

NEDO再生可能エネルギー分野成果報告会2025 プログラムNo.1-7

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/新たな燃料ポテンシャル（早生樹等）を開拓・利用可能とする
“エネルギーの森”実証事業/

早生樹による木質バイオマス燃料の安定供給事業 形成のための高効率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 小早川 真 （一財）カーボンフロンティア機構

*団体名 （一財）カーボンフロンティア機構 遠野興産（株） 古河林業（株）
（学）東京農業大学(委託先) （国）宮崎大学(委託先)

問い合わせ先 （一財）カーボンフロンティア機構 <https://www.jcoal.or.jp>

1. 目的

早期に大規模な木質バイオマス燃料供給システムの構築を図ることを目的に高効率な早生樹生産システム構築のための技術開発を行った。

2. 期間

2021年1月 ～ 2025年3月

3. 目標（最終）

「①早生樹の高効率栽培」と「②高効率ハンドリング」で低コスト化を図る。

- ・生育期間約15年（スギの3.2倍）
- ・単位面積当たりの収穫量 既存林の約2倍
- ・現在の燃料材出荷額が6,000 円/m³ 程度に対し燃料生産費 5,000円/m³
（植栽・育林費 = 2,000円/m³ 伐採・搬出費 = 3,000円/m³）

4. 成果・進捗概要

- ✓既存林の皆伐と再造林において、機械別の作業効率算出、高効率機械による既存林の皆伐作業コスト低減に向けた実証評価を行った。
- ✓早生樹の最適植栽密度検討、成長性を評価した。
初期成長限定の評価では、既存林の2倍の収穫量目標達成の見込みを得た。
- ✓バイオマス燃料供給システムとして、燃料生産費5,000 円/m³の目標を達成できる条件の見通しを得た。

実施体制・役割



【助成先】

一般財団法人カーボンフロンティア機構

- ・ 早生樹による成長性向上技術の開発
- ・ 皆伐更新の高効率化手法の開発

遠野興産株式会社

- ・ 早生樹の収穫量増大技術の開発
- ・ 早生樹の低コスト育林技術の開発
- ・ 早生樹及び既存林の皆伐更新手法の開発
- ・ 製品燃料材の乾燥方法の確立

古河林業株式会社

- ・ エネルギーの森事業の拡大策とポテンシャルの検証
 - a) 事業性評価
 - b) 地域の違いによる早生樹の成長性評価

【委託先】

学校法人東京農業大学

- ・ GISを用いた路網計画及び施業検討手法の開発
- ・ ドローンによる林分調査手法の開発

【委託先】

国立大学法人宮崎大学

- ・ 早生樹のクローン苗作成技術の開発



事業の背景とコンセプト

エネルギー分野における バイオマス利用

- ・ 2040年バイオマス燃料材の需要
年間4,700～6,200万トン
と大幅増加見込み*1
- ・ 燃料材の短期の大幅供給増加は困難
現在カスケード*2利用が主体

*1：第7次エネルギー基本計画より

2040年度バイオマスの電源構成5-6%より推定

*2：「カスケード利用」とは、
木材を建材等の資材として利用した後、ボードや紙等の利用を経て、
最終段階で燃料として利用することをいう。

日本の林業

- ・ 人工林の50%が50年生を越えている
- ・ 利用期を越えたこれら樹木を消費し、
再造林が必要

既存スギ林

収穫

燃料材

林地転換

早生樹

育林

短期伐採による
早期収益化
事業の安定

収穫

燃料材

全国展開

① 早生樹を活用した高効率栽培技術の開発		狙い
✓ 成長性向上技術の開発	クローン苗/優良系統苗	短周期の収入 収穫量向上 植栽・育林費低減
✓ 収穫量増大	高密度植栽/短期伐採	
✓ 低コスト育林技術の開発	下刈り低減 萌芽更新	
② 早生樹及び既存林の高効率ハンドリング手法の開発		狙い
✓ 既存林及び早生樹の皆伐更新 手法の開発	伐採、搬出作業評価	伐採・搬出費低減
✓ 皆伐更新の高効率化手法の開発	GISによる作業道計画 ドローンによる林分調査	
✓ 製品燃料材の乾燥方法の確立	丸太の林地乾燥等	引取価格の向上
③ エネルギーの森事業の拡大策とポテンシャルの検証		狙い
✓ 拡大策	事業モデル	事業化
✓ 全国展開に向けたポテンシャル	需要/供給	

