

木材から軽油を連続合成する新しいプロセス

経済性の高い可搬型プラントへの可能性

われわれは、木材のガス化、ガスの精製、炭化水素の合成（FT合成）を同じ圧力の下で行う新しいプロセスを開発し、わが国で初めて、木材から軽油を連続的に合成することに成功した。これは、従来の方法に比べ、ガスの圧縮・再加熱の工程がなく、装置を小型化できるため、木材収集所まで持ち込める低コストな可搬型プラントへの応用が期待できる。

We have succeeded in a continuous synthesis of diesel fuel from woody biomass in laboratory scale. The new process consists of pressurized gasification, gas cleaning with activated carbon at high temperature, and Fischer-Tropsch synthesis. As this process does not have gas compression and reheating process, compact and portable plants are expected. The portable plants are economical since the cost for wood collection can be reduced.

本研究の社会的背景

地球温暖化の抑制と化石燃料の使用量の低減が地球規模で求められている。そのため、化石燃料に代わる再生可能エネルギー源を用いたエネルギー変換技術の開発が注目されている。バイオマスは、再生可能エネルギーの一つであり、厳密には定義されていないが、エネルギー資源の観点からは、「ある一定量が集積した動植物を起源とする有機性資源と、これを起源とする廃棄物の総称(ただし、化石資源を除く)」とすることが多い。バイオマスは木材、建築廃材などの木質系、稲わらなどの草本系、下水汚泥などの糞尿・汚泥系に分類することができる。バイオマスを原料としたエネルギー（バイオエネ

ルギー）の燃焼により排出される二酸化炭素は、光合成によるバイオマスの成長により、吸収・固定化されるため、大気中の二酸化炭素を増加させることはない。特に木質バイオマスは、他のバイオマス種よりも、二酸化炭素の固定量が多い。

軽油は、日本において、年間4000万キロリットル使用されており、われわれが社会生活を営む上で重要である。また、軽油中の硫黄分が自動車排ガス処理用の触媒を被毒することから、サルファーフリー軽油（10ppm以下）の使用が望まれている。木質バイオマスは硫黄含有率がたいへん低いため、クリーンな軽油の合成に適したエネルギー源の一つと考えられる。

花岡 寿明 はなおか としあき
t.hanaoka@aist.go.jp

バイオマス研究センター BTL トータルシステムチーム（中国センター）

これまで担持金属触媒の粒子径制御、カルシウムを用いるバイオマスからの水素製造に携わってきた。現在取り組んでいるガス化を経由するバイオマスからの軽油製造プロセスに、これまでの経験を生かせようと考えている。実用的な小型・可搬プラントの建設・運転という目標の達成は容易ではないと考えられるが、自らの専門分野を広げる良い機会と捉え、毎日の業務に取り組んで行きたい。

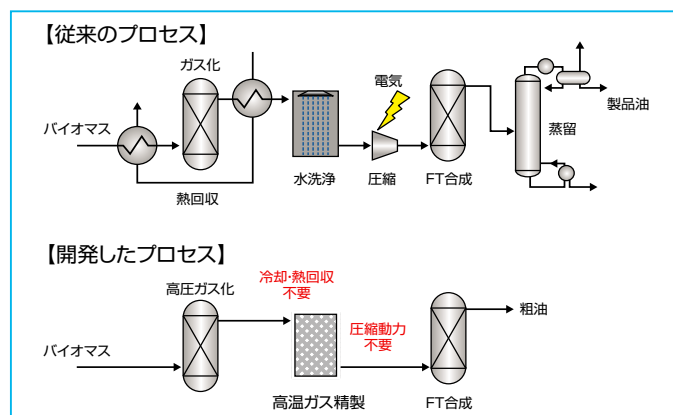
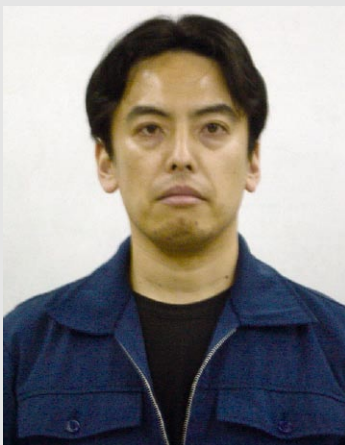


