

NEDOエネルギー・地球環境分野成果報告会2026

プログラムNo.B1-3-14

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

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：2026年7月23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 Mail:mkuri@nrplanning.com

事業概要

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～ 2026年3月31日

3. 実証内容

本事業では、広葉樹資源の把握から施業、燃料製造、経済性評価までを一体的に検証し、急峻地における広葉樹燃料供給モデルの構築可能性を確認した。

4. 成果と今後の取り組み

ドローン空撮による問題樹種の事前把握、ハーベスタ導入による施業効率向上、チップ乾燥・搬送条件の整理により、安定的な燃料生産に向けた知見を蓄積した。今後は、閉塞要因となる樹種の高精度な分類技術の確立、施業・搬送条件の最適化、設備改良による安定運転の実現を進めるとともに、小規模自治体でも適用可能な持続的広葉樹利用モデルの高度化を図る。

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



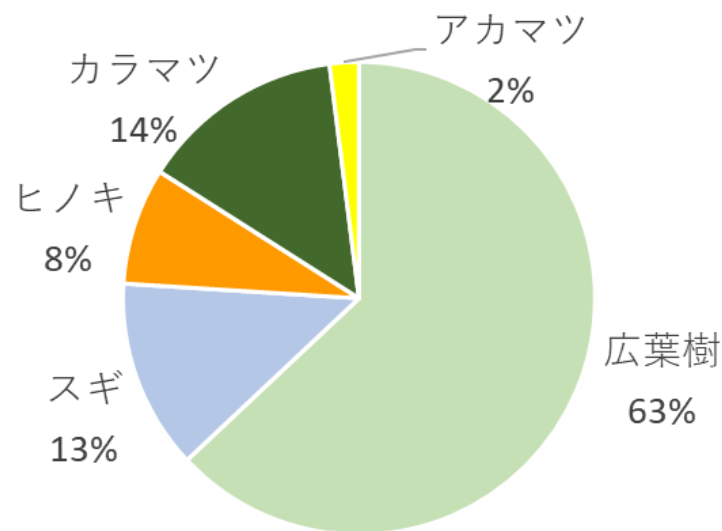
農業用ペレットボイラー



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 / 21

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>



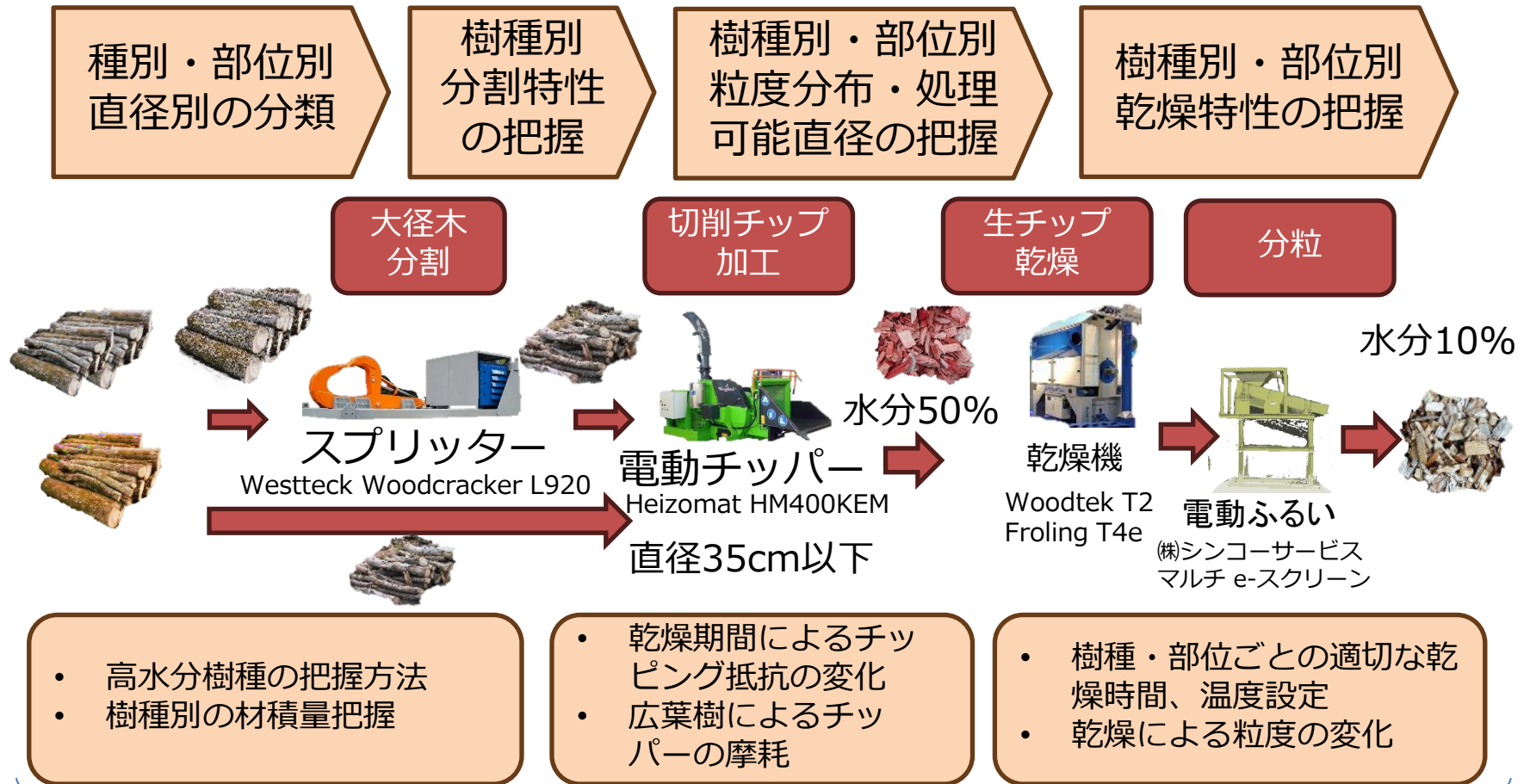
宿泊・入浴施設等
電気・熱利用※