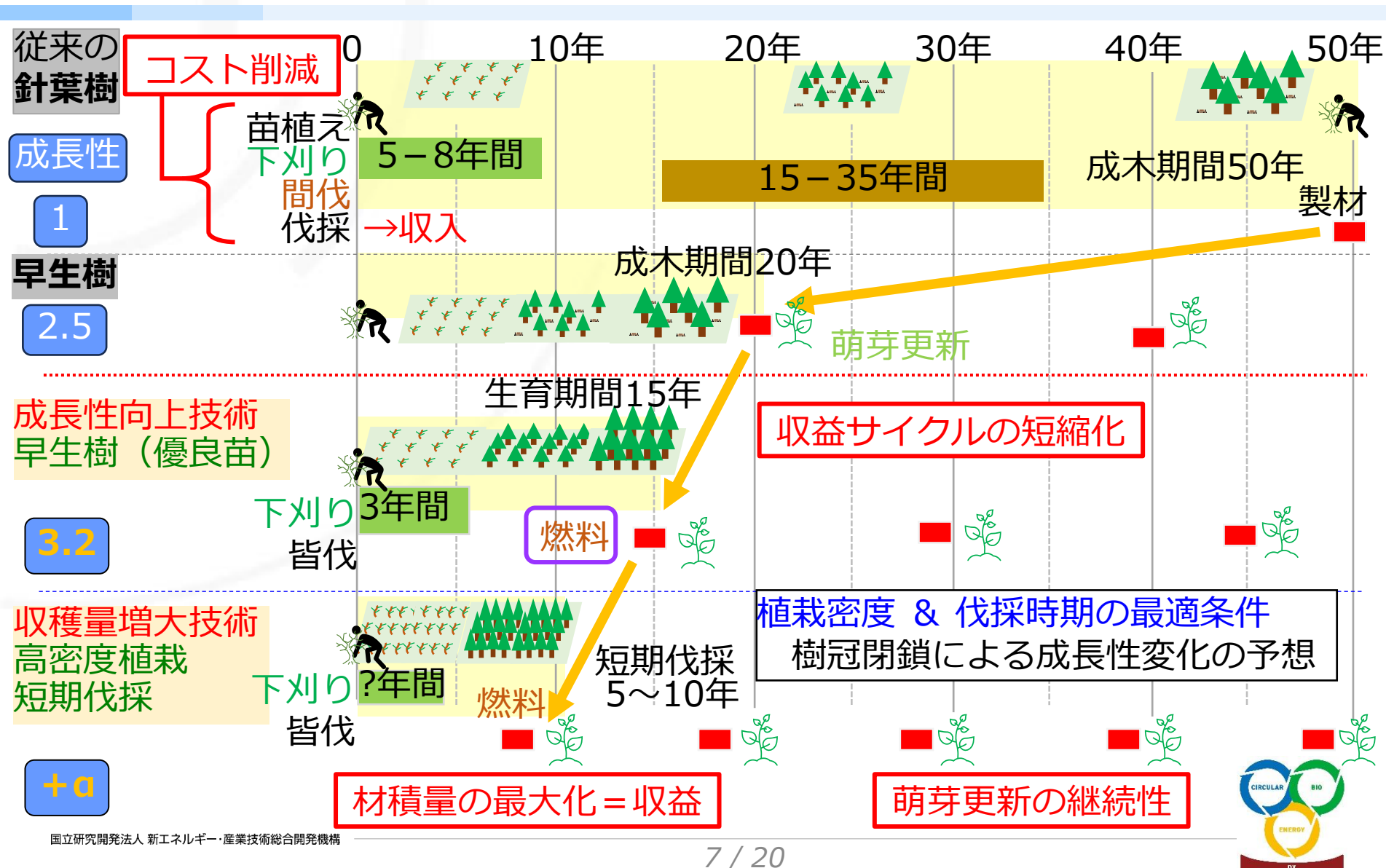
開発スケジュール実績



事業項目	2021年度		2022年度				2023年度				2024年度			
	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4
①早生樹を活用した高効率栽培技術の開発		植栽	第1回				第2回①		②		第3回			第4回
			クローン苗 作成手法の開発				成長性の記録、評価、分析				萌芽再生確認			
②早生樹及び既存林の高効率ハンドリング手法の開発		GIS路網計画・ドローン林分調査												
伐採・搬出	早生樹						コウヨウザン6本伐採							
	既存スギ		第1回	第2回			第3回							
	広葉樹		従来手法	皆伐			皆伐				第4回			
③エネルギーの森事業の拡大策とポテンシャルの検証		林地ポテンシャルの調査												
		事業化検討～全国展開に向けた検討												



早生樹の高効率栽培技術開発



対象とした早生樹

NEDO“早生樹を軸とした農林エネルギー地域循環サステナブル事業の事業性評価(F S)”(2018年度～2019年度)にて早生樹の調査を実施
早生樹を5種植栽して1年間の成長性を評価した。

