

---

下水汚泥の資源・エネルギー化技術に  
関する概略検討の手引き（案）

平成26年9月

国土交通省 国土技術政策総合研究所

---

---

## 本手引きを作成するにあたり

近年、地球温暖化や資源・エネルギー需給逼迫への対応として、循環型社会への転換、低炭素社会の構築が求められています。下水道は生活環境の改善、公共用水域の水質保全など国民生活にとって必要不可欠な社会資本ですが、温室効果ガスの削減対策とともに、下水汚泥や下水熱のエネルギー利用やリンの資源利用等のポテンシャルの活用にも注目が集まっています。しかし、その活用が期待されているにもかかわらず、下水汚泥中の有機物のうちバイオガスや汚泥燃料として活用されているのはわずか 12.6%（平成 23 年度）、下水道に流入するリンのうちコンポストとして活用されているのは約 10%（平成 18 年度）と非常に低い状況です。

消化ガス利用、汚泥の固形燃料化、リン回収などの下水道における資源・エネルギー循環利用技術をさらに展開していくためには、下水道事業者が各技術について技術特性・効果を把握し、所管する下水道施設へ導入していく必要があります。しかしながら、導入検討は下水道事業者ごとに個別に行うことや、具体のユーザーとして想定される自治体においては短期間で所属部署を異動となることも考えられるため、多種多様な技術の中から対象となる下水処理場に適した技術を選定し、導入効果を検討する際のノウハウが蓄積されにくいのが現状です。

本手引きは、事業の構想段階、導入検討段階において、各技術の導入によってどのような事業効果が得られるのかを把握し、対象下水処理場に適した技術を選定するための判断材料として活用されることを目的としています。このため、本手引きでは、技術の説明、事例の紹介、事業化に向けた検討手順と必要な手続きの記載に加え、対象下水処理場の規模・条件を入力すると事業実施可能性と経済性を概略で試算できる汎用的なソフトウェアを用いた表計算ツールを別添として作成しました。地域条件、水質、施設条件などによって、実際の値とは異なる場合も考えられますが、概略検討の参考として活用されることを期待しております。

本手引きを作成するに当たって、自治体下水道事業担当者、関係メーカーなどにご協力頂き、内容について貴重なご意見を頂きました。ご協力頂いた皆様にはこの場を借りてお礼申し上げます。

本手引きが資源・エネルギー循環利用技術の導入を検討している方々のお役に立ち、我が国の循環型社会構築が少しでも進むことを願っております。

平成 26 年 9 月

国土交通省 国土技術政策総合研究所 下水道研究部

---

---

#### 検討補助ツールについて

本手引きでは、検討の補助ツールとして「下水汚泥の資源・エネルギー化技術に関する概略検討補助ツール.xlsx」を用意しております。

本ツールは、Microsoft Excel とマクロで作成されております。Excel を起動しファイルを開き、マクロ機能を有効にしてご使用ください。

本ツールの使用方法は、「下水汚泥の資源・エネルギー化技術に関する概略検討 補助ツール 操作説明書」にて解説しております。

これらのツールは、国土交通省 国土技術政策総合研究所 下水道研究部 下水処理研究室の HP からダウンロード可能です。

国土技術政策総合研究所 下水道研究部 下水処理研究室 HP URL  
<http://www.nilim.go.jp/lab/ecg/index.htm>

---

---

## 下水汚泥の資源・エネルギー化技術に関する概略検討の手引き（案）

### 目 次

<b>第1章 手引きの位置づけ</b> .....	1
1.1 目的.....	1
1.2 本手引きの構成.....	2
1.3 用語の解説.....	3
<b>第2章 技術導入の評価</b> .....	5
2.1 事業の目的と導入技術の概要.....	5
2.2 資源・エネルギー化技術の導入効果.....	6
2.3 事業ポテンシャルの確認.....	7
2.4 潜在的ユーザの評価方法例.....	7
2.5 事業連携の可能性.....	8
2.6 技術面での可能性評価.....	9
2.7 参考図書.....	12
<b>第3章 事業の実施可能性の評価</b> .....	13
3.1 概算事業費の算定方法.....	13
3.2 導入技術の経済性評価.....	18
3.3 環境評価.....	19
3.4 詳細検討実施の判断(参考).....	22
<b>第4章 事業化に向けた検討手順と必要な手続き</b> .....	23
4.1 検討手順とスケジュール.....	23
4.2 事業スキームの考え方.....	29
4.3 自治体内での手続き.....	34
4.4 関係機関との協議・手続事項.....	35
4.5 市民等関係者との調整事項.....	36
4.6 リスク分担.....	37
<b>参考資料</b> .....	1
資料1 各種申請書類の様式.....	1
資料2 先行事例の紹介.....	14
資料3 収益性評価手法.....	58

---

## 第1章 手引きの位置づけ

### 1.1 目的

本手引きは、地方自治体の下水道事業者を対象とし、汚泥固形燃料化事業、バイオガス利用事業、リン資源化事業の導入を検討する初期の段階において、

- ・事業化検討の流れ
- ・技術の導入効果（試算方法・結果等）
- ・事業スキーム
- ・関係法令や手続き
- ・導入事例

を把握し、対象下水処理場に適した技術を選定するための判断材料として活用されることを目的としている。

本手引きで対象とする下水汚泥の資源・エネルギー化技術は表 1-1 のとおりである。

本手引きが、下水汚泥の資源・エネルギー化技術の導入を検討している事業者の参考となり、少しでもその促進に繋がっていくことを期待する。

表 1-1 検討対象とする主なエネルギー化技術

資源・エネルギー循環利用技術区分	検討対象技術
I. 固形燃料化技術	①汚泥炭化技術 ②汚泥乾燥技術
II. バイオガス利用技術	③バイオガス発電 ④バイオガス自動車燃料 ⑤都市ガス利用技術
III. リン資源化技術	⑥MAP 法 ⑦灰アルカリ抽出法 ⑧HAP 法 ⑨部分還元融解法

※リン資源化技術は、消化工程の返流水対策等のため、リン除去を目的として導入されるケースが多いが、本手引きではリン資源化・利用に重きを置いて、取り扱うこととした。（リン除去能力等については、他文献に譲るものとする。）

## 1.2 本手引きの構成

本手引きは、主に技術面での導入評価(第2章)、経済性および環境影響面での導入評価(第3章)、事業化に向けた検討手順(第4章)から構成される。

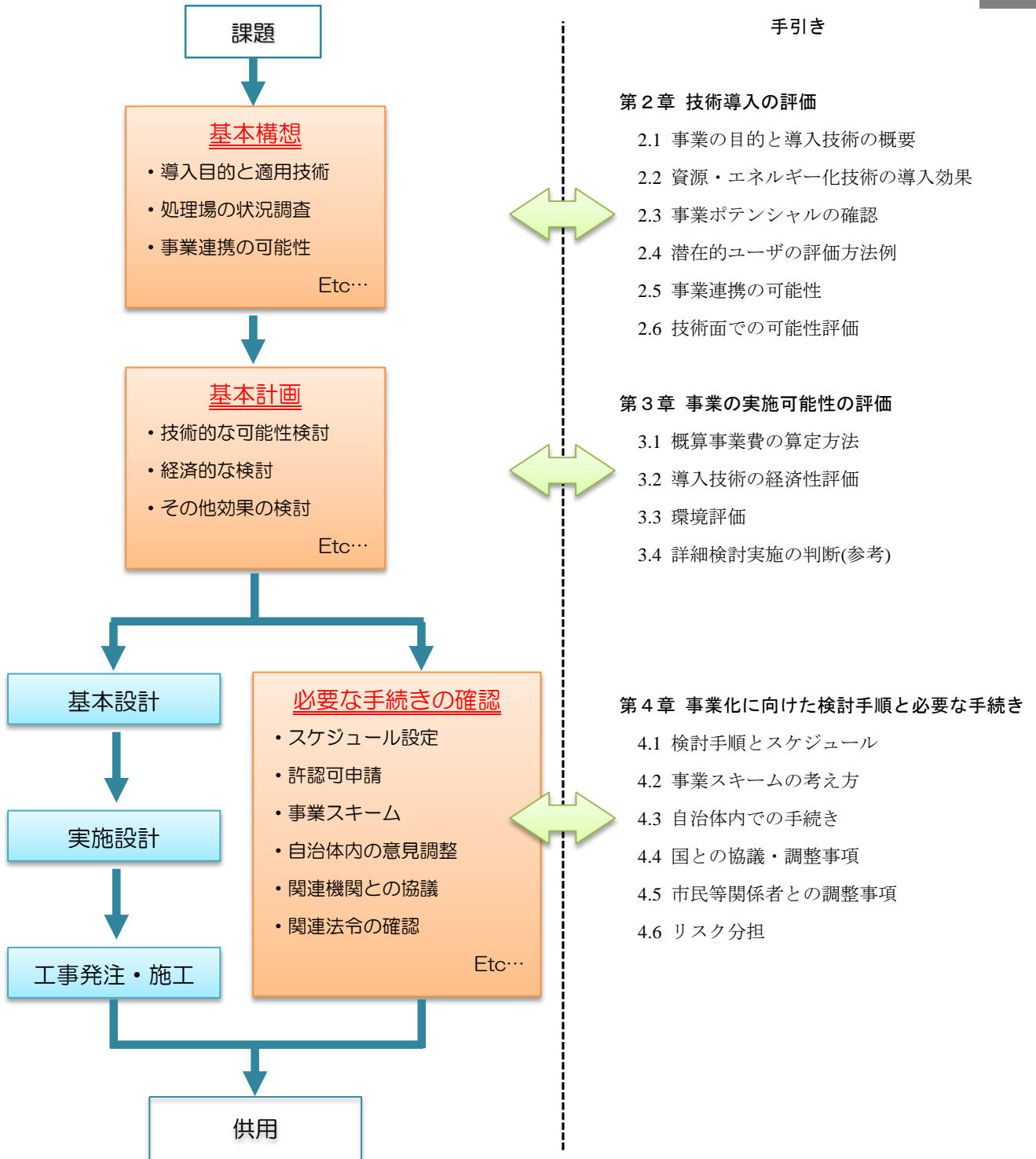


図 1-1 資源・エネルギー化技術導入の意思決定フロー

### 1.3 用語の解説

本手引きで取り扱う用語は、以下のとおりとする。なお、下水道施設の基本的な用語に関しては「下水道施設計画・設計指針と解説 2009 年度版」（社団法人日本下水道協会）、「下水道用語集 2000 年度」（社団法人日本下水道協会）に準拠する。

GHG (greenhouse gas)	温室効果ガス。二酸化炭素の他、メタン、一酸化窒素等が代表的な物質である。
SPC (special purpose company)	資産の流動化に関する法律に基づき、当該事業の実施を目的として設立される法人。
VFM (Value For Money)	一般には「支払に対して最も価値の高いサービスを供給する」という考え方である。同一の目的を有する2つの事業を比較する場合、支払に対して価値の高いサービスを供給する方を他に対し「VFMがある」といい、残りの一方を他に対し「VFMがない」という。 PFI の導入を考える際においては、PFI で事業を行った場合に従来の公共事業と比べてどれだけのコストダウンができたかを示すものとなる。両者のライフサイクルコスト(LCC)で比較する。
ガス精製	バイオガスの主成分は、メタンと二酸化炭素であり、バイオガスを有効利用する場合に、バイオガスの熱量価を一定以上に確保するため、二酸化炭素を除去し、メタン含有率を上げることをいう。
家庭系生ごみ	一般家庭から排出されるごみ中の生ごみをいう。
下水汚泥エネルギー化率	下水汚泥中の有機物のうち、消化ガス発電や固形燃料化等、エネルギー利用された割合。
下水汚泥リサイクル率	下水汚泥の発生量に対して、有効利用される下水汚泥量の割合。マテリアルとしての有効利用を基本とし、乾燥重量ベース(DS-t)で算定される。 下水汚泥リサイクル率＝有効利用されている下水汚泥量／下水汚泥の発生量
下水道バイオマスリサイクル率	＝(ガス発電等エネルギー利用や緑農地利用等、有効利用された有機物量)／(下水汚泥中に含まれる有機物量)  2009 年 3 月に閣議決定された「社会資本整備重点計画」において、下水道バイオマスリサイクル率が指標に設定され、下水汚泥のバイオマスとしての特性を生かした一層の利活用が求められることとなった。
減量化	脱水、焼却、熔融等により汚泥中の含水率を下げること、又は消化等により有機物を分解し固形物量を減らすこと。
混合消化	生ごみ、し尿、浄化槽汚泥等の有機性バイオマスを下水汚泥と混合して嫌気性消化すること。バイオガスの発生量を増加させたり、発生率を高めたりすることが可能となる。(Anaerobic Co-digestion Process)
事業系生ごみ	事業所から排出されるごみの内、産業廃棄物に区分されていないごみ(一般廃棄物)中の生ごみをいう。
消化	汚泥中の生物または有機物質を嫌気性または好気性微生物の働きでガス化・液化・無機化し、安定化・減量化することをいうが、本マニュアル中の消化とは嫌気性消化のことを指す。

---

シロキサン除去	シロキサンを除去すること。バイオガスには不純物として人工的な合成物質であるシロキサン(有機ケイ素又はシリコンオイルともいう)が存在する。このシロキサンが、ガスエンジンの燃焼室内にて酸化し、粉末又は結晶状態でシリカ(SiO <sub>2</sub> )として燃焼室に残留する。シリカはエンジン摺動面へ研磨剤として作用し部品の早期劣化や、スパークプラグへ堆積し、燃焼を不安定にしたり、排ガス浄化触媒を閉そくさせ、浄化機能を早期低下させる等、問題を引き起こす場合があるため、あらかじめ除去する必要がある。
脱硫	硫化水素を除去すること。バイオガスは、腐食性を有する硫化水素ガスを含有するため、発電機やガスボイラーで利用する場合には硫化水素をあらかじめ除去する必要がある。
バイオソリッド	下水汚泥又は下水汚泥を主体とするバイオマスであって、下水処理場において処理されるもの。
バイオマス	再生可能な生物由来の有機性資源であり、化石資源を除いたもの。バイオマス資源の分類としては、木質バイオマス、製紙系バイオマス、農業残渣、家畜ふん尿・汚泥、食品系バイオマス等がある。
複合バイオマス受入	下水処理場において処理場外で発生するバイオマスを受け入れて共同処理し、資源化利用する技術であり、処理場外で発生するバイオマスとしては、し尿、浄化槽汚泥のほか、生ごみや公園・道路・河川敷の剪定草木等が挙げられる。

---



## 第2章 技術導入の評価

### 2.1 事業の目的と導入技術の概要

初めに、事業の目的を明確にするため、下水道事業における発生中の課題、課題解決に適用できる技術、導入効果等を整理する。

想定される課題と汚泥等の利用方法との対応は以下のとおりである。現在抱えている各種課題を表中左の「解決すべき課題」から選択すると、表に○印がついている列から「課題解決に適用できる技術・方法」が確認できる。

また適用したい技術が決まっている場合、表中上の「課題解決に適用できる技術・方法」から選択すると、表に○印がついている行からその技術によりどのような効果があるかを確認することができる。

解決すべき課題		導入目的	課題解決に適用できる技術・方法									
			A:汚泥消化			B:汚泥炭化		c:汚泥乾燥燃料化			D:リン回収	
			1 バイオガス発電	2 バイオガスの都市ガス代替利用	3 バイオガスの精製・売却	1 固形燃料化・売却	2 活性炭化・売却	1 補助燃料として場内利用	2 固形燃料化・売却	3 肥料化・売却	1 回収したリンの売却	
1-①	汚泥処分費用の削減	汚泥減量化	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
1-②	最終汚泥処分量の削減		○	○	○	○	○	○	○	○		
1-③	廃棄物処分量の削減 (自治体全体)		○	○	○	○	○	○	○	○		
1-④	燃料等の高騰リスクへの対応	未活用エネルギーの活用(場内)	○	○			○					
1-⑤	水処理の効率化	水処理の効率化								○		
1-⑥	民間委託における事業者メリットの拡大	処理場運営の経済性向上	○	○	○	○	○	○	○	○		
2-①	改正省エネ法等への対応	未活用エネルギーの活用	○	○	○	○	○	○	○	○		
2-②	エネルギー・CO2排出削減目標(自治体等)の達成		○	○	○	○	○	○	○	○		
2-③	バイオマス活用の目標(自治体等)の達成		○	○	○	○	○	○	○	○		
2-④	エネルギー供給事業者のエネルギー供給構造高度化法、RPS法等への対応の支援		○	○	○	○	○	○	○	○		
3-①	災害時の燃料・電力確保	未活用エネルギーの備蓄・活用	○	○	○							
3-②	BCP		○	○	○							
3-③	防災施設への燃料・電力供給		○	○	○							

適用する方法の効果を確認

課題・目的から適用できる方法を選択

図 2-1 課題と対応技術一覧

※課題の番号は9ページ表2と対応

---

## 2.2 資源・エネルギー化技術の導入効果

資源・エネルギー化技術を導入することにより主に以下の効果が期待できる。対象下水処理場への導入により得られる効果を把握する。

① エネルギーコスト(消費量)削減

下水処理場で必要となる電力を消化ガス発電で賄い、固形燃料を焼却炉の補助燃料として利用することなどにより、処理場外から調達するエネルギーを削減することができる。

② GHG排出量削減

下水処理場で必要となるエネルギーを処理場内で生成・利用することにより、GHGの排出量を削減することができ、地球温暖化対策につながる。

③ 汚泥の最終処分量の削減

下水処理場を稼働している限り発生し続ける汚泥について、その処分場はいずれ不足すると予想される。下水汚泥の資源・エネルギー化を進めることで、汚泥処分量を抑制し、エネルギー利用に転換できる意義は大きい。

④ 下水道事業経営の改善

燃料費の削減に加え、燃料、電力、リン、ガスなどの資源を売却することによる経済効果を得ることができる。

また、循環利用技術はPFI事業として展開することも多く、事業期間内のVFMが期待でき、下水道事業経営を現状より改善できる可能性がある。

⑤ 安全性(防災面)の効果

消化ガス発電を導入しておくことで、地震等の災害時にもガス発電ことができ、地域住民への緊急的なサービス(携帯電話の充電など)ができるという防災面の機能も重要である。また、消化槽容量を非常時における汚泥貯留用として有効活用することができる。

⑥ 地域住民との交流、環境問題への意識向上

下水汚泥を利用した固形燃料化技術、バイオガス発電、ガス精製等の技術を導入し、積極的にアピールすることで、自治体として環境問題に取り組んでいる姿勢を示し、地域住民の環境問題への意識向上につなげることができる。また、下水汚泥中のリンを利用した肥料販売により、地域住民との交流、下水道事業の役割を知ってもらう機会を得ることができる。

## 2.3 事業ポテンシャルの確認

下水処理場が有している事業ポテンシャルを試算するためには、流入汚水量や発生汚泥量の中長期的な見通しが必要である。

PFI事業を採用しVFMを得ようとした場合、事業者に提供予定の汚泥量に不足が発生するようなことがあると、そのことにより発生する事業者側への不利益部分を補償しなければならない場合も想定される。そのため、事業ポテンシャルの確認については、より現実的な流入汚水量等、将来に渡る下水処理場状況の見通しができるよう留意が必要である。

## 2.4 潜在的ユーザの評価方法例

下水処理場で生成した資源、エネルギーについてどの程度のユーザが確保できそうかについて検討しておき、導入施設の規模設定の参考にする。

ここでは、潜在的ユーザとして評価できる相手先がどの程度ありそうかについて概略把握することを目的とする。

評価方法は、下水処理場から一定範囲内の距離にある事業者と事業内容の分布状況を確認する方法が考えられる。固形燃料化技術であれば、製造業者(製紙業などボイラ等で大きな熱利用を行う業種)、火力発電所など、リン回収技術であれば施肥を必要とする農業関係者および肥料工場の有無について、処理場からの距離・分布をGIS情報等を用いて評価する。

中部・北陸・近畿地方を対象に、石炭を燃料として用いている火力発電所と下水処理場の配置をGISで評価した例を以下に示す。

石炭を用いる火力発電所から5 km以内にある処理場は全国で57箇所、10 km以内にある処理場は114箇所存在しており、例えばこれらの処理場が固形燃料化の技術導入を図った場合にこれらの火力発電所がユーザとなる可能性が考えられる。

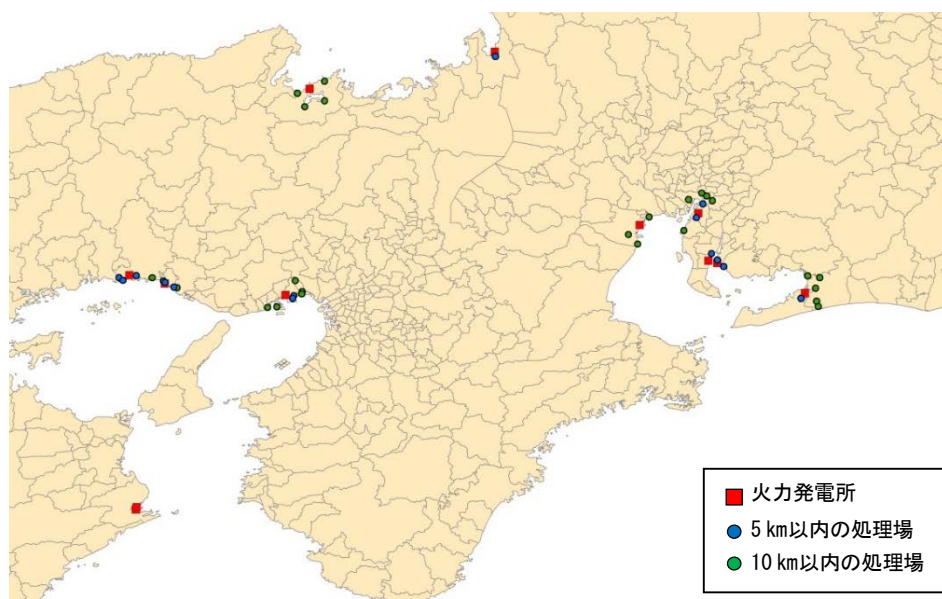
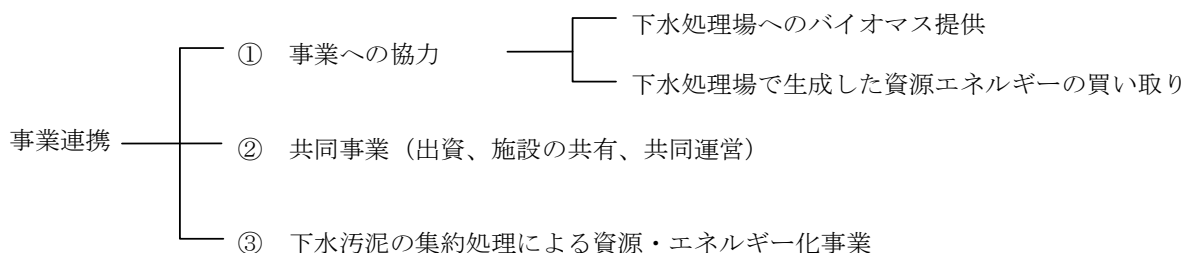


