

第5章 メタンガス化施設の運転管理上の留意点

5 - 1 臭気対策

臭気は一度拡散すると捕集することが困難なことから、外部に漏れないよう発生源は出来る限り密閉構造にする必要がある。

【解説】

生ごみは、水分量が多く有機性であるため腐敗が早く悪臭も強い。プラットホームの出入り口や受入ホッパには開閉シャッターを設け、出来るだけ密閉構造にする。

受入部分は負圧構造にして臭気の拡散を防止する。

出来るだけ最小限のガス量を高濃度で吸引できるようにする。

メタン発酵槽は密閉構造であることから、臭気対策については対象外である。

5 - 2 維持管理コストの抑制

維持管理コストの抑制には

- ・ 将来の処理量を見据えた施設規模を設定すること
- ・ 地域特性に適した回収体制および前処理方式（分別収集と機械選別）にすること

等が挙げられる。

【解説】

家庭の生ごみの減少傾向の現状や将来の人口の増減を考慮し施設規模を設定する必要がある。

前処理設備では、その設備能力を高めるほど、消費電力が増大し、また機器構成が複雑になりメンテナンス費用も増加するので、受入れる生ごみの性状や回収体制を踏まえた上で、最適な機器選定を行う必要がある。

要求する条件によっては、脱水ろ液処理設備での消費電力費や薬剤費、バイオガス利用設備での消耗品費や定期点検費にコストがかかる可能性がある。従って、検討時に十分調査し、概算費用を把握しておく必要がある。

5 - 3 搬入物の変動への対応

処理規模は、施設全体への搬入量から設定するが、その際、季節変動を考慮するほか、分別区分の見直し等に留意する必要がある。

一般的に、搬入量が増大する時は、主に次の時期である。また、地域特産物のある地域は、収穫時期に量が増加するとともに、その影響で処理対象物の質の変動も考えられるので留意する必要がある。

- ・ 盆明け
- ・ 年始
- ・ 観光時期の週明け

分別区分の見直し等については、新たに整備した施設稼働時を契機とする場合や、稼働期間中に新たな資源物回収ルートが整備された等により行われる場合等がある。この際には、施設へ搬入されるごみの量や質について、その変動幅を推定する等により、施設の安定稼働への影響を推定し、対策を講じることが必要となる場合がある。

【解説】

一時的な搬入量増加に対しては、前処理設備の稼働率を上げ対応する、焼却施設での処理によって対応する等が挙げられる。また、変動幅を見込んだ十分な容量のごみピットを整備することも有効である。

メタンガス化+焼却方式においては、ごみ焼却施設が長期間の補修、点検等により休炉する可能性があることに留意する必要がある。休炉時は、発酵残渣の処理が出来なくなるため、発酵プロセスの速度調整を行い発酵残渣量を低減させる、発酵プロセスの反応状況を管理しつつ搬入ごみのごみピットでの貯留を行い、発酵槽への移送量を調整する等の運転管理上の対応を講じることが有効である。

ごみの分別区分の変更としては、新たに資源物の分別を導入する、不燃ごみ、可燃ごみの区分を見直すといったもののほか、指定ごみ袋やごみ処理有料化の導入にも留意が必要である。このような変更が生じると、前処理における発酵対象物と選別残渣の配分比が変わるほか、見かけ比重の変化も生じることがあり、処理機器における容量制約についても検討を行うことが必要である。

5 - 4 安定稼働をする上での留意事項

- 1 処理対象物が年間を通して均質でかつ定量的に搬入されることが望ましい。また、異物の混入を抑制することも必要である。
- 2 メタン発酵処理における安定運転のための管理指標は、以下の通りである。
 pH、 温度、 有機酸、 アンモニア、 アルカリ度、 硫化水素、 滞留時間、
 ガス発生量、 メタン濃度

