

【資料－2】

洛西浄化センター汚泥処理方式検討委員会

第 3 回 委 員 会 資 料

平成 24 年 3 月 12 日

京 都 府

目 次

1. 技術提案書の公募結果	1-1
2. 各事業者の提案概要	2-1
3. 評価方法	3-1
4. 必要条件の達成状況	4-1
5. 技術提案書の評価	5-1
6. 処理方式及び事業方式の方向性	6-1
7. 今後のスケジュール（案）	7-1

1. 技術提案書の公募結果

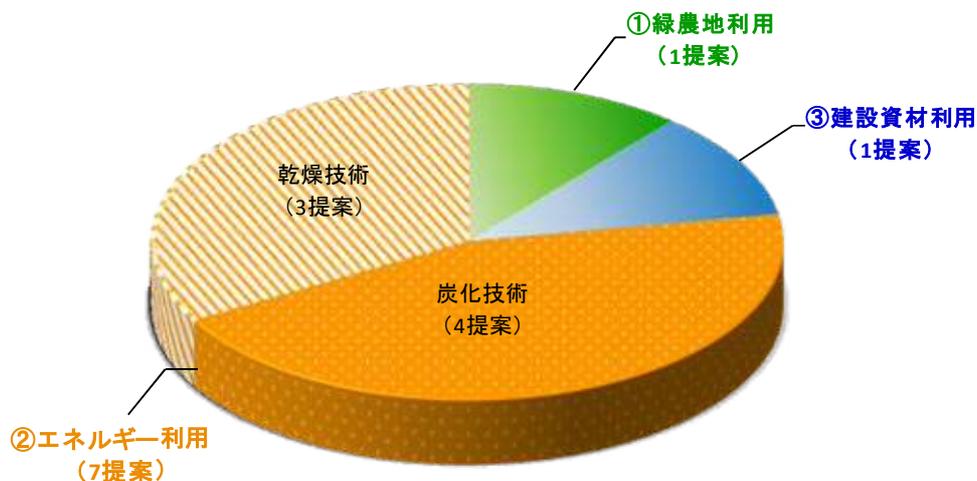
1. 民間提案公募の結果

提案事業者 → 7グループ
 提案数 → 9提案

2. 提案技術の割合

① 緑農地利用 → 1提案
 ② エネルギー利用 → 7提案
 ┌ 炭化技術 → 4提案
 └ 乾燥技術 → 3提案
 ③ 建設資材利用 → 1提案

※消化ガスの有効利用による発電の提案は2提案。



3. 提出された技術提案

提案名	A提案	B提案	C提案	D提案	E提案	F提案	G提案	H提案	I提案
有効利用方式	緑農地利用	エネルギー利用	エネルギー利用	エネルギー利用	エネルギー利用	エネルギー利用	エネルギー利用	エネルギー利用	建設資材利用
処理技術	コンポスト	固形燃料化 (乾燥)	固形燃料化 (乾燥 + 生ごみ受入) (消化ガス発電)	固形燃料化 (炭化)	固形燃料化 (炭化)	固形燃料化 (乾燥)	固形燃料化 (炭化) (消化ガス発電)	固形燃料化 (炭化)	焼却
事業方式	DBO	DBO	DBO	DBO	DBO	DBO	DBO	DBO	DBO

2. 各事業者の提案概要

(1) A提案

1 汚泥有効利用の方法

緑農地利用

1.1. 汚泥有効利用の基本方針

- 1) 高温発酵による品質の高い肥料を生産します。
- 2) 下水汚泥の亜臨界処理により、発酵の効率化を図ります。
- 3) 生産された肥料は販売先を確保し、安定的な利用に努めます。

2 有効利用を行うための汚泥処理方式

2.1. 処理施設の概要

本提案に於いては、主要設備のコンポスト化設備の前に、亜臨界水反応資源再生装置を導入する計画です。

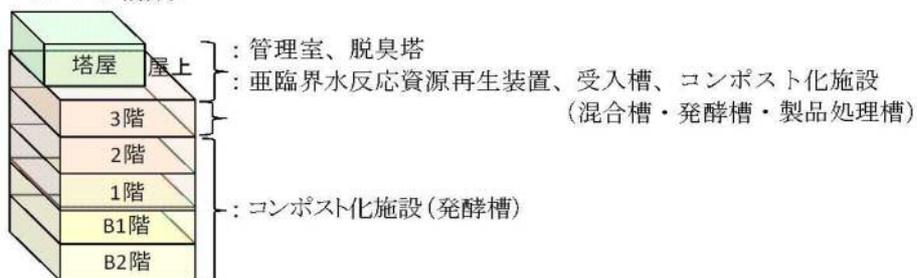
<提案施設の設備>

- 1) コンポスト化設備 ・ ・ ・ ・ ・ 亜臨界処理汚泥を全量コンポスト化し有効利用します。
- 2) 亜臨界水反応資源再生装置 ・ ・ ・ 下水汚泥の分解を速め、発酵を促進します。

