | 千円/年 | 276 | 276 | 276 | 276 |
| | | バイオマス関連設備 | 千円/年 | 769 | 515 | 385 | 261 |
| | | 小計 | 千円/年 | 9,612 | 6,915 | 5,562 | 4,216 |
| 運転管理費 【新規】チップボイラ | バイオマス燃料調達費 (木質チップ燃料) | | 千円/年 | 6,155 | 6,155 | 6,155 | 6,155 |
| | 運転管理費 (人件費) (地元事業者) | | 千円/年 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 電気代 | | 千円/年 | 1,600 | 1,600 | 1,600 | 1,600 |
| | 年次点検費 (機器販売業者) | | 千円/年 | 515 | 515 | 515 | 515 |
| | 燃焼灰処理費 (木質チップ燃料分) | | 千円/年 | 38 | 38 | 38 | 38 |
| | ばい塵測定費 (年1回) | | 千円/年 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| | 小計 | 千円/年 | 8,408 | 8,408 | 8,408 | 8,408 | |
| 【新規】チップボイラ 支出費用 合計:① | | | 千円/年 | 18,021 | 15,323 | 13,970 | 12,624 |
| ＜既存設備 更新費用＞【更新】ペレットボイラ | | | | | | | |
| 事業費 (消費税除く) 【更新】ペレットボイラ | 減価償却費 | ペレットボイラ更新 (581kW×2台) | 千円/年 | 2,800 | 2,800 | 2,800 | 2,800 |
| | 固定資産税(平均) | ペレットボイラ更新 (581kW×2台) | 千円/年 | 314 | 314 | 314 | 314 |
| | | 小計 | 千円/年 | 3,114 | 3,114 | 3,114 | 3,114 |
| 運転管理費 【更新】ペレットボイラ | ペレット燃料費 | 【更新】ペレットボイラ | 千円/年 | 11,166 | 11,166 | 11,166 | 11,166 |
| | 運転管理費 (人件費) (地元事業者) | | 千円/年 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 電気代 | | 千円/年 | 515 | 515 | 515 | 515 |
| | 年次点検費 (機器販売業者) | | 千円/年 | 210 | 210 | 210 | 210 |
| | 燃焼灰処理費 (木質チップ燃料分) | | 千円/年 | 28 | 19 | 19 | 19 |
| | ばい塵測定費 (年1回) | | 千円/年 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| | 小計 | 千円/年 | 14,279 | 14,279 | 14,279 | 14,279 | |
| 【更新】ペレットボイラ 支出費用 合計:② | | | 千円/年 | 17,393 | 17,393 | 17,393 | 17,393 |
| ＜年間コストメリット＞ | | | | | | | |
| 年間コストメリット (=②-①) | | | 千円/年 | -628 | 2,070 | 3,423 | 4,769 |
| 《参考》 | CO ₂ 排出削減量 | 既存のペレット使用分に対する灯油消費量相当 | t-CO ₂ /年 | 327 | 327 | 327 | 327 |
| | 事業採算分岐 | 【新規】チップボイラ&チップ燃料 | 円/m³ | 2,694 | 4,009 | 4,668 | 5,324 |
| | チップ燃料単価 | | 円/kg | 14.4 | 21.5 | 25.0 | 28.5 |
| | 投資回収年数 | | 年 | 20 | 11 | 8 | 6 |

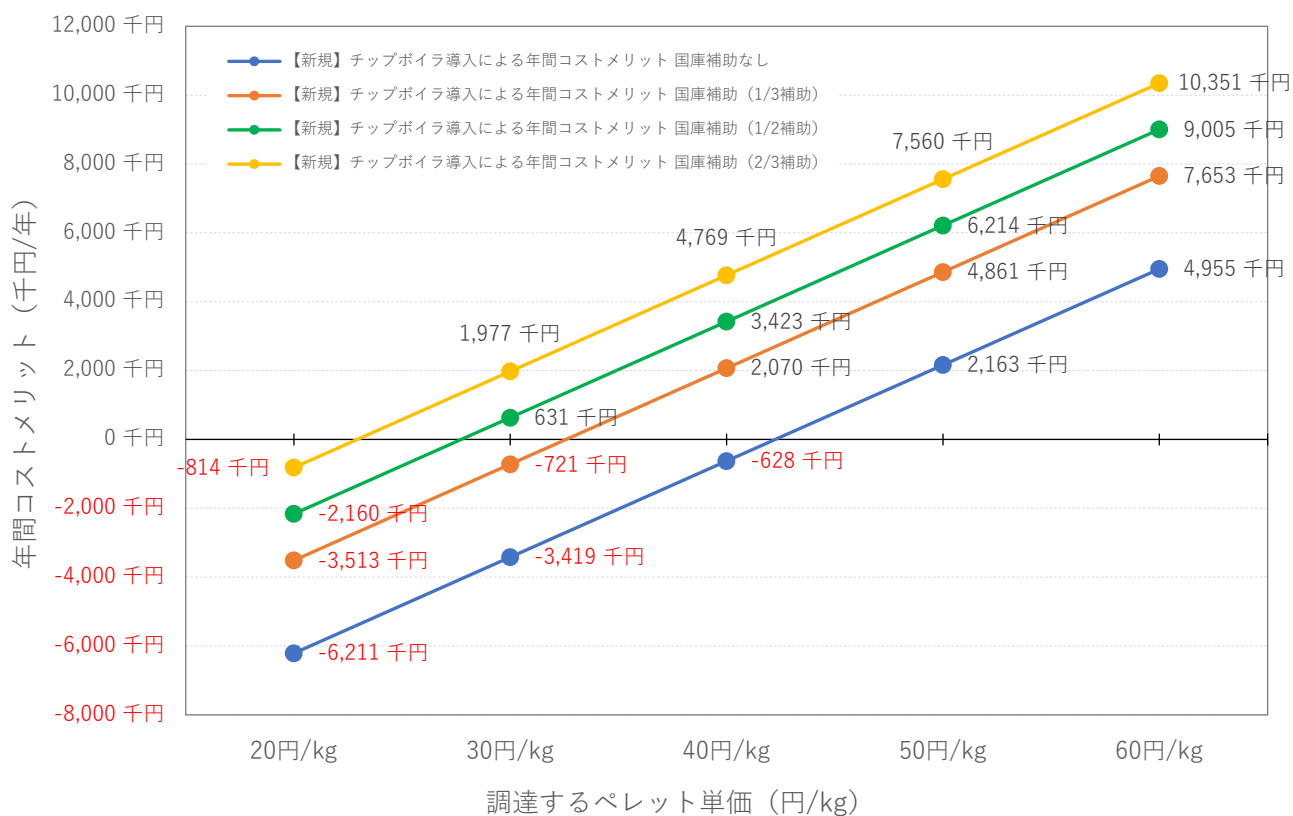
(2) 国庫補助適用条件別 ペレット単価変動による年間コストメリット ※民間事業版

① チップ燃料価格 3,000 円/m³ (酒田市内の調達価格) ※民間事業版

概算事業費 (民間事業)、国庫補助適用条件別、チップ燃料単価 3,000 円/m³を基準に、ペレット燃料単価の変動による年間コストメリットの感度分析を行いました。

図表 38 【新規】チップボイラ導入 年間コストメリット感度分析 (チップ単価 3,000 円/m³ 基準)

| 【新規】チップボイラ導入による 年間コストメリット | | | | |
|---------------------------|-----------|---------------|---------------|---------------|
| ペレット燃料単価 | 国庫補助なし | 国庫補助 (1/3 補助) | 国庫補助 (1/2 補助) | 国庫補助 (2/3 補助) |
| 20 円/kg | -6,211 千円 | -3,513 千円 | -2,160 千円 | -814 千円 |
| 30 円/kg | -3,419 千円 | -721 千円 | 631 千円 | 1,977 千円 |
| 40 円/kg | -628 千円 | 2,070 千円 | 3,423 千円 | 4,769 千円 |
| 50 円/kg | 2,163 千円 | 4,861 千円 | 6,214 千円 | 7,560 千円 |
| 60 円/kg | 4,955 千円 | 7,653 千円 | 9,005 千円 | 10,351 千円 |



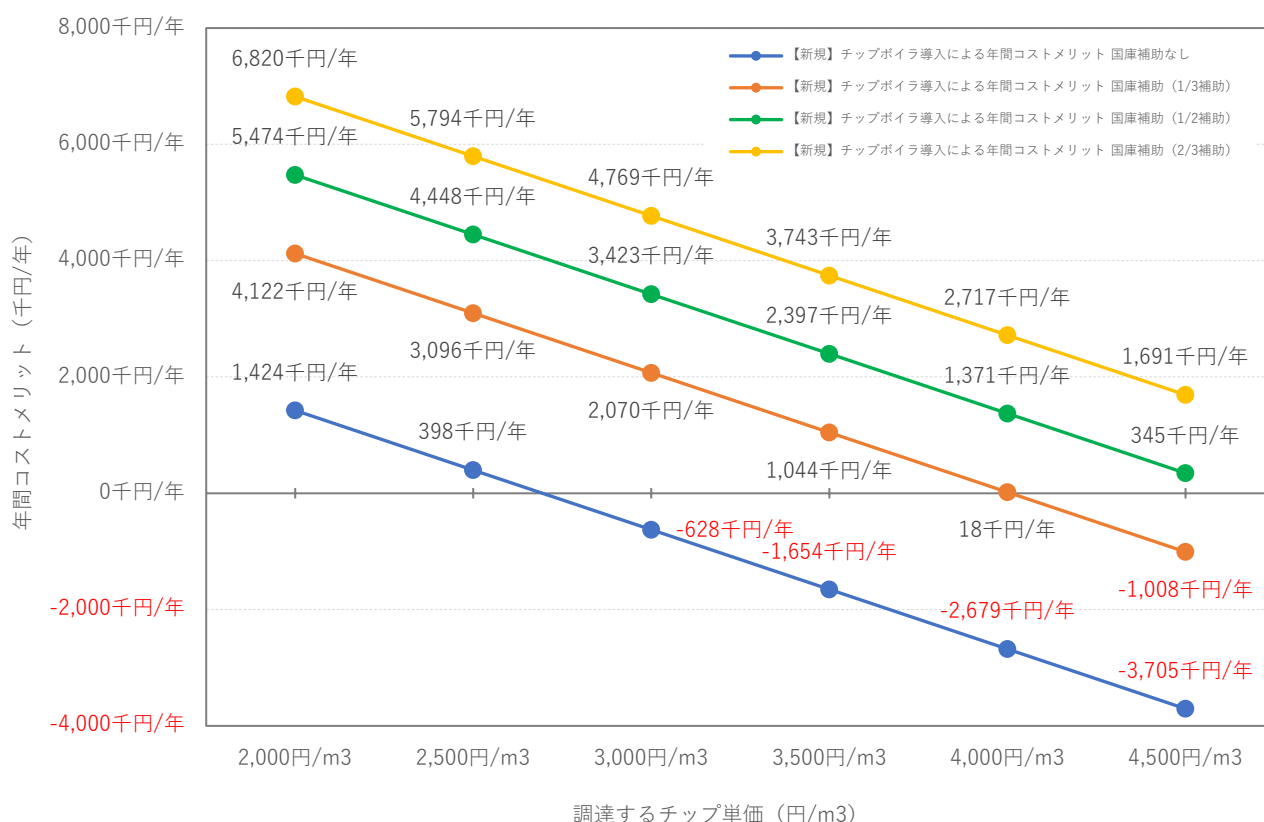
図表 39 【新規】チップボイラ導入年間コストメリット感度分析 (チップ単価 3,000 円/m³ 基準)

② ペレット燃料価格 40 円/kg（既存の施設調達価格）※民間事業版

概算事業費（民間事業）、国庫補助適用条件別、ペレット燃料単価 40 円/kg 基準に、チップ燃料単価の変動による年間コストメリットの感度分析を行いました。

図表 40 【新規】チップボイラ導入 年間コストメリット感度分析（ペレット単価 40 円/kg 基準）

| チップ燃料単価 | 【新規】チップボイラ導入による年間コストメリット | | | |
|------------------------|--------------------------|--------------|--------------|--------------|
| | 国庫補助なし | 国庫補助（1/3 補助） | 国庫補助（1/2 補助） | 国庫補助（2/3 補助） |
| 2,000 円/m ³ | 1,424 千円/年 | 4,122 千円/年 | 5,474 千円/年 | 6,820 千円/年 |
| 2,500 円/m ³ | 398 千円/年 | 3,096 千円/年 | 4,448 千円/年 | 5,794 千円/年 |
| 3,000 円/m ³ | -628 千円/年 | 2,070 千円/年 | 3,423 千円/年 | 4,769 千円/年 |
| 3,500 円/m ³ | -1,654 千円/年 | 1,044 千円/年 | 2,397 千円/年 | 3,743 千円/年 |
| 4,000 円/m ³ | -2,679 千円/年 | 18 千円/年 | 1,371 千円/年 | 2,717 千円/年 |
| 4,500 円/m ³ | -3,705 千円/年 | -1,008 千円/年 | 345 千円/年 | 1,691 千円/年 |



図表 41 【新規】チップボイラ導入年間コストメリット感度分析（ペレット単価 40 円/kg 基準）

6. 木質バイオマス熱利用システム導入 基本計画案

6.1 本計画における木質バイオマス熱利用 事業展開イメージ

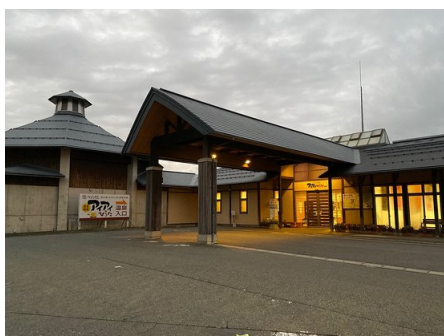
(1) 木質バイオマス熱利用システム導入事業（チップボイラへ導入）の考察

木質バイオマス熱利用システム導入を想定した、チップボイラの導入による熱供給システムは、近隣の地域内からの木質チップ燃料として需要が生まれ、その燃料を生産するための原料として、県内の森林からの木材伐出、活用が見込まれる。これら木質バイオマスエネルギーの選択から利用を地域で進めることで、地域経済にも大きな効果が期待される。

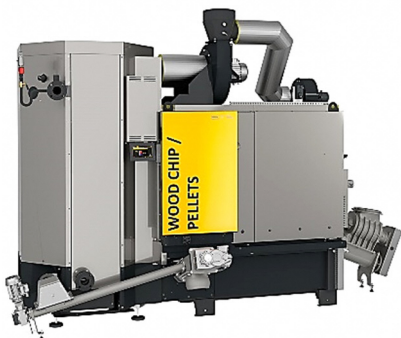
今回、対象とした温浴施設「ひらた悠々の杜アイアイひらた」におけるチップボイラ導入によるバイオマス熱利用システムの実施できれば、酒田市内の地域で木質チップ燃料生産・供給需要が生まれ、その燃料を生産するための原料として、県内の森林からの木材伐出、活用が見込まれる。

地域内で調達した木質チップ燃料によるチップボイラでの熱利用を行う際は、木質チップ燃料単価は、地域事情によって調達価格や条件が変わってくる。また、木質バイオマス燃料の調達先によっては、見込んでいる燃料の水分量の調整や形状が不十分で燃料の品質管理ができないことも想定される。

木質バイオマス熱供給事業を行うためには、今回対象とした温浴施設「ひらた悠々の杜アイアイひらた」のような、温浴施設といった施設特性より、給湯・暖房によりエネルギーを多消費する施設が有望である。このような施設で事業の費用対効果を創出するためにも、チップボイラの導入時に適切な国庫補助の有利な条件を獲得しながら導入を図っていく事も重要である。また、チップボイラの導入した場合の運用時には、適正な燃料調整やチップボイラでの安定燃焼、燃焼灰の管理、メンテナンス、稼働データの分析（熱損失などシステムの状態把握と事業性）、トラブル対応といった点で、システムを効率的に運用する視点が必要である。



SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS



(2) 木質バイオマス熱利用システム（チップボイラ関連）導入事業 基本計画

図表 42 木質バイオマス熱供給事業 基本計画（イメージ）

| | | |
|----------|---|---|
| 事業実施候補 | ひらた悠々の杜株式会社 温泉施設アイアイひらた | |
| 事業主体（想定） | 酒田市、ひらた悠々の杜株式会社 | |
| 導入システム | 再生可能エネルギー種類 | 木質バイオマスエネルギー（木質チップ） |
| | 導入するエネルギーシステム | 木質チップ燃料（水分 35%）を燃料使用したチップボイラ |
| | エネルギーの利用方法 | 温浴施設の給湯・暖房など |
| | 事業規模 | チップボイラ設備 出力規模 計 700kW（350kW×2 台） ・木質バイオマス燃料使用量（推計）：木質チップ 2,000～2,100m ³ /年 ・チップ燃料用原木必要量： 原木 700～800m ³ /年 |
| | エネルギー発生量 | エネルギー供給量 年間 約 1,000 千 kWh（3,599GJ/年） |
| | CO ₂ 排出削減効果 | 年間 327t-CO ₂ /年 ※既存ペレット消費量より推計（灯油換算 13 万 1265L/年相当削減分） |
| 事業体制（想定） | <ul style="list-style-type: none"> ・木質バイオマス熱利用システムの設置：酒田市（自治体） ・原木調達箇所：酒田市内の国有林、民有林 ・原木の伐採、搬出：酒田市内の業者、団体 ・木質チップ燃料供給体制：民間事業者（酒田市内） ・熱利用システムの運転管理、保守点検：ひらた悠々の杜株式会社（仮） | |
| 資金計画 | 事業費 | 総事業費：内訳：チップボイラ関連、建屋（燃料サイロ含む）設計費を想定 概算事業費（公共事業） ・169,500 千円（税抜） 概算事業費（民間事業） ・148,250 千円（税抜） |
| | 資金調達方法 | 国庫補助（補助率 1/2） ※林野庁関係補助金が有望 |
| | 事業性評価 | 木質チップ燃料単価 約 2,500～3,000 円/m ³ で酒田市内業者から調達見込み |
| 環境影響評価 | <p>二酸化炭素排出削減効果 ※木質バイオマスエネルギー導入による効果</p> <p>① 化石燃料削減量（相当） 灯油換算 13 万 1265L/年</p> <p>② CO₂排出係数 @2.49kg/L</p> <p>③ 年間およびプロジェクトによる削減 CO₂排出量 = ①×② = 327t-CO₂/年</p> | |
| 課題と対応策 | <ul style="list-style-type: none"> ・自治体、施設運営管理会社、地元燃料製造・供給辞表者との木質バイオマス熱供給事業（チップボイラ関連システム）に関する理解と協議が必要である。 ・チップボイラは、海外製のシステム設備を対象として見込んでいるため、為替相場の影響により事業費の変動が見込まれる。また全体システムの低コスト化を図り、安定した事業収益性の確保を図る必要がある。 ・チップ燃料生産事業においては、チップ需要に応じた生産では事業の安定性が確保できないため、他のチップ需要の開拓がともなう。 | |

【参考】アイアイひらた地域の森林バイオマス地産地消モデル事業スキーム案 @202203



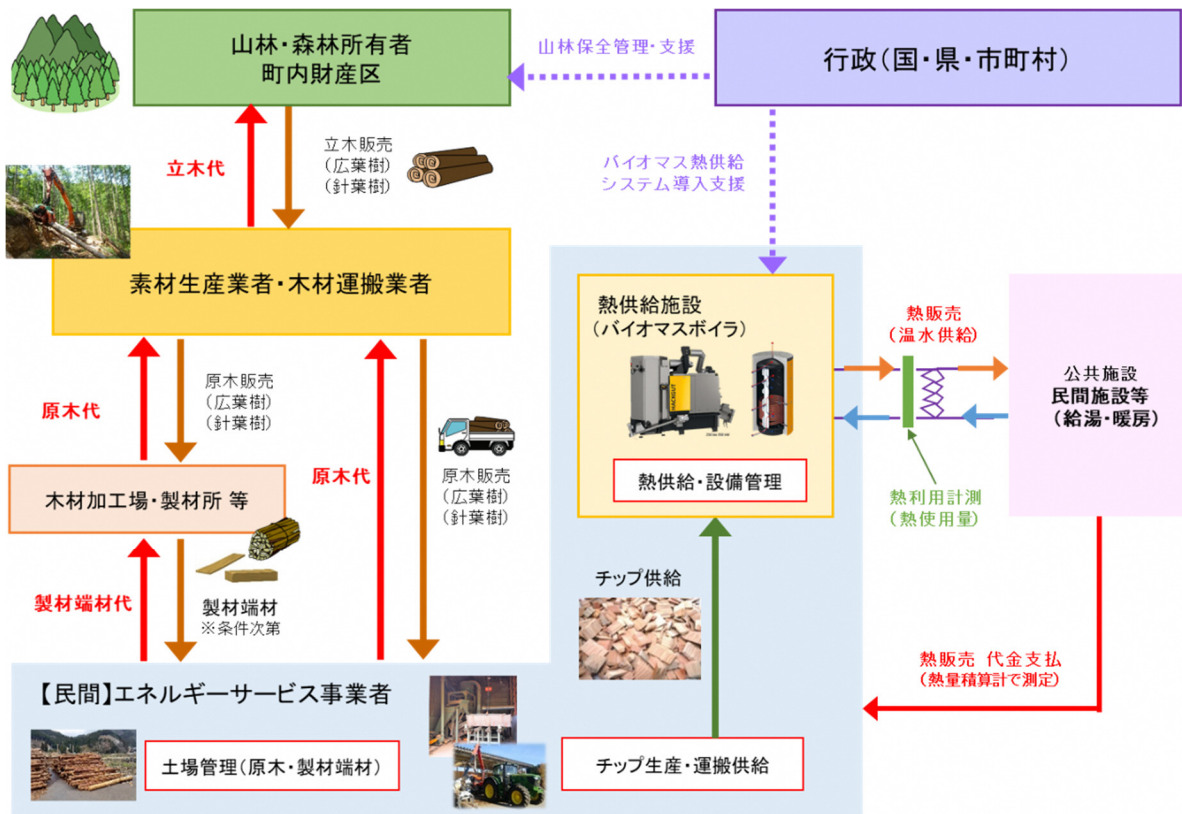
図表 43 木質バイオマス熱供給事業 想定モデル計画 全体スキーム案 (イメージ)

6.2【参考】木質バイオマス熱利用によるエネルギーサービス事業の検討

これら木質バイオマスエネルギーの利用を地域で進めることで、地域経済にも大きな効果が期待される。地域で木質バイオマスエネルギーの本格的な普及を進め、かつ地域経済への効果の拡大を図るためには、民間事業者によるエネルギーサービスという形で長期的なビジネスとして定着させることが有効である。地域で木質バイオマスエネルギーの本格的な普及を進め、かつ地域経済への効果の拡大を図るためには、自治体と民間事業者による地域エネルギーサービス事業という形で、中・長期的なビジネスとして定着させることも検討していく事が望まれる。この事業展開から、行政や民間事業者で協議を行いながら民間事業者におけるエネルギーサービス事業の新たな仕組みについて検討していく事が求められる。

