



認定化学遺産 第055号

日本の石油化学コンビナートの始まり

世界石油化学工業百年史の中で再評価を

田島慶三 Keizo TAJIMA

世界の石油化学工業は1920年に米国で始まり百年目を迎えた。日本の石油化学コンビナートは1958年に始まったので後発であり、しかも欧米からの技術導入にばかり依存したとの評価が行われてきた。世界の石油化学工業百年史の中で、この評価は変えられなければならない。

日本の化学工業の基盤を支える石油化学工業

石油化学工業とは石油または天然ガスを原料とする化学工業である。日本の石油化学工業は輸入原油を国内で精製した石油製品や輸入石油製品（主にナフサ）を原料としている。一方、石油化学工業の出口である石油化学製品をどの範囲までとするかについては明確な定義がない。オレフィン、ジエン、芳香族炭化水素などの石油化学基礎製品については異論が少ないが、それらを原料として生産される多種多様な有機薬品、高分子（合成樹脂・合成ゴム）のどこまでを石油化学製品とするかは人によって様々である。

石油化学基礎製品、有機薬品、高分子の中で生産量の大きい上位5品目の日本の生産量推移を表1に示す。日本の石油化学工業はだまかにみて2005年頃に生産・内需ともにピークをうち、それ以後緩やかな下降傾向にある。今や東アジアのエチレン設備能力では中国、韓国の後塵を拝し、台湾にも追い抜かれつつある。

しかし、石油化学製品の貿易黒字（表2の石化基礎・有機薬品と高分子の合計）は2000年代以後1兆円を超える規模をキープしており、2兆円を超える巨額な貿易赤字を続ける医薬品の存在にもかかわらず、化学製品全体で貿易黒字を維持する大きな要因となっている。

昨年来、新型コロナ治療薬候補として話題になって

たじま・けいぞう

〔経歴〕1972年東京大学工学部合成化学科卒業、74年同大学院工学系研究科修士課程修了。同年通商産業省入省。87年化学会社に転職。2008年定年退職後は化学産業研究家・日本化学会フェローとしてフリーに活動中。日本化学会化学遺産委員会委員、15年度国立科学博物館産業技術史資料情報センター主任調査員、17年度東京大学工学部非常勤講師。〔趣味〕園芸。



表1 石油化学製品 分野別上位5品目の生産量推移

(単位：1000 t)

		1990年	2000年	2010年	2019年
基礎化学品	エチレン	5,810	7,614	7,018	6,418
	プロピレン	4,214	5,453	5,986	5,504
	ベンゼン	3,012	4,425	4,764	3,690
	キシレン	2,652	4,681	5,935	6,597
	パラキシレン	1,512	2,920	3,177	3,273
有機薬品	二塩化エチレン	2,660	3,431	3,222	3,257
	塩化ビニル	2,288	3,032	2,935	2,702
	スチレン	2,161	2,968	2,939	2,032
	テレフタル酸	1,338	1,527	1,131	非公表
	エチレンオキシド	674	990	845	907
高分子	ポリエチレン	2,888	3,342	2,964	2,448
	ポリプロピレン	1,942	2,721	2,709	2,440
	塩化ビニル樹脂	2,049	2,410	1,749	1,733
	ポリスチレン系	2,092	2,024	1,385	1,173
	PET	1,149	1,308	912	531

出典：経済産業省「化学工業統計」

表2 主要化学製品分野別貿易収支の推移(輸出額—輸入額)

(単位：億円)

	1990年	2000年	2010年	2019年
石化基礎・有機薬品	954	3,852	5,481	3,675
高分子	3,051	5,490	8,213	7,475
高分子成形加工品	5,458	5,872	15,266	10,356
医薬品	-2,838	-2,205	-11,438	-23,588
写真感光材料	3,293	3,496	3,761	4,977
その他	-576	2,109	5,752	12,010
化学製品合計	9,342	18,615	27,035	14,906

出典：財務省「貿易統計・概況品別表」

いる抗インフルエンザウイルス薬ファビピラビル（商品名アビガン）の中間原料供給問題が起こった際に、直ちに国内石油化学会社数社が生産に名乗りを上げた。

年産数百万t、数十万tの大規模な製品ばかりでなく、数万tクラスの非常に多種多様な有機薬品・特殊高分子までも日本の石油化学工業は供給することによって、日本の化学工業の基盤を支える産業となっている。天然ガスでなく、ナフサを原料とする石油化学工

業の強みを存分に生かしていると言えよう。

認定化学遺産 第055号
日本の石油化学コンビナート発祥時の資料

三井化学(株)岩国大竹工場に保存されている1958年に稼働を開始したナフサ水蒸気分解装置1号機(エチレン年産能力2万t)¹⁾の原料フィードポンプ、低圧法高密度ポリエチレン反応装置(年産能力1.2万t)¹⁾および関連技術資料一式、1962年に稼働を開始したナフサ水蒸気分解装置2号機(エチレン年産能力6万t)¹⁾のガスコンプレッサーピストンが化学遺産第055号に認定された。

