

NEDOエネルギー・地球環境分野成果報告会2026 プログラムNo.B1-3-05

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/

キリ早生樹から始まる「エネルギーの森」 システムの構築助成事業

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 (株) 環境公害分析センター 主任研究員：加藤 茂

団体名 (株) 環境公害分析センター (委託先 (国) 宇都宮大学 准教授：石栗 太)

問い合わせ先 株式会社環境公害分析センター

URL: <http://www.kankyo-kougai.com> TEL:028-601-8835

事業背景

これまでの取り組み

提案者のグループは、半世紀に亘って土建業を通じて地域への貢献に努め、さらに時代とともに環境問題解決への取り組みを進めてきた。

- ・ 1970年 塚田土建（株） 創業（以来、地域の雇用創出とインフラ整備に貢献）
- ・ 1999年 （株）環境公害分析センター 設立（環境問題解決の一助としたい）
- ・ 2018年 新たな環境問題、特に地球温暖化問題への取り組みと、地域で問題となっている耕作放棄地の有効活用の議論が始まる。

- ・ 2020年 早生樹キリの耕作放棄地への植栽開始

並行して木質バイオマスチップの生産事業を企画

中小企業庁の木質バイオマス生産事業の事業再構築補助金を獲得、しかし…

燃料用チップの需要の高まり＋ウッドショック

||

原材料確保が困難となり事業を断念



このことから、持続的な燃料供給のためには

1) 燃料生産と木材生産のバランスが極めて重要

→お互いを補える様な生産体系の確立が必要

2) 自社植林による原材料確保の必要性



2023年6月19日撮影（2020年7月植林）

事業背景

これまでの取り組みと本事業の関連

キリを植林

- ・古くから日本人に親しみがある
 - ・比較的冷涼な気候でも成長が早い
 - ・植栽や保育の知見がある
 - ・萌芽特性のある樹種
- (しかし)
- ・燃料と木材生産の両立は可能か？
 - ・科学的知見のアップデートなし
 - ・育種のアップデートなし
 - ・実際の伐期と収量は？

耕作放棄地の利用

- ・農村の環境保全と経済再生
 - ・農地法に抵触しない
 - ・比較的平坦な場所が多い
- (しかし)

- ・平坦だが本当に植栽や保育が楽になるか？

2023年3月 日本木材学会大会にて発表
(宇都宮大学との共同研究)

早生樹としてのキリの材質再評価 (2) : 板材の材質と他材料との曲げ性能の比較
Re-evaluation of wood quality of kiri (*Paulownia tomentosa*) as a fast-growing tree species (2): Wood quality of lumber and comparison of bending properties with other wood products

(宇都宮大学) 〇石栗 太、根津郁実、大島潤一、横田信三、(環境公害分析センター) 仁平昌志、漆島芳浩
(Osunomiya Univ.) OFUTOSH T, ISHIGAKI K, IZUMI NEZU, YUNUCHI OHSHEMA, SHIRO YOKOTA, (Kankyo Kougai Bunseki Center Co.) Masashi NIHEI, Yoshitaki URUSHIMA

緒言

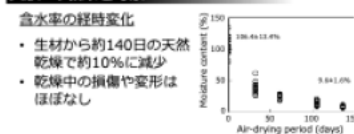
最近、日本においても早生樹の植林が注目を集めている。本研究では、成長が早く、古くから植林されているキリ (*Paulownia tomentosa*) を再評価し、その木材利用の可能性を検討することを目的とした。第1報 (根津ら 2023) では、肥大成長速度と基礎的木材性質の関係を明らかにした。本報告では、実験1として板材の材質を調査するとともに、実験2として無欠点曲げ試験片を作製し、市販されている木材との曲げ物性を比較した。

材料と実験項目

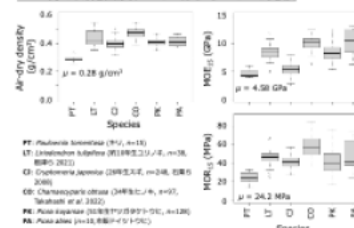
実験1: 栃木県益子町で生育した樹齢約50年のキリ1個体 (胸高直径88.5 cm、樹高19.2 m) を用いた。地上高1.3~3.3 mで得られた丸太から、断面50×100 mmの板材を15枚得た。得られた板材は、屋外にて天然乾燥した。天然乾燥中、含水率 (含水率計を用いて測定)、寸法および動的ヤング率の変化を測定した。乾燥後、断面38×89 mmに加工し、静的曲げ試験を行った。

