

# バイオガス都市ガス導管注入実証（その2） （2011年度の実証報告）

## Demonstration of Injecting Biogas into City Gas Pipeline (Second Report) (Demonstration Test Report in Fiscal 2011)



村越浩二\*  
Koji Murakoshi



宮本博司\*  
Hiroshi Miyamoto



中村暢大\*\*  
Nobuhiro Nakamura

下水処理場で発生する消化ガスを地産地消型エネルギー源として利活用するために、都市ガスと同等の水準に精製する都市ガス導管注入実証設備を、神戸市東灘処理場に設置し、2010年9月より運転を開始した。本設備は当社が運営管理しており、約2年を経た現在も安定的に運転を継続しており、2011年度の導管注入ガス量も計画量を上回る約80万 m<sup>3</sup>（15℃、0.981 kPaを基準とした換算値）に達した。国内初の都市ガス導管へのバイオガス直接注入の順調な運転実績について以下に報告する。

Toward the utilization of biogas from the sewage plant as locally produced energy, we have installed and run the demonstration plant that refines biogas up to the city gas quality and injects the refined gas into city gas pipeline at Higashinada Sewage Treatment Plant in Kobe. The operation has been quite stable and good in performance since the start-up in September 2010. Consequently, the utilized biogas volume as city gas in fiscal 2011 was approximately 800 000 m<sup>3</sup> (corresponding volume at 15℃, 0.981 kPa) that exceeded our planning. Here we report the results of satisfactory operation of this nation's first project.

### Key Words :

バイオガス	Biogas
都市ガス導管	City gas pipeline
実証設備	Demonstration plant
微量成分	Minor component
熱量調整	Calorie adjustment
付臭	Odorization

### 【セールスポイント】

下水処理場から発生した消化ガスを都市ガス利用可能な品質に高度精製する国内初の試みである実証設備は順調な運転を継続しており、2011年度の導管注入ガス量は約2 000戸の家庭のガス使用量に相当する。

## まえがき

近年、地球温暖化防止の観点から、化石燃料使用量の削減と二酸化炭素排出量削減が課題となっており、木質や下水汚泥等のバイオマスの有効利用が解決の一手段として注目されている。このような状況の元、当社と神戸市は東灘処理場の処理工程から発生する消化ガスを「高圧水吸収法」により精製し、消化ガスに約60%含まれるメタンを97%以上に濃縮し、付臭の後、圧縮天然ガス自動車（以下、CNG車と記す）の燃料として供給する事業を2008年度より実施している。

精製ガスの利活用のさらなる拡大に向け、神戸市、大阪ガス株式会社（以下、大阪ガスと記す）と当社は、都市ガスと同等の水準にまで精製し、都市ガス導管に供給する実証設備を神戸市東灘処理場に設置し、2010年9月より実証試験を開始した。実証設備は、一般社団法人都市ガス振興センターから交付を受けた補助金（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）を活用して建設したもので、安定した運転を継続している。

本報では実証設備の中核である「微量成分除去設備」、「熱量調整装置」および「付臭装置」の運転状況について前報<sup>1)</sup>に続き報告する。

### 1. 利活用設備、実証設備の概要

神戸市東灘処理場の消化ガス利活用設備概要を図1に示す。消化タンクで発生したメタン約60 vol%、二酸化炭素約40 vol%を含む消化ガスは「バイオ天然ガス化設備」で、メタン濃度97 vol%以上のガス（以下、一次精製ガスと記す）となり、中圧ガスホ

ルダに貯留、付臭の後、CNG車燃料、消化タンク加温用ボイラ燃料、空調機等に利用される。

残りの一次精製ガスは導管注入設備に供給される。一次精製ガスは次の4つの処理設備を経て、都市ガス導管注入可能な品質を得る。

一次精製ガスは酸素除去反応に必要な水素を添加した後、触媒を使用した酸素除去設備に導入される。次に吸着方式の二酸化炭素除去設備で二酸化炭素を除去、後に液化石油ガス（以下LPG）を添加して熱量調整し、最後に都市ガス用の付臭剤を添加する。使用している付臭剤は大阪ガス標準の付臭剤（ジメチルサルファイド（DMS）およびターシャリーブチルメルカプタン（TBM）の2成分混合剤）である。

