

バイオガスプラントにおける PLC 計装の活用

(株)コーンズ・エージェー 宮田隆

前澤工業(株) 内澤法孝

(株)日本総合研究所 赤石和幸

オムロン(株) 石山隆史

1. はじめに

昨年 11 月、原油価格は 1 バレル 100 ドルに迫るところまで上昇した。近年、ブラジル、ロシア、インド、中国など新興経済諸国における石油需要が急速に伸びてきている。それに対し、原油の産出量は伸びず、将来も安定して石油が確保できるか心理的な不安が世界的に広がっていた。そこに、アメリカのサブプライム問題が表面化し、投機資金が原油市場に流れ込んだことが原因とされている。

また、昨年 12 月、インドネシアのバリ島で第 13 回国連気象変動枠組み条約締結国際会議(COP13)および「京都議定書」第 3 回締約国会議(COP/MOP3)が開催され、「京都議定書」の第 1 約束期間が終わる 2013 年以降の、地球温暖化防止に向けた国際的な取り組みについて協議が行われた。我が国においては、現時点までに 1990 年比 8.1%増加しており、2008 年から 2012 年までの第 1 約束期間に、温室効果ガスの排出量を 1990 年比 6%削減するという目標達成が危ぶまれている。

このような状況において、化石燃料から太陽光、風力、バイオマス、生物由来の廃棄物などの再生可能エネルギーへの転換が急務となっている。これらの中で、バイオマスエネルギーが注目されている。

バイオエネルギーには、トウモロコシやサトウキビなどの食料や飼料を原料に生産されるバイオエタノールなどの“動脈バイオエネルギー”と、廃棄物系のセルロース、廃油から生産されるバイオディーゼル燃料(BDF)、バイオガスなどの“静脈バイオエネルギー”の 2 種類がある。

食料の多くを輸入に依存している日本にとって、それらを原料とする“動脈バイオエネルギー”

は、採算性、国際競争力など、多くの問題を抱えている。一方、“静脈バイオエネルギー”は国際競争に巻き込まれる可能性も少なく、環境保全政策との相乗効果も期待できる。

“静脈バイオエネルギー”の有効活用と地域コミュニティとの連携を模索するため、垂水市(鹿児島県)において家畜の糞尿を原料としたバイオガス製造プラントを新設し、燃料化の実証試験を行っている。この実証テストのため、PLC 計装によるプラントの自動運転とデータの収集を行っている。

2. プロジェクトの概要

今回のバイオガス燃料化実験は、新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)が行う共同研究事業、平成 18 年度「地域バイオマス熱利用フィールドテスト事業」の一環として実施している。本事業は、地域におけるバイオマスの熱エネルギー利用について、実際の設備を設置したうえで、長期運転データを収集・分析し、その結果を公表することにより導入の促進を図ることを目的とするものであり、垂水市、(株)コーンズ・エージェー、前澤工業(株)、吸着技術工業(株)、(株)日本総合研究所が共同で取り組んでいる。

実証試験を行っているフィールドは、鹿児島県にある大隅半島の玄関口、恵み豊かな錦江湾と優美な桜島を目の前に望む緑豊かな垂水市に設定された。垂水市は農業と漁業が中心で、ポンカン、ビワなどの果樹栽培、メロンなどの施設園芸、ハマチ、ブリの養殖が行われている。また、養豚業も盛んで、「桜島美湯豚(さくらじまびゅうとん)」が有名である。

コーンズ・エージェーは酪農・農業機械の輸入・

販売、開発、メンテナンスを行う商社で、世界最新の機械の導入や技術開発、研究に取り組むことで、日本の農業の発展に貢献している。前澤工業は地方公共団体の上下水道設備、農業用水・河川関係の各種水処理設備や装置の設計、製作、施工を行っており、近年、バイオマスに関する新エネルギーシステムに力を入れている。吸着技術工業は悪臭などの有害ガスの除去装置、分離装置、水処理装置の製造販売や前記装置に係わる吸着材料の研究、評価、試験を行っている。また、日本総合研究所は三井住友フィナンシャルグループの会社で、情報システム、コンサルティング、シンクタンクの機能により、顧客価値創造を目指している。この4社が、それぞれ得意としている技術を提供し合って、この実証試験を進めている。

