

第4章 計画・設計

第1節 導入計画

§ 2 1 導入計画の検討手順

本技術の導入に関する計画は、以下の手順で実施する。

- (1) 詳細調査
- (2) 装置仕様の決定
- (3) 導入コストの算定
- (4) 導入効果の検証
- (5) 導入コストの分配

【解 説】

第3章 第1節 導入検討において検討を行った結果、本技術の導入効果が見込まれると判断された場合には、導入計画書を作成する。ここでは、図4-1に示す通り、詳細調査、装置仕様の決定、導入コスト（建設コスト・維持管理コスト）の算定、導入効果の検証、導入コストの分配の手順で検討を行う。

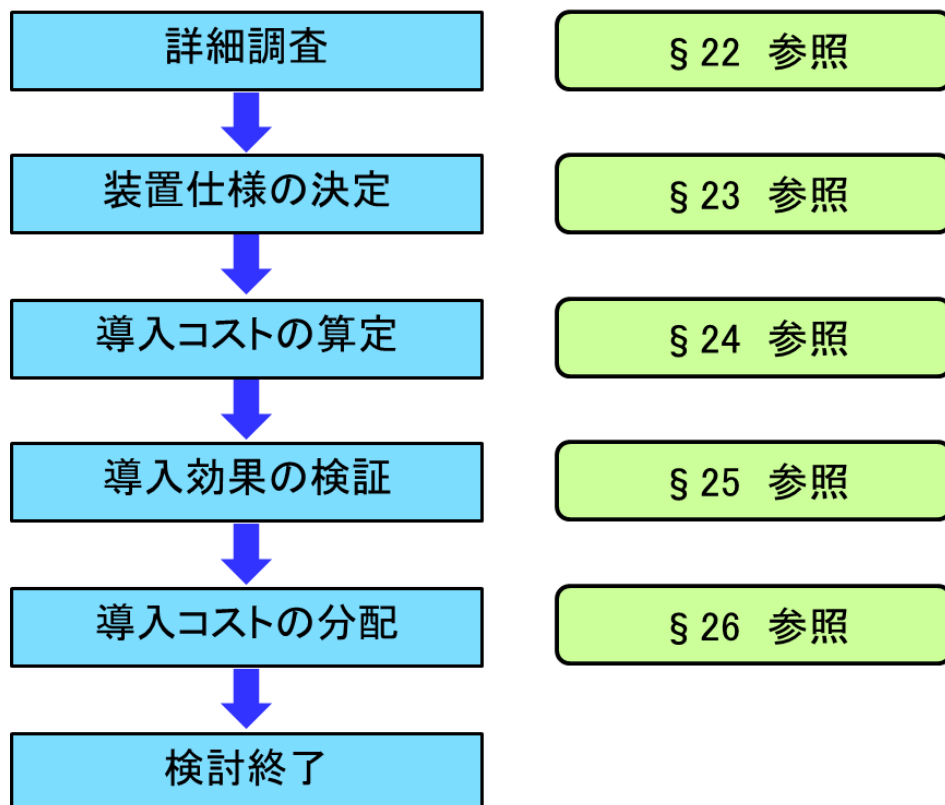


図 4-1 導入計画の検討手順

§ 2 2 詳細調査

第3章 第1節 導入検討 § 16 基礎調査で行った内容(1)(2)(3)に加え、以下の(4)(5)についても情報を収集する。

- (1) 関連計画
- (2) 各処理場の概要（規模・消化ガス量及び組成、ボイラ利用ガス量など）
- (3) 供給処理場と集約処理場の位置関係
- (4) 設置スペース
- (5) 機器配置

【解 説】

第3章 第1節 導入検討 § 16 基礎調査で行った内容(1)(2)(3)に加え、以下の(4)(5)について情報を収集する。(1)(2)(3)については、導入検討を行った時と現在との相違点に着目し、詳細に再調査する。

(1) 関連計画

各処理場の事業計画内容について把握する。また未利用消化ガスによるエネルギー利用計画等を考えているかどうかについても調査を詳細に実施する。平成29年に国から出された、平成34年度までの広域化・共同化を推進するための目標の一つである「全ての都道府県における広域化・共同化に関する計画策定」の検討において選択肢のひとつになりうる技術ではないかと考えられるので、それについても調査を実施する。

(2) 各処理場の概要（規模・消化ガス量及び組成、ボイラ利用ガス量など）

各処理場の事業規模、既存装置、消化ガスの量、組成、ボイラの利用消化ガス量など詳細に調査する。

消化ガス量については、各処理場において、月ごとの消化槽での消化ガスの発生量とガス組成、消化槽加温用のボイラに消化ガスを使用している場合は月ごとのボイラでの消化ガス使用量を調査する。これらの量については、最大値と、一定期間での平均値を確認すること。なお、ボイラ加温用の消化ガス取り出し口は処理場によって異なると考えられるが、§ 12 中の図 2-10 で示しているようにガスホルダの二次側の場合（メタン精製装置からのオフガス返送配管二次側の場合）、ガス中のメタン濃度は、余剰ガス燃焼装置またはボイラの運転可能メタン濃度下限程度まで下がることを考慮したボイラ加温用消化ガス使用量に換算する必要があることに留意する必要がある（§ 23 のメタン精製装置仕様決定方法参照）。あわせて、余剰ガス燃焼装置、ボイラ等既存装置の運転下限メタン濃度を調査する。

(3) 供給処理場と集約処理場の位置関係

供給処理場と集約処理場の位置関係を詳細に調査する。道路状況、渋滞状況、所要時間等について詳細に調査し、把握する。

(4) 設置スペース

各処理場の設置スペースが十分か確認する（供給処理場では概ね 150m² 程度、集約処理場では概ね 300m² 程度）。

(5) 機器配置

各処理場において、(4)で調査した設置スペースに、必要な装置をどう配置するかについて、調査を行う。**第4章 第2節**を参照されたい。

§ 2 3 装置仕様の決定

本技術に必要な装置の構成・仕様を決定する。仕様は、§ 22 で調査した各処理場の条件から決定する。

【解 説】

(1) 装置構成

§ 12 の導入シナリオを参照し、必要な装置構成を確認する。装置構成は、導入コストの積算時のために、各処理場およびどの処理場にも属さない機器（共通機器）として纏めることを推奨する。

装置構成の考え方として、技術概要に記載した本技術に必要な基本的な操作（メタン精製・吸蔵・運搬・発電など）を行う装置をベースとして、費用回収年を重視した場合は、既設処理場への影響を考慮して、メタン精製装置の仕様流量を落とした装置の構成・仕様とする。未利用消化ガス全量利用を重視した場合、供給処理場の未利用消化ガスを全量メタン精製装置にてメタン精製し発電利用する計画とし、供給処理場には既設設備運転に影響を与えないように（既設余剰ガス燃焼装置の失火対策）、低濃度のメタンガスでも燃焼できる余剰ガス燃焼装置をメタン精製装置オフガス処理用に新設する装置構成とする。

なお、脱硫装置については、すでに既設の脱硫装置が設置されていると仮定しており、仕様検討の範囲には含めていない。

(2) 装置構成例：

- ・ 供給処理場・・・メタン精製装置、吸蔵装置、（必要に応じ、低濃度メタン対応型余剰ガス燃焼装置）
- ・ 集約処理場・・・発電機、シロキサン除去装置、クッションタンク
- ・ 共通機器・・・吸蔵容器、トラック

(3) 装置仕様の決定

1) 物質収支の確認

装置仕様の決定にあたり、まず物質収支について確認する。(1) 装置構成で示したように、重視する内容によって、必要な装置が異なるため物質収支の考え方が異なる。なお、装置仕様決定およびコスト積算の際には、この物質収支の流量は、特記無い限り月ごとに調査した流量のうち最大値を用いる。

【費用回収年を重視する場合】

図 4-2 に費用回収年を重視する場合のフロー図と物質収支の例を示す。費用回収年を重視する場合において、物質収支は以下に示す手法により計算する。

- ① § 22 詳細調査により、各処理場の消化ガス発生量 F_D およびメタン濃度 C_{D-CH_4} (ストリームナンバー 1)、ボイラ使用量 F_{B1} を調査する。
- ② 未利用消化ガス量 F_U を決定する。未利用消化ガス量は、消化ガス発生量 F_D から①で調査したボイラ等で使用しているガス量 F_{B1} の差し引きとなる。

$$F_U = F_D - F_{B1} \quad \cdot \cdot \cdot (4.1)$$

$$C_{U-CH_4} = C_{D-CH_4} \quad \cdot \cdot \cdot (4.2)$$

- ③ 利用可能な未利用消化ガス量 F_A 、精製ガス量 F_P 、メタン精製装置オフガス量 F_O を決定する。供給処理場に設置するメタン精製装置で消化ガスをメタン精製した結果排出されるオフガスにより、既存設備のガス濃度が変わる。このガス濃度変化によって既存設備の運転に影響を与えないように利用可能な未利用消化ガス量を設定する必要がある。

