

革新的次世代石油精製等技術開発事業
中間評価報告書

平成22年3月
産業構造審議会産業技術分科会
評価小委員会

はじめに

研究開発の評価は、研究開発活動の効率化・活性化、優れた成果の獲得や社会・経済への還元等を図るとともに、国民に対して説明責任を果たすために、極めて重要な活動であり、このため、経済産業省では、「国の研究開発評価に関する大綱的指針」（平成20年10月31日、内閣総理大臣決定）等に沿った適切な評価を実施すべく「経済産業省技術評価指針」（平成21年3月31日改定）を定め、これに基づいて研究開発の評価を実施している。

経済産業省において実施している革新的次世代石油精製等技術開発事業は、重質油から付加価値の高いガソリンや石油化学原料を得る技術等、製油所の高度化のための革新的な石油精製技術を開発することにより、石油の安定供給を図るため、平成19年度より実施しているものである。

今回の評価は、この革新的次世代石油精製等技術開発事業の中間評価であり、実際の評価に際しては、省外の有識者からなる革新的次世代石油精製等技術開発事業中間評価検討会（座長：早稲田大学理工学術院応用化学科 菊地教授）を開催した。

今般、当該検討会における検討結果が評価報告書の原案として産業構造審議会産業技術分科会評価小委員会（小委員長：平澤 冷 東京大学名誉教授）に付議され、内容を審議し、了承された。

本書は、これらの評価結果を取りまとめたものである。

平成22年3月

産業構造審議会産業技術分科会評価小委員会

産業構造審議会産業技術分科会評価小委員会
委員名簿

小委員長	平澤 冷	東京大学名誉教授
	池村 淑道	長浜バイオ大学バイオサイエンス学部教授
	伊澤 達夫	東京工業大学 理事・副学長
	大島 まり	東京大学大学院情報学環教授 東京大学生産技術研究所教授
	菊池 純一	青山学院大学法学部・大学院法学研究科ビジネス法務専攻 教授
	鈴木 潤	政策研究大学院大学教授
	辻 智子	日本水産株式会社 生活機能科学研究所長
	富田 房男	放送大学北海道学習センター所長
	中小路 久美代	株式会社S R A先端技術研究所取締役 東京大学先端技術研究センター特任教授
	山地 憲治	東京大学大学院工学系研究科教授
	吉本 陽子	三菱UFJリサーチ&コンサルティング株式会社 経済・社会政策部主任研究員

(委員敬称略、五十音順)

事務局：経済産業省産業技術環境局技術評価室

革新的次世代石油精製等技術開発事業中間評価検討会
委員名簿

座長 菊地 英一 早稲田大学理工学術院応用化学科 教授

委員 岩間 剛一 和光大学経済経営学部経済学科 教授

委員 小野崎 正樹 財団法人エネルギー総合工学研究所
プロジェクト試験研究部 部長

委員 成瀬 一郎 名古屋大学大学院工学研究科機械理工学専攻 教授

委員 淵野 哲郎 東京工業大学大学院理工学研究科 准教授

(敬称略、五十音順)

事務局：経済産業省資源エネルギー庁 資源・燃料部 石油精製備蓄課

革新的次世代石油精製等技術開発事業の評価に係る省内関係者

【中間評価時】

(平成21年度)

資源エネルギー庁 資源・燃料部 石油精製備蓄課長 及川 洋(事業担当課長)

産業技術環境局 技術評価室長 長濱 祐二

【事前評価時】(事業初年度予算要求時)

資源エネルギー庁 資源・燃料部 石油精製備蓄課長 高田 修三(事業担当課長)

革新的次世代石油精製等技術開発事業中間評価

審議経過

第1回中間評価検討会（平成21年12月14日）

- ・評価の方法等について
- ・プロジェクトの概要について
- ・評価の進め方について

第2回中間評価検討会（平成22年2月16日）

- ・評価報告書(案)について

産業構造審議会産業技術分科会評価小委員会（平成22年3月25日）

- ・評価報告書(案)について

目 次

はじめに

産業構造審議会産業技術分科会評価小委員会 委員名簿

革新的次世代石油精製等技術開発事業中間評価検討会 委員名簿

革新的次世代石油精製等技術開発事業の評価に係る省内関係者

革新的次世代石油精製等技術開発事業中間評価 審議経過

ページ

中間評価報告書概要	
第1章 評価の実施方法	
1. 評価目的	1
2. 評価者	1
3. 評価対象	2
4. 評価方法	2
5. プロジェクト評価における標準的な評価項目・評価基準	2
第2章 プロジェクトの概要	
1. 事業の目的・政策的位置付け	6
2. 研究開発等の目標	11
3. 成果、目標の達成度	18
4. 事業化、波及効果について	35
5. 研究開発マネジメント・体制・資金・費用対効果等	40
第3章 評価	
1. 事業の目的・政策的位置付けの妥当性	48
2. 研究開発等の目標の妥当性	50
3. 成果、目標の達成度の妥当性	52
4. 事業化、波及効果についての妥当性	54
5. 研究開発マネジメント・体制・資金・費用対効果等の妥当性	56
6. 総合評価	58
7. 今後の研究開発の方向等に関する提言	60
8. 個別要素技術について	62
第4章 評点法による評点結果	67
参考 今後の研究開発の方向等に関する提言に対する対処方針	

中間評価報告書概要

中間評価報告書概要

プロジェクト名	革新的次世代石油精製等技術開発事業
上位施策名	石油・天然ガス・石炭の安定供給確保
事業担当課	石油精製備蓄課
<p><u>プロジェクトの目的・概要</u></p> <p>石油は今後とも我が国の主要なエネルギー源であり、供給源の多様化や今後見込まれる需要構造変化に対応し、安定的かつ効率的な石油製品等の供給を確保することが重要である。</p> <p>今後予想される原油の重質化、供給源の多様化や国内石油製品需要の白油化、重油需要の減少が加速している状況に対応するために、重質油を分解して、輸送用燃料を中心とした白油や付加価値の高い石油化学原料を製造する革新的な石油精製技術の研究開発が求められている。</p> <p>さらに、重質油やオイルサンド等の非在来型原油の利用性を高めるために、これらの分解・有用化技術を開発することは原油供給源の多様化につながり、我が国のエネルギーセキュリティ向上に大きく貢献する。</p> <p>本技術開発事業では重質油から付加価値の高いガソリンや石油化学原料を得る技術等、製油所の高度化のための革新的な石油精製技術を開発することにより、石油の安定供給を図ることを目的としている。</p> <p>また、本事業で開発する技術は、従来技術より重油の得率を減少させ、白油（ガソリンやプロピレンなど）の得率を向上させる技術である。石油製品需要の白油化が進む現在において、これは、より少ない原油処理量で製品生産が可能となることを意味し、この原油処理削減は温室効果ガス削減に寄与する。</p> <p>本事業で実施する技術開発・研究開発は以下の4項目である。</p> <p>(1) 重質油対応型高過酷度流動接触分解（HS-FCC）技術の開発</p> <p>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する。</p> <p>(2) 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</p> <p>我が国の製油所における主要な重質油処理装置である重油直接脱硫装置（直脱）、流動接触分解装置（FCC）および残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し、重質油を白油、石油化学原料等に転換する技術を確立する。</p> <p>(3) 超重質油・オイルサンド油等の精製・分解技術の開発</p> <p>非在来型の石油資源として埋蔵量の豊富なオイルサンド油等のピチュメンや超重質油を精製し、世界で最も厳しい水準にある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、および石油化学原料に転換する技術を開発することにより、国内で利用可能な原油の幅を拡大し、エネルギーセキュリティ向上に貢献する。</p>	

(4) 革新的精製技術シ - ズ創製のための研究開発

日本から世界に発信する新規重質油分解技術等の世界最先端の精製技術シーズを創製するため、産官学の連携により、基盤となる革新的な触媒技術及び超臨界流体による分解等のプロセス理論を構築し、新技術の創出を図る。

予算額等

(単位：千円)

開始年度	終了年度	中間評価時期	事後評価時期	事業実施主体
平成19年度	平成23年度	平成21年度	平成24年度	民間団体等
H19FY 予算額	H20FY 予算額	H21FY 予算額	総予算額	総執行額
2,326,436	3,960,000	4,162,000	10,448,436	6,262,427

(補助金ベース、補助率2/3、定額)

目標・指標及び成果・達成度

(1) 全体目標に対する成果・達成度

個別要素技術	目標・指標		成果	達成度
	最終時点	中間時点		
(1)重質油対応型高過酷度流動接触分解(HS-FCC)技術の開発	3,000BPDの重質油対応型高過酷度流動接触分解実証化装置を用いてプロピレン収率20mass%以上及びガソリン収率20mass%以上を達成し、実用化のための技術を確立する。	HS-FCC 実証化装置の設計を行う	HS-FCC の主要機器であるインジェクター及びセパレーターの形状を検討し決定した。 反応・触媒循環再生系、製品の蒸留回収設備、排ガス処理設備を含めた全設備の基本設計を完了することで商業化設備が設計可能なことを確認できた。 詳細設計・調達・建設請負の検討と評価・選定を実施し、詳細設計と製作設	達成
		3,000BPD 実証化装置の主要機器を開発する。		達成
		3,000BPD 実証化装置の基本設計を実施する。		達成
		3,000BPD 実証化装置の詳細設計と製作設計・材料調達を開始する。		達成

			計・材料調達を開始した。	
(2)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				
原油重質化に対応したガソリン基材確保のための硫黄分高度吸着除去技術の開発	<ul style="list-style-type: none"> ・原料硫黄分200%の上昇に対して、ガソリンのオクタン価低下を従来並み(1~4)もしくはそれ以下に抑制する。 ・ベンチ規模において、150以下で再生処理なしで3ヶ月以上の推定寿命を達成する。 ・トンレベルの工業的製造方法を確立する。 	<ul style="list-style-type: none"> ・実験室規模において左記目標を達成する。 ・実験室規模において左記目標を達成する。 ・10kgレベルの工業的製造方法を確立する。 	<ul style="list-style-type: none"> ・調製条件最適化等による吸着剤の微粒子化により左記目標を達成、ベンチ規模での試行へ展開可能とした。 ・同上。 ・実験室品と同等の性能を確認、トンレベルの工業的製造への展開を可能とした。 	<ul style="list-style-type: none"> 達成 達成 達成
FCCの高機能化による新規重質油処理技術の開発	<ul style="list-style-type: none"> ・直脱で常圧残油(AR)と減圧残油(VR)混合処理(50/50)によるFCCのための新規重質油処理技術を開発する。 ・FCCにおける脱硫重質残油(DSR50%)混合処理で、FCCガソリンのオクタン価(1RON)を向上させる技術を開発する。 	<ul style="list-style-type: none"> ・触媒上へのコーク析出を抑制する新規直脱触媒を開発し、実験室規模での最終目標を達成可能とする触媒仕様を確立する。 ・ゼオライト及びマトリックスの改良により、実験室規模での最終目標を達成可能とする触媒仕様を確立する。 	<ul style="list-style-type: none"> ・添加物探索等により触媒上へのコーク析出を抑制する新規直脱触媒を実験室規模で見出し、ベンチ規模での試行へ展開可能とした。 ・ゼオライトの酸密度、マトリックス成分等の最適化により、実験室規模での目標を達成、ベンチ規模での試行へ展開 	<ul style="list-style-type: none"> 達成 達成

	<p>・FCCで生産されるLCO留分の50%をクリーンな軽油基材へと転換可能とする技術を開発する。</p>	<p>・ベンチ規模で最終目標を達成可能とする触媒を開発し、工業製造規模での触媒仕様を確立する。</p>	<p>可能とした。</p> <p>・第3成分を添加する触媒調製方法の改良により、ベンチ規模にて脱硫活性の高い触媒を開発し、工業製造規模での触媒仕様を確立した。</p>	<p>達成</p>
<p>重質原油の高分解を達成するRFCCトータルシステムによる新規重質油高度分解・有用化技術の開発</p>	<p>・残油分解率を既存直接脱硫技術より10vol%以上向上(残油脱硫率維持)させる技術を開発する。</p>	<p>・実験室規模で最終目標を達成可能とするRHYC触媒を開発し、RH触媒組合せの最適化に着手する。</p>	<p>・ゼオライト最適含量、担持金属の探索等を行い、実験室規模にて、目標性能を有する触媒を開発し、触媒組合せの最適化に着手した。</p>	<p>達成</p>
	<p>・ガソリン収率を既存RFCC技術に比べ2.5vol%以上向上させ、残油分解率を既存RFCC技術に比べ2vol%以上向上させる技術を開発する。</p>	<p>・ベンチ規模で目標性能面、実用面(機械的強度等)の仕様探索を行い、実装置に充填する実証化RFCC触媒の仕様を確立する。</p>	<p>・ベンチ規模にて、低UD(格子定数)ゼオライトと焼成アルミナ若しくは異種マトリックスの最適組合せにより、実証化RFCC触媒の仕様確定に、目処をつけた。</p>	<p>達成</p>
	<p>・RFCCから副生される分解ガスからのエチレン・プロピレン、芳香族収率を90wt%以上とする技術を開発する。</p>	<p>・実ガスを想定した原料を用いた転換実験で、最終目標を達成可能な触媒組成仕様を確立する。</p>	<p>・活性金属種の探索、ゼオライト細孔制御、表面修飾剤の検討等により目標達成を可能とする触媒組成確立に目処をつけた。</p>	<p>達成</p>
<p>(3) 超重質油・オイルサンド油等の精製・分解技術の開発</p> <p>超重質油(オイルサン</p>	<p>・セタン指数向上技</p>	<p>・セタン指数向上技術:</p>	<p>・開発触媒による合</p>	<p>達成</p>

<p>ド油)等の分解有用化技術開発</p>	<p>術：硫黄分 10 ppm 以下、セタン指数 50 以上。</p> <p>・ LCO 分解技術：硫黄分 10 ppm 以下、ガソリン収率 70 vol% 以上。</p>	<p>セタン指数 45 以上</p> <p>・ LCO 分解技術：ガソリン収率 50 vol%</p>	<p>成原油軽油留分のセタン指数 50 以上を達成した。</p> <p>・ 開発触媒による LCO 分解 70 wt% 以上達成し、ガソリン収率 50 vol% 以上が見込める。</p>	<p>達成</p>
<p>オイルサンド合成原油のわが国石油製品への適用化の技術開発</p>	<p>・ オイルサンド混合灯油の煙点：24 mm 以上。</p>	<p>・ オイルサンド混合灯油の煙点：22 mm 以上。</p>	<p>・ 開発触媒により中間目標を十分達成できる見込みがついた。</p>	<p>達成</p>
<p>・ オイルサンド混合軽油のセタン価：52 以上。</p>	<p>・ オイルサンド混合軽油のセタン価：52 以上。</p>	<p>・ オイルサンド混合軽油のセタン価：47 以上。</p>	<p>・ 開発触媒と反応条件を調整することにより中間目標値をクリアする見込みがついた。</p>	<p>達成</p>
<p>超臨界流体反応をキーとする選択的分解による非在来型重質油アップグレード技術の開発</p>	<p>・ 超臨界流体反応による熱分解重質留分の灯軽油留分転化率：50 vol% 以上。</p>	<p>・ 超臨界流体反応による熱分解重質留分の灯軽油留分転化率：40 vol% 以上。</p>	<p>・ H21 年度に最適流体種を見出し、反応条件を調整することによって中間目標値をクリアする予定。</p>	<p>達成</p>
<p>・ 選択的水素化分解反応による分解灯軽油留分からのガソリン留分収率 80 vol% 以上。</p>	<p>・ 選択的水素化分解反応による分解灯軽油留分からのガソリン留分収率 80 vol% 以上。</p>	<p>・ 選択的水素化分解反応による分解灯軽油留分からのガソリン留分収率 60 vol% 以上。</p>	<p>・ 開発触媒により中間目標値をクリアする見込みがついた。</p>	<p>達成</p>
<p>(4)革新的精製技術シズ創製のための研究開発 革新的精製触媒技術開発</p>	<p>・ 重質油を原料とし、高オクタン価ガソリンの製造を高効率で</p>	<p>・ 重質油からガソリン留分への分解過程を反応前期、中期、後期の三段</p>	<p>・ 新規触媒の設計・コンセプト構築の為、要素技術開発を</p>	<p>達成</p>

