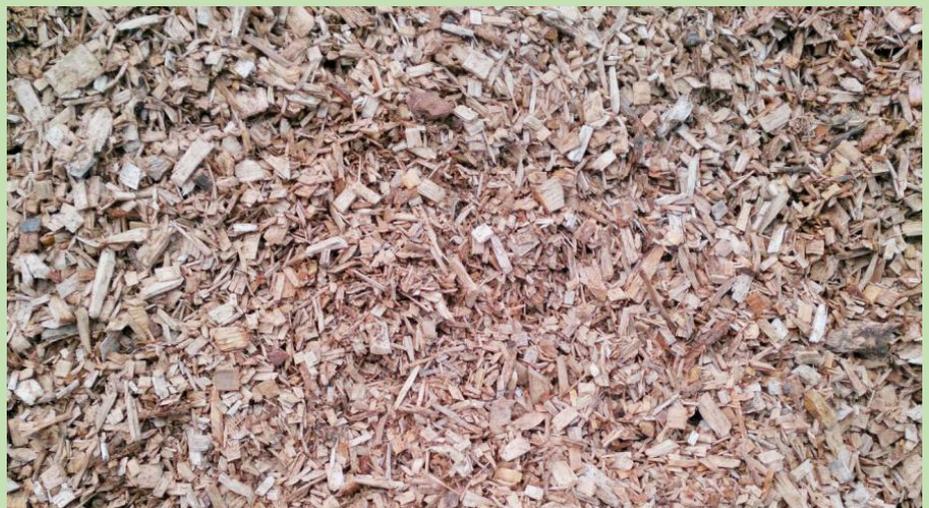


超高效率バイオマス・ガス化装置説明書

弊社で取り扱う最新超高效率バイオマス・ガス発電装置(A-Tec)の概要説明をさせていただきます。

各種バイオマス・ガス化(発電)装置、日々の情報探索・研究(Info. Search & Research)と開発元との接触(Contact)、及び議論等をしていると、この分野で開発中の最新技術、或いは商業化された優れたガス化製品が、既に取り扱い中(BFBG, FPT/PMX, CCC/DMG, INSER, UG/VTX, LiPRO, APL)の7タイプの**ガス化発電装置**(<https://www.biofuels.co.jp/page2.html>)に加え、本A-Tecガス化発電装置も、弊社は新たに**代理店契約契約を締結し、国内販売を開始するガス化発電装置の一つ**に加わりまりました。

技術的、機能的に優れたもの、実績もある**発電効率**が優れたガス化発電装置製品は、世の中には数多くあります。顧客にご紹介するに当たり、弊社ガス化装置の選択基準と評価ポイントは、常に**技術的先進性、優秀性、機能性、効率性、そして設備価格等とのバランス(機能・性能価格比)**です。



しかし、どの様な製品でも、採算性が得られないと思われる**高価格製品**は選びませんし、興味もなく、顧客から特別にメーカー・機種指定が無い限り、弊社側から顧客にご紹介も、お薦めもしない様に努めています。顧客に紹介する基準、或いは国内販売代理店として重視している製品は、この基準に全て合致するガス化発電装置製品グループであると自負しています。これらの製品から、顧客の個々のケースに**最適なガス化発電装置を選定**しご提案しています。

この様な観点から、ここに紹介する A-Tec ガス化発電装置は、最注目の新規**(超)高発電効率バイオマス・ガス化発電装置**です。

ご存じの様にバイオマス発電に於ける**最大の費用項目は原料価格**です。特に、売電 (FIT) を木質系で検討されている顧客の最大の悩みは、原料木質チップ(或いはペレット)の入手価格の**高騰と供給不足**です。最近はその傾向が特に顕著になつて来ています。更に、事業開始後の将来も、価格高騰は起こり得ます。FIT 事業は長期の 20 年間の発電ビジネスになります。この間の**価格変動**(上昇・高騰・改定)はない筈もありません。

この様な状況下、装置側のオーナー顧客再度で採れる最大の唯一のリスク防衛策は、単位木質原料に対する**発電量、発電効率の最大化**、或いは同じことですが、単位発電量に対する**原料使用料の最小化**、更には装置の原料多様化対応となります。【**発電効率が如何に高い**

ガス化発電装置か】がその要となります。**設備費**の様に最初の一度限りのふたんではなく、**原料費**は発電ビジネスを継続する限り常に支払う必要があります。その様な意味で、**A-Tec ガス化発電装置**の発電効率は、世の中のガス化製品中で、知り得る限り最も**超高効率のバイオマス発電装置**と云えます。本製品より高効率の設備は、その設備価格に拘わらず、恐らく存在しないと確信しています。（超）高効率のガス化装置と高効率のガスエンジン発電機、及び一体化乾燥機、複合排熱回収 ORC 発電装置等のベスト・ミックス、統合化により、初めて**高効率発電**は実現出来ます。例え、この様な装置でも、発電を事業として行う場合は、その**採算性**も併せて重要です。本製品は、現在導入を検討中の皆様にとって、本設備は勿論**低投資額製品**とは言えませんが、木質チップ、間伐材(50%~100%)を使う前提であれば、**採算的にも充分納まる（と確信出来る）統合ガス化発電装置製品**であると自信をもってご紹介致します。

国内で、現状この様な超高効率のガス化発電の例は、例え、他の遥かに高額な装置を含めても、100%存在しないと思います。実例があれば、是非ご教示頂きたく思います。

では、以下に本製品の概要(ガス化装置、ガス・エンジン発電機、及び排熱 ORC 複合発電機、付帯乾燥機、更に採算計算例、等)をご説明致します。

1. ガス化装置、多段ガス化方式 (No-tar, (超)高効率)

この **A-Tec 社** 製品の特徴は、弊社 H. P.

