

# 広島市における下水汚泥燃料化

平成29年11月28日(火)  
広島市下水道局施設部計画調整課  
主任技師 松田 英士

# 広島市公共下水道計画図

汚水処理人口普及率 **95.9%**(平成28年度末)  
施設ストック  
管きょ延長約**5,980km**  
ポンプ施設 **67箇所**  
処理施設 **18箇所**  
平成20年度から特環、農集、浄化槽の3事業を  
下水道事業に統合し運営している。  
下水道使用料は、統一としている。

|        |             |
|--------|-------------|
| 市街化区域内 | 公共下水道       |
| 市街化区域外 | 特定環境保全公共下水道 |
|        | 農業集落排水      |
|        | 市営浄化槽       |

西部水資源再生センター  
下水污泥燃料化施設

江波水資源再生センター

千田水資源再生センター

旭町水資源再生センター

広島県東部浄化センター

広島市役所



# 1. 下水污泥燃料化事業概要

# 1. 1 下水汚泥燃料化事業の概要

## ■事業名

広島市西部水資源再生センター下水汚泥燃料化事業

## ■事業規模

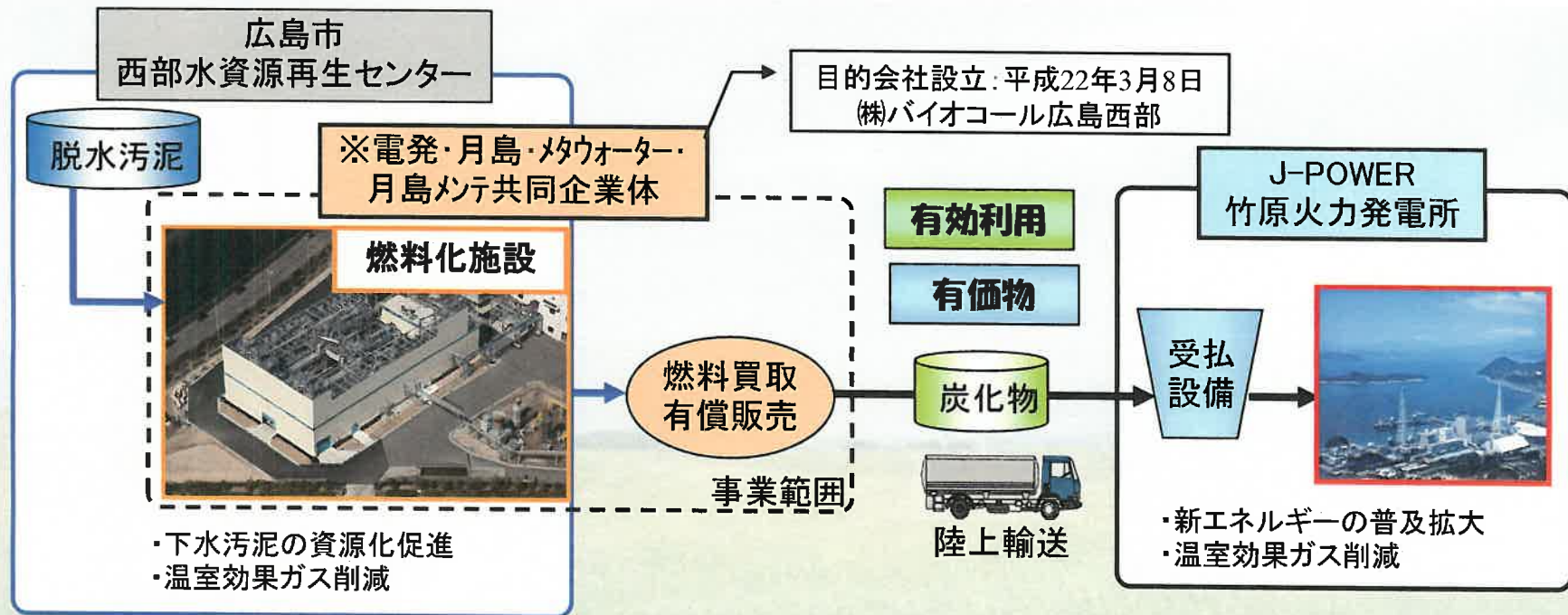
- ・施設公称能力: 50ton/日 × 2系
- ・計画汚泥処理量: 557,725ton/20年
- ・計画燃料化物生成量: 89,794ton/20年
- ・炭化物性状: 15.8MJ/kg (3,770kcal/kg)

## ■事業期間

- ・設計施工: 平成21年3月～平成24年3月
- ・維持管理: 平成24年4月～平成44年3月

## ■事業形態

DBO方式。設備の設計・施工、維持管理・運営、燃料化物販売業務を一括契約



# 1.2 下水汚泥燃料化事業導入の背景

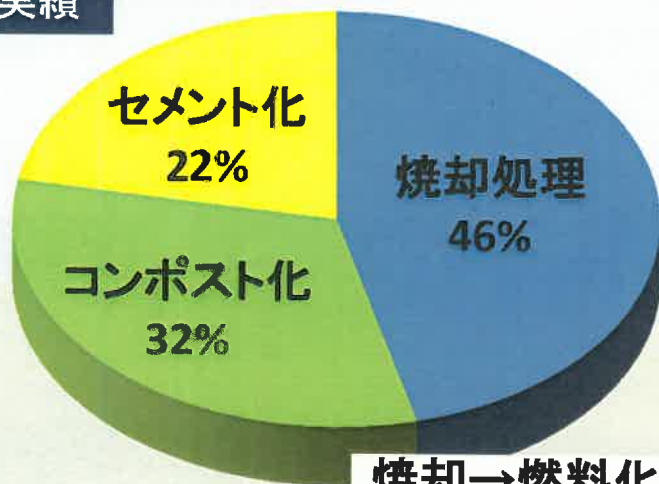
## ■広島市における汚泥処理の課題

- ①既設の焼却施設(千田・江波)は耐用年数をむかえている
- ②焼却処理は環境負荷(CO2排出量)が大きい上、埋立処分場の確保が困難
- ③コンポスト、セメントの需要増が見込めない

