

2024年度NEDO再生可能エネルギー部成果報告会 プログラム No.14

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
木質バイオマス燃料(チップ、ペレット)の安定的・効率的な製造・輸送等システムの
構築に向けた実証事業

上野村の多様な広葉樹に対応した フレキシブル燃料生産システムの実証事業

発表日：2024年12月17日

国立研究開発法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構

発表者名 栗原 雅博 (群馬県多野郡上野村 役場振興課客員研究員)

助成先:群馬県多野郡上野村 委託先:上野村森林組合/(同)ゆーぱる上野/H&A環境計画(株)

問い合わせ先 群馬県上野村役場 TEL:0274-59-2111

1. 目的

上野村は、森林が総面積の95%を占め、林業の振興と共に、持続的な循環利用ができる木質バイオマスの有効利用に取り組んできた。これまでは、カラマツ、スギ等の針葉樹を中心に活用してきたが、今後の木質バイオマスエネルギーの活用拡大には、森林面積の6割以上を占める広葉樹の活用が必要であり、本実証事業により広葉樹チップ燃料の経済性を確保できるモデルを示す。

2. 期間

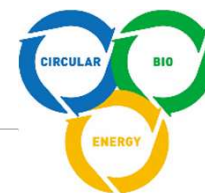
2023年11月2日（開始）～ 2026年3月31日（終了予定）

3. 目標

本事業で森林施業効率化・製品歩留まりの向上等により現状の25%減を目標とする。

4. 成果・進捗概要

資源量・更新状況の原状をサンプル調査で把握し、広域での資源量分布を評価。伐採造材工程、チップ化乾燥工程の検討を進め、経済性を確認しつつ、今年度中の製造実証開始。



はじめに（上野村について）

- 群馬県南西部に位置し、埼玉県と長野県に接する
- 人口 1,023人（令和6年11月1日現在） うち21%がIターン者
- 世帯数 530世帯（ 同上 ）
- 高齢化率 45%超
- 森林は、村の面積の95%を占め、林業と直結する最大かつ最重要な地域資源
- 標高差1,500mの急峻な村を神流川が貫流し、川沿いに小規模集落が点在



©国土地理院白地図を元に上野村加工

はじめに（上野村の取組）

- 森林資源を活かし、林業の振興と共に、持続的な循環利用が可能である木質バイオマスの有効利用を推進
- ペレット工場の整備とともに、ペレットボイラー（累計出力1,500kW）、ペレットストーブ（約80台）、コジェネ設備1台を導入
- 森林面積の63%を占める広葉樹の活用により、一層の再エネ導入拡大を推進中



