

2-7 付加価値向上策の検討

2-7-1 し尿投入の可能性

(1) 検討の目的

逗子市内において発生するし尿および浄化槽汚泥（以下、「し尿等」という）は平成 29 年度まで浄化センター（し尿処理施設）において処理されていた。平成 30 年度以降は葉山町とのごみの共同処理方針に基づく地方自治法の事務の委託により、葉山町の葉山浄化センター（下水道終末処理場）におけるし尿等下水道投入施設へ投入され、公共下水道と合わせて処理されている。

ここでは、再整備を契機とした浄水管理センターの付加価値向上策のひとつとして、本市において発生するし尿等を浄水管理センターで投入し処理する可能性についての検討を行う。

(2) 逗子市におけるし尿等の処理の状況

1) し尿処理施設の概要（葉山浄化センター）

本市において発生するし尿等は、上述したように隣接する葉山町の葉山浄化センターにおいて処理されている、葉山浄化センターの概要を以下に示す。

表 2-7-1-1 葉山浄化センターの概要

項目	m ³ /日	m ³ /時	m ³ /分	m ³ /秒
日平均	10,000	417	6.94	0.116
日最大	14,100	588	9.79	0.163
時間最大	20,500	854	14.24	0.237

出典：葉山町公共下水道全体計画説明書（平成 23 年 3 月）

2) し尿等の収集・処理実績

<収集・処理実績（年間）>

本市し尿処理施設（平成 29 年度まで稼働）におけるし尿等収集・処理の年間実績（平成 24～29 年度）を図 2-7-1 に示す。し尿量は減少傾向にある一方で浄化槽汚泥量は増加傾向にあり、し尿・浄化槽汚泥トータルとしては若干の減少傾向にある。また、浄化槽汚泥混入率については増加傾向にあり、平成 29 年度時点で 40%程度まで上昇している。

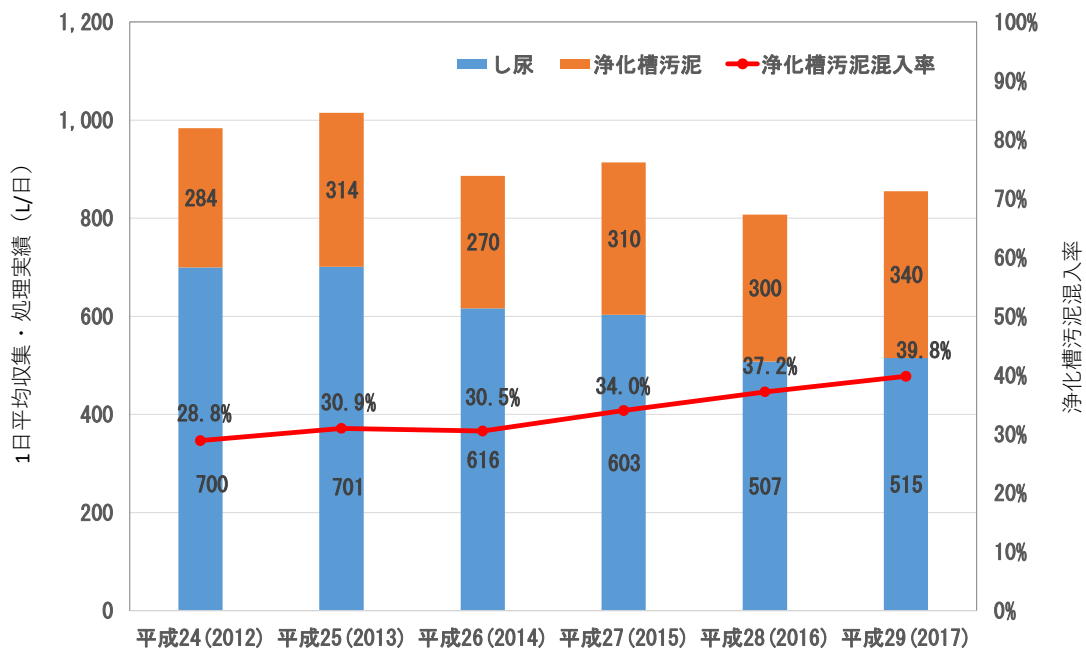


図 2-7-1-1 し尿等収集・処理の年間実績

<収集・処理実績（月別）>

本市し尿処理施設（平成 29 年度まで稼働）の平成 29 年度における月別の収集・処理実績を図 2-7-1-2 に示す。

し尿の収集・処理量は月当たり約 12,000～22,000L となっており、7～9 月がピークとなっている。一方で浄化槽汚泥の収集・処理量は月当たり約 3,000～20,000L となっており、1 月や 5 月にピークとなっている。

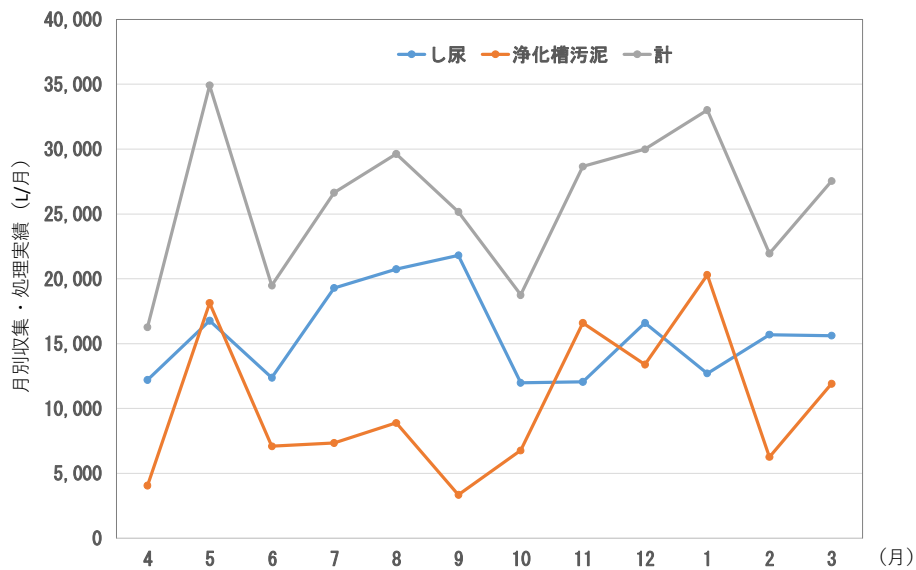


図 2-7-1-2 し尿等収集・処理の月別実績（平成 29 年度）

<月最大変動係数>

平成 24～29 年度におけるし尿等収集・処理の月別実績から、各年度における月平均、月変動係数（各月実績量÷月平均）、月最大変動係数（月変動係数の最大値）、計画月最大変動係数（6ヶ年平均）を算出した（表 2-7-1-2）。

月最大変動係数は 1.34～1.73 であり、計画月最大変動係数*は 1.52 となる。し尿・浄化槽汚泥量の月別の変動は非常に大きく、浄水管理センターへのし尿等投入の際には留意が必要である。

※「汚泥再生処理センター等施設整備事業計画・設計要領 2006 年改訂版 社団法人全国都市清掃会議」（以下、「設計要領」という。）では、「計画目標年次における計画月最大変動係数は、過去の実績の月最大変動係数を基に次式により求める」としている。

$$\text{計画月最大変動係数} = \Sigma \text{過去 } n \text{ 年の月最大変動係数} \div n$$

表 2-7-1-2 し尿等収集・処理月別実績と月変動係数・月最大変動係数等

月	平成24年度		平成25年度		平成26年度		平成27年度		平成28年度		平成29年度	
	し尿・浄化槽汚泥量	月変動係数	し尿・浄化槽汚泥量	月変動係数	し尿・浄化槽汚泥量	月変動係数	し尿・浄化槽汚泥量	月変動係数	し尿・浄化槽汚泥量	月変動係数	し尿・浄化槽汚泥量	月変動係数
4	22.4	0.75	28.5	0.92	33.5	1.24	24.4	0.88	20.6	0.84	16.3	0.63
5	28.2	0.94	35.0	1.14	26.8	0.99	30.1	1.08	34.4	1.40	34.9	1.34
6	27.2	0.91	31.2	1.01	32.4	1.20	25.6	0.92	22.9	0.93	19.5	0.75
7	36.3	1.21	34.0	1.10	21.2	0.79	35.9	1.29	30.5	1.24	26.6	1.02
8	51.6	1.72	44.0	1.43	46.5	1.73	36.9	1.33	31.3	1.27	29.6	1.14
9	20.6	0.69	23.2	0.75	21.1	0.78	20.2	0.73	16.9	0.69	25.2	0.97
10	36.6	1.22	24.6	0.80	19.4	0.72	13.3	0.48	17.7	0.72	18.8	0.72
11	27.0	0.90	29.8	0.97	17.2	0.64	35.7	1.29	24.9	1.02	28.7	1.10
12	34.7	1.16	41.0	1.33	36.6	1.36	41.2	1.48	30.7	1.25	30.0	1.15
1	22.0	0.74	24.4	0.79	25.4	0.94	22.0	0.79	25.2	1.03	33.0	1.27
2	30.7	1.03	22.1	0.72	21.1	0.78	26.0	0.94	16.2	0.66	22.0	0.84
3	21.5	0.72	32.5	1.05	22.2	0.82	22.1	0.79	23.4	0.95	27.5	1.06
計	358.9	-	370.3	-	323.5	-	333.3	-	294.7	-	312.0	-
月平均(計/12)	29.91	-	30.86	-	26.96	-	27.78	-	24.56	-	26.00	-
月最大変動係数	1.72	-	1.43	-	1.73	-	1.48	-	1.40	-	1.34	-
計画月最大変動係数(平均値)	1.52											

(3) し尿投入量及び性状（水質）値の将来予測

1) し尿等投入量の将来予測

し尿等投入量の将来予測は、逗子市一般廃棄物処理基本計画（令和3年3月）および逗子市人口ビジョン（2020年（令和2年）3月改訂）を基に設定する。

上記資料を基に、公共下水道人口および生活排水処理形態別人口の将来値を設定し、それらに逗子市一般廃棄物処理基本計画による設定値を用いて排出量原単位（単独浄化槽汚泥量原単位 0.7L/日、採集し尿量原単位 3.2L/人・日）を設定し、これに月最大変動係数の平均値 1.52 を踏まえて、浄水管理センターへのし尿等投入量を設定する（表 2-7-1-4）。

なお、表 2-7-1-4 中の「⑨仮設し尿量」は、工事現場等の仮設トイレからのし尿量を示すものである。水洗化の進展に関わらず将来的にも残るものと仮定し、平成 24～29 年度の実績平均である 0.37kL/日とした。

表 2-7-1-3 仮設し尿量の設定

(年) (L)	2012 (H24)	2013 (H25)	2014 (H26)	2015 (H27)	2016 (H28)	2017 (H29)	平均
仮設し尿 年間総量	135,468	155,664	134,784	140,652	117,036	121,068	134,112
仮設し尿 日平均量	371	426	369	384	321	332	367
							⇒0.37kL/日

し尿等の投入量合計は、令和3年度の1.56kL/日から徐々に減少し、令和12年度以降は1.02kL/日として設定する（表 2-7-1-4）。

表 2-7-1-4 し尿・浄化槽汚泥量の設定値

年度	項目	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
		(R3)	(R4)	(R5)	(R6)	(R7)	(R8)	(R9)	(R10)	(R11)	(R12)
	①水洗化・生活雑排水未処理人口	347	328	309	291	272	254	235	217	198	180
	(人)										
	②単独処理浄化槽汚泥量原単位	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7
	(L/人日)										
	③単独処理浄化槽汚泥量(①×②)	0.24	0.23	0.22	0.20	0.19	0.18	0.16	0.15	0.14	0.13
	(KL/日)										
	④月最大変動係数	1.52	1.52	1.52	1.52	1.52	1.52	1.52	1.52	1.52	1.52
	(KL/日)										
	⑤単独浄化槽投入量(③×④)	0.37	0.35	0.33	0.31	0.29	0.27	0.25	0.23	0.21	0.19
	(人)										
	⑥非水洗化人口	129	120	112	104	96	88	80	72	64	56
	(L/人日)										
	⑦収集し尿量原単位	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2
	(KL/日)										
	⑧し尿量(⑥×⑦)	0.41	0.38	0.36	0.33	0.31	0.28	0.26	0.23	0.20	0.18
	(KL/日)										
	⑨仮設し尿量	0.37	0.37	0.37	0.37	0.37	0.37	0.37	0.37	0.37	0.37
	(KL/日)										
	⑩し尿量計(⑧+⑨)	0.78	0.75	0.73	0.70	0.67	0.65	0.62	0.60	0.57	0.55
	(KL/日)										
	⑪計画月最大変動係数	1.52	1.52	1.52	1.52	1.52	1.52	1.52	1.52	1.52	1.52
	(KL/日)										
	⑫し尿投入量(⑩×⑪)	1.19	1.14	1.10	1.06	1.03	0.99	0.95	0.91	0.87	0.83
	(KL/日)										
	⑬合計：し尿等投入量(⑫+⑬)	1.56	1.49	1.43	1.37	1.32	1.26	1.20	1.14	1.08	1.02
	(KL/日)										

年度	項目	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040
		(R13)	(R14)	(R15)	(R16)	(R17)	(R18)	(R19)	(R20)	(R21)	(R22)
	①水洗化・生活雑排水未処理人口	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180
	(人)										
	②単独処理浄化槽汚泥量原単位	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7
	(L/人日)										
	③単独処理浄化槽汚泥量(①×②)	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13
	(KL/日)										
	④月最大変動係数	1.52	1.52	1.52	1.52	1.52	1.52	1.52	1.52	1.52	1.52
	(KL/日)										
	⑤単独浄化槽投入量(③×④)	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19
	(人)										
	⑥非水洗化人口	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56
	(L/人日)										
	⑦収集し尿量原単位	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2
	(KL/日)										
	⑧し尿量(⑥×⑦)	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18
	(KL/日)										
	⑨仮設し尿量	0.37	0.37	0.37	0.37	0.37	0.37	0.37	0.37	0.37	0.37
	(KL/日)										
	⑩し尿量計(⑧+⑨)	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55
	(KL/日)										
	⑪計画月最大変動係数	1.52	1.52	1.52	1.52	1.52	1.52	1.52	1.52	1.52	1.52
	(KL/日)										
	⑫し尿投入量(⑩×⑪)	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83
	(KL/日)										
	⑬合計：し尿等投入量(⑫+⑬)	1.02	1.02	1.02	1.02	1.02	1.02	1.02	1.02	1.02	1.02
	(KL/日)										

年度	項目	2041	2042	2043	2044	2045	2046	2047	2048	2049	2050
		(R23)	(R24)	(R25)	(R26)	(R27)	(R28)	(R29)	(R30)	(R31)	(R32)
	①水洗化・生活雑排水未処理人口	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180
	(人)										
	②単独処理浄化槽汚泥量原単位	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7
	(L/人日)										
	③単独処理浄化槽汚泥量(①×②)	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13
	(KL/日)										
	④月最大変動係数	1.52	1.52	1.52	1.52	1.52	1.52	1.52	1.52	1.52	1.52
	(KL/日)										
	⑤単独浄化槽投入量(③×④)	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19
	(人)										
	⑥非水洗化人口	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56
	(L/人日)										
	⑦収集し尿量原単位	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2
	(KL/日)										
	⑧し尿量(⑥×⑦)	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18
	(KL/日)										
	⑨仮設し尿量	0.37	0.37	0.37	0.37	0.37	0.37	0.37	0.37	0.37	0.37
	(KL/日)										
	⑩し尿量計(⑧+⑨)	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55
	(KL/日)										
	⑪計画月最大変動係数	1.52	1.52	1.52	1.52	1.52	1.52	1.52	1.52	1.52	1.52
	(KL/日)										
	⑫し尿投入量(⑩×⑪)	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83
	(KL/日)										
	⑬合計：し尿等投入量(⑫+⑬)	1.02	1.02	1.02	1.02	1.02	1.02	1.02	1.02	1.02	1.02
	(KL/日)										

2) し尿等性状（水質）値の将来予測

し尿等処理施設の設計要領である「汚泥再生処理センター等施設整備事業計画 設計要領 2006改訂版（社団法人全国都市清掃会議）」では、し尿等の性状値の設定は原則として実態調査から得られた統計処理数値（平均値等）を用い、やむを得ず標準値の数値を参考にする場合には以下の a～d の方法を組み合わせて検討することを推奨している。

- a. 実態調査の平均値や範囲と標準値（平均、中央、標準偏差）の値を比較し、近似値を採用する。この場合、BOD や COD という項目にはそれぞれ相関があるので、項目により超過確率の値を変えることは好ましくない。
- b. し尿のようにばらつきが大きい場合は、50%超過確率値を採用する。
- c. 浄化槽汚泥のようにデータが比較的ばらついている場合は、75%超過確率値を採用する。
- d. 浄化槽汚泥であっても、変動要因が少ない場合（浄化槽の型式が偏っている場合、清掃頻度が徹底されている場合等）や、処理施設において容量の大きな浄化槽汚泥貯留槽で質の均一化が望める場合には、50%超過確率値を採用する。

本市においてはし尿や浄化槽汚泥の性状（水質）に関する実績値がないことから、し尿については設計要領に示される 50%超過確率値、浄化槽汚泥については 75%超過確率値を採用することとする。

表 2-7-1-5 投入し尿及び投入浄化槽汚泥の性状採用値

単位：mg/L

	項目	平均値	中央値 (50%超過 確率値)	75%超過 確率値
投入し尿	BOD	7,800	7,300	10,000
	SS	8,300	8,300	11,000
	T-N	2,700	2,600	3,300
	T-P	350	310	450
投入 浄化槽汚泥	BOD	3,700	2,900	5,400
	SS	8,600	7,600	12,000
	T-N	800	620	1,200
	T-P	130	100	190

■：採用値

参考：「汚泥再生処理センター等施設整備事業計画・設計要領 2006改訂版」
社団法人全国都市清掃会議

(4) 浄水管理センターにおけるし尿等の受入処理フローの検討

1) 受入条件

浄水管理センターでのし尿等の受入における条件を以下に示す。

① 浄水管理センター（下水由来：計画汚水量（日最大）：30,000m³/日[※]）

BOD	流入水質：230mg/L（計画値） 負荷量：230mg/L×30,000m ³ /日=6,900kg/日
SS	流入水質：230mg/L（計画値） 負荷量：230mg/L×30,000m ³ /日=6,900kg/日
T-N	流入水質：30.5mg/L（H22～R1 実績平均） 負荷量：30.5mg/L×30,000m ³ /日=915kg/日
T-P	流入水質：3.3mg/L（H22～R1 実績平均） 負荷量：3.3mg/L×30,000m ³ /日=99kg/日

※計画汚水量（日最大）は全体計画（令和22年度）で28,100m³/日、事業計画（令和9年度）で30,000m³/日である。施設容量に対する安全側を考慮し、以降の検討では30,000m³/日を用いることとする。

② 投入し尿（投入量：0.83m³/日（=0.83kL/日））

BOD	投入性状：7,300mg/L（投入し尿の50%超過確率値） 負荷量：7,300mg/L×0.83m ³ /日=6.059kg/日
SS	投入性状：8,300mg/L（投入し尿の50%超過確率値） 負荷量：8,300mg/L×0.83m ³ /日=6.889kg/日
T-N	投入性状：2,600mg/L（投入し尿の50%超過確率値） 負荷量：2,600mg/L×0.83m ³ /日=2.158kg/日
T-P	投入性状：310mg/L（投入し尿の50%超過確率値） 負荷量：310mg/L×0.83m ³ /日=0.2573kg/日

③ 投入浄化槽汚泥（投入量：0.19m³/日（=0.19kL/日））

BOD	投入性状：5,400mg/L（における投入浄化槽汚泥の75%超過確率値） 負荷量：5,400mg/L×0.19m ³ /日=1.026kg/日
SS	投入性状：12,000mg/L（における投入浄化槽汚泥の75%超過確率値） 負荷量：12,000mg/L×0.19m ³ /日=2.280kg/日
T-N	投入性状：1,200mg/L（投入浄化槽汚泥の75%超過確率値） 負荷量：1,200mg/L×0.19m ³ /日=0.228kg/日
T-P	投入性状：190mg/L（投入浄化槽汚泥の75%超過確率値）

負荷量 : $190\text{mg/L} \times 0.19\text{m}^3/\text{日} = 0.0361\text{kg}/\text{日}$

④ 投入し尿・浄化槽汚泥 (投入量 : $1.02\text{m}^3/\text{日}$ ($=0.83\text{m}^3/\text{日}+0.19\text{m}^3/\text{日}$))

BOD 投入性状 : $7.085\text{kg}/\text{日} \div 1.02\text{m}^3/\text{日} = 6,946\text{mg}/\text{L}$

負荷量 : $6.059\text{kg}/\text{日} + 1.026\text{kg}/\text{日} = 7.085\text{kg}/\text{日}$ (②+③)

SS 投入性状 : $9.169\text{kg}/\text{日} \div 1.02\text{m}^3/\text{日} = 8,989\text{mg}/\text{L}$

負荷量 : $6.889\text{kg}/\text{日} + 2.280\text{kg}/\text{日} = 9.169\text{kg}/\text{日}$ (②+③)

T-N 投入性状 : $2.386\text{kg}/\text{日} \div 1.02\text{m}^3/\text{日} = 2,339\text{mg}/\text{L}$

負荷量 : $2.158\text{kg}/\text{日} + 0.228\text{kg}/\text{日} = 2.386\text{kg}/\text{日}$ (②+③)

T-P 投入性状 : $0.2934\text{kg}/\text{日} \div 1.02\text{m}^3/\text{日} = 288\text{mg}/\text{L}$

負荷量 : $0.2573\text{kg}/\text{日} + 0.0361\text{kg}/\text{日} = 0.2934\text{kg}/\text{日}$ (②+③)

⑤ 浄水管理センター (下水①+し尿等④ : 計画汚水量 (日最大) : $30,000\text{m}^3/\text{日}$)

(し尿等を水処理への投入することを想定した場合)

BOD 混合性状 : $6,907.085\text{kg}/\text{日} \div 30,000\text{m}^3/\text{日} = 230.2\text{mg}/\text{L} \doteq 230\text{mg}/\text{L}$

混合負荷量 : $6,900\text{kg}/\text{日} + 7.085\text{kg}/\text{日} = 6,907.085\text{kg}/\text{日}$ (①+④)

SS 混合性状 : $6,909.169\text{kg}/\text{日} \div 30,000\text{m}^3/\text{日} = 230.3\text{mg}/\text{L} \doteq 230\text{mg}/\text{L}$

混合負荷量 : $6,900\text{kg}/\text{日} + 9.169\text{kg}/\text{日} = 6,909.169\text{kg}/\text{日}$ (①+④)

T-N 混合性状 : $917.386\text{kg}/\text{日} \div 30,000\text{m}^3/\text{日} = 30.58\text{mg}/\text{L} \doteq 30.6\text{mg}/\text{L}$

混合負荷量 : $915\text{kg}/\text{日} + 2.386\text{kg}/\text{日} = 917.386\text{kg}/\text{日}$ (①+④)

