

# 高性能中大型 PMX バイオマス・ガス化発電装置

(High-Performance Medium-to-Large Capacity PMX Biomass/Waste Gasifier & Power Generator)

## Up-Draft Gasifier Combined with High Temperature ORC Technology

(アップドラフト型ガス化複合発電装置技術)



木質バイオマス(チップ/ペレット)、固体ゴミ (MSW/RPF)、廃棄物 (廃紙・プラ・タイヤ・石炭、鶏糞) 等の諸原料さえあれば、何方でも、何処でも高効率のガス化発電/廃熱利用ビジネス開始が出来ます！

## はじめに

ご提供するガス化分解装置システムは、

### **アップ・ドラフト型ガス化装置**

#### **Up-Draft Gasifier**

と呼ばれる**高性能ガス化分解装置**です。**ガスエンジン発電機**と組み合わせれば、高効率**バイオマスガス化発電システム**が簡単に構築でき、売電ビジネスが実現可能となります。特に、本装置**ターボ付**の高効率・中速型ガス・エンジン発電機に、更に排熱回収**高温 ORC**を準標準機能付とした**高効率発電装置**です。

弊社の仕様、改善・改良に基づき、海外 OEM 先企業で製作し、弊社立ち合い検証済の OEM 製品を納入させていただきます。最大の特徴は高性能、多種原料対応、及び優れた**高コスト・パフォーマンス**の実現です。

ガス化分解炉内では、**高水分 (30~35%)**を含む各種**バイオマス**、炭化水素廃棄物等の原料を酸素（空気）の供給を制限した状態、効率的な**熱化学分解反応** (Thermo-chemical Cracking Reaction)を行い、先ず粗製合成ガスを製造します。この為、通常**のガス化炉原料**の様に乾燥原料（水分 5 ~ 15 %）を供給する必要は全くありません（この結果、**乾燥前処理設備**も殆ど不要です）。後段の**合成ガス精製装置**で、固形物、タール類を除去精製処理、冷却・乾燥工程を経て高エネルギー、高品質のクリーンな合成ガス燃料を製造します。低価格、高信頼性、高効率の**中速型ガス・エンジン発電機**（600 回転/分）、及び**高温 ORC 排熱回収発電機**と最適に組み合わせ連携を行い低価格で、高効率の**バイオマス・ガス化発電システム**をご提供させていただきます。

**本ガス化装置 PMX (Power Machine with eXtension)** ほど、装置能力の**スケラビリティ**を持ち、**低価格・高パフォーマンス**の**バイオマスガス化発電システム**は、国内市場に於いて未だ販売されてないと思われま

**(本 PMX ガス化製品情報は、ガス化一般論・概説を飛ばし、直接 12**

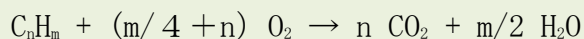
**ページ以降を参照下さい)**

## **ガス化理論の概要**

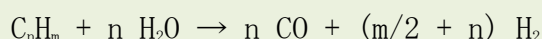
最初に**ガス化法、燃料の基礎**です。化学に馴染みが無い方は、最初は読み飛ばして頂いても構いません。

原料のガス化分解法は、ボイラー等で従来より実施されている**燃焼法**とは全く異なります。

燃焼法では、PE/PP の様なプラスチック高分子炭化水素類(炭素 C と水素 H 分だけの高分子) は、理想的に充分空気(酸素) を供給し完全燃焼させれば、酸化反応が起きて全て炭酸ガス(CO<sub>2</sub>)と蒸気=水(H<sub>2</sub>O)を含んだガスに化学的に分解・変換されます。化学式は下記となります。特に燃焼時に有毒な**ダイオキシン**、**窒素酸化物(NO<sub>x</sub>)**等が発生します。生成物の炭酸ガス(CO<sub>2</sub>)や水蒸気(H<sub>2</sub>O)は燃えませんので燃料ガスでは当然ありません。



一方、空気を完全に遮断、或いはそれに近い状態下、水蒸気(H<sub>2</sub>O)を使う**熱分解反応**では、燃焼とは異なり固体原料は、一酸化炭素(CO)と水素(H<sub>2</sub>)を含んだ燃料ガスに変換され、合成ガス燃料として再利用できます。具体的には、精製処理後、ガスエンジン燃料として使用し発電機を駆動すれば、発電が効率的に出来ます。



上記の式から解る様に、**ガス化熱分解法**では、**原料水分**がガス化炉内で水蒸気化(H<sub>2</sub>O)し分解され、水素分(H<sub>2</sub>)と酸素分(O<sub>2</sub>)として加わり、結果的には、燃焼に比べ酸素量を絞り込んだ状態(m/4+n/2 モル分だけ酸素供給減)で、敢えて不完全燃焼(部分酸化)ガス化させていることとなります。従って、更に酸化できる余地(CO + 1/2 · O<sub>2</sub> ⇒ CO<sub>2</sub>を残し、即ち燃えるガス燃料です。

水分を含まない(乾燥状態の)熱分解反応では、下記の様に、発生するガスは水素だけで、残差として炭素(C)が固定物として残ります。



この場合は、水分(水蒸気化)を含む場合に比べて、一酸化炭素ガス(CO)は発生しませんし、水素ガス発生量も、nモル分少なくなり、そして燃料ガス生成量の合計は減少します。このことから**水蒸気(水分を含む原料)を使うガス化法の有利性**が解ると思います。逆に、Up-Draft法のガス化設備では、乾燥原料であれば、水分を再添加する方がガス化効率は向上します。