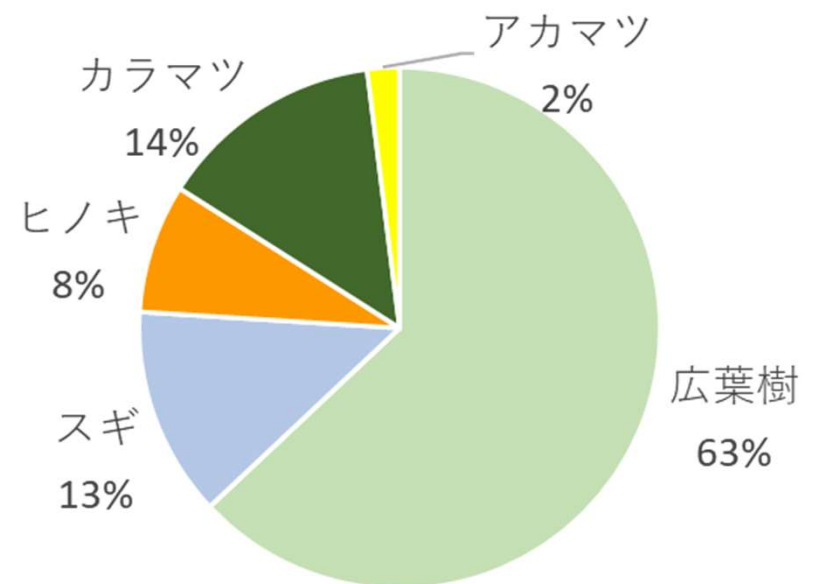
農業用ペレットボイラー



村営住宅ペレットストーブ



上野村木質バイオマス
発電施設



種別の森林面積構成割合

脱炭素先行地域に選定



～脱炭素とともにレジリエンスの強化～
「マイクログリッド構築」

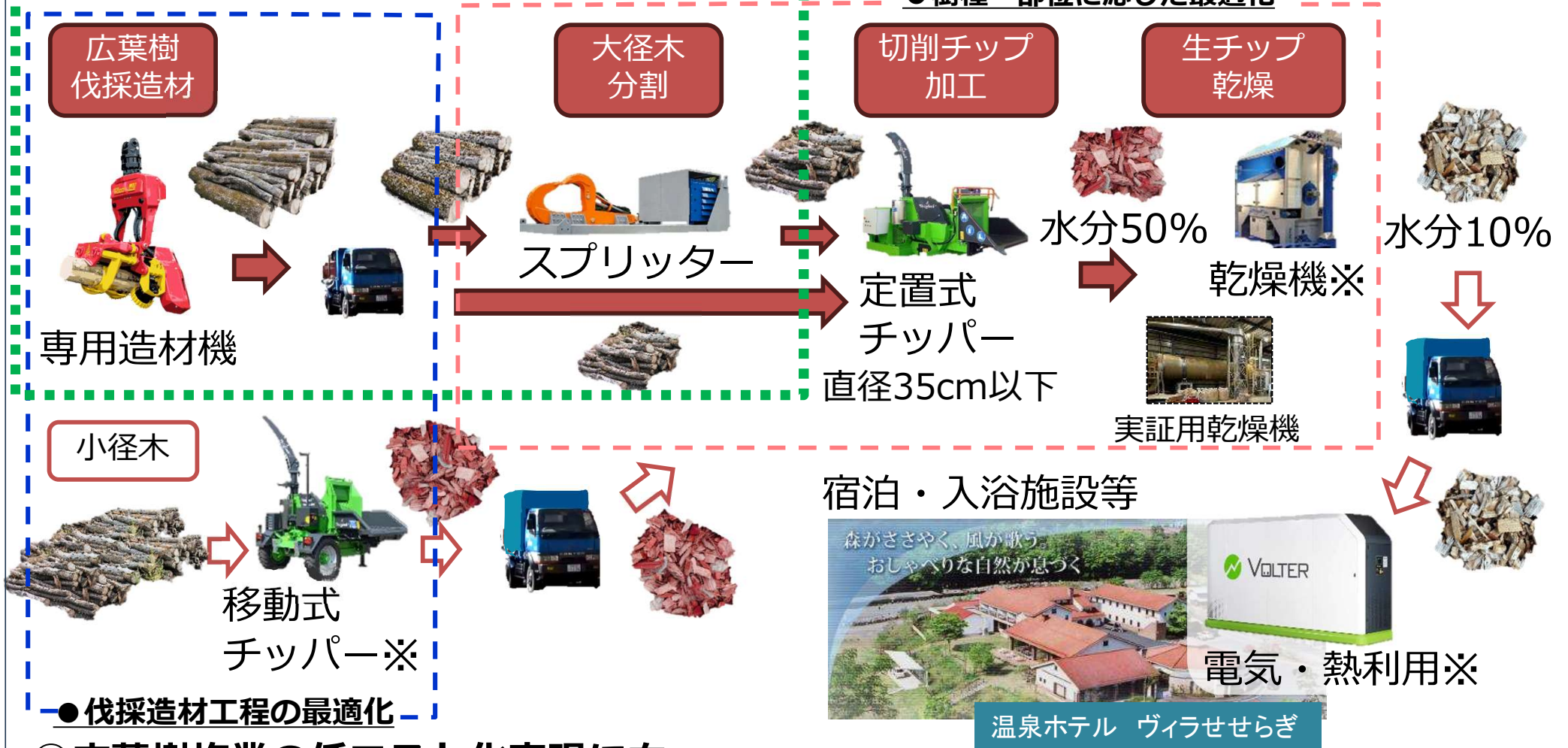


実施項目

NEDO事業では広葉樹チップ燃料生産の技術的課題を解決

①多様な広葉樹に対応した最適な 施業手法の研究開発<資源量>

●持続可能な適地選定 ●運搬距離最適化 ●分割割合の推計



②広葉樹施業の低コスト化実現に向けた研究開発<伐採・造材工程>

③広葉樹燃料製造の低コスト化の研究開発<チップ化・乾燥工程>

●樹種・部位に応じた最適化

④システム全体の経済性評価・燃料性状等 評価<総合評価>

空中写真・ドローン等による資源量分析

- 空中写真（林野庁所管、5年毎）、ドローン写真等进行分析し、上野村民有林全域（企業有林を除く）の資源量を把握。

森林測定の方法の比較と応用

森林測定方法	測定技術	精度	測定費用	主な応用分野
地上LiDAR測量	レーザー測定と測点間合成 (SLAM) 	数mm	10～60万円/ha	伐採前の詳細調査
ドローンLiDAR測量	レーザー測定と測点間合成 (SLAM) 	数cm	5～25万円/ha	保安管理・作業道設計
ドローンSfM測量	複数写真の一致点による立体合成 (ドローン撮影) 	20～30cm	2～3万円/ha	林班単位での資源量把握
空中写真SfM測量	複数写真の一致点による立体合成 (航空機撮影) 	1～2m	20～40円/ha	市町村単位での資源量把握