<p>革新的超臨界水熱分解技術開発</p>	<p>行う(増産する)新規重質油対応FCC触媒技術を開発する。</p> <p>・超重質油を原料とし、新規超臨界水熱分解技術を利用して水熱分解の限界を追求すると同時に、触媒等の組み合わせ等により、ラボレベルで、例えばオイルサンド処理で分解率90%以上となる革新的な新規技術を発明しその確立をする。</p>	<p>階に分類し、それぞれの反応を制御する触媒の設計・検討を行う。</p> <p>・基礎研究により、他の熱分解プロセスに比べ超臨界水熱分解反応の優位性を確認するとともに、反応機構の解明を進める。</p>	<p>進めている。</p> <p>・超臨界水中でのピチュメンの分解では、相平衡が反応に与える影響が大きく、熱分解(水添加なし)に比べ、アスファルテン分解を促進し、また生成油の軽質化を促進することを確認した。</p> <p>超臨界水に、ぎ酸を添加した実験を通して、超臨界水中ではシフト反応を介した水添反応が進行し、高いアスファルテン分解率、低いコーク収率が得られることを見出した。</p>	<p>達成</p>
-----------------------	---	---	---	-----------

(2) 目標及び計画の変更の有無

無

< 共通指標 >

論文数	特許等件数 (出願を含む)
1	25

評価概要

1. 事業の目的・政策的位置付けの妥当性

石油は、現在我が国の一次エネルギーの4割以上を占めるが、輸入原油の重質化傾向、石油製品の需要減少と白油化の傾向、原油価格の大幅な変動など、国民生活や産業にとって不安定要素も顕在化している。このような状況にあって、石油の供給を安定確保するためには、供給源の多様化や重質油の高効率変換、ならびに石油製品の高付加価値化を可能とする技術開発が

求められる。本事業は、このような公益性の視点から、市場メカニズムだけでは導入が困難と思われる革新的次世代技術の確立を目指したもので、国の政策的支援のもと、研究開発を進める必要がある。

なお、オイルサンド、オリノコ・タールをはじめとした超重質油からのガソリン、灯油をはじめとした白油の製造は、技術的な困難とともに、製造コストの高さが、かねてより指摘されている。今後の原油価格の動向によっては、カナダのオイルサンド開発が停滞することも可能性としてあり、経済合理性を十分に勘案しながら、本プロジェクトを進めていくことが望まれる。その際には、製造段階のみならず、原料の調達、輸送、貯蔵を含めた経済性、更に設備の維持管理費用を含め、技術の実用性に関する計画の見通しについて明らかにすべきである。

また、グリーンテクノロジーと位置付けた理由について明記する必要がある。

2．研究開発等の目標の妥当性

革新的精製技術確立のための具体的かつ明確な目標設定が行われており、個別要素技術ごとの中間目標、最終目標が設定されていることは、高く評価できる。特に、世界初のダウンフロー方式によるHS- FCC技術の開発は、技術的な難易度が高く、具体的な数値目標を中間評価、最終評価において明確に設定している点は好ましい。

また、本事業には、原油供給の安定確保という共通の目的は共有しているが、複数の技術の開発が含まれている。個別の要素技術開発は、石油製品の付加価値化、石油の重質留分や重質資源の高度利用を、性能や経済性において終了時には現行技術に匹敵するレベルで達成するべく中間目標を設定している。

なお、重質原油からのガソリン得率、軽油のサルファーフリー等の技術革新については、今後の国内石油製品需要動向及び環境規制を十分に踏まえながら、費用対効果に関する確認を行い、日本の石油事情とエネルギー安全保障貢献に寄与する視点からの事業推進が望まれる。

また、性能評価については目標が設定されているが、実用性評価に関する目標は立てられていない。開発結果情報は残せるが、技術開発意図、設計意図、設計根拠を次の開発に生かす仕組み、それを評価するための基準を明確に設計すべきである。

3．成果、目標の達成度の妥当性

ほぼ当初に設定された目標を達成し、最終目標への中間段階としては高く評価することができる。特に、世界に先駆けた革新的な4つの研究開発項目については、現段階においても十分な成果を挙げていると評価することができる。

また、個別要素技術間で、進捗状況に差はみられるが、それぞれ実証化装置の基礎検討と基本設計の完了、実験室規模での性能確認、製品の高品質化に向けた新規触媒の開発など、事業終了時までの中間的な目標には到達していると考えられる。

なお、技術開発の中間段階であることから、関連する発表論文数、引用度数が少ないものの、今後の研究成果を論文として発表し、わが国の石油需要動向の変化、アジア諸国における日本のエネルギー安全保障、温暖化ガス排出削減等に貢献すべく、研究成果の社会的還元が望まれる。

また、性能評価はされるが、技術それ自体（技術の管理を含めて）を評価する仕組みが必要

であり、目標設定に対して不具合をフィードバックする仕組みが望まれる。

さらに、各課題で得られた成果が有機的に相乗的に波及するよう努力が望まれる。

4．事業化、波及効果についての妥当性

事業化の可能性は、連続運転などによる耐久性評価などの後半の成果如何であるが、その準備が順調に進んでいるといえる。波及効果は個別要素技術によって異なるが、H S - F C C 技術は世界に先駆けた研究開発であり、我国での石油精製・石油化学連携事業としての展開や、産油国に対してのバーゲニングパワーとしても有効である。

また、事業化に向けてのロードマップは明確であり、商業化への実証試験の取組は妥当であり、常に世界をリードする技術開発と実証化への取組は技術立国日本にとって極めて重要なものといえる。

さらに、重質原油が中心となる中東原油対応がよりフレキシブルとなり、中東産油国との関係強化につながる点が評価できる。

なお、今後、経済性について定量的に検討を進め、より具体的に事業化を進める工程を明らかにしていくことが望まれる。波及効果としては、温室効果ガス削減の観点から定量的に本技術の効果を示すことが必要である。

また、実用化条件、既存装置との整合性、技術の管理の仕組みなどの検討や仕組みの整備が不足しており、事業化の道筋、波及効果を明確にすることが必要である。

5．研究開発マネジメント・体制・資金・費用対効果等の妥当性

現在着実に進む、石油製品の白油化の進展、重油需要の急激な減少、高付加価値石油製品製造単位当たりの温暖化ガス排出量削減への国際的要請、という状況を踏まえ、費用対効果を十分に考慮したプロジェクトであるといえ、本研究開発のスケジュール設定は、わが国のエネルギー安全保障にとって、極めて適切に行われたと評価できる。

また、財政状況の厳しい時期に、要素技術開発の内容を吟味した最適な資金配分がなされていると評価される。

なお、原油の安定供給確保やエネルギーセキュリティの観点から費用対効果を見積もることは困難であるが、本事業で取り上げた技術の効果を他の競争技術と比較することができるのではないかと。

また、社会経済情勢への変化対応に関しては、今後、我が国の輸送用燃料を主体として原油消費量が減少していく傾向の中で、本技術開発をどのように位置づけるかを明確にしていく必要がある。さらに、CO2 排出量削減の効果をより明確にすることが望まれる。

6．総合評価

エネルギー供給不安は国民経済への影響も大きく、供給源の多様化や産油国との関係強化、高効率化による石油利用技術の競争力強化など、エネルギーセキュリティの確保は、その資源を海外に依存する我が国にとっては深刻な命題である。本事業はその一翼を担うもので、きわめて重要な意義がある。

また、重質原油からの製品白油化や高効率プロセスの開発による温室効果ガス削減は「グリ

「イノベーション」政策に合致するもので社会的ニーズに適合するので、積極的に推進すべきである。

なお、日本とサウジアラビアとの共同研究開発において、本プロジェクトが産油国との関係強化、エネルギーの安定供給にどのようにつながるか、表面的な採算性のみならず、長期的な視点からのわが国の石油産業の発展とエネルギー安全保障を慎重に評価しながら、今後のプロジェクト推進が望まれる。その際には、テーマ間の技術的な関係を明確し、実用化に対する評価、評価基準、そのための要件をはっきりさせる必要がある。

また、地球温暖化への貢献が曖昧であり、より定量的な検討が必要である。

7. 今後の研究開発の方向等に関する提言

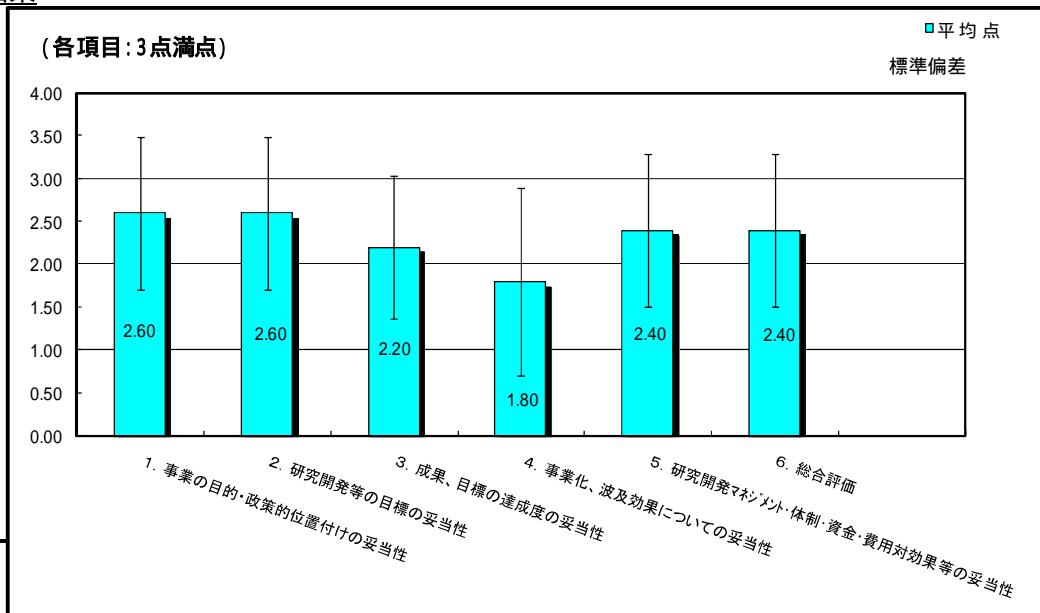
石油資源の獲得には、これまで以上に産油国との関係強化が重要となる。革新的で、次世代に通用する優れた技術を開発し、海外からも高く評価され、原油獲得のバーゲニングパワーをもつような技術開発を期待する。

また、限られた資金を効率的に配分し、いかに少ない重質原油から、効率的により多くのガソリン、高付加価値化学原料を製造するかという現代的な目標の深化を進め、日本の石油業界が直面する、原油の重質化、重油需要の急減、ガソリン、プロピレン等の高付加価値製品の比重増加という喫緊の課題に対応すべく、焦点を絞った研究開発を推進していくことを希望する。

特に地球温暖化への貢献については、定量的に明示できればより意義のあるプロジェクトになると期待される。

なお、技術開発に対する実用性、実行可能性（Prospective）を経済性、持続性から検討する必要がある。性能評価を重視した目標設定となっているが、原料調達から輸送、貯蔵管理を含めて実行可能性を明らかにした上で開発する事が望まれる。また、実用化するためには、単に開発結果だけの情報では不十分であり、技術要件、前提、根拠、制約などなど、既存設備との整合管理のためにも、技術として確立する必要があり、そのための仕組みづくりが必要となる。その仕組みを作る事が、研究開発プロジェクトの大きな役割である。

評点結果





第 1 章 評価の実施方法

第1章 評価の実施方法

本プロジェクト評価は、「経済産業省技術評価指針（平成21年3月31日改定、以下「評価指針」という。）に基づき、以下のとおり行われた。

1. 評価目的

評価指針においては、評価の基本的考え方として、評価実施する目的として

- (1)より良い政策・施策への反映
- (2)より効率的・効果的な研究開発の実施
- (3)国民への技術に関する施策・事業等の開示
- (4)資源の重点的・効率的配分への反映

を定めるとともに、評価の実施にあたっては、

- (1)透明性の確保
- (2)中立性の確保
- (3)継続性の確保
- (4)実効性の確保

を基本理念としている。

プロジェクト評価とは、評価指針における評価類型の一つとして位置付けられ、プロジェクトそのものについて、同評価指針に基づき、事業の目的・政策的な位置付けの妥当性、研究開発等の目標の妥当性、成果、目標の達成度の妥当性、事業化、波及効果についての妥当性、研究開発マネジメント・体制・資金・費用対効果等の妥当性の評価項目について、評価を実施するものである。

その評価結果は、本プロジェクトの実施、運営等の改善や技術開発の効果、効率性の改善、更には予算等の資源配分に反映させることになるものである。

2. 評価者

評価を実施するにあたり、評価指針に定められた「評価を行う場合には、被評価者に直接利害を有しない中立的な者である外部評価者の導入等により、中立性の確保に努めること」との規定に基づき、外部の有識者・専門家によって構成する検討会を設置し、評価を行うこととした。

これに基づき、評価検討会を設置し、プロジェクトの目的や研究内容に即

した専門家や経済・社会ニーズについて指摘できる有識者等から評価検討会委員名簿にある5名が選任された。

なお、本評価検討会の事務局については、指針に基づき経済産業省石油精製備蓄課が担当した。

3．評価対象

革新的次世代石油精製等技術開発事業（実施期間：平成19年度から平成23年度）を評価対象として、研究開発実施者（財団法人石油産業活性化センター）から提出されたプロジェクトの内容・成果等に関する資料及び説明に基づき評価した。

4．評価方法

第1回評価検討会においては、研究開発実施者からの資料提供、説明及び質疑応答、並びに委員による意見交換が行われた。

第2回評価検討会においては、それらを踏まえて「プロジェクト評価における標準的評価項目・評価基準」、今後の研究開発の方向等に関する提言等及び要素技術について評価を実施し、併せて4段階評点法による評価を行い、評価報告書(案)を審議、確定した。

また、評価の透明性の確保の観点から、知的財産保護、個人情報で支障が生じると認められる場合等を除き、評価検討会を公開として実施した。

5．プロジェクト評価における標準的な評価項目・評価基準

評価検討会においては、経済産業省産業技術環境局技術評価室において平成21年6月1日に策定した「経済産業省技術評価指針に基づく標準的評価項目・評価基準について」のプロジェクト評価（中間・事後評価）に沿った評価項目・評価基準とした。

1．事業の目的・政策的位置付けの妥当性

(1) 事業目的は妥当で、政策的位置付けは明確か。

- ・事業の政策的意義（上位の施策との関連付け等）
- ・事業の科学的・技術的意義（新規性・先進性・独創性・革新性・先導性等）
- ・社会的・経済的意義（実用性等）

(2) 国の事業として妥当であるか、国の関与が必要とされる事業か。

- ・国民や社会のニーズに合っているか。
- ・官民の役割分担は適切か。

2. 研究開発等の目標の妥当性

(1) 研究開発等の目標は適切かつ妥当か。

- ・目的達成のために具体的かつ明確な研究開発等の目標及び目標水準を設定しているか。特に、中間評価の場合、中間評価時点で、達成すべき水準（基準値）が設定されているか。
- ・目標達成度を測定・判断するための適切な指標が設定されているか。

3. 成果、目標の達成度の妥当性

(1) 成果は妥当か。

- ・得られた成果は何か。
- ・設定された目標以外に得られた成果はあるか。
- ・共通指標である、論文の発表、特許の出願、国際標準の形成、プロトタイプの作製等があったか。

(2) 目標の達成度は妥当か。

- ・設定された目標の達成度（指標により測定し、中間及び事後評価時点の達成すべき水準（基準値）との比較）はどうか。

4. 事業化、波及効果についての妥当性

(1) 事業化については妥当か。

- ・事業化の見通し（事業化に向けてのシナリオ、事業化に関する問題点及び解決方策の明確化等）は立っているか。

(2) 波及効果は妥当か。

- ・成果に基づいた波及効果を生じたか、期待できるか。
- ・当初想定していなかった波及効果を生じたか、期待できるか。

5. 研究開発マネジメント・体制・資金・費用対効果等の妥当性

(1) 研究開発計画は適切かつ妥当か。

- ・事業の目標を達成するために本計画は適切であったか（想定された課題への対応の妥当性）。
- ・採択スケジュール等は妥当であったか。

- ・選別過程は適切であったか。
 - ・採択された実施者は妥当であったか。
- (2) 研究開発実施者の実施体制・運営は適切かつ妥当か。
- ・適切な研究開発チーム構成での実施体制になっているか、いたか。
 - ・全体を統括するプロジェクトリーダー等が選任され、十分に活躍できる環境が整備されているか、いたか。
 - ・目標達成及び効率的実施のために必要な、実施者間の連携 / 競争が十分に行われる体制となっているか、いたか。
 - ・成果の利用主体に対して、成果を普及し関与を求める取組を積極的に実施しているか、いたか。
- (3) 資金配分は妥当か。
- ・資金の過不足はなかったか。
 - ・資金の内部配分は妥当か。
- (4) 費用対効果等は妥当か。
- ・投入された資源量に見合った効果が生じたか、期待できるか。
 - ・必要な効果がより少ない資源量で得られるものが他にないか。
- (5) 変化への対応は妥当か。
- ・社会経済情勢等周辺の状況変化に柔軟に対応しているか (新たな課題への対応の妥当性) 。
 - ・代替手段との比較を適切に行ったか。

