

Mizuho Industry Focus Vol. 243

石油化学産業のトランジション推進に向けて ～日本産業の競争力の源泉となる産業であり続けるために～

小嶋 健太

〈要旨〉

- 足下で国内石化産業における業界再編の機運が高まっている。グローバル全体で市況が厳しいこともあり、各社が石化事業に対する従来よりも踏み込んだ構造改革方針を打ち出している。中長期的には、国内の生産能力を適正化していく「需給」の観点と、サステナビリティを踏まえた生産プロセスを実装していく「グリーン化」の観点という2つの難題を同時に対処しなければならず、極めて難しい局面を迎えている。
- 石化産業は幅広い産業に製品を供給しており、高機能な製品の供給が川下企業の差別化要素となることで、競争力の源泉として貢献できる産業と言える。石化産業の内需は川下産業の動向と密接な関係があり、日本産業として成長するための対応が求められる。一方で、石化産業は非常に複雑な構造であり、トランジションの推進には体系的な論点把握が肝要である。
- 「需給」の観点では、グローバルで中国とサウジアラビアの影響力が拡大している。中国の自給化によって産業構造が変化する転換点を迎える中、日本企業の強みを活かしていかに差別化するかの検討が求められる。国内では従来から同一製品を中心とした再編によって最適化を進めてきたが、コンビナートとしての全体最適を追求していく目線がより一層必要になるだろう。
- 「グリーン化」の観点では、燃料転換、原料循環、原料転換の3つの方向性があり、エチレンプラントにおける熱源のカーボンニュートラル化や廃プラリサイクルの推進、バイオ原料の活用等に向けて、国内外で対応が進展している。いずれも簡単な取り組みではないが、業種横断連携の検討や政策支援を活用しながらトランジションの推進力を獲得していくことが重要である。
- 国内石化産業の方向性としては、グリーン化も見据えたコンビナートの製品構成見直しが求められる。日本企業は汎用品でも高機能グレードを拡充してきた強みがあり、業界再編で特定拠点の稼働率を高めながら、高機能なグレードの割合をさらに向上させていくべきだろう。
- 国内石化産業の業界再編における現実的な選択肢は限られているが、現時点であればどの企業が踏み込んだ決断をできるかによって将来像は変わり得るため、この1～2年での各社の決断が今後の国内石化産業のあり方を大きく左右すると考えられる。従来以上に踏み込んだ打ち手でトランジションを推進していくことによって、グリーン化も含めた日本産業の競争力の源泉として、石化産業がより一層貢献し続けていくことを切に願っている。

目次石油化学産業のトランジション推進に向けて
～日本産業の競争力の源泉となる産業であり続けるために～

I. はじめに ～国内石化産業が直面する事業環境変化.....	2
II. 国内外における需給関連の動向	5
1. アジアを中心としたグローバル動向.....	5
2. 日本企業における石化事業の位置づけ.....	9
3. 国内石化産業の長期的な再編の経緯.....	12
III. 国内外におけるグリーン化関連の動向	14
1. 「燃料転換」 ～クラッカー熱源のCN化.....	15
2. 「原料循環」 ～廃プラのリサイクル促進	18
3. 「原料転換」 ～バイオ原料やCCUの活用.....	21
IV. 国内石化産業における今後の方向性	24
1. 国内石化産業の長期需要見通し.....	24
2. コンビナートの競争力強化に向けた着眼点.....	26
3. 石化産業のトランジション戦略の方向性	29
V. おわりに ～石化産業のトランジションへの期待.....	33

I. はじめに ～国内石化産業が直面する事業環境変化

国内石化産業で
業界再編の機運
が高まる

足下で国内石化産業における業界再編の機運が高まっている。過去から国内石化産業では業界再編が何度も検討・実施されてきているが、直近の流れの契機としては 2021 年 12 月に三菱ケミカルが石化事業を分離・再編して独立化を進めると公表したことが大きい。ただし、その 2 年後の 2023 年 12 月に同社の社長が交代となり、次期社長には石化事業のトップが就任すると公表された。これによって石化事業の分離計画が事実上の白紙となったことは、国内の石化再編を進めることがいかに難しいかを示唆していると言えるだろう。一方で、石化事業に詳しいトップに代わることによって、今後は具体的な動きが進展するとの期待感があり、業界再編に対する機運は改めて高まっている。加えて、この約 2 年の間に、グローバル全体における石化事業の市況が厳しかったことなどもあり、三菱ケミカル以外の各社においても石化事業の構造改革について従来よりも踏み込んだ方針が続々と打ち出されている。エチレンプラントの稼働率は好不況の目安とされる 90%を 1 年以上も下回った状況であり、業界再編は喫緊の課題となっている。カーボンニュートラルやサステナビリティの潮流も含め、各社の石化事業がどうあるべきかを踏まえた上で、どのようにトランジションしていくかを検討していかなければならない局面を迎えている。

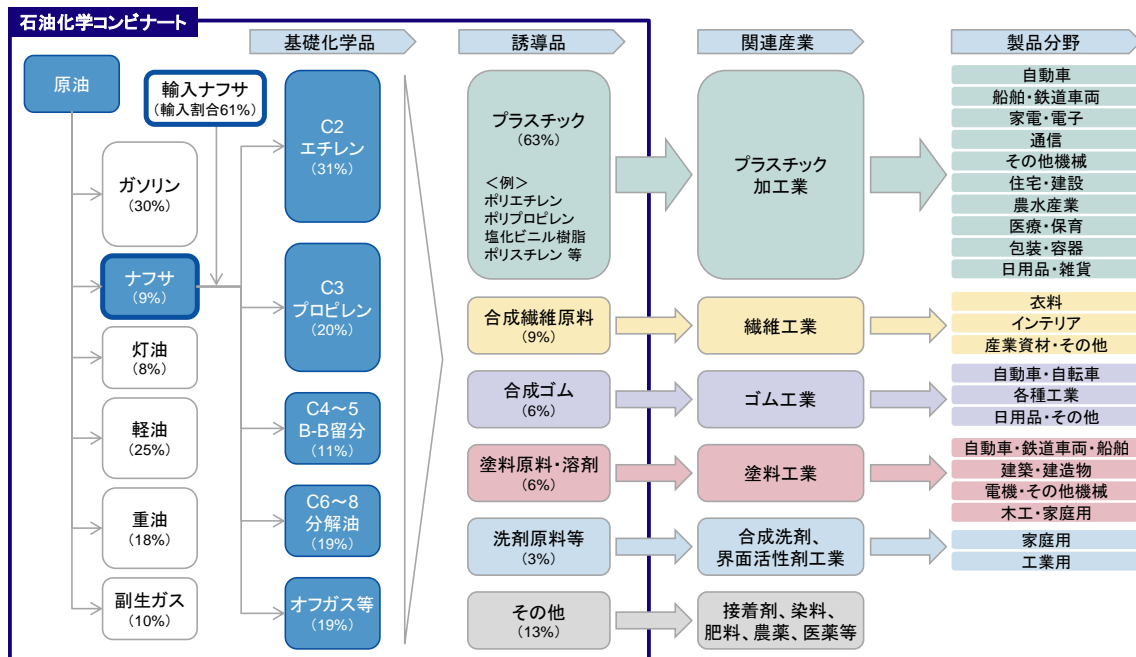
石化産業は様々な産業を支え、需要産業の競争力の源泉として貢献してきた産業

石化産業は、原油から精製されるナフサなどから様々な石化製品を製造することによって、幅広い産業に製品を供給している（【図表 1】）。プラスチックが代表例ではあるが、合成繊維、合成ゴム、塗料や洗剤なども石化産業が原料供給の役割を果たす。石化製品は安価で安定的な供給が可能な原料として、従来の原料を代替することで広く世界中で活用されてきた経緯がある。具体的には、天然繊維から合成繊維、天然ゴムから合成ゴムといった置き換えであり、技術開発によって物性を高めることで、従来にはなかった機能を付与することなども可能にしてきた。例えば、自動車では高機能なプラスチックを開発することによって様々な部品で金属からプラスチックへの代替を進めてきた。プラスチックへの代替が軽量化につながり、燃費の向上を実現することで、自動車としての差別化要因になるといった効果がある。これはあくまで一例であり、石化産業は川下の幅広い需要産業に対して高機能な製品を供給することで、川下企業が差別化によって競争力を発揮するための源泉として貢献してきた産業と言える。

石化産業の需要はエチレン換算ベースの指標で把握

ここで、石化産業の需要を測るための指標となるエチレン換算内需について簡単に整理しておきたい。ナフサを原料とする石化製品は複数の基礎化学品などを複合的に使用しながら製造されるため、主要な基礎化学品のエチレンに換算した数量で大きな動向を把握するのが一般的である。製品に使用されるエチレンの重量割合（原単位）が仮に 4 割であれば、製品数量に 0.4 を乗じた数量がエチレン換算ベースの数値となる。この際、プロピレン等に関する動向はエチレン換算ベースの数値に直接的な影響を与えない点に留意が必要である。具体例を挙げれば、プロピレンのみを主原料とするポリプロピレンはエチレンを使用しないため、エチレン換算の数値はゼロとなる。ただし、実際にはナフサからの連産品であるため、プロピレン需給もエチレン需給に間接的な影響を与えている。加えて、エチレンとプロピレンの双方を主原料とする EDPM（エチレンプロピレンゴム）のような製品も存在する。このような複雑な連関性があることが業界再編における検討の難しさにつながっている面もある。

【図表 1】石化製品における製造プロセスの全体像

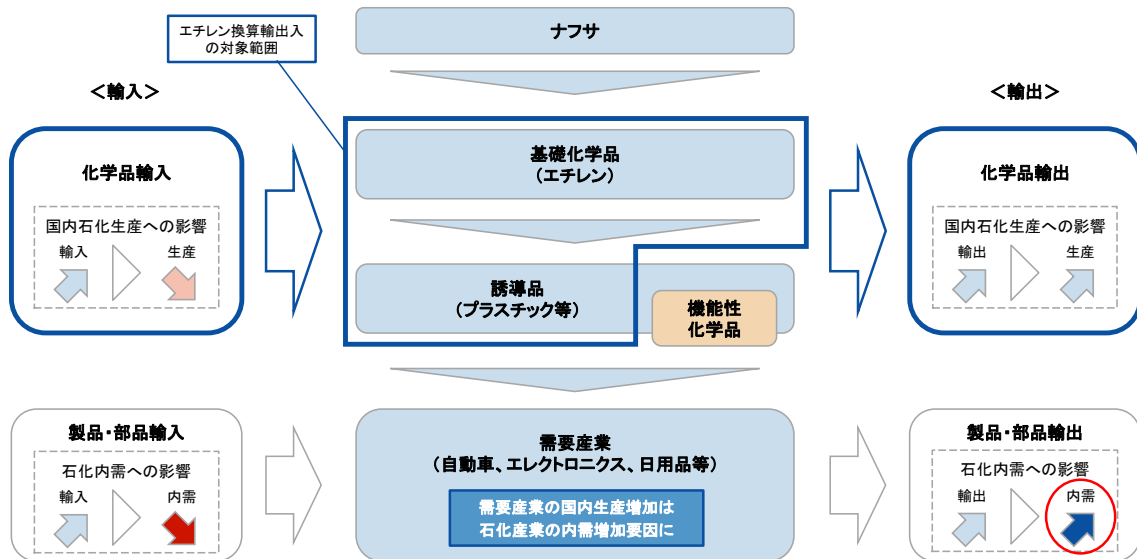


(注) 括弧内の数値は原油留分、ナフサ留分、石化製品(誘導品)における数量ベースの 2022 年実績シェア (出所) 石油化学工業協会「石油化学工業の現状 2023 年」等より、みずほ銀行産業調査部作成

石化産業は内需拡大の観点でも川下産業とともに成長することが期待される

エチレン換算内需という観点で今後のあるべき姿を検討する上では、川下の需要産業も含めた俯瞰的な視点を持つことがポイントとなる。エチレン換算内需は、「エチレン生産－エチレン換算輸出＋エチレン換算輸入」で算出されるため、輸出入が内需に影響を与えることになる。その際、石化製品によるエチレン換算輸出入のみならず、レジ袋や自動車部品のような完成品や部品による輸出入の動向にも注意が必要である。例えば、完成品であるレジ袋の輸入が増加した場合、国内で石化製品の消費需要が代替されるため、エチレン換算内需が減少する。一方で、国内産業の国際競争力が強く、完成品や部品の輸出が増加した場合は国内で石化製品の消費需要が喚起されることで、エチレン換算内需が増加する。このように石化産業は川下の需要産業と密接な関係性を持っており、日本産業として成長していくための取り組みが期待される(【図表 2】)。なお、この考え方は日本に限った話ではないため、石化産業が将来的にどの国・地域で成長していくのかを考える上での重要な視点の 1 つと言える。

【図表 2】 輸出入がエチレン換算内需とエチレン生産に与える影響イメージ



(注) 石油化学工業協会が公表するエチレン換算輸出入には、エチレン及び主要エチレン誘導品(PE、塩ビ、SM、PS、EG、酢ビ、ABS等)が含まれる
 (出所) みずほ銀行産業調査部作成

国内石化産業が
 中長期目線で直
 面する難題は需
 給とグリーン化の
 2点

国内の石化産業は中長期的な方向性として、2つの大きな難題に直面している。1つ目は、需給の観点であり、中長期的には内需と輸出の減少が見込まれる中、国内の生産能力を適正化していく必要がある。2つ目は、グリーン化の観点であり、カーボンニュートラル(以下、CN)やサーキュラーエコノミー(以下、CE)の潮流を踏まえたグリーンな生産プロセスを最適に実装していく必要がある。どちらも長期を見据えた戦略が足下から求められており、どちらかだけでも対処が難しい問題である中、これらを同時に対処していかなければならないという極めて難しい局面にあると言える。

第三者を含めた
 協業によるラン
 ジョンの推進力
 獲得も重要

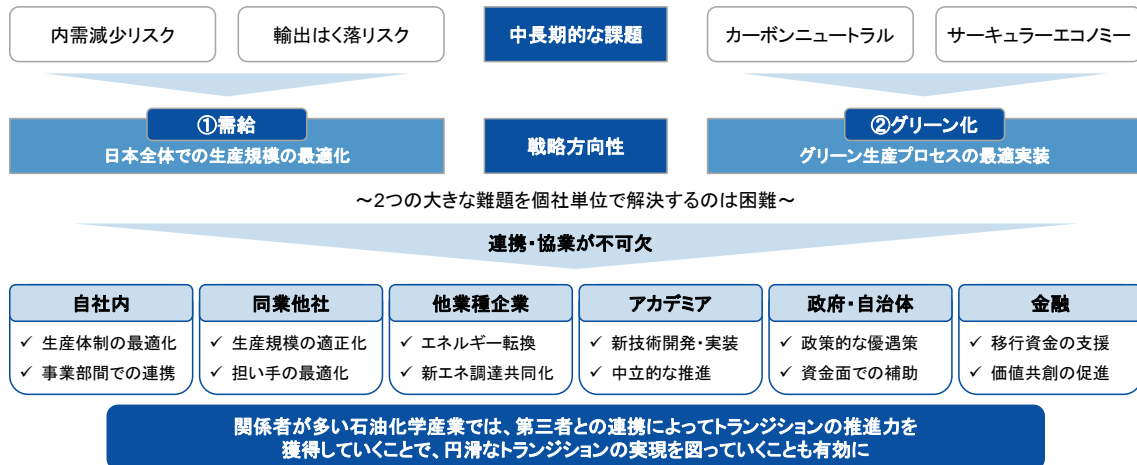
まさに将来像を見据えたトランジションの推進が求められる状況であるが、個社単位で全てを解決するのは困難なレベルの問題と考えられる。同業他社で連携していくことは前提として、業種横断的な連携に加え、アカデミアや自治体、金融機関なども含めた第三者の機能を活用していくのも一案である。特にグリーン化関連の取り組みは足下で経済合理性がないことも多く、いかにトランジションの推進力を獲得していくかが重要であり、企業以外の主体による力をうまく活用していく方法も有効だと考えられる(【図表 3】)。

