

石油産業における研究開発の現状 と課題について

平成26年6月
資源エネルギー庁

目次

1. 近年の石油政策における研究開発事業
2. 現在の取組み(ペトロリオミクス)
 - (1) 研究開発の概要
 - (2) これまでの成果
 - (3) 今後の課題
3. 石油業界による、研究開発の2030年ビジョン
4. 今後の研究開発支援の考え方(論点)
5. まとめ

1. 近年の石油政策における研究開発事業

○近年、石油業界による研究開発を支援すべく、国の委託・補助事業として以下の事業を推進。

①コンビナート内での他の製油所や異業種との連携技術開発(RING)

※RING事業については、研究開発のフェーズを終了し、生産現場への導入支援事業(コンビナート連携事業、石油産業構造改善事業)へ移行。

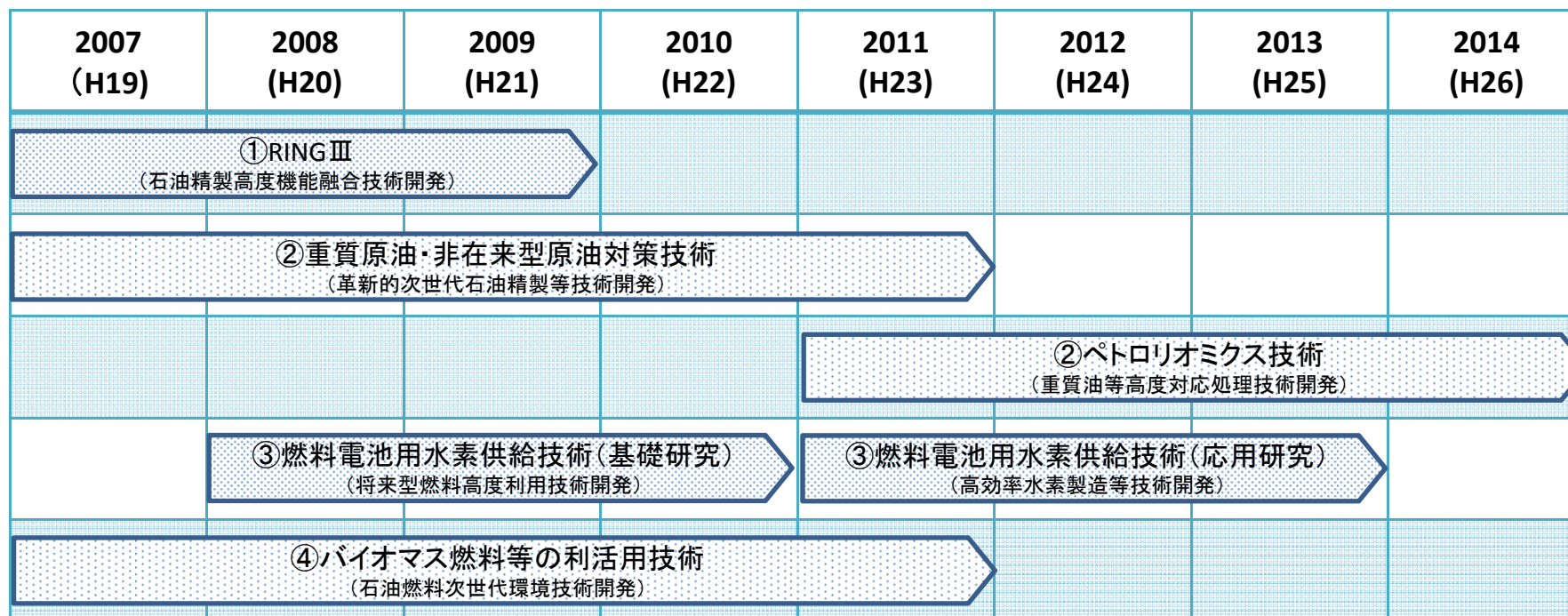
②石油精製プロセスの高度化技術(ペトロリオミクス技術等の重質原油・非在来型原油対策)

※ペトロリオミクスとは、原油の分子レベルの構造解析により精製プロセスでの反応を解析・予測する方法論

③燃料電池用水素供給技術

④バイオマス燃料等の利活用技術

○石油の安定供給・石油産業の国際競争力強化に向けて、今後の研究開発支援方針を考えるに当たっては、これまでの事業の成果の検証・総括を踏まえることが必要。



注) RING: Refinery Integration for Group-Operation

(参考)近年の研究開発事業の主な成果

①RING III



◇石油・石化原料統合効率生産技術開発(鹿島地区)