温泉ホテル ヴィラセセラギ

※部分は机上検討

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

チップ化工程（樹種ごとのチップ化特性）

- 発電用チップは一般的に粒径が大きい方が適している。表の通り、生チップの粒径は柔らかいもの、木理が緻密なものほど小粒径化しやすいようである。

粗目スクリーン設置チップの乾燥実証生チップの粒度（粒径でソート）

樹種	加重平均粒径mm	>63mm	>45mm	>31.5mm	>16mm	>8mm	>3.25mm	>1mm	>0.5mm	<0.5mm
アオダモ	12.8	0.0%	0.0%	0.0%	26.5%	44.5%	17.2%	9.9%	0.9%	1.0%
ハルニレ	13.8	0.0%	0.0%	0.0%	29.8%	47.8%	15.7%	4.3%	0.8%	1.6%
オニグルミ	14.6	0.0%	0.0%	0.0%	29.6%	57.4%	11.7%	1.2%	0.1%	0.2%
イタヤカエデ	15.2	0.0%	0.0%	3.4%	28.6%	53.3%	11.6%	2.5%	0.3%	0.3%
コナラ	15.4	0.0%	0.0%	0.4%	31.7%	62.2%	5.2%	0.4%	0.0%	0.2%
雑（イヌシデ、アオダモ他）	15.5	0.0%	0.0%	0.0%	37.9%	48.4%	12.1%	1.2%	0.0%	0.4%
クリ	15.9	0.0%	0.0%	0.0%	40.4%	47.3%	11.6%	0.4%	0.1%	0.4%
オオバアサガラ	16.1	0.0%	0.0%	0.0%	41.1%	48.4%	8.7%	0.7%	0.0%	1.1%
雑（トチノキ、カエデ属他）	16.2	0.0%	0.0%	2.3%	36.7%	50.2%	9.4%	0.6%	0.1%	0.7%
ケヤキ	18.6	0.0%	0.0%	5.8%	46.9%	41.8%	4.9%	0.2%	0.0%	0.6%

