

平成 31 年 4 月 22 日

## SKT バイオガスエネルギー事業説明資料

- 資料 1: 事業概要
- 資料 2: バイオガス発電プラント説明資料
- 資料 3: 潜在的問題に関する対策について
- 資料 4: 原料の取扱いに関して（廃棄物該当/非該当について）の鈴鹿地域防災総合事務所環境課のご指導時メモ
- 三重県のご指導の下、原料は産業廃棄物としない取り扱いをします。
- 資料 5: 産業廃棄物該当性の判断について
- 原料を廃棄物として扱わないために、原料の考え方について説明しております。

『バイオガス発電事業』の計画

## バイオガスEnergy Farmプロジェクト

～1 MWメタンガス発電でゴミを電気にし、  
循環型社会に貢献します～

平成30年12月 作成  
平成31年6月 改定

## はじめに

# 限りある資源を活用し、 豊かな社会づくりに貢献します

『地球温暖化防止』『エネルギーの安定供給』などの話題が多く取り扱われる昨今、ゲリラ豪雨や猛暑日の記録、原油価格の変動、原子力発電の安全性など、環境の変化が我々の生活や産業に与える影響が身近な問題となってきました。環境に関する正しい技術と考え方を学び、実行し、また子供達に教育という形で伝えていかないと取り返しのつかない事態にもなりかねません。

そういった状況の中、政府では「CO<sub>2</sub>の削減目標」を掲げ、ふんだんに「補助事業」を実施してきました。  
特に2012年度から導入された全量買取制度は、太陽光発電をはじめ風力、水力などの自然エネルギーの活用を大きく前進させました。

一方で、ゴミ問題も大きなテーマです。  
尿尿を含めた食品残渣などの有機系廃棄物の発生量は、年間2億トンを超えており、その処理のために広大な敷地と膨大な処分費が必要となっております。

**この有機系廃棄物をメタン菌により分解し、その結果発生したメタンガスを燃焼することで電気を作り、エネルギーの地産地消を推進します。**

**将来に対する重要な取り組みとして、今こそ世界へ向けて新しい社会のあり方を提言するべき時が到来しています。**  
今まさに、環境問題を解決する一つの方法としてメタン発酵バイオガス発電を計画し、**次代の子供達に豊かで安全な社会を贈るというミッションを達成するため、限りある資源を活用し、豊かな社会づくりに貢献したいと考えております。**



# メタン発酵バイオガス発電事業の 意義とメリットについて

## メタン発酵バイオガス発電事業の意義とメリット



自然の力を借りて、**ゴミから電気を作り、人類の持続的発展に貢献**できます。ゴミが電気と水と肥料になります。



地域で出たゴミを、地域社会で使う電気に換えることで、エネルギーの地産地消に寄与します。



メタンガス削減・**CO<sub>2</sub>削減**による地球温暖化防止で社会貢献ができます。



地域に**雇用**を生み出し、地主は土地の活用もできます。



畜産家単独では処理が難しかった 排泄物処理も完璧にできるので、地域の美しい河川環境の保全に貢献します。



全量買取制度により、20年間1kwh 39円にて電力会社に買い取られますので経済的にも安心です。



イメージ写真

# 1. 事業概要

## 1. 事業概要

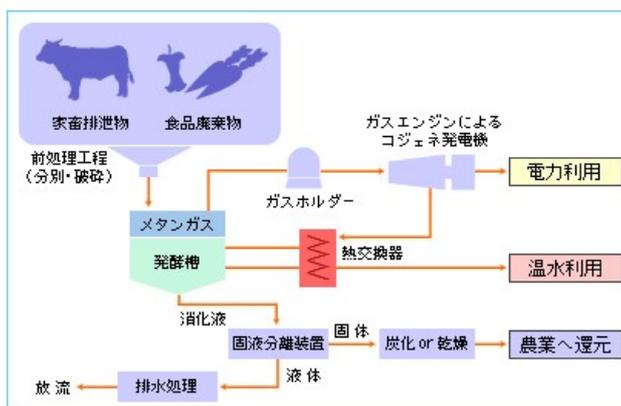
畜産場や遊休地に総発電量 1 MW のメタン発酵バイオガス発電システムを構築して、国が定める買取価格に基づき、電力会社に売電することで、安定的な事業収益と環境貢献と **水処理・発電・リサイクル事業との相乗効果** を得ることを目的としております。

### ◎ クリーンな再生可能エネルギーに対する世界的需要の拡大

ドイツでは3000箇所以上のバイオガスプラントが稼働していると言われています。

これらバイオガスプラントのほとんどは、農家が所有するもので、ドイツの郊外をドライブすれば、畑や牧草地の中に、バイオガスプラントの発酵槽やガスホルダーがそびえ立っている光景をよく見かけます。

農家が経営するバイオガスプラントが多い理由は、もともと家畜の糞尿を溜めておくタンクから自然に発生するメタンガスを集めて、トラクターなどの農業機械のエンジンを流用して作った発電機の燃料としてバイオガスを使いだしたことから始まり、徐々にバイオガスプラントとして発達し、農家の間に広まっていったという歴史があります。



## 2. バイオガスについて

バイオガスとは乳牛や豚などの糞尿や、食品残渣などの有機性廃棄物が嫌気性微生物の働きによってメタン発酵することで発生するガスです。このガスは主に60%前後のメタンと、40%前後の二酸化炭素から成り、他にごく微量の硫化水素、水素、窒素などが含まれています。



嫌気性微生物の働きによるメタン発酵は、自然界の土壌や水中でも起きている現象ですが、私たち人間の生産活動の結果として、家畜の糞尿が適切な処理がされないまま放置したり、有機性廃棄物の排出が多くなることで、メタン発酵の結果としてのメタンガスの大気中への拡散が増え続ける傾向にあります。

このメタンガスは温室効果ガスの一つとされているため、地球温暖化防止のためにも大気中のメタンガス濃度の上昇を抑制することが重要だとされています。メタンは、大気へ拡散させてしまえば地球温暖化の原因の一つとして悪役となってしまいますが、メタンを石油や石炭などの化石燃料の代替エネルギーとして活用すれば、二酸化炭素排出量削減に役立てることが可能となります。

バイオガスの主成分であるメタンは、1立方メートル当たりの発熱量が8,600kcalあり、バイオガス1立方メートル中のメタン濃度が60%としても、5,160kcalの発熱量があるため、ガスエンジンや、軽油と混焼させる方式のデュアルフューエルエンジンで発電するコジェネ設備の燃料として活用する方法が一般的です。

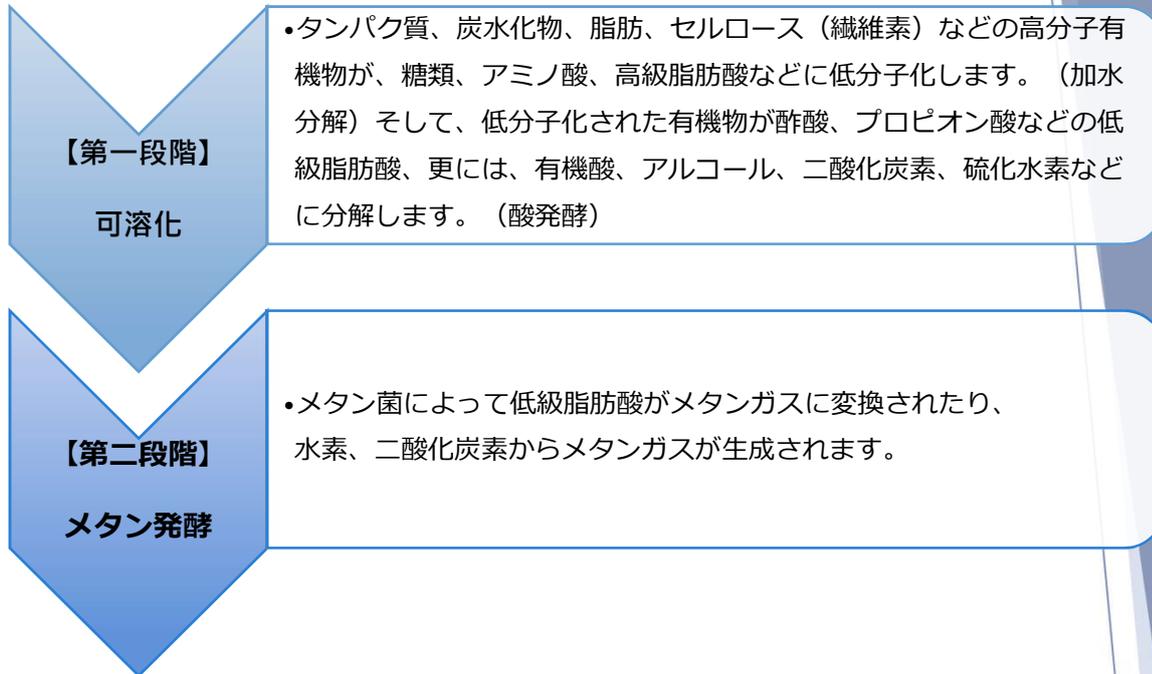


下水や污水处理の過程の嫌気性消化処理によってもバイオガスが発生します。

ヨーロッパにおいては下水処理場などにコジェネ設備を設置し、その燃料として活用することが一般的となっています。

# 3. バイオガスの基本プロセス

バイオガスは、基本的に以下のようなプロセスによって発生します



バイオガスが発生するために必要な条件

## 【温度】

メタン菌も種類によって活性化しやすい温度帯に違いがあり、その温度を維持することで、バイオガスを効率よく発生させることができます。

活性化しやすい温度帯の違いで、大きく低温菌、中温菌、高温菌に分けられますが、バイオガスプラントでは一般的に、35℃前後に保つ中温発酵と、50～55℃に保つ高温発酵のどちらかが用いられています。

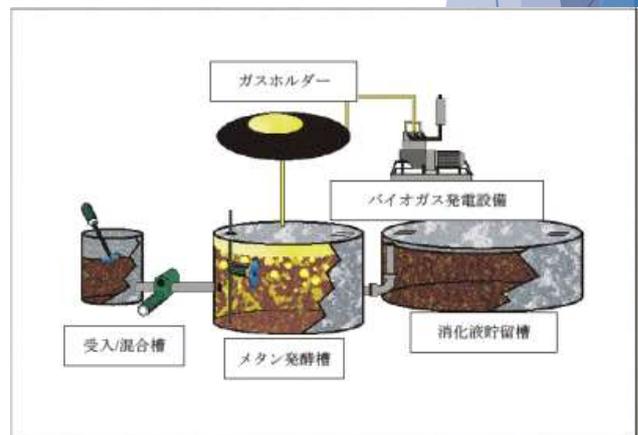
## 【嫌気】

メタン菌は偏性嫌気性菌なので、新たな酸素が補給されることのないよう密閉された状態に保たれる必要があります。

## バイオガスプラントの基本的な構成

バイオガスを効率よく継続的に発生させ、更に発生したバイオガスを効率よく活用してエネルギー回収するための施設がバイオガスプラントです。

その基本的な構成はシンプルなもの、基本プロセスを持続させるために必要な条件をつくりだす、メタン発酵槽をメインとした右記のようなものとなります。



バイオガスプラントは基本的にはこのようにシンプルなものですが、原料の種類、性状、処理量などの諸条件や、中温発酵または高温発酵のどちらの処理方法を選択するかなどの考え方の違いにより、そのレイアウトも多種多様で、用いられるプロセス技術や構成機器も様々です。

