

NEDO再生可能エネルギー分野成果報告会2025 プログラム No.1-14

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：2025年7月16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

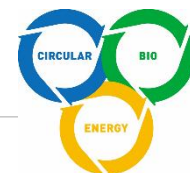
2023年11月2日（開始）～ 2026年3月31日（終了予定）

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広葉樹チップのコストを現状の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



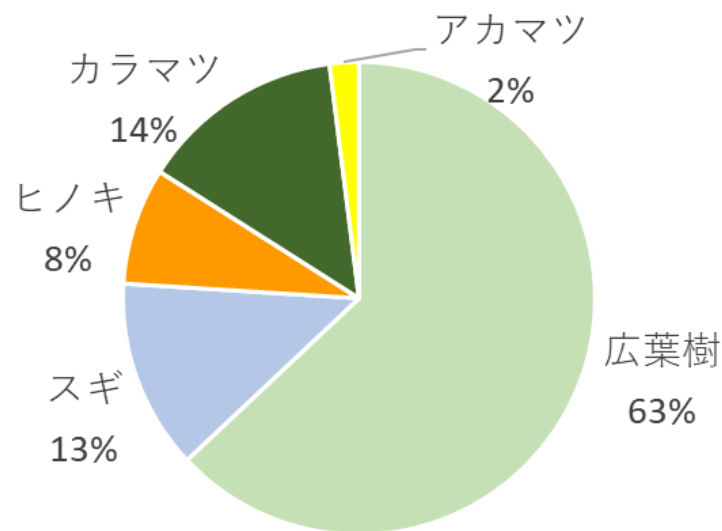
農業用ペレットボイラー



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」



5 / 20

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資源量＞ 多様な広葉樹に対応した最適な施業手法の研究開発

●持続可能な適地選定 ●運搬距離最適化 ●分割割合の推計

広葉樹
伐採造材



専用造材機

大径木
分割



スプリッター

＜③チップ化・乾燥工程＞ 広葉樹燃料製造の低コスト化の研究開発

●樹種・部位に応じた最適化

切削チップ
加工



定置式
チップパー
直径35cm以下

生チップ
乾燥



水分50%



乾燥機



実証用乾燥機



水分10%



小径木



移動式
チップパー※

＜②伐採・造材工程＞ 広葉樹施業の低コスト化実現に向けた研究開発

●伐採造材工程の最適化

④システム全体の経済性評価・燃料性状等評価 ＜総合評価＞



宿泊・入浴施設等
電気・熱利用※

温泉ホテル ヴィラセセラギ

※部分は机上検討

空中写真・ドローン等による資源量分析

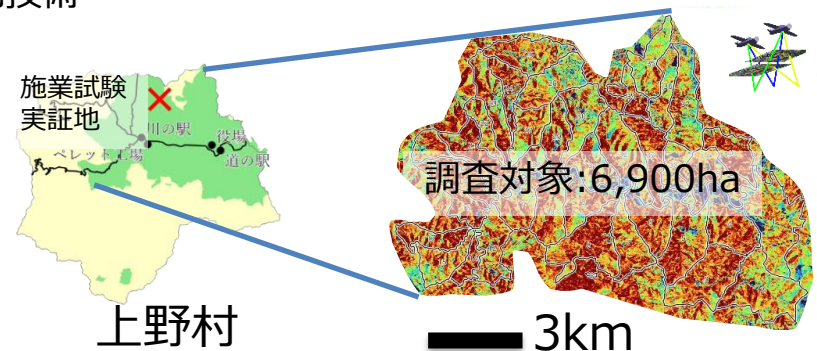
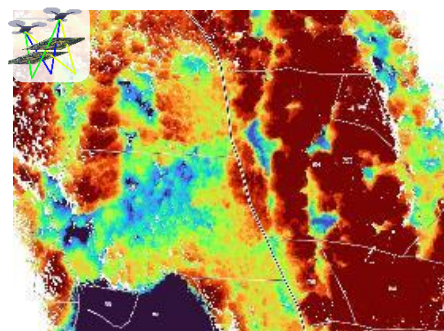
- 空中写真（林野庁所管、5年毎）、ドローン写真等を分析し、上野村民有林全域（企業有林を除く）の資源量を把握。