コンビナートの多様なナフサを原料として脱硫し、石油精製における芳香族・ガソリン基材生産、石油化学におけるエチレン・プロピレン生産の原料となる軽質ナフサ留分を効率的に連続蒸留により分離・供給する一連の技術を開発。

◇コンビナート副生成物・水素統合精製技術開発(千葉地区)

石油、石化装置から副生する未利用の分解C4留分を原料として、高付加価値化学原料のプロピレンを高効率で生産できる技術を開発。併せて、コンビナート全域で副生する水素を集積し、大規模に高度活用するための安定供給システム、高純度回収技術を開発。

◇コンビナート原料多様化最適供給技術開発(水島地区)

新たに天然ガスコンデンセートを一括脱硫により精製処理し、ナフサや灯・軽油等のエチレン装置原料及び芳香族生産のための改質装置原料を高効率で安定的に製造・供給する技術を開発。

②革新的次世代石油精製等技術開発

◇重質油対応型高過酷度流動接触分解(HS-FCC)技術の開発

重質油を高温・短時間で選択的に分解し、高オクタン価ガソリン基材や石油化学原料を得る世界初のダウンフローリアクターによる画期的な新規分解プロセスについて、商業化に移行するための技術を確立。

◇原油重質化に対応した重質油高度分解・有用化技術の開発

重油直接脱硫装置(直脱)、流動接触分解装置(FCC)、および残留油流動接触分解装置(RFCC)等の重質油分解能力を飛躍的に向上させるとともに分解生成物を有用化する技術を開発。



HS-FCCの
実証プラント
(3,000BD)

◇超重質油・オイルサンド油等の精製・分解技術の開発

オイルサンド油等のビチューメンや超重質油を精製し、我が国の品質規格に適合するガソリン、軽油を製造する技術及び石油化学原料に転換する技術を開発。

③将来型燃料高度利用技術開発

燃料電池自動車等への高純度水素供給手段のコスト比較を行い、製油所からの距離に応じた3通りの方法における技術開発を実施。

◇製油所における高効率高純度水素製造技術開発〔近距離(～50km)〕

製油所においてナフサから高効率な高純度水素製造を可能とする新たな膜分離技術を開発。H23年度以降は、「高効率水素製造等技術開発」においてパイロットプラント規模での開発を実施。

◇有機ハイドライドからの高純度水素回収技術開発〔中距離(50km超)〕

製油所水素の貯蔵移送媒体である有機ハイドライドから高純度の水素を効率的に取り出すための水素回収技術の開発を行う。

◇SSを拠点とする高純度水素製造技術開発〔遠距離(100km超)〕

SSを拠点とする高純度水素製造技術開発における一層の低コスト化、高効率化を目指して、脱硫剤、水素製造触媒(改質触媒)及び膜分離技術等の要素技術の開発を行う。

④石油燃料次世代環境技術開発

「CO₂削減」、「燃料多様化」、「排出ガス低減」の解決を目指す、自動車業界・石油業界の共同研究であるJATOP (Japan Auto-Oil Program) の一環として、以下の研究を実施。

◇ガソリン用バイオマス燃料利用技術

高濃度エタノール及びエタノール以外のバイオ燃料(ETBE・ブタノール)混合ガソリンの課題抽出、対策技術検討及び自動車燃料品質規格検討基礎データの収集

◇ディーゼル用バイオマス燃料の適用可能性の検討

各種バイオディーゼル燃料を高濃度(5%超)混合した軽油の課題抽出、対策技術検討、自動車燃料品質規格基礎データの収集

◇燃費に優れたクリーンディーゼル車の普及に対応するための次世代燃料の開発

合成燃料(GTL)や非在来系石油燃料(オイルサンド)等から精製した軽油の混合に対する課題抽出、対策技術基礎データの収集

本事業で得られた成果は、経産省におけるE10規格化の検討等に活用された。

2. 現在の取組み(例:ペトロリオミクス)

(1) 研究開発の概要

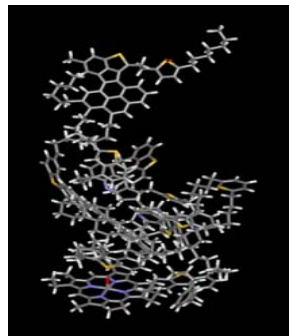
○ペトロリオミクス = “Petroleum” + “Omics” の造語(類似語: Genomics)

