石油エネルギー資源関連分野の 技術戦略マップ

平成27年度版

平成28年3月



一般財団法人石油エネルギー技術センター

目次

1.	はじめ	うに		• •	• •			•	•		•	•		•	•	•	•		•	•	•	Р.	1
2.	石油産	賃業を!	取り巻	く環境	竟			•			•	•		•	•	•	•		•	•	•	Р.	2
3.	石油産	賃業に	関連す	る国の	の施り	策の	推利	多				•		•	•		•		•	•	•	Р.	6
4	石油産 1 2	今後	の課題	į				技術			•	•		٠	•	•	•		•	•	•	Р.	8
5 5	技術名 . 1 . 2 . 3 . 4	分解稼働省工	信頼性 ネルギ	:向上排 :一技術	支術 析		••	•	•	• •	•	•	• •	•	•	•	•	• •	•	•	•	Р.	13
6.	203	80年	に向け	たロー	ード	マッ	プ		•		•	•		•	•	•	•		•	•	•	Р.	2 7
7.	おわり	に						•			•	•								•		Р.	3 1

1. はじめに

石油は、2030年度の一次エネルギー供給において約30%を占める見通しであり、非常時にはエネルギー供給の最後の砦(ラスト・リゾート)としての機能が期待される重要なエネルギー源である。石油製品の供給を担う石油産業は、企業の枠を超えて、国のエネルギーセキュリティに関わる重要な社会的責任を負っている。

一方で、石油産業が直面している昨今の状況は厳しい。国内石油需要は長期的に減少しており、国際競争力も海外の大規模製油所に対して優位にあるとはいえない。石油産業が今後も存続し、石油製品の供給責任を担い続けていくためには、将来の環境を予測し、また国の施策を見据えて、中長期的・戦略的な視点で収益基盤の安定化に取り組まなければならない。その中で、(一財) 石油エネルギー技術センター(以下、「当センター」と言う)は、我が国の強みである「技術」に焦点をあて、あるべき将来の製油所の姿と技術開発の指針を示すことを目的として、「石油エネルギー資源関連分野の技術戦略マップ」をまとめてきた。

前回の技術戦略マップは平成 22 年度に作成した。当時は、地球温暖化問題が世界的にクローズアップされており、各業界は CO_2 低減にむけて重点的に取り組んでいた。また、石油需要減少、需要バランスの変化、あるいは原油重質化など、従来から見られた傾向がさらに顕著になっていたため、石油産業はこれらへの対応も検討しなければならなかった。このような環境を反映し、平成 22 年度版技術戦略マップは、重質油アップグレーディング技術、製油所の省エネルギー化技術、および次世代エネルギー供給技術の 3 つを柱としてまとめられた。

それから5年が経過し、国内外の環境は大きく変化した。国内では平成23年3月に東日本大震災が発生し、我が国のエネルギー戦略は白紙から見直されることになった。政府はエネルギー戦略の大綱とも言うべき、「エネルギー基本計画」を改訂し、その後もエネルギー関連施策を次々と打ち出した。これらの中に記載された石油産業に対する国の方針は、平成22年度版技術戦略マップの3つの柱と基本的には同じであるが、その重みづけや表現は平成22年当時と必ずしも一致していない。国内だけでなく、海外の環境も大きく変化しており、さらには5年前にはごく一部にしか知られていなかった新たな技術が脚光を浴びるようになっている。

そこで、この5年間で起きた環境の変化に沿ったものとなるように、平成22年度版技術 戦略マップの記載内容を一から見直し、平成27年度版技術戦略マップを作成した。

2. 石油産業を取り巻く環境

最近 5 年間で国内外では大きな環境変化が起きており、そのうちのいくつかは石油産業に対して影響を与えている。本章では、石油産業を取り巻く現在の環境について、原油供給動向、市場動向、環境対策、および技術の進化の4つの観点から整理した。

【原油供給動向】

原油供給に関する近年の最大の変化の一つである北米のシェール革命は、世界の原油供給構造に大きな変化をもたらした。米国では、国内の原油生産量増大に伴って、原油輸入依存度が低減した。このため産油国は、米国にかわる輸出先を求め、新たなマーケットとしてアジアへの関心を高めている。一方で中国の景気は明らかに減速しており、足元の原油供給は過剰となっている。さらに昨年末、米国の原油輸出が40年ぶりに解禁され、軽質のシェールオイルが選択肢に加わった。これらの動きは日本にとって、中東諸国以外の国から原油を調達する機会が増える状況を生みつつあると言える。

中東では、「アラブの春」と呼ばれる民主化運動の拡がり、あるいはイスラム過激派組織「イスラム国」の台頭などにより、地域全体の政治・社会構造が不安定化した。現時点ではこれらの動きは中東の原油供給に対して大きな影響を与えていないが、原油の供給不足発生への不安が完全に払拭されたわけではない。一方、イランの経済制裁解除による輸出量拡大の予測もある。

原油供給に関連するもう一つの可能性として原油の重質化が挙げられる。現状、我が国はそれぞれの製油所で対応可能な原油を調達できているが、将来にわたって保証されているわけではない。いずれ現状よりも重質な原油を処理せざるを得ない状況となる可能性は高く、それに備えた対応が必要である。

【市場動向】

我が国の燃料油需要は、人口減、少子高齢化といった社会構造の変化に加え、省エネルギー化や燃料転換の進展などにより、今後5年間は年率1.4%で減少していくものと予想されている(電力C重油を除く燃料油全体の平均)。油種別では、ガソリンは年率1.8%の減少、A重油は年率4.2%の減少、一般B・C重油に至っては年率5.7%の減少の見通しである(図2.1)。この傾向は今後も続くと見られている。

政府は平成26年7月に、石油製品の供給過剰を是正し、国際競争力を維持するために、エネルギー供給構造高度化法の新たな判断基準を告示した。これに従い、国内石油産業は事業再編、製油所の統廃合などを進めている。

他のエネルギーに目を向けると電力およびガスの自由化が目前に迫っている。規模の大きな需要家から段階的に市場開放が進められてきたが、今回の自由化によってすべての需要家に対して自由に電力・ガスの販売が可能となり、エネルギー全体の競争環境が大きく

変わりつつある。

国内燃料油市場が縮小する一方、アジア地域全体では燃料油市場は拡大している。アジア市場の成長を取り込むため、我が国の石油産業は輸出の拡大と海外直接投資を進めているが、アジア域内に建設されている輸出型の大規模製油所に比べて、我が国の製油所は稼働信頼性 (注1) および操業コストにおいて劣位にあるという調査結果がある (図 2. 2)。競争力の向上が、我が国の製油所に対する今後の課題として挙げられる。

(注 1) 稼働信頼性:製油所の各装置がトラブルやメンテナンスなどによって停止することなく、確実に 稼働したかどうかを示す指標。



	'14〜'19の需要変化						
	年率	全体					
ガソリン	-1.8%	-8.9%					
ナフサ	+02%	+1.0%					
ジェット	-0.5%	-2.4%					
灯油	-4.0%	-18.3%					
軽油	0.0%	-0.1%					
A重油	-42%	-19.4%					
一般B·C重油	-5.7%	-25.3%					
燃料油計 (電力O重油除()	-1.4%	-6.8%					

図 2.1 石油製品の国内需要変化 1)

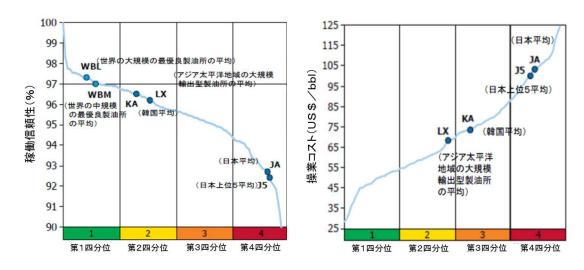


図 2.2 2012 年における我が国の製油所の競争力 2)

【環境対策】

1980 年代後半から地球温暖化対策の必要性が認識されるようになり、平成 9 年 (1997 年) の京都議定書採択をはじめとして、 CO_2 などの温室効果ガス削減に向けた世界的な取組みが始まった。日本でも、「Cool-Earth エネルギー革新技術計画」などの施策が取りまとめられ、平成 22 年に策定された第三次エネルギー基本計画では 2030 年にゼロ・エミッション電源の比率を約 70%とする目標が記載された。

