

メタン精製装置と吸蔵容器を用いた
集約の実用化に関する技術実証研究

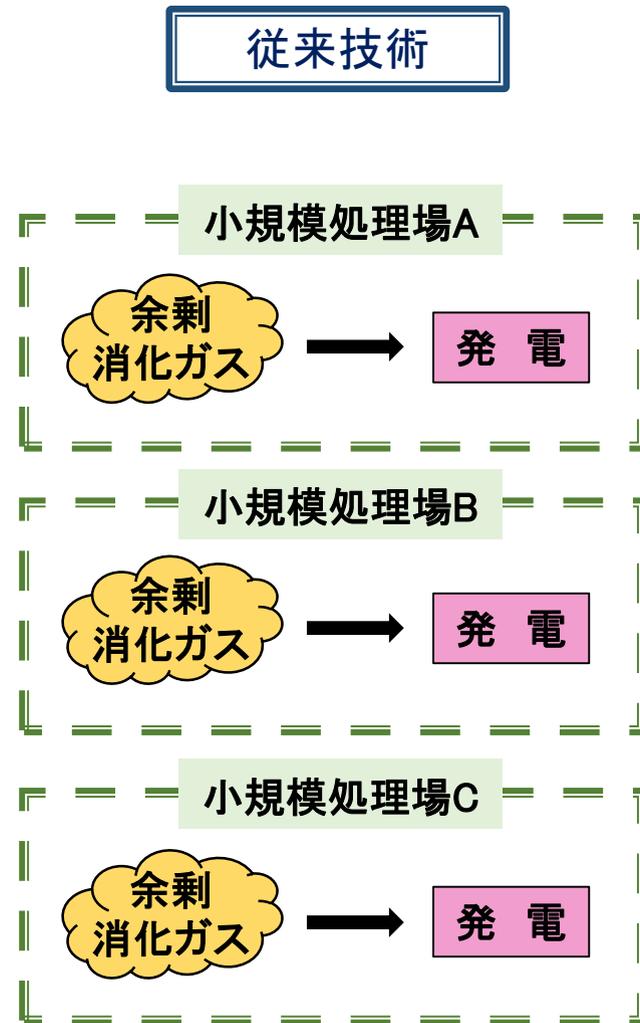
JNCエンジニアリング(株)・吸着技術工業(株)・(株)九電工・
シンコー(株)・山鹿都市ガス(株)・
公立大学法人熊本県立大学・大津町・益城町・山鹿市 共同研究体

目 次

1. 革新的技術の概要と目的
2. 革新的技術の概要
3. 革新的技術の導入効果
4. 革新的技術の計画・設計
5. 革新的技術の維持管理
6. 実証期間中に行った技術上の工夫・改善点
7. 問い合わせ先

1. 革新的技術の概要と目的

1-1 下水道事業(地方自治体)が抱える課題(革新的技術に関連する課題)



既存処理場の余剰ガスを発電利用した場合、

- 1処理場あたりの余剰消化ガス量が少ないため、発電量が小さくなる。
- 発電機設置コスト、設置スペースが処理場ごとに必要。
- 運転員、メンテナンス費用の負担



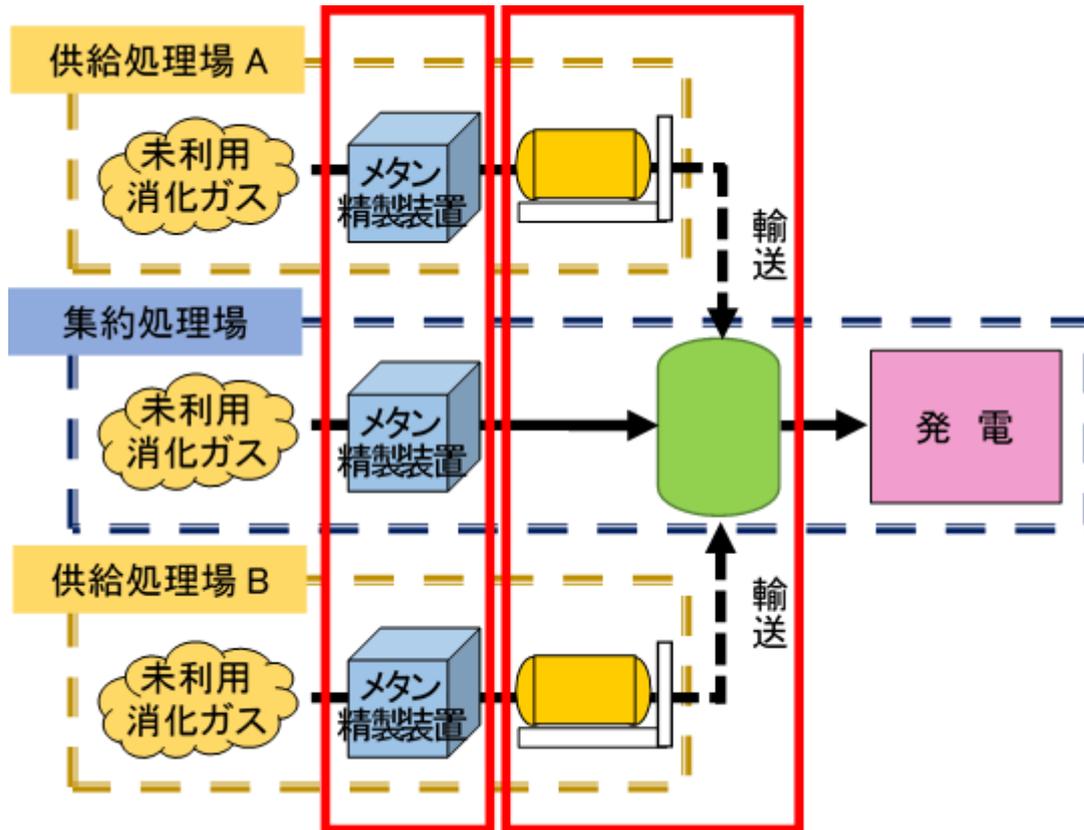
発電コストが相対的に大きくなり、採算性があわない。

1. 革新技術の概要と目的

1-2 革新的技術の特徴と課題解決のアプローチ

革新的技術

①メタン精製技術 ②メタン吸蔵技術



①メタン精製技術

一塔式PSA(VPSAタイプ)

