



# ①改正FIT法による制度改正と、 事業計画立案に際しての留意点

(株)PEO技術士事務所  
代表取締役

笹内謙一

技術士(総合技術監理/衛生工学部門)



## 1. PEO技術士事務所の紹介



株式会社 P E O 技術士事務所  
Peo-Bio Co.,LTD.



## 会社概要

設立： 2017年6月  
社員(非常勤含)： 7名(技術士5名、工学博士2名)  
資本金： 150万円  
代表取締役： 笹内 謙一  
本社： 〒650-0012  
神戸市中央区北長狭通4丁目9-26西北神ビル10階  
JR元町駅北側にあるビルです。

ホームページ：



環境分野での長年の経験を活かして、近年盛んなバイオマスエネルギー分野において、技術士法に定められている公益性の確保と技術の中立性に重点を置き、「公正公明な最新の技術の普及でこの分野の発展に寄与すること」を社是としています。

## 主な技術支援業務の内容(令和2年度)



1. 開発支援(ガス化技術開発等)  
長期 3件、スポット 2件
2. 海外ガス化導入支援  
プロジェクト契約 3件
3. ガス化技術査定業務  
スポットコンサル 4件
4. 補助金公募申請支援  
成功報酬 1件(不採択の場合は無料)
5. NEDOバイオマスマニュアル作成支援(公開中)  
[https://www.nedo.go.jp/library/biomass\\_shishin.html](https://www.nedo.go.jp/library/biomass_shishin.html)
6. バイオマスプラント基本設計等 プロジェクトコンサル  
PFD、P&ID、配置図作成等 2件  
クライアント先は中小企業~大手上場企業まで様々

## 2. バイオマス発電における FITの歴史と現在

### 未利用材 FIT認定 第一号 グリーン発電会津



設備概要	
会社名	株式会社グリーン発電会津
送電出力	約4,800kW
運転日数	340日
稼動時間	24時間
ボイラー	循環流動層
その他	燃料加工設備、乾燥設備、燃料搬送設備、蒸気タービン、発電機 他一式
使用燃料	主として会津管内の山林未利用材(木材チップ) 6万トン/年(含水率40%) 7トン/h
施工	住友重機械工業

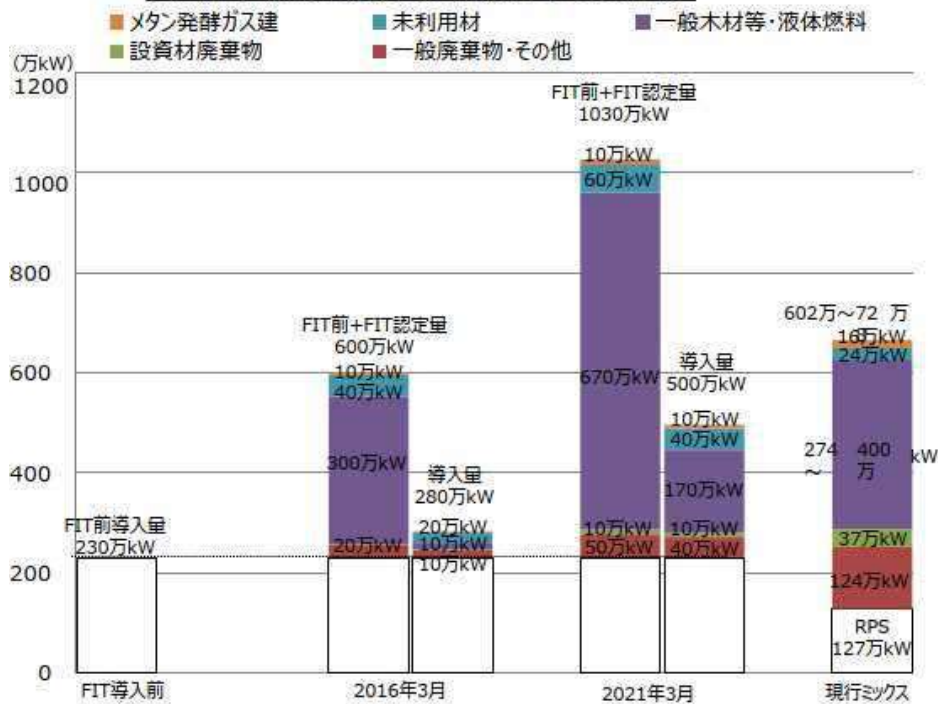
グリーン・サーマル株式会社HPより引用

#### 〈事業のポイント〉

山林未利用材を安定的に調達することで、全量買取制度に則り、高付加価値の山の電気を製造。その結果、山林の整備費用を生み、植林・育林の活性化に繋げ、使用する燃料の量をコントロールすることで恒久的な資源循環を達成。



## <バイオマス発電のFIT認定量・導入量>



※ 改正FIT法による失効分（2021年3月時点で確認できているもの）を反映済。  
 ※ バイオマス比率考慮済。

2021年10月 第67回調達価格等算定委員会配布資料より  
[https://www.meti.go.jp/shingikai/santeii/pdf/069\\_01\\_00.pdf](https://www.meti.go.jp/shingikai/santeii/pdf/069_01_00.pdf)

## 2021年度のFIT買取区分



バイオマス	メタン発酵 ガス化	未利用木材	一般木材	廃棄物 (木質以外)	リサイクル 木材
調達価格	39円	40円(<2MW) 32円(≥2MW)	24円 入札(10MW≥)	17円	13円
一般的な 原料性状	~90% Wet	~50% Wet	~20% Dry	65~85% Wet	~20% Dry



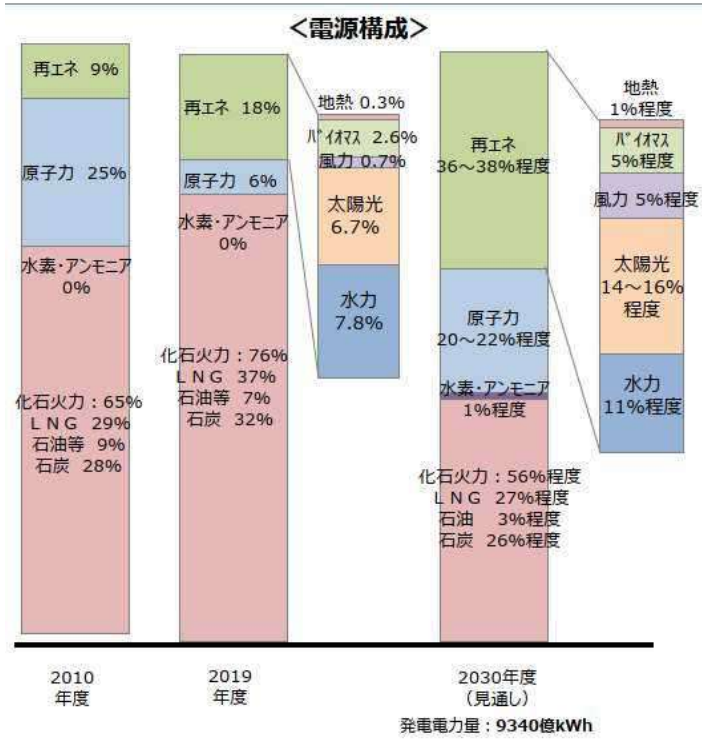
(未利用) 間伐材や主伐材であって、設備認定において未利用であることが確認できたもの  
 2015年度から 2,000kW未満(発電端)の買取価格を追加  
 (改定は2000kW未満の未利用のみ対象であることに注意！)

(一般) 未利用木材及びリサイクル木材以外の木材製材端材や輸入木材)並びにパーム椰子殻(PKS)

(廃棄物) 一般廃棄物、下水汚泥、食品廃棄物、RDF、RPF黒液等の廃棄物由来のバイオマス

(リサイクル) 建設廃材に由来するバイオマス

FIT制度を利用する場合、**原則設備補助金受給は不可**



(kW)	導入水準 (21年3月)	FIT前導入量 + FIT認定量 (21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	6,200万	8,100万	10,350~11,760万	約56%
風力	450万	1,190万	2,360万	約19%
地熱	61万	67万	148万	約41%
中小水力	980万	1,000万	1,040万	約94%
バイオマス	500万	1,030万	800万	約63%

※バイオマスはバイオマス比率考慮後出力。  
 ※改正FIT法による失効分 (2021年3月時点で確認できているもの) を反映済。  
 ※太陽光の「ミックスに対する進捗率」はミックスで示された値の中間値に対する導入量の進捗。

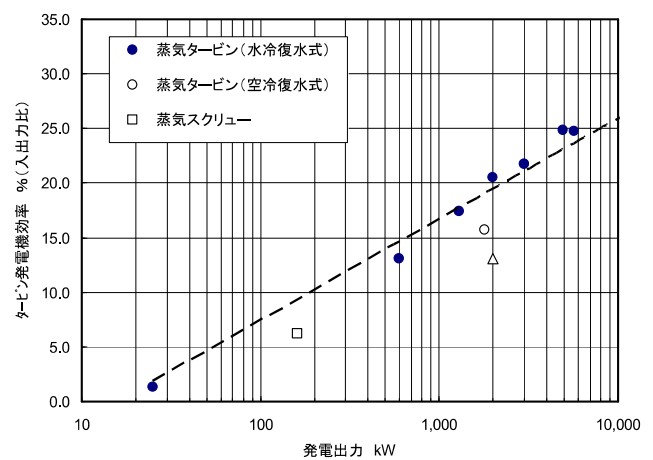
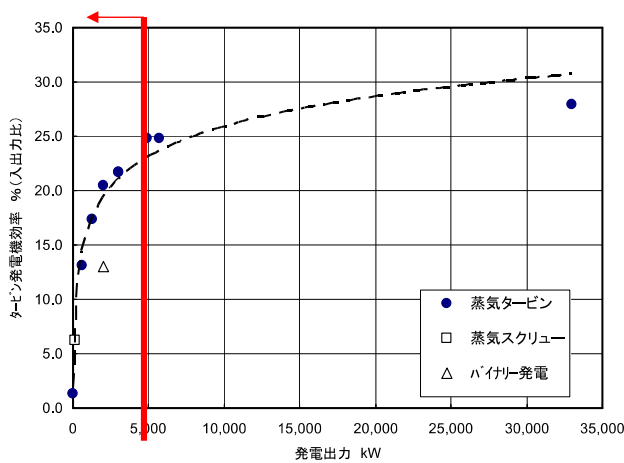
出典) 総合エネルギー統計(2019年度確報値)等を基に資源エネルギー庁作成

[https://www.meti.go.jp/shingikai/santeii/pdf/070\\_01\\_00.pdf](https://www.meti.go.jp/shingikai/santeii/pdf/070_01_00.pdf)

## 発電用蒸気タービンの効率を求める



### 5,000kW未満では蒸気タービンの効率は急激に低下

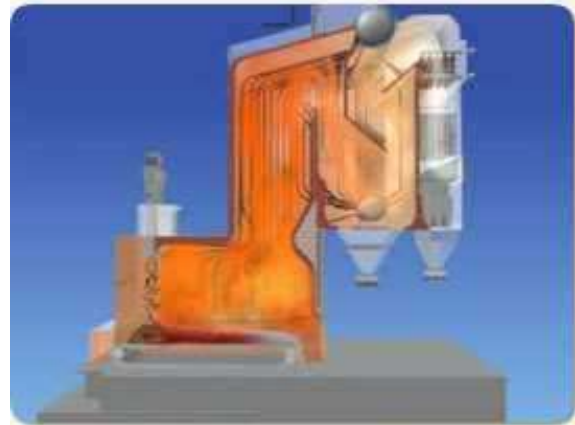


この規模の蒸気タービンの国内メーカーは 新日本造機、シンコーの2社



## 設備概要

会社名	いいつなお山の第2発電所
送電出力	約1,350kW (発電端1,500kW)
運転日数	340日
稼働時間	24時間
ボイラー	トラベリングストーカー式
施工	株式会社よしみね