実験2: 1) 栃木県益子町で育成された1年生キリから得られた材、2) 実験1で使用したキリ材、3) 福島県金山町で得られたキリ材、4) 市販の中国産キリ集成材、5) スギ、6) ホワイトスプルース、7) 市販の中国産マツ属種の集成材を用いた。これらの材から断面15 mm、縦横方向長さ240 mmの無欠点小試験片を作製し、静的曲げ試験を行った。

実験1の結果と考察

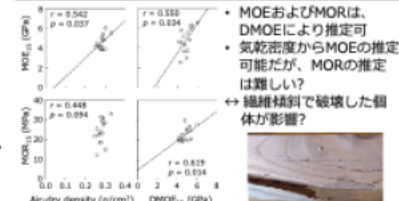


2×4材の気乾密度、MORおよびMOEの比較



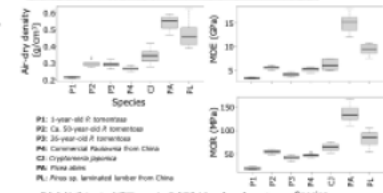
- ・気乾密度およびMORは50%以上低く、MOEでは約20%以上低い傾向

キリ2×4材の気乾密度またはDMOEと曲げ物性との相関関係



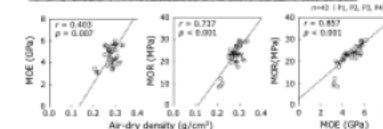
実験2の結果と考察

小試験片の気乾密度、MORおよびMOEの比較



- ・隣付近から採取した試験片 (P1) は、他のキリと比較しても著しく低い値を示した。

キリ小試験片の気乾密度および曲げ物性の相関関係



- ・板材では認められなかった、気乾密度とMOR、MOEとMORの間でも正の相関関係が認められた。
- 板材では、繊維精料がMORに及ぼす影響が大きい？

まとめと今後の展望

- ・気乾密度=約0.3g/cm³ MOR=約5GPa MOR=約25 MPa
- 想定より低くないが、そのままでは構造用材に用いることは難しい。内装材でも多少の力学的性質が必要な部材への利用を検討
- ・繊維精料の問題
- 製材時に注意を払うことで改善が可能？現在進行中の植林木では、芽欠きをしており、比較的適度な幹を持つものが多いため、解決できる可能性
- ・隣付近の気乾密度および強度が著しく低い。
- 安定した品質の製品を得るためには、隣付近を除いて製材する必要

