

処理班  
(バイオマスの適正処理)

株式会社大原鉄工所

日立セメント株式会社

岩田地崎建設株式会社

これまでに、収集ごみ種、量について説明



決定した収集量を基にバイオガスプラントの規模、回収エネルギーについて検討



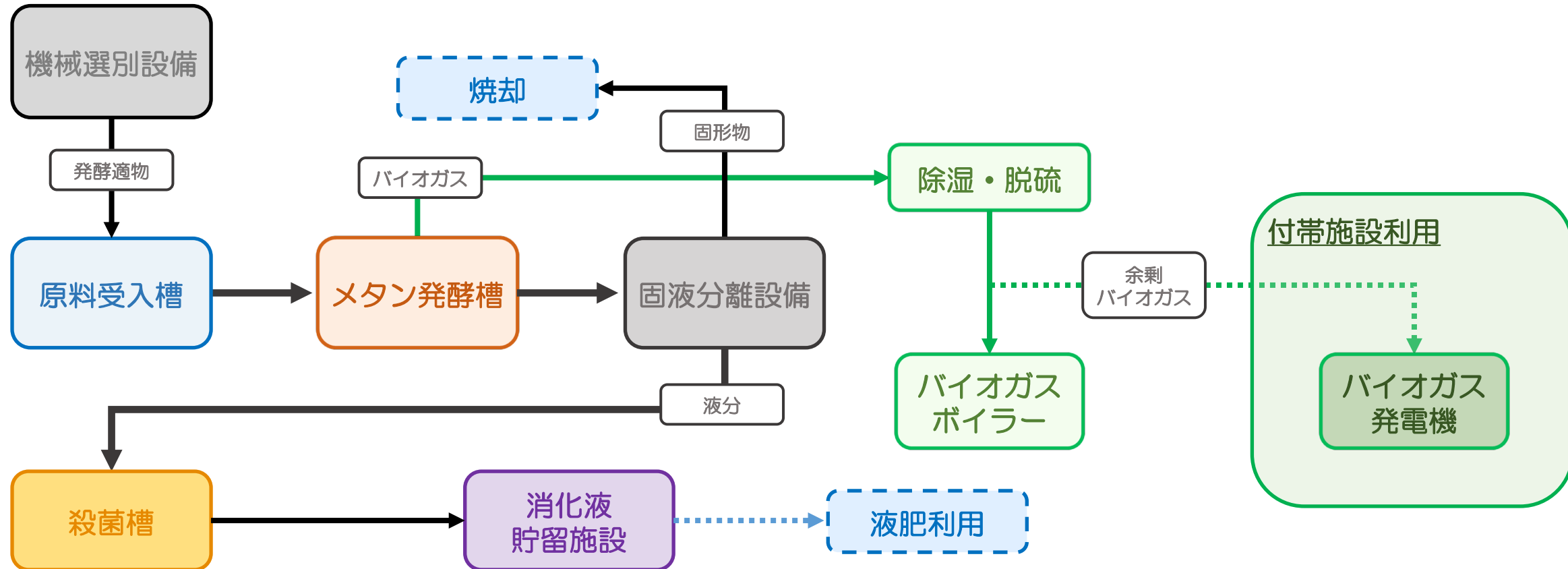
3種類のバイオガスプラントについて検討

ケース	生ごみ		可燃ごみ		下水汚泥
	家庭系	事業系	家庭系	事業系	
生ごみ分別 庁舎連携ケース	○	○	-	-	-
生ごみ分別 下水連携ケース	○	○	-	-	○
機械選別 下水連携ケース	-	-	○	○	○

- 生ごみ分別庁舎連携ケース：BGPはA町役場庁舎に併設。B市生ごみを搬入。
- 生ごみ分別下水連携ケース：BGPはA町下水道処理施設に併設。B市生ごみを搬入。
- 機械選別下水連携ケース：BGPはA町下水道処理施設に併設。  
B市にも機械選別設備設置し、可燃ごみを分別後、A町に移送。

# 処理プロセスの検討 ～バイオガスプラントフロー～

本検討で想定しているバイオガスプラントのフローを示す。メタン発酵で発生したバイオガスは発酵槽加温に必要な熱量をバイオガスボイラーで燃焼され、残りの余剰ガスをバイオガス発電機で発電するものとした。



