

**【別紙 1】 那覇浄化センターの概要
及び運転実績**

1. 那覇浄化センター（みずクリン那覇）の概要

1-1. 概要

那覇浄化センター（みずクリン那覇）は沖縄本島で人口の最も多い那覇市の西海岸沿いに位置しており、宜野湾浄化センター（みずクリン宜野湾）とともに中部流域下水道の処理場の一つである。敷地面積は約 100,000 m²、1 日当たりの下水処理能力は最大 134,000 m³/日である。現在、那覇市、浦添市、豊見城市、南風原町の 4 市町村から下水を受け入れている。

本土復帰前の昭和 39 年に米国民政府が策定した「沖縄中南部統合下水道計画」に基づき、昭和 41 年に那覇下水処理場の建設に着手され、昭和 44 年に簡易処理方式で供用を開始した。本土復帰に伴い、昭和 48 年に「沖縄県中南部流域下水道事業」として建設大臣の認可を受けた。昭和 52 年からは下水処理で一般的な標準活性汚泥法による高級処理を行っている。

現在、汚泥消化ガスを燃料とした消化ガス発電や、処理水を高度処理して再利用する再生水利用下水道事業を行っている。

表 1-1 那覇浄化センター（みずクリン那覇）の概要

項目	内容
所在地	〒900-0036 沖縄県那覇市西 3-10-1
供用開始	・ 昭和 44 年（1969 年）7 月より供用開始 ・ 昭和 52 年（1977 年）7 月より高級処理を開始 ・ 平成 14 年（2002 年）4 月より再生水の高度処理を開始
処理場面積	約 10 万 m ²
処理能力	最大 134,000 m ³ /日

出典：沖縄県土木建築部下水道事務所 HP



図 1-1 那覇浄化センター（みずクリン那覇）

撮影：令和 2 年 3 月 出典：沖縄県下水道事務所「沖縄県流域下水道 維持管理年報 令和 3 年度」

【事業計画：全量】

{計算条件}

- 1 流入諸元
 - ・流入水量 210,000 m³/d
 - ・SS 220 mg/l
 - ・V T S / T S 85.0 %
- 2 最初沈殿池
 - ・固形物除去率 70.0 %
 - ・初沈汚泥濃度 0.45 %
- 3 反応タンク、最終沈殿池
 - ・固形物除去率 85.0 %
 - ・余剰汚泥濃度 0.50 %
 - ・汚泥返送率 25.0 %
- 4 重力濃縮タンク
 - ・回収率 80.0 %
 - ・濃縮汚泥濃度 3.5 %
- 5 機械濃縮機
 - ・回収率 95.0 %
 - ・濃縮汚泥濃度 4.0 %
- 6 機械濃縮機
 - ・回収率 95.0 %
 - ・濃縮汚泥濃度 4.0 %
- 7 汚泥消化タンク
 - ・有機分解率 60.0 %
 - ・回収率 100.0 %
 - ・脱離液発生率 30.0 %
 - ・脱離液汚泥濃度 0.5 %
- 8 凝集剤注入率
 - ・塩化第2鉄 (溶液濃度) 0.0 %
 - ・消石灰 38.0 %
 - ・高分子 (溶液濃度) 1.2 %
 - ・高分子 (溶液濃度) 0.2 %
- 9 汚泥脱水機
 - ・回収率 95.0 %
 - ・ケーキ含水率 78.0 %

