

令和2年度木材需要の創出・輸出力強化対策のうち「地域内エコシステム」構築事業

岩手県花巻市
「地域内エコシステム」モデル構築事業
報告書



令和3年3月

(一社) 日本森林技術協会
(株) 森のエネルギー研究所

目次

1. 背景と目的	1
1.1 事業の背景	1
1.2 事業の目的	1
1.3 対象地域	3
1.3.1 対象地域の概要	3
1.3.2 岩手県の木質バイオマス利用について	4
1.3.3 地域における事業の位置づけ・目的	6
2. 実施内容	9
3. 実施項目	10
3.1 地域協議会の運営	10
3.1.1 協議会の目的	10
3.1.2 協議会の実施	12
3.1.3 現地視察の実施	14
3.2 サプライチェーン	19
3.3 燃料供給に関する取組	20
3.3.1 既存資料調査	20
3.3.2 高速道路管理伐採木	23
3.4 燃料製造に関する取組	26
3.4.1 小型移動式破砕機によるチップ製造試験（実証試験）	26
3.5 木質バイオマスエネルギー利用に関する取組	41
3.5.1 富士大学 学生寮へのバイオマスボイラー導入検討	41
3.5.2 銀河の里 特別養護老人福祉施設へのバイオマスボイラー導入検討	50
3.5.3 銀河の里 デイサービスグループホーム施設へのバイオマスボイラー導入検討	55
4. 総括	60

1. 背景と目的

1.1 事業の背景

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

このため、森林資源をエネルギーとして地域内で持続的に活用するための担い手確保から発電・熱利用に至るまでの「地域内エコシステム」（地域の関係者連携のもと、熱利用又は熱電併給により、森林資源を地域内で持続的に活用する仕組み）の構築に向けた取り組みを進めることが必要となってきました。

1.2 事業の目的

「地域内エコシステム」モデル構築事業（以下、本事業という。）は、林野庁補助事業「令和 2 年度木材需要の創出・輸出力強化対策のうち「地域内エコシステム」構築事業」のひとつとして実施されました。

本事業は、「地域内エコシステム」の全国的な普及に向けて、既に F/S 調査（実現可能性調査）が行われた地域を対象として公募により選定し、選定地域における同システムの導入を目的として、地域の合意形成を図るための地域協議会の設置・運営支援を行いました。また、協議会における検討事項や合意形成に資する情報提供、既存データの更新等に関する調査を行いました。

本報告書は、岩手県花巻市「地域内エコシステム」モデル構築事業の報告書として作成したものです。

「地域内エコシステム」とは

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

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

「地域内エコシステム」の考え方

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



図 1-1 「地域内エコシステム」構築のイメージ

1.3 対象地域

1.3.1 対象地域の概要

本事業は、岩手県花巻市および周辺地域（西和賀町、北上市、遠野市）を支援対象地域としました（図 1-2）。

岩手県花巻市は岩手県の中西部に位置し、西側に奥羽山脈、東側には北上高地の山並みが連なる北上平野に位置します。市内の中央部を北上川が流れ、早池峰国立公園や花巻温泉郷県立自然公園があり、季節ごとに変化に富んだ自然風景となります。市内には古くから湯治場として親しまれている花巻温泉郷、北上山系に湧き出た東和温泉、マイナスイオンを豊富に含んだひまわり温泉などその数は多く、東北でも有数の温泉地となっています。

花巻市には、岩手県内唯一の花巻空港があり、東北新幹線新花巻駅や東北自動車道、東北横断自動車道などの高速交通網が整備されるなど、北東北の高速交通網の結節点という極めて恵まれた拠点性を有しています。

花巻市の人口は 95,235 人で、総面積は 908.4 km²、人口密度は 105 人/km²となっています（令和 2 年度版 全国市町村要覧）。

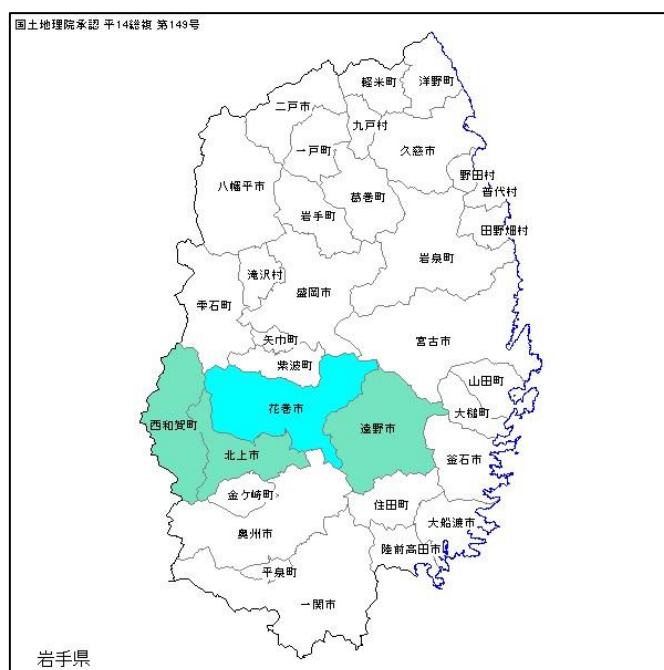


図 1-2 岩手県花巻市および周辺地域

1.3.2 岩手県の木質バイオマス利用について

林野庁調査（「平成 29 年度 木質バイオマスエネルギー利用動向調査」）による木質バイオマス利用機器導入数の全国上位を表 1-1 に示します。民生用（熱）チップボイラーの利用は北海道と岩手県がダントツとなっています。

表 1-1 木質バイオマス利用機器導入数（単位：基）（木屑炊きボイラー全国上位 5）

	北海道	岩手県	岐阜県	熊本県	秋田県	宮崎県
木屑炊きボイラー	100	72	36	35	34	30
（木材加工用ボイラー）	44～49	19	22	38	19	27
民生用(熱)チップボイラー ¹⁾	51～56	53	14	-3	15	3

ペレットボイラー	67	48	13	145	26	85
薪ボイラー	3	6	3	4		15

出典：林野庁「平成 29 年度 木質バイオマスエネルギー利用動向調査」を基に富士大学遠藤教授作成

岩手県調査（県林業振興課 令和 2 年 6 月発表）による木質バイオマス燃焼機器導入台数の推移を表 1-2 に示します。

表 1-2 岩手県の木質バイオマス燃焼機器導入台数推移（単位：台）

種別	区分	～H21	H22	H23	H24	H25	H26	H27	H28	H29	H30	R 元	
												実績	前年比
ペレットストーブ	単年	—	69	218	70	85	60	57	58	53	50	25	50.0%
	累計	1,325	1,394	1,612	1,682	1,767	1,827	1,884	1,942	1,995	2,045	2,070	—
ペレットボイラー	単年	—	4	0	2	3	4	0	3	1	0	0	0.0%
	累計	47	51	51	53	56	60	60	63	64	64	64	—
チップボイラー	単年	—	4	5	2	2	12	5	2	4	2	3	150.0%
	累計	19	23	28	30	32	44	49	51	55	57	60	—

同じく岩手県調査の木質燃料の利用量の推移はペレット利用量(単位：t)を表 1-3 に、チップ利用量（単位：BDt）を表 1-4、図 1-3 に示します。

表 1-3 岩手県のペレット利用量推移（単位：t）

年度	H20	H21	H22	H23	H24	H25	H26	H27	H28	H29	H30	R 元	
												実績	前年比
計	3,272	3,937	3,496	4,027	4,498	5,403	不明	6,312	5,551	5,504	5,963	5,727	96.0%

表 1-4 岩手県のチップ利用量推移 (単位：BDt)

年度	H20	H21	H22	H23	H24	H25	H26	H27	H28	H29	H30	R 元	
												実績	前年比
計	1,245	1,277	2,274	3,544	4,256	8,796	45,127	68,260	178,498	230,809	231,623	229,064	98.9%
		うち熱利用		1,742	2,733	3,701	7,327	8,526	10,265	9,661	18,765	14,064	74.9%
		うち発電利用		1,802	1,523	5,095	37,845	59,734	168,233	221,148	212,858	215,000	101.0%

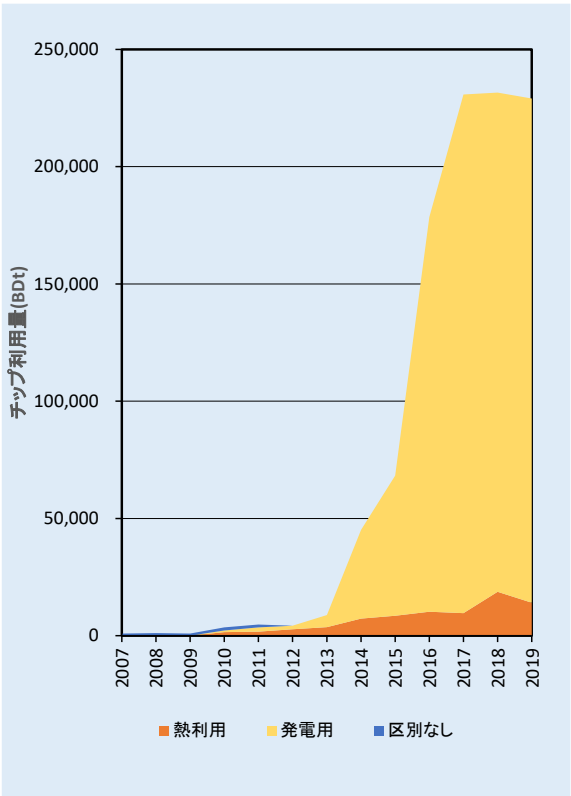


図 1-3 岩手県の燃料用チップ利用量の推移

岩手県の燃料用チップの利用量は、FIT 発電用が急増しましたが、平成 29 年度以降は小康状態となっており、熱利用については漸増傾向です（図 1-3、表 1-4）。その内訳は発電用が 92%で熱利用はわずか 8%です。

花巻市の木質バイオマスエネルギー利用においても、発電用利用は進みましたが、熱利用は停滞しており、県内の他地域と比べて木質バイオマスボイラーの導入数は低調となっています。

1.3.3 地域における事業の位置づけ・目的

花巻エリアには、木質バイオマス燃料（チップボイラー用）を製造する事業者が複数存在（西和賀町森林組合、紫波農林公社、花巻バイオチップ、遠野バイオマスエナジー）し燃料チップ製造事業を展開しています（図 1-4）。

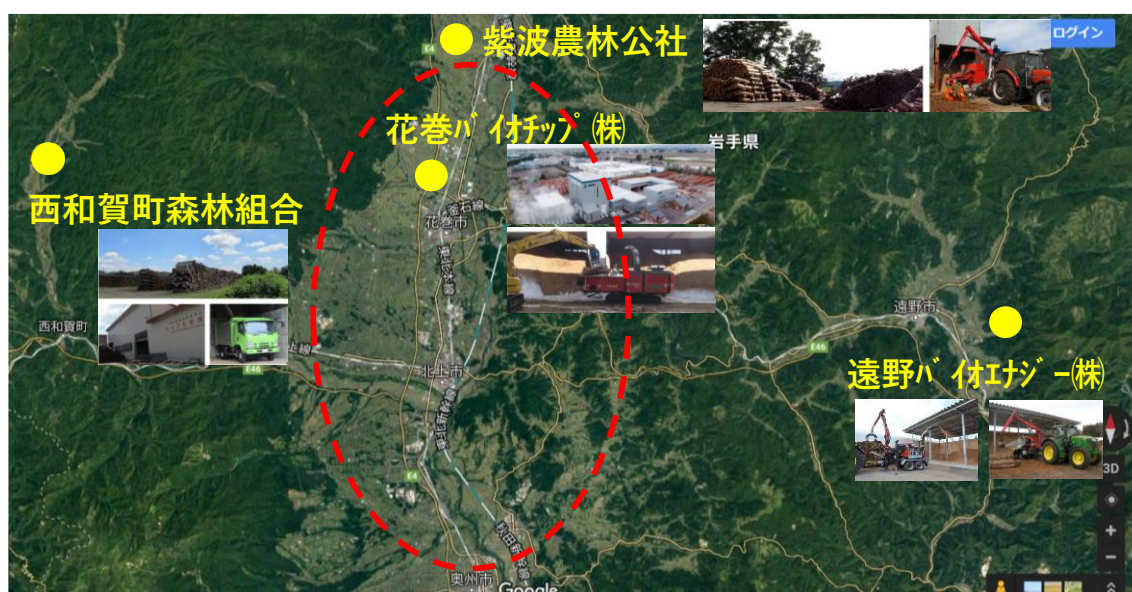


図 1-4 花巻エリアの燃料用チップ製造業者

花巻エリアは木質バイオマス燃料の供給インフラは現存しています。このような木質バイオマスに関するインフラとノウハウの蓄積はこの地域の財産であり強みであるといえます。一方で、その木質バイオマス燃料の潜在的供給ポテンシャルに対し、地域の木質バイオマスのエネルギー利用（熱）は進んでおりません。岩手県のチップボイラー導入数は全国一（表 1-1）で多様な熱利用を先導していますが、花巻エリアは県内の他地域に比べると導入は低調です。

また、このエリアの特徴としては、大型製材工場（(株)オノダ）、合板工場（北上プライウッド(株)）、製紙工場（北上ハイツペーパー(株)）、F I T発電所（(株)花巻バイオマスエナジー）が集中しており、木材のカスケード利用の適地でもあります。図 1-5 に「花巻/北上エリアの木材利用産業」を示しました。



