



古賀水再生センターにおける 消化ガス発電設備導入可能性調査事業

古賀市役所 建設産業部
下水道課 主事 高原 秀和

目次

1. 古賀市の概要
2. はじめに
3. 古賀市公共下水道の概要
4. 基本方針
5. 発電機種概要
6. 導入検討
 - 6-1. 発電機種の選定
 - 6-2. CO₂削減効果の算出
 - 6-3. 事業手法の選定
7. 導入検討のまとめ
8. 今後の課題

1. 古賀市の概要

人口：約58,000人

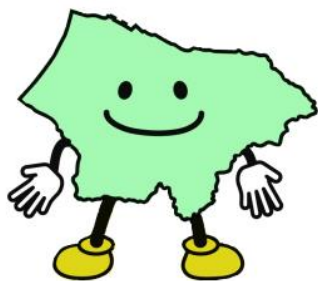
面積：4,207ha

近隣市町との関係は・・・

新宮町→IKEA

福津市→イオンモール

古賀市→インターチェンジ
食品加工団地



古賀市くん



2. はじめに

○下水道は下水汚泥や下水熱といったエネルギー資源を有しており、こうした資源を有効利用することで低炭素社会の構築に向けて大きな役割を果たすことが期待されている。

○古賀水再生センターから発生する消化ガスは、主に消化槽の加温に使用されており、一部を**未利用の余剰ガス**として燃焼させている。

○このような状況の中、本事業は古賀水再生センターの**消化ガスをより有効利用**するための消化ガス発電について、導入可能性を検討するものである。

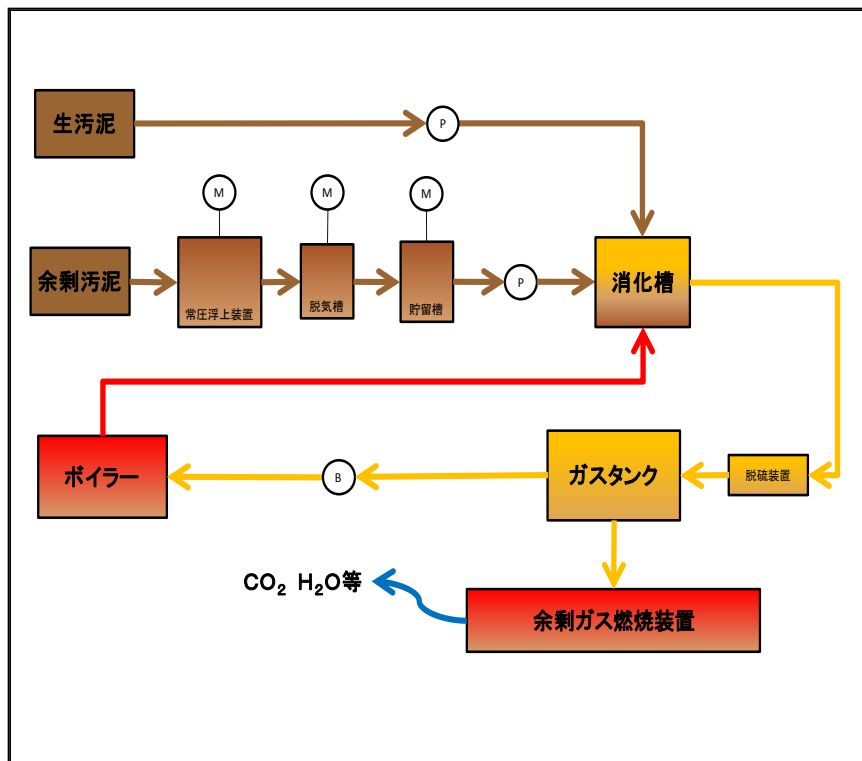
3. 古賀市公共下水道の概要

- 古賀市の公共下水道は、昭和41年に事業着手
- 昭和53年に古賀終末処理場(現:古賀水再生センター)を供用開始
- 整備状況は、92.8%の整備率となっている。(事業計画面積ベース)
- 古賀水再生センターの概要は以下のとおりである。