簡素な構造で部品点数が少なく

メンテナンスが簡易化

ブロア・真空ポンプを兼用するため

回転機器も一台でVPSAが可能

②メタン吸蔵技術

吸蔵剤を充填した輸送可能な吸蔵容器

高性能な吸蔵剤の効果で

低圧でも大容量の吸蔵が可能

1MPaG未満での操作のため高圧ガスとならず

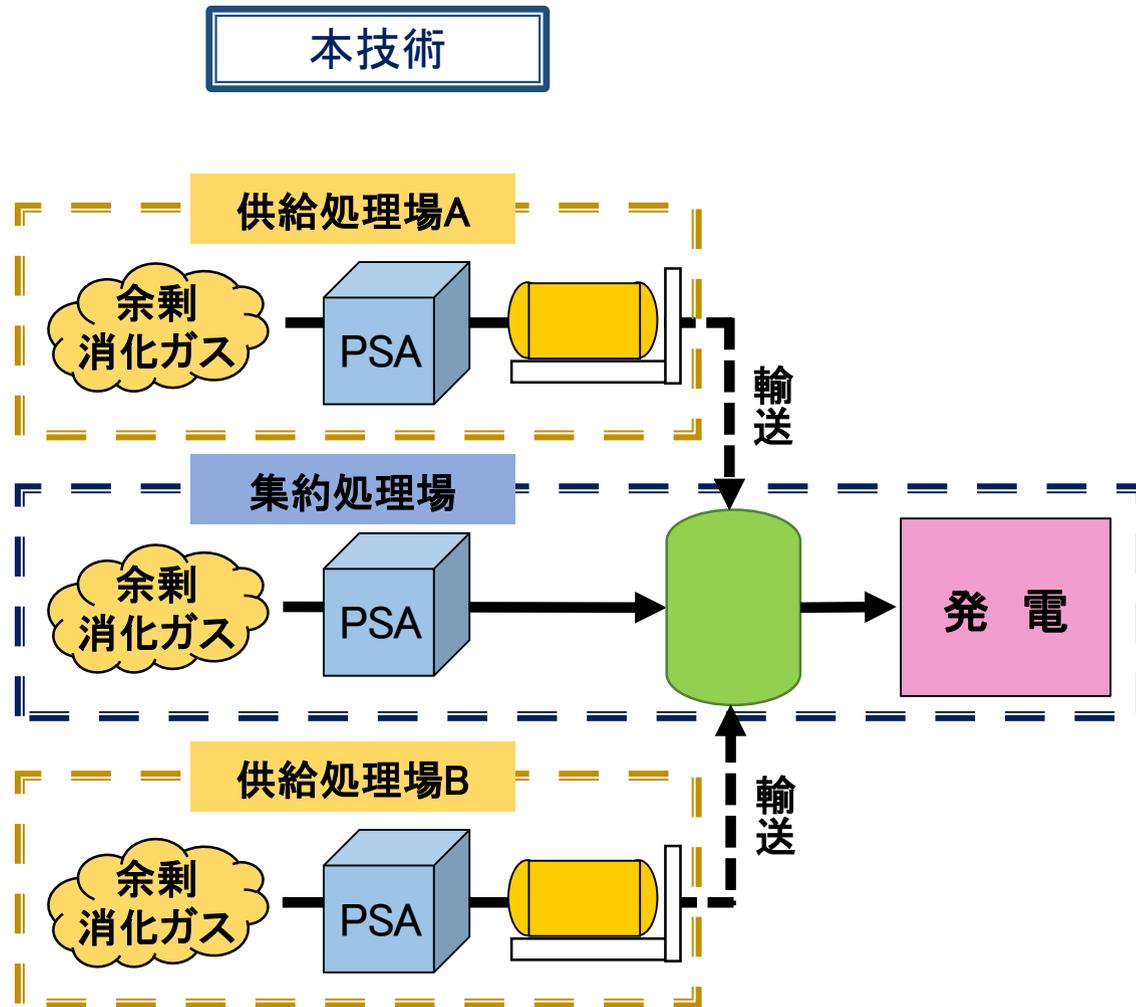
吸蔵・輸送に関して資格者不要

PSA: Pressure Swing Adsorption の略 和名では圧力変動吸着

VPSA: Vacuum Pressure Swing Adsorption の略 PSAの中でも再生工程で真空を用いる方式

1. 革新的技術の概要と目的

1-2 革新的技術の特徴と課題解決のアプローチ



本技術により

- 複数の処理場の余剰消化ガスを集約することで効率的に発電。
- 発電機は、1処理場のみの設置なので、建設コスト、設置スペースが縮小できる。
- 発電機に関する運転員、メンテナンス費用の負担は1処理場のみ。

低コストで効率的な発電が可能。
これにより、余剰消化ガスを有効利用することができる。

1. 革新的技術の概要と目的

1-3 革新的技術の普及対象範囲(ターゲット)

- 下水処理量50,000m³/日以下の小規模下水処理場
- 消化槽を有している
- 消化ガスを有効利用できていない

1. 革新的技術の概要と目的

1-4 革新的技術の導入により期待される効果(経済・環境・社会面)

