

バイオガスの各利用形態

1. 町田市への導入形態検討

メーカーアンケートの回答資料から、バイオガスの利用形態として、全量ガス発電、一部熱回収施設の過熱器の熱源とし、残りを自動車燃料もしくは都市ガス利用の導入ケースを設定し比較検討しました。表-1に導入ケースを示します。

表-1 導入ケース

バイオガスの利用形態		施設の有無				販売単価				単価の考え方	
		熱回収発電	バイオガス発電	自動車燃料	都市ガス	熱回収発電	バイオガス発電	自動車燃料	都市ガス		
熱回収施設単独											
CASE0	熱回収施設(焼却施設)で発電し、売電を行なう。		○ 244t/日	×	×	×	17 (円/kwh)	-	-	-	売電の単価は、熱回収施設を使用
熱回収施設(発電)+バイオガス化施設(利用形態)											
CASE1	熱回収施設からの発電(売電)とバイオガス化施設からのガスは全量発電利用。		○ 216t/日	○ 50t/日	×	×	17 (円/kwh)	39 (円/kwh)	-	-	売電の単価は、熱回収施設とバイオガス化施設のそれぞれを使用
CASE2	熱回収施設で発電、売電し、バイオガス化施設で使用する電力分を発電し、残りのガスは自動車燃料として販売。		○ 216t/日	○ 50t/日	○	×	17 (円/kwh)	-	87.58 (円/Nm³)	-	売電の単価は、熱回収施設を使用 自動車燃料販売の単価は、CNGスタンドの平成24年6月の最低価格を使用
CASE3-1	バイオガス化施設からのバイオガスの一部は、熱回収施設の過熱器(発電)の熱源として利用し、残りを自動車燃料として販売		○ 216t/日	○ 50t/日	○	×	17 (円/kwh)	39 (円/kwh)	87.58 (円/Nm³)	-	売電の単価は、熱回収施設とバイオガス化施設に按分 自動車燃料販売の単価は、CNGスタンドの平成24年6月の最低価格を使用

バイオガスの利用形態		施設の有無				販売単価				単価の考え方	
		熱回収 発電	バイオ ガス 発電	自動車 燃料	都市 ガス	熱回収 発電	バイオ ガス 発電	自動車 燃料	都市 ガス		
CASE3-2	バイオガス化施設からのバイオガスの一部は、熱回収施設の過熱器(発電)の熱源として利用し、残りを自動車燃料として販売		○ 216t/日	○ 50t/日	○	×	17 (円/kwh)	-	87.58 (円/Nm <sup>3</sup> )	-	売電の単価は、熱回収施設のみを使用 自動車燃料販売の単価は、CNGスタンドの平成24年6月の最低価格を使用
CASE4	熱回収施設で発電し売電し、バイオガス化施設で使用する電力分を発電し、残りのガスは都市ガスとして販売。		○ 216t/日	○ 50t/日	×	○	17 (円/kwh)	-	-	58.50 (円/Nm <sup>3</sup> )	売電の単価は、熱回収施設を使用 都市ガス販売の単価は、工業用選択約款-2の最低価格を使用
CASE5-1	バイオガス化施設からのバイオガスの一部は、熱回収施設の過熱器(発電)の熱源として利用し、残りを都市ガスとして販売		○ 216t/日	○ 50t/日	×	○	17 (円/kwh)	39 (円/kwh)	-	58.50 (円/Nm <sup>3</sup> )	売電の単価は、熱回収施設とバイオガス化施設に按分 都市ガス販売の単価は、工業用選択約款-2の最低価格を使用
CASE5-2	バイオガス化施設からのバイオガスの一部は、熱回収施設の過熱器(発電)の熱源として利用し、残りを都市ガスとして販売		○ 216t/日	○ 50t/日	×	○	17 (円/kwh)	-	-	58.50 (円/Nm <sup>3</sup> )	売電の単価は、熱回収施設のみを使用 都市ガス販売の単価は、工業用選択約款-2の最低価格を使用

2. 導入ケース検討結果

表-2に各ケース別の検討結果を示します。

【経済性】

- ① 売電収入は、熱回収施設単独の場合よりも熱回収施設+メタン発酵施設の方が有利。
- ② 自動車燃料化設備は、建設費用で約5億円かかるが、生ごみをバイオガスとして再生し、ごみ収集車やコミュニティーバス等の燃料で有効利用することは、エネルギーの有効利用の観点からは意義がある。
- ③ 都市ガス化については、建設費用で7億円かかる。

