

木質バイオマス燃料等の安定的・効率的な供給・利用システム構築支援事業／
木質バイオマス燃料（チップ、ペレット）の安定的・効率的な製造・輸送等システ
ムの構築に向けた実証事業／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

吉岡 剛
(社)徳島地域エネルギー
2023年2月1日

問い合わせ先
一般社団法人徳島地域エネルギー
E-mail:info@tene.jp
TEL:088-624-8375

1. 事業概要①



■事業期間

開始:2021年11月、終了(予定):2023年3月 (2023年度も継続計画あり)

■事業目的

本事業では長期間放置されている広葉樹の二次林や公園の剪定枝から効率的なバイオマス資源の伐採・収集・運搬・加工・乾燥・利用プロセスを確立し、里山(都市近郊広葉樹林)における地域資源の持続的なエネルギー利用モデルを構築するために次の項目を目的としている。

- ①従来方式の広葉樹チップ生産と比較して、3割以上、製造費用を削減する
- ②チップ乾燥熱源の転換(化石燃料→バイオマス)と輸送の効率化により、50%以上、GHGの排出を削減する

この目的を達成するために、本事業では下記の方策を実施する。

1. 天然萌芽による森林更新が可能で潤沢な材積をもつ広葉樹林と、現状一般廃棄物として処理されている剪定枝をその対象とする
2. 広葉樹用フォワーダと車載型(可搬型)切削チップパを使用することでチップ化費用を低減する
3. 木質バイオマスボイラとコンテナ式乾燥機を活用し、輸送および乾燥にかかる費用とGHGの排出を低減する
4. 上記をパッケージ化し横展開を容易にする

以上によりチップ価格12,000円/トン、GHG削減率50%を達成する。

また、NEDO基本計画の目標に対し、当実証事業は下記を目標としている。

- ◇ 日本全体の森林の59%(1,443万ha)を占める広葉樹林を対象とする事業であり、その50%が利用可能だとすると、あらたに3,600万トンのチップ(生材)の生産が可能
- ◇ 従来システムと比較して、35%以上の製造コスト低減を実現する