【解説】

管理指標項目の概要を表 17 に示す。

表 17 メタン発酵処理運転管理指標

区 分	概 要
pH	メタン生成菌はほぼ中性付近の pH を好み、メタン発酵の最適 pH は 6.8～7.6 である。生ごみ等のメタン発酵においてはアンモニア性窒素濃度が比較的高いので、pH は一般的に 7.2～8.0 の範囲にある。
温度	メタン発酵は、操作温度域により中温の 35 前後、高温の 55 前後で行われている。高温発酵は加水分解率や病原性微生物の死滅率が高く、発酵速度が速くて高負荷を実現しやすい反面、アンモニア阻害を受けやすい。それに対して、中温発酵は分解速度が遅いもののアンモニア阻害を受けにくく、細菌叢が多様であり、安定性がある。
有機酸	メタン発酵の中間生成物として有機酸が生成されるが、速やかにメタン生成に利用されるので通常有機酸の濃度は低い。このため、有機酸の挙動把握により、メタン発酵槽の状況を知ることができる。ただし、バランスを崩して、有機酸の蓄積が起こった場合にはメタン菌死滅のリスクがあるため、有機酸の濃度を測定し、メタン発酵槽の状況を知ることが望ましい。
アンモニア	メタン発酵においてタンパク質の分解に伴い NH_4^+ が生成する。この NH_4^+ はメタン生成菌増殖の栄養成分になるなど不可欠な成分であるが、濃度が高くなると有機酸の蓄積やメタン生成速度の低下などメタン発酵阻害が起こる。アンモニアの一時的な阻害は、pH の調整や希釈で回復する。
アルカリ度	アルカリ度は酸を中和する溶液の容量を示す指標であり、メタン発酵プロセスの安定性に関わる。一般的に投入 TS 濃度が 10% 程度の場合、総アルカリ度は 5,000～10,000mg/L の範囲にある。
硫化水素	メタン発酵において、原料中の硫黄成分が硫化水素 H_2S の生成をもたらす。バイオガス中の硫化水素濃度は、数百 ppm から数千 ppm の範囲で変化する。濃度が高くなると、バイオガスの品質を低下させるだけでなく、メタン発酵を阻害する可能性がある。
滞留時間	滞留時間は、有機物の分解率と運転の安定度に影響を及ぼすだけでなく、投入負荷とも関連する重要な指標である。高い分解率を得るには滞留時間を長くする必要があり、一般的には 15 日程度以上とする。
ガス発生量	ガス発生量は、処理対象物の量・質に直接影響を受けるが、メタン生成菌等の活性が弱くなるにつれてガス発生量も少なくなる。
メタン濃度	バイオガス中のメタン濃度の急激な低下はメタン発酵の阻害と連動する場合が多い。

出典：「メタン発酵情報資料集 2006」(財) 廃棄物研究財団 メタン発酵研究会 (平成 18 年 4 月) より改変

5 - 5 エネルギー回収・利用をする上での留意事項

- 1 回収したバイオガスには種々の不純物が含まれている。後段のバイオガス利用設備に応じた処理を行う必要がある。
- 2 バイオガスの貯留に関しては、
 - ・ 設置場所
 - ・ 安全対策等について留意する。
- 3 バイオガス利用設備については、
 - ・ 定期点検、メンテナンス時の対応
 - ・ コージェネレーションで回収した熱の利用方法等について検討しておく必要がある。

【解説】

バイオガスには不純物が存在し、バイオガス利用設備によっては故障の原因になるため許容濃度まで除去しなくてはならない。利用設備ごとの制限濃度例は表 12 を参照のこと。

バイオガスの引火性を考慮し、貯留設備の設置場所については、火気や高圧電気を使用する設備には近づけないようにする。また、衝突の可能性があるため搬入車両の動線や延長線上への設置は極力はずす等の配置が必要になる。