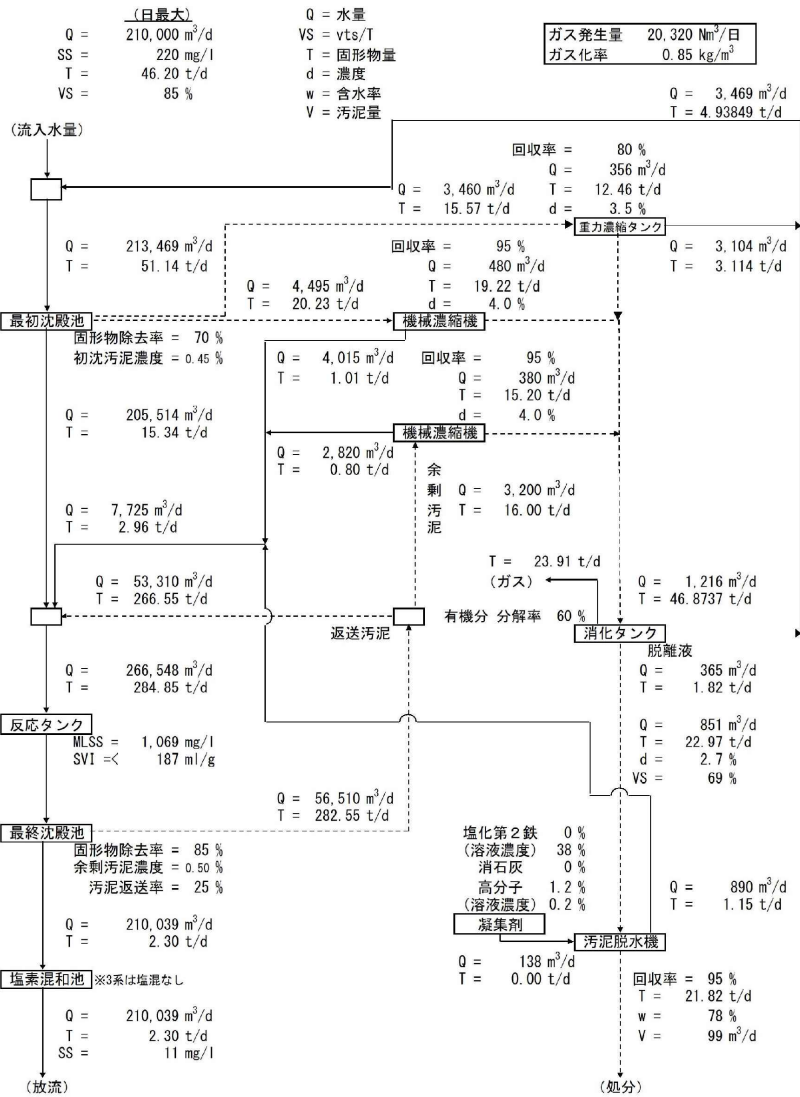


図 1-3 那覇浄化センター（みずクリン那覇）処理フロー（事業計画）

出典：沖縄県「沖縄県中部流域下水道事業計画書（変更）」（令和3年度）

1-3. 施設・設備概要

那覇浄化センターの現有設備を以下に整理する。

主要施設名	有効容量 (m^3)	形状	施設数	項目	設計 負荷 (日又は 時間 最大)	実績 (日又は 時間 平均)	
沈砂池	2系 480	2.3W×24.0L×2.9H	3池	水面積負荷 $m^3/m^2 \cdot 日$ 滞留時間 min	— —	1,305 3.2	
最初沈殿池	1系 6,627	14.1W×47.0L×2.5H	4池	水面積負荷 $m^3/m^2 \cdot 日$ 沈殿時間 h	70.0 2.0	42.2 1.4	
	2系 1,846	$\phi 28.0 \times 3.0H$	1池	水面積負荷 $m^3/m^2 \cdot 日$ 沈殿時間 h	70.0 1.0	68.0 1.1	
反応タンク	1系 25,164 (4,194×6)	1系 5.5W×45.0L×4.6H×4列	6池	HRT h	8.0	5.8	
				反応タンク通過時間 h	6.4	4.5	
				BOD-SS負荷 $kg/SSkg \cdot 日$	0.50	0.40	
				汚泥返送率 %	25.0	30.3	
				返送汚泥濃度 mg/L	2,500	5,150	
	2系 19,309 (4,827×4)	2系 8.4W×53.4L×11.0H	4池	MLSS濃度 mg/L	1,000	1,130	
				所要空気量 $m^3/除去BODkg$	60.6	61.8	
				HRT h	8.0	9.6	
				反応タンク通過時間 h	6.4	7.3	
				BOD-SS負荷 $kg/SSkg \cdot 日$	0.50	0.20	
最終沈殿池	1系 16,777 (2,796×6)	1系 5.5W×41.0L×3.1H×4列	6池	汚泥返送率 %	25.0	32.4	
				返送汚泥濃度 mg/L	2,500	5,260	
	2系 11,852	1池、2池 (5,079.6) 4.15W×51.0L×3.0H×4列 3池、4池 (6,772.8) 4.15W×51.0L×4.0H×4列	2池	MLSS濃度 mg/L	1,000	1,500	
				所要空気量 $m^3/除去BODkg$	59.0	60.8	
			2池	水面積負荷 $m^3/m^2 \cdot 日$ 沈殿時間 h	20.0 3.7	19.1 3.9	
				2池	水面積負荷 $m^3/m^2 \cdot 日$ 沈殿時間 h	20.0 3.4	19.0 4.2
塩素混和池	1系 3,347	5.0W×136.6L×4.9H	1池	接触時間 min 塩素注入率 mg/L	15 3	47.7 1.46	
	2系 993	5.0W×52.0L×3.82H	1池	接触時間 min 塩素注入率 mg/L	15 3	50.7 1.75	
重力式 汚泥濃縮タンク	2系 692 (346×2)	$\phi 10.5 \times 4.0H$	2基	固形物負荷 $kg/m^2 \cdot 日$ 沈殿時間 h 濃縮汚泥濃度 %	90 4.8 3.5	125.7 3.5 3.31	
ベルト濃縮装置 (初沈系)	2.0W×3.0L	60 m^3/h	2台	濃縮汚泥濃度 % 処理量 $m^3/日$	4.0 2,880	4.46 1,238	
常圧浮上 濃縮装置	134 (67×2)	$\phi 4.4 \times 4.4H$ 12 m^2 (浮上面積)	2台	固形物負荷 $kg/m^2 \cdot 日$ 濃縮汚泥濃度 %	600 4.0	781 4.90	
ベルト濃縮装置 (余剰系)	2.0W×3.0L	60 m^3/h	1台	濃縮汚泥濃度 % 処理量 $m^3/日$	4.0 1,440	4.81 1,177	
汚泥消化タンク	1号 3,262 2号 3,262 3号 3,108 4号 3,108 5号 3,500 6号 8,000 7号 8,000	1号 $\phi 19.8 \times 10.6H$ 2号 $\phi 19.8 \times 10.6H$ 3号 $\phi 19.8 \times 10.1H$ 4号 $\phi 19.8 \times 10.1H$ 5号 $\phi 18.0 \times 14.0H$ 6号 $\phi 23.2 \times 33.2H$ 7号 $\phi 23.2 \times 33.2H$	7基	消化日数 日	30.0	30.6	
				消化率 %	60.0	58.6	
				消化温度 $^{\circ}C$	1号	35.0	38.9
					2号	35.0	38.8
					3号	35.0	37.4
					4号	35.0	37.3
					5号	35.0	38.6
					6号	35.0	—
7号	35.0	38.1					
ガス球形タンク	3,800 Nm^3	$\phi 10.19m$ (1900 $Nm^3 \times 2$)	2基	ガス発生量 $Nm^3/分解有機物kg$	0.85	0.87	
汚泥脱水設備	遠心脱水機	30 m^3/h 40 m^3/h	2台 1台	薬品添加率 %	1.2	1.89	
				脱水ケーキ含水率 %	76.0	79.1	
備考	※形状・有効容量・計画値等は「沖縄県中部流域下水道事業計画書(変更を含む)」 又は「完成図書」に基づいている。(有効容量は形状から算出した値と一致するとは限らない) ※施設の稼働状況 ○6号消化タンク停止中：R3.4.1～R4.3.31 (R3年度全期間) ○2系最終沈殿池3池停止：R3.4.2～R4.3.31 延べ稼働：1,096日 (1,460日中) ○2系重力式汚泥濃縮タンク1池停止：R3.4.1～R3.4.15 延べ稼働：715日 (730日中) ○常圧浮上濃縮装置No.1停止：R3.4.1～R4.3.31 延べ稼働：365日 (730日中) ○ベルト濃縮装置(初沈系)No.1停止：R3.4.16～4.20、6.20、9.4～R4.3.31 No.2停止：R3.4.26、5.11、8.2～8.3、8.14～9.1、R4.3.7 延べ稼働：491日 (730日中)						

出典：沖縄県下水道事務所「沖縄県流域下水道 維持管理年報 令和3年度」

1-4. 一般平面図と敷地条件

表 1-2 敷地条件・周辺条件等

項目	那覇浄化センター
敷地条件 (現状)	新たに施設を建設する余裕はない。
敷地条件 (事業計画時)	1～4号消化タンク跡が空くが、全体計画では水処理施設改築予定地となっている。 免許センター跡地も同様。
敷地条件 (全体計画時)	1系最初沈殿地跡もしくは免許センター跡地のいずれかが利用可能。
周辺環境	住宅が隣接する。
地元協定等の有無 (燃焼施設設置、臭気、他下水処理場からの下水汚泥搬入等の制約)	特に無し
まとめ	現状では敷地条件・周辺環境から汚泥処理施設の新たな配置に対して課題があり、免許センター跡地の利用を含めた改築時の施設配置の検討が必要となる。