SLAM (Simultaneous Localization and Mapping) : 3Dデータ差分による測定地点の推定法

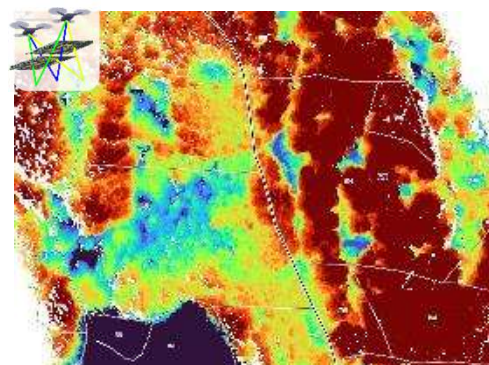
SfM (Structure from Motion) : 高精度な画像認識による3D化技術



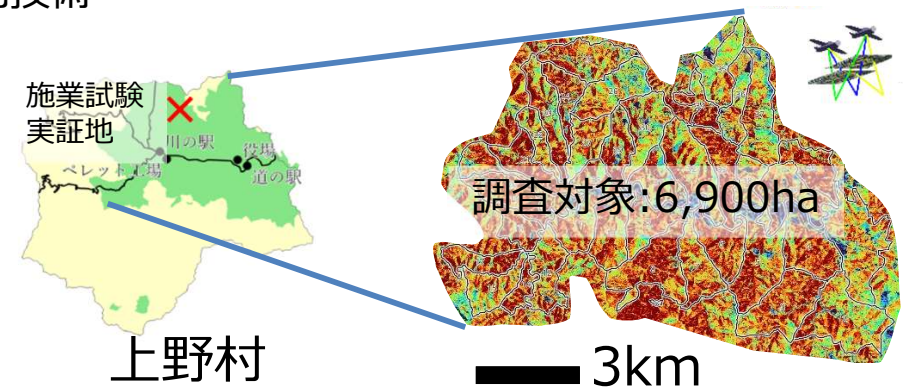
ステレオ写真（ドローン） ドローンSfM樹高

立体視：知覚的处理

SfM：計算処理



数ha規模で樹種も併せて確認



空中写真SfMによる樹高

数千ha規模を数年置きに把握

更新状況の調査報告

- 伐採実証半年後の46年生クリ、77年生ミズナラ等で萌芽を確認した。
- 伐採後10年程度の3か所調査した結果、2か所は天然更新地、1か所は更新未了地であった。
- 更新未了地は約5割がススキ等草本類に覆われており、目的広葉樹の稚樹は確認できず、更新未了地と判断した。立地による予測を検討。



伐採半年後のクリ萌芽

(46年生、シカ食害で叢状化)

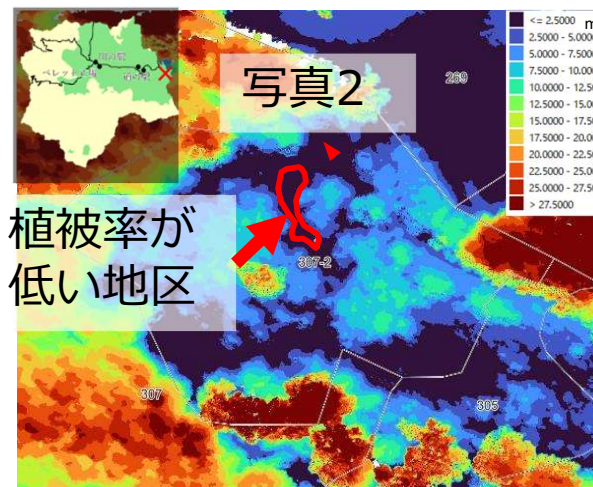


同ミズナラ萌芽

(77年生、シカ食害で叢状化)

更新未了地の概況

項目	内容
森林簿樹種	広葉樹
森林簿林齢	10年(皆伐と判別[1])
森林簿面積	0.59ha
密度[1][2]	6,000本/ha
樹高[1][3]	6.5m(草地等を除く)
樹種[1][2]	アカマツ(12本)



ドローンSfM樹高 (更新未了) 写真2 ススキ等草本密生地



[1]現地調査による、[2]20m2調査区(2m×10m)内、2m以上の更新対象種の樹種(本数)、[3]地形データ・ドローン写真によるSfM樹高から判読

2023年度に実施した広葉樹林の伐採実証

- 伐採前にタイプが異なる2地区を抽出し、樹種構成を調査した。
- 2024年2月・3月に保有林業機器（針葉樹用ハーベスタ、スイングヤーダ、グラップル）によるチップ材の収穫を前提とした広葉樹林の伐採実証を実施した。