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

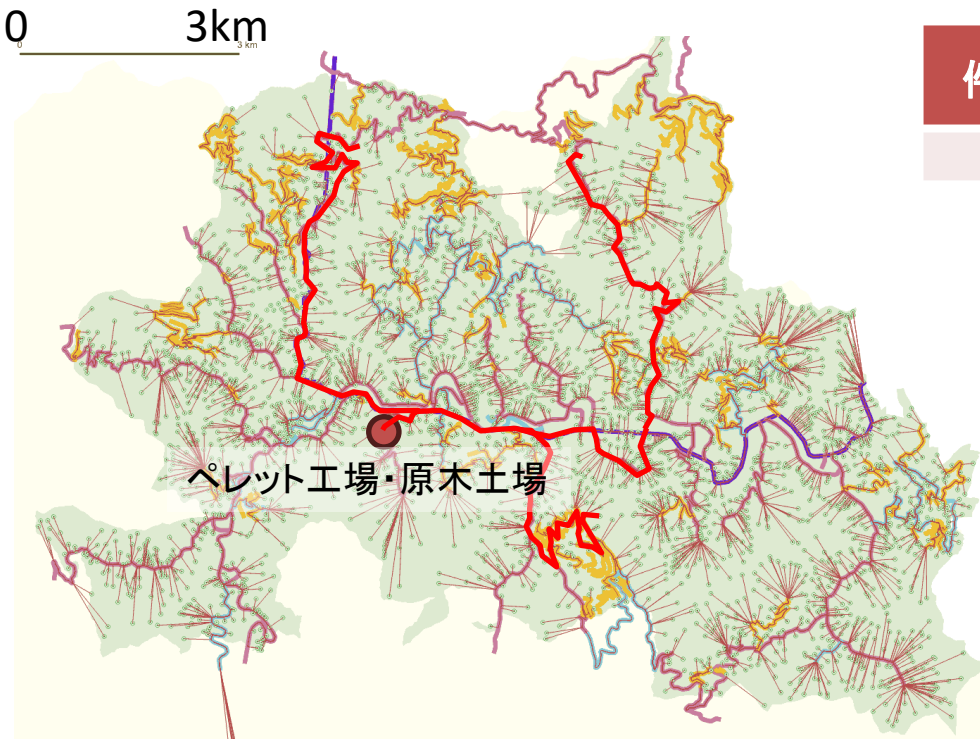
数ha規模で樹種も併せて確認

空中写真SfMによる樹高

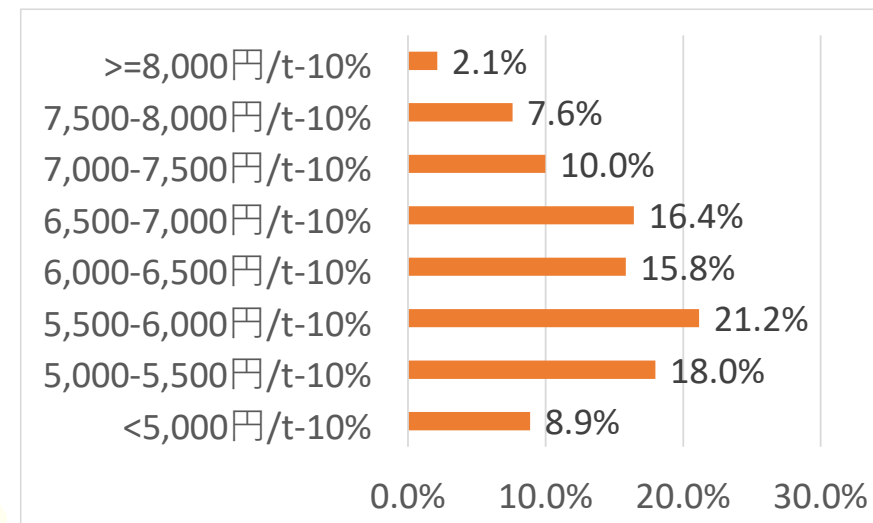
数千ha規模を数年置きに把握

空中写真・ドローン等による資源量分析の展開

資源分布によるコストの変化について、作業道のルートマップを整理の上、上野村全民有林の距離に基づく原木コストの範囲を算出した。



件数	平均距離km	平均コスト 円/t-10%※	平均コスト 円/t-0%
3,525	7.141	6,172	6,858



林道・作業道配置に応じたルートマップを整備
→原木土場と各林小班間の距離を計算(—最短路計算例)。

原木総コストのコストランク別割合

- ・ 計算対象林小班3,525件中の割合
広葉樹ハーベスタ導入後を前提に計算

※t-10%:10%含水率の重量トン

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)

