

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

株式会社庄司製材所
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	3
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	3
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	4
2. 株式会社庄司製材所 会社概要	11
2.1 「株式会社庄司製材所」会社概要	11
2.2 庄司製材所における製品及び木質バイオマス製品の資源生産量	18
2.3 庄司製材所 生産製品（保有資源）のエネルギー賦存量推計	19
3. バイオマス熱供給における木質バイオマス燃料概要	20
3.1 木質バイオマス燃料の仕様条件	20
4. 木質バイオマスエネルギーによる熱供給の検討	21
4.1 「地域熱供給」の概要	21
4.2 地域熱供給の成立条件	22
4.3 バイオマス熱供給事業の成立する要件	24
4.4 バイオマス熱供給の検討手法と留意点	25
5. 木質バイオマスエネルギーによる熱供給モデルの検討	28
5.1 木質バイオマスシステムの余剰熱を活用した熱供給可能性の検討	28
5.2 バイオマス熱供給モデルケースの検討【モデルケース1】	29
5.3 バイオマス熱供給モデルケースの検討【モデルケース2】	37
5.4 木質バイオマス熱供給による導入効果検証【経済性・環境性】	44
6. 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	48
6.1 木質バイオマス熱供給によるエネルギーサービス事業の検討	48
6.2 木質バイオマス熱供給によるエネルギーサービス事業展開イメージ・体制モデル	53
7. 関連法令調査	54
8. 国庫補助事業	56
9. 参考情報	63
9.1 木質バイオマス原料とチップ燃料特性	63
9.2 チップ燃料特性	64
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の検討	66
9.2 木質バイオマスエネルギー利活用技術	68
9.3 木質バイオマスによる熱供給形式と形態	76
9.4 木質バイオマス関連設備の運転管理について	78
10. 用語の定義	83

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	・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	・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	・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り、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こっている。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。

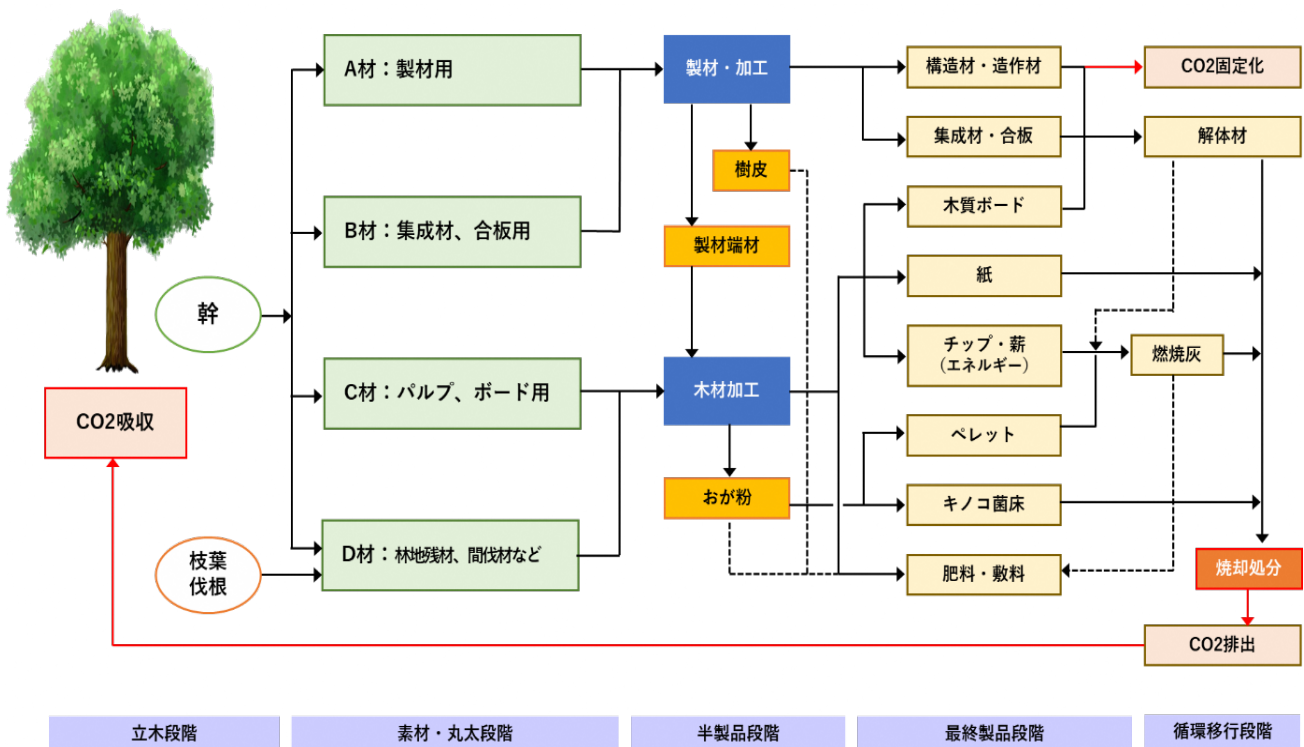
図表 2 木質バイオマスエネルギーの地産地消推進で目指すSDGsの6つの目標

 <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 パートナリシップで 目標を達成しよう</p>	<p>17. パートナリ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。

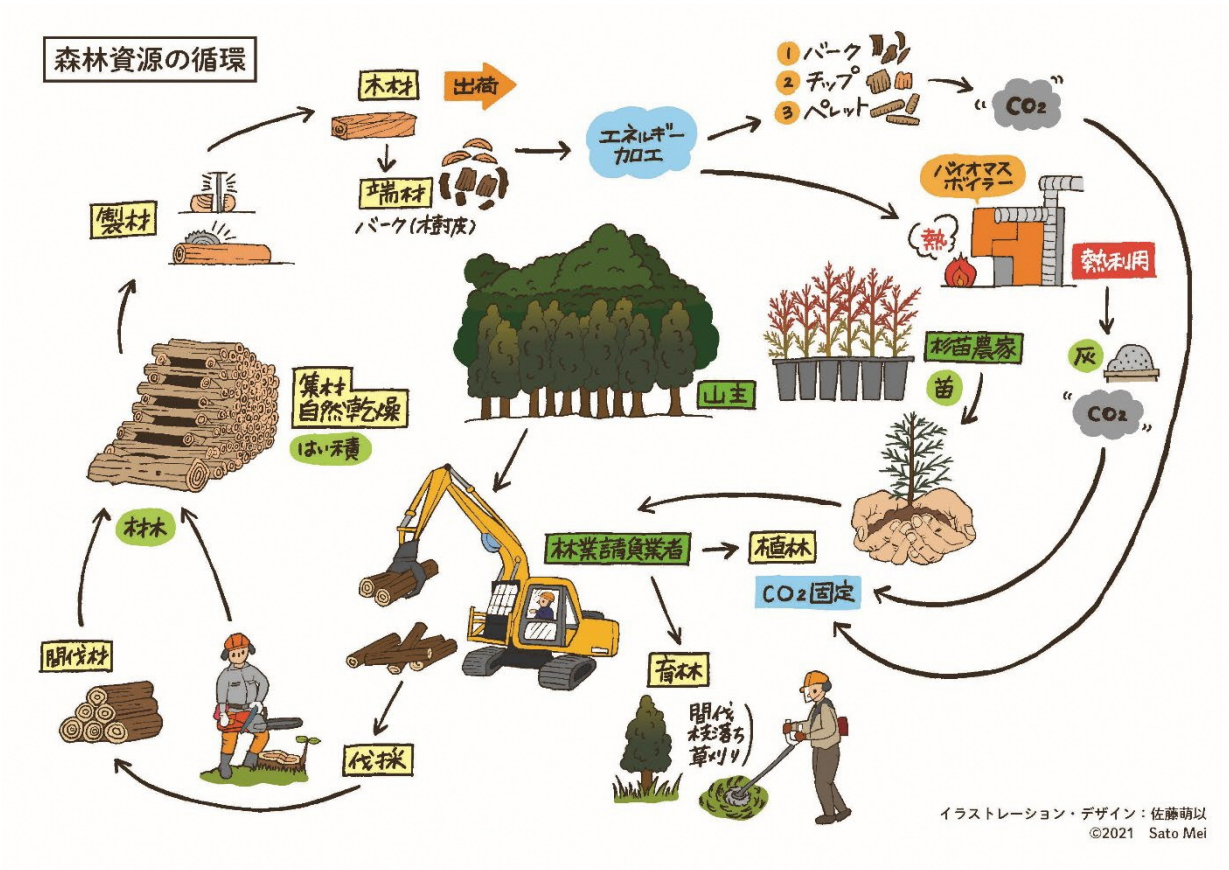
木材をカスケード（多段階）利用するためには、立木の段階から循環移行段階までの一連の利用体系を念頭に取り組んでいく必要があります。森林資源のカスケード（多段階）利用の基本的な流れは下記のとおりです。



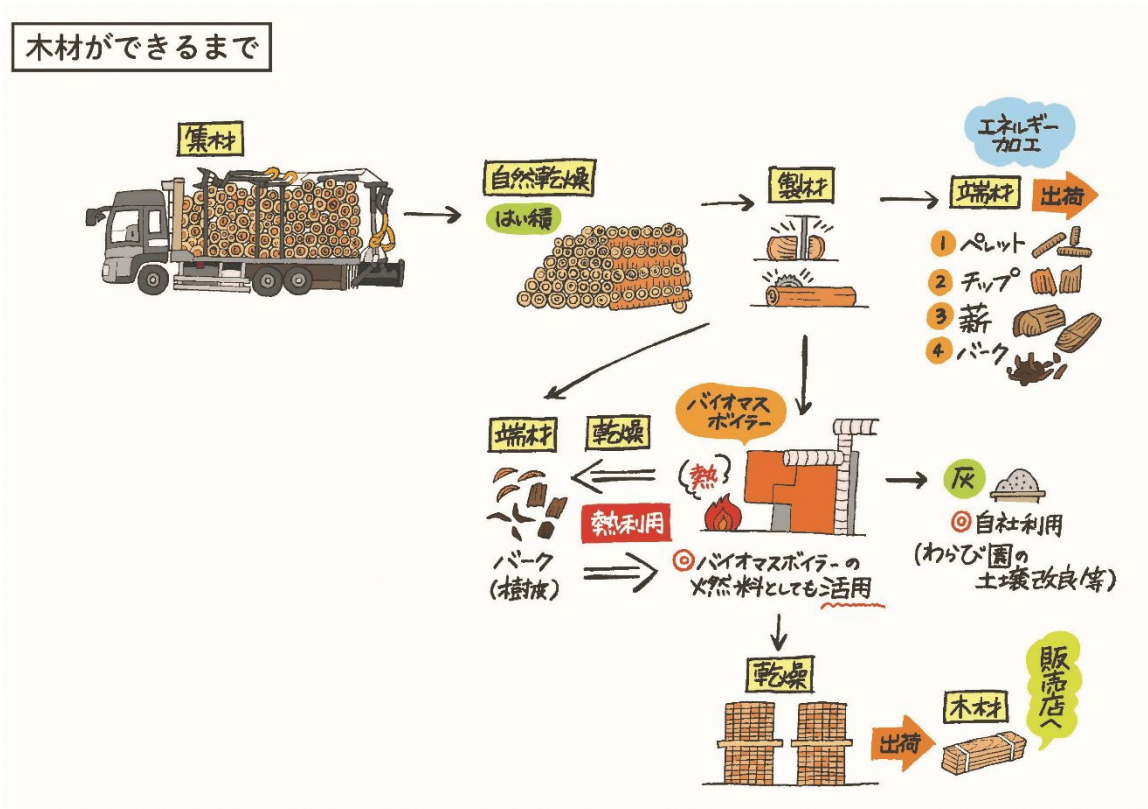
図表 3 森林資源のカスケード（多段階）利用の基本フローイメージ

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。



図表 4 庄司製材所の取り組む森林資源の循環（イメージ）



図表 5 庄司製材所の取り組む木材加工と熱利用方法（イメージ）

1.2.4 「地域内エコシステム」事業の構築へ

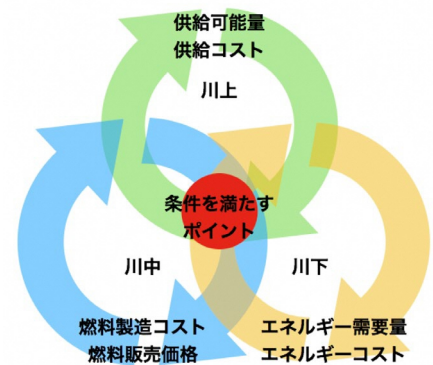
木質バイオマスエネルギーの利用推進に当たっては、地域の森林資源を再びエネルギー供給減として見直し、地域活性化につながる適正コストのエネルギー利用を図ることが課題となっている。

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。

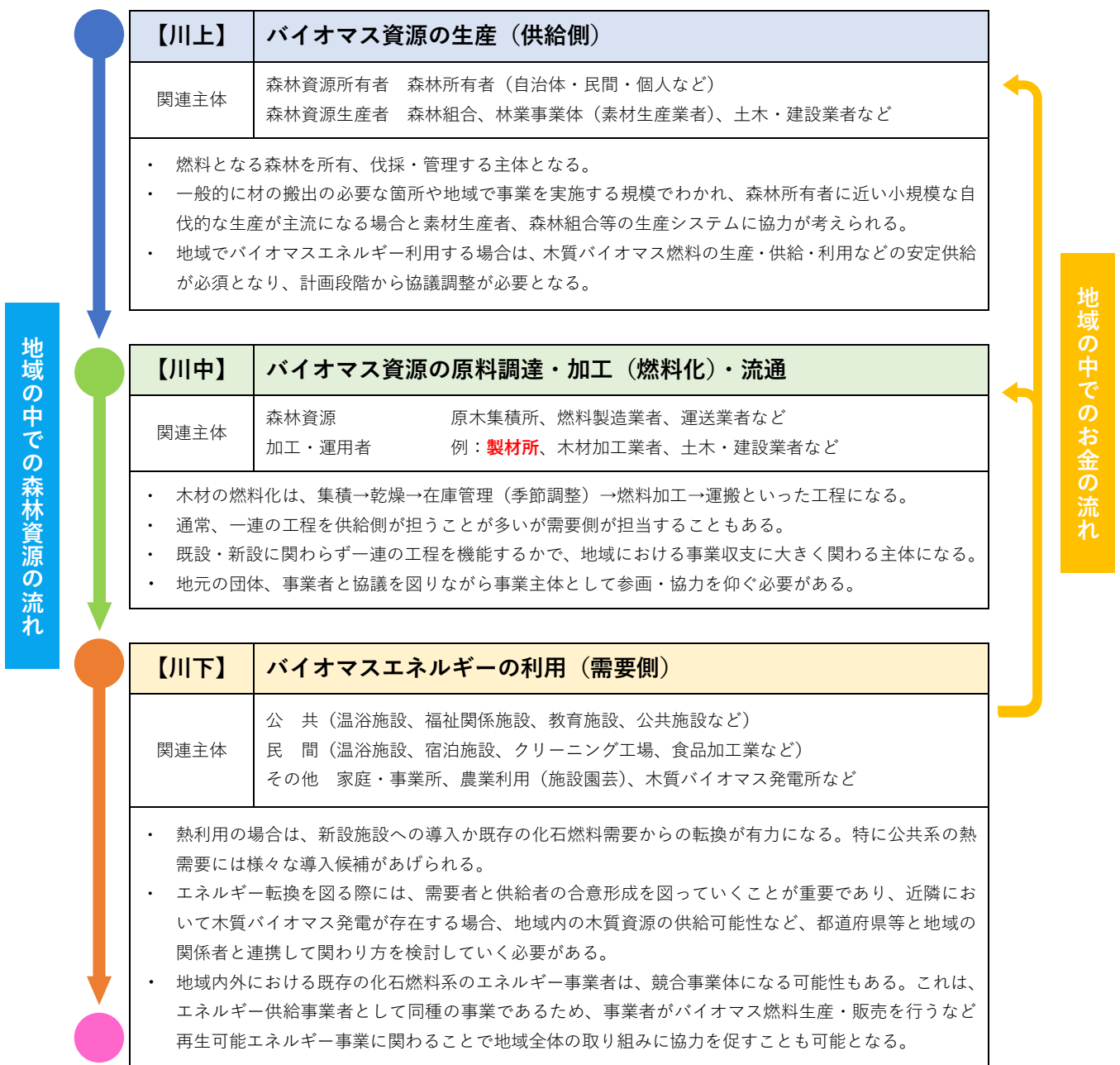
川下の関係者

- 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り組み、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. 株式会社庄司製材所 会社概要

2.1「株式会社庄司製材所」会社概要

対象施設「株式会社庄司製材所」は、良質な国産材を大量に確保し、関東を中心に出荷。近代的な製造システムの自動化により、短納期でお客様のニーズに対応している。取扱い商材は、乾燥材、プレーナー加工、ホームセンター向けの高付加価値製品も多量製造も可能で、工程からの副産物もきのこ栽培材料や、樹皮及び木屑はバイオマス燃料として乾燥利用している。

図表 6 株式会社庄司製材所 事業概要

施設名称	株式会社庄司製材所
住 所	山形県最上郡真室川町大滝 108-2
設 立	1986年3月10日（創業1976年）
代 表	代表取締役 庄司 和敏
資本金	2,000万円
従業員数	79名（2021年12月1日現在）
関係施設・工場	<ul style="list-style-type: none"> ① 本社工場（真室川町） ② のぞきわらび園 ③ 及位中学校工場（真室川町及位） ④ 大滝 West 工場（真室川町大滝） ⑤ 釜淵工場（真室川町釜淵） ⑥ ウッドトラス金山（金山町） ⑦ ウッドショップマルエス新庄店（新庄市） ⑧ 泉田KD材製品チップ倉庫（新庄市泉田） ⑨ ウッドショップマルエス庄内店（酒田市） ⑩ ウッドショップマルエス天童店（天童市） ⑪ マルエスダイニング（真室川町大滝） ⑫ 大滝パーク乾燥施設
原木仕入れ先	<p>国産材 100% 杉（スギ）</p> <ul style="list-style-type: none"> ・東北森林管理局 ・最上広域森林組合（山形県最上地域） ・雄勝広域森林組合（秋田県） ・山形県森林組合連合会 ・秋田県森林組合連合会 ・北日本索道株式会社 ・その他 <p>採算性の観点から製材所を中心とした 150km 圏内からのみ原木を仕入れ。エリア内の原木は、小・中・大径木から低質材まで全てを取り扱う生産体制を整えている。エリア内すべての原木を製材し、おがくずやチップ、パークに至るまで無駄なく活用し山側も安心して伐採でき再生林を進めることが可能。注文に素早く応えるためにさまざまなサイズの原木をストック。常に約半年分の在庫を確保。相場価格の変動に左右されずに原木の仕入れが可能となり、安定的な供給を実現。仕入れた原木はパーク（樹皮）をばき保管することで虫害や腐食を防ぎ、乾燥することで品質の安定している。</p>
製材事業の特徴	<p>大型工場により羽柄材専門製造。羽柄材は種類が多く地域や取引先によって求める寸法が異なる。ニーズに細やかに応えるため注文に合わせて丸太を挽いている。6 尺材での利益確保のため設備投資を行って工業化を進めた。</p> <p>変化する市場のニーズに応え続けるためエリア内の原木を持続的に消費することができないため、特定の製品を大量に製造するのではなく、多品種少量生産を徹底。大量生産に適した「ライン生産方式」ではなく、数人のチームで作業を完結させる「セル生産方式」を採用。</p> <p>会社全体で計 10 本の製造ラインを保有。メインの製材機として台車 4 機、ツインバンドソー6 機、鋸幅を自在に変えられるバリュアブルギャングソー4 機が稼働。大径材にも対応しており、径 50cm まで挽くことができるツインバンドソーを備えているが、無節の材をしっかりとるために径 40cm 以上の木材は丁寧に台車で挽く形式をとっている。</p>



⑤ 株式会社 庄司製材所

【本社】

〒999-5603 山形県最上郡真室川町大字大滝108-2
TEL.0233-66-2032 FAX.0233-66-2123

【ウッドトラス金山】

〒999-5405 山形県最上郡金山町大字上台336-1
TEL.0233-52-3988 FAX.0233-52-3985

【釜淵工場】

〒999-5604 山形県最上郡真室川町大字釜淵字塩地谷地782-6
TEL.0233-65-8075 FAX.0233-65-8076

【及位中学校工場】

〒999-5603 山形県最上郡真室川町大字大滝64-1
TEL.0233-66-2566

【大滝West工場】

〒999-5603 山形県最上郡真室川町大字大滝337-1

【ウッドショップマルエス新庄店】

〒999-5103 山形県新庄市大字泉田往還東216
TEL.0233-25-2261 FAX.0233-25-2551

【ウッドショップマルエス天童店】

〒994-0022 山形県天童市大字貫津2267
TEL.023-666-7657 FAX.023-651-4130

【ウッドショップマルエス庄内店】

〒998-0104 山形県酒田市広栄町2丁目111-11
TEL.0234-43-1617 FAX.0234-92-4717

図表 7 株式会社庄司製材所 所有工場・店舗施設位置 (会社概要パンフレット)

(1) 庄司製材所 本社工場（山形県真室川町大字大滝）



▲第二工場



▲第三工場



▲第四工場



▲第五工場



▲第六工場



(2) ウッドトラス金山 (山形県金山町大字上台)



▲第一工場

▲第二工場



▲バイオマスボイラー・乾燥室

(3) 釜淵工場 (山形県真室川町大字釜淵)



