

【清水 固 オーラルヒストリーシリーズ】

HS-FCC 技術開発の歴史

清水 固、牛尾賢、藤山優一郎、吉原透容（監修）石油学会

HS-FCC は High Severity Fluid Catalytic Cracking の略称であり、高過酷度流動接触分解プロセスと和訳される。

日本石油、後年の日石/JX グループ¹は、1992 年ころから、中央技術研究所内で重油を過酷な条件下で大量の触媒と接触させて分解し、プロピレンやブチレン等のライトオレフィンや高オクタン価ガソリン等を生産するプロセスを研究していた。HS-FCC は、従来の流動接触分解 (FCC) とは異なり、ガソリンよりもプロピレン、ブチレン等の石油化学原料品の製造を主目的としたプロセスである。日石/JX グループはこのプロセスを着想し、パイロットプラントを経て商業規模での運転に成功し、そしてライセンサーとなった。

この画期的な成功の歴史を、清水固、牛尾賢、藤山優一郎、吉原透容の 4 氏が語った。

1. きっかけ

清水固氏は以下のように語る。

アラビア石油のカフジ油田利権契約更改交渉が行われているとき、1991 年に、通産省（現経済産業省）が精製業界に対サウジ協力施策を仕掛けてきて、「日本サウジアラビア石油」の構想が真剣な検討になりました。当時のアラ石の社長は小長啓一さん、元通産省次官で若い頃田中角栄のかばん持ちをやった人で、1989 年、アラ石に副社長で天下りした。この「日サプロジェクト」は 1991 年 5 月に新聞にすっぱぬかれました。

この検討では、わたくし清水は日本石油精製(株)（以下、「日精」と略称する）社長だった山本二郎さんの下で、この構想のために働きました。他方、日本鉱業(株)の笠原社長は野見山さんを窓口にしていました。日鉱の笠原さんと日精の嶋村さんは仲が良かった。日本側はアラ石も入った 3 社の共同検討でした。

「日本サウジアラビア石油」（以下、「日サ石油」と略称する）構想は、日石精室蘭製油所と日鉱知多製油所を新会社日サ石油の所有とし、そこにサウジが資本を入れる、というアイデア。サウジ側の交渉トップはナーゼル石油鉱物資源大臣でした。この構想はトップシークレットで、交渉の場所も秘密に隠れました。早朝にホテルで会議をセットするとか。

役所は一生懸命だったがサウジ側はそれほどでもなく、威張っていました。結局、ナーゼル大臣の意向が、日本での精製ビジネスの儲けに関係なく「日サ石油」からのリターンをコ

¹ 同社はたびたび社名変更がなされているため、本稿では数か所「日石/JX グループ」と略称した。

ミットしろ、というところにあったため、93年11月、交渉はご破算となった。

ただ、サウジアラビアと日精との関係には後日談があります。

わたくしはそのころ資源エネルギー庁石油部の精製課長に、HS-FCC 構想を持ちかけていました。その際、「石油業界は目下不況なので、この構想の研究開発資金は日石/JX グループとして出しがたい。しかしながら、将来性のある有望な構想なので、研究開発資金を、全額、(財)石油産業活性化センターJPEC で負担して欲しい」とお願いをした。しかし、JPEC 資金を使用する場合は1/3は自社負担が原則だ、と断られていました。

しかし、その後課長から電話が入り、サウジとの共同研究で、サウジ現地で研究開発を実施するならば許可できる、と持ち掛けられました。通産省はHS-FCC を、アラ石の権益延長問題と絡めて日サ協力関係構築ネタとして着目したわけです。サウジアラムコのラス・タヌラ製油所に100%政府補助金で、このFCCのパイロットプラントを建設し、運転資金まで面倒を見てくれる。つまり、日石の社員が、のべ20-30人動員されて、給料も全額、数年間、国が持つ、という話です。ただしサウジのKFUPM 大学 (King Fahd University of Petroleum and Mineral) との共同研究とする、という企画でした。

私は日精の山本二郎社長にこの話をもっていったら、とりたてて興味を示してくれなかった。ところが当時の石油業界は経営が悪い時期だったので、やがて日石の人事のほうから私に、是非進めてくれ、人件費をサウジ/日本政府が全額持つてくれるという話だから、と頼んできました。これが社内でプロジェクトが前に進んだ主因です。

ただ、大きな危機もありました。2003年5月から11月にかけてリヤドその他で爆弾テロ事件が起こっています。翌年の5月、日石の中央技術研究所の社員の宿泊施設に、テロリストが入って来た、じっとして動かなかったもので助かったのだ、とか・・・

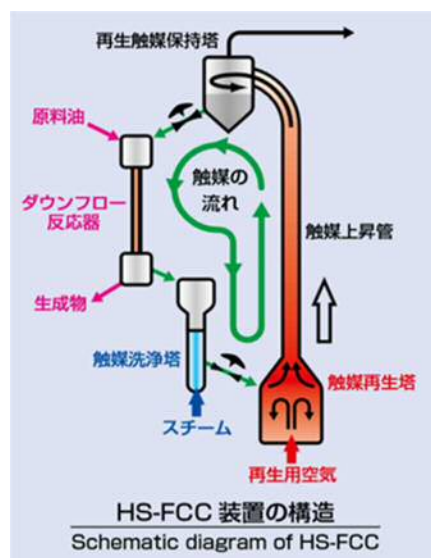
2011年、水島製油所にこの装置が里帰りしてきました。3,000BDの規模です。が、プロピレンの時代はもはや過ぎてしまって・・・

2. 高過酷度流動接触分解プロセス検討の概要

2.1 技術の概要

以下、JXTG エネルギー(株) 中央技術研究所パンフレットより引用する。

高過酷度流動接触分解 (HS-FCC) プロセスは、重油を過酷な条件下で大量の触媒と接触させて分解し、プロピレンやブチレン等のライトオレフィン、高オクタン価ガソリン等を生産するプロセスです。特にこれまでの流動接触分解 (FCC) プロセスとは異なり、ガソリンよりもプロピレン、ブチレン等の石油化学品の製造を主目的としており、現在進行している燃料油から石油化学品への製品需要構造の変化に対応できるプロセスです。



HS-FCC プロセスでは、選択的にライトオレフィンを生成させるために、特別な触媒と重油を、高温、短時間で反応させることが求められます。これを達成するため、従来の FCC プロセスと異なり、重力と同じ方向に触媒と重油が落下しながら反応するダウンフロー型反応器を採用しています。ダウンフロー型反応器では、重力に逆らわないため反応器内での逆流が起きず均一な流れになります。この結果、反応選択性が従来の FCC より大きく向上し、ライトオレフィンを高い収率で生産できます。

当社水島製油所で能力 3,000 バレル/日の実証化プラントの運転を 2011 年から 2014 年まで実施し、現在は早期商業化に向けて検討している段階です。

2.2 グローバルな開発体制に発展

以下、JX エネルギー(株)広報資料 (2010 年 6 月 7 日) より引用する。

【高過酷度流動接触分解 (HS-FCC) プロセスの普及促進について】

当社(社長:西尾進路)は、高過酷度流動接触分解 (HS-FCC: High Severity Fluid Catalytic Cracking) 技術の共同所有者であるサウジアラビアのキングファハド石油鉱物資源大学、サウジアラビア国営石油会社、ならびに、従来型の流動接触分解 (FCC) プロセスのライセンスであるアクセス社およびショー・ストーン&ウェブスター社² (SS&W) と、HS-

