

2023年度成果報告会
プログラムNo.44

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2月2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 井内 正直（上野村役場振興課客員研究員）

群馬県多野郡上野村

問い合わせ先 群馬県上野村役場 TEL:0274-59-2111

1. 目的

モバイルスキャナ等を活用した多種多様な広葉樹の詳細資源量調査及び素材としての価値評価、広葉樹に対応した造材、更新等の施業手法の開発、素材の性状（樹種、水分量等）及びチップ需要先の要求水準に対応したチップ加工システム開発、さらに生産性向上やGHG削減効果をサプライチェーン全体を通じて検討することで、経済的に自立しながら長期間に渡っての運用が可能な事業モデルを具体的に提示することを目的とする。

2. 期間

2023年11月2日 ～ 2026年3月31日

3. 目標（中間）

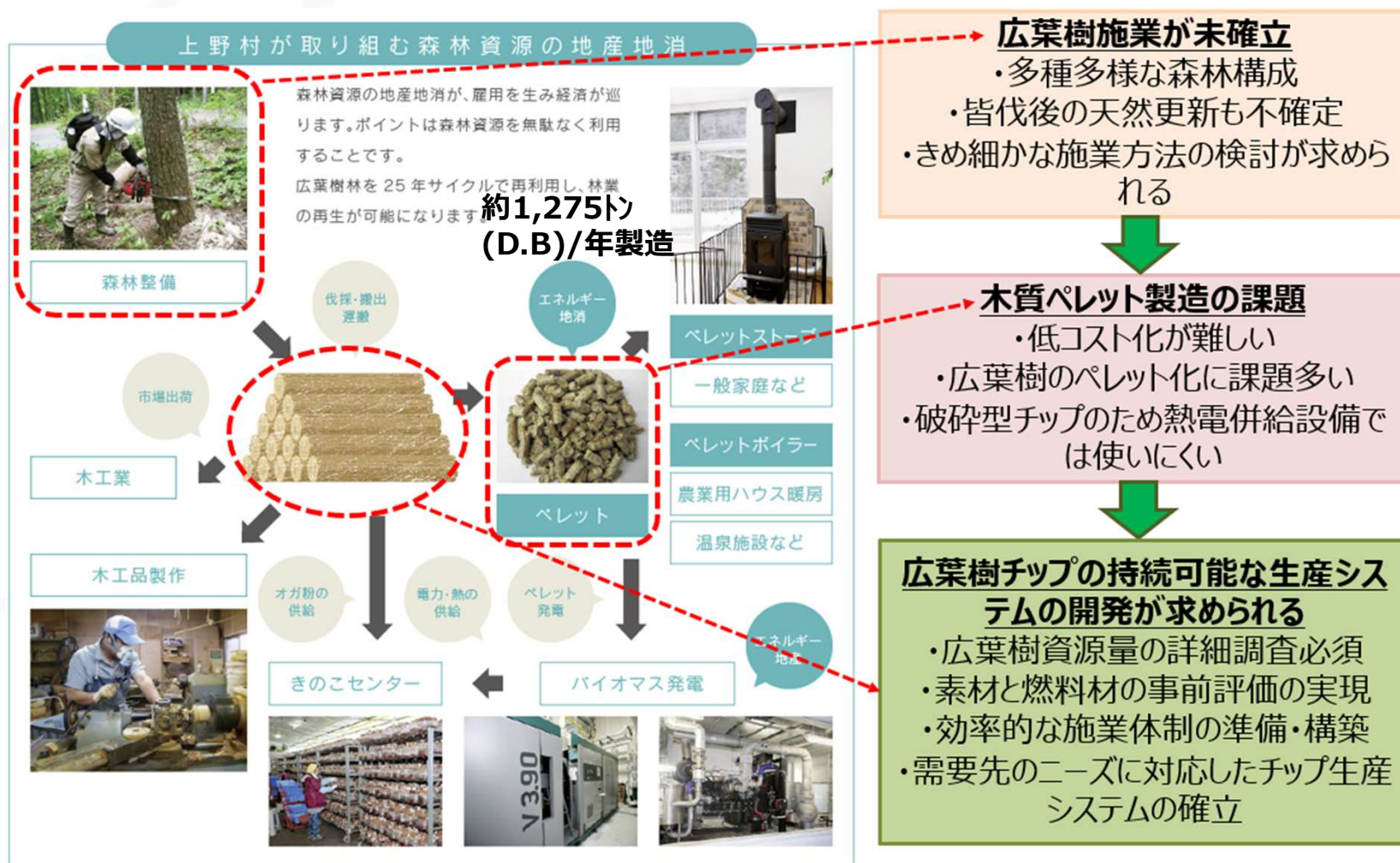
効率的な広葉樹資源量調査手法及び伐採・収集の低コスト化施業の開発

4. 成果・進捗概要

