

2020年10月

## 将来の国内外における需要構造変化に向けた 国内製油所の石化シフトと国際競争力強化の可能性(その2)

総務部調査情報グループ  
技術企画部

### 4. 調査目的と内容

前報(参考資料 1)に引き続き、我が国製油所の国際競争力強化を図るため、競争力に影響を与える技術的課題の抽出等、政策検討に資する調査を行った。

本調査報告では全体を2分割し、前半部は既にその1として、アジア石油市場における代表的な製油所の石化製品を含む製品得率と精製マージン等、競争力に関する調査結果を報告した(参考資料1)。今回はその2とし、我が国製油所における将来の国内外における需要構造変化に向けた石化シフトと国際競争力強化の可能性に関する調査結果を報告する。

当分析に当たっては、近年我が国の石油製品需要量が減少傾向にあり、その

結果として製油所精製能力の余力拡大を考慮し、2020年と2030年の両時点の国内石油製品需要量を想定した。製品需要量の想定内容および我が国製油所の生産面に影響する輸出入の想定については「4.1 石油製品等生産量の想定」に、これらの石油製品生産を行う我が国製油所の精製能力の想定は「4.2 国内製油所能力等の想定」に示す。さらに、石化製品の増産可能性について検討するため、2020年と2030年に対し、それぞれ次の4ケースを分析しその結果を「5.1 ②国際競争力強化の実現可能性」にて記す。

まず「既存精製装置活用時」において、実勢を勘案した生産状態および既存装置活用による石化製品増産を促進する場合の検討を行い、次の2ケースを検討した。

- ① ケース1: 既存の精製装置能力に応じ、実勢を勘案した生産状態の分析
- ② ケース2: 当生産状態を勘案しつつ、既存装置を活用した際のBTX生産最大化の状態を分析

次にFCC・RFCC装置の改造・増強を想定し、積極的に石化製品増産を「FCCガソリンのプロピレンへの転

### 4. 調査目的と内容

4.1 石油製品等生産量の想定

4.2 国内製油所能力等の想定

(既存装置活用時と

FCC・RFCC装置の改造・増強時)

### 5. 調査結果と考察

5.1 国際競争力強化の方向性とその実現可能性

- ① 国際競争力強化の方向性
- ② 国際競争力強化の実現可能性(ケース1とケース2)
- ③ 国際競争力強化の実現可能性(ケース3とケース4)

5.2 今後の課題

- ① 我が国製油所が参考とすべき国際競争力指標
- ② FCC・RFCCの稼働率の向上
- ③ 我が国の石油安定供給に役立つ石化製品の増産
- ④ 国内石油製品の需給と品質確保

### 6. まとめ

換]によって促進する場合の検討を行い、さらに2ケースを検討した。

③ ケース3: FCC・RFCC 装置を改造し、ガソリンからのプロピレン転換を高めた生産状態の分析

④ ケース4: ケース3に加え、RFCCをHS-FCC(高過酷度流動接触分解)へ転換した想定時の生産状態を分析

これらの結果も踏まえ、国内外の需給や安定供給を考慮した際の課題について「5.2 今後の課題」に記す。最後に当調査全体「6. まとめ」として締める。

#### 4.1 石油製品等生産量の想定

まず初めに、我が国製油所の石油製品生産量の主な供給先となる我が国石油製品需要量の想定を行う。「2019～2023年度石油製品需要見通し(案)平成31年3月29日石油製品需要想定検討会燃料油ワーキンググループ(参考資料2)」に基づいて、その需要量変化の傾向として「需要量の増加もしくは減少の年率」を活用して、2030年度までの各種石油製品の国内需要量を推計した。その推計結果を表6(我が国各種石油製品の国内需要量の想定(2030年度まで))に示す。

さらに我が国製油所の石油製品生産量を想定するため、石油製品としての輸出量(ガソリン、ジェット、その他の中間留分および船舶用重油)および参考資料2に記載されていない潤滑油とアスファルトの生産量を、石油連盟統計(2017～2018年度の平均値、参考資料3)を用い推計した。その推計結果を表7(我が国各種石油製品の輸出量および生産量の想定)に示す。さらに石化製品生産量に関しては、リフォーメイト(BTX)は15万バレル/日キープを想定し、プロピレンはFCC装置稼働に伴って生産される量と設定した。

前記、各種石油製品の国内需要量の想定(表6)に、その他の石油製品(表7)や石油化学製品を加え我が国製油所における各種石油製品等の生産量の想定(2030年度まで)として表8に示す。なお、我が国はCO2削減対応としてバイオ燃料をガソリンへ混合し続けるように計画している。これを考慮し当検討では、ガソリン基材としてのETBEをガソリン生産量に対し7%以上8%以下の範囲で混合するものと設定した。

表6. 我が国各種石油製品の国内需要量の想定(2030年度まで) 千バレル/日

石油製品名	実績	実績推計	見通し <sup>1)</sup>			JPEC推計 <sup>2)</sup>	
	2017	2018	2019	2020	2023	2025	2030
プレミアムガソリン <sup>3)</sup>	89	87	86	84	78	75	67
レギュラーガソリン	804	787	775	758	704	673	602
ナフサ	777	747	759	752	730	722	704
ジェット	86	91	91	91	91	91	90
灯油	287	255	260	251	231	223	202
軽油	583	584	586	584	583	583	583
A重油	198	192	185	179	162	151	127
一般C重油(内需)	90	85	82	79	69	63	51
電力C重油 <sup>4)</sup>	97	69	66	64	56	51	41
<b>合計</b>	<b>3,011</b>	<b>2,897</b>	<b>2,890</b>	<b>2,842</b>	<b>2,704</b>	<b>2,632</b>	<b>2,467</b>

1) 「石油製品需要想定検討会 燃料油ワーキンググループによる2019～2023年度石油製品需要見通し(案)」(参考資料2)

2) 参考資料2の2019～2023年度の増加年率を勘案して算出したJPEC推計値

3) プレミアムガソリンはガソリン中の10%として割当

4) 2019年度以降は一般C重油増加年率(2019～2023年度)を適用して推計

表 7. 我が国各種石油製品の輸出量および生産量の想定 千バレル/日

	2017、2018年度平均 (千BD)			備考
	純輸出量	輸出量	生産量	
ガソリン	32			プレミアムガソリン需要へ加算
ジェット	172			
灯油	-22			マイナスは輸入量を示す
軽油	140			
A重油	19			
灯軽A重油計	138			灯軽A重油計を軽油需要へ加算
船舶用C重油		127		低硫黄船舶用重油の生産量に設定
潤滑油			40	潤滑油生産量に設定
アスファルト			51	アスファルト生産量に設定

出所) 石油連盟統計資料を活用してJPECが作成

表 8. 我が国製油所における各種石油製品等の生産量の想定(2030年度まで) 千バレル/日

石油製品名	実績	実績推計	見通し			JPEC推計	
	2017	2018	2019	2020	2023	2025	2030
プレミアムガソリン	121	119	118	116	110	107	99
レギュラーガソリン	804	787	775	758	704	673	602
ナフサ	777	747	759	752	730	722	704
ジェット	258	263	263	263	263	263	262
灯油	287	255	260	251	231	223	202
軽油	720	722	724	722	721	721	721
A重油	198	192	185	179	162	151	127
高硫黄一般C重油	90	85	82	79	69	63	51
低硫黄電力用C重油	97	69	66	64	56	51	41
低硫黄船舶用重油	127	127	127	127	127	127	127
潤滑油	40	40	40	40	40	40	40
アスファルト	51	51	51	51	51	51	51
コークス	コーカー等装置能力からの生産想定値						
プロピレン	制約を設けず、製油所の生産バランスに応じて生産されるとする。						
リフォーマート BTX	150	150	150	150	150	150	150
<b>合計</b>	<b>3,720</b>	<b>3,607</b>	<b>3,600</b>	<b>3,552</b>	<b>3,414</b>	<b>3,342</b>	<b>3,177</b>

出所) 表 6(我が国各種石油製品の国内需要量の想定) と表 7(我が国各種石油製品の輸出量および生産量の想定) を加算して作成

#### 4.2 国内製油所能力等の想定(既存装置活用時と FCC・RFCC 装置の改造・増強時)

当調査では、我が国製油所の現有精製能力をまず設定し、それらの装置の中で FCC・RFCC 装置を改造・増強した場合を加え、石化製品増産や精製マージン変化等、効果を検討した。

我が国製油所の現有精製能力を、石油連盟の統計情報等に基づき 6 地域と全国合計に整理し、設定した。その設定結果を表 9 (我が国製油所の現有精製能力設定) に、その中の全国合計モデルを図 3 にそれぞれ示す。

表 9. 我が国製油所の現有精製能力設定 千バレル/日

6地域製油所 装置能力	常圧蒸留 CDU	減圧蒸留 VDU	ナフサ脱硫 Naph-HDS	灯軽油脱硫 MD-HDS	軽油脱硫 GO-HDS	接触改質 RFM	FCC	RFCC	アルキレーション ALK	VGO-HDS	VGO分解 HG	AR-HDS	残油熱分解 コーカー	残油水素化 分解
北部	492	134	104	217	69	76	37	76	9	65	17	124	0	0
千葉	639	269	138	404	78	110	129	34	4	136	40	112	33	0
川崎	575	311	114	338	66	116	184	30	19	219	0	35	27	35
中部	501	195	128	262	55	102	31	111	27	118	0	105	0	0
関西	798	435	169	493	124	159	233	0	38	257	57	76	59	0
西南	514	215	144	240	41	122	86	32	7	96.0	30	52	22	0
全国合計	3,519	1,559	796	1,953	432	683	700	283	105	891	144	504	141	35

出所) 石油連盟の統計情報等を参考にして JPEC が作成

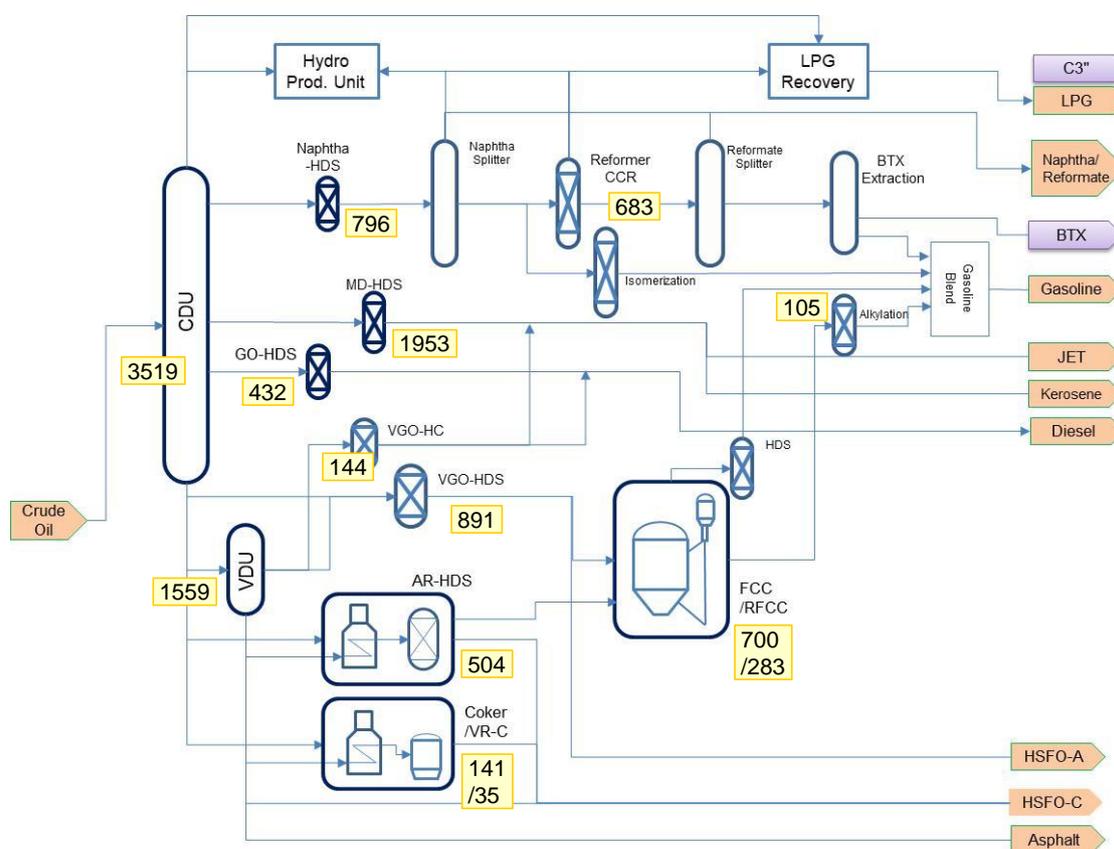


図 3. 我が国製油所の現有精製能力設定(全国合計モデル、単位:千バレル/日)

## 5. 調査結果と考察

### 5.1 国際競争力強化の方向性とその実現可能性

#### ① 国際競争力強化の方向性

シンガポール製油所の精製マージン 4.8\$/バレルは「アジア市場において生き残る標準的精製マージン指標」として捉え、我が国製油所は当指標を上回るべく国際競争力を強化し続ける必要がある。また、国際競争力強化指標としてジャムナガール石化製油所の精製マージン 11.3\$/バレルは、非常に高く先進製油所の水準を示す意味で参考とした(参考資料 1)。さらにこれら精製マージンの解析結果から、この優位性を決定する因子として石化製品得率が挙げられ、ジャムナガール石化製油所の石化製品得率 13 容量%はシンガポー

ル製油所値と比較し 2.8 倍と高い水準であった。仮にジャムナガール石化製油所の石化製品得率を指標とする場合、我が国製油所の状況(原油性状等)も踏まえた石化製品得率は 15 強容量%と設定された。

当調査報告その 2 では、前記両油所の精製マージンおよび石化製品得率を、我が国製油所の精製マージン増加および石化製品得率向上へ向けた指標水準として念頭に置き、2030 年度までの我が国石油製品等需要量の想定を勘案しつつ、我が国製油所の石化シフトと国際競争力強化の可能性について検討を行った。

## ② 国際競争力強化の実現可能性(ケース 1 とケース 2)

初めに、既存精製装置活用時において、実勢を勘案した生産状態(ケース 1)および既存装置活用による BTX 増産を促進する場合(ケース 2)の検討を行った。なお、当検討では、各種精製装置の稼働率は各能力に対し 60%以上となるように設定し、精製マージン最大化の生産状況について LP モデルによる検討を行った。

### 【ケース 1】

既存の精製装置能力に応じ実勢を勘案した生産状態の分析結果を、2020 年度想定を表 10 に 2030 年度想定を表 11 にそれぞれケース 1(既存製油所推計生産状況)の項目欄に記す。2020 年度想定 of 分析の結果、原油常圧蒸留装置稼働率は 93%となり、精製マージンは 8.5 \$/バレル(金額では 10,200 百万 \$/年)と推計された。また 2030 年度想定 of 分析の結果では、原油常圧蒸留装置稼働率は 87%となり、精製マージンは 7.2 \$/バレル(金額では 8,090 百万 \$/年)と推計される。

### 【ケース 2】

ケース 1 の生産状態を勘案しつつ、精製マージンを増加すべく BTX を増産する場合の分析も行った。その結果を表 10(2020 年度想定)および表 11(2030 年度想定)のケース 2(既存製油所推計生産状況 BTX 増産)の項目欄に記す。2020 年度想定 of 分析の結果、原油常圧蒸留装置稼働率は 5%上昇し 98%となり、精製マージンは 0.2 \$/バレル(金額では 800 百万 \$/年)増加し、8.7 \$/バレル(金額では 11,000 百万 \$/年)と推計された。重質ナフサ改質装置および FCC・RFCC 装置の稼働率はそれぞれ 13%および 9%増加し、重質ナフサ改質装置はフル稼働、FCC・RFCC 装置は 84%の稼働率まで増加する。原油選択面で 0.7 度 API の重質化も図られ、これらが精製マージン増加に寄与したと考えられる。なお、BTX 増産前には天然ガスが自家燃料および水素原料用に活用されていたが、BTX 増産時には活用されなくなった。この主要因は、BTX 増産時に重質ナフサ改質装置の稼働率がフル稼働になり、その上でガソリン基材を増産して BTX 増産を支援する FCC・RFCC 装置の稼働率も大幅に増加するため、自家燃料ガス生産量も増加し、天然ガスの外部調達が必要なくなったためと考えられる。

一方 2030 年度想定 of 分析の結果では、原油常圧蒸留装置稼働率は 3%上昇し 90%となり、精製マージンは 1.3 \$/バレル(金額では 1,740 百万 \$/年)増加し 8.5 \$/バレル(金額では 9,830 百万 \$/年)と推計される。2030 年度 of 内需量減少に応じて、原油常圧蒸留装置稼働率は 87%まで低下し、精製マージンは 7.2 \$/バレル(金額では 8,090 百万 \$/年)と推計された。重質ナフサ改質装置および FCC・RFCC 装置の稼働率はそれぞれ 13%および 9%増加し、重質ナフサ改質装置はフル稼働、FCC・RFCC 装置は 76%の稼働率まで増加する。原油選択面で 0.8 度 API の重質化も図られ、BTX 増産効果と合わせ精製マージンの増加が得られる。

表 10. 2020 年度想定、我が国製油所の既存装置活用と BTX 増産時の検討結果(ケース 1 とケース 2)

我が国製油所(2020年度内需) 原油分類名 処理量 千BD・比率%	既存製油所 推計生産状況 ケース1	既存製油所 BTX増産 ケース2	(2020年度内需)		
			製品等名 生産量 千BD	既存製油所 推計生産状況 ケース1	既存製油所 BTX増産 ケース2
超軽質油・コンデンセート	300	300	プロパン	90	98
アラビアンエクストラライト	1,198	763	プロピレン(PP)	69	77
アラビアンライト	540	1,145	ブタン・ブテン	167	155
アラビアンミディアム	852	889	ナフサ	226	220
アラビアンヘビー	74	68	ガソリン	874	874
低硫黄原油(米産含む)	300	300	BTX(B)	150	252
合計 千BD	3,264	3,465	ジェット・灯油	514	514
超軽質油・コンデンセート	9	9	軽油・A重油	901	901
アラビアンエクストラライト	37	22	潤滑油	40	40
アラビアンライト	17	33	アスファルト	51	51
アラビアンミディアム	26	26	低硫黄船舶用等C重油	191	191
アラビアンヘビー	2	2	高硫黄C重油・コークス	113	113
低硫黄原油(米産含む)	9	9	合計	3,385	3,487
合計 %	100	100	同上製品等別の対原油得率%		
天然ガス消費量・ETBE 千BD	100	61	プロパン	3	3
参考(原油比重 API度)	35.8	35.1	プロピレン(PP)	2	2
主要装置名(能力千BD)	稼働率%		ブタン・ブテン	5	4
原油常圧蒸留(3519)	93	98	ナフサ	7	6
減圧蒸留(1559)	53	55	ガソリン	27	25
重質ナフサ接触改質(683)	87	100	BTX(B)	5	7
重油流動接触分解(983)	75	84	ジェット・灯油	16	15
減圧軽油水素化分解(143)	60	60	軽油・A重油	28	26
減圧軽油脱硫(891)	60	61	潤滑油ベースオイル	1	1
常圧残渣油直接脱硫(504)	77	93	アスファルト	2	1
HOIL(34)	100	100	低硫黄船舶用等C重油	6	6
コーカー(ユリカL含:141)	100	100	高硫黄C重油・コークス	3	3
アルキレーション(105)	60	100	合計	104	101
精製マージン \$/BBL(百万\$/年)	8.5 (10,200)	8.7 (11,000)	参考(PP+B得率%)	6.7	9.5

表 11. 2030 年度想定、我が国製油所の既存装置活用と BTX 増産時の検討結果(ケース 1 とケース 2)

我が国製油所(2030年度内需) 原油分類名 処理量 千BD・比率%	既存製油所 推計生産状況 ケース1	既存製油所 BTX増産 ケース2	(2030年度内需)		
			製品等名 生産量 千BD	既存製油所 推計生産状況 ケース1	既存製油所 BTX増産 ケース2
超軽質油・コンデンセート	300	300	プロパン	87	96
アラビアンエクストラライト	667	299	プロピレン(PP)	62	70
アラビアンライト	1,108	1,391	ブタン・ブテン	155	160
アラビアンミディアム	626	824	ナフサ	272	239
アラビアンヘビー	68	68	ガソリン	701	701
低硫黄原油(米産含む)	300	300	BTX(B)	150	254
合計 千BD	3,068	3,182	ジェット・灯油	464	464
超軽質油・コンデンセート	10	9	軽油・A重油	848	848
アラビアンエクストラライト	22	9	潤滑油ベースオイル	40	40
アラビアンライト	36	44	アスファルト	51	51
アラビアンミディアム	20	26	低硫黄船舶用等C重油	169	169
アラビアンヘビー	2	2	高硫黄C重油・コークス	86	86
低硫黄原油(米産含む)	10	9	合計	3,086	3,178
合計 %	100	100	同上製品等別の対原油得率%		
天然ガス消費量・ETBE 千BD	55	55	プロパン	3	3
参考(原油比重 API度)	35.5	34.7	プロピレン(PP)	2	2
主要装置名(能力千BD)	稼働率%		ブタン・ブテン	5	5
原油常圧蒸留(3519)	87	90	ナフサ	9	8
減圧蒸留(1559)	54	55	ガソリン	23	22
重質ナフサ接触改質(683)	87	100	BTX(B)	5	8
重油流動接触分解(983)	67	76	ジェット・灯油	15	15
減圧軽油水素化分解(143)	60	60	軽油・A重油	28	27
減圧軽油脱硫(891)	60	60	潤滑油ベースオイル	1	1
常圧残渣油直接脱硫(504)	60	74	アスファルト	2	2
HOIL(34)	100	100	低硫黄船舶用等C重油	6	5
コーカー(ユリカL含:141)	100	100	高硫黄C重油・コークス	3	3
アルキレーション(105)	60	75	合計	101	100
精製マージン \$/BBL(百万\$/年)	7.2 (8,090)	8.5 (9,830)	参考(PP+B得率%)	6.9	10.2

③ 国際競争力強化の実現可能性(ケース3とケース4)

【FCC・RFCC 装置の原料と製品得率の想定】

ここでは、ケース2で検討した BTX 増産を行いつつ、さらに FCC・RFCC 装置の改造・増強や HS-FCC への転換・増強によって石化製品増産を促進する場合の検討を行った。当検討を行う際に用いる各種の FCC・RFCC 装置の原料と製品留分得率の想定値を表12に示す。本表には既存の FCC(原料は脱硫減圧軽油:DSVGO)と RFCC(原料は脱硫残渣油:DSAR)、ジャムナガール石化製油所のプロピレン増産型 FCC、McDermott 社開発のプロピレン増産型への改造技術を適用した FCC・RFCC および HS-FCC についてそれぞれの得率を記した。

表 12. FCC・RFCC 装置への「改造・増強技術」採用時の各種留分得率想定値

各種装置	既存FCC/RFCC		プロピレン増産型 FCC	プロピレン増産へ改造 McDermott社技術適用		HS-FCC適用
	原料油 DSVGO	DSAR	DSVGO	DSVGO	DSAR	DSAR
留分	生産される留分の対原料油得率 (容量%)					
ガス(自家燃換算)	4	6	4	5	6	7
プロピレン	9	10	17	20	22	29
プロパン	2	3	4	3	5	7
ブタン	15	14	19	19	18	21
ガソリン基材	63	55	50	47	40	35
軽油基材	15	18	13	13	15	9
LSC重油基材	6	8	7	7	8	8
合計	114	114	114	114	114	116
備考	我が国・シンガポール製油所の FCC・RFCC想定値		ジャムナガール石化製油所のFCC想定値	FCC・RFCC装置に同社技術(SRDC)適用時の想定値		RFCC装置に適用時の想定値

出所)蓄積した各種情報を勘案してJPECが作成

McDermott 社の開発した既存 FCC・RFCC 装置のプロピレン増産型への改造技術は、SRDC(Single Regenerator Dual Catalyst Technology)を既設の FCC/RFCC 装置に付加する技術であり、同社とインドの石油精製会社との連携で開発されたもので、数年前から米国でも当改造技術の導入が開始され営業運転を行っているとのことである(参考資料4)。当技術情報の概要を図に示す。一方 HS-FCC(High Severity FCC: 高過酷度流動接触分解)装置とは、我が国で開発された技術を応用した装置で、2019 年から韓国 S オイル社蔚山製油所に導入され、世界初の営業運転が開始されている(参考資料5)。

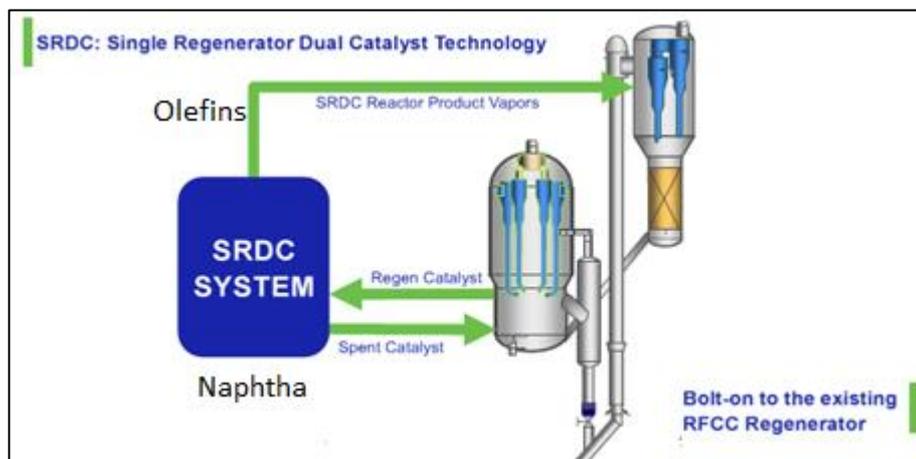


図 4. McDermott 社の SRDC システム(FCC ガソリンからプロピレン増産技術)の概要(参考資料4)

## 【ケース 3】

ガソリンのプロピレンへの転換促進として、既存 FCC・RFCC 装置に McDermott 社の SRDC システムを適用した時の生産状態を分析し、その結果を表 13(2020 年度想定)および表 14(2030 年度想定)のケース 3(プロピレン増産へ改造)の項目欄に記す。

## 【ケース 4】

ケース 3 の生産状態に加えて、RFCC を HS-FCC(高過酷度流動接触分解)装置へ替えた生産状態を想定して分析し、その結果を表 13(2020 年度想定)および表 14(2030 年度想定)のケース 4(ケース 3 の RFCC に HS-FCC 適用)の項目欄に記す。

表 11 に示したように、既存製油所の生産状況およびその BTX 増産時では 2030 年の内需減少に応じて、原油常圧蒸留装置稼働率は 87～90%まで低下すると分析され、精製マージンは 7.2～8.5 \$/バレル(金額では 8,090～9,830 百万 \$/年)と推計された。FCC・RFCC 装置の改造・増強を行った場合には、表 14 に示すように、原油常圧蒸留装置稼働率は 93%に維持できると分析され、精製マージンは 7.8～8.2 \$/バレル(金額では 9,290～9,770 百万 \$/年)と推計された。

2030 年想定既存製油所の生産状況(ケース 1)と比較して、石化製品増産を図る BTX 増産と FCC・RFCC 装置の改造・増強の 3 ケースの原油常圧蒸留装置稼働率は、3～6%上昇し 90(BTX 増産時)～93%(FCC・RFCC 装置の改造・増強時)となると推計された。これら 3 ケースにおける重質ナフサ改質装置の稼働率も、石化製品増産前の 87%から 96～100%へ向上する。また、FCC・RFCC 装置の稼働率も石化製品増産前の 67%から BTX 増産時には 76%、さらに FCC・RFCC 装置の改造・増強時には 78～80%へと向上する。原油選別面では 35.5 度 API(石化製品増産前)から 34.3～34.7 度 API へ 0.8～1.2 重質化も図られ、精製マージンの増加が得られたと考えられる。

2030 年想定既存製油所の生産状況(ケース 1)と比較して、BTX 増産(ケース 2)と FCC・RFCC 装置の改造・増強(ケース 3 とケース 4)の 3 ケースの精製マージンは、大幅に増加(1,200～1,740 百万\$/年)する。一方で 3 ケースの中を比較すると、2030 年想定ケース 2:BTX 増産の場合の精製マージン(9,830 百万\$/年)と比較して、プロピレン増産最大化を図ったケース 3 とケース 4:FCC・RFCC 装置の改造・増強の場合の精製マージン金額は 1～5%(金額としては 60～540 百万\$/年)減少すると推計された。これらの精製マージン減少幅は、プロピレンと BTX の価格変動による精製マージン変化幅より小さく、アジア市場における石化製品需給状態によってはプロピレン増産最大化を図る方が経済的優位となる場合も想定される。よって、将来における BTX とプロピレンの最善の増産計画は、製油所全体の生産状態を特にアジア石油・石化製品需給と調和させる方向で見極めることが必要である。

表 13. 2020 年度想定、我が国製油所の競争力強化(FCC・RFCC の改造・増強)時の検討結果(ケース 3 とケース 4)

我が国製油所(2020年度内需) 原油分類名 処理量 千BD・比率%	プロピレン増産へ FCC・RFCC改造 ケース3	ケース3のRFCCに HS-FCC適用 ケース4	(2020年度内需)		
			製品等名 生産量 千BD	プロピレン増産へ FCC・RFCC改造 ケース3	ケース3のRFCCに HS-FCC適用 ケース4
超軽質油・コンデンセート	494	618	プロパン	111	117
アラビアンエクストラライト	162	151	プロピレン (PP)	171	187
アラビアンライト	1,596	1,450	ブタン・ブテン	192	198
アラビアンミディアム	900	932	ナフサ	161	155
アラビアンヘビー	68	68	ガソリン	874	874
低硫黄原油(米産含む)	300	300	BTX (B)	214	219
合計 千BD	3,519	3,519	ジェット・灯油	514	514
超軽質油・コンデンセート	14	18	軽油・A重油	901	901
アラビアンエクストラライト	5	4	潤滑油	40	40
アラビアンライト	45	41	アスファルト	51	51
アラビアンミディアム	26	26	低硫黄船舶用等C重油	191	191
アラビアンヘビー	2	2	高硫黄C重油・コークス	113	113
低硫黄原油(米産含む)	9	9	合計	3,532	3,560
合計 %	100	100	同上製品等別の対原油得率%		
天然ガス消費量・ETBE 千BD	61	61	プロパン	3	3
参考(原油比重 API度)	35.3	35.8	プロピレン (PP)	5	5
主要装置名 (能力千BD)			ブタン・ブテン	5	6
原油常圧蒸留(3519)	100	100	ナフサ	5	4
減圧蒸留(1559)	56	54	ガソリン	25	25
重質ナフサ接触改質(683)	100	100	BTX (B)	6	6
重油流動接触分解(983)	84	83	ジェット・灯油	15	15
減圧軽油水素化分解(143)	60	60	軽油・A重油	26	26
減圧軽油脱硫(891)	60	60	潤滑油ベースオイル	1	1
常圧残渣油直接脱硫(504)	93	92	アスファルト	1	1
HOIL(34)	100	100	低硫黄船舶用等C重油	5	5
コーカー(ユリカL含:141)	100	100	高硫黄C重油・コークス	3	3
アルキレーション(105)	100	100	合計	100	101
精製マージン \$/BBL(百万\$/年)	8.4 (10,800)	9.0 (11,500)	参考(PP+B得率%)	10.9	11.5

表 14. 2030 年度想定、我が国製油所の競争力強化(FCC・RFCC の改造・増強)時の検討結果(ケース 3 とケース 4)

我が国製油所(2030年度内需) 原油分類名 処理量 千BD・比率%	プロピレン増産へ FCC・RFCC改造 ケース3	ケース3のRFCCに HS-FCC適用 ケース4	(2030年度内需)		
			製品等名 生産量 千BD	プロピレン増産へ FCC・RFCC改造 ケース3	ケース3のRFCCに HS-FCC適用 ケース4
超軽質油・コンデンセート	300	375	プロパン	107	113
アラビアンエクストラライト	59	59	プロピレン (PP)	161	178
アラビアンライト	1,686	1,610	ブタン・ブテン	176	183
アラビアンミディアム	869	870	ナフサ	195	189
アラビアンヘビー	68	68	ガソリン	701	701
低硫黄原油(米産含む)	300	300	BTX (B)	235	233
合計 千BD	3,281	3,282	ジェット・灯油	464	464
超軽質油・コンデンセート	9	11	軽油・A重油	848	848
アラビアンエクストラライト	2	2	潤滑油ベースオイル	40	40
アラビアンライト	51	49	アスファルト	51	51
アラビアンミディアム	26	27	低硫黄船舶用等C重油	169	169
アラビアンヘビー	2	2	高硫黄C重油・コークス	86	86
低硫黄原油(米産含む)	9	9	合計	3,234	3,256
合計 %	100	100	同上製品等別の対原油得率%		
天然ガス消費量・ETBE 千BD	49	49	プロパン	3	3
参考(原油比重 API度)	34.3	34.7	プロピレン (PP)	5	5
主要装置名 (能力千BD)			ブタン・ブテン	5	6
原油常圧蒸留(3519)	93	93	ナフサ	6	6
減圧蒸留(1559)	55	55	ガソリン	21	21
重質ナフサ接触改質(683)	96	97	BTX (B)	7	7
重油流動接触分解(983)	80	78	ジェット・灯油	14	14
減圧軽油水素化分解(143)	60	60	軽油・A重油	26	26
減圧軽油脱硫(891)	60	60	潤滑油ベースオイル	1	1
常圧残渣油直接脱硫(504)	85	82	アスファルト	2	2
HOIL(34)	100	100	低硫黄船舶用等C重油	5	5
コーカー(ユリカL含:141)	100	100	高硫黄C重油・コークス	3	3
アルキレーション(105)	100	100	合計	99	99
精製マージン \$/BBL(百万\$/年)	7.8 (9,290)	8.2 (9,770)	参考(PP+B得率%)	12.1	12.5

## 5.2 今後の課題(国内外の石油需給や我が国石油安定供給を考慮した際の課題について)

## ① 我が国製油所が参考とすべき国際競争力指標

ここまで、実勢を踏まえたシンガポール製油所やインドのリライアンス社ジャムナガール石化製油所の生産状況に加え、2020年と2030年の石油製品需要等を想定して我が国製油所の生産状況を検討した。それらの競争力を示す指標としての精製マージン関連項目を表15にまとめて示す。

表15. 我が国製油所等の競争力を示す指標としての精製マージン関連項目に関する検討結果

想定年等	シンガポール2020年	ジャムナガール2020年	備考	
精製マージン関連項目	実勢	実勢		
原油処理量 千BD	1,139	1,240		
参考(原油API度)	38.5	27.0		
参考(PP+BTX得率%)	4.7	13.1	・ジャムナガールのPP+BTX得率は、我が国製油所にとって対原油18容量%に相当と推定される。	
精製マージン 百万\$/年	2,000	5,100		
精製マージン \$/バレル	4.8	11.3		
備考	アジア標準競争力指標	先進的競争力指標		

想定年等	我が国2020年度		我が国2030年度	
	既存精製装置活用 ケース1	同左BTX増産 ケース2	既存精製装置活用 ケース1	同左BTX増産 ケース2
原油処理量 千BD	3,264	3,465	3,068	3,182
参考(原油API度)	35.8	35.1	35.5	34.7
参考(PP+BTX得率%)	6.7	9.5	6.9	10.2
参考(FCC・RFCC稼働率%)	75	84	67	76
精製マージン 百万\$/年	10,200	11,000	8,090	9,830
精製マージン \$/バレル	8.5	8.7	7.2	8.5

想定年等	我が国2020年度		我が国2030年度	
	FCC・RFCC改造 ケース3	RFCCをHS-FCC転換 ケース4	FCC・RFCC改造 ケース3	RFCCをHS-FCC転換 ケース4
原油処理量 千BD	3,519	3,519	3,281	3,282
参考(原油API度)	35.3	35.8	34.3	34.7
参考(PP+BTX得率%)	10.9	11.5	12.1	12.5
参考(FCC・RFCC稼働率%)	84	83	80	78
精製マージン 百万\$/年	10,800	11,500	9,290	9,770
精製マージン \$/バレル	8.4	9.0	7.8	8.2

我が国製油所の原油処理量当たりマージンは、実勢を踏まえた2020年想定で8.5\$/バレルおよび2030年想定では減少するものの7.2\$/バレルと推計された。アジア市場で主に石油製品生産によって利益を確保し長期的操業を安定的に行っていると考えられるシンガポール製油所の精製マージン(原油処理量当たり4.8\$/バレル)と比較すると、我が国製油所の精製マージンは約2倍で十分高い水準にある。一方、ジャムナガール石化製油所の精製マージンの11.3\$/バレルは、我が国製油所の精製マージンの約1.3倍であり非常に高い。この高い精製マージン実現に貢献しているジャムナガール石化製油所の石化製品得率は、我が国製油所の目標とすべき石化製品得率として約18容量%に相当すると推定された。

## ② FCC・RFCCの稼働率向上

FCC・RFCC装置の原料は、多様な二次装置原料の中で割安な重油留分であり、この留分の分解によって他の軽質製品(LPG、ガソリン、軽油等)基材へ転換する際に約15%の容量増加を生むことから、精製マージン増加に大きく貢献する。その上、生まれた軽質製品基材が、有用かつ割高な製品としての石化製品の増産を実現することは製油所の精製マージン増加に大きく貢献することになる。実勢を踏まえて推計した我が国製油所の2020年度の既存装置活用時には、FCC・RFCC装置稼働率は75%で、2030年度には67%まで低

下する。本検討では、この FCC・RFCC 装置余力が増加傾向にあることを活用して、石化製品得率等を向上させ精製マージンの増加を狙った。

すなわち既存装置にて BTX 増産するには、FCC・RFCC 装置の稼働率を 76%～84%へ高め、ガソリン基材を増産することでそのガソリン基材中の BTX をより多く石化製品に転換できる。また FCC・RFCC の改造・増強によるプロピレンの増産を狙う場合には、FCC・RFCC 装置の稼働率は 80%～84%まで高まり、ガソリンからのプロピレンや BTX への転換を積極的に図り、減少傾向にあるガソリン需要に調和しつつ石化製品の増産を実現することができる。

### ③ 我が国の石油安定供給に役立つ石化製品の増産

石油関連燃料油需要が低下傾向にある我が国の石油産業がとるべき方向性として、燃料油からの石化製品への転換を高めるいわゆる石化シフトは、本検討結果から明らかのように精製マージンを高めるメリットだけでなく、原油処理量(輸入量)をある程度高く保つ効果が期待できる。つまり平常時における石化シフトによる石油需要を喚起することは、我が国の原油取扱量の低下を抑えることに繋がる。これは、緊急時における我が国の石油製品安定供給確保に極めて効果的かつ重要であると考えられる。その主な理由として次の 2 項目が挙げられる。

- ・平常に必要な石化生産物(BTX やプロピレン)は、緊急時において主要な石油燃料であるガソリンや軽油等増産への転換が容易にできること。

「BTX のガソリン基材としての有効活用」や「プロピレン得率の減少と分解ガソリンおよび分解軽油の両基材得率の増加を行うこと」によって、フレキシブルにガソリンと軽油の増産を行うことができるようになる。この意味で、平常時の石化製品増産は緊急時における石油製品安定供給確保に極めて有効であると考えられる。

- ・主要燃料以外の生産物をより多く増産しておく生産状態は、緊急時における原油確保を可能とすること。

当生産状態は平常時の原油輸入量の増加を促進する。我が国への原油物流規模の平常時における拡大は、各種緊急時の原油確保を、物流面を含めて支援できる基盤となる。この意味で、平常時の石化製品増産は緊急時における石油製品安定供給確保に極めて効果的であると考えられる。ちなみにナフサ(国内エチレン生産工場向け)および輸出用軽油の増産も同様の効果をもたらすと想定される。

