

乳牛ふん尿を起源とするバイオメタン製造プラントの温室効果ガス排出削減と 経済収支に関する分析

Analyses on Green House Gas Mitigation and Economic Balance for a Plant to Produce Bio-methane Originated with Cow Slurry

○大久保 天*、秀島 好昭*、主藤 祐功*
Takashi OHKUBO, Yoshiaki HIDESHIMA and Yukoh SHUDO

1. はじめに

独立行政法人土木研究所寒地土木研究所では、北海道道東の別海町において、乳牛 1000 頭のふん尿処理規模のバイオガスプラントと、バイオガスからメタンを精製および水素製造を行うプラントの実証研究を行ってきた。そして、両プラントの運転データを用いて、乳牛ふん尿処理から水素製造までの工程を一貫して行う実規模プラントを想定し、その稼動状況をシミュレーションにより検討してきた¹⁾。しかし、こうしたプラントの運用には、水素製造設備に係るオペレーションやその維持管理の負担が伴い、必ずしもプラントオンサイトにおける水素製造が一般的な方法として適正とはいえない面も考えられる。そのため、バイオガスからのメタン精製とそのメタン改質による水素製造のプロセスを分離して、メタン精製（バイオメタン製造）までをプラントオンサイトにおいて行い、そのバイオメタンを輸送して、需要地において燃料電池等の分散型電源を用いて多様なエネルギー利用を行うという場合（図 1）の検討も必要である。

そこで、本研究では、これまで実施した実証プラントの運転データを基礎に、バイオメタン精製及び貯蔵設備を備えたバイオガスプラント（以降、単にプラントと呼ぶ）を想定し、その環境性および経済性について検討を行った。

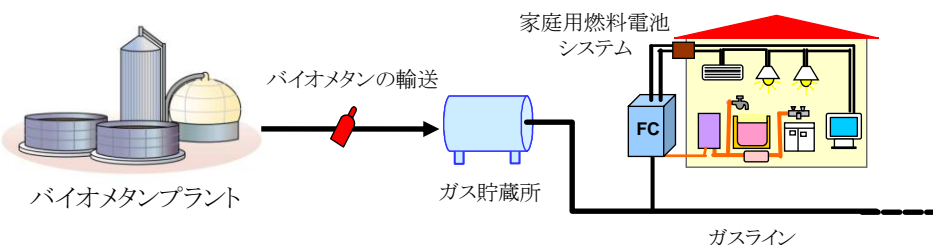


図 1 プラントからのバイオメタン供給と地域におけるエネルギー利用の一例

Fig.1 Supply of bio-methane and its use as energy in local community

2. 試算方法

本研究では、バイオガスを燃料とするガスエンジンやガスボイラー、および商用系統から構成されるエネルギー機器の中から、目的や条件に応じた適正な運転方法を最適化手法により選択させるため、図 2 に示すようなプラントのシステム構成を設定し、それを数理計画法のひとつである線形計画問題として定式化した。その環境性評価として温室効果ガスの排出削減量を、経済性評価としてプラント運営の経済収支を設定し、それぞれの最大を目的関数とするプラントの運用状況を試算した。

(独) 土木研究所 寒地土木研究所 Civil Engineering Research Institute for Cold Region

キーワード：バイオガス、メタン、温室効果ガス、経済収支、線形計画法

3. 結果と考察

乳牛 1000 頭のふん尿処理規模の共同型プラントについて、表 1 に示す運営条件に基づいた場合の基本ケースとその利子費の免除とプラント建設費を 20%削減できたとする場合の目標ケースについて試算した。その結果を表 2 に示す。各目的関数に応じて、プラント運転方法はそれぞれ異なる結果となった。環境性を最大とする場合は、プラントの電力および熱需要をすべて自ら生産するバイオガスを燃料としたガスエンジンにより自家供給する運転方法となった。それに対して、経済性を最大とする場合は、プラントの熱需要に応じたガスエンジンの運転を行い、不足の電力を商用系統より供給する運転方法となった。基本ケースではマイナスの経済収支であるが、目標ケースではプラント運営の採算が取れる可能性が示唆された。また、環境性と経済性はトレードオフの関係にあるが、この場合、経済性を最大としても、温室効果ガスの排出削減効果は十分に発揮でき、その多少の犠牲を払っても経済性を重視して、プラントの普及を図ったほうが得策と考えられる。

以上のように、本研究ではプラント事業単位における最適化を試算したが、今後はバイオメタンを地域に供給した場合の地域全体の環境性及び経済性の評価を試みたい。

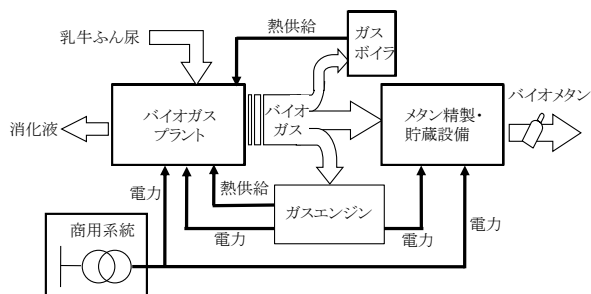


図 2 プラントのシステム構成

Fig.1 Configuration of plant

表 1 想定したプラント運営

Table 1 Assumed plant management

バイオガスプラント建設費	70千万円 (50%補助)
メタン精製・貯蔵設備建設費	バイオガス500Nm ³ /day 精製あたり6,590万円 (50%補助)
人件費	2人, 400万円/年/人
保守費	建設費の2%
管理費	人件費の20%
利子費	実質建設費の3%
燃料費	100円/L (軽油) 15円/kWh (商用電力)
メタン輸送委託費	1,000円/t
乳牛ふん尿処理費	乳牛1頭あたり年間30,000円
バイオメタン売却価格	134円/Nm ³ (都市ガス13Aの価格より熱量換算)

表 2 試算結果

Table 2 Summary of results

目的関数	環境性の最大		経済性の最大		単位
	基本ケース	目標ケース	基本ケース	目標ケース	
商用電力 x	0	0	953	953	kWh/day
ガスエンジン 電力 y	2,219	2,219	1,590	1,590	kWh/day
ガスエンジン 回収熱 Q_{GE} (余剰熱)	11,245 (4,448)	11,245 (4,448)	11,245 (0)	11,245 (0)	MJ/day
ガスボイラー z	0	0	0	0	MJ/day
温室効果ガスの排出削減量	247	247	217	217	t-CO ₂ /年
プラント運営の経済収支	-208	1	-191	29	百万円/年
バイオメタン供給量	122	122	197	197	千Nm ³ /年

参考文献 1) 大久保天、秀島好昭、主藤祐功：バイオガスからの水素製造と地域におけるエネルギー利用、農業農村工学会資源循環研究部会論文集－第3号－pp.87-100, 2007