○原油の組成を分子レベルで解明し、石油精製プロセスでの反応を解析・予測する方法論。石油精製技術は、原料(原油)の分子レベルでの解析・反応予測等を経ずに、経験知をベースに発展してきた技術。そこに客観的分析と理論を与えることにより、既存の設備を大幅な設備投資を行うことなく短期間で高度化できる可能性がある。

(例) 脱硫や分解に用いる触媒の能力向上、劣化抑制・長寿命化
設備運転条件を反応予測に基づき最適化
石油化学との連携(インテグレーション)の推進

→いずれも精製プロセスの大幅なコスト削減、競争力強化につながる可能性がある。

ペトロリオミクス技術の発展の道筋



石油精製での化学反応は未知。
特に重質油の分子構造・反応は超複雑系。(数十万~数百万種類)



分子レベルの
詳細構造解析



超高分解能質量分析計
(FT-ICR-MS)



分子反応の
モデリング



高速反応評価装置(HTE)



反応経路を
コンピュータで
シミュレーション



ペトロ・インフォマティクス

2. 現在の取組み(ペトロリオミクス)

(2)これまでの成果

- 「詳細構造解析」、「分子反応モデリング」、「ペトロインフォマティクス」の各要素技術開発は順調に進んでいる。
- 5年計画の終了段階(平成27年度末)では、軽油脱硫装置、直接脱硫装置、間接脱硫装置といった、我が国の製油所に広く普及している装置についてシミュレーションが可能となる見込み。
- 得られた要素技術の成果を、実際の装置の改良に適用する取組も並行して実施。「直接脱硫+RFCC」のプロセスにおいて、アスファルテン凝集緩和による触媒劣化の抑制、分解性能の向上技術の開発等、複数テーマにて実施中。

(3)今後の課題

- ペトロリオミクスは、世界に先駆けて研究開発を進めてきた全く新しい方法論であり、研究開発の初期段階では理論的分析から始めた。
- ペトロリオミクス事業の成果技術は革新的ツールになる可能性を秘めている。最終目標として、精製プロセス全体の革命的な変化を目標とすることは有意義であるが、石油会社において経営企画・製造等の関係部門の理解を得ながら、企業戦略や現場ニーズに合致した「小さな成果」「使える成果」を積み重ね、当該技術の有用性が石油業界内で浸透する必要がある。

3. 石油業界による、研究開発の2030年ビジョン

- (一財)石油エネルギー技術センター(JPEC)「次世代石油エネルギー研究会」において、2030年を想定し、未来型製油所のあり得る姿と、そのために必要な今後の技術開発候補について、自主的な研究※が行われた(平成24年度終了)。
- そこでは、4種類のありうる製油所パターンと、その実現のために必要な技術、その方向性及び技術開発のシーズを含むビジョンがとりまとめられた。
- 今後、こうしたビジョンを踏まえつつ、各石油会社において、「経営戦略と技術戦略の一体化」の考え方のもと、各社の成長戦略と整合性のとれた具体的な研究開発プロジェクトが組成されていくことが期待される。

ありうる製油所のパターン(4種類)

◇高効率・ノーブルユース型

石油のノーブル・ユース(低付加価値製品から高付加価値製品へのシフト)及び競争力強化のため、サイエンスに基づいた徹底的な制御が行われている製油所。

原料を効率的に分解・高付加価値化し、さらに操業高度化技術等の導入により、高度な省エネと効率化によるコスト削減を図る。

◇非在来型資源有効利用型

従来型原油のみならず、非在来型資源等をうまく組み合わせ、燃料油・化学品を製造する製油所。

例えば、シェールガスや国産のメタンハイドレート等から、我が国のGTL技術とC1化学技術を用い、燃料油と化学品を製造する。

◇多目的エネルギー変換拠点型

コンビナート連携により、多様な原材料を多様なエネルギー・化学品に転換する製油所。

さらに、電力の安定供給や水素社会への水素供給にも貢献し、究極的には、有限な炭素資源のリサイクル基地としての役割を果たす。

◇バイオマス利用・リサイクル基地型

地域のバイオマスや廃棄物(家庭ゴミ、廃プラ、廃油等)を収集し、行政と連携のもと、バイオ燃料、化学品も製造する製油所。

4. 今後の研究開発支援の考え方(論点)