<浄化センター>



<フロア構成>



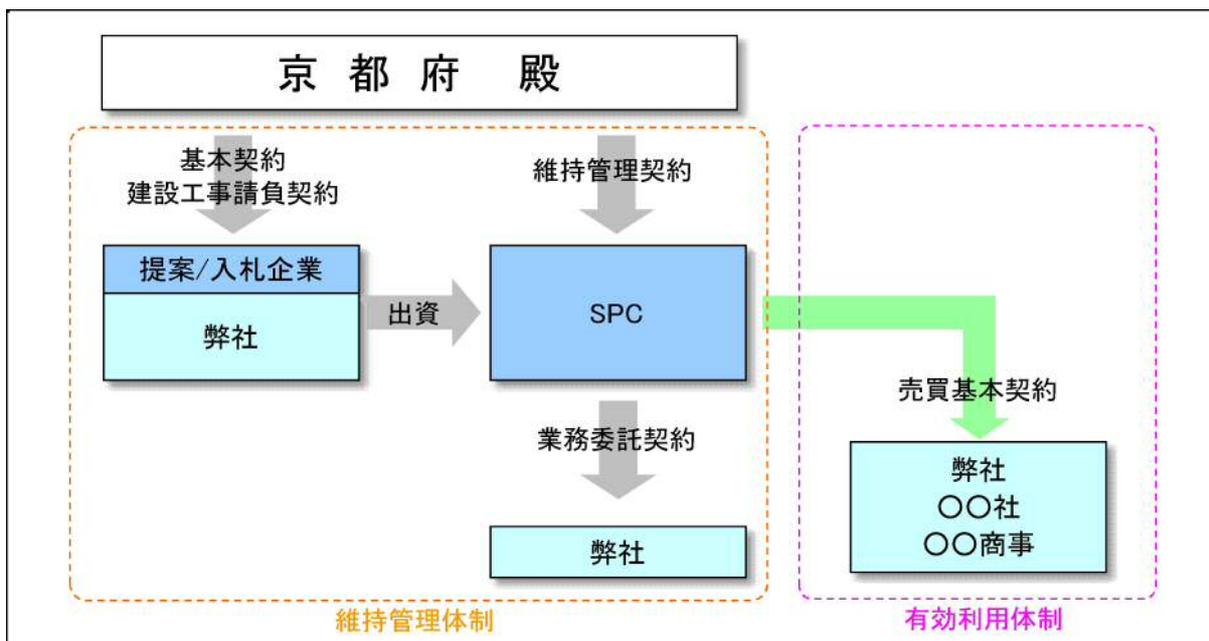
3 有効利用を行うための事業方式

3.1. 維持管理体制

- 1) 弊社が単独で SPC に出資し、貴府と維持管理運営に関する契約を締結します。
- 2) 弊社が維持管理業務を SPC から一括受託し「明確な実施責任体制」を確立します。
- 3) 弊社は施設運営・指導の実績を活かし、長期の維持管理業務を遂行します。

3.2. 有効利用体制

- 1) SPC は弊社等と肥料の売買契約を締結し、安定的に肥料を利用します。



(2) B提案

1 汚泥有効利用の方法

エネルギー利用

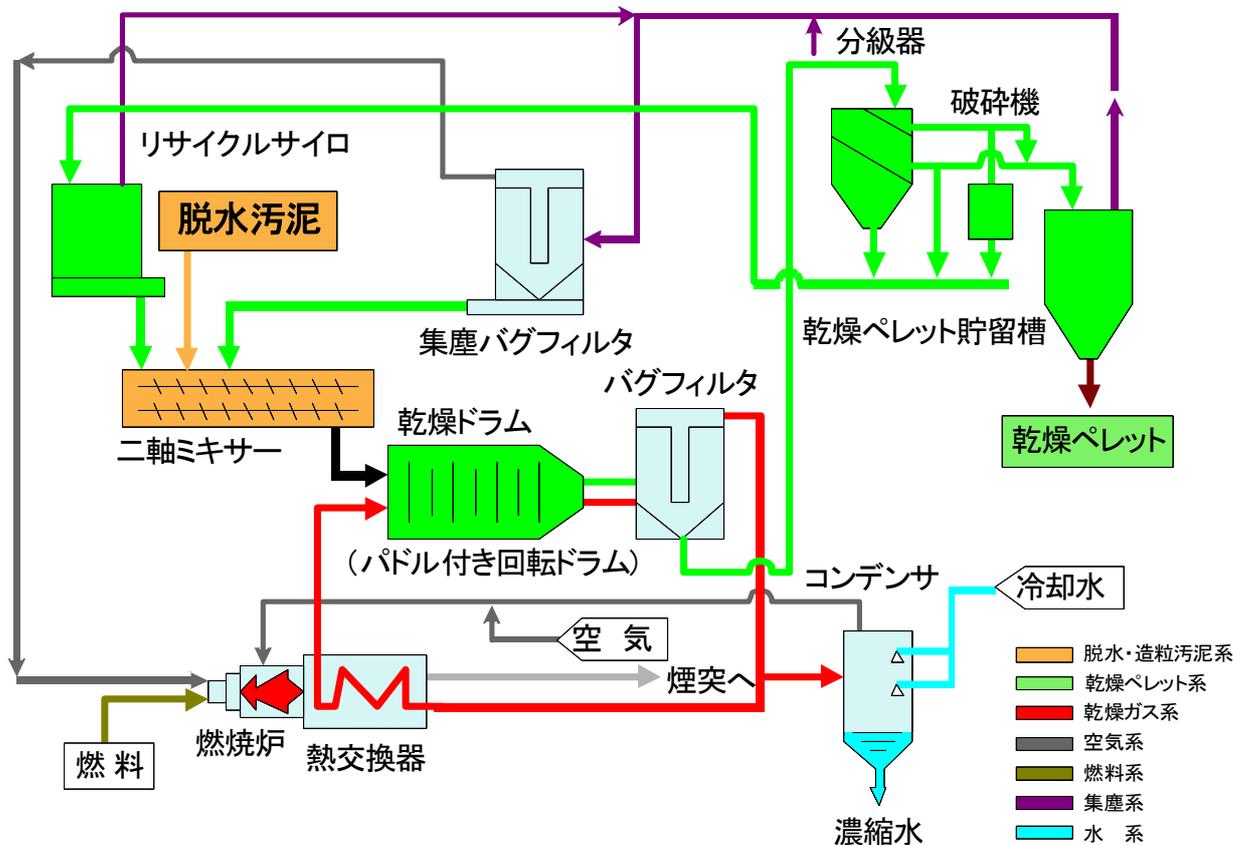
1.1 具体的な内容：

本提案の汚泥有効処理方法では、脱水汚泥を球形状の造粒乾燥物（ペレット）として固形燃料化し、近隣の石炭焼き火力発電所で石炭と混焼利用することにより、有効利用先を含めた地域全体のCO2削減に寄与すると共に、長期・安定的に下水汚泥のリサイクルを実現します。

2 有効利用を行うための汚泥処理方式

【処理施設の概要】

本システムは、二軸ミキサで下水汚泥の粘着性を利用して循環ペレット（核粒子）に汚泥を薄膜状に塗布し攪拌造粒する「造粒プロセス」と、乾燥ドラム内で約400℃の熱風により乾燥する「乾燥プロセス」で構成されています。造粒乾燥物は分級器により分級され、所定のサイズとなったものを製品ペレットとして排出し、その他の造粒乾燥物は、「造粒プロセス」に戻されます。また、乾燥ガスは臭気や粉塵を系外部に排出しない負圧循環方式を採用しており、コンデンサに引き抜かれた一部ガスは、蒸発水相当量の水分を凝縮させた後、熱風発生炉で焼却脱臭し、系外へ排出しています。



