

第3章 導入検討

第1節 導入検討手法

§ 14 導入検討手順

本技術の導入検討に当たっては、下水道施設およびとりまく地域について現況および課題等を把握し、導入効果の評価を行い、適切な導入範囲および事業形態等について判断する。

【解説】

本技術の導入検討に当たっては、導入の目的を明確にした後、図3-1および図3-2に示される検討フローにしたがって、必要な情報を収集し、導入効果の概略試算を行い、導入範囲および事業形態等を含めた導入判断を行う。また、試算の結果、導入効果が不十分であった場合には、必要に応じて導入シナリオを見直し、再検討を行う。

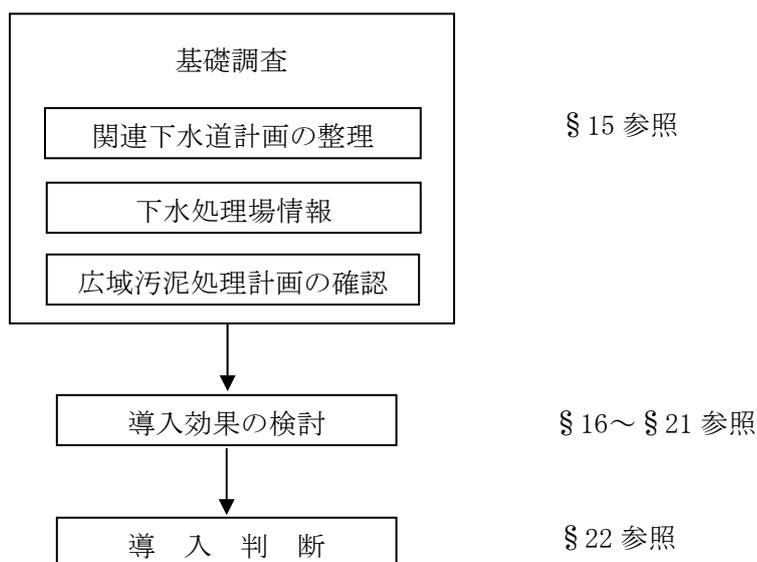


図3-1 導入検討フロー

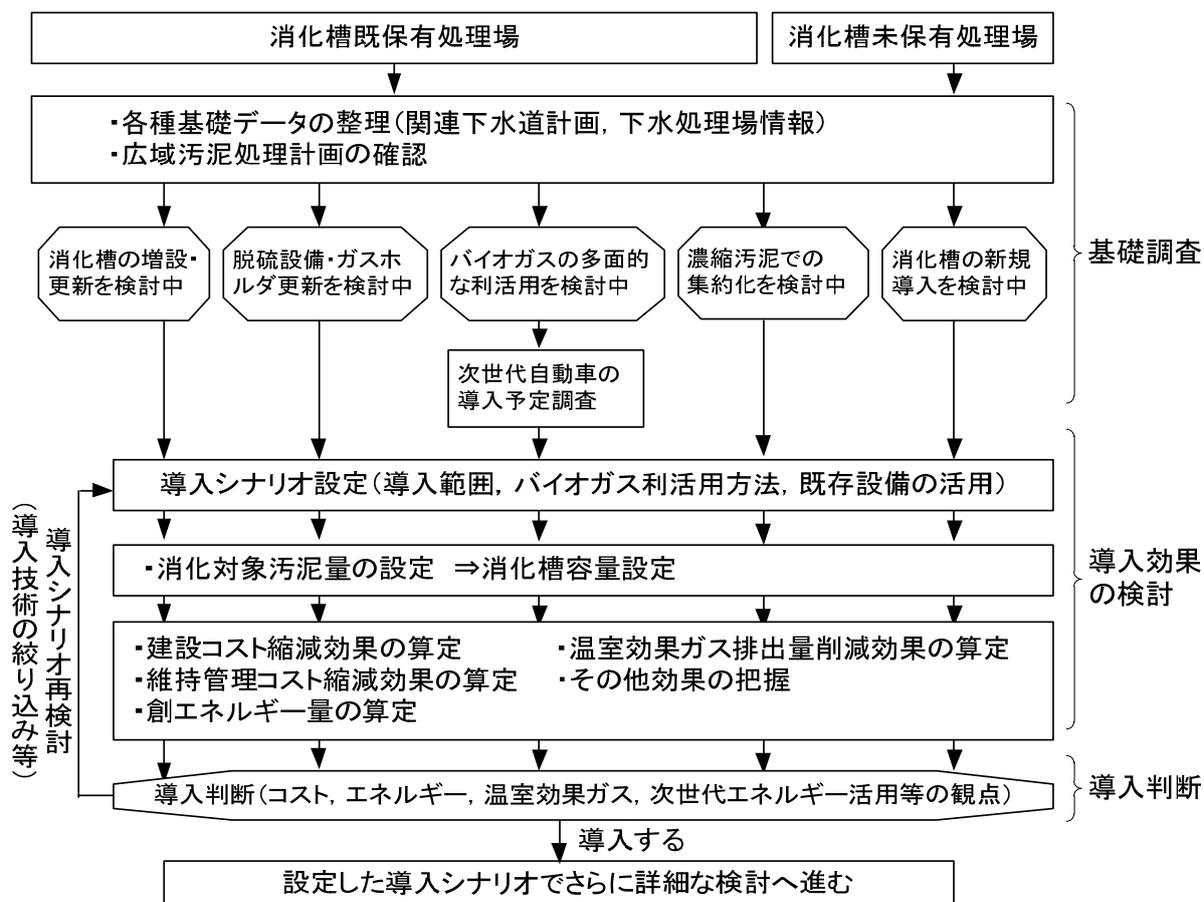


図3-2 導入検討詳細フロー

§ 15 基礎調査

基礎調査では、下水道施設およびとりまく地域について現況および課題等を把握する。

【解説】

基礎調査は、設計検討に先立ち、これまでの計画検討状況をまとめ、運転状況の調査を行うことにより現状を明確にし、導入効果の検討に必要な基礎情報を取得することを目的とし、下水道施設や関連計画等の情報の収集と整理および運転状況の整理を行う。

(1) 各種基礎データの整理

下水道施設の現況ならびに関連計画等を把握する。また、本技術導入検討の基礎となる既存施設の運転データを収集・整理し、運転状況を把握する。

既存施設の改築更新計画等の関連下水道計画の確認を行い、導入を検討している設備の位置づけや適用法令等を調査する。また、導入する地方公共団体における水素の利活用計画も確認する。

バイオガス発生量、バイオガス使用量について、既存施設の運転データを管理年報等から収集・整理し、運転状況を把握するとともに年間での変動状況やバイオガスの使用可能量を把握する。

なお、下水汚泥からのバイオガス発生量を仮定する際に、利用可能な実績値がない場合は、実証結果に基づいて、消化槽への投入有機物量 (VS) 1 t 当たり 500 Nm³ とする。また、メタン濃度は 60% とする。

(2) 広域汚泥処理計画の確認

汚泥処理の広域化計画が策定されている場合、本技術の高濃度消化技術を活用した濃縮汚泥での集約化が可能か検討を行う。

§ 16 導入効果の検討

§ 15 で調査した内容を踏まえて、適切な設備規模、導入範囲を選択し、簡易算定式等を持ちいて、本技術の以下の項目について試算する。

- (1) コスト縮減効果
- (2) 省エネ効果
- (3) 省 CO₂ 効果
- (4) その他効果

【解説】

本技術の導入によって得られる建設や維持管理に係る費用、省エネ効果、および省 CO₂ 効果を試算し、導入効果を検討する。なお、本ガイドラインで提示する簡易算定式は、実証試験の成果等に基づき、特定の条件を前提として設定したものである。他に詳細な建設費等の積算や、別途実証試験を行い維持管理費等の評価をした場合には、それらの結果を踏まえ、導入を検討する下水処理場の実態に合わせた前提条件を設定のうえ検討規模を設定し、導入効果の試算を行ってもよい。

その他、本技術の導入によって得られる効果をその他効果として示す。

§ 17 導入効果検討範囲の検討

本技術の全体または一部の導入により期待される効果を算出するに当たり、検討範囲を検討する。

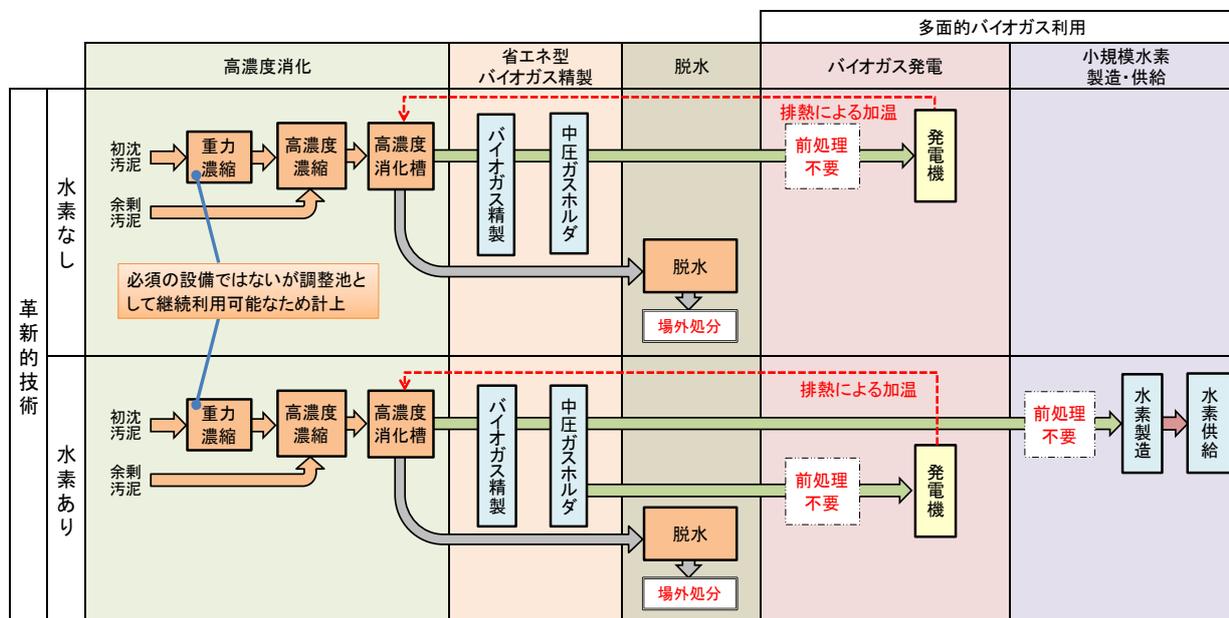
【解説】

本技術（革新的技術）と従来技術の全体フローを図3-3および図3-4に示す。

本技術については、発電のみを行い、水素製造・供給を行わない「水素なし」、発電および水素製造・供給を行う「水素あり」等のケースが考えられる。従来技術のフローとしては、消化を行わず汚泥を直接脱水する「消化なし」、消化は行うが発電は行わない「消化あり・発電なし」、消化、発電とも行う「消化あり・発電あり」等のケースが考えられる。

