

解説 1

GTL技術の動向

日本GTL技術研究組合 技術開発本部長 おおさわ のぶゆき
大澤 伸行



1. はじめに

ここに来て、GTL (Gas to Liquids) が再び注目されている。北米において非在来型天然ガスであるシェールガスの生産が伸び、天然ガス価格 (Henry Hub Natural Gas Price) が低下し、高止まりの原油価格との価格差が大きくなり、液化することのメリットが大きくなったためである。

本報では、現状の世界のGTLプロジェクトの動向、そしてGTL技術の開発意義に立ち返り、その意義を確認した上で、国内で進められ、先ほど実証研究を終えた日本GTL技術研究組合の国産GTLプロセス (JAPAN-GTLプロセス) 技術開発への取り組みについてその成果を交えて報告する。

2. GTL 技術の概要

(1) GTL とは

GTL とは、①天然ガスから合成ガス (H_2 と CO の混合ガス) を作り、②この合成ガスを FT (Fischer-Tropsch) 合成反応により FT 合成油とし、③更にこの合成油を水素化分解・精製 (アップグレーディング) することで最終製品を製造する製造技術および製品の総称である。GTL 製品は、硫黄分や窒素分を含まないクリーン燃料として、また、将来の高性能潤滑油基油としての用途が期待されている。

図1に、各工程の反応を模式的に示した。合成ガス製造工程で生成された CO と H_2 の合成ガスは、FT 合成工程で合成され FT 合成油となる。C 鎖 (炭素鎖) の長さは 5 ~ 100 と広い範囲で分布するが、長鎖のものはワックスであり、長鎖を生成する触媒が高性能とされ、商業プロセス用高性能触媒の開発が求められている。これは最終製品の選択性を高めるためであり、一度ワックスを生成して、これを分解したほうが、最終製品の選択率制御が容易であり、後段の水素化分解工程 (アップグレーディング) と組み合わせる方法が現在採用されている (低温 FT 法)。C 鎖の長さにより、ナフサ、灯油、軽油、さらには潤滑油留分が生成される。

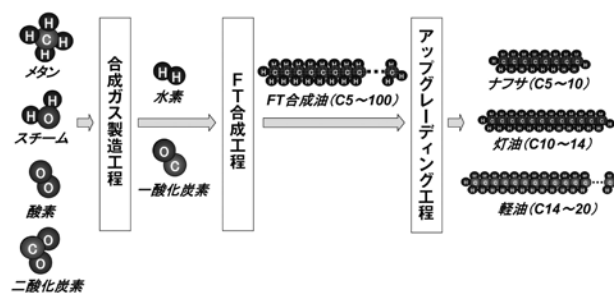


図1 FT 合成各工程反応模式図

(2) GTL の歴史

GTL 技術のキーテクノロジーは FT 合成技術であり、その歴史は古く、1923 年のドイツまで遡ることになる。1920 年代のドイツは石油資源が乏しかったが、石炭には恵まれていたことから、この技術が開発された。この合成反応は、その開発者であるフィッシャー (Frans Fischer) とトロプシュ (Hans Tropsch) の名前を取り、FT (Fischer-Tropsch) 反応と命名され、現在にまで至っている。第 2 次大戦中のドイツ、日本において、それぞれ製造プラントが建設され、石炭から液体合成燃料を製造した歴史があり、ドイツでは 16,000 B/D、日本ではドイツからライセンスを受け、北海道人造石油 (株) の滝川工場で 1,500 B/D (240 KL/日) のプラントの運転実績が残っている。

その後、南アフリカではアパルトヘイト政策の下で孤立し、石油の輸入ができない状況からサソールが 1955 年、石炭を原料として 8,000 B/D の合成燃料の製造を開始し、以降、技術改良を重ね、規模を拡大し、現在の商業レベルの技術、規模、実績を持つに至っている。

(3) GTL プロセス

各社の保有する GTL 技術の完成度を表1で比較する。最も完成度の高いのはシェル、サソールであり、すでに商業段階に到達している。それに続くものが実証機、またはパイロット機レベルである。近年は CompactGTL や Velocys のようなコンパクトタイプの反応器を利用した小規模プロジェクトを目指した技術が開発されている。GTL 技術は石油代替燃料ソースとしてのガス資源を確保するための重要な戦略技術であるため、サソール、シェルは他社への技術供与を行っておらず、この技術を保有するためには、独自の技術開発が必要である。

4. 国産 GTL 開発への取り組み

4. 1. 研究開発の意義

このような状況下で、国内ではこれまで日本 GTL 技術研究組合が JOGMEC と共同で、独自の国産 GTL 技術の開発を進め、このたび実証研究を成功裏に終えた。ここで、改めて GTL 研究開発の意義について考えてみたい。第一に資源確保という観点が考えられる。石油、ガスの権益取得のためには、資源保有国により大きな利益をもたらすことが必要である。現在、天然ガスは LNG として大きな市場を持っているが、常に資源の価値を高く維持するためには、天然ガスを LNG 以外にも使えるようにすること、すなわち市場が広く、付加価値の高い液体燃料化技術が必要になる。資源輸入国である日本にとっては、液体燃料化技術を持つことが、石油代替燃料ソースとしてのガス資源を確保するために、重要な戦略といえる。