造粒乾燥システム概略フロー図

3 有効利用を行うための事業方式

固形燃料化設備の設計・施工から操業・維持管理さらには燃料化物の利用に至るまでを弊社系列グループで対応することにより、長期間にわたる本事業を安定的に運営します。

【有効利用先に関して】

本事業を長期間にわたり安定的に運営するためには、生成物の有効利用先を安定的に確保することが重要になります。有効利用先を弊社親会社（〇〇製鉄会社）内の〇〇発電とすることで、グループで一体的に本事業に取り組む体制を構築します。

【維持管理・運営に関して】

固形燃料化設備の維持管理・運営に関しては、上流の水処理設備に関する知見や経験に加え、乾燥炉や燃焼炉といった高温設備の操業メンテナンスの知見、経験も重要となります。弊社グループには、双方のノウハウを有する事業会社として（〇〇社・〇〇社）があり、本事業においても操業を担当する予定としております。

(3) C提案

1 汚泥有効利用の方法

エネルギー利用

1.1 具体的な内容：

本提案の汚泥有効処理方法では、脱水汚泥を球形状の造粒乾燥物（ペレット）として固形燃料化し、近隣の石炭焼き火力発電所で石炭と混焼利用することにより、有効利用先を含めた地域全体のCO2削減に寄与すると共に、長期・安定的に下水汚泥のリサイクルを実現します。

■基本案（B提案）からの追加提案

本提案では、生ごみ等による消化ガス増産技術を導入します。増量した消化ガスで汚泥固形燃料化の乾燥熱源を全量賄うとともに、消化ガスの一部で発電を行い、その電気で汚泥固形燃料化に必要な電気を全量賄います。これにより、汚泥固形燃料製造時に発生する新たな温室効果ガスを抑制でき、京都府として資源の有効利用を促進し、温室効果ガスの排出量を抑制することが出来ます。

この生ごみ等による消化ガス増産技術と汚泥燃料化事業とを融合させることで、汚泥や生ごみといった廃棄物の有するエネルギーを地域社会全体で最大限有効利用することを追加提案致します。

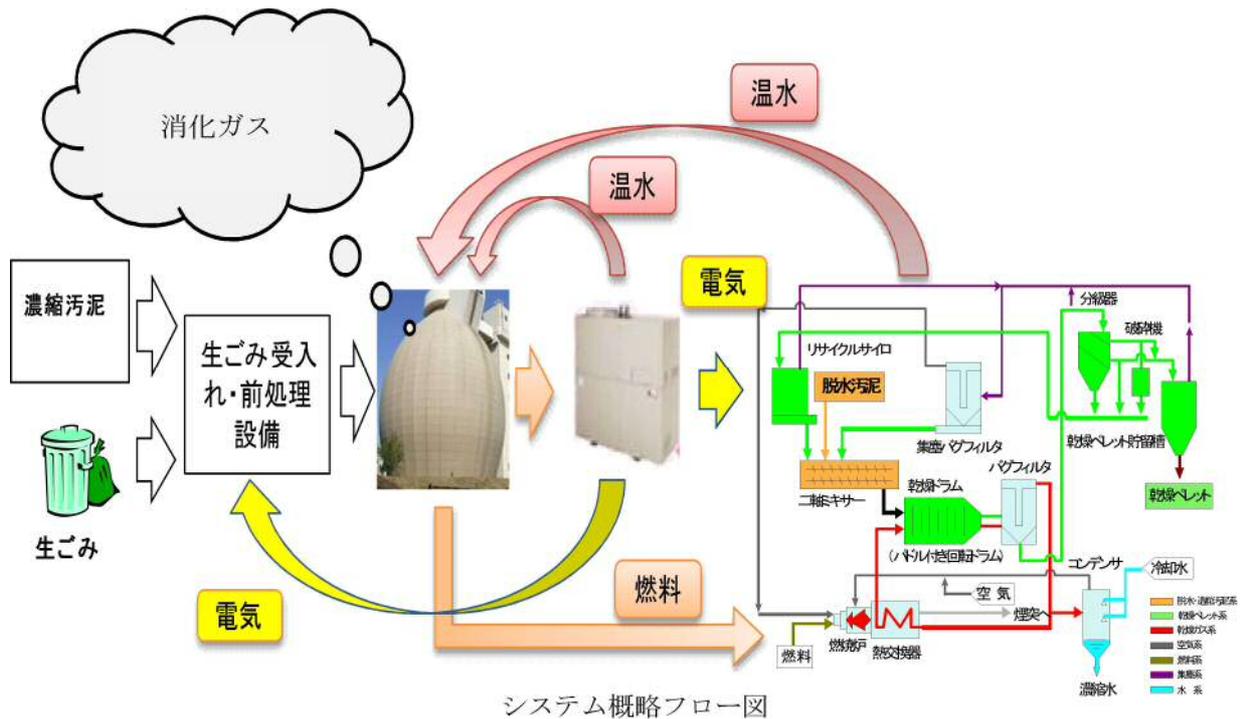
2 有効利用を行うための汚泥処理方式

【処理施設の概要】

本燃料化システムは、二軸ミキサで下水汚泥の粘着性を利用して循環ペレット（核粒子）に汚泥を薄膜状に塗布し攪拌造粒する「造粒プロセス」と、乾燥ドラム内で約400℃の熱風により乾燥する「乾燥プロセス」で構成されています。造粒乾燥物は分級器により分級され、所定のサイズとなったものを製品ペレットとして排出し、その他の造粒乾燥物は、「造粒プロセス」に戻されます。また、乾燥ガスは臭気や粉塵を系外部に排出しない負圧循環方式を採用しており、コンデンサに引き抜かれた一部ガスは、蒸発水相当量の水分を凝縮させた後、熱風発生炉で焼却脱臭し、系外へ排出しています。

また、本提案で追加提案する消化ガス増産設備では、生ごみ等を粉碎させスラリー化し、濃縮汚泥と混合させて既設の消化槽に投入することで、消化ガスを増産可能な技術です。

ここで増産した消化ガスを発電及び乾燥用の熱源として利用することで、本提案内の設備全体のエネルギー（電力、熱）をすべて、消化ガスで賄うことが可能となります。



3 有効利用を行うための事業方式

固形燃料化設備の設計・施工から操業・維持管理さらには燃料化物の利用に至るまでを弊社系列グループで対応することにより、長期間にわたる本事業を安定的に運営します。

【有効利用先に関して】

本事業を長期間にわたり安定的に運営するためには、生成物の有効利用先を安定的に確保することが重要になります。有効利用先を弊社親会社（〇〇製鉄会社）内の〇〇発電とすることで、グループで一体的に本事業に取り組む体制を構築します。

