

## 2021年度成果報告会

バイオマスエネルギーの地域自立システム化実証事業  
地域自立システム化実証事業  
低品位木質系廃棄物を燃料とした蒸気供給モデルの実証事業

J F E 環境サービス（株）

問い合わせ先  
J F E 環境サービス株式会社  
E-mail:saito-hiromichi@esc.jfe-eng.co.jp  
TEL:045-506-7956

# 0. NEDO事業概要

## 1. 期間

開始 : 2017年1月

終了 : 2021年2月

※本実証事業開始前にFS事業(2015年10月~2016年11月)の実施あり

## 2. 最終目標

No.	検証項目	目標
1	バイオマス原料調達	廃木材品種量推定及び対策
2	エネルギー変換技術	破砕設備/燃焼設備 能力検証
3	エネルギー利用	燃料チップ品質・蒸気需給バランス検証
4	システム全体	地域合意形成向けの課題認識／経済性検証

## 3. 成果・進捗概要

No.	終了時の状況
1	岡山県内の廃木材調達量検証・受入可能量確認
2	破砕設備及び燃焼設備稼働・設備能力検証
3	燃料チップ品質検証・エネルギー利用検証
4	事業化の課題抽出

# 1. JFE環境サービスの概要

会社名	JFE環境サービス株式会社（ESC） ‘17/10/1付 日本リサイクルマネジメントとJFE環境サービス合併 ‘20/10/1付 J&T環境サーモ4事業を分割吸収
設立	1980年（昭和55年）9月2日
本社	横浜市鶴見区弁天町3番地 JFEエンジニアリング内
資本金	9,750 万円
株主	JFEエンジニアリング株式会社 100%子会社
事業内容	<ul style="list-style-type: none"><li>・廃棄物処理施設の運転ならびに維持管理</li><li>・廃棄物等の処理およびその再生品の販売</li><li>・廃木材の処理事業〔倉敷事業所〕 ← NEDO実証場所</li></ul>