家畜の糞尿から発生させたバイオエネルギーを有効利用する事業は、すでに日本各地で行われている。しかし、そのほとんどが、ガスを発生させた場所で消費も行っている。養豚業などの家畜の飼育は、発生する臭いなどの問題もあって、市街地から離れた場所で行われている。このため、家畜の糞尿から発生したバイオガスなどのエネルギーは、発生した場所だけでは使いきれない。

バイオエネルギーを有効利用するためには、消費地へ運搬する必要がある。今回の実証試験には、このエネルギーの運搬も検証目的の1つになっている。



写真1 大隅養豚生産組合の敷地内にあるバイオガス発生プラント

3. バイオガス発生プラントの概要

今回、垂水市にある大隅養豚生産組合の敷地内に、バイオガス製造プラントを新設した。そのプラントで、養豚場から発生する豚の糞尿に、地元産業の1つである焼酎製造過程で排出される焼酎かすも加えて、微生物によるメタン発酵によってバイオガス(メタンガス)を生産している(図1、写真1)。

豚の糞尿や焼酎かすは、原料槽に投入され、そ

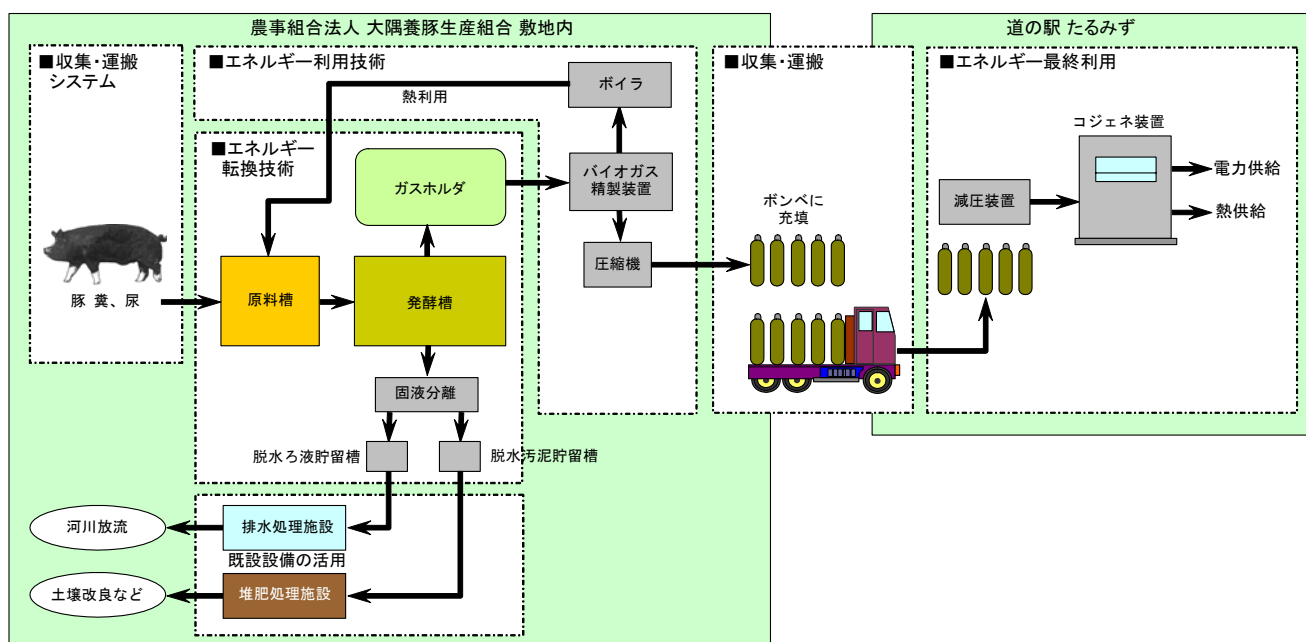


図1 地域バイオマス熱利用フィールドテストの事業概要。大隅養豚生産組合が経営する養豚場内にバイオガス発生プラントを設置し、発生したバイオガスを精製した後、圧縮し、ポンペに詰めて、約15km離れたところにある「道の駅 たるみず」に運び、それを燃料にコジェネ装置により電力と熱源の供給を行っている。