## 4. ガスエンジンについて

天然ガス発電機用エンジンをベースにした、バイオガスのみを燃料とするエンジンです。イグニッションはスパークプラグで行います。

バイオガス専焼エンジンの主な特徴

- ・ 補助燃料を必要としない。
- ・ 排出ガス中の有害物質含有量が、デュアルフューエルエンジンと比較して少ない。
- ・ 十分なバイオガスが発生するまでの間、天然ガス（都市ガス）で発電が可能。



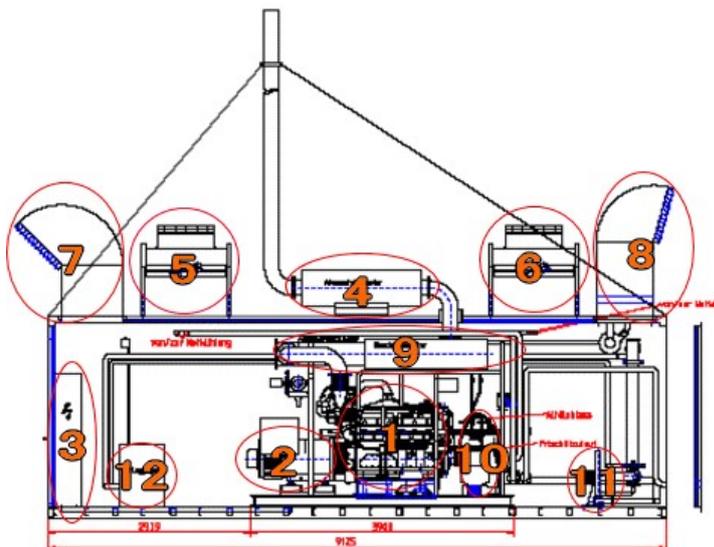
### 一般的な機種レンジ（発電出力）

50 ~ 2,000kW

### バイオガス発電機の基本的な構成

バイオガス発電機は、メーカー、機種によって多少異なる場合がありますが、基本的に以下のような構成になっています。

- |            |               |
|------------|---------------|
| 1.エンジン     | 2.発電機         |
| 3.制御盤      | 4.消音器         |
| 5.インタークーラー | 6.エンジン冷却水クーラー |
| 7.吸気口      | 8.排気口         |
| 9.排ガス熱交換器  | 10.プレート式熱交換器  |
| 11.ガスブロア   | 12.バイオガスドライヤー |



# 5. プラントの基本レイアウトと構成機器

下の画像は、年間110,000m<sup>3</sup>もの原料を処理する大規模なバイオガスプラントですが、規模の大小に関係なく、どのバイオガスプラントもおおむね同じようなプロセスと機器構成になります。

- 1.原料受入/前処理（必要に応じて）
- 2.加温/殺菌工程
- 3.メタン発酵槽
- 4.ガスホルダー/ガスシステム
- 5.コジェネ設備
- 6.消化液貯留槽



## 1.原料受入/前処理

一般的には地下に受入槽を設け、原料を均質に混合するためのミキサーやポンプが取り付けられます。ミキサーやポンプは、原料を細かく粉砕できるような能力を持ったものが選定されます。

近年ではビートなどをそのまま発酵槽に投入するケースが増えており、そのような場合は、破碎機能の付いたホッパーに投入し、スクリーコンベアなどでそのままメタン発酵槽に投入できるシステムが利用されています。分別収集されていない有機性廃棄物などを原料とする場合は、破碎装置、各種選別装置などが必要となります。



## 2.加温/殺菌工程

スパイラル熱交換器などによって、原料を加温します。

食品残渣も投入する場合や、集約型のバイオガスプラントの場合など、殺菌処理が必要とされる場合は、定められた温度、保持時間で原料の殺菌処理をします。初期の頃のバイオガスプラントでは、発酵槽に温水チューブを巻きつけるなどして加温していましたが、近年ではスパイラル熱交換器を使用し、原料の加温、殺菌、発酵槽や可溶化槽の温度維持を効率よく行うプラントが増えました。



## 3.メタン発酵槽

投入原料の種類、処理量などによって最も効率的な発酵槽のタイプを選定します。一般的に、処理量が増えて大容量の発酵槽が必要となる場合は、グラスコーティング鋼板による組立式タンクと、センターミキサーの組み合わせが、経済的にも、技術的にも最もメリットがあるとされています。



## 4.ガスホルダー/ガスシステム

ガスホルダーもプラントのレイアウトによって、様々な選択肢があります。生物脱硫を行なう場合は、消化液貯留槽の上にガスバグを付けたデュアルパーバスタングのタイプが採用されますが、その場合でも、ダブルメンブレン方式や、ステンレス製ルーフ方式があります。



## 5.コジェネ設備

コジェネ設備も、軽油とバイオガスを混焼させるデュアル燃料エンジンと、バイオガス専焼のガスエンジンの選択肢があります。



## 6.消化液貯留槽・処理設備

ドイツにおいては、消化液は液肥として農地に撒布しているため、撒布できない期間貯留できる容量の消化液貯留槽を設置する必要があります。日本では、消化液を液肥として農地に撒布できる地域が限られているため、大容量の消化液貯留槽の代わりに、消化液の浄化・リサイクル設備が必要となります。



# 6. プロジェクト進行状況

操業開始に向けて、  
着実に準備は進んでおります。

## 設計・施工業者の決定

- ドイツ国 クリーク&フィッシャー社  
(25年以上の経験と全世界で150件以上の実績があります。)
- 現地施工は(株)アステックが請負います。

## パートナー企業の決定 (3 社合弁会社設立)

- CANホールディングス株式会社  
(肥料・飼料会社、毎月取り扱い量500トン)
- 有限会社あのとつ牧場 (乳牛400頭牛糞メタン菌)
- 株式会社アステック 水処理担当

## 用地の確保

- あのとつ牧場が提供することで合意

## 地元自治会等の承認

- あのとつ牧場が担当

## 中部電力

- 正式な系統連携回答書を受領

## 許認可関係

- 中部経済産業局 →届け出作業中
- 環境及び開発など諸手続きで亀山市、三重県各担当部署等と協議

## 資金調達

- 自己資金+銀行融資

## 全量買い取り価格の決定

- 1キロワットあたり39円(税別)に決定

## その他【リスク回避策】

- 破損等 →保険
- 銀行金利の上昇 →固定金利での借入
- 設備の不具合 →各メーカーの長期保証
- 盗難 →保険、警備保障会社との契約

## 亀山バイオガスプラント説明資料

平成 31 年 6 月

SKT バイオガスエナジー株式会社

三重県津市安東町 2 3 4

Tel059-233-3898 fax059-233-3898

## 目次

### ■ バイオガス発電概要

### ■ 亀山バイオ全体フロー図

### ■ 投入原料と回収エネルギー計算について

### ■ 主要機器について

- ・ 原料受入設備
- ・ メタン発酵槽
- ・ 二次発酵槽
- ・ ポンプエリア
- ・ 配管
- ・ ガスシステムと発電機
- ・ 脱硫システム
- ・ 計装機器
- ・ プロセス制御
- ・ 消化液前処理設備
- ・ 消化液処理設備

### ■ プロセス監視

### ■ フロー図

## ■ バイオガス発電概要

### バイオガスについて

バイオガスとは乳牛や豚などの糞尿や、食品残渣などの有機性廃棄物が嫌気性微生物（生育に酸素を必要としない微生物）の働きによってメタン発酵することで発生するガスです。このガスは主に 60%前後のメタンと、40%前後の二酸化炭素から成り、他にごく微量の硫化水素、水素、窒素などが含まれています。

嫌気性微生物の働きによるメタン発酵は、自然界の土壌や水中でも起きている現象ですが、私たち人間の生産活動の結果として、家畜の糞尿が適切な処理がされないまま放置されたり、有機性廃棄物の排出が多くなることで、メタン発酵の結果としてのメタンガスの大気中への拡散が増え続ける傾向にあります。

このメタンガスは温室効果ガスの一つとされているため、地球温暖化防止のためにも大気中のメタンガス濃度の上昇を抑制することが重要だとされています。メタンは、大気へ拡散させてしまえば地球温暖化の原因の一つとして悪役となってしまいますが、メタンを石油や石炭などの化石燃料の代替エネルギーとして活用すれば、二酸化炭素排出量削減に役立てることが可能となります。

バイオガスの主成分であるメタンは、1 立方メートル当たりの発熱量が 8,600kcal あり、バイオガス 1 立方メートル中のメタン濃度が 60%としても、5,160kcal の発熱量があるため、ガスエンジンや、軽油と混焼させる方式のデュアルフューエルエンジンで発電するコジェネ設備の燃料として活用する方法が一般的です。

下水や污水处理の過程の嫌気性消化処理によってもバイオガスが発生します。

ヨーロッパにおいては下水処理場などにコジェネ設備を設置し、その燃料として活用することが一般的となっています。

### 基本プロセス

バイオガスは、基本的に以下のような 4つのプロセスによって発生します。

- ・ **【第 1 段階】 加水分解**
  - ・ 固形または高分子有機物から溶解性有機物(糖類、アミノ酸類、高級脂肪酸類-分子量の大きな脂肪酸など)を生成する。  
酵素分解によって、セルロース、でんぷんなどの炭水化物は単糖、二糖の低分子糖類に、タンパク質はアミノ酸に、脂質はグリセロールと高級脂肪酸に分解される。

### 【第2段階】酸生成

- ・ 溶解性有機物から有機酸（ギ酸、酢酸、プロピオン酸、酪酸など）、アルコール類などを生成する。この反応では、二酸化炭素が生成される。

### 【第3段階】酢酸生成

- ・ 分解中間生成物である揮発性脂肪酸（プロピオン酸、酪酸など）から酢酸、水素を生成する。

### 【第4段階】メタン生成

- ・ 水素や酢酸などからメタンと二酸化炭素を生成する。

### 参考プロセス図

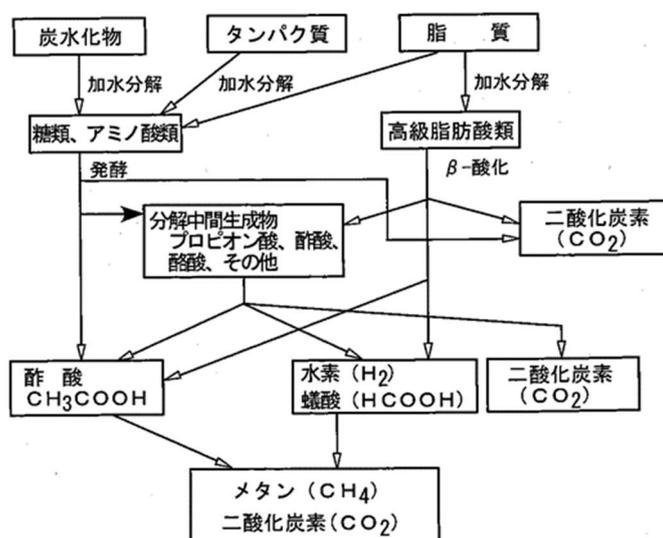


図 1-2 メタン発酵処理プロセスの構成

出典) 熱・エネルギー分科会調査報告書 (第一次) バイオガスシステムの現状と課題, (社)日本有機資源協会, 2004

### バイオガスが発生するために必要な条件

#### 【温度】

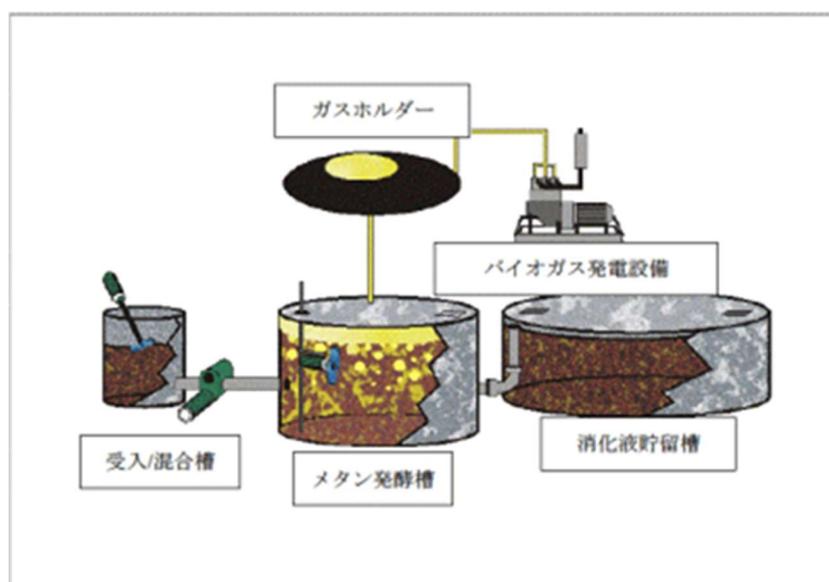
メタン菌も種類によって活性化しやすい温度帯に違いがあり、その温度を維持することで、バイオガスを効率よく発生させることができます。

