

NEDO再生可能エネルギー分野成果報告会2025 プログラムNo.1-9

千葉県におけるユーカリを活用した 持続可能なエネルギーの森づくり実証事業

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

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：(株)エコグリーンホールディングス 杉島将太

委託先①：(国)東京大学 委託先②：(株)森のエネルギー研究所

問い合わせ先：株式会社エコグリーンホールディングス

E-mail: sugishima@eco-g.com TEL: 03-3537-3240

1. 目的

千葉県内の腐朽木や風倒木の被害林にて、ユーカリを中心とした早生樹を植え、短伐期で安価な材を安定的に供給し、林業の収益性向上と森林整備の促進、持続可能な森林活用に繋がるサイクルを生み出す。

2. 期間

2022年1月 ～ 2025年3月

3. 目標(中間・最終)

①10年伐期で121絶乾t/の原料生産

②初回伐採: 25,200円/絶乾t、

2期目以降: 16,600円/絶乾tへのコスト低減(育苗~山土場へ搬出)

③4年間で50~70haの森づくり

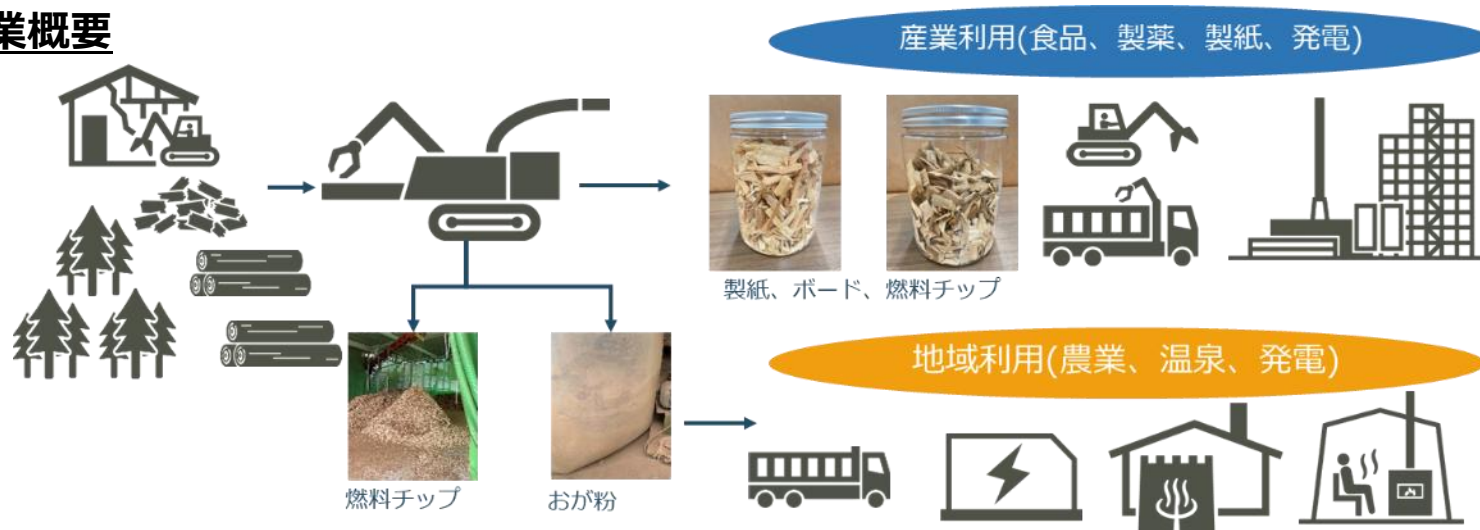
④20~35トンco2/年・haの炭素固定能力の達成

4. 成果・進捗概要

成果は次スライド以降で説明

会社名称	株式会社エコグリーンホールディングス
本社所在地	東京都中央区八丁堀
事業所	・チップ工場：千葉県柏市、八街市、東京都八王子市 ・物流拠点：千葉県成田市、八街市、埼玉県八潮市ほか2ヶ所 ・Forest事業：千葉県全域
主な事業	木質バイオマス再資源化事業、森林再生事業
グループ会社	エコグリーン（木質バイオマスチップの調達と販売） EGForest（森林再生事業） EGL（運送事業） EG八王子、EG柏、TRC（木質バイオマスチップ製造）