実証地区Aの樹種組成

類型	材積m3	材積%	累計%
カエデ属	33.48	30.5%	30%
ミズナラ	26.35	24.0%	54%
ケヤキ	12.46	11.3%	66%
クリ	12.40	11.3%	77%
トチノキ	10.46	9.5%	87%
他12種	14.80	13.5%	100%
合計	109.95m3 (268m3/ha)		

実証地区Bの樹種組成

類型	材積m3	材積%	累計%
クリ	43.80	97.2%	97%
クマシデ属	0.73	1.6%	99%
カエデ属	0.26	0.6%	99%
ツノハシバミ	0.09	0.2%	100%
他4種	0.18	0.4%	100%
合計	45.06m3 (161m3/ha)		

2023年度施業実証の概要

項目	内容
面積(材積)	0.76ha (160.4m3)
実証期間	2024年 2月1日 - 3月15日
主要樹種	クリ、カエデ類、ミズナラ
樹齢	A:77年生 B:46年生

針葉樹用ハーベスタによる造材速度



行程	時間 秒	割合
送材	310	50%
玉切り	69	11%
桎積他	236	38%
合計	615	100%

- 材積密度が低く、残材を多く集材しようとしたB地区で効率が低かった。

作業区分ごとの作業時間総計

時間/m3	伐倒	集材	造材	搬出	土場	運搬	人日	m3/人日
A区	0.351	0.384	0.721	0.142	0.040	0.433	31.6	3.90
B区	0.657	0.871	1.392	0.169	0.063	0.915	19.5	2.00

伐採・造材工程の低コスト化

- チップ向けの樹種・部位別管理を前提とした伐採・造材工程の検討。



- 傾斜度・既設作業道の設置状況を前提として、作業場所のタイプ分けを行い、施業方法を検討。

- 広葉樹用造材が行える機器を導入し曲がり材も含めた機械による造材を実施。

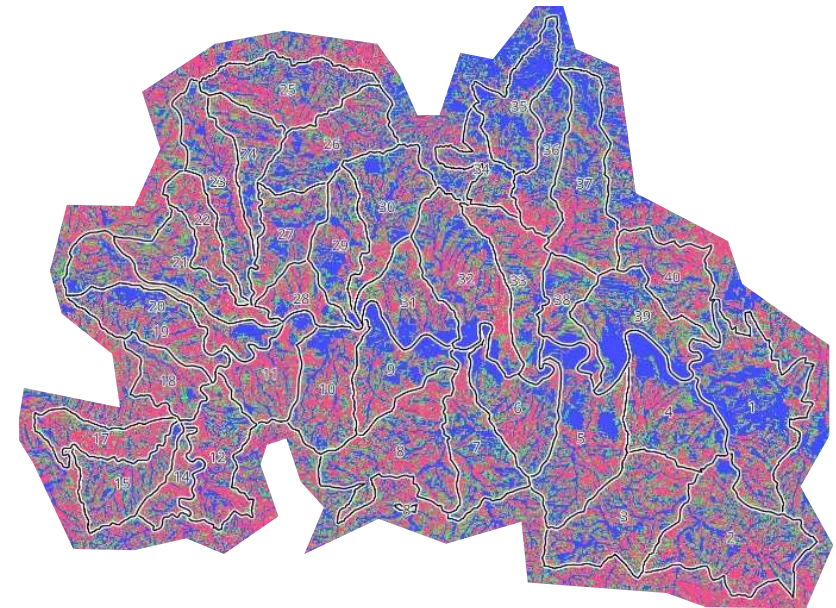
- 運搬距離・チップ品質管理上の樹種・部位の分類に合わせた桟積み・運搬方法の検討。

既存機器による実証（2023年2月～3月実施）

傾斜度区分毎の間伐施業地区割合

小班数 (割合)	スギ 施業	広葉樹 施業	広葉樹 全体
25度未満 ■	0(0%)	0(0%)	26(1%)
25～30度 ■	19(3%)	8(7%)	146(3%)
30～35度 ■	35(6%)	7(6%)	439(10%)
35～40度 ■	242(44%)	37(34%)	1,896(43%)
40～45度 ■	221(40%)	42(38%)	1,485(33%)
45度以上 ■	33(6%)	16(15%)	442(10%)

