

廃棄物ガス化改質発電プロセスの開発

Development of Gasification and Reforming Process of Waste for Electricity Generation



早川 諒*
Ryo Hayakawa



皆川公司*
Koji Minakawa



細田博之*
Hiroyuki Hosoda

小規模でも高い発電効率を確保できるガスエンジンを利用した高効率な廃棄物ガス化発電プロセスの実証を目的とし、まずは比較的発熱量が高い廃棄物を対象に、100 t/d ~200 t/d 規模で送電端効率27%を目標とするプロセスの検討を行った。技術検討の結果、酸素・水蒸気および空気を適切に利用したガス化プロセスにおいて、ガスエンジンの安定稼働とプロセス全体の送電端効率27%が両立する目途を得た。

Kobelco Eco-Solutions has developed a new and innovative gasification process to produce energy from waste. Based on our test results, we designed a gasification and reforming process that uses a mixture of O₂, steam and air. It was suitable to satisfy gas engine requirements and obtain a high net electrical efficiency. A feasibility study was carried out on an industrial scale (100 ton/day), and the net electrical efficiency was estimated to be 27%.

Key Words :

廃 棄 物 発 電
流 動 層
ガ ス 化
改 質
ガ ス エ ン ジ ン

Waste to energy
Fluidized bed
Gasification
Reforming
Gas engine

【セールスポイント】

欧州および国内でニーズが高まっているバイオマスおよび廃棄物の高効率ガス化発電プロセスを提供する。

ま え が き

地球温暖化対策としての二酸化炭素削減、ならびにエネルギー源の多様化の要請により、廃棄物等からのエネルギー回収が求められており、とくに高効率な発電技術が重要となっている。しかしながら、日本国内においては、たとえば一般廃棄物は年間約34百万トンが熱回収処理（焼却処理）の対象になっているが、20%を超える発電効率の施設は主に300 t/d以上の規模であり、大都市のみにしか立地して

いない。

廃棄物は地域で集積し地域で処理する方が収集運搬費用が少なく効率的であり、小型・分散型でも高い発電効率を得られるプロセスの開発・実用化が望まれている。一方で、廃棄物処理施設における発電プロセスの多くは、廃棄物を焼却した際に発生する熱で蒸気を発生させ、その蒸気を蒸気タービンに供給して発電する方法が採用されている。蒸気タービンは規模が小さくなるにつれて発電効率が低下する

という特性を持ち合わせており、小規模で高い発電効率を達成することは難しい。

蒸気タービン以外の発電方式にガスタービンやガスエンジンがある。ガスエンジンは、小型でも比較的発電効率が低下しにくいという特性をもつため、ガスエンジンが適用できれば小規模施設での発電効率の向上に寄与できるものである。施設規模が大きい場合はガスタービンの選択肢もあるが、規模が小さい場合はガスエンジンの方が高い発電効率を得られる。よって、ごみ処理量100~200 t/d 規模を想定した場合は複数台のガスエンジン併設が発電効率の面で優位であると判断できる。

以上を踏まえ、本開発では、まずは発熱量が比較的高い(4000~5000 kcal/kg) 廃棄物をガス化改質して得た合成ガス(Synthesis gas, 以下、単にSYNGASとする)を利用して、小規模でも高い発電効率を確保できるガスエンジンを利用した高効率発電プロセスを実証することを目的とし、発電効率は、100 t/d ~ 200 t/d 規模で、送電端効率27%を目標とした。

1. ガス化改質によるガスエンジン発電について

本開発が想定している廃棄物ガス化発電プロセスのフローを図1に示す。廃棄物もしくはバイオマス流動床式ガス化炉へ供給しガス化した後、後段の改質炉にて生成ガス中のタールを改質する。その後ボイラによる熱回収、ガス処理を行い、ガスエンジンに適したSYNGASをガスエンジンに供給し発電を行うことで、従来のボイラタービン発電プロセスより高効率な発電を実現するものである。

本プロセスのキーポイントは、いかにガスエンジンを安定稼働させるかである。ガスエンジンを安定稼働させるためには、求められるSYNGASの性状に以下の大きな制約がある。

- ① ガスエンジンを稼働させるために最低限必要なガス発熱量以上である必要がある。
- ② ガスエンジンの前処理部でのトラブルを避けるために、許容されるタール濃度がある。

③ エンジンオイルの汚染や機器の腐食を避けるための制限値がある。

これらの制約条件をクリアするために、プロセス側で必要な対策を取る必要がある。

ガスエンジン稼働に必要なガス発熱量については、ガスエンジンメーカー数社から得られた情報をもとに、4.6 MJ/m³_N以上を目標値とし、それを満足するための改質方法およびガス処理プロセスを選定することとした。

タール低減のための主な方法としては、高温改質と触媒等を活用した低温改質が挙げられる。今回は、処理対象物として廃棄物を想定しているため、触媒等を活用した低温触媒の採用においては、様々な微量物質による触媒被毒の懸念があること、また、ガス中に含まれるダストが多いため触媒前でダストを除去する必要があるが、タールやチャーを含んだガスを高温でろ過することに高いハードルがあること、などから低温改質についてはまだ研究が必要な段階であると判断し、高温改質を選択した。