(<https://www.biofuels.co.jp/page2.html>) の『1) 最高性能 A-Tec

中大型バイオマス・ガス化発電装置』（或いは

<https://www.biofuels.co.jp/page20-3.html>) を、或いは下記

Blog (<https://joeh.hatenablog.com/entry/22506321>) を参照下さい。

本ガス化炉は、過去に何回か本 Blog (

<https://joeh.hatenablog.com>) で紹介済 LiPRO (50KW) の様な多

段法 (3-Step) を採用したガス化炉であり、LiPRO (50KW)、

INSER (500KW)、CCC/DMG (750KW, 1MW) の様な **タール処理不要**

(No-Tar, Tar-Free)、**高効率化ガス化発電装置** です。単にタール処

理不要のガス化設備は、他社製でも多くはありませんが、存在しま

すが、この発電規模 (1~2MWe) で、更に高発電効率、(石・ガラ

ス等の不純物、不適當なサイズのチップ篩を含め一体化された **排熱**

利用乾燥機、**排熱複合 ORC 発電** を含む) 統合化ガスエンジン発電装

置は存在しません。次のプロセス・フローに示す様に、本説明書の

後半でも説明しますが、標準仕様でチップ自動供給機能付の **乾燥機**

(Dryer) 付であり、仕様上 **水分 40~50%** 程度の原料チップをそ

のままガス化し発電が可能です。

乾燥機はガス装置及びエンジン排熱 (低中温風) を使う通常方式で

すが、組込統合化された装置となっています。ホッパーに一次的に

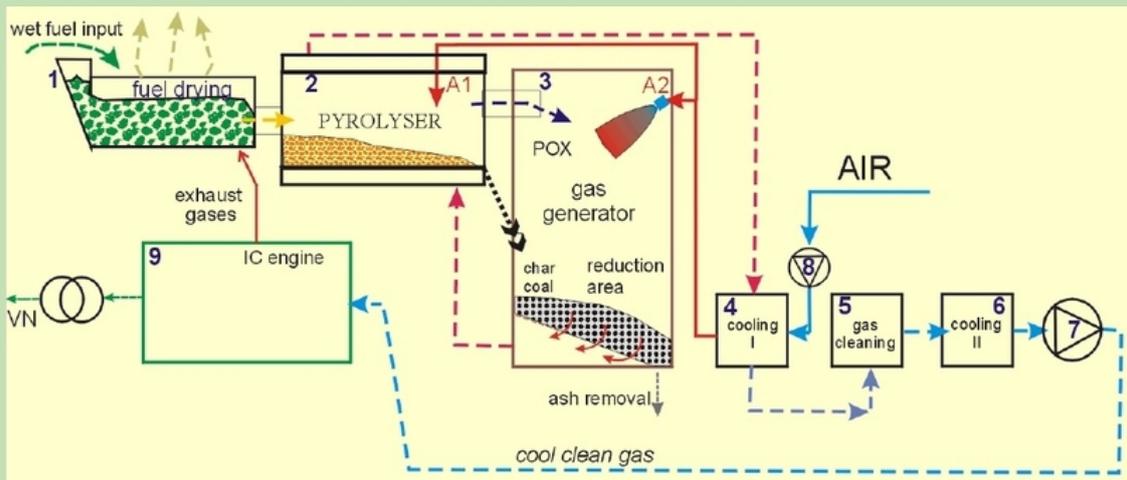
保管された生チップは自動的 (Moving-Floor 方式) に順次乾燥設備

に供給されます。**乾燥処理工程** に続き、次に乾燥されたチップは必

要量が自動コンベアでガス化炉の塔頂から**熱分解工程** (Pyrolysis) 部、**ガス化工程** (Oxidation) 部、そして**還元工程** (Reduction) 部へと連続的に、各工程部の最適な運転条件 (**多段法**) で処理されます。どの様なガス化炉も、同じ様な諸工程が存在しますが、重要なことは、多段法は各工程が独立していて、個々に最適に制御・管理できることです。これを実現できる技術が**多段ガス化法**と呼ばれる手法であり、結果的に乾燥チップの**高効率合成ガス化変換、Tar-Free/No-Tar ガス化処理**が安定して効率的に実現達成出来ます。

添付概念図では、熱分解部とガス化・還元部が弊社小型タイプ LiPRO (<https://joeh.hatenablog.com/entry/21617614>) の様に、**物理的分離した多段法(3段法、LiPRO も3段法)+空気投入・Twin-Fire 法(燃焼2ヶ所)** の様になっています。同じ様な多段(3段)法、Twin-Fire 技術ですので、小型 **LiPRO ガス化炉(50KW)の兄貴分(より大型装置・高ガス化分解効率)** であり、類似の**ガス化コンセプトの(超)高効率設計のガス化炉**と言えます。

但し、後で説明の様に、LiPRO の熱分解工程の様に物理的に分離されず、ガス化炉は外観上一体化された構造を採用しています。

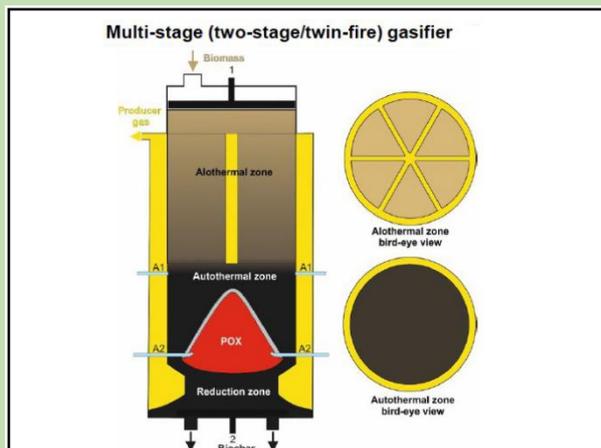


ガス化炉内部の図は、特許の関係もあり詳細図は一般公開は省略しますが、超概略図は下記です。

空気取り入れ2ヶ所(Twin-Fire)と上段の熱分解炉部と下段のガス化・還元部の内部構造が図の様に独立した**多段（3段）法**

(Three-Stage)となつています(注、下記の図は、Two-Stage, 2 段法と記述されていますが、最新型は **Three-Stage・3 段法**とメーカーは云っています)。

このような炉構造により、小型 LiPRO (50KW), 中型 INSER (500KW)と同じように **N0-Tar/Tar-Free** の合成ガスを確実に、**中大型 A-Tec (750KW⇒850~900/KW+)** で効率的に実現しています。下記はガス化炉の内部構造の略図、及び外観写真です。



LiPRO, INSEER ガス化炉と多くの類似点があります。LiPRO ガス化は下記 H. P. ガス化の（５）LiPRO を、INSEER は下記の（６）INSEER の項を参照下さい。

<https://www.biofuels.co.jp/page2.html>

又は、下記なら直接参照できます。

<https://www.biofuels.co.jp/page20-5.html>

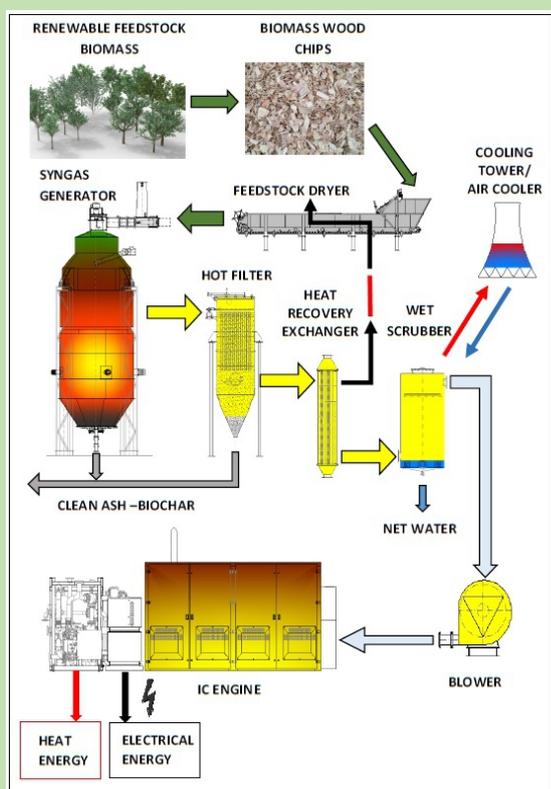
<https://www.biofuels.co.jp/page20-7.html>

これらのガス化炉は、何れも共通ですが 如何にして、熱分解とガス化部とを一体化して設計され、**タール分を発生させない (Tar-Free /NO-Tar)**かを工夫しています。

他社ガス化発電装置でも、タール分の発生させないガス化方式は、少数ですが実在します (Cortus, 他)。何れも**高温合成ガス** (熱回収難) ・**高水素濃度** (50~65%) となり、装置信頼性・保守難、**ガスエンジン選定・稼働不安定**、等で苦労大となっている模様です。高濃度水素を扱えるエンジンは特に少なく、エンジン効率も低い傾向

がある。一方、A-Tec 合成ガスの水素濃度限度は、通常 20～30%以下であり、最大でも 40%以下程度です。

因みに本 A-Tec ガス化炉の合成ガス (Syngas) 成分は、 H_2 (20～25%)、 CO (15～30%)、 CO_2 (5～15%)、 CH_4 (1～3%)、 N_2 (40～50%) で、熱量 5.5～6.5MJ/Nm³@LHV と極く普通のガス濃度性状（エンジンの高圧縮・高効率チューニングも可）ですし、高温合成ガスの熱回収



は、熱分解炉部で相互熱交換し、ある程度温度低下させた後、初めてガス化炉系外に出て、更に固形物除去 (Filter)、熱回収・熱交換処理・冷却処理された後に、エンジンに合成ガス燃料として供給される方式 (Dry-Process) です。図では、最終工程のガス冷却に Wet-Scrubber となっていますが、最新仕様は間接熱交換方式となります。尚、冷却操作によ

