

2. 下水処理場における生ごみ受入れ事業の検討手順

2.1 検討の流れ

2.1.1 簡易検討ツールによる検討の流れ

生ごみ受入れ事業により必要となる施設の建設費および維持管理費、売電等による収入、温室効果ガス排出量等について、費用関数等を用いて簡易的に算定することにより事業収支、温室効果ガス排出量削減効果等を概略評価する『簡易検討ツール_下水処理場における生ごみ受入れ事業検討.xlsx』を作成した。

※簡易ツールは国土技術政策総合研究所 下水処理研究室からダウンロードが可能です。

https://www.nilim.go.jp/lab/ecg/r8_namagomi.htm

簡易検討ツールによる検討の流れを図 2-1 に示す。

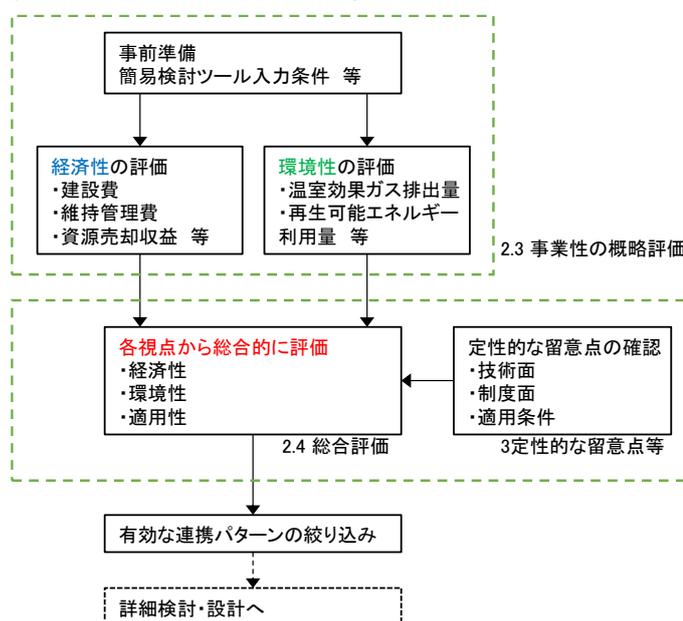


図 2-1 簡易検討ツールによる検討の流れ

総合評価については、経済性、環境性、および適用性の3つの観点ごとに評価を行うとともに、それぞれの観点到に重み付け配点をした上で合計得点を算定して総合評価する方法とした。

2.2 検討対象ケース

本資料では、生ごみ受入れに伴う資源化利用用途、および廃棄物側との分担により分類した連携パターン1～7を対象に、事業性等を比較評価する。

資源化利用用途の組合せおよび廃棄物側との分担による分類（再掲）

連携パターン	資源化利用用途	脱水汚泥の取り扱い
1	消化 ガス 発電	場外搬出
2		廃棄物処理施設へ搬出
3		— (資源化)
4		
5		
6		
7		場外搬出等 焼却灰の場外搬出

2.3 経済性評価および環境性評価

2.3.1 各項目概要と連携パターンの対応

評価の流れを図 2-2 に、各算定項目の概要と連携パターンとの対応を以下に示す。

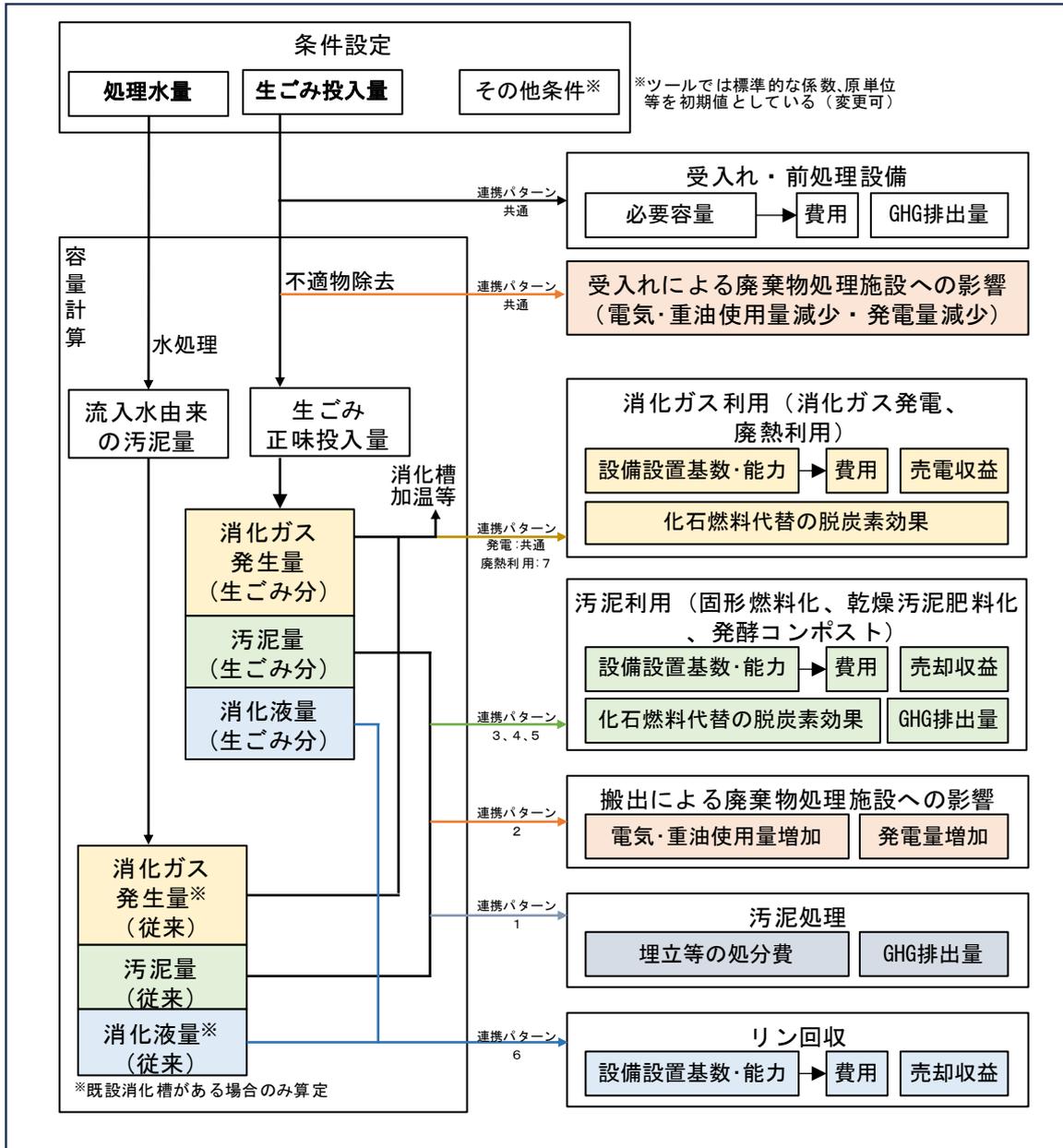


図 2-2 算定の流れ

① 条件設定

簡易検討ツールにおいて入力が必要の条件は「処理水量」と「生ごみ投入量」のみとし、その他に必要な各種係数、原単位、費用関数等は、文献資料等より標準値等を初期値として設定してある。なお、初期値の変更は可能な仕様としている。

② 容量計算

「水処理で発生する汚泥量」および「生ごみ投入量から発酵不適物を除去した後の正味投入量」の各々に由来する消化ガス発生量、脱水汚泥量、消化液量等を求める。

「水処理で発生する汚泥量」と「生ごみ正味投入量」に分けて算定するのは、既存施設による発生量および生ごみ受入れに伴う変化量を把握するためである。ここで、「水処理で発生する汚泥量」からの消化ガス発生量と消化液量については、既設の消化槽が無い場合は算定対象外とする。

③ 消化ガス利用について

容量計算で算定された消化ガス発生量から消化槽加温等に必要な量を除き、消化ガス発電および廃熱利用への利用可能量を算定する。

この利用可能量をもとに、消化ガス発電を実施するために必要なガスホルダ・脱硫設備・消化ガス発電機の基数・能力を設定し、建設費・維持管理費、売電収益、および化石燃料代替による脱炭素効果等を算定して、各連携パターンで考慮する。また、焼却炉の設置を想定して排熱利用量を算定し、連携パターン7（廃熱利用）で考慮する。

④ 汚泥利用について

容量計算で算定された汚泥量をもとに、汚泥利用に必要な脱水機、炭化設備、乾燥設備、コンポスト化設備の能力を設定し、建設費・維持管理費、売却収益、および設備の運転に伴う温室効果ガス発生量、化石燃料代替による温室効果ガス排出削減量等を算定して、連携パターン3（固形燃料利用）、4（乾燥汚泥肥料利用）、5（発酵コンポスト利用）で考慮する。

⑤ 廃棄物処理施設への影響について

「生ごみ投入量から発酵不適物を除去した後の正味投入量」に応じて、廃棄物処理施設において、電気・重油使用量の減少、および焼却発電における発電量の減少が生じることから、これらの影響量を算定して各連携パターンで考慮する。

また、汚泥利用をせずに廃棄物処理施設に搬出する場合は、廃棄物処理施設において、電気・重油使用量の増加、および焼却発電における発電量の増加が生じることから、これらの影響量を算定して、連携パターン2（廃棄物処理施設へ汚泥搬出）で考慮する。

⑥ 汚泥処理について

汚泥利用をせずに下水側で処理する場合について、埋め立て処理に必要な処分費、および埋め立て処理に伴う温室効果ガス排出量を算定して、連携パターン1（汚泥処理等）で考慮する。

⑦ リン回収について

消化液からリンを回収する場合は、リン回収設備に必要な能力を設定し、建設費・維持管理費、売却収益を算定して、連携パターン6（リン回収）で考慮する。

2.3.2 条件設定

(1) 入力値

簡易検討ツールにおいて入力が必要の条件は「処理水量」と「生ごみ投入量」のみとし、その他に必要となる各種係数、原単位、費用関数等は、文献資料等より標準値等を初期値として設定してある。なお、初期値の変更は可能な仕様としている。

本検討は、構想段階において、簡便に各連携パターンの事業性を比較評価することを趣旨とするため、最低限必要とする入力必須項目は「処理水量」と「生ごみ投入量」に限定している。