(1) 木質バイオマス熱利用によるエネルギーサービス事業のイメージ

施設側（エネルギー需要者）となる側が、チップ燃料を購入するのではなく、設置したチップボイラで生産された熱（温水）を供給し、それらの熱エネルギーを、熱量計を用いて消費した量に応じて料金を支払う体制も想定できる。これは熱供給事業者として、自らチップを製造して管理するチップボイラで熱生産を行うシステムであり、効率化・低コスト化のための自助努力が促される仕組みにすることで、全体のコストダウンを図ることが狙いである。この仕組みの実現にあたって、まずは、需要者側とエネルギー供給者（熱供給事業者）の相互理解を経ての実施が必要である。地域の事業化体制としては、初期段階でバイオマス熱利用システム（チップボイラ等）を導入した際、燃料となる木質チップにおいては、山林、森林所有者から燃料の原料（間伐材、林地残材、製材所端材等）調達したうえで、民間事業者が燃料化及びエネルギー供給を行うことが想定される。



図表 44 木質バイオマス熱利用のエネルギーサービス事業体制イメージ

7. 関連法令調査

本計画で検討している事業形態や規模から、対応が必要な法規制を整理する必要がある。バイオマス事業化に関わる各種法規制は様々あり、いくつか調査段階から許認可取得に向けた準備が必要となる。立地候補地によっては、都市計画法や農地法などによる制限を受け、煩雑な手続きが必要になる可能性もある。さらに許認可取得が必要だということに後から気付くと思わぬ費用がかかる可能性もあるため、早い段階から法規制の内容を確認し、計画している事業内容と照らし合わせる必要がある。

図表 45 原料調達に関連する法律一覧

| 関連法令 | 許認可、手続き等 | 手続きが必要となる場合 | 検討時期 |
|------------------|------------------|---|------|
| 森林法 | 森林計画制度における森林経営計画 | 間伐材等由来の木質バイオマス」区分での調達を検討する場合 | 調査段階 |
| 廃棄物の処理及び清掃に関する法律 | 産業廃棄物収集運搬業の許可手続等 | <廃棄物処理業> 廃材処理費を徴収(逆有償)し、収集、運搬、処分を業として行う場合 <廃棄物処理施設>一定規模以上の処理施設を設置する場合 | 調査段階 |

図表 46 エネルギー利用(熱)に関連する法律一覧

| 関連法令 | 許認可、手続き等 | 手続きが必要となる場合 | 検討時期 |
|--------------------------|--|--|------|
| 熱供給事業法 | 事業認可申請、供給規定認可、届出、導管工事計画届出、保安規程届出等 | 熱を供給する事業を行う場合 (加熱能力の合計が 21GJ/h 以上の場合) | 調査段階 |
| エネルギーの使用の合理化に関する法律(省エネ法) | 当該工場のエネルギー消費量に応じ一定人数(1~4名)の「エネルギー管理者」を選任 | 第一種エネルギー管理指定工場に指定された場合 (年間エネルギー使用量原油換算 3000kl 以上) | 調査段階 |

図表 47 プラント立地に関連する法律一覧

| 関連法令 | 許認可、手続き等 | 手続きが必要となる場合 | 検討時期 |
|-----------------|------------------------------|---|------|
| 国土利用計画法 | 土地売買届出手続 | 土地売買等の契約を締結した場合 ・市街化区域:2,000 m ² 以上 ・市街化調整区域:全て ・都市計画区域:5,000 m ² 以上 ・上記以外の区域:10,000 m ² 以上 | 調査段階 |
| 都市計画法 | 開発許可手続 | 開発行為をしようとする場合 ・市街化区域:1,000 m ² 以上 ・市街化調整区域:全て ・区域区分が定められていない都市計画区域及び準都市計画区域:3,000 m ² 以上 ・都市計画区域及び準都市計画区域外の区域:1ha 以上 ※再生可能エネルギー施設の建設にあたり、建築物の建築を伴う土地の区画形質の変更があれば開発許可が必要となるものであって、すべての再生可能エネルギー施設の建設が開発許可の対象となるわけではない。 | 調査段階 |
| 土地区画整理法 | 土地区画整理事業の施行地区内における建築行為等の許可手続 | 施行地区内において、土地区画整理事業の施行の障害となるおそれがある土地の形質の変更若しくは建築物その他の工作物の新築、改築若しくは増築を行い、又は移動の容易でない物件※の設置若しくは堆積を行う場合 ※その重量が 5t をこえる物件(容易に分割され、分割された各部分の重量がそれぞれ 5t 以下となるものを除く。) | 調査段階 |
| 農地法 | 農地転用許認可手続 | 農地を農地以外のものにする場合又は農地を農地以外のものにするために所有権等の権利を設定又は移転する場合 | 調査段階 |
| 農業振興地域の整備に関する法律 | | なお、農用地区域内の土地については、農用地区域から除外するために市町村の農業振興地域整備計画を変更しなければならない。 | 調査段階 |
| 工場立地法 | 特定工場新設届出書、実施制限時間の短縮申請書 | 敷地面積 9,000 m ² 以上又は建築面積 3,000 m ² 以上の規模の製造業等に係る工場を新設又は変更する場合(水力、地熱及び太陽光発電所は除かれている) | 調査段階 |

図表 48 プラント建設および設計に関連する法律一覧

| 関連法令 | 許認可、手続き等 | 手続きが必要となる場合 | 検討時期 |
|---------|--|--|------|
| 建築基準法 | 建築確認申請・工事完了検査 | 建築物を建てる場合に申請。 一定規模以上の建築物は適合性判定機関の審査も必要 | 設計段階 |
| 消防法 | 危険物設置許可申請書 (取扱所、貯蔵所、製造所) 消防用設備等着工届出書 予防規定認可申請書 危険物保安監督者選任届出書 | 潤滑油、非常用兼用発電機の燃料等が指定数量以上ある場合 | 設計段階 |
| 高圧ガス保安法 | 高圧ガス製造許可申請、 危険予防規定認可申請書、 高圧ガス製造保安統括者等届出書、 冷凍保安責任者届出書、 特定高圧ガス取扱主任者届出書、 高圧ガス貯蔵所設置許可申請書 | (定義)常温で圧力が 1MPa 以上となる圧縮ガス等 (製造)ガスを製造する能力が 100m ³ /日以上の場合 (貯蔵)LPG 等の貯蔵量が 300m ³ 以上の場合 (特定高圧ガス消費) LPG 等と 300m ³ 以上貯蔵、消費する場合 | 設計段階 |
| 景観法 | 建築物等の新築等の届出 | 該当性および届け出ないよう、景観配慮の内容の確認 | 設計段階 |
| 道路法 | 道路法に基づく車両制限 | 一般的制限値(最高限度): 幅 2.5m、長さ 12.0m、高さ 3.8m、 総重量 20.0t、軸重 10.0t、 輪荷重 5.0t、最小回転半径 12.0m 等 | 設計段階 |
| 道路交通法 | 道路使用許可等手続 | 道路において工事、作業、祭礼行事を行う場合や工作物を設置する場合 | 設計段階 |
| 航空法 | 屋間障害標識設置物件の届出 | 煙突、鉄塔その他国土交通省令で定める物件で地表または水面から 60m 以上の高さのもの、航空機の航行の安全を著しく害するおそれがある場合 | 設計段階 |
| 電波法 | 伝搬障害防止区域における高層建築物等に係る届出 | 電波伝搬障害防止区域内に建築を予定している高層建築物(地表高 31m をこえる建築物)等が、重要無線通信に障害を及ぼすと判断される場合 | 設計段階 |
| 労働安全衛生法 | 共同企業体代表者届出書、 総括安全衛生管理者専任報告、 安全管理者専任報告、 排熱ボイラー設置届出(報告)書 衛生管理者選任報告 産業医選任届出書 作業主任者選任届出書 | (排熱ボイラー)発電用以外で、同法施行令で定義されたボイラーの場合 | 設計段階 |
| 労働基準法 | 労働者名簿、賃金台帳、 時間外、休日労働に関する届出、 就業規則(常時 10 人以上を使用している場合)等 | 労働者を雇い入れた場合 | 設計段階 |

8. 国庫補助事業

令和4年度におけるバイオマス関連の「計画策定」、「調査設計」、「施設整備」などに活用可能性のある国庫補助は下記の通りとなる。

(1) バイオマス関連事業に活用できる国庫補助【令和4年度】

| 省庁 | 施策 | | | 支援類型 |
|-------------------------------|---|---|---|------------------------|
| 総務省 地域力創造 グループ地 域政策課 | 地域経済循環創造事 業交付金 分散型エネルギーイ ンフラプロジェクト | 分散型エネルギーインフラプロジェクトの支援 地方公共団体を核として、バイオマス等の地域資源を活用 した地域エネルギー事業を立ち上げる分散型エネルギーイ ンフラプロジェクトについて、マスタープランの策定を支 援する とともに、関係省庁と連携して事業化まで徹底したアドバ イス等を実施することで、エネルギーの地産地消を推進 ○地方公共団体を核として、需要家、地域エネルギー会社 及び金融機関等、地域の総力を挙げて、地域ごとに最適化 しながら、バイオマス、風力、廃棄物等の地域資源を活用 した地域エネルギー事業を次々と立ち上げ、地域経済循環 を創造する。 ○災害時も含めた地域エネルギーの自立を実現し、里山の 保全、温室効果ガスの大幅削減も目指す。 ○マスタープランの策定段階から事業化まで、総務省に窓 口を設け、関係省庁タスクフォース（農林水産省、資源エ ネルギー庁、国土交通省、環境省）と連携して徹底したア ドバイス等を実施 | <補助対象> 地方公共団体が定める地域の特性を活かし たエネルギー供給事業導入計画（マスター プラン）の策定費用 <補助対象額> 2,000万円（上限。ただし、他の地方公共団 体と共同実施する場合は原則4,000万円） <補助率> 原則 1/2 財政力指数0.5未満市町村は2/3 財政力指数0.25未満市町村は3/4 新規性、モデル性の極めて高い事業計画は 10/10 | 計画策定 |
| 総務省 地域力創造 グループ地 域政策課 | 地域経済循環創造事 業交付金 ローカル10,000プロ ジェクト | ローカル脱炭素プロジェクトによる事業立上げの重点支援 ・地域脱炭素と持続的な地域経済循環に貢献するため、地 方自治体、金融機関、企業、エネルギー等の地域の関係者 が連携して立ち上げる、地域の資源と資金を活用した脱炭 素に向けた取組を資金面から強力に後押し ・このため地域金融機関等から ESG 投融資を受ける新規 性・モデル性の極めて高い事業について、地域経済循環創 造事業交付金で新たに重点支援 ○ 支援の対象となる事業は、地域資源を活かした先進的で 持続可能な事業であって、地域経済の循環効果を創出する 事業であり、以下の要件を満たすこと ・事業の実施により、地方公共団体の負担により直接解 決・支援すべき公共的な地域課題への対応の代替となる事 業であること ・他の同様の公共的な地域課題を抱える地方公共団体に對 する高い新規性・モデル性があること ■事業の内容・要件 ○ 地域金融機関から融資を受けて事業化に取り組む民間事 業者が事業化段階で必要となる初期投資費用について、都 道府県又は市町村が助成を行う場合に国が支援 ■融資比率 地域金融機関から受ける融資額が公費による交付額(国費+ 地方費)と同額以上 ■公費による交付額の上限 原則2,500万円 融資額(又は出資額)が公費による交付額の1.5倍以上2倍 未満の場合は上限3,500万円、2倍以上の場合は上限 5,000万円 | ■補助率 国等が開発・支援して実証段階にある新技 術を活用した事業等であって、全くの新規 分野における事業の立ち上げであり、 ・新規性・モデル性の極めて高い事業は10 /10 ・上記以外は、原則、公費による交付額の1 /2 ・条件不利地域で財政力の弱い市町村(財 政力指数0.5未満)は2/3 ・特に財政力の弱い市町村(財政力指数 0.25未満)は3/4 ○ 地域金融機関から、無担保(交付金事業 により取得する財産に担保権を設定する場 合を除く。) ・無保証の融資を確保すること(事業キャ ッシュフローの継続的な把握によるコンサル ティング機能が発揮されること) | 施設整備 機械装置費 備品費など |

(2) バイオマス関連事業に活用できる国庫補助【令和4年度】

| 省庁 | 施策 | 事業内容 | 事業条件 | 支援類型 |
|---|--|---|--|-----------------------------|
| 農林水産省 大臣官房環境バイオマス政策課 | みどりの食料システム戦略推進交付金 地域循環型エネルギーシステム構築 (未利用資源のエネルギー利用促進への対策調査支援) | 木質バイオマス施設等における利用資源の投入・混合利用を促進するため、①既存ボイラ形式等の仕様・運用実態等の調査。②前処理工程に関する調査、③収集・運搬方法に関する事例収集・分析、④炉への影響に関する検証。⑤混合利用による効果の検証、等の取組を支援 ※地域の特色ある農林水産業や資源を生かした持続的な食料システムの構築を支援し、モデル的先進地区を創出 ② 科学技術の振興に資する以下のモデル的取組を支援 エ 地域資源を活用した地域循環型エネルギーシステムの構築 | ■事業形態 定額（1/2 以内）等 <事業の流れ> 国→（定額）→都道府県→ （定額）→市町村等 | 調査設計 |
| 農林水産省 大臣官房環境バイオマス政策課 (林野庁) | みどりの食料システム戦略推進交付金 バイオマス地産地消対策 (地産地消型バイオマスプラントの導入) | 家畜排せつ物、食品廃棄物、農作物残渣等の地域資源を活用し、売電に留まらずに熱利用、地域レジリエンス強化を含めた、エネルギー地産地消に向けて、(ア)事業化の推進(事業性の評価、調査、設計)、(イ)バイオマス活用施設整備、を支援 ※地域の特色ある農林水産業や資源を生かした持続的な食料システムの構築を支援し、モデル的先進地区を創出 ③ 有機農業の団地化や学校給食等での利用等のモデル的取組やエネルギー地産地消の実現に向けたバイオマスプラントの導入等を支援 | ■事業形態 定額（1/2 以内）等 <事業の流れ> 国→（定額）→都道府県→ （定額）→民間団体等 | 調査設計 施設整備 |
| 農林水産省 林野庁木材利用課 | 森林・林業・木材産業グリーン成長総合対策 林業・木材産業成長産業化促進対策(木質バイオマス利用促進施設整備) | 木材産業等の競争力強化を図るため、意欲と能力のある林業経営者との連携を前提に行う、輸入木材不足への対応として国産材の供給力強化に資する木材加工流通施設、木質バイオマス利用促進施設、特用林産振興施設、木造公共建築物等の整備を支援 ■木材産業等競争力強化対策 ・地域連携の下で熱利用又は熱電併給に取り組む「地域内エコシステム」を重点的に支援 | ■事業形態 定額（1/2、1/3 以内等）等 <事業の流れ> 国→都道府県→ 林業経営体等 | 施設整備 |
| 農林水産省 林野庁木材利用課 | 森林・林業・木材産業グリーン成長総合対策 木材需要の創出・輸出力強化対策(「地域内エコシステム」推進事業) | 木質バイオマスの熱利用を行う「地域内エコシステム」の構築に向け、地域における合意形成、技術開発、技術面での相談・サポート等の取組を支援 ※「地域内エコシステム」の構築のための川上、川中、川下の連携を推進 | ■事業形態 定額、等 <事業の流れ> 国→（定額委託）→民間団体等→自治体等 | 計画策定 調査設計 |
| 経済産業省 資源エネルギー庁 省エネルギー・新エネルギー部 新エネルギー課 (農林水産省連携事業) | 木質バイオマス燃料等の安定的・効率的な供給・利用システム構築支援事業 | 事業目的・概要 ● バイオマス発電は、我が国のエネルギー多様化、地球温暖化対策等に貢献する電源であるだけでなく、地域活性化にも資する地域分散型の地域活用エネルギー源として期待されている。しかし燃料コスト低減や長期にわたる安定的な原料調達確保等の課題がある。本事業では以下のような支援策の実施により、森林・林業等と持続可能な形で共生する木質バイオマス燃料等の安定的・効率的な供給・利用システムの構築・商慣行定着を目指す。 ①新たな燃料ポテンシャル(早生樹、広葉樹等)の開拓・利用促進に向けて、1年目の結果を踏まえて、本格的な育林方法等に関する実証を開始 ②安定した品質と量の燃料調達・確保を可能とするチップ・ペレット等バイオマス燃料の安定的・効率的な製造・輸送等システムの構築に向けて機器・システムの開発や実機を用いた検証等を実施 ③燃料材(チップ、ペレット)の品質の規格等を策定 | ■事業形態 委託・補助(2/3)等 <事業の流れ> 国→(交付金) →新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO) →(委託・補助)→民間企業等 | ①② 実証事業 ③ 委託事業 |

(3) バイオマス関連事業に活用できる国庫補助【令和4年度】

| 省庁 | 施策 | 事業内容 | 事業条件 | 支援類型 |
|---|--|--|--|--------------------|
| 環境省 大臣官房地域脱炭素推進総括官グループ 地域脱炭素事業推進調整官室 | 地域脱炭素移行・再エネ推進交付金 | <p>意欲的な脱炭素の取組を行う地方公共団体等に対して、「地域脱炭素移行・再エネ推進交付金」により支援</p> <p>我が国では、2050年カーボンニュートラルの実現とともに、2030年度の温室効果ガス排出量を2013年度比で46%削減する目標の実現に向けて、再生可能</p> <p>エネルギーの主力電源化が求められている。本事業は、「地域脱炭素ロードマップ」（令和3年6月9日第3回国・地方脱炭素実現会議決定）及び地球温暖化対策計画（令和3年10月22日閣議決定）に基づき、脱炭素事業に意欲的に取り組む地方自治体等を複数年度にわたり継続的かつ包括的に支援するスキームとして交付金を設け、改正地球温暖化対策推進法と一体となって、少なくとも100か所の「脱炭素先行地域」で、脱炭素に向かう地域特性等に応じた先行的な取組を実施するとともに、脱炭素の基盤となる重点対策を全国で実施し、各地の創意工夫を横展開することを目的とする。</p> <p>意欲的な脱炭素の取組を行う地方公共団体等に対し複数年度にわたり継続的かつ包括的に交付金により支援します。</p> <p>1. 脱炭素先行地域づくり事業への支援 （交付要件）脱炭素先行地域に選定されていること等（一定の地域で民生部門の電力消費に伴うCO2排出実質ゼロ達成等） （対象事業）再エネ設備の導入に加え、再エネ利用最大化のための基盤インフラ設備（蓄電池、自営線等）や省CO2等設備の導入、これらと一体となってその効果を高めるために実施するソフト事業を対象</p> <p>2. 重点対策加速化事業への支援 （交付要件）屋根置きなど自家消費型の太陽光発電や住宅の省エネ性能の向上などの重点対策を複合実施等</p> | <p>■事業形態 交付金 ・脱炭素先行地域づくり事業 原則2/3 ※財政力指数が全国平均（0.51）以下の自治体は一部3/4 ・重点対策加速化事業 2/3～1/3等</p> <p>■補助・委託対象 地方公共団体等</p> <p>■実施期間 令和4年度～令和12年度</p> <p><事業の流れ> ①地方公共団体のみが事業を実施する場合 国→地方公共団体 ②民間事業者等も事業を実施する場合 国→地方公共団体→民間事業者等</p> | 計画策定 施設整備 など |
| 環境省 地球環境局 地球温暖化対策事業室 (経済産業省・国土交通省・厚生労働省連携事業) | 脱炭素イノベーションによる地域循環共生圏構築事業 (1) 地域の自立・分散型エネルギーシステム構築支援事業 | <p>再エネ自給率最大化と災害時のレジリエンス強化を同時実現する自立・分散型エネルギーシステムの構築を通じて、2050年カーボンニュートラル・脱炭素社会の実現に向けた先導的モデルを構築</p> <p>① 地域の再エネ自給率向上やレジリエンス強化を図る自立・分散型地域エネルギーシステム構築支援事業 地方公共団体と民間事業者との共同により、地域の再エネ・蓄電池・自営線等を活用した、地産地消の自立・分散型エネルギーシステム構築のための計画策定や設備等導入に対して支援</p> <p>② 地産地消の自立・分散型エネルギーシステムに係る調査検討事業（委託） 地域再エネを活用した地産地消の分散型エネルギーシステムの普及施策の検討や、補助事業に係る取組の評価検証等</p> | <p>■事業形態 ①間接補助事業 計画策定3/4 設備等導入2/3 ②委託事業 定額 *①においてEVを購入により導入する場合については、通信・制御機器、充放電設備又は充電設備とセットで外部給電可能なEVを導入する場合に限り、蓄電容量の1/2×4万円/kWhを補助（上限あり）</p> <p>■委託先及び補助対象 民間事業者・団体 地方公共団体等</p> <p>■実施期間 令和元年度～令和5年度</p> | 計画策定 施設整備 |
| 環境省 大臣官房環境計画課 環境省環境再生・資源循環局 廃棄物適正処理推進課浄化槽推進室 | 地域レジリエンス・脱炭素化を同時実現する公共施設への自立・分散型エネルギー設備等導入推進事業 | <p>災害・停電時に公共施設へエネルギー供給が可能な再生可能エネルギー設備等の導入を支援</p> <p>地域脱炭素ロードマップ（令和3年6月9日第3回国・地方脱炭素実現会議決定）において、国・自治体の公共施設における再生可能エネルギーの率先導入が掲げられ、また、昨今の災害リスクの増大に対し、災害・停電時に公共施設へのエネルギー供給等が可能な再エネ設備等を整備することにより、地域のレジリエンス（災害や感染症に対する強靱性の向上）と地域の脱炭素化を同時実現する。公共施設（※1）への再生可能エネルギー設備等の導入を支援し、平時の脱炭素化に加え、災害時にもエネルギー供給等の機能発揮を可能とする。</p> <p>①：防災・減災に資する再生可能エネルギー設備、未利用エネルギー活用設備、コジェネレーションシステム（CGS）及びそれらの附帯設備（蓄電、充放電設備・充電設備、自営線、熱導管等）並びに省CO2型設備（高機能換気設備、省エネ型浄化槽含む）等を導入する費用の一部を補助（※2）CO2削減に係る費用対効果の高い案件を採択することにより、再エネ設備等の費用低減を促進。</p> <p>※1 地域防災計画により災害時に避難施設等として位置付けられた公共施設又は業務継続計画により災害等発生時に業務を維持するべき施設（例：防災拠点・避難施設・広域防災拠点・代替庁舎など） ②：再生可能エネルギー設備等の導入に係る調査・計画策定を行う事業の費用の一部を補助</p> | <p>■事業形態 ①都道府県・指定都市：1/3 ①市区町村（太陽光発電又はCGS）：1/2 ①市区町村（地中熱、バイオマス熱等）及び離島：2/3（注）共同申請する民間事業者も同様 ※EVについては、通信・制御機器、充放電設備又は充電設備とセットで外部給電可能なEVに蓄電容量の1/2（電気事業法上の離島は2/3）×4万円/kWhを補助（上限あり）。</p> <p>②1/2（上限：500万円/件）</p> <p>■補助・委託対象 地方公共団体、民間事業者・団体等（エネルギーサービス・リース・ESCO等を想定）</p> <p>■実施期間 令和3年度～令和7年度</p> | 施設整備 |