1. 事業概要②

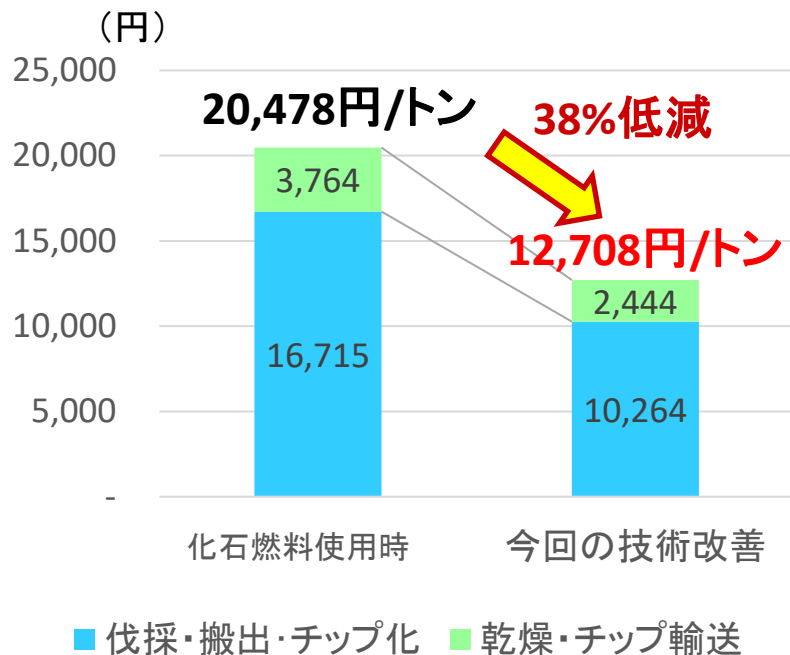
■ 事業目標

1. 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。

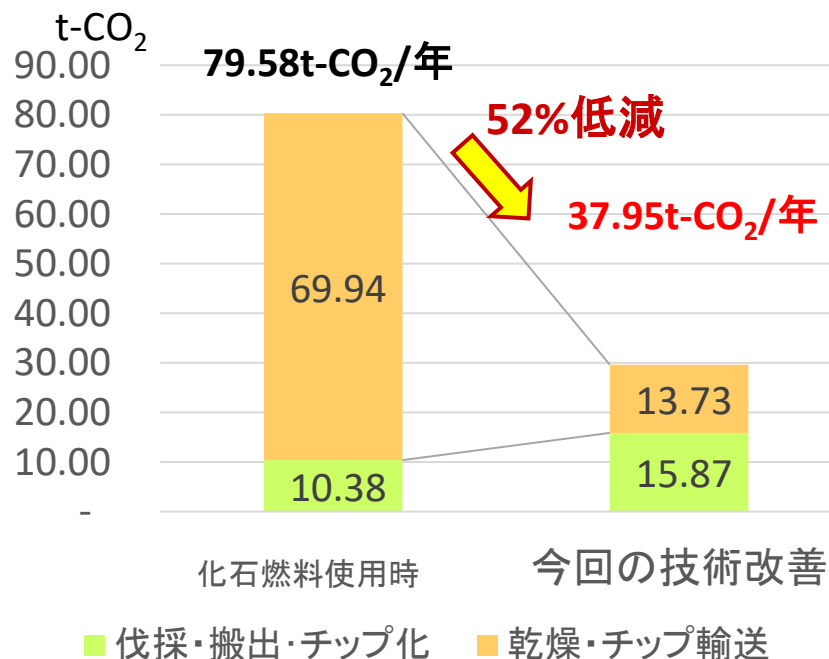
2. コスト低減効果

従来システムから原料コストを低減



3. GHG低減効果

バイオマスの活用によるCO₂の低減



1. 事業概要③

本事業では、伐採された広葉樹を現場でチップング、そのままフックロール乾燥機付きコンテナに積み込みを行い、加工・輸送の最適化を図ることで原料コストを最大限低減する。

また、燃料自動供給を可能にするコンテナ開発(改造)を行い、乾燥と熱供給の自動化を行うとともに、集材(広葉樹フォワーダ)、チップ化(車載式チップ)、乾燥・熱供給パッケージまで含めた、全国で展開可能なパッケージ化を行う。

山元

山元でチップ化加工を実施しそのまま需要者に供給

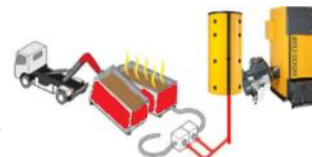


搬出の最適化を行うため、枝葉を含めチップ化し、全量燃料材とする。集積は必要最小限フックロール車効率化

- ・ 広葉樹向け燃料化設備 (チップの選定)
- ・ 乾燥加工システム
- ・ 品質管理システム



需要家



- ・ 輸送方法の最適化に関する技術開発 (チップ車/フックロール乾燥機付きトラック)
- ・ ICT活用による (GPS付き) 運用の効率化

【目標】

- ・ 資源増加量
- ・ 積み下ろし回数削減
運送コストの削減
- ・ 生産コスト削減
- ・ 燃料材コスト削減
- ・ チップ品質の管理
- ・ CO₂削減

< 今回の実証範囲 >

⑤システム全体の統合、パッケージ化の検討

広葉樹の森

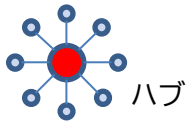


県有環境林 880ha

生チップ(600t/年)

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

乾燥後チップは、同一のコンテナのまま 需要先へ運搬



含水率: 約30%

バイオマス^ホ(熱需要)



バイオマス^ホ施設 (給湯、暖房)

④エネルギー利用の検討

含水率: 約60%

①伐採計画～集材～チップ化方法の検討

コンテナは積み荷のまま フック&ローラー車と脱着可能



③原料品質管理方法の検討

都会の森(剪定枝)