活性化しやすい温度帯の違いで、大きく低温菌、中温菌、高温菌に分けられますが、バイオガスプラントでは一般的に、35°C前後に保つ中温発酵と、50~55°Cに保つ高温発酵のどちらかが用いられています。

### 【嫌気】

メタン菌は偏性嫌気性菌（大気では全く育たない菌）なので、新たな酸素が補給されないよう密閉された状態に保たれる必要があります。

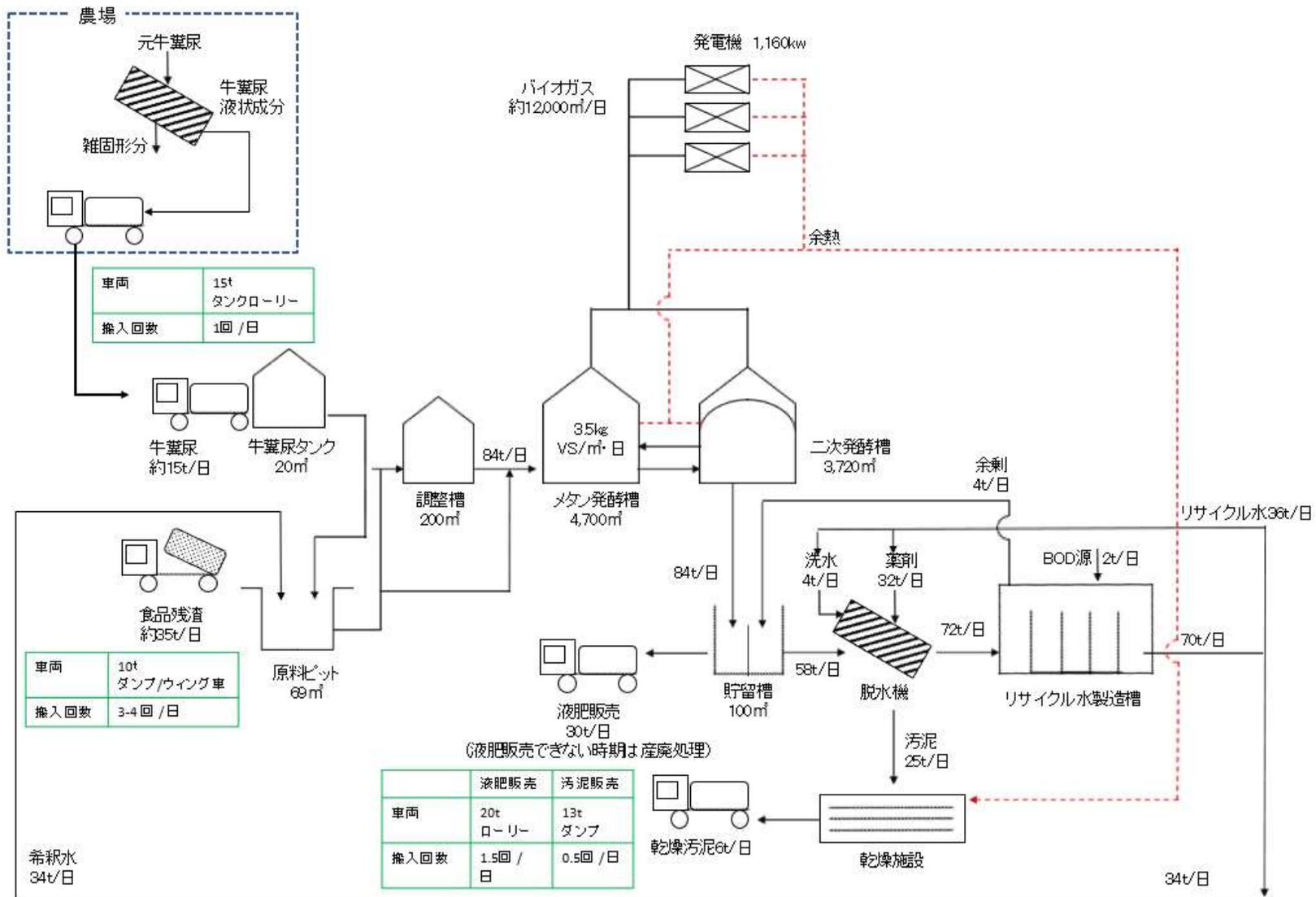
バイオガスプラントの基本的な構成バイオガスを効率よく継続的に発生させ、更に発生したバイオガスを効率よく活用してエネルギー回収するための施設がバイオガスプラントです。その基本的な構成はシンプルなもの、基本プロセスを持続させるために必要な条件をつくりだす、メタン発酵槽をメインとした下記のようなものとなります。



バイオガスプラントは基本的にはこのようにシンプルなものですが、原料の種類、性状、処理量などの諸条件や、中温発酵または高温発酵のどちらの処理方法を選択するかなどの考え方の違いにより、そのレイアウトも多種多様で、用いられるプロセス技術や構成機器も様々です。

### ■ 亀山バイオ全体フロー図

次ページにおいて、全体フロー図を示します。



上記マテリアルバランスは現段階での計画です。

■投入原料について

本件では下記配合での原料投入とエネルギー回収を計画しております。

<b>投入原料:</b>	
麵屑	2,190 t/a
クリーム	1,700 t/a
パン生地	2,190 t/a
米飯	2,190 t/a
天かす	1,095 t/a
牛糞搾汁液	9,125 t/a
処理水	12,750 m <sup>3</sup> /a
<b>合計</b>	<b>31,240 m<sup>3</sup>/a</b>
<b>TS(蒸発残留物):</b>	
麵屑	48.0 % Input
クリーム	63.4 % Input
パン生地	59.6 % Input
米飯	43.7 % Input
天かす	93.7 % Input
牛糞搾汁液	8.9 % Input
処理水	0.2 % Input
<b>Sum</b>	<b>20.0 % Input</b>
<b>VS(強熱減量):</b>	
麵屑	96.1 % TS
クリーム	96.5 % TS
パン生地	98.0 % TS
米飯	97.3 % TS
天かす	99.0 % TS
牛糞搾汁液	85.1 % TS
処理水	90.0 % TS
<b>滞留時間</b>	<b>54.9 Days</b>
<b>メタン発酵槽容量 (net)</b>	<b>4,700 m<sup>3</sup></b>
<b>有機物負荷率</b>	<b>3.5 kg VS/m<sup>3</sup>/d</b>
<b>原料別ガス転換率</b>	
麵屑	761 m <sup>3</sup> /t VS
クリーム	968 m <sup>3</sup> /t VS
パン生地	750 m <sup>3</sup> /t VS
米飯	600 m <sup>3</sup> /t VS
天かす	718 m <sup>3</sup> /t VS
牛糞搾汁液	250 m <sup>3</sup> /t VS
処理水	500 m <sup>3</sup> /t VS
<b>バイオガス生成量:</b>	
麵屑	768,765 m <sup>3</sup> /a
クリーム	1,006,795 m <sup>3</sup> /a
パン生地	959,351 m <sup>3</sup> /a
米飯	558,714 m <sup>3</sup> /a
天かす	729,545 m <sup>3</sup> /a
牛糞搾汁液	172,780 m <sup>3</sup> /a
処理水	11,475 m <sup>3</sup> /a

メタン濃度:	
麵屑	60 %
クリーム	65 %
パン生地	55 %
米飯	55 %
天かす	60 %
牛糞搾汁液	60 %
処理水	60 %
合計	<hr/> 59 %

発熱量:	5.9 kWh/m <sup>3</sup>
年間バイオガス生成量	4,207,425 m <sup>3</sup> /a
	480 m <sup>3</sup> /h
バイオガス出力:	2,853 kW

ガスエンジン機関出力 (ガス専焼エンジン2基)	2,864 kW
発電出力	1,160 kW
年間累計発電量	10,120,510 kWh/a
熱出力	1,174 kW
年間累計回収熱量	10,245,454 kWh/a

上記回収エネルギーはバイオガスプラントの  
自己消費エネルギーは考慮せず、  
ガスエンジンの稼働率を 100%とした場合の数値。  
年間稼働率を95%(8300時間)とした場合の年間累計発電量

9,614,484 kWh/a

90 °Cの温水として熱エネルギーの70%を利用した場合の  
年間累計回収熱量

7,171,818 kWh/a

## ■主要機器について（メタン発酵部フロー図参照）

本件で設計を依頼する Krieg & Fischer 社は、ドイツバイオガス協会の創設者の一員であるだけでなく、ドイツのガスホルダー安全基準委員会の一員でもあること、また、20 年以上の業歴、保険会社、法廷及び銀行からのバイオガスプラントの事故に係る調査依頼等の経験から、本案件に対し、信頼度の高い、最高水準のプラントレイアウト、安全装置の設計を提供します。

また、食品残渣や牛糞尿搾汁液がメタン発酵して残りの消化液を処理する設備を設計する（株）アステック社は原子力関連など多くの国家プロジェクトにおいて採用される高いエンジニアリング力を有し、消化液処理においても独自の技術で確実に目標水質が達成される高水準のプラントを提供します。

### ・原料受入設備(B101)

牛糞搾汁液以外の投入原料は専用コンテナで搬入され、原料受入ピットへ投入されます。

作業は搬入された原料の特性を把握して行わなければなりません。特に搬入車両からピットに投入する前に、原料は pH を測定します。受け入れた原料のその他の分析については後述致します。

原料受入ピット（B101）は、容量約 69m<sup>3</sup>の原料受入ピットへ投入されます。原料受入ピットはコンクリート製で、前部はカバーが付き、開閉可能な仕様と致します。