² アクセス (AXENS) 社: フランス国営石油研究所 (IFP: Institut Français du Pétrole) の 100% 子会社。IFP が開発した石油精製・石油化学向けのプロセス技術のライセンス、触媒の販売を実施。FCC プロセスについて多くのライセンスを持つ。

ショー・ストーン&ウェブスター (SS&W: Shaw Stone & Webster, Inc.) 社: 米国のスチームクラッカー (エチレン製造装置) 大手ライセンスであり、FCC プロセスについても多くのライセンス実績あり。

なお、AXENS 社と SS&W 社は FCC 分野ではアライアンス関係にあるため、日石グループの HS-FCC についても、このアライアンス関係を活用し、プロセスの普及促進を図った。

FCC プロセス普及促進のための協力体制を構築しましたので、お知らせいたします。

HS-FCC は、従来型の FCC がアップフロー（重力に逆らう流れ）であるのに対し、重力に逆らわないダウンフローを採用することにより反応時間の均一化が図られることで、プロピレンや高オクタンガソリン等を高収率で生産できる画期的な技術です。この HS-FCC 技術に従来型 FCC ライセンサーが保有する触媒循環・再生技術等を組み合わせることで、最適な HS-FCC プロセスを構築し、その普及を図っていくことが今回の協力体制構築の目的です。6月6日には、サウジアラビア国営石油会社本社にて、各代表が集まり今後の普及活動やスケジュールについて意見交換を行いました。

現在、当社グループ精製部門である新日本石油精製株式会社（社長：大野 博）の水島製油所（岡山県倉敷市）では、経済産業省の公募事業として、3,000 バレル/日の HS-FCC プロセス実証化研究装置を建設しております。この実証化研究装置は、日量数万バレル/日規模の商業化装置設計のための技術を確立することを目的としており、2011年5月より研究運転を行う予定です。

今後、この実証化装置による事業実施と、今般の普及促進体制の整備により、早期に商業化装置が建設運転され、HS-FCC プロセスが普及することを期待しております。

【HS-FCC 技術開発に関するこれまでの主な経緯】

- 2000年～2004年 （財）国際石油交流センター（JCCP）の技術協力事業として、キングファハド石油鉱物資源大学、サウジアラビア国営石油会社と、サウジアラビアにて、30 バレル/日の小規模装置の建設運転を実施
- 2007年～2008年 （財）石油産業活性化センター（JPEC）の技術開発事業として、3,000 バレル/日の実証化装置の設計を実施
- 2009年～ 経済産業省の公募事業として、3,000 バレル/日の実証化事業を継続
- 2009年10月 新日本石油精製株式会社の水島製油所にて、3,000 バレル/日の実証化装置を着工

3. HS-FCC プロジェクトを語る

3.1 発端

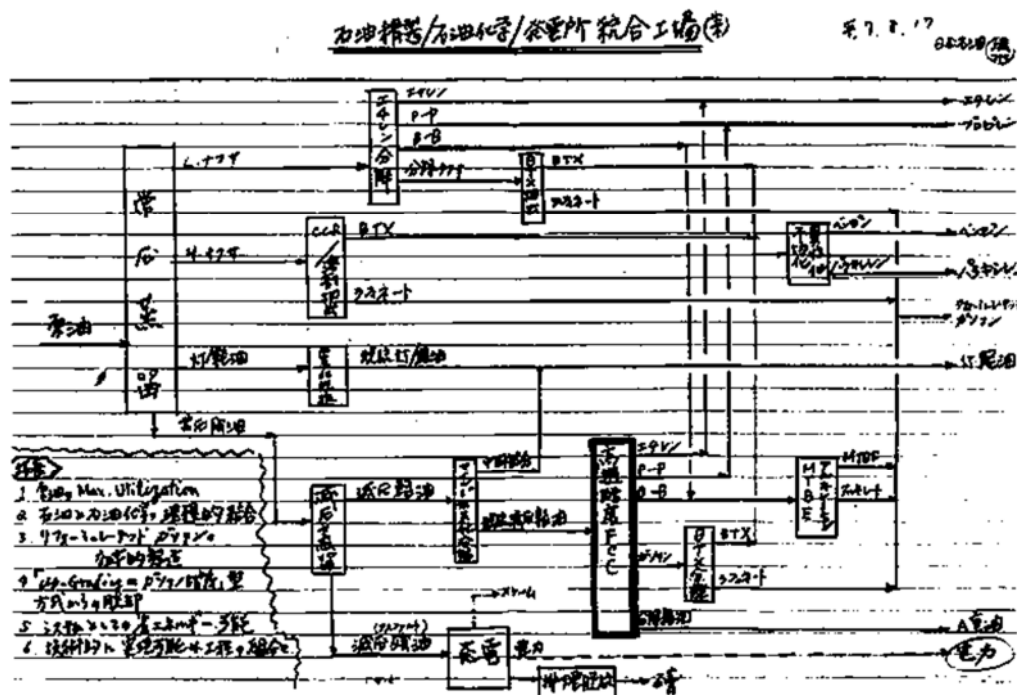
日本石油の中央技術研究所が横浜市本牧の地で発足したのは1971年に遡る。

藤山優一郎氏は1990年日本石油に入社。1995年に牛尾賢氏のもとで HS-FCC 研究プロジェクトに配属となった。当時、中央技術研究所は本社直属の組織であり、藤原康雄所長の下、4研究室からなっていた。石油製品および石油精製プロセス・触媒の研究開発を行っていたのがエネルギー研究室（通称 E 研。現在の燃料研究所に当たり E1～E3の三つの研究グループから成っていた）で、牛尾賢氏が室長を務めていた。牛尾氏は E3 グループリーダーも兼務していたが、E3 グループでは当時、FCC のほかに VGO 水素化分解や軽油深度脱硫についてもプロセスおよび触媒の開発を行っており、研究対象は多岐にわたっていた。い

くつかは商業化され、石油学会賞、野口記念賞、技術進歩賞の荣誉に輝いていた。このような状況下で、HS-FCC プロセスおよび触媒の研究開発は、井野氏（触媒、プロセス開発担当）をプロジェクトリーダー、藤山氏（プロセス開発担当）をサブリーダーとする総勢7名の陣容で開始された。

当初はこの新プロセスを「QC-FCC」 Quick Contact FCC と呼んでいたが、「Contact は Stone Webster のプロセスと間違える」、QC は「休止 FCC」につながる」と、いろいろな意見が出て、そこで HS としたが、HS は、Hard Shimizu（清水固）ではないか、とか「ハイサル FCC か」とか、いろいろな話しになった。

当時清水固氏は 58 歳。日本石油精製の常務取締役役に昇格する直前であったが、そのとき既に個人の腹案として、HS-FCC プロセスを取り入れた製油所と石油化学工場の統合、さらに製油所敷地内での発電ビジネス（パワーリファイナリ）の構想を抱いていた。



(出典：清水固)

HS-FCC プロジェクトは、日石グループ内で支持を得るのに難渋した。研究畑の井野氏と藤山氏が社内の製造系に持ちまわると、「なぜ、ガソリンをつぶして LPG を造るのか？ありえない」という反応であった。つまり、1995 年当時は影も形もなかったプロセスだった。

