





	<i>Euglena</i>	<i>Pseudochoricystis</i>	<i>Botryococcus</i>	<i>Spirulina</i>
				
細胞サイズ (長径 $\mu\text{m}$ )	20~80	~5	10~20	幅5~8, 長さ300~500
ダブリングタイム (h)	12	9	60	9
増殖率 (g/L/day)	0.2	1	0.04	0.14~0.7
適正pH	pH3~10	pH7(6~10)	pH7(6~10)	pH9~11
灯油・軽油	~30% (ワックスエステル)	~30% (トリグリセリド)	-	?
重油	-	-	~70% (炭化水素)	?
脂肪酸組成 (%)				
炭素数10	0	-	0	0
12	5	-	0	0
14	44	0.2	0	0
16	13	17	0	46
18	-	0.5	0	24
20+	-	0.1	100	-

図1 ユーグレナおよび他の有用微細藻類の特徴

途があることなどの条件を満たす必要があり、ユーグレナは、これらの条件を満たす数少ない微細藻類として注目されている。本稿では、現在筆者らが扱っているユーグレナのバイオ燃料源としての可能性について紹介する。

## 2 バイオ燃料源としてのユーグレナの特性

ユーグレナは、主に池や沼など世界中の淡水域に生息し、大きさは長径20~80 $\mu\text{m}$ ほどで微細藻類の中では比較的大型の部類である(図1)。さらにユーグレナは、運動性を有すること、また無機CO<sub>2</sub>を有機化合物に変換する光合成による独立栄養や、外部から炭素源を利用する従属栄養のどちらでも生育が可能であることから、植物と動物の両方の特徴を有しているユニークな生物である。したがって、分類学上動物学と植物学の双方に記載されており、動物学では原生動物(Protozoa)の鞭毛中綱(Mastigophorea)、植物鞭毛虫亜綱(Phytomastigophorea)に属し、ミドリムシ目(Euglenida)に記載されている。植物学ではミドリムシ植物門(Euglenophyceae)のミドリムシ藻類綱(Euglenophyceae)にミドリムシ目(Euglenales)と記載されている。ユーグレナ属には数十以上の種類が存在するとされるが、基礎研究およびバイオ燃料生産に使用されるのは*Euglena gracilis* Z株である<sup>2,3)</sup>。以降本稿の記述で‘ユーグレナ’とは、特に断りのない限り*E.gracilis* Z株を指す。

ユーグレナおよびシュードコリスティスやボトリオコッカスなど他のバイオ燃料源として注

## 10 再生可能エネルギーの固定価格買取制度（FIT）下における 小規模ガス化発電の事業性<sup>7)</sup>

2 MW未満FIT40円の買取は、現行の固定価格買取制度の中ではきわめて高い設定であり、容易に事業性が成り立つように思える。しかしながら、設備規模が小さくなると設備単価が上がること、また4節で述べたようにエンジンのメンテナンス費用に5円/kWh必要なことを考えるとFIT40円といっても実質35円とみなすことができる。以上を加味した上で事業性の試算を行った。未利用木質バイオマスにおけるこの前提条件を表4に示す。

以上の前提条件から発電規模と投資回収年の関係を求めた。ガス化発電は熱電併給、すなわちコージェネが可能なのが特徴であるが、熱利用先のない場合を図9に、熱販売率が半分の場合を図10に示す。また設備費はkW単価で示しているが、設備単体の価格ではなく、土地、建物、系統接続費用などすべてを含んだ総事業費である。

投資回収10年以下は、FIT20年間の内部収益率であるIRR 8%の一つの目安となるが、図9でわかるように、売熱がまったくない場合は非常に厳しくなる。一方図10に示すように半分でも売熱できれば総事業費80万円/kW以下であれば50kWクラスの小型発電でも事業性は確保できることがわかる。ガス化のメリットである熱利用を生かしつつ、欧州のようなパッケージ量産化による安価な設備供給が今後の普及の鍵となることがわかる。

表4 ガス化発電設備の事業性試算の前提条件

冷ガス効率	70%
エンジン発電効率	33%
発電効率	23%
熱効率	47%
総合効率	70%
人件費	100～400万円/年 発電規模大で上昇
燃料発熱量	3,530kcal/kg
水分率	15% (一般的なダウンドラフト炉で要求される水分率)
燃料費	¥18,916 60%wet 9,000円/tonの熱量等価価格
内部消費電力率	10%
売電単価	¥40/kWh
売熱単価	¥5/kWh 重油換算で¥55/L程度
年間運転時間	8,000hr
メンテ費	¥7～10/kWh

表2 石油精製業者によるバイオエタノール利用の目標と導入実績 (単位：原油換算kL)

年度	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
目標値	210,000	210,000	260,000	320,000	380,000	440,000	500,000
導入実績	214,480	215,484	255,320	510,000	-	-	-

(出所：資源エネルギー庁資料「運輸部門における燃料多様化」(2015年5月)などから作成)

