

触媒懇談会ニュース

触媒学会シニア懇談会

20世紀後半の日本の化学産業の歩み

—石油化学プロセス開発がもたらしたもの—

丁野 昌純

1. 20世紀後半の日本の化学産業の歩み

(1) 1960年に入って日本の化学産業は、20世紀半ばに通産省より「石油化学育成対策」が発表されたことにより実質的にスタートしたことになる。これを契機にエチレンコンビナートの創業が開始され、欧米からの技術導入をベースとして、日本の化学産業は石油化学工業を中核事業として歩み始めた。

(2) 1970年代になってこの石油化学工業を中心とした高度成長期に入った。この時期各企業は導入技術の自社技術化、差別化技術の開発に注力した。しかし、その間二度にわたる石油危機、国内需要の低迷等の厳しい環境に直面したが、自らのスリム化、コストダウン、新製品開発等の経営努力でこの苦境を乗り越えてきた。

(3) 1980年代に入って、化学産業を取り巻く社会、産業の環境は以下に述べる二つの要因で激しく変化したために、化学産業は新たな対応を迫られた。

第一に経済構造の成熟化により社会的ニーズが高度化し多様化してきたこと、第二に石油危機以後、石油価格の高騰或いは産油国を巡る国際情勢の急変に日本の石油化学工業が混乱に巻き込まれたことであった。

(4) 1980年代後半に入って、日本の

化学産業はこのような国内の環境の変化への対応だけでなくワールドワイドな大きなうねりの中に巻き込まれてきた。

この背景として、第一に日本の国際的地位が変化し国際的相互の依存度が大きくなってきたこと、第二に経済大国としての日本に対する要求及び期待が強くなってきたこと等が挙げられる。

言い換えれば、これまで世界の化学産業におけるグローバル化の推進には、欧米が主導的な役割を果たしてきたが、1980年代後半になって日本自体にも国際的に主導的な役割を果たすようになってきたことである。

(5) 1990年代に入って、変動するアジアの情勢に加え、欧米の規模や技術力を武器とした攻勢によって、いわゆるメガコンペティションの時代を迎えることになった。日本にとってこのメガコンペティションの時代に如何に対応していくかが大きな課題となってきた。

この課題に対応していくためには資源を持たず規模で劣る日本の化学企業は、収益力のある得意分野への絞込み、コア事業への選択と集中を図ることと同時に成長市場の国際化へ向けての事業展開が一層重要になってきた。

以上のように、20世紀後半の日本の化学

産業は当初に勃興した石油化学産業を中心に多くの試練を受けながら成長してきた。

2. 20世紀後半当初の日本の化学産業の特徴

ところで、このような厳しい環境の中で成長してきた20世紀後半の日本の化学産業

はどのような特徴を持っていたのか、また特徴付けられてきたのか。

この点に関し、20世紀後半に入った当初の日本の化学産業の特徴について次のように報告されている。¹⁾

日本の化学産業は少なくとも1990年までは石油化学工業を基軸として成長してきたため、次のような特徴をもたざるを得なかった。

- 1) 生産技術に特徴があり、供給する製品(素材)の直接のユーザーは個々の消費者ではなく他の製造業者であるため生産のロットが大きい。
- 2) 従って、生産装置の大規模化によるコスト削減が利益の源泉であり、企業間競争は生産規模および性能に左右される。
- 3) 製品のライフサイクルが消費製品と比べて相対的に長いため、長期的に安定した需要と需要予測が可能で、安定した工場の操業が維持できる。
- 4) 生産する製品(素材)の評価はブランドやデザインでなく主として技術、品質に依存する。製品の多くは品質の企業間の差異が小さく、海外の低コスト品との競合に直面する。
- 5) 素材産業は素材相互間競争の激しい産業であるが、川下産業とは競合関係にはない。
- 6) 研究開発は効率性の悪い基礎研究を必要とする。その上製品価格のアップに直接つながらず研究開発費が充分回収できない。

以上の特徴は現在の化学産業のいわゆる川上にあたる石油化学工業に当てはまるが、

この時代の日本の経済は右上がりの状況下にあったため、石化製品の需要も旺盛で大規模な設備投資も可能であった。従って、上記した石油化学工業を基軸とする化学産業の特徴を受け入れることのできた社会、経済状態であったと思われる。

ちなみに1965年から1980年までの15年間の化学工業の出荷額は3兆円から20兆円と急伸長しており、石油化学製品の指標となるエチレン生産量は1965年が100万トンであったのに対し、1980年は400万トンと4倍に増加している。

3. 世界に通用する石化プロセスの開発、工業化

このような環境の中で、我が国は資源輸入国であるというハンデキャップを克服し世界に伍していくためには、世界に通用する独自の技術を持つことが必須の課題であり、上述した産業体質を持っていた化学産業にとって石化製品の革新的な製造プロセス技術の開発は国際競争力の強化の上でも重要な課題の一つであった。