地理及び植生情報を活用して上野村民有林広葉樹の概要を把握するとともに、傾斜・作業道等設置有無等から23年度広葉樹伐採候補地を選定し、人による毎木調査結果から樹種判別・材積量推計、地上及びドローンによる上空からの点群データを取得してデジタル解析作業を実施中。



- 国がモデル地域として位置づける「脱炭素先行地域」に2022年11月1日に選定され、R10年導入予定コジェネ燃料確保が課題。



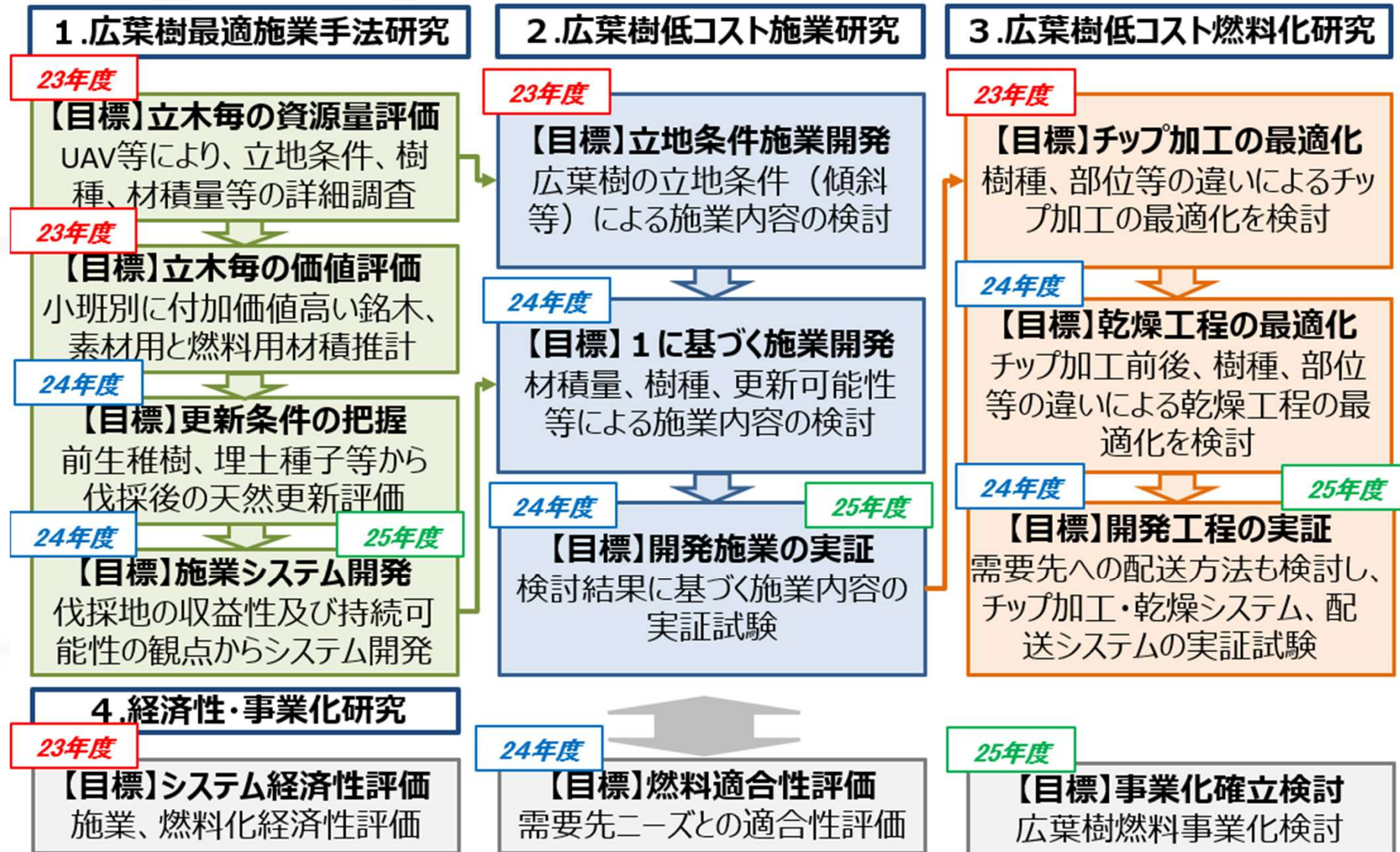
- 上野村の伐採予定の多種多様な広葉樹の伐採木・枝条等の木質バイオマスに対応した伐採、搬出・輸送方法、燃料製造・加工方法を、最新デジタル技術を活用した資源量詳細調査・評価、作業道新規設置等に基づいて事前に予測・シミュレーションするシステム開発により、多種多様な木質バイオマスの質・量に応じた最適な人員・機器配置、作業スケジュール、製造・加工方法等の事前準備を通じて、効率的で無駄のないフレキシブルな燃料生産システムを構築し、広葉樹木質バイオマスの低コスト燃料化を図るとともに、事業化の確立を目指す。
- 上野村の地形は急峻で、傾斜度35～45度の地形で搬出間伐・切捨間伐しており、森林施業に不利な地域で得られる本成果は、広葉樹を活用したいとする全国の自治体・林業事業者等のモデルとして活用可能であり、燃料化を通じて持続可能な広葉樹施業の確立に向けて大いに貢献する。