製造される次世代バイオ燃料の技術開発が推奨されている。

2014年における国内のバイオエタノールの導入実績は51万キロリットルであり、目標値を初めて大きく上回った。導入されたバイオエタノールは全量がETBEで、自動車用燃料として利用されている。国内で使用されているバイオエタノールの98%はブラジルから輸入されており、バイオ燃料の自給率は2%で、バイオエタノールの導入に積極的な国々の中では米国(98%)、ブラジル(100%)、EU(92%)などと比べ大きく引き離されている。

2014年末時点で国内に存在する年間生産能力1,000キロリットル以上のバイオエタノールプラントは5拠点あったが、2015年には1万5,000キロリットルの生産能力を有する北海道バイオエタノールとオエノンホールディングスの2社が農林水産省の補助金の打ち切りとともに事業中止に追い込まれた。原因は採算性の維持が困難で将来的に自立が見込めないことにあり、国内の農業振興としてのバイオ燃料生産の推進は困難な状況にある。

### 2.3 第2世代セルロース系エタノールの技術開発動向

米国では木質セルロース系バイオ燃料の普及については、バイオ燃料事業者に対する\$1.01/ガロンの税控除が認められたほか、燃料製造設備について減価償却を50%上乘せする措置などが行われている。2010年の中間選挙の結果、財政支援に難色を示す共和党が多数を占めるようになったことから第1世代バイオ燃料に対する優遇税制は中止され、セルロース系バイオ燃料の支援に移行している。

次世代バイオ燃料については、エネルギー省の下にBioenergy Technologies Officeが設けられ、研究開発の10年計画を毎年作成、更新し、原料供給技術、エネルギー転換技術、実証・普及、横断的研究の各分野について、定量的な研究開発目標を掲げて取り組んでいる。2014年末時点で9つのセルロース系エタノールのパイオニア、実証、パイロットプラントが稼働しており、うち7プラントがバイオ化学プロセス(発酵によるエタノール生産)を適用しており、他の2つは熱化学プロセス(ガス化・合成によるエタノール生産)を適用している。

パイオニアプラントは4プラントが稼働しており、合計で年間6,000万ガロンの生産能力を有している。また、使用するバイオマス原料はトウモロコシ残渣、スイッチグラス、草本類、木質バイオマス、廃木材、森林資源(ポプラ)など多岐にわたっている。

ファイバーライト社は酵素による加水分解を用いて、都市ごみ・他の廃棄物から分別したバイオマス部分をエタノールに変換する技術を開発している。アイオワ州の閉鎖されたトウモロコシ

表1 大手企業による国内バイオマス発電計画事例

企業名	建設地	計画概要	設備容量 (kW)
住友林業	北海道紋別市	燃料には社有林と周辺の間伐材などを使用。不足分はアジアからのパーム油の残渣や木くずを輸入して賄う。	50,000
日本製紙	熊本県八代市	八代市の工場内に建設。燃料は間伐材などの木質バイオマスを100%とする。	5,000
王子ホールディングス	北海道江別市	富士宮市, 日南市に続く3基目のボイラを設置する。燃料には社有林などの間伐材を使用し、発電した電気はすべて外部に売電する。	25,000
出光興産	高知県高知市	未利用材の破碎, 乾燥工程を含んだ日本初の一体型発電所を土佐電気鉄道, 高知県森林組合連合会とともに設置。燃料には未利用材を100%使用する。	5,000
昭和シェル石油	神奈川県川崎市	京浜製油所扇町工場の跡地に建設。燃料は北米, 東南アジアから輸入する木質ペレットやPKSを使用する。	49,000
イーレックス	大分県佐伯市	太平洋セメントの工場の遊休地を利用して新設。原料となるバイオマスは, 東南アジアから輸入するPKSである。	50,000
	福岡県豊前市	九州電力の子会社九電みらいエナジーを中心に現在事業可能性を評価中。発電出力75MWはバイオマス発電では国内最大級となる。	75,000
住友商事	愛知県半田市	子会社のサミットエナジーが100%出資しているサミット半田パワーが, 半田市衣浦港の隣接地に建設中。2017年度の商業運転開始時にはその時点で国内最大の木質バイオマス発電所となる。国内外の木材チップやPKSなどを燃料として使用する。	75,000
	山形県酒田市	酒田港隣接の酒田臨海工業団地に建設され, 2018年5月の商業運転開始を予定している。燃料には森林資源の豊富な山形県および周辺地域からの未利用材, 林地残材をはじめ, 国外からも木質ペレットを調達する。	50,000
エア・ウォーター	福島県いわき市	東日本大震災や福島第1原子力発電所の事故で操業停止に追い込まれた子会社の日本海水小名浜工場の敷地を活用。燃料には海外からのPKSや木質ペレットを予定しており, 2020年の稼働を目指している。	75,000
太平洋セメント	岩手県大船渡市	2019年秋の稼働をめどに大船渡工場の敷地内に発電プラントを設置する。燃料にはPKSに加えて, 独自の加工技術を開発したEFB(パームヤシ空果房)を使用する。	75,000

には発電事業者と発電所建設地周辺の森林業者, 製材業者などが連携してバイオマス発電に取り組み, 燃料のサプライチェーンを構築し, 経済的なメリットを生み出せるかが課題となっている。

大規模バイオマス発電所では基本的には火力発電所と同様に蒸気タービンを利用する発電設備