高温改質においても幾つか方法が考えられるが、今回は表1に示すプラズマ改質と酸素・水蒸気改質の2つの方法を検討し、その性能を確認した。

2. 試験結果

本開発では大きくわけて下記3つの事項を確認するために、試験およびプロセスの検討を行った。

① ガス化改質試験

ガス化改質プロセスの最適化のために、プラズマ改質、および酸素・水蒸気改質の2通りの改質方法を検討した。プラズマ改質はフランスの実証設備において、空気ガス化とプラズマ改質の組合せによるガスエンジン発電の適用性について検討した。酸素・水蒸気改質は当社の試験設備において、酸素・水蒸気および空気を組合せたガス化改質によるガスエンジン発電の適用性について検討した。

② ガスエンジンの動作確認試験

ガス化改質試験の結果に基づいて模擬したSYNGAS(以下、模擬ガス)により、実際にガスエ

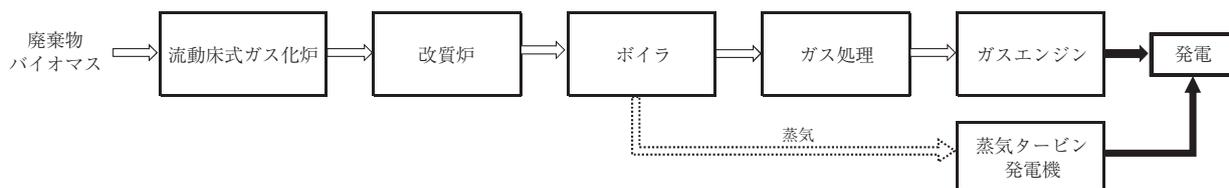


図1 想定フロー

表1 各改質方法の概要

改質方法	プラズマ改質	酸素・水蒸気改質
原理	・発電した電力でプラズマを発生させ改質炉の温度を上げる。	・酸素ガスによる燃焼熱で改質炉の温度を上げる。
メリット	・燃焼熱によらずプラズマの熱で温度を上げるため、ガス発熱量の低下が抑制される。	・酸素と水蒸気のバランスを変えてガスの発熱量を調整できる。 ・水蒸気によるチャーの改質も期待できる。
デメリット	・発電した電力を使用する。	・酸素および水蒸気を発生するためにエネルギーを使う。

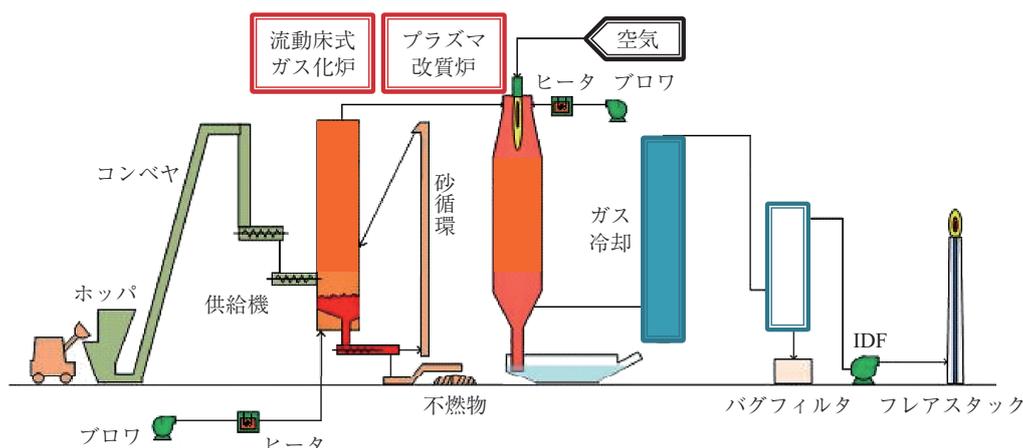


図2 実証設備プロセスフロー図

ンジンが稼働すること、および所定の性能が発揮されることを確認するための試験を行った。

③ ガス処理プロセスの最適化

ガスエンジンで安定して発電するためには、ガス中に含まれる各種微量成分を除去する必要がある。ガスエンジンメーカーからの情報をもとに、ガス処理プロセスにて対応すべき項目として抽出し、最適なガス処理プロセスを検討した。

2.1 ガス化改質試験

2.1.1 設備概要

1) プラズマ改質試験設備

実証設備のプロセスフローを図2に、設備の概要を表2、外観を写真1に示す。設備は、前処理された試料を重機で供給し、ガス化改質するものである。ガス処理としてはバグフィルタが設置されており、そこで灰や生成されたすすなどを除去後、SYNGASを燃焼処理する方式となっている。試験用の試料としては木質チップおよびRDF（木質、紙、プラのフラフ）を対象とした。

実証試験で使用した試料の組成および外観を表3に示す。

表2 実証設備の概要

定格能力	800 kg/hr
対象物 (試料)	・木質チップ ・RDF
ガス化方式	流動床式ガス化炉
改質方式	空気プラズマ方式
ガス冷却方式	間接熱交換方式
ガス処理方式	バグフィルタ



写真1 実証設備の外観

表3 木質チップ, RDF 分析結果

			木質チップ	RDF
三 成 分	可燃分	wet%	75.4~85.5	64.9~90.1
	水分	wet%	14.3~24.1	5.2~6.4
	灰分	wet%	0.2~0.5	3.5~29.9
元 素 組 成	C	dry%	50.8~53.9	38.9~44.2
	H	dry%	5.7~7.1	5.5~6.1
	N	dry%	0.04~0.3未満	1.5~2.5
	S	mg/kg dry	72~822	1 376~7 500
	Cl	mg/kg dry	74~1 109	2 183~13 100
	O	dry%	37.9~43.0	21.6~42.6
低位発熱量	MJ/kg	wet base	13.0~16.1	16.3~17.0
	kcal/kg	wet base	3 100~3 850	3 900~4 060
物 理 組 成	紙	wet%	—	8.5~14.5
	プラスチック	wet%	—	5.3~9.0
	木	wet%	—	77.3~81.5
	金属	wet%	—	0.1未満~2.2
	不燃物他	wet%	—	0.1未満~0.5
外 観				