実証事業の全体像

木質バイオマス燃料供給チェーンの低コスト化



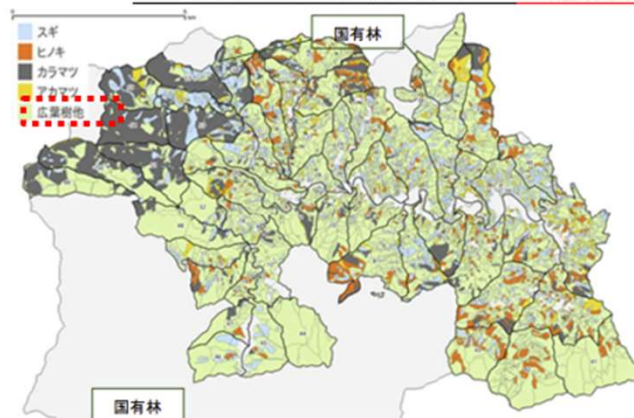
開発目標・開発項目



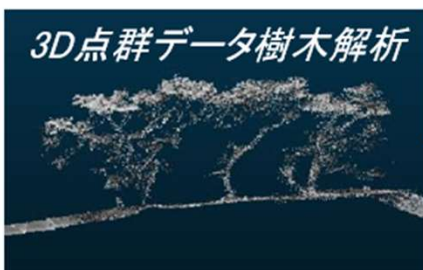
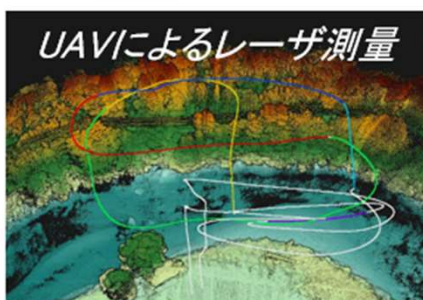
実施内容-1 広葉樹施業手法開発

1. 多様な広葉樹に対応した最適な施業手法の研究開発

上野村の広葉樹分布 ※広葉樹が63%占める



- ・これまで実施済みの広葉樹資源量調査、森林GIS情報
- ・既設及び新設可能な林道、作業専用道、森林作業道からの距離、傾斜等の作業性及び費用の観点から施業しやすい林分抽出
- ・森林所有者意向等踏まえ
- ・燃料需要量等に対応した伐採計画地選定



- ① 伐採計画地内の樹種、樹高、材積量等を測定
- ② 立木毎に燃料用・用材別に形状・材積量推計




※用材は販売したと仮定して試算
(本事業では全量チップ化別々試算)