事業概要

目的・期間・目標・実施体制

目的

休耕地等を利用したキリ早生樹林業による燃料生産と木材生産共生システムを構築する。

期間

2025年4月～2027年3月

最終目標

目標1：伐期の短縮（1/2に短縮＝5年）

目標2：単位面積あたりの収量の増加（従来産地データの3～10倍）

目標3：燃料材・用材の量的・質的向上（従来産地データの5%向上）

目標4：平地であることを生かした造林・保育・収穫効率の向上

目標5：遺伝的多様性の維持

実施体制

[助成先] （株）環境公害分析センター

[委託先] （国）宇都宮大学

事業概要

概要・外部有識者委員会

事業概要

事業1：収穫量向上に向けた造林・保育方法の検討（目標1・2に関連）

事業2：優良系統の選抜と燃料材および木材の評価（目標3に関連）

事業3：資源量調査の省力化と伐採コスト算出（目標2・4に関連）

事業4：種苗の遺伝的多様性の評価（目標5に関連）

外部有識者委員会

（外部委員）

- ・ 相蘇春菜（山形大学農学部准教授）
- ・ 井城泰一（森林総合研究所林木育種センター）
- ・ 伊藤拓哉（沼津高等専門学校准教授）

（2025年度の委員会の開催）

第7回 2025年6月26日（宇都宮大学）

第8回 2025年9月25日（宇都宮大学）

第9回 2025年12月25日（宇都宮大学）

第10回 2026年3月31日（宇都宮大学）

研究開発スケジュール・進捗概要

項目	進捗	2023	2024	2025	2026	2027	2028
収穫量向上に向けた造林・保育方法の検討（KKBC）	○	収穫量向上に向けた造林・保育方法の検討・優良個体の植栽 密植試験・ネルダープロット（2024～2028年） 芽かき試験（2023～2027年） 造林・保育の省力化（2023～2028年）					
優良系統の選抜と燃料材および木材の評価 （宇都宮大学）	○	優良個体の選抜			選抜した優良個体の成長量調査		
		燃料材・木材評価・選抜した優良個体の評価 これまでの個体の評価（2023～2027年） 優良個体の評価（2027～2028年）					
資源量調査の省力化と伐採コスト算出（宇都宮大学）	○	資源量調査の省力化法の開発 ドローンを用いた資源量調査法の確立（2023～2026年）				開発した調査法の導入	
		伐採コスト算出 データの取得（2024～2026年度） 林業地でのデータとの比較（2026～2028年度）					
種苗の遺伝的多様性の評価 （宇都宮大学）	○	使用している種苗の遺伝特性の解明 種の同定（2023～2026年度） 遺伝的多様性の評価（2025～2026年度）					
		新たに導入した遺伝型の成長量調査					

※進捗：◎計画より早い、○計画通り、△計画より遅れ

事業の内容・達成レベル

事業	目標	達成度	達成状況
事業1 ：収穫量向上に向けた造林・保育方法の検討（KKBC）	目標1・2に関連	○	・2025年度新規植栽：2圃場、合計1.59ha、合計植栽本数820本 ・ネルダープロットの造成 ・苗木生産 ・クリンカ対策
事業2 ：優良系統の選抜と燃料材および木材の評価（宇都宮大学）	目標3に関連	○	・年次の毎木調査 ・6年次までのバイオマス量の評価 ・優良個体の選抜（6林分・計60個体） ・燃料特性の評価の継続
事業3 ：資源量調査の省力化と伐採コスト算出（宇都宮大学）	目標2・4に関連	○	・ドローンの導入による資源量調査データの取得 ・伐採時の作業効率評価
事業4 ：種苗の遺伝的多様性の評価（宇都宮大学）	目標5に関連	○	・選抜した60優良個体の遺伝的多様性の評価

※進捗：◎計画より早い、○計画通り、△計画より遅れ

2025年度の成果

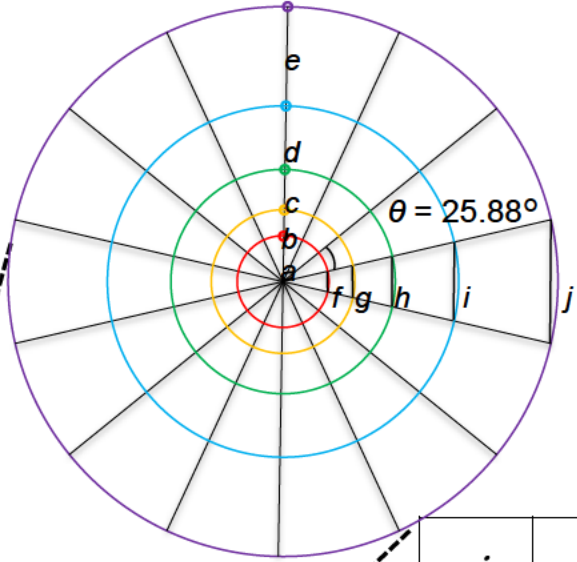
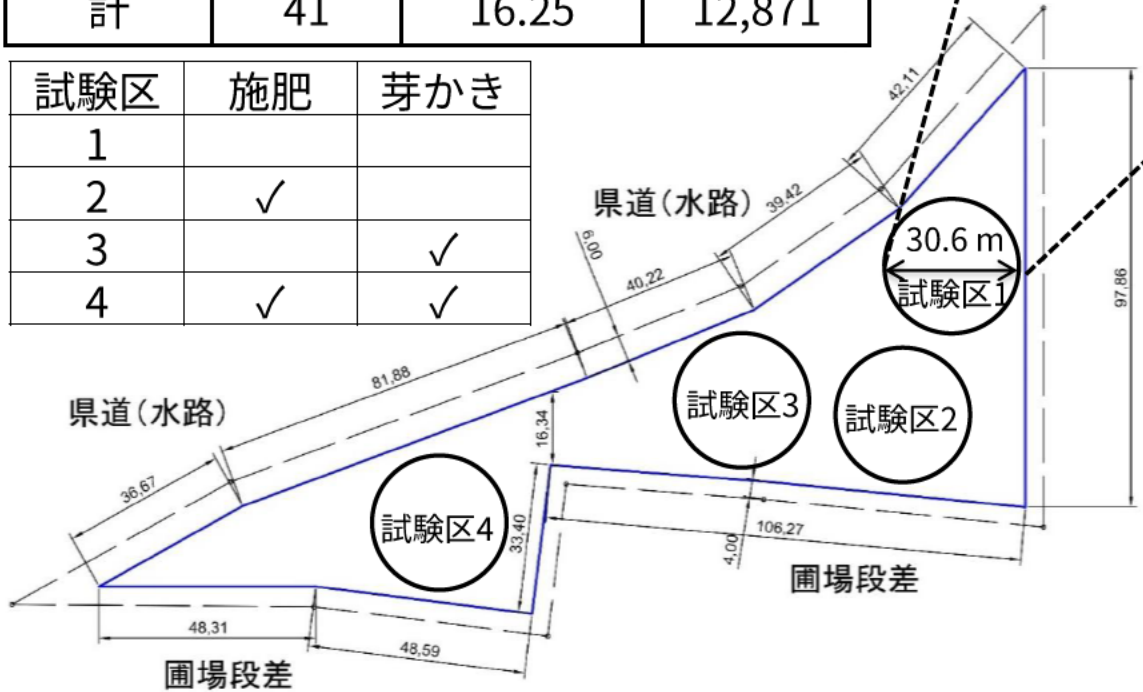
事業1 造林・保育方法の検討