清水氏はそのころ、「日サ石油」の余韻の残る中、通産省の提案に呼応して、このプロセス開発をサウジ協力案件に仕立て、通産省の補助金により進めようとした。が、製造部門には受取り手が見つからないので、中央技術研究所に引き受けてもらおうとした。しかしここで組織上の問題があった。すなわち研究所は日本石油に所属している。清水氏は日本石油精製所所属であり、直接研究所とは話す権限がない。そこで清水氏は山本二郎日精社長を介して日石に話を持って行った。その際に、補助金を貰えると人件費が浮く、という論点を出した。ここで日石の人事部門が、是非進めてくれと頼んできた。日石グループは当時業績が振るわず、政府による人件費の補てんを歓迎した。日石社内では人事部が力を持っているので話が前に進んだ。

他方で当時の中央技術研究所所内の考え方につき、牛尾賢氏は以下のように振り返る。

1994年当時、中研のFCC研究では残油分解用FCC触媒、FCC触媒磁気分離技術の開発などが終了し、次のテーマを模索していた。そういった中でJPECの委託研究として開始したのが、イソブテンの増産型FCC触媒の開発であった。イソブテンはアルキレートガソリンの主要原料であり、また、将来大幅な需要増が見込まれていたオクタン価ブースターであるMTBE、ETBE等の主要原料でもあった。しかしながらFCC反応においては、イソブテンの生成割合は主として熱力学的平衡関係で決まるため、イソブテン選択性の高いFCC触媒の開発は難しい課題であった。このような状況下、プロピレン増産のための超過酷度FCC技術開発の提案が清水氏から持ち込まれた。

清水氏からHS-FCC構想を聞いたとき先ず頭に浮かんだのが、中研のこれまでのFCC関連研究の経験、実績から判断して、果たして清水氏や会社の期待にどこまで応えることができるかという疑問であった。

固定床反応であればいくつかのプロセスおよび触媒開発の経験と商業化の実績があったが、FCCのような流動床に関しての経験は乏しかった。ただし、当時、他の目的で1BD規模のFCCパイロット装置を中研構内に保有しており、その運転実績もあったので、FCCプロセスの研究開発を行う素地はあった。このような状況下で清水氏からHS-FCC技術開発の話が持ち込まれた訳で、中研としては大変魅力的な話に映ったことを記憶している。

また、日石グループの全製油所を統括する日精幹部である清水氏からの提案は、大変重みのあるものであった。と言うのも、たとえ中研の発案で有用な石油精製技術の開発を行っても、製油所に理解してもらい、採用に至るまでには大変な時間と労力を要するのが通常であった。これが清水氏の提案であれば、氏のリーダーシップにより現場の理解と協力が得られ易くなるとの期待感もあった。

3.2 HS-FCC技術の核心

ダウンナー型という革新的な着想と、実用化に向けた設計作業の進行について、以下、牛尾

氏が振り返る。

通常の FCC では、ガソリンや LCO（灯軽油留分）を製造することを目的とするが、HS-FCC では反応条件を過酷にすることにより、これらをさらに分解してプロピレンやエチレン、ブテンなどのライトオレフィンを製造することを目的とする。しかしながら、この場合、二量化反応、水素移行反応などの二次反応が併発して、生成したプロピレンの一部を芳香族化合物やコークとして失うことになる。これを防ぐためには、反応条件の正確な管理が必要であり、特に原料油と触媒との接触時間の厳しい制御が求められる。

ところが、通常の FCC（ライザー型）では、構造上、触媒および原料油の逆混合が避けられないため、接触時間には、ある分布が生じてしまう。これを防ぐには触媒を下向き（重力方向）に流すダウナー型が好ましい。元々 FCC の反応は、名前通り反応塔で行われていたが、高活性触媒の出現により、触媒を再生塔から反応塔に運ぶ役割であったライザーにおいて行われるようになった。そしてこのライザーは、名前の通り触媒流れが上方向であったために、いわゆるライザー型反応器となって今日に至った。

研究所が新しい FCC プロセスを開発するというからには、当然のことながら、新規性と性能上の優位性が求められ、これらの点からもダウナー型は有力な候補となった。

しかし、ダウナー型には重要な検討課題があった。それは、下方向の流れの場合、重力加速度により触媒の落下速度が大きくなり、目標である滞留時間を 0.5 秒程度に保つには反応器の高さが長くなりすぎることであった。ところが、反応条件下での触媒粒子の終末速度を計算して見ると、意外と小さく、触媒はガス化した原料油の流れに乗って一体となって落下する様子が描けた。このようにしてダウナー型リアクターの着想が生まれた。

なお、ごく初期の段階ではあるが、ナフサクラッカーにヒントを得て横型のリアクターを検討したこともあった。しかし、超過酷度 FCC では、ナフサクラッカーと違って、原料油に加えて固体触媒も一緒に流すので、横型の反応塔内部で流れが不均一となり不適當であると判断された。

以下は、藤山優一郎氏(日石/JX グループ中央技術研究所)の解説をもとに、HS-FCC の技術解説を書く。(藤山氏は、1990 年、日本石油に入社した。1995 年に HS-FCC 研究プロジェクトに配属となった。)

触媒には FCC 触媒を改良した酸密度の低いゼオライトを採用することで、オレフィン収率を低下させる原因となる水素移行反応を抑制できる。これによりライトオレフィンの収率が上がる。但し、プロピレンとブチレンの間でのイールドコントロールはできない。ここは確率論で決まる。

触媒は 2 種類を組み合わせる。主触媒のゼオライト上の酸密度を低くして二分子反応である水素移行反応を抑制した。

酸密度が低いことから、従来型触媒に比べて分解反応活性は低い。そこで反応温度を600℃の高温にし、張込み油あたりの触媒量を大量にした。従来型 FCC では、油/触媒比率（重量比）が1対7くらいであるが、HS-FCC ではこの3倍程度とする。こうすると接触断面が広がる。これで主触媒の活性の低さを補った。

ライトオレフィンの高収率化に貢献している要素として、従来のライザー型 FCC との比較では、大まかに、ダウンフローの設計が1/3、触媒開発が1/3、反応条件の最適化が1/3と見ている。既存の FCC をダウンフローに改造することも技術的にはできよう。現に、FCC 技術のライセンスであるアクセンス（AXENS）社が図面を書いている。

3.3 日本政府の思惑と支援

HS-FCC のプロセス開発および実証試験にあたって、長期にわたる国家資金補助が活用された。

まず1994年以降、経済産業省管轄の石油産業活性化センター（JPEC）が触媒開発および反応条件の最適化などの基礎研究費用を2/3補助した。最初のアイデアはイソブテン増産をめざす触媒開発だった。イソブテンをアルキル化すれば、ガソリン基材のイソオクタンができる。ところが、触媒開発の目的が、次第に、ライトオレフィン増産/HS-FCC プロセスへと変わっていった。

1996年以降、HS-FCC プロセス開発に移行するが、この時点で、通算省内でアラビア石油カフジ油田の権益延長課題と、HS-FCC 研究開発への支援課題が交錯した。結果、サウジ国内の研究機関を巻き込んで研究開発を行うことが決まった。この事業には100%の国家補助が得られた。

