

小型分散型バイオガス発電システムによる循環社会の実現に向けた事業化への取り組み

河合 泰典
Yasunori Kawai

土井 将一
Shoichi Doi

久城 款
Yoshimi Kushiro

概要

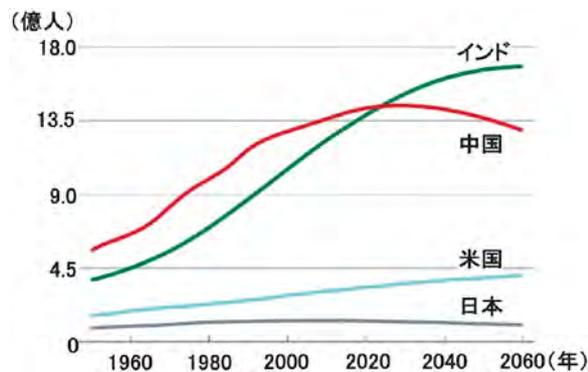
家庭用ガスコージェネシステム技術を活用し、家畜ふんを原料とした再生可能エネルギーである小型分散型バイオガス発電システムの実証試験を新興国で開始。循環社会の実現を目指し、事業化への取り組みを紹介する。

1. はじめに

新興国のエネルギー事情および環境問題は悪い状態が続いている。特にインドのCO₂排出量は世界3位、PM2.5は世界最悪であり、2022年現在も改善の兆しが見えない状態である。

一方、インド政府は2050年までの実質CO₂排出量ゼロ目標のため、太陽光発電や風力発電など再生可能エネルギーの導入に力を入れている。中でも、乳牛約1.9億頭（水牛と合わせて3億頭以上）を有する世界一の酪農国家であることから、牛ふんを嫌気発酵させるバイオガス発電システムに注目が集まっている。

また、現在13億人を超えた人口は今後も増加が予測されており、経済発展も見込めることから新ビジネスを始めるにおいても魅力的である（図1）。



2018年のアイシン技報²⁾において、我々はインド全州でフィージビリティスタディを実施してインド酪農家向けにバイオガス発電システムの市場性がある事を確認すると共に、最適規模のバイオガス発電システムを開発し、インド酪農場における実証試験のため設置工事が進行中である旨を報告した。今回は実証試験の結果お

よび、それをふまえた事業化への取り組みを報告する。

2. 実証試験について

インド酪農場におけるバイオガス発電システムの実証試験は、インド南部の都市バンガロール郊外で2018年3月末までに設置工事およびシステムの立ち上げを完了し、同年4月から実証試験を開始した（図2）。システムを設置した農場は酪農のみならず農産物も幅広く生産しており、原料である牛ふんの調達に加え発酵残渣の活用に関する検証も可能と考え選定した。また、アイシンの現地法人から近いだけでなく他のトヨタグループの現地法人からも近いことから、現地現物でアイシンのバイオガス技術やインドの取組みについて理解を深めてもらうことが出来ると考えた。



図2 実証試験の実施場所

本実証試験のシステムは①ガスエンジン発電機(2台)、②脱硫器、③発酵槽(バイオダイジェスタ)、④制御盤、⑤ラジエータにより構成され、全てを酪農家の敷地内に設置した（図3～5）。牛舎から回収した牛ふんを原料として1:1の比率で水と混合し③に投入。③内で嫌気発酵により発生したメタンガスから②でエンジン内部腐食の原因となる硫化水素を除去し、①に供給して発電する。発電した電力は牛舎内の昼間・夜間の照明に活用される（図6）。

嫌気発酵後の消化液(スラリー)は③内の発酵圧力でスラリーピット(消化液ピット)へ押し出され、貯蔵される。消化液は嫌気発酵により有機物の多くが分解されているが、更に固液分離機で固分と液分に分離され、それぞれ液肥・固肥として利用される。この肥料で育った牧草を乳牛の餌にする事で循環型酪農社会を実現すると共に、酪農家の収益性向上が期待できる。

