

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

北海道池田町
「地域内エコシステム」構築事業
調査報告書

※本報告書は地域の非公表データ等を含んでいるため、
web 閲覧用として一部内容を伏せてあります。

令和2年3月

（一社）日本森林技術協会
（株）森のエネルギー研究所

目次

1. 背景と目的	1
1.1 事業の背景	1
1.2 事業の目的	1
1.3 調査対象地域	3
2. 実施の内容	5
3. 実施項目	6
3.1 協議会の設置・運営	6
3.1.1 協議会の設置	6
3.1.2 協議会の運営	7
3.2 池田町「地域内エコシステム」のサプライチェーン	11
3.3 川上の実現可能性調査	13
3.3.1 森林資源の木質バイオマス利用可能量	14
3.3.2 聞き取り調査結果	21
3.3.3 池田町における木の駅プロジェクトの検討	22
3.4 川中の実現可能性調査	24
3.4.1 町内のチップ製造事業者からの調達	24
3.4.2 小型チップターの導入	25
3.4.3 木質バイオマスセンターへの製造委託	28
3.4.4 チップ調達・製造方法の比較	30
3.5 川下の実現可能性調査	31
3.5.1 対象施設の抽出	31
3.5.2 導入検討	35
4. 総括	48

1. 背景と目的

1.1 事業の背景

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

このため、森林資源をエネルギーとして地域内で持続的に活用するための担い手確保から発電・熱利用に至るまでの「地域内エコシステム」の構築に向けた取り組みを進めることが必要となってきました。

1.2 事業の目的

木材需要の創出・輸出力強化対策のうち「地域内エコシステム」構築事業（以下、本事業という）は、林野庁の補助事業で平成 29 年度（2017 年度）より実施されています。

本事業は、「地域内エコシステム」の全国的な普及を目指すことを目的とし、実現可能性調査（以下、F/S 調査）を実施しました。

本報告書は、北海道池田町「地域内エコシステム」構築事業の調査報告書として作成したものです。

「地域内エコシステム」とは

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

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

「地域内エコシステム」の考え方

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



図 1-1 「地域内エコシステム」構築のイメージ

1.3 調査対象地域

(1) 対象地域の概要

本事業では、北海道池田町を調査対象地域として、F/S 調査を行いました（図 1-2）。

北海道池田町は、北海道東部の十勝平野の中央やや東寄りに位置しており、人口は 6,699 人（平成 31 年（2019 年）4 月）で、総面積は 37,179ha、そのうち森林面積は 22,515ha であり、約 60.5%を山林で占めています。

地勢は平坦で、山岳地帯でも海拔 100～200m 程度あり、北は士幌町および本別町、東は浦幌町、南は豊頃町、西は音更町に接し、南西は十勝川を隔てて幕別町にも接しています。北海道東部の 3 圏域（オホーツク、十勝、釧路・根室）を結ぶ交通の要衝として栄えています。年間平均気温 6℃、日照時間は年間約 2,000 時間と長く、年間降水量は 800 mm 程度です。

基幹産業は農業であり、主に麦類、豆類、てんさい、野菜類が栽培されています。また、肉用牛の生産や酪農も行われており、町内農家が繁殖から肥育まで一貫経営によって生産している「いけだ牛」といったブランド牛もあります。農業振興を目的としたブドウ栽培を行い、昭和 38 年（1963 年）には国内初の自治体経営によるワイン醸造が始まった地域です。

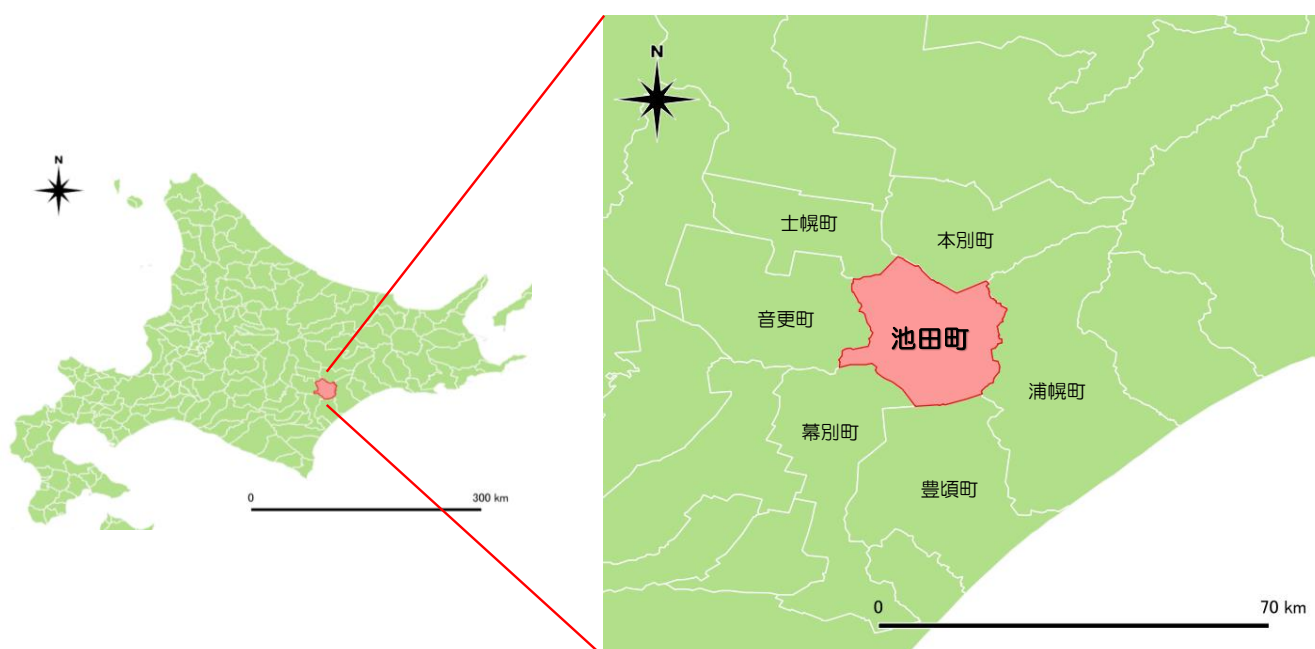


図 1-2 北海道池田町の位置

(2) 本事業の位置づけ・目的

池田町は、カラマツ人工林が伐期を迎えており、十勝広域森林組合の製材工場への安定した原料供給のために、年間に約 200ha の皆伐が実施され、活発に素材生産が行われています。一方で、これまで間伐が十分に実施されてきたことや、台風などの風害による影響（アクセスできる場所が限定されるなど）により、ha あたりの出材量でみると 150m³ 前後であり、他地域と比較して少ない状況です。このため、森林所有者への十分な利益還元につながっていないことや、枝条等の林地残材が林内に散在し、皆伐後の再造林時の支障となり、森林整備費用が高くなっています。

また、広葉樹天然林においても、近年では池田町として自伐型林業・近自然森づくりの考え方に沿った森林管理（天然林間伐事業等）を実施しています。これにより、生産した原木丸太を町内製炭事業者や木工作家に販売していますが、用途のない・販売できない丸太等の利用体制は構築できていない状況です。

さらに、池田町森林整備計画の中で木質バイオマスの活用等も含めた利用システムの整備に取り組んでいることや、2016 年に連続して襲来した台風、2018 年に発生した胆振東部地震による停電といった災害の経験から、地域住民が避難を余儀なくされた場合にも安心して避難生活を送ることができる体制を目指し、「地産地消型エネルギー」を構築できる事業が必要だと考えました。

上記のことから、**1 つ目は、林地残材の活用方法を見出し、収益が得られるような仕組みを整え、森林所有者への利益還元につなげられる**ようにすること。**2 つ目は、池田町における木質バイオマスエネルギーと木質バイオマスボイラーの導入可能性を探る**ことを目的に、F/S 調査を実施し、協議を行いました。



図 1-3 想定している林地残材のイメージ

2. 実施の内容

本事業の実施内容は以下の 5 つであり、北海道池田町地域の「地域内エコシステム」の構築に向けて、F/S 調査等を行いました。

（１）地域協議会の設置・運営

地域の関係者で連携し、地域が主体となって事業計画を策定するための「池田町「地域内エコシステム」地域協議会（以下、協議会）」を設置し、運営しました。協議会は計 2 回開催し、サプライチェーンや F/S 調査結果等について、話し合いました。また、協議会に併せて、木質バイオマスに関わる勉強会（セミナー）も開催しました。

（２）池田町「地域内エコシステム」のサプライチェーン

池田町における地域内エコシステムの構築に向けて、原料供給、燃料製造、エネルギー利用を一貫した持続的かつ安定した体制が築けるよう協議会の中で整理しました。

（３）川上の実現可能性調査

池田町の森林資源量について、既存資料調査と聞き取り調査により、木質バイオマス利用可能量を把握し、協議しました。

（４）川中の実現可能性調査

池田町に適したチップ調達・製造について聞き取り調査等を行い、協議しました。検討内容は 3 パターン（町内からの調達可能性、新規設備導入、町外からの調達可能性）です。

（５）川下の実現可能性調査

「地産地消型エネルギー」利用を目指して、池田町内の市街地に近い清見地区を対象として、エネルギー利用施設や指定避難所を想定し、温浴施設、教育機関、南 4 線（道路：ロードヒーティング）の 3 つについて調査し、協議しました。

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

3. 実施項目

3.1 協議会の設置・運営

3.1.1 協議会の設置

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

協議会のメンバーは、表 3-1 のとおりです。

表 3-1 池田町「地域内エコシステム」地域協議会のメンバー

区分	所属先	
委員	自伐型林業事業参加者	複数名
	▼池田町森林整備計画実行管理推進チーム	
	A 社	
	B 社	
	森林組合	
自由参加	地域住民	町内・町外含む
事務局	池田町 産業振興課 林務係	上記チームに所属する
	一般社団法人日本森林技術協会	
	株式会社森のエネルギー研究所	

3.1.2 協議会の運営

(1) 協議会の実施

池田町「地域内エコシステム」地域協議会は、令和元年（2019年）8月8日、令和2年（2020年）2月3日の計2回開催しました。協議会をととして、地域の関係者で情報を共有しながら、地域内エコシステムの構築に向けた検討を行いました。また、協議会の実施に併せて、勉強会も行いました（詳細は3.1.2（2））。

協議会の実施結果は、表3-2のとおりです。

表3-2 池田町「地域内エコシステム」地域協議会の実施結果

協議会の実施結果	実施状況
▼ 第1回協議会【事業説明会兼勉強会】 開催日：令和元年（2019年）8月8日 議題：町民への事業趣旨の説明 ➤ 取り組みの普及啓発 ➤ 実施主体の発掘と強化 木質バイオマスに関する勉強会 ➤ 木質バイオマスの普及啓発 ➤ 町内での木質バイオマスの利用可能性について	
▼ 第2回協議会 開催日：令和2年（2020年）2月3日 議題：F/S 調査結果の報告 ➤ 林地残材の活用方法について ➤ チップ製造試験 ➤ ボイラー導入検討 ➤ 今後に向けた検討	

(2) 勉強会（セミナー）の実施

森林・林業や木質バイオマスに関する情報収集を行い、ノウハウを蓄積することや、地域内エコシステムの構築を目指す上で実施主体（プレイヤー）となる人材の発掘また強化することを目的に、事務局および専門家派遣による勉強会を実施しました。

勉強会は協議会の実施に併せて、計 2 回開催しました。詳細を下記に示します。

【第 1 回勉強会：池田町木質バイオマス勉強会】

開催日：令和元年（2019 年）8 月 8 日（木） 14 時 30 分から 15 時 30 分

場 所：池田町社会福祉センター 1 号会議室（池田町字西 2 条 7 丁目 11 番地）

講演者：地域内エコシステム事務局

講演内容：本事業の周知および池田町の取り組みの普及啓発をするために、地域住民に対して、木質バイオマスや木質バイオマスエネルギーの導入事例、池田町での利活用方法（F/S 調査の概要）について、講演しました（図 3-1）。

❖ 木質バイオマスとは？

- 木材からなるバイオマス（生物資源 bio+量 mass）のことを「木質バイオマス」と呼び、林地残材・製材端材・建築端材・支障木等の種類があります。発生する場所や状態が異なるため、利用促進するにあたっては地域の実情等に沿うことが重要です。

❖ 導入事例について

- 青森県西目屋村：子育て定住エコタウンについて（薪 × 融雪 × 熱）
- 北海道上川町：株式会社小椋組の取り組み（チップ × 事務所 × 熱）
- 岐阜県高山市：ひだ荘川温泉桜香の湯の取り組み（チップ × 温浴施設 × 熱）

❖ 池田町での利活用

- 今年度の F/S 調査の実施内容について（3.4 と 3.5 に調査結果を記載）

❖ アンケートの実施（感想等を記述。下記の内容は抜粋）

- 本事業は魅力的であるため、実施主体はどこ（誰）になるのかを明確にし、責任の所在を整理していくことが重要ではないか。
- 林地残材の搬出体制や路網整備の体制の確立が必要に感じる。
- 周辺地域の生産や流通体制を参考にできるところは活用する。
- 池田町内の林道や作業路は道の条件（地質等）があまりよくないため、まずは条件のよい道からの材の搬出を目指していくことがよいのではないか。

【第2回勉強会：森林資源フル活用セミナー～身近な森を宝の山に変える方法～】

開催日：令和2年（2020年）2月4日（火） 13時30分から16時30分

場 所：池田町社会福祉センター 1号会議室（池田町字西2条7丁目11番地）

講演者：山本 健太 氏（地域内エコシステム事務局：池田町産業振興課林務係 主任）

大谷 栄徳 氏（株式会社中川）

草苺 健 氏（NPO 法人苫東環境コモンズ 事務局長）

鈴木 章記 氏（愛別町森林組合 総務兼業務課長）

講演内容：池田町における森林資源の利活用（森林管理や木材の有効活用）について、幅広く（川上から川下）学び、検討しました（図3-2）。

❖ セミナーの趣旨説明 & 池田町の実情：山本氏

- 池田町の森林・林業に関する現状を説明するとともに、地域内エコシステムの構築に向けて情報発信しました。
- セミナー内容は、地域の実情と樹木と森林の特性に考慮した森林管理を実施し、林地残材の有効活用する仕組みづくりについて、専門家らによる情報提供です。