現在、宝塚市緑のリサイクルセンターで8,000トン程度の剪定枝を処理。うち、200t/年程度を当事業で燃料化

< 実証後の展開 >



各需要先に設置するボイラやCHP
200kW程度 ボイラ or CHP × N力所
含水率: 10~30%
※CHPの場合 15%以下



- 湿チップ
- 乾チップ
- 温水
- 電気

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

2. 事業内容



①伐採計画～集材～チップ化方法の検討

- ・全木集材による歩留まりの向上と工程の簡略化を指向し、処理能力、積載量、生産性の確認と、ランニング費用についてのデータを取得する。

②コンテナ式乾燥機による運搬～乾燥方法の検討

- ・コンテナ式乾燥機のボイラ、CHPでの運用方法の検討を実施

③原料品質管理方法の検討

- ・含水率想定管理、粒度割合測定管理、燃焼試験調査
- ・含水率基準、粒度割合基準達成、低位発熱量測定等で評価

④エネルギー利用の検討

- ・熱需要施設への熱供給と、燃料乾燥を実施するとともにCHP装置で適用試験を実施

⑤システム全体の統合、パッケージ化の検討

- ・集材、チップ化、乾燥・熱供給パッケージまで含めた、全国で展開可能なパッケージ化を検討

⑥事業推進委員会の開催

- ・バイオマス関連分野に多くの知見を持つ専門家で構成し、総合的見地から本事業の課題解決やシステム全体のブラッシュアップを行い、市場競争力を持つ新たなモデルを確立

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 *2023年(参考)

- ・熱需要先調査結果をもとに、県有林からの燃料の展開案の検討を実施するとともに地域の再エネ化率を試算

3. 実施計画



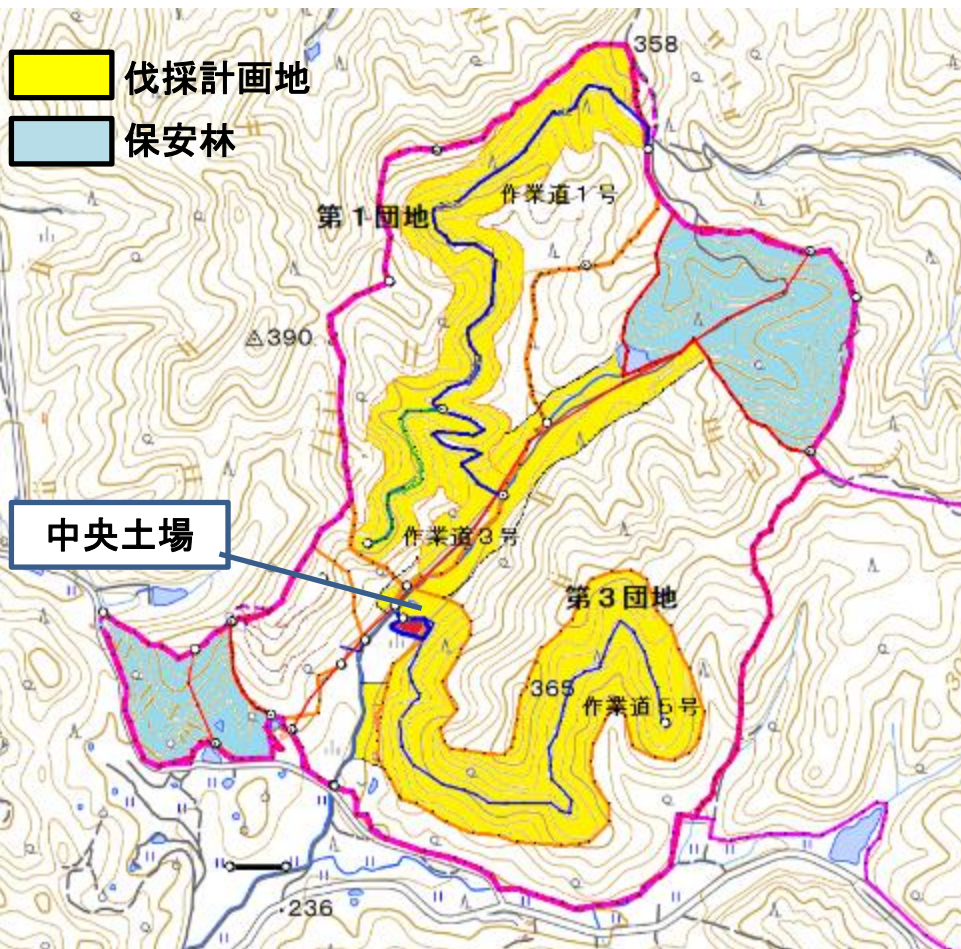
2021年度及び2022年度上四半期にシステム全体のバランスの検討を行いながら設備投資を実施する。その後、伐採された広葉樹の集材→チップ化→運搬→乾燥→利用の各プロセスの検証を行いながらデータを収集する。2023年度以降に全体のパッケージ化の検討及び他地域での展開に向けた構想を検討する。また、これらを実施しながら季節変動によるデータ収集やガス化CHP向けのチップの品質規格の策定も追加して行う。