## 2. ESCの蒸気供給事業 ①NEDO事業以前

### ● 廃木材の炭化処理事業 “廃木材のリサイクル”

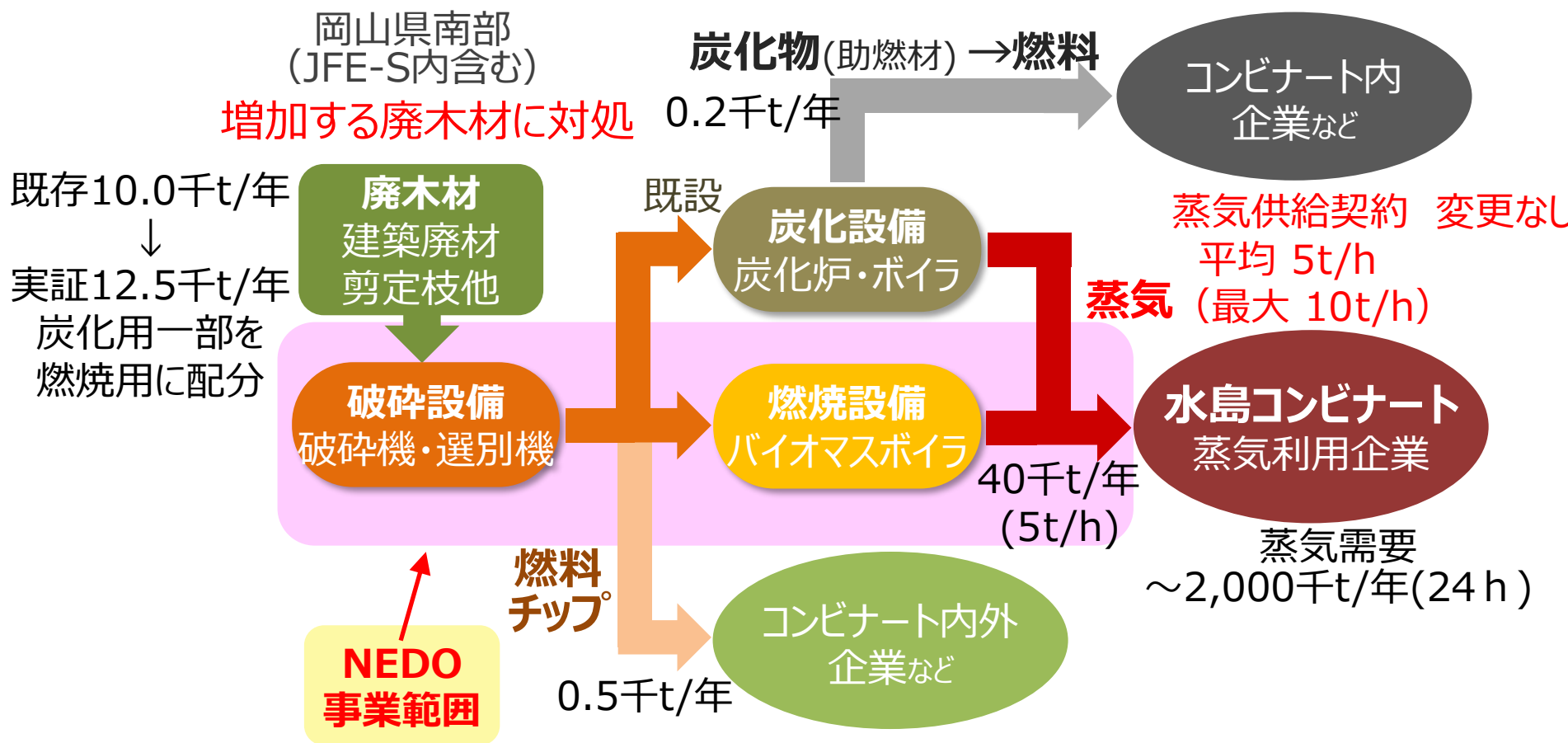
炭化物製造販売, 蒸気販売

- ・炭化物ニーズの減少
- ・設備更新時期（寿命15年）



## 2. ESCの蒸気供給事業②

新規破碎システム+燃焼システム  
有効性実証→NEDO助成事業活用へ



①廃木材活用 岡山県南部の廃木材の燃料化

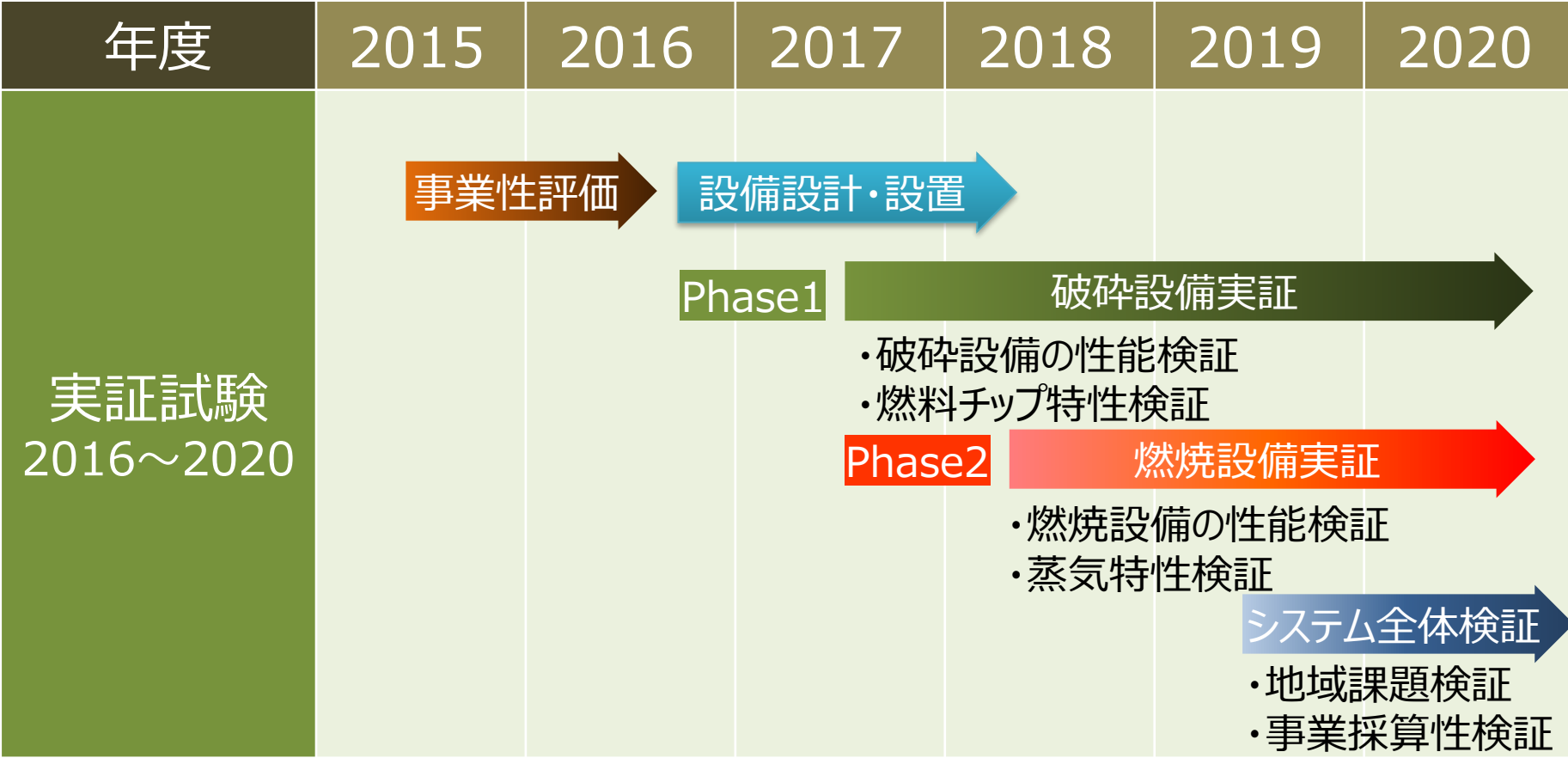
②配管投資不要 コンビナート内既設蒸気ラインに接続した蒸気供給

→ 岡山県南部の廃棄物減量と蒸気の有効利用

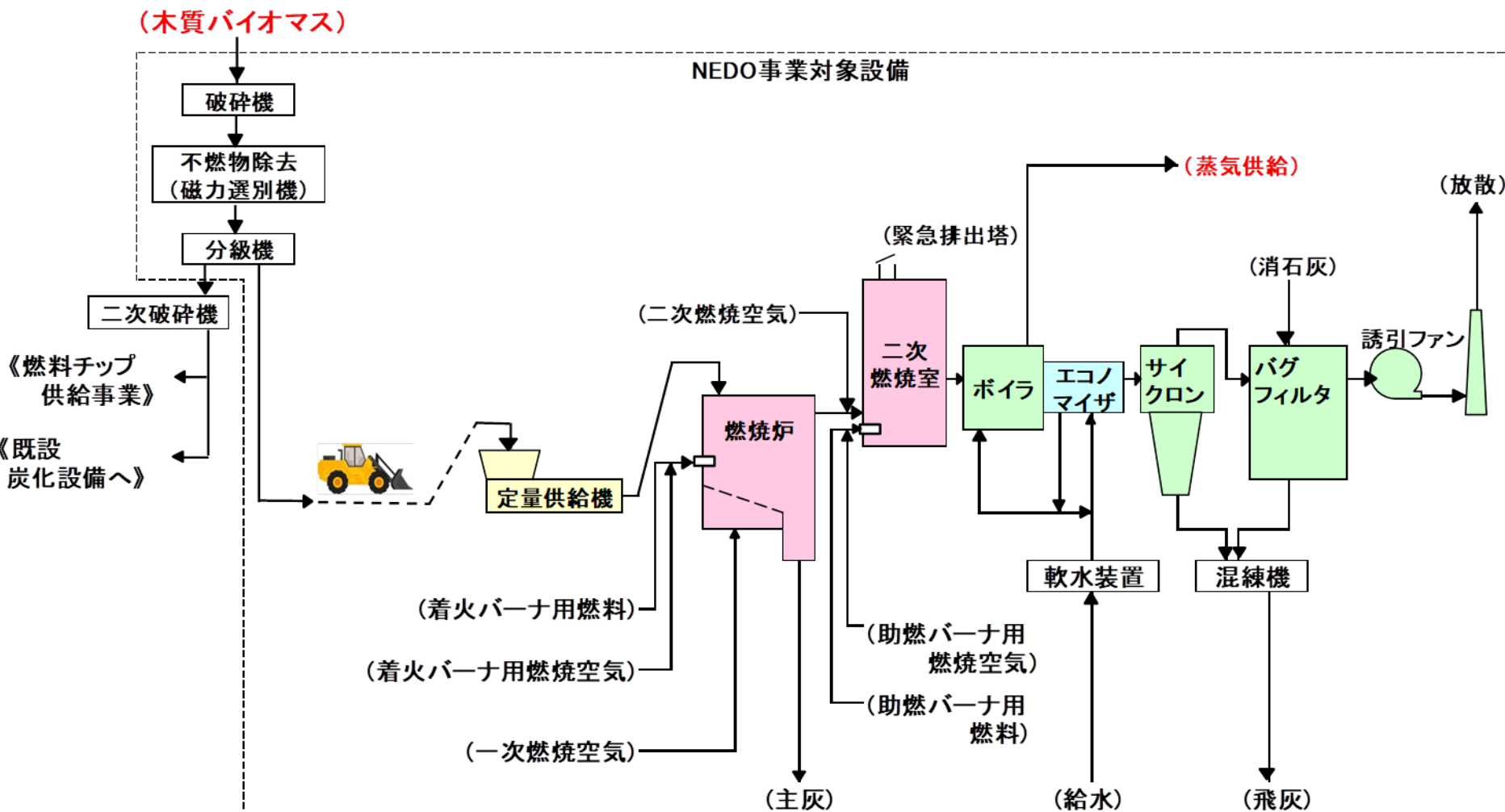