図 2-2 潜在的ユーザの評価方法例(火力発電所)

## 2.5 事業連携の可能性

資源・エネルギー化事業を継続的、安定的に運用していくため、下水道以外の事業との連携体制を構築することも非常に重要である。事業の成立要件として、原料としての資源を継続的に確保するための連携、処理場で生成した資源やエネルギーの利用先としての連携が考えられる。

事業連携には、以下に示すような方式が考えられるが、本手引き(案)では既に実績のある①を想定している。



また、①の事業連携において確認しておくべき事項を以下に示す。

### <留意点>

- ・ 連携先が適切な距離の範囲内にある
- ・ 長期間に渡る連携の可能性がある
- ・ 互いにメリットを享受できる
- ・ バイオマスを受け入れるための設備が必要である
- ・ 生ごみの分別収集が必要である
- ・ 汚泥量増加となる

## 2.6 技術面での可能性評価

ここでは、現在抱えている課題を再確認するとともに、技術的視点での基本事項の確認を行う。

確認は下図の順序で行い、課題に対しどのような技術の導入が候補として考えられるかを決定する。



### (1) STEP1：基本項目のチェック

下表に示す課題についてチェックを行う。また、自治体のエネルギービジョン等で下水道部門としての目標が割り当てられている場合には、割り当てられている目標を課題としてSTEP1の基本項目のチェックを行う。

また、新技術導入検討の契機となる大きな要素として既存施設の改築・更新計画や処理場敷地内の余裕の有無といった重要項目がある。

表 2-1 STEP 1：基本項目チェック

チェック番号	現在抱えている課題	チェック (例)	視点
1	1-① 汚泥処分費用の削減		コスト面
	1-② 最終汚泥処分量の削減		
	1-③ 廃棄物処分量の削減（自治体全体）	○	
	1-④ 燃料等の高騰リスクへの対応		
	1-⑤ 水処理の効率化		
	1-⑥ 民間委託における事業者メリットの拡大		
2	2-① 改正省エネ法等への対応		環境面
	2-② エネルギー・CO <sub>2</sub> 排出削減目標（自治体等）の達成	○	
	2-③ バイオマス活用の目標（自治体等）の達成		
	2-④ エネルギー供給事業者のエネルギー供給構造高度化法、RPS 法等への対応の支援		
3	3-① 災害時の燃料・電力確保		防災面
	3-② BCP		
	3-③ 防災施設への燃料・電力供給		

※1 - ③、2 - ②を選択した場合の例

(2) STEP2：候補となる技術のチェック

STEP1 でチェックした項目に対し、対応可能な技術を下表に入力する。対応可能な技術については図 2-1 課題と対応技術一覧を参考とする。

入力した結果、最も重複する技術を検討対象技術とする。なお、結果として複数技術が対象となる場合もある。

表 2-2 STEP2：候補となる導入技術のチェック

チェック番号	候補となる技術(表 2 のチェックに対応)	視点	
1	1-①	コスト面	
	1-②		
	1-③		A-1、A-2、B-1、C-1
	1-④		
	1-⑤		
	1-⑥		
2	2-①	環境面	
	2-②		A-1、A-2、A-3、B-1、B-2、C-1、C-2、C-3、D-1
	2-③		
	2-④		
3	3-①	防災面	
	3-②		
	3-③		

※赤字は各チェック項目で重複する技術

A：汚泥消化

- A-1：消化ガス発電
- A-2：消化ガスの都市ガス代替利用
- A-3：消化ガスの精製・売却

B：汚泥炭化

- B-1：固形燃料化・売却
- B-2：活性炭化・売却

C：汚泥乾燥燃料化

- C-1：補助燃料として場内利用
- C-2：固形燃料化・売却
- C-3：肥料化・売却

D：リン回収

- D-1：回収したリンの売却

### (3) STEP3：利用可能性確認

技術導入により生成した資源やエネルギーについて、その安定的な有効利用先、販路について十分な事前調査を行っておく必要がある。概略検討レベルでは、「2.4 潜在的ユーザの評価方法例」を参考に進めることができる。

#### <有効利用先の調査・選定方法例>

- ・ 先行している他都市へのヒアリングにより調査方法の参考とする
- ・ 他事業、他部署等の既往販売経路や取引のあるメーカーを活用した情報収集を行う
- ・ P F I 事業を採用し要求水準書の条件として有効活用方法を明記させる
- ・ 一般公募
- ・ 既往手引き等に示される事例を参考にする。

例：下水道におけるリン資源化の手引き 国交省 都市・地域整備局下水道部 H22.3 資料編

ただし、実際に製造物を取り引きする際には、引き取り側の事情・ニーズに合わせ個別具体的に協議し契約手続きを進めることになる。取引先との需給関係を満足するためには、事前調査として下記項目等を把握しておく必要がある。

- ・ 供給側（下水処理場側）の技術、能力、状況の整理（供給可能量、季節変動、供給品質、搬出方法など）
- ・ 需要者側（取引先）の状況・ニーズの把握（製造物必要量、必要時期、事業持続性、受入施設、要求品質など）
- ・ コスト面での対応可能性
- ・ 空間的制約条件を整理(既存建築物の状況、搬出先との地理的關係、搬出ルートなど)

下水汚泥の資源・エネルギー化事業は、公共用水域の水質保全の促進、資源の循環利用、処分量の縮減、温室効果ガスの削減といった環境施策として実施する意味合いが強く、採算性の確保は困難な側面がある。

しかし、汚泥処分費の削減なども含め下水道事業の経営改善への貢献も資源・エネルギー化事業の目的であり、出口戦略を見据えて事業に取り組むことも非常に重要である。

## 2.7 参考図書

導入予定の技術について、参考となる既往指針、手引き類について下表に示す。

表 2-3 導入技術と指針・手引き類

技術区分	対象技術	主な記載内容	資料番号
固形燃料化	汚泥炭化	<ul style="list-style-type: none"> <li>各技術の概要</li> <li>国内及び海外の導入事例紹介</li> <li>導入検討の手順（調査方法、事業効果の算定方法など）</li> </ul>	主に③
	乾燥(改質乾燥含む)		
バイオガス利用	バイオガス発電	<ul style="list-style-type: none"> <li>製品の要求品質（固形燃料、バイオガス）</li> <li>ケーススタディ（固形燃料化、バイオガス発電、都市ガス利用）</li> <li>関連法令等</li> <li>補助制度等</li> <li>施設ごとの費用関数（運転費・維持管理費）</li> <li>施設の処理プロセスごとのGHG排出係数</li> </ul>	① ② ⑤ ⑥
	燃料電池		
	バイオガス自動車燃料		
	都市ガス利用		
リン資源化	MAP法	<ul style="list-style-type: none"> <li>リン資源の現状</li> <li>各技術の概要</li> <li>導入検討の手順（調査方法、事業効果の算定方法など）</li> <li>品質管理</li> <li>検討事例紹介</li> <li>導入事例紹介</li> <li>関連法令等</li> <li>肥料の製造工程と流通</li> <li>費用関数（建設費・維持管理費・用地面積（灰アルカリ抽出法のみ））</li> </ul>	④
	灰アルカリ抽出法		
	HAP法		
	部分還元溶融法		

### 手引き類

- ① 下水処理場へのバイオマス(生ごみ等)受け入れの手引き (財)下水道新技術推進機構 H22.3
- ② バイオソリッド利活用基本計画策定マニュアル 国交省 都市・地域整備局下水道部 H16.3
- ③ 下水汚泥エネルギー化技術ガイドライン(案) 国交省 都市・地域整備局下水道部 H23.3
- ④ 下水道におけるリン資源化の手引き 国交省 都市・地域整備局下水道部 H22.3

### B-DASH プロジェクト

- ⑤ バイオガスを活用した効果的な再生可能エネルギー生産システム導入ガイドライン(案) 国土技術政策総合研究所資料 H25.7
- ⑥ 超高効率固液分離技術を用いたエネルギーマネジメントシステム導入ガイドライン(案) 国土技術政策総合研究所資料 H25.7



## 第3章 事業の実施可能性の評価

### 3.1 概算事業費の算定方法

ここで求めるコストは、技術導入を本格検討すべきかを判断するための概略手法であり、費用関数を用いて算出する。算出項目は、施設の建設、設備設置に要する費用と維持管理費とし、別添の「下水汚泥の資源・エネルギー化技術に関する概略検討の手引き(案).xlsx」を用いて計算することができる。建設工事費についてはデフレーターを考慮する。

なお、施設撤去・解体費用および資源・エネルギーの売却益は計算対象外とする。

#### (1) 費用関数

本検討に用いる費用関数を表3-1～表3-4に示す。

表3-1 概算費用の算出方法(エネルギー化、脱水、焼却)

対象技術	建設費		維持管理費	
	費用関数	入力	費用関数	入力
固形燃料	$y=277.74x^{0.5122}$ (億円)	x:処理能力 脱水汚泥 t-wet/日	$y=1.8697x+96.31$ (百万円/年)	x:処理能力 脱水汚泥 t-wet/日
バイオガス 発電	$y=0.0407x^{1.288}$ (土木・建築、百万円) $y=4.8485x^{0.7556}$ (設備、百万円)	総発電施設 規模(kw)	$y=29.647x+5996.4$ (千円/年)	総発電施設 規模(kw)
消化槽	$y=0.169x^{0.539}$ (土木・建築、億円) $y=0.516x^{0.385}$ (機械設備、億円)	濃度1% 換算汚泥量 m <sup>3</sup> /日	$y=0.171*(x*365)^{0.39}$ (百万円/年)	濃度1% 換算汚泥量 m <sup>3</sup> /日
脱水	$y=0.227x^{0.440}$ (土木・建築、億円) $y=0.434*x^{0.373}$ (機械設備、億円)	濃度1% 換算汚泥量 m <sup>3</sup> /日	$y=0.039x^{0.596}$ (百万円/年)	濃度1%換算汚泥量 or 濃度1%換算消化汚泥量×365 m <sup>3</sup> /日
焼却	$y=1.361x^{0.380}$ (土木・建築、億円) $y=1.888x^{0.597}$ (機械設備、億円) $y=0.726x^{0.539}$ (電気設備、億円)	施設規模 (t/日)	$y=0.287*(x*365)^{0.673}$ (百万円/年)	施設規模 (t/日)

濃度1%換算汚泥量：汚泥中の固形物量(t-DS)×100

出典：固形燃料、バイオガス発電：下水汚泥エネルギー化技術ガイドライン(案)  
消化槽、脱水、焼却：バイオンソリッド利活用基本計画策定マニュアル

表3-2 概算費用の算出方法(リン回収)

リン資源 化技術	建設費		維持管理費	
	費用関数	適用範囲	費用関数	適用範囲
MAP 法 (脱水ろ液)	$y = 2.2591x + 244.00$ (百万円)	$10 < x < 500$ (千 m <sup>3</sup> /日) x : 日最大下水処理量 (千 m <sup>3</sup> /日)	$y = 0.0684x + 0.7022$ (百万円/年)	$10 < x < 500$ (千 m <sup>3</sup> /日) x : 日平均下水処理 量 (千 m <sup>3</sup> /日)
MAP 法 (消化液)	$y = 1.9888x + 107.98$ (百万円)	$10 < x < 500$ (千 m <sup>3</sup> /日) x : 日最大下水処理量 (千 m <sup>3</sup> /日)	$y = 0.1334x + 0.6595$ (百万円/年)	$10 < x < 500$ (千 m <sup>3</sup> /日) x : 日平均下水処理 量 (千 m <sup>3</sup> /日)
灰アルカリ 抽出法	$y = 0.2076x + 167.05$ (建屋等を含まない) (百万円)	$400 < x < 10,000$ (t-Ash/年) x : 年間焼却灰量 (t-Ash/年)	$y = 0.0192x + 3.343$ (百万円/年)	$400 < x < 10,000$ (t-Ash/年) x : 年間焼却灰量 (t-Ash/年)
HAP 法 (返流水)	$y = 6.0893x + 35.771$ (百万円)	$10 < x < 500$ (千 m <sup>3</sup> /日) x : 日最大下水処理量 (千 m <sup>3</sup> /日)	$y = 0.1374x + 0.1797$ (百万円/年)	$10 < x < 500$ (千 m <sup>3</sup> /日) x : 日平均下水処理 量 (千 m <sup>3</sup> /日)
HAP 法 (脱水ろ液)	$y = 1.4529x + 46.877$ (百万円)	$10 < x < 500$ (千 m <sup>3</sup> /日) x : 日最大下水処理量 (千 m <sup>3</sup> /日)	$y = 0.0339x + 0.2515$ (百万円/年)	$10 < x < 500$ (千 m <sup>3</sup> /日) x : 日平均下水処理 量 (千 m <sup>3</sup> /日)
部分還元 融解法	$y = 0.1420x + 979.24$ (百万円)	$1,000 < x < 50,000$ (t-Ash/年) x : 年間焼却灰量 (t-Ash/年)	$y = 0.0352x + 122.45$ (人件費を含む) (百万円/年)	$1,000 < x < 50,000$ (t-Ash/年) x : 年間焼却灰量 (t-Ash/年)

出典：下水道におけるリン資源化の手引き

表 3-3 概算費用の算出方法(バイオマス受け入れ施設)

	建設費		運転費			
		費用関数	適用範囲		費用関数	適用範囲
生ごみ前処理施設	機械設備	$Y(\text{百万円}) = 98.6 * Q^{0.475}$	Q : 生ごみ処理量 (t-wet/日) (=生ごみ搬入量 (日最大)) ( $2 \leq Q(\text{t-wet/日}) \leq 100$ )	消費電力量	$Y(\text{MWh/年}) = 94.6 * Q^{0.430}$	Q : 生ごみ処理量 (t-wet/日) (=生ごみ搬入量(日平均)) ※電力単価は実績を基に設定
	電気設備	$Y(\text{百万円}) = 29.6 * Q^{0.512}$		補修費	$Y(\text{百万円/年}) = 7.58 * Q^{0.264}$	
	土木	$Y(\text{百万円}) = 22.4 * Q^{0.504}$				
	建築	$Y(\text{百万円}) = 75.9 * Q^{0.342}$				
し尿等前処理施設	機械設備	$Y(\text{百万円}) = 137.2 * Q^{0.195}$	Q : し尿処理量 (kl/日) ( $20 \leq Q(\text{kl/日}) \leq 200$ )	消費電力量	$Y(\text{MWh/年}) = 230 * Q^{0.0949}$	Q : し尿処理量 (kl/日) ( $20 \leq Q(\text{kl/日}) \leq 200$ )
	電気設備	$Y(\text{百万円}) = 36.5 * Q^{0.232}$		補修費	$Y(\text{百万円/年}) = 3.05 * Q^{0.195}$	
	土木・建築	$Y(\text{百万円}) = 117.2 * Q^{0.111}$				
混合施設	機械設備	$Y(\text{百万円}) = 8.26 * Q^{0.400}$	Q : 混合槽容量 (m <sup>3</sup> ) ( $16 \leq Q(\text{m}^3) \leq 1,000$ ) ※生ごみ、下水汚泥等全汚泥量に対し 2 日間程度の滞留時間を見込む	消費電力量	$Y(\text{MWh/年}) = 9.45 * Q^{0.493}$	Q : 混合槽容量 (m <sup>3</sup> ) ( $16 \leq Q(\text{m}^3) \leq 1,000$ ) ※生ごみ、下水汚泥等全汚泥量に対し 2 日間程度の滞留時間を見込む
	電気設備	$Y(\text{百万円}) = 0.836 * Q^{0.535}$		補修費	$Y(\text{百万円/年}) = 0.184 * Q^{0.400}$	
	土木・建築	$Y(\text{百万円}) = 2.01 * Q^{0.583}$				
脱硫塔	$Y(\text{百万円}) = 0.878 * Q^{0.761}$	Q : 処理能力 (m <sup>3</sup> /時)	$Y(\text{百万円/年}) = 0.0796 * Q^{0.761}$			
ガスホルダ (機械設備工事一式)	$Y(\text{百万円}) = 10.4 * Q^{0.437}$	Q : 貯留容量 (m <sup>3</sup> ) ( $100 \leq Q(\text{m}^3) \leq 5,000$ )	$Y(\text{百万円/年}) = 0.283 * Q^{0.302}$			

出典：下水処理場へのバイオマス(生ごみ等)受け入れの手引き

表 3-4 概算費用の算出方法(小型バイオガス発電)

	出力	効率	建設費	維持管理費
A	25kw	発電効率:32% 総合効率:84%	約 25,000 千円/1 台 (発電機、シロキサン除去設備、設備設置費、基礎電気工事、配管、配電盤工事、据付工事、熱交換器を含む)	約 15,800 千円/15 年
B	25kw	発電効率:35% 総合効率:81~85% (実証試験中)	約 17,000 千円/1 台 (発電機、シロキサン除去設備、制御盤、熱回収装置含む、配管、据付工事費は含まない)	約 14,350 千円/15 年

出典：下水汚泥エネルギー化技術ガイドライン(案)

バイオガスの都市ガス利用・燃料利用については事例が少なく費用関数はないため、実績値を参考に費用を概算する。

表 3-5 概算費用の算出方法(都市ガス利用、燃料利用)

技術	施設規模	建設費 (百万円)	維持管理費 (百万円/年)	備考
自動車燃料利用精製	660Nm <sup>3</sup> /h	1,529	38.0	高圧水吸収法
消化ガス精製設備	225Nm <sup>3</sup> /h	361	—	脱硫設備 ガスタンクは既設利用
都市ガス原料供給	138Nm <sup>3</sup> /h	224	8.7	
導管注入	83Nm <sup>3</sup> /h	343	40.4	

出典：下水汚泥エネルギー化技術ガイドライン(案)

#### (1) 概算方法

- 1) 建設費は、実績規模に対し 0.6 乗則に則ると仮定する。

$$\left( \frac{\text{検討対象規模}}{\text{実績規模}} \right)^{0.6} \times \text{実績費用}$$

- 2) 維持管理費は、処理量に比例すると考えて良いことから施設規模に正比例すると仮定する。

$$\left( \frac{\text{検討対象規模}}{\text{実績規模}} \right) \times \text{実績費用}$$

#### (2) 計算例：自動車燃料利用精製

条件：検討対象施設規模が 1,000Nm<sup>3</sup>/h の場合

$$\text{建設費：} \left( \frac{1,000}{660} \right)^{0.6} \times 1,529 = 1,962(\text{百万円})$$

$$\text{維持管理費：} \left( \frac{1,000}{660} \right) \times 38 = 58(\text{百万円/年})$$

---

## (2) 年価計算

年価計算方法については以下のとおりとする。

1. 用地取得費は含まない。
2. 年当たり費用は、以下の係数を乗じて算出する。

$$\cdot \left[ i + \frac{i}{(i+1)^n - 1} \right]$$

ここで、

i : 利子率 (=割引率)

「バイオソリッド利活用基本計画策定マニュアル」(平成16年3月 国土交通省 都市・地域整備局、(社)日本下水道協会)の計算例に基づき2.3%とする。

n : 耐用年数

「下水道施設の改築について」平成15年6月19日 国都下事第77号 下水道事業課長通知 の別表に定める期間に準じ、土木・建築設備については消化槽の場合45年とし、それ以外は50年に設定する。また、機械・電気設備については、設備ごとに耐用年数が定められているが、概ね代表的な値として15年に設定する。

なお、上記のような区分を用いず、施設全体を一律20年とするような方法もある。

### 3.2 導入技術の経済性評価

費用関数を用いて試算した結果について、従来施設の改築・更新と新たな技術を導入した場合のコスト一覧を作成し、総事業費および年価により経済性比較を行う。

表 3-1 経済性比較表作成例

A. 現況施設の改築・更新		B. 新技術の導入			
建設費（国庫補助あり、百万円）	208.2	建設費（国庫補助あり、百万円）	572.7		
維持管理費（百万円）	1.9	維持管理費（百万円）	127.0		
国庫補助率（建設費）	0.55	国庫補助率（建設費）	0.55		
建設費年価 （国庫補助控除、百万円/年）	16.6	建設費年価 （国庫補助控除、百万円/年）	45.6		
建設費年価（国庫補助控除）+ 維持管理費	18.5	建設費年価（国庫補助控除）+ 維持管理費	172.6		
単位：百万円					
<b>検討施設1</b>					
対象技術	自動車燃料利用精製	対象技術	バイオガス精製設備		
建設費	建設費（百万円）	208.2	建設費（百万円）	109.1	
	合計	208.2	合計	109.1	
年価 換算値	建設費（百万円）	16.6	年価 換算値	建設費（百万円）	8.7
	合計	16.6	合計	8.7	
維持管理費	0.7	維持管理費			
処分委託費 （百万円）	脱水汚泥	0.0	生成物		
	焼却灰	1.2			
合計値 （建設年価+維持管理費+処分委託費）	18.5	合計値 （建設年価+維持管理費）	8.7		
実績値入力	建設費	0.0			
	維持管理費	0.0			
	処分委託費	0.0			

### 3.3 環境評価

新技術導入の判断においては、経済性だけでなく環境面での評価が重要である。ここでは、既往の関数を用いて環境面での効果について概略評価する。

(1) エネルギー消費量の試算

エネルギー消費量は表3-2、表3-3に示す関数を用いて算出する。

表 3-2 消費エネルギー(1)

			①消化ガス発電	②消化ガスのガス管導入利用
消費エネルギー	消費電力量 (千kwh/年)	消化槽①	$Q*20*5.3*365/1000$	$Q*20*5.3*365/1000$
		ガス精製設備 ②	$1.859*(Q*500)^{0.432}$	—
		脱水機①	$Q*0.6*5*20*365/1000$	$Q*0.6*5*20*365/1000$
		高度精製設備 ②	—	$8.633*(Q*500)^{0.559}$
		固形燃料化 施設①	—	—
		高温焼却①	—	—
	燃料(A重油) (kl/年)	固形燃料化 施設①	—	—
		高温焼却①	—	—
再生利用エネルギー量	発電機 (千kw/年)①	$(Q*500*0.67*0.6*35.8)*0.35/3.6*365/1000$	—	
	都市ガス利用 ②(千MJ/年)	—	$Q*45.4*35.8$	
	固形燃料① (千MJ/年)	—	—	
	固形燃料② (千MJ/年)	—	—	

Q: 乾燥汚泥重量: ds-t/日

出典: 下水汚泥エネルギー化技術ガイドライン(案)

表 3-3 消費エネルギー (2)

		③固形燃料化 (消化なし)	④固形燃料化 (消化あり)	⑤比較ケース (脱水→高温焼却)	
消費エネルギー	消費電力量 (千kWh/年)	消化槽①	—	—	
		ガス精製設備 ②	—	—	
		脱水機①	Q*5*5.8*365/1000	Q*0.6*5*20*365/1000	Q*0.6*5*20*365/1000
		高度精製設備 ②	—	—	
		固形燃料化 施設①	Q*5*95*365/1000	Q*0.6*5*93.3*365/1000	—
		高温焼却 ①	—	—	Q*5*113*365/1000
	燃料 (A重油) (kL/年)	固形燃料化 施設①	Q*5*55.6*365/1000	Q*5*9.1*365/1000	—
高温焼却①		—	—	Q*5*20.4*365/1000	
再生利用エネルギー量	発電機 (千kw/年)①	—	—	—	
	都市ガス利用 ②(千MJ/年)	—	—	—	
	固形燃料① (千MJ/年)	Q*16.7*365	—	—	
	固形燃料② (千MJ/年)	—	Q*0.6*13.8*365	—	

