

日経バイオテク

3-28

Nikkei Biotechnology & Business

2011

今号の特集

ガス化、触媒反応でバイオ燃料 メタノール生産施設が稼働へ

もう1つのバイオ燃料“BTL”

バイオマスをガス化した後、触媒反応によってバイオ燃料に変換する技術の開発が進んでいる。バイオディーゼル燃料の製造に必須のメタノールの他、バイオLPガスや直鎖炭化水素の製造も可能。発酵でバイオエタノールを製造する技術とは、競合、相互補完の両面の関係がありそうだ。(→P3)

BTLプラント



長崎総合科学大学の坂井正康客員教授らが、農林水産省の補助事業で開発した農林バイオマス3号(写真提供:坂井氏)

CONTENTS

- 2 編集長の目
政治、行政、産業界、学界、挙げて復興へ
- 3 特集
- 7 WORLD TREND
Samsung社とQuintiles社が提携
バイオ燃料専用の組み換え作物
- 31 オンライン閲覧TOP15
1位 エーザイ、アルツハイマー病ワクチンに
関するディナベックとの共同研究契約を解消
- 32 誌上セミナー
失敗しない契約のノウハウ
大 毅 弁護士
- 37 キーパーソン インタビュー
トランスジェニックの福永健司社長に聞く
- 40 IN THE MARKET / Snapshot
震災の影響でINDEXが急落

SELECTED NEWS

- | | |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> 8 医薬品・創薬・創薬支援 8 京大、大日本住友、がんの悪性制御の共同研究プロジェクト(DSKプロジェクト)を開始 13 医療・診断・医療機器・ヘルスケア 14 ポラリスRx、自家培養軟骨製品の確認申請を取り下げ 14 食品・機能性食品素材 14 体脂肪対策の花王「ヘルシアコーヒー」が近くトクホに、体脂肪と血圧の使い分けに注目 16 環境・エネルギー 16 JBSL「輸入バイオETBEの貯蔵施設には地震の影響なかった」 18 研究機器・試薬・研究支援サービス | <ul style="list-style-type: none"> 18 文科省石井ライフサイエンス課長、お金で買えないバイオリソースの確保が復旧の最優先、NBRは3月14日から生物資源頒布停止 19 基礎科学・基盤技術・シーズ 23 社会・倫理 24 投資・ファイナンス 26 行政・政治 26 審査手続きに関する規制仕分け詳細、岡野・東京女子医大教授らが具体論持ち掛けるも議論深まらず 28 主要バイオ特許情報 29 NEWS ACCESS |
|---|---|

SELECTED NEWSの目次は各項目の開始ページと代表的なニュースの見出しを記載しました。SELECTED NEWS以外は日経バイオテク本誌のオリジナルコンテンツです。

ガス化、触媒反応でバイオ燃料 メタノール生産施設が稼働へ

もう1つのバイオ燃料“BTL”

バイオマスを経由して、触媒反応によってバイオ燃料に変換する技術の開発が進む。BDF製造に必須のメタノールの他、LPガスや直鎖炭化水素の製造も可能。発酵によるバイオエタノール製造とは、競合、相互補完の両面の関係がありそうだ。

生化学分野の読者がイメージしやすい「バイオ燃料」は、バイオマスを酵素や微生物発酵で変換して製造するバイオエタノールだろう。しかし近い将来、主流になるかもしれないバイオ燃料が他にもある。バイオマスを熱化学的変換で一酸化炭素と水素のガスに変え、そのガスから触媒反応で製造するメタノールや炭化水素などだ。

この技術は、天然ガスや石炭から液体燃料を作る技術と一部共通するもので、天然ガス由来の液体燃料がGTL (Gas to liquid)、石炭由来がCTL (Coal to liquid) と呼ばれるのに対し、バイオマス由来の燃料はBTL (バイオマス液化燃料; Biomass to liquid) と呼ばれる。BTL製造技術は、発酵技術によるバイオ燃料生産とある部分では競合し、ある部分では補完の関係にある。その概要と実用化に向けた動きを紹介する。

技術ベースは熱化学的変換と触媒反応

バイオマスのガス化を経て、液体燃料を製造する技術についてまず概説しよう。技術のベースは熱化学的変換と触媒反応。メタノール製造の手順は次のようなものだ。

糖やセルロースなど(炭素:水素:酸素の元素比がおよそ6:12:6)のバイオマスを酸素と水蒸気とともに700℃から1000℃に熱すると、CO、H₂、CO₂、CH₄を主成分とするガスが得られる。酸素を加えるのは、反応管で部分燃焼させて、反応の進行に必要な温度をかせぐためだ。空気でも燃焼はするが、窒素が80%含まれるのでガスの質が落ちるデメリットがある。

