

バイオガス都市ガス導管注入実証

Demonstration of Injection of Biogas into City Gas Grid



中村暢大*
Nobuhiro Nakamura



松本勝生*
Katsuo Matsumoto



豊久志朗**
Shiro Toyohisa



宮本博司***
Hiroshi Miyamoto

下水処理場の汚泥処理の過程等で発生するバイオガス（消化ガス）は、メタンを主成分とする再生可能エネルギーであり、その有効利用により CO₂ 排出量の削減が可能である。当社は神戸市東灘処理場において、バイオガスを都市ガス同等の水準に精製し、大阪ガス(株)のガス導管に注入する実証設備を建設した。当社で本実証設備を運営しており、2010年9月から導管への試験注入を開始した後、10月から本格稼働して安定した運転を継続している。なお、本プロジェクトはバイオガスを直接都市ガス導管に注入する国内初の試みである。

Biogas, which is derived from organic matter such as sewage sludge, is renewable energy mainly comprised of methane. Therefore, utilization of biogas contributes to reduction of CO₂ emission. At Higashinada Sewage Treatment Plant in Kobe City, Kobelco Eco-Solutions constructed the demonstration plant, where biogas is purified to the city gas quality and the purified biogas is injected into the city gas grid of Osaka Gas Co., Ltd. After the trial injection in September 2010, the demonstration plant has been in operation since October 2010. This is the first project in Japan to inject biogas directly into the city gas grid.

Key Words :

バ イ オ ガ ス
汚 泥 の 有 効 利 用
エ ネ ル ギ ー 利 用
CO₂ 削 減
ガ ス 導 管

Biogas
Effective utilization of sludge
Utilization of energy
Carbon dioxide reduction
Gas grid

【セールスポイント】

本実証設備では、再生可能エネルギーであるバイオガスを有効利用し、かつ CO₂ 排出量を削減することが可能である。また、本プロジェクトはバイオガスを直接都市ガス導管に注入する国内初の事業である。

ま え が き

近年、未利用エネルギーの活用や温室効果ガス排出量の低減が課題となっており、下水処理場においても汚泥処理の過程で発生するバイオガス（消化ガス）の有効利用、これによるCO₂の削減が注目されている。

当社では神戸市東灘処理場において、(社)都市ガス振興センターから交付を受けた「平成21年度バイオマス等未活用エネルギー実証試験費補助金」の活用により、国内初の試みとしてバイオガスを都市ガスと同等の品質まで精製してガス導管に注入する設備を建設した。写真1に実証設備の外観を、図1に実証事業の概要を示す。

東灘処理場では、消化タンクから約10 000 m³_N/dの消化ガスが発生する。メタン濃度60 %の消化ガスは、バイオ天然ガス化設備でメタン濃度97 %以上まで精製し、約6 000 m³_N/dの一次精製ガスを中圧ガスホルダに貯留する。この一次精製ガスは、約1 300 m³_N/dを自動車燃料、約2 700 m³_N/dを場内利用として有効利用している。今回の実証事業は、これまで余剰ガスとされていた約2 000 m³_N/dの一次



写真1 設備外観

精製ガスを都市ガスと同等の水準に高度精製し、大阪ガス(株)のガス導管に注入するものである。

当社は2009年に事業採択を受け、本実証設備を建設した。当社が本実証設備を運営し、2010年9月からガス導管への試験注入を開始、10月から本格稼働して安定した運転を継続しているので報告する。

1. 設備概要

表1に本実証設備入口と出口のガス性状を示す。設備出口のガス性状は、大阪ガス(株)のバイオガス受入基準値となる。ここで、基準値とは受入地点において常時満たすべき性状等の上下限度であり、表1以外にも十数項目が定められている。当社では、より厳しい管理値を設け、日々の運転管理を行っている。

バイオガスを都市ガス導管に注入するためには、熱量（総発熱量）を44.2～46 MJ/m³_N、付臭濃度を12～16 mg/m³_Nに調整し、かつ酸素を0.01 vol %以下に、二酸化炭素を0.5 vol %以下に低減する必要がある。