以上の設備により高度精製したガスは最終段階で各種分析機器により連続監視し、導管注入ガス（以下、製品ガスと記す）としての品質を確認の後、中圧ガス導管に注入される。

表1に導管注入設備で満足すべき製品ガスの主な基準値<sup>2)</sup>（抜粋）を示す。

項目	基準値	備考
酸素	0.01 vol%以下	—
二酸化炭素	0.5 vol%以下	—
総発熱量	44.2~46.0 MJ/m <sup>3</sup> <sub>N</sub>	24時間の最高・最低差が1 MJ/m <sup>3</sup> <sub>N</sub> 以下であること
付臭濃度	12~16 mg/m <sup>3</sup> <sub>N</sub>	大阪ガスと同一の付臭剤を使用

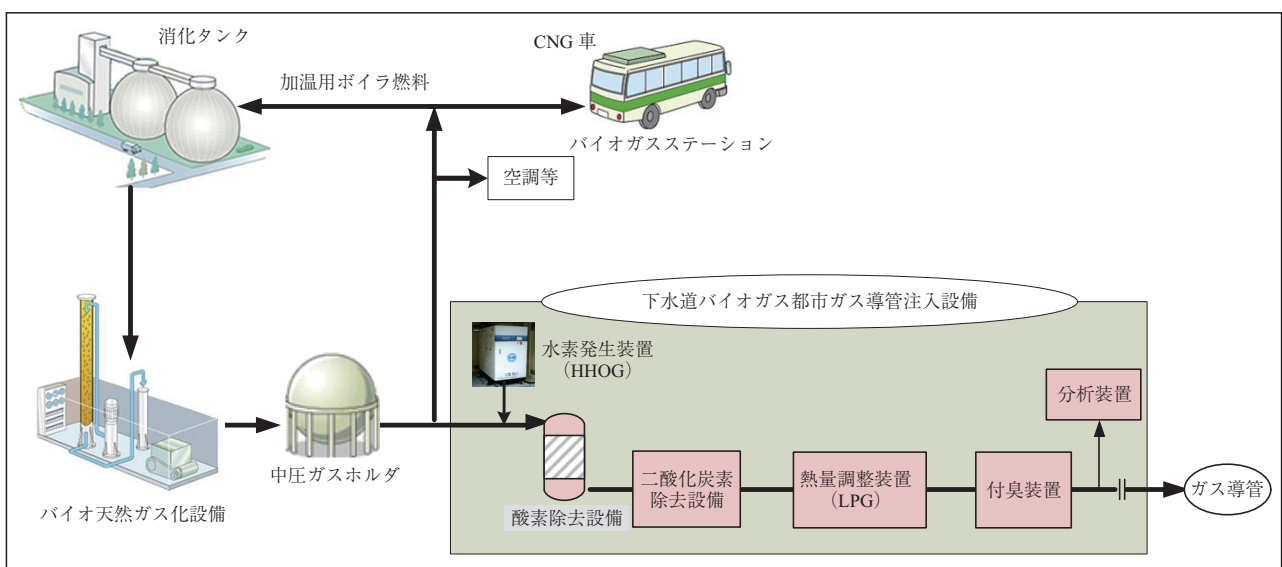


図1 神戸市東灘処理場消化ガス利活用設備の概要

なお、本実証設備の処理能力は消化ガス発生量の変動を考慮し、最大4 400 m<sup>3</sup><sub>N</sub>/dである。

## 2. 運転結果

### 2.1 一次精製ガスの利用用途

東灘処理場における2011年度の月別の消化ガス発生量と一次精製ガスの用途別利用量を図2に示す。

1月当たりの消化ガス発生量は30万から40数万 m<sup>3</sup><sub>N</sub>と季節による増減が見られ、夏季は低く、冬季には高い傾向があった。

