

「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」

事業原簿

担当部	国立研究開発法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構 新エネルギー部
-----	--

## 内容

概 要 .....	2
プロジェクト用語集 .....	7
1. 意義・アウトカム（社会実装）達成までの道筋.....	9
1. 1 事業の位置づけ・意義.....	9
1. 2 アウトカム達成までの道筋 .....	14
1. 3 知的財産・標準化戦略.....	24
2. 目標及び達成状況.....	26
2. 1 アウトカム目標及び達成見込み .....	26
2. 2 アウトプット目標及び達成状況 .....	31
3. マネジメント.....	37
3. 1 実施体制 .....	37
3. 2 予算及び受益者負担の考え方.....	42
3. 3 研究開発計画 .....	43
4. プロジェクトの詳細.....	47
4. 1 研究開発項目①の詳細.....	47
4. 2 研究開発項目②の詳細.....	80
4. 3 研究開発項目③の詳細.....	102
添付資料.....	110
添付資料1：プロジェクト基本計画.....	110
添付資料2：事前評価関連資料.....	119
添付資料3：特許論文等リスト.....	122

# 概要

		最終更新日	2023年9月25日
プロジェクト名	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	プロジェクト番号	P21002
担当推進部/ PMgrまたは担当者 及びMETI担当課	新エネルギー部 PM 矢野 貴久 (2022年6月～現在) 古川 信二 (2021年4月～2022年5月) 担当者 桂木 俊哉 (2023年8月～現在) 清水 隆 (2023年1月～現在) 保谷 泉 (2022年4月～現在) 岩橋 正憲 (2021年4月～現在) 小石 拓弥 (2022年4月～現在) 岩佐 匡浩 (2021年4月～2022年3月) 堀田 瑛人 (2021年4月～2022年3月) 河目 裕介 (2021年4月～2022年3月) 宇田 新太郎 (2021年4月～2022年3月) 原田 敏正 (2021年4月～2022年3月)		
0. 事業の概要	<p>バイオマス発電の主力電源化に向けては、燃料の安定供給確保、発電コストの低減、持続可能性の確保等といった課題が存在するところ、特に、木質バイオマス発電については、燃料の安定的・効率的な供給・利用システムが発展途上であり、森林・林業と発電事業等が持続可能な形で共生する商慣行が定着していないという課題がある。本課題の解決の観点から、「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」、「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」、「木質バイオマス燃料（チップ、ペレット）の品質規格の策定委託事業」を行うことにより、エネルギーの安定供給に加えて、地域に根付く前向きな取組を後押し、森林・林業等と持続可能な形で共生する木質バイオマス燃料等の安定的・効率的な供給・利用システムの構築を加速できれば、木質バイオマスのエネルギーの導入拡大への足掛かりとなることが期待される。</p>		
1. 意義・アウトカム (社会実装) 達成までの道筋			
1.1 本事業の位置付け・意義	<p>我が国では、2021年10月に閣議決定された「第六次エネルギー基本計画」において、2050年カーボンニュートラルの実現に向けて、再生可能エネルギーに関しては、S+3Eを大前提に、2050年における主力電源として最優先の原則の下で最大限の導入に取り組む方向性が掲げられた。本計画における2030年度の電源構成のうち、再生可能エネルギーは36～38%、その内、バイオマスは5.0%（800万kW）と大型水力を除いて太陽光発電に次ぐ風力発電と同等の割合であり、重要な再生可能エネルギー源としての役割を期待されている。また、地産地消の地域活用電源を推進する観点から、木質バイオマスを活用したバイオマス発電に期待する声大きい。他方、バイオマス発電の導入については、東日本大震災以降、FIT制度創設等の政策効果により、着実に進展しているが、道半ばの状況である。</p>		
1.2 アウトカム達成までの道筋	<p>本事業は、森林からバイオマス発電所等に至る川上から川下まで一体となった森林・林業とバイオマスエネルギー事業が持続可能な形で共生を図るための事業であるため、林業従事者、メーカー、バイオマス発電事業者、自治体、大学、国研、業界団体など多岐にわたる事業者の参画が想定される。他方、調整や検討が必要となる法令が多数想定されること、多様な知見等を収集・活用するだけでなく、シンポジウム開催や経済産業省をはじめとした各府省庁との連携等を実施することで、個々の技術開発の加速や、地域や資源特性等に即した持続性あるバリューチェーン（安定的・効率的な供給・利用システム）の確立と成果の普及に繋げる。</p>		
1.3 知的財産・標準化戦略	<p>①オープン・クローズ戦略            本事業は事業化を見据えた上で研究成果の横展開が肝要なため、原則オープン戦略としている。            ②チップ・ペレットの品質規格            研究開発項目③「木質バイオマス燃料（チップ、ペレット）の品質規格の策定委託事業」に関しては4つの国内品質規格を2022年度に策定した。パンフレットの作成・配布、バイオマス展におけるセミナー開催等、品質規格の重要性を広く告知した。今後2028年度の事業終了までに、品質規格の広報、認知度・活用状況のフォローアップを行う。2032年度までに、規格が2つの業界団体から推奨されている状況を目指す。</p>		
2. 目標及び達成状況			

<p>2.1 アウトカム目標及び達成見込み</p>	<p><b>【研究開発項目①】「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</b>  (アウトカム目標) 燃料材の資源量 2028 年度（目標中間年度）に 5 万絶乾トン/年、2032 年度（目標最終年度）に 11 万絶乾トン/年の増加を目標とする。  (達成見込) 本事業で得られた、燃料用途として有望な広葉樹・早生樹と生産方法の事例・知見を横展開させ、達成を見込む。本事業で採択済の事業者による事業終了時の資源量の増加は 1,300 絶乾トン（植付面積 240 ha）の見込である。横展開の具体的な施策を 2024 年度以降に展開をしていく。</p> <p><b>【研究開発項目②】「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</b>  (アウトカム目標) 育林費、労務費、生産費、輸送費等の全体最適化に伴う低減により、燃料材の取引価格として 2032 年度に現状から 3 割低減を目標とする。  (達成見込) 既に事業を開始している実証事業者は設備の設置が 2023 年度内に完了、実証実験を開始する見込である。又、2023 年度に新規チップ事業を 3 件採択しており、アウトカム目標達成の見込は今後の実証の結果から判断していく。</p> <p><b>【研究開発項目③】「木質バイオマス燃料（チップ、ペレット）の品質規格の策定委託事業</b>  (アウトカム目標) 燃料品質を統一的に評価する仕組みを構築・普及することにより、2032 年度に水分量が燃料価格に反映できるなどの品質規格と価格が紐付けられた、適切な取引慣行が奨励されていること、具体的には策定した規格が 2 つの業界団体から推奨されることを目標とする。  (達成見込) 規格の策定は既に完了している。パンフレットの作成・配布、セミナーを実施した。今後、普及活動のフォローアップを実施していくことで達成を見込む。</p>
<p>2.2 アウトプット目標及び達成状況</p>	<p><b>【研究開発項目①】「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</b>  (アウトプット中間目標)  ・早生樹等、新たな燃料ポテンシャルを開拓・利用促進に向けて、事業性を適切に評価した上で、実証の実施体制を組織し、植林・育林・伐採・搬出、実証設備の設計等に着手する。  ・6 つの日本の気候区分毎に、樹種等による違いを考慮した実証が実施可能となるように採択する。  (達成状況)  6 つのすべての気候区分で 11 件を採択済である。  ※参考（アウトプット最終目標）  早生樹等、新たな燃料ポテンシャルを開拓・利用促進するモデルについて、事業期間内に日本の気候区分（亜寒帯（北部及び南部）、温帯東日本（日本海側及び太平洋側）、温帯西日本、内陸性気候）に適した植林方法等を選定する。また、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。</p> <p><b>【研究開発項目②】「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</b>  (アウトプット中間目標)  ・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て、事業性を適切に評価した上で、実証の実施体制を組織し、実証設備の設計・建設等に着手する。  ・工程（製造・輸送）および燃料形態（チップ・ペレット）毎に 1 件以上採択する。  (達成状況)  チップ案件 4 件、ペレット案件 1 件採択済である。  ※参考（アウトプット最終目標）  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・輸送等システムの事業モデルについて、事業期間内にチップ・ペレット燃料製造・輸送に関し、輸送・加工工程の改善等による、安定供給体制の確立・燃料の品質向上等に向けた実証を行う。また、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。</p> <p><b>【研究開発項目③】</b>  (アウトプット中間目標)  木質バイオマス燃料の品質規格について策定等を行う。  (達成状況)  品質規格を 4 件策定済である。  ※参考（アウトプット最終目標）  品質規格を 2 件策定する。</p>

3. マネジメント

3.1 実施体制	経産省担当原課	経済産業省 資源エネルギー庁 省エネルギー・新エネルギー部 新エネルギー課			
	プロジェクトリーダー	該当無し			
	プロジェクトマネージャー	新エネルギー部 矢野 貴久			
	助成先（研究開発項目①、②） /委託先（研究開発項目③）	<p>【研究開発項目①】「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」</p> <p>①坂井森林組合（2021年度～） ②（株）エコグリーンホールディングス（2021年度～） ③（一財）カーボンフロンティア機構、遠野興産（株）、古河林業（株）（2021年度～） ※以下の④-⑪は2023年度採択事業 ④（株）ジャパンインベストメントアドバイザー（2023年度～） ⑤バイオマスパワーテクノロジーズ（株）（2023年度～） ⑥（株）グリーンアース（2023年度～） ⑦JFEエンジニアリング株式会社（2023年度～） ⑧（株）環境公害分析センター（2023年度～） ⑨（株）柴田産業（2023年度～） ⑩（一社）徳島地域エネルギー（2023年度～） ⑪北アルプス森林組合（2023年度～）</p> <p>【研究開発項目②】「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」</p> <p>①（一社）徳島地域エネルギー（2021年度～） ②くしま木質バイオマス（株）、シン・エナジー（株）（2022年度～） ※以下の③-⑤は2023年度採択事業 ③上野村（2023年度～） ④（株）PEO 技術士事務所、極東開発工業（株）、うすきエネルギー（株）（2023年度～） ⑤北アルプス森林組合（2023年度～）</p> <p>【研究開発項目③】「木質バイオマス燃料（チップ、ペレット）の品質規格の策定委託事業」</p> <p>①（一社）日本木質バイオマスエネルギー協会（2021～2022年度）</p>			
3.2 受益者負担の考え方  事業費推移 (単位:百万円)  ※管理費、端数調整がある為、年度毎の総予算とは一致しない	主な実施事項	2021fy	2022fy	2023fy	
	研究開発項目① 「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」			→	
	研究開発項目② 「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」			→	
	研究開発項目③ 木質バイオマス燃料（チップ、ペレット）の品質規格の策定委託事業		→		

会計・勘定	2021fy	2022fy	2023fy	総額
特別会計（需給）	103	303	703	1109
研究開発項目① （助成 2/3）	42	152	381	574
研究開発項目② （助成 2/3）	34	98	322	453
研究開発項目③ （委託）	28	53	0	82
総 NEDO 負担額	103	303	703	1109
（委託）	28	53	0	82
（助成） ：助成率 2/3	75	250	703	1028

3.3 研究開発計画	<p>【研究開発項目①】「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」</p> <p>バイオマスのエネルギー利用促進のためには、木質バイオマスの活用は重要である。木質バイオマスの中でも、①針葉樹、②広葉樹は植生が大きく異なることから、それぞれの課題に応じた対策を講じていく必要がある。具体的な研究内容としては、早生樹等の活用拡大に向け、育林に適した樹木を選定の上、日本の気候区分6つ（亜寒帯（北部及び南部）、温帯東日本（日本海側及び太平洋側）、温帯西日本、内陸性気候）毎に、地域に適した植林・育林・伐採・搬出方法の選定を行う。例えば、皆伐、下刈り回数の低減、自然萌芽利用によるコスト低減など、生産システム最適化に向けた実証を行う。また、必要に応じて、課題の抽出および検証等に関する事業の実施を検討する。</p>
	<p>【研究開発項目②】「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」</p> <p>森林・林業とバイオマス発電事業が持続可能な形で共生する木質バイオマス燃料の安定的・効率的な供給・利用システムの構築に向けた取組を加速する。また、必要に応じて、課題の抽出および検証等に関する事業の実施を検討する。</p>
	<p>【研究開発項目③】木質バイオマス燃料（チップ、ペレット）の品質規格の策定委託事業</p> <p>バイオマスのエネルギー利用拡大を図るためには、木質バイオマス燃料の品質について統一的な評価を行うことが必要であるところ、本事業では、エネルギー用途の木質バイオマスの品質（水分量等）を統一的な評価を可能とする規格を策定する。</p>

情勢変化への対応	<ul style="list-style-type: none"> <li>・既存事業者様とは原則月に1回の定例オンラインミーティング（事業報告書含む）を実施している。又、事業のポイントでは現地調査を実施し、事業者様との意見交換、情報収集等によりコミュニケーションを図りながら事業を推進する事で動向、情勢の把握を行い、マネジメントに活かしている。</li> <li>・昨今の画像解析ソフト技術の世界的な開発の進捗を踏まえ、最新の画像解析ソフトを追加でレンタル導入した。導入する事で植栽密度による初期成長性の可視化が可能になり、実証事業を加速させることができた。</li> <li>・成果報告会等で事業者同士の情報交換を促す事で、事業者同士がお互いの実証地の見学会を実施し、情報交換をした。これを契機に事業者が研究開発中の樹種の苗木を別の事業者へ提供し研究開発の幅が広がり、新しいコミュニティが生まれた。早生樹の知見の拡大の為に今後も事業者間の連携を推進する。</li> <li>・林野庁と連携して先進的な取組をしている事業者の発掘を実施した。本事業の要諦は林業に有ることから、林野庁が実施している「新しい林業」経営モデル実証事業者へ集中的なヒアリングを実施した。従来型の林業から脱却し、高い生産性を目指している林業関係者、森林組合、有識者等と面談し、動向・情勢調査を実施し、最新の林業知見の獲得に努めている。「新しい林業」経営モデル実証事業参画の事業者から NEDO 事業へも参画した事業者が 2023 年度採択で 2 事業者いる。</li> </ul>	
中間評価結果への対応	※初回評価の為、不要	
評価に関する事項	事前評価	2020 年度実施 担当部 新エネルギー部
	中間評価	2023 年度 中間評価実施（2026 年度 第 2 回中間評価実施予定）
	事後評価	2029 年度 終了時評価実施予定

別添		
投稿論文	1 件 (2023 年 : 1 件)	
特 許	無し	
その他の外部発表 (プレス発表等)	9 件 (2021 年 : 3 件、2022 年 : 4 件、2023 年 : 2 件)	
基本計画に関する 事項	作成時期	2021 年 5 月 19 日 制定
	変更履歴	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 2022年4月1日 研究開発目的、アウトプット目標の変更およびプロジェクトマネージャー役職変更による改訂</li> <li>・ 2022年5月20日 プロジェクトマネージャーの変更による改訂</li> <li>・ 2023年4月1日 採択条件の変更、アウトカム目標の追加による改訂</li> </ul>

## プロジェクト用語集

用語・略称	定義・解説
FIT 制度・固定価格買取制度	太陽光や風力、水力、地熱、バイオマス等といった再生可能エネルギー源を変換して得られた電気を、国の定める価格で一定期間、電気事業者が買い取ることを義務付けた制度のことです。原則として、再生可能エネルギー源を変換して得られた電気の買い取りに要した費用は国民が電気代の一部として払う賦課金によって賄われる。（出典：一般社団法人 日本木質バイオマスエネルギー協会）
間伐	育てようとする樹木どうしの競争を軽減するため、混み具合に応じて、一部の樹木を伐採すること。（出典：関東森林管理局 HP）
荒廃農地	農林水産省から「荒廃農地の発生・解消状況に関する調査」において、「現に耕作されておらず、耕作の放棄により荒廃し、通常の農作業では作物の栽培が客観的に不可能となっている農地」と定義されている土地。
広葉樹	コナラ、クヌギなど葉が平たく、太く曲がっている材が多い。その為燃料用途の材木としては搬出がしにくく、チップへの加工へ課題がある。
高密度植林・育林	燃料用途の林業では通常的林業ほど丁寧な材木の育て方が不要と考えられる中で、通常的林業より密に植える事で収穫量が増やせないかが検討されている。
下刈、下草刈り	植栽した苗木の生育を妨げる雑草や灌木を刈り払う作業。一般に植栽後の数年間、毎年、春から夏の間に行われる。
森林整備計画	地域森林計画の対象となる民有林が所在する市町村が 5 年ごとに作成する 10 年を一期とする計画であり、地域の森林・林業の特徴を踏まえた森林整備の基本的な考え方やこれを踏まえたゾーニング、地域の実情に即した森林整備を推進するための森林施業の標準的な方法及び森林の保護等の規範、路網整備等の考え方等を定める長期的な視点に立った森林づくりの構想。（林野庁 HP より） 燃料用途として期待されている早生樹は含まれていない事もある。
針葉樹	スギ、ヒノキなど幹がまっすぐ育つ材の為、搬出しやすい上に、比較的加工がしやすい為、建材にしやすい材である。現状の林業はこの建材を作るのがビジネスモデルとなっている。
絶乾トン（絶乾重量）	一般に統計処理等に用いられる換算係数（絶乾重量→丸太換算材積）は、針葉樹:2.2、広葉樹:1.7 を採用されている。近年、重量値による取引が一般化しているが、絶乾重量の算出には係数が必要となる。 （出典：全国木材チップ工業連合会 HP より）



早生樹	<p>書いて字のごとく、「早く」「成長する」「樹種」の総称です。一般的には、スギやヒノキに比べて初期の樹高成長量や伐期までの材積成長量大きな樹種を指します。10年から25年位の比較的短伐期での収穫が可能で、センダン・ユリノキ・チャンチンモドキ・コウヨウザン等の種類がある。</p> <p>(林野庁 HP より)</p> <p>燃料用の材料として期待が高いが、育林方法にはまだ課題も多い状況である。</p>
チップ	<p>発電、熱利用するために原木を刃物で切削して得られる切削チップとハンマー等で打撃して破砕する破砕チップとがある。</p>
ペレット	<p>木質ペレットは、乾燥した木材を細粉し、圧力をかけて直径6～8mm、長さ5～40mmの円筒形に圧縮成形した木質燃料で、主にストーブやボイラーの燃料として利用される。含水量が少なく圧縮されていますので、チップやおが屑をそのまま燃やすより大きな発熱量が得られる(一般社団法人日本ペレット協会 HP より)</p>
萌芽更新	<p>樹木伐採後、残された部分から木が再生すること。</p>
優良系統苗	<p>成長、通直性等の優良品はもとより、特に、外観からは判断できない産地、系統、耐寒性等の遺伝的優良品を持った苗のこと。エリートツリーと呼ばれることもある。</p>

# 1. 意義・アウトカム（社会実装）達成までの道筋

## 1. 1 事業の位置づけ・意義

### 1. 1-1 政策的な重要性

バイオマス発電は、主力電源としての再生可能エネルギーの一翼を担い、特に木質バイオマス発電・熱利用は、「エネルギー自給率向上に資する非化石エネルギー」、「レジリエンス向上に資する分散型のエネルギー」、「我が国の森林整備・林業活性化の役割を担い、地域の経済・雇用にも貢献する」等の多様な価値を有する。

しかしながら、現行の多くのバイオマス発電事業は、固定価格買取制度（以下、「FIT制度」という。）の支援の下で成立しており、FIT制度による買取期間終了後は、事業継続が困難となる懸念がある。バイオマスのエネルギー利用は、2030年のエネルギーミックス実現に向けて道半ばの状況であり、取組を加速する必要がある。

### 1. 1-2 我が国の状況

#### (1) カーボンニュートラルへ向けた2030年度の電力構成（エネルギーミックス）

我が国では、2021年10月に閣議決定された「第六次エネルギー基本計画」において、2050年カーボンニュートラルの実現に向けて、再生可能エネルギーに関しては、S+3Eを大前提に、2050年における主力電源として最優先の原則の下で最大限の導入に取り組む方向性が掲げられた。本計画における2030年度の電源構成図1.1-2-1に示す。再生可能エネルギーは36~38%、その内、バイオマスは5.0%（800万kW）と大型水力を除いて太陽光発電に次ぐ風力発電と同等の割合であり、重要な再生可能エネルギー源としての役割を期待されている。また、地産地消の地域活用電源を推進する観点から、木質バイオマスを活用したバイオマス発電に期待する声大きい。

他方、バイオマス発電の導入については、東日本大震災以降、FIT制度創設等の政策効果により、着実に進展しているが、道半ばの状況である。

2030年度エネルギーミックスのバイオマス発電の目標は800万kWだが、現状（2022年3月）の達成率は560万kWで達成率約70%という状況である。他の再生可能エネルギーの達成状況を含め図1.1-2-2に示す。

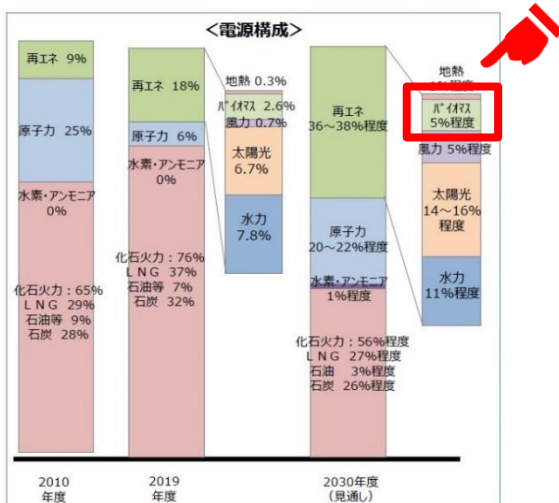


図 1.1-2-1 2030年度の電源構成

	(kW)	導入水準 (22年3月)	FIT前導入 量+FIT・ FITP認定量 (22年3月)	ミックス (2030年度)	ミックスに 対する 導入進捗率
太陽光		6,610万	8,270万	10,350~ 11,760万	約60%
風力		480万	1,500万	2,360万	約20%
地熱		60万	70万	150万	約41%
中小 水力		980万	1,020万	1,040万	約95%
バイオ マス		560万	1,060万	800万	約70%

図 1.1-2-2 2030年エネルギーミックス達成状況

出典：資源エネルギー庁「国内外の再生可能エネルギーの現状と今年度の調達価格等算定委員会の論点案」

## (2) エネルギーミックス達成へ向けた経済産業省「林業・木質バイオマス発電の成長産業化に向けた研究会」

農林水産省及び経済産業省は、木質バイオマス燃料の供給元としての森林の持続可能性の確保と木質バイオマス発電の発電事業としての自立化を両立させるため、課題解決に向けた方策を官民連携により検討するための場として本研究会を設置し、2020年7月から10月にかけて検討を行ってきたところ、その検討結果として報告書を取りまとめた。その論点と対応の方向性を表 1.1-2-1 に示す。

表 1.1-2-1

	論点	対応の方向性（政策等への反映）
1	<ul style="list-style-type: none"> <li>木質バイオマス発電コストの7割を占める燃料コストの低減と、木質バイオマス燃料が重要な収益機会になりつつある林業者の経営の安定化を両立し、森林資源を持続的に活用するためには、どのような取り組みが必要か。</li> <li>木質バイオマス利用の急増に伴う伐採跡地の放置、それによる森林荒廃の懸念の声もあがっている。森林資源の持続的な利用に繋げるため、どのような取り組みが必要か。</li> </ul>	<p>(1) 森林資源の持続的活用（広葉樹・早生樹の活用を含む）  <u>→持続可能な木材利用の担保</u>を前提とする全木集材や山土場等の活用による林業収入の最大化に向けた取組の推進          → (a) 広葉樹・早生樹など燃料用途として<u>有望な樹種</u>の特定、(b) 確実な更新を前提とした<u>皆伐など主伐手法</u>の確立、          (c) <u>移動式チップパー</u>の活用等による木質バイオマス燃料の生産を主とした新たなビジネスモデルの確立、<u>に資する実証</u>等</p>
2	<ul style="list-style-type: none"> <li>熱利用・熱電併給の更なる普及に向けた木質バイオマスの供給側と需要側の課題を如何に解決すべきか。</li> </ul>	<p>(2) 木質バイオマス熱利用の推進          →更なる熱利用に向けた「<u>地域内エコシステム</u>」の推進</p>
3	<ul style="list-style-type: none"> <li>木質バイオマス燃料（木質チップ・ペレット等）の品質安定化（水分率等）を含め、重量が主な取引単位となっている市場取引における課題を如何に解決すべきか。</li> </ul>	<p>(3) 木質バイオマス燃料の品質安定化          →燃料品質等に係る<u>統一評価指標</u>、<u>デジタル技術</u>を活用した市場取引の枠組みの検討</p>
4	<ul style="list-style-type: none"> <li>木質バイオマス利用が拡大する中、適正な木材の加工・流通・利用範囲をどのように考えるべきか。森林から発電施設までの実態把握の仕組みは如何にあるべきか。</li> </ul>	<p>(4) 木質バイオマス燃料の加工・流通・利用の在り方・実態把握          →木質バイオマス燃料に係る<u>流通等の実態の把握・可視化</u>の推進          →合法性やトレーサビリティ等の確認手段の検討</p>
5	<ul style="list-style-type: none"> <li>燃料用途の木質バイオマス需要の急増に伴う、製紙用など既存用途事業者への影響の懸念払拭のために何をすべきか。</li> </ul>	<p>(5) 既存の木材利用との競合に係る懸念の払拭          →都道府県林政部局との連携等による木材の安定調達の強化          →安定供給可能な燃料用途の<u>木材量の確保</u></p>
6	<ul style="list-style-type: none"> <li>木質バイオマス発電の普及促進に向けた横断的な取り組みが必要ではないか</li> </ul>	<p>(6) その他          →<u>エンジニア人材等の育成推進</u>等</p>

### 1. 1-3 技術戦略および、前事業との関連性

当事業は図 1.1-3-1 が示す通り、バイオマスにおける発電・熱利用のシステム開発・実証の研究開発に当たる。2014 年度から 2021 年度まで NEDO では前事業として「バイオマスエネルギーの地域自立システム化実証事業」を実施してきた。前事業を通じ残された課題は「低コストかつ一定以上の品質の燃料材の安定的な確保」だと結論づけ、本事業の立ち上げに至っている。又、これまでの政策と NEDO バイオマス実証事業の経緯を図 1.1-3-2 に示す。

バイオマス発電所は海外産のバイオマス燃料が前提となっており成立してケースも散見される。FIT 制度による固定価格買取期間終了後、バイオマス発電事業からの撤退が懸念される中、肝要なのは「燃料材の資源量の増加」と「燃料材の取引価格の低減」である。既存の林業の事業モデルとの共存をしながら、エネルギー用途の林業の確立、チップ・ペレットの製造過程のブラッシュ、燃料の品質規格が普及することで発電所の稼働率が上がり、バイオマス発電事業が継続的な事業となる研究開発を技術戦略とする。

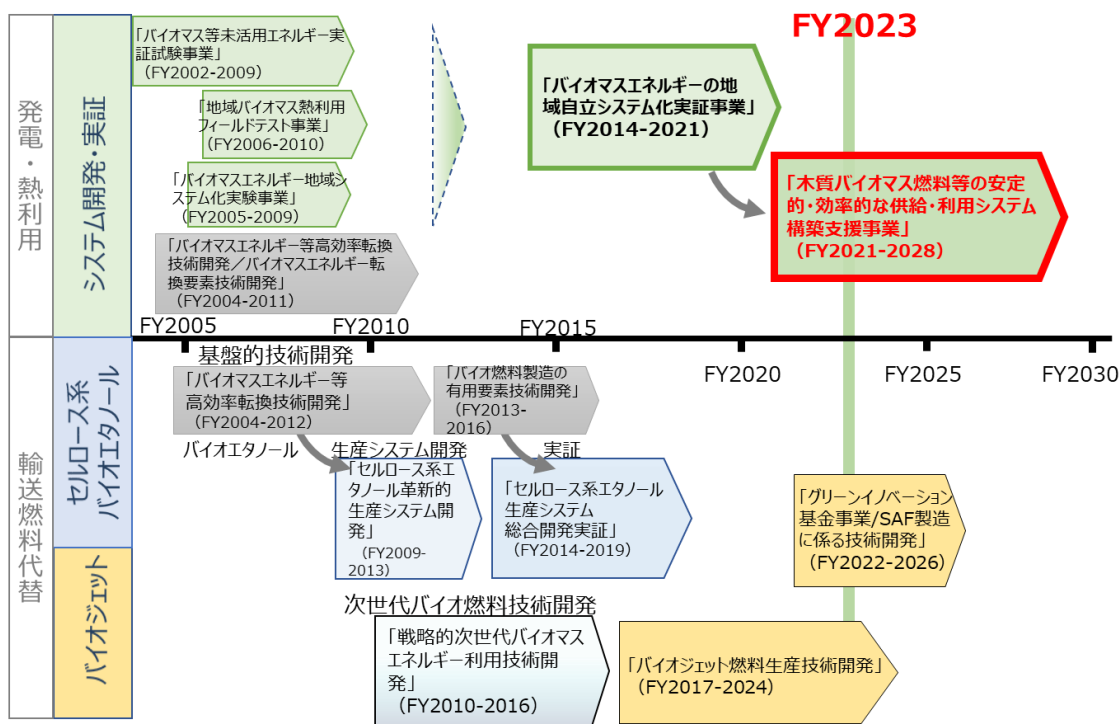


図 1.1-3-1 : 技術戦略および、前事業との関連性

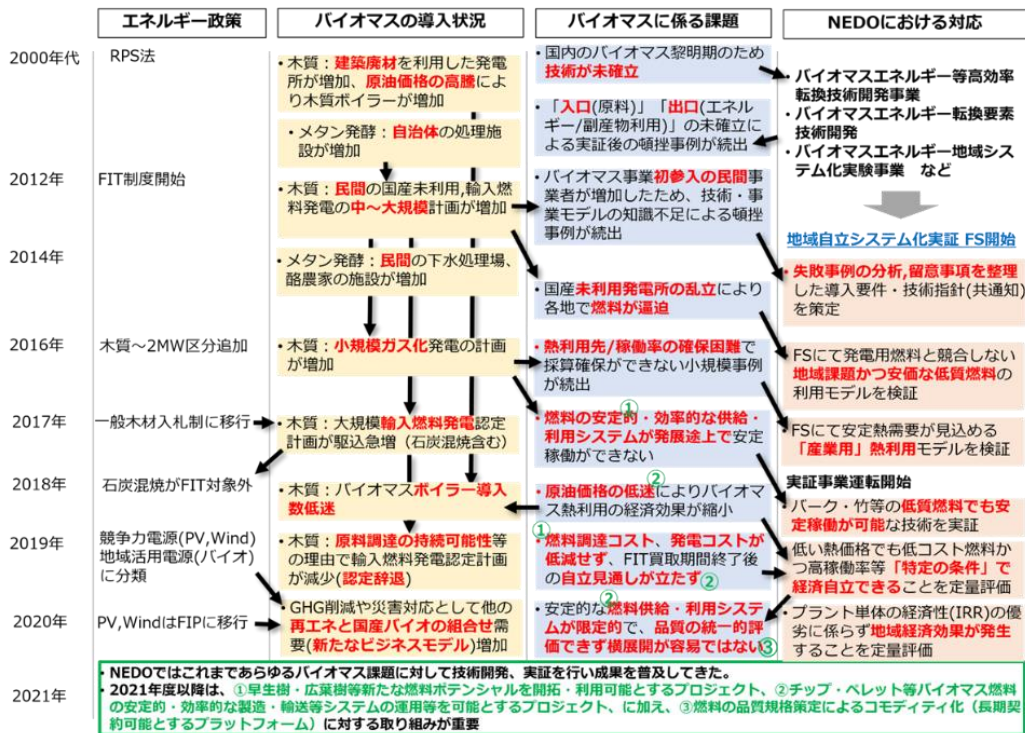


図 1.1-3-2：これまでの政策と NEDO バイオマス実証事業の経緯

## 1. 1-4 木質バイオマス活用における課題と対応について

木質バイオマス発電活用における課題は「低コストかつ一定以上の品質の燃料材の安定的な確保」だと前述した。そもそも木質バイオマス燃料である木材を生産する林業は、建材を作り出すビジネスモデルとして最適化がなされている。具体的には約 50 年程度で伐採するまで、下刈りや間伐など手間暇をかけて育林、その後丁寧に加工され、その残材が木質バイオマス燃料となってきた。しかし燃料用途のマテリアルとしてはコスト削減可能な施業、運搬・加工も存在すると考える。既存的林業と併走しながら、燃料用途に特化した林業、運搬・加工システムの構築が必要である。

主な課題と解決策を表 1.1-4-1 に示す。

表 1.1-4-1

	課題	対応策
研究開発項目① 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	<ul style="list-style-type: none"> <li>・主に建材として利用されるため、燃料用途の木材が副次的な位置づけで供給量の見通しが立たない。</li> <li>・広葉樹の資源量は豊富だが活用が進んでいない。</li> <li>・早生樹等は、成長が早く萌芽特性を持つため育林作業が低減可能だが、活用手法が未確立。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・当初から燃料用途の森（エネルギーの森）を目指し、計画的に広葉樹・早生樹等を育成。</li> <li>・燃料に特化した育苗、育林、伐採、搬出手法の確立</li> </ul>
研究開発項目② 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	<ul style="list-style-type: none"> <li>・針葉樹建材向けに形成された生産・輸送システムが燃料向けには過剰で非効率</li> </ul>	燃料用途に最適なサプライチェーンの構築（運搬・加工システムを燃料材向けに最適化）
研究開発項目③ 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	<ul style="list-style-type: none"> <li>・質より量の確保が優先されており、どんな燃料が来ても、決まった価格で取引がされるケースが有る。</li> </ul>	品質規格の策定（国内の樹種や利用形態に適した品質規格を策定）



## 1. 2 アウトカム達成までの道筋

### 1. 2-1 事業化へ向けた道筋

バイオマス発電の主力電源化に向けては、燃料の安定供給確保、発電コストの低減、持続可能性の確保等といった課題が存在するところ、特に、木質バイオマス発電については、燃料の安定的・効率的な供給・利用システムが発展途上であり、森林・林業と発電事業等が持続可能な形で共生する商慣行が定着していないという課題がある。本課題の解決の観点から、「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」、「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」、「木質バイオマス燃料（チップ、ペレット）の品質規格の策定委託事業」を行うことにより、エネルギーの安定供給に加えて、地域に根付く前向きな取組を後押し、森林・林業等と持続可能な形で共生する木質バイオマス燃料等の安定的・効率的な供給・利用システムの構築を加速できれば、木質バイオマスのエネルギーの導入拡大への足掛かりとなることが期待される。事業全体のイメージを図 1.2-1-1 に示す。

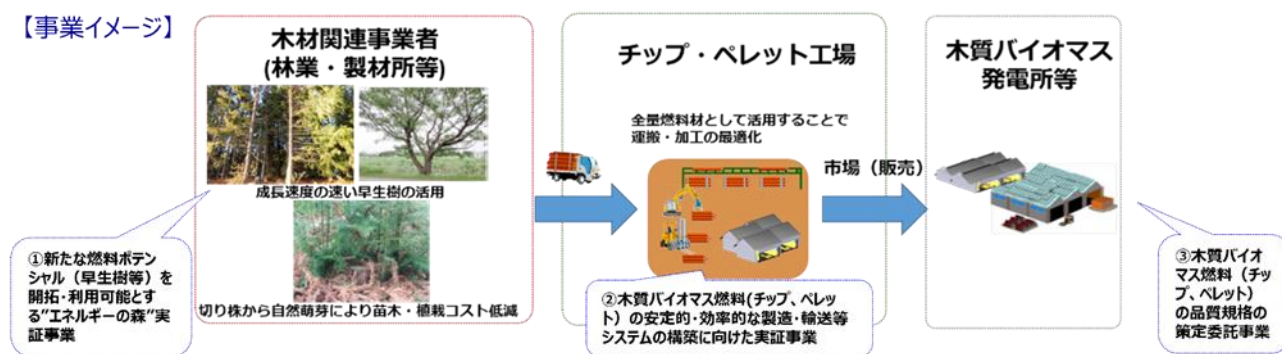


図 1.2-1-1

### 1. 2-2 事業の概要（研究開発計画）

アウトカム達成に向け、3つの研究開発研究開発項目①「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」、研究開発項目②「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」、研究開発項目③「木質バイオマス燃料（チップ、ペレット）の品質規格の策定委託事業」を実施する。研究開発の必要性和具体的研究内容を後述する。

