

- 下水汚泥リサイクル率は、下水汚泥のマテリアルリサイクルの状況进行评估。
(建設資材、緑農地、燃料化、その他)
- 下水汚泥エネルギー化率は、下水汚泥中の有機分を対象にサーマルリサイクルの状況进行评估。
(バイオガス、燃料化、焼却廃熱)
- 下水道バイオマスリサイクル率は、H27改正下水道法における汚泥の再生利用の状況进行评估。
(下水汚泥エネルギー化＋肥料利用)

- 新下水道ビジョンでは「下水道で消費するエネルギーを約1割削減する」ことを中期目標として掲載。
- 加速戦略においても「概ね20年で下水道事業における電力消費量の半減」を目標として取り組むことを明示。
⇒省エネ・創エネの取組に対する指標が整備されていなかったことから、新たな指標を用いて評価。
省エネ＝改築に伴う省エネ機器の導入、各設備の運転方法の工夫(スマートオペレーション)等
創エネ＝下水汚泥のサーマル利用(バイオガス発電、燃料化、焼却廃熱)、太陽光発電、小水力発電等

指標	評価対象	施策との関係性
下水汚泥リサイクル率	下水汚泥のマテリアル利用 (建設資材、肥料利用、燃料化、その他)	・汚泥減量化の努力義務(下水道法)
下水汚泥エネルギー化率	バイオマスのサーマル利用 (バイオガス、燃料化、焼却廃熱)	・下水処理場のエネルギー供給拠点化 ・社会資本整備重点計画目標値30%(H32)
下水道バイオマスリサイクル率	バイオマスのサーマル利用 ＋肥料利用	・燃料化・肥料化の努力義務(下水道法) ・国土交通省生産性革命目標値40%(H32)
REC(単位水量当たり 実質エネルギー消費量削減率)	2015年(H27)を基準年とした 省エネ＋創エネ	・下水道事業における電力消費量の半減 (新下水道ビジョン、加速戦略)

資源・エネルギー指標案について
(REC の算定方法)

1. 単位水量あたり実質エネルギー消費量(REC)の算定

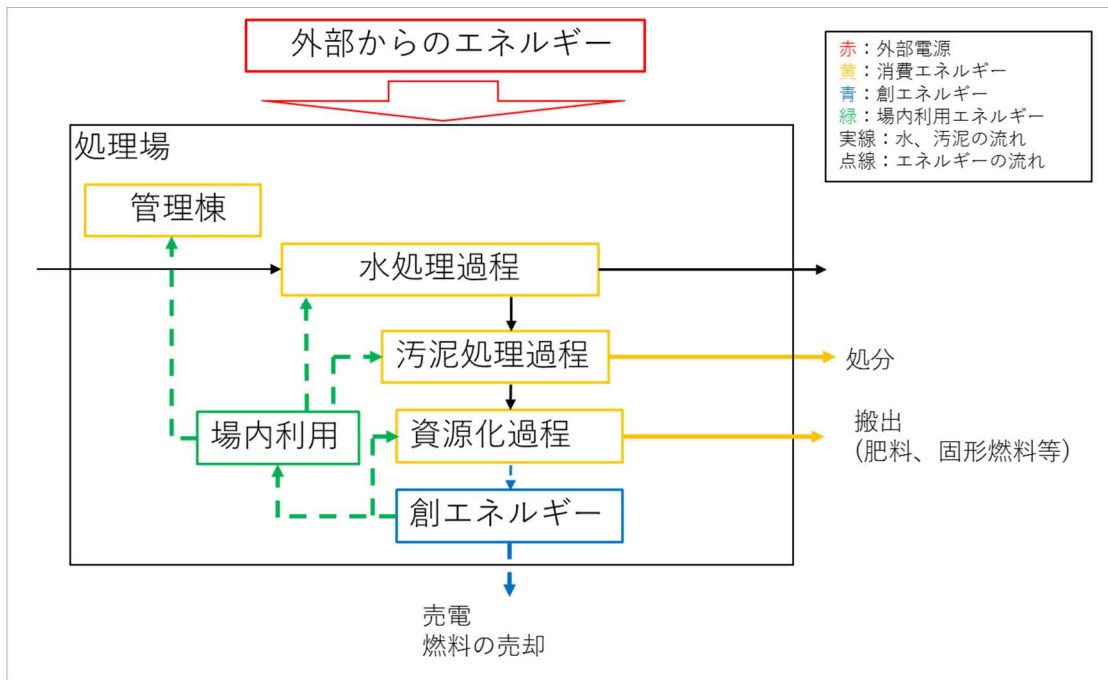
省エネルギー化、創エネルギーを総合的に評価でき、発電等のエネルギー効率の評価も可能となる指標として、単位処理水量あたり実質エネルギー消費量(仮称、Real Energy Consumption : REC)を定義し、エネルギー最適化の検討について評価を行った。