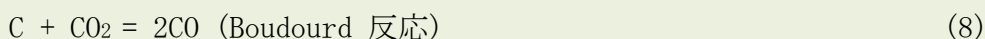
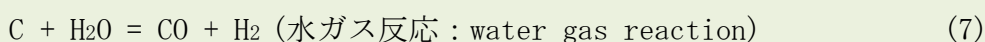
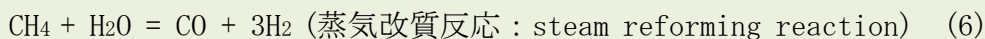
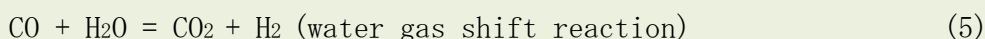
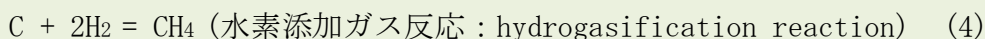
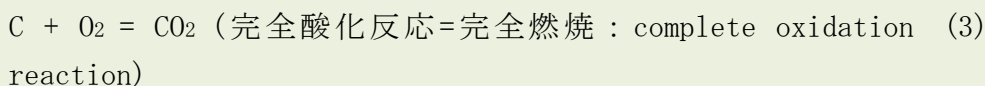
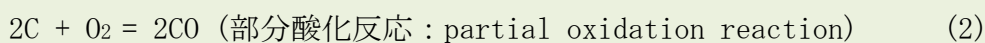
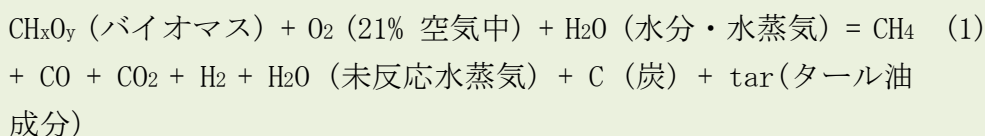
一方、固体バイオマス・廃棄物原料は、炭素、水素分に加え酸素分を多く含む原料となっています(炭素・水素・酸素化合物)。

水分(水蒸気)の存在下の熱分解反応を行うと、実際はいろいろな成分を含んだ合成ガス燃料に変換されます。代表的な化学物質に対し、下記の様な化学式が成立しますが、通常は(1)式だけの理解で充分です。

バイオマスは複雑な化学式で表現されますが、下記の式では、炭素分を1として、他を水素、酸素割合をそれぞれ x, y で表現してあります。主要なバイオマス原料にセルロースがあります。

セルロースは多糖類であり、繊維質です。その化学式は  $(C_6H_{10}O_5)_n$  です。この表現法なら  $CH_{1.67}O_{0.833}$  となります。

(1) 式の酸素分は空気を用いて、通常供給されます。空気は窒素分(78%)、アルゴン等(1%)を含みますが、反応には関与しないので、(1)式上では省略してあります。空気を使うと不燃の窒素分( $N_2$ )が合成ガス中に最終的に残り、この分ガスエネルギー値が低下します。従って、空気に代わり、純酸素、或いは濃縮酸素を使う方が好ましいのですが、酸素の濃縮・分離費(PSA法等)の壁があります。より大型の設備(10MW以上)でないと経済的に成り立たない場合が多いと思います。



このガス燃料は、上記の様に一酸化炭素(CO)と水素(H<sub>2</sub>)を主成分とする混合ガスで、一般に**合成ガス**(Syn-Gas、或いは**Producer Gas**)と呼ばれています。更に、少量のメタン(CH<sub>4</sub>)、炭酸ガス(CO<sub>2</sub>)のガスを含んでいます。酸素供給法として空気を使えば(純酸素を使うガス化法も有り)、不燃の窒素(N<sub>2</sub>)ガス分も多く合成ガス中に含まれます。

水、タール分は常温では液体、炭は固体、他は全てガス成分です。この混合成分の合成ガスを製造し・精製する装置が**ガス化熱分解炉**と呼ばれている装置です。Up-Draft 法ガス化炉は、水分を多く含む原料、或いは乾燥原料では蒸気(水分)付加を加え高濃度の水素、一酸化炭素、メタン等を含んだ高エネルギー



一合成ガスが製造出来る**優れたバイオマス・ガス化分解手法**です。ガス化法の多くは、コスト面、技術面等から、**水分を多く含む原料を直接ガス化できる装置**は少ないと思われます。殆どは原料は**乾燥済原料限定**です（Down-Draft 法、他）。

ご提供のガス化分解装置は、水分を多く含む原料を、前処理乾燥工程を介さず、直接利用し、空気（酸素）を最小限に絞り込んで合成ガスが製造できます。

## **ガス化の歴史、背景、及び経緯**

ガス化方式・製造技術の歴史は古く、150年以上前より存在したとも云われています。石炭のガス化分解によるガスの灯り（ガス灯）への利用等でした。動力用燃料としての利用も、100年以上前から車輛用であります。特に、第2次世界大戦中は、石油類の不足を補う燃料として、木質バイオマスや石炭のガス化が広く利用されました。特にドイツや日本で、バス・車輛用燃料・動力として多用されました（木炭車）。戦後は、石油が効率的、かつ安価な液体燃料として主に使われ、特別な例外的な地域を除いて、最近まですっかりバイオマスのガス化は忘れられた存在でした。

この例外的な特別地域とは、石油の恩恵を受けられなかった一時期の南アフリカ（黒人差別政策による南ア石油輸出禁止）、或いは石油を購入する資金が充分でなかった開発途上国（インド、中国等）です。彼らは、現状でも引き続き継続的に多用しています。その技術実績、導入実績も、既に多々存在します。

ところが地球温暖化防止（京都議定書）、石油価格の高騰等による代替燃料、及び都市ゴミ・各産業・農業廃棄物問題等から、再び、この10年前後前から、自然再生可能エネルギーとしての**バイオマスガス化技術**が、特にEU諸国、北米（米国、カナダ）で注目されだしました。

EU諸国、特にドイツでは脱原子力、脱石油と言う観点からも、（木質系）バイオマス原料のガス燃料化、発電事業が実践・導入されて来ています。北欧、米国・カナダ等は、木質系資源が豊富でもあり、ガス化技術の開発、設備導入の普及は顕著です。

一方、英国、米国、及びインド等では最大の問題は、都市ゴミ・廃棄物問題です。大量の都市ゴミは、従来殆ど埋め立て（85－90%）、放置されました。この結果、自然分解で発生する**メタンガス問題**（CO2の21倍もの温暖化）や**ゴミ埋め立て場所の最近の確保難、公害（臭気、火災）**の諸問題です。