T-P 混合性状 : $99.2934\text{kg}/\text{日} \div 30,000\text{m}^3/\text{日} = 3.310\text{mg}/\text{L} \doteq 3.3\text{mg}/\text{L}$

混合負荷量 : $99\text{kg}/\text{日} + 0.2934\text{kg}/\text{日} = 99.2934\text{kg}/\text{日}$ (①+④)

2) し尿等の投入方法について

し尿等を下水道に投入する場合、一般に3つの方法に大まかに分類できる。それぞれの方法について、概要を以下に整理する。

<方法1：水処理へ投入（処理場内）>

- し尿等の受入施設を設置し、処理場内の水処理へ投入する方法である。本市浄水管理センターの場合、処理場敷地内の分水マスへの投入が考えられる。
- し尿等は分水マスを経て3系統へ分配される。
- 処理場内の受入施設にし尿等を投入する場合は、処理場外の下水道管渠へ投入する方法2とは異なり、下水道法における除害施設設置基準（BOD：600mg/L以下、SS：600mg/L）までの希釈投入は不要となる。したがって、し尿等の希釈水確保や希釈設備も不要である。
- 水処理に投入することでし尿等も生物処理過程を経るため、し尿等に由来する汚泥も下水由来の汚泥と同様に性状が安定する。そのため、汚泥処理へ投入するケース方法3と比較して、臭気による周辺からの苦情発生の懸念も小さい。
- 処理場周辺をバキューム車が頻繁に通ることになるため、周辺住民からの新たな苦情が発生する可能性がある。事業着手に先立って、周辺住民の合意を得ておく必要がある。

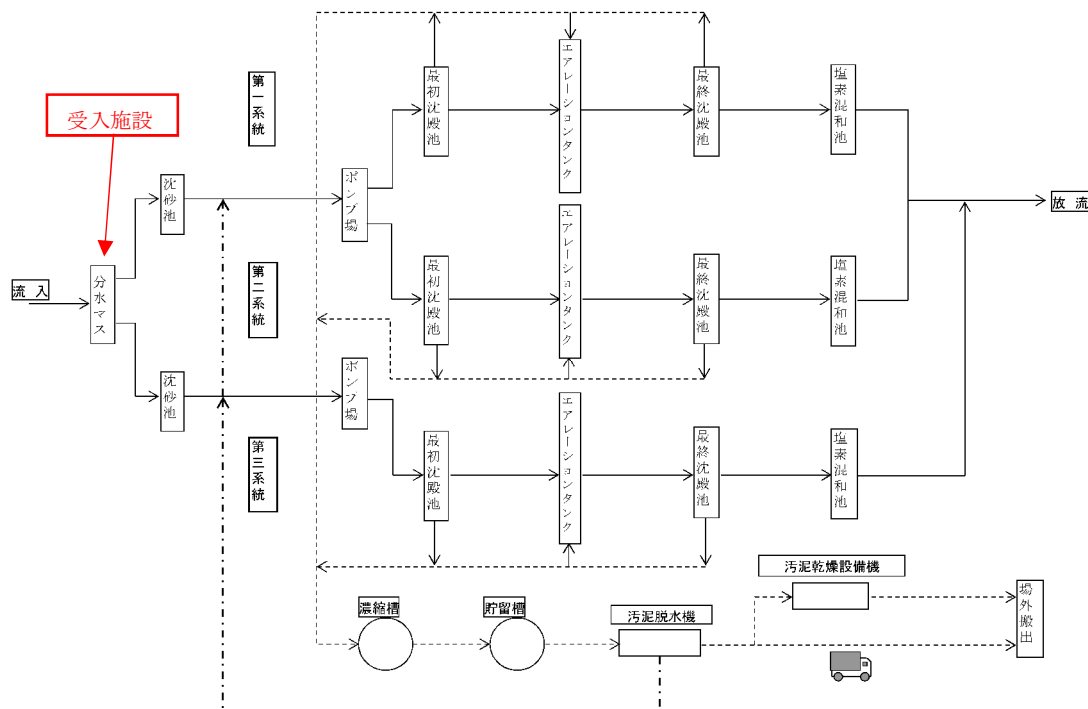


図 2-7-1-3 し尿等の投入箇所（方法1：水処理へ投入（処理場内））

<方法2：水処理へ投入（処理場外の下水道管渠へ投入）>

- し尿等の受入施設を処理場外に設置し、下水道管渠へ投入する方法である。
- し尿等は分水マスを経て3系統へ分配される。
- 処理場内の受入施設にし尿等を投入する場合（方法1）とは異なり、下水道法における除害施設設置基準（BOD：600mg/L以下、SS：600mg/L）まで希釈して投入する必要がある。したがって、し尿等の希釈水確保や希釈設備も必要となる。
- し尿等も水処理による生物処理過程を経るため、し尿等に由来する汚泥の性状も下水由来の汚泥と同様に性状が安定する。そのため、汚泥処理へ投入する方法3と比較して、周辺への臭気問題発生の懸念も小さい。
- 受入施設設置箇所の周辺住民からの新たな苦情が発生する可能性がある。事業着手に先立って、周辺住民の合意を得ておく必要がある。

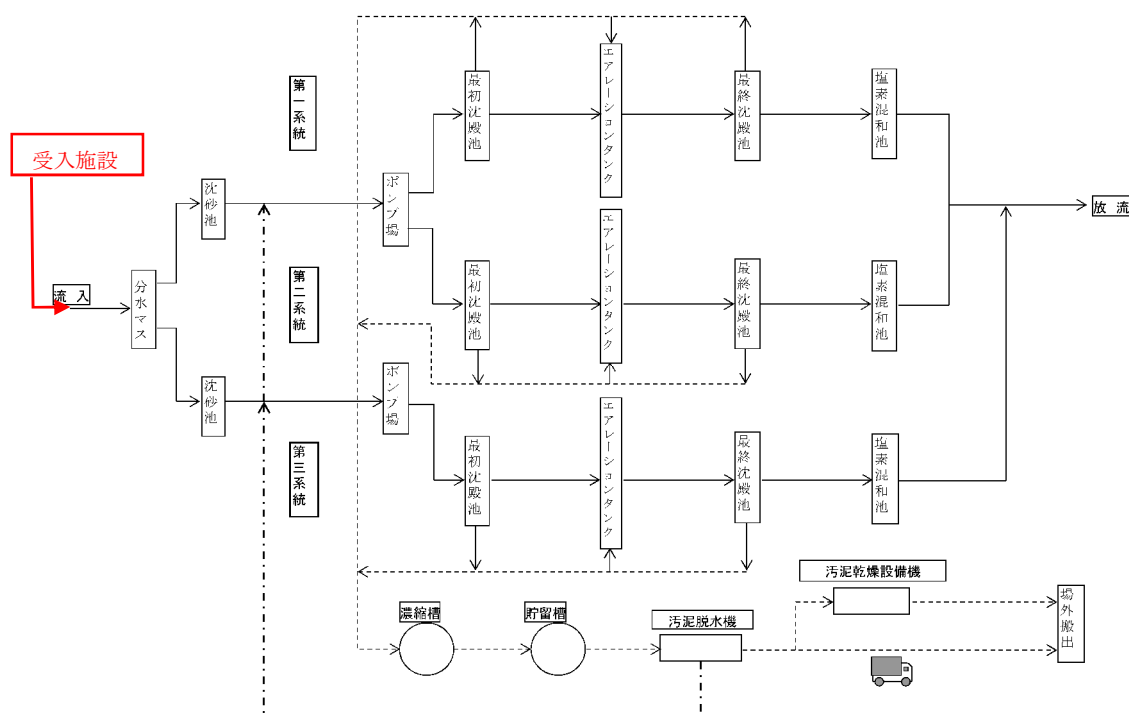


図 2-7-1-4 し尿等の投入箇所（方法2：水処理へ投入（処理場外））

<方法3：汚泥処理へ投入>

- し尿等の受入施設を処理場内に設置し、汚泥処理（濃縮槽）へ投入する方法である。
- し尿等が水処理による生物処理過程を経ないため、し尿等由来の汚泥性状が安定せず、脱水ケーキの臭気悪化が想定され、周辺への臭気問題発生も懸念される。

- 処理場周辺をバキューム車が頻繁に通ることになる。周辺住民からの新たな苦情が発生する可能性がある。事業着手に先立って、周辺住民の合意を得ておく必要がある。

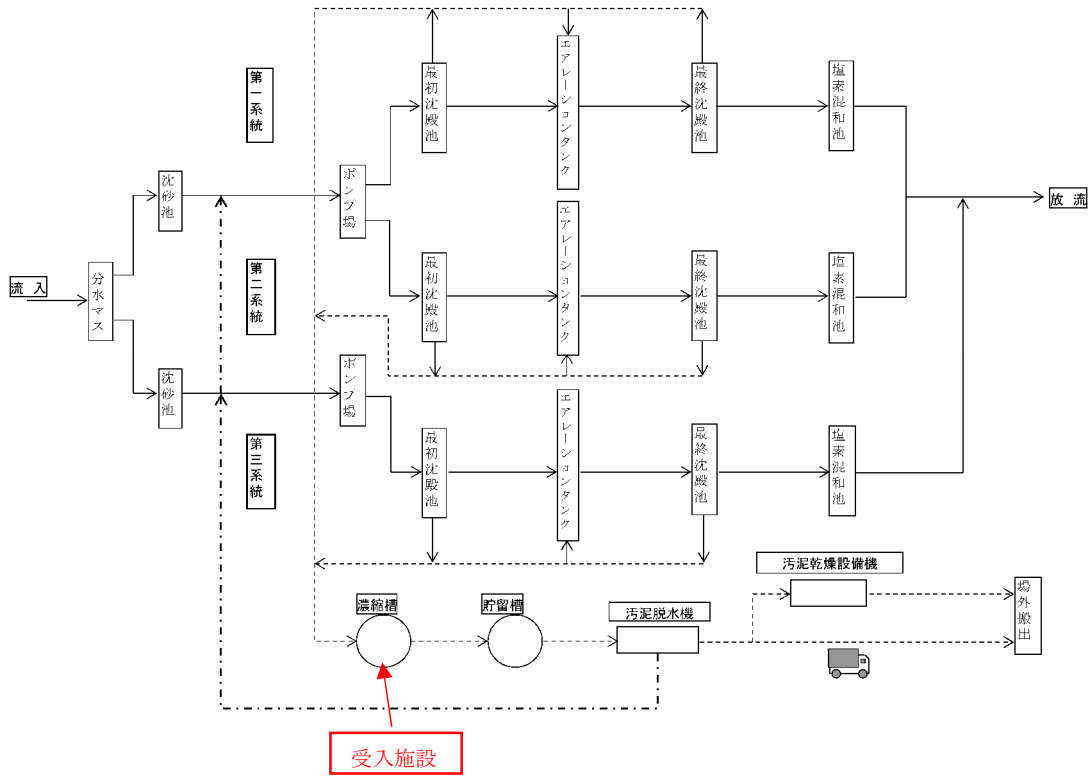


図 2-7-1-5 し尿等の投入箇所（方法 3：汚泥処理へ投入（処理場内））

3) し尿等の受入処理方法の最適案について

次表に方法 1～方法 3 のし尿等投入方法の比較表を示す。「方法 1：水処理へ投入（処理場内）」が最適案と考えられる。

表 2-7-1-6 投入し尿および投入浄化槽汚泥の性状採用値

		方法 1	方法 2	方法 3
方法		水処理へ投入（浄水管理センター内）	水処理へ投入（浄水管理センター外の下水道管渠へ投入）	汚泥処理へ投入（浄水管理センター内）
投入箇所		分水マス	下水道管渠	汚泥濃縮槽
希釈の要否		不要 ◎	除害施設設置基準（BOD：600mg/L、SS：600mg/L）まで希釈。 △	不要 ◎
新たな用地の要否		不要 ◎	処理場外受入施設のための新たな用地が必要。 △	不要 ◎
処理水質への影響		浄水管理センター流入水量に対してし尿等投入量はわずか。処理水質悪化リスクはほとんどない。 ◎	同左 ◎	同左 ◎
汚泥処理への影響		し尿等が水処理による生物処理過程を経るため、し尿等由来の汚泥も下水由来の汚泥と同様に性状が安定し、汚泥処理への影響はほとんどない。 ◎	同左 ◎	し尿等を直接汚泥処理するため、汚泥処理に悪影響を与える可能性が高い。脱水ケーキの臭気悪化に伴い、周辺住民からの苦情発生の懸念もある。 △
経済性		・し尿等受入施設の増設 ○	・し尿等受入施設（浄水管理センター外）の増設（用地も） ・希釈施設の増設 ・希釈水の確保 △	・し尿等受入施設 ・脱臭設備の能力増強 △
その他の懸念事項		バキューム車が浄水管理センターに将来的に 6 台/月程度*アクセスするようになる。住民説明会等を行い、事前に合意を得ておく必要がある。 ※「浄水管理センターの周辺住民との事前の合意形成」 (P25)参照 △	バキューム車が浄水管理センターに将来的に 6 台/月程度*アクセスするようになる。住民説明会等を行い、事前に合意を得ておく必要がある。 ※「浄水管理センターの周辺住民との事前の合意形成」 (P25)参照 △	バキューム車が浄水管理センターに将来的に 6 台/月程度*アクセスするようになる。住民説明会等を行い、事前に合意を得ておく必要がある。 ※「浄水管理センターの周辺住民との事前の合意形成」 (P25)参照 △
総合評価		水処理や汚泥処理への影響が小さい。増設施設が少なく、経済的にも最も有利である。 ◎	水処理や汚泥処理への影響が小さい。一方で、増設施設が多く、経済的には最も不利。 △	汚泥処理への影響が大きい。増設施設は 2 番目に多く、方法 1 と比較して経済的に不利。 ○

4) 配置検討

「方法1：水処理へ投入（処理場内）」においては、し尿等受入施設を分水マス周辺に配置する。

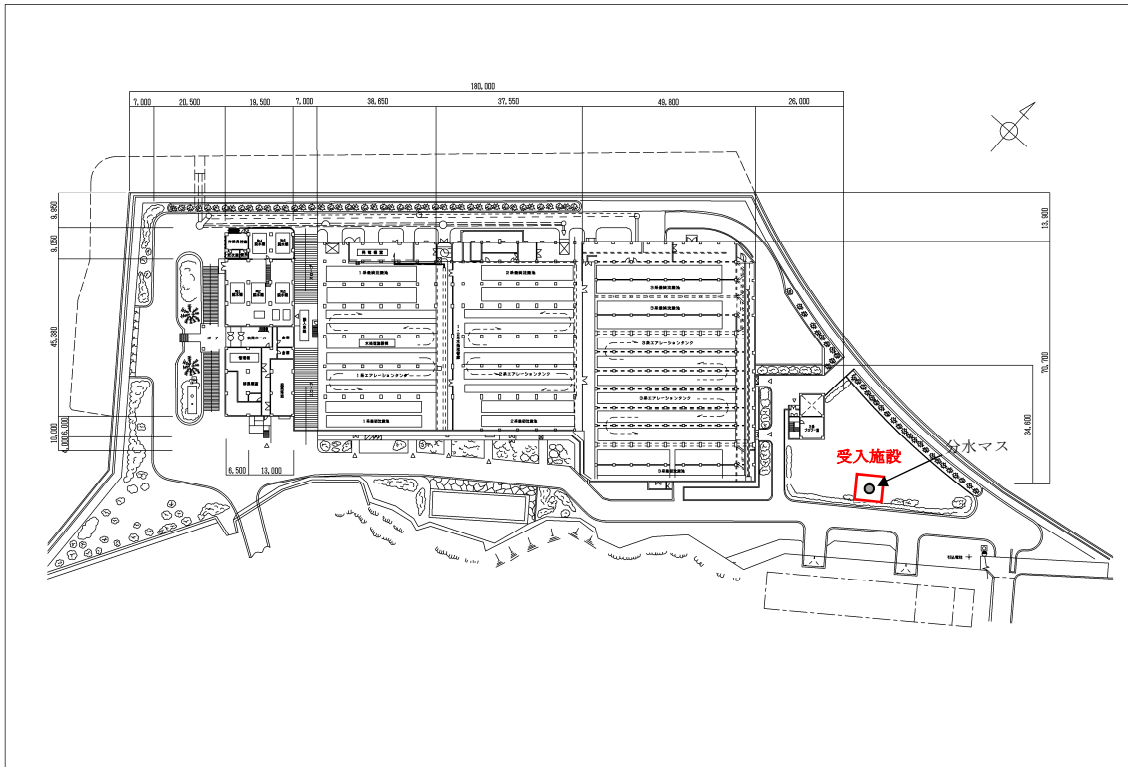


図 2-7-1-6 し尿等受入施設の配置案

5) 概算事業費

もっとも有効と考えられる「方法1：水処理へ投入（処理場内）」において必要となるのはし尿等受入施設の増設となる。概算事業費（建設費、建設費年価、維持管理費）について、以下にまとめる。

表 2-7-1-7 し尿等受入施設に関わる概算事業費

	工種	単位	方法 1 水処理へ投入	備考
① 建設費	機械設備	百万円	160	$Y(\text{百万円})=108.6/93.5 \times 137.2 \times Q^{0.195}$ Q: し尿等処理量(kL/日) (出典 1、出典 2)
	電気設備	百万円	43	$Y(\text{百万円})=108.6/93.5 \times 36.5 \times Q^{0.232}$ Q: し尿等処理量(kL/日) (出典 1、出典 2)
	土木・建築	百万円	136	$Y(\text{百万円})=108.6/93.5 \times 117.2 \times Q^{0.111}$ Q: し尿等処理量(kL/日) (出典 1、出典 2)
	計	百万円	339	建設工事費デフレーター H22年度:93.5、R2年度:108.6
② 建設費 (年 価)	機械設備	百万円/年	8.00	・耐用年数を機械:20年、電気:15年、土木・建築:40年とする(出典 1、出典 2)
	電気設備	百万円/年	2.87	
	土木・建築	百万円/年	3.40	
	計	百万円/年	14.27	
③ 維持 管理 費	消費電力量	MWh/年	230	$Y(\text{MWh/年})=230 \times Q^{0.949}$ Q: し尿等処理量(kL/日) (出典 1、出典 2)
	電気代	百万円/年	3.72	16.16円/KWh(東京電力、高圧電力(契約電力500kW以上)を想定)
	補修費	百万円/年	3.56	$Y(\text{百万円/年})=108.6/93.5 \times 3.05 \times Q^{0.195}$ Q: し尿等処理量(kL/日) (出典 1、出典 2)
	計	百万円/年	7.28	建設工事費デフレーター H22年度:93.5、R2年度:108.6
		百万円/年	21.55	

※出典 1: 「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(H23.3)」(財)下水道新技術推進機構
 ※出典 2: 「下水汚泥エネルギー化技術ガイドライン(H30.1)」国土交通省 水管理・国土保全局下水道部
 (出典 2 を出典 1 を根拠としており、両者に記載されている費用関数は同等のものである。)
 ※費用関数を用いたものはデフレーターを乗じた値としている。

なお、上表に示す費用関数については、「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(H23.3)」において以下①の記載があり、費用関数の内訳(機械設備、電気設備の構成)も明確ではない。しかしながら、以下②の記載もあり、費用関数はし尿処理施設における一般的なし尿等受入施設の構成を前提として作成されたものであると想定される。

<「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(H23.3)」(P69)における記載①>
 ここに示した費用関数は、各メーカーの実績等を元に作成したもので、設備仕様等を統一して作成したものではありません。したがって、設備の仕様等条件によっては、実際の施設建設コストと大きく差が出る可能性があります。このため、この費用関数は概算の経済性検討に使用するものとし、取り扱いには十分注意してください。

<「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(H23.3)」(P66)における記載②>
 し尿(特に汲取りし尿)については、きょう雑物を多く含んでおり、し尿処理施設においてもスクリーン設備、破碎機等による前処理が行われている。下水道施設にし尿を受け入れるにあたっては、場内配管、ポンプ等の閉塞や摩耗を防止するため、し尿処理施設と同程度の前処理は必要である。過去の事例では、し尿処理施設の前処理設備をそのまま、あるいは改築して使用した例や、し尿処理施設を全廃する場合には、下水処理施設内に新たに前処理設備を含む投入施設を設置した例もある。ただし、いずれの場合においても、し尿に起因する臭気への対策が必要となる。

6) し尿等受入れ施設の構成概要

し尿等受入施設は一般に以下の施設から構成される。それぞれの施設の要否や計画諸元等については、浄水管理センターにおけるし尿等投入処理計画が具体化した際に改めて検討することが望ましい。

計量機	計量機（トラックスケール）は、搬入されるし尿等の量を正確に把握して施設の管理を合理的に行う目的で設置されるものである。
受入室	受入室はし尿等搬入車が支障なく通行できるようにするとともに、臭気が外部へ飛散することを防止する目的で設置されるものである。搬入車の通行形態により通り抜け式とスイッチバック式がある。
受入口	し尿等搬入車からし尿等を受入るための接続口であり、臭気対策を考慮した構造とする必要がある。
受入槽	収集し尿等の中には、土砂、石、金属片等が混入している場合があり、以後の処理を円滑にするために、これらを取り除く必要がある。土砂類を取り除くために沈砂槽・受入槽及び沈砂除去装置を設けることが必要である。
破砕機	収集し尿等には紙類、プラスチック類、下着、雑布、脱脂綿等の繊維類などの異物が混入している場合がある。これらを十分に除去しないと管理面で重大な支障をきたすため、破砕装置を設ける必要がある。
きょう雑物除去施設	きょう雑物除去装置はし尿等に含まれるきょう雑物や油分を除去し、後段での処理の円滑化を図ることを目的として設置される。
貯留槽	貯留槽は破砕あるいはきょう雑物除去後のし尿等を次の処理工程に投入する前にいったん貯留し、これらの性状の平準化及び処理量の調整を図ることを目的として設置される。

(5) し尿等投入の可能性について

浄水管理センターの計画汚水量（日最大）は全体計画値（令和22年度）で28,100m³/日、下水道事業計画値（令和9年度）で30,000m³/日である。それに対し、本市において発生するし尿・浄化槽汚泥量は令和32年度計画値で1.02m³/日となった。し尿等量は計画汚水量の0.01%にも満たないことから、浄水管理センターでのし尿等の受入処理は十分に可能と考えられる。一方で、解決すべき課題としては、以下が挙げられる。

① 浄水管理センターの周辺住民との事前の合意形成

浄水管理センターにおいてし尿等を受入れる場合、バキューム車が処理場に入出入りすることになる。平成24～29年度に本市浄水管理センター（し尿処理施設）へ搬入されたし尿等量の年間合計は295～370kL/年であり、将来量は200kL/年（=0.55kL/日×365日/

年)と設定されている。

中型バキューム車(容量3kL/台を想定)による搬入を仮定した場合、搬入台数はH24～H29年度で少なくとも9～11台/月であり、その後し尿等量の減少により徐々に減り、将来的には6台/月程度となることが想定される。