経済面

メタン精製装置と吸蔵装置を用いることでガス集約コストを低減し、スケールメリットにより、個別に発電を行うよりも経済的な効果を期待できる。

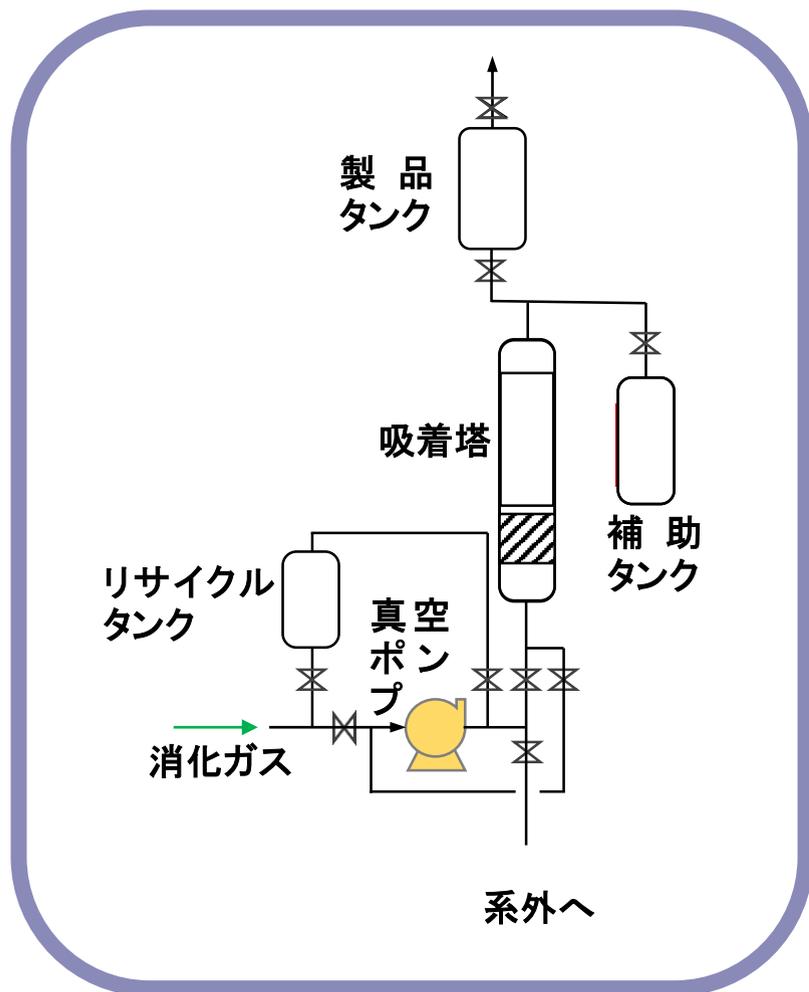
環境、社会貢献面

- 新たなエネルギーを創出させる。
- 温室効果ガスの排出を削減させることが期待される。

2. 革新的技術の概要

2-1 技術の概要(詳細)

①メタン精製技術



PSA(真空式)メタン精製装置フローシート

メタン精製装置の特徴

- ① ガス容量の低減による輸送コストの削減
消化ガスを精製することで必要なメタンのみを輸送することができる。
(不要なCO₂をカットすることで輸送コスト削減)
- ② シロキサン除去
発電機の故障の原因となるシロキサンを除去できる。(フィルター不要)
- ③ 脱硫
脱硫塔をすりぬけた硫化水素を除去できる。
(発電機のメンテナンス費低減)
- ④ 除湿
(メタン吸蔵のために必要となる除湿)

PSAとは

吸着剤の持つ選択性<物質それぞれに対する吸着力の差>と特性<圧力変動に伴う吸着力の変動>を利用して、圧力を増減させながら特定の物質を吸脱着させてガスを精製させる装置。

メタン精製については消化ガス中のCO₂を除去することで精製を行う。

PSA: Pressure Swing Adsorption (圧力変動吸着)方式

2. 革新的技術の概要

2-1 技術の概要(詳細)

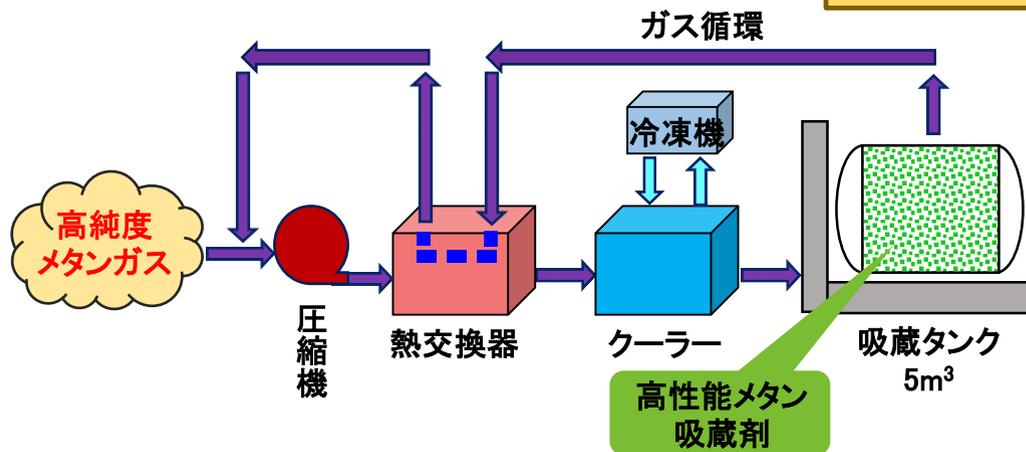
②メタン吸蔵技術



メタン吸蔵装置の特徴

- 吸蔵剤を用いることで低圧域での吸蔵量が大幅に増加
0.99MPaGで容積の45倍の吸蔵量
- 1MPaG未満の低圧貯蔵で、操作のため充填・輸送に関して資格者不要
1MPaG未満であれば高圧ガスとみなされないため
- メタン吸着時に発生する吸着熱の除去技術
循環冷却を繰り返しながら充填するため、吸着熱吸着阻害もなく
スムーズに充填が可能。
- 着脱が可能で容易かつ短時間。
脱着ボディスシステム車による輸送が可能。着脱可能のため車両台数削減。