従って、これら地域ではガス化原料として、**都市ゴミ (MSW/RDF) 処理**が最も注目の豊富なガス化原料となっています。木質系バイオマスの様に有価で購入する必要がないばかりか、逆に処理費用 (Tipping Fee) を受け取れますので、ビジネス化に際して採算上有利です。

我が国では、都市ゴミは殆ど**ボイラー燃焼処理**等が行われ、蒸気・タービン発電も行われて来ています。従来の**燃焼方式**と新たな**ガス化方式**との大きな差は、**発電効率の差**、有毒物質 (ダイオキシン等) の発生有無、装置の高圧/常圧運転、設備費の差等です。これらがガス化装置導入の最大の特徴です。

**ガス化方式**は一旦原料を投入すれば、**有害な排気ガス、臭気等は一切でない密閉システムであり、騒音・振動もありません**。外部に出るのは、クリーンな合成ガス燃料と残差の灰分だけです。バイオマス原料等が持つ炭素・水素・酸素分は全て**ガス燃料 (合成ガス)**に変換されます。合成ガスの主成分は、前述の化学式が示す様に一酸化炭素 (CO) , 水素 (H<sub>2</sub>) が主成分として生成します。他は少量のメタン、CO<sub>2</sub> 等です。この合成ガスを精製処理 (タール分除去等) すれば、クリーンな合成ガス燃料として使えます。

**燃焼方式**では、前述の化学式の様に、排気ガスは主に炭酸ガス (CO<sub>2</sub>) , 水 (H<sub>2</sub>O) 生成がします。排気ガスの清浄装置も必要です。

**合成ガス燃料**は、発電目的の場合、発電効率の高さから、通常ガスエンジン燃料として供給し、エンジンの回転動力を使い発電機を廻して電力を得る方法が典型的です。他に、ボイラー燃料として使い、蒸気力でタービン・発電機を廻して電力を得る方法もありますが、最終発電効率は、ガスエンジン発電に比べ低くなります。より高度な利用法として高濃度水素を製造し、高純度水素を分離する、又はメタンガスを効率的に製造し、これらのガス成分を使う燃料電池方式もあります。現状の設備費は、ガス化発電の数倍から 10 倍以上もします。更に合成ガスの留分 (CO, H<sub>2</sub>) を反応させ (FT 法) 、最終的に石油代替製品 (バイオ・ガソリン、バイオ・灯油、バイオ・ジェット燃料、バイオ・軽油) 、或いは基礎バイオ化学原料 (メタノール、バイオプラ類等) 製造も既に実践され始めています。

前述の様に**燃焼方式**の最大の長所は、実績の多さです。現在計画中、或いは建設中のバイオマス発電設備でも、多くは燃焼法であり、バイオマス燃焼・蒸気タービン発電方式です。特に、横並び、新規リスクを嫌う傾向からか、燃焼

法の導入は引き続き顕著です。バイオマスや都市ゴミのガス化熱分解法分野では我が国は最後進国の一つです。今後、急速な普及が望まれています。

但し、プラズマを使う超高温ガス化炉の導入では先進地域の一つです。理論的には理想的な処理法の一つですが（灰分のスラグ化）、最大の欠点は熱効率の低さ、（超）高価格な設備費、維持費の高さ等の諸問題です。導入例の殆どは、兎に角ゴミ処理最優先、採算を度外視した場合等が、主だと思われま

### **ガス化発電装置の全体構成とその主な設備の一般概説**

ガス化発電装置システム全体は、**ガス化反応器** (Gas Reactor) だけではありません。前工程、後工程に、用途に応じ、また顧客のご要望により必要な設備機器類が付加されます。設備の概説を順にします。

1. **前処理設備**：ガス化反応器の原料仕様に合致する状態の原料が直接供給される場合は、前処理設備は勿論不要です。

それ以外の場合、先ずガス化反応器への原料供給、原料調整工程等が必要です。原料サイズが許容範囲より大きい場合は**裁断作業**（下記下、2番目の写真、**チップ化機**の例）が必要です。余りにも細かい原料（ノコギリ屑、チップ化細粉等）は、逆により大きな塊に**原料サイズ調整**（下記の上部写真参照：ペレット化, ブリケット化）をします。





ガス化反応プロセス方式等により、原料の許容サイズは異なります。装置の仕様で、最大値と最小値の許容値が決まっています。規格外の原料は、規格値内に納まる様に、上記の前処理設備工程が必要となります。ガス化原料の許容水分（%）も、上下限値の範囲内である必要があります。各ガス化方式、プロセス等により、これも技術仕様で支持されています。バイオマス原料は水分過多の場合が多く、この場合、別途**乾燥設備**を設けます。自然乾燥法で乾燥できる場合もあります。Down-Draft 法等、殆どのガス化炉は原料（チップ）の水分量は5～15%であり、乾燥設備は不可欠ですが、Up-Draft 法ガス化炉は、水分は30～35%程度がベストであり、殆どの原料では**乾燥機は不要**です。FIT対応の木質ガス化で丸太供給の場合は、先ずチップ化処理を行います。チップ材を乾燥処理はほぼ不要です。チップの外部購入の場合も同様です。

都市ゴミや**産業廃棄物**（廃タイヤ）等の原料化では、混入**無機物の除去・選別装置**が必要になる場合もあります。各種金属、ガラス・セラミック類等が代表的な除去無機物の例です。

他に、**水銀やカドミニウム、放射能物質**等も同様で、プロセスにより、投入禁止、或いは許容値がありますので、その範囲内の原料を使うか、前処理で除去します。炭化水素プラスチック類ですが、**塩素**を含んだ塩ビ類、或いはPET



類は処理不可のガス化装置も多くあります。何れにしても、ガス化反応器に投入可能な原料の種類や技術仕様を守ることが重要です。

尚、一般に投入可能な原料であっても、原料の種類やその組成割合の急激な変化は、製品の合成ガス組成、ガス流量の急激な変化をもたらし、最終的には発電量の急激な変化が起きて来ますので、避けた方が好ましいです。