Q：乾燥汚泥重量：ds-t/日

出典：下水汚泥エネルギー化技術ガイドライン(案)



(2) 温室効果ガス排出量の試算

汚泥固形燃料化及び高温焼却の排ガスに含まれる温室効果ガス(GHG)排出量を表3-4に示す。また、GHG排出量については、表3-3及び表3-4で算出した消費エネルギー及び排ガス量に表3-5に示す係数を掛け合わせて算出する。

再生エネルギーであるバイオガス発電や消化ガスの都市ガス利用、固形燃料は、消費エネルギーから差し引くためにマイナスを乗じて算出する。

表3-4 排ガス中に含まれるGHG排出量

対象技術	③固形燃料化 (消化なし)	④固形燃料化 (消化あり)	⑤比較ケース (脱水→高温焼却)
排ガス(kgN <sub>2</sub> O/年)	Q*5*0.02*365/1000	Q*5*0.02*365/1000	Q*5*0.645*365/1000

Q：乾燥汚泥重量：ds-t/日

出典：下水汚泥エネルギー化技術ガイドライン(案)

表 3-5 温室効果ガス(GHG) 排出係数

温室効果ガス(GHG) 排出係数						LCA適用 係数②
項目	電気* (kgCO <sub>2</sub> /kwh)	A重油 (kgCO <sub>2</sub> /L)	排ガスN <sub>2</sub> O (kgCO <sub>2</sub> /kgN <sub>2</sub> O)	消化ガスの 都市ガス利用* (kgCO <sub>2</sub> /MJ)	固形燃料* (kg/CO <sub>2</sub> /MJ)	
係数	0.561	2.71	310	0.058	0.091	1.247
備考				同熱量分の都市 ガスを利用した 場合に排出され るCO <sub>2</sub>	同熱量分の石炭 を利用した場合 に排出される CO <sub>2</sub>	算出した総 CO <sub>2</sub> 量に乘じ て建設・撤去 分も加算

※バイオマス発電、消化ガスの都市ガス利用、固形燃料についてはマイナスを付けて算出する。

出典：①下水道における地球温暖化防止推進計画策定の手引き

②下水道におけるLCA適用の考え方

表 3-6 本章で使用している用語

項目	濃縮汚泥重量	脱水汚泥重量	固形物重量	強熱減量重量
単位	t	wet-t	ds-t	Vs-t
概要	濃縮プロセスを経 た汚泥の重量	脱水プロセスを経 た汚泥の重量	脱水汚泥中に含ま れる水分を除いた 固形物の重量	汚泥固形物中に含 まれる有機物の重 量(無機分を除く) 固形物受領
含水率	95%程度	80%程度	0	0
体積倍率 (固形物を1 とした場合)	20	5	1	0.8

### 3.4 詳細検討実施の判断(参考)

導入する資源・エネルギー化技術を選定するためには、経済性、環境面（GHG排出量削減効果、エネルギー削減効果）、防災面での安全性、事業継続性等、様々な視点から対象技術进行评估し、詳細検討実施の判断を行う必要がある。しかしながら、重視する評価基準は下水道事業者によって異なるため、判断基準を統一化することは困難である。そこで本手引きでは、評価方法の一例として、下記の方法を紹介する。各下水道事業者においては、それぞれの判断基準に見合った評価を行われたい。


#### 【詳細検討実施判断(例)】

既存施設（技術）と導入対象施設（技術）に関する評価項目（GHG排出量削減効果、経済性、事業継続性等）を抽出する。それらの評価項目に対し、下水道事業者の社会的背景、事業を考慮し、事業への重要度・影響度を踏まえて得点を配分する（経済性に50点、GHG排出量削減効果に20点…等）。次に項目ごとに既存施設の改築・更新をする場合と新技術を導入する場合とで点数付けを行い、総合点数にて比較を行う。

各項目に対し、有利と判断される側を満点とし、他方を満点に対しどの程度であるかを相対評価で得点する。評価項目によっては、定性的評価にならざるを得ない場合もあるので、事業の社会的位置付け、評価項目の要求性能等を客観的に判断して評価を行う。各項目の合計点を比較し、新技術が有利であれば詳細検討の実施とする。

下表の例では、新技術の方が既存施設の改築・更新より有利と判断され、詳細検討の実施となる。

表 3-7 技術導入詳細検討実施の最終判断(例)

技術概要 (フロー図)	既存施設の改築・更新			新技術の導入		備考	
	評価項目	満点	検討結果	点数	検討結果		点数
							
①	経済性	50	606.7(百万円/年)	34	415.1(百万円/年)	50	建設費、運転・維持管理費、売却益などの年 価換算値
②	GHG排出量	20	8,464(t-CO2/年)	0	-1,542(t-CO2/年)	20	汚泥処理プロセスで発生する温室効果ガス (CO2換算値)
③	事業継続性	20	焼却灰埋立地が2018年に容量 オーバーにより使用不可能とな るため、代替地を探す必要有り	5	PFI方式採用により、製造した 固形燃料は20年間近隣火力発 電所で使用予定。	20	
④	安全性(防災面)	5	-	0	被災時には、消化ガス発電に よる非常電源として使用可能。 消化槽は非常時に汚泥貯留が 可能	5	
⑤	維持管理性	5	施設数が少なく、維持管理が 容易。	5	高濃度返流水へによる水処理 への影響。運転管理の煩雑さ が増大。	0	
	計	100		44		95	
	評価		経済性、GHG排出量削減効果 など重視される評価項目におい て、新技術導入案よりも劣るた め、不適とする	×	評価項目のほぼ全てにおい て、優位である。また、消化槽 の新設により地域バイオマス受 入の可能性も見込める。	○	

## 第4章 事業化に向けた検討手順と必要な手続き

### 4.1 検討手順とスケジュール

技術およびコスト面の概略検討により事業の実施可能性があると評価された場合、事業の具体化に向けた検討を実施する。下図に主な検討の流れ、関連法令および想定される主な手続きを示す。

検討の流れ	主な手続き・申請
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">事業内容の検討 F・S</div> <div style="text-align: center;">↓</div>	<u>固形燃料</u> ・ 消防法 指定可燃物の貯蔵届けなど
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">事業連携の可能性検討</div> <div style="text-align: center;">↓</div>	
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">事業スキームの検討</div> <div style="text-align: center;">↓</div>	<u>バイオガス発電</u> ・ 電気事業法 保安規程の届出 電気主任技術者の選任 工事計画の事前提出
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">事業スケジュール検討</div> <div style="text-align: center;">↓</div>	
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">自治体内での意見調整</div> <div style="text-align: center;">↓</div>	<u>FIT 活用</u> ・ 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 系統連係協議 電力販売申し込み FIT 申請
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">調査・基本検討</div> <div style="text-align: center;">↓</div>	
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">実施設計</div> <div style="text-align: center;">↓</div>	<u>リン回収</u> ・ 肥料取締法 肥料登録申請
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">工事着工</div>	

図 4-1 事業化に向けた検討フロー

---

(1) 現況施設の状況による検討の留意点

1) 消化施設が既設の場合

消化ガスの利用方法の展開として、消化タンクの加温等の場内利用、ガス発電(場内・場外)、ガス精製による都市ガス導管注入、天然ガス自動車用の燃料などが考えられる。場内利用を検討するとともに余剰ガスについては将来展開もできるよう計画しておくことが望ましい。

消化ガスを用いた発電設備を整備し FIT 制度を活用して売電事業を行う場合、既設の消化施設に関する補助金の国庫返納の必要性について事前に確認しておく必要がある。

2) 消化施設が未設の場合

現況の汚泥処理施設をそのまま更新していく方法と消化施設の新設あるいは固形燃料化施設の新設を比較検討する。初期投資が大きい場合には、PFI 事業等の民間資金の活用も期待できる。固形燃料、バイオガス、消化ガス発電、肥料(リン)などの有効利用先の目途が立つ範囲で技術導入方法を検討する必要がある。

3) 脱水施設のみ既設の場合

消化施設を追加整備する方向で検討する。留意点としては、既存脱水設備が消化汚泥に十分対応可能か事前に確認し、対応していない場合には脱水設備を更新する時期にあわせて消化施設を追加整備する方法が考えられる。

4) 焼却施設まで既設の場合

消化施設や固形燃料化施設を追加整備する場合、そのことにより焼却施設能力に余裕が生じる場合も想定される。その場合、使用しなくなる焼却施設の維持管理費に新規施設の維持管理費が加わることや既存施設の認可変更、補助金返納の必要性についても検討し、新技術導入の判断をする必要がある。

具体的な比較検討方法については、本手引き(案)の第2章、第3章を参考されたい。

---

## (2) 技術選択における留意点

### 1) 消化ガス発電設備

- ・ 比較的小規模な処理場も検討対象とすることができる。
- ・ 発電設備の規模と台数の組み合わせについて、故障時やメンテナンス時のバックアップ対応を考慮して柔軟に対応できるよう設定することが望ましい。
- ・ 処理場内での電力利用において、通常の電力需給契約と自家発点検・故障等に備えた自家発補給契約を結ぶ必要があるが、自家発補給契約は点検時機を適切に管理すれば、1台分の電力契約で良いため、1台当たりの自家発規模を小さくしておくことで、自家発補給電力契約額の低減化を図ることが可能となる。

### 2) 固形燃料化施設

- ・ 比較的大規模な処理場での採用例が多く、事業費が高くなりがちであることから、民間資金活用方法を検討することが望ましい。
- ・ 施設全体を更新する場合だけでなく、既存施設との共存の可能性もあり、管理・運営方法の検討が必要である。
- ・ 燃料化施設からの大気汚染物質について確認しておく必要がある。
- ・ 固形燃料の引き受け側にも一定の設備投資が必要であり、費用回収のためには一定量の安定的な固形燃料を供給できることが必要となる。

### 3) リン回収施設

- ・ 原水のリン濃度など条件が常に一定であれば安定的にリン回収できるが、条件や環境が変動した場合の対応方法を事前に準備しておく必要がある。
- ・ 施設の維持管理を包括的民間委託等に行っている場合が多いが、現場担当者の経験知により運営される場所もあり、人材育成の仕組みも検討しておく必要がある。
- ・ MAP法では、処理プロセスで様々な箇所にMAPが付着し清掃が欠かせないため、閉塞の可能性が高い場所を確認しておくとともに、配管内の目づまり具合を確認しやすいもの(スパイラルホースなど)にするなど清掃のし易さに工夫が必要である。
- ・ 下水汚泥由来であることへの忌避感へ対応できるよう広報活動も重要である。
- ・ 農業や肥料について専門知識を有する人材の確保、育成も重要である。

## (3) 補助事業およびその他制度の活用

国の補助事業例を以下に示す。

- ・ 汚水処理施設共同整備事業(MICS)
- ・ 新世代下水道支援事業(未利用エネルギー活用型、機能高度化促進事業新技術活用型)
- ・ 民間活用型地球温暖化対策下水道事業
- ・ 民間活力イノベーション推進下水道事業
- ・ FIT(固定価格買取制度)

その他の各種助成制度については、「下水汚泥エネルギー化技術ガイドライン(案) 参考資料編」、「下水道事業の手引」、各種HP、資料を参照されたい。

これらを活用し初期費用負担の軽減を図ることが重要である。また、維持・運営費用については、「4.6 リスク分担」の考え方も参考にしながら現実的に運営可能なコスト負担を設定する。

## (4) 関連する主な法令と申請書類

資源・エネルギー化技術導入に当たり必要となる主な申請書類について下表に示す。

その他、確認すべき関係法令については次頁以降に示す。これらに加え、廃棄物の処理及び清掃に関する法律、自治体の条例による上乗せ基準、法令ほどの拘束力はないが地域レベルでの努力目標がある場合など確認しておくことが望ましい。

なお、詳細については「下水汚泥エネルギー化技術ガイドライン(案)」等既存資料、各種HPを参照されたい。また、申請様式例を参考資料編に示す。

表 4-1 主な申請書類

対象技術	申請書類など	関係法令
固形燃料	指定可燃物の貯蔵届け	消防法第9条の4、10条の3,4 (貯蔵及び取扱いの技術上の基準) (位置、構造及び設備の技術上の基準) 指定数量未満：市町村条例 指定数量以上：政令
バイオガス発電	電気主任技術者選任届け	電気事業法第43条
	保安規程届け	電気事業法第42条
	工事計画提出	電気事業法第48条
	FIT設備認定申請	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
リン回収 (肥料利用)	肥料登録申請	肥料取締法第4条

表 4-2 関係法令一覧(1)

対象技術	法律名	条項等	関係機関
固形燃料	電気事業法	法第42条第1項、43、48条第1項、69、70～73条、施行規則第65条	市町村長、 経済産業大臣
	消防法	法第9条の4、10条の2、3、17条、88条第1項	都道府県知事、消防署長、 消防局都道府県建築士事務所
	騒音規制法	法第6条第1項、88条第1項	市長村長
	工場立地法	法第6条第1項	都道府県知事
	大気汚染防止法	法第6条第1項、18条第1項	都道府県知事
	悪臭防止法	—	市町村長
	水質汚濁法	法第5条第1項	都道府県知事
	振動規制法	法第6条第1項	市町村長
	建築基準法	法第6条第1項	消防局・ 都道府県建築士事務所
	労働安全衛生法	法第88条第8条	労働基準監督局
労働基準法	施行規則第57条	労働基準監督局	
バイオガス発電	電気事業法	施行規則第65条、法第42条第1項、43、48条第1項、49条第1項、52条	市町村長、経済産業大臣、 発電設備技術検査協会理事長
	消防法	予防条例第12、46、48条の3、57条-7等、法第9条の2、17条	消防署長
	大気汚染防止法	法第6条第1項	都道府県知事
	建築基準法	法第6条第1項、52条13項	消防局・都道府県知事
	労働安全衛生法	法第10、14、91条	労働基準監督署長
	ガス事業法	施行規則第111条、法第31条	経済産業大臣

表 4-2 関係法令一覧(2)

対象技術	法律名	条項等	関係機関
リン回収 (肥料利用)	肥料取締法	法第2、3条、4条	農林水産大臣 都道府県知事
	農用地における土壌中の重金属等の蓄積防止に係わる管理基準	環境庁水質保全局長通知	環境省
	農用地の土壌の汚染防止に関する法律	法第5条	都道府県知事
	土壌汚染対策法 (施行規則)	環境省令第29号別表第2	環境大臣



## 4.2 事業スキームの考え方

処理場の資源・エネルギー化の各技術と現在の処理場の施設状況に応じて適切な事業形態、契約方式を選定する。表 4-3 に事業形態一覧を示す。

国内の下水汚泥エネルギー化事業の先行事例では、固形燃料化事業で DBO 方式が多く、バイオガス発電事業では BTO 方式が多い。

表 4-3 事業形態一覧

		施設所有	設計建設	維持管理運営	資金調達	改築更新		
従来型公共事業		公共	公共	公共	公共	公共		
P P P 事業 手法	民間委託	アウトソーシング (業務委託)	公共	公共	民間 (単年度・個別)	公共	公共	
		公設民営化	公共	公共	民間 (長期・包括)	公共	公共	
	DB(設計施工一括発注方式) (Design Build)		公共	民間主体	公共	公共	公共	
	DBO (Design Build Operate)		公共	民間主体	民間主体	公共	公共	
	P F I 事業	BTO (Build Transfer Operate)		公共	民間	民間	民間	公共
		BOT (Build Operate Transfer)		民間～公共	民間	民間	民間	公共
		BOO (Build Own Operate)		民間	民間	民間	民間	公共
		コンセッション		公共	民間	民間	民間	民間
民営化		民間	民間	民間	民間	民間		

以下に採用事例の多い事業方式について概略を示す。

### ① DB 方式 (Design Build)

設計・施工一括発注方式。高度な技術を要する場合や、設計・施工の技術が一体で開発される等設計・施工技術を一括して採用することが品質・コストおよびリスクの面で適切と判断される場合に採用される。

### ② DBO (Design Build Operate)

DB 方式に運営および維持管理までを一括して発注する方式。BTO 方式との大きな違いは、資金調達を公共が行う点にある。

### ③ BTO (Build Transfer Operate)

施設の設計および建設後に施設所有権を公共に移転し、事業期間内の維持管理および運営を行う。事業期間終了後の施設の取り扱いは下水道管理者が決定する。

PFI事業を採用することで、税制上の優遇や公共施設の長期貸し付けが可能になるなどのPFI法制度によるメリットを受けることができるが、自治体内にノウハウが蓄積されていない場合には事業者募集作業が繁雑になる可能性がある。

また、SPCを設置すると会社法が適用され経営状態をチェックしやすくなるが、SPC設立費用や維持費という負担が企業側に生じる。処理場の資源・エネルギー化の各技術の導入事例について以下に示す。

表 4-4 汚泥固形燃料化事業事例

自治体	施設	事業方式	実施方針公表 (事業期間)	概要
東京都	東部スラッジプラント	DBO	2005. 6. 1	汚泥炭化施設の設計、建設、維持管理及び運営。
宮城県	県南浄化センター	DBO	2007. 5. 21	造粒乾燥方式による燃料化事業について、設計、建設、維持管理及び運営。
広島市	広島市西部水資源再生センター	DBO	2008. 10. 20 (2009. 3～2032. 3 23年間)	低温炭化施設の設計、建設、維持管理及び運営。
愛知県	衣浦東部浄化センター	DBO	2009. 3. 27	低温炭化施設の設計、建設、維持管理及び運営。
大阪市	平野下水処理場	PFI (BT0)	2010. 4. 28 (2011. 4～2032. 3 21年間)	炭化燃料設備の設計、施工、維持管理及び運営、最終生成物の有効利用、燃料化設備を設置する建築物の維持管理。
熊本市	南部浄化センター	DBO	2010. 9. 29	低温炭化施設の設計、建設、維持管理及び運営。

表 4-5 バイオガス発電事業事例

自治体	施設	事業方式	実施方針公表 (事業期間)	概要
東京都	森ヶ崎水再生センター	PFI (BT0)	2001. 9. 5 (2004. 4～2024. 3 20年間)	常用発電設備を建設・運営し、センターに電力及び温水を供給。
大阪市	津守下水処理場	PFI (BT0)	2005. 3. 2 (2006. 4. ～2027. 3 21年間)	常用発電設備を建設・運営し、電力及び熱を津守下水処理場へ供給。
横浜市	北部汚泥資源化センター	PFI (BT0)	2007. 9. 4 (2008. 8～2030. 3 22年間)	バイオガス発電設備の更新に関する計画・設計・建築、運営、維持管理。
黒部市	黒部浄化センター	PFI (BT0)	2008. 1. 31 (2009. 4. ～2027. 3 18年間)	バイオマス利活用施設整備（発電設備、汚泥乾燥施設整備）

表 4-5 リン回収事業事例

自治体	施設	引き取り先	回収手法
岐阜市	北部プラント	J A、園芸店	灰アルカリ抽出法
鳥取市	秋里下水週末処理場	肥料登録準備中	灰アルカリ抽出法
島根県	宍道湖東部浄化センター	肥料製造会社	MAP法
福岡市	秋白、東部、西部水処理センター	J A	MAP法

表 4-6 事業連携事例

自治体	施設	連携先	事業内容	事業方式	特徴
北広島市	北広島下水処理センター	市内部の事業連携	乾燥汚泥の緑農地還元ガスは施設用	—	家庭系生ゴミの受け入れ
黒部市	黒部浄化センター	飲料メーカー	バイオガス発電補助燃料	PFI (BTO)	コーヒー粕を受け入れることでガス発生を安定化
神戸市	東灘処理場	大阪ガス株式会社	ガス供給(場内、都市ガス、自動車)	—	木質・食品系バイオマスとプリンかすを受け入れてガス量増加
愛知県	衣浦東部浄化センター	中部電力株式会社	固形燃料	DBO	低温炭化による品質改善
広島市	西部水資源再生センター	Jパワー竹原火力発電所	固形燃料	DBO	低温炭化による品質改善

下表にBTO事業を採用した場合の一般的な検討手順を示す。

表 4-7 検討手順とスケジュール例 (BTO事業の場合)

	下水道管理者	事業者	備考
検討開始	<b>事業の発案と構想を議論</b>		
1年目⇒ (構想)	⇒ <b>本手引き(案)を活用し、 事業化の実施判断</b>		
2年目⇒ (調整)	実施方針の策定 ・自治体内での意見調整		
3年目⇒ (計画)	F・S検討 ・事業計画策定 ・事業スキーム決定 ・スケジュール策定 議会への報告・承認		(事前モニタリング) 事業連携の可能性確認
4年目⇒ (準備)	要求水準書、評価方法決定 事業者公募資料を作成		
5年目⇒	事業者公募 事業者決定	応募	公募型プロポーザルなど
	契約締結	SPC 設立 SPC	
	施設所有権獲得	← 施設設計・建設	
事業期間(20年) (運営開始)	モニタリング、支払 VFM獲得	事業運営 利益確保	
25年目⇒ (契約期間満了)	施設取扱い等の協議	← 事業移管 SPC 解散	<事業期間終了後> ・取り壊し ・自治体継続運営 ・維持管理を別途委託

以下にBTO(バイオガス事業)を想定した場合の要求水準書の記載項目例を示す。なお、固形燃料化事業については、「下水汚泥エネルギー化技術ガイドライン(案) 参考資料編」、先行事例等を参照されたい。

なお、要求水準書作成にあたり留意すべき事項として以下が挙げられる。

- ・ 事業目的、コンセプトを明確にする。
- ・ 民間事業者の創意工夫を最大限取り入れられるよう配慮する。
- ・ 当初に想定していないリスクの分担方法を明確にする。
- ・ 事業目的に合ったモニタリング手法、指標を用意する。

表 4-8 要求水準書の記載項目例 (BTO、バイオマス事業の場合)

項目	記載概要	備考
総則	事業の簡単な説明	
事業概要	施設概要、システムフロー図	
事業範囲	PFI事業者の事業範囲 下水道管理者の事業範囲	計画、設計、施工、維持管理、事業期間など
各種要求水準	バイオマスの供給条件(濃度、有機物量) 各施設の性能(ガス化施設、乾燥設備、発電設備など) 汚泥の場外搬出基準(含水率) 機能維持に関する基準 構造基準(耐震性能など) 周辺環境への配慮事項 準拠すべき法令、設計基準など	
設計業務	設計図書の作成方法 提出すべき各種書類を明記	
建設業務	工事監理方法、各種申請書類、仮設用地の確保の方法、完成検査の方法、完成検査に必要な図書	土木・建築、機械設備、電気・計装など
維持管理・運営	維持管理項目と役割分担 保守・点検方法 連絡・報告に関する事項 既存施設および新規施設の修繕・更新が必要となった場合の役割分担 ユーティリティ等の調達条件	自治体と事業者の役割  電気料金単価含む
その他重要な事項	当初受け入れ予定のバイオマス量が大きく増減した場合の対応(役割分担) 要求性能に満たない場合の改善・措置 事業期間終了時の対応	明け渡し条件など