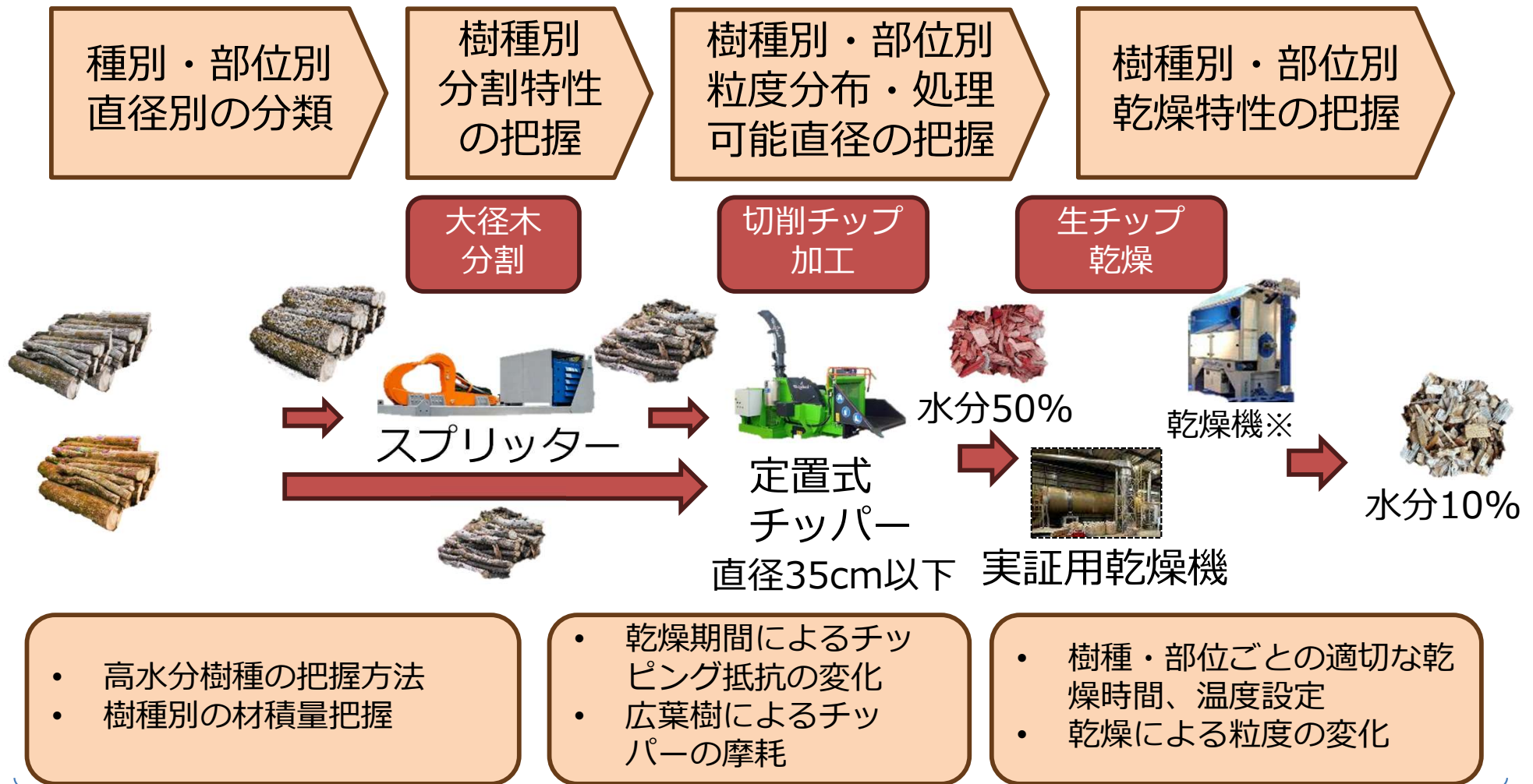
※2007-2017年間伐小班の割合



傾斜度区分マップ

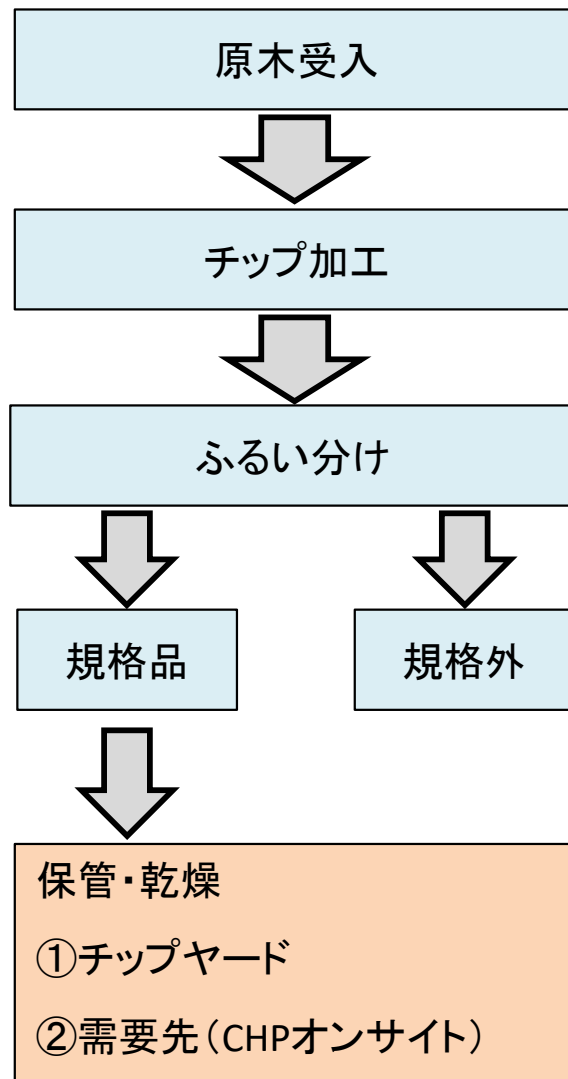
チップ化・乾燥工程

- ・ 多種多様な特性を持つ広葉樹を前提として、熱電併給施設で利用できる高品質チップを製造する上での課題を整理し、低コスト化方策を検討する。



伐採・集材コストと同じ樹種・部位の分類で、チップ化・乾燥コストを把握する

4-1. チップの製造フローと経済性に関する主な対策（案）



■原木コストの低減

- ・素材と燃料材の事前評価(デジタル測量による詳細調査による)