▲第一工場

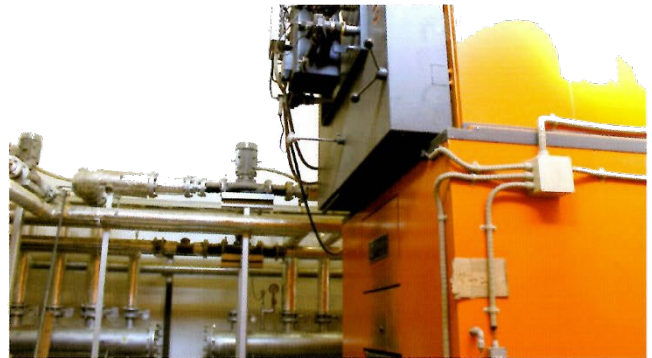


▲第二工場

▲第二工場 (バイオマスボイラー)

▲乾燥室

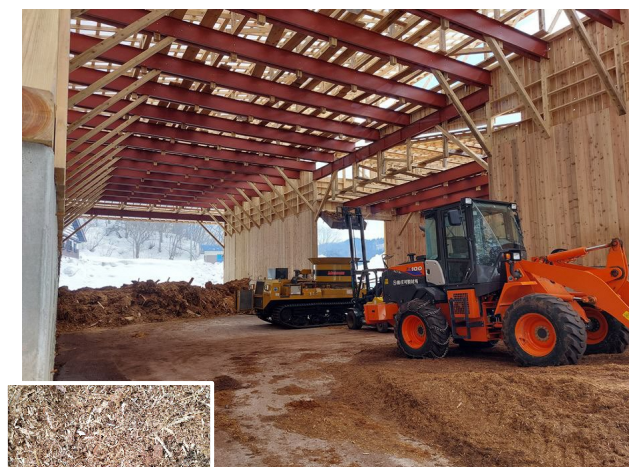
(4) 及位中学校工場



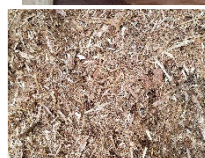
(5) 泉田KD材製品チップ倉庫（新庄市泉田）



(6) 大滝パーク乾燥施設



※バーク（樹皮）破碎・チップ化・乾燥ライン



(7) 大滝 West 工場 (山形県真室川町大字大滝)



※チップ (切削) 製造ライン



※ペレット製造ライン

2.2 庄司製材所における製品及び木質バイオマス製品の資源生産量

2021年度基準によると、庄司製材所の原木取扱量は84,000m³/年となっている。このうち原料や素材の投入量に対し、実際に得られた生産数量の割合となる歩留まりは約0.5（50%）となり、生産材数は約42,000m³/年となる。残りの「製材端材」による製品となるものは、チップが48,000m³となり、そのうち、生チップ32,000m³（チップ生産割合約65%）、準乾燥チップ16,000m³（チップ生産割合約35%）と推計され、ペレット約500トンとなっている。その他にも、おが粉、薪などが生産されている。また、樹皮（バーク）に関しては、原木取扱量のうち重量割合が10%とすると、年間6,000トン、そこから生産される樹皮（バーク）チップは、約40,000m³と推計された。これら生産材および木質バイオマス資源が、取扱い可能な資源賦存量となる。

図表8 庄司製材所 原木取扱量および生産製品量（2021年度）

原木・加工品など	数量・単位	備考（取扱条件）
原木	84,000 m ³ /原木	年間の原木取扱量（2021年度） ※原木基準 700 kg/m ³ （スギ水分 50~55%）
生産材数（木製品）	42,000 m ³ /生産材	歩留り約0.5（ヒアリングより設定）
製材端材	42,000 m ³ /製材端材	歩留り約0.5（ヒアリングより設定）
チップ（製材端材系）	48,000 m ³ /チップ	※製材端材の内チップ生産割合約40% ※製材端材→チップ比率2.8
生チップ	32,000 m ³ /チップ	出荷先：製紙工場用など（水分50%） ※製材端材系の生産チップの内、約65%相当
準乾燥チップ	16,000 m ³ /チップ	出荷先：公共施設エネルギー用など（水分30%） ※製材端材系の生産チップの内、約35%相当
ペレット	500 トン/ペレット	年間ペレット生産量（2021年度） 出荷先：関連店舗、公共施設など
おが粉、薪など		出荷先：畜産業者、ホームセンターなど
樹皮（バーク）	約6,000 トン/樹皮	※樹皮発生率原木重量の1割相当で推計 ※樹皮（バーク）基準 300 kg/m ³ （水分50~55%）
樹皮（バーク）チップ	約40,000 m ³ /樹皮チップ	出荷先：畜産業者、自社の木材乾燥用利用エネルギーなど ※樹皮（バーク）→樹皮（バーク）チップ比率2.0



（参考）泉田KD材製品チップ倉庫（新庄市）

木材商品

① 1x4 住宅用建築下地材。特に、壁下地等に多く使用されます。
製造サイズ
3650 × 90 × 13
3650 × 90 × 15
3650 × 90 × 18
3650 × 105 × 18
3650 × 105 × 21

② 胴縁 住宅用建築下地材。特に、壁下地等に多く使用されます。
製造サイズ
3650 × 42 × 13
3650 × 45 × 15
3650 × 45 × 18
3650 × 45 × 21

③ 角材 住宅用建築下地材。特に、柱や構造材に多く使用されます。

④ KDプレーナー材 住宅用建築下地材。特に、天井下地等に多く使用されます。

木質バイオマス商品

① 木質チップ

② 木質ペレット

③ バーク(樹皮)

④ おが粉

⑤ 薪(広葉樹)

⑥ 焚き木(杉)

2.3 庄司製材所 生産製品（保有資源）のエネルギー賦存量推計

庄司製材所の生産製品（保有資源）について試算条件（図表9）より、エネルギー賦存量推計を行った。

エネルギー賦存量推計結果として、生チップ 49,896GJ（灯油 1,460,000L 相当）、準乾燥チップ 24,765GJ（灯油 730,000L 相当）、樹皮（バーク）チップ 93,129GJ（灯油 2,720,000L 相当）、9,209GJ（灯油 269,000L 相当）となり、保有資源エネルギー賦存量の合計は、176,999 GJ となり、化石燃料（灯油）相当では、5,179,000L が見込める。

なお、庄司製材所の生産製品（保有資源）より、実際にエネルギー先としての利用可能量は、推計されたエネルギー賦存量から、自社製品の販売・注引量により変動する。

図表9 生産製品（保有資源）のエネルギー賦存量 試算条件

対象燃料	条件	数値	単位	備考
生チップ	1m3 当たり重量	231	kg/m3	水分 50~55%
	発熱量	8.4	MJ/kg	
準乾燥チップ	1m3 当たり重量	165	kg/m3	水分 35%
	発熱量	11.7	MJ/kg	
樹皮（バーク）チップ	1m3 当たり重量	300	kg/m3	水分 35%
	発熱量	11.5	MJ/kg	
ペレット	1m3 当たり重量	650	kg/m3	水分 8~10%
	発熱量	18.4	MJ/kg	
化石燃料（灯油）	発熱量	34.8	MJ/L	

図表10 庄司製材所 生産製品（保有資源）のエネルギー賦存量推計

対象 保有資源	保有資源量	保有資源 エネルギー賦存量	化石燃料相当量 (想定：灯油)
生チップ	20,000 m3	49,896 GJ	1,460,000 L 相当
準乾燥チップ	16,000 m3	24,765 GJ	730,000 L 相当
樹皮（バーク）チップ	40,000 m3	93,129 GJ	2,720,000 L 相当
ペレット	500 トン	9,209 GJ	269,000 L 相当
	計	176,999 GJ	5,179,000 L 相当

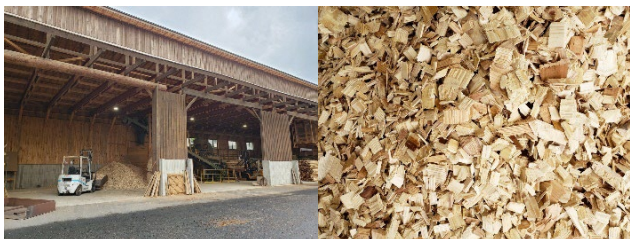
3. バイオマス熱供給における木質バイオマス燃料概要

3.1 木質バイオマス燃料の仕様条件

当計画にあげているバイオマスエネルギーの未利用熱の利用される際のエネルギー源となる燃料チップは、以下の通りとなる。

図表 11 庄司製材所 木質チップ燃料の概要と燃料特性

チップ形状	取扱原料	生産箇所	生産供給元	水分率	燃料価格 (目安)	バイオマスボイラとの適性 燃料評価
生チップ 準乾燥チップ 切削式	製材 端材	庄司製材所 ・金山工場 ・釜淵工場 ・大滝 West 工場 ・及位工場	生産拠点 ：金山町 ：真室川町 チップ保管場 ：新庄市 ：金山町 ：真室川町	水分 35% (乾燥済)	約 3,000 円/m ³ (運賃込)	<ul style="list-style-type: none"> ・製材端材から生産。形状が切削式で均一 ・生チップは主に製紙工場用に出荷しており水分 40%前後。 ・準乾燥チップは水分 35%以下でチップ性状が安定。バイオマスボイラでも小・中規模のシステム適正有あり ・燃料価格が安価で運搬費込み価格であり安定
樹皮 (バーク) 破碎式	樹皮	庄司製材所 ・大滝工場 ・及位工場	生産拠点 ：真室川町及位 ：真室川町大滝 チップ保管場 ：新庄市泉田 ：真室川町大滝	水分 35% (乾燥済)	約 3,000 円/m ³ (運賃込)	<ul style="list-style-type: none"> ・原木管理の際に、剥いだ樹皮より破碎工程を経て生産されたチップ ・中規模・大規模向け機器適正有あり



図表 12 大滝ウエスト工場 (真室川町大滝)



図表 13 大滝バーク乾燥施設 (真室川町大滝)



図表 14 チップ運搬車 (積載 20m³)



図表 15 樹皮 (バーク) 運搬の様子

4. 木質バイオマスエネルギーによる熱供給の検討

4.1 「地域熱供給」の概要

地域熱供給とは1カ所または数カ所の熱供給設備（プラント）から冷水・温水・蒸気などの熱媒を、導管を通して複数の建物等に供給し、冷房・暖房・給湯などを行う事業を指す。

この中で複数の建物等に熱を供給し、加熱能力 21 ギガジュール/時以上の規模を持つ事業は「熱供給事業法」が適応される。個々の建物での熱源設備に比べて、下記の特徴を有する『地域熱供給』は、優れた省エネルギー性、環境保全性、防災性に加え、地域都市や事業継続地区の構築に寄与できる熱エネルギー供給システムとして期待されている。

図表 16 「地域熱供給」6つの効果 —求められる地域づくり—

1 省エネルギー	<ul style="list-style-type: none">• エネルギーの面的利• 未利用エネルギー、再生可能エネルギー活用• ネットワーク活用による需要、供給側を連携した最適運転管理
2 地球温暖化対策	<ul style="list-style-type: none">• 化石燃料の消費削減• フロン漏えい量の減少に貢献
3 エネルギーの安定供給	<ul style="list-style-type: none">• エネルギー情勢への柔軟な対応• エネルギーコストの軽減対策化
4 地域防災・非常時対応	<ul style="list-style-type: none">• 事業継続計画、地域活動計画に貢献• コージェネレーションシステムによる電力、熱の継続供給• 蓄熱槽の水を防災・生活用水に活用
5 付加価値の創出	<ul style="list-style-type: none">• スペースの有効活用（機械室等のコンパクト化等）• 施設設備運転の人的の省力化

4.2 地域熱供給の成立条件

我が国における地域冷暖房は、昭和 45（1970）年に大阪の千里丘陵で開催された日本万国博覧会並びにその隣接する千里中央地区において熱供給が開始されたのが最初であり、昭和 47（1972）年には、熱供給事業法が制定され、公益事業として、本格的な地域冷暖房の歴史が始まっている。

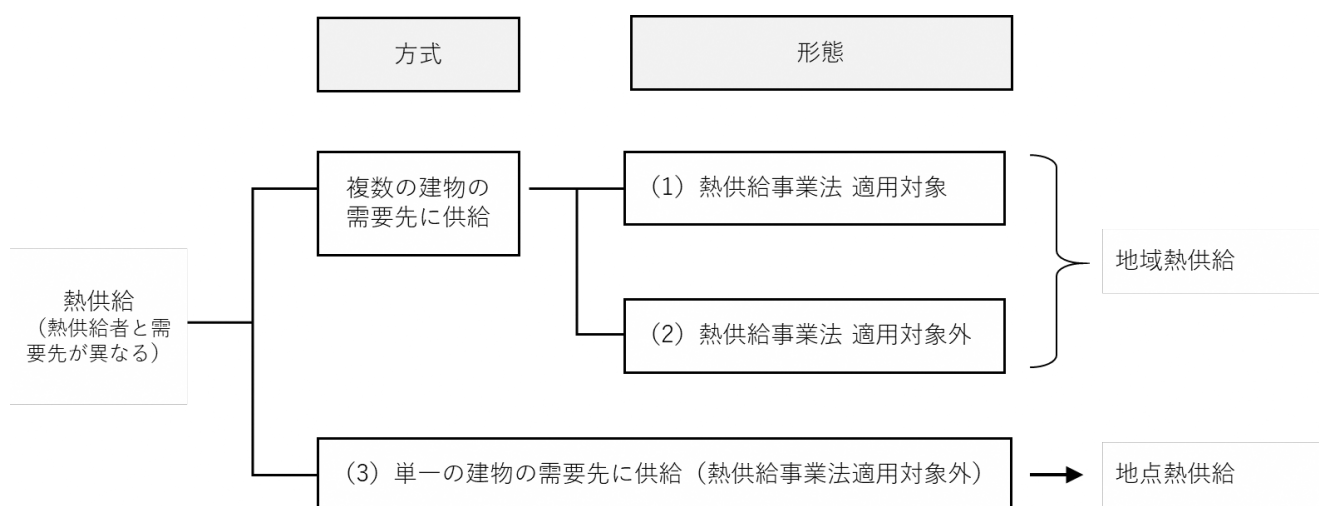
現在は、地域暖房が導入された昭和 45 年（1970 年）当時のエネルギー事情とは異なり、地域冷暖房の意義と導入効果は、非常に多岐にわたっており、今日では省エネや省 CO2 などのエネルギー及び環境問題があり、地域冷暖房のシステムには、再生可能エネルギー・未利用エネルギーの活用や熱効率を向上させるシステムの構築が重要となっている。

（1）熱供給形式と形態

本計画で検討している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」と区分されます。なお、地域熱供給の内、熱供給事業法が適応される形態と適応されない形態に分けられる。これは熱供給事業法の成立条件によって分けられる。



図表 17 熱供給の方式と形態区分

本計画の検討している熱供給事業は、事業主体や規模から、熱供給事業法の適応外となる「地域熱供給」「地点熱供給」が想定される。

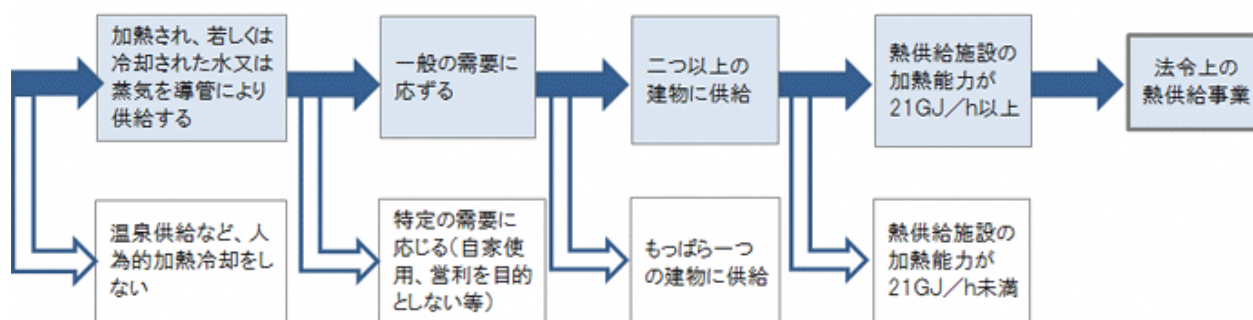
(2) 熱供給事業法

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指す。

「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。なお、地方公共団体が実施する場合は本法には該当しない。

① 熱供給事業の成立要件

熱供給事業法の第2条において、「熱供給」と「熱供給事業」の定義を行っている。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。



② 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ります。

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です。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ります。

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ことです。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）。

4.3 バイオマス熱供給事業の成立する要件

熱供給事業を成功させるためには、対象候補となるエリアの特性と事業の特性について、要件を満たすことが求められる。

図表 19 バイオマス熱供給事業の成立するための成功要件

特性区分	要件	概要
エリア特性	最大及び年間熱需要密度が高い	熱需要密度が高いと効率の良い設備投資、熱輸送が可能となる
	対象施設の先行的整備を少なく抑えることができる	段階的に負荷が増加する場合には、建設投資額と熱販売量が並行的に増加することが望ましい
	対象施設の計画的な建設及び供用開始ができる	当初の計画通りに地区の開発・整備が行われ、それにより適切な設備投資計画や熱販売計画が可能となる
	供給開始年から最終的な需要発生年までの期間が短い	熱需要が段階的に発生する場合には、需要定着期間が短いことが望ましい(1～3年が理想、5年以内が望ましい)
	適正なエネルギー源が得られる	安価なエネルギー源(原燃料)を使用できる
事業特性	適切な事業主体により事業化が進められる	地域特性や事業特性に適合した事業主体によって、事業が展開できる
	地方公共団体等の理解と協力が得られる	事業者、需要家等多数の関係者の調整・指導、各種許認可等のため、自治体の支援が不可欠である
	熱需要家の要求に応え得る事業が行える	需要家の納得する料金設定、サービス提供が可能である
	資金調達が適正に行える	多額の先行投資を必要とするため、金利負担が過大とならないような資金調達が必要である
	適正なプラント計画、配管計画、熱販売計画が立てられる	事業主体が実行可能な精度の高い計画を立案、実施できる

4.4 バイオマス熱供給の検討手法と留意点

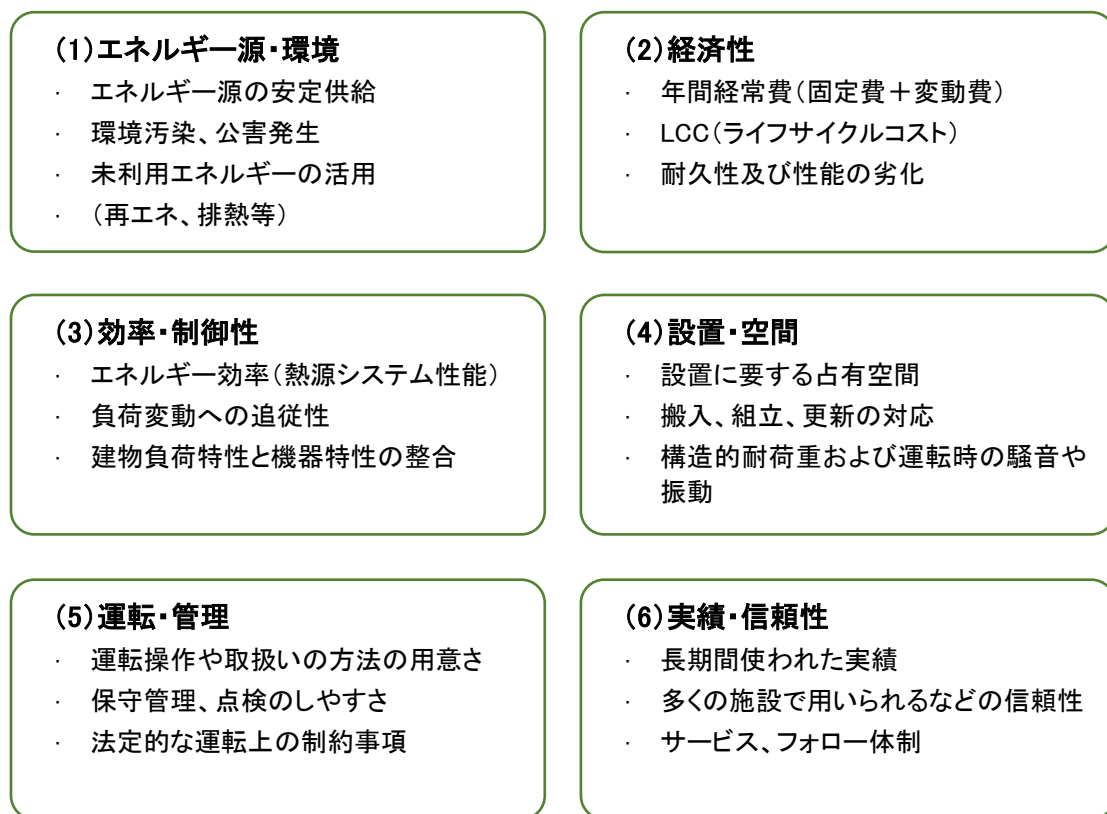
バイオマス熱利用システムによる持続可能な熱供給事業の実現に向けて、エネルギー変換システム検討すべき項目は、次のとおりと考えられる。

4.4.1 バイオマス熱利用システムにおける熱供給検討の要点

バイオマス熱利用システムにおける熱供給する上での熱源方式は、建物の用途、規模などの特性に加えて、建物外の社会的な要因を検討、分析することによって選定することが求められる。