利用用途面では、CNG車利用量は年間ほぼ一定である。消化タンク加温用ボイラ燃料の使用量は夏季に減量されるが、空調等での消費量は夏季に高くなっている。これら3か所で使用した残りが導管注入設備へ供給されるので注入設備の一次精製ガス受入量は、夏季には消化ガス発生量が減少したため、低下傾向となる。

なお、実際導管に注入した製品ガス量は、後述のように熱量調整にLPGを添加するため、受入れた一次精製ガス量を10%程度上回る量となる。

2011年度の製品ガス量実績は約80万 m<sup>3</sup>であり、11年度計画量を上回るガスを注入した。

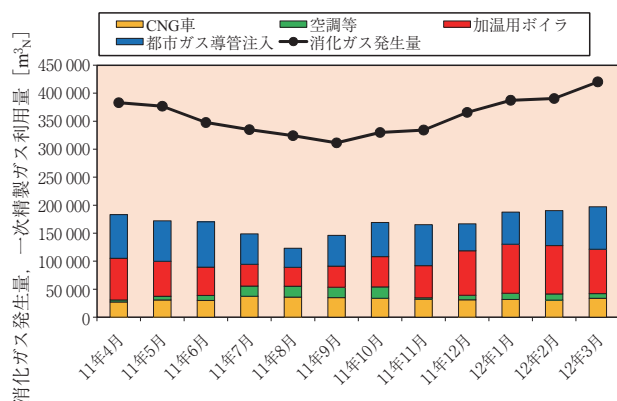


図2 消化ガス発生量と一次精製ガスの用途別利用量 (2011年度)

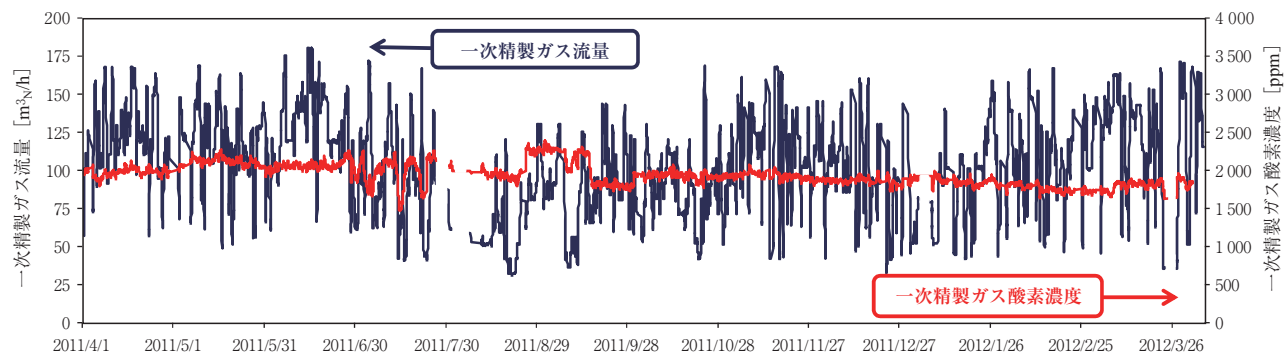


図3 触媒酸素除去装置への受入一次精製ガスの推移

### 2.2 微量成分除去設備

(酸素および二酸化炭素除去)

酸素除去設備は、製品ガス中の残酸素濃度を表1の基準値(0.01 vol%以下=100 ppm以下)を満足する方法として触媒燃焼法を採用している。本法は一次精製ガスに水素を添加し、触媒上で酸素との燃焼反応により水を生成し、酸素を除くものであり、使用している触媒は常温で前記の反応を進行させる。このため処理ガスの加温等の前処理の必要がなく、簡素な設備で対応できる。