(4) バイオマス関連事業に活用できる国庫補助【令和4年度】

| 省庁 | 施策 | 事業内容 | 事業条件 | 支援類型 |
|--------------------------|---|--|---|------|
| 環境省 大臣官房環境計画課・環境影響評価課 | 地域脱炭素実現に向けた再生エネの最大限導入のための計画づくり支援事業 (1) 地域再生エネ導入を計画的・段階的に進める戦略策定支援 | 地方公共団体等による地域再生エネ導入の目標設定・意欲的な脱炭素の取組に関する計画策定、合意形成に関する戦略策定、公共施設等への太陽光発電設備等の導入調査支援、官民連携で行う地域再生エネ事業の実施・運営体制構築、事業の持続性向上のための地域人材育成に関する支援 (1) 地域再生エネ導入を計画的・段階的に進める戦略策定支援 ①2050年を見据えた地域再生エネ導入目標策定支援 中長期的に脱炭素化を図り持続可能でレジリエントな地域を実現し、地域循環共生圏を構築するため、長期目標として2050年を見据えて、どの再生エネを、どれくらい、どのように導入し、有効活用するかについて、地域全体で合意された目標を定めるための調査検討や合意形成を支援 ②円滑な再生エネ導入のための促進エリア設定等に向けたゾーニング等の合意形成支援 地域が主導し、地域が裨益する円滑な再生エネ導入が期待できるエリアである促進エリア設定等に向けたゾーニング等の取組と、それに向けた調査検討や、地域住民等による合意形成等を支援 ③公共施設等への太陽光発電設備等の導入調査支援 地域の脱炭素化を促進するにあたり、再生エネの利用促進のため、未設置箇所（公共施設、ため池等）における発電量調査や日射量調査、屋根・土地形状等の把握、現地調査等、太陽光発電その他の再生エネ設備の導入に向けた調査検討等を支援 | ■事業形態 間接補助（定率） ①②③ 定率3/4 ■補助・委託対象 ①②地方公共団体 ③地方公共団体 （共同実施に限り民間事業者も対象） ■実施期間 令和3年度～令和5年度 ※(1) ③は令和4年度～ | 計画策定 |
| 環境省 大臣官房環境計画課・環境影響評価課 | 地域脱炭素実現に向けた再生エネの最大限導入のための計画づくり支援事業 (2) 官民連携で行う地域再生エネ事業の実施・運営体制構築支援 | 地方公共団体等による地域再生エネ導入の目標設定・意欲的な脱炭素の取組に関する計画策定、合意形成に関する戦略策定、公共施設等への太陽光発電設備等の導入調査支援、官民連携で行う地域再生エネ事業の実施・運営体制構築、事業の持続性向上のための地域人材育成に関する支援 (2) 官民連携で行う地域再生エネ事業の実施・運営体制構築支援 地域再生エネ導入目標に基づき、地域再生エネ事業を実施・運営するため官民連携で行う事業スキーム（電源調達～送配電～売電、需給バランス調整等）の検討から、体制構築（地域新電力等の設立）、事業性確認のための現地調査を支援 ・事業スキーム検討 （例：再生エネ調達方法（自社開発、地域内企業との協定締結による調達など）、地域内での需要確保、収益の地域還元方法） ・事業性検討 （例：事業の採算性評価、出資主体間の合意） ・事業体（地域新電力等）設立に必要な需給管理システム、顧客管理体制の構築等 ・専門人材確保 （例：事業運営に必要な人材の専門分野の特定、雇用確保） ・事業の実施・運営体制の構築に必要な予備的な実地調査 （例：再生エネ設備導入予定の区域における設備導入に必要な自然的条件等に関する予備的調査） | ■事業形態 間接補助（定率2/3、1/2、1/3） <補助率について> 事業の実施の結果として構築される実施・運営体制に対して以下の出資比率により算出 ◆地方公共団体若しくは地域金融機関又はこれらの両方が出資し、かつ当該地方公共団体、地元企業（地域金融機関を含む）・団体及び一般市民の出資額が資本金額の50%を上回る場合は2/3 ◆地元企業・団体及び一般市民の出資額が資本金額の50%を上回る場合並びに地方公共団体が出資する場合1/2 ◆上記以外の場合 1/3 ■補助・委託対象 地方公共団体 （共同実施に限り民間事業者も対象） ■実施期間 令和3年度～令和5年度 | 計画策定 |
| 環境省 大臣官房環境計画課・環境影響評価課 | 地域脱炭素実現に向けた再生エネの最大限導入のための計画づくり支援事業 (3) 地域の脱炭素化実装に向けたスタートアップ支援事業 | 地方公共団体等による地域再生エネ導入の目標設定・意欲的な脱炭素の取組に関する計画策定、合意形成に関する戦略策定、公共施設等への太陽光発電設備等の導入調査支援、官民連携で行う地域再生エネ事業の実施・運営体制構築、事業の持続性向上のための地域人材育成に関する支援 (3) 地域の脱炭素化実装に向けたスタートアップ支援事業 地域再生エネ事業の実施に必要な専門人材を育成し、官民でノウハウを蓄積するための地域人材のネットワーク構築や相互学習、促進エリア設定の事例や合意形成手法等のガイド作成、また地方環境事務所を核として地域の現状に応じた脱炭素の取組について支援 ① 地域人材に対する研修・コンサルティングやネットワーク構築を通じた活動支援 地域再生エネ事業の持続的な実施に必要な地域中核人材を育成し、他地域の中核人材やこれから取り組む地域の人材とのネットワークや相互学習の体制を構築する。 ② 促進エリア設定の事例・合意形成手法等のガイド作成・横展開 地域で実践した促進エリア設定時における特徴的な事例の収集や、促進エリア設定の際の環境配慮や合意形成の手法等を取りまとめ、他地域での展開を図る。 ③ 地方環境事務所における地域の脱炭素化実装に向けた支援事業 地方環境事務所が核となり、各省地方支分部局と連携して、地域の再生エネの利用促進等のための取組や、地域の企業や外部有識者等と連携して、地域に根ざした脱炭素取組を推進する。 | ■事業形態 (3)委託事業 ■補助・委託対象 (3)民間事業者・団体等 ■実施期間 令和3年度～令和5年度 ※(3) ③は令和4年度～ | 計画策定 |

8.1.2 バイオマス熱利用事業に関する国庫補助（ハード整備）

① 【参考】地域脱炭素移行・再エネ推進交付金（環境省）

| 事業内容 | 事業条件 | 支援類型 | 省庁 |
|--|--|------------------------|---|
| <p>意欲的な脱炭素の取組を行う地方公共団体等に対して、「地域脱炭素移行・再エネ推進交付金」により支援</p> <p>本事業は、「地域脱炭素ロードマップ」（令和3年6月9日第3回国・地方脱炭素実現会議決定）及び地球温暖化対策計画（令和3年10月22日閣議決定）に基づき、脱炭素事業に意欲的に取り組む地方自治体等を複数年度にわたり継続かつ包括的に支援するスキームとして交付金を設け、改正地球温暖化対策推進法と一体となって、少なくとも100か所の「脱炭素先行地域」で、脱炭素に向かう地域特性等に応じた先行的な取組を実施するとともに脱炭素の基盤となる重点対策を全国で実施し、各地の創意工夫を横展開することを目的とする。意欲的な脱炭素の取組を行う地方公共団体等に対し複数年度にわたり継続かつ包括的に交付金により支援</p> <p>1. 脱炭素先行地域づくり事業への支援 (交付要件) 脱炭素先行地域に選定されていること等 (一定の地域で民生部門の電力消費に伴うCO2排出実質ゼロ達成等) (対象事業) 再エネ設備の導入に加え、再エネ利用最大化のための基盤インフラ設備（蓄電池、自営線等）や省CO2等設備の導入、これらと一体となってその効果を高めるために実施するソフト事業を対象</p> <p>2. 重点対策加速化事業への支援 (交付要件) 屋根置きなど自家消費型の太陽光発電や住宅の省エネ性能の向上などの重点対策を複合実施等</p> | <p>■事業形態 交付金 ・脱炭素先行地域づくり事業 原則 2/3 ※財力指数が全国平均（0.51）以下の自治体は一部 3/4 ・重点対策加速化事業 2/3～1/3 等</p> <p>■補助・委託対象 地方公共団体等</p> <p>■実施期間 令和4年度～令和12年度</p> <p><事業の流れ> ①地方公共団体のみが事業を実施する場合 国→地方公共団体 ②民間事業者等も事業を実施する場合 国→地方公共団体→民間事業者等</p> | <p>計画策定 施設整備など</p> | <p>環境省 大臣官房地域脱炭素推進総括官グループ 地域脱炭素事業推進調整官室</p> |

地域脱炭素移行・再エネ推進交付金



【令和4年度予算（案）20,000百万円（新規）】

意欲的な脱炭素の取組を行う地方公共団体等に対して、「地域脱炭素移行・再エネ推進交付金」により支援します。

1. 事業目的

我が国では、2050年カーボンニュートラルの実現とともに、2030年度の温室効果ガス排出量を2013年度比で46%削減する目標の実現に向けて、再生可能エネルギーの主力電源化が求められている。本事業は、「地域脱炭素ロードマップ」（令和3年6月9日第3回国・地方脱炭素実現会議決定）及び地球温暖化対策計画（令和3年10月22日閣議決定）に基づき、脱炭素事業に意欲的に取り組む地方自治体等を複数年度にわたり継続かつ包括的に支援するスキームとして交付金を設け、改正地球温暖化対策推進法と一体となって、少なくとも100か所の「脱炭素先行地域」で、脱炭素に向かう地域特性等に応じた先行的な取組を実施するとともに、脱炭素の基盤となる重点対策を全国で実施し、各地の創意工夫を横展開することを目的とする。

2. 事業内容

意欲的な脱炭素の取組を行う地方公共団体等に対し複数年度にわたり継続かつ包括的に交付金により支援します。

1. 脱炭素先行地域づくり事業への支援

(交付要件)

脱炭素先行地域に選定されていること等
(一定の地域で民生部門の電力消費に伴うCO2排出実質ゼロ達成等)

(対象事業)

再エネ設備の導入に加え、再エネ利用最大化のための基盤インフラ設備（蓄電池、自営線等）や省CO2等設備の導入、これらと一体となってその効果を高めるために実施するソフト事業を対象

2. 重点対策加速化事業への支援

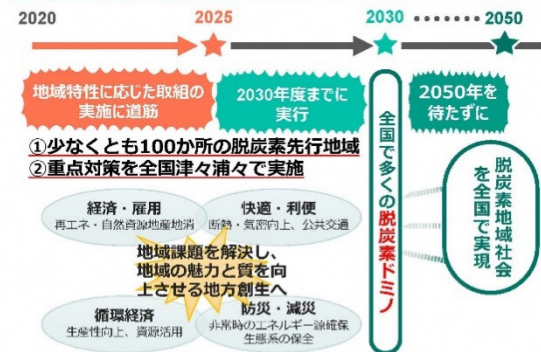
(交付要件)

屋根置きなど自家消費型の太陽光発電や住宅の省エネ性能の向上などの重点対策を複合実施等

3. 事業スキーム

- 事業形態 交付金（交付率：脱炭素先行地域づくり事業 原則 2/3 ※
重点対策加速化事業 2/3～1/3 等）
- 交付対象 地方公共団体等 ※財力指数が全国平均（0.51）以下の自治体は一部 3/4
- 実施期間 令和4年度～令和12年度

4. 事業イメージ



<参考：交付スキーム>



お問合せ先：環境省大臣官房地域脱炭素推進総括官グループ地域脱炭素事業推進調整官室 電話：03-5521-8233

② 【参考】地域レジリエンス・脱炭素化を同時実現する公共施設への自立・分散型エネルギー設備等導入推進事業（環境省）

| 事業内容 | 事業条件 | 支援類型 | 省庁 |
|--|--|------|--|
| <p>災害・停電時に公共施設へエネルギー供給が可能な再生可能エネルギー設備等の導入を支援</p> <p>地域脱炭素ロードマップ（令和3年6月9日第3回国・地方脱炭素実現会議決定）において、国・自治体の公共施設における再生可能エネルギーの率先導入が掲げられ、また、昨今の災害リスクの増大に対し、災害・停電時に公共施設へのエネルギー供給等が可能な再生可能エネルギー設備等を整備することにより、地域のレジリエンス（災害や感染症に対する強靱性の向上）と地域の脱炭素化を同時実現する。</p> <p>公共施設（※1）への再生可能エネルギー設備等の導入を支援し、平時の脱炭素化に加え、災害時にもエネルギー供給等の機能発揮を可能とする。</p> <p>①：防災・減災に資する再生可能エネルギー設備、未利用エネルギー活用設備、コジェネレーションシステム（CGS）及びそれらの付帯設備（蓄電、充放電設備・充電設備、自営線、熱導管等）並びに省CO2型設備（高機能換気設備、省エネ型浄化槽含む）等を導入する費用の一部を補助（※2）CO2削減に係る費用対効果の高い案件を採択することにより、再生可能エネルギー設備等の費用低減を促進。</p> <p>※1 地域防災計画により災害時に避難施設等として位置付けられた公共施設又は 業務継続計画により災害等発生時に業務を維持するべき施設（例：防災拠点・避難施設・広域防災拠点・代替庁舎 など）</p> <p>②：再生可能エネルギー設備等の導入に係る調査・計画策定を行う事業の費用の一部を補助</p> | <p>■事業形態</p> <p>①都道府県・指定都市：1/3</p> <p>①市区町村（太陽光発電又はCGS）：1/2</p> <p>①市区町村（地中熱、バイオマス熱等）及び離島：2/3（注）共同申請する民間事業者も同様</p> <p>※EVについては、通信・制御機器、充放電設備又は充電設備とセットで外部給電可能なEVに蓄電容量の1/2（電気事業法上の離島は2/3）×4万円/kWhを補助（上限有）</p> <p>②1/2（上限：500万円/件）</p> <p>■補助・委託対象</p> <p>地方公共団体、民間事業者・団体等（エネルギーサービス・リース・ESCO等を想定）</p> <p>■実施期間</p> <p>令和3年度～令和7年度</p> | 施設整備 | <p>環境省</p> <p>大臣官房環境計画課</p> <p>環境省環境再生・資源循環局廃棄物適正処理推進課浄化槽推進室</p> |

地域レジリエンス・脱炭素化を同時実現する公共施設への自立・分散型エネルギー設備等導入推進事業



【令和4年度予算（案） 2,000百万円（5,000百万円）】
 【令和3年度補正予算額 7,000百万円】



災害・停電時に公共施設へエネルギー供給が可能な再生可能エネルギー設備等の導入を支援します。

1. 事業目的

地域脱炭素ロードマップ（令和3年6月9日第3回国・地方脱炭素実現会議決定）において、国・自治体の公共施設における再生可能エネルギーの率先導入が掲げられ、また、昨今の災害リスクの増大に対し、災害・停電時に公共施設へのエネルギー供給等が可能な再生可能エネルギー設備等を整備することにより、地域のレジリエンス（災害や感染症に対する強靱性の向上）と地域の脱炭素化を同時実現する。

2. 事業内容

公共施設^{※1}への再生可能エネルギー設備等の導入を支援し、平時の脱炭素化に加え、災害時にもエネルギー供給等の機能発揮を可能とする。

①：防災・減災に資する再生可能エネルギー設備、未利用エネルギー活用設備、コジェネレーションシステム（CGS）及びそれらの付帯設備（蓄電、充放電設備・充電設備、自営線、熱導管等）並びに省CO2型設備（高機能換気設備、省エネ型浄化槽含む）等を導入する費用の一部を補助^{※2}。CO2削減に係る費用対効果の高い案件を採択することにより、再生可能エネルギー設備等の費用低減を促進。

※1 地域防災計画により災害時に避難施設等として位置付けられた公共施設又は 業務継続計画により災害等発生時に業務を維持するべき施設（例：防災拠点・避難施設・広域防災拠点・代替庁舎 など）

※2 補助率は、都道府県・指定都市：1/3、市区町村（太陽光発電又はCGS）：1/2、市区町村（地中熱、バイオマス熱等）及び離島：2/3（注）共同申請する民間事業者も同様

※3 EVについては、通信・制御機器、充放電設備又は充電設備とセットで外部給電可能なEVに蓄電容量の1/2（電気事業法上の離島は2/3）×4万円/kWhを補助（上限あり）。

②：再生可能エネルギー設備等の導入に係る調査・計画策定を行う事業の費用の一部を補助。

3. 事業スキーム

- 事業形態 間接補助事業 ①補助率1/3、1/2又は2/3 ②1/2（上限：500万円/件）
- 補助対象 地方公共団体、民間事業者・団体等（エネルギーサービス・リース・ESCO等を想定）
- 実施期間 令和3年度～令和7年度

4. 支援対象

公共施設等



地域のレジリエンス強化・脱炭素化



お問合せ先： 環境省大臣官房環境計画課 電話：03-5521-8233 環境省環境再生・資源循環局廃棄物適正処理推進課浄化槽推進室 電話：03-5501-3155

③ 【参考】森林・林業・木材産業グリーン成長総合対策のうち林業・木材産業成長産業化促進対策（木質バイオマス利用促進施設整備）

| 施策 | 事業内容 | 事業条件 | 支援類型 | 省庁 |
|---|---|--|------|-----------------------|
| 森林・林業・木材産業グリーン成長総合対策 林業・木材産業成長産業化促進対策（木質バイオマス利用促進施設整備） | 木材産業等の競争力強化を図るため、意欲と能力のある林業経営者との連携を前提に行う、輸入木材不足への対応として国産材の供給力強化に資する木材加工流通施設、 木質バイオマス利用促進施設 、特用林産振興施設、木造公共建築物等の整備を支援 ■木材産業等競争力強化対策 ・地域連携の下で熱利用又は熱電併給に取り組む「地域内エコシステム」を重点的に支援 | ■事業形態 定額（1/2、1/3以内等）等 <事業の流れ> 国→都道府県→林業経営体等 | 施設整備 | 農林水産省 林野庁 木材利用課 |

73-2 森林・林業・木材産業グリーン成長総合対策のうち 林業・木材産業成長産業化促進対策

【令和4年度予算概算決定額 7,510 (8,185) 百万円】
【令和3年度補正予算額 49,482百万円の内数】

<対策のポイント>
長期にわたる持続的な林業経営を確立しつつ、カーボンニュートラルの実現にも貢献するため、**搬出間伐、主伐と再造林を一貫して行う施業、路網の整備・機能強化、高性能林業機械の導入、コンテナ苗生産基盤施設、木材加工流通施設や木造公共建築物の整備等、川上から川下までの取組を総合的に推進します。**

<政策目標>
国産材の供給・利用量の増加（31百万m³ [令和2年度] →42百万m³ [令和12年度まで]）

| ＜事業の内容＞ | ＜事業イメージ＞ |
|--|--|
| <p>1. 持続的林業確立対策 意欲と能力のある林業経営者を育成し、持続的な林業経営を確立するため、出荷ロットの大規模化等によるマーケティング力の強化、路網の整備・機能強化、高性能林業機械の導入、搬出間伐、主伐時の全木集材と再造林の一貫作業、再造林の推進に資するコンテナ苗生産基盤施設の整備、森林境界の明確化、自伐林家等への支援等を推進します。</p> <p>2. 木材産業等競争力強化対策 木材産業等の競争力強化を図るため、意欲と能力のある林業経営者との連携を前提に行う、輸入木材不足への対応として国産材の供給力強化に資する木材加工流通施設、木質バイオマス利用促進施設、特用林産振興施設、木造公共建築物等の整備を支援します。</p> <p>3. 林業成長産業化地域創出モデル事業 地域の川上から川下までの関係者が連携して、木材の安定供給や木材加工流通施設の整備等を進め、森林資源の循環利用や地域の活性化に取り組むモデル的な地域を優先的に支援し、優良事例の横展開等を図ります。</p> | <div style="border: 1px dashed black; padding: 10px; margin-bottom: 10px;"> <p style="text-align: center;">事業構想（都道府県が作成する5年間の取組方針）</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid green; padding: 5px; text-align: center;"> <p style="background-color: #e0ffe0; border-radius: 10px; padding: 2px;">川上</p> <p style="font-size: 8px;">森林組合、素材生産業者、自伐林家等 <small>（意欲と能力のある林業経営者）</small></p> </div> <div style="font-size: 24px; margin: 0 5px;">⇄</div> <div style="border: 1px solid orange; padding: 5px; text-align: center;"> <p style="background-color: #fff9c4; border-radius: 10px; padding: 2px;">川中</p> <p style="font-size: 8px;">製材業者、合板業者等</p> </div> <div style="font-size: 24px; margin: 0 5px;">⇄</div> <div style="border: 1px solid purple; padding: 5px; text-align: center;"> <p style="background-color: #e0b0ff; border-radius: 10px; padding: 2px;">川下</p> <p style="font-size: 8px;">木材需要者</p> </div> </div> <p style="text-align: center; font-size: 10px; margin-top: 5px;">川上から川下までの連携により木材の安定供給や流通コストの削減を図り、生産流通構造改革を推進</p> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%; padding: 5px;"> <p style="text-align: center; font-weight: bold;">持続的林業確立対策</p> <p style="font-size: 8px;">間伐材生産（搬出間伐の推進） 資源高度利用型施業 ・主伐時の全木集材、それと一貫して行う再造林の実施 路網の整備・機能強化 高性能林業機械等の導入（購入、リース） コンテナ苗生産基盤施設等の整備 マーケティング力ある林業担い手の育成 ・出荷ロットの大規模化等によるマーケティング力の強化 森林整備地域活動支援対策 ・施業の集約化に向けた境界の明確化 自立的経営活動推進 ・山村地域活性化の担い手となる自伐林家等への支援 山村地域の防災・減災対策 森林資源保全対策（鳥獣害、病害虫対策等）</p> </div> <div style="width: 45%; padding: 5px;"> <p style="text-align: center; font-weight: bold;">木材産業等競争力強化対策</p> <p style="font-size: 8px;">木材加工流通施設等の整備 ・需要者ニーズに対応した木材製品の安定的・効率的な供給体制を構築（改正木材利用促進法に基づく協定締結事業者や急な需要動向の変化に対応しうる供給力強化を図る施設整備を優先的に支援） 木質バイオマス利用促進施設の整備 ・地域連携の下で熱利用又は熱電併給に取り組む「地域内エコシステム」を重点的に支援 特用林産振興施設等の整備 ・地域経済で重要な役割を果たすこのほだ場など特用林産物の生産基盤等の整備を支援 木造公共建築物等の整備 ・製材やCLT等の活用など木材利用のモデル性が高い施設の木造化・木質化を重点的に支援（改正木材利用促進法に基づく協定締結者を優先的に支援）</p> </div> </div> <p style="text-align: center; font-weight: bold; margin-top: 10px;">林業成長産業化地域創出モデル事業</p> |