具体的には、図 4-2 のようにボイラ等既存設備がオフガス返送配管の二次側にある場合、

$$F_A = \frac{F_D \cdot (C_{D-CH_4} - C_{H-CH_4})}{C_{A-CH_4} \cdot R \cdot \left(1 - \frac{C_{H-CH_4}}{C_{P-CH_4}}\right)} \quad \cdot \cdot \cdot (4.3)$$

$$C_{A-CH_4} = C_{U-CH_4} \quad \cdot \cdot \cdot (4.4)$$

ボイラ等既存設備がオフガス返送配管の上流側にある場合、

$$F_A = \frac{F_U \cdot (C_{D-CH_4} - C_{H-CH_4})}{C_{A-CH_4} \cdot R \cdot \left(1 - \frac{C_{H-CH_4}}{C_{P-CH_4}}\right)} \quad \cdot \cdot \cdot (4.5)$$

$$C_{A-CH_4} = C_{U-CH_4} \quad \cdot \cdot \cdot (4.6)$$

既存設備でボイラ等により消化ガスを使用していない設定の場合

$$F_A = F_D \quad \cdot \cdot \cdot (4.7)$$

$$C_{A-CH_4} = C_{D-CH_4} \quad \cdot \cdot \cdot (4.8)$$

により利用可能な未利用消化ガス量 F_A を決定する。なお、式中の既存設備ガスホルダ中のメタン濃度を C_{H-CH_4} 、メタン精製装置のメタン回収率を R 、メタン精製装置の精製ガスメタン濃度を C_{P-CH_4} とする。

また、メタン精製装置の仕様により、

$$F_P = \frac{F_A \cdot C_{A-CH_4} \cdot R}{C_{P-CH_4}} \quad \dots (4.9)$$

$$F_O = F_A - F_P \quad \dots (4.10)$$

$$C_{O-CH_4} = \frac{F_A \cdot C_{A-CH_4} \cdot (1 - R)}{F_A - F_P} \quad \dots (4.11)$$

- ④ ボイラ使用量 F_B を決定する。図 4-2 のようにボイラ等既存設備がオフガス返送配管の二次側にある場合は、調査したボイラ使用量 F_{B1} とガスホルダーメタン濃度 C_{G-CH_4} および消化ガスのメタン濃度 C_{D-CH_4} から、

$$F_B = \frac{F_{B1} \cdot C_{D-CH_4}}{C_{G-CH_4}} \quad \dots (4.12)$$

$$C_{B-CH_4} = C_{H-CH_4} \quad \dots (4.13)$$

ボイラ等既存設備がオフガス返送配管の上流側にある場合は、

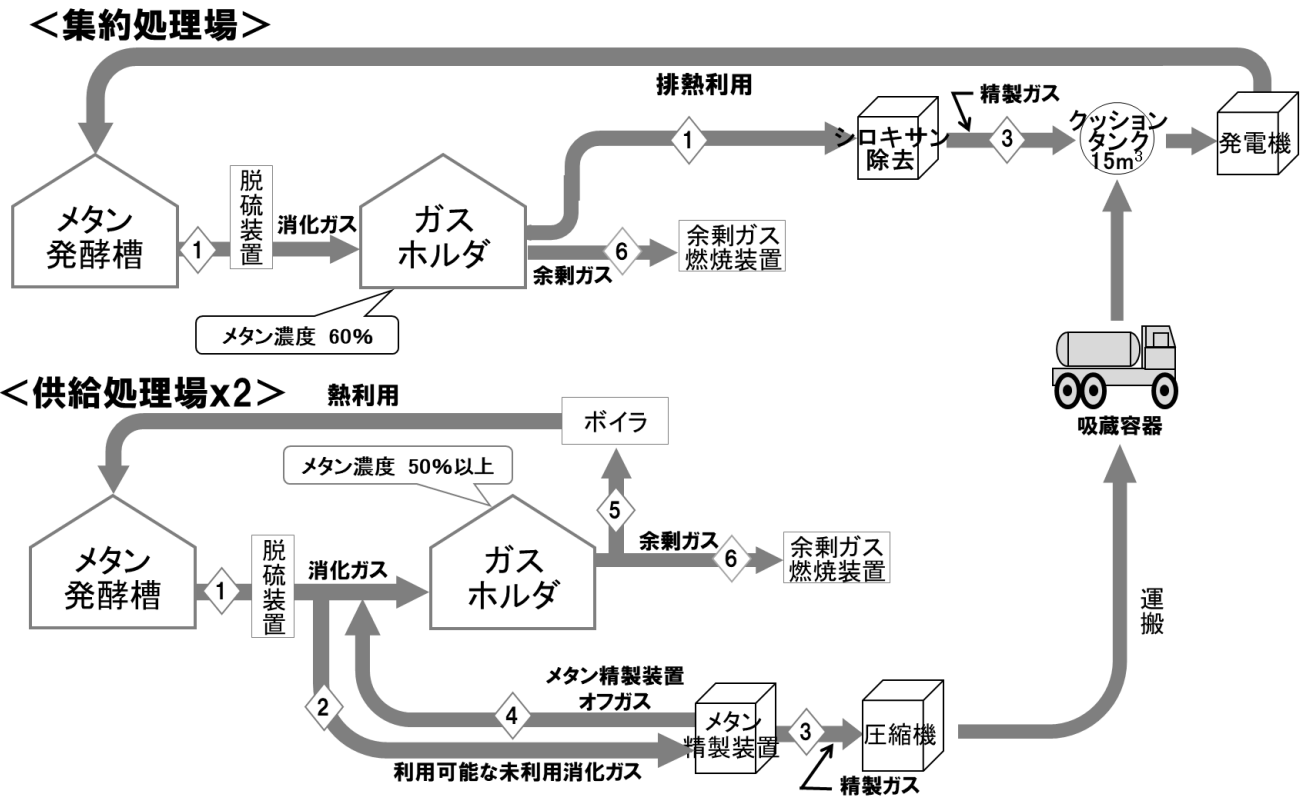
$$F_B = F_{B1} \quad \dots (4.14)$$

$$C_{B-CH_4} = C_{D-CH_4} \quad \dots (4.15)$$

- ⑤ 余剰ガス燃焼量 F_S を決定する。余剰ガスは、消化ガス発生量 F_D から、メタン精製装置での使用量（利用可能な未利用消化ガス量とオフガスによって返送されるオフガス量）、ボイラでの使用量の差し引きから決定する。

$$F_S = F_D - F_A + F_O - F_B \quad \dots (4.16)$$

$$C_{S-CH_4} = C_{H-CH_4} \quad \dots (4.17)$$



ストリーム ナンバー	1				2		3		4		5		6		7
流体名	消化ガス		未利用 消化ガス		利用可能な 未利用消化 ガス		精製ガス		メタン 精製装置 オフガス		ボイラ 使用量		余剰ガス 燃焼量		発電量
	F _D	C _D	F _U	C _U	F _A	C _A	F _P	C _P	F _O	C _O	F _B	C _B	F _S	C _S	
単位	Nm³/日	%	Nm³/日	%	Nm³/日	%	Nm³/日	%	Nm³/日	%	Nm³/日	%	Nm³/日	%	kW
集約	3,000	60	3,000	60	3,000	60	3,000	60	—	—	0	50	0	60	334
供給	719	60	500	60	300	60	180	90	120	15	263	50	276	50	
供給	719	60	500	60	300	60	180	90	120	15	263	50	276	50	

図 4-2 費用回収年を重視する場合のフローと物質収支

【未利用消化ガス全量利用を重視する場合】

図 4-3 に未利用消化ガス全量利用を重視する場合のフロー図と物質収支の例を示す。未利用消化ガス全量利用を重視する場合、費用回収年を重視する場合との違いは、メタン精製装置のオフガスが既存設備に影響を与えないように余剰ガス燃焼装置を新設することである。物質収支は以下に示す手法により計算する。

- ① § 22 詳細調査により、各処理場の消化ガス発生量 F_D およびメタン濃度 C_{D-CH_4} (ストリームナンバー 1)、ボイラ使用量 F_B およびメタン濃度 C_{B-CH_4} (ストリームナンバー 5) を調査する。

- ② 未利用消化ガス量 F_U を決定する。未利用消化ガス量は、消化ガス発生量 F_D からボイラ等で使用しているガス量 F_B の差し引きとなる。

$$F_U = F_D - F_B \quad \dots (4.18)$$

$$C_{U-CH_4} = C_{D-CH_4} \quad \dots (4.19)$$

- ③ 利用可能な未利用消化ガス量 F_A 、精製ガス量 F_P 、メタン精製装置オフガス量 F_O を決定する。メタン精製装置のオフガスが既存設備に影響を与えないので、②で決定した未利用消化ガス全量を本技術に利用することができる。

$$F_A = F_U \quad \dots (4.20)$$

$$C_{A-CH_4} = C_{U-CH_4} \quad \dots (4.21)$$

また、メタン精製装置のオフガスは、メタン濃度を新設する低濃度メタン対応型余剰ガス燃焼装置のメタン濃度とする。設定したオフガスメタン濃度とメタン精製装置の仕様から、

$$F_P = \frac{F_A \cdot (C_{A-CH_4} - C_{O-CH_4})}{C_{P-CH_4} - C_{O-CH_4}} \quad \dots (4.22)$$

$$F_O = F_A - F_P \quad \dots (4.23)$$

$$R = \frac{F_P \cdot C_{P-CH_4}}{F_A \cdot C_{A-CH_4}} \quad \dots (4.24)$$

- ④ 余剰ガス燃焼量 F_S を決定する。余剰ガスは、消化ガス発生量 F_D から、メタン精製装置での使用量 (利用可能な未利用消化ガス量)、ボイラでの使用量の差し引きから決定する。