また、カバーの開閉は、リミットスイッチ（センサー）からの信号により確認できるものと致します。

開口部は、安全衛生規則に基づき、設計されるものと致します。

蓋には更にポンプ P101 を取り出すための開口と、攪拌機 R101 を据え付けるための開口が設けられ、配管及びレベルセンサー（液位計）取付けのための開口も設けられます。また、脱臭のための配管接続用開口部を設けます。

P101 はチョッパーポンプで、ポンプ搬送される原料中に含まれる固形分を、ポンプ内のカッター部で破碎します。水中ポンプ部がピット底部に固定され、ポンプから伸びるパイプはピット壁面に固定され、蓋を貫通して調整槽（B201）へ原料を移送します。

センター攪拌機(R101)はステンレス製構造物の上に据え付けられ、コンクリート製蓋と底部に固定されます。センター攪拌機は異なる液位に対応可能なインペラを備えているため、原料を均質に混合することができます。

P101 と R101 は屋根開口部の反対側に取り付けられ、メンテナンス用開口部を

通して、クレーン等で取り外しができます。

ピットにはレベル計、圧力計、最高液位保護等の計装機器が取付けられます。ピットへの原料投入が終わると、プラントの制御システムにより次の工程へ移ることができます。

安全衛生規則に基づき、原料受入ピット周辺及びその内部は防爆ゾーン 2\* に指定されます。電気機器の仕様は、これに基づいて決定されます。

換気システムの風量や受入工程は、プラントの制御システムによって制御され、また、作業者によって手動でも操作可能なものと致します。受入ピット(B101)が防爆ゾーン 2 に指定されたことに伴い、強制換気システムが必要となります。原料受入ピットは雨水が入らない構造にし、ピット内は減圧して臭気が漏れないようにします。

#### \*防爆について

爆発性雰囲気を生成する恐れのある危険個所で電気機器から発生する火花や高温による爆発性雰囲気の点火を防ぎ、電気機器を安全に使用するための考え方。IEC（国際電気標準会議）規格で危険のレベルによって場所が区分される。ゾーン 2 は「通常の状態において爆発性雰囲気を生成する恐れが少ない、または時間が短い場所」。

#### ・調整槽(B201)

調整槽の (B201) の直径は 7.00 m、高さは 8.00 m で、原料受入ホールの近くに設置されます。槽の容量は原料投入量 約 2 日分としており、約 200 m<sup>3</sup> (実容量) で、余裕高は 0.6 m です。タンクの材質はグラスコーティング鋼板製で、発酵槽気相部に使用されるグレードと同じ、外気温度下において pH2-11 の範囲に耐久性があります。

調整槽の屋根は簡易型で、マンホール、背カゴ付きラダー、TS 濃度最大 20.3% に対応可能な能力を持つ攪拌機(R201)が取付けられます。

調整槽のレベルは、通常運転時においては一定ではありません。液面の状態を確認できるよう、2つの覗き窓が壁面に設けられます。これらにはワイパー及びボールバルブ付き洗浄水配管接続部が付属します。

調整槽は pH 値 5~6 まで対応できる設計としています。

攪拌機はタンク内に設置されるため、メンテナンスの際は、タンクを開放して行う予定です。

タンクには原料配管接続のためのフランジの他、換気配管接続のためのフランジも取り付けられます。フランジ位置は、接続配管の機能によって決定されます。

(入口、出口あるいはメンテナンス用等)

安全衛生規則に基づき、調整槽内は防爆ゾーン 2 に指定されます。電気機器の仕様は、これに基づいて決定されます。換気システムの風量や受入工程は、プラントの制御システムによって制御され、また、作業者によって手動でも操作可能なものと致します。

タンク基礎は、pH 値の低い原料が投入されることを想定し、耐酸コーティングを施工します。野菜屑により pH 値が 3 以下になることも想定されるため、これに対応する基礎防食コーティングを考慮します。

温度、レベル及び最高液位保護はプラント制御に利用されます。槽内のレベルは制御システムで確認できる仕様と致します。

#### ・メタン発酵槽 (B301)

メタン発酵槽への原料投入は調整槽から自動的に行われます。異なった原料の有機物負荷と分解率により、メタン発酵槽への投入を制御することは重要です。

メタン発酵槽への原料投入は、有機物負荷率と関連する滞留時間に基づいて行われます。

原料投入ラインを 2 系統に分けていることにより、作業者は発酵槽の状態を見ながら、最適な原料投入作業を行うことができます。

メタン発酵槽 (B301)は直径約 18 m、高さ約 20m で、メタン発酵プロセスを考慮した大きさとなっています。タンク実容量は約 4,700 m<sup>3</sup>、余裕高は 1 m となっています。

タンクはガラスコーティング鋼板製です。気相部の材質は、外気温度において pH 値 2-11 の範囲に対応するグレードとしています。液中部の材質は pH 値 4-8 の範囲に対応するグレードとしています。屋根板材はステンレス製とし、外部構造材は溶融亜鉛メッキ製です。

全てのタンクにはマンホール、保温材、背カゴ付きラダー、覗き窓、作業台及び歩廊が付属します。屋根及び壁面は保温されます。メタン発酵槽は中温発酵で運転され、平均温度は約 38° C です。

また、タンクにはセンター攪拌機が据付けられます。センター攪拌機により、投入原料の沈殿や、液面の浮遊物発生を防ぎ、槽内の原料の状態を均質化します。

タンク屋根中央部 (センターリング) は開口することができ、攪拌機を取り出す必要が生じた際は、この開口部から取り出すことができます。センター攪拌機 (R301)は常時回転しています。攪拌機の電動機はインバータにより回転速度を調節することができるため、状況によって運転方法を変えることができます。

攪拌機の電動機はタンクの外部にあるため、メンテナンスも容易です。

メタン発酵槽の壁面最上部には覗き窓が取付けられ、この前には作業台が取り付けられます。(ラダーの近く) これらのぞき窓は気相部に取り付けられるため、高い気密性が要求されます。内径は約 300 mm で、ワイパーとボールバルブ付き洗浄水配管接続部付きです。

ガス排出パイプは、タンク気相部の最も高い部分に配置されます。タンクはバイオガスプラントの運転状況によって起こりうる、過圧/負圧の条件に合わせて設計されています。

タンクは安全弁によって、設計圧力を超える過圧/負圧から保護されています。安全弁の作動圧力条件は、プラントのプロセス上の諸条件により決定されます。このタンクの機能上、建設、設計においていくつかの防爆指定区域が指定されることを考慮します。フランジのサイズ、位置はシステムの水力計算に基づき決定されます。

温度、過圧、負圧、レベル及び最高液位保護等の信号はプラント制御に利用されます。レベル、温度、タンク気相部ガス圧は制御システムで確認できるものと致します。

投入原料はメタン発酵槽内で、これ以上バイオガスが発生する可能性がほぼ無くなるまで分解されます。これはメタン発酵槽と、二次発酵槽の 2 基のタンクが並列ではなく、直列でレイアウトされていることで、これら槽内で原料がほぼ完全に分解されていることによるものです。未分解の原料がこれら 2 基のタンクを通過する可能性は、無視しても良い程度の小さなものであると言えます。これにより、消化液が大量に農地に散布された時に、大気に放出されるメタンを減らすことが可能となります。

これも、最高水準のバイオガスプラント技術の一つと言えます。

#### ・二次発酵槽

メタン発酵槽の後方に二次発酵槽が配置されます。これもグラスコーティング鋼板製タンクで、1 基の横軸攪拌機 (R401) を備えており、寸法はプロセスフロー図に示されています。横軸攪拌機は間欠運転となります。

二次発酵槽 (B401) の直径は約 20m、高さは約 11m です。消化液貯留容量は約 3,700 m<sup>3</sup>、余裕高は 0.6 m で、グラスコーティング鋼板製です。外気温度下で pH 値 4-8 の範囲に適応するコーティングが施工されます。

屋根板材はステンレス鋼板製で外部構造材は溶融亜鉛メッキ製です。

タンクにはマンホール、ラダー、作業台が付属し、壁面は保温されます。

通常運転下においては、槽内の液位は一定ではありません。壁面の材質は、微生

物活動による腐食に対して耐性の高いものが要求されます。液面の状態を確認するための覗き窓が 2 個付属します。ワイパーとボールバルブ付き洗浄水配管接続部付きです。

ガス排出パイプは、タンク気相部の最も高い部分に配置されます。タンクはバイオガスプラントの運転状況によって起こりうる、過圧/負圧の条件に合わせて設計されています。タンクは安全弁によって、過圧/負圧から保護されています。安全弁の作動圧力条件は、プラントのプロセス上の諸条件により決定されます。

このタンクの機能上、建設、設計においていくつかの防爆指定区域が指定されることを考慮しておく必要があります。フランジのサイズ、位置はシステムの水力計算に基づき決定されます。

温度、過圧、負圧、レベル及び最高液位保護等の信号はプラント制御に利用されます。レベル、温度、タンク気相部ガス圧は制御システムで確認できるものと致します。

このタンク内の消化液貯槽部上にはシングルメンブレンガスホルダーが装備されます。シングルメンブレンガスホルダーは、強風から守るためにタンク屋根内に取付けられます。ガス貯留容量は 1,500 m<sup>3</sup> です。

ガス貯留容量 1,500m<sup>3</sup> は、メタン発酵槽気相部と二次発酵槽内容量全てを合計したもので、ガス生成量約 3 時間分に相当します。ガスエンジンは 3 基で計画しているため、長時間のメンテナンスでエンジンを停止させることになっても、十分な貯留容量となっています。これにより、メタンガスの大気への放出を最小限に留めることができます。

メタン発酵槽で生成されたガスはメンブレンガスホルダー内に貯留されます。メンブレンの重量は 1.150 g/m<sup>2</sup> で、ガスホルダーの運転圧力は 5mbar です。

メタン発酵槽、二次発酵槽間のガス配管にはバイパスラインが設けられるため、より柔軟なプラントの運転が可能となります。

ガスホルダーは、設計上の過圧/負圧を考慮した仕様となっています。メンブレンガスホルダーは、安全弁によって過圧/負圧から保護されています。安全弁の作動圧力条件は、プラントのプロセス上の諸条件により決定されます。

ガスホルダー近くの地下に凝縮水トラップ (B501) が設けられます。ガス温度の低下に伴い発生する凝縮水は、この地下のトラップ (B501) に集められます。凝縮水はポンプで排水ピット (B502) へポンプで移送されます。

安全衛生規則により、二次発酵槽内 (メンブレンガスホルダーとタンク壁面との間) は防爆ゾーン 2 に指定されます。開口部周辺も防爆ゾーン 2 に指定されます。この防爆指定は電気設計にも反映されます。この運転は、シーケンス制御及び手動でも行われます。二次発酵槽 B401 とガスホルダーが防爆ゾーン 2 に指定されることから、タンク間のポンプエリア内はガス漏れを監視します。

ガスホルダーの機能に関連し、この周辺の建設、設計の際に、爆発の危険性が考慮されなければならないエリアがいくつかあります。また、ガスホルダーとの安全距離が必要な設備があります。高電圧設備と可燃性の材料により建設される建屋との距離は 10m 以上確保します。その他の重要な距離として、公道との距離は 15m 以上必要ですが、施設内の通路はこれに該当しません。

メンブレンガスホルダー内のガスレベルは、パイプ内を垂直にロープによって上下するレベル計（磁気センサー）によって、4-20mA の信号で計測され、プラント制御に利用されます。このガスレベルは常時計測され、発電機の制御に利用されます。