3.4 サウジでの30BDデモプラント

以下、藤山氏の語りに依り記す。

JPEC は通産省の意を受けて、1996年よりサウジ側キングファハド石油鉱物資源大学（KFUPM³）と日石の共同研究を立ち上げた。KFUPM はダハラーンに位置し、同じダハラーンに本社を構えるサウジアラムコ社とのつながりが極めて強い大学で、同社にはこの大学出身者が多い。サウジ国内では一番の大学がリヤド大学、理工系では KFUPM が一番とされる。KFUPM 側の共同研究主幹者はハミール・ハミッド先生で、この研究の進捗をアラムコ内の卒業生ネットワークに繋いでいった。

3.4.1 共同研究の運用

³ King Fahd University of Petroleum and Minerals (KFUPM) was officially established by royal decree on 5 Jumada 1, 1383 (23 September, 1963). The first students were admitted a year later, on 23 September, 1964, a total of 67 young men enrolled when it was called the College of Petroleum and Minerals (CPM)

共同研究は2拠点で進めるルールだった。日石がリアクターの設計検討を日本国内で進め、触媒反応に関わる部分はKFUPMの担当とした。日石社員がサウジのダハラーンに長期派遣された。

まず、日石サイドの研究テーマについて。

反応器内部での触媒と石油の交わる挙動が判らない、これが主要課題だった。そこでプラスチック容器の中で、30BDを連続運転できるコールド・フローモデルをつくって、観察した。触媒を入れ、油の代わりに空気を流して観察した。反応塔の径は10センチ内外、20メートルの高さだった。この装置でダウンフローの中に、どのように触媒を落とすか、油をフィードするか、触媒を即時に外す方法などのデバイス開発をし、検証した。また、中央技術研究所にアップフローのパイロットプラントがあったので、ダウンフロープロセスの挙動との比較検証を行った。

他方でサウジ側のパイロットプラントは0.1BDの規模で、実際に分解反応が起こる、実運転に近い条件で動かした。この装置の設計には難渋した。まず、日石はアメリカのザイテルという小型機器メーカーが、グレース・ダビソンとOEM契約を結び、0.1BDパイロットプラントを製作した。リアクターの径は6ミリと10ミリの小さいものだったが、これが期待通りに動かない。触媒が廻っていない。ここで研究所のベテラン山本俊一氏が設計に参加して、圧力バランスの設計を見直しはじめた。ホッパーを追加して、ホッパー中で窒素を触媒から分離して圧力バランスをとるなどの検討を続けて、メーカーとともにこの装置を完成させた。

0.1BDパイロットプラントの運転と実証研究では、日石グループから井野、奥原、池田の3人がダハラーンに入り、共同研究に従事した。KFUPM側の研究現場ではサウジナショナルの大学職員スタッフに加えてインド、パキスタンのエンジニアが協力していた。日サ共同研究の結果、ライトオレフィン収率が約20mass%と、従来型FCCの4倍に達し、研究の継続が決まった。

1998年、KFUPMではこの0.1BDのパイロットプラントのオフィシャルな起工式が行われ、ナイミ石油大臣が来られた。日本側は高野大使⁴が来られた。

3.4.2 サウジでの研究の進展

2000年以降、研究開発は第2期に入った。

KFUPM、サウジアラムコ社および日石グループの協力体制が成り、サウジアラムコのラス・タヌラ製油所の敷地に30BDのデモプラントを建てることになった。ラス・タヌラは、KFUPM大学のあるダハラーンから100km北方に位置する。30BD規模のデモプラントは、重油を毎日ドラム缶20本消費する。こんな規模の実験は大学では無理だった。したがって

⁴高野幸二郎駐リヤドサウジアラビア全権大使 1997-2000

サウジアラムコと同社の研究スタッフを巻き込まねばならなかった。

このデモプラントの設計／建設は千代田化工が請け負った。同社の進言で、サウジ現地で建設する前に、一度、2002年に横浜製造所（旧日精横浜製油所）で組み立ててみた。そして運転条件を実プロセスにあわせて触媒に700℃まで熱を付け、ホット循環させて、テスト運転した。その結果、熱をつけると30メートルのカラムが数十センチ伸びるので、反応塔と触媒再生塔との間の接合部分にひずみが生ずることが観察された。逃がしを計算して設計していたはずだったが、トラブルが見つかったためにもう一度プラントを分解して、必要箇所を修正したうえで、いよいよサウジに移送、ラス・タヌラで組み立てた。

製油所敷地内の端の内陸のほう、ローリー積場の近くにサイトが与えられ、原料タンクと半製品タンク、計器室などが建てられていった。デモプラントの完成は2003年6月である。張込み油は、当初、ラス・タヌラ製油所から供給される未洗減圧軽油（VGO）を使った。分解ガスは、回収するには少量すぎたので無害化して焼却した。

デモプラントでの実証実験は2003年10月から2005年3月まで続き、研究のターゲットとしたライトオレフィン収率が達成され、成功を収めた。FCCは大量の粉末状触媒を高温で流すため金属の機器内面が摩耗するエロージョンと呼ばれる現象が発生する。このため通常はライニングと呼ばれる耐火材を機器内面に張り付ける。実はこの30BD装置は、規模が小さすぎるゆえ内部のライニングをしていなかった。そのためエロージョンが発生するであろう部位は予想していた。運転終了後に機器を開放してみるとエロージョンの発生箇所が見つかったが、それは想定の範囲内だった。

なお、2000年のJPECの組織替えに伴い、HS-FCCの支援体制が（財）国際石油交流センター（JCCP）に変更されている。JPECの技術開発事業からJCCPの海外技術協力事業へと型式を変えて支援が続けられた。

3.4.3 現場でのオペレーション

以下、藤山氏と吉原氏の語りに依り記す。

現地では井野プロジェクトマネージャが、サウジアラムコとKFUPMとの調整を始めていた。サウジアラムコ側は、プロマネがアメリカ人のトム、このひとは「アラムココンパウンド」に住んでいた。次席がムーサ。KFUPM側ではプロマネがハミッド、次席がラハトだった。

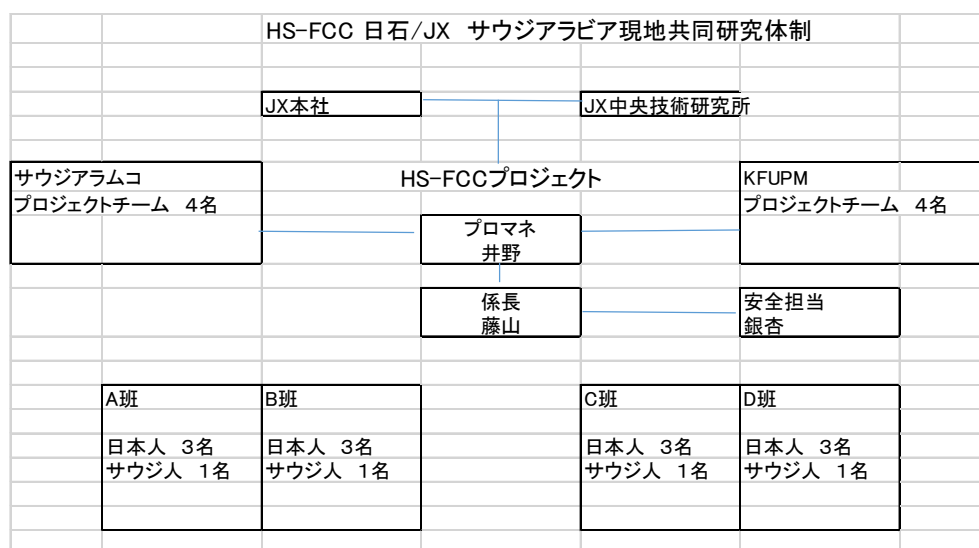
デモプラントの運転のために2003年9月、日石/JXグループの15名がサウジに赴任した。中央技術研究所からは、プロマネの井野氏以下、若手を含めて6名が参加した。