付臭剤は、大阪ガス(株)の都市ガスと同じDMS（ジメチルサルファイド）とTBM（ターシャリーブチルメルカプタン）の2成分系混合付臭剤を使用している。

表1 設備入口／出口のガス性状

項 目	設備入口	設備出口 (大阪ガス基準値※)
総 発 熱 量 (標 準 熱 量)	39 MJ/m ³ _N	44.2～46.0 MJ/m ³ _N (45 MJ/m ³ _N)
付 臭 濃 度	0 mg/m ³ _N	12～16 mg/m ³ _N
メ タ ン 濃 度	97 vol % 以上	—
酸 素 濃 度	0.2 vol % 程度	0.01 vol % 以下
二酸化炭素濃度	0.6 vol % 程度	0.5 vol % 以下

※バイオガス購入要領から抜粋

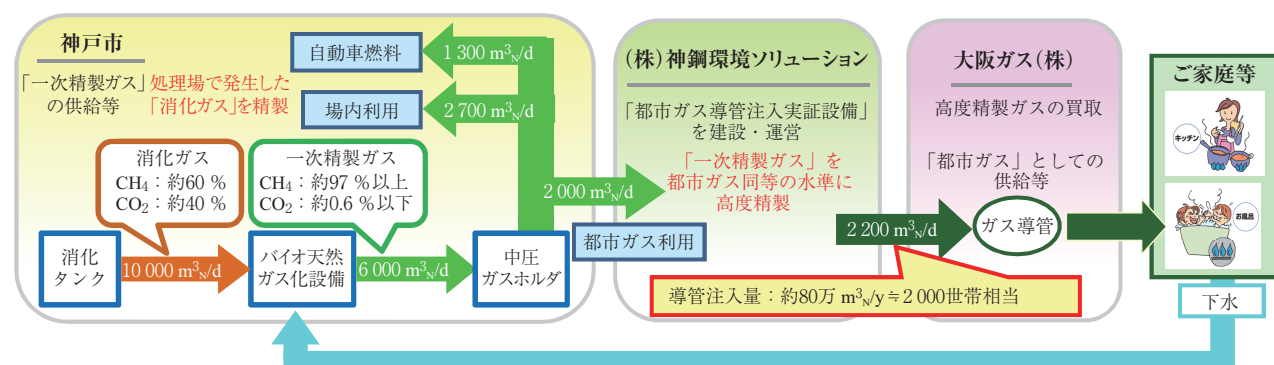


図1 実証事業概要

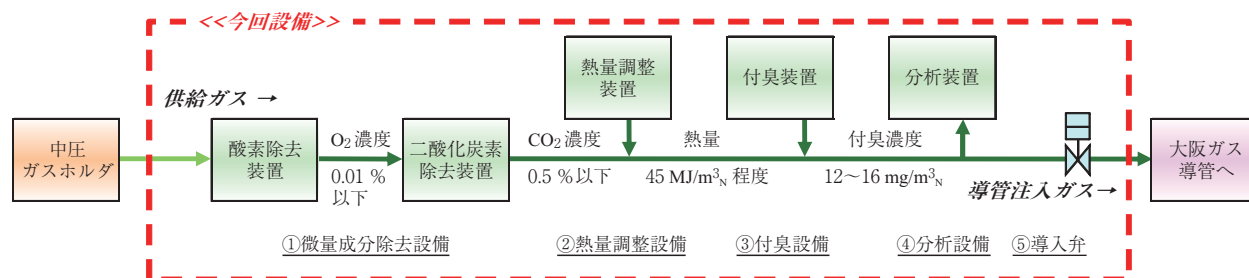


図2 設備フロー

また、本設備の能力は、発生するバイオガスの季節変動、日変動および時間変動を考慮し、最大4 400 m³_N/dとして設計した。

2. 設備フロー

図2に本実証設備のフローを示す。

既存の中圧ガスホルダから供給される一次精製ガスは、まず①微量成分除去設備に導入され、酸素と二酸化炭素を取り除く。次に、②熱量調整設備で液化石油ガスを注入して熱量を調整後、③付臭設備で付臭剤を添加して付臭濃度を調整する。最後に、④分析設備でガスの大阪ガス(株)基準値への適性を連続的に評価し、⑤導入弁を通して大阪ガス(株)のガス導管に注入する。