【維持管理・運営に関して】

固形燃料化設備の維持管理・運営に関しては、上流の水処理設備に関する知見や経験に加え、乾燥炉や燃焼炉といった高温設備の操業メンテナンスの知見、経験も重要となります。弊社グループには、双方のノウハウを有する事業会社として（〇〇社・〇〇社）があり、本事業においても操業を担当する予定としております。

(4) D提案

1. 汚泥有効利用の方法

エネルギー利用

1.1 具体的な内容

石炭火力発電所やセメント工場において石炭代替燃料として有効利用します。

なお、有効利用計画の詳細については事業公募の内容を踏まえ、関係自治体等の了解を得た上で決定することになります。

2. 有効利用をおこなうための汚泥処理方式

本提案では、石炭代替燃料として有効利用をおこなうため、燃料価値の高い燃料化物を製造することが出来る「低温炭化燃料化システム」を提案します。なお、本システムは 2007 年度末に日本下水道事業団による技術評価を受けています。

表-1 および図-1 に処理方式およびフローの概要について示します。

表-1 汚泥処理方式概要

1 汚泥処理方式	低温炭化燃料化システム
2 年間汚泥処理量	14,600 t/年
3 公称能力	50 t/日
4 計画稼働日数	330 日/年(稼働率 90%以上)
5 施設の大きさ	幅約 55m×奥行約 27m×高さ約 22m

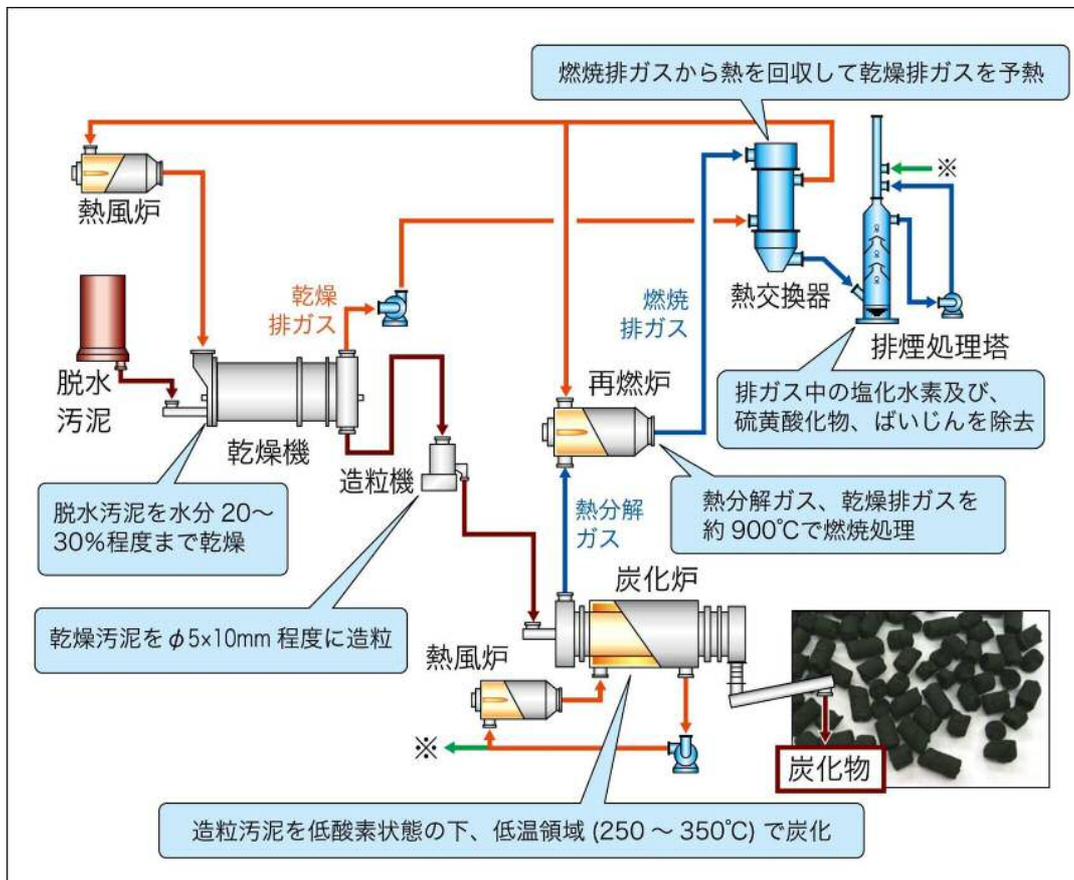


図-1 低温炭化燃料化システムフロー

3. 有効利用をおこなうための事業方式

(1) 有効利用先の概要

本提案では、健全な事業運営に不可欠となる燃料化物の安定した利用を実現するため、次の特徴を有する有効利用先を確保します。

- ・本事業で製造される燃料化物量に対し、十分な受入れ規模を有する施設を保有している。
- ・下水汚泥由来のバイオマス燃料の有効利用実績があり、利用に関する豊富な知見を有している。
- ・本体事業の経営が長期にわたり安定しており、健全な財務基盤を維持している。
- ・環境負荷低減を会社方針に掲げ、バイオマス燃料の利用に積極的である。

(2) 維持管理を含めた事業手法

京都府様を取り巻く環境情勢に配慮し、以下の基本方針をベースに、官民連携による DBO 方式 (Design-Build-Operate) の導入を事業手法として提案します。

- 1 温室効果ガスの削減とバイオマスエネルギーの利活用
- 2 長期的かつ安定的な汚泥処理および有効利用の継続
- 3 スムーズな事業移管とコスト縮減

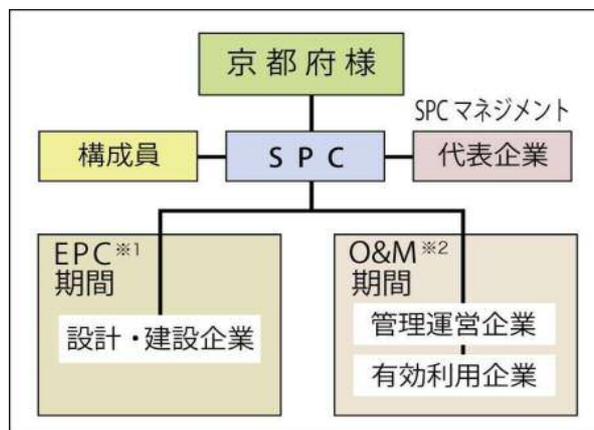
(3) 履行期間の維持管理・有効利用を実現するための手法等

◆ 確実な事業運営を担う SPC の設立

本事業（施設の整備、管理運営および燃料化物の有効利用）を効率的かつ効果的に実施するため、設計・建設企業、管理運営企業、有効利用企業が出資して、特別目的会社（SPC）を設立し、SPC が事業全体を統括マネジメントする事業体制を構築します。