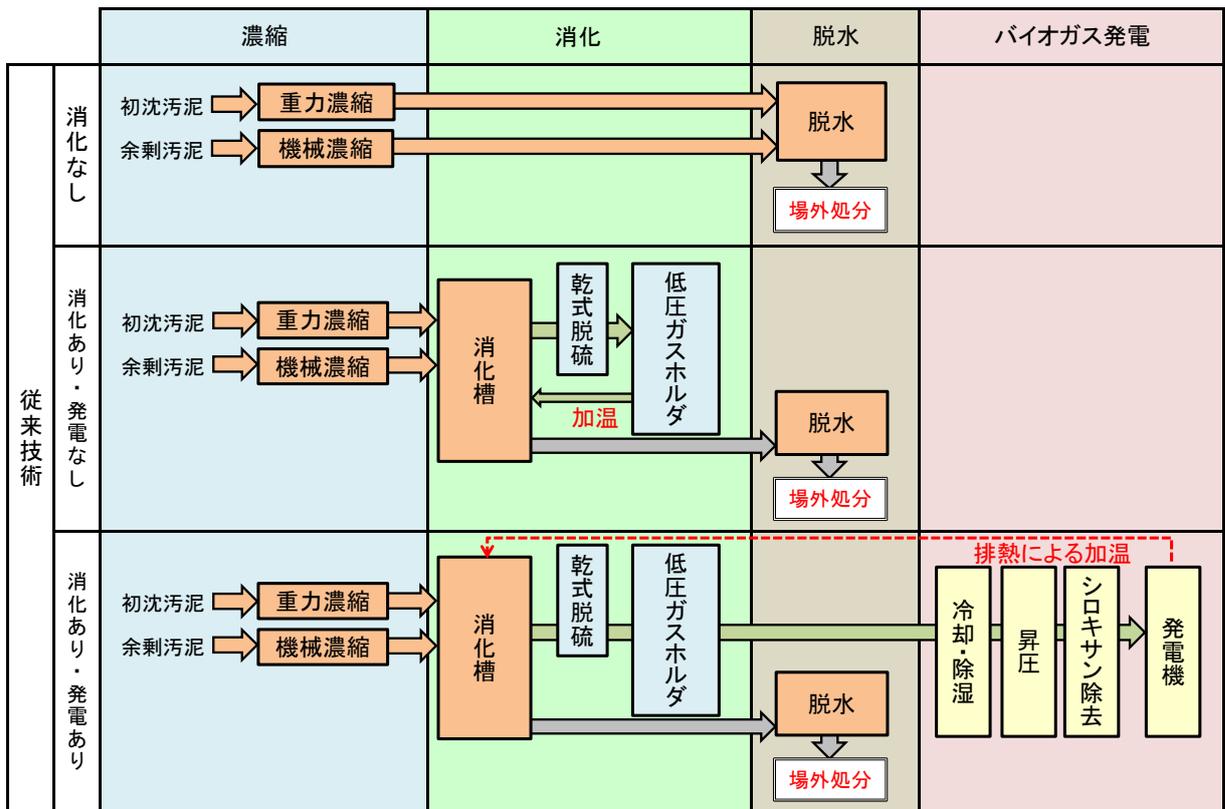
本技術において重力濃縮は必須の設備ではないが、調整池として継続利用可能なため、評価範囲に含めた。脱水の費用、エネルギーについては、革新的技術には計上せず、革新的技術と従来技術の差分を従来技術に計上した。

さらに本技術の段階的導入検討においては、要素技術である高濃度消化のみの範囲で、従来技術の濃縮・消化との比較も行う（図3-5）。



※脱水の費用・エネルギーは計上せず（革新的技術と従来技術の差分を従来技術に計上）

図3-3 本技術の全体フロー



※脱水の費用・エネルギーは、革新的技術と従来技術の差分を計上

図3-4 従来技術の全体フロー

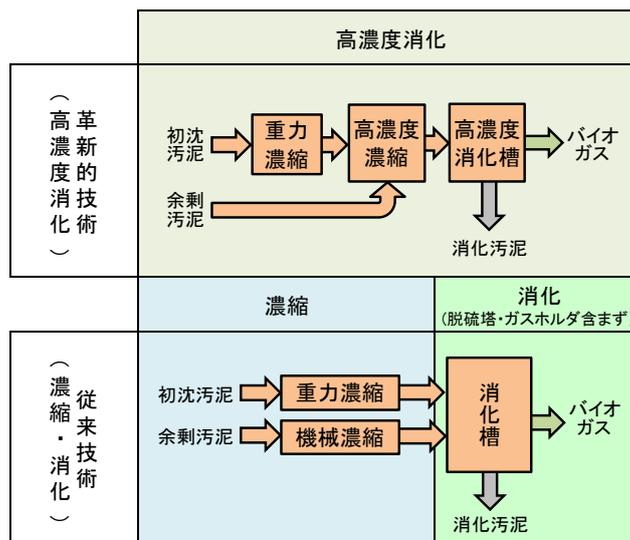


図3-5 要素技術の比較フロー

§ 18 コスト縮減効果の算定

本技術の全体または一部の導入により期待されるコスト縮減の効果について、従来技術との比較により把握する。コストは総費用（年価換算値）とする。

【解説】

コスト縮減効果は、本技術（革新的技術）を導入した場合に想定されるコストと従来技術をもちいた代替施設を導入した場合に想定されるコストとの差で示す。

（1）建設費

建設費算出の考え方を、本技術については1)に、従来技術については2)に、それぞれ示す。また、建設費年価は建設費に以下の係数を乗じて算出した。

$$\frac{i(I+i)^n}{(I+i)^n - 1}$$

ここで、

i：利子率（割引率），2.3%とする

n：耐用年数

耐用年数は、表3-1に示される値をもちいる。

表3-1 耐用年数

設備	項目	耐用年数	出典
消化	機械・電気	15年（鋼板製消化槽本体は20年）	※1
	土木	45年	
消化以外	機械・電気	15年	※2
	土木	50年	

※1 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)

※2 下水汚泥エネルギー化技術ガイドライン

1) 建設費（革新的技術）

革新的技術の建設費は簡易算定式（表3-2）をもちいて算出する。簡易算定式は、処理場規模別に算出した建設費（資料編2「ケーススタディー」参照）から、図3-6～図3-9に示すように回帰曲線により導出したものである。また、得られた簡易算定式をもちいた処理場規模ごとの算出例を表3-3および図3-10に示す。なお、高濃度消化設備の算定式は、消化槽1槽として導出したものである。消化槽1槽当たりの有効容積5,000 m³までは実証施設（有効容積1,000 m³）と相似での製作が可能のため、当該算定式は有効容積5,000 m³に相当する日最大汚泥固形物量25 t-ds/日を上限として適用可能である。日最大汚泥固形物量25 t-ds/日を超える場合、攪拌性能を検討したうえで消化槽1槽として導入効果を試算することができるが、1槽当たりの汚泥固形物量25 t-ds/日以下の消化槽を複数設けるとすることで簡易算定式を適用することが可能である。

表3-2 革新的技術の建設費簡易算定式（平成30年度価格）

設備		建設費（百万円）	備考
高濃度消化 （濃縮含む）	機械・電気（消化槽本体）	$Y=63.2 \times Q1^{0.677}$	Q1：日最大汚泥固形物量 （t-ds/日， $Q1 \leq 25$ ）
	機械・電気（消化槽本体以外）	$Y=195.8 \times Q1^{0.531}$	
	土木（消化槽）	$Y=19.6 \times Q1^{0.586}$	
	土木（消化槽以外）	$Y=28.2 \times Q1^{0.569}$	
省エネ型 バイオガス精製	機械・電気	$Y=39.6 \times Q2^{0.255}$	Q2：日最大バイオガス 発生量（Nm ³ /日， $1,292 \leq Q2 \leq 3,230$ ）
	土木	$Y=4.3 \times Q2^{0.265}$	
小規模 水素製造・供給	機械・電気	$Y=271.8$	
	土木	$Y=13.7$	
バイオガス発電	機械・電気	$Y=3.6 \times Q2^{0.505}$	
	土木	$Y=0.219 \times Q2^{0.596}$	

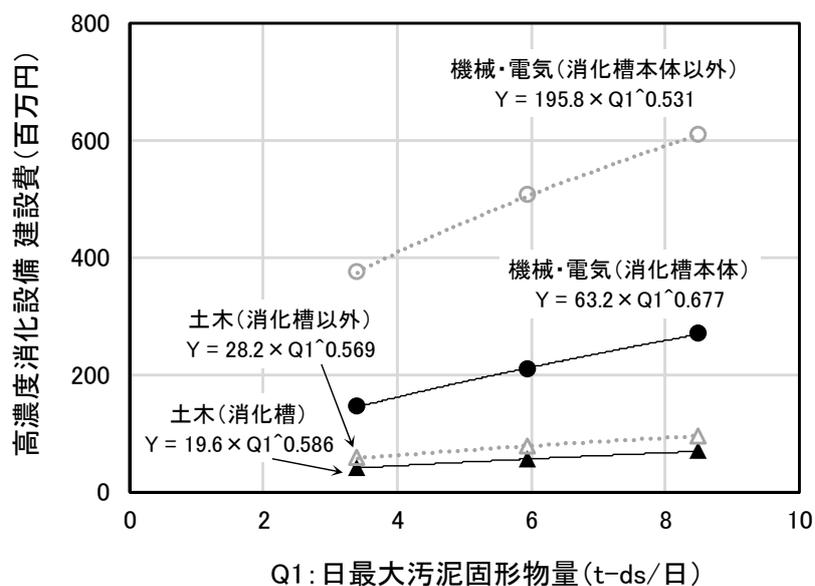


図3-6 簡易算定式の導出 (高濃度消化設備建設費)