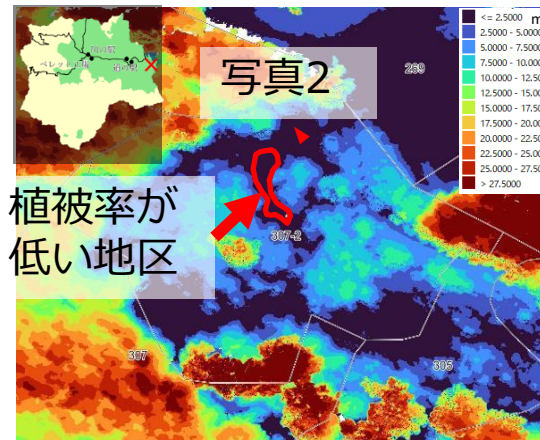


同ミズナラ萌芽

(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

2024年度に実施した広葉樹林の伐採実証

- 導入ハーベスタ・保有林業機器（スイングヤーダ、グラップル）を用い、有用樹とチップ化特性を想定し、5類型で施業した。残材についても積込・計量実証を実施した。

地区C1の作業類型

類型	材積m3	割合
堅	29.0	35%
クリ	17.0	20%
カエデ類	15.5	18%
軟	12.4	15%
アオダモ	10.0	12%
合計	84m3/0.36ha (232m3/ha)	

5 類型
で施業

地区C1の樹種組成

樹種	材積m3	材積%	累計%	堅さ
イヌシデ	19.8	24%	24%	堅
クリ	17.0	21%	44%	軟
アオダモ	10.0	12%	56%	堅
ハウチワカエデ	9.4	11%	68%	堅
ミズキ	7.3	9%	77%	軟
イタヤカエデ	6.1	7%	84%	堅
ミズナラ	3.9	5%	89%	堅
他12種	9.4	11%	100%	-

地区C2の作業類型

類型	材積	材積%
堅	22.1	42%
カエデ類	11.9	22%
クリ	7.9	15%
軟	4.8	9%
アオダモ	4.7	9%
合計	51m3/0.20ha (254m3/ha)	

5 類型
で施業

地区C2の樹種組成

樹種	材積m3	材積%	累計%	堅さ
イヌシデ	16.5	32%	32%	堅
クリ	7.9	15%	47%	軟
イタヤカエデ	6.8	13%	61%	堅
オオモミジ	5.1	10%	71%	堅
アオダモ	4.7	9%	80%	堅
ミズナラ	4.6	9%	89%	堅
他7種	5.8	11%	100%	-

2024年度施業実証の概要

項目	内容
面積(材積)	0.84ha (135m3) ※一部雪で中止
実証期間	2025年 1月28日 - 3月7日
主要樹種	イヌシデ、クリ、アオダモ、カエデ類
樹齢	C1/C2(共通小林班):82年生