他の9名は、室蘭製油所のオペレーターであった。室蘭製油所長から中央技術研究所長に、短期間で成果を出すには、一か所の現場から集まった方が、チームワークがよくなる、というアドバイスがあり、結果、これが成功した。とりわけ、オペレーターを統率する“面倒がちゃんと見れる、親分肌の、でも、仕事に熟達していて、ごまかしのきかない”銀杏氏

の人選が鍵だった。銀杏氏は室蘭製油所にて、現場の班長から製油所の人事関係に配置転換し、再び現場に係長として戻った。大変にひとを束ねる力があつた。2003年時点で56歳。実際のところ、当時の岡崎中央技術研究所長が銀杏氏の人柄に白羽の矢を立てたために、室蘭製油所からごっそりオペレーターが動員された、という側面もある。ラス・タヌラに入る4人の班長は、ともに室蘭の現場でよく知っている間柄。これで“室蘭のやりかた”で、気心が知れるチームができた。

室蘭のチームは、サウジへの渡航に先立ち、2002年9月には横浜製造所に転勤して、訓練に入った。製造所でプレのデモプラントの建設に立ち会ったあと、4、5カ月間、触媒をホット循環させて運転経験を積んだ。とりわけセパレータの分離性能を確認したかった。この準備運転にはサウジアラムコとKFUPMのスタッフが2週間、見学に来ている。

日石/JXグループのサウジ現地チームは15人だった。プロマネの井野氏、次席が藤山氏、藤山氏の補佐のHSEマネージャとして銀杏氏が入った。銀杏氏がプラント担当、オペレーターたちのボス役だった。プラントの運転は4直2交代勤務制で4組。各組は日本人3人プラス、サウジ人1人の構成だった。日本人は室蘭出身者が9人、中央技術研究所の大卒組から3人。



ラハト氏という KFUPM チームのサブを務める研究者がいた。40代のパキスタン人で、時々現場に来て、まじめに学んだ。このひとは KFUPM の学寮に家族と一緒に住み、子供が7、8人いる大家族だった。日本人を夕食に接待してくれるような人柄だった。ラハト氏はその後も FCC 関連の研究を続け、2010年には JCCP 事業のスポンサーを得て、KFUPM で触媒評価装置を導入するために、中央技術研究所に2週間滞在し、旧交を温めた。吉原氏は、この装置の導入に際して、この翌年、サウジに1週間出張している。

3.4.4 サウジでの仕事



当時、ラス・タヌラの施設の中に入構するのは、セキュリティがたいへんだった。毎朝、ゲートカードが必要で、ゲートは2か所あった。警備員は銃を持っている。カードを家に忘れたら絶対入れない。ゲートカードを作るのに両手の指紋を登録する。ところが室蘭の銀杏さんは、働き過ぎで指紋がかすれてしまっていて、登録できない。

指紋登録の係員がゲラゲラ笑いながら部屋から出て来た。「こんな人見たことがない」とのこと。そこで銀杏さんは特例扱

いになって、「指紋がない」という医者診断書をリヤドに送った。他のメンバーより早くゲートカードができた。

HS-FCC デモプラントサイトのゲートは、ラス・タヌラ製油所本体のゲートとは別にあった。まず、両サイトが共有する最初のゲートを通ると、そこで、それぞれのサイトに向かって別々の車に乗る。そして、デモプラントに入るための第2のゲートは、日石/JX チーム専用で、ここでもう一度チェックを受ける。サイトはフェンスで囲っている。従って日石/JX チームはラス・タヌラ製油所には入れない。製油所にカメラを向けてもいけない。

30BD デモプラントの運転開始、油を張り込む、すなわち initial feed-in の際にトラブルが起こった。フィードインしようとしたら、ラス・タヌラ製油所からもらえるはずの張込み油が、デモプラント側のバッテリー・リミット（プラント境界）に届いていない。アラムコ側のいろいろな部署に電話をかけた結果、VGO は製油所側からローリーステーションまでラインで届いていたが、ステーション側のバルブを開けていなかった、と判明した。「バルブは3メートルの高さのラックの上にあるので、会社の規定で足場を組まなければならない。足場は、明日、組んで・・・」ということで、スタートアップが延期になった。

まことに、インシャッラー（アラーの思し召し）、ボクラ（明日ね）、の時間感覚だった。日本の本社では、今、スタートアップの成功の報告を待っている。本社に事情を説明するのに困ったが、本社側の友井さんがサウジとのやり取りに精通しており、うまく処理してくれたので助かった。

吉原透容氏は2003年横浜に転勤してきた当時、26歳。日石/JX チームの中で最年少だった。室蘭製油所の水添分解装置や直脱装置のオペレーターを経験して、サウジ派遣チームに選ばれた。

吉原氏と藤山氏に、ラス・タヌラのデモプラントの運転の様相を語っていただいた。

2003 年秋からの最初の半年は、トラブル続きだった。何回ものイニシャルスタートアップを経験した。

まず、原料油をフィードするノズルが、繰り返し詰まった。あるいは、現地で再組み立てした装置は、シビアに保温を巻いていない工事だったもので、放熱が大きく、あるときサイクロンから触媒が戻るラインがコーキングを起こした。それで触媒が戻らない。いったんそうなれば、2、3週間の修理になる。デモプラントを建設した千代田化工が残って常駐してくれていて、フィリピン人のワーカーを6、7人、常時待機させて修理作業を引き受けた。さらに、附帯装置の簡易ボイラーが、突然、朝止まって、トラブったことがある。この時はドイツのメーカーから技術者を呼び、部品を調達せねばならなかった。

サウジならではのトラブルがあった。HS-FCC は触媒量が多いので、触媒の飛散も多い。プラント内の排水溝が飛散した廃触媒で詰り、サイトが水で溢れたことがある。バキューム車を手配すると、「2時間後に配置できる」との返答。ところが2時間たっても車が来ない。再度連絡すると「ちょっと遅れている」、「今日は、やっぱり無理だ」という。時間がルーズなのだ。しかたなく日石/JX チームが、スチームを突っ込んだりして排水溝を掻き出した。

デモプラントの毎日の運転は、日本での仕事の延長である。サイト内を見回しする、運転条件の変更、サンプル採取、ポンプの切り替え、機器のメンテナンス・・・簡易ボイラーや冷却塔もサイト内に置かれている。日報は日本語で書き、申し送りをした。