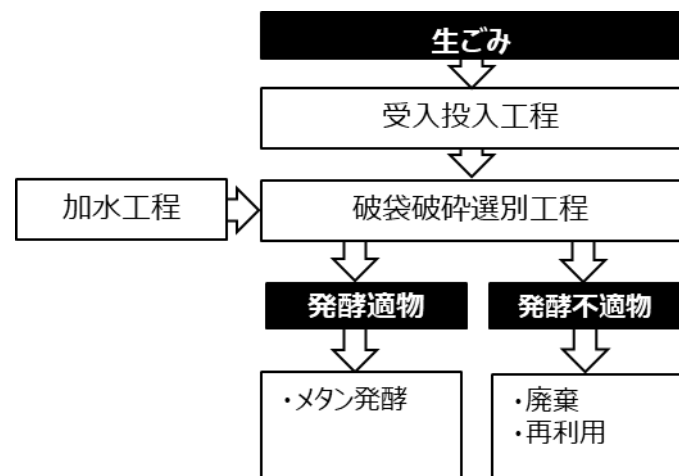
■ バイオガスプラントには、バイオガスボイラーのみ設置（各槽の加温用）

■ 必要熱量（各槽加温）を満たすバイオガス以外を余剰バイオガスと設定し、付帯施設にて利用（バイオガス発電機）

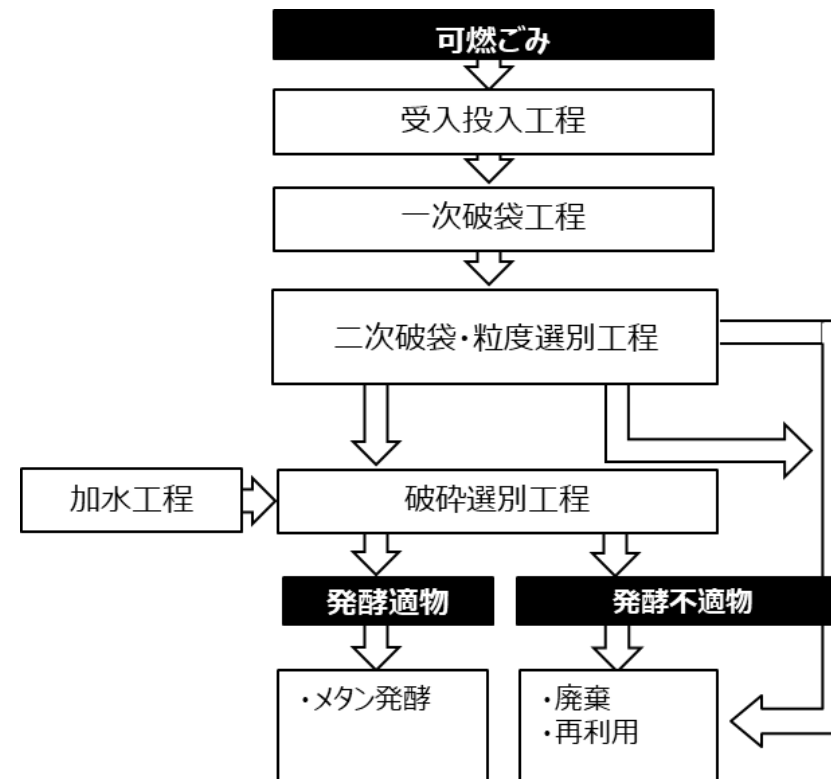
機械選別のフローをメーカーヒアリングにより生ごみの選別フロー、可燃ごみの選別フローを作成した。

生ごみ選別時の破袋破碎選別工程では、選別機に自動加水設備を具備しており、負荷上昇を検知した際に自動で加水する仕組みを採用している。可燃ごみ選別の場合、生ごみ選別時の機器構成に加え、一次破袋工程、二次破袋・粒度選別工程を付加している。これは破碎分別工程でのトラブルの要因になる布類を除去するためである。

## ■ 生ごみ分別ケース



## ■ 機械選別ケース



右表に機械選別施設受入量を示す。なお、生ごみ分別庁舎連携ケース、生ごみ分別下水連携ケースの受入量は下記の式により求めた。ここで、生ごみ組成は30.4%、住民分別率はメーカーヒアリングの結果50%とした。

決定した収集量

項目	生ごみ分別 庁舎連携ケース (トン/年)	生ごみ分別 下水連携ケース (トン/年)	機械選別 下水連携ケース (トン/年)
家庭系	1,210	1,210	7,581
事業系	1,001	1,001	4,955



