

## マイクロタービンによるバイオマス燃料の制御システム

石川隆章<sup>1</sup>、倉元政道<sup>2</sup>、浅野義彦<sup>3</sup>、〇高橋出<sup>3</sup>

1. 株式会社 明電舎 環境事業本部 環境システム事業部 技術部
2. 株式会社 明電舎 総合研究所 材料デバイス研究部
3. 株式会社 明電舎 エネルギー事業本部 社会システム事業部 マイクロタービン事業開発室

**概要:** バイオマスとは「太陽エネルギーを貯えた生物体」のことで、あらゆる動・植物がこの範疇に入る再生可能なエネルギー源(燃料)である。バイオマス燃料は収穫と再生のバランスが保たれる限り枯渇せず、その賦存量の多さから化石燃料の代替エネルギーとして注目されている。筆者らは生活に密着している廃食用油を未利用バイオマスエネルギーとして捉え、燃料化では廃食用油を化学反応にてメチルエステルに変換した。本報告ではこのメチルエステルを燃料としてマイクロタービンを稼働させることで電気と熱を生産するシステムについて述べる。

**キーワード:** バイオマス、廃食用油、メチルエステル、マイクロタービン、制御方式

### 1 はじめに

昨今、日本においても風力発電や太陽光発電といういわゆる自然エネルギーの利用が進められているが、同時にここ数年畜産糞尿の発酵メタンなどバイオマスエネルギーの利用についても普及が進みつつある。未利用バイオマスエネルギーである廃食用油を燃料としたマイクロタービン・コージェネレーションシステム(以下MG Tコージェネシステムという)は、燃料供給を含めた分散型電源と捉えることができ、電力需要が存在するその場所で燃料を精製し発電するという試みは、循環型社会の形成へ向けての端緒と言えるであろう。

### 2 実証設置までの経緯

これまでも廃食用油の利用は、油を分解、改質してディーゼル自動車燃料として軽油と混合利用するなど、リサイクルの一環としていくつかの自治体・民間企業で行われてきた。しかし、「排気ガスに臭いがある」「不完全燃焼によりアルデヒド等の有害物質が発生する」などの指摘があった。

一方、改質した廃食用油を燃料とするMG Tコージェネシステムは、臭いや有害物質の問題が解決できる可能性がある全く新しいシステムであり、その有効性と40万~50万L/年と言われる廃食用油の排出量とを考え合わせれば、今後普及する可能性が大いに見込まれるシステムである。しかし、実際に廃食用油を燃料原料としたMG Tコージェネシステムの設置事例はこれまでなく、我々はその実用性を検証する必要があった。改質油を燃料としてマイクロタービン(以下MG Tという)を長期間運転した場合、改質油中に残存する不純物がMG Tへ及ぼす影響や改質時に使用するアルコールが残留した場合の機器腐蝕への影響などを検証することがシステム普及に対する重要な要素となるからである。

当社は、石川県金沢市の株式会社ロン・スタッフの燃料改質装置と組み合わせて実証設置を開始するに至った。

### 3 システム概要

#### 【主要機器構成】

##### 1) ミオスペクトラム (明電マイクロ・コージェネレーションパッケージ)

タービン本体: キャプストーン社製 model330 液体燃料タイプ

出力: 28kW 480V 50Hz

排熱回収: 温水回収ボイラー 197MJ/h

変圧器: 乾式 480/210V 50Hz

低騒音パッケージ: 機側 1m65dB(A)

##### 2) 燃料供給装置

燃料移送ポンプ: 13L/h 2基

燃料流量計: 2基

燃料制御装置: シケナ 1台

燃料タンク: 廃食用油-450L

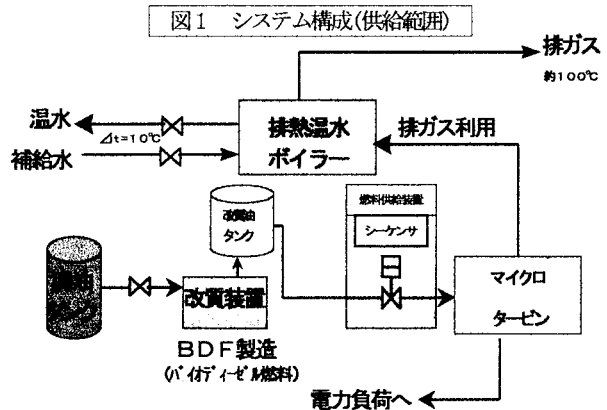
改質油-300L

##### 3) 燃料改質装置

性能: 400L/8h

発生燃料: 改質廃食用油

熱量: 40MJ/kg



本システムを構成する個々の機器は、ほぼ実用化レベルにあり、また改質油の品質も灯油発熱量(42.7MJ/kg)に対し、改質油発熱量(40.0MJ/kg)と接近してきており実用化に近いレベルにある。また、MGTの液体用(灯油)モデルは既に実用化されており、液体燃料である改質油燃料でも実用化可能なレベルであることが想像できる。尚この実証設置に先立ち、改質油を燃料にMGTによる予備発電試験を実施し、短時間ではあるが極めて有効な成果が得られたため今回連続実証運転に移行した。概略システム構成を図1に、またシステム全体外観を写真1に示す。