その後、平成 23 年に東日本大震災が発生し、国内の原子力発電が停止したことによって、 CO_2 排出量は急増した(エネルギー起源 CO_2 排出量は、平成 22 年度の 1,123 百万 t $-CO_2$ から 平成 24 年度には 1,208 百万 t $-CO_2$ に 85 百万 t $-CO_2$ 増加) 3 。 しかし、温室効果ガス削減に向けて、政府は再び取組みを進めようとしている。 平成 27 年 12 月の COP21 において、パリ協定が採択され、①産業革命以前に比べ気温上昇を 2° C 未満に抑えること、 1.5° C 未満に抑える努力をすること、②各国は削減目標を立て 5 年毎に見直し、世界全体で進捗を検証すること、③今世紀後半には吸収と排出を差し引きゼロにすることなどに合意した。 我が国も「2030 年度に 2013 年度比マイナス 26.0° の水準」という目標を立てており、今後、国内各産業は一層の CO_2 排出削減への取組みが求められると思われる。特に、東京オリンピックが開催される平成 32 年(2020 年)を一つのマイルストーンとして、国・地方自治体は地球温暖化対策の動きを加速させることが予想される。

【技術の進化】

この5年間で進歩した技術の中で、近年特に注目を浴びているのが、IoT/M2M (注2) およびビックデータ解析などの産業用 ICT (Information and Communication Technology:情報通信)技術である。欧米では、ドイツ主導のインダストリー4.0 や、米国主導のインターネットコンソーシアムが発足し、IoT/M2M を活用して従来の産業・社会構造を大きく変革しようとする取組みが始まった。日本でも、平成27年10月に IoT 推進コンソーシアムが発足し、本格的な普及促進が進められている。現在の石油産業は、海外のごく一部の製油所にワイヤレスセンサネットワークなどの技術が導入されている程度で、普及が進んでいるとは言えないが、さらなる技術開発とコストダウンが進めば、近い将来、製造、流通、販売などのサプライチェーンのあらゆるところに導入が進む可能性がある。

石油精製に関する先進的な技術開発の一つとして、当センターが平成23年から開発に取り組んでいる「ペトロリオミクス技術」がある。現在までに、重質油留分の組成・構造と反応性を分子レベルで把握可能な基盤技術を確立した。今後は、一般性状を拠り所にして精製処理がされてきた各種の重質油処理プロセスに対してペトロリオミクス技術を活用することで、高いレベルの高付加価値化・効率化を達成することが期待される。さらに、汎用ツールとしての完成度を高めることによって、早急に石油精製の現場へ展開されることが待たれている。

(注 2) IoT/M2M:機械と機械が通信ネットワークを介して情報をやり取りすることにより、高度な監視や 制御を行う技術。一般に、通信ネットワークがインターネットである場合を IoT (Internet of Things) といい、インターネット以外の通信ネットワークである場合を M2M (Machine to Machine) という。

3. 石油産業に関連する国の施策の推移

近年の国内外の環境変化に対応するために、我が国のエネルギーに関する施策は、平成 22 年度版技術戦略マップ作成以降の 5 年間で多くの見直しがなされている。本章では、石油に関する施策を中心にその推移について確認する。

まず特記すべきは、エネルギー基本計画の改訂である。平成23年3月に発生した東日本大震災とそれに伴う福島原発事故の影響により、それまでのエネルギー戦略は白紙とされ、一から見直されることとなった。方向性を見出すことが容易ではない状況下で様々な議論がなされ、その結果として、平成26年4月に「第四次エネルギー基本計画」が発表された。この中で、エネルギー政策の要諦は、エネルギーの安定供給の確保(energy security)、環境への適合(environment)、経済効率性(economic efficiency)に安全性(safety)を加えた「3E+Sの実現」であることが示された。

平成26年6月の総合資源エネルギー調査会資源・燃料分科会(第8回)、石油・天然ガス小委員会(第7回)合同会合では「石油精製業の市場構造に関する調査報告」が発表され、日本の製油所のコスト競争力はアジアの中で劣位であると指摘された。これ以後、競争力の強化は石油に関する政策を議論するうえで外すことのできない項目となった。

平成26年7月には「エネルギー供給構造高度化法の新たな判断基準」が告示され、設備 最適化の措置、事業再編の方針が示された。

平成27年7月の総合エネルギー調査会 資源・燃料分科会では、今後の資源・燃料政策の方向性についてまとめた報告書が発表された。この中に石油産業の事業基盤再構築の方針が記載され、「石油のノーブルユース」、「リスクベースドマネジメント確立と稼働信頼性向上」、および「エネルギー効率向上」という3つの技術課題に取り組むべきとされた。



図3.1 国の施策の推移①

また、第四次エネルギー基本計画は、地球温暖化対策に貢献する水素や再生可能エネルギーの普及についても言及している。水素に関しては、産官学による「水素・燃料電池戦略協議会」(平成26年6月)において水素・燃料電池戦略ロードマップが策定され、「日本再興戦略」に盛り込まれた。平成27年7月の「長期エネルギー需給見通し」では、2030年以降を見据えた取組みとして、水素社会実現に向けた技術、バイオ燃料などの次世代型再生可能エネルギーに関する技術について、技術開発の必要性と利用の推進が示された。

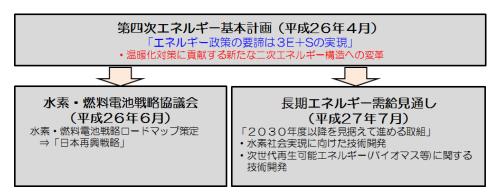


図3.2 国の施策の推移②

以上のように、政府は第四次エネルギー計画をもとにして、3E+Sに資する様々な施策を 進めつつあるのが現状である。

4. 石油産業が重点的に取り組むべき技術

前章まで、石油産業を取り巻く環境が変化しており、それに伴って政府が新たな施策を 打ち出していることを述べた。本章では、第 2 章の「石油産業を取り巻く環境」から導き 出される「今後の課題」と「重点的に取り組むべき技術」について述べる。

4.1 今後の課題

ここでは、「石油産業を取り巻く環境」から導き出した「今後の課題」について整理する。

【原油輸入先の多角化】

我が国は、原油供給途絶のリスク低減のために、中東依存度低減の努力を続けているが、なお原油の83%を中東に依存している状態である(平成26年時点)4)。北米シェール革命に端を発する原油供給構造の変化の機をとらえて、非在来型を含む国内で利用実績のない原油を調達し、中東依存度の低減を進めるべきである。原油の選択肢を増やすことは、リスク低減だけでなく、重質原油と軽質原油の価格差(原油の軽重格差)が開いたときに、安価な重質原油を購入してコストダウンを図る上でも有効である。

【重質油処理能力の向上】

国内の燃料油需要は年々減少しつつあるが、その中でも重油需要は大きく減少し、燃料油需要全体に占める白油の割合が高まっている。このような需要の白油化傾向の進行に対応するために、重質留分を分解して白油を生産する能力を向上させる必要がある。また、原油輸入先の多角化の観点でも重質油処理能力の向上は必要である。

【高付加価値製品の増産】

国内の燃料油需要は縮小しているため、石油産業は海外市場への進出を推し進める一方で、国内では事業連携・再編に取り組んでいる。一層の競争力強化のためには、燃料油から今後需要が拡大すると見られている石化原料などの高付加価値製品に製品構成をシフトする必要がある。

【設備稼働率向上】

競争力強化のためには、設備の故障や計画外停止による設備停止期間を短縮すること、 すなわち設備稼働率の向上を図ることも有効な手段である。第 2 章で示したように、高経 年化が進んだ我が国の製油所は、海外の大規模製油所に比べて稼働信頼性は低い水準にあ り、改善を図るべきである。

【エネルギー消費量削減】

製油所の操業コストの約7割を占める電気・熱などのエネルギーコストを削減することも競争力強化のために重要である。設備単位での省エネルギー化はこれまでにも検討され、海外製油所に比べてすでに高いレベルにあるが、それをさらに推進すると同時に、製油所単位、あるいは近接する複数の製油所・工場全体でのエネルギー利用の最適化を進めることによって、エネルギー消費量の削減を図るべきである。