の後、発酵槽で微生物による嫌気性発酵によって、バイオガスを発生させる。そのガスは、一旦、ガスホルダに貯留される。

発生したバイオガスは、約 60% がメタンガスで、残り 40% が二酸化炭素、硫化水素、窒素、水分などで構成されている。これを燃料として利用するためには、二酸化炭素や硫化水素などの不純物を取り除き、メタンガスを濃縮する必要がある。

ガスホルダから取り出したバイオガスを、VPSA 方式のガス精製装置によって、硫化水素、二酸化炭素、水分を除去し、90% までメタンを濃縮する。このガス精製装置は吸着技術工業社製で、小型で効率が良いのが特長である。濃縮したメタンガスは圧縮機で 20MPa まで昇圧し、ガスボンベに充填される。

発酵槽の廃液は固液分離装置で分離され、液体は既設の排水処理施設で、固体の汚泥は既設の堆肥処理施設で、それぞれ処理される。

今回のプラントは、1 日、約 2,000 頭分の豚の糞尿を処理することができる。

4. バイオガス発生プラントの制御

今回のプラントは、実証試験ということもあり、より柔軟性のある制御機器が要求された。さらに、設備コストを低減する必要もあり、より安価な汎用品を使うことになった。

バイオガスプラントにおいては、弁の開閉といったシーケンス制御に加え、微生物の活性を維持するため、温度や流量などのアナログ制御が必要になる。また、実証試験であるため、プラントの運転データの収集も重要な要素となっている。このような要求から、今回はバイオガス発生プラントの制御機器としてオムロン製の PLC 計装(通称 CJ1 ループ)を採用した。

PLC をベースにした CJ1 ループは、ラダープログラムによるオン・オフ制御に

加え、PID 調節機能をはじめとした各種アナログ演算機能が DCS のように計器ブロック化されており、温度制御や圧力制御といったアナログ制御のソフト構築が容易にできる。