6 . 総合評価

第2章 プロジェクトの概要

1. 事業の目的・政策的位置付け

1 - 1 事業の目的

石油は今後とも我が国の主要なエネルギー源であり、供給源の多様化や今後見込まれる需要構造変化に対応し、安定的かつ効率的な石油製品等の供給を確保することが重要である。

今後予想される原油の重質化、供給源の多様化や国内石油製品需要の白油化、重油需要の減少が加速している状況に対応するために、重質油を分解して、輸送用燃料を中心とした白油や付加価値の高い石油化学原料を製造する革新的な石油精製技術の研究開発が求められている。

さらに、重質油やオイルサンド等の非在来型原油の利用性を高めるために、これらの分解・有用化技術を開発することは原油供給源の多様化につながり、我が国のエネルギーセキュリティ向上に大きく貢献する。

本技術開発事業では重質油から付加価値の高いガソリンや石油化学原料を得る技術等、製油所の高度化のための革新的な石油精製技術を開発することにより、石油の安定供給を図ることを目的としている。

また、本事業で開発する技術は、従来技術より重油の得率を減少させ、白油（ガソリンやプロピレンなど）の得率を向上させる技術である。石油製品需要の白油化が進む現在において、これは、より少ない原油処理量で製品生産が可能となることを意味し、この原油処理削減は温室効果ガス削減に寄与する。

本事業で実施する技術開発・研究開発は以下の4項目である。

(1) 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する。

(2) 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

我が国の製油所における主要な重質油処理装置である重油直接脱硫装置（直脱）、流動接触分解装置（FCC）、および残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し、重質油を白油、石油化学原料等に転換する技術を確立する。

(3) 超重質油・オイルサンド油等の精製・分解技術の開発

非在来型の石油資源として埋蔵量の豊富なオイルサンド油等のピチュメンや超重質油を精製し、世界で最も厳しい水準にある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、および石油化学原料に転換する技術を開発することにより、国内で利用可能な原油の幅を拡大し、エネルギーセキ

ユリティ向上に貢献する。

(4) 革新的精製技術シ - ズ創製のための研究開発

日本から世界に発信する新規重質油分解技術等の世界最先端の精製技術シーズを創製するため、産官学の連携により、基盤となる革新的な触媒技術及び超臨界流体による分解等のプロセス理論を構築し、新技術の創出を図る。

1 - 2 政策的位置付け

平成19年3月に閣議決定された「エネルギー基本計画」において「我が国における石油需要は、C重油等の需要が減少し、揮発油・灯油・軽油等の軽質・中間留分の需要の割合が増加する等、製品需要の軽質化が進む一方、残さ油など重質留分需要の減少（ボトムレス化）が進んでいる。その一方で、新たに供給される原油は重質化することが見込まれており、需要の変化に対応した装置構成の実現など、非在来型原油も含めた石油の効率的・高度利用に取り組むことが、石油精製業の経営基盤の強化を図る上で不可欠である。このため、石油精製業においては、オイルサンドやオリノコータル等非在来型原油や超重質油の分解能力向上を図るための技術開発、HS-FCC（高過酷度流動接触分解装置）等による残さ等重質留分の有効活用に向けた取組等を強化することが期待される。国はこうした石油の効率的・高度利用技術の開発や普及への取組が円滑に進むよう、所要の環境整備をすすめる。」とされている。

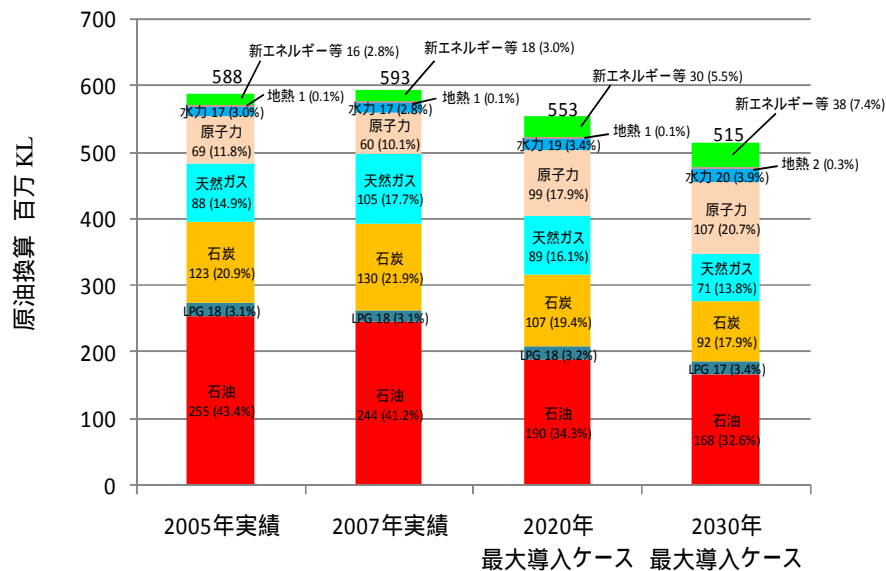


図1 - 1 我が国における一次エネルギー供給の推移

出典：「総合資源エネルギー調査会総合部会 第2回需給部会 資料」平成21年8月 資源エネルギー庁

石油は図1 - 1 に示すように2030年においても、我が国一次エネルギー

供給の3割以上を占める重要なエネルギー源と位置付けられている。

一方、石油製品の需要は図1-2に示すように今後ともガソリン等の需要の白油化が進む一方、重油分の需要減少がさらに進むと見込まれている。

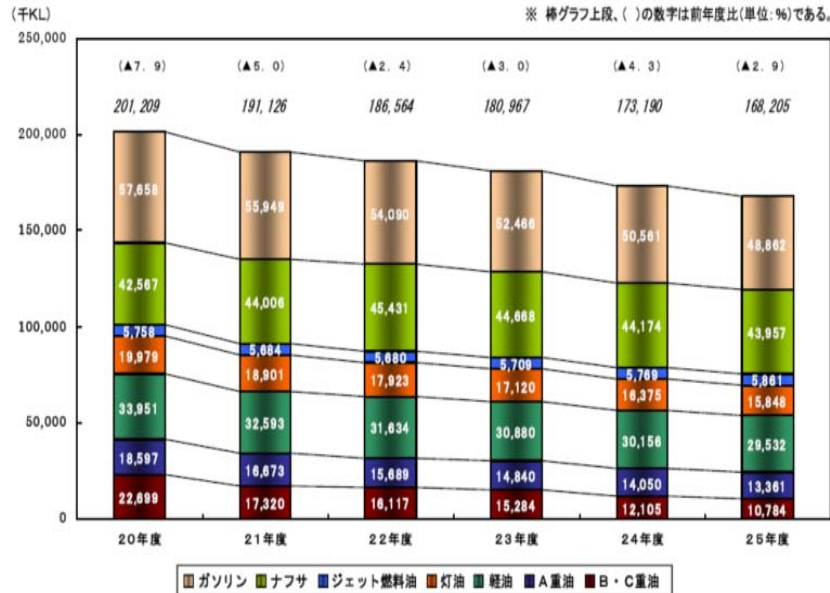


図1-2 平成21～25年度石油製品需要見通し(燃料油)

出典:石油製品需要想定検討会(平成21年3月) 資源エネルギー庁

このような状況の下、平成21年4月に取りまとめた「技術戦略マップ2009」の「エネルギー分野」で設定された5つの政策目標のうち「化石燃料の安定供給確保と有効かつクリーンな利用」において図1-3のとおり導入シナリオが示されており、本事業で取り組んでいる技術開発は図1-4の技術ロードマップに重質原油利用技術(5201J) および超重質油高度分解・利用技術(5411D, 5412D)として示されている。

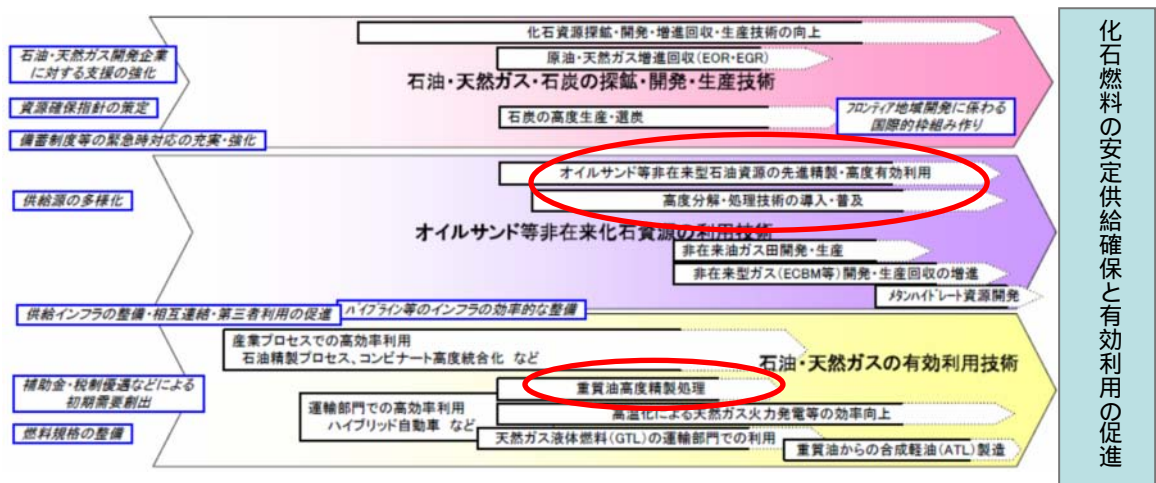


図1-3 「化石燃料の安定供給確保と有効かつクリーンな利用」に向けた導入シナリオ

出典:「技術戦略マップ2009」(平成21年4月) 経済産業省

No.	エネルギー技術 個別技術	2010	2015	2020	2025	2030～
5201J	20.重質原油利用技術					
	重質油等高度対応処理 合成軽油製造技術			FT合成技術 水素化分解技術 重質油のガス化技術	HSFCCプロセス開発技術 分解軽油水素化分解触媒技術 分解ガス成分異性化触媒技術 重質油対応直接脱硫触媒技術 残渣分解触媒技術	重質油からの合成軽油製造技術(ATL)
5411D	41.超重質油高度分解・ 利用技術					
	オイルサンド等の 高度分解・処理技術			水素化分解技術 新規水素化分解触媒開発 流動接触分解技術	デル・ピット35%以上、シン・ピット50%以上溜合処理可能な触媒・プロセス技術開発 オイルサンドビチューメンを60%以上分解可能なプロセス技術の確立	
5412D	41.超重質油高度分解・ 利用技術					
	オイルサンド・ビチューメン等の 高度利用・活用技術			超臨界水による脱金属技術等 超臨界における水による重質油分解技術 亜臨界における水による重質油分解技術	熱分解(コーカー)最適化技術 改質・分解触媒技術 合成原油処理用触媒技術	分解軽油の石化原料転換技術等のオイルサンドへの活用 硫黄分10 ppm以下ガソリン・軽油の製造技術確立

図1 - 4 「化石燃料の安定供給確保と有効かつクリーンな利用」に寄与する技術の
技術ロードマップ（一部抜粋）

出典：「技術戦略マップ2009」（平成21年4月）経済産業省

本事業において実用化技術の確立を目指す、重質油対応型高過酷度流動接触分解（HS-FCC）技術は、サウジアラビア等からも高い評価を受けており、産油国との関係強化、競争力強化への貢献度は極めて高い。また、中国・インド等の新たな大消費国と伍していく上で、極めて重要なツールとなる技術である。

更に新政権において打ち出された経済と環境の両立を目指す「グリーンイノベーション」の対象となっている「環境・資源・エネルギー分野の革新的な技術等の研究開発」の一つとして本事業は位置づけられており、例えばHS-FCC技術では、より少ない原油処理量で同一量の白油が得られるため、17万BPD（*注）規模の製油所において、2020年の時点で年間26万トンのCO₂削減が可能となることから、我が国の温暖化ガス削減にも寄与するものである。

*注： barrels per day（バレル/日） 1バレルは約159リットル

1 - 3 国の関与の必要性

本事業は、原油輸入の中東依存、今後見込まれる重油の需要減退や原油の重質化といった課題に対応し、多様な原油処理、より少量の原油から必要な石油製品の精製を可能にするもので、我が国産業や国民生活に対する経済的効果、エネルギーセキュリティ確保、さらには温室効果ガス削減の点から重要な事業であり、経済的・社会的インパクトは極めて大きい。

世界各国において、国主導によるエネルギー・資源確保戦略が展開される中、我が国としても、革新的な技術を確立、活用するといった戦略的な取組が不可欠である。

本事業で研究開発に取り組んでいる革新的な精製技術は世界最先端の重質油分解・有用化技術、非在来型原油精製技術であり、技術開発のハードルが高く、リスクを伴う。

例えば HS-FCC 技術については、原料油処理量 30 BPD 規模の実証試験には成功しているものの、商業装置の規模はその 1000 倍程度となるため、世界初のダウンフロー形式によるプロセス技術の商業化には少なくとも 100 倍規模の実証プラントによるスケールアップ研究が不可欠である。この 100 倍のスケールアップには新規要素技術に係る予測不能な問題等、高いリスクが有り、民間企業のみでの取り組みは困難である。

また、重質油の高度分解・有用化技術開発においては触媒の活性点構造制御や酸性質の精密制御のためにナノレベルでの構造解析・分析技術に加えて新規な触媒調製手法の構築が必要となり、超重質油・オイルサンド等の精製・分解技術の開発においてはオイルサンド油に多く含まれる窒素化合物の反応阻害抑制、芳香環への選択的水添、開環・分解は分子レベルの反応制御であり、石油精製では初めてとなる分子レベルによる分析・反応解析が必要となる等、既存技術の組み合わせのみでの対応は難しい。

これらの研究開発成果については、上記のとおり高い公益性が期待できるとともに、高いリスクが伴い民間企業のみでの取組が困難であることから国が関与することが必要である。

2 . 研究開発等の目標

2 - 1 研究開発目標

2 - 1 - 1 全体の目標設定

本技術開発事業は平成19年度から平成23年度までの5年間で実施する予定であり、個別要素技術開発ごとにその最終目標および中間目標を設定して以下の4項目について研究開発を進めている。

(1) 重質油対応型高過酷度流動接触分解(HS-FCC)技術の開発

世界初のダウンフロー方式による反応器を使用する3,000BPD規模の実証化装置を用いてプロピレン収率20%以上、ガソリン収率20%以上を維持しつつ長期連続運転を達成し、商業装置の設計・運転が可能な技術として確立することにより、確立後なるべく早い段階での商業化を目指す。平成22年12月から開始予定の運転研究に円滑に移行できるよう実証化装置の設計、建設を進めることを中間目標とした。

(2) 重質油高度分解・有用化技術の開発

重質油脱硫能力の飛躍的向上(減圧残油(VR)処理比率0.50%)やFCCの残油混合処理比率増(30.50%)等により重油削減を可能とすることを全体目標としている。そのため、個々の装置では、直脱の水素化分解機能向上(分解率10%向上)、RFCCでの分解率向上(ガソリン収率2.5%以上向上、残油分解率2%向上)等により、C重油12%減、ガソリン2.5%増、石油化学原料6%増を達成する。実験室レベルの触媒(直脱、残油水素化分解、FCC、RFCC、軽油脱硫)等の要素技術の確立を中間目標として研究開発を進めている。

本技術開発で実施しているのは以下の3テーマである。

原油重質化に対応したガソリン基材確保のための硫黄分高度吸着除去技術の開発

FCCの高機能化による新規重質油処理技術の開発

重質原油の高分解を達成するRFCCトータルシステムによる新規重質油高度分解・有用化技術の開発

(3) 超重質油・オイルサンド油等の精製・分解技術の開発

オイルサンド合成原油を国内製油所で50%混合処理した場合にも我が国の品質規格を満足する灯軽油を製造できる技術を確立することが全体目標である。ディーゼル軽油においては世界に先駆けたサルファーフリー(10ppm)化に加

え、燃焼性についても始動性、白煙発生等の問題のない世界最高レベルのセタン指数が規格化され、また、灯油においては室内燃焼器に使用されるという我が国の用途の特殊性から煙点（煤発生の指標）が規格化された、超クリーン燃料である。そのため、目標値としてはオイルサンド由来の熱分解軽油留分を国内品質規格（特にセタン指数（50））に適合させるとともに、オイルサンド由来の FCC 分解軽油（LCO）を転換し、ガソリン（50～70%）や石油化学原料（20%）を得る技術を確認する。中間目標としては事業終了時目標に対する中間値としてオイルサンド合成原油を25%混合処理、熱分解軽油留分のセタン指数45を設定している。