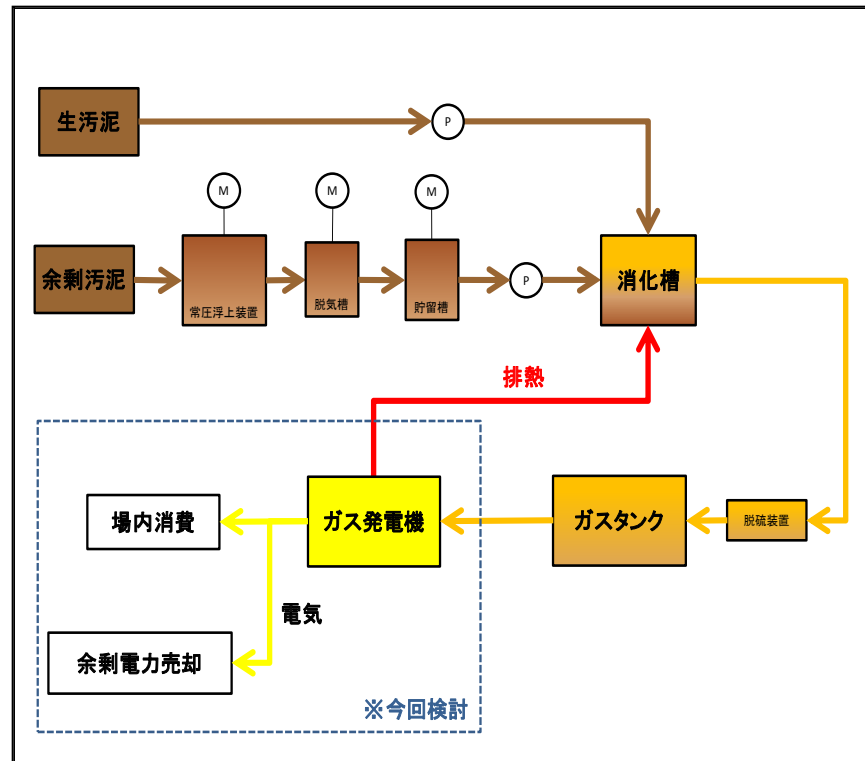
項目		 
位置		古賀市古賀字向浜
敷地面積		27,470m ²
下水排除方式		合流式および分流式
供用開始		昭和53年
放流先	名称	二級河川大根川
	水質環境基準	河川(谷山川合流点上流) A-イ (BOD 2mg/L以下) 河川(谷山川合流点下流) B-ハ (BOD 3mg/L以下)
処理方式	水処理方式	標準活性汚泥法
	汚泥処理方式	【分離濃縮】→【嫌気性消化】→【機械脱水】→業者引き取り後、焼却処分およびリサイクル

4. 基本方針

(現況フロー図)



(将来フロー図)