今回のシステムでは、バイオガス製造装置制御盤とバイオガス精製装置制御盤の 2 つの盤に CJ1



写真 2 監視用パソコン

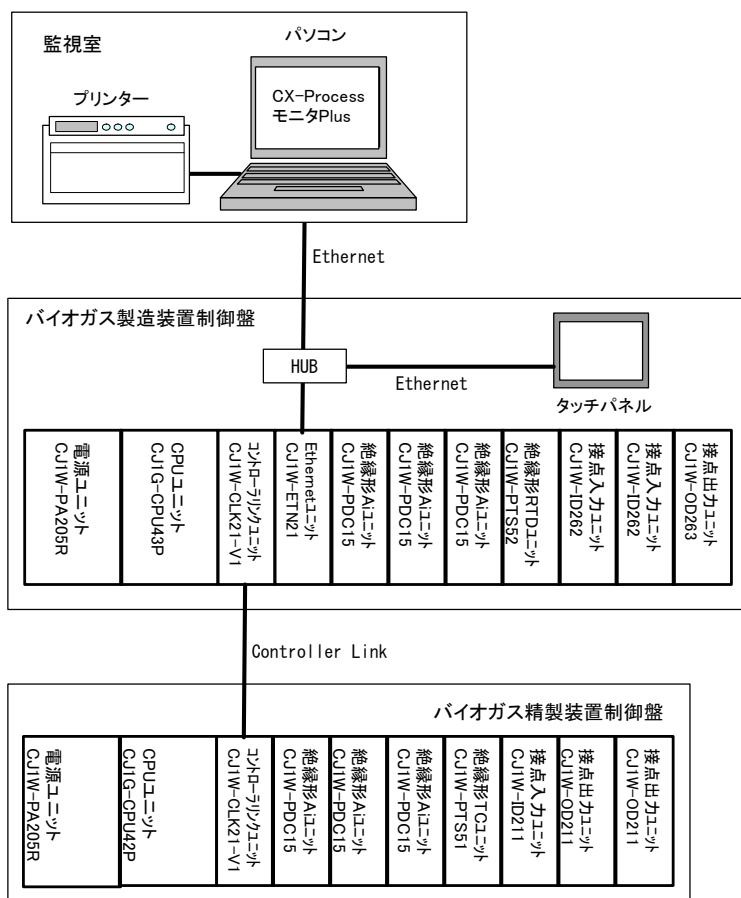


図 2 バイオガス発生プラントの制御機器構成(概要)。バイオガス製造装置制御盤と精製装置制御盤の間は、Controller Link によってネットワークされており、プラント全体の運転状態は監視用パソコンと、盤に取り付けたタッチパネルの両方で監視することができる。

ループを採用した。これら 2 つの盤に収納された PLC 間は、Controller Link で接続されており、監視・記録・操作すべき信号はバイオガス製造装置制御盤内の PLC を経由して、Ethernet で監視室のパソコン（写真 2）と制御盤面のタッチパネル（写真 3）に送られ、表示、操作できるようになっている（図 2、写真 4、写真 5）。

監視・制御用の HMI ソフトには、オムロン製の「CX-Process モニタ Plus」を採用した（図 3）。このソフトは、定価 10 万円と安価でありながら、グラフィック画面、アラームサマリ画面、トレ



写真 3 バイオガス製造装置制御盤

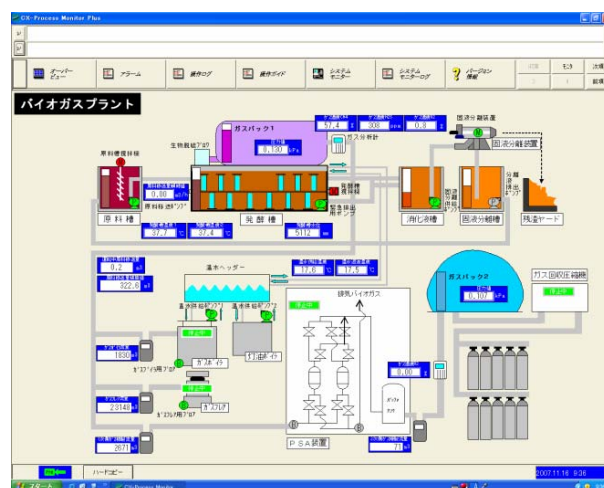


写真 4 バイオガス製造装置制御盤内のオムロン製 PLC。DCS 機能を搭載した CJ1G-CPU43P とプロセス用 I/O ユニットが使われている



写真 5 バイオガス精製装置制御盤内のオムロン製 PLC

ド画面など、監視・操作に必要な画面が揃っている。さらに、収集したデータを自動的に CSV ファイル化でき、テストデータの収集が楽にできる。また、画面構築も、VB のような特別な言語を使う必要もなく、簡単に構築することができた。装置の改造などに伴う画面の変更も簡単で、今回のような改造が予想されるテストプラントには適し



機軸状態表示

機軸名称	自動	手動	運転中	待機/停止中	異常
原料槽攪拌機	●	●	●	●	●
原料移送ポンプ	●	●	●	●	●
発酵槽攪拌機	●	●	●	●	●
緊急排出用ポンプ	●	●	●	●	●
固液分離供給ポンプ	●	●	●	●	●
固液分離装置	●	●	●	●	●
分離液排出ポンプ	●	●	●	●	●
ガスボイラ	●	●	●	●	●
ガスボイラ用ブロワ	●	●	●	●	●
温水供給ポンプ1	●	●	●	●	●
温水供給ポンプ2	●	●	●	●	●
ガスフレア	●	●	●	●	●
ガスフレア用ブロワ	●	●	●	●	●
ガス回収圧縮機	●	●	●	●	●
P S A 設備	●	●	●	●	●

