

# 新型高効率木質チップ乾燥装置 (多段式チェーンコンベアタイプ) の開発報告

1. 弊社について
2. 背景
3. 課題・問題意識
4. 目指すシステム・機器の仕様
5. 目的
6. 結果 1 得られた成果
7. 結果 2 今後の課題

## ～ お客様の「満足」を目指して ～

私達は創業以来、専門メーカーとして高品質な木材乾燥システムをご提供致しております。



会社名

株式会社JES

代表取締役

青木 航

所在地

秋田県能代市浅内字下西山53-7

事業内容

木材乾燥装置の設計製造  
各種木工機械の設計製造  
焼却炉・温水ボイラーの設計製造  
木材乾燥装置・各種木工機械のメンテナンス  
木材乾燥・木材全般に関わる研究

## 2. 背景

- 近年FITを利用したバイオマス発電の需要が増加しております。中でも地産地消・地域循環型に適した、国内間伐材チップ（木質チップ）を用いた小規模ガス化発電（50kW程度）に参入したい事業者が増え続けております。
- 小規模クラスでガス化設備を動かす場合には、高効率を維持するための温度管理がとても重要となります。
- 高効率を維持するためには燃料として使用する木質チップにどのくらい水分が含まれているか（含水率）によって左右されます。水分が多く含まれていると炉の温度が下がるため、高効率を維持するためには乾燥したチップを投入し続けなければなりません。現在ほとんどの小規模ガス化発電では含水率を15%以下で指定しております。
- 伐採した木は約50%程度の含水率のため、乾燥にかけなければなりません。自然乾燥だけでは約30%程度までしか乾燥できないため、そこから下げるためには乾燥装置を使って人工的に乾燥を行う必要があります。
- しかしながら小規模クラスで使用するような乾燥装置はこれまで国内ではほぼ事例がないため、装置を依頼すると非常に高価でコストが合わないことが多く、海外から装置を輸入せざるを得ないのが現状です。
- そのため弊社では、本開発を行う事で地域材利用促進及びバイオマスの利用拡大に寄与できると思い、取り組みに至った次第です。

小規模ガス化発電における燃料として「水分15%以下の木質チップ」が必要

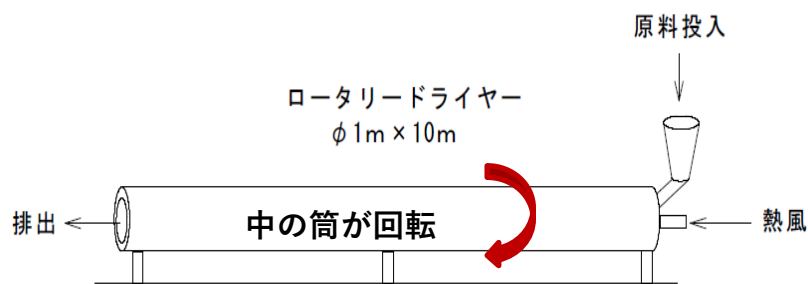
しかし、安定供給可能な装置が開発されていない、または大型で高価な装置しか開発されていない現状

本開発目標である「多段式木質チップ乾燥装置」により、熱効率の向上、また事業性が担保された価格設定の実現を目指す

この装置の開発により、小規模ガス化発電の地域材利用促進及びバイオマスの利用拡大に寄与

従来の乾燥装置では課題となる部分を、本開発にて克服する必要があります。

## 従来設備



## 現状課題

- **現状設備の構造上の問題**
  - ✓ 熱効率が悪い
  - ✓ チップ詰まりによる動作不良
  - ✓ 高額な装置であり中小企業の導入障害
- **経営上の問題**
  - ✓ 廃材処分経費の発生