❖ 森林資源の持続的利用と森林管理：大谷氏

- 樹木と森林の基礎知識を持つことで森林管理の視野を広げることができます。また、木材のカスケード利用の促進や、“樹木が生き生き成長できる環境”と“林内で安全に活動できる環境”の整備につながり、適切な森林整備の実践につながります。

❖ 身近で美しい雑木林保育と薪作り：草苺氏

- 市民による森林づくり（林地残材収集）の仕組みに関する情報提供でした。
- 林業という“業”としてではなく、優しく美しい「雑木林の造園」と森林（雑木林）セラピーを目的として当法人は活動しています。材の搬出はチェーンソー、刈払機、スノーモービル、薪割機、ソリを使用し、高性能林業機械には頼らずに行っています（必要に応じて、軽トラックや農業トラクター、ポータブルウインチは使用）。

❖ 上川町におけるバイオマスエネルギーの取組：鈴木氏

- 上川町の木質バイオマスエネルギーの取り組みの情報提供でした。
- 林地残材を有効活用するために、「上川地域資源利活用推進協議会（上川町周辺地域18団体で構成）」を設立しました。木質バイオマス（チップ）製造工場を建設し、上川町内の民間企業や医療センター等に小規模なチップボイラーを導入しています。地域内で資源等の循環できる構造を構築し、現在も実践しています。



2019年度 林業成長産業化総合対策補助金
木材需要の創出・輸出強化対策事業
「地域内エコシステム」構築事業
池田町地域 事業説明会・勉強会

開催日時 2019年8月8日(木)
事業説明会 13:30～14:30
勉強会 14:30～15:30

開催場所 池田町社会福祉センター 1号会議室

備考 入場無料、どなたでもご参加いただけます。

地域内エコシステムとは、集落や市町村レベルでの小規模な木質バイオマスエネルギーの熱利用または発電設備によって、森林資源を地域内で持続的に循環させる仕組みづくりを目指す。山村地域等の活性化を実現していくことです。

本事業は、林野庁補助事業で「地域内エコシステム」の構築を目指す自治体や民間団体を支援するものです。今年度は、池田町は全道15地域の1つに選定され、これから実現可能性調査（FIS調査）を実施いたします。

上記の調査を実施する前に、本事業の概要説明および当初の事業に対する方向性について説明し、町民の皆様からご意見を伺いたいと思います。また、木質バイオマスに関する勉強会も同時開催いたします。

【主催】 池田町
【共催】 池田町産業振興課 林務係 山本 健太
池田町地域産業振興課 林務係 山本 健太
TEL: 016-672-8116
Mail: rimmu@town.hokkaido-ikeda.lg.jp

本日のプログラム

◆ **事業説明会 13:30～14:30**

①「これまでの経緯と池田町の取組内容」
山本 健太（やまもと けんた）
池田町役場 産業振興課 林務係 主任

②「事業の概要について」
堀江 優美（くぼえ まさみ）
一般社団法人 日本森林技術協会
事業部 林業経営グループ バイオマスチーム
専門調査員

◆ **勉強会 14:30～15:30**

「池田町木質バイオマス勉強会」
大矢 仁（おおよ じん）
株式会社 森のエネルギー研究所
北海道営業所 副所長

※各席限、勉強会ともに配布資料がございます。
※図が不明な点、質問等ございましたら、お気軽にお声がけください。
どうぞよろしくお願いいたします。

図 3-1 池田町木質バイオマス勉強会の風景（左）と協議会兼勉強会チラシ（右）



2019年度 林業成長産業化総合対策補助金のうち
木材需要の創出・輸出強化対策事業のうち「地域内エコシステム」構築事業
森林資源フル活用セミナー
～身近な森を宝の山に変える方法～

所有森林の活用にお困りの方、森林資源の活用に興味のある方を対象として、森林管理・木材の有効活用について理解を深め、身近にある森林を宝の山に変える方法について考えていきたいと思います。

日時 2月4日(火) 13:30～16:30
場所 池田町社会福祉センター 1号会議室
(池田町字西2条7丁目11番地)

<プログラム>
13:30～13:40
「セミナーの趣旨説明 & 池田町の取組」
池田町役場産業振興課林務係主任 山本 健太
13:45～15:15
「森林資源の持続的利用と森林管理」
～樹木と森林の基礎知識で森林管理の視野を広げよう～
株式会社 中川・樹木医 大谷 栄徳
15:25～15:55
「身近で美しい雑木林保育と観作り」
NPO法人 古里環境コンセンサス事務局 藤岡 健
16:00～16:30
「上川町におけるバイオマスエネルギーの取組」
愛知町森林組合総務課業務課長 鈴木 章記

主催：池田町
共催：日本森林技術協会、株式会社森のエネルギー研究所
池田町林業グループ

問い合わせ：池田町役場産業振興課林務係（担当：山本）
電話：015-572-3118 FAX：015-572-5895
E-mail: rimmu@town.hokkaido-ikeda.lg.jp

詳細はこちらから！
QRコード

図 3-2 森林資源フル活用セミナーの風景（左）と勉強会チラシ（右）

3.2 池田町「地域内エコシステム」のサプライチェーン

池田町の「地域内エコシステム」を構築していくために、サプライチェーンを検討しました。協議会の中で協議する前のイメージを図 3-3 に示し、F/S 調査を行い、整理できた池田町の「地域内エコシステム」のサプライチェーンを図 3-4 に示しました。

サプライチェーンを協議する前のイメージでは、川上の原料供給と川中の燃料製造の体制について、池田町に森林資源はあるものの実施主体は誰が担っていくのか。また、その体制について明確ではありませんでした。川下のエネルギー利用については、木質バイオマスボイラーの導入の可能性の有無や、そもそもの活用方法等の知見が不足しており、どのようにエネルギー利用施設に対して働きかけていくことがよいのか分かりませんでした。

そのため、川上から川下の全体をととして、実施主体となりえる人材の発掘をしていくことや、現在、地域内エコシステムに関わっている事業者の協力体制の強化等を検討し、さらに勉強会等の開催をととして、ノウハウの共有を図りました。

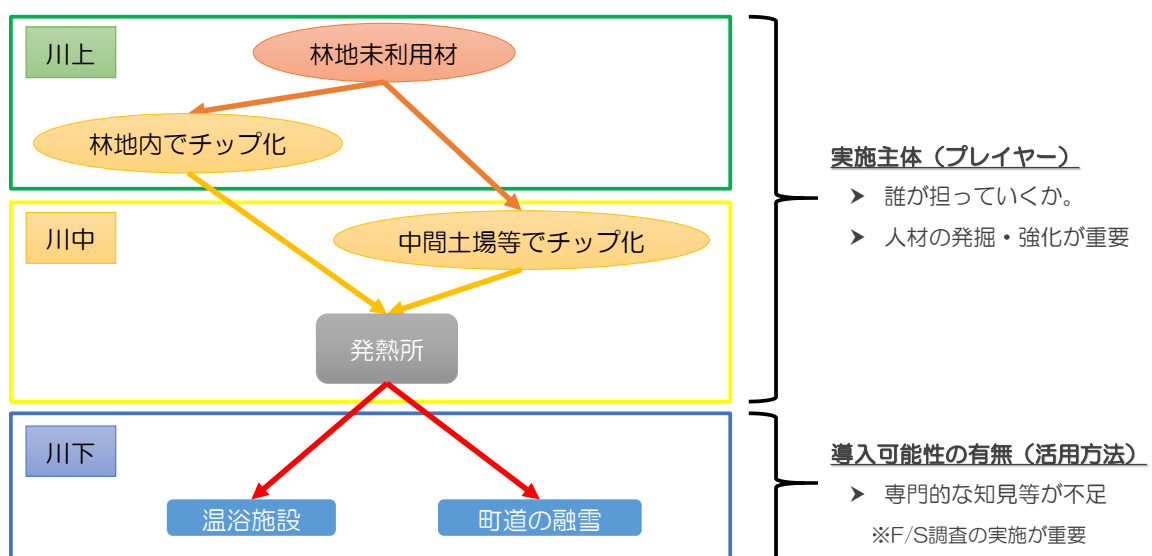


図 3-3 池田町の協議前のサプライチェーンのイメージ

川上の原料供給は池田町森林整備計画実行管理推進チーム（以下、森林整備チーム）が主体となり、補助的に池田町の地域住民や自伐型林業事業参加者で原料となる切捨間伐材や林地残材の供給を目指すというスキームです。実際には、主体である森林整備チームが森林施業を行い、伐採時にでる枝条等の林地残材を搬出しやすい作業道等の道脇に寄せておいてもらい、補助である地域住民や自伐型林業事業参加者が搬出することをイメージしています。

なお、補助である自伐型林業事業参加者には、現在の体験活動内容に併せて、池田町内の森林・林業に関わる関係人口の増加と人材発掘・強化のために、林業を“業”として行うので

はなく、身近な里山の整備や森林レクリエーションの場づくりと位置づけて、燃料となる素材の搬出（間伐等の実施）や町内の薪需要等に対応していくことも想定しています。

川中の燃料製造は、本事業ではチップを利用することを想定しましたが、町内に燃料用のチップ製造を行う施設はありません。そのため、新規に設備導入（小型チップパーの導入）を行う A ルートと町内外でのチップ調達可能性（購入・製造委託）の B ルートを想定しました。調査結果としては、新規に設備導入を行う A ルートが最適という結果でした。小型チップパーは定価で 358 万円とそれほど高価な設備ではなく、また本事業では考慮していないこと（既存チップパーの流用）もあり、コスト削減ができる可能性が残されていることから、新規の設備導入のハードルは低いといえます。また、今後は実施主体の検討が必要となります。

川下のエネルギー利用は、木質チップ等の木質バイオマスエネルギーの利用可能性を探ることを目的に、「地産地消型エネルギー」を目指した F/S 調査を行いました。詳細は後述（3.5）しますが、安心・安全なまちづくりについて地域住民と検討し、ノウハウの蓄積に努めました。

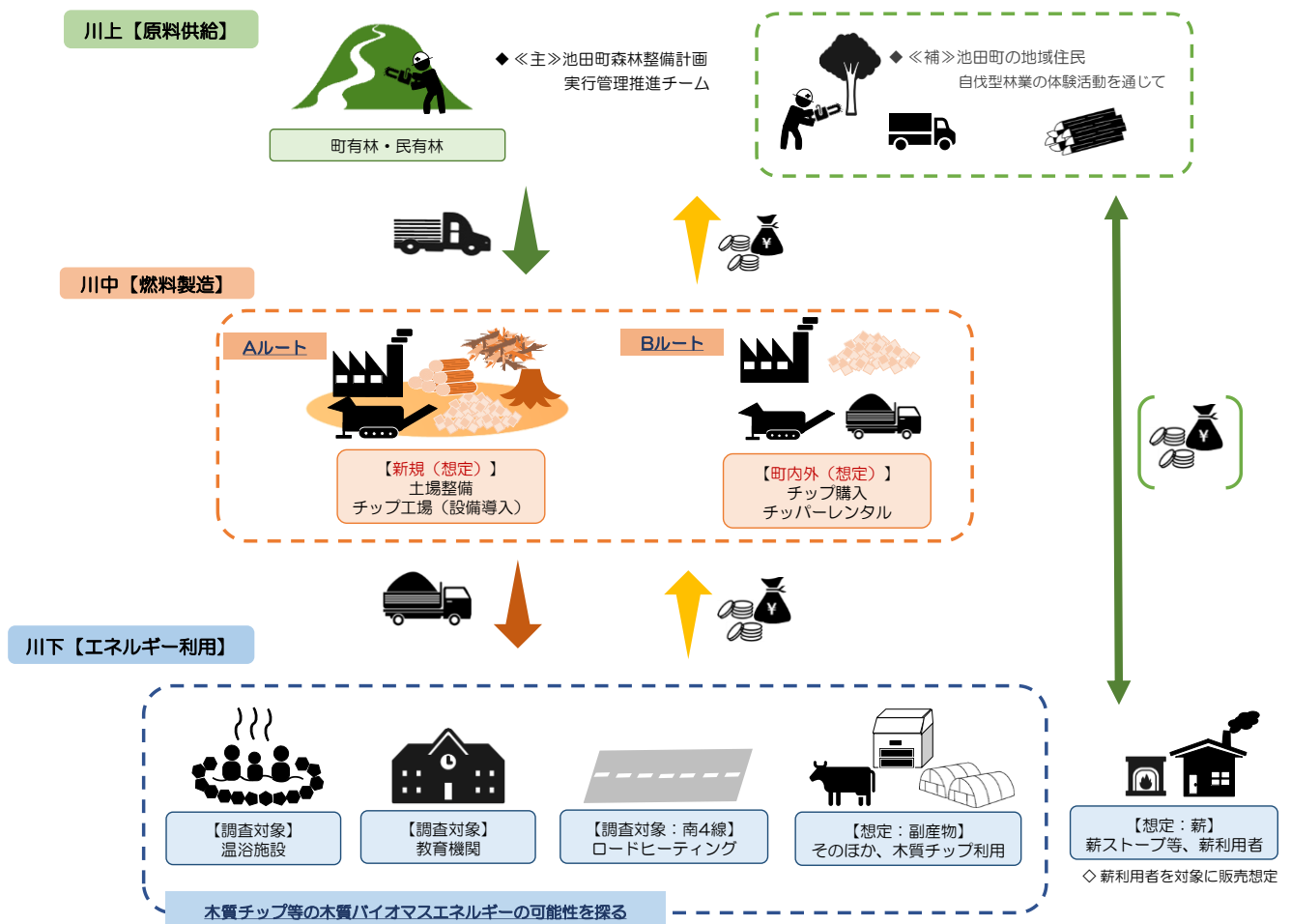
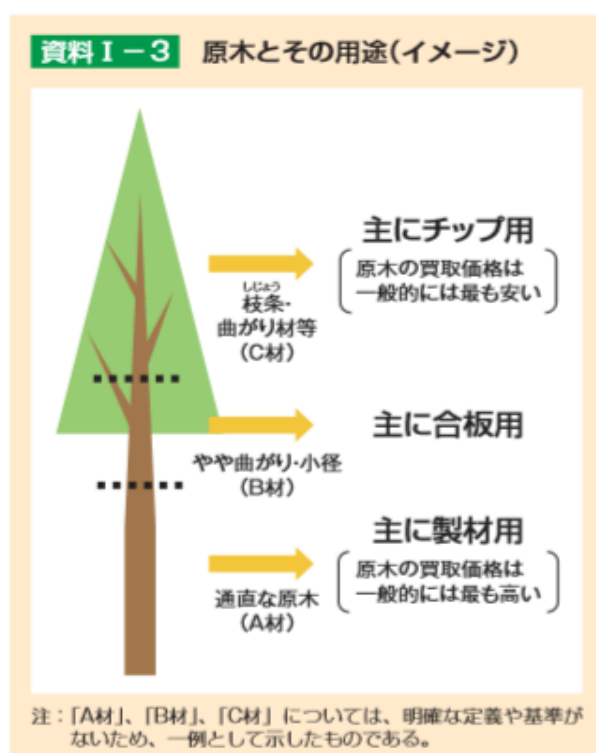