表 2-1 入力項目

項目	単位
日最大処理水量【必須】	m ³ /日
日平均処理水量【必須】	m ³ /日
生ごみ投入量【必須】	t/日
生ごみ投入頻度【必須】	回/週
デフレータ(2015年基準)【任意】	-
濃縮汚泥量(日最大)【任意】	m ³ /日
濃縮汚泥量(日平均)【任意】	m ³ /日
濃縮汚泥の含水率【任意】	%

(2) 各種係数等の初期設定値

「水処理」、「汚泥処理」、「資源化処理」の各種プロセスにおける諸量の算定に必要な係数、原単位等は、設計指針や各種マニュアル等の標準値等を参考に、表 2-2 および表 2-3 に示す値を初期値として設定してある。なお、初期値の変更は可能な仕様としている。

表 2-2 設定初期値一覧（施設の運転に関する項目）

項目	値	単位	デフォルト値	設定根拠		
施設の運転に関する項目	処理場条件	標準法	標準法	-		
	水処理方法	-	-	-		
	流入水SS	180	mg/L	180	下水道施設計画・設計指針と解説を参考に設定	
	最初沈殿池SS除去率	50	%	50	下水道施設計画・設計指針と解説(p49)を参考に設定	
	二次処理除去率	86	%	86	下水道施設計画・設計指針と解説を参考に設定	
	投入生ごみ	投入生ごみ変動倍率	1.2	-	1.2	仮定
		含水率	80	%	80	「下水処理場における地域バイオマス活用マニュアル」より生ごみの値を参考に設定
		有機物含有比	0.95	-	0.95	「下水処理場における地域バイオマス活用マニュアル」より生ごみの値を参考に設定
		発酵不適物割合	20	%	20	北広島市提供資料、生ごみ外バイオマス化処理施設設計委託、容量計算の条件「生ごみ内の夾雑物15~20%と見込む」より
		ガス転換率	0.95	Nm ³ /kgVS	0.95	「下水処理場における地域バイオマス活用マニュアル」より生ごみの値を参考に設定
		消化率	77.5	%	77.5	「下水処理場における地域バイオマス活用マニュアル」より生ごみの値を参考に設定
		希釈処理後含水率	90	%	90	メーカーヒアリングよりポンプ輸送が可能な含水率
		投入頻度	5	日/週	5	仮定
		生ごみ混合槽滞留時間	2	日	2	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、p67、費用関数の設定条件より
		濃縮汚泥含水率	98.0	%	98	標準的な値
	下水汚泥	濃縮汚泥回収率	100.0	%	100	仮定
		有機物含有率	0.8	-	0.8	「下水処理場における地域バイオマス活用マニュアル」より下水汚泥の値を参考に設定
		ガス転換率	0.55	Nm ³ /kgVS	0.55	「下水処理場における地域バイオマス活用マニュアル」より下水汚泥の値を参考に設定
		消化率	50	%	50	「下水処理場における地域バイオマス活用マニュアル」より下水汚泥の値を参考に設定
	消化運転	消化ガスの発熱量	21	MJ/Nm ³	21	下水汚泥エネルギー化技術ガイドラインを参考に設定(メタン60%)
		加温ガス割合	32	%	32	下水汚泥エネルギー化技術ガイドラインケーススタディを参考に設定
		発電効率	35	%	35	下水汚泥エネルギー化技術ガイドラインを参考に設定
		稼働率	99	%	99	下水汚泥エネルギー化技術ガイドラインケーススタディを参考に設定
		消化日数	20	日	20	下水道施設計画・設計指針と解説を参考に設定
		ガスタンク貯留日数	0.5	日	0.5	下水道施設計画・設計指針と解説を参考に設定
	脱水汚泥	回収率	100	%	100	仮定
		含水率	80	%	80	標準的な値
乾燥処理	乾燥燃料含水率	10	%	10	下水道施設計画・設計指針と解説(p619)下水汚泥固形燃料の基本物性を参考に設定	
	乾燥燃料熱量(未消化)	21	MJ/kg	21	下水道施設計画・設計指針と解説(p620)下水汚泥固形燃料の燃料特性を参考に設定	
	乾燥燃料熱量(消化)	17	MJ/kg	17	下水道施設計画・設計指針と解説(p620)下水汚泥固形燃料の燃料特性を参考に設定	
	重油熱量	38.9	MJ/L	38.9	エネルギー源別標準発熱量・炭素排出係数(2018年度改定)の解説、より	
炭化処理	炭化汚泥灰分(消化汚泥)	44	%	44	下水道施設計画・設計指針と解説(p619)下水汚泥固形燃料の基本物性を参考に設定	
	炭化汚泥灰分(未消化汚泥)	26	%	26	下水道施設計画・設計指針と解説(p619)下水汚泥固形燃料の基本物性を参考に設定	
	炭化汚泥含水率(消化汚泥)	4	%	4	下水道施設計画・設計指針と解説(p619)下水汚泥固形燃料の基本物性を参考に設定	
	炭化汚泥含水率(未消化汚泥)	1	%	1	下水道施設計画・設計指針と解説(p619)下水汚泥固形燃料の基本物性を参考に設定	
	炭化燃料発熱量	15	MJ/kg	15	下水道施設計画・設計指針と解説(p626)JIS規格で求められる品質より	
堆肥化	堆肥化有機物分解率	35	%	35	下水道施設計画・設計指針と解説(p587)計算例の中間値より	
	堆肥含水率	40	%	40	下水道施設計画・設計指針と解説(p587)計算例の中間値より	
	添加物量	20	%	20	下水道施設計画・設計指針と解説(p587)計算例の中間値より	
	添加物含水率	30	%	30	下水道施設計画・設計指針と解説(p587)計算例の中間値より	
焼却	下水汚泥熱量	19	MJ/DS-kg	19	下水道事業団HP. https://www.iswa.jp/recycle/energy/e104/	
	発電効率	15	%	15	廃棄物焼却処理施設と同等と仮定	
	廃熱利用可能割合	0.31	-	0.31	B-DASHプロジェクトNo9 脱水・燃焼・発電を全体最適化した革新的な下水汚泥エネルギー転換システム導入ガイドライン(案)、H27、国総研p72より、脱水汚泥熱量のうち熱回収空気として回収された割合を基に設定	
リン回収	消化液リン濃度	326	mg/L	326	下水道におけるリン資源化の手引き、国交省、H22、p26より消化液からの回収ケースにおける試算設定値より	
	リン回収率	90	%	90	下水道におけるリン資源化の手引き、国交省、H22、p26より消化液からの回収ケースにおける試算設定値より	
	リン酸態リン濃度	150	mg/L	150	B-DASHプロジェクトNo6、消化汚泥からのリン除去・回収技術導入ガイドライン、p65、ケーススタディより	
	マグネシウム添加モル比	1.1	Mg/P	1.1	B-DASHプロジェクトNo6、消化汚泥からのリン除去・回収技術導入ガイドライン、p113表資1-4より中間値	
	有効水酸化ナトリウム濃度	35	%	35	B-DASHプロジェクトNo6、消化汚泥からのリン除去・回収技術導入ガイドライン、p59表3-12よりユーティリティ条件35%製品より	
	日運転時間	24	時間	24	仮定	
	年間運転日数	365	日	365	仮定	
廃棄物処理場(焼却)運転	電力使用量	200	kWh/ごみt	200	廃棄物系バイオマス活用導入マニュアル(環境省)、p116	
	重油使用量	0.34	L/ごみt	0.34	廃棄物系バイオマス活用導入マニュアル(環境省)、p116	
	ごみ熱量	17	MJ/DS-kg	17	下水道施設計画・設計指針と解説(p620)消化汚泥原料の固形燃料の熱量を参考に設定	
	ごみ焼却発電効率	15	%	15	廃棄物系バイオマス活用導入マニュアル(環境省)、p116	

表 2-3 設定初期値一覧（経済性および環境性の評価に関する項目）

項目	値	単位	デフォルト値	設定根拠		
GHG の評価に 関する項目	温室効果 ガス発生 原単位	電力使用	0.000423	t-CO2/kWh	0.000423	環境省HP(最新R5実績全国平均係数)
		焼却炉(廃棄物処理施設)・メタン	0.0000015	t-CH4/t	0.0000015	日本国温室効果ガスインベントリ報告書, 2022, 国立環境研究所, p7-40
		焼却炉(廃棄物処理施設)・N2O	0.000263	t-N2O/t	0.000263	日本国温室効果ガスインベントリ報告書, 2022, 国立環境研究所, p7-41よりストーカー炉
		A重油	2.71	t-CO2/kL	2.71	環境省HP(算定・報告・公表制度における算定方法・排出係数)
		污泥処理	0.0000006	t-N2O/千㎡	0.0000006	下水処理場における地球温暖化対策マニュアル, 環境省・国交
		焼却(炭化)・CH4	0.0000097	t-CH4/wet-t	0.0000097	下水処理場における地球温暖化対策マニュアル, 環境省・国交省, H28, p34
		焼却N2O(既存設備)	0.00151	t-N2O/wet-t	0.00151	下水処理場における地球温暖化対策マニュアル, 環境省・国交省, H28, p35より高分子凝集剤・流動炉・高温焼却(800℃程度)と仮
		焼却N2O(更新)	0.000645	t-N2O/wet-t	0.000645	下水処理場における地球温暖化対策マニュアル, 環境省・国交省, H28, p35より高分子凝集剤・流動炉・高温焼却(850℃以上)と仮
		炭化・N2O	0.0000312	t-N2O/wet-t	0.0000312	下水処理場における地球温暖化対策マニュアル, 環境省・国交省, H28, p35
		乾燥処理・N2O	0.00001395	t-N2O/wet-t	0.00001395	下水汚泥エネルギー化技術ガイドライン, 国交省, p106より油温乾燥と乾燥(混合焼却)の平均
		コンポスト化・CH4	0.004	t-CH4/wet-t	0.004	下水処理場における地球温暖化対策マニュアル, 環境省・国交省, H28, p35
		コンポスト化・N2O	0.0003	t-N2O/wet-t	0.0003	下水処理場における地球温暖化対策マニュアル, 環境省・国交省, H28, p35
		埋立・CH4	0.133	t-CH4/ds-t	0.133	下水処理場における地球温暖化対策マニュアル, 環境省・国交
		食物くず嫌気性埋立・CH4	203	kg-CH4/ds-t	203	日本国温室効果ガスインベントリ報告書, 環境省, 2023, p7-10
		水酸化マグネシウム	0.547832	t-CO2/t	0.547832	B-DASHプロジェクトNo.6 消化污泥からのリン除去・回収技術導入ガイドライン(案), 国総研, H26, p52
		クエン酸	14.392	t-CO2/t	14.392	B-DASHプロジェクトNo.6 消化污泥からのリン除去・回収技術導入
地球温暖化係数	CH4	25	-	25	下水処理場における地球温暖化対策マニュアル, 環境省・国交	
	N2O	298	-	298	下水処理場における地球温暖化対策マニュアル, 環境省・国交	
経済性 評価に 関する項目	費用単価	電気購入単価(下水)	15	円/kWh	15	仮定
		電気購入単価(廃棄物)	15	円/kWh	15	仮定
		売電単価	35	円/kWh	35	FIT売電価格2023年以降
		固形燃料売却単価	100	円/t	100	下水汚泥エネルギー化技術ガイドライン, 国交省, H28, p135 ケーススタディ設定値より
		重油単価	90	円/L	90	下水汚泥エネルギー化技術ガイドライン, 国交省, H28, p136 ケース
		污泥肥料売却単価	11,667	円/t	11666.7	販売費: 佐賀市、鹿児島市の平均、袋費用: 珠洲市試算より
		リン売却単価	32,000	円/t	32000	下水道におけるリン資源化の手引き, 国交省, H22, p33, 福岡市の販売自治体内のごみ処理場に入れていたものを処理場への投入を想定するため0円として設定、民間処分委託をしていた生ごみを受け入れ
		生ごみ処分単価	0	円/t	0	生ごみの運搬を考慮する場合には入力する
		運搬費単価	0	円/t	0	生ごみの運搬を考慮する場合には入力する
		埋め立て処分単価	16,000	円/t-wet	16000	下水汚泥エネルギー化技術ガイドライン, 国交省, p168
		焼却灰処分単価	8,000	円/t	8000	下水汚泥エネルギー化技術ガイドライン, 国交省, p142
		人件費単価	5	万円	5	仮定