図 1-5 花巻エリアの木材利用産業

また、この地域は二次産業や三次産業（観光、福祉、教育関連等）が集まり、福祉・介護サービス施設、大学・高等学校等の教育施設、工業団地内における各種工場やその関連厚生施設、温泉宿泊施設等があり、それらの施設の熱需要を木質バイオマスエネルギーに転換できる可能性を有しています。しかしながら、現状は川上（原木供給）、川中（燃料製造・供給）、川下（エネルギー利用）の繋がりを有しておりません。

本事業は、花巻市が策定する花巻市環境基本計画および花巻市森林整備計画で掲げる森林等の温室効果ガス吸収減対策、再生可能エネルギーの導入推進および木質バイオマス燃料供給など林業生産性向上、流通体制の整備の推進など、花巻市が目指す姿に寄与することができることから、富士大学が主体となり、花巻市農林部、岩手県県南広域振興局花巻

農林センター、森林総合研究所東北支所、岩手木質バイオマス研究会等から協力を得られる体制となっています。

富士大学は「地域貢献大学」として、「地域に役立つプラットフォーム機能を果たす」という大学の方針に基づき、先導的な木質バイオマスエネルギー利用のみならず、事業全体のコーディネートや議論の場づくりを通じた、人づくり・地域づくりを目指しています。

本事業では、花巻および周辺地域における複数個所への木質バイオマスによる多様な熱利用の導入を図るとともに、地域連携ネットワークによる燃料供給のシステムの構築を目指します。また、地域の森林資源（林地残材、松くい被害木等）を積極的に利用することで地域の森林整備の促進を図ります。

令和元年度に地域協議会を発足させ、地域の関係者との連携を図りながら各種検討を開始しました。令和2年度には新規メンバーとして実施主体となるプレーヤーが参画しました。目指している事業コンセプトは図1-6に示すとおりです。地域の将来的な木質バイオマスエネルギーの需要増を考慮し、地域内における資源循環、経済循環の現実を目指すための議論を行っています。



図 1-6 花巻市および周辺地域内エコシステムのビジョン

2. 実施内容

本事業の実施内容は、以下に示す項目について、岩手県花巻市および周辺地域の「地域内エコシステム」の構築に向けて、地域協議会の設置・運営支援（事業計画策定に関する調査や地域の合意形成に資する情報提供、指導・助言を含む）等を行いました。

- （１）地域協議会の設置・運営
- （２）サプライチェーン
- （３）燃料供給に関する取組
- （４）燃料製造に関する取組
- （５）木質バイオマスエネルギー利用に関する取組

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 地域協議会の運営

3.1.1 協議会の目的

昨年度、「地域内エコシステム」構築事業において発足した「花巻市および周辺地域内エコシステム構築事業検討協議会」では、（１）「地域内エコシステム」の構築に向けたF/S調査や計画立案に関すること、（２）木質バイオマスの利用促進に関すること、（３）協議会の目的達成に必要な事項に関することについて協議しました。

本事業では昨年度に引き続き、地域内の森林資源の有効活用による木質バイオマスを活用した「地域内エコシステム」の構築を検討するための地域協議会（以下「協議会」という。）を支援しました。

表 3-1 に協議会の構成メンバーを示します。本事業の申請者である富士大学が地域事務局となり、花巻市農林部農村林務課および岩手県県南広域振興局花巻農林振興センターとの協力体制をとっています。また、地域連携の構築を図るため、川上～川下の各段階で複数の地域関係者が参画しています。

協議会では同大学が全体コーディネート、議論の場づくり等、事業化に向けた取り組みを進めていきます。

今年度は新たに銀河の里、クリエイトスター、北上市森林組合、北上市産業支援センターが参画し、さらなる協力体制の強化が図られました。

表 3-1 地域協議会のメンバー

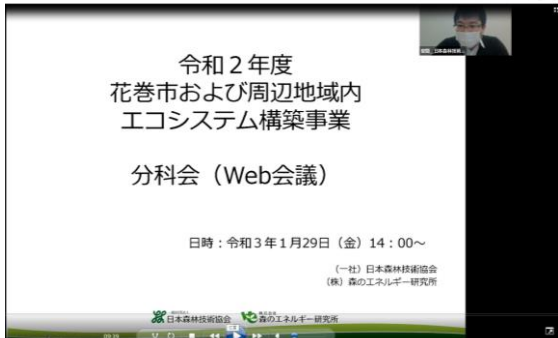
区分	構成員	役割
委員	花巻市森林組合	燃料用材の供給
	西和賀町森林組合	燃料用材の供給、燃料製造・供給
	(株) 山下組	燃料用材の供給、エネルギー利用
	遠野バイオエナジー (株)	燃料製造・供給
	花巻バイオチップ (株)	燃料製造・供給
	社会福祉法人 悠和会 銀河の里	燃料製造・供給、エネルギー利用
	森の電力 (株)	エネルギー利用 (自社事業化検討者)
	(株) 花巻バイオマスエナジー	エネルギー利用 (余熱利用)
	オヤマダエンジニアリング (株)	ボイラーメーカー
	クリエイトスター (株)	関連事業検討 (機器販売、燃料販売等)
	花巻市農林部農村林務課	コーディネーター支援、燃料用材の(市有林) 供給
	岩手県県南広域振興局花巻農林振興センター	アドバイザー (全般)
	北上市森林組合	オブザーバー
	NPO 法人環境パートナーシップいわて	協力 NPO (北上工業団地内熱需要調査)
専門家	岩手・木質バイオマス研究会	アドバイザー (地元協力研究会)
	北上産業支援センター	オブザーバー (岩手県木質バイオマスコーディネーター)
	森林総合研究所 東北支所	アドバイザー (松枯れバイオマス資源利用)
地域事務局	富士大学	コーディネーター、エネルギー利用
	(一社) 日本森林技術協会	
事務局	(株) 森のエネルギー研究所	

3.1.2 協議会の実施

協議会および分科会は富士大学、（一社）日本森林技術協会、（株）森のエネルギー研究所が共同で運営し、協議会は3回、分科会は1回実施しました。

議論した内容は、サプライチェーンの構築のための検討をはじめ、調査結果等に基づいた事業の方向性や各種課題解決のための具体案等です。

表 3-2 協議会の実施概要

【第1回協議会】 開催日：令和2年8月27日 場 所：富士大学 開催方法：対面 内 容 ・事業概要 ・昨年度の結果概要と課題 ・今年度の目標、実施項目	
【第2回協議会】 開催日：令和2年11月2日 場 所：富士大学 開催方法：対面 内 容 ・FIT 発電非競合資源活用の検討 ・小型移動式破碎機の実証試験結果速報 ・チップボイラー導入システムの検討	
【分科会】 開催日：令和3年1月29日 場 所：富士大学 開催方法：WEB 内 容 ・調査結果報告 ・継続検討課題	

【第3回協議会】

開催日：令和3年3月22日

場 所：富士大学

開催方法：対面、WEB

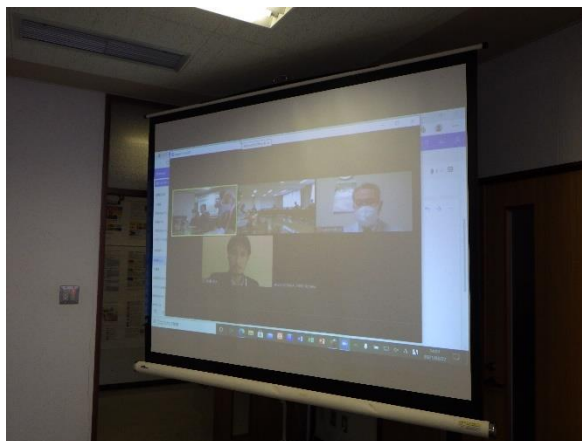
内 容

- ・調査結果最終報告
- ・継続検討課題
- ・来年度目標

その他：専門家派遣

Reast 株式会社 岡本繁幸氏

- ・ボイラー導入に関する情報提供等



3.1.3 現地視察の実施

地域内エコシステムの構築に関する情報収集を目的に、協議会メンバーによる現地視察を2回実施しました。

第1回

視察日：令和2年12月3日～4日

参加メンバー：協議会5名、事務局3名

視察先

- ① ウェルネスプラザ（山形県最上町）：地域熱供給
- ② 若者定住モデルタウン（山形県最上町）：地域熱供給
- ③ 庄司製材所（山形県真室川町）：木材乾燥施設
- ④ 金山町森林組合（山形県金山町）：チップ供給事業

第2回

視察日：令和3年3月8日

参加メンバー：協議会3名、事務局2名

視察先：株式会社バイオマスアグリゲーション



写真 3-1 第1回現地視察



写真 3-2 第2回現地視察

◆ 視察のポイント

- ✓ どのような経緯でバイオマスボイラーを導入したか
- ✓ どのようにして合意形成を図りサプライチェーンを構築したか
- ✓ ボイラー導入費のコスト低減策について
- ✓ 従来のボイラーと比較した運用面における苦労や工夫について

表 3-3 第1回現地視察の行程

日時		スケジュール
12/3 (1日目)	12:10-13:30	座学（たらふく工房満沢） ウェルネスプラザ見学
	13:40-14:10	若者定住モデルタウン見学
	14:15-14:45	大堀チップ製造工場
12/4 (2日目)	9:00-10:00	庄司製材所見学
	10:30-11:30	金山森林組合
	11:50-12:50	シェーネスハイム金山

視察報告①：ウェルネスプラザ

- ウェルネスプラザ内（保険・医療・福祉の総合施設）における地域熱供給事業（冷暖房及び給湯）。
- 500, 700, 900 kW の3基のチップボイラーを導入。
- 燃料は町内林の間伐材、町が購入。



写真 3-3 チップボイラー建屋



写真 3-4 視察の様子

視察報告②：若者定住モデルタウン

- 町が整備したモデルタウン。戸建て住宅 13 棟、賃貸住宅 10 世帯に熱供給（暖房、給湯）を実施。
- チップ 90kW、ペレット 90kW、薪 50kW の 3 基のバイオマスボイラーを導入。



写真 3-5 3 種類の木質バイオマスボイラー



写真 3-6 モデルタウン

視察報告③：庄司製材所

- 廃校体育館をリノベーションした木材乾燥施設。
- 1,500kW のバーク専焼ボイラーを導入。



写真 3-7 木材乾燥施設



写真 3-8 バーク専焼ボイラー

視察報告④：金山森林組合

- もがみ薪ステーションにて間伐材等の買い取り。
- 製造したチップは、森林組合の木材乾燥施設（チップボイラー）で利用のほか、地域の施設に供給。



写真 3-9 チップストックヤード



写真 3-10 チップボイラー

視察報告⑤：バイオマスアグリゲーション

- 熱利用先である寄宿型技術者養成学校「Allmende キテハ（建築とエネルギーの技術者養成学校）」に 20kW の小型チップボイラー（自動制御・断続運転タイプ）を ESCO 事業で導入し、暖房・給湯用の温水を供給。
- ボイラー設置作業に関係者らが直接係わり、サイロを DIY するなどの導入費のコスト低減化を図った。



図 3-1 バイオマスアグリゲーションの取り組み



写真 3-11 チップサイロの外観



写真 3-12 チップサイロの中の様子



写真 3-13 チップ投入の様子



写真 3-14 チップボイラー



写真 3-15 チップ製造の様子



写真 3-16 チップストックヤード

3.2 サプライチェーン

花巻市および周辺地域が目標とするサプライチェーンを図 3-2 に示します。

本地域における事業実施主体は富士大学であり、同大学での木質バイオマスのエネルギー利用を起点に「地域内エコシステム」の構築を図ります。そのため、「地域貢献大学」として地域に役立つプラットフォーム機能を果たすべく早期の事業化を目指します。

原料および燃料の供給は、既存の素材流通体制や FIT 発電施設との連携による木質バイオマスの既存インフラを活用し、安定供給を図ります。また、林地残材やマツ枯れ材についても積極的に活用を進めていきます。併せて、木質バイオマスの新規インフラとして燃料の製造・供給のための小さな拠点を設け、将来的に増加が見込まれる多様な利用先への面的供給を可能とするサプライチェーンを目指します。

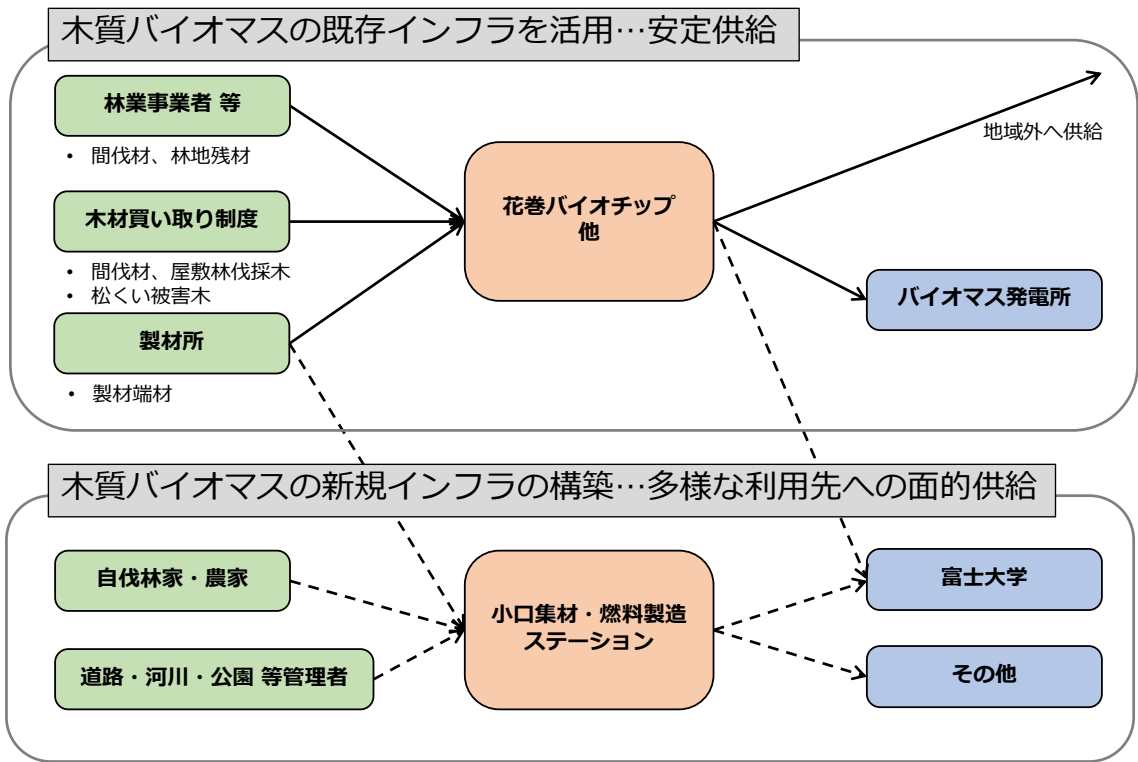


図 3-2 目標とするサプライチェーン

3.3 燃料供給に関する取組

3.3.1 既存資料調査

花巻市の森林面積と森林率を表 3-4 に示します。

土地面積 90,839ha のうち、森林面積は 59,632ha で森林率は 65.6%となっております。また、森林のうち民有林面積は 32,225ha で民有林率は 54.0%となっています。

