

## 1 可燃ごみの中間処理技術

現在の可燃ごみ中間処理技術は、多種・多様なものが存在している。焼却技術、資源化技術ともに、施設の種類によって技術内容が大きく異なっており、日々新しい技術開発が行われている。

### 循環型社会形成推進交付金の交付対象事業における施設区分

施設区分	施設の種類
エネルギー回収型廃棄物処理施設	(3-1)ごみ焼却施設
	(3-2)メタンガス化施設(ごみ焼却施設+メタンガス化施設も含む)
	(3-3)RDF化施設
	(3-4)BDF化施設
	(3-5)炭化施設
有機性廃棄物リサイクル処理施設	(3-6)ごみ飼料化方式
	(3-7)ごみ高速堆肥化施設

※ ( ) 内の数字は、次頁以降の説明とリンク

## 2 稼働実績

環境省が公表している一般廃棄物処理実態調査より、令和2年度現在の全国及び埼玉県内の稼働実績をまとめると、全国及び埼玉県内における一般廃棄物処理施設の種類の数で最も多いのが「ごみ焼却施設」であり、最もスタンダードな処理技術となっている。

施設区分	施設の種類の		全国			埼玉県内			経済性 (参考)	
			施設数	250t/日 以上	2015年 以降に竣工	施設数	250t/日以上	2015年 以降に竣工		
エネルギー回収型 廃棄物処理施設	ごみ焼却施設	焼却処理方式	ストーカ式（灰溶融設備付帯含む）	803	170	89	41	8	2	1.0
			流動床式（灰溶融設備付帯含む）	149	23	2	9	2	0	1.0
		ガス化溶融等	シャフト炉式	56	15	7	2	2	2	2.4
			流動床式	41	8	6	2	2	0	2.2
			キルン式	13	4	0	0	0	0	—
			ガス化改質	1	1	0	0	0	0	—
	メタンガス化施設	メタンガス化施設単体	6	1	2	0	0	0	—	
		ごみ焼却施設+メタンガス化施設	3	1	1	0	0	0	1.2	
	RDF化施設		53	1	0	0	0	0	—	
	BDF化施設		7	0	0	0	0	0	—	
炭化施設		5	0	1	0	0	0	—		
有機性廃棄物 リサイクル処理施設	ごみ飼料化方式		1	0	0	0	0	0	—	
	ごみ高速堆肥化施設		85	0	5	1	0	0	—	
合計			1,223	224	113	55	14	4	—	

※一般廃棄物処理実態調査（令和2年4月17日公表 環境省）より作成

※休止中、建設中の施設も含む

※焼却処理方式のストーカ式、流動床式には灰溶融設備が付帯した施設も含む。

※2015年以降に竣工の施設数は、現在工事中の施設も含んでいる。

※埼玉県内のたい肥化施設は、東埼玉資源環境組合所管の施設（4.9 t/日）である。

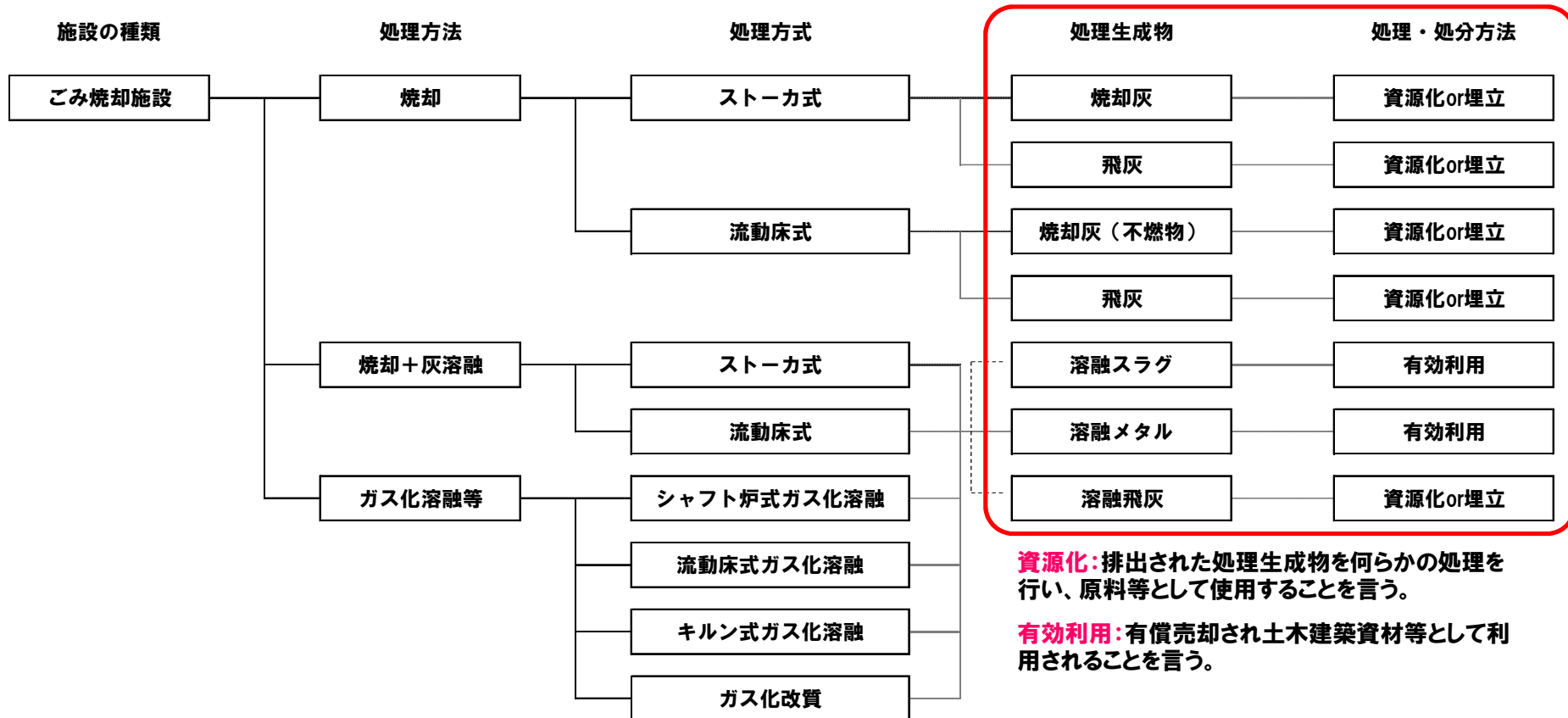
※最右欄の「経済性（参考）」は研究論文「一般廃棄物全連続式焼却施設の物質収支・エネルギー収支」（2012年3月 北海道大学）の調査結果を参考にし、ストーカ式を基準の1.0とした場合の比率を示している。

- ・ふじみ野市・三芳町環境センター（2016年竣工、ストーカ式、142t/日）
- ・飯能市クリーンセンター（2017年竣工、ストーカ式、80t/日）
- ・さいたま市桜環境センター（2015年竣工、シャフト炉式ガス化溶融、380t/日）
- ・東埼玉資源環境組合第二工場（2016年竣工、シャフト炉式ガス化溶融、297t/日）