図 3-4 池田町の「地域内エコシステム」のサプライチェーン

3.3 川上の実現可能性調査

池田町における森林資源の木質バイオマス利用可能量について、既存資料調査と聞き取り調査により、収集可能な燃料用材の調達可能性を整理しました。

なお、ここで述べている原木用途のイメージは図 3-5 のとおりです。カスケード利用の原則に従い、主にチップ用（製紙用、燃料用）として利用される C 材を主体に整理しました。また、木質バイオマス利用可能量は、路網が整備されていない奥山等の資源を除く、林道沿線等の実際に利用が可能な資源から推計したものを C 材相当量としました。



出典：林野庁：「平成 26 年度森林林業白書」,農林統計協会, (2014.10.1) ,P10

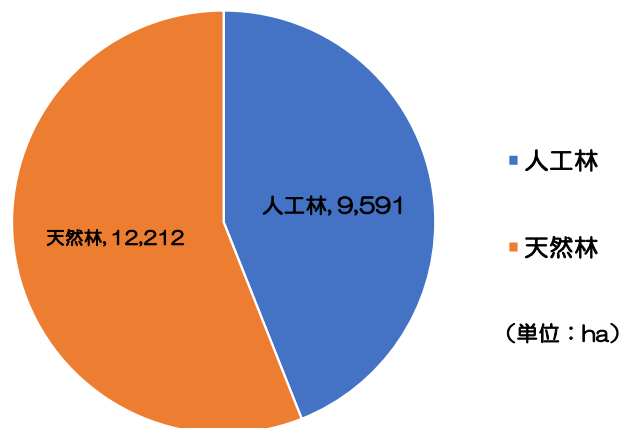
図 3-5 原木用途のイメージ

3.3.1 森林資源の木質バイオマス利用可能量

(1) 池田町の森林資源量の整理

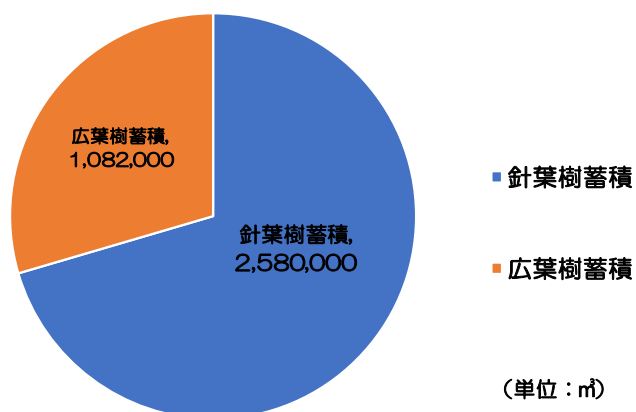
木質バイオマス利用可能量を推計するために、池田町の森林資源を整理しました。

森林面積は図 3-6、森林蓄積は図 3-7 に示します。人工林面積は 9,591ha で約 44%、天然林面積は 12,212ha で約 56%であり、総面積は 21,803ha あります。蓄積では針葉樹蓄積が 2,580,000m³で約 70%、広葉樹蓄積が 1,082,000m³で約 30%を占めています。森林蓄積の総量としては約 3,662,000m³で、ha あたりの蓄積は 168.0m³/ha でした。



出典 : 平成 29 年度北海道林業統計より

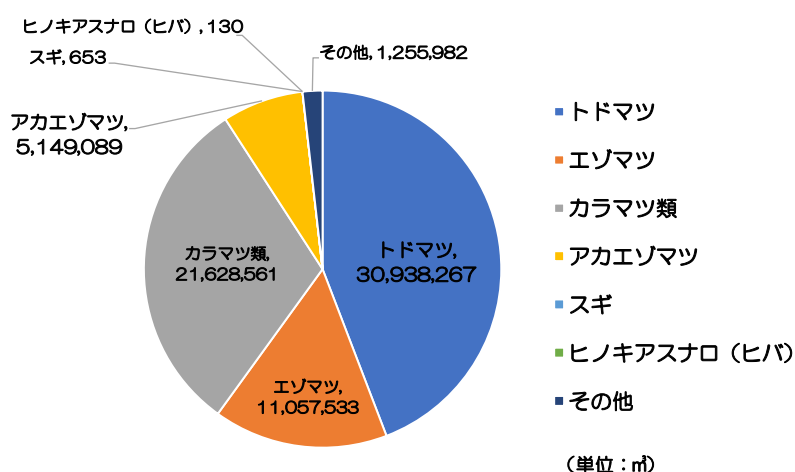
図 3-6 北海道池田町の森林面積



出典 : 平成 29 年度北海道林業統計より

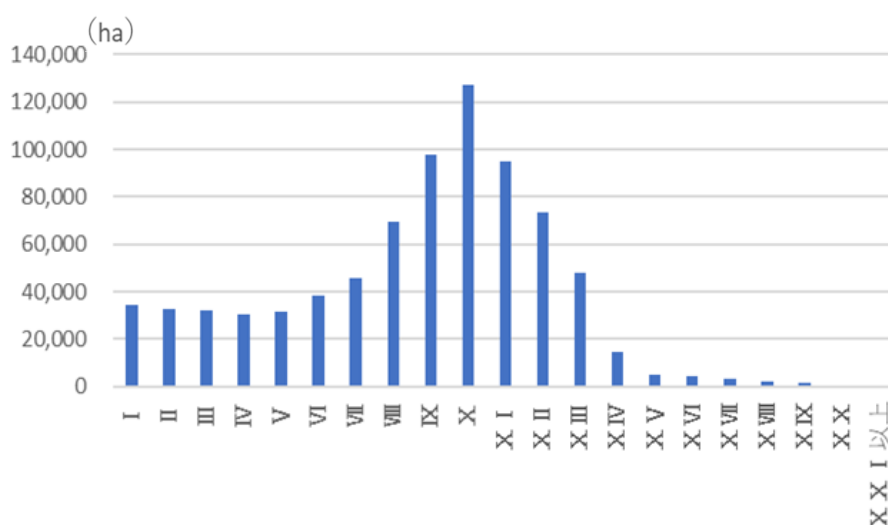
図 3-7 北海道池田町の森林蓄積

また、北海道における民有林の人工林齢級別面積を図 3-9 に示しました。齢級構成は 10 齢級が最も多いという結果になりました。



出典：平成 29 年度北海道林業統計より

図 3-8 十勝総合振興局管轄区域の針葉樹の樹種別蓄積



出典：平成 29 年度北海道林業統計より

図 3-9 北海道の民湯林人工林齢級別面積

(2) 池田町の木質バイオマス利用可能量

3.3.1 (1) で整理した森林資源量を用いながら、池田町の木質バイオマス利用可能量を推計しました。また、木質バイオマス利用可能量は集荷可能な林地残材量と位置づけます。

推計するための考え方として、池田町より提供してもらった資料等を用いて、林道・作業路周辺より集荷可能な林地残材の範囲（対象林分）を定めました。対象林分とした森林区域の範囲は、道路がない奥山の森林資源は利用困難と判断し、池田町内の森林内に開設されている林道・作業路の片側 25m[※]としました。また、林業機械による集荷可能な範囲も片側 25m としています[※]。その後、対象林分において主伐を行ったと想定し、集荷可能な林地残材量を木質バイオマス利用可能量として、全木集材システムの場合と全幹集材システムの場合の集材方法により異なる林地残材率[※]を利用して推計しました。林地残材率は、全木集材システムは 28% (0.28)、全幹集材システムは 17% (0.17) としています。

下記に、推計方法の手順と[※]の出典について示します。

【木質バイオマス利用可能量の推計方法の手順】

- ① 池田町内の森林面積と蓄積から、ha あたりの蓄積を算出する。
- ② GIS 作業により、森林区域内の林道・作業路を対象に片側 25m バッファを作成し、バッファ部分の面積を算出する。
- ③ バッファ部分の面積に、ha あたりの蓄積を乗じて、バッファ部分の蓄積を算出する。
- ④ 伐採による歩留を 85%と仮定し、バッファ部分の蓄積に 0.85 を乗ずる。
- ⑤ 林地残材率は集材方法ごとに、全木集材 28% (0.28)、全幹集材 17% (0.17) として、バッファ部分の蓄積に乗ずる。

$$\text{利用可能量 (m}^3\text{)} = \text{バッファ部分の蓄積 (m}^3\text{)} \times 0.85 \times \text{林地残材率 (0.28、0.17)}$$

【[※]の出典】

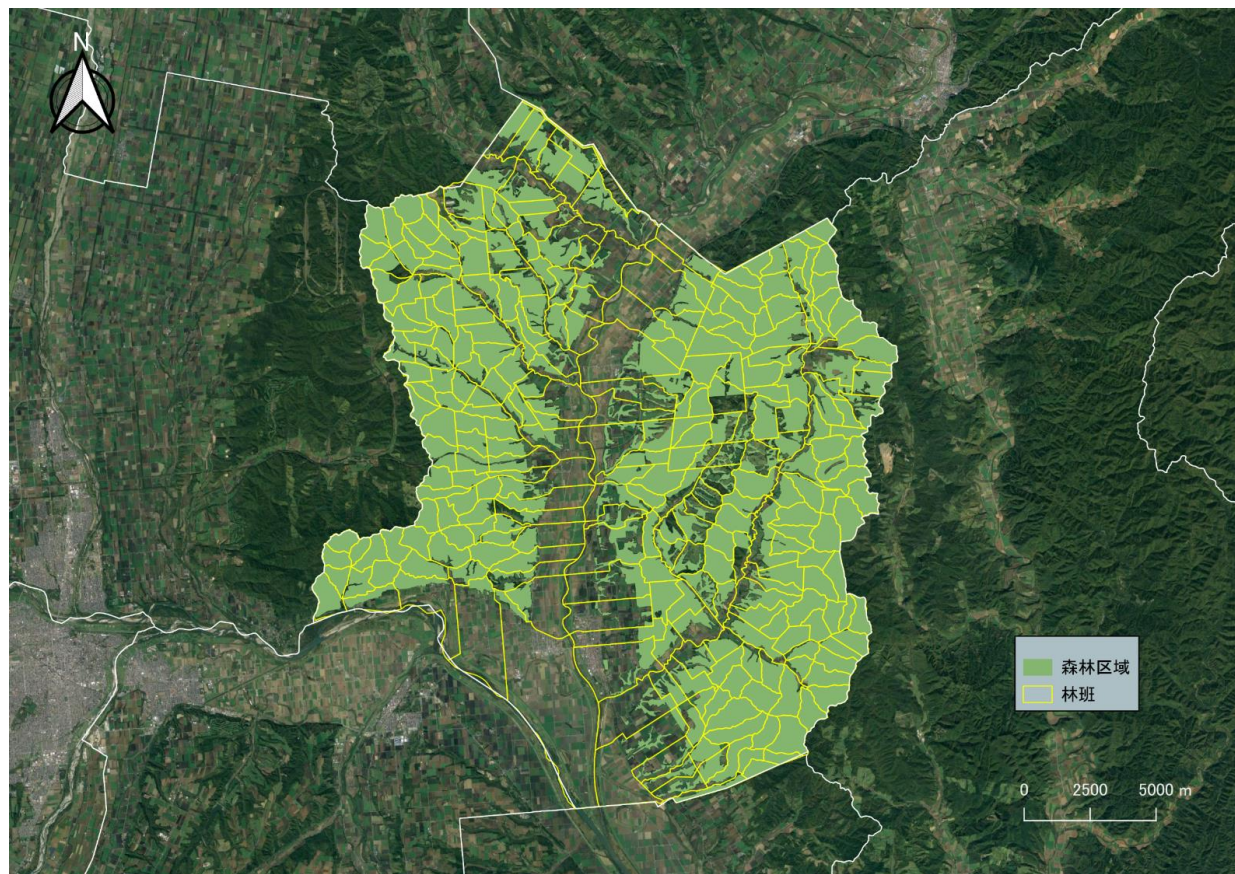
➤ 林道・作業路の片側 25m を集荷可能量

出典：独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構：「バイオマス賦存量及び利用可能量の全国市町村推計とマッピングに関する調査」, (2010)

➤ 木質バイオマス利用可能量の位置づけと林地残材率

出典：酒井明香・寺田文子・渡辺一郎・佐々木尚三：「北海道における機械作業システムと林地残材率を考慮した林地残材集荷可能量の推定」, 森林利用学会誌 30 (2), (2015)