<事業の流れ>

国

→

都道府県

→

林業経営体等

定額（1/2、1/3以内等）等 定額（1/2、1/3以内等）等

国

→

都道府県

→

民間団体等

委託 （3の事業の一部）

※ 国有林においては、直轄で実施

【お問い合わせ先】 林野庁計画課（03-6744-2300）

出典：農林水産省 HP https://www.maff.go.jp/j/budget/pdf/r4kettei_pr73.pdf

本事業の要件として費用対効果が得られる計画となっていることが求められ、原則、事業実施主体が自ら事業評価(事前・事後)を行う必要がある。本事業の留意点として、本交付金を利用する際は、事業の趣旨、採択要件、目標値の設定、費用対効果等について、事業の申請窓口である都道府県の森林・林業関係部局への事前確認・相談が必要である。

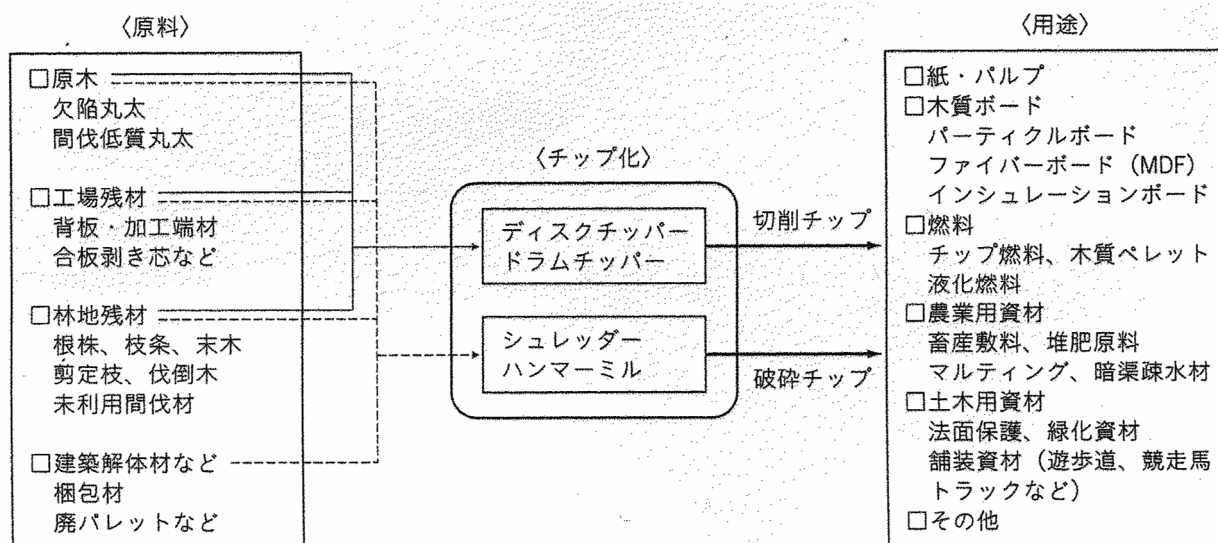
9. 参考情報

9.1 木質バイオマス原料とチップ燃料特性

バイオマス資源に関しては、森林系の除伐間伐材、林地残材とittedだけでなく、製材所、木材加工場から発生する製材端材や背板、芯材、住宅を解体した際に発生する解体廃材や、農林系の果樹剪定枝なども木質バイオマスに該当します。



チップの中でもよく知られているのが紙パルプの製造に向けられる木質チップとなるが、これは原木の樹皮や枝葉を除いた木部だけのチップとなる。一方で燃料用のチップであれば、すべてのバイオマスを対象として利用することが可能であり、樹皮や枝葉の混入は多少であれば問題にならない。また、製紙用のチップと比べると概ね安価となっている。燃料用チップを大別すると、森林チップ、木材加工チップ、廃材チップに区分できる。



図表 49 木質原料からチップ化用途の例

9.1.1 チップ燃料特性

チップの中でもよく知られているものは、紙パルプの製造に向けられる木質チップとなりますが、これは原木の樹皮や枝葉を除いた木部だけのチップとなります。一方で燃料用のチップであれば、すべてのバイオマスを対象として利用することが可能であり、樹皮や枝葉の混入は多少であれば問題になりません。また製紙用のチップと比べると概ね安価となっています。この燃料用チップは大別すると、森林チップ、木材加工チップ、廃材チップに区分できます。森林チップは、枝葉を払った丸太のチップが多い。これは小規模な最終消費を想定して枝葉を含まない良質のチップ生産を意図しているためです。しかし、枝葉を払うために手間がかかりコスト高になる傾向があり、枝葉をつけたままの小径木を破碎する全木チップの方が丸太チップよりはコストを低く抑えることができます。針葉樹の人工林の皆伐に伴い発生する林地残材をチップにした際は、チップ化コストはさらに低く抑えられる可能性があります。林地残材由来となるチップには、枝葉が多く含まれていることが多く、その分チップの性状の均一性を保つことが困難です。樹皮やおが粉については、水分が60%となるものもあり燃焼過程での完全燃焼が難しくトラブルの原因となります。また樹皮からできるチップに関しては、その性質より長大になりやすくなります。

図表 50 木質チップの種類別特性

| 出所 | 原料 | 概要 | トラブル発症性 |
|-------|----------|----------------------------------|---------|
| 森林 | 丸太チップ | 枝を落とした幹材からつくられるチップ | 低 |
| | 全木チップ | 枝葉、梢がついたまま、樹木の地上部に出ているからつくられるチップ | 低 |
| | 林地残材チップ | 木材を収穫した後に林地に残存する末木枝条からつくられるチップ | 高 |
| | 間伐材チップ | 切捨て間伐材を利用したチップ | 中 |
| | 根部チップ | 樹木の根部からつくられるチップ | 高 |
| 木材加工場 | 製材端材チップ | 製材時の副産物（端材、背板等）からつくられるチップ | 低 |
| | プレーナーチップ | プレーナーから出る木屑チップ | 低 |
| | 樹皮チップ | 製材加工時に剥離した樹皮を利用したチップ | 高 |
| 廃材 | 廃材チップ | 建築廃材や解体材、廃パレットを原料としたチップ | 低 |

9.1.2 原料別木質チップの燃料特性

木質チップに関しては、原料の種類、発生条件等で様々な特性を有しています。こうした特性については、原料収集と輸送、燃料調整、取扱方法、エネルギー変換システムを設計するうえで、必要不可欠となります。木質チップを燃料として利用する場合は、エネルギー変換システムを安定的に運転するために、チップの品質を確保することが重要です。燃料チップで重要なことは、①大きさ、形状、②含水率、③発熱量の3つが大きくあげられます。例えば、異種の燃料が混ざっている場合は、品質区分の適用に当事者同士の同意が必要になり、利用側と安全性に関わる問題も考慮する必要があります。燃料チップの品質の取り決めに関して細分化することは可能ですが、燃料チップに対する要求が燃料供給側の生産条件や需要者側のエネルギー変換システムの必要条件でごとく変わることもあるため、円滑に事業を進めていくためにも共通の規格を設定していくことも重要です。

図表 51 原料別チップの性状特性


| 燃料チップ 特性 | 林地残材チップ | 全木チップ | 根部チップ | 針葉樹樹皮 | 製材端材チップ | おが粉 | 廃材チップ |
|-----------------------------|-------------|-------------|-------------|------------|-------------|-------------|-------------|
| 含水率（生重量%WB） | 50～60 | 45～55 | 30～50 | 50～65 | 45～60 | 45～60 | 15～30 |
| 純発熱量（生材MJ/kg） | 6～9 | 6～9 | 6～11 | 6～9 | 6～10 | 6～10 | 12～15 |
| （生材 kcal/kg） | 1,400～2,200 | 1,400～2,200 | 1,400～2,600 | 1400～2,200 | 1,400～2,400 | 1,400～2,400 | 2,700～3,600 |
| 生材密度（kg/層積 m ³ ） | 250～400 | 250～350 | 200～300 | 250～350 | 150～300 | 250～350 | 150～250 |
| 灰分（乾材重量比%） | 1～3 | 1～2 | 1～3 | 1～3 | 0.5～2 | 0.4～0.5 | 1～5 |

9.1.3 チップ形状特性


チップ形状は大別して切削チップと破碎チップに分けられチップ化する機械によって区分される。

切削チップは製紙用チップとして多く利用されているものと同じ正方形の形状であり、バイオマスボイラでも安易に利用できる。破碎チップについては、燃料サイロにおけるブリッジ（チップがサイロ内でアーチ構造を形成して閉塞し、排出口から供給されない現象）が発生しやすいため、サイロの設計時は注意が必要であり、チェーンコンベアなどチップ形状に注意したチップ搬送方式を採用する必要がある。均一で質の高いチップを得るためには、チップパーの刃が鋭利で角度等の設定が適正であることが条件となる。

図表 52 切削チップの特徴

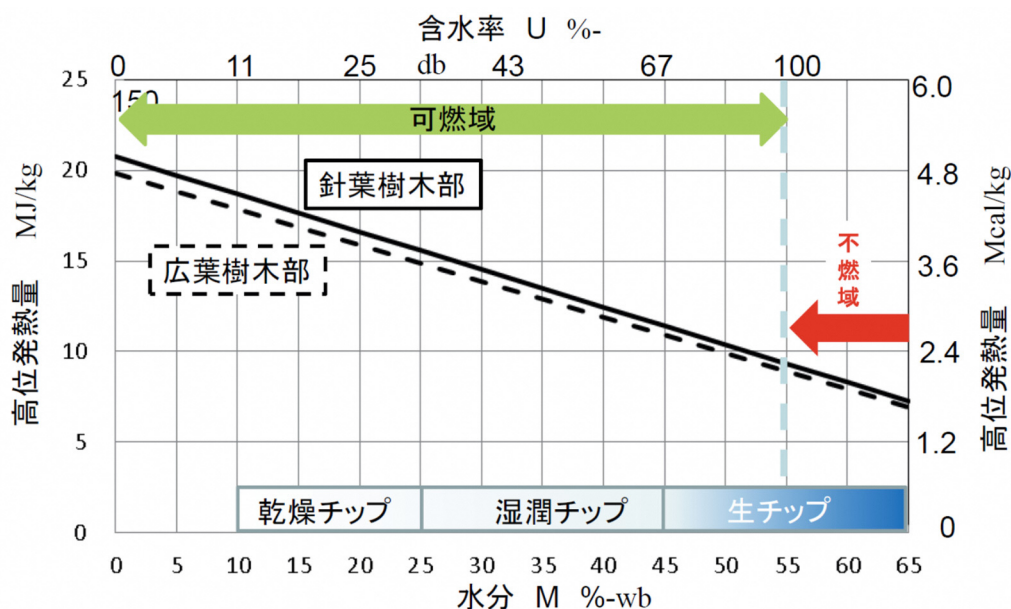
| 対象 | 切削式チップ | チップ写真 |
|------|--|---|
| 原料 | 針葉樹、広葉樹の樹皮を剥離した心材部分 |  |
| 加工設備 | 固定式 切削チップパー | |
| 形状 | 切削状、大きさ 3mm×20mm×30 mm (平均) | |
| 熱量 | 1,800～2,200kcal/kg (生状態) | |
| 水分量 | 40～60% (湿潤基準) ※原料の乾燥度合いによる | |
| 灰分量 | 0.8～1.4% | |
| 特徴 | 生の原木のチップ化直後の水分量は 40～60% (湿潤基準) となる高い。切削式のチップパーによって方眼形に加工されているため比較的形状が均一であることが特徴。原料となる素材の幹の部分となり、樹皮の剥離工程を踏んでいるため、品質のいい良質なチップといえる。 | |

図表 53 破碎チップの特徴

| 対象 | 粉碎チップ | チップ写真 |
|------|---|--|
| 原料 | 針葉樹など |  |
| 加工設備 | 固定式 破碎機 | |
| 形状 | 細い針状で大きさにはバラつきがある | |
| 熱量 | 1,800～2,200kcal/kg (生状態) | |
| 水分量 | 40～60% (湿潤基準) | |
| 灰分量 | 5.0～8.0% | |
| 特徴 | チップ化した直後の含水率は 40～60% (湿潤基準) となる。樹皮の剥離工程後に発生した樹皮を粉碎機にかけている。大きさにはバラつきがある。原料が樹皮のため灰分が多い。 | |

9.1.4 木質チップ燃料の含水率と熱量の関係

バイオマス熱利用システムを運用する上で、燃料代抑制はバイオマスボイラの実施効率（ボイラ効率）と、木質チップ燃料の水分量によるところが大きい。木質バイオマス燃料は、水分（含水率）の違いにより燃焼時の発熱量が異なる。この条件を踏まえ、バイオマスボイラには機種毎に使用する燃料の水分（含水率）が指定されている。



出所：一般財団法人日本バイオマスエネルギー協会 沢辺功

図表 54 木質燃料の水分が及ぼす影響

9.1.5 木質バイオマス燃料による導入後の想定されるトラブル要因

チップ原料には、間伐材や林地残材の他に製材端材や木くずなどが利用されるため、土石や砂利、金属などの異物が混入している場合がある。異物の混入はチップパーを損傷させるとともにバイオマスボイラの燃料供給システムに大きな損傷を与えかねない。また土に含まれるガラス成分は燃焼時に溶けて炉内の損傷の原因にもなる。原料の由来や原料の追跡確認の可否についても確認しておくことが必要である。

図表 55 木質チップ燃料品質における木質バイオマスボイラの主な不具合

| トラブル発生要素 | 症状例 |
|--------------|---|
| 燃料形状の不具合 | <ul style="list-style-type: none"> 不完全燃焼（細い燃料が多い場合） 燃料供給が停止することによる鎮火 燃料サイロからボイラ設備までの燃料搬送時の木質チップ燃料の詰まり |
| 水分（含水率）による影響 | <ul style="list-style-type: none"> 高含水率チップによる不完全燃焼による出力不足、鎮火 低含水率による過剰出力、消費量の増加 燃料サイロ及び供給装置内における結露、凍結による設備停止 |
| 不純物の混入 | <ul style="list-style-type: none"> 原料内に混入する不純物（化学物質など） > 燃焼灰の処理問題 > 排ガス対策 混入物（土砂、石、金属など）による燃焼への影響 <ul style="list-style-type: none"> > バイオマス燃料供給装置の詰まり、損傷 > バイオマスボイラ燃焼炉の損傷 |

9.1 バイオマスエネルギーシステムに適切な木質チップ燃料仕様

9.1.1 バイオマス燃料用の木質チップ燃料の品質規格

木質チップ燃料は、原料となる木質資源の性状により、その燃料の水分量や燃焼後の灰分量が変化する。また燃料形状が均一でないとバイオマスボイラの設備運転時にトラブルが起きやすくなるため、事業にも影響を与える可能性もある。チップ需要側にとっては、設備トラブルにより停止した場合、施設運営上のリスクになる可能性が高く調達した木質チップ燃料の状態を把握するために専門的な判断が必要など需要者側の負担も少なくないため調達するチップ仕様条件は極めて重要である。また、想定している敷地条件、周辺環境と、想定されるバイオマス利用システムで最適な運転が保証される燃料品質を確保するため、チップの燃料仕様条件は、バイオマスボイラの機種ごとに定めている一定の基準を満たすものが望ましい。

現状では、燃料となる木質チップは、化石燃料とは違い国が定める燃料としての燃料規格がなく、代替となる基準として用いる規格は、一般社団法人木質バイオマスエネルギー協会が、全国木材資源リサイクル協会連合会とともに、燃料用木質チップの適切な利用を進めるために、その品質に関して原料、形状、大きさや水分などを定めた品質規格を平成 26 年 11 月 13 日に制定している。これは、木質バイオマス利用では先行する欧州の燃料用木質チップの品質規格をも参考に作成された規格で、木質チップの品質を 4 段階 (class) に分けており、用途に応じた品質を判断する項目は「原料」「形状」「サイズ」「水分」「灰分」「環境リスク」の 5 項目にわたって定めているものである。

品質規格の利用方法としては、品質基準に定めた「Class1」～「Class4」から、燃料用の木質チップの生産や販売に関する指針が得られ、燃焼機側でも燃料用チップの選択や燃焼機の設計、販売に関する適正な指針を与えることにつながります。

図表 56 チップ品質基準 (日本木質バイオマスエネルギー協会)

| | 単位 | Class 1 | Class 2 | Class 3 | Class 4 |
|------------|-----------|---------------------------|--------------------------------------|---|---|
| 原料 | | 幹、全木 未処理工場残材 | 幹、全木 未処理工場残材 灌木、枝条、末木等 | 幹、全木 未処理工場残材 灌木、枝条、末木等 剪定枝等 樹皮 未処理リサイクル材 | 幹、全木 未処理工場残材 灌木、枝条、末木等 剪定枝等 樹皮 未処理リサイクル材 化学処理工場残材 化学処理リサイクル材 |
| チップの種類 | | 切削チップ | 切削チップまたは破砕チップ | | |
| チップの寸法 (P) | | | P16、P26、P32 および P45 から選択 | | |
| 水分 (M) | % (湿量基準) | M25、M ³ 5 から選択 | M25、M ³ 5、M45 及び M55 から選択 | | |
| 灰分 (A) | w-%dry | A1.0 ≤ 1.0% | A1.5 ≤ 1.5% | A3.0 ≤ 3.0% | A5.0 ≤ 5.0% |
| 窒素 (N) | w-%dry | — | — | ≤ 1.0 | ★ただし、リサイクル材を取り扱わない工場を除く ★リサイクル材を取り扱う工場では、脚注の重金属等 ⁽²⁾ については随時測定を要ス |
| 塩素 (Cl) | w-%dry | — | — | ≤ 0.1 | |
| ヒ素 (As) | mg/kg dry | — | — | ≤ 4.0 | |
| クロム (Cr) | mg/kg dry | — | — | ≤ 40 | |
| 銅 (Cu) | mg/kg dry | — | — | ≤ 30 | |

注) 金属、プラスチック類、擬木 (合成木材、複合木材)、土砂、石などの異物を含まないこと

(1) w-%dry: 質量パーセント (乾量基準)

(2) 硫黄 S : ≤ 0.1w-% dry、カドミウム Cd : ≤ 0.2mg/kg dry、鉛 Pb : ≤ 50mg/kg dry、水銀 Hg : ≤ 0.1mg/kg dry、亜鉛 Zn : ≤ 200mg/kg dry

図表 57 木質チップ品質 原料区分基準

| 発生起源 | 原料の名称 | 内容 |
|----------|------------------------------|----------------------------------|
| 森林立木 | 01 幹、全木 ⁽¹⁾ | 高木 |
| | 02 全木 ⁽¹⁾ | 高木の根部を除く樹木全体 |
| | 03 灌木 ⁽¹⁾ 、枝条、末木等 | 灌木、末木、枝条（葉を含む）、根張り材（ドンコロ） |
| | 04 剪定枝等 | 公園樹、街路樹、果樹等の幹部および剪定枝葉 |
| 副産物、工場残材 | 11 未処理工場残材 | 背板、端材、剥き芯などの無垢材 |
| | 12 樹皮 | 剥皮 |
| | 12 化学処理工場残材 ⁽²⁾ | 合板、集成材、パーティクルボードなどの接着製品及び保存処理材など |
| リサイクル材 | 21 未処理リサイクル材 | 化学的処理されていない建築用材、梱包材、パレットなど |
| | 22 化学処理リサイクル材 ⁽²⁾ | 合板、集成材、パーティクルボードなどの接着製品、保存処理材など |

⁽¹⁾伐根を除く ⁽²⁾CCA 処理材を除く

図表 58 木質チップ品質 寸法区分

| 区分 | 微細部 チップ重量の 10%未満 | 主要部 チップ重量の 80%以上 | 粗大部 チップ重量の 10%未満 | 最大長 |
|-----|---------------------|---------------------|---------------------|---------|
| P16 | < 4mm | 4 - 16 mm | 16-32mm | < 85mm |
| P26 | < 4mm | 4 - 26 mm | 26-45mm | < 100mm |
| P32 | < 8mm | 8 - 32 mm | 32-63mm | < 120mm |
| P45 | < 16mm | 16 - 45 mm | 45-90mm | < 150mm |

注) 寸法:ふるいの目開き寸法

図表 59 木質チップ品質 水分区分（到着ベース）および灰分区分

| 区分 | 水分 M (湿量基準含水率) | 参考 (乾量基準含水率) | 区分 | 灰分 % |
|--------------|-------------------|-----------------|-------|---------|
| M25 (乾燥チップ) | ≦ 25% | ≦ 33% | A 1.0 | A ≦ 1.0 |
| M35 (準乾燥チップ) | 26 - 35% | 34 - 54% | A 1.5 | A ≦ 1.5 |
| M45 (湿潤チップ) | 36 - 45% | 55 - 82% | A 3.0 | A ≦ 3.0 |
| M55 (生チップ) | 46 - 55% | 83 - 122% | A 5.0 | A ≦ 5.0 |