圧力		温度	
項目	圧力 (kPa)	項目	温度 (℃)
ガスバック1	0.131	発酵槽設定温度【高】	38.2
ガスバック2	0.107	発酵槽設定温度【低】	37.9
瞬時値		温度セオ-異常温度差	20.0
項目	移送量 (m³/h)	熱源異常設定温度	37.5
原料槽→発酵槽	0.00	灯油6"4"起動温度	37.7
水位		発酵槽温度【T1】	37.7
項目	水位 (mm)	発酵槽温度【T2】	37.4
発酵槽	5112	温水供給温度【T3】	17.6
濃度		温水送達温度【T4】	17.5
項目	濃度	単位	
CH4	57.4	%	
H2S	308	ppm	
O2	0.8	%	

図 3 パソコンのモニタ画面(上：装置全体画面、中：運転状態表示画面、下：計測値表示画面)

ている。

5. バイオガスの有効利用

前述したように、家畜の糞尿を原料とするバイオガスプラントで発生させたバイオガスは、ほとんどプラントのある場所でガスエンジンの燃料などとして消費されている。しかし、家畜の糞尿が発生する場所は、ガスを消費する施設が少ないため、発生したエネルギーが有効に利用しきれていないことがある。

今回の実証試験では、ガスを圧縮し、ボンベに充填して、約 15km 離れた「道の駅 たるみず」に



写真6 「道の駅 たるみず」に運ばれたボンベ

運び、そこでコージェネレーション用の燃料として消費している(写真6、写真7)。

このような、バイオガスの発生地と消費地が離れているケースはあまり例がない。バイオガスをより有効に活用するためには、バイオガス発生地と離れた消費地とをいかに効率よく運搬するか、そのノウハウ構築も1つの課題になっている。

6. おわりに

畜産業が盛んな農村自治体では、そこから排出される大量の有機性廃棄物の処理費用の負担が大きな課題の1つになっている。有機性廃棄物を元にバイオガスを生産しても、生産地での消費に限られていたのが現状であった。

この実証試験を通して、養豚場から排出される糞尿から効率よくバイオガスを発生させ、それを一般的な機器で利用できるガスにまで精製、濃縮



写真7 「道の駅 たるみず」に設置されたバイオガスを燃料にしたコージェネ装置。「道の駅 たるみず」に電力と熱を供給している。

し、ボンベに詰めて消費地へ運んで消費するという、循環型エネルギーの効率運用システムの構築を目指している。

今後、枯渇の恐れと温暖化ガスの増加が心配されている化石燃料の消費を減らし、循環型エネルギーの活用を増やして行かざるを得ない。そうした活動を現実のものとするためには、今回の実証試験におけるプラントの制御、データの収集においては、より柔軟性の高い、かつ設備コストを抑えることができる機器が必要である。そのためには、オープン性に優れた PLC は有効な機器である。

ミヤタ・タカシ

(株)コーンズ・エージー 環境エネルギー事業部
〒885-0004 宮崎県都城市若葉町 55-16-6

ウチザワ・ノリタカ

前澤工業(株) 営業統括本部 バイオマス事業部
バイオマス技術部
〒332-8556 埼玉県川口市仲町 5-11

アカイシ・カズユキ

(株)日本総合研究所 創発戦略センター
〒102-0082 東京都千代田区一番町 16

イシヤマ・タカフミ

オムロン(株) インダストリアルオートメーションビジネスカンパニー
営業統轄事業部 アナログ制御機器営業部
〒141-0032 東京都品川区大崎 1-11-1
ゲートシティ大崎エスタター 14 階