事業概要



グループのご紹介-JRE神栖バイオマス発電所



2022年からエコグリーングループはENEOSのグループへ

発電所概要

名 称	JRE神栖バイオマス発電所
所 在 地	茨城県神栖市
運転開始日	2019年5月1日
設 備 容 量	24.4MW
燃料使用量	約20万トン/年



【サイト位置】



特 徴

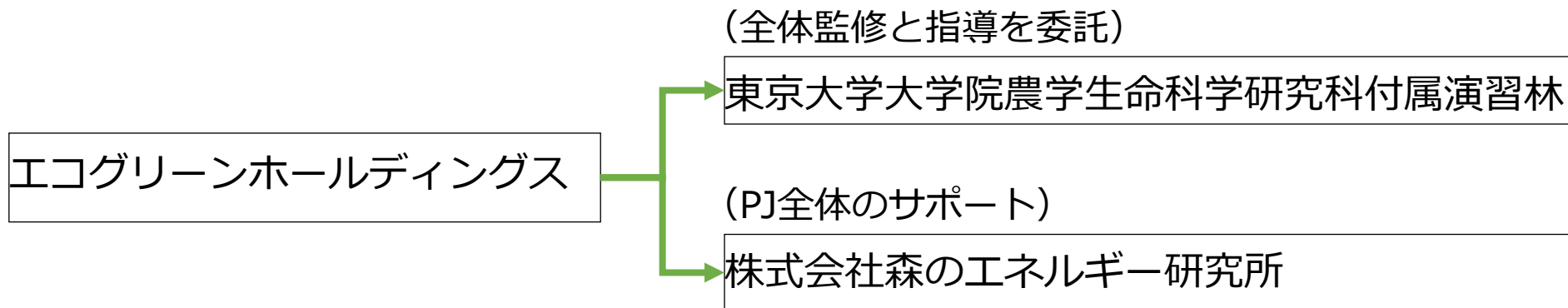
燃
料

- 国産の建築リサイクル材、剪定枝、病害木・災害木、未利用材などを使用し、中規模ながら輸入材は使用していない
- エコグリーングループにて調達・配車・供給コントロールを行っている

事前調査	土地	初期準備	エネルギーの森	利用
千葉県森林の現状 (P6)	実施場所 (P9)	育苗体制 (P16～17)	生産コスト (P18～19)	社会受容性 (P23～24)
エネ森実施背景 (P7)			成長成果・適地調査 (P10～15)	事業課題 (P25～26)
なぜユーカリか (P8)			ユーカリ特性調査 (P20～22)	今後の取組 (P27～28)

エネルギー森づくり実証事業の概要





本事業全体を通して鴨田重裕准教授（東京大学准教授 森林生物機能学研究室）の全体監修を受けながら進める。東京大学の樹芸研究所では約40年にわたってユーカリの栽培・研究・育苗の実証を行っている。

氏名	専門分野/役割
鴨田重裕	森林化学/PJ全体監修、ユーカリの知見

加えて、事業における課題に対し、東京大学の先生4名から専門的助言を得られる体制を構築

氏名	専門分野/役割
鎌田直人	森林昆虫学/虫害
井上広喜	森林化学/育苗
坂上大翼	森林病理学/菌害・気象害
當山啓介	森林経理学/施業システム(2023年～岩手大学)



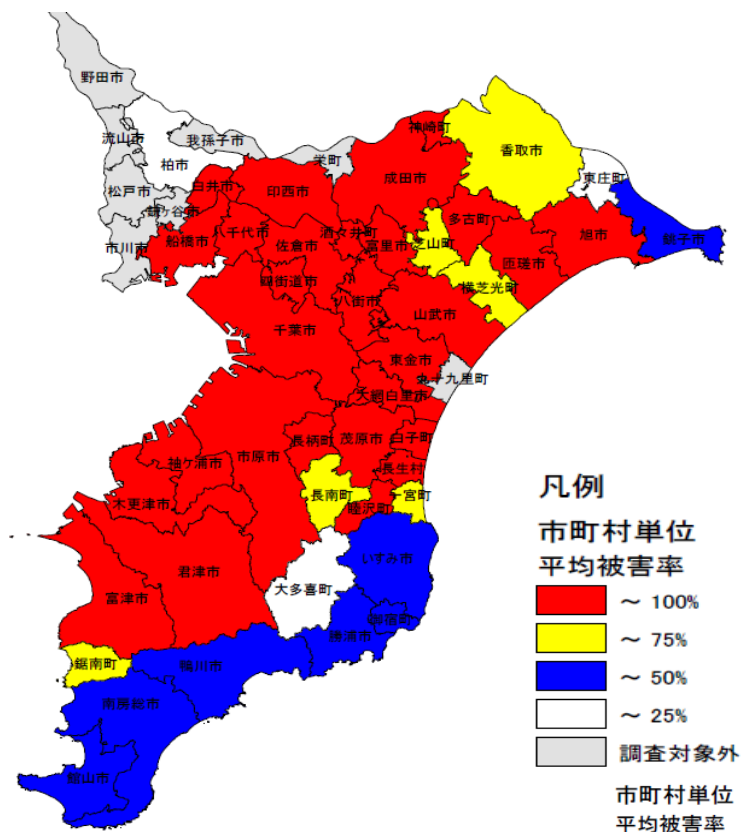
千葉県森林の現状

千葉県ではスギの**溝腐り病**が蔓延し、合計7,673haが被害を受けている。

令和元年の台風15号では、県内各地で倒木被害が発生し、***1,300ヶ所以上**の電線の破断、電柱の破壊が発生した。山主の高齢化、相続により所有者不明などが表面化