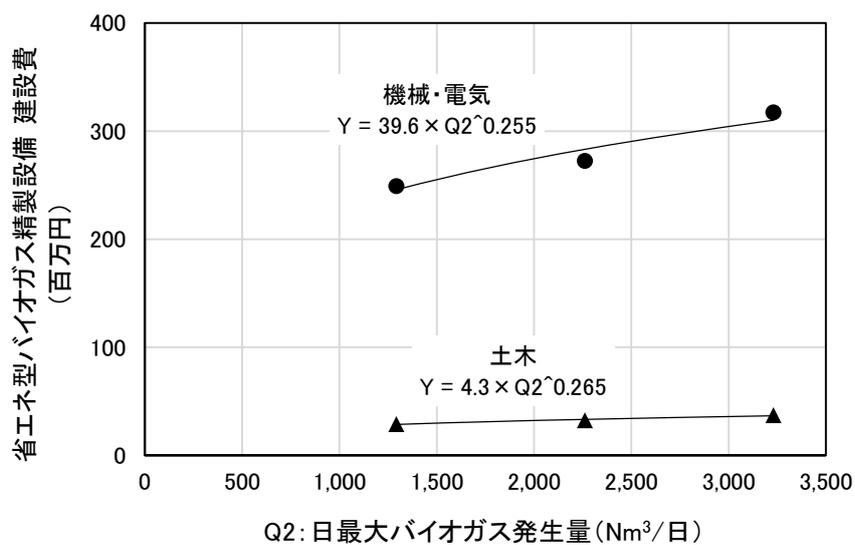


図3-7 簡易算定式の導出 (省エネ型バイオガス精製設備建設費)

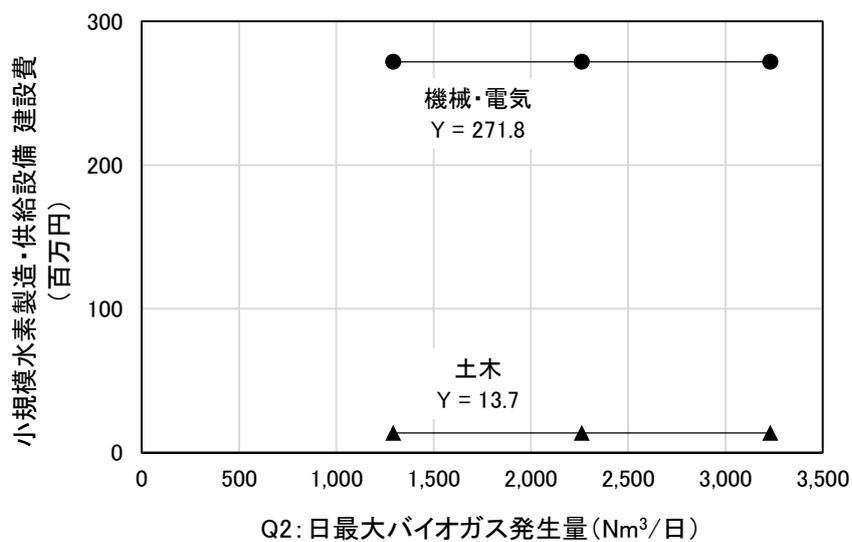


図 3-8 簡易算定式の導出 (小規模水素製造・供給設備建設費)

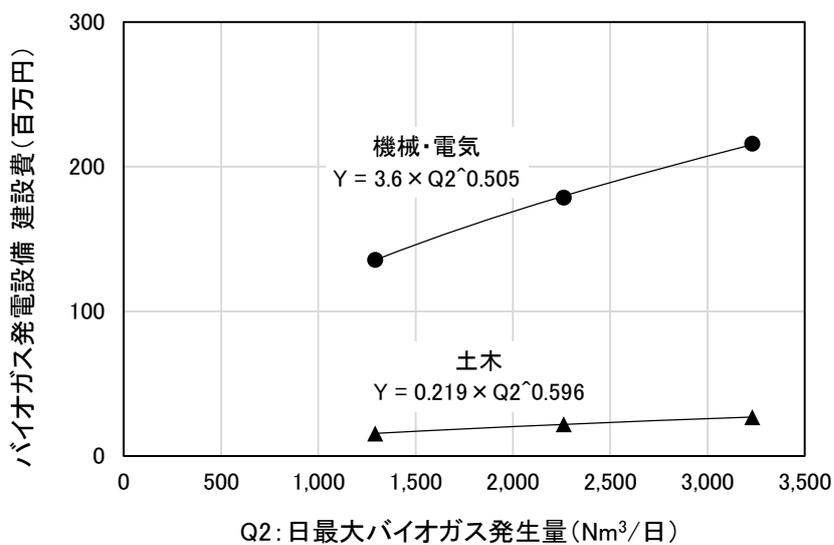


図 3-9 簡易算定式の導出 (バイオガス発電設備建設費)

表3-3 簡易算定式をもちいた革新的技術の建設費算出例

日最大流入水量		m ³ /日		20,000	35,000	50,000
日最大汚泥固形物量		t-ds/日	Q1	3.4	5.95	8.5
日最大バイオガス発生量		Nm ³ /日	Q2	1,292	2,261	3,230
高濃度消化 (濃縮含む)	機械・電気 (消化槽本体)	百万円	Y=	144.7	211.4	269.1
	機械・電気 (消化槽本体以外)	百万円	Y=	375.0	504.8	610.0
	土木 (消化槽)	百万円	Y=	40.2	55.7	68.7
	土木 (消化槽以外)	百万円	Y=	56.6	77.8	95.3
省エネ型 バイオガス精製	機械・電気	百万円	Y=	246.1	283.8	310.8
	土木	百万円	Y=	28.7	33.3	36.6
小規模 水素製造・供給	機械・電気	百万円	Y=	271.8	271.8	271.8
	土木	百万円	Y=	13.7	13.7	13.7
バイオガス発電	機械・電気	百万円	Y=	134.1	177.9	213.0
	土木	百万円	Y=	15.7	21.9	27.0
合計	水素なし	百万円		1,041.1	1,366.6	1,630.5
	水素あり	百万円		1,326.6	1,652.1	1,916.0

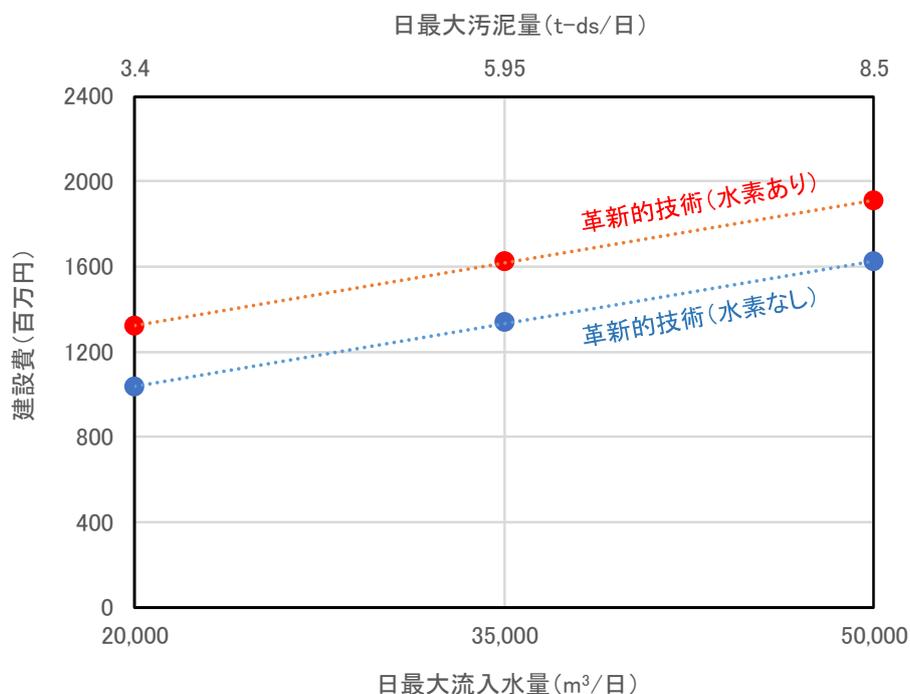


図3-10 革新的技術の建設費算出例 (本技術の全体)

2) 建設費（従来技術）

従来技術の建設費試算条件を表3-4に示す。

表3-4 従来技術の建設費試算条件

設備		建設費		単位	出典
濃縮	重力濃縮	機械	$Y=0.0131 \times (0.5 \times Qd0)^{0.611}$	億円	※1
		土木	$Y=0.0124 \times (0.5 \times Qd0)^{0.598}$		
	機械濃縮	機械	$Y=0.438 \times (0.5 \times Qd0)^{0.422}$		
		土木	$Y=0.340 \times (0.5 \times Qd0)^{0.259}$		
消化	脱硫・ガスホルダ含む。 要素技術（濃縮・消化） のみの試算では以下を 差し引く	機械	$Y=0.516 \times Qd1^{0.385}$	百万円	※2
		土木	$Y=0.169 \times Qd1^{0.539}$		
	脱硫	機械	$0.878 \times g^{0.761}$		
	ガスホルダ	機械	$10.4 \times V^{0.437}$		
脱水 (革新的技術との差分)		機械	$Y=0.434 \times Qd2^{0.373}$	億円	※1
		土木	$Y=0.227 \times Qd2^{0.444}$		
バイオガス発電		機械・電気	$Y=1.3132x$	百万円	※3
		土木	$Y=0.0263x+5.8284$		

Qd0：日最大汚泥量[1%換算] (m³/日)

Qd1：濃縮後日最大汚泥量[1%換算] (m³/日)

Qd2：日最大脱水投入汚泥量[1%換算] (m³/日)

g：バイオガス処理能力 (m³/時)

V：ガスホルダ貯留容量 (m³) バイオガス発生量の半日分とした。

x：総発電施設規模 (kW)

※1 下水汚泥広域利活用検討マニュアル

※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

※3 下水汚泥エネルギー化技術ガイドライン

従来技術の簡易算定式作成にもちいた下水汚泥広域利活用検討マニュアル、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の費用関数は、それぞれ平成13年度、平成21年度の単価で作成されている。そのため、表3-5に示す建設工事費デフレーター（平成23年度基準）をもちいて、平成30年度費用に補正している。建設工事費デフレーターは国土交通省ホームページにて公表されているので、さらに年次補正を変更する場合は、そちらを参照されたい。