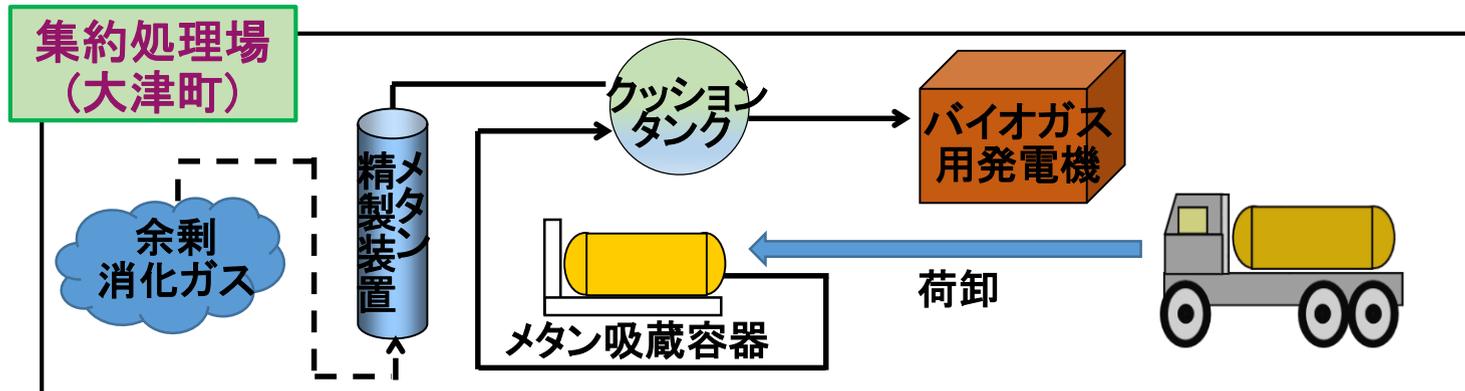
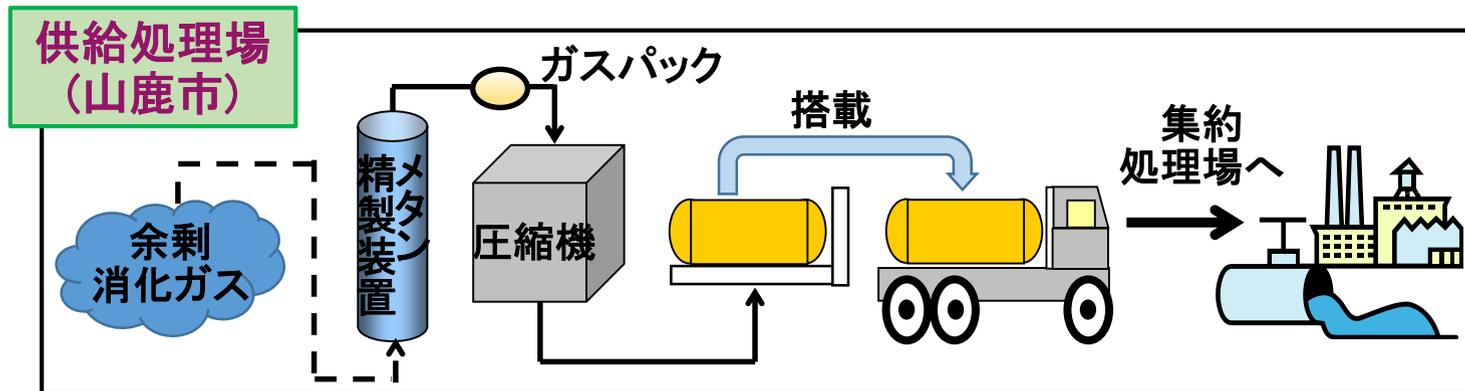
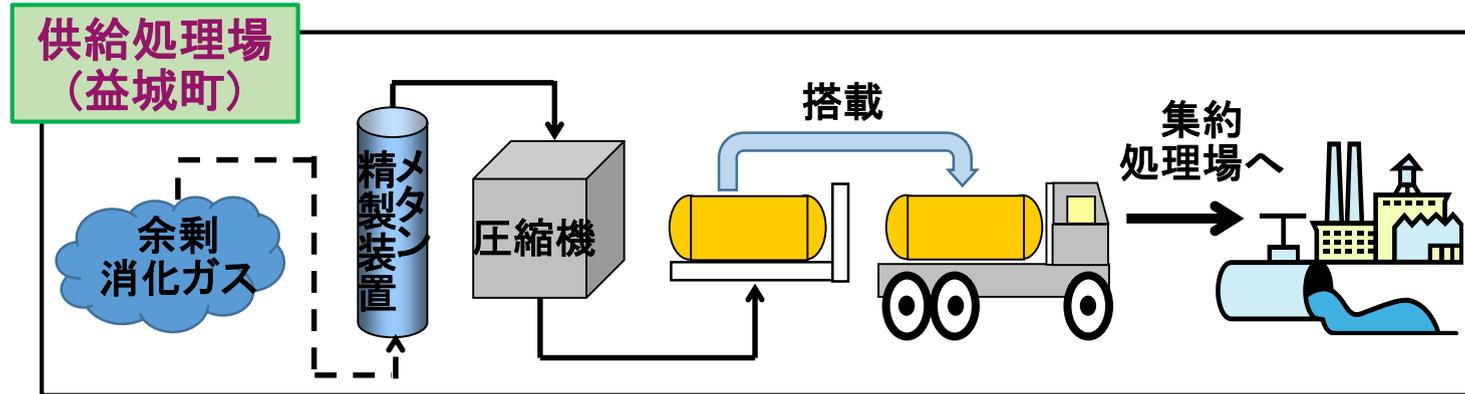
メタン吸蔵装置フロー



吸着温度: 0 ~ -30°C
吸着圧力: Max 0.99 MPaG
メタン貯蔵量: 45 m³N-CH₄/m³

2. 革新的技術の概要

2-1 技術の概要(詳細)