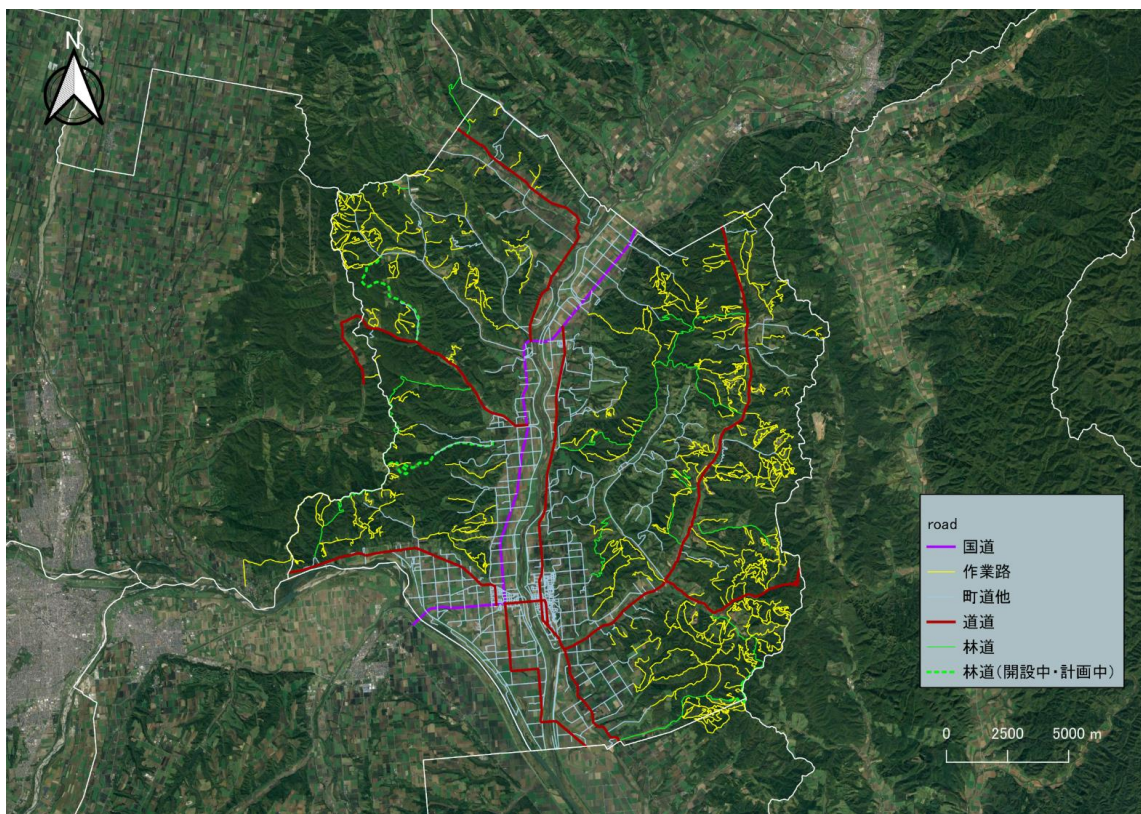
池田町の林道・作業路周辺（片側 25m）を利用可能な対象林分として利用可能量を推計します。図 3-10 は森林区域の現況、図 3-11 は道路網の現況、図 3-12 は森林区域と林道・作業路の重ね合わせを示しました。



出典 1：森林区域は、国土数値情報森林地域データ（平成 27 年度版）より

出典 2：林班区画は、池田町の提供データより

図 3-10 北海道池田町の森林区域の現況



出典：道路網は、池田町の提供データより

図 3-11 北海道池田町の道路網の現況

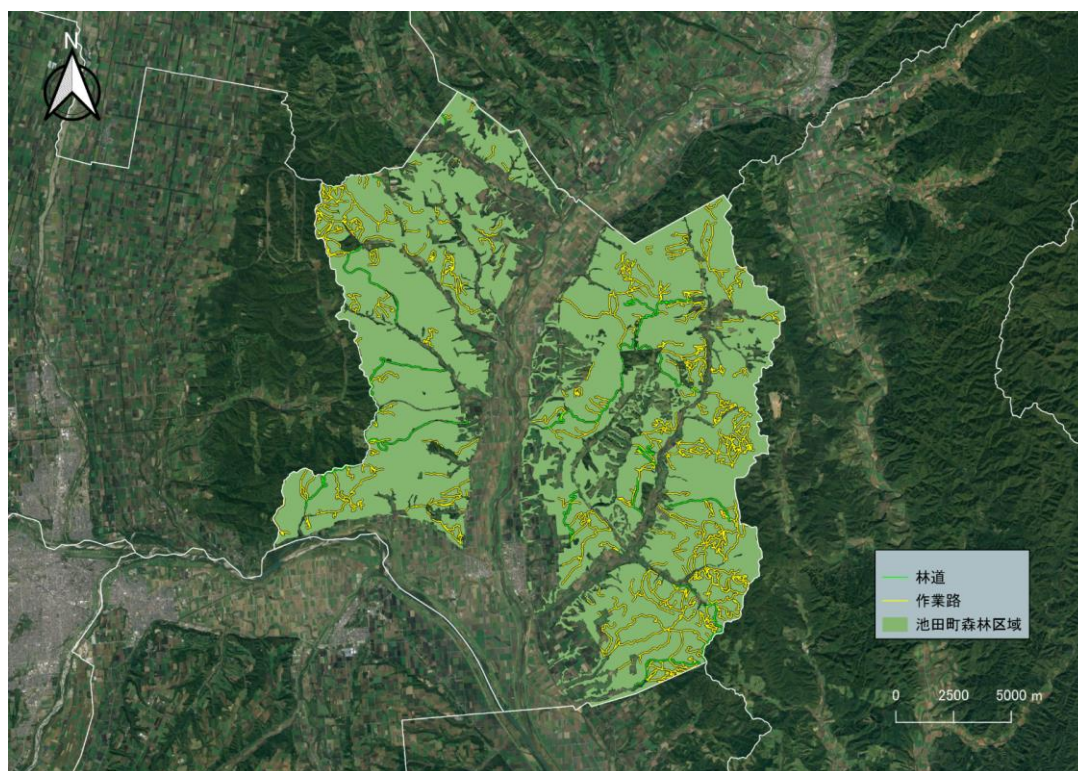


図 3-12 北海道池田町の森林区域と林道・作業路の重ね合わせ

片側 25m の林道・作業路周辺の森林蓄積を表 3-3、集材方法別の利用可能量を表 3-4 に示しました。片側 25m のバッファ森林蓄積は、伐採歩留（85%：0.85）を考慮しない場合は 388,668m³、伐採歩留を考慮する場合は 330,368m³ となりました。

これらのことから、池田町における木質バイオマス利用可能量を集材方法別に推計すると、伐採歩留を考慮しない場合は全木集材で 108,827m³、全幹集材で 66,074m³ となり、伐採歩留を考慮する場合は全木集材で 92,503m³、全幹集材で 56,163m³ が利用可能という結果となりました。

表 3-3 北海道池田町の林道・作業路周辺（片側 25m）バッファ部分の森林蓄積

バッファ 森林面積	バッファ森林蓄積	
	伐採歩留を考慮しない	伐採歩留を考慮する
2,314 ha	388,668 m ³	330,368 m ³

注 1：バッファ面積は、国土数値情報を基に図上で計測した。

注 2：バッファ蓄積は、池田町の ha あたり森林蓄積 168m³/ha を乗じて算出した。

注 3：伐採歩留を考慮した場合の歩留は、85%（0.85）と仮定し、乗じた。

表 3-4 北海道池田町の木質バイオマス利用可能量：片側 25m の場合

木質バイオマス利用可能量			
伐採歩留を考慮しないバッファ森林蓄積		伐採歩留を考慮するバッファ森林蓄積	
全木集材システム	全幹集材システム	全木集材システム	全幹集材システム
108,827 m ³	66,074 m ³	92,503 m ³	56,163 m ³

注 1：全木集材システムの場合、係数は 28%（0.28）を用いた。

注 2：全幹集材システムの場合、係数は 17%（0.17）を用いた。

また、原料供給を自伐型林業事業参加者が林地残材を収集する場合も想定しました。池田町の実施主体として想定する森林整備チームとは異なり、自伐型林業事業参加者は高性能林業機械を用いて施業はしていません。そのため、利用可能な林分の林道・作業路周辺を片側 5m として推計しました。しかし、延長を変動しても推計値は高性能林業機械を用いた場合での数値であることと、実際にどのように搬出するか、また人数等によって集荷できる量は変動しますのでご注意ください。

以上のことから、片側 5m の林道・作業路周辺の森林蓄積を表 3-5、集材方法別の利用可能量を表 3-6 に示しました。片側 5m のバッファ森林蓄積は、伐採歩留を考慮しない場合は $77,735\text{m}^3$ 、伐採歩留を考慮する場合は $66,074\text{m}^3$ となりました。利用可能量を集材方法別に推計すると、伐採歩留を考慮しない場合は全木集材で $21,766\text{m}^3$ 、全幹集材で $13,215\text{m}^3$ となり、伐採歩留を考慮する場合は全木集材で $18,501\text{m}^3$ 、全幹集材で $11,233\text{m}^3$ が利用可能という結果になりました。

表 3-5 北海道池田町の林道・作業路周辺（片側 5m）バッファ部分の森林蓄積

バッファ森林蓄積	
伐採歩留を考慮しない	伐採歩留を考慮する
$77,735\text{ m}^3$	$66,074\text{ m}^3$

注 1：バッファ面積は、国土数値情報を基に図上で計測した。

注 2：バッファ蓄積は、池田町の ha あたり森林蓄積 $168\text{m}^3/\text{ha}$ を乗じて算出した。

注 3：伐採歩留を考慮した場合の歩留は、85%（0.85）と仮定し、乗じた。

表 3-6 北海道池田町の木質バイオマス利用可能量：片側 5m の場合

木質バイオマス利用可能量			
伐採歩留を考慮しないバッファ森林蓄積		伐採歩留を考慮するバッファ森林蓄積	
全木集材システム	全幹集材システム	全木集材システム	全幹集材システム
$21,766\text{ m}^3$	$13,215\text{ m}^3$	$18,501\text{ m}^3$	$11,233\text{ m}^3$

注 1：全木集材システムの場合、係数は 28%（0.28）を用いた。

注 2：全幹集材システムの場合、係数は 17%（0.17）を用いた。

3.3.2 聞き取り調査結果

池田町の原料供給を行う実施主体と想定している池田町森林整備計画実行管理推進チーム（A社、B社、森林組合）に聞き取り調査と一部、アンケートを行いました。内容は、事業者の概要、森林施業状況、流通経路・価格、伐出コストなどです。聞き取り内容を整理すると、共通点は3つありました。

1つ目は、D材（追上材：ドンコロ、枝条）の搬出する手段が定まっておらず、林道・作業路の良し悪しによって搬出有無が決まること。2つ目は、林地残材の処理は山土場で仕分けするが、堆積したままとなっている。そのため提供できる可能性はあるが、現状では本事業のために運材することは難しいこと。3つ目は、池田町内で路網条件が大きく異なるため既存の使える道を有効活用しながら材を搬出することでした。

以上のことから、既存の林道・作業路で使える道（路網条件のよい）を利用し、林地残材で搬出できそうなものを森林整備チームに道脇に寄せてもらい、搬出（運搬等）は自伐型林業事業参加者が行うところが現実的かつ実現度が高いといえました。しかし、施業実施可能な区域が限られるため、今後は路網条件・路網整備の体制づくりや、林地残材の搬出の仕組みづくりについて実証試験を交えながら検討していくことが重要です。

【林地残材の活用方法について：聞き取り調査内容の整理（共通意見）】

- D材（追上材：ドンコロ、枝条）は搬出する手段が定まっていない。
 - 作業路の良し悪しにより搬出する有無が決まる。また、D材の質がよいわけではないため、搬出する意味があるのか否かは検討する必要がある（積むのに手間がかかる上、空隙率が高い）。
 - 約3,000～4,000円/m³で取り引きされる（山林状況と取引場所に変動する）。
⇒林地残材の提供価格は、実証試験してみないと想定しにくい。
 - 虫害材（キクイムシ）の被害もあり、そういった材の活用を検討してはどうか。
- 林地残材の処理は山土場で仕分けするが、堆積したままとなっている。
 - 提供できる可能性はあるが、正確な量は不明（全幹集材で残った分）。
 - 現状では、集材・運材することは難しい。
 - 中間土場を設ける必要性をあまり感じない。
⇒材の乾燥が必要となっていない。土場を挟むことで運搬コストが高くなる。。
- 池田町内で路網条件が大きく異なるため既存の使える道を有効活用して材を搬出する。
 - 路網条件の良し悪しは、地質の差・コスト・道の良さ（路盤がよい、敷砂利の有無、スタックしない）・手間の加減・幅員の確保（トラックの安全な走行有無）。

3.3.3 池田町における木の駅プロジェクトの検討

3.3.2 の調査結果より、現時点では既存の林道・作業路を有効活用し、少量でも持続的かつ安定的な素材搬出を目指していくことが、現実的かつ実現度が高いといえました。実際に、地域住民や自伐型林業事業参加者が林地残材の搬出を目指す上で、実現可能性のある手法は「木の駅」プロジェクトではないかと協議会で情報共有しました。

「木の駅」プロジェクトとは、林地残材搬出による森林整備と地域通貨や雇用創出を絡ませた地域活性化を目的としたソフトな事業のことをいいます（表 3-7、図 3-13）。全国各地で既に取り組まれています。北海道では検討を行っている地域はあるものの前例がありません。また、「木の駅」は個人林家を対象とした集落活性化事業という位置づけにあり、本州また四国の場合は、林業の柱の 1 つに自伐林業という出材ルートがあるため、「木の駅」プロジェクトが事業として成り立っていると想定されます。しかし、北海道では地域の規模（距離間）や施業方法（主伐がメイン）、個人林家の規模数といった諸条件が本州と異なります。そのため、本州と同様の構想・仕組みではなく北海道また池田町に沿う「木の駅」プロジェクトの仕組みを検討していくことが重要となります。

詳細は後述しますが、本事業で F/S 調査をした 3 施設に木質バイオマスボイラーの導入ができた場合、必要となる原木量は最大で約 300m³/年、最少で約 160 m³/年でした。協議会の中で「最少量であればやれそう」という感想もありましたので、本事業では「木の駅」プロジェクトの仕組みの協議までできませんでしたが、今後は自伐型林業事業参加者また地域住民と意見交換しながら検討することが望ましいです。

表 3-7 「木の駅」プロジェクトの大まかな流れ

No.	大まかな流れ
1	森林所有者が切捨間伐となっている林地残材等を収集および搬出し、「木の駅」となる土場まで出荷する。 ➤ 森林所有者には副業的（若干のお小遣い）な収入が生まれる。
2	「木の駅」の運営主体は材積量に応じて、地域通貨等を発行する。 ➤ 地域通貨は地元商店でのみ利用可能といった条件にすることで、地域活性化を目指す仕組みとする。
3	「木の駅」で収集した材は、買取業者（チップ工場、公共施設、温浴施設、バイオマス関連施設等）へ販売し、薪やチップとして利用される。
4	森林所有者は、得た地域通貨等を地元商店で利用し、地域内循環を生み出す。



図 3-13 「木の駅」プロジェクトのイメージ

池田町で木質バイオマスボイラーを導入し、「木の駅」プロジェクトで原料供給することを想定した場合、集める必要がある原木量（必要原木量）を推計しました。必要原木量は本事業の川下の F/S 調査を行った 3 施設（温浴施設、南 4 線（温浴施設+南 4 線）、教育機関）を対象とします（詳細は 3.5）。また、推計する条件として、軽トラック 1 台の積載材積を 0.61m^3 としました。