り合成ガス中の水分は液化し除去（合成ガスの乾燥除湿処理）されます。

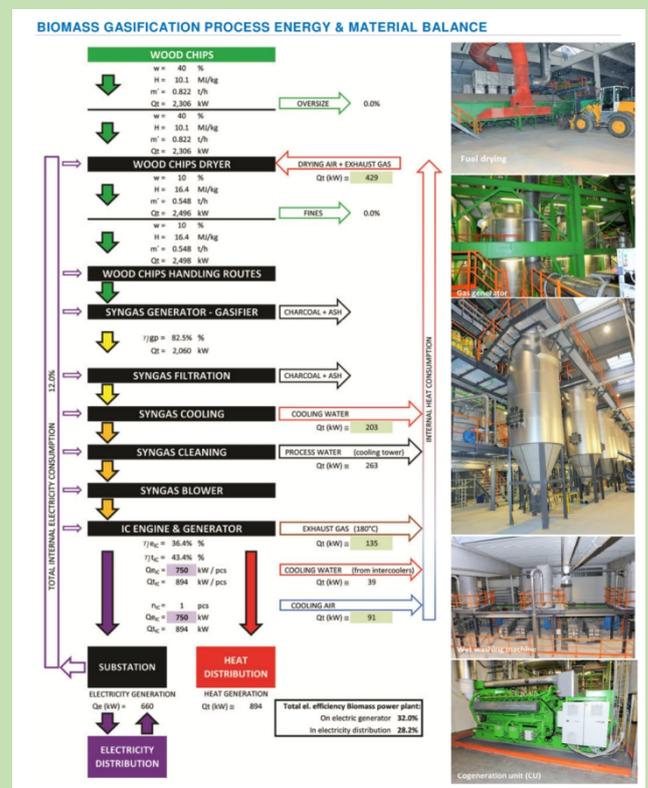
左側のプロセス・フロー図が全体図です。最初のフロー図をより現実の構成機器をイメージした図となっています。

右側の写真が **Hot-Filter** 部（ステンレス製）の
 写真です。ガス化炉を出て、直ちに**乾式処理**
 （Candle-Filter）方式により微粉固形物を高温
 状態で効率的に除去します。



次に、このガス化炉の簡単な**熱・物質・発電収率**を下記にしましま
 す（ガス・エンジン発電機 Jenbacher JMS416 の例）
 各数値は見難いと思いますが、メーカーでは、対原料に対する**発電
 効率（グロス）32%（最新は35%）を最低保証**（更に水素上限濃
 度は、エンジンの高効率化の為、20~25%程度迄）しています。尚、
 オプション（準標準仕様で、**ORC 複合発電**（Type-1 & 2）も可能です。
 この場合、ガス化発電装置の**発電効率（@グロス）32.8%+**から**グ
 ロス 36.4%+**となります。因みに生チップ（@水分40%）に対する
 発電効率（ORC を含め）は**39.9%**となります（ORC 除外なら**35.9%**）。

今後とも 1 MW~5MW/unit 規模程
 度のガス化・エンジン発電装置（単
 純・複合発電サイクル）では、**ほゞ
 上限値近くの高効率値**です。他社の
 装置・方式で、**発電効率**の優れてい
 ると宣伝している**ガス化装置・方式**
 でも、2 MW 程度以下の装置では、通



常**グロス**で対原料比で通常発電効率**25%～28%**程度、最高**30%**を超える装置は殆ど**皆無**です。

この例（【】内は最新仕様）では、総合冷ガス化効率（A）は、原料エネルギー（水分40%【50%】）（B）と合成ガスエネルギー（C）から

$$A = C/B = 2205\text{KW} / 2365\text{KW} = 93.2\% \text{（水分 } 40\% @ 1 \text{ MW）}$$

$$\text{【} A=4669\text{KW}/4746\text{KW}=98.4\% \text{】（水分 } 50\% @ 2\text{MW の例、以下同様）}$$

冷ガス化効率が100%越え【120%越え】装置は極めて少ないと思います。これは統合型乾燥機により**生チップ（水分を含み低熱量）を排熱乾燥**させた後の高熱量に変換後、ガス化处理するからです。因みに水分5%の乾燥チップを受け入れる場合は**85.0%**程度となります。

冷ガス化効率は、通常65～75%以下程度となっています（特に、自己排熱利用の乾燥機と統合されていない多くのガス化装置）。

更に、合成ガスエネルギー（C）、**グロス**発電量（D）により、ガスエンジン・発電機効率（E）が、次式からえられます。

$$E = D/C = 925\text{KW} / 2205\text{KW} = 42.0\%$$

$$\text{【} E=1800/4669\text{KW}=38.55\% \text{ w/o ORC,}$$

$$E=(900 \times 2 + 180 + 10 \times 2) / 4669 = 42.8\% \text{ w/ ORC】}$$

最終的に、対原料エネルギー（B）に対する**グロス**発電量（D）効率（F）は、下記となります。

$$F=D/B = A \times E = C/B \times D/C = 93.2\% \times 42.0\%=39.1\%$$

【 $F=98.4\% \times 38.55\%=37.9\%$ w/o ORC@水分 50% 及び

$$F = 98.4\% \times 42.8\%=42.1\% \quad \text{w/ ORC@水分 50\%】}$$

尚、水分を多く含んだ乾燥機用の使用電力を含め、装置全体の自己消費電力 (H) は、グロス発電量 (D) の最大値 12% (通常 10%以下) と仮定している為、ネット発電効率 (G) は最終的に下記となります。

$$G = F \times (100\%-11\%)=38.1\% \times 89\%=34.8\%$$

【ORC 無し@水分 50%の場合、対 1.8MW の H=12%、 $G=37.9\% \times$

$$88\%=33.4\% \quad \text{及び}$$

ORC 付場合、対 2 MW の H=11%、 $G=42.1\% \times 89\%=37.5\%$ 】

上記の効率値はネット発電効率値です。

尚、これらを纏めて現状の最新データ仕様グロス発電量 2 MWe

(50/60Hz) 例は下記となります。基本は同じですが、多少計算項目も異なりますのでご注意ください。前の計算値例の【 】内のデータは 2MWe (ガス化装置 3 基並列+ORC 構成モデルの最新データです。類似の項目は下記の採算計算例 (A-Tec: 2 MWe) と同じですので、併せて参照ください。

<https://www.biofuels.co.jp/採算性ATec2.0MW-ORC-60Hz.pdf>

何か、疑問があれば、お問い合わせ下さい。

A-Tecガス化発電装置技術仕様(2MWe@50/60Hz)			
ガス化・精製装置 (多段・No-Tar方式)		ガスエンジン部 (合成ガス用Jenbacher)	
設置系列数(一)	3	設置数(一)	2
バイオマス原料	チップ材、ペレット	エンジン出力(KWm)	881<933x2
ガス化原料(Kg/h)	1,120	合成ガス熱量(KWth/h@3系列)	4,669
: (トン/y)	9,545	エンジン・発電効率(%)	<38.55
含水率(%)	5<10	回転数(rpm@50/60Hz)	1,500/1,800
		電圧(V)	400V@50Hz/480V@60Hz
稼働時間(h/y)	8,520	排ガス温度(°C)	460
原料熱量(KWm@LHV)	5,493	排ガス熱量(KWt/h@LHV)	494
冷ガス化効率(%)	85.0<91.0	発電機部	
合成ガス熱量(MJ/Nm3)	5.5<6.5	発電量(KWe@端子)	850<900x2
: (KWtm/h)	4,669	単体効率(%)	97.2
: 組成 /H2:20-25/CO:15-30/CH4:1-3		排熱ORC-1発電機(標準) (排ガスDirect方式)	
/CO2:5-15/N2:40-50/		設置系列数(一)	1
炭残量(Kg/h)	9<15	発電量(KWe@発電端子)	130<180
		排ガス量(Kg/h)	5,276
		: 温度(°C@Inlet)	460
原料ホッパ・乾燥機 (温風乾燥方式)		: 温度(°C@Outlet/定格)	180
設置数(一)	1	ORC-2冷却水発電(標準) (クーラント排熱)	
受入原料(Kg/h@水分40%)	1,774	設置数(一)	2
: (トン/y)	15,112	発電量(KWe@端子)	10x2<20
: 含水率(%@Max)	40<50	温水量(トン/h)	45
: 貯蔵量(m3/時間)	<210/24hr(標準)	: 温度(°C@Inlet)	80
: サイズ(cm)	2.0<6.0	: 温度(°C@Outlet)	70
: 熱量(MJ/Kg@水分40%)	10.17		
: 熱量(KWm/h@LHV)	5,009	発電量合計(KWe@端子)	2,000
		: 発電効率(%w/ORC)	39.93
乾燥済原料(Kg/h)	1,120	: 内部消費(KWe)	220
: (トン/y)	9,545	: 売電量(KWe@Net)	1,780
: 水分(%)	10>5	: 電圧・周波数(V,Hz)	400(50)/480(60)
: 熱量(MJ/Kg)	16.58<17.65	標準設置面積(m ² @2MW)	≒2,500
: 熱量(KWth/h@LHV)	5,493		