高評価3樹種

- ・コウヨウザン
- ・ユリノキ
- ・チャンチンモドキ

低評価2樹種

- ・センダン：低成長性
- ・ホオノキ：高密植栽困難



植栽当時の状況

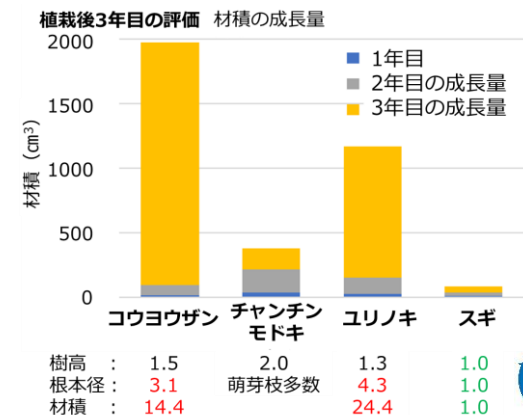
コウヨウザン ユリノキ



2024年(6年生)

本事業では3種類を対象に開始し、2種に集約

- **コウヨウザン：針葉樹**
高成長性、強い萌芽性(再造林費低減の可能性)
- **ユリノキ：広葉樹**
高成長性、強い萌芽性(同上)、耐寒性
- **チャンチンモドキ：広葉樹**
高成長性→萌芽枝多数、材積量増えず×



実証試験地と植栽実績



遠野興産社有林(福島県いわき市)

試験地	第1回	第2回	第3回	第4回	計5.28ha
	1ha	2ha	2.2ha	0.08ha	
コウヨウザン	○	○	○	○	7,405本
ユリノキ	○	○	○	-	4,500本
チャンチンモドキ	○	-	-	-	260本
ユーカリ	-	-	○	-	80本
スギ	○	○	-	-	300本
小計	3,500本	3,730本	5,115本	200本	計12,545本

古河林業林業所(秋田県、宮城県)

試験地		2023年度	2024年度	計 0.9ha
ユリノキ	北秋田市	-	0.25ha	500本
	七ヶ宿	0.4ha	0.25ha	1,300本
小計		800本	1,000本	計1,800本