表 3-4 森林面積と森林率

土地面積 (ha)	森林面積 (ha)	森林率 (%)	国有林		民有林	
			面積 (ha)	国有林率 (%)	面積 (ha)	民有林率 (%)
90,839	59,632	65.6	27,407	46.0	32,225	54.0

民有林のうち、竹林や無立木地等を除いた人天別針広別の森林面積を図 3-3 に示します

人工林と天然林の面積はほぼ等しく、人工林の大部分は針葉樹、天然林の大部分は広葉樹で構成されています。

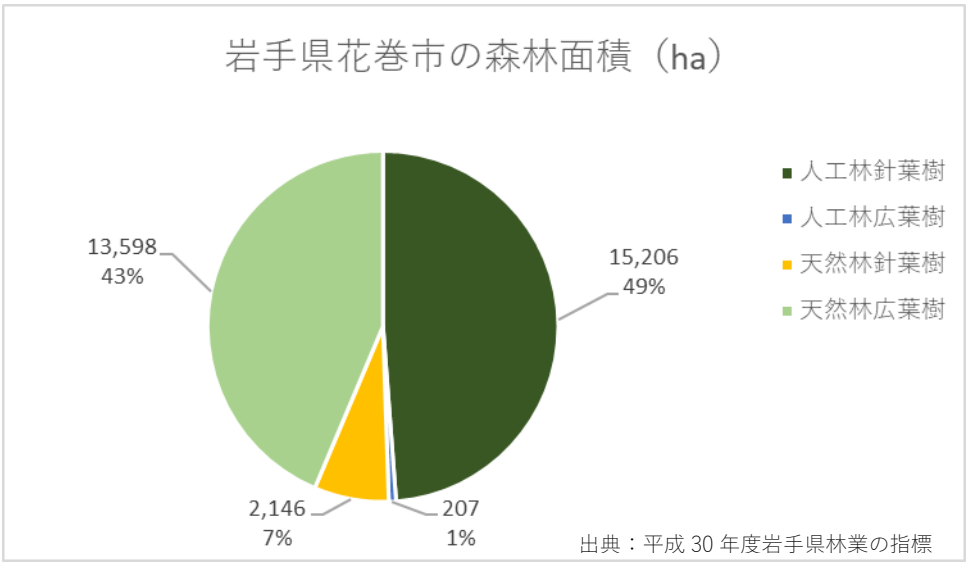


図 3-3 民有林の林種別面積

民有林における森林蓄積を図 3-4、表 3-5 に示します。

森林蓄積は約 940 万 m^3 で、そのうちの 64%を人工林が占めています。

人工林の森林蓄積は約 600 万 m^3 で大部分を針葉樹林が占めています。天然林では約 340 万 m^3 で大部分を広葉樹が占めています。

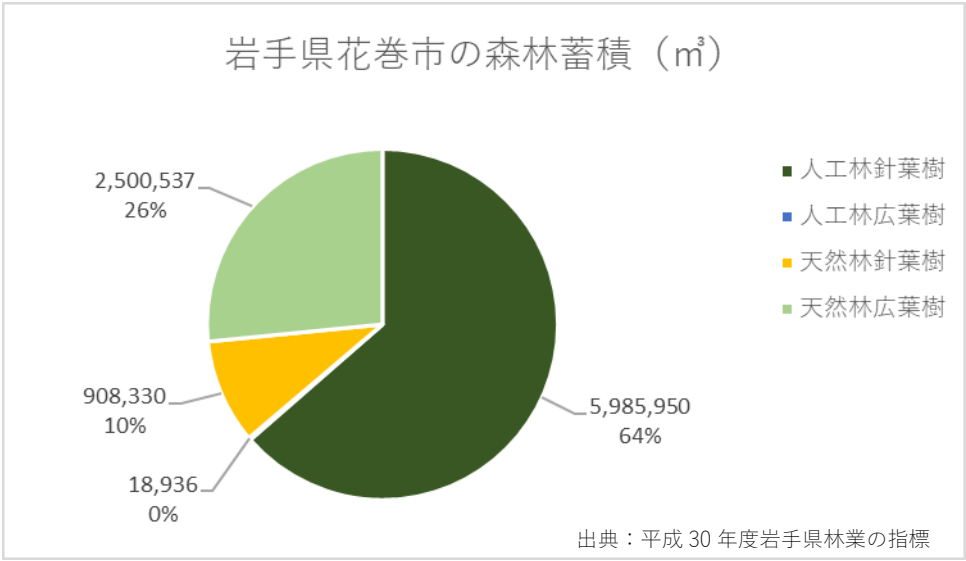


図 3-4 民有林における森林蓄積

民有林							
	総数	人工林			天然林		
		総数	針葉樹	広葉樹	総数	針葉樹	広葉樹
面積 (ha)	31,158	15,413	15,206	207	15,745	2,146	13,598
蓄積 (m³)	9,413,753	6,004,886	5,985,950	18,936	3,408,867	908,330	2,500,537
材積 (m³/ha)	302.1	389.6	393.7	91.5	216.5	423.3	183.9

表 3-5 民有林の森林蓄積

北上川中流流域圏の民有林における針葉樹の樹種別蓄積を図 3-5 に示します。北上川中流流域圏は、花巻市のほか、奥州市、金ヶ崎町、北上市、西和賀町、遠野市、一関市、平泉町を含みます。スギが 7 割以上を占め、アカマツが約 3 割となります。

また、北上川中流流域圏における民有林の人工林針葉樹齢級別面積を図 3-6 に示します。齢級構成は 10 齢級が最も多くなっています。

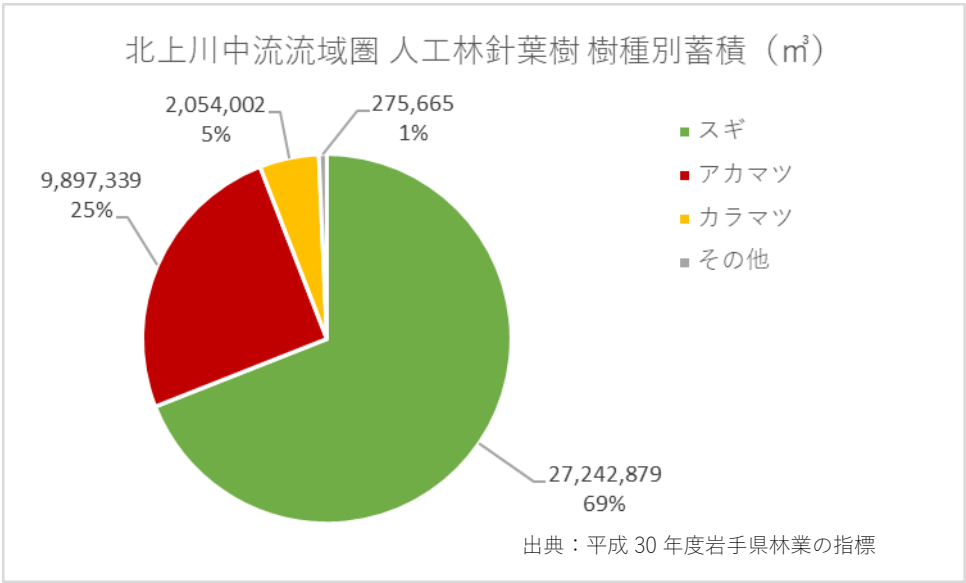


図 3-5 北上川中流流域圏の民有林における人工林針葉樹樹種別蓄積

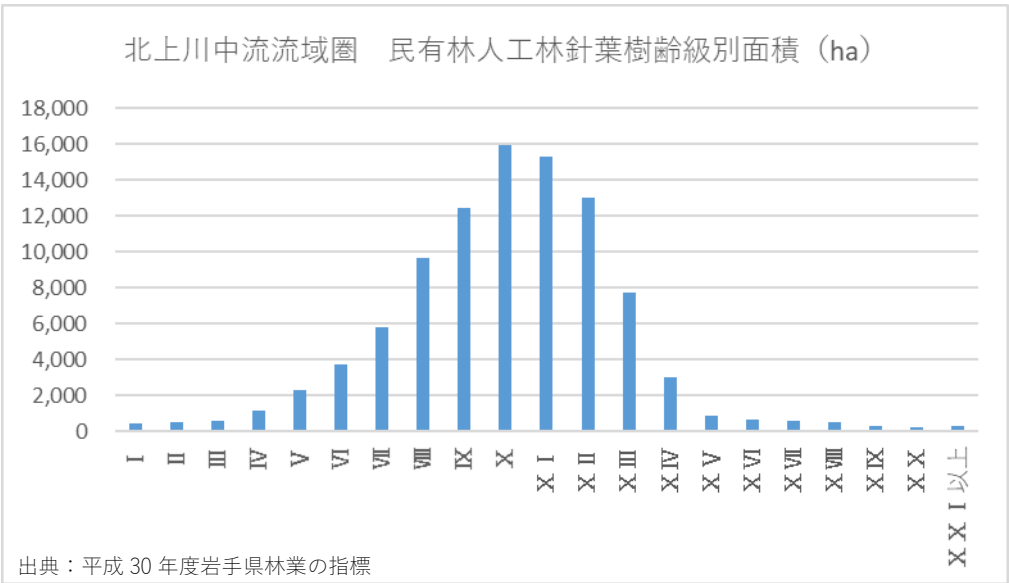


図 3-6 北上川中流流域圏の民有林人工林針葉樹齢級別面積

3.3.2 高速道路管理伐採木

本事業では、ネクスコ東日本が管理する高速道路の管理伐採木を地域内でエネルギー利用するための検討を進めました。

9年ほど前、ネクスコ東日本より岩手木質バイオマス研究会に対し、高速道路の管理伐採木の有効利用についての相談を持ちかけたことがありました。今年度、同研究会のWEB マガジンで昨年度事業の取り組みを紹介したところ、改めてネクスコ東日本より管理伐採木の有効利用について、同研究会へ連絡をいただいたのが事の経緯です。

ネクスコ東日本と協議会は管理伐採木の有効利用について2回の協議を重ねました。協議の結果、管理伐採木が燃料として利用できるのであれば供給は可能であるとしたことから、協議会では管理伐採木の実証試験（後述）を実施し、管理伐採木の利用可能性について検証しました。

【協議による決定事項】

- 管理伐採木の取引に関する協定はネクスコ東日本と銀河の里の2者が結ぶ。
- 管理伐採木の受入れ先は銀河の里のサイトとする。
- 管理伐採木の提供は令和3年4月からとする。

【初回協議の概要】

- 日時：令和2年8月17日 15:00～16:00
- 場所：ネクスコ東日本 北上管理事務所
- 出席者（所属）：東日本高速道路株式会社東北支社北上管理事務所、株式会社ネクスコ・メンテナンス東北北上事務所、富士大学経済学部、社会福祉法人悠和会銀河の里、花巻市農林部農村林務課、一般社団法人日本森林技術協会

◆ネクスコ東日本の管轄エリア

- ✓ 総延長 102 km
 - ・東北道：花巻インター～一関インター
 - ・秋田道：北上ジャンクション～湯田インター
 - ・釜石道：花巻ジャンクション～東和インター

◆管理伐採木について

- ✓ 毎年 400～500 t 程度の伐採木を処理、近年増加傾向にある。
- ✓ 燻蒸処理した松くい被害木も扱っている。
- ✓ 処分費が少しでも軽減できればありがたい。
- ✓ 取り扱いについては法的な問題も含めて慎重に行う必要がある。
- ✓ 以前は法面緑化の堆肥として利用していた。
- ✓ 仮置き場は東和インターと平泉インターの 2 か所。

【第 2 回協議の概要】

- 日時：令和 3 年 1 月 7 日 14:00～15:00
- 場所：ネクスコ東日本 北上管理事務所
- 出席者（所属）：東日本高速道路株式会社東北支社北上管理事務所、株式会社ネクスコ・エンジニアリング東北交通環境部緑化技術課、株式会社ネクスコ・メンテナンス東北北上事務所、富士大学経済学部、社会福祉法人悠和会銀河の里、森の電力株式会社、一般社団法人日本森林技術協会