本技術開発で実施しているのは以下の3テーマである。

超重質油（オイルサンド）等の分解有用化技術開発

オイルサンド合成原油のわが国石油製品への適用化の技術開発

超臨界流体反応をキーとする選択的分解による非在来型重質油等アップグレーディング技術の開発

（4）革新的精製技術シーズ創製のための研究開発

触媒、プロセス等の精製技術シーズを創製するための基盤的技術の研究開発として、以下の2テーマについて大学等との共同研究を進めている。

本研究開発では

革新的精製触媒技術開発

革新的超臨界水熱分解技術開発

研究開発の目的は重質油を分解して高オクタン価ガソリンを製造する FCC 触媒および、高分解率新規超臨界水熱分解の基礎技術開発であり、各反応段階を制御する触媒の設計・検討および超臨界水熱反応機構の解明のための検討をおこなうところまでを中間目標としている。

表 2 - 1 . 全体の目標

目標・指標 (事後評価時点)	目標・指標 (中間評価時点)	設定理由・根拠等
<p>3,000 BPD 規模の重質油対応型高過酷度流動接触分解 (HS-FCC) 実証化装置を設計・建設し、長期連続運転を達成することにより、商業装置の設計・運転が可能な技術として確立する。</p>	<p>平成 23 年度の運転研究に円滑に移行できるよう実証化装置の設計、建設を進める。 (平成 21 年度建設開始)</p>	<p>事業終了後、速やかな実用化を目指すため。 30 BPD 規模の実証化試験装置ではプロピレン収率 20 mass% 以上を達成しているが、流動シミュレーターを駆使したダウンフローリアクター・セパレーターのスケールアップ 検討も並行して実施する。</p>
<p>重質油脱硫能力の飛躍的向上、FCC の残油混合処理比率増等により重油削減を可能とする重質油高度分解・有用化技術を開発する。</p>	<p>実験室レベルで触媒 (直脱、残油水素化分解、FCC、RFCC、軽油脱硫) 等の要素技術を確認する。</p>	<p>平成 21 年度から 23 年度の間に順次、工業生産規模での触媒製造技術開発ならびに実プラントでの実証化研究を行うため、中間段階において、触媒要素技術を確認しておく必要がある。</p>
<p>オイルサンド合成原油を国内製油所で 50% 混合処理した場合にも我が国の品質規格 (硫黄分、セタン指数、煙点) を満足する灯軽油を製造できる技術を確認する。</p>	<p>事業終了時品質値目標に対する中間値を中間目標とする。</p>	<p>国内既設製油所への適用を前提とすれば蒸留塔の限界から合成原油の混合比率は 50% が限界であることから、この上限値を目標値とした。</p>
<p>重質油を分解して高オクタン価ガソリンを製造する FCC 触媒および、高分解率新規超臨界水熱分解の基礎技術開発</p>	<p>各反応段階を制御する触媒の設計・検討および超臨界水熱反応機構の解明のための検討を実施する。</p>	<p>世界に発信する超重質油、オイルサンド分解技術シーズ創製のための目標として設定。</p>

2 - 1 - 2 個別要素技術の目標設定

表 2 - 2 . 個別要素技術の目標

要素技術	目標・指標 (事後評価時点)	目標・指標 (中間評価時点)	設定理由・根拠等
(1)重質油対応型高過酷度流動接触分解(HS-FCC)技術の開発	3,000BPDの重質油対応型高過酷度流動接触分解実証化装置を用いてプロピレン収率20mass%以上及びガソリン収率20mass%以上を達成し、実用化のための技術を確立する。	HS-FCC 実証化装置の設計を行う 3,000BPD 実証化装置の主要機器を開発する。 3,000BPD 実証化装置の基本設計を実施する。 3,000BPD 実証化装置の詳細設計と製作設計・材料調達を開始する。	重質油を分解して石油化学製品と高オクタン価ガソリンを生産する世界初のダウンフローリアクター方式によるプロセスを実用化する。
(2)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 原油重質化に対応したガソリン基材確保のための硫黄分高度吸着除去技術の開発	・原料硫黄分200%の上昇に対して、ガソリンのオクタン価低下を従来並み(1~4)もしくはそれ以下に抑制する。 ・ベンチ規模において、150以下で再生処理なしで3ヶ月以上の推定寿命を達成する。 ・トンレベルの工業的製造方法を確立する。	・実験室規模において左記目標を達成する。 ・実験室規模において左記目標を達成する。 ・10kgレベルの工業的製造方法を確立する。	原油の重質化に伴い硫黄分が上昇すると、FCCガソリンの水素化脱硫において、脱硫率の上昇に伴う大きなオクタン価ロスが発生し、ガソリンの品質確保が困難となる。硫黄分高度吸着除去プロセスをFCCガソリン水素化脱硫に追加設置することによって、FCCガソリンの脱硫率を維持し、オクタン価ロスを抑制する。
FCCの高機能化による新規重質油処理技術の開発	・直脱で常圧残油(AR)と減圧残油(VR)混合	・触媒上へのコーク析出を抑制する新規直脱触	原油の重質化及び製品需要の変化により、今

<p>重質原油の高分解を達成する RFCC ト - タルシステムによる新規重質油高度分解・有用化技術の開発</p>	<p>処理(50 / 50)による FCC のための新規重質油処理技術を開発する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ FCC における脱硫重質残油(DSR 50%) 混合処理で、FCC ガソリンのオクタン価(1 RON) を向上させる技術を開発する。 ・ FCC で生産される LCO 留分の 50% をクリーンな軽油基材へと転換可能とする技術を開発する。 <p>・残油分解率を既存直接脱硫技術より 10 vol%以上向上(残油脱硫率維持)させる技術を開発する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ ガソリン収率を既存 RFCC 技術に比べ 2.5 vol%以上向上させ、残油分解率を既存 RFCC 技術に比べ 2 vol%以上向上させる技術を開発する。 ・ RFCC から副生される分解ガスからのエチレン・プロピレン、芳香族収率を 90 wt%以上とする技術を開発する。 	<p>媒を開発し、実験室規模での最終目標を達成可能とする触媒仕様を確立する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ ゼオライト及びマトリックスの改良により、実験室規模での最終目標を達成可能とする触媒仕様を確立する。 ・ ベンチ規模で最終目標を達成可能とする触媒を開発し、工業製造規模での触媒仕様を確立する。 <p>・実験室規模で最終目標を達成可能とする RHYC 触媒を開発し、RH 触媒組合せの最適化に着手する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ ベンチ規模で目標性能面、実用面(機械的強度等) の仕様探索を行い、実装置に充填する実証化 RFCC 触媒の仕様を確立する。 <p>・実ガスを想定した原料を用いた転換実験で、最終目標を達成可能な触媒組成仕様を確立する。</p>	<p>後、余剰が懸念される重油生産量を削減するため、直脱では減圧残油(VR) の増処理を可能とする技術開発、FCC では脱硫重質残油を増処理可能とする技術開発および軽脱では重油基材として使用されていた分解軽油(LCO) をサルファーフリー軽油へ変換する技術開発を行う。</p> <p>原油の重質化、重油需要の激減が見込まれる状況の中、多額の費用が予想される設備対応をすることなく、触媒の技術開発により、重質残油水素化分解システム(RHYC)、重質残油流動接触分解システム(RFCC) で、重質残油をガソリン、灯油、軽油等へ高分解し、分解ガス転換システムで、重油の用途先である自家用燃料に用いられている分解ガス(重質残油の分解過程で副生) を石化原料であるエチレン・プロピレン、芳香族へ有用物として転換を図る。</p>
---	---	--	--

<p>(3) 超重質油・オイルサンド油等の精製・分解技術の開発</p> <p>超重質油(オイルサンド油)等の分解有用化技術開発</p> <p>オイルサンド合成原油のわが国石油製品への適用化の技術開発</p> <p>超臨界流体反応をキーとする選択的分解による非在来型重質油アップグレード技術の開発</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・セタン指数向上技術:硫黄分10ppm以下、セタン指数50以上。 ・LCO分解技術:硫黄分10ppm以下、ガソリン収率70vol%以上。 ・オイルサンド混合灯油の煙点:24mm以上。 ・オイルサンド混合軽油のセタン価:52以上。 ・超臨界流体反応による熱分解重質留分の灯軽油留分転化率:50vol%以上。 ・選択的水素化分解反応による分解灯軽油留分からのガソリン留分収率80vol%以上。 	<ul style="list-style-type: none"> ・セタン指数向上技術:セタン指数45以上 ・LCO分解技術:ガソリン収率50vol% ・オイルサンド混合灯油の煙点:22mm以上。 ・オイルサンド混合軽油のセタン価:47以上。 ・超臨界流体反応による熱分解重質留分の灯軽油留分転化率:40vol%以上。 ・選択的水素化分解反応による分解灯軽油留分からのガソリン留分収率60vol%以上。 	<ul style="list-style-type: none"> ・オイルサンド油の軽油留分をJIS規格に満足させる。 ・急激な需要低減が予想される分解軽油(LCO)をガソリンまたは、今後需要が増大する石油化学原料に転換する。 ・合成原油50%混合処理において、製品のJIS規格を満足する。 ・オイルサンド油の熱分解重質油から灯軽油留分を転化するとともに、さらに付加価値の高いガソリンや石化原料に転化する技術開発を目指す。
<p>(4)革新的精製技術シ - ズ創製のための研究開発</p> <p>革新的精製触媒技術開発</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・重質油を原料とし、高オクタン価ガソリンの製造を高効率で行う(増産する)新規重質油対応 FCC 触媒技術を開発する。 	<ul style="list-style-type: none"> ・重質油からガソリン留分への分解過程を反応前期、中期、後期の三段階に分類し、それぞれの反応を制御する触媒の設計・検討を行う。 	<ul style="list-style-type: none"> ・反応ステージ毎に触媒材料面、触媒システムの最適化からアプローチすることで触媒技術の開発を実現する。

<p>革新的超臨界水熱分解技術開発</p>	<p>・ 超重質油を原料とし、新規超臨界水熱分解技術を利用して水熱分解の限界を追求すると同時に、触媒等の組み合わせ等により、ラボレベルで、例えばオイルサンド処理で分解率90%以上となる革新的な新規技術を発明しその確立をする。</p>	<p>・ 基礎研究により、他の熱分解プロセスに比べ超臨界水熱分解反応の優位性を確認するとともに、反応機構の解明を進める。</p>	<p>・ ボトムレス指向から高分解率でオイルサンド等超重質油を分解する新規技術の開発を目指す。</p>
-----------------------	--	--	---

3 . 成果、目標の達成度

3 - 1 成果

3 - 1 - 1 全体成果

本技術開発は平成 19 年度から平成 23 年度までの 5 年間の計画で実施しており、個別要素技術ごとに最終目標および中間目標を設定して、研究開発を進めている。

重質油対応型高過酷度流動接触分解(HS-FCC)技術の開発では 3,000 BPD 実証化装置の基礎検討、基本設計を完了した。原油重質化に対応した重質油の高度利用・有用化技術の開発では直脱、FCC 装置等の新規分解触媒の開発、実験室規模での性能確認を進めている。また、超重質油・オイルサンド油等の精製・分解技術の開発においても、分解軽油のセタン指数向上のための新規触媒開発の目途を得た。

このように研究開発は順調に進められ、現時点までに各個別要素技術において当初設定した中間目標を達成、或いは達成できる見込みが得られている。以下にその概要を示す。

3 - 1 - 2 個別要素技術成果

(1) 重質油対応型高過酷度流動接触分解 (HS-FCC) 技術の開発

通常 FCC で用いられる上昇流反応器(ライザー)では原料油と触媒の混合には有利であるが、バックミキシングにより反応が不均一になる。HS-FCC では下降流反応器(ダウンナー)を用い、均一な反応を実現するとともに、リアクター入口混合機・出口分離器により原料油と触媒の混合・分離の問題を解消し、理想的な反応器を実現した。その結果、既存 FCC と比較して高温・短時間の反応によりガソリン、プロピレン等を高収率で生産することが可能となった。

本技術開発では 3,000 BPD の重質油対応型高過酷度流動接触分解(HS-FCC)実証化装置を用いてプロピレン収率 20 mass% 以上及びガソリン収率 20 mass% 以上を達成し、商業装置の設計・運転が可能な技術として確立することにより、確立後なるべく早い段階での商業化を目指す。

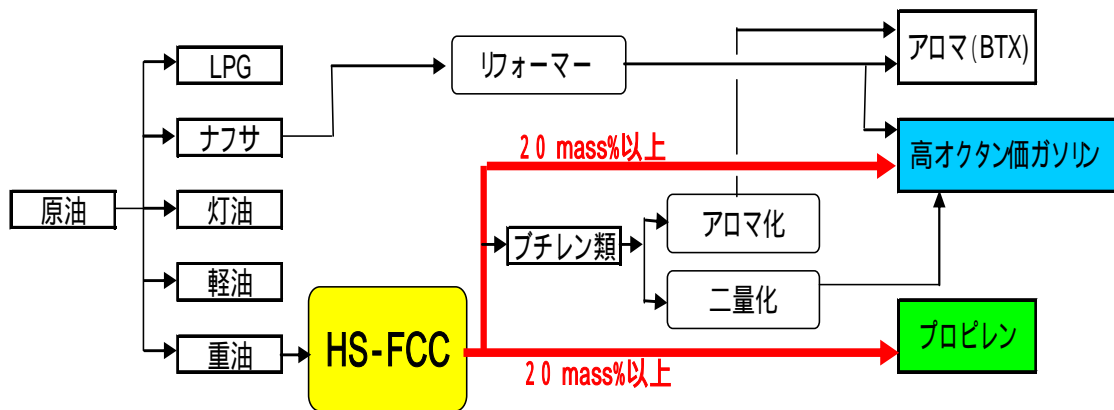


図 3 - 1 HS-FCC の製油所における位置づけ

現在までに得られた成果を以下にまとめる。

3,000 BPD 実証化装置の主要機器の開発

HS-FCC の主要機器であるインジェクター及びセパレーターの形状を検討し決定した。

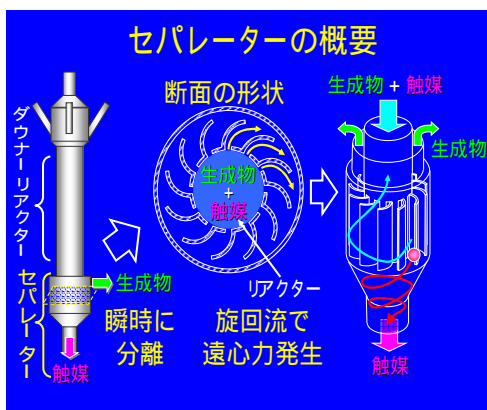


図 3 - 2 セパレーター概要



図 3 - 3 実証化装置概観図

3,000 BPD 実証化装置の基本設計

HS-FCC 技術を商業化するにあたり、反応・触媒循環再生系、製品の蒸留回収設備、排ガス処理設備を含めた全設備の基本設計を完了することで商業化設備が設計可能なことを確認できた。

3,000 BPD 実証化装置の詳細設計と製作設計・材料調達開始

詳細設計・調達・建設請負の検討と評価・選定を実施し、詳細設計と製作設計・材料調達を開始した。

(2) 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

原油重質化に対応したガソリン基材確保のための硫黄分高度吸着除去技術

の開発

本技術開発は、硫黄分の高度吸着剤（多孔質脱硫剤）を開発し、既存水素化処理設備に吸着処理を追加設置する事により水素化処理の負荷を下げ、原油が重質化し原料の硫黄分が増加した場合でも、FCC ガソリンのオクタン価低下を最小に抑え、ガソリンの安定的生産（品質及び量）を確保する事を目的とする。（図3 - 4）

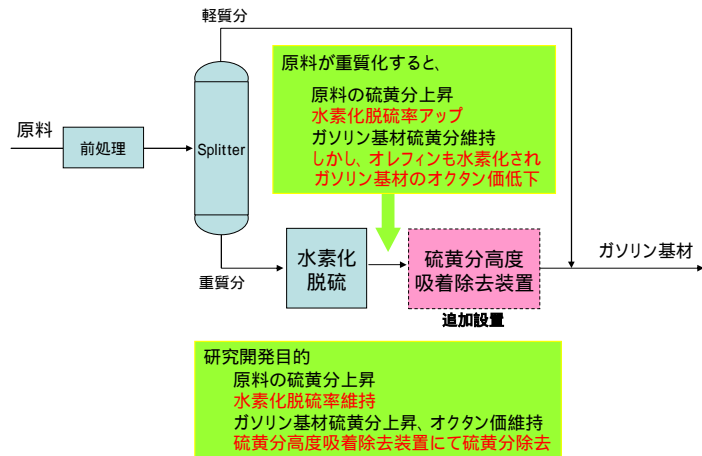


図3 - 4 硫黄分高度吸着除去技術開発の概要

中間評価時点での成果としては、エネルギー消費の少ない低温条件での脱硫作用機構を解明し、この知見に基づいて高度吸着剤の設計、開発を行い、実験室規模で、150において再生処理無しで3ヶ月以上の寿命をオクタン価ロス無く達成可能な高度吸着剤を開発することができた。（図3 - 5）また、工業生産化に向けて、トンレベルでの高度吸着剤工業的製造方法確立を前提にした、10kgレベルでの製造方法を確立することができた。