皆伐地への植栽状況

いわき市の試験地
急傾斜林地への植栽



新規作設
作業道

植栽条件区画
境界ロープ

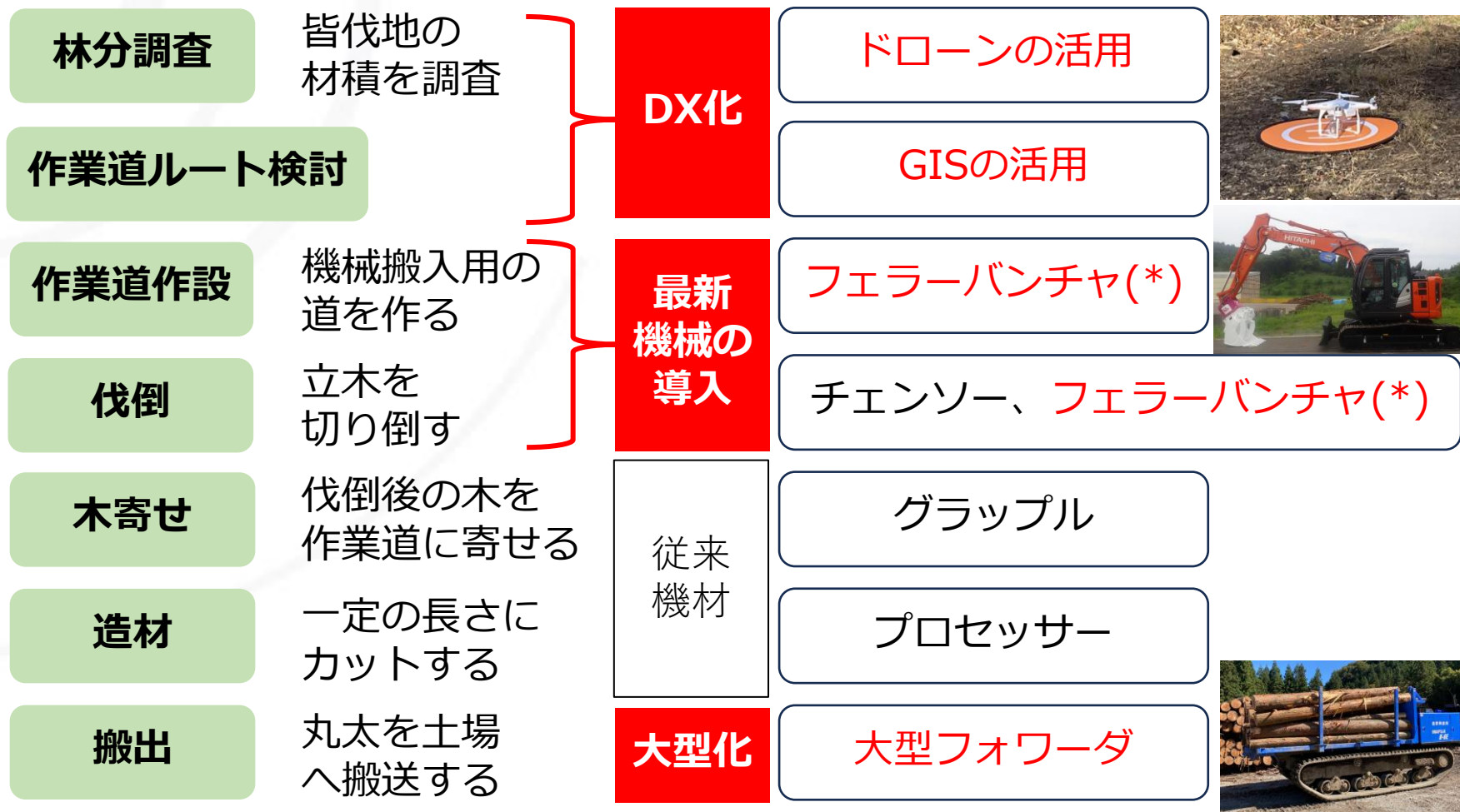
コウヨウザン
苗

作業道



高効率ハンドリング手法検討

作業の流れ



(*)フェリングヘッド付きフォーク収納型グラップルバケット

皆伐と機械システム

○既存林の皆伐作業方針

山林のため急傾斜、急こう配

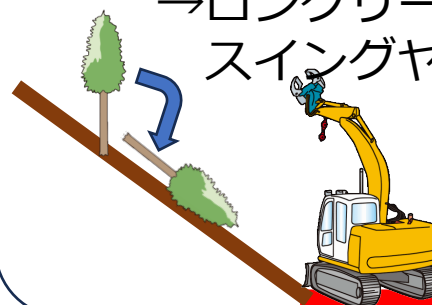
伐倒後に作業道へ落とす
→グラップルで木寄せ
→造材してフォワーダで搬出



○早生樹の皆伐作業方針

短期収穫サイクルにより樹高が低いと想定

伐倒後に作業道まで落下しない
→ロングリーチグラップル、
スイングヤードで木寄せ

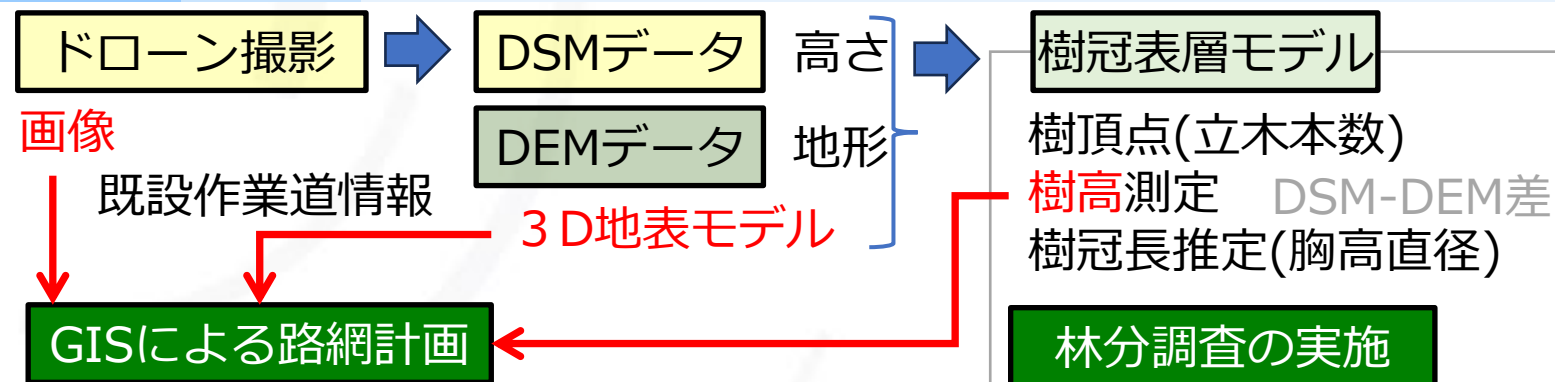