また、事業期間中に外部有識者で構成する事業推進委員会を年2回程度実施し、実証事業の成功確度を高め、広葉樹の利活用循環システムの構築を目指す。

事業項目	FY2021		FY2022				FY2023 (参考)				
	3Q	4Q	1Q	2Q	3Q	4Q	1Q	2Q	3Q	4Q	
製造・輸送等システムの構築に向けた実証事業											
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運搬～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、パッケージ化の検討	→					→					
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 * 2023年度 (参考)							→				

4. 実施内容 ①伐採計画～集材～チップ化方法の検討

兵庫県宝塚市西谷地区における兵庫県有環境林を対象に伐採計画を立てた。



伐採計画

作業道延長 2,850m

伐採面積 16.68ha

伐採材積 1,500m³

- 現地踏査に基づき、作設可能な作業道の線形を決定し、その作業道の上下に幅5～20m、長さ50m程度の伐区を原則として15m間隔で設定し、伐採率が40%を超えない範囲で伐採を行う計画
- 上記の伐区は、一部については、伐採幅を拡大し、伐採面積、材積を確保
- 現地調査の結果、平均蓄積が当初計画の90m³/haに対し、かなり過小であることが推定されるが、伐採材積は修正していない。
- 既設市道からの、搬出により、伐採面積の不足を補う。

参考写真



1号線起点付近伐開状況



フェラバンチャーが開設し、
フォワーダが支障木を搬出



フォワーダによる搬出



1号線起点の整備状況と
安全のためのロープ設置



作業スペースにコンテナを仮設置



フェラバンチャーのウィンチで上向き
強制伐倒

- 2022年12月末現在、作業道1号線総計画延長1000mのうち約400mを開設済み



フェラバンチャーによる作業道開設



支障木の伐採



くさびによる伐倒



搬出前の伐区の状態



搬出後の伐区の状態



切り株からの萌芽

- 作業道開設作業は、掘削機能以外に、グラップル機能、伐採機能を兼ね備えたフェラバンチャーザウルスにより、行っており、従来のバックホウ+チェーンソーによる作業に比べ、相当の効率化が図られている。