単位処理水量あたり実質エネルギー消費量(以下、REC)は、単位量当たりの下水処理場で消費したエネルギー(水処理及び汚泥処理)から、消化ガス発電や固形燃料化、焼却熱発電などにより回収した創エネルギー量を差し引くことで算定が可能である。

(算定式)

$$\text{単位水量あたり実質エネルギー消費量} = \frac{(A)\text{消費エネルギー量}(kWh/\text{年}) - (B)\text{創エネルギー量}}{(C)\text{処理水量}}$$

REC の算定対象のイメージ図を下図に示す。



➡ REC = $\frac{(A)\text{消費エネルギー} - (B)\text{創エネルギー}}{(C)\text{処理水量}}$

* (A)消費エネルギー = 外部からのエネルギー - 場内利用エネルギー
 場内利用したエネルギーは省エネ効果として評価可能
 省エネ機器の導入で外部からのエネルギーは削減

図 1-1 REC 算定対象のイメージ

(A) 消費エネルギー量

水処理から汚泥処理までにかかった電力消費量及び外部燃料消費量を電力換算して計上する。消費電力、化石燃料消費量、汚泥輸送(広域化、処分等)に用いる燃料消費量を kwh 換算(1kWh=3.6MJ)して算定している。

① 消費電力

下水道統計から、場内ポンプ、水処理、汚泥処理、その他の 4 項目の消費電力を抽出

年度	都道府県	都市 CODE	市町村等団体名	事業区分 No	事業区分名	施設番号	処理場名	M 使用エネルギー・処理場・電力使用量(合計) 千kWh/年	N 処理場・電力使用量(内訳)・場内ポンプ 千kWh/年	O 処理場・電力使用量(内訳)・水処理 千kWh/年	P 処理場・電力使用量(内訳)・汚泥処理 千kWh/年	Q 処理場・電力使用量(内訳)・その他 千kWh/年	R 処理場・使用燃料・特A重油・管理部門 L/年	処理場 燃料・油・消 L/年
2015 (01.北海道)		001	石狩川流域	81	流域	001	奈井江浄化センター	4,705.2	556.7	1,414.1	2,244.9	489.5		
2015 (01.北海道)		002	十勝川流域	81	流域	001	十勝川流域下水道浄化センター	10,889.0	2,950.4	3,883.1	3,320.8	734.7		
2015 (01.北海道)		003	函館湾流域	81	流域	001	函館湾浄化センター	10,139.8	2,351.8	5,072.8	2,567.0	148.2		
2015 (01.北海道)		021	石狩湾新港	03	特定 単独	001	石狩湾浄化センター	1,428.2	478.3	670.5	142.5	136.9		
2015 (01.北海道)		100	札幌市	01	公共 単独	001	創成川水再生プラザ	17,120.2	3,104.1	11,990.1	457.1	1,568.9		
2015 (01.北海道)		100	札幌市	01	公共 単独	002	伏古川水再生プラザ	5,127.2	1,087.3	3,739.1	161.1	139.7		
2015 (01.北海道)		100	札幌市	01	公共 単独	003	豊平川水再生プラザ	16,040.1	2,824.9	12,131.1	890.2	193.9	65,371	
2015 (01.北海道)		100	札幌市	01	公共 単独	004	定山溪水再生プラザ	650.9		650.9				
2015 (01.北海道)		100	札幌市	01	公共 単独	005	新川水再生プラザ	18,383.3	3,924.0	12,995.5	854.6	609.2		
2015 (01.北海道)		100	札幌市	01	公共 単独	006	厚別水再生プラザ	11,208.7	2,127.6	8,480.7	533.5	66.9		