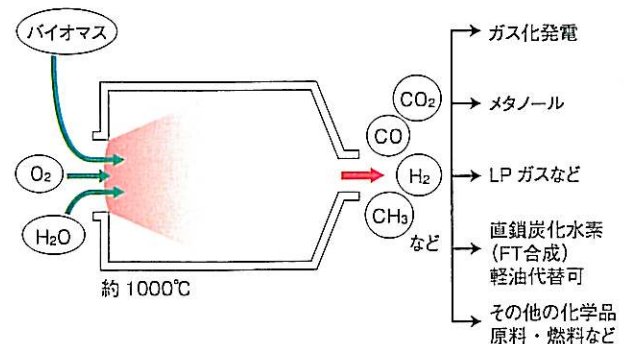
生成したガスのうち、CH₄はガス改質反応によって、COとH₂に変換。COが1モル、H₂が2モルの割合になるよう調整した上で、金属触媒下で加熱するとメタノールが生成する。COとH₂を主成分とするガスは合成ガスと呼ばれ、上述のようにメタノールが製造できる他、そのままガスエンジンの燃料として効率的に発電すること

も可能だ。また、技術的にはFT (Fischer-Tropsch) 合成と呼ばれる触媒反応によって、軽油代替が可能な直鎖炭化水素を製造できることも知られている。この分野の多くの研究者の最終目標はそこにあるが、触媒が高価な上に、微量の塩素やイオウによって劣化しやすいといった課題があり、実用化にはまだ時間がかかりそうだ。

バイオメタノールプラントが5月に稼働

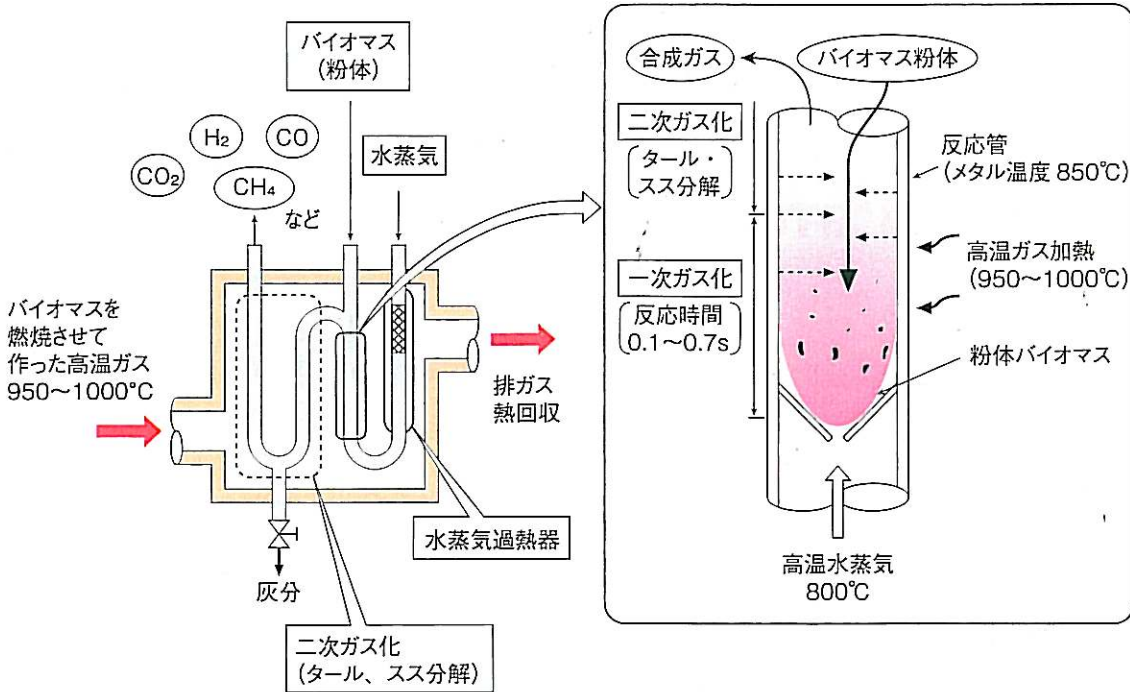
2011年5月、中央環境(長崎県長崎市、前田正道CEO)の敷地内に、BTL技術をベースとするバイオメタノール製造プラントが完成する。約1年間をかけて試運転を行い、2012年度以降、数百kLのバイオメタノールを製造・販売する予定だ。中央環境は建築廃材などの処理事業を手掛ける会社であり、比較的きれいな廃木材を大量に継続して、ほぼ無料で入手できる。それらをバイオマスとして利用して、メタノールを製造しようというわけだ。製造したバイオメタノールは、メタノールとガソリンの両方が利用できるデュアルフューエル対応の