Note: ガス化発電装置の構成は、ガス化装置3系列並列運転、ガスエンジン発電機2系列並列運転(ORC付)の標準モデルです(ガス化装置2系列構成モデルも可、この場合発電量は1.85MWe)

即ち、**ガス化炉3基**当たり、チップ(@水分40%)を毎時1,774Kg/h投入すれば、エンジン発電機からグロスで1,800KWe(900KWe x 2)が、ORC(2種類)オプション付なら、更にグロス~200KWe(:180+10x2 KWe)が加わり合計~2,000KWe迄の発電が可能な見込です。ガス化効率は39.93%(ORC付)、ORC無しでも35.94%です。尚、系統接続時は、高圧接続の上限値2MWe未満(例えば、1.998MWe)の3基構成となりま

す。...
下記添付は、ガス化装置を3系列から2系列とした**コスト削減モデル**でもあり、想定発電量1.9MWe仕様の例(実際は1.85MWe)です。ORC

付の発電効率 39.11%の見込です（ORC なし仕様でも 35.94%程度）。
 原料チップ熱量、含水率等により発電効率値は変わります、単なる
 計算例です）。採算性（60Hz タイプ、50Hz も同一）は下記添付
 の様に、2MWe モデルに比べ多少低下します（特に年間稼働時間が低
 下が想定されます（8,520⇒8,040 時間/年）。

<https://www.biofuels.co.jp/採算性ATec1.9MW-ORC-60Hz.pdf>

A-Tecガス化発電装置技術仕様(1.85MWe@50/60Hz)			
ガス化・精製装置	(多段・No-Tar方式)	ガスエンジン部	(合成ガス用Jenbacher)
設置数(一)	2	設置数(一)	2
バイオマス原料	チップ材、ペレット	エンジン出力(KWm)	881<933x2
ガス化原料(Kg/h)	1,058	合成ガス熱量(KWth/h@2系列)	<2205X2
: (トン/y)	8,507	エンジン・発電効率(%)	<38.55
含水率(%)	5<10	回転数(rpm@50/60Hz)	1,500/1,800
		電圧(V)	400V@50Hz/480V@60Hz
稼働時間(h/y)	8,040	排ガス温度(°C)	460
原料熱量(KWm@LHV)	5,188	排ガス熱量(KWt/h@LHV)	494
冷ガス化効率(%)	85.0<91.0	発電機部	
合成ガス熱量(MJ/Nm3)	5.5<6.5	発電量(KWe@端子)	850<900x2
: (KWtm/h)	<2205X2	単体効率(%)	97.2
: 組成 /H2:20-25/CO:15-30/CH4:1-3		排熱ORC-1発電機(標準)	(排ガスDirect方式)
/CO2:5-15/N2:40-50/		設置数(一)	1
炭残量(Kg/h)	9<15	発電量(KWe@発電端子)	65<130
		排ガス量(Kg/h)	5,276
原料ホッパ・乾燥機	(温風乾燥方式)	: 温度(°C@Inlet)	460
設置数(一)	1	: 温度(°C@Outlet/定格)	180
受入原料(Kg/h@水分40%)	1,675	ORC-2冷却水発電(標準)	(クーラント排熱)
: (トン/y)	13,469	設置数(一)	2
: 含水率(%@Max)	40<50	発電量(KWe@端子)	10<20x2
: 貯蔵量(m3/時間)	<210/24hr(標準)	温水量(トン/h)	45
: サイズ(cm)	2.0<6.0	: 温度(°C@Inlet)	80
: 熱量(MJ/Kg@水分40%)	10.17	: 温度(°C@Outlet)	70
: 熱量(KWm/h@LHV)	4,731		
		発電量合計(KWe@端子)	1,850
乾燥済原料(Kg/h)	1,058	: 発電効率(%w/ORC)	39.11
: (トン/y)	8,507	: 内部消費(KWe)	204
: 水分(%)	10>5	: 売電量(KWe@Net)	1,647
: 熱量(MJ/Kg)	16.58<17.65	: 電圧・周波数(V,Hz)	400(50)/480(60)
: 熱量(KWth/h@LHV)	5,188	標準設置面積(m ² @2MW)	≒2,300

Note:ガス化発電装置の構成は、ガス化装置2系列並列運転、ガスエンジン発電機2系列並列運転(ORC付)モデルです(ガス化装置3系列構成モデルも可、この場合発電量は2.0MWe)

この 1.85MWe モデルでも、2 MWe モデルと同様に、この様な(超)高効率値は、他のどの様なガス化発電設備価格でも、この程度の規模のバイオマス発電装置ではあり得ない数値です。

尚、ネット発電量が 2 MWe (未満) 迄、余裕も持って発電できる構成例 (ガス化装置 3 基+ガスエンジン発電機 3 基の並列構成例 (ORC 無し) もあります。発電効率は 35.94% です。

<https://www.biofuels.co.jp/採算性ATec2.3MW-60Hz.pdf>

A-Tecガス化発電装置技術仕様(2.3MWe@50/60Hz)			
ガス化・精製装置	(多段・No-Tar方式)	エンジン部	(合成ガス用Jenbacher)
設置数(一)	3	設置数(一)	3
バイオマス原料	チップ材、ペレット	エンジン出力(KWm)	779<916x3
ガス化原料(Kg/h)	1,415	合成ガス熱量(KWth/h@3系列)	5,896<
: (トン/y)	12,052	エンジン・発電効率(%)	<38.55
含水率(%)	5<10	回転数(rpm@50/60Hz)	1,500/1,800
		電圧(V)	400V@50Hz/480V@60Hz
稼働時間(h/y)	8,520	排ガス温度(°C)	460
原料熱量(KWm@LHV)	6,937	排ガス熱量(KWt/h@LHV)	494
冷ガス化効率(%)	85.0<91.0	発電機部	
合成ガス熱量(MJ/Nm3)	5.5<6.5	発電量(KWe@端子)	757<890x3
: (KWtm/h)	5,896<	単体効率(%)	97.2
: 組成 /H2:20-25/CO:15-30/CH4:1-3		排熱ORC-1発電機(標準)	(排ガスDirect方式)
/CO2:5-15/N2:40-50/		設置数(一)	
炭残量(Kg/h)	9<15	発電量(KWe@発電端子)	
		排ガス量(Kg/h)	
原料ホッパ・乾燥機	(温風乾燥方式)	: 温度(°C@Inlet)	
設置数(一)	1	: 温度(°C@Outlet)	
受入原料(Kg/h@水分40%)	2,240	ORC-2冷却水発電(標準)	(クーラント排熱)
: (トン/y)	19,082	設置数(一)	
: 含水率(%@Max)	40<50	発電量(KWe@端子)	
: 貯蔵量(m3/時間)	<317/28hr(特注)	温水量(トン/h)	
: サイズ(cm)	2.0<6.0	: 温度(°C@Inlet)	
: 熱量(MJ/Kg@水分40%)	10.17	: 温度(°C@Outlet)	
: 熱量(KWm/h@LHV)	6,325		
		発電量合計(KWe@端子)	2,273
乾燥済原料(Kg/h)	1,415	: 発電効率(%w/o ORC)	35.94
: (トン/y)	12,052	: 内部消費(KWe)	275
: 水分(%)	10>5	: 売電量(KWe@Net)	1,998
: 熱量(MJ/Kg)	16.58<17.65	: 電圧・周波数(V,Hz)	400(50)/480(60)
: 熱量(KWth/h@LHV)	6,937	標準設置面積(m²@2.3MW)	≒3,000

Note:ガス化発電装置の構成は、ガス化装置3系列並列運転、ガスエンジン発電機3系列並列運転 (ORC無し,高圧接続上限)モデルです(同じネット発電量1,998KWe,ORC付モデルも可能)