⇒所有者の同意取得など復旧が長期化

※千葉県内の溝腐り病の被害状況



伐採しない限り、溝腐りのスギ林は解決しない。



伐採後は再造林が必要



伐って使う（管理する）手法が必要

エネルギーの森づくりが必要な背景

従来の森づくり

50~60年後

①木材の収穫

④間伐

現状の林業

②スギ・ヒノキなど
針葉樹の植林

③育林
草刈り

現在の木材利用

良質な無垢材の生産



木質バイオマス発電所



・ ビジネスモデルの課題

⇒超長期間のモデルであり、不確実性が高く事業計画の作成が困難

・ 日本固有の課題

⇒少子高齢化による需要の減少

⇒FIT制度に頼った木質バイオマス発電所経営

持続可能なビジネスモデルの構築が必要

エネルギーの森づくり

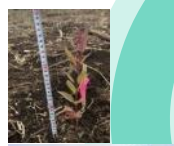
苗木生産
最適樹種の選定



①木材の収穫

~10年後

ユーカリを活用した
エネルギーの森の実証



②早生樹の植林

③育林

・ 育林

10年後
未来のエネルギーの森
(資源の持続的利用)



・ 木材の収穫



・ 萌芽更新により植林作業不要

木材利用の可能性

新たな可能性の追求

◆ エネルギー

熱、水素、SAF
バイオエタノール

◆ 素材

建築材 (合板、CLT)
カーボンブラック、CNF



○事前調査

- ・ユーカリは初期成長が早く成長量が充実しているため、下刈り期間の短縮に繋がりがつつ早いスピードでのバイオマス資源の増加が期待出来る。
- ・世界で600～800の種があり、気温等の環境の違いに適応した様々な種が存在し、適応能力が高い。
- ・日本では、東京大学演習林の樹芸研究所（静岡県南伊豆町）にて、40年以上の研究実績があり、日本で生育可能であること、逸出の危険が少ないことが確認されている

特にブラジルでは約962万haの植林面積の内8割がユーカリ。 とてもポピュラー

○適正ユーカリ種の特定

- ・本事業では千葉県の気候条件(暖温帯)で生育可能な候補（主・副候補種合計13種）で育苗・生育試験を行い、最も適したユーカリ種を選定する。



種子購入先(CSIRO)