1. 低温条件（約150）での脱硫機構の解明
 - 有機S化合物のC-S開裂（A部）
 - Ni₃S₂からZnOへのS移動（B部）
2. 脱硫機構を促進する高度吸着剤の開発
 - 吸着剤の微粒子化
 - 吸着剤最適焼成温度の探索
 - 吸着剤調製条件（原料、PH等）最適化
 - 第3成分添加
 - 高寿命化

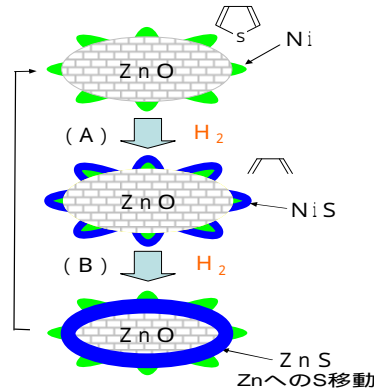


図3 - 5 硫黄分高度吸着剤の脱硫機構・開発

FCCの高機能化による新規重質油処理技術の開発

原油の重質化及び製品需要の変化により、余剰が懸念される重油生産量を削減するにあたり、大規模な設備投資を回避すべく触媒の技術開発を中心とした、FCCの高機能化による新規重質油処理技術の開発を行う。本技術は、脱硫減圧軽油を原料として処理するタイプのFCC装置を対象として、FCC原

料の前処理装置である重油直接脱硫（直脱）装置では減圧残油（VR）の増処理を可能とする技術開発を、FCC 装置では脱硫重質残油を増処理可能とする技術開発を行う。また、軽油脱硫（軽脱）装置では重油基材として使用されていた分解軽油（LCO）をサルファーフリー軽油へ変換する技術開発を行う。（図3 - 6）

既存の直脱装置では重質成分の水素化能力不足のためコーク析出による触媒活性低下が著しく、減圧残油（VR）処理は困難であった。FCC 触媒においても重質油処理によるコーク生成増加、重金属分体積による活性低下の問題があった。本技術開発ではナノ構造を分析・解析・制御するナノテクノロジーにより触媒の構造・活性点を制御し、これら問題点の解決を図るものである。

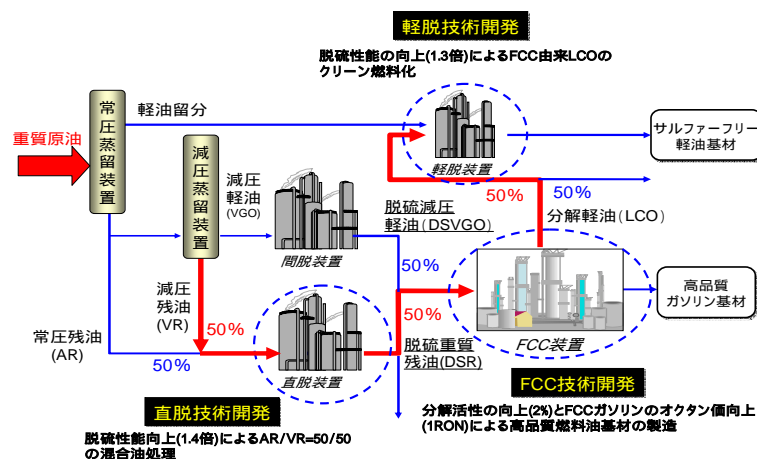
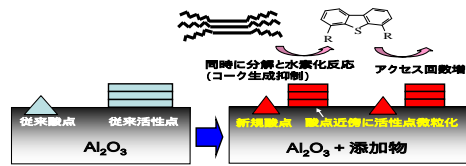


図3 - 6 FCCの高機能化による新規重質油処理技術開発の概要

中間評価時点での成果は、直脱触媒開発においては、添加物探索等により触媒上へのコーク析出を抑制する新規直脱触媒を実験室規模で見出した。FCC 触媒開発では、FCC 触媒の構成成分であるゼオライトの酸密度及びマトリックス成分等を改良し、高い分解活性とFCC ガソリンのオクタン価1向上の性能を有する触媒を実験室規模で開発した。また、軽脱触媒開発では、第三成分を添加する触媒調製方法の改良によって脱硫活性の最大化を図れる触媒を開発し、LCO 処理に必要な脱硫能力を有する工業規模での触媒仕様を決定した。（図3 - 7）

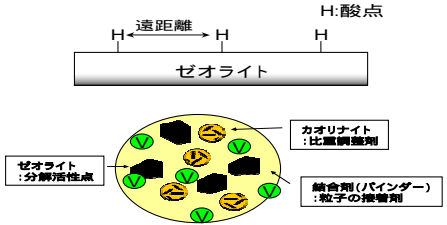
直脱技術開発の課題

1. VR処理アップに伴い増加するアスファルテンの水素化能の向上
 添加物による新規酸点形成
 担体改良による活性点のナノ粒子化
 及び新規酸点近傍への配置



FCC技術開発の課題

1. ガソリンの組成制御(オレフィン量増加、軽質化)によるガソリンのオクタン価向上
 多価カチオン量の制御による酸点間距離の拡大(オレフィン量増加)と酸強度制御(軽質化)
2. 原料中の重金属(V:バナジウム)の堆積を抑制し、残渣処理比率を向上
 ゼオライトの脱Al抑制(Vの高分散化)による分解活性点の維持、コーク生成の少ない分解反応の促進



軽脱技術開発の課題

1. FCCで生産される分解軽油(LCO)留分の水素化能力向上
 活性成分の種類、最適添加量の探索による活性点の高分散化
2. 耐窒素・耐芳香族性の向上
 触媒担体の改質による表面の酸性質制御

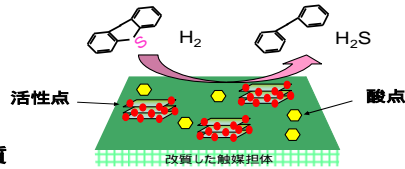


図3 - 7 各触媒の技術開発課題

重質原油の高分解を達成するRFCCト - タルシステムによる新規重質油高度分解・有用化技術の開発

前テーマと同様に、触媒の技術開発を中心に、重油を他の有用な製品へ転換するRFCCト - タルシステムによる新規重質油高度分解・有用化技術の開発を行う。本技術は、脱硫重質残油を原料として処理するタイプのRFCC(重油流動接触分解)装置を対象として、重質残油水素化分解システム(RHYC)、重質残油流動接触分解システム(RFCC)で、重質残油をガソリン、灯油、軽油等へ高度分解するとともに、分解ガス転換システムで重質残油の分解過程で副生する分解ガスを石化原料であるエチレン・プロピレン、芳香族等の有用物に転換する。(図3 - 8)

従来の直脱 + RFCC システムにおいては直脱は脱硫主体であり、分解機能は低かった。本研究開発では従来用いられてきたアルミナ担体に代わり、触媒主成分に分解機能(酸点)の高いゼオライトを用いた世界に類のない直脱装置用分解触媒を開発し、RFCCでの分解機能向上技術、さらにRFCCからの分解ガスを有用化(石油化学原料化)する新規な技術を加えてシステム全体で重油得率の大幅削減を達成するものである。

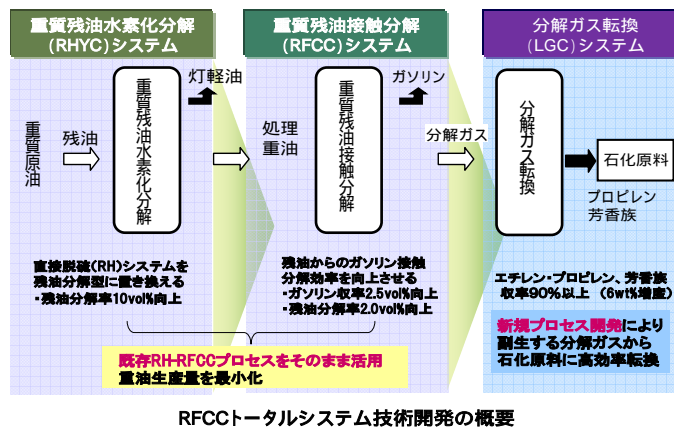


図 3 - 8 RFCCトータルシステムの技術開発概要

中間評価時点での成果は、重質残油水素化分解システム（RHYC）においては、実験室規模にて、ゼオライト最適含量、担持金属の探索等を行い既存の脱硫触媒と比べ残油分解率 10 vol% 以上（残油脱硫率維持）の性能を有する触媒を開発するとともに、RHYC 触媒の性能を発揮させる触媒組合せシステムの最適化検討にも着手した。また、実験室規模での触媒調製条件を元に、触媒実製造装置で工業試作し、同じ性能が得られることも確認した。

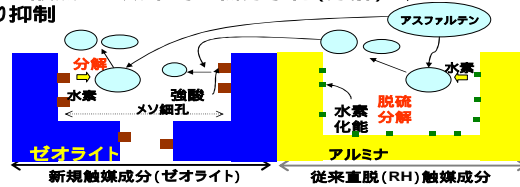
重質残油接触分解システム（RFCC）においては、実験室規模にて、触媒構成成分であるゼオライトの格子定数(UD)を低下させた触媒は酸量が少なく、ガソリン選択性がよいことを見出した。また、熱処理したアルミナや異種マトリックスと組み合わせると残油の分解性も向上することを見出した。このことから、低 UD ゼオライトと焼成アルミナ、若しくは異種マトリックスの組み合わせ最適化による触媒仕様を確立した。

分解ガス転換システムは、実ガスを想定した原料を用いた転換実験で、活性金属種の探索、ゼオライト細孔制御、表面修飾剤の検討等により、目標収率 90 wt% 以上を達成可能な触媒組成仕様を確立した。

重質残油水素化分解 (RHFC) システムの課題

RHFC触媒技術

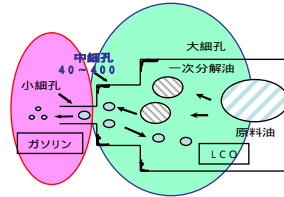
1. アスファルテンで代表される重質分子を酸点にて効率的に低分子化(分解)し、劣化要因(コーキング)を水素化能により抑制
 ゼオライト改質による分解酸点強化
 活性点設計による水素化能強化
 ゼオライト混合の工夫による分解と水素化のシナジー発揮
 担体細孔径の制御による重質分子の拡散促進



重質残油接触分解 (RFCC) システムの課題

RFCC触媒技術

1. 分解ガソリンからLPG、コーク、軽質ガスへの過分解抑制によるガソリン収率向上
 ゼオライトの低格子定数化による酸量の最適化(図部)
2. 脱硫重油、分解軽油からの分解率向上
 焼成アルミナ・異種マトリックスの選定による細孔の大きさ最適化(図部)



分解ガス転換システムの課題

分解ガス転換触媒技術

1. 芳香族生成・C2/C3生成の活性点の設計・構築(図部)
 固体酸点、芳香族化活性点の活性金属種の選定、配置、導入法の検討
2. 生成物選択性の改善(図部)
 ゼオライト細孔精密制御
3. 価値の低い重合物の生成抑制(図部)
 表面修飾剤の検討

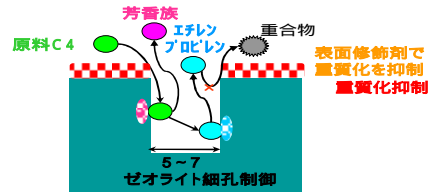


図3-9 各触媒の技術開発課題

(3) 超重質油・オイルサンド油等の精製・分解技術の開発

超重質油(オイルサンド)等の分解有用化技術開発

本技術開発は、セタン指数が低く国内規格を満足しない合成原油・オイルサンド熱分解油の軽油留分のセタン指数向上技術を開発するとともに、合成原油・オイルサンド油熱分解油の重質軽油留分を FCC 装置で分解処理するとガソリン収率が低下し、分解軽油(LCO)の収率が増加するため、LCOを分解してガソリン・石化原料へ転換する LCO 分解技術を開発するものである。(図3-10)

これまで石油精製の技術開発は蒸留性状で分けられた留分を捉えたものであったが、原料油、中間生成油、最終製品の各々を分子レベルで定量分析し、分子毎の反応解析を行うことで、必要製品を最大効率で得ることができる反応ルートを基に触媒の開発を行い、セタン価向上技術については、合成原油軽油留分のセタン指数を最終目標である50以上を達成し、LCO分解技術については、高分解活性が期待できる触媒を選定した。

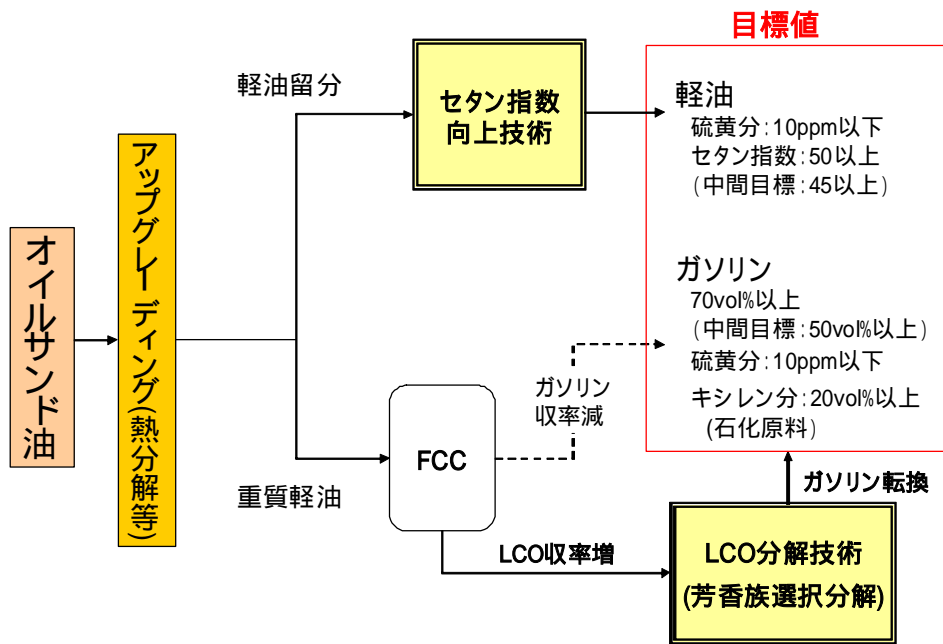


図3 - 10 技術開発完成時の図解

オイルサンド合成原油のわが国石油製品への適用化の技術開発

本研究は、オイルサンド合成原油を石油と混合処理して燃料製品を製造する技術を開発することである。特に、製品品質上問題となる灯油の煙点および軽油のセタン価の向上に焦点をあて、国内製品として適用するための技術開発を実施している。(図3 - 11)

ベースデータとしてオイルサンド系灯油および軽油の水素化処理実験を実施した結果、市販触媒では灯油の煙点は向上しないこと、アモルファス系触媒により軽油のナフテンが開環するものの軽質化が進行するためにセタン価が低下すること、触媒上の担持金属の調整により芳香族を十分に水添可能なことがわかった。また、製品のエンジンへの影響を検討するため、石油系軽油を用いてエンジン耐久試験を開始した。

石油系およびオイルサンド系の軽油留分を50:50で混合した原料を開発触媒で水素化精製した結果、セタン価の中間目標値(47)を達成する見込みが分かった。その結果、石油系およびオイルサンド系灯油を混合した原料についても、煙点の中間目標値(22)を十分達成できる見込みが分かった。