注) M>55%のチップは対象外

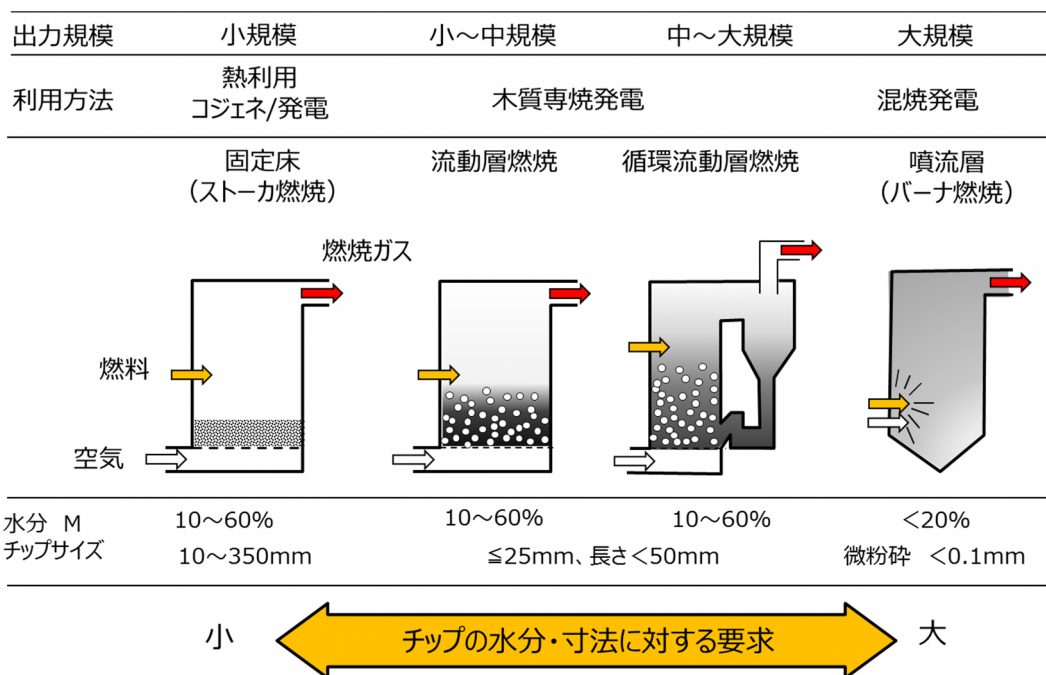
9.2 木質バイオマスエネルギー利活用技術

9.2.1 木質バイオマスボイラ燃焼方式と木質チップ燃料品質との適合性

木質バイオマスボイラには、機種ごとに使用可能な燃料の品質や水分量が指定されている。なかでも、ボイラの燃焼方式には、移動床式と固定床式の 2 つに大別される。移動床式ボイラの場合には水分の高い燃料を使用するため着火は手動式となる。また木質チップ燃料の水分が 45%以上でも燃焼可能な移動床式ボイラですが出力規模が 100kW 以上となり、設備価格もその分割高になる傾向です。安定した出力を維持するためには、連続運転が前提となっていて水分の高い燃料を使用するため、ボイラ運転時の着火は手動となっていることが基本となっている。一方で固定床式の木質バイオマスボイラについては、設備の温度設定管理が微細に行うことを想定したつくりで、木質チップ燃料の水分 30~40%の範囲の比較的乾燥したチップを燃料として使用することが指定されている。固定床式に水分量の高い木質チップ燃料を投入した場合、機器性能が対応できずに必要とする熱量が得られないばかりか、鎮火してしまう場合もある。以上のことから、導入を想定している施設の特性や規模などを考慮したシステムの選択をしていく必要があります。また調達できる木質チップの品質によって適するボイラ形式が異なるため、利用する木質チップ品質を見極めてから機種を決定して行くことが望ましい。

図表 60 ボイラの燃焼方式とチップ水分量の適正

| 燃焼方式 | 移動床式 | 固定式床 |
|-----------------------|--|--|
| 特徴 | 木質チップが燃焼室内の火床を移動して乾燥しながら燃焼するため、生チップが対応可能 | 燃焼室内で乾燥工程がないため準乾燥、乾燥チップのみでの対応となる。 |
| 対応要件 | <ul style="list-style-type: none"> 出力 100kW 以上のボイラ規模 高含水率対応で価格が割高傾向 連続運転、手動着火が一般的 | <ul style="list-style-type: none"> 小規模 (100kW 以下) のボイラ規模 移動床式に比べ小型で価格が安い傾向 |
| 木質チップ燃料の水分 (含水率) 対応範囲 | 低 ~ 高 (40%WB 以上) ※生チップ適応範囲 | 低 (40%WB 以下) ※準乾燥チップ、乾燥チップ適応範囲 |



出所：一般財団法人日本木質バイオマスエネルギー協会 沢辺功

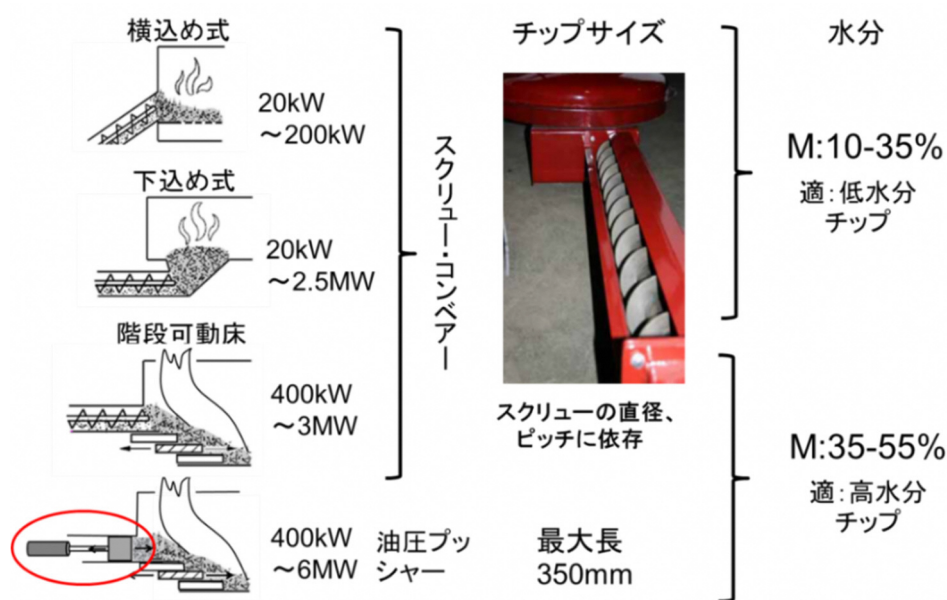
図表 61 規模別のボイラの燃焼方式とチップ水分量の適正

9.2.2 バイオマスボイラの燃料供給システムと木質チップ燃料との適合性

チップボイラの場合の燃料供給システムの適合性として、一般的にチップボイラの多くは、燃料サイロからボイラ本体への燃料供給システムにスクリー方式を採用しており、木質チップ形状と水分（含水率）が一定であれば利用可能となっている。

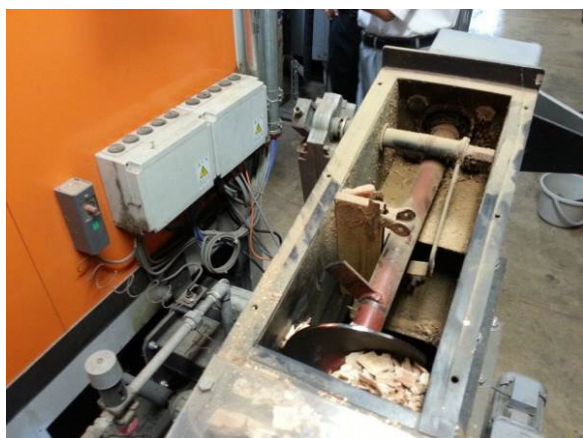
チップボイラは、燃料の性質が一定でなければ適正な燃焼が維持されないため、木質チップ燃料の品質を確かめてから利用する必要があります。チップボイラで利用する燃料は、主に切削式チップと破碎式チップとなります。切削式チップは形状が均一であり、スクリー方式で十分に利用が可能である。

一方で、破碎式チップの場合は、形状に均一性がないため、木質チップの水分量が高いと燃料供給の過程でブリッジ（燃料細片の絡み合いや圧力により、燃料供給システム内で燃料が付着する状態）が生じるため、燃料供給がストップするトラブルが生じやすくなります。また、燃料サイロからボイラ本体へ安定的に燃料供給を行うためには、チェーンコンベア、プッシャー方式を選定する事もありますが、オーダーメイドになるため、追加コスト負担を伴うことになり注意が必要です。



出所：一般財団法人日本木質バイオマスエネルギー協会 沢辺功

図表 62 木質バイオマス燃料と燃料供給方式の適合性



図表 63 スクリュー方式



図表 64 チェーンコンベア、プッシャー方式

(1) 木質バイオマスボイラ関連の付帯システム

① 蓄熱利用システム（蓄熱タンク）

熱利用している需要先の熱負荷傾向にバラツキがあるあため、給湯、暖房等の熱負荷変動に対応するため、蓄熱タンク（バッファタンク）を配備することが必須になります。蓄熱タンクの特徴を示します。

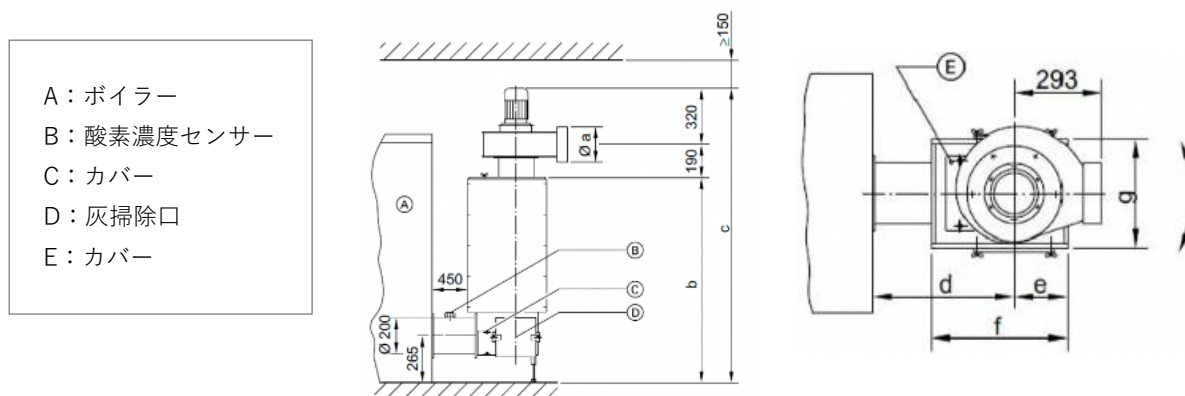
図表 65 蓄熱タンクの特徴と考慮点および検討評価

| 対象 | 特徴と考慮点 | 対応基準 | |
|------------|--|--|--|
| 蓄熱形式 | <p>蓄熱槽においては主に温度成層流型と混合流型とに大別される。</p> <p>温度単一温度成層型蓄熱槽は、温度の違いによる水の密度差を利用して同一の槽に温度が高く密度の小さい水と温度が低く密度の大きい水を極力混合させずに蓄える方式になる。給湯用（シャワー、カラン）に蓄える水を蓄熱槽上部から槽内にゆっくりと流し入れると槽内の給湯用に使われた低くなった水をゆっくり押し下げるように移動する。そのとき蓄熱槽の上部と下部の水は比重量の違いにより互いにほとんど交じり合うことがないため単一の槽でも蓄熱することが可能となる。</p> <p>この単一温度成層型蓄熱槽を検討する場合は温度の違う水が混じり合わないよう、水の吹出し、吸込み形状をより薄く、流速をより遅く設計する必要がある。</p> |  | <p>効率的な熱供給を行う上で蓄熱タンクを温度成層流型を採用する。</p> <p>バイオマスボイラ等の一連システムとして相性の良い現状では市場販売されている蓄熱タンクより選定する。</p> |
| 蓄熱量と確保方法 | <p>蓄熱槽（タンク）の蓄熱する必要容量を想定するうえで、需要側の状況および燃焼器等の設備運転の計画をもとに以下の算定式をもとに算出する。</p> <p>蓄熱量の算定式：蓄熱量 $Q = V \times \eta \times \gamma \times c \times \Delta t$</p> <p>$Q$：蓄熱量 (MJ)、$V$：蓄熱槽容量 ($m^3$) η：蓄熱槽の体積効率 (%)</p> <p>γ：水の密度 ($\approx 1,000 \text{ kg}/m^3$)、$c$ 水の比熱 ($\approx 4.2 \text{ kJ}/(\text{kg}, ^\circ\text{C})$) Δt：利用温度差 ($^\circ\text{C}$)</p> <ul style="list-style-type: none"> 蓄熱槽の死水域や水の混合による温度ポテンシャルの低下を考慮する係数を考慮する。 利用温度差は、一般的には蓄熱タンクから放熱の設計温度差になるが、夏場等の熱需要が小さくなると利用温度差が小さくなる場合や熱交換器による温度レベルの低下を考慮してタンクの蓄熱量を確保することが望ましい。 | <p>熱需要側に応じた熱利用量を踏まえ、チップボイラの出力規模と想定した上で、蓄熱タンク容量を設定する。</p> | |
| 配管、制御システム | <p>設置する蓄熱槽（蓄熱タンク）の容量、設備室のレイアウト、他の熱源機器類を考慮してシステムを決定することが望ましい。</p> <p>放熱用のポンプは、運転制御で任意に放熱量を選択できるようにインバーター制御できることが望ましい。</p> | <p>新規の熱供給設備をコンパクトかつメンテナンス等の運用面を考慮した配管、制御システムを設定する。</p> | |
| 蓄熱槽の断熱と熱損失 | <p>蓄熱槽（蓄熱タンク）の熱損失に関しては、断熱仕様によっても異なるが一般的に1日当たりの最大蓄熱量に対して冷水で約 3~5$^\circ\text{C}$、温水で約 5~10%程度の熱損失を見込む必要がある。熱損失には蓄熱槽（無断熱部分）が外気と接する状況からみられる放熱ロスと、蓄熱槽内部で階層ごとに温度差があったものが混ざってしまう混合ロスがあげられる。</p> | <p>断熱材の厚さがある方の熱ロスが少ない。採用する蓄熱タンクは断熱仕様が必須とする。</p> | |
| 給排水管、通気管 | <p>竣工時の水張りや断熱防水の点検のための水抜き、水張りのために給排水ができる部分を確認する。蓄熱槽の運用時は、複数の蓄熱槽を連ねる連通管の抵抗により槽に水位差が生じるので、給水管はボールタップによる自動給水をせずに水位を確認しながら給水することが望ましい。排水管は床（地面）付近に設置して完全に排水できるようにする。また給排水のどちらとも水量を把握できるような配慮が望ましい。通気管は、水面上の空気の流れを円滑に行うために設ける配管であり十分でないとの水の流動が妨げられる原因になる。蓄熱槽の防虫等の適切な処置をしたうえで機械室内や大気へ開放する。蓄熱槽の水と大気が触れ合うことによる配管の腐食が懸念さえる場合は、防錆効果のある薬液を使用することなど検討する必要がある。</p> | <p>設備の安定的な運転および保守メンテナンスを考慮した給排水管、通気管を設定する。</p> | |

② 排ガス集塵装置

木質バイオマスボイラの排煙による施設や地域周辺の環境影響が、特に懸念される場合は、木質バイオマスボイラの排煙部に排ガス集塵機をオプションで装着すると周囲への煙の影響を軽減できる。

排ガス集塵装置を設置することで、一般的には排ガスの酸素濃度が13%のとき150mg/m³以下のばいじん濃度を達成できること可能である。（※大気汚染防止法で国の定めるばいじんの一般規制値は300mg/m³）また、装置を介して煙突の吐出口の角度を都合のよい方向へ変更できる利点がある。これはオプション機器として実際に導入する際の検討することになる。



図表 66 排ガス集塵装置（参考）

③ 遠隔監視システム

バイオマスボイラにおいては、木質チップ燃料等のトラブル時に適宜対応できるように遠隔監視等の設置が望まれる。いつでも機器の運転状況を確認し、排ガス温度や蓄熱タンク温度を把握すること可能で、エラー時の対応も迅速対応できる。



図表 67 遠隔監視ディスプレイ（参考）



携帯電話遠隔監視システム（参考）

(2) 煙道、煙突

煙道、煙突は、バイオマスボイラ等の熱源機器の燃焼に伴う排気ガスを屋外に排出するための設備である。バイオマスボイラ等の効果的な燃焼を損なわないようにするためにも、煙道と煙突の両方で過不足内機能を発揮させる必要がある。設計時には、煙突に対して、大気に対する排気ガスの密度と煙突の高さで決定される浮力及び煙突内部での通風抵抗の差で算出される通風力を求める。

煙道においては、煙道内面での通負抵抗を算出していく。これらから煙突通風力>煙道通府抵抗となるように各々の口径を選定していく。

煙突および煙道のサイズ決定する際に留意することは、熱源機器の設置台数が当初と最終期で大幅に異なる場合には、煙突出口における排気ガスの吐出流速が低下し、大気拡散上で問題になることがある。これを防止するために取外し可能なオリフィス（吹出口）などを煙突頂部に設置することが推奨される。

① 煙突仕様について

1. 建築基準法、大気汚染防止法等の法的基準を満足するもの。
2. 構造は熱的に堅牢な材料を使用すること。排熱回収を行わない場合は約 600°C となるため十分に注意すること。
3. 煙突内の排気ガス流速はおおむね 10m/sec を超えない範囲とする。
4. 煙突の平面位置に居室など近傍となる場合は、煙突外周にエアスペースを設ける等、熱的配慮を行う。
5. 積雪等による煙突部へのダメージがないように適宜対策を講じること。

② 煙道仕様について

1. 原則として材料は、一般構造用圧延鋼材（JISG3101）、冷間圧延ステンレス鋼板および鋼帯（JISG4305）の SUS304 などの部材を利用すること。
2. 板厚は標準 3.2 mm 以上、ステンレス鋼板では 1 mm 以上のものを使用する。
3. 煙道内の排気ガス流速はおおむね 10m/sec を超えない範囲とする。
4. 接合は原則として溶接およびフリンジ接合とする。
5. 大気汚染防止法に基づくばい煙発生施設に該当するものにおいては $\phi 80$ 以上のばいじん測定口を設置する。
6. 主煙道には熱応力を考慮し、必要に応じて伸縮接手と固定点を設置する。
7. 主煙道の支持架台、躯体との貫通部では伸縮による滑りが生じるため、その底部にはローラーなどを設置する
8. 排気ガスは一般的に湿りガスであるため、燃焼が小負荷である場合を考慮して主煙道の要所には水抜きを設置する。
9. ボイラ等の燃料が重油の場合には排ガスが凝縮するとそのイオウ成分のため硫酸腐食が生じるので、排ガス温度が露点以下にならないように注意する。

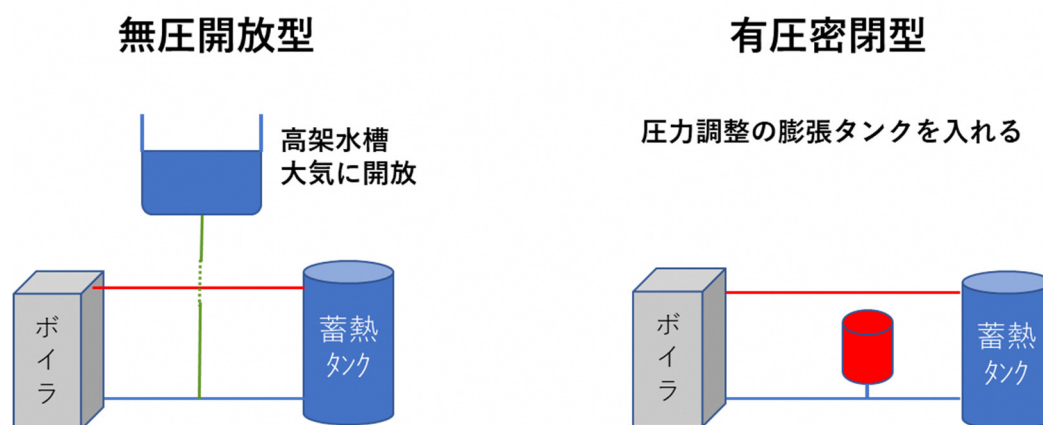
(3) 設備室配管の設計

熱供給設備の熱供給系の設計圧力は、需要側の条件により異なるが、一般的に最遠の需要先までの圧力を確保するように決定する必要がある。なお、熱供給設備内で建築設備の汎用品が使用できる 0.98MP(G) 以下に設定されることが多くなっている。以下に、温水配管の特徴と設備室内配管のルート計画について以下の通り示す。

① 温水配管の特徴

水配管の循環回路には、循環回路が大気に開放されていない密閉回路と、蓄熱槽などにより大気に開放されている開放経路がある。一般的に密閉回路に比べて開放回路は、配管系の圧力損失のほかに実揚程が加わるのでポンプの動力が大きくなる。水管内の流速が早くなると流水による騒音発生や管内腐食に注意する必要があり、管内の騒音は流水中の気泡によるものほか、局部抵抗による渦流や急な圧力変化によって生じるキャビテーション（液体に圧力を加えることで起こる気泡の発生と消滅）によるものであり、これらの原因を最小限することが必要になる。

また、配管内の腐食の進行は、流速とともに関連し、流速が大きいと侵食による腐食の進行を助長する恐れがある。配管の腐食を防止するためには、設備の年間運転時間にもない最大流速を考慮することが必要となる。



図表 68 開放型と密閉型（イメージ）

② 配管のルート計画（設備室内配管）

熱供給設備の配管ルート計画は、機能性および美観性を考慮することが望まし。実施設計時などで設置される機器や配管、ダクト、煙道などの取り合いをはじめ、現場作業スペース、運転管理上の動線計画、機器や配管部品などの取替え手順などを考慮して設計する必要がある。

(4) 熱供給配管の種類と敷設方式（配管材料の種類と特徴）

熱供給を検討する上で必要となる熱供給用の配管は、温熱媒条件を踏まえて低コストで熱ロスが少ない配管が有望である。なかでも、配管材料が、①ポリエチレン管（保温付）、②ポリエチレン管（保温無）、③鋼管（一重管、保温付）、④鋼管（プレハブ2重管）、⑤温泉パイプのいずれかが考えられる。

配管材料ごとに特徴を踏まえると、熱供給に使用する温水配管としては、比較的安価で施工性に優れた配管を選択することが多くなっている。

図表 69 熱供給配管の種類別特性

| 種別 | ①ポリエチレン管（保温付） | ②ポリエチレン管（保温無） | ③鋼管（一重管、保温付） | ④鋼管（プレハブ2重管） | ⑤温泉パイプ |
|--------|--|---|---|---|---|
| 概要 |  |  |  |  |  |
| 使用圧力 | 1.0MPa (10.2kg f/cm ²) 以下 | 1.0MPa (10.2kg f/cm ²) 以下 | 1.0MPa (10.2kg f/cm ²) 以下 | 1.0MPa (10.2kg f/cm ²) 以下 | 0.5MPa (5kg f/cm ²) 以下 |
| 使用温度 | 95°C以下 | 95°C以下 | 350°C以下 ※2 | 350°C以下 ※2 | 80°C以下 |
| コスト ※1 | 約 20 千円/m 程度 | 約 15 千円/m 程度 | 約 22 千円/m 程度 | 約 100 千円/m 程度 | 約 20 千円/m 程度 |
| 特徴、課題 | <p>[特徴]</p> <ul style="list-style-type: none"> ・可とう性（物体が柔軟であり、折り曲げることが可能である性質）に優れ、施工性が良い ・ポリエチレンのため直接埋設しても外面腐食が発生しない ・施工費は比較的安価 ・保温厚を十分に厚くすれば熱ロスはかなり抑えられる <p>[課題]</p> <ul style="list-style-type: none"> ・温水に使用できるが、蒸気は使用できない | <p>[特徴]</p> <ul style="list-style-type: none"> ・可とう性（物体が柔軟であり、折り曲げることが可能である性質）に優れ、施工性が良い ・ポリエチレンのため直接埋設しても外面腐食が発生しない ・施工費は比較的安価 <p>[課題]</p> <ul style="list-style-type: none"> ・温水に使用できるが、蒸気は使用できない ・保温がされていないため熱ロスが多い | <p>[特徴]</p> <ul style="list-style-type: none"> ・温水、蒸気のどちらにも使用可能 <p>[課題]</p> <ul style="list-style-type: none"> ・架空設置が前提になる。直埋設には使用できず、外面腐食対策や作業費用等が必要になる ・架空式の場合、積雪によるラッキング損傷の恐れがある。また積雪により覆われると熱ロスが多くなる ・保温、溶接が必要になる | <p>[特徴]</p> <ul style="list-style-type: none"> ・温水、蒸気のどちらにも使用可能 ・保温厚を十分厚くすれば熱ロスは少ない <p>[課題]</p> <ul style="list-style-type: none"> ・直埋設が前提であり、配管が土に直接触れるため、外面腐食対策及びその費用が必要 ・施工費用が最も高価 | <p>[特徴]</p> <ul style="list-style-type: none"> ・可とう性（物体が柔軟であり、折り曲げることが可能である性質）に優れ、施工性が良い ・ポリエチレンのため直接埋設しても外面腐食が発生しない ・施工費は安価 ・保温厚を十分に厚くすれば熱ロスはかなり抑えられる <p>[課題]</p> <ul style="list-style-type: none"> ・供給する温度に限りがある。 |
| 導入事例 | 一の橋ビレッジ等 (北海道下川町) 安岡エコタウン (山口県下関市) | ウェルネスタウン最上 (山形県最上町) | みなとみらい 21 中央地区※ 共同溝敷設(神奈川県横浜市) 千里中央地区※専用溝内敷設 (大阪府豊中市) | 苫小牧日新団地地区 (北海道苫小牧) | — |
| 検討評価 | 比較的安価であり、熱供給における熱ロスも最低限に軽減できるため導入の可能性はある。 | 安価で施工性もよいが、保温されていないため熱ロスが多くなるため利用に適さない。 | 架空配管が前提となっており、熱ロスや景観を考慮すると導入の優先度は低い。 | 架空配管が前提となっており、景観を損ねる恐れ、また他種配管と比べると高コストになるため導入の優先度は低い。 | 比較的安価であり、熱供給における熱ロスも最低限に軽減できる。温水の供給温度に制限に抵触しないよう配慮が必要。 |