※ RDF：破碎，磁選，非鉄選別，風力選別処理されたもの

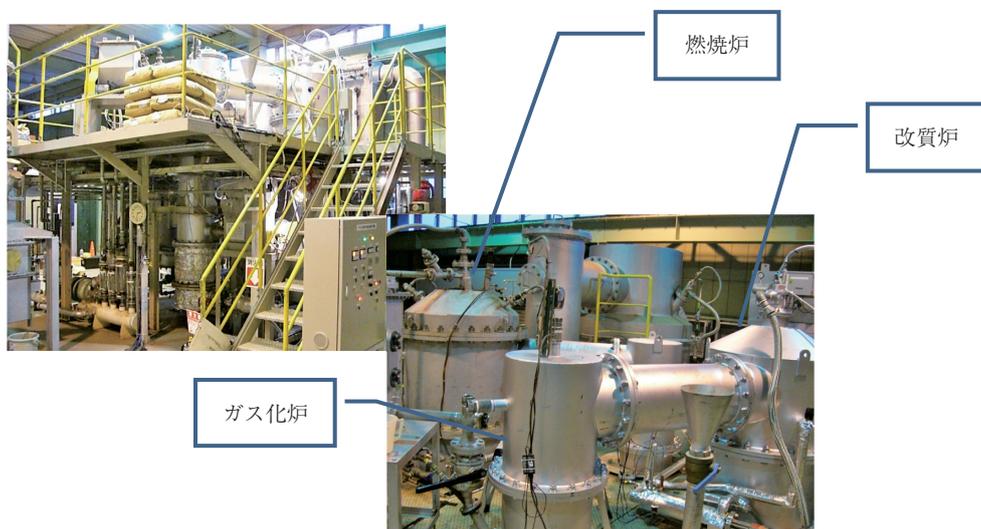


写真2 設備外観

2) 酸素・水蒸気ガス化改質試験設備

設備の外観を写真2に、設備フローを図3に示す。ガス化炉および改質炉に空気，酸素，水蒸気を供給できる構造となっている。ガス化剤である空気，酸素，水蒸気の供給は，酸素と不活性ガス（窒

素および水蒸気）の構成比率を一定として，①100%空気によるガス化，②空気と酸素・水蒸気を50%：50%（体積比）供給によるガス化，③酸素・水蒸気のみによるガス化，の3条件の試験を行った（図4）。空気でガス化すると空気に含まれる窒素に