関連する目標：目標1および2
主担当：環境公害分析センター

成果1：新規植栽・ネルダープロットの造成

年	林分数	面積 (ha)	植栽本数
～2024	39	14.66	12,051
2025	2	1.59	820
計	41	16.25	12,871

試験区	施肥	芽かき
1		
2	✓	
3		✓
4	✓	✓



i	$r_i(m)$	植栽密度 (本/ha)
0	2.55	-
1	3.99	3000
2	6.25	1225
3	9.78	500
4	15.30	-



2025年度の成果

事業1 造林・保育方法の検討

関連する目標：目標1および2
主担当：環境公害分析センター



成果2：苗木生産 (2025年10月末時点まで)

苗種類	ポット数 (個)	発芽・発根 率 (%)	残存率 (%)	備考
分根苗	1,525 (1,179)	48.5 (54.0)	32.5	前年より切断長短縮のため発芽率減？
挿し木苗	208	26.4	16.3	採取時期が重要（伐採直後が◎）
挿し芽苗	433 (2,510)	25.0 (20.0)	10.0 (10%)	前年並み



注) () 内は2024年の値

- 発根後、夏季に15～20%枯死（前年同様）

→ 今後の課題：挿し穂の採取タイミングの最適化
夏季環境対策（遮光・灌水）の検討



分根苗の生育状況(2026年3月)

