

feature article

# 再生可能エネルギーを利用したエネルギーソリューション

## バイオガス混焼コージェネレーションシステムの事例

*Energy Solution by Using Renewable Energy*

阿部 裕道 Hiromichi Abe

福永 修 Osamu Fukunaga

若林 元 Hajime Wakabayashi

中沢 真一 Shinichi Nakazawa

低炭素社会の実現に向けた温室効果ガス削減施策として、太陽光、風力、バイオマスに代表されるCO<sub>2</sub>を増加させない再生可能エネルギーの利用が国内外で進んでいるが、発熱量や発生量が不安定なため安定稼働には課題が多く、取り扱いの経験やノウハウなどが不可欠である。日立グループは今回、再生可能エネルギーである食品系バイオマスの排水処理の過程で得られるバイオガスを高効率に利用するコージェネレーションシステムを開発、納入した。

### 1. はじめに

近年、温室効果ガス削減の取り組みが世界的に強化されており、日本においては、公平かつ実効的な国際的枠組みの構築を前提に、1990年比で2020年までに25%削減を目標としているなど、温室効果ガス削減は事業者の解決すべき大きな課題であると言える。

温室効果ガス削減の施策として、太陽光、風力、バイオマスに代表されるCO<sub>2</sub>を増加させない再生可能エネルギーの利用が国内外で進んできており、国内でも「グリーン電力証書取引」や「再生可能エネルギーの全量買取制度」が検討されるなど、再生可能エネルギーの利用を促進するための施策が実施されている。

ここでは、再生可能エネルギーのうち、食品系バイオマスの利用事例として、排水処理の過程で得られるバイオガスを高効率に利用するコージェネレーションシステムの納入事例について述べる。

### 2. バイオガスの発生源と利用法

バイオガスはバイオマスの一種で、生物の排泄（せつ）物、有機質肥料、生分解性物質、汚水、ごみ、エネルギー作物などの発酵、嫌気性消化などによって発生するガスである。また、バイオガスはカーボンニュートラルと見なされているため、化石燃料の代替として利用することでCO<sub>2</sub>排出量を削減することができる。

食品製造のプロセスにおいては、洗浄や仕込み工程などで有機物を多量に含む排水が発生し、多くの場合、工場内の排水処理施設で環境に影響を与えないよう有機物を減少

させ、下水などに放出されている。排水処理過程において有機物を減少させる手法として、主に好気性処理と嫌気性処理の二つの処理方法が広く導入されている。

好気性処理は、好気性微生物によって有機物をCO<sub>2</sub>と水に分解する処理方法で、微生物が呼吸できるように処理槽へ空気を送り続ける必要があり、送風動力にエネルギーを多く消費する。それに対して、嫌気性処理は名前どおり空気を嫌う嫌気性微生物を利用するため、空気をファンで送る必要がなくエネルギーの消費は少ないが、微生物が有機物を分解する際に、メタンを主成分とするバイオガスが発生する。メタンはCO<sub>2</sub>を基準としたときの温室効果係数が21と高く、そのまま大気中に放出すれば温室効果ガスの悪影響をもたらすが、燃焼すればCO<sub>2</sub>と水に分解され、なおかつ大きなエネルギーが得られる。

このため、食品業界では近年、嫌気性処理装置の普及が進んでいる。しかし、嫌気性処理によって発生するバイオガスは成分が固有であったり、ガスの発生量が排水負荷によって変動するため、ボイラ燃料として利用されるか、フレアで燃焼させて大気放出する場合はほとんどであり、発電に利用される事例は少ない。

日立グループは、バイオガスをガスエンジン発電機の燃料として使用することにより、単純に熱としてだけでなく、電気として利用できるコージェネレーションシステムを提供している。次にこのシステムの概要について述べる。