この選定にあたってはエネルギー源と機器の観点から考える必要があり、留意すべき要点は以下の通りとなる。

図表 20 バイオマス熱供給事業の成立するための留意点



以上のように、いろいろな特性から熱源方式の評価を行い選定することになる。

4.4.2 バイオマス熱利用システムにおける熱供給の検討手法

(1) バイオマス熱利用システムにおける熱供給システムの種類と選定方法

バイオマス熱利用システムにおける熱供給に向けて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リスクが高くなる。

また、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。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り、運転開始後の保守点検やトラブル対応まで見据えると、各システムを取扱う業者の事務所や出張所、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な情報となる。

① バイオマス熱利用システムにおける熱供給の長所・短所

一般的に、熱利用施設に供給される熱媒体としては、蒸気および温水となるが、熱利用施設の熱需要や配管距離、配管敷設方法、建設費、維持管理等を総合的に検討して、その熱媒体を選定する必要がある。なお、今回検討しているバイオマスボイラによる熱供給に関しては、温水として熱供給に利用される。

図表 21 バイオマスボイラによる熱供給形態と長所・短所

エネルギー	エネルギー変換等設備	輸送・利用形態	長 所	短 所
熱	バイオマスボイラ	温 水	需要先が独自に持つべき設備が少ない	長距離の場合熱ロスが発生する 配管の敷設工事に制約がある

図表 22 バイオマス関連システムの熱エネルギー供給形態特性

項目	蒸気	高温水	温水
熱媒体温度	蒸気条件により決定	120°C以上	100°C未満
輸送熱量	大	大	中
熱損失	大	大	中
送達距離	温水に比べ短い	蒸気に比べ長い	蒸気に比べ長い
用途	工場用プロセス熱源 冷暖房・農業ハウス等	同左	暖房・給湯
熱負荷応答性	温水に比べ負荷変動吸収小	蒸気に比べ負荷変動吸収大	蒸気に比べ負荷変動吸収大
熱伝達特性	熱交換器伝熱面積小	熱交換器伝熱面積中	熱交換器伝熱面積大
蓄熱性	難	蒸気に比べ良	蒸気に比べ良
保守管理	温水に比べ煩雑 (ブロー・水質管理等)	蒸気に比べ容易	蒸気に比べ容易

(2) 事業規模、熱供給手法の選定検討

バイオマス熱利用システムにおける熱供給においては、自社利用しているところから、他への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。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となる。

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、年間のエネルギー供給量を考慮すればよいが、特に熱供給をともなう事業の場合は、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。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る。そのため、産業等へのエネルギー供給事業を行う場合、地域の熱供給先候補と、それらの熱需要量について、詳細に調査を行う必要がある。

熱利用は、立地条件に大きく依存するため、運転開始時点から余剰熱を無駄なく利用するシステムを構築することは難しいのが実情である。また、季節によってもエネルギー消費量変動するため、これらを考慮したうえで熱供給量を評価することが重要です。

◎留意点 <バイオマス熱供給による熱供給の規模>

- 事業実施地域の熱の供給先候補を把握し、需要量や品質、化石系燃料からの燃料転換ニーズ、周辺インフラ等に応じて供給先候補を絞り込み、調整を行うことが重要です。

(3) バックアップシステムの検討

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ます。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、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す。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ます。施設等へエネルギー供給を行う場合、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の低減につながります。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ります。

◎留意点 <バイオマス熱利用システムにおける熱供給の優先検討対象>

- 熱供給のバックアップ設備としては主に重油や灯油、ガスなどの化石燃料ボイラが用いられる。熱供給元の事情によっては、外部供給の際はバックアップ設備を保有することが望ましい。
- 既存施設への熱供給する場合、施設の既存のボイラ設備を廃棄せずに敷地内にバックアップ設備として置いておくことで、初期投資を削減することができる。

5. 木質バイオマスエネルギーによる熱供給モデルの検討

5.1 木質バイオマスシステムの余剰熱を活用した熱供給可能性の検討

今回の熱供給の検討においては、庄司製材所釜淵工場のチップボイラ 1500kW より、自社の樹皮（バーク）チップを燃料とした釜淵工場内の余剰熱を活用したバイオマス熱供給を想定して、モデルケースの条件の熱需要規模、時期・時間帯を踏まえて事業検討を行った。バイオマスボイラ 1500kW による未利用熱を活用した熱供給の検討として下記のようなモデルケース 1（真室川町型住宅モデル群 | 住宅 8 棟）、モデルケース 2（複合施設、融雪 2000m²）を設定して、熱供給のシステム及び、概算事業費を算出した。

図表 23 バイオマス熱供給（余剰熱）を活用した各施設への熱供給可能性検討モデル

熱供給候補モデル	熱需要対象	熱需要条件(想定)	熱利用 時期・時間帯	熱供給事業化 評価・考察
モデルケース 1 真室川町型住宅 モデル群	真室川戸建住宅 30 坪(100m ²)×8 棟	熱需要(最大) ・暖房・給湯 80~100kW	年間 365 日 エネルギー対象 :暖房・給湯など	◆住宅用途(想定) ・核家族用住宅、一部レンタルハウス、商店 (マルシェ)機能など ・真室川産木材を活用した若者・移住者向け ・コンパクト機能 ・熱利用システム:パネルヒータ、給湯タンク等 ◆住宅性能(設定) ※地域区分 : 3 地域(真室川町) ・HEAT20(G2 グレード) 相当 ・UA 値 0.34W/(m ² ・K) ・C 値 1.5
モデルケース 2 複合施設	複合施設 400 坪(1,320m ²)	熱需要 計 130kW(最大) ・暖房 50kW(最大) ・給湯 80kW(最大)	年間 365 日 エネルギー対象 :暖房・給湯 温水加温など	◆施設用途(想定) ・多目的ホール(集会・冬期運動スペース) ・コミュニティスペース・温浴場 など ・熱利用システム:パネルヒータ、給湯タンク等 ◆住宅性能(設定) ※地域区分 : 3 地域(真室川町) ・HEAT20(G1 グレード) 相当 ・UA 値 0.5W/(m ² ・K) ・C 値 1.7
モデルケース 2 敷地融雪	敷地内融雪 ・融雪面積 約 2,000m ²	熱需 500kW 相当	冬期間(降雪時期) 年間延 70 日程度 降雪時(常時)	・融雪負荷 250~300W/m ²



図表 24 バイオマス熱供給モデルケース検討対象地 庄司製材所釜淵工場（真室川町釜淵）

5.2 バイオマス熱供給モデルケースの検討【モデルケース1】

5.2.1 バイオマス熱供給のモデルケースの概要

庄司製材所におけるチップボイラ 1500kW の工場余剰熱を活用した熱供給の可能性の検討として、以下のようなモデルケース1（真室川町型住宅モデル群 | 住宅8棟）を設定した。

図表 25 バイオマス熱供給（余剰熱）を活用した可能性検討の概要【モデルケース1】

熱供給候モデル	熱需要対象	熱需要条件(想定)	熱利用 時期・時間帯	熱供給事業化 評価・考察
モデルケース1 真室川町型住宅 モデル群	真室川型戸建住宅 30坪(100m ²)×8棟	熱需要(最大) ・暖房・給湯 80~100kW	年間 365日 エネルギー対象 :暖房・給湯など	<ul style="list-style-type: none"> ◆住宅用途(想定) <ul style="list-style-type: none"> ・核家族用住宅、一部レンタルハウス、商店(マルシェ)機能など ・真室川産木材を活用した若者・移住者向け ・コンパクト機能 ・熱利用システム:パネルヒーター、給湯タンク等 ◆住宅性能(設定) <ul style="list-style-type: none"> ※地域区分 : 3地域(真室川町) ・HEAT20(G2グレード)相当 ・UA値 0.34W/(m²・K) ・C値 1.5



図表 26 庄司製材所バイオマス熱供給によるモデルケース1対象地（イメージ）



図表 27 庄司製材所バイオマス熱供給によるモデルケース 1 真室川型住宅仕様



図表 28 庄司製材所バイオマス熱供給によるモデルケース 1 真室川型住宅群 (イメージ)

5.2.2 バイオマス熱供給システムの熱需要の検討【モデルケース 1】

木質バイオマスボイラは、化石燃料を利用した設備とは異なり、急激な熱需要の変化に対して設備の出力調整が難しく、一定の出力以上で運転することが前提となっている。そこで想定モデルケースの今回バイオマスによるエリア熱供給によって対象としている戸建住宅 8 軒の熱需要（エネルギー消費量）を推計した。

熱需要の想定は、各種既往文献を元に想定することが可能であるが、対象地である真室川町の地域特性から寒冷地である北東北地方（3 地域）である事情を考慮する必要がある。熱負荷に関しては、既往文献の「天然ガスコージェネレーション計画・設計マニュアル 2008」（以下「CGS マニュアル 2008」という。）をもとに、北日本及び戸建住宅の用途別エネルギー消費構造については下表のとおり設定した。

図表 29 各種建物の年間熱負荷（参考）

形態	単位	住宅	事務所	事務所 (OA)	病院	ホテル	店舗	スポーツ施設
暖房	kWh/m ² y	23.3	36.0	68.6	86.0	93.0	40.7	94.2
	Mcal/m ² y	20.0	31.0	59.0	74.0	80.0	35.0	81.0
給湯	kWh/m ² y	34.9	2.6	2.1	93.0	93.0	26.7	1,017.4
	Mcal/m ² y	30.0	2.2	1.8	80.0	80.0	23.0	875.0

出典：天然ガスコージェネレーション計画・設計マニュアル 2008

想定される条件から月別暖房・給湯のエネルギー需要 08」（以下「CGS マニュアル 2008」という。）をもとに設定した。以上の条件から前項の年間熱需要量と熱需要パターンより年間の熱需要量を設定した。

図表 30 モデルケース 1 真室川型住宅熱需要（エネルギー消費量）推計

対象モデル	熱負荷対象	エネルギー消費量推計（バイオマス熱供給システム効率 75%）		化石燃料（灯油）消費量相当	
戸建住宅 1 軒分	年間暖房負荷	12,300 MJ/年	3,417 kWh/年	359	L/年
	年間給湯負荷	23,600 MJ/年	6,556 kWh/年	689	L/年
	計（暖房+給湯）	35,900 MJ/年	9,972 kWh/年	1,048	L/年
戸建住宅 8 軒分	年間暖房負荷	98,404 MJ/年	27,334 kWh/年	3,829	L/年
	年間給湯負荷	188,800 MJ/年	52,444 kWh/年	7,346	L/年
	計（暖房+給湯）	287,204 MJ/年	79,779 kWh/年	11,174	L/年

(1) モデルケース 1 月別の熱需要量（エネルギー需要量）推計結果

月別の熱需要（エネルギー消費量）の推計を行うため、冬期、中間期、夏期として区分けを行い、月別熱負荷パターンを設定して、月別熱需要（エネルギー需要量）を把握した。月別の熱負荷割合については、CGS マニュアル 2008 より月別・時刻別負荷パターンを参考に毎月別熱負荷需要を算出している。

図表 31 住宅の年間熱負荷パターン割合（単位：％）

期	冬期				中間期		夏期			中間期	冬期		合計	
月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月		
月割合	％	％	％	％	％	％	％	％	％	％	％	％	％	
熱負荷	給湯	12.08	12.55	12.32	10.32	9.04	6.76	5.41	3.76	3.87	6.22	7.10	10.57	100
	暖房	24.03	20.06	20.08	8.11							8.95	18.77	100

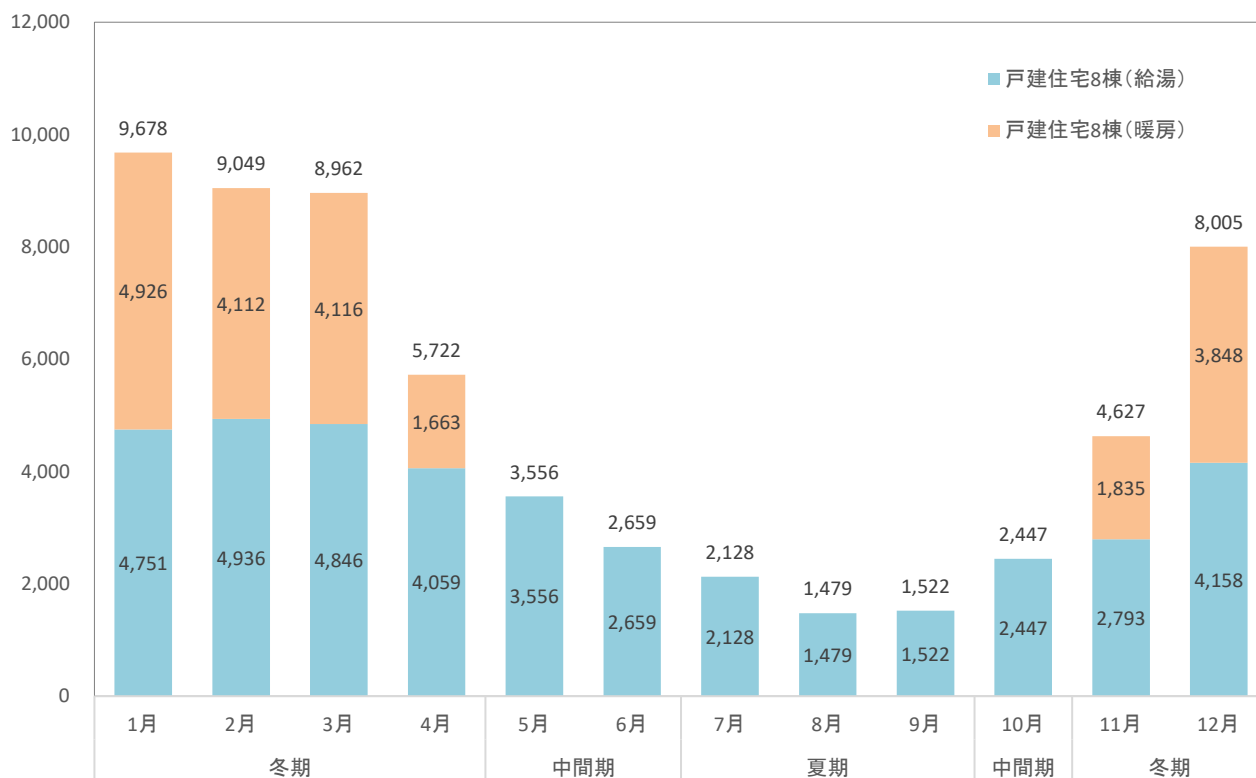
出典：天然ガスコージェネレーション計画・設計マニュアル 2008

これまで算出した想定パターン毎の給湯、暖房における月別熱需要（エネルギー消費量）を推計した。

図表 32 モデルケース 1 真室川型住宅 8 棟 月別の熱需要量（エネルギー需要量）推計

対象期	冬期				中間期		夏期			中間期	冬期		合計	
月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月		
単位	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	
熱負荷	戸建住宅 8 軒（給湯）	4,751	4,936	4,846	4,059	3,556	2,659	2,128	1,479	1,522	2,447	2,793	4,158	39,334
	戸建住宅 8 軒（暖房）	4,926	4,112	4,116	1,663	0	0	0	0	0	0	1,835	3,848	20,500

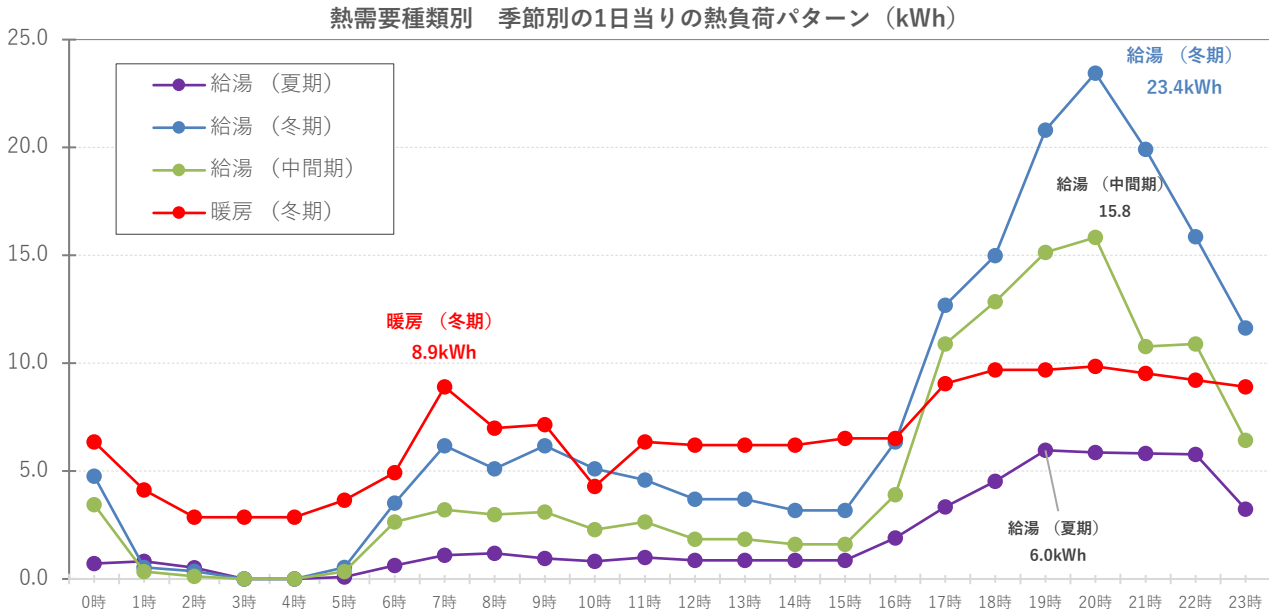
モデルケース1 真室川型住宅群(8軒)の熱負荷傾向推計（単位:kWh/月）



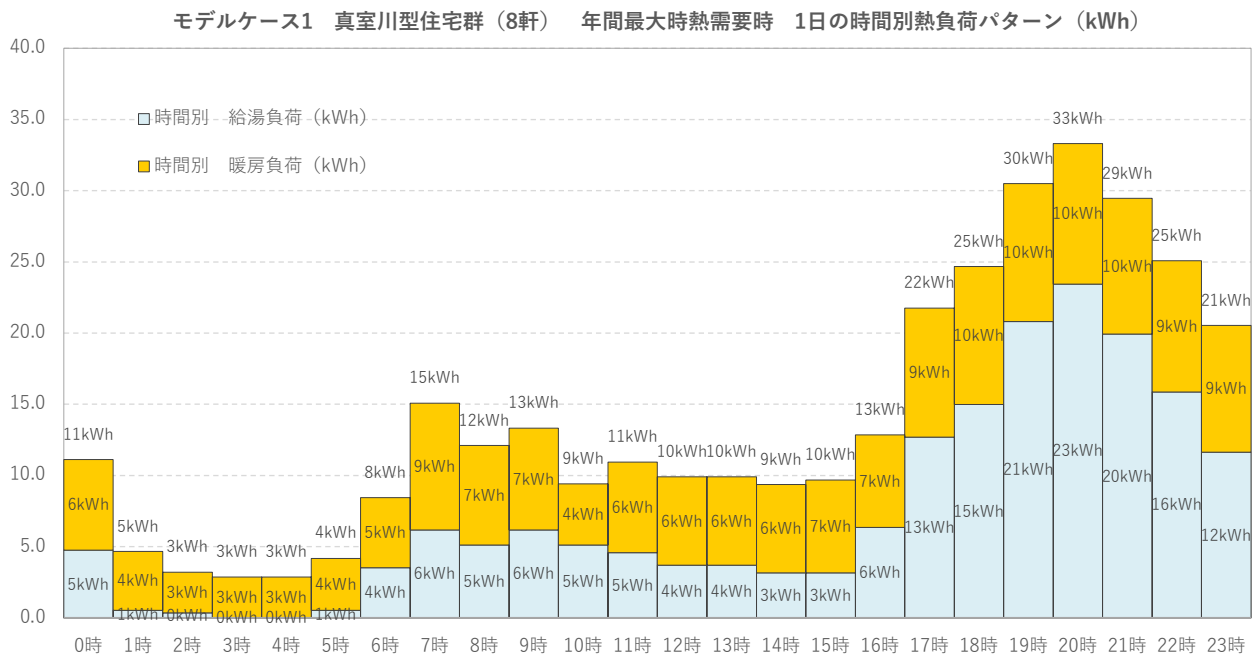
図表 33 モデルケース 1 真室川型住宅 8 棟 月別の熱需要量（エネルギー需要量）推計

(2) モデルケース 1 真室川型住宅 8 棟 1 日あたりの熱需要（エネルギー消費量）推計

バイオマス利用システムの導入規模を設定するため、対象毎の1日の熱需要パターンを把握する上で、月別熱需要量から夏期、中間期、冬期における最大熱負荷を有する月を抽出し1日当りの熱負荷パターンを把握した。そこから最大時刻別の熱需要について整理した。



図表 34 モデルケース 1 真室川型住宅 8 棟 季節別熱負荷量（エネルギー需要量）傾向



図表 35 モデルケース 1 真室川型住宅 8 棟 季節別熱負荷量（エネルギー需要量）傾向

熱負荷傾向からバイオマス熱供給システムの必要となる機器出力については、約 50W 級規模で熱需要を対応できることわかった。なお例外的に瞬間的に発生する急激な熱負荷上昇が発生することを見込み、また接続する用途を考慮して約 50~100W 級熱需要を想定するとともにシステム仕様の中に熱負荷変動に対応可能となる蓄熱タンクを組み込むことで対応することが必須であると考察された。