更に、<https://www.biofuels.co.jp/採算性ATec2.3MW-ORC-60Hz.pdf>

(ORC 付の例) もあります。このケースの発電効率は 39.81% です。

A-Tecガス化発電装置技術仕様(2.3MWe@50/60Hz)			
ガス化・精製装置	(多段・No-Tar方式)	エンジン部	(合成ガス用Jenbacher)
設置数(一)	3	設置数(一)	3
バイオマス原料	チップ材、ペレット	エンジン出力(KWm)	779<916x3
ガス化原料(Kg/h)	1,270	合成ガス熱量(KWth/h@3系列)	5,292<
: (トン/y)	10,817	エンジン・発電効率(%)	<38.55
含水率(%)	5<10	回転数(rpm@50/60Hz)	1,500/1,800
		電圧(V)	400V@50Hz/480V@60Hz
稼働時間(h/y)	8,520	排ガス温度(°C)	460
原料熱量(KWm@LHV)	6,225	排ガス熱量(KWt/h@LHV)	494
冷ガス化効率(%)	85.0<91.0	発電機部	
合成ガス熱量(MJ/Nm3)	5.5<6.5	発電量(KWe@端子)	757<890x3
: (KWtm/h)	5,292<	単体効率(%)	97.2
: 組成 /H2:20-25/CO:15-30/CH4:1-3		排熱ORC-1発電機(標準)	(排ガスDirect方式)
/CO2:5-15/N2:40-50/		設置数(一)	(排ガスDirect方式)
炭残量(Kg/h)	9<15	発電量(KWe@発電端子)	1
		排ガス量(Kg/h)	130<190
原料ホッパ・乾燥機	(温風乾燥方式)	: 温度(°C@Inlet)	5,276
設置数(一)	1	: 温度(°C@Outlet)	460
受入原料(Kg/h@水分40%)	2,010	ORC-2冷却水発電(標準)	180
: (トン/y)	17,126	設置数(一)	(クーラント排熱)
: 含水率(%@Max)	40<50	発電量(KWe@端子)	2
: 貯蔵量(m3/時間)	<317/28hr(特注)	温水量(トン/h)	10x3<30
: サイズ(cm)	2.0<6.0	: 温度(°C@Inlet)	45
: 熱量(MJ/Kg@水分40%)	10.17	: 温度(°C@Outlet)	80
: 熱量(KWm/h@LHV)	5,677		70
		発電量合計(KWe@端子)	2,260
乾燥済原料(Kg/h)	1,270	: 発電効率(%w/ ORC)	39.81
: (トン/y)	10,817	: 内部消費(KWe)	262
: 水分(%)	10>5	: 売電量(KWe@Net)	1,998
: 熱量(MJ/Kg)	16.58<17.65	: 電圧・周波数(V,Hz)	400(50)/480(60)
: 熱量(KWth/h@LHV)	6,225	標準設置面積(m²@2.3MW)	≒3,000

Note: ガス化発電装置の構成は、ガス化装置3系列並列運転、ガスエンジン発電機3系列並列運転(ORC付, 高圧接続上限)モデルです(ORC無しモデルも可、ネット発電量は同じ1,998KWe)

その他、ガス化装置 2 基+ガスエンジン発電機 2 基構成、ORC 無しの

例 : 1.7MWe, 及びガス化装置 1 基+ガスエンジン発電機 1 基の最小構

成例 : 850KWe) 等もあります。発電効率は伴に 35.94% となります。

<https://www.biofuels.co.jp/採算性ATec1.7MW-60Hz.pdf>

<https://www.biofuels.co.jp/採算性ATec0.85MW-60Hz.pdf>

A-Tecガス化発電装置技術仕様(1.7MWe@50/60Hz)		A-Tecガス化発電装置技術仕様(850We@50/60Hz)	
ガス化・精製装置 (多段・No-Tar方式)	エンジン部 (合成ガス用Jenbacher)	ガス化・精製装置 (多段・No-Tar方式)	エンジン部 (合成ガス用Jenbacher)
設置数(一)	2	設置数(一)	1
バイオマス原料	チップ材、ペレット	バイオマス原料	チップ材、ペレット
ガス化原料(Kg/h)	1,058	ガス化原料(Kg/h)	529
：(t/y)	8,507	：(t/y)	4,253
含水率(%)	5<10	含水率(%)	5<10
稼働時間(h/y)	8,040	稼働時間(h/y)	8,040
原料熱量(KWm@LHV)	5,188	原料熱量(KWm@LHV)	2,594
冷ガス化効率(%)	85.0<91.0	冷ガス化効率(%)	85.0<91.0
合成ガス熱量(MJ/Nm3)	5.5<6.5	合成ガス熱量(MJ/Nm3)	5.5<6.5
：(KWtm/h)	<2205x2	：(KWtm/h)	<2205
：組成 /H2.20-25/CO.15-30/CH4.1-3 /CO2.5-15/N2.40-50/	排熱ORC-1発電機(標準) (排ガスDirect方式)	：組成 /H2.20-25/CO.15-30/CH4.1-3 /CO2.5-15/N2.40-50/	排熱ORC-1発電機(標準) (排ガスDirect方式)
炭残量(Kg/h)	9<15	炭残量(Kg/h)	9<15
原料ホッパ・乾燥機 (温風乾燥方式)	：温度(°C@Inlet)	原料ホッパ・乾燥機 (温風乾燥方式)	：温度(°C@Inlet)
設置数(一)	1	設置数(一)	1
受入原料(Kg/h@水分40%)	1,675	受入原料(Kg/h@水分40%)	838
：(t/y)	13,469	：(t/y)	6,734
：含水率(%@Max)	40<50	：含水率(%@Max)	40<50
：貯蔵量(m3/時間)	<210/24hr(標準)	：貯蔵量(m3/時間)	<100/24hr(標準)
：サイズ(cm)	2.0<6.0	：サイズ(cm)	2.0<6.0
：熱量(MJ/Kg@水分40%)	10.17	：熱量(MJ/Kg@水分40%)	10.17
：熱量(KWm/h@LHV)	4,731	：熱量(KWm/h@LHV)	2,365
乾燥済原料(Kg/h)	1,058	乾燥済原料(Kg/h)	529
：(t/y)	8,507	：(t/y)	4,253
：水分(%)	10>5	：水分(%)	10>5
：熱量(MJ/Kg)	16.58<17.65	：熱量(MJ/Kg)	16.58<17.65
：熱量(KWth/h@LHV)	5,188	：熱量(KWth/h@LHV)	2,594
	標準設置面積(m²@2MW)		標準設置面積(m²@2MW)
	≒2200		≒1200
	発電量合計(KWe@端子)		発電量合計(KWe@端子)
	1,700		850
	：発電効率(%w/o ORC)		：発電効率(%w/o ORC)
	35.94		35.94
	：内部消費(KWe)		：内部消費(KWe)
	204		102
	：売電量(KWe@Net)		：売電量(KWe@Net)
	1,496		748
	：電圧・周波数(V,Hz)		：電圧・周波数(V,Hz)
	400(50)/480(60)		400(50)/480(60)
	標準設置面積(m²@2MW)		標準設置面積(m²@2MW)
	≒2200		≒1200

Note:ガス化発電装置の構成は、ガス化装置2系列並列運転、ガスエンジン発電機2系列並列運転(ORC無し)モデルです(ガス化装置2系列構成(ORC付)モデルも可、この場合発電量は1.85MWe)