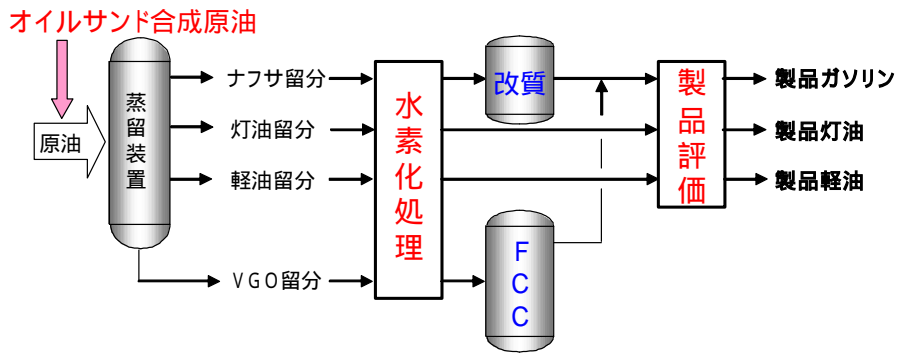
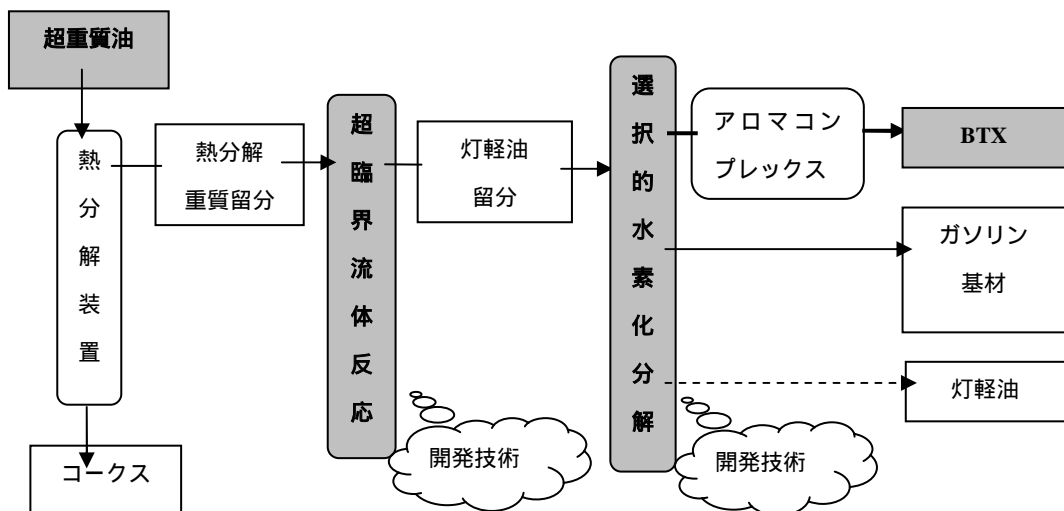


図3 - 1 1 製油所におけるオイルサンド合成原油処理フロー

超臨界流体反応をキーとする選択的分解による非在来型重質油等アップグレード技術の開発

本研究では、オイルサンドなど非在来型原料油を利用する方法として、熱分解 - 超臨界分解 - 選択水素化分解を組み合わせることにより、超重質油から将来余剰となる重油基材を生成することなく灯軽油・ガソリン・BTX等石化原料を製造できるプロセスを開発することを目的とし、特に熱分解後の超臨界分解、並びに選択水素化分解プロセスの開発に取り組んでいる。(図3 - 1 2)

超臨界分解反応並びに選択水素化分解の基本的反応解析を、モデル化合物を用いた反応挙動解析に取り組んだ結果、超臨界分解反応において芳香族化合物のアルキル基の長さにより分解反応速度が違うことを定量的に把握し、選択水素化分解においては固体酸の選定により炭素-炭素結合の開裂反応を選択的に進行させる触媒の開発が可能であることを見出した。



(4) 革新的精製技術シ - ズ創製のための研究開発

革新的精製触媒技術開発

重質油を原料とし、高オクタン価の分解ガソリンの製造を高効率で行う新規重質油対応 FCC 触媒技術の開発を目的とし、触媒設計、触媒合成、触媒評価、反応制御および反応条件の最適化の検討を進め、以下の成果を得た。

< 触媒設計、合成 >

多次元細孔ゼオライトの合成に用いる有機テンプレート剤の合成 (500g スケール)、多次元細孔ゼオライトの攪拌条件での合成 (100g スケール) に成功し、大量合成への目処をつけた。また、ゼオライトよりも大きな細孔を有する非晶質のシリカ - アルミナが調整でき、テンプレートの添加量の調整でより大きな細孔も調整可能であることを確認した。

< 触媒評価 >

実験室に設けた小型 FCC 反応装置で100%近くの物質収支が得られることを確認し、実験室でも触媒の評価が可能となった。また、FCC 反応生成物の詳細組成を分析する手法を確立し、ガソリン成分組成とオクタン価との相関を整理した。

< 反応制御、反応条件 >

モデル原料を用いて、以下に示すような反応制御を見いだした。

Si / Al 比が高い MFI ゼオライトで骨格異性化反応がさらに進行すること。
MFI ゼオライトの骨格の Si を Fe に置き換えた鉄触媒でオクタン価が30%向上すること。

反応温度の増大により分解とオレフィン組成が増進すること、及び接触時間の増大により水素移行とオレフィンの2量化が進行すること。

革新的超臨界水熱分解技術開発

超臨界水中でのピチュメンの熱分解挙動を検討した。熱分解 (水添加なし) と比較して、超臨界水中では、生成ガス収率が高くなる。また分解生成物は、高分子量成分が少なく低分子量成分が多くなっており、軽質化が進行していることがわかった。しかし、より高温で反応させると、同時に重質化もしている可能性が認められた。

コーク生成挙動について検討した。超臨界水中でピチュメンを分解すると、相平衡が反応に与える影響が大きく、熱分解反応に比較して、アスファルテンの分解が促進し、コークへの転換反応が抑制されることがわかった。

超臨界水に、ぎ酸を添加した実験を通して、超臨界水中ではシフト反応を介した水添反応が進行し、熱分解、あるいは超臨界水中よりも、高いアスファルテン分解率、低いコーク収率が得られることを見出した。

3 - 1 - 3 特許出願状況等

表 3 - 1 特許・論文等件数

要素技術	論文数	論文の被引用度数	特許等件数(出願を含む)	特許権の実施件数	ライセンス供与数	取得ライセンス料	国際標準への寄与
(1)重質油対応型高過酷度流動接触分解(HS-FCC)技術の開発	0	-	0	0	0	0	0
(2)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	0	-	13	0	0	0	0
(3)超重質油・オイルサンド油等の精製・分解技術の開発	1	-	12	0	0	0	0
(4)革新的精製技術シーズ創製のための研究開発	0	-	0	0	0	0	0
計	1	-	25	0	0	0	0

表 3 - 2 論文、投稿、発表、特許リスト

	題目・メディア等	時期
論文	日本芳香族工業会「アロマティックス」誌「選択的水素化分解による重質留分からのBTX類製造に関する技術開発」	H21.7
投稿	化学工業日報 「分解ガスから石化原料 RFCC新システム実証へ」	H21.7
発表	日本エネルギー学会・三部会合同シンポジウム「高過酷度流動接触分解装置(HS-FCC)の開発」	H19.11
	工業触媒研究会フォーラム「プロピレン増産用高過酷度流動接触分解装置(HS-FCC)の開発」	H20.1
	第34回精製パネル討論会セッション3「FCC・RFCC装置」	H20.2
	石油学会 第58回研究発表会(東京)「FCC触媒の強制劣化条件が触媒活性に及ぼす影響について」	H21.5
	石油学会 浜松大会(第39回石油・石油化学討論会)「ポルフィリン化合物共存下におけるDBTの脱硫反応」	H21.10

	石油学会 浜松大会 (第39回石油・石油化学討論会)「水素化脱硫触媒のキャラクタリゼーション」	H21.10
	石油学会 浜松大会 (第39回石油・石油化学討論会)「FCC触媒構成物質が触媒物性および活性に及ぼす影響について」	H21.10
	石油学会 東京大会 (第38回石油・石油化学討論会)重油流動接触分解触媒のガソリン選択性向上検討	H20.11
	第8回化学工学国際会議 (WCCE8) "Challenge to Developing Zeolite Hydrocracking Catalyst for Resid Hydrodesulfurization Unit"	H21.8
	第8回化学工学国際会議 (WCCE8) "Characterization of VGO by EI and CECl FT-ICR MS"	H21.8
	石油学会 浜松大会 (第39回石油・石油化学討論会)「電子イオン化および電荷交換化学イオン化フーリエ変換イオンサイクロトロン共鳴質量分析法によるVGOの成分分析」	H21.10
	石油学会第58回研究発表会「超重質油(オイルサンド油)等の分解有用化技術開発」	H21.5
	石油学会第38回石油・石油化学討論会「超重質油(オイルサンド油)等の分解有用化技術開発(第2報)」	H21.10
	石油学会第38回石油・石油化学討論会「超重質油(オイルサンド油)等の分解有用化技術開発(第3報)」	H21.10
	石油学会第38回石油・石油化学討論会「LC-GC×GCを用いた軽油留分の組成解析」	H21.10
	石油学会 第38回石油・石油化学討論会 「オイルサンド系LGOの水素化精製」	H20.11
	日本エネルギー学会 第46回石炭科学会議 「オイルサンド系LGOの水素化精製その2 - アモルファス固体酸触媒の開発 - 」	H21.11
	石油学会 九州・沖縄支部 30周年記念沖縄大会 「オイルサンド系LGOの水素化精製その3 - ゼオライト触媒の適用 - 」	H21.12
	日本芳香族工業会 創立60周年記念大会「選択的水素化分解による重質留分からのBTX類製造に関する技術開発」	H20.10
	触媒学会 第104回触媒討論会「触媒の固体酸性制御による炭素 炭素結合の選択的開裂」	H21.9
	第17回日本エネルギー学会大会「超臨界水中におけるピチューメンの熱分解挙動の検討」(京都大)	H20.8
	The 10th Japan-China Symposium on Coal and C1 Chemistry 「Upgrading of Oil Sand Bitumen using Supercritical Water」(産総研)	H21.7
	Colloquium to promote experimental work in Thermophysical Properties for scientific research and industry 「Binary Parameter Sensitivity in Correlating Vapor-Liquid Equilibrium of the Supercritical Water-Heavy Hydrocarbon Mixtures for Bitumen Conversion」(東北大)	H21.9
	石油学会創立50周年記念国際シンポジウム「FCC プロセスにおける水素移行性反応の再検討」(信州大)	H20.11

	石油学会第39回石油・石油化学討論会「BEA型ゼオライトのFCC触媒への利用」(信州大)	H21.10
	石油学会第39回石油・石油化学討論会「FCCプロセスにおける重質油中の多環芳香族の分解」(信州大)	H21.10
	石油学会第39回石油・石油化学討論会「FCCプロセスにおける骨格異性化反応の検討」(信州大)	H21.10
	化学工学会第6回反応装置・プロセスシンポジウム「重質分解におけるFCCプロセスの来るべき課題」(信州大)	H21.12
	化学工学会第41回秋季大会「FCC反応初期の生成物分布に及ぼす出発原料の影響」(鹿児島大)	H21.9
	触媒学会第102回触媒討論会「ゾル-ゲル法による非晶質シリカ-アルミナの調製と接触分解反応特性」(三重大)	H20.9
	石油学会第38回石油・石油化学討論会「ゾル-ゲル法を用いた非晶質シリカ-アルミナの調製と接触分解反応」(三重大)	H20.11
	日本エネルギー学会関西支部第53回研究発表会・石油学会関西支部第17回研究発表会「ゾル-ゲル法による非晶質シリカ-アルミナの調製と接触分解反応」(三重大)	H20.12
	アジア・コラボ理系研究者のための国際フォーラム「Synthesis of amorphous silica-alumina and its reactivity for catalytic cracking reaction (非晶質シリカ-アルミナの合成とそのクラッキング反応特性)」(三重大)	H20.12
	日本化学会第89春季年会「有機テンプレートを用いて調製した非晶質シリカ-アルミナによる接触分解反応」(三重大)	H21.3
	The 10th Japan-China Symposium on Coal and C1 Chemistry (第10回日中石炭C1化学国際会議)「CATALYTIC CRACKING OF HYDROCARBONS USING SILICA-ALUMINA PREPARED BY THE SOL-GEL METHOD」(三重大)	H21.7
	238th ACS National Meeting in Washington, DC「PREPARATION OF AMORPHOUS SILICA-ALUMINA BY A SOL-GEL METHOD AND ITS REACTIVITY FOR CATALYTIC CRACKING OF HYDROCARBON」(三重大)	H21.8
	第104回触媒討論会「PEGを用いて調製した非晶質シリカ-アルミナによる接触分解反応」(三重大)	H21.9
	石油学会第39回石油・石油化学討論会「PEGを添加剤として用いた新規非晶質シリカ-アルミナの調整と接触分解反応特性」(三重大)	H21.10
	石油学会第39回石油・石油化学討論会「2価カルボン酸を用いた非晶質シリカ-アルミナの調整と接触分解反応におけるマトリックス特性」(三重大)	H21.10
	石油学会第39回石油・石油化学討論会「ゲル骨格補強による新規非晶質シリカ-アルミナの調整と吸着特性」(三重大)	H21.10
	第46回石炭科学会議「2価カルボン酸を用いて調整した非晶質シリカ-アルミナによる炭化水素の接触分解反応」(三重大)	H21.11
特許	出願 No.2008-251435 「脱硫剤及びその製造方法、並びに炭化水素油の脱硫方法」	H20.9

出願 No.2008-251458 「脱硫剤及びその製造方法、並びに炭化水素油の脱硫方法」	H20.9
出願 No 2008-92431 「接触分解触媒及びその製造方法ならびに炭化水素油の接触分解方法」	H20.3
出願 No 2009-033871 「接触分解触媒およびその製造方法ならびに炭化水素油の接触分解方法」	H21.2
出願 No 2009-70114 「重質油炭化水素油の水素化処理方法」	H21.3
出願 No 2009-74135 「接触分解触媒およびその製造方法ならびに炭化水素油の接触分解方法」	H21.3
出願 No.2008-088607 「常圧蒸留残渣油の分解方法」	H20.3
出願 No 2008-088617 「重質油水素化分解触媒」	H20.3
出願 No 2008-026653 「接触分解触媒」	H20.2
出願 No 2008-088619 「軽質オレフィンの製造方法」	H20.3
出願 No PCT/JP2009/055190 「重質油水素化分解触媒」	H21.3
出願 No GCC/P/2009/13126 「重質油水素化分解触媒」	H21.3
出願 No 2009-180946 「重質油水素化分解触媒及びそれを用いた重質油の水素化処理方法」	H21.8
特願 2008-89054 「超低硫黄燃料油の製造方法およびその製造装置」	H20.3
特願 2009-61788 「軽油基材の製造方法」	H21.3
特願 2009-62119 「高オクタン価ガソリン留分の製造方法」	H21.3
特願 2009-62121 「高芳香族炭化水素油を原料とするガソリン基材の製造方法」	H21.3
特願 2009-61793 「ベータゼオライト及び水素化分解触媒」	H21.3
特願 2009-61796 「ベータゼオライトの製造方法及び水素化分解触媒の製造方法」	H21.3
特願 2009 - 072639 「軽油の水素化精製用触媒の製造方法および軽油の水素化精製方法」	H21.3
特願 2009-018470 「軽質炭化水素油の製造方法」	H21.1
特願 2009-018666 「軽質炭化水素油の製造方法」	H21.1
特願 2009-082481 「アルキルベンゼン類の製造方法及びそれに用いる触媒」	H21.3
特願 2009-082482 「1環芳香族炭化水素の製造方法」	H21.3
特願 2009-082483 「アルキルベンゼン類の製造方法及びそれに用いる触媒」	H21.3

3 - 2 目標の達成度

表 3 - 3 目標に対する成果・達成度の一覧表

要素技術	目標・指標	成果	達成度
(1) 重質油対応型高過酷度流動接触分解 (HS-FCC) 技術の開発	HS-FCC 実証化装置の設計を行う 3,000BPD 実証化装置の主要機器を開発する。	HS-FCC の主要機器であるインジェクター及びセパレ	達成

	<p>3,000 BPD 実証化装置の基本設計を実施する。</p> <p>3,000 BPD 実証化装置の詳細設計と製作設計・材料調達を開始する。</p>	<p>ーターの形状を検討し決定した。</p> <p>反応・触媒循環再生系、製品の蒸留回収設備、排ガス処理設備を含めた全設備の基本設計を完了することで商業化設備が設計可能なことを確認できた。</p> <p>詳細設計・調達・建設請負の検討と評価・選定を実施し、詳細設計と製作設計・材料調達を開始した。</p>	<p>達成</p> <p>達成</p>
<p>(2)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</p> <p>原油重質化に対応したガソリン基材確保のための硫黄分高度吸着除去技術の開発</p>	<p>・実験室規模において、原料硫黄分200%の上昇に対して、ガソリンのオクタン価低下を従来並み(1~4)もしくはそれ以下に抑制を達成。</p> <p>・実験室規模において、150以下にて再生処理無しで3ヶ月以上の推定寿命を達成。</p> <p>・10Kgレベルの工業的製造方法確立。</p>	<p>・調製条件最適化等による吸着剤の微粒子化により左記目標を達成、ベンチ規模での試行へ展開可能とした。</p> <p>・同上。</p> <p>・実験室品と同等の性能を確認、トンレベルの工業的製造への展開を可能とした。</p>	<p>達成</p> <p>達成</p> <p>達成</p>
<p>FCCの高機能化による新規重質油処理技術の開発</p>	<p>・触媒上へのコーク析出を抑制する新規直脱触媒を開発し、実験室規模での最終目標を達成可能とする触媒仕様を確立する。</p> <p>・ゼオライト及びマトリックの改良により、実験室規模での最終目標を達成可能とする触媒仕様を確立する。。</p>	<p>・添加物探索等により触媒上へのコーク析出を抑制する新規直脱触媒を実験室規模で見出し、ベンチ規模での試行へ展開可能とした。</p> <p>・ゼオライトの酸密度、マトリック成分等の最適化により、実験室規模での目標を達成、ベンチ規模での試行へ</p>	<p>達成</p> <p>達成</p>