よしみねホームページより (PRビデオあり)  
<http://www.yoshimine.co.jp/tech/tech04.html>

## 2000kW未満 40円決定根拠



第19回調達価格等算定委員会 配付資料より  
[http://www.meti.go.jp/committee/chotatsu\\_kakaku/pdf/019\\_04\\_00.pdf](http://www.meti.go.jp/committee/chotatsu_kakaku/pdf/019_04_00.pdf)

木質バイオマス (2,000kW未満の未利用木材): 2015年度 (案)  
調達価格 (税抜) 40円/kWh

資本費 62万円/kW

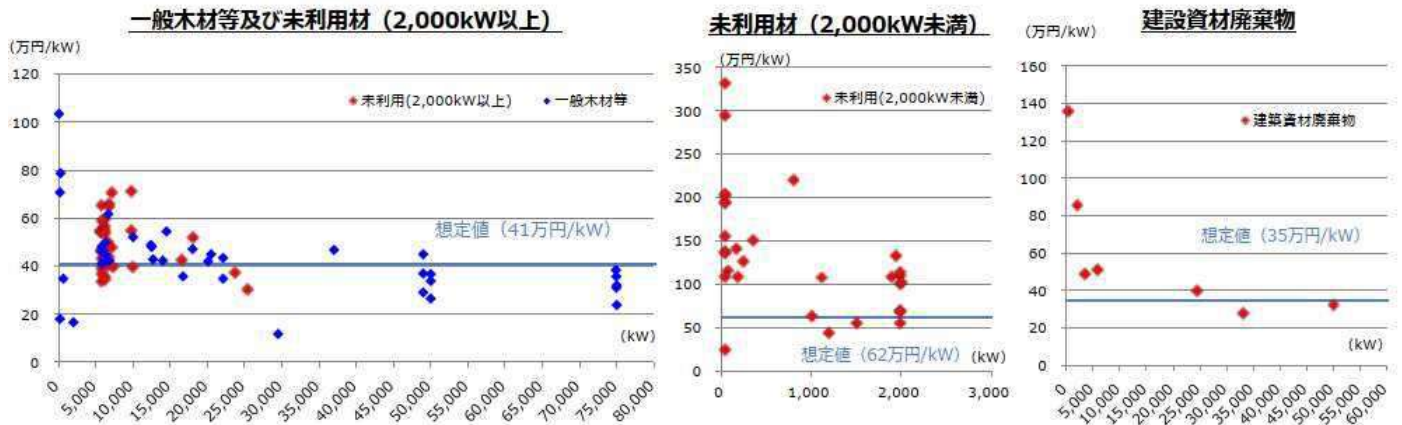
運転維持費 6.4万円/kW/年

燃料費 9,000円/トン ← 5MWの12,000円から輸送費3,000円を引いた

IRR (税引前) 8%  
調達期間 20年



## 【参考 78】 木質等バイオマス発電の出力と資本費の関係



2000kW未満は想定資本費を上回っているものが多く、価格のバラツキも大きい

2021年1月 第67回調達価格等算定委員会配布資料より  
[https://www.meti.go.jp/shingikai/santeii/pdf/20210127\\_1.pdf](https://www.meti.go.jp/shingikai/santeii/pdf/20210127_1.pdf)



## 【参考 80】 木質等バイオマス発電の燃料費

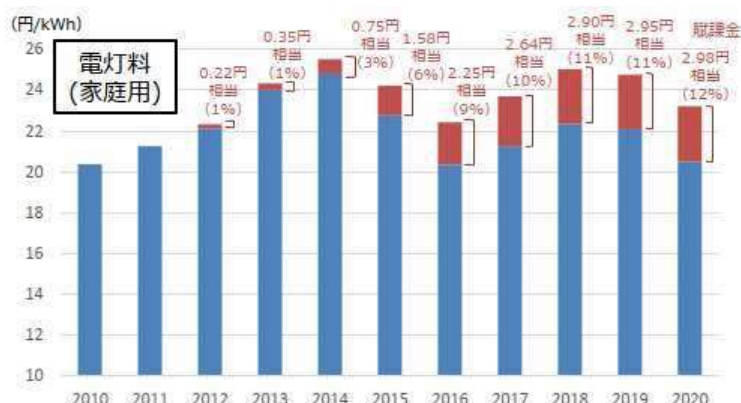
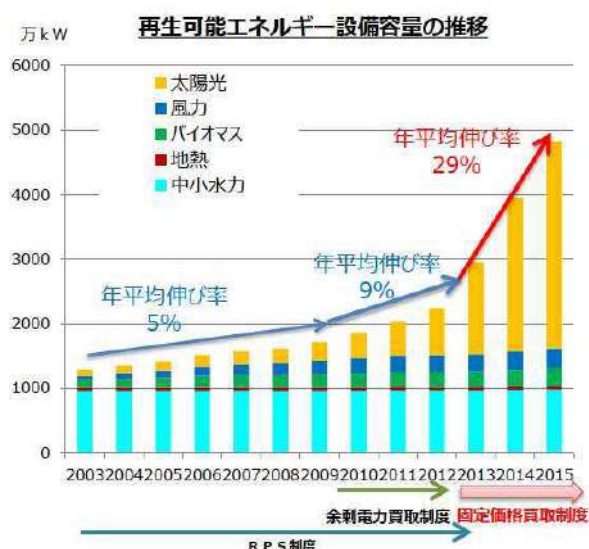
		実績平均値 (熱量ベース)		想定値 (熱量ベース)	(参考) 実績設備利用率
未利用木材	2,000kW未満	984円/GJ (29件)		900円/GJ	52.8%
	2,000kW以上	1,185円/GJ (83件)		1,200円/GJ	76.4%
一般木材等	パレット	830円/GJ (151件) ※パレット、チップ、PKS以外も含む	1,240円/GJ (27件)	750円/GJ	60.1%
	チップ		722円/GJ (85件)		56.9%
	PKS		867円/GJ (32件)		61.9%
建設資材廃棄物		322円/GJ (54件)		200円/GJ	48.7%

GJ当たりで記載されているが、45%含水率の100kg当たりになる  
 すなわちトン当たりでは10倍すれば良い

2021年1月 第67回調達価格等算定委員会配布資料より  
[https://www.meti.go.jp/shingikai/santeii/pdf/20210127\\_1.pdf](https://www.meti.go.jp/shingikai/santeii/pdf/20210127_1.pdf)

### 3. 2022～23年度のFIT見直しについて

## 進む再エネ導入と賦課金の増大



出典：資源エネルギー庁ホームページ

固定価格買取制度(FIT)が2012年にスタートしてから再エネ導入量は2.5倍に増加 それに伴い消費者が支払う賦課金も増大し、国民負担は2.1兆円に達し、30年度には4兆円程度になることが見込まれている。





2012年度	2013年度	2014年度	2015年度	2016年度	2017年度	2018年度	2019年度	2020年度	2021年度	2022年度	2023年度	
24円(バイオマス液体燃料)					24円 (20,000kW以上)	21円 (20,000kW以上)	入札制 20.6円	入札制 19.6円	入札制 19.6円	入札制 (事前非公表)	入札制 ※11 液体燃料は50kW以上 入札上限は未定	
24円(一般木材等)					24円 (20,000kW未満)	21円 (20,000kW以上)	入札制 20.6円 (10,000kW以上)	24円 (10,000kW未満)	※8 FITの新規認定には、2022年度から地域活用要件を設定する。			
32円(未利用材)					32円 (2,000kW以上)		40円 (2,000kW未満)	※8 FITの新規認定には、2022年度から地域活用要件を設定する。				
その他 (13円(建設資材廃棄物)、17円(一般廃棄物その他バイオマス)、39円(メタン発酵バイオガス発電 ※5))					39円		※8 FITの新規認定には、2022年度から地域活用要件を設定する。					

中長期的な自立化を目指す

**小規模水力・小規模地熱・バイオマス**  
(立地制約：大)

⇒ **一定規模未満** (注3) は、  
**2022年4月から自家消費型・地域消費型、地域一体型にFIT適用** (詳細は次ページ参照)  
(レジリエンス強化・エネルギー地産地消を促進)

<地域一体型要件> = ①～③のいずれか

- ① 自治体の防災計画等に、再生エネルギー設備による災害時を含む電気又は熱の自治体への供給が位置付けられているもの
- ② 自治体が自ら事業を実施又は直接出資するもの
- ③ 自治体が自ら事業を実施又は直接出資する小売電気事業者等に、再生エネルギー設備による電気を特定卸供給するもの

自治体

⇒

  
**バイオマス  
発電設備**

→

通常時

- ・地域新電力へ売電
- ・工場内で自家消費
- ・施設施設で熱利用

災害時

- ・避難所等
- ・携帯電話充電や熱利用(シャワー設備)

防災計画等へ位置付け

出典：資源エネルギー庁ホームページ



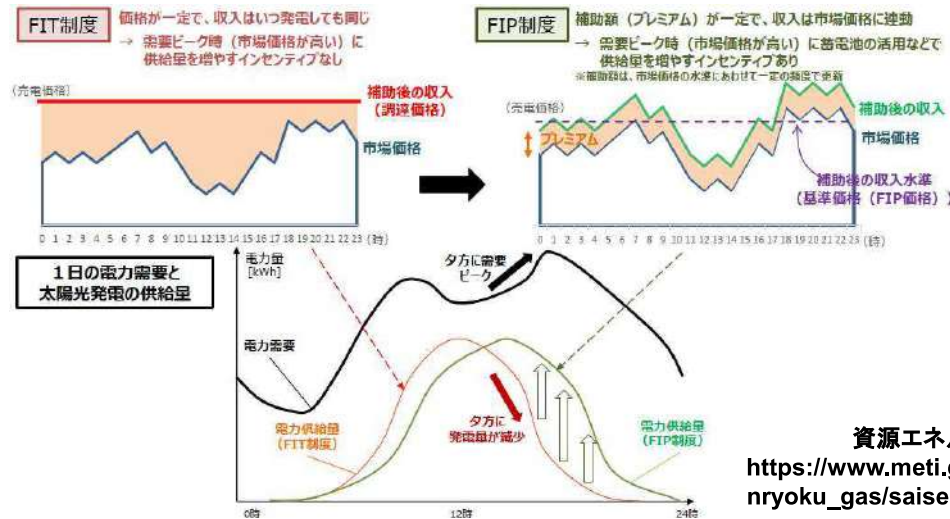
## 4. FITからFIPへ 2023年度制度改革の要点



【参考 92】2022 年度におけるバイオマス発電のFIP/FIT 制度の対象



2023年度からは2,000もしくは1,000kW未満のみ



## FITの地域活用案件とは



需要地に近接した電源（小規模地熱発電・小水力発電・バイオマス発電等）は、「地域活用電源」として、災害時のレジリエンス強化にも資するよう、需給一体型モデルの中で活用する

「地域一体型の地域活用要件」とは災害時に電気・熱が地域において活用できるもの、地域マイクログリッド、地方自治体が主体的に取り組む案件を言う。

以下の①～②の要件のいずれかを満たすことが必要となります。(新設・リプレースを問わない)

① 自家消費型・地域消費型の地域活用要件 (以下のいずれか)