図1 軽油合成プロセス

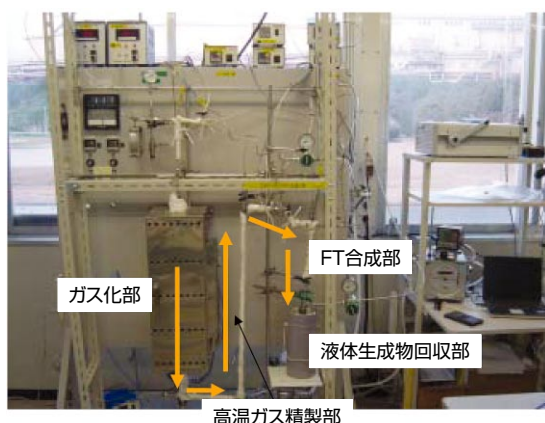


図2 実験室規模の軽油連続合成装置
ベンチ試験装置の1/100規模、3時間運転

このような背景を持ち、木質バイオマスによる軽油合成プロセスの開発が重要視されながらも、木質バイオマスを原料とした変換技術の経済性が上がらない理由の一つに、木材の収集コストが高いことがある。その解決策として、大型プラントへ木材を収集するのではなく、木材の集積所へ持ち込んで利用できる可搬型の小型プラントが有望と考えた。

新しく開発した軽油合成プロセス

木質バイオマスから軽油などの液体燃料を合成するには、ガス化を経由するルートが考えられる(図1)。従来のプロセスでは、木質バイオマスを高温(600~1000℃)でガス化し、室温で水などを用いてガスを精製した後、昇圧および再加熱工程を経て、ガス中の一酸化炭素と水素からFischer-Tropsch (FT) 反応(200~350℃、2~5MPa)により炭化水素を合成し、水素化分解を経て軽油を得る。この方法は、基本的には大規模なプロセスで、小型化するには従来よりもプロセスを単純化する必要があった。

そこで、われわれはガス圧縮・再加熱工程を省略したプロセスを考えた。つまり、ガス化からFT合成工程までを同じ圧力で行うことにし、ガス圧縮

工程を省略した。また、反応温度をガス化温度>ガス精製温度>FT合成温度とすることで、再加熱工程を省略した。なお、高温でのガス精製には水ではなく活性炭を用いた。

軽油連続合成と生成物の分析

図2に実験室規模の軽油連続合成装置を示す。ガス化原料として米松(20g)を用いた。ガス化温度は800~900℃、ガス精製温度は300℃とした。FT合成は担持金属触媒を用い、230℃で行った。ガス化、ガス精製、FT合成という一連の反応を3時間連続で行い、液体生成物回収部内の液体について定性分析を行った。図3に、合成した液体生成物(炭化水素)のガスクロマトグラムを示す。軽油に相当する炭素数10か

ら20の直鎖炭化水素によるピークが観測され、今回開発したプロセスを用いて木質バイオマスから連続的に軽油が合成できることが明らかになった。

今後の予定

今後は、軽油収率の向上のため、各工程について(1) 高压ガス化における一酸化炭素・水素製造技術、(2) 活性炭を用いた高温ガス精製技術、(3) FT合成触媒の高性能化の研究開発を行う。平成19年度には、小型で移動可能なベンチ試験装置(図4:イメージ、1.6リットル/日規模)を製作する予定である。実験と並行して、シミュレーションによるプロセスの最適化も行う予定である。

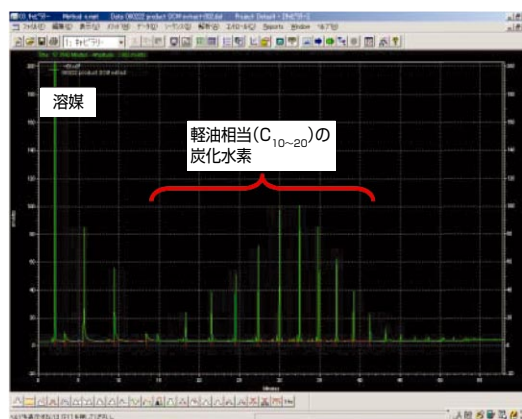


図3 合成した液体生成物(炭化水素)のガスクロマトグラム



図4 小型可搬型試験装置のイメージ図

関連情報：

- 特願 2006-023485 「バイオマスからの液体燃料製造装置」(花岡寿明ら)
- プレス発表、平成 18 年 3 月 23 日：木材からディーゼル燃料の連続合成に成功
- 共同研究者：美濃輪智朗、藤本真司、Liu Yanyong、Hu Xiulan、隈部和弘、平田悟史、坂西欣也