#### （1）研究開発項目①「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」〔助成事業（助成率：2／3）〕

##### ①研究開発の必要性

バイオマスエネルギーの利用のためには、長期運用が成り立つビジネスモデルの明確化が必要である。2030年のエネルギーミックス実現に向け、バイオマスエネルギーの導入拡大の必要性やバイオマスエネルギー利用による地域振興等の効果は認識されている一方、木質等を原料としたチップ・ペレット製造・輸送工程の生産性が低く、燃料の安定調

達・品質向上の仕組みも未確立である。国内における樹木の伐採量に限度がある中、新たな燃料ポテンシャルを開拓することにより燃料製造に係る事業持続性に資するため、早生樹等の利用可能技術確立のための実証事業を実施することは、バイオマス発電燃料の安定供給確保、発電コストの低減、持続可能性の確保等を図るために必要である。

## ②具体的研究内容

バイオマスのエネルギー利用促進のためには、木質バイオマスの活用は重要である。木質バイオマスの中でも、①針葉樹、②広葉樹は植生が大きく異なることから、それぞれの課題に応じた対策を講じていく必要がある。具体的な研究内容としては、早生樹等の活用拡大に向け、育林に適した樹木を選定の上、日本の気候区分6つ（亜寒帯（北部及び南部）、温帯東日本（日本海側及び太平洋側）、温帯西日本、内陸性気候）毎に、地域に適した植林・育林・伐採・搬出方法の選定を行う。

例えば、皆伐、下刈り回数の低減、自然萌芽利用によるコスト低減など、生産システム最適化に向けた実証を行う。また、必要に応じて、課題の抽出および検証等に関する事業の実施を検討する。以下に具体的な6つの気候区分とそれぞれの特徴を示す。図 1.2-2-1 に示す。

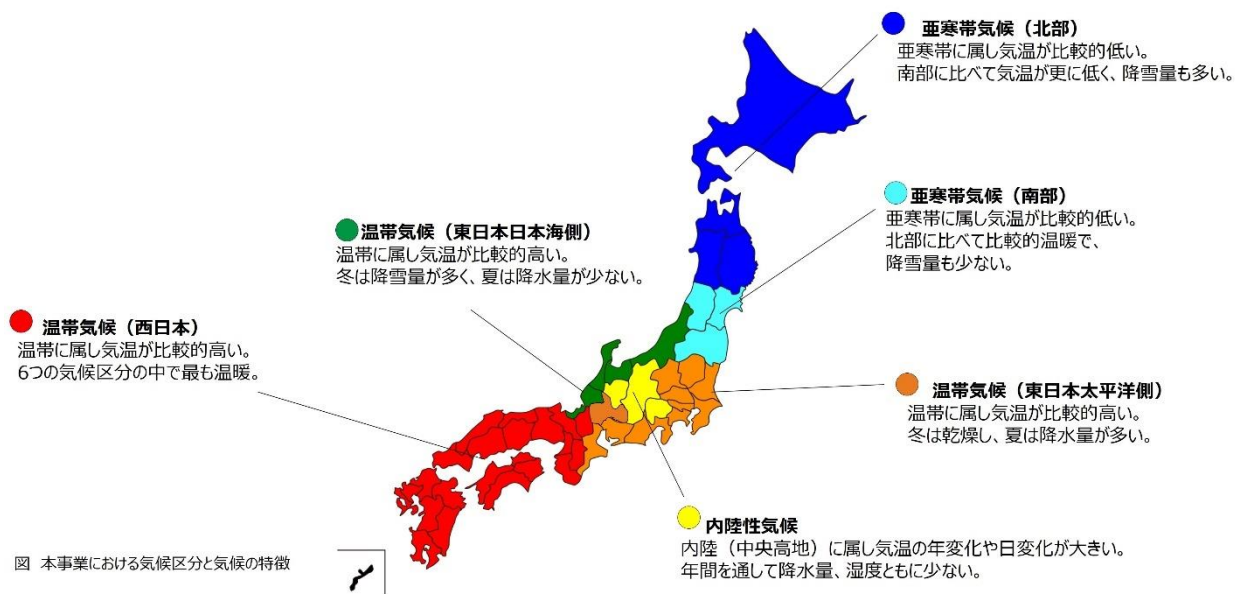


図 1.2-2-1



なお対象とする樹種は林野庁と事前協議し、原則として表 1.2-2-1 から選定することとした。但し、下表以外の樹種であっても、バイオマス燃料としての優位性や事業採算性が十分検討されている場合、2023 年度からは提案可とした。樹種の選定に当たっては、外来種を栽培する場合や実証事業後の森林整備事業の活用等、自治体との連携が必要と思われる場合、事前に自治体と相談することを推奨した。

表 1.2-2-1

区分	亜寒帯気候 (北海道、東北地方)		内陸性気候 (中央高地(長野県・山梨県・岐阜県北部等))		温帯気候 (左記以外)	
タイプA 短期間での供給拡大が見込める樹種	ヤナギ類	◎	ヤナギ類	○	ヤナギ類 ユーカリ類	◎ ◎†
タイプB 未利用広葉樹林による供給拡大が見込める樹種	ナラ類	○	ナラ類	○	ナラ類 シイ類 カシ類	○ ○ ○
タイプC 早生樹利用による中長期的な供給拡大が見込める樹種	ホオノキ シラカンバ ケンポナシ クワ キリ コウヨウザン センダン ハンノキ	○ ○ ● ● ● ● ● ●	ホオノキ ユリノキ ケンポナシ クワ キリ ハンノキ	○ ○† ○ ○ ○ ○	コウヨウザン ホオノキ ユリノキ センダン ケンポナシ クワ キリ アカシア類 チャンチン ハンノキ	○† ○ ◎† ○ ○ ○ ○ ◎† ○† ○

◎：バイオマス生産樹種として適当

○：栽培は可能。事業採算性は要検討

●：地域によっては栽培可能。事業採算性は要検討

†：外来種

## (2) 研究開発項目②「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」〔助成事業(助成率：2/3)〕

### ①研究開発の必要性

バイオマスのエネルギー利用拡大を図るためには、安定した品質と量の燃料調達・確保等が必要だが、現行、木質バイオマスについては、安定調達の確保・低コスト化・持続可能性の確保を可能とする製造・輸送システムが未確立であるところ、本事業はこれら課題解決を図るものであり必要である。

### ②具体的研究内容

森林・林業とバイオマス発電事業が持続可能な形で共生する木質バイオマス燃料の安定的・効率的な供給・利用システムの構築に向けた取組を加速する。事業のイメージを図 1.2-2-2 に示す。また、必要に応じて、課題の抽出および検証等に関する事業の実施を検討する。

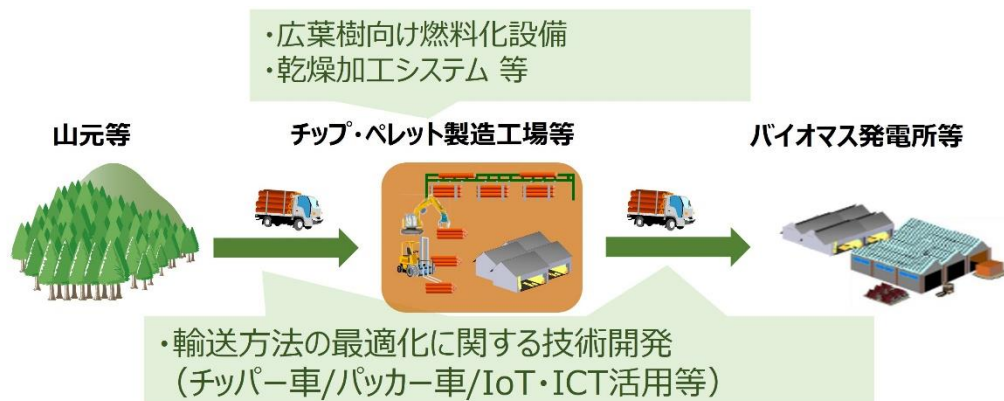


図 1.2-2-2

### (3) 研究開発項目③「木質バイオマス燃料（チップ、ペレット）の品質規格の策定委託事業」

#### ①研究開発の必要性

バイオマスのエネルギー利用拡大を図るためには、木質バイオマス燃料の品質について統一的な評価を行うことが必要であるところ、本事業では、エネルギー用途の木質バイオマスの品質（水分量等）を統一的な評価を可能とする規格を策定する。

#### ②具体的研究内容

委託事業にて実施する。具体的には、木質バイオマス燃料（チップ、ペレット）の水分量、サイズ、灰分濃度等の品質規格を策定する事等により、市場取引の活性化や発電効率の向上等を図る。

#### 1. 2-3 技術戦略上の位置づけ

前事業は地域に即したバイオマス燃料の研究開発を行ってきたが、本事業は「木質バイオマス燃料」にスコープした研究開発となっている。前事業から抽出した課題は「低コストかつ一定以上の品質の燃料材の安定的な確保」である。その中でも国内で安定供給の可能性が高い燃料は木質バイオマス燃料だと考える。前事業と本事業の比較を図 1.2-3-1 に示す。

林業はこれまで建材を作ることに特化したビジネスモデルとなっている中で、燃料用途の林業、燃料製材ビジネスモデルの構築は道半ばの状況である。燃料に適した早生樹の知見も散見されるが、スギやヒノキのように育苗から伐採、製材までほぼマニュアル化がされたような知見は燃料用途に関しては存在しない。そこに研究開発の余地があると考えられる。地域に適した樹種の選定を含め、必要以上に手間をかけずに育林から伐採、燃料化までのプロセスの構築が出来れば燃料材の安定確保、低コストに大きく貢献する事が期待される。

但しそれは既存の林業を否定する物では無く、あくまで既存の林業との共生で無くしてはならない。そうすることで林業の活性化、国産材の利活用の促進、地域の雇用にも繋がる事が期待される。

又、日本の人工林の半分は林齢 50 年を迎えていると言われているが、森林の木の多くは若いときに CO2 を多く吸収すると考えられている。燃料用の育林の技術開発によって短伐期での林業が実現できればよりカーボンニュートラルに資する取組であると考えられる。

	項目	コスト低減	安定供給/ 持続可能性	地域経済/エネルギー自給率	CO2排出削減	総合評価
本事業	研究開発項目① 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	◎ 木材生産コスト1/3程度に低減する試算事例あり	◎ バイオマス増産、林業との共生	◎ 国産材利活用	◎ 化石燃料代替	◎
	研究開発項目② 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	◎ 木利用材チップ価格を60%程度まで低減する事例あり	◎ 燃料増産、林業との共生	◎ 国産材利活用	◎ 化石燃料代替	◎
	研究開発項目③ 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	◎ ポイラ放煙防止による、メンテナンスコスト低減等	◎ 公正な取引、林業との共生	◎ 国産材利活用促進	◎ 化石燃料代替促進	◎
	バイオマスエネルギーの地域自立システム化実証事業【前事業】	○ 一定の条件下（豊富な熟成木、立地などで成立）	○ 一定の条件下（豊富な原料資源などで成立）	◎ 地域で発生するバイオマスを利用	◎ 化石燃料代替	○
	判定基準	◎：大きく寄与する ○：寄与する ×：寄与しない				◎：◎過半数 ○：それ以外 ×：過半数

図：1.2-3-1

## 1. 2-4 世界のバイオマス発電取組状況

IEA の報告書によると、世界のバイオマス電力容量は 2019 年に 8.5GW 拡大し、これは過去 2 番目に高い年間導入量となっている。2022 年末時点でのバイオマス発電設備容量は、世界上位 9 カ国中、欧州圏の 3 カ国（ドイツ、英国、スウェーデン）が占めている状況のなか、我が国は世界第 7 位となっている。

## 1. 2-5 国内の動向

### (1) 国内の動向

#### ①木質バイオマス発電の導入容量見通し

経済産業省「国産バイオマス発電導入の見通し」（一般社団法人日本有機資源協会・一般社団法人木質バイオマスエネルギー協会作成 2021 年 3 月 22 日）によると、2030 年の木質バイオマス発電の導入見通しは 6.26GW となっており、本事業を開始した 2021 年の 2.83GW から約 2.2 倍となる見通しである。

## 2030年までの木質バイオマス発電の導入見通し

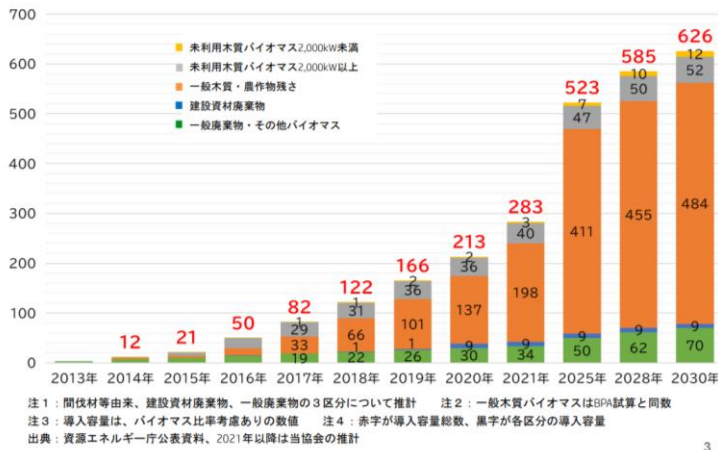


図 1.2-5-1 出典：経済産業省 「国産バイオマス発電導入の見通し」から引用

## ②燃料材の動向（木質チップ）

前述の「①木質バイオマス発電の導入容量見通し」と連動し、木質バイオマス燃料のニーズは年々高まりを見せている。「農林水産省 木質バイオマスエネルギー利用動向調査」によると「木質バイオマスエネルギーとして利用した木質チップの利用量の推移」は2015年の690万絶乾トンから2021年度現在1,069万絶乾トンと約1.54倍の増加となっている。

同じく、「農林水産省 木質バイオマスエネルギー利用動向調査」によると木質チップの由来別利用量の比率は「間伐材・林地残材等」が約38%、建築資材廃材が約37%と全体の約75%占めている。一方「輸入チップ・丸太」は約4%程度となっており、ほぼ国産でまかなわれている状況である。

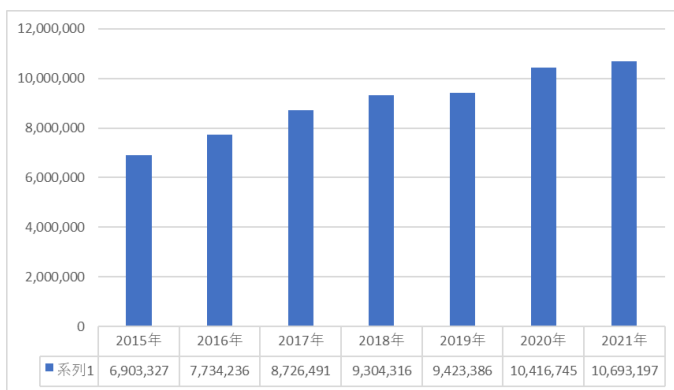


図 1.2-5-2

【木質バイオマスエネルギーとして利用した木質チップの利用量の推移】

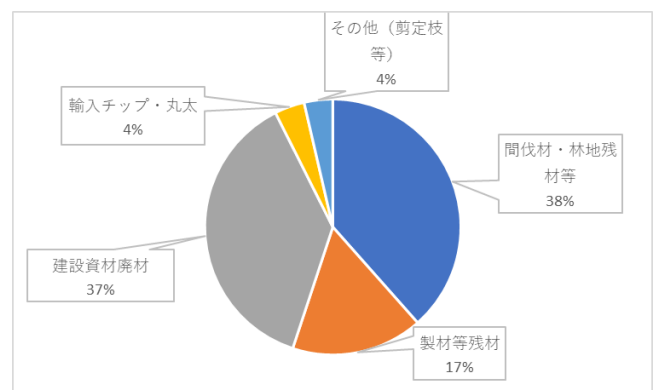


図 1.2-5-3

【木質チップの由来別利用量（全国・2021年）】

出典：農林水産省 木質バイオマスエネルギー利用動向調査 データから作成

※木質バイオマスエネルギーとは、木材チップ、木質ペレット、薪、木粉（おが粉）等の木質バイオマスの燃焼によって発生するエネルギーをいう。

### ③燃料材の動向（ペレット）

林野庁 林政部木材利用課「令和3年における木質粒状燃料（木質ペレット）の生産量等について」によると、木質チップの輸入量は2012年（平成24年）66千トンから2021年（令和3年）3,111千トンと約47倍に急拡大した。国産も微増を続けているが、現状の自給率は4.8%とほぼ輸入という状況である。

木質ペレットのニーズの高まりの反面、国内の生産量は2021年（令和3年）の約156千トンである。10年前の2011年（平成23年）の78千トンと比較すると、約2倍である。一方、ニーズの高まりにも関わらずペレット工場は2018年（平成30年）の154工場をピークに緩やかに減少傾向である。

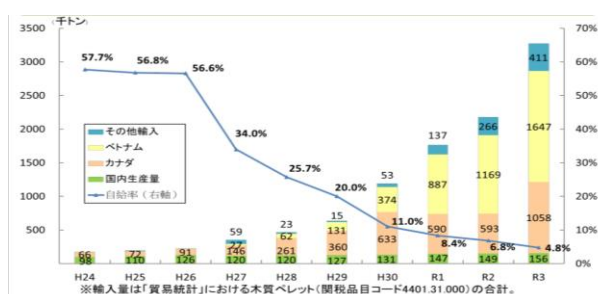


図 1.2-5-4 木質ペレットの輸入量・自給率の推移

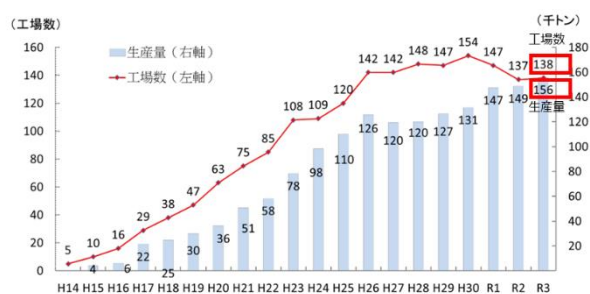


図 1.2-5-5 木質ペレットの生産量、及び工場数の推移

### ④木質バイオマス発電所の事業一次停止、新規事業参入撤退の発生

事業開始時の2021年頃、当時蔓延していた新型コロナウイルスの影響で木質バイオマス燃料不足が発生した。世界中での住宅需要の高まり、海運物流の停滞、ロシアのウクライナ侵攻など複合的な要因で2021年頃からいわゆる「ウッドショック」が発生、日本国内で材木不足が発生した。それに起因し、本来木質バイオマス燃料になっていた低質材までもが住宅建材に使われる状況が発生、木質バイオマス燃料不足が発生した。その影響で操業中のバイオマス発電所の事業停止、新規事業参入計画の取りやめを決める企業もあった。

エネルギー用途の木質バイオマス燃料は、林業の中では現状副次的な立ち位置になっており、住宅建材のマーケットに左右される事はバイオマス発電事業の持続、継続を困難にする。今後FIT制度の終了を見据え、バイオマス発電事業を安定的に継続するために、燃料用途の木材供給体制の構築が求められる状況である。

#### 1. 2-6 他事業との関係

本事業は経産省と林野庁との連携事業であると共に、他の事業にはない“燃料に特化した”特徴を有する。経産省と林野庁は、2020年「林業・木質バイオマス発電の成長産業化に向けた研究会」にて事務局として対応すべき政策を明確化し、2021年以降、NEDOはそのうち、経産省の技術開発関連の実施に本事業を通じて着手した。本事業の実施にあたっては、林野庁には、バイオマス生産樹種の検討、公募に向けた情報共有、採択審査・技術検討委員会へのオブザーバー出席などの面でご協力いただいている状況である。

省庁別の取組を以下の表 1.2-6-1 に示す。

表 1.2-6-1

省庁名	経済産業省 (NEDO)	農林水産省 林野庁	環境省
事業名	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	地域内エコシステム構築事業	木質バイオマス資源の持続的活用による再生可能エネルギー導入計画策定事業
事業形態	委託/助成	— (調査費用は事務局負担)	補助事業
事業者	企業 (団体等を含む)、大学等、地方公共団体等	市町村または民間団体等	地方公共団体のみ
特徴	<ul style="list-style-type: none"> <li>・エネルギー利用のために森林を育て、そこから木質バイオマスを生産することの経済性を検証</li> <li>・森林からバイオマス発電所に至る川上から川下まで一体となった、森林・林業と持続可能な形で共生を図る事業</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・林業の成長産業化に向け、地域を対象としFS・専門家派遣等の支援を実施・対象バイオマスは山林未利用材 (主にC/D材) のみ</li> <li>・技術開発・実証事業では、木質バイオマスのエネルギー利用システム (小規模な熱利用や熱電併給等) の普及に必要となる小規模な技術開発・改良、実証等を実施</li> </ul>	地球温暖化対策の推進のため、地方公共団体の、地域の木質バイオマス資源を持続的に活用する計画の策定を支援。その計画に基づき設備 (ボイラ等) を導入

## 1. 2-7 アウトカム達成までの道筋

本事業の成果が社会実装に繋がるように、アウトプット目標がアウトカムからバックキャストとした上で研究開発項目毎に設定をした。

### (1) 研究開発項目①「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」のアウトカム達成までの道筋

本事業の目的は「燃料材の資源量増加」である。i-viのプロセスでアウトカムを達成していく。時間軸は図 1.2-7-1 に示す。

アウトカム達成の要諦は事業終了後のivの知見の横展開、エネルギー用途の林業が事業として成立している事であると考ええる。残りの事業期間中にそのエビデンス獲得をしていく。

- i : 事業性を適切に評価した上で、実証の実施体制を組織し、植林・育林・伐採・搬出、実証設備の設計等に着手する。(アウトプット中間目標)
- : 6つの気候区分で実証を開始する。(アウトプット中間目標)
- ii : 早生樹等、新たな燃料ポテンシャルを開拓・利用促進するモデルについて、事業期間内に日本の気候区分 (亜寒帯 (北部及び南部)、温帯東日本 (日本海側及び太平洋側)、温帯西日本、内陸性気候) に適した植林方法等を選定する。
- iii : 経済的に自立しながら長期間に渡って運用可能な事業モデルの開示をする。(アウトプット最終目標)



- iv : 燃料材の資源量 : 5 万絶乾トン/年の増加 (アウトカム中間目標)
- v : 本事業で得られた、燃料用途として有望な広葉樹・早生樹と生産方法の事例・知見をシンポジウム開催や経済産業省をはじめとした各府省庁との連携等を実施することで横展開をする。
  - : エネルギー用途の林業が普及する。
  - : 地域や資源特性等に即した持続性あるバリューチェーン (安定的・効率的な供給・利用システム) の確立をする。
- vi : 燃料材の資源量 : 11 万絶乾トン/年の増加 (アウトカム目標)

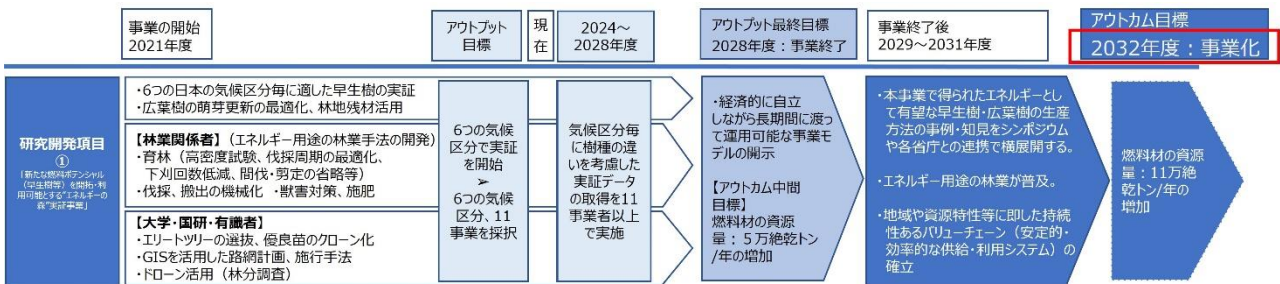


図 1.2-7-1

## (2) 研究開発項目②「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」のアウトカム達成までの道筋

本事業の目的は「燃料材の取引価格が 2032 年度に現状から 3 割低減」である。i - iv のプロセスでアウトカムを達成していく。時間軸は図 1.2-7-2 に示す。

本研究開発の達成の要諦は ii の「NEDO 事業者が 3 割削減する実証する事」である。それを横展開が実現できれば開発した機材、設備、システム等の汎用化に伴い更なるコスト低減が加速すると考える。

- i : 事業性を適切に評価した上で、実証の実施体制を組織し、実証設備の設計・建設等に着手する。(アウトプット中間目標)
  - : チップ・ペレット各 1 件の事業を採択 (アウトプット中間目標)
- ii : 経済的に自立しながら長期間に渡って運用可能な事業モデルの開示をする。(アウトプット最終目標)
  - : NEDO 事業の事業者 : 取引価格の 3 割削減を実現する。
- iii : 開発した機材、設備、システム等の汎用化に伴い更なるコスト低減する。
  - : 海外メーカー主体の小型ガス化発電燃料として、国産のスギ・ヒノキが適合し発電所の稼働率が上がる。
- iv : 取引価格の 3 割削減 (アウトカム目標)

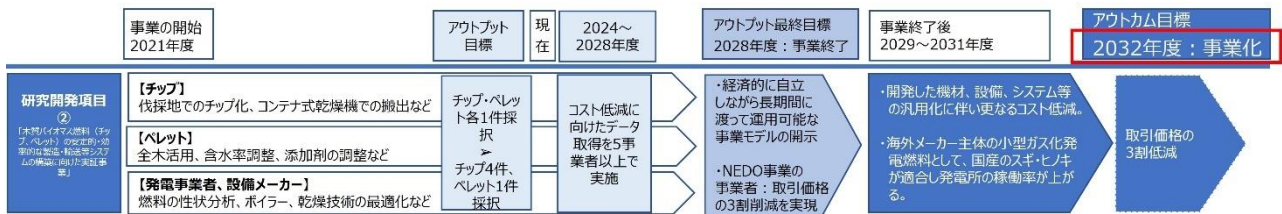


図 1.2-7-2

### (3) 研究開発項目③木質バイオマス燃料（チップ、ペレット）の品質規格の策定委託事業のアウトカム達成までの道筋

本事業の目的は「水分量が燃料価格に反映できるなどの品質規格と価格が紐付けられた、適切な取引慣行が奨励されていること」である。i-ivのプロセスでアウトカムを達成していく。時間軸は図 1.2-7-3 に示す。

アウトカム目標達成の要諦はiiの「規格の有用性の実証」だと考える。発電事業の現場では質より量を確保する商習慣が存在しており、規格を利用することのメリットを販売側、利用者側の双方が実感する必要が不可欠である。その為の事業を2024年度以降実施する予定である。その事業で発電所の機材、設備トラブルの低減等具体的なメリットを示す事が出来れば、今後の普及を加速させることが期待される。

- i : 品質規格を2件策定する（アウトプット目標）
- ii : 規格の有用性を実証する事業を実施する（予定）
  - ：品質規格と価格が紐付けられた適切な取引慣行が奨励
  - ：市場取引の活性化
  - ：機材トラブルの減少
- iii : 品質規格の運用（認証制度）の検討・広報普及
- iv : 規格が2つの業界団体から推奨されている（アウトカム最終目標）



図 1.2-7-3



## 1. 3 知的財産・標準化戦略

### 1. 3-1 知的財産管理

#### (1) オープン・クローズ戦略

本事業は事業化を見据えた上で研究成果の横展開が肝要なため、原則オープン戦略としている。知的財産が発生した場合は以下の研究開発成果の取り扱いとする。

#### (2) 研究成果の取り扱い

研究成果の取り扱いは以下の①-④の通りである。

##### ①成果の普及

得られた研究成果により、国内におけるバイオマス発電の主力電源化に向け NEDO、実施者ともに努めるものとする。これにより、エネルギーの安定供給に加えて、地域に根付く前向きな取組を後押し、森林・林業等と持続可能な形で共生する木質バイオマス燃料等の安定的・効率的な供給・利用システムの構築と導入普及の加速を図ることができる。

##### ②知的財産権の帰属

研究開発等の成果に関わる知的財産権については、「国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構新エネルギー・産業技術業務方法書」第 25 条の規定等に基づき、原則として、事業実施先に帰属させることとする。

##### ③知財マネジメントに係る運用

本プロジェクトは、「NEDO プロジェクトにおける知財マネジメント基本方針」を適用する。

##### ④データマネジメントに係る運用

本プロジェクトは、「NEDO プロジェクトにおけるデータマネジメント基本方針（委託者指定データを指定しない場合）」を適用する。

#### (3) 知的財産管理（知的財産権の帰属）

知的財産管理、知的財産権の帰属は表 1-3-1-1 の通りである。

表 1-3-1-1 : NEDO Web 掲載「知的財産権に関する説明資料（2022 年 7 月版）抜粋

項目	研究開発項目① 研究開発項目② (助成 2/3 事業)	研究開発項目③ (委託)
事業主体	事業者	NEDO
事業の実施者	事業者	委託先
取得資産の帰属	事業者	NEDO
事業成果 (知的財産権) の帰属	事業者	NEDO
収益納付	有	無し

#### (4) 標準化戦略

研究開発項目③木質バイオマス燃料（チップ、ペレット）の品質規格の策定委託事業において、ISO 固体バイオ燃料規格をベースとした、以下の4つの国内品質規格を2022年度に策定した。

- ・産業用木質ペレット燃料
- ・民生用木質チップ燃料
- ・産業用木質チップ燃料
- ・木質ペレットの安全な取扱及び保管

パンフレットの作成・配布、バイオマス展におけるセミナー開催などを行い、品質規格の重要性などを広く告知した。今後、NEDOでも2028年度の事業終了までに、品質規格の更なる広報、認知度・活用状況のフォローアップを行う予定である。そうすることでアウトカムとして2032年度までに、規格が2つの業界団体から推奨されている状況を目指す。

## 2. 目標及び達成状況

### 2. 1 アウトカム目標及び達成見込み

#### 2. 1-1 アウトカム目標の設定と根拠

事業成果が普及した場合、早生樹等の活用拡大による効果として燃料材の資源量増加、燃料用途樹種に適したチップ・ペレットの製造・加工技術や輸送方法が開発されることによる効果として燃料材価格のコスト低減、燃料品質規格の策定による効果として燃料材品質の安定化および公正な市場取引の活性化が期待されるところ、この視点より、次のとおりアウトカム目標を設定する。

燃料材の資源量増加については、2028年度（目標中間年度）に5万絶乾トン/年、2032年度（目標最終年度）に11万絶乾トン/年の増加を目標とする。

燃料材のコスト低減については、育林費、労務費、生産費、輸送費等の全体最適化に伴う低減により、燃料材の取引価格として2032年度に現状から3割低減を目標とする。

燃料材の品質安定化および市場取引の活性化については、燃料品質を統一的に評価する仕組みを構築・普及することにより、2032年度に水分量が燃料価格に反映できるなどの品質規格と価格が紐付けられた、適切な取引慣行が奨励されていること、具体的には策定した規格が2つの業界団体から推奨されることを目標とする。

各研究開発項目のアウトカム目標と根拠を効果・目的と共に表2.1-1-1示す。

表 2.1-1-1

研究開発項目	効果・目的	アウトカム目標	根拠
研究開発項目① 「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」	燃料材の資源量増加	2028年度（目標中間年度）に5万絶乾トン/年、2032年度（目標最終年度）に11万絶乾トン/年の増加を目標とする。	造林未済地及び荒廃農地の内、利用可能な面積を10%、すなわち1.1万haと想定し、これが活用されれば、11万絶乾トン/年の燃料材資源量増加に繋がることが期待される。
研究開発項目② 「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」	燃料材のコスト低減	燃料材の取引価格として2032年度に現状※から3割低減  ※「現状」とは取引する時点において事業の成果を用いない場合との比較とする。	NEDO事業の成果を活用して燃料材生産に取り組む事業者が増え、開発した機材、設備、システム等の汎用化に伴う更なるコスト低減や、燃料材供給量の増大・安定化に伴う燃料材価格低減等が積み上がる事が期待される。
研究開発項目③「木質バイオマス燃料（チップ、ペレット）の品質規格の策定委託事業」	燃料材の品質安定化および市場取引の活性化	2032年度に水分量が燃料価格に反映できるなどの品質規格と価格が紐付けられた、適切な取引慣行が奨励されていること、具体的には策定した規格が2つの業界団体から推奨されること	木質バイオマスエネルギーに関する団体が限定的な中で、複数の団体への展開が期待されるため。

## 2. 1-2 本事業における事業化の考え方

本事業における事業化の定義は次の通り。

「当該研究開発に係る商品、製品、サービス等の販売や利用により、企業活動(売り上げ等)に貢献すること」

プロジェクト類型は標準的研究開発であり、プロジェクト終了後5年を目処に、事業化まで達することを旨とする研究開発とする。本プロジェクトは2028年までの事業であり、事業化は事業終了4年後、2032年の事業化を目指す。

本プロジェクトの木質バイオマス燃料の事業化へ向けた戦略は次の通りである。

第一にプロジェクト期間内に燃料材の資源量を増やす為、地域毎に適した早生樹を中心とした燃料用途の林業の知見、又、取引価格3割低減が実現できるチップ、ペレットの製造・輸送等のシステムを構築しそれぞれを可視化する。又、NEDO、事業者一体となってその横展開、広報活動に務め、カーボンニュートラルに資する取組が全国各地で実施されることで「エネルギーの森」をブランディングしていく。

第二にプロジェクト終了後、エネルギー用途の林業やチップ・ペレットの安価な製造方法がNEDOのHP等で開示される事により、地域や資源特性等に即した持続性あるバリューチェーン(安定的・効率的な供給・利用システム)の確立を実現していく。

## 2. 1-3 アウトカム目標の達成見込

各研究開発項目の達成見込を以下に示す。

研究開発項目①「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」に関しては目標にしていた6つの気候区分での実証に対して2022年までは3つの区分での事業であったが、2023年度の公募で事業者の無かった3つの気候区分すべてで事業を採択、これまで採択済の事業3つと合計し合計11事業が2023年度から開始される見込がある。今後全国各地のエリアに適した実証が進むことがエネルギー用途の林業の知見、エビデンスが積み上げ、今後の横展開で達成を見込む。

本事業で採択済の事業者による事業終了時の資源量の増加は1,300絶乾トン(植付面積240ha)の見込である。横展開の具体的な施策を2024年度以降に開示をしていく。

研究開発項目②「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」に関しては、2022年度までに採択したチップ、ペレットの事業の機械装置の設置、改良等が2023年度に完了、いよいよ実証が開始される。又、2023年度の公募にて新たに3件のチップの事業を採択済である。それらの実証、知見をベースにアウトカム達成の見込は判断していく。

研究開発項目③「木質バイオマス燃料(チップ、ペレット)の品質規格の策定委託事業」は既に4件の規格を作成済みであり、今後はその普及のフェーズに入っている。アウトカム目標「2032年度に規格を推奨する業界団体が2団体」に向けて、普及の取組を加速させる事業を2024年度以降に実施する事で達成を見込む。

前述の達成見込、及び課題を表2.1-3-1に示す。

表 2.1-3-1

	アウトカム目標	達成見込	課題
研究開発項目① 「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」	燃料材の資源量増加 ・2028年度に5万絶乾トン/年 ・2032年度に11万絶乾トン/年	<ul style="list-style-type: none"> <li>・本事業で得られた、燃料用途として有望な広葉樹・早生樹と生産方法の事例・知見を横展開させ、達成を見込む。</li> <li>・本事業で採択済の事業者による事業終了時の資源量の増加は1,300絶乾トン（植付面積240ha）の見込である。横展開の具体的な施策を2024年度以降に開示をしていく。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・林業は慢性的な人手不足の状況の中、機械化での省力化は当然だが、従事者と実施場所の確保が課題となっている。</li> <li>・早生樹の拡大には森林整備計画との整合性も求められる。</li> <li>・施業が容易な耕作放棄地での林業に地方自治体からの期待もあるが、実施には農地法の壁も存在している。</li> </ul>
研究開発項目② 「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	燃料材の取引価格として2032年度に現状から3割低減  ※「現状」とは取引する時点において事業の成果を用いない場合との比較とする。	既に事業を開始している実証事業者は設備の設置が2023年度内に完了、実証実験を開始する見込である。又、2023年度に新規チップ事業を3件採択しており、アウトカム目標達成の見込は今後の実証の結果から判断していく。	燃料材向けに最適化された木材の運搬・加工システム、移動式チップパー等の活用による効果検証を踏まえた低コスト化の実例を増やし、横展開する事が出来るかが課題である。
研究開発項目③ 「木質バイオマス燃料（チップ、ペレット）の品質規格の策定委託事業」	2032年度に規格を推奨する業界団体が2団体。	規格の策定は既に完了している。パンフレットの作成・配布、バイオマス展におけるセミナー開催をすることにより、品質規格の重要性などを広く告知した。今後、同様の普及活動のフォローアップを実施していくことで達成を見込む。	直近はパルプ材の素材の国内回帰もあり、燃料用のチップの需要は高まっている。その為、品質より量の確保が優先されている事象も発生しており、事業者が規格を使う事のメリットの開示が不可欠である。

