

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

団体名：群馬県多野郡上野村

発表日：2025年7月16日

■事業の目的・目標

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、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）

■2024年度の主な成果

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＞

空中写真・ドローン等による資源量分析

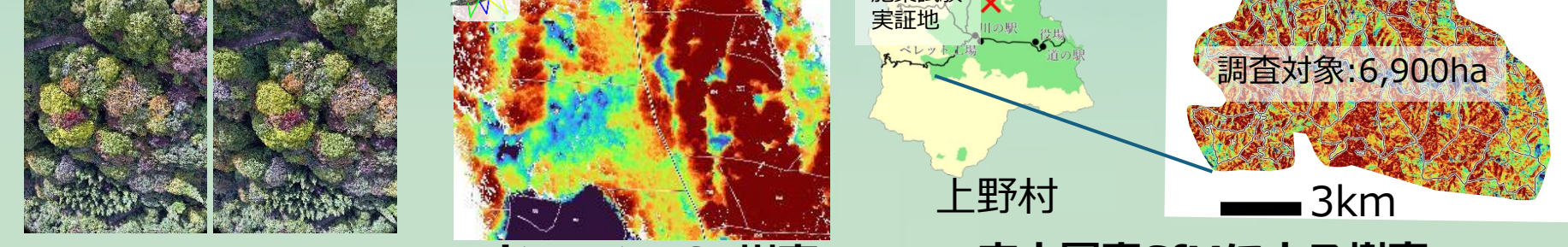
- 空中写真（林野庁所管、5年毎）、ドローン写真等を分析し、上野村民有林全域（企業有林を除く）の資源量を把握。

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	20～40万円/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）

立体的：知覚的処理

SfM：計算処理

ドローンSfM樹高

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

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＞

広葉樹伐採後の更新状況

- 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した。



同ミズナラ萌芽（77年生、シカ食害で最悪化）

更新未了地の概況

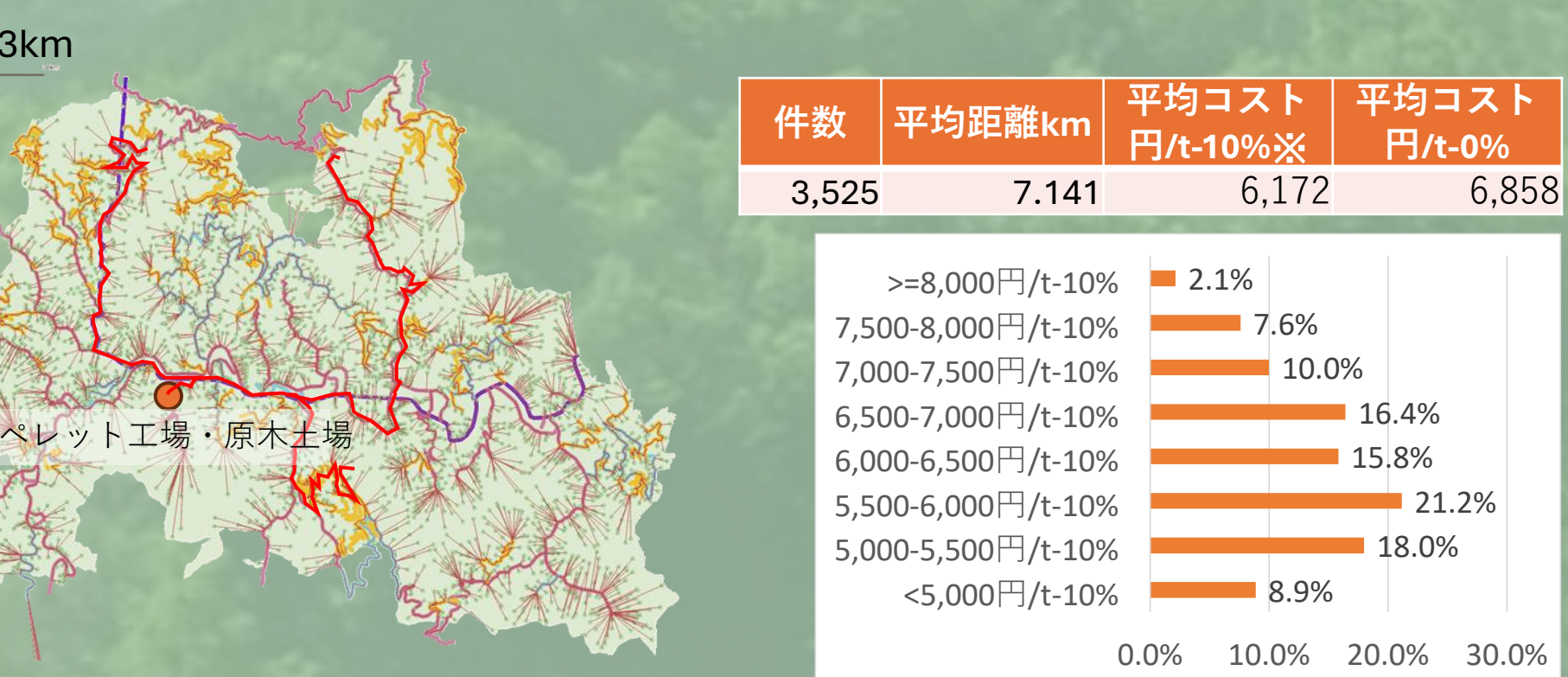
項目	内容
森林薄樹種	広葉樹
森林薄林齢	10年（苗伐と判別[1]）
森林薄面積	0.59ha
密度[1][2]	6,000本/ha
樹高[1][3]	6.5m（草地等を除く）
樹種[1][2]	アカマツ（12本）