図 1-4 那覇浄化センター（みずクリン那覇）航空写真

出典：Google Earth

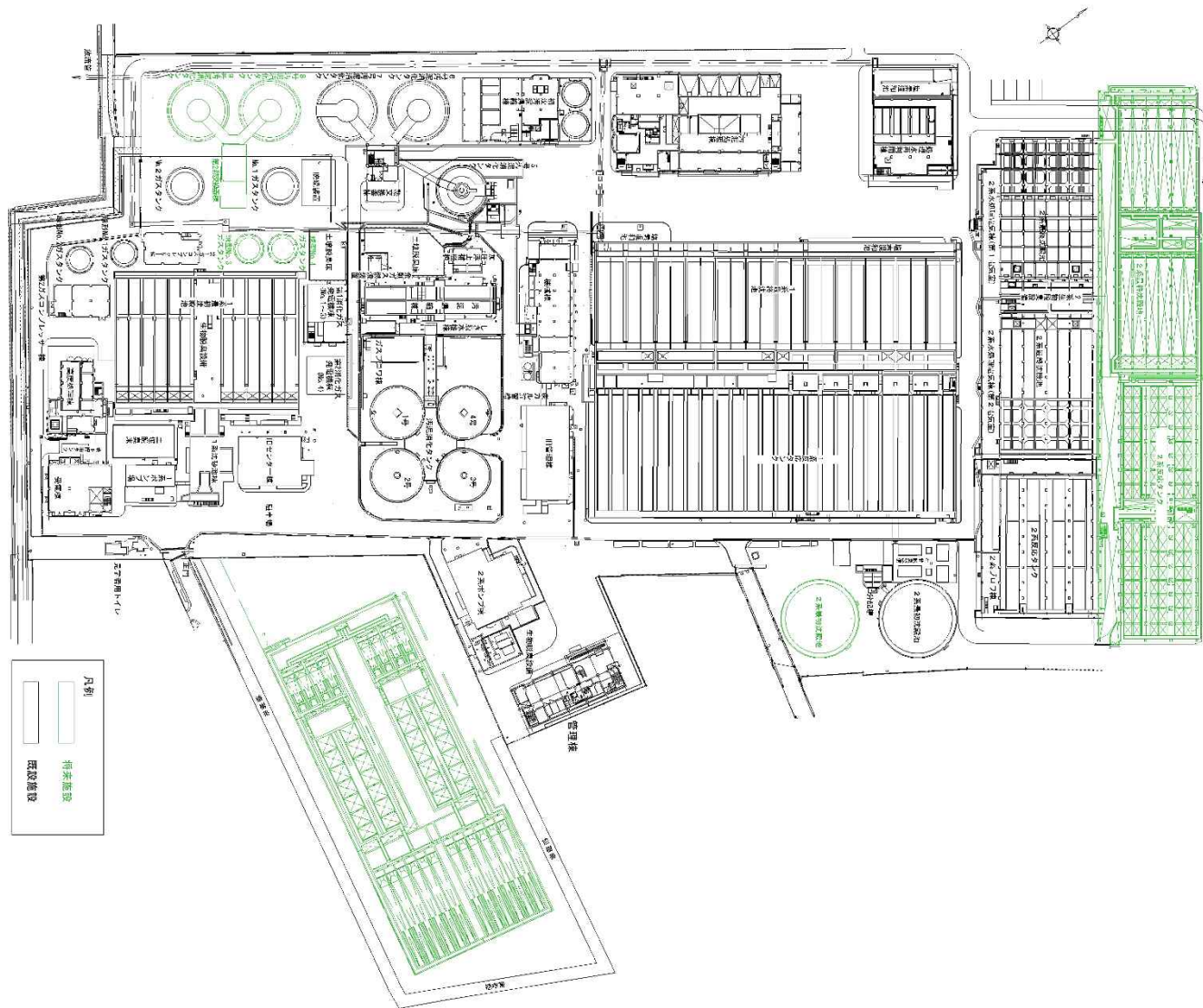


図 1-5 那覇浄化センター（みずクリン那覇）現況図

出典：沖縄県下水道管理事務所「沖縄県流域下水道 維持管理年報」（令和3年度）

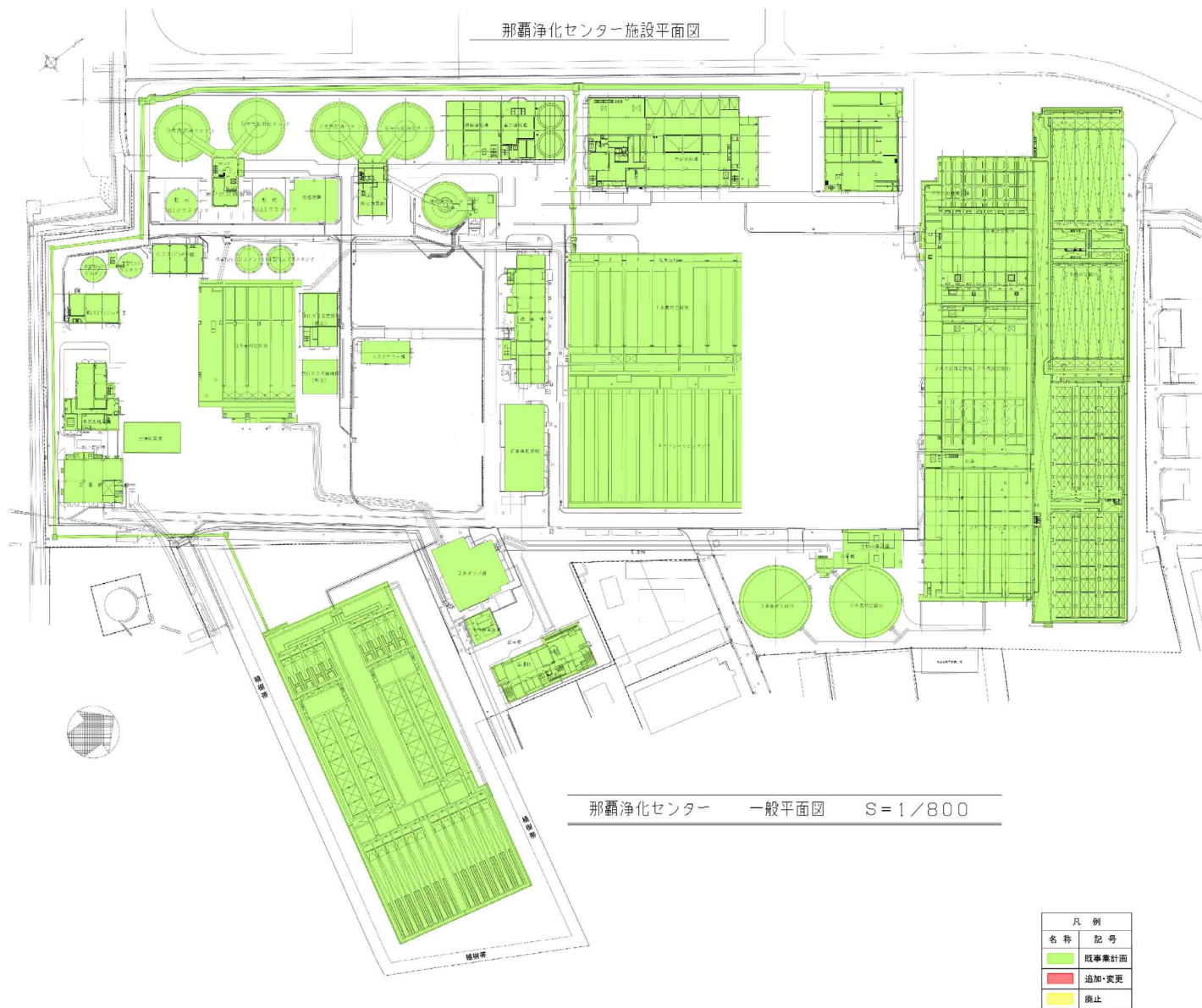


図 1-6 那覇浄化センター（みずクリン那覇）事業計画図

1-5. 発電設備の概要

本業務で対象とする那覇浄化センターの自家発電設備は、常用発電設備として消化ガス発電設備が4台(1,210kW)、非常用発電設備としてガスタービン発電設備×2台(1,765kW)が設置されている。消化ガス発電設備では、No.4を除いたNo.1~3が27~39年、非常用発電設備もNo.1~2ともに22年が経過しており、更新時期を迎えている。

■消化ガス発電設備

	設置年度	経過年数 (2023基準)	定格容量 (kW)	燃料 消費量 (Nm3/h)	燃料 消費量 (Nm3/日)	発電機 型式	原動機 型式	製作 メーカ
No.1	1984(S59)	39	270	162	3,888	誘導発電機	立形水冷 四サイクルエンジン 火花点火式	発電機： 東芝 原動機： ヤンマー
No.2	1991(H3)	32	270	162	3,888			
No.3	1996(H8)	27	270	162	3,888			
No.4	2011(H23)	12	400	216	5,184	同期発電機		
計			1,210	702	16,848			

※場内への電源供給及び排熱利用。

■非常用発電設備

	設置年度	経過年数 (2023基準)	定格容量 (kW)	発電機型式	原動機型式	製作メーカ
No.1	2001(H13)	22	1,765	同期発電機	自己空冷 ガスタービン型	発電機：東芝 原動機：新潟原動機
No.2						