余剰なバイオガスは大気放散させずに余剰ガス燃焼装置等で燃焼させて適切に処理する必要がある。

定期点検やメンテナンス時に対応すべく、バイオガス利用設備を複数台設置する等の検討をしておく必要がある。

回収した熱を利用しきれない場合は、隣接もしくは近隣の施設への供給等の利用方法について検討しておく必要がある。

參考資料

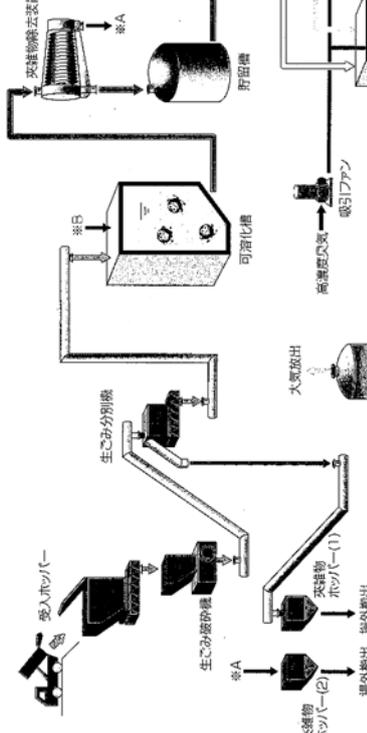
メタンガス化施設稼働状況（国内）

施設概要	施設名称	北空知衛生センター
	設置場所	北海道深川市一已町字一已 1863
	事業主体	北空知衛生センター組合（運転は委託）
	問合せ先	TEL:0164-23-3584、FAX:0164-23-3585
	処理能力	16t/日（1系列）
	処理方式	膜型メタン発酵システム（湿式、高温発酵）
	処理対象物	家庭系・事業系生ごみ
	施工者	クボタ・原田・道央共同企業体
	システムフロー	（別紙のとおり）
	エネルギー回収方式	ピュアガスエンジンによる発電・熱回収（発電能力47kW×2基） 蒸気ボイラーによる熱回収（ボイラー能力300kg/h×1基） 施設での利用が主体
	残渣等の処理方式	分別残渣：焼却、埋立 発酵残渣：脱水後焼却 排水：処理後下水道放流
	建築面積	780㎡（管理棟、バイオガス貯留設備は含まず）
	総事業費	928,790千円（管理棟含まず）
処理実績 (17年度)	処理量（搬入量）	3,283t/年（計画量の95%）
	バイオガス回収量	351,736N3/年（メタン濃度72%）
	エネルギー収支	発電量：482,153kWh/年（処理量あたり：147kWh/ごみt） 電気使用量：862,481kWh/年（処理量あたり：263kWh/ごみt） 発電量/電気使用量：56%
	資源化量	-
	残渣処分量	分別残渣：655t/年（処理量あたり：0.20t/ごみt） 発酵残渣：293t/年（含水率76%）（処理量あたり：0.89t/ごみt）
	年間維持管理費用	人件費（委託管理業者分）：27,100千円/年 電力費：6,203千円/年 上水道費：1,156千円/年 下水道費：846千円/年 燃料費：186千円/年 薬品費・消耗品費：6,178千円/年 残渣処分費：10,545千円/年 点検補修費・外注費：6,339千円/年 （合計）58,553千円/年（処理量あたり17.8千円/ごみt）

処理実績：北海道中北空知地域の生ごみ分別収集とバイオガス化施設の維持管理費、八村幸一・古市徹・谷川昇・石井一英・米通猛・二階堂匠、第17回廃棄物学会研究発表会講演論文集2006,p487-489

受入・前処理工程

受け入れた生ごみは、破砕処理してから分別機にかけ、ピニール袋を取り除きます。つぎに可溶化槽で微生物（微生物）による加水分解・発酵を行って固形の生ごみを液状にしてから、突粒物除去装置で発酵不溶物を除去します。

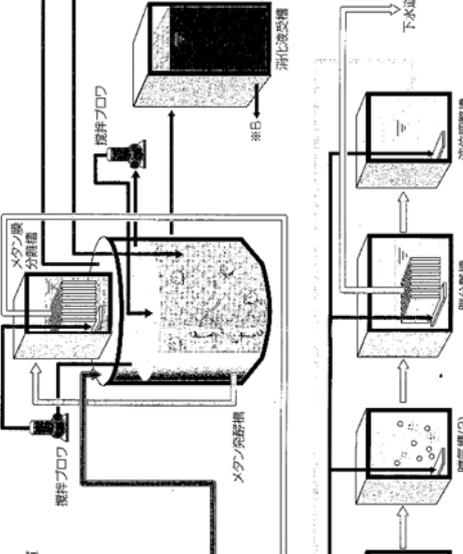


脱臭設備

臭気は、室外はちろろん室内へも拡散しないように、その発生箇所からファンなどで吸引します。臭気はそれぞれ10の成分に応じた方法で脱臭処理します。

メタン発酵工程

液状にした生ごみをメタン発酵槽に投入し、微生物（メタン生成菌など）によるメタン発酵を進め、メタン発酵槽での発酵温度を一定に保ち、液中で発酵槽内を循環させることにより引き起こします。