**2. 貯槽付帯設備**：次に、これらの調整済のガス化固体原料の貯槽、付帯設備です。外部から調整済の原料を受け入れる場合、その供給頻度と処理量とを勘案した貯槽ホッパー、コンベア、収納倉庫等が必要になります。最低、一週間程度の貯槽ホッパーが必要だと思われます。前述のチップ化、ペレット化/ブリケット化、及び乾燥工程も含め同じ場所で一体設備で運営される場合、貯槽は単なる設備間のバッファーですので、小容量でも良いかもしれません。逆に、パーム殻（PKS）、木材チップ、ペレット原料等を海外から輸入し使用する場合、輸入間隔を考慮し、最低でも1ヶ月分程度の貯槽が必要と思われます。

**3. ガス化反応炉・ガス精製・付帯設備**：ガス化反応器への原料供給設備は、通常ガス化反応器と一体化設備として供給されます。原料の種類やサイズにより供給方式や供給量制御を含めて、反応装置と密接な関係があり、切り離しづらいからです。

同様に、ガス化反応器と一体化されている設備に、粗製ガスの精製設備があります。本設備なしでは、生成合成ガスは、不純物の規格からガスエンジンには使えません。使用ガス化原料の種類やガス化方式、装置メーカー等により、ガス精製方式、具体的な設備構成は異なります。何れにしても合成ガス用途規格に合う合成ガス純度までの精製処理を行い、供給する必要があります。通常は、ガス化炉出口の粗合成ガスは、固体、気体の不純物を含んでいます。代表的な方式は、次の4工程処理が必要です。まず、

1) **固体ダスト類除去**：固体・粉体状の炭・灰分、ゴミ類を、遠心力差を利用したサイクロンで通常処理します。方式によって、また混入固体割合の多い場合、2段階のサイクロン処理を行います。更に、2次処理としてフィルター類でより細かい微細粉体を除去する乾式法、或いは水や油類、溶剤で、ガス状の不純物も含め同時に除去処理する湿式法とがあります。最終的に**電気集塵装置（ESP）**で、ほぼ完全に固形物・不純物を除去するプロセスもあります。

2) **廃熱回収・ガス冷却**：ガス化炉の出口温度は、方式により大きく変わります。最低200℃-最高1000℃程度の範囲内です。多くは750-900℃程度の範囲で

す。このような高温ガスは、単純な冷却操作では、廃熱ロスからエネルギー効率が低下しますので、通常は熱回収し、最終的に水や空気等で冷却し、基準温度の常温までガスを冷却します。高温の熱回収法では水蒸気を発生させたりします。ガス化炉で使うプロセス用途用の他、別と蒸気タービン発電をする等、各プロセスでいろいろ熱回収法の工夫しています。この熱回収工程は、合成ガス温度レベルの高い箇所での熱交換が当然有利です。熱交換で高分子タール分の固化温度の考慮が必要不可欠です（配管、フィルターの詰り）。通常、サイクロンの前後の工程、2次固体分離工程前の高温ガス状の箇所に設置されています。

**3) 不純物除去**：原料の種類により、合成ガスに含まれる不純物除去工程が必要になります。最大の不純物は、ガス化しない液状**タール留分除去処理**です。副生量は、ガス化原料、方式、及び操作温度等により、変動しますが、通常ゼロではあり得ません。油や溶媒での溶解抽出、水冷却分離法などで、基準値以内に低下させる必要があります。ガスエンジン用途のタール留分は、最大50～60 mg/Nm<sup>3</sup>程度以下が基準値です。尚、タール分の副生量が、ガス化炉出口で基準値以下と公言するプロセス方式もあります。多くは、高温ガス化法、或いは**多（2）段階ガス化法**です。触媒を使い低分子変換ガス化法、更に高温で再熱分解（例、ガスプラズマ分解法、純酸素を使う高温熱分解法）等です。タール分除去が不要なら、それ自体は大きな利点ですが、触媒費・装置費、或いは高温処理による熱効率の低下、装置建設費、保守費増と利点とのトレードオフです。**Up-Draft 法**は特にタール留分が多く副生しますが、除去すれば問題ありません。本 Up-Draft 法では、このタール分を**補助燃料**として有効利用し**高効率複合発電**を実現しています。

その他にも不純物は存在する場合があります。例えば、**硫黄化合物**です。石灰化合物等を使う方法、或いは1)の2次工程の湿式工程で、併せて除去する方法等いろいろです。

**4) 乾燥・除湿処理**：ガス化装置は、水を一切使用しない乾式精製処理であっても、合成ガス化反応器内で水分が副生しますので、殆どの設備では、**乾燥除湿工程**があり、ガスエンジンの水分仕様範囲まで、残留水分除去を行い、低下させます。

以上の諸工程を経て、或いは組み合わせで、次の合成ガス燃料の用途（ガスエンジン燃料等）規格に合う精製済**クリーン合成ガス燃料**が製造出来ます。大型ガス化システムでは、オンラインガス分析計が、多くの場合設置されていて、常時ガス組成を監視できる様な設備設計となっています。

5) **ガスエンジン・発電設備**：ガスエンジンは、軽油や重油燃料仕様のディーゼルエンジンの様に、混合ガス燃料を昇圧・昇温しても、自然発火しません。ガソリンエンジンの様に、電気火花により着火する方式です。従って、電気プラグ付エンジンを使用します。

この他に、バイオディーゼル、植物油、軽油と**混焼 (Dual Fuel) エンジン**を使う場合もあります。この場合、油分で自己着火しますので、プラグは不要で、基本はディーゼルエンジン仕様です。合成ガス燃料は吸気口に空気と混合し供給されます。従って、燃焼室では、最初に油分が自己着火し、次に直ちにガスが燃焼すると言うタイミング順です。エンジンメーカー、タイプにより混焼燃料の混合比の許容範囲は仕様で決められています。

