

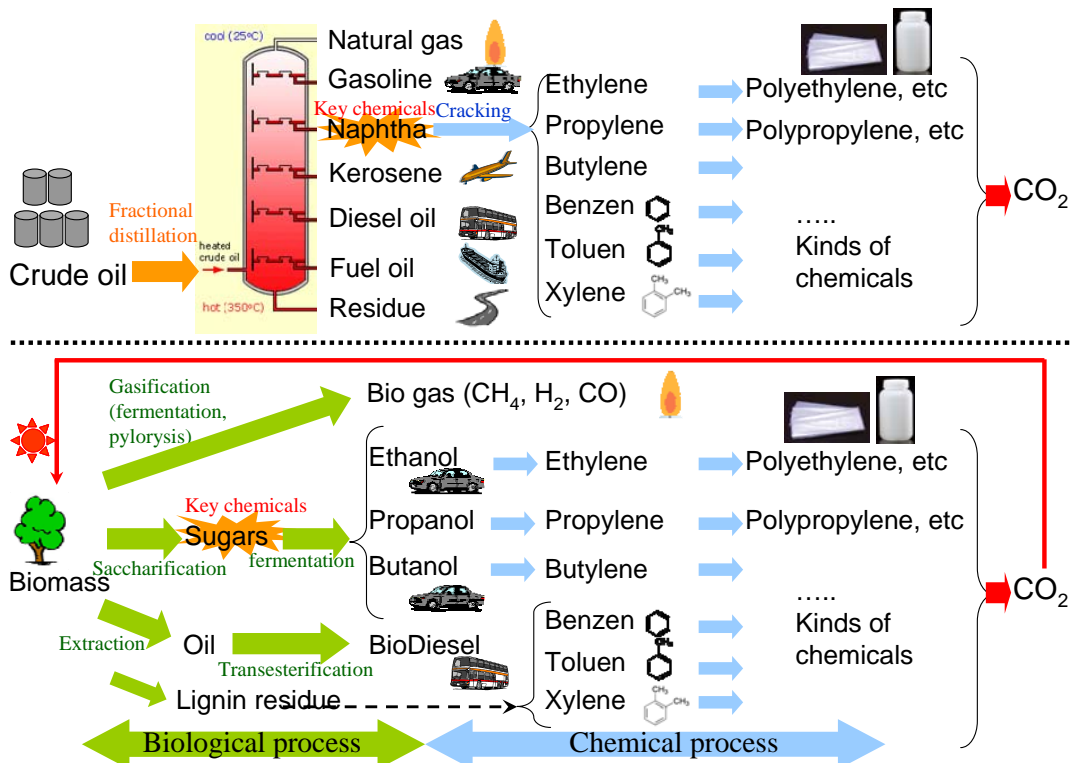
イオン液体とラジカルを利用したリグノセルロース・リファイナリー

金沢大学環日本海域環境センター 助教 仁宮一章

金沢大学自然システム学系 准教授 高橋憲司

今回、課題採択となった戦略的創造研究推進事業 先進的低炭素化技術開発 (ALCA) の目的は「温室効果ガスの削減を中長期にわたって継続的かつ着実に進めていくために、ブレークスルーの実現や既存の概念を大転換するような「ゲームチェンジング・テクノロジー」の創出を目指し、新たな科学的・技術的知見に基づいて温室効果ガス削減に大きな可能性を有する技術を創出するための研究開発」を支援する事です。我々の研究では、植物からバイオエタノールを作り、混合ガソリンなどとして用いることにより二酸化炭素の削減に貢献します。仮にバイオエタノールを1年に20万キロリットル生産すると、1年に二酸化炭素30万トンの削減になります。

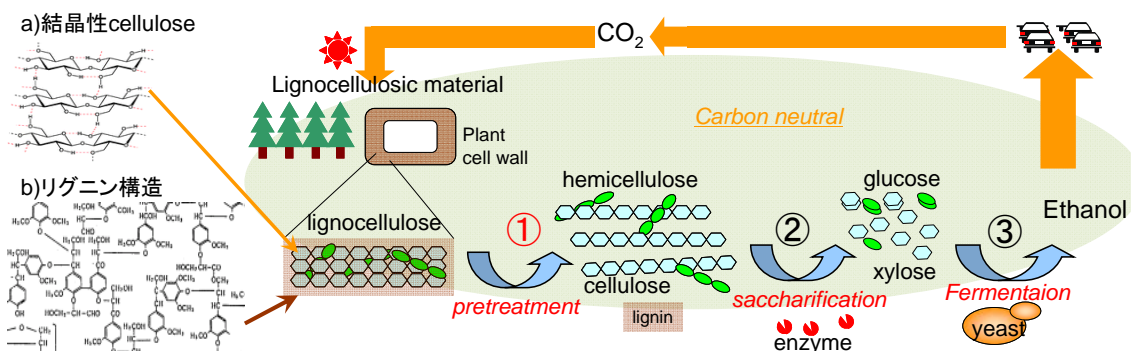
現在、私たちの生活で使用している多くの化学製品は、化石燃料から作りだされています。一方、化石燃料から脱却して、植物などから同様の化学製品を作り出すバイオリファイナリーという概念が15年程前に米国で提案されました。バイオリファイナリーという