【経済性：20年間の収支（建設費用+維持管理-事業収入）】

- ① CASE0（熱回収施設単独の場合、約202億円）とCASE1（熱回収施設+バイオガス化施設（全量ガス発電）、約251億円）では、CASE1の方が、約49億円高い。
- ② CASE0（熱回収施設単独の場合、約202億円）とCASE3-2（バイオガスを過熱器の熱源とする場合、約211億円）では、CASE3-2の方が約9億円高い。
- ③ CASE0（熱回収施設単独の場合、約202億円）とCASE3-1（バイオガスを過熱器の熱源とし、売電単価39円/kWhで試算する場合、約152億円）では、CASE3-1の方が約50億円安くなる。

【二酸化炭素削減量】

- ①非エネルギー起源（廃棄物の焼却）によるCO<sub>2</sub>排出量は、主にプラスチックの焼却に伴う発生量で計算するので、全てのケースで同じとなる。（算定方法は、環境省の算定方法ガイドラインによる。）
- ②CO<sub>2</sub>削減量は、発電やバイオガス（メタンガス）の販売により削減となるので、熱回収単独よりも熱回収+バイオガス化施設の方が削減効果は大きい。

【まとめ】

- ・ バイオガス化施設による発電単価が高い場合は、熱回収施設単独よりも複合施設の方が有利となるケースがある。
- ・ CO<sub>2</sub>削減効果は、バイオガスの利用方法によって異なる。
- ・ 熱回収とメタン発酵施設を併せた買取価格については、現在、環境省経由で経済産業省へ問い合わせ中。

表-2 導入ケース検討結果

	単位	熱回収単独	熱回収+バイオガス化施設								備考		
		CASE0	CASE1	CASE2	CASE3-1	CASE3-2	CASE4	CASE5-1	CASE5-2				
基礎数値	施設規模	熱回収施設	t/日	244	216	216	216	216	216	216	216		
		バイオガス化施設	t/日	0	50	50	50	50	50	50	50		
基礎数値	売電気量	熱回収施設	kwh/年	9,740,480	8,890,480	8,890,480	8,890,480	22,233,880	8,890,480	8,890,480	22,233,880	CASE3-1・5-1の売電気量は、熱回収分を他のCASEと同じとしてバイオガス分を13,343,400kwh/年と仮定して計算した。CASE3-2・5-2は、全て熱回収分とした。	
		バイオガス化施設	kwh/年	0	1,057,000	0	13,343,400	上記に含む	0	13,343,400	上記に含む		
基礎数値	売ガス量	自動車燃料	Nm <sup>3</sup> /年	0	0	344,925	366,140	366,140	0	0	0		
		都市ガス	Nm <sup>3</sup> /年	0	0	0	0	0	379,418	402,754	402,754		
経済性	建設費用	熱回収施設	千円	13,000,000	11,900,000	11,900,000	12,000,000	12,000,000	11,900,000	12,000,000	12,000,000	熱回収施設・バイオガス化施設については、CASE0・1・2・4は、アンケートB社を使用、CASE3・5は、アンケートC社を使用した。また、自動車燃料化設備・都市ガス化設備については、S社へのヒヤリングデータを使用した。	
		バイオガス化施設	千円	0	3,400,000	3,400,000	3,000,000	3,000,000	3,400,000	3,000,000	3,000,000		
		自動車燃料化設備	千円	0	0	530,000	530,000	530,000	0	0	0		
		都市ガス化設備	千円	0	0	0	0	0	700,000	700,000	700,000		
		計	千円	13,000,000	15,300,000	15,830,000	15,530,000	15,530,000	16,000,000	15,700,000	15,700,000		
	維持管理費用	熱回収施設	千円/20年	10,519,800	10,076,960	10,076,960	13,530,680	13,530,680	10,076,960	13,530,680	13,530,680		
		バイオガス化施設	千円/20年	0	3,556,900	3,556,900	上記に含む	上記に含む	3,556,900	上記に含む	上記に含む		
		自動車燃料化設備	千円/20年	0	0	201,120	213,509	213,509	0	0	0		
		都市ガス化設備	千円/20年	0	0	0	0	0	486,740	516,675	516,675		
		計	千円/20年	10,519,800	13,633,860	13,834,980	13,744,189	13,744,189	14,120,600	14,047,355	14,047,355		
	事業収入	熱回収 売電収入	千円/20年	3,311,763	3,022,763	3,022,763	3,022,763	7,559,519	3,022,763	3,022,763	7,559,519		17円/kwh(税込み17.85円/kwh)
		バイオガス 売電収入	千円/20年	0	824,460	0	10,407,852	0	0	10,407,852	0		39円/kwh(税込み40.95円/kwh)
		自動車燃料 販売収入	千円/20年	0	0	604,171	641,331	641,331	0	0	0		87.58円/Nm3(税込み91.95円/Nm <sup>3</sup> )
		都市ガス 販売収入	千円/20年	0	0	0	0	0	443,919	471,222	471,222		58.50円/Nm3(税込み61.42円/Nm <sup>3</sup> )
		計	千円/20年	3,311,763	3,847,223	3,626,934	14,071,946	8,200,850	3,466,682	13,901,837	8,030,741		
	収支	維持管理-事業収入	千円/20年	7,208,037	9,786,637	10,208,046	-327,757	5,543,339	10,653,918	145,518	6,016,614		
建設費+維持管理-事業収入		千円/20年	20,208,037	25,086,637	26,038,046	15,202,243	21,073,339	26,653,918	15,845,518	21,716,614			
環境性	CO <sub>2</sub> 削減量	熱回収 売電	tCO <sub>2</sub> /年	5,406	4,934	4,934	4,934	12,340	4,934	4,934	12,340	0.555tCO <sub>2</sub> /千kwh	
		バイオガス 売電	tCO <sub>2</sub> /年	0	587	0	7,406	上記に含む	0	7,406	上記に含む		
		自動車燃料 販売	tCO <sub>2</sub> /年	0	0	717	762	762	0	0	0	2.08tCO <sub>2</sub> /千Nm <sup>3</sup>	
		都市ガス 販売	tCO <sub>2</sub> /年	0	0	0	0	0	789	838	838		
		計	tCO <sub>2</sub> /年	5,406	5,521	5,651	13,102	13,102	5,723	13,178	13,178		