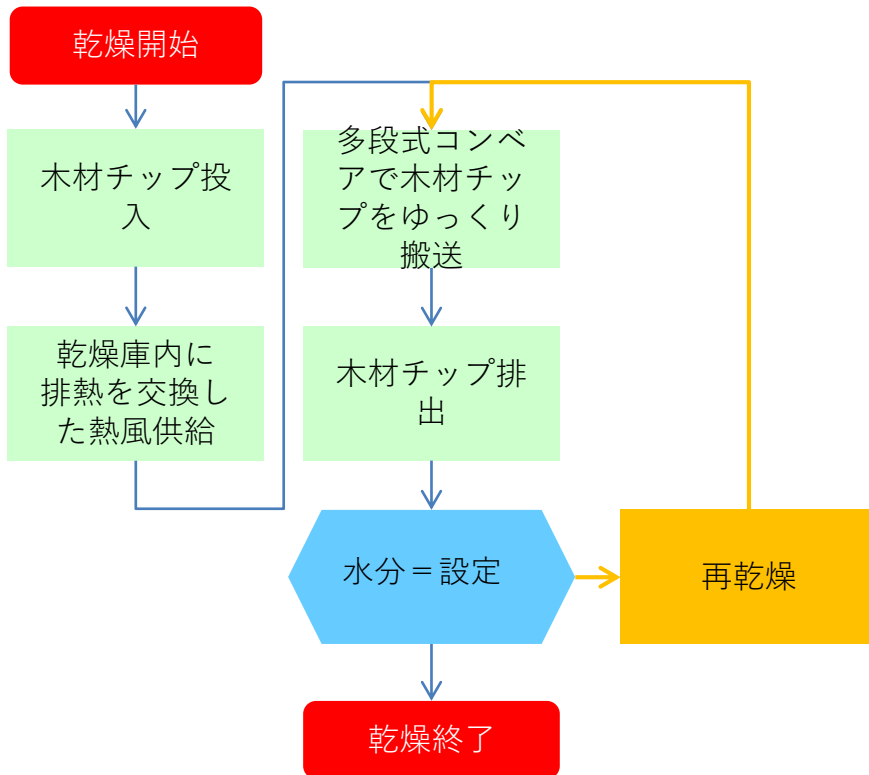
## 従来設備と本開発装置の比較

比較項目	従来型装置		本開発装置	
	特徴	評価	特徴	評価
搬送方法	スクリュース搬送 (目詰まりの危険有)	△	多段式コンベア による搬送	○
乾燥方法	ロータリードライヤー による乾燥 (乾燥度に関係なく、 通過で終了)	△	循環型乾燥 (設定の乾燥度に 達するまで乾燥)	○
顧客	大企業のみ (大規模工場6% 2008年林業白書)	△	中小企業から大 企業まで	○
熱源	木くず焚きまたは油焚 き大型蒸気ボイラー (木材チップ乾燥専用 となる場合もある)	△	発電機、蒸気ボ イラーの排熱 オブションの燃焼炉 を利用した破碎 パーク、チップ を燃料とした熱 利用	○