「収益性」と「持続可能性」の観点から広葉樹施業手法の開発

2. 広葉樹施業の低コスト化の研究開発

「収益性」と「持続可能性」の観点から広葉樹施業手法の開発

【持続可能性】 前世稚樹、埋土種子等の有無、下草有無、周囲の種子供給源有無	【収益性】燃料用（小・中径木、枝条等）とマーケット用材（高価格の大径木、銘木等）の割合		
	燃料用が大半を占める	両方同じくらい	マーケット用材も多く、残り燃料用
①前生稚樹、埋土種子等有り（多い） ②ササ等下草繁茂、競合植物等無し ③種子供給源有り	・皆伐 	・皆伐 ・択伐 	・育成木施業 ・択伐 ・皆伐
①前生稚樹、埋土種子等無し（少ない） ②ササ等下草繁茂、競合植物等有り ③種子供給源有り	・皆伐（植栽、刈り出し必要） 	・択伐 ・皆伐（植栽、刈り出し必要）	・育成木施業（除伐・間伐等の手入れにより優良木を大きく育てる等）

実施内容-3 広葉樹施業低コスト化研究



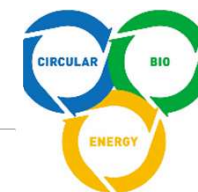
2. 広葉樹施業の低コスト化の研究開発

伐倒から搬出までの広葉樹施業の作業工程と使用機械等の実証

伐採方法	林地の斜面傾斜角度による作業工程と使用する林業機械		
	緩傾斜地 (15°未満)	中傾斜地 (15~30°未満)	急傾斜地 (30°以上)
更新伐 (皆伐)	【伐倒】チェーンソー 【木寄せ、集材】ウインチ付きグラップル 【造材・積込】チェーンソー、グラップル 【搬出】フォワーダ	【伐倒】チェーンソー 【木寄せ、集材】ウインチ付きグラップル、スイングヤード 【造材・積込】チェーンソー、グラップル 【搬出】フォワーダ	【伐倒】チェーンソー 【木寄せ、集材】タワーヤード、集材機 【造材・積込】チェーンソー、グラップル 【搬出】フォワーダ
択伐、育成木施業 (除伐・間伐等)	【伐倒】チェーンソー 【木寄せ、集材】ウインチ付きグラップル 【造材・積込】チェーンソー、グラップル 【搬出】フォワーダ	【伐倒】チェーンソー 【木寄せ、集材】ウインチ付きグラップル 【造材・積込】チェーンソー、グラップル 【搬出】フォワーダ	【伐倒】チェーンソー 【木寄せ、集材】スイングヤード 【造材・積込】チェーンソー、グラップル 【搬出】フォワーダ