### 3. 硫化水素等有害物質除去方法

メタンガス化施設から発生するバイオガスの主成分は、メタンと二酸化炭素ですが、そのほかに硫化水素やアンモニアやシロキサン等の微量物質を含んでいます。硫化水素は金属を腐食する性質があるため、発酵槽から出て直に脱硫塔で除去します。

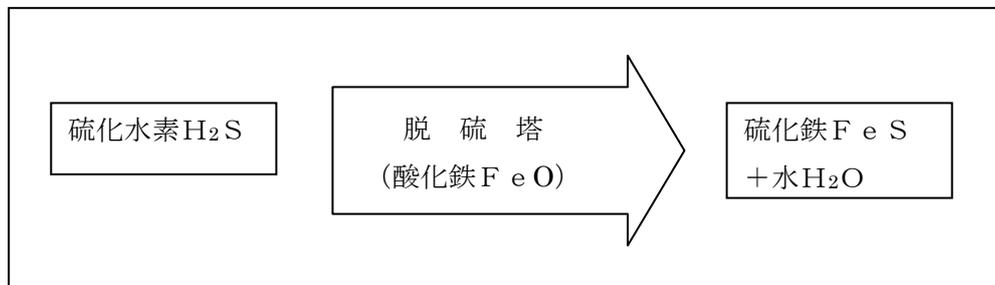


図-1 硫化水素除去方法

また、シロキサン類は、機器や配管に不具合を生じさせるため、除去する必要があります。除去には、樹脂系吸着材を用いて吸着させ除去し、吸着剤を加温して再生させるシステムが採用されています。

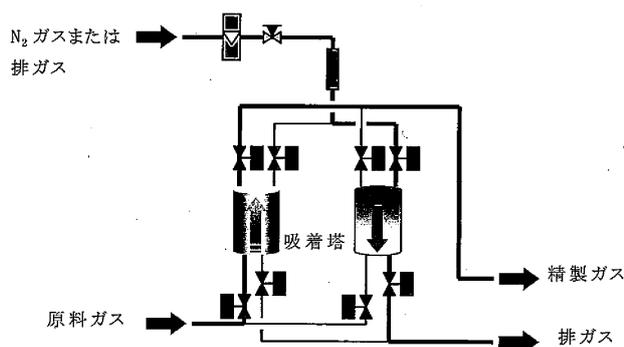


図-2 シロキサン類除去フロー

### 4. バイオガス利用形態

バイオガスは、メタンが6割、二酸化炭素が4割ですので、都市ガス（メタン97%）に比べ発熱量が低くなりますが、精製することにより都市ガスと同等までにすることができます。