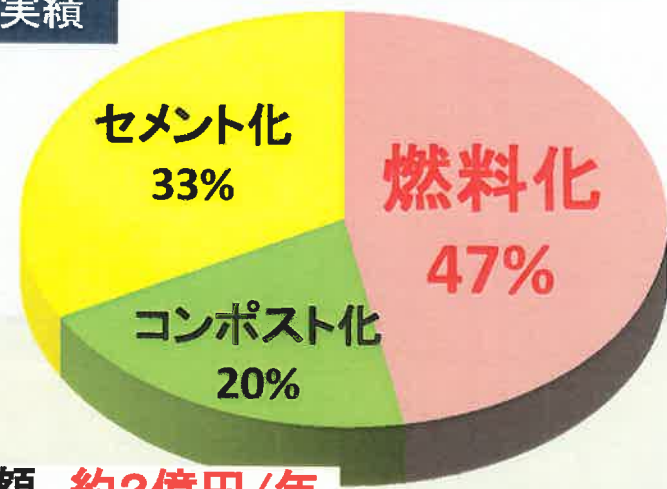


下水汚泥の100%資源化と長期安定処理を目指し、  
**燃料化事業導入を決定**

H19実績



H28実績



焼却→燃料化によるコスト縮減額 **約2億円/年**

## 1. 3 導入までの主な出来事

### H16. 9 広島市下水道新技術評価委員会の設置

民間企業より燃料化事業に関する技術提案

### H16. 10 燃料化事業に関しての検討を開始

### H17. 3 燃料化事業の導入に関する報告書取りまとめ

### H18 局内にて燃料化事業の導入を決定

#### 燃料化事業に関する基本条件検討、導入可能性調査

燃料化事業の導入に関し、地元再開発連合協議会へ概要説明

### H19 市長説明(了承)

#### 議会説明、債務負担行為等の予算請求

#### 詳細条件、要求水準書等の検討

### H20 入札公告(H20.10.20)、事業契約(H21. 3.27)

設計施工:平成21年3月～平成24年3月

維持管理:平成24年4月～平成44年3月

# 1.4 事業手法の選定

| 区 分  | 公設公営   | 公設民営  | 公設民営   | 民設民営  |   |
|------|--|---|--|---|---|
|      | 従来方式   | 従来方式  | DBO方式  | BTO方式   | BOT方式   |
| 評価概要 | <p>建設と維持管理を分離するため、燃料製品の受入側の要求に応じた品質が確保できない。</p> <p>そのため、燃料としての引き受けが継続される確約がない。</p> | <p>維持管理は包括的な民間委託により経費の節減が図れるが、建設と維持管理を分離するため、燃料製品の受入側の要求に応じた品質が確保できない。</p> <p>そのため、燃料としての引き受けが継続される確約がない。</p> | <p>民間事業者が運営段階を見越して施設建設に携わることにより、長期にわたる効率の良い維持管理・運営を行うとともに、燃料製品の受入側の要求に応じた品質を確保できる。</p> | <p>公設民営と同様に長期継続と高い品質を確保できる。</p> <p>一方で、国庫補助金の受入が可能なことから、民間資金の投入メリットがない。また、融資銀行等の判断によっては、処理場運営に有利な新技術等の導入が行えない場合がある。</p> | <p>公設民営と同様に長期継続と高い品質を確保できる。</p> <p>一方で、国庫補助対象とした実績がないことや、廃棄物処理法の適用を受ける必要があるなど問題となりそうな事項が多い。</p> |