### 3 各処理施設の概要

#### 3-1 ごみ焼却施設

ごみ焼却施設は、日本国内で最も代表的な可燃ごみの処理施設であり、多くの自治体が採用している。ごみ焼却施設の種類(形式)を大別すると以下に示すとおりである。また、処理方式によって生成物が異なることから、これらの処理方法も併せて検討する必要がある。



### 3 各処理施設の概要

#### 3-1 ごみ焼却施設(ごみ焼却施設における処理生成物の概要と処理・処分方法)

処理生成物	説明	想定される処理・処分方法
焼却灰	焼却炉の炉底から排出される焼却残留物。流動床式の場合は、ガレキや金属を含む「不燃物」と称される。	太平洋セメント(株)にてセメント原料化。流動床方式の焼却灰(不燃物)については埋立処分又は再資源化。
飛灰	集じん及びボイラ、ガス冷却室、再燃焼室等で捕集されたばいじんを総称したものの。	太平洋セメント(株)にてセメント原料化。
熔融スラグ	焼却灰等を高温で熔融したものを冷却し、生成されるガラス質の固化物。冷却方式により、水砕スラグ、空冷スラグ、徐冷スラグに分類される。	土木資材としてアスファルト混合物の骨材等に有効利用。
熔融メタル	焼却残渣等に含まれる金属類が熔融炉内で熔融されたもの。スラグと同時に排出される場合と、比重差分類により別々に排出される場合がある。	金属材料として有効利用。
熔融飛灰	集じん設備で捕集されるばいじんをいい、特別管理一般廃棄物に該当する。概ね1,200℃以上の高温条件下で熔融される過程で、低沸点の金属類、塩類等がガス層へ揮散されるため、熔融飛灰には、鉛、亜鉛、カドミウム等の金属類や塩化ナトリウム、塩化カリウム等の塩類を多く含んでいる。	埋立処分又は再資源化(含有する有価金属類の回収)。



流動床方式の焼却灰(不燃物)