<p>重質原油の高分解を達成する RFCC ト - タルシステムによる新規重質油高度分解・有用化技術の開発</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ベンチ規模で最終目標を達成可能とする触媒を開発し、工業製造規模での触媒仕様を確立する。 ・実験室規模で最終目標を達成可能とする RHYC 触媒を開発し、RH 触媒組合せの最適化に着手する。 ・ベンチ規模で目標性能面、実用面（機械的強度等）の仕様探索を行い、実装置に充填する実証化 RFCC 触媒の仕様を確立する。 ・実ガスを想定した原料を用いた転換実験で、最終目標を達成可能な触媒組成仕様を確立する。 	<p>展開可能とした。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・第3成分を添加する触媒調製方法の改良により、ベンチ規模にて脱硫活性の高い触媒を開発し、工業製造規模での触媒仕様を確立した。 ・ゼオライト最適含量、担持金属の探索等を行い、実験室規模にて、目標性能を有する触媒を開発し、触媒組合せの最適化に着手した。 ・ベンチ規模にて、低UD（格子定数）ゼオライトと焼成アルミナ若しくは異種マトリックスの最適組合せにより、実証化 RFCC 触媒の仕様確定に、目処をつけた。 ・活性金属種の探索、ゼオライト細孔制御、表面修飾剤の検討等により目標達成を可能とする触媒組成確立に目処をつけた。 	<p>達成</p> <p>達成</p> <p>達成</p> <p>達成</p>
<p>(3)超重質油・オイルサンド油等の精製・分解技術の開発 超重質油(オイルサンド油)等の分解有用化技術開発 オイルサンド合成原油のわが国石油製品への適用化の技術開発</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・セタン指数向上技術：セタン指数45以上を達成する。 ・LCO分解技術：ガソリン収率50vol%を達成する。 ・オイルサンド混合灯油の煙点2.2mm以上を達成する。 ・オイルサンド混合軽油のセ 	<ul style="list-style-type: none"> ・開発触媒による合成原油軽油留分のセタン指数50以上を達成した。 ・開発触媒によるLCO分解70wt%以上達成し、ガソリン収率50vol%以上が見込める。 ・開発触媒により中間目標を十分達成できる見込みがついた。 ・開発触媒と反応条件を調整することにより中間目標値 	<p>達成</p> <p>達成</p> <p>達成</p> <p>達成</p>

<p>超臨界流体反応をキーとする 選択的分解による非在来型重質 油アップグレード技術の 開発</p>	<p>タン価4.7以上を達成する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・超臨界流体反応による熱分解重質留分の灯軽油留分転化率40 vol%以上を達成する。 ・選択的水素化分解反応による分解灯軽油留分からのガソリン留分収率60 vol%を達成する。 	<p>をクリアする見込みが ついた。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・H21年度に最適流体種を見出し、反応条件を調整することによって中間目標値をクリアする予定。 ・開発触媒により中間目標値をクリアする見込みが ついた。 	<p>達成</p> <p>達成</p>
<p>(4)革新的精製技術シ - ズ創製 のための研究開発</p> <p>革新的精製触媒技術開発</p> <p>革新的超臨界水熱分解技術開 発</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・重質油からガソリン留分への分解過程を反応前期、中期、後期の三段階に分類し、それぞれの反応を制御する触媒技術の設計・検討を行う。 ・超臨界水熱分解反応の優位性を反応機構の解明と速度論にもとづき明らかにする。 	<ul style="list-style-type: none"> ・新規触媒の設計・コンセプト構築の為、要素技術開発を進めている。 ・超臨界水中でのピチュメンの分解では、相平衡が反応に与える影響が大きく、熱分解（水添加なし）に比べ、アスファルテン分解を促進し、また生成油の軽質化を促進することを確認した。 <p>超臨界水に、ぎ酸を添加した実験を通して、超臨界水中ではシフト反応を介した水添反応が進行し、高いアスファルテン分解率、低いコーク収率が得られることを見出した。</p>	<p>達成</p> <p>達成</p>

4 . 事業化、波及効果について

4 - 1 事業化の見通し

重質油対応型高過酷度流動接触分解（HS-FCC）技術の開発においては本事業終了後、速やかに商業化装置建設に向けた検討を実施し、早期の事業化を目指すほか、原油重質化に対応した重質油高度分解・有用化技術の開発においても開発触媒の活性評価、安定性評価の結果を踏まえ、実装置への採用、商業化を目指す。また、超重質油・オイルサンド油等の精製・分解技術の開発で得られた成果は、超重質油・オイルサンド油等のわが国での処理が開始される時点で直ちに適用できるよう、経済性も精査しつつ事業化を目指す。

さらに、革新的精製技術シ - ズ創製のための研究開発においては本事業で得られた研究成果をもとに新たな精製触媒、プロセスへの応用技術や今後の技術開発のシーズとして発展させ、活用していく。

個別要素技術ごとの詳細は以下のとおりである。

（1）重質油対応型高過酷度流動接触分解（HS-FCC）技術の開発

本技術開発は、重質油を分解して石油化学品と高オクタン価ガソリンを生産するプロセスを実用化するための実証化装置の設計・建設・運転研究を行い、商業化技術を確立するものである。

実証化装置の連続運転後に機器の内部点検を実施し、装置の耐久性（汚れ・摩耗等）、使用装置材料の適否等を確認し、商業装置の設計に反映させる。また速やかに商業装置の建設に向けた検討を開始する。

このように、実証化装置が建設され運転研究が実施されれば、商業化装置としてHS-FCC技術が確立されることとなる。

（2）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

原油重質化に対応したガソリン基材確保のための硫黄分高度吸着除去技術の開発

本技術開発は、目標性能を満足する吸着剤を工業規模で製造する技術を確立した段階で終了するが、今後、低温条件での高度脱硫技術が確立され、経済的条件が満たされれば、以下のようなステップにて企業化に向けた検討を行う。

〔1〕プロセス設計（最短で1年後）

〔2〕実証化テスト（最短で5年後）

〔3〕商業運転（最短で7年後）

FCCの高機能化による新規重質油処理技術の開発

本技術開発は、重油直接脱硫装置、流動接触分解装置および軽油脱硫装置の

触媒開発を行うものであり、いずれの触媒も設計、試作改良を経て、事業期間中に実商業装置での実証化を行うため、技術開発の達成度はかなり高いと期待できるものである。従って、今後事業終了後も、事業成果を基礎として、開発触媒の継続運用による評価を行うと共に、経済性についても精査し、事業化に向けて推進する。

重質原油の高分解を達成する RFCC ト - タルシステムによる新規重質油高度分解・有用化技術の開発

本技術開発は、重油直接脱硫装置、重油流動接触分解装置および分解ガス転換システムの触媒開発を行うものであり、重油直接脱硫装置、重油流動接触分解装置の触媒については、前テーマ同様、実商業装置での実証化までを行うため、技術開発の達成度はかなり高いと期待できる。また、分解ガス転換システムは、事業終了後に、実証化検討を行う予定であるが、いずれも、開発触媒の継続運用による評価を行うと共に、経済性についても精査し、事業化に向けて推進する。

(3) 超重質油・オイルサンド油等の精製・分解技術の開発

超重質油（オイルサンド油）等の分解有用化技術開発

本技術開発は、オイルサンド由来の軽油留分のセタン指数を向上する触媒と分解軽油（LCO）を分解してガソリン・石化原料にする触媒の開発を行うものであり、いずれの触媒も設計、試作改良を経て、事業期間中に実用化条件の検討を行うため、技術開発の達成度はかなり高いと期待できるものである。従って、今後事業終了後も、事業成果を基礎として、開発触媒の継続運用による評価を行うと共に、経済性についても精査し、事業化に向けて推進する。

オイルサンド合成原油のわが国石油製品への適用化の技術開発

本技術開発は、オイルサンド合成油を石油と混合処理した場合の、灯軽油留分の製品品質（煙点、セタン価）を向上させる触媒の開発を行うものであり、いずれの触媒も設計、試作改良を経て、事業期間中にエンジン試験による製品評価を行うため、技術開発の達成度はかなり高いと期待できるものである。従って、今後事業終了後も、事業成果を基礎として、開発触媒の継続運用による評価を行うと共に、経済性についても精査し、事業化に向けて推進する。

超臨界流体反応をキーとする選択的分解による非在来型重質油アップグレード技術の開発

本技術開発は、オイルサンドなど非在来型原料油を利用する方法として、熱分解 - 超臨界分解 - 選択水素化分解を組み合わせることにより、超重質油から

灯軽油・ガソリン・BTX等石化原料を製造できるプロセスの開発を行うものであり、超臨界流体反応の反応条件の最適化、選択的水素化分解反応における触媒の設計、試作改良を経て、事業期間中に熱分解反応 - 超臨界流体反応 - 選択水素化分解反応プロセスのパッケージ化までを行うため、技術開発の達成度はかなり高いと期待できるものである。今後事業終了後も、事業成果を基礎として、実証化検討を継続して行うと共に、経済性についても精査し、事業化を目指していく。

(4) 革新的精製技術シ - ズ創製のための研究開発

革新的精製触媒技術開発

本技術開発の現在のステージは研究開発であり、事業化には本事業で開発する要素技術をもとに実証化検討を行う必要があるが、革新的精製触媒の最終的なターゲットは事業化であり、それに値する触媒技術の開発を目指していく。

革新的超臨界水熱分解技術開発

最終的なターゲットは、超重質油処理・ボトムレス化技術、オイルサンドアップグレ - ディング技術として事業化することにあるが、本技術開発の現在のステージは研究開発である。本技術の事業化・実証化検討をするに値する、超臨界水熱分解技術の開発を目指していく。

4 - 2 波及効果

重質油対応型高過酷度流動接触分解 (HS-FCC) 技術の開発により、FCC 装置からプロピレンをはじめとする石油化学基礎原料の増産が可能となる。重油余剰は世界的な問題であり、軽質原油への需要が高まる中で、わが国が独自に重油分解技術を持つことは原油選択幅を広げることになりエネルギーセキュリティの観点から有効である。また、HS-FCC で使用しているダウンフロー反応器は海外でも注目されており、日本で実用化すれば世界をリードすることになる。HS-FCC プロセスの基礎技術はサウジアラビアとの共同研究で開発されてきたことから、サウジの期待も大きく、実用化できれば日・サ関係強化にも役立つ。

原油重質化に対応した重質油高度分解・有用化技術の開発の成果は、既存設備に大幅な改良を加えることなく利用できることから、技術普及の観点からは最も即効性が高い。超重質油・オイルサンド油等の精製・分解技術の開発は豊富な埋蔵量に加え、地政学的リスクが少なく、輸送距離も有利なオイルサンド油のすみやかな国内利用を可能とし、エネルギーセキュリティに大きく貢献する。

(1) 重質油対応型高過酷度流動接触分解 (HS-FCC) 技術の開発

重質油対応型高過酷度流動接触分解 (HS-FCC) 実証化装置が建設され運転研究が実施されれば、商業化装置として HS-FCC 技術が確立されることとなり、インジェクター・ダウンフローリアクター・セパレーターの新技术を備えた重質油対応型高過酷度流動接触分解 (HS-FCC) プロセスの展開によりプロピレン収率 20 mass%以上及びガソリン収率 20 mass%以上が達成される。

この革新的な重質油分解技術により原油選択幅が拡大し、エネルギーセキュリティ向上、地球環境保全に貢献するだけでなく、本プロセスはサウジアラビアとの共同研究により基礎技術が開発されていることからサウジの期待が極めて大きく、日本・サウジアラビアの関係強化に寄与することが期待される。

(2) 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

本技術開発の結果、触媒の飛躍的な性能向上技術開発により既設装置の大規模な設備投資を伴わずに、重質油分解技術の向上が図られ、国際競争力強化にも繋げられる可能性も大きいことから、大きな効果が期待できるものとする。

連産品である石油製品の需要構造変化に合わせた柔軟な対応が可能になること、および原油処理量削減により温室効果ガス削減に寄与することが本技術開発の波及効果として期待される。

(3) 超重質油・オイルサンド油等の精製・分解技術の開発

供給源の多様化を図ることは、エネルギーセキュリティ向上の観点から重要

な課題である。これまで困難であると考えられていた劣質重質油のわが国製油所での利用拡大が望める等、その波及効果は大いに期待される。

また、副次的な波及効果として、重質油成分の解析、水素化分解反応機構および隘路の解明、優れた触媒に必要な固体酸性質の解析など、他の化学プロセスに適用可能な広い知見を得ることも期待できる。

(4) 革新的精製技術シ - ズ創製のための研究開発

革新的精製触媒技術開発

本研究開発は、重質油を原料とし、高オクタン価の分解ガソリンの製造を高効率で行う新規重質油対応 FCC 触媒技術の開発を目的としている。

本技術は、従来以上に重質油から軽質基材を製造できる国際競争力 (= 経済性に優れた) 製油所を実現するのみならず、処理原油の選択幅を広げることによる調達リスクの回避、必要とする原油量を減らすことによるエネルギーセキュリティの向上といった波及効果が期待できる。

さらに、低 CO₂ 排出での重質油から高オクタン価ガソリン基材の製造にも期待できる。

革新的超臨界水熱分解技術開発

超臨界水熱分解処理技術の適用先としては、採取元での In-situ の処理と、製油所などへの移送後の精製プロセスの2つが考えられる。

- ・ オイルサンド採掘、生産現場などで、超重質・超高粘度のビチューメンを分解、一部改質して合成原油 (シンクルード) や半製品レベルを得る技術。
たとえば、SAGD 法によってビチューメンは、高温の水 / ビチューメン混合物として回収されるが、この際の反応条件を最適な条件にすることにより、ビチューメンを効率的に改質させる
- ・ 製油所等で、輸入したシンビット (ビチューメン 50%) やディルビット (ビチューメン 70%) を分解・改質して国内スペックを満足する石油製品を製造する技術、たとえば、高温の水 / ビチューメン混合物を利用、またはさらに水を添加した超臨界条件にて分解・改質をする

5 . 研究開発マネジメント・体制・資金・費用対効果等

5 - 1 研究開発計画

表5 - 1 に平成19年度から平成23年度までの5年間の研究開発計画を示す。5年間のうち、前半期間においては要素技術開発、基本設計、詳細設計を実施し適用技術の見極めを行い、後半期間においては装置の建設・運転、実用性能評価、実証化検討を実施し技術検証を行う計画となっている。

現時点まで当初計画通り研究開発が進行している。

表5 - 1 研究開発計画

	平成19年度	平成20年度	平成21年度	平成22年度	平成23年度
(1)重質油対応型高過酷度流動接触分解(HS-FCC)技術の開発	基礎検討・基本設計・詳細設計			運転研究・検証・まとめ	
		機器調達・建設			
(2)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	触媒(脱硫/分解, FCC, RFCC)の開発・スケールアップ検討				
	性能評価・プロセス検討				
	硫黄分高度吸着除去技術の開発				
(3)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・合成原油の評価		触媒設計・評価・スケールアップ検討		
	合成原油処理油の製品評価				
	超臨界流体反応条件検討			プロセスパッケージ化	
	選択的水素化分解触媒開発・評価				
(4)革新的精製技術シ - ズ創製のための研究開発	要素研究			まとめ	

5 - 2 研究開発実施者の実施体制・運営

本研究開発は、財団法人石油産業活性化センター（PEC）が経済産業省からの補助を受けて実施している。（平成21年度は公募による選定審査手続きを経て実施している。）

研究開発の実施に当たっては、PEC 技術企画部長がプロジェクトリーダーとして研究開発を統括した。また、技術開発分野として五つの研究開発グループに大別し、当該専門分野の最先端研究者である大学、公的研究機関、民間会社における技術者からなる技術小委員会を組織した（表5 - 2）。年3回程度の報告会等（計29回 / 2年間）を開催し、専門家並びに有識者の適切な助言指導を得て、技術開発目標に対する到達度、進捗管理等を実施するとともに、研究室

間の技術情報交換並びに技術課題の共有化を行った。

図5-1に本事業の実施体制を示す。各研究室は技術小委員会の助言・指導を受け、目標達成に向け効率的に技術開発を実施した。また、複数の研究室による共同研究の形態をとる個別要素分野もあり、適切な研究従事者の配置、関係者間の十分な連携を確保した。表5-3に参加会社および共同研究機関を示す。