- ・効率的な施業体制の構築
- ・広葉樹対応ハーベスターの活用

■人件費の低減

- ・ペレット工場との人材要員の兼務

■チップの安定供給

- ・導入CHPとの相性がよいチップパーの選定
- ・省力化できる大径木対応のスプリッターの選定

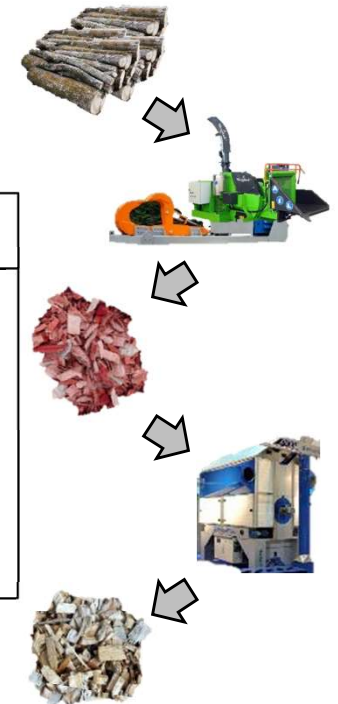
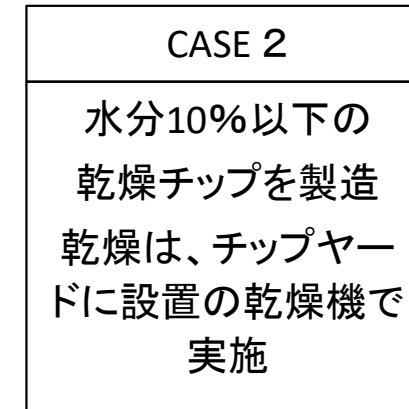
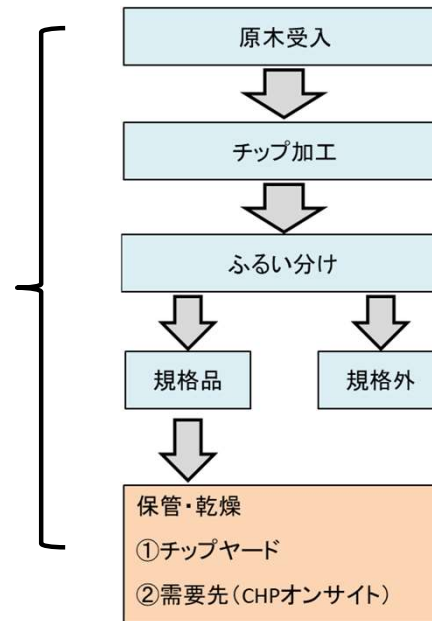
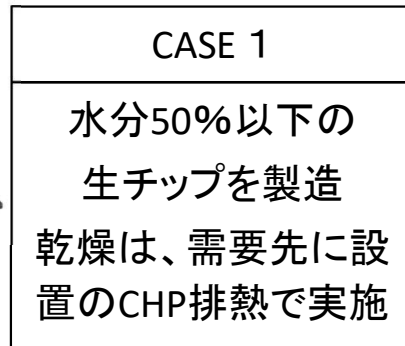
■規格外チップの活用によるランニングコストの低減