本稿では日本産
 業を支える石化
 産業のトランジ
 ション戦略を考察

国内石化産業はこのような難しい局面に置かれていることに加え、足下の市況の厳しさなども影響して構造改革や他社連携をしていこうという再編機運が高まっている。一方で、石化産業はサプライチェーンが非常に複雑であり、そのような中でも再編を進めてきた過去の経緯の影響もあって、製品ごとに資本関係が入り乱れている状況である。何かの設備を停止すると、その川下に甚大な影響を与える可能性もあり、簡単に動かさない難しさもある。そのため、石化産業のトランジションを推進するためには、数多くある論点を体系的に把握することが肝要である。本稿では、石化産業が抱える主な論点の体系的な整理を目指すとともに、今後のあるべき姿を考察することによって、具体的な

連携方法の検討を進めるにあたり、土台となる共通認識の醸成を企図している。本稿の構成として、論点となる需給とグリーン化についてⅡ章とⅢ章でそれぞれ整理をした上で、今後の方向性をⅣ章で考察していく。日本産業を支える石化産業が多くの関係者を巻き込みながら、トランジション戦略を着実にスピーディーに進めるための一助となれば幸いである。

【図表 3】国内石化産業におけるトランジションの方向性



(出所) みずほ銀行産業調査部作成

Ⅱ. 国内外における需給関連の動向

本章の概要

本章では、2つの難題のうちの1つである需給に関連する論点を採り上げる。まずグローバル動向とそのポイントを概観した上で、国内石化産業の現状と過去の経緯について整理することで、現状の国内石化産業においてどのような課題があるのかを考察する。

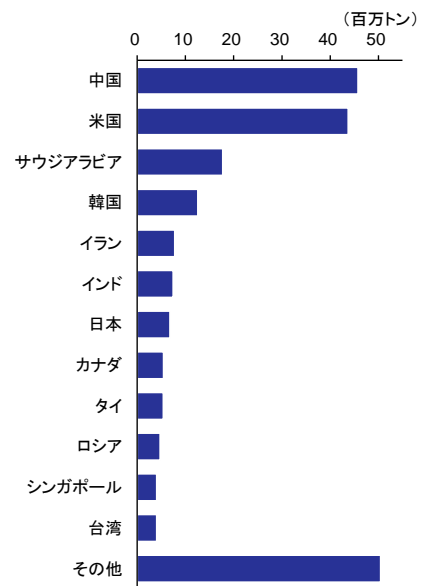
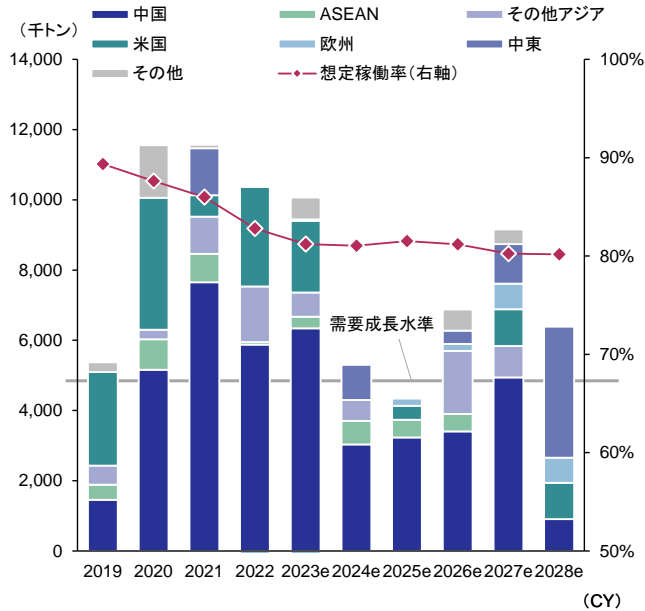
1. アジアを中心としたグローバル動向

中国の自給化進展によって石化産業は需給の観点で転換点に

足下から今後数年における石化産業のグローバル動向として、最も大きなトピックは中国による大規模新增設の影響と言えるだろう。中国はエチレン生産能力の国別シェアでも2022年に米国を抜いて1位となっている(【図表4、5】)。従来は中国の大規模な需要の多くを輸入品でまかなっていたが、ここ最近では中国の自給化が急速に進展しており、一部の製品では中国が輸入するのではなく、中国からの輸出に転じる動きも起き始めている。石化産業のグローバル需要自体は今後も年率2.5%程度伸びると見込むものの、中国での生産設備の新增設はそれをはるかに上回るペースで進んでおり、グローバル全体で供給過剰になっている。各地域から大規模需要地である中国向けに輸出をしていくという従来の産業構造が変化しつつあることで、構造的な事業環境の悪化が起きているのである(【図表6、7】)。具体的な動きとしては、シンガポールでShellが石油精製と石化事業を売却方針であり、韓国ではLG化学が新設したばかりのエチレンプラントの売却を検討している。このように、グローバル全体でも石化産業は大きな転換点を迎えている。

【図表 4】 エチレン新增設計画と想定稼働率の見通し

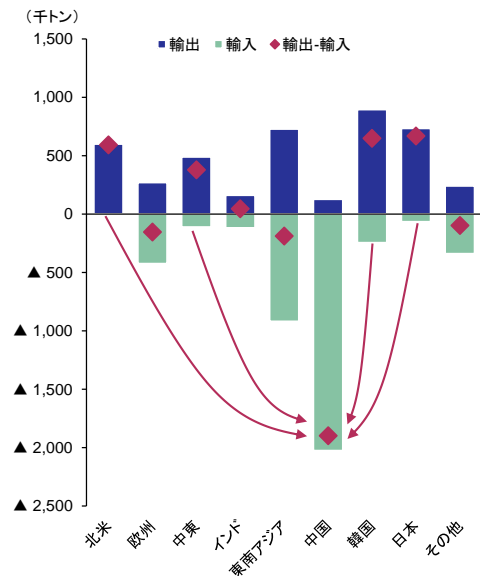
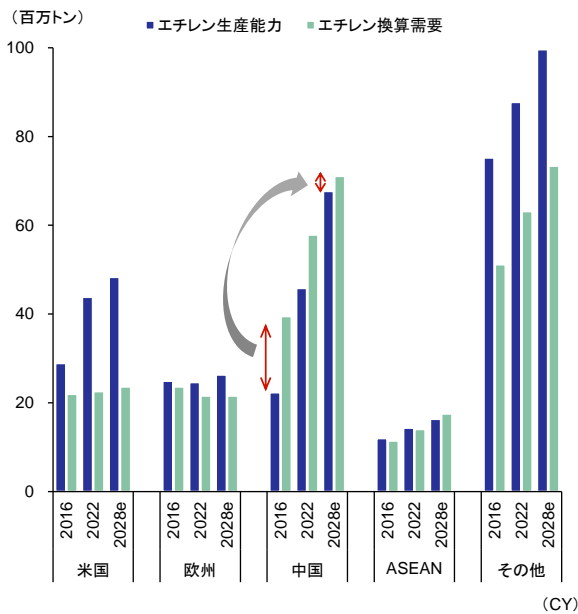
【図表 5】 エチレン生産能力(2022年)



(注 1) 石炭ベースによるものは含まない。想定稼働率は需要／生産能力で算出
 (注 2) 2023 年以降はみずほ銀行産業調査部予測
 (出所)【図表 4、5】とも、各種公表情報より、みずほ銀行産業調査部作成

【図表 6】 地域別需給ギャップ推移の見通し

【図表 7】 エチレン輸出入(2021年)

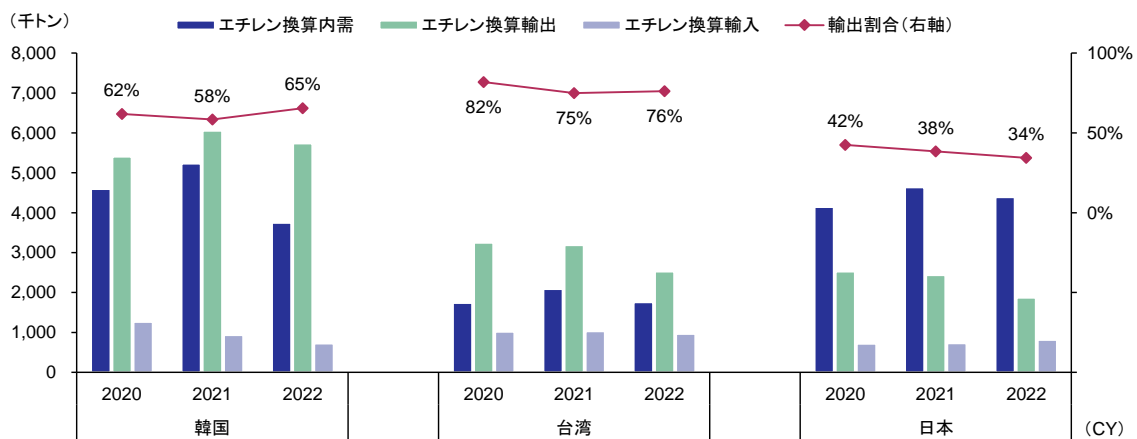


(注) 2028 年はみずほ銀行産業調査部予測
 (出所)【図表 6、7】とも、各種公表情報より、みずほ銀行産業調査部作成

中国への輸出前提だった韓国、台湾、日本は転換が求められる

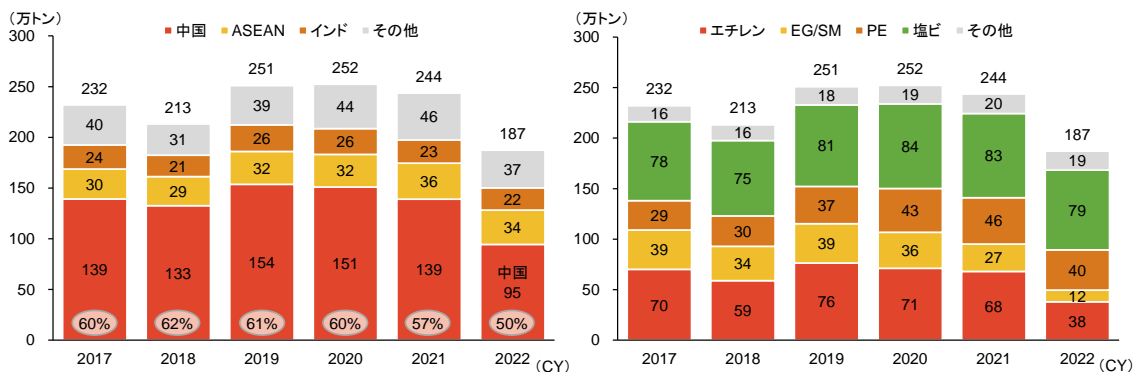
特に大きな影響を受けるのは輸出を前提としたビジネスモデルを構築している国であり、韓国や台湾、日本などが該当する(【図表 8】)。現時点では汎用品でも高機能なグレードまでは中国で自給化されていないことで、輸出が継続できているケースも多いと想定されるため、製品の高付加価値化によって中国への輸出継続を目指すことも選択肢にはなる。ただし、中国による技術のキャッチアップが進んでくれば、従来のようなボリュームで輸出をしていくことは困難になる。加えて、中国ほどの規模で汎用品の受け皿になり得る需要地は将来的にも存在しないと想定され、従来同様の輸出依存型のビジネスモデルは成り立たなくなっていくだろう。日本は相対的に輸出依存度が低いものの、エチレン換算輸出に占める中国の割合は 6 割程度であり、影響は決して小さくない(【図表 9】)。加えて、日本はコンビナートが各地に小口分散していることで連携や対策の選択肢が限定的となり、相対的に悪影響が拡大しやすい側面もあると考えられる。中国による自給化進展は、韓国、台湾、日本などに対してビジネスモデルの転換を迫っていると言えるだろう。

【図表 8】 韓国、台湾、日本におけるエチレン換算内需・輸出入



(注) 輸出割合は、エチレン換算輸出／エチレン生産量で算出
(出所) 重化学工業通信社資料、石油化学工業協会資料等より、みずほ銀行産業調査部作成

【図表 9】 国内のエチレン換算輸出内訳(国別、品目別)



(出所) 石油化学工業協会「石油化学工業の現状 2023 年」等より、みずほ銀行産業調査部作成

中国では大規模投資が活発な中、サウジアラビアの関与が増加

中国では今後も引き続き大規模な生産設備の新增設が予定されているが、注目したいのはエチレン生産の今後 5 年程度の新規投資計画の内訳である。国営企業が大部分を占める中、サウジアラビアの関連する案件が新增設の生産量ベースで 10%程度を占めている。サウジアラビアと中国は、2022 年 12 月に包括的戦略協定を締結し、エネルギー安全保障や経済関係の強化を図る方針を打ち出している。その後、サウジアラムコが相次いで中国民営石化企業への株式出資や石化プロジェクトへの投資を公表したことで、中国におけるサウジアラビアの関与が強まっている。サウジアラムコは、2023 年 7 月に栄盛石化の株式 10%を 246 億元で取得したことに続き、2023 年 9 月には盛虹石化の株式 10%取得で枠組み合意、2023 年 10 月には山東裕龍石化の株式 10%取得で枠組み合意している。さらに 2024 年 1 月には、株式を取得した栄盛石化と資本提携を強化することに合意し、それぞれの全額出資子会社の株式を最大 50%ずつ取得すると公表した。対象となる子会社は、サウジアラビアで石油精製等を手掛けるサウジアラムコ傘下の SASREF と、栄盛石化傘下の寧波中金石化である。これらのサウジアラムコの出資は原油の長期供給契約がセットになっているケースが多く、サウジアラムコとしては原油の長期安定的な供給先確保と川下の石化事業への延伸という 2 つの意味で中国市場が重要な位置づけになっていると推測される。

中国民営企業は原料からの一貫生産によってコスト競争力を強化

中国の民営石化企業では、石油精製からの原料一貫生産を強める動きに伴い、続々と大規模な生産設備が稼働し始めている。特に合成繊維を祖業とする民営企業の動きが代表的であり、ポリエステル繊維の原料となる PTA(高純度テレフタル酸)を自社生産する動きを強め、その後さらに川上の原料となる PX(パラキシレン)も自社生産するために石油精製を自ら担うようになってきている。さらにはエチレンプラントも運営することによって、PTA のもう 1 つの原料であるエチレン誘導品の EG(エチレングリコール)も製造し、エチレンプラントのその他の留分についても有効活用を進めている。加えて、東南アジアで石油精製からエチレンプラント、合成繊維設備なども含めて一貫生産しようとする動きもあり、1 兆円を超える大規模な投資が複数検討されている。このうち栄盛石化によるマレーシアでの投資案件には、サウジアラムコも共同事業者として検討されている。これらの中国民営企業の動きで重要な点は、原料からの一貫生産によってコスト競争力を徹底的に高めようとする戦略を取っている企業が存在することである。中国における既存の輸入品を代替するという明確な需要の獲得のみならず、強いコスト競争力を構築できた企業は今後も確固たる地位を築く可能性が高いと考えられる。

大增設が続く中国でも CN 政策で内需見合いの生産能力に落ち着く可能性も

中国における大規模な生産設備の新增設は、グローバル需給という観点では明らかな供給過剰要因と言えるが、中国国内のみの視点では内需を満たすために必要な投資をしていると捉えることもできるだろう。一方で、CN に向けた対応も求められる中、中国でも石油精製や鉄鋼は国内全体の生産能力上限を設定するなど、一定の投資制限の動きが出ている。これらを踏まえれば、石化産業においても内需を満たす水準程度まで生産能力を確保した後、淘汰も含めた再編によって内需見合い程度の生産能力に落ち着いていく可能性はあると考えられる。なお、中国民営企業が東南アジアでの投資を検討している理由も中国政策と関係している。製油所の生産能力上限が設定されたことによって、中国国内で民営企業が製油所とエチレンプラントの一体投資をするハードルが上がっており、東南アジアで一体投資の実現を図っているのである。