ガスホルダーのレベルは、プラント制御システムで確認できるものと致します。壁面内側とメンブレンガスホルダー間及びタンクからのガス漏れについても監視し、バイオガスプラントの安全装置の一つとして制御システムに組み込まれる必要があります。

メタン発酵槽及び二次発酵槽にはそれぞれ過圧/負圧安全弁が装備されています。これらは非常時のみ作動します。ドイツの安全基準により、バイオガスプラントは安全弁が装備されます。

#### ・ポンプエリア

メタン発酵槽と二次発酵槽間のポンプエリアには 1 基の熱交換器（W301）とこれに付属するポンプ（P301）が設置されます。このような配置とすることで、配管長さを最小限にすることができます。タンクと熱交換器の距離を短くすることで、ポンプの能力も低く抑えることができます。

全てのポンプは工程上の運転方法（異なった流量）に合わせることもできるよう、インバータ付きと致します。

熱交換器を通過する消化液の流量は変わるため、必要な流量を送ることができるようポンプは制御されます。P301 には、電源またはエア供給が停止した場合でもシステムを保護するため、モーターブレーキが装備されるものと致します。

ポンプエリアに設置されたエアコンプレッサからメタン発酵槽の空圧弁に、分配器を介して圧縮空気を供給します。圧力計によってレシーバタンクの圧力を監視し、この圧力によってコンプレッサ及び分配器は制御され、空圧弁制御に十分なエアが無い場合は警報が発せられます。空圧弁の制御はプラント制御盤にて行われます。全ての空圧弁の開閉状況はプラント制御システムの画面上で確認できるものと致します。

ポンプエリア内では消化液のサンプリングが行えるようにし、サンプリングパイ

プの洗浄用に水配管を設けます。ポンプエリア内で発生した排水は、排水トラップに集水され、更に他のタンクに移送されます。

メタン発酵槽間のポンプエリア内には、熱交換器が一基設置されます。熱交換器には温水循環ポンプが一基装備されます。このポンプの流量は、熱交換器の能力に適合したものとなります。また、熱交換器 W301 と消化液循環ポンプ P301 もこのユニットを構成し、メタン発酵槽内の温度を一定に保つために槽内の消化液を循環させます。メタン発酵槽は中温発酵で運転され、温度は約 38℃です。

各メタン発酵槽の加温に要する時間は、真冬の最も気温の低い時期でも最大 10 時間です。熱交換器の水理設計及びポンプの仕様決定は次の設計段階にて行います。ポンプは、ポンプエリア内でのメンテナンス性を考慮して配置されます。

安全衛生規則により、ポンプエリア内は強制換気が必要なエリアとなるため、これに対応する設計となります。換気は自動制御及び手動でも行えるものと致します。メタン発酵槽の計装機器（レベル計及び温度計）は、ポンプエリア内で管理できるものと致します。

メタン発酵槽 B301 に取り付けられた階段により、地上から覗き窓前の作業台に上ることができます。

二次発酵槽 B401 に取り付けられたもう一つの階段により、地上から二次発酵槽の覗き窓前作業台に上ることができます。作業台はタンク壁面に取り付けられます。

## ・配管

配管設計はバイオガスプラントの最も重要な部分の一つです。パイプの詰まり、ポンプの故障、バルブの不具合等のほとんどは配管の不具合に起因するため、過去の経験を活かした設計を行うことで、高価な機器を有効に運用することが可能となります。

配管中の流体が漏出し、環境を汚染することがないように、地上配管とする方針です。メタン発酵槽と二次発酵槽間の消化液移送配管は、これらの槽が常にリンクして消化液が槽の間を移動するため、配管用炭素鋼鋼管と致します。

配管距離はできるだけ短くし、閉塞や圧力損失を低減します。

ガス配管は地上配管となる場合はステンレスパイプで、埋設配管となる場合は PE パイプが使用されます。

配管工事完了後は気密試験を行います。原料等の液体配管とガス配管の気密試験は国内規則、規格に従い、個別に行われます。

## ・ガスシステムと発電機

ガスは昇圧ブロアで、ガスホルダー（メタン発酵槽気相部及び二次発酵槽）からエンジンへ送られます。この配管途中には凝縮水を排出する凝縮水トラップが設けられ、バイオガス中の水分が集められます。これと脱硫装置は、ガスエンジンにとって最も重要なガスの処理システムです。凝縮水ピット内に溜まった凝縮水は、一定のレベルに達すると、ポンプで二次発酵槽へ返送されます。

ガス利用設備は3基のガスエンジンで、発電出力は2x330kWと1x500kW、熱出力は1,160kWthです。電気変換効率は39.0%で、ドイツでも最も高性能な機種です。

コンテナ内には昇圧ブロア、コンテナ内の火災・煙検知器、制御盤が装備され、メーカー側から状況に応じて発電機の状態をチェックすることができるものと致します。騒音及び排ガス基準は日本の法規に適合するものと致します。

コンテナは機側10mで最大70db(A)の騒音レベルを達成できる仕様と致します。全ての安全のための仕様は、ドイツの農業用バイオガスプラントの安全規則に準ずるものと致します。

発電機がメンテナンスや修理等によって停止する”非常時“には、ガスホルダーの貯留能力を超えて発生するガスを余剰ガス燃焼装置で燃焼させます。余剰ガス燃焼装置の燃焼部はカバーされ、ガスホルダーのレベルによって自動運転されるものと致します。燃焼温度は約800-850°Cで、この種の機器の国際標準に従うものと致します。余剰ガス燃焼装置の能力は、発熱量5.8kWh/m<sup>3</sup>のバイオガス条件で500m<sup>3</sup>/hと致します。

余剰ガス燃焼装置にメタンガスを送る昇圧ブロアは、異なる流量に対応できるようインバータ付きと致します。余剰ガス燃焼装置は、発電機3基全てが運転中に、3基分の消費ガス量を超えるガスが発生した場合でも運転できる仕様と致します。

一般的にコジェネ設備からの発電量の5~10%がプラントの自己消費で利用され、余剰の電力が系統へ供給されます。温水は温水循環配管を介してメタン発酵槽の加温に利用されます。

全ての回収熱を利用できない場合は、非常用クーラーで放熱します。発電機が運転できない場合、バイオガスを大気に放出しないよう余剰ガス燃焼装置でバイオガスを燃焼させます。

#### ・脱硫システム

ガスエンジンの腐食の原因となる硫化水素(H<sub>2</sub>S)のバイオガス中の濃度は、投入原料によって異なります。この硫化水素を除去することは脱硫といわれますが、脱硫の最も単純な方法は、微量の空気をメタン発酵槽と二次発酵槽に投入する生物

脱硫です。微生物が酸素を代謝し硫黄を生成します。この硫黄は消化液上に薄く広がりますが、有害なものではありません。

この脱硫方法は、500~1,000ppm 程度の硫化水素濃度を 80~90%程度除去できます。エンジンメーカー側の条件や、日本国内の排ガス基準によって、さらに脱硫が必要かどうかの検討については、次のエンジニアリングの段階で行います。ドイツでは、バイオガスプラントの 99% が、この単純且つ効果的な脱硫方法を採用しています。

メタン発酵槽の壁面についても、この硫化水素によるリスクを考慮する必要があります。メタン発酵槽は酸による腐食から保護する必要があります、この単純な脱硫方式に加え、腐食防止のための膜による壁面保護も対策の一つと言えます。

ガスシステムは、ドイツの安全基準に従った設計となっています。

#### ・計装機器

バイオガスプラントには様々な種類の計装機器が装備されています。全てのタンクにはレベル計が装備されます。コンプレッサとポンプは圧力計で制御されず。

非効率に数多くの計装機器を取り付けることは考えていません。毎日のバイオガスプラントでの使用に耐え得る計装機器はそれほど多くありません。

数多く取り付けるよりも、少ない方が良い場合もあります。

感度の良い機器ほどバイオガスプラントの原料に囲まれた条件下では問題が多いと言えます。

バイオガスプラントにおける典型的な計装機器による制御は、メタン発酵槽と二次発酵槽の温度管理です。どちらのタンクでも、槽内の急激な温度変化から微生物を守るため、自動で温度制御が行われています。

温度が低くなり過ぎると、温度計測システムが十分な温度に達したことを示すまで、温水循環ポンプが温水を送り続けます。所定の温度に達するとポンプは停止します。

これは基本的に一般家庭の温水暖房システムと同じで、シンプルでありながら、効果的な方法です。

計装機器に加えてプロセス制御システムと毎日の点検作業の一つとしての計測、分析によって安定した微生物の活動を管理することができます。この管理方法として、原料と消化液を継続的に分析して管理します。

これまでの経験から、シンプルではあるものの信頼度の高い計装システムを採用

することが最も重要であると考えています。更に 設計する K&F 社ではバイオガスプラントの安全装置の改善を着実に進めており、現在の安全装置の考え方は、2015 年 12 月改訂版の「農業用バイオガスプラントの安全規則」に基づいており、これは過去 10 年間で 4 回目の改訂です。しかし、計装システムに頼るだけでなく、プラント運転作業者が、自分の目を通してバイオガスプラントを管理することが重要であることも学んでいます。

最も重要なことは微生物の活動を分析し、安定させることです。試運転立ち上げ時に毎週ペースで行うだけでなく、試運転期間後も定期的（毎月程度）に分析を行います。定期的に消化液をサンプリングし、有機酸濃度の分析を行い、その数値を適正な範囲内に保つことができるように管理します。

バイオガスプラントの消化液の有機酸濃度分析結果においては有機酸の総量だけでなく、その内訳も重要です。標準的なパラメータは、酢酸、プロピオン酸、酪酸、カプロン酸であり、基本的に分子量の小さい短鎖脂肪酸 C2-C6 が重要です。

#### ・プロセス制御

プラント制御盤では全ての計装機器の計測数値が確認でき、この制御盤を通じて全ての機器、コジェネ設備を制御することができるようになります。また、この制御盤により、数多くの工程を自動運転が行えるようになります。

標準取扱説明書には運転作業者が行うべきことが記載されています。

各機器の説明だけでなく、定期的なメンテナンスシートも作業者に手渡します。ポンプ、攪拌機等全ての機器にはプロセスフローシートと同じ機器 No.が振り当てられており、作業者は容易にそれぞれの機器を特定し、それぞれの機器のメンテナンスや修理方法を確認できるようにしています。

年間毎の運転者取扱い教育も K & F 社の提供する技術サービスの一つです。全ての運転作業者は標準的な運転手順を習う必要があります、第一回目の講習は試運転時に行われます。

プラントの運転は制御システムにより自動で行われますが、安定したバイオガスの発生と、安定したバイオガスの消費を継続することが、プラントを運転する上で最も重要なことです。自動化の考え方については以下の通りです。

ガスホルダーの屋根部分のガスレベル計より、4-20mA の信号が制御システムに送られ、ガスレベルが演算されます。ガスレベルが約 70%にてガスエンジンが始動し、100%出力で運転します。バイオガス生成量が一定であれば、レベルがほぼ 70%で安定し、100%出力での運転が維持されます。バイオガス生成量がバイオガス消費量よりも少ない場合、ガスレベルが約 20%に低下すると、ガスエンジンは停止します。