バイオマスのガス化、液体燃料などの製造

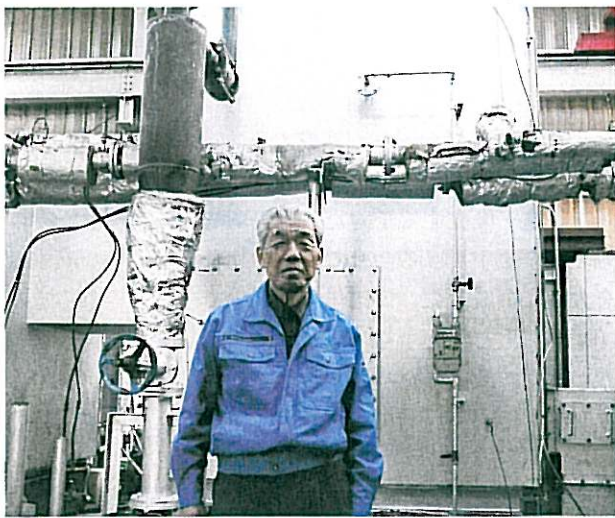


バイオマスと水を反応させると、CO、H₂、CH₄、CO₂などが生成する。さらに触媒反応によってメタノールやLPガスなどに変換できる

農林バイオマス3号の「浮遊外熱式ガス化反応」



バイオマスを2つに分けて、一方は空気と燃焼させ外部から反応管を加熱するために使用。もう一方は合成ガスの原料として反応管に投入する。空気を燃焼させるが、窒素が反応管に入り込まないのが特長



坂井正康客員教授。設立したベンチャー、バイオマスエネルギーを通じて農林バイオマス3号の技術供与を行っている

トラックや重機で、燃料として使用する。さらに軽油代替が可能なバイオディーゼル燃料 (BDF) の原料 (後述) としても販売を見込む。

このメタノール製造プラントは農林水産省の委託事業で開発された「農林バイオマス3号」(1ページ写真)の技術を基に設計されたものだ。開発の中心人物は、長崎総合科学大学の坂井正康客員教授。坂井氏は、農林バイオマス3号を開発した後、設立したベンチャー企業「バイオマスエネルギー」を通じて技術供与を行っている。

農林バイオマス3号の技術の特徴は、ガス化の際に、バイオマスと一緒に酸素を加えない点にある。バイオマスを2つに分けて、一方は空気とともに燃焼させ、1000℃近い高温ガスを作る。その熱を細い反応管の外部から当てて過熱する。2つに分けたもう一方のバイオマスは、合成ガスの原料として、反応管の上部から投入する。反応管の反対側から水蒸気を吹き込むと熱化学的変換が起こり、合成ガスが生成する。熱を作るために燃やした空気は反応管の内部に入り込まないので、生成するガスに窒素が入らない点がポイントだ (上図)。

「浮遊外熱式ガス化反応」と坂井氏らが名付けたこの方式では、高圧酸素を使用せず、メタノール合成反応でも圧力が1メガパスカル以上にならないよう設計されている。そのため「高圧ガス製造保安責任者」を配置する必要がない。農水省の補助事業として実施されたこの技術開発は、農山漁村でのバイオマス利活用推進がそもそもの狙いであり、特殊な場所、特殊な資格を持つ人の存在が運用条件にならないことは重要だ。実際にそのようなメリットが評価され、長崎県で中央環境が手掛けるバイオメタノール事業の他に、群馬県ではコーヒーの抽出残渣を、京都府では竹をバイオマスとして、農林バイオマス3号の技術でバイオメタノールを製造する事業の計画が進んでいる。

坂井氏によると、想定するメタノール1L当たりの販売価格は80円。この価格で販売できれば、人件費、触

媒の交換、プラントのメンテナンス費用を支出しつつ、プラントの償却を10年で完了できるという。工業用メタノールは主に天然ガスから製造されている。単純に単価を比べると農林バイオマス3号技術で生産するバイオメタノールの割高感は否めないが、坂井氏はBDFの原料などとしての需要に期待している。