韓国では既に供給過剰な中、さらなる大規模投資計画も

中国や東南アジアに限らず、韓国でもサウジアラビアの影響力が増大している。韓国では直近数年で各社によるエチレンプラントの設備増強があった中、コロナ禍における需要の減退によって需給が緩んでいる。そのような状況下でもサウジアラムコは 2022 年 11 月に子会社の韓国石油精製企業 S-Oil を通じて、大規模なエチレンプラントの投資を決定している。稼働開始予定は 2026 年であり、開始が遅れる可能性はあるものの、大規模なプラントの新設は韓国においてエチレンプラントの再編が起きる契機になり得る。ただし、韓国の石化コンビナートは主に麗水、蔚山、大山・仁川の 3 カ所に集約されており、仮に老朽化したエチレンプラントを停止した場合でも同一拠点内にある他のエチレンプラントからの留分融通が可能であり、川下の製品に与える影響が限定的である可能性はある。また、サウジアラムコの大型案件は、多くを基礎化学品として輸出することを想定している可能性が高く、アジアの需給が緩むことで厳しい市況が継続する要因になりかねないというリスクもある。

サウジアラムコは CN へのトランジションとしてアジア戦略を強化

サウジアラムコがアジアで幅広く影響力を強めている背景としては、CN の潮流が大きいと想定される。自動車の EV 化を代表例として、原油の燃料用途は今後縮小していく見込みである中、将来を見据えて今後も需要が伸びる石化事業への進出を拡大していく意義は大きいだろう。加えて、欧米などの先進国対比でアジアは石油需要の減少が緩やかなことも長期の原油供給の観点でメリットになる。韓国での大規模投資は、その規模のみならず、TC2C (Thermal Crude to Chemicals) というサウジアラムコが開発を進める新技術を初めて商用化することも特徴である。TC2C は原油から化学品に直接転換する技術であり、ナフサへの精製工程が不要になることで高いコスト競争力を持つとされる。まさに原油の燃料用途を原料用途に切り替えていくためのトランジションを実現する技術であり、計画通りに実装された場合には日本企業にとっても大きな脅威になるだろう。サウジアラムコとしては、アジアの需要を着実に獲得しながら長期目線でトランジションしていくための戦略を次々に実行していると言える。

拡大する中国・サウジアラビアの影響に対する差別化が重要に

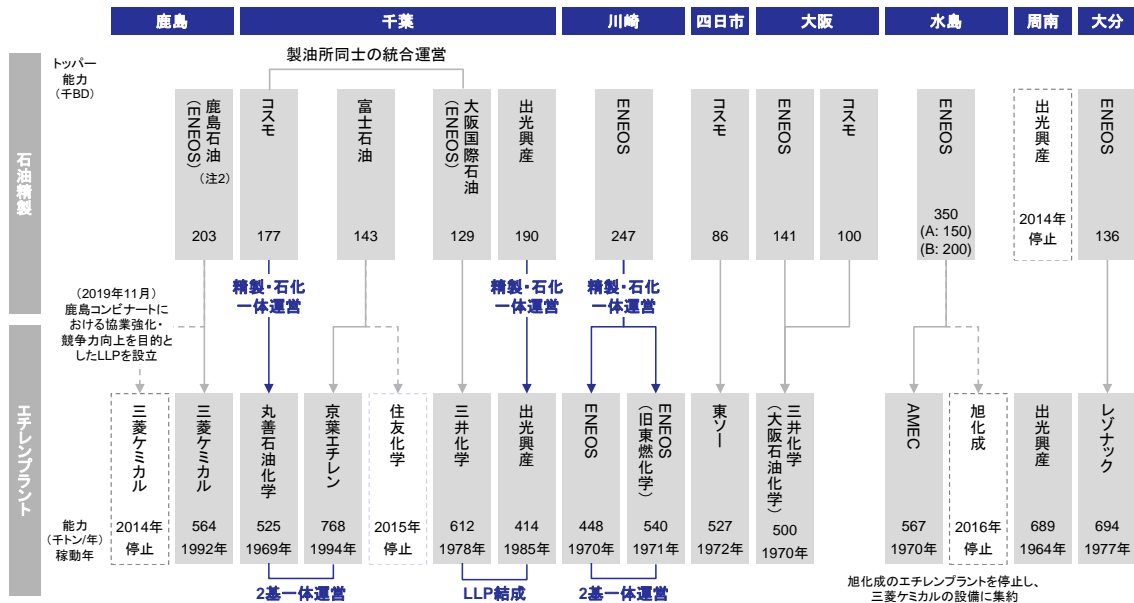
今後の石化産業でグローバルの需要成長をけん引する中国を中心としたアジアにおいて、中国とサウジアラビアの影響力が非常に強まっている。各地の内需を獲得するための投資に加え、韓国での大型投資のように輸出を志向した案件もあり、日本から汎用品を輸出していくにはますます厳しい事業環境になることが想定される。日本が高付加価値品の機能性化学で戦っていくことは前提とした上で、石化事業においてどのように差別化をしながら一定のボリュームを確保していくのかの検討が重要になってきていると言えるだろう。

2. 日本企業における石化事業の位置づけ

国内のエチレンプラントは 12 基稼働しており、化学企業と石油精製企業が運営

国内にあるエチレンプラントは、8 拠点で合計 12 基が稼働している。運営主体としては、少数出資の場合も含め、化学企業では三菱ケミカル、三井化学、住友化学、東ソー、旭化成、レゾナックの 6 社、石油精製企業では ENEOS、出光興産、丸善石油化学(コスモ HD 子会社)の 3 社である。一部のコンビナートでは、石油精製とエチレンプラントの垂直一体運営やエチレンプラント同士の水平一体運営によって効率化が図られている。ただし、水平一体運営について、同一拠点内に複数のエチレンプラントがあるのは現状で千葉と川崎のみであり、他の拠点ではシナジー創出が難しい状況になっている(【図表 10】)。

【図表 10】国内石油精製・エチレンプラント配置と一体運営状況



(注 1) 生産能力は非定修年ベース

(注 2) LLP: 有限責任事業組合

(注 3) 京葉エチレンは丸善石油化学 55%、住友化学 45%の出資。AMEC は三菱ケミカルと旭化成の折半出資

(出所) 重化学工業通信社「2024 年版 日本の石油化学工業」等より、みずほ銀行産業調査部作成

化学企業による石化事業の構造改革機運の高まり

化学企業においては、石化事業を構造改革していこうとする機運が高まっている。三菱ケミカルは、2021 年 12 月に石化事業を分離・再編して独立化を目指す方針を掲げた。2 年後の 2023 年 12 月に社長交代に伴って事実上の白紙となったのは、石化分離においてグローバルでシェアトップの MMA (メタクリル酸メチル) を対象外とする方針であった模様であることも影響しているだろう。成長戦略を描きやすい製品を再編対象にしなかったことは、他社との協業交渉を難しくした一因であると推測される。しかし、新たな経営方針は 2024 年秋頃に公表される予定であり、改めて業界再編を主導していくことが期待される。また、レゾナックは事業ポートフォリオの見直しや入れ替えによる最適化を進めていくことに加え、コア成長事業となる半導体素材とモビリティに注力していくことを明確化している。全事業の画一的な成長ではなくコア成長事業によって全社成長をドライブしていくとしていることや、石化事業でも EBITDA マージンで 15%以上を目標としていることなども踏まえると、三菱ケミカルが掲げていた石化分離に近い方向性と推測される。

2023 年は従来より踏み込んだ石化方針の公表が相次いだ

2023 年は化学企業による従来より踏み込んだ石化事業に対する方針の公表が相次いだ。2023 年 4 月、旭化成は石化チェーン関連における各事業の方向性を 2024 年度中に確定させるとした。打ち手としては、①他社との共同事業化、②事業からの Exit、③CN 技術開発・高付加価値化の推進、の 3 つとし、③の可能性を模索しながらも①と②の可能性を並行して検討する方針である。この方針の特徴として、石化事業全体ではなく、事業チェーンごとに分けて方向性を定めようとしており、この点が三菱ケミカルやレゾナックとは異なると言える。2023 年 11 月には、住友化学と三井化学がそれぞれ踏み込んだ

構造改革を公表しており、どちらもエチレンプラントの再編検討やポリオレフィンにおける他社連携を加速していく方針であることが共通している。住友化学は全社的な業績悪化に伴う抜本的構造改革の第1弾として国内石化事業の再編を位置付けており、CNを見据えたバイオエタノール活用なども含めて千葉を中心とした他社連携を模索していく方針である。三井化学は石化事業について3大市況製品としたフェノール、PTA、ウレタン原料の再構築には第1幕で目途が立ったとしながらも、収益安定化に向けたさらなる事業再構築の第2幕の対象としてエチレンプラントとポリオレフィンを位置付けている。地域・他社連携を軸に先進的な化学コンビナートへの転換を目指した取り組みを進める方針である。なお、東ソーは2022年8月公表の中期経営計画において、同社が国内最大のエチレンバイヤーであること等を踏まえ、国内再編の可能性があるとしながらも当面はエチレンプラントを保持する方針を示している。

石油精製企業は
高機能な領域を
強化していく方針

石油精製企業における石化事業は、総じて高機能な領域を強化していく方針である。ENEOSは2023年5月に公表した中期経営計画において、機能材部門をENEOSマテリアルとして独立させて強化する一方、石化製品は石油製品などとの一体化を進める方針とした。2022年にJSRから買収したエラストマー事業を軸に機能材分野を強化しながら、川崎で保有するエチレンプラントを中心とした石化事業については、石油精製との一体運営によるシナジーを最大限追求していく方針と推測される。コスモHDは、子会社の丸善石油化学を中心とする石化事業について、2023年3月公表の中期経営計画で機能性化学品分野に注力していく方針を掲げている。半導体レジスト用樹脂の製造拡大等によって機能性化学品の収益規模を2030年度に現行比2倍にする目標である。出光興産は2022年11月公表の中期経営計画において、プラスチック循環やバイオ化学への転換などを掲げ、地域特性に合わせたCN化を推進する方針を公表した。

連携が不可欠な
中、今後のあり
方を見据えた検
討が求められる

各社に共通して言えることは、他社の石化事業も含めて積極的に取り込んで強化する方針の企業はいないということである。一方で、需給やグリーン化への対応には連携が不可欠な状況であることも共通認識になっており、いかにして双方にとっての協業メリットを見出せるかが重要となる。立地や生産品、既存の資本関係といった様々な制約要因を踏まえながらも、競争力を高めることを目指して従来よりも踏み込んだ協業をしていく必要がある。その際には必然的にエチレンプラントの停止とその川下製品の一部への影響を伴うことになり、どの拠点に何を残すべきなのかといったシビアな検討が不可欠となる。日本の石化産業としてどのような姿を目指すのかという今後のあり方を起点とした上で、トランジションを推進していくための検討が求められるだろう。

日本の石化産業
の強みを今後も
活かし続ける必
要性

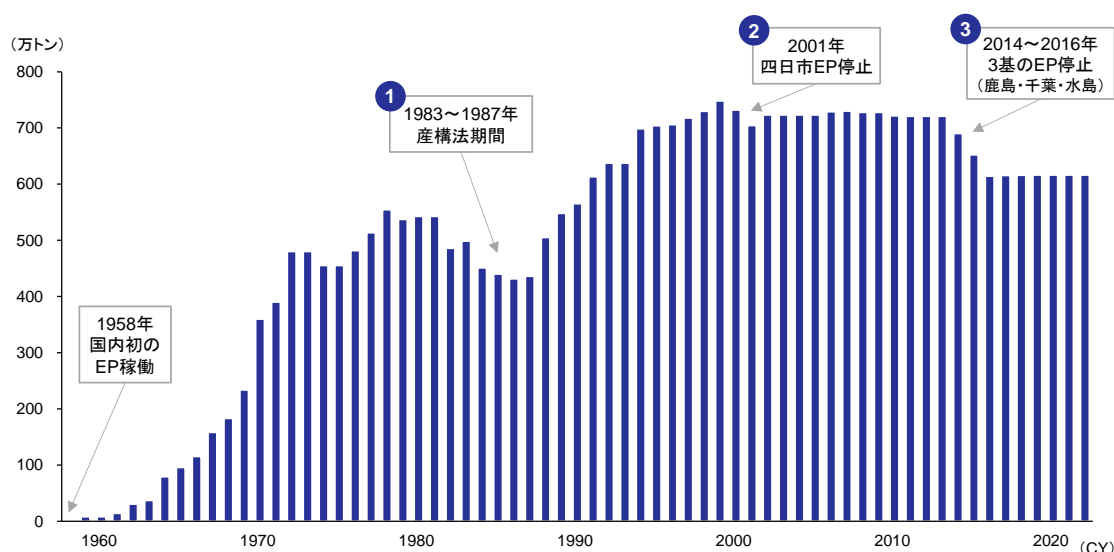
日本の石化産業の特徴は、欧米企業も含めた非日系企業がバルク品の生産を中心としている傾向が強い中、顧客ニーズに合わせたきめ細やかな対応ができていくと考えられる。具体的には、汎用品であっても高機能グレードを製造していることや、顧客に合わせて製品特性やデリバリーなどを丁寧にカスタマイズしていることが挙げられる。これらの強みは、ニッチではあるものの、確かな需要として残り続けていくと想定され、今後も確実に獲得し続けていくことが求められるだろう。ただし、過度な個別対応は効率性の低下を招くことに留意すべきである。強みを活かしながら成長していくためにはさらなる競争力の強化が不可欠であり、企業としてより一層筋肉質になっていく必要がある。

3. 国内石化産業の長期的な再編の経緯

国内エチレンプラントは従来より需給に応じて生産能力を適正化

今後の石化産業の方向性を考える上で、まずは過去の経緯とそれによって生じた課題を整理していきたい。日本においては過去にも原料価格高騰や景気低迷による需要減速等で供給過剰が問題になり、エチレンプラントの停止などによって対処してきた経緯がある。エチレンプラントの生産能力の削減という観点では大きく3度の再編が起きている(【図表 11】)。1度目は、1983年の特定産業構造臨時措置法(産構法)に伴うものであり、1985年頃に生産能力の削減が行われた。ただし、国内のエチレンプラント導入当初に建設された比較的小規模な設備は廃棄されたものの、廃棄を伴わない休止により生産能力削減をしていた設備が相応にあり、その後に市況が回復したことによって再稼働した設備も多い。2度目は、2001年の三菱ケミカルによる四日市の設備停止であり、年産30万トン程度と一定の規模を持つエチレンプラントとしては国内で初めて廃棄された事例となる。3度目は、2015年頃に三菱ケミカルの鹿島、住友化学の千葉、旭化成の水島という計3基が相次いで設備停止をしたものである。これらの再編は偶然だが約15年おきに起きており、次の節目は2030年である。足下における再編機運の高まりを着実に捉えていく必要があるとともに、その次は2045年ということではなく、必要な変革をより早い時間軸で次々と実行していくことが求められるだろう。