2025年度の成果

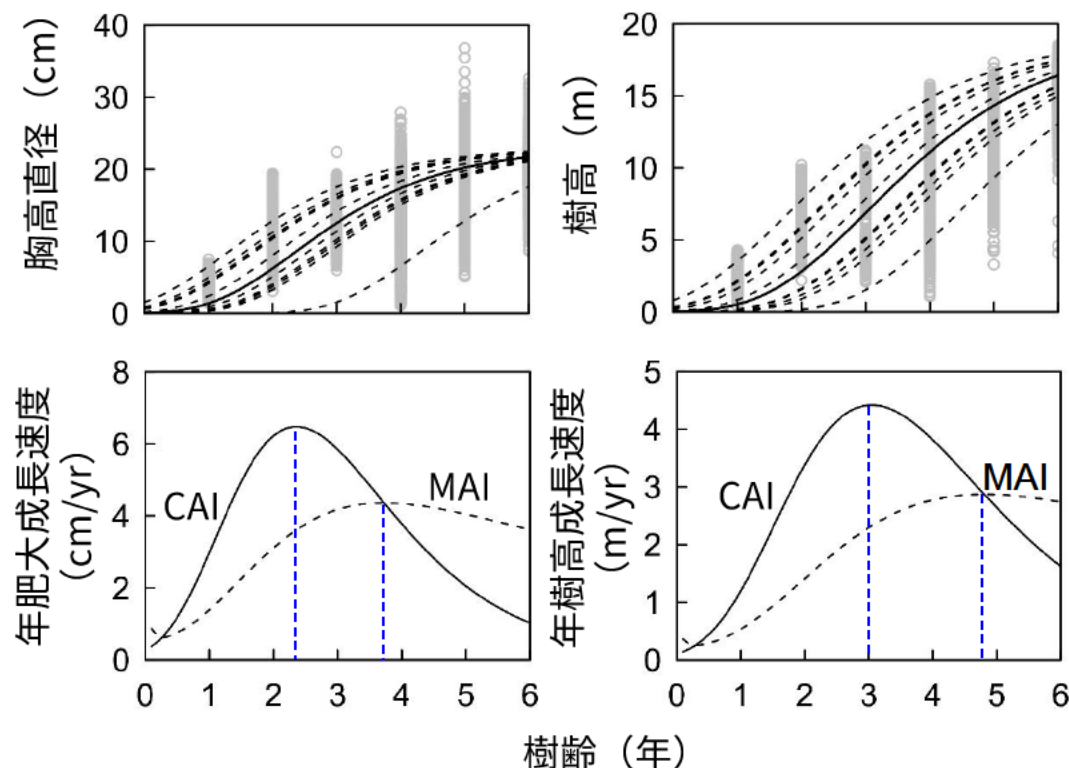
事業2 優良系統の選抜と燃料材および木材の評価

関連する目標：目標3

主担当：宇都宮大学

成果3：成長量の評価

- ・10林分における計1715個体の1～6年生次の胸高直径および樹高データから、成長曲線を作成
- 胸高直径・樹高とともに、連年年成長速度（CAI）は3年前後、平均年成長速度（MAI）は4～5年前後で最大を示した。
- ・5年生時において、
- 平均胸高直径： 18.3 ± 4.3 cm
→目標1（5年で30 cm）の6割に到達
- 平均樹高： 11.9 ± 2.2 m



成果4：優良個体の選抜

- ・4～5年生の6林分×10個体＝計60本を優良個体として選抜
(優良個体の遺伝的多様性を解析中)