$$F_S = F_D - F_A - F_B \quad \dots (4.25)$$

$$C_{S-CH_4} = C_{G-CH_4} \quad \dots (4.26)$$

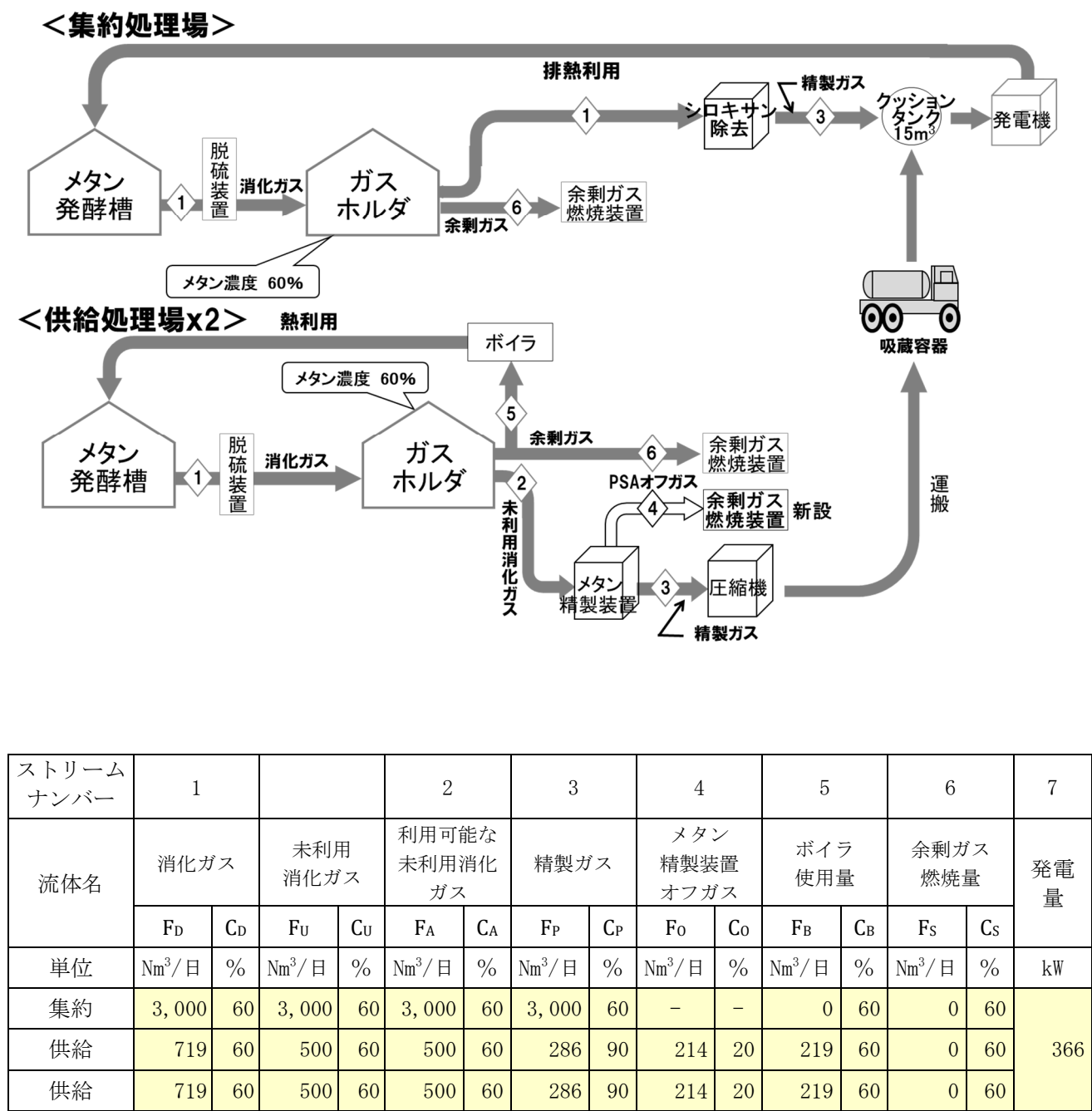


図 4-3 未利用消化ガス全量利用を重視した場合のフローと物質収支

2) メタン精製装置

重視する項目に応じて、以下の①または②からメタン精製装置の仕様（流量）を決定する。なお、メタン精製装置の1基あたりの仕様（流量）の最大値としては150Nm³/hrとし、それ以上になる場合は複数基並列に設置することを考慮する。

① 費用回収年を重視する場合のメタン精製装置仕様

既存ボイラの有無および、ボイラ等で使用する既存設備の取り出し配管の位置により、式(4.3)、式(4.5)、式(4.7)により、利用可能な未利用消化ガス量を、式(4.4)、式(4.6)、式(4.8)により、そのメタン濃度を計算し、この流量をメタン精製装置の仕様流量とする。

② 未利用消化ガス全量利用を重視した場合のメタン精製装置仕様

供給処理場の未利用消化ガスを全量メタン精製装置にてメタン精製することを考え、式(4.20)で示した利用可能な未利用消化ガス量をメタン精製装置の仕様流量とする。なお、メタン濃度は式(4.21)に示す。

3) 低濃度メタン対応型余剰ガス燃焼装置

前項のメタン精製装置仕様検討の際に発電量増加を重視しメタン精製装置投入量を未利用消化ガス全量とした場合、メタン精製装置オフガスを既設ガスホルダに返送するとガスホルダ内メタン濃度が低下するため、既設余剰ガス燃焼装置が失火する懸念があることから、メタン精製装置からのオフガスを既設ガスホルダに戻すことはできない。このオフガスは消化ガス中の除去成分であるCO₂等の他に、メタンも一部混ざっている。市場調査により、メタン濃度が20vol%程度で燃焼する余剰ガス燃焼装置が存在することが分かったので、このケースではメタン精製装置のオフガス処理用に、この余剰ガス燃焼装置も併せて設置する装置構成とする。

低濃度メタン対応型余剰ガス燃焼装置の仕様（流量）としては、物質収支のオフガス流量とし、式(4.23)から決定する。

4) 吸蔵装置

重視する場合により式(4.9)、または式(4.22)から精製ガス流量を求め、この精製ガス流量を吸蔵装置の仕様（流量）とする。なお、吸蔵装置の1基あたりの仕様（流量）の最大値は100Nm³/hrとし、それ以上になる場合は複数基並列に設置することを考慮する。

5) 吸蔵容器・トラック

吸蔵容器に充填する吸蔵剤は、1m³の吸蔵剤に対して45Nm³の精製ガスを吸蔵することが出来る。これをもとに前項で試算した精製ガスの量から、吸蔵容器の基数、

容量（吸蔵剤容量）を決定する。

基数としては、「供給処理場にて吸蔵する装置」「1 台を集約処理場に運搬している間に供給処理場にて吸蔵する装置」「予備機」として、供給処理場 1 箇所当たり最低 3 基の吸蔵容器が必要である。基数を多くすると、トラックでの運搬計画に余裕ができ、運転の安定や運搬に要する人件費を抑えることができる等の効果があるが、建設コストが高くなるため、結果として事業採算性が悪くなる。事業の運営方法等の考え方にもよるが、事業採算性を考慮し、吸蔵容器はなるべく少ない基数で運用することを推奨する。

吸蔵容器の容量は、精製ガス量と吸蔵剤の容量の関係から、吸蔵時間（1 基の吸蔵容器で吸蔵する時間）を目安に検討する。まず前提として、吸蔵容器の最大容量は、トラックに積載できるサイズを考慮して 15m³以下（したがって、吸蔵容器 1 基当たりの精製ガス最大吸蔵可能量は 675Nm³/基となる）として検討する。吸蔵時間としては、長くすると人件費・運搬費が抑えられる傾向ではあるが、建設費とのバランスを考慮して決定する。

これらの留意点を踏まえて、吸蔵容器の仕様を検討する。まず、精製ガス量から吸蔵容器容量 V_0 と吸蔵時間 t_0 を以下の式により設定する。

$$V_0[\text{m}^3] = \frac{F_P[\text{Nm}^3/\text{hr}] \cdot t_0[\text{hr}]}{\text{吸蔵能力}[= 45\text{Nm}^3/\text{m}^3]} \quad \dots (4.27)$$

なお、 $F_P \cdot t_0$ は吸蔵容器 1 基の吸蔵量[Nm³]を示す。設定した吸蔵時間 t_0 により、吸蔵容器の運転スケジュール（各処理場の吸蔵および発電のタイムスケジュール）を作成し、必要な吸蔵容器の基数、運搬に要する運転員の拘束時間を検討する。運転スケジュールの例を資料編 表資 3-1 に示す。吸蔵時間、吸蔵容器基数、トラック運搬に要する人件費（吸蔵容器運搬のための 1 日当たりの昼拘束時間、夜間拘束時間、集約処理場-供給処理場間の往復回数）の例を表 4-1 に示す。なお表 4-1 において、拘束時間には、1 往復当たり 60 分程度の移動時間を含んでいる（往 30 分、復 30 分）。この移動時間は、供給処理場-集約処理場間の距離 15km 程度の移動時間として試算しているので、実際の各処理場間の距離と移動時間により増減させて考える。

表 4-1 運転スケジュールの検討

吸蔵時間 t_0 [時間]	容器基数 (注 1)[基]	昼拘束時間 [時間](注 2)	夜間拘束時間 [時間](注 3)	往復回数 (注 1)
6	3+3	10.5	3.5	4+4
6	4+4	11.25	1.25	4+4
12	3+3	7	0	2+2
12	4+4	6.25	0	2+2
16	3+3	4	1.25	1.5+1.5
16	4+4	4.75	0	1.5+1.5
24	3+3	3.5	0	1+1

注 1: 供給処理場 1 + 供給処理場 2

注 2: 5 時～22 時 注 3: 22 時～翌 5 時

この容積吸蔵容器を運搬するトラックについて、概ね吸蔵容器 6m^3 以下は 22t 車、 $6\text{m}^3 \sim 15\text{m}^3$ は 25t 車の仕様とする。