酸素除去設備で生成した水は後段で除去される。

添加する水素は、当社の水電解式高純度水素発生装置から供給している。

酸素除去設備が受入れた一次精製ガス量とガス中の酸素濃度の年間推移を図3に示す。なお、酸素濃度は燃焼反応で消費した水素量から算出した値である。

受入れた一次精製ガス量は、ガスの各利用先の量的変動の影響で30~180 m<sup>3</sup><sub>N</sub>/hの範囲で変動しており、酸素除去、二酸化炭素除去、熱量調整および付臭設備はこの変動に追従して表1に示す基準値を満たすよう制御される必要がある。

酸素濃度の年間変動は1 800~2 300 ppmの範囲に収まっており、前段のバイオ天然ガス化設備が安定運転を継続していたことを反映していると考えられる。

図4に酸素除去設備の年間の運転履歴を示す。年間を通して製品ガスの残酸素濃度は20 ppm以下の低濃度に維持できた。

また、触媒は2010年9月の運転開始以後交換は行わず継続使用しており、当初、触媒寿命の目標としていた1年間を上回る9 000時間を越えて酸素除去性能を維持していた。

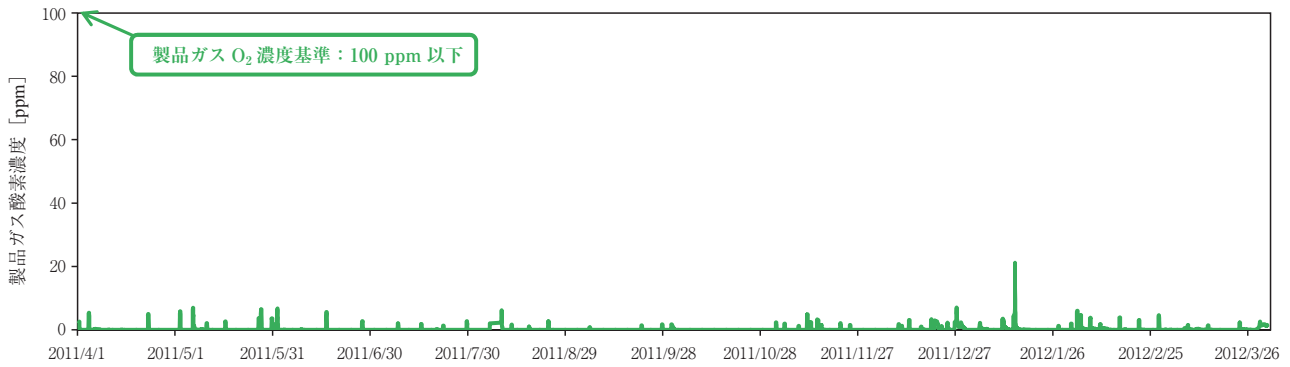


図4 酸素除去設備の運転履歴 (2011年度)