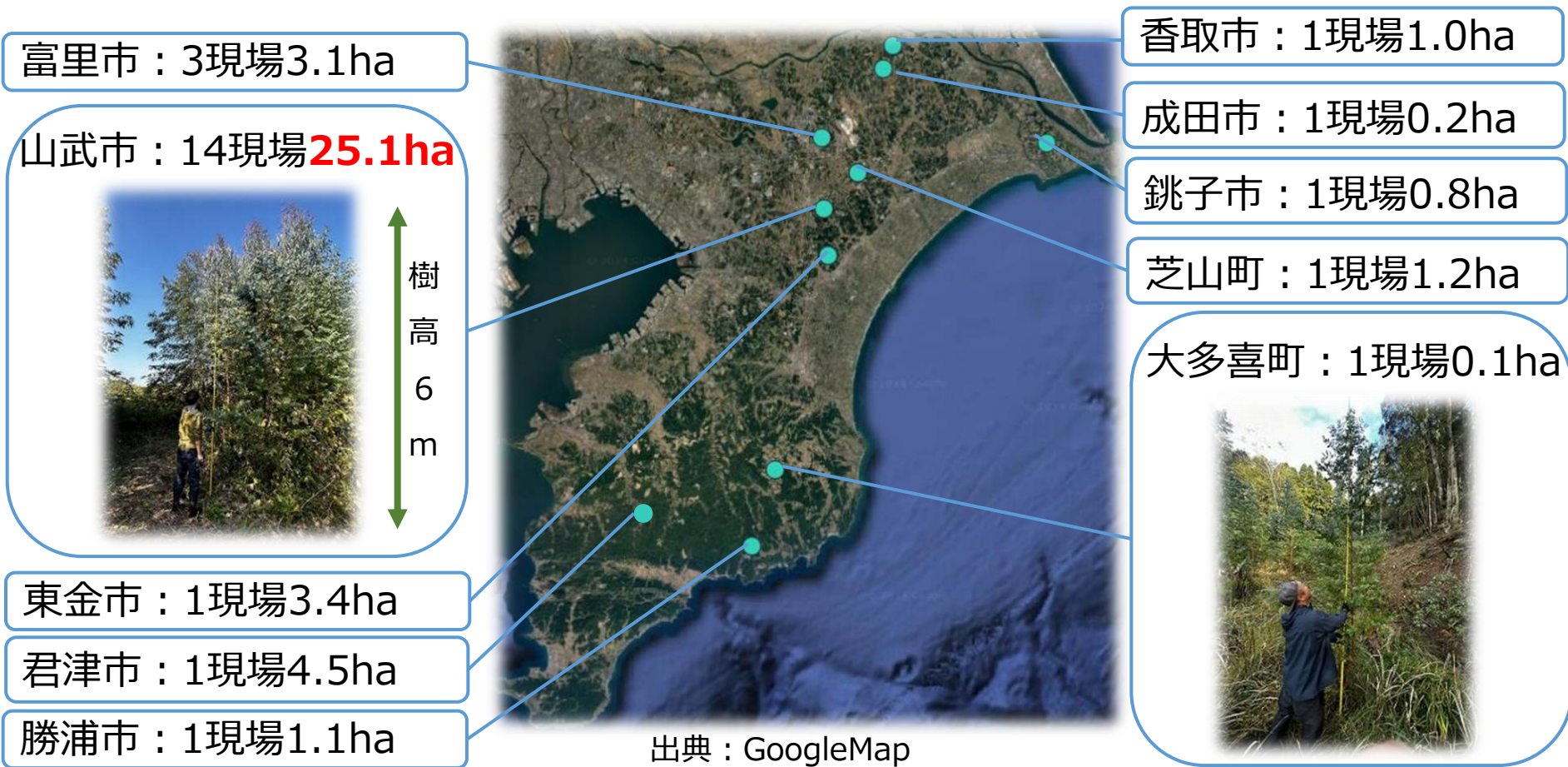


豪州のユーカリ人工林



7.5年生ユーカリ

実証地の面積・分布



画像 ©2024 Data SIQ, NOAA, U.S. Navy, NGA, GEBCO, Landsat / Copernicus, Data Japan Hydrographic Association, Data LDEO-Columbia, NSF, NOAA、画像 ©2024 TerraMetrics、地図データ ©2024 TMap Mobility

- 千葉県山武市が最も大きな実証地となっている
- 実証地は10市町村合計**40.5ha**となった
- 住宅・電柱、電線など人工物と近距離の実証地もあるが、地域住民と対話しセツバックを設けるなど、各実証地で工夫を行った

富里市試験区の3年目の成果（22年4月植栽→24年11月計測）

ユーカリ

樹種	密度 (本/ha)	平均樹高 (cm)	最大樹高 (cm)	計測数*2 (本)	生存率
ユーカリ (全種平均)	1,600	221※	653	45	12%
コウヨウザン	1,600	223	347	280	93%
センダン	400	411	533	68	97%
ユリノキ	2,000	259	494	115	38%



※1 萌芽個体を含む

※2 22年は樹芸研の苗木を使用

○ユーカリ

- ・ 雑草の繁茂、冬季の気温・寒風で枯死が発生した
- ・ 最大値は他樹種に比べ最も高く、成長能力は高い

○コウヨウザン・センダン・ユリノキ

- ・ 3種は寒害による枯死はほぼ確認されていない
- ・ ユリノキは雑草との競争による枯死が多い

コウヨウザン・センダン・ユリノキ



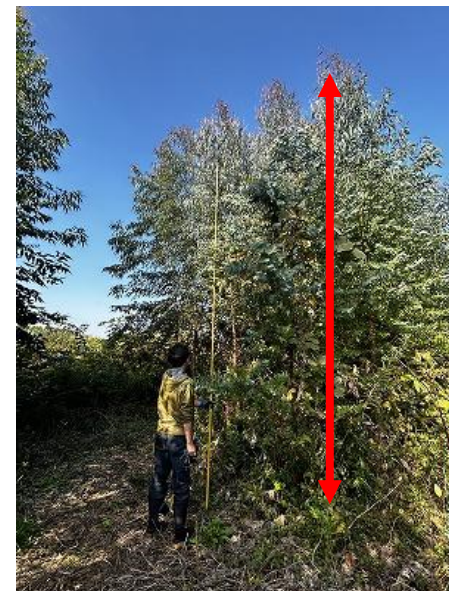
実証地-2 山武市

山武市試験区の2年目の成果（23年5月植栽→24年11月計測）

ユーカリ	平均樹高 (cm)	最大樹高 (cm)	計測数 (本)	生存率%
<i>E. robusta</i>	396	560	27	56%
<i>E. saligna</i>	598	806	30	65%
<i>E. viminalis</i>	577	717	27	63%
<i>E. maidenii</i>	477	686	20	37%
<i>E. globulus</i>	485	610	8	16%
<i>E. macarthurii</i>	313	660	27	60%
<i>E. dunnii</i>	364	556	27	60%
<i>E. benthamii</i>	537	780	34	89%
<i>E. cordata</i>	330	475	20	53%
全平均	453	650		

- 当植栽地は9種のユーカリを植栽し、生育が良好な試験区であり、**最大で4m／年**の成長能力が記録された
- 富里市試験区で枯死が多く発生した種も生存している
- 成果1と成果2から**ユーカリの適地の特定**が必要と認識

樹高6～7mのユーカリ



胸高直径10cmの個体



- 各植林地の植生とユーカリの成長量を調査し、相関のある植生を分析。



1m×1m植生プロット

- 手法：1m×1mの調査プロットを設け、植物種とその被度を記録
- 調査数：千葉県内7市町村、29プロット
- 調査結果：計94種類の植物を同定
- 付近のユーカリ樹高との相関の有無を統計解析
- 植生の傾向からユーカリ適地を検討



アカメガシワ

- ユーカリ生育良好地に多い植物を特定
例) アカメガシワ／エノキ／サンショウ／チヂミザサ
- 適地は「日当たりが良い」「陽樹が好む環境」の傾向
- 引き続き観察を行い、適地条件の精緻化を図る
- ユーカリ不適地での造林樹種・管理手法も併せて検討を進める