表3-5 建設工事費デフレター

出典	工事種別	建設工事費デフレター (平成23年度基準)	
		平成13年度	平成30年度
下水汚泥広域利活用検討 マニュアル	下水道	92.7 (平成13年度)	110.5※ (平成30年度)
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	下水道	98.5 (平成21年度)	110.5※ (平成30年度)

※令和2年3月時点の暫定値

(2) 維持管理費

維持管理費算出の考え方を、革新的技術については1)に、従来技術については2)に、それぞれ示す。革新的技術の維持管理費は、電力、薬品等の用役費、補修費、人件費、発電による電力費低減について、実証研究結果に基づく簡易算定式をもちいて評価する。補修費は15年間運転を継続した場合の1年当たりの平均値とする。従来技術の維持管理費は、既存のガイドライン等の費用関数に基づき工程ごとに評価する。

用役等の各種単価は、ここでは表3-6に示される値を採用した。

表3-6 用役等の各種単価

電力	円/kWh	16.5	※1※2
高分子凝集剤	円/kg	566	※1
上水	円/m ³	309.1	※1
ポリ硫酸第二鉄(11%溶液)	円/kg	38.9	※1
人件費	百万円/年/人	7.0	※3
汚泥処分費	円/t-wet	22,000	※1

※1 国総研調べ

※2 発電電力は場内利用とし、同単価で算定する。

※3 下水バイオガス原料による水素創エネ技術導入ガイドライン(案)

1) 維持管理費（革新的技術）

革新的技術の維持管理費は簡易算定式（表3-7）をもちいて算出する。簡易算定式は、処理場規模別に算出した維持管理費（資料編2「ケーススタディー」参照）から、図3-11～図3-15に示すように回帰曲線により導出したものである。また、得られた簡易算定式をもちいた処理場規模ごとの算出例を表3-8および図3-16に示す。なお、高濃度消化設備の算定式は、建設費と同様に、消化槽1槽として導出したものである。消化槽1槽当たりの有効容積5,000 m³までは実証施設（有効容積1,000 m³）と相似での製作が可能なたため、当該算定式は有効容積5,000 m³に相当する日最大汚泥固形物量25 t-ds/日を上限として適用可能である。日最大汚泥固形物量25 t-ds/日を超える場合、攪拌性能を検討したうえで消化槽1槽として導入効果を試算することができるが、1槽当たりの汚泥固形物量25 t-ds/日以下の消化槽を複数設けるとすることで簡易算定式を適用することが可能である。

表3-7 革新的技術の維持管理費簡易算定式

	設備		維持管理費（百万円/年）	備考	
共通	高濃度消化 （濃縮含む）	重力濃縮	$Y=0.35 \times Q1^{0.628}$	Q1：日最大汚泥固形物量 （t-ds/日， $Q1 \leq 25$ ）	
		電力費	$Y=0.73 \times Q1^{0.887}$		
		薬品費	$Y=2.1 \times Q1$		
		補修費	$Y=2.7 \times Q1^{0.509}$		
		人件費	$Y=7.0$		
	省エネ型 バイオガス精製	電力費	$Y=0.62 \times Q2^{0.285}$	Q2：日最大バイオガス 発生量（Nm ³ /日， $1,292 \leq Q2 \leq 3,230$ ）	
		上水費	$Y=4.3$		
		補修費	$Y=1.9 \times Q2^{0.195}$		
	発電 のみ	バイオガス発電	補修費		$Y=0.026 \times Q2^{0.771}$
			電力費縮減		$Y=0.0092 \times Q2^*$
発電 および 水素	バイオガス発電	補修費	$Y=0.026 \times Q2^{0.771}$		
		電力費縮減	$Y=0.0087 \times Q2^{1.007}$ *		
	小規模水素 製造・供給	電力費	$Y=1.0$		
		上水費	$Y=0.0055$		
		補修費	$Y=8.4$		