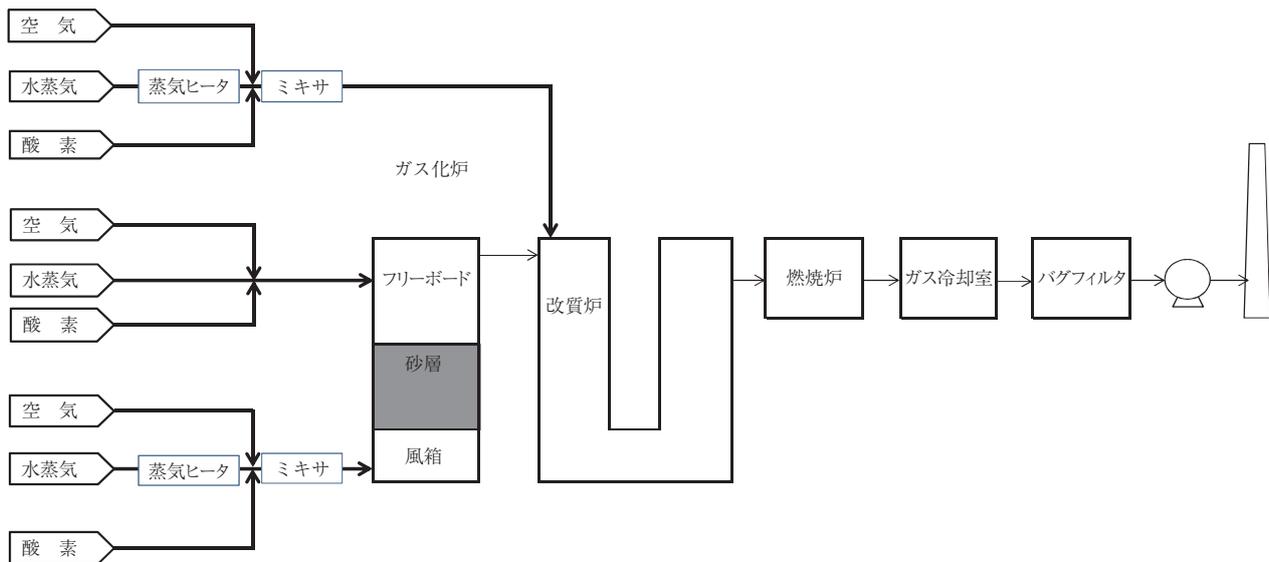


図3 設備フロー

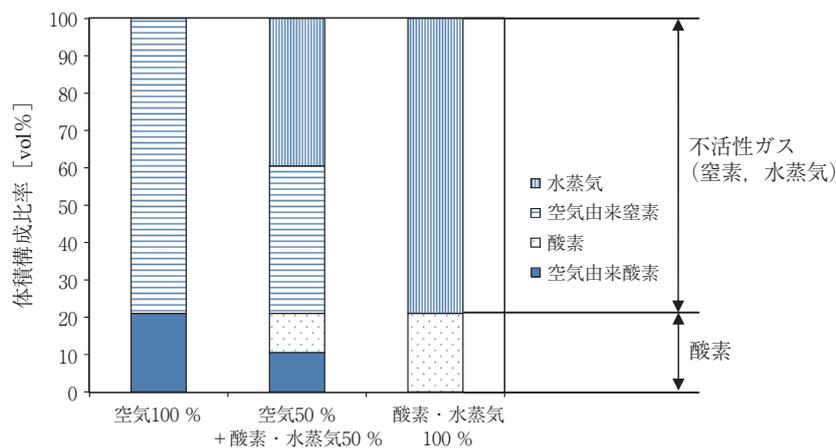


図4 空気ガス化と酸素・水蒸気ガス化におけるガス化剤の比較

よりガスの発熱量は低下する。酸素・水蒸気でガス化すると、SYNGAS中の窒素を減らせることからDryベースでのSYNGASの発熱量を高く維持でき、ガスエンジンへの適用性が高まる。

本試験においては、実ごみの発熱量や組成を踏まえて模擬ごみを作成し、試験を実施するものとした。今回の試験に使用した模擬ごみの組成を表4に示す。プラズマ改質試験で使用したRDF（フラフ）や建廃の発熱量はおおむね4 000～5 000 kcal/kgの範囲にあるため、模擬ごみの低位発熱量は4 400 kcal/kgとした。

2.1.2 試験結果

ガス分析で得られたSYNGAS組成および各成分の発熱量¹⁾から、単位流量あたりの発熱量を算出し

表4 使用した模擬ごみの組成

名称			模擬ごみ
三成分	可燃分	wet%	94.4
	水分	wet%	5.0
	灰分	wet%	0.6
元素組成	C	dry%	52.4
	H	dry%	6.2
	N	dry%	0.2
	S	dry%	0.1
	Cl	dry%	0.0
	O	dry%	40.7
低位発熱量	MJ/kg	wet base	18
	kcal/kg	wet base	4 400

た。タール（分析時に凝縮した成分，ベンゼン，トルエンを含む）濃度はガスサンプリングによる分析実測値²⁾から算出した。また，チャー濃度は，ガス化炉出口での等速吸引によるダストサンプリングが難しかったため，バランス計算から求めた値を使用している。

1) SYNGAS 発熱量

① 空気ガス化プラズマ改質試験

空気ガス化+プラズマ改質により得られた SYNGAS の発熱量の結果を図 5 に示す。ここで運転酸素比とは原料の完全燃焼に必要な酸素量に対して，どの程度の比率の酸素を供給したかを示す指標であり，ガス化剤に空気を使用した場合は空気比と同義である。

本結果より，運転酸素比を低くすることで SYNGAS 発熱量は増加することが確認できた。しかしながら，ガス化剤に空気のみを用いた運転では，ガスエンジンの要求下限値である $4.6 \text{ MJ/m}^3_{\text{N}}$ 以上の発熱量を得ることが難しいことが分かった。

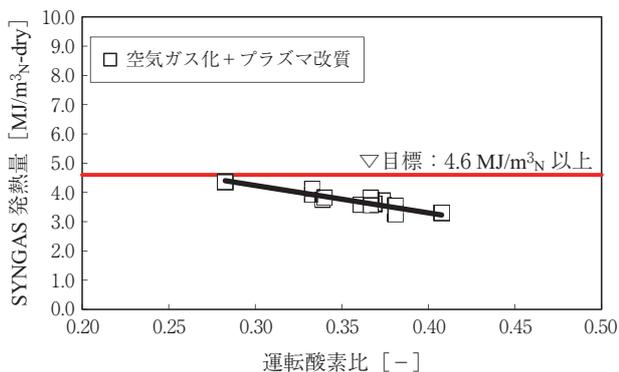


図 5 運転酸素比と SYNGAS 発熱量 (空気ガス化+プラズマ改質)

② 酸素・水蒸気，空気による流動ガス化改質試験
次に，SYNGAS の発熱量を高めることを目的に，酸素・水蒸気を用いたガス化改質を実施した。結果を図 6 に示す。ガス化剤に酸素と水蒸気を使用して生成ガス中の窒素濃度を低下させることで，Dry ベースでの生成ガスの発熱量を向上させることが可能であることが確認された。

しかし酸素と水蒸気の製造にはコストがかかるため，できる限りガス化剤に空気を使用し，補助的に酸素と水蒸気を使用することが望ましい。今回の試験より，ガス化剤中の空気の割合を 50 % 程度にすることでガスエンジンの要求下限値を満たすことが可能であることが分かった。

2) SYNGAS 中タール，チャー濃度

SYNGAS 中のタール濃度の結果を図 7 に示す。運転酸素比が高いほどタール濃度は低くなることが確認できた。

SYNGAS 中のチャー濃度の結果を図 8 に示す。チャー濃度も運転酸素比が高いほど低くなることが確認できた。

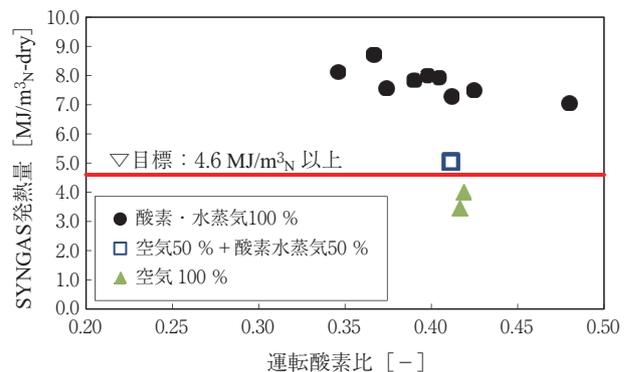


図 6 運転酸素比と SYNGAS 発熱量 (酸素・水蒸気，空気ガス化改質)