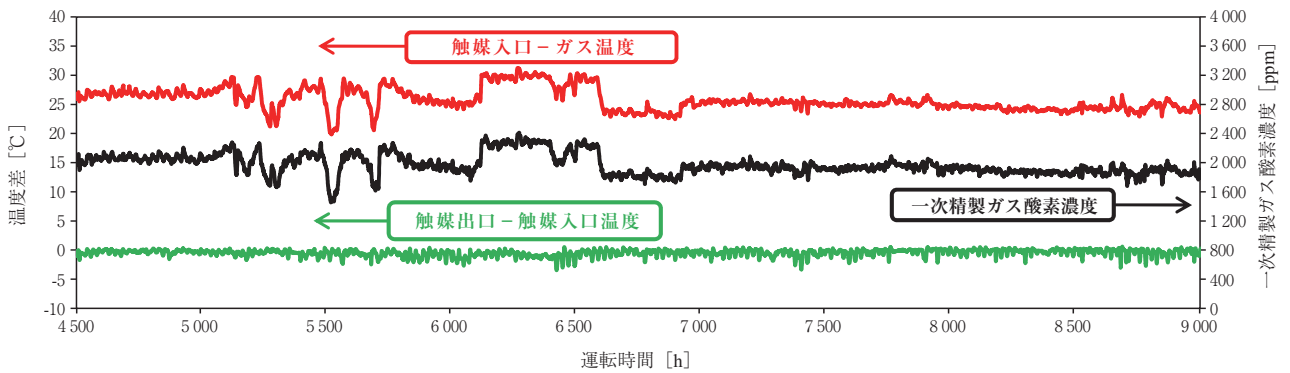


図5 酸素除去用触媒塔内温度と入口酸素濃度

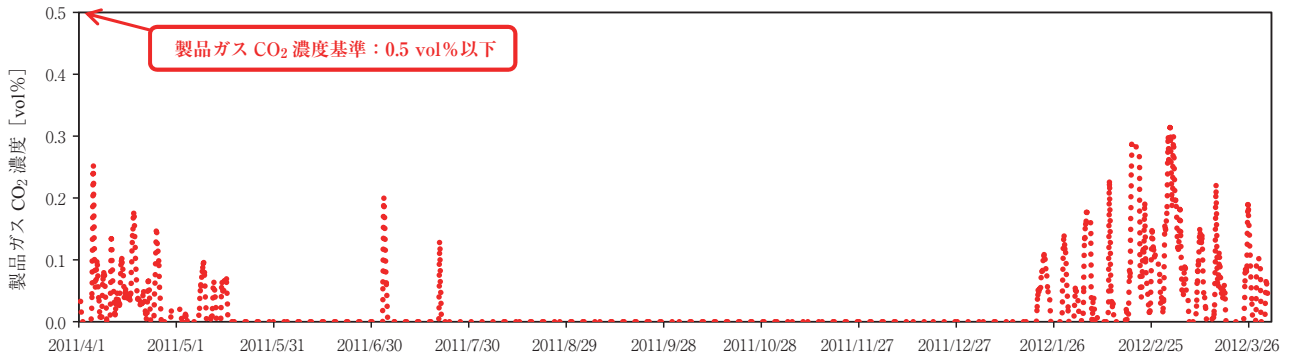


図6 二酸化炭素除去設備の運転履歴 (2011年度)

酸素除去設備では触媒の活性劣化傾向を予測する手段として、一次精製ガスの温度と触媒充填部の入口／出口部の温度を計測しており、図5にデータを示す。図5は横軸に運転時間(4500～9000時間)を、縦軸に(触媒入口)-(ガス温度)と(触媒出口)-(触媒入口温度)を示す。図5には図3に示した一次精製ガス中酸素濃度のデータも運転時間を横軸として同じく示している。

ガス中酸素濃度と(触媒入口)-(ガス温度)の変動の傾向はほぼ一致している。一方、(触媒出口)-(触媒入口温度)はほぼゼロである。

これは、発熱反応である水素と酸素の燃焼が触媒入口付近でほぼ完了し、この熱量で加温されたガス

が触媒内で温度を維持しつつ通過した結果を表すものと考えられる。入口付近の触媒の活性が劣化するに従い、反応の起こる部分が出口側に移動するので触媒活性劣化が判断でき、触媒交換時期の予測に利用できる情報である。

図5より、運転時間9000時間まで入口付近の触媒は活性を維持していたことがわかる。

図6に二酸化炭素除去設備の年間運転履歴を示す。

設備の処理ガス量は図3に示したように30～180 m<sup>3</sup><sub>N</sub>/hの範囲で大きな変動があるが、処理後の製品ガス中の二酸化炭素濃度は大阪ガスの基準(0.5 vol%以下)を満足した運転が継続できている。