また、この技術は戦略技術との位置づけから、サソール、シェル等は他社への実施許諾を行わない方針を採っている。そのためにも、独自の技術開発が必要になっている。



図 3 日本 GTL 技術研究組合の概要

4. 2. JAPAN-GTL 技術の開発経緯

JAPAN-GTL 技術の研究・開発の経緯を図 4 に示す。一連のプロジェクトは 1998 年度に実験室レベルの研究に端を発し、2001～2004 年度には北海道苫小牧市勇払でパイロットスケールの研究を行い、2003 年 9 月に 7 B/D の生産に成功した。今回の実証研究では、この技術を基に新潟に 500 B/D (80 KL/日) の実証プラントを建設し、2009 年 4 月から実証運転を開始した。図 5 に実証プラントの完成図を示す。

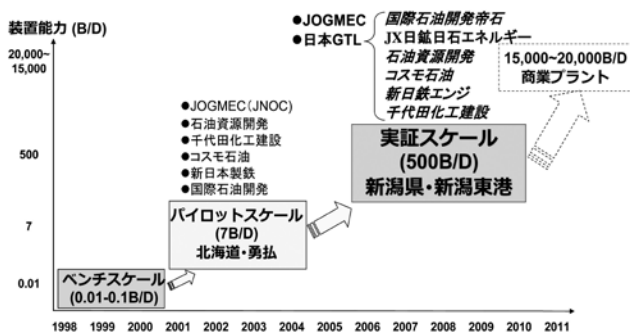


図 4. JAPAN-GTL 技術の研究・開発の経緯



図 5 実証プラント完成図

4. 3. JAPAN-GTL 技術の特徴

JAPAN-GTL プロセスの特徴は、図 6 に示すように合成ガス製造工程に、炭酸ガス・水蒸気改質法を採用しており、CO₂ を改質材とするため、CO₂ を含む天然ガスから CO₂ を予め除去せずに、そのまま利用できる世界初の画期的な技術である。そのため、既存の GTL 技術で必要であった原料中の CO₂ 除去工程が不要である。また、酸素製造プラントも不要であるため、投資コストを削減することができ、経済的優位性を持つ。また、CO₂ を多量に含むために未開発のまま放置されているガス田の開発、生産を促進することも可能と考えられる。



図 6 JAPAN-GTL プロセスの特徴

FT 合成工程はこれまで実績は多くないが、温度制御性が高く、大型化が容易であるというスラリー床反応器を採用しており、これまで実用化が難しかった気液固 3 相系のシミュレーターを開発し、将来の商業プラント設計を行うこととした。触媒は Co 系触媒を使用している。

アップグレーディング工程では、FT 合成で得られた合成油を、ナフサ、中間留分、Wax に分留し、水素化精製する。Wax の水素化分解では、触媒担体を最適化することで他社よりも分解率の高い高活性触媒が開発されており、灯油選択性も高い。

4. 4. JAPAN-GTL 実証運転の結果

2009年4月、実証装置に原料ガスを導入し、各装置の稼働を順次開始。2009年6月には装置能力100%の500 B/Dを達成し、その後2011年までの3年間の実証運転で商業装置設計に必要なデータを採取し、2011年12月に実証試験を終了した。この間の累積運転時間は14,476時間、連続運転時間は3,139時間（FT合成工程）を達成し、個々の性能目標も全て達成した。

実証運転の運転目標は表2に示すとおりである。

表2 実証研究の目的および研究目標

- ・ 目的：商業規模で技術的、経済的に利用可能なGTL技術を開発
- ・ 研究目標：
 - 累積運転時間： 6,000時間
 - 連続運転時間： 3,000時間
 - 性能目標：
 - ① 合成ガス製造工程
 - 炭化水素転換率(平衡到達率)： 100%
 - ② FT合成工程
 - CO転化率(総合)： 90%以上
 - 連鎖成長確率(α)： 0.90以上
 - ③ アップグレーディング工程
 - 灯油収率： 60%以上
 - 商業プラントの技術パッケージ（PDP：Process Design Package）作成
 - 商業プラントに適用可能な運転マニュアルの作成

5. まとめ

GTL技術はエネルギー資源確保の手段として重要な戦略技術といえる。技術的にはカタールでの複数プロジェクトの成功が示すように、ほぼ成熟の域にあると考えられる。国内においても日本GTL技術研究組合を中心に開発したJAPAN-GTLプロセスが実証研究を終え、次段階の商業化に向け活動を進めている。

しかし、その経済性は原料ガス化、製品（原油）価格、そしてプラントコストに大きく影響されることも事実である。そのため、多くのプロジェクトが計画されては中断されるといった経緯を経ている。現在注目されているのは、非在来型天然ガスであるシェールガスを原料としたプロジェクトであり、北米各地で各社が計画検討を進めており、早期の実現が望まれるところである。