いずれにしても、これまでなかったバキューム車が処理場周辺を往来することになるため、地元住民からの反対も予想される。事業着手に先立ち、住民説明等を行い十分な合意形成を図るなど、慎重な対応が求められる。

②し尿等受入れに伴う臭気発生に対する住民苦情の懸念

浄水管理センターでは現状、周辺への臭気漏れ防止のため以下の対応を行っている。

- ・ホッパ専用の脱臭設備を設置する。
- ・ホッパからトラックに載せる際に、消臭剤をかなり散布している。

浄水管理センターでは夏場と冬場で消臭剤の量を変えているが、冬場の量にした際に周辺住民から苦情が出たこともあることもあった。浄水管理センター周辺の住民は臭気漏れに対して非常に厳しい意見を持っているといえる。

そのため、浄水管理センターにおいてし尿等受入れをすることになった場合には、臭気対策は万全にしなくてはならず、周辺住民との合意形成を図れるか否かを左右する要素であり、重要な課題のひとつといえる。

③し尿等受入れに伴う活性汚泥への悪影響の懸念

葉山浄化センターでは、過去にし尿等を投入したことで活性汚泥が死滅したことがあった。葉山浄化センターにおける計画日最大汚水量は14,100 m³/日であり、し尿等受入量は26 kL/日(令和元年度実績)である。一方で、今回検討における浄水管理センターの計画日最大汚水量は30,000 m³/日であり、し尿等受入量の計画値は1.02 kL/日(令和12年度以降の計画値)である。

葉山浄化センターにおけるし尿等受入の割合が約0.2%であるのに対し、浄水管理センターにおけるし尿等受入計画値の割合は約0.003%と非常に低いが、活性汚泥の死滅は浄水管理センターの運転に重大な影響を与えてしまうことから、慎重に検討をすべき課題といえる。

④し尿等受入れに伴う処理水の色度への影響

一般的な下水処理(標準活性汚泥法)では、し尿や汚水に含まれる色度について低減させることができない。通常の下水の色度は30～50程度とされているのに対し、し尿の色度は7,000という文献もあるため、汚水に対するし尿等の受入割合が大きい場合は、処理水の色度悪化が懸念される。

前述したように、浄水管理センターにおけるし尿等受入計画値は非常に低いため（約 0.003%）、し尿等受入れに伴う処理水の色度変化はほとんどないと予想されるが、慎重に検討をすべき課題といえる。

2-7-2 一般廃棄物と下水汚泥の共同処理の可能性

(1) 検討の目的

現在、逗子市では、都市ごみ（一般廃棄物）は逗子市環境クリーンセンターにおいて焼却処理を行い、浄水管理センターから発生する下水汚泥（脱水ケーキ、産業廃棄物）は場外搬出している。

一方、廃棄物の処理及び清掃に関する法律第11条第2項では、「市町村は、単独に又は共同して、一般廃棄物とあわせて処理することができる産業廃棄物その他市町村が処理することが必要であると認める産業廃棄物の処理をその事務として行なうことができる。」と「合わせ産業廃棄物処理」が認められ、これを受けて下水汚泥を都市ごみと混焼する自治体も見られる[※]。

混焼の一般的な効果としては、下水汚泥の焼却炉が不要になることや下水汚泥の減量化に伴う処分費の低減、高質ごみに偏る傾向の緩和、リサイクルの効率化、生ごみと下水汚泥を混合メタン発酵し発酵残渣を混焼する場合には、発生するメタンガスを用いた発電等による電力費削減や環境負荷低減等が挙げられる。

本検討においては、浄水管理センターから発生する汚泥を、逗子市における都市ごみとの共同処理に関する実現可能性やメリット・デメリットを整理する。また、共同処理に当たっての検討課題を整理する。

※平成9年12月17日付で建設省都市局下水道部から事務連絡も出されている（次ページ参照）。

(参考)

事務連絡
平成9年12月17日

都道府県下水道担当課長
政令市下水道管理担当部長 殿

建設省都市局下水道部
下水道企画課下水道管理指導室
課長補佐 山田 繁
公共下水道課
課長補佐 榊原 隆

下水汚泥と一般廃棄物との混焼に関する取り扱いについて

標記に関し、廃棄物の処理及び清掃に関する法律施行令の一部を改正する政令（平成9年政令第269号）および廃棄物の処理及び清掃に関する法律施行規則の一部を改正する省令（平成9年厚生省令第65号）の施行運用通知（平成9年9月30日付け衛環第251号）が厚生省より別紙写しの通り発出されたところである。

この中で、下水汚泥と一般廃棄物との混焼に関しては、下記の通り取り扱うこととされているので了知されたい。

なお、都道府県におかれては、貴管下市町村（政令市を除く）に対してもこの旨周知徹底方よ

ろしく願います。

記

1 廃棄物の処理及び清掃に関する法律第9条の3第1項に基づき、一般廃棄物処理施設の届出がなされた焼却施設において、同法第10条第2項に基づき、下水汚泥を処理することができるが、この際、産業廃棄物処理施設としての許可は不要であること。

2 上記1で焼却した焼却灰については、同法第9条の3第1項に基づく届出がなされた一般廃棄物最終処分場への持ち込みが可能であること。

衛 環 第 2 5 1 号
平成9年9月30日

写

各都道府県・政令市
廃棄物主管部（局）長 殿

厚生省生活衛生局
水道環境部環境整備課長

廃棄物の処理及び清掃に関する法律施行令の一部改正等について

廃棄物の処理及び清掃に関する法律施行令の一部を改正する政令（平成9年政令第269号。以下「改正政令」という。）及び廃棄物の処理及び清掃に関する法律施行規則の一部を改正する省令（平成9年厚生省令第65号。以下「改正省令」という。）の施行については、別途厚生省生活衛生局水道環境部長通知（平成9年9月30日付け衛環第250号）により指示されたところであるが、これらの運用に当たっては、下記の事項に留意の上、遺漏のないようにされたい。

記

第1～第4（略）

第5 一般廃棄物と産業廃棄物の混焼焼却施設の取扱いについて

法第9条の3第1項の届出がなされた施設において、法第10条第2項に基づき産業廃棄物を処理する場合にあっては、法第15条第1項の許可は必要ないものとする。

第6（略）

(2) 逗子市における都市ごみの焼却施設

1) 施設概要

逗子市における都市ごみの焼却施設の概要を以下に示す。

表 2-7-2-1 施設概要

施設名	逗子市環境クリーンセンター
所在地	逗子市池子 4 丁目 956 番地
処理能力	140t/日 (70t/日×2 基)
処理方式	全連続燃焼式ストーカ炉

表 2-7-2-2 焼却施設の処理内訳量

区 分	搬入者	処理量(t/年)	残渣量(t/年)	
燃やすごみ	収集	7,341	16,407	1,805
	許可業者 持込	2,600		
	粗大ごみ処理施設からの可燃物	市		
容器包装プラスチック選別施設からの可燃物	市	157		
ペットボトルストックヤード施設からの可燃物	市	43		
植木剪定枝資源化処理施設	市	3		
燃やすごみ	葉山町	5,547		

(注) 残渣は、全量外部での資源化又は埋立を行う。

出典：令和 3 年度 逗子市一般廃棄物処理実施計画

焼却残渣については、全量を外部委託で資源化または埋立を行っている。(1,805t/年)

2) 処理状況

月別の処理状況を次ページに示す。

表-2-7-2-3 処理状況等

焼却処分した一般廃棄物の種類及び処理量 (令和2年度)

項目	月												合計
	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	
一般廃棄物の種類	可燃ごみ	可燃ごみ	可燃ごみ	可燃ごみ	可燃ごみ	可燃ごみ	可燃ごみ	可燃ごみ	可燃ごみ	可燃ごみ	可燃ごみ	可燃ごみ	可燃ごみ
処理量(%)	1.316	1.446	1.349	1.931	1.275	1.468	1.423	1.013	1.554	1.249	1.297	1.547	16.868

※ 処理量(%)は焼却施設のごみクレーン荷重計による測定数値です。

燃焼ガス温度、集じん器入口燃焼ガス温度、排出ガス中の一酸化炭素濃度 (令和2年度)

種別	測定項目、単位及び測定場所	測定月												基準値
		4月平均	5月平均	6月平均	7月平均	8月平均	9月平均	10月平均	11月平均	12月平均	1月平均	2月平均	3月平均	
1号	燃焼ガス温度	949	959	959	948	945	947	950	-	951	944	965	946	800以上
	集じん器入口ガス	198	198	198	198	198	198	198	-	198	198	198	198	標々200以下
	一酸化炭素濃度	12	10	10	7	7	4	5	-	8	8	5	5	100以下
2号	燃焼ガス温度	941	944	943	928	932.5	930.5	934	936	933	936	948	941	800以上
	集じん器入口ガス	198	198	198	198	198	198	198	198	198	198	198	198	標々200以下
	一酸化炭素濃度	4	4	5	4	6.2	4.3	4.3	4	4.6	3	2	3	100以下

排出ガス中の硫黄酸化物量、ばいじん、塩化水素、窒素酸化物濃度 (令和2年度)

項目	測定日	報告日												基準値					
		4月30日	5月12日	5月14日	6月2日	7月20日	7月30日	8月28日	9月25日	10月23日	10月25日	11月25日	12月2日		12月24日	1月19日	1月19日	2月23日	3月9日
硫黄酸化物	Nm ³ /h	0.30	0.45	0.61	0.41	0.41	0.29	0.41	0.19	0.06	0.52	0.36	0.43	0.20	0.15	3.37			
ばいじん	g/Nm ³		0.001				0.010				0.00		0.001		0.15				
塩化水素	mg/Nm ³		180				33				130		83		700				
窒素酸化物	ppm		160				150				140		160		250				
試料採取場所		2号炉内	2号炉内	2号炉内	2号炉内	2号炉内	2号炉内	2号炉内	2号炉内	2号炉内	2号炉内	2号炉内	2号炉内	2号炉内	2号炉内	2号炉内	2号炉内	2号炉内	2号炉内
ダイオキシン類	測定日(稼働日)																		
	報告日																		
	NO _x -TEQ, Na _x																		

冷却設備及び排ガス処理設備にたい積したばいじんを除去した年月日 (令和2年度)

年月日	備考
令和2年11月10日	1号炉内排ガス処理設備
令和2年11月10日	1号炉内排ガス減温設備
令和2年11月19日	2号炉内排ガス減温設備
令和2年12月25日	2号炉内排ガス減温設備

出典：維持管理年報

(3) 逗子市における下水汚泥の処分

平成 22 年度から令和元年度までの 10 年間に於いて、浄水管理センターで発生する脱水ケーキ量は年平均 4,117t/年、含水率の年平均率は 74.7%、強熱減量の平均値は 87.4%である。

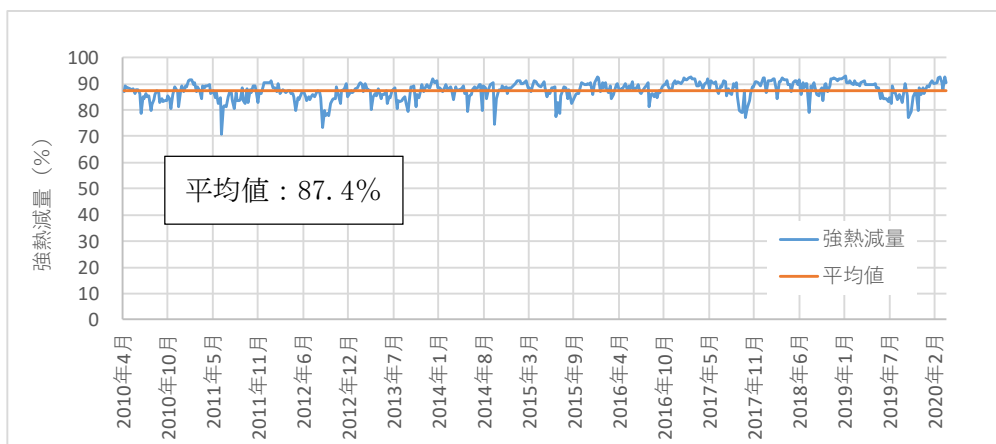
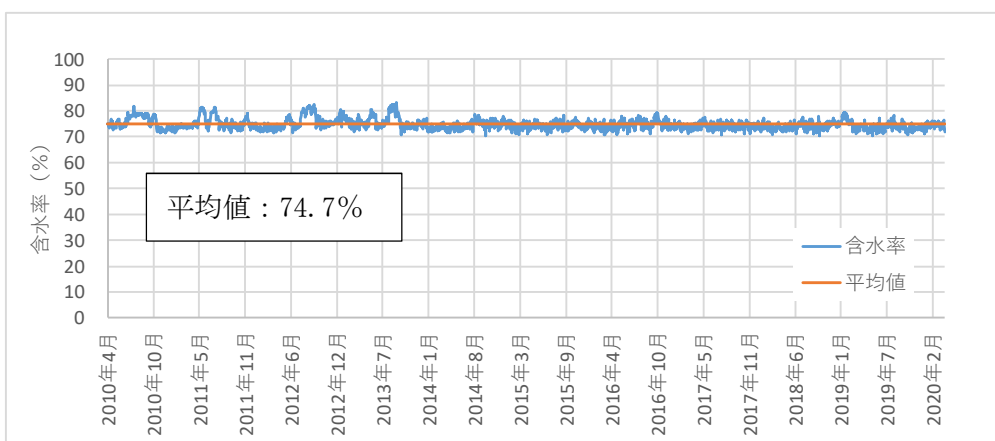
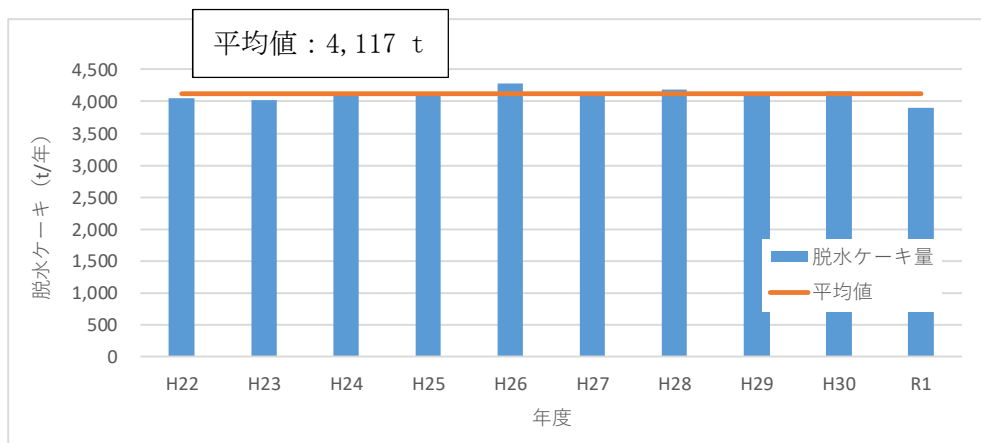


図 2-7-2-1 浄水管理センターで発生する脱水ケーキの状況

(4) 共同処理の可能性

1) 都市ごみ処理の計画

現在、逗子市では鎌倉市および葉山町と一般廃棄物の処理に関する広域化を進めている。「鎌倉市・逗子市・葉山町ごみ処理広域化実施計画 令和2年（2020年）8月」では、少なくとも令和11年度までは逗子市における都市ごみの焼却施設に余裕はない状態となることが示されている。

逗子市の既存焼却施設は、施設の老朽化を踏まえ、第Ⅱ期開始（令和7年度）から概ね10年間の稼働を計画している。

表 2-7-2-4 第Ⅱ期における焼却施設の状況

(単位: t)

	令和7年度 (2025年度)	令和9年度 (2027年度)	令和11年度 (2029年度)
逗子市・葉山町焼却量	11,086	10,380	9,935
鎌倉市焼却量	15,522	15,380	9,855
焼却量合計	26,608	25,760	19,790
逗子市焼却可能量	20,000		
他市町村との連携や民間処理活用による処理量	6,608	5,760	0

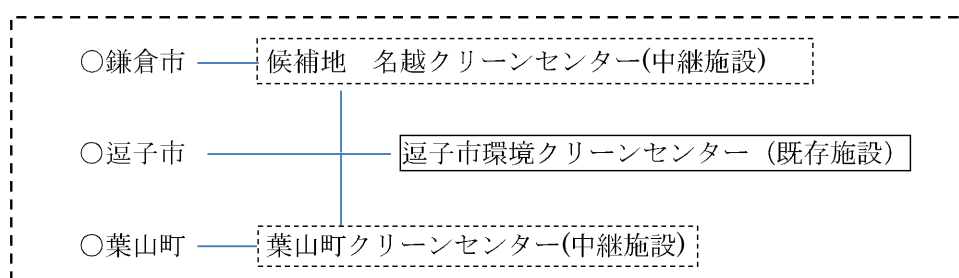


図 2-7-2-2 第Ⅱ期における焼却施設の整備方針

逗子市焼却施設稼働停止後の可燃ごみ処理については、「区域内での焼却施設建設」若しくは「区域外での処理」を位置づけ、広域化ブロック区割りの設定の見直し（拡大）および県内他市町村との連携も視野に入れつつ、民間の新技术による資源化手法を活用するなど、ゼロ・ウェイトを目指し更なるごみの資源化を進め、安定的なごみ処理を維持できるよう、計画期間内において、引き続き情報収集・研究・協議検討を重ねていくこととしている。

本検討は、上記の「ごみ処理広域化実施計画」が何らかの理由により計画が中断する場合や、第Ⅱ期以降に止むを得ず逗子市焼却施設を改築した場合において、一般廃棄物と下水汚泥の共同処理を行うことの可能性について整理・検討するものである。

2) 一般廃棄物と下水汚泥の混焼の可能性

①脱水汚泥の性状

「第 27 回廃棄物資源循環学会発表会企画セッション 平成 28 年 9 月 27 日 都市ごみ処理施設と下水処理施設の連携 都市ごみ処理施設における下水汚泥混焼の実績調査 川崎重工業(株) 三好裕司」では、下水汚泥との混焼実績がある都市ごみ処理施設へアンケート調査を行い、混焼率、混焼に当たっての留意点、混焼による影響等を整理している。アンケートは、77 施設に対して行い、その結果、汚泥の受入形態は、脱水汚泥：25 施設、乾燥汚泥：1 施設、不明：4 施設であった。脱水汚泥を受け入れている施設における脱水汚泥の性状を下表に示す。

逗子市における脱水ケーキの性状（含水率および強熱減量）は、アンケート回答の範囲に含まれ、平均的な値といえる。

表 2-7-2-5 アンケート調査回答における脱水汚泥の性状

	N数	単位	平均値	中央値	最大値	最小値
含水率	25	%	79	80	85	53
強熱減量	11	%DS	83	85	97	65
低位発熱量	12	MJ kg-wet	1.57	1.48	2.53	0.68

②都市ごみ焼却施設の種類

アンケート回答のうち、逗子市と同様のストーカ炉は 7（回答数 60）施設であり、実績はあるもののそれ程数は多くない。

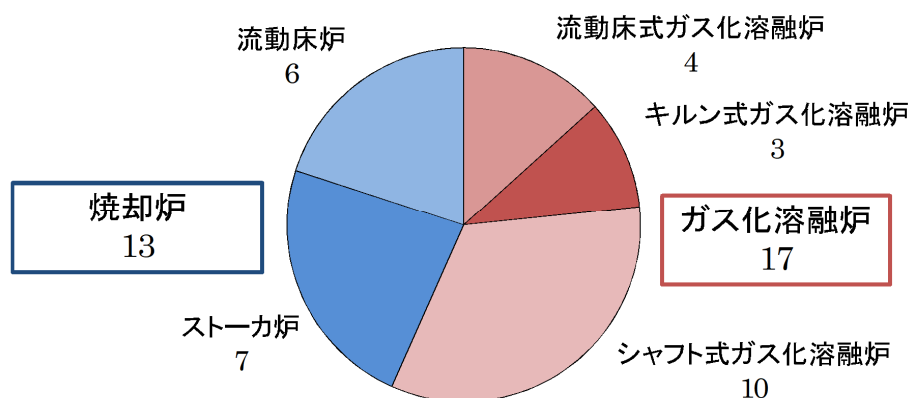


図 2-7-2-3 焼却施設の種類

③都市ごみ焼却施設の規模

混焼を行っているストーカ炉の平均施設規模は 381t/日であり、逗子市の 140t/日と比較すると、大きな施設で汚泥混焼はなされている。

表 2-7-2-6 焼却施設規模

形式		全国		アンケート結果
		施設数	平均施設規模 (t/day)	平均施設規模 (t/day)
焼却炉	ストーカ式	891	165.8	381.0
	流動床式	176	136.6	226.5
ガス化溶融炉	シャフト式	53	184.4	174.1
	流動床式	35	172.8	97.4
	キルン式	11	221.5	283.3

④混焼率

アンケート回答での混焼率は、6～9%の範囲に回答数が最も多かったが、ストーカ炉を含む焼却炉だけで見ると、3～6%も同程度である。

逗子市における下水汚泥の全量を混焼した場合の混焼率は20%となり、ストーカ炉での実績は存在しない。

$$4,117\text{t/年} \div (16,407\text{t/年} + 4,117\text{t/年}) \times 100\% = 20\%$$

下水汚泥量（脱水ケーキ）：図 2-7-2-1 の近年実績平均より

一般ごみ焼却量：表 2-7-2-2 の実績より

混焼率のヒストグラム(回答数:23施設)

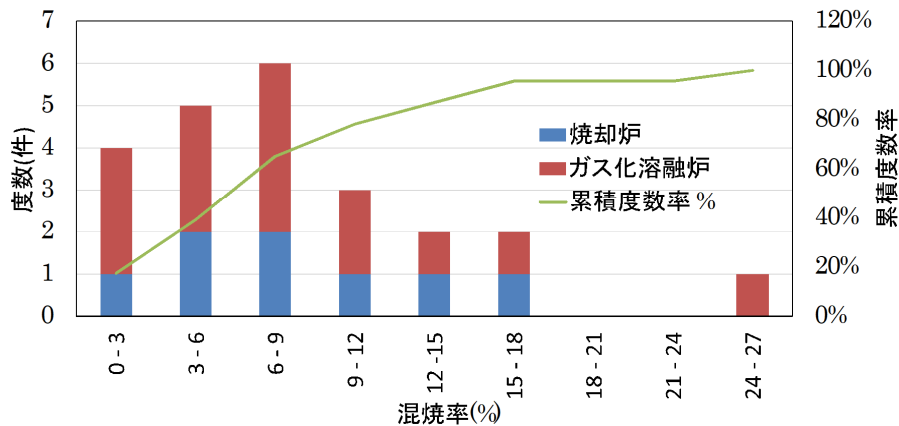


図 2-7-2-4 混焼率

⑤混焼のための投入方法および運転方法

都市ごみ単独との投入方法の違いとして、燃焼をし易くするための混合と均一化には留意している回答が多くみられる。

運転方法にはそれほどの違いはないようであるが、投入方法と合わせると、下水汚泥の乾燥は手法として挙げられる。

また、混焼のための専用設備として、供給用設備として専用ピット、専用ポンプ、スクリーコンベア、クレーンバケットを設けたケース（17 回答中 9 回答）、前処理設備として乾燥設備を設けたケースの回答があった（17 回答中 2 回答）。