バイオガス発生量が消費量よりも多い場合、あるいはガスエンジンが停止してい

る場合、ガスレベルが 95%に達すると、余剰ガス燃焼装置が自動的に始動します。その際、同時に制御システムより運転者の携帯電話へ警報が発せられます。この警報は、警報が発せられた状態が除去された時に解除されます。最初に警報を発した携帯電話につながらない場合は、第二の携帯電話に自動的に警報を発し、誰かの携帯電話につながるまで、何度も発信を繰り返すシステムと致します。警報はいくつかのレベルに分類され、定められたレベルの警報のみ携帯電話へ通報され、作業者がどこにいても必ず気付くことができるものと致します。

#### ・消化液前処理設備

二次発酵槽 B401 から排出される消化液は、脱水機によって固液分離されます。固液分離の際には、消化液の性状に合わせて選定した複数の凝集剤を使用します。この前処理により後段の消化液処理設備の負担を軽減し、基準に適合した処理水を生成することが可能となります。

分離された固形物は仮置き場で貯留され、分離水は消化液処理設備へ送られます。脱水機の運転時間は 21~24 時間/日です。

#### ・消化液処理設備

消化液前処理より分離された分離水中の汚濁成分を処理する設備です。消化液中には高濃度の窒素分が含まれており、これらを目標とする基準値まで効率的に浄化致します。設備レイアウトは現地の地形および発酵プラント仕様も考慮した最適な配置が設計されます。

基本的に自動運転となっており、管理室において運転状況がモニタリングできる仕様となっております。

#### ・発電機

ドイツ 2G 製の天然ガス発電機用エンジンをベースにした、バイオガスのみを燃料とするエンジンです。イグニッションはスパークプラグで行います。

バイオガス専焼エンジンの主な特徴は下記です。

- ・補助燃料を必要としない。
- ・排出ガス中の有害物質含有量がデュアルフューエルエンジンと比較して少ない。
- ・十分なバイオガスが発生するまでの間、天然ガス(都市ガス)で発電が可能です。

#### ■プロセス監視

メタンガスを発生させるための有機物分解は概要で記載の通り 1) 加水分解、 2) 酸生成、 3) 酢酸生成、 4) メタン生成である。もしこれらのプロセスのいずれかが何らかの

原因によって阻害を受けると、それらは直ちに他のプロセスに影響し、バイオガスプラントは不安定化する。典型的な例は、有機物の過負荷、水理学的過負荷、アンモニア阻害などである。

プロセス監視によってプラント内で何が起きているのかを知ることができ、それによってプロセスを安定化できる。

一般論として、プロセス監視によって次のようなことが可能になる。

- ・バイオガスプロセスの全体像をつかむことができる
- ・プロセスが停止してしまう前に、プロセスの不安定化の要因を把握することができる。
- ・プラントの運転を円滑に開始することができる。同様に再開も円滑に行うことができる

基本的な監視にかかる経費は、不安定化したプラントを再安定化するために必要な経費よりもはるかに少なく済む。

どのバイオガスプラントも個性的であり、特有の生物学的プロセスが進行している。そのため、どのプラントにも共通して適用できる単一の最適パラメータの値というものはない。それゆえ、温度やpHのようなプロセスパラメータの適正值は、そのプラントが安定に運転しているときの値を採用する。下記よりプロセスが不安定化する原因や各種パラメータについて記述する。

・プロセスが不安定化する原因

- ① 不安定な原料投入量
- ② 有機物の過負荷
- ③ 水理学的過負荷
- ④ 温度変化
- ⑤ アンモニア阻害
- ⑥ 硫化水素阻害
- ⑦ 投入原料中の重金属イオン、抗生物質、殺菌剤
- ⑧ 必須微量元素の不足

・バイオガスプロセスの全般的な状態を示すパラメータ

① 投入原料の量と組成

原料のキャラクタリゼーションのための項目

- 1) pH
- 2) 全蒸発残渣 (TS) および DM (乾物)
- 3) 強熱減量 (VS)
- 4) 化学的酸素要求量 (COD)
- 5) 全ケルダール窒素 (TKN)

② バイオガスの生成量と組成

原料組成が変化していないにもかかわらずメタン濃度が低下するのは有機物過負荷を示す最初の兆候である。

③ 発酵温度

一般に中温発酵は30℃から43℃が適している。温度が高いとアンモニアの割合が増加する。槽内の複数個所で温度測定によって管理する。

④ 全固形分量 TS (乾物量 DM)

消化槽内の TS 含量は発酵液の粘性の尺度になる。湿式メタン発酵において、TS は10%以上にすべきではない。原料と消化物の TS および VS を測定して比較しておくことにより、原料中の分解可能な有機物量を把握することができる。

⑤ pH 値

バイオガスプラントの緩衝能 (溶存 CO<sub>2</sub> 炭酸イオンおよびアンモニアに依存) のため、大きな pH 変化が生ずるときにはすでにプロセスの不安定化が始まっている。オンライン計測では pH 電極の劣化が激しいため、オフラインで計測する。オフライン計測の場合にも、設定温度は消化槽内の温度と同じにするのが良い。

⑥ アンモニア態窒素濃度

計算上求められる遊離アンモニア濃度は pH に依存するが、通常 pH 測定では、発酵槽内の pH を正確に推定することはかなり難しい。0.2pH 程度の推定誤差が、遊離アンモニア濃度の大きな推定誤差につながる。

・プロセスが不安定化する兆候となるパラメータ

以下のパラメータはプロセスが不安定化してしまう前にその兆候を示す。

しかし、これらのパラメータから、不安定化の原因が何かを直接読み取ることにはできない。プロセス不安定化の原因追跡のためには、「バイオガスプロセスの全般的な状態を示すパラメータ」の記録を見ることが重要である。

① 揮発性脂肪酸濃度 (全 VFA 濃度および個別 VFA 濃度)

VFA は短い炭素鎖の揮発性有機酸で、酢酸、プロピオン酸、酪酸、吉草酸やそれらの異性体のことである。これらは消化プロセスにおける中間代謝産物であり、酸生成過程で生産される。そのため、これらの酸が集積しているということはメタン生成が阻害されていることになる。

## ② アルカリ度比 (FOS/TAC)

滴定によって求められる量で、消化液の酸緩衝能と揮発性有機酸濃度集積に対応しており、プロセスの不安定性の尺度になる

## ③ 水素濃度

水素は中間生成物であり、嫌氣的分解プロセスの様々な段階で生成する。ごくわずかな水素濃度の上昇も揮発性脂肪酸（特にプロピオン酸）を分解して酢酸を生成する反応の妨げになる。そのため、プロセスが安定であるためには水素ガス濃度は非常に低くなければならない。（典型的には<100ppm）

この条件はメタン生成菌が水素を消費しながら、メタンを生成することによって実現されるが、そのようなことが可能になるのは、この水素資化メタン生成菌のみが、低い水素濃度でもこの反応からエネルギーを獲得できるからである。

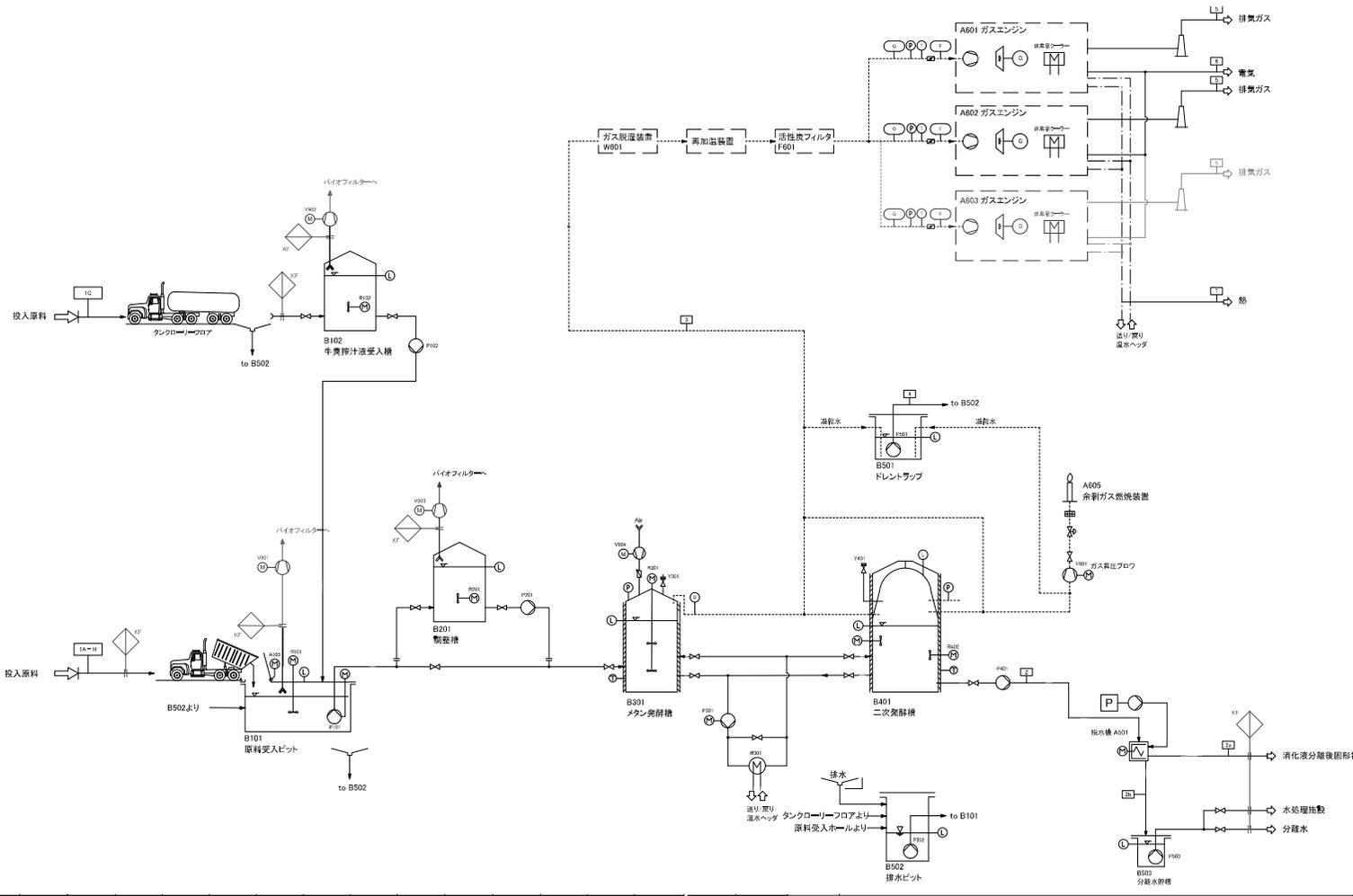
水素濃度の測定は現段階では正確性を欠くが、水素濃度の変化が VFA やアルカリ度比の変化が生ずる前に起こるという点で重要である。

## ④ 酸化還元電位

嫌気性微生物はその代謝のためには生育環境の酸化還元電位が負でなければならない。バイオガスプラントの主役である絶対嫌気性微生物にとっては、酸化還元電位は -300mV 以下でなければならない。酸化還元電位はプロセスの不安定化に際して、FOS/TAC などよりも早く反応する。また、プロセスの不安定化に関係なく、pH や原料混合物の組成変化によっても変化することがある。

### ■ 運転管理のガイドライン

- ・ 原料は一定の投入速度を継続する。
- ・ 家畜糞尿と有機廃棄物などの投入原料の混合率を一貫したものにする。
- ・ 投入原料の混合比率を変化させる必要があるときには徐々に変化させる。
- ・ 温度変化は避ける
- ・ 攪拌頻度や強度を一定にする
- ・ 継続してプロセス監視および制御を行う