※経済性評価に関する項目（費用単価）は、ツール作成時点の単価となり、大きく価格変動していることがありますので、評価時点の単価に修正して使用してください。（「諸元(編集可)」のシートD列の値を編集）

2.3.3 費用関数

(1) 費用関数一覧および容量計算

簡易検討ツールにおいて、建設費・維持管理費、および温室効果ガス排出量等の算定に用いている簡易算定式を以下に示す。

簡易算定式の設定経緯、および連携パターンごとに必要となる算定式については参考資料に示す。

なお、前処理施設の費用関数については、生ごみ受入れを実施した事例情報をもとに設定しており、参考事例における生ごみ受入れの量は約 3t/日～約 65t/日の範囲であることから、この範囲の規模を検討対象として想定している。

表 2-4 建設費・維持管理費の算定に使用する費用関数一覧 1/2

No	項目	費用関数	単位	デフレーター補正值 ^{※1} (α)	参考 ^{※2}	備考
①	前処理施設(建設費)	$Y=56.054Q_w^{0.4491}$	百万円	-		
	前処理施設(維持管理費)	$Y=11.96646Q_w^{0.7} \times b \times 365 \times C \div 10^6 \times \alpha$	百万円/年	1.09	1	b : 人件費
②	混合槽(機械)	$Y=8.26 \times Q_v^{0.400} \times \alpha$	百万円	1.25	2	C : 電気使用量単価
	混合槽(電気)	$Y=0.836 \times Q_v^{0.535} \times \alpha$	百万円			
	混合槽(土建)	$Y=2.01 \times Q_v^{0.583} \times \alpha$	百万円			
	混合槽(維持管理費)	$Y=9.45 \times Q_v^{0.493} \times C \times \alpha$	百万円/年			
	混合槽(補修費)	$Y=0.184 \times Q_v^{0.400} \times \alpha$	百万円/年			
③	消化槽(機電)	$Y=(228.55 \times Q_v^{0.4974}) \times \alpha$	百万円	1.15	4	
	消化槽(土建)	$Y=(0.0117 \times Q_v + 25.6) \times \alpha$	百万円			
	消化槽(維持管理)	$Y=(0.171 \times (Q_{s1} \times 365) + 0.390) \times \alpha$	百万円/年	1.33	3	
④	ガスタンク	$Y=10.4 \times Q_v^{0.437} \times \alpha$	百万円	1.25	2	
	ガスタンク(維持管理費)	$Y=0.283 \times Q_v^{0.302} \times \alpha$	百万円			
⑤	脱水機(機械)	$Y=0.434 \times Q_{s1}^{0.373} \times \alpha$	百万円	1.33	3	
	脱水機(土木)	$Y=0.227 \times Q_{s1}^{0.444} \times \alpha$	百万円			
	脱水機(維持管理)	$Y=0.039 \times Q_{s1}^{0.596} \times \alpha$	百万円/年			

Y:費用、 Q_w :生ごみ受け入れ量、 Q_v :容量、 Q_{s1} :汚泥量(固形物1%換算) Q_g :消化ガス量、 Q_s :汚泥処理量、 Q_f :施設規模、 Q_t :下水処理量、 Q_a :ガス発電容量、 Q_r :資源生産量、 Q_p :発電量、C:電力単価、E:処理量当たりのエネルギー使用量、G:温室効果ガス排出(削減)量 a:温室効果ガス排出量原単位

※1 α :出典資料の発刊年度を基準とした最新年度値(デフレーター(2015年基準)、変更可)への補正值

※2 1:下水処理場におけるエネルギー自立化の可能性調査研究技術資料,下水道新技術機構,2019 2:下水処理場へのバイオマス(生ごみ等受入れマニュアル)受入れ,下水道新技術機構,2011

3:バイオソリッド利活用基本計画(下水汚泥処理総合計画)策定マニュアル、下水道協会,2004 4:下水汚泥エネルギー化技術ガイドライン-改訂版-,国交省,H30

5:廃棄物系バイオマス利活用 導入マニュアル,環境省,H29 6 下水道におけるリン資源化の手引き,国交省,2010

表 2-5 建設費・維持管理費の算定に使用する費用関数一覧 2/2

No	項目	費用関数	単位	デフレーター 補正值 ^{*1} (α)	参考 ^{*2}	備考
⑥	消化ガス発電機(機電)	$Y=(4.8485 \times Q_a^{0.7556}) \times \alpha$	百万円	1.15	4	
	消化ガス発電機(土建)	$Y=(0.0407 \times Q_a^{1.288}) \times \alpha$	百万円			
	消化ガス発電機 (維持管理費)	$Y=(0.0296 \times Q_a + 5.9964) \times \alpha$	百万円/年			
⑦	炭化炉(機械)	$Y=206.94 Q_s^{0.6123} \times \alpha$	百万円	1.15	4	
	炭化炉(土建)	$Y=64.741 Q_s^{0.391} \times \alpha$	百万円			
	炭化炉(維持管理)	$Y=(1.8778 Q_s + 105.9) \times \alpha$	百万円/年			
⑧	堆肥化施設	$Y=1.233 \times Q_f^{0.650} \times \alpha$	億円	1.33	3	人件費なし
	堆肥化施設 (維持管理)	$Y=1.925 \times Q_f^{0.932} \times \alpha$	百万円/年			
⑨	乾燥施設(機電)	$Y=228.55 \times Q_f^{0.4974} \times \alpha$	百万円	1.15	4	
	乾燥施設(土木)	$Y=64.741 \times Q_f^{0.391} \times \alpha$	百万円			
	乾燥施設(維持管理)	$Y=0.362 \times Q_s^{0.585} \times \alpha$	百万円/年	1.33	3	
⑩	リン資源化施設(MAP 法, 消化液、建設)	$Y=(1.9888 Q_t + 107.98) \times \alpha$	百万円	1.21	6	
	リン資源化施設(MAP 法, 消化液, 維持管理)	$Y=(0.1334 Q_t + 0.6595) \times \alpha$	百万円/年			
⑪	焼却設備(機械)	$Y=1.888 \times Q_f^{0.597} \times \alpha$	億円	1.30	3	
	焼却設備(電気)	$Y=0.726 \times Q_f^{0.539} \times \alpha$	億円			
	焼却設備(土建、焼却炉)	$Y=1.361 \times Q_f^{0.380} \times \alpha$	億円			
	焼却設備(土建、電気室)	$Y=2.426 \times Q_f^{0.0094} \times \alpha$	億円			
	焼却設備(維持管理)	$Y=0.287 \times Q_s^{0.673} \times \alpha$	百万円/年			

Y: 費用、 Q_w : 生ごみ受け入れ量、 Q_v : 容量、 Q_{s1} : 汚泥量(固形物 1%換算) Q_g : 消化ガス量、 Q_s : 汚泥処理量、 Q_f : 施設規模、 Q_t : 下水処理量、 Q_a : ガス発電容量、 Q_r : 資源生産量、 Q_p : 発電量、C: 電力単価、E: 処理量当たりのエネルギー使用量、G: 温室効果ガス排出(削減)量 a: 温室効果ガス排出量原単位

※1 出典資料の発刊年度を基準とした最新年度値 (R4, 12月時点では 2021 年値) への補正值

※2 1: 下水処理場におけるエネルギー自立化の可能性調査研究技術資料, 下水道新技術機構, 2019 2: 下水処理場へのバイオマス (生ごみ等受入れマニュアル) 受入れ, 下水道新技術機構, 2011

3: バイオソリッド利活用基本計画(下水汚泥処理総合計画)策定マニュアル、下水道協会, 2004 4: 下水汚泥エネルギー化技術ガイドライン-改訂版-, 国交省, H30

5: 廃棄物系バイオマス利活用 導入マニュアル, 環境省, H29 6 下水道におけるリン資源化の手引き, 国交省, 2010

表 2-6 温室効果ガス排出量の算定に使用する簡易算定式一覧

項目	算定式	単位	備考
前処理施設	$G=2.2054X^{0.8331}$	t-CO ₂ /年	排出量
消化ガス発電	$G=Q_p \times a$	t-CO ₂ /年	排出削減量
固形燃料化処理	$G=Q_s \times a$	t-CO ₂ /年	排出量
堆肥化処理	$G=Q_s \times a$	t-CO ₂ /年	排出量
焼却	$G=Q_s \times a$	t-CO ₂ /年	排出量
堆肥化処理	$G=Q_s \times a$	t-CO ₂ /年	排出量
固形燃料利用	$G=Q_b \times a$	t-CO ₂ /年	排出削減量
廃棄物処理場におけるエネルギー使用量の増加	$G=Q_e \times a$	t-CO ₂ /年	排出量
廃棄物発電	$G=Q_p \times a$	t-CO ₂ /年	排出削減量