## 2. 1-4 費用対効果

### (1) 費用対効果

事業全体全体としては8年総額57.6億円の助成金額を見込んでいる。事業で目指すアウトカム、燃料材の資源量増加：11万絶乾トン/年、燃料材の取引価格 2032年度に現状から3割削減の出来た場合、経済的インパクトを表2.1-4-1以下に示す。

表 2.1-4-1

	インプット（8年総額）	経済的インパクト	アウトカム
	57.6億円	52.6億円/年の効果が見込める。8年間の総額は420.8億円の効果が見込める。	
研究開発項目① 「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	34.2億円	18.1億円/年の効果が見込める。仮に事業期間と同じ8年間では144.8億円の効果が見込める。	燃料材の資源量増加 ・2028年度（目標中間年度）に5万絶乾トン/年の増加 ・2032年度（目標最終年度）に11万絶乾トン/年の増加
研究開発項目② 「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」	15.6億円	・34.5億円/年の削減効果が見込める。仮に事業期間と同じ8年間では276.0億円の削減効果が見込める。 ※現在使用されている燃料用チップ約1,069万絶乾トンの内、10%程度の100万絶乾トンの燃料材の取引価格が3割低減した場合を想定	燃料材の取引価格は2032年度に現状から3割低減。
研究開発項目③ 研究開発項目③「木質バイオマス燃料（チップ、ペレット）の品質規格の策定委託事業」	4.4億円	※市場取引の活性化や発電効率の向上等を図る事が事業の目的のため委託事業としている。	策定した規格が2つの業界団体から推奨される。

#### 特記

- ・管理費、端数調整があるため、研究開発項目①②③の合計はプロジェクト総額とは一致しない。
- ・燃料材の資源量 試算の想定  
：絶乾重量→丸太換算は広葉樹：1.7で想定。11万絶乾トンに必要な材積（丸太換算）を18.7万m<sup>3</sup>で想定（1絶乾トン=1.7m<sup>3</sup>で想定）  
木材チップ用素材丸太価格は令和4年木材需給報告書の広葉樹丸太：約9,700円/m<sup>3</sup>で想定。  
18.7万m<sup>3</sup>\*9,700円/m<sup>3</sup>=18.1億円/年（総額は事業期間の8年間で試算）
- ・燃料材の取引価格 試算の想定：令和4年木材需給報告書のパルプ向けの木材チップ価格、広葉樹：19,500円/トン=11,500円/絶乾トンで試算。  
100万絶乾トン\*11,500円/絶乾トン=115億円/年。この3割が低減すると34.5億円/年（総額は事業期間の8年間で試算）

## (2) その他の効果

アウトカム目標の 11 万絶乾トン/年のチップで 2,000KW 程度の発電所が年間 6 箇所程度賄える効果も見込める。

## 2. 2 アウトプット目標及び達成状況

### 2. 2-1 アウトプット（研究開発成果）のイメージ

アウトプット（研究開発成果）のイメージを図 2.2-1-1 に示す。  
 アウトプット目標のイメージは「木質バイオマス生産量を増やし、バリューチェーン全体の価値協創を核にバイオマス燃料の安定的な品質及び供給量を確保する」事である。

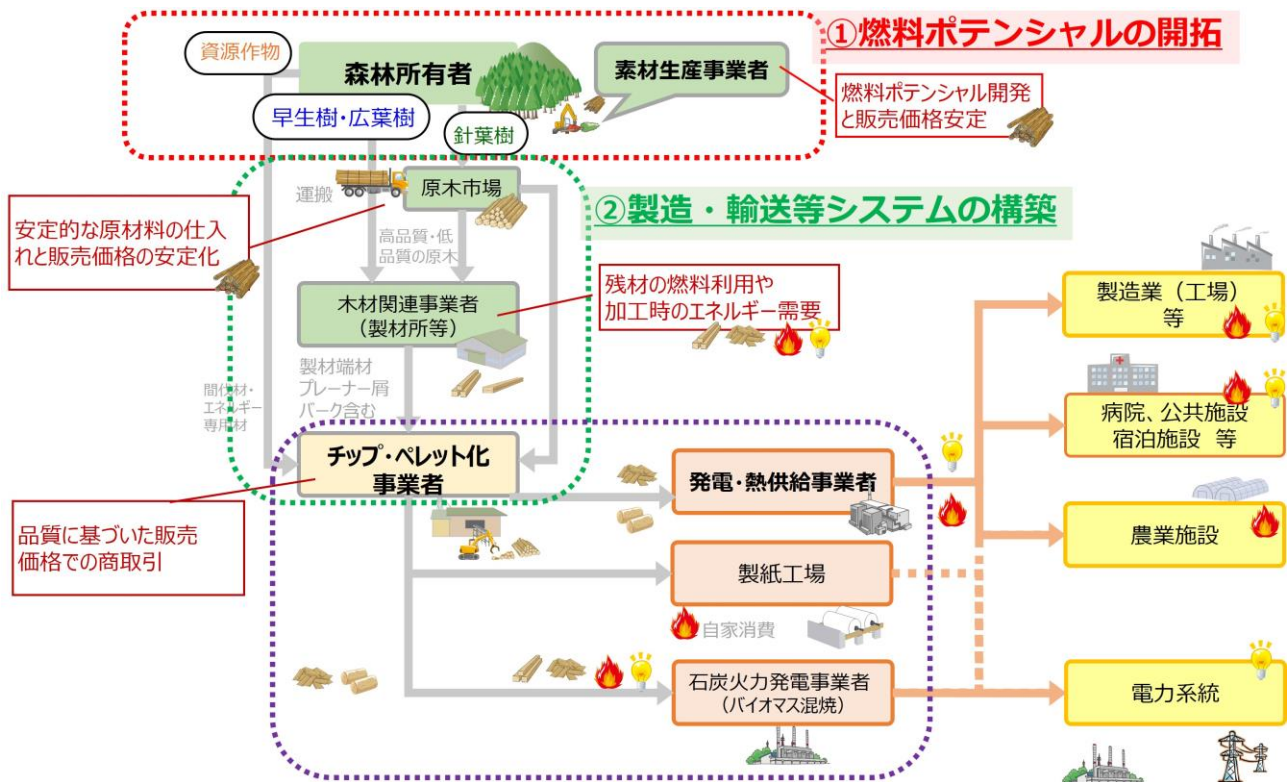


図 2.2-1-1

### 2. 2-2 アウトプット目標の設定及び根拠

#### (1) アウトプット目標

木質バイオマス燃料の安定調達確保、コスト低減、品質安定化等を図るため、研究開発項目①「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」、研究開発項目②「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」、及び研究開発項目③「木質バイオマス燃料（チップ、ペレット）の品質規格の策定委託事業」を行うところ、次のとおりアウトプット目標を設定する。

研究開発項目①については、6つの日本の気候区分毎に、樹種等による違いを考慮した実証が実施可能となるように採択する。

研究開発項目②については、工程（製造・輸送）および燃料形態（チップ・ペレット）毎に1件以上採択する。

研究開発項目③については、品質規格を2件策定する。



なお、各研究開発項目の最終目標、中間目標については「研究開発計画」に記載内容を次章に示す。

## (2) 中間目標、及び最終目標

研究開発項目①「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」のアウトプット目標は早生樹等、新たな燃料ポテンシャルを開拓・利用促進に向けて、事業性を適切に評価した上で、実証の実施体制を組織し、植林・育林・伐採・搬出、実証設備の設計等に着手する事である。早生樹等、新たな燃料ポテンシャルを開拓・利用促進するモデルについて、事業期間内に日本の気候区分（亜寒帯（北部及び南部）、温帯東日本（日本海側及び太平洋側）、温帯西日本、内陸性気候）に適した植林方法等を選定する。また、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事がアウトプット最終目標となる。

研究開発項目②「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」のアウトプット目標は事業性を適切に評価した上で、実証の実施体制を組織し、実証設備の設計・建設等に着手する事である。事業期間内にチップ・ペレット燃料製造・輸送に関し、輸送・加工工程の改善等による、安定供給体制の確立・燃料の品質向上等に向けた実証を行う。また、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事がアウトプット最終目標である。

研究開発項目③「木質バイオマス燃料（チップ、ペレット）の品質規格の策定委託事業」のアウトプット中間目標は木質バイオマス燃料の品質規格について策定等を行うこととする。アウトプット最終目標は品質規格を2件策定することとする。

## (3) アウトプット目標、中間目標、及び最終目標の設定と根拠

研究開発項目毎のアウトプット中間目標、最終目標、根拠を以下に示す。

研究開発項目①に関しては、樹種、林業は気候毎の地域性があり、研究開発項目②は燃料のチップ、ペレットは燃料形態が異なる為、網羅的に目標を設定した。又、木質バイオマス燃料の品質規格を策定する事で統一的な評価が出来るようになると考えている。

アウトプット目標の設定の根拠を、前述の目標を含め、表 2.2-2-1 に示す。

表 2.2-2-1

項目	アウトプット 中間目標	最終目標	根拠
研究開発項目① 「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」	<ul style="list-style-type: none"> <li>・早生樹等、新たな燃料ポテンシャルを開拓・利用促進に向けて、事業性を適切に評価した上で、実証の実施体制を組織し、植林・育林・伐採・搬出、実証設備の設計等に着手する。</li> <li>・6つの日本の気候区分毎に、樹種等による違いを考慮した実証が実施可能となるように採択する。</li> </ul>	<p>早生樹等、新たな燃料ポテンシャルを開拓・利用促進するモデルについて、事業期間内に日本の気候区分（亜寒帯（北部及び南部）、温帯東日本（日本海側及び太平洋側）、温帯西日本、内陸性気候）に適した植林方法等を選定する。</p> <p>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。</p>	<p>日本は多様な気候が存在し、燃料用途として有望な広葉樹・早生樹も様々である。地域特性を鑑みた生産方法の事例・知見の確立が必要である為、6つの気候区分で実証事業を実施する。</p>
研究開発項目② 「木質バイオマス燃	<ul style="list-style-type: none"> <li>・木質バイオマス燃料（チップ、ペレット）</li> </ul>	<p>事業期間内にチップ・ペレット燃料製造・輸送に関し、輸</p>	<p>木質バイオマス燃料としてチップ、ペレットは大きなウェイトを占めてお</p>

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」	の安定的・効率的な製造・輸送等システムの構築に向けて、事業性を適切に評価した上で、実証の実施体制を組織し、実証設備の設計・建設等に着手する。 ・工程（製造・輸送）および燃料形態（チップ・ペレット）毎に1件以上採択する。	送・加工工程の改善等による、安定供給体制の確立・燃料の品質向上等に向けた実証を行う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。	り、その製造、輸送コストの低減が必要である。又、それぞれが異なる課題を有していることから各1件以上の実証を実施する。
研究開発項目③ 「木質バイオマス燃料（チップ、ペレット）の品質規格の策定委託事業」	木質バイオマス燃料の品質規格について策定等を行う。	品質規格を2件策定する。	バイオマスのエネルギー利用拡大を図るためには、木質バイオマス燃料の品質（水分量等）について統一的な評価を行うことが必要である。

## 2. 2-3アウトプット目標の達成状況

### (1) アウトプット目標の達成状況

アウトプット中間目標の達成状況を以下の表 2.2-3-1 に記載する。各研究開発項目すべてでアウトプット目標を達成している。

表 2.2-3-1

研究開発項目	アウトプット目標	成果	達成度	達成の根拠
研究開発項目① 「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」	・早生樹等、新たな燃料ポテンシャルを開拓・利用促進に向けて、事業性を適切に評価した上で、実証の実施体制を組織し、植林・育林・伐採・搬出、実証設備の設計等に着手する。 ・6つの日本の気候区分毎に、樹種等による違いを考慮した実証が実施可能となるように採択する。	6つのすべての気候区分で11件を採択済である。	◎	すべての気候区分で採択の上、複数樹種での採択が出来たため大幅達成と評価。
研究開発項目② 「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」	・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て、事業性を適切に評価した上で、実証の実施体制を組織し、実証設備の設計・建設等に着手する。 ・工程（製造・輸送）および燃料形態（チップ・ペレット）毎に1件以上採択する	チップ案件4件、ペレット案件1件採択済である。	○	目標の燃料形態（チップ・ペレット）毎に1件以上採択出来た。
研究開発項目③ 「木質バイオマス燃料（チップ、ペレット）の品質規格の策定委託事業」	木質バイオマス燃料の品質規格について策定等を行う。 ※（参考）アウトプット最終目標：品質規格を2件策定する。	品質規格を4件策定済である	◎	アウトプット最終目標2件のところ、4件策定できた。

◎ 大きく上回って達成、○達成、△一部未達、×未達

## (2) アウトプット目標の達成状況の詳細

各研究開発項目のアウトプット目標の達成状況を以下に示す。

### ① 研究開発項目①「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」のアウトプット目標の達成状況

2023年度の公募で当初目指していた6つの気候区分すべてで事業者を採択出来た。

2021年度に3つの気候区分（亜寒帯南部、温帯日本海側、温帯太平洋側）で3件採択済みであったが、2023年度の公募で事業者の無かった残り3つの気候区分も採択し、6つの気候区分すべての気候区分で合計11件の実証事業が行われる予定である。

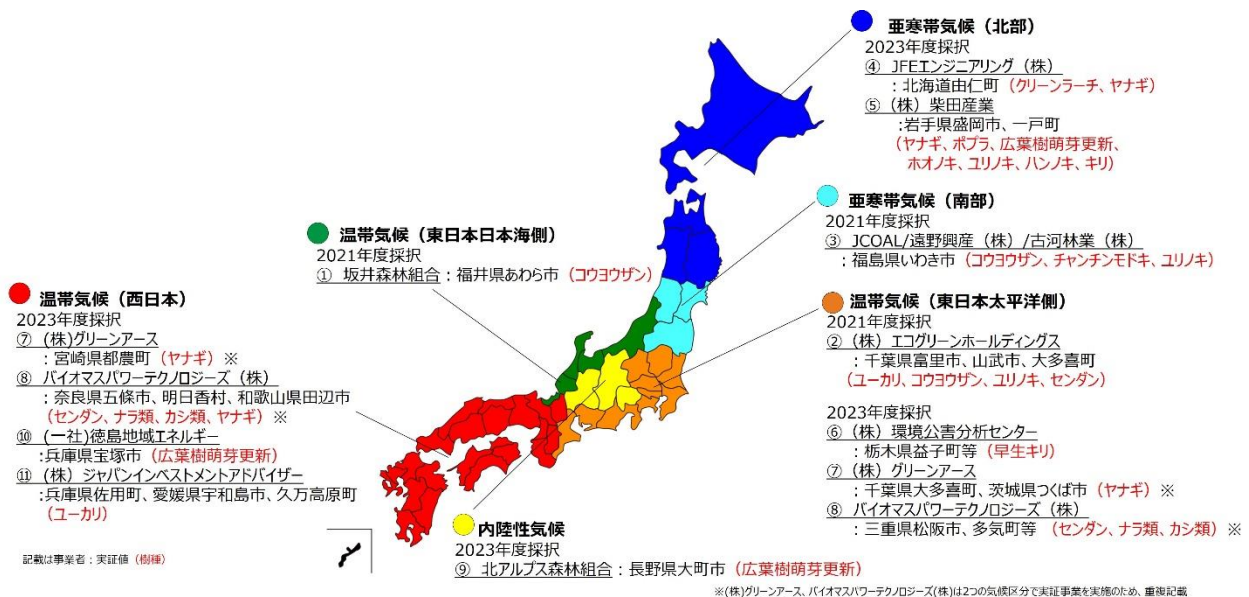


図 2. 2-3-1

### ② 研究開発項目②「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」のアウトプット目標の達成状況

2021年度、2022年度の公募でチップ事業、ペレット事業各1件の事業を採択済みであったが、2023年度の公募で新たに3件のチップ事業を採択した。木質バイオマス燃料の国内ニーズはチップのほうが高いことから、チップ事業が4件、ペレット事業が1件の採択となっている。



図：2.2-3-2

### ③ 研究開発項目③「燃料材（チップ、ペレット）の品質規格の策定委託事業」のアウトプット目標の達成状況

アウトプット目標（中間）は品質規格の策定を2件のところ、4件の品質規格を策定した。以下がその規格となる。

- i：民生用木質wチップ燃料 品質規格
- ii：産業用木質チップ燃料 品質規格
- iii：産業用木質ペレット燃料 品質規格
- iv：木質ペレット燃料の安全な取り扱い及び保管 品質規格

パンフレットの作成・配布、バイオマス展におけるセミナー開催などを行い、品質規格の重要性などを広く告知した。更なる普及を目指し、2024年度以降に施策実施を検討中である。

## 2.2-4 研究開発成果の意義（副次的成果）

### （1）地方活性化、地域貢献

本事業は地域密着型の事業である。事業者の中には以下のi-iiiのような取組で地方活性化、地域貢献に貢献する事業が多数存在する。地域の問題解決の一助となり、地域の雇用を生み、地方の活性化、地域貢献に資する事業であると言える。

- i：管理が行き届いていない「里山の再生」を掲げて実証事業を実施。
- ii：これまで産業廃棄物になっていた都市部の公園や街路樹から発生する剪定枝をバイオマス燃料へ活用。
- iii：放置された荒廃農地の利活用を行政から相談され、荒廃農地での早生樹の育林を模索。

## (2) エネルギー用途の林業拡大の課題解決議論への貢献

事業を実施する中で、現状の仕組みの中での課題も明確になってきている。林業はあくまで建材に特化した事業モデルの為、エネルギー用途の早生樹は再造林補助金の対象になっていないケースがある。又、早生樹がFITの買取価格に特段インセンティブも無く、事業性が見通せないエネルギー用途の育林に積極的な事業者も限られている。

一方、荒廃農地での育林に地方自治体の期待も高いが、荒廃農地はあくまで農地であるため農地法の制限が有り、そこでの育林は実施出来ないケースもある。

これらを踏まえ、本事業の目指す姿は、地域の実情に合致したエネルギー用途の森作りのデータを開示することで、エネルギー用途の林業ビジネスモデルの構築するための問題解決議論のきっかけになるような実証事業にする。以下が本事業の目指す姿と考える。

- ・森林整備計画に早生樹、エネルギー用途の樹木が組み込まれる議論に本事業のデータが活用される。
- ・全国各地で社会問題化している荒廃農地でのエネルギー用途の林業実施の可能性の議論に本事業のデータが活用される。

## 2. 2-5 特許出願及び論文発表

本事業の特許出願及び論文発表の状況を表 2.2-5-1 に示す。

成果普及に関して、NEDO は事業者へ対して技術情報流出に配慮しつつ積極的に情報発信を行うように要請している。研究発表・講演は事業の開始初年度の 2021 年度に 3 件、2024 年度は 4 件、2023 年度も既に 2 件と積極的に事業を外部発信し続けている。本事業はエネルギー用途の林業の認知をあげていくことが必須であると考えている。今後も継続して情報発信を実施していく。

表 2.2-5-1

	2021 年度	2022 年度	2023 年度	計
特許出願 (うち外国出願)	0	0	0	0
論文	0	0	1	1
研究発表・講演	3	4	2	9
受賞実績	0	0	0	0
新聞・雑誌等への 掲載	1	2	1	4
展示会への出展	1	1	0	2

※2023 年 9 月 25 日現在

※NEDO 成果報告会発表（展示会への出展 2 回）および、NEDO 自身講演（研究発表・講演 1 回）を含む。

## 3. マネジメント

### 3. 1 実施体制

#### 3. 1-1 NEDO が実施する意義

##### (1) 社会的要請及び政策上の重要性

2015年のCOP21において採択されたパリ協定において、2050年までにカーボンニュートラルを達成する目標が掲げられた。その後、2021年のCOP26では、世界平均気温の上昇を、産業革命前に比べ1.5℃以内に抑えるグラスゴー気候合意が採択された。それ以降のCOPや各種国際会議においても、カーボンニュートラル実現に向けた具体的な目標設定や施策、およびそれらの実施・達成状況のフォローアップなどが実施され、一層の取組の強化が求められる状況にある。

我が国でも我が国では、2021年10月に閣議決定された「第六次エネルギー基本計画」において、2050年カーボンニュートラルの実現に向けて、再生可能エネルギーに関しては、S+3Eを大前提に、2050年における主力電源として最優先の原則の下で最大限の導入に取り組む方向性が掲げられた。

バイオマス発電は、主力電源としての再生可能エネルギーの一翼を担い、特に木質バイオマス発電・熱利用は、「エネルギー自給率向上に資する非化石エネルギー」、「レジリエンス向上に資する分散型のエネルギー」、「我が国の森林整備・林業活性化の役割を担い、地域の経済・雇用にも貢献する」等の多様な価値を有する。しかしながら、現行の多くのバイオマス発電事業は、FIT制度の支援の下で成立しており、FIT制度による固定価格買取期間終了後は、事業継続が困難となる懸念がある。バイオマスのエネルギー利用は、2030年のエネルギーミックス実現に向けて道半ばの状況であり、取組を加速する必要がある。

##### (2) 産官学連携の必要性

社会的な要請を満たす為には、林業関係者は勿論のこと、発電事業者、設備メーカー、大学、国研、有識者、市町村等のあらゆるプレイヤーの参画が必要だと考える。NEDOの過去実施してきた事業を通じて蓄積した技術的かつ専門的なノウハウを十分活かすことが必要であり可能である。したがって、NEDOが本事業を主導することが妥当である。

### 3. 1-2 実施体制

#### (1) 実施体制（責任体制）

前章で産官学連携の必要性を示した。本事業は従来型の林業とは似て非なるエネルギー用途の林業を既存の林業と共存共栄を目指し事業化するというチャレンジングな事業である。前述した林業関係者は勿論のこと、発電事業者、設備メーカー、大学、国研、有識者、市町村等のあらゆるプレイヤーの参画が必要であるが、その事業の客観性を担保出来るように有識者7人による技術検討委員会を設けている。毎年開催される技術検討委員会において、すべての事業者に事業の成果、課題を発表頂き、各事業の客観性を担保し、事業の推進をしている。実施体制を図 3.1-2-1 に示す。

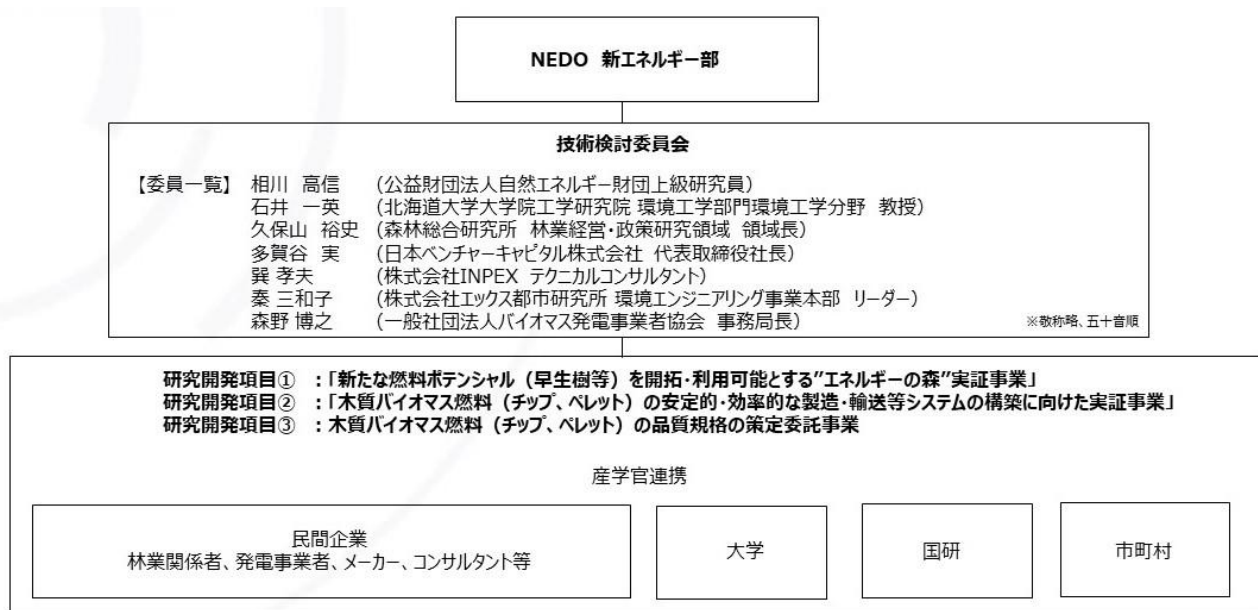


図 3.1-2-1

## (2) 研究開発項目別の実施体制

各研究開発項目別に実施体制を示す。

### ①研究開発項目① 「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」

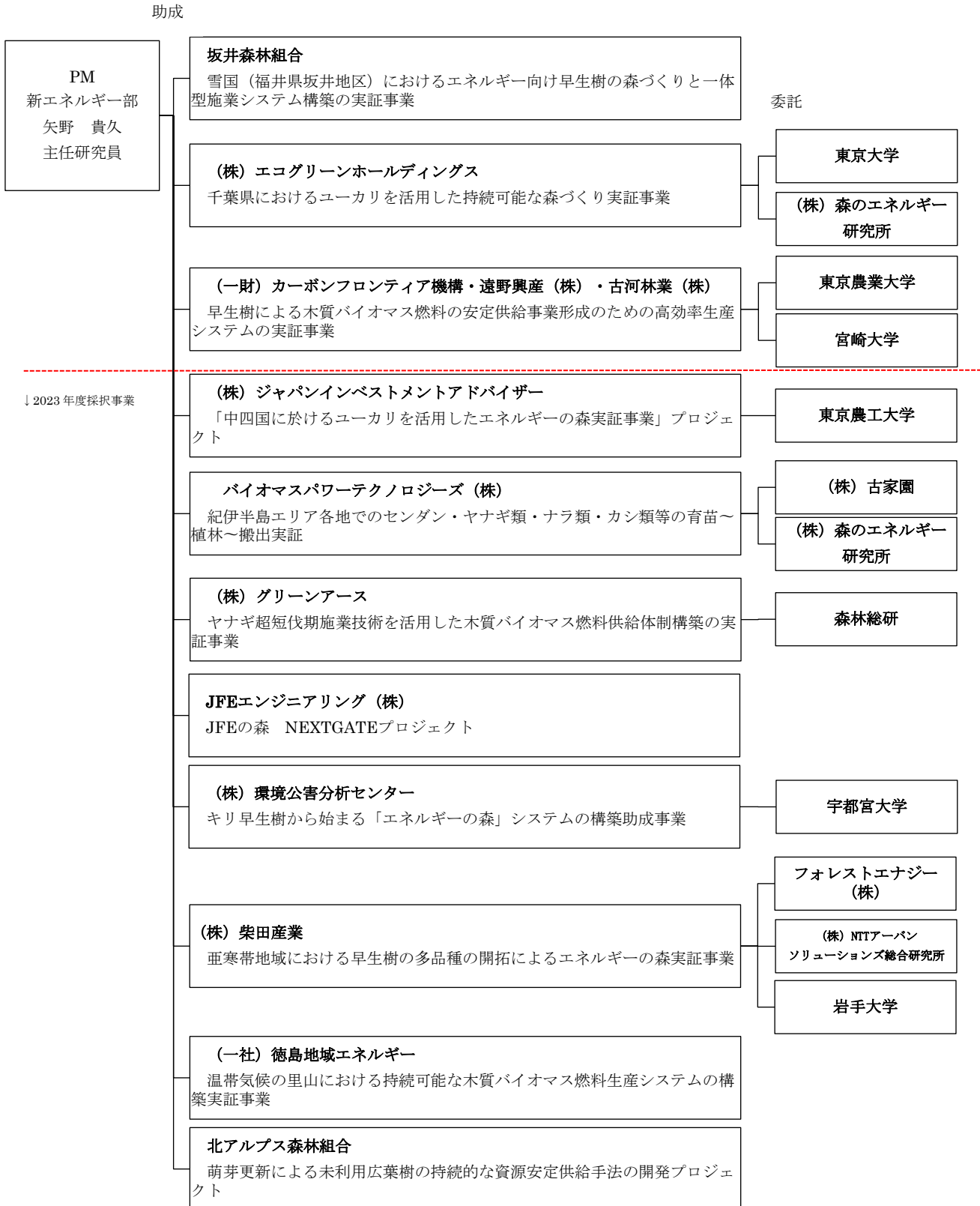


図 3.1-2-2



②研究開発項目② 「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」

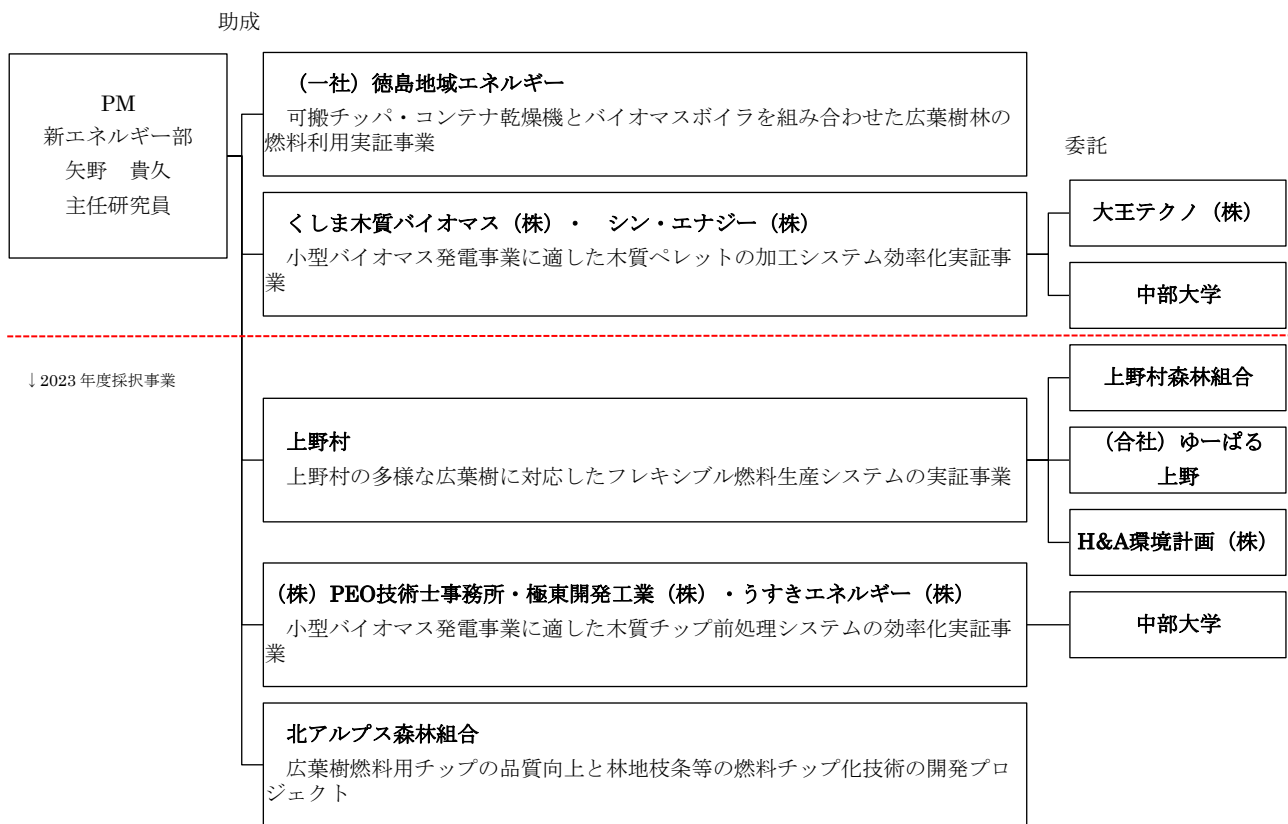


図 3.1-2-3

③研究開発項目③ 木質バイオマス燃料（チップ、ペレット）の品質規格の策定委託事業

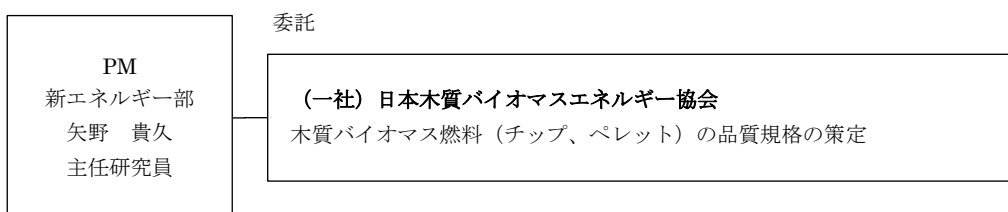


図 3.1-2-4 ※上記委託事業は 2021 年-2022 年度で終了している。

### 3. 1-3 個別事業の採択プロセス

#### (1) スケジュール

本事業は2021年度から2028年度までの事業となるが、2023年度までで計4回の公募を実施した。表3.1-3-1に示す。

表3.1-3-1

	公募予告	公募期間	事前書面審査	採択審査委員会	契約・助成審査委員会
2021年度①	5/27-6/28	6/29-7/29	7/30-8/13	10/20	10/26
2021年度②	10/14-11/30	12/1-1/5	1/7-1/24	2/1	2/8
2022年度	6/8-7/7	7/8-8/8	8/10-8/22	8/31	9/6
2023年度	3/8-5/7	5/8-6/8	6/12-6/21	6/27	8/1

#### (2) 採択・審査

事業者の選定・審査は、公募要領に合致する応募を対象にNEDOが設置する審査委員会（外部有識者・産業界の経験者等で構成）で行った。

採択審査項目（①事業者評価、②事業化評価（実用化評価）、③企業化能力評価、④技術評価、⑤社会的目的への対応の妥当性）の5項目を中心に評価し、10段階の採点に各項目の重要度に応じた重み付け係数（重要度に応じて傾斜配分）を採点に乗じたもの採点結果とした。

審査委員会（非公開）は、公募提案書の内容について外部有識者を活用して行った上記評価（技術評価及び事業化評価）の結果を参考とし、本事業の目的の達成に有効と認められる事業者を選定した後、申請者に対して、必要に応じてヒアリング等を実施し、NEDOはその結果を踏まえて事業者を決定した。

### 3. 2 予算及び受益者負担の考え方

事業期間の2021年から2028年までの予算推移を表3.2-1-1に示す。8年総額で約57.6億円の事業となる見込みである。

研究開発項目①「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」と研究開発項目②「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・輸送システムの構築に向けた実証事業」はエネルギー用途の林業は技術的な難易度が高く、事業化に向けて企業の積極的な関与により推進すべき研究開発であることから、助成事業（NEDO負担 2/3助成）として実施する。

研究開発項目③「木質バイオマス燃料（チップ、ペレット）の品質規格の策定委託事業」木質バイオマス燃料（チップ、ペレット）の水分量、サイズ、灰分濃度等の品質規格を策定する事等により、市場取引の活性化や発電効率の向上等を図る事が事業の目的であり、本来NEDO自ら実施すべき内容である為委託事業とする。

表：3.2-1-1

単位：百万円

	2021年度	2022年度	2023年度	2024年度 ～ 2028年度	合計
<b>NEDO 負担総額</b>	107	368	740	(4,546)	(5,762)
研究開発項目① 「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」	41	151	401	(2,995)	(3,419)
研究開発項目② 「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・輸送シ ステムの構築に向けた実証事業」	33	97	339	(1,165)	(1,561)
研究開発項目③ 「木質バイオマス燃料（チップ、ペレ ット）の品質規格の策定委託事業」	28	53	0.0	(386)	(448)

特記 ※管理費、端数調整があるため、研究開発項目①②③の合計は助成金総額とは一致しない。

※研究開発項目①、②はNEDO負担：2/3助成事業、研究開発項目③は委託事業

※2021年、2022年は実績、2023年度は本年度予算、2024年度以降は見込の為、（）記載。

### 3. 3 研究開発計画

#### 3. 3-1 目標達成に必要な要素技術

(1) 研究開発項目①「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」の目標達成に必要な要素技術

本事業の目標達成に必要な要素技術を表 3.3-1-1 に示す。本事業は従来の林業とは異なり、エネルギー用途の林業を確立することで有る。建材を作ることが目的の林業はエネルギー用途の林業の為には過剰な施業がされている可能性があると考ええる。例えば通常の林業より高密度植えることで収量が増えないか、下刈や間伐等を無くすことで人件費が削減できないか等、行程毎に要素技術を抽出、知見の集積を進めている。