具体的な目標としては次の事項が挙げられる。

- (1) 自社にとってコア事業である石化製品の強化・拡大
- (2) 自社の川下事業(樹脂、機能製品)の原料自給化対策
- (3) エチレンコンビナートの効率的運用のための各留分の有効活用

これらの目標への取り組みに際し、汎用石化製品のプロセスは、プロセス自身の経済性もさることながら、原料事情の変動に対応でき、環境衛生問題にも充分配慮をしており、更に工場立地の制約もないという総合的な視点からの石化プロセスの技術開発が必要であった。当時、既存の大型プロセスは技術的には飽和かつ平準化されていたものの、原料問題、環境問題への対応に

関しては多くの課題が残されていた。これらの課題のうち、特に廃棄物、危険物、エネルギー消費量等の環境問題はプロセス開発において避けて通れない問題になっており、従来プロセスが新プロセスに転換していく大きなインセンティブになっていたと思われる。事実、世界の化学企業においても従来プロセスに対し環境問題に対応するための新プロセスの開発が活発に進められていたことが特許、文献等からも伺うことができる。

このように20世紀後半、特に1980年代は、上記したような世界の潮流のなかで、日本の各化学企業は重要なコア事業であった石油化学製品のプロセス開発、工業化に関しては、その存亡をかけて積極的に推進した。

見方を変えてみると、日本の化学産業は資源輸入国であった上に、20世紀後半の当初は導入技術に依存するところが大きく、当分野の事業基盤も充分でなかったことから、石化プロセスの開発は、日本の化学企業にとって既存事業の体質強化-原料自給化対策やコストダウン対策-の上からも重要な課題であったと云える。

以上のような背景もあって、日本の石油化学領域のプロセス開発は活発に進められ、多くの化学品の製造プロセスが工業化を達成している。

20世紀後半特に1980年以降において、日本の化学企業で開発、工業化された汎用化学品の新規プロセスの実績を表-1に示した。2) これらのプロセスは、いずれも環境問題、原料問題に視点をおいた世界的にも注目されたプロセスであった。

この実績から判るように、日本の化学産業が自立の道を歩み始めた1980年以降の約20年の期間に集中して新規プロセスの開発、工業化が実現されていることがわかる。また、1980年代の石油化学領域のプロセス/触媒の新技术（出願特許）の提案件数を

みると世界で日本がトップであり米国の2倍近くとなっていることが判る。

まさにこの時期が日本の化学企業にとって、世界に伍して生き残り勝ち残っていくための重要な企業戦略として決断を迫られた時期であったと思われる。

4. 機能性化学品の台頭

前述したように1990年代に入り日本の化学産業もグローバルなメガコンペティションの時代に突入し新たな対応を迫られてきた。

一つは原料を輸入ナフサに依存し、小規模かつ古いプラントによる汎用石油化学が産油国の安価な天然ガスを原料とする100万トン級の大規模なプラントや東南アジアでの最新鋭のプラントによる石油化学に対抗できなくなってきたこと、汎用石化製品はコスト的に海外生産が有利であること等の理由から国内では新たな高付加価値製品-機能性化学品の開発、事業化が進められるようになってきた。

21世紀に入って日本の化学産業は従来の石油化学工業から独自の高度の技術を生かすことのできる機能性化学品を主体とする川下産業への展開を図っていった。例えば、液晶パネルの製造に必須のガラス基板、カラーフィルター、偏光フィルム等の機能製品は、日本の化学素材メーカーが世界のシェアのトップを占めていると報告されている。3) 現在、電子分野に素材を提供している日本の機能性化学品メーカーは世界がIT時代に突入した後も引き続き高度な材料を提供していくものと思われる。

このように機能性化学品分野は日本の化学企業が世界的なシェアをもつ製品が多くなってきており、今後とも重要な事業領域になるであろう。ちなみに、2003年度における日本の化学産業の全出荷額は27兆円、その内、石油化学製品が5兆円（2

0%)、機能性化学品が12兆円(43%)となっており確実に機能性化学品の比重が高くなってきていることがわかる。

5. 石化プロセスの開発、工業化がもたらしたもの

従来、汎用石化製品のプロセス開発は、目標が明確かつ自己完結型であり、いわゆる川下製品のように市場開拓を伴わないため、課題が分散、発散することがなく中長期的な観点に立って基礎研究を含めた研究開発に取り組むことができた。前記したように当時の化学産業は石油化学主導の体質であったため、これを受け入れることができる格好の事業環境にあったと思われる。当時の多くの日本の化学企業は事業規模が大きく収益も大きい石油化学事業の体質強化のため、会社の総力を挙げて石化革新プロセスの開発に注力した。この開発の目標は世界に通用する、世界の既存プロセスを駆逐できる革新プロセスであり、非常にハードルの高いものであった。