# 3. NEDO事業の概要 ①スケジュール

## ● 実証試験は2段階に分けて実施

- ・2017年度：Phase1（破砕設備導入）
- ・2018年度：Phase2（燃焼設備導入）



### 3. NEDO事業の概要 ①設備構成



## 設備フー図



### 3. NEDO事業の概要 ②設備外観



破碎設備

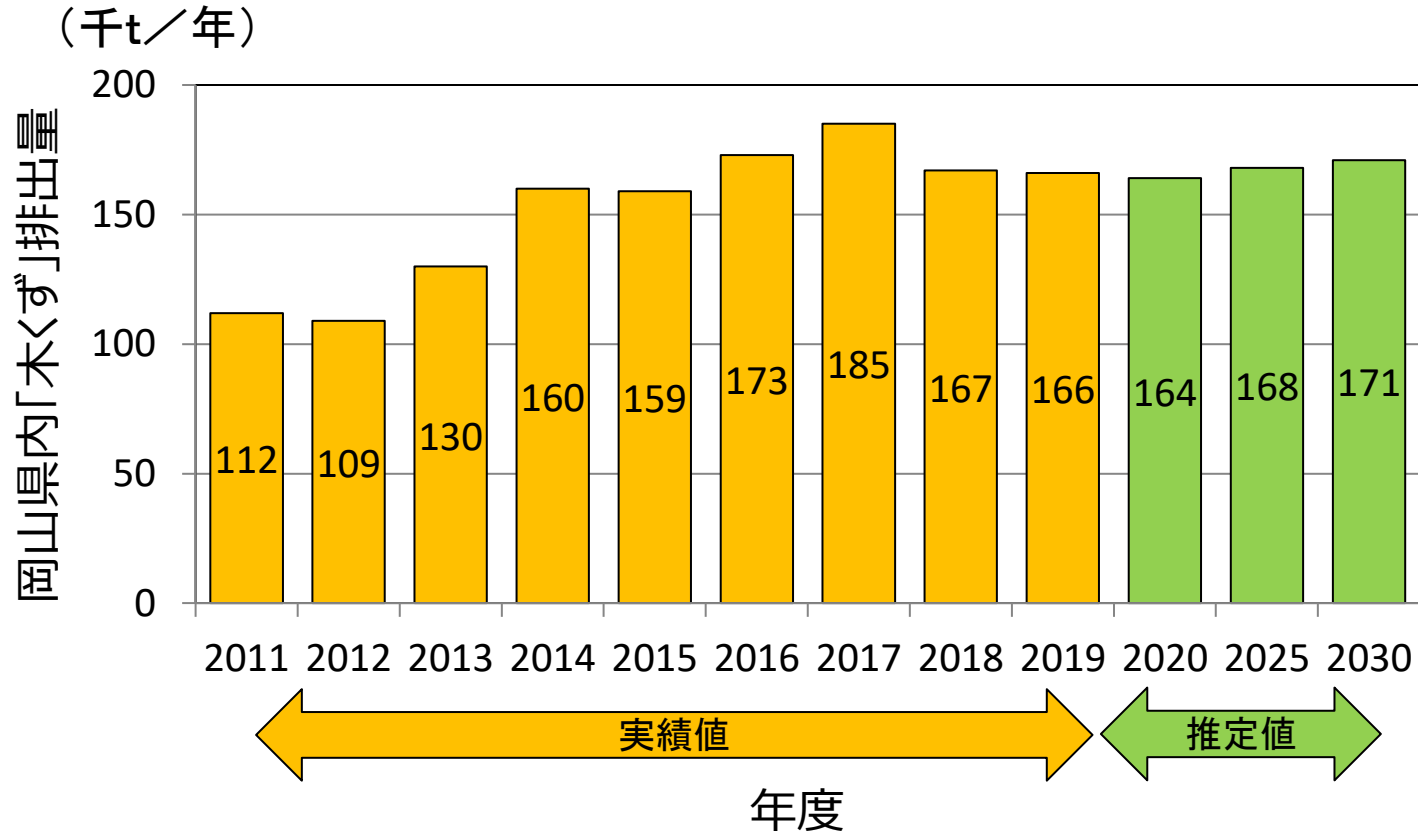


燃烧炉・ボイラ設備

木質系廃棄物破碎・燃烧設備（NEDO事業対象）



## 4. バイオマス原料調達 ①岡山県内状況

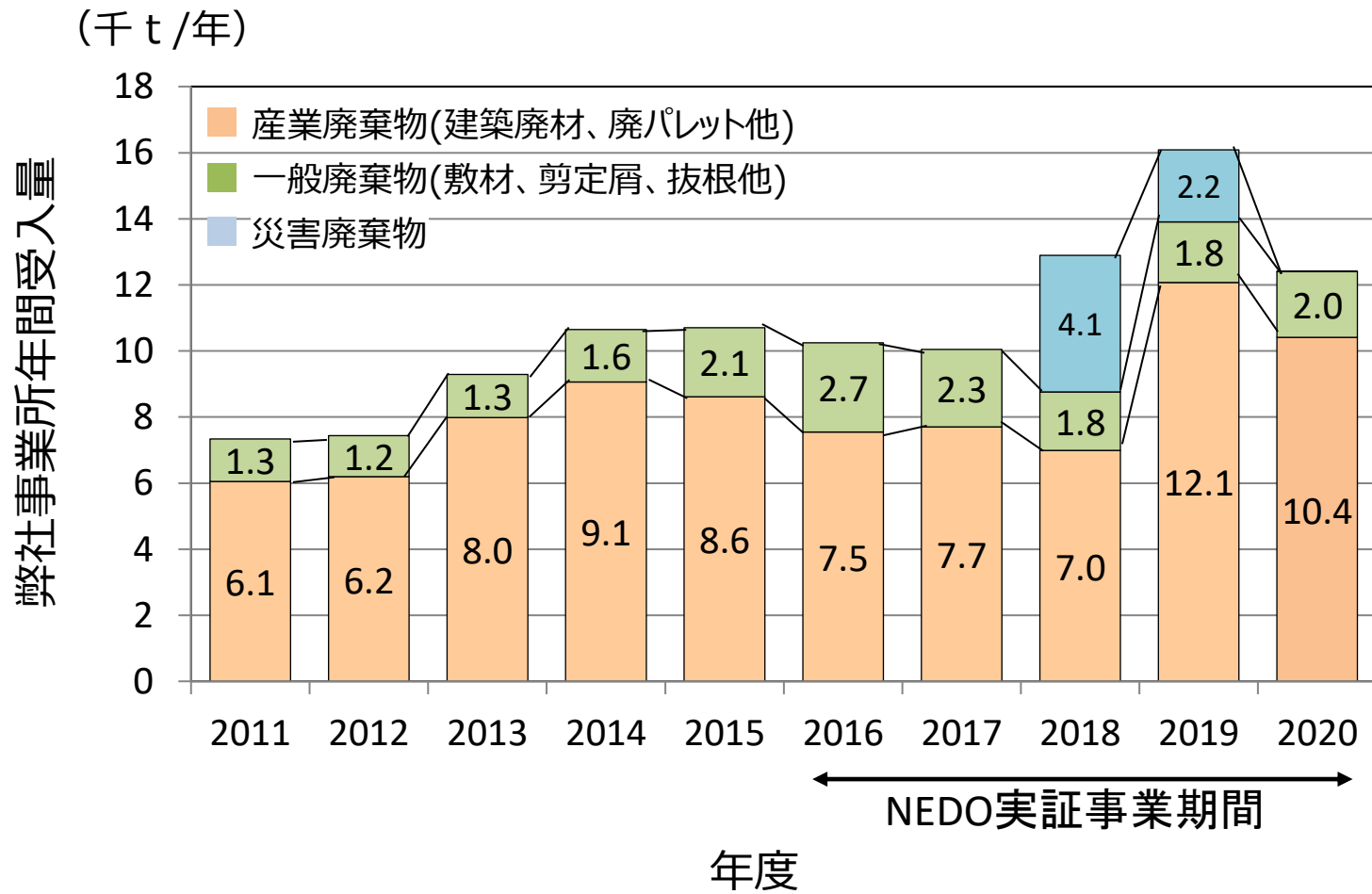


岡山県の廃木材(木くず)排出量推移 (2010-2018)