熔融スラグ

出典:埼玉県HPより



熔融メタル

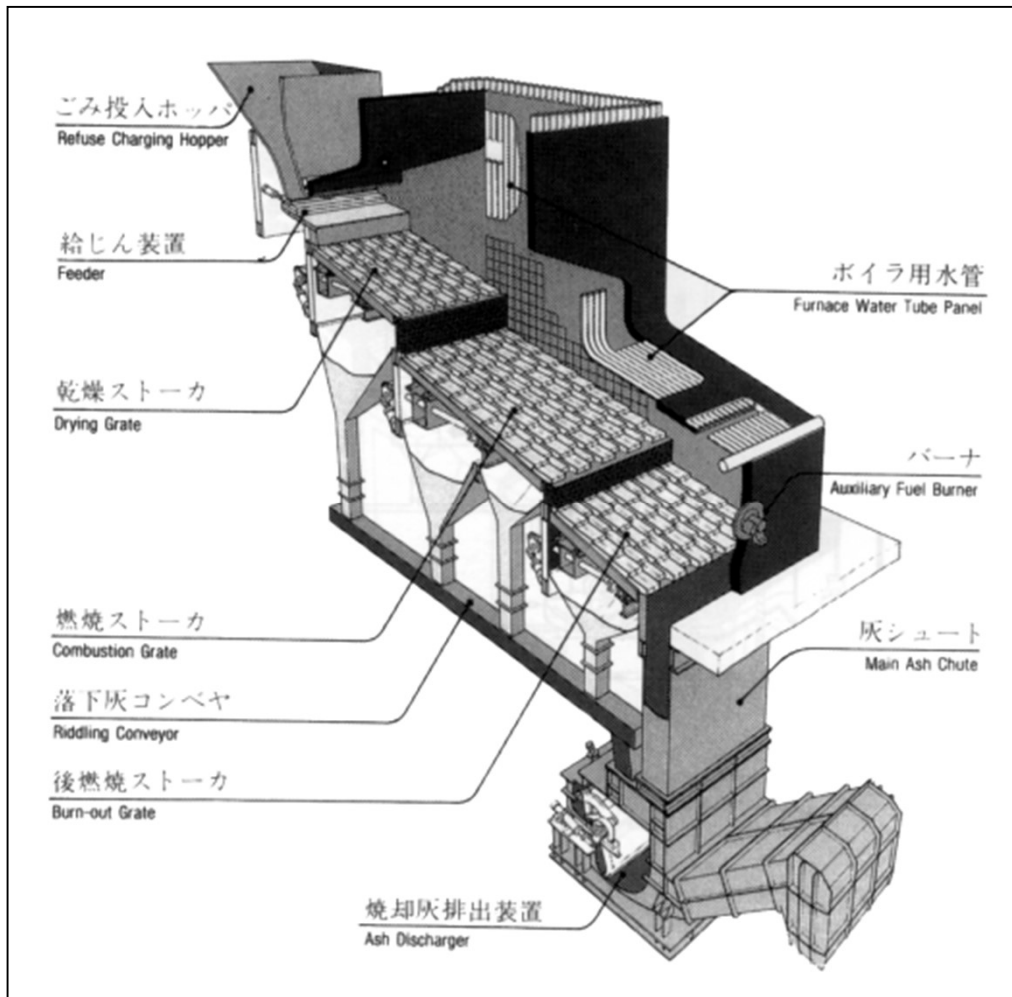
出典:DOWAエコシステム(株)HPより

### 3 各処理施設の概要

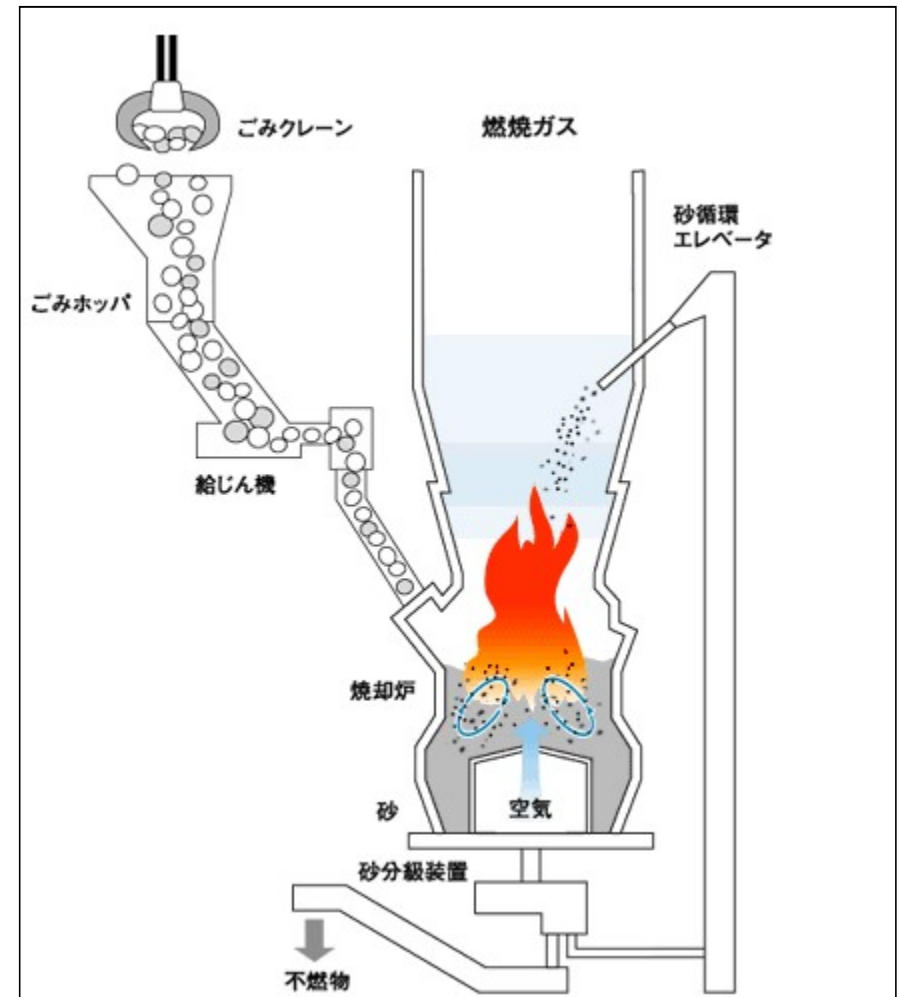
#### 3-1 ごみ焼却施設

「焼却方式」は、ストーカ式と流動床式があり、ストーカ式は、現在本組合が採用している方式である。この方式の特徴は以下に示すとおりである。

区分	特徴
ストーカ式	火格子の駆動により、投入したごみを一定時間で乾燥、燃焼、後燃焼工程に順次送り、この間、火格子下部から送りこまれる熱風、炉内の火炎及び炉壁からの輻射熱により焼却処理される方式
流動床式	炉内に砂を充填し、炉底部から燃焼用兼流動用の熱風を供給して炉内の砂を熱し流動させ、ごみを燃焼する方式



ストーカー式の概念図



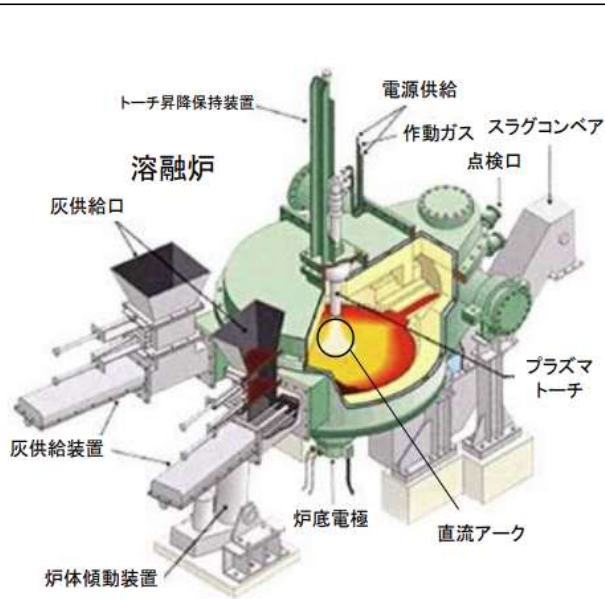
流動床式の概念図

### 3 各処理施設の概要

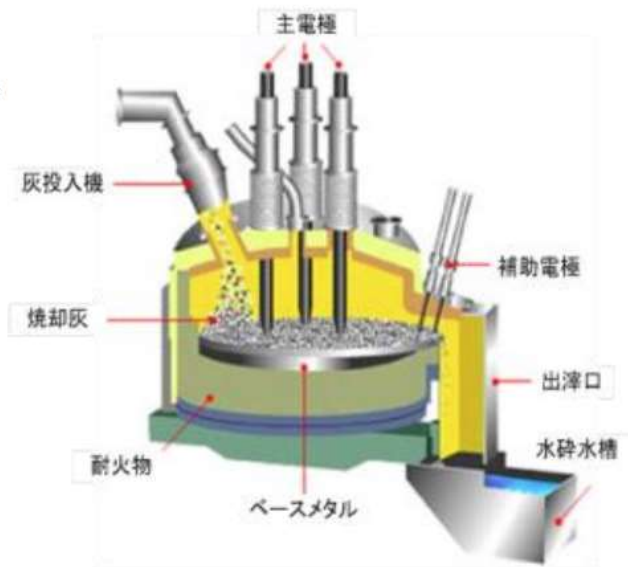
#### 3-1 ごみ焼却施設

「焼却＋灰溶融方式」は、基本的に焼却方式とほぼ同じであるが、相違点はごみ焼却の過程で発生した焼却灰と焼却飛灰をごみ焼却施設内に付設した灰溶融炉で溶融処理して「スラグ化」を行うことである。技術としては、電気式・燃料式・テルミット式があり、特徴は以下に示すとおりである。

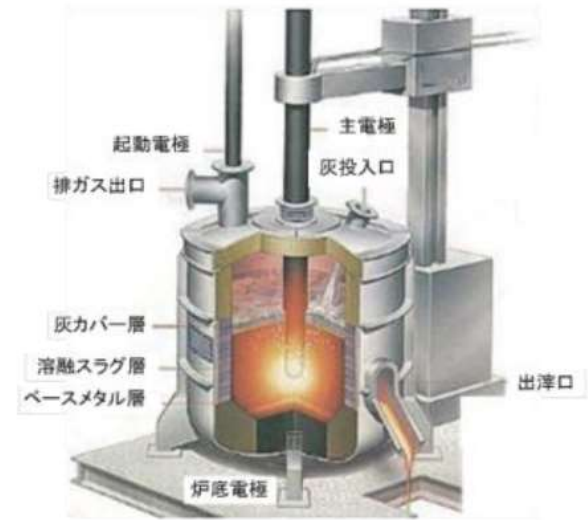
区分	特徴
電気式	<p>電気から得られた熱エネルギー等により灰を溶融をする方式である。電気式による灰溶融の方式は、プラズマ式、アーク式、電気抵抗式がある。</p> <ul style="list-style-type: none"><li>・プラズマ式は、直流アークの中にプラズマガスを流して高温高密度化したプラズマを作り、その熱で溶融する仕組みとなっている。</li><li>・アーク式は、電極に電圧をかけることで、電極と炉底のベースメタル間でアークを発生させ、その熱で溶融する仕組みとなっている。</li><li>・電気抵抗式は、電極に電圧をかけることで、電極間の溶融した灰自身が発するジュール熱（電気抵抗熱）により溶融する仕組みとなっている。</li></ul>
燃料式	<p>石油やガス等を燃焼させて灰を溶融する方式である。燃料式による灰溶融の方式は、表面溶融式とコークスベッド式がある。</p> <ul style="list-style-type: none"><li>・表面溶融式は、バーナ（都市ガス、灯油）を使用し、固定床上の灰を表面から溶融する仕組みとなっている。</li><li>・コークスベッド式は、溶融炉本体に焼却残さ、コークス、石灰石を投入し、溶融する仕組みとなっている。</li></ul>
テルミット式	<p>アルミニウムと酸化鉄の粉体を混ぜて一定の温度で加熱し、アルミと酸化鉄による酸化還元反応による反応熱を利用して溶融する仕組みとなっている。</p>