G: 温室効果ガス排出量または排出削減量, a: 温室効果ガス排出係数, Q_p: 発電量, Q_s: 汚泥処理量, Q_b: 固形燃料で代替した燃料量, Q_e: エネルギー使用の増加量

表 2-7 温室効果ガス排出量の算定に使用する簡易算定式における排出係数一覧

項目	排出量原単位	単位	出典	
電気(代替値)	0.000453	t-CO ₂ /kWh	環境省 HP, 電気事業者別排出係数(R2 実績)	
一般炭	2.33	t-CO ₂ /kL	環境省 HP, 算定・報告・公表制度における算定方法・排出係数一覧	
コークス	3.17	t-CO ₂ /kL		
A 重油	2.71	t-CO ₂ /kL		
ガソリン	2.32	t-CO ₂ /kL		
コンポスト化	0.96	t-CH ₄ /t	日本国温室効果ガスインベントリ報告書	
	0.27	t-N ₂ O/t		
焼却	下水汚泥	1.5		g-CH ₄ /t
	高分子凝集剤・流動床炉・通常燃焼(800℃)	1,508		g-N ₂ O/t
	高分子凝集剤・流動床炉・高温燃焼(850℃)	645		g-N ₂ O/t
	高分子凝集剤・多段炉/その他	882		g-N ₂ O/t
	石灰系	294		g-N ₂ O/t
	焼却多段吹込燃焼式流動床炉 二段燃焼式循環流動床炉 ストーカー炉	263		g-N ₂ O/t
	炭化固形燃料化炉	31.2		g-N ₂ O/t
埋立(消化汚泥)	100	kg-CH ₄ /t		
埋立(その他下水汚泥)	133	kg-CH ₄ /t		
汚泥乾燥	造粒乾燥	0.0000	kg-N ₂ O/wet-t 下水汚泥エネルギー化技術ガイドライン-改訂版-	
	油温乾燥	0.0184		
	乾燥(混合焼却)	0.0095		
焼却(廃棄物)	電力使用	200	kWh/ごみ t kg/ごみ t 廃棄物系バイオマス利活用導入マニュアル	
	重油使用	0.34		

生ごみ受入れに必要となる前処理施設・資源化施設等の建設費・維持管理費の算定、および導入施設の運転に伴う温室効果ガス排出量、資源化利用による脱炭素効果を検討するにあたり、消化ガス量・汚泥量等を算定する必要がある。

以下に、簡易検討ツールにおける、流入水由来および生ごみ由来の汚泥量と消化ガス発生量の算定手順を示す。

(2) 流入水由来の諸量

1) 汚泥量

流入水量($\text{m}^3/\text{日}$)

= 日最大処理水量【入力条件】

最初沈殿池発生固形物量量($\text{kg-DS}/\text{日}$)

= 流入水量×流入水 SS×最初沈殿池 SS 除去率

第二沈殿池発生固形物量($\text{kg-DS}/\text{日}$)

= 流入水量×流入水 SS×第二沈殿池除去率

発生汚泥固形物量($\text{kg-DS}/\text{日}$)

= 最初沈殿池発生固形物量+第二沈殿池発生固形物量

ここで、初期設定値より、流入水 SS =180(mg/L)、最初沈殿池 SS 除去率= 50(%)、第二沈殿池除去率= 86(%)

2) 消化ガス発生量

有機物量($\text{kg-VS}/\text{日}$)

= 発生汚泥固形物量×下水汚泥の有機物含有比

ガス発生量($\text{N m}^3/\text{日}$)

= 有機物量×下水汚泥のガス転換率

ここで、初期設定値より、下水汚泥の有機物含有比= 0.8(VS/DS)、下水汚泥のガス転換率=0.55($\text{N m}^3/\text{kg-VS}$)

(3) 生ごみ由来の諸量

1) 生ごみ正味投入量

生ごみ投入量(t/日)

$$= \text{生ごみ投入量【入力条件】}$$

発酵不適物除去量(t/日)

$$= \text{生ごみ投入量} \times \text{発酵不適物}/100$$

生ごみ正味投入量(kg/日)

$$= (\text{生ごみ投入量} - \text{発酵不適物除去量}) \times 1000$$

生ごみ正味固形物量(kg-DS/日)

$$= \text{生ごみ正味投入量} \times (1 - \text{含水率}/100)$$

ここで、初期設定値より、投入生ごみの発酵不適物=20(%)、投入生ごみの含水率=80(%)

2) 消化ガス発生量

有機物量(kg-VS/日)

$$= \text{生ごみ正味固形物量} \times \text{生ごみの有機物含有比}$$

ガス発生量(N m³/日)

$$= \text{有機物量} \times \text{生ごみのガス転換率}$$

ここで、初期設定値より、生ごみの有機物含有比=0.95(VS/DS)、生ごみのガス転換率=0.95(N m³/kg-VS)

2.3.4 各種処理・資源利用の検討

以下に、簡易検討ツールにおける各種施設、処理による温室効果ガス排出量、費用等の算定手順を示す。

(1) 受入れ・前処理施設

1) 必要容量の設定

$$\begin{aligned} \text{生ごみ受入れ容量(m}^3\text{)} &= \text{生ごみ投入量【入力条件】} \\ \text{混合設備容量(m}^3\text{)} &= \text{生ごみ正味固形物量} / (1 - \text{希釈後含水率}/100) \times \text{滞留時間} \\ &\text{ここで、初期設定値より、希釈後含水率}=90(\%)、\text{滞留時間}=2(\text{日}) \end{aligned}$$

2) 費用

以下の費用関数により算定する。

前処理施設

$$\begin{aligned} \text{建設費}\cdot\text{機電(百万円)} &= 56.054 \times Q_w^{0.475} \times \alpha \\ \text{建設費}\cdot\text{建築(百万円)} &= 75.9 \times Q_w^{0.342} \times \alpha \\ \text{維持管理費(百万円/年)} &= Y = 11.96646 Q_w^{0.7} \times b \times 365 \times C \div 106 \times \alpha \\ \text{補修費(百万円/年)} &= \text{建設費}\cdot\text{機電} \times 3/100 \\ &\text{ここで、} Q_w : \text{生ごみ投入量、} b : \text{人件費単価(万円/日)、} C : \text{電力単価、} \\ &\alpha : \text{デフレータ補正值} \end{aligned}$$

混合槽

$$\begin{aligned} \text{建設費}\cdot\text{機械(百万円)} &= 8.26 \times Q_v^{0.400} \times \alpha \\ \text{建設費}\cdot\text{電気(百万円)} &= 0.836 \times Q_v^{0.535} \times \alpha \\ \text{建設費}\cdot\text{土建(百万円)} &= 2.01 \times Q_v^{0.583} \times \alpha \\ \text{維持管理費(百万円/年)} &= 9.45 \times Q_v^{0.493} \times C \times \alpha \\ \text{補修費(百万円/年)} &= 0.184 \times Q_v^{0.400} \times \alpha \\ &\text{ここで、} Q_v : \text{容量、} C : \text{電力単価、} \alpha : \text{デフレータ補正值} \end{aligned}$$

3) 温室効果ガス排出量

以下の式により算定する。

前処理施設 運転による温室効果ガス排出量

$$\begin{aligned} \text{前処理設備運転 温室効果ガス排出量(t}\cdot\text{CO}_2\text{/年)} &= (94.6 \times Q_w^{0.43}) / 1000 \times \text{投入頻度}/7 \times \text{電力排出係数} \\ &\text{ここで、} Q_w : \text{生ごみ投入量} \end{aligned}$$

(2) 消化ガス利用

1) 設備設置基数・能力の設定

ガスホルダ 必要基数

$$\begin{aligned} & \text{消化槽容量(m}^3\text{)} \\ & = ((\text{発生汚泥固形物量}/(1-\text{濃縮汚泥含水率}/100))/1000+\text{生ごみ正味投入量}) \\ & \quad \times \text{消化日数} \end{aligned}$$

ここで、初期設定値より、濃縮汚泥含水率=80(%)、消化日数=20(日)

$$\begin{aligned} & \text{ガスホルダ容量(m}^3\text{)} \\ & = (\text{流入水由来ガス発生量}+\text{生ごみ由来ガス発生量})/\text{滞留時間} \\ & \quad / \text{ガスホルダ 必要基数(基)} \\ & \geq \text{ガスホルダ容量} / 1 \text{ 基当たりの容量} \end{aligned}$$

ここで、初期設定値より、滞留時間=1(日)、1 基当たりの容量=2000(m³)

消化ガス発電機 必要基数

$$\begin{aligned} & \text{消化槽加温ガス量} \\ & = (\text{流入水由来ガス発生量}+\text{生ごみ由来ガス発生量}) \times \text{加温ガス割合}/100 \\ & \text{熱量(MJ/日)} \\ & = (\text{流入水由来ガス発生量}+\text{生ごみ由来ガス発生量}-\text{消化槽加温ガス量}) \\ & \quad \times \text{消化ガスの発熱量} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & \text{発電量(kWh/日)} \\ & = (\text{熱量} \times (\text{消化槽稼働率}/100) \times (\text{発電効率}/100))/3.6 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & \text{消化ガス発電機 発電容量(kW)} \\ & = \text{発電量} / 24 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & \text{消化ガス発電機 必要基数(基)} \\ & \geq \text{発電容量} / \text{発電機 1 基当たりの能力} \end{aligned}$$

ここで、初期設定値より、加温ガス割合=32(%)、消化ガスの発熱量=21(MJ/N m³)、消化槽稼働率=99(%)、発電効率=35(%)、発電機 1 基当たりの能力=280(kW)

脱硫設備 処理能力

$$\begin{aligned} & \text{脱硫設備処理能力(m}^3\text{/h)} \\ & = (\text{流入水由来ガス発生量}+\text{生ごみ由来ガス発生量}) / 24 \end{aligned}$$

2) 費用・売電収益

以下の費用関数等により算定する。

消化槽

$$\begin{aligned} & \text{建設費} \cdot \text{機電(百万円)} = (228.55 \times Q_V^{0.4974}) \times \alpha \\ & \text{建設費} \cdot \text{土建(百万円)} = (0.0117 \times Q_V + 25.6) \times \alpha \\ & \text{維持管理費(百万円/年)} = ((0.171 \times (Q_{s1} \times 365) + 0.390) \times \alpha \end{aligned}$$