【図表 11】国内エチレン生産能力の推移



(注) 生産能力は定修年ベース

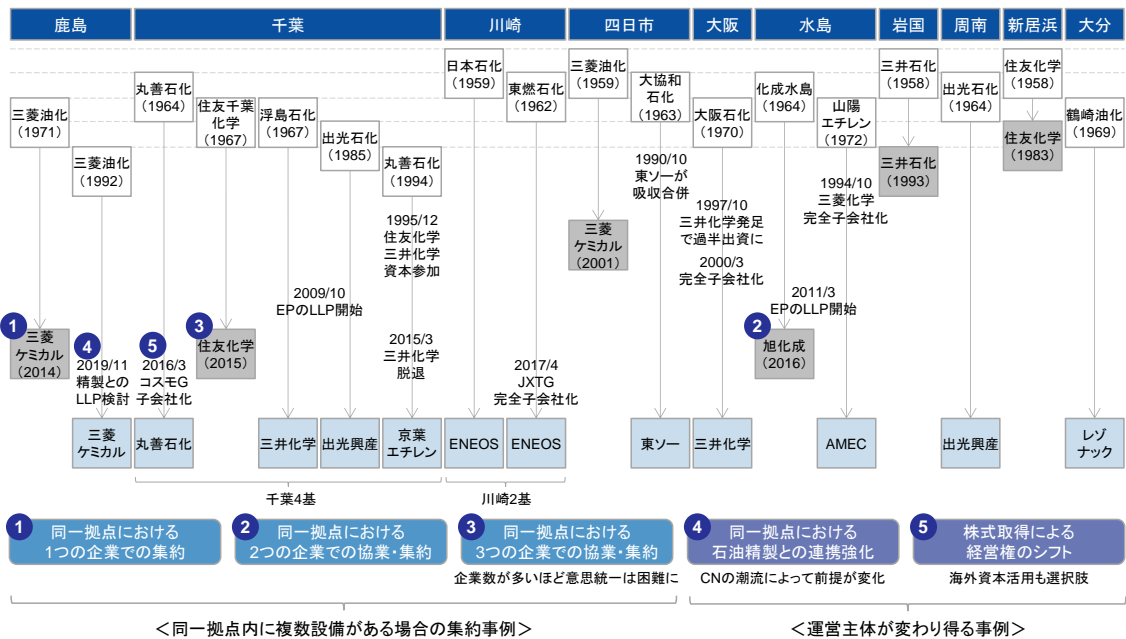
(出所) 各種公表資料より、みずほ銀行産業調査部作成

直近10年におけるエチレンプラント関連の主なアクションは5つ

設備停止以外も含めた直近10年程度の間起きたエチレンプラントに関する動向に注目するならば、主なアクションとしては大きく5つある。1つ目は、三菱ケミカルが鹿島の拠点内に保有する2基のうち1基を停止した事例である。2つ目は、水島で三菱ケミカルと旭化成が1基に集約した事例である。3つ目は、千葉で住友化学と三井化学と丸善石油化学が連携して1基を停止した事例である。4つ目は、鹿島でENEOSの石油精製設備と三菱ケミカルの

エチレンプラントの垂直一体運営を検討し始めた事例である。5 つ目は、コスモ HD による丸善石油化学の子会社化という経営権のシフトの事例である。1 つ目から 3 つ目は同一拠点に複数のエチレンプラントがある場合の集約事例、4 つ目と 5 つ目は運営主体が変わり得る事例になる(【図表 12】)。

【図表 12】国内エチレンプラントの再編関連動向



(注) 括弧内は稼働開始年、グレーは停止済みを示す
(出所) 各種公表資料より、みずほ銀行産業調査部作成

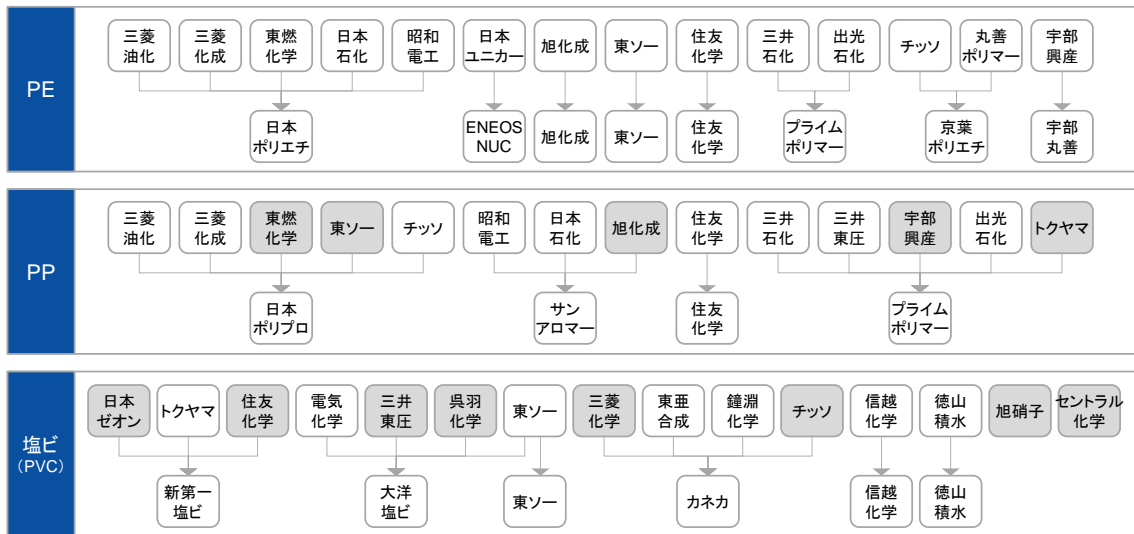
今後は拠点をまたぐことや CN を含めた検討が必要のため、従来より難易度が上昇

今後の打ち手を考える上で、同一拠点での連携は、川崎の ENEOS、千葉の三井化学、住友化学、出光興産、丸善石油化学という限られた選択肢しか残されていない。前述の通り、約 10 年前に実施された 3 基のエチレンプラント停止はいずれも同一拠点に複数のエチレンプラントがあったため、連携の余地が大きかったと考えられる。今後もまずは千葉と川崎が検討の優先順位として高いと想定されるが、さらにその先を見据えると、拠点内に 1 基のエチレンプラントしかない場合における対処も検討していく必要がある。ただし、複雑なサプライチェーンを構築している石化産業において、川上工程となるエチレンプラントを停止した場合の影響は大きく、従来以上に再編の難易度が高まる中での対応が求められる。また、CN の潮流によって CO2 排出量の大きいエチレンプラントを取得するハードルが上がってしまったことで、運営主体が変わり得るようなアクションが起きにくくなっている。

誘導品の再編でも競争力強化を図ってきた経緯

国内石化産業はエチレンプラントのみならず、それと連動しながら川下の誘導品における再編も進展させてきた。代表的な汎用プラスチックである PE (ポリエチレン)、PP (ポリプロピレン)、塩ビ (塩化ビニル樹脂) における約 30 年前と現在のプレイヤーを比較してみると、明らかに集約が進んでおり、需給動向などを踏まえながら再編によって競争力強化を図ってきた経緯があると言える(【図表 13】)。

【図表 13】 過去 30 年前対比の誘導品別国内石化プレイヤーの変化



(注)グレーの企業は当該事業から撤退済みであることを示す
 (出所)石油化学工業協会資料等より、みずほ銀行産業調査部作成

同一製品での合従連衡は個別最適になってしまいう可能性も

過去の誘導品の再編は同一製品内を中心に進展しており、その製品における最適なパートナーは誰かという観点で協業先を選定している傾向がある。そのため、PE と PP で異なるパートナー企業と連携しているといった事例も散見される。これに伴う懸念点は主に2つある。1つ目は、より大きな絵姿での石化産業の再編を進めようとした場合に、製品ごとにパートナーが異なることが統合の障壁になり得ることである。1つや2つの製品における論点であれば落としどころを探ることができる可能性もあるが、多くの製品で同様の論点を抱えていた場合、大きな絵姿に向けた検討を進めていくこと自体が難しくなる可能性がある。2つ目の懸念点として、個別製品ごとにさらなる合理化を進めた場合、コンビナートとしての競争力が低下するおそれがある。各社の製造拠点が複数コンビナートにまたがっているため、各製品における最適解として設備を停止した場合、そのコンビナートに残された企業や設備としては用役負担が増加するなどの負の影響を受けることになる。仮に各コンビナートで同様の負担増加が少しずつ発生した場合、日本全体としてどのコンビナートでもコスト競争力が低下していくことになりかねない。製品ごとの個別最適の観点のみならず、コンビナートとしての全体最適を追求していく観点で再編を検討していくことが必要だろう。

Ⅲ. 国内外におけるグリーン化関連の動向

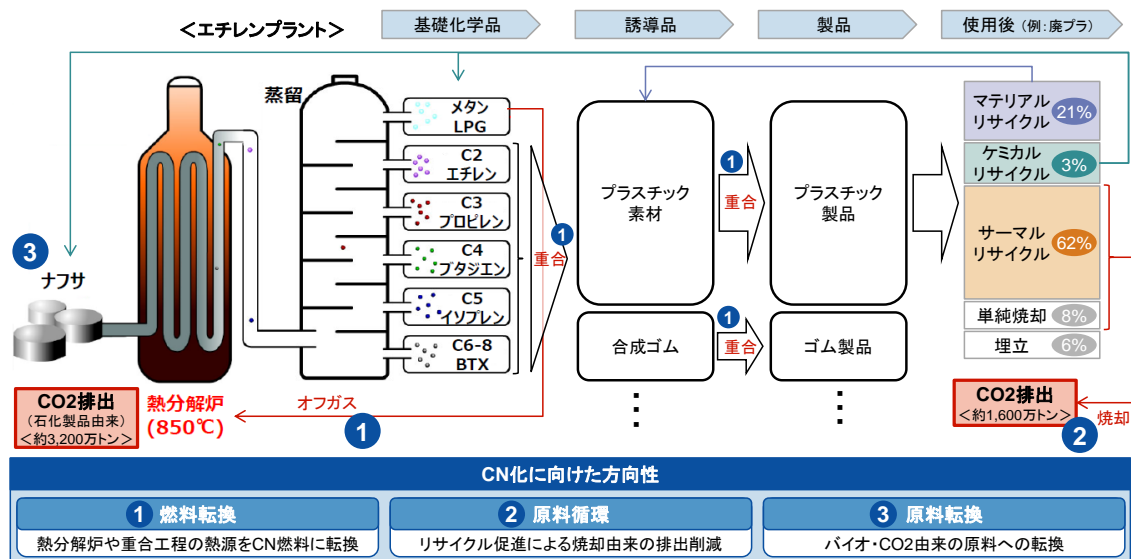
本章の概要

本章では、2つの難題のうちのもう1つであるグリーン化に関連する論点を採り上げる。まずグリーン化の方向性を整理し、そのそれぞれについて、どのような検討が必要になるのかを考察する。

石化産業のグリーン化には大きく3つの方向性

石化産業のグリーン化に関しては、燃料転換、原料循環、原料転換の大きく3つに分類可能である。これらはグリーン化の代表例となるCN化に向けた対応として整理するならば、CO₂の排出源とリンクさせながら考えることができる(【図表14】)。化学産業のCO₂排出量の半数程度を占めるのが石化製品由来のCO₂排出であり、エチレンプラントにおける熱分解炉や重合工程での熱源をCN燃料に「①燃料転換」していくことが求められる。また、厳密には化学産業によるCO₂排出量とはならないものの、化学産業で製造されたプラスチックを廃棄時に焼却することに伴うCO₂排出量も大きなボリュームを占めている。日本ではサーマルリサイクルが推進されてきた経緯もあり、廃棄物全体の焼却に伴うCO₂排出源としては約半分がプラスチック由来となっている。この排出を削減していくためには、ケミカルリサイクルやマテリアルリサイクルによる「②原料循環」を進めていくことが求められる。さらには、そもそも石化製品は原料に石油由来のナフサが使用されており、それを焼却した場合はCNが実現されないため、「③原料転換」することが求められる。焼却した場合でもネットしてCNになる考え方が適用できるバイオマス素材や、CO₂を回収して原料として活用していくCCUが選択肢となる。以降では、3つの方向性について、それぞれ現状や今後の論点を整理していく。

【図表14】石化産業のCN化に向けた方向性



(注)CO₂排出量と廃プラ処分方法割合は2020年実績ベースの概算値

(出所)経済産業省資料、プラスチック循環利用協会資料等より、みずほ銀行産業調査部作成

1. 「燃料転換」 ～クラッカー熱源のCN化

エチレンの製法は大きく3種類

燃料転換においては、石化製品由来のCO₂排出量の約1/3を占めているエチレンプラントの重要性が高い。エチレンプラントのうち約850℃まで高温にするクラッカー(熱分解炉)の工程をいかにCN化していくかが最大のポイントとなるが、その前提としてまずはエチレンの主な製法を整理したい。1つ目はナフサクラッカーであり、ナフサを原料にC₂、C₃、C₄、BTXなどの留分を連産できることが特徴である。グローバルでも主流な製法であり、日本のエチレンプラ

ントはすべてこれに該当する。2 つ目はエタンクラッカーであり、天然ガス由来のエタンを原料にエチレンを製造する。生産物のほとんどがエチレンとなるため、ナフサクラッカーのような留分間でバランスを保つことが不要であり、天然ガスの主成分であるメタン抽出後の副生物を原料とすることなどを要因に、安価な原料調達が可能なことが強みである。天然ガスを原料とする際の論点として、C3 は天然ガスに含まれるプロパンを原料に別途 PDH(プロパン脱水素)装置で生産可能であるが、タイヤ等の原料になる C4 は生産できないため、エタンクラッカーを中心とした天然ガス原料のみでは製造できない製品がある点である。3 つ目は CTO(Coal to Olefin)であり、石炭を原料にメタノールを生産し、そこからエチレンやプロピレン等のオレフィンを製造する技術である。安価な石炭を原料にできればコスト競争力が高い一方で、CO₂ 排出量が大きくなるため、中国以外ではあまり普及していない製法である。そのため、ここではナフサクラッカーとエタンクラッカーの CN 化に向けた動向を対象に整理する。

クラッカーの CN 化には主に 3 つの方向性

クラッカーの CN 化に向けてグローバルで様々な方法が検討されているが、主な方向性は 3 つに分類できる(【図表 15】)。1 つ目は再エネ電源を活用した電熱化であり、従来はメタンなどを熱源として使用していたものを電化していく方法である。再エネ電源が安価かつ安定的に調達可能であれば、技術的なハードルは相対的に高くないと想定され、BASF によるドイツでの取り組みを含め、グローバルでは最も検討事例が多い手法である。なお、他の手法も同様であるが、従来はオフガスのメタンを熱源として活用していたため、CN 化した場合にメタンをどのように有効活用するかは別途検討が必要になる。2 つ目は水素と CCUS を活用する手法であり、Dow がカナダ、INEOS がベルギーで検討を進めている。特に Dow は 2030 年までにカナダのアルバータ州のコンビナートで世界初のネットゼロクラッカーを実現しようとしている。ただし、ネットゼロの実現には様々な条件が整わなければ難しいことに留意が必要である。水素の大量供給は容易でないため、水素活用はオフガスに比較的水素が多く含まれるエタンクラッカーでなければ当面難しい可能性が高い。加えて、アルバータ州は天然ガスが豊富で原料のコスト競争力があること、Shell が付近で CCS のプロジェクトを進めていて協業可能であること、先進的に炭素税などを導入している政策的なインセンティブが充実していること、といった各種条件が整っていることを Dow としても選定理由に挙げている。3 つ目は熱源をアンモニアに転換する手法であり、日本で検討が進められている。

日本ではアンモニア燃料によるクラッカーの研究開発を推進

アンモニア燃料の活用については、日本においてグリーンイノベーション基金(以下、GI 基金)の対象として選定され、三井化学を中心に丸善石油化学と東洋エンジニアリング、双日マシナリーが協業して研究開発を進めている。この手法を選択している背景として、日本はエタンクラッカーを持たず、安価な再エネ電力を安定的に調達することも困難と想定されることがあり、日本では最も現実的な選択肢と言えるだろう。GI 基金の対象となる領域とは別枠で検討が必要となるのが、アンモニアをいかに安定的に調達するかとその受け入れインフラの構築である。アンモニアに関する燃料需要は石炭火力発電における混焼などで先行する見込みだが、クラッカーでの需要の立ち上がりは緩やかとなるため、他産業における大規模なアンモニア需要家と協業するといった方法を取っていく必要があるだろう。