ユーカリ適地の調査-土壌調査

山武市・芝山町において土壌調査を実施

土壌の特徴を調査し、生育要因との関係を考察

芝山町の土壌／
ガマが自生している様子



実証地	土壌の傾向	結果・考察
芝山町	・再堆積のローム ・湧水の流路沿いは砂	・湧水付近の谷地は排水不良、滞水が生じており、生育に影響を与えている可能性あり
山武市	○台地エリア (生育良好) ・黒ボク土 ・ローム層 ・砂層 ○谷地エリア (生育不良) ・砂質な有機質土	・生育不良地は周囲から関東ロームや砂が流れ込み、腐植と混合した堆積土 ・粘度の高い土壌となっており、生育不良に関与している可能性がある

山武市（谷地）の土壌／
粘度の高いローム層



- ・生育不良なエリアは排水性が悪く、滞水しやすい環境下
- ・生育要因は土壌だけでなく、種の遺伝、地形や気象環境、苗の品種など複合的であるが、コントロール可能な要素として土壌調査を継続。

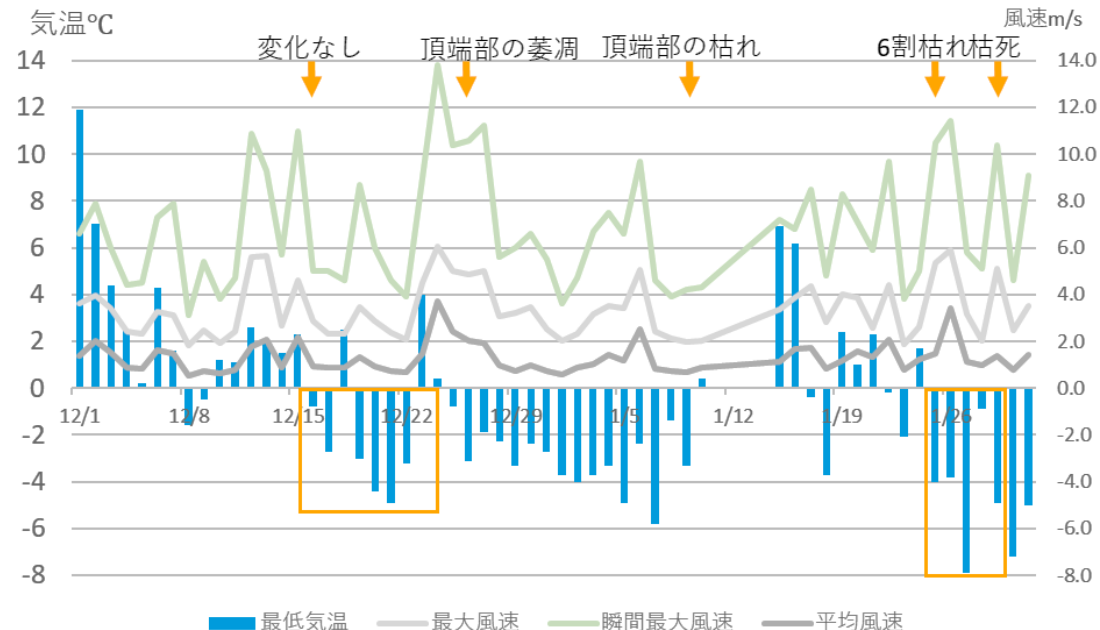
ユーカリ適地の調査-気象観測・フェノロジー観測

富里市・勝浦市において気象観測を実施。寒害による枯死と気象状況の関係を確認。

フェノロジー観測による枯死分析（富里市、*E. maidenii*）



- ・ 葉の萎凋が見られる前に最低気温-3~-5℃が連続5日間記録され、以後も同様の気温で推移し、枯死に繋がった（最低-8℃を記録）
- ・ 千葉県北では耐寒性の高い種ではないと活用は困難と判断し、ユーカリ種の絞り込みを行った。



香取市試験区の1年目の成果（24年5月植栽→24年11月計測）

樹高1mのユーカリ



実証地（植栽前）



ユーカリ	平均樹高 (cm)	最大樹高 (cm)	計測数 (本)	生存率%
<i>E. viminalis</i>	131	200	62	94%
<i>E. macarthurii</i>	113	194	42	100%
<i>E. benthamii</i>	111	187	60	100%
<i>E. nitens</i>	105	142	61	94%
全平均	115	181		

- 1m～1.5m／年の成長量となった
- 24年は枯死率は低いものの、成長の弱い実証地が多い
- 本植栽は、やや根張りが弱い未成熟の苗に実施した
- 成長は環境要因の他に、**苗の品質も重要**と認識

実証に要するユーカリの育苗体制を整備した。概要は以下の通り。

項目	内容
場所	千葉県富里市
育苗可能数	最大6万苗/年（ユーカリの場合）
主要設備	・育苗ベンチ（温床線暖房） ・ミストエアコン ・播種機（播種板） ・培土充填機

検証したユーカリ種
<i>E. robusta</i>
<i>E. saligna</i>
<i>E. viminalis</i>
<i>E. maidenii</i>
<i>E. globulus</i>
<i>E. macarthurii</i>
<i>E. dunnii</i>
<i>E. benthami</i>
<i>E. cordata</i>
<i>E. amygdalina</i>
<i>E. coccifera</i>
<i>E. glaucescens</i>
<i>E. nitens</i>