[1]現地調査による、[2]20m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

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＞

空中写真・ドローンによる資源量・コスト評価

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。



①資源量

林道・作業道配置に応じたルートマップを整備、計算対象林小班3,525件中の割合、→原木土場と各林小班間の距離を計算（＝最短経路計算例）広葉樹ハーフスター導入後を前提に計算

※t-10%：10%含水率の重量トン

■課題と今後の取組

エネルギーバランス・マテリアルバランスについて、ケースを分けて試算を実施した。上野村内の移動が主なため、輸送によるエネルギー消費は軽微である点を確認した。個別にみると乾燥の燃料投入量が大きいので、土壌乾燥等で前提としている水分率50%を下回る管理を実施することの重要性を確認した。

森林関係で利用されているレーザー・SfM技術を検証し、それぞれの特性に合わせた利用方法を検討することで、広葉樹のタイプ別資源把握の可能性を示すことができた。今後はより広範囲な手法を検証し、実用的なワークフローを検討する。

■実用化・事業化の見通し

本村では、2022年11月に国が進める脱炭素先行地域に選定され、脱炭素の取組を加速化している。木質バイオマスについては、2028年度までに計5台（発電出力計175kW）のコージェネレーション設備を導入を目指す

今年度は20円/kg-10%から15円/kg-10%に低減する目標を設定した上で、課題を明らかにするため、フル操業ベースのコスト評価を実施した。現状の評価では目標到達に厳しい状況ではあるが、今後、資源量評価を精緻化し、伐採・造材工程の合理化、乾燥工程の見直しによりコストダウンを図る。

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＞

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、グラブプル）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

樹種	材積m3	材積%	割合
堅	29.0	35%	5類型
クリ	17.0	20%	5類型
カエデ類	15.5	18%	5類型
軟	12.4	15%	5類型
アオダモ	10.0	12%	5類型
合計	84m3/0.36ha	(232m3/ha)	

地区C1の樹種組成

樹種	材積m3	材積%	割合	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
ハブチワカエデ	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

樹種	材積	材積%	割合
堅	22.1	42%	5類型
カエデ類	11.9	22%	5類型
クリ	7.9	15%	5類型
軟	4.8	9%	5類型
アオダモ	4.7	9%	5類型
合計	51m3/0.20ha	(254m3/ha)	

地区C2の樹種組成

樹種	材積m3	材積%	割合	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
アオモミジ	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