上記提言がすでになされている例として米国の石油産業を挙げることができる。米国の超大型ハリケーン発生時の対応を振り返ると、2005 年のカテリーナ発生時には我が国等から米国への石油製品緊急供給が行われた(参考資料 6)。一方 2018 年の超大型ハリケーン発生時には米国製油所自身による石油の安定供給が充分に行われ、先のような海外からの製品輸入を必要としなかった。超大型ハリケーン発生前(2017 年)の米国における石油製品(ガソリンと中間留分)輸出量平均値は、米国内向け供給量の約 14%(約 210 万 BD)であり(参考資料 7)、米国では平常時の輸出量を緊急時の国内向け供給に当てられたと考えられる。

### ④ 国内石油製品の需給と品質確保

FCC・RFCC 装置の活用も強化して我が国製油所の精製マージンを高めていくことは、生産される分解ガソリン基材や分解軽油基材のガソリンや軽油への混合比率をますます高めることになることも想定される。

このような傾向に対して、ガソリンと軽油の必要な品質の確保のための研究・検討を深めることは、今後より一層重要な課題となると考えられる。

## 6. まとめ

本調査では、日本の石油の安定供給を将来にわたり確保していくことを念頭に置き、我が国製油所の国際競争力強化を図るため、競争力に影響を与える技術的課題の抽出等、政策検討に資する調査を行った。その結果、次の技術的課題および政策的検討の必要性が分かった。

### ① 我が国製油所の競争力強化の方向と実現に関する課題

競争力指標としての精製マージンについて実勢を踏まえて 2020 年頃の生産状況を、我が国製油所とシンガポール製油所について比較した。その結果、我が国製油所の精製マージンはシンガポール製油所の精製マージンより十分高い水準に有ることが分かった。アジア石油市場における安定操業を確保しつつあるシンガポール製油所の精製マージンを十分上回っていることは、我が国製油所の安定操業が当面確保されると考えられる。しかし 2030 年を想定すると、国内石油需要量の減少傾向により、精製マージン、特にガソリン基材を生産し精製マージン増加に寄与する FCC・RFCC 装置の稼働率低下も相俟って、2020 年頃の精製マージンより約 20%減少することが懸念として示された。

そこで、このような精製マージン減少傾向に対し、既存装置を活用して石化製品(BTX)の増産を図り、さらに FCC・RFCC の改造・増強を加えて石化製品(プロピレン)の増産も加えるならば、2030 年想定生産状況においても精製マージンをある程度維持できることが分析された。当分析結果から、2020 年から 2030 年へかけて国内石油需要減少傾向を石化製品増産によって、我が国製油所の生産量低下に歯止めをかけることは、国際競争力の維持・強化に効果ある実現策として有効である。我が国製油所の石化製品得率としては、先進的なジャムナガール石化製油所の石化製品増産状況の分析結果を踏まえ、対処理原油 18%容量%を指標として示した。

今後とも、ガソリン需要の減少する先進国を中心に、石化製品増産を高効率に行う FCC/RFCC 装置等について技術開発が進むことが想定される。我が国製油所には、その国際的潮流を調査し、積極的に応用していくことも課題である。

### ② 我が国の石油安定供給確保のための政策的検討の必要性

石化製品を初めとする生産物をより多く増産しより大きな調達原油規模を確保しておく生産状態は、緊急時における原油確保に備えておく効果も期待される(ちなみに、最近の我が国原油輸入量はピーク時の 40%以下まで減少し 1970 年以前の状態に戻っている)。したがって、可能な限り石化製品等の主要燃料以外の増産を、我が国の石油安定供給に役立つこととして捉え、今後積極的にその実現を図ることが重要であると考えられる。

実際に我が国国内需要における主要燃料以外の石化製品等((国内エチレン生産工場向けナフサおよび輸出用軽油含む)を増産するためには、それらの国内外の販売先に関する安定性や採算性等を調査し吟味する必要もある。今後のアジアの石油・石化製品需給の調査も極めて重要であると考えられる。このような、我が国の石油安定供給確保に資する石化製品等の増産実現やそのための調査等については政策的検討の必要性があると思われる。

## &lt;参考資料&gt;

1. JPEC レポート No.201002「将来の国内外における需要構造変化に向けた国内製油所の石化シフトと国際競争力強化の可能性(その 1)」
2. 「2019～2023 年度石油製品需要見通し(案)」、第 6 回 総合資源エネルギー調査会 資源・燃料分科会 石油・天然ガス小委員会、石油市場動向調査ワーキンググループ、平成 31 年 3 月 29 日
3. 石油連盟統計(2017～2018 年度)
4. Jo Portela, MCDERMOTT, “Integrate your paid-off FCC unit for improved flexibility and better economics in a dynamic market”, ERTC, Nov. 2019.
5. 島田孝司、HS-FCC の開発とセミコマмерシャルプラントの運転、ペトロテック第 36 巻 第 10 号(2013)
6. ハリケーン『カトリーナ』による米国石油供給及び市場への影響、杉野 綾子、IEEJ:2005 年 9 月掲載  
<https://eneken.ieej.or.jp/data/pdf/1127.pdf>
7. EIA (U.S. Energy Information Administration), Weekly Supply Estimates から JPEC にて解析  
[https://www.eia.gov/dnav/pet/pet\\_sum\\_sndw\\_dcus\\_nus\\_w.htm](https://www.eia.gov/dnav/pet/pet_sum_sndw_dcus_nus_w.htm)

(問い合わせ先)

一般財団法人石油エネルギー技術センター 総務部 調査情報グループ [pisap@pecj.or.jp](mailto:pisap@pecj.or.jp)

本調査は、一般財団法人石油エネルギー技術センター (JPEC) が資源エネルギー庁からの委託により実施しているものです。無断転載、複製を禁止します。

Copyright 2020 Japan Petroleum Energy Center all rights reserved