日本で始まった初期から石油化学工業設備は、それまでの化学工業設備に比べて著しく大きく化学遺産として残りにくいものであった。しかもその後の活発な技術革新や大規模化のために1960~70年代には設備のスクラップ&ビルドが盛んに行われた。このため、石油化学工業発祥時の設備が、その規模や技術内容を窺えるだけの大きさで残されることはまれである。

岩国大竹工場の化学遺産のうち、ナフサ水蒸気分解装置1号機(SW法)の原料フィードポンプ(写真1)はインガーソルランド社製、全長1.9m、高さ63cmの機械である。化学プラントには原料フィードポンプが必ず必要であり、この認定遺産も化学工場で見かけるポンプに過ぎない。しかし、日本で最初のエチレン製造設備がこの程度の大きさであったのかと実感される。

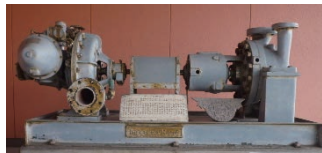


写真1

ナフサ水蒸気分解装置の心臓部とも言えるガスコンプレッサーは設備大型化の過程で往復動(レシプロ)式から遠心(セントリフューガル)式へと替わった。エチレン製造技術史上、大きな技術革新の1つであった²⁾。現在も現役でいくつか稼働している1960年代末から70年代初めに建設

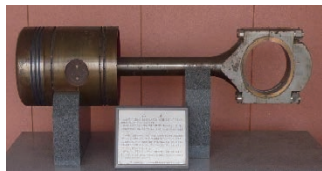


写真2

された日本の設備はすべて遠心式である。これに対して、岩国大竹工場ナフサ水蒸気分解装置2号機(SW法)ガスコンプレッサー(三井造船製)の化学遺産がピストン(写真2)であることから、1962年時点では往復動式がまだ使われていたことがわかる。

化学遺産となった低圧法高密度ポリエチレン反応装置(写真3)は、日本



写真3

で最初にチーグラー触媒を使った設備であるばかりでなく、世界的に見ても非常に早期に工業生産を開始した高密度ポリエチレン反応器である。神鋼ファウドラ一製、容量8m³の攪拌機付きの反応器であり、当時すでに日本で多数工業化されていた塩化ビニル樹脂の反応器に外観はよく似ている。

マックスプランク研究所(西ドイツ・当時)のK.チーグラー博士(1898~1973)は1953年にチーグラー触媒により常温常圧で高密度ポリエチレンが生成することを発見した。この情報をいち早く得た三井化学工業(株)の石田健社長は1954年12月にチーグラー博士を訪問して研究内容の説明を受け、その将来性に確信をもった³⁾。当時の日本は外貨不足のために工業化実績のない海外技術の購入に関する政府の審査は非常に厳しかった。これに対して、三井化学工業は目黒研究所で精力的に工業化研究を進め、その実績を示すことによって政府を説得し、1955年11月に技術導入に関する外資法認可を得た³⁾。今回認定された化学遺産の関連技術資料一式(非公開)には1956~58年における工業化研究資料、設計計算書、1958~59年に作成した技術標準書が含まれている。これらを拝見すると、これらの資料からは技術導入とは言え、学術研究レベルの知見だけから短期間に工業化にまで持ち込んだ当時の三井化学工業の並々ならぬ技術力が感じられる。

三井化学工業は、三井鉱山(株)の合成染料などの化学事業を引き継いで1941年に発足した会社である。しかし、三井鉱山は1940年にフィッシャー法人造石油の企業化に成功し、また産炭地であった九州・大牟田に石炭化学コンビナートを完成して、フェノールのような大規模な有機薬品の生産も行ってきた³⁾。さらに第二次大戦後、三井化学工業はアセチレン化学(石炭化学工業の1分野)に着目して1950年代早々には塩化ビニルモノマーや塩化ビニル樹脂の生産に乗り出した³⁾。合成染料のようなファインケミカル技術だけでなく、大規模な有機薬品や高分子を製造する技術力ももっていた。このような背景があったので、購入した実験室レベルの技術から工業化技術の完成にまで短期間で到達できたものと考えられる。

1955年6月には三井化学工業30%、三井系企業7社各10%の出資比率によって三井石油化学工業(株)が設立された。岩国旧陸軍燃料廠の払い下げ等を経て、1956年11月から石油化学コンビナートの建設が本格化した^{1,3)}。この石油化学コンビナート第1期は、ナフサ水蒸気分解、低圧法高密度ポリエチレンばかりでなく、ベンゼン、キシレンなどの芳香族炭化水素(UOP法)、エチレンオキシド・エチレングリコール(SD法)、フェノール・アセトン(ディスティラーズ法)、

テレフタル酸 (SD 法) を三井石油化学工業 1 社がすべて手がける本格的なものであった。

世界の石油化学工業百年史の中で 日本の石油化学工業史の再評価を

世界の石油化学工業は 1920 年に米国の 2 社で別々に始まっており、ちょうど百年を迎えたことになる。1 つはスタンダード石油 NJ 社のベイウェイ精油所での石油廃ガス中のプロピレンからのイソプロピルアルコールの生産、もう 1 つはユニオンカーバイド & カーボン社のクレデニン工場での天然ガスからのエタンの分離とエチレンの生産である。