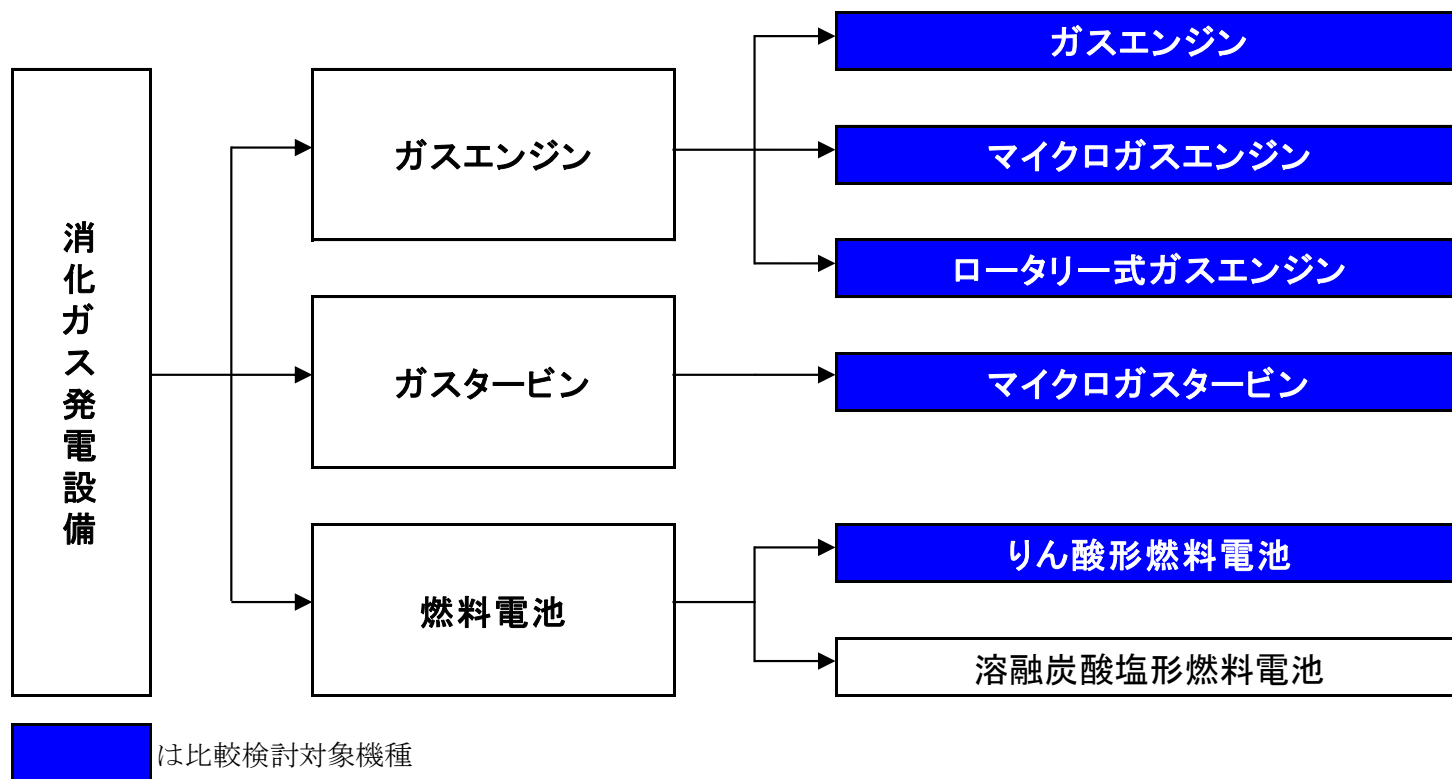


現在、ボイラーおよびガス燃焼装置へ供給している**ガス全量**を**ガス発電機**へ供給することを**基本方針**とする。



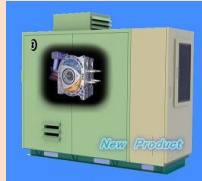


また、消化槽の加温は、発電機から発生する排熱により賅う。

5. 発電機種の概要 (1/2)

消化ガス発電技術は、**ガスエンジン**、**ガスタービン**、**燃料電池**の3つの方式があり、以下のように分類される。本検討において比較を行う機種は、比較の実績がある青着色の5機種とする。