〔平成27年度岡山県産業廃棄物実態調査報告書 (平成28年2月)  
及び岡山県産業廃棄物実態調査結果 (平成30年度実績) より引用〕

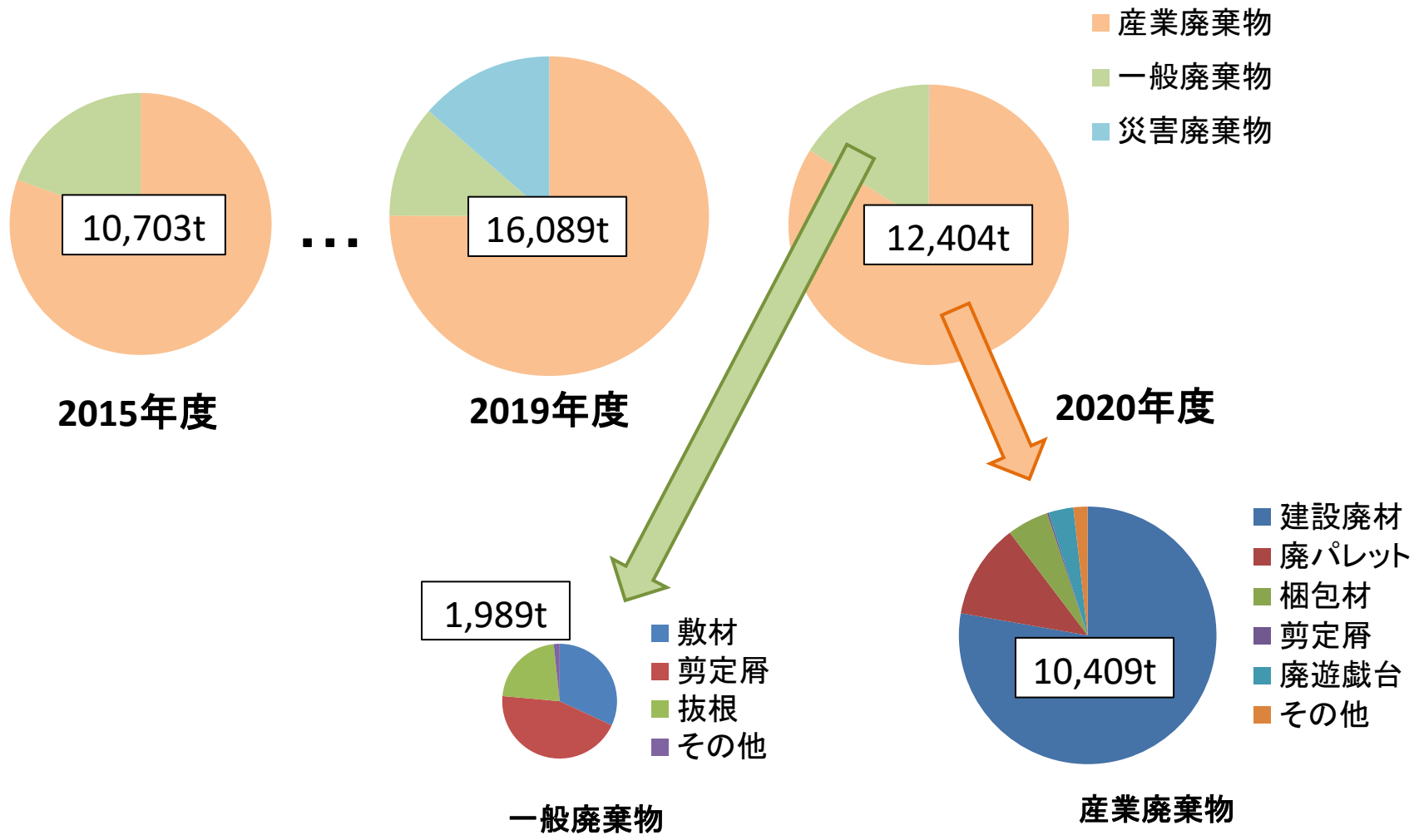
## 4. バイオマス原料調達 ②ESC受入れ状況

### ● 廃木材の調達量結果



ESC倉敷事業所廃木材調達実績推移

# 4. バイオマス原料調達 ③受入れ原料の種別



ESC倉敷事業所受入れ量と種別

## 5. エネルギー変換技術 設備仕様

### 設備概略仕様

破 碎 設 備		形式	低速2軸破碎
		破碎能力	22 t/h（実績値）
		分級	回転ディスク型分級機（粗・中・細）
燃 焼 設 備	燃 焼 炉	形式	ストーカ式 1 次燃焼室 + 煙道式二次燃焼室
		燃焼能力	0.8 t/h（常用）
	ボ イ ラ	形 式	横煙管式廃熱ボイラ
		蒸気圧力	常用 1.7 MPaG(最高使用 1.96 MPaG)
		蒸 気 量	5 t/h（定格：設計値）

# 5. エネルギー変換技術 実証運転 ①操業実績

実証期間	稼動回数	稼動日数	燃料投入量		蒸気発生量(ボイラ給水*)		
					量	流量	I値 <sup>1</sup> 原単位
					t	t/h	t/t
性能試験	1	2.6	32	14.7	126	2.42	3.96
2018年下期	5	31.0	338	11.5	1,579	2.23	4.67
2019年上期	10	35.1	342	10.8	1,502	1.98	4.39
2019年下期	7	27.5	221	9.2	715	1.24	3.23
2020年上期	4	14.7	91	7.7	252	0.89	2.78
2020年下期	6	18.5	119	8.5	386	1.15	3.23
合計	33	129.4	1,144	10.1	4,561	1.68	3.99

\* ボイラ給水量を蒸気発生量と見做す。

5. エネルギー変換技術 実証運転 ②操業状況 熱収支計算例

日時			2018/9/5		2021/1/22		
プロセスデータ	項目		単位	計測値	計測値		
	燃料		－	廃パレット	木質建廃		
	燃料低位発熱量		MJ/kg-wet	13.87	14.36		
	燃料投入量		t/h	0.665	0.497		
	1次燃焼室出口温度		℃	1,150	1,198		
	煙突入口排ガスO <sub>2</sub> 濃度		%	11.2	13.8		
	蒸気発生流量		t/h	2.66	1.77		
	蒸気圧力		MPa(G)	0.83	0.88		
	エネルギー原単位		t-蒸気/t-燃料	4.00	3.57		
熱収支	項目		単位	計算値	比率(%)	計算値	比率(%)
	入熱	燃料燃焼熱	MJ/h	9,226	95.2	7,141	95.5
		燃料顕熱	MJ/h	22	0.2	24	0.3
		燃焼空気顕熱(含侵入空気)	MJ/h	135	1.4	241	3.2
		給水顕熱	MJ/h	306	3.2	68	0.9
		合計	MJ/h	9,689	100.0	7,475	100.0
	出熱	発生蒸気エンタルピー	MJ/h	7,385	76.4	4,909	65.7
		コナバ付出口排ガス顕熱	MJ/h	909	9.4	1,152	15.4
		放熱損失他	MJ/h	1,395	14.4	1,414	18.9
		合計	MJ/h	9,689	100.0	7,475	100.0
	蒸気回収熱効率		%	76.7		67.8	