土場におけるチップング



フェアバンチャーによる搬出



フォーワーダによる搬出



トラックでのチップの移動



チップング直後のコンテナ



土場全景（含水率測定木が見える）

4. 実施内容 ②コンテナ式乾燥機による運搬～乾燥方法の検討

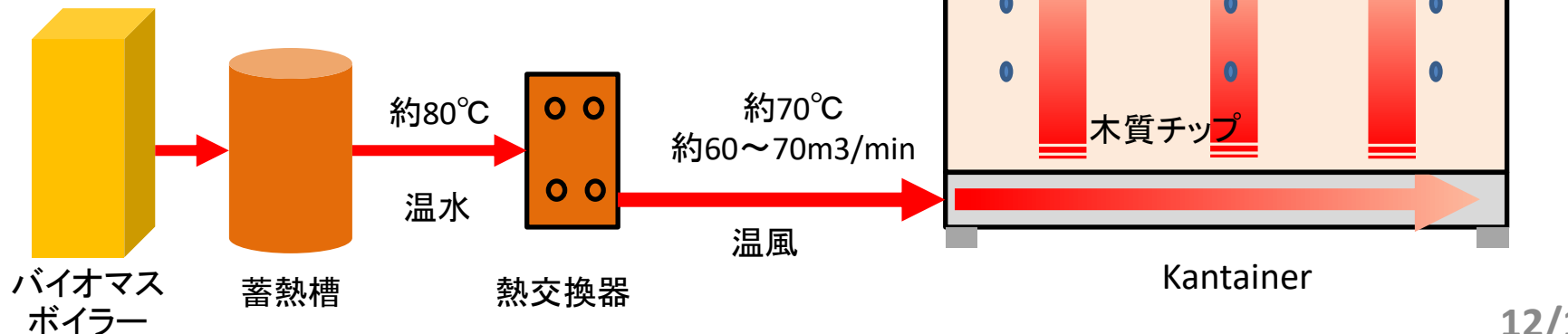


■乾燥試験の概要

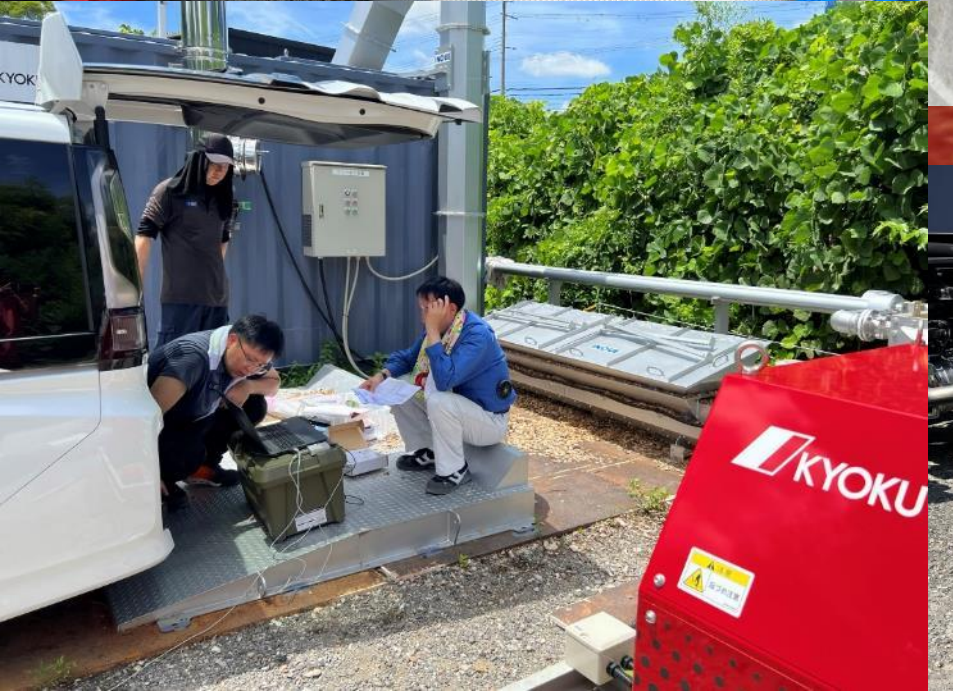
- バイオマスボイラーから乾燥コンテナに温風を供給し、木質チップの乾燥を行う。
- 8月から試験運転、10月から玉瀬で伐採した広葉樹のチップを用いた乾燥試験を開始。
- 乾燥試験における計測項目
 - 温湿度(外気、コンテナ内(6ヶ所)、温風)
 - コンテナ重量
 - 温風の風速
 - 木質チップ含水率(乾燥試験前)