本事業では、公共がイニシアティブを持って効率的な運営を進めやすく、経費的にも有利（BTO方式に比べ約7%コスト削減）なDBO方式を採用することとした。

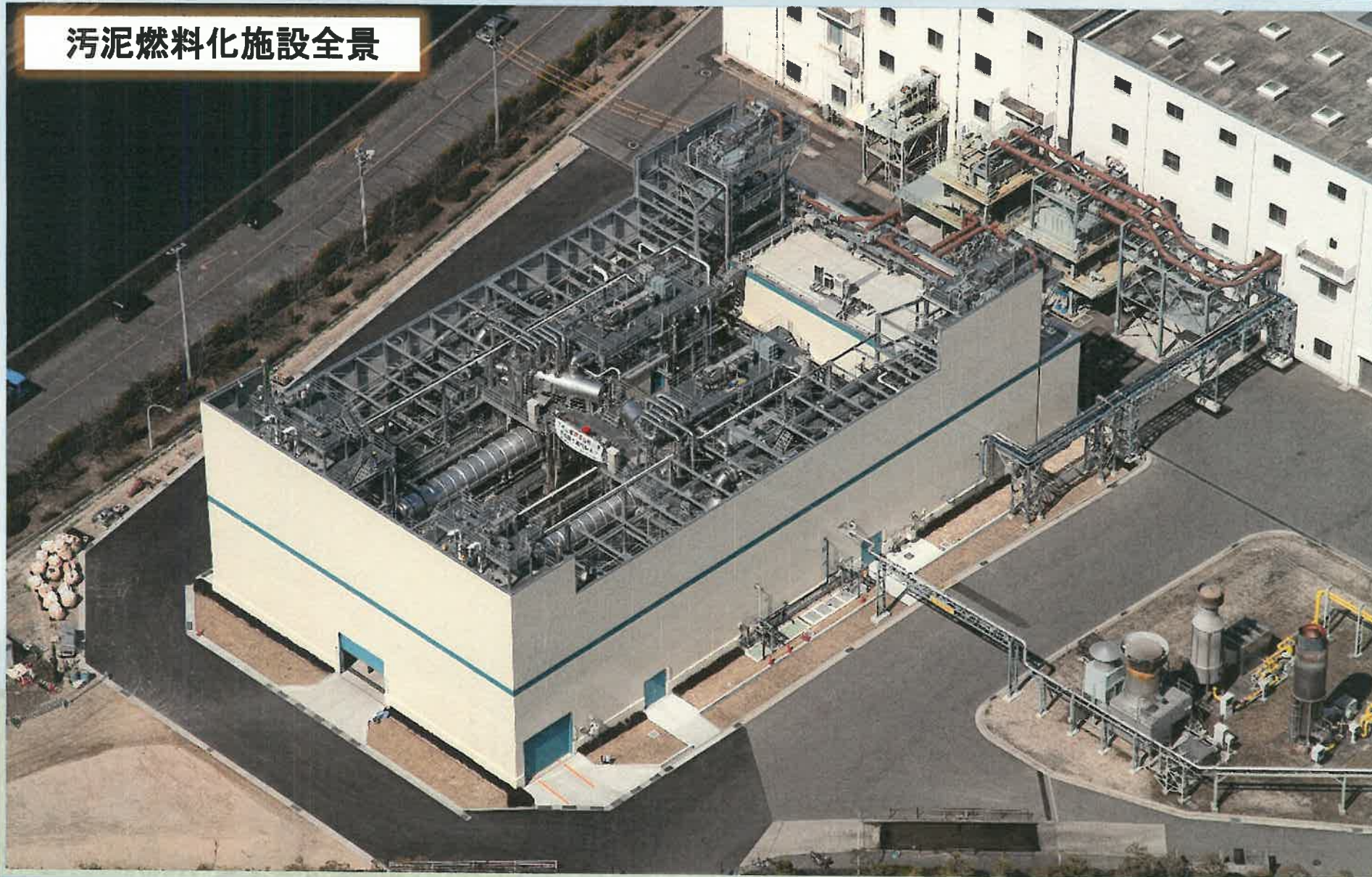
# 1.5 リスク分担について(参考)

| リスクの種類               | リスクの内容                   | 負担者 |     |
|----------------------|--------------------------|-----|-----|
|                      |                          | 広島市 | 事業者 |
| 税制変更リスク              | 消費税の変更                   | ○   |     |
|                      | 法人の利益にかかる税の変更            |     | ○   |
| 住民対応                 | 地域住民の対応、苦情処理等            | ○   |     |
| 環境保全                 | 周辺への環境悪化、振動・騒音・臭気等       |     | ○   |
| 物価変動リスク              | 物価変動(固定費、変動費など)          | ○   | ○   |
| 金利変動リスク              | 金利変動                     |     | ○   |
| 性能未達リスク              | 運転管理が性能を満たさない場合          |     | ○   |
| 費用増加リスク              | 提供する汚泥等の質や量が変わった場合の費用増加  | ○   |     |
| 燃料化物の運搬・貯蔵・利用に関するリスク | 適正な燃料化物の処理・処分に関する責任・費用負担 |     | ○   |
|                      | 燃料化物の利用先周辺の対応            |     | ○   |