【次世代エネルギー普及】

 CO_2 削減は以前より世界全体で取り組むべき課題であったが、平成 27 年 12 月の COP21 で「パリ協定」が採択されたことを受け、より一層の CO_2 削減が求められる。石油産業はすでに自動車用バイオ燃料を取り扱うなどの取組みを行っているが、さらに平成 32 年 (2020 年)の東京オリンピックでのバイオジェット燃料導入によるデモンストレーションを見据え、航空機用燃料の分野でも実用化につなげるための技術を検討する必要がある。

水素は次世代のエネルギーとして中心的役割を担うことが期待されている。将来的には、 再生可能エネルギー由来の水素が製造されるようになると考えられるが、水素導入初期に は石油精製時に使用される水素が大きな割合を占める。水素の主要なサプライヤーとなり うる石油産業は、水素の効率的な製造技術のみならず、貯蔵、輸送、利用に関する技術を 確立し、「水素社会」の到来時に活用できるよう備えるべきである。

4. 2 重点的に取り組むべき技術

ここでは、前項で述べた 6 つの項目を推進するために石油産業が重点的に取り組むべき技術を整理する。

【分解·高付加価値化技術】

原油輸入先の多角化、重質油処理能力の向上、および高付加価値製品の増産を推進するために、重質原油や劣質原油 (注3) を含む様々な原油を効率的に分解し、石化原料等の高付加価値製品を効率的に生産する技術を検討すべきである。

(注3) 劣質原油:酸価が高い原油、あるいは硫黄・窒素・重金属などを多く含む原油

【稼働信頼性向上技術】

設備稼働率向上を推進するために、閉塞や腐食などのトラブル発生の機構を解明してトラブル要因そのものの発生を抑制する技術、異常兆候を早期に検知しトラブルの発生や被

害の拡大を防止する技術、および現場を支援しヒューマンエラーや異常兆候の見落としを 防止する技術を検討すべきである。

【省エネルギー技術】

エネルギー消費量の削減を推進するために、製油所各設備の省エネルギー化を図る技術、 設備単位だけでなく製油所単位あるいは近接する複数の製油所・工場全体でのエネルギー 利用の最適化を図る技術、および現在回収されず廃棄されている熱を電気などに変換して 有効活用する技術を検討すべきである。

【次世代エネルギー技術】

次世代エネルギー普及を推進するために、製油所における水素の製造、貯蔵、利用先への輸送などの技術、およびバイオ燃料の製造に関する技術を検討すべきである。

図 4.1 に、石油産業を取り巻く環境から導かれる「今後の課題」および「重点的に取り組むべき技術」をまとめた。これら 4 つの技術、特に、分解・高付加価値化技術と稼働信頼性技術を具備した製油所が目指すべき次世代の製油所像である。

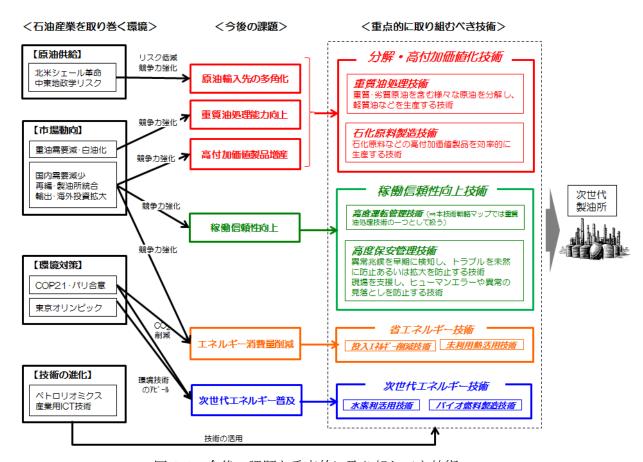


図 4.1 今後の課題と重点的に取り組むべき技術

「次世代石油エネルギー研究会報告書」(平成25年3月、(一財) 石油エネルギー技術センター作成)に記載されている「2030年の製油所に向けた技術開発ビジョン」を図4.2に示した。ここでは将来の製油所として、高効率・ノーブルユース型製油所、多目的エネルギー変換拠点型製油所、非在来型資源有効利用型製油所、およびバイオマス利用・リサイクル基地型製油所を挙げている。上記の将来の製油所の姿は、この報告書で述べた4つの製油所のうち、高効率・ノーブルユース型製油所にもっとも近く、多目的エネルギー変換拠点型製油所の水素製造機能とバイオマス利用・リサイクル基地型製油所のバイオ燃料製造機能を併せ持ったものといえる。



図 4.2 2030 年の製油所に向けた技術開発ビジョン 5)

図 4.1 で挙げた4つの技術(分解・高付加価値化技術、稼働信頼性向上技術、省エネルギー技術、および次世代エネルギー技術)をブレークダウンし、それぞれの相関を技術マップとして示した(図 4.3)。各技術の詳細は次章で説明する。

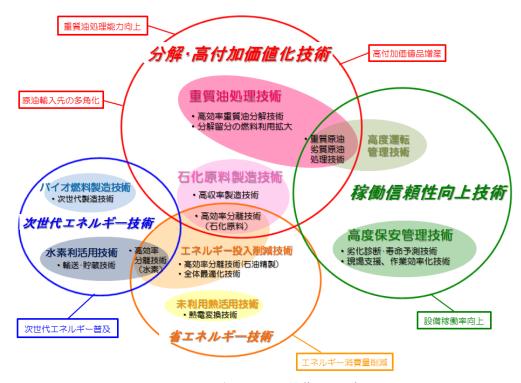


図 4.3 将来に向けた技術マップ

5. 技術各論

5. 1 分解·高付加価値化技術

製油所の競争力強化のためには、高付加価値製品の生産を効率的に行うことが重要な課題であり、低付加価値な重質油を分解して高付加価値な燃料油を製造する技術、重質油や燃料油から石化原料を製造する技術などの高度化が求められている。今後の技術開発が期待される技術について、重質油処理技術、石化原料製造技術、その他技術に分類し、整理した。

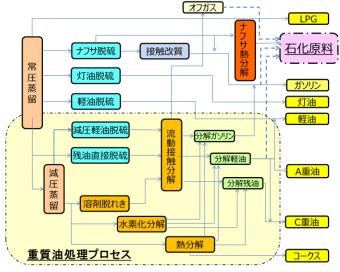


図5.1 主な石油精製プロセス

【重質油処理技術】

原油調達の戦略性を高めるためには、超重質原油などの未利用原油を含む多様な原油に 対応できる処理技術が必要であり、特に相対的に低価格な重質原油に対しては、重質油処 理技術の高度化、高効率化が重要な鍵となる。

重質油は非常に複雑な分子構造を持った超多成分の混合物であるため、通常は一般性状を拠り所にして精製処理されている。また、重質原油は単独でなく中質原油と混合して処理されることが想定される。当センターで開発しているペトロリオミクス技術を用いて重質油留分の組成・構造と反応性を分子レベルで把握し、重質原油と混合処理する中軽質原油との適性を評価することで原油調達の多様性を拡大できる。また、難反応性成分、腐食性成分の量や性質を考慮した適切な処理方法を見出し、高いレベルの高付加価値化、効率化を達成できることも期待できる。

平成27年度までの委託研究により、ペトロリオミクスの基盤技術である「詳細組成構造解析技術」、「分子反応モデリング技術」、「ペトロインフォマティクス」がほぼ確立されている(図5.2)。「詳細組成構造解析技術」では、超高分解能質量分析装置(FT-ICR-MS)を