ここで、 Q_V ：容量、 y ：機械設備費、 α ：デフレータ補正値

ガスホルダ

$$\text{建設費(百万円)} = 10.4 \times Q_V^{0.437} \times \alpha$$

$$\text{維持管理費(百万円/年)} = 0.283 \times Q_v^{0.302} \times \alpha$$

ここで、 Q_v ：容量、 α ：デフレータ補正值

消化ガス発電機

$$\text{建設費・機電(百万円)} = (4.8485 \times Q_a^{0.7556}) \times \alpha$$

$$\text{建設費・土建(百万円)} = (0.0407 \times Q_a^{1.288}) \times \alpha$$

$$\text{維持管理費(百万円/年)} = (0.0296 \times Q_a + 5.9964) \times \alpha$$

ここで、 Q_a ：ガス発電容量、 T ：年間稼働時間、 α ：デフレータ補正值

脱硫設備

$$\text{建設費(百万円)} = 0.878 \times Q_v^{0.761} \times \alpha$$

$$\text{維持管理費(百万円/年)} = 0.0796 \times Q_v^{0.761} \times \alpha$$

ここで、 Q_v ：容量、 α ：デフレータ補正值

消化ガス発電 場内利用 (維持管理費削減効果)

維持管理費削減効果(百万円/年)

$$= (\text{下水汚泥由来発電量} \times 365 + \text{生ごみ由来発電量} \times 365 \times \text{投入頻度}/7) \\ \times \text{電気購入単価} / 10^6$$

消化ガス発電 売電収益

売電収益(百万円/年)

$$= (\text{下水汚泥由来発電量} \times 365 + \text{生ごみ由来発電量} \times 365 \times \text{投入頻度}/7) \\ \times \text{売電単価} / 10^6$$

3) 温室効果ガス排出量

以下の式により算定する。

汚泥処理量増加分の温室効果ガス排出量

汚泥処理量増加分の温室効果ガス排出量(t-CO₂/年)

$$= \text{生ごみ正味固形物量} / (1 - \text{希釈後含水率}/100) / 1000 \\ \times \text{汚泥処理温室効果ガス発生原単位} \times \text{N}_2\text{O 地球温暖化係数} \\ \times 365 \times \text{投入頻度}/7$$

4) 化石燃料代替の温室効果ガス排出削減量

以下の式により算定する。

消化ガス発電による温室効果ガス排出削減量

消化ガス発電による温室効果ガス排出削減量(t-CO₂/年)

$$= (\text{下水汚泥由来発電量} \times 365 + \text{生ごみ由来発電量} \times 365 \times \text{投入頻度}/7) \\ \times \text{電力排出係数}$$

(3) 脱水処理

1) 処理能力の設定

脱水機 処理能力

消化汚泥有機物量(t-VS/日)

$$= (\text{発生汚泥固形物量} \times \text{下水汚泥の有機物含有率} \times (1 - \text{下水汚泥の消化率}/100)) \\ + (\text{生ごみ正味固形物量} \times \text{生ごみの有機物含有比} \times (1 - \text{生ごみの消化率}/100))$$

消化汚泥固形物量(t-DS/日)

$$= \text{消化汚泥有機物量} \\ + \text{発生汚泥固形物量} \times (1 - \text{下水汚泥の有機物含有率}/100) \\ + \text{生ごみ正味固形物量} \times (1 - \text{生ごみの有機物含有率}/100)$$

脱水機 汚泥処理能力(t-wet/日(1%換算))

$$= \text{消化汚泥固形物量} \times 100$$

ここで、初期設定値より、下水汚泥の有機物含有比= 0.8(VS/DS)、下水汚泥の消化率=50(%)、生ごみの有機物含有比= 0.95(VS/DS)、生ごみの消化率=77.5(%)

2) 費用・売却収益

以下の費用関数等により算定する。

脱水機

$$\text{建設費・機械(百万円)} = 0.434 \times Q_{s1}^{0.373} \times \alpha$$

$$\text{建設費・土建(百万円)} = 0.227 \times Q_{s1}^{0.444} \times \alpha$$

$$\text{建設費・電気(百万円)} = 0.178 \times Q_{s1}^{0.464} / 3 \times \alpha$$

$$\text{維持管理費(百万円/年)} = 0.039 \times Q_{s1}^{0.595} \times \alpha$$

ここで、 Q_{s1} : 汚泥量、 α : デフレータ補正值

(4) 汚泥利用（固形燃料化）

1) 処理能力の設定

炭化設備 処理能力

$$\begin{aligned} & \text{炭化設備 汚泥処理能力(t/日)} \\ & = \text{消化汚泥固形物量} / (1 - \text{脱水汚泥含水率}/100) \\ & \text{ここで、初期設定値より、脱水汚泥含水率} = 80(\%) \end{aligned}$$

2) 費用・売却収益

炭化炉

$$\begin{aligned} \text{建設費・機械(百万円)} & = 206.94 \times Q_s^{0.6123} \times \alpha \\ \text{建設費・土建(百万円)} & = 64.741 \times Q_s^{0.391} \times \alpha \\ \text{維持管理費(百万円/年)} & = (1.8778 \times Q_s + 105.9) \times \alpha \\ & \text{ここで、} Q_s : \text{汚泥処理量、} \alpha : \text{デフレータ補正值} \end{aligned}$$

固形燃料 売却収益

$$\begin{aligned} & \text{売却収益(百万円/年)} \\ & = (\text{下水汚泥由来炭化汚泥量} \times 365 + \text{生ごみ由来炭化汚泥量} \times \text{投入頻度}/7) / 1000 \\ & \quad \times \text{売却単価} / 10^6 \end{aligned}$$

3) 温室効果ガス排出量

以下の式により算定する。

炭化設備の運転による温室効果ガス排出量

$$\begin{aligned} & \text{炭化設備の運転による温室効果ガス排出量(t-CO}_2\text{/年)} \\ & = ((\text{下水汚泥由来消化汚泥固形物量} / (1 - \text{脱水汚泥含水率}/100) \times 365) \\ & \quad + (\text{生ごみ由来消化汚泥固形物量} / (1 - \text{脱水汚泥含水率}/100) \\ & \quad \times 365 \times \text{投入頻度}/7)) / 1000 \\ & \quad \times (\text{焼却(炭化)} \cdot \text{CH}_4 \text{ 温室効果ガス発生原単位} \times \text{CH}_4 \text{ 地球温暖化係数} \\ & \quad + \text{炭化} \cdot \text{N}_2\text{O 温室効果ガス発生原単位} \times \text{N}_2\text{O 地球温暖化係数}) \end{aligned}$$

4) 化石燃料代替の温室効果ガス排出量削減量

以下の式により算定する。

固形燃料利用による温室効果ガス排出削減量

$$\begin{aligned} & \text{固形燃料利用による温室効果ガス排出削減量(t-CO}_2\text{/年)} \\ & = ((\text{下水汚泥由来消化汚泥固形物量} / (1 - \text{脱水汚泥含水率}/100) \times 365) \\ & \quad + (\text{生ごみ由来消化汚泥固形物量} / (1 - \text{脱水汚泥含水率}/100) \\ & \quad \times 365 \times \text{投入頻度}/7)) \times \text{重油排出係数} \end{aligned}$$

(5) 汚泥利用（乾燥汚泥肥料化）

1) 処理能力の設定

乾燥設備 処理能力

$$\begin{aligned} \text{乾燥設備 汚泥処理能力(t/日)} \\ = \text{消化汚泥固形物量} / (1 - \text{脱水汚泥含水率}/100) \end{aligned}$$

ここで、初期設定値より、脱水汚泥含水率= 80(%)

2) 費用・売却収益

乾燥施設

$$\text{建設費・機電(百万円)} = 228.55 \times Q_f^{0.4974} \times \alpha$$

$$\text{建設費・土木(百万円)} = 64.741 \times Q_f^{0.391} \times \alpha$$

$$\text{維持管理費(百万円/年)} = 0.362 \times Q_s^{0.585} \times \alpha$$

ここで、 Q_f ：施設規模、 Q_s ：汚泥処理量、 α ：デフレータ補正值

肥料（乾燥肥料） 売却収益

売却収益(百万円/年)

$$\begin{aligned} = & ((\text{下水汚泥由来乾燥汚泥量} \times 365) + (\text{生ごみ由来乾燥汚泥量} \times 365 \times \text{投入頻度}/7)) \\ & / 1000 \times \text{売却単価} / 10^6 \end{aligned}$$

3) 温室効果ガス排出量

以下の式により算定する。

乾燥設備の運転による温室効果ガス排出量

乾燥設備の運転による温室効果ガス排出削減量(t-CO₂/年)

$$\begin{aligned} = & ((\text{下水汚泥由来消化汚泥固形物量} / (1 - \text{脱水汚泥含水率}/100) \times 365) \\ & + (\text{生ごみ由来消化汚泥固形物量} / (1 - \text{脱水汚泥含水率}/100) \\ & \times 365 \times \text{投入頻度}/7)) \times \text{重油排出係数} \end{aligned}$$

(6) 汚泥利用（発酵コンポスト）

1) 処理能力の設定

コンポスト化設備 処理能力

$$\begin{aligned} & \text{コンポスト化設備 汚泥処理能力(t/日)} \\ & = \text{消化汚泥固形物量} / (1 - \text{脱水汚泥含水率}/100) \end{aligned}$$

ここで、初期設定値より、脱水汚泥含水率= 80(%)

2) 費用・売却収益

堆肥化施設

$$\text{建設費(百万円)} = 1.233 \times Q_f^{0.650} \times \alpha$$

$$\text{維持管理費(百万円/年)} = 1.925 \times Q_f^{0.932} \times \alpha$$

ここで、 Q_f : 施設規模、 α : デフレータ補正值

肥料（堆肥） 売却収益

売却収益(百万円/年)

$$\begin{aligned} & = ((\text{下水汚泥由来堆肥量} \times 365) + (\text{生ごみ由来堆肥量} \times 365 \times \text{投入頻度}/7)) / 1000 \\ & \quad \times \text{売却単価} / 10^6 \end{aligned}$$