◆実証試験結果報告

- ✓ ネクスコ東日本より提供を受けた管理伐採木は小型破碎機を用い、燃料用チップ、敷料用チップを製造した。
- ✓ 燃料用チップについてはボイラー用の燃料として利用できる目途がついた。
- ✓ 枝葉については敷料用チップの利用を考えている。
- ✓ 試験的に敷料用チップを原料に堆肥を製造している。

◆管理伐採木の供給について

- ✓ 管理伐採木が燃料として有効活用できればネクスコ東日本からの供給は可能である。
- ✓ 管理伐採木は伐採現場から直接銀河の里へ搬入するほか、東和インターに仮置きすることも検討する。
- ✓ ネクスコ東日本は管理伐採木の仕分けや針葉樹、広葉樹の区別なく提供する。
- ✓ 管理伐採木の長さは 4 t トラックに積み込む関係上、長くても 1 m 程度。

◆管理伐採木の取引について

- ✓ 取引について所管する県に確認を取る必要がある。
- ✓ 4tトラック1台分の運搬量を1ロットとするし、何らかの方法で供給量を把握する。
- ✓ 供給量の調整についての取り決めの必要がある。
- ✓ 今後予測される年間伐採の減少に係る対応を協議する必要がある。

◆取引に関する協定について

- ✓ 協定は供給側のネクスコ東日本と、受け入れ側の銀河の里の2者が結ぶ。
- ✓ 来年度4月から運用ができるように年度内に調整する。

3.4 燃料製造に関する取組

3.4.1 小型移動式破砕機によるチップ製造試験（実証試験）

今後、ネクスコ東日本の高速道路管理伐採木を原料に小型移動式破砕機を用いて燃料等を製造することを想定し、生産性やコスト試算に関する実証試験を行いました。

試験の概要

日時：令和2年10月31日、11月1日

場所：銀河の里サイト

実施者：富士大学、銀河の里、森の電力、日本森林技術協会、森のエネルギー研究所

供試材提供者：ネクスコ東日本、花巻バイオチップ

機械類提供者：森の電力、銀河の里

使用機械：小型移動式破砕機（ログバスター LB-S205C）、ユニック付きトラック等

試験の内容

◆ チップ製造試験

- ・ トラック1台分の管理伐採木の重量
- ・ 時間当たりのチップ生産量
- ・ 各作業工程にかかる時間の計測
- ・ チップ含水率と燃料としての適合性
- ・ チップ製造のコスト試算

◆ チップの分析

- ・ チップの簡易分級試験



写真 3-17 銀河の里のサイト



写真 3-18 高速道路管理伐採木

(1) 高速道路管理伐採木の運用スキームの検討

実証試験の実施にあたり、管理伐採木の運用方法について検討しました。管理伐採木は、ネクスコ東日本が伐採現場から銀河の里のサイトへ直接搬入する予定です。搬入した管理伐採木は、銀河の里が必要に応じて仕分け等の作業を行った後、チップを製造し保管します。

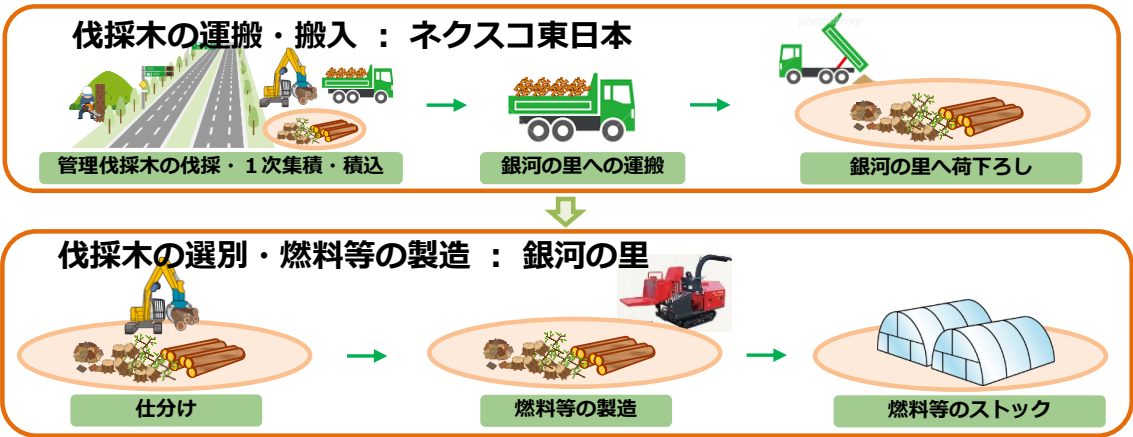


図 3-7 管理伐採木の運用スキーム

管理伐採木の仕分けは、その後のチップ製造等の作業効率を図るために行い、枝条部、幹部（末口 20 cm未満）、幹部（末口 20 cm以上）の3種類に分別します。枝条部および幹部（末口 20 cm未満）は小型移動式破砕機でチップ化し、枝条部は堆肥用、幹部は燃料用および敷料用に利用します。幹部（末口 20 cm以上）は小型移動式破砕機では処理できないため、薪の原料とします。

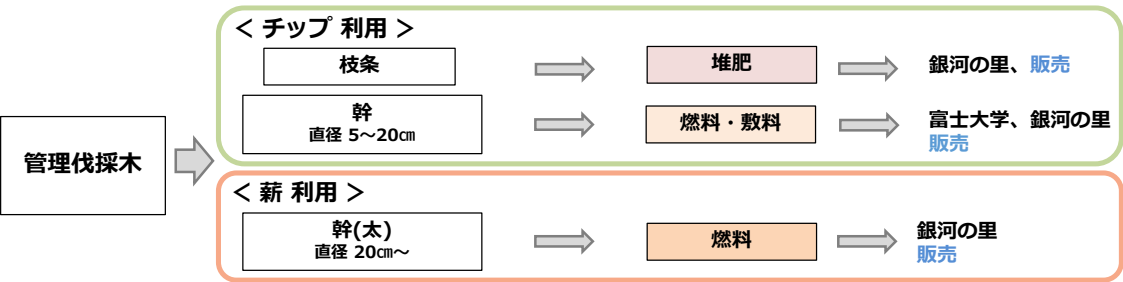


図 3-8 管理伐採木の活用方法

(2) 供試材の概要

ネクスコ東日本より管理伐採木、花巻バイオチップより製材端材を供試材として提供して頂きました。供試材は、実際に伐採現場から搬出される管理伐採木、補足的に使用する製材端材を想定し、4種類のロットに区分しました(表 3-6)。なお、1ロットはネクスコ東日本が搬出する4tトラック1台分の伐採木の積載量としました。

表 3-6 供試材のロット区分

区分	ロットの内容
ロット A	主に針葉樹で幹部のみ。
ロット B	主に広葉樹で幹部、枝条部が含まれる。伐採現場から広葉樹のみ選択的にトラックに積載する場合を想定。
ロット C	針葉樹、広葉樹が混合。幹部、枝条部が含まれる。伐採現場から針広関係なくトラックに積載する場合を想定。実際にネクスコ東日本が搬出する管理伐採木は本ロットが大多数を占めると予想される。
ロット D	製材工場から発生する製材端材でスギ材が主。安価な原料のため将来的な利用を想定。



写真 3-19 ロット A 1



写真 3-20 ロット A 2



写真 3-21 ロット B1



写真 3-22 ロット B2



写真 3-23 ロット B3



写真 3-24 ロット C1



写真 3-25 ロット C2



写真 3-26 ロット D1

各ロットの重量は、事前にネクスコ東日本がトラックスケールを用いて計測しました。また、ロット B（広葉樹）は枝条部（堆肥チップの原料）、幹部（燃料・敷料用チップ、薪の原料）で使用目的が異なるため、部分別に重量計測を行い、幹部（末口 20 cm未満）はトラックスケール、幹部（末口 20 cm以上）は吊るし秤を用い、残りの枝条部はロット重量から幹部を差し引きした値としました（表 3-7、図 3-9）。

1 ロット当たりの重量（4t トラック一台分の積載量）は 680～1,150 kg とばらつきがみられ、平均は 844 kg となりました。ロットの区分別では、広葉樹ロットは平均 760 kg、針広混合ロットは平均 975 kg となりました。また、広葉樹ロットの部分重量割合は概ね枝条部 20%、幹部（末口 20 cm未満）60%、幹部（末口 20 cm以上）20% となりました。

各ロットの重量のばらつきは、樹種の違い、伐採木の太さ、枝条部の混合割合などが影響すると考えられ、実際に銀河の里のサイトへ搬入される伐採木のロットにも同様の状況が予想されます。

また、広葉樹ロットの仕分けに要した時間はロット B 2 で 18 分、ロット B3 で 26 分となりました。

表 3-7 各ロットの重量

ロットNo.	内容	総重 (kg)	部分重量 (kg)		備考
A-1	マツ	230	-	-	管理伐採木からマツの幹部を集めた。トラック 1 台分には満たなかった。
A-2	スギ	-	-	-	供試材としてネクスコ東日本以外から入手。1 年ほど乾燥した幹部部分。
B-1	広葉樹	880	枝条	130.8 (14.9%)	概ね 4 t トラック 1 台分。
			幹	405 (46.0%)	
			幹(太)	344.2 (39.1%)	
B-2	広葉樹	710	枝条	65.2 (9.2%)	仕分け時間は 18 分 / 2 名。 概ね 4 t トラック 1 台分。
			幹	470 (66.2%)	
			幹(太)	174.9 (24.6%)	
B-3	広葉樹	680	枝条	290 (42.6%)	仕分け時間は 26 分 / 2 名 概ね 4 t トラック 1 台分。
			幹	390 (57.4%)	
			幹(太)	0 (0.0%)	
C-1	針広混合	800	-	-	概ね 4 t トラック 1 台分。
C-2	針広混合	1,150	-	-	概ね 4 t トラック 1 台分。
D-1	製材端材	-	-	-	供試材として製材所から入手。スギが主。



図 3-9 ロットの重量計測方法

(2) チップ製造試験の流れ

管理伐採木をチップ化する際の作業工程を図 3-10、図 3-11 に示します。

針葉樹ロットおよび針広混合ロットは、荷下ろしした状態の管理伐採木を直接破砕機へ投入することを想定しています。その際、なるべく幹部を選択的に投入することとします。一方、広葉樹ロットは前述のとおり、燃料や堆肥等、部分別に使用目的が異なるため仕分け工程が追加となります。

また、すべてのロットで燃料用チップと敷料用チップの2パターンでチップ製造を行いました。なお、敷料用チップは破砕機の処理速度の設定を遅くすることで製造します。

チップ製造試験はこの作業工程に従い作業員 2 名で実施し、各工程における所要時間やチップ製造量等を計測しました。



図 3-10 針葉樹、針広混交ロットの作業工程

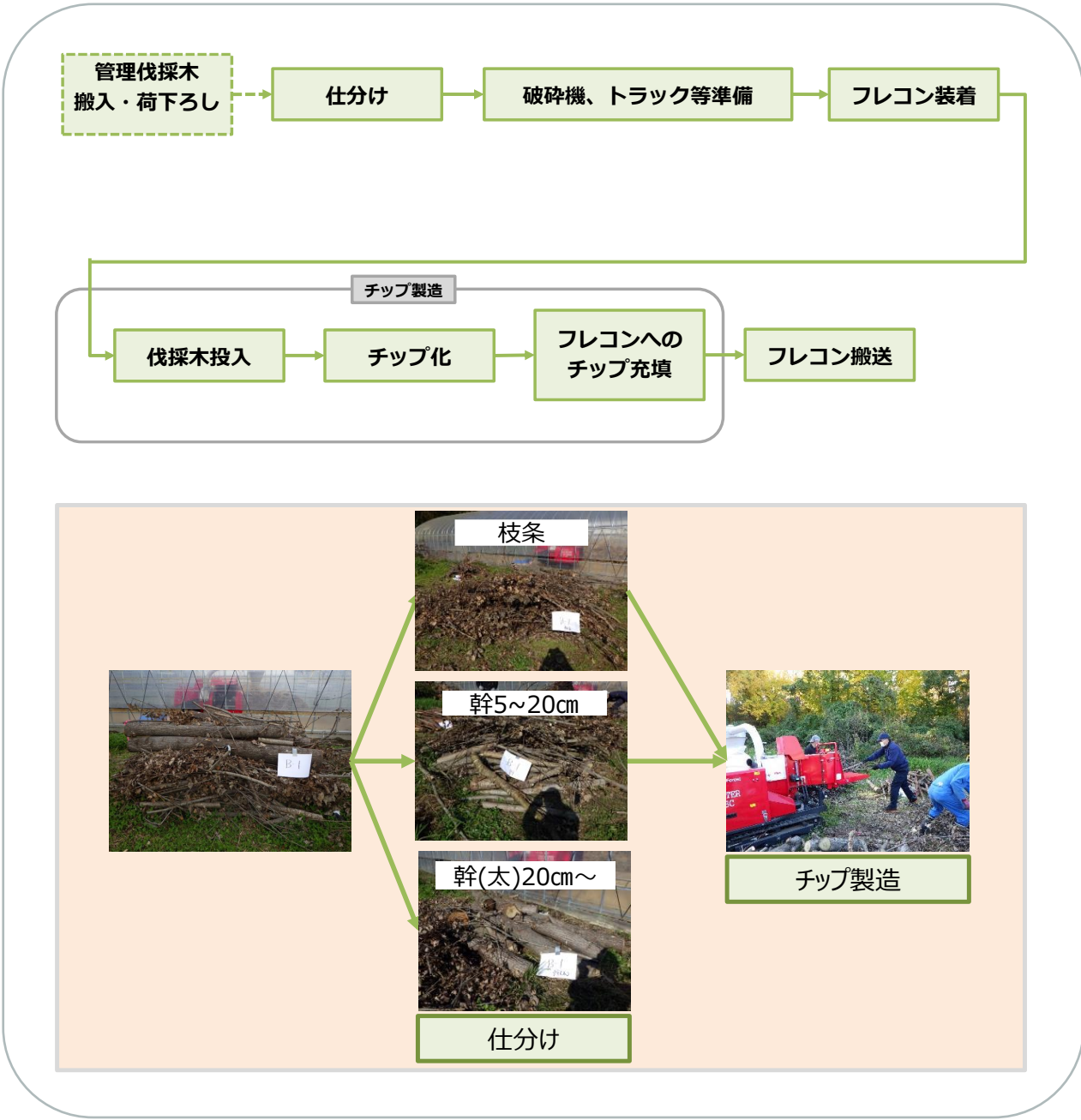


図 3-11 広葉樹ロットの作業工程

実証試験では下記のデータを計測しました。

- ✓ 2名作業による時間当たりのチップ生産量（概ね5分）
- ✓ 2名作業での各工程の作業時間
- ✓ チップ密度
- ✓ チップ含水率 ※花巻バイオチップに計測を依頼