詳細は下記にも示しますが、F/S 調査結果より必要原木量は約 $300\text{m}^3/\text{年}$ でした。この林地残材を収集するための軽トラックの台数を推計すると、年間 491.8 台が必要となり、月間にとすると約 41 台（週に約 10 台）が必要となる結果になりました。

なお、あくまでも単純計算であるため、今後は実証試験等で数値を算出し、持続的かつ安定した事業計画を立てることが重要といえます。

【集める必要がある原木量と軽トラックの台数の推計】

- 3 施設すべての必要原木量：約 $300\text{m}^3/\text{年}$ （チップの場合は約 $200\text{ t}/\text{m}^3$ ）
 - 温浴施設のみ： $156\text{m}^3/\text{年}$ （チップの場合は $97\text{ t}/\text{年}$ ）
 温浴施設+南 4 線： $243\sim 262\text{m}^3/\text{年}$ （チップの場合は $150\sim 162\text{ t}/\text{年}$ ）
 - 教育機関のみ： $134\text{m}^3/\text{年}$ （チップの場合は $83\text{ t}/\text{年}$ ）

$$\begin{aligned} \text{軽トラック 1 台} &= \text{最大積載量 } 0.35\text{ t (350kg)} \div \text{カラマツ密度 } 0.57\text{ t}/\text{m}^3 \\ \text{積載材積} &= 0.61\text{m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{軽トラック X 台} &= \text{必要原木量 } \text{約 } 300\text{m}^3/\text{年} \div \text{積載材積 } 0.61\text{m}^3 \\ &= \text{約 } 491.8\text{ 台} \end{aligned}$$

3.4 川中の実現可能性調査

池田町に適したチップの調達・製造について検討します。池田町ではチップを使用予定ですが、町有の設備はありません。そのため新規に設備導入するか、周辺のチップ製造事業者から調達することになります。ここでは下記 3 パターンについて調査しました。

【チップ調達・製造の検討パターン】

- ① 町内のチップ製造事業者からの調達
- ② 小型チップパーの導入
- ③ 木質バイオマスセンターへの製造委託

3.4.1 町内のチップ製造事業者からの調達

池田町内には森林組合があり、主に集成材やラミナ材を製造しています。製材端材はチップにして製紙工場に販売していますので、これらの一部でも本事業へ供給可能かどうか、ヒアリングを行いました（表 3-8）。

表 3-8 森林組合の事業概要

項目	数値
原木取扱量	約 40,000m ³
材種の内訳	A 材 60% B 材 40%
チップ原料	製材端材
チップ販売量	20,000 m ³
チップの販路	製紙会社

森林組合では、年間原木取扱量が 40,000 m³（主にカラマツ）、そのうち A 材 60%、B 材 40%とのことで、チップは C 材ではなく製材端材から製造しているとのことでした。チップ製造量は年間約 20,000 m³ で、全量を製紙会社へ販売しています。

チップは製紙用のため未乾燥だと考えられます。そのため、水分を 40%、カラマツの密度を 0.67t/ m³、原材料からチップへの材積換算係数を 2.7 とすると、 $20,000 \text{ m}^3 \times 0.67 \text{ t/m}^3 \div 2.7 \approx 4,963 \text{ t}$ のチップ製造量だと推計されます。後述しますが、木質バイオマスボ

イラー導入対象施設中で最も年間チップ使用量が多い施設でも 162t（水分 35%）です。水分の違いはありますが、森林組合の製造量の 3%程度を調達できれば賄える量になります。

しかし、森林組合として製紙会社への販売契約をしており、現状の事業量でも工場はフル稼働しており、増産することも難しい状況のようです。したがって、現時点では森林組合からの調達は実現可能性が低いといえます。

3.4.2 小型チップパーの導入

チップ工場を新設する場合は数億円のイニシャルコストが必要になるため、一定量の事業量が求められます。しかし、新たに木質バイオマスボイラーを導入する場合は、数百 t 程度のチップ使用量になることが多く、大規模な設備投資はできません。池田町でも町内の温泉やロードヒーティングなどでの熱利用を検討していますが、チップ使用量は 200 t 未満です。そのため、大規模な設備投資するのではなく、小型チップパーを導入し、地域でできる範囲で小規模にバイオマス事業を行うことを検討します。

ここで想定するチップパーは LB-S205C という機種で、オカダアイヨン(株)や日本フォレスト(株)が取り扱っています（図 3-14、表 3-9）。同機は微細なチップが多くなりやすい傾向にありますが、滋賀県で準乾燥チップボイラーでの利用実績があることから選定しました。



出典：(株)森のエネルギー研究所職員撮影

図 3-14 LB-S205C（左）と製造したチップ（右）

表 3-9 LB-S205C の主要スペック

型式		LB-S205C	LB-405C	LB-512C	LB-515C
仕様		自走式	自走式	自走式	自走式
質量	[kg]	1330	8500	9500	11000
輸送時全長	[mm]	2650	5100	5360	5360
輸送時全高	[mm]	1930	2960	3130	3320
輸送時全幅	[mm]	1100	2300	2300	2498
最大処理径（軟木）	[mm]	φ200	φ400	φ500	φ500
最大処理径（硬木）	[mm]	φ170	φ340	φ420	φ420
最大処理能力		～5m ³ /時間	～50m ³ /時間	～120m ³ /時間	～150m ³ /時間
ナイフ枚数	[枚]	2	2	3	4
エンジン出力	[HP]	24.7	150	275	400
エンジン出力	[KW]	18.4	112	205	298

出典：オカダアイヨン(株)HP

試算条件として、原材料購入費を 3,000 円/m³（5,263 円/ t）、メーカーヒアリングから製造量を 2 t/h としました。また、チップ製造コスト試算結果を表 3-10 に示します。

ナイフの研磨は 20 時間に 1 回、研磨費用は 3 千円とし、150 円/h と算出しています。ナイフの交換は 200 時間に 1 回、新規購入で 30 千円（2 枚分）のため、150 円/h としています。燃料費は 500 円/ h（軽油、燃料消費量 5L/h）、人件費は 1,000 千円/h と仮定しています。以上の合計により、変動費は 12,326 円/h（6,163 円/ t）となります。

LB-S205C は定価で 3,580 千円、償却期間 8 年、年間稼働日数 50 日と仮定して、固定費は 8,950 円/日、4,475 円/ t としています。スモールスタートを前提としており、事業開始当初はチップ使用量が少ないことから、稼働日数は年間 100 t 程度の製造量、1 日 1 時間稼働と想定しています

変動費と固定費を合計し、チップ製造コストは 10,638 円/ t と試算されました。ただし、事業の全体像が未定のため、製造利益・土地代・チップの運搬費は含んでいないことに留意してください。

表 3-10 LB-S205C によるチップ製造コスト試算

前提条件		単位	備考
原材料購入費	3,000	円/m ³ (水分30%)	追上材(カラマツ)など
原材料購入費	5,263	円/t(水分30%)	カラマツの密度0.57t/m ³ と想定
製造量	2.0	t/h	ヒアリングによる実績値

変動費		単位	備考
原材料購入費	10,526	円/h	
ナイフ研磨	150	円/h	メーカーヒアリング
ナイフ交換	150	円/h	メーカーヒアリング
燃料	500	円/h	想定
人件費	1,000	円/h	
計	12,326	円/h	
@	6,163	円/t	

固定費		単位	備考
チップパー償却費	8,950	円/日	想定
計	8,950	円/日	
製造量	2.0	t/日	
@	4,475	円/t	

合計	10,638	円/t (水分30%)	
----	--------	-------------	--

なお、池田町では現在は使われていないチップパーがあります（図 3-15）。内部構造は LB-S205C に近く、同程度の品質のチップが製造できる可能性があります。本チップパーを使うことができれば、製造コストからチップパー償却費を削減することができるので、さらに安価に製造できます。そのため、次年度以降に稼働試験を行い、利用可能性を調査することが望ましいといえます。



図 3-15 既存チップパー外観（左）と内部構造（右）

3.4.3 木質バイオマスセンターへの製造委託

周辺のチップ製造事業者から調達する、新規にチップ製造設備を導入する以外にも、チップ工場に原料を持ち込み、製造してもらう方法も考えられます。しかし、周辺のチップ製造事業者へのヒアリングから、増産余力がない、またはパルプ材を原料とする製造ラインのため追上材に対応できないことが分かりました。そこで同事業で調査中であり、追上材等の林地残材を原料としてチップ製造を検討している津別町の木質バイオマスセンターへの製造委託を検討しました。

津別町では、同事業で木質バイオマスセンターの設立を検討しており、移動式チップパーを導入予定です。輸送距離が約 120km と長距離になってしまいますが、追上材等を原料とすることを想定しているため池田町の事業とも親和性が高く、協力体制が期待できます。

木質バイオマスセンターへの製造委託によるコスト試算を表 3-11 に示します。試算結果より、木質バイオマスセンターでの製造原価は 2.1 円/kg（原材料費・減価償却費を除く）と試算されており、これに製造委託手数料として 20%を上乗せし、委託費は 2.5 円/kg（2,520 円/t）としました。

池田町では、温浴施設に単独でボイラー導入した場合、チップ必要量は 100 t 程度ですので、これを製造委託することを想定します。このとき必要な原材料は 175m^3 、原材料の購入単価は 3,000 円/ m^3 としています。原材料の運搬単価は 1,000 円/ ($\text{m}^3 \cdot 30\text{km}$)、運搬距離約 120km と仮定し、運搬費用は 4,000 円/ m^3 とします。以上を合計すると、木質バイオマスセンターまでの原材料供給費用は 3,990 円/t となりました。

製造したチップは、原材料の運搬車両で積んで帰ってくることを想定していますが、チップの積載量などは今後、精査が必要です。チップの運搬単価は 1 円/kg・10km と仮定すると、120km の運搬距離なので 12 円/kg（12,000 円/t）となります。

以上を合計すると、チップ製造委託コストは 18.5 円/kg（18,510 円/t）となります。

表 3-11 木質バイオマスセンターへの製造委託によるコスト試算

項目		単位	備考
WBCの製造原価	2.1	円/kg	原材料2,500m ³ 使用時。原材料購入費、減価償却費は除く。
製造委託手数料	20	%	製造原価の20%と仮定
委託費合計	2.5	円/kg	
	2,520	円/t	a

項目		単位	備考
チップ必要量	100	t/年	
原材料密度	0.57	t/m ³	カラマツ水分30%時
原材料必要量	175	m ³ /年	原木をチップ化する際に水分の変動はないと仮定
原材料価格	3,000	円/m ³	
原材料運搬単価	1,000	円/(m ³ ・30km)	仮定値 ※輸送車両は要検討
運搬距離	120	km	池田町～津別町
原材料運搬費	4,000	円/m ³	
原材料供給費用	7,000	円/m ³	運搬費込み
	3,990	円/t	b

項目		単位	備考
チップ運搬単価	1	円/kg・10km	仮定値 ※輸送車両は要検討
運搬距離	120	km	津別町～池田町
チップ運搬費用	12	円/kg	
	12,000	円/t	c

チップ製造委託コスト	18,510	円/t	a+b+c
	18.5	円/kg	

3.4.4 チップ調達・製造方法の比較

チップ調達・製造の3つの検討パターンについて、比較します。

1つ目の「町内のチップ製造事業者からの調達」は、既存事業との兼ね合いがあり、難しいことが分かりました。

2つ目の「小型チップパーの導入」は、製造コストが10,638円/tと試算され、利用可能のある製造コストとなりました。ただし、製造利益や運搬費などが含まれていないこと、加えて検討したチップパーは細かいチップが排出されやすく、木質バイオマスボイラーでの利用の際には、搬送系でのトラブルなどが発生する可能性があることに留意が必要です。一方で、既存チップパーが利用できればコスト削減の可能性もあり、次年度以降に検証が必要です。

3つ目の「木質バイオマスセンターへの製造委託」では、18,510円/tとなりました。実績のあるチップパーのため、チップ品質は問題ありませんが、長距離運搬に伴いコストが若干高くなっています。

以上を踏まえると、池田町では2つ目の「小型チップパーの導入」が最適だと考えられます。小型チップパーはそれほど高価な設備ではありませんので、導入ハードルは低いと言えます。加えて、今回の試算では考慮していないコストもありますが、既存チップパー流用というコスト削減の可能性も残されています。3つ目の「木質バイオマスセンターへの製造委託」は、コスト変動の可能性があります。現状では川下の想定15,000円/tよりも製造コストが高くなっています。そのため、製造体制構築または非常時の調達先として検討するのが良いと考えられます。

3.5 川下の実現可能性調査

3.5.1 対象施設の抽出

木質バイオマスを利用するには主に熱需要のある施設が対象になります。かつ、災害が起こった場合に、安心・安全に避難生活ができる体制構築のために、市街地に近い清見地区を対象として、熱需要施設や指定避難所を想定し、次に挙げる施設を抽出して、F/S 調査を行いました。

(1) 温浴施設

温浴施設は、民間の温浴施設で宿泊設備はなく、日帰り入浴のみです（図 3-16、表 3-12）。

浴槽の湯は、地下からくみ上げた温泉水を灯油ボイラーによって加温して浴槽へ給湯しています。体を洗うお湯は、温泉水とは別に地下からくみ上げた井水を加温しています。ほぼ年中営業しているため、安定した熱需要のある施設です。

暖房は、灯油のポータブルストーブを使用しています。



出典：池田町観光協会 WEB サイト

図 3-16 温浴施設の外観と内部

表 3-12 温浴施設の概要

項目	詳細
建屋面積	572m ²
延床面積	788m ²
営業時間	13 : 00～21 : 30
定休日	火曜
熱源機器	灯油焚き温水ボイラー

(2) 教育機関

教育機関は、上述の温浴施設の西側にある池田町唯一の北海道立の学校です（図 3-17）。十勝管内では 2 番目に古い学校で、生徒数は男女合わせて約 200 名です。各種のトレーニング実習室や LL 教室などの専用の教室があります。この調査では、池田町の指定避難所として想定します。