■チップの安定供給

- ・水分率を最適化する乾燥熱源の確保

4-2. 対象範囲と評価の前提条件

■対象範囲



■評価の前提条件

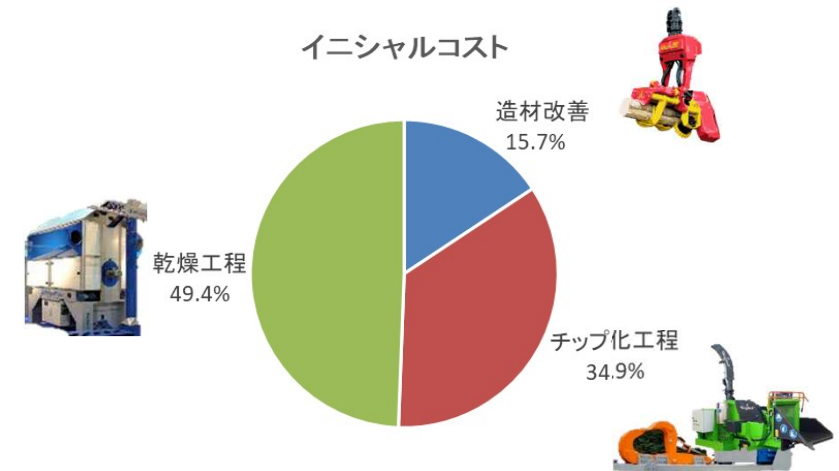
項目	条件	備考
事業内容	CASE1 生チップ製造 CASE2 乾燥チップ製造	需要先に設置のCHP排熱で乾燥 チップ工場乾燥
事業期間	8年間	機械・装置（チップパー：木材・木工品製造 業用設備）の法定耐用年数とする
生産量	年間2,975トン（10%w.b）	森林資源の循環利用を前提としたフル操業 時を想定のうえ設定
資金調達	①補助金なし ②補助金あり（補助率2/3）	
経済性評価	投資回収年数が事業期間より短い場合に 「有り」とする	

④システム全体の経済性評価・燃料性状等評価＜総合評価＞

4-2. 対象範囲と評価の前提条件

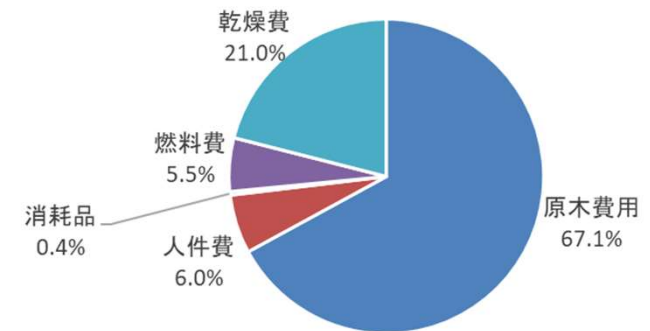
■設備導入費用(イニシャルコスト)

項目			CASE1	CASE2	備考
造材工程の改善		ハーベスター	○	○	広葉樹対応型
製造工程	チップ化	チップパー・篩機	○	○	
	乾燥	乾燥機・熱源		○	ボイラー or CHP
	共通	建屋	○	○	

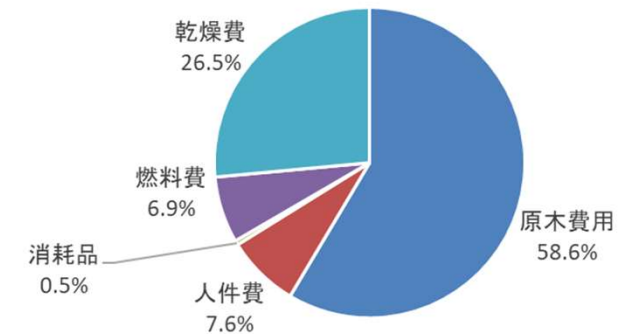


■運転管理費(ランニングコスト)

項目		CASE1	CASE2	
原木費	造材改善前	A		11,100円/t ハーベスター導入前
	造材改善後	B		7,700円/t ハーベスター導入後
人件費		○	○	1日8時間 1人工
消耗品	刃 交換	○	○	
	刃 研磨	○	○	
燃料費	チップパー・篩機	○	○	電気代(チップパー、篩機は電動)
乾燥費	木質ペレット		○	乾燥熱源のペレットボイラー用