2015 (01.北海道)		100	札幌市	01	公共 単独	007	茨戸水再生プラザ	8,817.4	2,689.8	5,503.7	623.9			
2015 (01.北海道)		100	札幌市	01	公共 単独	008	手稲水再生プラザ	16,350.7	3,801.2	12,181.2	368.3		67,591	
2015 (01.北海道)		100	札幌市	01	公共 単独	009	西部スラッジセンター	17,395.1			17,395.1			
2015 (01.北海道)		100	札幌市	01	公共 単独	010	厚別下水汚泥コンポスト工場	0.0						
2015 (01.北海道)		100	札幌市	01	公共 単独	011	拓北水再生プラザ	1,529.8	249.2	1,078.2	202.4			
2015 (01.北海道)		100	札幌市	01	公共 単独	012	東部水再生プラザ	4,974.6	1,188.4	3,786.2				
2015 (01.北海道)		100	札幌市	01	公共 単独	013	東部スラッジセンター	12,819.8			12,819.8			
2015 (01.北海道)		202	函館市	01	公共 単独	001	南部下水終末処理場	7,088.4	1,156.4	4,045.5	1,886.5			
2015 (01.北海道)		203	小樽市	01	公共 単独	001	中央下水終末処理場	6,833.6	976.0	3,067.1	2,790.5			
2015 (01.北海道)		203	小樽市	01	公共 単独	002	銭函下水終末処理場	798.7	118.5	411.4	113.4	155.4		
2015 (01.北海道)		203	小樽市	01	公共 単独	003	蘭島下水終末処理場	186.2	36.2	105.7	2.6	41.7		
2015 (01.北海道)		204	旭川市	01	公共 単独	002	旭川市下水処理センター	15,043.9	3,548.0	6,542.6	4,715.4	238.0		
2015 (01.北海道)		205	室蘭市	01	公共 単独	001	蘭東下水処理場	4,065.7	103.3	2,423.4	812.3	726.7		
2015 (01.北海道)		206	釧路市	01	公共 単独	001	古川終末処理場	6,137.9	1,018.0	3,810.4	1,142.5	167.0		
2015 (01.北海道)		206	釧路市	01	公共 単独	002	白樺終末処理場	549.1	52.8	324.8	8.2	163.3		
2015 (01.北海道)		206	釧路市	01	公共 単独	003	大湊毛終末処理場	2,986.0	426.0	1,846.0	488.0	426.0		
2015 (01.北海道)		206	釧路市	02	特環 単独	004	阿寒湖畔下水終末処理場	510.0		269.0	189.0	52.0		
2015 (01.北海道)		206	釧路市	02	特環 単独	005	阿寒下水終末処理場	151.0	20.0	81.0	11.0	39.0		
2015 (01.北海道)		206	釧路市	02	特環 単独	006	音別浄化センター	190.6	19.0	140.2	18.2	13.2		
2015 (01.北海道)		207	帯広市	01	公共 単独	001	帯広川下水終末処理場	2,581.0		1,806.7	593.6	180.7		
2015 (01.北海道)		208	北見市	01	公共 単独	001	北見市浄化センター	4,909.4		3,682.1	589.1	638.2		