3. 運転結果

3.1 各設備の運転状況

消化ガスの発生量、自動車燃料および場内利用としての使用量の季節変動、日変動および時間変動により、実証設備に供給される一次精製ガス量は増減し結果、導管注入ガス量も増減する。

以降、設備毎に、導管注入ガス量の季節変動、時間変動とガス性状の関係について報告する。

3.1.1 微量成分除去設備の評価

大阪ガスの受入基準の中でも、酸素と二酸化炭素は微量までの除去が要求され、微量成分除去設備は酸素を0.01 vol%以下、二酸化炭素を0.5 vol%以下まで除去する必要がある。酸素は、一次精製ガスに水素を添加し、触媒反応を利用して水分とする。二酸化炭素は吸着剤で除去している。

図3に2010年9月の導管試験注入開始から、2011年3月までの2010年度都市ガス導管に注入されたバイオガス中の酸素濃度の推移を示す。酸素濃度は9月の導管試験注入開始から常に定量下限値

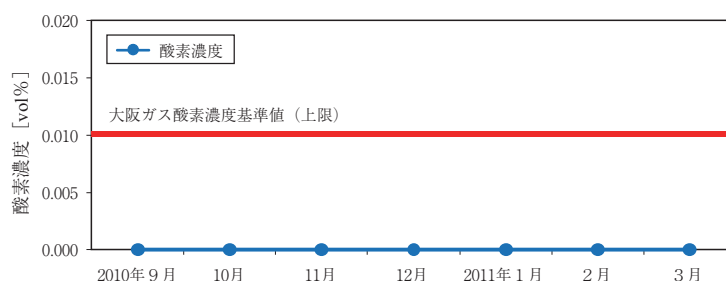


図3 月毎の導管注入ガス中の酸素濃度の推移

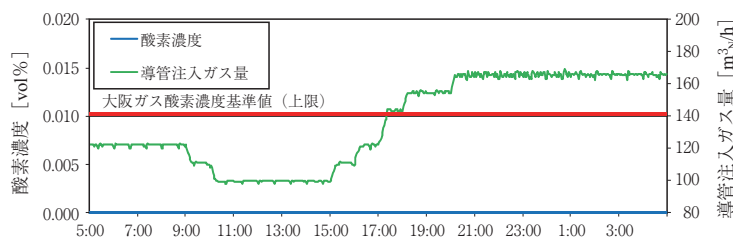


図4 代表的な1日の導管注入ガス中の酸素濃度の推移

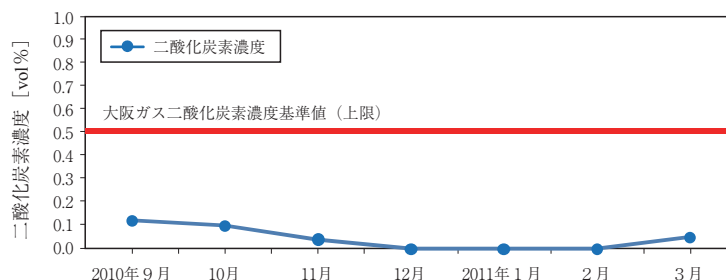


図5 月毎の導管注入ガス中の二酸化炭素濃度の推移

0.0005 vol%以下まで除去され、6カ月間安定して基準値を満足することが確認できた。

図4は供給される一次精製ガス量が時間変動し、かつガス性状が平均的である代表的な1日の酸素濃度の分析結果を示している。酸素濃度は、実証設備に供給される一次精製ガス量の時間変動（導管注入ガス量の100 m³_N/hから170 m³_N/hの時間変動）によらず、常に定量下限値0.0005 vol%以下と基準値を満足している。