## 4. 目指すシステム・機器の仕様

多段式チェーンコンベアタイプの新型高効率木質チップ乾燥装置の開発を目指します。

### 動作フロー

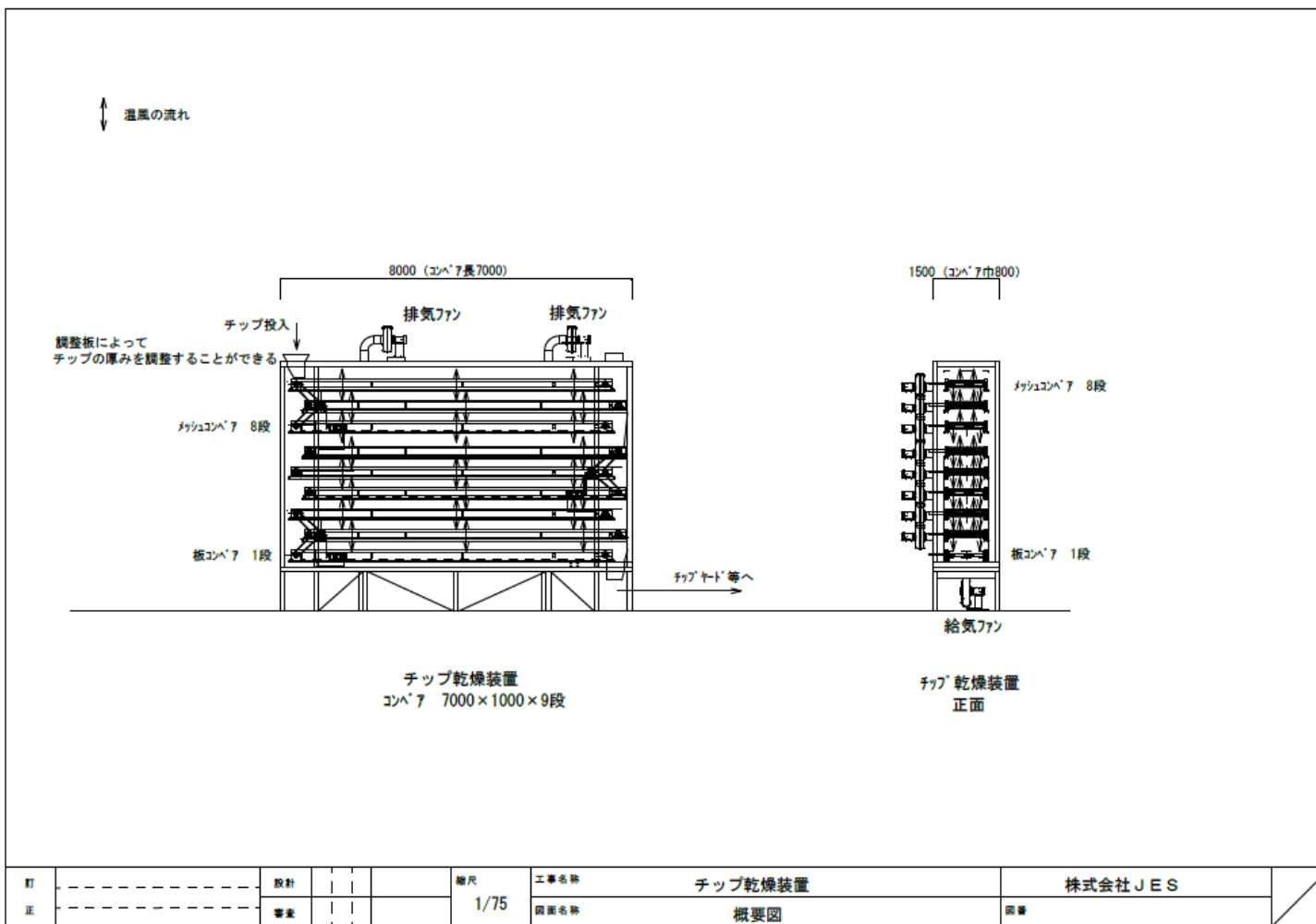


### 動作説明

1. 多段式コンベアで木材チップを搬送することにより、チップ詰まりによる動作不良を解決する
2. 庫内から排出された木材チップは、設定の乾燥度まで循環によって再乾燥されることにより、省スペースで低価格型を実現する
3. 乾燥の熱源についても、排熱を熱交換した熱風を使用して、木材チップを乾燥させる循環型の省エネ構成をとれるようにする。また、破碎乾燥バークをオプションである燃焼炉を利用して乾燥の熱源として利用することも可能にする

# 4. 目指すシステム・機器の仕様

## 多段式チェーンコンベアタイプレイアウト図





### ①乾燥効率の向上

a)	バイオマス発電機からの排熱（温風）と温風発生装置からの温風の切替えを手動で行うほうが効率がよいか、乾燥状態または温風温度などの状態により自動で制御したほうがよいかなどの試験を行う。
b)	温風給気用ブロワの追加、給気口の追加を行う。
c)	温風が木材チップ表面に多く、直接あたるよう、現在のスクリュース式、ウォーキング式のような木材チップが山積みとなった状態からの搬送で乾燥させる方法から、乾燥装置内に多段のチェーンコンベアを設置し、上段から下段で木材チップを移動させ、各段の木材チップに温風をあてる方式に改良する。

目標：水分50%の木材チップ 1 t (約 4 m<sup>3</sup>) を12時間で水分値が15%以下に乾燥させる

目指す装置：

- ①熱量を乾燥に効率よく使える構造
- ②乾燥量・乾燥時間・乾燥度合の能力を向上、安全対策が充実した装置

## 【具体案】

### 1. 乾燥効率の向上

- a. バイオマス発電装置からの排熱と温風発生装置からの温風の切り替えも可能な構造とする
- b. 以前は大きな給気ブロア少数で温風供給していたが、熱効率の点から小さいブロアをコンベア各段につけ、また排気ブロアについて温風は上部に向かって対流するために装置上段に設置する
- c. 温風は今までの装置の場合、内部循環するだけで自然対流させるものであった。新しく開発するものは、コンベア各段に配管して上下に温風を吹き込みチップに直接熱を当てコンベアから落下するときに攪拌作用を得て乾燥を促す