既存の熱源機器として、暖房は蒸気ボイラーで、給湯は温水ボイラーで行っています。どちらも A 重油を使用しています（図 3-18、表 3-13）。



出典：(株)森のエネルギー研究所職員撮影

図 3-17 教育機関



出典：(株)森のエネルギー研究所職員撮影

図 3-18 暖房用ラジエター

表 3-13 教育機関の概要

項目	詳細
建屋面積	1,213m ²
延床面積	4,853m ²
熱源機器	暖房：A 重油油焚き蒸気ボイラー 給湯：A 重油油焚き温水ボイラー

(3) ロードヒーティング

池田町の年間降雪量は3.2m、冬期は -15.8°C に達する積雪寒冷地域です。なかでも町の中心部から近く、今回の調査の対象地区にある温浴施設・教育機関までつなぐ舗装道路である南4線は、片側1車線、歩道を含めて幅員15m、全長300m程度です(図3-19)。すべて上り坂であり、冬期間は路面凍結により歩行時の転倒や自動車のスリップなどの危険性が高いです。歩道は通学路になっています。同路線の車道は下った後で一時停止があり、冬期間はスリップの危険性が高いです。

そのため、この路線の歩道と車道におけるロードヒーティングを行うことを検討します。



出典：(株)森のエネルギー研究所職員撮影

図 3-19 道路（南 4 線）の歩道と車道

3.5.2 導入検討

ここでは、それぞれの対象施設もしくはその組合せをして導入の検討を行います。

(1) 温浴施設

暖房設備は、灯油のポータブルストーブであり、温水や温風による空調設備は無いため暖房を木質バイオマスで行うには、新規で暖房設備の工事が必要になります。それは大掛かりになるため、この施設における暖房についての検討は除外します。ここでは、給湯や浴槽の加温について検討します。

温浴施設に対して、水源の温度、営業時間や入客数などを聞き取りしました。シャワーやカランの設置数とその必要水量から、同時使用率を考慮してピーク時に必要な給湯熱需要を算出しました。これを曜日や時間当たりの入浴者数などを考慮して時間当たりの熱需要として算出しました。また、汲み上げている温泉の水温の変動を参考にして、季節変動を算出しました。その結果から想定される熱需要は次の図 3-20 のようになります。

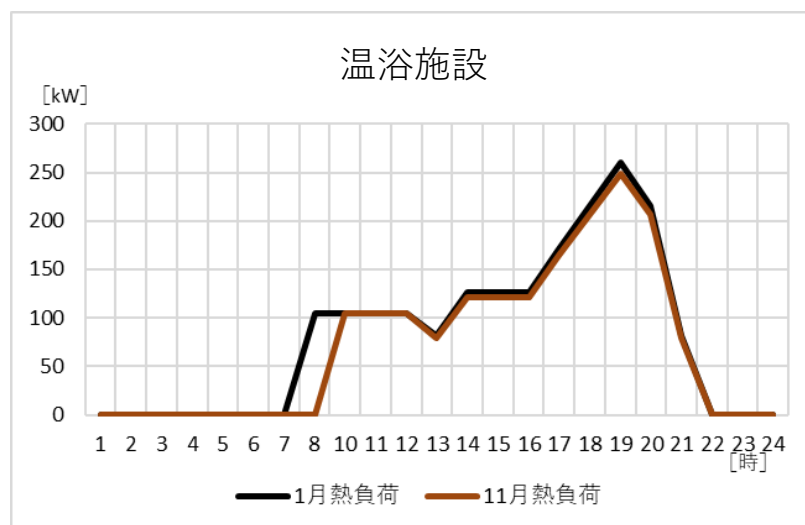


図 3-20 温浴施設の熱需要

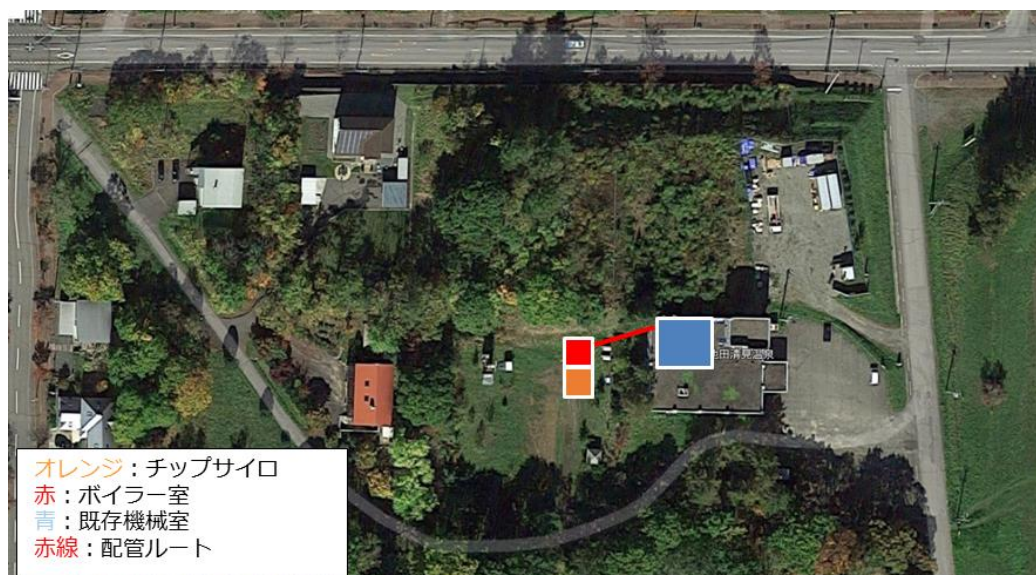
温浴施設では、営業開始時間の 13:00 前の時間帯において浴槽を加温し終え、営業時間中の夕方から夜にかけて入浴者による給湯の熱需要が大きくなります。この熱需要に対応できるようにボイラーの規模を選定します。

熱源機器である温水ボイラーは、既存の機械室内のスペースに余裕が無いため、建屋の近くの屋外に改めてボイラー室を設けて建設します。ボイラー室に隣接する位置にチップを受入れて貯めておくチップサイロを建設します。一般的に、チップサイロは敷地の傾斜を利用して低い位置に配置すると、高い位置からダンプトラックにてチップを荷下ろしすることが

できて、投入作業を効率よくすることができます。敷地に傾斜が無かったり、傾斜があっても既に使用されていたりする場合は、半地下式のチップサイロを設けることになります。温浴施設では、後者にあたり、傾斜はあってもその場所には休憩用の東屋があるため、半地下のチップサイロを導入することで想定します。

既存の化石燃料ボイラーや配管類はそのまま残して、木質バイオマスボイラーを追加する形で設置します。ボイラー室から既存の機械室へ温水を送る配管を新たに設置して、熱交換器を使って熱を既存の貯湯タンクへ送ります。

検討したチップサイロ、ボイラー室、既存機械室までの配管ルート of レイアウトは、図 3-21 のとおりです。



出典 : google map

図 3-21 温浴施設のレイアウト

一般的に、木質バイオマスの燃焼は化石燃料のように瞬時に燃やすことができないため、急な熱需要の変化に追従させることは難しいです。一定の状態で継続的に燃焼させる方が有利です。また、木質バイオマスボイラーは高価であるため、一時的に大きな熱需要に対して規模を選定するとイニシャルコストが高くなります。一時的に大きな熱需要に対しては、既存の化石燃料ボイラーを補助的に使用したり、一時的に大きな熱需要の前の時間帯に温熱をためる蓄熱槽を設置したりする方が経済的です。

今回の検討では、既存の化石燃料ボイラーを補助的に使用し、かつボイラーの出力を使い切る形で使用するとして、ボイラーの規模は 135kW のものを選定しました（図 3-22）。ボイラーの定格出力のうち、実際に使える出力は、配管損失係数、装置負荷係数、経年係数、能力補償係数などで割った小さな値になり、この場合は 106kW になります。

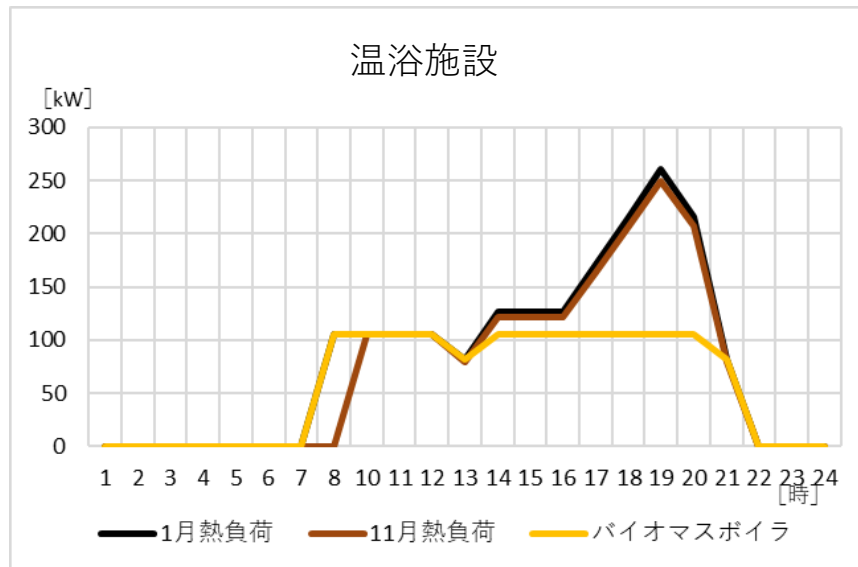


図 3-22 温浴施設のボイラーの選定

ボイラーの規模により、既存の化石燃料ボイラーと置き換えることができる熱需要の分だけ、化石燃料の使用量は減り、その分だけ木質バイオマスを使用します。また、イニシャルコストとしてボイラー本体の価格の他に、配管工事費やボイラー室とチップサイロの建設費用を複数の事例を参考にして算出しました。導入時の補助金による割合は、1/2 と想定しています。ランニングコストは、既存から増加する費用についてバイオマス調達費と人件費、維持管理費を計算しました。燃料であるチップは水分 35%とし、価格を 15 円/kg と想定しました。燃料として使用するバイオマスの量は、想定される熱需要から計算すると年間 97 t です。ボイラーは、ほぼ無人で運転できます。日常の簡単な清掃などは、既存の人員でできるものと想定して、人件費はゼロとしています。維持管理費は、イニシャルコストに含まれる機械設備の費用に対して 2%と想定しました。また、資本費（減価償却費と固定資産税）を入れたものと、入れないものとを比較しました。

現状に比べて削減できる費用である化石燃料削減額から、ランニングコストを差し引いたものを年間収支とし、プラスであれば導入のための経済的な利点があります。マイナスであれば経済的な利点はありませんが、二酸化炭素削減や地域経済の活性化についての利点があります。導入について判断が必要になると考えられます。

図 3-23 の「現状（削減分のみ）」は、同施設で使用している化石燃料の全量ではなく、バイオマスで代替する分のみの金額です。同図は、導入後のメリット（削減額）とデメリット（費用）を比較することが目的ですので、導入前後で変わらず使用する化石燃料については記載していません。そのため、図中の費用とは別に化石燃料費が発生することに留意してください。

資本費を入れる場合は、イニシャルコストが考慮されるためその分だけ費用は大きくなり、年間収支は減ります。計算結果の表 3-14 では、資本費ありの場合でマイナスになっています。

表 3-14 温浴施設の事業収支

項目		単位	温浴施設 (ベース熱需要)	
			資本費あり	資本費なし
導入規模	出力	kW	135	
		kcal/h	116,000	
イニシャルコスト	補助前	千円	38,300	
	補助後		19,150	
バイオマス燃料消費量		t/年	97	

《費用》

資本費	減価償却費		1,056	—
	固定資産税(平均)		261	—
ランニングコスト	バイオマス調達費	千円/年	1,448	
	人件費		0	
	維持管理費		766	
	ばい煙測定費		0	
費用合計①			3,531	2,214

《削減額》

ランニングコスト	化石燃料削減量	L/年	29,651	
	化石燃料削減額	千円/年	2,553	
削減額合計：②			2,553	

《まとめ》

年間収支：②－①	千円/年	-978	339
バイオマス調達費採算分岐点	円/kg	4.9	18.5
二酸化炭素排出削減量	t-CO ₂	74	

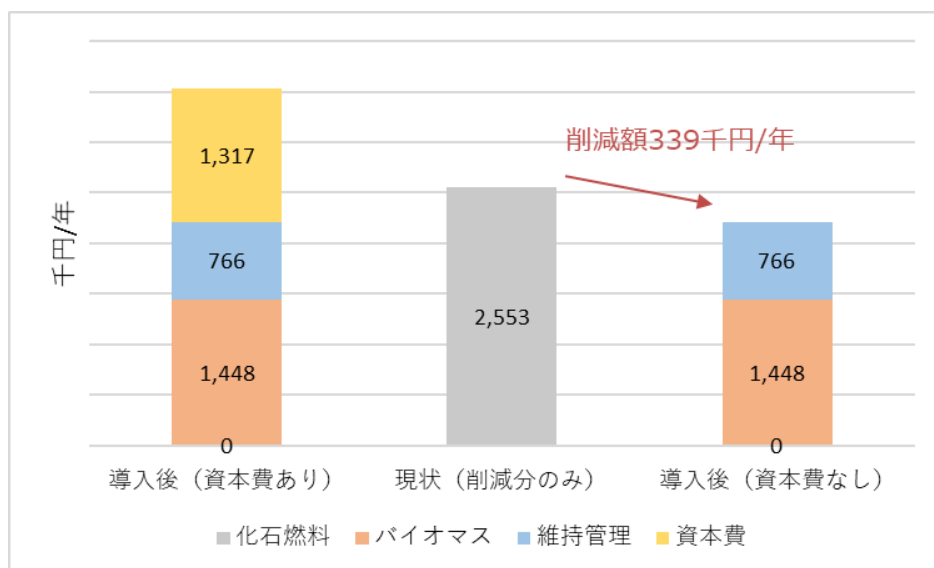


図 3-23 温浴施設の事業収支(ランニングコストの削減額)

(2) 教育機関

暖房や給湯は、建物全体の教室を同時に賄う時のための規模で選定されており、大きな規模になっています。年間の A 重油使用量は使用する教室や時間帯が限られているせいか、建物の大きさに比べると大きくはありません（表 3-15）。

時間あたりの暖房と給湯の熱需要の変化は、一般的な建物を想定して計算しました。それを、既存の月別の A 重油消費量を参考にして、季節変動として算出しました（図 3-24）。