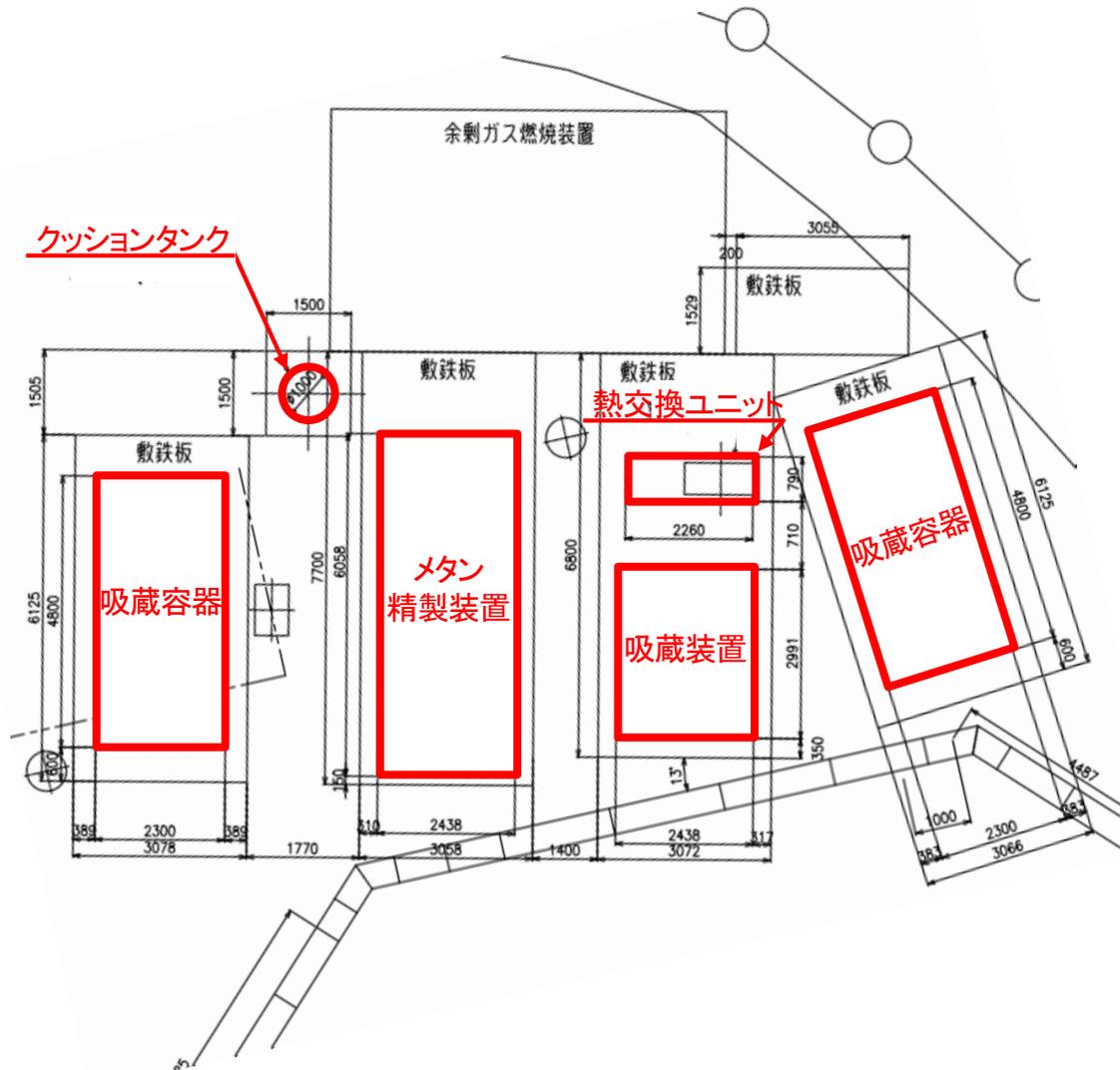


2. 革新的技術の概要

2-1 技術の概要(詳細)

益城町浄化センター

機器配置

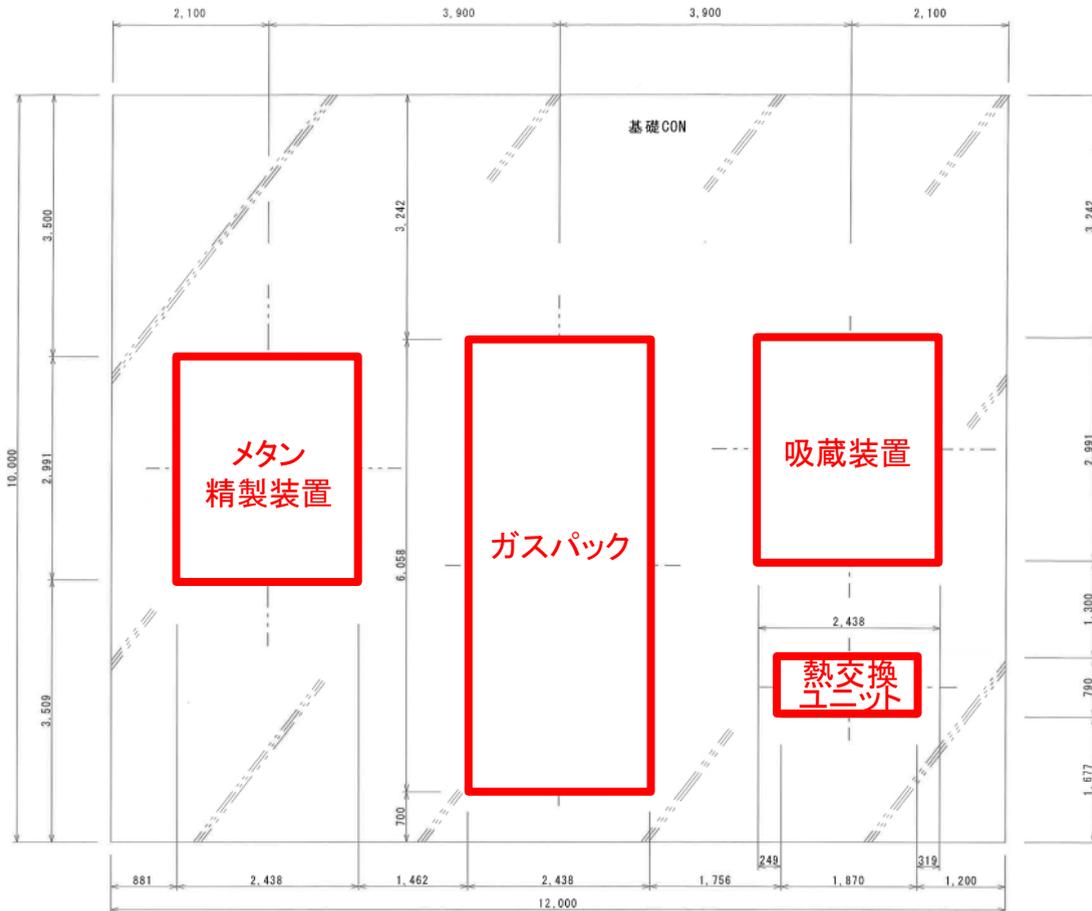


2. 革新的技術の概要

2-1 技術の概要(詳細)

山鹿浄水センター

機器配置



2. 革新的技術の概要

2-2 実証研究結果(技術性能に関する評価結果) 技術本体の性能についての評価結果

	実証項目	内 容	成果目標	結 果
①	メタン回収率向上確認試験	脱着工程初期のオフガスをリサイクルガスとして回収し、投入ガスと混合することにより、メタン回収率の上昇が図られることを確認する。	メタン回収率の目標値を達成する。 リサイクルタイム等運転条件を調整することにより、メタンガス精製濃度(90vol%)及びメタン回収率(90%)を達成する。	○
②	メタン精製装置定格運転	メタン精製装置を定格にて運転する。	定格運転において、メタンガス精製濃度(90vol%)及びメタン回収率(90%)を達成する。	○
③	季節による条件変動確認試験	消化ガス発生量・ボイラ使用量・気象条件等の季節変化による影響の確認。	季節毎の原料ガス変動によるメタン精製装置性能、圧縮装置性能及び気象条件による吸蔵への影響が無いことを確認する。	○
④	長期間連続運転試験	長期間精製から発電まで連続運転を行う。	安定して精製・吸蔵・運搬・発電の運転を行うこと。 運転スケジュールの確認・最適化。 既設設備への影響が無いこと。	○
⑤	負荷変動試験	条件(100%/80%/60%)を3ケース設定し、それぞれの負荷において装置の運転を行う。	性能確認及び消費電力の測定等、評価するに必要な項目別データを取得する。	○