■ 新規研究開発事項

針葉樹で使用している枝払い・玉切の造材用プロセッサは、幹の曲がりや枝分れが非常に多い広葉樹は現状利用不可⇒広葉樹対応のプロセッサを実証研究

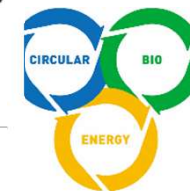
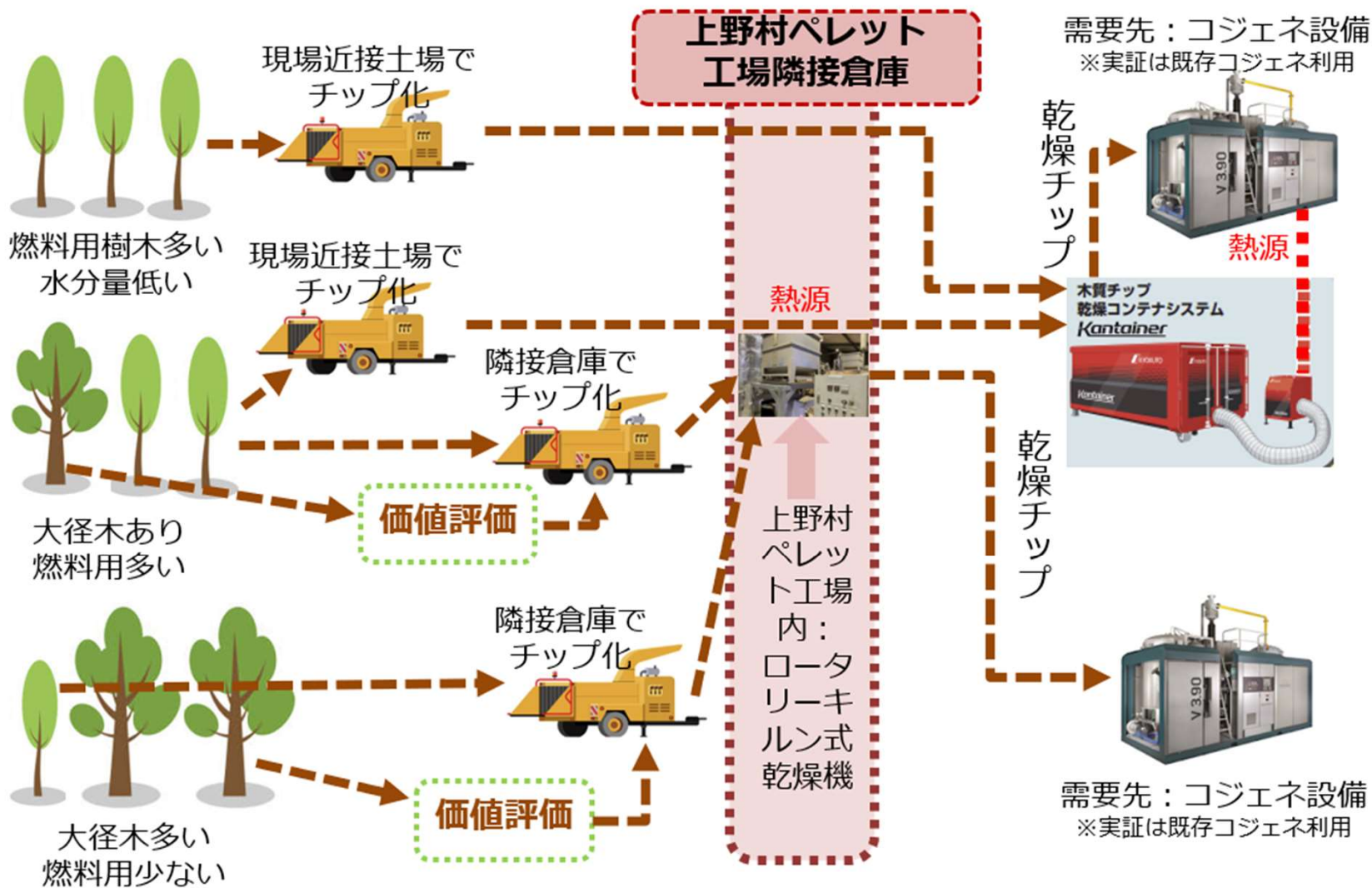


実施内容-4 広葉樹燃料低コスト製造研究



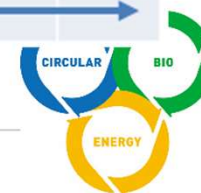
3. 広葉樹燃料製造の低コスト化の研究開発

多種多様な広葉樹に対応したフレキシブル燃料化システム開発



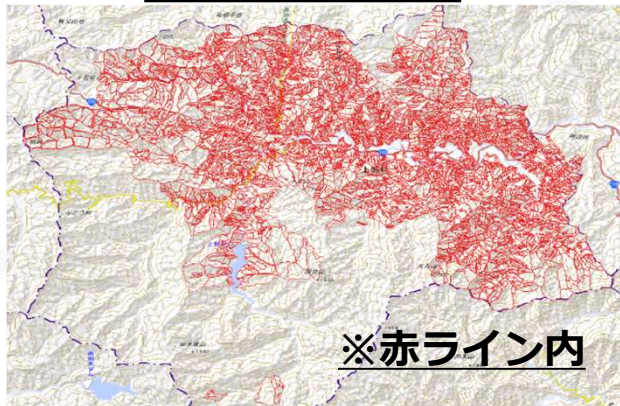
研究スケジュール

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
研究開発項目：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 1. 多様な広葉樹に対応した最適な施業手法の研究開発 ・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 2. 広葉樹施業の低コスト化実現に向けた研究開発 ・立地条件施業開発、チップ化シミュレーション ・1に基づく施業開発 ・開発施業の実証 3. 広葉樹燃料製造の低コスト化の研究開発 ・乾燥工程の最適化 ・開発工程の実証 4. システム全体の経済性評価・燃料性状等評価 ・システム経済性評価 ・燃料適合性評価（実機試験含む） ・群馬県から全国展開の道筋も含めたモデルの提示												
			←→	←→					←→	←→		
			←→	←→					←→	←→		
									←→	←→		
									←→	←→		
			←→	←→					←→	←→		
											←→	←→