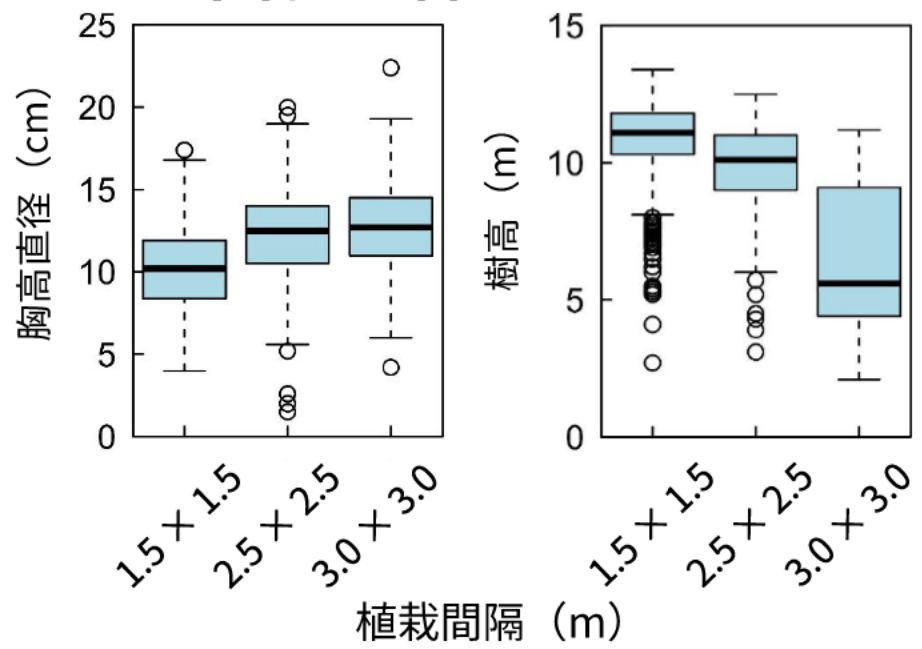
2025年度の成果

事業2 優良系統の選抜と燃料材および木材の評価

関連する目標：目標3
主担当：宇都宮大学

成果5：密度試験地の成長量の評価

- ・3つの異なる密度試験地において3年生時の胸高直径および樹高を測定
→特に樹高成長は密植区で良好
- ・胸高直径および樹高から、単木材積を推定



植栽間隔 (m)	個体数	枯死数	生存率 (%)	平均胸高直径 (cm)	平均樹高 (m)	単木材積 (m³)	ヘクタールあたりの材積 (m³/ha)
1.5×1.5	525	107	79.6	10.3	10.8	0.0450	159.2
2.5×2.5	149	10	93.3	11.9	9.8	0.0545	81.3
3.0×3.0	537	0	100.0	12.8	6.7	0.0430	47.8

約1.7倍 3.4倍

注) ヘクタール当たりの材積は、単木材積にヘクタール当たりの立木本数を乗じて算出した。なお、立木本数は植栽本数と生存率から求め、1.5×1.5 m区で3,537本/ha、2.5×2.5 m区で1,492本/ha、3×3 m区で1,111本/haとした。



生育旺盛な優良樹の胸高直径

(2025年4月28日計測)



優良樹胸高直径の事例(6年生樹:2026年2月)