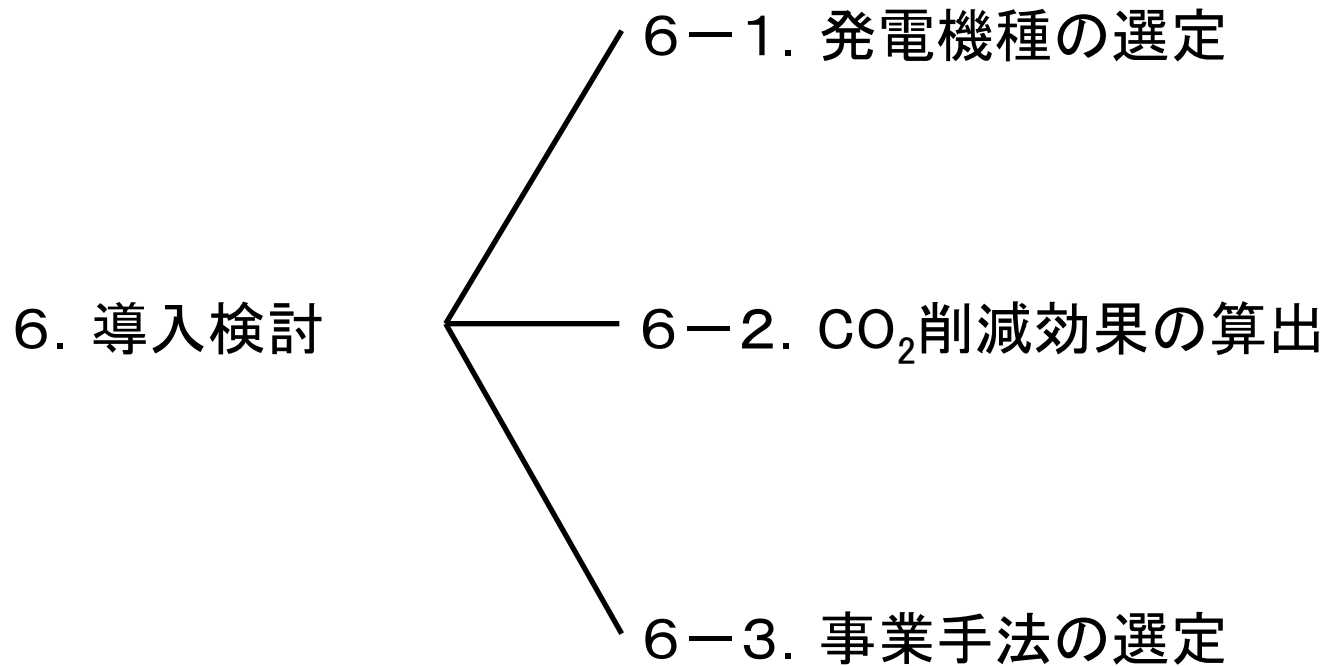


5. 発電機種種の概要 (1/2)

機種名	仕様	原理	
ガスエンジン	単機出力: 30,60,90kWh 発電効率: 34~35% 熱回収率: 46~47%	空気とガスの混合気を吸い込みピストンの往復運動をクランク軸の回転運動に変え、動力を取り出すものである。	
マイクロガスエンジン	単機出力: 25kWh 発電効率: 32% 熱回収率: 52%	従来型ガスエンジンを小型化したパッケージタイプの発電装置である。原理は、ガスエンジンと同じ。	
ロータリー式ガスエンジン	単機出力: 40kWh 発電効率: 22% 熱回収率: 58%	ガスエンジンのピストンの代わりに三角おむすび型のローター(回転子)を用いたオットーサイクルエンジンである。	
マイクロガスタービン	単機出力: 95kWh 発電効率: 29% 熱回収率: 50%(蒸気30%)	大気から取り込んだ空気を圧縮し、ガス燃料と共に燃焼させ、その燃焼ガスによりタービンを高速回転させて発電を行う熱機関である。	
りん酸形燃料電池	単機出力: 105kWh 発電効率: 40% 熱回収率: 49%(50°C)	りん酸塩(H ₃ PO ₄)を電解質として消化ガス中のメタンを電気化学反応させて発電するシステムである。	

6. 導入検討

導入検討は、以下の3点を検討し、費用対効果(B/C)やCO₂削減効果等を総合的に考慮し、**推奨機種**及び**推奨事業**を選定する。



6-1. 発電機種を選定

以下の計算条件に基づき、各発電機種における、**発電電力量、稼働率、費用対効果 (B/C)** を算出する。

○計算条件

- (1) 検討年次： (現況) 平成26年
(将来) 平成47年
- (2) 計画発生ガス量： (現況) 2,200Nm³/日
(将来) 2,600Nm³/日
- (3) 費用算定期間：15年間 ※設備の耐用年数
- (4) 費用(C)：機器費、建設費、維持管理費等を計上
- (5) 効果(B)：電力価格17.5円×発電電力量より算出