LEGEND:		Mechanics	
.....	バイオガス	1, 2#	
————	原料・消化液/ 溜槽水	A	建築資材, ユニツト
- - - -	汚水	B	タンク, ベンチ, コアア
		C	伊藤屋
		D	フィルタ, バイオフィルタ
		E	電気室
		G	電気室
		M	ポンプ
		P	ポンプ
		R	ミキサー, 攪拌機
		S	バルブ
		V	2段式, コンプレッサ
		W	給気設備
		Y	安全弁
		Z	精製機, 粉砕機

Date	Name	Checked	Changes	
05	17,11,16	KL	KL	New site layout and input material
04	17,01,11	VL	KL	Decanter hall
03	17,01,05	VL	KL	Additions to table of inputs
02	16,12,13	VL	KL	Change CHP, technical details
01	16,12,06	VL	KL	CHP Hall, Volume of tanks
00	16,11,17	VL	KL	first draft

**Biogas Plants**  
 Engineering-Construction  
 Operation-Improvement  
 Krieg & Fischer Ingenieure GmbH

Bertha-von-Suttner-Str.9  
 D-37085 Göttingen  
 Tel: +49-(0)551/900363-0  
 Fax: +49-(0)551/900363-29

Client: SKTバイオガスエナジー 殿  
 Project: 亀山バイオガスプラント  
 Subject: プロセスフロー図 (案)

Plan No. J394-1-1  
 In House Plan No. B2635-1-1  
 Project No. J394  
 In House Project No. B2635 VP 1611 052  
 Date: November 2016  
 Scale: -  
 Format: 500 x 841 mm

Checked by: \_\_\_\_\_ Permission: \_\_\_\_\_

許可無く本書を複写、配布、利用すること及び、配載内容を第三者に開示することを禁じます。違反者は損害賠償の責を負うものと致します。特許、意匠登録に關しての無断転載を禁じます。

Designer: G.Klatt  
 Draught: V.Lichtner

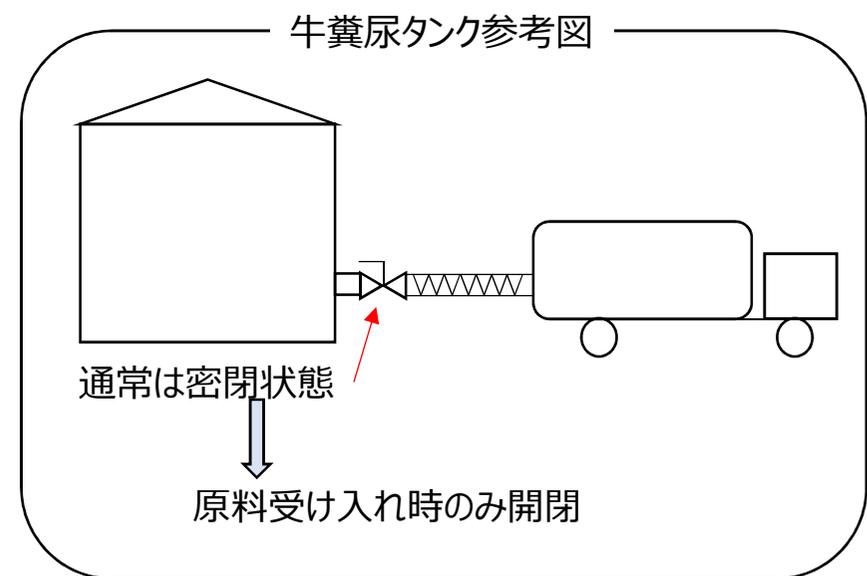
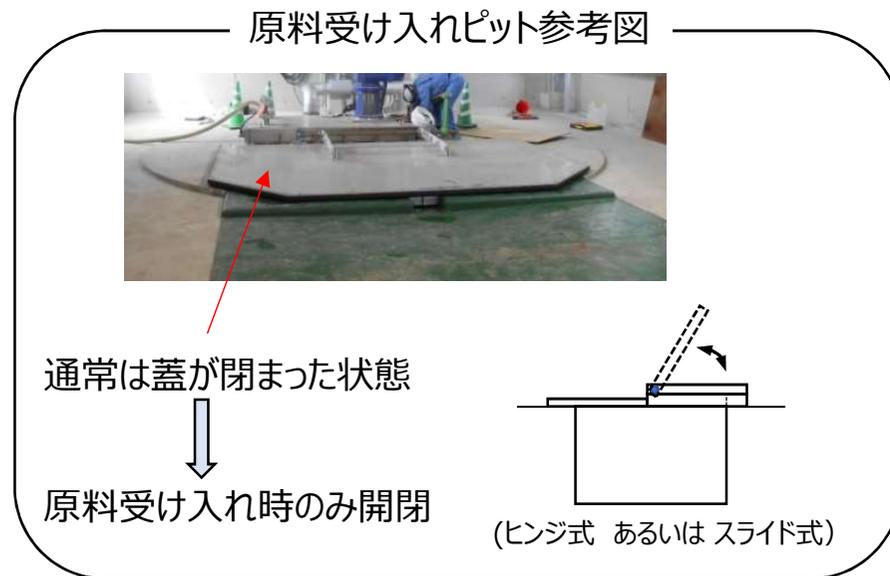
# 潜在的な問題に対する対応について

SKTバイオガスエネルギープロジェクト

# 臭気対策について

## ● 構造的な対策

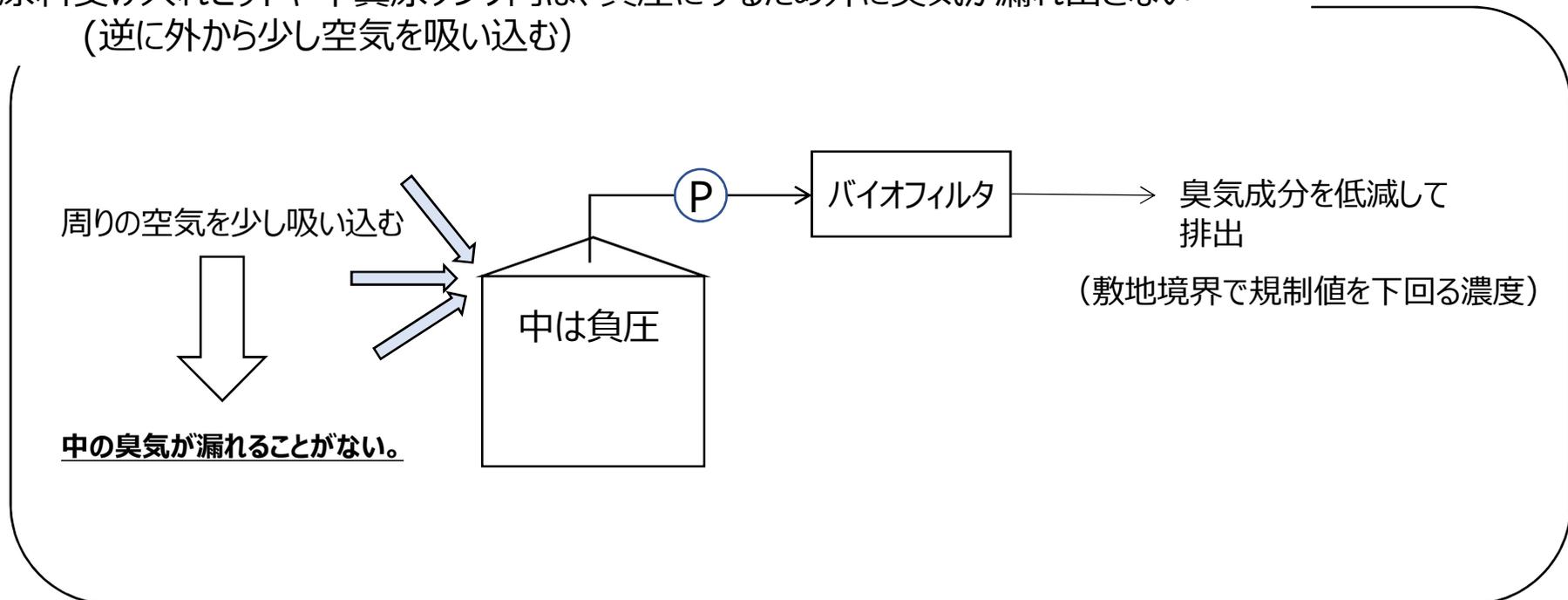
原料受け入れピット、各種タンクは原料投入時以外は閉じた構造



# 臭気対策について

## ● 運用面からの対策

原料受け入れピットや牛糞尿タンク内は、負圧にするため外に臭気が漏れ出さない  
(逆に外から少し空気を吸い込む)