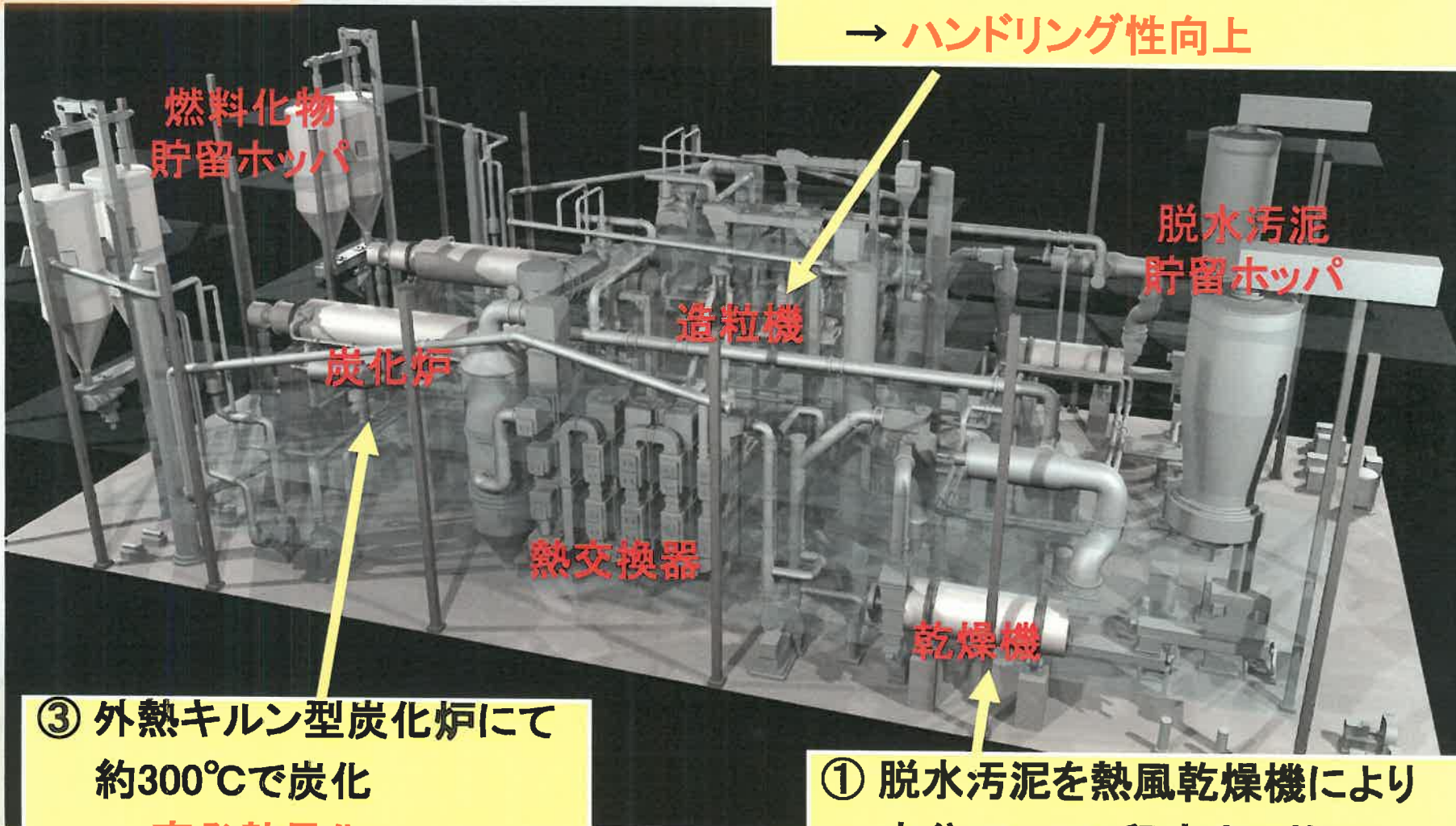
# 1. 6 低温炭化技術の概要

汚泥燃料化施設全景



# 1.7 低温炭化技術の概要

## 施設イメージ



② 乾燥品をφ5~6mm程度に造粒  
→ **ハンドリング性向上**

燃料化物  
貯留ホツパ

脱水汚泥  
貯留ホツパ

造粒機

炭化炉

熱交換器

乾燥機

③ 外熱キルン型炭化炉にて  
約300°Cで炭化  
→ **高発熱量化**

① 脱水汚泥を熱風乾燥機により  
水分20~30%程度まで乾燥

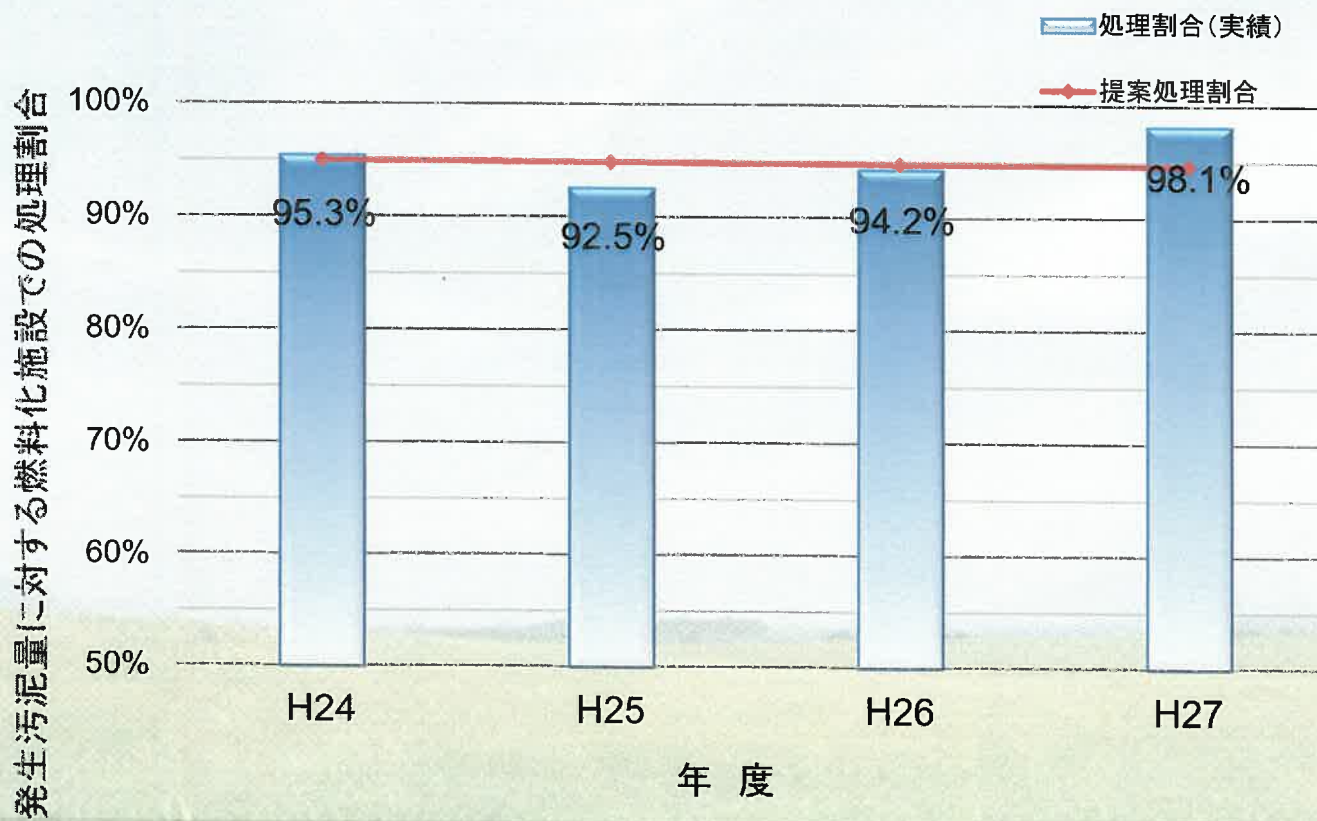


## 2. 運転状況

## 2.1 汚泥処理実績

### ■ 汚泥処理実績

- ・汚泥の処理量は、平成24年度から4年間、計画量をほぼ達成している。
- ・平成25年度は、初年度の運転状況をふまえた設備の改善工事実施により、若干処理量が少なくなった。



## 2.1 汚泥処理実績

### ■燃料化物分析結果

- ・燃料化物は石炭の50～60%程度の発熱量を有している。
- ・原料となる脱水汚泥が消化汚泥であるため、JIS規格(JIS Z7312)による種類では、BSF-15にわずかに届かない発熱量となっている。

| 項目      | 単位    | 脱水汚泥 |      |      |      | 燃料化物 |      |      |      | 一般炭<br>測定例 | JIS<br>Z7312<br>(BSF-15) |
|---------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------------|--------------------------|
|         |       | H24  | H25  | H26  | H27  | H24  | H25  | H26  | H27  |            |                          |
| 水分      | %     | 78.0 | 77.2 | 77.0 | 77.7 | 4.7  | 4.8  | 5.7  | 5.5  | 8          | <20                      |
| 発熱量(高位) | MJ/kg | 15.1 | 15.4 | 15.4 | 15.5 | 14.8 | 14.8 | 14.5 | 14.7 | 26.6       | 15.0                     |

## 2.1 汚泥処理実績

### ■排ガス・排水測定結果

運転開始以降、1系、2系ともに法規制値を十分に満足している。

#### 排ガス測定結果

| 項目                             | 単位                     | 測定値(3か年最大値)         |                     | 法規制値 |
|--------------------------------|------------------------|---------------------|---------------------|------|
|                                |                        | 1系                  | 2系                  |      |
| NO <sub>x</sub> ※ <sup>1</sup> | ppm                    | 55                  | 78                  | 250  |
| SO <sub>x</sub>                | 濃度                     | 1.5                 | < 0.5               | —    |
|                                | K値                     | 0.1未満※ <sup>2</sup> | 0.1未満※ <sup>2</sup> | 7    |
| HCl※ <sup>1</sup>              | mg/Nm <sup>3</sup>     | 0.6                 | 0.8                 | 700  |
| ばいじん※ <sup>1</sup>             | g/Nm <sup>3</sup>      | 0.050               | 0.046               | 0.08 |
| DXNs※ <sup>1</sup>             | ng-TEQ/Nm <sup>3</sup> | 0.0071              | 0.000048            | 1    |