一般に油燃料を一部使い発電する方が、発電量が安定すると云われています。100%合成ガス燃料だけでは、供給ガス量やそのエネルギー値が変動して、最終的に発電量が変動するからです。電力用途や変動幅の許容規格により、ガスホルダーの設置やガス化原料の均一化等の工夫が必要かもしれません。仮に、植物油、BDF等が比較的簡単に入手可能な状況なら、発電量・質の安定化の観点から混焼エンジン方式もお勧めです。

6) **発電設備**：次は**発電機**です。ガスエンジンの機械的回転動力源を使い発電機 (Generator) を回転して電力を得ます。発電機メーカーは、通常エンジンメーカーとは異なり、多くは重電機メーカー (国内なら三菱電気、海外なら独シーメンス等) から供給されます。中国製なら、国産に比べ数分の1と言う超安価な価格帯です。バイオマス・ガスエンジンは、通常ディーゼル油エンジンに比べ選択の範囲は限られています。ガスエンジンの多くは、高エネルギーの天然ガス仕様のガスエンジンであり、多くの低エネルギー・バイオマス合成ガスでは使用できません。

7) **系統接続設備**：**売電 (FIT)**を行う場合は、本設備が必要です。接続電力会社、接続高圧線の規格にあう様な設備とします。前述の発電機は、ソーラー発電方式と異なり、直接交流発電をしますので、直交流変換も不要であり効率的です。交流のままですべて系統接続できます。発電機発注時に、電圧とその地域の周波数を指定します。中型以下なら400Vが、大型なら6,600V、或いは11KV等です。発電機の電圧が系統電圧に合わなければ、トランスで電圧調整が必要になります。

## お薦め Up-Draft 型ガス化炉製品(PMX)

次に、以上説明の Up-Draft 型の FPT ガス化炉（弊社 OEM 製品/製作先インド）と類似の Up-Draft 型 **ガス化発電装置（弊社 OEM 製品 PMX : e-Power Machine eXtensions , 製作先中国）** をご紹介します。

下記写真は、PMX(1 MWe) の例です。



同じ Up-Draft 型の為、ガス化炉の基本機能、性能、価格帯等は、FPT も、PMX も全てほぼ同一です。従って、一般的な説明も FPT ガス化炉と同一ですので、そちらを参照ください。主な差は下記です。

- ①ガス化炉本体、1基のガス化能力は、50KWe 程度から **2 MWe** 迄各種能力あり、尚、設備能力は、予め決められた設備能力から選択が基本。それ以上は並列設置構成です(FPTは単体で4MWe 迄)。
- ②原料供給等、**自動化** (FPTは半自動) です。
- ③**ガス化装置、及びガスエンジン発電機全てを1社内で取り扱えるので** (FPTはガス化炉単体、エンジン発電機は、他社製品を選択)、ストックの無い様な**保守部品**の購入・調達、製造元に依頼が必要な様な**重要保守作業等は1社で完結**できる。地理的にインドに比べ、中国は近く**早い保守対応**、等が可能です。



④ ガスエンジン発電機に加え、排熱回収 IGCC 複合発電 (<https://biofuels.co.jp/page20-13.html>) 複合 ORC、或いは蒸気ボイラー・タービン発電も準標準となり、中大型プラント (1.8MW以上) の場合、一括提供可能です。但し、国内の発電ボイラー規則もあり、通常小型輸入 ORC 機器の利用に限定されます。

国内でご希望の多い高圧接続範囲 (2MW 未満) での中型ガス化発電に於いて IGCC 複合発電を希望される場合、後述の高温排熱ガス利用 (Combustion-Chamber) と PureCycle (下記写真、280KW, 開発元: 米国 Pratt & Whitney) を組み合わせた複合 ORC 発電を標準的に組み込んだ高性能発電機をご提案しています。



同様に、海外大型ガス化発電プロジェクト (8MW 以上) の場合、大型 ORC (2MW~) として、より高発電効率機の Exergy (下記、伊製) を準標準機としご提案しています。



国内**大型ガス化装置**（20MW+）程度以上の場合、第1の選択は、ORCに代えて**国産機**（排熱ボイラー・蒸気タービン複合発電）との組み合わせで通常対応させていただきます。また、ガスエンジン発電機に代えて**ガスタービン**との組み合わせも、排熱利用法、ガス化発電規模、及びご希望により考慮します。

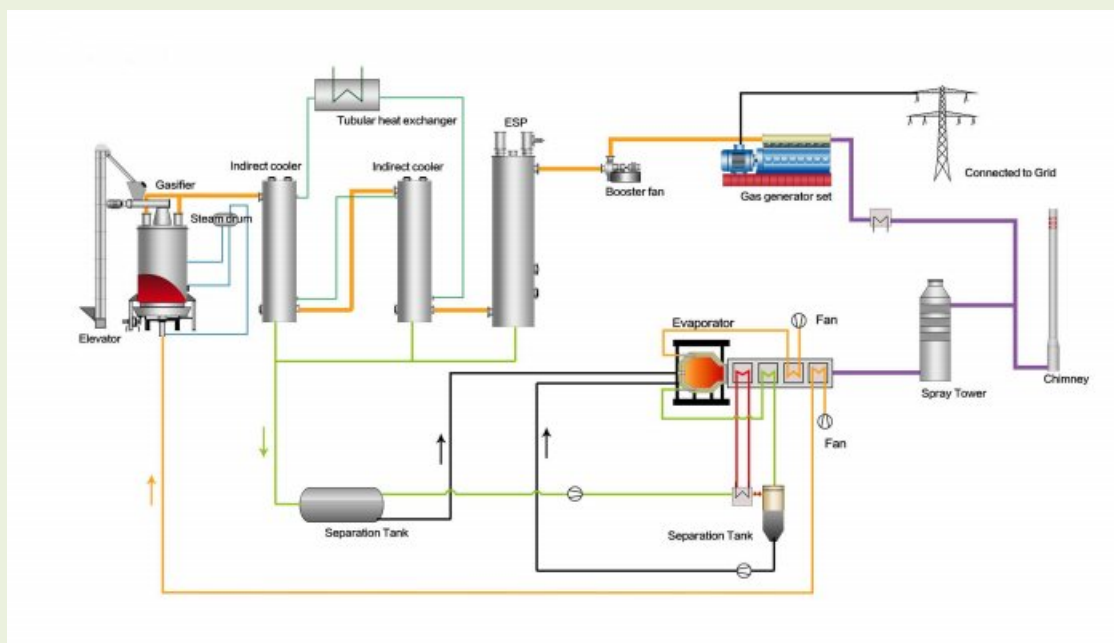
⑤FPT, PMXの何方も**選択可能**ですが、特に指定が無ければ、国内の顧客向けは、現状本**PMX製品を推薦中**です。