バイオガスの利用形態としては、以下の図に示す3つの方法が考えられます。

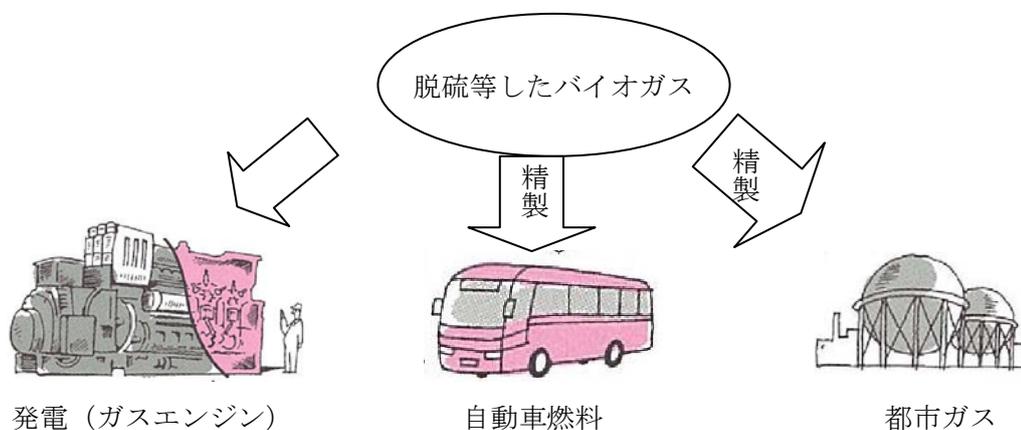


図-3 バイオガスの利用形態

## 5. ガス発電

ガス発電をする際のバイオガスは、硫化水素・微量有害物質を除いて二酸化炭素を含んだままのガスを使用します。また、ガスエンジンの廃熱は、温水や蒸気で基質（ごみ）の加温やメタン発酵槽の保温に使用されます。

バイオガスによる発電は、『電気事業者による再生可能エネルギー電気の調達に関する特別措置法』によって、電気の買取価格（調達価格）が7月より高く設定される見込みです。価格は1kwh当たり39円（税込み40.95円）（期間20年間）となる予定で、熱回収施設で発電した（17円（税込み17.85円））場合と比べ2倍強の高価格となっています。

