

PFIによる“ごみ発電の事業化” - 日本型PFIにより先進的発電を

'Waste to Energy' Enterprises by PFI
Japanese PFI Provides Attractive Opportunities
to Advanced Technologies of Power Generation
by MSW

古川 齊 司 山 田 明 弘



これまでの公共事業では、公共入札の公平性の確保、機会均等の確保のために民間の技術に対して一律の横並びの技術要求がなされ、廃棄物発電の分野でも、民間企業の独自技術の提案が採用されにくい構造であった。しかしながら、PFI推進の流れの中で、この構造が大きく変わりつつある。弊社は高効率廃棄物発電に高度の技術と多数の実績を有しており、PFIによる廃棄物発電事業に対しても顧客ニーズに合った各種提案を積極的に行っている。

1. 廃棄物処理施設建設へのPFI導入

1999年にいわゆるPFI法案が国会で採択・施行されたのを受け、幅広い分野で公共事業分野のPFI化が検討され具体化されてきている。

廃棄物処理プラント、特にごみ焼却発電プラントの建設に対しては、政府も明確にPFI検討対象・重点分野としていることもあり、各地、各方面でPFI手法の適用の検討が進み、広島県倉敷市のようにPFI採用を決定し、推進している自治体が増加している。

一方、廃棄物発電の高効率化は、近年の再生可能エネルギーの利用促進とあいまって社会的ニーズとして認識されるに至ってきている。

2. 70年代からの欧米・アジアの廃棄物発電の高効率化

1960年代よりのごみ焼却炉プラントの高度化、連続式運転炉（全連）、自動化志向等の中で、欧米を中心に廃棄物エネルギーの高度利用が進んできた。

欧州では、70年代には廃熱ボイラの蒸気条件が4 MPa、400 級が主流となり、80年代の米国内では、BOT（Built-Operate-Transfer：民間資金で建設、長期有償運転後、自治体への引渡しの方法）などによるごみ焼却発電のブームにより、より高温高压のボイラが設計され運転されてきた。

アジアでも80年代初頭のシンガポールTUASプラント（552 t/d × 5 炉：弊社施工）を皮切りに、4 MPa、400 級の蒸気を利用した高度廃熱エネルギーの利用が推し進められてきた。弊社は上述のTUASプラント以降、シンガポールSENOKO（552 t/d × 6 炉）、TUAS SOUTH（720 t/d × 6 炉）、台湾の5ヶ所のプラント、マカオプラント等で高温高压蒸気条件の大型プラントを建設し、完成し、運転の実績を積み重ねてきている。

この間にアジア各地でもBOTなどの計画の具体化が進み、技術競争は、“エネルギー回収効率の上昇”のみならず、“一年間の稼働時間の長さ”、“稼働率の向上”になってきている。弊社の三菱マルチン式ストーカ炉と高温高压ボイラは、高い稼働率を有し、焼却炉の保守管理に必要な毎年の停止期間が短く、年間8 000 時間を超える運転時間を維持してきた。弊社製のプラントの稼働率、信頼性は顧客や運転会社等より、アジアにおけるプラントでの最高レベルと評価されている。

3. 近年の日本の廃棄物発電の高効率化

日本国内の廃棄物処理とそこからのエネルギー利用は、欧州や米国、アジアとは異なる道を歩んできた。

日本国内では、近年に至るまで廃熱回収ボイラの蒸気条件は3 MPa、300 級にとどまり、廃熱回収のためのボイラを設置しない中小型の焼却炉も主流を占めるマーケットが長く続いた。

弊社を中心として、高効率ボイラを有する海外プラントの実機稼働と高効率発電の実績が積み上がる中、近年の国内の廃棄物発電を取り巻く環境の変化により、廃棄物からのエネルギー回収が社会的ニーズと認識され、欧州なみの4 MPa、400 級の蒸気条件を採用する施設が増えている。

4. 弊社の廃棄物焼却高効率発電の歴史

弊社は原子力、石油、石炭、地熱、風力等の発電技術に加え、廃熱回収発電の分野でも日本の産業界のリーダーとして発電の高度化を推進している。

ごみ焼却炉の廃熱回収発電の分野において、当初から広範、高度な発電技術を活用して高効率化を進め1980年代前半より高度発電の実績を積み重ねている（表1）。

さらに1998年には新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）の実証研究として神奈川県津久井地区に9.8 MPa、