表 3.3-1-1

	育苗	植林	育林	伐採	集材・運材	発電時
樹種選定 ：早生樹 ：広葉樹 ：林地残材			・成長量調査 ・耐寒性調査 ・萌芽更新の最適化			
林業		・苗の運搬手法 ・ポット苗活用 ・植付け手法の作業性比較	・高密度育林 ・短伐期の検討 ・下草刈の省略 ・平坦・斜面等の条件抽出 ・獣害対策 ・病虫害対策 ・施肥の効果測定	皆伐手法の確立 間伐		
大学・有識者	・優良系統苗の抽出 ・クローン苗の培養	・データ活用 ：施業エリアの最適化 ：施業道の最適化	・高効率ハンドリング検証	・高効率ハンドリング検証	・高効率ハンドリング検証	・性状分析
機械化		・レーザーセンシング ・施業エリアの最適化 ・施業道の最適化 ・地拵えの機械化 ・ドローン苗木輸送	・下草刈の機械化 ・ドローン等での資源量確認	・資源量を鑑みた伐採地確定 ・ハーベスタ ・プロセッサ フェラバンチャ	・グラブブル フォワード	
発電事業者						・性状分析

(2) 研究開発項目②「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・輸送システムの構築に向けた実証事業」の目標達成に必要な要素技術

本事業の目標達成に必要な要素技術を表 3.3-1-2、表 3.3-1-3 に示す。

チップのコスト低減のポイントは針葉樹と異なり運搬に適さない広葉樹、林地残材、剪定枝等をどの場所で、どのように乾燥し、搬出するかである。移動式チップパーの活用などその最適化に資する事業を実施している。

ペレットのコスト低減のポイントは加工プロセスの最適化である。運転時間の削減、歩留まりアップ、予備乾燥等の行程について最適化を図る実証を実施している。

## 【チップ】

表 3.3-1-2

原材料	チップング場所	乾燥	搬出	その他
<ul style="list-style-type: none"> <li>・広葉樹林</li> <li>・林地残材</li> <li>・間伐材</li> <li>・製材工場残材</li> <li>・原木仕入れ</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・移送式チップパー</li> <li>・中間施設</li> <li>・チップ工場</li> <li>・発電所</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・自然乾燥 ：原木乾燥</li> <li>・チップ化後乾燥 ：チップ化後乾燥</li> <li>・機械乾燥 ：コンテナ乾燥</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・集材場所でチップ化 →発電所</li> <li>・集材場所でチップ化 →乾燥センター →発電所</li> <li>・集材場所→工場で チップ化→発電所</li> <li>・集材場所→発電所で チップ化 (原木購入→発電所で チップ化)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・原材料管理</li> <li>・性状分析</li> </ul>

## 【ペレット】

表 3.3-1-3

原材料	生産プロセス	その他
<ul style="list-style-type: none"> <li>・原木</li> <li>・パーク</li> <li>・製材所おが粉</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・伐採集材</li> <li>・破砕</li> <li>・乾燥（熱源）</li> <li>・水分調整</li> <li>・成形</li> <li>・冷却</li> <li>・フルイ</li> </ul> <p>※NEDO 事業ではパーク利用、おが粉製造機をチップパーへ変更し運転時間を1/3へ短縮、水分調整人件費削減等をする実証事業を実施中。</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・添加剤の検討</li> <li>・原材料管理</li> <li>・性状分析</li> </ul>

### 3.3-2 研究開発のスケジュール

研究開発のスケジュールを図 3.3-2-1 に示す。

研究開発項目①、及び②に関しては、事業終了の2028年度までに2/3助成の実証事業を実施する。両事業ともに事業期間中に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し、事業終了後の2029年度から2031年度に知見の横展開、設備コストの低下により2032年のアウトカム目標を達成する。

研究開発項目③は2024年度と2026年度に実態調査・中間フォローアップ・普及促進する事でアウトプット最終目標である2032年度に規格を推奨する業界団体が2団体で有ることを達成する。

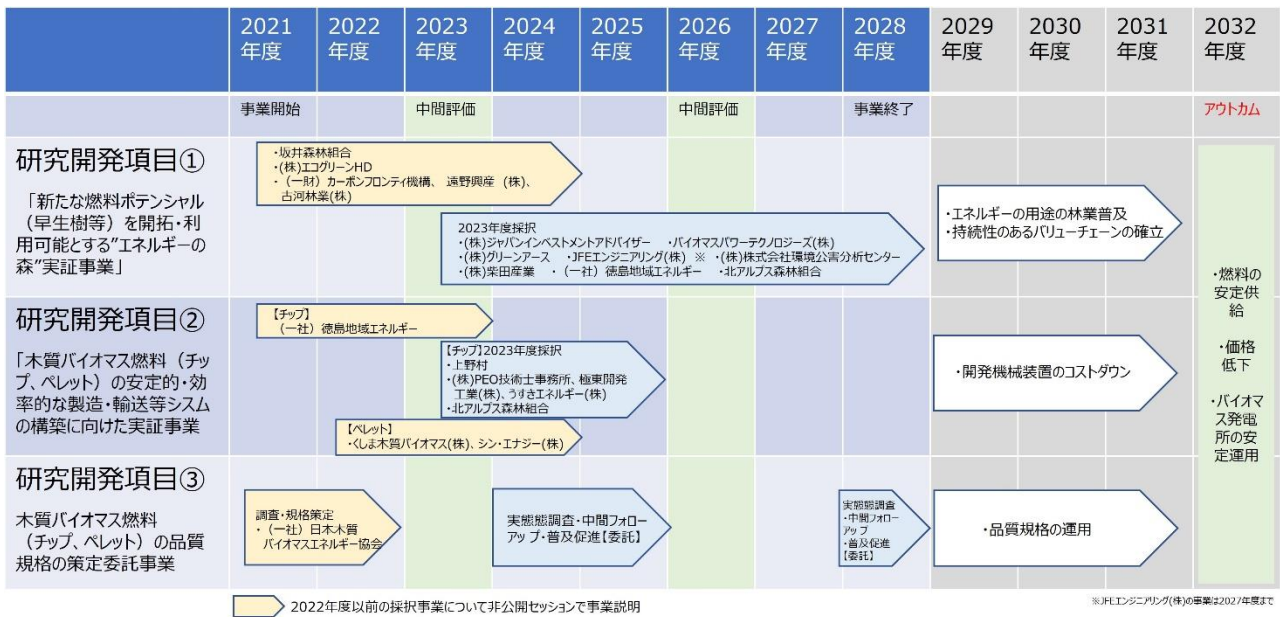


図 3.3-2-1

### 3.3-3 進捗管理

#### (1) 採択事業者マネジメント

採択事業者マネジメントは①外部有識における進捗管理と②NEDOにおける進捗管理に大別される。これらの会議の参加者、目的、頻度をそれぞれ表 3.3-3-1、表 3.3-3-2 に示す。

#### ①外部有識における進捗管理

技術検討委員会で外部有識者における進捗管理を実施している。本委員会はバイオマス、林業、エネルギー、事業経営等の有識者7人で構成されており、目的は各事業の継続判定、事業の成果や実施計画の評価、事業計画への助言の獲得である。本事業は既存の既存の林業とは異なる切り口が求められる為、幅広い有識者の意見を頂くことで事業化を推進している。

表 3.3-3-1

	参加者	目的	頻度
技術検討委員会	バイオマス、林業、エネルギー、事業経営等の有識者、事業者	各事業の継続判定、事業の成果や実施計画の評価、事業計画への助言の獲得。	年1回 (実績：3回実施、 2021年度：2回、 2022年度：1回)

## ②NEDO における進捗管理

NEDO 自身の進捗管理は月例ミーティング、成果報告会、不定期現場調査の3つである。参加者、目的、頻度を以下の表 3.3-3-2 に示す。

表 3.3-3-2

	参加者	目的	頻度
月例ミーティング (オンライン、又は書面提出)	事業者	毎月の事業実施進捗、課題を共有。コミュニケーションを密に取ることで研究開発を加速を目的としている。	月1回
成果報告会 (オンライン、再生可能エネルギー展にて実施)	事業者	事業者様の研究開発の成果の発信、認知度アップが目的であるが、事業者様同士の情報交換を促すことでのシナジー効果も期待しており、別々の事業者での情報交換、交流が始まっている。	年1回 (実績：2回実施 2021年度：1回 2022年度：1回)
不定期現場調査	事業者	月例ミーティングで共有したポイントとなる植付けやデータ取得には随時 NEDO 側も参加する事で研究開発を推進している。	不定期

### (2) 動向・情勢変化への対応

①既存事業者とは原則月に1回の定例オンラインミーティング(事業報告書含む)を実施している。又、事業のポイントでは現地調査を実施し、事業者様との意見交換、情報収集等によりコミュニケーションを図りながら事業を推進する事で動向、情勢の把握を行い、マネジメントに活かしている。

②昨今の画像解析ソフト技術の世界的な開発の進展を踏まえ、最新の画像解析ソフトを追加でレンタル導入した。導入する事で植栽密度による初期成長性の可視化が可能になり、実証事業を加速させることができた。

③成果報告会等で事業者同士の情報交換を促す事で、事業者同士がお互いの実証地の見学会を実施し、情報交換をした。これを契機に事業者が研究開発中の樹種の苗木を別の事業者へ提供し研究開発の幅が広がり、新しいコミュニティが生まれた。早生樹の知見の拡大の為に今後も事業者間の連携を推進する。

④林野庁と連携して先進的な取組をしている事業者の発掘を実施した。本事業の要諦は林業に有ることから、林野庁が実施している「新しい林業」経営モデル実証事業者へ集中的なヒアリングを実施した。従来型の林業から脱却し、高い生産性を目指している林業関係者、森林組合、有識者等と面談し、動向・情勢調査を実施し、最新の林業知見の獲得に努めている。

「新しい林業」経営モデル実証事業参画の事業者から NEDO 事業へも参画した事業者が 2023 年度採択で 2 事業者いる。

## 4. プロジェクトの詳細

研究開発項目別に 2022 年度までの採択案件のプロジェクト概要を示す。

### 4. 1 研究開発項目①の詳細

「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」

#### 4. 1-1

事業名：雪国（福井県坂井地区）におけるエネルギー向け早生樹の森づくり と一体型施設システム構築の実証事業

実施者：坂井森林組合

#### 4. 1-2

事業名：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

実施者：株式会社エコグリーンホールディングス

#### 4. 1-3

事業名：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

実施者：一般財団法人カーボンフロンティア機構

：遠野興産株式会社

：古河林業株式会社



#### 4. 1-1 研究開発項目①「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」

事業名：雪国（福井県坂井地区）におけるエネルギー向け早生樹の森づくりと一体型施業システム構築の実証事業

実施者：坂井森林組合

実施期間：2021年度～2024年度

事業費：38百万円（助成額：26百万円） ※予定

##### 1 研究課題の成果

###### 1.1 背景と課題

###### 【事業背景】

現在、木質バイオマス熱利用施設、木質バイオマス発電所などに、4,800ton/年の木質チップを供給している。このうち、管内（あわら市・坂井市）の木質バイオマス熱利用施設向けの需要は約2,400ton/年（2021年提案当時）であるが、近年、地域内外で熱利用施設、発電施設向けの木質チップ需要が増加している。

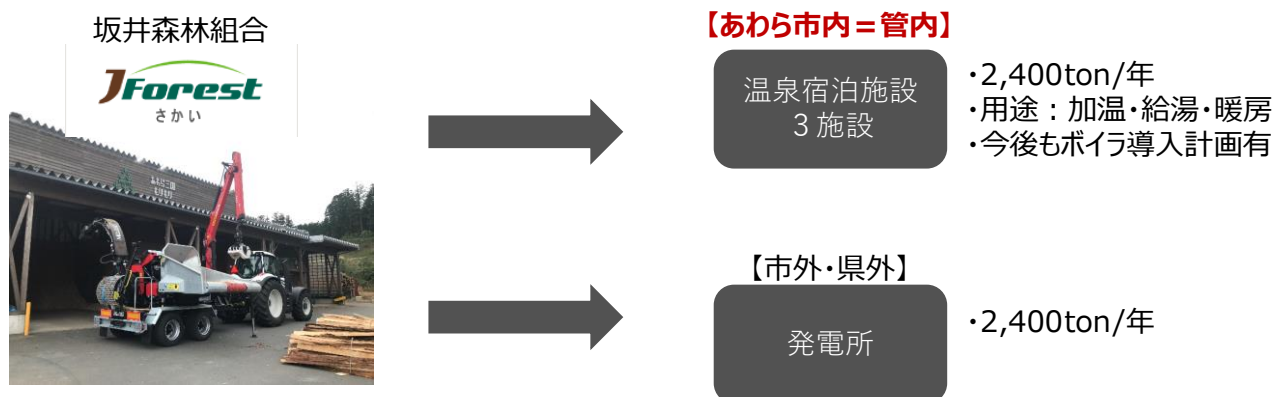


図1 木質バイオマス事業概要

###### 【課題と目的】

現在、大きく2つの課題がある。

一つは、生産コストが販売価格より高い場合が多いこと、一つは建築用の丸太の副産物として生産される燃料用の丸太より、需要量が多いことである。つまり、木質チップは持続可能な供給状態ではないと考えている。

本事業では、管内の需要（2,400ton/年）の持続的・安定的な確保と製造コストを低減することを目的としている。

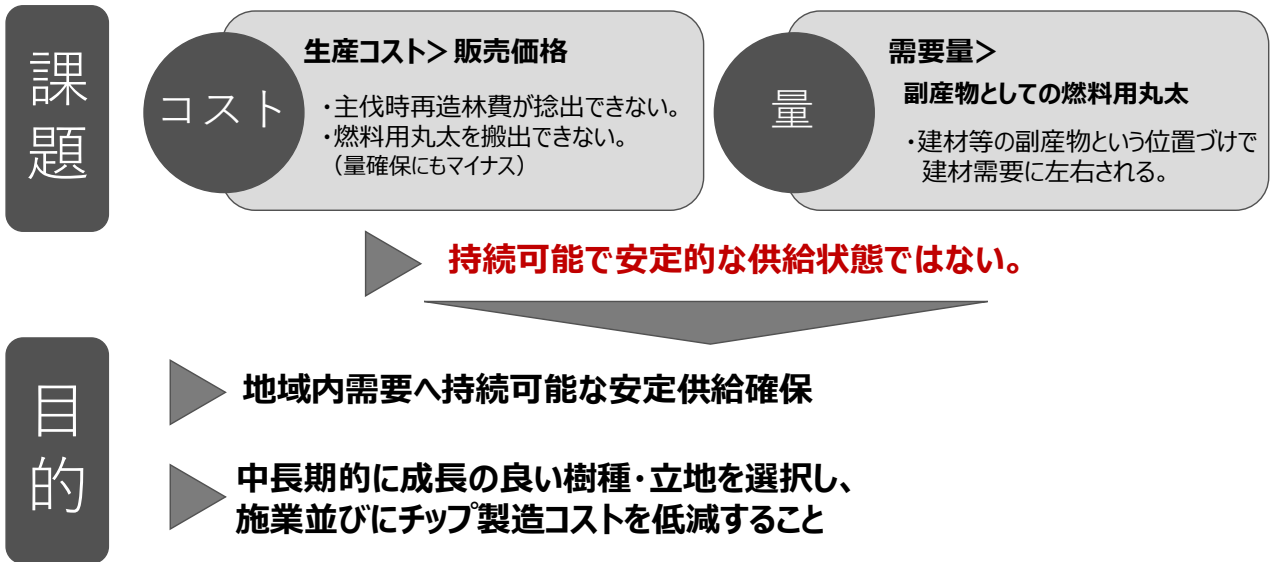


図 2 事業課題と目的

**【事業概要】**

その方法として、本事業では2点の実証を行う。

- ① 早生樹を用いたエネルギー向けの森づくりの検証
  - ・森林の利用サイクルを早めることによって、収量の増加を目指す。(量・コストの課題解決)
  - ・エネルギー用の森づくりによって、他需要による収量の増減を抑制する。(量の課題解決)
  - ・エネルギー用の森づくりによって、高質材向けの育林作業・作業の手減を目指す。(コストの課題解決)
  - ・天然萌芽更新(再植林の削減)が可能な樹種によって、再植林費の削減を目指す。(コストの課題解決)

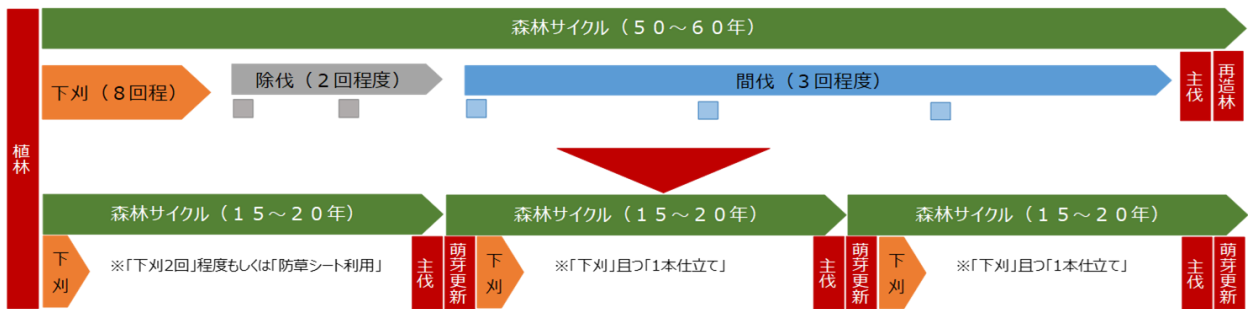


図 3 森づくりの現状と構想図

## ② 一体型施業の実証

- ・伐採から再植林までの作業が別々に行われている現状から、可能な限り作業を続けて行うことで、効率化する。（コストの課題解決）

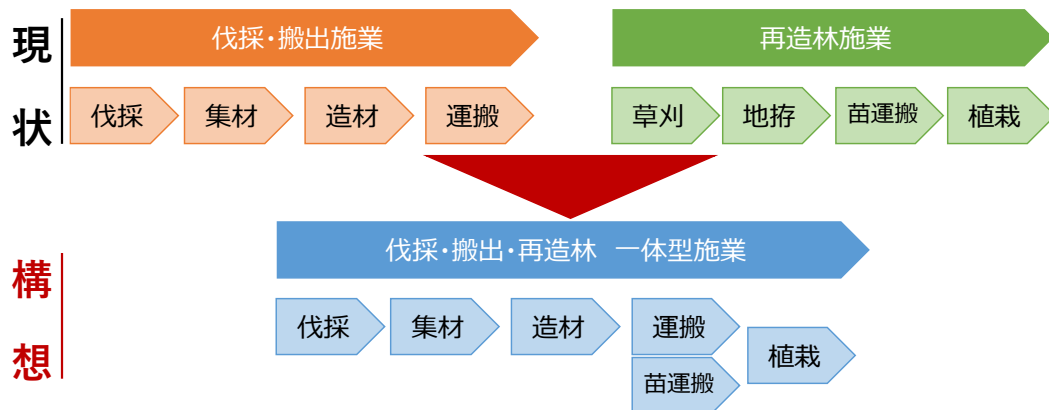


図 4 施業の現状と構想図

### 【コウヨウザンの選定理由】

- ・国内における天然萌芽更新が報告されており再植林時のコストを抑えられる。
- ・福井県内でも有用な早生樹としている樹種であるため。（県での植栽事例有り）  
ただし、事業の展開の際には森林関連制度・補助制度上、県と協議することが必要である。
- ・他用途（建材など）への変更可能性があるため。成木となる15～20年後の市場を鑑みた場合、需要状況の変化は起こり得る。その場合には、用途変更の余地は残さざるを得ない。コウヨウザンは、製品開発など検討が進められている樹種として選定した。

#### 1.1.1 I 燃料生産のためのコウヨウザンの植林および育林方法の検証

コウヨウザンは、原則、温帯地域を好む樹種であり、雪の積もる当該地域での成長速度や育林課程でのリスク（雪折れ・原因不明の枯死など自然発生的なもの）は不明である。また、目的とする用途によって、植林・育林手法は異なる。そのため、実際に様々な要件の林地に植林し、観察しながら手法を改善していくことが必要である。

#### 1.1.2 II 一体型施業の実施とコスト検証

伐採から搬出、再造林までを続けて行う施業方法を一体型施業という。

一体型施業を行うことで、

- ・これまで再造林時に、再び重機を林地に運搬したり、人力で行っていた「地拵え」「苗木運搬」等作業について、伐採・搬出時に利用した重機をそのまま用いて行うことで、省力化・コスト抑制の可能性はある。
- ・伐採・搬出後、時間を置く（特に雨季～夏場を越す）ことで、再び雑草などが繁茂し、再造林時に再び「草刈り作業」を行う必要があるが、続けて行うことで、その作業の削減可能性がある。

一方で、一体型施業行うためには、伐採・搬出班（事業者）・再造林班（事業者）間、苗の調達のスケジュールを、天候等自然発生的な変動要因に左右されながら調整することが必要となる。そのため、実際に施業を計画して実施をすることで、課題の抽出や改善を行う必要がある。

また、林地は土壌、傾斜、標高、下草の植生、既存路網など場所によって条件が多様であり、これらが、作業効率・コストに反映される。そのため、複数事業地で実施し、コストの整理、要因の検討を行うことで、事業のリスクとなり得る変動要因・課題やその改善手法を検討する必要がある。

### 1.1.3 III燃料生産に特化した施業方法の経済性評価

上述のI～IIにて、検証した手法（I）およびコスト（II）より、経済性評価を行うことで、経済的合理性のあるエネルギーの森づくり手法を整理・選定する。

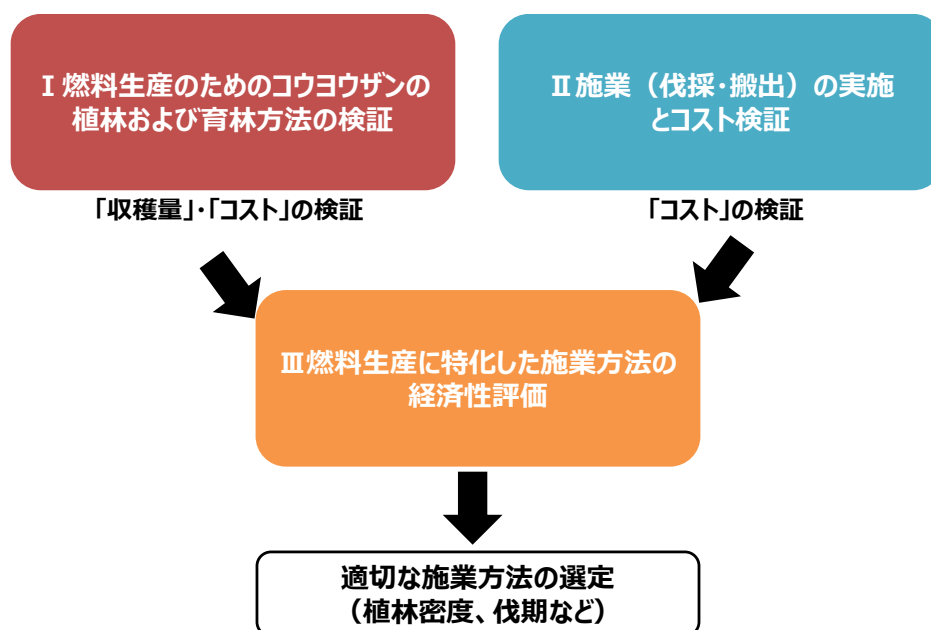


図5 実証・検討フロー

## 1.2 中間目標と達成度

### 1.2.1 I 燃料生産のためのコウヨウザンの植林および育林方法の検証

#### 【1. 植林の実施と生育状況の検証】

実施項目	中間目標	成果	達成度	最終目標に対する進捗
① 県内育成状況調査	・県内におけるコウヨウザンの成長状況の把握（調査箇所数8件程度実施）	・スギとの比較の結果、根元径は最大4.1倍である一方、樹高は最大1.6倍に留まる。 ・平均値は、根元径は1.4倍樹高は0.9倍で、樹高はスギより生長が遅い結果。	○	○
② 実証試験地選定・施工	・標高別に約0.3haずつ3箇所にて伐採・植栽を実施する。 ・伐採・植栽に係る費用を把握する。	・2022年度に1ha（3箇所）の植栽を完了し、活着を確認した。 ・伐採・植栽費用を把握した。	○	○
③ 成長量比較	・試験区分条件ごとに成長量を計測する。	・成長量の観察のため、初期の根元径、樹高を測定した。	○	○
④ その他精英樹の調査および比較	・スギエリートツリー等、コウヨウザン以外の精英樹について成長量等調査を行う。	・コウヨウザン植栽地に比較区としてスギを植栽した。 ・スギ精英樹の植栽先進地を訪れ、生育状況を確認した。 ・ユーカリの試験植栽を実施。	◎ <sup>※1</sup>	◎ <sup>※1</sup>

×：中止 △：未達 ○：計画通り ◎：超過達成

※1：NEDO事業における、他事業者との情報共有により、コウヨウザン以外の可能性を得た。

#### 【2. 低コスト育林の実施と生育状況の検証】

実施項目	中間目標	成果	達成度	最終目標に対する進捗
① 下刈りの低減	・成長量を計測し、必要に応じ下刈り実施。 ・防草シート敷設に要するコストデータを取得する。	・試験植栽地において、防草シートの有り区・無し区を設けた。 ・現段階では、防草効果があり、草刈りは行っていない。	○	○
② 獣害対策等の検討	・獣害対策の有無による生存率（枯死率）への影響を把握する。 ・雪害が生じた場合は、対策を実施し、生存率（枯死率）への影響を把握する。 ・獣害対策等に要するコストデータを取得する。	・木タール（獣忌避剤）をしみこませた防草シートによる獣害対策の有り区・無し区を設けた。 ・今年度は大きな雪害は観測されなかった。	△ <sup>※2</sup>	△ <sup>※2</sup>

×：中止 △：未達 ○：計画通り ◎：超過達成

※2：他地域事例において、野兎による獣害がある想定であったが、獣害がなく比較分析に到達できていない。

2023年度の事業地にて再実証を行うが、獣害等がない可能性がある。

### 1.2.2 II 一体型施業の実施とコスト検証

実施項目	中間目標	成果	達成度	最終目標に対する進捗
1. 一体型施業システムの実施とコストの検証 ①一体型施業システムの実施	・3箇所の試験地（合計約1.0ha）について一体型施業システムを実施し、コスト試算に必要な条件（労働時間、機械稼働時間、消耗品使用量等）に関するデータを取得したうえで費用を把握する。	・施業のコスト削減効果を確認。（従来比12～16%削減）	○	○
2. 山林内における乾燥およびチップングのコスト検証 ①立木乾燥法の検証	・立木乾燥法について有識者から知見を得る。	・2023年度実施予定。	○	○

×：中止 △：未達 ○：計画通り ◎：超過達成

### 1.2.3 III 燃料生産に特化した施業方法の経済性評価

実施項目	目標	成果	達成度	最終目標に対する進捗
1. 施業方法の経済性評価	・伐採～搬出～植栽～育林の森林サイクルにおける収支を算出する。	・2024年度実施予定。	○	○
2. 施業方法の選定	・伐採から育林までの選定、早生樹（コウヨウザン）の最適な育林手法を判断する。	・2024年度実施予定。	○	○

### 1.3 最終目標に対する進捗状況（事業全体のスケジュール）

成果・進捗状況は1.2にて記載の通り。

#### 1.3.1 I 燃料生産のためのコウヨウザンの植林および育林方法の検証

##### 【1. 植林の実施と生育状況の検証】

###### ① 県内育成状況調査

今後は、突然の枯死などの可能性もあるため、最終年度まで状況確認を実施する。また、コウヨウザンは径が先に成長する特性があるため、樹高は今後伸びる可能性があり、今後も観察が必要である。

###### ② 実証試験地選定・施工

下刈り等、保育費用の低減については、コウヨウザンの成長速度や雑草の繁茂状況によって異なるため、今後も経過観察し判断する。

###### ③ 成長量比較

年1回の成長量計測を行い、スギと比較する。

###### ④ その他精英樹の調査および比較

2024年度、スギ精英樹の試験植栽を実施予定。また、2023年はユーカリの植栽を実施しており、数か月に1回の成長量計測を行い、コウヨウザンと比較する。

##### 【2. 低コスト育林の実施と生育状況の検証】

###### ① 下刈りの低減

下刈り等、保育費用の低減については、コウヨウザンの成長速度や雑草の繁茂状況によって異なるため、今後も経過観察し判断する。

###### ② 獣害対策等の検討

他地域事例において、ウサギやシカによる獣害（食害）がある想定であったが、現在獣害がなく比較分析に到達できていない。2023年度の新規施工地にて再実証を行うが、獣害等がない可能性がある。

#### 1.3.2 II 一体型施業の実施とコスト検証

##### 【1. 一体型施業システムの実施とコストの検証】

獣害・育林費用の低減策（防草シート等資材費の低減、ドローンによる）を検討する。

##### 【2. 山林内における乾燥およびチップングのコスト検証】

県内実証事例があり、そのデータを取得予定である。

表 1 事業全体のスケジュール

項目	2022.2	2022年度	2023年度	2024年度
I - 1 - ①県内生育状況調査	[Red bar spanning 2022.2 to early 2023]			
I - 1 - ②実証試験地選定・施工		植林	植林	植林
I - 1 - ③成長量比較		[Red bar starting in early 2023]		
I - 1 - ④その他精英樹の調査 および比較		[Red bar starting in early 2023]		
I - 2 - ①②低コスト育林の実施と 生育状況の検証		育林→→→→→→→→→→→→→→→→		
Ⅱ 一体型施業システムの実施と コストの検証		[Blue bar starting in early 2023]		
Ⅲ 燃料生産に特化した 施業方法の経済性評価				[Orange bar in early 2024]

1.4 参考文献

・国立研究開発法人森林研究・整備機構森林総合研究所林木育種センター 他 「コウヨウザンの特性と増殖マニュアル」

2 知的財産等の取得および成果の普及

2.1 特許

無し

2.2 論文

無し

2.3 外部発表・講演

番号	発表者	所属	タイトル	会議名	発表年月
1	齊藤 正実	坂井森林組合	雪国におけるエネルギー向け早生樹の森づくりと一体型施業システム構築の実証事業の報告	福井県木材利用研究会 第2回定例研究会	2022/2/22

2.4 プレス発表（新聞・雑誌等への掲載）

無し



### 3 成果の実用化・事業化に向けた取組および見通しについて

#### 1) 成果の実用化・事業化に向けた戦略

##### (1) 実用化・事業化内容

成果を以下2点に反映する。

- ・木質チップ燃料の増産・供給安定化
- ・木質チップ燃料の低コスト化（※原料の搬出まで）による価格弾力性の強化

##### (2) 用途（販売予定先）

- ・主となる販売先①：地域内熱供給事業者（組合管内である福井県あわら市および坂井市）
- ・用途：木質バイオマス燃料  
（エネルギー用途：温泉等の加温・昇温、給湯、暖房）
- ・販売ルート：地域熱供給事業者へ直接販売
- ・販売先②：木質バイオマス発電所（県内・隣県）
- ・用途：木質バイオマス燃料
- ・販売ルート：発電事業者へ直接販売

#### 2) 成果の実用化・事業化に向けた具体的な取組

- ・現在、九州からコウヨウザン苗木を調達しているが、安定して調達できるよう当組合での生産計画を立てている。
- ・県内にて、コウヨウザンを造林対象樹種、補助対象樹種とするために、県と協議を行っている。

#### 3) 成果の実用化・事業化の見通し

- ・当該地域においても、コウヨウザンは大きな雪害等なく越冬し、活着した。今後の成長速度によるが、増産・安定供給の可能性は考えられる。（I-1 植林の実施と生育状況の検証）
- ・現時点で、防草シートの効果は認められ、下刈りの削減＝育林費の削減、実用化の可能性がある。
- ・伐採搬出・植林の一体型施業によって、12-16%のコスト削減できると想定される。（II-1 一体型施業システムの実施とコストの検証）
- ・ただし、伐採・搬出から植林・育林のトータルコストとチップ化コストを推計した結果、コスト低減可能性が見込めたものの、木質チップ販売のみではマイナス収支になる結果となり、プラス収支になる場合も、植林育林コストまでは賄える状態ではない（補助金等は考慮していない）。更なる獣害対策込みの育林費の低減と、チップ販売価格を上げる（交渉する）ことを検討する必要がある。

現状		これまでの検討結果	
販売価格（円/m <sup>3</sup> ）	8,308	販売価格（円/m <sup>3</sup> ）	8,308
伐採搬出費（円/m <sup>3</sup> ）	7,021	伐採搬出費（円/m <sup>3</sup> ）	6,105
チップ製造運搬費（円/m <sup>3</sup> ）	3,070	チップ製造運搬費（円/m <sup>3</sup> ）	2,511
収支（円/m <sup>3</sup> ）	-1,783	収支（円/m <sup>3</sup> ）	-308





図6 1 m<sup>3</sup>あたりの収支推計結果

- ※1 「販売価格」：13,500 円/t の立米換算※35%-WB・サイロ着
- ※2 「現状」の「伐採搬出費」：本事業の試験地 A・B・C 平均値×115%（従来型に比較して 15%低減をしたため。）
- ※3 「現状」の「チップ製造運搬費」：材運搬・加工場乾燥・チップ化・チップ運搬工程の場合の費用
- ※4 「これまでの検討結果」の「伐採搬出費」：本事業の試験地 A・B・C 平均値
- ※5 「これまでの検討結果」の「チップ製造運搬費」：立木乾燥・山土場チップ化需要家直送できた場合の推計費用

以上

#### 4. 1-2 研究開発項目①「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」

事業名：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

実施者：株式会社エコグリーンホールディングス

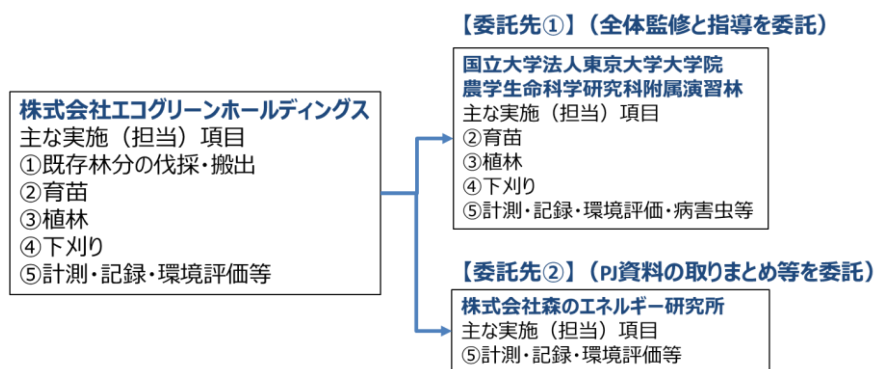
委託先①：（国）東京大学

委託先②：（株）森のエネルギー研究所

実施期間：2021年度～2024年度

事業費：494百万円（助成額：329百万円） ※予定

図表 1 実施体制

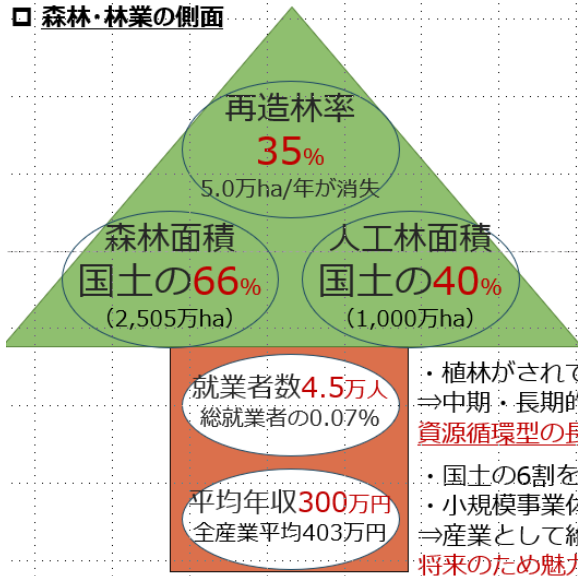


### 1 研究課題の成果

#### 1.1 事業背景・目的

エコグリーンホールディングスは、木質バイオマス資源の再利用（敷料、ボード原料、燃料など）に40年以上関わってきた。国内林業産業と森林の課題や、近年の自然災害を経験したことで、森林の維持管理から木質バイオマスを利活用する一貫した体制構築が必要と考えている。FIT終了後も、持続可能な形で木材生産を行いつつ、地域のエネルギーとして発展する森づくりを構築するため、「エネルギーの森」の実証事業に取り組んでいる。