機械システム

作業機械別に労働生産性を評価し選定した

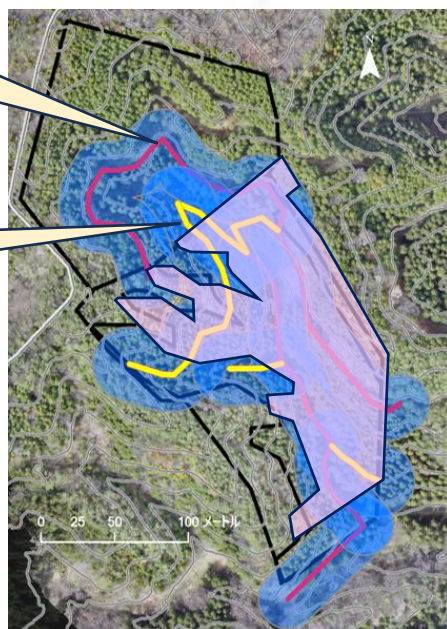
	既存スギ	既存広葉樹	早生樹(想定)
作業道作設・補修	フェラーバンチャ		
伐倒	チェーンソー、フェラーバンチャ		
木寄せ	グラップル	グラップル	ロングリーチグラップル
造材	プロセッサ	チェーンソー フェラーバンチャ	プロセッサ
搬出（大型フォワーダ）	4m丸太	2m丸太	4m丸太

DX化の検討結果



既設作業道を活用したルート計画

緩傾斜地点を抽出
→ルート作成



赤：既設作業道
黄：新規作業道
ピンク：試験エリア
青：バッファエリア

樹冠表層モデル

樹頂点(立木本数)

樹高測定 (DSM-DEM差)

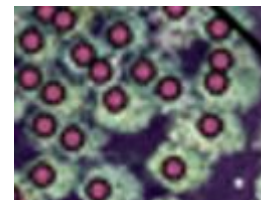
樹冠長推定(胸高直径)