## 5. 手法

開発スケジュールは下記を元に進行致しました。

実施項目	2017年			2018年		
	10月	11月	12月	1月	2月	3月
1. 設計	■	■				
2. 製造		■	■	■		
3. 設置				■		
4. 試験				■		
5. 改良				■		
6. 改良品設置					■	
7. 最終試験					■	

### 風量試験実施における前提条件

- 均一に乾燥を行うための最適な風量
- 風速
- 吐出口径
- 吐出口面積
- 吐出口からの距離
- 出力
- 効率化設計

## 試験結果

庫内寸法(m)		
奥行	幅	高さ
5.3	1	2.7

チェーンコンベア(m)			
幅	長さ	直径	円周
0.77	4.7	0.144	0.45216

チップ高さ (m)	搬送量(m <sup>3</sup> )/1段 (高さ×幅×長さ×80%)	搬送量(m <sup>3</sup> )/9段	1段搬送に必要な回転数
0.05	0.14476	1.30284	10.3945506

搬送スピード		1段搬送に 係る時間 (分)	9段搬送に 係る時間 (分)	搬送能力 (m <sup>3</sup> /h)
コンベア周波数 (Hz)	回転数 (rpm)			
10	1.25	8.316	74.841	1.044
30	3.75	2.772	24.947	3.133

## 試験結果

## 【試験結果】

エア周波数 (Hz)	1斗缶チップ重量(kg)											
	初期	乾燥後1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	乾燥後平均
10	5.98	2.74	2.55	2.60	2.80	2.80	2.90	2.82	2.88	2.92	2.94	2.80
30	6.02	3.88	3.88	3.94	4.28	4.42	4.34	4.38	4.04	4.26	4.56	4.20

※水分値は5ページの【水分計算方法】で概算したものである。

エア周波数 (Hz)	チップ水分(%)											
	初期	乾燥後1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	乾燥後平均
10	53.66	8.94	1.23	3.26	11.38	11.38	15.44	12.19	14.63	16.25	17.06	11.18
30	53.66	39.40	39.40	40.55	47.08	49.76	48.23	49.00	42.47	46.69	52.45	45.50

エア周波数 (Hz)	温風温度(°C)			庫内温度(°C)				
	分岐前	分岐後1	分岐後2	上	中上	中下	下	排気
10	160	140	150	75	80	85	70	65
30	215	190	200	80	75	75	60	80

## 【結果まとめ】

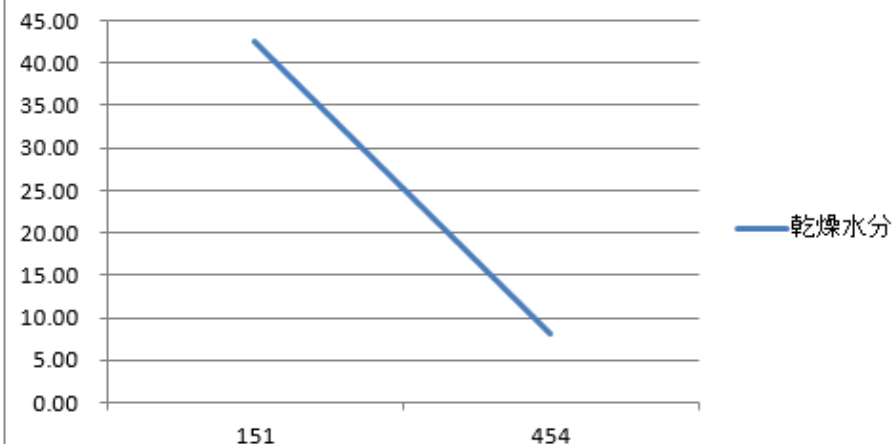
エア周波数 (Hz)	搬送能力			チップ水分(%)		
	(m <sup>3</sup> /h)	水分15%(kg/h)	水分35%(kg/h)	初期	乾燥後平均	乾燥水分
10	1.044	151	191	53.66	11.18	42.48
30	3.133	454	572	53.66	45.50	8.16

## 試験結果

縦軸乾燥水分量(%)/横軸乾燥能力(kg/h)

仕上り水分15%

仕上り水分15%換算での搬送能力



投入水分(%)	仕上り水分(%)	乾燥水分量(%)	搬送能力(kg)
60	15	45	129
55	15	40	173
50	15	35	217
45	15	30	261
40	15	25	305