活用することで数千から数万の分子を迅速に測定し、芳香環数などの構造情報を得ることができる。

「分子反応モデリング」は、原料油の分子組成を、反応速度定数などを与えて実務的に扱い易く、特性を適切に反映したサイズのグループに分けて、このグループの反応ネットワークを構築するものである。この分子反応モデルの活用により、生成油の分子組成、性状などを推定でき、軽油深脱の分子反応モデリングの確立を経て、重油直接脱硫プロセスにおいても同様のモデリングが完了している。さらに、同プロセスの反応器内の流動解析と分子反応モデリングを連成させ、流動状態の改善、高性能の触媒設計や最適運転の指針を得ることを目指した技術開発を行っている。これらのペトロリオミクス技術の開発事例を踏まえて、今後は、流動接触分解(FCC)、熱分解、水素化分解、溶剤脱瀝(注4)、残油直接脱硫、などの重質油処理に関わる反応を原料油の分子組成から予測する技術を開発することが望まれる。「ペトロインフォマティクス」は、ペトロリオミクスに関わる膨大は情報を統合管理する技術であり、基本系構築を完了している。今後は、使い易いユーザーインターフェースを組み入れるなどのモデルの実用性を高める改良を加え、石油精製技術関係者に実用的なツールとして広く活用されることが期待される。

(注 4) 溶剤脱瀝:減圧残油などの原料油に含まれるアスファルト分をプロパンなどの溶剤を用いて除去 する精製法。アスファルト分は溶剤に溶解しないため分離できる。

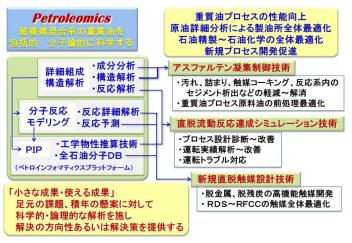


図 5.2 ペトロリオミクス技術体系

代表的な重質油処理技術である FCC の原料油は、前工程の間接(直接)脱硫装置で水素 化精製されるのが一般的である。この水素化精製の工程でも水素化分解が生じ、また水素 化度合いによって FCC での分解パフォーマンスが変わってくるため、これらの全体を一つ の「系」としてとらえて最適化することが重要である。特に、原油(原料油)の重質化に も対応しながら分解能を上げて高い白油収率を達成するには、最先端のペトロリオミクス 技術などを用いて、重質油成分の反応の詳細を理解し、前工程および FCC の運転条件を原料油に最適なものに設定する総合的な技術力が必要である。減圧残油を溶剤脱瀝した重質油(脱瀝油)も FCC の原料油として使用される。脱瀝油は、通常の原料油と異なる組成分布のため、特異的な反応を伴うことが指摘されており、このような反応も視野に入れた全体最適化の取り組みが望まれる。全体最適化に加えて、次項で述べる新規触媒などによる石化原料の収率向上や分解率向上も FCC 技術の高度化として重要な取り組みである。

FCC 以外の重質油分解技術として、熱分解、水素化分解がある。これらの分解技術で重質油の多くは付加価値の高いガソリン留分あるいは軽油留分に分解されるが、生成油中には分解されなかった留分あるいは重合反応によって生成する原料油以上に重質な留分も存在している。技術の高度化には、これらの重質留分の収率をできるだけ少なくする、あるいはさらに選択的に分解して有用な留分にするプロセスなどが望まれる。ただし、分解プロセスおよび後処理工程では熱エネルギーや水素を使用するため、全体としての効率性に配慮する必要があり、やはり全体最適化の取り組みは必須と言える。

重質油処理では、反応塔内あるいはプロセスの下流に凝集物が生成することによって、 反応性の低下や機器閉塞が生じ、生産性や稼働信頼性を低下させるなどの問題発生は珍し くない。これらのトラブルが発生すると大きな損失となるため、非在来型原油を含む未利 用原油の利用には慎重に対応しているのが実情である。もし、製油所での処理を行う前に 適切な処理方法や注意点を高い確度で知ることができれば、未利用原油の利用が加速され、 戦略的な原油調達を進める上で有益である。未利用原油の適切な処理方法を把握するため には、トラブルの機構とトラブルに関わる物質を特定し、それらの物質を分析する手法が 必要である。そのために、ペトロリオミクス技術の活用が有効と考えられる。例えば、ア スファルテンなどの重質成分による凝集物の生成機構を明確にすることで、これらの問題 事象の発生を回避する方策を提案することが強く期待される。適切な処理方法およびトラ ブルを抑制する方法を確立し、抑制方法と組み合わせて未利用原油を導入することで、さ らに幅広い多様な原油処理が可能になると考えられる。

また、重質原油の利用拡大や重質油分解技術の高度化により、分解ガソリン留分、分解灯軽油留分の生成量は増加する。これら分解留分を有効活用するためには、自動車用燃料や航空機用燃料などへの利用拡大を図る必要がある。なお、自動車用燃料として、分解留分の利用拡大にあたっては、エンジンや排ガス処理装置など関連機器への影響を把握し、使用過程でのトラブルを防止するための実用上の技術的課題を抽出し、その課題を解決するための実証的な研究が必要である。この実証研究により適正な使用方法や使用量を明確にし、将来の分解留分利用における安全・安心を担保することが重要である。

【石化原料製造技術】

シェールガスの開発に伴って入手可能となった安価なエタンの熱分解によるエチレンが

世界的な主流になることが予想されている。その影響により、日本で主流のエチレン製造プロセスであるナフサの熱分解の利用が縮小されると、このプロセスで副生するプロピレン、ブタジエンが不足する可能性が指摘されており、プロピレン、ブタジエンを効率的に製造する技術開発が国際競争力の強化に重要と考えられる。また、国内のガソリン需要は1~2%/年で低下すると予想されており、ガソリン基材を石化原料に転換する技術、あるいはガソリン基材の代わりに石化原料を製造する技術が望まれている。

ブタジエンは合成ゴムの主原料として、車のタイヤを中心に世界的に需要が増加することが見込まれている。将来的に予想されるナフサの熱分解プロセスの利用縮小に対応するために、ブタジエンを目的生成物とするプロセスが望まれる。現在、エタノールやブテンからブタジエンを製造するプロセスが提案されているが、小規模製造に留まっている。これらの技術を将来需要に対応できるようにするには、原料の低コスト化も含めた量産化技術の開発が必要である。一方、ブタンは原油の蒸留プロセスで容易にかつ大量に入手でき、通常はガソリン基材あるいは LPG 燃料として使用されている。上記の技術とは別に、ブタンからブタジエンを効率的に製造することができれば、将来のブタジエン需要増に高い競争力を持って対応できると期待される。

ナフサ熱分解の他に FCC でもオレフィンや芳香族が生成している。オレフィンや芳香族の収率は触媒や運転条件で変わることが知られており、近年開発された HS-FCC (注5) プロセスでは非常に高いプロピレン収率が確認されている。また、FCC 触媒のゼオライト種によって芳香族収率が変化するという基礎的な知見があり、この知見を発展させて大幅に芳香族収率を向上させる取り組みが期待される。FCC は触媒(添加剤)を短期間で交換できるため、これらの技術を組み合わせることで、高いオレフィン収率、高い芳香族収率など需要に応じた臨機応変な運転が可能になれば、強い競争力の源泉になる。

化学原料は、目的に応じた純度が必要であるが、オレフィン類や芳香族類を沸点の差を 利用して分離するためには、大規模な設備と多くのエネルギーを要する。代替技術として 近年研究が進んでいる膜分離技術を活用して効率的なオレフィンや芳香族の分離・回収技 術を確立することができれば、競争力強化に繋がると考えられる。

また、FCCで生成するガス留分はオフガスとして主に精製プロセスにおける加熱用燃料として使用されているが、オフガス中にはオレフィン類が含まれており、オフガスから効率的にオレフィン類を回収することができれば、大きな高付加価値化が期待できる。実用化には、オフガス中の不純物存在下での選択制、耐久性、分離膜の量産化などの課題が想定されるが、世界的に高い競争力を持つ技術になることが期待され、将来技術として粘り強く取り組むことが望まれる。

分解軽油は主に重油用基材として使用されているが、当センターが平成23~27年度に実施した補助事業において、分解軽油を選択的に水素化し分解することで高付加価値な石化

原料を増産する基本的な技術 (Fluid Catalytic Aromaforming: FCA) の開発に成功しており、今後の商業的な展開が期待される。

(注 5) HS-FCC: High Severity Fluid Catalytic Cracking の略。通常の FCC に比べ高い反応温度、短い接触時間、触媒をダウンフローさせるプロセスである。