### 4.3 自治体内での手続き

各技術における自治体内で必要となる手続き例を下表に示す。

表 4-9 自治体内の手続き(例)

分類	手続き	内容
各技術共通	庁内検討体制構築	作業部会、幹事会など
	局内会議	事業内容決定 技術調査 実施方針作成 F.S実施 事業(契約)方式決定
	議会報告	事業内容の報告
	事業認可(変更)申請	補助事業に必要な認可申請 既認可の変更申請書類作成
	議会承認	事業内容の合意

表 4-10 P F I 事業の手続き(例)

手続き	内容
事業者の選定	募集要項作成、要求水準書作成、優先交渉権者選定基準の作成・公表
協定書作成	—
契約書作成	—

## 4.4 関係機関との協議・手続事項

関係機関と必要な協議・手続き等を行う。

### (1) 事業計画変更と補助金返納

- 下水処理施設(水処理、汚泥処理)の主たる部分の変更(下水道法施行令第5条の2各号または第17条の7各号に掲げる変更)があれば変更手続きは必要である。主たる部分の変更でなければ協議により変更手続を不要とすることが可能である。
- 固形燃料化施設の新設は、汚泥処理施設の変更として計画変更が必要である。
- MAP法の導入は、水処理施設の変更として認可変更が必要である。
- 認可変更に伴い下水道事業以外と見なされる場合には、国庫補助金返納が必要となる可能性がある。

例：消化タンクの加温など場内利用目的で消化ガス利用するとして補助申請していた場合で、その後発電設備を導入し加温用としていたガスで発電しFIT活用すると、その部分について補助金返納となる可能性がある。

### (2) 肥料登録(農林水産省または都道府県知事)

- リン資源の肥料利用に関しては、肥料の生産、販売を行うために肥料の登録または届出が必要となる。肥料の分類および肥料の登録、届出については、「独立行政法人 農林水産消費安全技術センター (FAMIC)」等のHPを参考とされたい。

### (3) その他(固定価格買取制度等)

- 消化ガス発電等において、固定価格買取制度を用いた売電を行う場合、設備認定等で個別の協議が必要となる場合が多い。「経済産業省 資源エネルギー庁 HP」等をよく確認のうえ、事業検討を行う必要がある。
- その他の協議・手続については、「下水汚泥エネルギー化技術ガイドライン(案)」、「下水道事業の手引」等を確認のうえ、必要な関係機関と協議を行われたい。

---

## 4.5 市民等関係者との調整事項

処理場における資源・エネルギー化技術の導入においては、地域住民等関係者への説明を丁寧に行う必要がある。

地域住民が懸念することとして、大きくは臭気、ガスタンクの爆発等の危険性、施設運転における騒音・振動、処理場から出る水の水質・水色などが考えられる。

臭気については、メタン発酵施設から臭いは出ないもののバイオマスを外部から搬入する際には臭気があること、爆発の危険性については危険性が非常に少ないことと爆発しても住宅まで危険物が飛散することはないこと、災害時のガス漏れについてはメタンは空気より軽く拡散速度が速いこと、水に色はついていてもいわゆる有害物質は含まれていないことなどを十分に説明し理解を得ることが重要である。

また、事業実施前後の比較ができるよう事前にモニタリング調査を行っておくことも重要である。上記以外にも、場所によっては日照条件への影響、資源運搬ルートと通学路との関係、工事期間中の留意事項など住民生活に係わると予想される項目についてチェック項目を検討しておく必要がある。

定期的な下水道事業についてビジョンや事業目的を説明する機会を設け、下水処理場に対する理解を深める努力も有効である。



## 4.6 リスク分担

資源・エネルギー化事業における役割分担の中で特に重要となるのは、リスクの分担である。リスク発生イメージを以下に示す。

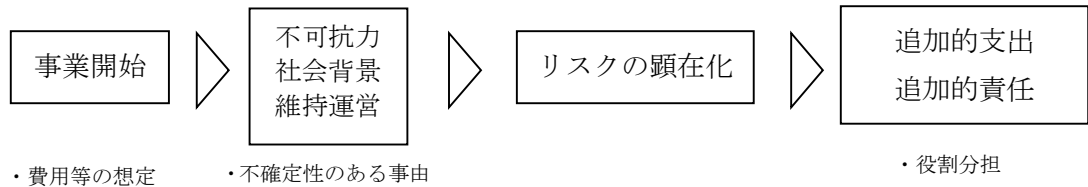


図 2 リスクの発生

### (1) 想定されるリスク

資源・エネルギー化事業における役割分担の中で特に重要となるのは、リスクの分担である。下表に想定されるリスク一覧を示す。

表 2 想定されるリスク

リスク分類	想定リスク	影響
不可抗力	天災、事故など	事業の中断
社会背景	金利高騰、物価変動 税制変更 法令の改正等 各種基準類の変更への対応 技術革新による現施設の陳腐化	支出金額の増加 経営悪化 法令、基準に合わせた施設の改築
維持・運営	想定需要の低下 バイオマス量の減少、単価の変更 施設の故障・損傷 運営時の事故 必要な修繕の発生	事業収入の悪化 事業成立困難
事業開始時	設計、建設の遅れ 施設の瑕疵 用地取得の困難 事業認可変更等への対応の遅れ	事業開始時期の遅れ 事業の中止
事業終了時	現状回復義務 事業開始時に想定していた施設撤去等に 必要な費用の乖離 必要な修繕作業	

(2) リスク分担の考え方

PFI事業等を実施する場合には、リスクを官民で適正に分担できることが重要となる。リスク分担までの流れについて下図に示す。

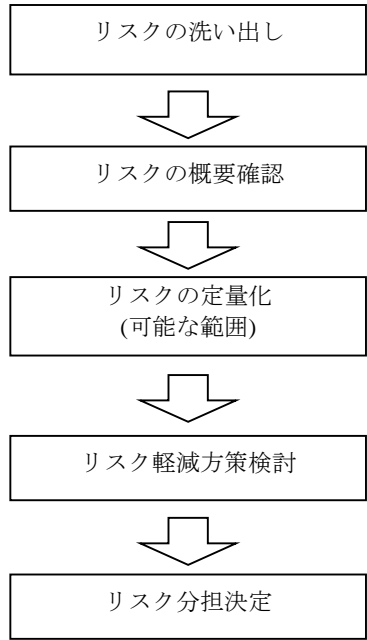


図 3 リスク分担までの流れ

リスク分担において特に重要なことは、以下のとおりである。

- ・ 可能な範囲で事前にリスクを明確化し、定量化しておく
- ・ 要求水準書に考えられる項目を網羅する

### (3) 事業リスクの分担

事業リスクの内、天災等の不可抗力によるものは下水道事業者側が負担し、想定外のリスクが発生した場合には、発生した時点で民間事業者との協議になると考えられる。具体的に負担割合を決める際には、リスク回避の可能性があるかなどリスク発生の責任負担の立証者をどちら側にするかが大きな問題となるため、要求水準書や契約書等に明記しておくことが望ましい。

バイオガス利用事業において、供給側としてはバイオガスの量と質両面の安定供給が必要であり、事業者にとって大きなリスクとなり得る。

また、リン回収の場合には、生成品の引き取り先の経営状態や経営方針の変更により引き取りが困難になることも想定され、下水道事業者側の大きなリスクとなり得る。

以下に事業運営に係わる大きなリスクについて軽減案を示す。

#### 1) バイオガス利用事業

- ・ バイオガス供給量について一定の幅を持たせて契約する。
- ・ バイオガス供給量が低下した場合の収入補償規約を交わしておく。
- ・ 場内利用できる手段を常に用意しておく。

#### 2) 固形燃料化事業

- ・ 電力会社のような大口引き取り先だけでなく、一般向け販路を拡大するよう検討を進める。

#### 3) リン回収事業

- ・ 肥料材料として提供する生成品量に一定の幅を持たせて契約する。
- ・ 引き取り先事業者に対し複数年契約を提案する。
- ・ 小口でも取引参加が増えるよう戦略的な広報活動を行う。

#### 参考図書

P F I 事業におけるリスク分担等に関するガイドライン 平成 25 年 9 月 20 日 内閣府

P F I 事業におけるリスクマネジメントの在り方に関する調査 報告書

平成 21 年 3 月 株式会社 日本総合研究所

---

## 参考資料

### 資料 1 各種申請書類の様式

① 電気事業法(バイオガス発電)

参考：経済産業省

[http://www.meti.go.jp/policy/safety\\_security/industrial\\_safety/sangyo/electric/detail/tebiki\\_index2.html](http://www.meti.go.jp/policy/safety_security/industrial_safety/sangyo/electric/detail/tebiki_index2.html)

② F I T活用(バイオガス発電)

参考：経済産業省資源エネルギー庁

<http://www.enecho.meti.go.jp/saiene/kaitori/>

③ 肥料登録(リン回収)

参考：農林水産省費安全技術センター

[http://www.famic.go.jp/ffis/fert/sub2\\_1st/sub2\\_1st.html](http://www.famic.go.jp/ffis/fert/sub2_1st/sub2_1st.html)

④ 消防法(固形燃料)

—

参  
考

様式第41

保安規程届出書

平成 年 月 日

殿

住 所

氏 名（名称及び代表者の氏名）印

電気事業法第42条第1項の規定により別紙のとおり保安規程を定めたので届け出ます。

参  
考

- （備考）
1. 用紙の大きさは、日本工業規格A4とすること。
  2. 氏名を記載し、押印することに代えて、署名することができる。

様式第45(主任技術者免状の交付を受けていない者を主任技術者として選任する場合に必要な)  
主任技術者選任許可申請書

平成 年 月 日

殿

住 所

氏 名（名称及び代表者の氏名） 印

電気事業法第43条第2項の規定により次のとおり主任技術者の選任の許可を受けたいので申請します。

主任技術者を選任する事業場の名称及び所在地		
選任する主任技術者	氏名及び生年月日	
	住 所	
主任技術者の監督に係る電気工作物の概要		

参  
考

- (備考) 1. 用紙の大きさは、日本工業規格A4とすること。  
2. 氏名を記載し、押印することに代えて、署名することができる。

様式第46

主任技術者選任又は解任届出書

平成 年 月 日

殿

住 所

氏 名（名称及び代表者の氏名） 印

次のとおり主任技術者の選任又は解任をしたので、電気事業法第43条第3項の規定により届け出ます。

主任技術者を選任又は解任した事業場の名称及び所在地		
選任した主任技術者	氏名及び生年月日	
	住 所	
	主任技術者免状の種類及び番号	
	主任技術者が主任技術者の職務以外の職務を行っているときは、その職務の内容	
	主任技術者の監督に係る電気工作物の概要	
	選 任 年 月 日	
解任した主任技術者	氏名及び生年月日	
	住 所	
	主任技術者免状の種類及び番号	
	解 任 年 月 日	

参  
考

- (備考) 1. 用紙の大きさは、日本工業規格A4とすること。  
2. 氏名を記載し、押印することに代えて、署名することができる。

様式第 49（第 66 条関係）

## 工事計画（変更）届出書

平成 年 月 日

〇〇産業保安監督部長 殿

〒

住所

氏名（名称及び代表者の氏名）

印

電気事業法第 48 条第 1 項の規定により別紙工事計画書のとおり工事の計画（工事の計画の変更）を届け出ます。

参  
考

- 備考 1. 用紙の大きさは日本工業規格 A4 とすること。  
2. 氏名を記載し、押印することに代えて、署名することができる。この場合において、署名は必ず本人が自署するものとする。



②FIT活用（バイオガス発電）

---

1. 再生可能エネルギー発電設備認定申請書

(1) 申請書様式

様式第1（第7条関係）

再生可能エネルギー発電設備認定申請書

（10kW未満の太陽光発電設備を除く）

平成 年 月 日

経済産業大臣 殿

申請者 住所 (〒 )  
氏名

印

（法人にあっては名称及び代表者の役職名、氏名）

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第6条第1項の規定により、再生可能エネルギー発電設備の認定を受けたいので、次のとおり申請します。

申請設備情報 第1表による

申請設備使用燃料一覧 第2表による（バイオマス発電の場合）

担当地方局（注1）

②FIT活用（バイオガス発電）

第1表

申請設備情報（注2）

再生可能エネルギー発電設備の概要		備考
設備情報	発電設備の区分（注3）	
	発電出力（注4）	
	設備名称	
	設備の所在地	
	運転開始年月日 （又は予定日）	
	太陽光パネルの種類及び変換効率（注5）	
	電気事業者への電気供給量の計量方法（注6）	
設置者情報 （注7）	発電事業者名	
	代表者名	
	住所(〒 )	
添付		書類名
	構造図	
	配線図	
	メンテナンス体制確認書類（注8）	

②FIT活用（バイオガス発電）

書類	運転開始年月日等の証明書類 (注9)		
	発電設備の内容を証する書類 (注10)		
	補助金確定通知書 (注11)		
	その他1		
	その他2		
	その他3 (注12)		

第2表

申請設備使用燃料一覧（バイオマス発電の場合に記載）（注2）

燃料情報	燃料区分（注13）	燃料番号（注14）	燃料名（注15）	備考（注16）

第3表

地方税法第七十二条の四に規定する法人である場合にはチェックをすること	<input type="checkbox"/>
------------------------------------	--------------------------

## ②FIT活用（バイオガス発電）

---

- (注1) 申請書を提出する担当地方局は次の記号にて記載すること。  
A：北海道経済産業局、B：東北経済産業局、C：関東経済産業局、D：中部経済産業局、  
E：近畿経済産業局、F：中国経済産業局、G：四国経済産業局、H：九州経済産業局、  
I：内閣府沖縄総合事務局
- (注2) 申請設備数が複数となる場合には、同じ表を追加すること。
- (注3) 発電設備の区分は次の記号にて記載すること。  
A：太陽光発電設備（10kW以上）、C：風力発電設備（20kW未満）、D：風力発電設備（20kW以上）、  
E：水力発電設備（200kW未満）、I：水力発電設備（200kW以上～1000kW未満）、  
J：水力発電設備（1000kW以上～3000kW未満）、K：地熱発電設備（15000kW未満）、  
L：地熱発電設備（15000kW以上）、M：バイオマス発電設備（メタン発酵ガス）、N：バイオマス  
発電設備（森林における立木竹の伐採又は間伐により発生する未利用の木質バイオマス（輸入されたものを  
除く）燃焼）、O：バイオマス発電設備（一般木質バイオマス・農作物残さ燃焼）、Q：バイオマス発電設  
備（建設資材廃棄物燃焼）、R：バイオマス発電設備（一般廃棄物・木質バイオマス以外のバイオマス燃焼）  
なお、複数の再生可能エネルギー発電設備を設置する場合は、それぞれの設備からの電気の供給量が個別に  
計測できる場合は、それぞれ個別に設備認定申請することとし、個別に計測できない場合は、申請時点にお  
いて調達価格の一番安い価格区分の記号を記載すること。  
また、複数のバイオマス燃料を使用する場合は、最も使用量（発熱量）の多い燃料を使用するバイオマス区  
分記号を記載すること。
- (注4) 発電出力は、当該申請に係る発電設備の定格発電出力を小数1桁まで記載すること。太陽光発電設備の場合  
は、太陽電池モジュールの出力とパワーコンディショナーの出力のいずれか小さい方の出力が10kW未満  
となる場合は、様式第2により申請すること。
- (注5) 太陽光発電についてのみ記載すること。なお、太陽光パネルの種類は次の記号にて記載すること。  
A：単結晶のシリコン又は多結晶のシリコンを用いた太陽電池、B：薄膜半導体を用いた太陽電池、C：化  
合物半導体を用いた太陽電池  
また、変換効率（日本工業規格C8960において定められた真性変換効率であって、完成品としての太陽  
光モジュールの数値を元に算定された効率）も記載すること。
- (注6) 電気事業者に供給する再生可能エネルギー電気の量を計量する方法（どの地点で、どの計量器等）を具体  
的に記載すること。
- (注7) 申請者と同じ場合は、「申請者と同じ」と記載することでも良い。
- (注8) 調達期間にわたり点検及び保守を行うことを可能とする体制が国内に備わっていること及び当該設備に関し  
修理が必要な場合に、当該修理が必要となる事由が生じてから三箇月以内に修理の実施を可能とする体制が  
備わっていることを示す書類を添付すること。
- (注9) 既存設備の場合、運転開始年月日（もしくは設備の設置完了年月日、売電開始年月日）を証する書類を添付  
すること。
- (注10) 製品の製造事業者及び型式番号等、当該認定設備の内容を特定することのできる記号・番号を証する書類又  
は設備の設計仕様図若しくはそれに準じる書類を添付すること。
- (注11) 設備の導入に当たり、「地域新エネルギー等導入促進対策費補助金」、「新エネルギー等事業者支援対策費  
補助金」、「新エネルギー事業者支援対策費補助金」、「中小水力・地熱発電開発費等補助金」の受給を受け  
ている場合は、補助金額確定通知書を添付すること。
- (注12) 項目欄が不足する場合は、欄を追加すること。
- (注13) 燃料区分の欄には、ボイラーや内燃機関等に投入する発熱量を有する全ての燃料について、燃料区分名を次  
の記号にて記載すること。  
〔燃料区分〕  
A：メタン発酵ガス、B：森林における立木竹の伐採又は間伐により発生する未利用の木質バイオマス（輸  
入されたものを除く）、C：一般木質バイオマス・農作物残さ（製材等残材、輸入木材、農作物残さ等）、  
D：建設資材廃棄物、E：一般廃棄物・木質バイオマス以外のバイオマス、F：その他（助燃剤等）
- (注14) 燃料番号の欄には、ボイラーや内燃機関等に投入する発熱量を有する全ての燃料について、次の番号にて記  
載すること。複数ある場合には複数記載すること。  
〔バイオマス燃料〕  
01：間伐材又は主伐材  
02：建設資材廃棄物  
03：01及び02以外の木材（製材端材や輸入木材等）  
04：パーム椰子殻やもみ殻等の農作物残さ  
05：一般廃棄物又は産業廃棄物（02及び06から12までに掲げるものを除く。）  
06：鶏糞
-

## ②FIT活用（バイオガス発電）

---

07：下水汚泥

08：食品廃棄物

09：RDF

10：RPF

11：黒液

12：その他廃棄物由来のバイオマス燃料

13：その他のバイオマス燃料

[バイオマス燃料以外の燃料（助燃剤として用いるものを含む。以下同じ。）]

14：石油

15：石油ガス

16：可燃性天然ガス

17：石炭

18：上記14から17までに掲げるものから製造される製品又は燃料

19：上記14から18までに掲げるもので廃棄物となったもの

20：その他のバイオマス燃料以外の燃料

(注15) 燃料名の欄には、ボイラーや内燃機関等に投入する発熱量を有する全ての燃料について具体的な燃料名を記載すること。

(注16) 起動時若しくは停止時のみに使用し、発電時に使用しない助燃剤は、備考欄に「助燃剤」と記載し、使用形態（起動時若しくは停止時）を備考欄に記載すること。

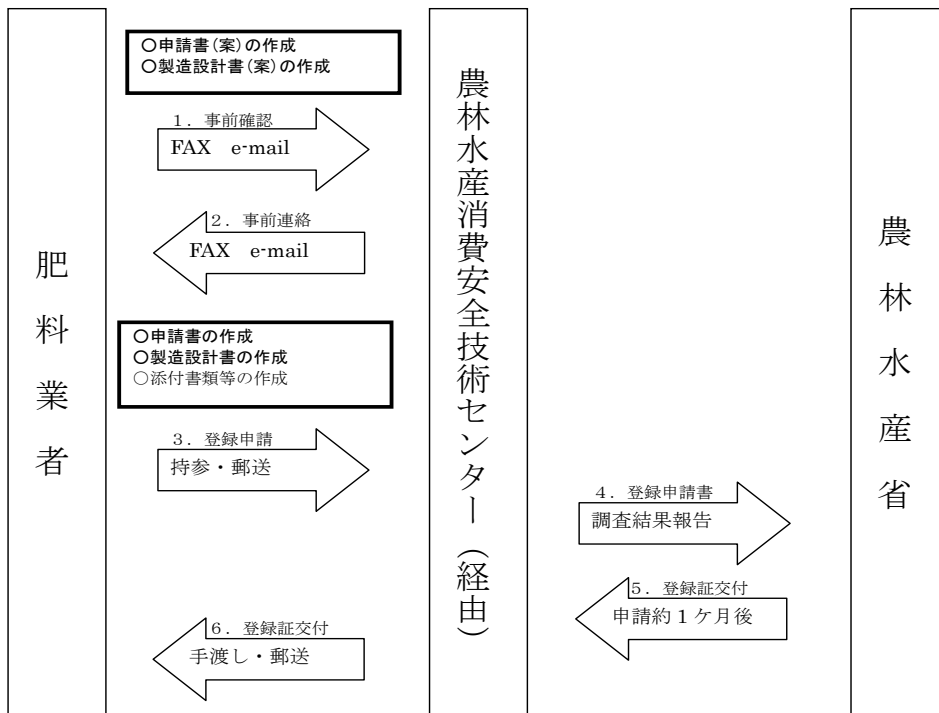
### 備考

・用紙の大きさは、図面、表等やむを得ないものを除き、日本工業規格A4とすること。

・氏名を記載し押印することに代えて署名することができる。この場合において、署名は必ず本人が自署すること。

### ③肥料登録（リン回収）

以下に肥料登録の流れと登録申請に必要な書類を示す。



- |                                  |   |
|----------------------------------|---|
| 1. 登録申請書                         | 2部 (押印したもの)   |
| 2. 登録見本サンプル                      | 500g 以上   |
| 3. 登録手数料                         | 収入印紙 36,100円  |
| 4. 登記簿謄本                         | (初回登録時、本社住所、商号、代表取締役の記載があるもの)<br>(市町村の場合は、住所、代表者が証明できるもの) |
| 5. 分析証明書                         | コピー2部   |
| 6. 製造設計書                         | コピー2部   |
| 7. 会社事業場の概要、工場付近の地図              |   |
| 8. 製造基準適合確認書もしくは原料供給票の写し         | (牛由来の原料を使用した場合)   |
| 9. 石灰硫黄合剤との混合防止念書                | (リン酸第一石灰とリン酸第一加里が原料の場合)                                   |
| 10. 石灰窒素については、生産概要及びメラミン含有量の分析成績 |   |
| 11. 登録証の返信用不封筒                   | A4版サイズ 420円切手を貼付  |