※1 配管口径 50A の場合の敷設工事（材料+施工費）とした参考価格。土木工事は除く。

※2 配管用炭素鋼管（SGP）（JIS G 3452）の使用圧力、使用温度範囲を示す。

(5) 熱供給配管の敷設方式

熱供給のため給湯、暖房等に利用する際の温水配管の敷設方法として考えられるのは、①直埋設方式、②共同溝方式、③専用溝方式(配管+人)、④専用溝方式(配管のみ)、⑤架空方式があげられ、各特徴を以下に示す。

図表 70 熱供給配管の敷設方式別特性

| 項目 | ①直埋設方式 | ②共同溝方式 | ③専用溝方式 (配管+人) | ④専用溝方式 (配管のみ) | ⑤架空方式 |
|---|---|--|--|--|---|
| 写真 概略断面 |  |  |  |  |  |
| 特長 | <ul style="list-style-type: none"> ・ 施工期間が②③に比べて短い ・ 施工費用は②③に比べて安価 ・ 地上から配管が見えないため町の景観を損なわない | <ul style="list-style-type: none"> ・ 配管が土に直接触れないため外面腐食が発生しない ・ 地上から配管が見えないため町の景観を損なわない ・ 電気水道等の他の設備も併せてメンテナンス可能 ・ 配管から漏水した場合漏水箇所の特定が容易 | <ul style="list-style-type: none"> ・ 配管が土に直接触れないため外面腐食が発生しない ・ 地上から配管が見えないため町の景観を損なわない ・ 配管から漏水した場合漏水箇所の特定が容易 | <ul style="list-style-type: none"> ・ 配管が土に直接触れないため外面腐食が発生しない ・ 地上から配管が見えないため町の景観を損なわない ・ 配管から漏水した場合漏水箇所の特定が容易 | <ul style="list-style-type: none"> ・ 施工費用は最も安価 ・ 施工期間は最も短い ・ 配管が土に直接触れないため外面腐食が発生しない ・ 配管から漏水した場合漏水箇所の特定が容易 |
| 課題 | <ul style="list-style-type: none"> ・ 配管が土に直接触れるため鋼管の場合は外面腐食対策及びその費用が必要 ・ 配管から漏水した場合漏水箇所の特定に時間と費用を要する | <ul style="list-style-type: none"> ・ 施工費用が最も高価 ・ 施工期間が最も長い ・ 雨水等の排水設備が必要 | <ul style="list-style-type: none"> ・ 施工費用が①④⑤に比べて高価 ・ 施工期間が①④⑤に比べて長い ・ 雨水等の排水設備が必要 | <ul style="list-style-type: none"> ・ 施工費用は①⑤に比べて高価 ・ 施工期間は①⑤に比べて長い ・ 雨水等の排水設備が必要 | <ul style="list-style-type: none"> ・ 冬期は積雪により配管が覆われるため熱ロスが多い ・ 地上から配管が見えるため町の景観を損なう恐れがある |
| 施工期間 | ④に比べて短い | 最も長い | ①④⑤に比べて長い | ①⑤に比べて長い | 最も短い |
| コスト (土木工事) | ④に比べて安価 (約 25 千円/m) | 最も高価 (850 千円/m) | ①④⑤に比べて高価(約 600 千円/m) | ①⑤に比べて高価 (250 千円/m) | 最も安価 (15 千円/m) |
| 国内ハ イオマス 地域熱供給 (住宅)にお ける導入事 例 | 役場周辺、一の橋地区、 小学校・病院 (北海道下川町) 苫小牧日新団地地区 (北海道苫小牧) ウエルスタウン最上 (山形県最上町) 安岡エタウン (山口県下関市) | みなとみらい 21 中央地 区 (神奈川県横浜市) | 千里中央地区 (大阪府豊 中市) ※一部共同溝 | ハ イオマス地域熱供給(住 宅)における導入事例は 無し | ハ イオマス地域熱供給(住 宅)における導入事例は 無し |
| 検討評価 | 比較的安価であるため 導入の可能性がある | メンテナンス性は高い が高価であるため導入 の可能性は低い | メンテナンス性は高い が高価であるため導入 の可能性は低い | メンテナンス性は高い が高価であるため導入 の可能性は低い | 施工費用において優れ ているが熱ロスや町の 景観を考慮すると導入 の可能性は低い |

(6) 熱計量設備関連

本検討においては熱供給側より供給した熱（温水）から、需要側で使用した熱使用量を正確に把握できる熱計量設備が必要となる。使用する熱計量器は、熱需要者との熱取引の基本となるため、流量計量部・感温部・演算部等の精度及び信頼性に十分注意して機器を選定する必要がある。また、採用する料金制度（二部料金制、定額制）によっても熱量機に求められる精度や信頼性には幅がある。いずれにしても低コストで料金支払の根拠となるため支障をきたさない範囲での精度及び信頼性を持った熱量計を選定する必要がある。熱量の計量方式は、熱媒体の流量と往り側・返り側の温度差を乗算することで直接熱量を求める方法であり各種の積算熱量計となっている。積算熱量計には、流量計量部・感温部・演算部が一体となった一体型と、各部が分離して組み合わせて熱量計として機能する分離型がある。これらは JIS 規格（JIS B 7550-2010）積算熱量計として制定されている。国内の熱供給施設の多くは、分離型が多く採用されているなか、分離型積算熱量計の器差は、熱媒体の流量が使用最大流量の 0.1～1.0 倍の範囲において、器差が温度差に応じて許容値の範囲内になければならない。

図表 71 積算熱量計の測定部の誤差及び演算部の誤差（参考）

| 対象 | | 誤差範囲 | |
|----------------|-----|---|------|
| 体積計量部 | | ±3% | |
| 演算部 (感温部込み) | 温度差 | $\Delta t(\text{温度差}) < 4^{\circ}\text{C}$ | ±10% |
| | | $4^{\circ}\text{C以下 } \Delta t < 10^{\circ}\text{C}$ | ±5% |
| | | $10^{\circ}\text{C以下 } \Delta t < 20^{\circ}\text{C}$ | ±4% |
| | | $20^{\circ}\text{C以下 } \Delta t$ | ±2% |

図表 72 用途別の使用温度範囲（参考）

| 用途 | 使用温度範囲 |
|-------|----------------|
| 冷房用 | 0°C以上 30°C未満 |
| 中温暖房用 | 30°C以上 100°C未満 |
| 高温暖房用 | 30°C以上 200°C未満 |
| 冷暖房用 | 0°C以上 100°C未満 |

熱媒体の流量測定部には、羽根車式、電磁式または渦式などの体積流量系計が使用され、熱媒体の送り側と返り側の 2 つの温度センサーにより、積算熱量を求められ冷温水の熱量演算は次式で表される。

$$Q \text{ (供給熱量 MJ/h)} = k \text{ (熱量換算係数)} \times V \text{ (冷温水流量 m}^3\text{/h)} \times \Delta t \text{ (温度差 }^{\circ}\text{C)}$$

① 熱量計の設置・配管等の接続時、運転時の留意事項

熱量計の設置、配管および信号線などの接続に当たっては以下の事項に留意する。

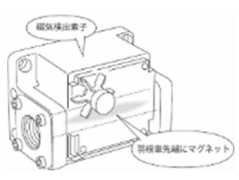
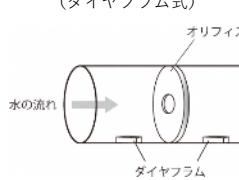
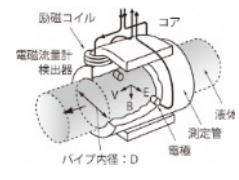
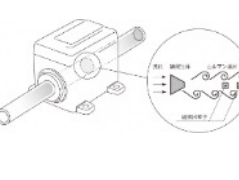
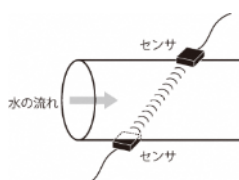
- ① 設置環境は、直接日光が長時間あたるような場所、振動の大きいところ、塵埃の多い場所、高温高湿の場所、腐食性の高い雰囲気があり水没、水浸するような場所は避ける
- ② 取付け、取外し、保守点検が容易に行えるように十分なメンテナンス場所を確保する
- ③ 熱量計を取付ける前に、配管の砂、シール材、切粉などを除去するため、洗管を十分に行う
- ④ 流量計量部の精度チェックのため、標準流量計用の配管を設けておくことが望ましい
- ⑤ 流量計測部の上流部と下流部には所定の直管長を確保する
※一般的に流量計上流側は、呼口の口径 D の 5 倍以上の直管部が必要とされている。呼口径 D の 5 倍以上の直管部を設けることで、不均一な流量分布を収め、流量計測に適した均一な流れを作ることができる。
- ⑥ 配管内（計量部）に常に熱媒体（温水等）が充滿するようにする
- ⑦ 設置位置が高い場合、気泡に注意する
- ⑧ 計量部（電磁式）は、いずれの場合でも電極を結ぶ線が水平になるように設置する

熱量計の運転時の留意事項としては、熱媒（温水等）および周囲の温度が所定の範囲内にあることを確認して運転を開始すること。熱量計にはじめて熱媒（温水等）を流すときは、熱量計量部内に徐々に流すようにする。計量にあたっては、流量計量部の所定の流量範囲内であることを確認して運転を開始する。また、精度上でも使用最大流量および最小流量に十分注意すること。配管の振動や液体の脈動が熱量計に及ぼさないことを確認する。

② 熱計量方式別の特徴と検討評価

代表的な流量の測定方法には次の方式が多く採用されており、冷温水計量方式を下記に示す。

図表 73 熱量計の方式別の特徴

| | 種 類 | 方式・特性 | 長所・短所 | 検討評価 |
|---|---|---|---|---|
| ① | 羽根車式  | 接線流羽根車式と軸流羽根車式などの流量計部を使用して、羽根車からの回転を電気信号に変換し、感温部で検出した温度差を電気量に変換した信号を演算することで積算熱量を表示する方法。 | (長所) ・ 再現性(繰返精度)・応答性に優れる ・ 構造が簡単で安価 ・ 小型で大容量の測定が可能 (短所) ・ 構造が簡単で安価 ・ 異物に弱い(詰まりの原因になる) ・ 羽根車が高速回転するので軸やせなどの原因で定期的なメンテナンスを要する | 他種類の熱量計と比べて、本件で想定する熱供給システム規模から小規模の熱量積算に必要な精度を有する。 他製品も安価であり一般的に通常行う点検およびメンテナンス体制を行えば対応するため適正あり。 |
| ② | 差圧式 (ダイヤフラム式)  | オリフィス(絞り弁)の前後の差圧を差圧電送機により電気信号に変換し、開閉演算して流量に比例した電気信号と感温部で検出した温度差を乗算して積算熱量を表示する方式 | (長所) ・ 気体・液体・蒸気の検出が可能 ・ 価格は一般的に安価 ・ 可動部がない (短所) ・ オリフィス(絞り弁)があり圧力損失が大きく発生する ・ 固形物を含む液体には適さない ・ 乱流に弱く長い直管部分が必要 | 計測方式の特徴から可動部がなく、他種と比較し一般的に価格は安価であるが、差圧式の特有のオリフィス(絞り弁)採用しており配管の圧力損失が大きく発生し、本案件で想定する温水供給において支障の影響がでる恐れがある。 |
| ③ | 電磁式  | 電磁誘導の原理を応用したもので誘導性の流体に磁界を与え、流量の流れと方向を磁界の方向にそれぞれ直角方向に発生する超電力を測定して流体の平均体積流量を図る方式 | (長所) ・ 液体の温度・圧力・密度・粘度の影響を受けない ・ 混入物(固体・気泡)を含む液体の検出が可能 ・ 圧力損失がない ・ 可動部が無い(メンテナンス性良) (短所) ・ 気体や導電率のない液体は検出できない ・ 計測に直管部が必要 | 計測方式の特徴から可動部がなくメンテナンス性が良く圧力損失がないため、本件で想定する方式として適正である。 ただし機器のコストが高く、国内での取扱メーカーも限られるため汎用性に乏しい。 |
| ④ | 渦式  | 流れている流体の中に、柱状の障害物(渦発生体)があると、その下流側に交互の渦が発生する。流体の流速と渦の発生周波数は比例関係にあり、渦の個数を検出する方法で流量が測定する方式(検出は圧電素子で渦の振動をピックアップする方法が主流だが、超音波で渦を検出する方法もある) | (長所) ・ 機械的可動部がない ・ 液体・気体・蒸気のいずれも検出可 ・ 電極がないため耐薬品に優れた仕様品がある ・ レンジアビリティが大きく精度がよい (短所) ・ 流路を絞るので圧力損失が発生 ・ スケールの析出や固形物を含む液体は「詰まり」の原因になる ・ 高粘性液体には不適 ・ 配管の振動に弱く直管部が必要 | 計測方式の特徴から可動部がなく計測の精度も良い。 ただし渦式の計測方式として特有の流路を絞るため配管の圧力損失が発生する。また配管の振動に弱いため、近接時で薪ボイラ等の運転管理上の薪補給時など人的作業がなされる際の影響も考えられる。 |
| ⑤ | 超音波式  | 現在製品化されている超音波式は管内の流体を斜めに横切って交互に超音波を送受信しており、この2つの超音波の伝播時間の差が流量に換算される。水中を進む超音波は流れに逆らうと遅く伝わり逆に流れに乗ると速く伝わるため、この原理を活用した方式 | (長所) ・ 圧力損失がない ・ 配管の外側から検出できるタイプがある (短所) ・ 直管部が必要 ・ 液中の固形分が多いと誤動作の原因になる ・ 気泡が多いと測定不可能になる ・ 国内で給湯用には使用できない | 計測方式の特徴から、圧力損失がなく、配管に直接つなぐタイプと配管の外側から検出できるタイプがある。価格も比較的安い。 多くの超音波式計量器は給湯用に使用しない。(日水協の認定品が無い) |

③ 熱量計（羽根車式）の検討評価

薪ボイラによる熱供給における条件から熱量積算計に求める条件として最大流量範囲は、0.15m³/min（150L/min）、積算熱量計の対象口径 25～40A を想定している。国内で販売されている羽根車式の積算熱量計のうち、仕様条件に見合う熱量積算計を選定していく必要がある。各社の積算熱量計の条件から、積算熱量計としては比較的安価で計測に必要な精度を有する機器を選択することが有望である。

図表 74 積算熱量計（羽根車式）の商品の特徴と検討評価

| 取扱業者 | 愛知時計電機株式会社 | アズビル金門株式会社 | 東洋計器株式会社 | 株式会社サンジュニア |
|-------------------|---|--|---|---|
| 製品 | EHDY（羽根車式）  | KES（羽根車式）  | RAY（羽根車式）  | SCM-20（羽根車式）  |
| 製品概要 | 流量は、体積計量部にある羽車回転をセンサで検出することで計測 流体の温度は送り側と還り側の温度を計測し、演算部に伝えられ積算表示する構造。（各社共通） | | | |
| 口径 | 13A、20A、25A、30A、40A | 15A、20A、25A、32A、40A | 15A、20A、25A、32A、40A | 20A |
| 流量範囲 | 0.05～8m ³ /h (0.83～133L/min) | 0.1～5m ³ /h (1.67～83L/min) | 0.015～10m ³ /h (0.25～166L/min) | 2～25L/min |
| 適応流体 | 温水 | 温水 | 温水 | 温水 (流体中に気泡の混入が無いこと) |
| 使用温度範囲 | 0～±100℃ | 0～100℃ (凍結しないこと) | 5～90℃ | 0～80℃ |
| 温度差範囲 | 温度差 20℃用、80℃用 | — | 3～80℃ | 5～70℃ |
| 測定誤差 | 体積計量部：±5% 演算部：±4% | 体積計量部：±4.5% 演算部：±5% | ±10% | 体積計量部：±3% (但し 3L/min 以下は±5%) 演算部：±5% |
| パルス出力 | 15A～40A：1MJ/P | 15A～40A：1MJ/P | 15A～20A：1MJ/P 25～40A：10MJ/P | — |
| 電源 | AC100V または電池 | AC100V またはリチウム電池 | リチウム電池（内蔵） | AC100V または電池 |
| 特徴 | <ul style="list-style-type: none"> ・ギヤレスのシンプル構造 ・高精度、高耐久 ・パルス出力による遠隔管理、集中管理にも対応 ・停電時は内部バッテリーにより対応。積算値は内部データで 5 年間分を保持 | <ul style="list-style-type: none"> ・高精度、高耐久 ・パルス出力による遠隔管理 | <ul style="list-style-type: none"> ・ギヤレスのシンプル構造 ・高精度、高耐久 ・パルス出力による遠隔管理 | <ul style="list-style-type: none"> ・通信ケーブルをつないで PC とシリアル通信により積算熱量、積算流量のデータ取得 ・別途、評価用ソフト有 ・2L/min からの仕様条件があり少量では流量カウントできない場合がある |
| 計測法による 検定有効期間※ | 8 年 | 8 年 | 8 年 | 8 年 |
| 参考価格 (本体定価) | 約 160 千円 | 約 144 千円 (40A) | 約 167 千円 | 約 50 千円 |
| 検討評価 | 本件で想定する条件に最適である。 | 本件で想定する条件に最適である。 | 2018 年 2 月（現在）のところで、積算熱量計の販売を完了している。後継製品については準備中。 | 他機種と比べ機器は安価である。ただし接続する配管口径と適応する流量範囲に制限があり、本件で想定する条件に適さない。 |

※口径 40 mm 以下は計量法特定計量器となり検定有効期限は 8 年。50 mm 以上の場合、性能維持のため 5 年を目安に交換推奨

(7) バイオマス燃料貯蔵システム（燃料サイロ）

チップボイラ導入の際には、燃料となる木質チップを貯留するサイロを設置または建設する必要があります。このサイロの形式によってボイラ導入後における燃料供給時の利便性や人件費、燃料費などに影響するため、導入施設の状況、配送車両の種類と合わせて検討する必要があります。

このサイロの形式と建設費については、施設の敷地条件等により変化する。チップボイラを利用する上で、特に多いトラブルは燃料供給に関するものであり、化石燃料とは違い、固形の木質チップ燃料を取扱うことを留意して設計を行うことが重要である。

サイロの設置にあたっては、維持管理スペースを確保するほか、意匠上、景観に配慮することも重要である。実際には物理的なスペースやユーザーの希望、用意できるトラックや輸送距離の等を考慮して設計を進めることになる。以下、サイロ設計時の留意点や設計方法について整理を行いました。

① 燃料サイロの設計時の留意点

燃料サイロの設計次第で運営面の負担は大きく左右する。設計する際の留意点は以下のとおり。

図表 75 燃料サイロの設計時の留意点



- 木質チップ燃料を運搬するトラックがアクセスしやすい構造と容量を設定することが望ましい。なおサイロ大きさは十分な容量を確保すること。小さすぎると燃料輸送のタイミングが制約され、輸送コストが跳ね上がる恐れがある。
- 燃料サイロの容量の目安は、ピーク需要時の1週間分+20m³を基本とすることを推奨。なおサイロの実質容量（重点率）は、構造にもよるがサイロの総積の5~7程度になることが一般的 ※欧州での指針は「ピーク時7日分÷0.65+20 m³」となっている
- 複雑な燃料供給システムになるほど、動力部の電力消費が増える。また供給装置内で詰まるなどのトラブルの原因となる。設備停止の最も大きな要素である燃料供給トラブルを避けるためには燃料サイロからの燃料供給装置のボイラの接続は可能な限り簡略な構造とすることが重要
- 敷地条件にもよるが、燃料サイロを平置きすることで構造が簡単で建設コストを抑制することができる。その場合は、ホイールローダー等で木質チップを投入することが考えられる。その際、燃料サイロの容積を可能な限り活かせるような燃料投入口とする。

② 燃料サイロの設計方法

木質バイオマス燃料を貯蔵するサイロ容量については基本的に下記の計算式にて算出、設計します。水分量の高い木質チップは長期間保存していると発酵、発熱し、発火する可能性も考えられます。基本的には、施設の需要の1週間分のサイロ容量を目安とする。

$$\text{サイロ容量 } V [\text{m}^3] = \frac{\text{木質バイオマス燃料燃焼量 } [\text{kg}/\text{日}] C \times \text{貯蔵日数 } d}{\text{密度（貯蔵時の隙間も考慮した見かけの密度）} [\text{kg}/\text{m}^3]}$$

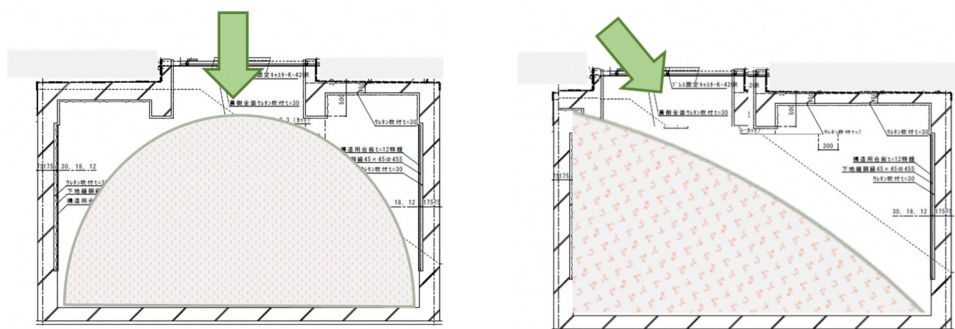
注意) 消防法によって木質燃料の貯蔵量が1t以上から届出の提出が義務付けられている。チップは $V > 10\text{m}^3$ 、以上の場合対象となる。