【その他技術】

製油所の主な製品は、燃料油、石化原料であるが、その他の副生品の高付加価値化も競争力強化に寄与することが期待される。

前項で触れたオフガス中には、オレフィンの他に少なくない量の水素も含まれている。 水素は、水素製造装置や接触改質装置により製油所内で製造され、主に脱硫プロセスで使用されている。水素製造は高コストなプロセスであり、製油所内の燃料として使用されているオフガスから水素を効率的に回収することができれば、水素製造装置の稼働を少なくし、コストを削減することが期待される。高効率な水素回収方法としては、膜分離技術が期待される。水素膜分離は、高純度な水素製造装置の一部として実用化されている例があり、研究も進んでいるが、製油所内のオフガスなど低純度な系への適用の例はなく、耐久性、分離膜の量産化などの課題が想定される。これらの課題が解決されれば、世界的に高い競争力を持つ技術になることが期待される。

また、重質油分解技術のひとつである熱分解では、分解油の他に石油コークスが副生する。石油コークスは固体のため回収・搬送などに煩雑な操作が必要であるが、石炭と同レベルの低付加価値な燃料として利用されている。これを高性能吸着剤などの高付加価値な炭素材料として活用することができれば製油所の競争力強化に繋がることが期待される。上記の他に、各種脱硫プロセスで生成する硫化水素からの水素回収、オフガス中のメタンを活用したトルエンやプロピレンなどの高付加価値製品の製造、などを効率的に行う技術開発が考えられる。

5. 2 稼働信頼性向上技術

設備稼働率向上のためには、稼働信頼性向上が必要であることを第 4 章で述べた。稼働信頼性の向上とはすなわち、計画外の設備停止を減らすこと、あるいはメンテナンス期間の短縮を図ることである。その手段として、原料油の反応メカニズムを明らかにすることによって閉塞や腐食が発生する反応自体を抑制する「高度運転管理技術」と、先進的な設備の保安管理を実施することによって早期かつ見落としなく異常兆候を検知する「高度保安管理技術」の 2 つが重要な技術となる。前者については 5.1 項ですでに説明したので、本項では高度保安管理技術を中心に説明する。

【高度保安管理技術】

現行の製油所設備の保安管理では、優先順位の高い設備を中心に、保安員による日常点検およびセンサによる監視がなされている。この保安管理手法は、トラブル未然防止や異常の早期発見などに対して一定の効果を上げているが、優先順位の低い箇所の不具合に対処できない、一日数回の点検しかできない、ベテラン保全員の経験や知見に頼る部分が多い、などの課題があることも指摘されている。様々なセンサを設備全体に張り巡らせて全体監視・常時監視を行えば、より高度な保安管理を行える可能性はあるが、センサを後付けで設備に設置するのは、技術的、コスト的に困難である。また設置できたとしても、センサから常時送られてくるデータが膨大な量になり、十分に活用することが難しかった。しかし、近年目覚ましい進歩を遂げている IoT/M2M やビッグデータ解析などの最新の産業用 ICT 技術を活用すれば、これらの問題を解決できる可能性が出てきた。

IoT/M2M に分類される技術の幅は非常に広い。その中で、製油所に活用できる技術として特に注目すべきものはワイヤレスセンサネットワークである。図 5.3 にワイヤレスセンサネットワークの基本的な構成を示した。

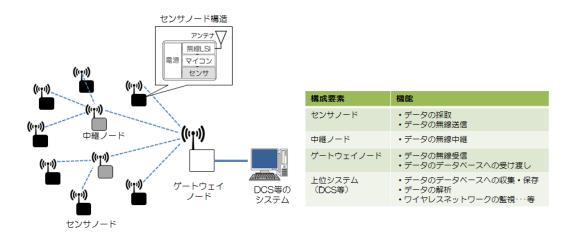


図 5.3 ワイヤレスセンサネットワークの構成 6)

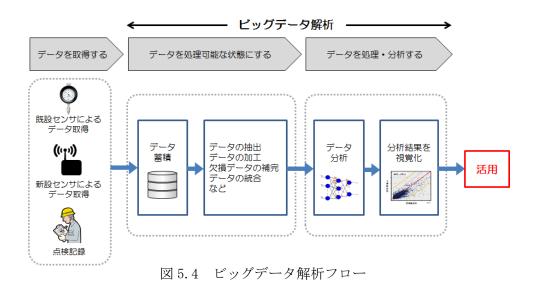
ワイヤレスネットワークは、端末のセンサノード、中継ノード、ゲートウェイノードを中心に構成される。センサノードは小型のセンサチップを内蔵しており、温度、圧力、振動など様々なデータを秒単位で採取できる。設備全体に設置されたセンサノードで取得したデータは直接、あるいは中継ノードを経由してゲートウェイノードに送信され、さらにDCS (Distributed Control System、分散制御システム)やMES (Manufacturing Execution System、製造実行システム)などの上位の製油所システムで保存、解析される。センサノードは小型かつワイヤレスなので、配線工事が困難な高所や狭隘な箇所への設置が可能である。すなわち、ワイヤレスセンサネットワークを導入することによって、設備の常時監視と全体監視を実現できる可能性がある。

ただし、製油所に実際にワイヤレスセンサネットワークを導入するためには多くの課題がある。その中で最も重要なもののひとつはコストである。設備の状態を正しく監視するためには、機器や配管に多数のセンサを設置しなければならず、製油所全体では莫大な数になる。また、製油所内に設置するためには防爆対応にしなければならず、仕様変更に要するコストも大きい。センサの低価格化は近年急激に進んでいるが、さらなる価格の低下、および防爆規制の動向を見据えて導入時期を検討すべきである。

技術面でも解決しなければならない課題がある。例えば、センサノード寿命である。センサノードは最低でも定期補修期間の 4 年以上の寿命が必要であるが、現在の技術では電池が 4 年持たないことが十分考えられる。センサノードの省電力化を図り電池寿命を延長する技術、あるいは電池を不要とする自己発電などの技術開発が必要である。他に、製油所設備の高温部分に設置するセンサには高耐熱性が、外に露出している箇所に設置するセンサには高耐候性が、中継ルータから離れた場所に設置せざるを得ないセンサには無線通信距離延長が求められる。コスト・技術ともに、センサメーカーと連携して製油所などでの実証試験を進めるなどの取組みを通して、課題を一つ一つクリアしていく必要がある。

ワイヤレスセンサネットワークの導入が実現され、設備データを秒単位、分単位で取得できるようになっても、それだけでデータが十分に有効活用されるわけではない。収集した大容量のデータを短時間で解析する技術、すなわちビッグデータ解析技術の導入も必要になってくる。

図 5.4 にビッグデータ解析の基本的な流れを示した。ビッグデータ解析は、まず蓄積されたデータから抽出・加工・欠損データの補完・統合などを経て分析可能な状態にし(データクレンジング)、選択された計算モデルで分析・視覚化するというステップを踏む。



これまでは、多種多量のデータを取得しても、人間あるいはコンピュータの処理能力に

限界があり、十分に活用できなかった。しかし、コンピュータの処理速度が大幅に向上した現在では、リアルタイムあるいは準リアルタイムでデータを解析し、これまで見落とされていたパラメータとトラブル発生の相関を推定することが可能になっている。また、数値データだけでなく、作業日誌などの言語データも解析可能である。IT メーカー各社は、様々な計算モデル・アルゴリズムを用いたビッグデータ解析ツールをすでに商品化しており、昨今では、ディープラーニングなどの高度な学習機能を備えた AI(Artificial Intelligence、人工知能)も開発されている。ワイヤレスセンサネットワークの導入とともに、これらの技術を活用することによって、高度な劣化診断・寿命予測が可能になると期待される。

表 5.1 に、製油所設備のうち、高度な劣化診断・寿命予測のニーズが高いと思われるものを示した。まずはこれらの設備から、ワイヤレスセンサネットワークービッグデータ解析の効果の検証を進めるべきである。

表 5.1 IoT/M2M-ビッグデータ解析技術の活用が期待される製油所設備 5)

			- VIII
適用する事象	現状および課題	技術開発の方向性	期待される効果
保温材下配管外面腐食 (CUI:Corrosion Under Insulation)評価	年CUIが原因となる漏えい事故が多発している。	置する。採取したデータを解析し(ビッグデータ解析)、CU	
回転機器監視および余寿命評価	の基数は相当数になり、保全 員による日常点検で機能維持 している。		●自動化・省人化を図ることができると同時に、高精度の寿命予測が可能となり、保 タコストの大幅削減に貢献できる。