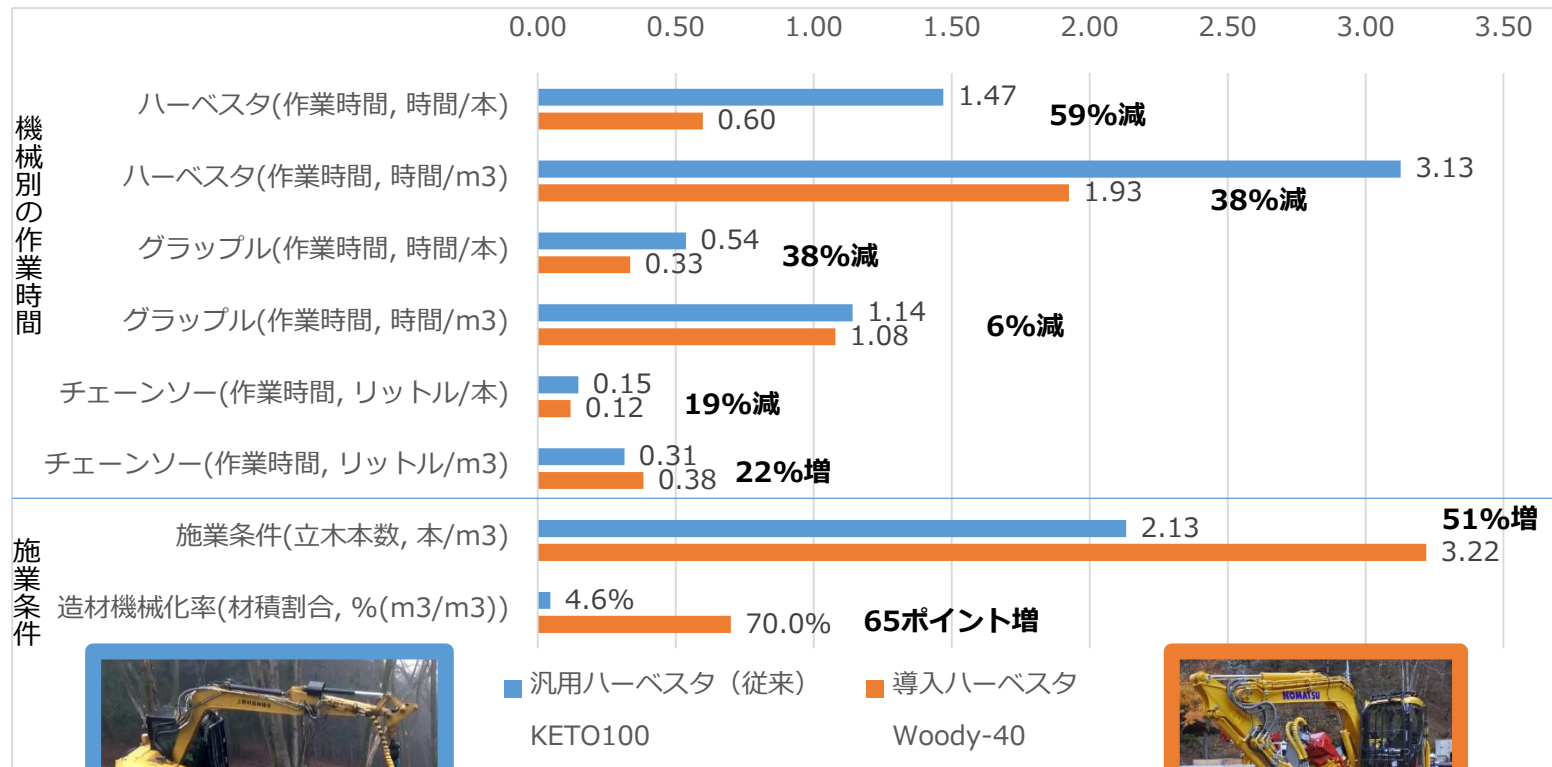
広葉樹対応ハーベスタ



残材積み込み/計量

広葉樹施業での曲がり材等の対応した造材機械（Woody-40）の導入効果

- Woody-40の導入により、造材の機械化率が向上し(4.6%から70%)し、効率的な造材が可能になり、チェーンソー造材が削減され安全性が向上した。
- 立木本数で比較的不利な条件でWoody-40と汎用ハーベスタを比較したが、Woody-40の導入がグラップルの作業減少に波及することを確認した。
- 本数当たりでみるとすべての作業でWoody-40の作業時間削減効果を確認した。