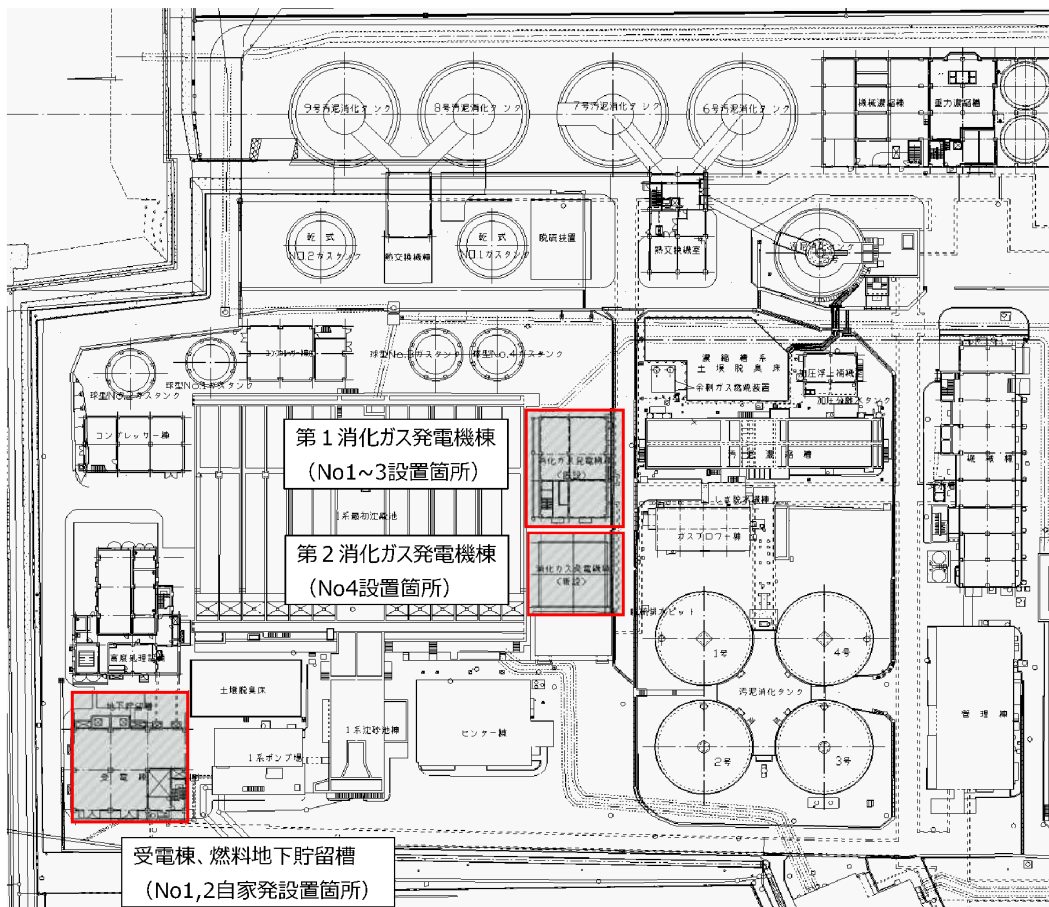


図 1-7 発電設備の概要及び位置図

1-6. 那覇浄化センターにおける運転実績の整理

1-6-1. 流入水量・水質

那覇浄化センターの水洗化率及び流入水量、水質の実績推移を次図に整理する。

表 1-3 水洗化率及び流入水量実績（令和3年度実績）

項目	実績値(R3)
水洗化率 (%)	93.9
面整備率 (対事業計画 (%))	83.7
年間流入下水量 (m ³ /年)	52,576,750
年間日平均流入下水量 (m ³ /日)	144,050
流入水質 (SS) (mg/L)	197
流入水質 (BOD) (mg/L)	210