（3）試験結果

試験結果を表3-8に示します。表中の生産性（t/h）は、試験で得られたチップ生産量（概ね5分）を単位時間当たりの生産量としたものです。また、この生産性をもとに実際の作業の実働率70%と想定した単位時間当たりの生産量（t/h）も算出しました。なお、生産性（m³/h）は計測した密度をもとに体積に換算したものです。

各ロットのチップ含水率は概ね水分40～50%となりました（ロットA2は伐採後の乾燥期間が長かったため除く）。針葉樹チップ（ロットA2・マツ）で水分42%、広葉樹チップ（ロットB1、3）は枝条部が水分32%となり、幹部は水分37～49%となりました。針広混合チップ（ロットC1、2）は水分45%となりました。

燃料用チップの生産性（実働率70%）は0.6～1.9 m³/hとなりました。広葉樹の幹部（B2）の生産性が最も高く2.0 t/h、次いで製材端材（D）が1.9 t/hとなりました。また、針広混合チップでは0.9～1.1 t/h、枝条部は0.6 t/hとなりました。生産効率率は幹部や製材端材を処理する場合に高くなる傾向でしたが、一方で最も生産性の低い結果となったのも同じく幹部（A1）でした。これは材の曲がりにより、破碎機のつまりを起こすなどした作業効率の損失が影響していると考えられます。

表 3-8 各ロットの重量

ロットNo	部位	密度 (kg/L)	含水率 (%w.b.)	燃料用				敷料用	
				生産性 (t/h)	生産性 (m³/h)	生産性 (実働率70%) (t/h)	生産性 (実働率70%) (m³/h)	生産性 (t/h)	生産性 (実働率70%) (t/h)
A1	幹	0.39	42.01	0.8	2.2	0.6	1.5	0.7	0.5
A2	幹	0.23	17.22	2.0	8.8	1.4	6.2	0.5	0.4
B1	枝条(仕分け済)	0.21	32.27	0.9	4.3	0.6	3.0	0.4	0.3
B1	幹(仕分け済)	0.28	37.03	1.4	5.2	1.0	3.6	0.3	0.2
B2	幹(仕分け済)	0.32	49.07	2.9	9.2	2.0	6.4	1.4	0.6
B3	幹(仕分け済)	0.30	41.77	2.0	6.5	1.4	4.6	1.1	0.8
C1	幹・枝条	0.27	45.11	1.2	4.7	0.9	3.3	0.8	0.6
C2	幹・枝条	0.29	44.89	1.6	5.5	1.1	3.8	0.9	0.6
D	製材端材	0.20	41.69	2.7	13.5	1.9	9.5	0.6	0.4

針広混合ロットにおける作業工程時間を図 3-12 に示します。1 ロットの処理時間は概ね 52 分となりました。

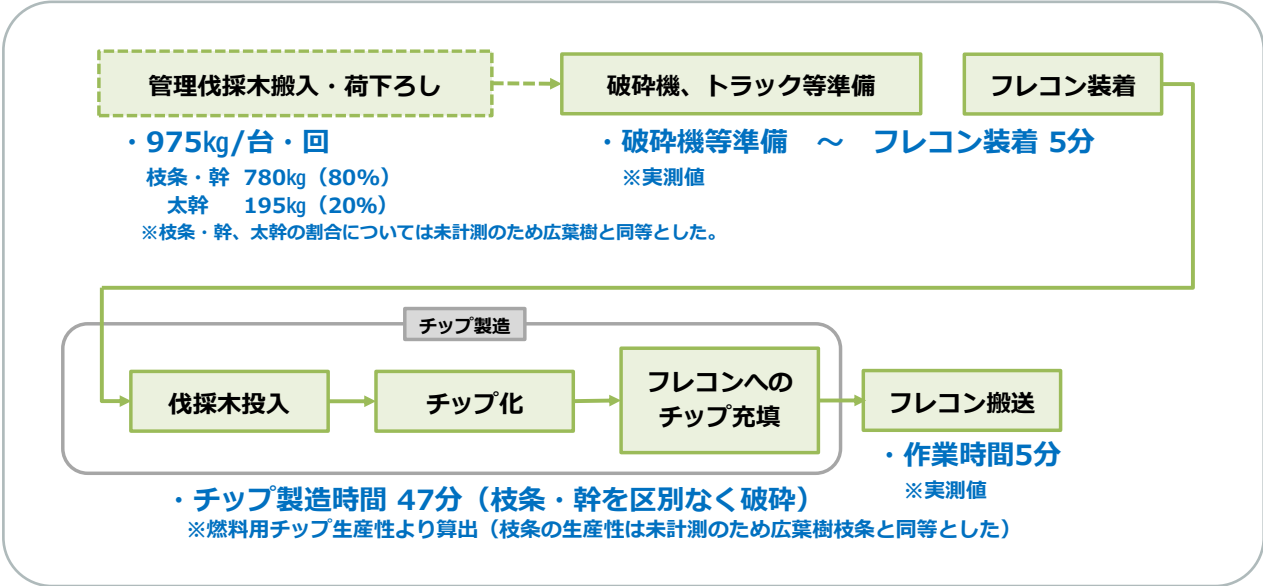


図 3-12 針広混合ロットの作業工程の時間

広葉樹ロットにおける作業工程時間を図 3-13 に示します。1 ロットの処理時間は概ね 60 分となりました。

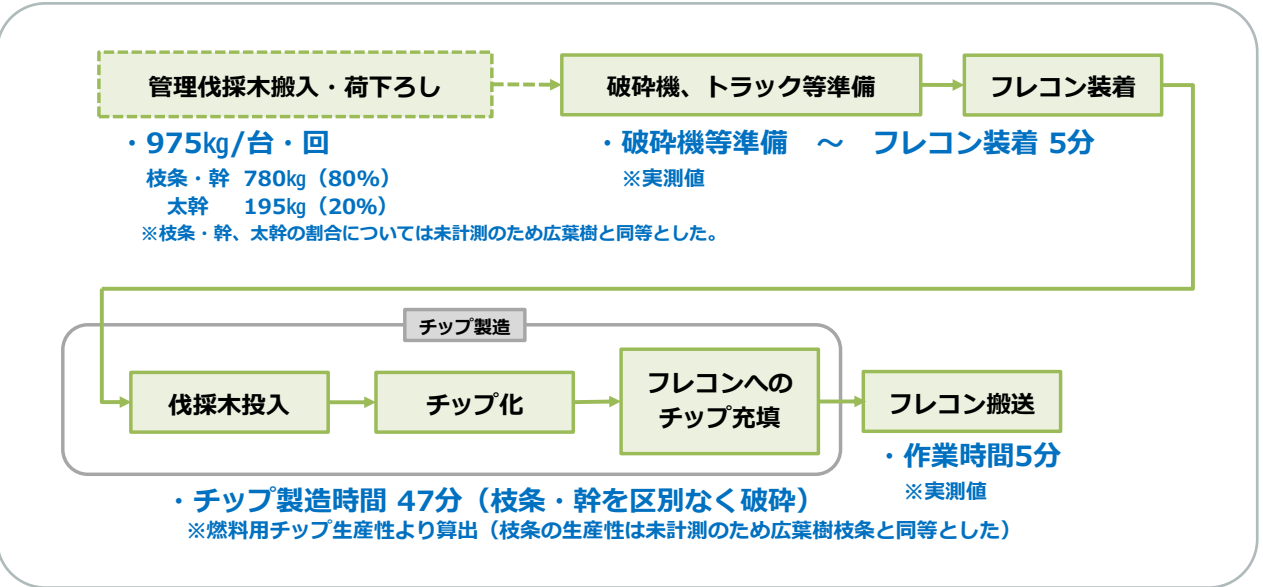


図 3-13 広葉樹ロットの作業工程の時間

(4) チップ製造コスト

試験結果をもとに、チップ製造コストの試算を行いました。試算条件は下記のとおりです。また、試算に関する諸経費等を表 3-9 に示します。

試算条件

- ✓ 管理伐採木の価格は考慮しない (0 円)
- ✓ 作業員は 2 名とし人件費を一人あたり 1,000 円/h とした
- ✓ 実証試験で得られたデータは実働率 70% に換算した

表 3-9 試算に関する諸経費等

試算に関する諸経費

燃料費：軽油価格113.7円/L（岩手県直近 5 年平均価格）
 破碎機の燃費：5 L/h
 刃の研磨：2,250円/枚×2枚（30 h 仕様で研磨）
 刃の交換：28,000円/枚×2枚（10回の研磨で交換）
 原料費：0円
 人件費：1,000円/h
 生産量：広葉樹 1 ロットあたり608kg（水分50%）、作業時間60分
 針広混合 1 ロットあたり780kg（水分50%）、作業時間52分

試算結果は下記の通り、広葉樹ロットをチップ化した場合の製造コストは 3.9 円/kg、針広混交ロットをチップ化した場合の製造コストは 2.9 円/kgとなりました。

チップ製造コスト試算結果

- ✓ 広葉樹ロット 1 t あたりのチップ製造コスト
 3,876 円/t ÷ **3.9 円/kg（水分 50%）※燃料用チップ、堆肥用チップの区別なし**
- ✓ 針広混合ロット 1 t あたりのチップ製造コスト
 2,912 円/t ÷ **2.9 円/kg（水分 50%）**

(5) チップの簡易分級試験

製造したチップの簡易分級試験結果を表 3-10 に示します。分級試験はロット A（針葉樹・幹）およびロット B（広葉樹・幹）から製造したチップをサンプルとしました。

針葉樹チップでは、目幅 9.5 mm が 44% を占め、3.35 mm～19.0 mm 未満のサイズで全体の 75% を占める結果となりました。

広葉樹チップでは、目幅 9.5 mm が 58% を占め、3.35 mm～19.0 mm 未満のサイズで全体の 80% 以上を占める結果となりました。

表 3-10 チップの簡易分級試験結果

樹種	針葉樹		広葉樹		全体平均		チップ分級 要求仕様	
目幅	材重量(kg)	比率(%)	材重量(kg)	比率(%)	材重量(kg)	比率(%)	オヤマダ	ETA
全量	0.32		0.26		0.58			
45.0mm	0.00	0.0%	0.02	8.3%	0.02	3.6%		6%未満 ○
31.5mm	0.02	6.2%	0.02	8.3%	0.04	7.1%	主	
19.0mm	0.02	6.3%	0.00	0.0%	0.02	3.6%	▲	主
9.5mm	0.14	43.8%	0.14	58.3%	0.28	50.0%		60%以上
3.35mm	0.10	31.3%	0.06	25.0%	0.16	28.6%		◎
2.0mm	0.02	6.3%		0.0%	0.02	3.6%		10%未満
2.0mm未満残	0.02	6.3%	0.00	0.0%	0.02	3.6%		○

チップ形状に関するチップボイラーメーカー推奨値との照合結果を表 3-11 に示します。メーカーごとに推奨のチップサイズが異なり、オヤマダエンジニアリング推奨のチップ形状は 20～40 mm、ETA 推奨のチップ形状は 3.15～31.5 mmとなっています。前述の通り、本事業で製造したチップの形状は 3.35 mm～19.0 mm未満の比率が最も高くなっていることから、オヤマダエンジニアリング推奨値と比較すると若干小径となる一方、ETA 推奨値には適合という結果になりました。

協議会メンバーであるオヤマダエンジニアリングには、実際のチップの製造サンプルを基に燃料適合性について確認していただきました。チップサイズについては若干小径であっても粉塵サイズでなければ運用に支障はなく、枝条以外のチップについては木質バイオマスボイラーの燃料として利用できるとの回答を得ることができました。

表 3-11 チップボイラーメーカーの推奨チップ形状仕様との照合

メーカー名	メーカー推奨値	照合評価
オヤマダエンジニアリング (日本)	縦横20～40±5mm 厚さ4～10±2mm 200mm以上<0.1%※ ※L200 x W20 x T10以上は不可	・オーバーサイズはなし。適合。 ・推奨値である20～40±5mmのレンジ内ではサンプル全量のうち10%強程度に留まる。 ・メーカーヒアリング：粉塵サイズでない小径チップが入る分には問題なし。
ETA (オーストリア)	3.15～31.5mm > 60% 3.15mm以下 < 10% 45mm～150mm < 6%	・主分級である3.15～31.5mmのレンジ内で、サンプル全量のうち80%程度。適合。 ・オーバーサイズ、ダウンサイズの比率ともに要求上限未満。適合。