考え方では、例えば、木材から自動車燃料や化成品原料を効率的に製造する方法を開発します。トウモロコシなど、処理の容易なバイオマスはバイオエタノールの原料として既に用いられていて、ブラジルなどでは実用化されています。これらは第1世代バイオエタノールと呼ばれます。現在は、トウモロコシなどの食料となるバイオマスではなく、木材な

どの非食バイオマスを対象としてエタノール燃料を作り出す、第2世代バイオエタノールの実用化に向けた研究が世界中で進められています。日本では、バイオエタノールを1リットル100円で作る技術開発が進められており、近い将来には1リットル40円で作り、混合ガソリンとして利用する目標が掲げられています。

木材からエタノールを作るためには、(1)木材の前処理、(2)木材を構成するセルロースをブドウ糖に変える糖化反応、(3)そのブドウ糖を発酵させてエタノールにする発酵、というプロセスを経て作られます。木材は植物細胞で構成されますが、その細胞壁はセルロースやリグニンという化合物でできています。しかし、ここで問題となるのが細



胞壁中のセルロースやリグニンが複雑に絡み合った構造およびセルロースの強固な結晶構造です。このような構造は生物的・化学的な反応を著しく妨げるという問題がありました。トウモロコシには無い問題です。

このような問題を解決すべく、これまでに研究されてきた木材の前処理方法は、硫酸やアルカリを用いて高温で木材を処理する前処理技術です。しかし、これらの技術はバイオエタノール100円/リットルを達成するためのものであり、今後40円/リットルを達成するためには、そのような技術の延長では不可能で、全く新しい革新的な技術、あるいはこれまでの概念を大転換するような技術の創出が必要であると我々は考えました。まさに、今回の課題採択となった先端的低炭素化技術開発 (ALCA) で謳われている「ゲームチェンジング・テクノロジー」が必要とされていたわけです。

我々が現在進めている研究では、「イオン液体」と呼ばれる新規な液体を用いて木材を溶解させ、さらに超音波等を照射して複雑に絡み合ったセルロースやリグニン構造を解きほぐして、両者を分離します。この方法で前処理・分離されたセルロースとリグニンは、それぞれ生物的・化学的な反応によって、きわめて効率的にエタノールや芳香族系化合物に変換できます。

「イオン液体」とは、室温で液体状態の塩(えん)です。塩とはイオン性の物質のみからなる化合物で、それ自体は一般的に固体であり、溶解させるためには数百度もの高温が必要です。身近な塩では食塩(NaCl)があります。それに対して、「イオン液体」は室温で液体状態の塩という極めて珍しい性質を持った化合物の総称で、2000年頃より急激に研究が進みました。日本では、平成17~21年度に、文部科学省科学研究費特定領域研究「イ

オン液体の科学」によってイオン液体の研究が集中的に展開されました。「イオン液体とは何か?」、「イオン液体で何が起こるか?」、「イオン液体で何ができるか?」という研究項目で密な情報交換を行いながら研究が推進され、我々もそのメンバーとして研究を進めてきた経験が今回の研究に生かされています。

バイオエタノール1リットル40円を達成するためには、イオン液体を用いたバイオマスの前処理だけでは不十分です。我々が注目しているのは、木材の糖化後に残るリグニンと呼ばれる物質の有効利用です。リグニンは、ベンゼン環を有する芳香族系の化合物からできていますが、これまで有効な処理方法がありませんでした。しかし、このリグニンを有効利用して、原油並みの価値を持たせることにより、バイオエタノール1リットル40円を達成することが可能となります。

今後は、バイオマス処理にさらに適した新規イオン液体の合成、イオン液体による細胞壁崩壊の電子顕微鏡による直接観測及びプロセス全体の最適などの研究を進め、金沢大学がバイオリファイナリーの全国の拠点となるように、努力して行きたいと考えています。