表 1 高効率都市ごみ発電の実績

No	施設名	完成年月	焼却部		ボイラ			タービン			発電量	
			焼却能力 (t/d*基数)	ごみカロリー (LHV kcal/kg) 低質/基準/高質	圧力 (atg)	温度 (℃)	蒸発量 (t/h*基数)	出力 (kW*基数)	入口蒸気 圧力 (atg)	入口蒸気 温度 (℃)	ごみトン 当たり (kWh/t)	発電機 端効率 (%)
1	東南アジア A プラント	1986年10月	552*5	956/1433/1911	36 barg	370	41.5*5	23900*2	32 barg	365	330	19.8
2	東南アジア B プラント	1992年2月	288*3	900/1700/2000	41 barg	400	30.8*3	12000*1	38 barg	380	353	17.9
3	東南アジア C プラント	1992年5月	552*6	955/1612/2150	36 barg	370	51.0*6	27730*2	32 barg	365	402	20.0
4	東南アジア D プラント	1994年2月	450*2	1314/1433/1553	40 barg	400	39.15*2	16300*1	36.5 barg	395	435	20.9
5	東南アジア E プラント	1994年10月	450*3	1314/1433/1553	40 barg	400	39.15*2	24800*1	36.5 barg	395	441	21.2
6	東南アジア F プラント	2000年2月	450*3	1400/1600/2300	40	400	67.38*3	36500*1	37	395	649	24.3
7	東南アジア G プラント	2000年3月	720*6	1552/2508/3224	36 barg	370	105.5*6	66300*2	32 barg	365	737	25.3
8	国内 H 清掃工場	2002年3月	200*3	1300/2000/2700	40	400	30.62*3	9000*1	38	395	360	15.5
9	国内 I 清掃工場	2003年12月	200*3	1400/2300/3000	40	400	32.86*3	15200*1	38	395	608	17.4
10	国内 J 清掃工場	2005年2月	280*2	1700/2400/3000	32	380	49.92*2	14500*1	30	375	621	17.8
11	国内 K 清掃工場	2005年3月	200*3	1400/2200/3000	40	400	36.03*3	17500*1	38	395	700	20.0

500 の蒸気条件のボイラからなるごみ焼却発電プラントを建設し実証テストを行い、実績を積み重ねている。

一方、都市ごみガス化溶融炉の開発に当たって、高効率発電を目的とした二塔式ガス化炉を開発し、燃焼での脱塩素技術により、ボイラを通過するガス条件を改善し、低腐食環境条件下で9.8 MPa、500 の高温高压蒸気を発生するボイラを設置した高効率発電ガス化炉の開発を完了した。これは、2000年に廃棄物研究財団より技術評価書を受けた。

5. PFI が開く廃棄物エネルギーの高度利用の可能性

これまでの公共事業では、公共入札の公平性の確保、機会均等の確保のために、民間の技術に対して一律の横並びの技術要求や、同等使用、サービスの枠内での“競争入札”が行われてきた。

しかしPFI推進の流れの中で、この構造が大きく変わりつつある。

つまり、現在のPFI方式の下では、

- ① 民間からの特色のある技術や提案がいかされる。
- ② 横並びの提案ではなく独自の提案やその公共サービスが必要とする提案を各社が自由に行うことができる。
- ③ 高効率発電、複合発電技術等も、民間側のリスク負担により、公共側がその提案を受け入れることができる。
- ④ PFI方式以外に民活の度合いのより強い民営によるサービス提供などの方式も展開できる。

そしてこのスキーム（PFI）の分野では、弊社は幅広い先

進的技術を広汎に有するため、公共セクタを中心とする顧客ニーズに最適な各種提案を行える強みがある。

ここに高度化した各種高効率発電のメニューを紹介し、幅広い御検討をお願いするものである。

6. “廃棄物高度高効率発電”メニューの紹介

① ストーカ炉 + 高温高压ボイラ + 蒸気タービン

大型炉から小型炉まで、安定した燃焼によりボイラ発生蒸気量及び発電量の安定化を図ることができる。

実績も多く信頼性も高いことから、PFI計画の際にはまず検討対象になる方式である。

また、維持補修経費等の積算においても実績をベースに精度の高い計画が可能となる。

弊社は高温高压ボイラの実績も十分であるが、実際の計画に当たっては、小規模炉等でいたずらに高温高压の蒸気条件を設定するよりも、施設規模に応じた適切な計画を提案している。