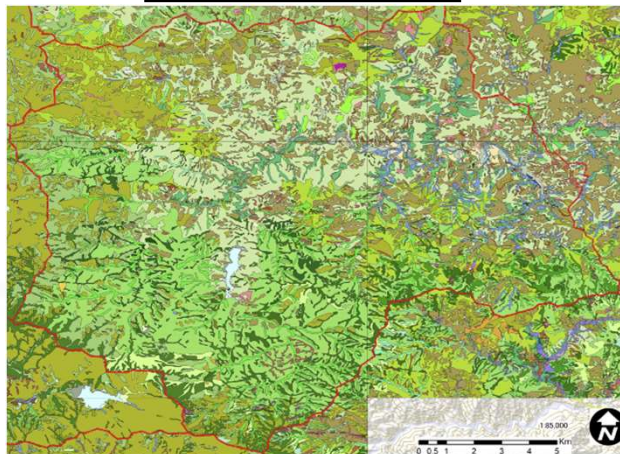


研究成果-1 施業対象広葉樹林抽出

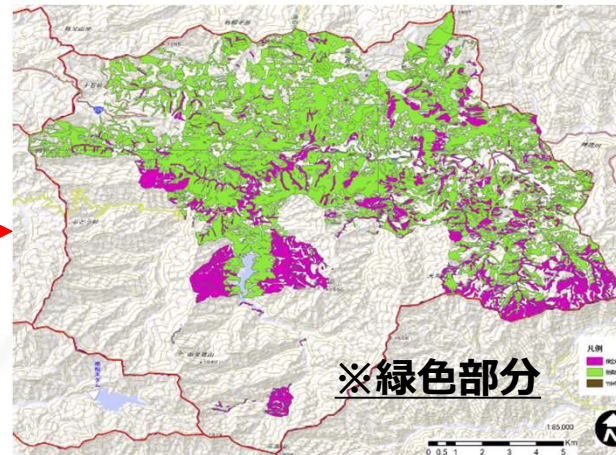
上野村民有林



上野村植生図



施業対象広葉樹林抽出



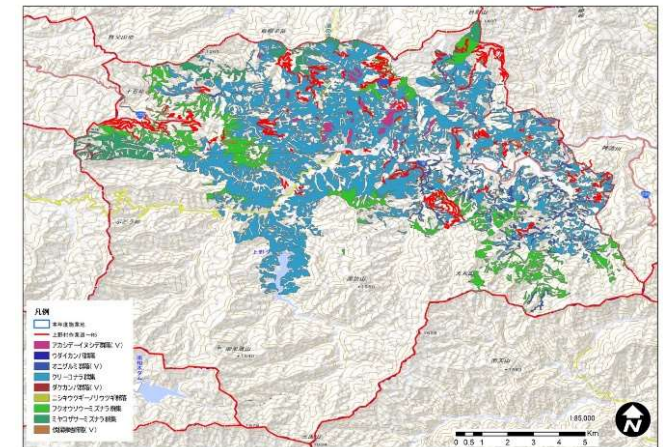
上野村保全対象広葉樹林

※選定基準

■以下の植生自然度区分を除く

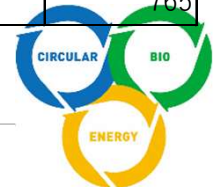
- ・ 10：自然草原
- ・ 9：自然林
- ・ 8：二次林（自然林にちかいもの）

施業対象広葉樹林植生



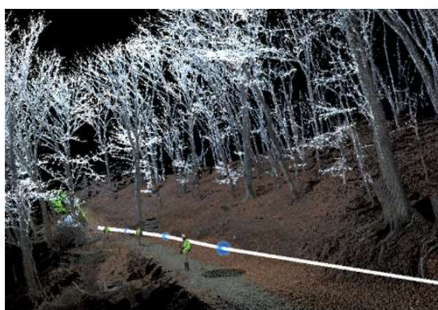
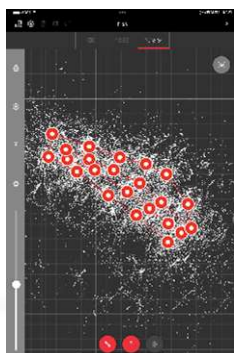
施業対象植生別面積