以下にガス発電の処理フローを示します。

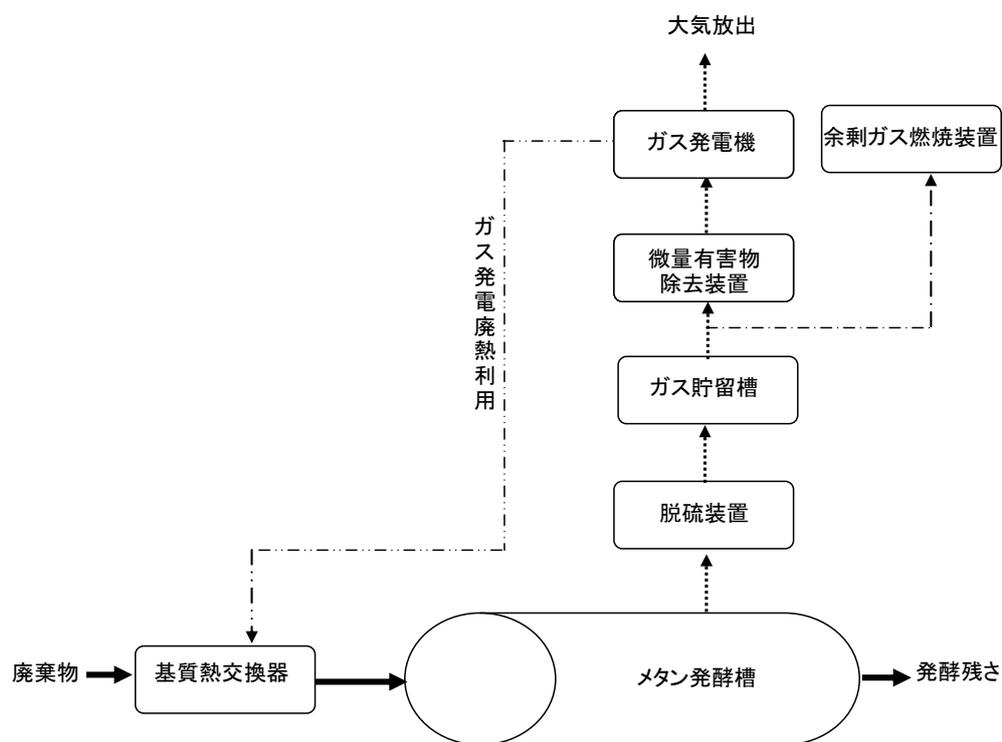


図-4 ガス発電処理フロー

## 6. 自動車燃料として利用

バイオガスを自動車燃料として利用するためには、天然ガス並にメタン濃度を97%以上とする必要があります。例えば8,000Nm<sup>3</sup>のバイオガスを精製すると約5,000Nm<sup>3</sup>の精製ガスとなります。

設備としては、メタン化施設で使用する電力を賄うためにガス発電機を設け施設の電気・加温・保温を行う設備が必要となります。また、自動車へガスを充填する設備も必要となります。

現在、市が保有しているごみ収集用のパッカー車31台（予備車等も含む）で定期車の1日当たりの平均走行距離は、55km/台・日であり、31台の車両の総走行距離は、1,705km/日となります。CNG車の燃費を3km/Nm<sup>3</sup>（2010年実績で平均3.4km/Nm<sup>3</sup>）とすると、1日当たり約570Nm<sup>3</sup>が必要になりますが、ガス発電で使用するガス量を除く本施設の精製ガス量が700Nm<sup>3</sup>見込まれていますので十分賄うことができます。

以下に発電+自動車利用の処理フローを示します。

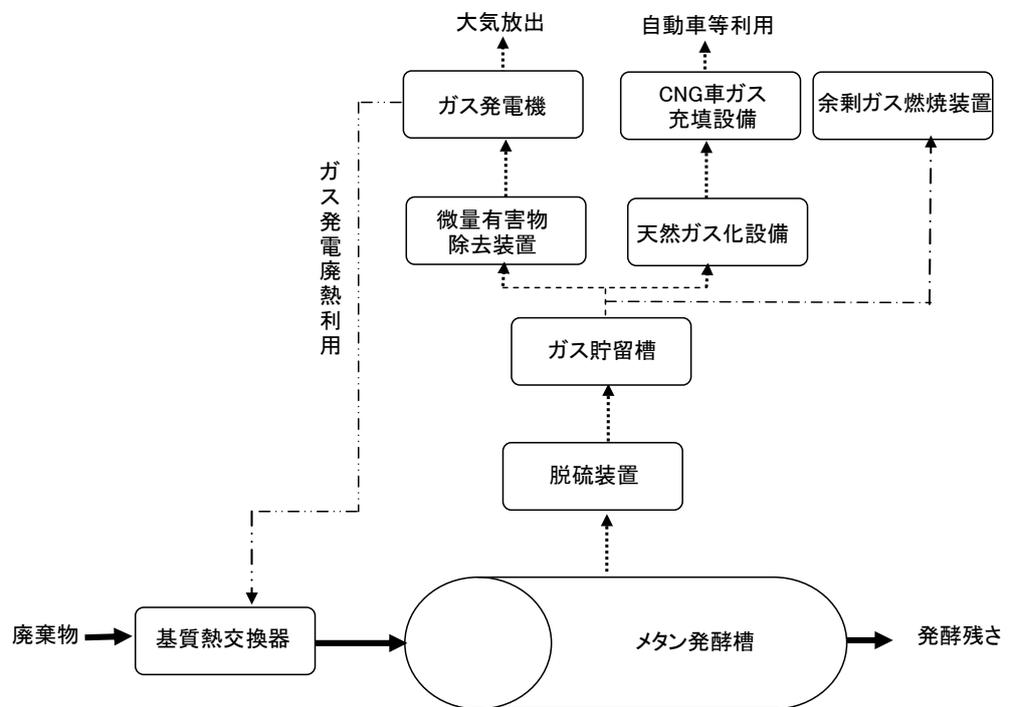


図-5 ガス発電+自動車利用の処理フロー

## 7. 都市ガスとして利用

都市ガスへの導管注入を行うためには、都市ガスと同等の成分にする必要がある。そのためにバイオガスを精製し、都市ガスと同等の成分、熱量に調整し、付臭の上、都市ガス導管することになります。