そこで各化学企業は所有していた人材、技術、研究費のかなりの割合を投入してこれらのテーマに取り組んだ結果、この開発、工業化を通して日本の化学プロセス/触媒技術は飛躍的に向上し世界で一流の技術ポテンシャルを蓄積することが出来た。

元来、化学プロセス技術は学際的な技術領域と言われており、多くの専門領域を必要とする複合的な技術領域である。例えば、有機/無機化学、物理化学、触媒化学、化学工学、機械工学、各種解析学等を必要とするがいずれも“ものづくり”の基盤技術に繋がるものである。

その結果、石化プロセスの開発の成果として、これらの基盤技術に関する実力も同時に蓄積することが出来たため、前述した化学産業の事業体質の転換—機能性化学品事業への転換に際しての大きな武器の一つに

なったものと思われる。

このように、21世紀に入って日本の化学企業が石油化学品事業から機能性化学品事業へ早期に、効率的に移行できた要因は何であったであろうか。

その要因はいくつかあったと思われるが、前記したように多くの試練を受けて培ってきた企業体力、技術力が基盤となったことは言うまでもないが、石油化学分野のプロセス開発、工業化を通して蓄積してきた多くの基盤技術、更には人材を効果的に活用出来たことが大きな原動力となり、化学企業の体質転換に大きく寄与したと言うのは言いすぎであろうか。

ところで、これからの日本の化学産業はどのような事業戦略を持って成長していくであろうか。一つの方向として、これまで蓄積してきたコア技術を武器として、世界の市場をターゲットにした高付加価値製品を志向すると共に各企業にとって戦略的な中核石化製品に関してはJV等による規模の拡大を狙いとしたグローバル(海外立地)戦略を進めて行くものと思われる。またこれに伴い、日本の石油化学工業もナフサセンターをベースとした事業展開が大きく変貌していくことが予想される。

21世紀の化学産業が無限の可能性を秘めた魅力ある未来産業になることを期待したい。

尚、本文は2006~7年に作成したものであることをお断りしておきます。

*引用文献

- 1) 河並 良一,化学経済,39,(2)(2004)
- 2) M.Msonoo, N.Nojiri, Applied Catalysis,64(1990)
- 3) 北川 信夫,化学経済,2,(3)(2005)

表-1 日本で開発/工業化された石油化学プロセス（主に汎用化学品）

	用途	プロセスのキーテクノロジー	触媒	工業化時期年	企業名
1. 1,4-ブタンジオール	PBT、PU 原料	ブタン-2-オールの酸化的アミノ化反応	Pd 系	1982	三菱化学
2. MMA (直酸法)	アクリル樹脂原料	i-ブテン、マクロレインの気相酸化反応	Mo-O 系 /HPA 系	1982	日本触媒、三菱化成
3. t-ブチルアルコール	MMA 原料	BBS の直接水和反応(反応分離)	HPA 系	1984	旭化成
4. MTBE/ i-ブテン	ガソリン添加剤/ MMA原料	BBS のメチル付加、分解反応	固体酸 (イオン交換樹脂、その他)	1984	住友化学
5. ホルムアルデヒド	ポリアセタル原料	メチールの気相酸化反応	Mo-O 系	1984	旭化成
6. 2,6-キシレン	PPE 樹脂原料	流動層による気相アルキル化反応	V-O 系	1984	旭化成
7. 無水マレイン酸	ポリエステル原料	流動層による気相酸化反応	V-O 系	1984	三菱化学
8. エピクロロヒドリン	エポキシ樹脂原料	プロピレンの酸化的アミノ化、加水分解反応	Pd 系	1985	昭和電工
9. メチルエチルケトン	各種溶剤	n-ブテンの直接水和反応	HPA 系	1985	出光石油化学
10. シクロヘキサノール	ナイロン、PU 樹脂原料	ベンゼンの部分水素化反応及びシクロヘキサンの水和反応	Ru 系及びゼライト	1990	旭化成
11. 酢酸	各種化学品原料	エチレンの一段気相酸化反応	Pd-HPA	1997	昭和電工
12. MMA (新 ACH 法)	アクリル樹脂原料	ACH のアミド化、アミド・エステル交換	Mn-O 系、強塩基	1997	三菱ガス化学
13. MMA (直酸法)	アクリル樹脂原料	マクロレインの直接酸化エステル化反応	Pd 系	1998	旭化成
14. カプロラクタム	ナイロン樹脂原料	シクロヘキサノンのアンモキシメーション及びオキシムの気相転位反応	チタニシケート	2003	住友化学