⇒乾燥対象物となる木質チップの乾燥特性を明らかにする。



乾燥試験の状況

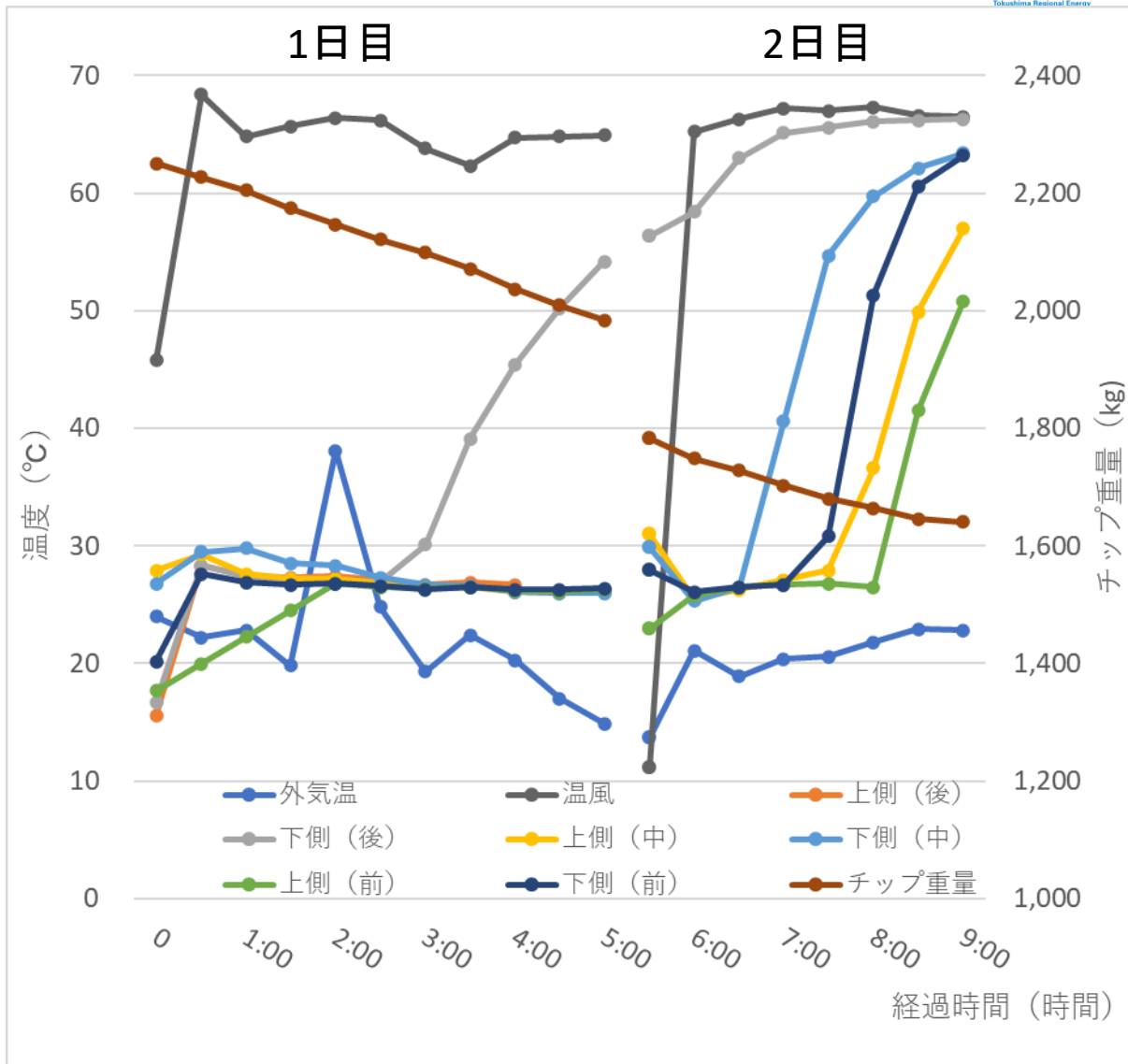


乾燥試験結果例



Tokushima Regional Energy

項目	条件
天候	10/25曇、10/26曇
投入チップ量	約4m3
平均風量	59.2m3/min
平均温風温度	61.8°C
チップ含水率 (乾燥前)	56.3%
チップ含水率 (乾燥後)	40.1%
乾燥時間	9時間
乾燥効率	1日目: 56% 2日目: 43%
蒸発速度	1日目: 53kg/h 2日目: 41kg/h



- チップ重量変化から、水分蒸発速度はリニアとなっている。
- チップの温度は外気温と同程度から、コンテナ下部およびコンテナの温風吹き出し口付近から温度上昇が進み、温風と同程度の温度となる。
- チップ乾燥においては、「予熱」、「定率乾燥期間」、「減率乾燥期間」の段階があると想定されるが、今後はこの各期間の見極めを分析する。

* 1日目の乾燥試験終了後、約半日後に2日目の乾燥試験を再開したため、計測データにギャップが生じている。

4. 実施内容 ③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。

■試験内容と結果

- ・試験チップ：切削チップ（使用チップパー：エッセルベックBiber6）、含水率15%、総量1000g
- ・試験方法：振盪数180rpm、振盪時間1分

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%	1% (10%以下)	1%
最下 トレー	10	1%		



()内は基準数値 G50相当P31S木質チップ ISO17225-4準拠

4. 実施内容 ⑤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普及に向けては、木質バイオマス資源の調達からエネルギー利用に至るサプライチェーンにおいて、需給におけるマテリアルバランスをとりつつ、システムの低コスト化を図る必要がある。
- 一方、バイオマス燃料の集材からチップ化、乾燥、熱供給至る各工程において、解決すべき課題が多い。

①バイオマス
資源調達

②エネルギー
変換(チップ化)

③エネルギー
変換(乾燥)

④輸送

⑤エネルギー
利用

現状の課題

- 広葉樹は天然生がほとんどであり形状が不規則であり、幹部より枝の部分が比較的多いため集材が難しく、搬出歩留まりの向上が困難

- 従来方式で生産されたチップは、含水率および粒径の調整が難しく、燃料基準をオーバーしたときは、燃焼不能、燃焼途上の失火、通常の燃焼では発生しない煙の発生等の問題

- 燃料を長期的・安定的に調達するのが困難
- 化石燃料と価格競争できる木質チップの調達
→輸送コストとも関連

本事業

- 山元でチップ化加工を行う(枝葉を含めてチップ化し、全量燃料材とする(歩留まり向上)。
- 可搬チップパやフックロール車の活用により、効率的な燃料の集材・搬出を行う。