6) クッションタンク

発電機に供給する消化ガスは、集約処理場からの生の消化ガスと、供給処理場からのメタン精製された消化ガスを混ぜて供給するため、集約処理場分と供給処理場分でメタン濃度が異なる。この濃度を均一化するために、発電機に供給する前に、集約処理場からの生ガスと供給処理場からの消化ガスをクッションタンクで混合した上で発電機に供給する必要がある。このクッションタンクの容量としては、集約処理場での利用可能な未利用消化ガス量 $F_{A[C]}$ 、吸蔵する供給処理場での精製ガス量 $F_{P[S1 \text{ or } S2]}$ および吸蔵時間 t_0 と、吸蔵された精製ガスの放出時間 t_R から、以下の式よりクッションタンク容量 V_C を算出して機器仕様とする。

$$V_C[\text{m}^3] = \left(F_{A[C]}[\text{Nm}^3/\text{hr}] + \frac{F_{P[S1 \text{ or } S2]}[\text{Nm}^3/\text{hr}] \cdot t_{0[S1 \text{ or } S2]}[\text{hr}]}{t_R[\text{hr}]} \right) \cdot \frac{\text{滞留時間}[\text{分}]}{60} \quad \dots (4.28)$$

また、発電機仕様検討のため、集約処理場から発電機に供給される利用可能な未利用消化ガス量 $F_{A[C]}$ およびメタン濃度 $C_{A[C]}$ 、供給処理場から発電機に供給されるガス量およびメタン濃度から、その割合に応じて発電機に供給されるメタン濃度 C_{G-CH4} を予め試算しておく。

$$C_{G-CH_4}[\text{vol}\%] = \frac{F_{A[C]}[\text{Nm}^3/\text{hr}] \cdot t_R[\text{hr}] \cdot C_{A[C]}[\text{vol}\%] + F_{A[S1 \text{ or } S2]}[\text{Nm}^3/\text{hr}] \cdot t_{O[S1 \text{ or } S2]}[\text{hr}] \cdot C_{P[S1 \text{ or } S2]}[\text{vol}\%]}{F_{A[C]}[\text{Nm}^3/\text{hr}] \cdot t_R[\text{hr}] + F_{A[S1 \text{ or } S2]}[\text{Nm}^3/\text{hr}] \cdot t_{O[S1 \text{ or } S2]}[\text{hr}]} \quad \dots (4.29)$$

7) シロキサン除去装置

集約処理場では消化槽で発生した消化ガスをそのまま使用するため、発電機にとって有害成分であるシロキサンを事前に除去しておく必要がある。供給処理場からの消化ガスはメタン精製装置にてシロキサンも除去しているため、集約処理場からの消化ガスがクッションタンクにフィードされる前にシロキサン除去装置を設置する。装置仕様（流量）としては、集約処理場での未利用消化ガス量 $F_{A[C]}$ とし、式(4.7)または式(4.20)より決定する。なお、シロキサン除去装置の1基あたりの仕様（流量）の最大値としては、 $500\text{Nm}^3/\text{hr}$ とし、それ以上になる場合は複数基並列に設置することを考慮する。

8) 発電機

発電機は、供給される消化ガス量（メタン量）により、以下の式を使って導かれる発電量 E 以上となる発電機出力 P を算出し、発電機仕様とする。

$$E[\text{kW}] = \left(F_{A[C]}[\text{Nm}^3/\text{hr}] + \frac{F_{A[S1 \text{ or } S2]}[\text{Nm}^3/\text{hr}] \cdot t_{O[S1 \text{ or } S2]}[\text{hr}]}{t_R[\text{hr}]} \right) \cdot C_{G-CH_4}[\text{vol}\%] \cdot C_1 \cdot \eta \quad \dots (4.30)$$

C_1 : メタン単位エネルギー ($9.97 [\text{kWh}/\text{Nm}^3]$)

η : 発電機出力に応じて、以下の式より算出する。

$$\eta[\%] = -2 \times 10^{-5} (P[\text{kW}])^2 + 0.0223 (P [\text{kW}]) + 32.283 \quad \dots (4.31)$$

なお、発電機の1基あたりの仕様の最大値としては、 800kW とし、それ以上になる場合は複数基並列に設置することを考慮する。

9) 消費電力

利用可能な未利用消化ガス量の平均値 F_{A-ave} および精製ガスの平均値 F_{P-ave} から消費電力 WC を決定する。なお、メタン精製装置を設置しない場合は、 $F_{A-ave}=0$ 、吸蔵装置を設置しない場合は $F_{P-ave}=0$ とする。

$$WC [kW] = -0.0002 \times (F_{A-ave} [Nm^3/hr])^2 + 0.0913 \times F_{A-ave} [Nm^3/hr] \\ - 0.0003 \times (F_{P-ave} [Nm^3/hr])^2 + 0.09415 \times F_{P-ave} [Nm^3/hr] + C1 + C2 \\ \dots (4.32)$$

C1: 定数 吸蔵装置を設置する場合は 1.5、設置しない場合は 0

C2: 定数 低濃度メタン対応型余剰ガス燃焼装置を設置する場合は 0.5、設置しない場合は 0

§ 2 4 導入コストの算定

本技術の導入にあたり、以下の建設コスト、維持管理コストおよび発電による電力削減分コストの試算を行う。

- (1) 建設コスト（機器費、工事費）
- (2) 維持管理コスト（人件費、運搬費、消耗品費、修繕費、消費電力）
- (3) 発電による電力削減分コスト

【解 説】

本技術の導入にあたって、建設コストおよび維持管理コスト、発電による電力削減分コストの試算を行う。複数の処理場にわたる技術であり、またどの処理場にも属さない機器（共通機器）があるため、処理場ごとの費用および共通費用としてまとめることが望ましい。

実際の発注にあたっては、機器ベンダー及び工事業者から見積蒐集することが望ましい。

なお、以下に記載する式は、実証研究において試算した結果を元に研究体にて作成したものであり、費用関数の作成方法については資料編 5 にまとめた。

(1) 建設コスト[千円]

各処理場の状況に合わせ装置仕様を決定し、設置する装置の費用および設置するための工事費用を建設コストとして積算する。なお、ここに示す費用関数は1基あたりの概算費用であり、§ 23 の検討により複数基設置する場合は、その基数分費用に積算すること。

1) 供給処理場

① メタン精製装置

§ 23 で式(4.3)、式(4.5)、式(4.7)または式(4.20)を用いて決定したメタン精製装置の装置仕様により、式(4.33)、式(4.34)から積算する。

$$\begin{aligned} \text{メタン精製装置費用[千円]} &= -1.5609 \times (\text{装置仕様}[\text{Nm}^3/\text{hr}])^2 + 488.11 \times \\ &\quad \text{装置仕様}[\text{Nm}^3/\text{hr}] \quad \cdot \cdot \cdot (4.33) \end{aligned}$$

$$\text{吸着剤費用[千円]} = 35 \times \text{装置仕様}[\text{Nm}^3/\text{hr}] \quad \cdot \cdot \cdot (4.34)$$

② 吸蔵装置

§ 23 で式(4.9)または式(4.22)を用いて決定した吸蔵装置の装置仕様により、式(4.35)から積算する。

$$\begin{aligned} \text{吸蔵装置費用[千円]} &= -0.002 \times (\text{装置仕様}[\text{Nm}^3/\text{hr}])^2 + \\ &\quad 251.03 \times \text{装置仕様}[\text{Nm}^3/\text{hr}] \quad \cdot \cdot \cdot (4.35) \end{aligned}$$

③ 低濃度メタン対応型余剰ガス燃焼装置

§ 23 で式 (4. 23) を用いて決定した低濃度メタン対応型余剰ガス燃焼装置の装置仕様により、式 (4. 36) から積算する。

低濃度メタン対応型

$$\text{余剰ガス燃焼装置費用[千円]} = 50 \times \text{装置仕様}[\text{Nm}^3/\text{hr}] + 2,000 \quad \dots (4. 36)$$

④ 工事費

§ 23 で式 (4. 3)、式 (4. 5)、式 (4. 7) または式 (4. 20) を用いて決定したメタン精製装置の装置仕様から、式 (4. 37) を用いて土木工事・機器据付工事・配管工事の費用を積算する。また、式 (4. 39) で供給処理場の定格電力を算出し、式 (4. 38) を用いて、電気工事の費用を積算する。

土木・機器据付・

$$\text{配管工事費[千円]} = 26.5 \times \text{メタン精製装置仕様}[\text{Nm}^3/\text{hr}] + 14,300 \quad \dots (4. 37)$$

$$\begin{aligned} \text{電気工事費用[千円]} = & -2.0458 \times (\text{定格電力}[\text{kW}])^2 + 135.41 \times \\ & (\text{定格電力}[\text{kW}]) + 150 \quad \dots (4. 38) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{定格電力}[\text{kW}] = & -0.0001 \times (\text{メタン精製装置仕様}[\text{Nm}^3/\text{hr}])^2 + 0.2902 \times \\ & (\text{メタン精製装置仕様}[\text{Nm}^3/\text{hr}]) + 7.4901 \quad \dots (4. 39) \end{aligned}$$

2) 集約処理場

① 発電機

§ 23 で式 (4. 30) および式 (4. 31) を用いて決定した発電機出力 P により、式 (4. 40) から発電機の費用を積算する。

$$\begin{aligned} \text{発電機費用[千円]} = & -0.2161 \times (P[\text{kW}])^2 + \\ & 390.07 \times P[\text{kW}] \quad \dots (4. 40) \end{aligned}$$