図5に2010年度都市ガス導管に注入されたバイオ

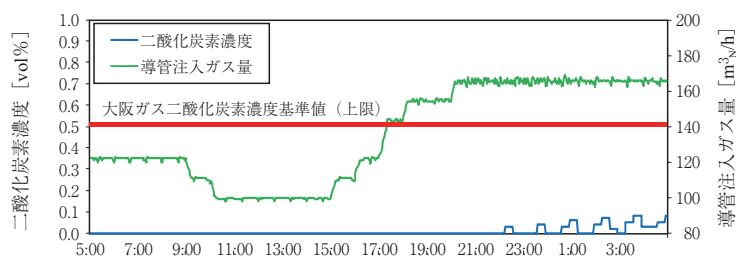


図6 代表的な1日の導管ガス中の二酸化炭素濃度の推移

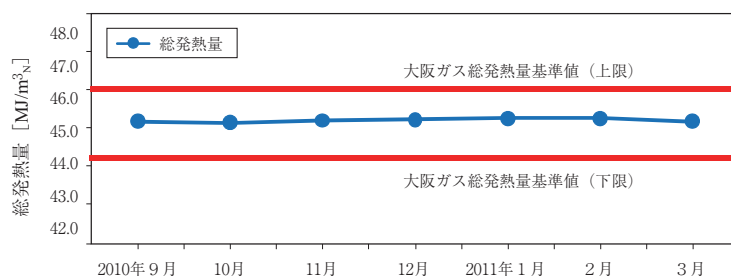


図7 月毎の導管注入ガス中の総発熱量の推移

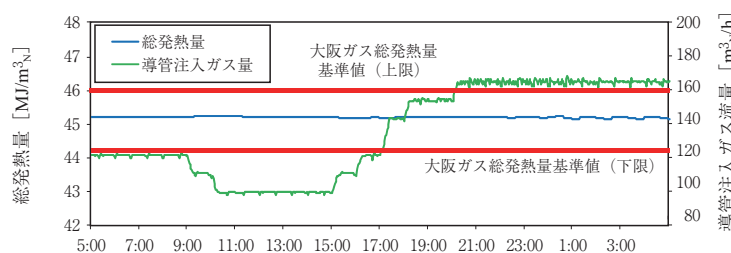


図8 代表的な1日の導管注入ガス中の総発熱量の推移

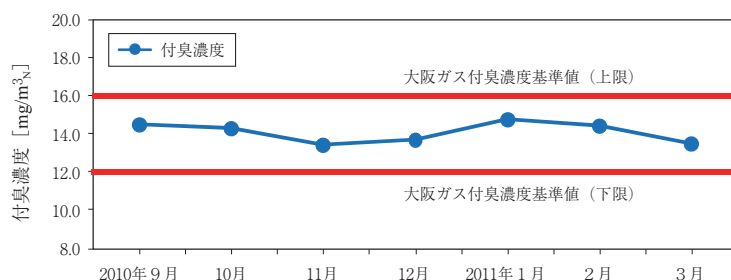


図9 月毎の導管注入ガス中の付臭濃度の推移

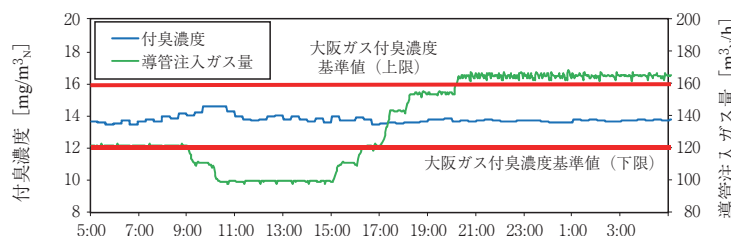


図10 代表的な1日の導管注入ガス中の付臭濃度の推移

ガス中の二酸化炭素濃度の推移を示す。二酸化炭素濃度は9月の導管試験注入開始から平均0.06 vol%まで除去され、常に基準値を満足することが確認できた。

図6は二酸化炭素濃度の代表的な1日(図4と同日)の分析結果を示している。二酸化炭素濃度は、一次精製ガス量の時間変動等による負荷量の増減の影響を受けるが、最大でも0.08 vol%以下と常に基準値を満足している。