5.2.3 バイオマス熱供給システム基本仕様【モデルケース 1】

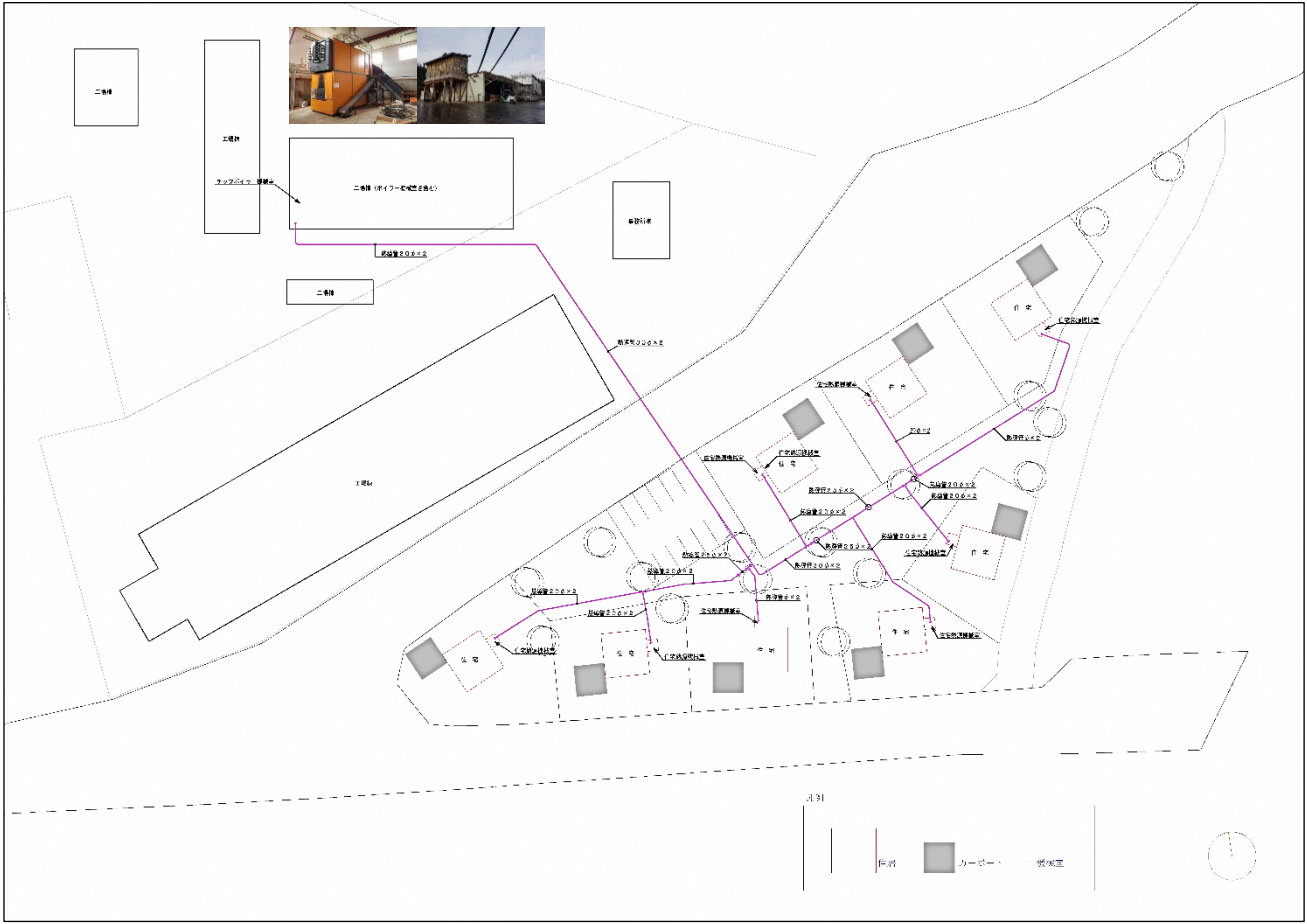
対象施設である「株式会社庄司製材所」の施設特性やエネルギー消費特性を踏まえて、木質バイオマス熱利用における導入システムの基本仕様、対象敷地におけるバイオマス熱供給システムの配置イメージを検討した。

庄司製材所釜淵工場のチップボイラ 1500kW から、モデルケース 1 真室川型住宅団地 8 棟の熱需要に応じて熱供給を行い、需要側の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。

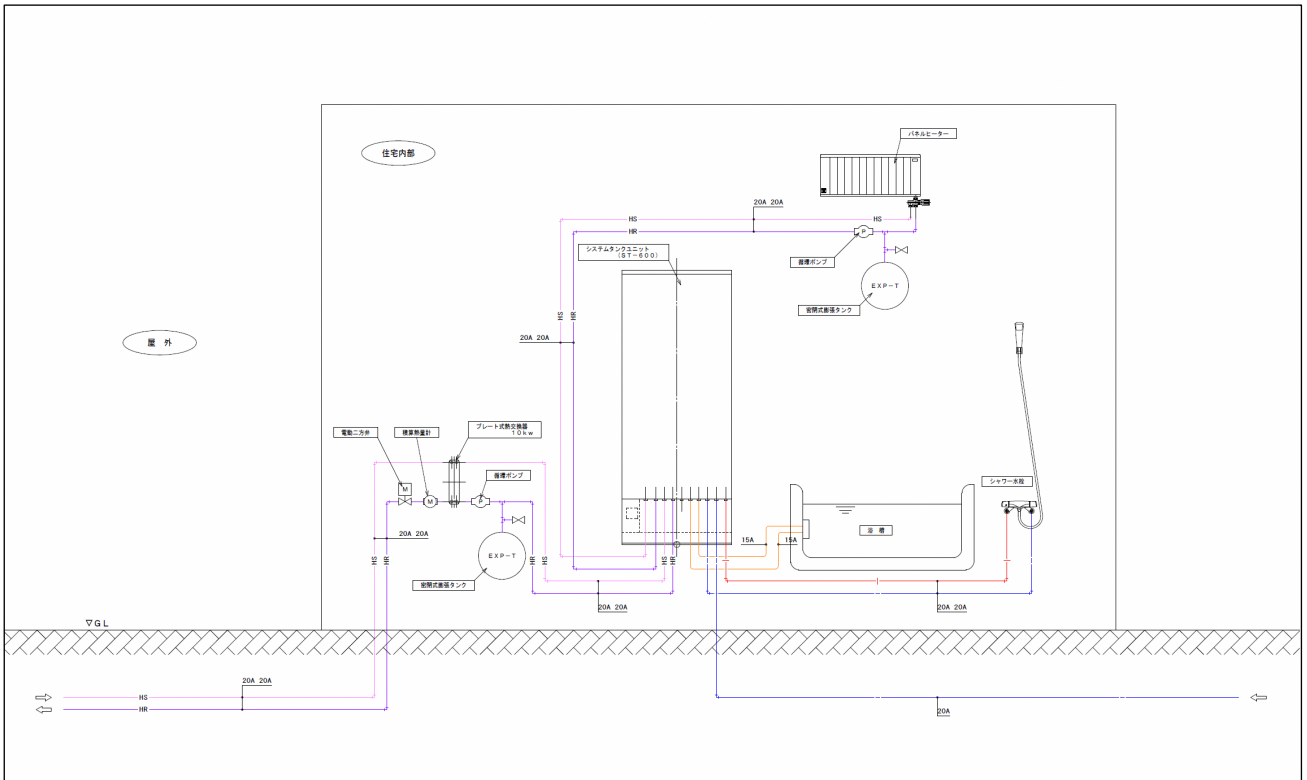
これにより、住宅の熱負荷パターンに柔軟に対応できるものであり、チップボイラの年間稼働時間を抑えることで導入システムの対応年数を伸ばすことが期待できる。

図表 36 木質バイオマス熱供給 モデルケース 1 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	
		設備運転タイプ	連続運転式	自動着火、消火システム完備
		対応出力	～100kW	モデル暖房・給湯における最大熱負荷を想定
		システム効率	75%	熱供給による熱損失を考慮した設定値
		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 150m	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	樹皮（バーク）チップ、水分 35%
		最大日使用量	～10m ³ /日	樹皮（バーク）チップ、水分 35%
真室川型住宅 熱需要システム	機器関連	システムタンク	1 基	ST-6000
		膨張タンク	2 基	CL-18L 取付ブラケットとも
		給湯リモコン	1 個	
		暖房リモコン	1 個	
		循環ポンプ	2 台	UPS25-70-180
		プレート式熱交換器	1 台	10kw
		積算熱量計	1 台	
		電動二方弁	1 台	
		パネルヒーター	2 組	2.0kw
		パネルヒーター	1 組	タオル掛けタイプ 535w
	機械室配管	白ガス管	10m	20A
		ボール弁	10	20A
		チャッキ弁	2 個	20A
		Y 形ストレーナー	2 個	20A
		自動エア抜き弁	4 個	15A
		圧力計	2 個	
		温度計	4 個	



図表 37 モデルケース 1 住宅群への熱供給システム (イメージ)



図表 38 住宅側 (熱需要側) 熱利用システム (イメージ)

5.2.4 バイオマス熱供給モデルケースの概算事業費【モデルケース1】

モデルケース1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、設備業者より、取扱店等からの提供情報や見積書をもとに算出した。

図表 39 概算事業費（モデルケース1）

品名	部品・工事等	単価	数量	単位	金額
1、機器工事	システムタンク 1基 膨張タンク 2基 給湯リモコン 1個 暖房リモコン 1個 循環ポンプ 2台 プレート式熱交換器 1台 積算熱量計 1台 電動二方弁 1台 パネルヒーター (2.0kW) 2組 パネルヒーター (535W) 1組 ※設置工事費等含む	2,412,590 円	8	式	19,300,720 円
2、機械室配管工事	白ガス管 (20A) 10m ボール弁 (20A) 10個 チャッキ弁 (20A) 2個 Y形ストレーナー (20A) 2個 自動エア抜き弁 (15A) 4個 圧力計 2個 温度計 4個 ※設置工事費等含む	323,340 円	8	式	2,586,720
3、屋外配管工事	熱導管 (材工共) 1式 舗装切断 150m アスファルト舗装復旧 75m ² 根切り埋め戻し 1式 道路横断部費用 1式 雑材料消耗品 1式 重機運搬費 1式		1	式	22,992,500 円
直接工事費計					44,879,940 円
諸経費			1	式	12,120,060 円
計					57,000,000 円
消費税					5,700,000 円
合計					62,700,000 円

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。

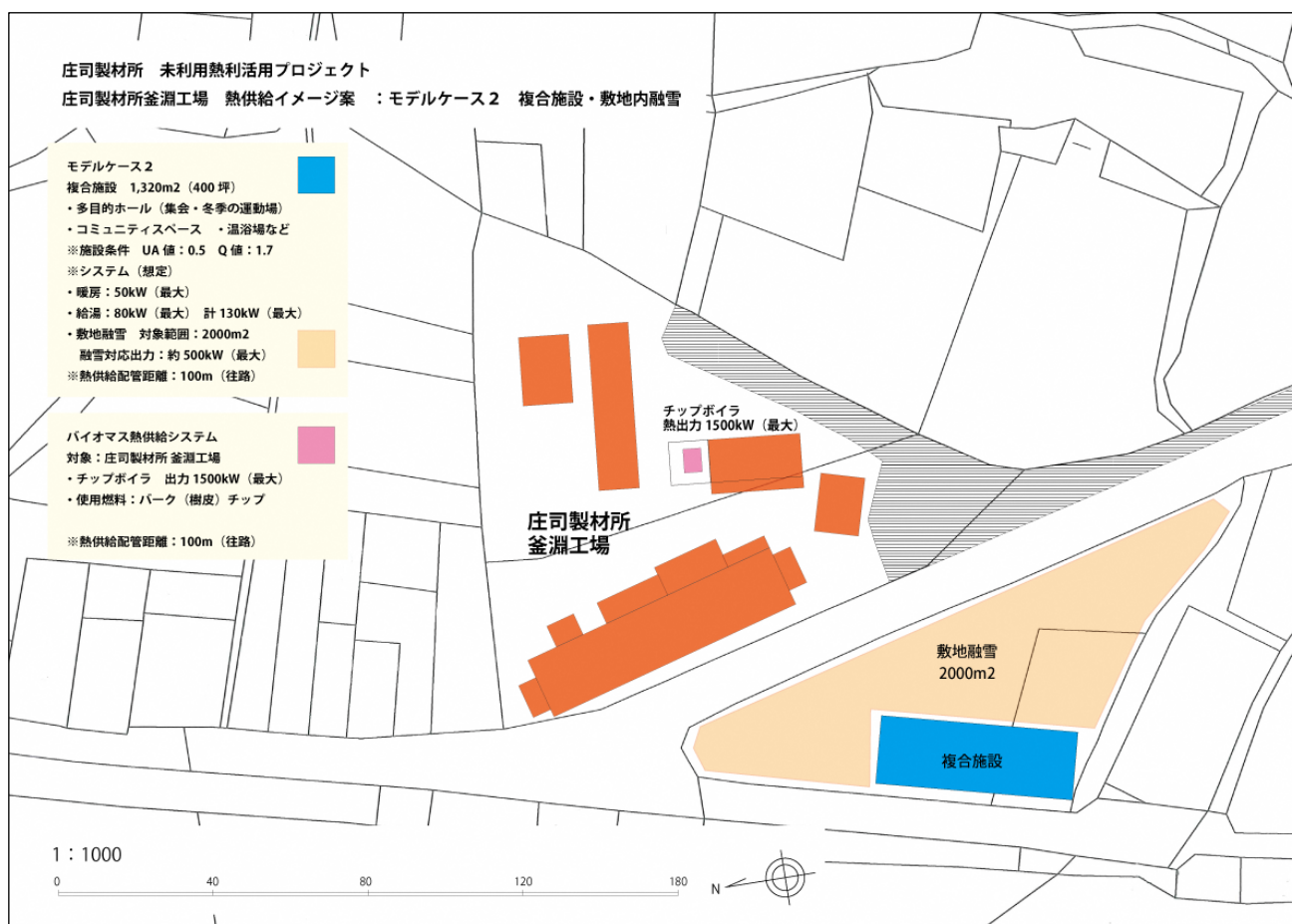
5.3 バイオマス熱供給モデルケースの検討【モデルケース2】

5.3.1 バイオマス熱供給のモデルケースの概要【モデルケース2】

庄司製材所におけるチップボイラ 1500kW の工場余剰熱を活用した熱供給の可能性の検討として、以下のようなモデルケース2（複合施設 | 敷地融雪 2000m²）を設定した。

図表 40 バイオマス熱供給（余剰熱）を活用した可能性検討の概要【モデルケース2】

熱供給候補モデル	熱需要対象	熱需要条件(想定)	熱利用 時期・時間帯	熱供給事業化 評価・考察
モデルケース2 複合施設	複合施設 400坪(1,320m ²)	熱需要 計 130kW(最大) ・暖房 50kW(最大) ・給湯 80kW(最大)	年間 365 日 エネルギー対象 :暖房・給湯 温水加温など	◆施設用途(想定) ・多目的ホール(集会・冬季運動スペース) ・コミュニティスペース・温浴場 など ◆熱利用システム:パネルヒータ、給湯タンク等 ◆住宅性能(設定) ※地域区分 : 3 地域(真室川町) ・HEAT20(G1 グレード) 相当 ・UA 値 0.5W/(m ² ・K) ・C 値 1.7
モデルケース2 敷地融雪	敷地内融雪 ・融雪面積 約 2,000m ²	熱需 500kW 相当	冬期間(降雪時期) 年間延 70 日程度 降雪時(常時)	・融雪負荷 250~300W/m ²



図表 41 庄司製材所バイオマス熱供給 モデルケース2 対象地イメージ

5.3.2 バイオマス熱供給システムの熱需要の検討【モデルケース 2 | 複合施設】

バイオマスによるエリア熱供給によって対象としている複合施設の熱需要（エネルギー消費量）を推計した。熱需要の想定は、各種既往文献を元に想定することが可能であるが、対象地である真室川町の地域特性から寒冷地である北東北地方（3地域）である事情を考慮する必要がある。

(1) モデルケース 2 複合施設 月別の熱需要量（エネルギー需要量）推計結果

月別の熱需要（エネルギー消費量）の推計を行うため、冬期、中間期、夏期として区分けを行い、月別熱負荷パターンを設定して、月別熱需要（エネルギー需要量）を把握した。月別の熱負荷割合については、CGS マニュアル 2008 より月別・時刻別負荷パターンを参考に毎月別熱負荷需要を算出している。

図表 42 モデルケース 2 複合施設 年間熱負荷パターン割合（単位：％）

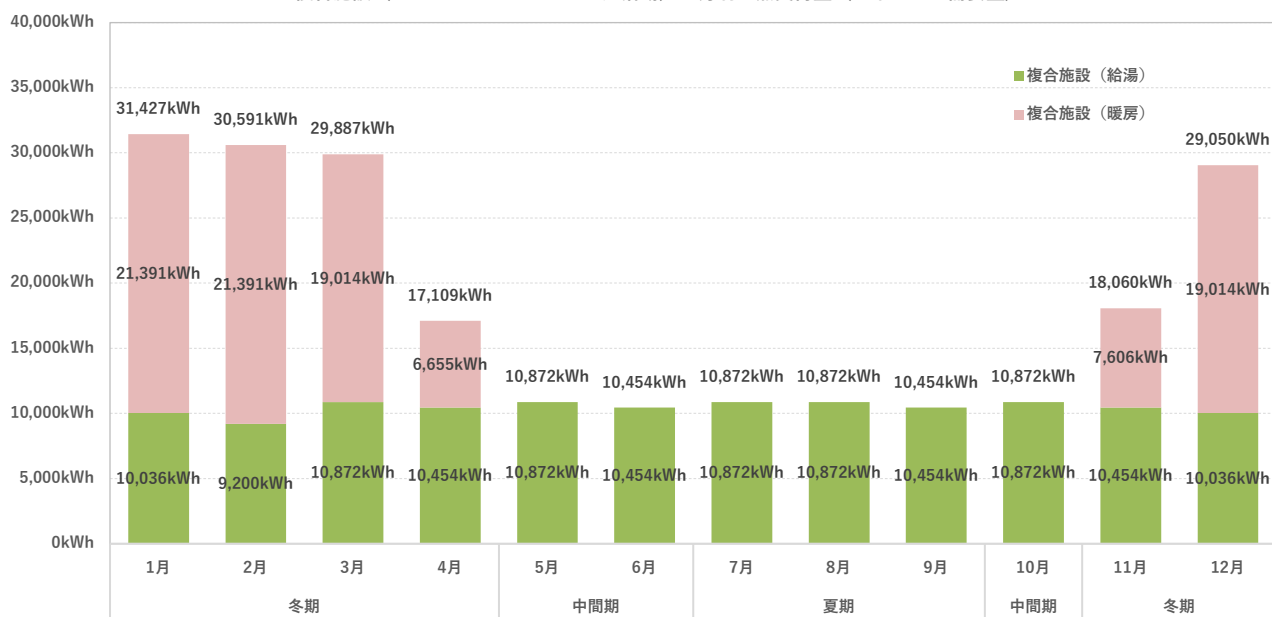
期	冬期				中間期		夏期			中間期	冬期		合計	
月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月		
月割合	％	％	％	％	％	％	％	％	％	％	％	％	％	
熱負荷	給湯	11.20	12.56	11.68	10.86	7.81	6.56	6.69	4.40	4.45	7.16	7.72	8.91	100
	暖房	22.50	22.50	20.00	7.00							8.00	20.00	100

これまで算出した想定パターン毎の給湯、暖房における月別熱需要（エネルギー消費量）を推計した。

図表 43 モデルケース 2 複合施設 月別の熱需要量（エネルギー需要量）推計

		冬期				中間期		夏期			中間期	冬期		合計
		1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	
		kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh
熱負荷	複合施設（暖房）	21,391	21,391	19,014	6,655							7,606	19,014	95,072
	複合施設（給湯）	10,036	9,200	10,872	10,454	10,872	10,454	10,872	10,872	10,454	10,872	10,454	10,036	125,449
	合計	31,427	30,591	29,887	17,109	10,872	10,454	10,872	10,872	10,454	10,872	18,060	29,050	220,521
化石燃料（灯油）消費量相当		5,104L	5,450L	4,976L	3,469L	1,992L	1,673L	1,706L	1,122L	1,135L	1,826L	2,768L	4,270L	35,492L