図 1-2 下水道統計(06-6)より消費電力の参考箇所

② 化石燃料使用量

下水道統計から、化石燃料の使用量から算定。対象の化石燃料と、熱量換算係数(単位発熱量、MJ)を下表に示す。

表 1-1 対象とする化石燃料

化石燃料	熱量	参考
特 A 重油	39.1 MJ/L	・ 使用量
A 重油	39.1 MJ/L	下水道統計
灯油	36.7 MJ/L	・ 熱量
軽油	34.6 MJ/L	温室効果ガス総排出量算定方法ガイドライン、H27、環境省
ガソリン	34.6 MJ/L	
コークス	29.4 MJ/kg	
都市ガス	43 MJ/m ³	
プロパンガス	99 MJ/L	LP ガスの基礎知識、経産省 HP http://www.lpgpro.go.jp/guest/learning/basic/02_04.html

The screenshot shows an Excel spreadsheet with the following columns: 年度 (Year), 都道府県 (Prefecture), 市町村等団体名 (Municipality Name), 事業区分 (Business Category), 事業区分名 (Business Category Name), 施設番号 (Facility Number), 処理場名 (Treatment Plant Name), and a grid of columns for fuel usage (AE through AG). The AE column is highlighted with a red box, indicating the usage of heavy oil. The data rows list various treatment plants across different prefectures and years, with corresponding fuel usage values in L/year.

図 1-3 下水道統計(06-6)より A 重油の使用量の参考箇所

③ 汚泥輸送に用いる燃料消費量

汚泥の処分、集約をする際の輸送に要するエネルギー（ガソリン使用量等）を消費エネルギーとして算定。輸送方法、輸送量、輸送距離は下水道資源有効利用調査を参考とした。算定方法を下表に示す。

表 1-2 汚泥輸送の算定方法

輸送方法	算定方法	参考
車両輸送*	4tトラックで輸送、燃費7.8km/Lと仮定し算定	自動車燃費一覧、H29、国交省より4tトラックの燃費の平均値
鉄道輸送	鉄道輸送量当たりの燃料発熱量0.491(MJ/t・km)と仮定し算定	荷主の省エネ推進の手引き、H23、資源エネルギー庁
海上輸送	海上輸送量当たりの燃料発熱量0.555(MJ/t・km)と仮定し算定	
管路輸送	圧送の場合に、ポンプ稼働に要する電力は消費電力量で計上しているため「0kWh」と仮定	

*エネルギー使用量＝輸送距離/燃費 × 単位発熱量

(輸送距離＝輸送回数 × 処理施設までの距離)

輸送回数＝年間発生汚泥量/荷重量(4t) 小数以下を切り上げて算定)

No.	都道府県	事業主体名	処理場名	整理番号	汚泥形態	現物量		濃度 (%)	含水率 (%)	輸送方法	終末処理場と処理処分施設の直線距離 (km)
						(m³/年)	(t/年)				
5	北海道	十勝川流域	十勝川流域下水道浄化センター		機械乾燥汚泥	1,721.0		40.8		車両輸送	43
6	北海道	十勝川流域	十勝川流域下水道浄化センター		機械乾燥汚泥	314.0		40.8		車両輸送	42
7	北海道	十勝川流域	十勝川流域下水道浄化センター		機械乾燥汚泥	1,277.0		40.8		車両輸送	20
8	北海道	十勝川流域	十勝川流域下水道浄化センター		機械乾燥汚泥	600.2		40.8		車両輸送	15
9	北海道	函館湾流域	函館湾浄化センター	②	機械乾燥汚泥	17.1		40.8		車両輸送	5.5
10	北海道	函館湾流域	函館湾浄化センター	③	機械乾燥汚泥	3,047.0		40.8		車両輸送	7.8
11	北海道	石狩湾新港	石狩湾浄化センター	①	脱水汚泥	1,857.0		19.9		鉄道輸送	264
12	北海道	札幌市	西部スラッジセンター	③⑦⑧	焼却灰	13,282.0				車両輸送	10
13	北海道	札幌市	西部スラッジセンター	④⑧⑨	焼却灰	1,914.0				鉄道輸送	344
14	北海道	札幌市	西部スラッジセンター	⑤	脱水汚泥	1,500.0		72.5		鉄道輸送	344
15	北海道	札幌市	東部スラッジセンター	①③	焼却灰	1,721.0				車両輸送	300
16	北海道	函館市	南部下水終末処理場	①	機械乾燥汚泥	1,983.9		40.8		車両輸送	11.2
17	北海道	小樽市	中央下水終末処理場	①	焼却灰	547.2		0.0		車両輸送	241
18	北海道	小樽市	鉄面下水終末処理場	②	脱水汚泥	352.5		79.4		車両輸送	14
19	北海道	旭川市	旭川市下水処理センター	①	焼却灰	635.0		29.4		車両輸送	7
20	北海道	旭川市	旭川市下水処理センター	②	焼却灰	761.0		31.2		鉄道輸送	257
21	北海道	室蘭市	関東下水処理場	①	脱水汚泥	2,930.0		20.1		車両輸送	4.3
22	北海道	室蘭市	関東下水処理場	②	脱水汚泥	749.0		20.1		車両輸送	74
23	北海道	釧路市	古川終末処理場	①	機械乾燥汚泥	1,242.9		9.8		車両輸送	17.9
24	北海道	釧路市	大乗毛終末処理場	①	脱水汚泥	3,027.3		81.0		車両輸送	6.5