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。

伐倒



集材



造材



搬出



運搬



- 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。

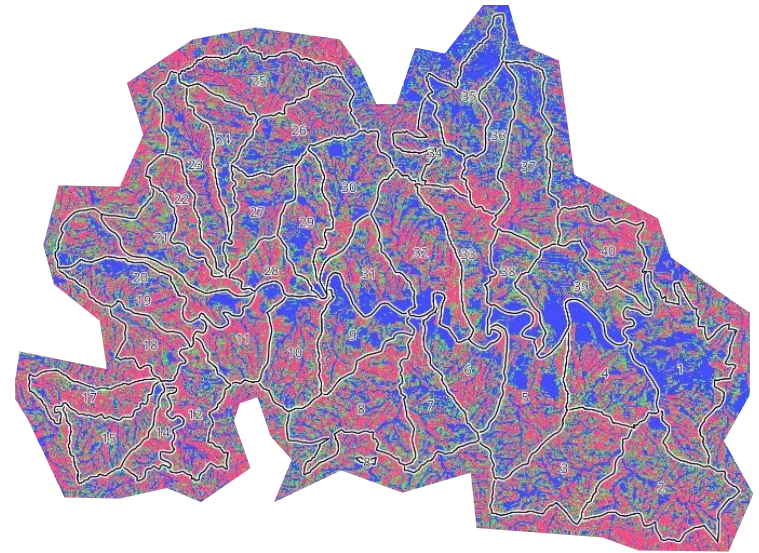
- 広葉樹用造材が行える機器を導入し曲がり材も含めた機械による造材を実施。

- 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。

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

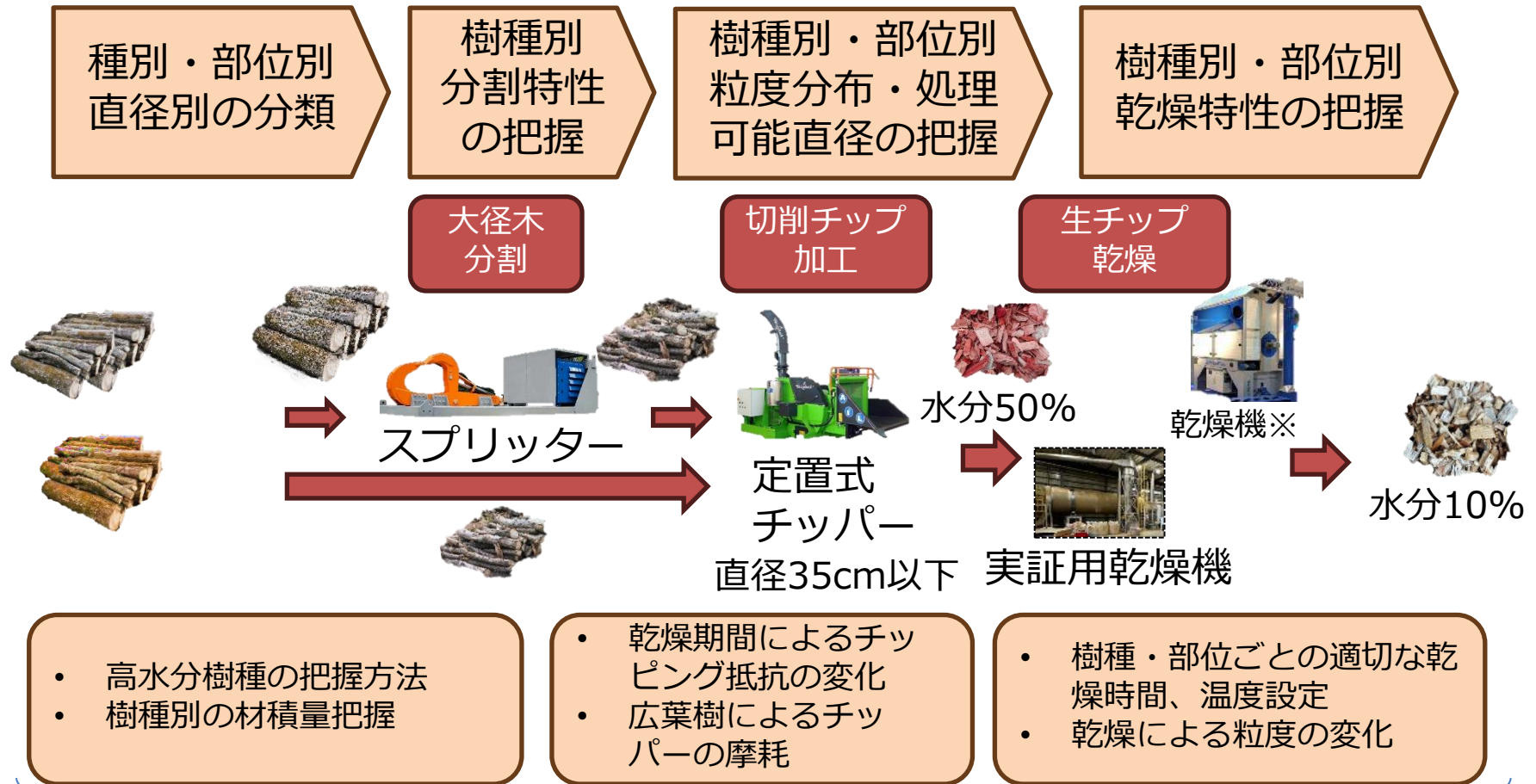


傾斜度区分マップ

既存機器による実証（2023年2月～3月実施）

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

チップ化・乾燥工程（2024年12月実施チップ化・乾燥試験4/4）

◆ 粒度分布・乾燥効率

- 粒度分布**：ロータリーキルン内でのチップの動きに加えて、サイクロン後のロータリーバルブによる圧力により、小粒径化が進んだものと思われる。この小粒径化はロータリーバルブの除外、スクリー式の搬送等により低減可能であるが、**固い樹種・乾燥が進んだ樹種で小粒径化しやすいことが示唆された。**
- 乾燥効率**：それぞれ1.5時間から2時間と短時間の実証であり**炉の昇温等を除外**しているため参考値となるが、**20%程度の効率**であった。

クリの粒度分布

mm	>63	>45	>31.5	>16	>8	>3.35	<3.35
乾燥前	0.0%	0.0%	0.4%	41.4%	46.9%	9.0%	2.3%
乾燥後	0.0%	0.0%	0.7%	38.9%	35.0%	19.7%	5.7%
乾燥前後サンプルが異なるため逆転			減	減	増	増	