- たとえば、我が国製油所における、①石油のノーブル・ユース(石油化学品を含む高付加価値製品の得率増)の強化、②操業コスト低減に資する課題(稼動信頼性向上、省エネ等)は、業界共通の基盤的研究課題ではないか。
※当時、「重軽格差の広がり」を念頭に、テーマを「重質油分解」に特に絞ったが、その後のシェール革命等の環境変化も踏まえ、広く「石油のノーブル・ユース」という発想が重要との指摘もある。
- また、我が国石油会社によるアジア諸国での海外製油所建設プロジェクトへの参画等の追い風となる、推進すべき(「売り」になる)技術革新テーマで、特に国として支援すべきものは存在するか。

ノーブル・ユースに向けた技術開発(例)

分解高付加価値化技術

<重質油処理>

1. 超高分解率型スラリー床水素化分解技術
2. 高分解率型沸騰床水素化分解技術
3. 劣質フィード対応型接触分解技術ステップ1(機能向上)
4. 劣質フィード対応型接触分解技術ステップ2(新シーズの活用)
5. 劣質フィード対応型直脱触媒技術

<ガス化、C1化学>

6. 革新的ガス化技術を利用したコンビナート連携
7. 新技術によるメタノール直接合成
8. 省エネ型メタノール間接合成
9. 新メタン活性化触媒によるトルエンへのメタン付加によるキシレン製造
10. 高効率MTO技術
11. バイオマスからのBTX製造
12. 新FT触媒とプロセス
13. 酸素透過膜を利用したコンパクト合成ガス製造技術

<石油基材からの化学品製造>

14. Mixキシレンからのパラキシレン膜分離/エチルベンゼン膜分離
15. プロパン・ブタンからのプロピレン・ブテン・ブタジエン製造触媒
16. 膜分離を用いたプロパン/プロピレンの分離
17. 高オレフィン収率型FCC/RFCC触媒
18. 高BTX収率型FCC/RFCC触媒
19. LCOの脱アルキルによるナフタレン等の製造

操業コストの低減に資する技術開発(例)

環境・省エネ技術

<エネルギー投入削減技術>

1. 低温排熱回収 節炭器導入による省エネルギー
2. 高温空気燃焼技術
3. 酸素富化燃焼技術
4. 省エネルギー制御システム

<未利用熱の有効利用技術>

5. 熱電変換技術
6. 蓄熱技術
7. ヒートポンプ
8. 高効率熱交換器導入による省エネルギー

<二酸化炭素の化学品への転換技術>

9. ジメチルカーボネート
10. 脂肪族ポリカーボネート
11. メタノール

信頼性向上技術

<自動化IT技術利用>

1. センサーネットワークによる設備管理システムの構築
 - ①既存センサー利用
 - ②新規ワイヤレスセンサー利用

<劣化/寿命評価技術確立>

2. 運転データを用いた設備異常の早期検知システムの開発
3. 統計解析を活用した設備管理技術の開発
4. 加熱炉のクリープ寿命評価技術の確立
5. 各種信頼性評価技術モジュールのパッケージ化ソフト開発
6. 経年配電設備の信頼性技術開発
7. 回転機の自動寿命予測の実用化・設備監視の高度化

<高度運転管理(腐食、汚れ対応)>

8. 原油腐食性評価技術の確立
9. 熱交換器チューブの検査技術の確立
10. 配管外面腐食検査技術の開発
11. 高経年設備対応技術(CUI対策技術)の開発
12. リフラクトリのウォータージェット研削技術開発

5. まとめ(論点)

- 近年の研究開発支援により、革新的な精製プロセスの開発、既存プロセスの高度化等に向けた一定の成果は得られた。今後は、これらの成果が、各社レベルでいかに実用化されたか、されていくかが問われる。
- 今後の研究開発については、各石油会社において「経営戦略と技術戦略の一体化」の考え方のもと、不断の効果検証と総括がなされることを前提にテーマを絞り込み、重点的な支援を進めていくべき。
- 具体的には、①ペトロリオミクスといった革新的な取組みも含め、石油化学シフトも含めた「石油のノーブル・ユース」に資する技術開発や、②操業コストの低減につながる技術開発は特に重点を置いて進めるべきではないか。③今後のアジア諸国等での海外製油所事業を展開する上での「強み」を育てるという観点も必要ではないか。