この米国での石油化学工業発祥との対比から、日本の石油化学工業は著しく後発であり、欧米からの技術導入にばかり依存してきたという低評価が定着している。しかし、世界の石油化学工業が百年目を迎え、1970 年代以後に米欧日企業からの技術供与によって、台湾、韓国をはじめとして続々と新興国、発展途上国に石油化学工業が広がっていった歴史を踏まえて、筆者は日本の石油化学工業史の再評価を行ったので紹介する⁴⁾。

米国の石油化学工業が 1920 年に始まったとは言え、その後 30 年間の米国石油化学工業の進展は非常にゆっくりとしたものであった。エチレングリコール、四エチル鉛、sec-ブチルアルコール・メチルエチルケトン (MEK)、エチレンオキシドとその各種誘導品など自動車産業関連の化学製品を中心にオレフィンからの有機薬品の工業化が徐々に行われた。高分子との結びつきはまだ少なかった。1920~30 年代の米国化学産業の中心は、木材化学工業 (レーヨン、アセテート、セルロイド、防湿セロファン)、石炭化学工業 (フェノール樹脂、酢酸ビニル樹脂、塩化ビニル樹脂、メタクリル樹脂、クロロプレングム)、発酵化学工業 (エタノール) であった。

ナフサ水蒸気分解法の最初の工業化は、1941 年にスタンダード石油 NJ 社バトンルージュ精油所で行われた。エタン原料に比べて 20 年以上も遅れた。ナフサ分解では分解ガス成分が多様で、その精製プロセスの開発が困難であったためである。第二次世界大戦初期に米国は国営合成ゴム工場を設置し、短期間に合成ゴム SBR の大增産に成功したために米国石油化学工業が一挙に大発展したと言われる。しかし、1940 年代前半にブタジエンの生産に使われた主原料は、実は発酵法エタノールであった。米国の石油化学工業が、ポリスチレン、高圧法低密度ポリエチレンなどの民生用高分子需要と結びついて本格的に発展したのは大戦終了後の 1940 年代後半と見るべきである。

一方、欧州では大戦後、米国の石油政策の大転換に

よって中東原油の大規模輸入・消費地精製が開始された。これを基盤として 1950 年に ICI 社は英国北東部ウィルトンにおいて欧州で最初のナフサ水蒸気分解による石油化学コンビナートの操業を開始し、1950 年代前半にはフランス、イタリア等が続いた。大戦前から化学技術力において米国に先行してきた欧州が石油化学 (特にオレフィン化学、オレフィン重合) に本格的に取り組み始めたことにより欧州発の石油化学技術が続々と生まれるようになった。欧米技術の融合によって 1960 年代に石油化学技術革新黄金期が訪れた。

石油化学工業協会編「石油化学工業 10 年史」(1971 年刊) 以来、日本の石油化学の始まりは 1957 年丸善石油 (株) 下津精油所とされてきた。国産技術により石油廃ガスから sec-ブチルアルコール、MEK の生産を開始した。しかし、最初に述べたように、石油化学工業を石油または天然ガスを原料とする化学工業とするならば、日本の石油化学工業の始まりは 1952 年日本瓦斯化学工業 (株) 新潟工場に訂正する必要がある。新潟で産出する天然ガスを原料に、国産技術によりメタノールの工業化に成功したのである。翌年には東洋高圧工業 (株) 茂原工場で天然ガスからのメタノール生産が行われ、それまでコークス炉ガスやコークス原料の水性ガスに依存してきたメタノール工業、さらにはアンモニア・尿素工業の原料転換が一斉に始まった。メタノールは、石油化学誕生前から日本で大規模に工業化され、独自の工業会を設けていたために「石油化学工業 10 年史」では無視された結果、日本の石油化学工業の始まりが 5 年遅らされたと考えられる。

さらに、導入技術ばかりという評価も修正されるべきである。すでに述べたメタノール、sec-ブチルアルコール、MEK をはじめとして、1959 年に工業化された日本触媒化学工業 (株) のエチレンオキシド、1960 年の三菱化成工業 (株) オキソアルコール、1963 年の東洋レーヨン (株) カプロラクタム、1965 年の日本ゼオン (株) ブタジエン抽出技術など、世界に誇るべき国産技術が日本での石油化学工業発祥時から続々と生まれている。三井化学工業のチーグラウ法の技術導入の例に見るように、欧米でも未完成であった技術の将来性を見抜いて購入し、それを工業化技術として完成させた例が日本には多いことも見落としてはならない。

日本の石油化学工業が欧米に比べて著しく後発であり、技術導入にばかり依存してきたとする日本の石油化学工業史は訂正されるべきである。

- 1) 三井石油化学工業 20 年史 (1955—1975)、三井石油化学工業、1978。
- 2) H. A. Wittcoff ら、工業有機化学 上、東京化学同人、2015。
- 3) 三井東圧化学社史、三井東圧化学、1994。
- 4) 田島慶三、石油化学技術の系統化調査、国立科学博物館、2016。