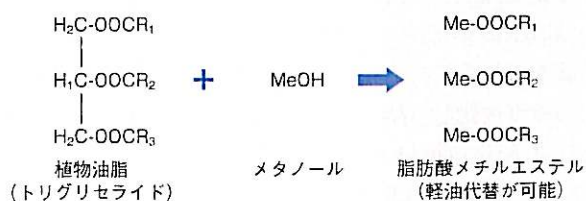
現在、BDFのほとんどは、植物油脂とメタノールを反応させて、軽油の特性に近づけた脂肪酸メチルエステル (FAME) だ (下図)。日本でも京都市などが、使用済みのてんぷら油などを回収してBDFを製造し、ディーゼル車の燃料として使用している。「BDFの製造に使うメタノールは小口で購入される場合が多く、その場合の単価は工業用ほどは安くはない。バイオマス由来のメタノールを使えば『100%バイオマス由来のBDF』が作れるという付加価値が認められれば、多少高くても受け入れられるのでは」と坂井氏は期待する。

オフィスビルの地下室でバイオ燃料製造

農林バイオマス3号は、農山漁村での、比較的小規模なバイオマスの地産地消を前提に開発されたプラントだ。しかし清水建設は、その特性が都市部のオフィス街でも生かせることに目を付けた。同社は新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO) の実証事業を通じて、オフィスビルの地下に設置できる高さ3.5m以下に農林バイオマス3号の機能を収め、さらにコンピューター制御による運転の自動化も実現した。

バイオマスとして利用するのは、ビルの上階で排出される紙ごみだ。特にシュレッダーにかけた紙は繊維が切断されリサイクルが難しいので、有料で引き取ってもらわなければならない。そのような紙ごみをオフィスの地下に集め、バイオマスとして利用するわけだ。「塩素が配管を腐食させるので塩化ビニルの袋はしっかり除かなければいけない。しかしステプラーの針やクリップなどが多少付いていても問題はない」と、同社技術研究所地球環境技術センター新エネルギーグループの野崎健次

脂肪酸メチルエステル (FAME) の生成



軽油代替可能な脂肪酸メチルエステルは、植物油脂とメタノールのエステル交換反応で生成する



「このプラントを単独で販売することは主目的ではない。当社が手掛けるビルのオプションとしてアピールし、ビル建設の受注増につなげたい」と清水建設の野崎グループ長

グループ長はこのプラントの実用性を強調する。

バイオマスから生成したガスは、ガス発電の燃料にもメタノール製造にも使えるので、電気需要の大きい昼間は電力を作り、夜はメタノールを製造して蓄積するといった使い分けも可能だ。

清水建設の試算によると、4万m²の中規模ビルから出る紙ごみはおおよそ120t/年で、その処理費用は約240万円。その紙ごみをバイオマスとして、全て発電に回した場合、ビル全体の1年間の電力の6%が賄えるとのこと。その電気料金は240万円となり、プラントを設置しない場合に比べて456万円のプラスが期待できる計算だ。プラントの商品名は「ビル・バイオマスター」に決定、設置費用は約1億円になるという。

大規模製造を目指した技術開発も進む

農林バイオマス3号の技術は、小規模のバイオマスを処理して、簡便に電力やメタノールを作ることに力点を置いたものだ。国土面積や地形の制約から大量のバイオマスが収集しにくい日本の国情に合った技術といえる。

その一方、バイオマスをガス化してBTLを製造する技術の利点は、需要に応じてさまざまな燃料に展開ができること。それを達成するためには大量のバイオマスを処理し、生成するガスの組成を厳密にコントロールしたり、高度な精製を行うといった、農林バイオマス3号とは異なる方向の技術開発が必要になる。

そのような技術開発を行っているのが、三菱重工業と産業技術総合研究所 (産総研) のグループだ。「メタノールの合成反応は、銅と亜鉛から成る比較的安価な触媒で進むが、例えばFT合成による直鎖炭化水素の合成にはコバルトやルテニウムといった高価な触媒が必要。これらはごく微量の塩素、イオウ、リンなどがガスに交じっていても、失活しやすいので10ppbのオーダーで取り除く必要がある」と産総研エネルギー技術研究部門クリ

