

# 触媒懇談会ニュース

触媒学会シニア懇談会

## シェールガス革命の影響

アイシーラボ 室井 高城

米国で始まったシェールガス革命は米国では従来からあるガスプラントやパイプラインなどの天然ガス輸送システムがそのまま利用できたために急速に広がった。シェールガス田からエタンはパイプラインでテキサスのガルフコーストに容易に輸送できる。シェールガスに含有する安価なエタンをクラッキングすることにより安価なエチレンが生産できるため米国の石油化学に一大変革をもたらし始めている。米国では、新たに1,500万トン/年のエチレンプラントの建設が始まっている。2018年までに建設中の米国のエタンクラッカーが本格的に稼働し始め安価なエチレン誘導体の輸出が始まると世界的にナフサを原料とするエチレン誘導体は競争力を失う。エチレンが競争力を失うことは単にエチレン誘導体が競合できなくなるだけでなくナフサクラッカーの競争力が無くなることを意味し、結果として、ナフサクラッカーの縮小や撤退が生じ、ナフサの熱分解により製造されているプロピレンやブタジエン、ベンゼンなどの化学品が世界的に不足することになる。これらの原料はナフサクラッカー以外から製造しなければならなくなる。天然ガスはシェールガスが世界的に埋蔵さ

れていることが分かっているが、アフリカのモザンビークに新たな巨大ガス田が見つかったことやオーストラリアでのコールベッドメタンやタイトオイルなどの開発が進み天然ガスの資源量は石油の数倍あることが分かってきた。今後、世界的に石油は液体燃料として用いられ、電力などのエネルギーは天然ガス、安価な原料を用いる石油化学は天然ガス原料に替わりつつあることを意味している。中国は石炭原料の合成ガスが化学品原料の主流となりつつある。

### 石油化学品原料供給の三極化

世界のエチレンの生産はシェールガスによる北米と石油随伴ガスを原料とする中東そして石炭を原料として合成ガス、メタノールを経由した SAPO-34 を用いた MTO (Methanol to Olefins) プロセスによるエチレン、プロピレンを原料とする中国の3極化すると考えられる。

### 復活する米国の化学産業

石油と天然ガスの生産量が減少し 2000年以降衰退してきた米国の化学産業はシェールガスにより再び復活し活況を呈し始めた。南米やアフリカなどの海外に移転され

たメタノールプラントやアンモニアプラントも再び米国に回帰し始めている。海外で生産するよりも北米でシェールガスを改質した水素が安価であるからである。

米国ではシェールガス含有エタンによるエチレンはナフサ由来のエチレンの 1/4 程度の価格で製造されるため世界のナフサ由来のエチレン誘導体は競争力を失い、米国のエチレン誘導体が世界の市場を独占することが予想される。ポリエチレン、塩化ビニル、スチレン、酢酸ビニルなどのエチレン誘導体は米国との競合は困難となる。米国のエチレン誘導体メーカーは欧州、アジアの工場を閉鎖し米国で集中生産をしようとしている。欧州はバルク化学品の生産から撤退を始めている。米国でエタンクラッカーと誘導体製造プラントの稼働が本格化する 2018 年以降はナフサ由来のエチレン誘導体は縮小または撤退を余儀なくされる。

### 日本の石油化学への影響

日本のエチレンの生産量は約 700 万トン/年であるがそのうち生エチレンを含むエチレン誘導体の約 200 万トンがアジアへ輸出されている。数年内にこの分は消滅し、次第に米国の安価なエチレン誘導体が日本に入ってくることになり、日本のナフサの稼働率は低下し縮小または撤退が進むことが予想される。エチレンだけでなくエネルギー多消費型の重化学工業はコスト高から逃げ切ることはできない。

### 日本の石油化学の生き残り

日本の企業が米国に進出し安価なエタンを用いた工場を建設することはシェールガス会社との長期契約が必要であり容易では

ない。大手の化学会社からエチレンを分けて貰いエチレン誘導体を製造するしかない。しかし、シェールガス含有エタンのクラッキングではエチレンしか生産されない。石油化学原料としてシェールガスの影響を受けるのはエチレンだけである。プロピレンは合成ガスを経由して ZSM-5 を用いる MTP プロセスでメタノールから合成することも検討されているが、シェールガス含有プロパンの脱水素プラントの計画が相次いでいる。日本ではプロピレン、ブタジエン、ベンゼンは天然ガスから合成することは必ずしも安価ではなく容易でもない。一方、自動車燃料のガソリンまたは軽油の依存は続き石油精製の設備の中で FCC はますます重要なプロセスとなる。FCC プロセスからはプロピレン、ブテンが副生する。そのため FCC の軽質オレフィンからプロピレンや芳香族を製造するプロセスが開発されている。更に FCC 副生の LCO にはナフタレンなどの複素環化合物が多量に含まれている。水素化分解することにより芳香族を製造することが可能である。FCC 副成物は燃料価格で評価できる。米国のシェールガス由来のプロパンの脱水素によるプロピレン価格は\$600-700/ton と推定されているので原油価格が\$100/bbl 以下であれば FCC 副生プロピレンは価格的に\$800~900/ton であるので競合可能である。アジアでは短期的にはエチレンからプロピレンやブタジエンを合成するエチレンの有効利用が図られる。長期的には、ナフサクラッカーそのものが競争力を失う。ファインケミカルに転身することは考えられるが医薬品を始め巨大な先発メーカーがありこれからの参入は容易ではない。石油化学は素材産業

であることを考えればバルクではなくファインでもない付加価値のある機能化学品や機能品樹脂において世界をリードすべきである。日本の石油化学各社は原料を武器にダウンストリームに近い製品の製造にシフトし始めている。

### バイオマスと発酵法の利用

シェールガスの出現により石油化学品と競合可能なバイオマス原料の化学品のみが生き残ることになってきた。今後の原料の主流は可食資源ではなく非可食資源である。米国では非可食資源を用いた様々なエタノール合成プラントが稼働し始めた。バイオエタノールからのブタジエンの可能性がある。ブタノールは古くから ABE 醗酵法により製造されてきたが、非可食資源から n-ブタノールが短時間で製造できるブタノール菌が見つかり工業化が検討されている。ニュージーランドの Lanzatech 社は

合成ガスからバクテリアを用いたエタノールと 2,3-ブタンジオールの製造技術を開発し中国で実証した。新たな C<sub>4</sub> 製造技術となり得る。2,3-ブタンジオールは脱水しブテンとしてから酸化脱水素によりブタジエンを合成することができる。更に C<sub>4</sub> についてはバイオコハク酸のプラントが相次いで建設されつつある。

### まとめ

安価なナフサを原料として始まった日本のバルクケミスターを中心とした石油化学は米国のシェールガス革命により大きな転換期を迎えている。日本の石油化学が生き残るためには、石油精製との協業、バルクケミストリーからの脱却、機能化学品においては世界をリードする触媒技術の開発が必須である。バイオマス原料の化学品の製造技術の開発も急がなければならない。