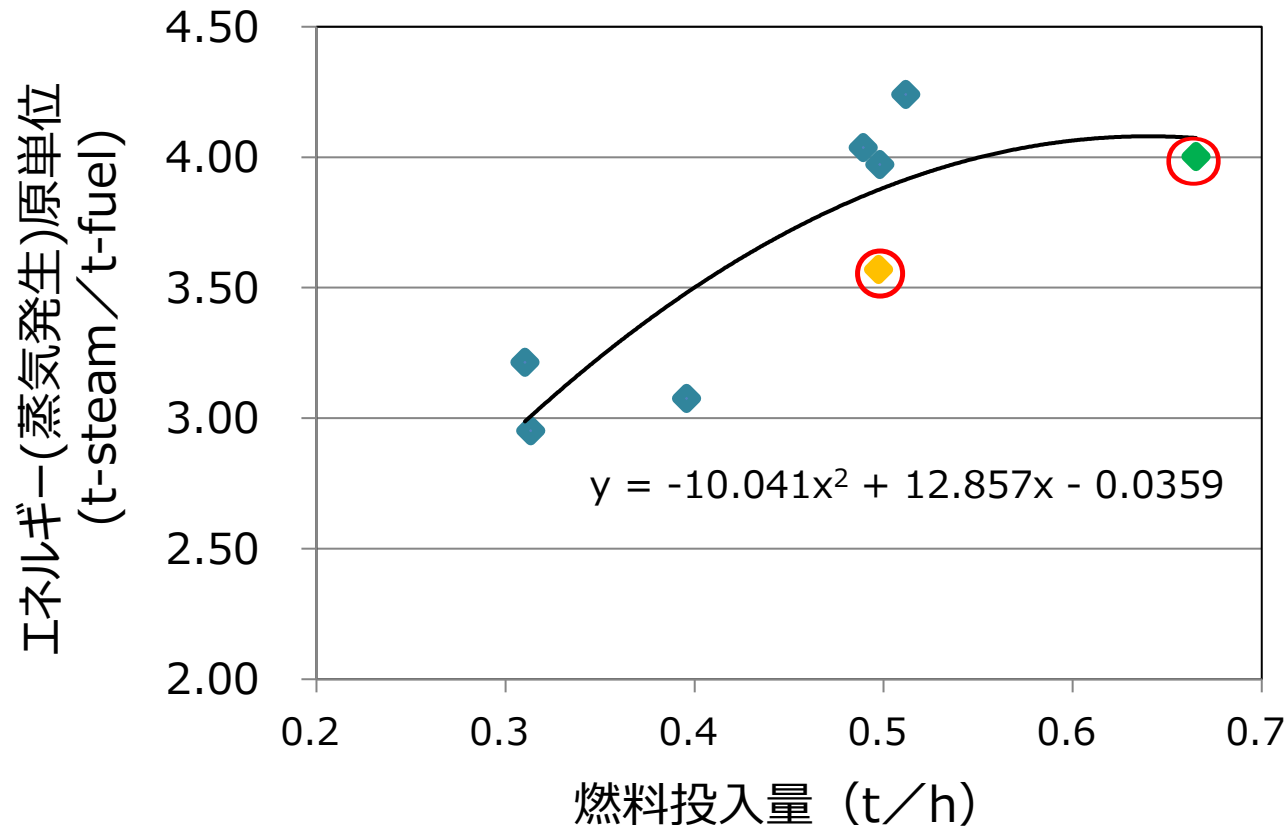
# 5. エネルギー変換技術 実証運転 ②操業状況 熱収支計算例

★一定条件で安定運転した操業中の連続する4時間の時間平均

日時			2018/09/25	2019/03/06	2019/09/12	2019/10/24	2020/02/18	2020/07/15	2020/10/01	2021/01/22	平均									
			13:00～17:00	12:30～16:30	12:30～16:30	9:50～13:50	8:00～12:00	13:00～17:00	11:00～15:00	23:30～27:30										
プロセスデータ	燃料	—	廃パレット	廃パレット	木質建廃	廃パレット	廃パレット	木質建廃	木質建廃	木質建廃	—									
	燃料低位発熱量	MJ/kg	13.87	14.95	14.86	15.70	15.24	13.82	13.86	14.36	14.58									
	燃料投入量	t/h	0.665	0.498	0.512	0.489	0.396	0.350	0.276	0.497	0.460									
	1次燃焼室中央温度	℃	1281	1,217	1,296	1,255	1,246	1,144	1,154	1,163	1,216									
	1次燃焼室出口温度	℃	1,150	1,073	1,132	1,125	1,022	1,008	1,012	1,198	1,090									
	煙突入口排ガスO <sub>2</sub> 濃度	%	11.2	15.1	13.4	13.0	14.0	13.9	13.7	13.8	13.5									
	煙突入口排ガス空気比	—	2.14	3.56	2.76	2.64	3.02	2.93	2.88	2.92	2.86									
	蒸気発生流量	t/h	2.66	1.98	2.17	1.97	1.22	1.05	0.73	1.77	1.70									
	蒸気圧力	MPa(G)	0.83	0.68	0.69	0.69	0.78	0.76	1.42	0.88	0.84									
	エネルギー原単位	t/t	4.00	3.97	4.24	4.04	3.08	3.20	2.63	3.57	3.59									
熱収支			MJ/h	%	MJ/h	%	MJ/h	%	MJ/h	%	MJ/h	%	MJ/h	%						
入熱	燃料燃焼熱		9,226	95.2	7,444	94.1	7,606	93.5	7,680	94.9	6,032	95.9	4,836	94.6	3,820	95.6	7,141	95.5	6,723	94.8
	燃料顕熱		22	0.2	25	0.3	25	0.3	24	0.3	19	0.3	17	0.3	14	0.3	24	0.3	21	0.3
	燃焼空気顕熱(含侵入空気)		135	1.4	328	4.1	251	3.1	239	2.9	196	3.1	147	2.9	93	2.3	241	3.2	204	2.9
	給水顕熱		306	3.2	117	1.5	255	3.1	151	1.9	44	0.7	115	2.2	73	1.8	68	0.9	141	2.0
	合計		9,689	100.0	7,913	100.0	8,137	100.0	8,094	100.0	6,291	100.0	5,115	100.0	4,000	100.0	7,475	100.0	7,089	100.0
出熱	発生蒸気エンタルピ		7,385	76.2	5,157	65.2	6,005	73.8	5,522	68.2	3,811	60.6	3,117	60.9	2,023	50.6	4,909	65.7	4,741	66.8
	エコノマイザ出口排ガス顕熱		909	9.4	1,572	19.9	1,064	13.1	1,125	13.9	1,099	17.5	614	12.0	551	13.8	1,152	15.4	1,011	14.3
	放熱損失他		1,395	14.4	1,184	15.0	1,068	13.1	1,446	17.9	1,380	21.9	1,384	27.1	1,426	35.6	1,414	18.9	1,337	18.9
	合計		9,689	100.0	7,913	100.0	8,137	100.0	8,094	100.0	6,291	100.0	5,115	100.0	4,000	100.0	7,475	100.0	7,155	100.0
蒸気回収熱効率※			%	76.7	67.7	75.6	69.9	62.5	62.1	51.0	67.8	66.7								