①は弊社のガスエンジンコージェネ「COREMO™」をバイオガス適合化開発したものである。2台の内1号機は国内製品と同じ系統連系型、2号機は系統電力に依存しない自立型とした。発電出力は最大1.5kW、2台で3.0kW可能である。②の脱硫器は我々が独自設計・製作した。

実証試験条件を表1に示す。牛ふん1トン/日はインドの乳牛100頭分に相当する。牛ふんに水を加えて投入原料2トン/日とし、原料滞留期間および発酵圧力が設計値になるよう発酵槽容量を決めた。

なお、今回の実証試験においてCOREMO™エンジン排熱利用温水を利用せず⑤で放熱しているが、将来的にはエンジン排熱利用温水で発酵槽を保温しメタン発酵を安定させる等の利用方法も検討している。



図3 実証試験システム概要



図4 実証試験システム外観

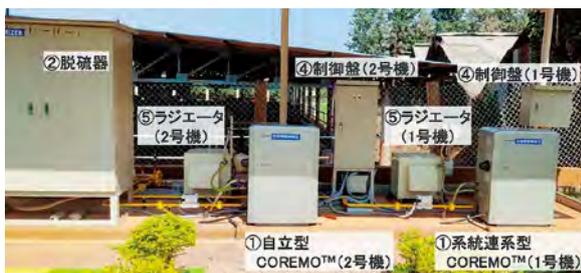


図5 発電機ユニット詳細



図6 牛舎内の夜間照明

表1 実証試験条件

設定条件		設定値
投入原料	牛ふん	1トン/日
	水	1トン/日
原料滞留期間		30日
発酵圧力		3.0~5.0kPa

3. 実証試験結果について

表2に実証試験結果を示す。牛ふんの嫌気発酵によるバイオガス発生については、国内のメタン発酵試験データ同様に安定したバイオガス発生量を維持した。

ガス発電機COREMO™の運転時間は自立型の2号機が系統連系型の1号機を8倍上回った。これは2台のCOREMO™を24時間運転すると1日のバイオガス発生量では不足する事に加え、インドでは停電および瞬停が頻発し1号機もその都度発電停止するため、系統電力の影響を受けない2号機を優先的に運転しているためである。都市部では系統電力は比較的安定しているが、酪農家の大部分は郊外に存在するため、早急に系統電力の供給が改善されるとは考えにくい。従って、インドにおけるバイオガス発電システムの構成要素において、自立型のCOREMO™がより適すると考えられる。

2号機は運転時間が8,000時間および16,000時間を超えた時点で国内製品同様の定期メンテナンスを実施し、現在も順調に運転を続けている。また同時に脱硫器内の脱硫剤も交換する事で性能を維持している。日々発生する約2トンの消化液は固液分離機にて固分と液分に分離し、液分は水路で敷地内の牧草地へ肥料として活用され、固分は袋詰めして遠方へ運搬しこちらも肥料として活用している。

2台のCOREMO™による総発電量は19,000kWhを超えた。CO₂削減量は総発電量と2019年の電力排出係数で算出した値である。なお、CO₂削減量はシステム導入側に加算されるが、酪農家などが申告しない場合は削減量として認知されない可能性がある。システム提供側がクレジットで買い取る事などで、システム導入側および提供側が共にメリットの出る仕組みを考えていきたい。

表2 実証試験結果(2021年末時点)

計測項目		計測値
バイオガス	発生量	34~36m ³ /日
	メタン濃度	62~65%
	硫化水素濃度	400~500ppm
ガス発電機 COREMO™	1号機運転時間	2,254時間
	2号機運転時間	18,091時間
消化液	分離固分	約180kg/日
	分離液分	約1,820kg/日
総発電量(1,2号機合計)		19,692kWh/年
CO ₂ 削減量		14.2トン