既存機械室がグラウンド側にあるため、離れた位置にボイラー室を建設して、配管で接続します。道路を渡る部分の配管は埋設します。敷地内に傾斜が無い場合チップサイロは半地下タイプを使用します。

検討したチップサイロ、ボイラー室、既存機械室までの配管ルートレイアウトは、図 3-25 のとおりです。

表 3-15 教育機関の A 重油使用量（平成 30 年度（2018 年度））

単位：L

1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	
5,833	5,541	3,791	2,490	97	0	
7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	合計
0	0	0	434	2,780	5,226	26,192

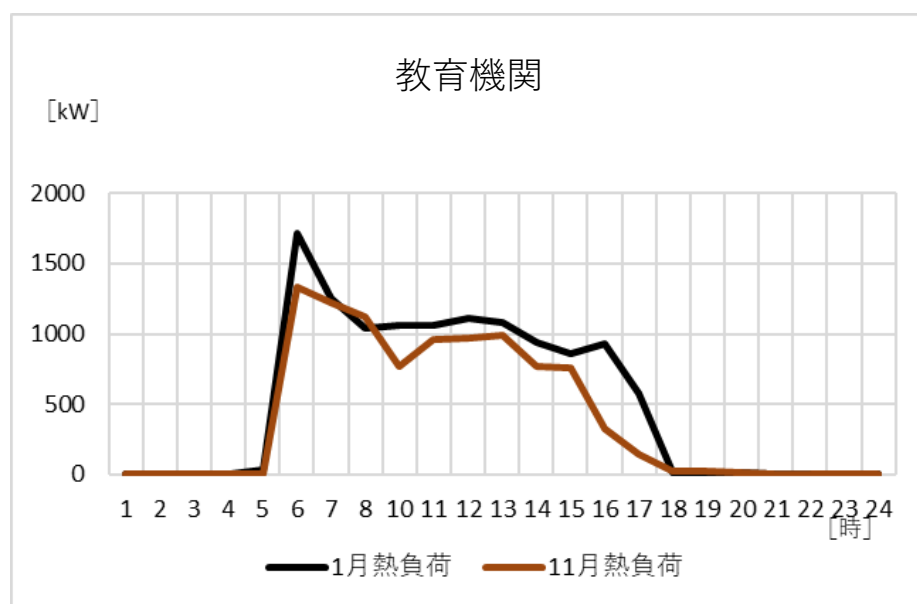


図 3-24 教育機関の熱需要



出典：google map

図 3-25 教育機関のレイアウト

熱需要が大きいため木質バイオマスボイラーは2台で対応します。1月の熱需要に対して少し足りない時間帯は、運転時間を少し早めることで対応することになります。給湯は蒸気からの熱交換で対応します。ここでは941kWの蒸気ボイラー2台を選定しました。実際に使える出力は、配管損失係数、装置負荷係数、経年係数、能力補償係数などで割った小さな値になり、この場合は739kWが2台になります（図 3-26）。

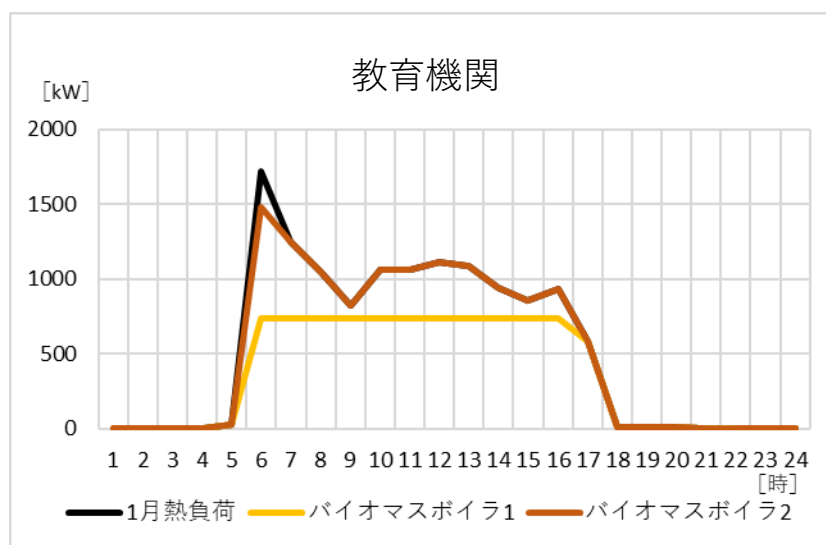


図 3-26 教育機関のボイラーの選定

ボイラーの規模により既存の化石燃料ボイラーと置き換えることができる熱需要の分だけ化石燃料の使用量は減り、その分だけ木質バイオマスを使用します。また、イニシャルコストとしてボイラー本体の価格の他に、配管工事費やボイラー室とチップサイロの建設費用を複数の事例を参考にして算出しました。導入時の補助金による割合は 1/2 と想定しています。ランニングコストは、既存から増加する費用についてバイオマス調達費と人件費、維持管理費を計算しました。燃料であるチップは水分 35%とし、価格を 15 円/kg と想定しました。燃料として使用するバイオマスの量は、想定される熱需要から計算する年間 83 t です。ボイラーは、ほぼ無人で運転できます。日常の簡単な清掃などは、既存の人員でできるものと想定して、人件費はゼロとしています。維持管理費は、イニシャルコストに含まれる機械設備の費用に対して 2%と想定しました。

現状に比べて浮く費用である化石燃料削減額から、ランニングコストを差し引いたものを年間収支とし、プラスであれば導入のための経済的な利点があります。マイナスであれば経済的な利点はありませんが、二酸化炭素削減や地域経済の活性化についての利点があります。導入について判断が必要になると考えられます。

暖房や給湯は、建物全体の教室を同時に賄う時のための規模で選定するため、規模が大きくとイニシャルコストも大きくなります。年間の熱需要が少ないため、安価な燃料である木質バイオマスに置き換えても年間収支はマイナスになりますので、経済的な利点はありません（表 3-16、図 3-27）。

表 3-16 教育機関の事業収支

項目		単位	教育機関	
			資本費あり	資本費なし
導入規模	出力	kW	1,882	
		kcal/h	1,619,000	
イニシャルコスト	補助前	千円	204,400	
	補助後		102,200	
バイオマス燃料消費量		t/年	83	
導入前の化石燃料使用量（仮定）		L/年	26,192	
《費用》				
資本費	減価償却費	千円/年	6,537	－
	固定資産税(平均)		1,366	－
ランニングコスト	バイオマス調達費		1,236	
	人件費		0	
	維持管理費		4,088	
	ばい煙測定費		100	
費用合計①		13,326	5,424	
《削減額》				
ランニングコスト	化石燃料削減量	L/年	26,192	
	化石燃料削減額	千円/年	1,964	
削減額合計：②			1,964	
《まとめ》				
年間収支：②－①		千円/年	-11,362	-3,459
バイオマス調達費採算分岐点		円/kg	-121.9	-26.8
二酸化炭素排出削減量		t-CO ₂	71	

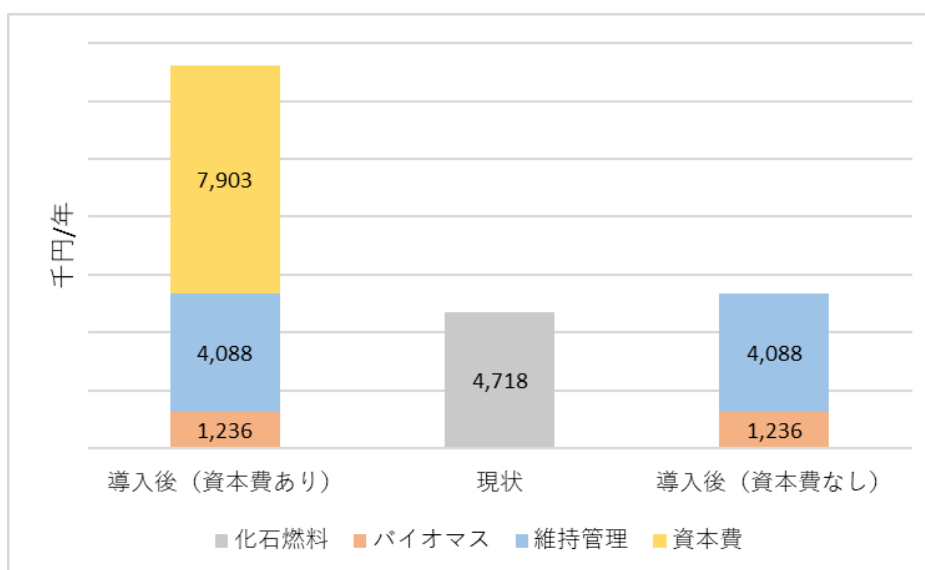


図 3-27 教育機関の事業収支（ランニングコストの削減額）

(3) 温浴施設とロードヒーティング

ロードヒーティングの候補である南 4 線は、温浴施設と隣接していますので、温浴施設のボイラーと共用することでイニシャルコストを抑えることができます。ここでは、ロードヒーティングと温浴施設を 1 つのボイラーで熱供給することとし、それについて 2 種類の運用方法の組合せで検討を行います。

ロードヒーティングの規模は、空気調和衛生工学会が提示する計算手法によって算出しました。年間の降雪量や降雪の強さ、雪の密度、外気温、風速などから算出します。

ロードヒーティングの施工面積は、大きい程イニシャルコストがかかります。そのため必要最低限の面積を設定しました。歩道の幅は、植栽を除くと約 2m ですが、人の行き来は 1 列を基本とし、人とすれ違う際は少し体を寄せることでぶつからずに済むため、幅は 1m と設定しました。車道は、上りよりも下りの方がスリップした時の危険が大きいため、道路幅 6m のところ片側車線の下り側のみである幅 3m とし、坂の下にある一時停止で停まることができるようにします。長さは、同時に停止する車両は多くても 3～5 台分程度として 25m と設定しました。

ロードヒーティングの運転期間は、11 月中旬～3 月末とし、運転時間は 6:00～9:00、16:00～19:00 と設定しました。

温浴施設とロードヒーティングの熱需要を足し合わせたものが図 3-28 になります。ロードヒーティングの熱需要が大きいため設定した時間帯では大きな値になります。

温浴施設と南 4 線の間には建屋の無い土地があるため、そこに温水ボイラーなどを設置します。検討したチップサイロ、ボイラー室、歩道と車道の施工位置、配管ルートのレイアウトは図 3-29 のとおりです。

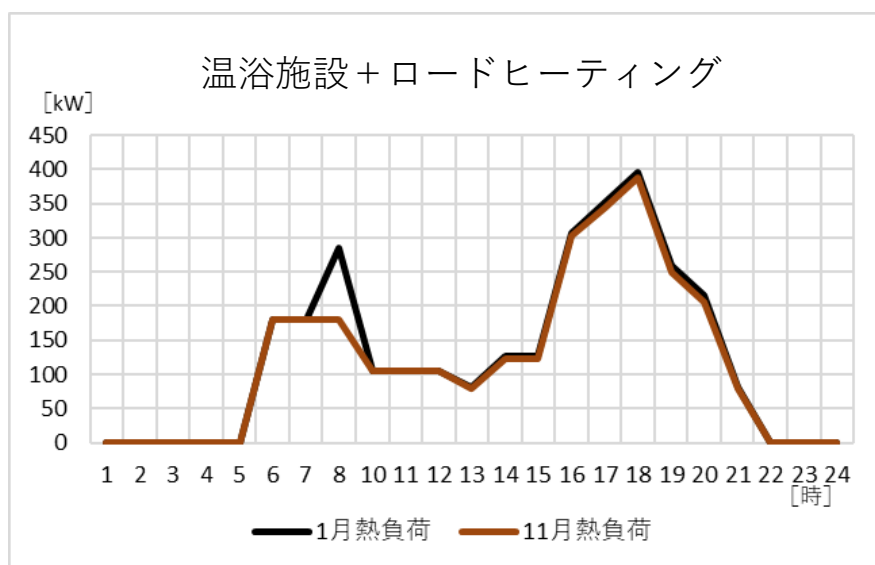


図 3-28 温浴施設とロードヒーティングの熱需要



出典：google map

図 3-29 ロードヒーティングの施工位置とボイラー室などのレイアウト

木質バイオマスボイラーの規模を想定される熱需要に全て追従する形で決めた場合は、図 3-30 のようになります。ボイラーの規模は 490kW です。実際に使える出力は、配管損失係数、装置負荷係数、経年係数、能力補償係数などで割った小さな値になり、この場合は 385kW になります。

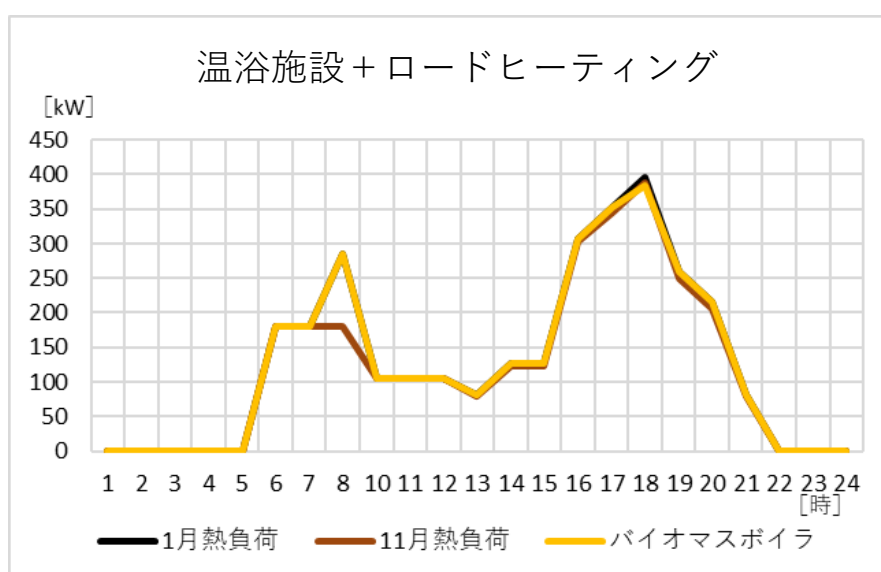


図 3-30 ボイラーの選択 1 (全熱需要)

温浴施設の熱需要を全て賄う形で選定したボイラー規模において、余力のある月や時間帯にロードヒーティングへ熱を供給する場合は、図 3-31 になります。ボイラーの能力は 260kW を選定しています。実際に使える出力は、各係数で割った 204kW になります。