- ▶ 当該事業計画に係る再生可能エネルギー発電設備により発電される電力量の少なくとも3割を自家消費<sup>※</sup>するもの。  
すなわち、7割未満を特定契約の相手方である電気事業者に供給するもの。
- ▶ 当該事業計画に係る再生可能エネルギー発電設備による電気を再生可能エネルギー電気特定卸供給により供給し、かつ、その契約の相手方にあたる小売電気事業者または登録特定送配電事業者が、小売供給する電力量の5割以上を当該発電設備が所在する都道府県内へ供給<sup>※</sup>するもの。
- ▶ 当該事業計画に係る再生可能エネルギー発電設備により産出された熱を、原則として常時利用する構造を有し、かつ、当該発電設備により発電される電力量の少なくとも1割を自家消費<sup>※</sup>、すなわち、9割未満を特定契約の相手方である電気事業者に供給するもの。

熱電併給案件

② 地域一体型の地域活用要件 (以下のいずれか)

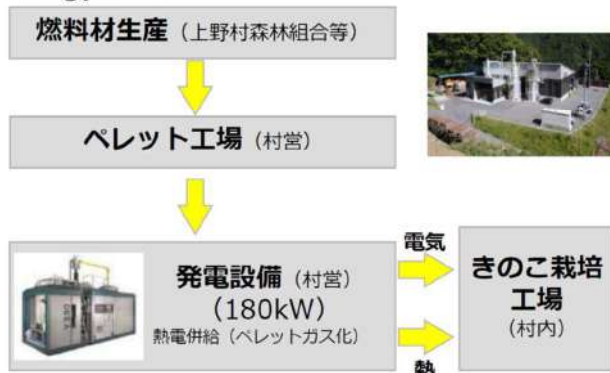
- ▶ 当該事業計画に係る再生可能エネルギー発電設備が所在する地方公共団体の名義(第三者との共同名義含む)の取り決め<sup>\*\*\*</sup>において、当該発電設備による災害時を含む電気又は熱の当該地方公共団体内への供給が、位置付けられているもの。
- ▶ 地方公共団体が自ら事業を実施または直接出資する小売電気事業者または登録特定送配電事業者に、当該事業計画に係る再生可能エネルギー発電設備による電気を再生可能エネルギー電気特定卸供給により供給するもの。

## 地域活用案件に近い事例

- バイオマス発電については、
  - ▶ 地域において産出される木材を活用して発電を行いつつ、
  - ▶ 発電された電気と併せて、発電時に生み出される熱を地域で有効活用(熱電併給)することで地域活用を図っている事例が見られる。
- なお、バイオマス発電は、発電だけではエネルギー利用効率が低いため、熱電併給の活用により効率的なエネルギー利用を図ることは、エネルギーの有効利用の観点からも重要である。

<地域木材による熱電併給の事例①>

- ✓ 群馬県上野村は、ペレット工場や発電設備を新設。
- ✓ 発電設備は熱電併給システムとなっており、生産された電気と熱はいずれも村内のきのこ栽培施設で活用される。



<地域木材による熱電併給の事例②>

- ✓ 岐阜県高山市は、ペレット工場や発電設備を新設。
- ✓ 発電設備は熱電併給システムとなっており、生産された電気は中部電力に売電され、熱は市営の温浴施設「しびきの湯」で活用される。



2019年9月 第46回調達価格等算定委員会配布資料より

## 5. ガス化炉の事故と法規制の強化

### 最近のガス化の事故 19年2月6日



#### 上山の工場で爆発 民家に金属片直撃、 女性けが



爆発があった上山市の山形バイオマスエネルギー＝6日午後5時20分ごろ、上山市金谷

**ガス化発電に対する火技解釈が強化され2月より施行**



## 1. 背景

従来の火技解釈の「第8章 ガス化炉設備」に、「第8章の2 バイオマス発電設備」が新設され、“第102条の2”として以下の規程が追加実施された。（令和3年1月公布・施行）。そこで、バイオマス設備計画における仕様決定および供用開始後に影響を受ける要素がないか確認した。

（今回の追加規程は、“ガス工作物技術基準の解釈例（平成26年3月19日制定、平成31年1月23日改正）を準用するものである。）

## 2. 確認結果（PEO所見）

- ①典型的な小型木質バイオマス発電設備の場合には、バイオガス製造設備等に見られるようなガスホルダーやガス導管に相当する部分がほぼ無いので、容器や導管に関わる技術基準の適用は問題とならない。
- ②しかしながら運用面でオペレーターの省人化が進み、また保安技術スキルが期待出来ない状況下では、特に安全対策（防火対策、ガス滞留防止（建屋設計含む）、重故障時の緊急停止装置や遠隔警報システム）に触れている各規程には留意したい。もっとも、これまでに設計仕様上で配慮してきたことで網羅されているはずであるが、今一度認識しておきたい。
- ③また輸入品の場合、メーカースタンダード（例えば電気品（スイッチ、照明器具類）の防爆仕様）が国内安全基準と比較されて、従来より厳格に審査されることも予想しておくべきと考える。

# ガス化に適用されるであろう火技省令の要点



法令	適用	対象設備	技術規程、指導	備考
発電用火力設備の技術基準の解釈(火技解釈) R1	第8章の2(新設)	バイオマス発電設備		(引用)
	第102条の2(新設)に以下*を付記			「発電用火力設備の技術基準の解釈」の一部改正について
	・第5条第1項第一号	防火設備	低圧ガスを通ずる電気工作物は設置区画周囲に75m以下ごとに水消火栓を設けること。	令和2年12月⇒令和3年1月公布・施行予定
	・第6条	ガスの滞留防止	ガスが滞留しない建屋仕様(2方向以上の開口部設置、機械換気、埋設貯槽周辺の砂詰め)	経済産業省 産業保安グループ 電力安全課
	・第7条	電気設備の防爆構造	危険箇所分類に応じた、防爆構造の電気機器と配線方法の選定と設置	<a href="https://public-comment-e-gov.go.jp/servlet/PcmFileDownload?seqNo=0000211341">https://public-comment-e-gov.go.jp/servlet/PcmFileDownload?seqNo=0000211341</a>
	・第8条	火気設備との距離	・電気工作物の外面より火気取り扱い設備まで8m以上の離隔距離を取る。 ・火気取り扱い設備の付近にガス検知警報装置を設置し、	<a href="https://public-comment-e-gov.go.jp/servlet/PcmFileDownload?seqNo=0000211342">https://public-comment-e-gov.go.jp/servlet/PcmFileDownload?seqNo=0000211342</a> *ガス工作物技術基準の解釈例を準用して付記
			ガス漏えい時に対し連動装置により消火措置を講じた場合は、0m以上の離隔距離を取る。 ・従業者が常駐で常時監視で速やかにガス製造停止可の場合は、0m以上の離隔距離を取る。	”ガス工作物”を”電気工作物”に読み替え
	・第11条	フレアースタッフ	フレアースタッフに爆発防止措置を講ずる。	
	・第74条	警報装置	ガス化炉内に空気送入して原料を燃焼させるものでは、炉内圧力急激低下を警報対象とする。	
	・第79条	低圧ガス発生設備等の圧力上昇防止装置	爆発戸、破裂板、水封器、スタック又は安全弁を防止措置という。	
	・第81条	緊急停止装置	・「迅速かつ安全にガス発生を停止できるもの」とは、自動又は手動で迅速かつ確実に 操作できるものをいう	
	・第84条	ガスの逆流防止	・ガス発生設備以外の最高使用圧力が低圧のガス発生設備で、ガスの逆流 により当該設備内で爆発の恐れのあるものには、水封器、逆止弁または 圧力若しくは温度を検出して自動遮断する装置等のガス逆流防止装置を設けること。	

**解釈の適用に当たっては装置毎に差違があるため、専門家の診断を仰ぐこと**





## ③小型木質バイオマス発電システムの 現状と課題

PEO技術士事務所  
代表取締役

笹内謙一

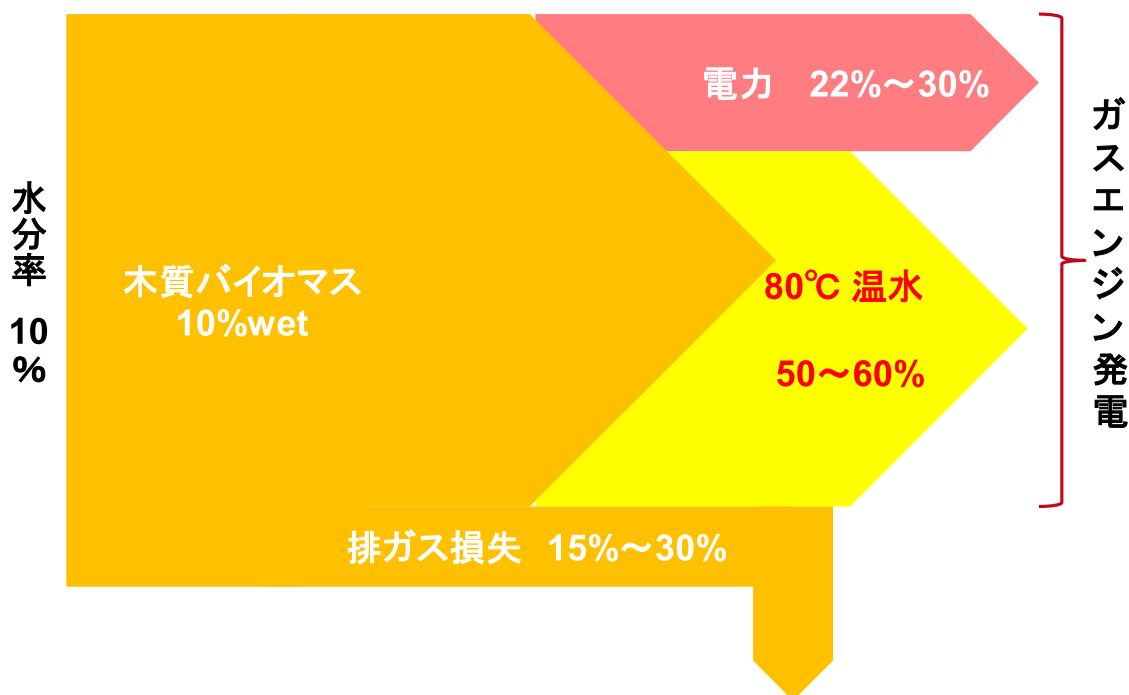
技術士(総合技術監理/衛生工学部門)