6-1. 発電機種の選定

○算出結果

現況：26年度、2,200Nm³/日

		ガスエンジン			マイクロガスエンジン (MGE)	ロータリー式ガスエンジン (RGE)	マイクロガスタービン (MGT)	りん酸形燃料電池
		30kW	60kW	90kW				
台数		30kW × 7台	60kW × 4台	90kW × 3台	25kW × 8台	40kW × 4台	95kW × 2台	105kW × 3台
稼働率 (能力/規模)		93% ○	81% △	72% ×	92% ○	79% △	88% △	73% △
年間発電電力量 (MWh/年)		1,711 △	1,711 △	1,711 △	1,610 △	1,107 ×	1,459 ×	2,012 ○
費用算出	C(千円)	463,650 △	427,200 △	460,200 △	426,000 △	288,000 ○	390,000 △	781,500 ×
	B(千円)	449,034 △	449,034 △	449,034 △	422,621 △	290,552 ×	383,000 △	528,276 ○
	B/C	0.97 △	1.05 ○	0.98 △	0.99 △	1.01 ○	0.98 △	0.68 ×
評価		○	△	×	○	△	×	△

6-1. 発電機種の選定

○算出結果

将来:47年度、2,600Nm³/日

		ガスエンジン			マイクロガスエンジン (MGE)	ロータリー式ガスエンジン (RGE)	マイクロガスタービン (MGT)	りん酸形燃料電池
		30kW	60kW	90kW				
台数		30kW × 8台	60kW × 4台	90kW × 3台	25kW × 9台	40kW × 4台	95kW × 3台	105kW × 3台
稼働率 (能力/規模)		96% ○	96% ○	85% △	97% ○	93% ○	69% ×	86% △
年間発電電力量		2,022 △	2,022 △	2,022 △	1,903 ×	1,308 ×	1,724 ×	2,378 ○
費用算出	C(千円)	525,600 △	427,200 △	460,200 △	475,500 △	288,000 ○	570,000 △	781,500 ×
	B(千円)	530,677 △	530,677 △	530,677 △	499,461 △	343,379 ×	452,636 △	624,326 ○
	B/C	1.01 △	1.24 ○	1.15 △	1.05 △	1.19 △	0.79 ×	0.80 ×
評価		○	○	×	○	×	×	△

6-2. CO₂削減効果の算出

以下の計算条件に基づき、各発電機種の発電電力量に対するCO₂削減量を算出する。

○計算条件

(1) CO₂排出原単位

九州電力発表の0.598kg-CO₂/kWhを用いる。

(2) 古賀市目標値

「古賀市地球温暖化対策実行計画(区域施策編)」における、年間削減量 33,000t-CO₂とする。

(3) 寄与率

発電電力量に対する、CO₂削減量を算出し、寄与率を算定。

6-2. CO₂削減効果の算出

○算出結果

(現況)

項目		ガスエンジン (GE)_30kW	ガスエンジン (GE)_60kW	ガスエンジン (GE)_90kW	マイクロガスエン ジン (MGE)	ロータリー式ガス エンジン (RGE)	マイクロガスタービ ン (MGT)	りん酸形 燃料電池
仕様		30 kW × 7 台	60 kW × 4 台	90 kW × 3 台	25 kW × 8 台	40 kW × 4 台	95 kW × 2 台	105 kW × 3 台
年間発電量	A	1,710,607 kWh/年	1,710,607 kWh/年	1,710,607 kWh/年	1,609,983 kWh/年	1,106,863 kWh/年	1,459,047 kWh/年	2,012,479 kWh/年
CO ₂ 削減量	C=A×B/1,000	1,023 t/年	1,023 t/年	1,023 t/年	963 t/年	662 t/年	873 t/年	1,203 t/年
古賀市目標値	D	33,000 t/年	33,000 t/年	33,000 t/年	33,000 t/年	33,000 t/年	33,000 t/年	33,000 t/年
CO ₂ 削減寄与率	E=C/D	3.1%	3.1%	3.1%	2.9%	2.0%	2.6%	3.6%