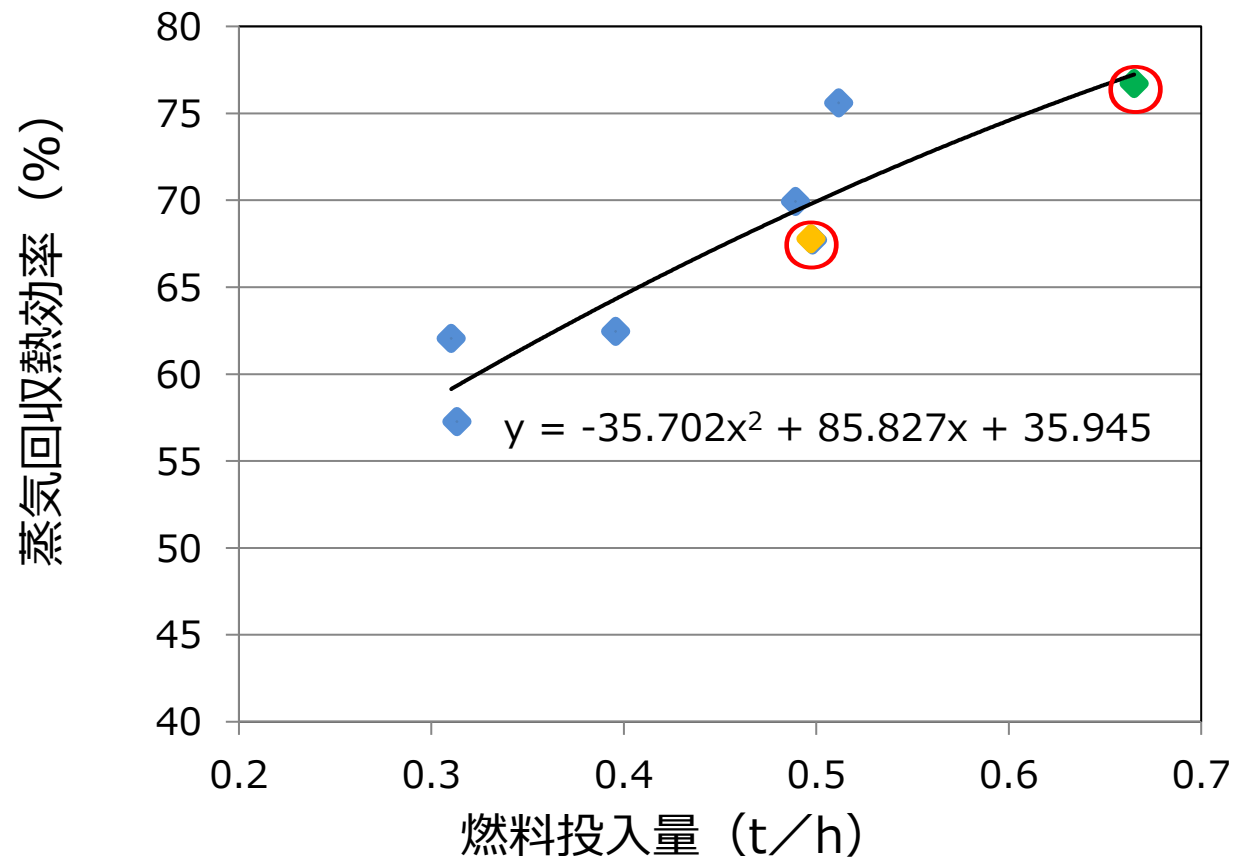
# 5. エネルギー変換技術 実証運転 ②操業状況 熱収支



燃料投入量とエネルギー原単位  
(○印のデータはP.15の例示)