③肥料登録（リン回収）

---

（肥料取締法施行規則様式第1号）

肥料登録申請書

平成 年 月 日

〇〇〇知事 〇〇 〇〇 様

住 所

氏 名

印

（名称及び代表者氏名）

電話番号

下記により生産業者として肥料の登録を受けたいので、肥料取締法第6条第1項の規定により肥料の見本を添えて登録を申請します。

記

- 1 氏名及び住所 事業所名  
代表者名  
住所  
電話番号：
- 2 肥料の種類 混合有機質肥料（記載例）
- 3 肥料の名称 〇〇〇〇
- 4 保証成分量  
その他の規格 窒素全量 5.0、りん酸全量 2.0、加里全量 1.0  
含有を許される有害成分の最大量及びその他の制限事項は、公定規格のとおり（記載例）
- 5 生産する事業場の名称及び所在地  
事業所名  
所在地  
電話番号
- 6 保管する施設の所在地  
所在地  
電話番号

④消防法（固形燃料）

（〇〇市火災予防規則 第〇条関係）

少量危険物〔貯蔵〕  
 指定可燃物〔取扱〕

開始(廃止)届出書

年 月 日				
〇〇〇消防長 あて  住 所 届出者 氏 名				
貯蔵又は取扱の場所	所在地			
	名 称			
類・品名及び最大数量	類	品 名	最大貯蔵量	1日の最大取扱数量
貯蔵又は取扱方法の概要				
貯蔵又は取扱場所の位置、構造及び設備の概要				
消防用設備等又は特殊消防				
貯蔵又は取扱の開始(廃止)予定期日又は期間				
その他必要な事項				
※ 受 付 欄			※ 経 過 欄	

備考

- 1 法人にあっては、その名称、代表者氏名、主たる事務所の所在地を記入すること。
- 2 ※印の欄は、記入しないこと。
- 3 案内図、配置図及び当該設備の設計図書を添付すること。



資料2 先行事例の紹介

表3 先行好事例一覧

事例 No.	技術	処理場名	導入目的	技術概要	事業スキーム
1	消化ガス	北広島下水処理センター	他の処理施設の延命、縮小、削減	複合バイオマス受入れ 消化ガスの場内利用 乾燥汚泥の農地利用	国交省・環境省 連携補助事業
2		長岡市中央浄化センター	余剰消化ガスの有効利用	都市ガス原料供給	国交省事業
3		臨海水質管理センター	余剰消化ガスの有効利用	都市ガス原料供給	NEDO
4		佐賀市下水浄化センター	消化ガスを利用していた焼却炉の故障	消化ガス発電（場内利用） 汚泥の緑農地還元	DBO方式
5	固形燃料化	西部水資源再生センター	下水汚泥の資源化の促進と温室効果ガスの削減による地球温暖化防止への貢献	低温炭化燃料化	DBO方式
6		衣浦東部浄化センター	下水道の普及拡大による汚泥発生量増加への対応	炭化燃料の発電所供給	DBO方式
7		横浜市南部汚泥資源化センター	汚泥焼却炉の改築更新	低温炭化燃料化	BT0方式
8	リン回収	岐阜市北部プラント	路盤材としての再利用からの転向	焼却灰からのリン酸塩回収	国庫補助事業
9		島根県宍道湖東部浄化センター	排水規制強化への対応	処理水中のリンをMAPとして回収	国庫補助事業
10		鳥取市秋里下水終末処理場	汚泥量増加に伴う処理場全体のトータルコスト増加への対応	焼却灰からのリン酸塩回収	国庫補助事業

---

## 事例1 北広島下水処理センター

### (1) 概要

既存の下水処理センター（北広島下水処理センター）において、生ごみの破碎・稀釈等の前処理を行う施設を整備し、場内で発生する下水道汚泥と混合しメタン発酵を行う。処理汚泥については現状と同様に脱水後、乾燥・肥料化し農地還元を行う。

#### 《好事例のポイント》

下水道施設の有効利用と他事業との連携・協力により、市が一体となった環境施策となっている。また、し尿施設等の他の処理施設の延命、縮小、削減が図れ、市全体の経営改善につながっている。

### (2) 導入下水処理場

表4 北広島下水処理センターの概要

	全体計画	事業認可計画
計画面積	1,845 ha	1,659 ha
計画人口	69,000 人	62,340 人
処理水量	45,920 m <sup>3</sup> /日	33,018 m <sup>3</sup> /日
処理方式	標準活性汚泥法	
処理能力	46,000 m <sup>3</sup> /日	34,500 m <sup>3</sup> /日

### (3) 導入の背景・目的

北広島市においては一般廃棄物は資源ごみ以外破碎処理後全量埋立処分を行ってきたが、最終処分場埋立容量の逼迫という問題があった。そのため、一般廃棄物に含まれる生ごみを分別収集後、メタン発酵処理する施設の整備を行うこととし、処理システムとしては既存下水処理センターを有効活用しての複合処理を目指すこととした。

また、道央地区し尿処理場で処理されているし尿・浄化槽汚泥について、処理場の老朽化が進行していることから、複合処理で対応することとした。

#### (4) 設備概要

- ・ メタン発酵設備（既設） 能力 161 m<sup>3</sup>/日
- ・ 生ごみ破碎分別設備
- ・ 生ごみ混合調質設備
- ・ 汚泥脱水乾燥設備（既設）

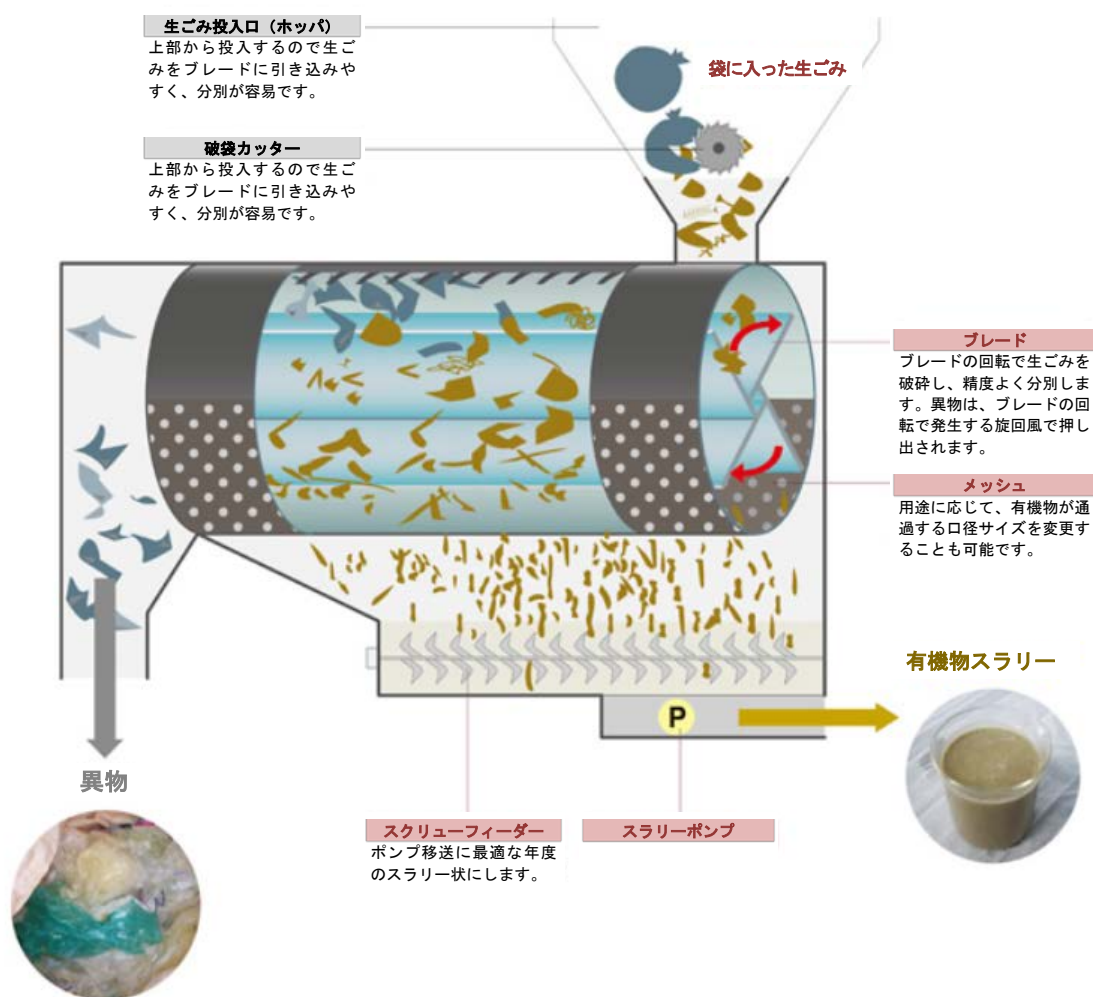


図 4 生ごみ前処理施設（生ごみ破碎分別機）

(5) システムフロー

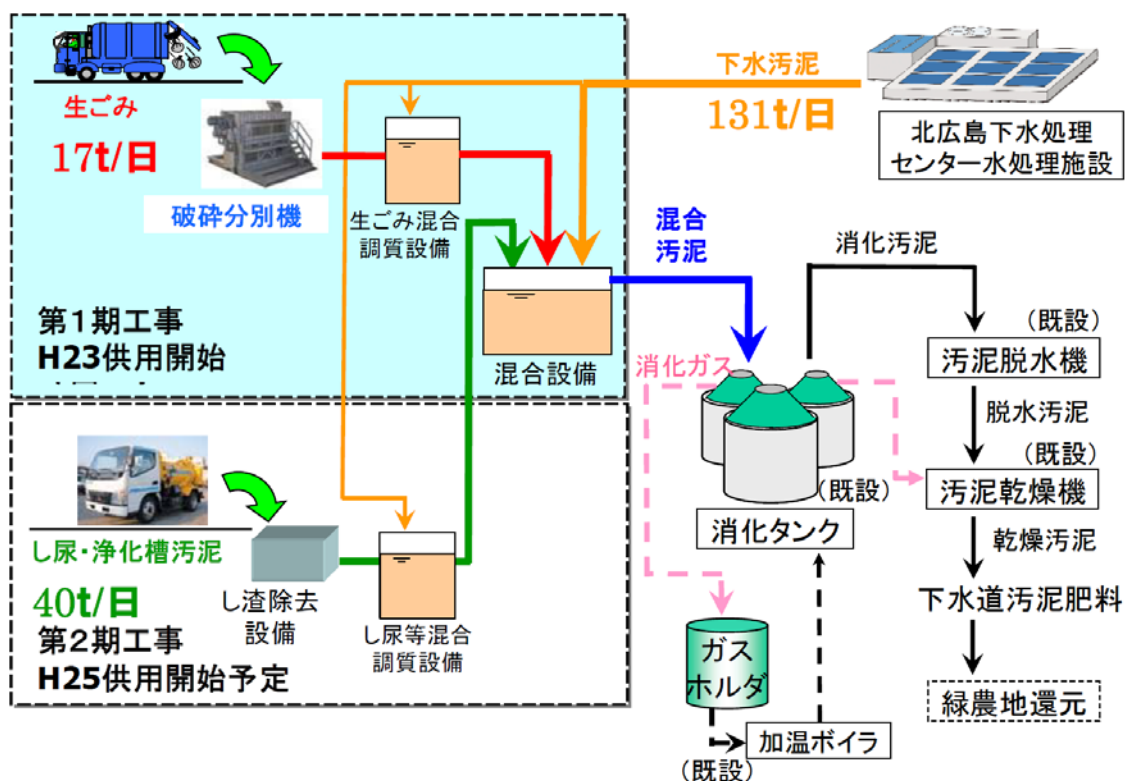


図 5 バイオマス混合処理のシステムフロー

(6) 供用開始時期

汚泥乾燥機の導入、乾燥汚泥（顆粒状で含水率約 20%）の農地利用：昭和 54 年～

生ごみの受け入れ：平成 23 年度～

し尿・浄化槽汚泥等受け入れ：平成 25 年度～

(7) 事業費・維持管理費

事業費（建設費）：約 20 億円

(8) 製品取引先、製品情報

「北広島市乾燥おでい農地利用組合」に加盟する地元農家（主に畑作農家）

(9) 導入効果

- ・ 類似施設の一元管理が可能となり、建設費、維持管理費が節減可能。維持管理費について

---

ては、施設管理を集約化することによる人件費の削減等が見込まれると共に、発生する消化ガスの有効利用により年間約 180 kl の重油使用量の削減、約 1,600 万円の削減効果。

- ・ CO<sub>2</sub> 発生量が年間約 490 t 削減。
- ・ 最終処分場で発生するメタンガスが年間約 180 t 削減。
- ・ バイオガス発生量 3,050 Nm<sup>3</sup>/日（平成 23 年度実績）は消化槽加温熱源、汚泥乾燥熱源に使用。
- ・ 乾燥汚泥 730 t/年のうち、666 t/年を農地利用、64 t/年を市民緑化に利用。

#### (10) 導入検討における留意点、課題

- ・ 家庭系生ごみを混合処理する方式は全国的にも例がないことから、既存施設に与える影響（特に発生残渣である下水道の乾燥汚泥を現在も全量緑農地還元することから、これへの影響）の予測に留意した。
- ・ また、施設の所管省庁が国土交通省と環境省にまたがることから、補助の枠組み等の確定に時間を要している。

参考：

鹿島建設株式会社ホームページ

下水処理場へのバイオマス（生ごみ等）受け入れマニュアル

（2011 年 3 月，下水道新技術推進機構）

再生と利用 No.131 2011 vol.35，（H23.4.1，社団法人日本下水道協会）

---

## 事例2 長岡中央浄化センター

### (1) 概要

供用開始当初から嫌気性消化を行っていた長岡市中央浄化センターの余剰ガスを都市ガス原料として北陸ガス（株）に供給。

#### 《好事例のポイント》

平成7年に環境共生モデル都市に指定されたことが、導入検討のきっかけとなった。大学の協力や供給先ガス会社の積極的な協力があつた他、供給先との距離が近いという地理的な好条件もメリットとなっている。

### (2) 導入下水処理場

表 5 長岡中央浄化センターの概要

現況処理能力	68,450 m <sup>3</sup> /日
計画日最大汚水量	96,000 m <sup>3</sup> /日
水洗化人口	約 12 万人
処理方式	標準活性汚泥法

### (3) 導入の背景・目的

長岡中央浄化センターから発生する汚泥の処理は嫌気性二段消化方式によるもので、この過程で発生する消化ガスは供用開始当初より消化タンク加温用の燃料として利用してきたが、発生量の全量が利用できたわけではなく、半分以上は余剰ガスの形で焼却処分されてきた。

この余剰ガスの利用については従来からさまざまに検討されてきた経緯があり、特に消化ガス発電は実用化を踏まえた検討も行われたが、結果として実現に至らなかったのは、ガス発電の運用面で難しさがあったこと、また、発生汚泥の最終処理・処分方式が明確にできず、その結果、重要なエネルギー源である消化ガスの有効利用に踏み出せなかったことも一因である。その後、本市は平成7年に国から環境共生モデル都市（エコシティ）に指定され、環境負荷の低減に積極的に取り組むことを求められるに至った。

こうした背景のもと、消化ガスの湿式脱硫工程で硫化水素の除去と同時に炭酸ガスも高率で除去されることに着目し、もう一段の湿式脱硫工程を付加してメタンガスの相対濃度を高めれば、精製ガスの供給が可能となる見通しがつき、国立長岡技術科学大学からもさまざま

なアドバイスを受けながら、平成9年1月に地元のガス事業者である北陸ガス（株）に都市ガス原料としての活用を打診したところ、相手方からは全面的な協力が得られることとなった。

#### (4) 設備概要

保有設備を以下に示す。

表 6 保有設備概要

	設備名	設備仕様
長岡市	消化タンク	1次タンク2基、2次タンク1基（容積計 13,520m <sup>3</sup> ）
	ガスホルダー	低圧乾式型 容積：3,000m <sup>3</sup>
	脱硫塔	湿式 脱硫水：2,400m <sup>3</sup> /日 Φ2.1m×H6m 充填材：塩ビ管Φ5cm×5cm
	精製塔	湿式 精製水：5,800m <sup>3</sup> /日 Φ2.2m×H7m 充填材：塩ビ管Φ5cm×5cm
	圧送機	スクリーコンプレッサ 140m <sup>3</sup> /時×9.5kg/cm <sup>2</sup> ×2台（1台は予備）
	除湿機	ブライン（-2℃） シェルアンドチューブ式
	導管	PLP（ポリエチレンライニングパイプ） 80A×250m
北陸ガス	導管	PLP（ポリエチレンライニングパイプ） 80A×500m
	付帯設備	圧力調整機 流量計 緊急遮断弁 熱調設備等

- ・ 圧送機

精製能力（140 m<sup>3</sup>/h）に対応する圧送能力は 110 m<sup>3</sup>/h 程度となるが、若干余裕をみて 140 m<sup>3</sup>/h とし、また、供給先のガス会社のガスホルダーが最高 0.8 MPa の中圧ホルダーであるため供給圧は 0.95 MPa とした。

- ・ 除湿機

ガスは昇圧すると飽和水分量が低下するため導管中で結露が生じやすく、腐食の原因となる。このため、昇圧後に冷水で除湿することとした。

- ・ 制御系

ガスホルダー残量・炭酸ガス濃度及び供給ガス量が表示され、各操作を中央監視室で行えるようにし、また、炭酸ガス濃度が 3.5 % を超えた場合は警報を、4 % を超えた場合は自動停止するシステムとした。

- ・ 精製水ポンプ

精製水の供給については、水処理設備の消泡水ポンプの予備機を利用して設備コストの上昇を抑え、二段式のマイクロストレーナを追加した。また、冬季間は精製ガス量が減少すること、精製水の水温が低下して CO<sub>2</sub> の溶解度が上昇することを考慮し、ポンプ定格の小さい脱硫水ポンプを切り替えて使用できることとした。

- ・ ガス会社側の設備

ガス会社の原料ガスは全て県内産の天然ガスで賄われており、この天然ガスの熱量が高いことから、これを空気で希釈して一般家庭に供給する熱量に調整していたが、消化ガスの導入に伴って、熱量調整を行う設備を付加したものである。

- ・ その他

従来からセンターの冷暖房設備はターボ冷凍機と重油焚き温水ボイラを併用していたが、平成 11 年度に老朽化による更新に併せ管理棟などの空調熱源をガスヒートポンプに変更し、精製ガスと都市ガスとを切り替えて使用可能とした。

### (5) システムフロー

長岡市と北陸ガス（株）との管理および財産区分は当センターの敷地境界とし、長岡市は精製設備・供給設備及び場内の導管を設置し管理する。一方、北陸ガス（株）はそれ以外の導管及び精製ガスの受入れに必要な付帯設備を設置し管理することとなった。

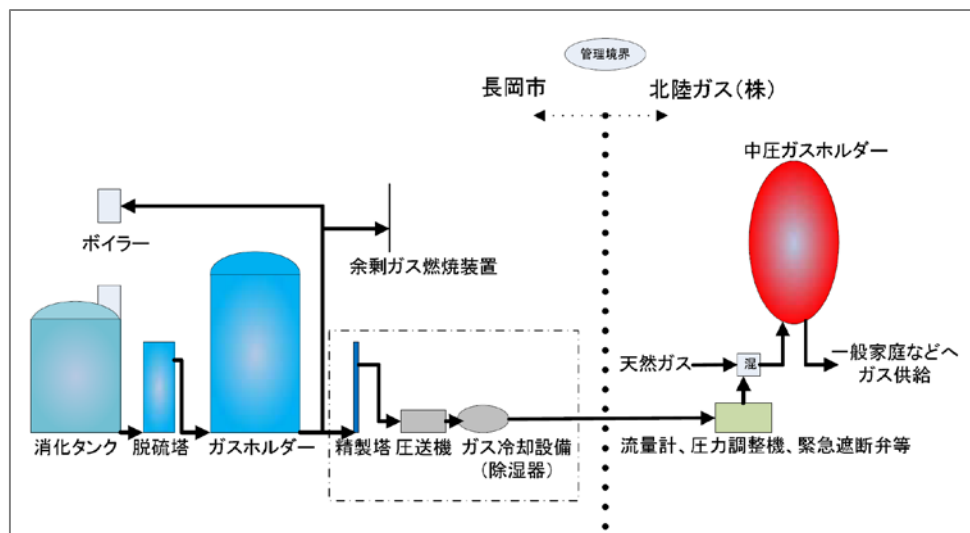


図 6 都市ガス精製のシステムフロー



(6) 供用開始時期

平成 11 年 4 月に供用開始。

(7) 事業費・維持管理費

事業費（建設費）：約 2.2 億円（建築設備、機械設備（精製塔、圧送機、冷却設備）、電気設備、場内の導管布設を含む）

維持管理費：約 9,414 千円（平成 21 年度）

(8) 製品取引先、製品情報

精製ガス供給先は北陸ガス(株)。供給条件は以下のとおりである。

表 7 北陸ガス(株)への供給条件

項目	供給条件
炭酸ガス	濃度 4 %以下
硫化水素濃度	2 ppm 以下
総発熱量	35.58 MJ/m <sup>3</sup> (8,500 kcal/m <sup>3</sup> ) 以上
露点温度	結露を生じないこと
供給圧力	0.834 MPa (8.5 kg/cm <sup>2</sup> ) 以上（ゲージ圧）+G21
供給量の変更	3 回（定時）/日 以内
供給単価	19.5 円/m <sup>3</sup>

供給の条件についてはできるだけ定量に供給ができるよう、下記のように定められている。

- ・ ガスホルダーの貯留量が 2,900 m<sup>3</sup> 以上になると自動的に供給を停止し、余剰ガス燃焼装置が作動するため無駄となる。このため、貯留量の制約が生じている。
- ・ 日中のみ消化タンク加温用ボイラを運転させているため、夜間に翌日の必要量を確保しておく必要がある。
- ・ 1 時間あたりの供給量の変更は 3 回/日以内とすること。
- ・ 供給量の増加に伴う炭酸ガス濃度の上昇は、水温や水量などの影響が避けられない。また、窒素ガス濃度の抑制を考えると最低供給量は 70 m<sup>3</sup>/h に制限する必要がある。
- ・ 露点温度については、供給条件に「結露を生じないこと」とされていることから、各月毎に供給ガス温度の設定を変える必要が生じる。通常、温度差が 3~5℃以上に達すると結露が発生するといわれている。したがって、土中温度より供給ガス温度を 3~5℃

---

低く保ち、導管（80A PLP）内部に結露が発生しないよう運転管理している。過去3年間の土中温度（測定箇所2箇所、深さ1.5 m）を測定し、各月毎の平均土中温度を求め運転管理の指針としている。精製ガス温度は夏季70～80℃、冬季40～50℃であり、この状態のままでは多量の結露が発生することになる。このため、除湿機により供給ガス温度を設定温度まで低下させている。また、土中温度と供給ガス温度の差が大きいと導管外面に多量の結露が発生するため配管の腐食の原因となる。したがって、今までの経験から土中温度よりも常に3～5℃程度供給ガス温度を低く保つよう管理している。