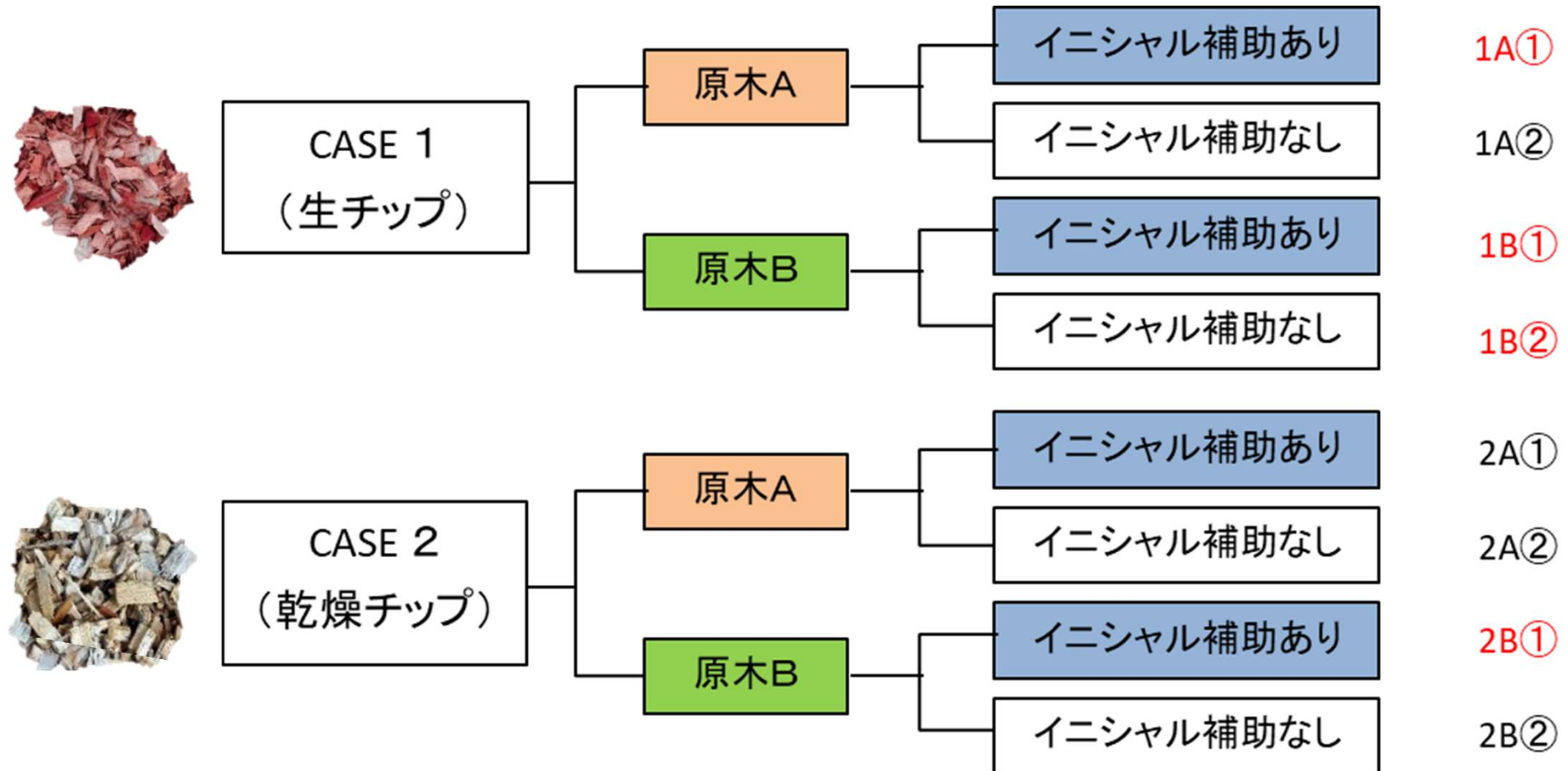


原木費 B (7,700円/t)



4-2. 対象範囲と評価の前提条件

【評価のケース分け】



実施スケジュール

事業項目	2023年度				2024年度				2025年度			
	1Q	2Q	3Q	4Q	1Q	2Q	3Q	4Q	1Q	2Q	3Q	4Q
①多様な広葉樹に対応した最適な施業手法の研究開発 <資源量>												
②広葉樹施業の低コスト化実現に向けた研究開発 <伐採・造材工程>												
③広葉樹燃料製造の低コスト化の研究開発 <チップ化・乾燥工程>												
④システム全体の経済性評価・燃料性状等評価 <総合評価>												

立木毎の資源量評価
立木毎の価値評価

更新条件の把握
施業システム開発

立地条件施業検討

1に基づく施業手法開発
開発施業手法の実証



▲ 開発手法の実証開始

チップ化・乾燥工程最適化
製造工程の実証



▲ 製造実証開始

経済性評価

燃料適合性評価

モデルの提示