※バイオガス発電によって電力費が縮減されるものとし、負の値として算出する。

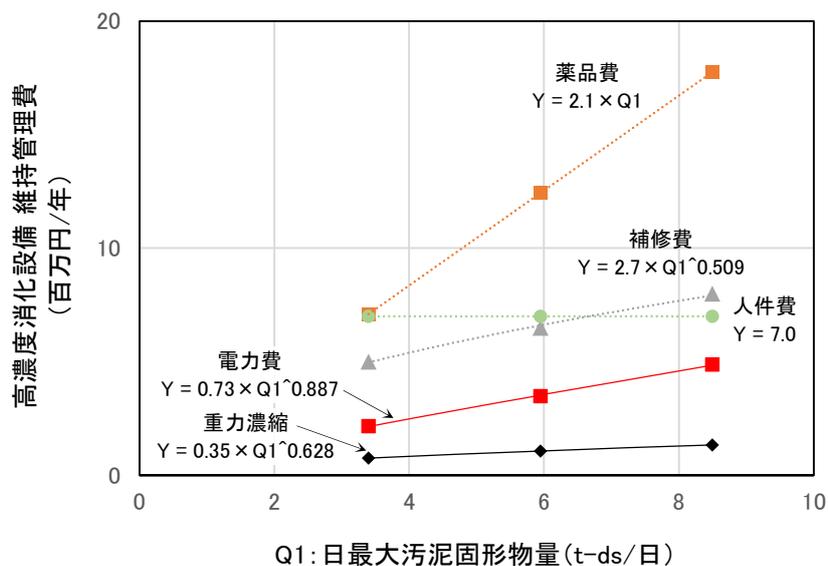


図3-1-1 簡易算定式の導出（高濃度消化設備維持管理費）

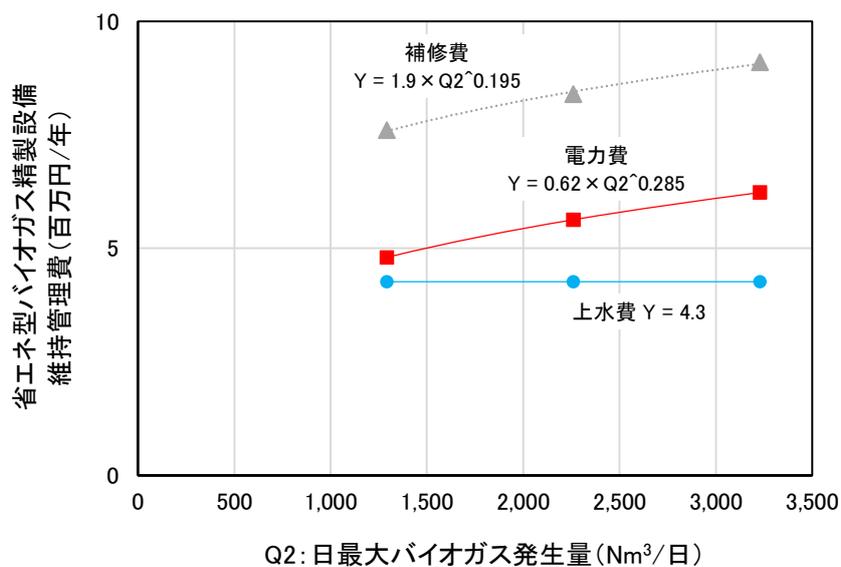


図3-1-2 簡易算定式の導出（省エネ型バイオガス精製設備維持管理費）

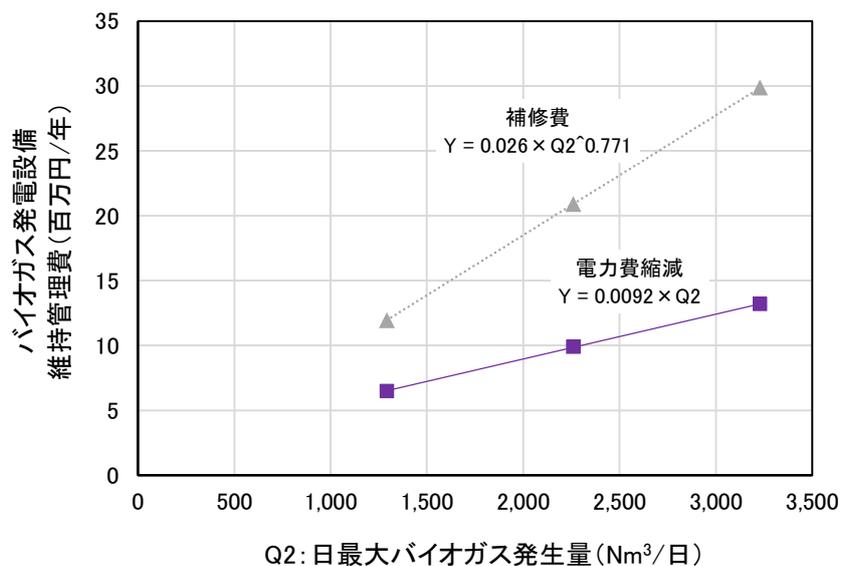


図3-13 簡易算定式の導出（バイオガス発電設備維持管理費／「発電のみ」ケース）

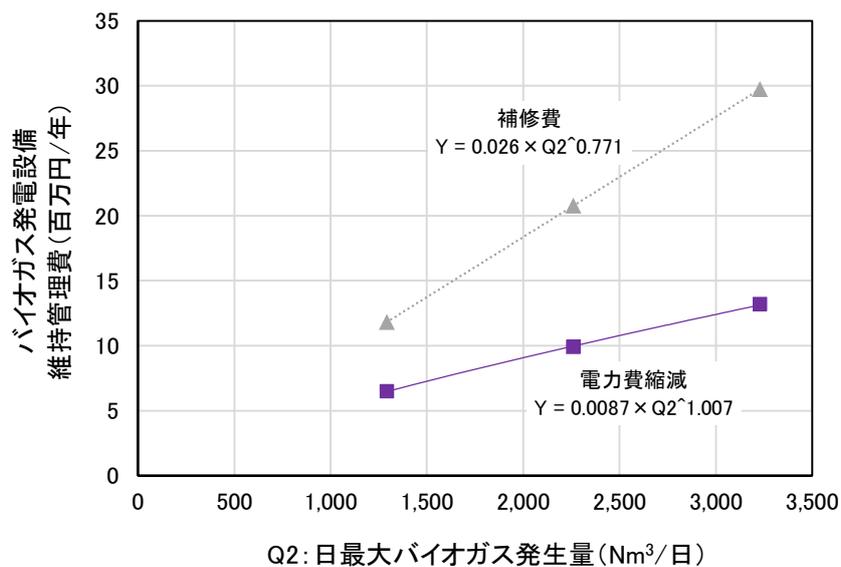


図3-14 簡易算定式の導出（バイオガス発電設備維持管理費／「発電および水素」ケース）

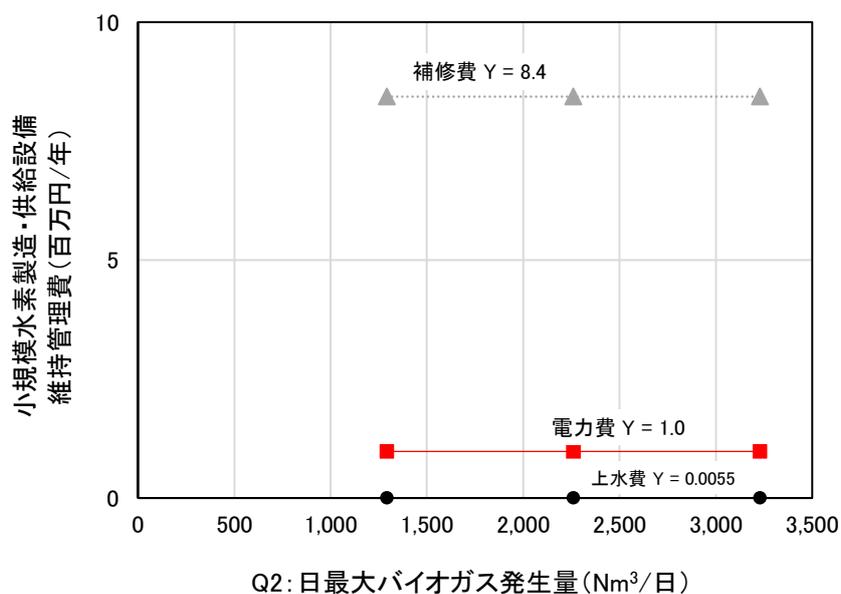


図3-15 簡易算定式の導出（小規模水素製造・供給設備維持管理費）

表3-8 簡易算定式をもちいた革新的技術の維持管理費算出例

日最大流入水量		m ³ /日		20,000	35,000	50,000	
日最大汚泥固形物量		t-ds/日	Q1	3.4	5.95	8.5	
日最大バイオガス発生量		Nm ³ /日	Q2	1,292	2,261	3,230	
共通	高濃度消化 (濃縮含む)	重力濃縮	百万円/年	Y=	0.8	1.1	1.3
		電力費	百万円/年	Y=	2.2	3.6	4.9
		薬品費	百万円/年	Y=	7.1	12.5	17.9
		補修費	百万円/年	Y=	5.0	6.7	8.0
		人件費	百万円/年	Y=	7.0	7.0	7.0
		省エネ型 バイオガス 精製	電力費	百万円/年	Y=	4.8	5.6
		上水費	百万円/年	Y=	4.3	4.3	4.3
		補修費	百万円/年	Y=	7.7	8.6	9.2
発電 のみ	バイオガス 発電	補修費	百万円/年	Y=	6.5	10.0	13.2
		電力費縮減	百万円/年	Y=	-11.9	-20.8	-29.7
発電 および 水素	バイオガス 発電	補修費	百万円/年	Y=	6.5	10.0	13.2
		電力費縮減	百万円/年	Y=	-11.8	-20.8	-29.7
	小規模水素 製造・供給	電力費	百万円/年	Y=	1.0	1.0	1.0
		上水費	百万円/年	Y=	0.0	0.0	0.0
		補修費	百万円/年	Y=	8.4	8.4	8.4
合計		水素なし	百万円/年		33.5	38.6	42.3
		水素あり	百万円/年		43.0	48.0	51.7

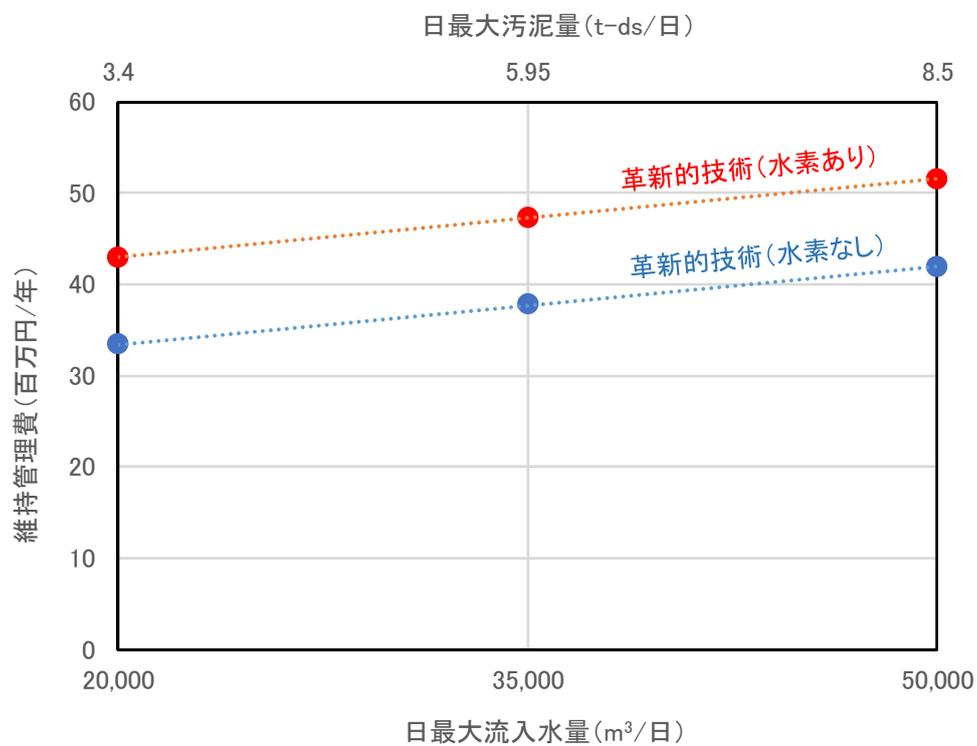


図3-16 革新的技術の維持管理費算出例

2) 維持管理費（従来技術）

従来技術の維持管理費の試算条件を表3-9に示す。

表3-9 従来技術の維持管理費試算条件

設備		維持管理費	単位	出典	
濃縮	重力濃縮	$Y=0.030 \times (0.5 \times Qd0)^{0.628}$	百万円/年	※1	
	機械濃縮	$Y=0.661 \times (0.5 \times Qd0)^{0.573}$			
消化	脱硫・ガスホルダ含む。要素技術（濃縮・消化）のみの試算では以下を差し引く	$Y=0.171 \times (Qd1 \times 365 \times 0.8)^{0.390}$		※1	
	脱硫	$0.0796 \times g^{0.761}$		※2	
	ガスホルダ	$0.283 \times V^{0.302}$			
脱水 (革新的技術との差分)		$Y=0.039 \times (Qd2 \times 365 \times 0.8)^{0.596}$			※1
脱水汚泥処分費 (革新的技術との差分)		$Y=1/(100-W) \times (Qd2 \times 365 \times 0.8) \times 22,000 \div 10^6$			
バイオガス発電		$Y=0.0579x$			※3

Qd0：日最大汚泥量[1%換算] (m³/日)

Qd1：濃縮後日最大汚泥量[1%換算] (m³/日)

Qd2：日最大脱水投入汚泥量[1%換算] (m³/日)

g：バイオガス処理能力 (m³/時)

V：ガスホルダ貯留容量 (m³) バイオガス発生量の半日分とした。

W：脱水汚泥含水率 (%)

x：総発電施設規模 (kW)

※1 下水汚泥広域利活用検討マニュアル

※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

※3 下水汚泥エネルギー化技術ガイドライン

(3) 総費用

総費用（年価換算値）は、建設費年価と維持管理費の合計とした。

ここで、建設費年価＝建設費× $i(1+i)^n / \{(1+i)^n - 1\}$ とした。

i : 利子率＝2.3%

n : 耐用年数（消化）＝15年（機械・電気）、ただし鋼板製消化槽本体は20年 ※1
45年（土木）
（消化以外）＝15年（機械・電気）、50年（土木） ※2

※1 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）

※2 下水汚泥エネルギー化技術ガイドライン

建設費に上述の係数を乗じた建設費年価について、処理場規模ごとの算出例を表3-10に示す。また、建設費年価に維持管理費を加えた総費用について、処理場規模ごとの算出例を表3-11および図3-17に示す。

表3-10 革新的技術の建設費年価算出例

		耐用年数	単位	算出結果		
日最大流入水量		—	m ³ /日	20,000	35,000	50,000
日最大汚泥固形物量		—	t-ds/日	3.4	5.95	8.5
日最大バイオガス発生量		—	Nm ³ /日	1,292	2,261	3,230
高濃度消化 （濃縮含む）	機械・電気（消化槽本体）	20	百万円/年	9.1	13.3	16.9
	機械・電気（消化槽本体以外）	15	百万円/年	29.8	40.2	48.5
	土木（消化槽）	45	百万円/年	1.4	2.0	2.5
	土木（消化槽以外）	50	百万円/年	1.9	2.6	3.2
省エネ型 バイオガス精製	機械・電気	15	百万円/年	19.6	22.6	24.7
	土木	50	百万円/年	1.0	1.1	1.2
小規模 水素製造・供給	機械・電気	15	百万円/年	21.6	21.6	21.6
	土木	50	百万円/年	0.5	0.5	0.5
バイオガス発電	機械・電気	15	百万円/年	10.7	14.2	17.0
	土木	50	百万円/年	0.5	0.7	0.9
合計	水素なし	—	百万円/年	74.0	96.7	114.9
	水素あり	—	百万円/年	96.1	118.8	137.0

表 3-1 1 革新的技術の総費用算出例

日最大流入水量		m ³ /日	20,000	35,000	50,000
日最大汚泥固形物量		t-ds/日	3.4	5.95	8.5
総費用	水素なし	百万円/年	107.5	135.3	157.2
	水素あり	百万円/年	139.1	166.8	188.7