消化ガスを都市ガス供給する場合、供給先までの距離（ガス導管の延長）が建設費に影響する。北陸ガスとの距離は約750m先である。

#### (9) 導入効果

バイオガス発生量：1,524,830 Nm<sup>3</sup>/年（平成21年度）

精製ガス量：535,794 Nm<sup>3</sup>/年（平成21年度）

炭酸ガス排出削減量：約1,300 t/年（平成18年度実績）

収入：平成15年をピークに1,000万円/年を超えている。（平成18年度現在）

#### (10) 導入検討における留意点、課題

- ・ 現有管理体制での導入と採算性が課題である。年々維持管理費が少しずつ増加しており、精密機器類の整備に関する費用が上昇していくものと予想される。

参考：

社団法人 日本下水道協会「下水汚泥エネルギー利用調査報告書」

鹿島建設株式会社ホームページ

---

### 事例3 臨海水質管理センター

#### (1) 概要

当初、発生した消化ガスの約 30%を汚泥の加温用燃料として消費し、残りの 70%は余剰ガスとして燃焼させて大気放出していたが、有効利用のために都市ガス供給を決めた。

#### 《好事例のポイント》

港エネルギーセンター（市営都市ガス工場）が臨海水質管理センターに隣接しているというメリットを最大限に活かした都市ガス供給。システムにおいて最も重要となる吸収塔の設計において、実験プラントを設置し、実態の条件のもとで精製実験を行っている。

#### (2) 導入下水処理場

表 8 臨海水質管理センターの概要

敷地面積	98,777 m <sup>2</sup>
処理区域	現在 1,958 ha 計画 2,805 ha
処理人口	現在 90,133 人 計画 94,000 人
処理能力	現在 46,000 m <sup>3</sup> /日、計画 80,500 m <sup>3</sup> /日
処理方式	標準活性汚泥法
水処理系列	現在 4 系列 計画 7 系列

（金沢市企業局 HP より）

#### (3) 導入の背景・目的

金沢市では、平成 13 年度に NEDO（独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構）の補助を受け「金沢市新エネルギービジョン」を策定した。ビジョンにてモデルプロジェクトを 8 事業選定し、その 1 つとして臨海水質管理センターの消化ガス有効利用が選定され、平成 14 年度には、再度 NEDO の補助を受け、「金沢市臨海水質管理センター消化ガス有効利用事業化調査」に着手した。平成 15 年度には、システムの設計を行うに当たり、最も重要な吸収塔の設計諸元を決定するために、臨海水質管理センター内に吸収塔の実験プラントを設置し、臨海水質管理センターで発生する消化ガス及び下水の処理水を用いた精製実験を行い、システムの設計諸元を決定した。

補助制度として NEDO 補助制度、平成 16 年度地域新エネルギー導入・省エネルギー普及促進対策費補助金、バイオマス燃料製造を利用しており、補助率 1/2 を受ける。

---

今回の事業は、法的にはガス供給事業であり、ガス事業法の適用を受けるため、中部近畿産業保安監督部北陸産業保安監督署の指導を仰ぎ、準用事業開始届出書（ガス事業法第 39 条）及び設備設置変更報告書（ガス事業法第 46 条第 1 項）の届出及び報告を行った。

#### (4) 設備概要

##### 都市ガス精製施設

- ・ 液ガス比 : 1.8
- ・ 都市ガス製造能力 : 100 m<sup>3</sup>N/h
- ・ 吸収塔(メタン濃度 90%まで高濃度化する装置)
- ・ 圧縮機(供給先の中圧ガスホルダへガスを送る装置)、熱調器(プロパンガスを添加して都市ガスレベルまで増熱する装置)



- ・ 都市ガス製造能力  
100m<sup>3</sup>N/h
- ・ No. 1 吸収塔  
高さ 9.0m  
内径 2.7m
- ・ No. 2 吸収塔  
高さ 9.5m  
内径 2.0m
- ・ 吸収塔精製能力  
CH<sub>4</sub> 90%以上  
CO<sub>2</sub> 4%以下

図 7 都市ガス精製プラント

#### (5) システムフロー

場内で精製されたガスは港エネルギーセンター（金沢市営ガス）に供給され、市内に供給される。

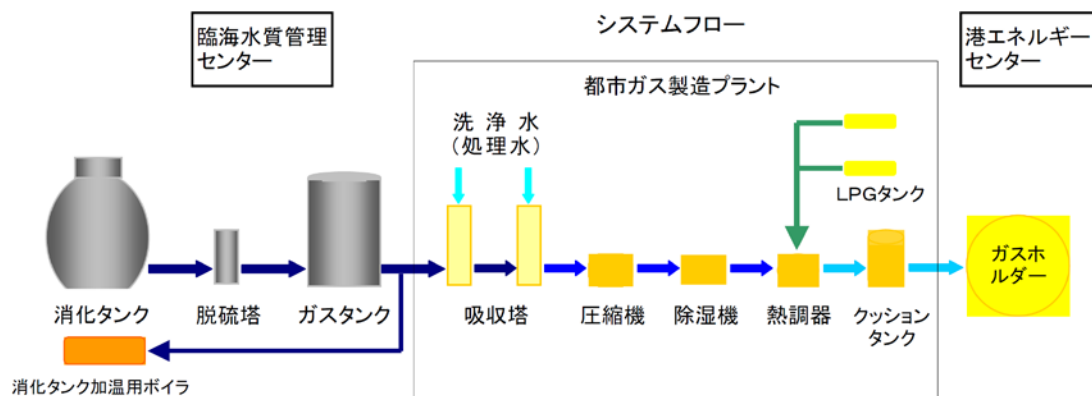


図 8 都市ガス精製のシステムフロー

(6) 供用開始時期

平成 17 年 5 月より運転開始

(7) 事業費・維持管理費

事業費（建設費）：約 2.8 億円（機械・電気設備工事費（吸収塔、圧縮機、熱調器）、本設備  
～ガスホルダー間の導管敷設費含む）

維持管理費：約 15,272 千円／年（平成 21 年度）

平成 17 年度、平成 18 年度の維持管理費の内訳を以下に示す。

表 9 維持管理費内訳（平成 17 年度、平成 18 年度）

	平成 17 年度	平成 18 年度
動力費（円）	1,518,000	2,135,000
プロパン購入費（円）	5,925,000	8,255,000
修繕費（円）	0	3,524,000

(8) 製品取引先、製品情報

精製ガス供給先は港エネルギーセンター（金沢市営ガス）。供給条件は以下のとおり。

- ・ ガスの総発熱量：6±1 MJ/Nm<sup>3</sup>
- ・ CO<sub>2</sub>濃度：3.6%以下
- ・ 全硫黄含有量：0.01 g/Nm<sup>3</sup>未満

- ・ 硫化水素は検出されないこと
- ・ アンモニアは検出されないこと

(9) 導入効果

バイオガス発生量：1,014,588 Nm<sup>3</sup>/年（平成 21 年度）

精製ガス量：419,546 Nm<sup>3</sup>/年（平成 21 年度）

平成 17 年度、平成 18 年度のコスト効果、環境効果を以下に示す。

表 10 精製ガス売却代金、CO<sub>2</sub>削減量（平成 17 年度、平成 18 年度）

	平成 17 年度	平成 18 年度
精製ガス製造量 (m <sup>3</sup> N/年)	281,689	357,604
売却代金 (円)	10,985,871	14,521,024
CO <sub>2</sub> 削減量 (t-CO <sub>2</sub> /年)	500	634

金沢市の場合、供給側、受給側ともに公営企業会計であり、経営部門が料金設定をしている。料金設定は、ガス事業における製造単価よりも安価な料金設定となっている。

(10) 導入検討における留意点、課題

- ・ 供給するガスの品質について、ガス事業者との協議が重要である。品質によっては、熱調器がいない場合がある。
- ・ 立地条件（ガス導管の距離）が建設費を決定する際に重要である。

参考：

バイオマス利活用の取組事例集

（北陸農政 HP <http://www.maff.go.jp/hokuriku/environment/bio/jireisyu.html> より）

社団法人 日本下水道協会「下水汚泥エネルギー利用調査報告書」

---

## 事例4 佐賀市下水浄化センター

### (1) 概要

プロポーザル方式による事業者選定を行い、400kW（25kW×16台）の消化ガス発電事業を実施。構内電力の41%をマイクロガスエンジンCGSで賄っている。また、堆肥化事業も行っており、非常に安価な価格で肥料提供をしている。

#### 《好事例のポイント》

無人運転（遠隔運転）が可能な発電施設を導入している。また、小型設備を複数台（16台）導入することで故障時の対応や、電力の基本料金の契約などにおいて様々な利点がある。

### (2) 導入下水処理場

表 11 佐賀市下水浄化センターの概要

供用開始日	昭和 53 年 11 月 26 日
計画人口	194,800 人（認可時点）
計画能力	98,600m <sup>3</sup> /日最大（認可時点）
処理方式	標準活性汚泥法
処理系列	9 系列（認可時点）

（佐賀県 HP より）

### (3) 導入の背景・目的

平成 19 年に焼却炉が故障したため、修理をせず、計画していた堆肥化事業を進めることとした。焼却を停止したことで 8 割の余剰消化ガスが発生することとなったため、当時「佐賀市環境都市宣言」を発表し環境への取り組みを強化していたこともあり、発電で有効活用することとした。

マイクロガスタービン、マイクロガスエンジン、ガスエンジン、燃料電池等様々な発電方式の検討、実施事例の見学等を行った結果、プロポーザル方式の公募を行うこととした。

プロポーザルでは、市からは消化ガス発生量、必要発電量、必要温水量の条件提示を行い、参加企業はイニシャルコストやランニングコスト、発生熱量などを提示し、それらの評価を行った結果、マイクロガスエンジンCGS（25kW×16台）を提案したヤンマーエネルギーシステム株式会社を優先交渉権者と決定した。なお、プロポーザル当時は下水処理施設で消化ガスを燃料とするマイクロガスエンジンCGSの採用事例は少なく、不安視する声もあった

が、佐賀県は新技術の導入に前向きな地域であり、このマイクロガスエンジン CGS にも大きな期待が寄せられた。

#### (4) 設備概要

消化タンクは既設であり、新たに導入したのは発電のための施設のみである。

無人運転が可能（遠隔運転による管理）である。なお、事業者選定の際の要求項目に「無人運転が可能であること」を挙げていた。

表 12 マイクロガスエンジン CGS システム概要

項目		三相	
出力	定格出力	25kW	
	総数・線数	三相3線式	
	電圧	200V	
燃料	燃料ガス種	バイオガス(濃度 55%)	
	燃料ガス消費量	78.1kW	
熱回収	排熱回収量	40.6kW(146.2MJ/h)	
システム	外形寸法	幅	1,990mm
		行	800mm
		高さ	2,100mm
	質量(冷却水、潤滑油含む)	1,225kg	
	運転音	62dB(A)	
	入力電源	単相 200V	
効率	総合効率	84.0%	
	発電効率	32.0%	
	熱回収率	52.0%	



図 9 (左)シロキサン除去ユニット、(右)マイクロガスエンジン CGS



(5) システムフロー

マイクロガスエンジン CGS は 16 台導入しており、1 台の故障等があっても残りの機器で十分に対応できる。

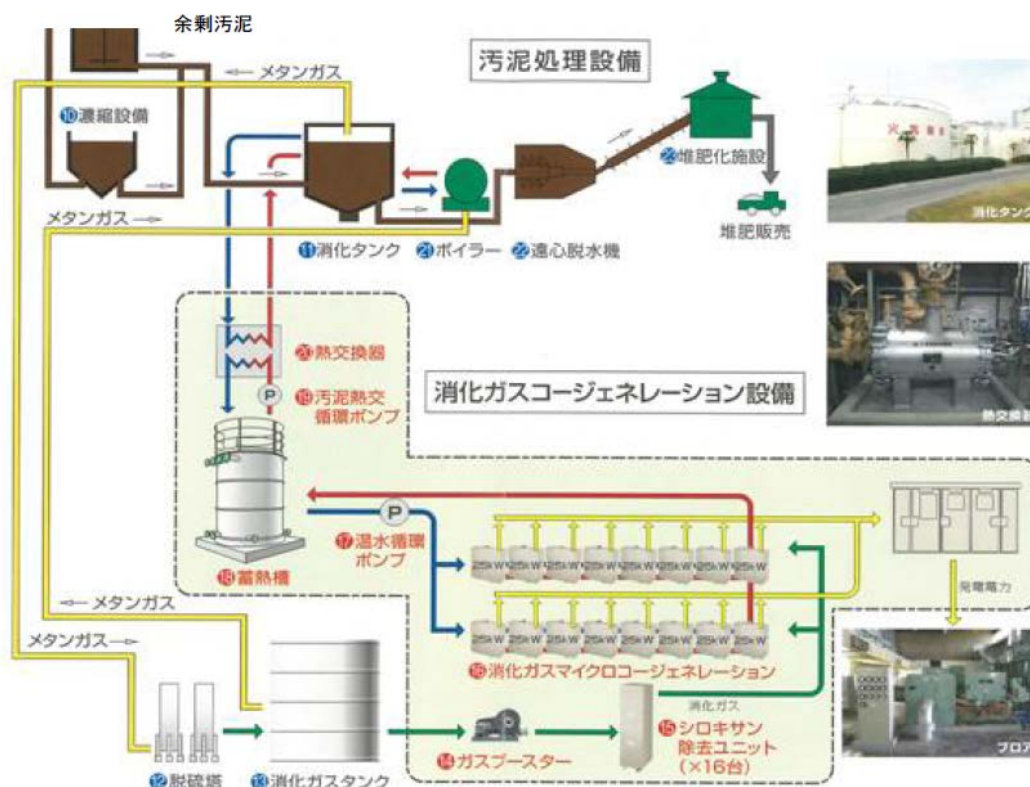


図 10 消化ガス発電のシステムフロー

(6) 供用開始時期

2011 年 2 月から試運転、3 月から 24 時間系統連系運転を開始

(7) 事業費・維持管理費

約 2.9 億円

(消化ガス発電設備および消化槽加湿設備一式の建設事業費：イニシャルコスト+15 年間のランニングコストを含む)

(8) 製品取引先、製品情報

発電分は全て場内で使用される。

---

(9) 導入効果

年間発電量 317 万 KW、浄化センター内で使用する電力の約 41%を賄っている。

温室効果ガスの削減効果は年間 1,169 t と推定される (CO<sub>2</sub>換算)。

(10) 導入検討における留意点、課題

事業者の選定は、発電方法を特定してしまうと(扱える事業者が少なく)事業者も決まってしまうため、公募型プロポーサルとした。

- ・ 小型設備を複数台導入することで、遠隔運転や機器の故障、季節の消化ガス量の変動に対応できるため、中小自治体への普及につながると思われる。
- ・ また、本事例では、小型設備を複数台導入することで九州電力との契約基本料金を大幅に削減することができた(故障時も1台のみ未稼働となるため、1台分(25kw)の契約(自家発補給電力契約)でよい。400kw×1台だと400kw分の基本料金契約が必要)。

参考：

一般財団法人 コージェネレーション・エネルギー高度利用センター ホームページ

ヤンマー株式会社 ホームページ

再生と利用 No. 137 2012 vol.36, (H24.10.1, 社団法人日本下水道協会)

ヒアリング時提供資料

## 事例5 西部水資源再生センター

### (1) 概要

温室効果ガスの削減を目的として下水汚泥の燃料化を計画し、生成した燃料化物を近隣の火力発電所で利用。日本発の低温炭化技術を採用し、高発熱量化、臭気の低減、自然発火のリスク低減を実現した。

#### 《好事例のポイント》

日本初の低温炭化技術による燃料の高品質化と安全性の確保、DBO方式による民間ノウハウを生かした供給先との調整により、燃料買い取り先の確保を可能としている。

### (2) 導入下水処理場

表 13 西部水資源再生センターの概要

敷地面積（認可）	262,600 平方メートル
処理面積（認可）	11,420 ha（分流式）
処理能力（現在）	280,000 m <sup>3</sup> /日
水処理方法	活性汚泥法
汚泥処理方法	脱水→燃料化、セメント化

### (3) 導入の背景・目的

事業については、施設的设计から建設、維持管理、運営までを一括委託する DBO 方式を採用した。入札条件に「燃料化物購入確約書の提出」を要件として設定し、製造される燃料化物の購入までを義務付けている。

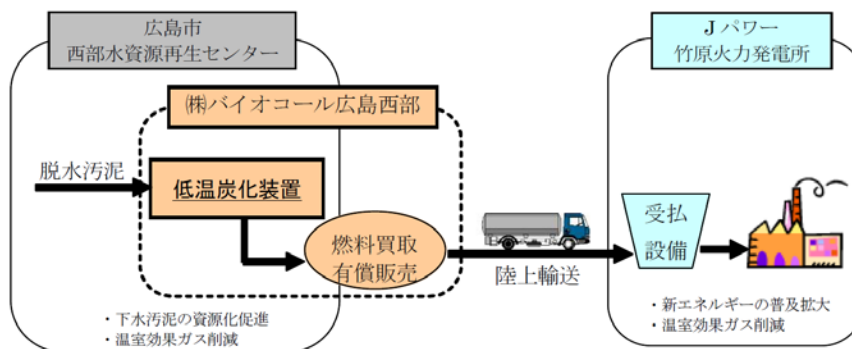


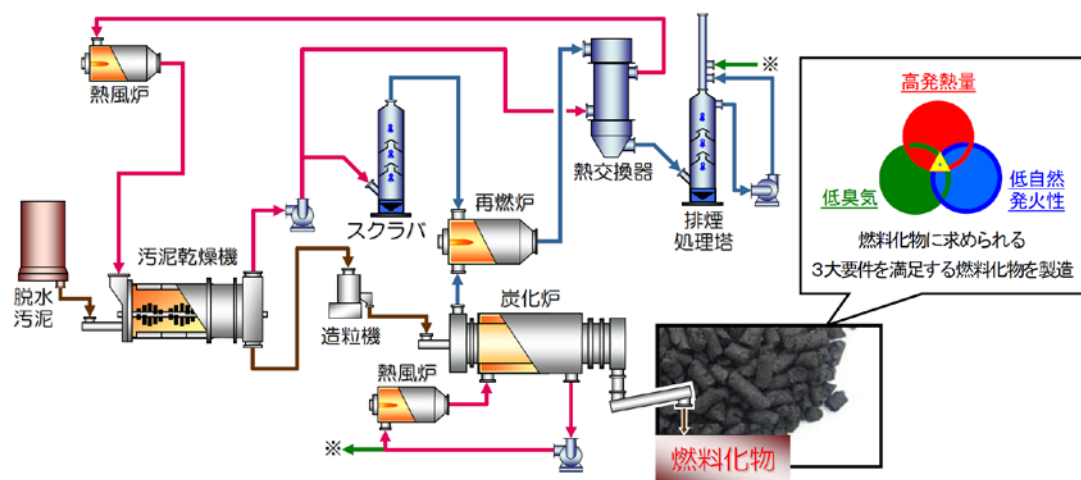
図 11 事業スキーム

#### (4) 設備概要

##### 低温炭化燃料化施設

- ・ 汚泥処理能力 50 t/日×2 系列
- ・ 計画汚泥処理量 557,725 t/20 年 (平均 27,886 t/年)
- ・ 計画燃料化物生成量 89,794 t/20 年 (平均 4,490 t/年)

#### (5) システムフロー



#### (6) 供用開始時期

平成 24 年より運営開始。

- ・ 設計施工業務 平成 21 年 3 月 27 日～平成 24 年 3 月 31 日)
- ・ 運営業務・燃料化物売払業務 平成 24 年 4 月 1 日～平成 44 年 3 月 31 日 (20 年間)

#### (7) 事業費

約 92 億円 (建設費、20 年間の運営費の総額)

#### (8) 製品取引先、製品情報

脱水汚泥および燃料化物の品質について以下に示す。

表 14 脱水汚泥及び燃料化物の品質

項目	脱水汚泥（原料）	燃料化物（製品）
性状・種類	消化汚泥／高分子脱水ケーキ	低温炭化物
含水率※ <sup>1</sup>	78.0 %	1.0 %
強熱原料※ <sup>1</sup>	66.5 %-ds※ <sup>2</sup>	%
灰分※ <sup>1</sup>	33.5 %-ds	45.7 %-ds
発熱量※ <sup>1</sup>	15.8 MJ/kg-ds（高位）	15.8 MJ/kg-wet※ <sup>2</sup> （高位） 14.7 MJ/kg-wet（低位）

※1:脱水汚泥代表地と代表値に対する燃料化物性状を示す。

※2:ds は乾燥固形物ベース、wet は湿潤固形物ベースを示す。

○低温炭化燃料

低温炭化は、従来の高温炭化（炭化温度：600～800℃）と比較して低温域（炭化温度：250～350℃程度）で炭化を行うことで、炭化物の“高発熱量化”を図り、石炭混焼用燃料としての価値を高めた技術である。

本技術では、炭化装置内への蒸気添加と、炭化前段の造粒を併せて行うことで、高発熱量を持った石炭混焼用燃料としての価値を損なうことなく、自然発火性の抑制及び臭気低減を実現しており、石炭代替燃料としての適用性を飛躍的に高めている。

さらに、低温炭化では、焼却処理や高温炭化、中温炭化と比較して温室効果ガスを大幅に低減することが可能であり、炭化物の混焼利用も含めてCO<sub>2</sub>削減効果も非常に高い。

表 15 炭化燃料物の特徴

		低温炭化 250～350℃	中温炭化 400～500℃	高温炭化 600～800℃
発熱量 (高位) MJ/kg(dry)	未消化汚泥	○	△	×
	消化汚泥	○	△	×
臭気	○	微臭	○	○
自然発火性	○	低い	△	○
CO <sub>2</sub> 削減効果	○	大	△	×
発電所 適用性	炭化物は造粒されており、ハンドリング性も良く、高発熱量であるため、燃料としての評価は高い		自然発火性が強く、加湿等の措置が必要となる(加湿量に応じて発熱量は低下する)	燃料性状が石炭に類似し、適用性は高いが、高発熱量化が課題

---

## ○取引先概要

精製した炭化燃料は、事業者が買い取り、J-POWER 竹原火力発電所にて燃料として使用される。供給先には陸上輸送により供給され、その距離はおよそ 70km である。



図 13 西部水資源センターと取引先の位置関係

### (9) 導入効果

- ・ 年間発生汚泥量の約 46% (平成 19 年度年間発生量ベース) を資源化している (J-POWER 換算)。
- ・ 化石燃料使用量の減少により約 6,400 t/年の CO<sub>2</sub> 削減効果見込みである (J-POWER 換算)。
- ・ 従来の焼却を含めた処分方法に比較して年間約 2 億円のコスト縮減を見込んでいる。

参考：

下水道循環のみち研究会 第 9 回セミナー (平成 21 年 10 月 15 日) 講演録 (社団法人日本下水道施設業協会)

電源開発株式会社ホームページ

「循環のみち下水道賞」資料 (国土交通省)

## 事例6 衣浦東部浄化センター

### (1) 概要

温室効果ガスの削減を目的とし、汚泥の燃料化を導入。生成した燃料化物は火力発電所で使用される。

#### 《好事例のポイント》

低温炭化による燃料化物の高品質化、火力発電所に隣接する立地条件、DBO方式の採用による供給先の安定確保。中部地方では初の燃料化の導入。

### (2) 導入下水処理場

表 16 衣浦東部浄化センターの概要

処理区域面積	1,850 (ha)
接続人口	64,525 (人)
処理水量	21,563 (日平均 m <sup>3</sup> /日)