これにより、事業期間中の事業者窓口が集約され、京都府様との情報の共有化と円滑な情報伝達が実現できます。また、管理運営期間は、SPC の出資企業である、設計・建設企業、有効利用企業が管理運営企業をサポートすることで、安定した管理運営が可能です。

図-2 事業マネジメント組織体制



※1 EPC : Engineering, Procurement and Construction (設計、購買、建設)

※2 O&M : Operation and Maintenance (管理運営)

(5) E提案

1. 汚泥有効利用の方法

エネルギー利用

1.1 具体的な内容：

セメント工場にて全量石炭代替燃料として使用し、温室効果ガス排出量の削減を行います。

2. 有効利用を行うための汚泥処理方式

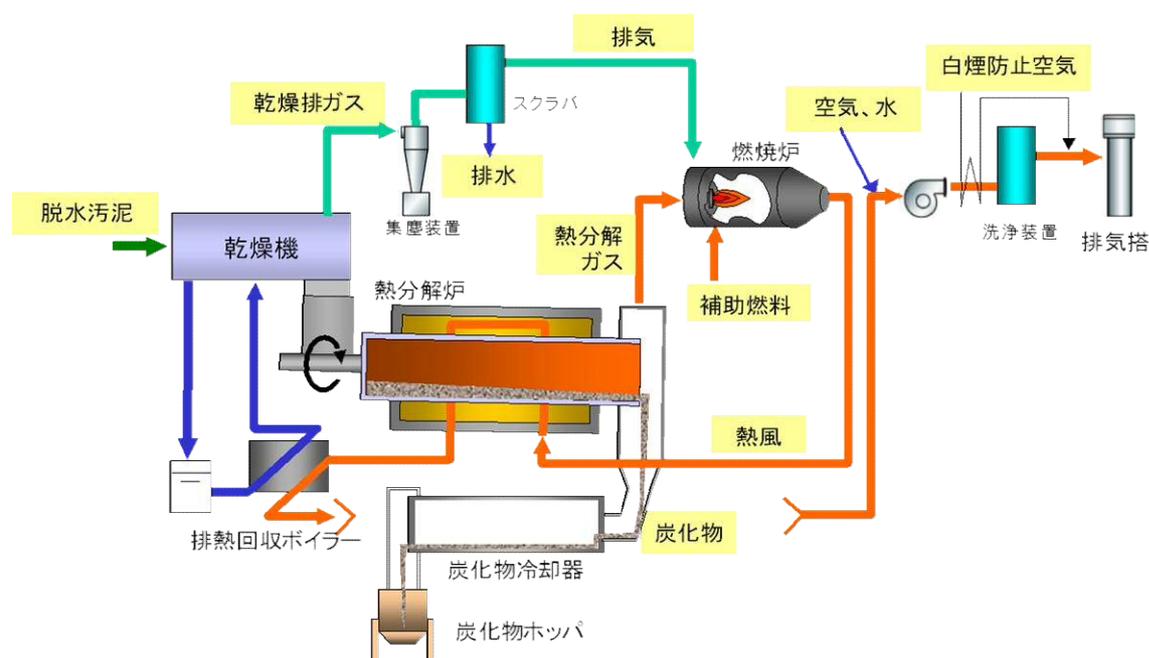
1) 処理施設の概要：

本処理施設には、燃費、安全性、臭気対策に優れた中温炭化方式を適用します。採用したシステムには次の特長があります。

- ・ 蒸気間接型乾燥機を用いることにより熱交換器（廃熱ボイラ、乾燥機等）が小型化できる
- ・ 廃棄物焼却炉などで一般化された廃熱ボイラを用いているため、灰の付着防止や閉塞対策に対する信頼性が高い

本システムでは、下記の様に汚泥の炭化を行います。

- ①脱水汚泥を、乾燥機で水蒸気（約 150～170℃）により間接加熱し汚泥を乾燥させます。
- ②乾燥汚泥を炭化炉で炭化し熱分解ガス（乾留ガス）と炭化物を生成します。
- ③熱分解ガスは再燃焼炉にて 950℃程度で燃焼させ、乾燥処理の熱源として利用します。
- ④再燃焼炉は乾燥排ガスの燃焼脱臭の機能も兼ねさせ、排ガス性状に応じた排ガス処理を経て排出します。



3 有効利用を行うための事業方式

1) 有効利用先の概要：

現在のところ、セメント工場にて石炭代替燃料として利用することを想定しておりますが、利用先の安定性を強化するため、他利用先についても検討していく計画です。

2) 維持管理を含めた事業手法：

本提案では、DBO で計画しております。
スキームについては、下記の通りです。

- ① 計・建設 弊社
- ② 持管理運営 弊社、〇〇社
- ③ 燃料利用先 セメント工場、他近隣工場



(6) F 提案

1. 汚泥有効利用の方法

エネルギー利用

1.1 具体的な内容：

下水汚泥を間接加熱式乾燥造粒装置によって、石炭代替燃料となる燃料化物として生成します。乾燥方式は下水汚泥の有機分を殆ど損なわず、下水汚泥の保有エネルギーの殆どを有効利用する事が出来ます。

生成された燃料化物は石炭焚ボイラ等を有する民間事業者にて、石炭等と混焼し発電・エネルギー利用を行います。

2. 有効利用を行うための汚泥処理方式

2.2 処理フロー

汚泥処理施設は、1) 脱水汚泥の供給及び乾燥、2) 乾燥のための熱媒油の加熱、3) 乾燥に伴う脱水汚泥からのガス処理、4) 乾燥後の生成物の冷却/消臭、5) 生成物の貯留及び搬出、6) 各所の臭気処理、の各装置及びこれらの制御監視装置で構成しています。