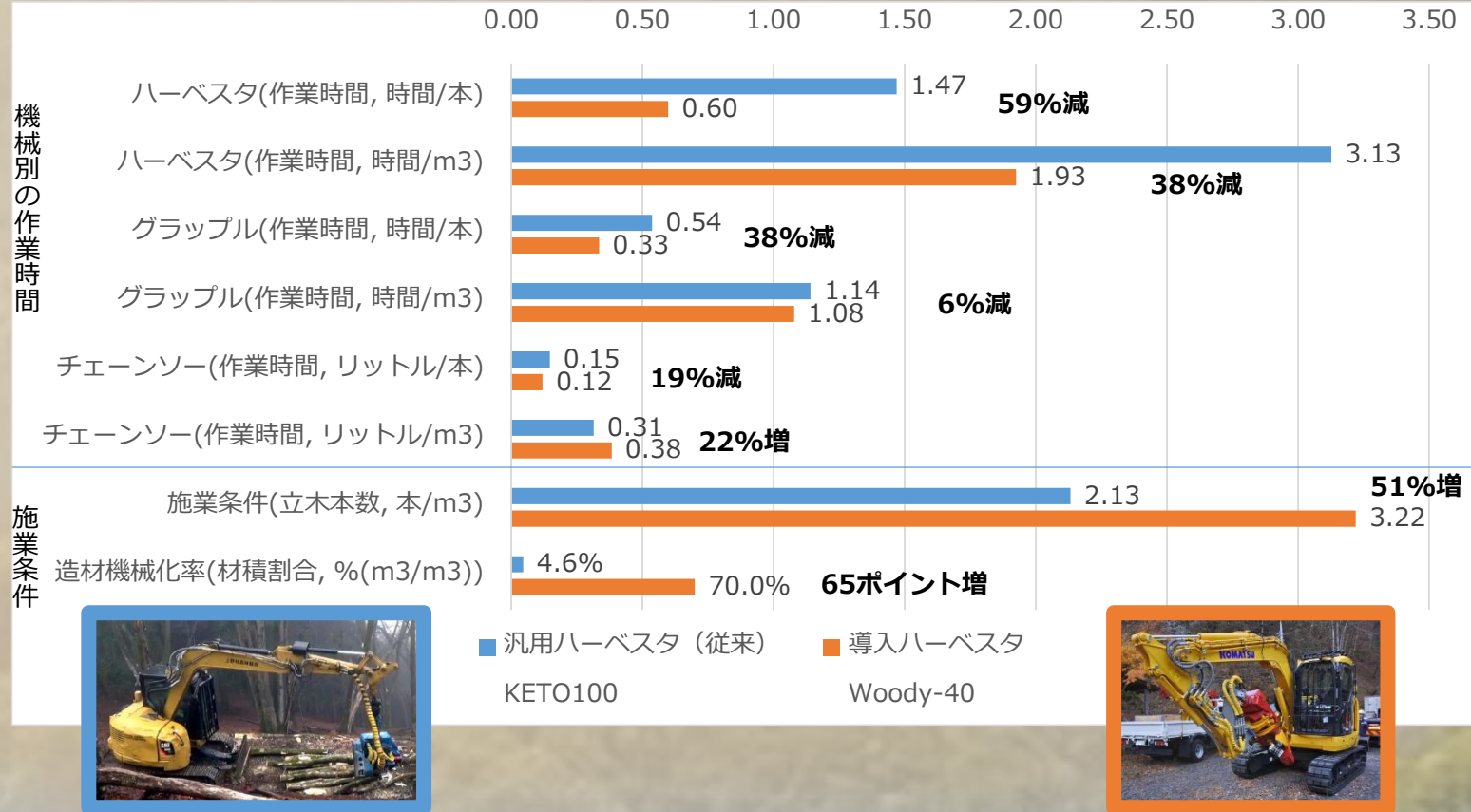


残材積み込み/計量

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＞

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

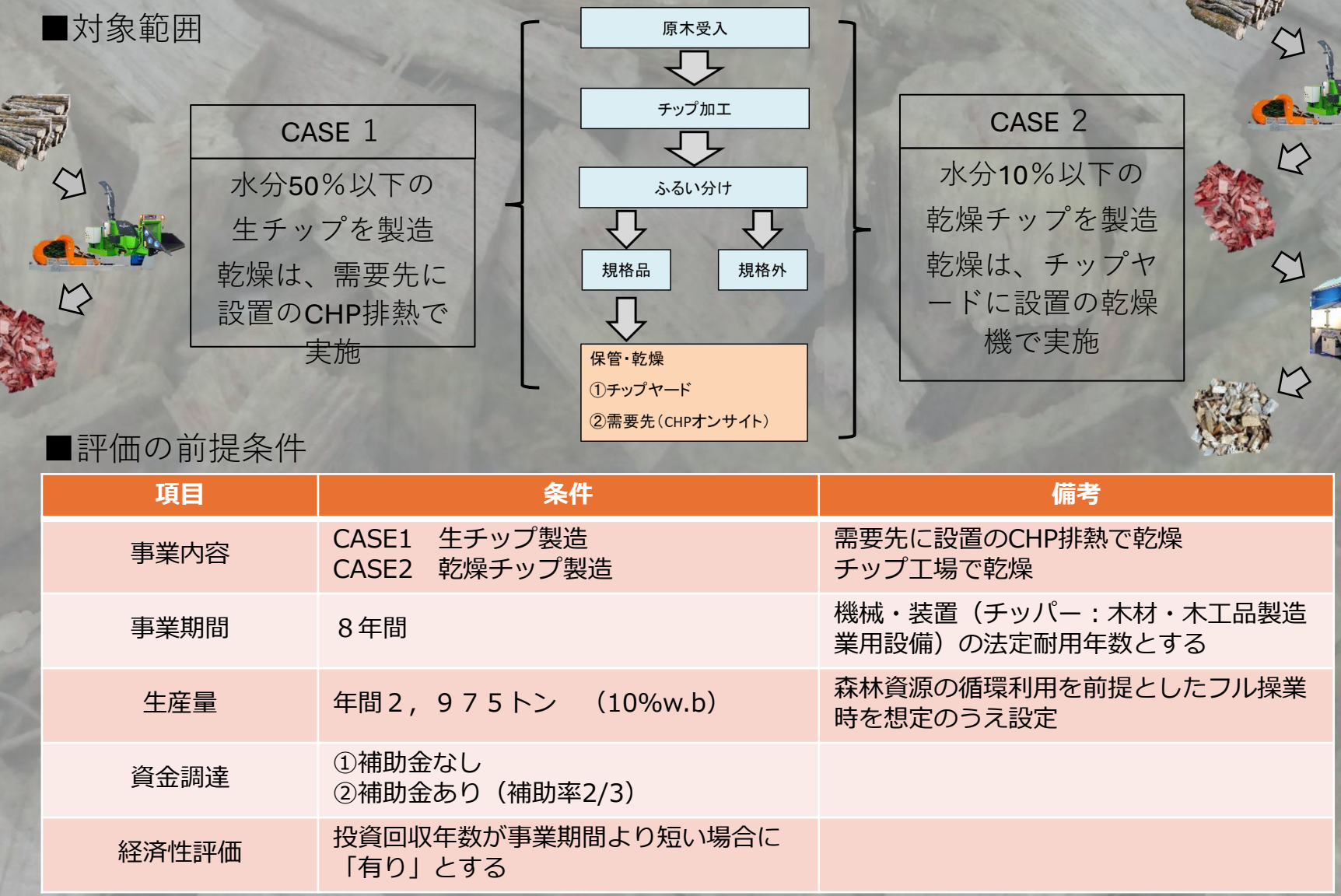
- Woody-40の導入により、造材の機械化率が向上し（4.6%から70%）し、効率的な造材が可能になり、チェーンソー造材削減され安全性が向上した。
- 立木本数で比較的不利な条件でWoody-40と汎用ハーベスタを比較したが、Woody-40の導入がグラブプルの作業減少に波及することを確認した。
- 本数当たりでみるとすべての作業でWoody-40の作業時間削減効果を確認した。