### 試験結果

- 今回の試験結果は秋田県立大学木材高度加工研究所の川井准教授に水分測定を依頼して行った結果となっている。
- 60%の水分を含んだ木質チップを15%まで乾燥差させた場合の搬送能力は129 k g / h、55%では173 k g / h、50%では217 k g / h、45%では261 k g / h、40%では305 k g / hとの試験家結果を得ることができた。（いずれも搬出時重量）
- その中で、今回の目標設定は50%のチップを12時間で1 t 乾燥させることを目標に事業を行ってきた。その結果、50%で12時間で2 t 排出することに成功。
- しかし、今後乾燥させるための燃焼炉に投入する、木くずやチップの投入量を減らすことを目標としていかなければならない。
- 217 k g / h の乾燥チップのうち、40 k g / h は熱風発生燃焼炉に消費する。
- 小型バイオマス発電に必要なチップの乾燥量はこの部分を差し引いても問題なく目標値をクリアしているが、消費量を少しでも減らすことはこれからの検討課題になってくると考えられる。



## ランニングコスト

試験結果の仕様を元に設計した乾燥機の消費電力は下記の通りです。

## 【使用電力】

		電流(A)
チップ乾燥機	多段式コンベア	3.9
	払出スクルー	1.1
	温風(40Hz)	19.6
	排気(30Hz)	19.4
	<b>合計</b>	<b>44.0</b>
温風発生装置	給気	0.7
	排煙(50Hz)	4.7
	投入モータ	1.1
	<b>合計</b>	<b>6.5</b>
定量機	送りモータ(10Hz)	4.5
	払出	1.1
	プレートファン(34Hz)	6.0
	<b>合計</b>	<b>11.6</b>
	<b>総合計</b>	<b>62.1</b>