2025年度の成果

事業3 資源量調査の省力化と伐採コスト算出

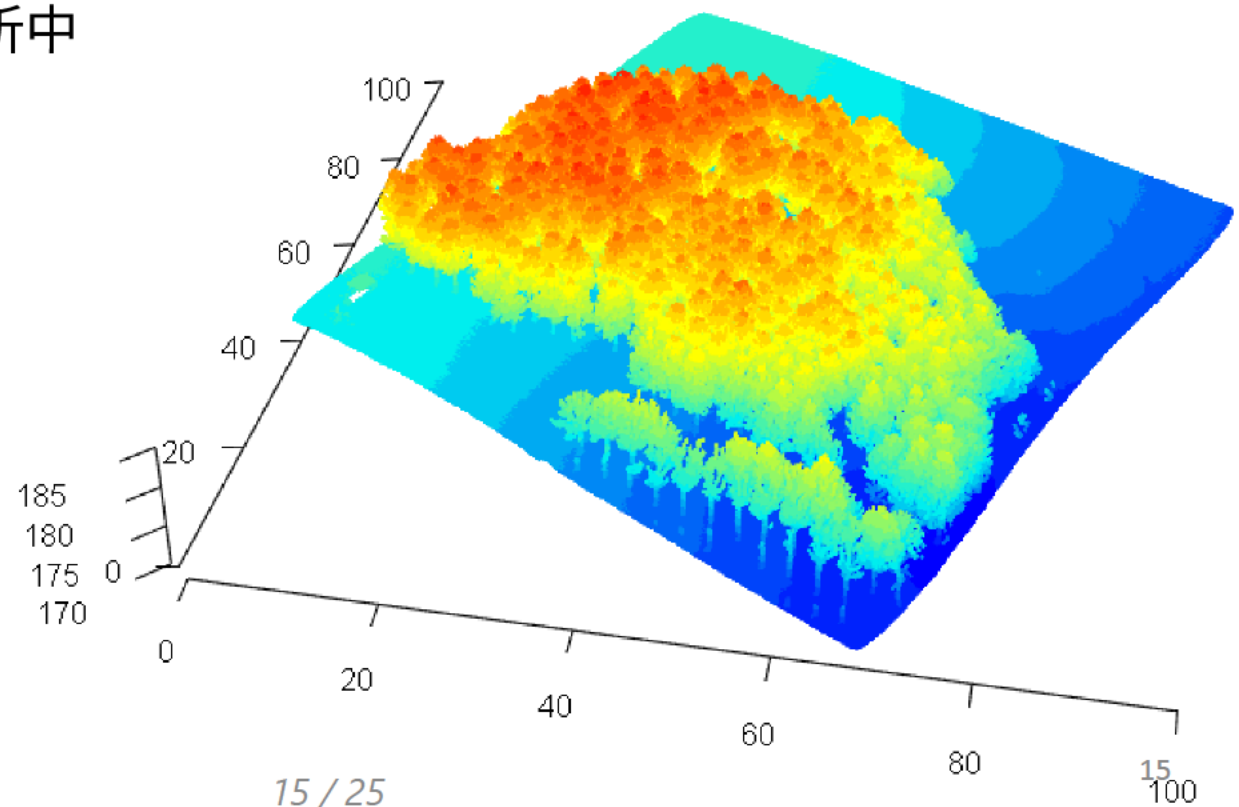
関連する目標：目標2および 4

主担当：宇都宮大学

成果6：ドローンによる資源量調査の簡略化

- ・ドローンで三次元情報を取得し、樹高の空間分布図を作成した。
- 実測の樹高の値との間に相関関係あり＝ドローンにより簡易に予測可
- ・材積推定を目指して解析中

大沢1林分（5年生次）
の樹高の空間分布図



2025年度の成果

事業3 資源量調査の省力化と伐採コスト算出

関連する目標：目標3
主担当：宇都宮大学

成果7：燃料材と用材生産の量的観点からの事業化に向けたシナリオの作成

樹齢	部位	最終用途	材積		全乾重量		年あたり・haあたりの全乾重量 (kg/[ha・年])	年あたり・haあたりのエネルギー量 (GJ/[ha・年])	引用元
			m³/本	m³/ha	kg/本	t/ha			
5	1番玉	用材	0.074	82.21	12.9	14.3	2.9	-	本事業
	2番玉	用材	0.050	55.33	9.4	10.4	2.1	-	
	3番玉以上	燃料材	0.096	106.10	20.1	22.3	4.5	84	
	枝	燃料材	0.155	172.21	32.8	36.4	7.3	142	
4	1番玉	用材	0.044	46.31	9.2	9.7	2.4	-	[1]
	2番玉	用材	0.023	24.69	5.4	5.7	1.4	-	
	3番玉以上	燃料材	0.016	16.35	4.0	4.2	1.1	20	
48	スギ		0.375	858.00	121.1	277.1	5.8	101	[2] [3]

注) [1]：Nezuら（2026）；[2]：松英（2014）；[3]：Ishiguriら（2005）．1 haあたりの幹材積および全乾重量は、単木の測定値×1089（個体）により算出した．スギでは、植栽密度＝3000本/ha、立木密度＝2288本/ha、容積密度数（323 kg/m³ [3]）を用いて算出した．面積あたりのエネルギー量は、キリ属種の木部の平均発熱量（18.9 kJ/g）およびスギの木部の平均発熱量（20.2 kJ/g）を用いて算出した．

- ・ 年・ヘクタールあたりの材積、全乾重量およびエネルギー量は、5年生＞4年生
- ・ 5年生キリ枝材における年・ヘクタールあたりのエネルギー量は、48年生スギを上回った。
- ・ コスト計算を組み合わせ、経済的に持続可能なシナリオを引き続き検討する。

2025年度の成果 公表論文および研究発表

論文（2件）

- 1) Nezu et al. (2026) Quantity and quality of stem wood concerning biofuel production from young *Paulownia* species planted in Tochigi, Japan. BioEnergy Research 19: 6. doi.org/10.1007/s12155-025-10943-8
- 2) Nezu et al. (2025) Quality of sawn timber produced from young *Paulownia* trees planted in Tochigi, Japan. Wood Material Science & Engineering. doi: 10.1080/17480272.2025.2545895

研究発表（3件）

- 1) Nezu et al. Quantity and quality of stem wood concerning biofuel production from young *Paulownia* species planted in Tochigi, Japan. International Symposium on Technology and Innovation for Reforestation, Protection, and Utilization of Degraded Forests; DONSATI-INITIATIVE 2025, Ulaanbaatar, Mongolia. 2025年9月．口頭発表
- 2) Nezu et al. Evaluation for quantity and quality of wood in 5-year-old *Paulownia* trees planted in Tochigi, Japan. The 17th International Symposium of Indonesian Wood Research Society, Lombok, Indonesia. 2025年9月．口頭発表
- 3) 根津ら．若齢のキリ植林木からの高品質板材生産の可能性．第76回日本木材学会大会，広島，2026年3月．ポスター発表



植林樹種の花(2025年4月末)