図 1-4 下水道資源有効利用調書(7章調査票 04)より、民間委託処理の場合の汚泥発生量、輸送方法、輸送距離の参考箇所*

*公共への委託の場合は、下水道資源有効利用調書(8章調査票 05)を使用

(B) 創エネルギー量

下水道事業において創出されたエネルギーの内、売電等によって下水処理場外で利用されたものを計上する。

- ・場内利用する回収エネルギーは、(A)から差し引くこととし、(B)として算出しない。
- ・エネルギー回収の例：バイオガスとしての利用(発電、都市ガス注入等の処理プロセス以外に活用するもの)

創エネルギーの対象を下表に示す。

表 1-3 創エネルギーの算定対象

創エネルギー	概要	出典
消化ガス	売電した分を計上	下水汚泥有効利用調査、H27、国交省
風力	売電した分を計上	
太陽光	売電した分を計上	
小水力	売電した分を計上	
焼却熱	処理場外部、廃熱発電に利用した有効利用熱量を計上	
固形燃料	製品の発熱量×生成量 から算定	
導管注入*	導管注入したガスをエネルギー換算して計上	

*消化ガスの発熱量は 21MJ/m³ とした。(下水道施設計画・設計指針と解説 後編 2001年度版より)

処理場コード	都道府県名	事業者主体名	処理場名	年間稼働日数(日)	年間総運転時間(hr)	電力の利用法	電力の有無	電力量(発電量-使用量)(kWh/年)	消化ガス電機の種類
0820201001	茨城県	日立市	池の川処理場	352	2,778	系統連系(逆潮流なし)	無		バイオガス発電機
0820401001	茨城県	守谷市	守谷浄化センター	182	27,030	系統連系(逆潮流あり)	有	684,989	バイオガス
0830201001	茨城県	日立・高萩広域下水処理場	伊勢浄化センター	361	6,059	系統連系(逆潮流なし)	無		バイオガス発電機
0800181001	栃木県	鬼怒川上流流域	鬼怒川上流浄化センター	360	3,404	系統連系(逆潮流あり)	有	1,345,800	燃料電池
0800181002	栃木県	鬼怒川上流流域	真央浄化センター	365	3,853	系統連系(逆潮流あり)	有	2,322,959	燃料電池
0800281001	栃木県	巴瀬川流域	巴瀬川浄化センター	361	3,008	系統連系(逆潮流あり)	有	1,381,959	燃料電池