図1に概略プロセスフローを示します。

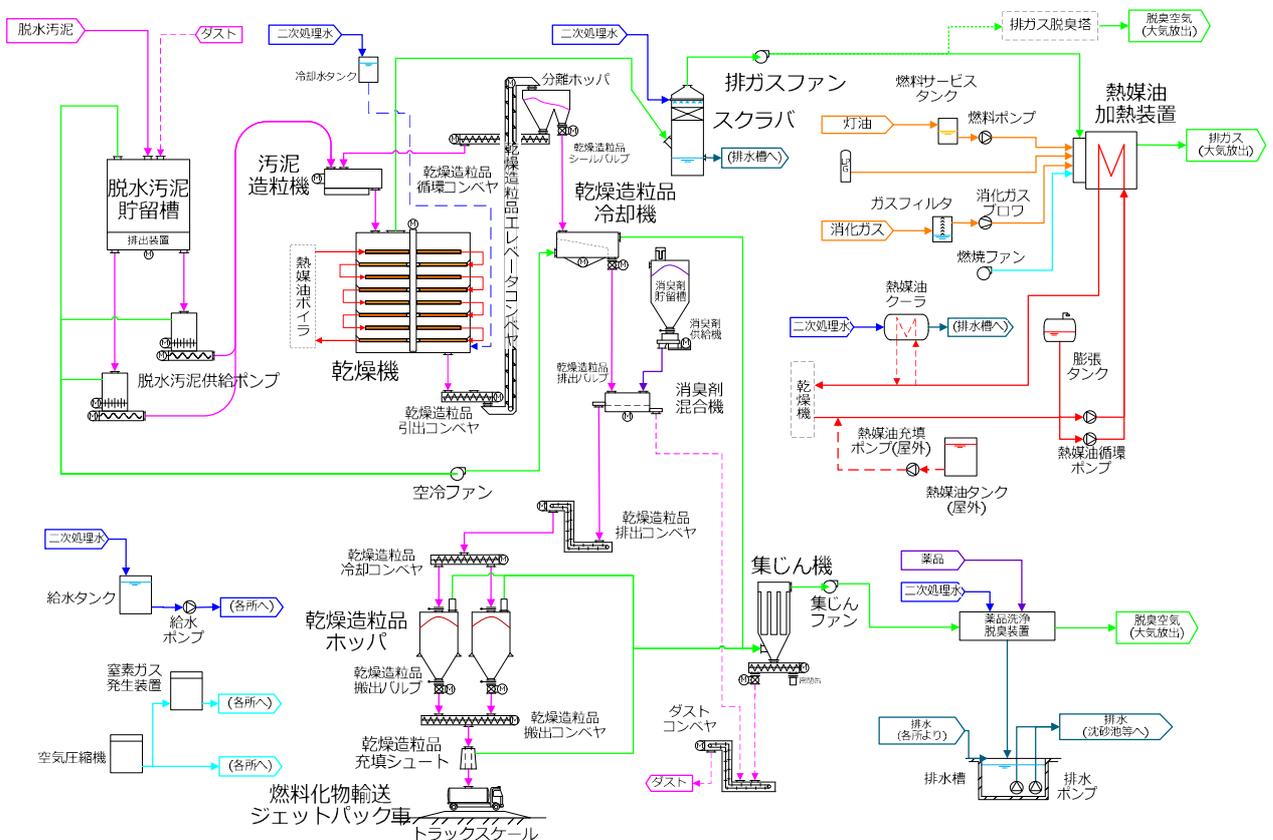


図1 概略プロセスフロー

3. 有効利用を行うための事業方式

1) 有効利用先の概要

石炭ボイラもしくはバイオマスボイラを所有している民間会社です。
地球温室効果ガス削減のため、バイオマス燃料に強く関心あります。
運営期間に倒産などのリスクが低い大手民間会社です。

2) 維持管理を含めた事業手法

京都府殿が施設を所有し、当社と設計・建設、長期運営管理を契約する DBO 方式を採用します。

維持管理を含めた運営管理業務は、当社が直接行います。

製造された燃料化物は施設内で当社が京都府殿から全量買取り、当社の責任で燃料利用会社へ販売します。

3) 履行期間の維持管理・有効利用を実現するための手法等

履行期間の維持管理は、当社が履行期間中責任を持って維持管理を行うことで、責任を明確化します。

複数の燃料利用先を運営開始前に確保するとともに、運営期間中も新たな燃料利用先を確保します。

運営期間中に倒産リスクなどがない大手民間会社のみを引取り先とします。

(7) G提案

1. 汚泥有効利用の方法

建設資材利用、エネルギー利用

1.1 具体的な内容：

現状、セメント原料等としての建設資材利用や、石炭焚ボイラ等の石炭代替燃料等としてのエネルギー利用を想定しています。

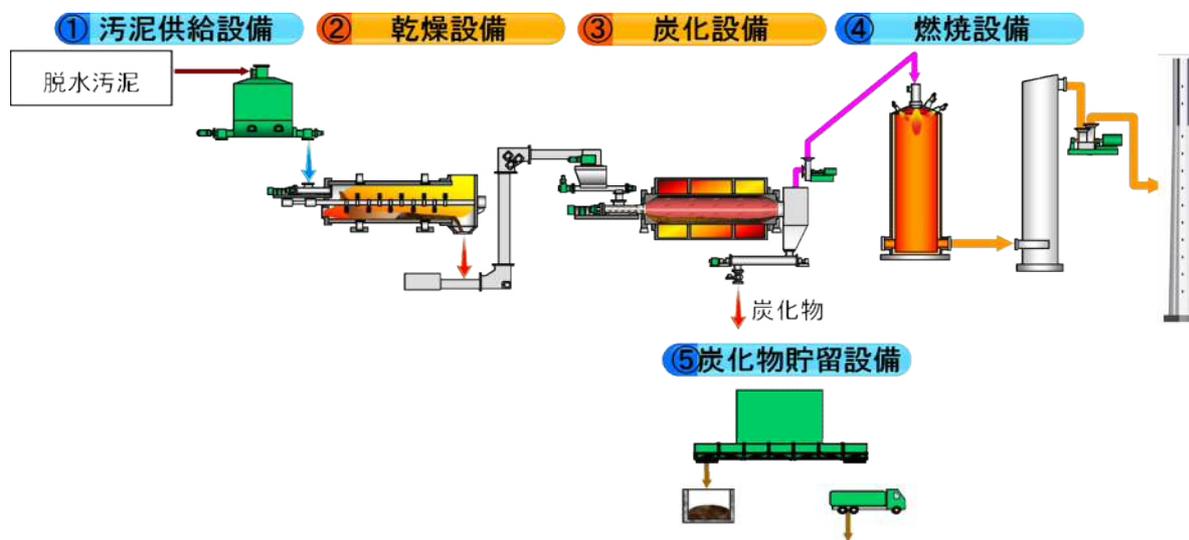
2 有効利用を行うための汚泥処理方式

【汚泥処理方式】：炭化方式

(1) 処理施設の概要

下水汚泥を無酸素状態で中高温にて間接加熱することにより、汚泥を熱分解ガス化させ、炭素を主体とした炭化物を生成します。一方、下水汚泥から放出された熱分解ガスは、設備内の加熱源として有効利用することで、助燃料使用量の極小化を図ります。本方式は、中高温で間接加熱することによって、下水汚泥中の熱エネルギーを最大限プロセスにて有効利用できる点が大きな特長であり、低燃費型・省エネルギー型です。