表 2-7-2-7 都市ごみ単独との投入方法および運転方法の違い

都市ごみ単独との投入方法の違い
回答数:21件

都市ごみ単独との運転方法の違い
回答数:17件

内容	件数	内容	件数
従来どおり ピット内混合	12	特に配慮していない	11
ピット内混合 均一化に工夫	2	助燃バーナー、コークス増量 等	2
別々に投入 専用貯留槽→ポンプ	5	ストーカ速度低下等	2
施設内の乾燥機で乾燥させ、 コンベア経由でホッパへ	1	流動砂の増量	1
乾燥汚泥を受入 コンベア経由でホッパへ	1	汚泥の予備乾燥	1

⑥排ガス、灰組成への影響

排ガス、灰組成へ影響が生じた回答割合は低い。ただし、排ガスとして、SOx 増加、水分量増加、NOx 増加、混焼率が高い施設では主灰発生量、飛灰発生量が増加との回答は挙げられている。

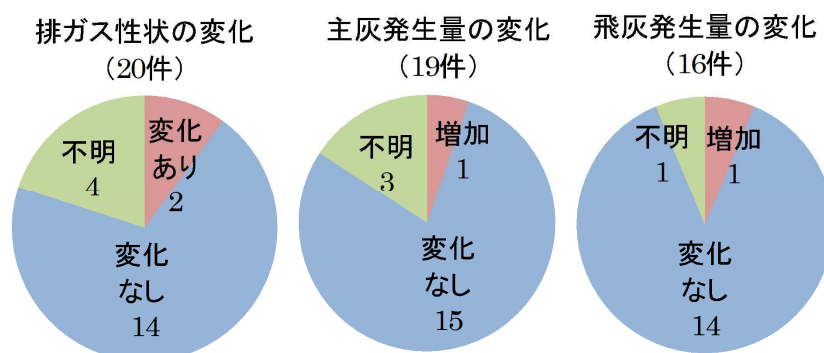


図 2-7-2-5 排ガス、灰組成への影響について

⑦メリット、デメリット

メリットとしては、下水汚泥処理費用の削減、下水汚泥の含水率が低いことによる温度調整が挙げられており、デメリットは排ガス量の増加、燃料費の増加、温度コントロールの難しさ、メンテナンス作業量の増加、供給側の作業量の増加、悪臭等、様々挙げられている。

表 2-7-2-8 混焼のメリットおよびデメリット

メリット
回答数:18件

内容	件数
特になし	4
連携処理することによる汚泥処理費用の削減	6
高質ごみに偏る傾向の緩和(温度調整など)	4
リサイクルの効率化や最終処分場への負荷削減(溶融)	4

デメリット
回答数:27件重複有り(18施設)

内容	件数
特になし	3
排ガス量の増加	1
燃料費の増加	9
温度コントロールが難しい	4
メンテナンスの作業量の増加	5
供給側の作業量の増加	4
悪臭	1

また、他にも下記のようなメリットも考えられる。

- 焼却処理施設の熱エネルギーを余熱による汚泥乾燥やメタン発酵槽の加温に利用することでランニングコストの低減に寄与する。
- 既存施設での焼却処理により、建設費や最終処分費、人件費の低減に繋がる。

⑧既存の都市ごみ処理施設能力を踏まえての考察

既存の都市ごみ処理施設における焼却保証範囲は次ページ(図 2-7-2-6)のとおりであり、高質ごみ時の発熱量 8,380kJ/kg を超える熱量となった場合には、焼却量を抑えることが必要となる。

1. 処理能力

1) 公称能力

指定されたごみ質の範囲(低質ごみ～高質ごみ)内で、1 炉当り 70ton/24h の処理能力を有するものとします。

2) 計画ごみ質

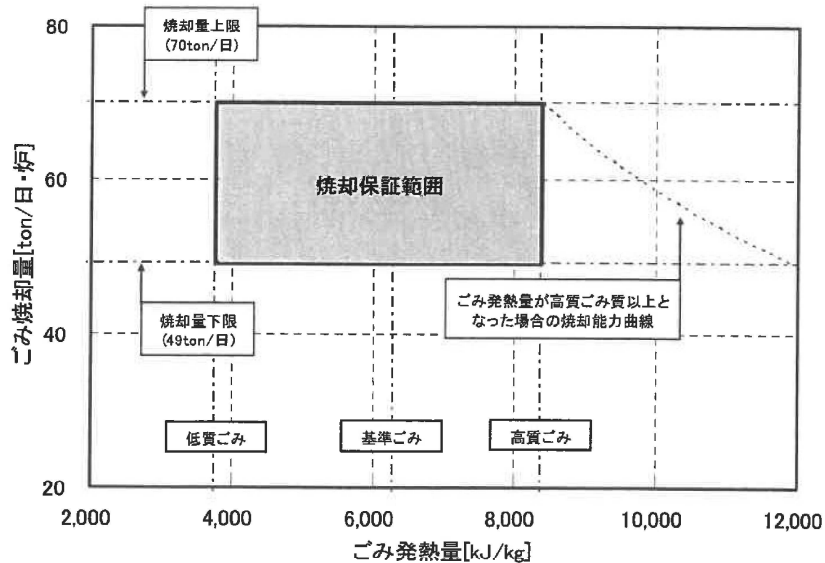
計画ごみ質は下記の通りとします。

項目		低質ごみ	基準ごみ	高質ごみ
水分	[%]	65.0	54.0	41.2
可燃分	[%]	25.0	35.0	41.3
灰分	[%]	10.0	11.0	17.5
低位発熱量	[kJ/kg]	3,770	6,290	8,380
	[kcal/kg]	900	1,500	2,000

3) 焼却保証範囲

焼却保証範囲は下記の通りとします。

施設へ搬入されるごみの低位発熱量が高質ごみ時の発熱量以上となる場合の焼却能力は、定格焼却量と高質ごみ時の発熱量を乗じることで求められるごみ燃焼発生熱量を上限とし、搬入されるごみの性状に応じて焼却量を抑える必要があります。(焼却能力曲線を参照ください。)



2. 炉数

70ton/24h × 2 炉

3. 炉形式

全連続燃焼式

出典：逗子市環境クリーンセンターごみ焼却施設期間改良工事 工事仕様書
 図 2-7-2-6 逗子市環境クリーンセンターごみ焼却施設的能力

下水汚泥を既存焼却炉に投入することの可否は、当初設計の性能保証条件の範囲外となるため、プラントメーカーによる影響検討、可能性または改造の必要性の判断等が原則となるが、本検討においては既存焼却炉への投入可能量の範囲で混焼した場合において想定される発熱量を試算し、可能性について簡易的な考察を行う。

【低位発熱量の試算】

$$\begin{aligned} H_h &= 4.186 \times (58.3V - 193) \\ &= 4.186 \times (58.3 \times 87.4 - 193) \\ &= 20,522 \text{ kJ/kg-DS} \end{aligned}$$

H_h : 高位発熱量 (kJ/kg-DS)

V : 強熱減量 (% DS) 前述の近年の実績平均より 87.4%

$$\begin{aligned} H_{ls} &= H_h - 4.186 \times 600 \times 9 \times H/100 \\ &= 20,522 - 4.186 \times 600 \times 9 \times 6.53 / 100 \\ &= 19,046 \text{ kJ/kg-DS} \end{aligned}$$

H_{ls} : 固形物ベースの低位発熱量 (kJ/kg-DS)

H : 汚泥固形分中の水素濃度 (% DS)

※の平均より 6.53% (5.52~7.18%、32 サンプル) とする。

※下水汚泥脱水ケーキの全国組成調査による有機物構成元素を中心とした変遷推定と高位発熱量の予測 下水道協会誌 Vol.54 No.659 2017/09

$$\begin{aligned} H_l &= (100 - W) / 100 \times H_{ls} - 4.186 \times 600 \times (W/100) \\ &= (100 - 74.7) / 100 \times 19,046 - 4.186 \times 600 \times (74.7 / 100) \\ &= 2,942 \text{ kJ/kg} \end{aligned}$$

H_l : 湿ベースの低位発熱量 (kJ/kg)

W : 含水率 (%) 前述の近年の実績平均より 74.7%

次に、既存焼却炉の能力一杯 (70t/日) を使用した場合の発熱量の試算を行う。下水汚泥の割合は 20%程度であるが、アンケート回答での混焼率は 6~9%の範囲であり、一般的にも 10%程度が上限と言われていることから、ここでは混焼率を 10%として、その時の発熱量を算出する。なお、この時の都市ごみの低位発熱量は基準ごみの値を用いて行う。

表 2-7-2-9 既存焼却炉の炉能力の範囲内で混焼した場合の低位発熱量の試算

	低位発熱量	処理量		合計低位発熱量	
	kJ/kg	t/日平均	t/年(参考)	MJ/日	kJ/kg
脱水ケーキ	2,942	7	2,555	20,594	
都市ごみ(基準ごみ)	6,290	63		396,270	
計		70		416,864	5,955

焼却炉は70t/日×2炉だが、1炉の点検や修繕中を考慮して1炉当たり処理量で評価した。

計算の結果、含水率の高い脱水ケーキを混ぜることで発熱量は低下するが、焼却保証範囲の中には収まる。ただし、都市ごみが低質ごみの場合には、さらに発熱量は低下するため注意が必要である。

また、混焼率を10%とする場合には、混焼を行う脱水ケーキ量は年間で2,555t/年程度となり、発生する脱水ケーキ全量(4,117t/年)の概ね60%程度となる。

⑨実現可能性および検討課題

逗子市の場合、都市ごみに対する下水汚泥(脱水ケーキ)量は20%となることから、全量を混焼することは困難と考えられる。一般的に、混焼率が大きくなると、火格子(ストーカ)の隙間から乾燥した汚泥がすり抜けて、灰として落下することで、灰の熱灼減量が大きくなる※おそれがあるため、注意が必要である。

※一般廃棄物処理施設の維持管理の技術上の基準(廃棄物の処理及び清掃に関する法律施行規則第四条の五 二のニ)では、「焼却灰の熱しゃく減量が10%以下となるように焼却すること」とされている。

一般的な混焼率の上限値程度であれば焼却炉の発熱量は焼却保証範囲の中には収まるものの、下水汚泥は含水率が高く、また成分の違いなどから、安定して焼却を行うためには、ピット内混合の均一化等に特に配慮が必要である。

なお、混焼率については、詳細はプラントメーカーへのヒアリング等も必要となるが、下水汚泥の割合が増すことで、排煙処理に与える影響や施設劣化に繋がる懸念があることから十分な注意が必要と考えられる。

一方で、逗子市では一定の性能基準を満たすディスポーザーシステムからの排水については下水道への接続を可能としていることから、今後、ディスポーザーシステムの普及とともに、都市ごみ内に含まれる厨芥が減少する可能性がある。厨芥の減少により都市ごみの高質化が著しく進む場合には、混焼により発熱量を抑制できる可能性はある。

なお、今後、混焼に向けて事業化を進める際には、プラントメーカーによる、実現可能性検討や影響検討等を詳細に行う必要がある。

3) その他の連携の可能性（下水汚泥と厨芥類の混合消化等）

混焼以外の下水汚泥と一般廃棄物の共同処理（連携方法）としては、混焼の他にも、発酵槽の統合、処理水の利用、熱の利用、蒸気の利用等が挙げられる。

本検討では、下水汚泥と一般廃棄物（生ごみ）をメタン発酵して発電する場合の環境負荷削減効果の試算を行う。

① 投入汚泥量、ガス発生量、発電量

下水汚泥の投入汚泥量は、固形物収支計算結果より 302t/日（1%濃度換算 302m³/日）、消化ガス発生量および発電量は、「2.7.3 再生可能エネルギーの導入可能性」における物質収支計算結果によると、汚泥処理の方式によって若干異なるが、消化ガス発生量は 2,800～3,000Nm³/日、有効発電量は 4,400～4,700kWh/日程度と想定される。

生ごみ量については、以下の通り設定する。

ア) 家庭系からの生ごみ量

「逗子市一般廃棄物処理基本計画 令和2年度」によると、令和6年度から令和12年度にかけて減少する計画となっており、令和12年度で 1,663t/年（=4.6t/日）であることからこれを用いる。

イ) 事業系からの食品廃棄物

事業系からのごみについては、2012年度から事業系のごみの収集を原則廃止し、自己搬入又は一般廃棄物収集運搬業者への委託となっている。

小規模な事業者は家庭系ごみステーションに排出することも可能であるが、事業主を含む従業者の総数が3人以下であること、食品廃棄物を排出しないこと、ごみ排出量が1日平均1kg以下であることが条件となっている。

このこともあり、事業系資源物とごみ（持込み）量は、市が処理するごみ量の約25%程度と低くなっている（「逗子市一般廃棄物処理基本計画 令和2年度」より、令和2年度実績で 4,574/18,350=25%）。

事業系のごみ量の割合が比較的低いこと、生ごみ量の実態が不明であることから、本検討では考慮しない。

ウ) 生ごみからのガス発生量および有効発電量

生ごみからのガス発生量および有効発電量を次表に示す。なお、生ごみの固形物濃度等の各種設定値は、「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 平成23年3月 財団法人下水道新技術推進機構」を基に算出した。

表 2-7-2-10 混合メタン発酵による発電量の試算（生ごみ分）

記号	項目			根拠	単位	生ごみ		
a	受入条件	受入	受入物	搬入量	設定値	t-wet/日	4.6	
b				異物量	a×A	t-wet/日	0.46	
c		消化タンク	投入物	湿重量	a-b	t-wet/日	4.14	
d				固形物量	c×B	t-DS/日	0.83	
e				水分量	c-d	t/日	3.31	
f				有機物量	d×C	t-VS/日	0.66	
A	計算条件	受入	受入物	異物割合	設定値	%	10	
B				投入物	固形物濃度(TS)	設定値	%-TS	20
C					有機物濃度(VS)	設定値	%	80
D		ガス発生	有機物分解率	設定値	%	80		
E			消化ガス転化量	設定値	Nm ³ /t-VS	740		
F			メタンガス低位発熱量	一般値	MJ/Nm ³	35.8		
G			メタン濃度	設定値	%	60		
H		ガス発熱量	F×G	kJ/Nm ³	21.5			
I		発電機	発電効率(発電端)		設定値	%	32	
J			有効発電率		設定値	%	93	
K	脱水機	脱水汚泥含水率		設定値	%	75		
L		脱水機回収率		設定値	%	95		
①	計算結果	消化タンク	分解有機物量		f×D	t-VS/日	0.52992	
②			消化汚泥	有機物量		f-①	t-VS/日	0.13248
③				固形物量		②+(d-f)	t-DS/日	0.29808
④		ガス発生	発生量		f×E×1000	Nm ³ /日	490	
⑤			全熱量		H×④÷1000	MJ/日	10,529	
⑥		発電機	発電量		⑤×I÷(3.6×24)-30kW	kWh/h	9	
⑦			有効発電量		⑥×J×24h	kWh/日	201	

②概算事業費

投入汚泥量およびガス発生量相当の消化タンクは、「バイオソリッド利活用基本計画策定マニュアル 平成 16 年 3 月」より、下式により算出する。

【消化タンク建設費】

土木建築施設：Y=0.169×Qd^{0.539}×108.6/88.4（億円）

機械設備： Y=0.516×Qd^{0.385}×108.6/88.4（億円）

ここで、Qd：計画投入汚泥量（1%換算）（m³/日）

年価換算は以下の係数を乗じて算出する。

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

ここで、I：利子率（=割引率）2.3%

N：耐用年数

「下水道施設の改築について」平成 28 年 4 月 1 日 国水事第 109 号下水道事業課長通知の別表に定める期間に準じ、土木・建築設備については消化タンクの場合 45 年とし、機械・電気設備は概ねの代表的な値として 15 年とする。

【消化タンク維持管理費】

$$Y=0.171 \times (Qd \times 365)^{0.390} \quad (\text{百万円/年})$$

発電量相当の発電機の事業費は、「下水汚泥エネルギー化技術ガイドライン—平成 29 年度版—平成 30 年 1 月 国土交通省水管理・国土保全局下水道部」に記載されているケーススタディ 5 の結果より、費用関数式を作成してこれに今回の汚泥量を挿入して算出する。

【発電設備建設費】

$$\text{土木建築施設} : Y=(0.3156X-45.112) \div 100 \times 108.6/102.5 \quad (\text{億円})$$

$$\text{機械設備} : Y=(319.05 \ln(X)-1294.7) \div 100 \times 108.6/102.5 \quad (\text{億円})$$

ここで、X：計画投入汚泥量（1%換算）（m³/日）

年間換算は上式と同様とし、耐用年数は土木・建築設備を 50 年、機械・電気設備を 15 年とする。

【発電設備維持管理費】

$$Y=(17953 \ln(X)-78433) \div 1,000 \quad (\text{百万円/年}) \quad (\text{ケーススタディより作成})$$

ここで、X：計画投入汚泥量（1%換算）（m³/日）

表 2-7-2-11 消化タンクおよび発電設備の概算事業費

			算出結果	備考
汚泥量			306.6 m ³ /日	1%濃度換算
消化タンク	建設費	土木建築施設	4.5 億円	
		機械設備	5.7 億円	
		計	10.2 億円	年価換算係数
	年価換算	土木建築施設	16.2 百万円/年	0.036
		機械設備	45.6 百万円/年	0.080
		計	61.8 百万円/年	
	維持管理費		15.9 百万円/年	
	計		77.7 百万円/年	
発電設備	建設費	土木建築施設	0.5 億円	
		機械設備	5.6 億円	
		計	6.1 億円	年価換算係数
	年価換算	土木建築施設	1.7 百万円/年	0.034
		機械設備	44.8 百万円/年	0.080
		計	46.5 百万円/年	
	維持管理費		24.4 百万円/年	
	計		70.9 百万円/年	

※生ごみの前処理を行う場合等にはその費用は含んでいない。

③温室効果ガス排出量削減量

バイオガス発電に伴う温室効果ガス排出量削減効果は、有効発電量に CO₂ 排出係数および地球温暖化係数 (=1) を乗じて算出する。ここで、下水汚泥の有効発電量は 4,400kWh/日、生ごみの有効発電量は 201kWh/日とした。

表 2-7-2-12 温室効果ガス排出量削減量

	単位	計算値
発電量	kWh/日	4,601
CO ₂ 排出係数	t-CO ₂ /kWh	0.000453
地球温暖化係数		1
温室効果ガス排出量削減量	t-CO ₂ /年	761

CO₂排出係数は、環境省資料「令和2年度の電気事業者ごとの実排出係数・調整後排出係数等の公表について」電気事業者別のCO₂排出係数の代替値

④今後の検討課題

いずれの利用パターンにしても、下水処理施設とごみ処理施設の位置関係が問題となる。中でも、処理水、熱および蒸気については、両施設が隣接していることが連携によるメリットを受けかつ経済的に有利となる前提条件になると考えられる。

発酵槽の連携はこれらの4手法の中では可能性があると考えられるが、下水処理施設側は最初沈殿池および最終沈殿池汚泥を用いるため、送泥管（新設）やバキューム車による搬送等が必要となり、処理場から遠い位置に発酵槽を設けることは経済的に非常に不利となる。そのため、一般廃棄物側において生ごみの選別を行い、下水処理場または近隣用地までの搬送を行うことが求められる。ただし、現在の浄水管理センター近辺に発酵槽を設けた場合には、生成するメタンガスの利用施設の有無等も問題となる。

なお、生ごみ等の選別にあたっては「メタンガス化施設整備マニュアル改訂版 平成29年3月 環境省大臣官房廃棄物・リサイクル対策部廃棄物対策課」において、以下のように記述されている。

メタン発酵を効率的に行うためには、発酵対象物を適切に抽出するための前処理に関する検討が必要である。前処理方法としては、家庭等から排出される段階で分別を行う方法と、メタンガス化施設において機械選別を行う方法がある。いずれを選択するかについては、以下の事項について検討を行うことが望ましい。

- 生ごみ等の分別排出に関して市民等の理解と協力が得られるか
- 分別排出した際に必要となる収集運搬体制が構築できるか
- 収集運搬を含む総合的な処理体制のもとで環境負荷やコストにおいて、いずれが効果的か
- 処理対象物の分別内容が機械選別に適合しているか
- 発酵残渣の取り扱い方法と適合するか

2-7-3 再生可能エネルギーの導入可能性

(1) 概要

下水処理施設は多くの電力や燃料を消費する施設であり日本全体の電力使用量の 0.7% を占めている。エネルギー消費の合理化に対する社会的ニーズが高まる中、下水処理施設でもさらなる消費エネルギーの削減が求められている。近年では東日本大震災による影響も受け、未利用エネルギーを積極的に活用するため、再生可能エネルギー利用の導入を検討する動きも大きくなってきている。

下水道に関する再生可能エネルギーとしては、下水道空間を活用した太陽光、風力、水力発電の他、これまで利用が進められてきた消化ガス発電や近年研究開発が進んでいるバイナリー発電等が挙げられる。下水道施設のバイナリー発電は焼却設備に付加するものであり、本施設において焼却設備の建設は予定されていないため、今回は太陽光、風力、水力発電、消化ガス発電について検討を行う。

(2) 太陽光発電

1) 概要

地表に無尽蔵に注ぐ太陽光は 1m^2 当たり 1kW に相当するエネルギーを有している。太陽光発電はこのエネルギーを利用し、シリコン半導体などに光が当たると電気が発生する現象を用い、太陽の光エネルギーを直接電気に変換する発電方法である。

太陽光発電システムの総合変換効率を 10% とすると 1m^2 当たり 0.1kW の定格出力となり、 1m^2 、1 時間当たり、 0.1kWh の発電をすることになる。したがって、標準状態の場合、 10m^2 の太陽電池は、 1kW の定格出力となる。本システムは、住宅用と公共・産業用に大別され、公共・産業用太陽光発電システムは住宅用と比べ、メガソーラーなどの大容量システムも設置されている。

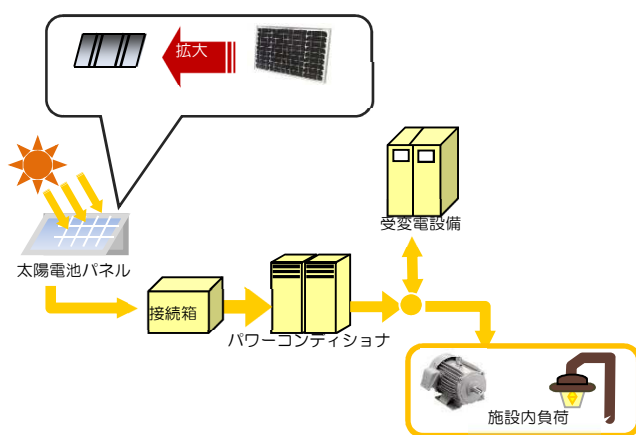




写真 2-7-3-2 水処理施設上部の設置



写真 2-7-3-3 水処理施設上部の設置

2) 導入検討

①発電設備の形式の検討

太陽電池は使用される半導体によって色々な種類がある。大きくは、シリコン系と化合物系、有機系があるが、現在の主流はシリコン系である。シリコン系には結晶系と薄膜系(アモルファス)があり、さらに結晶系には単結晶系、多結晶系および HIT 型がある。