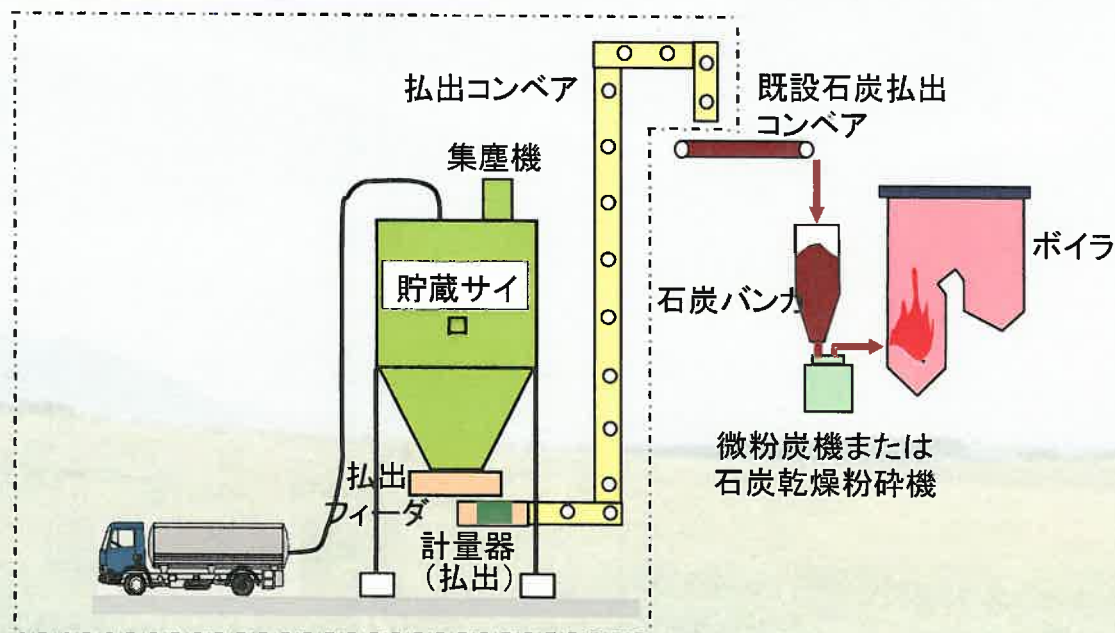
※1:酸素12%換算値

※2:SO<sub>x</sub>のK値は計算により算出

## 2.2 燃料化物利用状況

- **燃料化物の利用先** : J-POWER竹原火力発電所(広島県竹原市)
- **受払設備の構成** : 受払設備は83m<sup>3</sup>のサイロと定量切り出し装置、空気輸送設備から構成される。空気輸送された燃料化物は石炭払出ベルトコンベヤにて石炭と混合する。
- **運用状況** : 最大1%の混焼率にて運用中。石炭専焼と比較して、燃焼特性や環境特性に差異は認められず、プラント運転への影響は認められていない。

### 燃料化物受払設備



## 2.3 運転状況と今後の展望

### 運転状況

#### ■運転状況

運転開始後は、若干の初期トラブルはあったものの、設計・施工業者が事業に参画していることから、早期な対応により安定した施設の運転を継続できている。

#### ■主な設備改善事項

現象：炭化物の搬送機器において、チェーン等の腐食摩耗が想定以上に速く、材質をSSからSUSに変更。

今後の対策：搬送方式の複数化を検討（空気搬送設備の追加）

### 今後の展望

#### ■長期安定的な事業運営

本事業は、事業者にて施設の設計・施工、維持管理・運営ならびに燃料化物の利用を一体で進めており、さらに燃料ユーザーも事業に参画していることから、今後も長期安定的な汚泥の有効利用が図られるものと考えている。