間伐(列)と萌芽更新試験の状況(2025年10月下旬)



掘り取りによるバイオマス調査(2026年2月)



定期土壌診断調査を実施(2025年2月)



施肥及び土壌耕耘作業状況(2026年2月)

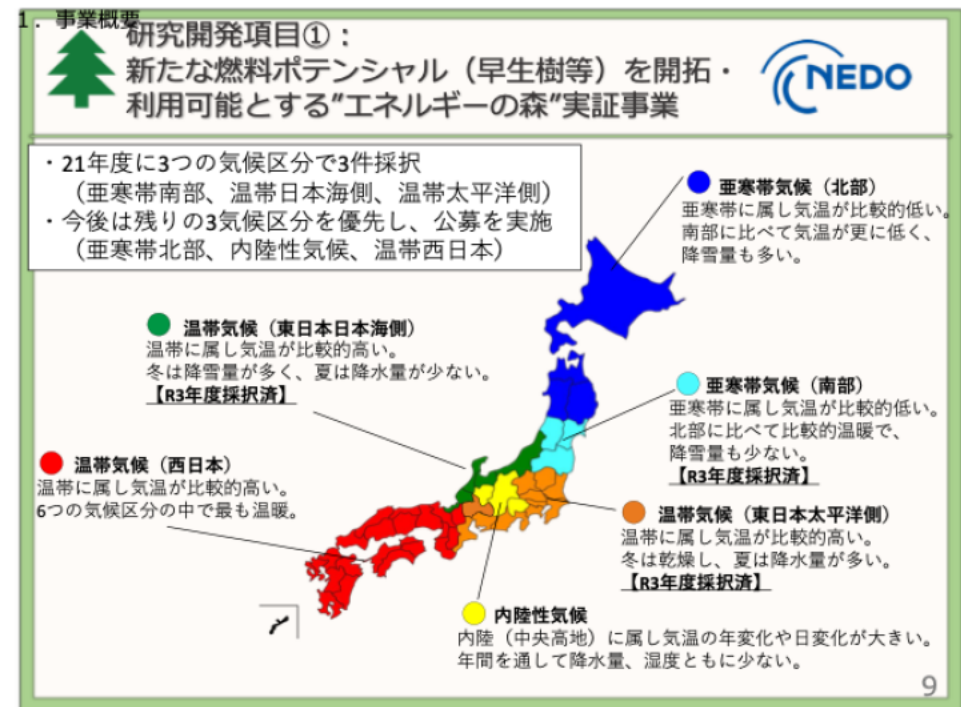


今後の取り組み

最終目標	現状と今後の取り組み	
目標1： 伐期の短縮（1/2に短縮＝5年・30cm）	現状	胸高直径は、5年次で18.3±4.3 cm 目標胸高直径の6割
	今後	伐期の延長 or 目標胸高直径の変更を検討
目標2： 単位面積あたりの収量の増加 （従来産地データの3～10倍）	現状	3年次では、1.5×1.5 m試験区で枯死木が多く認められた。また、2.5×2.5 m試験区において、最も高い単木材積が認められた。
	今後	伐採時までの収量の増加を測定し実証する。
目標3： 燃料材・用材の量的・質的向上 （従来産地データの5%向上）	現状	優良個体を60個体選抜し、成長と木材関連データを取得した。
	今後	平均的な個体のデータを調査し比較する。
目標4： 平地であることを生かした造林・保育・収穫効率の向上	現状	5年生林分で伐採のデータを取得、現在解析中
	今後	取得したデータを元にさらに効率の改善策を検討
目標5： 遺伝的多様性の維持	現状	種がほぼ同定・遺伝的多様性を評価中
	今後	多様性を維持しながら林分を造成

事業の波及効果

- ・ 木質バイオマス燃料の持続的な供給を通じた新たな早生樹林業の確立
 - ：燃料生産と用材生産を両立した新しい早生樹林業を確立
- ・ 地域活性化
 - ：耕作放棄地を活用した経済活動
- ・ 国内他地域での成果の波及効果
 - ：古くから各地に産地が存在しているため
- ・ 伝統工芸に用いられるキリを守る
 - ：伝統的産地は消滅しそう
- ・ 海外展開の可能性
 - ：気候が冷涼な地域での早生樹林業の可能性



NEDO資料より引用