【図表 15】クラッカーのCN化の方向性

再エネによる電熱化		水素+CCUS活用	アンモニア燃料活用
<p>BASF SABIC Linde</p> <p><ドイツ> ルートヴィヒハーフェン</p> <p>Dow Shell</p> <p><オランダ> アムステルダム</p> <p>LyondellBasell</p> <p>Chevron</p> <p><米国> テキサス</p> <p>Braskem SABIC</p> <p>Coolbrook</p> <p>三井化学 マイクロ波活用</p> <p>マイクロ波化学</p>		<p>Dow Shell</p> <p><カナダ> アルバータ</p> <p>Linde</p> <p>INEOS Air Liquide</p> <p><ベルギー> アントワープ</p>	<p>三井化学</p> <p>丸善石油化学</p> <p>東洋エンジニアリング</p> <p>双日マシナリー</p> <p><日本> 大阪・千葉</p> <p>GI基金対象</p>
<p>論点</p> <ul style="list-style-type: none"> 安価で大量の再エネ電力の安定的な調達 オフガス(メタン等)の処理は別途検討が必要 		<p>論点</p> <ul style="list-style-type: none"> オフガスに水素が多いエタンクラッカーでないとは困難な可能性(or 大量の水素供給) CCUSに関するインフラ・技術等が不可欠 	<p>論点</p> <ul style="list-style-type: none"> 安価で大量のアンモニアの安定的な調達 アンモニア利用に伴う新たなインフラ整備 オフガスの処理は別途検討が必要
その他の選択肢	<p>電動モーター活用</p> <p>欧州Cracker of the Future Consortiumでは回転式オレフィンクラッカーを検討(Borealis, BP, Total Energies, Repsol, Versalis)</p>	<p>原子力による電熱化</p> <p>SMRの活用も含めた原子力由来の電力活用については、電熱化技術の開発を進めるDowでも言及あり</p>	<p>CCUの技術革新</p> <p>CCU技術のブレイクスルー次第で既存フローの活用可能性も(大量のCO2全ての貯留は持続可能でないため、CO2活用が肝要)</p>

(出所) 各種公表資料より、みずほ銀行産業調査部作成

十数個の分解炉を徐々にCN化するには戦略的な投資が肝要

クラッカーのCN化においては、分解炉の構成に起因するリスクにも留意が必要である。エチレンプラントは1基あたり十数個程度の分解炉の集合体となっている。GI基金で政策支援の対象となる実証炉はそのうちの1つに過ぎず、CN化の実現には残りの十数個の分解炉も順次更新をしていく必要がある。この特性から懸念される将来像としては、現状で12基が稼働する国内エチレンプラントのそれぞれでCN化に向けた投資が1つや2つ程度の分解炉で実施されることである。各社としてはCN化に向けた取り組みの進展ではあるが、中長期的には生産能力の最適化が必要な中で、中途半端な投資は座礁資産化をもたらすリスクがある。さらには、投資をしてしまったために停止の決断をするハードルが上がってしまうといった事態も懸念される。クラッカーのCN化には多額の投資が必要となる中、中長期を見据えて足下から戦略的にCN化を目指すクラッカーを定めて投資していく必要があるだろう。

日本ではマイクロ波を活用した電熱化の技術開発も進展中

十数個の分解炉が存在することを逆手に取れば、すべてをアンモニア燃料とせず、一部を電熱化で対応するといったことも検討可能となる。三井化学は大阪大学発のスタートアップであるマイクロ波化学とともにマイクロ波を活用した電熱化の研究開発も進めており、グローバルでもユニークな取り組みとなる。仮にこの技術の有効性を確立できれば、技術ライセンスによるグローバルでの事業展開といったことも考えられ、日本発の技術としての発展が期待される。

多額の投資が必要だがCN化のキーになるため政策支援も重要

クラッカーのCN化には多額の投資が必要となるが、川下の需要産業を含めたグリーン化の実現に大きく貢献する取り組みであり、当面の間は様々な側面での政策支援が重要だろう。欧米の先進事例でも政策や自治体による支援が充実しており、政策支援の重要性を示唆している。日本全体として戦略的な対応ができなかった場合、グリーン製品市場での優位性を確保できないことのみならず、座礁資産化の可能性もあることも踏まえ、政策面でも戦略的な支援を実施することが選択肢になるだろう。化学企業目線では、その対象に

選定されるべく、各拠点の特色を活かしながら積極的なグリーン化対応を進めておくことが肝要である。

2. 「原料循環」～廃プラのリサイクル促進

日系化学企業は積極的にリサイクルを推進

原料循環としては、主に廃棄されたプラスチック(廃プラ)をいかにリサイクルして活用していくかが求められる。日本ではサーマルリサイクルが推進されてきたこともあり、廃プラの単純焼却の割合は10%弱と低いものの、焼却されている割合自体は合計で70%程度を占める。ケミカルリサイクルは現状でわずかな割合であるが、アップサイクルが可能な手法として今後の普及が期待される。マテリアルリサイクルも含め、日系化学企業は各社とも積極的に廃プラリサイクルの取り組みを進めている(【図表16】)。レゾナックは2003年というグローバルでも極めて早い段階から廃プラのケミカルリサイクルを進めており、ガス化技術による水素やアンモニアの製造を実用化している。なお、クラッカーの電熱化でも触れたマイクロ波化学は、廃プラリサイクルで化学各社と連携して多数の研究開発を進めている。対象領域ごとに協業相手を分けながら、マイクロ波を活用したケミカルリサイクルを積極的に推進している。今後の廃プラリサイクルの方向性として、特定製品のみを対象として回収し、それをモノマー化によって元の製品の原料に戻すという手法も検討されているが、適切なクローズドループが構築できれば非常に有効である一方で、廃プラ回収のボリューム確保などの観点で制約が多いことが一般的である。一定の規模を確保するという観点では、複数種類のプラスチックが混ざっている混合廃プラを活用した取り組みが現実的になるだろう。

【図表16】日系化学企業による廃プラリサイクル動向

企業	受入れ廃プラ	技術種類	商用化時期	取り組み概要
レゾナック	混合廃プラ	ガス化	2003年	2003年より川崎事業所で6万トン/年規模のガス化設備(水素やアンモニアの製造)が稼働中
三菱ケミカル	混合廃プラ	油化	2024年	2023年度に鹿島工場にてENEOSと協業して処理能力2万トン/年の廃プラ油化事業の開始を目指す。油化技術はライセンス契約をした英Mura Technologyの技術を活用
	PMMA	モノマー化	2024年	米AgilyxとPMMAの解重合技術の実証に成功し、2024年に欧州で設備を稼働する計画。国内ではマイクロ波化学の技術を用い、2024年に3千トン/年規模の設備を富山で稼働予定
三井化学	混合廃プラ	油化	2024年	CFP社の油化事業によって調達した廃プラ分解油を2024年1~3月に大阪工場のクラッカーに投入し、国内初のマスバランス方式によるケミカルリサイクル由来製品を製造・販売予定
	ポリウレタン	モノマー化	2025年	マイクロ波化学の技術を用い、軟質ポリウレタンフォームの廃材を分解し、直接原料化する技術の実用化を目指した取り組みを開始。2023年に実証試験を開始し、2025年の事業化を目指す
旭化成	混合廃プラ	油化	2024年	2023年に旭化成アドバンスとCFP社で廃プラ油化に関する業務委託と引取権の契約を締結し、2024年3QよりCFP社の油化事業による廃プラ分解油のうち3千トン/年を引き取り予定
	PS	モノマー化	2025年	PSジャパン(旭化成約62%、出光約38%出資)において、2023年より水島工場でPS(ポリスチレン)のケミカルリサイクルを1千トン/年で実証運転開始。2025年度を目途に事業化を目指す
出光興産	混合廃プラ	油化	2025年	環境エネルギー社とケミカルリサイクル・ジャパンを設立し、廃プラ油化事業について2025年に千葉で2万トン/年の稼働開始を目指す。環境エネルギー社の技術を活用
住友化学	PMMA	モノマー化	2025年	協力会社などから使用済みアクリル樹脂や廃材を回収し、原料のMMAモノマーに再生する技術を日本製鋼所と共同開発。生産能力は年間300トンで実証し、シンガポールなどで量産を検討
	PP(自動車)	マテリアルリサイクル	2025年	リサイクル企業のリバーとマテリアルリサイクルの事業化に向けた業務提携契約を締結。2025年にも車部材のPP(ポリプロピレン)を回収、再生して自動車メーカーに再供給することを目指す
	混合廃プラ	モノマー化	2033年	2030年までにポリオレフィン系廃プラから、エチレンやプロピレンなどを直接製造する技術の確立を目指す。徐々にスケールアップを図り、2030年頃に実証完了を予定(GI基金の対象)
	混合廃プラ	油化	2033年	2030年までに廃プラ由来の合成ガスから、エタノールを製造し、それを原料にオレフィン類を製造する技術の確立を目指す。2024年以降にベンチ設備を設置予定(GI基金の対象)

(出所)各種公表資料より、みずほ銀行産業調査部作成

グローバルでは混合廃プラの油化を中心に実装が進む

グローバルでは混合廃プラによるケミカルリサイクル、特に廃プラを原料の油に戻す油化技術を活用した取り組みが主流になっており、BASF などの欧米企業を中心に廃プラリサイクルの商業運転が開始している(【図表 17】)。日本では、三菱ケミカルと ENEOS が鹿島で 2024 年の運転開始、出光興産が千葉で 2025 年の運転開始を目指して取り組みを進めている。鹿島では、三菱ケミカルがライセンス契約をした Mura Technology の技術を活用し、年間 2 万トンの処理設備を稼働予定である。Mura Technology には Dow が出資・提携しており、本技術は高温高压の超臨界水の中でプラスチックを分解してナフサなどに油化する技術である。千葉では、出光興産が廃プラ油化技術を保有する環境エネルギーと立ち上げた JV であるケミカルリサイクルジャパンで推進しており、本技術は触媒を活用して常圧で取り扱い可能なことを強みとしている。また、廃プラ油化技術を保有する日本企業の CFP は、2024 年 1 月より岡山中で年間 3 千トン処理可能な油化プラントを稼働させた。さらには 2024 年中に 6 千トン、2025 年に 3 千トンを追加して計 1.2 万トンに拡大していく計画である。CFP は三井化学や旭化成アドバンスと連携しており、日本でも早期のケミカルリサイクル普及が期待される。加えて、サントリーが主導するアールプラスジャパンのように、ブランドオーナーが推進する事例も出ており、ブランドオーナーとの連携も有効な選択肢の 1 つになるだろう。

【図表 17】 グローバルでの混合廃プラによるケミカルリサイクル動向

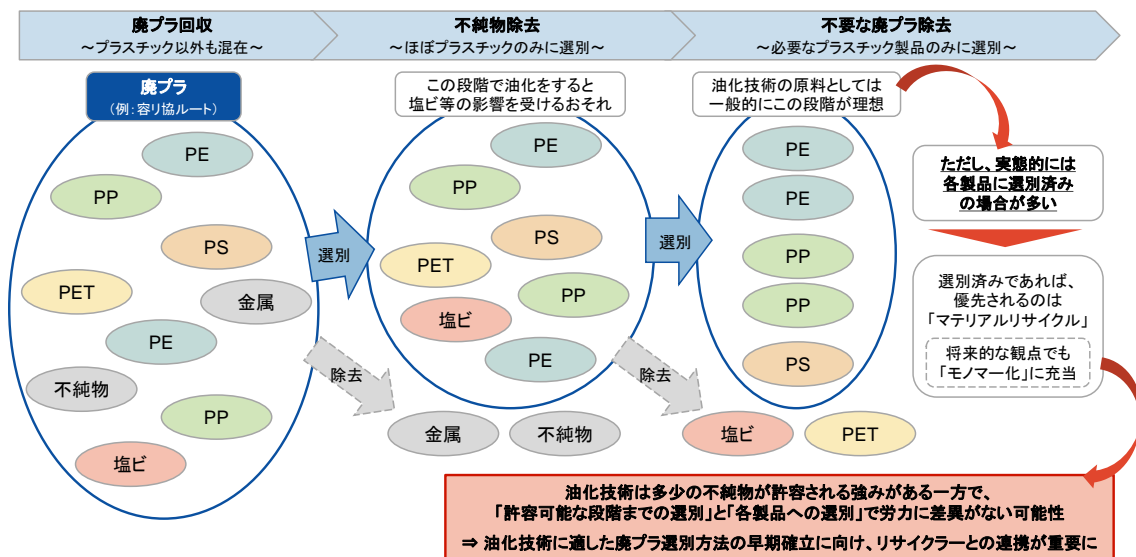
企業	概要	2019	~	2021	2022	~	2024	2025	2026	2027	...	2030
BASF	油化 (ルルー-Quantafuel社と共同開発)	Quantafuelに出資 <デンマーク> 1.6万t/年設備		Quantafuel、REMONDISとケミリサ協働のMOU締結				25万t/年のリサイクル原料使用目標				
ExxonMobil	モノマー化 (独自のExtend技術) 欧州は英Plastic Energy社と協業			<米国> 50t/日の実証	<米国> 3.6万t/年設備		<フランス> 2.5万t/年設備		計45万t/年の処理能力目標			
Total Energies	油化 (英Plastic Energy社)			Plastic Energyと戦略提携を締結			<フランス> 1.5万t/年設備 <米国> 3.3万t/年設備	<スペイン> 3.3万t/年設備				
Dow	油化 (英Mura Technology社と共同開発)			Muraと戦略提携を締結			<英国> 2万t/年設備	<ドイツ> 12万t/年設備				欧州と米国で計60万t/年
Lyondell Basell	油化 (独自のMoReTec技術)							<ドイツ> 5万t/年設備				
INEOS	油化 (英Plastic Energy社)				ライセンス契約締結				<ドイツ> 10万t/年設備			
LG化学	油化 (英Mura Technology社)				ライセンス契約締結			<韓国 唐津> 2万t/年設備				
SKGC	油化 (英Plastic Energy社)					ライセンス契約締結		<韓国 蔚山> 6.6万t/年設備		<韓国 唐津> 6.6万t/年設備		他手法含めて計32万t/年
ペトロナスケミカル	油化 (英Plastic Energy社)		Plastic Energyと協働のMOU締結						<マレーシア> 3.3万t/年設備			
CFP	油化 (独自技術)						<岡山> 0.3万t/年設備 0.6万t/年設備	<岡山> 0.3万t/年設備				
三菱ケミカル、ENEOS	油化 (英Mura Technology社)			ライセンス契約締結			<茨城> 2万t/年設備					
出光興産	油化 (環境エネルギー社)			<千葉> 実証検討開始		ケミカルリサイクルジャパン設立		<千葉> 2万t/年設備				数十万t/年の処理能力目標
アールプラスジャパン	モノマー化 (米Anellotech社と共同開発)				<米国> 0.5t/日の実証					実用化目標		20万t/年の設備稼働目標

(出所) 各種公表資料より、みずほ銀行産業調査部作成

油化は有望な技術だが適度な選別技術の実装がカギに

油化はグローバルでも有望な技術として取り組みが進んでいる。その理由として、マテリアルリサイクルの場合は回収した廃プラを PE や PP といった単一製品になるまでできる限り選別して純度を上げていく必要があるが、油化によるケミカルリサイクルの場合は複数のプラスチックが混合していても処理できるためである。ただし、投入できる混合廃プラには制約があるのが一般的であり、採用技術に適した廃プラをいかに収集するかが大きな論点になる。例えば、国内の消費者が排出したプラスチックの多くは日本容器包装リサイクル協会（容リ協）の枠組みを通じて回収されるが、収集された廃プラには金属などを含めたプラスチック以外の不純物が混ざっていることに加え、プラスチックであっても塩素含有量が多い塩ビなどは活用が好まれない傾向がある。これらを正確に選別するためには、PE や PP などの単一製品に選別するのと労力が大きく変わらない可能性がある。高い技術力によって高度な機能性を持つ複層フィルムが普及している日本では、特にその傾向が強いと考えられる。有望な油化技術をいかに実装をしていくかという観点では、適度な選別技術を開発していくことも重要である。仮に高度な選別技術を導入しても、混合廃プラの許容度が高いリサイクル技術を採用する場合には意味をなさないためである。選別工程の役割を担うのはリサイクラーになると想定され、リサイクラーとどのような協業関係を構築していくかも肝になってくるだろう（【図表 18】）。