(将来)

項目		ガスエンジン (GE)_30kW	ガスエンジン (GE)_60kW	ガスエンジン (GE)_90kW	マイクロガスエン ジン (MGE)	ロータリー式ガス エンジン (RGE)	マイクロガスタービ ン (MGT)	りん酸形 燃料電池
仕様		30 kW × 8 台	60 kW × 4 台	90 kW × 3 台	25 kW × 9 台	40 kW × 4 台	95 kW × 3 台	105 kW × 3 台
年間発電量	A	2,021,627 kWh/年	2,021,627 kWh/年	2,021,627 kWh/年	1,902,707 kWh/年	1,308,111 kWh/年	1,724,329 kWh/年	2,378,384 kWh/年
CO ₂ 削減量	C=A×B/1,000	1,209 t/年	1,209 t/年	1,209 t/年	1,138 t/年	782 t/年	1,031 t/年	1,422 t/年
古賀市目標値	D	33,000 t/年	33,000 t/年	33,000 t/年	33,000 t/年	33,000 t/年	33,000 t/年	33,000 t/年
CO ₂ 削減寄与率	E=C/D	3.7%	3.7%	3.7%	3.4%	2.4%	3.1%	4.3%

現況、将来いずれにおいても、発電効率で優位な**りん酸形燃料電池**がCO₂削減量は最大となった。

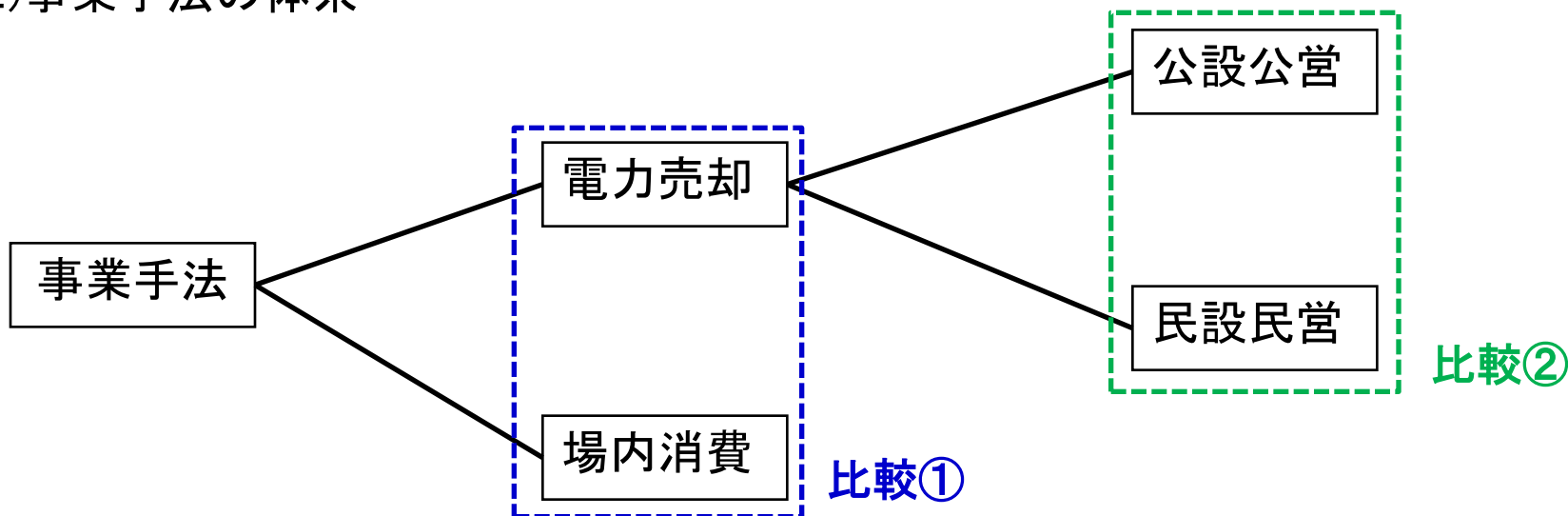
6-3. 事業手法の選定

○計算条件

(1)電力価格等

検討ケース	内容	電力価格	期間	利用条件
CASE-1	電力を売却する場合	39円/kWh (現行FIT制度)	15年間	発電電力のうち、電力(消化タンク運転に係る電力量を除く量)を全量売却
CASE-2	発電電力を場内利用する場合	17.5円/kWh (現状利用単価)	15年間	発電電力を全量場内利用 設備費用は補助適用を行う。