■生ごみ受入量：可燃ごみ量 × 生ごみ組成（30.4%） × 住民分別率（50%）



■生ごみ・可燃ごみ選別、破碎時の加水を加味し、発酵適物量を算出  
（加水量、選別割合はメーカーヒアリングにより決定）

■バイオガスプラントへの供給量（処理量）は365日で除した値に設定。

	生ごみ分別 庁舎連携ケース (トン/年)	生ごみ分別 下水連携ケース (トン/年)	機械選別 下水連携ケース (トン/年)
年間受入量	2,211	2,211	12,536
選別時加水量	265	265	313
発酵適物量	1,726	1,726	8,823
発酵不適物量	750	750	4,026
下水汚泥	-	14,685	14,685

- 本検討におけるメタン発酵処理は、いわゆる中温発酵（38℃）、湿式方式を採用した。
- 消化液の殺菌は55℃×7.5時間以上とした。
- 原料槽および殺菌槽は埋設、発酵槽は全高の半分の埋設とし、全ての槽をRC造と設定した。

項目	滞留日数 (日)	安全率	設定温度 (℃)
原料槽	4	1.2	10℃以上
発酵槽	25	1.2	38℃
殺菌槽	1.5	1.2	55℃以上
消化液貯留槽	180	1.2	—

- 生成されたバイオガスは、バイオガスプラントに必要な熱量を賄うために必要なバイオガス量のみ利用し、余剰分はバイオガス発電機（コジェネレーション型）にて燃焼させ、発電電力および回収熱を付帯施設（庁舎もしくは下水処理場）に供給する事とする。
- 付帯施設の性質上、午前6時から午後7時までの13時間のみ供給する事とした。このことより、午後7時から午前6時までに発生したバイオガスを貯留可能な施設規模とした。

■メタン発酵処理特性

各ケースに供するバイオマス原料の性状・発酵特性を示す。この係数を用い加水の有無、各槽の大きさ及びバイオガス発生量の算出を行った。

項目	TS (全固形物) (%)	有機物比 (VS/TS) (%)	T-N (全窒素) (%)	単位バイオガス 発生量 (Nm <sup>3</sup> /kg-VS)	全窒素の アンモニア転換率 (%)
生ゴミ由来 発酵適物	13.5	91.8	1,936	0.74	63.0
可燃ゴミ由来 発酵適物	22.8	80.0	3,266	0.74	63.0
下水汚泥	1.1	84.4	2,360	0.55	45.0

■ 生成されたバイオガスは、バイオガスプラントに必要な熱量を賄うために必要なバイオガス量のみ利用し、余剰分はバイオガス発電機（コジェネレーション型）にて燃焼させ、発電電力および回収熱を付帯施設（庁舎もしくは下水処理場）に供給する事とする。

#### ■ 余剰バイオガス量の算出

余剰ガスの算出は、まずバイオガスプラントにて必要な熱量の算出から実施した。  
必要な熱量としては、

- 1：処理対象物の昇温（原料槽、発酵槽および殺菌槽加温）に必要な熱量
- 2：各槽からの放熱量

を想定した。

この熱量の和を必要熱量とした。検討施設においては、熱量を賄うためにバイオガスボイラーを選定し、必要台数および必要バイオガス量を算出し、バイオガス発生量から除いた値を余剰バイオガス量とした。

#### ■ 発電電力量および回収熱量の算出

余剰バイオガスから供給可能な電力および熱量はバイオガス専焼発電機を想定し、メタン濃度（検討結果より57.6%と算出）、メタン低位発熱量（35.8MJ/Nm<sup>3</sup>）、発電効率（30%）、熱交換効率（40%）を用い算出を行った。



■ 対象地域は北海道積雪寒冷地にあり、断熱性や気密性は北海道仕様とした。また、ケースにより臭気対策を考慮した設計を行った。なお、土木建築費の算出には北海道公共単価（官積算）により算出発注された類似物件発注金額の建物規模単価を用いた。

■ 生ごみ分別庁舎連携ケースでは、市街地へ建設する事になるため、臭気対策を考慮しなければならない。イメージ的には、北海道内下水道浄化センター（MICS施設）の形状に近いものとし、具体的には1階は車両受け入れと管理室を中心とし、原料受入槽、発酵槽、殺菌層とその機器は地下階に配置する事とした。

■ 一方、BGPを郊外の下水処理施設に併設した「生ごみ分別下水連携ケース」と「機械選別下水連携ケース」では、臭気対策として貯留槽への蓋がけをせず、畜産農家で設備している家畜ふん尿BGPと同じ形状とした。

ケース	BGP立地場所	施設構造・規模	貯留槽規模	備考
生ごみ分別 庁舎連携ケース	A町 新役場庁舎横	地下1F 地上1F 延床：650m <sup>2</sup>	968m <sup>3</sup>	貯留槽は蓋あり
生ごみ分別 下水連携ケース	A町 下水処理場横	発酵槽：1,963m <sup>3</sup>	13,203m <sup>3</sup>	貯留槽は蓋なし
機械選別 下水連携ケース	A町 下水処理場横	発酵槽：1,385m <sup>3</sup>	9,585m <sup>3</sup>	貯留槽は蓋なし