□ 森林・林業の側面



□ エネルギーからの要請

・2030年エネルギーミックスの実現、国内のエネルギー自給率の上昇  
⇒安定的かつコスト競争力のある木質バイオマス燃料が求められている

- ✓ 代替方法が限られる産業用の中高温の熱利用に向けた燃料供給
- ✓ 地域内エネルギーレジリエンスの向上
- ✓ 未活用・荒廃地の活用による地域活性化

**木質バイオマスの生産体制を構築する役割は大きい**

・植林がされておらず取奪的林業となっている  
⇒中期・長期的な投資が欠如している  
**資源循環型の長期的な展望が必要**

・国土の6割を4.5万人で支えている  
・小規模事業者が多く、労働環境も厳しい  
⇒産業として維持が難しくなっている  
**将来のため魅力的な産業への変貌が必要**



1.2 事業目標・研究開発テーマ

事業目標及び事業目標達成に向けた研究開発テーマ、中間目標・最終目標は下表の通りである。

図表 2 事業目標・研究開発テーマ一覧

研究開発テーマ	事業目標	中間目標	最終目標	根拠
A. 既存林分の伐採・造成	<b>① 資源量</b> 10年伐期で242 t /haの原料生産  <b>② 木材生産コスト</b> 初回伐採：12,600円/t 2期目以降：8,300円/tへのコスト低減（育苗～山土場へ搬出）  <b>③ 事業面積</b> 4年間で50ha～70haの森づくり  <b>④ 環境効果</b> 20～35トnco2/年・haの炭素固定能力の達成	最終目標達成の材料を十分に収集し、達成課題の整理ができていないこと	<b>作業コスト目標の達成（伐採）</b> 1期目：2,197千円/ha 2期目以降：1,647千円/ha	実用予定の重機等主要コストの金額、伐採に要する人工等から推計した。
B. 早生樹苗の生産		苗の育苗技術・生産体制が確立できていること	<b>作業コスト目標の達成（苗木費用）</b> 1期目309千円/ha 2期目以降0千円/ha	種子代・生産機器消耗品・必要人工等を推計した。育苗技術は東大の育苗実績を参考とした。
C. 植林		作業効率化を図り、最終目標達成の課題整理が行えていること 最適な植栽密度の見通しを生育状況から報告できること	<b>作業コスト目標の達成（植林）</b> 1期目157千円/ha 2期目0千円/ha	海外文献を参考に使用器具、作業効率を仮定し、人工と諸経費を推計した。密度は東大の実績にて設定した。
D. 下刈り・育林		作業効率化を図り、最終目標達成の課題整理が行えていること	<b>作業コスト目標の達成（下刈り）</b> 1期目125千円/ha 2期目100千円/ha <b>樹種特性に応じた施業の確立</b> 最適な植栽密度、生育環境の明確化	機械による作業効率を仮定し、人工と諸経費を推計した。
E. 成長記録・環境評価・病虫害対応等		植林1年後のユーカリが2～3mの樹高を達成できていること	ユーカリの樹高10～12mの達成（植林3年後想定）	東京大学樹芸研究所におけるユーカリ研究の実データを参照し設定した。

1.2.1 事業目標

事業目標は以下の4項目である。

① 資源量：10年伐期で242 t /haの原料生産

早生樹はユーカリを主に検討することを考えており、資源量は22t/ha・年（水分50%時）を目標値とする。目標値の根拠は、既にユーカリを生育している東京大学大学院農学生命科学研究科附属演習林樹芸研究所（以下、樹芸研究所）における成長実績である。本事業でも同様の成長がみられると仮定するとスギの成長量7.7t/ha・年（水分60%時）（※1）と比較して2倍以上の資源量増加が見込まれる。

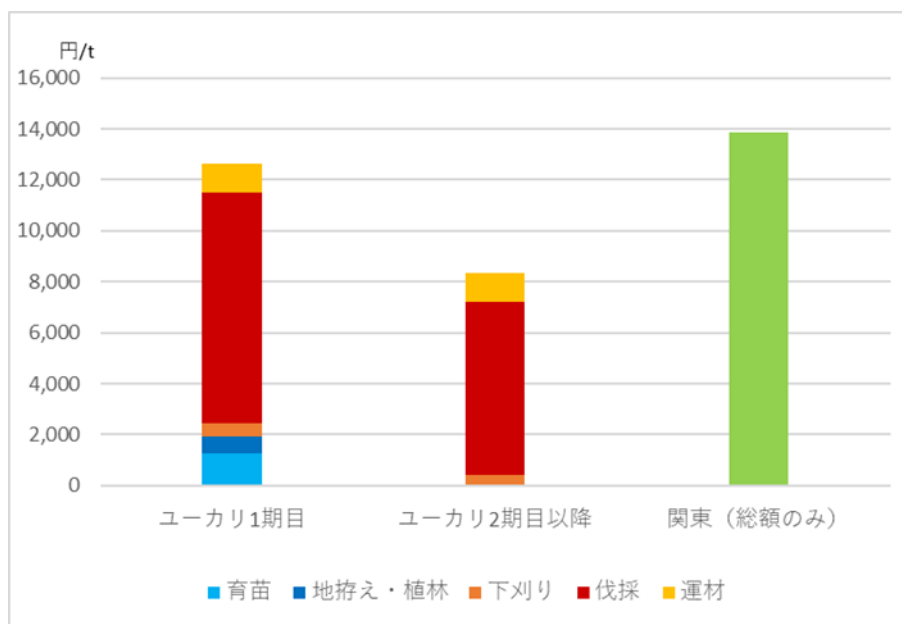
※1：千葉県「美しいちばの森林づくり森林整備によるCO<sub>2</sub>吸収量算定基準」より別表1「千葉県林分収穫予想表の値（樹種・地位別成長量）」から挿しスギ（2等）林齢45年までの平均成長量を記載。比重は0.86t/m<sup>3</sup>（スギ水分60%想定）を用いて換算。

② 木材生産コスト：初回伐採：12,600円/t、2期目以降：8,300円/t へのコスト低減（育苗～山土場へ搬出）

本事業ではユーカリの素材生産コスト約8,300円/t（2期目以降の目標金額、初回伐採時は12,600円/t）を目標値としている。この目標値は国立研究開発法人科学技術振興機構低炭素社会戦略センターが試算する関東地方の木質バイオマス生産総コスト約13,900円/t（※2）よりも40%コストを削減した結果となっている。

削減余地は下刈り回数の低減、2期目以降の植林作業不要による削減である。ユーカリの成長の早さは初期成長に強くみられ、国内でも植林後1年で約3.7m成長、3年で10mを超える成長を記録した結果がある（※3）。下刈りは1年目のみで以後不要と予想され、既存のスギ・ヒノキ等の造林より下刈りのコストが低減する可能性がある。また、ユーカリは萌芽更新が可能な樹種であり、伐採後の植林は不要となる。

図表 3 木材生産コスト



※2：2017年国立研究開発法人科学技術振興機構低炭素社会戦略センター「低炭素社会の実現に向けた技術および経済・社会の定量的シナリオに基づくイノベーション政策立案のための提案書」関東地方の木質バイオマス総生産コスト約11,500円/m<sup>3</sup>に「0.86t/m<sup>3</sup>（スギ水分60%想定）」の比重を用いて換算した（11,500/0.86=13,385）。

※3：中部森林研究第67号（2019）「Eucalyptus saligna・E. smithii 造林試験の経過報告」

③ 事業面積：4年間で50ha～70haの森づくり

事業期間中に50ha以上の森林の整備、早生樹の植林を目指す。千葉県内でも内陸部・沿岸部等、地域ごとに環境特性・土地条件は異なっているため、様々な実証地で行うことで、種別の生育状況・コストなどの評価からエネルギー森づくりの条件を明確にし、千葉県と同じ暖温帯での広域展開を検討する。

④ 環境効果：20～35 トン co2/年・ha の炭素固定能力の達成

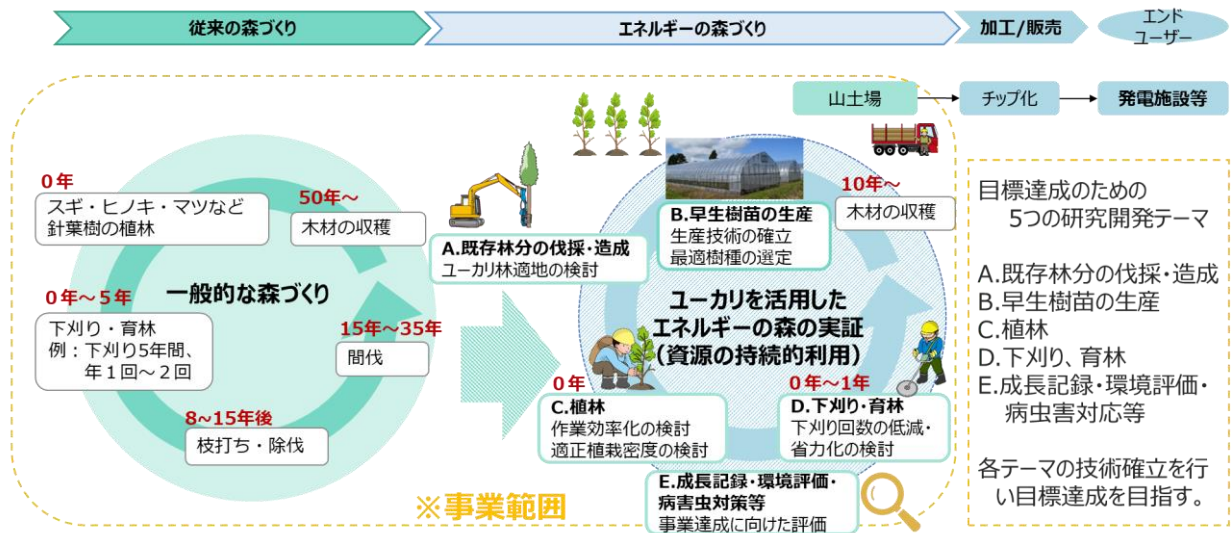
ユーカリのGHG削減効果は、20～35t-CO2/ha・年を目標値とする。目標値の根拠は、2001年度環境行動レポート（電源開発株式会社）であり、スギ・ヒノキと比較するとユーカリは炭素の固定能力も高い。スギ9t-CO2/ha・年(※4)に対し、ユーカリは2～4倍近い炭素固定能力を有している。

※4：（スギ）林野庁HP「森林はどのぐらいの量の二酸化炭素を吸収しているの？」

1.2.2 研究開発テーマ（中間目標・最終目標）

事業目標達成に向けた研究開発テーマは下記の5項目であり、それぞれの中間目標・最終目標、想定される課題は以下の通りである。

図表 4 事業全体イメージ



A) 既存林分の伐採・造成

事業目標の木材生産コストを達成するには、既存林分の伐採・造成を効率的に行う必要がある。本事業期間内ではユーカリの伐採は実施できないものの、その想定コストを算出するため、既存林分を用いた効率的な施業方法について検討する。また、ユーカリの良好な生育や伐採時に効率良く作業を行うための造成方法についても検討を行い、総合的な費用対効果を検証する。



最終目標は1期目2,197千円/ha、2期目以降1,647千円の伐採コストとなる見通しが立つことを本事業の最終目標とする。また2年目終了時においては、目標達成の判断材料を十分に収集し、達成に向けた課題を整理することを以って中間評価とする。

想定される課題は、「低コスト化をどのように図るか」である。本事業ではユーカリを活用している海外の実績を参考にコスト削減に繋がる機器を検証していきたいと考えている。伐採・造成では切り株粉碎機などの機器を活用し、抜根の効率化検討などを行う。

## B) 早生樹苗の生産

国内で安定的に生産する体制整備を検討する。ユーカリの育苗は東京大学の樹芸研究所（静岡県賀茂郡南伊豆町）・千葉県富里市の2か所を本事業の育苗実施場所とする。東京大学の樹芸研究所は元々ユーカリの育苗を行っているため、その既存ハウスを活用し専門の知見の元で生産体制を確立させる。千葉県富里市では、将来的に6万本/年の生産体制とするための主要な育苗場所として、樹芸研究所の助言を得ながら生産体制を構築する。

本事業では実証地である千葉県の気候条件（暖温帯）に合う種、初期成長が良い種などユーカリの中でも主要な候補種（5種程度）、副候補種（7種程度）で育苗・生育試験を行い、最も適したユーカリ樹種を選定することとする。選定に際しては東京大学と、CSIRO（オーストラリア連邦科学産業研究機構）からの助言を得て選定する。実証地の気候条件や利用用途などから適した樹種の助言を得ながら選定を行っている。

最終目標は、309千円/haの育苗コストとなる見通しが立つことを本事業の最終目標とする。また2年目終了時においては、千葉県での育苗ハウスにおいて苗の育苗技術・生産体制が確立できていることを以って中間評価とする。

想定される課題は、「エネルギー利用に有効かつ千葉県内でも生育可能な種が明確でないこと」である。これは、東京大学、CSIROの助言を受けて候補種の絞り込みを行う。また、主要な候補種を5種程度育苗するだけでなく、副候補種として更に7種程度試験を行い、広い可能性から最適種を選定できるようにする。

## C) 植林

ユーカリの植栽密度は文献及び東京大学での生育結果から1,600本/haを適正密度とする。また単位面積当たりの資源量向上を鑑みて高密度植栽も行い、総合的な費用対効果を検討する。

ユーカリの植林は既存研究から夏季の成長が良好であるため春植えを基本とするが、植林可能時期拡大を目的に秋植えも実施する。これは越冬性（霜による生理的障害の発生等）を確かめ、育苗計画に早期反映するためである。

最終目標は、157千円/haの地拵え・植林コストとなる見通しが立ち、エネルギーの森づくりにおいて最適な植栽密度や生育環境に関する知見を整理できていることを本事業の最終目標とする。また2年目終了時においては、植林作業の効率化を図り目標コストを達成できるかの課題整理が行えていること、最適な植栽密度に関して生育状況から見通しを報告できることを以って中間評価とする。

想定される課題は、省力化である。今後規模拡大を行うにはコスト（主に人件費）の削減が肝要である。そこで、オーストラリアのユーカリ植林地でも実際に活用されている「Planting Tubes」を用いた労力削減を検討する。現在想定している植林の人件費は50千円/haを目標としている。これはPlantingTubes使用による目標としており、地拵え・植林によるコストは157千

円/ha を目標としている。これは千葉県の森林整備標準単価 1,205 千円/ha の 1/7 以下であり、大幅なコストダウンになることを目標としている。

○Planting Tubes：植林時に筒を土中に差し込み、上から苗を筒内に落とすだけで植林を完了させることができる。全ての工程が立ったまま完了するため作業効率の向上が見込める。

写真 1 PlantingTubes



## 下刈り・育林

下刈りについて、実施しない場合や回数を低減させた場合の生育状況・コスト差を比較する。下刈りの不実施は除草剤を撒く等效果的な初期防除を検討し、低コスト化を図る。植林後は月 1 回の確認を行い、生育に問題がないか確認する。

最終目標は、1 期目 125 千円/ha、2 期目 100 千円/ha の下刈りコストとなる見通しが立つことを本事業の最終目標とする。また 2 年目終了時においては、植林作業の効率化を図り目標コストを達成できるかの課題整理が行えていること、最適な植栽密度に関して生育状況から見通しを報告できることを以って中間評価とする。

想定される課題は「省力化」に向けた検討である。1・2 回程度の下刈りでも今後の事業面積を考慮すると人員の確保及び発生経費が大きな負担となる。そこで林地対応可能な自走草刈り機を活用し、人的労力の削減を検討する。育林における課題は「生育不良等が発生した際の要因分析ができないこと」である。その対策として、定点カメラによるフェノロジー観測を樹種ごとに行い、季節ごとの様相の変化と、病虫害や気象害が発生した際の要因分析に用いる。

○自走草刈り機：平坦な実証地が多いことを生かし、草刈り人件費を機械化によって削減する。



図表 5 自走草刈り機



D) 成長記録・環境評価・病虫害対応等

植林地は、気温・日射量・降水量・風向・風速を遠隔で計測し、生育条件の精査材料とする。資源量の計測は4半期に1回程度行い、従来手法（人力による毎木調査）ではなく、ドローンなどによる計測で樹高推計を行う。計測手法については事前に検討し、簡易・効率的かつ高頻度に、従来と同等以上の精度を有する材積推計方法を確立する。また、事業期間内に樹芸研究所のユーカリ林分を伐採し計測することで、その比重や成分を実証する。病虫害が発生した際には速やかに東京大学と連携して解析を行い、脅威となり得るかの検討や対策を講じるものとする。

最終目標は、植林3年後のユーカリの樹高が10~12mを達成していることである。最終目標の達成においては、その要因分析・評価を行うほか、ドローン等を活用した資源量計測の検証、周辺環境に及ぼす影響の評価を適切に行う。

また2年目終了時においては、植林1年後のユーカリの樹高が2~3mを達成していることを以って中間評価とする。

想定される課題は、「正確な資源量把握ができない」ことである。ユーカリの資源量把握はドローンによる樹頂点の測量と解析ソフトを用いて樹高を計測し、平均胸高直径を実測することで算出することを想定している。しかし、ユーカリのドローン計測は国内に実績が乏しく、正確に測量できない可能性も考えられる。よって、事業開始後は早期にドローンによる解析が可能か検証し、不可能な場合の計測手法についても東京大学と連携して検討することとしている。

また、ドローンにおける測量結果との比較やドローン測量が困難な施業地での計測には超音波樹高測定器を用いる。

### 1.3 成果の達成状況と根拠

#### 1.3.1 中間・最終目標とその達成度

中間・最終目標とその達成度は下表の通りである。

目標	成果	達成度	最終目標 に対する 進捗
<p>A. 既存林分の伐採・造成</p> <p>最終目標 作業コスト目標の達成（伐採） 1期目：2,197千円/ha 2期目以降：1,647千円/ha</p> <p>中間目標 最終目標達成の材料を十分に収集し、 達成課題の整理ができていること</p>	<p>伐根有無による生育の違い：達成 ユーカリ林に適した森づくりの検討： 実施中</p>	△	△
<p>B. 早生樹苗の生産</p> <p>最終目標 作業コスト目標の達成（苗木費用） 1期目：309千円/ha 2期目以降：0千円/ha</p> <p>中間目標 苗の育苗技術・生産体制が確立でき ていること</p>	<p>苗の生産技術の確立：達成 生産体制の安定化：達成</p>	○	○
<p>C. 植林</p> <p>最終目標 作業コスト目標の達成（植林） 1期目：157千円/ha 2期目：0千円/ha</p> <p>中間目標 作業効率化を図り、最終目標達成の課 題整理が行えていること 最適な植栽密度の見通しを生育状況か ら報告できること</p>	<p>263千円/haのコストとなった 高密度植栽を行い、生育状況を記録 中</p>	△	△
<p>D. 下刈り・育林</p> <p>最終目標 作業コスト目標の達成（下刈り） 1期目：125千円/ha 2期目：100千円/ha 樹種特性に応じた施業の確立 最適な植栽密度、生育環境の明確化</p> <p>中間目標 作業効率化を図り、最終目標達成の課 題整理が行えていること</p>	<p>59千円/ha・回のコスト試算となり、 2回実施した場合でも117千円の想定</p>	○	○
<p>E. 成長記録・環境評価・病虫害対応等</p> <p>最終目標 ユーカリの樹高10～12mの達成 （植林3年後想定）</p> <p>中間目標 植林1年後のユーカリが2～3mの樹高を 達成できていること</p>	<p>1年目でのユーカリ樹高目標：達成</p>	○	○

×：中止 △：未達 ○：計画通り ◎：超過達成

#### 1.3.1.a 既存林分の伐採・造成

既存林分の伐採・造成では、伐根の有無による生育の違いについて、大きく生育状況の差は無いことを確認した。問題点は作業コストへの影響にあり、大径木が造林作業や将来の伐採作業の妨げとなることが考えられ、コスト目標の達成と伐根作業の費用対効果の検討が今後必要であると考えている。コスト目標の達成においては、2025年3月の事業終了時までには多様な条件での施業実績を重ね、ユーカリ林に適した造成と伐採コストの推計を行う。

#### 1.3.1.b 早生樹苗の生産

苗の生産技術の確立、生産体制の安定化を達成した。今後、苗生産においては機器導入により更なる生産コストの低減と品質の安定化を目指す。2024年5月に明確化することを見込んでいる。

#### 1.3.1.c 植林

現時点での作業コストは263千円/haであり、高密度植栽試験地の生育状況を記録している。コスト改善は使用機材の改良、作業工程を見直すことで達成を見込んでおり、2025年3月までにコスト削減余地を整理する。高密度植栽試験は植林木同士が干渉し、生長に影響を及ぼすまで経過観察が必要であり、同じく2025年3月までに生長傾向を整理する予定である。

#### 1.3.1.d 下刈り・育林

59千円/ha・回のコスト試算となり目標を達成した。達成要因としては自走草刈り機が効率的な筋刈りを実施でき、人件費を大きく削減できた。また植栽木を見失い、誤伐を避けるために目印を設置したことでスムーズな草刈り機の稼働ができた。

#### 1.3.1.e 成長記録・環境評価・病虫害対応等

1年間でユーカリ樹高が約3mとなり、目標の成長能力を有していることを確認した。環境面・病虫害においても問題となる現象は発生していない。今後、冷害など環境影響に左右されない安定した生育環境を目指す。

図表 6 事業スケジュール

事業項目	2021年度		2022年度				2023年度				2024年度			
	3Q	4Q	1Q	2Q	3Q	4Q	1Q	2Q	3Q	4Q	1Q	2Q	3Q	4Q
①既存林分の伐採・造成		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
②早生樹苗の生産		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
③植林	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
④下刈り・育林		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
⑤計測・記録・環境評価等							■	■	■	■	■	■	■	■
							■	■	■	■	■	■	■	■

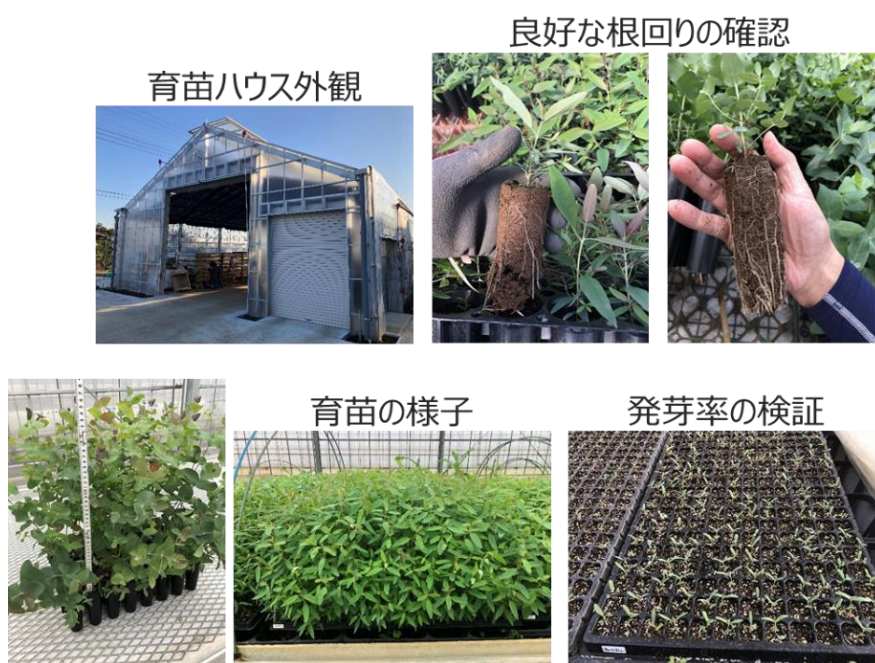
※始期：4月始め3か月間とする

## 1.4 成果の意義

### 1.4.1 育苗

国内でユーカリ苗の生産拠点ができ、安定した苗生産体制を確立できた成果は意義があると考えられる。早生樹の苗は、樹種によるがスギ・ヒノキ等の主用造林樹種に比べ、種苗業者を見つけることも難しい状況である。今後エネルギー利用の森林を拡大するには高品質で安定的な苗を生産し、市場供給する体制の構築は必須となる。ユーカリは種の数が多い（600～800）に枝分かれしており、生育検証を行うためには、遺伝形質が担保された種の入手が重要である。国内での調達には不可能であったため、CSIRO（オーストラリア連邦科学産業研究機構）から種と位置情報が担保された種子を調達し、実証地である千葉県富里市にて生産拠点を確立した。また、苗の生育状況は初期成長に与える影響は大きい。本事業の育苗においては、灌水頻度、温湿度管理、播種・育苗の培土、肥料の種類、施肥量などを変えながら試行し、高品質苗の生産が実現できている。引き続き、更なる苗の品質向上を検討し事業目標の達成を目指す。

写真 2 育苗体制の確立



## 2 知的財産等の取得および成果の普及

- 2.1 特許：なし
- 2.2 論文：なし
- 2.3 外部発表・講演：なし

### 2.4 プレス発表（新聞・雑誌等への掲載）

番号	所属	タイトル	掲載誌名	発表年月
1	エコグリーンホールディングス	株式会社エコグリーンホールディングスは、東京大学演習林の研究者グループと千葉県において、早生樹を活用した持続可能なエネルギーの森づくり実証事業（植林・育苗）をスタートさせました。	自社 HP プレスリリース	2022/07/12

## 3 成果の実用化・事業化に向けた取組および見通しについて

### 1) 成果の実用化・事業化に向けた戦略

本事業における「製品」はエネルギー利用向けの原木（チップ）であり、販売予定先は「JRE 神栖バイオマス発電所」である。株式会社エコグリーンホールディングスのグループ会社であるジャパン・リニューアブル・エナジー株式会社が「JRE 神栖バイオマス発電所」を所有しており、同発電所への販売を筆頭に計画している。

### 2) 成果の実用化・事業化に向けた具体的な取組

本事業後の将来展望としては、単純なボイラータービン用燃料だけでなく、次世代エネルギーとしての水素生成のための原料や、木材生産を行う地域でのエネルギー供給を検討する。ほかにユーカリは国外において精油・建材などにも用いられることから、それらに向けた実証など幅広くユーカリの付加価値向上に繋がる検討を実施する。

### 3) 成果の実用化・事業化の見通し

本事業の植林開始から伐期を迎える 2031 年に伐採し実用化する見通しである。グループ会社である「JRE 神栖バイオマス発電所」へ当面販売を行うため、販売単価は製品原価となる。1 年目～5 年目の販売単価は 1 期目（初回伐採時）となるため、試算した 12,600 円/t を用いた。FIT 制度に基づき、森林経営計画のもと「間伐材等由来の木質バイオマス」として販売が可能になる 32 円/kWh で売電した場合、下表の収益が見込まれる。

	販売単価（原価）	販売数	売上	収益
1 年目（2031 年）	12,600 円/t	726t	9.1 百万円	6.4 百万円
2 年目（2032 年）	12,600 円/t	2,420t	30.5 百万円	21.1 百万円
～～～				
5 年目（2034 年）	12,600 円/t	24,200t	304.9 百万円	211.2 百万円

以上

### 4-1-3 「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」

**事業名** : 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

**実施者** : 一般財団法人カーボンフロンティア機構  
遠野興産株式会社  
古河林業株式会社  
学校法人東京農業大学(委託)  
国立大学法人宮崎大学(委託)

**実施期間** : 2021 年度～2024 年度

**事業費** : 194 百万円(助成額 : 129 百万円) ※予定

#### 1 研究課題の成果

##### 1.1 背景と課題

バイオマス発電設備の導入量は現在 4,700MW (2020 年 9 月) であるが、第 6 次エネルギー基本計画では 2030 年度には 8,000MW に増大するものと見込まれており、これを充当するためには木質バイオマス燃料の供給量を今後 10 年足らずの間に 5～10 百万 t 増大させる必要がある。

一方で国内の燃料材供給量は、製材用木材の生産に伴うカスケード利用を前提とした燃料材供給となっており、短期の大幅な増加は困難と言える。そのため本事業では、国等の進める「エネルギーの森」構想に呼応し、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ため、高効率な早生樹生産システム構築のための技術開発を目的とする。

##### 1.1.1 早生樹の収量拡大技術

福島県いわき市の遠野興産社有林においてコウヨウザン、ユリノキ、チャンチンモドキの植栽・育林試験をおこなう。生育期間 20 年ほどの早生樹の成長性を向上させる技術開発をおこない、生育期間 15 年とすることを目指す。さらに植栽密度を高密度にすることで、単位面積あたりの収穫量を 2 倍以上とし、5～10 年で短期に伐採することで、短いサイクルで収入が得られるようにする。また下刈り回数低減や萌芽更新による再造林費の把握、間伐、剪定の省略により植栽・育林費のコスト削減をおこなう。

##### 1.1.1.a クローン苗および優良系統苗による成長性向上技術の開発

###### ・クローン苗

早生樹の組織培養によりクローン増殖法を開発し、植栽試験用の苗として作成する。植物ホルモンの種類や濃度などの培地、および培養条件を検討し、最適化する。(宮崎大学研究委託)

また、コウヨウザンのクローン苗を 50 本程度、遠野興産社有林に植栽し、成長の促進効果とばらつきを低減する効果について確認する。

###### ・優良系統苗

成長の促進効果、ばらつきを低減する効果について確認する。森林総研の材木育種センターの優良系統の種子から苗を生産し、植栽して成長の促進効果とばらつきを低減する効果について確認する。

##### 1.1.1.b 密度植栽による収穫量増大技術の開発

植栽密度を高密度化し、収穫量をスギの 2 倍以上に上げることを目指す。

また、植栽・育林にかかる労務費から材積増加とコスト（m<sup>3</sup>/ha/年/円）の評価をおこない、最適な密度と伐採周期を評価、分析する。

#### 1.1.1.c 早生樹の低コスト育林技術の開発

##### ・下刈り回数低減技術の開発

下草による被圧の影響を受けない高さに成長するまで下刈りを実施する場合と下刈り回数を低減した場合の比較や 優良系統苗、大苗の採用による下刈り低減効果を検証し、下刈り回数を1回に低減することを目指す。

##### ・萌芽再生による再造林費低減の確認試験

育成した早生樹を伐採し、萌芽再生による再造林が可能かどうか、萌芽再生によるコスト削減効果について評価、分析する。

##### ・間伐、剪定の省略

間伐や剪定は実施しない方針とし、樹形に与える影響を確認する。

#### 1.1.2 早生樹及び既存林の高効率ハンドリング手法の開発

伐採・搬出については皆伐更新を主体としたシステムにより、高効率化を図ることが求められる。早生樹、既存スギ、広葉樹に適した皆伐更新システムを確立すること、GIS やドローンを用いて施業の高効率化を図ることで、コスト削減を行う。また林地での燃料材乾燥手法を確立し、事業性向上を図る。福島県いわき市の遠野興産社有林で伐採・搬出試験を実施し、作業性やコストの評価をおこなう。

#### 1.1.2.a 早生樹及び既存林の皆伐更新手法の開発

皆伐更新を前提とした効率的な施業方法を確立する。既存スギ林、既存広葉樹林、早生樹を皆伐更新で高効率に伐採、搬出をおこなうための林業機械システムを開発し、スギ林、広葉樹林、早生樹林の特徴を踏まえた、皆伐更新による伐採・搬出方法を確立する。伐採・集材・造材・搬出の各工程の作業性を計測し、別工程の作業性に悪影響を与えている作業性の悪い工程について改善を図ることで、工程間の格差の最小化をおこなう。

#### 1.1.2.b 皆伐更新の高効率化手法の開発

##### ・GIS を用いた路網計画及び施業検討手法の開発(東京農業大学研究委託)

GIS の情報を用いて、高効率な路網形成、伐採・集材・造材・搬出作業方法の検討手法を開発する。またGIS を用いることで、皆伐更新のための路網計画及び施業検討方法について他事業者でも知見を活用できるように一般化する。

##### ・ドローンによる林分調査手法の開発(東京農業大学研究委託)

ドローンを使用して地形や林分を把握する手法を開発し、施業の検討や施業場所による影響について評価、分析するのに用いる。

##### ・高効率搬出手法の開発

従来の施業では対象林分に高密度で路網を整備し、路網の末端から土場までが運材距離になるが、施業林分に到達するまでの路網と伐採跡地を利用するなどにより集材距離を短縮、作業効率を改善する方法を開発する。また玉切長さは従来製材用途では2~4m であるが、できる限り大型のフォワードを用い、玉切長さを可能な限り長く（6m）することで搬出効率を高める手法を開発する。

##### ・一貫作業システムの導入



伐採、地拵え、早生樹の植栽を一貫して実施するシステムを導入することで、コスト低減を図る手法を開発する。

・**枝条の効率的な搬出方法の確立**

伐採地から枝条を搬出する試験をおこない、運搬用の鉄枠とフォワーダのダンプ機能を用いた枝条の効率的な搬出方法を確立する。

**1.1.2.c 製品燃料材の乾燥方法の確立**

伐採した燃料材には水分が多く含まれている。燃料材利用では水分を低下させると価値（有姿での発熱量）が向上することから、伐倒後に林地で乾燥試験を行い、その効果を確認する。水分40%以下にする乾燥方法を確立する。

**1.1.3 エネルギーの森事業の拡大策とポテンシャルの検証**

**1.1.3.a エネルギーの森事業の拡大策**

燃料材生産のために既存林を早生樹に置き換え、早生樹の植栽・伐採するサイクルを回すエネルギーの森事業の拡大策について検討し、遠野興産の社有林(福島県)や全国に展開している古河林業の社有林(三重県、秋田県など)を中心に事業の採算性を試算する。また、古河林業社有林(宮城県)にてユリノキの植栽を行い、成長性を遠野興産植栽試験の成長性と比較、確認することで、場所による影響を評価し、事業が成立する場所、施策等の条件を検討する。

**1.1.3.b 全国展開に向けたポテンシャルの検証**

全国展開に向け、早生樹林への移行が可能な林地ポテンシャルを見積もる。

## 1.2 中間目標と達成度

目標	成果	達成度	最終目標に対する進捗
早生樹の収量拡大技術 クローン苗および優良系統苗による成長性向上技術の開発により、スギの3.2倍の成長性を達成する。	<ul style="list-style-type: none"> <li>・2022年上期にコウヨウザン、ユリノキ、チャンチンモドキの市販苗の植栽を実施。</li> <li>・2023年上期にコウヨウザンの優良苗の植栽を実施。</li> <li>・コウヨウザンの組織培養による増殖を確認。</li> </ul>	○	○
早生樹の収量拡大技術 高密度植栽により、収穫量をスギの2倍以上を達成する。	<ul style="list-style-type: none"> <li>・2022年上期にコウヨウザンの市販苗を5ケースの植栽密度で植栽。</li> <li>・2022年下期に樹高、根本径を測定し、成長性を確認。</li> </ul>	○	○
早生樹及び既存林の高効率ハンドリング手法の開発 既存スギ林、広葉樹林、早生樹林の特徴を踏まえた、皆伐更新による伐採・搬出方法を確立	<ul style="list-style-type: none"> <li>・既存スギ林の皆伐更新による伐採・搬出の作業性を算出した。</li> <li>・新規導入したフェラーバンチャによる作業道作設の作業性を算出し、従来の手法よりも改善していることを確認した。</li> </ul>	○	○
早生樹及び既存林の高効率ハンドリング手法の開発 GISを用いた路網計画、	<ul style="list-style-type: none"> <li>・新規導入の機械やドローン撮影による毎木調査、GISによる作業道設計を実施し、従来の手法と比較・評価した。</li> </ul>	○	○
早生樹及び既存林の高効率ハンドリング手法の開発 林地乾燥による水分40%以下にする乾燥方法の確立	<ul style="list-style-type: none"> <li>・2022年度に林地で乾燥試験を実施したが、目標の40%以下が未達となった。</li> <li>・2023年度に遠野興産所有地の一部で乾燥試験を実施中。乾燥に影響のある要因分析用に環境値を並行して測定中。</li> </ul>	○	○
エネルギーの森事業の拡大策とポテンシャルの検証 事業性の評価および事業成立の条件の検証	<ul style="list-style-type: none"> <li>・2022年度の試験結果から生産費を試算した。いくつも想定値を加味した条件ではあるが、生産費の目標達成可能の見通しを得た。</li> </ul>	○	○
エネルギーの森事業の拡大策とポテンシャルの検証 全国展開に向け、早生樹林への移行が可能な林地ポテンシャルを見積もる	<ul style="list-style-type: none"> <li>・古河林業社有林エリア付近の状況を調査した結果、伐採面積に対して再造林面積が小さく、早生樹への移行に向けたポテンシャルはあることがわかった。</li> </ul>	○	○