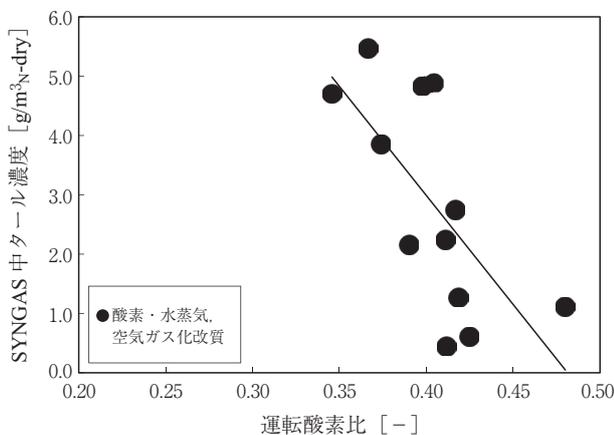


図 7 SYNGAS 中のタール濃度

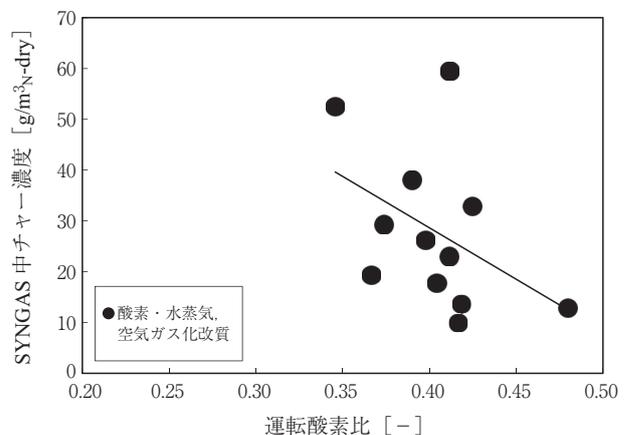


図 8 SYNGAS 中のチャー濃度

表5 模擬ガスの組成

	模擬ガス①	模擬ガス②	模擬ガス③	実証試験で得られたSYNGAS 組成範囲
CO	35 vol%	28 vol%	21 vol%	14~20 vol%
H ₂	35 vol%	28 vol%	21 vol%	17~31 vol%
CH ₄	5 vol%	4 vol%	3 vol%	3~8 vol%
不活性ガス	25 vol%	40 vol%	55 vol%	41~47 vol%
低位発熱量	10 MJ/m ³ _N	8 MJ/m ³ _N	6 MJ/m ³ _N	5~9 MJ/m ³ _N

表6 ガス処理プロセスにて対応する項目とガスエンジン要求値

	ガスエンジン要求値
チャー／ダスト	5 μm 以上の粒子は許容できない
タール	ベンゼン環 2rings < 1 000 mg/m ³ _N 3rings < 10 mg/m ³ _N > 3rings 許容できない
HCl	< 10 ppm
H ₂ S	< 300 ppm
NH ₃	< 10 ppm
Si	< 1.0 mg/m ³ _N
相対湿度	< 60 %

表7 実証試験 タール組成

合計タール濃度	mg/m ³ _{N-dry}	1 443	3 519	4 356
ベンゼン環 1ring	mg/m ³ _{N-dry}	1 439	2 859	3 588
2rings	mg/m ³ _{N-dry}	4	457	609
3rings	mg/m ³ _{N-dry}	0	118	113
4rings	mg/m ³ _{N-dry}	0	85	45
5rings	mg/m ³ _{N-dry}	0	1	0

2.2 ガスエンジンの動作確認試験

2.2.1 試験概要

模擬ガスによるガスエンジンの稼働および性能を確認するために、ガスエンジン試験を実施した。ガスエンジンは、MAN社の天然ガス用E0826E（1500 rpm，排熱6.9 L，定格75 kW）を使用した。模擬ガスは水素を多く含むため、燃焼室の形状を変えてテストした。

2.2.2 試験結果

所定の低位発熱量となるようCO，H₂，CH₄，CO₂，N₂を混合した模擬ガスを作成し，ガスエンジンが起動すること，およびその性能を確認した。検討に使

用した模擬ガスの組成を表5に示す。模擬ガスの組成は，ガスエンジンの性能・運転に大きな影響を与える水素濃度を実証試験の結果と同レベルにあわせ，その上でCOやCH₄等の可燃成分と不活性ガスの比率を調整することでガス発熱量をあわせた。

試験の結果，すべての模擬ガスにおいて安定した運転ができることを確認した。模擬ガスの発熱量によって発電効率に大きな差は生じなかった。なお，今回は模擬ガスによる小型エンジン（定格75 kW）での試験であったためガスエンジン自体の発電効率は27~31 %程度と低めの結果となった。実機規模のエンジン（~1 000 kWクラス）ではメーカーでの検討により，34.8 %程度の効率が得られる見込みである。