② シロキサン除去装置

§ 23 で式 (4. 7) または式 (4. 20) を用いて決定したシロキサン除去装置の装置仕様により、式 (4. 41) からシロキサン除去装置の費用を積算する。

$$\begin{aligned} \text{シロキサン除去装置費用[千円]} = & -0.0015 \times (\text{装置仕様}[\text{Nm}^3/\text{hr}])^2 + \\ & 91.4 \times \text{装置仕様}[\text{Nm}^3/\text{hr}] \quad \cdot \cdot \cdot (4. 41) \end{aligned}$$

③ クッションタンク

§ 23 で式 (4. 28) を用いて決定したクッションタンク容量により、式 (4. 42) からクッションタンクの費用を積算する。

$$\begin{aligned} \text{クッションタンク費用[千円]} = & 1,800 \times (\text{クッションタンク容量}[\text{m}^3])^{0.55} \\ & \cdot \cdot \cdot (4. 42) \end{aligned}$$

④ 工事費

§ 23 で式 (4. 3)、式 (4. 5) または式 (4. 7) を用いて決定したメタン精製装置仕様および式 (4. 7) または式 (4. 20) を用いて決定したシロキサン除去装置の装置仕様により、式 (4. 43) から土木工事・機器据付工事・配管工事の費用を積算する。また、式 (4. 30) および式 (4. 31) を用いて決定した発電機出力 P により、式 (4. 44) から電気工事の費用を積算する。

$$\begin{aligned} & \text{土木・機器据付・} \\ \text{配管工事費[千円]} = & 16.3 \times (\text{メタン精製装置仕様}[\text{Nm}^3/\text{hr}]) + 6.9 \times \\ & (\text{シロキサン除去装置仕様}[\text{Nm}^3/\text{hr}]) + 18,600 \\ & \cdot \cdot \cdot (4. 43) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{電気工事費[千円]} = & 40.362 \times P[\text{kW}] \\ & \cdot \cdot \cdot (4. 44) \end{aligned}$$

3) 共通費用

① 吸蔵容器

§ 23 で式 (4. 27) を用いて決定した吸蔵容器容量 V_0 により、式 (4. 45) から吸蔵容器の費用を積算する。

$$\text{吸蔵容器費用[千円/基]} = 6,760 \times (V_0[\text{m}^3]/5)^{0.6} + 875 \times V_0[\text{m}^3] \quad \cdot \cdot \cdot (4. 45)$$

② トラック

§ 23 で式 (4. 27) を用いて決定した吸蔵容器容量 V_0 により、以下のようにトラック費用を積算する。

トラック費用 (22t 車 : 吸蔵容器 6m^3 未満) = 28,500 [千円]

トラック費用 (25t 車 : 吸蔵容器 6m^3 以上) = 33,000 [千円]

(2) 維持管理コスト [千円/年]

1) 人件費

① 現場運転員

各処理場に設置した装置全般の運転・メンテナンス管理のため、1 処理場当たり 1 日/月程度の人件費を見込む。

② トラック運転手

§ 23 で検討した吸蔵容器の運転スケジュールに従って、各処理場間の往復時間等から拘束時間を算出し、運搬に要する人件費を積算する。なお、夜間 (22 時～翌 5 時) は、労働基準法に定める深夜割増賃金分の人件費も考慮すること。

2) 運搬費

トラックの燃料費。移動距離とトラックの燃費、軽油価格から必要費用を積算する。

3) 消耗品費

① メタン精製装置吸着剤

メタン精製装置吸着剤の耐用年数は約 10 年である。10 年ごとに交換するとして、式 (4. 34) で算出した吸着剤費用の年単価を積算する。

② 補助燃料

低濃度メタン対応型余剰ガス燃焼装置を新設する場合は、種火に使用する補助燃料 (LPG) を準備しておく必要がある。基本料金 (一般的に、1.5 千円/月) とメーカーから聴取した使用量 (参考値) $2\text{Nm}^3/\text{日}$ 程度を一般的な単価 320 円/ Nm^3 により積算する。

4) 修繕費

① 発電機

発電機の年間修繕費。§ 23 の式 (4. 30) および式 (4. 31) で算出した発電機出力 P から、式 (4. 46) を用いて年間の発電機修繕費用を積算する。なお、式 (4. 46) の費用関数は 1 基あたりの修繕費であるので、§ 23 の検討により複数基設置する必要がある場合は、その基数分の修繕費を見込むこと。

$$\begin{aligned} & \text{発電機修繕費[千円/年]} \\ & = -0.0328 \times (P[\text{kW}])^2 + 40.439 \times P[\text{kW}] \quad \cdot \cdot \cdot (4.46) \end{aligned}$$

② シロキサン除去装置

シロキサン除去装置のメンテナンス・活性炭交換費用。§ 23 の式 (4. 7) または式 (4. 20) で決定したシロキサン除去装置の装置仕様から、式 (4. 47) を用いてシロキサン除去装置の修繕費を積算する。なお、式 (4. 47) の費用関数は 1 基あたりの修繕費であるので、§ 23 の検討により複数基設置する必要がある場合は、その基数分の修繕費を見込むこと。

$$\begin{aligned} & \text{シロキサン除去装置修繕費[千円/年]} \\ & = -0.0136 \times (\text{装置仕様}[\text{Nm}^3/\text{hr}])^2 + 9.8405 \times \text{装置流量}[\text{Nm}^3/\text{hr}] \quad \cdot \cdot \cdot (4.47) \end{aligned}$$

③ 機器修繕費

一般的な機器の年間修繕費として、機器費の 2%を見込む。

④ トラック維持費

トラックの保険・車検・自動車税等。選定したトラックにより以下の維持費を積算する。

$$\begin{aligned} & \text{トラック維持費 (22t 車：吸蔵容器 6m}^3 \text{ 未満)：836[千円/年]} \\ & \text{トラック維持費 (25t 車：吸蔵容器 6m}^3 \text{ 以上)：876[千円/年]} \end{aligned}$$

(3) 発電による電力削減分コスト

発電による効果[千円/年]

発電した電力を場内利用することとし、発電による消費電力削減分として、発電量×買電価格により積算する。

§ 2 5 導入効果の検証

§ 24 で積算したコストをもとに、以下の指標について定量的な効果の試算を行う。

- (1) 費用回収年
- (2) エネルギー創出量
- (3) GHG 排出削減量

【解 説】

(1) 費用回収年

§ 24 で算出した建設コスト・維持管理コスト、発電による電力削減分コストから、以下の式により費用回収年を算出し、導入効果を試算する。

$$\begin{aligned} & \text{費用回収年[年]} \\ &= \frac{\text{建設コスト[千円]}}{\text{発電による電力削減分コスト[千円/年]} - \text{維持管理コスト[千円/年]}} \\ & \quad \dots (4.48) \end{aligned}$$

(2) エネルギー創出量

エネルギー創出量は、発電により創出した電力によるエネルギー（換算量）から、本技術を導入することにより電力として消費したエネルギー（換算量）および燃料（軽油、LPG）として消費したエネルギー（換算量）を差し引いたエネルギー量として、以下の式を用いて算出する。

$$\begin{aligned} & \text{エネルギー創出量[GJ/年]} = \text{発電による創出量} - \text{電力による消費量} - \text{燃料による消費} \\ & \quad \dots (4.49) \end{aligned}$$

ここで、

1) 発電による創出量[GJ/年]

$$\begin{aligned} &= \text{年間の総発電量[kWh/年]} \\ & \quad \cdot \text{エネルギー換算係数（電力）} 9.484 (\times 1) \text{ [MJ/kWh]} / 1,000 \end{aligned}$$

2) 電力による消費量[GJ/年]

$$\begin{aligned} &= \text{メタン精製装置、吸蔵装置による年間消費電力量[kWh/年]} \\ & \quad \cdot \text{エネルギー換算係数（電力）} 9.484 (\times 1) \text{ [MJ/kWh]} / 1,000 \end{aligned}$$

3) 燃料による消費量[GJ/年]

$$\begin{aligned} & \text{① （軽油）[GJ/年]} \\ &= \text{トラックの運搬に使用した年間軽油量[リットル/年]} \\ & \quad \cdot \text{エネルギー換算係数（軽油）} 38.04 (\times 1) \text{ [MJ/リットル]} / 1,000 \end{aligned}$$

② (LPG) [GJ/年]

$$= \text{低濃度メタン対応型余剰ガス燃焼装置の種火用 LPG 量}[\text{kg}/\text{年}] \\ \cdot \text{エネルギー換算係数 (LPG) } 50.06(\text{※1}) [\text{MJ}/\text{kg}] / 1,000$$

※1: 総合エネルギー統計に適用する標準排熱量及び炭素排出係数
(2018 年度改訂、資源エネルギー庁)

(3) GHG 排出削減量

GHG 排出削減量は、発電により創出された GHG 削減量から、本技術を導入することにより消費した電力により排出された GHG 排出量および燃料(軽油、LPG)を消費したことにより排出された GHG 排出量を差し引いた GHG 量として、以下の式を用いて算出する。

$$\text{GHG 排出削減量}[\text{t-CO}_2/\text{年}] = \text{発電による GHG 削減量} \\ - \text{電力消費による GHG 排出量} \\ - \text{燃料消費による GHG 排出量} \quad \cdot \cdot \cdot (4.50)$$

ここで、

1) 発電による GHG 削減量[t-CO₂/年]

$$= \text{年間の総発電量}[\text{kWh}/\text{年}] \\ \cdot \text{GHG 換算係数 (電力) } 0.512(\text{※1}) [\text{kg-CO}_2/\text{kWh}] / 1,000$$

2) 電力消費による GHG 排出量[t-CO₂/年]

$$= \text{メタン精製装置、吸蔵装置による年間消費電力量}[\text{kWh}/\text{年}] \\ \cdot \text{GHG 換算係数 (電力) } 0.512(\text{※1}) [\text{kg-CO}_2/\text{kWh}] / 1,000$$