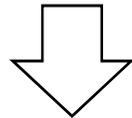
# 臭気対策－バイオフィルターについて

## バイオフィルタ

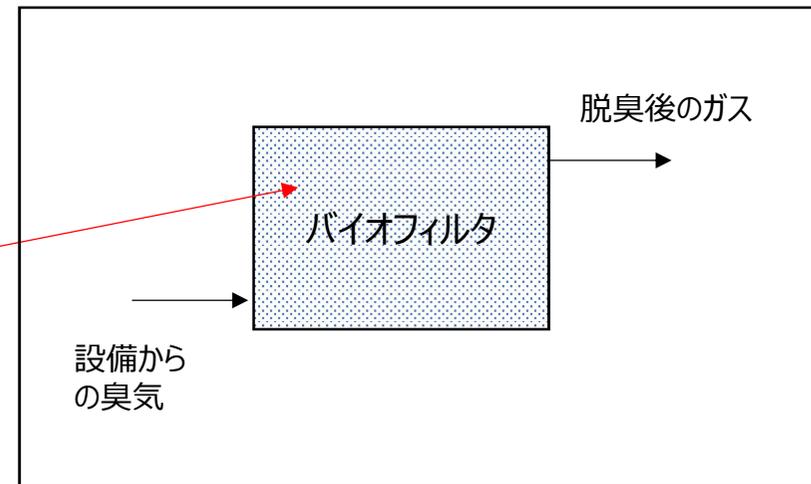
用途：設備から出る臭気成分を大気中に放出させないように除去

{ 牛糞受入層  
原料受け入れピットなど

設備から出た臭気をブロワでバイオフィルタに誘引



木屑などの担体表面についた微生物によって臭気成分が分解



## 音の対策について

メインの音の発生源：ガスエンジン3台

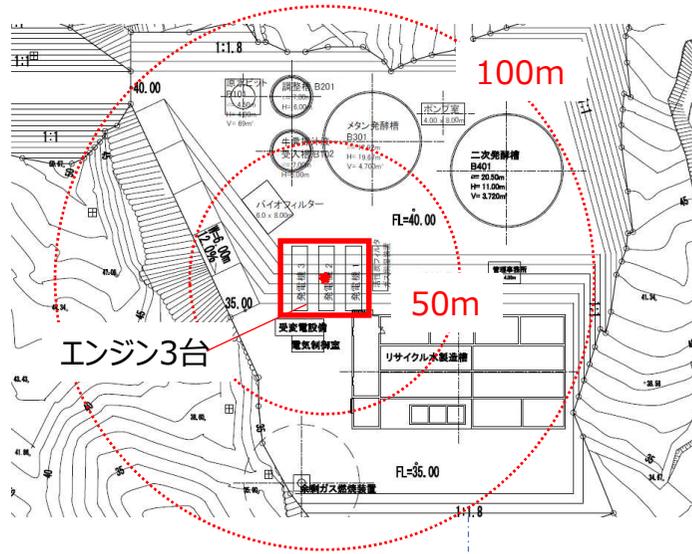
防音テナ内エンジンを設置（1テナに1台のガスエンジン）



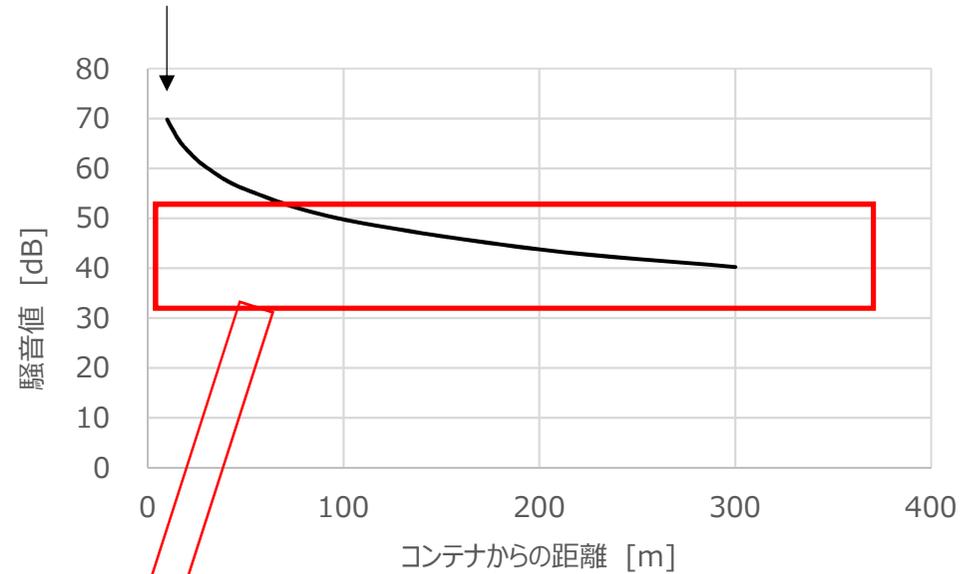
テナ中にエンジンを設置  
各基テナ機側10mで70dB  
以下になるように設計

# 音の対策について

メインの音の発生源：ガスエンジン3台



3台のコンテナ機側10mで合成騒音74.8dB



敷地境界では  
まったく気にならないレベル

エンジン音の距離減衰

## ◎騒音の大きさの例

騒音レベル	音の例示	騒音レベル	音の例示
30 デシベル	郊外の深夜のささやき声	80 デシベル	地下鉄・電車の車内
40 デシベル	市内の深夜、図書館	90 デシベル	大声による独唱、騒々しい工場の中
50 デシベル	静かな事務所	100 デシベル	電車が通るときのガード下
60 デシベル	静かな乗用車、普通の会話	110 デシベル	自動車の警笛
70 デシベル	電話のベル、騒々しい事務所の中	120 デシベル	飛行機のエンジンの近く

# 振動の対策について



コンテナ内に架台を設置して、架台上にエンジンを設置

エンジンからの振動は各所に防振材を設置することで、振動を抑制

## コンテナ床面-架台間に防振材設置



## エンジン-架台間に防振材設置



防振材

# エンジン停止などのトラブル時のメタンガスの処理について

## 余剰ガス燃焼装置

用途：発電機がメンテナンス/修理時/トラブルでの停止時に余ったバイオガスを燃焼するために使用

容量：発電機がとまっても発生するメタンガス全量を燃焼できるように設計

この中でバーナーによって燃焼  
(炎は煙突先からは出ない程度)



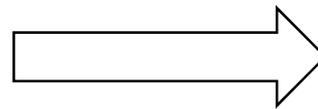
## 火災・爆発の対策

基本的にはタンクや配管内では、酸素がないためメタンガスが燃えたり爆発することがない。

万一のメタンガスが漏れた場合

エンジン設置コンテナ内など  
主要個所に設置された

- － ガス漏れ検知器
- － 火災報知器



ガス漏れ検知したら  
発電機は停止

発電機の緊急自動停止  
マニュアルでの非常停止

議事録 Minutes of Meeting				
プロジェクト名 Project	SKT バイオガスエナジー			
議題 Agenda	原料の取扱いに関して（廃棄物該当/非該当について）			
日時 Date & Time	2019年3月13日 10:30-11:40	場所 Place	鈴鹿地域防災総合事務所 環境課	
出席者 Attendee	会社	名前	会社	名前
	三重県 環境課	村田主幹	SKT	福田社長
		山本課長	アステック	森本社長
		西川主査	アステック	谷川(記)
署名 Signature				
議事/決定事項 I: 情報 A: 要対応 Decision I: information A: Action required				
<p>要約 Summary</p> <p>本プラントにおいては、原料である食品残渣、牛糞尿が廃棄物とされない扱いで有価物として考えていることを SKT バイオ/アステックから説明した。また、牛糞尿はそのまま受け入れるわけではなく、固液を分離してメタン発酵に不必要なものを除去した後、牛糞尿由来のメタン菌供給源として使用する旨をアステックから説明し、環境課にご理解をいただいた。</p> <p>原料が廃棄物として取り扱われないように、環境課から次の2点についてご指示をいただいた。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 牛糞尿由来の原料が機能として必要であること、農場で固液を分離後に原料としてプラントに搬入することなど、受け入れる条件があることを文書に明記して、運用時には確実に実施のこと。</li> <li>● 事業として採算性のある計画をしていることがわかる事業概要を提出すること。</li> </ul>				
分類 Category	内容 Content	担当 Responsible	期限 Due date	
I	建築に関しては四日市事務所に相談し、土地開発にならないことを確認したことを SKT から報告した。			
I	亀山市役所には、環境条例の適用有無について相談中。騒音、振動、臭いの対策について、資料を送付済みであることを報告した。			
I	水処理前の脱水機は系外からの水の侵入があると、設置許可が必要になるので注意すること。（アステックからの回答）系外からの水は入らないので問題ない。			
A	原料が産業廃棄物にならないように取扱いするために、環境課から以下2点のご指示があった。 ① 産廃許可をとってバイオガス発電事業を行っている事業者もあるため、産廃業ではなく、電気事業者として原料に気を付けて取組んでいる事と、事業採算性を考えて取り組んでいることがわかる「事業概要」の資	SKT		

	<p>料を作成すること</p> <p>② 資料「産業廃棄物該当性の判断について」 以下について追記して運用のこと。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 牛糞尿由来の原料が、メタン菌供給源として原料に必要なものであること</li> <li>● 牛糞尿は農場で固液を分離してプラントに持ち込む計画であること、これ以外は受け入れないこと（運転開始後、近隣の様々な牧場主からなぜ、自分たちの牛糞尿を引取りできないのかといった苦情が発生しないように）。</li> <li>● 原料の成分を調整して適正量に調整・管理して利用すること。</li> </ul>		
A	<p>フロー図について</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 液肥や乾燥汚泥は時期によっては引き取りできない可能性があることも考えられるため、産廃処理も考慮したフロー図にしておくこと。</li> </ul>	SKT	
	以上		

## 産業廃棄物該当性の判断に付いて

### ア、 物の性状

#### 1、 利用用途に要求される品質を満足しているか。

メタンガス発電の重要な要素として原料が適正であるかということがあります。

これは、従来の都市残渣や産業廃棄物からガスを発生させるという考え方ではなく、タンク内に生息するメタン菌の餌という考え方で、その生態に適した原料を選定し給与することが重要です。

その為に、餌という概念で一定の基準を設け、その基準に適合する原料を選定し購入します。

このため牛糞尿に含まれる分解の遅い藁などの固形夾雑物（メタン発酵に不必要のため）は農場で除去したものを利用します。この牛糞尿由来の原料から発生するメタンガスは他の原料から発生するメタンガスより少ないですが、安定的なメタン発酵を行うためにメタン菌の供給源として必要な原料です。

#### 2、 飛散・流出・悪臭の発生等、生活環境の保全上支障が発生する恐れが無い事。

毎日搬入される原料に付きましては、基本的には在庫を持たず、直ちに発酵タンクからの原液と混合し、速やかに密封された原料供給用タンクに貯蔵します。

### イ、 排出の状況

通常メタンガス原料として用いる場合は、その成分、形状、発生量が安定している事が望ましい為、原料を提供して頂く、排出事業所の選定には、原料となる物が年間安定して発生し、形状や成分が一定であることが条件となります。その為、その基準に適合した物を購入致します。

また、排出事業所には、他の産業廃棄物と混在しない様に管理基準を設け分別を徹底して頂きます。上述の通り、牛糞尿は農場で排出されるものにはメタンガス発生に必要ないものが含まれているため、これを農場で除去した状態で利用します。

### ウ、 通常の取り扱い形態

#### 食品残渣

今回、メタンガス原料として使用を検討している原料は、概ね、畜産の飼料として、有価物として取引が行われており、その市場も形成されております。

- パン工場から発生するパン屑、パン生地などは、中部地区や関西地区では、工場置き場の有価物として、買い取られその多く養豚場のリキッド飼料の原料や乾燥されて飼料工場の原料となっております。
- 残飯や生麺は、現在、中部地区では有価物としてリキッド飼料の原料として取引されていま

す。しかし、関西地区では、近隣に養豚場が少ない関係で、一部運賃を排出事業所が負担する形で飼料としての利用がなされています。

- 廃棄マヨネーズ・廃棄クリーム類につきましては、排出事業所が関西に集中しており、鳥取県・兵庫県や四国のメタンガス発電プラントで有価物として利用されております。

## 牛糞尿

農場から排出される牛糞尿は畜産農家自身によって堆肥化され、所有される農場で利用されております。

## エ、 取引価値の有無

- 1、当法人と排出事業所とは商品の売買契約書を締結いたします。
- 2、今回、想定しております原料につきましては、その原料の成分からメタンガスの発生量を算出し、そこから最終的に得られる売電収入が分かりますので、それを元にその原料の購入価格を決めていきます。
- 3、その参考資料として、今回想定している原料の1kgあたりの売電価格を見積もった資料を添付します。

## オ、 客観的要素から社会通念上合理的に認定し得る占有者の意思として、適切に利用し若しくは他者に有償譲渡する意思が認められること、又は放置若しくは処分が認められないこと。

- 1、当法人としては、過去3年間に渡りメタンガス発生ミニプラントを用いて、原料の適正とガスの発生効率などの実験を積み重ねてまいりました。その実験データからメタン菌の生態に適した原料とその価値を数値化しております。
- 2、その基準を元に原料の購入価格などを決めております。
- 3、原料につきましては、一週間単位で入荷スケジュールを作成し、必要量と入荷量の適正を常に調整しながら搬入量を決めてまいります。
- 4、当法人と原料の排出事業所とは、原料の規格を明確にした売買契約書を締結し、原料の安定確保とメタンガス発生に適した成分の安定をはかってまいります。
- 5、発電事業という公共性を自覚し、廃棄物処理法及び環境保全上制定されている各種の法律を遵守し、関係する行政機関のご指導を賜りながら、今後の事業活動を行ってまいります。

## 《まとめ》

以上の点を留意しながら、産業廃棄物に該当しない内容で、メタンガス発電に必要な原料の調達を行ってまいります。

SKT バイオガスエネルギー株式会社  
代表取締役 福田敏朗