A-Tecガス化発電装置技術仕様(1.7MWe@50/60Hz)		A-Tecガス化発電装置技術仕様(850We@50/60Hz)	
ガス化・精製装置 (多段・No-Tar方式)	エンジン部 (合成ガス用Jenbacher)	ガス化・精製装置 (多段・No-Tar方式)	エンジン部 (合成ガス用Jenbacher)
設置数(一)	2	設置数(一)	1
バイオマス原料	チップ材、ペレット	バイオマス原料	チップ材、ペレット
ガス化原料(Kg/h)	1,058	ガス化原料(Kg/h)	529
：(t/y)	8,507	：(t/y)	4,253
含水率(%)	5<10	含水率(%)	5<10
稼働時間(h/y)	8,040	稼働時間(h/y)	8,040
原料熱量(KWm@LHV)	5,188	原料熱量(KWm@LHV)	2,594
冷ガス化効率(%)	85.0<91.0	冷ガス化効率(%)	85.0<91.0
合成ガス熱量(MJ/Nm3)	5.5<6.5	合成ガス熱量(MJ/Nm3)	5.5<6.5
：(KWtm/h)	<2205x2	：(KWtm/h)	<2205
：組成 /H2.20-25/CO.15-30/CH4.1-3 /CO2.5-15/N2.40-50/	排熱ORC-1発電機(標準) (排ガスDirect方式)	：組成 /H2.20-25/CO.15-30/CH4.1-3 /CO2.5-15/N2.40-50/	排熱ORC-1発電機(標準) (排ガスDirect方式)
炭残量(Kg/h)	9<15	炭残量(Kg/h)	9<15
原料ホッパ・乾燥機 (温風乾燥方式)	：温度(°C@Inlet)	原料ホッパ・乾燥機 (温風乾燥方式)	：温度(°C@Inlet)
設置数(一)	1	設置数(一)	1
受入原料(Kg/h@水分40%)	1,675	受入原料(Kg/h@水分40%)	838
：(t/y)	13,469	：(t/y)	6,734
：含水率(%@Max)	40<50	：含水率(%@Max)	40<50
：貯蔵量(m3/時間)	<210/24hr(標準)	：貯蔵量(m3/時間)	<100/24hr(標準)
：サイズ(cm)	2.0<6.0	：サイズ(cm)	2.0<6.0
：熱量(MJ/Kg@水分40%)	10.17	：熱量(MJ/Kg@水分40%)	10.17
：熱量(KWm/h@LHV)	4,731	：熱量(KWm/h@LHV)	2,365
乾燥済原料(Kg/h)	1,058	乾燥済原料(Kg/h)	529
：(t/y)	8,507	：(t/y)	4,253
：水分(%)	10>5	：水分(%)	10>5
：熱量(MJ/Kg)	16.58<17.65	：熱量(MJ/Kg)	16.58<17.65
：熱量(KWth/h@LHV)	5,188	：熱量(KWth/h@LHV)	2,594
	標準設置面積(m²@2MW)		標準設置面積(m²@2MW)
	≒2200		≒1200
	発電量合計(KWe@端子)		発電量合計(KWe@端子)
	1,700		850
	：発電効率(%w/o ORC)		：発電効率(%w/o ORC)
	35.94		35.94
	：内部消費(KWe)		：内部消費(KWe)
	204		102
	：売電量(KWe@Net)		：売電量(KWe@Net)
	1,496		748
	：電圧・周波数(V,Hz)		：電圧・周波数(V,Hz)
	400(50)/480(60)		400(50)/480(60)
	標準設置面積(m²@2MW)		標準設置面積(m²@2MW)
	≒2200		≒1200

Note:ガス化発電装置の構成は、ガス化装置1系列運転、ガスエンジン発電機1系列運転の最小(ORC無し)モデルです(更にORC付も可、この場合発電量は925KWe)

A-Tec ガス化設備では、全て合成ガス/バイオガス用エンジン発電機として、欧米で最も実績のある旧 GE (現 INNIO) **イエンバッハ**

(Jenbacher) の

(<https://www.innio.com/en/products/jenbacher/type-4>) ガスエンジン発電機 (JMS320@650KW⇒JMS416@750KW⇒JMS420@900KWe@

50/60Hz へと順次能力アップ) が新たに標準仕様で組み込まれ、更に合成ガス最適化 (ガス量アップ、~max2, 205KWth/Gasifier-output) されていることから、特に発電量も多く高発電効率ガス化発電装置となっています。

尚、全て**直接輸入**ですから、現状の為替変動は激しく、かつ**大幅な円安**ですが (25%程度円安、更にインフレで装置**単価も上昇**)、幸いにも間伐材 FIT 適用 2MW 以内 (40 円/KWh) なら、添付採算計算例で示す様に**採算性も充分取れる**と思われれます。

現状、この装置は EU で 5 例、及び 1 例自社で A-Tec 計画中（売電目的ではなく、自社のペレット工場向け電力供給）、北米でも建設（中）例があります。国内例は現状未だ稼働例はありません。商談中の案件は主に F I T 狙いの間伐材木質チップ原料が主となっています。プロセス的には、高価なペレット材、廃木材も当然利用可能ですが、国内では採算上から、お薦めしません。その他、バイオ・コール原料も、10～20%程度なら試験済ですが、それ以上、或いは他種原料は試験・評価が新たに必要です。

単体 750KW (@JMS320)、最大構成の実例は 5 基並列構成の 3 MWe（1 基はガス燃料製造）の例があります。

国内の導入の場合、高圧接続最大限度内の多くは 2 MWe 規模（未満）が多いと思われます。この場合、ORC (Type-1&2) 仕様なら、どの地域でも 2 MWe 発電が可能の見込みです。単一ガス化装置、ガスエンジン発電機、及び ORC 付の機器構成例（下記、添付）なら 925KWe（ORC 付）程度迄の発電が可能です。尚、エンジン発電だけなら、現状 850KWe が上限です。前述（2MWe, 1.85MWe）に比べ、どうしても割高で採算性はやや低下します。

<https://www.biofuels.co.jp/採算性ATec1.0MW-ORC-60Hz.pdf>

2. ガスエンジン発電機

本 A-Tec ガス化炉のガス・エンジン発電機は、A-Tec 合成ガスで 1 基当たり 850~900KWe (JMS420) の発電が標準で可能です。因みに、JMS420 モデルはバイオガス (Biogas、メタン発酵

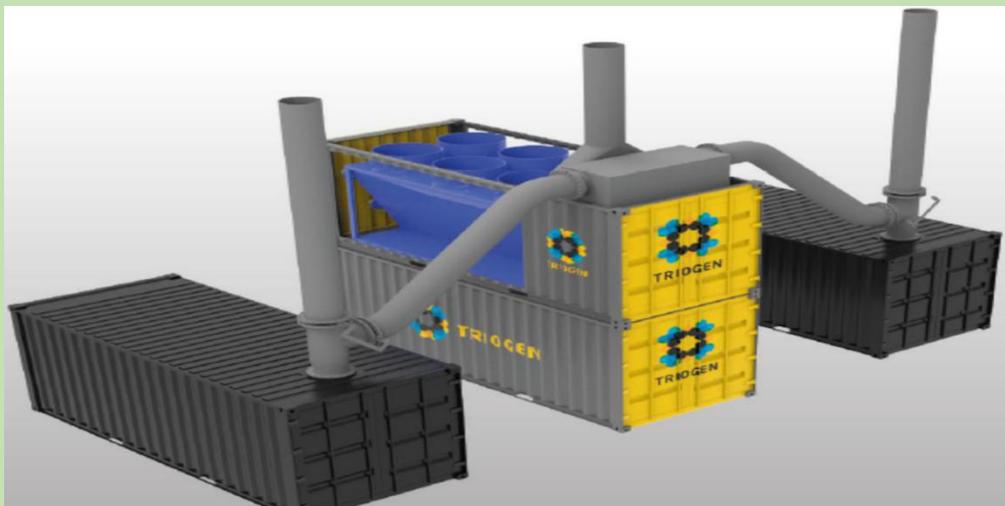


ガス) では、1,500KWe の発電が可能ですが、合成ガス熱量がバイオガスの 2.5 分の 1 程度と低く、最大 900KWe 程度迄発電出力は低下します。何れにしても、バイオマス・ガス化炉合成ガス用として世界的に最も有名であり、実績も多く高効率な Jenbacher 製ガス・エンジン発電機 (J420) を 850~900KWe 発電用として標準的に採用しています。

3. 排熱回収発電機 (ORC) も組込済 (準標準)

前述の様な高効率の Jenbacher ガスエンジン発電機に加え、A-Tec ガス化発電装置では、極限までの排熱利用により、更に発電量増に努めています。まずはエンジン排ガスの熱回収発電に対して、下記のような ORC 発電機を設置します。Jenbacher ガスエンジン発電機 2 基迄の排煙 (Flue-gas) 熱を、ORC 揮発熱媒体 (ペンタン) とで直接熱回収します (通常の ORC は排煙を一度温水化して、次に ORC 揮発媒体と熱交換する方法 (低温 ORC) と比べ、遥かに効率的な高温 ORC 方式の為、高発電効率であり、より多くの排熱回収発電が可能です)。