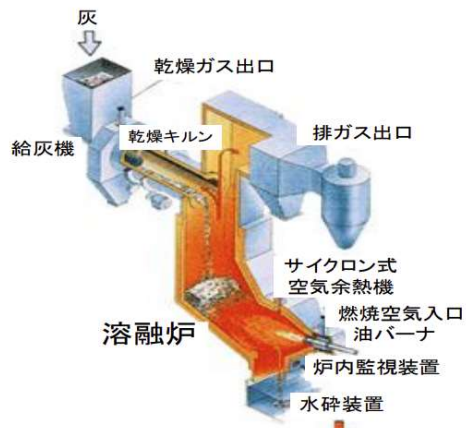
**電気式【プラズマ式】**



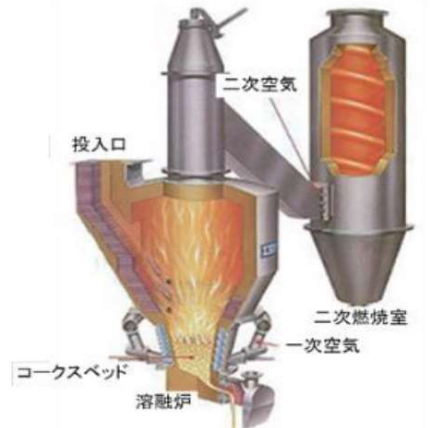
**電気式【アーク式】**



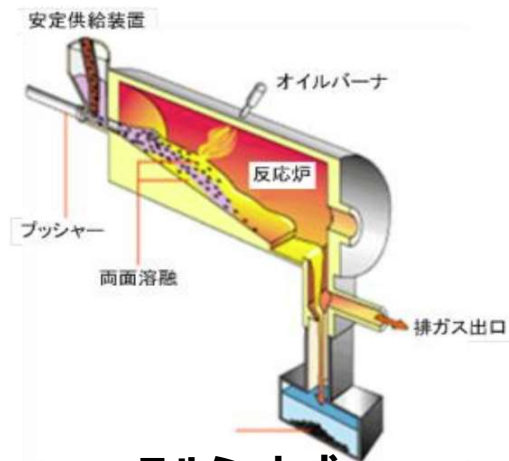
**電気式【電気抵抗式】**



**燃料式【表面熔融式】**



**燃料式【コークスベッド式】**



**テルミット式**



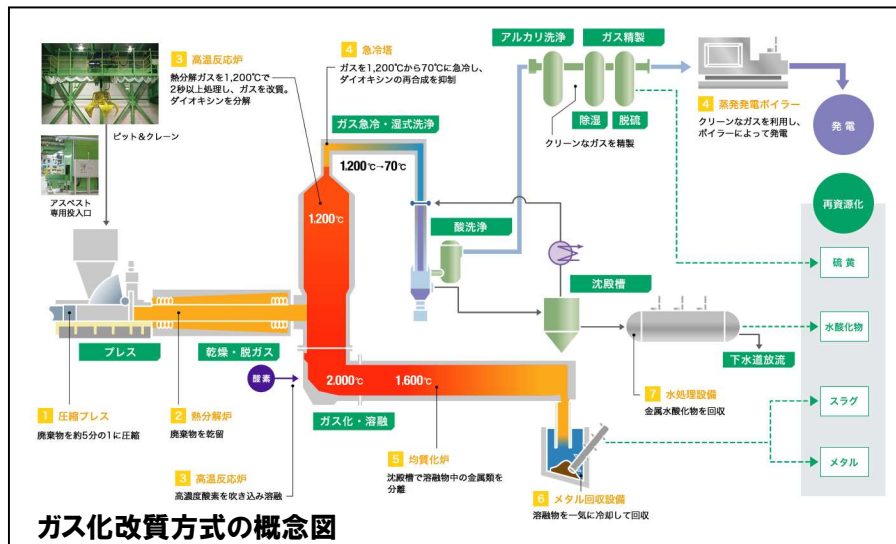
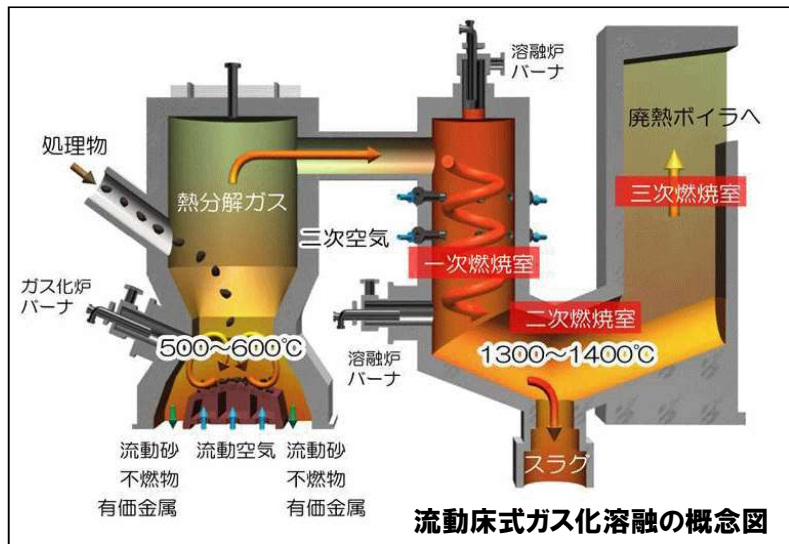
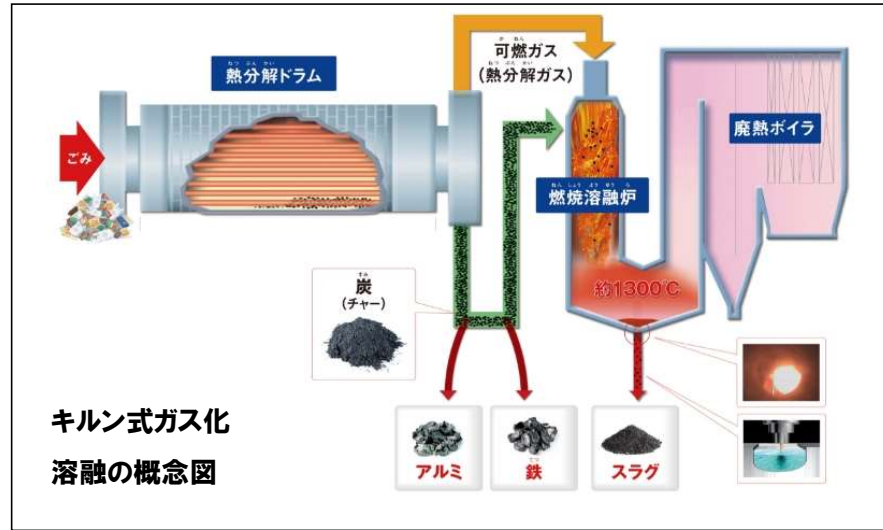
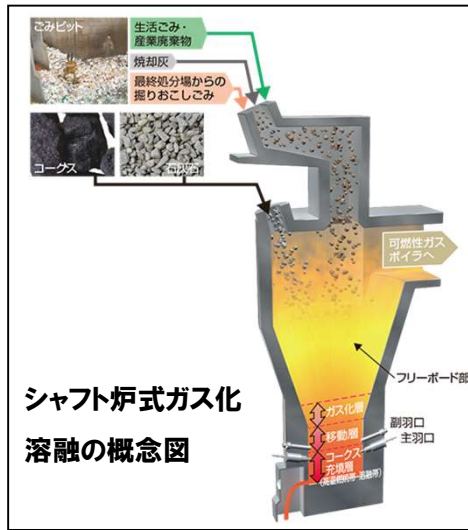
### 3 各処理施設の概要