図1に、環境負荷を大幅に低減した次世代型ストーカ炉の概念を紹介する。

② 流動ガス化炉 + 高温高压ボイラ + 蒸気タービン

ガス化による低空気比燃焼によりボイラ効率及び発電量の増加が可能である。さらに弊社独自のチャー分離方式流動床ガス化溶融炉では、脱塩素された排ガスを過熱器加熱源とすることにより、過熱器材料を高級化することなく4 MPa・400 級を上回る高温高压蒸気条件を達

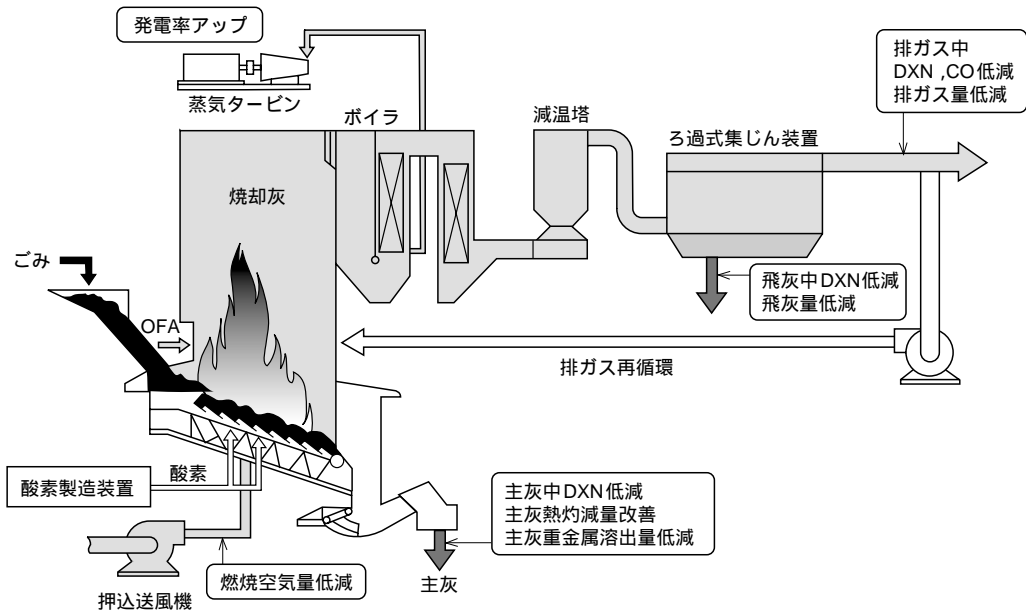


図1 次世代型ストーカ炉概念 環境負荷を大幅に低減可能な酸素リッチ燃焼システムの概要を示す。

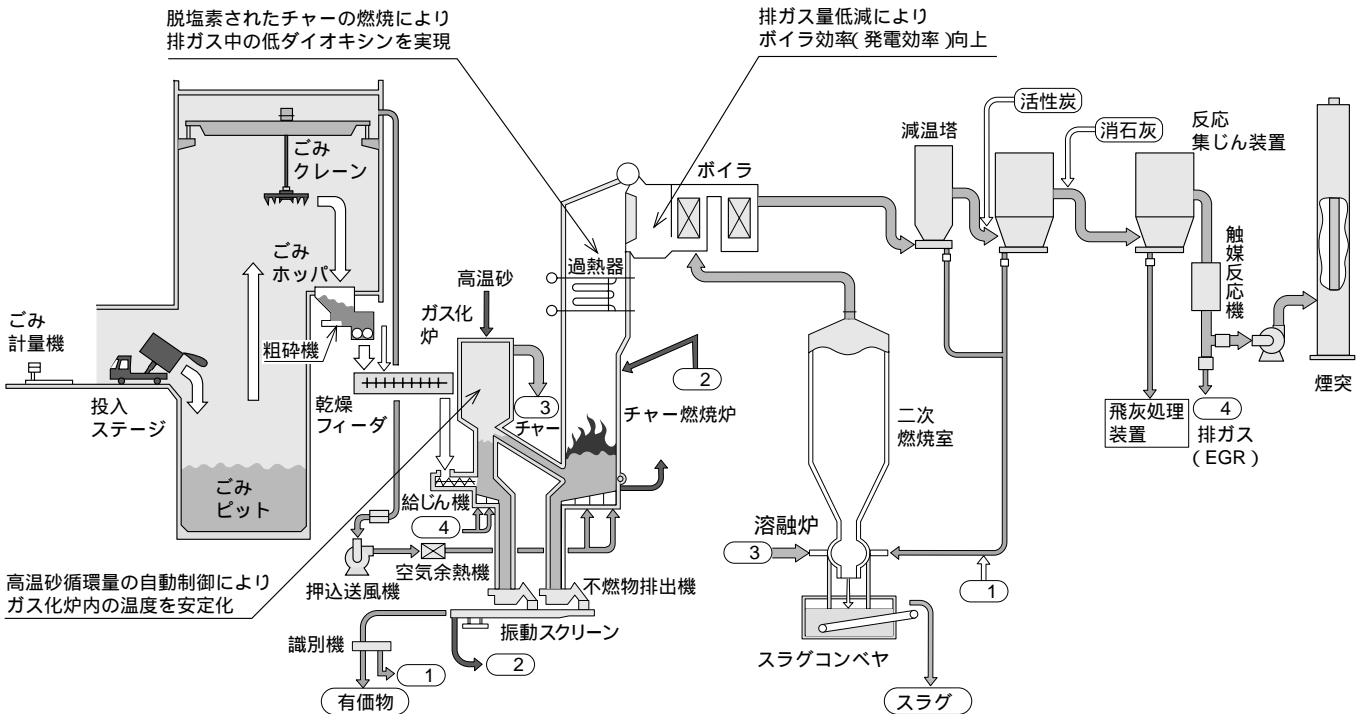


図2 高効率発電型ガス化熔融炉概念 チャー分離方式により高効率発電を可能とした流動床式ガス化炉の概要を示す。

成可能であり、ガス化による低空気比燃焼の効果とあいまって、発電効率を大きく高めることが可能である。

図2に、ガス化熔融炉の概念を紹介する。

③ シャフト炉式ガス改質炉

シャフト炉式のガス改質炉から生成された改質ガスを清浄化し、高効率発電を行うものである。

特に小規模炉においても高効率な発電が可能であることから、小型炉での廃棄物発電メニューとして期待される。

図3に、シャフト炉式ガス改質炉の概念を示す。

7. PFIによる運転リスクの民間への移転と弊社の優位性

PFI方式では、長期の運転にかかわるリスクの大部分が民間の施工者側に移転され、民間がリスクを取って、設備計画と運転計画を策定し、実施する。

これまでの公共事業では、設備容量決定にはガイドラインなどで提示された余裕率を織り込むことが一般的であり、設備容量は余裕を見込んだレベルで設定されている。また、公共サービスに中断が許されないとの趣旨で、例えば、常用2系統 + 予備1系統のように予備システムを確保する計画が主流