2. 革新的技術の概要

2-2 実証研究結果(技術性能に関する評価結果)

技術本体の性能についての評価結果

	実証項目	内 容	成果目標	結 果
⑥	吸蔵最適化試験	吸蔵ガス冷却部温度 -10°C にて吸蔵操作を行い、圧力(吸蔵量)と消費電力の関係を把握する。	システム全体を見た上で総合的に最も経済的な吸蔵量を確認し、事業性評価に反映する。(必要な吸蔵容器の大きさ、運転スケジュール、消費電力等)	○
⑦	オフガス濃度変更試験	メタン精製装置オフガス濃度を20vol%メタンとして運転する。	問題なく調整できること。 精製ガス濃度が発電機要求仕様を満足すること。 連続運転可能なこと。	○
⑧	発電機供給ガス濃度変更試験	集約処理場の精製ガスと供給処理場からの供給ガスのメタン濃度を変えて発電を行い、その影響を確認する。	ガス精製装置を導入しない場合、設定濃度への調整、発電機の安定性(電圧、周波数等)を確認し、ガス精製装置の必要性を判断する。	○

2. 革新的技術の概要

2-3 技術の適用条件・推奨条件

本技術の適用条件

1. 消化槽を有しており、また消化ガスの組成がメタン濃度50vol%以上であり、さらには、未利用消化ガス量が供給処理場では500m³N/日以下、集約処理場では3,000m³N/日以上である。
2. 装置設置スペースが供給処理場:150m²以上、集約処理場300m²以上である。
3. 集約処理場と供給処理場間の移動時間が1時間以内である。

適用条件に加え、本技術を導入するための推奨条件

1. すでに消化ガス発電を実施している処理場が存在し、そこを集約処理場とすることができる。
2. 集約処理場と供給処理場間の移動時間が非常に短い。

3. 革新的技術の導入効果

3-1 “1-4”を評価する為の方法(概要説明)

情報や条件の事前調査・確認

1. 関連計画

- 各処理場の事業計画内容について把握。
- 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の調査。
- 「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かの調査。
- 建設コストや維持管理コスト、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、各処理場に理解しておいてもらう。

3. 革新的技術の導入効果

3-1 “1-4”を評価する為の方法(概要説明)

2. 各処理場の概要

① 処理場の概要

② 消化ガス発生量

③ 消化ガス濃度

④ ボイラ使用量

⑤ 未利用消化ガス量

⑥ 利用可能な未利用消化ガス量

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把握しておく。

3. 革新的技術の導入効果

3-1 “1-4”を評価する為の方法(概要説明)

導入コストの算定(簡易式を用いてコスト試算を行う。)

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. 発電による効果(電力削減分コスト)

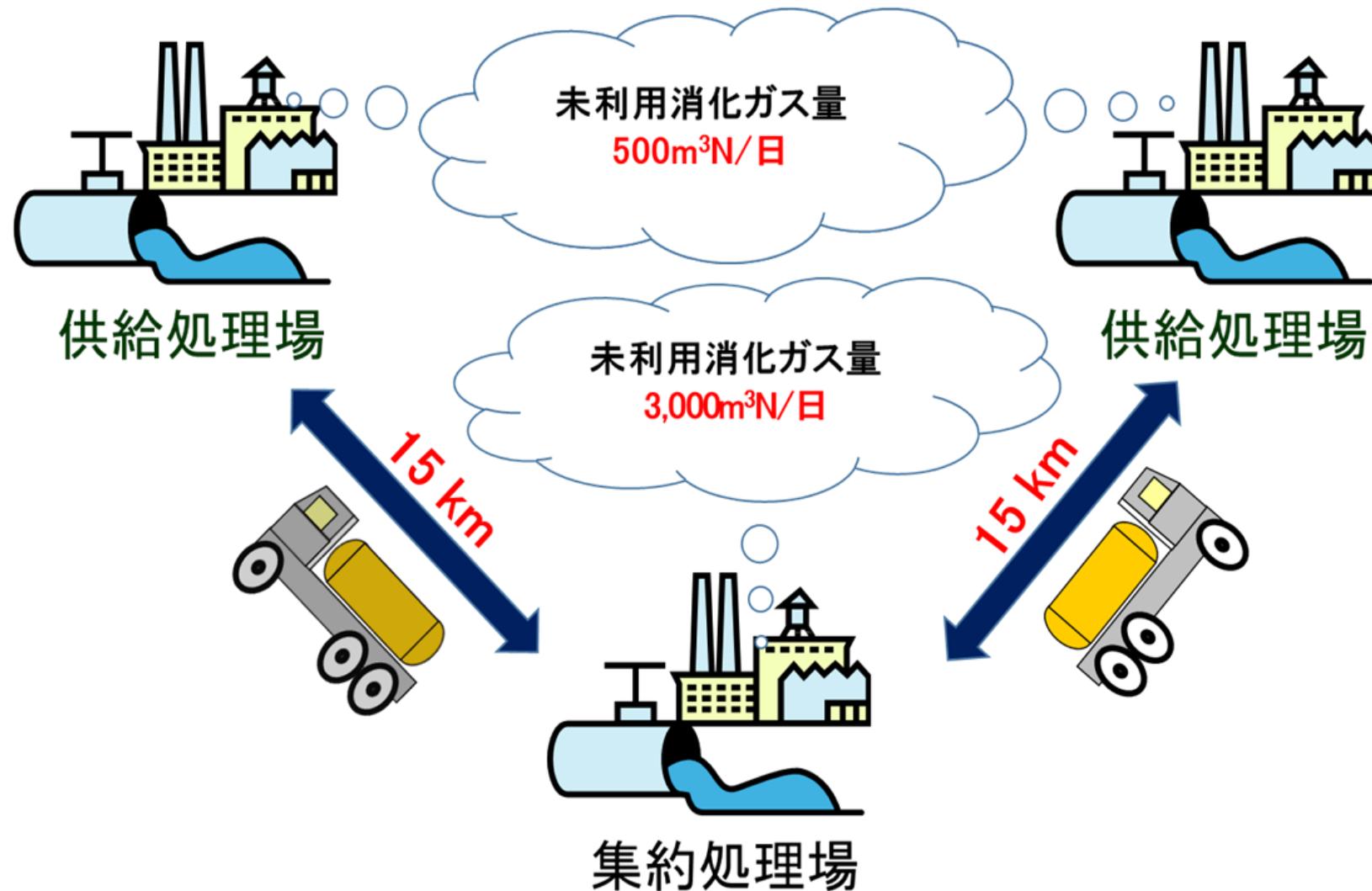
導入効果の検証(定量的な効果の試算を行う。)