## 1. ガス化大国日本の最新状況



蒸気タービン発電と遜色のない発電効率で40kW～2000kWまで  
さらに温水が得られて、総合効率が非常に高い



ただし、日本のバイオマスでちゃんと動いたら……

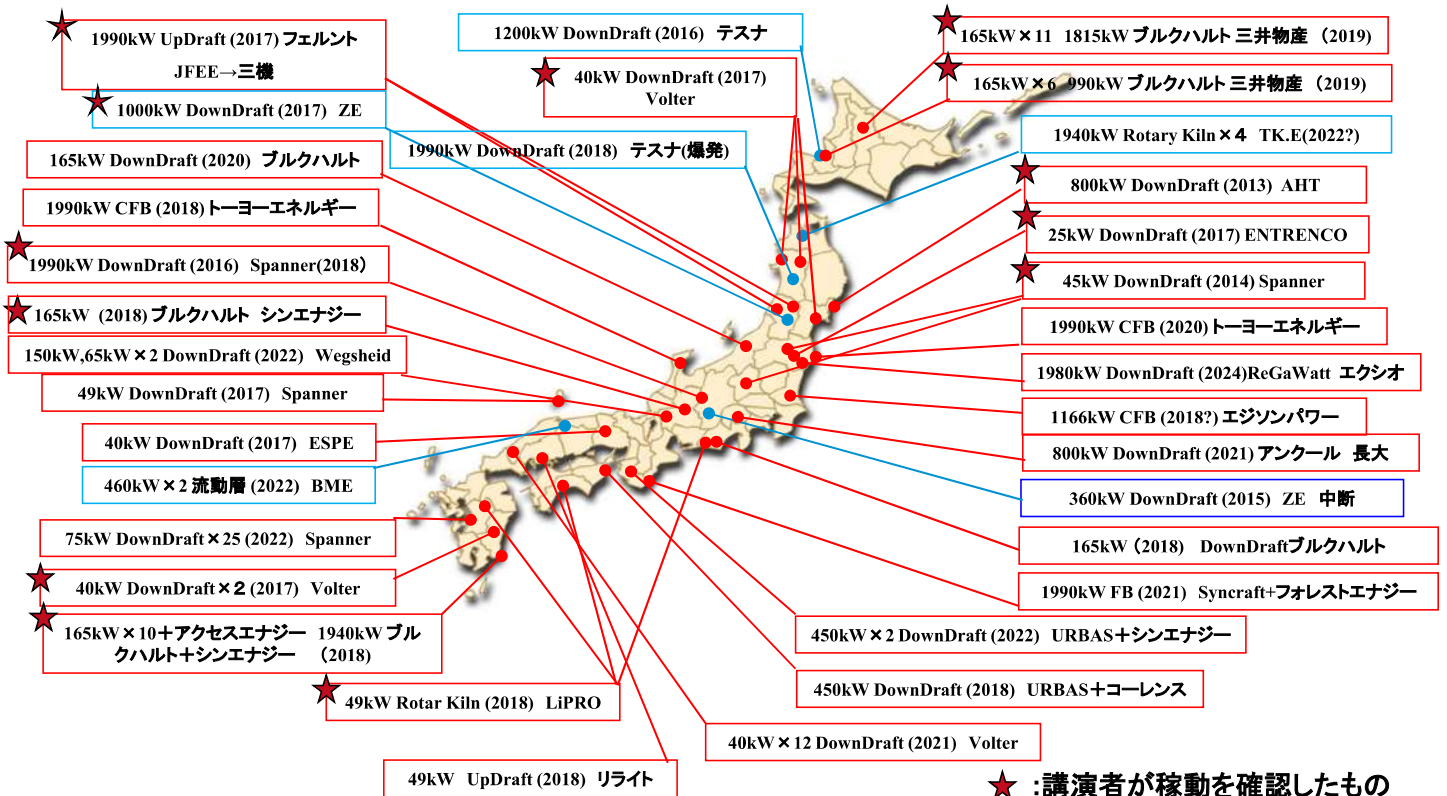
## FIT40円/kWhで海外ガス化技術の新規参入が相次ぐ



AHT(独)	400kW	宮城
Burkhardt(独)	165kW 180kW	北海道、岐阜、群馬、宮崎、静岡、他
Repotec or GRE (奥)	2000kW	石川、茨城、 <b>福島</b>
フェルント(デンマーク)	2000kW	山形
ReGaWatt	1000kW	<b>福島</b>
○Spanner(独)	45kW	隠岐島、 <b>郡山</b> 、八代、鹿児島、安曇野 他
○Volter(フィンランド)	40kW	秋田、宮城、岡山、宮崎、岐阜、島根 他
○ESPE(伊)	49kW	兵庫、山形、茨城
○Weghseid(独)	150kW	岐阜
○ENTRENCO(独)	25kW & 50kW	<b>福島</b> 、宮城、宮崎
○URBAS(奥)	225kW	徳島、和歌山
Syncraft(奥)	400kW	和歌山
○Ankur(マレーシア)	800kW	山梨 ○はダウンドラフト式ガス化炉
○CPC(米)	155kW	三重
LiPRO(伊)	49kW	熊本、高知、群馬、静岡
○Glock(奥)	18kW & 65kW	三重



# 現在の日本のガス化 CHP (40円FIT 公表ベース)

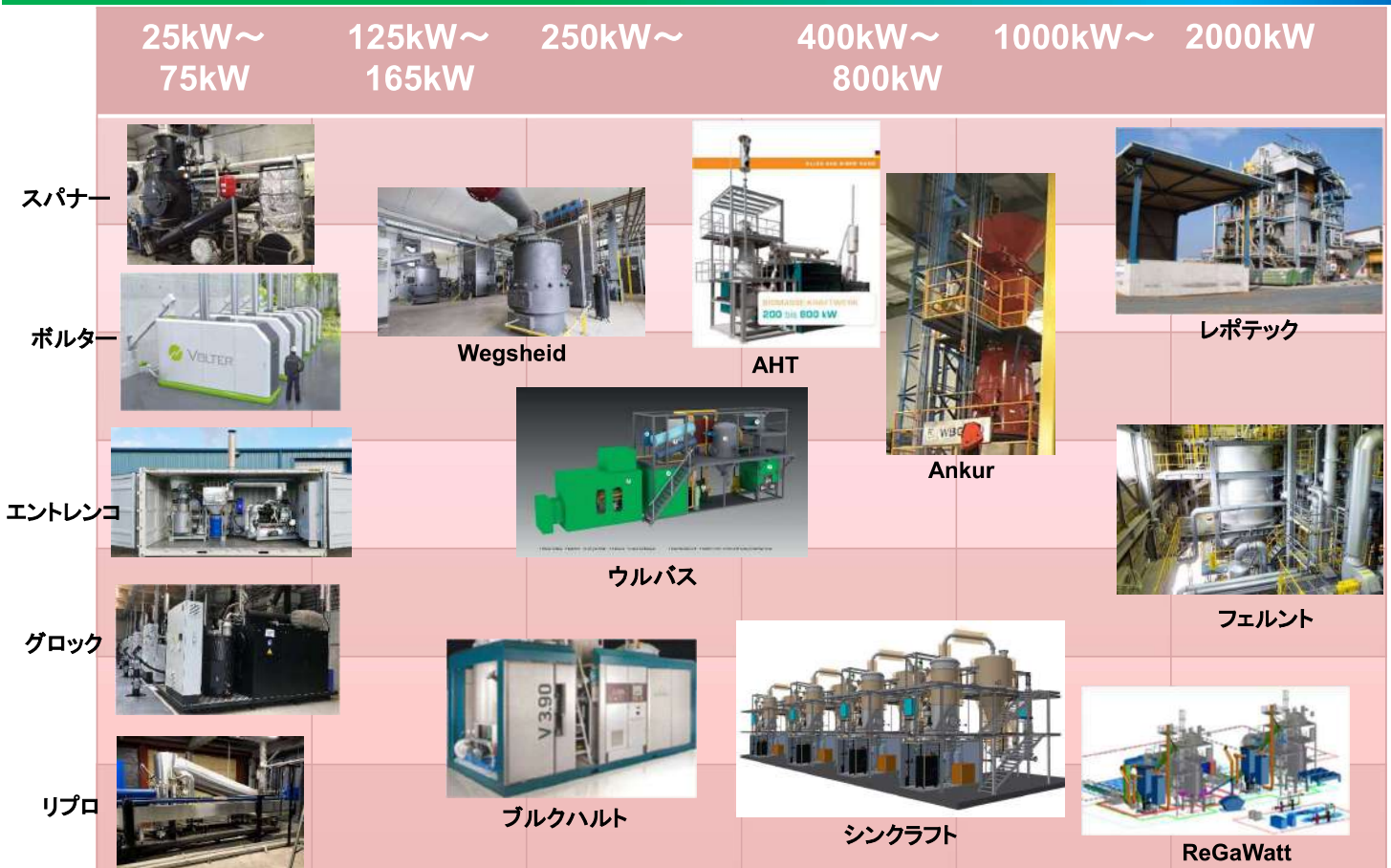


★ : 講演者が稼働を確認したもの

◆ 赤枠: 海外技術 青枠: 国内技術

半数がDown Draftタイプのガス化炉

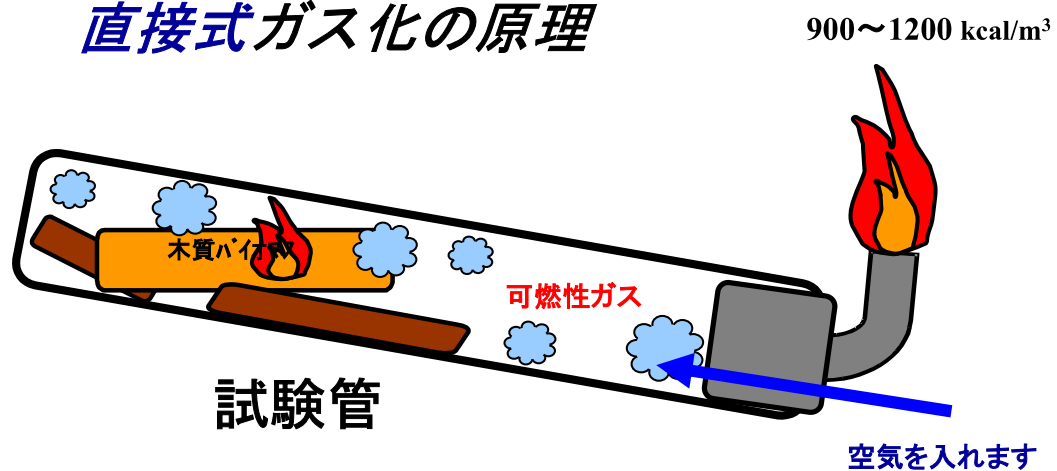
# 日本で販売されている主な海外製のガス化設備マップ



## 2. バイオマスガス化発電・CHPシステムの原理とメカニズム

# ガス化の原理 ー直接ガス化ー

## 直接式ガス化の原理



# 木チップの組成(例)

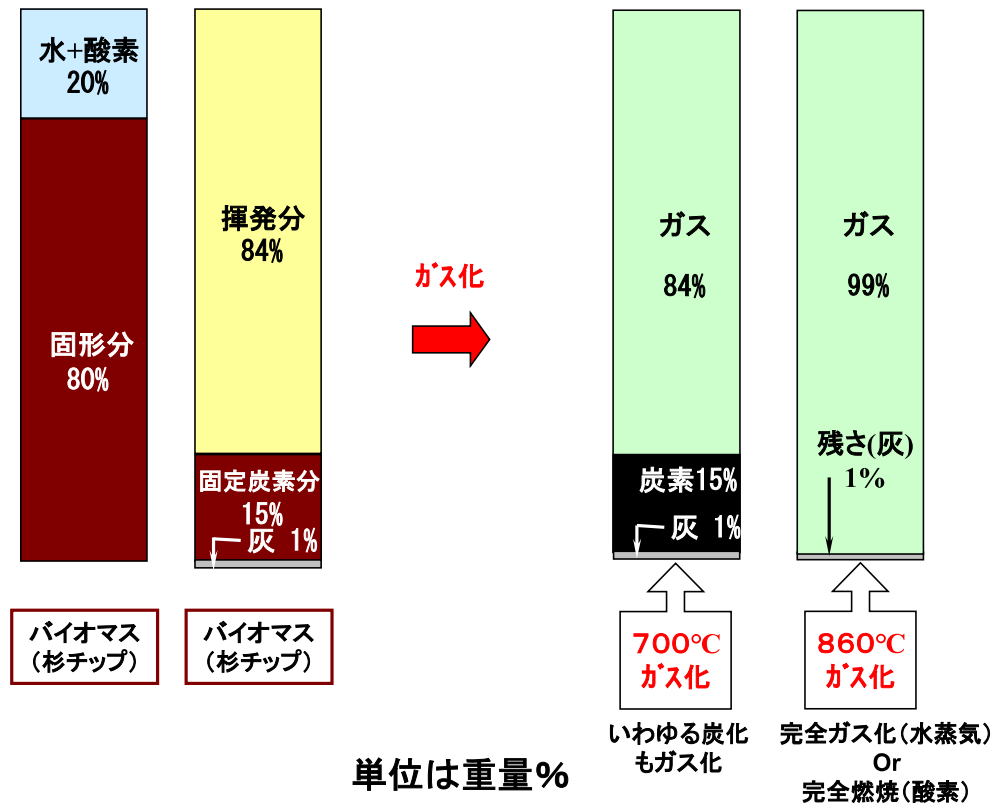
		重量分率	
熱分析	揮発分	dry%	83.5
	固定炭素	dry%	15.2
	灰分	dry%	1.3
成分	C	dry%	46
	H	dry%	6.1
	N	dry%	0.2
	O	dry%	46
	T-S	dry%	0.22
	T-Cl	dry%	0.39
	Na	mg/kg-dry	360
	K	mg/kg-dry	1500
高位発熱量		J/g	19200