出典：沖縄県下水道事務所「沖縄県流域下水道 維持管理年報 令和3年度」

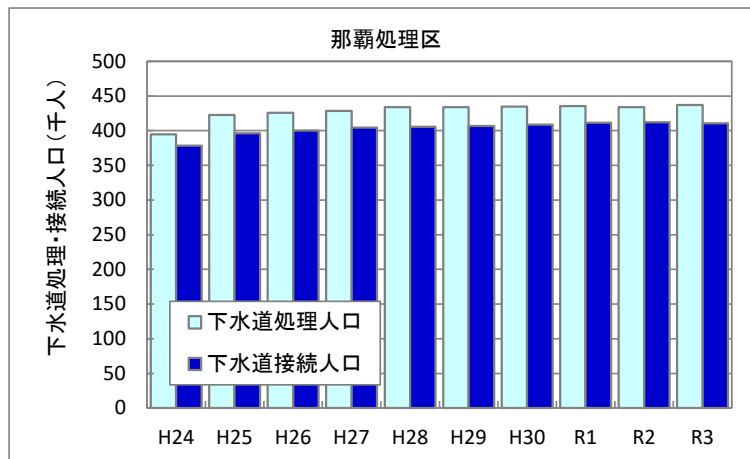


図 1-8 下水道処理・接続人口の推移

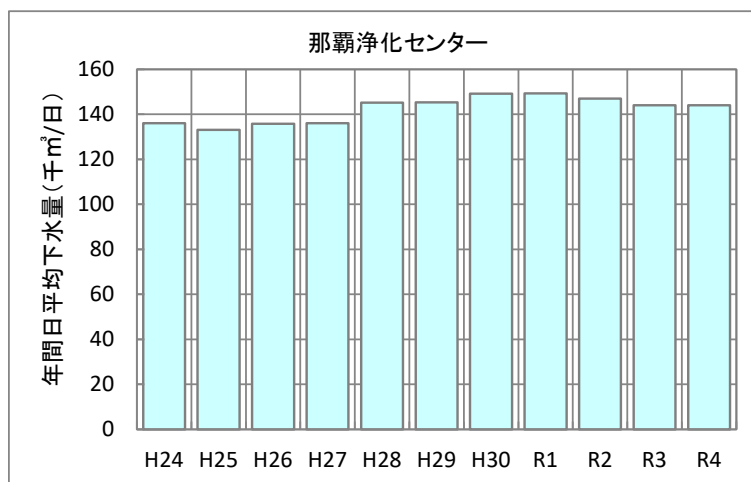


図 1-9 年間日平均流入下水量の推移

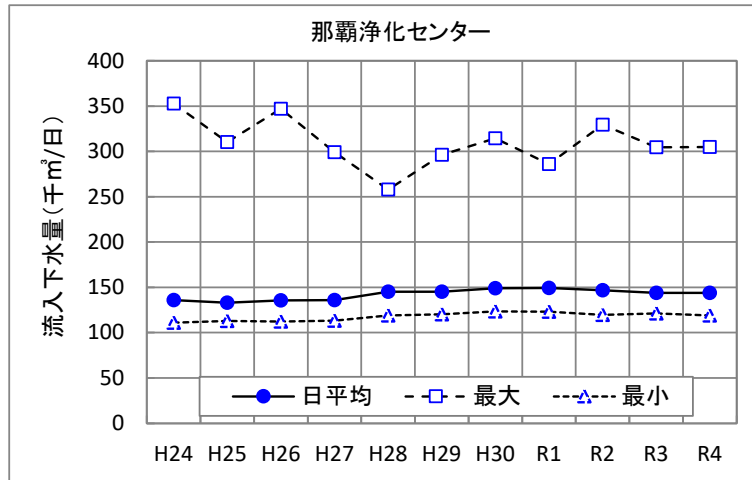


図 1-10 年間日平均/最大/最小流入下水量の推移

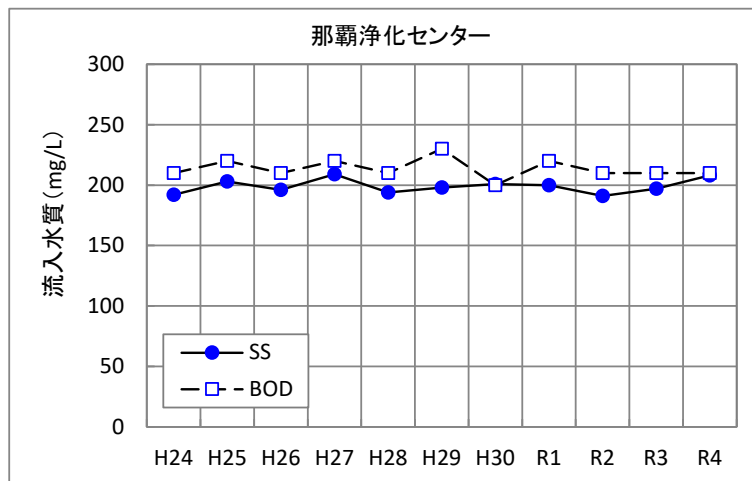


図 1-11 流入水質の推移

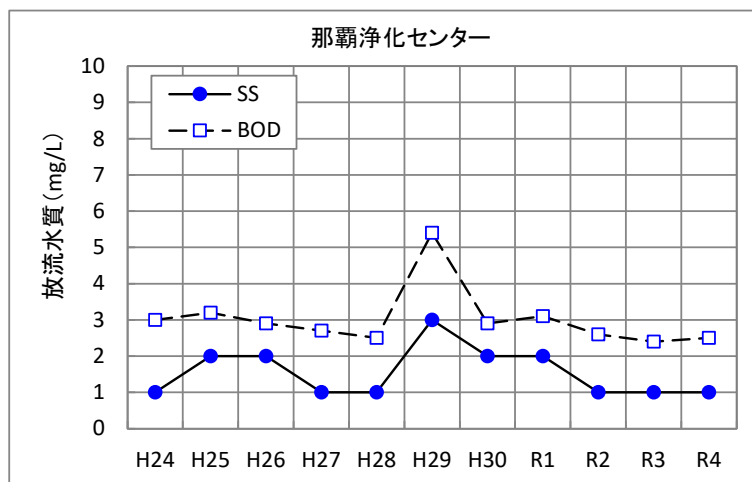


図 1-12 放流水質の推移

1-6-2. 消化槽運転実績

消化タンク投入汚泥量及び汚泥濃度、消化タンク投入汚泥固形物量の推移を次図に整理する。また、令和4年度実績値（年間平均値）及び全体計画値を次表に整理する。

表 1-4 消化タンク投入汚泥濃度

項目	R4実績値	全体計画値
消化タンク投入汚泥濃度(%)	3.75	4.0

出典：R4 実績；沖縄県下水道事務所「沖縄県流域下水道 維持管理年報 令和4年度」（年間平均値）
全体計画；那覇浄化センター容量計算書

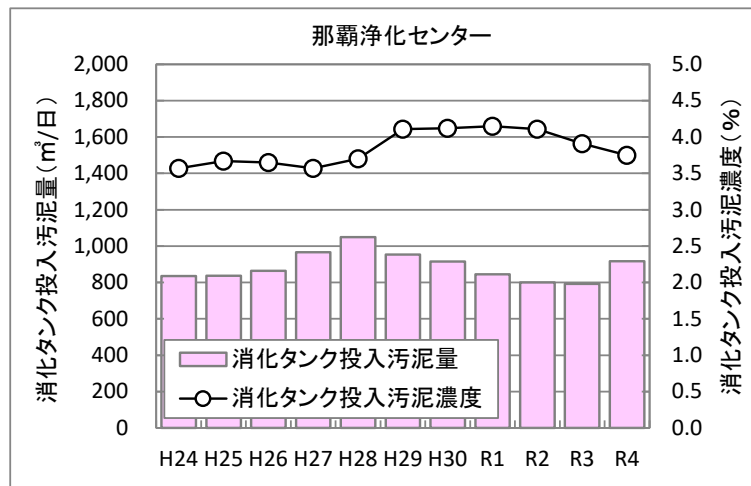


図 1-13 消化タンク投入汚泥量及び汚泥濃度の推移

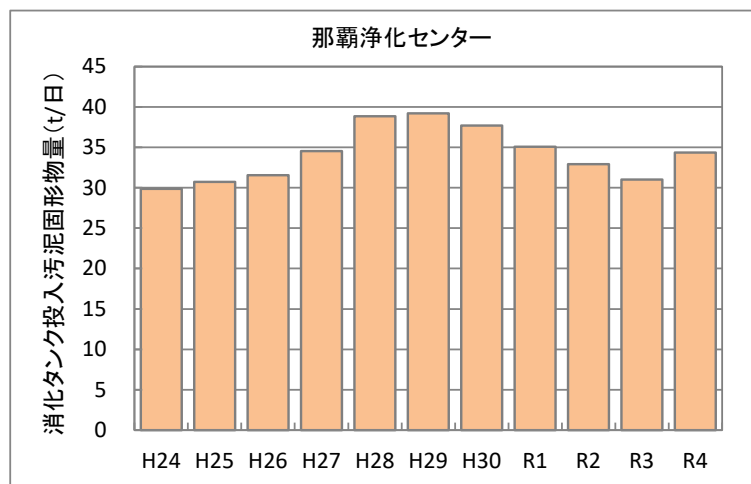


図 1-14 消化タンク投入汚泥固形物量の推移

消化汚泥量及び汚泥濃度、消化汚泥量固形物量、消化日数、消化率（有機物分解率）、分解有機物当たり消化ガス発生量の推移を次図に整理する。また、令和4年度実績値（年間平均値）及び全体計画値を次表に整理する。

表 1-5 消化汚泥濃度

項目	R4実績値	全体計画値
消化汚泥濃度 (%)	2.1	2.6
消化日数	26.5	30.0
消化率（有機物分解率） (%)	59.9	65.0
分解有機物当たり消化ガス発生量 (Nm ³ /kg-VSS)	0.78	0.85