【図表 18】 廃プラ回収後の選別作業イメージと油化にあたっての論点



(出所) みずほ銀行産業調査部作成

廃プラは業種間での奪い合いになるリスクもあるが協業も選択肢

廃プラを活用しようとしているのはプラスチックを製造する石化産業だけではないという点にも留意が必要である。鉄鋼による高炉還元剤等としてのケミカルリサイクル、紙パルプやセメントにおける RPF (廃プラや古紙を原料とした高品位の固形燃料) としてのサーマルリサイクル、リサイクラー等によるマテリアルリサイクルといった既存の廃プラ活用需要に対して、優位性を発揮できなければ廃プラ活用量を増加させていくことは困難となる。鉄鋼やセメントでは廃プラ活用量を増加させていく方針が出ていることに加え、新たなリサイクル材の活用需要が出てくる可能性も踏まえれば、今後は複数業種間での奪い合

いとなるリスクもある。ただし、それぞれの廃プラ活用技術で求められる廃プラの品位には差異があり、業種ごとに棲み分けができる可能性もある。限られた廃プラを最大限有効活用していくためには、各地域における廃プラ回収ルートを一元化した上で、選別した廃プラの品位に応じて各産業に分配するといった業種横断的な協業が理想像としてあり得るだろう。加えて、自治体等とも連携しながら廃プラの活用量割合を従来より高めていく取り組みも期待される。

チェーン全体での連携によって課題解決ができる可能性も

廃プラリサイクルの普及に向けては、どの技術を採用するかに応じた適切なチェーンの構築が肝となる。採用技術に合わせた選別方法のみならず、回収方法も含めた川上全体を最適化していくことが必要となる。回収方法については自治体などと連携する必要性もあり、2022年4月施行のプラ新法(プラスチックに係る資源循環の促進等に関する法律)によって対応の柔軟性が高まったことなどが追い風になるだろう。実際にプラ新法を活用し、高度な選別技術を持つリサイクラーの富山環境整備は、拠点となる富山市周辺の自治体以外にも広域連携を進めている。化学企業としては、自治体やリサイクラーとの協業による新たな枠組みを検討していくことが求められるだろう。加えて、川下における需要家の価値基準の変化も必要になる。従来のバージン品同様の高い品質を盲目的に要求するといったことはせずに、リサイクルによる環境価値を認知してそれに合わせた販売戦略を取るといった柔軟な対応が求められるだろう。ブランドオーナーである需要家のグリーン化対応へのコミットが普及のカギであり、先進的な取り組みの進展が期待される。このように、チェーン全体での連携を深めていくことによって、廃プラリサイクルの普及に向けた課題は一定の解決が図れる可能性があり、協業の必要性が高まっていると考えられる。

3. 「原料転換」 ～バイオ原料やCCUの活用

バイオ原料は燃料用途の副生物として拡大する見込み

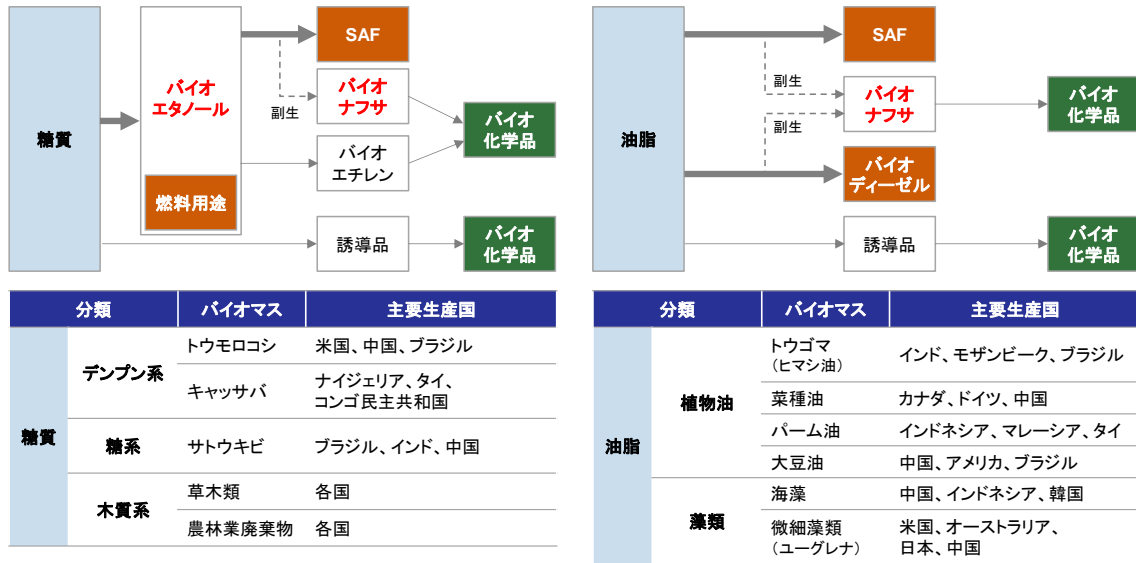
原料転換としては、バイオエタノールやバイオナフサといったバイオマス素材を原料として活用していくことが考えられる。ただし、バイオマス素材の活用はSAF(持続可能な航空燃料)などの燃料用途が先行して立ち上がっていく見込みである。そもそも燃料用途は原料用途よりも必要となるボリュームが大幅に大きいことに加え、国際的な規制が入るSAFでは明確な需要が創出されることで、早期に市場が拡大していくことが想定される。バイオ原燃料の製造は、主に糖質由来と油脂由来の2種類に大別される(【図表19】)。原料用途目線では、燃料用途の生産時に副生物としてバイオナフサが得られるため、SAFの需要拡大等に伴い、バイオナフサの生産量も増加すると想定される。副生物であることを活かしながら、バイオ原料を活用した市場の確立を目指していくことが求められるだろう。なお、デンプンを原料とした生分解性プラスチックであるPLA(ポリ乳酸)のように、一部の製品では従来よりバイオ原料から直接バイオ化学品が製造されているケースもある。ただし、先述の通り燃料用途の需要量が圧倒的に大きいことを踏まえれば、バイオ原料の調達手段としては燃料用途による副生物の性質が強だろう。

日本でもSAFの副生物としてバイオナフサを活用する計画が進展

日本においてもSAF製造に伴うバイオナフサ活用の計画が出始めている。ENEOSは、2024年1月にサントリー、花王、和歌山県とともに、和歌山県におけるCEの実現に関する包括連携協定を締結した。既にサントリーと連携して水島製油所でバイオナフサを活用したペットボトル原料(PX)を供給してお

り、廃食油などの SAF 原料の調達とともに、ブランドオーナーや自治体と連携した取り組みを進めていると推測される。出光興産は、千葉でバイオエタノール由来の SAF 製造を計画しており、副生物のバイオナフサを石化事業で活用予定である。加えて、糖質由来の本技術のフローでは、バイオエタノールからバイオエチレンの製造も可能であり、石油精製と石化の双方の事業を持つ強みを活かした取り組みを進めている。

【図表 19】 バイオマス素材からバイオ原料・燃料への製造フロー概観



(出所) 各種公表資料より、みずほ銀行産業調査部作成

トランジション期
はマスマランス
が現実解だが課題
はある

バイオマス素材を活用したバイオ化学品の製造方法は、2つに大別される。バイオ原料だけで独立した製造フローを確保することによって原油由来製品の製造フローとは分離させるセグリゲーション方式と、バイオ原料の投入割合に基づいて製品に任意のバイオマス度を割り振るマスマランス方式である。セグリゲーション方式はバイオ化学品であることが明確で分かりやすいという特徴がある一方で、専用の設備が必要となることや調達可能なバイオ化学品原料の種類に制約があるといった課題がある。そのため、複数の原料が必要な化学品であるほど実現のハードルが上がってしまうことになる。バイオナフサなどを活用したマスマランス方式は、基本的に従来の製造フローを変更することなくバイオ化学品の製造が可能となるため、バイオ化学品製造の選択肢が大幅に拡充することとなる。バイオ原料が大量に供給され始める前のトランジション期においては現実解と言えるだろう。ただし、マスマランス方式にも課題はある。任意の製品にバイオマス度を割り振ることが可能であるが、そのためには ISCC Plus などの認証制度の取得が必要となる。認証はサプライチェーン全体で取得する必要があるため、多数のプレイヤーが介在する製品では難易度が上がることになる。ISCC Plus の認証取得には 1 年以上かかることに加え、監査対応や費用負担などもしていく必要があり、サプライチェーン上の中小企業にとっては負担感が大きい可能性が高い。現実的にはチェーンが短く大企業を中心となるような製品から普及が進んでいくものと推測される。

川下産業の急激な需要拡大を見据えた準備が重要に

今後バイオ化学品の需要が大幅に拡大するためのドライバーになり得るのは、環境規制導入によるバイオ原料利用のルール化や、ブランドオーナーによるグリーン化対応の強化などが考えられる。特に規制対応の場合は急激に需要が立ち上がることが想定され、それに向けた準備を早期に始めておく意義は大きいだろう。原料調達先や需要先が確立されている場合はセグリゲーション方式の方が合理化を進めやすい可能性があり、先行して導入を進める意味はあると考えられる。一方で、急激な需要の立ち上がりといった柔軟性や緊急性が求められる局面ではマスバランス方式の重要性が高まるだろう。認証取得には相応の時間がかかることを踏まえれば、準備が整っているか否かが大きなビジネス機会を取り込めるかどうか直結してくる可能性がある。

エタノール to オレフィンの収率向上等の高度化が普及のカギに

セグリゲーション方式が普及していくためには、エタノールもしくはメタノールからオレフィン(エチレン、プロピレン等)を製造する設備の高度化がカギを握ると考えられる。エタノールからエチレンを製造するのは分子の炭素数が2つのままのため問題ないが、炭素数が3つのプロピレンの製造や、炭素数が1つのメタノールからエチレンやプロピレンの製造を実装化していくためには、収率向上等によるコスト削減が不可欠である。なお、中国を中心に普及するCTO技術はメタノールからオレフィンを製造する技術であり、既に実用化されている。ただし、安価な石炭を原料とすることに加え、CO₂排出の多さを許容できることで実現可能な点には留意が必要である。エタノール to オレフィンの高度化については、日本企業として住友化学や三菱ケミカル、旭化成が技術開発を進めている。住友化学はGI基金の対象となったプロジェクトの1つとして、エタノールやメタノールからのプロピレン収率を向上させる技術、三菱ケミカルはバイオエタノール活用を前提にエチレンからプロピレンを直接製造可能な技術、旭化成はエタノールから炭素数6つ以上のBTXまでを製造可能な技術の開発を進めている。いずれも実用化されれば、エチレン以外のナフサ留分の原料転換に向けた選択肢が大幅に拡大すると期待される。

CCUでの原料利用は難しさもあるが大きなポテンシャル

原料転換としては、バイオマス素材の活用に加え、CO₂を化学品原料とするCCUという選択肢もある。多くの場合に水素が併せて必要になるなど、実用化にはハードルが高い面が目立つものの、仮にCCUが実用化された場合、従来より悪者扱いをされているCO₂の扱いが大きく変わるゲームチェンジになり得る。限られたCO₂排出を回収し、それを原料に化学品を製造していくといったフローが確立されれば、いかに多排出産業と近接した立地を確保するかが競争力につながる可能性もある。コンビナートにおける鉄鋼や電力、石油精製といったプレイヤーとの従来とは異なる業種横断連携が求められ、グリーン化が進化した新たなコンビナートのあり方が模索されるといった大きなポテンシャルを持っていると考えられる。

IV. 国内石化産業における今後の方向性

本章の概要

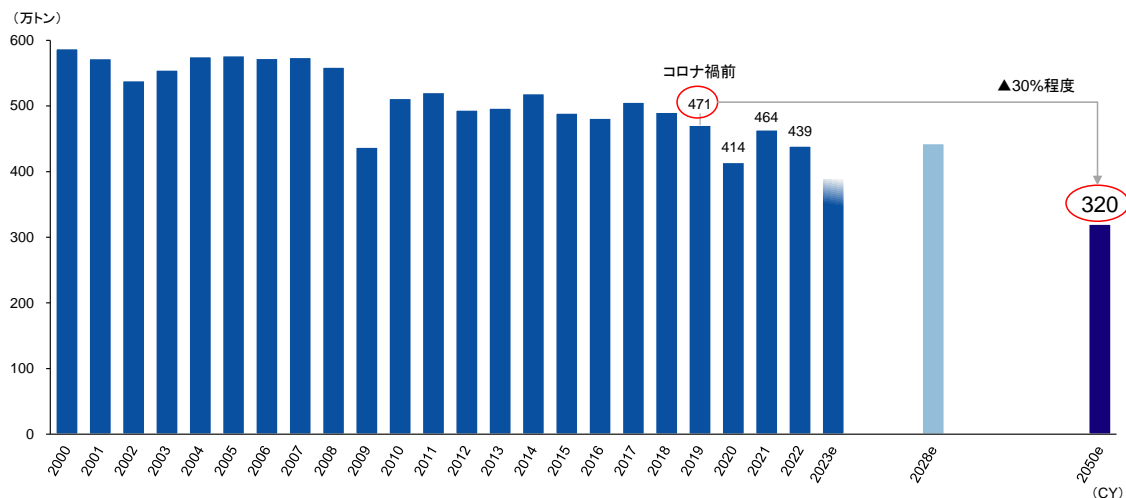
本章では、前章までの内容を踏まえ、今後の方向性について検討する。まず国内石化産業の長期需要見通しを示し、その環境認識を踏まえた上でコンビナートの競争力強化における着眼点を整理する。その後、国内石化産業のトランジション戦略の方向性として、今後のあるべき姿がどのようなものであるかを考察する。

1. 国内石化産業の長期需要見通し

2050年の内需は大幅に減少していく見通し

国内石化産業におけるエチレン換算内需の長期見通しとして、2050年には320万トン程度になると予測する。これはコロナ禍前である2019年の471万トン対比で約30%の減少になる。主な要因としては、人口減少に伴う需要の減少に加え、川下の需要産業による輸出減少に伴って国内生産が減っていく影響がある。代表例は自動車産業であり、EV化などの影響によって地産地消化が進むことで、日本からの輸出が減少し、それに連動して国内生産も減少していくという構図になる。石化産業が製品供給をする需要産業は幅広く、内需型の川下産業などもあることで影響が緩和される面はあるものの、輸出型の川下産業が国内生産を低減させていった場合、石化産業の内需に与える影響は大きいと言える(【図表20】)。

【図表20】2050年時点のエチレン換算内需の見通しくみずほ試算>



(注) 2023年以降はみずほ銀行産業調査部予測

(出所) 石油化学工業協会資料等より、みずほ銀行産業調査部作成

国内生産の主な減少要因は「内需の減少」と「輸出のはく落」

2050年の石化産業を見据える上では、内需のみならず国内生産がどうなるかの観点も重要である。そこでキーとなるのは輸出入の見通しであるが、中国のみならず、その他アジアでも自給化が進展していくと想定され、これまでのようなバルク品で相応のボリュームが日本から輸出されているような世界観は描きにくいと考えられる。日本からの輸出の多くは汎用品でも高機能グレードに限定されていくことで、輸出のボリューム自体は減少していくことが見込まれる。輸入については、バルク品で一定の増加が見込まれるが、汎用品でも付加価値とコスト競争力を高めながら国内で安定供給することによって、内需向け供

給は確保し続けることができると想定している。そのため、足下ではエチレン換算ベースで輸出が 200 万トン強程度、輸入が 70 万トン程度であるが、2050 年では輸出入をネットしたエチレン換算輸出入がゼロに近い数値になるとの前提を置いている。結論として、国内生産は内需の減少と輸出のはく落という 2 つの要因で大きく減少し、内需見合い程度になると予測する。