②各種条件の整理

ア) 概略日射量の確認

新エネルギー・産業技術総合開発機構(以下「NEDO」)の日射関連データベースより逗子市の「各月の平均日射量」を確認する。

太陽電池パネルに対する日射量はパネルの傾斜角と方位角によりその量が変わる。

傾斜角は地上面を 0° とし、方位角は真南を 0° としている。

本計画においては次頁表に示す日射関連データベース(地点神奈川)の月平均斜面日射量より、最適傾斜角(傾斜角 36°)における年平均日射量「 $4.63\text{kWh}/\text{m}^2\cdot\text{day}$ 」を使用し、検討を行う。

ただし、屋根部に設置する場合などにおいては、方位角の制約を受けることから、設置可能な傾斜角・方位角にて検討を行うものとする。

イ) 最適傾斜角における太陽光電池パネル間の必要離隔距離

太陽電池パネルの一部に陰が掛かった場合、陰の部分が電流を制限する箇所のような働きをするため、結果として流れる電流値が減り全体の発電電力量に影響を及ぼす。

そのため、設置時には陰のかからないように設置することが重要となる。

太陽電池パネルを設置する場合、図に示すように太陽電池パネルによる陰が生じる

ため、離隔距離をとる必要がある。離隔距離については以下により求められる。

$$\text{離隔距離 } B = \text{太陽電池パネル高さ } A \times \text{陰倍率}$$

上式の通り、太陽電池パネルに陰がかからない必要離隔距離は、太陽電池パネル高さに陰倍率を乗じて算出される。陰倍率は設置場所の緯度、季節、時間により異なるため、最も陰が長くなる冬至の午前9時から午後3時の間に陰がかからないように設定を行う。

参考例として、最適傾斜角 32.7° で寸法 $2.0\text{m} \times 2.0\text{m}$ の太陽電池パネルを設置した場合、太陽電池パネルに陰がかからない必要離隔距離は、太陽電池パネル高さ ($2.0\text{m} \times \sin 32.7^\circ$) に陰倍率 (2.3) を乗じた値となり、約 2.48m 程度となる。

< $2.0\text{m} \times 2.0\text{m}$ の太陽電池パネルを設置した場合のパネル間必要離隔距離 >

$$\text{太陽電池パネル高さ } A = 2.0\text{m} \times \sin(32.7^\circ) \approx 1.08\text{m}$$

$$\text{離隔距離 } B = 1.08\text{m} \times 2.3 \approx 2.48\text{m}$$

この場合、利用可能面積 ($2.0\text{m} \times \cos 32.7^\circ + 2.48\text{m}$) に対し、太陽電池パネルの設置面積 (2.0m) の割合は約 50%程度となる。

利用面積に対する太陽電池パネル設置面積割合

$$= 2.0\text{m} \div (2.0\text{m} \times \cos(32.7^\circ) + 2.48\text{m})$$

$$\approx 0.5 \text{ (50\%)}$$

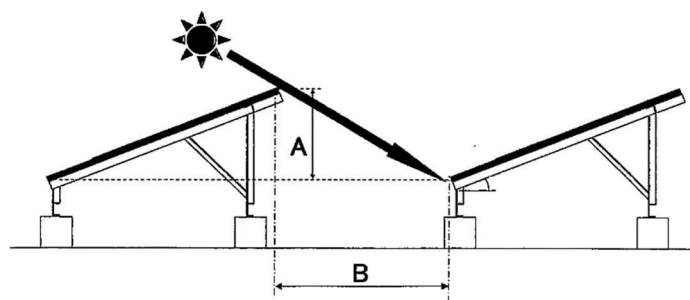


図 2-7-3-2 太陽光パネル間の離隔距離

ウ) 太陽光発電システムの反射光トラブル防止について

通常、太陽光パネルは住宅等の日当たりの良い南面の屋根に設置される。日本の住宅の屋根の角度は通常3~6寸勾配で、これは角度に置き換えると $16 \sim 31^\circ$ 程度になる、一方、太陽高度は東京付近の場合 $30^\circ \sim 78^\circ$ の範囲で大きく変化する、このような条件で考えると、太陽光は一般に空の方向に反射され、トラブルにつながる地上方向への反射光は発生しにくい。例として、角度的に比較的不利な条件である大きな傾斜角 (6寸勾配: 31°) の屋根での反射光の状態を図に示す。これに対し、東西面や北面に

設置されているパネルに太陽光が当たると、太陽の位置や高度によって、反射光は地上方向に向かう場合がある。このような光が、近隣の住宅の窓に差し込むとトラブルにつながりやすい。上記の観点からも、都市部での設置は南面（方位角 0° ）が好ましい。

エ) 太陽電池パネル設置面積

これまでに把握した利用可能面積に対し、利用形態に応じた有効設置面積割合を乗じて算出した太陽電池パネル設置面積を算出する。利用可能面積に対するパネル有効設置面積は、前列のパネルで後列のパネルに陰が出来ないように間隔をあける必要があることや、設置建物の用途に応じて施工および維持管理スペースの確保が必要である。

③導入の可能性

水処理施設上部の利用とすると、パネルの設置制約により効果は限られるものの、技術の特徴から、屋上等の通常活用が困難な空間を活用できること、大気汚染や騒音等が発生せず、CO₂削減効果が期待できること、可動部分がなく静的な発電方式であり、かつ燃料補給の必要がなく、発電した電気を場内利用できるため、維持管理コストが低減できること、等の効果が期待できる。

(3) 小水力発電

1) 概要

水力発電は、高い所から低い所に流れ落ちる水の勢いで水車を回し、この水車を原動機として発電機を回転させることで発電する。その出力は、利用する水の落差と流量の積で決まり、落差が高いほど、また、流量が多いほど大きくなる。近年ではクリーンな分散型エネルギーとして小水力発電への期待が高まっており、下水処理施設を利用する場合、放流部の落差を利用することが多い。

小水力発電は、落差 2m 程度以上、流量 0.08m³/秒程度以上が設置の目安となる。水量 10,000m³/日、落差 2m の場合、発電機出力は 1.7kW 程度と得られる電力は小さいが、下水処理施設では 1 年を通して流量変動が比較的小さいため、安定した発電が可能である。

既存施設に設置する場合は、次図に示すようなサイフォン取水方式を採用することで、水処理に影響を与えるような特別な改造を行うことなく設置できるため、施工が容易で建設コストを低く抑えられる。また、一度水を通すと動力を使うことなく水が流れること、水車発電機は地上部に設置できるため、メンテナンスの簡素化が図れるなどのメリットもある。

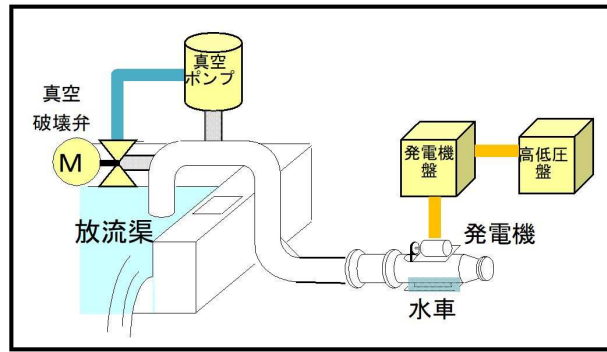


図 2-7-3-4 小水力発電システム構成(サイフォン取水方式)



写真 2-7-3-4 9kW 事例写真

2) 小水力発電の導入検討

下水道施設の放流渠と河川等の中に、ある程度の有効落差が確保でき、落差および水量に応じた適切な水車型式を選定することにより、小水力発電導入の可能性が生じる。

下水道施設における低落差（2m 程度）の水頭エネルギー、流水エネルギーを利用する場合の小水力（マイクロ水力）発電は、プロペラ水車（サイフォン式）とプロペラ水車（インライン式）が適用できる。

小水力発電設備は、水が高いところから低いところに流れる流水のエネルギーを水車に与えることで、機械エネルギーに変換し発電するものである。よって、設置箇所は水の落差が大きくとれる箇所が望ましく、なお、水車の動作を阻害、停止させるような夾雑物の混入は、現在の技術では根本的に避けるべき条件となる。

よって、小水力発電設備を設置する位置としては、水理的な落差が比較的確保でき、二次処理水が得られる塩素混和池放流部、最終沈殿池流出水路部が考えられる。

一方で、下水処理場は基本的に経済設計の観点から水理的な落差は極力小さく設計するものであり、地形的な制約や高潮対策等による水位差がない限り、下水処理場への小水力発電の設置は、比較的效果が出にくく困難な条件となる。

現浄水管理センターにおいても放流先は浄水管理センターに面した海域であり、経済性等を考慮すると大きな落差を設ける必要がないことから、小水力発電に適した地理条件とは言い難い。

(4) 風力発電

1) 概要

風力発電は風の運動エネルギーを風車（風力タービン）により回転エネルギーに変換し、その回転を歯車などで増速して電気エネルギーに変換する発電方式である。条件が整えば、他の自然エネルギーに比べて高い発電量が得られ、エネルギー自立率を大きく引き上げる。

風は風向や風速が絶えず変化するため、ナセル（風車本体）の向きや、出力を制御する機能が備わっており、台風などで強風が吹いた際に風車が回転するのを止めるブレーキ装置が付いている。

2000 年を過ぎたあたりから建設基数や 1 基当り発電出力は増加傾向にあり、750～2,000kW 程度が最も多く建設されている。風車の発電出力は定格値を示すものであり、機種によって異なるが、風速 3～4m/s から発電を開始し、風速 12～16m/s で定格出力が得られることとなる。

地域要件としては、風力発電は少しでも風の強い所に設置するのが望ましい。また、台風や落雷、乱気流発生度の影響や地盤の強度などについても事前に十分な調査が必要となる。全国風況マップ（NEDO HP による）や気象庁などの風況データを活用するが、導入に際しては風況や環境への影響を調査したうえで安定した風力が得られることを確認しておく必要がある。



写真 2-7-3-5 600kW 事例写真

2) 風力発電の導入検討

ア) 発電設備形式



風車の形式は、大きく分けるとプロペラ型（水平軸形）、ダリウス型（垂直軸形）に分けられる。現在、風力発電用として用いられている風車の多くは、風による揚力で高速回転し発電するプロペラ型風車とダリウス型風車である。

イ) 風車形式

プロペラ型とダリウス型の特徴を比較した場合、ダリウス型は風向制御を行わずにどの方向の風も利用可能で風向の依存性が無いといった利点が挙げられる。しかしながら、発電効率がプロペラ型と比較して効率が劣り、また、製品として小規模用（数キロワット）のみ制作されており、中大規模（10～500kW 以上）については、プロペラ型が大部分を占めている。

小規模用発電では実質的な導入効果が得られない事から、発電定格出力の高いプロペラ型が一般に採用されている。しかし、プロペラ型は高さが高い、運転時の低周波騒音が発生するデメリットがある。本施設は風致地区に位置しているため15mの高さ制限があること、付近に住宅が密集しているため騒音公害が発生する恐れが高い。以上より、本施設においてはダリウス型となる。

表 2-7-3-1 プロペラ型およびダリウス型の特徴

種 別	プロペラ型 (水平軸形)	ダリウス型 (垂直軸形)	備 考
外 観			出典 NEDO ホーム ページより
定格出力	～数千キロワット	～数キロワット	
制 御	<ul style="list-style-type: none"> ・風向制御（ヨー制御）を要する。 ・風速変動に対する制御が容易。 	<ul style="list-style-type: none"> ・風向制御が不要。 ・風速変動に対する制御が困難。 	
保守性	<ul style="list-style-type: none"> ・上部に動力伝達装置、発電機等が設置されるため、点検が困難。 	<ul style="list-style-type: none"> ・動力伝達装置、発電機等が地上付近にあるため、点検が容易。 	
騒音	<ul style="list-style-type: none"> ・回転数が高く、低周波騒音調査を要する。 	<ul style="list-style-type: none"> ・プロペラ型に対し、回転数が低いため、騒音による公害は少ない。 	

ウ) 立地条件の整理

風力発電システムは、一定風速以上になると発電を開始し、出力が発電機の定格出力に達する風速以上では出力制御を行い、さらに風速が大きくなると危険防止のため、ロータの回転を止め発電を停止する。各々の風速をカットイン風速、定格風速、カットアウト風速と呼びこれらの風速値は機種によって異なるが、一般に以下のような値が採用されている。

カットイン風速	: 13～14m/s (発電開始)
定格風速	: 12～16m/s (定格出力)
カットアウト風速	: 24～25m/s (緊急停止)

上記関連性から一定以上の風速が継続して得られない地域では、発電が行えないこととなる。そのため、平均的に風速の高い地域であることが条件となり、新エネルギー・産業技術総合開発機構（以下「NEDO」）のガイドラインによると『風力発電の事業化のためには年平均風速が 5～6m/s 以上（地上高 30m）が望ましい』とされている。また気象庁等の観測所の風況データにおいては、観測高度や観測地点の立地状況にもよるが、観測高度も低いことから年平均風速として 4m/s 以上あることが望ましいとされている。

現浄水管理センターにおいては、局所風況マップ（NEDO）では約 5m/s 程度の風速地域となり、有望地域と考えられるが、気象庁の統計情報においては、有望地域に該当しない結果となった。

局所風況マップ

年平均風速(地上高30m)

500mメッシュ

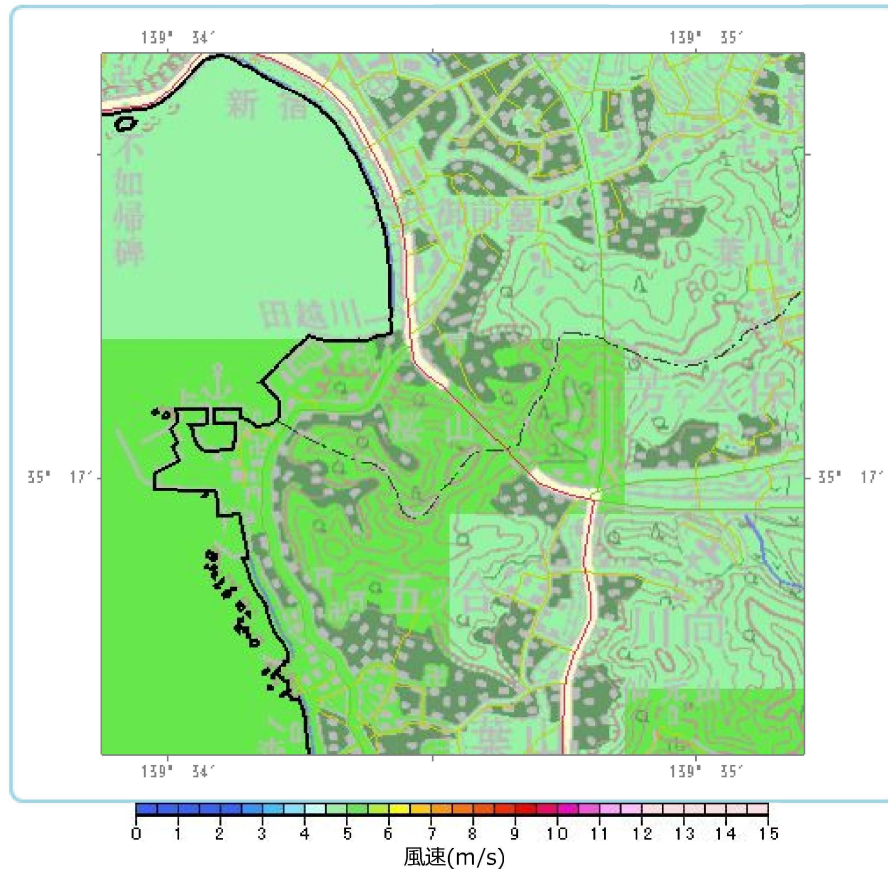


図 2-7-3-5 局所風況マップ (NEDO)

表 2-7-3-2 気象統計情報 (気象庁) 年間平均風速 (地上高さ不明)

年間平均風速 (m/s)							
2015年	2016年	2017年	2018年	2019年	2020年	2021年	全平均
3.4	3.4	3.5	3.7	3.5	3.6	3.5	3.51

エ) 導入可能性

望ましいとされ年間平均風速 4m/s の確保が困難である。また、高さの規制や騒音規制等を考慮すると小規模施設となるため効果は低い。

(5) 消化ガス発電

現有施設では重力濃縮施設にて汚泥を濃縮後、脱水処理し、発生した脱水ケーキを場外搬出しており、汚泥消化は行っていない。汚泥消化 (嫌気性消化) は、嫌気状態に保たれた汚泥消化槽内で、有機物を嫌気性微生物の働きで低分子化、液化およびガス化する処理法である。消化ガス発電はこの発生したガスを燃料として発電するものである。

①汚泥消化施設および消化ガス発電施設の導入検討

1) 概要

既設汚泥処理施設では水処理施設で発生した汚泥を全量重力濃縮し、脱水させ場外搬出している。消化ガス発電を行うためには汚泥消化槽を導入する必要があるため、この建設費等も考慮して検討する。また、以下の理由から汚泥消化を行う場合には、機械濃縮を合わせて導入することが一般的である。これより、本検討では下表に示すプロセスを検討し、消化ガス発電施設の導入効果の確認を行う。

- 汚泥消化は投入汚泥を 20～30 日程度滞留させるため、汚泥濃度が薄いと施設規模が大きくなる。重力濃縮した汚泥の濃度は 2%程度であるが機械濃縮した場合には 4～5%程度となり、消化槽の容量を半分程度にすることができ効率的である。
- 投入汚泥を高濃度にしたほうが、生物反応（消化反応）がよい。

表 2-7-3-3 比較検討汚泥処理フロー

	処理フロー	概要
A 案	分離濃縮-消化-脱水	濃縮性の比較的良好な初沈汚泥は重力濃縮し、濃縮性の悪い余剰汚泥は機械濃縮する。これらの汚泥を消化し脱水するフローである。
B 案	重力濃縮-脱水	初沈汚泥、余剰汚泥ともに重力濃縮させ、濃縮した汚泥を脱水するフローである。本施設程度の規模（30,000m ³ /日）で多く採用されている処理フローであり、既存施設でも採用されている。

2) 電力、二酸化炭素削減効果

消化ガス発電施設を導入した場合の効果の試算結果を以下に示す。現在の電力使用量は約 3,800MWh/年であり、電力消費由来の CO₂ 排出量は約 1,700t-CO₂/年である。消化ガス発電を導入した場合、発電量は 1,130MWh/年程度となることが見込まれ電力費の削減効果は 22,800 千円/年となり、電気使用量の 30%程度を自給できることになる。

発電した電力を処理場内で使用する自家利用とした場合、電力の購入単価は 20 円/kWh 程度であるが、FIT 制度（再生可能エネルギーの固定価格買取制度）を利用する場合には 39 円/kWh で売電できる。これより、FIT 制度を利用した場合には電力費削減効果は 44,500 千円/年と自家利用の場合より多くなる。なお、自家利用の場合には逗子市として 500t-CO₂/年の二酸化炭素排出量削減効果が期待できるが、FIT 制度を利用した場合には環境価値も再生可能エネルギー電気と共に買い取られるため、発電者（逗子市）のもとに環境価値は残らず、賦課金を負担する電気の消費者の削減分となる。

表 2-7-3-4 現在の電力使用量等

	使用量、排出量
現在の電力使用量	3,800MWh/年 ^{※1}
現在の電力由来のCO ₂ 排出量	1,700t-CO ₂ /年 ^{※2}

表 2-7-3-5 消化ガス発電を導入した場合の効果

	自家利用	FIT 利用
消化ガス発電量	1,140MWh/年 ^{※3}	同左
電力費削減効果	22,800 千円/年 ^{※4}	44,500 千円/年 ^{※5}
CO ₂ 排出量削減効果	500t-CO ₂ /年 ^{※6}	無 ^{※7}

※1：現在の電力使用量

H29～31 年度実績平均値

※2：現在の電力由来のCO₂排出量

電力使用量実績 3,800MWh/年 × 1,000 × 排出係数 0.441kg-CO₂/kWh[※] ÷ 1,000
 = 1,700t-CO₂/年

※2020 年度東京電力エナジーパートナー株式会社 CO₂ 排出係数

※3：消化ガス発電量

消化ガス発電量 (消化ガス発電機容量 170kW — 消化施設電気容量 30kW) × 24 × 365
 × 稼働率 0.93 ÷ 1,000
 = 1,140MWh/年

※4：電力費削減効果 (自家利用)

消化ガス発電量 × 電気料金単価
 1,140MWh/年 × 1,000 × 20 円/kWh ÷ 1,000
 = 22,800 千円/年

※5：電力費削減効果 (FIT 利用)

消化ガス発電量 × 売電単価
 1,140MWh/年 × 1,000 × 39 円/kWh ÷ 1,000
 = 44,500 千円/年

※6：CO₂排出量削減効果

電力使用量実績 1,140MWh/年 × 1,000 × 排出係数 0.441kg-CO₂/kWh[※] ÷ 1,000
 = 500t-CO₂/年

※2020 年度東京電力エナジーパートナー株式会社 CO₂ 排出係数

※7: 固定価格買取制度では、環境価値も再生可能エネルギー電気と一緒に買い取られるため、発電者のもとに環境価値は残らず、賦課金を負担する電気の消費者に帰属する。

3) 汚泥消化施設の導入費用

下表に費用比較結果を示すが、消化施設を導入するA案は既設の処理方法と比較して建設費が高価になる。対して汚泥が減容され、汚泥処分費が削減されるため維持管理費はA案が安価になる。総合的にはB案の処理フローが安価である結果となった。

以上より、コスト面で検討すると汚泥消化施設の導入効果は低いと考えられる。なお、今回の検討にあたっては、基本的にガイドライン等に示される費用関数を用いて行った。これらの費用関数は既往の整備事例等を基につくられたものであり、効率的な新技術を用いた場合（将来開発された場合）には費用的にも効果的になる可能性がある。また、今回示した費用は処理フローの比較のための概算値であり、実際に建設する際に設計・積算した場合の金額とは異なる可能性がある。

表 2-7-3-6 費用比較結果

	処理フロー	建設費	建設費 (年価)	維持管理費 (年価)	合計
		(億円)	(億円/年)	(百万円/年)	(百万円/年)
A案	分離濃縮-消化-脱水	27.2	1.5	156	310
B案	重力濃縮-脱水	13.6	0.7	172	240