図 1-5 下水道資源有効利用調査(11章調査票 08)より創エネルギーの参考箇所*

*導管注入は 10章 07 を使用

(C) 処理水量

下水道統計より、当該処理場の年間処理水量を参照。

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
年度	都道府県	都市CODE	市町村等団体名	事業区分No.	事業区分名	施設番号	処理場名	水処理施設・日平均処理水量・晴天時日平均下水量	水処理施設・年間処理水量	水処理施設・年間処理水量(内訳)・一次処理	水処理施設・年間処理水量(内訳)・二次処理	水処理施設・年間処理水量(内訳)・三次処理	水処理施設・年間処理水量																	
2015	01.北海道	001	石狩川流域	01	流域	001	奈井江浄化センター	31,328	13,332,420																					
2015	01.北海道	002	十勝川流域	01	流域	001	十勝川流域下水道浄化センター	65,551	24,432,577	15,309		24,417,268																		
2015	01.北海道	003	函館湾流域	01	流域	001	函館湾浄化センター	61,353	22,526,877	71,478		22,455,199																		
2015	01.北海道	021	石狩湾新港	03	特定 単独	001	石狩湾浄化センター	7,264	2,873,590			2,873,590																		
2015	01.北海道	100	札幌市	01	公共 単独	001	創成川水再生プラザ	92,130	41,868,740	2,263,770		7,238,880																		
2015	01.北海道	100	札幌市	01	公共 単独	002	伏古川水再生プラザ	35,000	17,413,570	886,720		0																		
2015	01.北海道	100	札幌市	01	公共 単独	003	豊平川水再生プラザ	134,810	62,841,800	6,289,170		56,552,630																		
2015	01.北海道	100	札幌市	01	公共 単独	004	定山溪水再生プラザ	7,110	2,815,450			2,815,450																		
2015	01.北海道	100	札幌市	01	公共 単独	005	新川水再生プラザ	159,900	71,797,200	4,558,300		67,238,900																		
2015	01.北海道	100	札幌市	01	公共 単独	006	厚別水再生プラザ	98,470	39,634,950	390,170		39,244,780																		
2015	01.北海道	100	札幌市	01	公共 単独	007	茨戸水再生プラザ	68,910	36,642,670	2,925,730		33,716,940																		
2015	01.北海道	100	札幌市	01	公共 単独	008	手稲水再生プラザ	166,100	83,287,700	11,055,500		72,232,200																		
2015	01.北海道	100	札幌市	01	公共 単独	009	西部スラッジセンター		0																					
2015	01.北海道	100	札幌市	01	公共 単独	010	厚別下水汚泥コンポスト工場		0																					
2015	01.北海道	100	札幌市	01	公共 単独	011	拓北水再生プラザ	6,940	2,823,130	0		2,823,130																		
2015	01.北海道	100	札幌市	01	公共 単独	012	東部水再生プラザ	29,920	11,726,130	11,400																				
2015	01.北海道	100	札幌市	01	公共 単独	013	東部スラッジセンター		0																					
2015	01.北海道	202	函館市	01	公共 単独	001	南部下水終末処理場	54,988	23,250,204	657,180		22,593,024																		
2015	01.北海道	203	小樽市	01	公共 単独	001	中央下水終末処理場	48,282	17,671,240			17,671,240																		
2015	01.北海道	203	小樽市	01	公共 単独	002	緑函下水終末処理場	5,856	2,143,140			2,143,140																		
2015	01.北海道	203	小樽市	01	公共 単独	003	蘭島下水終末処理場	354	129,452			129,452																		
2015	01.北海道	204	旭川市	01	公共 単独	002	旭川市下水処理センター	126,240	50,526,081			50,526,081																		
2015	01.北海道	205	室蘭市	01	公共 単独	001	蘭東下水処理場	30,000	14,115,190			14,115,190																		
2015	01.北海道	206	釧路市	01	公共 単独	001	古川終末処理場	45,130	19,344,490	830,318		18,514,172																		
2015	01.北海道	206	釧路市	01	公共 単独	002	白樺終末処理場	4,510	2,018,410	102,560		1,915,850																		
2015	01.北海道	206	釧路市	01	公共 単独	003	大瀬毛終末処理場	13,370	5,432,710	259,050		5,173,880																		
2015	01.北海道	206	釧路市	02	特種 単独	004	阿寒湖畔下水終末処理場	3,703	1,367,597			1,367,597																		
2015	01.北海道	206	釧路市	02	特種 単独	005	阿寒下水終末処理場	647	254,542			254,542																		
2015	01.北海道	206	釧路市	02	特種 単独	006	香別浄化センター	288	134,139			134,139																		