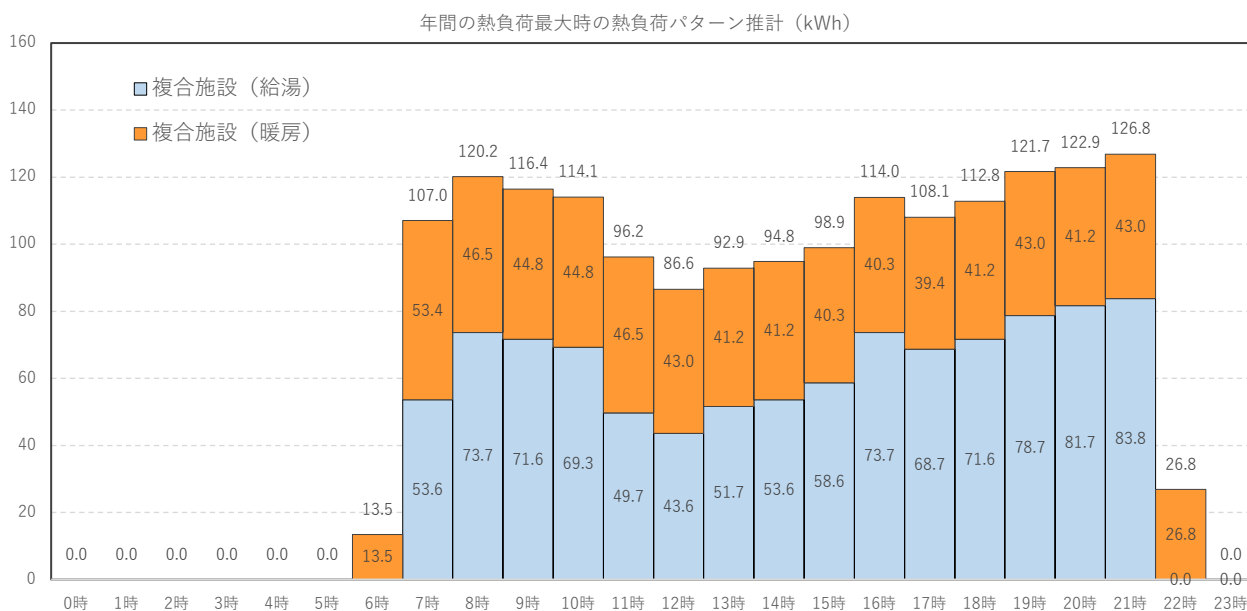
複合施設（コミュニティスペース・温浴場） 月別の熱負荷量（エネルギー需要量）



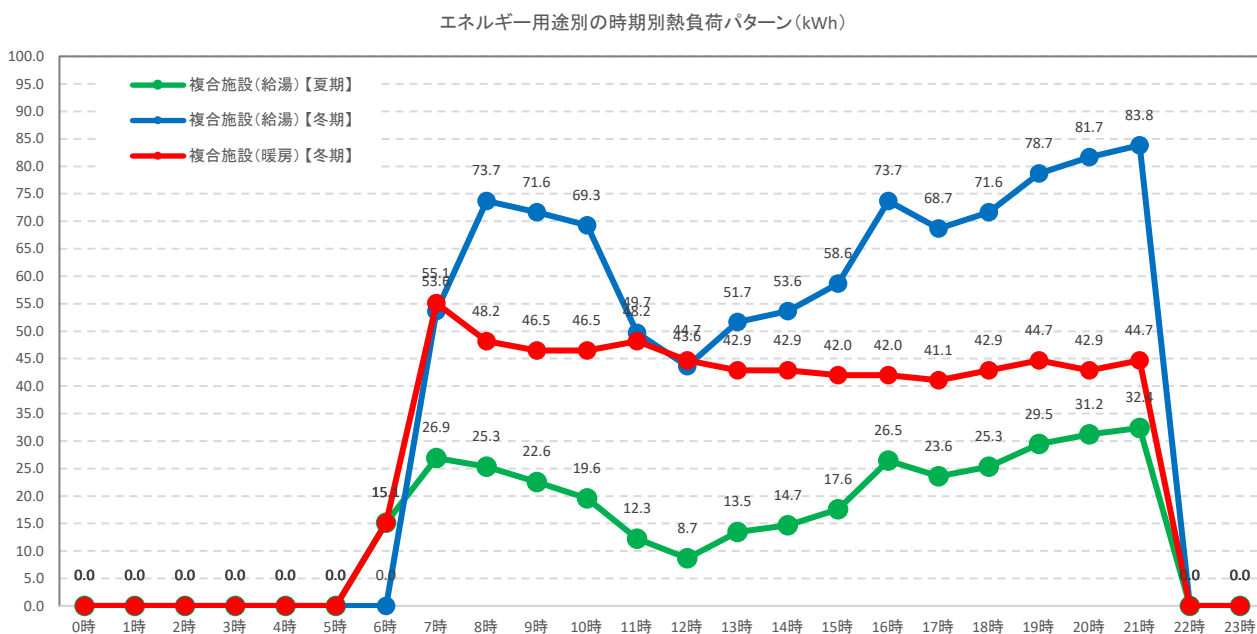
図表 44 モデルケース 2 複合施設 月別の熱需要量（エネルギー需要量）推計

(2) モデルケース 2 複合施設 1日あたりの熱需要（エネルギー消費量）推計

バイオマス利用システムの導入規模を設定するため、対象毎の1日の熱需要パターンを把握する上で、月別熱需要量から夏期、中間期、冬期における最大熱負荷を有する月を抽出し1日当りの熱負荷パターンを把握した。そこから最大時刻別の熱需要について整理した。



図表 45 モデルケース 2 複合施設 季節別熱負荷量（エネルギー需要量）傾向



図表 46 モデルケース 2 複合施設 季節別熱負荷量（エネルギー需要量）傾向

熱負荷傾向からバイオマス熱供給システムの必要となる機器出力については、約 130W 級規模で熱需要を対応できることわかった。なお、例外的に瞬間的に発生する急激な熱負荷上昇が発生することを見込み、また接続する用途を考慮して約 150W 級熱需要を想定するとともに、システム仕様の中に熱負荷変動に対応可能となる蓄熱タンクを組み込むことで対応することが必須であると考察された。

(3) モデルケース 2 敷地内融雪 (2000m²) 熱需要推計

モデルケース 2 敷地内融雪に関しては、対象面積 2000m² として、年間の降雪期間を約 70 日と想定した。融雪に伴う熱負荷に関しては、250~300W/m²と想定した結果、対象面積では、約 500kWh の熱負荷が見込める。

図表 47 バイオマス熱供給 (余剰熱) を活用した可能性検討の概要【モデルケース 2】

熱供給候補モデル	熱需要対象	熱需要条件(想定)	熱利用 時期・時間帯	熱供給事業化 評価・考察
モデルケース 2 敷地融雪	敷地内融雪 ・融雪面積 約 2,000m ²	熱需 500kW 相当	冬期間(降雪時期) 年間延 70 日程度 降雪時(常時)	・融雪負荷 250~300W/m ²



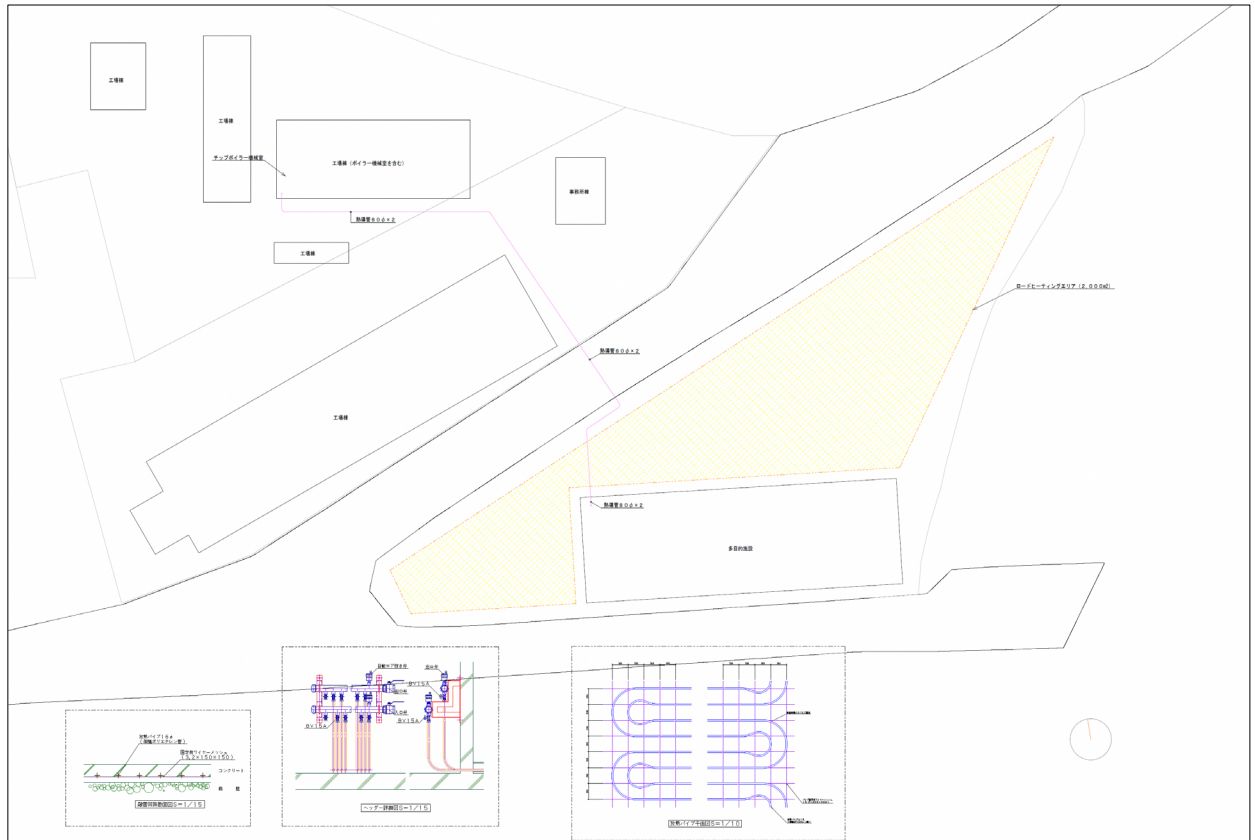
図表 48 庄司製材所バイオマス熱供給 モデルケース 2 対象地イメージ (再掲)

5.3.1 バイオマス熱供給システム基本仕様【モデルケース 2】

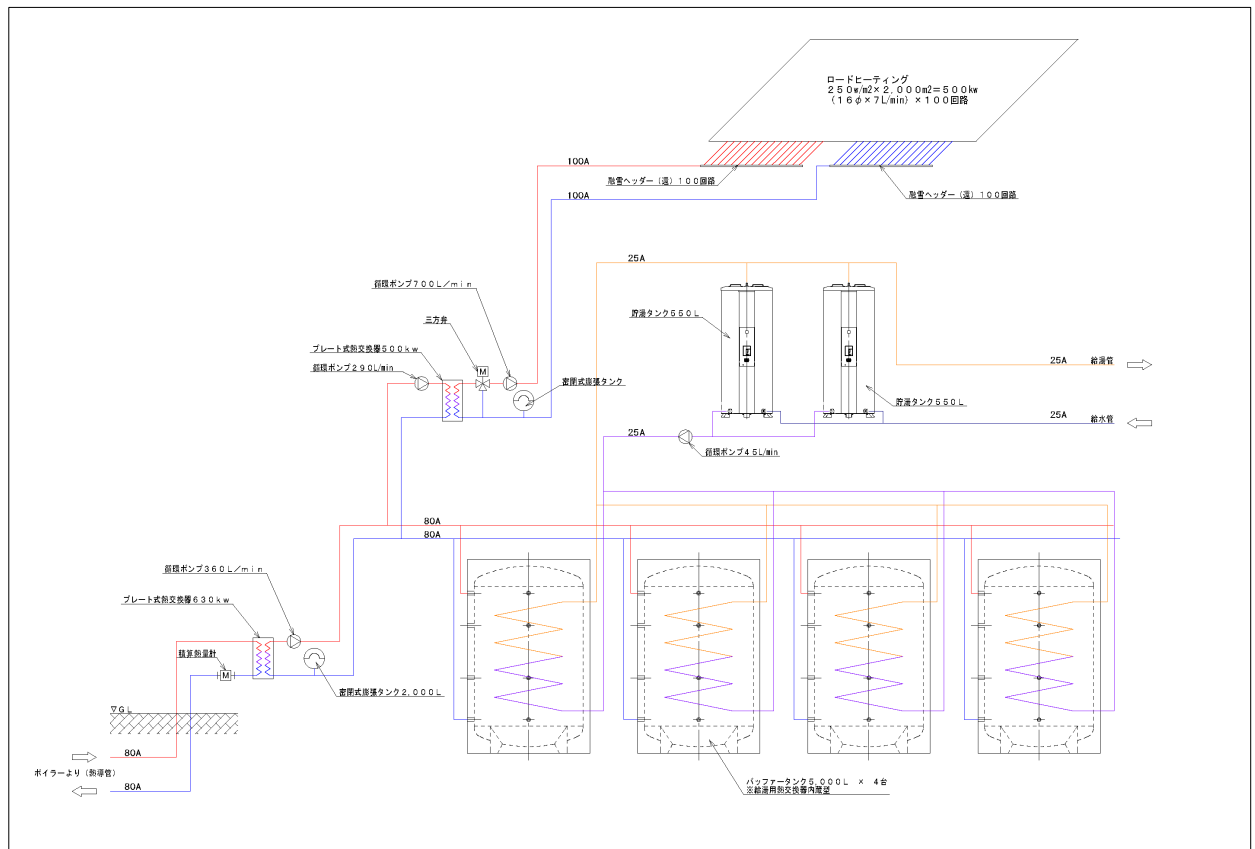
庄司製材所釜淵工場のチップボイラ 1500kW から、モデルケース 2（複合施設、敷地内融雪）の熱需要に応じて熱供給を行うために必要となる基本システムに関して検討した。

図表 49 木質バイオマス熱供給 モデルケース 2 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	
		設備運転タイプ	連続運転式	自動着火、消火システム完備
		対応出力	～1500kW	モデル暖房・給湯における最大熱負荷を想定
		熱供給システム効率	75%	熱供給による熱損失を考慮した設定値
		付帯設備		熱管理システム、遠隔監視装置、他
	使用燃料	燃料種類	木質チップ	樹皮（バーク）チップ、水分 35%
	最大日使用量	～2.0m ³ /日	樹皮（バーク）チップ、水分 35%	
複合施設 熱需要 システム	機器関連	バッファータンク	5,000L×6 台	給湯回路内蔵型
		膨張タンク	1000L×1 基	
		膨張タンク	500L×1 基	
		三方弁装置	100φ×1 式	
		循環ポンプ	65A×1.5kw×1 台	
		循環ポンプ	50A×1.5kw×1 台	
		循環ポンプ	80A×3.5kw×1 台	
		プレート式熱交換器	630kw×1 台	
		プレート式熱交換器	500kw×1 台	
	機械室配管	白ガス管	100A×50m	複合施設 機械室
		白ガス管	80A×40m	
		白ガス管	65A×40m	
		白ガス管	25A×20m	
		白ガス管	20A×20m	
		バタフライ弁	100A×8 個	
		白ガス管	80A×16 個	
		白ガス管	65A×8 個	
		チャッキ弁	80A×3 個	
		ゲート弁	25A×6 個	
		ゲート弁	20A×20 個	
		Y 形ストレーナー	100A×2 個	
		Y 形ストレーナー	65A×2 個	
		防振継手	フロネックス 80A×2 個	
		防振継手	フロネックス 65A×4 個	
		積算熱量計	65A×1 個	
		自動エア抜き弁	20A×10 個	
		圧力計	6 個	
		温度計	20 個	
		鋼製架台	1 式	
		屋外配管	熱導管	80φ×40m
	ロードヒーティング	融雪パイプ敷設費	2,000 m ²	対象面積 2000m ²
		ワイヤーメッシュ	2,000 m ²	対象面積 2000m ²
		断熱シート施工	2,000 m ²	対象面積 2000m ²
16 回路ヘッダー		6 組		



図表 50 モデルケース 2 複合施設・敷地融雪への熱供給システム（イメージ）



図表 51 複合施設・敷地融雪（熱需要側）熱利用システム（イメージ）

5.3.1 バイオマス熱供給モデルケースの概算事業費【モデルケース2】

モデルケース2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、設備業者より、取扱店等からの提供情報や見積書をもとに算出した。

図表 52 概算事業費（モデルケース2）

品名	部品・工事等	数量	単位	金額																						
1、機器工事	バッファータンク（給湯回路内蔵型）5,000L×6台 膨張タンク 1000L×1基 膨張タンク 500L×1基 三方弁装置 100φ×1式 循環ポンプ 65A×1.5kw×1台 循環ポンプ 50A×1.5kw×1台 循環ポンプ 80A×3.5kw×1台 プレート式熱交換器 630kw×1台 プレート式熱交換器 500kw×1台 ※設置工事費を含む	1	式	14,164,000円																						
2、機械室配管工事	<table border="0"> <tr> <td>白ガス管 100A×50m</td> <td>Y形ストレーナー 100A×2個</td> </tr> <tr> <td>白ガス管 80A×40m</td> <td>Y形ストレーナー 65A×2個</td> </tr> <tr> <td>白ガス管 65A×40m</td> <td>防振継手 フロネックス 80A×2個</td> </tr> <tr> <td>白ガス管 25A×20m</td> <td>防振継手 フロネックス 65A×4個</td> </tr> <tr> <td>白ガス管 20A×20m</td> <td>積算熱量計 65A×1個</td> </tr> <tr> <td>バタフライ弁 100A×8個</td> <td>自動エア抜き弁 20A×10個</td> </tr> <tr> <td>白ガス管 80A×16個</td> <td>圧力計 6個</td> </tr> <tr> <td>白ガス管 65A×8個</td> <td>温度計 20個</td> </tr> <tr> <td>チャッキ弁 80A×3個</td> <td>鋼製架台 1式</td> </tr> <tr> <td>ゲート弁 25A×6個</td> <td>※設置工事費を含む</td> </tr> <tr> <td>ゲート弁 20A×20個</td> <td></td> </tr> </table>	白ガス管 100A×50m	Y形ストレーナー 100A×2個	白ガス管 80A×40m	Y形ストレーナー 65A×2個	白ガス管 65A×40m	防振継手 フロネックス 80A×2個	白ガス管 25A×20m	防振継手 フロネックス 65A×4個	白ガス管 20A×20m	積算熱量計 65A×1個	バタフライ弁 100A×8個	自動エア抜き弁 20A×10個	白ガス管 80A×16個	圧力計 6個	白ガス管 65A×8個	温度計 20個	チャッキ弁 80A×3個	鋼製架台 1式	ゲート弁 25A×6個	※設置工事費を含む	ゲート弁 20A×20個		1	式	7,162,920円
白ガス管 100A×50m	Y形ストレーナー 100A×2個																									
白ガス管 80A×40m	Y形ストレーナー 65A×2個																									
白ガス管 65A×40m	防振継手 フロネックス 80A×2個																									
白ガス管 25A×20m	防振継手 フロネックス 65A×4個																									
白ガス管 20A×20m	積算熱量計 65A×1個																									
バタフライ弁 100A×8個	自動エア抜き弁 20A×10個																									
白ガス管 80A×16個	圧力計 6個																									
白ガス管 65A×8個	温度計 20個																									
チャッキ弁 80A×3個	鋼製架台 1式																									
ゲート弁 25A×6個	※設置工事費を含む																									
ゲート弁 20A×20個																										
3、屋外配管工事	熱導管（保温材付）80φ×40m	1	式	19,869,500円																						
4、ロードヒーティング工事	融雪パイプ敷設費 2,000 m2 ワイヤーマッシュ 2,000 m2 断熱シート施工 2,000 m2 16回路ヘッダー 6組	1	式	31,512,900円																						
直接工事費計				72,709,320円																						
諸経費		1	式	19,590,680円																						
計				92,300,000円																						
消費税				9,230,000円																						
合計				101,530,000円																						

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 木質バイオマス熱供給による導入効果検証【経済性・環境性】

モデルケース1、モデルケース2におけるバイオマス熱供給による導入効果の経済性、環境性の検証をおこなった。木質バイオマス熱供給のモデルケース条件から、想定される化石燃料（灯油）消費量から、チップ、ペレット、薪といったバイオマス燃料と、電気を利用した際の比較を行い、ランニングコストのシミュレーションをおこなった。試算条件については、以下の通り設定した。

図表 53 木質バイオマス熱供給事業 モデルケース試算条件

項目		数値	単位	摘要、条件
燃料発熱量	灯油	36.27	MJ/L	低位発熱量 9.5 kWh/L、8,187kcal/L
	木質チップ	11.74	MJ/kg	樹皮（パーク）水分35%、3.3 kWh/kg、2,804kcal/kg
	ペレット	18.42	MJ/kg	全木（大口）水分8~10%、5.1 kWh/kg、4,400kcal/kg
	薪	15.02	MJ/kg	針葉樹（スギ）水分20% 4.2 kWh/kg、3,589 kcal/kg
機器効率	チップボイラ効率	80	%	設定値（想定するチップボイラ効率 期待値）
	ペレットボイラ効率	80	%	設定値（想定するペレットボイラ効率 期待値）
	薪ボイラ効率	80	%	設定値（想定する薪ボイラ効率 期待値）
	化石燃料ボイラ効率	80	%	設定値（想定する化石燃料ボイラ効率 設定値）
	ヒートポンプCOP	3.0		設定値
燃料単価	化石燃料（灯油）	110	円/L	灯油 対象地：山形 直近（2022年3月）平均価格より設定
	木質チップ	2,000	円/m ³	庄司製材所 バイオマス熱供給 設定単価
	ペレット	38	円/kg	庄司製材所 ペレット販売単価
	薪	11,000	円/m ³	（参考）薪（針葉樹 スギ） 設定値
	電気	22.0	円/kWh	（参考）FIT 電気を調達した場合の想定値
燃料使用量	想定化石燃料使用量	8,000	L/年	モデルケース1 真室川型住宅×8棟
		36,000	L/年	モデルケース2 複合施設（コミュニティスペース、温浴場）
		107,000	L/年	モデルケース2 敷地融雪 2,000 m ²
二酸化炭素排出係数	灯油	2.49	kg-CO ₂ /L	

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

図表 54 木質バイオマス熱供給事業 モデルケース条件

対象モデルケース		熱供給規模	年間エネルギー負荷	化石燃料（灯油）相当	想定 CO2 削減量
モデルケース1	真室川型住宅×8軒	50 kW	59,834 kWh/年	8,000 L/年	89.6 t-CO ₂ /年
モデルケース2	複合施設	130 kW	337,856 kWh/年	36,000 L/年	19.9 t-CO ₂ /年
	敷地融雪（2,000m ² ）	500 kW	840,000 kWh/年	107,000 L/年	266.4 t-CO ₂ /年

(1) モデルケース 1 (複合施設、敷地内融雪)