(2)事業手法の体系



6-3. 事業手法の選定(比較①)

○算出結果

(現況)

		ガスエンジン		マイクロガスエンジン (MGE)
		30kW	60kW	
台数		30kW×7台	60kW×4台	25kW×8台
CASE-1 (電力売却)	C(千円)	575,813 △	538,935 △	535,935 △
	B(千円)	809,112 △	809,112 △	752,013 △
	B/C	1.41 △	1.50 ○	1.40 △
	B-C (千円/年)	15,553 △	18,012 ○	14,405 △
CASE-2 (場内利用)	C(千円)	463,650 △	427,200 △	426,000 △
	B(千円)	449,034 △	449,034 △	422,621 △
	B/C	0.97 ×	1.05 ○	0.99 ×
	B-C (千円/年)	-974 ×	1,456 ○	-225 ×



電力売却が有利

(将来)

		ガスエンジン		マイクロガスエンジン (MGE)
		30kW	60kW	
台数		30kW×8台	60kW×4台	25kW×9台
CASE-1 (電力売却)	C(千円)	638,595 △	538,935 △	585,885 △
	B(千円)	985,600 △	985,600 △	918,119 △
	B/C	1.54 △	1.83 ○	1.57 △
	B-C (千円/年)	23,134 △	29,778 ○	22,149 △
CASE-2 (場内利用)	C(千円)	525,600 △	427,200 △	475,500 △
	B(千円)	530,677 △	530,677 △	499,461 △
	B/C	1.01 △	1.24 ○	1.05 △
	B-C (千円/年)	338 △	6,898 ○	1,597 △