- 粗目スクリーンは粒度を高めるが、ふるい試験では検知できない長径63mm以上が存在する。



63mm以上

カエデ類の標準及び粗目スクリーンによる生チップ形状

チップ化・乾燥工程（チップ閉塞状況に関する樹種別の課題について）

- 樹種別の乾燥試験を実施したところ、チップ閉塞状況が発生する樹種が存在することが分かった。また、閉塞状況はエネルギーロス率が高まる状況も確認した。
- 原因は搬送スクリーンによる粒度低下、微粉割合が総合的に影響し、閉塞状況を生み出しているものと推定。

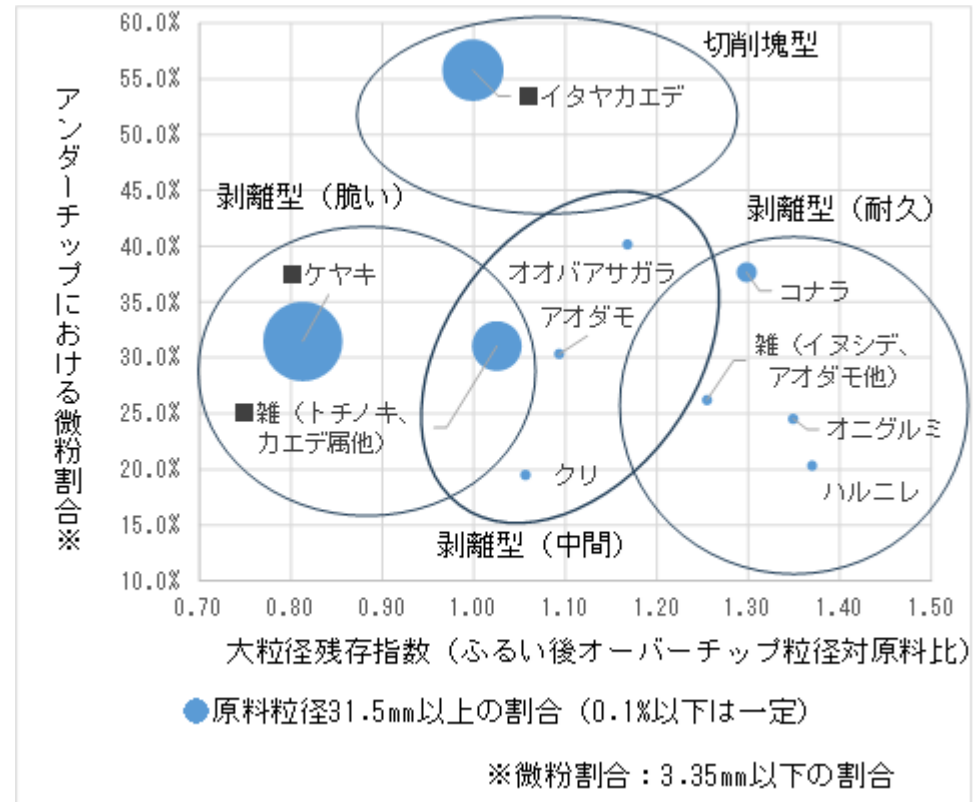
乾燥実証総合結果表

樹種	土場 乾燥	水分率%		エネ ロス	小粒 径率
		乾燥前	乾燥後		
コナラ	2ヶ月	26%	15%	15%	15%
ハルニレ	23ヶ月	38%	13%	14%	23%
アオダモ	11ヶ月	24%	5.6%	17%	22%
ケヤキ	23ヶ月	31%	2.0%	38%	11%
イタヤカエデ	23ヶ月	20%	6.2%	39%	35%

- 乾燥後に電動ふるいを設置しているが、カエデ類等スクリーンによる破碎により粒度が低下する傾向があった。



カエデ類の粗目スクリーンによる生チップ・乾燥・ふるい後形状比較

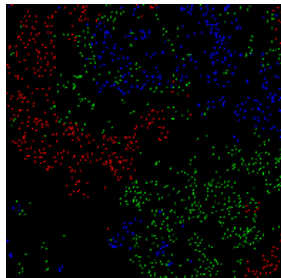
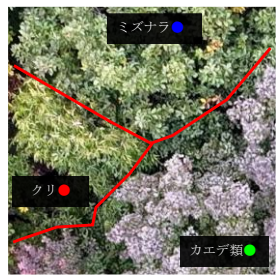