凡例	面積 (㎡)
クリコナラ群集	34,113,059
フクオウソウミズナラ群集	8,354,555
ミヤコザサミズナラ群集	2,864,570
オニグルミ群落 (V)	2,546,853
アカシデイヌシデ群落 (V)	1,130,103
伐採跡地群落 (V)	654,599
ニシキウツギノリウツギ群落	123,815
ダケカンバ群落 (V)	90,858
ウダイカンバ群落	765



モバイルスキャナによる 毎木調査・材積量推計

・ Leica BLK360 G2
イメージングレーザース
キャナーにて
広葉樹の点群
データ取得



・ Leica Cyclone
REGISTER 360 PLUSにて
点群データ解析し、材積量
推計方法を検討予定

人による毎木調査・材積量推計

・ 上野村大字檜原字西沢地内（30林班）の72-1小班（約0.41ha）及び72-3小班（約0.35ha）を23年度伐採予定地として選定



■ 材積量推計

- ・ 胸高直径と樹高測定
- ・ 森林総合研究所開発プログラム「幹材積計算プログラム」により材積量推計

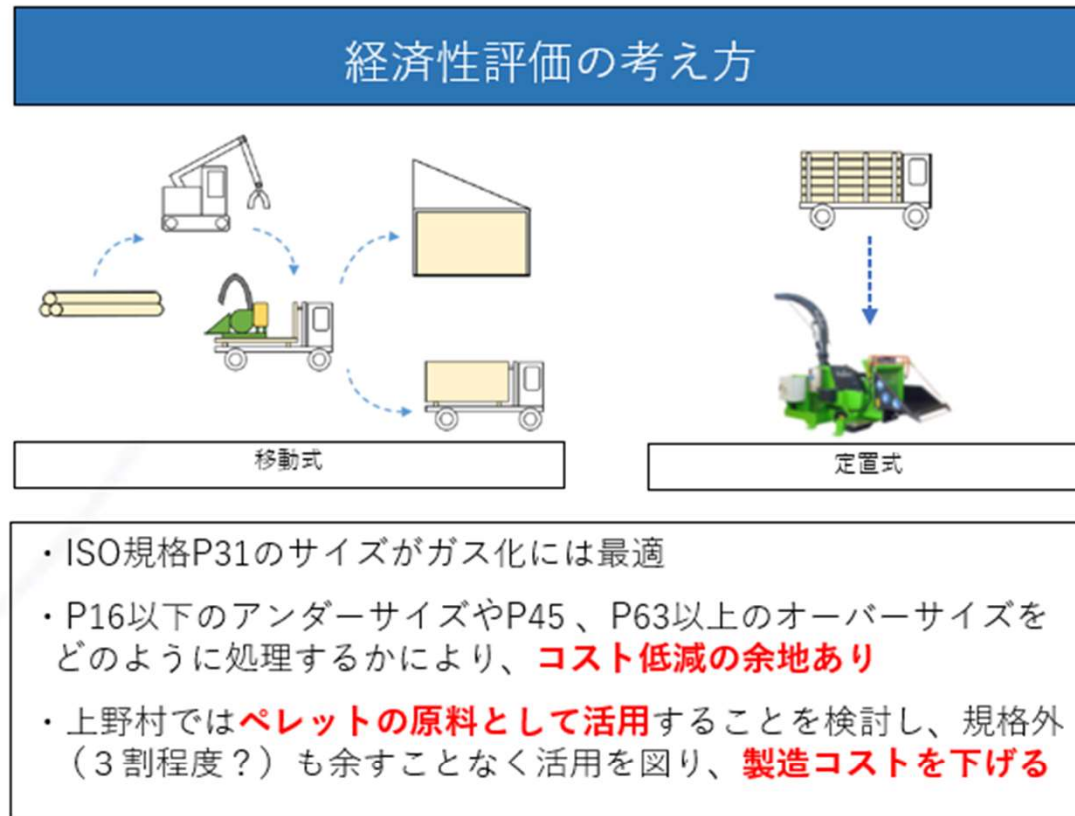
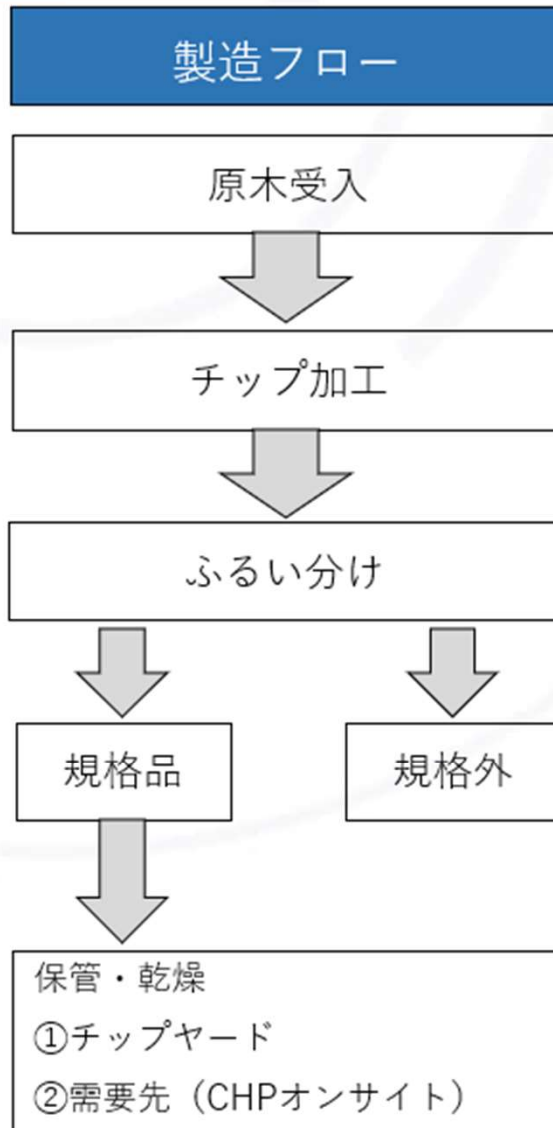
ドローンによる毎木調査・材積量推計