1. 費用回収年(15年以下)
2. エネルギー創出量
3. GHG排出削減量

3. 革新的技術の導入効果

3-2 “1-3”で示すターゲット規模での検証結果

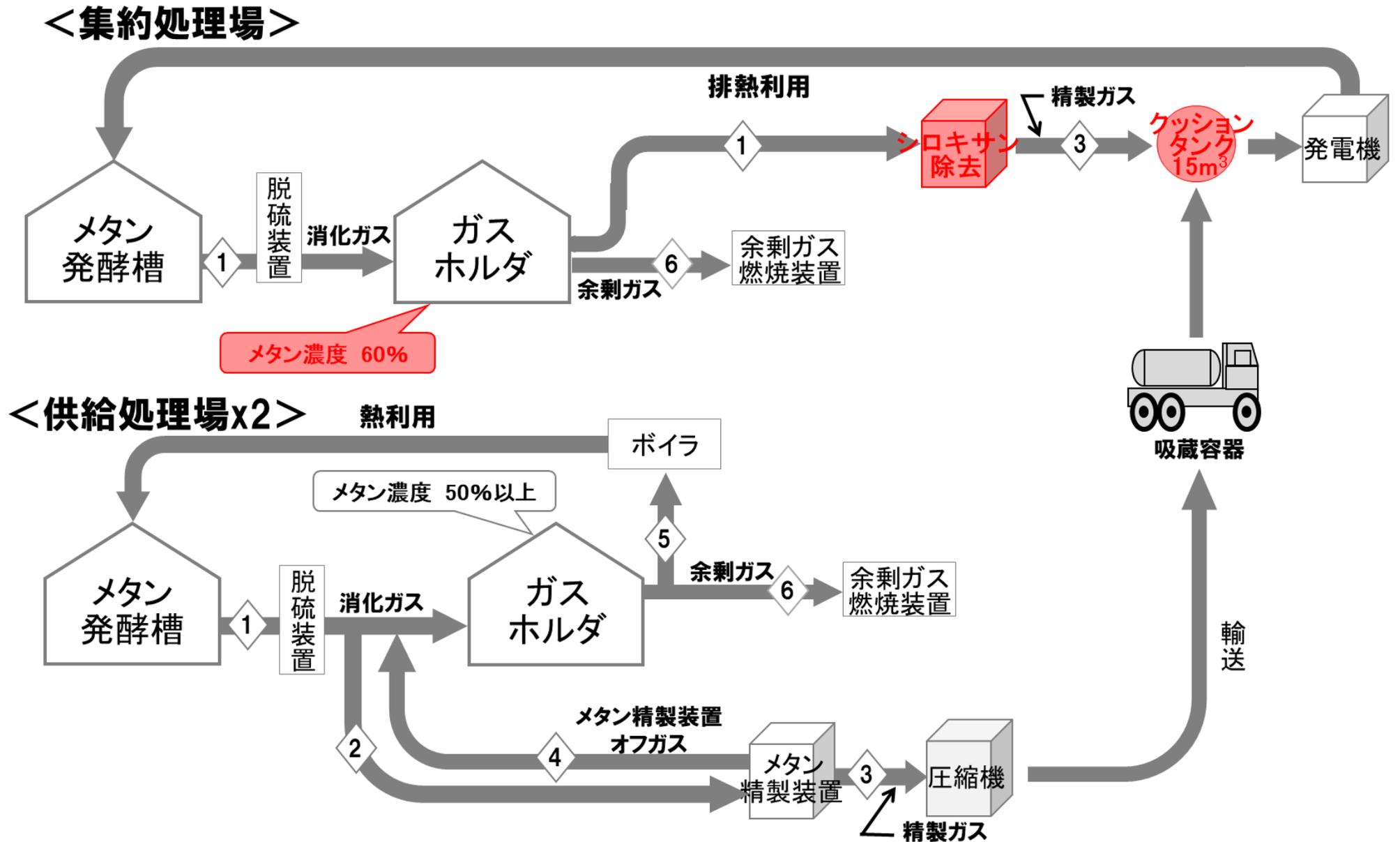
—試算条件—



3. 革新的技術の導入効果

3-2 “1-3”で示すターゲット規模での検証結果

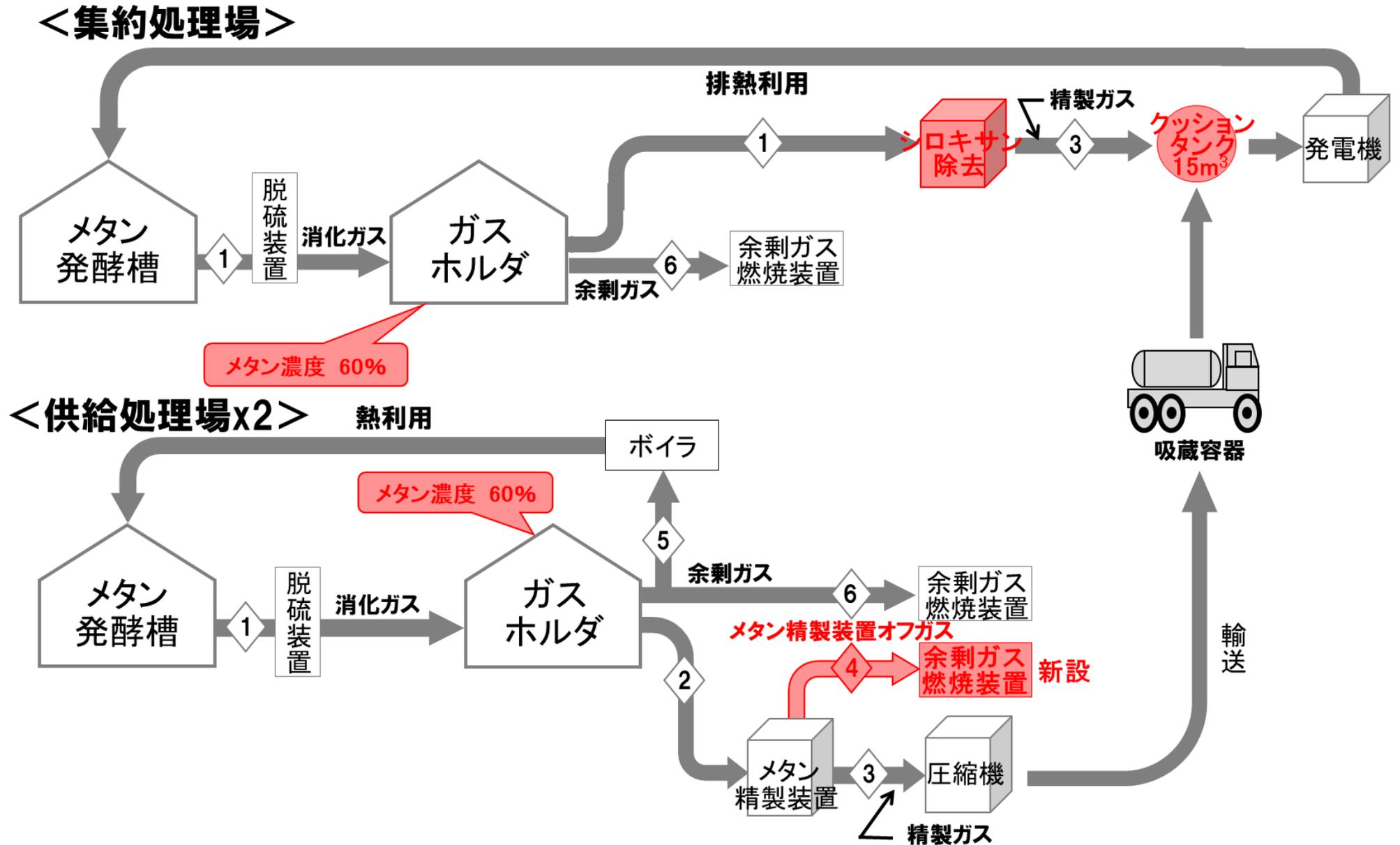
費用回収年を重視する場合



3. 革新的技術の導入効果

3-2 “1-3”で示すターゲット規模での検証結果

未利用消化ガス全量使用を重視する場合



3. 革新的技術の導入効果

3-2 “1-3”で示すターゲット規模での検証結果

モデル処理場での導入効果の試算結果

	費用回収年を重視する場合	未利用消化ガス全量使用を重視する場合
費用回収年[年]	14.8	15.6
エネルギー創出量[GJ/年]	25,497	27,874
GHG排出削減量[t-CO ₂ /年]	1,381	1,501

4. 革新的技術の計画・設計

4-1 革新的技術の導入による既存施設への影響

注意点：

- 既存設備(ボイラ、余剰ガス燃焼装置)へ影響を及ぼさないようメタン精製装置の設計を実施すること。
- 既存消化槽等のトラブルが発生し、消化ガスが発生しなくなった場合や発生量が減少した場合、本設備が増えたことにより、確認する設備が増加する。
- 吸蔵容器運搬トラックが処理場内を行き来し、交通量が増えるため、注意が必要。

5. 革新的技術の維持管理

5-1 革新的技術の導入による既存維持管理への影響・留意点

- 既存設備の維持管理に対する影響はない。
(前項のメタン精製装置の設計により)
- 本設備の運転管理、日常点検、定期点検作業が4時間/月程度増加となる。

6. 実証期間中に行った技術上の工夫・改善点

実証中に得られた課題	課題に対する工夫
<p>吸蔵装置の凍結閉塞</p> <p>事例) 吸蔵装置による吸蔵容器へ吸蔵作業中に吸蔵ガスの流量低下によって吸蔵装置が停止することが頻発した。</p>	<p>発生原因 : 精製ガスに含まれている微量の水分が冷却によって徐々に結露・凍結していき熱交換部でつまり閉塞させていた。</p> <p>対 策 : 一度、冷却部を常温に戻したのち、メンテナンスモードによる手動運転にて冷却部を通気し、凍結・閉塞の除害を確認した後、以後の吸蔵運転にて、-30°Cで行っていた冷却を-10°Cほどに抑えた。</p> <p>対 策 後 : 対策以後、凍結閉塞による、装置停止はなくなった。</p>