3) 温室効果ガス排出量

以下の式により算定する。

堆肥化施設の運転による温室効果ガス排出量

堆肥化施設の運転による温室効果ガス排出量(t-CO₂/年)

$$\begin{aligned} & = ((\text{下水汚泥由来消化汚泥固形物量} / (1 - \text{脱水汚泥含水率}/100) \times 365) \\ & \quad + (\text{生ごみ由来消化汚泥固形物量} / (1 - \text{脱水汚泥含水率}/100) \\ & \quad \times 365 \times \text{投入頻度}/7)) / 1000 \\ & \quad \times (\text{コンポスト化} \cdot \text{CH}_4 \text{ 温室効果ガス発生原単位} \times \text{CH}_4 \text{ 地球温暖化係数} \\ & \quad + \text{コンポスト化} \cdot \text{N}_2\text{O} \text{ 温室効果ガス発生原単位} \times \text{N}_2\text{O} \text{ 地球温暖化係数}) \end{aligned}$$

(7) 汚泥処理（埋立）

1) 埋め立て処分費

埋め立て処分費

埋め立て処分費(百万円/年)

$$= ((\text{下水由来汚泥埋め立て処分量} \times 365) \\ + (\text{生ごみ由来汚泥埋め立て処分量} \times 365 \times \text{投入頻度} / 7)) / 1000 \times \text{処分単価} / 10^6$$

2) 温室効果ガス排出量

以下の式により算定する。

埋め立て処分による温室効果ガス排出量

埋め立て処分による温室効果ガス排出量(t-CO₂/年)

$$= ((\text{下水由来汚泥埋め立て処分量} \times 365) \\ + (\text{生ごみ由来汚泥埋め立て処分量} \times 365 \times \text{投入頻度} / 7)) / 1000 \\ \times (\text{埋立} \cdot \text{CH}_4 \text{温室効果ガス発生原単位} \times \text{CH}_4 \text{地球温暖化係数})$$

(8) リン回収

1) 費用・売却収益

リン資源化施設(MAP法、消化液)

建設費(百万円) = $(1.9888Q_t + 107.98) \times \alpha$

維持管理費(百万円/年) = $(0.1334Q_t + 0.6595) \times \alpha$

ここで、 Q_t : 処理水量、 α : デフレータ補正值

リン売却収益

売却収益(百万円/年) = $\text{リン回収量} \times 365 \times \text{売却単価} / 10^6$

(9) 排熱利用（焼却）

1) 設備設置基数・能力の設定

焼却設備 処理能力

$$\begin{aligned} \text{焼却設備 汚泥処理能力(t/日)} \\ = \text{消化汚泥固形物量} / (1 - \text{脱水汚泥含水率}/100) \end{aligned}$$

ここで、初期設定値より、脱水汚泥含水率= 80(%)

2) 費用・売電収益

以下の費用関数等により算定する。

焼却設備

$$\text{建設費・機械(百万円)} = 1.888 \times Q_f^{0.597} \times \alpha$$

$$\text{建設費・電気(百万円)} = 0.726 \times Q_f^{0.539} \times \alpha$$

$$\text{建設費・土建焼却炉(百万円)} = 1.361 \times Q_f^{0.380} \times \alpha$$

$$\text{建設費・土建電気室(百万円)} = 2.426 \times Q_f^{0.0094} \times \alpha$$

$$\text{維持管理費(百万円/年)} = 0.287 Q_s^{0.673} \times \alpha$$

ここで、 Q_f ：施設規模、 α ：デフレーター補正值

3) 温室効果ガス排出量

以下の式により算定する。

焼却設備の運転による温室効果ガス排出量

焼却設備の運転による温室効果ガス排出量(t-CO₂/年)

$$= (\text{下水汚泥由来消化汚泥固形物量} / (1 - \text{脱水汚泥含水率}/100) \times 365)$$

$$+ (\text{生ごみ由来消化汚泥固形物量} / (1 - \text{脱水汚泥含水率}/100)$$

$$\times 365 \times \text{投入頻度}/7) / 1000$$

$$\times (\text{焼却(炭化)} \cdot \text{CH}_4 \text{ 温室効果ガス発生原単位} \times \text{CH}_4 \text{ 地球温暖化係数}$$

$$+ \text{焼却} \cdot \text{N}_2\text{O} \text{ 温室効果ガス発生原単位} \times \text{N}_2\text{O} \text{ 地球温暖化係数})$$

(10) 廃棄物処理施設への影響

1) 費用・売却収益への影響

維持管理費（電気使用料への影響）

電気使用料への影響(百万円/年)

$$= (\text{下水処理場からの搬出汚泥} \times 365 - \text{生ごみ正味投入量} \times 365 \times (\text{投入頻度}/7)) \\ \times \text{電気購入単価} / 10^6$$

維持管理費（重油使用料への影響）

重油使用料への影響(百万円/年)

$$= (\text{下水処理場からの搬出汚泥} \times 365 - \text{生ごみ正味投入量} \times 365 \times (\text{投入頻度}/7)) \\ \times \text{重油単価} / 10^6$$

下水処理場への生ごみ分別による売電収益減少

売却収益減少(百万円/年)

$$= (\text{生ごみ正味投入量分の焼却廃熱発電量}) \times 365 \times (\text{投入頻度}/7) \times \text{売電単価} / 10^6$$

下水処理場からの搬出汚泥による売電収益

売却収益(百万円/年)

$$= ((\text{下水処理場からの搬出汚泥} \times 365 - \text{生ごみ正味投入量} \times 365 \times (\text{投入頻度}/7)) \\ \times \text{売電単価} / 10^6$$

2) 温室効果ガス排出量への影響

運転による温室効果ガス排出量への影響

運転による温室効果ガス排出量への影響(t-CO₂/年)

$$= ((\text{下水処理場からの搬出汚泥} \times 365 \\ - \text{下水道への生ごみ投入量} \times 365 \times (\text{投入頻度}/7)) \\ \times \text{電力使用量原単位} \times \text{電力排出係数} \\ - ((\text{下水処理場からの搬出汚泥} \times 365 \\ - \text{下水道への生ごみ投入量} \times 365 \times (\text{投入頻度}/7)) \\ \times \text{重油使用量原単位} \times \text{重油外出係数}) \times \text{売却単価} / 10^6$$

化石燃料代替の温室効果ガス排出削減量への影響

下水処理場への生ごみ分別による温室効果ガス排出量増加(t-CO₂/年)

$$= ((\text{下水処理場からの搬出汚泥} \times 365 \\ - \text{下水道への生ごみ投入量} \times 365 \times (\text{投入頻度}/7)) \times \text{ごみ熱量原単位} \times 1000 \\ \times (\text{ごみ焼却発電効率}/100)/3.6 \times \text{電力排出係数}$$

2.3.5 各連携パターンで考慮する設備等

各種処理および設備ごとに整理した費用・収益および温室効果ガス排出量等を用いて、各連携パターンの経済性、環境性を評価する。

(1) 連携パターンごとの集計

各連携パターンの事業性に関して、建設費・維持管理費で考慮する項目を表 2-8 に示す。

生ごみ受入れに係る前処理設備、および消化ガス発電は、既設更新を除く全ての連携パターンで考慮する必要がある。また、資源化処理に必要な設備については、連携パターンごとに該当する項目を考慮する。なお、脱水機は全てに共通して計上する。

表 2-8 各連携パターンの建設費・維持管理費で考慮する項目

建設費・維持管理費 (経済性)	既設更新・埋立	連携パターン						
		1 消化＋埋立	2 消化＋汚泥搬出	3 消化＋固形燃料化	4 消化＋乾燥汚泥肥料	5 消化＋コンポスト	6 消化＋リン回収	7 消化＋熱利用
前処理設備		○	○	○	○	○	○	○
混合槽		○	○	○	○	○	○	○
消化槽		○	○	○	○	○	○	○
ガスホルダ		○	○	○	○	○	○	○
脱硫塔		○	○	○	○	○	○	○
消化ガス発電機		○	○	○	○	○	○	○
脱水機	○	○	○	○	○	○	○	○
炭化炉				○				
乾燥機					○			
堆肥化施設						○		
リン回収設備							○	
焼却炉								○

各連携パターンの事業性に関して、出費または収入の減少となる項目を表 2-9 に示す。

下水道側で計上される項目は埋め立て処分費のみであり、その他は廃棄物側において生ごみ分別あるいは下水処理場から搬出された汚泥の処理に係る維持管理費および売電量の変化に伴うものである。

また、収益となる項目を表 2-10 に示す。

既設更新を除く全ての連携パターンで消化ガス発電の場内利用による維持管理費削減効果または売電収益を計上する。また、資源化物の売却収益について、連携パターンごとに該当する項目を計上する。なお、連携パターン2では廃棄物側へ搬出した汚泥による発電量増加を考慮している。

表 2-9 各連携パターンの出費または収入減少分として考慮する項目

出費・収入減 (経済性)	既設更新・埋立	連携パターン						
		1 消化+埋立	2 消化+汚泥搬出	3 消化+固形燃料化	4 消化+乾燥汚泥肥料	5 消化+コンポスト	6 消化+リン回収	7 消化+熱利用
埋め立て処分費	○	○						
廃棄物処分施設維持管理費		○	○	○	○	○	○	○
廃棄物処理施設の発電(売電)		○		○	○	○	○	○

表 2-10 各連携パターンの収益として考慮する項目

収益 (経済性)	既設更新・埋立	連携パターン						
		1 消化+埋立	2 消化+汚泥搬出	3 消化+固形燃料化	4 消化+乾燥汚泥肥料	5 消化+コンポスト	6 消化+リン回収	7 消化+熱利用
消化ガス発電(場内利用)		○	○	○	○	○	○	○
消化ガス発電(売電)		○	○	○	○	○	○	○
固形燃料(売却)				○				
肥料(乾燥肥料)(売却)					○			
肥料(堆肥)(売却)						○		
リン(売却)							○	
廃棄物処理施設の発電(売電)			○					

各連携パターンの環境性に関して、設備運転に伴う温室効果ガス排出量に関わる項目を表 2-11 に示す。

既設更新を除く全ての連携パターンで、生ごみ受入れに伴う汚泥処理量の増加、および前処理施設と消化ガス発電の運転による温室効果ガス排出量を考慮する。

また、資源化設備の運転に伴う温室効果ガス排出量について、連携パターンごとに該当する項目を、既設更新と連携パターン 1 では埋め立て処分に伴う温室効果ガス排出量を考慮する。なお、廃棄物側において生ごみ分別あるいは下水処理場から搬出された汚泥の処理に係る温室効果ガス排出量を考慮する必要がある。