### プロセスフローのご紹介

以下に簡単にPMXのプロセスフローを紹介します。Up-Draft法で副生するタール留分の処理法、或いは**タール分利用法**の違いが主です。

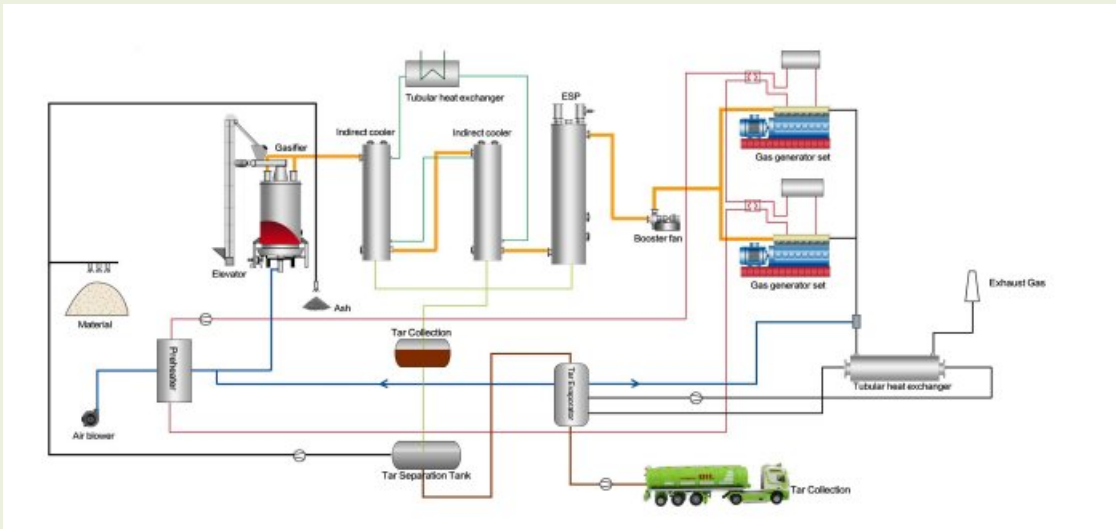
①タール分をフラント内で**焼却処理**(Incineration)

この方式は、小規模（1MWe程度以下）で主に採用されます。



②タール分を分離し、販売（別途、燃料として利用）する場合

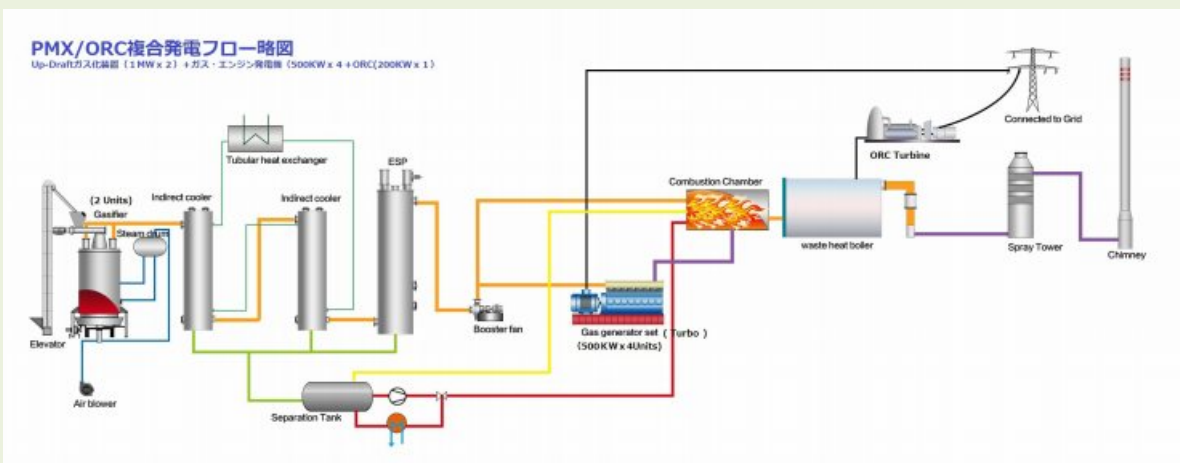
タール分は、**軽油・重油の50～60%の熱量**があります。特に有害成分を含まない**木質チップ材**を使うガス化なら、ボイラー燃料として問題なく自己使用できます。市場が有れば販売も可能です（熱分解・バイオ油）。