<p>メタン精製装置および吸蔵装置メンテナンス性</p> <p>事例) コンテナ内部に装置を設置しており、調整バルブの開度変更などの際、作業を行うために人が入り込めるスペースが狭すぎて作業性が非常に悪い。</p>	<p>発生原因 : コンテナ内に設置し、かつ防音・断熱を考慮してコンテナ内部にウレタンフォームを張り巡らせたため、コンテナ内が狭く、メタン精製装置の調製やメンテナンスの作業性が非常に悪い。</p> <p>対 策 : 回転機器を囲い防音対策、制御盤、吸着塔などは保温加工を加えるなどして、全体で囲うのではなく、機器個別で対策を行うこととして、屋外設置型で検討することを推奨する。</p>

6. 実証期間中に行った技術上の工夫・改善点

実証中に得られた課題	課題に対する工夫
<p data-bbox="42 359 700 411">吸蔵容器 ガス残量について</p> <p data-bbox="42 475 778 683">事例) 吸蔵容器のガス残量は同圧力でも温度によってガスの残量が違うため、ガス残量が分かりにくい。</p>	<p data-bbox="802 359 2300 512">基本的には余裕を持った設計になるため、スケジュールが安定した運転中は問題ない。しかし、消化ガスの発生量が低下した場合などは、スケジュール変更が必要な場合などには残量が必要になる。</p> <p data-bbox="802 576 2300 676">対策1: 吸蔵容器には吸蔵された分しか放出できないため、吸蔵量と放出量(ガス使用量)を計測して記録しておき残量を概算しておく。</p> <p data-bbox="802 740 1806 783">対策2: 圧力・温度から概算できる計算式を検討した。</p> <p data-bbox="802 847 2300 948">対策後: 概算の残量は確認できた。概算計算式については大体合うことが分かっているが、精度がまだ甘いため、検討が必要。</p>

7. 問い合わせ先

1. 吸着技術工業株式会社

〒856-0022 長崎県大村市雄ヶ原町1767番地34

電話 : 0957-52-1430

FAX : 0957-52-1413

URL : <http://www.kyuchaku.co.jp/index.html>

2. JNCエンジニアリング株式会社

プロジェクト1部 プロジェクトマネージメントグループ

〒260-0015 千葉県千葉市中央区富士見2丁目3番地1号

塚本大千葉ビル8階

電話 : 043-225-6683

FAX : 043-225-7625

URL : <http://www.jnc-eng.co.jp>