その他の IoT/M2M の活用の可能性として、モバイル端末・ウェアラブル端末などを用いた AR (Augmented Reality、拡張現実) 技術による現場作業者支援が挙げられる。ベテラン社員が定年退職し、彼らの有するスキルが十分に伝承されないまま経験が浅い作業者が増加していることは、以前より課題として指摘されてきた。このような「技術伝承」の問題を解決する手段として、AR 技術は有効である。例えば、ベテラン作業員の保守点検作業の画像データをヘッドマウントディスプレイなどのウェアラブル端末で収集してノウハウとして蓄積する、あるいはウェアラブル端末を通して作業員に指示や情報提供を行うことで適切に作業をフォローする、などの活用の仕方が可能である。

また、ドローンに代表される無人航空機システムによる設備上部の計測・観察なども稼働信頼性向上に対して有効である(図 5.5)。例えば、製油所の浮き屋根式タンクについて、消防庁から「台風、竜巻等による強風、大雨、又は大きな地震の発生後においては、浮き屋根の損傷等が発生しているおそれがあることから、安全も十分留意しつつ、事後速やかに浮き屋根を点検すること」と通知されているが、製油所の限られた人員で数多くのタンクを一斉に点検することは容易ではない。しかし、カメラを搭載した無人航空機システムによって監視すれば、容易かつ迅速に対応することができる。ただし、製油所で活用するためには、墜落時の安全対策、航続時間・距離の延長、あるいは耐風性能など、解決すべき技術的課題も多く残っている。

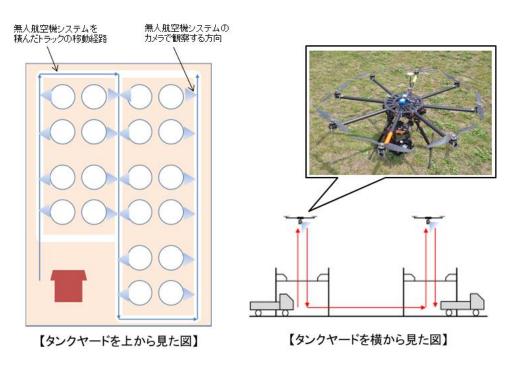


図 5.5 無人航空機システムによる浮き屋根式タンクの点検 7)

5.3 省エネルギー技術

我が国は1970年代の石油危機以降、官民の努力によりエネルギー効率を4割改善し、世界的にも大きくリードしている(図5.6)。産業、業務、運輸の各部門の事業者に対しては、「エネルギーの使用の合理化に関する法律」によって、毎年度、省エネルギー対策の取り組み状況やエネルギー消費効率の改善状況を政府に報告することを義務付け、省エネルギーの取り組みを自律的に促す枠組みを構築している。こうした取り組みをさらに加速していくことで、より合理的なエネルギー需給構造の実現と、温室効果ガスの排出抑制を同時に進めていくことが重要である。そのために石油産業が取り組むべき技術として、エネルギー投入削減技術と未利用熱の有効利用技術について以下に記載する。

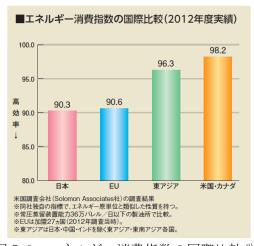


図 5.6 エネルギー消費指数の国際比較 8

【エネルギー投入削減技術】

石油産業は、これまでも製油所の各設備の省エネルギー化を進めてきたが、さらにこれを進めるためには、これまでの技術の延長線上にはない新たな技術を導入することが必要である。

例えば、エネルギー多消費型の設備である蒸留塔は、排熱を熱交換器で回収利用しているものの物理的な限界があり、低温排熱が未回収のまま大量に放出されている。熱は回収利用しにくいエネルギーであり、究極的には、蒸留を必要としない高効率分離技術が省エネルギーの到着点の一つと考えられる。具体的技術として、膜分離技術を挙げることができる。膜分離は混合物中の分子の透過率の差を利用して分離する技術である。すでに有機膜では水素と二酸化炭素の分離などで実用化されているが、炭化水素の分離についても技術開発が進んでいる。さらに有機膜よりも寿命的に優位性が望める無機膜は、一般的に分子毎の透過率の差が有機膜よりも大きいため分離性能が高くなり、炭素の中空糸膜なども実用化に近づいている。

こうした高効率分離技術による効果としては、特定の石化原料を分離する高付加価値化

や次世代エネルギーとして期待される水素の高純度化に加え、将来的には蒸留工程の大幅削減を可能とすることが期待される。

エネルギー投入を削減するには、もちろん従来の延長上にある技術も必要である。その 中で、全体最適化技術は大きな効果が期待できる。

製油所内では電気、熱などのユーティリティが製油所全体で共用されているため、設備単位だけでなく、製油所全体最適化の視点で省エネルギー化を検討することが必要である。これまではデータ量や情報処理能力が限られていたため最適化に限界があった。しかし、IoT/M2M あるいはビッグデータ解析などの最新の産業用 ICT 技術の活用により、さらに高度な省エネルギー化の可能性がある。

産業用 ICT 技術の活用の仕方は、「5. 2 稼働信頼性向上技術」で述べたことと同様に考えてよい。すなわち、既設のセンサ、新設のワイヤレスセンサネットワーク、あるいは保安員による日常点検データなどをデータ源としてビッグデータ解析を行い、これまで認識できていなかった因果関係を明らかにして、効果的な省エネルギー化を進める手法である。現に、この手法が実用化された事例として、国内の石化工場で、ビッグデータ解析に基づいてスチーム量の最適化計算を行い、大幅なコストダウンを達成した例が報告されている。また、最近では、隣接した製油所・石化工場などを統合運営する動きが活発になっており、コンビナート単位でエネルギーを融通しあうなどの最適化検討も必要になっている。取り扱うデータ量はますます増加し、情報処理はより複雑になる。MES レベル、あるいはERP (Enterprise Resource Planning、統合基幹業務パッケージ) レベルでシステムを統合しなければならず、インターネットなどの広域ネットワークに接続するので高度なセキュリティ対策も必要である。製油所レベル以上に、産業用 ICT 技術が重要な役割を果たすと思われる。

【未利用熱の有効利用技術】

熱は回収利用しにくいエネルギーであるが、それ故に省エネルギーを進めるにあたっては未利用熱の有効利用は重要である。その中で、熱を電気に直接変換する熱電変換技術は、熱を大量に使用する石油産業において期待される技術である。

現状の熱電変換効率は 5%程度であり、熱電効率の高い材料開発が必要となる。その際、 温度差を維持するために熱伝導が低い材料であることが求められる。また、無機半導体が 利用されているが、用途の拡大には適用設備への形状適用性向上も必要となる。適用設備 の環境によっては耐腐食性も求められる。

実用化までにはクリアすべき課題は多いが、石油精製などの現場においてプラント排熱の回収に適用でき、回収したエネルギーが熱でなく電気であることなど効果は大きい。特に昨今注目されている IoT/M2M をプラントに適用する場合、排熱からの自立型電源として用いることで、センシング技術の普及に寄与することが期待される。

5.4 次世代エネルギー技術

第四次エネルギー基本計画では「3E+S」を基本的視点とした多層化・多様化した柔軟なエネルギー構造の構築への取組みが示された。その中で、水素は多様な原料から製造可能で、利用段階では二酸化炭素を排出しないことから、エネルギー安定供給と環境負荷低減に大きく貢献できるものとして、その利活用推進が求められている。また、再生可能エネルギーの一層の導入が期待されている。

【水素利活用技術】

水素利活用技術には、技術面、コスト面、制度面、インフラ面で未だ多くの課題があり、これらの解決には、社会構造変化を伴う体制整備と長期の継続的取り組みが求められる。「水素・燃料電池戦略協議会」が策定した水素・燃料電池戦略ロードマップでは、水素社会の実現を目指し、フェーズ1では2020年までに現在の定置用燃料電池や燃料電池自動車の活用拡大を、フェーズ2では2020年代後半までに水素発電の本格導入と大規模水素供給システムの確立を、フェーズ3では2040年頃までに水素製造とCCS(Carbon dioxide Capture and Storage、二酸化炭素の回収・貯留)の組合せ、および再生可能エネルギー由来水素の活用による CO_2 フリー水素供給システムを確立する、としている。