- 燃焼量の増加に対するエネルギー原単位の増加には上限あり

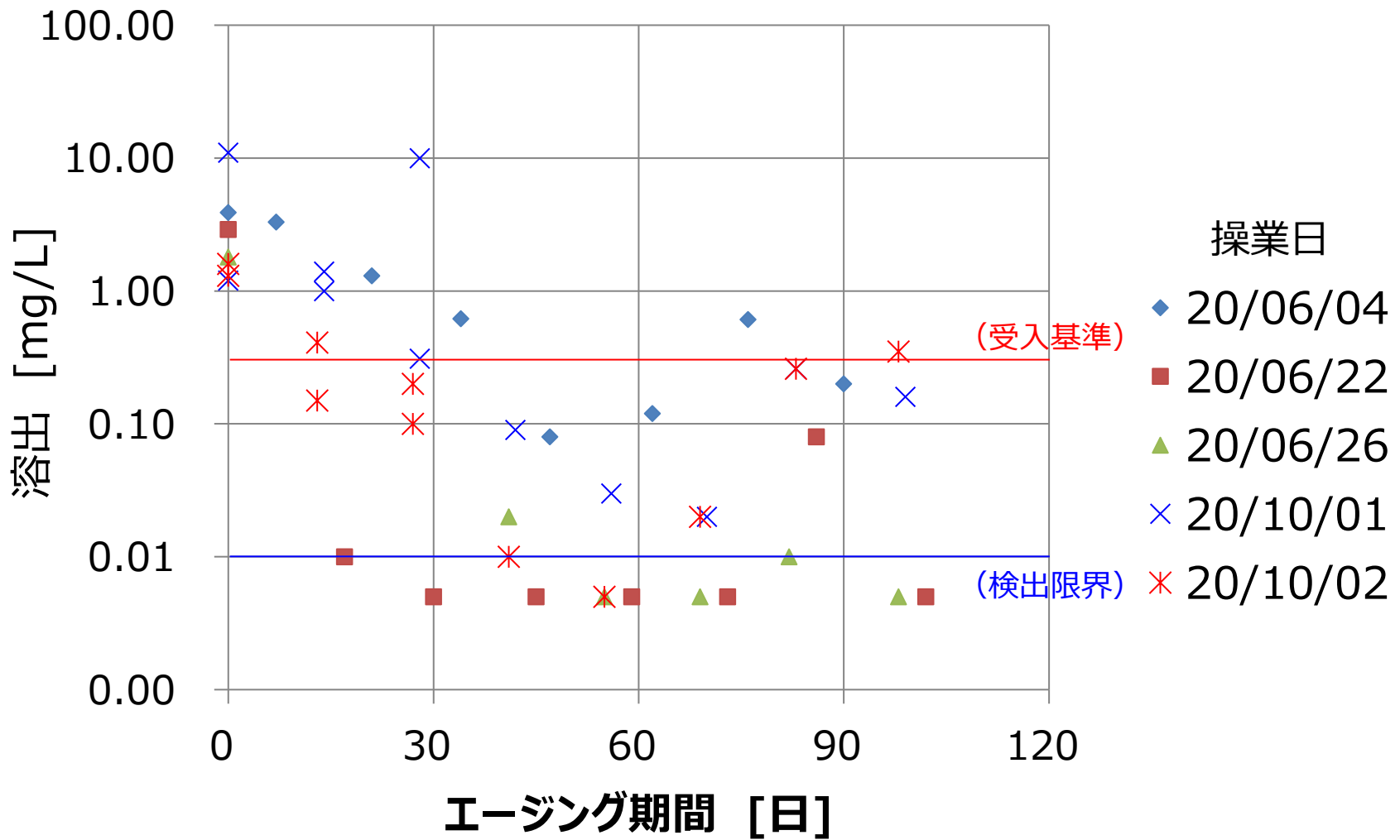
## 5. エネルギー変換技術 実証運転 ②操業状況 熱収支



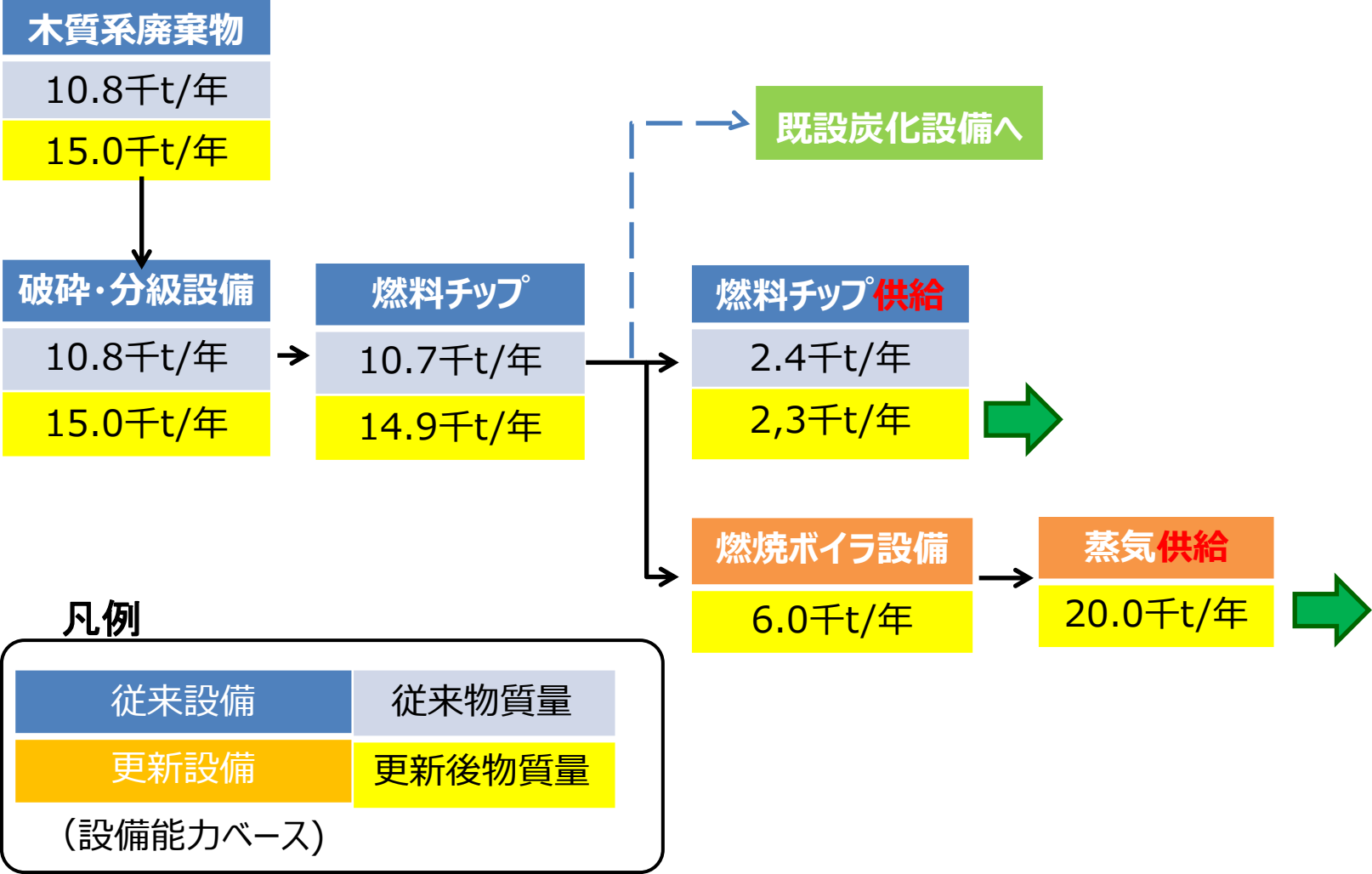
燃料投入量と蒸気回収熱効率(ボイラ効率)  
(○印のデータはP.15の例示)

- 燃焼量の増加に対してボイラ効率が上昇 → ボイラに余裕

主灰からの鉛溶出対策  
鉛 溶出試験（粉・砂状）



# 6. エネルギー利用の検証



炭化設備と燃焼設備への分割例

# 6. エネルギー利用の検証 原料多様化対応検討

## ●基礎燃焼特性試験

廃パレット・建設廃材は屋外貯留分から採取、分析直前に破砕調整

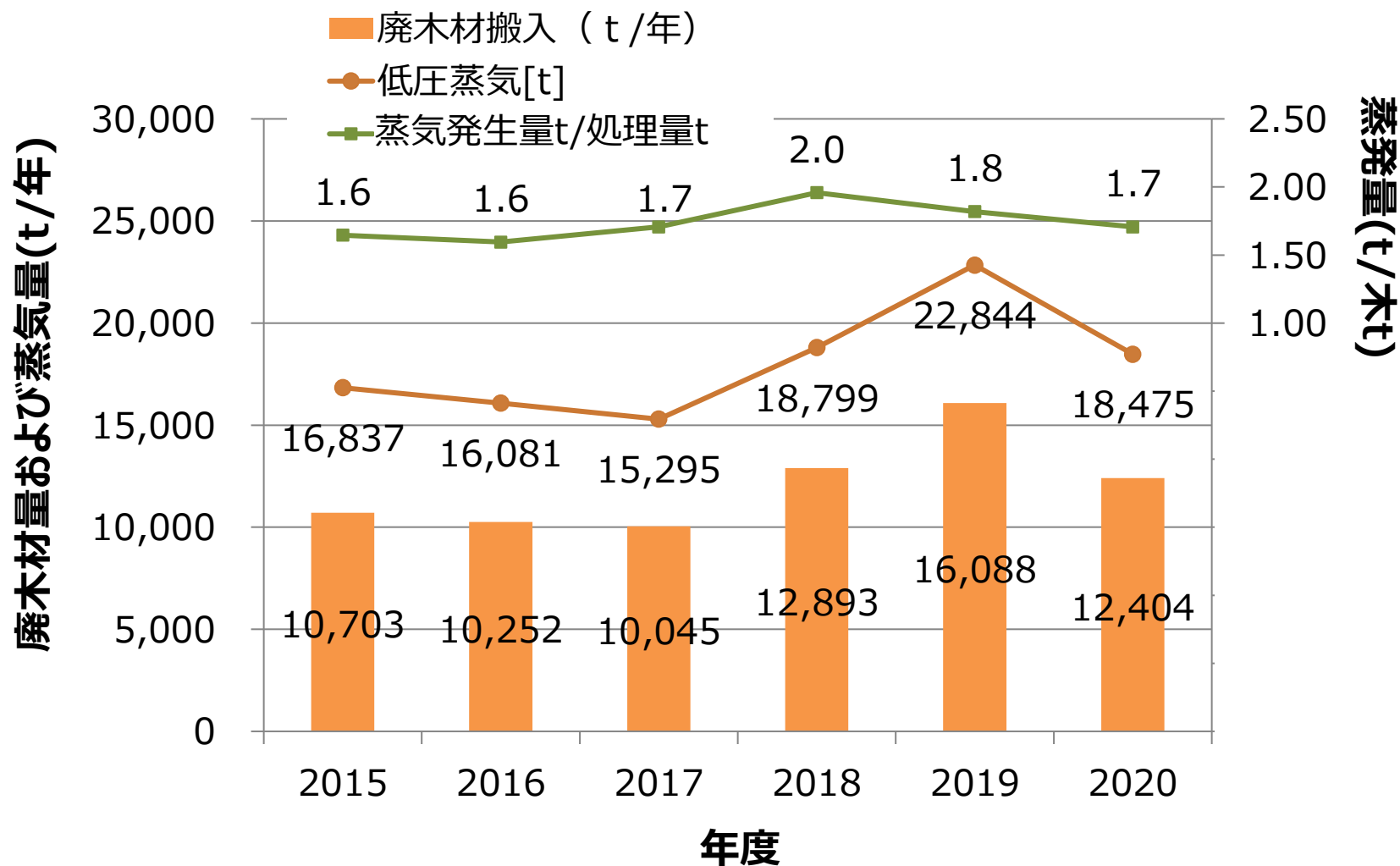
分析項目		単位	廃パレット	建設廃材	廃竹材	バーク材
採取時期			2020/2	2020/2	2020/2	2020/10
工業分析	水分	湿質量%	11.0	13.6	27.4	24.2
	灰分	乾質量%	0.6	2.0	5.1	5.8
	揮発分	乾質量%	82.9	79.7	76.6	69.6
	固定炭素	乾質量%	16.5	18.3	18.3	24.6
元素分析	炭素	乾質量%	50.1	49.5	47.1	47.4
	水素	乾質量%	6.2	6.2	5.9	5.6
	窒素	乾質量%	0.5	0.9	0.5	0.3
	酸素	乾質量%	42.6	41.4	41.2	40.9
	全硫黄	乾質量%	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
	全塩素	乾質量%	<0.1	<0.1	0.2	<0.1
量 発熱	低位発熱量(乾燥)	kJ/kg-dry	17,500	17,760	17,150	17,590
	低位発熱量(有姿)	kJ/kg-wet	15,300	14,990	11,760	12,740
差熱天秤示 熱天秤示 熱試験	燃焼開始温度-1※	℃	311	306	259	260
	燃焼開始温度-2※	℃	444	422	357	348
	最終燃焼減量温度※※	℃	480	490	490	550