#### 3-1 ごみ焼却施設

「ガス化溶融方式」は、ごみの燃焼エネルギーや副資材等を用いて焼却処理から溶融処理(スラグ化)までを1つのプロセス内で行うことが可能な方式である。ガス化溶融等処理方式は、大別するとシャフト炉式ガス化溶融、流動床式ガス化溶融、キルン式ガス化溶融、ガス化改質がある。

ガス化改質方式は、ガス化溶融方式とほぼ同様で、排ガスを改質したうえで精製ガス等を回収し有効利用を図る点がガス化溶融方式と異なっている。いずれの方式も焼却方式と比べると歴史が浅い技術である。

区分	特徴
シャフト炉式 ガス化溶融	製鉄業の高炉の原理を応用し、ごみをコークスと石灰石と共に投入し、炉内で熱分解及び溶融する処理方式である。
流動床式 ガス化溶融	流動床を低酸素雰囲気中で 500～600℃の温度で運転し、廃棄物を部分燃焼させ、さらに、部分燃焼で得られた熱を受けた廃棄物が熱分解し、発生する可燃性ガスを燃焼させる熱で、ごみを溶融する処理方式である。
キルン式 ガス化溶融	ごみは破碎された後に熱分解キルン炉に投入され、間接的に加熱→熱分解されて熱分解ガス、炭化物、熱分解残渣となる。熱分解残渣は有価物を回収後、熱分解ガスや炭化物と一緒に溶融炉で溶融しスラグ化する処理方式である。
ガス化改質	ごみを圧縮し、間接加熱することにより乾燥・熱分解し、熱分解されたごみは高温反応炉に投入されて酸素と熱分解炭素と反応させ、この時に生じた高温下で不燃物を溶融する処理方式である。(ガス化改質方式でも、シャフト炉式・流動床式・キルン式がある。)