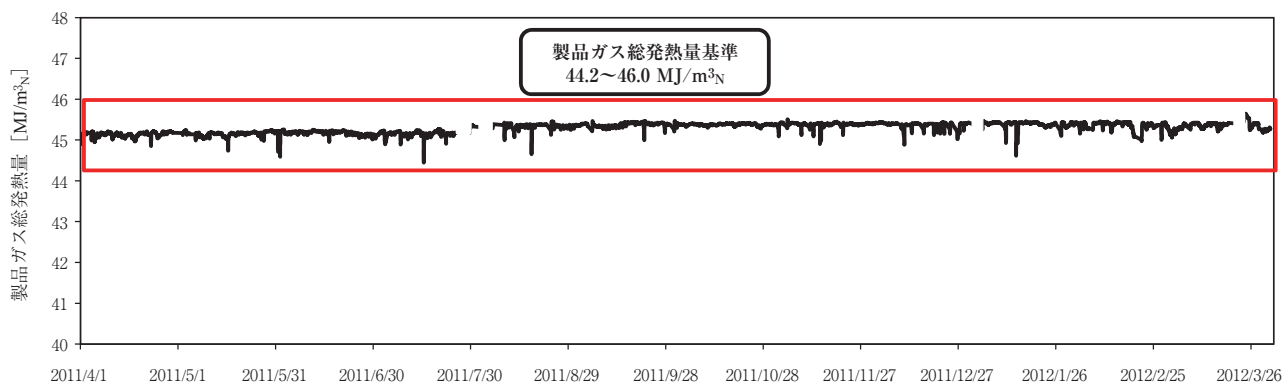


図7 熱量調整装置の運転履歴 (2011年度)



図8 付臭装置の運転履歴 (2011年度)

### 2.3 熱量調整装置

メタンを97%以上含む一次精製ガスの総発熱量は約 $39 \text{ MJ/m}^3_{\text{N}}$ であり、本装置はプロパンガスを主成分とするLPG（総発熱量約 $100 \text{ MJ/m}^3_{\text{N}}$ ）を一次精製ガスに添加し、基準値（ $44.2 \sim 46.0 \text{ MJ/m}^3_{\text{N}}$ ）を満足する品質を維持するものである。

図7に製品ガスの総発熱量の年間運転履歴を基準値の上下限值と合わせて示す。

年間を通じて総発熱量は基準値内に収まっており、製品ガス品質を維持できている。

### 2.4 付臭装置

付臭は、都市ガスを利用する際の安全性確保の観点から、ガスの漏洩事故を未然に防止するもっとも簡便な手段として使用されている。本装置は大阪ガス採用の付臭剤（DMS, TBM）を微量添加し、都市ガス品質を確保するものである。

図8に製品ガスの付臭濃度年間運転履歴を基準値の上下限值と合わせて示す。

付臭濃度は基準値（ $12 \sim 16 \text{ mg/m}^3_{\text{N}}$ ）の範囲内で

の変動が見られるが、調整できていることが分かる。

### むすび

神戸市東灘処理場におけるバイオガス都市ガス導管注入設備は、順調な運転を継続しており、2010年9月の運転開始から約2年を経過した。

処理ガス量の変動に対して「微量成分除去」、「熱量調整」および「付臭」の各設備は需要先の受入基準を定常的に満足する良好な制御性を維持した結果、2011年度の年間導管注入量は計画値を上回る約 $80 \text{ 万 m}^3$ （ $15 \text{ }^\circ\text{C}$ 、 $0.981 \text{ kPa}$ を基準とした換算値）に達した。2012年度以降、導管注入量はさらに増加を図る予定である。

最後に、本研究にご協力いただきました一般社団法人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。

### [参考文献]

- 1) 中村他：神鋼環境ソリューション技報 Vol.8 No.1 (2011), P.9~13
- 2) 大阪ガス(株)：バイオガス購入要領, 2010, P.9

\*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 \*\*コストエンジニアリングセンター 原価統括部