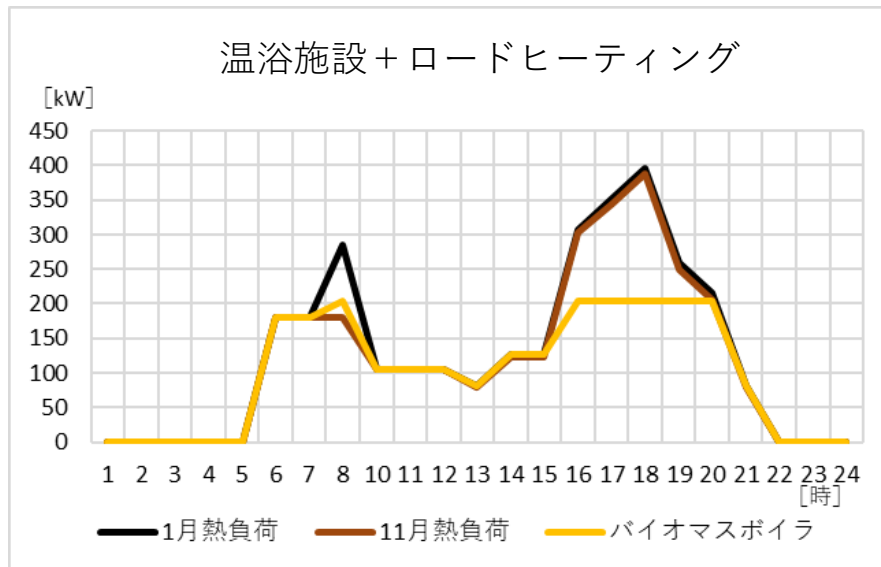


図 3-31 ボイラーの選択 2 (ベース熱需要)

これら 2 つの組合せによる事業収支を計算します。ロードヒーティングは新設であるため、仮に化石燃料を使用した時の燃料使用量と、それを木質バイオマスに置き換えた場合について、燃料費の削減額を求めて検討を行っています。

イニシャルコストとしてボイラー本体の価格の他に、配管工事費やボイラー室とチップサイロの建設費用を、複数の事例を参考にして算出しました。導入時の補助金による割合は 1/2 と想定しています。ランニングコストは、既存から増加する費用についてバイオマス調達費と人件費、維持管理費を計算しました。燃料であるチップは水分 35%とし価格を 15 円/kg と想定しました。燃料として使用するバイオマスの量は、想定される熱需要から計算すると全てを賄う場合で年間 162 t、余力のある時にロードヒーティングに回す場合で 151 t です。ボイラーは、ほぼ無人で運転できます。日常の簡単な清掃などは既存の人員でできるものと想定して、人件費はゼロとしています。維持管理費は、イニシャルコストに含まれる機械設備の費用に対して 2%と想定しました。

現状に比べて浮く費用である化石燃料削減額から、ランニングコストを差し引いたものを年間収支とし、プラスであれば導入のための経済的な利点があります。マイナスであれば経済的な利点はありませんが、二酸化炭素削減や地域経済の活性化についての利点があります。導入について判断が必要になると思われます(表 3-17)。

表 3-17 温浴施設とロードヒーティングの組み合わせの事業収支

項目			温浴施設＋ロードヒーティング		温浴施設 （ベース熱需要） ＋ロードヒーティング	
			単位	資本費あり	資本費なし	資本費あり
導入規模	出力	kW	490		260	
		kcal/h	421,000		224,000	
イニシャル コスト	補助前	千円	81,000		61,200	
	補助後		40,500		30,600	
バイオマス燃料消費量		t/年	162		151	
導入前の化石燃料使用量（仮定）		L/年	54,729		54,729	
≪費用≫						
資本費	減価償却費	千円/年	2,364	－	1,655	－
	固定資産税(平均)		549	－	419	－
ランニング コスト	バイオマス調達費		2,435		2,262	
	人件費		0		0	
	維持管理費		1,620		1,224	
	ばい煙測定費		0		0	
費用合計①		6,967	4,055	5,560	3,486	
≪削減額≫						
ランニング コスト	化石燃料削減量	L/年	54,729		51,130	
	化石燃料削減額	千円/年	4,718		4,397	
削減額合計：②			4,718		4,397	
≪まとめ≫						
年間収支：②－①		千円/年	-2,250	663	-1,163	911
バイオマス調達費採算分岐点		円/kg	1.1	19.1	7.3	21.0
二酸化炭素排出削減量		t-CO ₂	136		127	

ロードヒーティングは、イニシャルコストが大きいので、資本費を加える場合は年間収支がマイナスになりますが、資本費を入れない場合はプラスになります（図 3-32、図 3-33）。

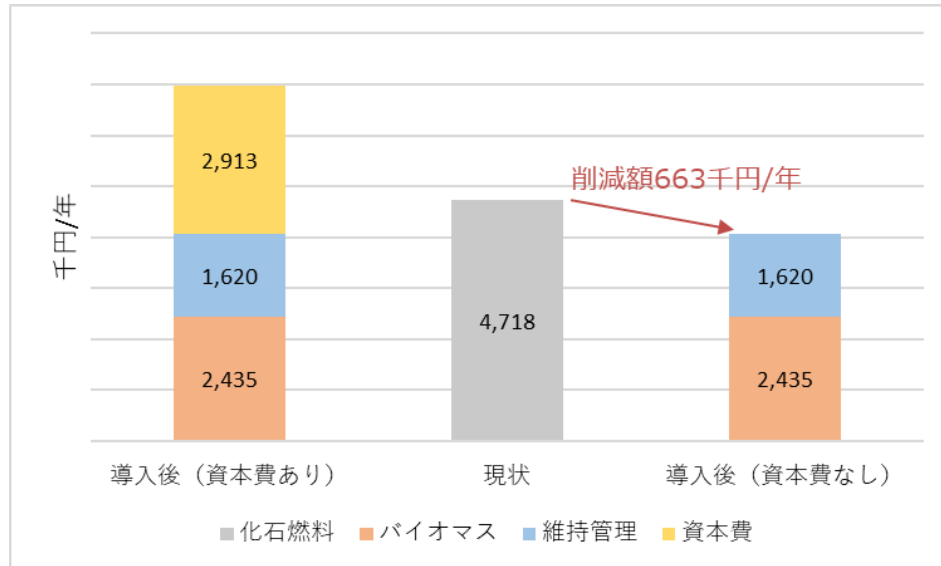


図 3-32 ボイラーの選択 1（全熱需要）：
温浴施設とロードヒーティングの事業収支（ランニングコストの削減額）

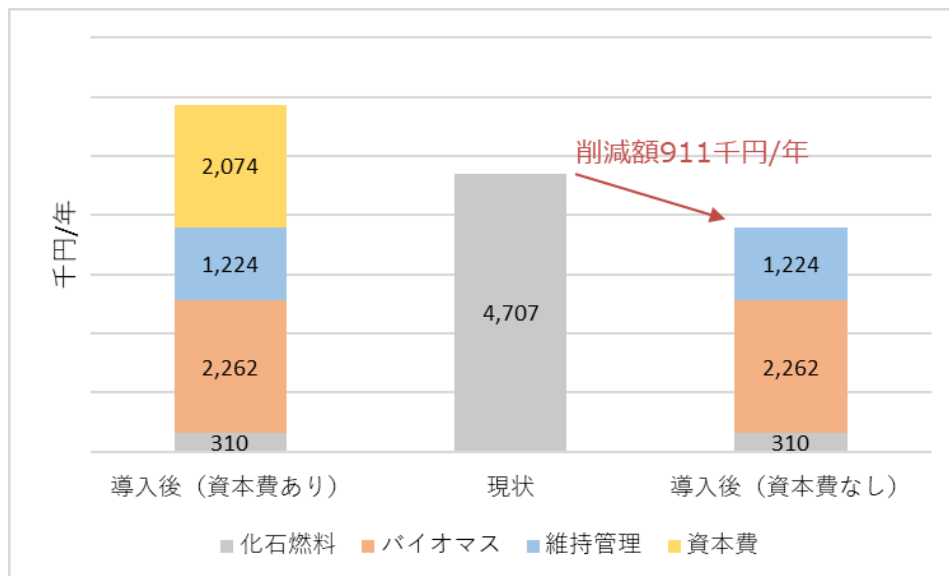


図 3-32 ボイラーの選択 2（ベース熱需要）：
温浴施設とロードヒーティングの事業収支（ランニングコストの削減額）

4. 総括

(1) 実現可能性調査のまとめ

池田町における実現可能性調査の結果を、川上の原料供給、川中の燃料製造、川下のエネルギー利用で整理します。

【川上：原料供給】

木質バイオマス利用可能量について、既存資料と聞き取り調査を行いました。調査結果より、木質バイオマスとして利用可能な森林資源は豊富にあることがわかりました。

- 木質バイオマス利用可能量を推計すると、林道・作業路周辺（片側 25m）を対象林分とした場合、伐採歩留を考慮しないで $66,074 \sim 108,827 \text{m}^3$ （集材方法別）、伐採歩留を考慮すると $56,163 \sim 92,503 \text{m}^3$ （集材方法別）という結果になりました。
- 聞き取り調査より、池田町の実情と実現度の高い仕組みとしては、既存の林道・作業路で使える道（路網条件のよい）を利用して、搬出できそうなものを池田町森林整備計画実行管理推進チームに道協に寄せてもらい、搬出から運搬を自伐型林業事業参加者や地域住民に行ってもらうことでした。
- 川下の F/S 調査結果より必要原木量が最大で約 300m^3 /年、最少で約 160m^3 /年であり、最少量であればできそうという感覚や意識の醸成ができました。今後は、実際に素材搬出ができるのか否かの検討を行うことが重要となります。

【川中：燃料製造】

チップ調達・製造について聞き取り調査等を行い、3 パターンで検討しました。検討結果は「②小型チップパーの導入」が最適でした。それほど高価な設備（チップパー本体定価 358 万円）ではなく、今後のコスト削減の可能性もあるため、導入のハードルは低いといえます。

- 「①町内のチップ製造事業者からの調達」は、既存事業との兼ね合いより難しいことがわかりました。
- 「②小型チップパーの導入」は、製造コストが 10,638 円/ t と利用可能性のある試算結果でした。また、町内の既存チップパーの稼働と利用ができれば、さらに製造コストの削減ができる可能性があります。
- 「③木質バイオマスセンターへの製造委託」は、本事業に関わる津別町へ製造委託を想定した結果、18,510 円/ t となりました。チップパーの実績もあり、チップの品質は問題ありませんが、長距離運搬（120 km）のためコストが高くなっています。

【川下：エネルギー利用】

「地産地消型エネルギー」の利用を目指して、池田町内の市街地に近い清見地区を対象に、温浴施設、教育機関、南 4 線の 3 施設について調査しました。

- 温浴施設の導入試算では、ベース熱需要で既存ボイラーも補助的に使用することを想定とし、ボイラー規模は 135kW としました。事業費は約 3,830 万円（補助あり：約 1,915 万円）でした。ランニングコストは、資本費ありで約 353 万円、資本費なしで約 221 万円となり、化石燃料使用時と比較した場合は資本費なしで燃料削減額は 33 万円/年となります。
- 教育機関の導入試算では、熱需要が大きかったためボイラー規模は 941kW が 2 台（1,882kW）となりました。事業費は約 2 億 440 万円（補助あり：約 1 億 220 万円）でした。建物全体の教室を同時に賄うための規模で選定されるため、規模が非常に大きくイニシャルコストも大きくなります。また、年間の熱需要が少ないため安価な燃料である木質バイオマスに置き換えても経済的な利点はありません。
- 南 4 線の導入試算では、温浴施設と隣接しているため共用でボイラー利用することを前提としました。2 パターンで検討しましたが、ランニングコストの削減額からすると資本費なしであれば年間収支はプラスとなります。地域経済の活性化や二酸化炭素削減の観点では導入する利点がありますが、経済的な観点も含めると十分な判断が必要といえます。
 - 全熱需要を賄う場合は 490kW でした。事業費は約 8,100 万円（補助あり：4,050 万円）となり、ランニングコストは資本費ありで約 696 万円、資本費なしで約 405 万円でした。
 - ベース熱需要を賄う場合は 260kW でした。事業費は約 6,120 万円（補助あり：3,060 万円）となり、ランニングコストは資本費ありで約 556 万円、資本費なしで約 348 万円でした。

（2）今後の展開・課題

本事業の F/S 調査結果をもとに、今後の池田町で検討できる展開等を整理します。

1 つ目は、川下のエネルギー利用施設の実施主体へ本事業の報告を行うとともに、今後、どのように協議（様々な観点：経済性、地域経済の活性化、環境等への配慮等）を継続していくかを整理する必要があります。

2 つ目は、1 つ目に関わりますが、イニシャルコスト等のコスト削減に向けた方策の協議を詳細にすることです。川下でいえば、事業主体および実施主体を詳細に検討（公設民営：

池田町が施設導入・民間事業者が運営。民設民営：民間事業者が施設導入・運営）することで、設備導入に関わるコスト削減の方策が検討できます。

3つ目は、2つ目にも関わりますが、池田町が所有している既存チップーの実証試験を行うことです。もし、既存チップーが利用できた場合はチップ製造等に関わるコスト削減の方策について詳細に検討することができます。

4つ目は、池田町における「木の駅」プロジェクトの仕組みづくりと実現可能性を見極めることです。実際に伐採する箇所や移動経路、生産性の検証等を行うことで、実現可能な度合や無理のない持続的かつ安定した計画を立てることができます。

5つ目は、本事業によって池田町の取り組みの普及啓発を行ったことで、他部署（エネルギー担当）との協働・連携の可能性がみえてきました。そのため、他の再生可能エネルギーのハイブリット利用の在り方等も検討し、「地産地消型エネルギー」の利用促進を図ることで、地域内エコシステムの構築を促すことができると考えます。

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

北海道池田町
「地域内エコシステム」構築事業
調査報告書

令和2年3月

一般社団法人 日本森林技術協会

〒102-0085 東京都千代田区六番町7番地

TEL 03-3261-5281（代表） FAX 03-3261-3840

株式会社 森のエネルギー研究所

〒205-0001 東京都羽村市小作台1-4-21KTD キョーワビル小作台3F

TEL 042-578-5130 FAX 042-578-5131