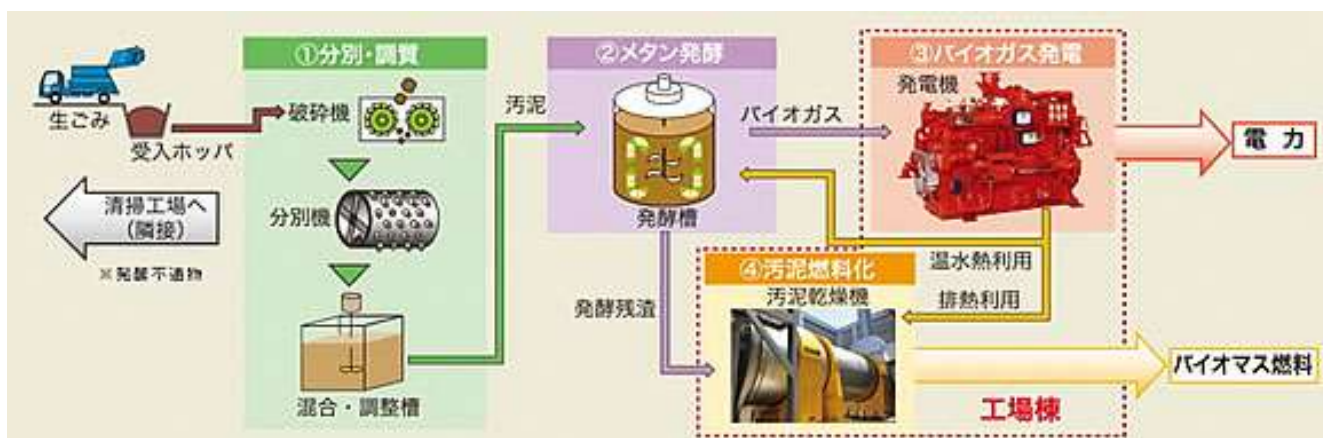


### 3 各処理施設の概要

#### 3-2 メタンガス化施設(ごみ焼却施設+メタンガス化施設も含む)

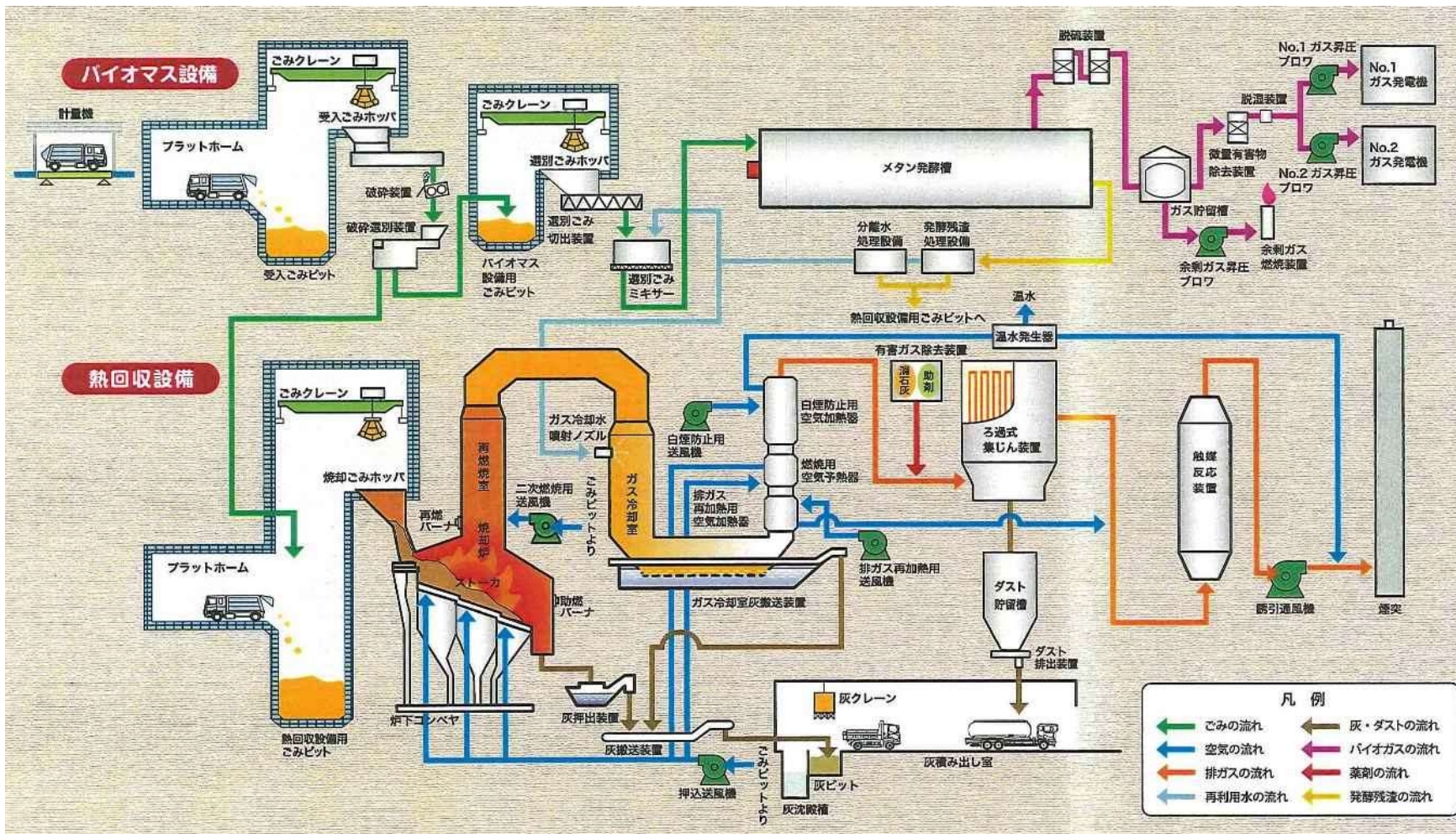
「メタンガス化施設」は、生ごみをはじめとするバイオマス廃棄物の発酵により、メタンガスを多く含む「バイオガス」を発生させ、そのメタンガスを利用することによって発電等を行う方式である。  
本施設において処理できるのは燃やせるごみのうち生ごみのみのため、メタンガス化施設のみではプラスチック等が含まれる可燃ごみ全体の処理は困難である。

「ごみ焼却施設+メタンガス化施設」は、焼却処理とメタン発酵処理を組み合わせた処理方式であり、一般的にメタン発酵施設において、メタン発酵に適した廃棄物を施設内にて機械選別し、選別された生ごみ・紙類等から乾式メタン発酵処理により発生したバイオガスを回収し、高効率ガス発電を行う方式である。  
選別されない燃やせるごみやメタン発酵残さ等は、焼却施設のごみピットに運ばれ、焼却炉において焼却処理を行い、エネルギーを回収する処理技術である。



#### メタンガス化施設フロー例

(新潟県長岡市HPより引用)

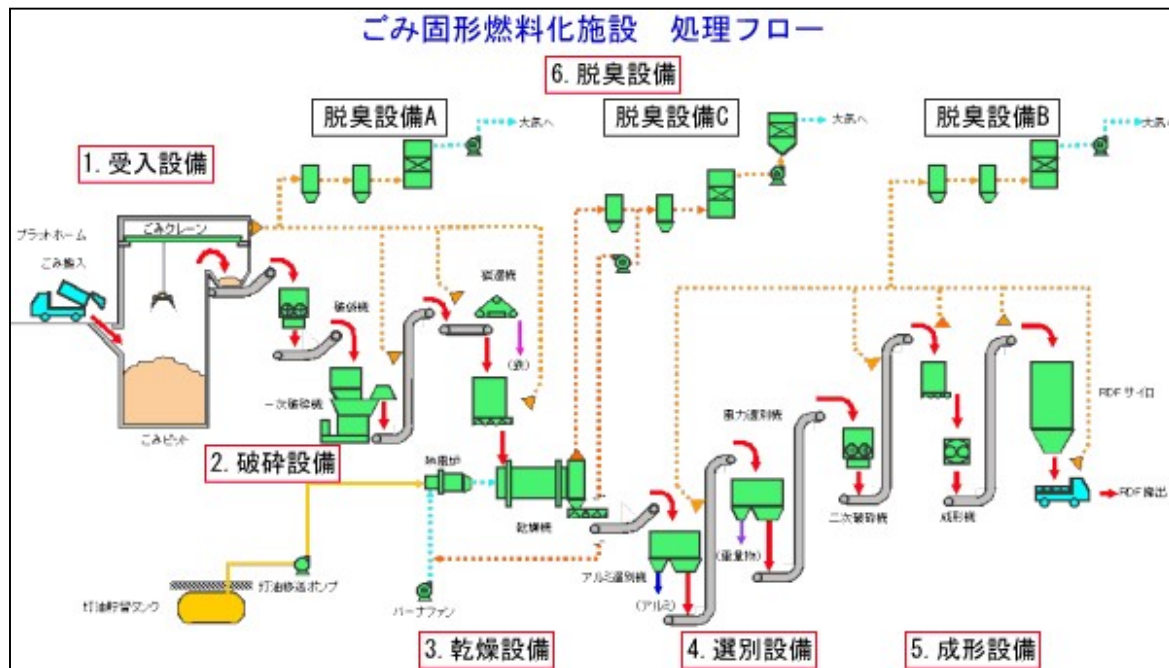


メタンガス化施設+ごみ焼却施設のフロー例(南但広域行政事務組合パンフレットより引用)

### 3 各処理施設の概要

#### 3-3 RDF化施設

「RDF」は、Refuse Derived Fuel の略号で、ごみを破碎、乾燥、選別、固形化し、有効利用が可能な固形燃料にしたものをいい、給湯、冷暖房、発電用の熱エネルギー源として使用される。  
特に生ごみ、廃プラスチック、古紙等の可燃性のごみを粉碎・乾燥したのちに生石灰を混合して圧縮・固化する処理方式である。