×：中止 △：未達 ○：計画通り ◎：超過達成

1.3 最終目標に対する進捗状況

事業全体のスケジュールおよび進捗は以下の通り。

事業項目	2021 年度		2022 年度				2023 年度				2024 年度			
	3Q	4Q	1Q	2Q	3Q	4Q	1Q	2Q	3Q	4Q	1Q	2Q	3Q	4Q
① 早生樹を活用した高効率栽培技術の開発														
クローン苗および優良系統苗による成長性向上技術の開発					優良系統苗植栽			クローン苗植栽			クローン苗植栽			
								成長の評価・分析			成長の評価・分析			
			クローン苗の制作手法の開発											
密度植栽による収穫量増大技術の開発		コウヨウザン植栽						ユリノキ植栽			チャンチンモドキ植栽			
								成長の評価・分析						
早生樹の低コスト育林技術の開発							下刈り				成長の評価・分析			
										早生樹伐採後、萌芽更新確認				
			間伐・剪定省略時の影響調査											
② 早生樹及び既存林の高効率ハンドリング手法の開発														
早生樹及び既存林の皆伐更新手法の開発	スギの伐採・搬出		スギの伐採・搬出				スギの伐採・搬出				早生樹の伐採・搬出			
											早生樹の伐採・搬出			
											広葉樹の伐採・搬出			
皆伐更新の高効率化手法の開発			ドローンの毎木調査・GISの路網設計											
			高効率搬出手法の開発											
			一貫作業システムの導入											
			枝条の高効率搬出手法の開発											
製品燃料材の乾燥方法の確立														
エネルギーの森事業の拡大策とポテンシャルの検証														
エネルギーの森事業の拡大策														
全国展開に向けたポテンシャルの検証														

### 1.3.1 早生樹の収量拡大技術

#### 1.3.1.a クローン苗および優良系統苗による成長性向上技術の開発

- ・2022年4月に第1回試験地にてコウヨウザン、チャンチンモドキ、ユリノキの市販苗を植栽した。1年間の成長性を確認した結果、初期成長に関してはスギよりも高い成長性があることを確認した。
- ・クローン苗についてはMS、WPの培地で多芽体の成長を確認し、コウヨウザンの組織培養による増殖が可能であることがわかった。
- ・2023年4月に第2回試験地にて優良系統苗の植栽を実施した。

今後は以下の評価を行い、生育期間15年に対する見通しを立てる。

- ・コウヨウザンの組織培養については培地成分や植物成長調節物質の違いによる枯死率や成長性を評価し、最適化する。
- ・優良系統苗の成長性を確認し、一般苗の成長性と比較することで、優良系統苗の効果を評価する。
- ・培養したクローン苗の一部を植栽して初期の成長性とばらつきを確認し、一般苗と比較することで、クローン苗の効果を評価する。

#### 1.3.1.b 密度植栽による収穫量増大技術の開発

- ・2022年4月に第1回試験地にてコウヨウザンの市販苗を5ケースの植栽密度で植栽を実施した。
- ・1年間の成長量を確認した結果を植栽密度毎でまとめると、高密度の場合は苗の平均値が若干小さいことがわかった。ただし、植栽密度による影響かどうか引き続き成長性を監視する必要がある。

今後はコウヨウザンに関しては毎年の樹高、太さの計測結果から林分材積の変化を求め、苗の費用や植栽・育林にかかる労務費から材積増加とコストの評価をおこなう。また、コウヨウザンと同様にユリノキ、チャンチンモドキの高密度植栽を実施し、成長性を評価する。

#### 1.3.1.c 早生樹の低コスト育林技術の開発

- ・2022年7月に第1回試験地にて下刈り有り、無しエリアを区分し、下刈りを実施した。

今後は以下を検討することで、育林・再造林費のコスト削減の見通しを立てる。

- ・下刈りの有無による成長性を確認し、下刈り回数の最適回数について検討する。また、優良系統苗や大苗を植栽し、成長性を確認することで、下刈り回数低減可能か検討する。
- ・早生樹を一部伐採し、萌芽再生による再造林が可能か確認する。
- ・間伐、剪定を省略した場合の樹形に与える影響を確認し、省略が可能か検討する。

### 1.3.2 早生樹及び既存林の高効率ハンドリング手法の開発

#### 1.3.2.a 早生樹及び既存林の皆伐更新手法の開発

- ・作業道形成については、バケット、ザウルス、フェラーバンチャの比較を行い、フェラーバンチャの作業の優位性を確認した。
- ・スギの伐採・搬出試験からチェーンソーの伐倒、グラップルによる木寄せ、プロセッサによる造材作業について作業性を算出し、事業性評価に向けたベースデータを得た。

今後は各作業の分析を行い、作業性の改善を試みる。また、スギ以外に広葉樹、早生樹の皆伐手法について検討し、スギと同様に伐採・搬出試験を実施してコスト評価を行う。

### 1.3.2.b 皆伐更新の高効率化手法の開発

- ・GISによる設計は可能だが、微地形の影響で作業道の変更が発生しており、改善の余地あり。
- ・ドローンによる撮影データを使用して林分調査を実施した。
- ・大型フォワーダの長尺丸太（6m）の搬出試験を実施した。

今後はGISの作業道設計、ドローンによる林分調査の精度を上げるために改善を行う。

また、皆伐作業の作業性としては搬出作業の作業性が低いことが明確となったため、長尺丸太の搬出以外に作業性改善を検討する。

### 1.3.2.c 製品燃料材の乾燥方法の確立

- ・第1回乾燥試験では試験地に丸太を設置して乾燥を試みたが、目標の40%以下を達成できなかった。乾燥に適した条件を調査することを目的に、試験地で環境値(温度、湿度、風速など)を測定して、乾燥に影響のある因子を調査する必要があることが分かった。現在、環境値を測定しながら遠野興産所有地の一部を使って第2回乾燥試験を実施中。

今後は第2回乾燥試験結果から乾燥に影響のある因子を分析し、林地での乾燥に適した集材場所を検討する。

### 1.3.3 エネルギーの森事業の拡大策とポテンシャルの検証

#### 1.3.3.a エネルギーの森事業の拡大策

- ・事業性評価の結果、いくつも想定値を加味した条件ではあるが、生産費の目標達成可能の見通しを得た。

特に収穫量については想定値を使っているため、今後の苗の成長性などの結果を反映し、生産費試算の精度を上げて最終評価を行う。

#### 1.3.3.b 全国展開に向けたポテンシャルの検証

- ・古河林業社有林エリア付近の状況を調査した結果、伐採面積に対して再造林面積が小さく、早生樹への移行に向けたポテンシャルはあることがわかった。また、納入先となる各チップ工場も集材余地に多く、一定の需要が見込める。

今後はより具体的な事業性評価を実施し、全国に展開できる林地について検討する。

## 1.4 参考文献

エネルギー基本計画の概要(令和3年10月 資源エネルギー庁)

木質バイオマスのエネルギー利用の現状と今後の展開について(令和2年7月 林野庁)

## 2 知的財産等の取得および成果の普及

### 2.1 特許

無し

### 2.2 論文

番号	発表者	所属	タイトル	発表誌名、ページ番号	査読	発表年月
1	亀山翔平・矢部和弘	東京農業大学	基盤地図情報と UAV-SfM による 3D モデルを用いた林内路網計画の可能性	関東森林研究 74 巻 1 号、P121-124	有	2023/3

### 2.3 外部発表・講演

番号	発表者	所属	タイトル	会議名	発表年月
1	亀山翔平・矢部和弘	東京農業大学	UAV-SfM による 3D モデルと基盤地図情報を用いた林内路網計画の可能性	第 12 回関東森林学会大会	2022/10/25
2	藤澤 伸郷	カーボンフロンティア機構	早生樹を用いた木質バイオマス燃料の高効率安定供給システム開発の実証事業について	一般財団法人バイオマス発電事業者協会部会会議	2022/10/31
3	亀山翔平・矢部和弘	東京農業大学	植栽器具の違いによる植栽作業効率および作業姿勢の評価	第 134 回日本森林学会大会	2023/3/25~27
4	藤澤 伸郷	カーボンフロンティア機構	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	(株)技術情報センターセミナー”ブラックペレット・ソルガム・早生樹・バイオコークスなど新しいバイオマス燃料に関する事業・技術開発・実証動向”	2023/6/21

### 2.4 プレス発表（新聞・雑誌等への掲載）

番号	所属	タイトル	掲載誌名	発表年月
1	日刊木材新聞	燃料用早生樹の供給モデルに着手	日刊木材新聞 第 19503 号, p1	2022/6/14
2	カーボンフロンティア機構	早生樹を用いた木質バイオマス燃料の高効率安定供給システム開発の実証事業	JCOAL Journal Col. 49, P25	2022/12/1

### 3 成果の実用化・事業化に向けた取組および見通しについて

#### 1) 成果の実用化・事業化に向けた戦略

林業の素材生産を目的とした施業にかかる国内の全国平均経費は再造林経費（植栽、育林）、素材生産費（伐採）、運材流通費（搬出）を合わせてかかる経費が 15,000 円/m<sup>3</sup> ほどである。燃料材は 6,000 円/m<sup>3</sup> であるため、燃料材の生産で収益を得るためには経費を合計で約 1/3 の 5,000 円/m<sup>3</sup> にする必要がある。

コウヨウザンについては本試験結果と文献調査から以下の特徴があることがわかった。

- ・成長性がよく、広島県の事例ではスギ(育成期間 50 年)の 2.5 倍の成長性(育成期間 20 年)を示している。
- ・下刈り期間が短い (2~3 年程度)
- ・耐寒性に優れている。
- ・萌芽性があるため、第二世代は植林不要となる可能性がある。

成長が早いことによる下刈り期間短縮や萌芽更新による植栽費用低減が見込まれ、育林費の縮減が期待できる。例えば、従来樹種のスギは図 1 の左のように下刈り期間 5 年間で、育成期間 50 年とする。コウヨウザンは図 1-右のように、下刈り期間を 2 年間で、スギの 2.5 倍の成長性があるとし、育成期間 20 年とする。さらに萌芽更新により苗費、植栽費なしに更新可能とする。コウヨウザンの 3 回収穫に対する 1 収穫期当りの平均の植栽、育林費はスギの 1 収穫あたりの平均の植栽、育林費に対して約 1/3 程度になる可能性があることがわかった。

早生樹の収量拡大技術の開発により、収穫量を増大させることで、さらに育林費を下げるのが可能となる。

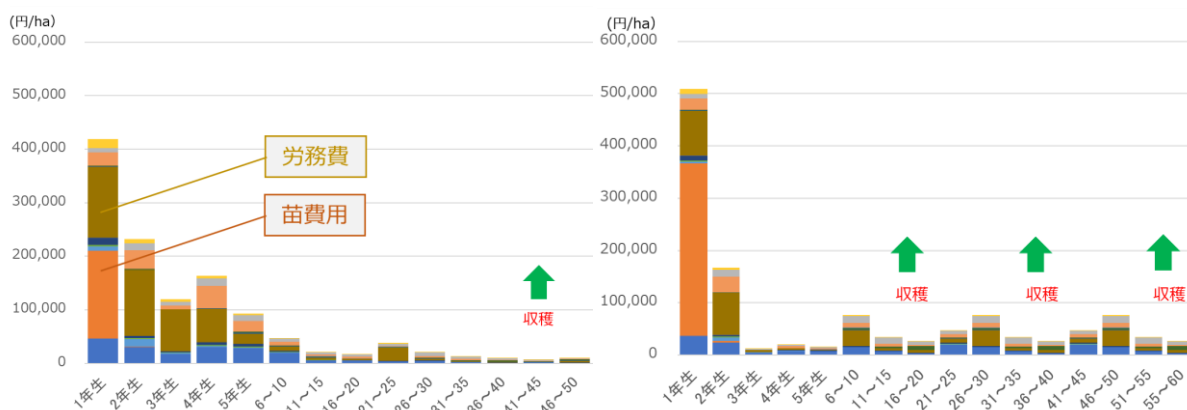


図 1 育林費の比較 (スギ: 左, コウヨウザン右)

素材生産を目的とした施業では表4のとおり、製材用の材を得ることを重視した施業となっており、間伐や主伐主体のシステムになっている。一方で燃料材生産を目的とした施業では皆伐更新を主体としたシステムにし、コストを大幅に低減できる可能性がある。また、これまでの素材生産と異なる植栽密度や伐採周期に適した皆伐更新の技術が確立されていないことから、技術開発が必要である。

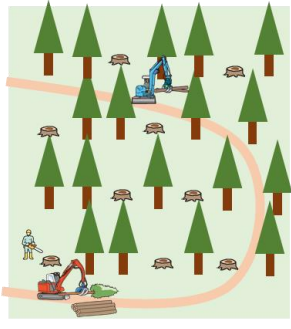
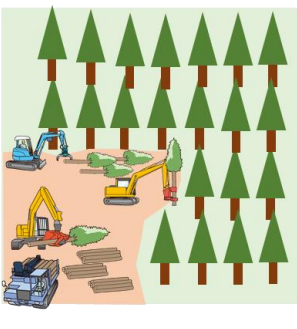
林業システム	従来システム(間伐主体)	皆伐主体のシステム
		
特徴	立木の一部のみを選木・伐採、周辺木を傷つけないように作業する必要があるなど、作業の時間を要する一方、生産量は少ない	機械の能力を活かしたシステムが構成可能。

表4 従来システムと皆伐主体システムの違い

## 2) 成果の実用化・事業化に向けた具体的な取組

燃料材生産のために既存林を早生樹に置き換え、早生樹の植栽・伐採するサイクルを回すエネルギーの森事業の拡大策について、本事業の検討項目”エネルギーの森事業の拡大策”を通して事業の実用化、事業化に向けた検討を行う。

## 3) 成果の実用化・事業化の見通し

”早生樹の収量拡大技術”による収量最大化と”高効率ハンドリング技術”による生産費の低減を目的に試験を実施している。現在、概ね予定通りに実施している。また、現状の試験結果をもとにコスト試算を行ったところ、収量量など想定値を加味した条件ではあるが、目標達成可能の見通しを得ることができた。残りの期間で苗の成長性や生産費のデータを蓄積し、どのような条件で事業性が成立するか検討し、事業化につなげる。

以上



#### 4. 2 研究開発項目②の詳細

「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」

##### 4. 2-1

事業名：可搬チップ・コンテナ乾燥機とバイオマスボイラを組合せた広葉樹林の燃料利用実証事業

実施者：一般社団法人徳島地域エネルギー

##### 4. 2-2

事業名：小型バイオマス発電事業に適した木質ペレットの加工システム高効率化実証事業

実施者：くしま木質バイオマス株式会社 シン・エナジー株式会社

## 4-2-1 「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」

事業名：可搬チップ・コンテナ乾燥機とバイオマスボイラを組合せた広葉樹林の燃料利用実証事業

実施者：一般社団法人徳島地域エネルギー

実施期間：2021 年度～2023 年度

事業費：213 百万円（助成額：142 百万円） ※予定

### 1 研究課題の成果

#### 1.1 背景と課題

我が国の森林面積の 54%を占める天然林のうち、約 75%は広葉樹林である。しかしながら、2019 年度のバイオマス発電所の燃料調達量では、未利用木質および一般木質の広葉樹チップは全体の 1.6%に過ぎず、広葉樹はほとんど利用されていない。広葉樹の利用が進んでいない理由の一つに、チップ製造コストが高いことが挙げられる。以下の表に示す通り、針葉樹と広葉樹では、素材生産の段階で価格に 1.4 倍程度の差がある。表中の木材チップ価格はパルプ用を示しているが、ボイラや熱電併給用 CHP 等で用いる燃料チップは、含水率が 30%程度ないし 10%前後に乾燥したものであるため、実際には、表のチップ価格に輸送費と乾燥費用がさらに加算される。

表 1 木質チップ価格の比較

全国平均	木材チップ用素材価格		木材チップ価格	
	針葉樹丸太	広葉樹丸太	針葉樹チップ	広葉樹チップ
令和3年6月	6,700 円/m <sup>3</sup>	9,500 円/m <sup>3</sup>	14,700 円/t	19,300 円/t

※素材の工場着価格 ※工場渡し価格

木材流通統計調査 農林水産統計 令和3年6月

堅い広葉樹は曲がりや枝条が多く、高性能林業機械の適用が難しく、針葉樹と比べると生産性が低い。一方、広葉樹は天然萌芽更新が可能であり、再造林にかかる経費や時間が針葉樹に比べると少なく済む。全国には、広葉樹林で構成され人の手が入らず長期間放置されている里山が多く存在し、生物多様性保全の観点からも重要な役割を果たしている。また、都市部の公園や街路樹から発生する剪定枝は一般廃棄物として処理されることが多く、バイオマス資源として有効活用されていない。

効率的なサプライチェーンの構築や、燃料加工費の低減によって、広葉樹燃料チップや剪定枝を化石燃料と比べて競争力のある価格で供給することができれば、エネルギーの地産地消と同時に森林整備と生物多様性の保全へ貢献することができる。

以上の背景から、里山に代表される広葉樹林と、加えて都市型の地域資源ともいえる剪定枝を対象に、持続可能で経済的に自立可能な燃料利用を図ることを目的とする。

1.1.1 実施計画

1.1.1 実施スケジュール、体制、予算

1.1.1.a 実施スケジュール

2021年度から2023年度までの実施スケジュールを以下に示す。

表 2 実証事業期間中のスケジュール

事業項目	2021年度		2022年度				2023年度			
	3Q	4Q	1Q	2Q	3Q	4Q	1Q	2Q	3Q	4Q
1) 伐採計画～集材～チップ化方法の検討	→									
2) コンテナ式乾燥機による効率的な配送～乾燥方法の検討			→							
3) 原料品質管理方法の検討			→							
4) エネルギー利用の検討			→							
5) システム全体の統合、パッケージ化	→									
6) 事業推進委員会の開催	→	●	●		●		●		●	●
7) 今後の展開構想と地域バイオマスエネルギー化率の試算							→			

1.1.1.b 実施体制

本事業の研究開発体制を以下に示す。

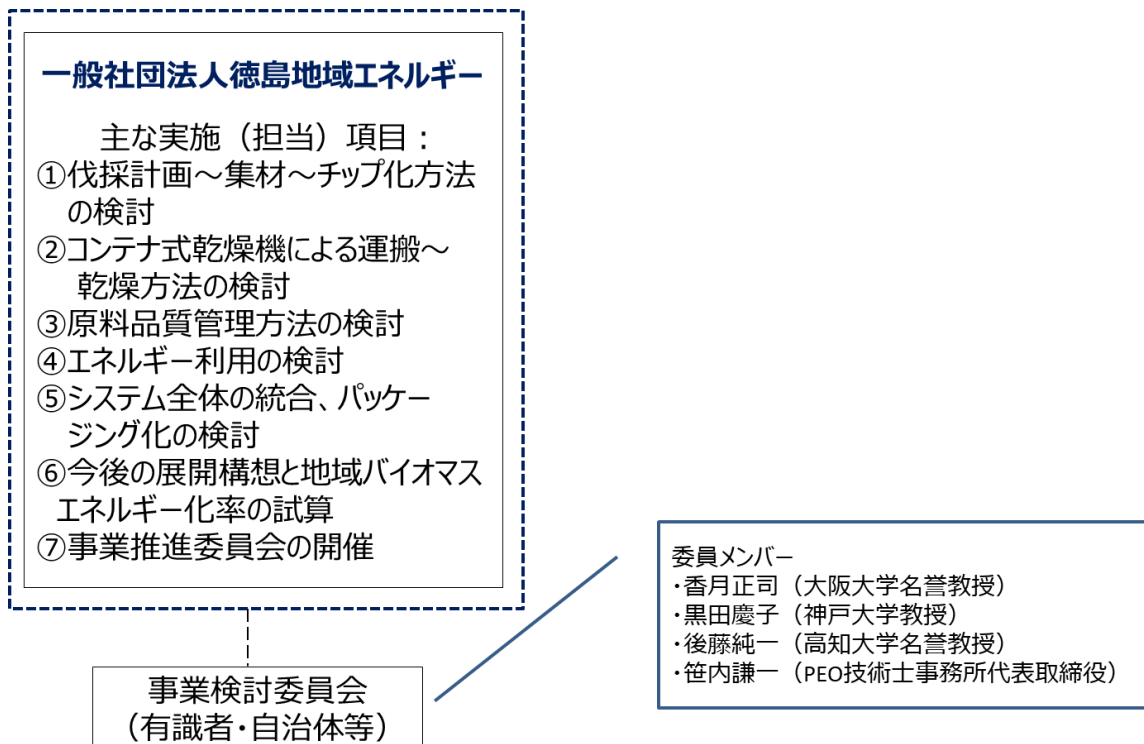


図 1 実施体制図

#### 1.1.1.c 予算

実施期間全体：213 百万円（助成額：142 百万円）

#### 1.1.2 事業目標

本事業では以下の目標を目指す。

##### 1.1.2.a 増産効果

本事業のモデルを適用することで、これまで十分に利活用されてこなかった広葉樹の利用が進むとともに、広葉樹林の賦存量がそのまま増産のポテンシャルになる。未利用広葉樹の 50%が利用できるるとすると、毎年 3,600 万トンのチップ増産が可能となる。また、広葉樹林は天然更新が可能であり、再造林にかかるコストも針葉樹に比べると低減させることができるため、長期的にみると増産効果はさらに高い。

##### 1.1.2.b コスト低減効果

化石燃料を使用して乾燥を行ったシステムと今回実施するシステムのトンあたり乾燥チップ価格の想定比較を以下に示す（需要先着価格）。

林内でチップ化することによって造材コストを低減し、またすべての運搬を同一のコンテナを使うことによって横持や積み替え費用を大幅に低減することにより、化石燃料を使用して乾燥を行ったシステムに比べ、チップ価格を 35%以上抑えることを目標としている。

表 3 化石燃料を使用して乾燥を行ったシステムでのチップ単価

ステージ	化石燃料を使用して乾燥を行った方法						
	作業内容	手段	人工数	人件費	燃料コスト	機械コスト	合計費用
現場	伐採	チェンソー	0.2	3,000	240	20	3,260
	造材	チェンソー	1.81	27,150	543	181	27,874
	集材	簡易架線	2	30,000	3,000	700	33,700
	運材	軽トラック	1.42	21,300	426	1,065	22,791
	トラック積み込み	ユニック	0.11	1,650	143	275	2,068
	チップ工場まで搬送	4 t 車	0.27	4,050	351	675	5,076
	伐採・運搬小計			87,150	4,703	2,916	94,769
チップ化	原木投入	グラブ	0.02	300	160	60	520
	チップ製造	定置型チップバ	0.33		2,000	3,000	5,000
				-			-
	小計（チップ化）		0.4	300	2,160	3,060	5,520
	伐採・搬出・チップ化小計		0.4	87,450	6,863	5,976	100,289
	乾燥炉投入	ホイルローダ	0.02	300	160	60	520
	乾燥（灯油）	灯油人工乾燥		-	15,361		15,361
チップ輸送	工場から積み込み	ホイルローダ	0.02	300	160	60	520
	需要先へチップを輸送	10m3積載	0.27	4,050	1,300	1,350	6,700
	小計（乾燥・チップ輸送）			4,350	16,821	1,410	22,581
合計	合計		7.17	91,800	23,684	7,386	122,870
				①原木10m <sup>3</sup> （10t）あたり			<b>122,870</b>
				②乾燥チップ1m <sup>3</sup> 当たり（①/2.5）※			<b>49,148</b>
				③乾燥チップ1t 当たり（①/6）※			<b>20,478</b>

※原木10m<sup>3</sup>あたりの乾燥チップ積25m<sup>3</sup>（乾燥チップ換算係数2.5）

※原木10tあたりの乾燥チップ重量6t（乾燥チップ換算係数6）

表 4 今回実施する収集システムでのチップ単価

ステージ	今回の技術改善						
	作業内容	手段	人工数	人件費	燃料コスト	機械コスト	合計費用
現場	伐採	チェンソー	0.18	2,700	216	18	2,934
	集材	フォワーダ	0.71	10,650	5,680	2,840	19,170
	運材	フォワーダ	0.30	4,500	2,400	1,200	8,100
	伐採・運搬小計		1.19	17,850	8,296	4,058	30,204
チップ化	原木投入	フォワーダ	0.05		400	200	600
	チップ製造	移動式チップバ0名	0.56	8,400	7,280	8,400	24,080
	積み込み	コンテナに自動投入	0.00				
	乾燥土場へ輸送	10m3積載	0.27	4,050	1,300	1,350	6,700
	小計（チップ化）		0.83	12,450	8,980	9,950	31,380
	伐採・搬出・チップ化小計		2.02	30,300	17,276	14,008	61,584
	乾燥（バイオマス）	温風式チップ乾燥機			7,964		7,964
チップ輸送	積み込み	フックロール積み	0.00				
	需要先へチップを輸送	10m3積載	0.27	4,050	1,300	1,350	6,700
	小計（乾燥・チップ輸送）		0.27	4,050	9,264	1,350	14,664
合計	合計		2.29	34,350	26,540	15,358	76,248
				①原木10m <sup>3</sup> （10t）あたり			<b>76,248</b>
				②乾燥チップ1m <sup>3</sup> 当たり（①/2.5）※			<b>30,499</b>
				③乾燥チップ1t 当たり（①/6）※			<b>12,708</b>

※原木10m<sup>3</sup>あたりの乾燥チップ積25m<sup>3</sup>（乾燥チップ換算係数2.5）

※原木10tあたりの乾燥チップ重量6t（乾燥チップ換算係数6）

1.1.2.c GHG 低減効果

化石燃料を使用して乾燥を行ったシステムと今回実施するシステムの年間の GHG 排出量の想定比較を以下に示す（生原木 10 トンあたり）

化石燃料を使用して乾燥を行ったシステムは人工乾燥であるが、本システムは乾燥熱源にも広葉樹や剪定枝を使うことから、システム全体として 50%以上の GHG 排出削減が期待できる。

表 5 化石燃料を使用して乾燥を行ったシステムでの CO<sub>2</sub> 発生量

化石燃料を使用して乾燥を行った方法									
ステージ	作業内容	手段	使用日数	燃料種類	単位消費量	消費量	co2原単位	発生CO2	
現場	伐採	チェーンソー	0.2	混合油	5	1	0.002580	0.00258	
		チェーンソー	1.81	混合油	5	9.05	0.002580	0.023349	
		集材	2	混合油	10	20	0.002580	0.0516	
		運材	軽トラック	1.42	ガソリン	5	7.1	0.002320	0.016472
		トラック積み込み	ユニック	0.11	軽油	10	1.1	0.002580	0.002838
		チップ工場まで搬送	4 t 車	0.27	軽油	10	3	0.002580	0.006966
	小計（原木生産費）					-		<b>0.103805</b>	
チップ化	原木投入	グラブ 1名	0.02	軽油	60	1	0.002580	0.003096	
	チップ化	定置型チップ 0名	0.33	電気		-	0.000445	0.18	
						-		0	
	乾燥（灯油）	灯油人工乾燥		灯油		192	0.002600	0.499242946	
チップ輸送	工場から積み込み	ホイローダ1名	0.027	軽油	60	2	0.002580	0.0041796	
	需要先へチップを輸送	10m3(2t)積載 1名	0.5	軽油	10	5	0.002580	0.0129	
	小計（チップ化）					7	0	<b>0.699418546</b>	
合計				-	-	200	0	0.803223546	
①原木10m <sup>3</sup> （10t）あたり								<b>0.803223546</b>	
②乾燥チップ1m <sup>3</sup> 当たり（①/2.5）※								<b>0.321289</b>	
③乾燥チップ1t 当たり（①/6）※								<b>0.133871</b>	

※原木10m<sup>3</sup>あたりの乾燥チップ積25m<sup>3</sup>（乾燥チップ換算係数2.5）

※原木10tあたりの乾燥チップ重量6t（乾燥チップ換算係数6）

表 6 本事業システムでの CO<sub>2</sub> 発生量

今回の技術改善									
ステージ	作業内容	手段	使用日数	燃料種類	単位消費量	消費量	co2原単位	発生CO2	
現場	伐採	チェーンソー(通常2名)	0.18	混合油	5	0.90	0.002580	0.002322	
		集材	フォワーダ(通常2名)	0.71	軽油	60	42.60	0.002580	0.109908
		運材	フォワーダ1名	0.3	軽油	60	18.00	0.002580	0.04644
	小計						0	<b>0.15867</b>	
チップ化	原木投入	フォワーダ1名	0.05	軽油	60	3.00	0.002580	0.00774	
		移動式チップ0名	0.56	軽油	80	44.80	0.002580	0.115584	
		積み込み	コンテナに自動投入	0			0.00		
		乾燥土場へ輸送	10m3(2.4t)積載	0.27	軽油	10	2.70	0.002580	0.006966
	乾燥(バイオマス)	温風式チップ乾燥機		チップ		84.55	0.000000	0	
チップ輸送	積込	アームロール積込	0		0	0.00			
	需要先へチップを輸送	10m3(2t)積載 1名	0.27	軽油	10	2.70	0.002580	0.006966	
	小計			-			0	<b>0.137256</b>	
合計	合計			-	-	-	0	0.295926	
①原木10m <sup>3</sup> （10t）あたり								<b>0.295926</b>	
②乾燥チップ1m <sup>3</sup> 当たり（①/2.5）※								<b>0.118370</b>	
③乾燥チップ1t 当たり（①/6）※								<b>0.049321</b>	

※原木10m<sup>3</sup>あたりの乾燥チップ積25m<sup>3</sup>（乾燥チップ換算係数2.5）

※原木10tあたりの乾燥チップ重量6t（乾燥チップ換算係数6）

### 1.1.3 事業の実施状況

2021年度から2022年度に実施した事業の状況を以下に示す。

#### 1.1.3.a 伐採計画

伐採計画として以下の検討、計画作成を行った。

- ①伐採対象とする兵庫県宝塚市西谷地区における県有林のエリア選定
- ②伐採からチップ化までのフローおよび作業内容の整理
- ③木材調達計画の作成

2022年度に策定した伐採計画に従い、宝塚市玉瀬 8月から3月までの約8ヶ月間において以下の作業を行った。

- ・作業道の開設（開設延長 422m）
- ・伐採（33.49m<sup>3</sup>）、搬出（6.19m<sup>3</sup>）
- ・乾燥試験に必要なチップのチップング
- ・伐採、搬出にかかるコストの算出
- ・含水率推移の計測

#### 1.1.3.b コンテナ式乾燥機による効率的な配送

乾燥試験は8月から試験運転を行い、10月から定期的に乾燥試験を行った。

- ・乾燥試験の実施（5回、延べ11日）
- ・乾燥試験結果の分析

#### 1.1.3.c 原料品質管理方法の検討

バイオマス燃料とする木質チップ品質確認を行った。

- ・伐採時期、樹種による含水率基礎データの取得
- ・篩振とう機によるチップ化した燃料の分級データの取得

#### 1.1.3.d エネルギー利用の検討

交流施設へのバイオマスボイラ導入および木質チップの燃料分析が遅れたため、以下の検討を行った。

- ・ガス化 CHP 事業者との意見交換および燃焼試験に関する協議

#### 1.1.3.e システム全体の統合、パッケージ化の検討

木質バイオマスエネルギーのサプライチェーンにおける各工程における課題と改善策を検討した。

## 1.2 中間目標と達成度

研究開発テーマ	中間目標	成果 (2023年3月)	達成度	最終目標に対する進捗
①伐採計画～集材～チップ化方法の検討	・県有環境林における伐採計画を策定後、作業道を開設し、広葉樹の伐採・搬出を行う。 ・剪定枝の収集を行う。	・伐採計画の策定 ・伐採・搬出の実施 ・伐採・搬出コストの算出	△	△ ・伐採・搬出コストの低減 ・剪定枝の収集・チップ化
②コンテナ式乾燥機による効率的な配送～乾燥方法の検討	生チップに対して、乾燥試験を行い、投入熱量に対する乾燥時間、単位時間当たりの乾燥スピードの把握を行う。	・乾燥試験の実施 ・冬季における時間あたりの乾燥スピードの把握	○	○
③原料品質管理方法の検討	・伐採時期、樹種による含水率基礎データの取得 ・分級データの取得	・欧州規格 G50 を満たし、粒度構成も良好	○	○
④エネルギー利用の検討	・交流施設へのバイオマスボイラの設置 ・ガス化 CHP における燃焼実験	・交流施設におけるバイオマスボイラは運用開始している。 ・ガス化 CHP の燃焼試験は発電事業者と調整中	△	○
⑤システム全体の統合、パッケージ化の検討	・バイオマス燃料の集材からチップ化、乾燥、熱供給までの工程を一つのパッケージ化の検討	・本事業の目標である 12.5 円/kg のチップ製造コストを達成する事業規模を検討済み	○	○
⑥今後の展開構想と地域バイオマスエネルギー化率の試算	・熱需要先の調査	兵庫県等と連携し、新たな需要開拓を進めている。	○	○

×：中止 △：未達 ○：計画通り ◎：超過達成

## 1.3 最終目標に対する進捗状況（事業全体のスケジュール）

2022年度に研究開発として行った①伐採計画、②コンテナ式乾燥機による効率的な配送、③原料品質管理方法の検討、④エネルギー利用の検討の研究開発成果を以下に示す。

### 1.3.1.a 伐採計画

- ・1伐区は、5m×50mとし、面積当たりの生産工程は、伐採 513 m<sup>3</sup>/日、搬出 242 m<sup>3</sup>であった。
- ・伐採樹木の本数のうち、コナラ、ソヨゴが全体の約 63%であった。
- ・伐採直後の樹木は約 40%程度の含水率であるが、自然乾燥により 3ヶ月程度で約 30～35%となった。
- ・伐採・搬出コストは、6,350 円/m<sup>3</sup>であったが、今後は生産効率の向上等により、さらに低減できる可能性がある。





図2 伐採計画図

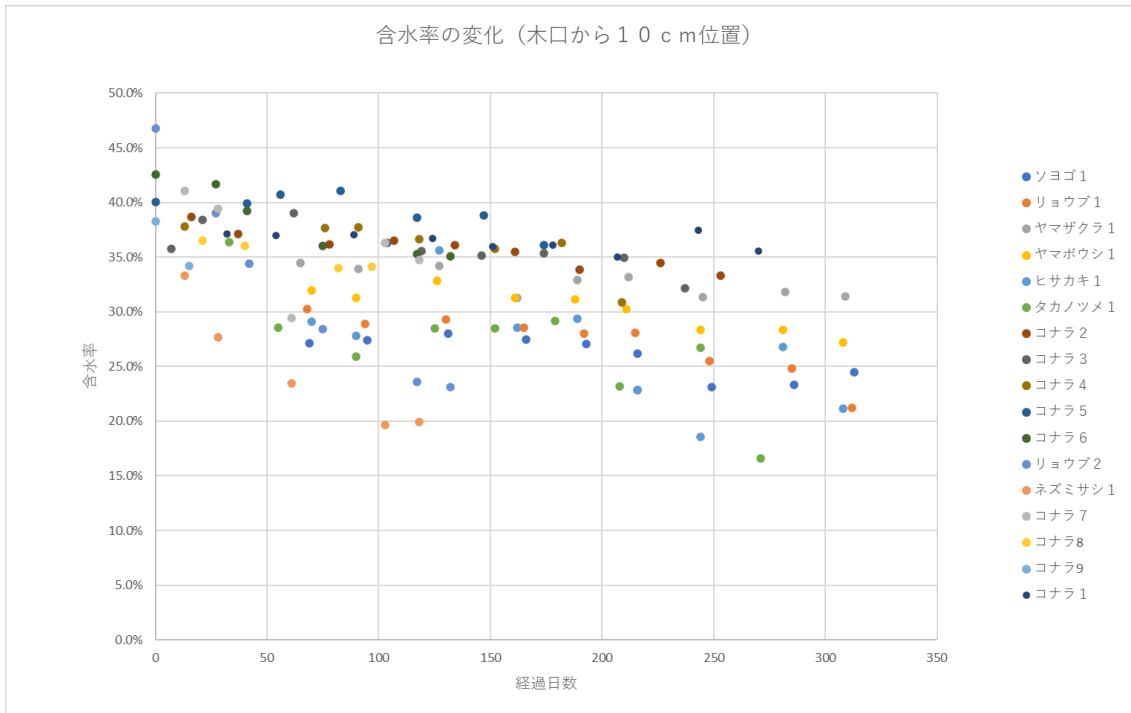


図3 含水率の推移

表7 伐採・搬出コスト

種別	使用機械		所用人員 (人)	人件費	機械等経費	計	日行程	当たり経費
作業道開設	フェラバンチャー	フォワーダ	2	28,000	16,400	44,400円	21.5m/日	2,065円/m
伐採のみ	チェンソー		1	14,000	567	14,567円	13.33m <sup>3</sup> /日	1,093円/m <sup>3</sup>
搬出のみ	フェラバンチャー	フォワーダ	2	28,000	16,400	44,400円	8.471m <sup>3</sup> /日	5,241円/m <sup>3</sup>
伐採・搬出	チェンソー		2.6	36,820	16,967	53,787円	8.5m <sup>3</sup> /日	6,350円/m <sup>3</sup>
	フェラバンチャー	フォワーダ						