プラント内にガスクロマトグラフィーがあった。ガスのサンプリングラインからサンプルを採り、ガスクロにかける。運転条件は目的生産物であるライトオレフィンの収率でコントロールした。運転条件を変更するごとに、流量計を読んで、さらに蒸留ガスクロで細かなマテバラを算出した。ただし液留分の性状については詳細な試験をしていない。一部の留分サンプルは日本に送って細かい性状分析をしている。

出て来た油は、ラス・タヌラ製油所に引き取ってもらった。都度、製油所側に電話を入れて、バッチで送った。

研究環境の違いに難渋した。日本と違って、サウジの現場ではガスクロが不調になっても、簡単には買えない。機器メーカーのドイツの Innovative Labor System GmbH (ILS) に直接電話して、部品を個人輸入のかたちで取り寄せた。硫化水素の検知管も大学経由では買えず、個人輸入になるところだった。ところがいろいろ調べた結果、とある町の荒物屋で検知管を置いていることが分かったので自分で買いに行った。KFUMP のラボでも同じような愚痴をきいたことがある。大学側からのメンテナンス予算が絞られており、実験機器が動かない・・・KFUPM のラボの機器は最新のモデルが揃っていたが、日石/JX チームが使ったことがない機器なもので手が出ない。日石/JX チームの試験オペレーターは、インド、パキスタン、フィリピン出身者だった。真面目に仕事をしてくれた。

サウジ国内では、HS-FCC プロジェクトは日サ協力の成功事例として讃えられた。2003年10月から2005年3月まで続いたデモプラント実験期間中に、KFUPM 創立40周年の祝典が行われて、アブドゥラー皇太子（当時）が大学に来た。その時、このプロジェクトが大きく取り上げられ、おおいに褒められた。製油所では、皇太子がボタンを押すと通電し、HS-FCC デモプラントが起動するという演出をやった。

2004年2月、半年間の実証実験の後、デモプラントは本格的な定修に入った。

日石/JX チームもスタートアップの疲労がたまり、3月、4月を交代制で帰国休暇とした。4月は運転再開のための気密試験などを行った。そして5月に運転を再開したとたん、テロ事件に遭遇した。

3.4.5 サウジでの暮らし方

日石/JX チームの住居はアル・コバールに建つ外国人用の集合住宅「オアシスコンパウンド」だった。壁に囲まれ、入り口には警備員が立つ。

ここに単身者たちが住んだ。休みの日は、コンパウンドの中で午前中はテニス、ボーリング、午後はプールサイドで本を読みながら、ダラーとする。ボーイさんに頼めば、飲み物を持って来てくれる。室内でマージャンをする。

藤山氏ら3名は夫人帯同だったので、アル・コバールの別の家族用コンパウンド、「アルブスタン」に住んだ。ここは家はオアシスより小ぶりで、緑が多い施設だった。野球場、サッカー施設、よいレストランや、地ビール工場（ノンアル）まであった。毎週末、欧米のひとたちはパーティをしていた。

バハレーンにも時々出かけて息抜きした。サウジでは外国人に半年有効の国内用パスポートを発行する。これで国内外の移動ができるが、ビザ発行後1カ月以内に国外に出ないとビザが無効になる。だからバハレーンに出かけた。

チームメンバーはとりたててサウジ国内を旺盛に観光したことは無い。

サウジ国内では自分で運転はできない。生活のために車が必要で、常時24時間、6台を確保した。運転手はフィリピン人4名、パキスタン人2名。原則同じドライバーを使った。ドライバーに直接、電話をすると家の前まで迎えに来た。テロ前は、比較的自由にそれぞれが動いていた。

3.4.6 サウジ国内テロ事件

(1) 5月29日、テロ発生

日石/JX グループによるサウジ、ラス・タヌラ現地の HS-FCC 実証プラントのチームは

2004年5月、テロ事件に巻き込まれている。この事件には前史がある⁵⁶。

2004年5月29日、サウジアラビア東部のアル・コバールで外国人居住区が襲撃された。サウジ治安部隊は30日早朝（日本時間同日昼前）、犯人グループが人質を取って立てこもる集合住宅に突入した。サウジ内務省は、この事件で民間人計22人が死亡、25人が負傷したと発表している。

テロリストグループは7人だった、という報道があった。最初に襲われたのは欧米系石油企業が入るアル・コバール石油センタービル。銃撃戦となった。テロリスト側は3人を失ない、このビルへの侵入に失敗した後、サウジ警察に追われ、主に外国人が住む高級住宅や事務所がある別の地区に車で移動しながら、発砲を続けた。

最後に犯人が立てこもったのはオアシスコンパウンドだった。数百人の治安部隊が現場を包囲、犯人側と治安部隊との銃撃戦は一晩中続いた。翌朝、治安部隊が建物に突入した。サウジ内務省によると、犠牲になったのはインド8人、フィリピンとサウジ各3人、スリランカ2人、米、英、イタリア、スウェーデン、南アフリカ、エジプトが各1人。

国際テロ組織アルカイダを名乗る犯行声明がイスラム系ウェブサイトに出され、「イラクで復興事業を受注する米エネルギー企業グループ、ハリバートンの傘下企業を狙った」、としている。

(2) 日石/JX チームの体験

日石/JX チームはアル・コバールでこのテロに遭遇した。以下は、藤山氏と吉原氏の説明

⁵ 保坂修司 「先鋭化するサウジのテロの背景」 JOGMEC 2004年9月によれば、2003年以降の事件のなかにはいくつかの顕著な特徴が見られる。たとえば、事件のなかには事件に先立って明確な前兆を観測できるものもあるのだ。2003年5月のリヤドでの自爆テロのときは、アラビア語の週刊誌に事前に事件を予言する電子メールが届いていたという。また、2004年5月以降の事件では、カーイダ軍事部門の機関誌とされるオンライン・マガジンに犯行が予見される文章が見られる。たとえば、外国人襲撃については同誌第7号（2004年3月ごろ発行）に、非ムスリムを標的とするという戦略が説かれ、その優先順位が挙げられている。それによれば、ターゲットの筆頭となるのは米国およびイスラエルのユダヤ人、それに続いて英国やフランスのユダヤ人となり、さらに一般の米国人、英国人、スペイン人、オーストラリア人、カナダ人、イタリア人と続く。幸いここでは日本人は標的になっていないようだ。アル・コバールでの事件で犯人側が非ムスリムを選別して殺害したことを想起させる記述である。

⁶ 以下、2004年5月に至る主なサウジ国内テロ事件を記す。

2003年5月、サウジアラビア当局はテロ容疑者として19人の指名手配を発表。その直後の5月12日深夜から13日未明にかけて、サウジアラビアの首都リヤドの外国人居住地3カ所で連続爆発。サウジアラビア内務省は13日午後、首都リヤドで起きた連続爆発事件で死者は自爆者9人を含む計29人、負傷者194人と発表。これは欧米人を狙った自爆テロだった。日本人3人、国際協力事業団（JICA）の2人と、三井物産の現地事務所員の1人が負傷した。同年11月、リヤド西部の外国人居住区で自爆テロ。18人の犠牲者の大半は地元住人だった。