3) 燃料消費による GHG 排出量[t-CO₂/年]

① (軽油) [t-CO₂/年]

$$= \text{トラックの運搬に使用した年間軽油量}[\text{リットル}/\text{年}] \\ \cdot \text{GHG 換算係数 (軽油) } 2.58(\text{※2}) [\text{kg-CO}_2/\text{リットル}] / 1,000$$

② (LPG) [t-CO₂/年]

$$= \text{低濃度メタン対応型余剰ガス燃焼装置の種火用 LPG 量}[\text{kg}/\text{年}] \\ \cdot \text{GHG 換算係数 (LPG) } 3.00(\text{※2}) [\text{kg-CO}_2/\text{kg}] / 1,000$$

※1: 電気事業者別排出係数 (平成 29 年度実績、環境省)

※2: 総合エネルギー統計に適用する標準排熱量及び炭素排出係数
(2018 年度改訂、資源エネルギー庁)

§ 2 6 導入コストの分配

本技術は、供給処理場・集約処理場で設置する装置構成が異なるため、各処理場での建設コストや維持管理コスト等が異なってくる。事業全体として、導入に必要なコストの費用負担・発電による利益の分配を事前協議する必要がある。

【解 説】

供給処理場と集約処理場で設置する装置構成が異なるため、それに伴った装置費用・工事費用などの建設コスト、それらの装置の修繕費用等の維持管理コストが各処理場で異なる。また、トラックや吸蔵容器などどの処理場にも属さない共通機器の建設コストや人件費・運搬費等の維持管理コスト、発電して得た電力削減効果（または売電利益）の利益分配などを事前に協議しておく必要がある。分配を検討すべき項目を表 4-2 に示す。

例えば、建設コスト・維持管理コストの総額や発電による電力削減分コストを、発電に供したガス量の供給割合で各処理場に分配する方法や、供給処理場から集約処理場へ運ばれる精製ガスの単価を決めて集約処理場が供給処理場に支払う方法などの協定・覚書などを締結しておく。

表 4-3 に § 14 技術の評価結果で示した条件において、費用回収年を重視したケースにおける分配例を示す。ただしこれは一例であり、分配の方法については、協議の上決定することが望ましい。

表 4-2 分配を検討すべき項目

処理場	コスト	分配を検討すべき項目
供給処理場	建設コスト	・メタン精製装置 ・吸蔵装置 ・低濃度メタン対応型余剰ガス燃焼装置 ・工事費
	維持管理コスト	・人件費 ・消耗品費 ・修繕費 ・消費電力
集約処理場	建設コスト	・シロキサン除去装置 ・クッションタンク ・発電機
	維持管理コスト	・人件費 ・消耗品費 ・修繕費 ・消費電力
	電力	・発電によって得られる電力
共通	建設コスト	・吸蔵容器 ・トラック
	維持管理コスト	・人件費（トラック運転手） ・修繕費（トラック維持費等） ・運搬費

表 4-3 分配例

項 目	細 目	費 用				
		供給 1	供給 2	集約	共通	備考
ガス条件	① 未利用消化ガス量[Nm³/日]	500	500	3,000		
	② 利用可能な未利用消化ガス量[Nm³/日]	300	300	3,000		
	③ 発電機投入ガス量[Nm³/日]	180	180	3,000		
	④ 発電機投入ガスメタン濃度[vol%]	90	90	60		
建設コスト [千円]	① メタン精製装置	9,670	9,670	0	0	
	② 吸蔵装置	2,600	2,600	0	0	
	③ シロキサン除去装置	0	0	12,800	0	
	④ 余剰ガス燃焼装置	0	0	0	0	
	⑤ 吸蔵容器	0	0	0	67,200	
	⑥ 発電機＋クッションタンク	0	0	120,500	0	
	⑦ トラック	0	0	0	28,500	
	⑧ 工事費	16,420	16,420	34,170	0	
	⑨ 共通費用負担	7,293	7,293	81,114		メタンガス量の比率による
	合計 (①～⑨)	35,983	35,983	248,584	95,700	
建設費年価[千円/年]※		1,430	1,430	9,876	3,802	利率率：2.3% 耐用年数：15 年
維持管理 コスト [千円/年]	人件費	① 装置全般	288	288	288	0
		② 運転手	0	0	0	3,675
	③ 運搬燃料費		0	0	0	504
	④ 消耗品費		47	47	0	0
	⑤ 修繕費		245	245	11,680	1,733
	⑥ 消費電力		428	428	0	0
	⑦ 共通費用負担		451	451	5,011	メタンガス量の比率による
	合計 (①～⑦)		1,459	1,459	16,979	5,912
総費用(年価換算値)[千円/年]		2,889	2,889	26,855	9,714	
発電量[kW]	ガスによる発電分	25	25	283	－	
電力削減分 [千円/年]	発電量×買電価格	3,204	3,204	35,632		

※：建設費年価[千円/年] = 建設コスト $(i + \frac{i}{(i+1)^{n-1}})$ i ：利率率、 n ：耐用年数

第2節 施設設計

§ 2 7 供給処理場における設備設計

導入計画で決定した設備仕様に基づいて以下について設計する。

- (1) 基本条件
- (2) メタン精製装置
- (3) 吸蔵装置
- (4) 吸蔵容器
- (5) 制御・配置検討

【解 説】

本設備は、小規模な下水処理場（供給処理場）の未利用消化ガスから高濃度のメタンを分離回収し、回収したメタンを1箇所の処理場（集約処理場）に運搬・集約、発電利用することを目的とする。供給処理場における設備は主に、メタン精製装置、吸蔵装置、吸蔵容器より構成される。なお、設備間の一般的な機器・配管の設計は、設計指針に基づいて実施する。

本設備は、屋外設置とし、処理プロセスに従って各機器の配置を行う。処理プロセスは、未利用消化ガス⇒メタン精製装置⇒吸蔵装置⇒吸蔵容器⇒トラック運搬⇒集約処理場の順となる。

(1) 基本条件

本設備の設計に先立ち、基本条件を設定する。主なインプット条件は以下のとおりである。

- 1) 利用可能な未利用消化ガス条件（発生量、組成）
- 2) 精製ガス条件（濃度、メタン回収率またはオフガスメタン濃度）
- 3) オフガス条件（濃度）
- 4) 吸蔵ガス条件（温度）

これらの条件をもとに各機器の諸元を設定する。設計に必要な事項を表 4-4 に整理し、設計の概略フローを図 4-4 に示す。

表 4-4 本設備の設計に必要な事項

設備	設計必要事項
メタン精製装置	利用可能な未利用消化ガス条件 (メタン精製装置ユニット入口) 精製ガス条件 オフガス条件
吸蔵装置	精製ガス条件 吸蔵ガス条件
吸蔵容器	吸蔵ガス条件 メタン吸蔵量