### (3) 導入の背景・目的

平成18年から20年にかけて、愛知県と中部電力株式会社は合同で燃料化の調査研究を実施してきた。その後事業化し、平成21年10月にメタウォーター(株)が事業を受注、平成23年に愛知衣浦バイオ株式会社が設立し、運転・維持管理契約を締結。平成24年4月に衣浦東部浄化センターでDBO方式(公設民営方式)による下水汚泥燃料化施設を供用開始した。

事業者は浄化センターで発生する下水汚泥を燃料化施設で炭化燃料化、買取、輸送、販売までを行っている。

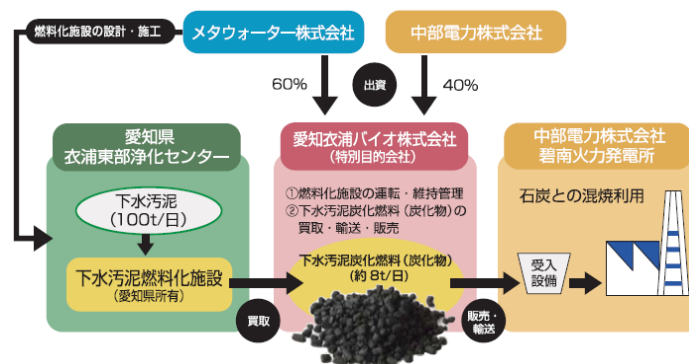


図 14 事業スキーム

#### (4) 設備概要

汚泥処理能力：100 t/日×1 系列

汚泥処理量：33,000 t/年（約 100 t/日）

下水汚泥炭化燃料製造量：約 2,700 t/年（約 8 t/日）

#### (5) システムフロー

処理フロー図を次頁に示す。

#### (6) 供用開始時期

平成 24 年より供用開始

設計施工業務 平成 21 年 12 月～平成 24 年 3 月

運営・維持管理業務 平成 24 年 4 月～平成 44 年 3 月（20 年間）

#### (7) 製品取引先、製品情報

燃料供給先である中部電力(株)碧南火力発電所において、石炭と混合利用されている。

#### (8) 導入効果

- ・生成燃料による想定発電量：約 460 万 kWh/年
- ・温室効果ガス削減想定量：約 8,000 t/年（CO<sub>2</sub> 換算）

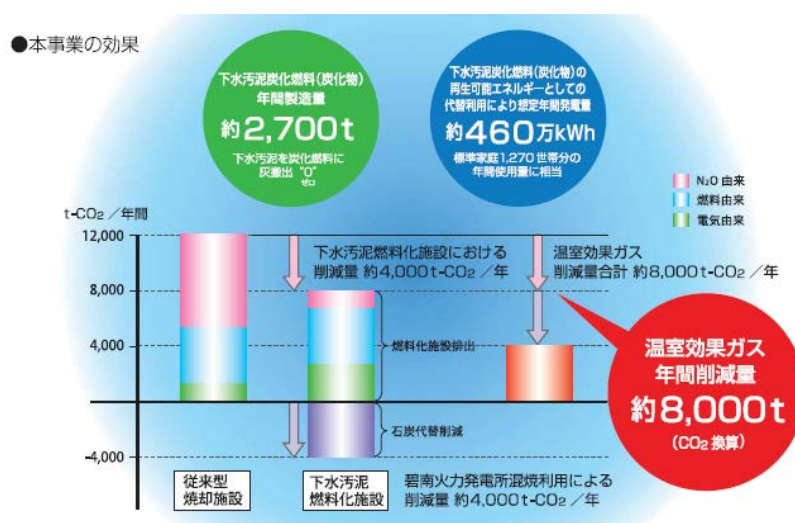


図 15 導入効果（燃料製造量、発電量、温室効果ガス削減量）



### 下水汚泥燃料化施設の設備概要

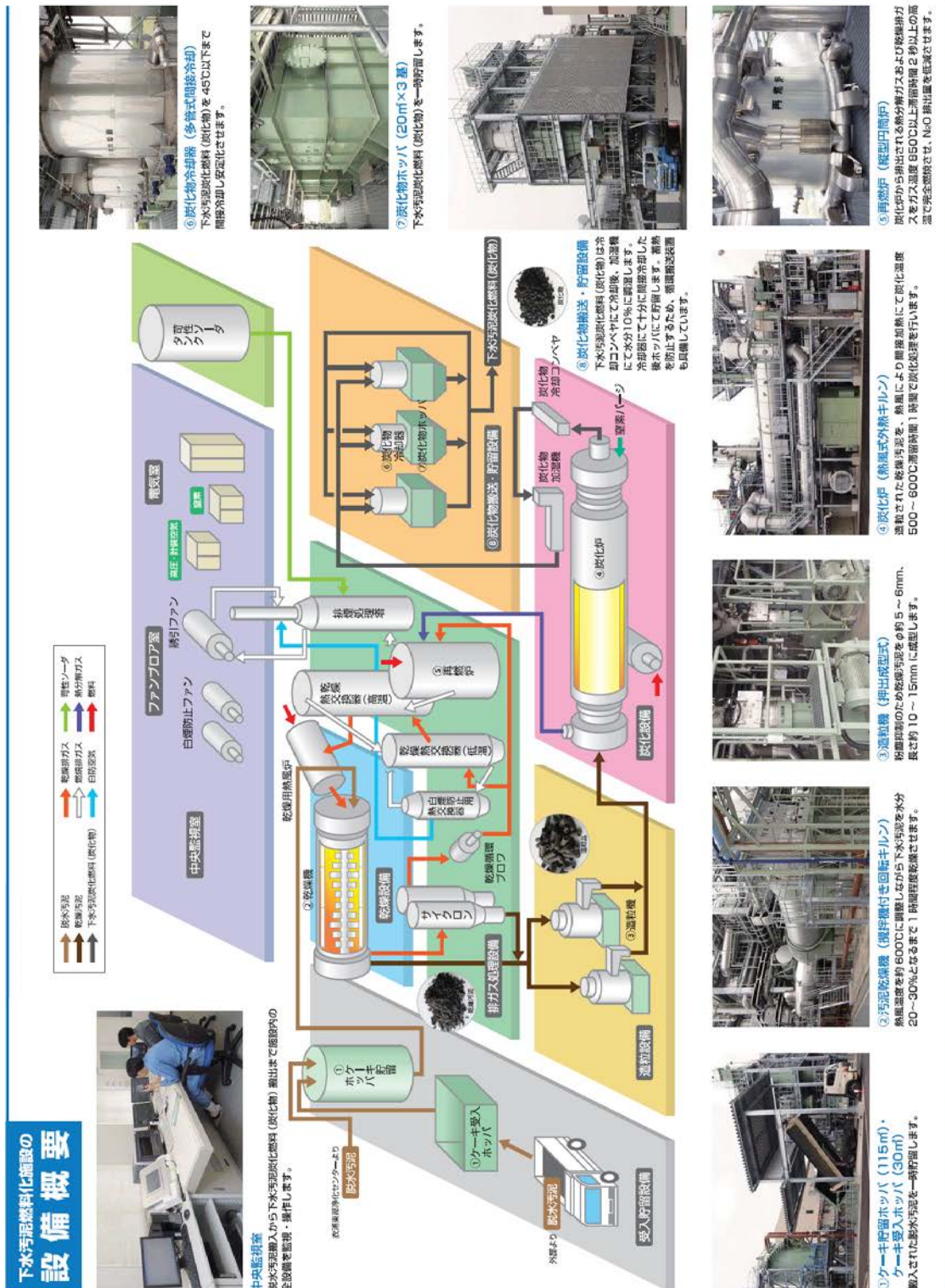


図 16 汚泥燃料化のシステムフロー

参考：  
衣浦東部浄化センター パンフレット

---

## 事例 7 横浜市南部汚泥資源化センター

### (1) 概要

汚泥焼却炉の老朽化に伴う更新にあたり、燃料化を導入予定。事業方式には BTO 方式を採用。

#### 《好事例のポイント》

市の PFI 事業を進める充実した体制を活かした検討と有効利用先確保の上での事業実施。民間事業者の独自技術、工夫を活用し、経済的かつ環境負荷の少ない事業を目指す。

### (2) 導入下水処理場

表 17 横浜市南部汚泥資源化センター（※汚泥処理施設）

敷地面積	123,900 m <sup>2</sup>
汚泥処理能力	14,700 m <sup>3</sup> /日（含水率 99%換算）
日平均汚泥処理量	9,000 t/日

※横浜市では、市内 11 か所にある水再生センターからの汚泥を 2 つの汚泥処理センターで処理している（北部汚泥資源化センター 8,000 t/日、南部汚泥資源化センター 9,000 t/日）。

### (3) 導入の背景・目的

南部汚泥資源化センターでは、平成 6 年度まで、汚泥のほぼ全量を埋め立て処分としていた。平成 7 年度から焼却灰 100% のハマレンガの製造を開始したが、設備の老朽化に伴い 17 年度から休止している。

3 基の汚泥焼却炉が稼働しているが、そのうち 3 号炉については平成元年 11 月稼働開始後、約 22 年経過しており、設備の老朽化が進み更新が必要となっていた。本事業は、焼却炉の更新を行うにあたり、地球温暖化対策及び資源の有効利用の観点から下水処理の最終過程で発生する生成物の有効利用を行うための燃料化施設を整備し、管理運営を行うものである。

平成 21 年に電源開発との共同研究を開始し、平成 24 年 7 月から建設開始、平成 28 年度から切り替えの予定である。民間の創意工夫を活かすため、BTO 方式が採用された。

表 18 事業スケジュール

平成 23 年 2 月 24 日	実施方針の公表
平成 23 年 6 月 20 日	特定事業の選定・公表
平成 23 年 8 月 2 日	入札公告
平成 23 年 11 月 29 日	提案書類の受付締切
平成 24 年 2 月 27 日	落札者の決定
平成 24 年 3 月 30 日	基本協定の締結
平成 24 年 7 月 30 日	事業契約の締結
平成 24 年 8 月～平成 28 年 3 月	本施設の設計建設期間
平成 28 年 4 月	本施設の管理運営開始
平成 48 年 3 月 31 日	事業の終了

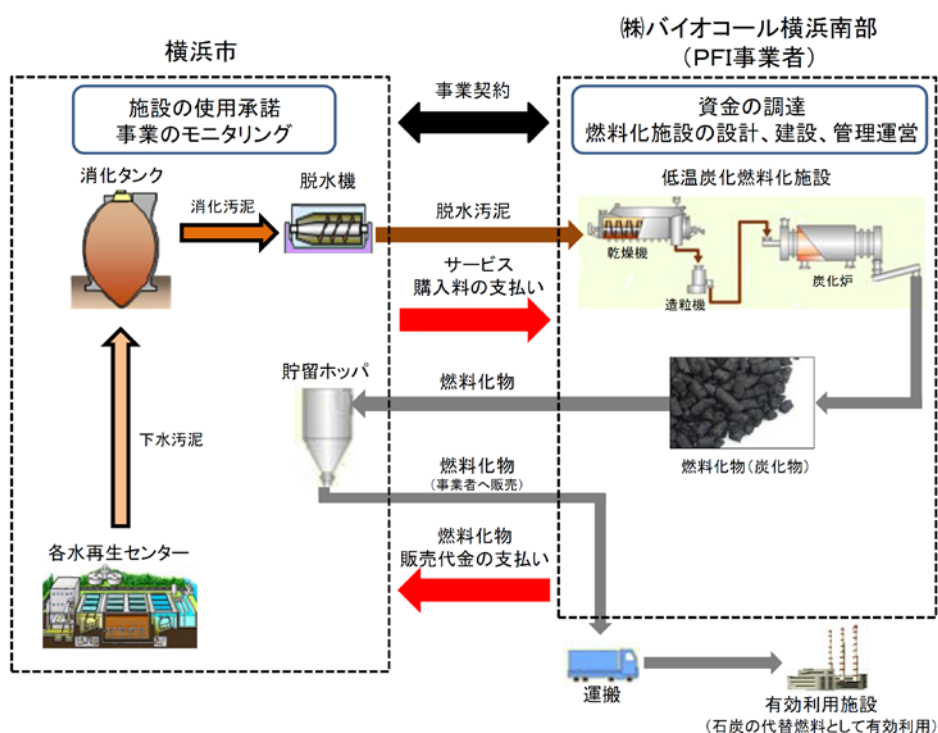


図 17 事業スキーム

(4) 設備概要

低温炭化燃料化施設

- ・ 施設面積 2,180m<sup>2</sup>
- ・ 計画処理量 46,500 t-wet /年 (150 t /日 × 310 日 /年)

※市における年間発生汚泥量の約 2 割

(5) システムフロー

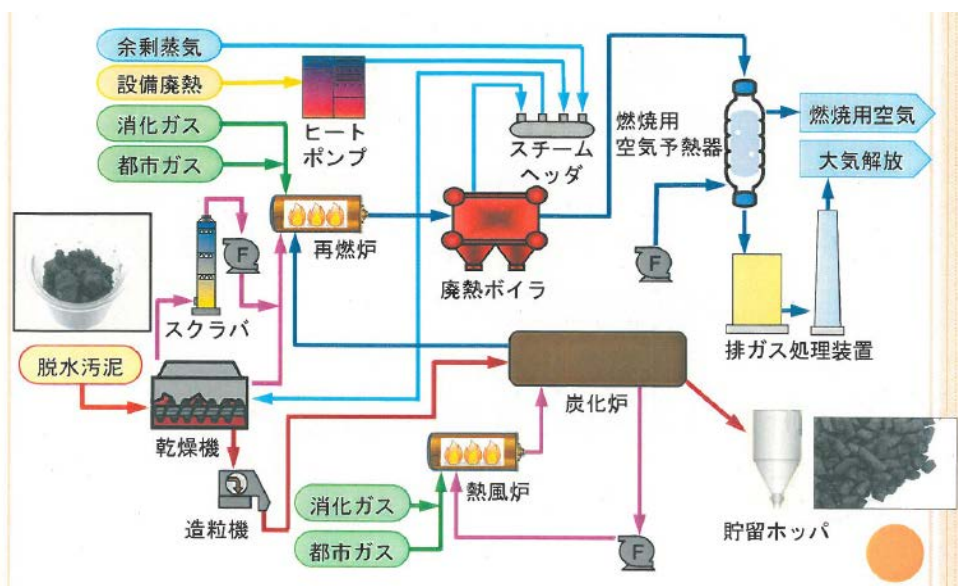


図 18 汚泥燃料化のシステムフロー

(6) 供用開始時期

平成 28 年度より供用開始。

- ・ 施設の設計建設期間 平成 24 年 8 月～平成 28 年 3 月
- ・ 施設の管理運営期間 平成 28 年 4 月～平成 48 年 3 月

(7) 事業費

約 150 億円 (契約金額)

(8) 製品取引先、製品情報

燃料化については、低温炭化技術を採用。

供給先として、J-POWER 磯子火力発電所を想定した検討を横浜市と電源開発が実施している。横浜市役所からの概算走行距離は 7.5km である。

---

【参考】低温炭化製造技術の特徴

【高発熱量化】

低温炭化技術は、従来の炭化方式(炭化温度500～800℃)に比較して低温(250～350℃)で炭化することにより、高発熱量化を図り、燃料価値を高めた技術である。

【低自然発火性】

蒸気添加・炭化前造粒により加湿することなく低自然発火性を実現。

【温室効果ガスの削減】

汚泥焼却や他炭化方式に比較し、N<sub>2</sub>O（一酸化二窒素）発生量を大幅に低減し、炭化物の混焼利用も含めて温室効果ガスの削減を達成。

(温室効果ガス発生量高温焼却の約 1/5 程度)

(9) 導入効果

期待される主な事業効果として、以下が挙げられる。

・ コスト縮減

建設・管理運営に民間の資金、経営及び技術ノウハウを導入する PFI 事業で実施することにより、従来方式の公共事業に比べて、VFM で約 20.8%のコスト縮減となる。

・ 温室効果ガス削減

既設焼却炉に比べて約 43%（約 5,900 t-CO<sub>2</sub>/年）の削減となる。

・ 安定した事業運営

市と事業者との間で適切な役割分担を行うことで、建設から管理運営までの 24 年間に渡り、業務目的の円滑な遂行や安定した事業運営が期待できる

(10) 導入検討における留意点、課題

- ・ 事業コストが大きい(150 億円)こと、毎年の支払いコストの平準化、経営面のチェック作業、ユーティリティコストの低減などのメリットを考え、特定目的会社に一括契約できる BTO 方式とした。横浜市では PFI 事業を審査する課を設けており、事業について詳細な検討を行っている。
- ・ 要求水準書に有効利用先や固形燃料の販売価格、リスク負担の考え方などを規定する必要があるが、リスク負担については簡単には決められないところがある。

---

参考：

横浜市のバイオマスを活用した再生エネルギー創出の共同研究 報告書（概要版）

（H22.11，横浜市環境創造局 電源開発株式会社）

横浜市記者発表資料 平成 24 年 7 月 30 日，環境創造局下水道設備課

ヒアリング時提供資料



---

## 事例8 岐阜市北部プラント

### (1) 概要

民間との共同研究、平成20年度にはLOTUSプロジェクト選定を受け、灰アルカリ抽出法によるリン酸塩の回収と販売を実施中。生成したリン酸塩は「岐阜の大地」の名称で肥料登録を受け、平成23年より地元のJA各支店で販売を開始している。

#### 《好事例のポイント》

日本で初めてのリン回収システムの導入と、生成物の地域への還元による地域と一体となった下水資源の利用。

### (2) 導入下水処理場

表 19 岐阜市北部プラント

面積	3.91 ha
計画処理能力	46,200 m <sup>3</sup> /日
処理方式	嫌気好気活性汚泥法
汚泥処理方式	濃縮→脱水→焼却→リン回収

### (3) 導入の背景・目的

岐阜市では平成元年ごろに汚泥の埋立処分から有効利用への変換をはかり、資源価値の高いリン回収に着目した。しかしながら、当時は特許の縛りがあったことなどから実用化には至らなかった。代わりに焼成レンガに着目し、平成6年より焼却灰を焼成レンガとして資源化する事業を開始したが、近年レンガの需要が急速に減り、製造の打ち切りを決定した。

そこでレンガの製造に代わる有効利用として、一度断念したリン回収の検討に至り、平成16年からの民間企業との共同研究、平成20年のLOTUSプロジェクトの選定を受け、平成21年度末にリン回収施設が完成した。

#### (4) 設備概要

##### リン抽出・リン析出システム

- ・ 処理能力(汚泥焼却灰) 1,000 t/年
- ・ リン酸肥料製造能力 500 t/年

リン回収のシステムとしては、リン酸を含む焼却灰を水酸化ナトリウムと共に投入し、それを 50℃～70℃の条件下で攪拌すると焼却灰中からリン酸を抽出できる。その後水酸化カルシウムを加え、20℃～50℃で約 6 時間置き、析出し底に沈殿するリン酸塩を分離する。

リン酸の抽出工程でいかに効率的にリン酸を取り出すか、処理灰をいかに分離させるかということがポイントとなる。リン酸カルシウムを取り出した後に残る水酸化ナトリウム溶液は循環させて利用可能であるが、それをいかにうまく循環させるかという点、抽出工程に加え回収物の乾燥に焼却炉の熱を利用するため、焼却炉の熱回収効率を上げることなども課題となる。

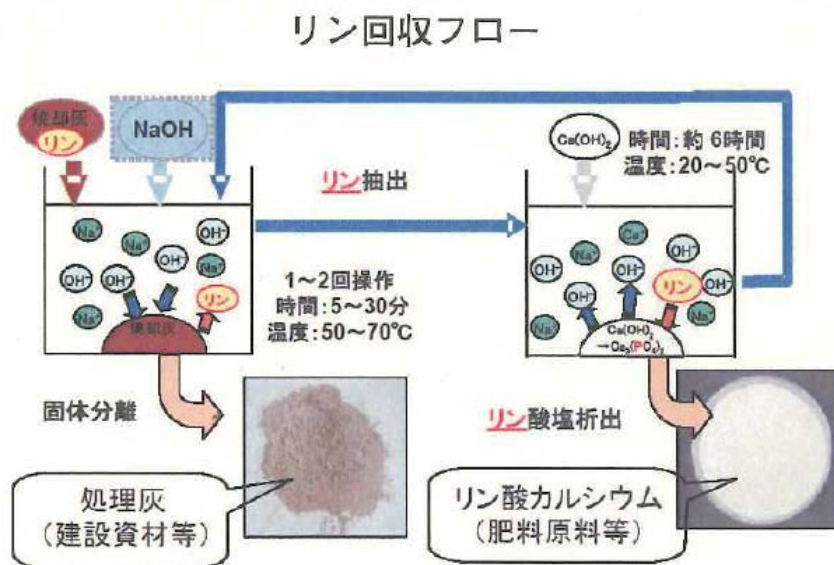


図 19 リン回収の仕組み



(5) システムフロー

システムフロー図を以下に示す。フローとしては大きくリン抽出のフローとリン析出のフローに分けられる。

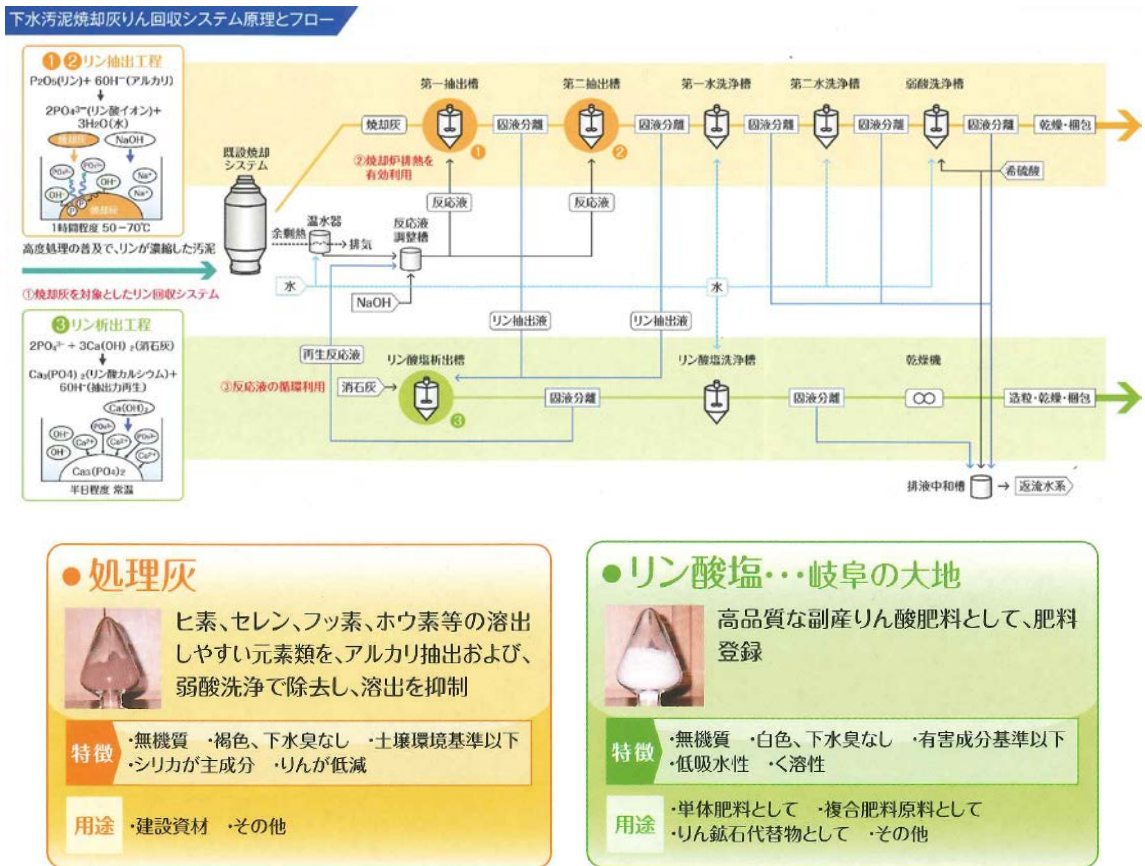


図 20 汚泥焼却灰りん回収のシステムフロー

(6) 供用開始時期

平成 22 年 3 月にリン回収施設が完成。平成 23 年より地元の JA 各支店で販売を開始している。

(7) 事業費・維持管理費

建設費：約 7 億円

維持管理費：64,552 千円/年（平成 23 年度）、48,121 千円/年（平成 24 年度）

（薬品、電気、ガス、その他費用の合計）

---

(8) 製品取引先、製品情報

回収したリン酸カルシウムは、H21年3月25日に、農林水産大臣から「岐阜の大地」の名称で肥料登録を受け、20 kg/袋 800 円で販売を開始している。肥料の特徴として、く溶性（緩効性）、白色・無臭、低吸水性、アルカリ性肥料などが挙げられる。