林分調査の実施

【針葉樹林】

樹頂点：抽出 ○

材積：80%程度の精度

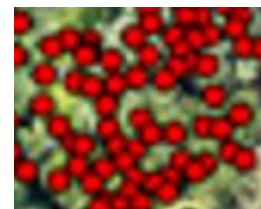


【広葉樹林】

樹頂点：抽出 ×

材積：評価 ×

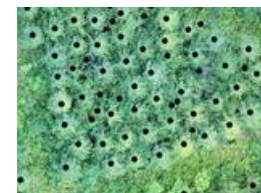
樹高把握 △



【6年生のコウヨウザン】

樹頂点：抽出○

➡ 成長性評価利用○



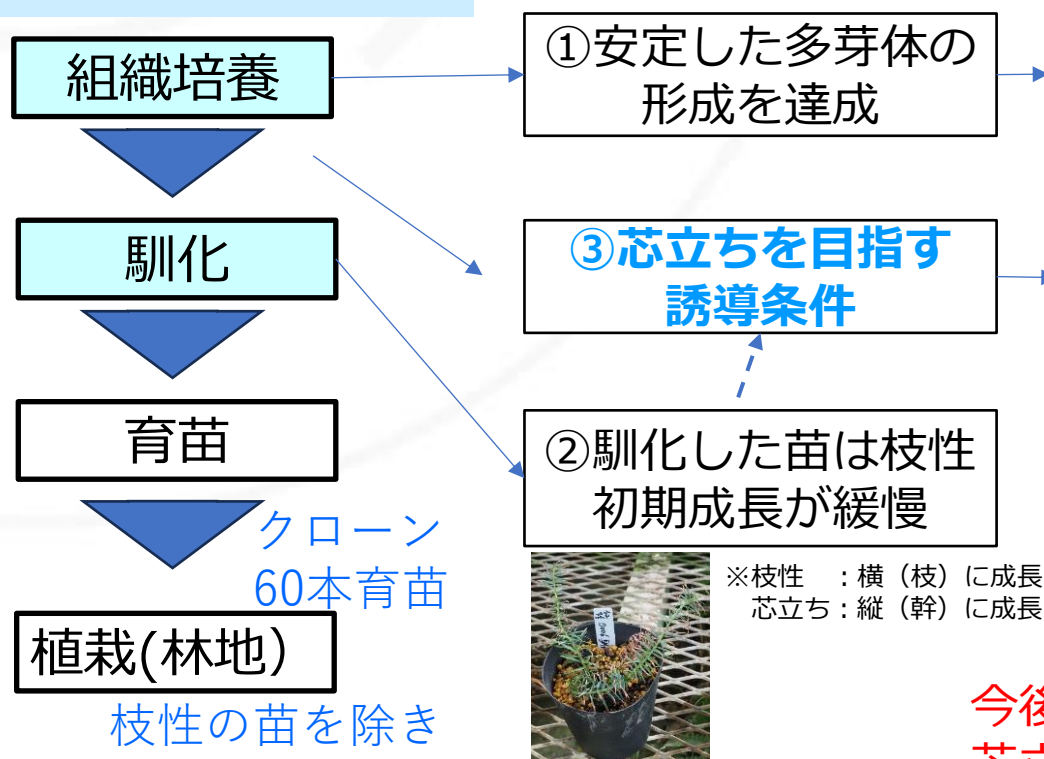
クローン苗の組織培養

コウヨウザン：挿し木（効率的な増殖困難）、種子繁殖（一般的）

ABS指針を考慮し、森林研究・整備機構林木育種センターが保有するコウヨウザンの優良系統を供試

燃料材生産に適した苗による
効率的なクローン苗増殖の開発を行った

○植栽までの流れ



無菌苗化

増殖の最適条件検討

- ・培養容器／活性炭添加／培地
- ・植物成長調節物質の濃度

馴化後の生育に適した無菌苗の誘導
発根、シュート成長の増加を確認。



※枝性：横（枝）に成長
芯立ち：縦（幹）に成長



馴化後の枝性苗

今後の課題：
芯立ち苗となる馴化条件の検討

枝性の苗を除き
クローン6本植栽

萌芽更新の確認

コウヨウザ(5年生)
根本断面



4年目：2.6cm成長
5年目：3.4cm成長
→8年目には
径20cm超の可能性

参考：スギ(59年生)



中心部年輪の成長
年1cm程度

国立研究開発法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構



コウヨウザン(5年生)