3.1.2 熱量調整設備の評価

熱量調整設備は熱量約39 MJ/m³_Nの一次精製ガスに、約100 MJ/m³_Nの液化石油ガスを添加し、基準値45 MJ/m³_Nに調整する設備である。熱量は分析設備のガスクロマトグラフの測定値で監視される。

図7に2010年度都市ガス導管に注入されたバイオガス中の熱量の推移を示す。熱量は9月の導管試験注入開始から平均45.2 MJ/m³_Nと基準値内に調整することができ、安定した運転が可能であることを確認した。

図8に熱量の代表的な1日(図4と同日)の分析結果を示す。熱量は、一次精製ガス量の時間変動に十分な応答性を示し、45.2～45.3 MJ/m³_Nと安定している。

3.1.3 付臭設備の評価

付臭設備は無臭の一次精製ガスに、12～16 mg/m³_Nの微量な付臭剤を添加する設備である。付臭濃度は分析設備のガスクロマトグラフの測定値で監視される。

図9に2010年度都市ガス導管に注入されたバイオガス中の付臭濃度の推移を示す。付臭濃度は9月の導管試験注入開始から平均14.1 mg/m³_Nと基準値内に調整することができ、安定した運転が可能であることを確認した。

図10に付臭濃度の代表的な1日(図4と同日)の分析結果を示す。付臭濃度は、一次精製ガス量の時間変動の影響を受け、13.5～14.7 mg/m³_Nと変動するが、十分な応答性を示し、基準値内で安定している。

3.2 バイオガスの導管注入実績

図11に2010年度のバイオガスの導管注入積算量を示す。9月下旬から安定してバイオガスを供給し、約6ヵ月間で、ほぼ定格処理量の約300 000 m³_Nのバイオガスを導管に注入することができた。

む す び

東灘処理場のバイオガス都市ガス導管注入実証設備において、下水処理場で発生するバイオガスを精製してガス導管に注入し、約6ヵ月間の安定運転を実証することができた。

以下に2010年9月21日から2011年3月31日までの約6ヵ月間の実証設備の運転状況をまとめる。

- 1) 酸素濃度は常に定量下限値以下(0.0005 vol%)まで除去できた。
- 2) 二酸化炭素濃度は平均0.06 vol%と安定して除去できた。
- 3) 熱量は平均45.2 MJ/m³_Nで安定運転できた。

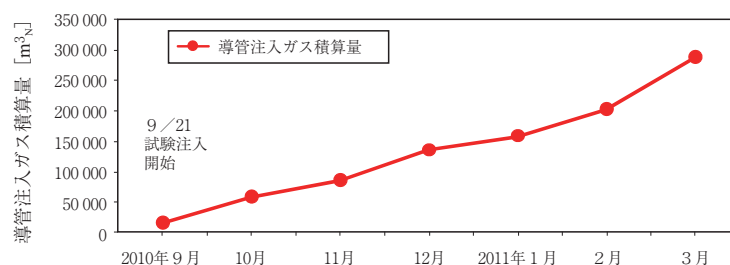


図11 2010年度の導管注入ガス積算量の実績

- 4) 付臭濃度は平均14.1 mg/m³_Nで安定運転できた。
- 5) 2010年度はほぼ定格処理量の約300 000 m³_Nのガスをガス導管に注入できた。

なお、2011年度は年間790 000 m³_Nの導管注入量を目標とし、設備を運営している。

最後に、本研究に多大なご協力いただいた(社)都市ガス振興センター様、神戸市様、大阪ガス(株)様の関係各位に深く感謝いたします。

*水処理事業部 技術部技術室 **商品市場・技術開発センター 水・汚泥技術開発部 ***商品市場・技術開発センター 水・汚泥技術開発部汚泥処理室