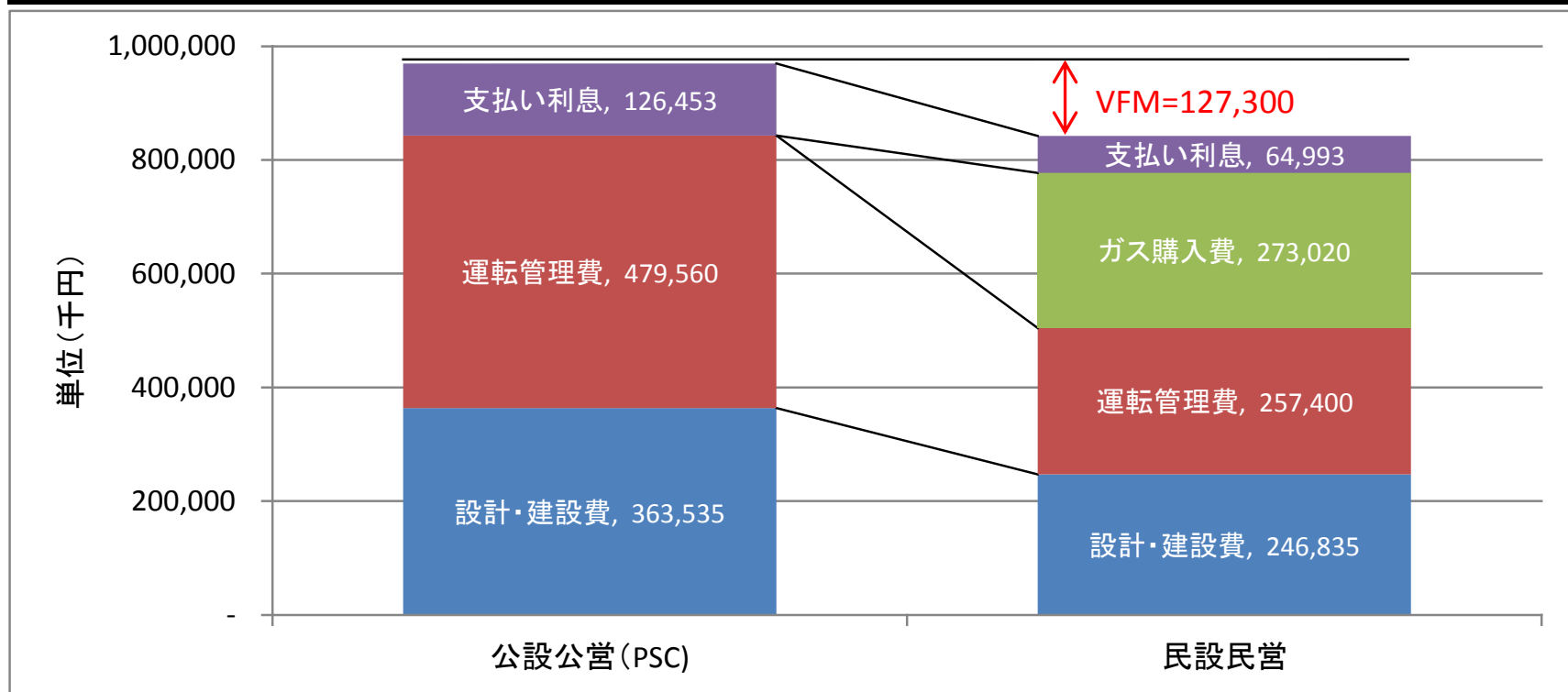
電力売却が有利

6-3. 事業手法の選定(比較②)

公設公営、民設民営におけるそれぞれの**総事業費**を算出し、比較を行う。

単位(千円)

項目	公設公営(PSC)	民設民営	差(合計VFM)
設計・建設費	363,535	246,835	116,700
運転管理費	479,560	257,400	222,160
ガス購入費	-	273,020	-273,020
支払い利息	126,453	64,993	61,460
合計	969,548	842,248	127,300



7. 導入検討のまとめ

1. 発電機種は、発電効率及び経済性の観点から、「ガスエンジン(30kW,60kW)」もしくは「マイクロガスエンジン(25kW)」が優位である。
2. CO₂削減効果は、りん酸形燃料電池が最大となったが、ガスエンジンにおいても一定の削減効果が見込まれる。
3. 事業手法は、経済性の観点から電力売却(民設民営)が優位である。

以上3点を踏まえると・・・

古賀水再生センターにおける**消化ガス発電の導入**が望ましいと考える。

また、推奨機種・推奨事業は・・・

推奨機種は、**ガスエンジン(30kW,60kW)** である。

推奨事業は、**電力売却(民設民営)** である。

8. 今後の課題

○“事業手法の選定(比較②)”においては、建設費に差異が生じているが、公設公営においてもDB等の適用によりその差異を縮減することも考えられる。

○民設民営による電力売却の場合、事業開始までに、発電事業者の公募や電気事業者への接続契約、経済産業省への設備認定、国土交通省への財産処分の手続き等、様々な手続きが必要となる。

○民間事業者が発電事業運営を行う場合、通常为民設民営とPFI法を適用した手法が上げられる。それぞれのメリットを考慮し事業手法を決定することが重要である。

民設民営	メリット: 手軽に事業進められる
PFI	メリット: 事業の途中破綻等のリスク回避

ご清聴ありがとうございました。