②伐採・造材

④システム全体の経済性評価・燃料性状等評価＜総合評価＞

対象範囲と評価の前提条件



エネルギーバランス・マテリアルバランスについて、ケースを分けて試算を実施した。上野村内の移動が主なため、輸送によるエネルギー消費は軽微である点を確認した。個別にみると乾燥の燃料投入量が大きいので、土壌乾燥等で前提としている水分率50%を下回る管理を実施することの重要性を確認した。

森林関係で利用されているレーザー・SfM技術を検証し、それぞれの特性に合わせた利用方法を検討することで、広葉樹のタイプ別資源把握の可能性を示すことができた。今後はより広範囲な手法を検証し、実用的なワークフローを検討する。

木質バイオマス熱電併給設備の導入計画

発電方式	設置場所	設置者	オンサイト・オフサイト	数量	設備能力 (kW)	発電量 (kWh/年)	導入時期	燃料
木質バイオマス熱電併給設備	温泉センター	上野村	オンサイト	1箇所	25	175,200	R9年度	チップ
	ヴィラせせらぎ	上野村	オンサイト	1箇所	50	345,400	R8年度	
	総合福祉センター	上野村	オンサイト	1箇所	50	345,400	R8年度	
	道の駅	上野村	オンサイト	1箇所	25	175,200	R9年度	
	役場新庁舎	上野村	オンサイト	1箇所	25	175,200	R9年度	
				合計		175,200		

⑥事業の進捗・成果 大項目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＞

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。今後はチップ化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

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
>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%