やや小粒径化：粒度大(>16mm、>8mm)が減り、粒度の小さいもの(>3.35)が増えている

乾燥エネルギーA:0.403GJ(水分潜熱・顕熱)
 ペレット使用量B:2.234GJ
 乾燥効率(A/B):18.0%

ハウチワカエデの粒度分布

mm	>63	>45	>31.5	>16	>8	>3.35	<3.35
乾燥前	0.0%	0.0%	9.4%	45.8%	33.4%	9.4%	1.9%
乾燥後	0.0%	0.1%	0.0%	22.5%	56.1%	17.6%	3.7%
乾燥前後サンプルが異なるため逆転			減	減	増	増	増

大きく小粒径化：粒度大(>31.5mm、>16mm)が減り、粒度の小さいもの(>8)が増えている

乾燥エネルギーA:0.330GJ(水分潜熱・顕熱)
 ペレット使用量B:1.546GJ
 乾燥効率(A/B):21.3%

チップ化・乾燥工程（2025年5月実施チップ化実証）

- 導入電動チップパを用いたチップ化実証により、堅い材を含む3種の広葉樹をチップ化できることを確認した。速度はスギと同等であった。
- カエデ（伐採後3ヶ月）、ケヤキ（伐採後15ヶ月）、クリ（伐採後3ヶ月）の順に粒度が大きく、熱電併給設備向けであることが確認された。今後はチップパ部品の交換等により大粒径化を図る。



写真 クリのチップ化実証

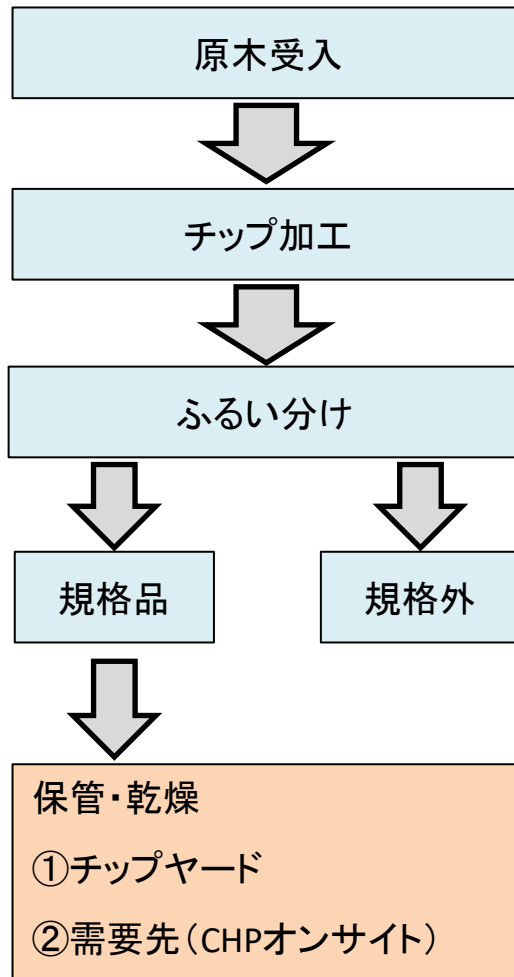
丸太（2m）のチップ化処理速度

樹種	元口直径	本数	平均値		
			元口直径 (cm)	実測時間 (秒)	処理速度 (原木 m ³ /h)
スギ (比較)	<15cm	3	13.7	8.0	12.3
	≥15cm	4	17.5	9.0	18.2
クリ	<15cm	2	12.0	23.0	2.8
	≥15cm	5	25.4	17.4	17.5

電動チップパ実証で得られた湿潤チップの粒度分布

樹種（堅さ）		クリ（軟）	カエデ（堅）	ケヤキ（堅）
伐採後経過		3ヶ月	3ヶ月	15ヶ月
粒度分布	>63mm	0%	0%	0%
	63>50mm	0%	4%	0%
	50>30mm	3%	3%	7%
	30>16mm	33%	59%	56%
	16>8mm	50%	27%	15%
	8>3.15mm	12%	5%	16%
	<3.15mm	3%	1%	4%