バイオマスは基本的にCとHとOからなる



杉間伐材チップ

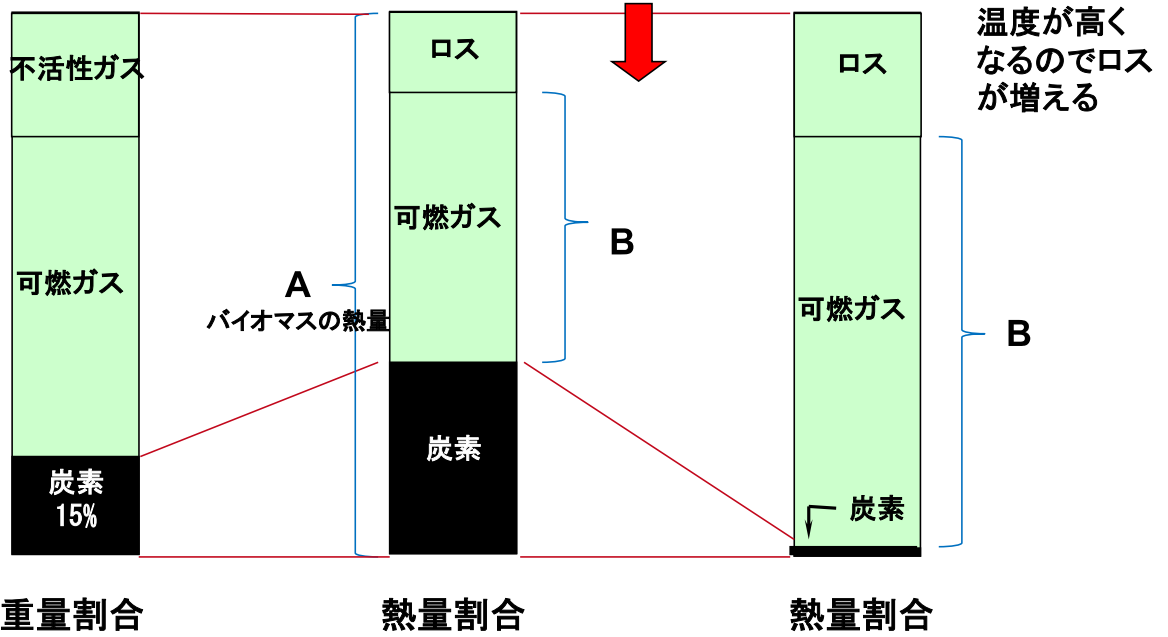
## ガス化とは 揮発分と固形分をガスに変えること



# 冷ガス効率(ガス化効率)とは？



ガス化剤(水蒸気など)  
熱がプラスされている場合があるので要注意！

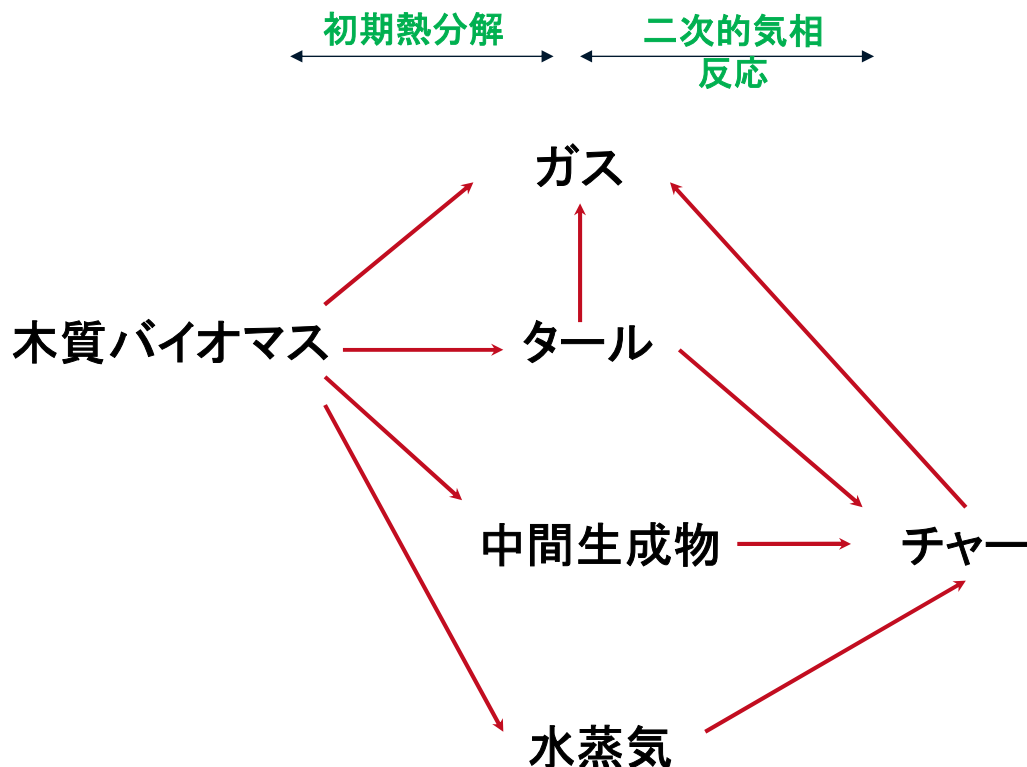


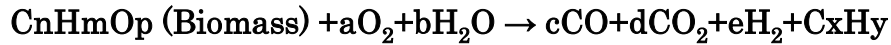
冷ガス効率 =  $B/A$  (高位発熱量基準)  
 =  $(A - \text{炭素熱量}) / A$   
 =  $(19200\text{J} - 5086\text{J}) / 19200\text{J}$   
 = 73.5% が理論上の最大(ロスなしの場合)



これ以上効率を上げるには  
炭素をガス化する必要がある  
でも800°C以上の高温と  
ガス化剤が必要

# 木質バイオマスの熱分解モデル

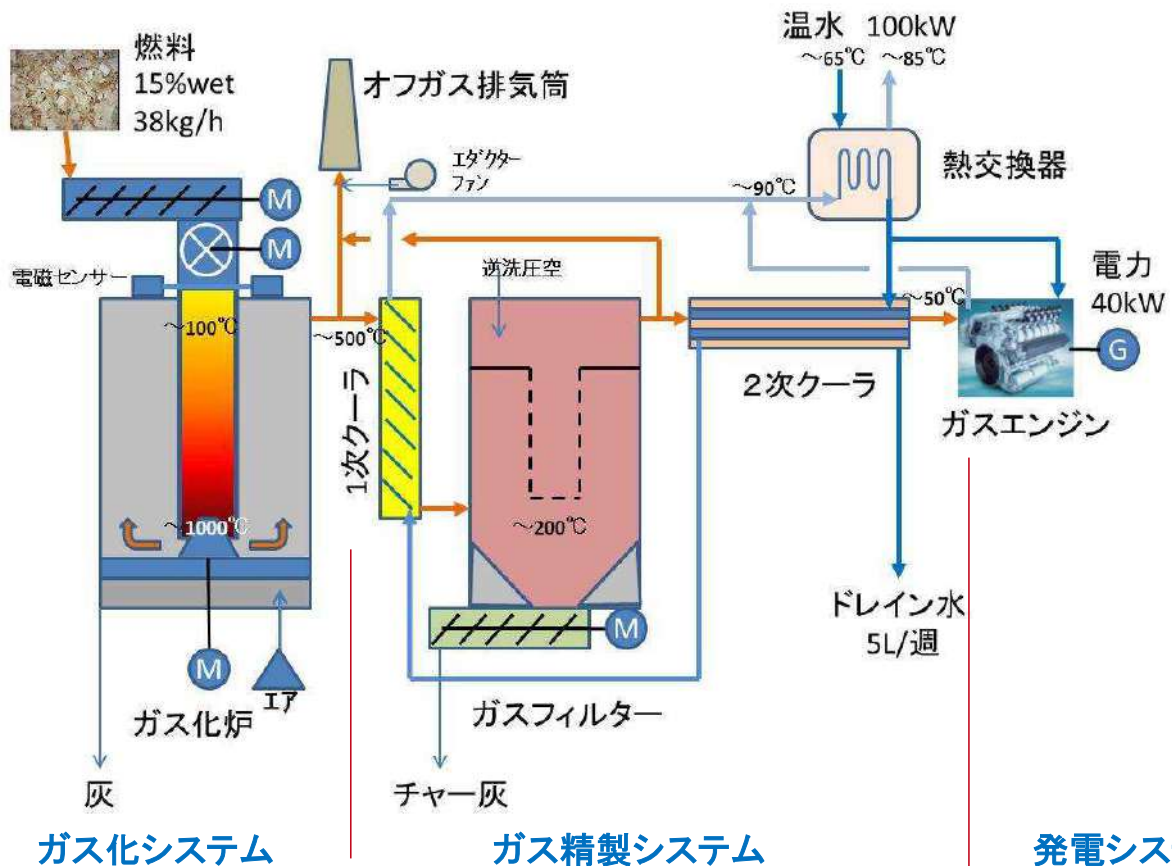




No.	反応式	反応熱 [kcal/mol]	反応速度
①	$C + O_2 \rightleftharpoons CO_2$	97.5	急速, 1000°C以上では瞬時的
②	$C + 1/2O_2 \rightleftharpoons CO$	29.39	急速
3	$C + CO_2 \rightleftharpoons 2CO$	-38.22	1, 2と比べると低速, 1000°C以上で おこる。900°C以下で逆反応
④	$CO + 1/2O_2 \rightleftharpoons CO_2$	67.91	10の1/2.8
5	$C + H_2O \rightleftharpoons CO + H_2$	-28.36	3の1/2 800°C以下ではおこらない
6	$C + 2H_2O \rightleftharpoons CO_2 + H_2$	-18.5	3の1/2 900°C以下ではおこらない
7	$CO + H_2O \rightleftharpoons CO_2 + H_2$	9.85	6より速く 400°C以上でおこる。900°C で6と同速, 1480°C以上で急速
8	$CO + 3H_2 \rightleftharpoons CH_4 + H_2O$	48.98	低速
9	$CO + 4H_2 \rightleftharpoons CH_4 + 2H_2O$	39.13	低速
⑩	$H_2 + 1/2O_2 \rightleftharpoons H_2O(g)$	57.75	急速