新エネルギー利用促進を通じて地球温暖化対策へのさらなる貢献を図ることを目的に、東京ガスが2008年4月に「バイオガス購入要領」を公表し、バイオガスの都市ガス導管ネットワークへの受入れ、購入をはじめました。1号施設としてバイオエナジー株式会社城南島食品リサイクル施設（東京都大田区）からの導管注入を2011年1月より開始しました。

以下に発電+都市ガス利用の処理フローを示します。

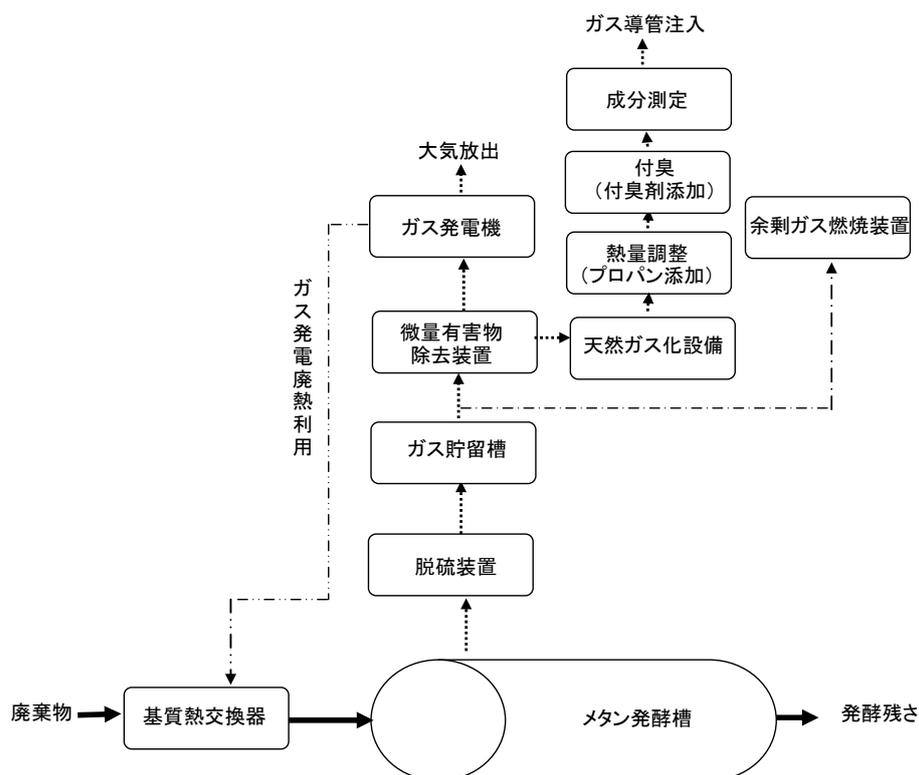
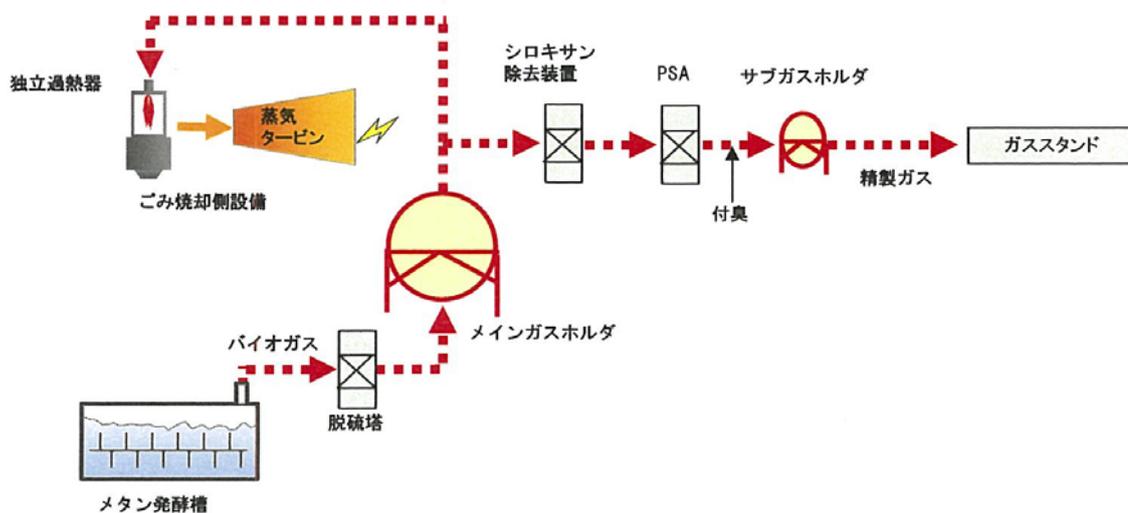