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

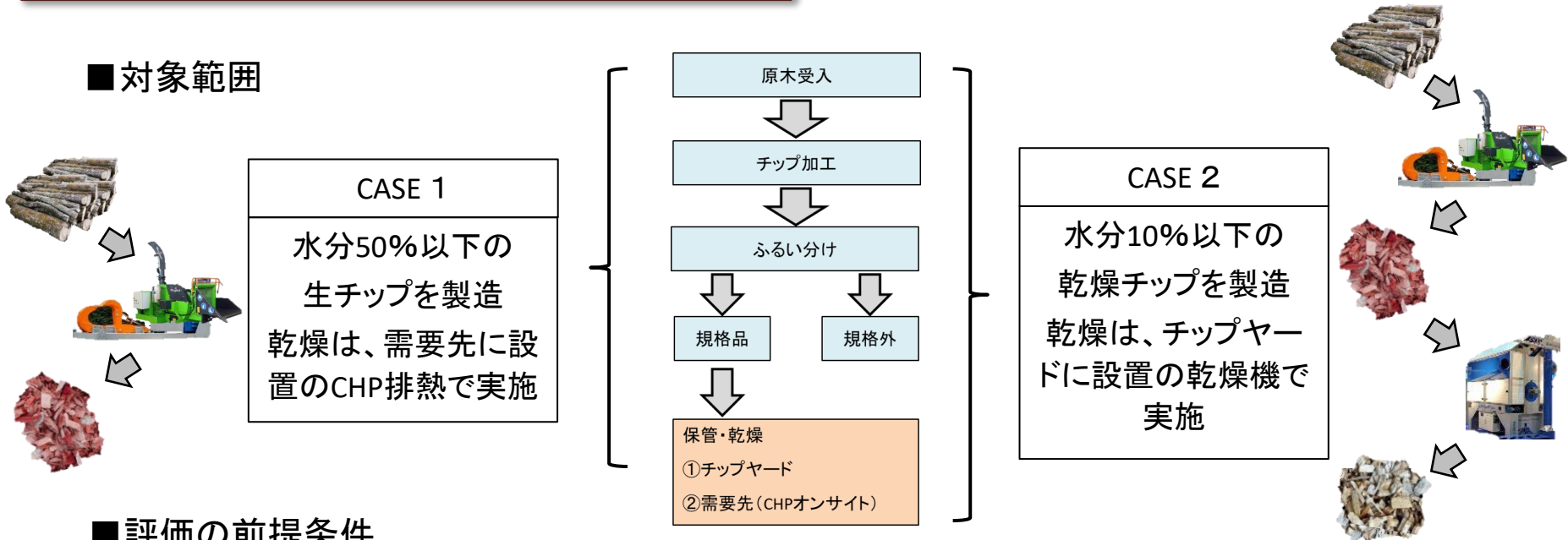
■規格外チップの活用によるランニングコストの低減

■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

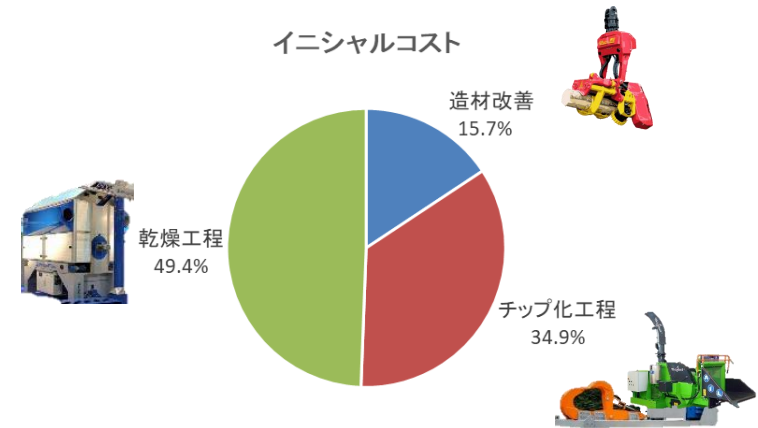
項目	条件	備考
事業内容	CASE1 生チップ製造 CASE2 乾燥チップ製造	需要先に設置のCHP排熱で乾燥 チップ工場で乾燥
事業期間	8年間	機械・装置（チップパー：木材・木工品製造 業用設備）の法定耐用年数とする
生産量	年間2,975トン（10%w.b）	森林資源の循環利用を前提としたフル操業 時を想定のうえ設定
資金調達	①補助金なし ②補助金あり（補助率2/3）	
経済性評価	投資回収年数が事業期間より短い場合に 「有り」とする	

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

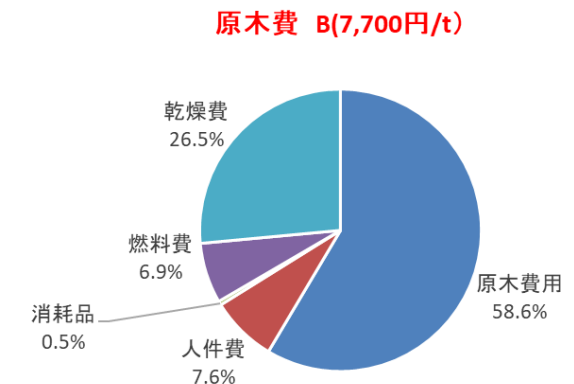
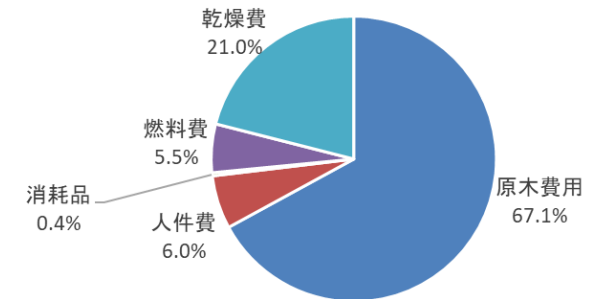
■設備導入費用(インニシャルコスト)