表 2-11 各連携パターンの設備の運転に伴う温室効果ガス排出量として考慮する項目

温室効果ガス排出量 (環境性)	既設更新・埋立	連携パターン						
		1 消化＋埋立	2 消化＋汚泥搬出	3 消化＋固形燃料化	4 消化＋乾燥汚泥肥料	5 消化＋コンポスト	6 消化＋リン回収	7 消化＋熱利用
汚泥処理量増加		○	○	○	○	○	○	○
前処理設備の運転		○	○	○	○	○	○	○
炭化設備の運転				○				
乾燥設備の運転					○			
堆肥化設備の運転						○		
リン回収設備の運転								○
焼却設備の運転								○
埋立	○	○						
廃棄物焼却施設の運転		○	○	○	○	○	○	○

各連携パターンの環境性に関して、化石燃料代替による温室効果ガス削減量に関わる項目を表 2-12 に示す。

既設更新を除く全ての連携パターンで、消化ガス発電に伴う化石燃料代替による温室効果ガス削減量を考慮する。また、連携パターン3で固形燃料利用による、連携パターン7で焼却廃熱利用による温室効果ガス削減量を考慮する。

表 2-12 各連携パターンの化石燃料代替による温室効果ガス削減量として考慮する項目

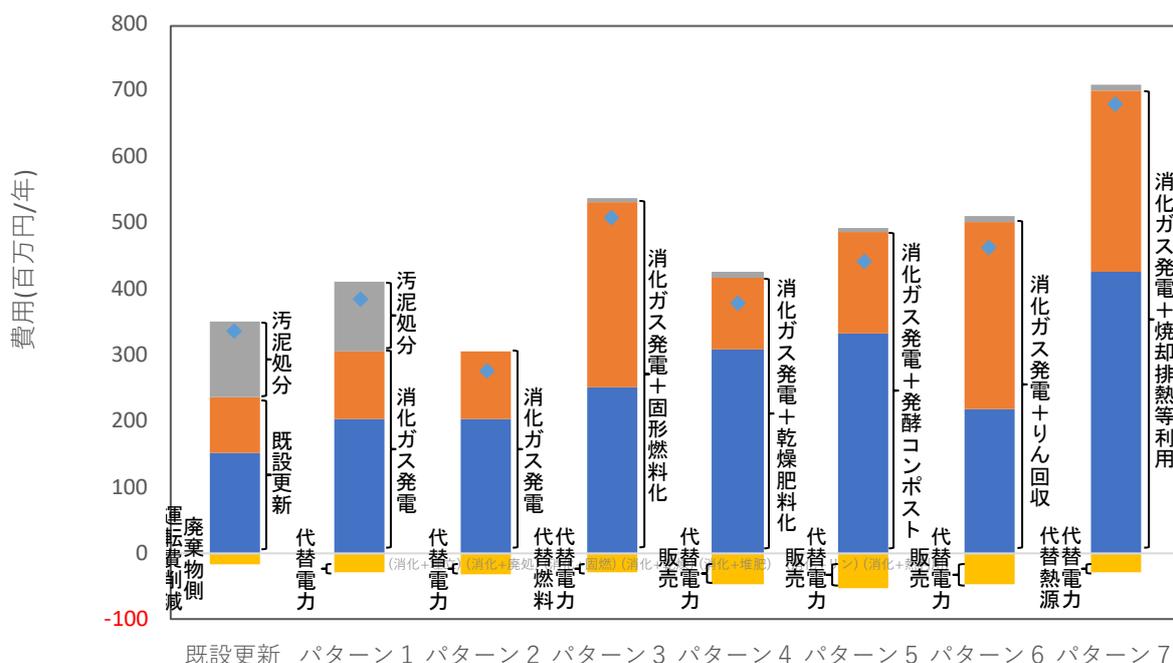
化石燃料代替による 温室効果ガス削減量 (環境性)	既設更新・埋立	連携パターン						
		1 消化＋埋立	2 消化＋汚泥搬出	3 消化＋固形燃料化	4 消化＋乾燥汚泥肥料	5 消化＋コンポスト	6 消化＋リン回収	7 消化＋熱利用
消化ガス発電		○	○	○	○	○	○	○
固形燃料利用				○				
排熱利用								○
廃棄物発電		○	○	○	○	○	○	○

(2) 連携パターンの経済性・環境性比較

既設更新および連携パターンごとに費用・収益および温室効果ガス排出量等を集計整理した結果を表 2-13 および図 2-3、図 2-4 に示す。なお、集計の際に各設備の建設費は耐用年数により年価換算している。

表 2-13 各連携パターンの経済性・環境性比較

項目	単位	既設更新	パターン1	パターン2	パターン3	パターン4	パターン5	パターン6	パターン7
		消化+埋立	消化+埋立	消化+廃棄物側での処理	消化+固形燃料化	消化+乾燥汚泥肥料	消化+コンポスト	消化+リン回収	消化+熱利用
建設費年価	百万円/年	153	203	203	253	310	333	219	426
維持管理費	百万円/年	84	104	104	278	107	154	284	276
出費・収入減	百万円/年	115	106	0	8	8	8	8	8
収益	百万円/年	-16	-30	-30	-30	-45	-52	-48	-30
年間事業費	百万円/年	337	383	277	509	380	442	463	680
温室効果ガス排出量	t-CO2/年	3,411	4,324	145	314	281	1,414	255	1,433
GHG削減効果	t-CO2/年	-468	-1,234	-1,042	-2,513	-1,234	-1,234	-1,234	-1,234
温室効果ガス収支	t-CO2/年	2,942	3,091	-897	-2,199	-953	180	-979	199



■ 建設費年価 ■ 維持管理費 ■ 出費・収入減 ■ 収益 ◆ 年間事業費

図 2-3 経済性（事業の経済収支）の比較図（例）

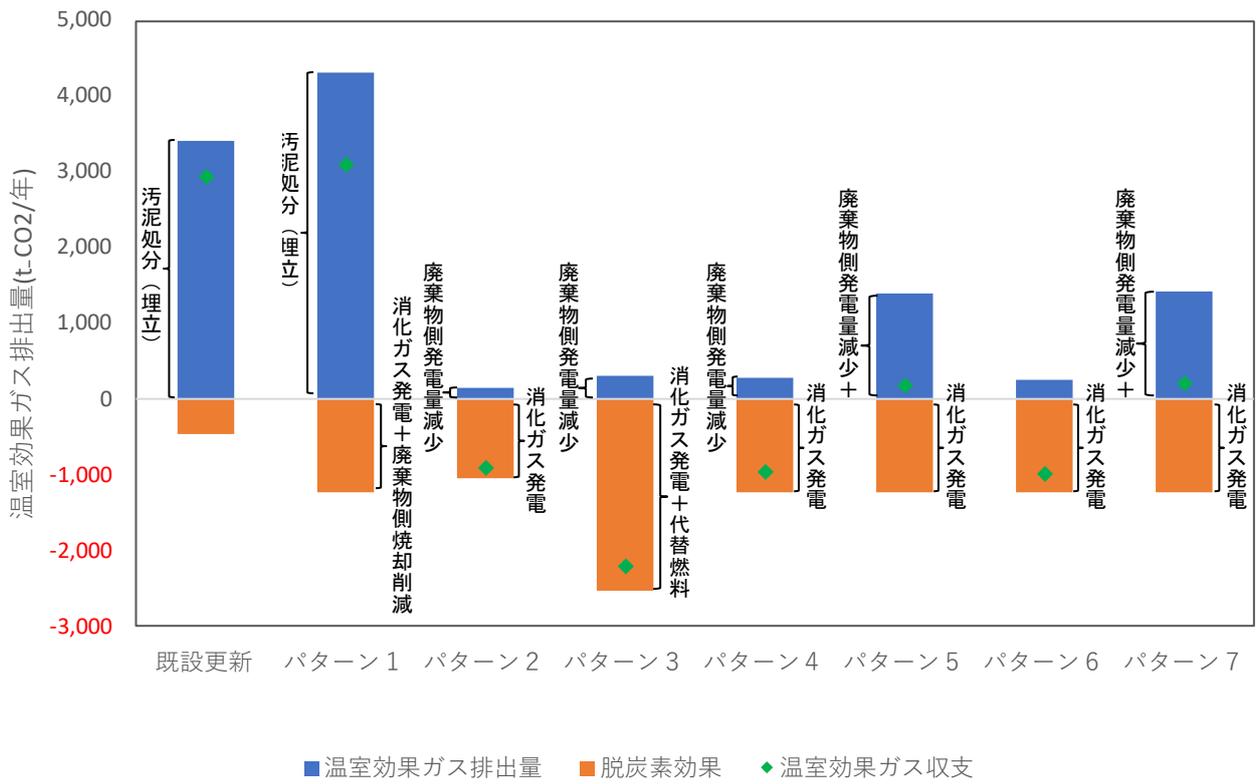


図 2-4 環境性（温室効果ガス排出量の変化量）の比較図（例）

2.4 総合評価

簡易ツールにおける総合評価機能については、以下の3つの観点ごとに評価を行うとともに、それぞれの観点到に重み付け配点をした上で合計得点を算定することにより、総合評価する方法としている。

評価の観点

①経済性

生ごみ受入れをせずに既存の設備等をそのまま更新した場合の費用（年価）を 1.0 とした場合の、各連携パターンの費用の割合を算出し、設定値を満点として 5 段階で得点化することとする。