発熱反応の熱で、吸熱反応の熱を補いガス化する  
水素を得たければ800°C以上の高温が必要

## ガス化プロセス構築上の留意点



ガス化炉ばかりに注目するが、上の3つの要素のバランスが大切である



### 3. ガス化発電・コージェネレーションにおける 効率と設計の考え方

## 発電効率とは



### 熱分解ガス化発電の発電効率

冷ガス効率 (50~75%)

$$\begin{aligned} &\times \text{ガスエンジンの発電効率 (30~40\%)} \\ &= 15\% \sim 30\% \end{aligned}$$

※冷ガス効率はガス化炉によって違う

※ガスエンジンは一般に大型ほど効率は高いと  
言われているが最近例外がある



# ガス化発電における効率と 設計の考え方 その1

ガス化発電における効率  
冷ガス効率×エンジン発電効率＝発電端効率  
発電端効率－所内動力率＝送電端効率

冷ガス効率とはバイオマスの熱量をどれだけ可燃ガスとして回収できるかという値

例) 冷ガス効率 50～75%

エンジン発電効率 25～40%

発電端効率＝12.5～30%

発電効率が高いと熱回収率は落ちる  
エンジン発電効率は大型のエンジンほど高い  
混焼エンジン(ディーゼル)は効率も高いが、化石燃料を用いるので注意が必要



# ガス化発電における効率と 設計の考え方 その2

冷ガス効率を上げるには  
高温でガス化する(ガス化のための熱量も増える)  
過熱蒸気でガス化する(過熱蒸気を作るための熱源が必要)

所内動力を下げるには  
ハンドリングが容易な原料を使用する(ペレットなど)  
乾いた原料を使用する→乾燥機がいない  
蒸気熱利用とする→温水ポンプがいない

見掛の発電効率や所内動力だけで評価しては駄目



バイオマスガス用エンジンはないので主として天然ガス用ガスエンジンを流用。エンジン単体で発電効率30~36% 最近は40%も  
エンジンメーカーは天然ガス同等の無タールを要求

欧: GEイエンバツハ MAN MTU TEDOM BONI AGCO

日: ヤンマー(外販しない)、三菱重工(パッケージ化は欧州)

パッケージャー: 2Gエナジーテック、セキュリティジャパン

タールは過給器トラブルをきたすため、過給器なしが望ましい  
ただし効率は5ポイント程度低下する。



MAN ガスエンジン

熱分解バイオマスガス用エンジンについては日本エネルギー学会  
誌2009年9月号に詳細な特集記事あり。

## 結論!



冷ガス効率は様々なロスを加味すると80%程度が実質限界  
それ以上は何かあると疑ってかかるべき(現実には75%以下が妥当)

例えば

1. 加熱水蒸気を別の熱源で作っている(その分も原料の供給量に加味して評価する)

2. 電気ヒーターでガス化炉を加熱している

この場合、放熱、吸熱、バイオマスの加熱ロスなどは電気で供給されているので加味する必要あり

いずれにしろ、物熱収支表をガス化炉メーカーに出させてチェックすることは最低限の必要条件



#### 4. メーカーの仕様から読み解くガス化発電装置の留意点

### 最低限以下の事項は盛り込まれていること



原料投入熱量	190 kW (100%)
発電能力(非同期式)	50 kW (26%)(*1)
自己使用電力	3 kW
熱出力	110 kW (58%)
発電・熱合計	160 kW (84%)
稼働時間	8,000 時間/年
総発電量 (*1&2)	400,000 kWh
総熱出力量(*1&2)	880,000 kWh
原料サイズ	10~60 mm
微細サイズ比 (≦10mm)	≦5%
原料水分	10%未満

原料消費量 (*1&2)	約50kg/時 含水率10%
年間原料消費量	約400 t 含水率10%
原料消費量 (*1&2)	約87.5 kg/時 含水率50%
年間原料消費量	約700 t 含水率50%

サイズ (幅 × 奥行き × 高さ) ・重量

ガス化装置	5800 x 1,800 x 2,300 mm, 約2,000 kg
エンジン発電機 (CHP付)	2,400 x 1370 x 1,910mm, 約1,500 kg
制御盤	1,200 x 400 x 2,000 mm, 約350 kg

\*1) グロス発電量 = 55 kW (最大)

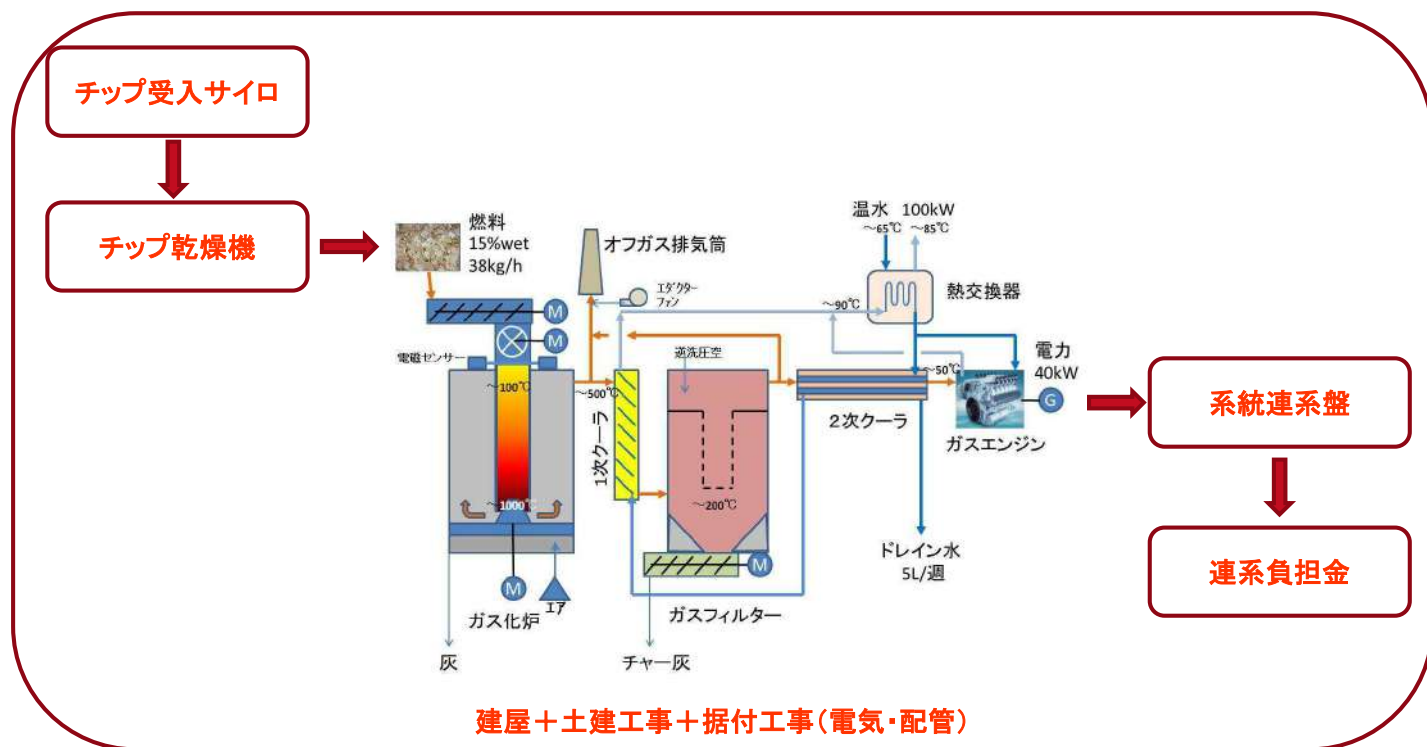
\*2) 原料熱量 = @3.675 kcal/kg

$3675 \div 90\% + 600 \times 10\% = 4143 \text{ kcal/kg}$  (バイオマスの絶乾低位発熱量)  
 $3675 \times 50 \text{ kg} / 860 \text{ kcal/kW} = 213 \text{ kW}$

(出典)LiPRO(サナース)のカタログ

## 5. ガス化発電システムの構成機器の価格構成

### 本体以外に必要な機器



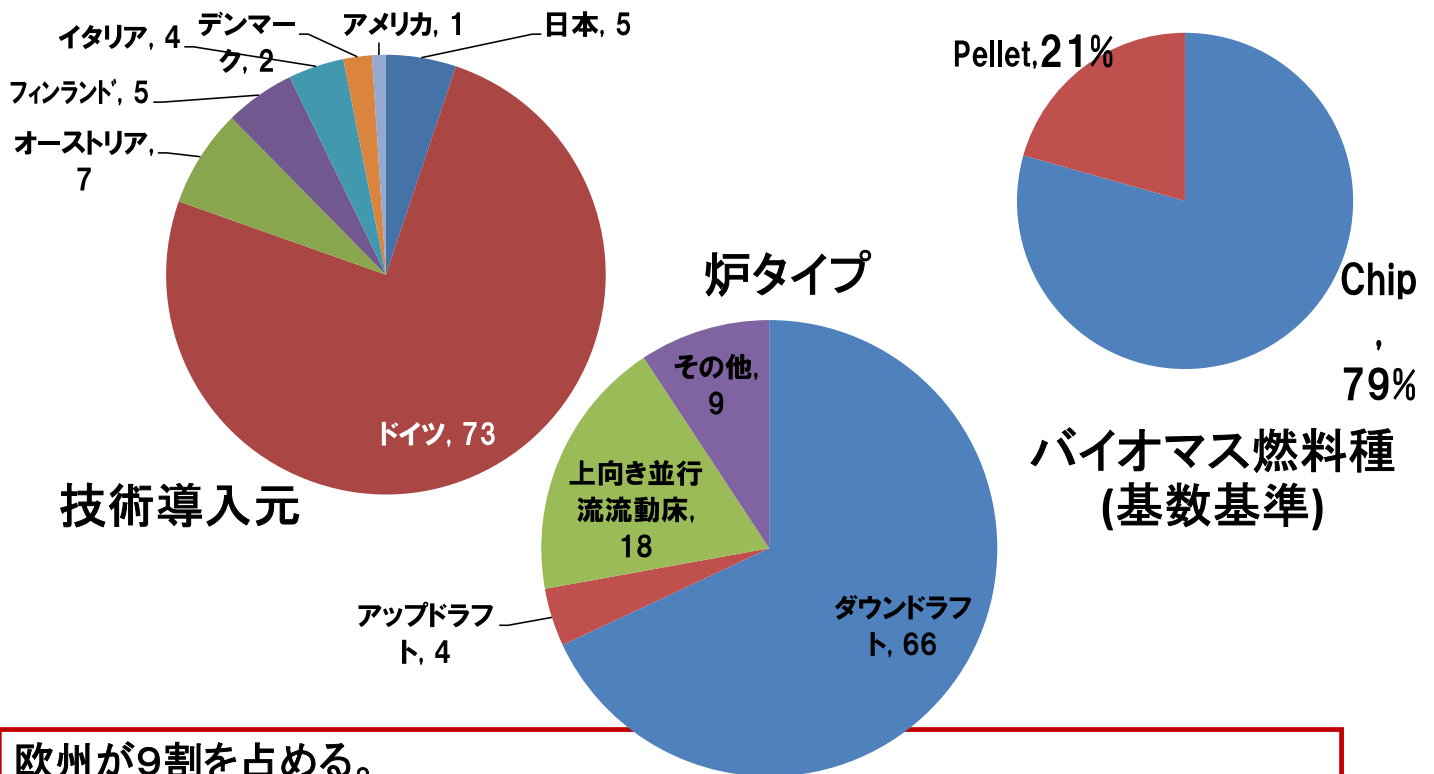
赤字が追加で必要な費用 50kWの例で機器本体×1.5~2倍程度の総事業費となる