図-6 ガス発電+都市ガス利用の処理フロー

## 8. バイオガスを熱回収施設で一部利用

バイオガスを熱回収施設で一部利用し、独立過熱器で蒸気温度を400℃から450℃にすることにより、発電量を増大させるものです。余ったガスは、自動車燃料や都市ガスとして利用することができます。

以下にバイオガスを熱回収施設で一部利用時の処理フロー例を示します。



図ー7 バイオガスを熱回収施設で一部利用時の処理フロー例

9. 電気の買取価格制度について

『電気事業者による再生可能エネルギー電気の調達に関する特別措置法』によって、再生可能エネルギーの調達価格が通産省の調達価格等算定委員会で決まったものを以下に示します。調達価格は、経済産業大臣が最終決定するもので変更される可能性もあります。

調達価格・調達期間についての調達価格等算定委員会案

電源		太陽光		風力		地熱		中小水力		
調達区分		10kW以上	10kW未満 (余剰買取)	20kW以上	20kW未満	1.5万kW以上	1.5万kW未満	1,000kW以上 30,000kW未満	200kW以上 1,000kW未満	200kW未満
費用	建設費	32.5万円/kW	46.6万円/kW	30万円/kW	125万円/kW	79万円/kW	123万円/kW	85万円/kW	80万円/kW	100万円/kW
	運転維持費 (1年当たり)	10千円/kW	4.7千円/kW	6.0千円/kW	-	33千円/kW	48千円/kW	9.5千円/kW	69千円/kW	75千円/kW
IRR		税前6%	税前3.2% (*1)	税前8%	税前1.8%	税前13% (*2)		税前7%	税前7%	
調達価格 1kWh 当たり	税込 (*3)	42.00円	42円 (*1)	23.10円	57.75円	27.30円	42.00円	25.20円	30.45円	35.70円
	税抜	40円	42円	22円	55円	26円	40円	24円	29円	34円
調達期間		20年	10年	20年	20年	15年	15年	20年		

(\*1) 住宅用太陽光発電について

10kW未満の太陽光発電については、一見、10kW以上の価格と同一のように見えるが、家庭用についてはkW当たり3.5万円(平成24年度)の補助金の効果を勘案すると、実質、48円に相当する。

なお、一般消費者には消費税の納税義務がないことから、税抜き価格と税込み価格が同じとなっている。

(\*2) 地熱発電のIRRについて

地表調査、調査井の掘削など地点開発に一件当たり46億円程度かかること、事業化に結びつく成功率が低いこと(7%程度)等に鑑み、IRRは13%と他の電源より高い設定を行っている。

(\*3) 消費税の取扱いについて

消費税については、将来的な消費税の税率変更の可能性も想定し、外税方式とすることとした。ただし、一般消費者向けが太宗となる太陽光発電の余剰買取の買取区分については、従来どおりとした。

電源		バイオマス						
バイオマスの種類		ガス化(下水汚泥)	ガス化(家畜糞尿)	固形燃料燃焼(未利用木材)	固形燃料燃焼(一般木材)	固形燃料燃焼(一般廃棄物)	固形燃料燃焼(下水汚泥)	固形燃料燃焼(リサイクル木材)
費用	建設費	392万円/kW		41万円/kW	41万円/kW	31万円/kW		35万円/kW
	運転維持費 (1年当たり)	184千円/kW		27千円/kW	27千円/kW	22千円/kW		27千円/kW
IRR		税前1%		税前8%	税前4%	税前4%		税前4%
調達価格 1kWh 当たり	調達区分	【メタン発酵ガス化バイオマス】		【未利用木材】	【一般木材(含パーム椰子殻)】	【廃棄物系(木質以外)バイオマス】		【リサイクル木材】
	税込	40.95円		33.60円	25.20円	17.85円		13.65円
税抜		39円		32円	24円	17円		13円
調達期間		20年						