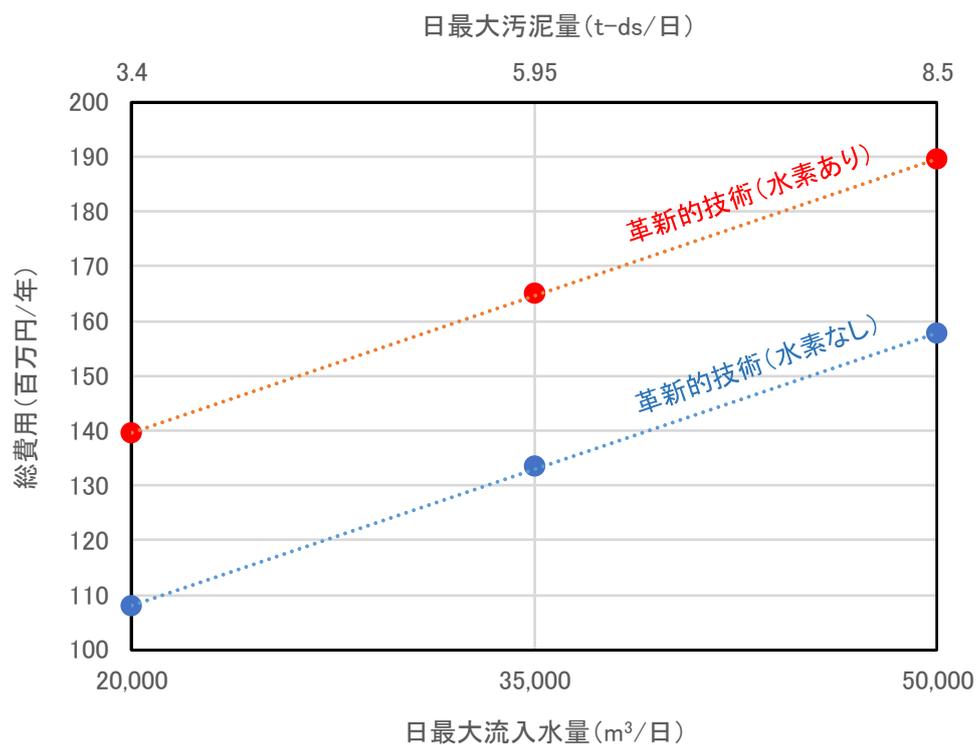


図 3-1 7 革新的技術の総費用算出例

§ 19 省エネ効果の算定

本技術の全体または一部の導入により期待される省エネ効果について、従来技術との比較により把握する。

【解説】

省エネ効果として、本技術（革新的技術）を導入した場合に想定されるエネルギー収支^{*}と従来技術をもちいた代替施設を導入した場合に想定されるエネルギー収支との差を一次エネルギー換算値で示す。エネルギー収支の算出の考え方を、革新的技術については1)に、従来技術については2)に、それぞれ示す。

^{*}エネルギー収支=創エネルギー量-エネルギー消費量

1) エネルギー収支（革新的技術）

革新的技術のエネルギー収支は簡易算定式（表3-12）をもちいて算出する。簡易算定式は、処理場規模別に算出したエネルギー消費量および創エネルギー量（資料編2「ケーススタディー」参照）から、図3-18～図3-21に示すように回帰曲線により導出したものである。また、得られた簡易算定式をもちいた処理場規模ごとの算出例を表3-13および図3-22に示す。

表3-12 革新的技術のエネルギー収支簡易算定式

		設備	エネルギー (GJ/年)	備考
発電のみ	エネルギー消費	高濃度消化	$Y=428 \times Q1^{0.889}$	Q1：日最大汚泥固形物量 (t-ds/日, $Q1 \leq 25$) Q2：日最大バイオガス発生量 (Nm ³ /日, $1,292 \leq Q2 \leq 3,230$)
		省エネ型バイオガス精製	$Y=359 \times Q2^{0.285}$	
	創エネルギー	バイオガス発電	$Y=5.3 \times Q2$	
発電および水素	エネルギー消費	高濃度消化	$Y=428 \times Q1^{0.889}$	
		省エネ型バイオガス精製	$Y=359 \times Q2^{0.285}$	
		小規模水素製造・供給	$Y=562$	
	創エネルギー	バイオガス発電	$Y=5.0 \times Q2^{1.007}$	
		水素供給	$Y=65.8$	

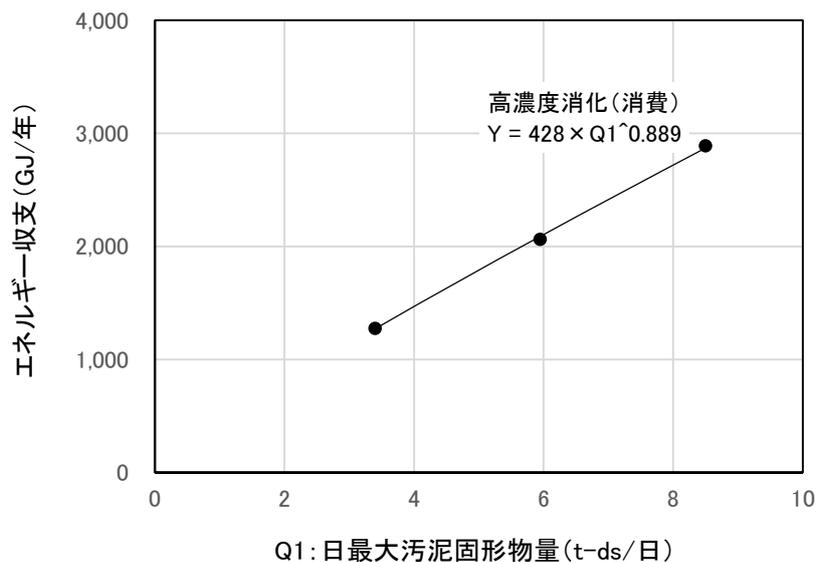


図3-18 簡易算定式の導出 (高濃度消化設備エネルギー収支)

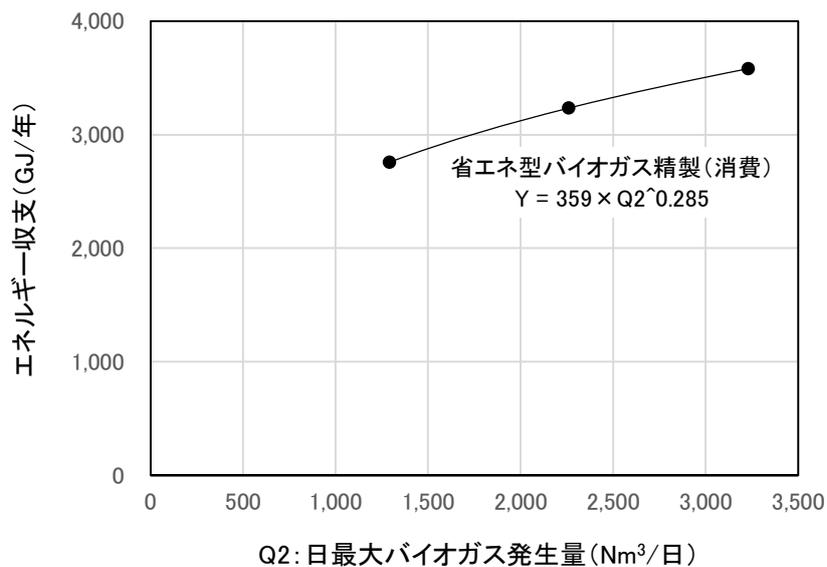


図3-19 簡易算定式の導出 (省エネ型バイオガス精製設備エネルギー収支)

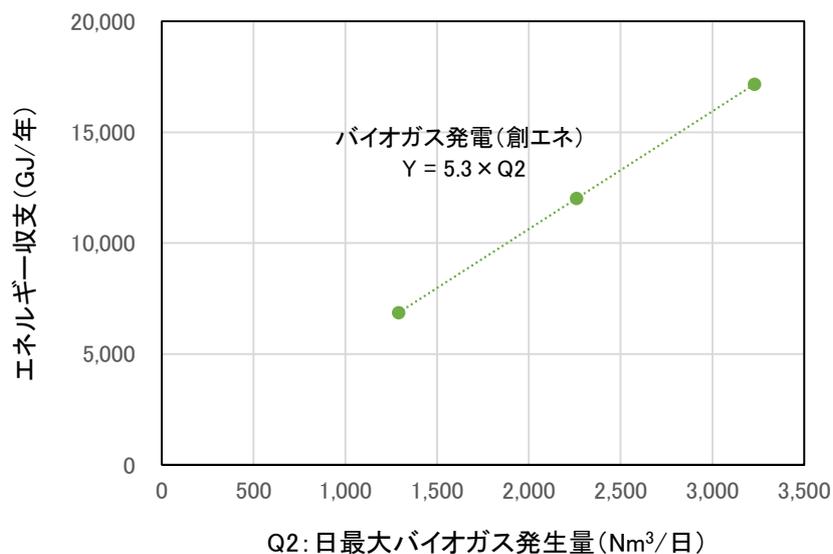


図3-20 簡易算定式の導出 (バイオガス発電設備エネルギー収支/「発電のみ」ケース)

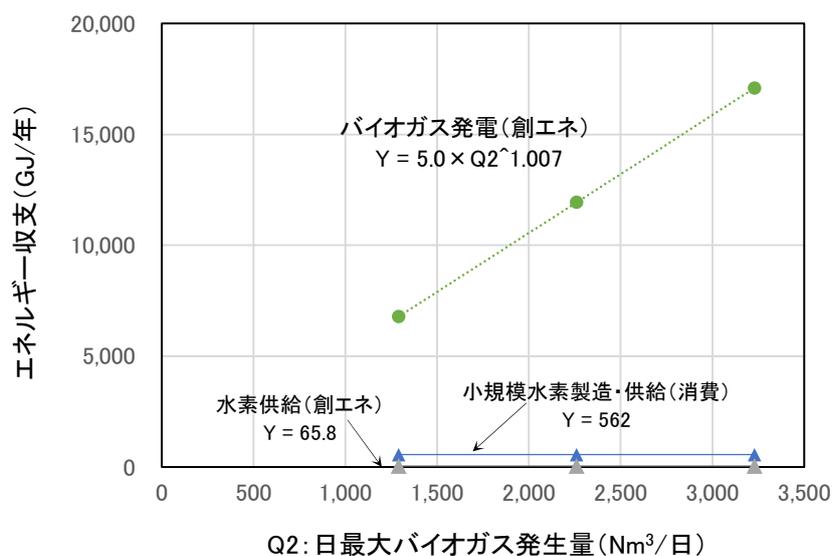


図3-21 簡易算定式の導出 (バイオガス発電設備および小規模水素製造・供給設備エネルギー収支/「発電および水素」ケース)