## 6. ガス化炉の種類と普及状況

## ガス化炉の種類

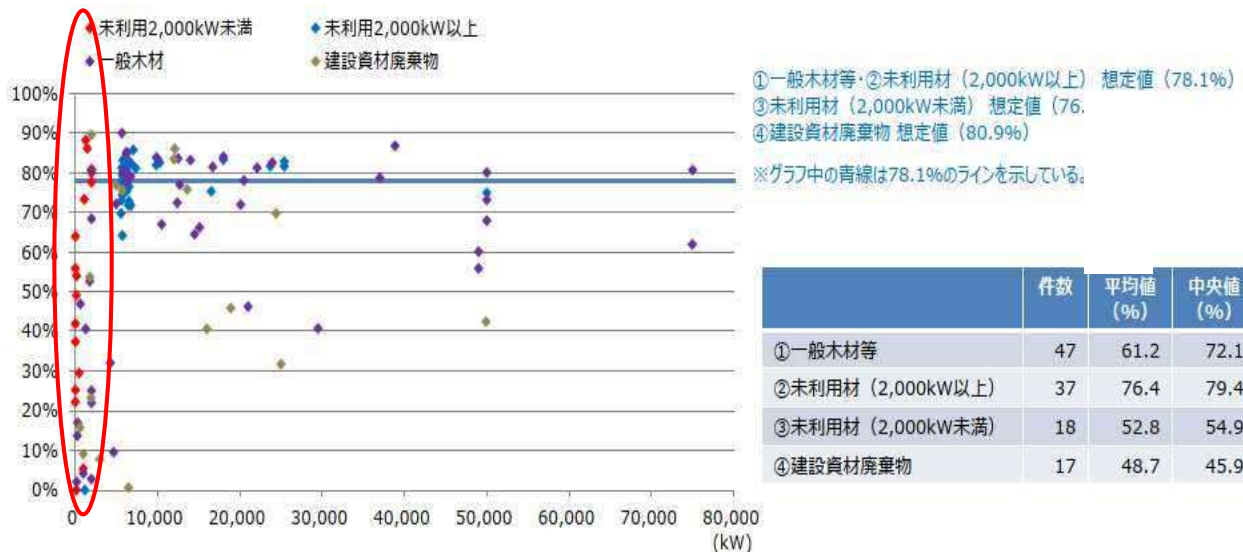


ガス化方式	直接式			間接式		
	アップドラフト	ダウンドラフト	加圧循環流動層	噴流層	ロータリーキルン	循環流動層
原料	湿チップ定形	乾チップ定形	乾チップ定形	粉体(乾)	乾~湿チップ定形~不定形	乾チップ定形
異物	大きなものは不可			不可	50mmまでOK	大きなものは不可
ガス(kcal/m <sup>3</sup> N)	CO主体 1000~1200			<b>H<sub>2</sub>主体</b> <b>2000~2500</b>		
発電規模(kW)	30~2500	30~350	150~	50~250	50~1000	35~
設備構成	単純	単純	複雑	複雑	複雑	複雑
タール除去方式	湿式除じん機 触媒改質(西島)	炉内で改質+ スクラバー	無関係	炉内で水蒸気改質+ スクラバー	炉外で酸素改質+ スクラバー	炉内で水蒸気改質
排出物	チャーアッシュ・ 廃水(多)	チャーアッシュ・ 廃水(小)	灰	灰・廃水(多)	灰	灰 廃水?
メーカー	デンマーク フェルント社 (三機工業)  独ReGaWatt (エクシオ)	独ブルクハルト 独SHNELL 独Spanner Volter 独Glock など多数	川重(撤退)	BME	中外炉(撤退) ユア・エネルギー 開発 TK.E マイクロエナジー	独GRE(エジソン) 独Repotec(ト ヨーエネルギー)



欧州が9割を占める。  
 炉形式では、固体-ガス並流移動層方式が84%、固体-ガス向流移動層方式(アップドラフト)が4%と、移動層方式がほとんどを占める。

## しかし小規模バイオマス発電は実績の稼働率が低い



2021年1月第50回調達価格算定委員会資料より

ほとんどの理由が日本のバイオマス燃料質に起因するものであり、この対策が急がれる



# 何故か？



日本と欧州ではチップの比重が  
違う、大きさも日本は小さい



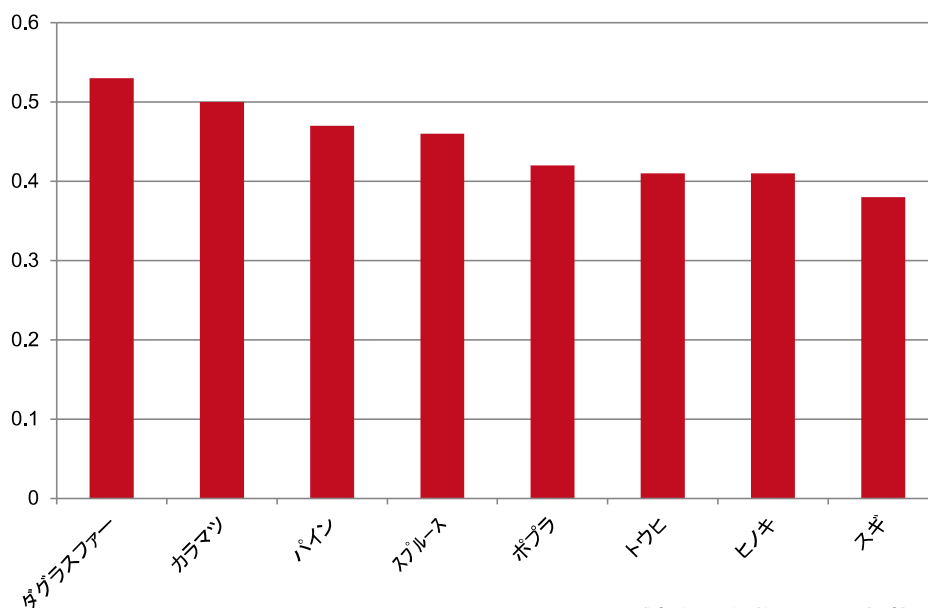
メーカー	① Volter Finland	② ESPE Italy	③ Holzenergie German	④ URBAS Austria
発電出力	40 kWe	49 kWe	125 kWe	125 kWe
熱出力	100 kWt	110 kWt	230 kWt	265 kWt
燃料木チップ水分率	15%以下	10%以下	10%以下	15%以下
チップサイズ	EN P63 3.15mm以下 1%以下 3.15~8mm 10%以下 8~30mm 80%以上 30~50mm 10%以下 50mm以上 1%以下	EN P50 1mm以下 5%以下 3.15~50mm 80%以上 50mm以上 1%以下	EN 記載規格なし 30~70mm システム内で自動篩分け	EN 記載規格なし 20mm以下 5%以下 20~60mm 20%以下 60~110mm 60~100% 110~150mm 40%以下 150mm以上 不可
絶乾かさ比重	170 kg/m <sup>3</sup>	記載なし	150 kg/m <sup>3</sup>	記載なし
灰分	記載なし	5%以下	記載なし	記載なし

各社カタログより抜粋

各社が求めていること

1. 乾いていること
2. 粒度が一定の範囲に入っていること 特に細かいものは駄目
3. 記載されているチップのかさ比重は日本のスギよりも重い
4. 灰分はさほど気にしていない

樹種(針葉樹)による気乾比重の違い



※木材博物館の気乾比重より抜粋

日本の代表的な樹種であるスギは欧州の代表的な樹種であるパイン、スプルースより2割以上比重が軽い



装置の基準

38kg/h @15%

$\rho_b = 156\text{kg/m}^3$   
0.24m<sup>3</sup>/h  
180kW



gas  
137kW

日本のスギの場合

38kg/h @15%

$\rho_b = 133\text{kg/m}^3$   
0.29m<sup>3</sup>/h  
180kW



gas  
137kW

仕様より乾燥させて  
投入容積を減らした

34kg/h @7%

$\rho_b = 129\text{kg/m}^3$   
0.26m<sup>3</sup>/h  
180kW



gas  
137kW

チップは比重が違うが、ペレット  
ならそんなことはない！



# ところが.....

## スギペレットにおけるクリンカの発生による不均一化



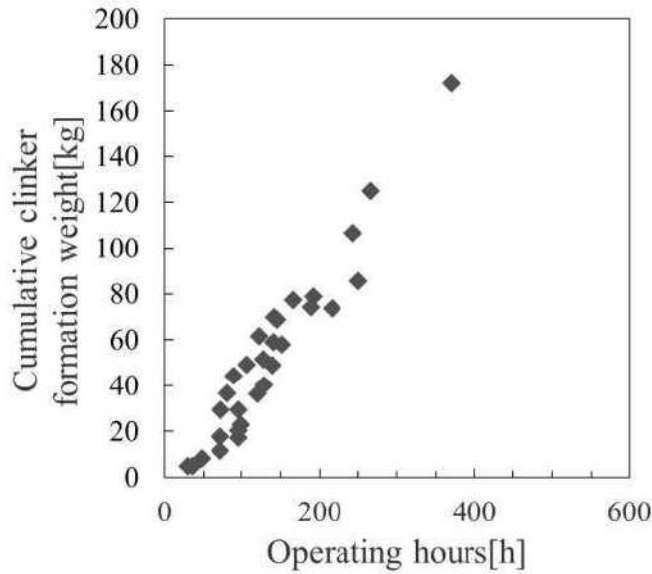
2週間運転後の炉内写真



炉内クリンカを砕いて、並べたもの

林野庁地域内エコシステム成果報告書  
<https://www.jwba.or.jp/woodbiomass-ecosystem-kaihatsu/2019/>