2.3 ガス処理プロセス

2.3.1 ガスエンジンからの要求値

ガスエンジンで安定して発電するためには，ガス中に含まれる各種微量成分を除去する必要がある。ガスエンジンメーカーからの情報をもとに，ガス処理プロセスにて対応すべき項目として表6の項目を抽出した。

2.3.2 ガス処理プロセスに導入するガス組成と処理プロセス検討

次に，実証試験の結果に基づき，ガス処理プロセスの設計条件を検討した。

1) チャー／ダスト

実証試験と同様に，バグフィルタによる除去を採用するものとした。

2) タール

実証試験におけるタール組成分析結果を表7に示す。タール濃度が低い場合はベンゼン環1 ringがほとんどであるが，タール濃度が3 000 mg/m³_{N-dry}程度になるとベンゼン環2 rings以上が増加している。よって，とくに2 rings以上を確実に除去するためにオイルスクラバを設けることとした。オイルスクラバ設置により，とくに2 rings以上のタールを除

去することで、ガスエンジン仕様を確実に満足することが可能となる。

3) HCl/H₂S/NH₃

実証試験におけるガス中 HCl, H₂S, NH₃ の分析結果を表 8 に示す。今回の分析において HCl, H₂S の発生量は少ないが、処理対象の RDF 組成によりこれらの値は変化すると想定されるため、ガス処理プロセスでは最大 200 ppm を見込むものとした。NH₃ は分析結果の差異が大きいが、測定結果の平均を考慮してこちらは 300 ppm 程度が発生するものとした。

これら 3 成分がともに水溶性の成分であるため、水スクラバで除去するものとした。

4) Si

発生濃度が低く、かつバグフィルタでダストとともに除去されるため、特段の対応は不要と判断した。

5) 相対湿度

ガスエンジンからの要求値は相対湿度 60 % 以下である。よって、ガスエンジンに導入する前にガス処理の過程で減温して水分を凝縮／除去し、再加熱を行って相対湿度を 60 % 以下にする必要がある。ここでは、40 °C 程度に減温した後に 50 °C 程度に再加熱することで、相対湿度を 60 % 程度とするようにした。

2.3.3 まとめ

これまでの検討に基づき設計したガス処理プロセスを図 9 に示す。まずバグフィルタにてダストの除去を行い、その後オイルスクラバにてタール成分の除去を行う。次に、水スクラバにて減温による排ガス中の水分除去と、HCl/H₂S/NH₃ の除去を行う。最後に相対湿度 60 % 程度となるように加温した後に、ガスエンジンにガスを導入する。これらのプロセスにより、ガスエンジンによる安定した発電が可能に

表 8 実証試験 ガス分析結果

		RDF					
		バグフィルタ前		バグフィルタ後			
		1回目	2回目	1回目	2回目	3回目	
タール (タール露点)	g/m ³ _{N-dry} (°C)	—	—	5.2 (102 °C)	—	2.8 (85 °C)	
微量有害成分	HCl	mg/m ³ _{N-dry}	<0.3	9.1	<0.2	<0.2	17.1
	NH ₃	mg/m ³ _{N-dry}	38	16	42	25	491
	H ₂ S	mg/m ³ _{N-dry}	12	0	13	12	32
	Si	mg/m ³ _{N-dry}	5.0	0.9	0.3	0.2	0.5

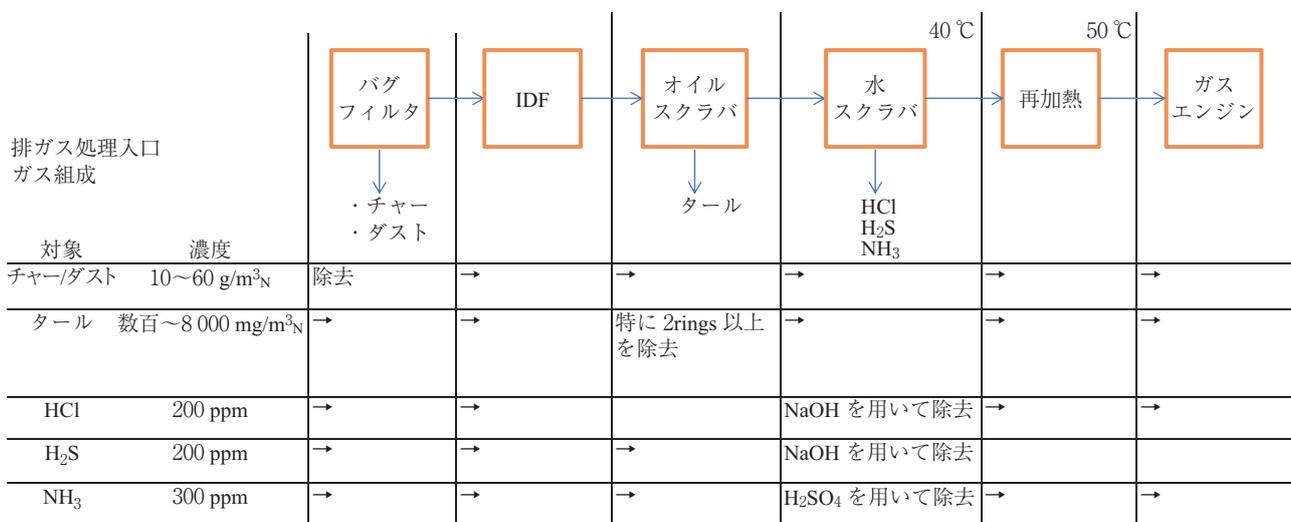


図 9 ガス処理プロセス

なるものとする。

3. 開発した技術がもたらす効果

3.1 プロセス計算前提条件

これまでの検討結果に基づき、廃棄物ガス化発電プロセスの経済性を評価するためにプロセス計算を実施した。計算に使用した廃棄物組成を表9に示す。

想定する実機プロセスフローを図10に示す。廃棄物をガス化炉に投入し、改質炉、No.1ボイラ、ガス洗浄を経てSYNGASとした後に、ガスエンジンに導入して発電する（No.1ガス化発電ライン）。バグフィルタで捕集されたチャー（未反応炭素）は後段の燃焼炉にて焼却し、ガスエンジン排気とともにNo.2ボイラにて顕熱を回収する。No.1ボイラとNo.2ボイラで発生した蒸気により蒸気タービンで発