表3-13 簡易算定式をもちいた革新的技術のエネルギー収支算出例

日最大流入水量		m ³ /日		20,000	35,000	50,000	
日最大汚泥固形物量		t-ds/日	Q1	3.4	5.95	8.5	
日最大バイオガス発生量		Nm ³ /日	Q2	1,292	2,261	3,230	
発電のみ	エネルギー消費	高濃度消化	GJ/年	Y=	1,270	2,089	2,869
		省エネ型バイオガス精製	GJ/年	Y=	2,766	3,244	3,591
	創エネルギー	バイオガス発電	GJ/年	Y=	6,848	11,983	17,119
発電および水素	エネルギー消費	高濃度消化	GJ/年	Y=	1,270	2,089	2,869
		省エネ型バイオガス精製	GJ/年	Y=	2,766	3,244	3,591
		小規模水素製造・供給	GJ/年	Y=	562	562	562
	創エネルギー	バイオガス発電	GJ/年	Y=	6,792	11,983	17,090
		水素供給	GJ/年	Y=	66	66	66
エネルギー収支(創出量-消費量)		水素なし	GJ/年		2,812	6,650	10,659
		水素あり	GJ/年		2,260	6,104	10,134

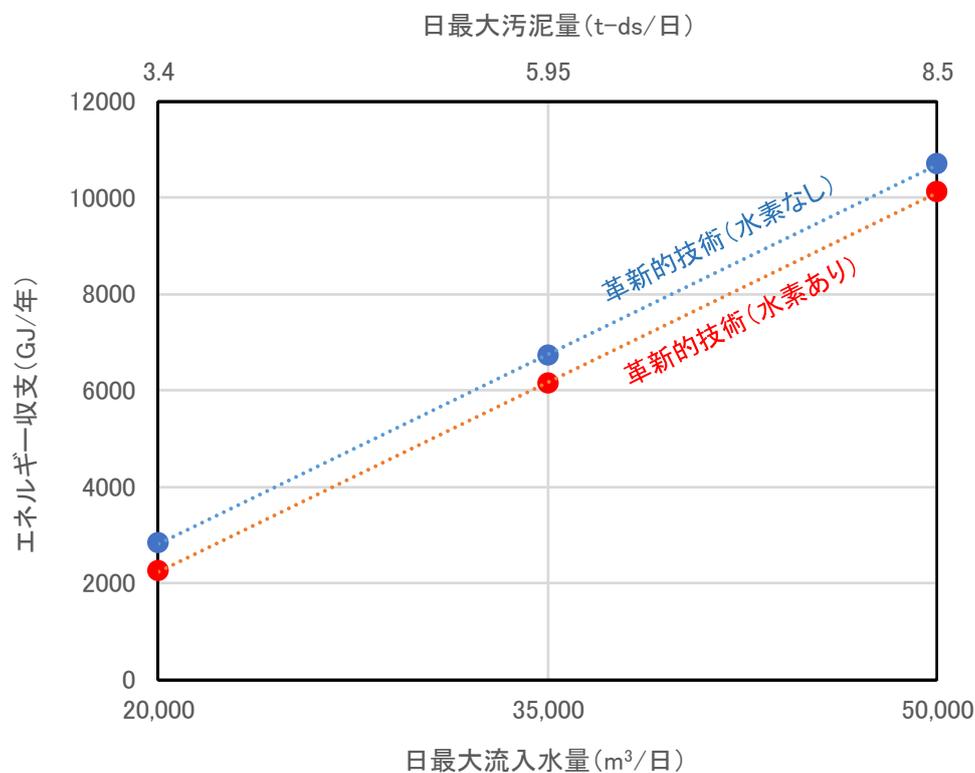


図3-22 革新的技術のエネルギー収支試算例

2) エネルギー収支（従来技術）

従来技術のエネルギー収支の試算条件を表3-14に示す。

表3-14 従来技術のエネルギー収支試算条件

設備		エネルギー	出典
濃縮	重力濃縮	7 kWh/t-ds	※1
	機械濃縮	212 kWh/t-ds	
消化		5.3 kWh/m ³	※2
脱水 (革新的技術との差分)		直接脱水： $Y=1575.4 \times X2^{0.6723}$ 消化脱水： $Y=62.631 \times X2^{1.2091}$ Y：消費電力量 (kWh/年) X2：投入汚泥固形物量 (t-ds/年)	※4
バイオガス発電		小型発電機（発電効率：32%，廃熱回収率：52%。 ⇒定格発電出力 25 kW/台，廃熱回収量：40.6 kW） 発電量（システム端）＝発電量（発電端）×90%	※1 ※2
電力から熱量への換算：受電端投入熱量 9.484 MJ/kWh ※3			

- ※1 下水道革新的技術事業説明書
- ※2 下水汚泥エネルギー化技術ガイドライン
- ※3 エネルギー源別標準発熱量（平成27年4月14日，資源エネルギー庁）
- ※4 国総研調べ

§ 20 省 CO₂ 効果の算定

本技術の全体または一部の導入により期待される省 CO₂ 効果について、従来技術との比較により把握する。

【解 説】

省 CO₂ 効果は、本技術（革新的技術）を導入した場合に想定される CO₂ 排出量と従来技術をもちいた代替施設を導入した場合に想定される CO₂ 排出量との差で示す。CO₂ 排出量の算出の考え方を、革新的技術については 1) に、従来技術については 2) に、それぞれ示す。なお、水素を燃料電池自動車に供給することによる削減分も含めて算出する。また、CO₂ 排出係数は表 3-15 に示す値をもちいた。

表 3-15 CO₂ 排出係数

	項目	単位	排出係数	出典
エネルギー消費に伴う排出	電力	t-CO ₂ /kWh	0.000488	令和2年1月7日環境省公表「平成30年度の電気事業者ごとの基礎排出係数・調整後排出係数等の公表について」代替値
上水・薬品類の消費に伴う排出	上水	t-CO ₂ /m ³	0.0020	「下水道における地球温暖化対策マニュアル」環境省・国土交通省（平成28年3月）
	高分子凝集剤	t-CO ₂ /t	6.5	
	ポリ硫酸第二鉄	t-CO ₂ /t	0.0308	「廃棄物処理施設の基幹的設備改良マニュアル」環境省大臣官房廃棄物・リサイクル対策部廃棄物対策課（平成27年3月改訂）
	活性炭	t-CO ₂ /t	0.26	「下水道における地球温暖化対策マニュアル」環境省・国土交通省（平成28年3月）
水素有効利用による排出削減	ガソリン	t-CO ₂ /kL	2.32	
	燃料電池自動車（燃費 12.1km/Nm ³ ）への水素供給による排出削減量として、同じ距離を走行するガソリン車（燃費 21.4km/L）が消費するガソリン由来の排出量を計上 下水バイオガス原料による水素創エネ技術導入ガイドライン（案）			
バイオガス発電による排出削減	電力	t-CO ₂ /kWh	0.000488	令和2年1月7日環境省公表「平成30年度の電気事業者ごとの基礎排出係数・調整後排出係数等の公表について」代替値

1) CO₂ 排出量（革新的技術）

革新的技術の CO₂ 排出量は簡易算定式（表 3-16）をもちいて算出する。簡易算定式は、処理場規模別に算出した CO₂ 排出量および CO₂ 排出削減量（資料編 2「ケーススタディー」参照）から、図 3-23～図 3-24 に示すように回帰曲線により導出したものである。また、得られた簡易算定式をもちいた処理場規模ごとの算出例を表 3-17 および図 3-25 に示す。

表 3-16 革新的技術の CO₂ 排出量簡易算定式

		CO ₂ 排出[排出削減]量 (t-CO ₂ /年)	備考
発電のみ	排出	電力	$Y=110.3 \times Q1^{0.513}$
		上水	$Y=27.6$
		高分子凝集剤	$Y=21.8 \times Q1$
		ポリ硫酸第二鉄	$Y=1.2 \times Q1$
		活性炭	$Y=0.037 \times Q1^{1.031}$
	排出削減	バイオガス発電	$Y=103.9 \times Q1$
発電および水素	排出	電力	$Y=133.8 \times Q1^{0.462}$
		上水	$Y=27.6$
		高分子凝集剤	$Y=21.8 \times Q1$
		ポリ硫酸第二鉄	$Y=1.2 \times Q1$
		活性炭	$Y=0.037 \times Q1^{1.031}$
	排出削減	水素供給	$Y=4.5$
		バイオガス発電	$Y=101.9 \times Q1^{1.007}$

Q1 : 日最大汚泥固形物量 (t-ds/日, Q1 ≤ 25)

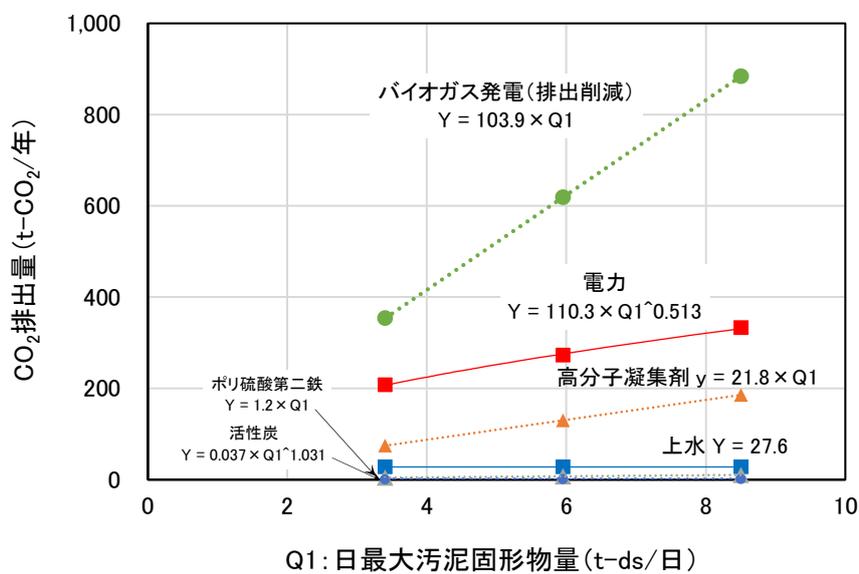


図 3-23 簡易算定式の導出 (CO₂ 排出量 / 「発電のみ」 ケース)