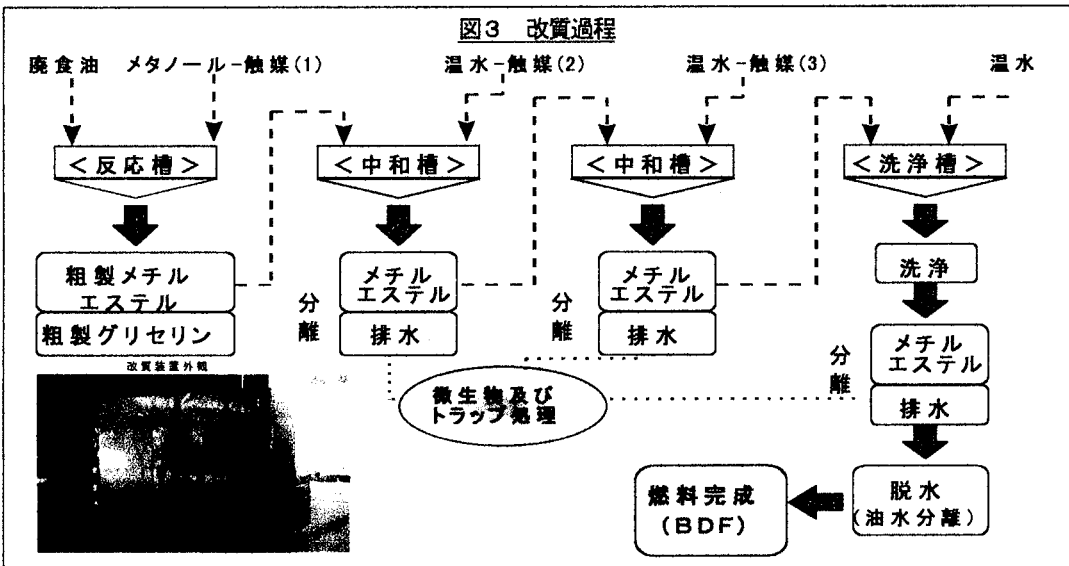
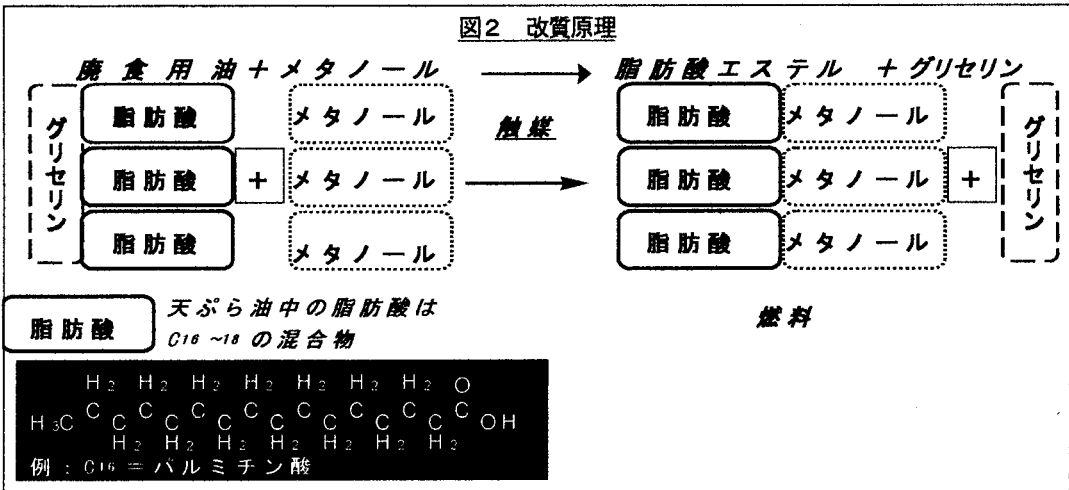
#### 4 廃食用油の燃料化と燃料制御方式

さて今回の検証における廃食用油の燃料化つまり改質は、脂肪酸とグリセリンの結合を化学反応により分解し、ここにメタノールを添加してメチルエステルを作るという方法でおこなっている。

写真1 システム全体外観



ここで、その改質原理を図2に、また改質過程を図3に示す。



100Lの廃食用油から約90Lの燃料(改質油)の精製が可能であり、精製された燃料の特性はMG Tの主な燃料の一つである灯油と比較して、粘性が高くまた引火点も170~180℃と高いため起動特性については改善の余地があった。次頁、表1に使用した改質油の性状を示す。