【実証試験写真】



写真 3-27 協議会メンバーの見学の様子



写真 3-28 幹部の計測



写真 3-29 チップ投入の様子



写真 3-30 チップの重量計測



写真 3-31 チップのかさ密度計測



写真 3-32 チップサンプル



写真 3-33 A 1 マツチップ



写真 3-34 A 1 スギチップ



写真 3-35 B 1 広葉樹幹チップ



写真 3-36 B 1 広葉樹枝条チップ



写真 3-37 C 1 針広混合チップ



写真 3-38 D 1 製材端材チップ

3.5 木質バイオマスエネルギー利用に関する取組

3.5.1 富士大学 学生寮へのバイオマスボイラー導入検討

昨年度実施した、バイオマスボイラー導入シミュレーションの結果に基づき、富士大学学生寮へのより詳細な導入検討を行いました。具体的な検討内容は、既存設備との接続方法、複数ボイラーメーカーへのヒアリングと見積依頼、コスト低減に向けた配置案、事業性の再評価についてです。

(1) 既設設備および熱需要条件の整理

バイオマスボイラーからの接続工事が必要となる既存設備の整理を行いました。昨年度検討時点から、第二陸奥寮のガス給湯機が新たに1セット増設されていたことから、同設備も熱供給の対象設備としています。ただし、給湯や暖房の熱需要そのものについては、第二陸奥寮、第三陸奥寮ともに昨年度と条件は大きく変わっていません。したがって、熱需要については昨年度の計画を踏襲し、出力規模 100kW のバイオマスボイラーを1台導入することを前提としました。図 3-14 と表 3-12 に既存熱源設備との接続フロー図および接続対象とする既存熱源設備仕様一覧表を、図 3-15 と図 3-16 に既存熱源設備配置図および熱需要グラフを示します。

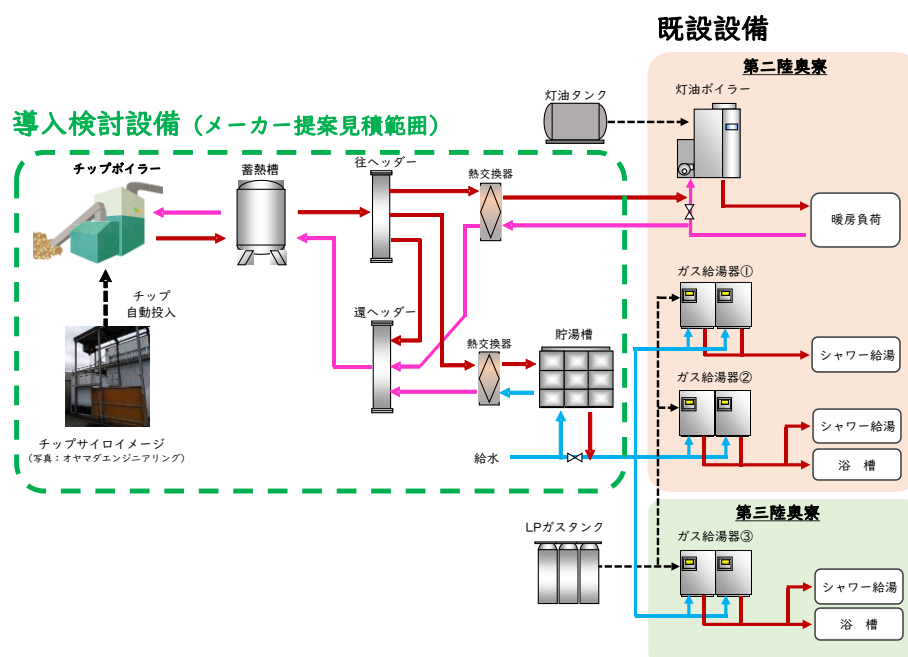


図 3-14 既存設備との接続フロー

表 3-12 代替対象とする既存熱源設備一覧

名 称	出力・台数	型 式	用 途
灯油ボイラー	291 kW (うち片系利用)	昭和鉄工(株) SV-2503MK-H	第 2 陸奥寮 全館床暖房
ガス給湯器①	108 kW x 2	パーパス(株) GS-5000GW	第 2 陸奥寮 シャワー給湯半数
ガス給湯器② (増設分)	91.9kW x 2	リンナイ(株) RUXC-SE5000MW	第 2 陸奥寮 浴槽+シャワー給湯半数
ガス給湯器③	108 kW x 2	パーパス(株) GS-5000GW	第 3 陸奥寮 浴槽+シャワー給湯



図 3-15 既存設備配置図

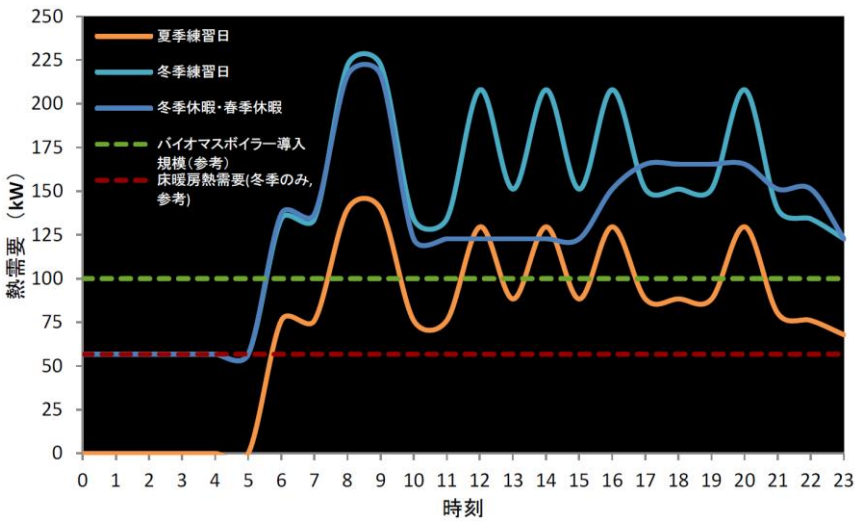


図 3-16 富士大学 第二・第三陸奥寮の熱需要推定結果

(2) チップボイラー比較検討

銀河の里からは、高速道路管理伐採木の運用次第で天然乾燥による水分率低減がなされたチップ調達が可能です。そのため、昨年度から導入検討している生チップボイラーメーカーに加え、準乾燥チップボイラーを扱う代理店へのヒアリング調査を行い、両者の比較を行いました。表 3-13 にチップボイラーの比較表を示します。

その結果、ヒアリングを行った準乾燥チップボイラー代理店からは、本事業で想定する熱需要を対象にした場合、ボイラーの年間稼働時間がメーカー推奨値を上回ることから納入が困難であるという回答を得ました。よって本事業では昨年度に引き続き、生チップボイラー導入を想定した具体検討を行いました。

表 3-13 チップボイラー比較表

メーカー名	オヤマダエンジニアリング (日本)	ETA (オーストリア)
ボイラー外観	WB100型 キュービックタイプ (生チップボイラー) 	eHACK 100 (準乾燥チップボイラー) 
ヒアリング対象業者	オヤマダエンジニアリング(株) (岩手県盛岡市)	ソーラーワールド(株) (山形県天童市)
チップ仕様①：形状 (製造試験チップとの照合)	メーカー標準推奨値より小さいものの、適用可 △	メーカー標準推奨値に適合 ○
チップ仕様②：水分	50%W.B.以下 (上限約56%W.B.) 製造試験チップおよび間伐材由来でも適用可 ○	33.3%W.B.以下 (上限約40%W.B.) 特に間伐材由来チップ適用には乾燥管理を要する △
メンテナンス体制	岩手県内に部品供給拠点・技術者常駐 ○	遠隔監視対応中心 山形県より技術者派遣 非常時は本国からの技術者派遣を要する場合あり △
将来移設対応	配管・煙突類等の移設工事費が必要となるが、 ユニットタイプであることから比較的安価 △	建屋含め全体の解体・移設工事が必要 ×
業者回答	・既存埋設管類の詳細調査が必要 ・補器類については価格低減余地あり ・電源容量の確保が必要	※本国より年間最大稼働時間 (2,000時間) を超える 場合は販売不可との回答。本事業では上記許容時 間を超過するため適用不可。 →準乾燥チップボイラー適用には他業者検討要

※1 各社 HP 情報およびヒアリングをもとに作成

(3) 施工条件調査と事業費低減案の具体検討

前項で選定した生チップボイラーメーカー協力のもと、バイオマスボイラー設備導入に関する施工条件整理と事業費低減のための検討を行いました。

昨年度検討時点からの大きな変更要件として、第二・第三陸奥寮西側向かいに位置している第一陸奥寮の廃止予定が決まったことが挙げられます。第一陸奥寮の撤去を前提とすることで、バイオマスボイラー設備をより第二陸奥寮の既存機械室に近接した位置へ配置想定することが可能となり、配管長ならびに補機類容量の低減を行うことができます。ただし、第二陸奥寮の外壁にはプロパンガスボンベが設置されていることから、配置計画は同設備との離隔を確保する必要があります。以上の施工条件を反映した設備構成フロー図、および配置計画案を図 3-17、図 3-18 に、また同計画に基づいたメーカー見積の結果を、表 3-14 に示します。

表 3-14 バイオマスボイラー導入事業費（オヤマダエンジニアリング^(株)見積協力^{※1}による）

費目	金額	単位	備考
ボイラー関連設備	27,000	千円	煙突・屋外型チップサイロ含む
設備・機器類	11,080	千円	蓄熱槽・貯湯槽・熱交換機・ポンプ等
配管類	830	千円	屋内外露出配管・バルブ類等
工事費	6,550	千円	基礎・配管・電気工事・試運転等含む
諸経費	4,540	千円	
事業費 計	50,000	千円	

※1 費目毎の価格は、最終的なメーカー値引き価格を各費目に按分・反映した価格

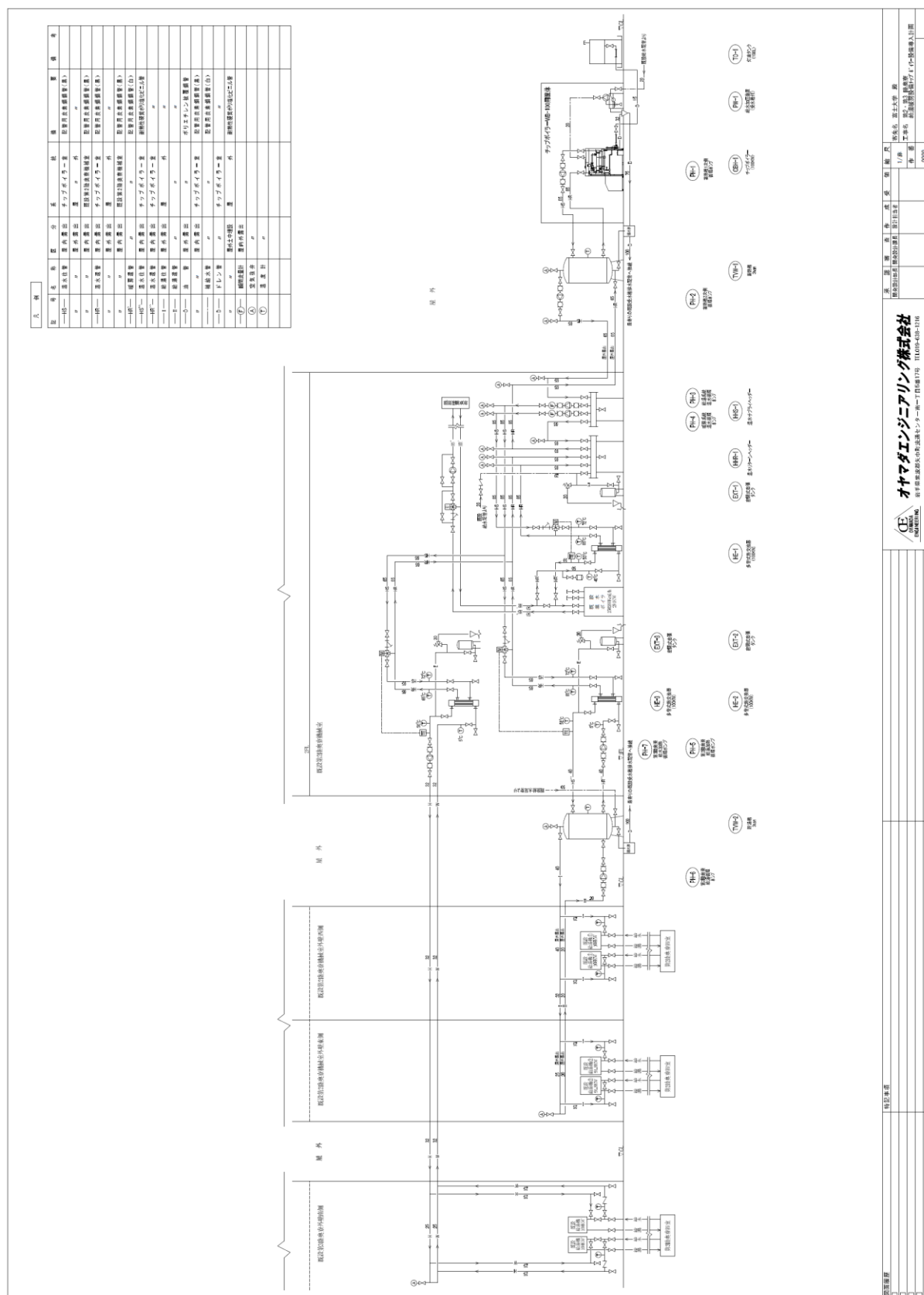


図 3-17 バイオマスボイラー設備構成フロー図 (出典：オヤマダエンジニアリング株式会社 提案資料)