- フックロール乾燥機付コンテナにより、チップの輸送、乾燥を効率的に行う。
- 熱乾燥コンテナにより、ボイラー、CHPなどの利用用途に応じて最適な含水率に乾燥を行う。

- 乾燥コンテナをそのまま需要家に輸送
- 低コストのチップ燃料を供給

4. 実施内容 ⑤システム全体の統合、パッケージ化の検討



本事業では、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の効率化を図りつつ、それらの各工程を統合し、一つのパッケージとして示せるようにする。



図 従来の伐採収集利用システムの流れ

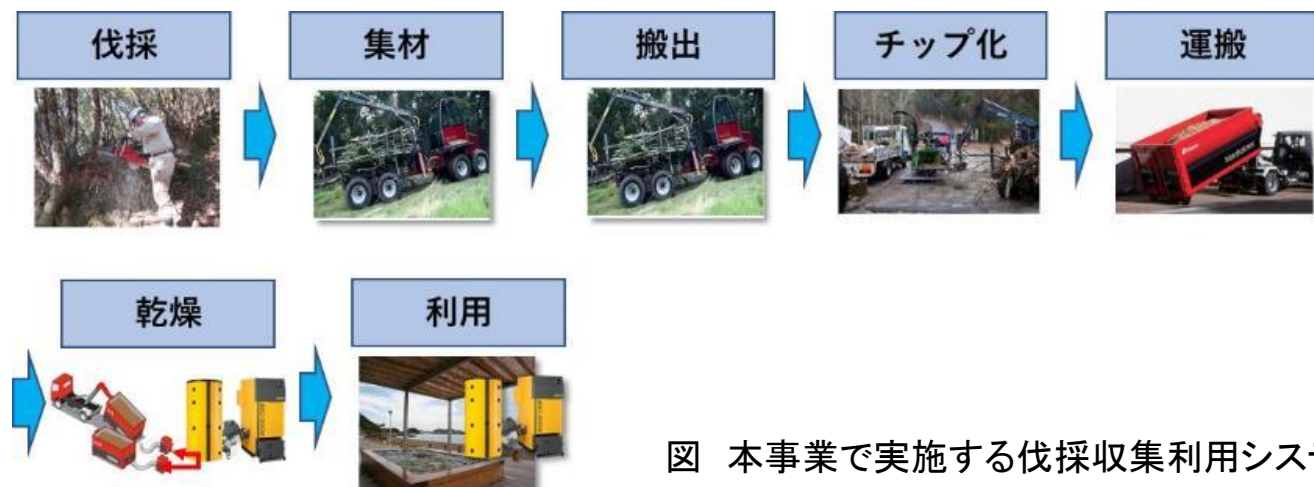


図 本事業で実施する伐採収集利用システムの流れ

4. 実施内容 ⑤システム全体の統合、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)

今後、本事業で実証を行いながらここで整理したシステム、コスト等の検証を行っていく。また、本事業で構築するシステムとして、山林の伐採からボイラーによる熱供給に至るまでを1つのパッケージとして、同じような条件を有する自治体等に展開を図っていくものとする。

実施項目	進捗と今後の対応方針
①伐採計画～集材～チップ化方法の検討	当初計画から伐採エリアの修正、伐採開始時期の遅れなどがあったが、作業道の開設、伐採・搬出は進んでおり、作業効率も徐々に上がってきている。
②コンテナ式乾燥機による運搬～乾燥方法の検討	乾燥試験により、乾燥速度、乾燥効率等を把握した。今後は、乾燥コンテナの実運用を想定した条件において、乾燥試験を行い、さらに精度の高いデータ計測に努める予定である。
③原料品質管理方法の検討	欧州規格G50を満たし、粒度構成も良好であることを把握した。今後、定期的なふるい分け試験を行う。
④エネルギー利用の検討	当初予定していた研修施設におけるバイオマスボイラーの設置が遅れるため、チップ乾燥用ボイラーのデータを用いて分析を予定する。木質チップの成分分析結果が出てからCHPにおける燃焼実験を行う予定である。
⑤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を考慮し、システム全体のパッケージ化を図る事業規模を算定した。今後は、各実証試験の結果を検証しながらパッケージ化の見直しを行う予定である。