乾燥プロセスのチップ搬送性に関するチップ粒度特性

空中写真・ドローン等による資源量分析

- 本実証ではドローン/レーザー測量等の技術を実証し、資源量調査手法として実用的な内容を検討した。その結果、低高度ドローン撮影による閉塞樹種の把握、低コストの広域資源量把握のための空中写真の利用が有望と評価した。

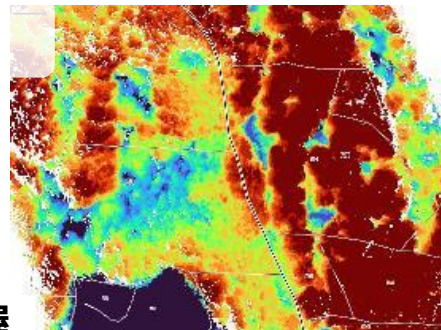
森林測定方法	測定技術	精度	測定費用	主な応用分野
地上LiDAR測量	レーザー測定と測点間合成 (SLAM) 	数mm	10～60万円/ha	伐採前の詳細調査
ドローンLiDAR測量	レーザー測定と測点間合成 (SLAM) 	数cm	5～25万円/ha	保安管理・作業道設計
ドローンSfM測量	複数写真の一致点による立体合成 (ドローン撮影) 	20～30cm	2～3万円/ha	<u>事前把握で閉塞樹種回避</u>
空中写真SfM測量	複数写真の一致点による立体合成 (航空機撮影) 	1～2m	20～40円/ha	<u>低コスト資源把握</u>



低高度ドローンでの閉塞樹種把握

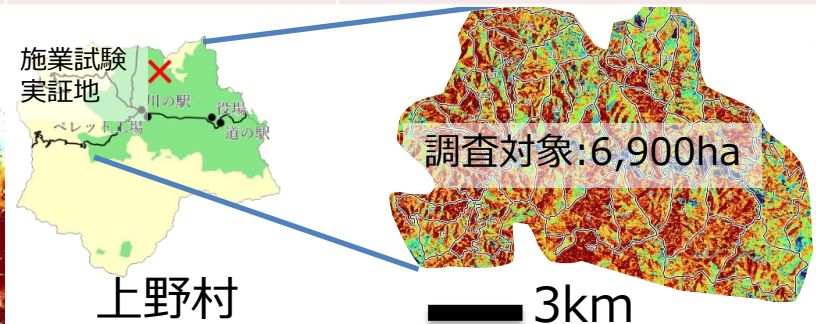
左：ドローン写真での樹種の特徴

右：葉状構造分析による分類



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

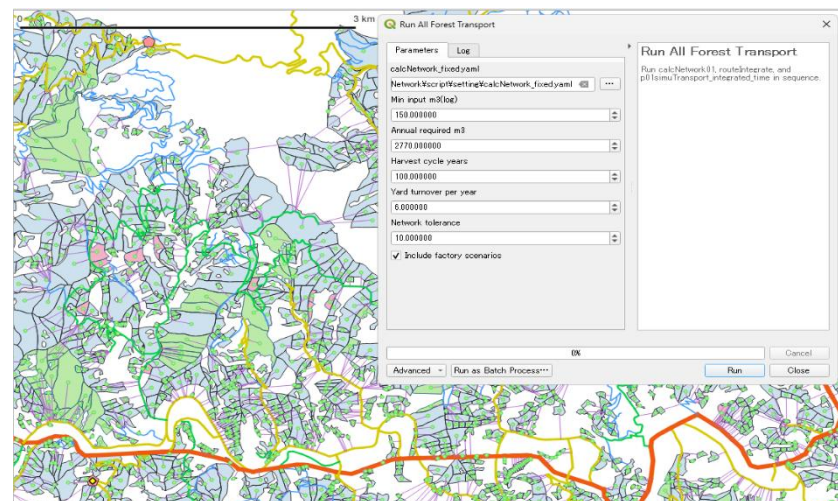
数千ha規模を数年置きに把握

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

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、上野村全民有林の配置と路網からチップターの配置方針毎のコストを算出するプログラムを作成した。小規模林分では移動式チップターの移設頻度が高くなり、設置・撤収負荷が大きくなり、移動式設備の優位性は限定的であった。