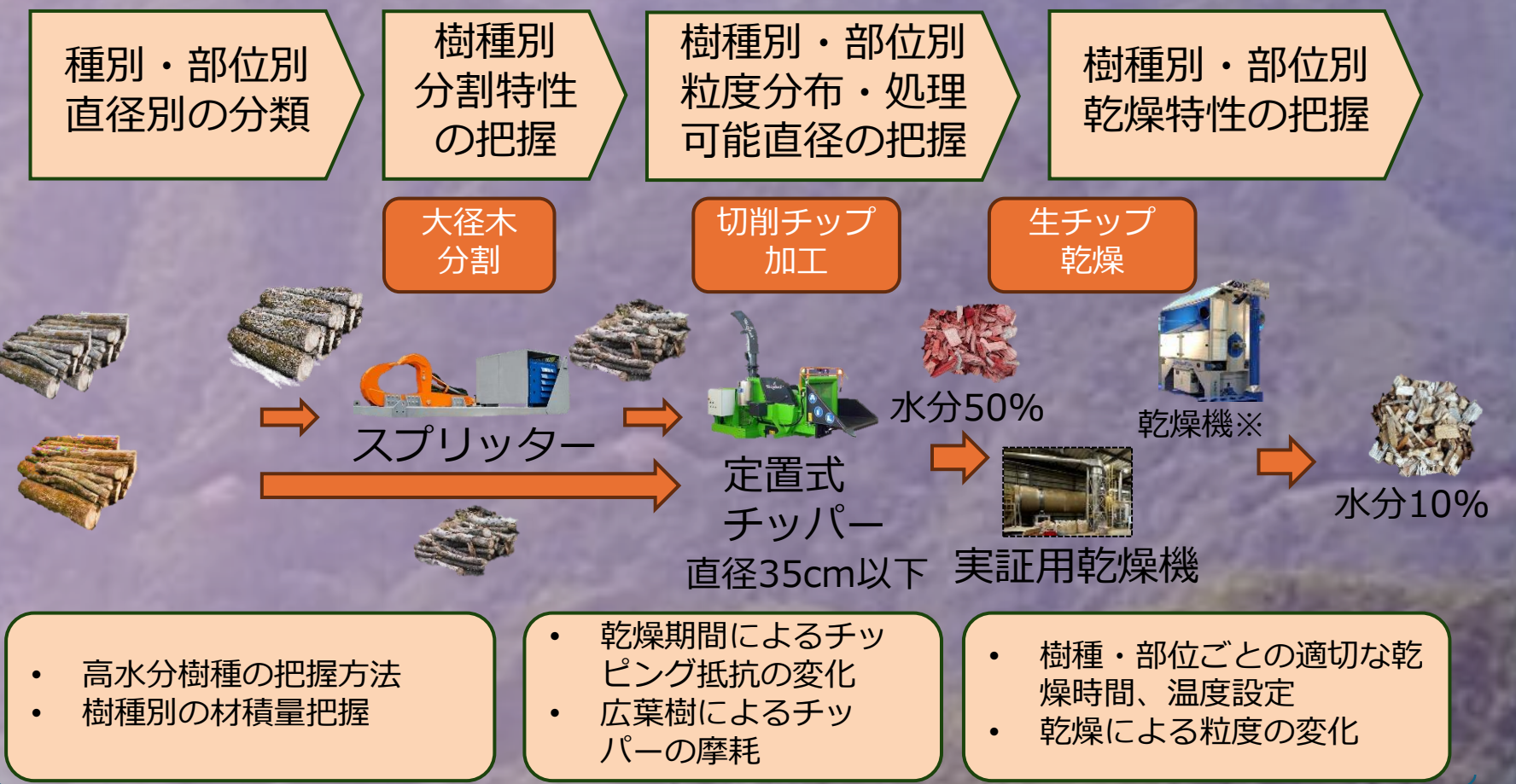
丸太（2m）のチップ化処理速度

樹種	元口直径	本数	元口直径	実測時間 (秒)	処理速度 (原木 m3/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

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＞

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。



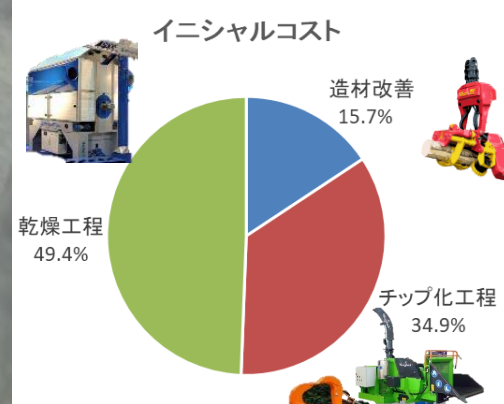
伐採・集材コストと同じ樹種・部位の分類で、チップ化・乾燥コストを把握する

③チップ化・乾燥

イニシャルコストとランニングコスト

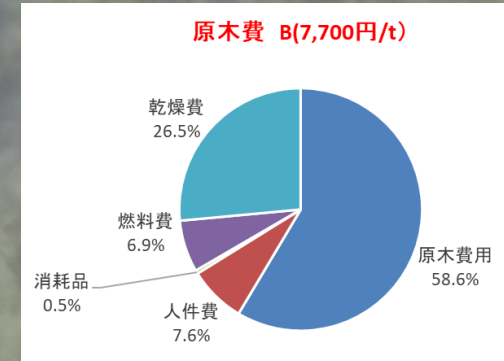
■設備導入費用（イニシャルコスト）

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
チップ化	チップパー・乾燥機	○	
乾燥	乾燥機・燃源	○	ボイラー or CHP
共通	運搬	○	



■運転管理費（ランニングコスト）

項目	CASE1	CASE2
造材改善前	A	11,100円/t
造材改善後	B	7,700円/t
人件費	○	1日8時間 1人1工
消耗品	○	
燃料費	○	電気代（チップパー・乾燥機は電動）
乾燥費	○	乾燥熱源のペレットボイラー用



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＞			立木毎の資源量評価 立木毎の価値評価
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＞			立地条件施業検討 開発手法の実証開始
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＞			チップ化・乾燥工程最適化 製造工程の実証
④システム全体の経済性評価・燃料性状等評価＜総合評価＞			チップ化実証開始 乾燥実証開始 モデルの提示