そこで今回の実証システムでは、燃料供給装置にシーケンサ・電磁弁ほかを搭載して燃料流量/圧力制御を行うなどの特殊な制御方式を採用し、起動特性の向上をはかった。

しかしながら、改質燃料でMG Tを運転することで、環境へ与える影響を大幅に軽減できると考えられる。ディーゼル車での試験データでも、一般的に改質油を使用すると排気ガスがきれいになると言われており、実際、改質油自体に含まれる硫黄分が少ないのでSO<sub>x</sub>分を減少させることは可能である。ただし、ディーゼルエンジンの場合にはNO<sub>x</sub>、THC(未燃炭化水素)、PM(粒子状物質)については同時に減少するというデータと、燃料の燃焼条件によりNO<sub>x</sub>とPMの量が反比例し、同時に削減することはできないとするデータの両方があり総合的なデータがないのが現状である。

一方、マイクロタービンの燃焼方式は、シリンダーによる圧縮膨張燃焼方式ではなく連続燃焼方式である。

そのため一度燃焼が始まると改質油だけで完全燃焼ができ、臭気や有害物質の問題が解決される。またディーゼル発電機と異なり、排気ガス中のNO<sub>x</sub>濃度も低減され、騒音値もパッケージ化により機側1m65dB(A)を実現しているほか、振動もないシステムとなっているため環境問題にも十分配慮されている。さらにコージェネレーション化により電気と排熱を併用することで、総合エネルギー効率は75%程度にまで達し、地球温暖化につながる二酸化炭素の削減にも寄与するものである。

表1 改質油の分析・測定結果 分析：石川県工業試験場(工試第5-47号)

項目	結果	試験方法
引火点	174℃	JIS K-2265による
発熱量	39920 J/g	JIS K-2265による
動粘度 30℃	6.17 mm <sup>2</sup> /s	JIS K-2265による
※分析年月日:平成13年4月10日/提出試料名:65℃ 1.5H攪拌 触媒1%		

改質燃料によるMG Tの排ガス測定・分析は、今後連続実証運転の中で継続的におこなって行く予定であるが、表2に示すとおり、実証設置直後にわれわれが取得した測定データによれば、SO<sub>x</sub>の排出は全く認められず、NO<sub>x</sub>も環境省基準を下回り、臭気も人間の嗅覚では認識できないレベルであるなど全測定項目において極めて良好な結果であった。また発電出力ならびに排熱回収量についても、ほぼ灯油燃料相当の定格出力が得られた。

表2 MG T排ガス測定データ

測定場所：公立松任石川中央病院

測定日：平成14年5月31日	天候：晴れ	気温：20℃	測定者：環境公害研究センター
測定項目	単位	測定値(平均)	基準値など
NO <sub>x</sub> (@16%O <sub>2</sub> )	ppm	55	60ppm (@16%O <sub>2</sub> ) 環境省基準
HC (@16%O <sub>2</sub> )	ppm	12	
SO <sub>x</sub> 排出量	g/Nm <sup>3</sup>	0.00	
SO <sub>x</sub> (@16%O <sub>2</sub> )	ppm	1.0未満	
臭気	三点比較式臭袋法	20	臭気なし
ばいじん濃度 (@16%O <sub>2</sub> )	g/Nm <sup>3</sup>	0.01未満	

## 5 おわりに (改質油による分散型電源の将来)

前述のように、性能・環境性では幸先の良い成績を修めた本システムであるが、経済性検討では、およそ8~9年で投資回収が完了する見込みである。今回はシステム性能の実証に主眼をおいたため、MG T設置を1台としたが、運転時間によっては燃料改質装置1台に対し複数台のMG T導入も可能である。従って、複数台のMG Tを設置した場合、MG T1台当たりの燃料改質コストが低下し、また広く普及した場合には大量生産によるコスト低下も見込まれることから、今後は更に投資回収期間の短縮が期待される。

また、小型分散電源たる本システムの利用は、廃食用油の処理費を不要とするばかりでなく、地域コミュニティレベルでの廃食用油回収システムを構築できれば、電気と熱をコミュニティに還元し、さらにはCO<sub>2</sub>削減と大気汚染抑制などの地域環境改善にも大いに効果を発揮するのである。

化石燃料の使用量削減の観点からも、本システムが分散型電源の一翼を担うまでに普及することを期待しつつ、今後もさらなる性能向上にむけた研究・開発を進める所存である。

尚、今回報告したシステムはNEDOの平成13年度フィールドテスト事業に採択されており、今後4年間にわたり継続検証してゆくものである。

## 参考文献

- ・植物油バイオディーゼルの利用技術と有用性,山根 浩二, 滋賀県立大学ホームページ
- ・香川県高松市市議会 議事録(平成13年第1回(3月) 定例会-03月12日-04号 p.176, p.191
- ・Exhaust Emissions And Performance of diesel engines with bio diesel fuels, Christopher A. Sharp, NATIONAL BIODIESEL BOARD