4. 事業化への取り組みについて

実証試験結果をふまえ、牛ふん1トン/日を原料とし自立型のCOREMO™ 1台で成立するバイオガス発電システムのビジネスモデルを考案した(図7)。消化液を液肥として有機栽培へ活用し有機ミルクおよび有機野菜を作る事で付加価値を高める。また、自立型COREMO™で発電した電力で保冷库を連続稼働し、有機ミルクおよび有機野菜を貯蔵する事で廃棄ロスを減らし、販売量を増加させることが出来る。導入効果の試算を図8に示す。上記の付加価値向上で事業家ならびに酪農家の収益を向上させることが可能になる。

2022年1月現在、上記のビジネスモデルに基づき事業家向けにバイオガス発電システムのテスト販売を推進している(図9)。テスト販売を通して事業化モデルにおけるシステムのコスト検証や、システムを導入した事業家ならびに酪農家の導入効果の検証などを行う予定である。

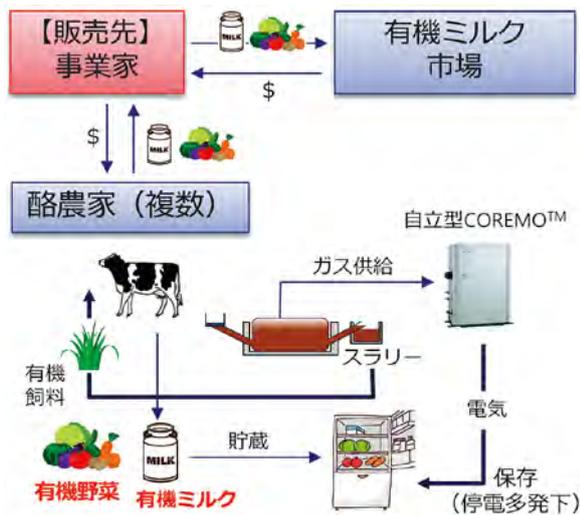


図7 ビジネスモデル案

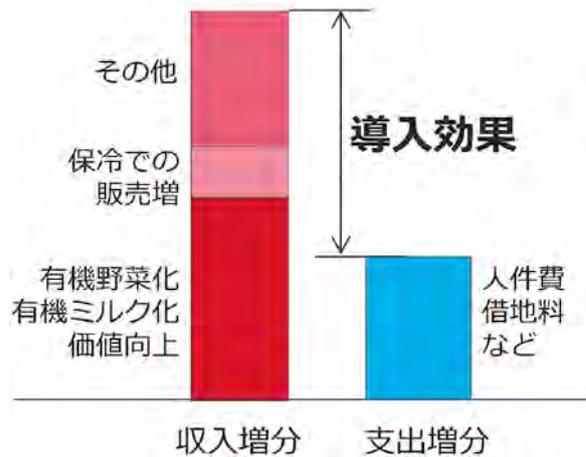


図8 ビジネスモデル案の導入効果の試算



図9 テスト販売システムの設置先

5. おわりに

本システムはインド酪農家または小規模酪農家の集落単位で導入することを想定している。本システムを普及させて新興国のエネルギー不足を解消して、人々の暮らしを豊かにするだけでなく、CO₂排出量を削減しカーボンニュートラルな循環型社会を実現して、環境問題の解決に寄与する事を目指していく。

6. 謝辞

現地法人のAisin Automotive Haryana Private Limited (AHL)およびAisin Automotive Karnataka Private Limited (AKL)、現地コンサルティング会社、社内関係部署など多くの関係者のご理解とご協力に深く感謝いたします。

参考文献

- 1) 国際連合:World population prospects,中期推計
- 2) 河合 泰典 他(アイシン精機株式会社):小型分散型バイオガス発電システムによる循環社会の実現に向けて アイシン技報 (Vol.22 2018)

筆者

**河合 泰典**

イノベーションセンター
ビジネス化推進室
バイオ・コージェネの事業化
(技術担当)

**土井 将一**

イノベーションセンター
ビジネス化推進室
バイオ・コージェネの事業化(PJ統括)

**久城 款**

イノベーションセンター
ビジネス化推進室
バイオ・コージェネの事業化
(技術統括)