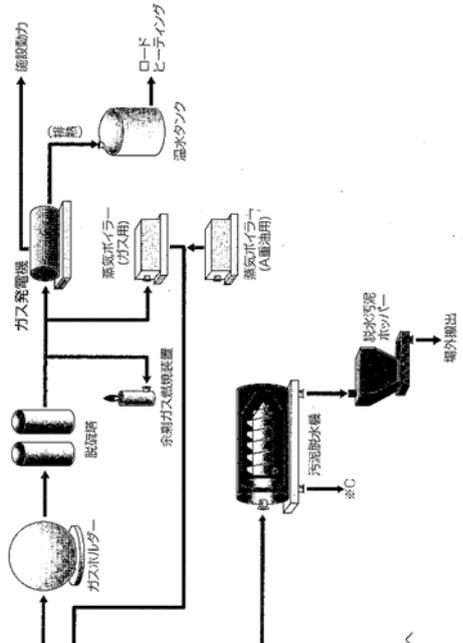


汚泥処理工程

メタン発酵槽から引き出した懸濁液は、汚泥脱水機で脱水し、その懸濁液を下水道へ排出します。つぎに懸濁液をとり、せりい乾燥機で乾燥させます。

ガス利用（発電・ボイラー）工程

生成した高濃度のメタンガスでガスエンジン（発電機）を駆動させ、発電を行います。得られた電力は施設内で利用します。また、メタンガスは、メタン発酵槽の保温などに必要な蒸気をつくるボイラーの燃料としても利用しています。



汚泥処理工程

メタン発酵槽から引き出した懸濁液は、汚泥脱水機で脱水して、その汚泥脱水機で脱水処理します。脱水汚泥は海外輸出します。

施設概要	施設名称	リサイクルクリーン
	設置場所	北海道滝川市東滝川 760-1
	事業主体	中空知衛生施設組合（運転は委託）
	問合せ先	TEL:0125-75-3800、FAX:0125-75-3801
	処理能力	55t/日（3系列）
	処理方式	REMシステム(湿式、中温発酵)
	処理対象物	家庭系・事業系生ごみ
	施工者	三井鉱山株式会社(現:三井造船株式会社)
	システムフロー	(別紙のとおり)
	エネルギー回収方式	デュアル燃料エンジンによる発電・熱回収（発電能力 80kW×5基） 蒸気ボイラーによる熱回収 施設での利用及び余剰電力は売電
	残渣等の処理方式	分別残渣:焼却、埋立 発酵残渣:堆肥化利用 排水:処理後河川放流
	建築面積	5,300 m ² （管理棟、バイオガス貯留設備は含まず）
	総事業費	1,720,000 千円（管理棟含まず、汚泥堆肥化設備含む）
処理実績 (16年度)	処理量(搬入量)	8,352t/年（計画量の60%）
	バイオガス回収量	947,527N m ³ /年（メタン濃度 53%）
	エネルギー収支	発電量:1,617,115kWh/年（処理量あたり:194kWh/ごみt） 電気使用量:2,223,450kWh/年（処理量あたり:266kWh/ごみt） 発電量/電気使用量:73%
	資源化量	堆肥:388t/年（含水率40%）（処理量あたり:0.05t/ごみt）
	残渣処分量	分別残渣:1,587t/年（処理量あたり:0.19t/ごみt）
	年間維持管理費用	人件費(委託管理業者分):47,614 千円/年 電力費:11,403 千円/年 電力費(売電): 255 千円/年 上水道費:0 千円/年（井水利用） 下水道費:0 千円/年（河川放流） 燃料費:9,545 千円/年 薬品費・消耗品費:46,868 千円/年 残渣処分費:18,384 千円/年 堆肥販売費: 9 千円/年 点検補修費・外注費:35,005 千円/年 (合計)168,555 千円/年（処理量あたり20.2 千円/ごみt）

処理実績：北海道中北空知地域の生ごみ分別収集とバイオガス化施設の維持管理費、八村幸一・古市徹・谷川昇・石井一英・米通猛・二階堂匠、第17回廃棄物学会研究発表会講演論文集2006,p487-489