### 3. バイオガスコージェネレーションシステム

ガスエンジンコージェネレーションシステム（以下、ガ

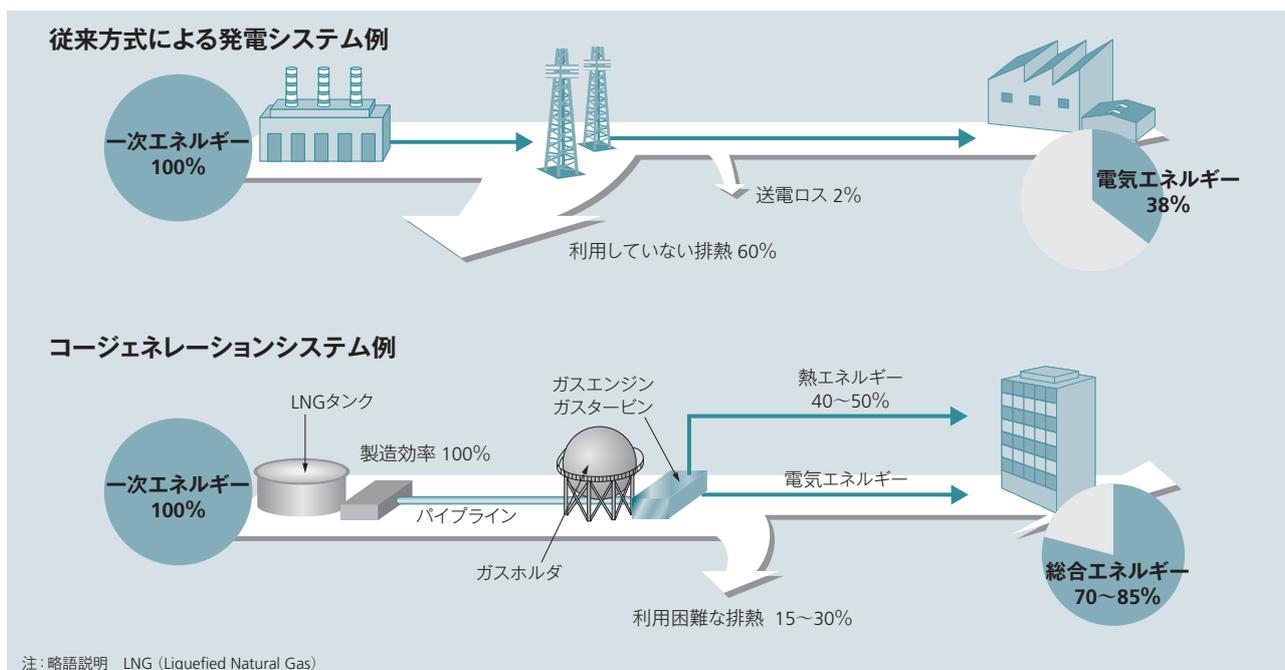


図1 コージェネレーションシステム

コージェネレーションシステムは、燃料の持つエネルギーを有効に回収する省エネルギーシステムである。

スエンジンCGSと記す。)は、ガスエンジンによって発電機を回転させて電気エネルギーを発生すると同時に、排気ガスやガスエンジン本体の冷却水から排熱を回収し、熱エネルギーとして利用するシステムであり、燃料の持つエネルギーを有効に回収する省エネルギーシステムである(図1参照)。バイオガスは、燃焼させてもCO<sub>2</sub>を増加させないカーボンニュートラルな燃料であり、化石燃料に代替して利用した場合には大きなCO<sub>2</sub>削減効果が期待できる。

従来は、バイオガスをガスエンジンCGSに利用する場合、システム上の問題がネックとなり、普及が進んでいなかったと考えられる。主な例を以下に示す。

- (1) 処理装置から発生するバイオガスの発生量や発熱量は変動するため、安定した出力が求められるガスエンジンに向かないこと
- (2) 都市ガスとは異なりバイオガスにはシロキサン、硫化水素など機器へ悪影響を及ぼす成分が含まれていること
- (3) バイオガスが想定平均発生量を超えた場合の燃焼および大気放散の問題

日立グループは、これらの問題に対応するため以下を考慮したシステム構築を行っている。

#### (1) 発生ガス量変動への対応

生ごみなど食品残渣(さ)発酵や嫌気性排水処理設備からのバイオガス発生は、プロセスの稼働状況に応じた処理量の変動や嫌気性微生物の状況により、発生量および発熱量の変動が生じるため、発生バイオガスをそのまま利用する場合は安定的な出力を得ることが難しい。そこで、バイオガスの発生量および発熱量の不足分を補うように都市ガ