対象施設：庄司製材所熱供給モデル【真室川型住宅×8戸 | 団地】 取扱注意・無断転載禁止

作成日 2022年3月14日

■ エネルギー（燃料）消費状況

※施設における使用条件	
設備機器	ハイオマズ熱供給モデル
燃焼機器	真室川型住宅モデル × 8戸
年間使用日数	日
住宅1戸当たりの年間使用日数	日 (推計)
住宅1戸当たりの年間使用日数	1,000L/年・戸 (推計)

■ エネルギー（燃料）取得単価 ※設定値

燃料名称	取得単価	※設定値
灯油	8,000円/年 (推計)	円/L (運賃込み)
化石燃料 (灯油)	110.0円/kg	円/L (運賃込み)
木質チップ (バーナ)	11.3円/kg	円/kg
木質チップ (バーナ)	38.0円/kg	円/kg
木質ペレット	33.3円/kg	円/kg
薪 (針葉樹)	22.0円/kg	円/kg
電力 (新エネ FIT)	22.0円/kWh	円/kWh

■ エネルギー必要量 (推計)

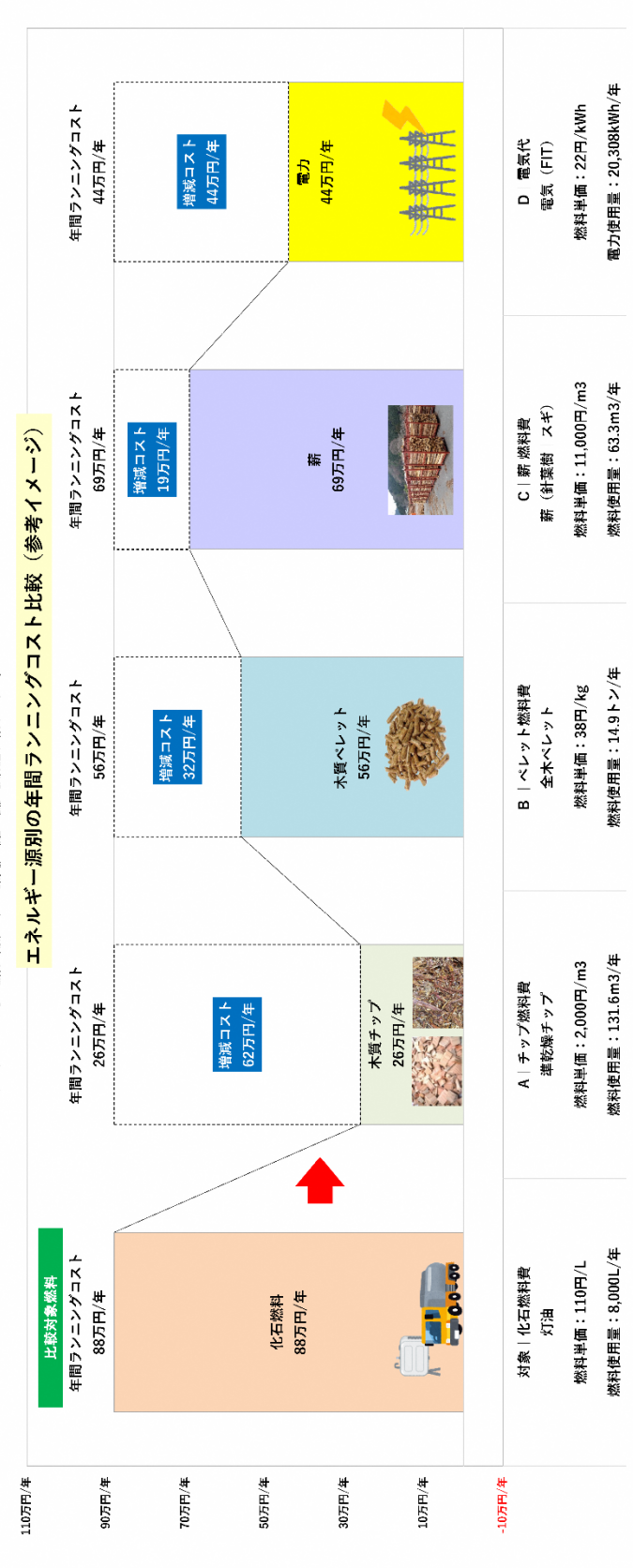
施設名称	年間燃料使用量	年間エネルギー必要量	年間エネルギー使用量	年間エネルギー必要量	年間エネルギー使用量	年間エネルギー必要量	年間エネルギー使用量
庄司製材所熱供給モデル【真室川型住宅×8戸 団地】	8,000L/年	219GJ/年	274GJ/年	23GJ/年	132GJ/年	15GJ/年	23GJ/年
ヒートポンプCO2P (燃料)	80%	3.0GJ/年	80%	6,400円/年	6,400円/年	6,400円/年	6,400円/年
チップボイラ (燃費改善チップ)	80%	89.6万円/年	89.6万円/年	44.7万円/年	2,037円/MJ	2,037円/MJ	2,037円/MJ
ペレットボイラ (全木ペレット)	80%	3,224円/MJ	3,224円/MJ	3,967円/MJ	8.7万円/年	8.7万円/年	8.7万円/年
薪ボイラ (薪 針葉樹)	80%	7.1万円/年	7.1万円/年	5.6万円/年	5.6万円/年	5.6万円/年	5.6万円/年

■ 年間の燃料費 (推計)

施設名称	年間燃料費 (化石燃料・灯油)	年間燃料費 (チップ・ペレット)	年間燃料費 (薪)	年間燃料費 (電力)	年間燃料費 (合計)
庄司製材所熱供給モデル【真室川型住宅×8戸 団地】	88万円/年	26.3万円/年	56.6万円/年	44.7万円/年	215.6万円/年
燃料費削減	-5.018万円/MJ	-1,500円/年	-3,967円/MJ	-2,037円/MJ	-11.522万円/年
住宅1戸当たりの費用	11.0万円/年	3.3万円/年	7.1万円/年	5.6万円/年	26.0万円/年

■ エネルギー源別の年間ランニングコスト比較 (参考イメージ)

エネルギー源	年間ランニングコスト	削減コスト
化石燃料	88万円/年	62万円/年
木質チップ	26万円/年	32万円/年
木質ペレット	56万円/年	19万円/年
薪	69万円/年	44万円/年
電力	44万円/年	44万円/年



※上記の試算は、システム側のシステム効率を考慮して行っています。またメンテナンス費、電気料金等は含まれておりません。地域条件や燃料単価により燃料コストや原単位が変動します。そのため本グラフは参考値としてご覧ください。

《参考》木質バイオマスエネルギー導入効果シミュレーション

対象施設： 庄司製材所 熱供給モデル【複合施設 | 1,320㎡】

取扱注意・無断転載禁止
作成日 2022年3月14日

■エネルギー（燃料）消費状況

※施設における使用条件
設備概要 庄司製材所バイオマス供給システム
年間燃料使用量 灯油 36,000 L/年 (推計)
年間使用金額 3,960,000 円/年 (現在)

燃料単価 ※設定値
化石燃料(灯油) 110.0 円/L (標準込み)
木質チップ(バイオ) 11.3 円/kg
木質ペレット 38.0 円/kg
薪(針葉樹) 33.3 円/kg
電力(再生エネ FIT) 22.0 円/kWh

燃料単価 ※設定値
灯油価格 (仮定)
2022年3月現在
燃料単価 (仮定) ※2022年3月現在
木質チップ(バイオ) 38.0 円/kg
木質ペレット(バイオ) 33.3 円/kg
薪(針葉樹) 33.3 円/kg
電力(再生エネ FIT) 22.0 円/kWh (※参考値) FIT電気を調達した場合

燃料単価 ※2022年3月現在
灯油価格 (仮定) ※2022年3月現在
木質チップ(バイオ) 38.0 円/kg
木質ペレット(バイオ) 33.3 円/kg
薪(針葉樹) 33.3 円/kg
電力(再生エネ FIT) 22.0 円/kWh (※参考値) FIT電気を調達した場合

燃料単価 ※2022年3月現在
灯油価格 (仮定) ※2022年3月現在
木質チップ(バイオ) 38.0 円/kg
木質ペレット(バイオ) 33.3 円/kg
薪(針葉樹) 33.3 円/kg
電力(再生エネ FIT) 22.0 円/kWh (※参考値) FIT電気を調達した場合

■エネルギー必要量 (推計)

施設名称	使用燃料	年間燃料使用量 L/年	年間エネルギー必要量 GJ/年	年間エネルギー必要量 GJ/年	年間エネルギー必要量 GJ/年	年間エネルギー必要量 GJ/年	年間エネルギー必要量 GJ/年	年間エネルギー必要量 GJ/年	年間エネルギー必要量 GJ/年	年間エネルギー必要量 GJ/年	年間エネルギー必要量 GJ/年	年間エネルギー必要量 GJ/年	年間エネルギー必要量 GJ/年	年間エネルギー必要量 GJ/年	年間エネルギー必要量 GJ/年	年間エネルギー必要量 GJ/年	年間エネルギー必要量 GJ/年	年間エネルギー必要量 GJ/年	年間エネルギー必要量 GJ/年	
庄司製材所	灯油	36,000	1,234	997	105	592	67	103	82	258	91,386	36,000								

■システム効率 (設定値)

システム効率 (設定値)
チップボイラ (単独稼働) 80%
ペレットボイラ (単独稼働) 80%
薪ボイラ (薪 | 針葉樹) 80%

チップボイラ (単独稼働) 80%
ペレットボイラ (単独稼働) 80%
薪ボイラ (薪 | 針葉樹) 80%

チップボイラ (単独稼働) 80%
ペレットボイラ (単独稼働) 80%
薪ボイラ (薪 | 針葉樹) 80%

チップボイラ (単独稼働) 80%
ペレットボイラ (単独稼働) 80%
薪ボイラ (薪 | 針葉樹) 80%

チップボイラ (単独稼働) 80%
ペレットボイラ (単独稼働) 80%
薪ボイラ (薪 | 針葉樹) 80%

チップボイラ (単独稼働) 80%
ペレットボイラ (単独稼働) 80%
薪ボイラ (薪 | 針葉樹) 80%

■年間の燃料費 (推計)

施設名称	対燃料 化石燃料費 (円/年)	対燃料費 (円/年)
庄司製材所	396万円/年	5,015円/MJ

■燃料単価 (推計)

燃料種別	単価 (円/kg)	単価 (円/kg)	単価 (円/kg)	単価 (円/kg)	単価 (円/kg)	単価 (円/kg)	単価 (円/kg)
A チップ燃料費	113円/年	259万円/年	313万円/年	3,867円/MJ	2,037円/MJ	2,037円/MJ	2,037円/MJ
B ペレット燃料費	113円/年	259万円/年	313万円/年	3,867円/MJ	2,037円/MJ	2,037円/MJ	2,037円/MJ
C 薪燃料費	113円/年	259万円/年	313万円/年	3,867円/MJ	2,037円/MJ	2,037円/MJ	2,037円/MJ
D 電気代	113円/年	259万円/年	313万円/年	3,867円/MJ	2,037円/MJ	2,037円/MJ	2,037円/MJ

■燃料単価 (推計)

燃料種別	単価 (円/kg)	単価 (円/kg)	単価 (円/kg)	単価 (円/kg)	単価 (円/kg)	単価 (円/kg)	単価 (円/kg)
A チップ燃料費	113円/年	259万円/年	313万円/年	3,867円/MJ	2,037円/MJ	2,037円/MJ	2,037円/MJ
B ペレット燃料費	113円/年	259万円/年	313万円/年	3,867円/MJ	2,037円/MJ	2,037円/MJ	2,037円/MJ
C 薪燃料費	113円/年	259万円/年	313万円/年	3,867円/MJ	2,037円/MJ	2,037円/MJ	2,037円/MJ
D 電気代	113円/年	259万円/年	313万円/年	3,867円/MJ	2,037円/MJ	2,037円/MJ	2,037円/MJ

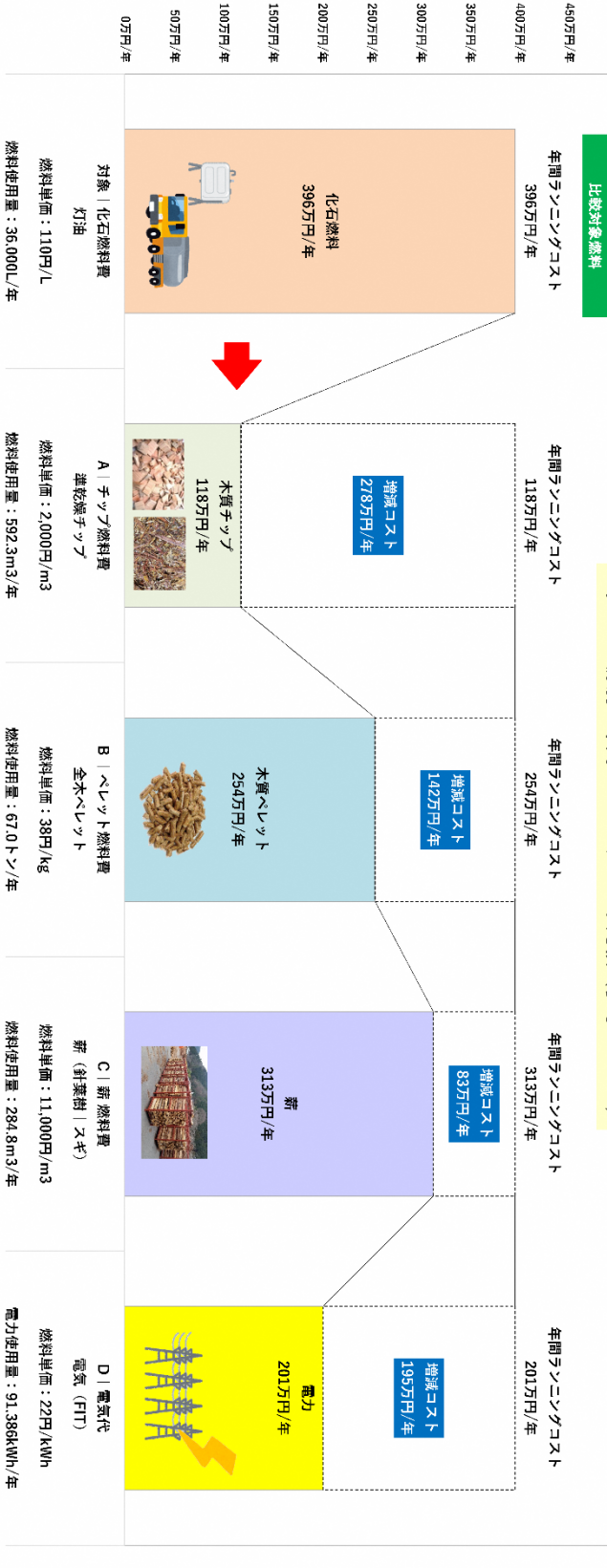
■燃料単価 (推計)

燃料種別	単価 (円/kg)	単価 (円/kg)	単価 (円/kg)	単価 (円/kg)	単価 (円/kg)	単価 (円/kg)	単価 (円/kg)
A チップ燃料費	113円/年	259万円/年	313万円/年	3,867円/MJ	2,037円/MJ	2,037円/MJ	2,037円/MJ
B ペレット燃料費	113円/年	259万円/年	313万円/年	3,867円/MJ	2,037円/MJ	2,037円/MJ	2,037円/MJ
C 薪燃料費	113円/年	259万円/年	313万円/年	3,867円/MJ	2,037円/MJ	2,037円/MJ	2,037円/MJ
D 電気代	113円/年	259万円/年	313万円/年	3,867円/MJ	2,037円/MJ	2,037円/MJ	2,037円/MJ

■燃料単価 (推計)

燃料種別	単価 (円/kg)	単価 (円/kg)	単価 (円/kg)	単価 (円/kg)	単価 (円/kg)	単価 (円/kg)	単価 (円/kg)
A チップ燃料費	113円/年	259万円/年	313万円/年	3,867円/MJ	2,037円/MJ	2,037円/MJ	2,037円/MJ
B ペレット燃料費	113円/年	259万円/年	313万円/年	3,867円/MJ	2,037円/MJ	2,037円/MJ	2,037円/MJ
C 薪燃料費	113円/年	259万円/年	313万円/年	3,867円/MJ	2,037円/MJ	2,037円/MJ	2,037円/MJ
D 電気代	113円/年	259万円/年	313万円/年	3,867円/MJ	2,037円/MJ	2,037円/MJ	2,037円/MJ

エネルギー源別の年間ランニングコスト比較 (参考イメージ)



※上記の試算は、システム毎のシステム効率を算定しております。またシステムロス、電気料金等は含まれておりません。地域条件や燃料単価により燃料コストや原料代が変動します。そのための本グラフは参考値として扱ってください。

《参考》木質バイオマスエネルギー導入効果シミュレーション

対象施設： 庄司製材所 熱供給モデル【融雪エリア2,000m²】

取組注意・無断転載禁止
作成日 2022年3月14日

■ エネルギー（燃料）消費状況

対象使用燃料	灯油
年間燃料使用量	107,000 L/年（推計）
年間使用金額	11,770,000 円/年（現在）

※施設における使用条件

対象施設	庄司製材所バイオマス供給システム
使用用途	融雪システム（500kW）（対象面積：2,000m ² ）
年間削減量（削減率）	70 %

■ エネルギー（燃料）取得単価 ※設定値

燃料種別	単価
化石燃料（灯油）	110.0 円/L（消費込み）
木質チップ（バイオマス）	11.3 円/kg
木質ペレット	38.0 円/kg
薪（針葉樹）	33.3 円/kg
電力（精エネ FIT）	22.0 円/kWh

燃料種別	単価
灯油価格（現値）※2022年3月現在	2,000 円/チップm ³
木質チップ（バイオマス）※39.5%	38.0 円/チップt
木質ペレット（バイオマス）※20%	11,000 円/チップm ³
薪（針葉樹）※15%	11,000 円/チップm ³
電力（精エネ FIT）※電気を削減した場合	22.0 円/kWh

燃料種別	単価
灯油価格（現値）※2022年3月現在	2,000 円/チップm ³
木質チップ（バイオマス）※39.5%	38.0 円/チップt
木質ペレット（バイオマス）※20%	11,000 円/チップm ³
薪（針葉樹）※15%	11,000 円/チップm ³
電力（精エネ FIT）※電気を削減した場合	22.0 円/kWh

■ エネルギー必要量（推計）

施設名称	使用燃料	年間燃料使用量 L/年	年間エネルギー必要量 GJ/年	年間エネルギー必要量 GJ/年	チップ燃料（年間削減した場合の必要量） t/年	バイオマス t/年	薪（年間削減した場合の必要量） t/年	電力（年間削減した場合の必要量） kWh/年	化石燃料（灯油） L/年			
庄司製材所 融雪システム【融雪エリア2,000m ² 】	灯油	107,000	3,657	2,934	312	1,760	199	306	244	846	271,621	107,000

■ システム効果（設定値）

チップボイラ（運転機チップ）	80%
ペレットボイラ（全木ペレット）	80%
薪ボイラ（薪 針葉樹）	80%

ネット省CO ₂ P（総計）	3.0
化石燃料削減	80%

■ 原木必要量及び調達価格（推計）

原材価格	8,000 円/原木m ³ （CO ₂ ）
調達価格	6,400 円/原木t（CO ₂ ）

必要原木量（自給）	必要原木購入量
原木m ³ /年	原木t・年/原木t ³
629	503t/年

■ 二酸化炭素削減効果及び削減効果（推計）

CO ₂ 削減量	CO ₂ 削減率	CO ₂ 削減効果
t-CO ₂ /年	円/t-CO ₂	円/年
266	9,902	2,638

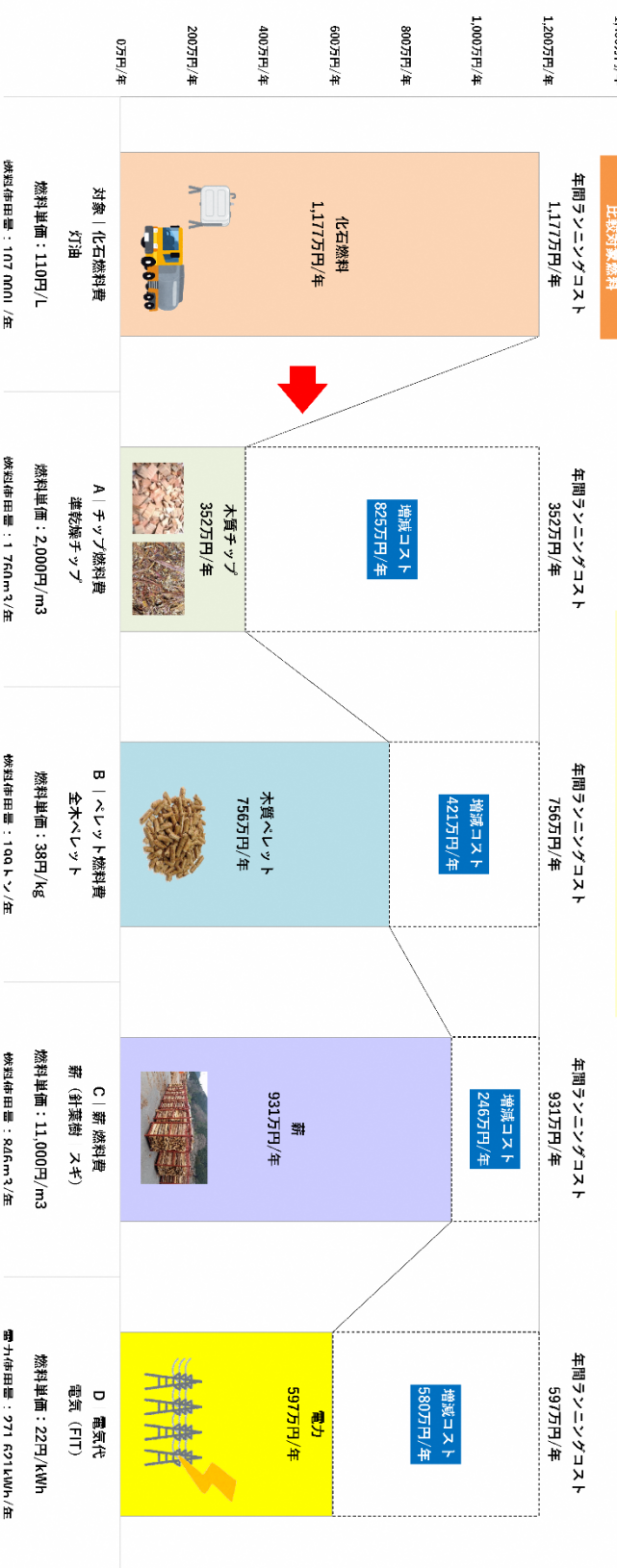
■ 年間の燃料費（推計）

施設名称	削減率（削減率）	削減率（削減率）
庄司製材所 融雪システム【融雪エリア2,000m ² 】	1,177万円/年	5,015円/MJ

A チップ燃料費	B ペレット燃料費	C 薪燃料費	D 電気代
万円/年	万円/年	万円/年	万円/年
352万円/年	757万円/年	931万円/年	597万円/年
1,500円/MJ	3,224円/MJ	3,867円/MJ	2,037円/MJ
5.015円/MJ	2.037円/MJ	2.037円/MJ	9.902円/MJ