次頁以降に上記比較の内訳を示す。

建設費

単位：億円

	A案		B案		
	分離濃縮 消化 脱水	重力量縮 脱水	分離濃縮 消化 脱水	重力量縮 脱水	
重力量縮					
土木建築					2019年3月下水汚泥広域利活用マニュアルp.86
機械	0.33	0.61	0.38	0.70	"
小計	0.71	1.31			
機械濃縮					2019年3月下水汚泥広域利活用マニュアルp.86
土木建築	1.17				"
機械	2.84				
小計	4.01				
汚泥消化					2019年3月下水汚泥広域利活用マニュアルp.86
土木建築	1.68				"
機械	4.73				
小計	6.41				
脱硫酸					
脱硫酸塔	0.34				
ガスホルダ	0.20				概算
機械	2.52				2019年3月下水汚泥広域利活用マニュアルp.86
小計	2.72				
消化ガス発電					平成27年度 下水汚泥エネルギー化技術ガイドライン—改訂版— p.62
土木	0.10				"
機械電気	2.23				
小計	2.33				
汚泥脱水					2019年3月下水汚泥広域利活用マニュアルp.86
土木建築	3.09		3.90		"
機械	3.89		4.73		
小計	6.98		8.63		
電気設備					
一式	3.65		3.65		
小計	27.2		13.6		
合計	6.6		4.5		
	20.6		9.1		土木建築 機械電気
	1.5		0.7		年価(土木建築50年、機械電気15年)

維持管理費

単位：百万円/年

	D案		A案		
	分離濃縮 消化 脱水	重力量縮 脱水	分離濃縮 消化 脱水	重力量縮 脱水	
重力量縮					
機械濃縮					2019年3月下水汚泥広域利活用マニュアルp.86
汚泥消化	0.95	1.79	22.44		"
脱硫酸			18.61		"
脱硫酸塔			2.44		"
ガスホルダ			2.35		"
消化ガス発電設備			9.84		平成27年度 下水汚泥エネルギー化技術ガイドライン—改訂版— p.63
維持管理費			-23.13		20円/kWh(場内利用を想定する)
発電費					
電力、燃料、薬品費、補修費、人件費	1.30	1.77	121.18	167.90	2019年3月下水汚泥広域利活用マニュアルp.86
補修費、人件費	0.06	0.07			処分単価25,000円/t(運搬費込)
合計	156	172			

汚泥量等の算出（日最大）

記号	項目		単位	A案	B案	備考	
				分離濃縮 消化 脱水	重力濃縮 脱水		
(1)	発生汚泥	①初沈汚泥	汚泥量	m ³ /日	246	246	収支計算より
(2)			汚泥濃度	%	1.00	1.00	同上
(3)			固形物量	t-DS/日	2.46	2.46	(1) × (2) / 100
(4)			1%濃度換算値	m ³ /日	246	246	(3) × 100 / 1
(5)		②余剰汚泥	汚泥量	m ³ /日	708	708	収支計算より
(6)			汚泥濃度	%	0.60	0.60	同上
(7)			固形物量	t-DS/日	4.25	4.25	(5) × (6) / 100
(8)			1%濃度換算値	m ³ /日	425	425	(7) × 100 / 1
(16)	濃縮	⑤重力濃縮汚泥	汚泥量	m ³ /日	74	302	(18) × 100 / (17)
(17)			汚泥濃度	%	3.00	2.00	実績値（分離濃縮の場合、濃縮性の向上が見込まれるため3%）
(18)			固形物量	t-DS/日	2.21	6.04	(3) × 90%（回収率）
(19)			1%濃度換算値	m ³ /日	221	604	(18) × 100 / 1
(20)		⑥機械濃縮汚泥	汚泥量	m ³ /日	81		(22) × 100 / (21)
(21)			汚泥濃度	%	5.00		一般値
(22)			固形物量	t-DS/日	4.04		(7) × 95%（回収率）
(23)			1%濃度換算値	m ³ /日	404		(22) × 100 / 1
(24)		⑦濃縮汚泥計 （対象汚泥③、⑤、⑥）	汚泥量	m ³ /日	155	302	(9) + (16) + (20)
(25)			汚泥濃度	%	4.00	2.00	(26) × 100 / (24)
(26)			固形物量	t-DS/日	6.25	6.04	(11) + (18) + (22)
(27)			1%濃度換算値	m ³ /日	625	604	(26) × 100 / 1
(28)	消化タンク	⑧投入汚泥 （対象汚泥⑦）	汚泥量	m ³ /日	155		(24)
(29)			固形物量	t-DS/日	6.25		(26)
(30)			1%濃度換算値	m ³ /日	625		(27)
(31)			有機物量	t-VS/日	5.38		(29) × (33)
(32)			固形物濃度 (TS)	%-TS	4.00		(25)
(33)			有機物濃度 (VS)	%	86.0		想定値
(34)		⑨消化汚泥	有機物量	t-VS/日	2.69		(29) × (33) / 100 × (37) / 100
(35)			固形物量	t-DS/日	3.57		(34) + (29) × (1 - (33))
(36)			汚泥量	m ³ /日	155		(28) 単段消化とし脱離液を抜かない。
(37)			汚泥濃度	%	2.30		(35) / (36) × 100
(38)		消化ガス	有機物分解率	%	50.0		下水道施設計画・設計指針と解説より
(39)			消化ガス転化量	Nm ³ /t-VS	550		同上
(40)			ガス発熱量	MJ/Nm ³	22		設計指針p. 498
(41)			発生量	Nm ³ /日	2,956		(29) × (33) × (38)
(42)		消化ガス発電	全熱量	MJ/日	65,032		(39) × (40)
(43)			発電効率（発電端）	%	32		中型発電機効率
(44)	有効発電率		%	93		修繕による休止考慮（バイオマス受入マニュアルp. 95より）	
(45)	発電量		kWh/h	211		(41) × (42) ÷ 定数3.6 ÷ 24h / 日 - 消化施設動力30kWh	
(46)	脱水機	⑩投入汚泥 （CASE1～3対象汚泥⑦ CASE4～6対象汚泥⑨）	汚泥量	m ³ /日	155	302	(22) 又は (34)
(47)			濃度	%	2.30	2.00	(48) × 100 / (46)
(48)			固形物量	t-DS/日	3.57	6.04	(24) 又は (33)
(49)			1%濃度換算値	m ³ /日	357	604	(48) × 100 / 1
(50)		⑪脱水汚泥	汚泥量	t/日	16.6	23.0	(51) × 1 / (1 - (52))
(51)			固形物量	t-DS/日	3.32	5.74	(48) × (53)
(52)		脱水汚泥含水率	%	80	75	SPⅢ型	
(53)		脱水機回収率	%	93	95	同上	

汚泥処理施設の整備は日最大汚水量に基づいて行う。

対して消化ガス発電施設は経費回収の観点から稼働率を高める必要があり、一般に余剰ガス燃焼装置も設置されるため消化ガス発生量が発電能力を超過しても問題ない。これより、消化ガス発電施設の整備は日平均汚水量に基づいて行うため、汚泥量等の算出は日平均についても行っている。

汚泥量等の算出（日平均）

記号	項目	単位	A案	B案	備考		
			分離濃縮 消化 脱水	重力濃縮 脱水			
(1)	発生汚泥	①初沈汚泥	汚泥量	m ³ /日	180	180	収支計算より（日最大、日平均の比より）
(2)			汚泥濃度	%	1.00	1.00	同上
(3)			固形物量	t-DS/日	1.80	1.80	(1) × (2) / 100
(4)			1%濃度換算値	m ³ /日	180	180	(3) × 100 / 1
(5)	発生汚泥	②余剰汚泥	汚泥量	m ³ /日	517	517	収支計算より（日最大、日平均の比より）
(6)			汚泥濃度	%	0.60	0.60	同上
(7)			固形物量	t-DS/日	3.10	3.10	(5) × (6) / 100
(8)			1%濃度換算値	m ³ /日	310	310	(7) × 100 / 1
(16)	濃縮	⑤重力濃縮汚泥	汚泥量	m ³ /日	54	221	(18) × 100 / (17)
(17)			汚泥濃度	%	3.00	2.00	実績値（分離濃縮の場合、濃縮性の向上が見込まれるため3%）
(18)			固形物量	t-DS/日	1.62	4.41	(3) × 90%（回収率）
(19)			1%濃度換算値	m ³ /日	162	441	(18) × 100 / 1
(20)		⑥機械濃縮汚泥	汚泥量	m ³ /日	59		(22) × 100 / (21)
(21)			汚泥濃度	%	5.00		一般値
(22)			固形物量	t-DS/日	2.95		(7) × 95%（回収率）
(23)			1%濃度換算値	m ³ /日	295		(22) × 100 / 1
(24)		⑦濃縮汚泥計 （対象汚泥③、⑤、⑥）	汚泥量	m ³ /日	113	221	(9) + (16) + (20)
(25)			汚泥濃度	%	4.00	2.00	(26) × 100 / (24)
(26)	固形物量		t-DS/日	4.57	4.41	(11) + (18) + (22)	
(27)	1%濃度換算値		m ³ /日	457	441	(26) × 100 / 1	
(28)	消化タンク	⑧投入汚泥 （対象汚泥⑦）	汚泥量	m ³ /日	113		(24)
(29)			固形物量	t-DS/日	4.57		(26)
(30)			1%濃度換算値	m ³ /日	457		(27)
(31)			有機物量	t-VS/日	3.93		(29) × (33)
(32)		固形物濃度 (TS)	%-TS	4.00		(25)	
(33)		有機物濃度 (VS)	%	86.0		実績値	
(34)		⑨消化汚泥	有機物量	t-VS/日	1.97		(29) × (33) / 100 × (37) / 100
(35)			固形物量	t-DS/日	2.61		(34) + (29) × (1 - (33))
(36)			汚泥量	m ³ /日	113		(28) 単段消化とし脱離液を抜かない。
(37)			汚泥濃度	%	2.31		(35) / (36) × 100
(38)	消化ガス	有機物分解率	%	50.0		下水道施設計画・設計指針と解説より	
(39)		消化ガス転化量	Nm ³ /t-VS	550		同上	
(40)		ガス発熱量	MJ/Nm ³	22		設計指針p.498	
(41)		発生量	Nm ³ /日	2,162		(29) × (33) × (38)	
(42)	消化ガス発電	全熱量	MJ/日	47,564		(39) × (40)	
(43)		発電効率（発電端）	%	32		中型発電機効率	
(44)		有効発電率	%	93		修繕による休止考慮（バイオマス受入マニュアルp.95より）	
(45)		発電量	kWh/h	146		(41) × (42) ÷ 定数3.6 ÷ 24h/日 - 消化施設動力30kWh	
(46)		有効発電量	kWh/日	3,259		(43) × (44) × 24h	
(47)	脱水機	⑩投入汚泥 （CASE1～3対象汚泥⑦ CASE4～6対象汚泥⑨）	汚泥量	m ³ /日	113	221	(22) 又は (34)
(48)			濃度	%	2.31	2.00	(48) × 100 / (46)
(49)			固形物量	t-DS/日	2.61	4.41	(24) 又は (33)
(50)			1%濃度換算値	m ³ /日	261	441	(48) × 100 / 1
(51)		⑪脱水汚泥	汚泥量	t/日	12.2	16.8	(51) × 1 / (1 - (52))
(52)	固形物量		t-DS/日	2.43	4.19	(48) × (53)	
(53)		脱水汚泥含水率	%	80	75	SPⅢ型	
		脱水機回収率	%	93	95	同上	

汚泥処理施設の整備は日最大汚水量に基づいて行う。

対して消化ガス発電施設は経費回収の観点から稼働率を高める必要があり、一般に余剰ガス燃焼装置も設置されるため消化ガス発生量が発電能力を超過しても問題ない。これより、消化ガス発電施設の整備は日平均汚水量に基づいて行うため、汚泥量等の算出は日平均についても行っている。

汚泥消化設備容量

記号	項目	単位	A案	B案	備考
			分離濃縮 消化 脱水	重力濃縮 脱水	
(1)	消化槽投入汚泥量	m ³ /日	155		物質収支計算 汚泥量等の算出(日最大)(28)
(2)	消化槽容量	m ³	4,650		(1) × 消化日数30日
(3)	消化ガス発生量	Nm ³ /日	2,162		物質収支計算 汚泥量等の算出(日平均)(42)
(4)	脱硫塔処理能力	m ³ /h	90		(3) / 24
(5)	ガスタンク容量	m ³	1,100		(3) × 12 / 24 ※滞留時間12h
(6)	消化ガス発電設備容量	kW	170		(3) / 24 / 3.6 × メタンガス濃度0.6 × メタンガス低位発熱量35.8 × 発電機効率0.32

4) 配置計画

先の容量検討に基づき汚泥消化施設、消化ガス発電施設の配置検討を行う。必要面積は下表のとおりであり、これに基づく配置案を次頁に示す。

表 2-7-3-7 施設面積

施設名	分類	面積
汚泥消化施設	消化槽など	1,400m ²
	消化ガス発電施設	210m ²
	小計	1,610m ²
ガスタンク		200m ² (直径 16m)
	合計	1,810m ²

$$\begin{aligned}
 \text{消化槽容量} &= \text{投入汚泥量} \times \text{消化日数 } 20 \sim 30 \text{ 日} \\
 &= 155 \times 20 \sim 30 \text{ 日} \\
 &= 3,100 \sim 4,700 \text{ 日} \\
 &\Rightarrow 4,000\text{m}^3/\text{日}
 \end{aligned}$$

消化槽必要面積*

$$\begin{aligned}
 \text{敷地面積} &= 0.1491 \times \text{消化槽総容量} \\
 &= 0.1491 \times 4,000 \\
 &= 596 \Rightarrow 600\text{m}^2
 \end{aligned}$$

消化ガス発電施設必要面積*

$$\begin{aligned}
 \text{必要面積} &= 0.8927 \times \text{消化ガス発電設備容量} \\
 &= 0.8927 \times 170\text{kW} \\
 &= 152\text{m}^2 \\
 &\Rightarrow 160\text{m}^2
 \end{aligned}$$

※：下水汚泥エネルギー化技術ガイドライン 平成 29 年度 p. 58

ガスタンク必要面積

ガスタンクの容量は 1,100m³ であり、他事例より直径 15m としこれより面積は 180m² となる。なお、高さは 16m となる。

配置場所は先行して行う予定である水処理施設の改築が完了した後、空き用地になる予定である 3 系水処理施設の位置とした。比較的広い用地が必要となるが配置は可能であると考えられる。

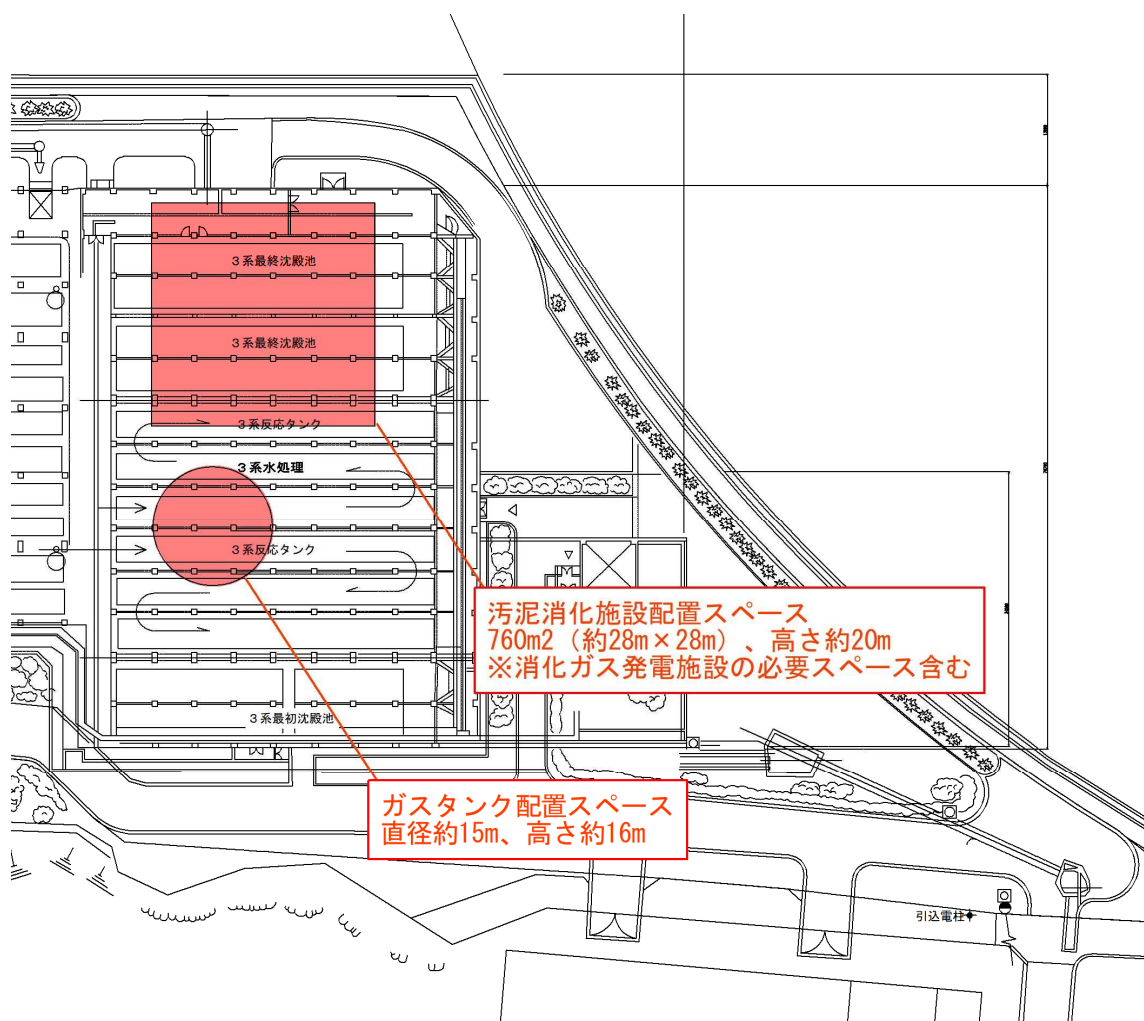


図 2-7-3-6 消化槽、消化ガス発電設備およびガスタンク等配置図 (案)

2-7-4 下水汚泥の活用方法の抽出と導入可能性

(1) 導入効果の検討

下水汚泥有効利用施設の導入効果について、民間事業者から取得したアンケート結果を基に引取先の確保、経済性、臭気対策の観点から検討を行う。なお、アンケート結果については事項に示す。

①引取先の確保

汚泥有効利用の事業において引取先の確保は重要な課題でありアンケートの結果、引取先の確保が可能と回答したのは、自社で農場を有する肥料化事業を行う共和化工株式会社のみであった。公共事業であるため競争性を確保する観点から、今後汚泥有効利用の検討を進める場合には、複数社が引取先を確保できることが必要と考えられる。また、浄水管理センターは比較的都市部に位置しているため、近隣での肥料の需要は少ないと考えられる。

固形燃料としては、近隣自治体の横浜市にて南部汚泥資源化センターで固形燃料化事業を行っている。磯子火力発電所に石炭代替燃料として下水汚泥固形燃料を搬出している状況であり、近隣で実績があるといえる。

②経済性

今回アンケートをとり概略の費用を確認した汚泥燃料化および肥料化と、現状の脱水ケーキの搬出費用を比較し経済性の確認を行う。以下に示すとおり 2 社から提案のあった燃料化技術および肥料化 1 社より脱水ケーキによる場外搬出の方が安価であり、肥料化 1 社と概ね同程度となっている。以上より、脱水ケーキの処分先が確保できる様であれば、処理場内では脱水まで行うことが経済的であると考えられる。

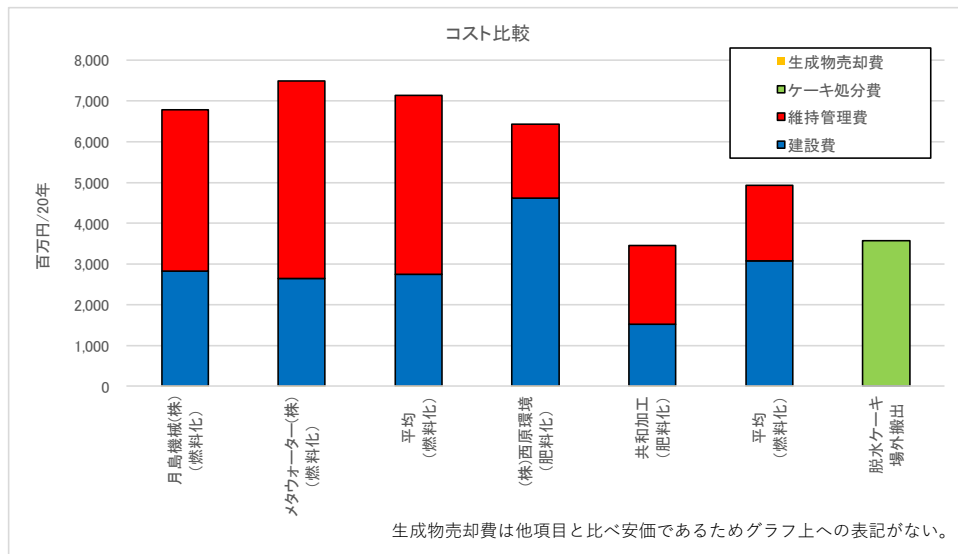


図 2-7-4-1 コスト比較

表 2-7-4-1 コスト比較

項目	単位	月島機械(株)	メタウォーター(株)	平均	(株)西原環境	共和加工(株)	平均	脱水ケーキで処分 場外搬出
提案技術			燃料化			肥料化		場外搬出
建設費	百万円	2,830	2,650	2,740	4,607	1,530	3,070	0
維持管理費	百万円/年	198	242	220	91	96	90	0
	百万円/20年	3,960	4,840	4,400	1,820	1,920	1,870	0
ケーキ処分費	百万円/20年	0	0	0	0	0	0	3,562
生成物売却費	百万円/20年	-4.5	-4.5	-4.5	-4.5	-4.5	-4.5	0
合計	百万円/20年	6,786	7,486	7,136	6,423	3,446	4,936	3,562

※ 生成物売却費は燃料化事業の先行事例で一般的に設定されている 100 円/t とした。肥料化事業については近年の事例が少なく、地域的な影響も大きいと考えられるため燃料化と同じ価格とした。

表 2-7-4-2 脱水ケーキ処分費・固形燃料売却費

脱水ケーキ処分費		
日平均ケーキ量	19.5 wet-t/日	事業計画値
処分単価	25,000 円/t	
汚泥処分費	488 千円/日 3,562,400 千円/20年	

固形燃料売却費		
固形燃料	6.1 t/日	脱水ケーキ (19.5wet-t、含水率75%) ⇒ 固形燃料含水率20%より
売却単価	100 円/t	先行事例一般値
固形燃料売却費	0.61 千円/日 4,500 千円/20年	

③臭気対策等

浄水管理センター周辺には住居や逗子海岸海水浴場が近接している状況であり、臭気対策は必須である。アンケート調査では、施設規模が大きく臭気の発生も多いと考えられる肥料化技術について臭気対策について提案を求めた。

近隣の住民等への影響を考えると、肥料化施設については完全密閉させて運用する必要があると考えられ、換気についても脱臭を行った上で行う必要がある。肥料の取引先の確保が可能との回答があった共和化工から提案のあった肥料化施設の施設面積は2,340m²である。階高を4mと想定すると施設内の容量は9,360m³となり、提案のあった脱臭風量200m³/minで換気回数を求めると0.8回/hとなる。下水処理場において類似の環境と考えられる搬出室の換気回数は5~7回/h程度で設定されており、提案の値は大きく下回る結果となった。