なお、消化ガスについては一部を炭化プロセスにて利用し、残りをガスエンジンにて発電、エネルギーとして有効活用します。



3 有効利用を行うための事業方式

(1) 有効利用先の概要

現状、セメント製造キルンを有しているセメント会社及び石炭焚きボイラーを有している発電事業者等を有効利用先として想定しています。

(2) 維持管理を含めた事業手法

安定な有効利用を行うためには、維持管理・運営面において、有効利用先への影響を考慮した管理を行うとともに、設計段階においても、有効利用に必要な条件や炭化物性状等といった維持管理面を考慮した設計を行うことが重要となります。そこで、設計・建設から維持管理・運営までを一括して長期契約で性能発注する事業方式(DBO方式等)が適していると考えます。

(3) 履行期間の維持管理・有効利用を実現するための手法

下水汚泥処理技術は「経験工学」と言われる程、民間企業が保有している実績と経験に基づいたノウハウ等の活用が重要となります。弊社は、30年以上に亘り下水汚泥焼却炉設計・建設・メンテナンス等を行ってきた実績と、国内唯一稼働している下水汚泥燃料化施設※の納入実績を有しています。よって、この豊富な技術実績・ノウハウを最大限活用することによって履行期間の維持管理・有効利用を実現します。

特に、下水汚泥の燃料化・有効利用においては、施設の安定した稼働率と生成物(炭化物)の性状確保(安全性等)が重要であり、弊社は下水汚泥燃料化施設の稼働実績に裏付けされた信頼性の高い技術力をベースに履行期間中の維持管理・有効利用を実現します。

※下水汚泥燃料化施設：2007年11月、〇〇社向け炭化燃料化設備
(処理能力300t/日)を東京都東部スラッジプラントに納入。

(8) H提案

1 汚泥有効利用の方法

エネルギー利用

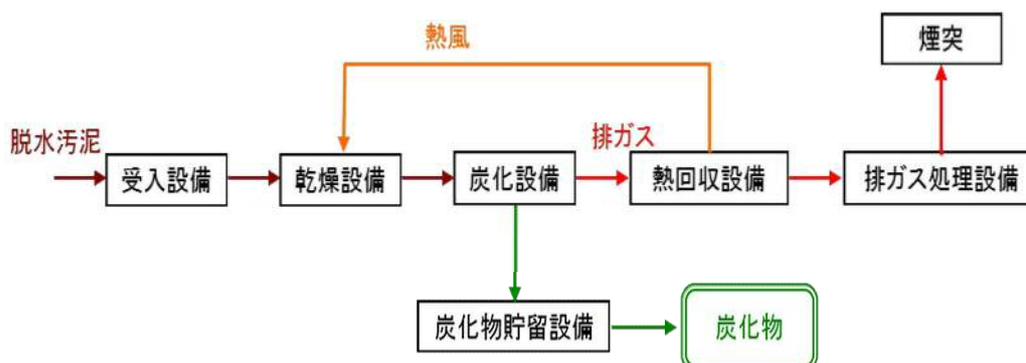
1.1 具体的な内容：

脱水ケーキを原料として炭化物を製造し、燃料及び資源として有効利用します。

- ・セメント会社へ供給し、燃料として利用
- ・電気炉製鋼所において、製鋼用の加炭剤として利用

2 有効利用を行うための汚泥処理方式

- ① 処理施設の概要：流動床式炭化システム
- ② 処理能力：50t/日-cake
- ③ 処理フロー：下図参照



3 有効利用を行うための事業方式

- ① 有効利用先：セメント会社，電気炉製鋼所
- ② 事業手法：DBO方式
- ③ 事業形態：処理施設の設計・建設および事業期間（15～20年間）における維持管理運営業務および製造物の売り払い業務（有効利用）一式を事業範囲とするサービス購入型の事業形態



(9) I 提案

1 汚泥有効利用の方法

建設資材利用

1.1 具体的な内容：

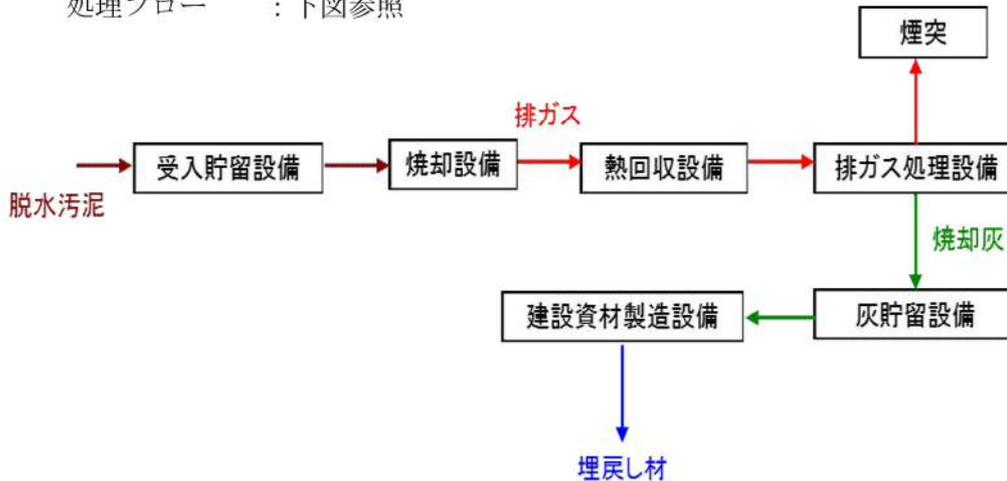
脱水ケーキを、広く普及しており信頼性の高い流動床式焼却炉を用いて、安全に減容化します。焼却灰は薬剤及び水を混練・造粒固化し、建設工事で活用可能な埋戻し材に再資源化し、有効利用します。