出典：R4 実績；沖縄県下水道事務所「沖縄県流域下水道 維持管理年報 令和4年度」（年間平均値）
全体計画；那覇浄化センター容量計算書

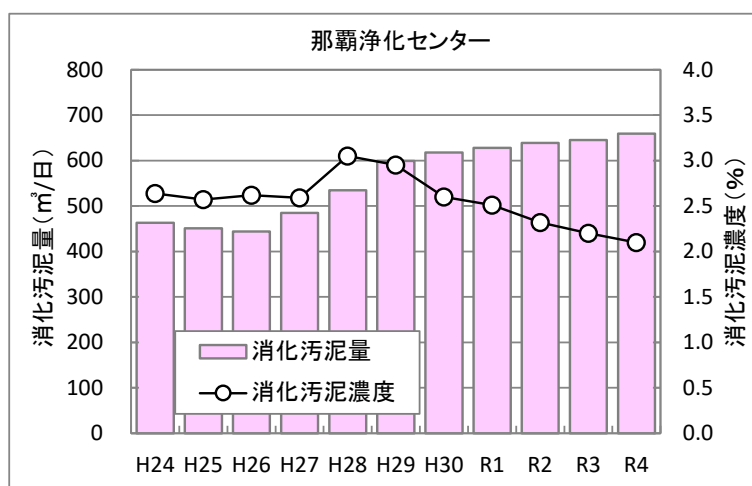


図 1-15 消化汚泥量及び汚泥濃度の推移

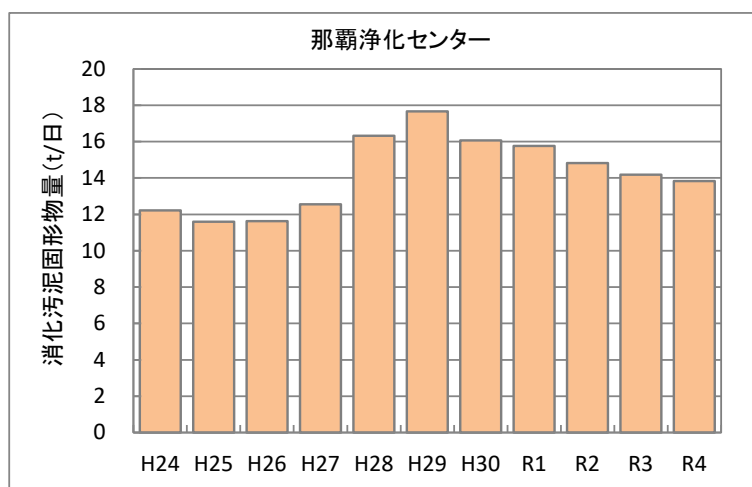


図 1-16 消化汚泥固形物量の推移

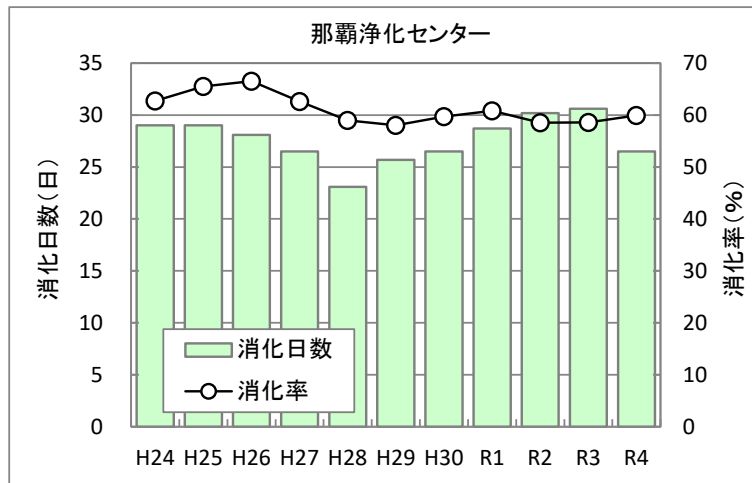


図 1-17 消化日数及び消化率の推移

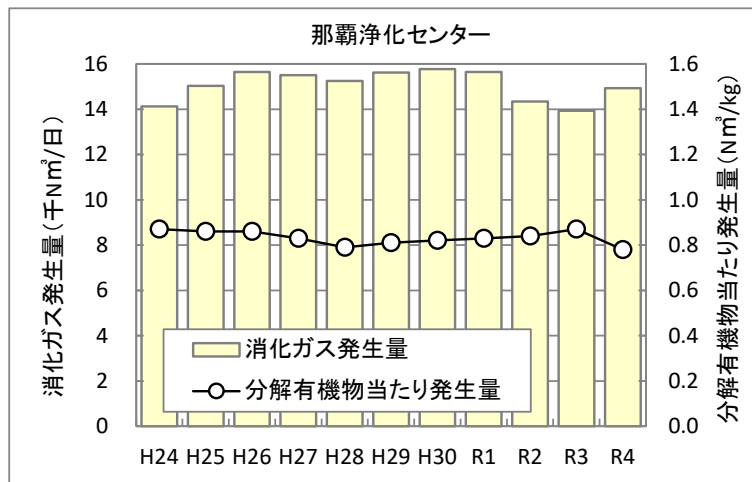


図 1-18 消化ガス発生量及び分解有機物当たり発生量の推移

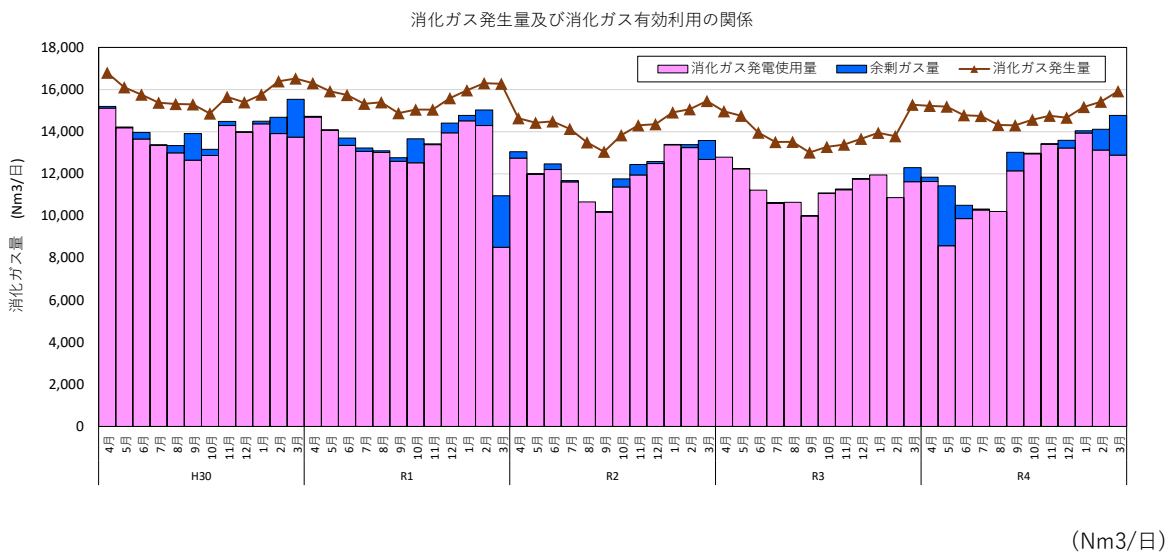
1-6-3. 消化ガス

(1) 消化ガス発生量及び有効利用量

那覇浄化センターでは、発生した消化ガスは水洗脱硫後、大部分を消化ガス発電設備の燃料として利用しており、余剰ガスが生じた場合には焼却処分している。

直近5か年における維持管理年報データより、消化ガス発生量の月別変動について整理した結果以下に示す。

消化ガス量は、R2～3年度にかけて減少しており、R4年度に増加傾向を示している。また、消化ガス発生量（脱硫前）と消化ガス発電利用量及び余剰ガス量の合計値（脱硫後）に差が生じていることから、脱硫による消化ガス量の減少が生じていると判断される。



区分	項目	H30	R1	R2	R3	R4	平均
脱硫前	①消化ガス発生量	15,491	15,648	14,342	13,926	14,922	14,866
脱硫後	②ガス発電ガス量	13,756	13,153	12,034	11,339	12,519	12,560
	③余剰ガス量	437	495	227	65	670	379
脱硫後の消化ガス比率：(②+③)/①		91.6%	87.2%	85.5%	81.9%	88.4%	86.9%

図 1-19 消化ガス発生量及び有効利用状況の整理

よって、消化ガス有効利用量は、消化ガス発生量に対して上記比率（85%）を乗じて算出するものとする。

なお、参考までに他浄化センターにおける脱硫後の消化ガス比率について整理した結果を次ページに示す。

【参考】他浄化センターにおける脱硫後の消化ガス比率

維持管理年報をもとに、宜野湾及び具志川浄化センターにおける脱硫前後の消化ガス量について整理した結果を以下に示す。

これより、他浄化センターにおいても水洗脱硫後の消化ガス量が80%程度に減少しているのが確認できる。

(Nm³/日)

		平成29年度	平成30年度	令和元年度	令和2年度	令和3年度	平均
宜野湾 浄化センター	脱硫前	9,325	10,175	10,955	10,813	10,908	10,435
	脱硫後	7,763	8,208	8,946	8,406	8,965	8,458
	割合(%)	83.2%	80.7%	81.7%	77.7%	82.2%	81.1%
具志川 浄化センター	脱硫前	3,105	3,274	3,431	3,654	3,634	3,420
	脱硫後	2,412	2,565	2,786	2,909	2,901	2,715
	割合(%)	77.7%	78.3%	81.2%	79.6%	79.8%	79.3%

(2) 消化ガス発生量の変動

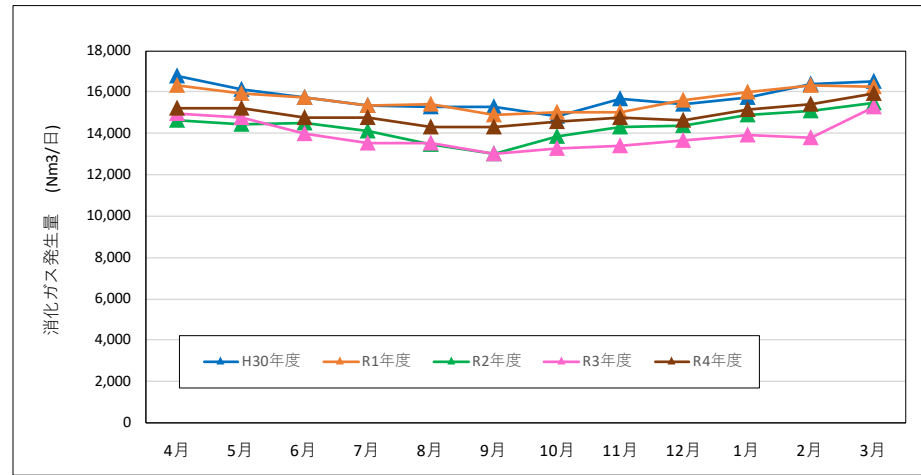
月別の消化ガス発生量及び変動比を整理したものを次表に示す。

本センターでは消化ガス発生量が多いため、5か年平均による変動は0.95～1.07と変動幅が低いといえる。

■消化ガス発生量

(Nm³/日)