脱プラスチック影響もあり得るが、プラスチックによる代替可能性も

追加的な内需の変動要因も存在する。減少要因としては、脱プラスチックに向けた潮流などに伴い、CE 対応の一環としてプラスチックの利用を減少させる動きの加速や、消費者行動の変化によって紙製品などの代替製品を選好する可能性などが考えられる。また、メタバースの普及などによってモノ自体の需要が低下していくことになれば、石化製品の需要も減少していくことになる。一方で、増加要因としては、金属製品などを代替していく動きが加速した場合が考えられる。例えば、極端な例ではあるが、完全自動運転の普及によって交通事故が発生しなくなった場合、車体の安全性に関する要求水準の低下とプラスチックの機能性向上によって、自動車の車体のほとんどをプラスチック製品に置き換えられる可能性もある。プラスチックが機能性とコスト競争力のバランスによって金属を代替してきたのは過去からの歴史であり、これらの動きが加速し、川下産業に対して付加価値の高い製品を供給できれば、内需の拡大要因を創出していくことも可能であると考えられる。また、内需の減少は必ずしもネガティブな要因のみではない点に留意すべきである。プラスチック容器やフィルムの薄肉化はプラスチック需要の減少に寄与するが、従来同様の機能性を発揮するためには高い技術力が必要となる。その貢献に見合った対価を得られることが前提ではあるが、バルク品との差別化を図ったことに伴うポジティブな要因で内需が減少することもあり得る例と言えるだろう。

どの技術が実装されるかによって石化産業のあり方も変化

今後の石化産業がどうあるべきかを考える上では、グリーン化に向けてどの技術が実装されていくのかという観点も重要になる(【図表 21】)。その一例として、エチレンプラントを活用する技術かどうかによって、コンビナートのあり方は大きく変わってくる。具体的にバイオ原料を例にすれば、バイオナフサ活用が普及した場合、エチレンプラントをそのまま活用可能であるため川下への影響は限定的であるが、バイオエタノールを活用したエタノール to オレフィンなどが普及した場合、既存設備との接続や留分調整などを改めて考え直す必要がある。ただし、既存設備を活用できるということは、既存の立地や関係性に縛られることも意味するため、一概にどちらがよいとは言いきれないのも事実である。総じて言えば、石化産業として今後のグリーン化に向けた技術実装の方向性は現時点で明確ではなく、多くの選択肢が残されている。そのため、石化産業全体として当面の間は全方位的に検討を進めざるを得ないことになり、将来像を描く上での難しさにつながっている。あえて言うならば、川下の需要産業に何を供給し続けられるかという観点で拠点ごとの将来像を描き、それに合わせたグリーンな基礎化学品の製造プロセスを実装していくことになるだろう。

【図表 21】 エチレンプラントの活用有無による環境適合材の供給ルート分類

エチレンプラント 活用の有無	原料転換に係る技術テーマ		概要	日本関連の主な取り組み(按群)
エチレンプラント を活用する 環境適合材 供給手法	リサイクル	熱分解(油化)	混合プラスチックを油化し、クラッカーの原料として再利用	<ul style="list-style-type: none"> ENEOS × 三菱ケミカル (鹿島) 出光興産 × 環境エネルギー (千葉) CFP (岡山)
	バイオ	バイオナフサ	バイオナフサをクラッカー原料として利用	<ul style="list-style-type: none"> 三井化学 × NESTE (大阪) ENEOS × 三菱商事 × NESTE (水島) 出光興産 SAF副生物 (千葉)
	CCU	合成ナフサ	CO ₂ や水素由来の合成ナフサをクラッカーの原料として活用	..
エチレンプラント を活用しない 環境適合材 供給手法	リサイクル	熱分解(直接オレフィン化)、解重合、マテリアルリサイクル	混合プラの直接オレフィン化、PET、PS、PMMA等のモノマー化等のケミカルリサイクルやマテリアルリサイクル	<ul style="list-style-type: none"> 三菱ケミカル × マイクロ波化学 PMMA (富山) 住友化学 × 日本製鋼所 PMMA (愛媛) 三井化学 × マイクロ波化学 ポリウレタン
	バイオ	バイオエタノールやスマートセル等を経由で化学品生産	バイオエタノール由来エチレンや、微生物を用いた化学品(スマートセルによる化学品製造)等	<ul style="list-style-type: none"> プラスケム バイオエタノール(ブラジル) 住友化学 エタノールtoオレフィン(千葉) 旭化成 エタノールtoオレフィン(水島)
	CCU	CO ₂ 由来アルコール等からの化学品生産	CO ₂ 由来のアルコールからの化学品やCO ₂ を活用したエンブラ原料	<ul style="list-style-type: none"> 旭化成 エンブラ原料製造 三菱ケミカル 環境循環型メタノール 三菱ケミカル e-メタノールtoプロピレン

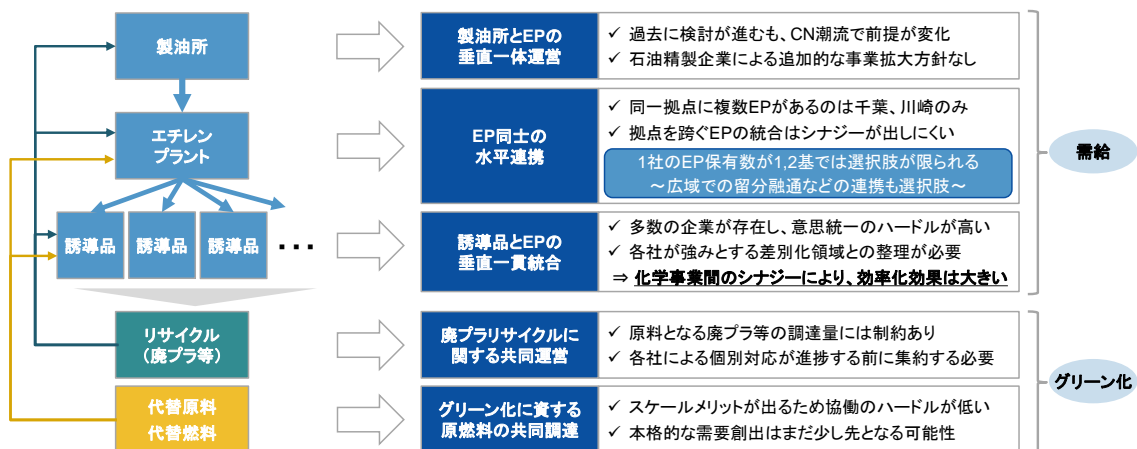
(出所)各種公表資料より、みずほ銀行産業調査部作成

2. コンビナートの競争力強化に向けた着眼点

コンビナートの一体化が理想だが、現実的には論点を分ける必要

石化産業の成長戦略を描く上では、コンビナートとしての競争力を強化していくことが重要になる。理想論としては、石化コンビナートの上流から下流までとなる石油精製、エチレンプラント、各種誘導品のすべてが一体運営化されれば、最も効率的でコスト競争力を強化しやすいと考えられる。ただし、現状の国内における複雑な資本関係等を踏まえれば、現実的な選択肢にはなりにくい。ここではエチレンプラントを軸にしながら、どのような連携可能性があるのかについて、グリーン化対応も含めた5つの切り口で検討する(【図表 22】)。

【図表 22】 エチレンプラントを軸としたコンビナートの競争力強化(全体最適化)に向けた論点整理



(出所)みずほ銀行産業調査部作成

①石油精製とエチレンプラントの垂直一体運営

1つ目は、川上の石油精製設備とエチレンプラントの垂直一体運営である。従前より有力な候補として挙げられており、2019年に鹿島でENEOSと三菱ケミカルがLLPを設立して検討を進めた経緯がある。この選択肢は石油精製企業による石化事業への延伸という側面が強いが、CNの潮流によってCO2排出量の大きいエチレンプラントの取得が容易ではなくなってしまう影響で実現のハードルが上がっている。現状では石油精製企業が双方を運営している川崎のENEOS、千葉の出光興産とコスモ・丸善石油化学のそれぞれにおける一体運営にとどまっている。一方で、中国企業が石油精製から石化製品までの一貫生産を推進しているように、グローバルでは石油精製と石化事業を分けて考えるのは一般的ではない。石化製品の製造に特化したことがきめ細やかな製品を作る日本の強みを生み出した可能性は否定できないものの、それが石油精製企業と化学企業の考え方の差異にもつながっており、連携の阻害要因になっている可能性もある。どこまで踏み込んだ連携とするかは論点となるが、グリーン化対応も含めて従前以上に石油精製とエチレンプラントの連携の重要性が高まっており、今後は各拠点において連携の深化が必要だろう。

②エチレンプラント同士の水平連携

2つ目は、エチレンプラント同士の水平連携である。ナフサから連産される基礎化学品を最大限活用していくために、パイプラインを接続してエチレンプラント同士で留分を融通していくことが考えられる。ただし、同一拠点に複数のエチレンプラントがあるコンビナートは千葉と川崎のみであることに加え、川崎のエチレンプラントはいずれもENEOSが運営しているため、実質的にシナジー検討が可能なのは千葉のみとなる。千葉では従前より留分の融通が進められているものの、足下でさらなる連携強化の機運が高まっており、新たなコンビナートのあり方を模索していくことが期待される。また、拠点をまたいだ留分融通によるシナジーは出しにくいものの、将来的な生産規模の適正化を見据えれば、比較的近い立地の拠点間での融通を強化していくことも有効だろう。具体的には、東京湾に面して比較的距離が近い千葉と川崎や、瀬戸内海に面した西日本の拠点(大阪、水島、周南、大分)での連携が考えられる。資本関係まで踏み込むことの難しさはあると想定されるが、これまで千葉の4社が融通による効率化を進めてきたように、拠点をまたいだ中でも水平連携を図る動きが進展していくことが期待される。

③誘導品とエチレンプラントの垂直一貫統合

3つ目は、川下の誘導品とエチレンプラントの垂直一貫統合である。一般的に誘導品の需要に合わせてエチレンプラントの稼働状況が決定されていくため、これらを一体運営して意思決定の最適化を図っていく意義は大きいと考えられる。論点としては、誘導品が多数存在することとそれらの資本関係が複雑であることが挙げられる。すべての誘導品を対象とすることが理想ではあるものの、実際には統合によってシェアが高まる誘導品があることで独占禁止法上の懸念が発生してくる可能性がある。現実的には留分における割合の大きいものの一体化を優先するといった一定の取捨選択が必要となるだろう。各社にとって競争力のある製品を協業対象にするかどうかといった判断が求められるものの、比較的考え方が近い石化事業領域内での連携であり、コンビナートの一体運営における選択肢では最も現実的だと考えられる。

④廃プラリサイクルに関する共同運営

4つ目は、廃プラリサイクルに関する共同運営である。グリーン化対応における原料循環では廃プラが重要な原料となるが、廃プラの発生量には制約がある。その中で原料循環に適するものとなると、さらなる制約を受けることとなるが、多数のプレイヤーが廃プラを奪い合うのは非効率である。地域ごとに廃プラの発生量は一定の用途が立てられることも踏まえ、コンビナート内の企業間

で廃プラリサイクル設備の共同運営をしながら、各社が強みを持つ製品にリサイクル材を活用することで環境価値を顕在化させていくのが望ましいだろう。特に多くの種類の廃プラを受け入れられ、グローバルでも取り組みが進む油化技術については、油化後に石油精製設備やエチレンプラントの活用が必要となる。それらのアセットを保有しない企業にとってはリサイクル技術の選択肢を増やす観点、アセットを保有する企業にとっては出口戦略の選択肢を増やす観点で連携の意義は大きいだろう。さらには、廃プラは石化産業に限らず、鉄鋼や紙パルプ、セメントにおいても必要とされている。各産業で求められる廃プラの品位には違いがあることを踏まえ、コンビナートにおける業種横断的な取り組みとして、限られた廃プラを最大限有効活用していく枠組みの検討が各拠点で求められるだろう。

⑤グリーン化に資する原燃料の共同調達

5 つ目は、グリーン化に資する原燃料の共同調達である。水素やアンモニア、バイオマス素材などのグリーン化に向けて必要となる原燃料を共同調達していくことで、スケールメリット等を求めていく取り組みである。既に一部で化学企業同士による取り組みが進んでいるものの、発電での水素・アンモニアの混焼や、SAF におけるバイオマス素材といった燃料利用の用途に対して、石化産業における原料用途と燃料用途の需要は双方とも必要なボリュームが限定的になると想定される。必要となる時期についても他産業対比でやや遅れると見込まれる中、石化産業内で協業していただくだけでは不十分となることが懸念される。むしろコンビナートにおいて大規模需要家となる他業種の企業と業種横断的に連携していくことが有効な選択肢になるだろう。

コンビナートとしての全体最適追求が個社競争力にもつながる

5 つの切り口は一般論として整理したが、各拠点に適した切り口は地域特性等によって必ずしもこの限りではない。各拠点では独自の特色を活かしながらコンビナートとしての全体最適を追求していくことが求められる。全体最適を目指す場合、一義的には個社最適とずれる可能性が考えられるが、コンビナートとしての競争力が強まれば、将来的にも安定的な稼働が期待でき、それが用役融通などの観点においてもメリットになるため、結果的に個社の競争力強化にもつながっていくだろう。ただし、多数の企業が乱立する中で最適解を都度見出していくのはハードルが高いため、独占禁止法における制約には留意が必要であるものの、基本的な方向性としてはコンビナート全体の一体運営を目指した取り組みが期待される。業種横断的な連携も含め、グリーン化を見据えながら各コンビナートがいかにして生き残りを図っていくのかという観点での検討が必要だろう。

業種横断的な目線で各拠点としての特色を出すことも必要

業種横断的な目線での検討として、日本全体のグリーン化でキーとなる水素・アンモニアは、資源の乏しい日本でいかにコストを低減するかを検討する必要があり、多くの需要産業が集積している拠点のポテンシャルは大きいだろう。特に石化産業目線では、現時点で水素・アンモニアの大規模な需要が見通しにくい中、近隣に鉄鋼や電力などの大規模需要家がいることは、今後の活用を考える上で大きなアドバンテージになり得る。さらには、廃プラ活用での連携や将来的に CO₂ を CCU によって原料用として活用していくことを展望すれば、鉄鋼や電力などの産業と従来にはない連携による新たなコンビナートのあり方を模索できる可能性もあるだろう。

3. 石化産業のトランジション戦略の方向性

石化産業を残し続ける限り、成長戦略を描いていく必要性

石化産業が需給とグリーン化という2つの難題に直面する極めて難しい局面であることはここまで整理してきた通りであるが、国内に石化産業を残し続けるという前提を置く限り、目指すべき将来像を描き、そのストーリーに合わせた取り組みを進めていく必要がある。国内再編による長期残存戦略の検討は大前提とした上で、それにとどまらずに大きく2つの方向性での検討が必要だと考えられる。1つ目が「川下延伸と併せた成長戦略の策定」であり、付加価値や競争力のある製品をいかに確立していくかが肝要である。2つ目が「グリーン市場の開拓による環境価値の創出」であり、各種グリーン化を進展させることで環境価値を顕在化させていくことが求められる。さらには、それらのノウハウを海外展開することで、アジアの需要を取り込んでいくことが理想的ではある。

日本全体で機能性化学に特化した場合、競争力の観点でもマイナスになり得る

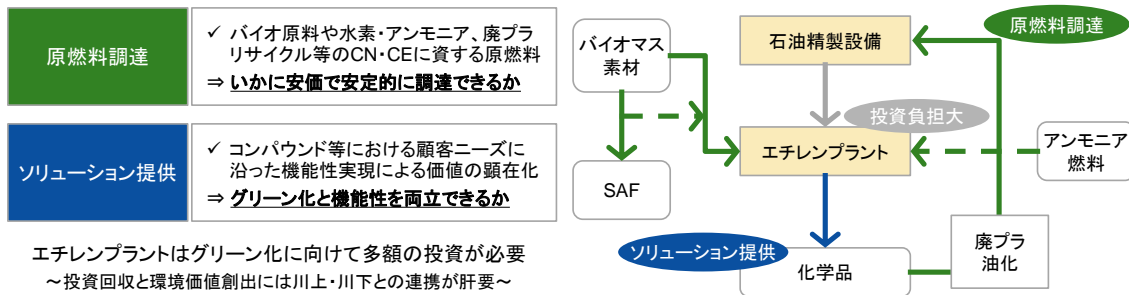
1つ目の川下延伸における極論として、日本には石化産業を残さずに機能性化学分野に特化するという選択肢もあり得るが、実際には難しいと考えられる。まずは、よく言われるように経済安全保障上の懸念が発生する。昨今の地政学リスクが高まっている中で、幅広い生活必需品に使用される石化製品や日本の強みとなる機能性化学品の原料を輸入に依存することは懸念が大きいだろう。次に、むしろこちらの観点がより重要と考えられるが、日本産業の強みとなる分野の競争力に影響を与える可能性がある。化学製品は需要産業とのすり合わせによる素材提供が重要となるため、仮に国内石化産業の空洞化が進めば競争力の源泉となる製品の提供に向けたすり合わせが難しくなり得るだろう。また、コスト競争力の低下も懸念される。中国企業が原料からの一貫生産を重視し、徹底したコスト競争力の追求をしているように、一貫生産によって物流関連のデリバリーコストを抑えるのはコスト競争力を高めるための基本と言える。先端品となる機能性化学の分野においても圧倒的な技術優位性がある場合などを除き、基本的にはコスト競争力があるかは非常に重要な要素になる。一貫生産の重要性は石化産業にとどまらず、需要産業も含めた製品チェーン全体で共通しており、日本産業として競争力を発揮していくためにも重要な視点である。なお、輸入品を原料としても機能性化学や需要産業で従来同様に機能性とコストの両面で競争力の高い製品を製造可能であれば別だが、すり合わせが重要な領域で持続的に強みを発揮し続けていくことは容易でないと推測される。このように、日本産業の競争力を維持し続ける観点でも、原料からの一貫生産として石化産業が国内で存続し続ける意義は大きいと考えられる。