この ORC 発電機 (Type-1) は Triogen 社の製品です。～180KWe もの発電が**バイオマス原料を一切使わず、排熱有効利用**だけで可能です。



エンジンは、運転中は常時冷却する必要があります。この冷却操作は不可欠であり、電力も自己消費（ポンプ/冷却ファン・モータ）されます。今回の A-Tec ガス化装置では、この冷却熱を**低温 ORC 発電**を行い、かつ冷却操作も併せて行う装置も付加されます。冷却操作の電力が不要になるばかりか、**ORC 発電機 (Type-2)**により、更にプラス (+) の発電が行えます（各エンジン当たり 10～KWe 追加発電）



以上の様に、高効率ガスエンジン発電＋高効率排熱 ORC 発電 (Type-1 & 2) を加えることで、2 MW 発電の場合、追加の**設備投資は必要で**

すが、**合計 200KWe** (@50/60Hz) もの発電が原料を一切使わず可能となり、本 A-Tec の発電効率を尚一層高めています。

尚、**ORC 仕様**は弊社が提案して実現された**日本仕様**であり、A-Tec 社の販売する設備には現状含まれません。欧米では売電価格も安く（8～10 円/KWh の模様）、又**バイオマス原料費**も我が国程高価では無い様で、採算が取れない模様です。

4. 乾燥機、標準で組込済

更に、CHP 排熱回収装置（右記写真参照）で残りの低温熱回収（熱交換器）、そして乾燥機用熱源を得ることが可能です。仮に乾燥用熱量が不足する場合は、別と追加補助燃料（バイオマス、重油、LPG)による追加燃焼も可能です。

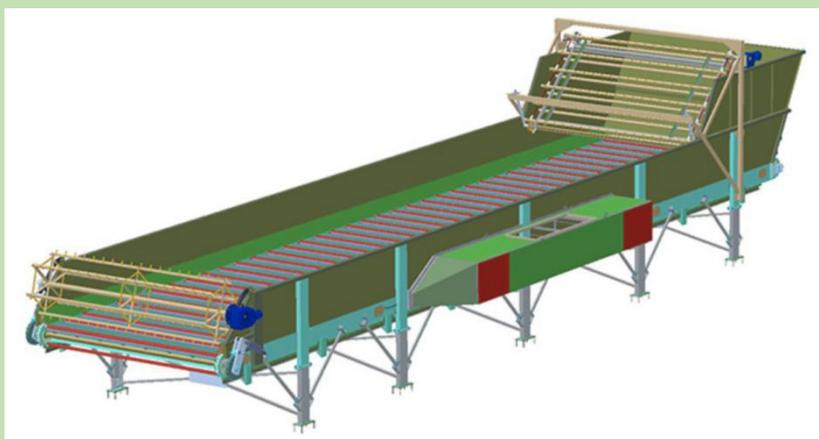


通常のだどのガス化炉の最適な水分濃度は 5%～10%程度です。このレベルの水分濃度の常時維持は、**乾燥機無しでは不可能**です。ガス化炉の故障原因の多くは、原料水分量の過多（不十分な乾燥）、水分変動によるものです。その点、本ガス化装置は標準で**乾燥機も付帯設備**に組み込まれ、**排熱利用の為、乾燥機用燃料も不要**ですので、安心です。かつ**排熱回収熱**で、湿ったチップ（仕様は最大 40%～50%程度ですが、補助熱源を使えば 60%+迄対応可の見込です。

仕様のには、未乾燥チップ（含水率：40%～）を5～10%程度の乾燥チップへ自動乾燥させ、常にガス化炉にベストな乾燥状態のチップを連続供給できる設計です。乾燥能力は、ガス化設備能力に合わせて設計されますが、1.5ト/ h～6.0ト/ h程度迄です。

ガス化炉が3基迄なら、乾燥機1基で処理可能です。それ以上は複数設置となります。

次の写真は既設3MWの乾燥機の例です。尚、本乾燥機には、ホッパー（凡そ8～10時間保管、自動生チップの乾燥機への自動供給設備：Moving-Floor方式）、更に自動篩機構（石、鉄材等の除去、定格外サイズのチップ除去）、及び排熱利用の自動乾燥機、更に乾燥処理された定格チップ材をガス化炉で自動供給するコンベアー類も含まれています。但し、計量設備は測定精度の限界から備わっていません。受入チップは、通常の計量認可されたトラックスケールとなります。



5. その他、付帯設備

その他、本ガス化発電設備の付帯設備として下記がありますので、必要に応じ選択できます(オプション仕様を含む)

- 1) 制御・モニタリング設備: ガス化発電設備の制御、監視システム(遠隔監視も含む)
- 2) 乾燥機投入前処理設備: スクリーニング設備等(前述、標準)
- 3) 冷却設備、排熱回収設備: エンジン排ガス熱回収(ORC/Type-1)、及び冷却設備(ORC/Type-2)、ガス化炉用空気予熱、及び乾燥器用低温熱回収利用(合成ガス冷却、エンジン低温熱回収、他、乾燥用熱不足なら追加燃料燃焼も可能なCHP・熱交)(標準)
- 4) 建屋換気設備: 設備建屋内の換気設備(COガスモニター、温度・湿度管理)等(建屋本体は含まず、別と)
- 5) 窒素製造設備: ガス化炉の高温フィルター(Hot-Filter)再生用、及びエア稼働バルブ稼働用(標準)
- 6) 鉄骨構造装置サポート: 装置類のサポート等の鉄骨類(建屋とは独立構造)

6. 採算計算例

概算の2MWe(@60Hz/50Hz版も同一)採算例(ガス化装置3系列)を下記に添付します。これは単なる**計算方法**を示した例です。

<https://www.biofuels.co.jp/採算性ATec2.0MW-ORC-60Hz.pdf>

ご覧の様に、自動乾燥機(1基,ホッパー付)、ガス化炉(2,460KWth x 3基),ガスエンジン発電機(Jenbacher-JMS420,900KWex2基),排

熱回収発電(ORC:180KW_{ex} 1 基)、及び低温エンジン冷却水 ORC(10W_{ex}2 基)の並列運転グロス発電量 2.0MWeの例(系統接続なら高圧接続制限から 2MWe 未満)です。

この装置は統合型乾燥機付ですので、いっそ丸太(水分 65%)を受け入れ、自己発電所でチップ化した後、水分 40~50%迄(含水率がこれより高い場合は別と追加燃焼オプション対応も)自然乾燥後の未乾燥チップ材を本統合 A-Tec ガス化発電装置で、標準ホッパー経由(標準保管量:8~10 時間程度)で受け入れ、乾燥・発電迄を全て自己完結する計算例です。間伐材 100%のケースで、チップ価格が異なる 3 ケースの採算生比較の試算です。

間伐材未乾燥チップ材 6000 円/ト、8000 円/ト、及び 10,000 円/トと仮定しています(価格は個々の状況により変わります)。間伐材丸太の価格は、未乾燥チップ価格から、処理費他の費用を差し引き、逆算すると 4,500 円/ト~8,500 円/ト程度と推定しています。

ここでは、生チップ受け入れから、乾燥処理、及びガス化装置等の消費電力は全グロス発電量(ORC 発電含む)の 11%(220KW/h@ 2 MWe)程度を見込んでいます。

この例の計算結果は、全て間伐材の場合、生チップの価格 6,000 円/トなら、投資回収 7.02 年、IRR 値 13.0%となります。同様に 10,000 円/トなら、8.41 年、10.2%となります。この様な利回りは、全て高ガス化効率のガス化装置、ガス・エンジン発電機(排熱回収発電 ORC を含め)の高発電効率の相乗効果と言えます。

同様に、下記は 1.9MWe タイプ@50Hz（実際のグロス発電量：1.85MWe の場合の例です。

<https://www.biofuels.co.jp/採算性ATec1.9MW-ORC-50Hz.pdf>

次に、**保守費**ですが、保守部品代より、人件費の方が、高価です。ガス化発電では、殆どの保守作業は自営保守も可能です。これにより、大幅な保守費の削減が可能です。