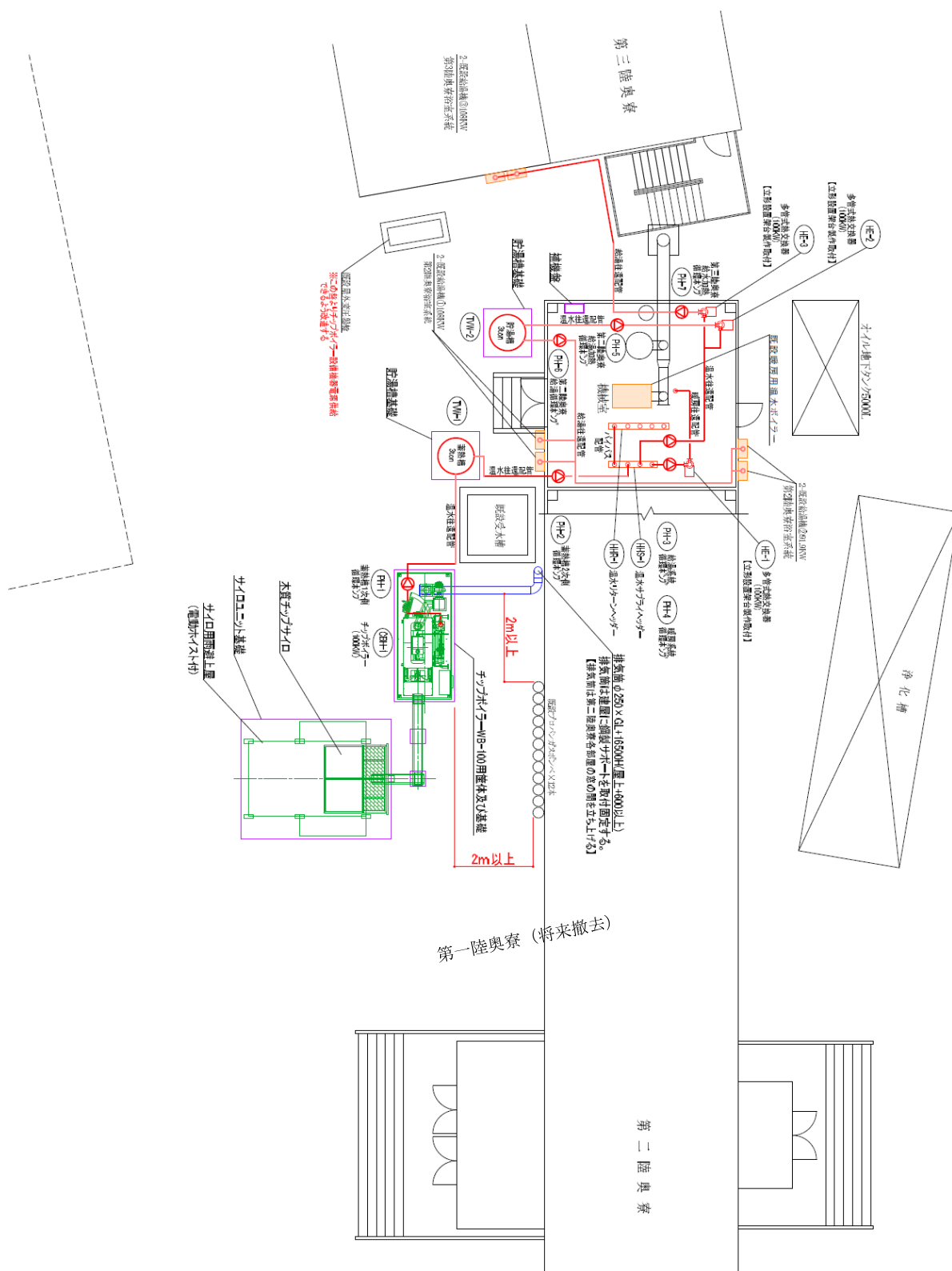


図 3-18 バイオマスボイラー設備 配置計画案図 (出典：オヤマダエンジニアリング株式会社 提案資料)

(4) 調査結果を踏まえた事業性再評価

3.4 の検証結果で得られたチップ製造コストと、前項までの詳細検討で得られた事業費を基にシミュレーションを行い、事業性の再評価を行いました。以下に、各試算条件と試算結果を示します。なお、銀河の里からのチップ調達価格は、針広混合ロットの製造コスト 2.9 円/kg に富士大学までの運搬賃を 2.0 円/kg と仮定し、計 4.9 円/kg として試算しています。

表 3-15 バイオマス燃料（チップ）条件

項目	数量	備考
年間消費量	t/年	394
丸太体積換算	m ³ /年	563
水分	%	50
低位発熱量	MJ/kg	8.4
単価	円/kg	6.34
年間消費量 394 tのうち、花巻バイオチップ（8.5 円/kg）から 40%、銀河の里での製造チップ（4.9 円/kg）から 60%調達と仮定した場合の平均単価		

表 3-16 化石燃料条件

項目	LPG	灯油
単価	円/m ³ ・L	250
低位発熱量	MJ/m ³ ・L	102.6
ボイラー効率	%	90

表 3-17 設備条件

項目	数量
出力	kW
ボイラー効率	%
LPG 代替率	%
LPG 削減量	m ³ /年
灯油代替率	%
灯油削減量	L/年

表 3-18 費用条件

項目	数量	備考
補助率	% 50	
減価償却年数	年 15	建物付属設備の給排水・衛生設備、 ガス設備に該当
固定資産税	% 1.4	
維持管理費	% 2	メンテナンス、電気代など 初期投資額に対して一律で設定

表 3-19 シミュレーション結果

費目	金額	単位	備考
◆初期投資			
ボイラー関連設備	27,000	千円	
設備・機器類	11,080	千円	
配管類	830	千円	
工事費	6,550	千円	
諸経費	4,540	千円	
合計	50,000	千円	
補助額	-25,000	千円	
補助残額	25,000	千円	
◆費用			
チップ燃料代	2,496	千円/年	
維持管理費	1,000	千円/年	
固定資産税	420	千円/年	期間平均値
費用合計	3,916	千円/年	
◆収入			
LPG 削減額	4,987	千円/年	
灯油削減額	1,920	千円/年	
収入合計	6,907	千円/年	
◆まとめ			
年間収支	2,991	千円/年	
投資回収年数	8	年	

(5) 感度分析

チップ調達価格および初期投資額が変動した際の投資回収年数について、感度分析を行いました（表 3-20）。以下に結果を示します。チップ調達価格は、銀河の里から調達した場合の単価を 4.9 円/kg、花巻バイオチップから調達した場合の単価を 8.5 円/kg として、銀河の里からの調達割合を 20% ずつ変動させた場合の平均単価を設定しました（4.9 ～7.8 円/kg）。また、初期投資額は今回のメーカー見積りで得られた 50,000 千円を上限として、30,000～50,000 千円の間にて 5,000 千円単位で設定しました。

表 3-20 熱供給対象の設備利用状況

投資回収 年数	チップ調達 平均単価 (円/kg)					
	調達比率※	20%	40%	60%	80%	100%
	調達量※(t/年)	79	158	236	315	394
初期 投資 額 (千円)		7.8	7.1	6.3	5.6	4.9
	50,000	10	9	8	8	7
	45,000	9	8	7	7	6
	40,000	7	7	6	6	5
	35,000	6	6	5	5	4
	30,000	5	5	4	4	4

※調達比率および調達量は、年間チップ消費量 394t/年のうち、銀河の里から調達するチップの割合と重量を示す。チップ単価は銀河の里から調達の場合4.9円/kg、花巻バイオから調達の場合8.5円/kgを想定している。銀河の里から調達できるチップの割合が増える程、平均単価が下がる想定となる。

富士大学に続く地域内でのバイオマスボイラー導入候補施設として、高速道路管理伐採木の受入れを開始する銀河の里での導入可能性を検討しました。同一敷地内でチップ製造ならびにチップボイラーの導入を図ることができれば、チップ運搬に伴う費用を低減することができます。具体的な導入対象として、現状薪ボイラーが導入されている特別養護老人福祉施設（と、化石燃料消費量の多いデイサービス・グループホーム施設（次項 3.5.3 参照）へのチップボイラー導入を想定して、簡易シミュレーションを行いました。

特別養護老人福祉施設における熱供給対象として、既に温水配管が接続されている計5つの浴室用給湯と、交流ホールの床暖房を設定しました。対象既存設備と接続フロー案を図 3-19 に示します。熱供給対象の既存熱源としては、ガス給湯機と薪ボイラーが接続されています。ただし、現行の薪使用量が不明であり、燃料消費量実績から熱需要を試算することが困難であることから、本検討では現在の設備利用状況を基に熱需要推定を行いました。熱供給対象設備の利用状況を

Diagram illustrating the district heating system for the school building, showing the connection between the wood boiler, gas water heater, and various rooms (Bathrooms 1-5, Exchange Hall, etc.). The system includes a circulation loop for hot water and steam, with pumps and valves indicated.

50

表 3-21 熱供給対象の設備利用状況

燃料	用途	推定熱量 (MJ/年)	設備利用状況
LP ガス + 薪 ^{※1}	浴槽給湯	250,937	・ 39 名定員（滞在 30 室 + ショートステイ 9 室）ほぼ満床状態 ・ 長期入居者の方は週に 2 回入浴。ショートステイの方（主に 1 泊 2 日）は全員入浴。湯船のお湯は一人ごとに張り替え。 ・ 入浴時間帯は 11 時～17 時まで。分散して入浴。
	床暖房	40,873	・ 利用期間は 11 月～4 月頃。 ^{※2}

※1：現状の薪の使用量が不明であることと、既存薪ボイラーの更新を念頭に置き、本試算では全量 LP ガス利用した場合と比した燃料削減額の試算を行いました。

※2：現状の利用率はあまり高いとの事であったが、定量化が困難なため、ここでは文献値（地域冷暖房技術手引書 第 4 版 宿泊施設の床面積あたりの年間暖房負荷の平均値）を基に推定を行いました。

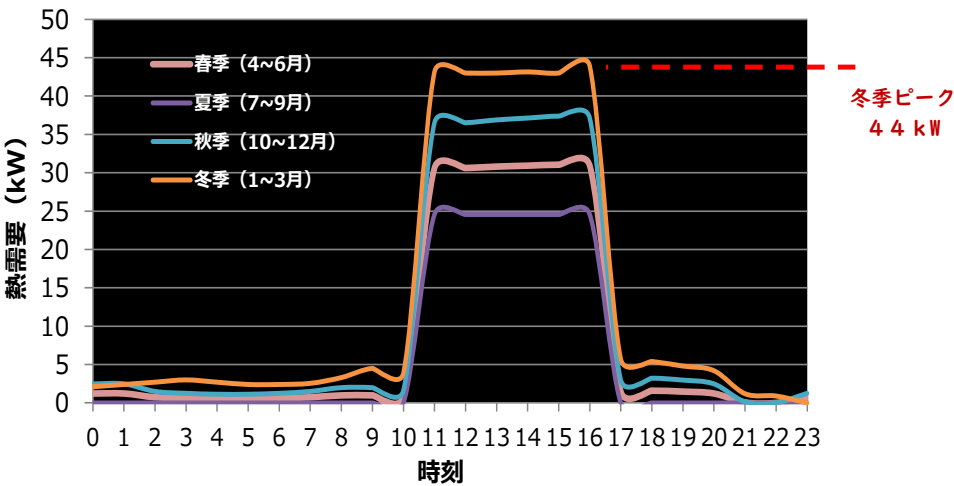


図 3-20 銀河の里 特別養護老人福祉施設 熱需要推定結果

(2) 導入シュミレーション

前項に示した通り熱需要ピークは 44kW と小規模となり、これ以上ボイラー出力を下げても導入コスト低減は多く望めないことが予想されます。よって本検討においては、需要ピークを満たす出力規模 50kW のチップボイラー導入を想定したシュミレーションを行うこととしました。以下に、各試算条件とシュミレーション結果を示します。

表 3-22 バイオマス燃料（チップ）条件

項目		数量	備考
年間消費量	t/年	35	
水分	%	40	自主製造前提にて、天然乾燥による水分率低下が図れるものとした。
低位発熱量	MJ/kg	10.6	
単価	円/kg	3.5	銀河の里での製造チップ（針広混合ロットの製造コスト 2.9 円/kg、水分 50%、敷地内自主運搬にて運搬費除く）を、水分 40%に換算した価格とした。

表 3-23 化石燃料条件

項目		LPG	備考
単価	円/m ³	387	令和元年度実績平均単価
低位発熱量	MJ/m ³	102.6	
ボイラー効率	%	90	

表 3-24 設備条件

項目		数量	備考
バイオマスボイラー出力	kW	50	準乾燥チップボイラー適用を想定
ボイラー効率	%	80	
LPG 削減量	m ³ /年	3,246	

表 3-25 費用条件

項目		数量	備考
補助率	%	50	
減価償却年数	年	15	建物付属設備の給排水・衛生設備、ガス設備に該当
固定資産税	%	1.4	
維持管理費	%	2	メンテナンス、電気代など 初期投資額に対して一律で設定

表 3-26 シミュレーション結果

費目	金額	単位	備考
◆初期投資			
初期投資	15,000	千円	
補助額	-7,500	千円	
補助残額	7,500	千円	
◆費用			
チップ燃料代	123	千円/年	自主製造
維持管理費	300	千円/年	
固定資産税	113	千円/年	期間平均値
費用合計	536	千円/年	
◆収入			
LPG 削減額	1,257	千円/年	
収入合計	1,257	千円/年	
◆まとめ			
年間収支	721	千円/年	
投資回収年数	11	年	