育苗作業の概要は以下の通り。

工程	期間	作業内容・備考
種子精選 	1時間程度	- CSIRO（豪州連邦科学産業研究機構）から購入 - 種子は夾雑物が含まれるため、風選機・ザルなどを用いて取り除く
播種 	2週間 (発芽まで)	- 発芽用トレイ（セルトレイ）に1～2粒ずつ播種 - バーミキュライトなどを用いて覆土し、水分を切らさないように灌水 - 冬季は15℃を下回らないように温度管理
移植 	1.5～2カ月	- 育苗コンテナ（150cc）に移植 - 培土は排水性の良好な培土が好ましいが、水切れしないよう灌水管理に留意する - 過湿環境を避ける 15℃を下回らないように温度管理
完成 	2か月 (完成まで)	- 培土を保持する十分な根張り、苗高30cm程度が適した苗 - 植林2週間前を目安にハウスや被覆を取り除き外気に当て環境適応させると植林直後の枯死防止に繋がる

作業	目標	実績	単位	備考
育苗	309	438	千円/ha	3万苗生産。 4.3万苗以上の育苗数で目標達成見込み
地拵え	157	264	千円/ha	不要な根株の地上部破碎・事前の除草剤処理
植林		191	千円/ha	後述する手法によるコスト
下刈り	125	59	千円/ha	下刈り作業が1回/年で完了した場合のコスト
伐採	2,197	1,782	千円/ha	正常な既存林分（スギ林）による伐採コスト
運材	269	269	千円/ha	土場を設ける必要がなく、目標値を記載
合計	3,056	3,003	千円/ha	
生産コスト	25,258	24,818	円/絶乾t	

○補足事項

- ・ 育苗：想定している6万苗の生産であれば目標コストを下回る想定
- ・ 地拵え：根株破碎機により地上部のみ破碎処理し、植林効率を向上
- ・ 伐採：倒木・病害木の被害地が多かったものの、被害の少ない既存林分での実績は目標を下回る結果となった。ユーカリ林分に相当する既存林分が無く、既存林分（スギ林）での伐採コスト実績となっている。

生産コスト-改善に向けた試み

○特に改善が見込めた実施事項

	従来	現在
方法	クワ スコップ	PlantingTube オーガー
効果	10.5人工/ha	7人工/ha
備考	・ <u>約30%の効率化が見込まれた</u> ・ 軟質土壌はPlantingTube、 ・ 硬質土壌はオーガーで効率化	

PlantingTube



改良型オーガー



	従来	現在
方法	刈払機×2機	自走草刈り機 刈払機×1機
効果	4人工/ha	1~1.5人工/ha
備考	・ <u>約60~75%効率化が見込まれた</u> ・ <u>労働負荷低減効果が大きい。</u> ・ 伐採時に機械を想定した地拵えをすることで更なる効率化も可能	

自走草刈り機



刈り後



ユーカリの特性調査-病虫獣害

これまでに発生した主な病虫獣害を記載

種類	内容	対応策
虫害	潜葉性昆虫による葉の食害	経過観察
	カミキリムシ・コウモリガ等による食害の発生	幹の折れ等の原因 発生率はまだ低いため経過観察
菌害	育苗時の多湿環境に起因する灰色かび病・うどんこ病の発生	対応薬剤の散布 育苗ハウス内環境改善の検討
	樹芸研ユーカリ伐採時に激甚な根株・幹枝の腐朽被害を確認	複数の原因菌を特定
	複数の葉枯性病害の発生	被害率を調査し、対策を検討 特定の種に多く、観察と対策を検討
獣害	ユーカリの食害が発生	勝浦市のみでの発生のため経過観察 ユーカリは以後萌芽再生

虫害



菌害



獣害



○結果概要

伐倒したユーカリ



項目	内容	補足
伐採時期	23年1月	
対象本数	40本	100本植林
ユーカリ種	<i>E. saligna</i>	
樹齢	10年	6月植林
資源量A	11.1m ³ (182m ³ /ha相当)	平均樹高22m 平均胸高直径21cm
容積密度B	0.40 (t/m ³)	伐採時水分60%(W.B.)
炭素含有率C	49.9%	

$$\text{CO}_2\text{固定量} = A * B * C * 1.23 * (1 + 0.25) * (44/12)$$

$$= \underline{205\text{t-CO}_2/\text{ha}} \Rightarrow \underline{20.5\text{t-CO}_2/\text{ha} \cdot \text{年}} \quad (\text{10年単純平均の場合})$$