表9 想定廃棄物組成

名称			廃棄物
三成分	可燃分	wet%	83.0
	水分	wet%	8.6
	灰分	wet%	8.4
元素組成	C	dry%	52.2
	H	dry%	6.1
	N	dry%	1.4
	S	dry%	0.1
	Cl	dry%	0.1
	O	dry%	30.9
低位発熱量	MJ/kg	wet base	18.4
	kcal/kg	wet base	4 400

電する（No.2 焼却発電ライン）。

計算に使用した前提を表10に示す。ガス化剤に水蒸気を使用する場合は、発生した蒸気タービンの抽気蒸気を用いることとした。目標炉内温度は実証設備や当社ガス化実験設備における温度と同等に設定した。ガス化剤も実証設備や当社ガス化実験設備における結果を鑑み、①空気100%、②空気50%+酸素・水蒸気50%、③酸素・水蒸気100%とした。

3.2 発電効率、送電効率の試算条件

ガスエンジンの発電効率は、34.8%とした。蒸気タービンでの発電量は、蒸気条件450℃×6MPaの条件で試算した。なお、蒸気タービンは抽気タービンとし、ガス化炉に供給する蒸気は蒸気タービンからの抽気により得るものとして計算した。

また、ガスエンジンからは90℃の温水が回収できる。この熱量を有効に活用するために、回収した温水にて①ボイラ給水加熱を行う、②ボイラ給水加熱で取りきれなかったガスエンジン温水廃熱を活用して低温熱源でも発電可能なORC（Organic Rankin

表10 プロセス計算 前提条件

処理規模	t/d 炉		100
温度	砂層	℃	750
	ガス化炉出口	℃	900
	改質炉出口	℃	1 000
使用ガス化剤	①空気100% ②空気50%+酸素・水蒸気50% ③酸素・水蒸気100%		