③タール分を使い**複合発電（IGCC）**の発電ボイラー燃料として有効利用する場合

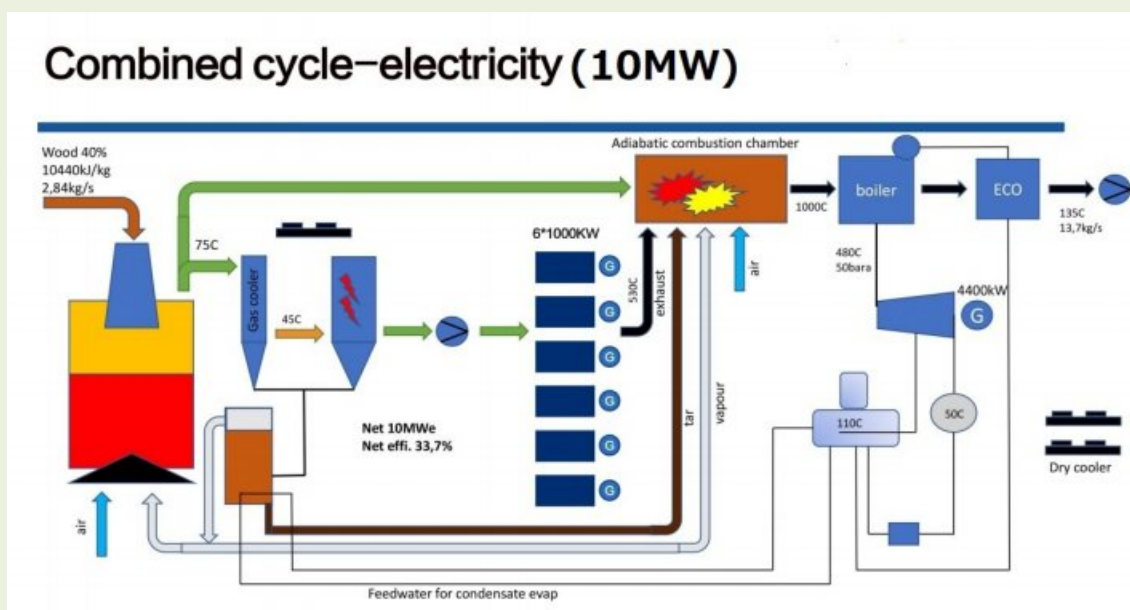
複合発電（蒸気タービン、或いは**ORC 排熱回収複合発電機**）により、単純なエンジン排熱回収に加え、**副生タール分**の燃料有効利用、及びガス化合成ガスの燃焼熱利用より高温ガスを発生させます。高価な原料に対する発電効率を**高温ORC(高温複合蒸気タービン発電)**より向上させることができます。

即ち、エンジンの高温排ガスをボイラーに導入すると共に、タール及び(不足)空気をボイラーに加え、高圧蒸気（ORC 用有機媒体）を発生させ、その高圧水蒸気（有機 ORC 蒸気媒体）を使い水蒸気（ORC 有機蒸気）タービン発電を行う方法です。



もう少し、IGCC周りを詳しい図が下記です(下記は10MWeの場合)。

図は、水蒸気ボイラーですが、有機媒体蒸気（ORC）でも同じです。現状、発電能力 2MWe～10MWe クラス程度迄は、ORC を通常お勧めしています。



④ PMX ガス化炉と組み合わせる標準的な中速型ガスエンジン発電機（600rpm）です。1基当たりの発電能力は、直列L型（L8）の400KWe、500KWe、及びV型（V16）の800KWe、1000KWeとなっています。発電機ドイツ Siemens のライセンス品を主に採用しています（他も可）。合成ガス・エンジンの効率アップの為、ターボ・チャージャー付を標準とし、発電効率は32.7%から36.0%へ向上します（EU製の Jenbacher 並みの高効率化を中速型で達成）。





## ガス化発電（PMX）の採算計算例

①下記は大型バイオマス発電の採算性の計算例(10MWe)を添付します。これは単なる計算例です。具体的な投資額が必要な場合、計画の概要をご連絡下さい。

### 国内ガス化・売電ビジネス(複合発電10MW)の概算計算例

N O.	項 目	一般材 (丸太)	一般材 (未乾燥チップ)	建設廃材 (未乾燥チップ)
		金額(円)	金額(円)	金額(円)
1	全投資金額(合計)	3,973,380,000	3,860,880,000	3,860,880,000
2	発電設備能力(グロス10MW)	10,000	10,000	10,000
3	ガス化・ガス装置一式(4系列)	1,681,680,000	1,681,680,000	1,681,680,000
4	ガスエンジン・発電装置一式(6系列)	693,000,000	693,000,000	693,000,000
5	排熱ボイラー・蒸気タービン(HRSG)	623,700,000	623,700,000	623,700,000
6	原料供給、ホッパー、他	125,000,000	125,000,000	125,000,000
7	冷却設備一式(ガス化装置、エンジン)	105,000,000	105,000,000	105,000,000
8	変電、系統接続費	142,500,000	142,500,000	142,500,000
9	前処理設備(丸太よりチップ化設備費)	112,500,000		
10	原料チップ保管ヤード(見積外)			
11	上記設計料、等	70,000,000	70,000,000	70,000,000
12	土建、建屋、他(ガス化本体)	270,000,000	270,000,000	270,000,000
13	プロジェクト管理費、等	150,000,000	150,000,000	150,000,000
14				
15	原料丸太必要量(トン/年)	140,916		
16	水分(%)	65.0%		
17	原料費(生丸太/未乾燥チップ、円/トン)	2,500		
18	原料費(チップ換算、円/トン)@水分40%	4,286	6,000	1,500