炭素固定量は樹齢45年のスギの*約2.3倍の実績

※拡大係数は21年生以上のスギの値（地上部1.23、地下部比0.25）を用いて比較

※スギ9 t CO₂/年・haと仮定

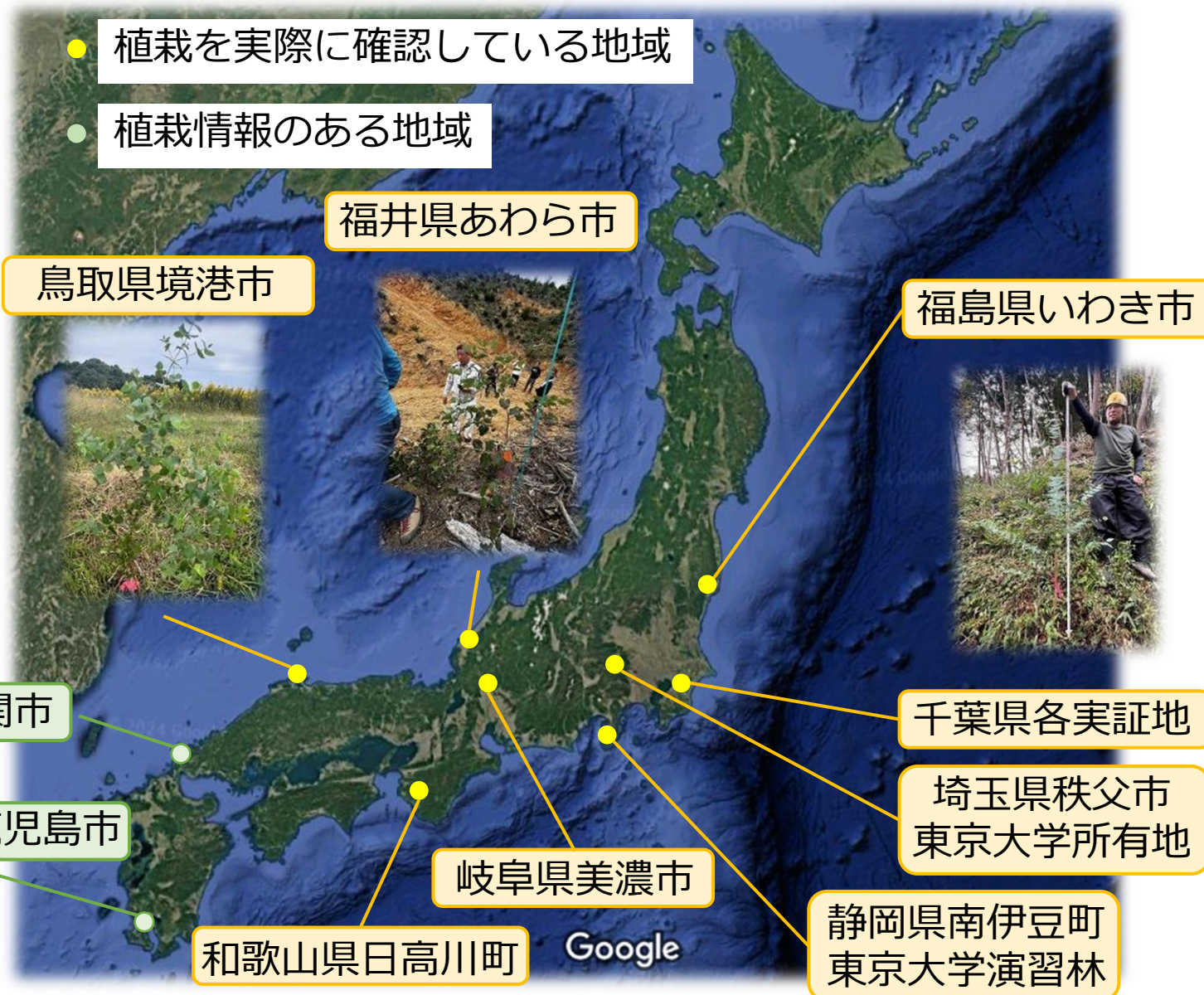
千葉県「美しいちばの森林づくり森林整備によるCO₂吸収量算定基準」

別表1「千葉県林分収穫予想表の値（樹種・地位別成長量）」から挿しスギ（2等）林齢45年の平均成長量

- 別のユーカリ林は10年で242m³相当、その場合CO₂固定量は**27.2t-CO₂/年・ha**
- CO₂固定量は林分の生存率、ユーカリ種の成長量・比重による

ユーカリの特性調査-各地での小規模実証

- 植栽を実際に確認している地域
- 植栽情報のある地域

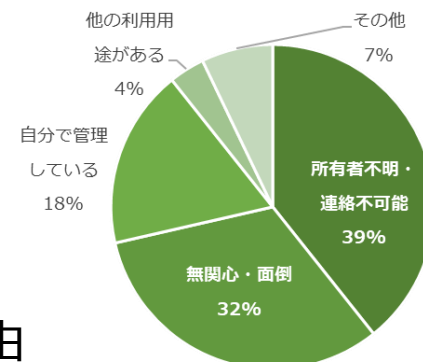


社会受容性の調査-山林所有者へのヒアリング

ユーカリを植林行うことに対し、山林所有者から得られた反応

<訪問・交渉実績>

・訪問した所有者	102名	契約した所有者	74名
		契約不可	28名



○契約理由 = 自身で管理ができない (100%)

主な想い

- ・台風被害木を処理して欲しい
- ・安価に伐採して欲しい
- ・相続したくない／買い取って欲しい

○契約不可の理由

- ・所有者不明・連絡不可能-39%
- ・無関心・面倒-32%
- ・自分で管理している-18%
- ・他の利用用途がある-4%

○エネルギーの森実証事業への否定的意見 (0件)

- ・造林樹種に対し否定的な所有者はいなかった

○近隣からのクレーム対応 (2件)