スを混ぜてガスエンジンへ供給し、安定的かつ任意の出力を得るシステムを構築した(図2参照)。

このシステムは、発生するバイオガスを最大限利用するため、バッファタンクのバイオガスのレベル一定制御を行っている。これは、バッファタンクのバイオガスのレベルを設定したセットポイントに保つようにバイオガス用流量調節弁でバイオガスの通過ガス量を制御するため、発生ガス量は通過ガス量と等量となる。また、不足する熱量分については、都市ガス用の流量調節弁を連動させ、都市ガスの混合量を調節することにより、安定的に稼働させることが可能となる。

#### (2) 成分への対応

処理設備から発生するバイオガスは湿分を多く含んでおり、さらに、処理される生ごみ・排水によっては界面活性剤(洗剤・シャンプーの成分)を由来とするシロキサンも含まれている。シロキサンはガスエンジンの各部に付着し、付着個所によっては点火不良・動作不良を引き起こすため、ガスエンジンでバイオガスを利用するにはシロキサンの除去が必要となる。

これらの問題に対しては、シロキサン除去フィルタの設置およびバイオガスの湿度・温度・圧力制御を行う専用ユニットを開発して対応を図っている。

#### (3) バイオガスの燃焼および大気放散への対応

バイオガスだけでガスエンジンCGSを運転する場合には、想定平均発生量を超えたバイオガスは燃焼・放散が必要となる。また、想定最大発生量でガスエンジンCGS能力を決定した場合は設備能力の余剰が発生することとな