	H30年度	R1年度	R2年度	R3年度	R4年度	平均
4月	16,803	16,300	14,644	14,967	15,227	15,588
5月	16,106	15,924	14,425	14,757	15,194	15,281
6月	15,762	15,740	14,488	13,959	14,783	14,946
7月	15,379	15,321	14,134	13,515	14,747	14,619
8月	15,315	15,397	13,489	13,520	14,317	14,408
9月	15,298	14,882	13,045	13,017	14,304	14,109
10月	14,859	15,053	13,828	13,280	14,570	14,318
11月	15,654	15,046	14,305	13,388	14,756	14,630
12月	15,398	15,588	14,352	13,666	14,667	14,734
1月	15,757	15,967	14,916	13,943	15,177	15,152
2月	16,390	16,306	15,069	13,790	15,426	15,396
3月	16,530	16,273	15,455	15,283	15,925	15,893
平均	15,771	15,650	14,346	13,924	14,834	14,923



■消化ガス発生量の変動 (年間平均値を1.0)

	H30年度	R1年度	R2年度	R3年度	R4年度	平均
4月	1.07	1.04	1.02	1.07	1.03	1.05
5月	1.02	1.02	1.01	1.06	1.02	1.02
6月	1.00	1.01	1.01	1.00	1.00	1.00
7月	0.98	0.98	0.99	0.97	0.99	0.98
8月	0.97	0.98	0.94	0.97	0.97	0.97
9月	0.97	0.95	0.91	0.93	0.96	0.95
10月	0.94	0.96	0.96	0.95	0.98	0.96
11月	0.99	0.96	1.00	0.96	0.99	0.98
12月	0.98	1.00	1.00	0.98	0.99	0.99
1月	1.00	1.02	1.04	1.00	1.02	1.02
2月	1.04	1.04	1.05	0.99	1.04	1.03
3月	1.05	1.04	1.08	1.10	1.07	1.07
平均	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

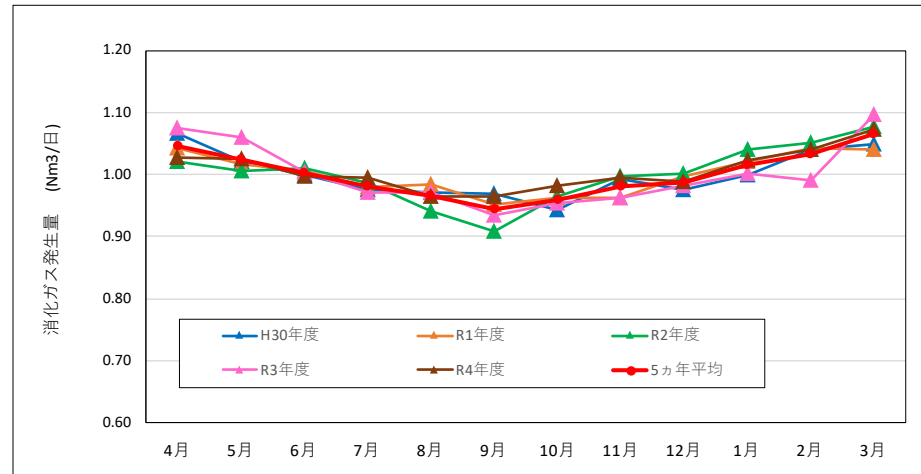


図 1-20 消化ガス変動

(3) 消化ガス性状

脱硫前後による消化ガス性状について整理した結果を以下に示す。水洗脱硫により、CH₄濃度は59.1%→67.9%（+9%）、CO₂量は40.3%→30.6%（-10%）に変化していることから、CO₂が洗浄水に溶解することで消化ガス量が減少し、CH₄濃度が高くなっている。

		(%)						
		平成29年度	平成30年度	令和元年度	令和2年度	令和3年度	令和4年度	平均
CH ₄	脱硫前	59.3	59.7	60.1	59.1	57.4	56.5	58.7
	脱硫後	68.5	67.8	67.7	67.9	67.7	67.6	67.9
CO ₂	脱硫前	39.8	39.6	39.3	40.5	42.2	43.4	40.8
	脱硫後	29.7	30.5	30.9	30.8	30.9	30.9	30.6

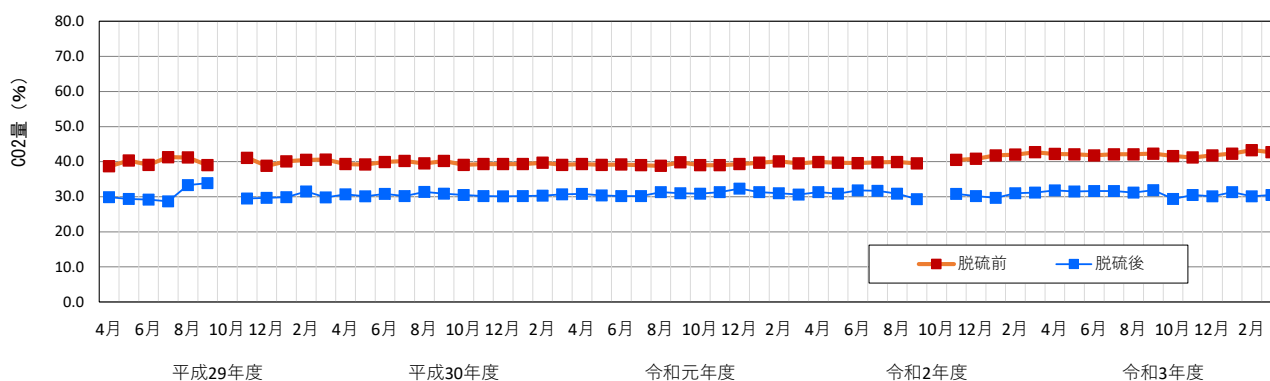
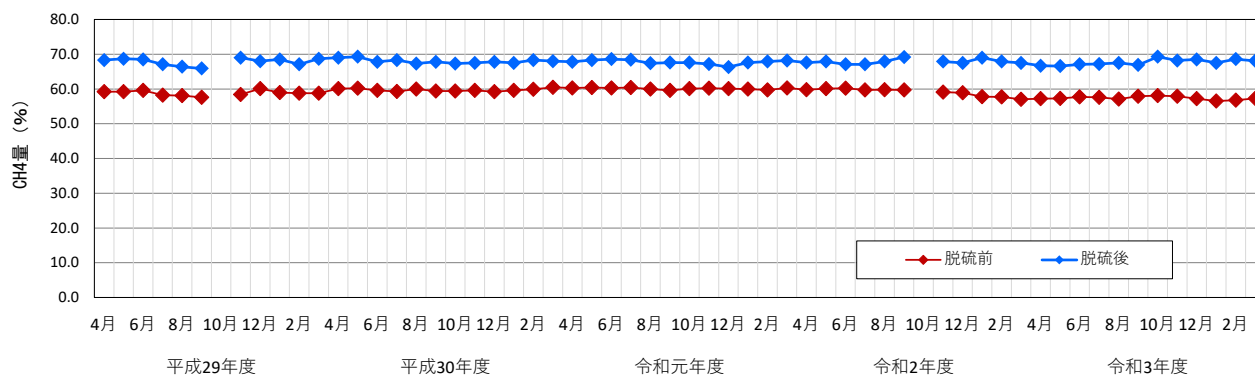


図 1-21 脱硫による消化ガス性状の変化

1-6-4. 消化ガス発電設備稼働状況

(1) 稼働時間

消化ガス発電設備の稼働時間について整理した結果を以下に示す。各号機とも1～2ヵ月の停止期間が見られ、最も古いNo.1発電設備の稼働率が低くなっている。一方、稼働率が最も高いのはNo.3発電設備であった。