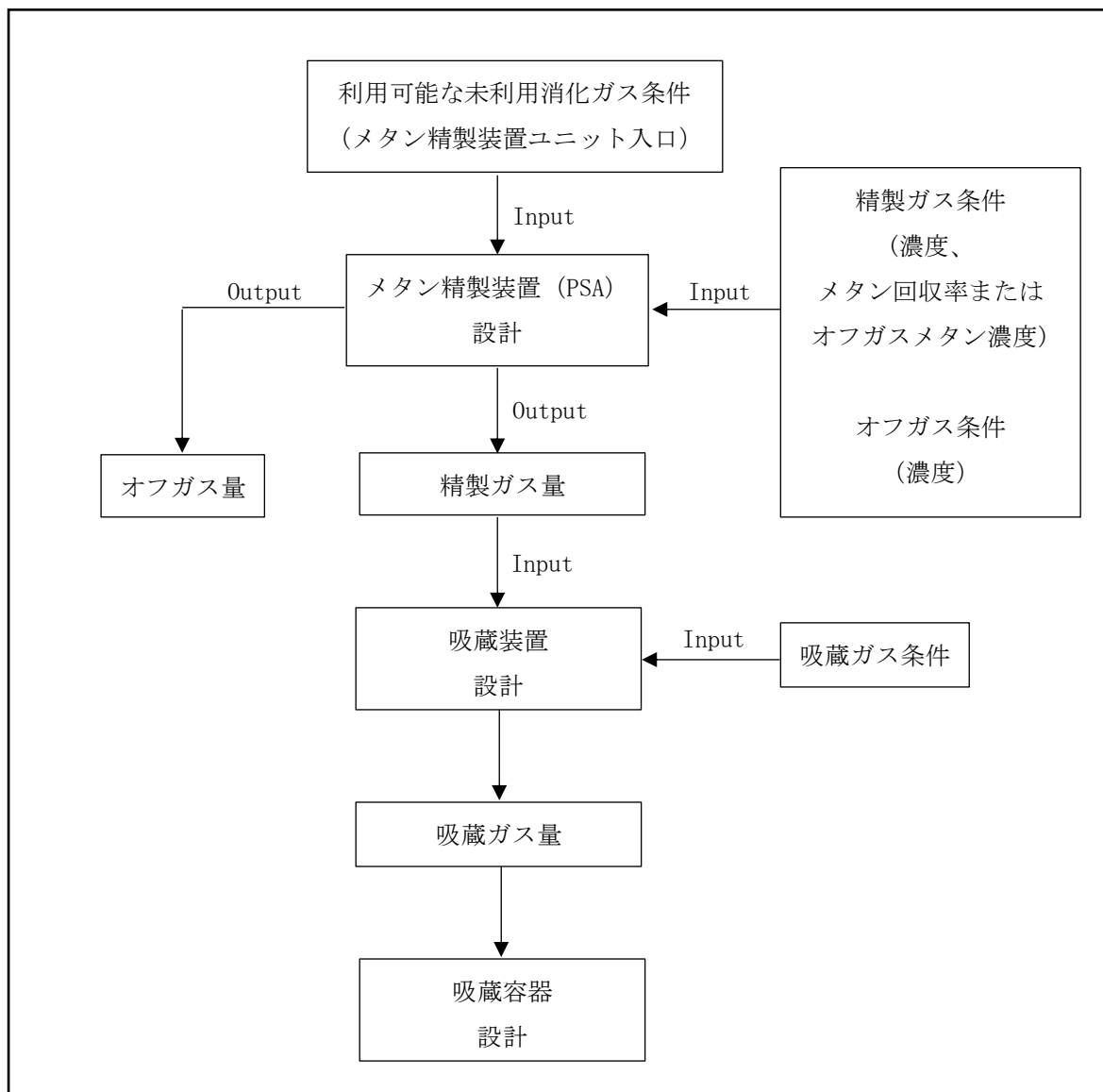


図 4-4 設計の概略フロー

1) 利用可能な未利用消化ガス条件（発生量、組成）

メタン精製装置に導入する未利用消化ガス量は、**§ 22 詳細調査**において算出された最大となる月の利用可能な未利用消化ガス量として設定する。未利用消化ガスの組成は、年報等のデータを利用して条件を設定するが、季節変動により、消化ガス中のメタン濃度が想定より低い場合や、不純物（シロキサン、硫化水素等）の詳細な分析を行っていない場合もあるため、設計前に把握しておくことが望ましい。

2) 精製ガス条件（濃度、メタン回収率またはオフガスメタン濃度）

メタン精製装置へのインプット条件を**表 4-5**に示す。精製ガス量は、利用可能な未利用消化ガス量とメタン回収率から算出し、設計に用いる。ただし、**§ 12**で設定した導入シナリオで費用回収年を重視する場合と、未利用消化ガスを全量利用する場合で設計条件が異なるためその点に留意すること。精製ガス量については、費用回収年を重視する場合は**式 (4. 9)**を、未利用消化ガス全量利用を重視する場合は**式 (4. 22)**を用いて算出する。

表 4-5 精製ガス条件

	費用回収年重視の場合	未利用消化ガス全量利用する場合
メタン精製装置への インプット条件	メタン濃度 :90 vol%以上 メタン回収率 :90 %以上	メタン濃度 :90 vol%以上 オフガスメタン濃度 :20 vol%以上

3) オフガス条件（濃度）

メタン精製装置から排出されるオフガスは、余剰ガスとして既存の余剰ガス燃焼装置で処理することになる。**式 (4. 10)**および**式 (4. 11)**または**式 (4. 23)**に従って、オフガス量とオフガス中のメタン濃度を予め試算する必要がある。

4) 吸蔵ガス条件 (温度)

吸蔵装置は、圧縮機、熱交換器、クーラーにより構成される。精製ガスを吸蔵剤が充填された吸蔵容器に供給する際、1 MPaG 未満まで圧力を上げる必要がある。また、精製ガスが吸蔵剤に吸着すると、吸着熱が発生し、吸着熱が精製ガスの吸着を阻害するため、吸蔵容器に精製ガスを供給する際は、循環冷却を繰り返しながら吸蔵する必要がある。本設備の吸蔵ガス条件を表 4-6 に示す。

表 4-6 吸蔵ガス条件

吸蔵圧力	冷却設定温度	吸蔵容器内温度
Max 0.99 MPaG	-30 ~0 °C	50 °C 以下

以下に、本設備の構成機器の設計方法・留意点のほか、設置の目的と特記事項等を合わせて示す。

(2) メタン精製装置

メタン精製装置は、利用可能な未利用消化ガス供給量及び精製ガスメタン濃度等の条件から、構成・仕様を決定する。本設備は、精製ガスメタン濃度 90 vol% 以上、メタン回収率 90 % 以上またはオフガス中メタン濃度 20 vol% 以上を設計条件とする。メタン精製装置は主として、消化ガスを吸着塔内に圧入し、かつ吸着剤から二酸化炭素を真空脱着させる真空ポンプ兼ブロア、吸着塔一塔、製品タンクから構成される。

消化槽から発生する消化ガス量、組成は、消化槽での汚泥の消化状態、季節変動によって、著しく変動する。そのため、下水処理場の年報等の運転データや季節変動を把握したうえで設計条件を検討する必要がある。導入を検討する際は、下水処理場の年報や消化ガス分析データ（不純物の有無、濃度）を把握しておくことが望ましい。メタン精製装置の設計条件及び留意事項を表 4-7 に示す。

表 4-7 メタン精製装置の設計条件、留意事項

項目	設計条件	留意事項
費用回収年を重視する場合	精製ガスメタン濃度：90 vol%以上 メタン回収率：90 %以上 既存ガスホルダーメタン濃度：50 vol%以上	入口ガス組成：メタン 60 vol%、二酸化炭素 40 vol%での設計値 余剰ガス燃焼装置により処理する際のガスホルダー内のメタン濃度を考慮すること。濃度変動データを考慮すること。
未利用消化ガス全量利用する場合	精製ガスメタン濃度：90 vol%以上 オフガスメタン濃度：20 vol%以上	新設の余剰ガス燃焼装置によりオフガス処理を行うため、オフガス濃度に留意して設計する。

(3) 吸蔵装置

吸蔵装置は精製ガス量等の条件から、構成、仕様を決定する。本設備は、精製ガス量、吸蔵容器への供給圧力、吸着熱を設計条件として考慮する必要がある。吸蔵装置は主として、精製ガスを吸蔵容器へ圧入するブースターベビコン、吸蔵ガス（圧入される精製ガス）と循環ガス（循環冷却に使われる一部の精製ガス）を熱交換させる熱交換器、吸蔵ガスを冷却するコンデンシングユニットから構成される。吸蔵装置の設計条件及び留意事項を表 4-8 に示す。

表 4-8 吸蔵装置の設計条件、留意事項

項目	設計条件	留意事項
吸蔵ガス	冷却設定温度：-30 ～0 °C	吸蔵ガスの凍結が起こらないように注意すること。吸蔵容器内温度が 50°Cを超えないようにし、吸蔵終了後の吸蔵容器内部温度が室温程度になるように冷却温度を管理する。

(4) 吸蔵容器

吸蔵容器は、精製ガス量、運転スケジュール等から、吸蔵容器の基数、容量を決定する。吸蔵容器には、メタンを特異的に吸着するメタン吸蔵活性炭が充填されており、低圧域において、0.99 MPaG で吸蔵剤容量の 45 倍程度の吸蔵量を有する。吸蔵容器の設計条件及び留意点を表 4-9 に示す。

表 4-9 吸蔵容器の設計条件、留意事項

項目	設計条件	留意事項
吸蔵容器	吸蔵圧力 : Max 0.99 MPaG 吸蔵容器内温度 : 50 ℃以下	高圧ガスとみなされない 1 MPaG 未満で吸蔵すること。 吸蔵容器内温度が高くなると吸着量が減少するため、吸蔵容器内温度を管理すること。

(5) 制御・配置検討

本設備は主に、メタン精製装置、吸蔵装置、吸蔵容器から構成される。各機器間の制御は、メタン精製装置の運転と同時に吸蔵装置も連動して運転する仕様となっており、メタン精製装置の精製ガス流量に合わせて、吸蔵装置への供給流量を調整する必要がある。また、吸蔵容器への精製ガスの供給は、予め設定した吸蔵時間に従って切り替え、別の吸蔵容器への供給を開始する。例として実証設備の概略配置を図 4-5 に示す。

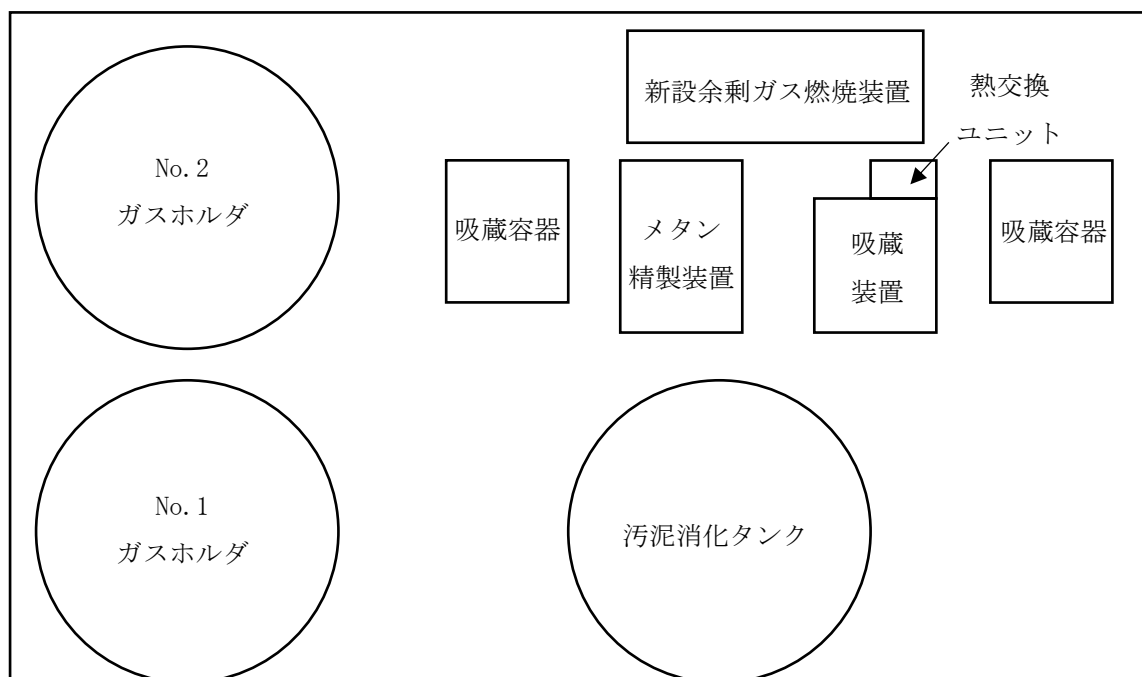


図 4-5 概略配置

§ 2 8 集約処理場における設備設計

導入計画で決定した設備仕様に基づいて以下について設計する。

- (1) 基本条件
- (2) 発電機の設計
- (3) 制御・配置検討

【解 説】

集約処理場では、供給処理場から運搬されてきた精製ガスと集約処理場の未利用消化ガスを混ぜて、発電機に供給し、発電する。集約処理場における設備は主に、シロキサン除去装置、クッションタンク、発電機より構成される。なお、設備間の一般的な機器・配管の設計は、設計指針に基づいて実施する。