■ 材積量推計

- ・ 点群データから
チップ化不可の小枝
等を除いた樹木体積
を推計できるか検討
中

研究成果-3 経済性評価



- **コスト試算**：現状ペレット製造と同等のコストが必要（手間、規格外）と仮定して試算⇒目標コスト設定 約19円/kg・dry⇒目標3割減 約13円/kg・dry
- **低コスト化研究開発**：①毎木調査デジタル化省力化、②造材工程の生産性向上、③排熱、規格外利用の乾燥工程、④詰め替え不要乾燥コンテナ利用の搬送効率化

研究開発項目	研究内容	技術課題
<ul style="list-style-type: none"> 多様な広葉樹に対応した最適な施業方法の研究開発 	<ul style="list-style-type: none"> 広葉樹の立地条件、資源量等の調査 立木毎の価値評価 前生稚樹、埋土種子等の更新条件の調査 	<ul style="list-style-type: none"> デジタル技術による立木毎の詳細情報取得、評価実現
<ul style="list-style-type: none"> 広葉樹施業の低コスト化の研究開発 	<ul style="list-style-type: none"> 広葉樹の立地条件による施業内容の検討 広葉樹の資源量・品質、更新可能性等による施業内容の検討 検討結果に基づく施業の実証 	<ul style="list-style-type: none"> 針葉樹と同様の生産性確保 広葉樹造材技術開発
<ul style="list-style-type: none"> 広葉樹燃料製造の低コスト化の研究開発 	<ul style="list-style-type: none"> チップ加工工程の検討 乾燥工程の検討 検討結果に基づくチップ製造の実証 	<ul style="list-style-type: none"> 排熱利用技術 乾燥コンテナ効率率的運用
<ul style="list-style-type: none"> システム全体の経済性評価・燃料性状等評価 	<ul style="list-style-type: none"> 施業及び燃料化の経済性検討 需要先ニーズに対応した燃料製造と性状試験の実施 事業化検討 	<ul style="list-style-type: none"> 低炭素化 高品質チップ持続的製造技術開発



- 2023年11月スタートの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の概要を説明。
- 今年度伐採予定広葉樹林の選定、毎木調査、材積量推計、地上型のモバイルスキャナによる点群データ等取得実施、現在点群データ解析ソフトウェアにて、材積量推計が可能かどうか検討中。
- 2月には、造材工程を、①チェーンソー利用、②針葉樹用プロセス利用の2パターンにて実施して、作業性、生産性等を調査予定。
- チッパーを①伐採現場付近土場設置、②樹木乾燥保管場所にて設置の2パターンにて、コスト等シミュレーション予定。
- 現状ペレット製造コストをより精査して、チップ燃料製造コストを試算予定。