図 1-6 下水道統計(06-4)より、年間処理水量の参考箇所

1.2 事業者単位の REC の算定

都道府県や市町村といった下水道事業者単位で REC の評価を行う際には以下の算定方法とした。また、汚泥処理施設(スラッジセンター等)においても同様に集約対象となる処理場を対象に同様の算定方法とした。

$$\text{単位水量あたり実質エネルギー消費量} = \frac{(A)\text{消費エネルギー量}(kWh/\text{年}) - (B)\text{創エネルギー量}}{(C)\text{処理水量}}$$

(A) 消費エネルギー量

事業範囲内の下水処理場で消費した総消費エネルギー量、汚泥輸送を自治体内で行っている場合においても消費エネルギー量として計上する。

(B) 創エネルギー量

事業範囲内の下水処理場で消費した総創エネルギー量

(C) 処理水量

事業範囲内の下水処理場における総処理水量

複数の処理場を保有する事業者における、REC の算定方法のイメージを下図に示す。

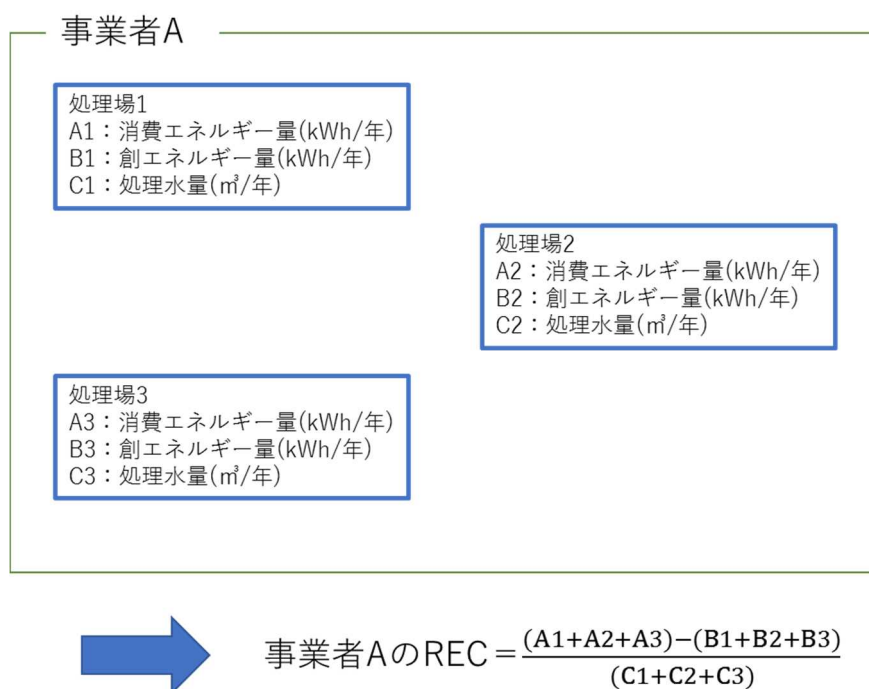


図 1-7 REC 複数処理場を保有する事業者における算定イメージ

2. 全国処理場における総単位水量あたり消費エネルギー量の算定

平成 17 年度および平成 27 年度における、全国の下水处理場における総単位水量あたり消費エネルギー量(REC)の算定し、10 年間での下水处理場における消費エネルギー量、処理水量および創エネルギー量の状況を整理した。