1. 3.1.b コンテナ式乾燥機による効率的な配送

- ・乾燥試験の結果、乾燥効率：60%前後、乾燥速度：60kg/h となった。今後は実運用を想定し他乾燥試験を行い、計測精度の向上を図る予定である。

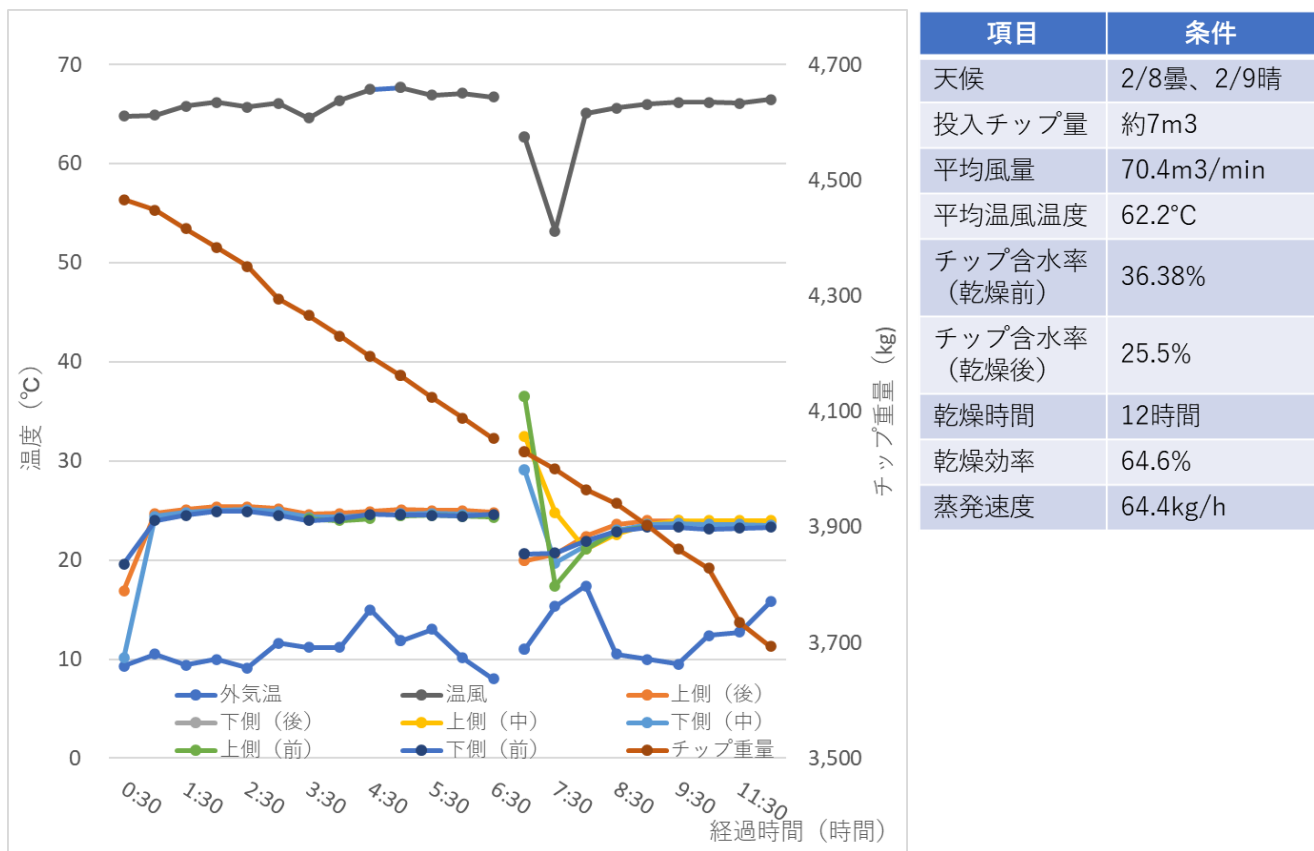


図4 乾燥試験結果例

1. 3.1.c 原料品質管理方法の検討

- ・篩振とう機によるふるい分け試験の結果、欧州規格 G50 を満たし、粒度構成も良好であった。

表8 伐採・搬出コスト

粒度	試験体		欧州の木質チップ規格	
	重量	比率	G50	G30
63.0mm	0	0%	3% (6%未満)	81%
45.0mm	10	1%		
31.5mm	20	2%		
16.0mm	780	78%	92% (60%超)	18%
3.15mm	180	18%		
最下トレイ	10	1%	1% (10%以下)	1%

( ) 内は基準数値 G50 相当 P31S 木質チップ ISO17225-4 準拠

### 1.3.1.d エネルギー利用の検討

- ・交流施設にバイオマスボイラを設置完了した（2023年5月）
- ・ガス化CHP事業者との意見交換の結果、外観上、現在の木質チップの形状等は問題ないように見えるとのこと。ただし、粉末状になった燃料は扱えないとのこと。詳細検討は、2023年度に燃料分析結果をもとに、燃焼試験を行う予定である。



図5 交流施設バイオマスボイラ

### 1.3.1.e システム全体の統合、パッケージ化の検討

- ・木質バイオマスエネルギーのサプライチェーンにおける各工程における課題と改善策を検討した。

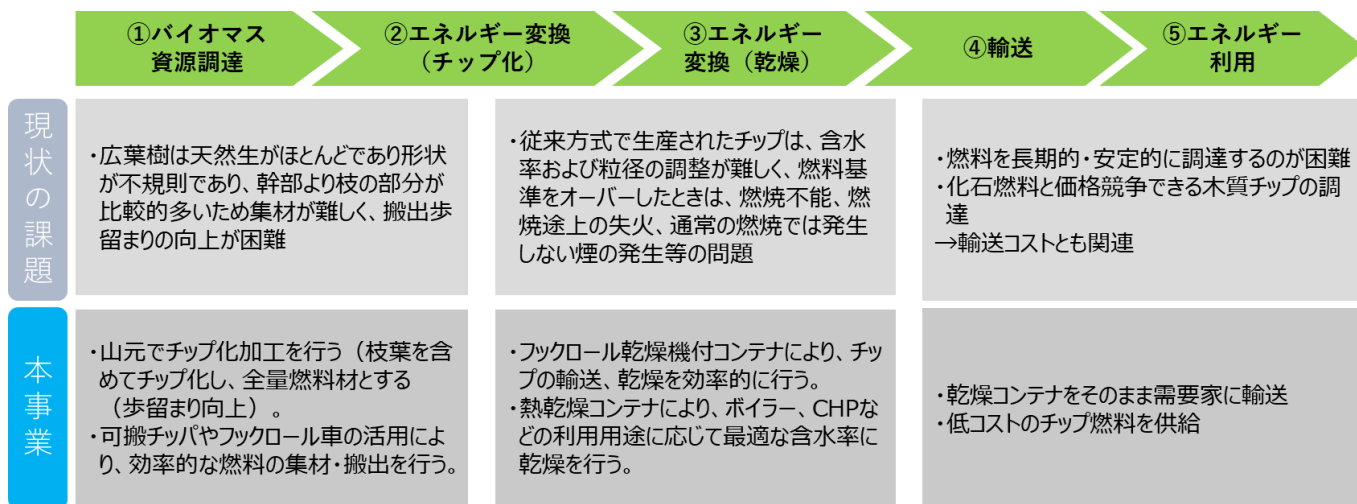


図6 本事業におけるサプライチェーンの整理

- ・本事業の目標である 12.5 円/kg のチップ製造コストを達成する事業規模として以下を整理した。

森林面積：320ha

チップ生産量：1,920 トン

作業人員：2名

ボイラー導入ヶ所：約 16ヶ所（200kW クラス）

### 1. 3.2 目標達成状況

各研究開発テーマに対する目標と現状の成果および達成の見込みを以下に示す。

研究開発テーマ	目標 (2024年3月)	成果 (2023年3月)	達成度 (見込み)	達成の根拠/解決方針
①伐採計画～集材～チップ化方法の検討	<ul style="list-style-type: none"> <li>伐採・搬出・チップ化のコストとして、約6,000円/m<sup>3</sup></li> <li>効率的な燃料チップの製造方法の確立</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>チップ化を除く伐採・搬出コストのみで6,350円/m<sup>3</sup>のコスト</li> </ul>	△ 生産性の向上により、伐採・搬出コストは更に低減可能	伐採・搬出コストの目標コスト3,000円/m <sup>3</sup> の達成は課題があるが、葉枯らし効果による原木の含水率低減により、チップ乾燥コストの低減により、最終のチップ製造コストは目標達成可能
②コンテナ式乾燥機による効率的な配送～乾燥方法の検討	生チップに対して、ボイラ用燃料（含水率30～35%）、CHP用燃料（含水率12～15%）それぞれの乾燥時間等の把握	<ul style="list-style-type: none"> <li>冬季では、含水率の低下速度は、約1%/時間</li> </ul>	○ 2024年3月に達成見込み	季節やチップ性状別の乾燥時間、乾燥効率を把握可能
③原料品質管理方法の検討	ボイラ用、CHP用の最適な燃料形状の把握	欧州規格G50を満たし、粒度構成も良好	○ 2024年3月に達成見込み	数回のふるい分け試験結果から良好な結果をえている。
④エネルギー利用の検討	<ul style="list-style-type: none"> <li>交流施設への熱供給の運用パターンの確立</li> <li>ガス化CHPに適正なチップの製造</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>交流施設へのバイオマスボイラ設置（2023年5月）</li> <li>ガス化CHPでの燃焼試験未実施（2023年8月以降予定）</li> </ul>	○ 2024年3月に達成見込み	交流施設におけるバイオマスボイラは運用開始している。ガス化CHPの燃焼試験は発電事業者と調整中
⑤システム全体の統合、パッケージ化の検討	実証結果を踏まえたパッケージ化の再検討	本事業の目標である12.5円/kgのチップ製造コストを達成する事業規模を検討済み	○ 2024年3月に達成見込み	検討済みの試算結果と実証結果のすり合わせを行い、パッケージ化のブラッシュアップを行う。
⑥今後の展開構想と地域バイオマスエネルギー化率の試算	地域のバイオマスエネルギー化率の計算	兵庫県等と連携し、新たな需要開拓を進めている。	○ 2024年3月に達成見込み	数件の需要家が具体的な候補として挙がっている。

×：中止 △：未達 ○：計画通り ◎：超過達成

## 2 知的財産等の取得および成果の普及

### 2.1 特許

無し

### 2.2 論文

無し

### 2.3 外部発表・講演

無し

### 2.4 プレス発表（新聞・雑誌等への掲載）

無し

## 3 成果の実用化・事業化に向けた取組および見通しについて

### 1) 成果の実用化・事業化に向けた戦略

本事業を通じて、以下のシステムの構築を図る。

- ・広葉樹二次林（県有林）と剪定枝を伐採地でチップ化し、コンテナ式乾燥機でチップ乾燥センターに運搬する。
- ・生チップはピットやチップ庫に入れ替えることなく、バイオマスボイラの熱で所定の含水率まで乾燥を行う。

これにより、以下のメリットが得られると考える。

- ・生チップを乾燥センターに集約し需要家の要望する含水率にあわせて乾燥する、セントラル方式を採用しているために、需要家で乾燥設備を持たない場合も乾燥チップが得られる。
- ・中間貯槽を無くし一貫してコンテナ輸送をすることで迅速な供給が可能となる。
- ・需要家で大規模な貯蔵スペースを設ける必要がない。

そこで、本事業の開発成果をもとに商用化段階に移行した場合、広葉樹由来のチップ単価の低減が可能となり乾燥チップ販売事業の収益性向上に繋がる。更にバイオマスエネルギーの利用課題である熱供給サービスも低廉な燃料コストによって実現の可能性があり、実施により付加価値を高め他社との差別化を図れる。

商用段階においては、申請者が特定のバイオマスボイラの販売代理店でもあることから、販売ネットワークを活用しバイオマスボイラの既存顧客（ホテル、温水プール、温室、温浴施設等）をターゲットとして乾燥チップを販売する。同時に、バイオマス燃料とする CHP を設置する既存、新規顧客にも乾燥チップを積極的に拡販する。尚、対象施設は輸送コストを勘案し、チップ乾燥センターからの輸送距離で概ね 30km（最大 50km）範囲の立地条件に限定して事業展開を図っていく計画としている。

### 2) 成果の実用化・事業化に向けた具体的な取組

実証事業の成果を踏まえ、商用化段階に必要なシステム設計の標準化を行う。バイオマスボイラの既存顧客には乾燥チップの販売を行い、新規顧客には乾燥チップの経済性を訴求して、バイオマスボイラへの転換を勧誘する。

バイオマスボイラとチップ販売を組み合わせたシステム設計と数か所へ設備投資を前提に事業性を評価する。2025 年度初旬を目途に追加設備投資や事業の続行/中断を判断する。

年度	2024年度	2025年度	2026年度	2027年度	2028年度
システム設計					
設備投資					
チップ生産					
バイオマスボイラ及びチップ販売					
収益発生					

### 3) 成果の実用化・事業化の見通し

#### ① 売上見通し（単位：百万円）

本事業では乾燥チップの生産管理と同時並行してすでにチップボイラを導入している施設を含め隣接する2か所の施設での熱供給サービスを計画する。商用化段階では、ホテル・公共施設・温浴施設等でバイオマスボイラやCHPの新設や既設の燃料転換を計画している。200kWクラスのボイラは、通常1箇所あたり180トンの乾燥チップが必要とされる。乾燥チップの製造コストは12,000円/トンを見込んでいるため、13,000円/トン程度の販売価格を設定している。

初年度から2年間程度は商用運転に向けた基盤づくりのため、システムのブラッシュアップ・営業活動を積極的に実施し販売先の獲得に努める。まずは、FS調査にてアンケート回答を得た事業所41法人（化石燃料ボイラ112台）を対象とした営業活動を推進するとともに、更なる顧客獲得に向けた営業活動を今後実施する。

	チップ販売単価	チップ販売数	売上	製造原価	収益
1年目(2024年度)	0千円/t	600t	0百万円	7百万円	▲7百万円
2年目(2025年度)	0千円/t	600t	0百万円	7百万円	▲7百万円
3年目(2026年度)	13.0千円/t	4,000t	52百万円	48百万円	4百万円
4年目(2027年度)	13.0千円/t	6,000t	78百万円	72百万円	6百万円
5年目(2028年度)	13.0千円/t	8,000t	104百万円	96百万円	8百万円

#### ② 売上見通し設定の考え方

本事業で確立したシステムを元に広葉樹チップの販売を行うと同時に現在化石燃料を使用している企業に対してチップと同時にボイラのセットでの販売収入が期待できる。200kWのボイラ1台あたり、約360万円程度の純益が確保でき、さらに年間メンテナンスによる収入も期待できることから、自社既存事業との相乗効果で収益が期待できる。これらの収益を加算して、森林関係の新規投資を進めて、県有林以外に拡大していく計画としている。

当チップ製造販売は極めて薄利というイメージはあるが、基本的にボイラとセット販売するため年間180万円程度の収入が期待できる。

（ボイラ販売価格はおおむね1,200kW×5万円=6,000万円、このうち30%相当が利益と考えられるので1,800万円程度が得られる）

このように、薄利に見えても、ボイラの販売とともに行うことができれば、事業性は十分あると考える。将来的には全国各地に協力会社を設け、当法人は仕入れ業務と技術支援業務に特化しつつ、全国的な販売・導入を進める。

このようにして、全国の化石燃料からのエネルギーシフトを行い、全国の地域でエネルギー転換の利益を享受してもらい、日本全国でのバイオマスボイラ普及に努める計画である。

以上



## 4-2-2 「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・輸送システムの構築に向けた実証事業」

事業名：小型バイオマス発電事業に適した木質ペレットの加工システム高効率化実証事業  
 実施者：くしま木質バイオマス株式会社 シン・エナジー株式会社

実施期間：2022年度～2024年度 ※予定

事業費：417百万円（助成額：278百万円） ※事業費は2023年度迄の予定額

### 1 事業計画

#### 1.1 事業背景

近年日本における木質ペレットの需要量は増加している一方で、国内の木質ペレット生産量はほぼ横ばいであり、海外からの輸入量ばかりが増加しているのが現状である。海外からの輸入ペレットが利用される背景として、ペレット価格が国内の木質ペレットより安いことがあげられる。

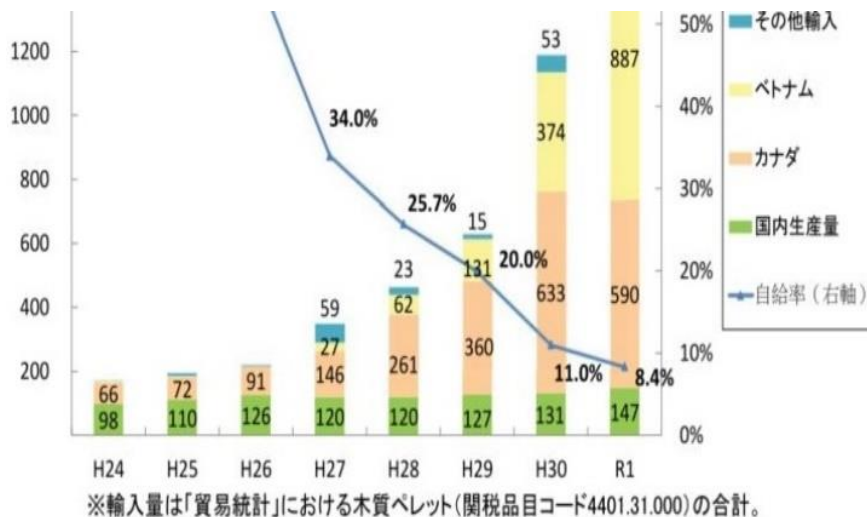


図1. 木質ペレットの輸入量と自給率  
 出展：特用林産物生産統計調査 令和2年8月31日 林野庁



図2. 木質ペレットの生産量及び工場数

国内の木質ペレットの販売単価は40円/kg程度以上であると考えられる。これは、熱量当たりの単価に換算すると、ほぼ同程度の熱量原料費を7,500円/t(50%WB)とすると、木質ペレットの加工単価は20円/kg以上である。木質ペレットの加工単価が下がれば、国内のペレット需要は十分にあるので、生産量が増加することが期待できる。木質ペレットの価格が下がることで、化石燃料(灯油・重油)と比較しても価格競争力のある燃料となり、化石燃料からの代替が進むことが期待される。

表1. 木質ペレットの熱量単価と化石燃料価格

木質ペレット		熱量単価が等価な価格		
価格 円/kg	熱量単価 円/MJ	灯油 円/L	A重油 円/L	石炭 円/kg
25	1.61	56	60	42
30	1.94	67	72	51
35	2.26	79	84	59
40	2.58	90	96	68
45	2.90	101	108	76
50	3.23	112	119	85

## 1.2 事業目標

現在、串間市における木質ペレットの利用は市営施設に限って展開されている。民間における木質ペレット等の木質燃料の利用が加速するためには、加工単価の低減が課題である。現状の当社における木質ペレットの加工単価は22.7円/kgである。本事業により木質ペレットの加工システムを改善し、加工単価を16.9円/kg(25.5%削減)とすることを目標とする。加工コストの削減により、ペレットの製造コストを33.1円/kgとする。また、木質ペレットや乾燥チップの拡販を計画するとともに、さらにコスト低減を図るものとする。

表2. 実証事業により加工コストの低減効果

(単位：円/kg)

項目	実証事業前	実証事業後
加工費	22.7	16.9
人件費	基準	-2.9
設備メンテナンス費	基準	-0.6
電力費	基準	-1.2
生産量増加による改善効果	基準	-1.1

表3. 実証事業によるペレット製造コスト低減

(単位：円/kg)

項目	実証事業前	実証事業後
ペレット製造コスト	39.0	33.1
原材料費	16.2	15.7
加工費	22.7	16.9

## 1.3 事業による効果

木質ペレット等の木質燃料の加工コストを低減することで、串間市における木質燃料の利用が進むことが期待される。さらに、木質ペレット工場のモデルケースとなり、価格競争力のある新設木質ペレット工場の増加に寄与する。



### 1.4 事業における検証内容および事業概要

- ・原木をチップパーで処理し乾燥後に2次破碎することで、おが粉製造時間を短くし、人件費、動力費などを低減する。
- ・原木ヤードで剥がれ落ち、原料ロスとなっていたバークを原料に利用する。
- ・破碎したバークを混ぜる割合で含水率調整することで、乾燥機の運転管理の作業を低減する。
- ・バイナリー発電機の2次排熱を利用し、高温の温水熱の利用を少なくしつつ乾燥機の運転時間を短縮する。

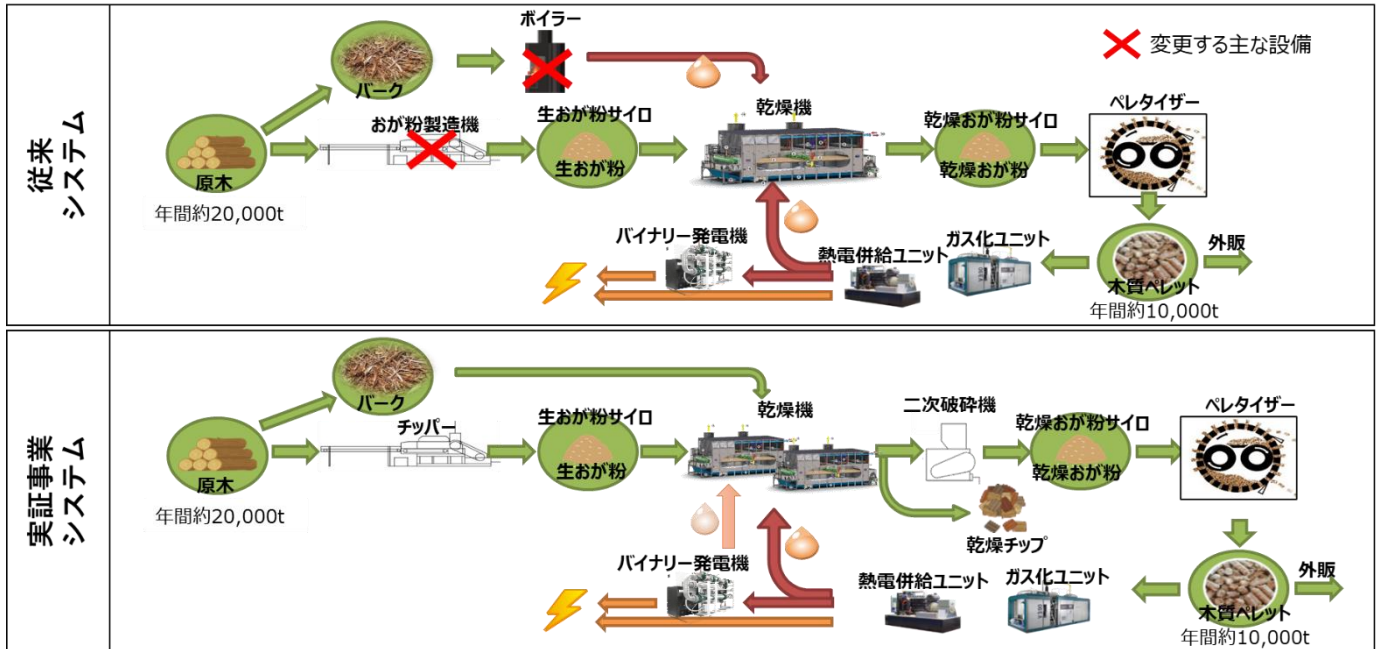
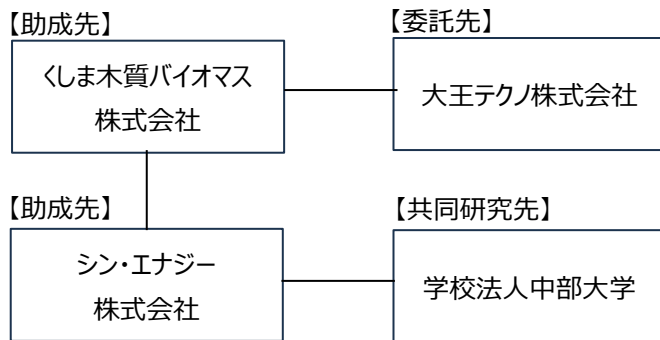


図3. 従来システムおよび実証事業後のシステム概念図

### 1.5 実施体制



- くしま木質バイオマス株式会社…加工システムの実証運転・改善
- シン・エナジー株式会社…加工システムの設計施工、実証結果の分析・評価
- 大王テクノ株式会社…原木の前処理工程の効率化
- 学校法人中部大学…加工システムの実証運転・改善にかかる事前検討

## 1.6 事業期間

2022年10月～2024年3月末 ※予定

## 1.7 事業予算

事業費：417百万円（助成額：278百万円） ※事業費は2023年度迄の予定額

## 1.8 成果の達成状況と根拠

中間目標	成果	達成度	最終目標に対する進捗	達成の根拠
1) 加工システムの設計施工 ・機器仕様の確定 ・機器選定・発注 ・各種設計図の確定 ・工程通りの推進	・機器仕様の確定済 ・機器選定・発注済 ・各種設計図の確定済 ・現状納期遅れなし	○ 2024年1月末に達成見込み	○	各業者へ適宜進捗確認中。納期遅れはない見込み。
2) 前処理工程の効率化及び省力化 ・各工程 消費電力計画策定 ・各工程 運転作業計画策定 ・各工程 メンテナンス予算策定	・実証後の破碎工程での消費電力量を推計済	○ 2024年3月に達成見込み	○	各種設計が完了したため、今後、左記計画策定に着手予定。
3) 加工システムの実証運転、改善 ・中部大学ラボ試験での結果検証 ・実機での事前試験の結果検証 ・実証運転後の安定稼働	・中部大学ラボ試験にてパークの混合割合の変更に伴うクリンカ発生影響を調査。実証後のパーク混合割合（3%）では、現状添加剤割合においてクリンカ発生の可能性は低い見込み。	— 2023年10月に一部達成見込み	○	・混入割合は10%→13%と、微量増のため影響度は大きくないと推定 ・事前試験の実施により、考えうる課題を事前解決
4) 実証結果の分析、評価 ・現状加工コストの把握 ・工程ごとの現状コスト細分化 ・加工コスト25.5%の達成 ・達成に向けた課題解決	・工場消費電力量の分析済	○ 2024年3月末に達成見込み	○	・おが粉製造能力の増加 ・原料ロスの削減 ・作業時間の減少による人件費削減 ・メンテ性考慮した設備の選定

×：未達 △：一部未達 ○：達成（見込み） ◎：超過達成

## 1.9 成果の意義

### 1.9.1 加工システムの設計施工

おが粉製造機での製造能力あたりの電力消費量とチップー二次破碎機による製造能力あたりの電力消費量を比較検討した結果、22%の削減が見込めることがわかった。また、電力以外にも機械の稼働時間が3分の1に低減されることにより人件費の削減効果も見込める。

### 1.9.2 加工システムの実証運転・改善における事前試験

本事業以前から実施している中部大学との共同研究において、原料に含まれるカリウムやその他成分との共晶反応によってガス化工程におけるクリンカの発生リスクが変動することがわかっている。各成分の含有バランスが変わることで、クリンカの発生を抑制するまたは、増加させる可能性がある。今回、中部大学とのラボ試験において、バークの混入割合を変動させることで、ガス化へどのような影響を与えるか検証を行う。こうした新たな知見を得ることで、全国的にも稼働率の低いバイオマスガス化発電のさらなる安定化につながるノウハウを蓄積し、展開することができる。

## 1.10 事業スケジュール

事業項目	2022年度				2023年度				(参考) 2024年度			
	第1 四半期	第2 四半期	第3 四半期	第4 四半期	第1 四半期	第2 四半期	第3 四半期	第4 四半期	第1 四半期	第2 四半期	第3 四半期	第4 四半期
①加工システムの 設計施工												
設計												
機器調達												
工事												
②前処理工程の効率化及 び省力化												
計画、検討												
実行、改善												
③加工システムの 事前試験・改善												
実証試験・改善												
④実証結果の分析と評価												
現状コスト分析												
実証後分析・評価												

## 2 知的財産等の取得および成果の普及

- 2.1 特許 なし
- 2.2 論文 なし
- 2.3 外部発表・講演 なし
- 2.4 プレス発表 なし

## 3 成果の実用化・事業化に向けた取組および見通しについて

### 3.1 成果の実用化・事業化に向けた戦略

#### 3.1.1 概要

小型木質バイオマスガス化発電設備に適した木質バイオマス燃料（木質ペレット/木質チップ等）の製造する高効率加工システムのエンジニアリングを行う。大生黒潮発電所における実証事業の結果をもとに、全国において、安価に木質ペレットを製造し地域の燃料製造拠点となる事業モデルを展開する。その地域における林業活性化、脱炭素推進、レジリエンス向上に寄与する。

#### 3.1.2 用途（販売予定先）

各地域における事業実施主体者、原料の原木を生産する素材生産事業者、地方自治体と共に事業開発を行う。

#### 3.1.3 市場の動向・競争力

表4. 市場規模の将来の見通し

年度	日本国内 生産量(千 t)	輸入ペレット 輸入量(千 t)	市場規模 (百万円)
1 年目 (2025 年度)	6.3	2,839	77,254
2 年目 (2026 年度)	6.8	3,042	82,805
3 年目 (2027 年度)	7.2	3,246	88,355
4 年目 (2028 年度)	7.7	3,450	93,905
5 年目 (2029 年度)	8.1	3,653	99,455

市場規模算出の根拠：

- ・2020 年度以降の輸入ペレット量は 2012 年度～2019 年度の平均増加量で増加するものとした。
- ・2020 年度～2024 年度の日本国内のペレット生産量は 2019 年の値で据え置きとした。
- ・2025 年度以降の日本国内のペレット生産量は 2002 年度～2011 年度の平均増加量で増加するものとした。
- ・ペレット単価は下記単価とした。  
日本国内                   : 40,000 円/t  
輸入ペレット               : 25,000 円/t

#### 3.1.4 競合が想定される他社の開発動向とそれに対する優位性の根拠

- ・化石燃料価格の増加に対し、直接の影響を受けにくい
- ・国内における木質ガス化発電に対する知見があり、クリンカ抑制が可能な木質燃料とする。

### 3.1.5 価格競争力

加工単価が 16.9 円/kg の場合、木質ペレットの価格は 30~40 円/kg となり、重油価格 70~80 円台と同等の熱量となる。経済産業省が公表している A 重油の全国平均（2023 年 5 月時点※）は 88 円/L のため、直近の A 重油単価と比較して、木質ペレットの方が安価に提供可能な価格帯となる。

表 5. 木質ペレットの価格および熱量単価が同等の化石燃料単価

木質ペレット		熱量単価が等価な価格		
価格 円/kg	熱量単価 円/MJ	灯油 円/L	A 重油 円/L	石炭 円/kg
25	1.61	56	60	34
30	1.94	67	72	42
35	2.26	79	84	51
40	2.58	90	96	59
45	2.90	101	108	68
50	3.23	112	119	76

※出典 [https://www.enecho.meti.go.jp/statistics/petroleum\\_and\\_lpgas/p1007/results.html](https://www.enecho.meti.go.jp/statistics/petroleum_and_lpgas/p1007/results.html)

### 3.1.6 売上の見通し

- ・木質ペレット単価を 2024 年度以降値下げする。
- ・ペレット単価低減により串間市域で約 250kW 級のボイラー設備が 1~2 か所導入が進むと想定。

表 6. 売上の見通し

年度	ペレット 単価[円/kg]	ペレット 生産量[t]	収益改善 [百万円]
1 年目 (2025 年度)	40	10,000	58
2 年目 (2026 年度)	40	10,300	60
3 年目 (2027 年度)	40	10,300	60
4 年目 (2028 年度)	40	10,600	61
5 年目 (2029 年度)	40	10,600	61

## 3.2 成果の実用化・事業化に向けた具体的な取組

2023 年度に設計施工が完了し、2024 年度には実証試験が開始する予定。  
実証試験の分析データをもって、今後のエンジニアリングの展開手法について見極める。

### 3.3 成果の実用化・事業化の見通し

#### 3.3.1 事業化のスケジュール

年度	2025 年度	2026 年度	2027 年度	2028 年度	2029 年度
1. 他地域の調査	→	→			
2. 各事業の実施					
事業計画立案	→	→			
合意形成		→	→	◇続行/中断を判断	
設備導入				→	
事業化					→

予想される障害：

販売・収益発生：原木単価、電力単価、メンテナンス部品単価の増加

設備投資（串間市域企業）：木質ペレット・チップ以外の市場価格の変化（例：鋼材費、化石燃料費など）

木質ペレット製造事業：原木費の高騰、電力系統及びFIT、環境税制度の変化、海外情勢の変化

以上

#### 4. 3 研究開発項目③の詳細

研究開発項目③「木質バイオマス燃料（チップ、ペレット）の品質規格の策定委託事業」

##### 4. 3-1

事業名：「木質バイオマス燃料（チップ、ペレット）の品質規格の策定委託事業」

実施者：一般社団法人 日本木質バイオマスエネルギー協会

#### 4. 3-1 「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」

事業名：「木質バイオマス燃料（チップ、ペレット）の品質規格の策定委託事業」

実施者：一般社団法人 日本木質バイオマスエネルギー協会

事業期間：2021 年度～2022 年度

事業費：81 百万円（委託費：81 百万円）

### 1 研究課題の成果

#### 1.1 背景と課題

2050 年カーボンニュートラル実現に向けて、再生可能エネルギー（再エネ）のさらなる導入拡大が期待されている。第 6 次エネルギー基本計画においてバイオマス発電は 470 億 kWh（5%程度）、設備容量では 800 万 kW を担う重要なエネルギー源と位置づけられているほか、最終消費エネルギーに占める「熱」利用の割合は 4 割程度であるため、電力だけでなく熱利用の脱炭素化のためにも、バイオマス利用の拡大が期待されている。

しかしながら、我が国の木質バイオマスによる発電や熱利用については、燃料の安定的・効率的な供給・利用システムが発展途上であるという課題がある。木質バイオマスの公正なエネルギー取引を定着・活性化させるには、市場取引をする際のルール等の整備と普及が必要であり、そのルールの一つが木質バイオマス燃料の品質規格である。品質規格とは、業界内の幅広い関係者が参照する「共通の言語」、「共通のモノサシ」と言える。

木質バイオマスボイラー等の燃焼機器は、その設備仕様と燃料の品質がマッチすることが重要である。品質規格に基づく高品質な木質バイオマス燃料を使用することは燃焼効率の向上を通じて採算性が改善するほか、環境性や安全性も向上することが期待される。

現在、業界団体による品質規格は複数存在するが、現時点の普及は限定的である。このため本事業では、国家規格化を前提として、代表的な木質バイオマス燃料である木質チップと木質ペレットを対象とした新たな品質規格を作成することとした。

#### 1.2 事業実施内容

##### 1.2.1 木質バイオマス燃料品質規格の作成対象と基本的考え方

木質バイオマス燃料では、すでに ISO（国際標準化機構）による国際的な品質規格が存在し、木質バイオマスに関する品質規格として、ISO 規格が各国で導入されている。また、WTO（世界貿易機関）協定の一部を構成する TBT 協定（貿易の技術的障害に関する協定）では、各国の規制等で用いられている強制規格や任意規格を国際規格に整合化していくことが求められている。

このため本事業では、ISO 規格をベースとして、日本の実情を踏まえた品質規格を作成することとした。



### 1.2.2 国内木質バイオマス関連事業者の調査

国内の木質バイオマス燃料関連事業者の実態および考え方を把握するため、事業者を訪問しヒアリング調査を行った。調査対象は、木質バイオマス燃料を使用するユーザー（発電所・熱利用事業者）および木質バイオマス燃料（チップ・ペレット）の製造・供給事業者の双方である。ヒアリング調査事業者数は合計 37 社である。

大規模な木質バイオマス発電事業者においては、現時点、品質よりも燃料価格や調達量確保を優先させる意見が多数であった。他方、相対取引において事業者間で、品質面で何らかの取り決めを行うことが大半であり、決して品質が軽視されているわけではないことが確認された。