臭気の発生の多い発酵の初期段階を扱う箇所のみ脱臭を行う考えである可能性があるが、浄水管理センターは比較的都市部に位置しており、臭気が漏洩した場合には十分拡散されずに近隣の住宅に到達する可能性が高い。これより、施設全体から直接空気が漏れない様に留意する必要がある、施設の出入り等も考えると臭気を漏れない様にするためには課題が多いと考える。

(2) 民間事業者へのアンケート調査

汚泥処理・有効利用方法の抽出で示した技術から、本施設への適合性等を検討するために民間事業者へアンケート調査を行った。

この調査では、処理汚泥量等の事業の基本条件を整理したうえで、民間事業者の本事業への興味、概算事業費および施設の建設に必要な用地面積等を整理する。

①意向調査先

意向調査先は過去の実績等を踏まえ、以下のとおり選定した。

表 2-7-4-3 意向調査先

No.	調査先企業名	選定理由
1	月島機械株式会社	既設汚泥処理メーカーであり維持管理も行っているため。近隣の横浜市でも燃料化施設の実績がある。
2	メタウォーター株式会社	燃料化施設の実績が多いため。
3	水ingエンジニアリング株式会社	燃料化施設、肥料化施設の実績があるため。
4	株式会社西原環境	肥料化施設の実績があるため。燃料化の技術も持っている。
5	共和化工株式会社	佐賀市での肥料化施設の実績が好例として評価されているため。

②調査内容

調査内容と目的を下表に示す。

表 2-7-4-4 調査内容と目的

	調査内容	調査目的
問 1	本事業への参画について	本事業への参画の可能性がある事業者の把握のため。
問 2	燃料化物、肥料の取引先について	燃料化事業、肥料化事業の実施にあたっては、生成物の引取先の確保が必須であるため。
問 3	処理フロー	提案された技術の概要の把握のため。
問 4	施設の所要スペース	施設配置の可否の把握のため。
問 5	臭気対策について	肥料化施設は臭気を多く発生させると考えられ、その対策案の把握のため。
問 6	公的機関の評価等	技術の信頼性等の確認のため。
問 7	実績	同上
問 8	コストについて	概算事業費の把握のため。
問 9	その他	検討すべき課題等の抽出のため。

③意向調査結果

今回の調査では、依頼した5社の内4社（月島機械株式会社、メタウォーター株式会社、株式会社西原環境、共和化工株式会社）から回答が得られた。回答の内容やそれに対する考察等をまとめる。

【問1】本事業への参画について

燃料化事業、肥料化事業ともに各2社から提案があった。既設汚泥処理設備メーカーであり維持管理を行っている月島機械株式会社から汚泥量の確保や管理方法にかかる人件費に関する意見があり、今後事業を進める場合には考慮する必要があると考えられる。

表 2-7-4-5 本事業への参画について

No.	調査先企業名	回答
1	月島機械株式会社	燃料化事業：未定 肥料化事業：未定 <意見> 20年以上先の事業検討ということから、人口減少に伴い記載の汚泥発生量の確保が課題と考えます。 また、処理規模から考えても汚泥有効利用のみのDBOもしくはPFI事業の場合、独立事業に伴う経費（処理場内で2つの運転管理組織ができ人件費が増加する）の増加によりVFMが出にくい状況があることから、新規導入する設備を既設に組み込み、処理場一括の維持管理業務とすることで、上記経費の増加を抑えることが可能と考えます。 （問8コストについては処理場一括の維持管理業務とした場合の増加分人件費を記載しています。）
2	メタウォーター株式会社	燃料化事業：有 肥料化事業：未定 <意見> 弊社として肥料化事業に関する知見が少なく、技術的には対応可能であっても、利用条件の整理等に関する課題整理が必要なため。今後詳細条件をご教示いただき、前向きに検討を進めていく所存です。
4	株式会社西原環境	燃料化事業： 肥料化事業：有 <意見> 特に無し。
5	共和化工株式会社	燃料化事業：無 肥料化事業：有 <意見> 特に無し。

【問2】燃料化物、肥料の取引先について

燃料化物、肥料の取引先については自社で農場を有する共和化工のみ目処があるとの回答であった。この他の企業については今のところ取引先の目処はなく、事業を進める場合には今後発注者側（逗子市）でも検討を進める必要があると考えられる。

表 2-7-4-6 燃料化物、肥料の取引先について

No.	調査先企業名	回答
1	月島機械株式会社	燃料化事業：未定 肥料化事業：未定 <意見> 特に無し
2	メタウォーター株式会社	燃料化事業：未定 肥料化事業：未定 <意見> 利用先の確保については事業者にとって非常に大きな参画課題となるため、可能であれば貴市所掌にてご対応頂ければ、参画門戸の拡大に寄与すると考えます。
3	株式会社西原環境	燃料化事業： 肥料化事業：無 <意見> 本事業のような事業者単独が全量引き取り販路を確保することは困難と考えます。 コンポスト化施設を検討される場合は自治体様の協力や、国交相・農林水産省の協力も必要と考えます。 また、コンポスト施設の場合原料となる汚泥の品質安定が必要になりますので施設から出る脱水汚泥の品質管理まで必要になることから維持管理範囲は汚泥系からコンポストまでの維持管理できるよう、維持管理範囲を広げていただけるようお願い致します。 今回はコンポスト化施設として回答させていただきましたが、乾燥化で留める案が一番コスト安価だと考えます。 久里浜港に建設中の発電施設や、逗子・葉山のコンポストセンターなど乾燥汚泥なら様々な販路の選択肢がひろがり、長期運営の中で起こりうる引き取り手消失のリスク分担が可能になると考えます。

4	共和化工株式会社	<p>燃料化事業：無 肥料化事業：有 <意見> 弊社の子会社である「和饗エコファーム(株)」 (http://wakyoeconfarm.co.jp/)では、循環型社会を目指し、日本全国に農場を持ち下水汚泥等で製造した堆肥を使用して農業を行っております。</p> <p>また、弊社で製造された下水汚泥肥料を使用し、提携農家・農業関係事業者協力のもと農業実証試験（リンゴ、トウモロコシ、水稻、ニンニク、かんしょ等）をおこなっており、結果につきましても慣行区と遜色ない成果が得られております。</p> <p>なお、ふるい分け（粉・粒・ペレット）することで、全国30か所以上のゴルフ場（フェアウェイやグリーンなど）にも利用して頂いております。</p> <p>弊社の販売実績とネットワークを活用頂ければ、本事業で生産される肥料を流通できると見込んでおります。</p>
---	----------	---

【問3】処理フロー

各会社から提案のあった処理フローを示す。燃料化の月島機械、メタウォーターは汚泥乾燥での提案であった。汚泥乾燥は炭化する場合と比較して施設の建設費等が安価になるが、燃料の性状については引取先の需要とも調整する必要があるため、今後検討が必要である。

肥料化での提案のあった西原環境はプラント設備で行うコンポスト、共和化工についてはホイールローダーで行うコンポストでの提案であった。

①月島機械株式会社

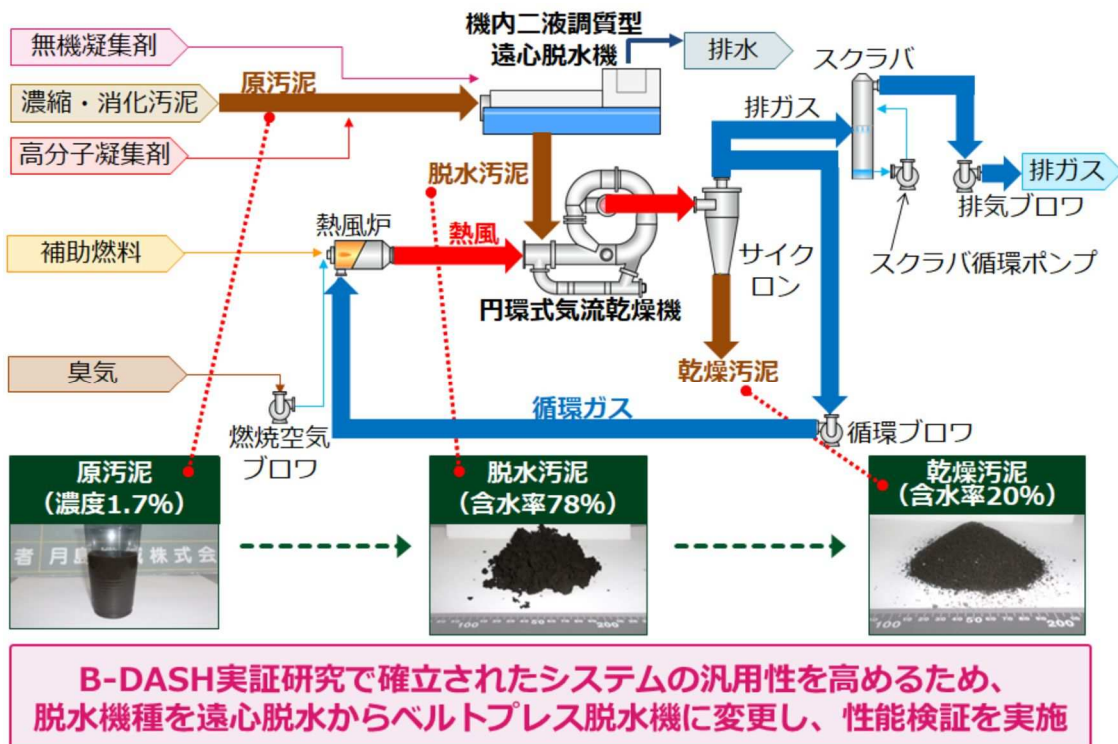


図 2-7-4-2 月島機械株式会社の技術概要

②メタウォーター株式会社

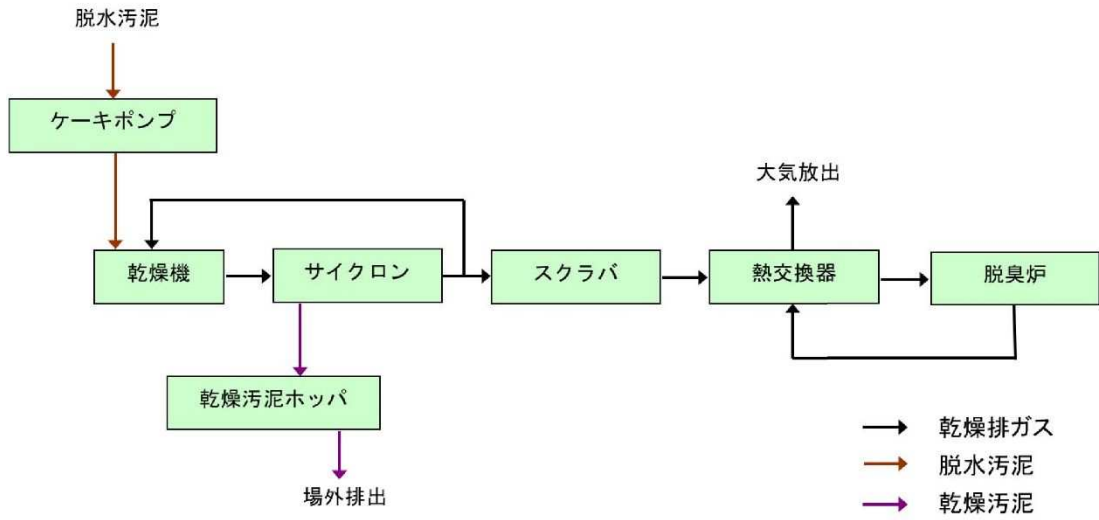


図 2-7-4-3 メタウォーター株式会社の技術概要 (フロー)

③株式会社西原環境

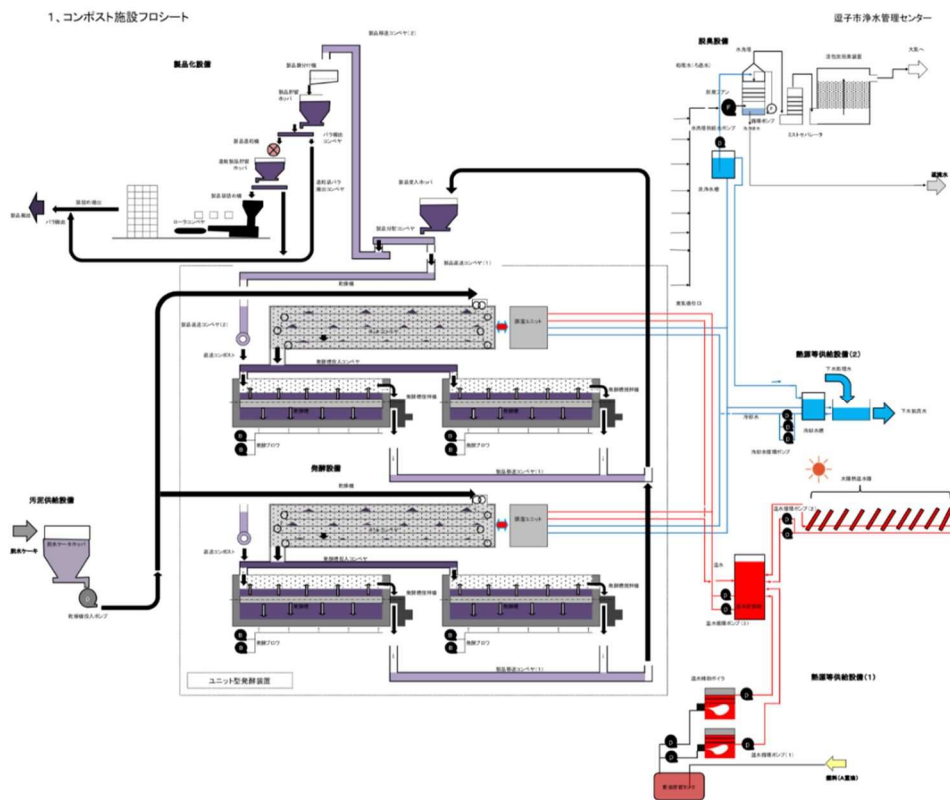


図 2-7-4-4 株式会社西原環境の技術概要

④共和化工株式会社

■発酵処理概略フロー

- ・脱水汚泥と返送品を混合して、発酵槽に仕込みます。
- ・発酵槽下部よりエアレーションを行い、微生物発酵を促進させます。
- ・約45日間で堆肥になります。



図 2-7-4-5 共和化工株式会社の技術概要

【問4】施設の所要スペース

施設の所要スペースは燃料化技術の場合が小さく 200～300m² であり、コンポスト化技術については 1,800～3,000m² であった。西原環境から提案のあったプラント設備でコンポストを行う技術の方が、ホイールローダーでコンポストを行う共和化工の技術よりも所要面積が小さいことが確認された。

なお、汚泥有効利用施設の建設箇所としては再整備後にスペースが空く可能性のある3系水処理の位置が考えられる。3系水処理施設は約 3,500m² (50m×70m) あるため、提案のあったどの技術についても配置は可能であると考えられる。

表 2-7-4-7 施設の所要スペース

No.	調査先企業名	回答
1	月島機械株式会社	約 200m ² (10m×20m)
2	メタウォーター株式会社	約 300m ² (20m×15m)
3	株式会社西原環境	約 1,800m ² (40m×45m)
4	共和化工株式会社	約 3,000m ² 発酵棟：約 65m×約 36m=2,340m ² 脱臭棟：約 20m×約 30m=600m ²

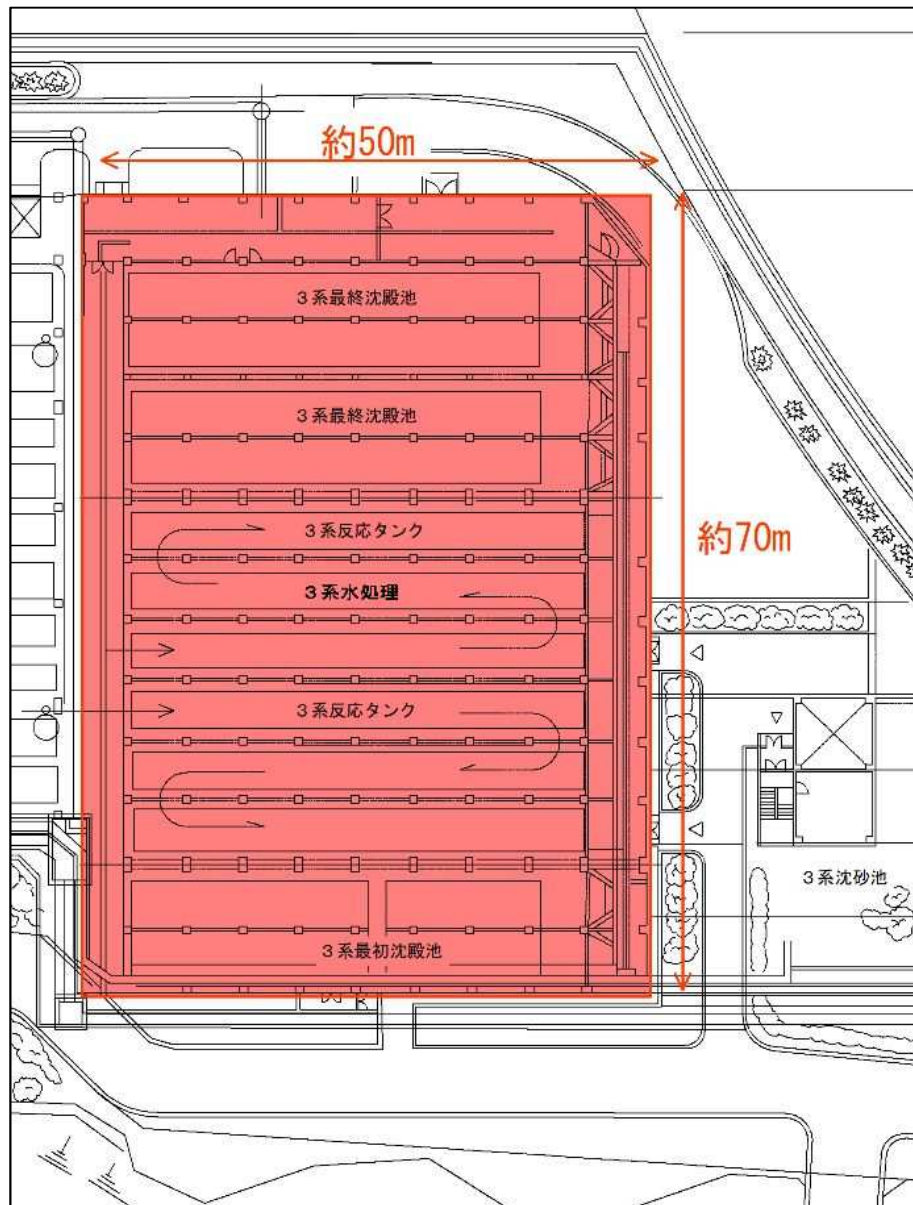


図 2-7-4-6 3系水処理施設配置図

【問5】臭気対策について

肥料化施設については臭気対策が特に必要であると考えられるため、肥料化事業を提案する場合について、臭気対策の提案を求めた。肥料化事業として提案のあった2社ともに脱臭装置での対応方法について回答があった。本施設は都市部に位置しているため、臭気が多く発生する肥料化施設を建設する場合には特に注意していく必要がある。

表 2-7-4-8 臭気対策について

No.	調査先企業名	回答
1	月島機械株式会社	燃料化事業での提案のため回答無し。
2	メタウォーター株式会社	燃料化事業での提案のため回答無し。
3	株式会社西原環境	<p>洗浄脱臭装置と薬品脱臭装置 380m³/min で臭気対策を想定しております。</p> <p>肥料化の場合は1次発酵の際に臭気強度が高い臭気が発生しますので、本施設では完全密閉式の発酵槽をご提案します。</p> <p>臭気を効率よく除去するため、容積が小さい空間で脱臭することが効率的なので発酵の前処理としてコンポスト化に障害が起きない含水率52%程度まで乾燥・減容化させ、発酵槽（容量 183m³ 必要面積 6800*15,000L*3,000H*4台）に投入します。</p> <p>発酵槽では発酵促進のため空気を当てながら攪拌するため、槽内では粉塵が舞います。</p> <p>また、その際に多量のアンモニアの臭気も発生します。</p> <p>粉塵は脱臭設備の閉塞トラブルを起こす原因になりますのでトラブル軽減とアンモニア臭気強度を落とすため洗浄脱臭装置で臭気の前処理を行い、活性炭脱臭装置で臭気を処理します。</p>
4	共和化工株式会社	<p>脱臭方式：水スクラバー ＋薬品洗浄（酸・アルカリ）</p> <p>設備容量：</p> <p>1)脱臭ファン 100 m³/分×3.5kPa×18.5kW×2 台</p> <p>2)薬液洗浄塔 2.2m×2.2m×1.8mH(充填材) ×2 塔(酸・アルカリ)</p> <p>3)脱臭設備棟 20m×30m×1 棟</p>

【問 6】 公的機関の評価等

信頼性確保の観点から、公的機関（日本下水道事業団、日本下水道新技術機構等）の評価を受けているかアンケートを行い、基本的には実績がある技術での提案があった。燃料化施設や肥料化施設等の汚泥有効利用施設の建設は、水処理施設の再整備後であると想定される。これより、汚泥有効利用施設の建設は 20 年以上先になると考えられるため、今後開発される技術についても留意する必要がある。

表 2-7-4-9 公的機関の評価等

No.	調査先企業名	回答
1	月島機械株式会社	下水道革新的技術実証事業（B-DASH プロジェクト）平成 28 年度採択 脱水乾燥システムによる下水汚泥の肥料化、燃料化実証事業
2	メタウォーター株式会社	回答無し
3	株式会社西原環境	下水道事業団、新技術推進機構の評価を受けておりません。 事業団委託案件の石垣市石垣西浄化センターで収めており良好に稼働しております。
4	共和化工株式会社	弊社は、佐賀市浄化センター内の下水汚泥堆肥化施設において、DBO 事業にて設計・施工して施設を建設し、その後、10 年以上の運転管理実績を有しております。 また、出来た肥料についても地域住民より好評を得ており、肥料の安全性についても（財）下水道新技術推進機構との共同研究により、佐賀市下水浄化センター及び宮古島資源リサイクルセンターを対象とし、下水汚泥由来肥料の利用促進のために、堆肥の安全性と有効性を検証し、研究の成果を「下水道由来肥料の利活用マニュアル」として取りまとめて公開しております。

【問 7】 実績

実績についても信頼性確保の観点から提示を求めた。各社ともある程度の実績を有している技術を提案されたことが確認できた。

【問8】コストについて

汚泥有効利用施設の導入にかかるコストを確認するために、建設費及び維持管理費の確認を行った。ホイールローダーを用いて攪拌を行うため、脱臭機械を除きプラント設備を基本的に設けない共和化工の技術を除き、概ね20年間にかかるコスト（建設費、維持管理費の合計）は60～75億円程度となることが確認された。共和化工の技術については20年間にかかるコストは約35億円であり他と比較して安価であることが確認された。