※温度-1：揮発分燃焼主体  
温度-2：固定炭素燃焼主体

検討事項  
[ 廃竹材、バーク材：水分が高い→燃焼安定のために要乾燥  
廃竹材：塩素分が高い→排ガスHCl対策  
バーク材：固定炭素が高い→燃焼後段での耐熱対策(※※) 20/23 ]

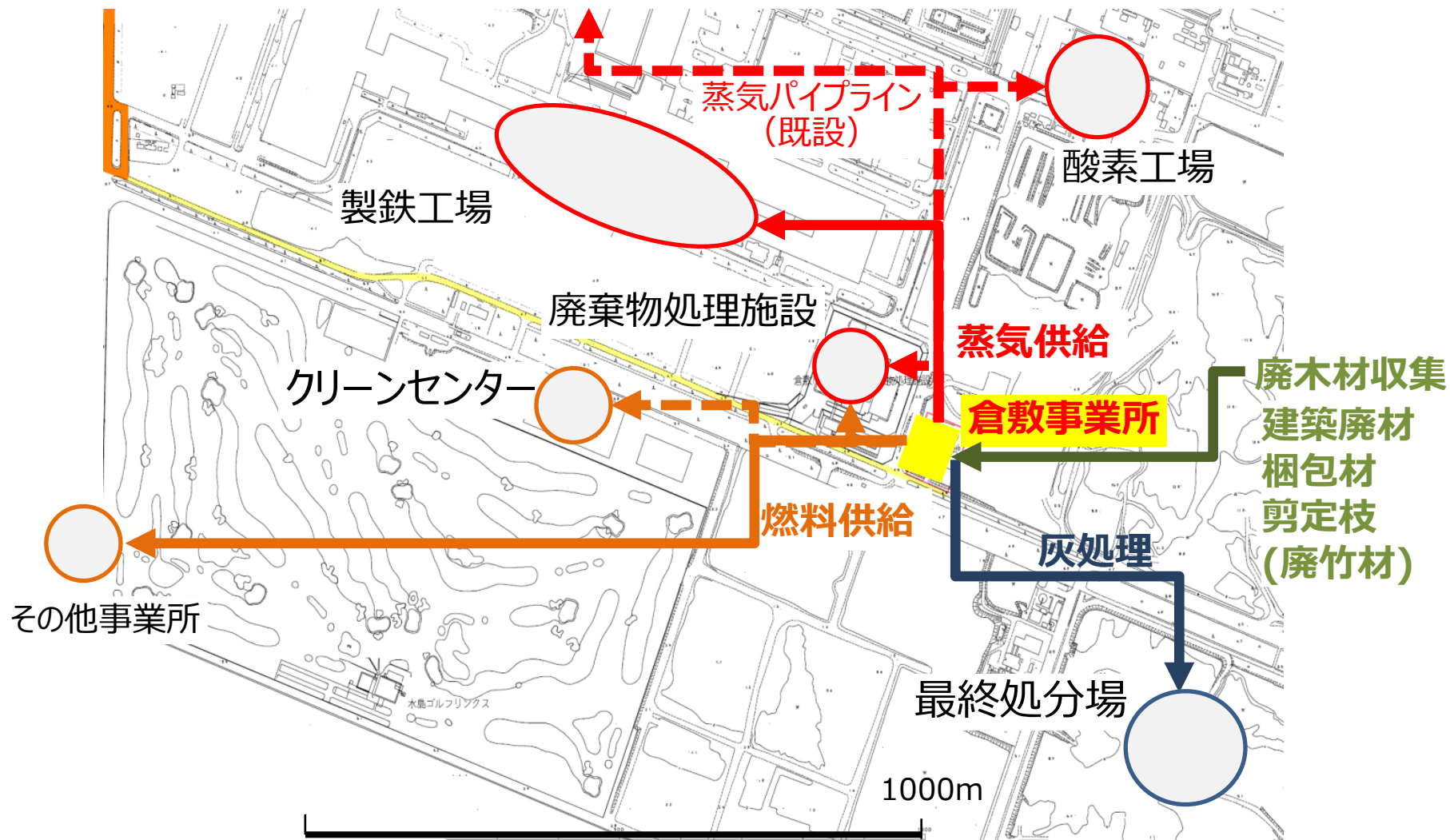
# 7. 全体システム

## ●NEDO事業による生産性および効率向上



# 7. 全体システム

## ● 実証地域における想定される多数の蒸気需要先および処理先



※県・市・地域企業との連携（蒸気供給から廃棄物処理まで）



## 8. 事業状況まとめ

- 【バイオマス原料調達】 当初見込み：増加傾向→最近の実績：増加持続  
→廃木材調達の多様化 ○
- 【エネルギー変換技術】 破砕・分級能力確認→燃料チップ需給環境把握  
→破砕・分級能力向上による地域課題への対応 ○  
- 新規設備性能 -  
- 燃焼域の改善 -  
・火炉負荷適正化(炉内局所的過熱防止)  
→火格子速度の最適化及び燃焼域改善(散気管設置) △  
・原料性状変化への対応  
→各種原料の燃焼データ蓄積(燃焼条件最適化) △
- 【エネルギー利用】 原単位 当初:2.4t-steam/t-fuel→実績:4.0t-steam/t-fuel  
・負荷変動の吸収  
→各種原料の燃料チップへの操業安定性確保 ○  
・燃料多様化対応  
→基礎燃焼特性把握 △
- 【システム全体の検証】 経済性(原油価格の影響)検証と効率的運用確保  
・温暖化ガス削減効果  
→CO<sub>2</sub>削減 1.6万t-CO<sub>2</sub>/年 削減 ○  
廃木材:1.2万t=A重油5.8千kl相当