また、より広範な事業者の実態等を把握するため、木質バイオマス燃料に関係する事業者にアンケート調査を実施した。依頼数 360 件程度に対して、回答数は 90 件であった。

また同じく、広範な事業者の実態等を把握するため、多数の会員企業等を擁する、木質バイオマス燃料に関連する業界団体等に対してヒアリング調査を行った。

### 1.2.3 燃焼機器メーカー・輸入代理店に対するヒアリング調査

発電を目的とした大規模ボイラーでは、発電事業者等のユーザーがどのような燃料を使用する予定であるのかボイラーメーカーが事前にヒアリングすることにより、ボイラー等の関連機器をカスタマイズして設計・施工することが一般的である。結果として、大規模ボイラーでは幅広い低品質な燃料にも対応が可能である。

他方、熱利用を主目的とした中小型ボイラーでは、欧州製の高性能な設備が多数輸入されている。欧州ではすでに ISO 規格が普及しているため、均質で高品質な燃料を使用することを前提として、ボイラー設備を簡略化し低コスト化を図っている。これにより、木質バイオマスボイラーがさらに普及するという好循環が生じている。

ガス化炉については、メーカーごとに燃料の要求品質が異なることから、ガス化炉共通の品質規格区分を設けることは適切ではないとの意見であった。

### 1.2.4 海外の実態に関する調査

木質バイオマス燃料の利用実態や ISO 品質規格の普及状況、我が国に適用する場合の課題等を把握するため、欧州 8 カ国、北米 2 カ国を訪問し調査を行った。

欧州の状況は以下のようにまとめられる。

- ・ ISO 規格が、用語・定義や測定方法、サンプリング方法等として参照され、木質バイオマス燃料関連事業者の「共通言語」となっている。
- ・ 燃焼機器メーカーは、燃料仕様において ISO 規格・等級表に準拠する。
- ・ 認証スキームにおいては、ISO 規格 17225-x の等級表が基礎とされている。
- ・ 産業用ペレットの相対取引においては、ISO 規格の等級表が広く使用される。
- ・ 産業用チップでは、相対取引において独自仕様を定める場合、ISO 規格（測定方法等）が参照される。

また民生用ペレットでは、民間組織による認証スキームが非常に普及しており、民生用ペレットのほぼ全量が、「A1」等級の認証を取得している。他方、民生用チップでは、認証スキームの使用は現時点、ごく限定的である。

北米では、国際的コモディティである産業用ペレットの製造・輸出において、ISO 規格が広く使用されている。

また欧州やカナダでは、原則、ISO 規格をそのまま採用しているのに対して、米国は民生用チップにおいて、ISO 17225-4 をベースとしながら、米国独自の改変を加えた「ANSI/ASABE AD17225-4」を 2018 年に策定している。ただし米国では現時点、安価な生チップをそのまま使用するケースが大半であるため、この品質規格はまだほとんど使用されていない。

また、ISO 規格の内容を正確に把握するため、木質バイオマス燃料に関する品質規格 37 点を和訳した。

### 1.2.5 木質バイオマス燃料の成分分析

燃料として使用する木質バイオマスにおいて、その成分や灰分は重要な品質項目である。このため本事業では、国産の木質チップ、木質ペレットを中心として、ISO 規格の手法に基づく成分分析を行った。サンプル数は36件である。

国内木質バイオマス燃料は、ISO 品質規格の各等級が規定する成分の基準値に適合することが確認された。また、樹種や地域性の違い、原料となる樹木の部位の違いにより、木質バイオマス燃料の成分には一定の差異があることも確認された。他方、樹種や地域性、部位の違いを理由として、日本独自の品質規格や、独自の等級を作成する必要性があるとまでは認められなかった。

カリウム等のアルカリ金属は、燃焼灰の軟化点を下げる効果があるため、燃焼炉内でのクリンカ形成の原因となり、燃焼トラブルの一因となる。日本のスギは、欧州の針葉樹と比較して、カリウム成分が多いことが確認された。このため専門家に委託し、灰の溶融挙動を分析した。

ISO 21404において、試験雰囲気については「酸化性雰囲気又は還元性雰囲気を用いる」と定められており、「酸化性雰囲気」とは、「空気」もしくは「二酸化炭素 (CO<sub>2</sub>)」から任意にいずれかの気体を選ぶことが可能であるが、分析の結果、両者の結果が大きく異なることが明らかとなった。このため、スギ等の高カリウム樹種を一部型式のガス化炉向けペレット燃料とする場合には、灰溶融挙動の測定において、「酸化性雰囲気 (空気)」のみならず、「酸化性雰囲気 (CO<sub>2</sub>)」についても測定することが望ましい。

### 1.2.6 早生樹、広葉樹の木質バイオマス燃料としての活用に関する調査

ISO 17225-1では、固体バイオマス燃料の「起源及び由来」においてその原料を、階層的分類システムを用いて分類している。他方、広葉樹、針葉樹、早生樹の違いは、等級の設定にあたっては直接的には考慮不要とされており、早生樹や広葉樹は、針葉樹と同等に扱うことが原則であると考えられる。

また上記成分分析において早生樹や広葉樹は、一般的な針葉樹と同等との結果であり、品質規格や等級の設定において、これらを特別視する必要はないと考えられる。

### 1.2.7 有識者による助言・協力及び評価

本事業では、専門的な知見を持つ学識経験者等から調査や品質規格案の作成に対して助言を得るため、専門委員会を設置した。

また事務局が作成した品質規格案に対して、客観的に評価を行うため外部評価委員会を設置した。外部評価委員からは、今回の品質規格案や普及活動内容に概ね賛同する意見が得られたと同時に、品質規格は細かい論点が多いため、木質バイオマス燃料製造業者に対する、分かりやすい解説が必要との助言を頂戴した。

### 1.2.8 木質バイオマス燃料 品質規格の作成とその内容

以上の調査結果等を踏まえ、国家規格化を想定して、具体的な木質バイオマス燃料製品の等級を示した3つの品質規格「民生用木質チップ燃料」、「産業用木質チップ燃料」、「産業用木質ペレット燃料」を作成した。

またエネルギー密度が高い燃料であるペレット取扱いの安全性に鑑み、「木質ペレット燃料の安全な取扱い及び保管」に関する品質規格を作成した。

これらの品質規格はいずれも、原則、ISO 規格をベースとして作成しているが、日本の実情を踏まえて一部をISO オリジナルから変更した。その一例が「竹」の取扱いである。

竹はISO17225においては草本バイオマスの一つとして規定されているが、我が国の林野庁「発電利用に供する木質バイオマスの証明のためのガイドライン」において、竹は木質バイオマスとして取り扱われている。このため、新たな品質規格では、竹を木質バイオマスのうち「庭園、公園、街路樹、ブドウ園、果樹園の剪定木及び淡水の流木」に準ずる扱いとした。

また、成分分析の結果を踏まえ、灰溶融挙動に関する注記を追加した。

### 1.2.9 品質規格の運用（認証）制度

欧州では、民間組織による認証スキームが広く普及しているが、本事業では、国内法令に基づく認証制度として検討した。木質バイオマス燃料が適合し得る規格制度としては、日本産業規格 (JIS) もしくは日本農林規格 (JAS) が想定されるが、本事業の範囲ではいずれとするかの決定はしていない。他方、民生用ペレットでは現在、JAS 制度に基づく規格策定手続きが進行中であるため、これを念頭に、JAS 法による認証制度を詳述した。

JAS 制度では、農林水産大臣が、認証機関に対して登録の基準に適合しているか等を審査し登録する。事業者はその登録認証機関に対して認証を申請し、施設及び品質管理等の状況が基準に適合しているかについて審査を受ける。適合している場合、認証を得て「認証事業者」となる。認証事業者は、自らが製造等する製品について JAS 規格に適合するか検査・格付を行い、適合する製品に、JAS マークを貼付（格付けを表示）して出荷することが可能となる。

### 1.2.10 品質規格の普及活動

新たに作成した木質バイオマス燃料の品質規格を普及させるため、本事業では、普及啓発用 web サイトの開設、パンフレットの作成・配布、バイオマス展におけるセミナー開催などを行った。また、木質バイオマスに関連する3つの業界紙に広告を出稿することにより、品質規格の重要性などを広く告知した。

また、品質規格の試行的取組として、木質チップ・ペレットの水分やサイズ（粒度）等を計測し、現在の国産木質バイオマス燃料が、新たに作成した品質規格においても、適切な等級に位置づけられることが確認された。このことは、新たな品質規格が現在の国内の木質バイオマス燃料の製造・供給においても、多くの場合は障壁とならないことを示唆しており、このような試験結果を木質バイオマス事業の関係者に広く伝えることにより、品質規格普及の後押しになると考えられる。

### 1.2.11 事業全体スケジュール

研究開発項目	2021年度			2022年度			
	第2四半期	第3四半期	第4四半期	第1四半期	第2四半期	第3四半期	第4四半期
1 品質規格と運用制度策定に係る調査							
1-1 国内業界の実態と考え方に関する調査	→						
1-2 海外の実態に関する調査	→						
1-3 早生樹等の活用に関する調査	→						
1-4 原料の材質及び成分に関する調査		→					→
1-5 調査報告書の作成				→			→
2 品質規格と運用制度の策定							
2-1 品質規格の策定					→		
2-2 品質以外の重要事項の取扱いに関する検討					→		
2-3 運用方法、認証の在り方、インセンティブ等に関する検討と運用制度の策定					→		
3 品質規格の普及に関する取組み						→	
4 有識者による助言・協力及び評価							
4-1 専門委員による助言・協力	●	●		●	●●●	●	● ●
4-2 外部評価委員による評価		●				●	

### 1.3 最終目標に対する進捗状況

目標	成果	達成度
木質バイオマス燃料（チップ、ペレット）の品質規格の作成	<ul style="list-style-type: none"> <li>・産業用木質ペレット燃料</li> <li>・民生用木質チップ燃料</li> <li>・産業用木質チップ燃料</li> <li>・木質ペレットの安全な取扱及び保管の品質規格4点を作成</li> </ul>	○
品質規格の運用（認証制度）に関する方向性の提案	日本産業規格（JIS）と日本農林規格（JAS）に基づく認証制度の骨子を作成	○
品質規格の普及	<ul style="list-style-type: none"> <li>・品質規格普及啓発用 web サイトの開設</li> <li>・品質規格パンフレットの作成・配布</li> <li>・展示会への出展</li> <li>・セミナーの開催</li> </ul>	○

×：中止 △：未達 ○：計画通り ◎：超過達成

### 1.4 参考文献

- ・『木質バイオマス熱利用（温水）計画実施マニュアル 基本編』．（一社）日本木質バイオマスエネルギー協会（2022）．日本林業調査会．
- ・『木質バイオマス熱利用（温水）計画実施マニュアル 実行編』．（一社）日本木質バイオマスエネルギー協会（2022）．日本林業調査会．
- ・『地域ではじめる 木質バイオマス熱利用』．（一社）日本木質バイオマスエネルギー協会（2018）．日刊工業新聞社．
- ・『熱電併給システムではじめる 木質バイオマスエネルギー発電』．熊崎 実（2016）．日刊工業新聞社．

## 2 知的財産等の取得および成果の普及

### 2.1 特許

無し

### 2.2 論文

無し

### 2.3 外部発表・講演

番号	発表者	所属	タイトル	会議名	発表年月
1	矢部三雄	副会長	木質バイオマス利用のすすめ ー 品質規格の作成とその活用 ー	関西バイオマス展	2022/11/17
2	矢部三雄	副会長	木質バイオマス利用のすすめ ー 品質規格の作成とその活用 ー	国際バイオマス展	2023/3/16

### 2.4 プレス発表（新聞・雑誌等への掲載）

無し

## 3 成果の実用化・事業化に向けた取組および見通しについて

### 1) 成果の実用化・事業化に向けた基本的考え方

木質バイオマス燃料の利活用で先行する欧州においても、品質規格の普及には一定の年月を要している。我が国においても、木質バイオマス燃料品質規格が多く関係者により使用され、品質規格が定着するには、一定の長い期間を要するものと想定される。よって、今後も木質バイオマス燃料品質規格の普及活動を継続的に実施することが重要である。

また、品質規格の普及は、幅広い木質バイオマス燃料の製造・利用が存在してこそ成立するものである。よって当協会では、今後も発電や熱利用における木質バイオマスの利活用を促進するため、幅広い普及活動を継続することとする。

### 2) 成果の実用化・事業化に向けた具体的な取組

#### (1) 当協会の定期セミナーの活用

当協会では従来から、協会会員や非会員を対象として、木質バイオマスに関するセミナーを開催している。今後、木質バイオマス燃料品質規格をテーマとしたセミナーを開催することにより、普及啓発に努めることとする。

#### (2) 林野庁補助事業「木質バイオマス熱利用プラットフォーム」の活用

当協会の web サイトに開設した品質規格 web ページは、今後も継続することとする。

さらに当協会では、林野庁補助事業により、「木質バイオマス熱利用プラットフォーム」を 2022 年度末に web サイトとして構築している。今後、同プラットフォーム上で、木質バイオマス燃料品質規格の意義や規格文書を紹介することにより、新たに木質バイオマス熱利用事業を開始しようとしている潜在的ユーザーに対して、品質規格の普及を進めることとする。

#### (3) 「バイオマス展」等の大規模イベントの活用

当協会では、2023 年度以降も継続的に「バイオマス展」に出展することを予定している。このため、2022 年度と同様に、バイオマス展でセミナーを開催することや、当協会ブース内でパネルの展示、「解説・相談デスク」の設置、品質規格パンフレットの配布等により、来場者に向けて品質規格の普及を進めることとする。

#### (4) 解説書（ユーザーガイド）の拡充

2022 年度に木質バイオマス燃料品質規格の解説書（ユーザーガイド）を作成したが、今後、事業者や業界団体との対話や問合せを踏まえ、随時更新していくことが求められる。このように、解説書（ユーザーガイド）を分かりやすく、内容を拡充することにより、品質規格そのものの普及の一助とする。

(5) その他

当協会ではこれまでも、木質バイオマスに関する幅広い問合せに対応し、必要に応じて、事業者や業界団体等に対する講習会や個別説明を実施してきた。今後は、木質バイオマス燃料品質規格に関しても同様に、講習会・個別説明を実施することにより、品質規格の普及を進めることとする。

以上

## 添付資料

添付資料 1 : プロジェクト基本計画

## 1. 研究開発の目的・目標・内容

### (1) 研究開発の目的

#### ①政策的な重要性

バイオマス発電は、主力電源としての再生可能エネルギーの一翼を担い、特に木質バイオマス発電・熱利用は、「エネルギー自給率向上に資する非化石エネルギー」、「レジリエンス向上に資する分散型のエネルギー」、「我が国の森林整備・林業活性化の役割を担い、地域の経済・雇用にも貢献する」等の多様な価値を有する。

しかしながら、現行の多くのバイオマス発電事業は、固定価格買取制度（以下、「FIT制度」という。）の支援の下で成立しており、FIT制度による買取期間終了後は、事業継続が困難となる懸念がある。

バイオマスのエネルギー利用は、2030年のエネルギーミックス実現に向けて道半ばの状況であり、取組を加速する必要がある。

#### ②我が国の状況

我が国では、2021年10月に閣議決定された「第六次エネルギー基本計画」において、2050年カーボンニュートラルの実現に向けて、再生可能エネルギーに関しては、S+3Eを大前提に、2050年における主力電源として最優先の原則の下で最大限の導入に取り組む方向性が掲げられた。本計画における2030年度の電源構成のうち、再生可能エネルギーは36～38%、その内、バイオマスは5.0%（800万kW）と大型水力を除いて太陽光発電に次ぐ風力発電と同等の割合であり、重要な再生可能エネルギー源としての役割を期待されている。また、地産地消の地域活用電源を推進する観点から、木質バイオマスを活用したバイオマス発電に期待する声大きい。

他方、バイオマス発電の導入については、東日本大震災以降、FIT制度創設等の政策効果により、着実に進展しているが、道半ばの状況である。

【参考】エネルギーミックス（2030年）：800万kW、  
現状（2022年3月）：560万kW（達成率約70%）

#### ③世界の取組状況

IEAの報告書によると、世界のバイオマス電力容量は2019年に8.5GW拡大し、これは過去2番目に高い年間導入量となっている。2020年末時点でのバイオマス電力容量は、世界上位8カ国中、欧州圏の3カ国（ドイツ、英国、スウェーデン）が占めている状況のなか、我が国は世界第8位となっている。

#### ④本事業のねらい

バイオマス発電の主力電源化に向けては、燃料の安定供給確保、発電コストの低減、持続可



能性の確保等といった課題が存在するところ、特に、木質バイオマス発電については、燃料の安定的・効率的な供給・利用システムが発展途上であり、森林・林業と発電事業等が持続可能な形で共生する商慣行が定着していないという課題がある。本課題の解決の観点から、「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」、「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」、「木質バイオマス燃料（チップ、ペレット）の品質規格の策定委託事業」を行うことにより、エネルギーの安定供給に加えて、地域に根付く前向きな取組を後押し、森林・林業等と持続可能な形で共生する木質バイオマス燃料等の安定的・効率的な供給・利用システムの構築を加速できれば、木質バイオマスのエネルギーの導入拡大への足掛かりとなることが期待される。

## （２）研究開発の目標

### ①アウトプット目標

木質バイオマス燃料の安定調達確保、コスト低減、品質安定化等を図るため、１）「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」、２）「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」、及び３）「木質バイオマス燃料（チップ、ペレット）の品質規格の策定委託事業」を行うところ、次のとおりアウトプット目標を設定する。

１）については、６つの日本の気候区分毎に、樹種等による違いを考慮した実証が実施可能となるように採択する。

２）については、工程（製造・輸送）および燃料形態（チップ・ペレット）毎に１件以上採択する。

３）については、品質規格を２件策定する。

なお、各研究開発項目の最終目標、中間目標については「研究開発計画」に定める。

### ②アウトカム目標

事業成果が普及した場合、早生樹等の活用拡大による効果として燃料材の資源量増加、燃料用途樹種に適したチップ・ペレットの製造・加工技術や輸送方法が開発されることによる効果として燃料材価格のコスト低減、燃料品質規格の策定による効果として燃料材品質の安定化および公正な市場取引の活性化が期待されること、この視点より、次のとおりアウトカム目標を設定する。

燃料材の資源量増加については、２０２８年度（目標中間年度）に５万絶乾トン/年、２０３２年度（目標最終年度）に１１万絶乾トン/年の増加を目標とする。

燃料材のコスト低減については、育林費、労務費、生産費、輸送費等の全体最適化に伴う低減により、燃料材の取引価格として２０３２年度に現状から３割低減を目標とする。

燃料材の品質安定化および市場取引の活性化については、燃料品質を統一的に評価する仕組みを構築・普及することにより、２０３２年度に水分量が燃料価格に反映できるなどの品質規格と価格が紐付けられた、適切な取引慣行が奨励されていること、具体的には策定した規格が２つの業界団体から推奨されることを目標とする。

### ③アウトカム目標達成に向けての取組

本事業は、森林からバイオマス発電所等に至る川上から川下まで一体となった森林・林業と

バイオマスエネルギー事業が持続可能な形で共生を図るための事業であるため、林業従事者、メーカー、バイオマス発電事業者、自治体、大学、国研、業界団体など多岐にわたる事業者の参画が想定される。他方、調整や検討が必要となる法令が多数想定されるところ、多様な知見等を収集・活用するだけでなく、シンポジウム開催や経済産業省をはじめとした各府省庁との連携等を実施することで、個々の技術開発の加速や、地域や資源特性等に即した持続性あるバリューチェーン（安定的・効率的な供給・利用システム）の確立と成果の普及に繋げる。

### （3）研究開発の内容

上記目標を達成するために、以下の研究開発項目について、別紙1の研究開発計画に基づき研究開発を実施する。

#### ① 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〔助成事業（助成率：2/3）〕

本研究開発は、早生樹等の活用拡大に向けて企業の積極的な関与により推進されるべき研究開発であり、助成事業として実施する。

#### ② 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〔助成事業（助成率：2/3）〕

本研究開発は、安定供給体制の確立・燃料品質の向上に向けて企業の積極的な関与により推進されるべき研究開発であり、助成事業として実施する。

#### ③ 木質バイオマス燃料（チップ、ペレット）の品質規格の策定委託事業〔委託事業〕

本研究開発項目は、市場取引の活性化等に向けて木質バイオマス燃料の品質を統一的に評価する仕組みを構築するための委託事業として実施する。

## 2. 研究開発の実施方式

### （1）研究開発の実施体制

プロジェクトマネージャー（PMgr）にNEDO新エネルギー部矢野主任研究員を任命して、プロジェクトの進行全体を企画・管理や、そのプロジェクトに求められる技術的成果及び政策的効果を最大化させる。

本研究開発は、NEDOが、単独ないし複数の原則本邦の企業、大学等の研究機関（原則、国内に研究開発拠点を有していること。ただし、国外企業の特別な研究開発能力、研究施設等の活用あるいは国際標準獲得の観点からの国外企業との連携が必要な場合はこの限りではない）から公募によって研究開発実施者を選定し実施する。実証事業については事業の主旨を鑑み、複数の機関で実施体制を組織することを原則とする。

### （2）研究開発の運営管理

研究開発全体の管理・執行に責任を有するNEDOは、経済産業省及び研究開発実施者と密接な関係を維持しつつ、プログラムの目的及び目標、並びに本研究開発の目的及び目標に照らして適切な運営管理を実施する。具体的には次に掲げる事項を実施する。

#### ① 研究開発の進捗把握・管理

必要に応じて設置される技術検討委員会等における外部有識者の意見を運営管理に反映さ

せる他、プロジェクトの進捗について報告を受けること等により進捗の確認及び管理を行うものとする。

#### ②技術分野における動向の把握・分析

NEDOは、プロジェクトで取り組む技術分野について、内外の技術開発動向、政策動向、市場動向等について調査し、技術の普及方策を分析、検討する。なお、調査等を効率的に実施する観点から委託事業として実施する。

### 3. 研究開発の実施期間

本研究開発の期間は、2021年度から2028年度までの8年間とする。なお、個別研究開発テーマの開発目標及び実施内容の詳細については、採択テーマ決定後にNEDOと実施者の間で協議の上決定する。

### 4. 評価に関する事項

NEDOは、技術評価実施規程に基づき、技術的及び政策的観点から、研究開発の意義、目標達成度、成果の技術的意義並びに将来の産業への波及効果等について、外部有識者によるプロジェクト評価を実施する。

評価の時期は、2023年度、2026年度の3か年度ごとに中間評価、事業終了翌年度に事後評価とし、当該研究開発に係る技術動向、政策動向や当該研究開発の進捗状況等に応じて、前倒しする等、適宜見直すものとする。

また、中間評価結果を踏まえ必要に応じて研究開発の加速・縮小・中止等の見直しを迅速に行う。

### 5. その他の重要事項

#### (1) 研究開発成果の取扱い

##### ①成果の普及

得られた研究成果により、国内におけるバイオマス発電の主力電源化に向けてNEDO、実施者ともに努めるものとする。これにより、エネルギーの安定供給に加えて、地域に根付く前向きな取組を後押し、森林・林業等と持続可能な形で共生する木質バイオマス燃料等の安定的・効率的な供給・利用システムの構築と導入普及の加速を図ることができる。

##### ②知的財産権の帰属

研究開発等の成果に関わる知的財産権については、「国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構新エネルギー・産業技術業務方法書」第25条の規定等に基づき、原則として、事業実施先に帰属させることとする。

##### ③知財マネジメントに係る運用

本プロジェクトは、「NEDOプロジェクトにおける知財マネジメント基本方針」を適用する。

#### ④データマネジメントに係る運用

本プロジェクトは、「NEDOプロジェクトにおけるデータマネジメント基本方針（委託者指定データを指定しない場合）」を適用する。

#### (2) 基本計画の変更

NEDOは、研究開発内容の妥当性を確保するため、社会・経済的状況、国内外の研究開発動向、政策動向、プログラム基本計画の変更、評価結果、研究開発費の確保状況、当該研究開発の進捗状況等を総合的に勘案し、達成目標、実施期間、研究開発体制等、基本計画の見直しを弾力的に行うものとする。

#### (3) 根拠法

本プロジェクトは、国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構法第15条第1項第1号イ、ロ、第3号、第9号に基づき実施する。

#### 6. 基本計画の改定履歴

- (1) 2021年5月19日 制定
- (2) 2022年4月1日 研究開発目的、アウトプット目標の変更およびプロジェクトマネージャー役職変更による改訂
- (3) 2022年5月20日 プロジェクトマネージャーの変更による改訂
- (4) 2023年4月1日 採択条件の変更、アウトカム目標の追加による改訂

## （別紙1）研究開発計画

### 研究開発項目①「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」

#### 1. 研究開発の必要性

バイオマスエネルギーの利用のためには、長期運用が成り立つビジネスモデルの明確化が必要である。2030年のエネルギーミックス実現に向け、バイオマスエネルギーの導入拡大の必要性やバイオマスエネルギー利用による地域振興等の効果は認識されている一方、木質等を原料としたチップ・ペレット製造・輸送工程の生産性が低く、燃料の安定調達・品質向上の仕組みも未確立である。国内における樹木の伐採量に限度がある中、新たな燃料ポテンシャルを開拓することにより燃料製造に係る事業持続性に資するため、早生樹等の利用可能技術確立のための実証事業を実施することは、バイオマス発電燃料の安定供給確保、発電コストの低減、持続可能性の確保等を図るために必要である。

#### 2. 具体的研究内容

バイオマスのエネルギー利用促進のためには、木質バイオマスの活用は重要である。木質バイオマスの中でも、①針葉樹、②広葉樹は植生が大きく異なることから、それぞれの課題に応じた対策を講じていく必要がある。具体的な研究内容としては、早生樹等の活用拡大に向け、育林に適した樹木を選定の上、日本の気候区分6つ（亜寒帯（北部及び南部）、温帯東日本（日本海側及び太平洋側）、温帯西日本、内陸性気候）毎に、地域に適した植林・育林・伐採・搬出方法の選定を行う。例えば、皆伐、下刈り回数の低減、自然萌芽利用によるコスト低減など、生産システム最適化に向けた実証を行う。また、必要に応じて、課題の抽出および検証等に関する事業の実施を検討する。

##### （1）実証事業〔助成事業（助成率：2／3）〕

事業性を適切に評価した上で、実証事業を実施する。また、事業の中で課題が明らかになった技術課題の解決に向けた研究開発を実施する。

#### 3. 達成目標

達成目標については、次のように定める。なお、個別目標については事業毎に定めるものとする。

##### （1）中間目標

早生樹等、新たな燃料ポテンシャルを開拓・利用促進に向けて、事業性を適切に評価した上で、実証の実施体制を組織し、植林・育林・伐採・搬出、実証設備の設計等に着手する。

##### （2）最終目標

早生樹等、新たな燃料ポテンシャルを開拓・利用促進するモデルについて、事業期間内に日本の気候区分（亜寒帯（北部及び南部）、温帯東日本（日本海側及び太平洋側）、温帯西日本、内陸性気候）に適した植林方法等を選定する。また、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。

### 研究開発項目②「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」

#### 1. 研究開発の必要性

バイオマスのエネルギー利用拡大を図るためには、安定した品質と量の燃料調達・確保等が

必要だが、現行、木質バイオマスについては、安定調達確保・低コスト化・持続可能性の確保を可能とする製造・輸送システムが未確立であるところ、本事業はこれら課題解決を図るものであり必要である。

## 2. 具体的研究内容

森林・林業とバイオマス発電事業が持続可能な形で共生する木質バイオマス燃料の安定的・効率的な供給・利用システムの構築に向けた取組を加速する。また、必要に応じて、課題の抽出および検証等に関する事業の実施を検討する。

### (1) 実証事業〔助成事業（助成率：2／3）〕

事業性を適切に評価した上で、実証事業を実施する。また、事業の中で課題が明らかになった技術課題の解決に向けた研究開発を実施する。

## 3. 達成目標

達成目標については、次のように定める。なお、個別目標については事業毎に定めるものとする。

### (1) 中間目標

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て、事業性を適切に評価した上で、実証の実施体制を組織し、実証設備の設計・建設等に着手する。

### (2) 最終目標

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・輸送等システムの事業モデルについて、事業期間内にチップ・ペレット燃料製造・輸送に関し、輸送・加工工程の改善等による、安定供給体制の確立・燃料の品質向上等に向けた実証を行う。また、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。

## 研究開発項目③「木質バイオマス燃料（チップ、ペレット）の品質規格の策定委託事業」

### 1. 研究開発の必要性

バイオマスのエネルギー利用拡大を図るためには、木質バイオマス燃料の品質について統一的な評価を行うことが必要であるところ、本事業では、エネルギー用途の木質バイオマスの品質（水分量等）を統一的な評価を可能とする規格を策定する。

### 2. 具体的研究内容

- (1) 委託事業にて実施する。具体的には、木質バイオマス燃料（チップ、ペレット）の水分量、サイズ、灰分濃度等の品質規格を策定する事等により、市場取引の活性化や発電効率の向上等を図る。

### 3. 達成目標

達成目標は、木質バイオマス燃料の品質規格について策定等を行うこととする。

(別紙2) 研究開発スケジュール (2021-2028年度)

	2021年度	2022年度	2023年度	2024年度	2025年度	2026年度	2027年度	2028年度
研究開発項目① 新たな燃料がテンシヤル(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								
	実証事業【2/3助成】							
研究開発項目② 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								
	実証事業【2/3助成】							
			中間評価			中間評価		
研究開発項目③ 木質バイオマス燃料(チップ、ペレット)の品質規格の策定委託事業								
	調査・規格立案・実装運用・普及促進【委託】				実態調査・中間フォローアップ・普及促進【委託】			実態調査・フォローアップ・総括普及促進【委託】

**添付資料 2 : 事前評価関連資料**



## 事前評価結果概要（2020年8月）

### 1. 案件名

「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」

### 2. 推進部署

新エネルギー部

### 3. 実施背景

#### 1) 背景

我が国では、2018年7月に閣議決定された「第五次エネルギー基本計画」において、初めて再生可能エネルギーを主力電源化していく方向性が掲げられた。本計画における2030年度の電源構成のうち、再生可能エネルギーは22～24%、その内、バイオマスは3.7%～4.6%（602～728万kW）と大型水力を除いて太陽光発電に次ぐ割合であり、重要な再生可能エネルギー源としての役割を期待されている。また、地産地消の地域活用電源を推進する観点から、地方自治体や国会議員などからも、地産地消を行う国産エネルギー源としての国内材を活用したバイオマス発電に期待する声大きい。

一方で、バイオマス発電の導入については、東日本大震災以降、FIT制度創設等の政策効果により、着実に進展しているが、道半ばの状況である。

【参考】エネルギーミックス（2030年）：602万kW～728万kW、

現状（2019年6月）：415万kW（達成率約60%）

また、国内で消費された発電用燃料材の内訳は、国産材26%、輸入材21%、製材残材等16%、建設資材廃棄物37%となっている。足下では、輸入材によるFIT認定も増えているが、国産材と違って自給率への寄与や地域の経済波及効果がないことや、燃料の安定調達、持続可能性の担保などの課題が存在する。

#### 2) 実施概要

バイオマス発電の主力電源化に向けては、燃料の安定供給確保、発電コストの低減、地域との共生等といった課題が存在するところ、特に、木質バイオマス発電については、燃料の安定的・効率的な供給・利用システムが発展途上であり、森林・林業と発電事業等が持続可能な形で共生する商慣行が定着していないという課題がある。本課題の解決の視点から、「未利用材の針葉樹・早生樹・広葉樹等新たな燃料ポテンシャルを開拓・利用可能とする”エネルギーの森”実証事業」、「チップ・ペレット等バイオマス燃料の安定的・効率的な製造・輸送等システムの構築に向けた実証事業」、「燃料材（チップ、ペレット等）の品質規格の策定委託事業」を行うことにより、エネルギーの安定供給に加えて、地域に根付く前向きな取組を後押し、森林・林業等と持続可能な形で共生する木質バイオマス燃料等の安定的・効率的な供給・利用システムの構築を加速できれば、発電コスト低減でFIT賦課金からの国民負担を低減し、カーボンニュートラルな木質バイオマスのエネルギー

ギー利用拡大による温室効果ガス GHG 排出抑制からの低炭素社会実現のへの足掛かりとなることが期待される。

### 3) 概算要求額

2021 年度（令和 3 年度） 2,000（百万円）

（助成事業：NEO0 負担率 2/3、委託事業：NEOD 負担率 1/1）

### 4) 期間

2021 年度～2028 年度（8 年間）

## 4. 外部評価委員の総合コメント

本事業は、再生可能エネルギーの導入増加に加えて、林業等の強化・国土保全への効果があるため、国として推進する意義がある。ただし、技術開発事業としては、より具体的な技術開発の方向性及び内容を設定されることを期待する。また、バイオマス関連の事業化には、原料の安定供給や経済性などの大きな課題があるため、地域社会で実現可能なバリューチェーンの構築が望まれる。さらに農水省・林野庁などの他省庁や地域との連携・情報共有が、アウトカム達成に重要であると考えられるため、より密接な関係を築いて事業に取り組んでいただきたい。

（第 62 回 NEDO 研究評価委員会）

### 添付資料 3 : 特許論文等リスト

【特許】

無し

【論文】

番号	発表者	所属	タイトル	発表誌名、ページ番号	査読	発表年月
1	亀山翔平・矢部和弘	東京農業大学	基盤地図情報と UAV-SfM による 3D モデルを用いた林内路網計画の可能性	関東森林研究 74 巻 1 号、P121-124	有	2023/3

【外部発表】

(a) 学会発表・講演

番号	発表者	所属	タイトル	会議名	発表年月
1	齊藤 正実	坂井森林組合	雪国におけるエネルギー向け早生樹の森づくりと一体型施業システム構築の実証事業の報告	福井県木材利用研究会 第 2 回定例研究会	2022/2/22
2	亀山翔平・矢部和弘	東京農業大学	UAV-SfM による 3D モデルと基盤地図情報を用いた林内路網計画の可能性	第 12 回関東森林学会大会	2022/10/25
3	藤澤 伸郷	カーボンフロンティア機構	早生樹を用いた木質バイオマス燃料の高効率安定供給システム開発の実証事業について	一般財団法人バイオマス発電事業者協会 部会会議	2022/10/31
4	矢部三雄	日本木質バイオマスエネルギー協会	木質バイオマス利用のすすめー品質規格の作成とその活用ー	関西バイオマス展	2022/11/17
5	矢部三雄	日本木質バイオマスエネルギー協会	木質バイオマス利用のすすめー品質規格の作成とその活用ー	国際バイオマス展	2023/3/16
6	亀山翔平・矢部和弘	東京農業大学	植栽器具の違いによる植栽作業効率および作業姿勢の評価	第 134 回日本森林学会大会	2023/3/25~27
7	藤澤 伸郷	カーボンフロンティア機構	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	(株)技術情報センターセミナー”ブラックペレット・ソルガム・早生樹・バイオコークスなど新しいバイオマス燃料に関する事業・技術開発・実証動向”	2023/6/21
8	岩橋 正憲	NEDO	「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」について	一般社団法人バイオマス発電事業者協会 講演会『エネルギーの森』～バイオマス燃料としての早生樹の活用～	2023/5/29
9	生田 雄一	フォレストエナジー株式会社	地域燃料乾燥センターと超小型 CHP による地産地消型木質バイオマス熱電併給プロジェクト	バイオマス産業社会ネットワーク (BIN) 第 216 回研究会	2023/8/29

## (b)新聞・雑誌等への掲載

番号	所属	タイトル	掲載誌名	発表年月
1	カーボンフロンティア 機構	燃料用早生樹の供給モデルに着手	日刊木材新聞 第 19503号, p1	2022/6/14
2	エコグリーンホール ディングス	株式会社エコグリーンホールディングスは、東京大学演習林の研究者グループと千葉県において、早生樹を活用した持続可能なエネルギーの森づくり実証事業（植林・育苗）をスタートさせました。	自社HPプレスリリース	2022/7/12
3	カーボンフロンティア 機構	早生樹を用いた木質バイオマス燃料の高効率安定供給システム開発の実証事業	JCOAL Journal Co1. 49, P25	2022/12/1
4	NEDO	一般社団法人バイオマス発電事業者協会講演会『エネルギーの森』～バイオマス燃料としての早生樹の活用～	電気新聞	2023/6/6

## (c)展示会（成果報告会）

番号	所属	タイトル	展示会名	開催年月
1	NEDO	成果報告会	オンライン	2021/10/20
2	NEDO	成果報告会	第17回再生可能エネルギー世界展示会&フォーラム	2023/2/1-2/3

以上