石油産業は水素社会実現に向け、現時点において化石燃料からの大きな水素供給ポテンシャルを持っている。図 5.7 に国内製油所全体としての水素発生装置(副生水素含む)と水素消費装置の水素バランスを示した。水素製造装置は水素生産余力があり、燃料ガスとして燃焼されるオフガスにも多くの水素が含まれている。

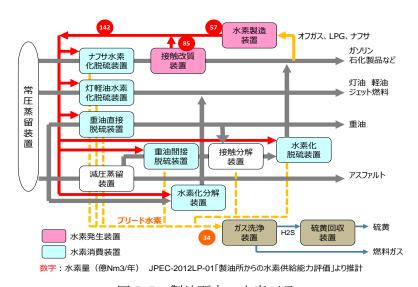


図 5.7 製油所内の水素バランス

2014年に燃料電池自動車の市販が開始され、水素ステーションの商用展開が現実となった今、水素利用の拡大に向け、燃料電池自動車への水素供給分野における既存の自動車燃料供給インフラの活用が期待される。そのためには、製油所で生産される水素を水素ステーションに供給するための先進的な高純度水素の製造・輸送・貯蔵技術の開発が必要である。具体的には、

①高効率水素分離技術の確立による水素需要拡大への対応

オフガスとして燃焼されている水素の回収、精製などにより、水素ステーション向け高 純度水素の増産を可能とする水素製造技術開発を行う。そのために、膜分離による水素の 高効率分離技術を工業規模で実用化する必要がある。

②水素輸送・貯蔵技術の確立による水素供給への対応

水素の輸送形態としては、既存の石油産業のインフラを活用できる有機ハイドライドなどの液体キャリヤによる輸送・貯蔵が有効である。この技術は製油所における水素の貯蔵を可能とし、製油所の水素需要変動への対応技術としても利用できる。図 5.8 に有機ハイドライド (例:メチルシクロヘキサン (MCH)) の液体タンク貯蔵と水素を取り出す脱水素システムの概念図を示す。

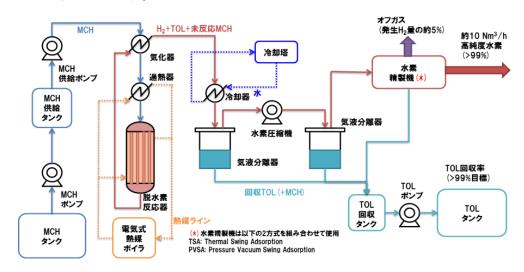


図 5.8 有機ハイドライドによる水素の貯蔵・供給 ⁹⁾

平成32年(2020年)以降の大規模水素供給システム構築に向けては、海外の未利用資源(未利用天然ガス、褐炭など)からの水素製造と日本への供給が構想されている。これに向けての石油産業の対応は明確ではないが、海外からの水素エネルギー受け入れ基地やそのサプライチェーンへの参画など、エネルギー供給産業として検討すべき課題があると考えられる。大量水素導入に向けた動向に注視すべきである。

長期的な視点からは、再生可能エネルギーである太陽光発電、風力発電による水の電気 分解によって発生する水素の利活用技術開発の進展、地域の廃棄物やバイオマスなどから の水素製造技術の実用化に対しての取組みも重要な課題となる。

【バイオ燃料製造技術】

バイオ燃料製造については、現状は技術、原料調達のいずれからも進むべき方向性が明確でなく、今後さらに検討を進め、国の方針にも合致する技術開発と実用化が必要となる。例えば、石油会社でもバイオ燃料製造、特に非可食原料からの次世代バイオ燃料に関し研究が行われているが、将来に向けての展望は必ずしも明確ではない。我が国にとって、バイオマスは原料調達の面で多くの課題があることが指摘されているが、諸外国では農業政策などと連動させた戦略が国家レベルで進められている。したがって、長期的な展望を持って技術開発を進めるにあたっては、事業としての成立要件も考慮した戦略的な取り組みが望まれる。

一方、航空業界ではジェット燃料へのバイオ燃料導入計画が進められている。ICAO(国際民間航空機関)やIATA(国際航空運送協会)が2020年以降の温室効果ガス削減対策として、バイオジェット燃料の利用を促しており、国内エアラインも導入を検討している。欧米では植物由来の油脂からの燃料油製造技術開発も進められているが、我が国では原料調達面で対応が困難である。これに対し、国内では二酸化炭素の利活用と組み合わせて、図5.9に示すような微細藻類からの燃料油製造技術の開発が進められている。

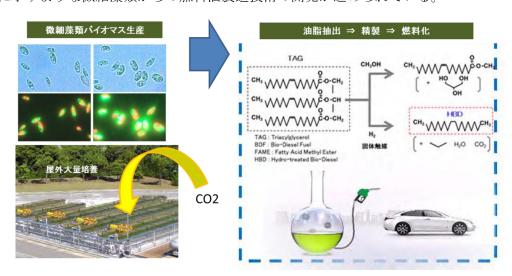


図 5.9 微細藻類を利用した石油代替燃料製造技術の開発 10)

微細藻類からのジェット燃料製造も不可能ではない状況であり、次世代燃料製造技術と して検討する価値はあると考えられる。

6. 2030年に向けたロードマップ

前章で説明した、分解・高付加価値化技術、稼働信頼性向上技術、省エネルギー技術、 および次世代エネルギー技術について、それぞれ技術開発〜実用化に至るスケジュールの イメージを図 6.1 に示す。

【分解·高付加価値化技術】

「石化原料製造」のうち、高効率分離技術では実用レベルの選択性、分離速度、耐久性を兼ね備えた分離膜システムの技術開発を粘り強く開発する必要がある。高収率製造技術において、基礎的な技術が小規模スケール試験である程度確立されているブタジエン製造技術では、実用的条件で所定の性能を確保できる技術を開発する必要がある。その後、その実用技術を用いて耐久性の確認、などを含めた実証試験を行い、実用化に繋げていく。オレフィンや芳香族を副生する FCC 技術ではこれらを高収率で製造できる新規触媒の開発が必要である。

「重質油処理」の共通基盤技術であるペトロリオミクス技術では、基本モデルの実用性を高めた後、実用ツールとして活用するために適応先に応じてカスタマイズする。高効率重質油分解技術ではプロセスの詳細を考慮した全体最適処理が重要な課題であり、まず、ペトロリオミクス技術などを用いて、全体を一つの系として取り扱った場合の反応条件最適化検討などを行う。続いて、実証試験による精度確認、課題抽出を経て実用技術として確立する。分解留分利用拡大については、まず、実証試験により分解留分の性状や使用量が自動車エンジンや排出ガス処理装置に与える影響を確認する必要がある。その結果を踏まえて適正利用にあたっての技術情報を明らかにすることによって、各社での分解留分利用の自由度が上がることが期待される。重質原油・劣質原油処理技術では、ペトロリオミクス技術を用いた分析などにより非在来型原油を含む重質原油・劣質原油の処理で懸念される反応性低下、閉塞や腐食などのトラブルの機構を解明し、その機構を踏まえた実用的な対策技術および管理技術を開発する。これらの対策技術、管理技術を実装置に適用し、適宜運用していく。

【稼働信頼性向上技術】

「高度運転管理技術」は、前項の重質原油・劣質原油処理技術で述べたとおりである。 「高度保安管理技術」のうち、劣化診断・寿命予測技術については、ワイヤレスセンサ

の課題解決に関する技術開発はセンサメーカーに、より高度なビッグデータ解析技術に関する技術開発は IT メーカーに取り組んでもらう必要がある。一方、石油会社では、製油所にこれらの技術を導入して効果を上げたという事例がこれまで公表されていないため、まずはその有効性を実証するところから始めなければならない。考えられるステップとしては、平成 26、27 年度に当センターが調査事業で検討したように、まず現在保有しているデ

ータとすでに市販されているビッグデータ解析ツールを用いて、これらの手法が劣化診断・寿命予測に有効であることを実証する。さらに、ワイヤレスセンサネットワークを試験的に設置し、ビッグデータ解析とあわせて効果を実証する。そして、導入効果を実証でき、技術的、コスト的に導入可能なレベルと判断されたものから順次製油所に実装していく。

現場支援・作業効率化技術については、作業者支援のためのAR機器(タブレット、ウェアラブル端末など)、設備点検のための無人飛行機システムはすでに商品化されているが、製油所での実用に供するためには、製油所向けのカスタマイズが必要である。また、これらのほとんどが現時点では非防爆であるため、その対応も必要である。技術開発はITメーカー主体、実証試験は製油所主体となって両者で協業して取組み、実用化につなげていくべきである。

【省エネルギー技術】

「高効率分離技術(石油精製(精留系))」は、石油精製で分離が難しい、あるいはエネルギー消費が大きい精留系への膜分離技術の適用を目指す。精留系への適用可能性を見出したものから実証を進め、製油所への適用まで進めていく。石油精製に関する蒸留塔を膜分離で置き換えることが最終的な技術開発目標であるが、技術的なハードルは高く、かなりの時間を要すると考えられる。まずは適用可能な(例えば2成分を分離する)精留系から順次実証化を進めていく。

「全体最適化技術」は、劣化診断・寿命予測、現場支援技術と同様のステップを踏むと 考えられる。

「熱電変換技術」は、変換効率や形状適合性の向上が必要である。技術開発によって一定の条件を満たすようになった後、製油所設備・機器(センサなど)への適用検討を進める。実用化に至った技術は製油所への実装を進めていく。

【次世代エネルギー技術】

水素・燃料電池戦略ロードマップでは、「定置用燃料電池や燃料電池自動車の活用拡大」を図りつつ、2020年代後半までに「水素需要の拡大と未利用エネルギーを水素源とする、電気・熱に水素を加えた新たな二次エネルギー構造の確立」を行うことになっている。これを可能にするためには、2020年代の前半に、高効率水素製造に有効な高性能水素分離膜の開発と水素の輸送、貯蔵技術としての有機ハイドライドを用いた水素供給システム、脱水素技術の開発と実証試験を完了させ、実用化に移す必要がある。

一方、バイオ燃料の本格実用化には食用作物と競合しない微細藻類からの次世代バイオ 燃料の技術開発が必要と考えられる。航空業界が計画しているジェット燃料へのバイオ燃 料導入実証に対応できるよう、製造技術開発を進め、実用化に向けコスト面や量産化技術 の検討を進めていく。

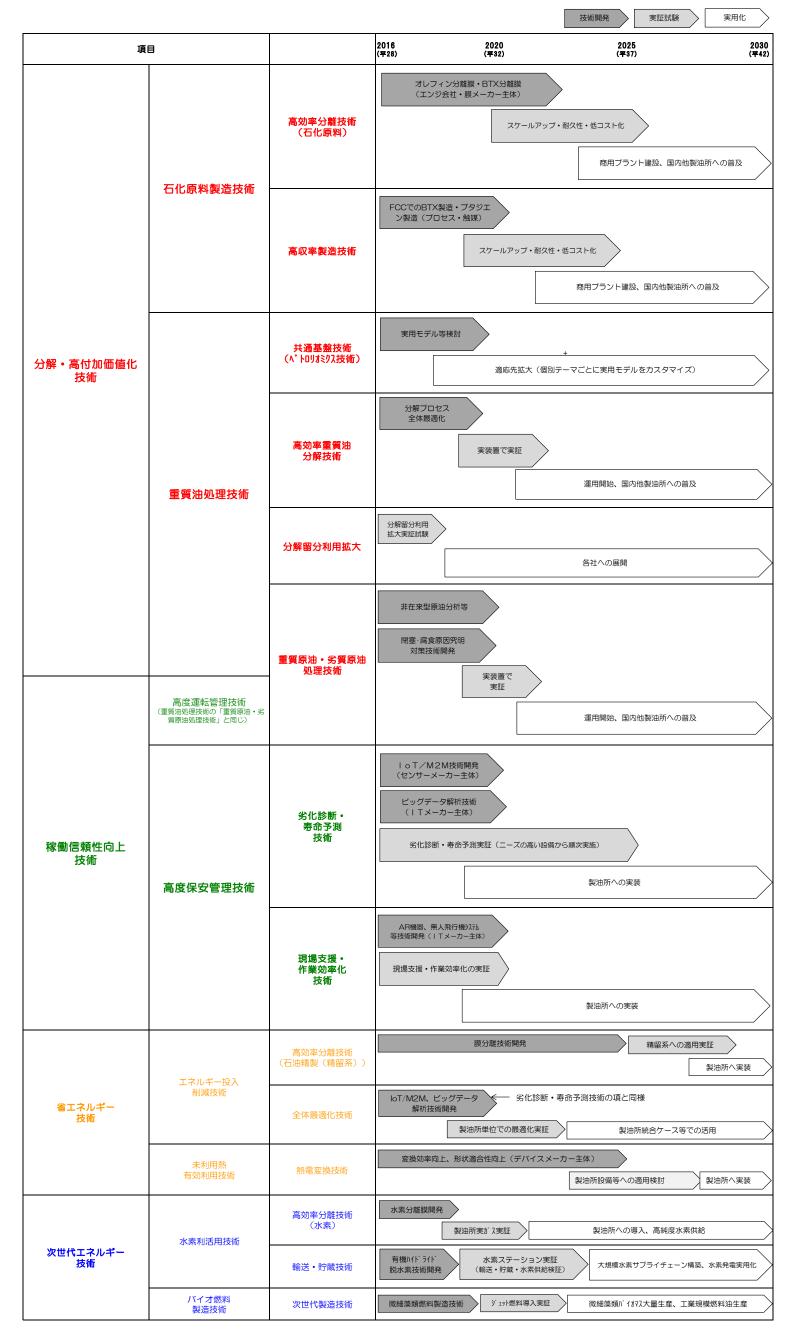


図 6.1 2030 年に向けたロードマップ

7. おわりに

以上、石油産業が中長期的に取り組むべきと考えられる重要な技術開発項目について示してきた。関連する分野は多岐に渡っており、例えば情報通信技術のように必ずしも石油産業が得意ではない分野も含んでいる。専業メーカーとの適切な協業体制を構築すると同時に、我々自身もその分野に対して知見を増やす努力が必要であろう。

また、先駆的でリスクが高い技術開発については、石油会社単独で取り組むより、業界で協力して、あるいは分担して取り組むことが効率的であり、合理的である。当センターは、石油エネルギー資源分野の技術開発プラットフォームとして、このような技術開発事業の企画・実施、あるいは情報提供などで貢献していきたいと考えている。

【参考文献】

- 1)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WG資料 「 平成27~31年度石油製品需要見通し」 (平成27年4月)
- 2) (一財) 石油エネルギー技術センター 平成 25 年度石油産業体制等調査事業 「我が国 石油精製業の競争力の国際比較・分析等に関する調査報告書」(平成 26 年 3 月)
- 3) 資源エネルギー庁 「平成24年度 (2012年度) におけるエネルギー需給実績」 (平成26 年5月)
- 4)総合資源エネルギー調査会 資源・燃料分科会報告書(平成27年7月)
- 5) (一財) 石油エネルギー技術センター 「次世代石油エネルギー研究会報告書」(平成 25 年 3 月)
- 6) (一財) 石油エネルギー技術センター 平成 25 年度石油精製環境分析・情報提供事業「ワイヤレスセンサーネットワーク技術動向調査」(平成 26 年 3 月)
- 7) (一財) 石油エネルギー技術センター 平成 26 年度石油精製環境分析・情報提供事業 「海外保全管理技術の国内への適用に関する調査」(平成 27 年 3 月)
- 8) 石油連盟 「今日の石油産業 2015」(平成 27 年 4 月)
- 9) (一財) 石油エネルギー技術センター 平成 27 年度技術開発・調査事業成果発表会要旨 集
- 10) 第 3 回エネルギー戦略協議会資料「平成 26 年度アクションプラン特定施策レビュー資料」(平成 26 年 1 月)