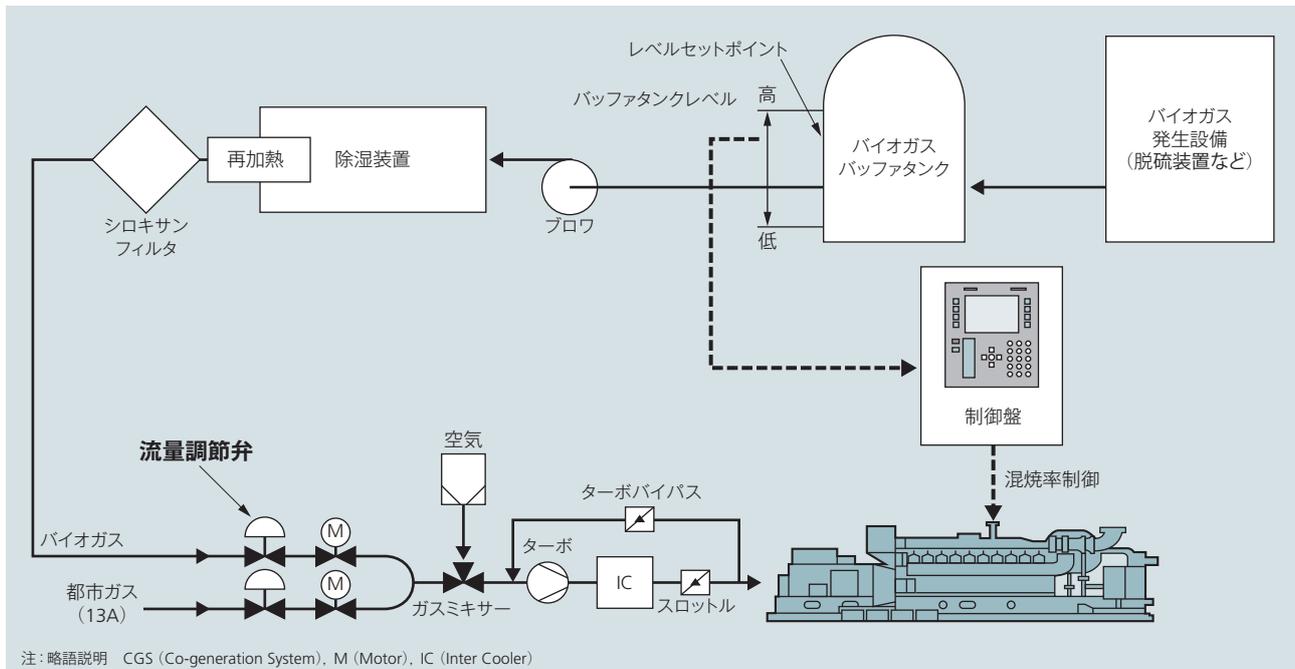


図2 バイオガスエンジンCGSシステムの概略

変動が生じるバイオガスに都市ガスを混ぜてガスエンジンへ供給し、安定的に任意の出力が得られるバイオガスエンジンCGSシステムを構築した。

り、導入に対する経済的な負担が大きくなりやすい。このシステムではバイオガスと都市ガスを混焼するため、バイオガスの想定最大発生量で運転可能な容量のガスエンジンCGSを選定する場合においても設備能力の余剰は発生しない。また、100%出力運転中のバイオガス不足分熱量相当の都市ガスを、自動でガスエンジンへ供給して運転継続することも可能である。

#### 4. 納入事例

麒麟麦酒株式会社はグループ丸となって省エネルギー・CO<sub>2</sub>排出量削減・環境保全に取り組んでいる。ボイラ燃料のガス転換、エネルギー使用の抑制によるCO<sub>2</sub>

排出量削減はもとより、太陽光発電など未利用エネルギーの導入にも積極的である。

従来、多くの工場の排水処理は好気性処理であったが、処理設備へ空気を送るためのエネルギー消費量を削減するため、今日では嫌気性処理設備を多くの工場で導入している。嫌気性処理設備で発生するバイオガスについては、蒸気ボイラ燃料として利用していた。

同社岡山工場(キリンピアパーク岡山)では、MCKBエネルギーサービス株式会社が展開するオンサイト発電事業を活用し、バイオガスをさらに高効率利用するため、バイオガスのガスエンジンCGSを導入した。設備の構成を図3に示す。

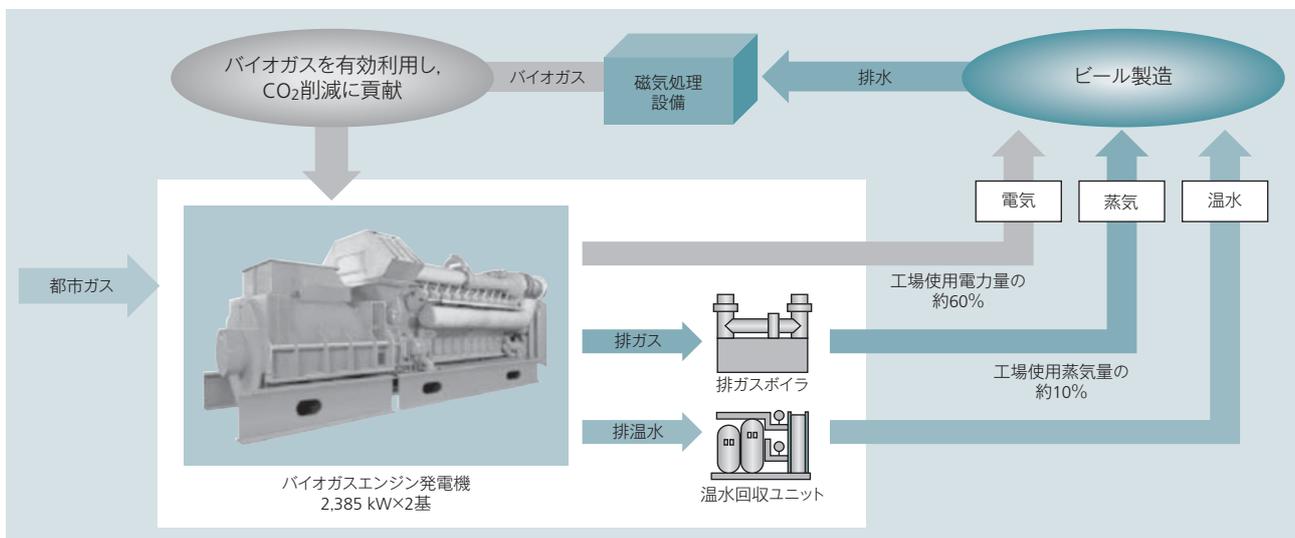
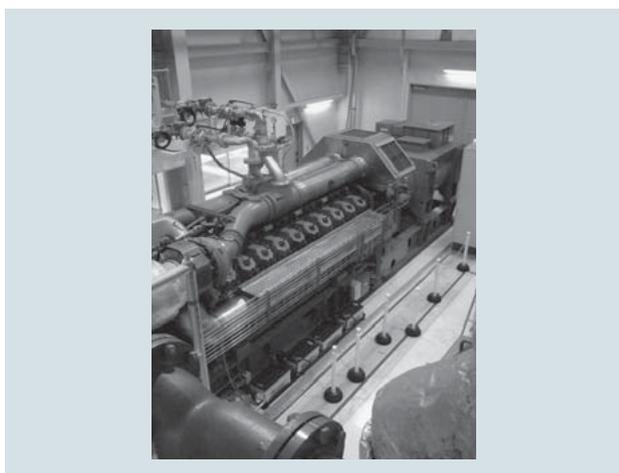