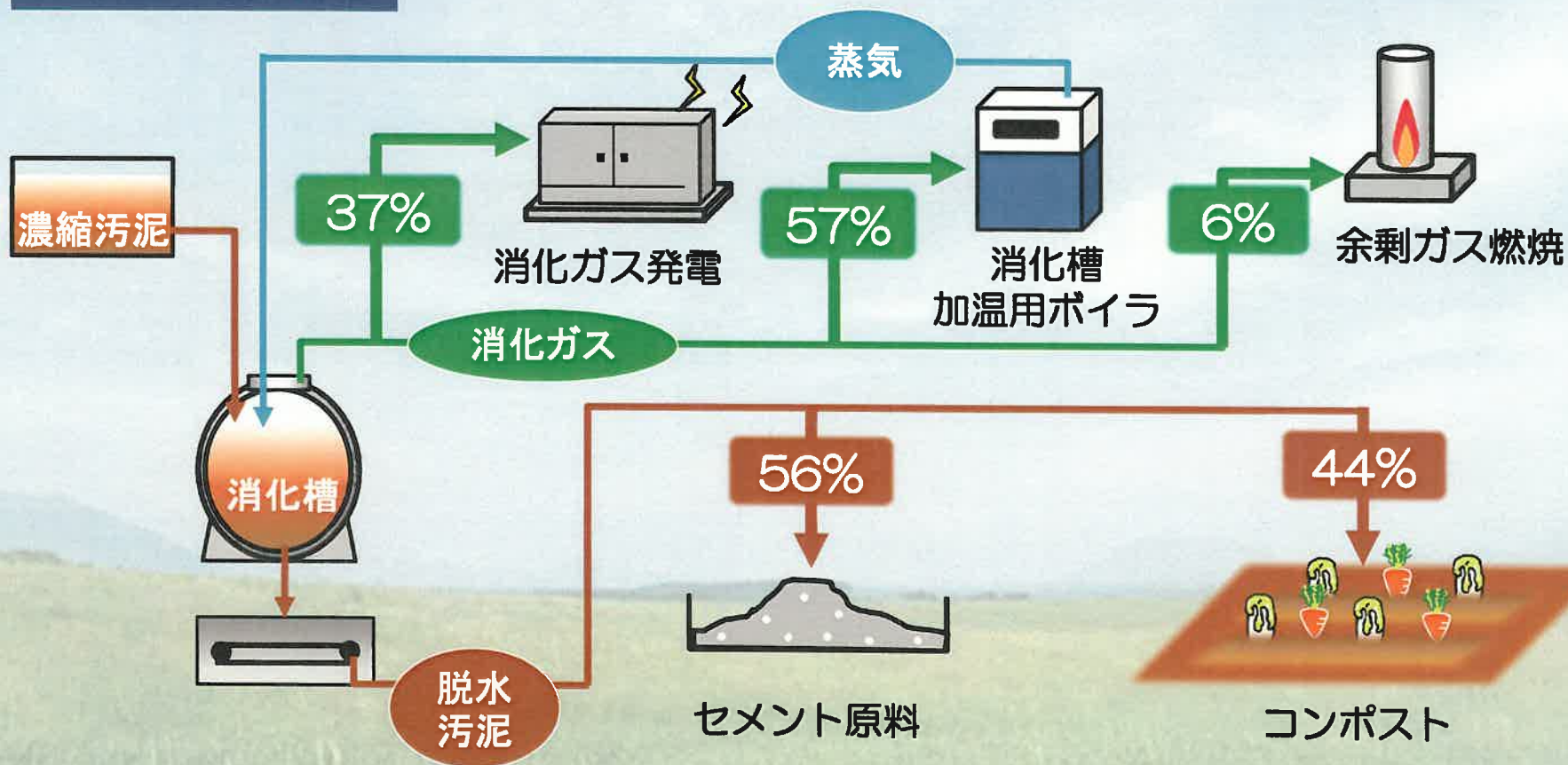
### 3. 燃料化事業導入効果

# 3. 1 化石燃料消費量“ゼロ”

## ■消化ガスの運用(燃料化施設運転開始前)

従来：主に消化ガス発電と消化槽加温用ボイラに使用し、残りを余剰ガス燃焼により処分

平成22年度 実績



# 3. 1 化石燃料消費量“ゼロ”

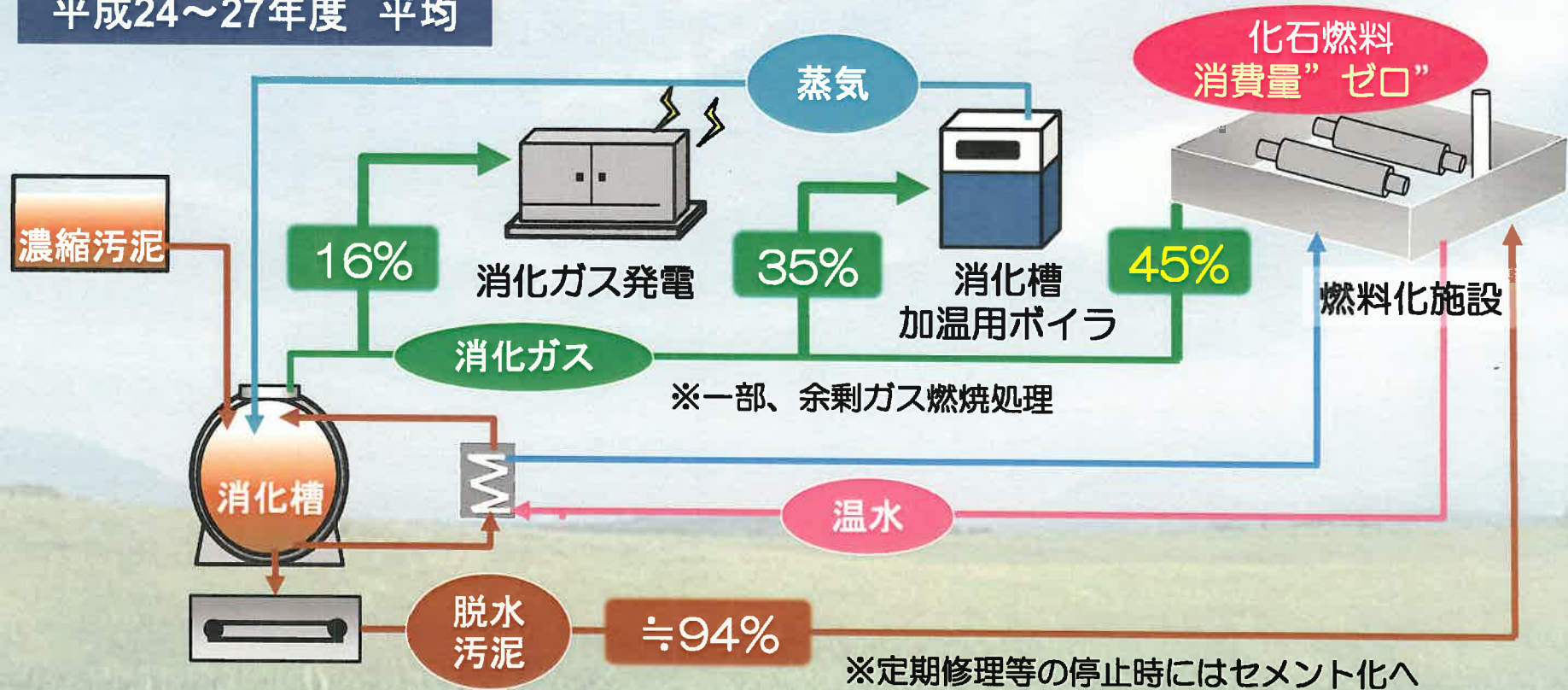
## ■消化ガスの運用(燃料化施設運転開始後)

燃料化導入以降 : 燃料化施設にて発生する温水を消化槽の加温に利用することで、消化槽加温用ボイラにて使用する消化ガスを削減。

温水の利用効率が良いため、計画以上の消化ガス発電が可能に。

→ 燃料化施設で必要な消化ガス量の確保が可能となり、化石燃料消費量“ゼロ”を達成

平成24~27年度 平均



## 3.2 温室効果ガス削減効果

### ■ 広島市における削減効果

A) 従来の焼却方式と比較した削減効果(見込み) : 約**8,700** [ton-CO<sub>2</sub>/年]