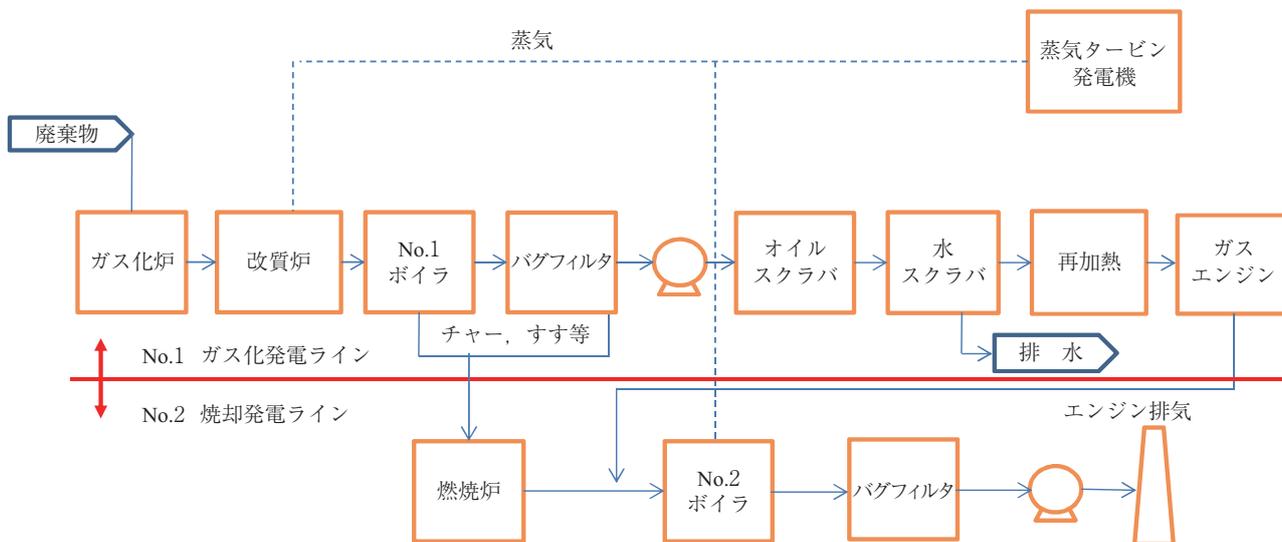


図10 ガス化発電 実機プロセスフロー

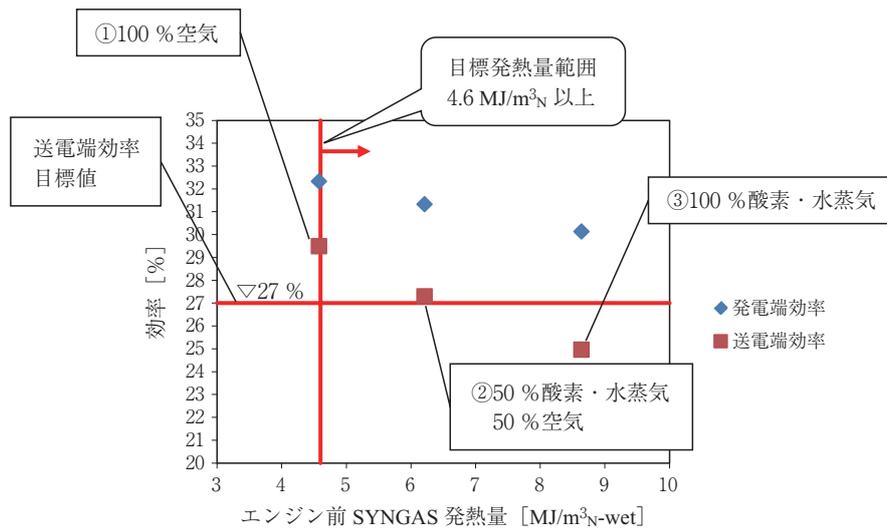


図11 発電端/送電端効率 試算結果

表11 発電端効率, 送電端効率の試算結果

項目		単位	①100% 空気	②50% 酸素・水蒸気 50% 空気	③100% 酸素・水蒸気
ガスエンジン前 ガス発熱量		MJ/m ³ _{N-wet} base	4.6	6.2	8.6
発電	ガスエンジン	kW	4 345	4 291	4 188
	蒸気タービン	kW	2 410	2 250	2 100
	ORC	kW	123	123	123
	合計	kW	6 878	6 664	6 411
	発電端効率	%	32.3	31.3	30.1
場内消費	ファン	kW	305	273	248
	PSA	kW	0	286	553
	汎用機器	kW	300	300	300
	合計	kW	605	859	1 101
送電	送電量	kW	6 273	5 805	5 310
	送電端効率	%	29.5	27.3	25.0

Cycle) ユニットを用いて発電する, こととした。ORC ユニットは神戸製鋼製 MB-70³⁾とした。その他場内消費電力量は当社検討により下記にて試算した。

- ・ファン消費電力を風量, 設計圧力より計算
- ・PSA 酸素発生装置を前提とし, 0.4 kWh/m³_{N-O₂}の消費電力が必要として試算
- ・その他汎用機器の消費電力として72 kWh/ごみ t を計上

3.3 発電端効率, 送電端効率の試算結果

前述の前提に基づいて行った計算結果の要約を図11および表11に示す。空気ガス化に対し, 酸素・水蒸気ガス化を実施した場合,

- ・酸素製造のため所内消費電力が増加する
- ・水蒸気を炉内に供給するため抽気蒸気量が増加して蒸気タービンの発電量が減少する
- ・冷ガス効率が上昇せずガスエンジンでの発電量が増加しない

ために, 発電端および送電端効率は低下した。一方で, 空気ガス化の場合のガス発熱量はガスエンジンの目標値を下回るため, 安定した運転が難しいと考えられる。50%程度酸素・水蒸気を炉内に投入するプロセスが, ガスエンジンの安定稼働および送電端効率向上の観点から適切であると考えられる。

表11に示すとおり, ②の条件では5 805 kWの送電量が見込まれる。今回開発したプロセスは, 流動

ガス化炉と高温改質を組合わせガスエンジンで発電するものである。送電端効率は従来の20 %未満から27 %を超えるレベルまで改善できることが示唆された。

む す び

廃棄物をガス化して得た SYNGAS を利用して、高効率で安定的に発電できることを実証することを目標とした。検討の結果、以下のことを確認した。

- 空気+プラズマ改質ではガスエンジンが安定して稼働するためのガス発熱量の確保が難しい。酸素と水蒸気を使用した場合、生成ガスの発熱量を向上させることが可能であるが、酸素と水蒸気の製造にはコストがかかるため、できる限りガス化剤に空気を使用し、補助的に水蒸気と酸素を使用することが望ましい。
- 今回の試験より、ガス化剤中の空気の割合を50 %程度にすることでガスエンジンの要求下限値を満たすことが可能であることが分かった。
- 実証試験結果に基づいた模擬ガスによる小型ガスエンジン試験を行い、問題なくガスエンジンが動作することを確認した。
- 排ガス処理プロセスを含む実機プロセスフローを構築した。
- 上記プロセスにおいて送電端効率を試算した結

果、ガス化剤中の空気の割合を50 %程度にすることで、送電端効率27 %が得られた。

日本では、たとえば一般廃棄物においては、発熱量の高いごみも発熱量の低い厨芥類などと混合されて処理されることが多いが、ごみの発熱量に応じた最適な処理プロセスを選択することでより効率的な廃棄物処理ができると考える。とくに発熱量の高いごみに対しては、今回提案したような高効率発電プロセスを適用することが可能であると考えます。

謝辞

本開発は、環境省平成25年度、26年度環境研究総合推進費補助金次世代事業「廃棄物ガス化発電技術の高効率化の実証」(3J132001)の補助を受けて実施しているものであり、関係各位に感謝申し上げます。

[参考文献]

- 1) 燃焼工学 第3版, 水谷幸夫, 森北出版, p.41
- 2) CEN/TS 15439:2006 "Biomass Gasification -Tar and Particle in Product Gases- Sampling and Analysis"
- 3) 神戸製鋼所 HP
<http://www.kobelco.co.jp/machinery/products/rotation/microbinary/index.html>
- 4) 平成26年度 環境研究総合推進費補助金 次世代事業 総合技術開発報告書 「廃棄物ガス化発電技術の高効率化の実証」