2004年4月21日 サウジアラビアの首都リヤドの内務省庁舎前で自動車自爆テロ。10人以上が死亡し、100人以上の負傷。

同年5月1日 サウジアラビア西部の都市ヤンブーの石油化学施設の事務所が襲撃され、米国人3人、英国人2人ら7人が死亡。

による。

5月29日当日、藤山氏はラス・タヌラのプラント現場に居た。藤山夫人はアル・コバールのアルムスタンコンパウンド内の自宅にいた。

藤山氏らには、事件の予兆は感じられなかった。2, 3日に一度、日本の外務省からファックスがとどき、サウジ国内のどこかで欧米人が撃たれた、というニュースを知らされた。が、他人事ではあった。怖いな、とは感ぜられなかった。リヤドや紅海側の事件だと思っていた。ただ、今振り返ると、油価が下がると国が貧しくなり、不満がテロに向かうのではなにか、と思える。ある時期から、見た感じサウジ人の子どもが、自家用車が交差点に止まると窓を拭きに来た。小金を貰いたいのだ。この子供は貧しかった。

29日朝、吉原氏はラス・タヌラのデモプラントで夜勤明けだった。7時半に次の班に引き継ぎ、8時にプラントを出た。ラス・タヌラからオアシスコンパウンドまで1時間のドライブである。すると、車のドライバーに電話が入った。ドライバー同士が電話で話している。帰路が通行止めになっている、という連絡で、吉原氏は近くのスーパーに買いものに入ったところに、今度は藤山氏から電話が入った。「近くで銃撃戦が起こっている、コンパウンド周りの道路が封鎖されている。プラントに戻れ」という指示だった。現場に11時くらいに、オアシスコンパウンドにテロリストがたて籠もった、という情報が入る。日本ではNHKがこの事件を速報していた。吉原氏がプラント現場事務所で待機していると、昼過ぎ、日本の本社人事部から電話が入り、安全確認した。人事部から吉原氏の実家に、無事を知らせる連絡が届けられた。

現場ではデモプラントをシャットダウンする準備を整えはじめた。最悪の場合、日本に帰国し、戻れないケースも考えるとシャットダウンが適切だった。

千代田化工のマネージャのコンパウンドが車で20~30分の場所にあったので、夜勤明けの3名は千代田のコンパウンドのゲストルームに入って休息したが、すぐに、日石/JXチームはメレディアンホテルに移動、の指示が来た。このホテルで藤山氏の奥さん等とも合流した。

その時オアシスコンパウンドには、29日非番、あるいは29日の夜勤者の3名が取り残されていた。JX/日石チームは4軒のアパートを借りていた。取り残された3人は全員単身者で、同じアパートに住んでいた。コンパウンドは、ゲートのセキュリティは何重にも厳重で、装甲車やライフルを構えたガードマンが詰めている。住人のパスを何回も調べられる。それでも、偶々開いていた従業員通用門からテロリストの侵入を許した。

3名に電話を入れたら、最初彼らは事態を知らなかった。家に立て籠りを指示した。別のアパートの3階に、JX/日石チームのためのフィリピン人のコックが住み込んでいて、コックさんも逃げ遅れた。彼らは30日昼まで、このアパートに籠った。

アル・コバール オアシスコンパウンド全景



(出所：グーグルマップに加筆)

日石/JX チームのアパートと、テロリストの立て籠もる建物との直線距離は 300~400m くらい。テロリストは警察に追われ、コンパウンドの従業員通用門から内部に侵入した。このコンパウンドには、JX チーム以外に三菱商事関係の社員が 5 名くらい、妻帯者もいた。双日社員が奥さん帯同で 1 名いたが、電話連絡網で、この奥さんとはしばらく連絡が取れなかった。この奥さんは、テロが入った、という一報で、ケータイ電話の電源を切り、押し入れに隠れたところ、アパートにテロリストが入って来た。テロリストは人質を探していた。たまたま居合わせた電気修理のフィリピン人ワーカーがその場で射殺された。欧米人や日本人の人質を取ろうとしていたのだ。一軒づつ、人質を求めて家探しをしたという。奥さんは、夜になって気配が消えてから旦那さんに電話をいれた、という。

警察と軍がコンパウンドを取り囲んだもので、日本人たちは一昼夜閉じ込められ、銃声を聞いていた。

日石/JX の 3 人とは、夜 9 時半ころ電話連絡がつながった。「外で、すごい音がする。カーテンを開けると、銃を持った人たちが、あちこちの家にライトを照らしている。後ろに装甲車を従えている」という会話だった。メレディアンホテルのチームからは「すぐに、家の電気を消す。ベッドの下に隠れる」という会話をして電話を切った。実際は夜半、サウジ軍が装甲車で回って救出に来たわけだが、日本人たちは怖くて出て行けなかった。

翌 30 日午後 2 時過ぎ、閉じこもった 3 人がフィリピン人コックさんと一緒に、メレディアンホテルに到着、残りのチームと合流した。その日の朝事件は解決していたが、セキュリティの立て直し、ドライバーの手配などで動けなかった。

3 人は 30 時間閉じ込められて、精神的に参ってしまった。メレディアンホテルでは、ボールペンの音が机に落ちる音にまで反応した。

(3) 対策と対応

本社から、出来るだけ早く帰国すべし、家族は早急に帰国すべし、との指令が来た。藤山氏夫人など、31日にサウジを離れた。閉じ込められた3人も、まず帰国させた。

チームはプラントをシャットダウンする任務があった。加えてこのタイミングは間が悪かった。チームはデモプラントの実験成果を得るために、重めの油、脱硫VGOを張り込み油に試したかった。が、ラス・タヌラ製油所から脱硫VGOが供給されなかった。そこで根岸製油所からA重油をコンテナ輸入して、実験することになっていた。その油の輸入通関、受け入れ作業が4、5日後に予定されていた。そこでチームの5人が残る必要があった。

そこで、井野プロマネを中心に5人を選び、藤山氏は本社報告のために帰国した。残ったチームはA重油の受け入れ完了後、現場を離れた。ここで井野氏と奥原氏は、JXのアブダビ事務所に移動してそこにとどまり、デモプラントのメンテナンスのために、定期的に現場に出張することとした。装置保全のために窒素のエバポレータだけは空に出来ないので、窒素のメンテナンスを続けた。

その時の本社指令は「一時帰国」だったが、実際は、もう戻らないつもりで荷物をまとめ、帰国せよ、という趣旨だった。帰国組は室蘭や根岸の中央技術研究所に戻ったものの、すぐにでもサウジの現場に復帰したいという思いが強かった。デモプラントでの技術実証をなんとかしなければ、という使命感が強く、4カ月をへて2004年10月に再赴任した。この実証実験はJCCPの支援を受けているので、事業の実施には期限がある。2005年3月までに成果を出さねばならなかったので、実験計画を見直し、成果を挙げた。

会社はこの4カ月の間、チームメンバーの現地住居の問題を検討していた。オアシスコンパウンドには戻さない、が会社の方針だった。そこで、アルムスタンコンパウンドで、チーム員それぞれに15棟のアパートを借りた。加えて欧州系の軍事コンサルタントを雇ってテロ対策を講じた。ここで学んだことは、テロリストは人質を取るために家探しをする。もし、侵入されたら2階に立てこもる。1階から2階に上がった場所に鉄格子を設置して頑丈な鍵をつける。寝る時は鍵をかける。それで1、2分の間持ちこたえられる。テロリストは追われていて時間を急ぐので、諦めて次の家にまわるから、ということだった。アパートの鉄格子の完成を待って、再赴任し、実証実験を続けた。