2.1 算定結果

REC の算定結果を下表に示す。

表 2-1 H17 年度および H27 年度における REC の算定結果

	H17年	H27年
消費電力(MWh/年)	6,230,000	6,240,000
化石燃料由来エネルギー(MWh/年)	1,760,000	1,200,000
輸送に要するエネルギー(MWh/年)	20,000	40,000
消費エネルギー小計(MWh/年)	8,010,000	7,480,000
処理水量(千 m^3 /年)	13,660,000	15,480,000
創エネルギー量(MWh/年)	20	390,000
REC(kWh/ m^3)	0.59	0.46

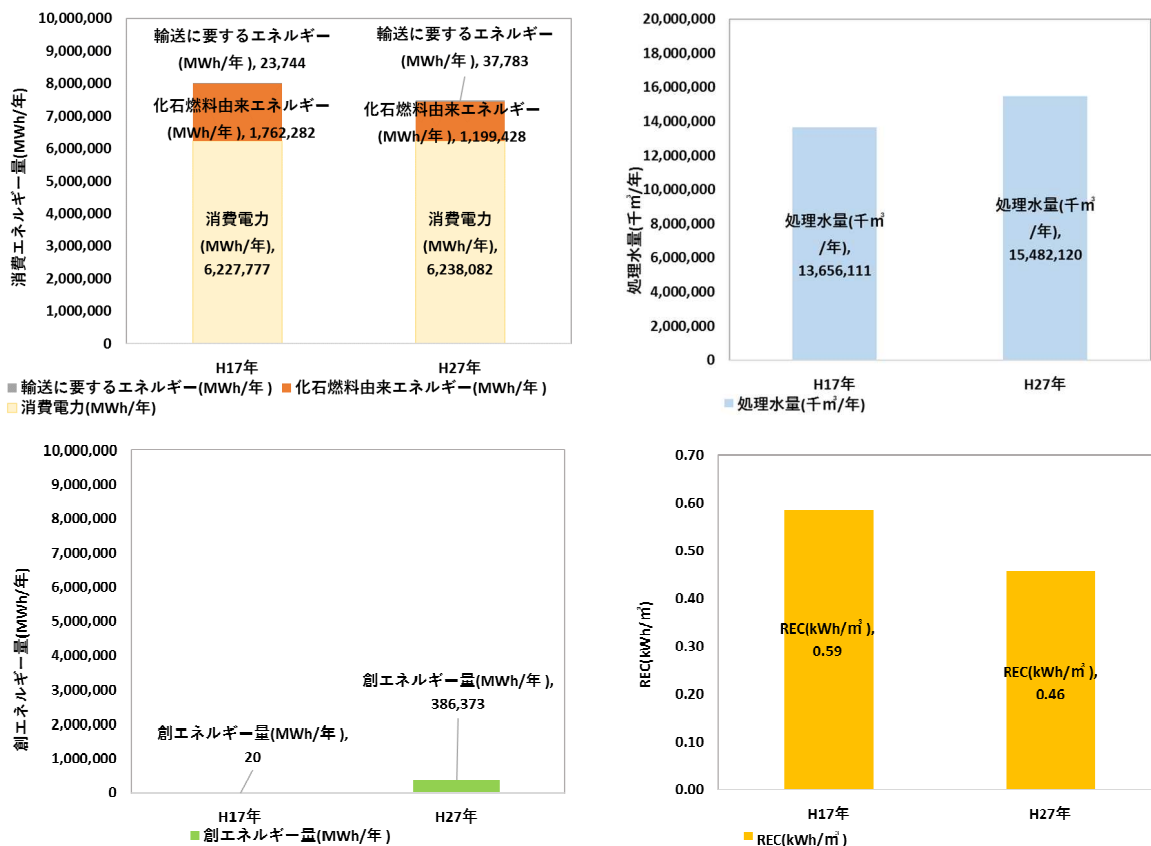


図 2-1 REC の算定結果

処理水量が増加したにもかかわらず、消費エネルギー量の減少が見られた。REC は約 0.13(kWh/m³)減少と大幅な変化が見られた。