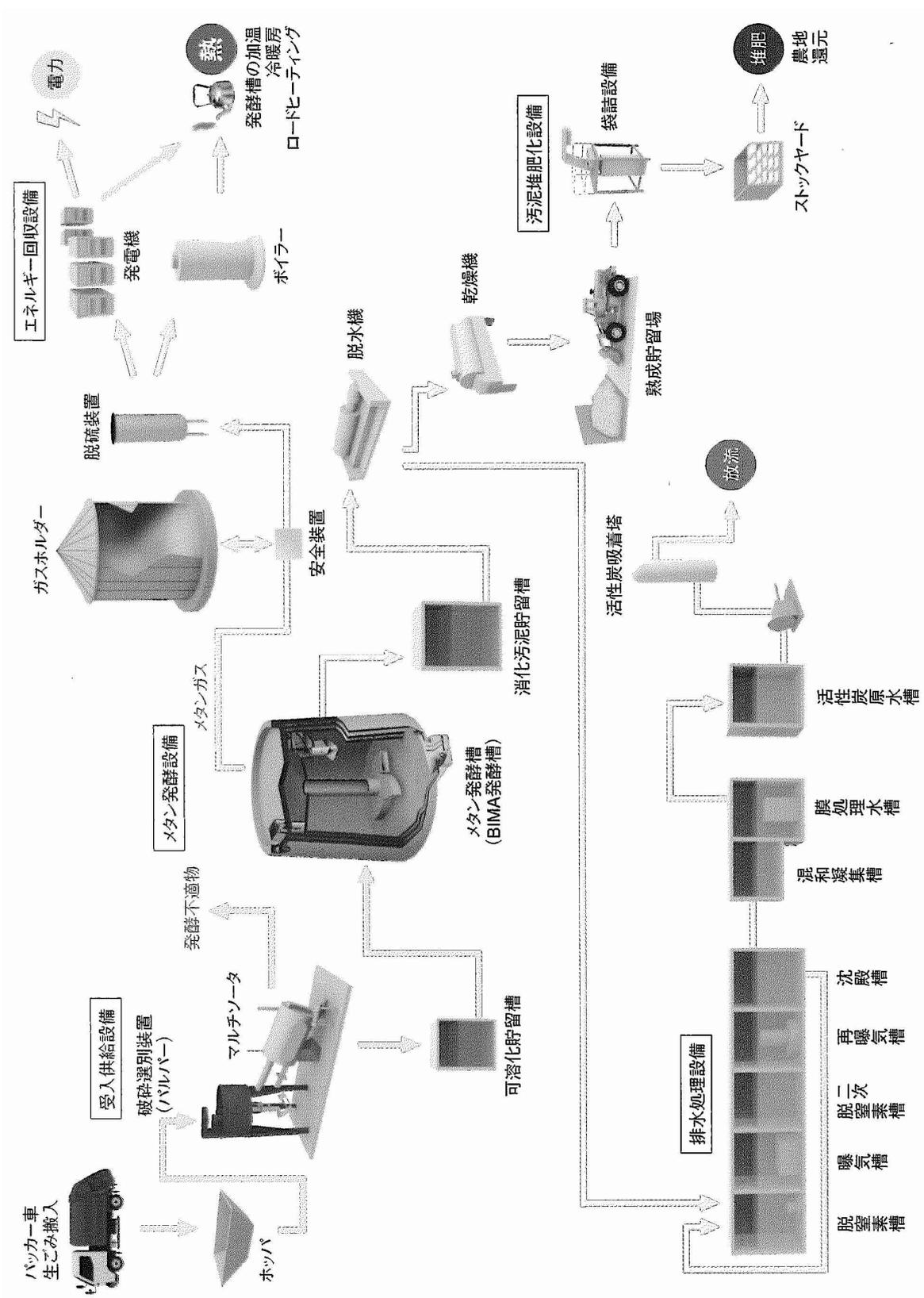
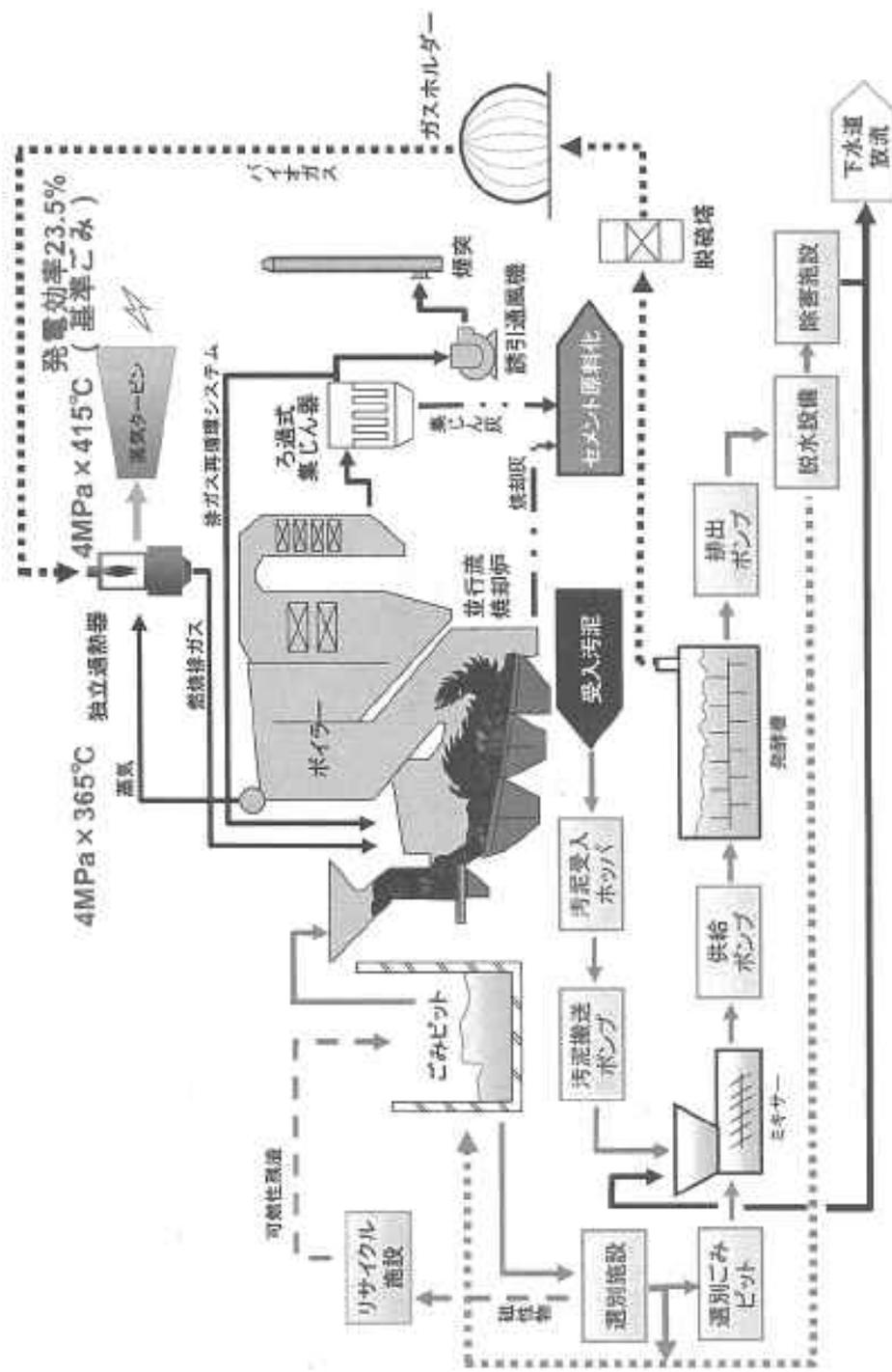