また、既設更新に比べて費用削減になるものを”○”、増加するものを”△”とする。

②環境性

全連携パターンの GHG 収支の最大を 0、最小を 1.0 とした際の、各パターンの GHG 収支の換算値を算出し、5 段階で得点化する。

また、温室効果ガス排出量がマイナス（脱炭素）になるものを”◎”、既設更新に比べて排出量削減になるものを”○”、増加するものを”△”とする。

③適用性

表 3-4 の適用条件に該当する項目があった数に応じて、設定値を 1 項目辺りの加点として得点化することとする。

また、点数が多い順に 3 番目までの連携パターンを”○”とする。

なお、任意の項目を評価項目に追加できる仕様としている。

総合評価

点数については、上記①～③の得点を合計して総合評価点とする。

また、経済性と環境性がともに”△”の場合は総合評価を”△”、環境性が”◎”かつ適用性が”○”の場合は総合評価を”◎”、その他は”○”とする。

評価の例を図 2-5 及び図 2-6 に示す。

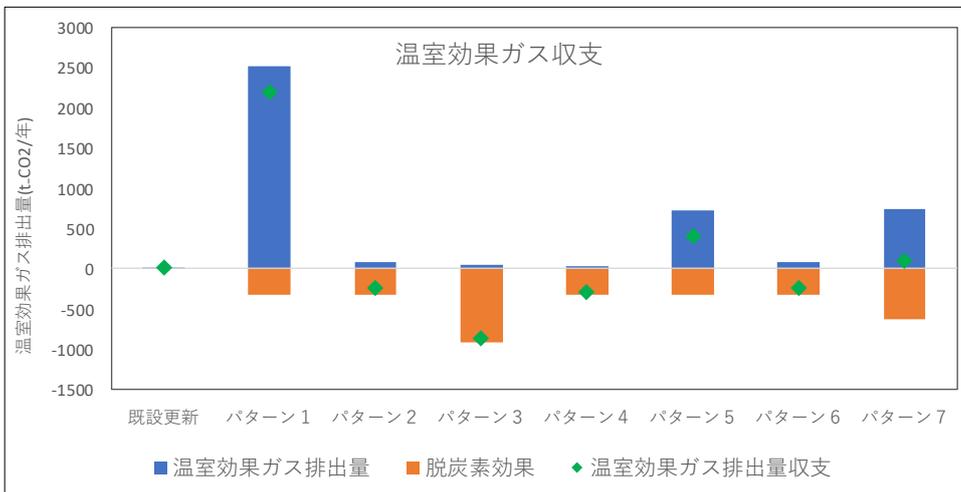
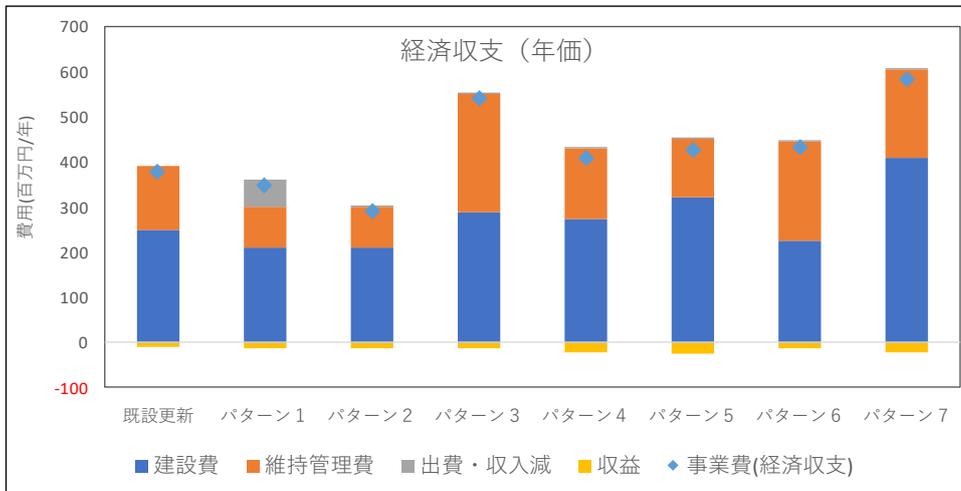


図 2-6 総合評価の例 2/2

また、感度分析機能として、シート中段に下記の入力欄があり、入力シートに指定した生ごみ投入量の5倍、0.5倍等の指定をすることにより、対応する総合評価結果がシート下段に表示される。

■参考■

生ごみ投入量 倍した場合 (1.25 t/日)

総合評価シート

連携パターン		連携パターン1	連携パターン2	連携パターン3	連携パターン4	連携パターン5	連携パターン6	連携パターン7									
概要		消化+埋立	消化+廃棄物側での処理	消化+固形燃料化	消化+乾燥汚泥肥料	消化+コンポスト	消化+リン回収	消化+熱利用									
経済性	収支(百万円/年)	358	306	548	416	434	440	594									
	指標 既設更新の年価収支を1.0とする比率	0.90	0.76	1.37	1.04	1.08	1.10	1.48									
	配点設定値	12															
	X ≤ 0.7	12															
	0.7 < X ≤ 0.9	9	9	0	6	6	6	0									
	0.9 < X ≤ 1.1	6															
	1.1 < X ≤ 1.3	3															
1.3 < X	0																
経済性	○:既設更新より費用減 △:既設更新より費用増	○	○	△	△	△	△	△									
環境性	収支(t-CO ₂ /年)	2,227	-257	-663	-293	414	-242	109									
	指標 収支の最大値を0、最小値を1とした換算値	0.00	0.86	1.00	0.87	0.63	0.85	0.73									
	配点設定値	18															
	0.8 < Y ≤ 1.0	18	18	18	18	13.5	18	13.5									
	0.6 < Y ≤ 0.8	13.5															
	0.4 < Y ≤ 0.6	9															
	0.2 < Y ≤ 0.4	4.5															
0 ≤ Y ≤ 0.2	0																
環境性	◎:収支マイナス(脱炭素) ○:既設更新より排出量削減 △:既設更新より排出量増加	△	◎	◎	◎	△	◎	△									
適用性	該当1項目あたりの 加点設定値	3	①汚泥処分費が課題となっている	該当	①汚泥処分費が課題となっている	該当	①汚泥処分費が課題となっている	該当	①汚泥処分費が課題となっている	該当	①汚泥処分費が課題となっている	該当	②MAP析出やリン放流規制への対応が課題となっている	該当	①汚泥処分費が課題となっている	該当	
			③処理能力に余裕のある廃棄物処理場が近隣に立地または設置計画がある	非該当	④固形燃料の継続的な需要(工場・事業者等)の見通しがある	該当	⑤汚泥肥料の継続的な需要(農家・肥料製造業者等)の見通しがある	該当	⑤汚泥肥料の継続的な需要(農家・肥料製造業者等)の見通しがある	該当	⑥リンの継続的な需要(肥料製造業者等)の見通しがある	非該当	⑦熱需要のある施設(温水プール等)が近隣に立地または設置計画がある	非該当			
			⑧行政計画等で地域バイオマス利活用の推進が位置付けられている	非該当	⑧行政計画等で地域バイオマス利活用の推進が位置付けられている	非該当	⑧行政計画等で地域バイオマス利活用の推進が位置付けられている	非該当	⑧行政計画等で地域バイオマス利活用の推進が位置付けられている	非該当	⑧行政計画等で地域バイオマス利活用の推進が位置付けられている	非該当	⑧行政計画等で地域バイオマス利活用の推進が位置付けられている	非該当			
			⑨ごみの減量化が必要となっている	非該当	⑨ごみの減量化が必要となっている	非該当	⑨ごみの減量化が必要となっている	非該当	⑨ごみの減量化が必要となっている	非該当	⑨ごみの減量化が必要となっている	非該当	⑨ごみの減量化が必要となっている	非該当			
		-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0
		-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0
		-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0
	加点	0	3	3	6	6	3	3									
	適用性 ○上位3パターン	-	○	○	○	○	○	○									
	総合評価	9	30	21	30	25.5	27	16.5									
△:一つでも△あり ◎:環境性◎かつ適用性○ ○:上記以外	○	◎	◎	◎	△	◎	△										

図 2-7 生ごみ投入量に関する感度解析の例 1/2

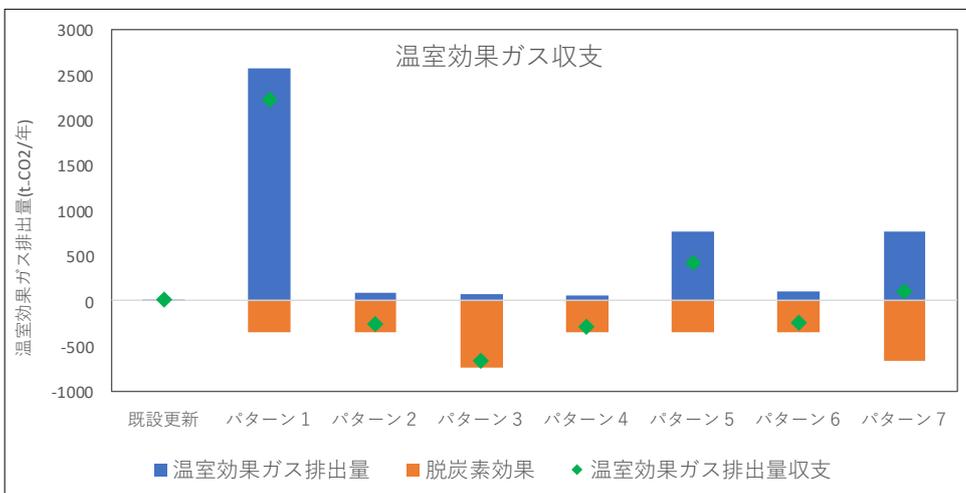
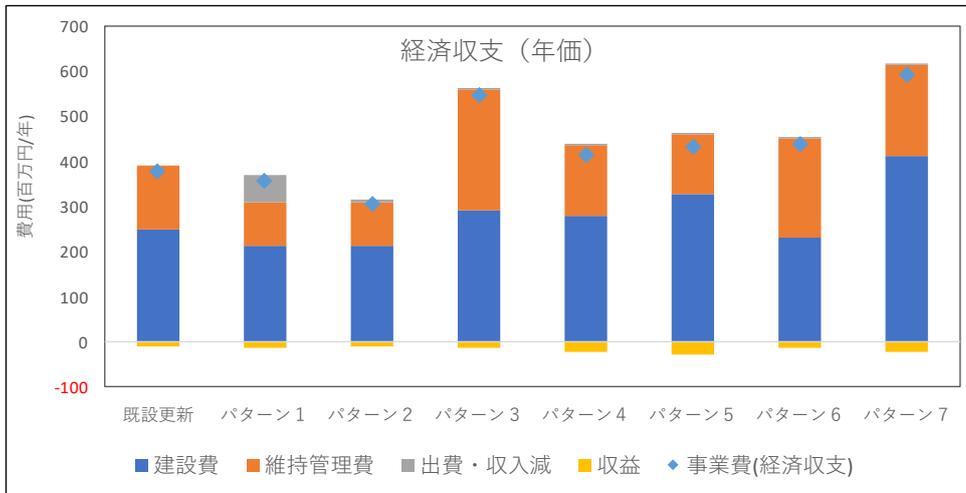


図 2-8 生ごみ投入量に関する感度解析の例 2/2