燃料種別	単価
チップ燃料費	3,520 万円/年
ペレット燃料費	7,570 万円/年
薪燃料費	9,310 万円/年
電気代	5,970 万円/年

エネルギー源別の年間ランニングコスト比較（参考イメージ）



※上記の試算は、システム毎のシステム効果率を考慮しておこなっています。またシステム効果率、電気料金等は含まれておりません。地域条件や燃料調達により燃料コストや原料削減電費が異なります。そのため木質バイオマスは参考値として扱ってください。

(3) モデルケース 2（敷地内融雪）

6. 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

6.1 木質バイオマス熱供給によるエネルギーサービス事業の検討

これまで、国内で取り組まれた、一般的なバイオマス関連の事業形態に関しては、地域内に林業・製材業等がある自治体が、公共施設を対象に、バイオマス関連設備の導入と自治体境界線内での燃料調達を行うような地域貢献を重視した地域内完結型のバイオマス事業が一般的となっている。

これは関連する民間事業者や地域内に林業、製材業が小規模な自治体では、バイオマス関連事業を実施する際には、バイオマスの需給体制の構築などに制限がかかり、事業化を行う事に大変な負担を強いることになる。そのため、民間事業者や自治体の顧客となる一般的な施設へのバイオマス関連事業を展開する際は、設備導入から燃料供給、運転管理などトータルでサポートを行い、最終的には熱エネルギーの販売を行うなど需要者側の負担を軽減した提案型のエネルギーサービス事業が望まれる。

地域内の関連する事業者が集まり、自ら事業計画を立てて、事業形成の知見を積み重ね、それぞれ対応する領域で事業採算性を考慮しながら、全体のエネルギー需給の保証を行う保証型エネルギーサービス事業の形成が求められる。

6.1.1 エネルギーサービス事業について

(1) 想定モデルのエネルギーサービス事業体に関わる関係事業者

今後のエネルギーサービス事業体として関わりが想定される事業者は以下の通りです。これら事業者間で連携、協議することが求められます。

図表 55 エネルギーサービス事業 実施候補者

実施事項	事業者候補	備考
原料調達	山林所有者、素材生産業者、森林組合	
燃料生産（供給）	製材所、建設会社など	
設計施工	設計事務所、測量事務所、建設会社 地域内コンサルタントなど	ボイラメーカー（外部関係）
資金調達、金融支援	地元金融機関、	
運転管理、保守管理	民間事業者、設備事業者（メンテナンス会社）など	
需要先の開拓	国、地方自治体、施設関係者など	

① 事業関係者と合意形成（協議の場づくり）

木質バイオマスエネルギー事業を行うには、川上から川下までのつながり多様な関係者が介在することになり、それら関係者との合意なくしては事業を成功に導くことはできない。特に地域住民でもある関係者に議論に参加してもらうことで、思いもよらなかったアイデアや知恵を借りられることがある。その地域特有のことは暮らす人達が一番よく知っており、貴重なアドバイザーである。一方で関係者が多いことは、必ずしも全員が最初から主体的・協力的でないこともあり、そういった人たちにも事業への理解と参画を促す意味でも、協議会のように意見交換を行える場を設けることが重要である。

6.1.2 木質バイオマス関連のエネルギーサービス形態

バイオマスの関連の導入事業を想定した場合、主な課題として、計画、設計等のソフト事業から、バイオマス関連設備は関連設備、設置工事、建屋建設などハード整備まで、いずれの工程も特有の専門性が求められます。行政が管理する公共施設であれば、国庫補助金など活用してソフト事業（計画支援）から、ハード事業（助成金）まで実施支援があり優遇されており負担を軽減する方策もありますが、民間企業が事業を計画した場合は、計画、設備導入など、高額な事業費を捻出するため、資金調達が上手くいかずに導入を断念するケースも多くみられる。

木質バイオマス関連設備においても、システムの選定やメーカーの設備の性能保証がどの程度の範囲までであり、対応可能なのか不明瞭なところも多くなる。そのため、事業計画を立てていく中ではリスクになり、実施決断を下せない中で頓挫していくケースも多くなる。

また、燃料の調達や管理、木質バイオマスボイラの燃焼調整や灰掃除などのメンテナンスについて、特有の運転管理を、通常は設備導入先となる施設側が対応することになり、従来業務に追従した作業が負担となり結果として設備の不安定な運転管理になりがちである。

現行で行われている国内のバイオマスエネルギー導入案件については、「計画」から「資金調達」、「燃料調達」、「バイオマス関連設備の運転保守（メンテナンス等）」のいずれも顧客（需要者側）が対応する体制が多くなっている。そこで、今後の地域内の木質バイオマスエネルギー導入の推進、拡大を図るためには、従来体制を見直し、「計画」、「資金調達」、「燃料調達」、「設備運転保守」のセクションを事業として対応する事が継続的に維持していくためには重要です。顧客側（需要者側）とエネルギーサービス事業者と大別すると、それぞれセクションの対応パターンは以下のように想定されます。

図表 56 木質バイオマス関連のエネルギーサービス形態パターン

		計画	資金調達	燃料調達・供給	設備運転、管理 (メンテナンス等)
従来体制		施設側（需要者）	施設側（需要者）	施設側（需要者）	施設側（需要者）
エネルギーサービス事業者	形態①	施設側（需要者）	施設側（需要者）	施設側（需要者）	エネルギーサービス事業者
	形態②	施設側（需要者）	施設側（需要者）	エネルギーサービス事業者	施設側（需要者）
	形態③	施設側（需要者）	施設側（需要者）	エネルギーサービス事業者	エネルギーサービス事業者
	形態④	エネルギーサービス事業者	施設側（需要者）	エネルギーサービス事業者	エネルギーサービス事業者
	形態⑤	エネルギーサービス事業者	エネルギーサービス会社	エネルギーサービス事業者	エネルギーサービス事業者

以上のエネルギーサービス事業者の体制や展開においては、地元関係業者と調整、協議を進め、条件に応じた最適な対応体制を構築していく必要がある。

(1) 木質バイオマス熱供給におけるエネルギーサービス契約方式の検討

本計画の検討している木質バイオマス資源を活用した熱供給で、エネルギーサービス事業を行う場合は、いくつかの契約方式が想定されます。主な契約方式は以下の通りです。

図表 57 バイオマス熱供給のエネルギーサービス事業における主な契約方式

契約形態	サービス内容
1 バイオマス単価契約	従来の一般的な取引形態でバイオマス単価を決めて消費量（購入量）に応じた金額を顧客が支払う
2 燃料費削減成功報酬型契約	従来年間石油代に対し、バイオマス燃料に転換したことによって削減された費用の一部をサービス料としてから顧客が支払う
3 化石燃料比較変動制熱単価契約	化石燃料単価の変動に応じたバイオマスによる安価な熱単価を決め、施設が使用した熱量に応じた金額を顧客が支払う
4 エネルギーサービス熱単価契約	バイオマスシステム費用、運転管理、燃料調達などのサービス料を含めた一定の熱単価を決め、施設が使用した熱量に応じた金額を顧客が支払う

なお、エネルギーサービス事業の契約方式は、単一的ではなく、地元関係業者と調整、協議をすすめて、条件に応じた最適な契約方式を決定していく必要がある。

(2) 木質バイオマス熱供給によるエネルギーサービス事業のリスクとメリット

木質バイオマス熱供給によるエネルギーサービス事業を展開する上で、想定される要因と要素から影響に関して、事業のリスクとメリットを下記に示す。

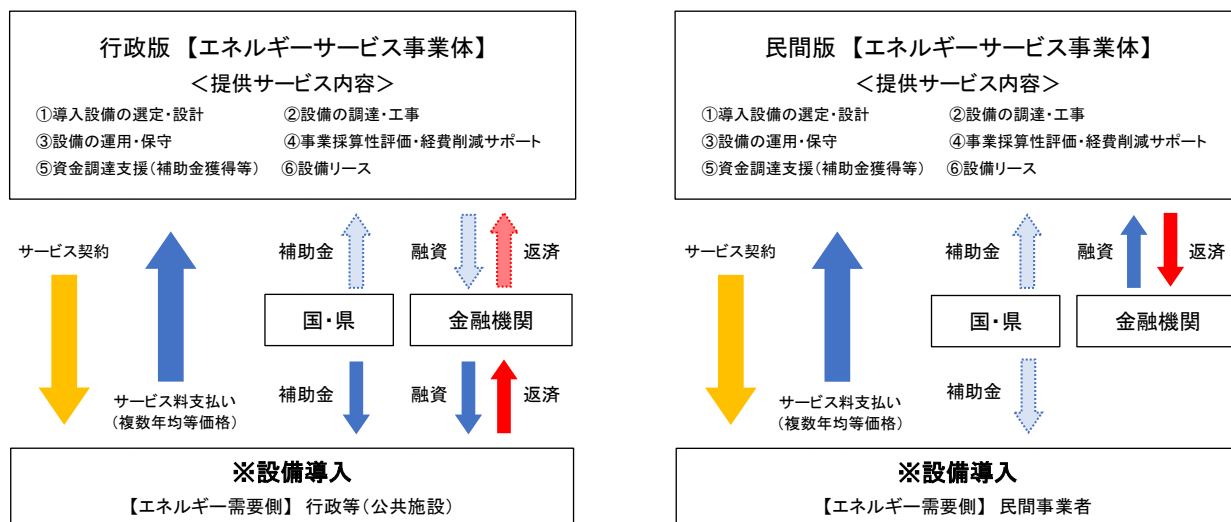
図表 58 木質バイオマス熱供給によるエネルギーサービス事業のリスクとメリット

発生素素	要因源	想定される影響	リスク	メリット
化石燃料価格の下落	社会的要因	熱需要者側でバイオマス関連のエネルギー源より化石燃料価格が低下し、化石燃料由来のエネルギーシステム利用の方がコストが安い	○	
化石燃料価格の上昇	社会的要因	バイオマスシステムの運転管理、バイオマス燃料価格を踏まえた損益分岐点以上の化石燃料価格が高騰した場合に、利益が発生		○
仕入れ木質燃料価格の高騰	川上、川中事情	地域内の森林管理、林業体制の衰退、国庫補助など林業政策の見直し FIT 発電用との原料生産の競合激化	○	
熱エネルギー購入量の減少	川下事情	熱販売先となる施設での熱消費量の縮小 より安価な先進的エネシステムの設定が必要	○	
熱供給導管の公道利用制限	行政判断	事業者倒産時の撤去リスクヘッジのため自治体関与を条件付け	○	
出口戦略（終了、更新時）	事業者	償却後の設備更新、事業終了の撤去	○	

主に木質バイオマスエネルギーを化石燃料の代替として利用する場合、化石燃料価格の低下により経済メリットが失われる可能性がある。過去の化石燃料価格の変動をみると、国際社会情勢による影響から、灯油やA重油の価格は1年で倍以上に急騰または急落することもあり、社会情勢による変動がみられる。そのためエネルギー供給する熱販売価格を取り決める際に、化石燃料価格の長期的な変動を考慮する必要がある。

(3) エネルギーサービス事業としての資金調達イメージ

エネルギーサービス事業として、施設の管理者が行政等への熱供給を行う場合と、民間事業者へ熱供給を行う場合の2つのパターンから資金調達の仕組みを以下に示す。



図表 59 事業スキームと資金調達の仕組み (左：行政対象) (右：民間事業者対象)

木質バイオマス導入に関しては事業特性として、事業性を高く見込みにくい、サプライチェーンが多く変動要素が多く結果リスク算定項目が多いことがあげられる。そのためバイオマス設備の導入においては、国や県の設備導入における補助金や金融機関の融資等を想定される。

比較的容易に資金調達が可能な場合は、設備投資における資金調達を熱需要者側が行うことになる。一方で資金調達を容易にできない場合は、熱供給を行う事業者が設備リース等の仕組みを用い、設置者(サービス提供者)にサービス料の回収という形で実際の資金調達の役割を担うことが考えられる。

(4) 木質バイオマス熱供給によるエネルギーサービス事業の資金調達の方法

木質バイオマス関連の事業実施に必要な資金のうち、自己資金でどの程度を負担し、残りを外部からどのように調達するか検討する必要がある。

資金調達のリスクや制約を最小限にするためには、自己資金を用いる方が安全であるため、自己資金での実施可能性を検討し、それが難しい場合に外部資金調達を検討することが求められる。外部からの資金調達手法には、主として融資と出資の2種類があるが、木質バイオマスエネルギー事業のような政府が推進する事業の場合は、補助金等を活用する方法がある。それぞれに特徴や留意事項が異なる。

木質バイオマス関連事業の実施には、バイオマス調達からエネルギー供給まで様々な関係者との連携が必須です。そこで、安定経営の実現を目的に、共同出資を通じて関係者間で事業目的を十分に共有し連携を強固にすることで、事業リスクを軽減することが可能です。また、事業開始後に、初期費用や運用費が当初予定から変更になる事態も想定される。

事業実施地域の木質バイオマス調達に係る競争が激化し、予定よりも調達価格が上昇する等の事態もありえる。そこで事業期間中の計画変更リスクに耐えうる資金調達計画を立てる事が重要である。

図表 60 外部資金調達手法の比較

項目	一般的な外部資金の調達手法		その他の手法
	融 資	出 資	補助金等
主な特徴	<ul style="list-style-type: none"> 金利をともなう返済を要する資金 借入金を増加させる手法 	<ul style="list-style-type: none"> 返済は不要だが配当を必要とする資金 新株等の発行によって自己資本を増加させる手法 	<ul style="list-style-type: none"> 国や地方公共団体が推進する事業等に対して提供される資金
メリット	<ul style="list-style-type: none"> 経営の自由度を保持できる 出資金を抑制できる 	<ul style="list-style-type: none"> 返済を必要としない 事業成功に向けて資金以外の協力を得ることが可能な場合もある 	<ul style="list-style-type: none"> 計画どおりに事業が推進されれば、基本的に返済は不要
デメリット	<ul style="list-style-type: none"> 元本および利息を返済する必要がある 	<ul style="list-style-type: none"> 出資者が経営に関与するため、経営の自由度が低下する場合もある 	<ul style="list-style-type: none"> 事業内容に条件があり、常に利用可能ではない 実際の支出後に補助金が支払われるため、事業実施中に、つなぎ融資等が必要
留意事項	<ul style="list-style-type: none"> 事業主体の信用力によって、融資の条件や融資の可否が異なる 返済期間や猶予期間について金融機関と相談する必要がある 	<ul style="list-style-type: none"> 	<ul style="list-style-type: none"> 制度によっては、事業終了時に設備を簿価で買い取る必要がある 制度によっては、目的外使用、改造、処分等を行う際は国庫納付金の支払や経済産業大臣の承認が必要*
主な調達先	<ul style="list-style-type: none"> 銀行 信用金庫 等 	<ul style="list-style-type: none"> 自己資金 事業パートナー（他企業）からの出資 ベンチャーキャピタル等 	<ul style="list-style-type: none"> 国 地方公共団体 等

「補助事業等により取得し又は効用の増加した財産の処分等の取扱いについて」平成 16・06・10 会課第 5 号(改正:平成 20 年 6 月 6 日)参照

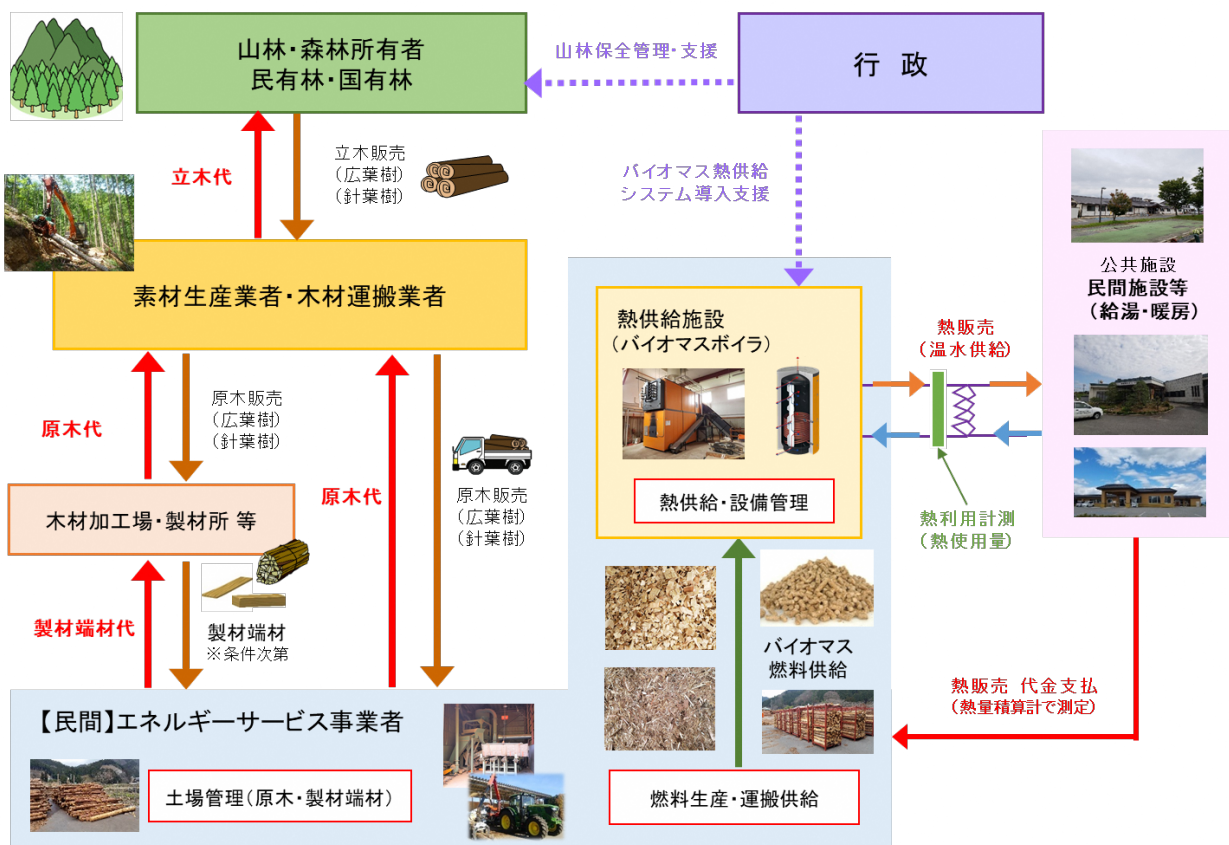
6.2 木質バイオマス熱供給によるエネルギーサービス事業展開イメージ・体制モデル

(1) 本計画における木質バイオマス供給事業の展開イメージ

木質バイオマス熱利用事業については、木質バイオマスエネルギーによる熱供給事業を実施するができれば、地域内に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。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。

本計画で想定モデルしているエネルギーサービス事業については、エネルギーの需要先とは異なる熱利用事業者が木質バイオマス設備を設置して、需要先の給湯、暖房等の熱需要に合わせて熱販売を行うことを指す。事業展開から、行政や民間事業者で協議を行いながら、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。

地域における森林バイオマス活用したエネルギー（熱）供給事業体制イメージ



図表 61 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（案）

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 62 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 63 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 64 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おうとする場合 ※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 65 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	昼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、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）。 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エネ事業の実施・運営体制構築支援 地域再エネ導入目標に基づき、地域再エネ事業を実施・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</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。

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。

1. 事業目的

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。

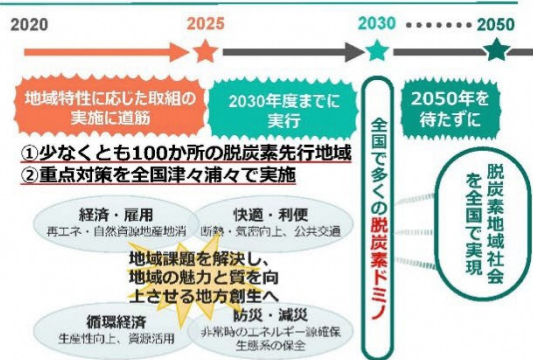
1. 脱炭素先行地域づくり事業への支援
(交付要件)
脱炭素先行地域に選定されていること等
(一定の地域で民生部門の電力消費に伴うCO2排出実質ゼロ達成等)
(対象事業)
再エネ設備の導入に加え、再エネ利用最大化のための基盤インフラ設備（蓄電池、自営線等）や省CO2等設備の導入、これらと一体となってその効果を高めるために実施するソフト事業を対象