図4

施設概要	施設名称	クリーンプラザくるくる
	設置場所	北海道砂川市西 8 条北 22 丁目 127-6
	事業主体	砂川地区保健衛生組合 (運転は委託)
	問合せ先	TEL:0125-53-5353、FAX:0125-53-5354
	処理能力	22t/日 (2 系列)
	処理方式	メタクレスシステム(湿式、高温発酵)
	処理対象物	家庭系・事業系生ごみ
	施工者	鹿島・北谷・林組共同企業体
	システムフロー	(別紙のとおり)
	エネルギー回収方式	マイクロガスタービンによる発電・熱回収(発電能力 30kW×4 基) 温水ボイラーによる熱回収 施設での利用及び余剰電力は売電
	残渣等の処理方式	分別残渣:焼却 発酵残渣:土壌改良材利用 排水:処理後下水道放流
	建築面積	2,567 m ² (管理棟、バイオガス貯留設備は含まず)
	総事業費	957,264 千円 (管理棟含まず、汚泥乾燥設備含む)
処理実績 (17 年度)	処理量(搬入量)	3,633t/年 (計画量の 66%)
	バイオガス回収量	590,723Nm ³ /年 (メタン濃度 65%)
	エネルギー収支	発電量:753,469kWh/年 (処理量あたり:207kWh/ごみt) 電気使用量:895,697kWh/年 (処理量あたり:247kWh/ごみt) 発電量/電気使用量:84%
	資源化量	土壌改良材:47t/年(含水率 30%) (処理量あたり:0.01t/ごみt)
	残渣処分量	分別残渣:363t/年 (処理量あたり:0.10t/ごみt)
	年間維持管理費用	人件費(委託管理業者分):11,548 千円/年 電力費:8,452 千円/年 電力費(売電): 11 千円/年 上水道費:0 千円/年 (井水利用) 下水道費:1,684 千円/年 燃料費:0 千円/年 薬品費・消耗品費:3,371 千円/年 残渣処分費:6,545 千円/年 点検補修費・外注費:13,020 千円/年 (合計)44,609 千円/年 (処理量あたり 12.3 千円/ごみt)