③ 建屋と燃料サイロの設計仕様の留意点

建屋と燃料サイロの設計を行う際の留意点については以下の通りである。

図表 76 建屋とサイロに関する留意点

| | |
|-------------------|---|
| ボイラ室の必要面積 | ボイラの大きさではなく、メンテナンスを考慮した必要最小面積を確認する |
| 換気口の設定 (建物の上下2か所) | 1 kW 当たり 〇cm ² 以上 (メーカー指針あり) 換気口は大きければ大きいほどよい。 |
| 煙道 | できるだけ短くボイラ排ガス口から煙突接続部に向かって一定以上の角度を確保 |
| 水道、排水溝 (ないし排水ピット) | ボイラ室内でのトラブル時などに対応できるようにする |
| ボイラ設置工事のしやすさ | ボイラ、蓄熱タンクをどこから入れるかを設定。ボイラ室扉の大きさを考慮 |



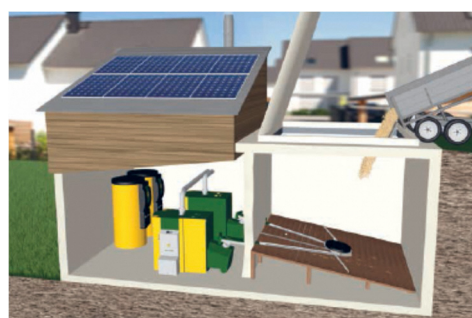
図表 77 チップ投入口の違いによるサイロの実質容量の違い

④ 燃料サイロの種類と特徴

燃料サイロにおいては、いくつかの形式があり、設置する土地の条件や補給管理を考慮しながら設定する必要があります。主な燃料サイロの形式と特徴を示します。

図表 78 燃料サイロに関する特徴

| 形式 | 敷設方法 | 特徴 | 留意事項 |
|-----------------------|-------------------------------|---|------------------------------------|
| 倉庫型、地上式 半地下式、地下式 | 建設工事 | 新築建物または新規機械室建設時と一体で工事する場合には費用的に有利になる。半地下式および地下式の場合は、輸送用ダンプからの投入がしやすい。 | 地上式の倉庫の場合は、ダンプでの投入がやや困難。 |
| 設置型 コンテナ型 ブロック型 | 既製品の設置 (大規模なものは現場での組立てが必要) | 既存施設に新たに導入する際には工事が比較的容易であり安価なため採用されることが多い。また貯留容量が概ね 70m ³ 以上必要となるような場合は、強度の問題や既製品が無いため建設工事での対応となる。 | コンテナ型では、ホイストでフレコンバッグを吊って納入する方法もある。 |

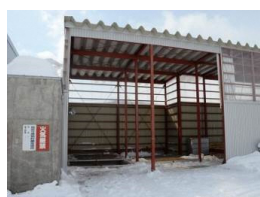


図表 79 燃料投入方法別の平置き式と地下式イメージ



金山町森林組合 (金山町)

図表 80 倉庫型 (地上式)



ウェルネスプラザ最上 (最上町)

図表 81 倉庫型 (地下式)



岩手県沢内村雪国文化研究所

図表 82 コンテナ型

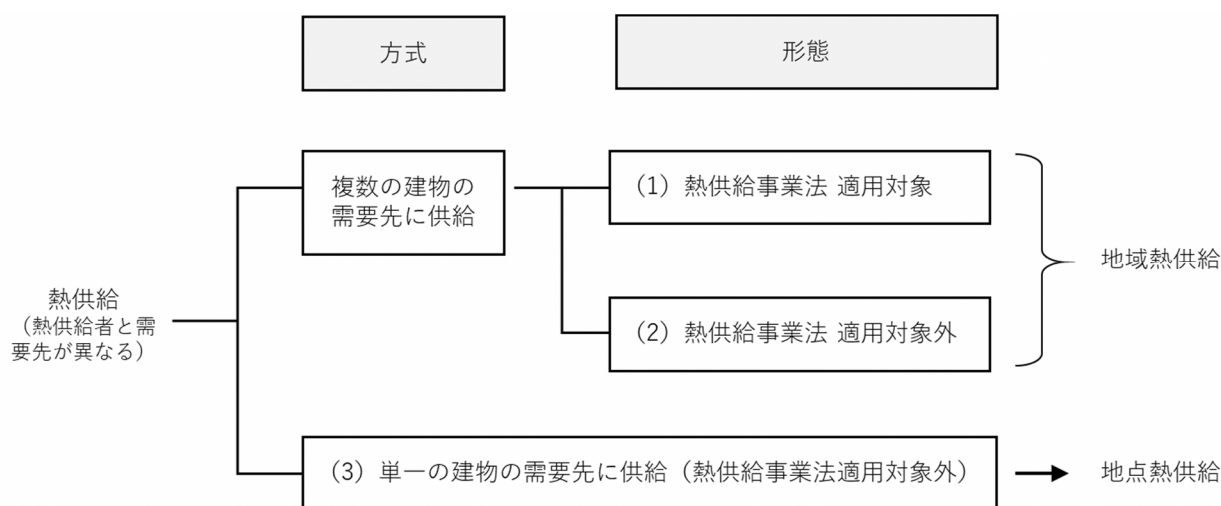
9.3 木質バイオマスによる熱供給形式と形態

本計画で検討している木質バイオマス資源を活用した熱供給システムは、需要家とは異なる熱供給者が熱源設備を設置し、需要家側の給湯、暖房等の熱需要に合わせて行う熱供給を想定している。この熱供給の方式や形態はいくつかに区分され、事業を行う上では関連法令となる熱供給事業法が関わってくる。

(1) 熱供給方式と形態

熱供給の方式としては、複数の需要家に供給する場合を「地域熱供給」、それ以外の「地点熱供給」と区分される。なお、地域熱供給の内、熱供給事業法が適用される形態と適用されない形態に分けられます。これは、熱供給事業法の成立条件によって分けられます。

本計画の検討している木質バイオマス熱供給事業は、事業主体や規模から熱供給事業法の適用外となる「地域熱供給」「地点熱供給」が想定される

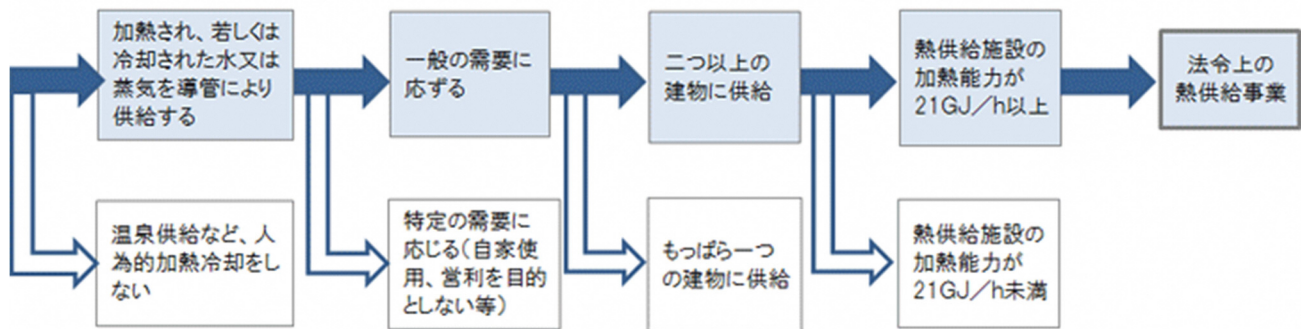


図表 83 熱供給の方式と形態区分

(2) 熱供給事業法

国が定める熱供給事業法で「熱供給事業」とは、一般的には「地域冷暖房」と呼ばれるもので、一定地域内の建物群に対して蒸気、温水、冷水等の熱媒を熱源プラント（ただし熱源設備の加熱能力 21 ギガジュール/時以上）から導管を通じて供給する事業のことをいう。

「熱供給事業者」とは、①営利目的で、②複数の需要家に対して、熱を導管を使って供給する事業を行うものとされており、熱供給導管を設置するのみで複数の需要家に熱供給する営利事業を大規模に行わないのであれば規制の対象外になる。地方公共団体が実施する場合は、本法には該当しない。熱供給事業法の第2条において、「熱供給」と「熱供給事業」の定義を行っています。同法に定められた熱供給事業の成立要件は、以下のような内容となる。



図表 84 熱供給事業の成立要件

(3) 熱供給事業法の適用を受ける場合

熱（冷水を含む）を供給する事業を行おうとする場合、その設備能力が一定の基準以上であり、一般の需要に応じる（一の建物の需要に応じるものを除く）場合には、熱供給事業法第3条の規定により、事業開始に先立ち経済産業大臣への登録が必要となる。

熱供給事業法施行令によれば、上記「設備能力」の「設備」はボイラ、ヒートポンプ、熱交換器を指し、上記「一定の基準」は経済産業省令で定める算出方法による加熱能力の合計が1時間当たり21GJとなっている。したがって発生する熱を供給する事業は、熱供給事業に該当する場合がある。

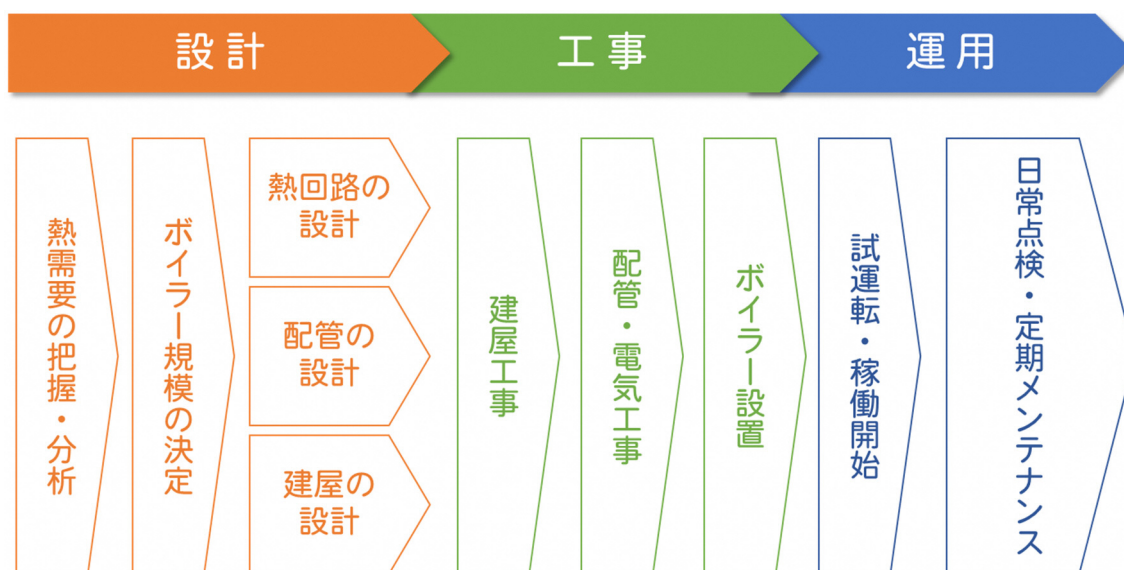
なお、注意すべき点は同一の建物内の需要に応じるもの、熱供給事業法の規制対象から除外している。また、条件から熱供給事業に該当しない場合であっても、熱供給を行うための導管（最高使用温度184℃以上、最高使用圧力1MPa以上）を道路等公衆の通行する場所に設置している者にも機械室の維持（同法第20条）および工事計画の事前届出（同法第21条）の規定が準用される（同法第24条）。

9.4 バイオマスエネルギー利活用システムのプロジェクトマネジメント

木質バイオマスボイラの導入に際しては、①熱需要に合った規模のボイラと蓄熱タンク、貯湯タンクを組み合わせること、②現地で調達可能な木質チップの品質に合ったボイラ設備とすること、③設備費を一定の範囲内に抑えることが不可欠となる。

つまり、バイオマスボイラ導入に際しては設計と施工管理が極めて重要です。現状では、設計、見積りをボイラメーカーに依頼することが一般に行われているが、この場合、設計の専門性や第三者性が担保されず、メーカー主導の機器仕様を選定になりがちである。その結果、設備が過大でコストが大幅にかかるのみならず、適切な運転ができず、燃料を無駄に消費してしまう、構造的に使い勝手に問題がある、現地で調達できる木質チップ燃料にボイラが合っておらず、適切な燃焼ができないなどのことが起こりかねない。木質バイオマスボイラを導入するに際しては、ユーザーの立場に立って設計、施工管理をする体制（プロジェクト、マネジメント）を構築することが不可欠となる。利用を実践から普及へと進めていく中で、設備の低コスト化、高効率化、運用性の向上は避けて通れない。

以下に、バイオマスボイラ導入の流れと検討要素について、以下に示す。



図表 85 木質バイオマスエネルギーシステムの設計、工事、運用までの工程

9.4.1 事業企画段階でのマネジメントのポイント

(1) 基本構想の策定、事業性調査の実施

木質バイオマスエネルギーシステムの導入を行う際は、木質バイオマスの特性をよく理解することが不可欠である。また先行事例をよく調査できれば、現地を訪問して課題を分析することが重要である。しかし、導入検討の担当者の知識や経験には自ずと限界があることから、第三者による調査の実施が必要となる。この段階の調査として重要なことは、事業性調査（Feasibility Study：FS）と呼ばれるもので目的の遂行のための手段や採算性から事業化の可能性を検討するものである。これによりボイラなどの「基本設計」が導き出される。

FS 調査の実施にあたっては、国や自治体の補助金を活用できる場合がある。ただし事業メニューによっては実施内容や実施主体に制限があるので注意が必要となる。木質バイオマスエネルギーの事業は、検討開始から運用開始までにかかる期間が長く、調査段階だけで、少なくとも半年程度かける事業者が多い傾向がある。また、構想や調査の段階から、林業や木材産業に関わる事業者、地元自治体等との調整が必要な場合が多く、この段階に時間を要する関係者が多いほど調整に時間を要する傾向にある。しかし時間短縮のため、ここで無理に調整を進めると運用開始後に合意事項が覆るリスクが高まることもあるため、事業実施地域の関連事業者や地元自治体との調整は早い段階から十分に時間をとることが望まれる。

9.4.2 事業計画の進める各段階でのマネジメントのポイント

(1) 実施設計

実施設計は、FS 調査あるいは基本設計よりもさらに踏み込んで詳細な設計を行うこと。設備等の仕様書には導入する機器のメーカー名や設備仕様、数量、設計基準など必要となる全ての情報が記載される。また、設計図書にはプラントやボイラの図面などが含まれる。なお、提案型の入札の場合は、基本仕様と概算予算、参考図面での入札となる。応札するメーカーが実施設計書に相当する資料を用意して入札に参加することになり、最終的な仕様の決定は入札後に行うことになる。

(2) バイオマス熱利用システムの業者選定

メーカー等、設備を納入する業者の選定は一般的に入札により行うことが一般的です。機器が特殊で取扱業者が 1 社しか存在しないといった場合には随意契約もありますが、基本的には入札を実施することになります。入札方法には基本的には、以下 3 通りがあげられる。

図表 86 契約形態の例

| 入札方式 | 内容 |
|---------|---|
| 工事費価格型 | メーカーと機種を絞り込んだ上での価格入札で 1 つの製品に対して複数の代理店が存在する場合に、工事費込みでの入札を行う。比較的小さな規模の導入案件などの入札で用いられる。 |
| 機器仕様設定型 | メーカーを指定せずに機器の仕様のみを指定して複数の競合メーカーによる価格入札を実施するケースである。個別発注契約の典型的な入札方式であり、機器と工事を別々に入札するケースと機器と工事をセットで入札するケースがある。主にバイオマスボイラ設備などの入札で用いられる。 |
| 機器提案 | 提案型の入札でプラントに納める機械類を新規に一式で発注するような契約の場合に用いられやすい。価格は発注者側の予算(上限のみ)を設けた上で、提案内容に従って査定を行い、総合評価の高い応札者が落札する形となるため、専門性の高い規模の大きな発注案件では提案型の入札が望ましいといえる。 |

(3) 設計監理体制

入札後の契約業務より、この時点から設計監理が始まる。予定された期間内に決められた仕様、図面で製品が納められたかどうかなど工事を監理する。バイオマスボイラ導入時などの工事は、国内の実施案件も少ないこともあり、予定外のトラブルが発生して工期が延びることが多々ありえる。そこで、コストオーバーランや、スケジュール、オーバーラン等のリスクがあるため、契約において、発注価格や完工保障、納期遅延時の予定損害賠償金などの条項を検討しておく。

(4) 完成、引渡し

予定内に工事が完了すると、性能試験を実施し、仕様書に定められた内容通りに製品が納入されたかどうかを確認する。万が一、性能が要件に達していない時のリスクに備えて、性能未達リスク条項を契約時に定めなければならない。性能試験に合格すると発注者に施設の引渡しを行う。同時に運転、保守訓練や研修を実施し、運転、保守マニュアルの整備を行う。また、保守計画の策定や発注者との保守管理契約なども不可欠となる。

(5) 運転段階でのマネジメント

① 運転、保守契約の種類と特性

バイオマス関連設備の引渡しを終えると運転開始に入る。この時点での契約は、運転（Operation）と保守（Maintenance）という意味で O&M 契約と呼ばれる。運転と保守の双方を外部に委託する場合と、運転は自社で行うが、定期点検等の保守作業は外部に委託する場合がある。

② 運転、保守体制の整備

運転、保守マニュアルに基づく適切な運転が必須となる。また日々の状態を記録してエラー防止と効率化を達成するために運転記録簿を毎日作成することが望まれる。記録簿には作業員の氏名や労働時間のほかに、燃料の受け入れ量、品質（水分、異物の有無）、生産量（蒸気、熱、電力）を記録する。また、灰が出るような施設の場合はその処理を適切に行うとともに発生量や処理量も記録する。

保守には 2 種類あり、1 つは日常点検である。これは運転、保守マニュアルに基づく点検で、通常は容易な作業であり、道具等を揃えて自前で行う。もう 1 つは定期点検で。これはメーカー等に依頼して実施する点検で、概ね年に 1~2 回実施する事になる。普段は作業しないポイントを点検することで、重大な問題がないかを確認する。

9.4.3 事業性評価の留意点

(1) 事業性評価について

事業性の評価方法には、キャッシュフロー分析、単年度事業収支の検討、投資回収年数の検討などがある。エネルギーを自家消費するようなケースでは、投資回収年数の検討を行う場合が多くなっている。これらの評価については事業内容に応じて適切な評価方法を選択する。なお、事業資金を一部借り入れる場合、必ず金融機関も交えた事業性評価が必要となる。これは、実施する事業が成立するか、どうかを判断するのに必要なだけでなく事業に内在するリスクを洗い出し対策を講じることにも役立つ。

初期の事業計画がそのまま確定することは稀であり、事業性について分析と評価とを行った結果、採算がとれないことが明らかになる場合が少なくない。その場合コスト低減の工夫や収入増加の工夫を行う必要がある。一方、事業を進める中で、経済面以外の理由で計画を変更せざるを得ない状況も往々にして発生する。必要に応じて「事業計画の変更とその内容に沿った再分析と再評価」を繰り返す事が重要となる。

(2) 初期費用（イニシャルコスト）について

事業で新たに導入が必要な設備は、基本的に市販の製品ではなく注文生産の製品であるため、価格情報は公表されていない。特に設置費等は各事業の個別の状況に応じて決まるため一般解が存在しなく、さらに同じ条件や事業内容であっても、設計や部材調達の内容がメーカーや EPC 事業者ごとに異なるため見積結果は各社で異なる。そのため実績のあるメーカーや EPC 事業者のうち、事業実施地域で対応可能な会社を複数選び、見積りを取得する事が求められる。メーカーや EPC 事業者から提出される見積りは、初期費用として事業者が積算すべき範囲全てをカバーしているものではないことに留意する必要がある。

開業前経費については、事業者自ら概算する、あるいはあらかじめ EPC 事業者に対し開業前経費も含めた抜けや洩れがないような全項目を含めた見積りを依頼する事が必要になります。木質バイオマス関連の事業で、新たに導入が必要な設備は、調達する木材資源の形態と利用するエネルギーの形態に応じて決まる。

図表 87 初期費用の主な項目と見積取得方法

| 項目 | 見積実施者 | 見積取得方法 |
|-----------------------|--------------------------|---|
| 設備一式 | メーカー EPC 事業者 | <ul style="list-style-type: none"> ■ 土木、建築工事と分離発注 ⇒ メーカーから見積取得 ■ 土木、建築工事と一括発注 ⇒ EPC 事業者から見積取得 ※ 見積依頼時に計画諸条件や予備費の有無を決める ※ 運転開始当初 1 年分の消耗品費を含める |
| 土木、建築工事一式 | 設計事務所 建設会社 EPC 事業者 | <ul style="list-style-type: none"> ■ 設備と分離発注 ⇒ 設計事務所又は建設会社等から見積取得 ■ 設備と一括発注 ⇒ EPC 事業者から見積取得 |
| 土地購入費用 | 事業者 | 用地所有者に確認、交渉 |
| 重機、車両購入費 (所内用、輸送用) | 重機、車両店 リース会社 | <ul style="list-style-type: none"> ■ 自ら購入 ⇒ 重機、車両販売店から見積取得 ■ リース利用 ⇒ リース会社から見積取得 |
| 開業前経費 | 事業者 EPC 事業者 | 事業者自ら、あるいは EPC 事業者が概算 調査地質調査費、測量費、燃料分析費、水質分析費、 建築設計費、開発申請費用等、許認可申請費、溶接安全管理審査費用（第三者機関）、 建設中事業者人件費、建設中金利、 試運転中費用、予備費 |

図表 88 調達および供給形態に応じた見積り対象設備

| 工程 | 設備名 | 調達形態 | | | 供給形態 | |
|------|------------|------|-----|------|------|----|
| | | 丸太等 | チップ | ペレット | 温水 | 蒸気 |
| 調達 | 乾燥、貯蔵設備 | ○ | | | | |
| | チップパー | | ○ | | | |
| | ペレット製造設備 | | | ○ | | |
| | 輸送用設備 | △ | △ | △ | | |
| 機器 | 温水ボイラ | | | | ○ | |
| | 蒸気ボイラ | | | | | ○ |
| 付帯設備 | 温水、蒸気配管 | | | | ○ | ○ |
| | 副生物貯蔵、利用設備 | | | | ○ | ○ |
| その他 | 所内用重機 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |

(3) 運用費（ランニングコスト）について

運用費目は、概ね木質バイオマス燃料の調達費、ユーティリティ費、メンテナンス費、重機燃料費、人件費、灰処理費、一般管理費に分類される。各費目を概算する場合には、より実態に即したものとするためには見積取得や詳細検討が必要となる。詳細に積算を行う場合は、特に専門的な知見が不可欠である。これらは専門的な知見を持つ人材に相談しながら積算する事が求められる。