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



2020 → 2025 → 2030 → → 2050

2020: 地域特性に応じた取組の実施に道筋

2025: 2030年度までに実行

2030: ①少なくとも100か所の脱炭素先行地域 ②重点対策を全国津々浦々で実施

2050: 全国で多くの脱炭素(下川)を全国で実現

2050年を待たずに脱炭素地域社会を全国で実現

地域課題を解決し、地域の魅力と質を向上させる地方創生へ

経済・雇用: 再エネ・自然資源地産地消

快適・利便: 断熱・気密向上、公共交通

循環経済: 生産性向上、資源活用

防災・減災: 非常時のエネルギー確保、生態系の保全

<参考：交付スキーム>
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

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

出典：環境省 HP <https://www.env.go.jp/earth/earth/ondanka/nergy-taisakutokubetsu-kaikeir04/gsyk04-01-02.pdf>

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（上限あり）</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

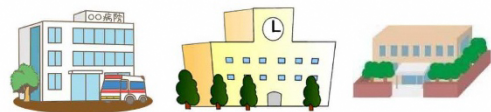
※3 EVについては、通信・制御機器、充放電設備又は充電設備とセットで外部給電可能なEVに蓄電容量の1/2（電気事業法上の離島は2/3）×4万円/kWhを補助（上限あり）。

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>

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。

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。

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。

<事業の流れ>
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 → 林業経営体等（1、2の事業、3の事業の一部）
委託 → 民間団体等（3の事業の一部）
※ 国有林においては、直轄で実施

<事業イメージ>

事業構想（都道府県が作成する5年間の取組方針）

川上

森林組合、素材生産業者、自伐林家等
（意欲と能力のある林業経営者）

⇄

川中

製材業者、合板業者等

⇄

川下

木材需要者

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**

持続的林業確立対策

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
山村地域の防災・減災対策
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）

木材産業等競争力強化対策

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か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）

林業成長産業化地域創出モデル事業

【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。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。

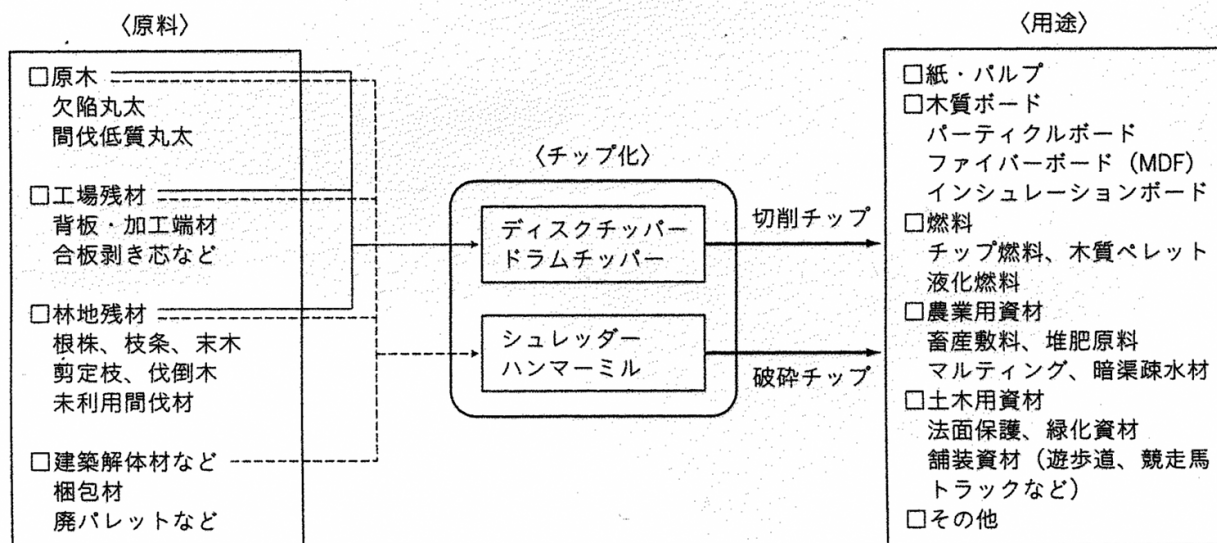
9. 参考情報

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 66 木質原料からチップ化用途の例

9.2 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 67 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葉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

9.2.1 原料別木質チップの燃料特性

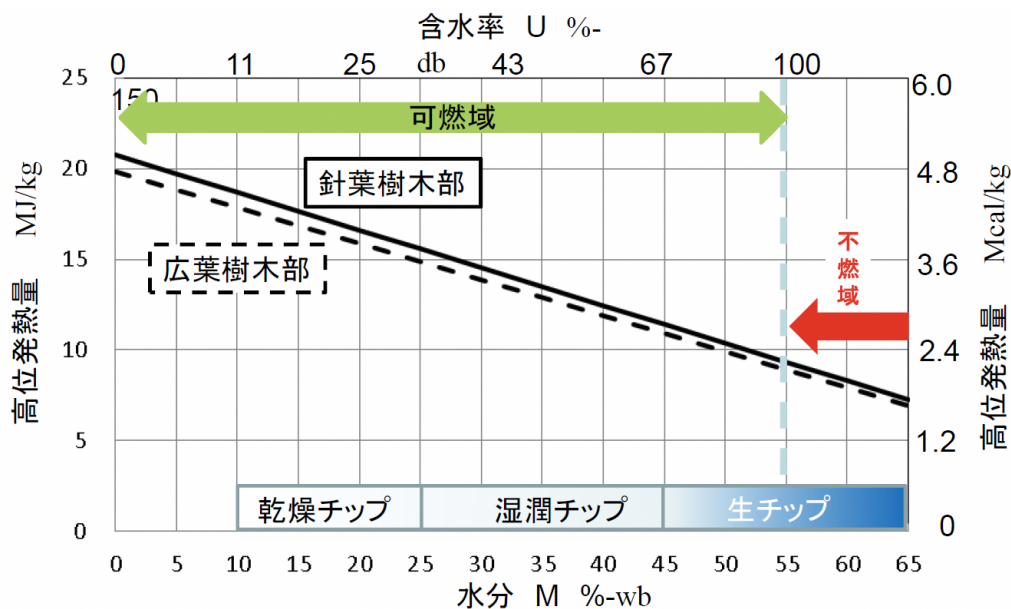
木質チップに関しては、原料の種類、発生条件等で様々な特性を有しています。こうした特性については、原料収集と輸送、燃料調整、取扱方法、エネルギー変換システムを設計するうえで、必要不可欠となります。木質チップを燃料として利用する場合は、エネルギー変換システムを安定的に運転するために、チップの品質を確保することが重要です。燃料チップで重要なことは、①大きさ、形状、②含水率、③発熱量の3つが大きくあげられます。例えば、異種の燃料が混ざっている場合は、品質区分の適用に当事者同士の同意が必要になり、利用側と安全性に関わる問題も考慮する必要があります。燃料チップの品質の取り決めに関して細分化することは可能ですが、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 68 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	1,400～2,200	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

9.2.2 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：一般財団法人バイオエネルギー協会 灰田切

図表 69 木質燃料の水分が及ぼす影響

9.2.3 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 70 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の検討

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 71 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	
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	

★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⁾ について厳格な管理が求められる

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 72 木質チップ品質 原料区分基準

発せ起源	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 73 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 74 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

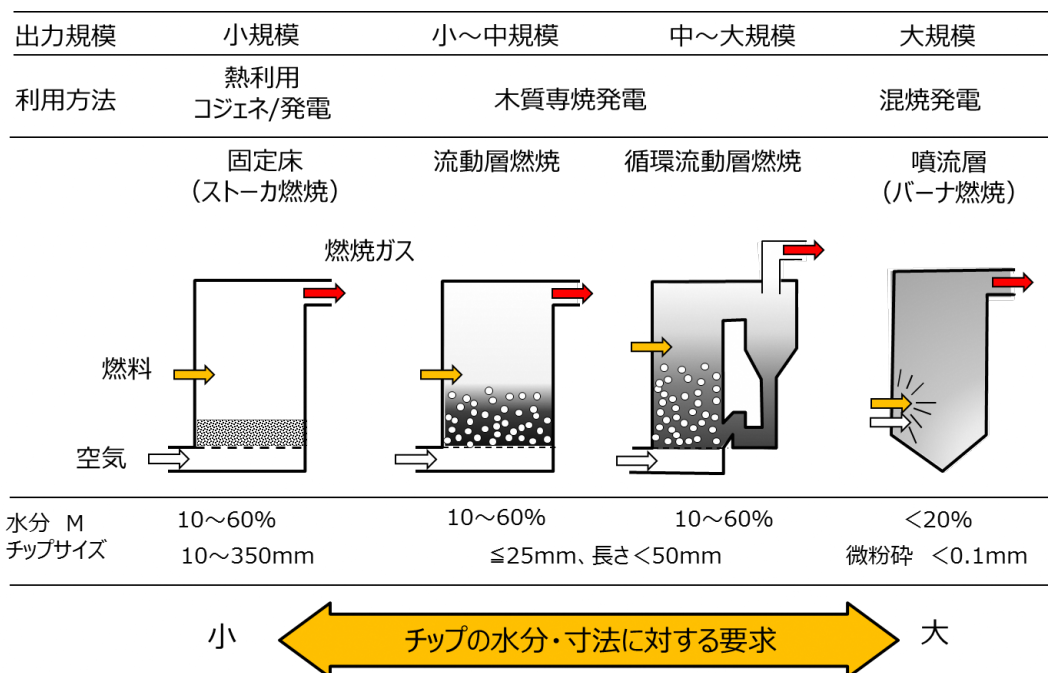
9.2 木質バイオマスエネルギー利活用技術

(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事が必要になります。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 75 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 76 規模別のボイラの燃焼方式とチップ水分量の適正

(2) 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 77 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、配管が土に直接接触するため、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。

(3) 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 78 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) ウェルスタツ最上 (山形県最上町) 安岡エタツ (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

(4) 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 79 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°C 以下 $\Delta t < 10^{\circ}\text{C}$	±5%
		10°C 以下 $\Delta t < 20^{\circ}\text{C}$	±4%
		20°C 以下 Δt	±2%

図表 80 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。

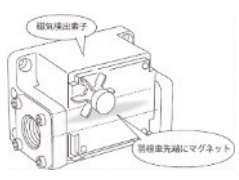
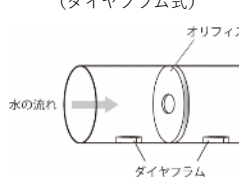
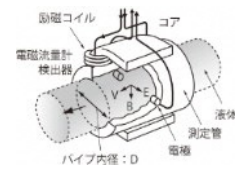
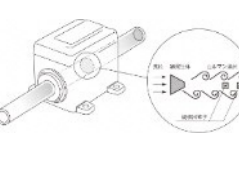
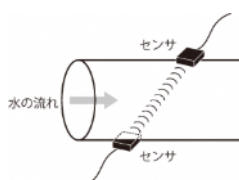
- ① 設置環境は、直接日光が長時間あたるような場所、振動の大きいところ、塵埃の多い場所、高温高湿の場所、腐食性の高い雰囲気があり水没、水浸するような場所は避ける
- ② 取付け、取外し、保守点検が容易に行えるように十分なメンテナンス場所を確保する
- ③ 熱量計を取付ける前に、配管の砂、シール材、切粉などを除去するため、洗管を十分に行う
- ④ 流量計量部の精度チェックのため、標準流量計用の配管を設けておくことが望ましい
- ⑤ 流量計測部の上流部と下流部には所定の直管長を確保する
※一般的に流量計上流側は、呼口の口径 D の 5 倍以上の直管部が必要とされている。呼口径 D の 5 倍以上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 81 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氣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えない。(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 82 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"> ・ギャ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"> ・ギャ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

(5) 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 83 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 $3\sim 5^\circ\text{C}$、温水で約 $5\sim 10\%$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要とする。</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場合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>	

(6) 木質バイオマスボイラ関連の付帯システム

① 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 84 遠隔監視ディスプレイ（参考）



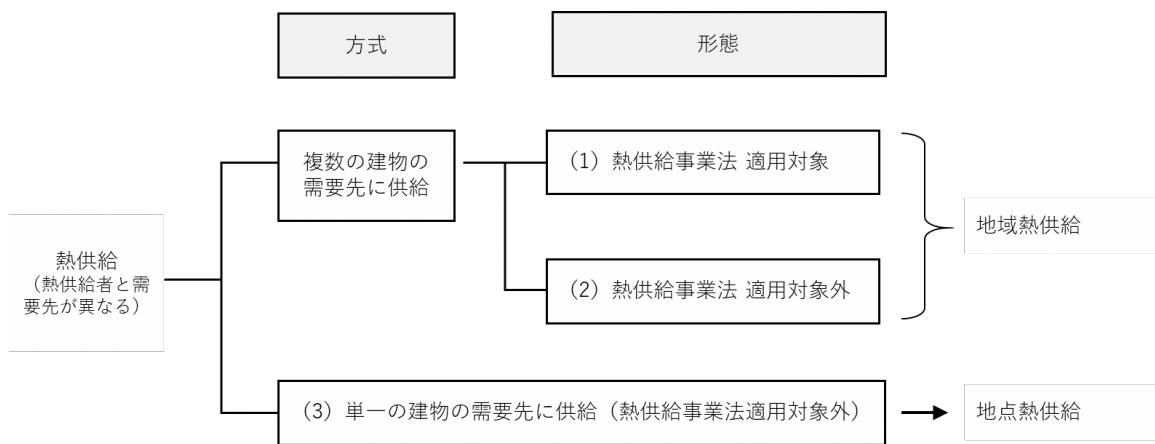
携帯電話遠隔監視システム（参考）

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

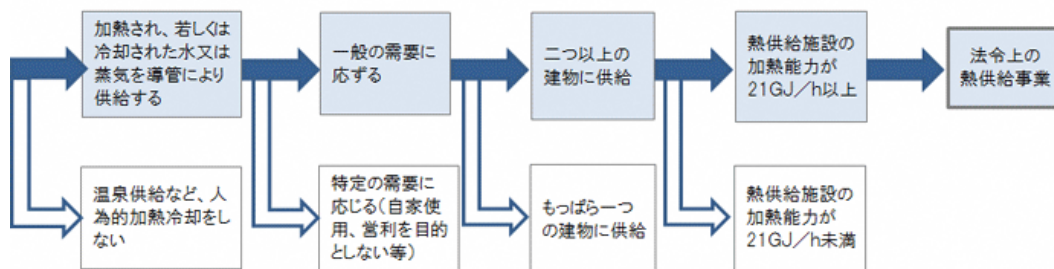
熱供給の方式としては、複数の需要家に供給する場合を「地域熱供給」、それ以外の「地点熱供給」と区分される。なお、地域熱供給の内、熱供給事業法が適応される形態と適応されない形態に分けられます。これは、熱供給事業法の成立条件によって分けられる。本計画の検討している木質バイオマス熱供給事業は、事業主体や規模から熱供給事業法の適応外となる「地域熱供給」「地点熱供給」が想定される。



図表 85 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 86 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 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ます。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 87 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 88 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 89 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 90 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	電気式の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 91 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、利用が確実に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、通常の取扱形態、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。

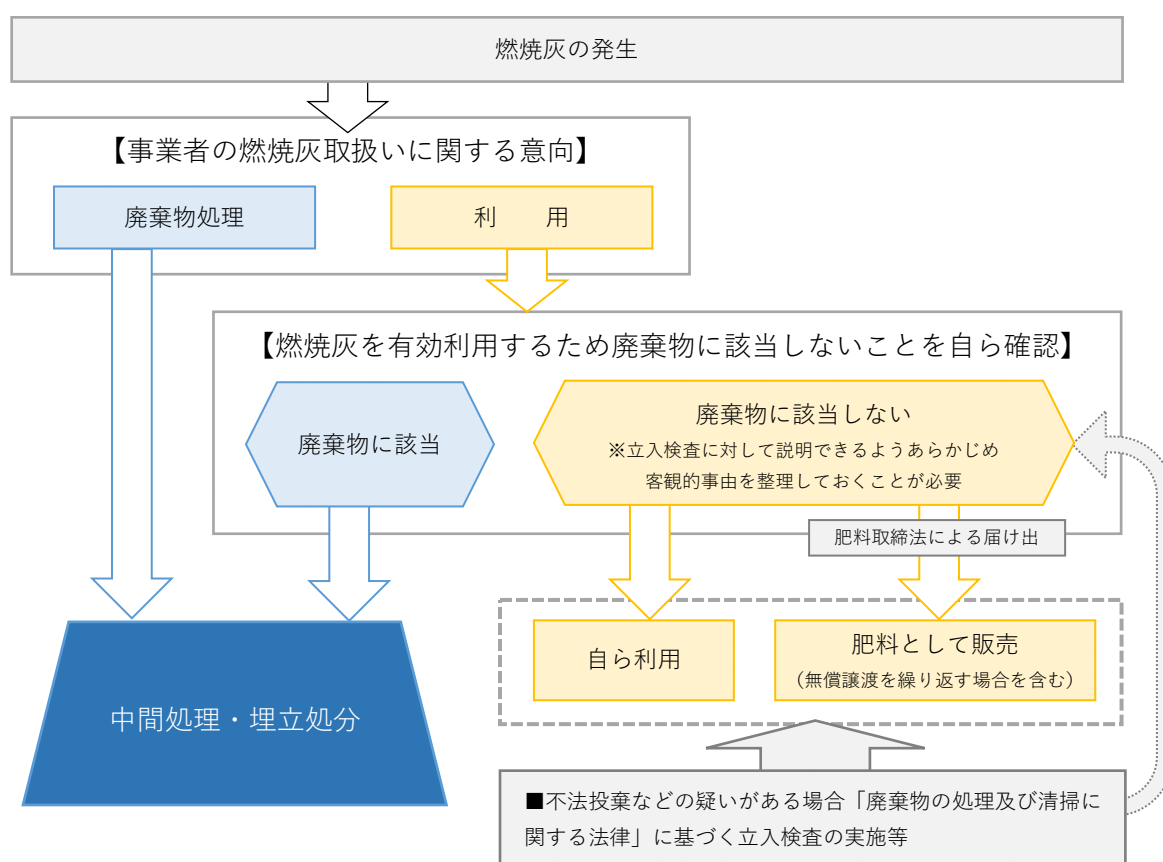
木質バイオマス燃料自体に不純物が混入されていなくても、燃料化や運搬、補給といった作業工程の中で異物が混入することも想定されるため、基本的に産業廃棄物処理の取扱いになる。

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 92 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。

(5) 木材の含水率・水分について

木材を利用するにあたっては、水分の吸放出による収縮・膨潤、重さ、強度、耐久性など、様々な面において水（水分）が影響する場合がある。

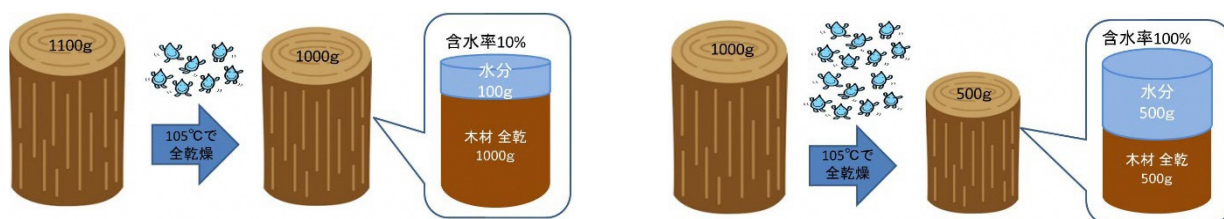
木材に含まれる水の割合を示す場合、通常は水分を含めない木材重量（全乾重量、ドライベース）に対する水分重量の割合を表す含水率を用いる。

木質の重量（絶乾重量）を 100 とした場合の水の割合を「乾量基準含水率（U）」と呼び、製材品や合板等の木材で「含水率」といったらこの「乾量基準含水率（U）」を指す。

一方、食品でも土壌でも一般的に含水率といったら全体重量のうちの水の割合のこと差し、これを「湿量基準含水率（M）」と呼び、含水率（乾量基準含水率）と区分するため「水分」と呼ばれている。

■ 乾量基準含水率（ドライベース） $M = \text{水分重量 } W_w / \text{全乾重量 } W_s \times 100 (\%)$

■ 湿量基準含水率（ウェットベース） $U = \text{水分重量 } W_w / (\text{全乾重量 } W_s + \text{水分重量 } W_w) \times 100 (\%)$



左：木材の含水率（ドライベース）イメージ

右：木材の水分（ウェットベース）イメージ

木材の場合は、燃料の場合には注意が必要であり、ウェットベースを水分率とすると、含水率を水分率に変換する際の指揮は、以下のとおりとなる。

■ 乾量基準含水率（含水率） $U \Rightarrow$ 湿量基準含水率（水分） $M = \text{含水率 } U / (100 + \text{含水率 } U) \times 100 (\%)$

■ 湿量基準含水率（水分） $M \Rightarrow$ 乾量基準含水率（含水率） $U = \text{水分 } M / (100 - \text{水分 } M) \times 100 (\%)$

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

株式会社庄司製材所
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）

SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS

