

# 東アジアにおける石油化学工業 技術発展の比較研究（1）

—東アジアにおける石油化学工業の現状と特徴—

洪 邦 夫

HONG Pangbu

## 1. はじめに

化学工業は、化学反応を基礎としてさまざまな製品を製造する工業であり、素材産業として鉄鋼と並ぶ重要な基幹産業となっている<sup>1)</sup>。現在、化学工業の中で最も重要な地位を占めるのが石油化学工業である。石油化学工業では、石油や天然ガスを出発原料としてさまざまな生産工程を経て、プラスチック、合成繊維、合成ゴムなどの多種多様な化学製品を製造する<sup>1)</sup>。

石油化学工業は、1930年頃に始まった石油精製における化学技術の蓄積をベースに、第2次世界大戦後アメリカを中心として大々的に実施され、プラスチックや合成繊維などの新材料を供給して材料革命を引き起こし、製品需要を急拡大して発展してきた。石油化学工業の中核となるエチレンとプロピレンの世界生産能力は2005年現在、11.710万トン、7.930万トンであり、2011年には15,510万トン、10,090万トンになると予測されている<sup>2)</sup>。

アジアでは、日本が1958年にエチレン年産2万トン工場を操業開始し、1960年代後半にエチレン年産30万トン設備に見られる大型化時代を経てアメリカに次ぐ石油化学工業国に成長した。また、韓国が1972年にエチレン年産10万トン工場をスタートさせた後、急速に生産能力を増大させた。さらに中国が1976年に、それまでの小規模エチレン年産能力を34.7万トンに拡大させた後、高い経済成長に支えられた需要増大に併せて生産体制を急速に拡充している。

現在までに日本、韓国、中国、台湾の石油化学工業は目覚ましい発展を遂げ

ている。例えば、2005年のアジアのエチレン生産能力は3,250万トンに達し、世界の生産能力の27.8%を占めている<sup>2)</sup>。今後も経済と人口が漸増していく中で、旺盛な需要拡大を背景に石油化学工業の発展が予想される。

石油化学工業の発展は、プラスチックなどの基礎素材を大量生産して人々の生活に豊かさや快適さを提供してきたが、その一方で大量消費・大量廃棄という「石油文明」の脆弱性を曝け出した。また、“いつかは、新たに発見される石油の量が産油量を下回るときが訪れ、世界の産油量はピークを迎える”という「石油ピーク」論<sup>3)4)</sup>が取りざたされ、現実に原油価格が高騰する<sup>5)</sup>中で石油資源をいつまで原料としうるのかという根源的な課題も抱えている。

アジアで初めて石油化学工業を誕生させた日本で、石油化学工業を計画・誕生させる際に、原料・生産規模・市場・技術・資金などの諸課題<sup>6)</sup>が懸念されたが、現実的にはこれらの幾多の障害を乗り越えてきたものといえる。同様に、後発の韓国、中国、台湾などのアジア諸国においても共通した課題と個々に特有の課題を克服してきたものと思われる。

このように考えると、東アジア諸国における石油化学工業の内容や発展過程にはそれぞれの特徴と相違があるはずである。また、石油化学工業の発展過程はグローバルなものであり、アジア地域内の技術・資金・市場の連携を抜きにしては語ることはできない。このような状況と経緯を整理・分析することは、今後の東アジア域内の協力関係を構築し、相互発展するために重要であると考えられる。

本研究はこのような視点から、東アジアにおける石油化学工業について技術発展の側面から比較しようとするものである。本報では、まず東アジアにおける石油化学工業の現状と特徴について概括して論じ、次報以降で東アジア各国の技術発展過程について比較する予定である。

## 2. 化学工業と石油化学工業の概要

### 1) 化学工業<sup>1)</sup>

化学工業は、鉄鋼と並ぶ最も重要な素材産業であり、基幹産業の一つとして重要な位置を占めている。自動車・電気機械・鉄鋼・半導体・繊維工業など、ほとんどの工業が製品名を冠しているが、化学工業は一定の製品を指すものではない。これは、化学工業が化学反応を基礎にしてさまざまな生産工程を経て多種多様な製品を製造する工業であることと関連している。

経済産業省化学工業統計<sup>7)</sup>によれば、化学工業製品は、化学肥料・石灰・ソーダ工業製品、無機薬品・火薬類、触媒、高圧ガス、石油系芳香族製品・合成染料、有機薬品、プラスチック、合成ゴム、写真感光材料、油脂・石けん・合成洗剤・界面活性剤、化粧品、塗料・印刷インキ、石油化学製品に分類されている。

プラスチック製品や繊維、ゴム製品、紙・パルプなどの加工製品は化学工業製品には含まれない。これらの工業や、窯業、非鉄金属、鉄鋼などの素材産業、石油・石炭なども化学プロセスを使うという意味で、広義の化学工業といえる。

### 2) 石油化学工業<sup>8)</sup>

石油化学工業は、石油や天然ガスの熱分解によって得られるエチレンやプロピレン、B-B（ブテン）留分、分解油などの各種炭化水素化合物を原料として多種多様な有機化学工業製品をつくる。

熱分解に使用される原料は、炭素数2から約20までの飽和炭化水素である。現在、世界的にはエタン、LPG（プロパン、ブタン）のガス系原料とNGL（コンデンセート）、ナフサ、ガスオイルの液体系原料が使われている。

原料選択は、原料の入手や輸送の状況、石油精製と石油化学の発展過程によって異なるが、現在では原油価格の高騰により、原料の多様化が追及されている。日本では原油精製で得られる石油製品、ナフサ（粗製ガソリン）を主原料としているが、アメリカや中東産油国では天然ガスや原油採取時の随伴ガスに含まれているエタンを主原料として使用している。一方、ヨーロッパではナフサを

中心としながら多様な原料が使用されている。

ナフサを原料とした石油化学工業製品の基本系統図を図1に示した。ナフサの熱分解によって一定の比率<sup>9)</sup>でエチレン (28%)、プロピレン (20%)、B-B留分 (11%)、分解油 (21%) が得られる。

エチレンは、重合により高密度ポリエチレン (HDPE) や低密度ポリエチレン (LDPE)、化学反応により塩化ビニル (VC)、スチレンモノマー (SM)、エチレンオキシド (EO) ・エチレングリコール (EG) に変換される。VC、SM、EG はそれぞれ塩化ビニル樹脂 (PVC)、ポリスチレン (PS)、ポリエステル繊維・樹脂 (PET) の製造原料になる。

プロピレンは、ポリプロピレン (PP) やアクロニトリル (AN)、クメンなどに変換される。AN は重合によりポリアクリロニトリル (PAN) に変換され、アクリル繊維やアクリル樹脂として製品化される。PAN は炭素繊維の原料でもある。またクメンは酸化されてアセトンとフェノールに変換され、いずれも重要な有機化学工業原料となる。

B-B留分には1-ブテンと2-ブテンが含まれ、その脱水素によりブタジエンが製造される。ブタジエンの単独重合ならびにスチレンや AN などとの共重合により多様な合成ゴムが製造される。

分解油には、ベンゼンやトルエン、キシレンなどの芳香族化合物が含まれ、それぞれが分離精製され、有機化学工業原料や溶剤として利用される。ベンゼンは有機合成化学原料として最も重要であり、シクロヘキサン経由でカプロラクタムに変換され、6-ナイロンの原料となる。また、プロピレンとの反応でクメンを製造する。キシレンにはイソ・メタ・パラ体の異性体があり、パラキシレンは高純度テレフタル酸 (PTA) に変換され、ポリエステル繊維・樹脂 (PET) の原料になる。トルエンは用途が限られ、供給過剰になるため、必要に応じて不均化反応によりベンゼンとキシレンに変換される。

このように石油化学工業製品の大部分はプラスチック、合成繊維、合成ゴム製品となるので、高分子工業といってもいいほどに高分子化学汎用製品を社会に供給している。これが、大量生産・大量消費・大量廃棄の元凶として石油化学工業が見なされる所以である。

日本の石油化学工業（2005年）の出荷額と従業員数は9.4兆円、7,700人であるが、プラスチック製品・化学繊維・ゴム製品製造業などを加えた広義の石油化学工業で見ると、出荷額26兆円、従業員数68,500人となり、鉄鋼業の出荷額16.9兆円、従業員数21,300人を凌駕している<sup>8)</sup>。このような状況は、石油化学工業が基礎素材産業として日本の経済ならびに国民生活を支える重要な産業であることを示すものである。

現在、日本の産業が自動車、コンピュータ、電子・電気機器など高度組立産業を中心に世界的に高く評価されている。その背景には、大量生産される汎用石油化学製品にはない、すぐれた品質と機能をもつさまざまなグレードの石油化学製品を提供していることと関連している。



図1. 石油化学工業製品の基本系統図

### 3. 世界におけるアジアの石油化学工業

世界の石油化学工業におけるアジアの位置づけを、地域別に見たエチレン需給（表1）、プロピレン需給（表2）、芳香族製品需給（表3）の推移から検討してみる。表1～表3には、アジア、西欧、北中南米、中東地域と世界合計のデータ、またアジア地域には、日本、韓国、台湾、中国、アセアン、インドのデータが含まれている。

## 1) アジアのエチレン需給

エチレンの地域別生産能力と需要、需給差を1992年、2000年、2005年の実績値と2011年の予測値を表1に示した。エチレン需要は、LDPE、HDPE、スチレンモノマー（SM）、ポリ塩化ビニル（PVC）、エチレングリコール（EG）などのエチレン系誘導品生産量から換算したものである。

1992年から2000年までに、アジアのエチレン需要は1,280万トン（世界比で21.1%、以下同じ）から2,860万トン（32.2%）に、生産能力は1,440万トン（20.1%）から2,630万トン（26%）にそれぞれほぼ倍増している。

1992年の需要の大きさは日本、韓国、中国の順であるが、2000年以降は中国が1位になり、日本、アセアン、韓国、台湾の順になっている。このような需要変化に合わせて、アセアン、韓国、中国の生産能力が増大している。また、アジアの需要と生産能力の世界に占める比率はいずれも大きく向上している。

アジアのエチレン需給は2005年で需要が3,810万トン（世界比で36.6%、以下同じ）、生産能力が3,250万トン（27.8%）になっている。需給差が-560万トンであり、需要が生産能力を大きく上回っている。これは、中国の需要過剰が原因であり、韓国や日本、アセアンからの地域内輸入では不足し、サウジアラビア<sup>10)</sup>などの中東からの輸入で補充されている。

一方、日本では生産能力過剰状態が続き、エチレン生産能力は2000年の740万トンからほとんど変化なく、2011年においても大きな変化は期待されていない。

2011年の予測は、2006年以降、世界全体で安定的な経済成長が達成されることを前提として、2011年までの需要の伸びを年平均4.1%の上昇を見込んだものである<sup>2)</sup>。需要の伸びは地域ごとに異なり、アジアでは年平均5.1%の需要増を予測している。これは、中国の需要増を大きく見込んだためである。

このような予測の結果、世界におけるアジアのエチレン需要・生産能力の占める比率は、それぞれ38.7%、33.7%となり、世界におけるアジアの石油化学工業の比重はさらに増大し、エチレンとその誘導品の生産能力の拡大に向けて、設備の新設・拡大が予定されている。

表1 世界のエチレン需要（単位：百万トン）<sup>\*1</sup>

		世界計	アジア計							西欧	北中南米	中東
			韓国	台湾	中国	アセアン	インド	日本				
1992年	生産能力	71.5	14.4	3.2	0.8	2.2	-	-	6.8	17.9	27.8	4.2
	需要	60.8	12.8	2.8	0.8	2	-	-	6	15.6	24.5	3.6
	需給差	10.7	1.6	0.4	0	0.2	-	-	0.8	2.3	3.3	0.6
2000年	生産能力	101.3	26.3	5.2	2.4	4.7	6.1	2.5	7.4	22	32	7.8
	需要	88.9	28.6	3.6	2.6	10.3	3.8	2	5.7	21.4	24.5	1.9
	需給差	12.4	-2.3	1.6	-0.2	-5.6	2.3	0.5	1.7	0.6	7.5	5.9
2005年	生産能力	117.1	32.5	5.9	2.9	7.3	6.4	2.5	7.6	24.4	40.1	11.3
	需要	104.1	38.1	3.8	2.3	17.3	5	3.2	5.7	23.3	32.1	2.7
	需給差	13	-5.6	2.1	0.6	-10	1.4	-0.7	1.9	1.1	8	8.6
2011年 (予測)	生産能力	155.1	52.2	7.2	4.4	18.3	9.6	5	7.7	24.6	41.3	26.3
	需要	132.7	51.4	4.1	2.7	26.1	6.7	5.3	5.5	26.5	39.4	5.5
	需給差	22.4	0.8	3.1	1.7	-7.8	2.9	-0.3	2.2	-1.9	1.9	20.8

\*1 各年度のデータは経済産業省製造産業局化学課「世界の石油化学製品の今後の需給動向」<sup>2)11)</sup>から抜粋した。ただし、1992年のデータは文献<sup>12)</sup>から抜粋した。

表2 世界のプロピレン需給（単位：百万トン）<sup>\*1</sup>

		世界計	アジア計							西欧	北中南米	中東
			韓国	台湾	中国	アセアン	インド	日本				
1992年	生産能力	32.4	8.5	1.6	0.4	1.5	-	-	4.5	9.9	12.2	0.4
	需要	32.9	8.8	1.6	0.5	1.5	-	-	4.4	9.8	11.8	0.4
	需給差	-0.5	-0.3	0	-0.1	0	-	-	0.1	0.1	0.4	0
2000年	生産能力	62.3	18	3.4	1.3	3.5	2.7	1.5	5.6	15.8	19	2
	需要	51.6	17.1	3.5	1.2	3.4	2.8	1.1	5.1	16.3	17.8	1
	需給差	10.7	0.9	-0.1	0.1	0.1	-0.1	0.4	0.5	-0.5	1.2	1
2005年	生産能力	79.3	25.3	3.9	2.2	7.4	3.6	1.5	6.6	17.4	29.3	2.6
	需要	63.7	23.9	2	1.3	10.6	3.2	1.4	5	15	18.9	1.7
	需給差	15.6	1.4	1.9	0.9	-3.2	0.4	0.1	1.6	2.4	10.4	0.9
2011年 (予測)	生産能力	100.9	38.7	5.3	3.2	14.7	6.3	2.3	6.8	17.5	29.3	8.8
	需要	82.8	34.2	2.6	1.4	17.5	4.3	2.3	5.5	17.3	23	3
	需給差	18.1	4.5	2.7	1.8	-2.8	2	0	1.3	0.2	6.3	5.8

\*1 各年度のデータは経済産業省製造産業局化学課「世界の石油化学製品の今後の需給動向」<sup>2)11)</sup>から抜粋した。ただし、1992年のデータは文献<sup>12)</sup>から抜粋した。

表3 2005年の世界の芳香族製品需給（単位：百万トン）\*1

		世界計	アジア計							西欧	北中南米	中東
			韓国	台湾	中国	アセアン	インド	日本				
ベンゼン	生産能力	43.3	16.3	3.4	1.2	3.1	2	0.8	5.8	9.4	11.8	2.3
	需 要	38.5	15.2	2.9	1.6	3	2.1	0.8	4.9	8.8	10.6	1.3
	需 給 差	4.8	1.1	0.5	-0.4	0.1	-0.1	0	0.9	0.6	1.2	1
トルエン	生産能力	26.5	7.4	2	0.1	1.6	1.3	0.3	2.1	2.6	14.4	0.8
	需 要	17.7	6.4	1.6	0.2	1.7	0.9	0.3	1.6	2.2	7.7	0.8
	需 給 差	8.8	1	0.4	-0.1	-0.1	0.4	0	0.5	0.4	6.7	0
キシレン	生産能力	37.8	16.4	2.5	1.4	3.8	1.9	0.3	6.4	4.6	13	1.6
	需 要	24.4	12.6	2.6	1.6	1.3	1.7	0.3	5.1	2.3	7	1.3
	需 給 差	13.4	3.8	-0.1	-0.2	2.5	0.2	0	1.3	2.3	6	0.3

\*1 経済産業省製造産業局化学課「世界の石油化学製品の今後の需給動向」<sup>2)</sup>から作成した。

表4 アジアにおける石油化学製品の需給（2005年、単位：百万トン）\*1

		LDPE *2	HDPE *2	SM *2	PVC *2	EG *2	PP *3	AN *3	PTA
2005年	生 産	10.5	8.8	3.1	5.2	3.6	16.7	2.5	21.7
	需 要	11.8	9.3	3.5	4.9	6.4	16.8	3	22.1
	バランス	-1.3	-0.5	-0.4	0.3	-2.8	-0.1	-0.5	-0.4
2011年 (予測)	生 産	15.5	12.8	4.4	6.3	5.9	24.8	3.1	36.8
	需 要	15.7	12.9	4.2	6.4	10	24.6	3.9	35.1
	バランス	-0.2	-0.1	0.2	-0.1	-4.1	0.2	-0.8	1.7

\*1 経済産業省製造産業局化学課「世界の石油化学製品の今後の需給動向」<sup>2)</sup>から作成した。

\*2 エチレン換算量

\*3 プロピレン換算量



## 2) アジアのプロピレン需給

プロピレンの地域別生産能力と需要、需給差を1992年、2000年、2005年の実績値、2011年の予測値とともに表2に示した。プロピレン需要は、ポリプロピレン（PP）やアクリロニトリル（AN）などのプロピレン系誘導品生産量から換算したものである。

アジアについて見ると、2005年の需要は2,390万トン（世界比で37.5%、以下同じ）、生産能力は2,530万トン（31.9%）となり、生産能力超になっている。エチレン需給と異なり、アジア地域内で賄うことが可能であり、中国の需要超（320万トン）は韓国や日本などからの輸入により満たされている。

世界のプロピレン需要は、エチレン需要と同様に世界の経済成長に応じた需要の伸びを4.5%と想定し、2005年の6,370万トンから2011年には8,280万トンに増加すると見込まれている。この中で、アジアの伸び率が6.1%と高く、特に中国が8.6%と高い。

このため2011年には、中国の設備新設と拡大により、生産能力が需要を越すことが予測される。また、アジアの世界における比率は需要（41.3%）、生産能力（38.4%）ともに大きくなることが予測されている。

表2に示された世界のプロピレン需要を対エチレン需要比<sup>13)</sup>で見ると、54.1%（1992年）から61.2%（2005年）に増加している。アジアにおいても同様な傾向を示し、2011年には67.7%に増加することが予測されている。これは、プロピレン需要の伸びがエチレンよりも高いことを示し、ポリエチレン（PE）よりも用途的にすぐれたポリプロピレン（PP）需要に引っ張られているためである。PPはプロピレン需要の70%を占め、PE需要よりも伸びが大きいことは表4からも伺える。

このようなプロピレンの需要増に対して、供給はエチレンプラントから7割、残り3割は石油精製工場の流動床接触分解装置（FCC）で供給していたが、近年では、エチレンと1-ブテンとのメタセシス法<sup>13)</sup>により、プロピレンを増産することが積極的に行われている。

### 3) アジアの芳香族製品の需給

2005年における世界のベンゼン・トルエン・キシレン (BTX) の需要実績は、それぞれ3,850万トン、1,770万トン、2,440万トンである。アジアにおけるBTX 需要は1,520万トン（世界比39.5%、以下同じ）、640万トン（36.2%）、1,280万トン（51.6%）、供給能力は1,630万トン（37.6%）、740万トン（27.9%）、1,640万トン（43.4%）である。

アジアでキシレンの需要と供給能力が高いのは、ポリエステル需要が増大し、原料となる高純度テレフタル酸 (PTA) 向けパラキシレンの需要が高いためであり、アジアの PTA 製造技術が優れていることと関連しているものである。

### 4) アジアにおける石油化学製品の需給

アジアにおける石油化学製品の需給について、2005年実績と2011年予測を表4に示した。エチレン誘導品であるLDPE、HDPE、SM、PVC、EGの生産・需要（エチレン換算値）、プロピレン誘導品であるPP、ANの生産・需要（プロピレン換算値）、芳香族化合物誘導体PTAの生産・需要が示されている。

2011年までにPPやPE、EG、PTAの需要の高い伸びが予測されている。アジアにおける経済成長と人口増から予測されたものである。EGの需要増はポリエステル繊維・樹脂向けのものであるが、生産増は需要に見合っていない。これは、中東の安価なEGの輸入を考慮に入れているためである。

## 4. 東アジアの石油化学工業

### 1) 日本

日本の石油化学工業は、1958年3月に三井石油化学岩国工場（エチレン年産2万トン）が操業開始し、同年末までに他3社工場を相次いで完成させて幕開けを迎えた。1959年には新たに5社が加わって全9社となり、1960年代後半までの高度経済成長期にエチレン年産30万トン設備に見られるような大型化時代が続き、1966年にはエチレン年産合計126万トンになり、アメリカに次ぐ世界化学工業国に成長した。2005年にはエチレン762万トンを生産している。

現在、日本のエチレンセンターは表5に示すように、出光興産(千葉、周南)、大阪石油化学(堺)、山陽石油化学(水島)、昭和電工(大分)、新日本石油化学(川崎)、住友化学(姉崎・袖ヶ浦)、東ソー(四日市)、東燃化学(川崎)、丸善石油化学(五井)、三井化学(市原、岩国大竹)、三菱化学(鹿島、水島)、京葉エチレン(千葉)の12社14か所であり、三菱化学(四日市)を含めた15か所で化学コンビナートを構成している。エチレン生産能力合計は728.9万トンになり、センターの生産規模は37.4～85.1万トンで、その平均は52.0万トンになっている。現在の世界平均からすると小規模に属し、競争力を考えると今後の課題である。

表5から明らかのように、熱分解原料は基本的にナフサであるが、一部でLPG、改質生成油、NGL、ガスオイルなどが使われている。2005年の原料構成比をみると、ナフサ(97%)、重質ガスオイル(2%)、LPG(1%)、ガスオイル(0.04%)になっている<sup>2)</sup>。ナフサ利用率は、欧州(67%)やアメリカ(45%)に比べて非常に大きい。そのナフサの約6割をサウジアラビア、UAE、韓国などから輸入しているのが現状である。

表5 日本のエチレンセンター<sup>1)</sup>

会社名	所在地	生産能力 <sup>2)</sup>	原料
出光興産	千葉	374	ナフサ、重質油、その他
出光興産	周南	623	ナフサ、改質生成油、その他
大阪石油化学	堺	455	ナフサ、その他 <sup>3)</sup>
山陽石油化学	水島	443	ナフサ
昭和電工	大分	615	ナフサ、NGL <sup>3)</sup> 、ブタン <sup>3)</sup>
新日本石油化学	川崎	404	ナフサ、P・P、灯油
住友化学	姉崎・袖ヶ浦	380	ナフサ、LPG
東ソー	四日市	493	ナフサ、その他
東燃化学	川崎	478	ナフサ、その他
丸善石油化学	五井	480	ナフサ、改質生成油
三井化学	市原	553	ナフサ
三菱化学	鹿島	851	ナフサ、ガスオイル <sup>3)</sup>
三菱化学	水島	450	ナフサ、ガスオイル <sup>3)</sup>
京葉エチレン	千葉	690	ナフサ
合計		7289	

<sup>1)</sup> 石油化学工業会 Web ページより作成。 <sup>2)</sup> 単位：千トン。 <sup>3)</sup> 計画中

近年、高騰するナフサ価格の影響と輸入ナフサへの依存体質を脱却するため、原料の多様化が進められており、安価な軽質原油（コンデンセート）やLPGなどを使えるよう設備を改造する例が相次いでいる<sup>15)</sup>。

## 2) 韓国

韓国では、政府主導で建設された蔚山石油化学工業団地で1972年に初めてエチレンセンター（エチレン15.5万トン能力）がスタートし、1981年には麗川石油化学工業団地で新たな工場が稼働し、2社合計50.5万トン能力を持つようになった<sup>16)</sup>。その後、政府主導から民間主導に代わり、石油化学投資の自由化が進む中で8社433万トン能力に拡大した。さらに1990年代後半には業界再編と活発なM&Aが進み<sup>17)</sup>、7社570万トン能力体制になり、2005年には550万トンのエチレンを生産している。

現在、韓国のエチレンセンターは、大韓油化（温山、40万トン）、三星トタル（大山、65万トン）、麗川NCC（麗川、146.5万トン）、SK（蔚山、73万トン）、LG石油化学（麗川、76万トン）、湖南石油化学（麗川、72万トン）、ロッテ大山石油化学（大山、65万トン）、LG大山石油化学（大山、48万トン）の8工場であり<sup>18)</sup>、工場当たり平均能力は74万トンで比較的大きい。各工場は韓国5大製油所所在地中の4か所、蔚山、麗水、温山、大山にあり、各製油所とコンプレックスを形成している。熱分解原料は、基本的にナフサである。

最近の動きをみると、三星トタル（大山）がナフサ分解の増設計画を推進し、エチレン（20万トン）、プロピレン（23万トン）、スチレン（20万トン）、ポリプロピレン（30万トン）の増産計画を立て、2007年完成を目指している。また、大韓油化（温山）がメタセシス法プロピレン製造装置（年産11万トン）の本格稼働に入り、LG石化も2007年末に同装置（年産14万トン）の完成を予定していると報じられている。

高い経済成長率を背景に石油化学製品の需要が増大している中国に韓国企業の進出が相次いでいる。ロッテグループは、系列企業である湖南石油化学、ロッテ大山油化、KPケミカルの3社の中国内営業ネットワークを統合し、KPケミカルは高純度テレフタル酸（PTA、80万トン）生産工場の建設を推進して

いる。SK は2010年までに武漢にナフサ分解設備を計画し、LG 化学も中国国内に工場の新設・増設を検討しているといわれている。

### 3) 中国

中国では、エチレン1.1～4万トン能力の小規模石油化学工業が存在していたが、1976年に34.7万トン能力に拡大させた以降、漸次増大させ、1987年に162.8万トン能力に達した。現在、石油化学工業は、中国石油天然ガス集团公司（CNPC）と中国石油化工集团公司（SINOPEC）によって運営されており、2006年11月現在、18工場（1,004万トン能力）が稼働している<sup>19)</sup>。

中国では、自動車産業や建設産業の牽引で第2次産業が好調で高い伸びを維持してきた。その結果、石油化学製品の需要が急拡大し、化学品の出荷額ではアメリカ、日本、ドイツに次いで世界第4位になっている<sup>20)</sup>。このような需要増を満たすため、欧米を中心とした外資の導入で進められてきた揚子 BASF（60万t、独BASFと中国SINOPECの合弁）、上海 SECCO（90万トン、英BPと中国SINOPEC、上海石化の合弁）、SHELL 南海（80万トン、SHELLと中国CNOOCの合弁）、福建聯合石油化工（80万トン、中国SINOPECとEXXON、ARAMCOの合弁、天然ガス原料）が2005年から2006年にかけて稼働している。また、天津石化計画（60万トン、DOWと天津石化との合弁、2010年稼働予定）が進められている。

さらに、2006年3月に発表されたエチレン新增設計画では独山（100万トン）や天津（100万トン）を含む新規計画（600～620万トン）が含まれ、さらに茂名石化、上海石化などの既存プラントの増設により、438万トンの増産が予定されている<sup>2)</sup>。

### 4) 台湾

2006年11月現在、台湾プラスチックグループ（FPG）麦寮、中国石油（CPC）高雄、中国石油（CPC）林園の3工場（281.5万トン能力）が操業し、2007年中に220万トンの増設が予定されている<sup>19)</sup>。

台湾の石油精製企業である FPCC（Formosa Petroleum Corporation）はも

とも石油化学を本業とする Formosa グループが、石油化学原料の安定供給を目指して、大規模な石油化学コンプレックスの建設に合わせて製油所を併設したものである。世界的にも最大級の石油化学コンプレックスであり、石油精製とのシナジーを最大限に生かし効率的な操業を行っている<sup>21)</sup>。

Formosa グループの戦略は非常にユニークであり、他社が容易に真似できない差別化戦略の事例として興味深い。石油精製業を担っている FPCC が担当するのはナフサ分解までであり、石化誘導品を専門とするグループ各社にエチレン、プロピレンなどの基礎石化原料を供給し、電力・蒸気などのユーティリティーも FPCC から集中的に供給する。

FPCC はエチレン原料のナフサを一部 LPG に切り替えようとしており、3号機（120万トン）では20%のLPGの使用が可能ないように設計されている<sup>2)</sup>。

中国石油（CPC）は、UAE 国営の国際石油投資公社（IPIC）とアブダビに製油所（30万BPD）とエチレンセンター（130万トン）を合併で建設するプロジェクトに合意し、石油精製からプラスチック原料までの石化コンビナートを完成させる予定である。

## 5) アセアン諸国

シンガポールでは、原料資源も需要もない条件で、住友化学との協力で PCS（Petrochemical Corp. of Singapore）を創設した。1984年に第1期計画（30万トン）を開始し、その後第2期計画（40万トン、1997年操業）では shell が加わった。現在、PCSのコンプレックスは2系列、109万トン能力に拡大されている。また、ExxonMobilのエチレン・コンプレックス（80万トン）が2001年にスタートし、2006年には90万トンに拡張されている。

したがって、2006年11月現在、2工場（199万トン能力）が稼働し、2011年に100万トンの増設、2010年に80万トンの新設が予定されている<sup>19)</sup>。

シンガポール政府はさらに石油化学企業の誘致を進めており、エチレン生産を現在の230万トンから2015年以降に年600～800万トンに高める計画を立てている。将来的には輸入のガスやメタノールを原料に現地でオレフィンに変換することも考えている。

タイでは2006年11月現在、タイ石油公社（PTT、2工場合計114.6万トン）、Rayong Olefins Co.（ROC、68.5万トン）、Thai Petrochemical Industry（TPI、36万トン）の4工場（合計230.6万トン能力）が稼働し、2007年中に201万トンの増設が予定されている<sup>19)</sup>。

マレーシアでは2006年11月現在、Titan Chemicals（73万トン能力、第1期23万トン1991年、第2期33万トン2000年）、Ethylene Malaysia（40万トン能力、1995年9月）、Optimal Olefins（60万トン、2001年8月）の3工場（166万トン能力）が稼働している<sup>19)</sup>。

インドネシアでは、丸紅が資本参加したPT Chandra Asri Petrochemical Center（52万トン）が1995年に操業を開始している。その後、同社は経営不振に陥り、丸紅は保有株を売却して撤退している<sup>21)</sup>。

## 5. まとめ

中国やインドなどの巨大な市場を背景として、アジアの石油化学工業が目覚ましい発展を遂げている。2005年のアジアのエチレン・プロピレン・パラキシレンの需要は、対世界比で見ると、それぞれ36.3%、37.5%、51.6%である。

アジアにおいて石油化学工業は、日本、台湾、韓国、中国、アセアンの順に導入されてきた。近年の需要増に合わせ、アジア全域での石油化学工業設備の新設・増設が行われている。生産能力の拡張は中国、アセアン諸国、インドで顕著であり、欧米諸国とともに日本や韓国などの資本・技術進出が旺盛である。

アジアにおける石油化学工業原料は基本的にナフサ中心であるが、原油価格の高騰の影響やナフサ依存からの脱却と関連し、原料多様化の動きがある。また、プロピレン系誘導品の需要増大と関連し、エチレン中心からプロピレン中心の製造体系を指向する動きもある。さらに、増大するポリエステル繊維・樹脂需要のために、高純度テレフタル酸の生産設備新設・増設が盛んである。

本論文の成果は、大阪経済法科大学研究補助金（2005年・2006年）の助成によるものである。大阪経済法科大学ならびに関係各位に謝意を表す。

参考文献と注釈

- 1) 弘岡正明編著『化学工業概論』丸善、1996年。
- 2) 経済産業省製造産業局化学課「世界の石油化学製品の今後の需給動向」（平成19年4月）  
<http://www.meti.go.jp/policy/chemistry/index.html>
- 3) ボール・ロバーツ（久保恵美子訳）『石油の終焉』光文社、2005年。
- 4) ピーター・ターツァキアン（東方雅美・渡部典子）『石油 最後の1バレル』英治出版、2006年。
- 5) 国際指標となる米国産WTI原油の先物価格の終値（2007年11月2日）が95.93ドル/バレルとなり、9月中旬に80ドルを超えた以降、史上最高値を更新している（時事2007年11月3日付）。参考文献2）（80ページ）によれば、産油量がピークに近づくると1バレルあたり70～80ドル、あるいは100ドルまで高騰すると考えられている。現状は100ドルに近づいている。
- 6) 川手恒忠ら『現代の産業新訂版石油化学工業』東洋経済新報社、1970年。
- 7) 経済産業省『化学工業統計』[http://www.meti.go.jp/statistics/tyo/seidou/result/ichiran/02\\_kagaku.html#menu2](http://www.meti.go.jp/statistics/tyo/seidou/result/ichiran/02_kagaku.html#menu2)
- 8) 石油化学工業会 HP <http://www.jpca.or.jp/4stat/01aramashi/01chii.htm>
- 9) ナフサ熱分解により生成するオレフィンの比率は、原料ナフサの炭素数組成により決まる。カッコ内は平均的な比率である。レギュラガソリンの得率を増やすため、ヘビーナフサをガソリン向けに使用する傾向にある。そのため、ライトナフサが石油化学用に多く使われるようになっていく。
- 10) サウジアラビアは安価なエタンを原料として世界第2位のエチレン生産国になろうとしている。生産コストの低いポリエチレンやエチレングリコールは世界有数の競争力をもつが、プロピレン誘導体についてはエタンからの製造が困難であるため、競争力は低い。
- 11) 経済産業省製造産業局化学課「世界の石油化学製品の今後の需給動向」（平成14年3月）  
<http://kaznak.web.infoseek.co.jp/meti/meti2002.htm#honbun>
- 12) 高橋清人『化学経済』、1996年3月臨時増刊号、68～75ページ。
- 13) エチレンに対するプロピレンの相対的な需要変化をみる。各年度について、（プロピレン需要/エチレン需要）の変化を見た。例えば、1992年では、32.9/60.8=54.1%；2005年では、63.7/104.1=61.2%。
- 14) メタセシス法は次式のようなエチレンと1-ブテンの不均化反応である。  
$$\text{CH}_2=\text{CH}_2 + \text{CH}_2=\text{CHCH}_2\text{CH}_3 \rightarrow 2\text{CH}_2=\text{CHCH}_3$$
- 15) 三菱化学が水島事業所で85億円をかけてナフサ以外の原料使用比率を最大2割まで高めるために工事中、また三井化学も大阪工場でもナフサ以外の原料比率を2割から4割へ引き上げられるよう改造を計画中だと報じられている。
- 16) 木村始「韓国化学産業の現状と展望」、『化学と工業』、45、1661ページ、1992年。
- 17) 徐京仙「韓国の石油化学産業」、『化学経済』、4月号、82ページ、2005年。
- 18) 『アジアの石油化学工業2007年版』重化学通信社、2006年。
- 19) 「アジアの石油化学」<http://kaznak.web.infoseek.co.jp/index.html>
- 20) 永井知美「TBR 産業経済の論点」No.05-10、東レ経営研究所、2005年。
- 21) 角和昌浩「日韓中台 石油ダウンストリーム産業の競争力比較」  
[eneken.ieej.or.jp/data/pdf/1081.pdf](http://eneken.ieej.or.jp/data/pdf/1081.pdf)
- 22) 日本経済新聞2005年4月26日夕刊