樹高：約4.5m
根元径：約10cm
胸高直径：約7cm



11月 2023年秋伐倒
4月 2024年春伐倒
萌芽枝確認 5月
萌芽枝成長 6月

植栽1年後苗樹高
成長後の下草高さ

< 萌芽枝樹高

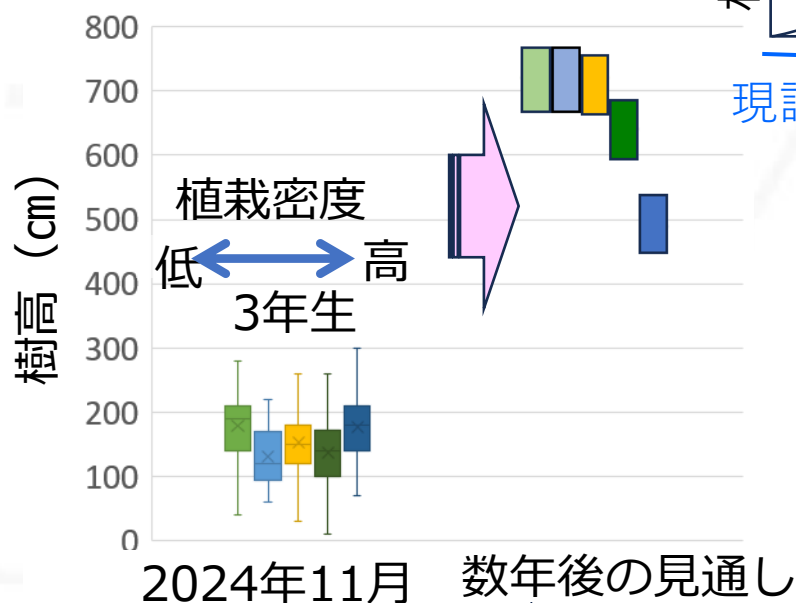
萌芽更新により下草刈りが不要となり
大幅なコスト削減の可能性あり

春/秋伐倒
樹高：
平均約1m
最大1.4m



早生樹の成長性と収穫量の推測

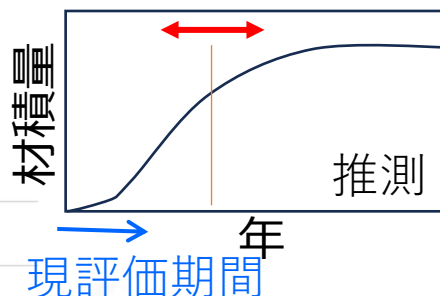
コウヨウザン 植栽密度の影響



植栽密度の影響は
未だ確認できず

高密度側
樹冠閉鎖が早く生じ
成長鈍化すると予想

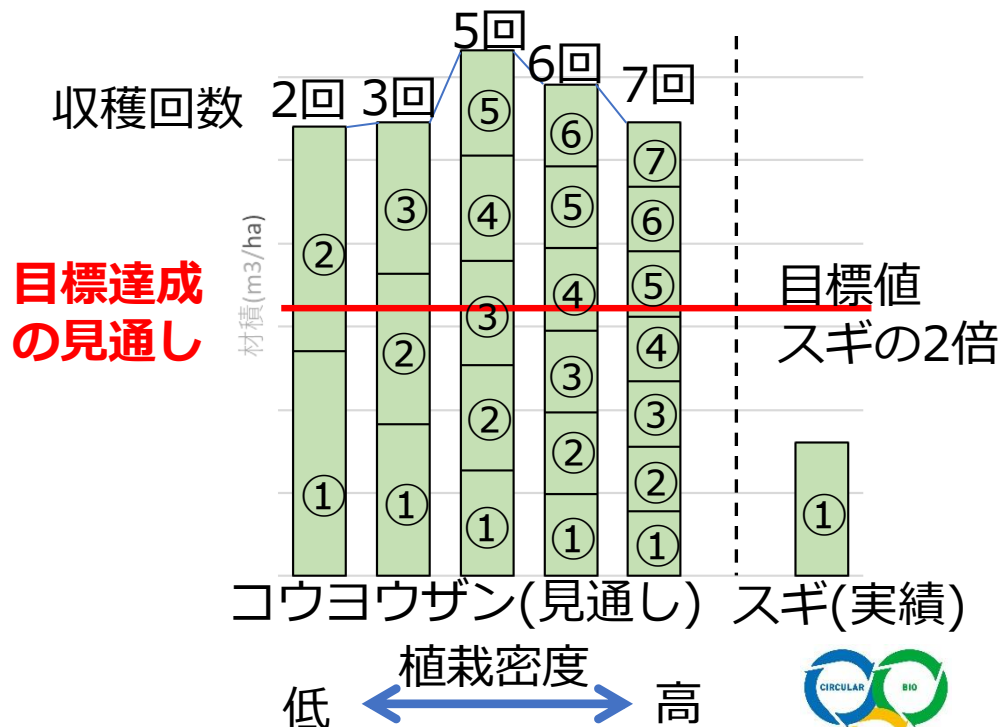
最適伐採時期？



短期伐採による材積推測

樹高/直径：文献調査の見通し
幹材積：計算プログラム試算

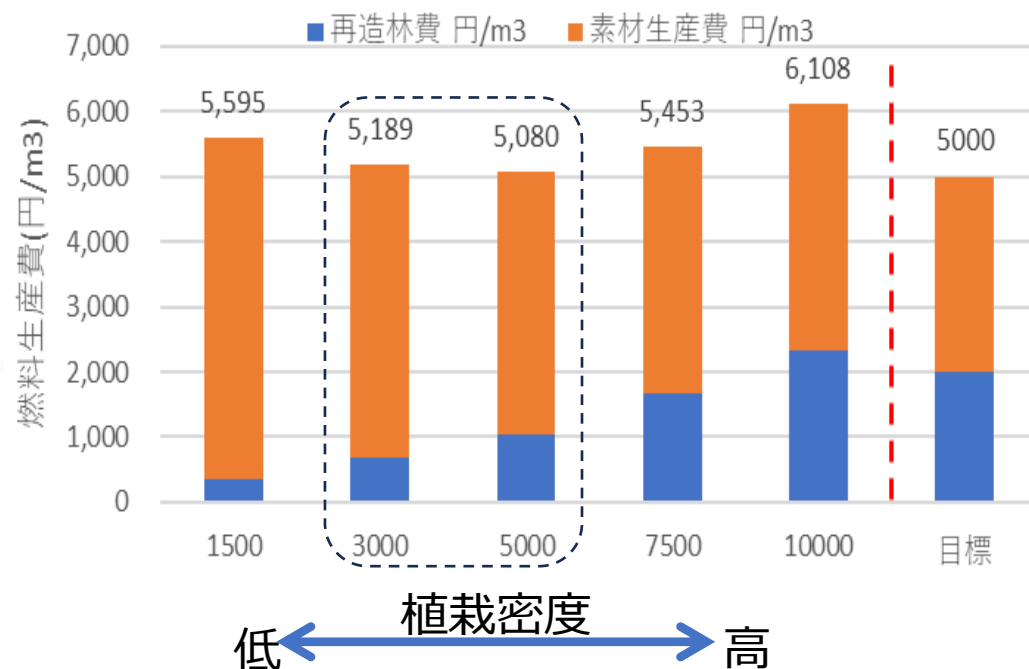
50年間の総材積量推測



燃料生産費の評価

評価に用いた前提

【期間】	50年間	【植栽】	初回のみ植栽、2回目以降は萌芽更新
【規模】	100ha	【育林費】	植栽後1回下刈り、間伐・剪定は省略
【収穫量】	推測値	【皆伐費】	既存林の皆伐。作業道新設、補修。
【労務費】	森林・林業統計要覧	【林業機器】	購入1年目/再購入25年目（減価償却5年）