材積分布と路網等QGISプラグイン

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

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

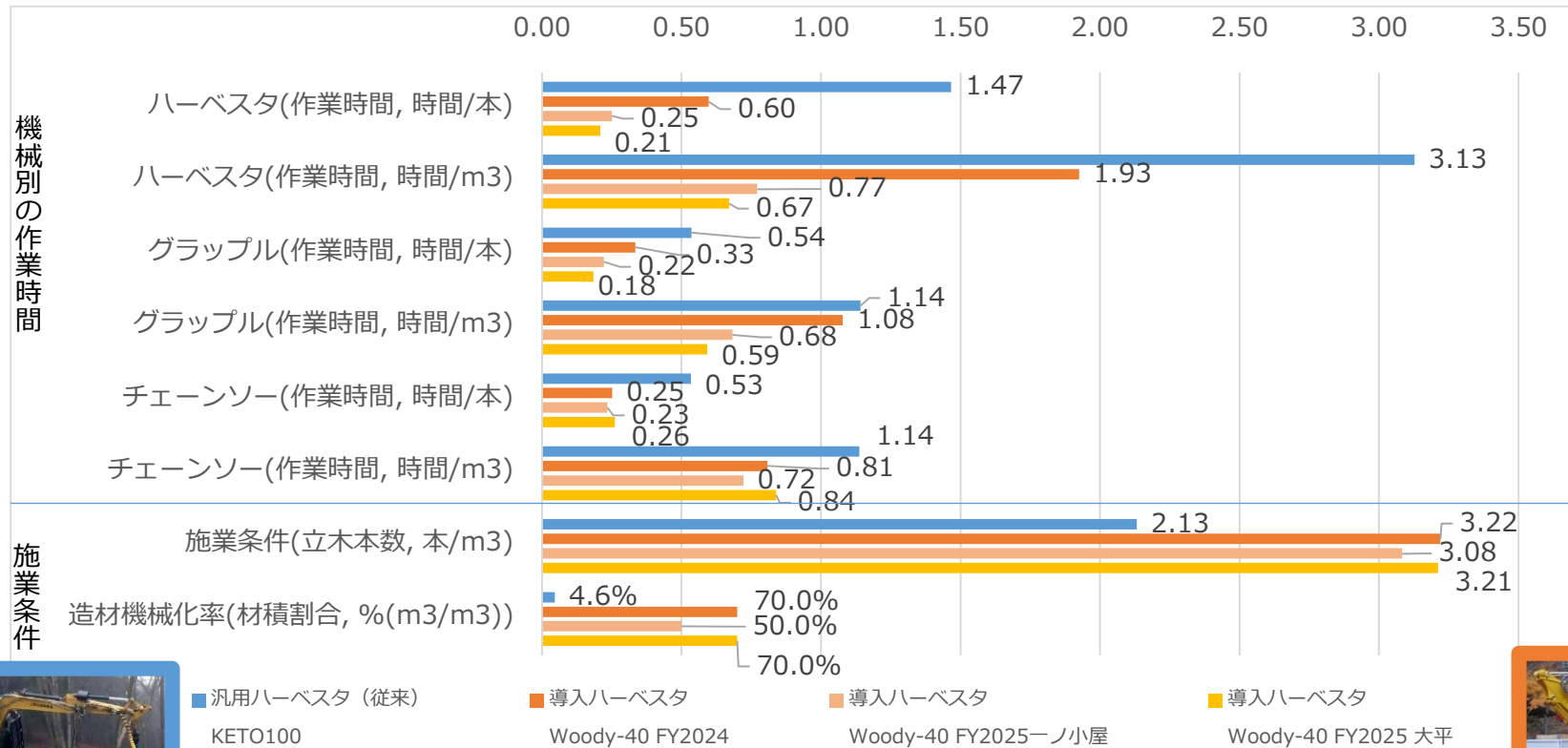


広葉樹対応ハーベスタ



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。
- 本数当たりで見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。