2 有効利用を行うための汚泥処理方式

理施設の概要：流動床式焼却設備＋建設資材製造設備

処理能力：50t/日-cake

処理フロー：下図参照



3 有効利用を行うための事業方式

- ① 有効利用先：建設工事現場（埋戻し材）
- ② 事業手法：DBO方式
- ③ 事業形態：処理施設の設計・建設および事業期間（15～20年間）における維持管理運営業務および製造物の売り払い業務（有効利用）一式を事業範囲とするサービス購入型の事業形態



6. 処理方式及び事業方式の方向性

1. 処理方式

技術提案書の評価結果

- ◆ 変動に対する安定性では、全ての提案において、汚泥投入量、性状の変動に対し、生成物の性状や施設運転の安定性を確保した提案となっている。
- ◆ 事業の安定性では、エネルギー利用（固形燃料化）が事業期間中の引き取りの確実性、引き取り量の余裕性において、安定性の高い提案となっている。
- ◆ 下水処理場への影響では、全ての提案において、水処理へ与える影響及び対策が具体的に提案されている。
- ◆ 温室効果ガス排出量では、利用先において石炭に代わりバイオマス燃料（カーボンニュートラル）として排出量が低減できることから、エネルギー利用（固形燃料化）が削減に対し有効な提案となっている。
- ◆ 周辺環境へ与える影響では、全ての提案において、施設共用時及び製品運搬時の対策が十分考慮された提案となっている。
- ◆ 省エネルギー対策では、現行方式と同等の建設資材利用（焼却灰）を除き、使用エネルギーが削減されていない。
- ◆ 課題解決では、消化ガスの有効利用による発電の提案がある。
- ◆ 総事業費では、エネルギー利用の1案が最も安価となっているが、方式別の優位性は認められない。
- ◆ 総合的な評価点として、エネルギー利用（固形燃料化）、建設資材利用（焼却灰）、緑農地利用（コンポスト）の順で点数が高い。



総合的な評価点が高く、かつ複数の提案があり今後の入札において高い競争性の発揮が期待できる、「エネルギー利用（固形燃料化）」が最適と考えられる。

2. 事業方式

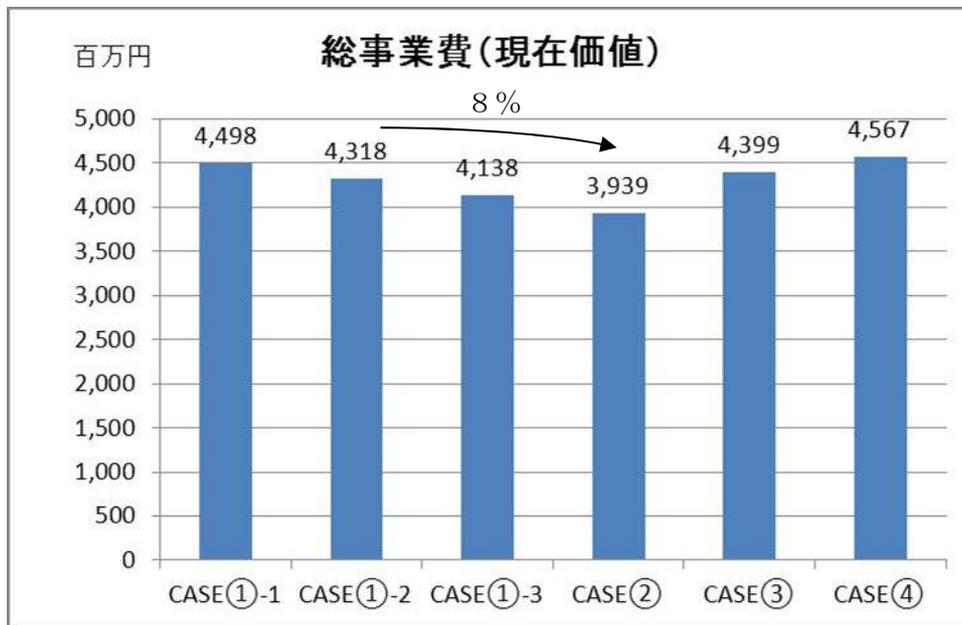
VFМ 算出ケースと条件設定

今回 VFМ を算出するケース及び前提条件を以下に示す。

	CASE①	CASE②	CASE③	CASE④
事業手法	PSC	DBO	PFI(BTO 方式)	PSC
汚泥処理方式	燃料化			焼却
生成物の最終処分	燃料使用事業者 へ売却 産廃処分*	燃料使用事業者へ売却		産廃処分
設計・建設	個別契約	一括契約		個別契約
維持管理	個別契約			個別契約
販売・運営	個別契約			個別契約
事業期間	20 年間			

*PSC の場合、最終生成物の引取り先の安定確保が困難であることや、最終生成物の製品品質確保も困難と想定されるため、脱水汚泥の 10%(CASE①-1)、5%(CASE①-2)、0%(CASE①-3)を場外処分として計上した。

VFМ 算出結果



単位：千円

	CASE①-1 PSC	CASE①-2 PSC	CASE①-3 PSC	CASE② DBO	CASE③ PFI (BT0 方式)	CASE④ DB
建設費 (国庫補助除く)	1,188,667	1,188,667	1,188,667	1,119,673	1,190,935	1,382,800
維持管理・運営費	5,674,734	5,398,724	5,122,553	4,839,158	4,899,158	5,561,339
金利	311,475	311,475	311,475	279,817	350,182	220,900
利益・各種税金等	0	0	0	12,978	240,000	0
公共負担額 (職員監視費用)	81,920	81,920	81,920	81,920	81,920	81,920
総事業費	7,256,796	6,980,786	6,704,615	6,333,546	6,762,195	7,390,638
総事業費 (現在価値)※	4,498,499	4,318,146	4,137,689	3,938,730	4,398,528	4,566,971

※現在価値換算の基準年は、平成 25 年（事業期間 1 年目）とした。

- ◆ 公設公営方式に対して、DBO方式において8%のVFMが得られることから、民間に委ねる事業として妥当である。
- ◆ PFI方式ではVFMが得られない。
- ◆ 全ての提案において、DBO方式が選択されている。



エネルギー利用（固形燃料化）を図るための事業方式については、設計から維持管理・運営までを含めた一括した事業方式である「DBO方式」が最適と考えられる。

7. 今後のスケジュール（案）

項目	H23	H24	H25	H26	H27	H28	H29	H30	H31	H32	H33	H34	H35	～	H48
検討委員会から提言書を提出 (3月中～下旬)	○ (3月中～下旬)														
入札・契約方法の検討		○													
入札公告、事業者の決定 (総合評価方式)			○												
施設建設(3年)				建設期間											
供用(20年)							供用開始 								