本設備は、屋外設置とし、処理プロセスに従って各機器の配置を行う。処理プロセスは、未利用消化ガス⇒シロキサン除去装置⇒クッションタンク⇒発電機の順となる。また別途吸蔵容器置場も必要となる。

(1) 基本条件

本設備の設計に先立ち、基本条件を設定する。主なインプット条件は以下のとおりである。

- 1) 集約処理場の未利用消化ガス条件（発生量、組成）
- 2) 供給処理場から運搬される精製ガス条件（ガス量、組成）
- 3) 発電機供給ガス条件（流量、組成）

これらの条件をもとに各機器の諸元を設定する。設計に必要な事項を表 4-10 に整理し、設計の概略フローを図 4-6 に示す。

表 4-10 本設備の設計に必要な事項

設備	設計必要事項
シロキサン除去装置	集約処理場の未利用消化ガス条件
クッションタンク	集約処理場の未利用消化ガス条件 供給処理場から運搬される精製ガス条件
発電機	発電機供給ガス条件

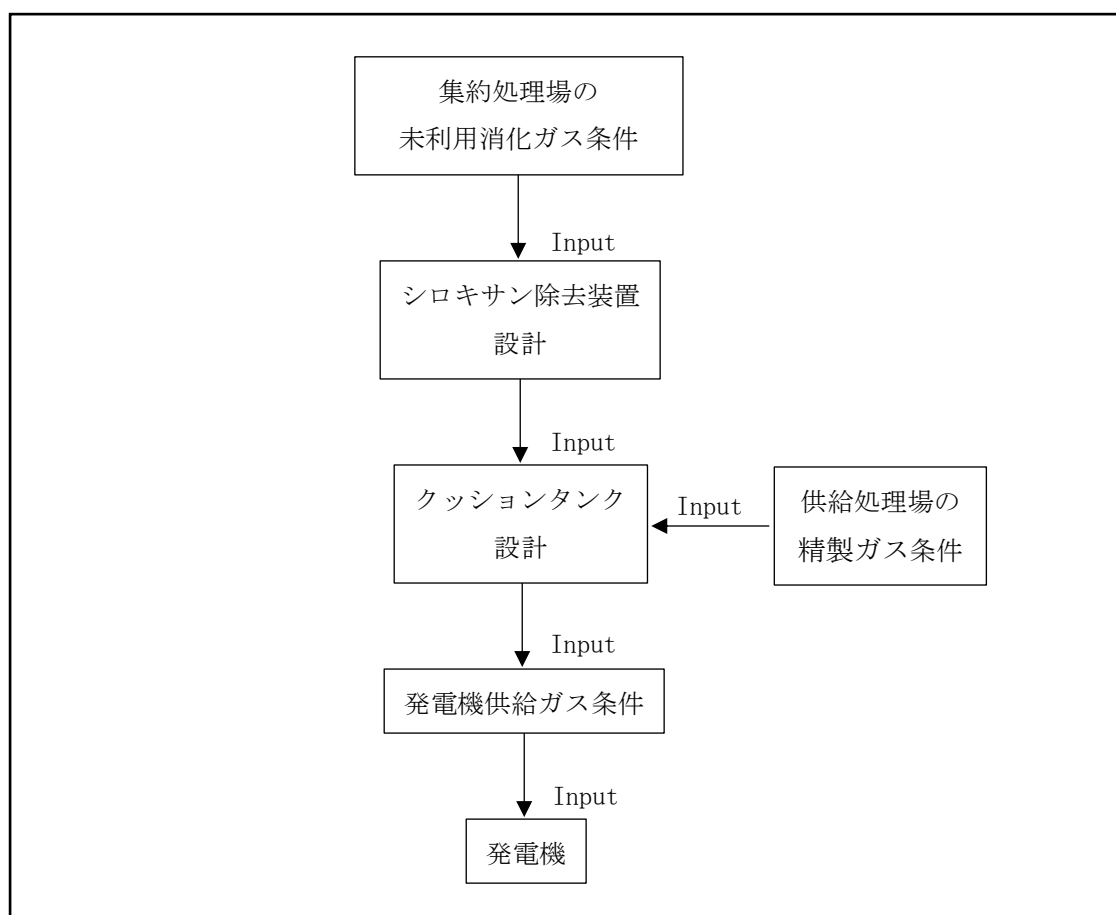


図 4-6 設計の概略フロー

1) 集約処理場の未利用消化ガス条件（発生量、組成）

集約処理場の未利用消化ガス中のシロキサン濃度は、年報等のデータを利用して、予め把握した上で、シロキサン除去装置を設定する。

2) 供給処理場から運搬される精製ガス条件（ガス量、組成）

供給処理場から運搬される精製ガスのガス量は、吸蔵容器の容量と圧力により予め算出する。ガス組成は、メタン濃度 90 vol%以上で設定する。

3) 発電機供給ガス条件（流量、組成）

発電機に供給するガスは、集約処理場の未利用消化ガスと供給処理場から運搬される精製ガスをクッションタンクで混合したガスであるため、発電機供給ガスの条件は、集約処理場の未利用消化ガス条件（ガス量、組成）と供給処理場から運搬される精製ガス条件（ガス量、組成）から予め算出される。

(2) 発電機的设计

発電機は、主に消化ガス量により、選定を行う。発電機的设计条件及び留意点を表 4-11 に示す。

表 4-11 発電機的设计条件、留意事項

項目	設計条件	留意事項
発電機の 選定・設定	発電機供給ガス条件 (消化ガス量、組成、メタン 濃度を予め試算)	既に発電機を利用している場合は、供給される消化ガスのメタン濃度に合わせて、発電機の空燃比などの調整が必要である。

(3) 制御・配置検討

本設備は主に、シロキサン除去装置、クッションタンク、発電機から構成される。各機器間の制御は、クッションタンクへの未利用消化ガスと精製ガスの供給流量から発電機への供給流量を調整する必要がある。例として実証設備の概略配置を図 4-7 に示す。

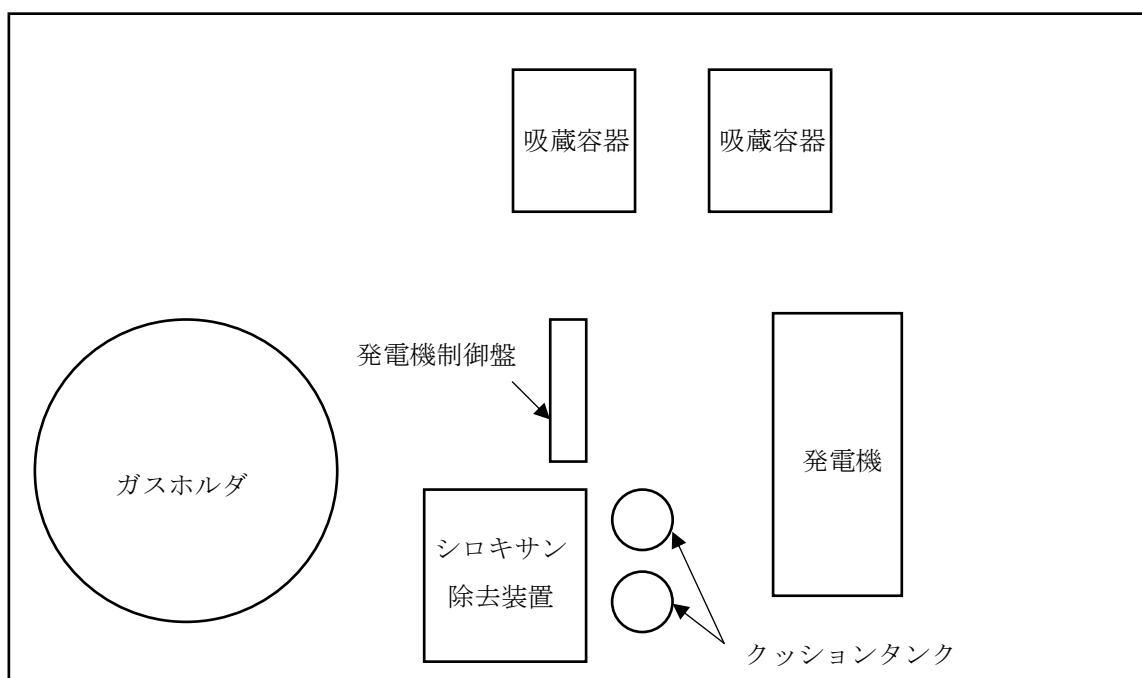


図 4-7 概略配置