- ・外来種への懸念、
- ・伐採作業に対するクレーム

→詳細を説明し、最終的には承諾を得て実施

・山林価値の低下、意識の希薄化
→新たな森林管理を進める契機

・住民生活との共存
→ゾーニングの必要性を認識



住宅・人工物
と隣接

ECO
GREEN
GROUP

e.g. ラジアータパイン、ダグラスファー（米マツ）

懸念：

- ① 土砂災害リスクの上昇や土壌流出、
- ② 水や養分の収奪、
- ③ 逸出による在来動植物への悪影響や生物多様性

ユーカリ類：一部は、緑化樹・庭園樹として国内導入の歴史あり

特定外来生物、生態系被害防止外来種リストの対象種はない

過去、林野庁主体でユーカリ造林試験を行った実績あり。

林野庁指導部研究普及課（1959）

『ユーカリ造成試験中間報告書』：

国費で1954年度から4年調査。37都府県
→大部分が失敗

1953年頃からユーカリ造林ブームがあり、
「外国樹種導入研究会」もあった模様。

[illegible][illegible]

山林管理



○管理手法の確立

適地の把握と下草管理が行き届かずユーカリの成長ポテンシャルを発揮できていない試験区がある。適地条件と管理体制の構築が必要。

○作業の効率化・省力化

生産コストの6割を占める伐採費の低減が課題。重機と施業システムの見直し、施業地の集約化による効率化を検討。また人手不足より顕著となることから、事業継続には省力化・無人化に向けた作業体制の構築が肝要。

○ユーカリ優良系統の選抜

千葉県に適したユーカリ種が明らかになりつつあるため、**初期成長に優れた遺伝形質を有する個体（精英樹）を確保**し、採種・採穂し活用することで更なる成長性の確保とコスト低減を図ることができる。

社会実装



- ・ 行政機関における早生樹の位置づけの明確化
ユーカリに限らず、多くの早生樹は全国森林計画等における人工造林の推奨樹種ではないため、事業推進における理解が得られにくく、保守的な見解を受ける場合がある。



既存の森林計画・林業と異なる枠組みの必要性
(「エネルギーの森特区」など)

- ・ 未利用材単価の確保
伐採し、天然更新 (**植林放棄**) を行うことが、最も安価にFIT40円/kWh材の生産を行う方法であり、植林を伴ったバイオマス生産を行うことに対し、経済的、社会的インセンティブが無い。ビジネスとしての旨味が無い



自社所有・管理山林にて、全国森林経営計画を策定中

造林樹種にはユーカリ（その他広葉樹）を含む
認定にむけて林野庁・関係行政との調整を進めている。



エネルギーの森実証事業の後続事業（2025年～2027年）に採択

○採択テーマ名：
「ユーカリを活用した、社会共生を目指した持続可能なエネルギーの森づくり実証事業」

○目標	現状	目標
生産コスト	24,868円/絶乾t	17,332円/絶乾t
ha生産量	121絶乾t/ha	150絶乾t/ha（300生t/ha）
情報公開	不定期個別説明	自治体と年1回の定例会開催

○体制：既存体制に森林総合研究所も参画

株式会社エコグリーンホールディングス

【委託先①】（全体監修と指導を委託）

国立大学法人東京大学大学院農学生命科学研究科附属演習林

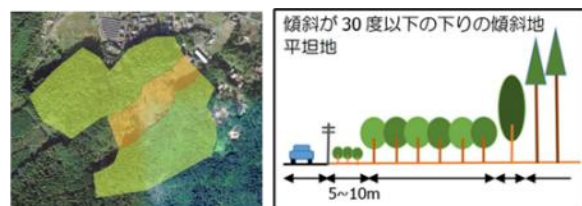
【委託先②】（樹種特性、気象、逸脱性の確認）

国立研究開発法人 森林研究・整備機構
森林総合研究所

【委託先③】（PJ取り纏めサポートを委託）

株式会社森のエネルギー研究所

事業計画全体図



1:林地・農地の一体管理
土地を集約化し、施業の効率化とエネ森の面積ポテンシャル拡大に取り組む



6:苗の生産・輸送体制の確立
高品質かつ安定した苗の生産と輸送
7:採種園の整備
国内生産体制の構築



8:成長量計測
9:資源量の調査・推計
連年成長量の調査と収量の推計

適地探索

用地確保

行政手続

育苗
用地整備

初回植林

下刈り
育林管理

高効率施業

木材利用へ

萌芽更新
資源管理

2:造林未済地の活用
伐採後に森林が再生していない森林のこと
3:コスト・身体負担低減



No 事業目標

- ① 生産コスト17,332円/絶幹tの達成
- ② 3年間で16ha以上の森づくり
- ③ 10年伐期で150絶幹 t /haの原料生産
- ④ 年1回以上の自治体との定例会の設置

4:下刈りコストの低減



5:効率的な伐採、集材システム



・事業全体
10:生育適地の検証
11:ユーカリ逸出の試験
12:風害耐性の検証
13:病虫害害の調査
14:海外視察



様々なスペシャリストの方
森林・環境・地方創生に興味のある方
もう少し話を聞きたい方

お気軽にお問い合わせください。

(株) エコグリーンホールディングス
杉島 将太

E-mail: sugishima@eco-g.com

TEL: 03-3537-3240