2005年3月、日石/JXチームは日本に帰国した。

3.4.7 成果

ラス・タヌラの30BD、HS-FCCデモプラントは、ライトオレフィンの収率目標を達成した。高温条件下のダウンナー設計は、VGOのみならず重たい残渣油をVGOに混入して張り込んだケースであっても、目標の収率を達成できている。成果の詳細は、藤山優一郎、『新

規ダウンフローリアクターを用いた高過酷度流動接触分解プロセスのサウジアラビアでの実証研究』、石油学会 学会要旨集、2006 年、に詳しい。

日石/JX グループとしては、オペレーターを含めて大人数の社員を海外に派遣した初めての経験となった。派遣チームには、サウジで仕事をしたという達成感が残り、会社には、サウジアラムコと KFUPM との共同開発事業を成功させた、という実績が残った。

3.5 3,000 BD パイロットプラントに進む

サウジでの経験を経て、次の段階はパイロットプラントとなるが、30BD の装置をどこまでスケールアップするべきか、検討を重ねた。商業装置手前のセミコマmercialプラントでは何を実証すべきか。ひとつには 30B/D では小さすぎて出来なかったライニングを施せる大きさにすること。もう一つは放熱をおさえて商業機並みの熱バランスにすること。しかし、大きさの違う商業機とセミコマmercialプラントで熱バランスを同じにすることは難しいと予想された。そこでそちらは計算でカバーすることとし、ライニングができるサイズとすることにした。一番細い機器でも中に人が入ってライニングを施せるサイズということでセミコマmercialプラントのサイズは 3,000B/D が選ばれた。その前段として HS-FCC 固有の機器の設計に万全を期すため日石の中央技術研究所構内に 500BD のコールドフロー装置を建てた。反応器径は 60cm、高さ 30m だった。この装置を用いて HS-FCC 固有の機器の性能を確認しつつ、セミコマmercialプラントの設計を進めた。

セミコマmercialプラントは 3,000BD、430 トン/日とした。これまた前例のない装置なので、最適なスケールを見極める決め手に欠けたが、3,000BD とした。検討にあたっては 2007 年～2009 年には JPEC あるいは経産省の事業として、装置設計を実施し、2009 年 10 月に、水島製油所構内で着工、稼働した。水島製油所のオペレーターが集められ、運転経験を積んでいった。2003/04 年にサウジに派遣された室蘭製油所、中央技術研究所のメンバーの一部は水島の現場に加わった。

ここで HS-FCC についてのライセンス関連の整理が必要になった。ダウンフローのデザインと運転技術は日石/JX と KFUPM の共同ライセンスとなる。が、それ以外の部分では FCC と共通の技術も多い。スピード感を持って HS-FCC の商業化を進めるためには既存 FCC のライセンサーと組んだ方が良いという判断になった。プロセスの性能を商業化後も継続的に上げていくためには多くのユーザー企業に使ってもらって、その情報をライセンサーとして吸い上げることが重要となるが、そのために既存 FCC ライセンサーの営業力を使うという狙いもある。既存のライセンサーの特許網を潜るのは、日石/JX グループとしてコストがかかり過ぎるということもあった。既存 FCC のライセンサーとしては UOP、KBR、それにフランス国営石油研究所 (I F P) の 100% 子会社であるアクセンス (AXENS) 社が、FCC プロセスについて多くのライセンス実績を持っていた。ま

た、ショー・ストーン&ウェブスター (SS&W) 社も多くのライセンス実績があった。そして、アクセンス社、並びに SS&W 社は、FCC 分野においては技術の根が同じなものでアライアンス関係にあった。そこでそれらのライセンサーに HS-FCC 技術を売り込んで回った。どのライセンサーも提携を望んだため、それぞれの技術と HS-FCC との適合性を考慮して、AXENS、SS&W 社連合を提携先として選んだ。

SS&W 社はその後 Technip に買収され、従って水島製油所には Technip の名刺をもったエンジニアが来た。

水島製油所のセミコマーシャルプラント 3,000BD の張込み油は、2011 年当初は脱硫 VGO としたが、2013 年からは常圧残渣油を試している。水添脱硫油のほうがやはりライトオレフィン収率がよかった。H/C 比が良い方が、つまり価値の高い油のほうが、収率が良い。ライトオレフィンの収率は最終的には 18~19mass% まで上がった。

心配された内部ライニングのエロージョン問題は軽微だった。

このセミコマーシャルプラントの設計・建設と運転についても、日本政府の支援を受けることができ、更なる技術進展が見られた。後年 JPEC のある方から、あまたの補助金事業の中で日石/JX グループの HS-FCC が特に大きな成功例だ、と仰っていただいたこともある。現在、水島の 3,000 BD は休止中である。

3.6 商業化へ

いよいよ商業化をめざす段階で、韓国 S-Oil⁷が採用したいと言ってきた。アクセンス社と Technip 社のアライアンスによる S-Oil への売込み努力によるものだった。さらに S-Oil はサウジアラムコを筆頭株主に迎えているため、HS-FCC の情報がサウジアラムコ経由で入っていた。S-Oil は 1 会社 1 製油所の会社であり、経営がコンパクトで決断も早い。彼らは、同様の技術を中国勢の技術など他社と比較したうえで、われわれの HS-FCC を選んできた。

この話は Technip が元受けになり、2016 年 4 月、EPC 契約の成約を見ている。76,000BD の HS-FCC が 2018 年 4 月に完成/稼働、と聞いている⁸。

⁷ S-Oil HP より

S-OIL was established in 1976 and cultivated management characteristics with a mobility to match the international generation, and a management strategy for its profit-base to grow as a competitive oil-refining company.

The company has facilities that produce lube base oil, petro-chemical products, and crude oil refining facilities of 669,000 barrels a day in the Onsan Industrial Complex of Ulsan. Based on the Xylene Center, which is the world's largest PX production facility, and the Bunker-C Cracking Center of worldwide standard, the company is establishing itself as a company that leads in environment protection and consumer protection by producing and supplying high quality petroleum products.

⁸ OGJ 04/22/2016 より

S-Oil advances Onsan refinery, olefins expansion

S-Oil Corp., Seoul, through a contractor, has let a contract to Technip SA, Paris, to provide proprietary equipment for a unit to be built as part of S-Oil's residue upgrading and

4. 謝辞

HSFCC の技術開発には、多くの人々が携わり貢献されました。ここに皆様に深く謝意を表するとともに、とくに 3,000BD セミコマーシャル装置実証化運転および／あるいは韓国での商業装置建設の報を待たずにお亡くなりになった友井様、銀杏様、奥原様のご努力、ご貢献に対して厚くお礼を申し上げ、心からのご冥福をお祈りする次第です。

(以上)

capacity expansion project at the 669,000-b/d Onsan refinery complex in Ulsan, South Korea.

Technip will provide engineering, procurement, and construction (EPC) for high-severity fluid catalytic cracking (HS-FCC) unit at Onsan, which when completed will be the first unit of its kind to be used in commercial operations, Technip said.

As part of the EPC contract, Technip will deliver proprietary equipment for the unit, including an original downflow reactor, the key component of HS-FCC technology, the service provider said.

A value of the contract was not disclosed.