表 20 「岐阜の大地」生産量と販売量

	H22 年度	H23 年度	H24 年度
生産量	78 t	253 t	110 t
販売量	20 t	57 t	161 t

(9) 導入検討における留意点、課題

- ・ 資源化後の、肥料の需要の確保が課題。
- ・ リンを取り出した後の処理灰はシリカが主成分で、無機質、下水臭なし（褐色）、土壌環境基準以下といった特徴がある。処理灰は建設資材等として使用できるが、その活用方法については検討が必要である。

参考：

下水道循環のみち研究会 第6回セミナー(平成20年11月4日) 講演録(社団法人日本下水道施設業協会)

岐阜市ホームページ

岐阜市環境白書（平成24年度版、平成25年度版）

---

## 事例9 島根県宍道湖東部浄化センター

### (1) 概要

湖沼法から排水規制の強化が求められるようになり、その対策として平成6年に窒素・リンの削減を目的とした高度処理施設を導入。しかし高度処理を実施したことで返流水中のリン濃度が高くなり、平成10年からはリンの高率除去を目的とした造粒脱リン装置を設置し処理水中のリンをリン化合物の結晶(MAP)として回収している。

#### 《好事例のポイント》

リン回収による汚泥脱水機からの返流水リン負荷削減、リン処理の安定化、水質改善に付随した資源の有効利用。

### (2) 導入下水処理場

表 21 宍道湖東部浄化センターの概要

	全体計画	認可計画
処理面積	5,537.5 ha	5,361.5 ha
処理人口	175,000	164,040
処理能力	72,000 m <sup>3</sup> /日	
処理方式	凝集剤添加活性汚泥循環変法+砂ろ過法	

(平成24年4月現在)

### (3) 導入の背景・目的

平成元年に指定湖沼になり、水質面での法的な対応のためにA<sub>2</sub>Oによるリン除去を始めた。しかし、高度処理を実施したことで返流水中のリン濃度が高くなり、放流水のリン濃度への影響が懸念されたため、返流水のリン対策のためにMAP法によるリン回収を行うことになった。

処理水リン濃度の低減化のために、凝集剤(PAC)添加率アップを検討したほか、返流水中のリン濃度低減化のためにポリ鉄を用いた脱水法の導入、消化タンク運転方法の変更、造粒脱リン法の導入を検討した。そのうち、未利用資源の回収・有効利用の促進、返流水中のリン濃度を低減できる造粒脱リン法を採用した。MAP法の実施を決定してから、4年間の実証期間を設けている。

検討当時、概算費用はJSが算出した。

---

#### (4) 設備概要

##### ○脱リン設備

150 m<sup>3</sup>/日×1 基、500 m<sup>3</sup>/日×2 基を保有。365 日フルで稼働している。

※メンテナンスは外部に委託（2 人体制）。MAP 付着について、クエン酸洗浄を 1 回/年実施しており、洗浄作業が 4～5 日必要である。排水処理系の掃除は手作業で行う。

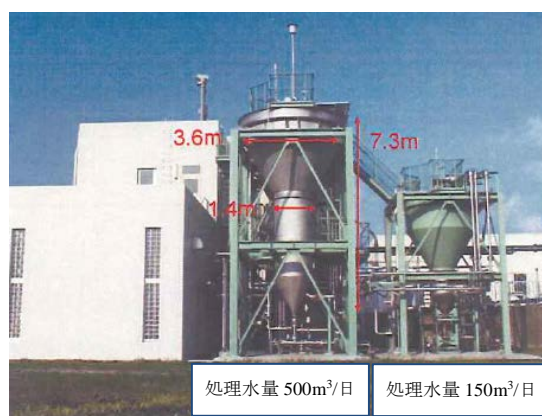


図 21 脱リン設備外観

##### 目標リン除去率

- ・原水 PO<sub>4</sub>-P 濃度が低濃度（50~100 mg/l）の場合 除去率 70%
- ・原水 PO<sub>4</sub>-P 濃度が高濃度（100 mg/l 以上）の場合 除去率 80%

#### (5) システムフロー

システムフロー図を次頁以降に示す。

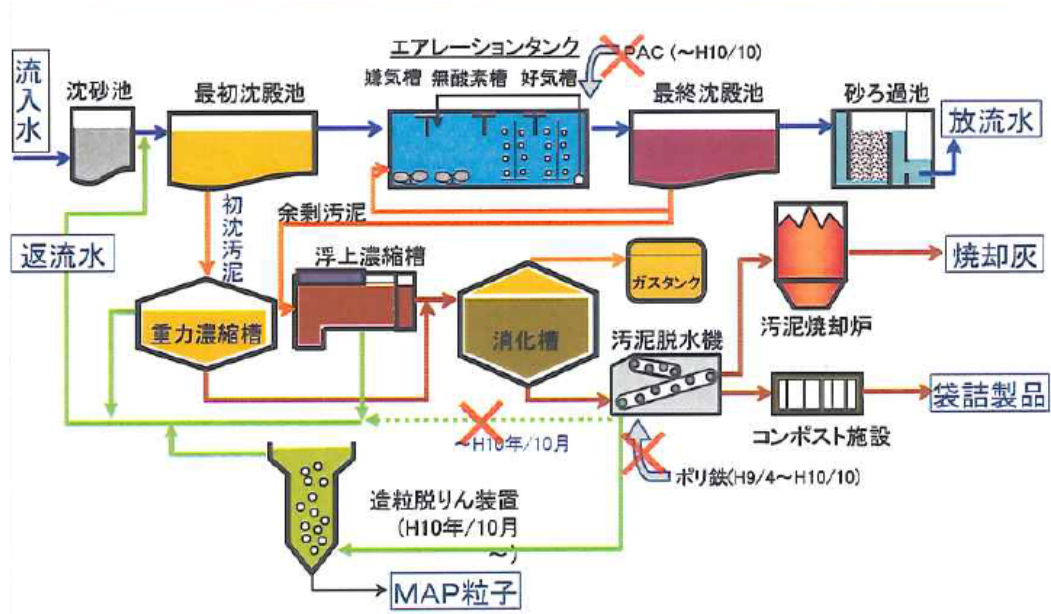


図 22 MAP 法によるリン回収のシステムフロー

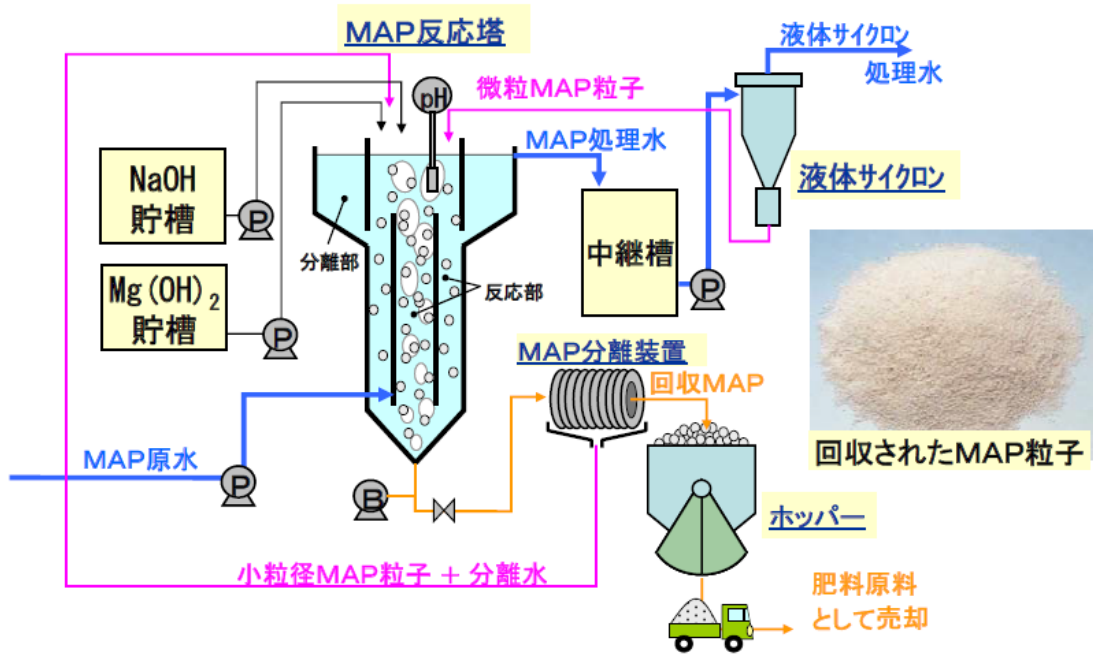


図 23 MAP 分離の仕組み

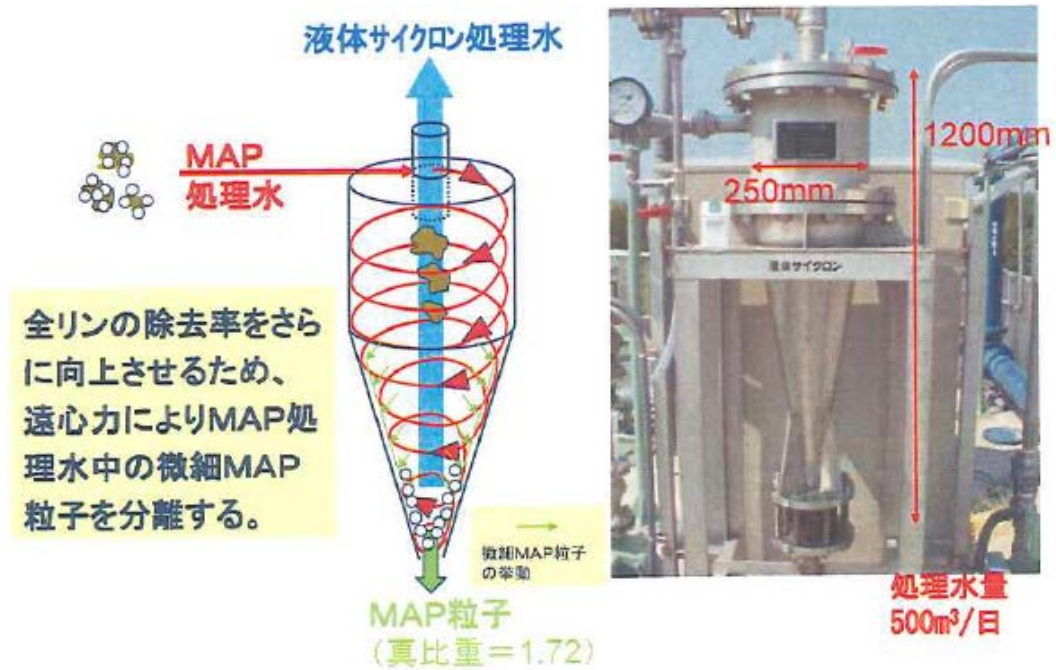


図 24 MAP 処理水からの微細 MAP 粒子分離システム

(6) 供用開始時期

平成 10 年度より稼働開始。

(7) 事業費・維持管理費

○建設費

表 22 建設費（平成 9～12 年）

年度		平成 9～10 年	平成 11～12 年
号機(能力)		1 号機 (500m <sup>3</sup> /日) 3 号機 (150m <sup>3</sup> /日)	2 号機 (500m <sup>3</sup> /日)
建設費 (千円)	建築	155,273	
	機械	369,580	164,300
	電気	138,180	15,000
	小計	663,033	179,300
	合計	842,333	

○維持管理費

表 23 維持管理費（平成 20 年度）

		金額	備考
薬品代	Mg(OH) <sub>2</sub>	5,050,880	
	NaOH	1,939,350	
電気代		1,036,235	
運転管理費		4,728,550	保守点検費×5%
定期点検費		174,300	電気・計装点検費×1%
合計		12,929,315	
MAP 1kg 当たり経費		104	MAP 生産量 (H20 年度) : 124 t

(平成 20 年度、単位：円)



(8) 製品取引先、製品情報

生成肥料は、農水省の肥料登録を受け、肥料工場へ売却。



図 25 生成肥料

表 24 MAP 成分分析結果

有効成分名称	分析結果	成分理論値(%)	
アンモニア性窒素	5.67	5.0	
ク溶性リン酸	29.53	28.0	
ク溶性苦土	16.18	16.0	
有害成分名称	分析結果(%)	ク溶性リンさん 28%に対する許容最大値(%)	
		化成肥料の場合	福産リン酸肥料の場合
硫青酸化物	N.D.	0.14	-
ヒ素	0.000048	0.056	0.112
亜硝酸	N.D.	0.56	-
ビウレット性窒素	N.D.	0.28	-
スルファミン酸	N.D.	0.14	-
カドミウム	0.000006	0.0021	0.0042
ニッケル	N.D.	0.14	-
クロム	N.D.	1.4	-
チタン	0.0029	0.56	-
水銀	N.D.	0.0014	-
鉛	0.0004	0.084	-

(9) 導入検討における留意点、課題

- ・ リンの除去性能は、原水中の  $\text{NH}_4\text{-N}$  濃度によって左右される。
- ・ 処理プロセスで様々な箇所に MAP 付着が起こり、清掃が欠かせないため、閉塞の可能性が高い場所を確認しておくとともに、配管内の目づまり具合を確認しやすいもの(スパイラルホースなど)にするなど清掃のし易さに工夫が必要である。
- ・ 本事例ではあくまで水質改善が目的であり、肥料売却を行っても採算性を確保するのは



---

難しい。

- ・ 肥料メーカーの求める成分としないと売却が難しい。肥料は年間を通じて必要とされるものではないため、安定供給も確保しづらい面がある。

参考：

宍道湖東部浄化センターの処理フロー【島根県】

（下水道におけるリン資源化検討会 第1回委員会（平成21年1月20日（火））配布資料）

ヒアリング時提供資料

---

## 事例 10 鳥取市秋里下水終末処理場

### (1) 概要

高温消化の際の MAP 析出対策、焼却灰の減量化と脱リンによる焼却灰の無害化、処分費の削減を目的とし、灰アルカリ法によるリン回収を開始。回収したリンは肥料登録をし、販売の予定。

#### 《好事例のポイント》

リン回収による資源循環と焼却灰処理費の削減。汚泥は消化処理をしており、消化ガスも有効利用されている。DB 方式を採用し、設計・施行の一体発注による品質向上、設計・施工管理の労力削減を図っている。

### (2) 導入下水処理場

表 25 鳥取市秋里下水終末処理場の概要

敷地面積	70,700 m <sup>2</sup>
日平均流量	47,872 m <sup>3</sup> /日
計画日最大汚水量（現有）	72,400 m <sup>3</sup> /日
処理方式	標準活性汚泥法

### (3) 導入の背景・目的

下水道の面整備が進むにつれて汚水量が増加し、従来の中温消化方式のままでは処理容量が不足することが懸念された。そのため焼却施設を更新する計画であったが、消化方式を高温消化に変更するかについても比較検討を行い、高温消化を選択した。

高温消化方式の場合、配管に MAP が付着し詰まりやすくなる。そこで脱水液側にあるリンを好気性条件下で汚泥側に移動させることで対応した。

焼却灰の減量化、脱リン灰(無害化灰)による処分費削減を目的とし、焼却灰からリンを回収することとなり、灰アルカリ抽出法を採用している。

自治体内部、地方整備局、市長、議会等への説明は比較的スムーズで、市長に理解があったことや、事業費(3.7億円)が問題視する程大きくはないこと(焼却炉は約40億円(40t/日))、環境に良い事業であることなどが要因と考えられる。内部説明では経済比較が重要視された。

(4) 設備概要

2t/日 (1 系列)

(5) システムフロー

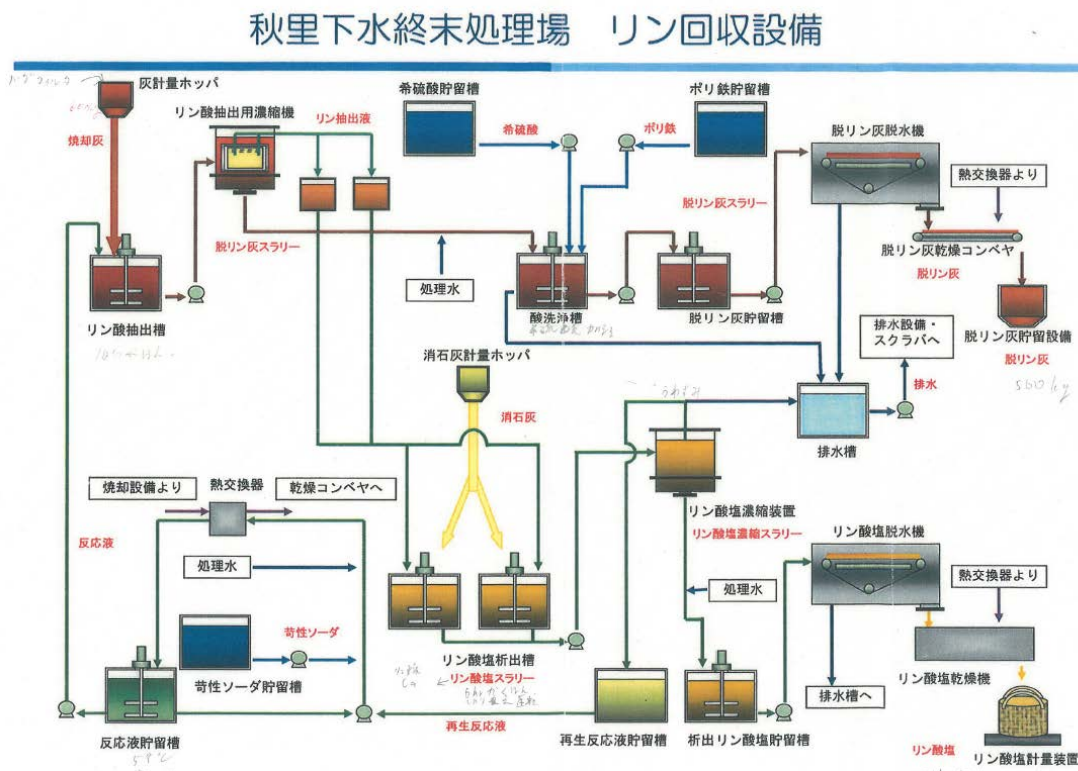


図 26 リン回収設備システムフロー

(6) 供用開始時期

平成 25 年 3 月に施設完成。

(7) 事業費・維持管理費

事業費 (建設費) : 約 3.7 億円

(8) 製品取引先、製品情報

回収したリン酸塩は、農業用肥料原料としての利用に取り組んでいる。肥料取締法に基づく「副産リン酸肥料」として肥料登録準備を行うとともに、その商品化、販路について関係機関と協議を行っている。

---

(9) 導入効果

- ・ 焼却灰中のリン資源の有効活用により、年間約 150 t のリン酸塩を回収。
- ・ 処分焼却灰の量削減（従来約 528 t/年 → 396 t/年）
- ・ 返流水移行リン回収率向上による、放流水質の改善

(10) 導入検討における留意点、課題

- ・ 肥料の生産量、品質の安定確保が課題である。
- ・ B/C を得ることは難しく、規模が大きくなると採算はとりづらい。
- ・ リンを取り出した後の処理灰の処理方法について検討する必要がある。セメントの材料として回収するためには、リン濃度を 9% 以下とし酸性の度合いを低くしないと引き取ってもらえない。

参考：秋里下水終末処理場ヒアリング時提供資料

### 資料3 収益性評価手法

#### (1) 収益性算定方法例

事業の経済性については、「第3章 事業の実施可能性の評価」で示したように既存事業と新技術導入時の比較検討により評価することができる。

ここでは、事業の収益性についての一手法を紹介する。

#### (2) 収益性の評価指標 (IRR、DSCR)

##### ① IRR (内部収益率、Internal Rate of Return)

事業期間を通じて建設費等の投資額に対して、当該事業から何%のリターンが期待できるかを現す指標。フリーキャッシュフロー(事業から得られるリターン)の現在価値総額と投資額を比較し、これらが等しくなる時の割引率としてIRRが求められる。IRRが大きい時は、フリーキャッシュフロー(利益)も大きい。

$$I = \sum \frac{C_n}{(1+r)^n}$$

I : 初期投資額  
C<sub>n</sub> : n年度に発生する出資者及び融資する金融機関等に帰属する  
          キャッシュフローの合計額  
r : 内部収益率

##### ② DSCR (支払い額、Debt Service Coverage Ratio)

債務の返済能力を示す指標の一つで、期間ごとの借入金の元利金返済の安全性を示している。各年の事業から生じたキャッシュフロー(リターン)が、当該年度に支払う必要のある元利金の何倍であるかを示しており、DSCRが1.0を越えることが事業成立の最低条件となる。

債務返済動力を示す  $DSCR_n = \frac{C_n}{(P_n + I_n)}$

C<sub>n</sub> : n年度に発生する出資者及び融資する金融機関等に帰属するキャッシュフローの合計額

P<sub>n</sub> : n年度の元金返済額

I<sub>n</sub> : n年度の支払金利額

#### (3) 評価ツールの紹介

収益性評価を行うための簡易ツールとして、「下水道等のエネルギー連携事業経済性簡易診断ツール」がある(右図)。

このツールは、事業連携することを想定し、事業成立の可否を収益性の面から検討するためのものである。