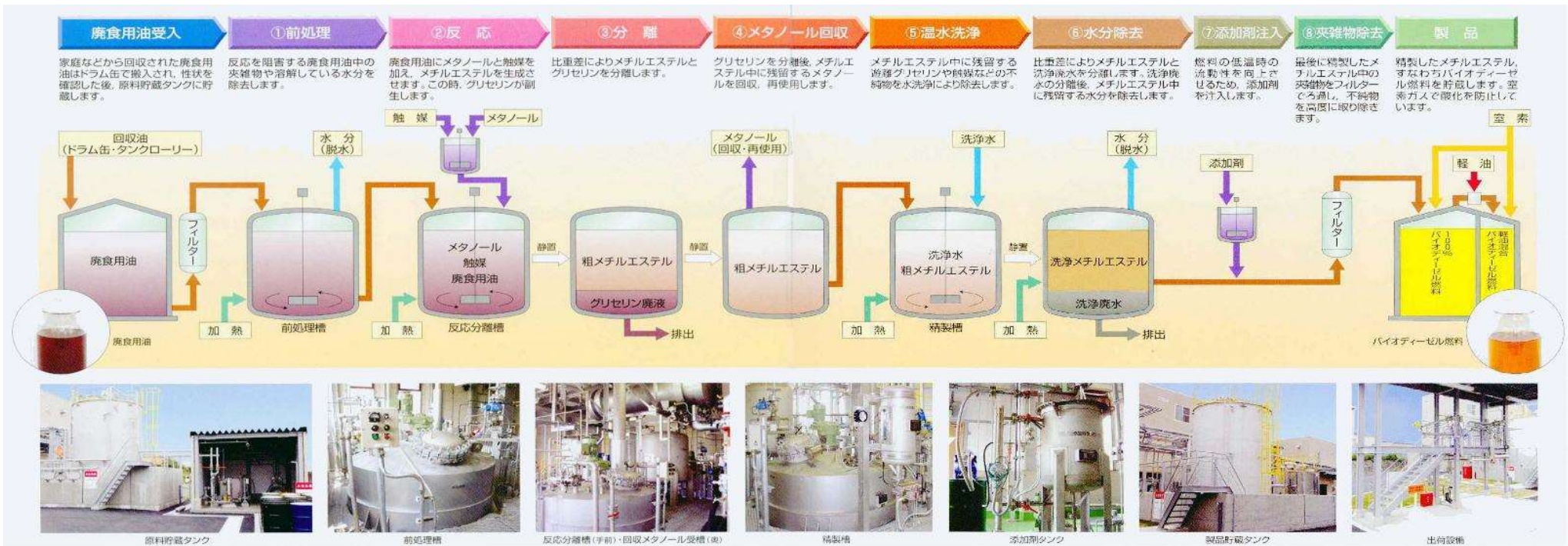


RDF化施設のフロー例(石川県奥能登クリーン組合HPより引用)

### 3 各処理施設の概要

#### 3-4 BDF化施設(バイオディーゼル燃料化施設)

「BDF」は、Bio Diesel Fuelの略号で、一般廃棄物である廃食用油等から自動車用等としてのバイオディーゼル燃料を製造する処理方式である。軽油に比べ、発生するSOx、CO2が少ないことが特徴である。バイオディーゼル燃料の原料としては、廃食用油等が主に利用されているので化石燃料の代替として利用することが可能である。

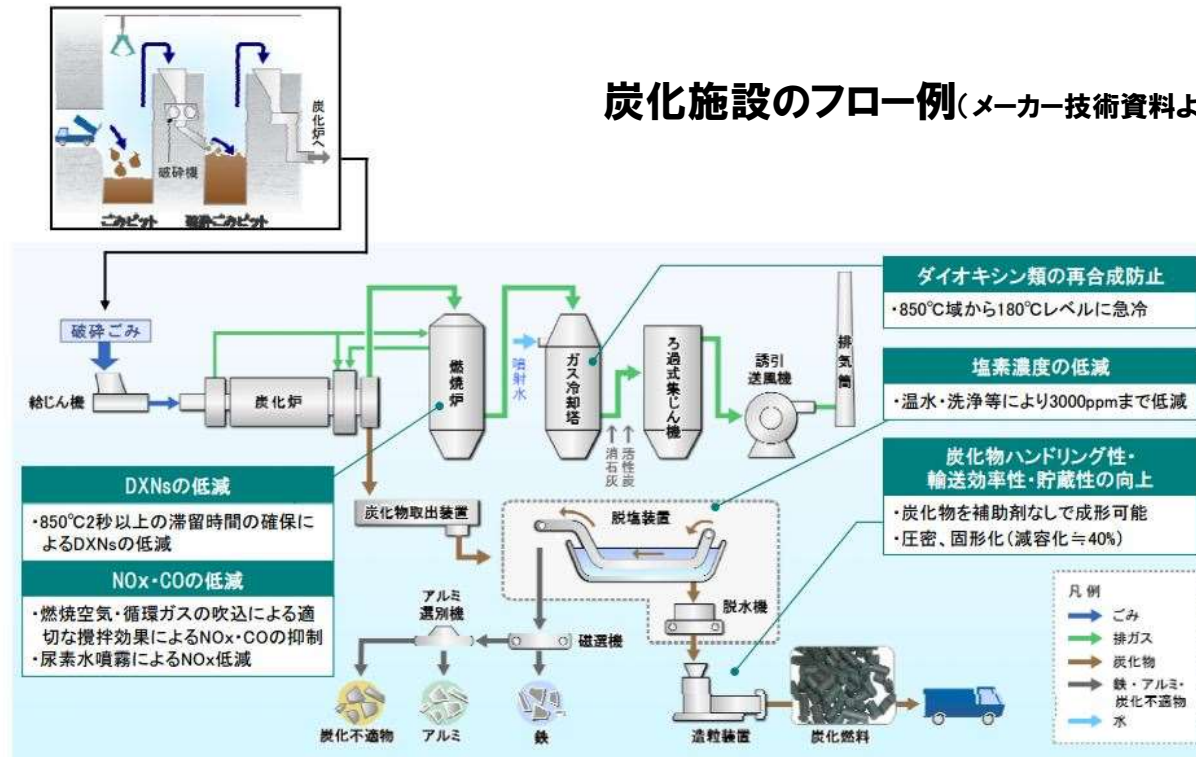


BDF化施設のフロー例(京都市廃食用油燃料化施設パンフレットより引用)