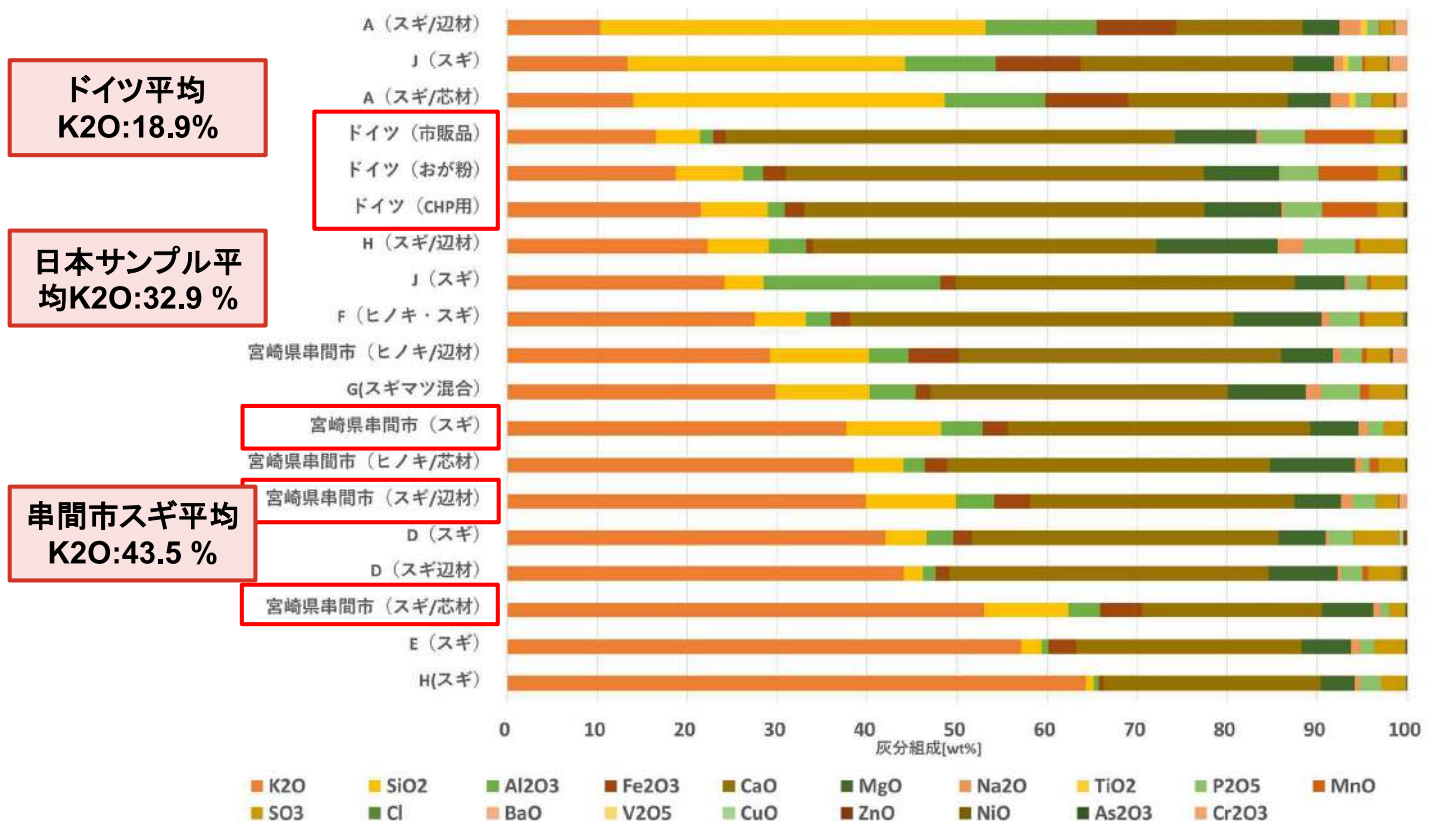


クリンカ生成速度は0.35kg/h

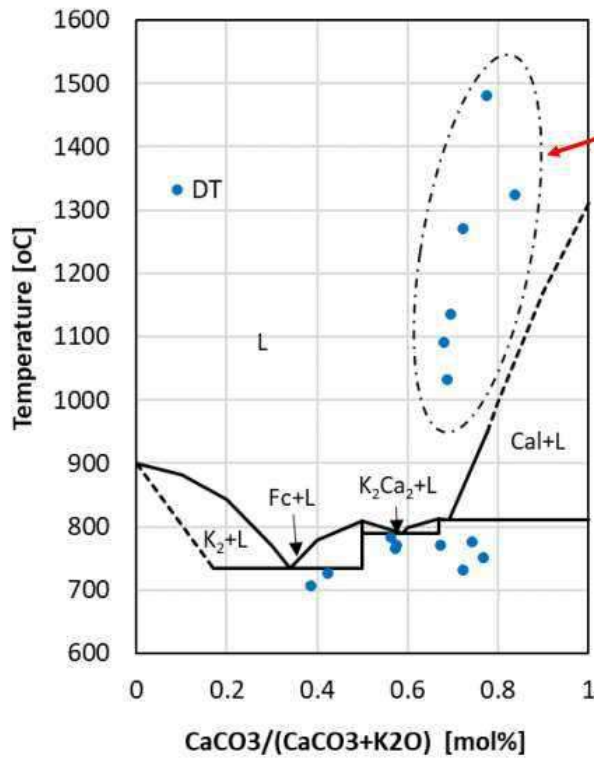
供給した原料バイオマス中の約50%の無機物がクリンカとして堆積

出典: 中部大学 二宮善彦 化学工学会秋季大会(2021年9月)

## スギ・ヒノキサンプルの灰分組成分析結果



<https://www.jwba.or.jp/woodbiomass-ecosystem-kaihatsu/2019/>



カリウムの少ない木材

クリンカ発生の影響でガス化過程でタールが発生

詳細は日本エネルギー学会誌 11月号に掲載

出典: 中部大学 二宮善彦 化学工学会秋季大会(2021年9月)

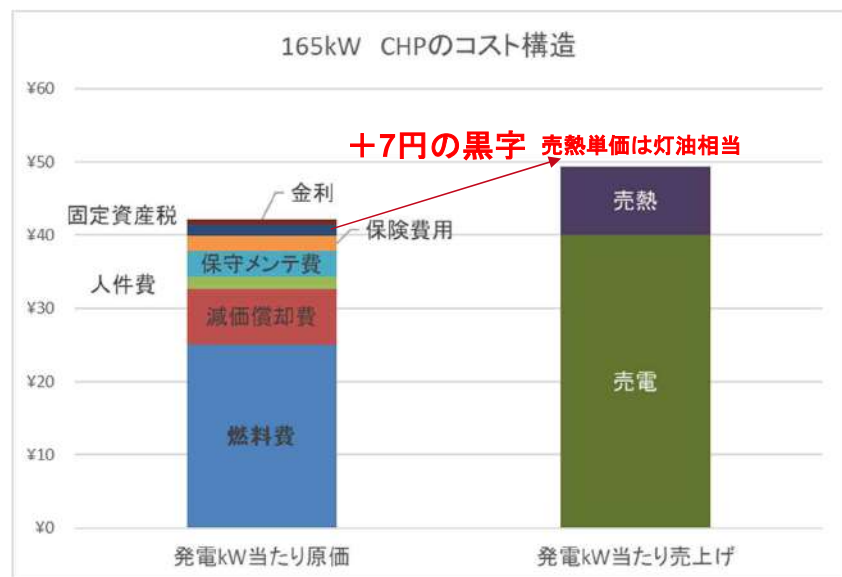
## FIT 165kW ガス化CHPの経済性



前提条件

原料ペレット	35	円/kg
原料含水率	8	%
原料灰分率	1	%
発電設備価格	146	万円/kW
発電量	165	kW
発電端効率	31.4	%
熱効率	45.6	%
所内動力率	7.4	%
運転人員	0.5	人

売熱単価は灯油相当  
売熱率は54%



20年間の内部収益率 IRR=2.3%(熱が全量売れれば6.3%)  
高山しぶきの湯で聞き取り調査



前提条件

原料ペレット	35	円/kg
原料含水率	8	%
原料灰分率	1	%
発電設備価格	146	万円/kW
発電量	165	kW
発電端効率	31.4	%
熱効率	45.6	%
所内動力率	7.4	%
運転人員	0.5	人

**売熱単価は灯油相当  
売熱率は54%**



**売熱があるためポストFITでも生き残れる**

## さらに熱が全量売れれば.....



前提条件

原料ペレット	35	円/kg
原料含水率	8	%
原料灰分率	1	%
発電設備価格	146	万円/kW
発電量	165	kW
発電端効率	31.4	%
熱効率	45.6	%
所内動力率	7.4	%
運転人員	0.5	人

**売熱単価は灯油相当  
売熱率は54%**



**年間2250万円の収益**

## ポストFITに小規模バイオマスCHP装置が生き残るためには

1. 未利用バイオマスという垣根を外し、製材残材など安価な一般材を使用する

製材残材燃料チップの規格化やサプライチェーンの構築  
一般材利用の大規模ペレット工場による一定品質で安価なペレット量産など

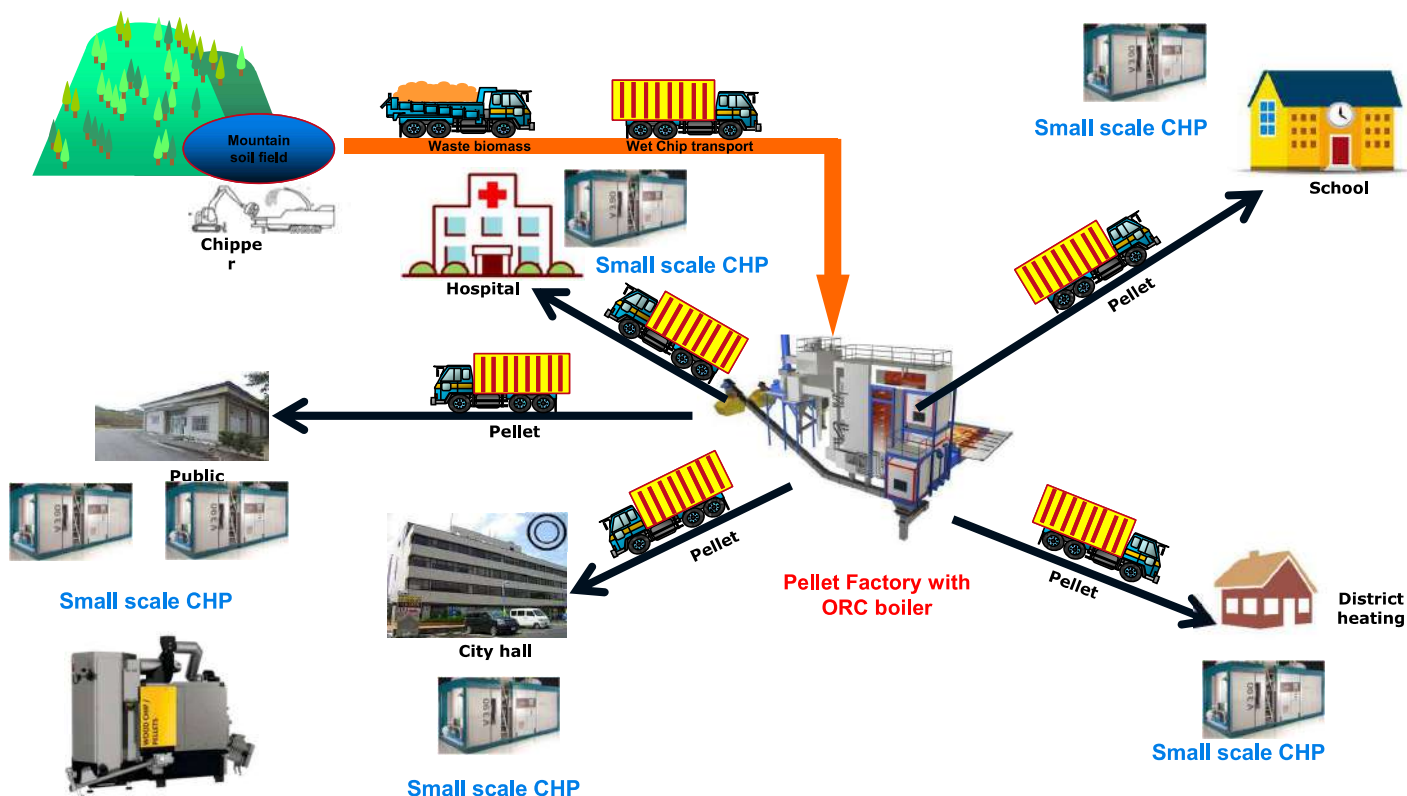
2. 100%熱を利用できるシステムの構築

工業熱利用の場合、温水ではなく蒸気による熱供給の可能性

**小規模熱電併給装置は発電装置ではなく発電機が付属した熱供給装置という発想の転換が必要！**

## 燃料バイオマスサプライチェーンの構築

### ドイツWunsiedelの小規模分散型エネルギーモデル



**ご清聴 ありがとうございます**

**連絡先**

**E-mail: [sasauchi@peo-bio.jp](mailto:sasauchi@peo-bio.jp)**



オンライン名刺