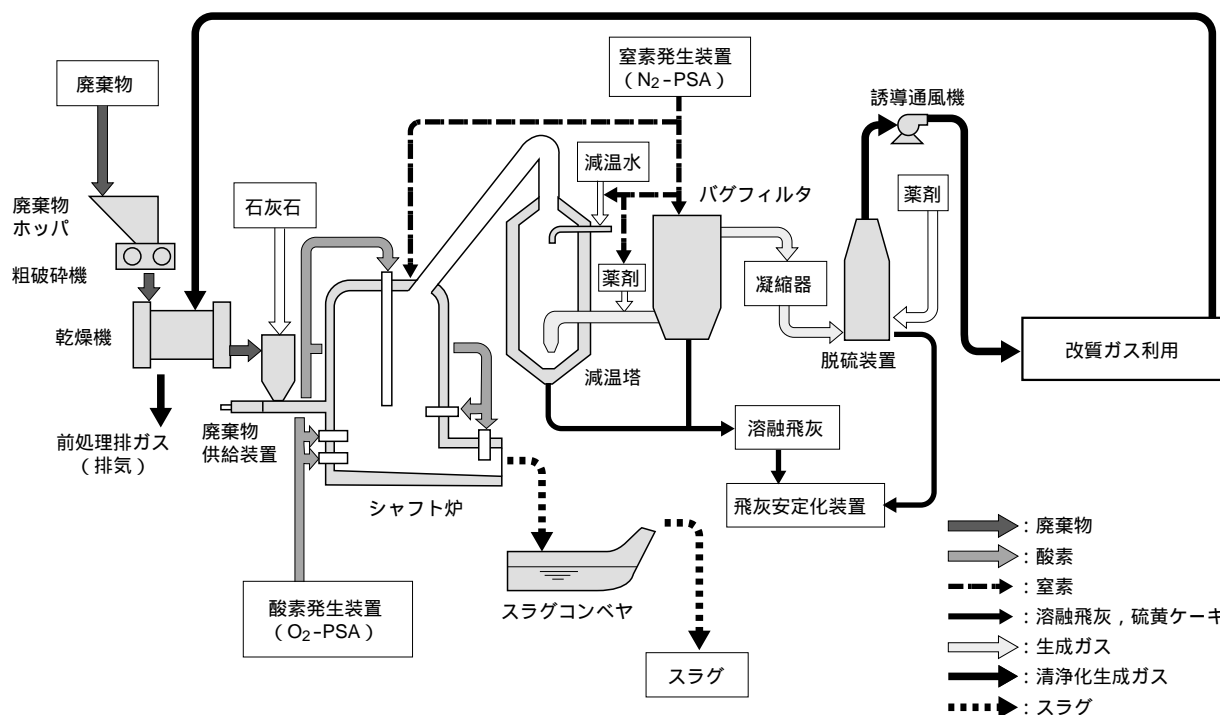


図3 シャフト炉式ガス改質炉概念 改質ガスにより高効率発電を行うガス改質炉の概要を示す。

で、常用運転に対しては、余裕を持つ設備となっていた。

今後のPFIの計画では、民間のノウハウを活用した効率化の追求が課題であり、かつ提案の競争にはサービス処理コストの競争も含まれるため、プラントと設備の稼働率を上げて、効率アップを図ることが重要となっている。

これは、換言すれば、公共セクタでは、公共設備として適切な“能力的余裕を持って”計画、建設、運転してきたものをPFIによって“必要最小限の設備規模”と“可能な限り高い稼働率”で運転することによって大幅なコストの縮減を狙い、それを実現していく競争になっていくことが今後の流れである。

これは、民間事業者側にリスクが移転し、そのリスクを適切にマネージ（管理）する事業者が競争力を有し、事業からの利益を追求できる市場で勝ち残っていくことを意味している。

弊社は前述したように“高効率発電システム”の実績とノウハウに加え、“高い設備稼働率”実現のシステム設計と実績から適切な設備計画を提案し、実現しており、例えば、

- ① 燃烧，発電，ボイラなどの中心部分は、保安警報や運転の継続と中断の適切な診断システムなどの充実。
- ② 運転の中断を招きかねないクリティカルなラインには、最小限の二重化と予備機の確保などの適切な計画。

- ③ イニシャルコストとメンテナンスコストの総合で採用する適切な機器設計。
- ④ 全自動万能ではなく、最も信頼性の高い運転システムと専門の運転員のベストの組み合わせの実現。
- ⑤ 各種管理業務を一元化するシステムと運転ノウハウ。
- ⑥ 弊社の技術センターとのオンラインモニタや診断での強力なバックアップ。

などにより高稼働率を実現している。

これらの技術力で、民間側に移転されてくる営業運転のリスクを適切にマネージするための最適なシステムを提案している。また発注者である公共セクタ側に潜在する“サービス中断”のリスクに対する懸念についても、実績をいかして改良した弊社のシステム・技術が適切な回答を与えていることが評価されている。

弊社は、高効率発電のノウハウをいかしてPFIにおける効率の高い“ごみ発電”の提案を積極的に行っている。



古川 齊司
横浜製作所
環境装置営業部
新事業推進・地域営業グループ長



山田 明弘
横浜製作所
環境装置技術部
設計一課長