加えて、今回の計算例では、**残差の炭（灰）**は処分費を計上して計算していますが、農業利用（肥料）、或いは吸着材、**カーボンブラック**等の利用法もあり得ます。この場合は、経費ではなく、多少の売上もあります。最近、更に**炭は CO2 ガスの長期固定化手段**として、CO2 削減法の有力な手段としても多いに注目されています。

それぞれの個別ケースにより、採算計算値は大幅に異なります、上記は単なる採算計算例です。

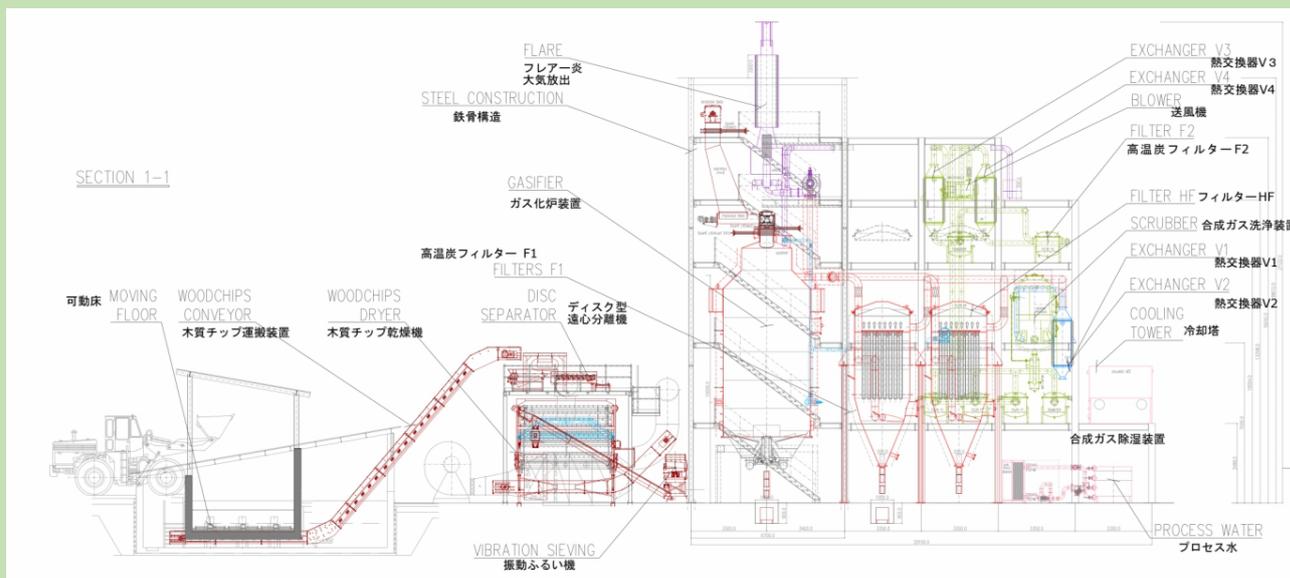
原料費ばかりでなく、設備投資額も、経費類も、個々のケースで可成り価格変動します。

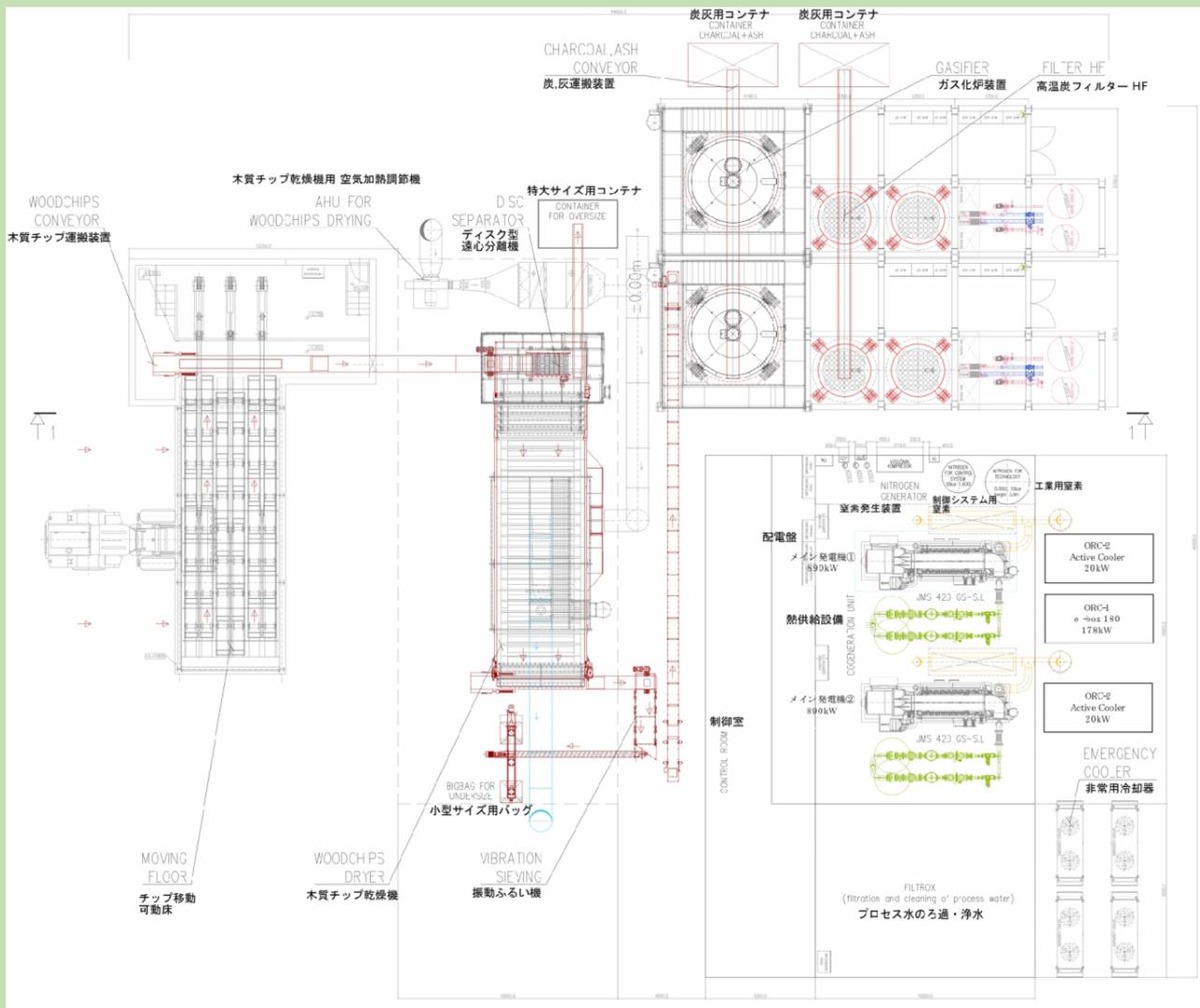
この例(2MW)は、**ガス化装置(3) + エンジン発電機(2)の設備本体価格は 1KW 当たり 129 万円**（直販本体価格, 乾燥機, 2 系統 ORC 発電機付等の Turn-Key 設備、更に為替で変動）となっています。

原料費、各種経費項目、等もそれぞれ状況で見直し下さい。

7. 設置例 (1.9MWe@50Hz/2.0MWe@50/60Hz)

下記は配置図は、現在計画中の統合型 A-Tec ガス化発電装置の設置例 (1.85MWe タイプ : ガス化装置 2 基@8,040 時間/年) の図面であり (W43m x D40m x H21m)、ORC 発電機 (1+2 セット) 付の統合型発電装置です。勿論、この装置構成も可能ですが、お薦めのガス化発電設備 (2MWe タイプ : ガス化装置 3 基、高信頼性モデル:8,520 時間/年) となります。基本配置図は類似ですが、ガス化装置が 2 系列から余裕の 3 系列となります)。現状、配置図は一般公開していませんが、設置面積は多少増えます (W50m x D50m x H21m)。





以上、過去に例のない(超) 高効率の統合方ガス化発電装置例の概要を説明しました。お問い合わせがあれば、下記の弊社 Web. Site よりお願いします。

以上 (2023/09/01)

合同会社 バイオ燃料

神奈川県厚木市温水 476

電話：046-247-6047

<https://www.biofuels.co.jp>

Note:最新版(<https://www.biofuels.co.jp/説明書A-Tecガス化.pdf>)