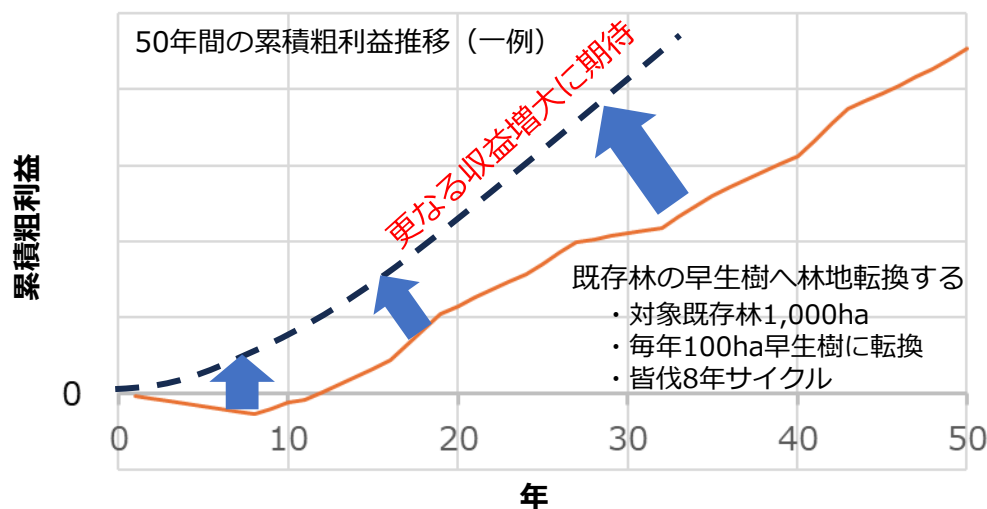
目標の生産費5,000円/m³
達成の見通しを得た

[傾向]

- ・ 素材生産費
高密度側 減価償却費減少
- ・ 再造林費
高密度側 苗仕入れ費増加

苗価格、成長性が重要な因子

「エネルギーの森」バイオマス事業を検討するための粗利益推計による 収益拡大に対する期待要因の考察



【収益増大策（継続検討課題）】

- ・ 苗代（初期コスト）の低減
- ・ 萌芽更新による初期成長増大
- ・ 材積量の増大
（植栽密度・皆伐周期の最適化）

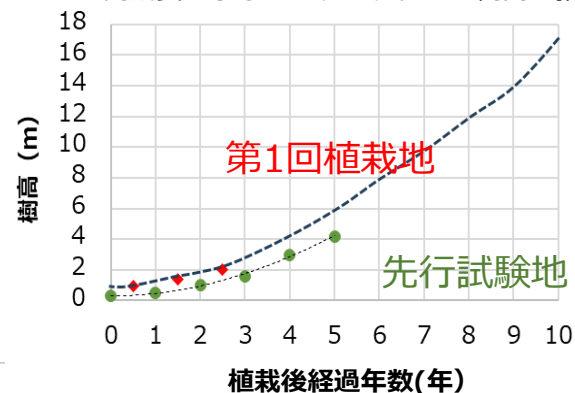
粗利益構成

素材生産費用	作業道作設・補修 伐倒、造材、集材、搬出 トラック搬出 燃料、補修、予備品
再造林費用	苗購入、植栽作業、下刈り
販売（燃料用途）	下記高成長の材積量を適用

試験地区画毎の**高成長個体**を抽出

- ・ クローンによる増殖を想定
- ・ 樹高と根本径から材積を推測

高成長を示したコウヨウザンの樹高の推移



① 早生樹の高効率栽培

- 早生樹による成長性向上技術
- 高密度・短期伐採による収穫量増大技術

コウヨウザンの優良系統苗：2年生を評価
コウヨウザンのクローン苗：安定した培養を実現
コウヨウザンの高密度植栽：樹幹閉鎖はしていない
萌芽更新による成長を確認：1年目は旺盛な成長

初期成長を評価
短期伐採時期迄 要継続
萌芽枝の成長確認 要継続

目標の収穫量既存林
の2倍は達成の見込み

② 高効率ハンドリング

- 既存林、早生樹の皆伐方法の開発

伐採・搬出の効率改善：機械別に作業性を評価
皆伐コスト削減：高効率機械による実施と評価

燃料材生産費5,000円/m³
目標達成の見通し

既存林皆伐コストの算出

早生樹の皆伐作業
の評価が必要

③ 全国展開に向けた事業性の検証

林業＋燃料チップ化までの垂直統合型大規模事業をモデル
燃料向け素材販売を行う小規模事業モデルを比較検討した
東北地域のバイオマス燃料需要と供給ポテンシャルを検討した

今後の技術課題



✓**優良苗の組織培養によるクローン苗の量産技術**
芯立ちした苗を安定的に得られる手法の確立

✓**植栽に用いる苗の成長状態のばらつき抑制**
安定的な初期成長が得られる育苗方法の確立

✓**継続的な中長期の成長性確認**
樹冠閉塞後の成長性確認
材積量の最大化に向けた検討

✓**萌芽更新による成長と下刈り削減の可能性**

これらの技術課題を含め、
「早生樹の高効率生産手法による木質バイオマス燃料の安定供給事業構築
に向けた実証事業」として今後3年間の助成事業として採択頂きました。