事業実施に必要な設備はエネルギー変換設備だけではなく熱供給事業であれば、熱供給導管設備、木質チップや木質ペレットを自ら燃料製造する場合であれば、燃料化設備を設置する。なお事業で導入する全ての設備や建屋には、ユーティリティ費とメンテナンス費が発生する。運用費は、事業開始の初期時の費用と比べ期間中継続してその金額で運転できる可能性は低くなる。特にメンテナンス費は設備の老朽化が進むと増加する傾向にあり、これらは各費目の長期変動を考慮して運用費の推移を検討していく。

図表 89 運用費の費目とその概算方法（例）

| 項目 | 概算方法 | 積算方法 |
|-----------------|---|---|
| 木材資源調達費 | 単価×年間調達量 ※輸送費を事業者が持つ場合は輸送費も含めて概算 | 調達量や密度の変動、輸送距離の変動等を考慮して積算 |
| ユーティリティ費 | 建設費の 10%程度 | メーカー見積から積算 |
| メンテナンス費 | 設備費の 3~5%程度 | 初期費用見積時に取得した 消耗品費や部品の交換頻度をふまえて積算 |
| 重機燃料費 (所内重機) | 燃料単価×時間当たり消費量×年間稼働時間 | 重機別の消費量を精査下上で積算 |
| 人件費 | 人件費単価×人数(班数×班員数+管理部門人数) ※有資格者の有無等に注意 | 職務内容や勤務態勢に応じた人件費単価を設定し積算 |
| 灰処理費 | 灰処理単価×設備への年間投入量×灰分率 | 灰の引取先別単価や灰分率の考慮して積算 フレコンバッグの単価と消費量を想定し積算 |
| 一般管理費(諸経費) | 人件費の 8~25%程度 | 事務所経費等の必要諸経費を積算 |

出所)「バイオマスエネルギー導入ガイドブック(第4版)(NEDO)2015年

(4) 収入面について

木質バイオマス熱利用を進める場合、事業者が得ることのできる収入は、熱販売によるものであるが、これは、外販による収入と自社での熱利用による燃料購入費削減価値を合算していく。事業内容によっては、その他の収入も見込まれる。副生物である燃焼灰を有価物として販売する事例では灰の販売収入を得られる。また、木材資源を逆有償で調達する事例では木材資源の排出者から徴収する処理費が収入となります。これらの収入はそれぞれ単価と販売（受入）量が明らかになれば概算可能

図表 90 収入の概算方法（参考例）

| 項目 | 概算方法例 |
|---------|---|
| 熱販売収入 | ・ 熱販売 : 熱販売単価 × 熱販売量 × 販売先稼動日数 × 販売先稼働時間 ・ 自家消費 : 化石燃料価格（熱量あたり） × 年間自家消費熱量 |
| 副生物販売収入 | 副生物販売単価 × 年間発販売量 |
| 処理収入 | 処理料金 × 年間処理量 |

9.5 木質バイオマス関連設備の運転管理について

チップボイラと化石燃料ボイラの通常の運転、管理時の大きな違いは、着火やボイラ煙管の掃除、燃焼灰の掃除等が発生するといった点です。現在、販売されているチップボイラの多くは、化石燃料ボイラ同様に燃料の自動供給が可能であり、基本的に無人での運転、管理が可能となっている。国内のチップボイラ導入事例をみるとメンテナンスは、施設職員が他業務と兼務で運転、管理している事例が多く見られる。

(1) 木質バイオマス関連設備の点検と対応

① チップボイラの定期点検内容と対応

チップボイラの定期点検においては、メーカーが年 1 回の定期検査や部品破損時やトラブル時の緊急を要する場合に対応することが多く、販売メーカーと年回の定期点検契約を締結する場合もある。メーカーの定期点検とは別にボイラの伝熱面積が 10m²以上の設備は大気汚染防止法により、施設側でばい煙の測定が義務付けられている。

図表 91 バイオマスボイラの定期点検及び対応

| 項目 | 頻度 (目安) | コスト (目安) | 対応者 | 備考 |
|---------------|-----------|------------|------|-------------------------------|
| 定期保守点検費 | 1~2 回、基/年 | 20~30 万円/年 | メーカー | |
| ① ボイラ点検 | 年 1 回程度 | - | メーカー | 点検、清掃 |
| ② 煙管点検 | 年 1 回程度 | - | メーカー | 清掃 |
| ③ 安全装置、各種センサー | 年 1 回程度 | - | メーカー | 確認 |
| ④ 各部消耗品点検 | 年 1 回程度 | - | メーカー | 磨耗点検、交換 |
| ばい煙測定費* | 2 回、基/年 | 5~10 万円/回 | 導入側 | ボイラ伝熱面 10m ² 以上の場合 |

*大気汚染防止法によるボイラに分類され、熱面積 10m² 以上、燃焼能力 50 リットル/時 以上の場合に実施

② チップボイラの日常メンテナンス

チップボイラ関連設備の日常的なメンテナンスとしては、システムの清掃や蓄熱タンク、配管等の熱供給の温水温度、配管の状態チェック、また付属するシステムの確認などがあげられる。

図表 92 木質バイオマスボイラ設備の日常点検 (現場対応)

| 点検、清掃項目 | 頻度 | 内容 | 備考 |
|-------------|---------|-------|------------|
| サイクロン集塵機 | 週 1 回程度 | 灰の取出し | ※ボイラに付属の場合 |
| 蓄熱タンク内の温度 | 毎日 | 確認 | |
| 配管等、缶圧力計の指示 | 毎日 | 確認 | |
| 排煙の状態 | 毎日 | 確認 | |
| 水面視窓の水位 | 毎日 | 確認 | |
| 熱計量計類の稼働状況 | 毎日 | 確認 | |
| 消火用水タンク | 毎日 | 充填確認 | ※ボイラに付属の場合 |

図表 93 バイオマスボイラ（チップボイラ）の管理における一般的な作業

| 作業項目 | 作業頻度 | 作業概要 |
|-------------------|-----------------|--|
| 燃料残量確認 | 適 宜 | 燃料製造元や供給元が休止している場合や施設によっては長距離で輸送しなければならない場合、1日に補給出来る回数が限られる。 このように即時に対応が出来ない場合は、施設の運営に支障を来たすため定期的な燃料残量の確認が必要となる。 |
| サイロ内燃料のならし作業 | 適 宜 | 通常のボイラ運転時において、燃料サイロからボイラへの燃料供給がストップしてしまうとトラブルの原因となるのでサイロ内の燃料をならす作業を行う場合がある。 ※バイオマス燃料は既存の化石燃料と違い固形燃料であるため、気候条件や冬期間の燃料形状により、燃料供給過程でのトラブルの原因となることが多い。 |
| 着火、消化 | 適 宜 | 着火に関しては、手動着火と自動着火があるが、手動着火の場合は、予め乾燥しているチップや紙くず等着火生の高いものを燃焼炉に投入し、自動運転に切り替わるまで炉内温度を上昇させることが必要となり、着火から安定運転まで3～4時間程度が費やされることが多い。 一方、自動着火のシステムに関しては、一部のバイオマスボイラメーカーでは標準で付属しているものやオプションで設置が可能である。自動着火と手動着火方式については、導入対象施設の運転方法やボイラの管理担当者の作業負担具合により判断する必要がある。 消火に関しては、一連のシステムスイッチをオフにすることで、燃料サイロからの燃料供給がストップし自動的に消化する仕組みになっている。ただしボイラをオフにしても燃焼炉内の火は、直ぐには消えずに燃えている状態であり、燃焼炉内の火が完全に消えるのは数時間を要する。 |
| 灰受けタンク交換 | 1～3日/回程度※1 | 灰受けタンクの交換は、通常は1～3日間で交換する場合が多い。ただし、木質バイオマス燃料の性状や使用量にもより作業量は大きく変動する。 |
| 灰掃除 (煙管、燃焼炉) | 適宜※1 (年1～2回) | 煙管掃除に関しては、機種によっては煙管に付着した灰をコンプレッサーで落とすシステムが搭載しているものとブラシ等を用いて手作業で落とす方式がある。 ボイラ内部の煙管掃除については、木質バイオマス燃料が完全燃焼していれば、それほど灰は発生しないため、年に数回程度の作業になる。しかし、木質バイオマス燃料の含水率が極端に高く、不完全燃焼の場合には数週間に1回の煙管掃除を要する場合もある。また使用する燃料によっては、ボイラ内部の炉内や煙管に灰が付着している場合があるため、ボイラを停止して掃除をする場合がある。通常はメーカーが行う定期メンテナンスで実施するため、緊急を要する場合のみが多い。 燃焼炉の灰掃除に関しては一般的に灰だし装置が搭載されていれば、炉内の灰が灰出しタンクに一定量たまると自動で作動する仕組みであり、外部コンテナに排出されるようになっている。燃料の灰分量によっては定期的な燃焼炉内の手動による掃除が必要となる。 |
| 冬季間の燃料搬入時の施設周辺の除雪 | 適 宜 (地域による) | 寒冷地など降雪量が多いとトラック等による運搬車両の通行や、燃料の投入作業に支障を来さないように施設周辺の除雪作業が発生する。そのため、燃料補給のタイミング等、計画的に燃料補給を行う必要が生じる。 |

※1:使用する燃料の含水率や性状によって、その回数は変動する。

(2) 木質バイオマス設備の清掃、灰処理対応

燃焼灰は、作業中に吸い込んだり目に入ったりすると鼻、喉、肺、粘膜等の炎症を引き起こすことがあるため、日常から防護対策が必要となる。燃焼灰が存在する環境下で働く場合は、基本的に防護用機材（ゴーグル、防塵マスク、防護被服）を装着することが望ましい。

通常は燃焼する木質バイオマス燃料に不純物（薬品、金属等）の混入がなければ、人体に影響するほどの問題はないとされている。また、開放空間で貯蔵されている灰は、数ヶ月後には埃っぽさがなくなり、水和物（湿気を含むため）となっていく特徴がある。不意なトラブルや緊急時に灰出し設備、貯留設備における焼却灰を取扱う際は、予め散水等による焼却灰等の加湿を行い、飛散、流出防止を徹底することや灰出し設備、貯留設備中の焼却灰等の飛散、流出防止を徹底することが求められる。

① 木質バイオマス燃焼による灰の分類

一般的に木質バイオマスを燃料とした燃焼灰とは、木質バイオマス専焼ボイラ^{※1}で燃焼させて生じた燃え殻^{※2}及びばいじん^{※3}を対象とされる。製材由来のものや林地残材からの木材等（塗料や薬剤などの化学物質により処理された木材、海中貯木された木材、家屋などの解体木材、砂礫付着が多い木材及び履歴不明な木材を除く。）を燃料用に加工したものがあげられる。

(ア) 粗く破碎した「木質チップ」

(イ) 木の樹皮や木部を粉碎した「おが粉」

(ウ) おが粉を成型した「木質ペレット」

(エ) 「薪」などの燃料用に加工したもの

(※1) 焼却炉タイプで燃焼中に外部から物が入られる投入口を有するものを除く。投入口を有する薪は薪以外の異物が全く混入しないものに限る。

(※2) 燃焼室やボイラー缶体の底部から排出される燃焼残留物(主灰)

(※3) ガス冷却室、再燃焼室、集塵装置などで捕集されたばいじん(飛灰)

木質バイオマスボイラの運転により発生する燃焼灰は、機器の構成上、火格子や第一次燃焼室で発生する主灰と、サイクロンで集じんされる飛灰、バグフィルターに捕捉されるフィルター飛灰の 3 種類に分類される。

図表 94 木質バイオマス燃料の燃焼から発生する灰の種類

| 灰の種類 | 概要 |
|---------|---|
| 主灰 | 火格子や一次燃焼室で発生する灰。固定床炉では樹皮が多く含まれると融点が低下し、クリンカーの発生や焼結を引き起こしやすくなる |
| サイクロン飛灰 | 排ガスと共に、細かい無機粒子状物質が運ばれ、二次燃焼室や燃焼室出口に置かれるサイクロンで除じんする部分の灰 5~50 μ m の粗い粒子 |
| フィルター飛灰 | 電気式的集じん機やバグフィルター（繊維性のフィルター）で除じんされたさらに細かい飛灰。主として 1 μ m 以下のエアロゾル（煙霧質）の粒子となる。効率の高いばいじん除去装置を設置しない小規模な燃焼設備では、この部分の飛灰は排ガス共に大気中に排出される。 |



② 燃焼灰発生量

燃焼灰は、木質バイオマス燃料の原材料主成分によって灰分量が変化する。樹木に含まれる配分は、木部で0.5%と少なく樹皮は2～10%で樹木間で差が大きい。樹皮のみの場合は樹皮自体の化学組成と石や土等の付着物により、灰分が多くなる傾向がある。

図表 95 木質バイオマス燃料の種類と灰分量

| 木質バイオマス燃料 | 灰分量 (重量%) |
|-----------|-----------------|
| 針葉樹 木部 | 0.4 (0.2～0.8%) |
| 広葉樹 木部 | 0.6 (0.2～1.1%) |
| 針葉樹 樹皮 | 3.1 (2.5～4.3%) |
| 広葉樹 樹皮 | 7.0 (3.4～10.8%) |

③ 燃焼灰の処理方法

木質バイオマスが燃料として利用される中で、薪、木質ペレット、木質チップを専焼で燃焼させて生じた焼却灰（塗料や薬剤を含む若しくは、その恐れのある廃木材又は当該廃木材を原料として製造されたペレット又はチップと混焼して生じた焼却灰を除く。）のうち、利用が確実でかつ不要物と判断されない焼却灰は有効利用することができる。なお、燃焼灰が廃棄物に該当する場合は、「廃棄物の処理及び清掃に関する法律（廃棄物処理法）」など関係法令に従って取り扱う。

■ 焼却灰に関する基本事項

1. 焼却灰（燃え殻（主灰）、ばいじん（飛灰））のうち、自ら利用や他人に売却できず不要となったものは廃棄物である。また焼却灰由来の製品が有効利用後に余り不要となった物も廃棄物となり、廃掃法など関係法令に従って取り扱う。
2. 木質バイオマス専焼ボイラから生じる焼却灰は、焼却灰の性状、排出の状況、通常取扱形態、取引価値の有無、占有者の意思等を総合的に勘案して客観的に判断した結果、廃棄物に該当せず、生活環境の保全上支障が無い利用が可能な場合は、自ら利用や他人への販売といった有効利用が可能である。

■ 焼却灰の有効利用者の責任

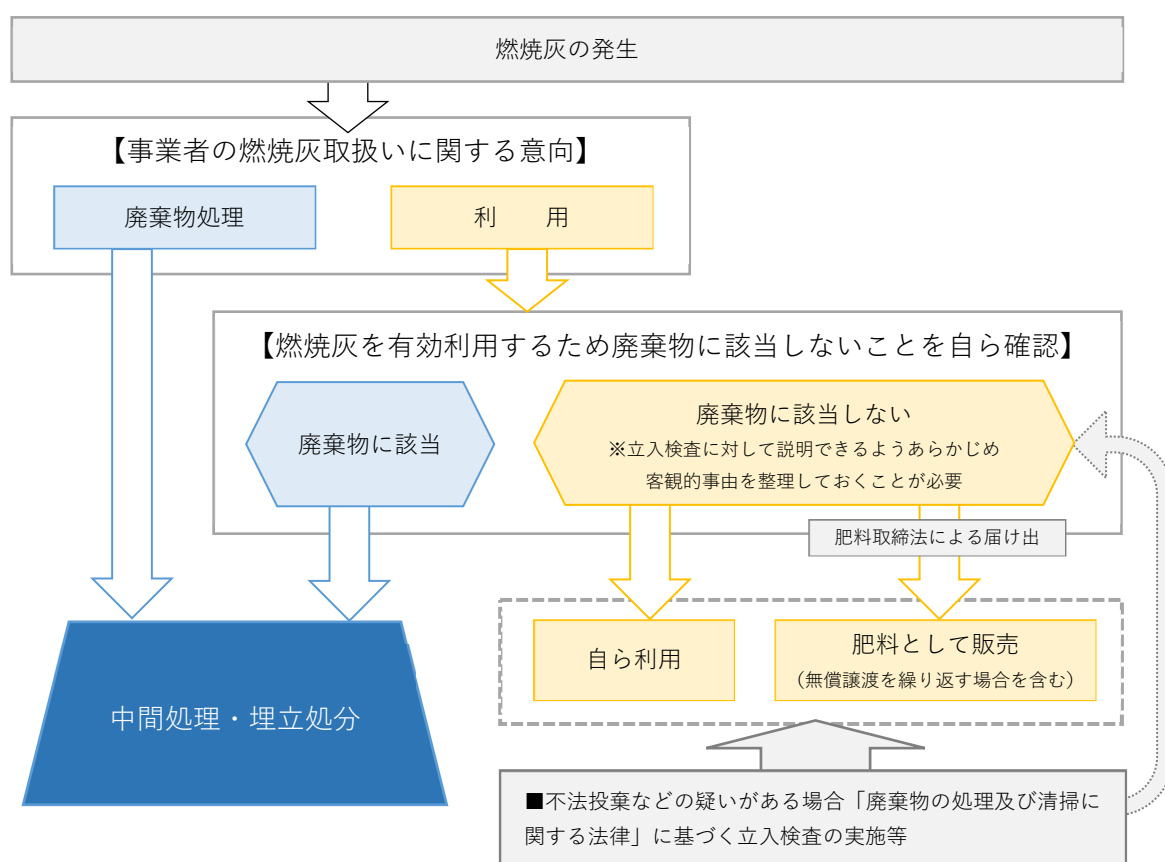
1. 焼却灰の有効利用者の瑕疵により、地域住民の生活環境の保全に支障を与えた場合は、焼却灰の有効利用者の責任において対応することになる。
2. 有効利用の目的と整合しない利用（過度な利用、目的外利用等）を行った場合は、廃棄物の不法投棄に該当する場合がある。

木質バイオマス燃料自体に不純物が混入されていなくても、燃料化や運搬、補給といった作業工程の中で異物が混入することも想定されるため、基本的に産業廃棄物処理の取扱いになる。灰の取扱いについては、行政によって法令上の制約を受ける場合があり、適切な処理方法について検討する機会を設け十分に協議を行うことが望まれる。

④ 木質バイオマス由来燃焼灰の利用方法

通常、燃焼灰を利用する場合は、化学的に未処理の木質バイオマス燃料から得られた灰だけとする必要がある。燃焼灰の性状としては、樹木は寿命が長く地中に存在しているカルシウム、マグネシウム、カリウム、リンといった植物栄養素とともに鉛やカドミウムなどの重金属類も貯めこんでいる場合があるので、有効利用する場合は次の事に留意します。

- ・ 重金属等の有害物質や汚濁負荷について焼却灰の性状等確認を行い、利用目的や製品基準に照らし生活環境保全上の支障が発生しない利用を行うことを焼却灰の排出者及び利用者双方が確認することが必要
- ・ 目的に応じた品質や製品基準等を満たす必要があるため、これらを分析結果により証することが必要
- ・ 他の物と混合して有害物質や汚濁負荷を希釈することは認められない。
- ・ 生活環境保全上の支障（悪臭、飛散及び地下浸透等）を生じさせる性状の有無を明らかにする。また、そのような性状がある場合は、生活環境保全上の支障を防ぐために必要な措置を自らの責任で行うこととし、その措置内容を明らかにする。
- ・ 大量に有効利用する場合は、廃棄物対策を行っている都道府県の担当部署（一般廃棄物は市町村）に連絡し利用方法などについて事前に確認する。
- ・ 燃え殻（主灰）には、植物の生育に有用な肥料成分が多く含まれるとともに、低沸点の重金属類である亜鉛、鉛、カドミウム、水銀は燃え殻（主灰）には、ごくわずかししか入らず、大部分はサイクロンとバグフィルターで捕捉されることから、農地等で融雪剤などに利用する際は燃え殻（主灰）だけを分別して利用すること。



図表 96 燃焼灰の有効利用にむけた取扱い（参考）

10. 用語の定義

(1) SI 接頭語

十進の倍量単位を作成するために、単一記号で表記する単位

| 接頭語の記号 | 名称 | 科学的記数法 |
|--------|----|--------|
| K | キロ | 10^3 |
| M | メガ | 10^6 |
| G | ギガ | 10^9 |

(2) 熱量・仕事エネルギー単位

| | MJ (メガジュール) | kWh (キロワット時) | kcal (キロカロリー) |
|------|-------------|--------------|---------------|
| MJ | 1 | 0.278 | 238.85 |
| kWh | 3.6 | 1 | 860 |
| kcal | 0.004186 | 0.00116 | 1 |

※1Jは1Wの仕事率を1秒間行ったときの仕事とも定義され1時間行った場合3.6MJ=1kWhとなる。

(3) エネルギー発熱量について

発熱量には、高位（総）発熱量と低位（真）発熱量があり、高位発熱量は一般的な熱量計によって測定された値で水蒸気の蒸発熱を含んだ発熱量をいう。一方、「高位発熱量」から水蒸気分の蒸発熱を減じた発熱量を「低位発熱量」というが水蒸気となって排気される発熱量は、回収システムを取り入れなければ利用出来ない。したがって、燃料の発熱量は「低位発熱量」を用いる。

(4) エネルギー源別標準発熱量 炭素排出係数について

| 対象エネルギー | 低位発熱量 (kcal) | 低位発熱量 (kWh) | 低位発熱量 (MJ) | 二酸化炭素排出係数 |
|------------------|---------------|-------------|--------------|----------------------------|
| 灯油 | 8,187 kcal/L | 9.5 kWh/L | 34.27 MJ/L | 2.49 kg-CO ₂ /L |
| A重油 | 8,775 kcal/L | 10.2 kWh/L | 36.73 MJ/L | 2.71 kg-CO ₂ /L |
| 木質チップ（針葉樹・水分35%） | 2,804 kcal/kg | 3.3 kWh/kg | 11.74MJ/ kg | - kg-CO ₂ / kg |
| 木質ペレット（全木） | 4,400 kcal/kg | 5.1 kWh/kg | 18.43 MJ/ kg | - kg-CO ₂ / kg |
| 針葉樹 薪（水分20%） | 3,589 kcal/kg | 4.2 kWh/kg | 15.02 MJ/ kg | - kg-CO ₂ / kg |

出典 「総合エネルギー統計 エネルギー源別標準発熱量 炭素排出係数(2020年1月31日改訂)」 経済産業省 資源エネルギー庁

※バイオマス資源のカーボンニュートラルの特性から、二酸化炭素排出は、0 kg-CO₂/ kg と定義する。

令和3年度（2021年度）
山形県再生可能エネルギー未利用熱等活用事業

ひらた悠々の杜アイアイひらた
木質バイオマスエネルギー事業化可能性調査報告書

2022年3月
やまがた自然エネルギー株式会社
株式会社板垣水道

SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS