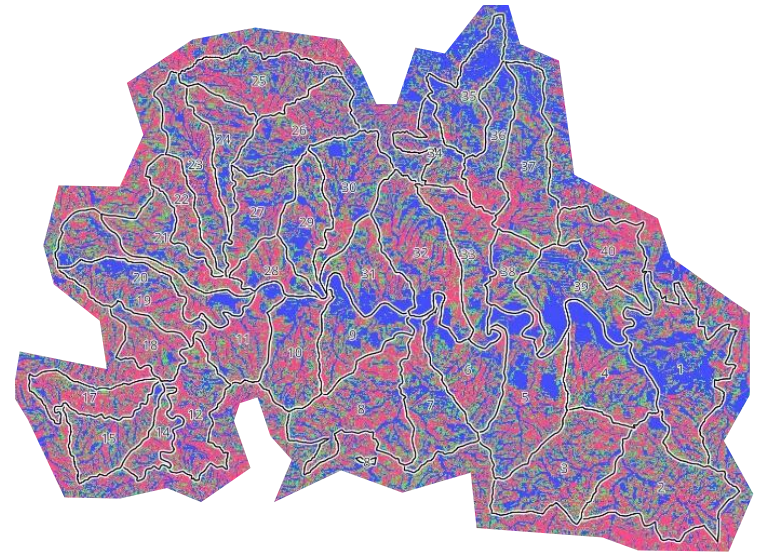
- 広葉樹用造材が行える機器を導入し曲がり材も含めた機械による造材を実施。

- 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）

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45%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

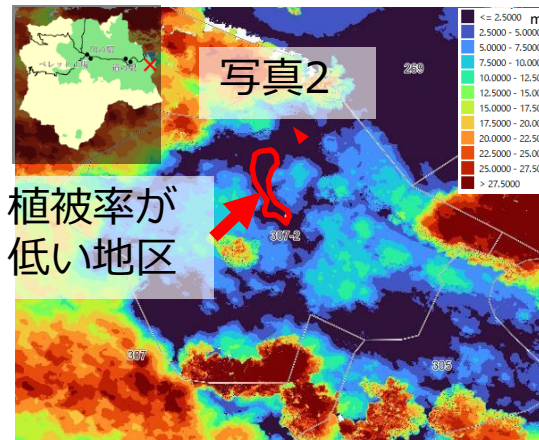
(77年生、シカ食害で叢状化)

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
草地率[1][2]	45%
樹高[1][3]	6.5m(草地を除く)
樹種[1][2]	アカマツ(12本)

[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):6,000本/ha

、[3]地形データ・ドローン写真によるSfM樹高から判読、



ドローンSfM樹高 (更新未了) 写真2 ススキ等草本密生地



4-1.経済性評価の全体フロー

■経済性評価の目標

- ・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(20円/t-10%から15円/t-10%)を目標とする
- ・実証機の導入コスト、試験結果を踏まえ、経済性評価を実施し、低コスト化への課題を明らかにする

1. チップの製造原価の算出(ケース別)

生チップ、乾燥チップについて従前と効率化後



2. 投資回収年数による評価

補助率1/3、1/2



3. キャッシュフロー分析による評価

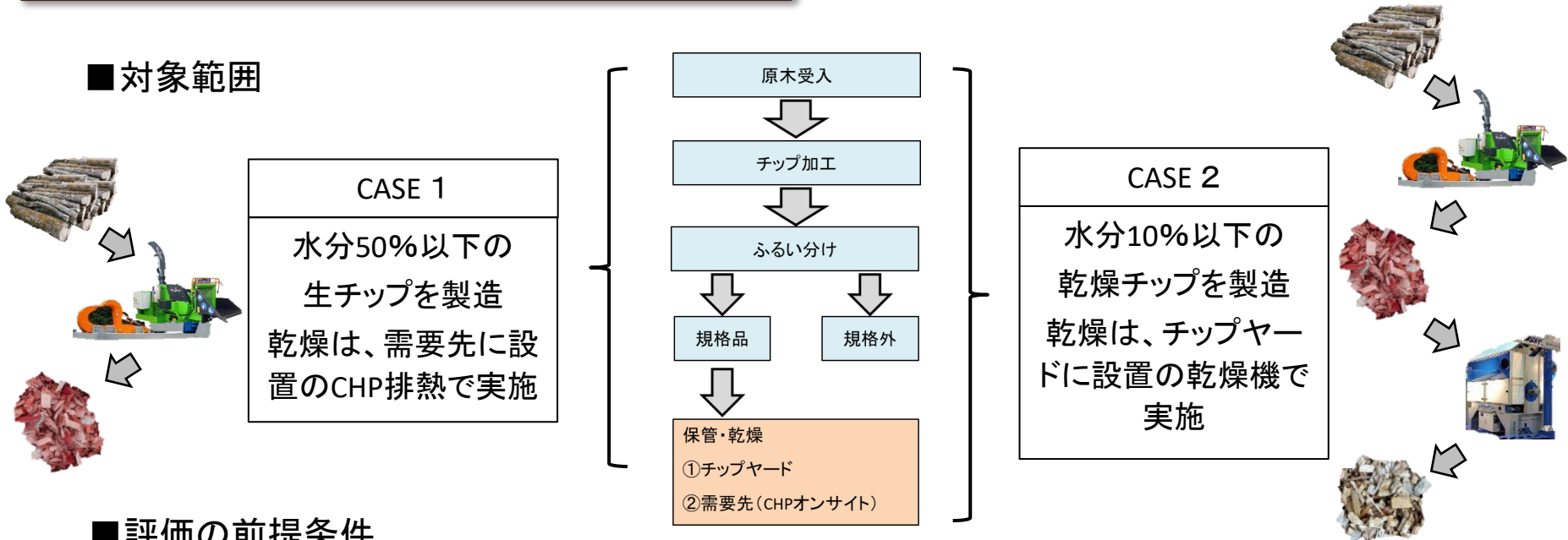
投資回収年数で事業性ありの場合



4. 課題の検討・整理

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

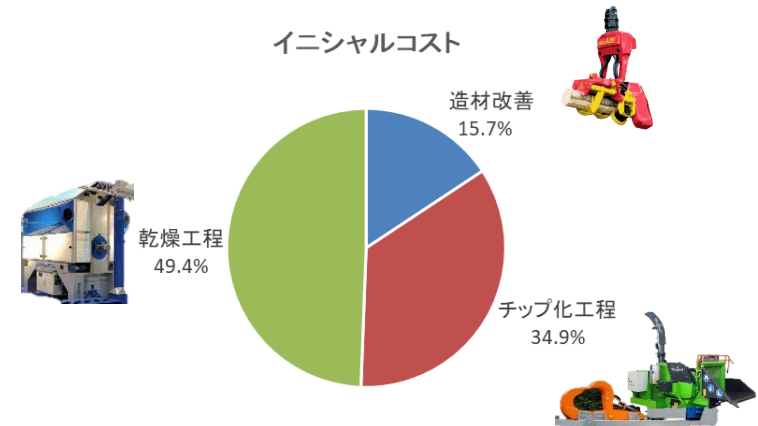
項目	条件	備考
事業内容	CASE1 生チップ製造 CASE2 乾燥チップ製造	需要先に設置のCHP排熱で乾燥 チップ工場で乾燥
事業期間	8年間	機械・装置（チップパー：木材・木工品製造業用設備）の法定耐用年数とする
生産量	年間2,975トン（10%w.b）	森林資源の循環利用を前提としたフル操業時を想定のうえ設定
資金調達	①補助金なし ②補助金あり（補助率2/3）	
経済性評価	投資回収年数が事業期間より短い場合に「有り」とする	

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

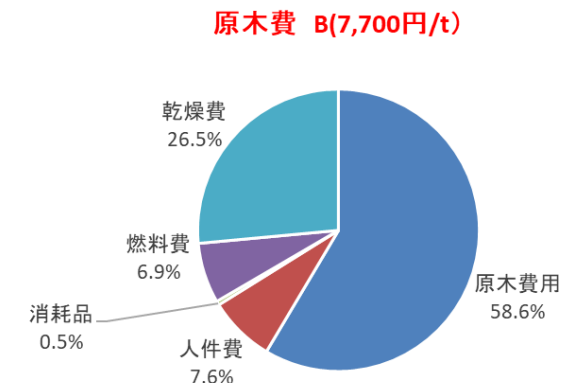
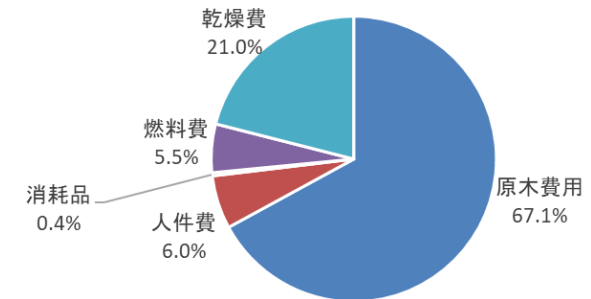
■設備導入費用(イニシャルコスト)