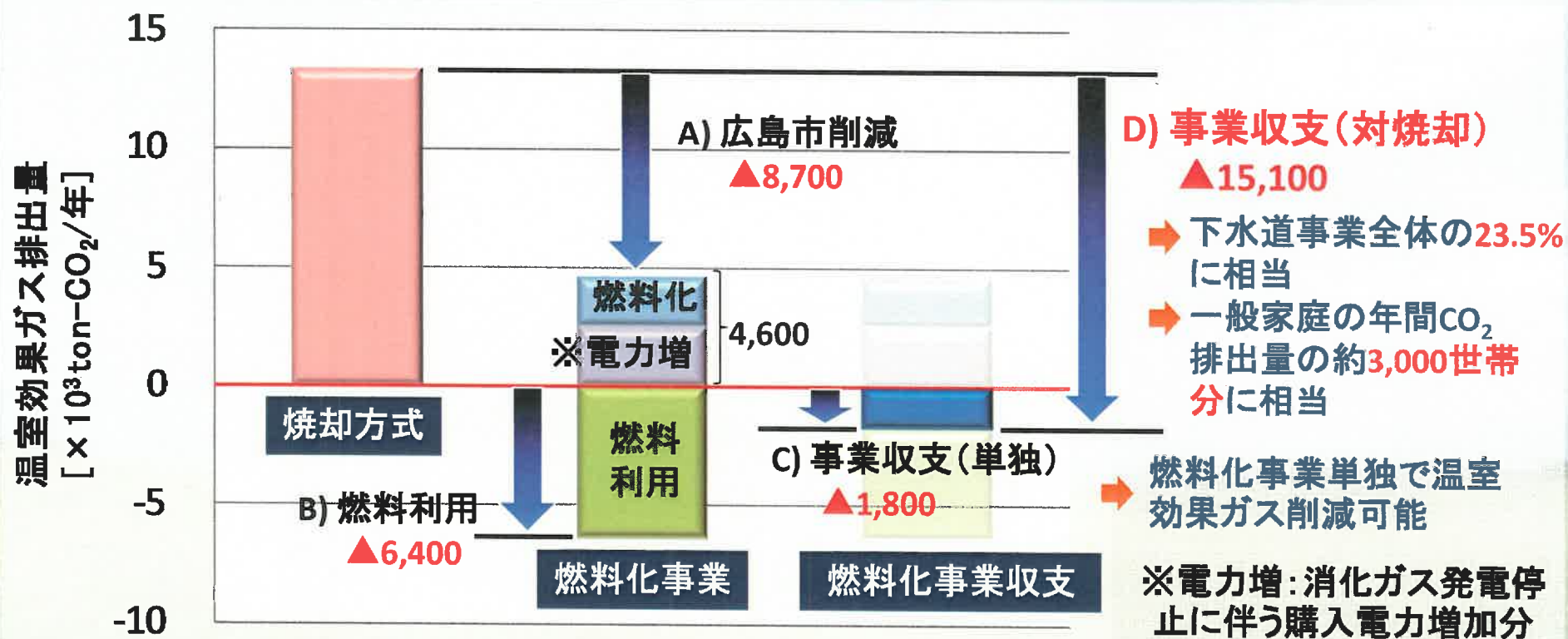
### ■ 燃料利用サイドでの削減効果

B) J-POWER竹原火力発電所における混焼利用による削減効果(見込み) : 約**6,400** [ton-CO<sub>2</sub>/年]

### ■ 事業全体での削減効果

C) 燃料化事業単独における排出量と削減量の収支(見込み) : 約**1,800** [ton-CO<sub>2</sub>/年]

D) 焼却方式と比較した場合の事業全体での削減効果(見込み) : 約**15,100** [ton-CO<sub>2</sub>/年]



## 3. 2 温室効果ガス削減効果

### ■削減実績

- ・燃料化施設からの温水の利用効率が高く、消化槽加温ボイラにおける消化ガス使用量が少ないため、消化ガス発電設備が運転可能な状況となったことから、広島市での温室効果ガス削減効果は、見込以上となっている。
- ・平成25年度以降、脱水汚泥発生量の減少により、燃料化物生成量が減少したことから、燃料利用による温室効果ガス削減効果は見込みをやや下回っている。

[ton-CO<sub>2</sub>/年]

| 項目       | 削減見込   | 温室効果ガス削減実績 |        |        |        |
|----------|--------|------------|--------|--------|--------|
|          |        | H24        | H25    | H26    | H27    |
| 広島市      | 8,700  | 10,500     | 8,980  | 9,670  | 9,350  |
| 燃料利用     | 6,400  | 6,400      | 6,200  | 6,100  | 6,000  |
| 合計(事業全体) | 15,100 | 16,900     | 15,180 | 15,770 | 15,350 |

## 3.3 消化ガス発電事業の実施

### ■ 固定価格買取制度(FIT)を活用した消化ガス発電事業へ

- ・ 既設消化ガス発電施設の老朽化、発電効率の低さ、排熱利用なし
- ・ 購入電力削減料  $\equiv$  OH等の維持管理費
- ・ 収益アップを目指して

### ■ 事業名

広島市西部水資源再生センター  
消化ガス発電事業

### ■ 施設概要

- ・ 発電機出力: 558kW/台  $\times$  2
- ・ 消化ガス消費量: 275.4Nm<sup>3</sup>/hr・台

### ■ 事業期間

- ・ 設計・建設  
平成29年4月～平成30年3月
- ・ 維持管理・運営  
平成30年4月～平成50年3月

### ■ 収益(予定)

- ・ 約1.3億円/年