### 3 各処理施設の概要

#### 3-5 炭化施設

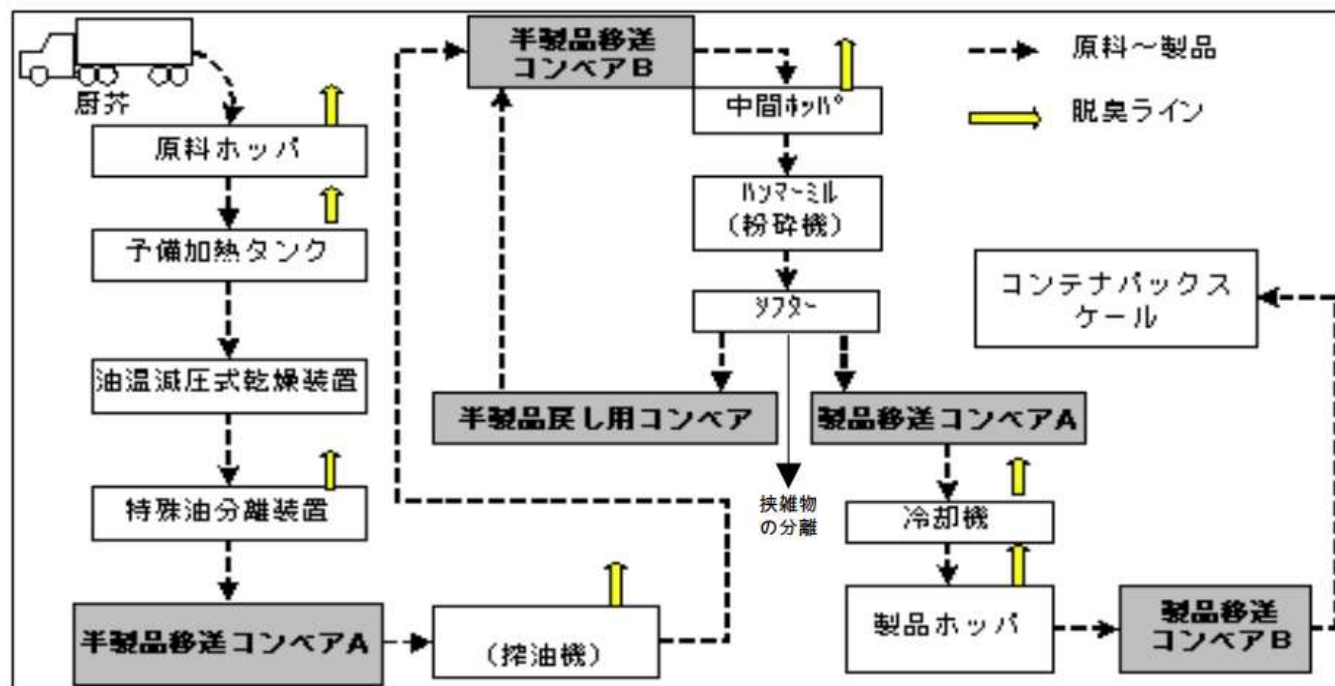
「炭化施設」は、空気を遮断した状態でごみを加熱・炭化した後、炭化物として回収するとともに発生したガスは熱回収する方式である。炭化物は代替燃料、補助燃料、吸着材、保温材、土壌改良材等に利用される。余熱利用も可能であるが、炭化物を取り出す必要があるため、焼却処理方式やガス化溶融処理方式に比べて利用できる熱量は少なくなる傾向にある。



### 3 各処理施設の概要

#### 3-6 ごみ飼料化施設

「ごみ飼料化施設」は、生ごみや食品廃棄物を短時間で脱水・乾燥させることで、飼料へ再生する方式である。  
 方式としては、高温蒸気により乾燥させる乾燥方式や乳酸発酵させて牛用飼料を製造するサイレージ方式、生液状に加工して豚用飼料を製造するリキッド方式がある。



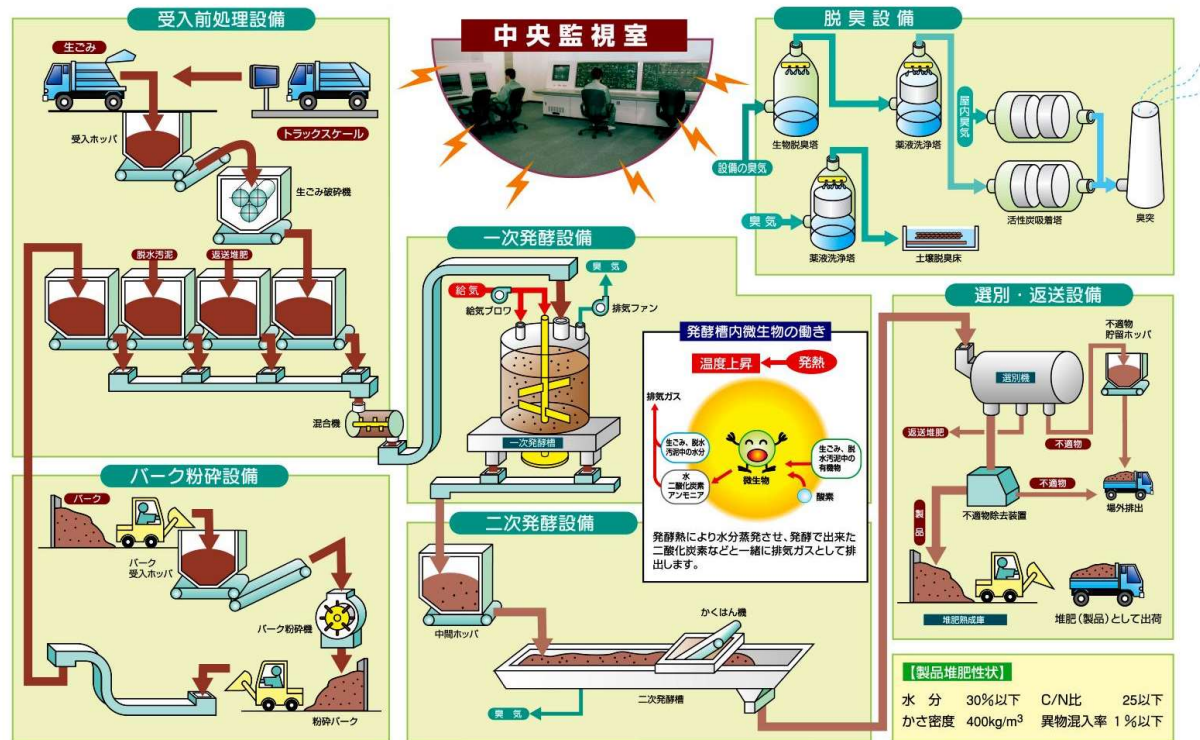
飼料化施設のフロー例(農林水産省資料より引用)



### 3 各処理施設の概要

#### 3-7 ごみ高速たい肥化施設


「ごみ高速たい肥化施設」は、堆肥化が可能な厨芥類や紙類を微生物による発酵過程を利用し、堆肥を製造する方式である。堆肥化処理の過程で、生物分解を受けないプラスチック類やガラス等の非堆肥化物が混入すると、堆肥中の異物混入率が高くなり、製品としての質が悪化する。堆肥の利用は、施用期間に限られるので、それ以外の期間は貯蔵しておく必要がある。



ごみ高速たい肥化施設のフロー一例(北海道・富良野広域連合HPより引用)

## 4 処理方式の選定方法について

可燃ごみ処理技術については、多種多様なものがあるが、構成市町のごみ収集区分や施設整備の基本方針(コンセプト)に合った処理方式を採用することが重要である。  
したがって、以下の施設整備の基本方針(コンセプト)に沿った選定をしていくものとします。



No.	施設方針 (コンセプト)
1	安全・安心かつ安定的に処理が可能な施設
2	環境に配慮した施設
3	効率的なエネルギー回収をする施設
4	経済性に優れた施設
5	地域に貢献し、親しまれる施設

基本方針に沿った評価項目を設定し、判断する。