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



4-3.チップの製造原価の算出：総括

・事業費のうち補助金1/2を前提とするが、目標とした現状のチップ製造原価の25%減は、CASE1ならびにCASE2で達成できた

CASE1(生チップ) 28%減 ($12.17/16.96=0.72$)

CASE2(乾燥チップ)③ 25%減 ($16.94/22.66=0.75$)

単位：円/kg-10%

	CASE1(生チップ)		CASE2(乾燥チップ)			参考
	①従前	②ハーベスターにより 原木費 ダウン	①従前	②ハーベスターにより 原木費 ダウン	③左記より 丸太割機を 除く	生チップ② をCHP排熱 で乾燥
補助金なし	18.47	14.66	27.23	24.14	22.49	24.74
補助金1/3	17.46	13.00	24.18	20.20	18.79	19.72
補助金1/2	16.96	12.17	22.66	18.23	16.94	17.21

4-4.投資回収年数による評価

■乾燥チップ製造 補助率1/3、補助率1/2

チップ販売単価は、20円/kgとした。

経済性を有するには、1/3補助で23.5円/kg、1/2補助で20.4円/kgの販売単価となる。(丸太割機除)

		イニシャル (千円)	ランニング (千円/年)	収入 (千円/年)	利益 (千円/年)	回収 年数
ハーベスターにより原木 費用をダウン	補助率1/3	175,899	60,089	61,292	1,203	146.2
	補助率1/2	131,917	54,225		7,066	18.7
上記から丸太割機を除く	補助率1/3	162,689	55,897		5,394	30.2
	補助率1/2	122,017	50,392		10,900	11.2

■生チップをCHP排熱で乾燥 補助率1/3、補助率1/2

チップ販売単価は、15円/kgとした。

経済性を有するには、1/3補助で20.5円/kg、1/2補助で17円/kgの販売単価となる。

		イニシャル (千円)	ランニング (千円/年)	収入 (千円/年)	利益 (千円/年)	回収 年数
ハーベスターにより原木 費用をダウン(丸太割機 を除く)	補助率1/3	292,642	38,672	51,450	12,778	22.9
	補助率1/2	217,089	36,200		15,250	14.2

今後の自主継続研究について

上野村では、ペレット製造・発電設備の投資から安定運用に至るまでの経験を踏まえ、本実証で得られた川上から川下までを一体的に捉えた発電向けチップ製造手法について、NEDO実証事業の模範事例となるよう全国的な活用を視野に入れ、今後、村費による継続研究についても検討を進めている。

実施項目	課題と今後の対応
①広葉樹最適施業手法研究	施業対象を力エデ類を事前把握した上で立案すると共に、NEDO事業施業実施地区の更新状況確認を進める。また、他の閉塞樹種についても分類可能性を検討し、燃料利用条件を踏まえた事前仕分け精度向上を進める。
②広葉樹低コスト施業研究	有用樹・閉塞樹種を分離した伐採、集材、大径木の残伐等の方法の施業条件整理を進める。また、急傾斜地における施業効率低下要因整理、人員制約を踏まえた持続可能な施業条件整理を進める。
③広葉樹低コスト燃料化研究	閉塞樹種であってもチップ化・乾燥工程の安定運転をできるよう、乾燥チップ製造試験を進める。また、堅い材材・繊維性樹種の用途分離や、搬送設備改善条件整理を進める。
④経済性事業化研究	実証結果を反映したシステムデータ更新および小規模自治体条件下での適用可能条件整理を進める。また、樹種構成、設備稼働率、人員条件等を踏まえた経済性モデル精緻化を進める。