環境価値の創出には2つの要所を押さえることが肝要

2つ目の環境価値創出を競争力につなげていく観点でも、原料からの一貫生産を目指していく意義はあるだろう。石化産業として環境価値を創出するにあたっては、大きく2つの要所があると考えられる。まず1つが原燃料調達であり、グリーン化された原燃料をいかに安価で安定的に調達できるかが競争力につながる。対象となる原燃料としては、バイオマス素材や水素・アンモニアに加え、廃プラリサイクル材などが想定される。廃プラを油化した原料を石油精製設備に投入することや、グリーンな原燃料のために既存タンクを転用して有効活用するなど、石油精製企業との連携意義が大きい領域である。次にもう1つがソリューション提供であり、顧客が希望する機能性を顕在化させるコンパウンドなどの技術力が競争力につながる。コンパウンドとは、ベースとなるプラスチックに対し、機能性を付与する添加剤や意匠性を高める着色剤などを混練する工程であり、プラスチック自体が持つ機能性ととも重要な差別化要

素になるものである。グリーン化対応という従来とは異なる原料の制約要因がある中、需要産業とのすり合わせをしながら顧客ニーズを満たすことで、付加価値を実現させていく技術力が求められる。石化産業のグリーン化にはエチレンプラントを代表例として多額の投資が必要となる中、投資回収をするための環境価値を顕在化させる必要がある。そのためには2つの要所を確実に押さえる必要があり、従来以上に川上から川下までの垂直連携を深めていくことが肝要である(【図表 23】)。

【図表 23】 石化産業の環境価値創出にあたっての要所

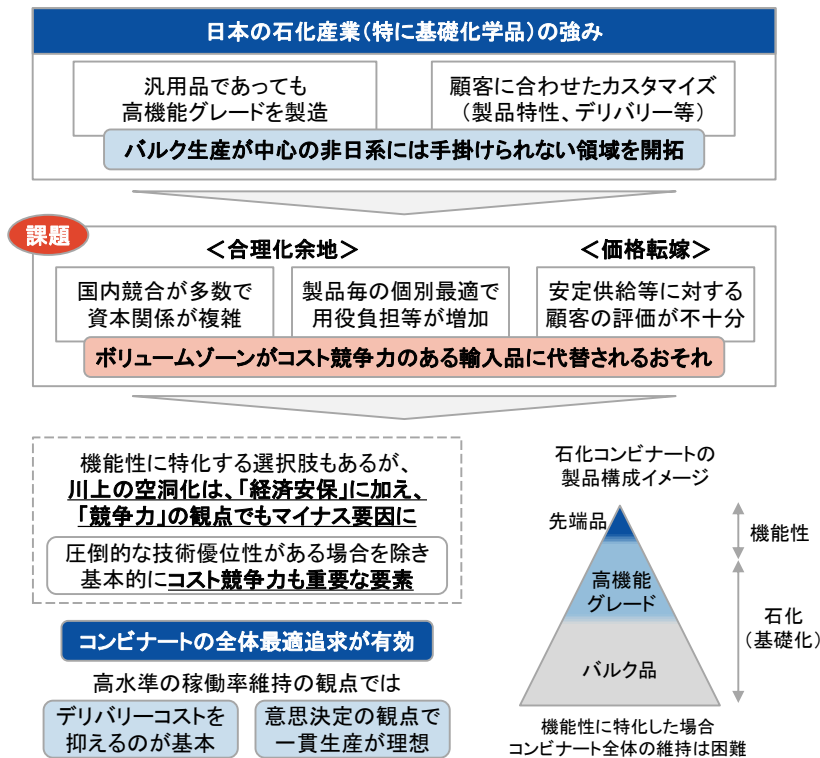


(出所)みずほ銀行産業調査部作成

拠点を集約しながらコスト競争力向上とグリーン化を推進

このように、川下延伸による成長戦略と環境価値創出は密接不可分な面が強く、同時に見ていく必要があるだろう。現状の国内石化産業における主な課題は、競合他社が多く資本関係が複雑なこと、製品毎の個別最適追求による弊害があること、及び安定供給等に対する需要産業からの評価が不十分であること、の3点が考えられる。このままではボリュームゾーンの商品がコスト競争力のある輸入品に代替されるおそれもあり、対応は急務である。これらの対策として、特定の製品にとどまらない業界再編を推進していくことが有効だと考えられる。特に3点目の需要産業との交渉力を付けていくという観点では、競争力を高めながら石化産業における企業としてのプレゼンスを高めていくことが不可欠である。それと並行しながらコンビナートの競争力を高める必要があるが、業界再編を進めることによって統廃合の選択肢が大幅に拡大することとなり、各拠点の強みを活かし続ける戦略が検討しやすくなると考えられる。製品競争力やグリーン化に関する多くの選択肢を持った上で、コンビナートの全体最適、さらには国内における全体最適の追求が必要になるだろう。(【図表 24】)。

【図表 24】日本の石化産業の現状認識と方向性



(出所)みずほ銀行産業調査部作成

日本の強みを活かしながら高機能グレードの拡充が求められる

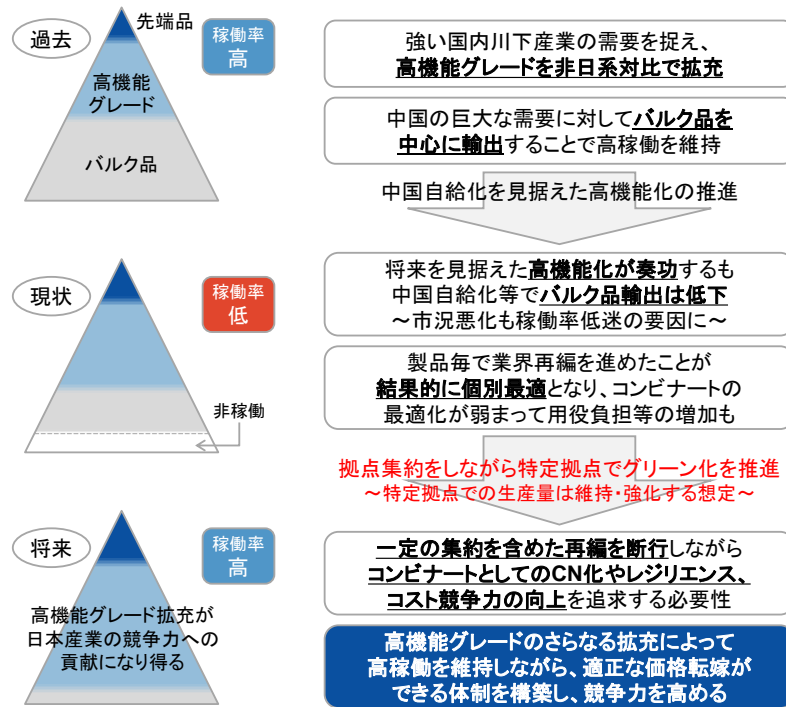
石化産業の方向性としては、グリーン化も見据えながらコンビナートにおける製品構成を改めて考え直していくことが求められる。日本の石化産業はPEやPPといった汎用品であっても高機能グレードを拡充してきた経緯があるが、必ずしも従来の延長線上ではない次元で取り組みを加速していく必要があるだろう。現状は高機能グレードを拡充してきたものの、差別化しにくいバルク品の輸出量が減少することで稼働率が低迷している状況であり、輸出でポリウムを稼ぐことを前提としたビジネスモデルを転換していくべきタイミングとなる。なお、エチレンプラント等においてはスケールメリットが働く点にも留意が必要である。海外では年間100万トン以上のエチレン生産能力を持つコンビナートが多数立ち上がる中、日本でも規模を意識した統廃合が求められる。目指すべき姿としては、業界再編によって選択肢を増やした上で、特定拠点の稼働率を高めながら高機能グレードの割合を大幅に高めていくことだろう。

統廃合による取捨選択と適切に評価してくれる顧客獲得で高機能グレードを拡充

高機能グレードの拡充は当然ながら簡単なことではないが、統廃合に伴う取捨選択を進めることや、石化産業の付加価値を適切に評価してくれる川下産業の需要をしっかりとつかむことによって、安価な輸入品に負けない筋肉質な体制の構築を目指すべきだろう。日本は既に高機能グレードの拡充を進めている中で、統廃合の際に残すべき製品は何かという観点で取捨選択をすれば、高機能グレードの比率を高めることは可能と考えられる。また、適切な顧客を獲得していくという観点も重要であり、川下産業にとって競争力の源泉となり得る高機能な素材を提供することや、国内で安定的に高品質な素材を提供することの価値を認めてくれる顧客との関係性を強化することで、景気変動等

にも強い耐性を持つことができる可能性がある。これらを実現していくためにはコスト競争力を高めることも必要となり、コンビナートの全体最適の追求が重要だろう【図表 25】。さらに言えば、需要地を見極める必要はあるものの、それらを海外でもニッチな領域として強みを発揮していくことが期待される。

【図表 25】国内石化コンビナートの1拠点あたり製品構成の変化イメージ



(出所)みずほ銀行産業調査部作成

川下の需要産業を支えることによって川下強化と石化内需の成長の好循環を促進

石化産業の付加価値を適正に評価してくれる需要産業の企業に寄り添うことは、需要産業側の企業にとっても意義は大きいと考えられる。仮に需要産業がコスト重視で安価な輸入品に切り替えていった場合、需要産業側で製品の差別化が困難になっていく可能性に留意すべきである。日本の石化産業が需要産業のニーズに合わせた研究開発を進めることは、グリーン化対応も含めた競争力の源泉となる素材を提供し続けていくことにつながるだろう。特に日本全体としてCNを含めたグリーン化を実現しながら競争力を維持・強化していくためには、需要産業と素材産業のすり合わせが不可欠であり、石化産業が果たす役割は大きいと言える。加えて、グローバルで地政学リスクが高まる中、国内で安定的に高品質な製品を提供する価値を軽視すべきではないと考えられる。それらは結果として、需要産業の競争力を高めることと石化産業の内需を拡大することに寄与し、日本産業が強くなり続けるための好循環を生み出す仕組みになり得るだろう。技術がキャッチアップされていくことが想定される中、常に付加価値の高い製品を提供し続けることは容易ではないものの、多くの産業を支える石化産業だからこそ可能な貢献として、トランジションを推進するにあたっての目指すべき方向性だと考えられる。

再編においては大きなビジョンを共有し、段階的に進めていく必要性

国内石化産業で業界再編を進めていく必要があるのは間違いないが、数多くの論点があるのも事実である。そのため、業界再編を進めていくのであれば、目先の対応のみならず中長期を見据えた大きなビジョンについて協業するパートナーと共有しながら進めていくことが重要になる。論点が多数ある以上、現実的には段階的に業界再編を進めていく必要があるが、需給とグリーン化のどちらの対応についても時間的な余裕はない。早期に競争力強化に向けた具体策を実行していく必要があり、中長期を見据えた戦略的な対応が喫緊で求められるだろう。

V. おわりに ～石化産業のトランジションへの期待

複雑な利害関係がある石化産業再編には十分な政策支援も必要

ここまで見てきたように国内石化産業の業界再編を進めていくためには様々な制約要因が存在している。特にグリーン化対応は必ずしも成長戦略になり得るかが現時点で不透明な面が大きく、経済合理性の観点では判断が難しい。単独事業であれば時機を見た対応が可能となることもあるが、複数社での協業事業やチェーン上で他社連携が求められるケースでは難易度が高くなることが想定される。足下ではGX 経済移行債の活用に向けた検討が業種横断的に進められているが、支援要件等においては石化産業特有の難しさに対する一定の配慮は必要だろう。ただし、他産業でも難しい決断を経て業界再編を断行してきている中、石化産業に残された時間的な猶予は限られていると捉えるべきである。そのような前提の上で、あるべき姿に向けた踏み込んだ決断をする企業に対しては十分な政策支援が不可欠であり、決断のためには政策支援の条件や内容を事前にある程度は開示する必要があるだろう。GX 経済移行債の化学分野における主な支援条件として、需給適正化、排出削減、競争力強化の3点が挙げられている。方向性に全く異論がない一方で、どの程度の要求水準や支援規模なのかといった点は見えにくい部分もあり、複数社での決断をするにはハードルの高さがあると言える。あるべき姿を見据えて官民連携で踏み込んだ議論をしていく必要があり、企業には自らが思い描く将来像に合わせた政策支援を引き出していくといった気概を持った対応が求められるだろう。

日本産業の競争力の源泉として貢献し続けるために石化産業のトランジションに期待

本稿では、石化産業が日本産業全体にとって重要な役割を担う可能性が高い一方で、トランジションを推進するには論点が高積していることを整理してきた。複雑な要因が絡み合う国内石化産業の今後のあり方に関する現実的な選択肢は限られているが、最適解が1つに絞られる訳ではないため、現時点であればどの企業が踏み込んだ決断をできるかによって将来像は変わり得ると考えられる。加えて、2050年のCN達成や中国企業の台頭等も含め、日本企業が成長戦略を描いて実行していくための時間軸には限りがあり、手戻りを許容している時間的な猶予はない。すなわち、足下での業界再編の機運の高まりを踏まえ、この1~2年における各社の決断が今後の国内石化産業のあり方を大きく左右すると考えられる。また、本稿では便宜上「石化」という表現で統一しているが、トランジションを実現した石化産業は必ずしも石油を原料とする訳ではない。業界団体である石油化学工業協会が2024年1月に公表した「サステナブル社会実現に向けた石油化学産業の取り組み」でも言及がある通り、石化産業はグリーンケミカル産業への構造転換を図っていくことで、

グリーン化に向けた新たな役割や使命を担っていくことが求められている。従来以上に踏み込んだ打ち手でトランジションを推進していくことによって、グリーン化も含めた日本産業の競争力の源泉として、石化産業がより一層貢献し続けていくことを切に願っている。

みずほ銀行産業調査部
素材チーム 小嶋 健太
kenta.ojima@mizuho-bk.co.jp

[アンケートに
ご協力をお願いします](#)



© 2024 株式会社みずほ銀行

本資料は情報提供のみを目的として作成されたものであり、取引の勧誘を目的としたものではありません。本資料は、弊行が信頼に足り且つ正確であると判断した情報に基づき作成されておりますが、弊行はその正確性・確実性を保証するものではありません。本資料のご利用に際しては、貴社ご自身の判断にてなされますよう、また必要な場合は、弁護士、会計士、税理士等にご相談のうえお取扱い下さいますようお願い申し上げます。
本資料の一部または全部を、①複写、写真複写、あるいはその他如何なる手段において複製すること、②弊行の書面による許可なくして再配布することを禁じます。

MIZUHO

The logo consists of the word "MIZUHO" in a bold, dark blue, sans-serif font. Below the text is a red, curved underline that starts under the 'M' and ends under the 'O', arching slightly upwards in the middle.