処理実績 : 北海道中北空知地域の生ごみ分別収集とバイオガス化施設の維持管理費、八村幸一・古市徹・谷川昇・石井一英・米通猛・二階堂匠、第 17 回廃棄物学会研究発表会講演論文集 2006 ,p487-489

施設概要	施設名称	防府市クリーンセンター
	設置場所	山口県防府市大字新田 364 番地
	事業主体	防府市 (運営管理は長期一括委託)
	問合せ先	TEL:0835-22-4742、FAX:0835-24-4389
	処理能力	バイオガス化施設:51.5t/日、可燃ごみ処理施設:150t/日
	処理方式	乾式高温メタン発酵
	処理対象物	可燃ごみ、し尿処理汚泥、下水汚泥
	施工者	川崎重工業株式会社
	システムフロー	(別紙のとおり)
	エネルギー回収方式	過熱器付自然循環式水管ボイラー(蒸気温度:365 (出口温度160 ~170)) 蒸気タービン発電機:定格出力 3,600kw
	残渣等の処理方式	セメント原料化
	建築面積	可燃ごみ処理施設 約 3,427m ² リサイクル施設 約 4,404m ²
	総事業費	建設費:10,890,059 千円(PFI 事業費:10,069,500 千円、直営事業費:820,559 千円)
処理実績 (28年度) 4月~12月 までの実績を もとに算出	処理量(搬入量)	可燃ごみ搬入量:35,840t/年、可燃残渣:1,170t/年、発酵槽ごみ投入量:5,410t/年、発酵槽汚泥投入量:5,560t/年
	バイオガス回収量	1,640 千 Nm ³ /年(4,500 千 Nm ³ /日)
	エネルギー収支	発電量:18,630MWh/年(バイオガスは、蒸気タービン用蒸気の昇温に利用)、発電端効率:21.2%(発電効率は27年度実績)
	資源化量	3,920t/年(主灰+飛灰、セメント原料化)
	残渣処分量	700t/年(不燃物等)
	年間維持管理費用	運営委託費:10,100,000 千円(505,000 千円×20年間)(税抜き)



施設概要	施設名称	南但クリーンセンター
	設置場所	兵庫県朝来市和田山町高田 817-1
	事業主体	南但広域行政事務組合（運転は直営 + 委託）
	問合せ先	TEL: 079-670-3366
	処理能力	バイオガス化施設: 36t/日、可燃ごみ処理施設: 43t/日
	処理方式	高温乾式メタン発酵
	処理対象物	家庭系・事業系可燃ごみ
	施工者	株式会社タクマ
	システムフロー	(別紙のとおり)
	エネルギー回収方式	バイオガス: ガスエンジンによる発電・熱回収 (発電能力: 382kW (最大時、発電効率 37%)、売電(認定設備消費分を除く全量)) 焼却施設での熱回収: 熱回収率: 15.3% (通年、冬季を除く、燃焼用空気の予熱、排ガス加熱等のプロセス熱源や場内給湯、ロードヒーティング等の熱源に有効利用)
	残渣等の処理方式	焼却灰、飛灰をセメント原料化
	建築面積	約 2,300m ²
総事業費	6,323,100 千円(工事費)	
処理実績 (27 年度)	処理量(搬入量)	搬入量: 14,366t/年、前処理量: 9,330t/年、発酵槽投入量: 6,175t/年、焼却量: 12,760t/年
	バイオガス回収量	1,162,092Nm ³ /年(3,184 Nm ³ /日)、188 Nm ³ /発酵槽投入量t
	エネルギー収支	発電量: 1,773,876kWh/年、287 kWh/発酵槽投入量t
	資源化量	焼却灰: 1,052t/年、飛灰: 306t/年
	残渣処分量	なし
	年間維持管理費用	403,483 千円/年(内、人件費(運転管理、点検費)のみ H28 予算額)