図3 麒麟麦酒株式会社岡山工場に導入したシステムの構成

バイオガスエンジンCGSを導入し、バイオガスをさらに高効率利用している設備のシステムフローを示す。



**図4 バイオガスエンジンCGSの外観**

麒麟麦酒岡山工場に導入したバイオガスエンジンCGSの外観を示す。これにより、工場内のCO<sub>2</sub>排出量を導入前と比較して約14%削減した。

バイオガスと都市ガス（天然ガス）を燃料にガスエンジンを駆動して発電するとともに、排気ガスは排ガスボイラで蒸気を発生させて利用し、エンジン冷却用温水は温水回収ユニットで温水を製造し利用している。ガスエンジンの容量・台数については、発生バイオガス量の時刻ごとの変動データから決定した。総合効率は78.4%（発電40.3%、蒸気20.1%、温水18.0%）で、工場内の電力の約60%、蒸気の約10%を賄うことが可能である。また、この設備の導入により、工場内のCO<sub>2</sub>排出量を導入前と比較して約14%削減している（[図4](#)参照）。

## 5. おわりに

ここでは、再生可能エネルギーのうち、食品系バイオマスの利用事例として、排水処理の過程で得られるバイオガスを高効率に利用するコージェネレーションシステムの納入事例について述べた。

これは、エネルギー使用量低減型の省エネルギーから一歩進んだ、CO<sub>2</sub>排出係数ゼロのエネルギー（再生可能エネルギー）の技術利用であると言える。

再生可能エネルギーの利用はきわめて大きな省エネルギー効果があるが、その不安定性（発熱量、発生量、性状）から、安定稼動には課題も多く、取り扱いの経験やノウハウが不可欠である。日立グループは、より安定したエネルギーの創造をめざした再生可能エネルギー技術の開発に取り組み、低炭素社会の実現に寄与できるよう努力していく所存である。

## 参考文献

- 1) 独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構：バイオマスエネルギー導入ガイドブック（2005.9）

## 執筆者紹介



### 阿部 裕道

1993年日立製作所入社、都市開発システム社 エネルギーソリューション本部 エネルギーエンジニアリング部 所属  
現在、産業・業務向けユーザーへの省エネルギーソリューション事業に従事



### 福永 修

2004年株式会社日立エンジニアリング・アンド・サービス入社、営業統括本部 電機営業本部 産業・電機システム第1部 所属  
現在、分散電源装置の営業業務に従事



### 若林 元

1993年日立製作所入社、都市開発システム社 ソリューション事業統括本部 エネルギー営業部 所属  
現在、産業・業務向けユーザーへの省エネルギーソリューションの営業業務に従事



### 中沢 真一

2005年日立製作所入社、都市開発システム社 エネルギーソリューション本部 エネルギーエンジニアリング部 所属  
現在、産業・業務向けユーザーへの省エネルギーソリューション事業に従事