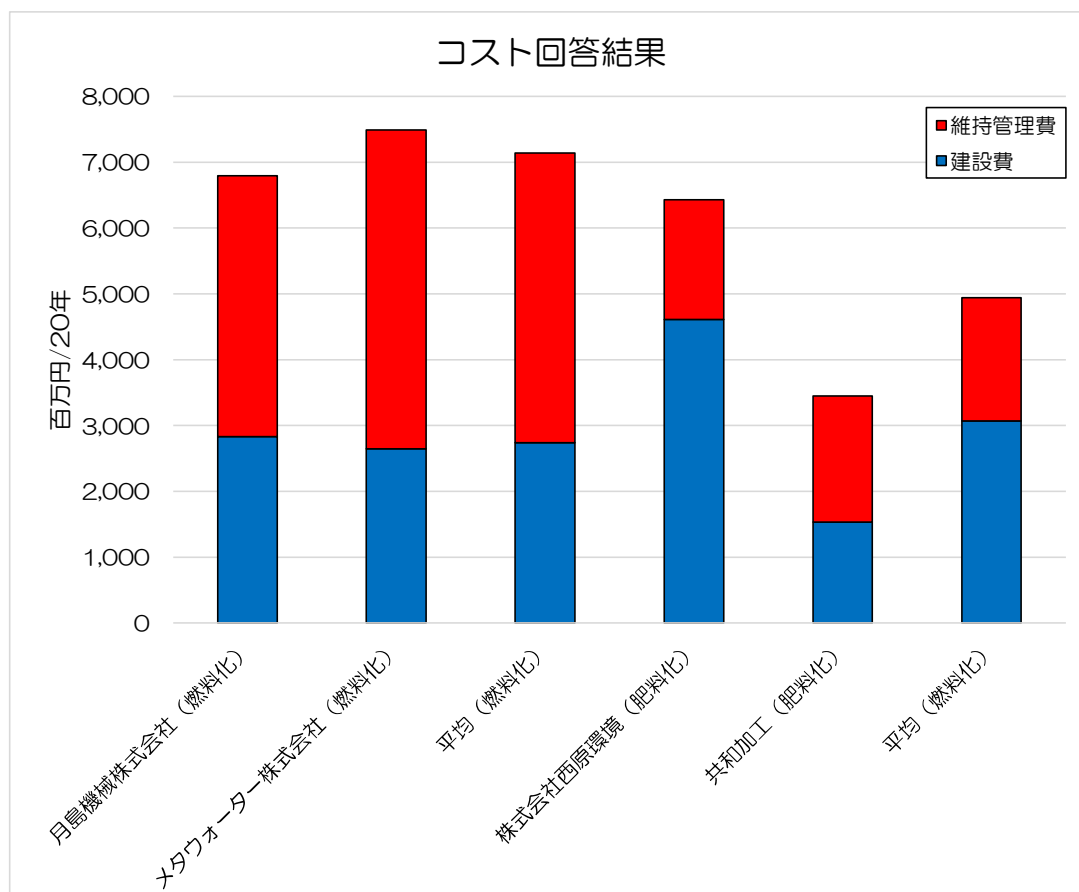


図 2-7-4-7 コスト回答結果

表 2-7-4-10 コスト回答結果

提案技術		月島機械 (株)	メタウォーター (株)	平均	(株) 西原環境	共和加工 (株)	平均
		燃料化			肥料化		
建設費	百万円	2,830	2,650	2,740	4,607	1,530	3,070
維持管理費	百万円/年	198	242	220	91	96	90
	百万円/20年	3,960	4,840	4,400	1,820	1,920	1,870
合計	百万円/20年	6,790	7,490	7,140	6,427	3,450	4,940

【問9】 その他

独自事業案がある場合等を想定してアンケートしたところ、メタウォーター株式会社から以下の意見があった。本構想での方針等と合わせて以下に示す。

以下黒字：メタウォーター株式会社からの回答

赤字：本構想での方針等（日本水工設計記載）

本事業ご発注に対する要望

①今回算定費用

- 今回ご提示の費用については、現時点における想定算定結果であり、本事業開始時期における物価上昇など精査出来ていないため、あくまで参考費用であることをご留意願います。
- 事業スケジュール等でこれら費用を参考にする場合には物価上昇等を考慮する。

②事業方式

- 本事業は長期事業であることより、DBO方式（もしくはPFI方式）による発注が望ましいと考えます。
- 汚泥有効利用施設の事業方式はDBO方式やPFI方式を採用することが多いため、本事業についても同様の方法になると想定している。
- 事業方式、要求水準、事業リスクなどについて、参加予定各社とのサウンディングを実施して頂き、幅広く意見反映して頂くことで企業参加意欲が向上すると考えます。
- 今後、検討を進める中でサウンディング等を実施し広く意見を集め、多くの参加希望企業が得られる事業とすることが望ましい。

③評価方法

- 品確法や地域経済発展の観点から、過度の価格競争を抑制するために最低制限価格の導入や、加算方式の採用などをお願いいたします。また評価バランスは技術側面にウェイトをおいて頂きますように（例えば技術80：価格20）お願いいたします。
- 評価方法については今後検討する。

④引取先

- 問2で記載させて頂きました、貴市にて利用先の確保が困難な場合、以下内容にて対応していきたいと考えております。
- 汚泥燃料化物受入先に関しましては、発生見込み汚泥量及びその性状により成分

想定し、引取先候補との条件交渉を重ね長期引取の確約を経て実現するものであり、当社としましては過去の実績からその確保は可能と考えています。

- しかしながら、近年の類似事業では引取先確保の可否が事業参加のカギとなっており、事業参加が出来ない、もしくは競争性が担保されない事例も増えている実態があります。地産地消としての側面を持つ本事業において、仮に発注者側で想定される引取先があるのであれば、引取先の燃料化に関わる条件をご提示頂き、それに相応する技術提案を行うことで事業の公平性及び競争性の確保がより一層図れるのではと考えています。
- 燃料化事業等の実現のためには取引先の確保が重要であるため、今後検討を進めていく場合には燃料の取引先の確保について留意する。

⑤事業契約

- 維持管理期間において、事業開始当初に見込むことができなかつたリスクへの対応のため、期間途中での（例えば5年間毎）契約内容見直しを実施する旨を、初期の契約時に盛り込んで頂くようお願い致します。
- ペナルティとの相殺が可能なボーナスポイントを設定いただく等、民間事業者のインセンティブが働くような仕組みを取り入れていただくことで事業品質の向上が期待できると考えております。
- 今後検討を進める際には留意する。

2-7-5 施設上部及び施設用地の空間活用

(1) 現用地の概要

逗子市浄水管理センターは、逗子市桜山9丁目 2448-4 に位置し、敷地面積は 21,200m² である。



図 2-7-5-1 浄水管理センター位置図 (1)



図 2-7-5-2 浄水管理センター位置図 (2)

(用途地域による規制)

浄水管理センターの立地している用途地域は、準工業地域であり、容積率 200%、建蔽率 40%の地域である。また、用途地域による建築物の用途制限がある。

(風致地区による規制)

周辺は第 4 種風致地区に該当しており、第 4 種風致地区にかかる規制は、逗子市風致地区条例別表第 1 で下記のとおり規定されている。逗子市が事業主で実施する都市施設の計画の為、許可申請は不要となるが、規制の適用の判断については具体的な計画図を基に担当部署との協議が必要となる。なお、津波避難施設として計画する場合には、高さ規制が免除できる可能性もある。

別表第 1 (第 2 条、第 8 条関係)

種別	建築物の高さ	建ぺい率	壁面後退距離	
			道路に接する部分	道路に接する部分以外の部分
第 1 種風致地区	8m	2/10	3m	2m
第 2 種風致地区	8m	4/10	1.5m	1m
第 3 種風致地区	10m	4/10	1.5m	1m
第 4 種風致地区	15m	4/10	1.5m	1m

別表第 2 (第 8 条関係)

区分	緑地率	
用途地域が定められていない土地の区域	第 1 種風致地区	5/10
	第 2 種風致地区	4/10
	第 3 種風致地区	3/10
	第 4 種風致地区	2/10
用途地域が定められている土地の区域	2/10	



図は平成二十九年三月現在 (令和元年九月一部変更)

図 2-7-5-3 浄水管理センターの用途地域

(2) 施設上部および施設用地の空間活用に関する検討課題

準工業地域の建築基準法上の制限は建蔽率 40%、容積率 200%であるが、現在の浄水管理センターは建蔽率 39.4%、容積率は 55.8%である。建蔽率が制限にほぼ達していることから、施設再整備に施設上部及び施設用地の空間活用を図るためには、極力コンパクトな施設再整備案とする必要がある。

また、都市計画決定されている下水道施設の区域内においては、都市計画法に規定する建築制限が課されるため、原則は下水道の用途の建築のみが可能であるが、都市計画法上の許可（都市計画法第五十三条（建築の許可））を受けることにより、もしくは建築基準法上の特例制度を利用することで、他用途の建築が可能となる可能性がある。

更には、高度な土地利用を図るために、容積率等の緩和を可能とする制度を活用することも考えられる。

検討課題① 極力コンパクトな施設再整備案を検討する。

検討課題② 都市計画施設の区域内における建築制限の除外

検討課題③ 容積率等の緩和策

(3) 下水道施設上部の活用事例

下水道施設上部を活用して維持管理費の一部としている例として以下に 3 つ事例を示す。

1) 芝浦水再生センター

東京都下水道局が管理する「芝浦水再生センター」では、立体都市計画制度（都市計画法第十一条 3 項）を活用して、事業コンペで選んだ民間事業者と連携し、下水道施設の再構築と上部の開発を一体的に進めた。敷地の南側に雨天時貯留池（最大約 76,000m³の未処理雨水や下水を貯留）を新設し、その上部に超高層を合築、さらに、既存の下水道施設の上には人工地盤と公園を整備したものである。

具体的には、敷地全体に人工地盤を構築することにより、空間を地表面で上下に二分し、地下の空間のみを都市施設としたものである。地上部は敷地面積約 50,000m²に対する 400%の容積を上限として、都市施設に縛られない利用を可能としている。

2) 竜華水みらいセンター

大阪府東部に位置する八尾市の旧国鉄竜華操車場跡地を中心とした約 24.6ha の区域である大阪竜華都市拠点地区は、土地区画整理事業を活用しつつ、複合機能を集積した都市拠点を形成する地区として、八尾市の総合計画等に位置づけられている。本地区の中心に位置する大阪府の寝屋川流域下水道竜華水みらいセンター（地下式の水処理施設、平成 22 年 11 月供用開始）の上部地に民間活力の導入を図ったものである。

地区計画で定められた公益・文化地区に相応しい産業・教育・文化等の機能を有する民間施設の導入を実現することを目的として上部利用事業者の公募を行った結果、主たる公益施設としてのインドアフットサルコート、インドアテニスコート、スポーツカフェ（飲食店）、プール、ジム、スタジオ、生活利便施設（付随する物販施設）としての大型スポーツ専門店、スーパーマーケット等の施設を上部に設けることとなった。なお、貸付料収入については、流域下水道における貴重な自主財源として、維持管理費等に充当していくこととしている。

3) 山形浄化センター（山形県）等

当面施設拡張の予定がない用地を貸付している事例として、山形浄化センター（山形県）では下水処理場用地を民間事業者へ貸付け、太陽光発電を行っている。他にも埼玉県、茨城県および神戸市など複数でも実施しているが、いずれも下水処理場の規模が大きく、太陽光パネルの設置面積も広い。

- ・ 契約期間：20 年間
- ・ 使用面積：42,026m²
- ・ 貸付料：年間 4,623 千円

他にも、下水処理場の上部（屋根）の貸付けを予定して太陽光発電事業者を募集している事例として、安曇野終末処理場（長野県）が挙げられる。

- ・ 契約期間：20 年間
- ・ 使用面積：水処理施設覆蓋 3,939m²
- ・ 貸付額：年間 46 円/m²・税抜）以上

(4) 活用に当たっての問題点の抽出

浄水管理センターの施設上部を民間活用するにあたって考えられる解決すべき事項を以下に示す。

- 地区計画を都市計画決定する必要がある。
- 浄水管理センター用地だけによる地区計画策定の可能性（可否）
- 桜山9丁目全体等の複数の区画がまとまる必要性（可否）
- 芝浦水再生センター地区は特定都市再生緊急整備区域内に含まれているため、高度な商業利用施設を上部に設けることができたが、一般的には竜華水みらいセンターのように、公共施設を含めて地区計画を策定するにあたっては、公益、文化、（または商業）等を基本方針（コンセプト）に掲げる必要があると思われる。

(5) 活用案

1) 現在の用途地域（準工業地域）で設置可能な用途

準工業地域内で建築可能な用途としては、遊戯施設・風俗施設・危険性が大きい施設を除いては一通りの用途が可能である。

表 2-7-5-1 準工業地域内で建築可能な施設

用途地域内の建築物の用途制限 ○：建てられる用途 ×：原則として建てられない用途 ①、②、③、④、▲：面積、階数などの制限あり	第一種低層住居専用地域	第二種低層住居専用地域	第一種中高層住居専用地域	第二種中高層住居専用地域	第一種住居地域	第二種住居地域	準住居地域	近隣商業地域	商業地域	準工業地域	工業地域	工業専用地域	備考
	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	×	
住宅、共同住宅、寄宿舎、下宿、兼用住宅で、非住宅部分の床面積が、50㎡以下かつ建築物の延べ面積の2分の1未満のもの	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	×	非住宅部分の用途制限あり
店舗等	×	①	②	③	○	○	○	○	○	○	○	④	①：日用品販売店、喫茶店、理髪店及び理髪店等のサービス業用店舗のみ、2階以下。 ②：①に加えて、物品販売店舗、飲食店、宿泊代理店・旅行の支店・宅前旅館等事業者等のサービス業用店舗のみ、2階以下。 ③：2階以下。 ④：物品販売店舗、飲食店を除く。
事務所	×	×	×	▲	○	○	○	○	○	○	○	○	▲2階以下
ホテル、旅館	×	×	×	▲	○	○	○	○	○	○	×	×	▲3,000㎡以下
遊戯施設、風俗施設	×	×	×	×	▲	○	○	○	○	○	○	×	▲3,000㎡以下
校・公共施設	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	×	×	▲客席200㎡以下 ▲個室付浴場等を除く
工場・倉庫等	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	○	○	原動機・作業内容の制限あり 作業場の床面積 ①50㎡以下、②150㎡以下
卸売市場、火葬場、と畜場、汚物処理場、ごみ焼却場等	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	○	○	作業場の床面積 ①50㎡以下、②150㎡以下 ③300㎡以下 原動機の制限あり

注：本表は建築基準法別表第2の概要であり、全ての制限について掲載したわけではない。

出典：国土交通省

2) 容積率の緩和策

前述した立体都市計画制度のほか、容積率等が緩和可能な建築基準法上の特例制度として、公共施設の整備、公開空地の確保等を伴う個別の優良プロジェクト等については、容積率割増し等についての特例制度を活用することにより、個々の実情に応じた土地利用と良好な市街地環境の形成が可能であるとされている。

表 2-7-5-2 制度概要

制度の名称	創設年度	制度の趣旨・概要
特例容積率適用地区 (建築基準法第 57 条の 2)	平成 17 年	市街地の防災機能確保等ため、特例容積率の限度の指定の申請に基づき、要件に該当する場合は、特例敷地のそれぞれに適用される特例容積率の限度を指定する。
高層住居誘導地区 (建築基準法 52 条、 建築基準法第 57 条の 5)	平成 9 年	都心地域等における住宅と非住宅の適正な用途配分を実現するため、一定割合以上住宅を供給する建築物に対して、容積率、斜線制限の緩和等を行い、地区内においては日影規制を適用除外とする。
高度利用地区 (建築基準法第 59 条)	昭和 44 年	建築物の敷地等の統合の促進、小規模建築物の抑制、敷地内の有効空地の確保を図るとともに、容積率等を緩和し、土地の高度利用と都市機能の更新を行う。
総合設計 (建築基準法第 59 条の 2)	昭和 45 年	敷地内に一定割合以上の空地を確保する建築計画について、市街地の環境改善に資すると認められる場合に、容積率等の制限を緩和する。
特定街区 (建築基準法第 60 条)	昭和 36 年	良好な環境と健全な形態を有する建築物の建築と併せて、有効な空地を確保するものについて、容積率等の緩和を行い、市街地の整備改善を図る。
都市再生特別地区 (建築基準法第 60 条の 2)	平成 14 年	都市再生緊急整備地域内において、既存の用途地域等に基づく用途、容積率等の規制を適用除外とした上で、自由度の高い計画を定める。
再開発等促進区 (建築基準法 68 条の 3)	平成 14 年	現に土地の利用状況が著しく変化しつつある等の条件に該当する土地の区域における地区計画について、地区内の公共施設の整備と併せて、建築物の用途、容積率等の制限を緩和することにより、良好なプロジェクトを誘導する。 ※再開発地区計画(昭和 63 創設)及び住宅地高度利用地区計画(平成 2 年創設)を統合したもの。
誘導容積型地区計画 (建築基準法 68 条の 4)	平成 4 年	公共施設が未整備な段階の容積率(暫定容積率)と公共施設整備後の容積率(目標容積率)の 2 つを定め明示することにより、土地の有効高度利用を誘導する。
容積適正配分型地区計画 (建築基準法第 68 条の 5)	平成 4 年	用途地域で指定された容積の範囲内で、地区計画区域内において容積を配分し、土地の合理的な利用を促進しつつ、良好な環境の形成や保護を図る。
高度利用型地区計画 (建築基準法 68 条の 5 の 2)	平成 14 年	適正な配置及び規模の公共施設を備えた土地の区域について、敷地内の有効空地の確保等を図るとともに、容積率等を緩和し、その合理的かつ健全な高度利用と都市機能の更新を図る。
用途別容積型地区計画 (建築基準法第 68 条の 5 の 3)	平成 2 年	都心周辺部等の住商併存地域における住宅供給を促進するために、住宅を設けた場合に、住宅について容積率を緩和する。
街並み誘導型地区計画 (建築基準法第 68 条の 5 の 4)	平成 7 年	地区計画において壁面の位置の制限、建築物の高さの最高限度等を定めた場合には、前面道路幅員による容積率制限、斜線制限を適用除外とする。
一団地の総合的設計制度 (建築基準法 86 条第 1 項)	昭和 25 年	一定の土地の区域内における総合的設計による複数建築物について、容積率制限等の規制を同一敷地内にあるものとみなして一体的に適用するもの。
連担建築物設計制度 (建築基準法第 86 条第 2 項)	平成 10 年	一定の土地の区域内において、既存建築物の存在を前提とした合理的な設計による複数建築物について、容積率制限等の規制を同一敷地内にあるものとみなして一体的に適用するもの。

出典：国土交通省 <https://www.mlit.go.jp/jutakukentiku/house/seido/kisei/kijunho.html>

上表のうち、網掛けした特例制度については、浄水管理センターのみに限定した計画には適用困難だが、白抜きの特例制度については、周辺との一体的な取組方針(基本方針、コンセプト等)次第では適用の可能性があると思われる。

3) 土地利用に関するコンセプト

浄水管理センター内を下水道施設としての利用以外の目的において使用する場合（特に前述の地区計画等の特例制度を活用する場合）には、以下の例に示すような土地利用に関するコンセプトが必要と考えられる。

【コンセプト例】

浄水管理センターは、逗子海岸が一望でき多くの史跡を有するなど、逗子市の発展にとって極めて重要な場所であることから、市民にとって教育・文化等の価値をより高めるとともに、緑豊かな水辺環境を形成し、ゆとりある空間を創出する場所とする。

4) 活用案

浄水管理センター用地は逗子海岸、相模湾を望める眺望の良い立地であるため、文化施設や運動施設などの公園事業として利活用するほかにも集客施設の誘致も期待される一方で、下水処理場から発生する臭気は、利用客を遠ざける要因ともなり得る。

ロケーションとしては公共性の高い、公園やうるおいのある空間としつつ、かつ来訪者がくつろげるような軽食・喫茶スペース（カフェテリア等）や、レクリエーション施設（カルチャーセンターやスポーツジム等）、コワーキングスペースやシェアオフィス等も考えられるが、民間企業が事業可能性を判断する上では利用可能床面積、賃料、アクセス、周辺施設状況、利用動線、臭気等の周辺環境、避難経路などを複合的に判断するため、可能性調査の段階で十分にヒアリングを行うことが重要である。

【活用案】

- 史跡を活かした文化施設
- 運動施設などの公園施設
- 相模湾の眺望を活かした飲食店
- レクリエーション施設
- コワーキングスペース、シェアオフィス

施設上部及び施設用地の空間活用イメージ図

※当図は活用案のイメージであり事業、施設、関係法令等の検討を要する。

全体配置図
S=1/400



施設断面図
S=1/400

TP+18.83 (GL+15.00m)

▽溝波湧水深(せき上げ考慮)=TP+13.44 (GL+9.61m)
▽溝波湧水深=TP+10.97 (GL+6.84m)

GL=TP+3.83

A系水処理施設

B系水処理施設

新管理棟棟棟

図 2-7-5-4 施設上部及び施設用地の空間活用イメージ図

(6) 事業化に向けた課題の整理

施設上部および施設用地の空間活用方針は現時点で明確に定まっていないものの、A系、B系の上部または3系列の撤去後敷地など比較的まとまった用地を確保できるため、下水道事業以外の用途として活用することも考えられる。

事業化に向けた課題を下表に整理する。

表 2-7-5-3 施設上部及び施設用地の空間活用の事業化に向けた課題

項目	課題
スケジュール	<ul style="list-style-type: none">・ 上部利用とする場合は、二重覆蓋の設計を水処理施設の設計と併せて検討する必要があるため、設計着手前に利活用方針を定める必要がある。・ 都市計画の変更が必要となる場合は上記設計の前に都市計画を変更する必要があるため、都市計画の変更に必要な期間をあらかじめ勘案して利活用方針を定める必要がある。・ 民間事業者に利活用を委ねる場合、民間事業者へのサウンディングを実施し、事業可能性を事前に調査する必要がある。
臭気対策	<ul style="list-style-type: none">・ 上部利用等を行う場合、下水処理や汚泥処理に伴う臭気が問題となる可能性がある。特に、民間事業者が当該用地において収益事業を実施する場合、臭気の問題が集客力、事業収支に大きく影響しかねないため、民間事業者にサウンディングを行うとともに必要に応じて臭気対策を検討する必要がある。
都市計画	<ul style="list-style-type: none">・ 利活用用途に応じて都市計画の変更が必要となる場合は都市計画の変更を行う。
地域住民との合意形成	<ul style="list-style-type: none">・ 利活用に伴い景観の悪化、視界の遮り、騒音、近隣道路の混雑など地域住民にとって不便が生じる場合があるため、地域住民との合意形成が求められる。
管理動線の確保	<ul style="list-style-type: none">・ 利用者が下水処理施設に立ち入らないよう、入口から利用空間にかけて下水道管理空間と隔離する必要がある。