(3) 感度分析結果

銀河の里では燃料チップを自主製造する前提であることから、チップ単価に加え、チップサイロ縮小による建屋の簡素化等の工夫により、初期投資額についても低減できる可能性があります。他方、今回調査で明らかにならなかった施工条件上の制約（既存埋設物の迂回等）によっては、初期投資額が増加する可能性もあります。

上記を踏まえ、チップ価格および初期投資額が変動した際の投資回収年数について、感度分析を行いました（表 3-27）。以下に結果を示します。なお、チップ価格は 2.5～5.0 円/kg の間にて 0.5 円単位で設定、初期投資額は 10,000～20,000 千円の間にて 2,500 千円単位で設定しました。

表 3-27 銀河の里 特別養護老人福祉施設 感度分析結果

投資回収年		チップ単価 (円/kg)					
		2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0
初期投資額 (千円)	20,000	17	17	18	18	19	19
	17,500	13	14	14	14	15	15
	15,000	10	11	11	11	11	12
	12,500	8	8	8	9	9	9
	10,000	6	6	6	6	7	7

3.5.3 銀河の里 デイサービス・グループホーム施設へのバイオマスボイラー導入検討

(1) 熱需要シミュレーション

本施設は、渡り廊下で繋がるデイサービスとグループホーム第1、および後から増設されたグループホーム第2という建屋構成になっています。施設の航空写真を、図 3-21 に示します。

デイサービスは大浴場やテラス等を有する施設であり、一日に 10～17 名程の来館者が利用しています。グループホーム第1・第2は、定員 9 名ずつの滞在型の施設で、入居者用の浴室やキッチンを備えています。各施設に灯油ボイラーが 1 台ずつ設置されており、館内温水暖房と浴室等への給湯の熱源となっています。また、デイサービス施設には灯油ボイラーの他、ガスヒートポンプエアコンも設置されており、温水暖房と併用する形で館内の冷暖房が行われています。

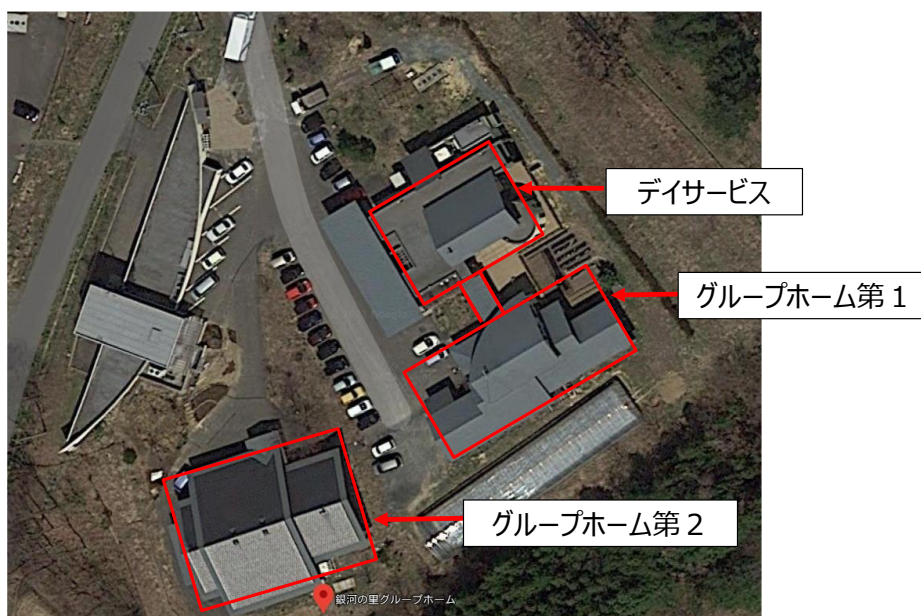


図 3-21 銀河の里 デイサービス・グループホーム施設 航空写真 (Google Map)

本事業では、上記デイサービス、グループホーム第1・第2の灯油由来の温水熱需要をチップボイラーで代替することを想定し、灯油使用量実績を基に熱需要推定を行いました。試算の前提となる施設の利用状況を表 3-28、熱需要の推定結果を図 3-22 に示します。試算の結果、熱需要ピークは冬季、デイサービス大浴場へ湯張りを行うタイミングで、144kW となりました。

表 3-28 施設毎の設備利用状況

灯油消費量 (L/年)	施設	設備利用状況（灯油ボイラー対象）
32,189	デイサービス	・大浴場があり、来館者は基本的に全員入浴。入浴時間帯は 10 時～12 時、13～15 時。利用者数 1 日 10～17 人。 ・お湯の張り替えは週に一回、金曜日に実施。夜間も含めて循環加温し続け、40℃で維持。 ・温水暖房は浴室の床暖房と、和室およびデイルーム。
	グループホーム 第 1	・9 名定員で満床状態。 ・浴室の湯張りは 1 日 1～3 回。利用人数や汚れ具合に依る。 ・暖房対象は廊下と和室。各居室には暖房設備なし。 ・その他キッチン等への給湯
	グループホーム 第 2	・9 名定員で満床状態。 ・浴室の湯張りは 1 日 1～3 回。利用人数や汚れ具合に依る。 ・ホール、廊下に加え、各居室にパネルヒーターあり。 ・その他キッチン等への給湯

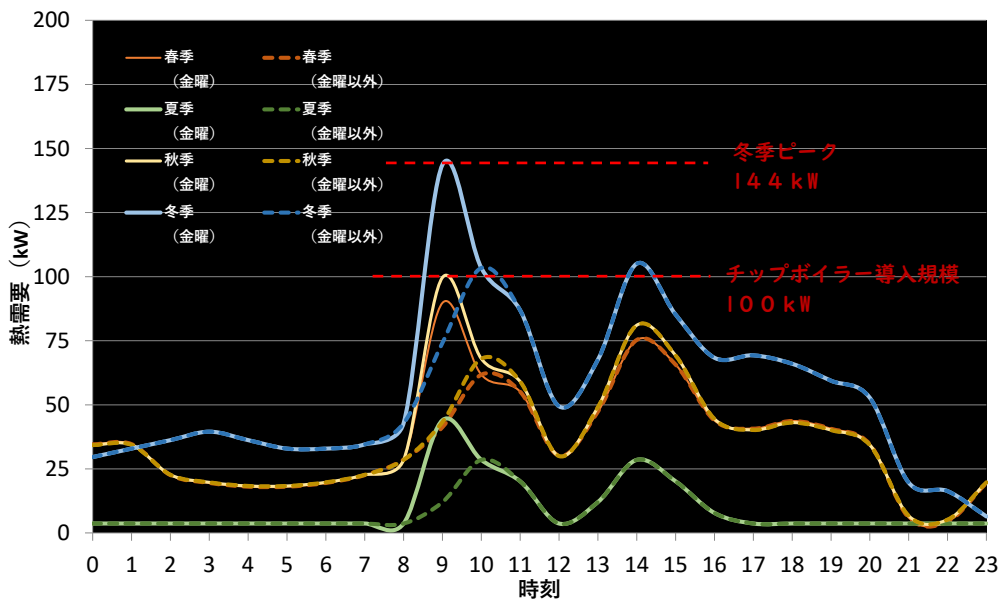


図 3-22 銀河の里 デイサービス・グループホーム施設 熱需要推定結果

(2) 導入シミュレーション

冬季の給湯ピーク時は既設の灯油ボイラーと併用することを前提に、チップボイラーは100kWを想定します。以下に、各試算条件とシミュレーション結果を示します。

表 3-29 バイオマス燃料（チップ）条件

項目		数量	備考
年間消費量	t/年	119	
水分	%	40	自主製造前提にて、天然乾燥による水分率低下が図れるものとした。
低位発熱量	MJ/kg	10.6	
単価	円/kg	3.5	銀河の里での製造チップ（針広混合ロットの製造コスト 2.9 円/kg、水分 50%、敷地内自主運搬にて運搬費除く）を、水分 40%に換算した価格とした。

表 3-30 化石燃料条件

項目		灯油	備考
単価	円/L	79	令和 2 年 実績平均単価
低位発熱量	MJ/L	34.9	
ボイラー効率	%	90	

表 3-31 設備条件

項目		数量	備考
バイオマスボイラー出力	kW	100	準乾燥チップボイラー適用を想定
ボイラー効率	%	80	
灯油削減量	L/年	31,986	

表 3-32 費用条件

項目	数量		備考
補助率	%	50	
減価償却年数	年	15	建物付属設備の給排水・衛生設備、 ガス設備に該当
固定資産税	%	1.4	
維持管理費	%	2	メンテナンス、電気代など 初期投資額に対して一律で設定

表 3-33 シミュレーション結果

費目	金額	単位	備考
◆初期投資			
初期投資	40,000	千円	
補助額	-20,000	千円	
補助残額	20,000	千円	
◆費用			
チップ燃料代	415	千円/年	自主製造
維持管理費	800	千円/年	
固定資産税	211	千円/年	期間平均値
費用合計	1,426	千円/年	
◆収入			
灯油削減額	2,527	千円/年	
収入合計	2,527	千円/年	
◆まとめ			
年間収支	1,101	千円/年	
投資回収年数	19	年	

(3) 感度分析

特別養護老人福祉施設と同様に、チップ価格および初期投資額が変動した際の投資回収年数について、感度分析を行いました（表 3-34）。以下に結果を示します。なお、チップ価格は 2.5～5.0 円/kg の間にて 0.5 円単位で設定、初期投資額は 30,000～50,000 千円の間にて 5,000 千円単位で設定しました。

表 3-34 銀河の里 デイサービス・グループホーム施設 感度分析結果

投資回収年		チップ単価 (円/kg)					
		2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0
初期投資額 (千円)	40,000	17	18	19	20	21	22
	35,000	14	14	15	15	16	17
	30,000	11	11	12	12	13	13
	25,000	8	9	9	9	10	10
	20,000	6	7	7	7	7	7

4. 総括

本事業では、事業当初にネクスコ東日本より高速道路管理伐採木の提供について提案されたことを受け、管理伐採木のボイラー燃料への利用可能性についての実証試験を実施し、その有効性を検証しました。

また、新たに協議会に参画した銀河の里が、施設内への福祉を絡めたバイオマスエネルギー導入の意向を示したことから、新たな地域内の熱需要先候補として、富士大学の学生寮と併せてボイラー導入に関する検討を行いました。

実証試験によりボイラー燃料材としての管理伐採木の有効性を確認できたこと、ボイラー導入のための各種シミュレーション結果により導入規模が明らかになったことから、協議会では、銀河の里へのバイオマスボイラー導入に関する具体的な検討を進めることとなりました。

また、本事業では協議会からの要望により、2回の現地視察および銀河の里への専門家派遣を実施しました。その結果、協議会では来年度中の銀河の里へのボイラー導入を目標に準備を進めています。また、ボイラー導入に先駆け、銀河の里では令和3年4月より高速道路伐採木を受入れ、チップおよび薪製造等の試験運用を開始することとなりました。

花巻市および周辺地域が目指す地域内エコシステムの1つに、木質バイオマスの新規インフラの構築があります。協議会では、銀河の里サイトにおける原料の小口集材・燃料製造機能を新規インフラと位置付けています。近い将来、銀河の里のサイトにそのインフラ機能を持たすべく、協議会では、高速道路管理伐採木を取り扱うメリットを最大限に活かした、森林由来の未利用材等の収集の仕組みや、木材のカスケード利用の仕組みづくりについて次年度以降も引き続き協議を進めていきます。

【結果のまとめ】

小型移動式破碎機によるチップ製造試験（実証試験）

- ✓ ネクスコ東日本が4tトラックで搬出する管理伐採木の重量（1ロット）は平均844 kg/台で、広葉樹ロットはおよそ760 kg/台、針広混合ロットはおよそ980 kg/台。
- ✓ 広葉樹ロットの部分重量は枝条部20%、幹部（末口20 cm未満）60%、幹部（末口20 cm以上）20%。
- ✓ チップ生産性（実働率70%）は幹部で0.6～2.0 t/h、枝条部で0.6 t/h、針広混合の幹部・枝条部で0.9～1.1 t/h。
- ✓ 作業員2名時の広葉樹ロットの処理時間は52分、針広混合ロットは60分。
- ✓ 広葉樹ロットの1 tあたりのチップ製造コストは3.9 円/kg。
- ✓ 針広混交ロットの1 tあたりのチップ製造コストは2.9 円/kg。
- ✓ 小型移動式破碎機で製造したチップは枝条部を原料とした場合を除き概ねボイラー用燃料になる。

富士大学へのボイラー導入検討

- ✓ バイオマスボイラーの出力規模は100kW、チップ消費量は394 t/年（水分50%）。

銀河の里へのボイラー導入検討

- ✓ 特養のバイオマスボイラー出力規模は50kW。チップ消費量は35 t/年（水分40%）
- ✓ D S・G Hのバイオマスボイラー出力規模は100kW（既存ボイラーと併用）。チップ消費量は119 t/年（水分40%）。

その他

- ✓ 令和3年4月より銀河の里での高速道路伐採木の受入れ、チップおよび薪製造等の試験運用開始。

【今後の検討課題】

【川中】原料生産・搬出

- ✓ 長期的な原料の安定供給
- ✓ 非 FIT 材の調達可能性
- ✓ 森林由来の未利用材等の利用の検討

【川中】燃料製造・供給

- ✓ 燃料供給体制の検討
- ✓ 天然乾燥・水分管理

【川下】エネルギー利用

- ✓ 価格低減のための検討
- ✓ 導入費用の明確化
- ✓ 資金調達方法の検討
- ✓ 敷料等の販路の確保

令和 2 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

岩手県花巻市
「地域内エコシステム」モデル構築事業
報告書

令和 3 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