# バイオガスプラント建設費 ～設備費の算出根拠～

■ バイオガスプラントにおける設備費は、算出した各ケースにおける規模を基にメーカーヒアリングにより決定した。

■ 右表にバイオガスプラント各設備における主要設備およびケース毎の数量を記載する。

設備名称	設備	単位	生ごみ分別 庁舎連携ケース	生ごみ分別 下水連携ケース	機械選別 下水連携ケース
選別設備	破砕選別設備	式	1	1	—
	機械選別設備	式	—	—	2
原料槽	攪拌機	式	2	2	3
	共通	—	投入口・蓋設備、加温設備、液面レベル・温度管理、流量計、脱臭設備		
発酵槽	攪拌機	式	2	3	4
	共通	—	加温設備、液面レベル・温度管理、流量計、緊急開放・遮断弁、点検口、他機器・補器等		
機械・ポンプ室	共通	—	原料投入ポンプ、消化液引抜きポンプ、殺菌槽引抜きポンプ、ガス精製設備、手動・自動バルブ、消化液固液分離装置、他機器・補器等		
ガス貯留設備	共通	—	ガスバック、緊急開放・遮断弁、ガス警報器、他機器・補器等		
殺菌槽	共通	—	攪拌機、加温設備、液面レベル・温度管理、流量計、他機器・補器等		
消化液貯留槽	攪拌機	式	3	8	8
	消化液汲上設備	式	1	2	2
	液面管理	式	1	2	2
熱供給等設備	バックアップボイラー	基	1	2	4
	バイオガスボイラー	基	1	2	4
	ガスブースター	基	1	2	4
	共通	—	熱交換設備、他機器・補器等		
発電設備	バイオガス専焼発電機 (コジェネタイプ)	基	1	—	5
	ガスブースター	基	1	—	3
	熱交換設備	式	1	—	1

■ 発電機メンテナンス費用

発電機メーカーおよびプラント運営事業者ヒアリングによると、オーバーホール費用込みの発電機メンテナンス費用は約 5 ～ 9 円/kwhであったため、中間値の 7 /円kwhを採用し試算した。

■ 維持管理費について

維持管理費（運転費、人件費、メンテナンス費、更新費等）については、建設会社・機械メーカー・プラント運営事業者などへのヒアリング、及び前回寄付分野における維持管理運転費試算結果を勘案し、建設費から試算した。

# バイオガスプラント運転に係る経済性と回収エネルギー

項目		単位	生ごみ分別 庁舎連携ケース	生ごみ分別 下水連携ケース	機械選別 下水連携ケース
機械選別・ バイオガスプ ラント	土木建築費	千円	620,000	650,000	900,000
	機械器具設置費	千円	563,000	569,000	1,157,000
	合計	千円	1,183,000	1,219,000	2,057,000
	維持管理費	千円/年	70,010	70,623	131,936
	BGP発生CO <sub>2</sub> 量	ton-CO <sub>2</sub> /年	270	288	364
総バイオガス発生量		Nm <sup>3</sup> /年	165,345	243,455	1,322,030
		Nm <sup>3</sup> /ton-w.w	96	15	56
余剰ガス	ガス量	Nm <sup>3</sup> /年	107,144	0	782,835
	発電量	kWh/年	184,117	0	1,345,223
	発電機回収熱量	MJ/年	883,760	0	6,457,072
	発電量CO <sub>2</sub> 換算	ton-CO <sub>2</sub> /年	111	0	808
	熱回収量CO <sub>2</sub> 換算	ton-CO <sub>2</sub> /年	77	0	559
消化液発生量		ton/年	1,621.3	16,153.1	22,307.3
消化液成分	全窒素	mg/L	1,500~2,700		
	アンモニア態窒素	mg/L	1,000~1,500		
	全リン	mg/L	250~2,500		
	全カリ	mg/L	300~3,000		

※※総バイオガス発生量の質重量当たり (ton-w.w.) は希釈水等を除外した質量とする。

※※発電量CO<sub>2</sub>換算は北海道電力2019年度実績値 (0.601kg-CO<sub>2</sub>/kWh) 使用。

※※※回収熱CO<sub>2</sub>換算は、A重油 (39.1MJ/L、2.710lg-CO<sub>2</sub>/L)、ボイラー効率80%で算出。