	単位	2018	2019	2020	2021	2022	平均	稼働率
No.1発電設備 (270kW、1984)	hr/年	7,592	7,790	7,064	5,559	4,712	6,543	74.7%
	hr/日	21	21	19	15	13	18	
No.2発電設備 (270kW、1991)	hr/年	7,492	7,877	7,019	5,567	6,322	6,855	78.3%
	hr/日	21	22	19	15	17	19	
No.3発電設備 (270kW、1996)	hr/年	7,862	7,862	7,862	7,862	7,862	7,862	89.7%
	hr/日	22	21	22	22	22	22	
No.4発電設備 (400kW、2011)	hr/年	7,869	7,867	7,602	6,780	5,220	7,067	80.7%
	hr/日	22	21	21	19	14	19	

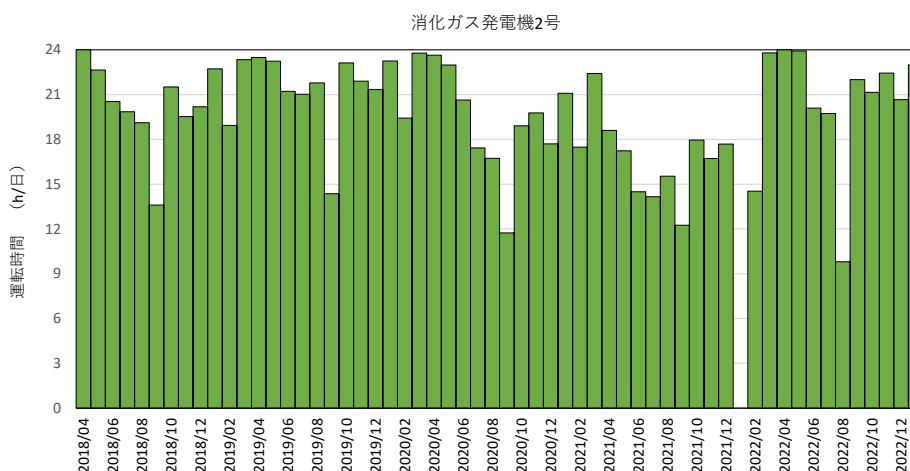
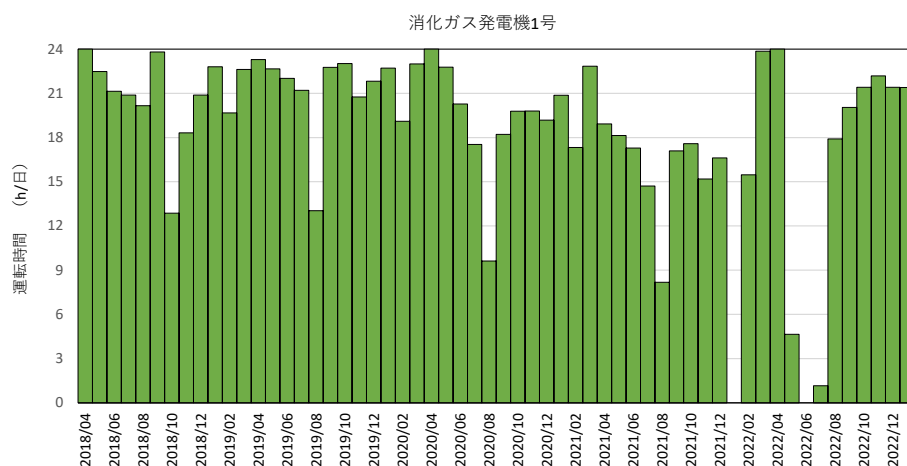


図 1-22 消化ガス発電設備稼働時間 (1/2)



図 1-23 消化ガス発電設備稼働時間 (2/2)

(2) 消化ガス利用量

各消化ガス発電設備による消化ガス使用量は、について整理した結果を以下に示す。
発電能力が最も大きい4号炉で使用量が多くなっている。

	単位	2018	2019	2020	2021	2022	平均
No.1発電設備 (270kW、1984)	Nm3/年	1,071,004	1,078,208	1,001,502	716,970	643,212	902,179
	Nm3/日	2,934	2,946	2,744	1,964	1,762	2,472
No.2発電設備 (270kW、1991)	Nm3/年	1,045,908	1,079,576	989,854	737,860	876,602	945,960
	Nm3/日	2,866	2,950	2,712	2,022	2,402	2,592
No.3発電設備 (270kW、1996)	Nm3/年	1,131,090	1,041,847	724,652	769,699	899,623	913,382
	Nm3/日	3,099	2,847	1,985	2,109	2,465	2,502
No.4発電設備 (400kW、2011)	Nm3/年	1,768,829	1,716,343	1,686,279	1,544,112	1,136,649	1,570,442
	Nm3/日	4,846	4,689	4,620	4,230	3,114	4,303
計	Nm3/年	5,016,831	4,915,974	4,402,287	3,768,641	3,556,086	4,331,964
	Nm3/日	13,745	13,432	12,061	10,325	9,743	11,868

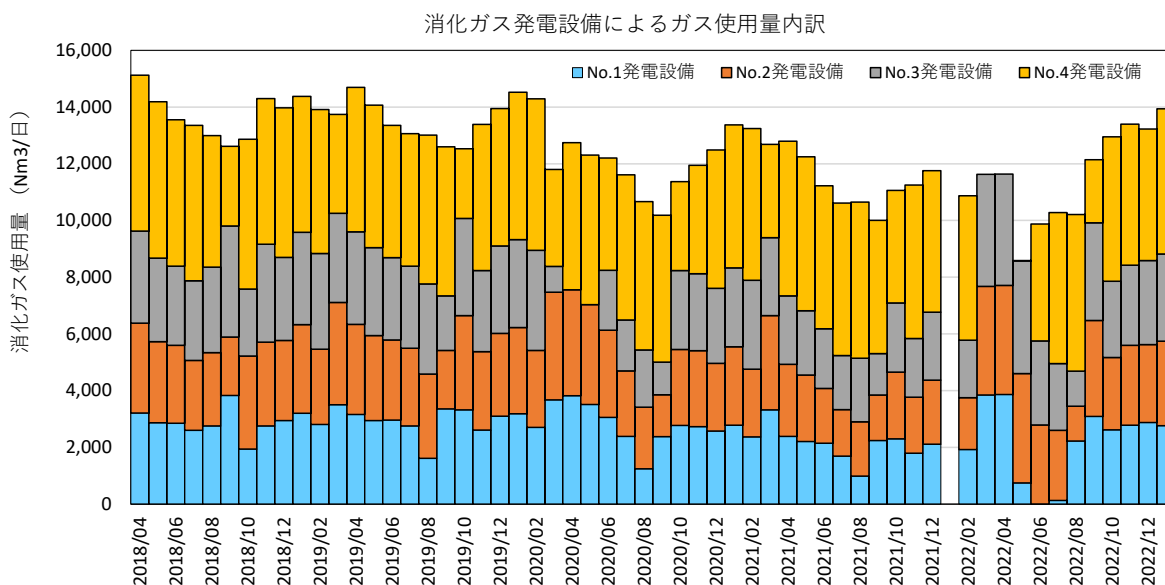


図 1-24 消化ガス発電設備によるガス使用量内訳

(3) 発電電力量

維持管理年報をもとに本センターにおける発電電力量と購買電力量について整理した結果を以下に示す。本センター（ポンプ場含む）の電力使用量に占める発電電力量の比率は、発電電力量の減少により低下しており、2021年度では約30%程度となっている。

項目	単位	2018	2019	2020	2021	2022	平均
発電電力量	kWh/年	8,498,920	8,463,520	7,576,360	7,044,480	616,620	6,439,980
購買電力量	kWh/年	15,034,289	14,801,412	15,400,657	16,012,008	1,303,626	12,510,398
合計	kWh/年	23,533,209	23,264,932	22,977,017	23,056,488	1,920,246	18,950,378
発電電力比	%	36.1%	36.4%	33.0%	30.6%	32.1%	33.6%