BTL 製造関連の主な事業・研究開発

研究・事業主体	資金・補助	研究・事業内容
中央環境 (長崎県長崎市)	農水省農山漁村地域資源有効活用推進事業	中央環境は廃棄物処理事業を行っている会社。収集した廃木材などをバイオマスとして、長崎総合科学大学・坂井客員教授らが開発した「農林バイオマス3号」の技術で発電とバイオメタノール製造を行う。製造したメタノールは、メタノールを燃料として利用できるメタノール車で使用する他、植物油脂とのエステル交換反応によってBDFを製造してディーゼル車の燃料とする。メタノールの目標販売価格は80円/L。
三菱重工業、産業技術総合研究所	NEDO 新エネルギー技術研究開発事業	バイオマスから大規模に、効率良く輸送用液体燃料を製造するための技術開発を実施中。廃棄物系バイオマスのガス化効率向上、触媒液化工程改善、副生ガスの触媒変換工程などを取り入れたガス化-液化プロセスを構築
清水建設	NEDO 新エネルギー技術研究開発事業	農林バイオマス3号の技術をベースに、都市域でシュレッダー紙ごみなどをエネルギー変換するシステムを構築して実証実験を実施
コスモ石油、トヨタ自動車、産業技術総合研究所	NEDO 新エネルギー技術研究開発事業	低圧、固定床のFT合成プロセスと、優れたFT合成触媒の開発を目指して研究開発を実施。反応熱を効率的に除去できる試験装置を設計・製作した
北九州市立大学	NEDO 新エネルギー技術研究開発事業	藤元薫教授らのグループ。FT合成用の触媒として、鉄触媒の高活性化、超寿命化、高品質化を目指す。炭素担体への担持に成功。K添加が触媒活性向上に有効であることを発見
宮津バイオマス・エネルギー事業地域協議会	農水省農山漁村地域資源有効活用推進事業	宮津市内に豊富な竹などの未利用資源をバイオマス原料として活用する。農林バイオマス3号の技術でバイオメタノールを製造。その際発生する熱利用も合わせたコージェネレーションモデルを構築する。生成したバイオメタノールは、BDF適用実証を行い、路線バス、公用車、農機具、林業器具、搬送車などに利用を促進する
利根川流域地域協議会	農水省農山漁村地域資源有効活用推進事業	群馬県太田市において、農林バイオマス3号の技術でコーヒーかす、利根川のイタリアングラスをバイオマスとして利用。ガス化して発電とメタノール製造を行う。太田市にはAGF関東(味の素ゼネラルフーズの生産関係会社)のコーヒー工場がある



写真左：産総研の
小木知子主任研究員。写真右：三菱
重工業、中部電力、
産総研の3者は01
年から04年にか
けてNEDOバイオ
マスプロジェクト
で木材ガス化-メ
タノール製造プラ
ントを共同で建設
し、世界初の安
定・連続運転に成
功した(写真提
供：三菱重工業)

ーンガスグループの小木知子主任研究員は説明する。
きれいな木質部分のみをバイオマスとして利用するのであれば、ガスの組成や純度のコントロールは比較的容易だ。しかしBTLの製造コストを抑えるためには樹皮やダムの流木など、安価(あるいは無料)で手に入るが灰分と不純物(触媒被毒物質)の多いバイオマスも使用しなければならない。「通常の木質の灰分は0.3%だが、樹皮は3%、流木になると10%から20%にもなる。簡便な精製方法ではとても対応できない」(小木氏)
ガス化を経てさまざまなバイオ燃料を製造するには、ガスの成分や純度のコントロール技術に加えて、ガスを液体燃料に変換する触媒反応の技術の開発も必要だ。メタノールを合成する技術は既に完成しているが、それ以外の燃料についてはまだ開発の途上にある。特にFT合成による直鎖炭化水素の製造に関しては、触媒と周辺技

術に課題が残っており、実用化には10年から20年かかるといわれる。製造技術確立と、需要面で、事業化が早いのはメタノール、合成天然ガス(SNG：都市ガス代替)、バイオLPガスかもしれない。
BTL製造技術でバイオエタノールを作ることも検討されており、将来的にはセルロース系バイオマスのエタノール発酵技術との競合もあり得る。しかし両技術ともまだ発展途上で、現時点では、いずれが優位かを論じるのは時期尚早だ。「木材をバイオマスとしてエタノール発酵を大規模に行うと、発酵に適さないリグニンが残る。それをガス化して処理するシステムも考えられる。発酵とBTL製造技術は、どちらかの二者択一ではなく、組み合わせるのが一番有利。それが現時点での解答ではないか」。小木氏の共同研究者、中西正和主任研究員はむしろ補完関係を強調している。(小田修司)