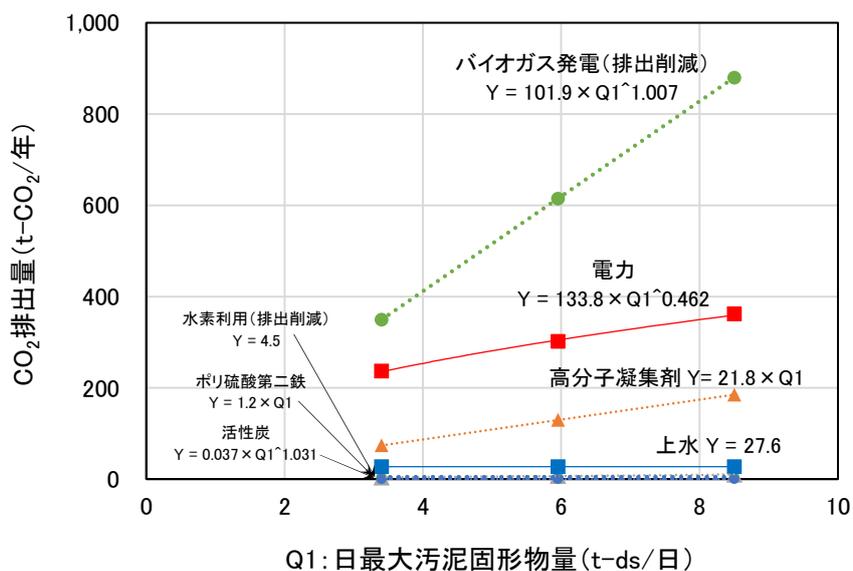


図3-24 簡易算定式の導出 (CO₂ 排出量 / 「発電および水素」 ケース)

表3-17 簡易算定式をもちいた革新的技術のCO₂ 排出量算出例

日最大流入水量		m ³ /日		20,000	35,000	50,000	
日最大汚泥固形物量		t-ds/日	Q1	3.4	5.95	8.5	
発電のみ	排出	電力	t-CO ₂ /年	Y=	206.6	275.4	330.6
		上水	t-CO ₂ /年	Y=	27.6	27.6	27.6
		高分子凝集剤	t-CO ₂ /年	Y=	74.1	129.7	185.3
		ポリ硫酸第二鉄	t-CO ₂ /年	Y=	4.1	7.1	10.2
		活性炭	t-CO ₂ /年	Y=	0.1	0.2	0.3
	排出削減	バイオガス発電	t-CO ₂ /年	Y=	353.3	618.2	883.2
発電および水素	排出	電力	t-CO ₂ /年	Y=	235.5	305.0	359.6
		上水	t-CO ₂ /年	Y=	27.6	27.6	27.6
		高分子凝集剤	t-CO ₂ /年	Y=	74.1	129.7	185.3
		ポリ硫酸第二鉄	t-CO ₂ /年	Y=	4.1	7.1	10.2
		活性炭	t-CO ₂ /年	Y=	0.1	0.2	0.3
	排出削減	水素供給	t-CO ₂ /年	Y=	4.5	4.5	4.5
排出削減	バイオガス発電	t-CO ₂ /年	Y=	349.4	613.9	879.2	
排出量ー 排出削減量	水素なし	t-CO ₂ /年		-40.8	-178.2	-329.2	
	水素あり	t-CO ₂ /年		-12.5	-148.8	-300.7	

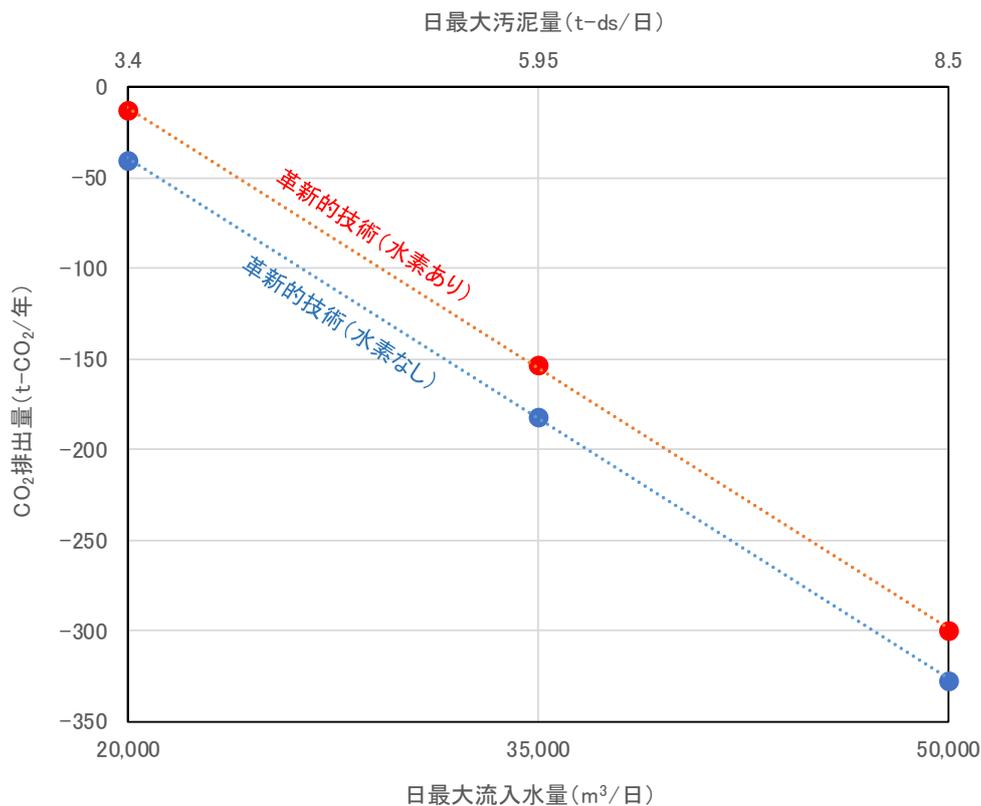


図3-25 革新的技術のCO₂排出量 (CO₂排出削減量)算出例

2) CO₂ 排出量（従来技術）

従来技術の CO₂ 排出量は、表 3-14 に示す消費電力量および発電量，ならびに、表 3-18 に示す高分子凝集剤使用量に、表 3-15 に示す CO₂ 排出係数を乗じて算出する。

表 3-18 従来技術の高分子凝集剤使用量

対象設備	薬注率（%対 TS）
機械濃縮	0.3
脱水（消化なし）	1.2
脱水（消化あり）	1.6

§ 21 その他効果

本技術の全体または一部の導入により期待されるその他の効果について、従来技術との比較により把握する。

【解説】

本技術の導入によって得られるその他の効果を、従来技術と比較して示す。

1) 設置面積削減効果

汚泥の高濃度化と消化日数の削減により消化槽容積を従来の約 1/3 にできる。また、高圧水吸収方式による精製時の圧力 (0.7 MPa 程度) を活用した 0.6 MPa 程度の中圧貯蔵とすること、および、二酸化炭素が除去された精製ガスを貯蔵することによって貯蔵量の 40%削減が可能となることにより、ガスの貯蔵に必要な容器容積が従来技術の約 1/10 以下となる。

本技術は、上述のとおり消化設備のコンパクト化を図ることができるため、設置面積についても従来技術に対して削減が可能である。表 3-19 にシステム全体の設置面積の試算結果を示す。配置図等の詳細については資料編 2 「ケーススタディー」を参照されたい。

表3-19 設置面積

■日最大50,000 m³/日規模 (単位:m²)

革新的技術	高濃度消化※2	バイオガス精製	バイオガス発電	水素製造・供給	総面積
機器スペース	771	152	153	138	-
配管・メンテナンス、 離隔距離含む※1	1300	257	258	233	2048
従来技術	濃縮※3	消化		バイオガス 発電	計
		消化槽等※4	脱硫貯留等		
機器スペース	202	746	393		
		1139			
配管・メンテナンス、 離隔距離含む※1	453	2552		455	3459

■日最大35,000 m³/日規模 (単位:m²)

革新的技術	高濃度消化※2	バイオガス精製	バイオガス発電	水素製造・供給	総面積
機器スペース	652	152	126	138	-
配管・メンテナンス、 離隔距離含む※1	1190	278	230	252	1950
従来技術	濃縮※3	消化		バイオガス 発電	計
		消化槽等※4	脱硫貯留等		
機器スペース	197	621	382		
		1003			
配管・メンテナンス、 離隔距離含む※1	407	2070		363	2840

■日最大20,000 m³/日規模 (単位:m²)

革新的技術	高濃度消化※2	バイオガス精製	バイオガス発電	水素製造・供給	総面積
機器スペース	607	152	126	138	-
配管・メンテナンス、 離隔距離含む※1	1080	270	224	246	1820
従来技術	濃縮※3	消化		バイオガス 発電	計
		消化槽等※4	脱硫貯留等		
機器スペース	197	558	288		
		846			
配管・メンテナンス、 離隔距離含む※1	376	1613		286	2274

- ※1 総面積を各設備の機器スペースの割合で案分。
- ※2 電気室、計装用圧縮機、除湿器含む。重力濃縮除く。
- ※3 重力濃縮除く。
- ※4 電気室、計装用圧縮機、除湿器含む。

§ 22 導入判断

前項までの導入効果に関する評価結果のほか，地方公共団体の水素エネルギー利活用に関する政策等も踏まえ，本技術の導入について総合的に判断する。十分な導入効果が見込まれなかった場合は，その原因を分析し，必要に応じて導入シナリオを見直したうえで再検討を行う。

【解説】

本技術の導入については，コスト縮減効果，省エネ効果，省CO₂効果の評価結果のほか，地方公共団体の水素エネルギー利活用に関する政策等も踏まえ，総合的に判断する。

検討の結果，十分な導入効果が見込まれなかった場合は，その原因を分析し，必要に応じて導入範囲，規模，運転時間，既存設備の活用等の諸条件を見直したうえで，再評価を行う。