19	: 熱量(MJ/Kg— LHV@40%)	10.44	10.44	10.44
20	: 必要量(Kg/h)	10,224.00	10,224.00	10,224.00
21	: 必要量(トン/年)	82,201	<b>82,201</b>	<b>82,201</b>
22	: 原料投入熱量(kW/h)	29,663.39	29,663.39	29,663.39
23	売電価格(FIT, 円/KWh)	<b>24.00</b>	<b>24.00</b>	<b>13.00</b>
24	ガスエンジン発電効率(%)	33.71%	33.71%	33.71%
25	発電量(kW/h@グロス)	10,000	10,000	10,000
26	: (kW/h@ネット)	8,620	8,620	8,620
27	自家消費電力(発電量@%)	13.80%	13.80%	13.80%
28	総発電量(KWh/年=8,040 時間)	80,400,000	80,400,000	80,400,000
29	自家消費電力(発電量@13.8%)	11,095,200	11,095,200	11,095,200
30	原料費/売上(電力)割合(%)	21.18%	29.65%	13.69%
31	原料費/電力(円/KWh)	5.08	7.12	1.78
32				
33	<b>投資採算性(円、年間当たり)</b>	<b>金額(円/年)</b>	<b>金額(円/年)</b>	<b>金額(円/年)</b>
34	電力売上額	<b>1,663,315,200</b>	<b>1,663,315,200</b>	<b>900,962,400</b>
35	原料費	<b>-352,289,829</b>	<b>-493,205,760</b>	<b>-123,301,440</b>
36	償却費(15 年均一)	-264,892,000	-296,990,769	-296,990,769
37	人件費(5人 x4シフト,日勤3人,Note-5)	-103,500,000	-85,500,000	-85,500,000
38	灰処分費(原料の 3%@1 万円)	-24,660,288	-24,660,288	-24,660,288
39	保守費(3. 5%@設備費)	-139,068,300	-135,130,800	-135,130,800
40	保険料(売上@0. 5%)	-8,316,576	-8,316,576	-4,504,812
41	運転経費・管理費(売上@1.5%)	-24,949,728	-24,949,728	-13,514,436
42				
43	税引前利益(円/年)	<b>745,638,479</b>	<b>594,561,279</b>	<b>217,359,855</b>
44	フリーキャッシュフロー(円/年)	1,010,530,479	891,552,048	514,350,624
45	投資回収(年)	3.93	4.33	7.51
46	投資利回り(%@税引前利益/総投資額)	<b>18.8</b>	<b>15.4</b>	<b>5.6</b>

Note:

- 1)ガス化装置、エンジン発電機等の投資額は現状の添付フロー図メーカーによる概算価格です(HRSGは国産の予定)、設備、経費全て消費税別途です
- 2)HRSGの性能、価格は超概算です。付帯設備費も同様です
- 3)原料受入・計量設備、事務所建設費等は含めていません
- 4)原料の種類、品質、熱量等により、投資額、収率の他、原料確保の難易度/価格等により、採算性等は変わります
- 5)人件費:均一450万円/人、チップ製造の人員(1人/シフトとする)

以 上

国内設置の場合、通常投資額 39～42 億円 (40 万円/KWh) 程度が想定されます。この複合発電 (IGCC) による高性能ガス化発電 (前記のフロー図) の例です。尚、10MW クラスの大型ガス化・プラントの場合、原料は殆ど輸入に頼ることになり、どのような荷姿 (バラ、コンテナ等)、容量単位で輸入するかですが、国内材と比較出来ない程大量の原料保管ヤードが通常必要となり、必要な保管スペースを含め関連建設費も膨大となり得ます。個々のケースで別途見積が必用で、従って、この項は見積外とします。

②同様に、国内 FIT 対応のバイオマスガス化発電装置は、高压接続可能な 2 MW 未満です。この場合、ガス化装置 (1 MW x 2 基)、ターボ付中速型ガス・エンジン (600rpm、500KW x 4 基)、ORC (PureCycle x 1 基) 付、フル仕様 PMX (2MWe) の想定設備投資に対する採算計算例は、下記を参照ください。殆どの FIT 対応バイオマス発電はこの機器構成となります。尚、添付は単なる計算例ですの

で、具体的には、弊社にお問い合わせ下さい。チップ外部購入の他、丸太購入の例もあります。この場合は**チップ機**を含めご提案します。

尚、下記は**生チップ（水分 45%）**を購入する例であり、乾燥機付の PMX ガス化発電（ORC 付）の計算例です。同様に単なる計算例ですので、具体的な価格等はお問い合わせ下さい。

<https://biofuels.co.jp/採算性PMX2.0MW-ORC.pdf>

### **導入教育保守体制**

ご購入頂いたお客様は、併せて必要な導入、教育支援が受けられます。ガス化発電機器の保守体制も、部品供給と併せて、順次整備を行って参ります。これら諸サービスは本体ご購入時に併せてご提案させていただきます。

### **メーカー保証期間**

故障に対する製造元の無料補償期間は、顧客先搬入後 12 ヶ月と致します。それ以降は、別途契約の有料保守サービス、又は年間保守契約サービスへ移行します。保守会社は顧客先とご相談し、費用を含め最適な企業をご紹介します。

### **Blogs 紹介、ご参考記事**

本ガス化装置本体の紹介記事は、下記の Blogs に掲載済です。  
併せて、ご参照ください(<https://joeh.hatenablog.com/> )

### **弊社 H.P. 上の各種バイオマス・ガス化発電装置の紹介**

弊社 H.P. では、本 **Up-Draft 型バイオマス・ガス化発電装置（PMX）**、及び同じ UpDraft 型 **FPT ガス化発電装置**を含め、弊社が輸入代理店、或いは OEM 依頼元製品として取り扱う小型から超大型機迄、いろいろな各種ガス化（発電）装置を掲載し、顧客のご要望に対応させて頂いております。

顧客に最適な、最上のガス化発電製品は、顧客の**諸事情により変わります**。

顧客の状況・要望を先ずは確認させて頂き、ベストな製品を、弊社取り扱いの製品、他社製品を含めて、最適なガス化技術製品をお薦めしています。

下記は現状の弊社取り扱い中のガス化製品グループです。

必要なら、こちらも併せて参照下さい。

・各種ガス化発電装置の選択表：<https://www.biofuels.co.jp/ガス化発電装置早見表.pdf>

・各種ガス化装置紹介（弊社 H.P.）：<https://biofuels.co.jp/page2.html>

/以上



## 高性能中大型 PMX バイオマス・ガス化発電装置 (Up-Draft 型) を

### 日本の皆様へ



### 日本国内の営業・販売・導入・教育・保守サポートをします

(保守サポートは、費用が異なりますが、装置製造メーカー、国内契約先等、顧客先のご要望に合わせます)

開発輸入販売元  
(弊社 OEM 製品)

合同会社 バイオ燃料  
神奈川県厚木温水 4 7 6 (〒243-0033)

電話 046-247-6047

携帯 090-1115-1650

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

メール先 : [info@biofuels.co.jp](mailto:info@biofuels.co.jp)

注) ・充分実証されていない予定、項目も本説明書に含まれています。ご購入を検討時等に、内容を担当者にご確認を下さい。

2021/10/22