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	○	○	
	乾燥		○	ボイラー or CHP
	共通	○	○	
	建屋	○	○	



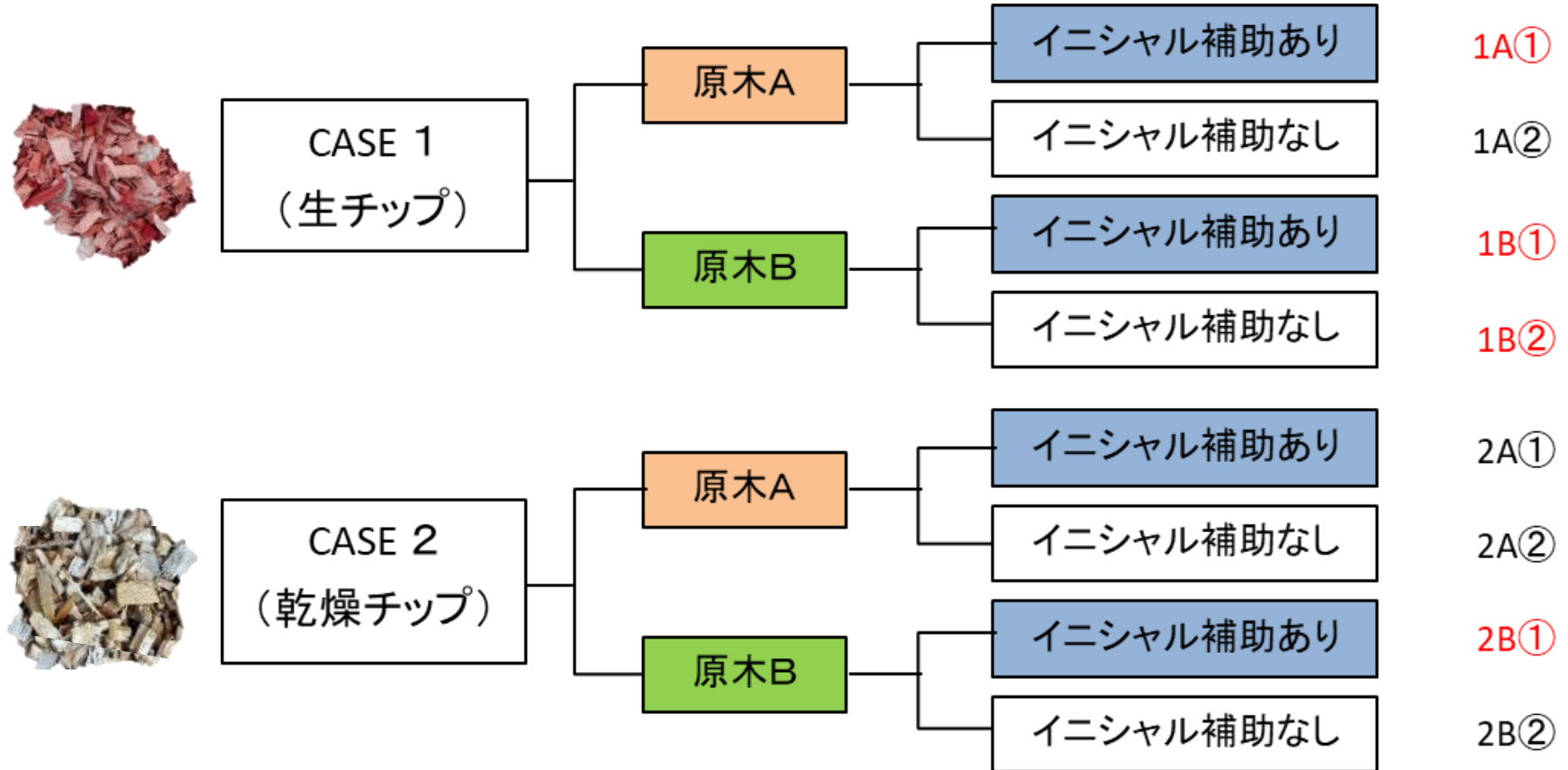
■運転管理費(ランニングコスト)

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



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