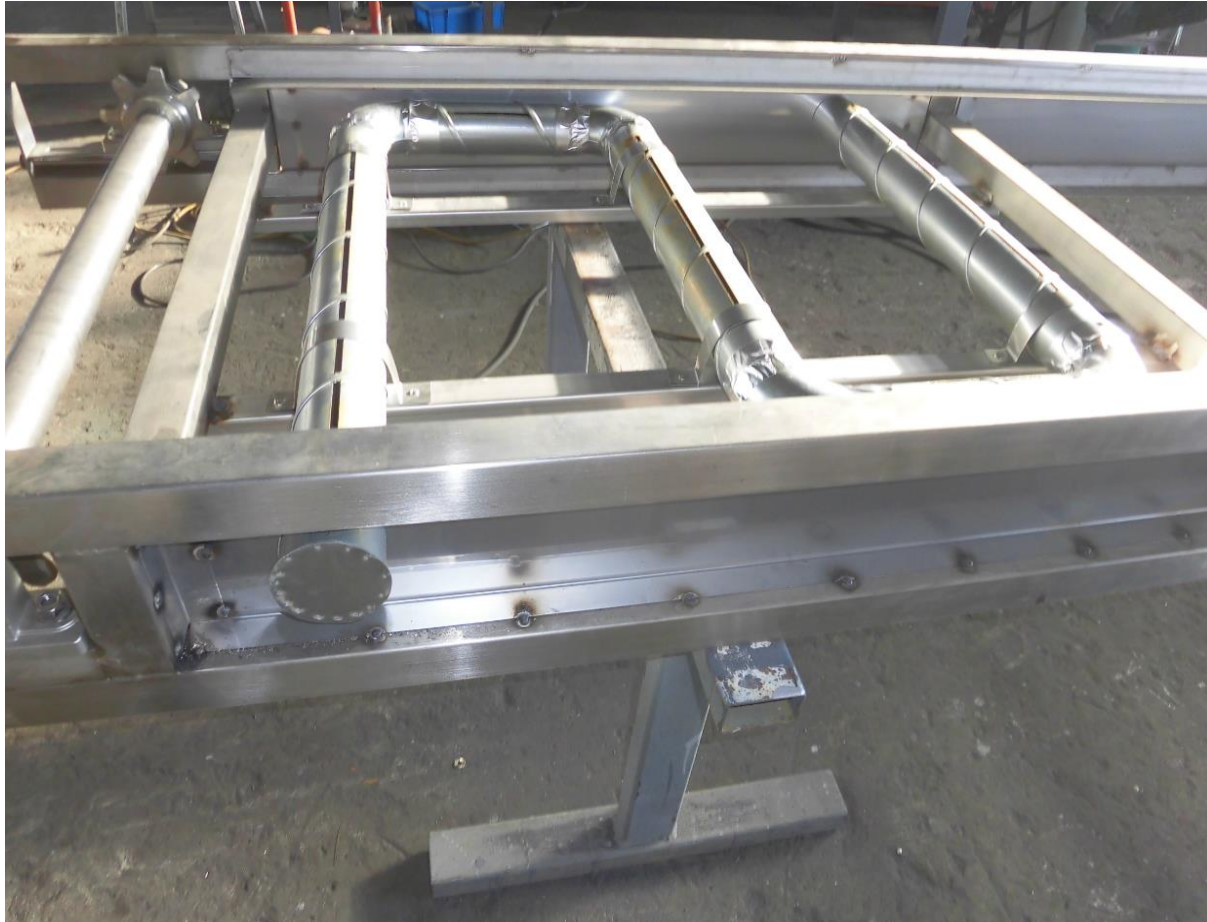
消費電力は、電気代に換算すると最大約18円になります。

熱風発生燃焼炉で消費するのは最大チップ40kg/h  
10,000円/tでシュミレーションすると400円/h

ランニングコストは合計で1時間で最大418円/h  
しかし、この燃料は木屑や、発電燃料にはならない基準外のチップを燃料として使用することにより削減可能となっています。

※東京電力エナジーパートナー電気料金計算サービスのシミュレーションより引用

## 温風ダクト 風量試験後開発風景



## 熱風発生炉 開発風景



## 木質チップ供給装置 開発風景





## 5. 手法 乾燥機内チップ搬送方法

コンベアプロトタイプ 開発風景



### 多段式チップ乾燥機 開発風景



## 木質チップ乾燥装置全景 正面





## 5. 手法 装置完成

木質チップ乾燥装置全景 背景右





木質チップ乾燥装置全景 背景左



## 木質チップ乾燥装置全景 近景





装置写真 乾燥装置内部コンベア 動画



## 装置写真 熱源用チップ自動供給装置





## 装置写真 熱源用チップ自動供給装置



## 5. 手法 装置完成

装置写真 熱源用チップ自動供給装置 動画





## 装置写真 熱源用自動供給装置 フィーダー



## 装置写真 熱源発生装置





## 装置写真 熱源発生装置



## 5. 手法 装置完成

装置写真 熱源発生装置 動画



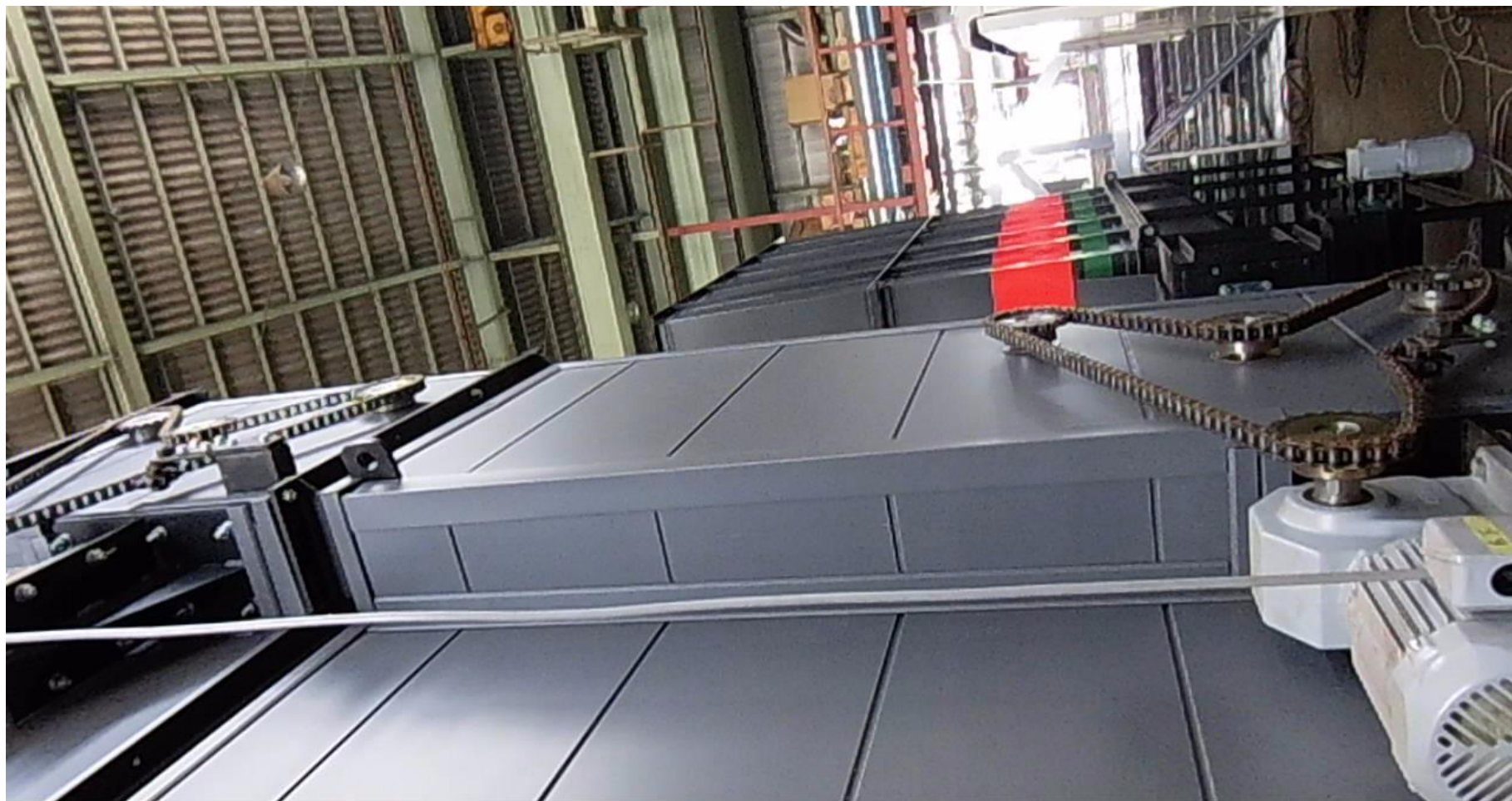
## 装置写真 チップ乾燥装置





## 5. 手法 装置完成

装置写真 チップ乾燥装置 外側動画 (※横)



## 装置写真 乾燥装置内部コンベア





## 5. 手法 装置完成

装置写真 乾燥装置内部コンベア 動画



## 装置写真 監視装置





# 5. 手法 装置完成

装置写真 監視装置 動画





## 装置写真 制御装置



## 6. 結果 1 得られた成果

当初の計画・目標	取り組み状況・得られた成果
①水分50%の木質チップ1 t (約4 m <sup>3</sup> ) を12時間で15%以下に乾燥させる	水分55%の木質チップを投入し、水分15%のチップを1時間当たり173kg、12時間で2 t 排出することに成功した
②導入コストを現市場より廉価なものにする	販売価格を処理能力が同レベルの他社製品より2/3以下に抑制可能

### 成果：

- 「多段式チェーンコンベアタイプ」の新型高効率木質チップ乾燥装置が安全面、熱効率、イニシャルコストの面においても非常に効率的な装置になりうる。
- イニシャルコストに関してはほかのものに比べて1/2～1/4程度に抑えられる。  
→小規模発電である地産地消・地域循環型の木質チップガス化発電に最も適した設備に。

### 相乗効果：

- 乾燥に必要な燃料もチップと樹皮バークも併用することにより、今まで産業廃棄物として処理していたものを新たなエネルギー源として利用することもできる。
- そのため、小規模ガス化発電の事業性が適正なものとなり、わが国に適した発電事業が加速され、CO<sub>2</sub>の排出削減の一助となり得る設備になることと思われる。

### 長期安定供給の実現

乾燥実験を今後も継続し、処理量と乾燥度合いの長期におけるデータを測定し続ける。

### 燃料使用量の削減

乾燥に必要な燃焼炉に使用するチップや木くずの使用量を出来る限り少なくしていく。  
小規模ガス化発電の供給に必要なチップを選別する際に、基準から外れたチップを集めて乾燥装置の燃料に代用させることで、更にランニングコスト含め、  
効率が良い乾燥の質を高めていく。

### 乾燥装置のコンパクト化

装置自体を更にコンパクト化を目指し、  
容量が小さくても同等の仕様もしくは同等以上の製品化に取り組んでいく。

ご清聴ありがとうございました