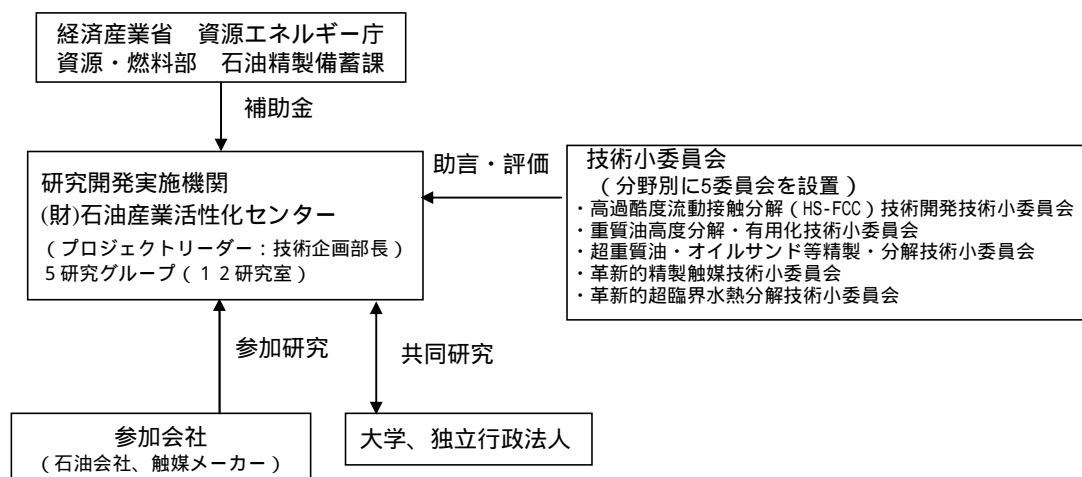


図5-1 研究開発実施体制

表5-2 技術小委員会とその委員長

技術小委員会名	委員長
高過酷度流動接触分解(HS-FCC)技術開発技術小委員会	群馬大学大学院 工学研究科長、工学部長 宝田教授
重質油高度分解・有用化技術小委員会	北九州市立大学 国際環境工学部 浅岡教授
超重質油・オイルサンド等精製・分解技術小委員会	(独)産業技術総合研究所 国際部門 斎藤シニアスタッフ
革新的精製触媒技術小委員会	北海道大学 触媒科学研究センター長 上田教授
革新的超臨界水熱分解技術小委員会	東北大学 原子分子材料科学高等研究機構 阿尻教授 (平成21年度からは、産業技術総合研究所 バイオマス研究センター 坂西センター長)

表 5 - 3 参加会社及び共同研究機関

技術開発参加会社

テーマ名	参加会社
(1) 重質油対応型高過酷度流動接触分解技術の開発	
重質油対応型高過酷度流動接触分解(HS-FCC)技術の開発	新日本石油(株) 新日本石油精製(株)
(2) 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	
原油重質化に対応したガソリン基材確保のための硫黄分高度吸着除去技術の開発	(株)ジャパンエナジー
FCCの高機能化による新規重質油処理技術の開発	コスモ石油(株)
重質原油の高分解を達成するRFCCト・タルシステムによる新規重質油高度分解・有用化技術の開発	出光興産(株) 日揮触媒化成工業(株)
(3) 超重質油・オイルサンド油等の精製・分解技術の開発	
超重質油(オイルサンド油)等の分解有用化技術開発	出光興産(株)
オイルサンド合成原油のわが国石油製品への適用化の技術開発	新日本石油(株)
超臨界流体反応をキーとする選択的分解による非在来型重質油アップグレーディング技術の開発	(株)ジャパンエナジー

(4) 革新的精製技術シ・ズ創製のための研究開発

「革新的精製触媒技術開発」共同研究先

(敬称略)

研究機関名	所属	役職	氏名
東京工業大学	大学院総合理工学研究科 化学環境学専攻	教授	馬場 俊秀 *
横浜国立大学	大学院工学研究院 機能の創生部門	教授	窪田 好浩
信州大学	繊維学部 化学・材料系 材料化学工学課程	教授	高塚 透
三重大学	大学院工学研究科 分子素材工学専攻	教授	石原 篤
鹿児島大学	大学院理工学研究科 化学生命・化学工学専攻	准教授	筒井 俊雄

「革新的超臨界水熱分解技術開発」共同研究先

(敬称略)

研究機関名	所属	役職	氏名
北海道大学	大学院工学研究科 有機プロセス工学専攻	教授	増田 隆夫
東北大学	原子分子材料科学高等研究機構	教授	阿尻 雅文 *
東北大学	工学研究科附属超臨界溶媒工学研究センター	教授	猪股 宏
東北大学	工学研究科附属超臨界溶媒工学研究センター	准教授	渡邊 賢
東北大学	大学院環境科学研究科環境科学専攻	准教授	木下 睦 *
東北大学	大学院情報科学研究科情報基礎科学専攻	教授	山本 悟 *
東北大学	大学院工学研究科化学工学専攻	教授	塚田 隆夫 *
宇都宮大学	大学院工学研究部 機能創成研究部門	助教	佐藤 剛史
(独)産業技術総合研究所 つくばセンター	エネルギー技術研究部門新燃料グループ	グループ長	鷹嘴 利公
静岡大学	大学院創造科学技術研究部 エネルギーシステム部門	教授	佐古 猛
京都大学	大学院工学研究科 化学工学専攻	教授	三浦 孝一
熊本大学	バイオエレクトロニクス研究センター	教授	後藤 元信
富山大学	大学院理工学研究部	教授	椿 範立 *

* 平成21年度から参加 (無印は平成19年度から)

5 - 3 資金配分

本事業における事業費推移を表5 - 4に示す。本事業においては、要素技術を適用した実証化研究、要素技術の抽出・確立・検証が中心となる技術開発からシーズ研究まで研究フェーズが広範囲にわたるが、これを表の(1)から(4)までの4グループに分け、技術開発分野毎に技術開発の進捗度に応じて適切な資金配分を行い、効率的な運営を心がけた。

具体的には、実証化研究のため設備建設等を伴い巨額の資金を必要とする「重質油対応型高過酷度流動接触分解(HS-FCC)技術の開発」においては実証化装置の詳細設計、建設工事の開始に伴い、平成20、21年度における事業費配分を相対的に大きくした。一方、評価装置の導入等、研究開発環境の整備のために初年度に事業費を相対的に大きく配分した「超重質油・オイルサンド油等の精製・分解技術の開発」においては評価・検証段階に移行するとともに配分額を減少させた。また、「革新的精製技術シ - ズ創製のための研究開発」は開発期間を通じて資金配分は大きくないものの、ほぼ一定の資金配分を行っている。

以上述べたように、限られた補助金を有効活用し、最大の効果を得るためメリハリのきいた予算運用を行った。

表5 - 4 資金年度配分(21年度は当初予算を示す)(単位:百万円)

年度 平成	19	20	21	合計
(1)重質油対応型高過酷度流動接触分解(HS-FCC)技術の開発	729	2,833	3,092	6,654
(2)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	718	577	569	1,864
原油重質化に対応したガソリン基材確保のための硫黄分高度吸着除去技術の開発	21	42	41	105
FCCの高機能化による新規重質油処理技術の開発	256	296	339	891
重質原油の高分解を達成するRFCCト - タルシステムによる新規重質油高度分解・有用化技術の開発	440	239	188	868
(3)超重質油・オイルサンド油等の精製・分解技術の開発	578	249	202	1,029
超重質油(オイルサンド油)等の分解有用化技術開発	175	91	92	358
オイルサンド合成原油のわが国石油製品への適用化の技術開発	277	41	46	364
超臨界流体反応をキーとする選択的分解による非在来型重質油アップグレード技術の開発	126	118	64	308
(4)革新的精製技術シ - ズ創製のための研究開発	302	300	300	902
合計	2,326	3,960	4,162	10,448

5 - 4 費用対効果

前述のように5カ年にわたり実施する予定である本事業は、目標の達成、将来の事業化等に関しても実現の期待が大きいプロジェクトであるが、重質油処理、オイルサンド等非在来型原油も含めた石油の安定供給によって国民全体にもたらされる便益は、直接的な効果のみならず間接的な効果も含めて極めて幅広くかつ多様であるため、予算額に対しどの程度の効果をあげることができたのかを定量的に算出することは極めて難しい。

しかしながら、今後も予想される石油価格の高騰、世界における資源獲得競争の激化等に伴うエネルギー供給不安がもたらす国民経済への影響を考えると、多様な原油処理、より少量の原油から必要な石油製品の精製を可能にする本施策による費用対効果は極めて大きいものと考えられる。

(1) 重質油対応型高過酷度流動接触分解(HS-FCC)技術の開発

本事業は約36億円(平成19年度、平成20年度2年間の補助金。補助率2/3)を投入して3,000BPDの実証化研究設備の基本設計、詳細設計の完了と材料調達を含めた一部製作設計の実施を進め、中間目標を達成している。

サウジアラビアに建設した30BPD規模の実証化試験装置ではプロピレン収率20mass%以上及びガソリン収率20mass%以上を達成しており、実証化研究設備の研究運転を経て30,000BPD規模の商業装置運転のための技術が確立できれば、十分な費用対効果が得られると期待される。

(2) 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

本事業は、高度な触媒等の開発を行うため、約13億円(平成19年度、平成20年度の2年間の補助金。補助率2/3)を投入し、この中間段階にて実験室レベルでの触媒等の要素技術を確立した。これにより、事業後半での工業生産規模での触媒製造技術開発、実プラントでの実証化研究へのステップアップを可能とした。当該技術は、既存の設備をそのまま活用できるものが大部分であり、事業終了後は、速やかに事業化が期待できる。

(3) 超重質油・オイルサンド油等の精製・分解技術の開発

本事業は、約10億円(平成19年度、平成20年度の2年間の補助金。補助率2/3)を投入した事業であるが、全体的に見ると、本技術開発において、各項目において中間目標を達成しており、今後、最終目標を達成し、重質油およびオイルサンド等非在来型原油の有効活用に向け実用化されていけば、十分な費用対効果が得られると期待される。

(4) 革新的精製技術シ - ズ創製のための研究開発

平成19、20年度の2年間において基盤技術研究として事業費約6億円(全額補助金)を投入した。

革新的精製触媒技術開発

本触媒技術開発は、10年後、20年後を視野に入れたシーズ的なものを目指しており、技術開発のハードルは高く、短期間で効果が評価できるようなものではない。しかしながら、開発に成功した際の成果としてのエネルギーセキュリティ向上への貢献は資源の投入に値すると考えられる。

革新的超臨界水熱分解技術開発

超臨界水熱分解反応機構の解明研究、ならびに触媒利用あるいは部分酸化・水素化反応など技術シーズの探索研究を進めているが、現段階で具体的に事業展開を実施しているわけではなく定量的な費用対効果を評価することは困難である。しかしながら、開発に成功した際の成果としてのエネルギーセキュリティ向上への貢献は資源の投入に値すると考えられる。

5 - 5 変化への対応

エネルギー、特に石油を取り巻く環境はここ数年大きく変化しており、平成19年度に本事業を開始して以来2年以上が経過した現時点における、開始当初からの大きな環境変化は、以下の2点である。

原油価格の乱高下

平成17年頃から顕在化していた原油価格の高騰はその後も続き、平成20年8月にはついに、147\$/bblまで上昇した。その後米国発の金融危機を発端として価格は暴落に転じ、一次は40\$/bblを割るなど乱高下した後、平成21年12月現在では再び70~80\$/bblまで上昇してきている。

地球環境保護のための温室効果ガス排出削減の動き

我が国の温室効果ガス削減目標は当初、麻生政権時の平成21年6月に2005年(平成17年)対比15%削減とされたが、その後、鳩山政権により平成21年9月に1990年(平成2年)対比25%削減と上方修正された。この目標を達成するために、今後、各分野における一層のCO₂削減努力、低減策の立案・実行が必要となっている。

これらの状況に対応するためには、

- ・ 調達原油の重質化への対応
(白油化やボトムレス化、石油のノーブルユースにつながる技術)
- ・ 精製処理が困難なオイルサンド等非在来型石油の活用
- ・ 地球温暖化対策としての温室効果ガス削減

への対応が必須となっている。

特に温室効果ガス削減については、本事業の効果として、例えば HS-FCC 技術により、より少ない原油処理量で同一量の白油が得られるため、17万 BPD 規模の製油所において、2020年の時点で年間26万トンのCO₂削減が可能となることから、政府の最重要政策課題である「グリーンイノベーション」に登録し、着実に推進することを目指している。

このように、本事業を取り巻く環境は事業開始当初から変化したが、これにより本事業の重要性は低下することはなく、以前にも増して事業を着実に推進し、開発技術の早急な実用化を図ることが期待される状況となっている。

第3章 評価

第3章 評価

1. 事業の目的・政策的位置付けの妥当性

石油は、現在我が国の一次エネルギーの4割以上を占めるが、輸入原油の重質化傾向、石油製品の需要減少と白油化の傾向、原油価格の大幅な変動など、国民生活や産業にとって不安定要素も顕在化している。このような状況にあって、石油の供給を安定確保するためには、供給源の多様化や重質油の高効率変換、ならびに石油製品の高付加価値化を可能とする技術開発が求められる。本事業は、このような公益性の視点から、市場メカニズムだけでは導入が困難と思われる革新的次世代技術の確立を目指したもので、国の政策的支援のもと、研究開発を進める必要がある。

なお、オイルサンド、オリノコ・タールをはじめとした超重質油からのガソリン、灯油をはじめとした白油の製造は、技術的な困難とともに、製造コストの高さが、かねてより指摘されている。今後の原油価格の動向によっては、カナダのオイルサンド開発が停滞することも可能性としてあり、経済合理性を十分に勘案しながら、本プロジェクトを進めていくことが望まれる。その際には、製造段階のみならず、原料の調達、輸送、貯蔵を含めた経済性、更に設備の維持管理費用を含め、技術の実用性に関する計画の見通しについて明らかにすべきである。

また、本事業をグリーンテクノロジーと位置付けた理由について明記する必要がある。

【肯定的意見】

- ・石油製品における白油化が進展する状況において、今後増加が予想される重質原油、オイルサンド等の超重質油からガソリン、石油化学原料を製造する技術の開発は、石油の99.6%を海外に依存し、原油の9割近くを中東に依存する日本において、極めて重要な事業であると考えられる。また、H S - F C Cの技術開発においては、クリアすべき課題も多く、研究開発におけるリスクも高いことから、民間による資金だけでは十分とはいえ、高付加価値石油製品の製造という公益性の高い事業への国の関与は極めて適切と考えられる。
- ・石油は、現在我が国の一次エネルギーの4割以上を占めるが、輸入原油の重質化傾向、石油製品の需要減少と白油化の傾向、原油価格の大幅な変動など、国民生活や産業にとって不安定要素も顕在化してきた。このような状況にあって、石油の供給を安定確保するためには、供給源の多様化や重質油の高効率変換、ならびに石油製品の高付加価値化を可能とする技術開発が求められる。本事業は、このような公益性の視点から、市場メカニズムだけでは導入が困難と思われる革新的次世代技術の確立を目指したもので、国の政

策的支援のもと、研究開発を進める必要がある。

- ・我が国のエネルギー技術戦略において、これら技術開発の重要性が示されており、事業の意義が極めて高いものとする。特に、わが国にとって、原油の安定供給の観点から、原油重質化への対応、オイルサンド油を始めとした非在来油の処理技術が欠かせない。また、エタン分解によるエチレン製造の結果、接触分解などにおけるプロピレン収率を高めることの必要性は論を待たない。これらは、世界の潮流に対して技術力で我が国のセキュリティーを確保する技術開発であることから国の支援が欠かせない。
- ・全体的に、エネルギーの安定供給として国の関与の必要性は認識できる。
- ・重質油の高度有効技術であり、国の事業として支援すべきである。

【問題点・改善すべき点】

- ・オイルサンド、オリノコ・タールをはじめとした超重質油からのガソリン、灯油をはじめとした白油の製造は、技術的な困難とともに、製造コストの高さが、かねてより指摘されている。今後の原油価格の動向によっては、カナダのオイルサンド開発が停滞することも可能性としてあり、経済合理性を十分に勘案しながら、本プロジェクトを進めていくことが望まれる。
- ・国際的見地から、わが国の石油精製のあり方を議論し、本技術開発を位置づけていくことが重要である。
- ・製造段階のみならず、原料の調達、輸送、貯蔵を含めた経済性、更に設備の維持管理費用を含め、技術の実用性について、どのように見通しを立てて計画されたのかが不明確である。

温暖化ガスの削減が謳われているが、需要構造の変化と、原油性状の変化によるところが大きく、原油の有効利用技術ではあるものの、それをグリーンテクノロジーと位置付けるのは論理の飛躍がある。

(投資)リスクの大きな事業としているが、技術開発の方向性に大きな変化は見受けられず、リスクは開発された技術の実用性に対するリスクと考えられる。しかし、実用性の見通しに対して、何処にリスクが存在する事業かは明らかにされていない。

- ・(1)～(4)の各課題の関連性・連携等を図式化して明確にして頂きたい。

2. 研究開発等の目標の妥当性

革新的精製技術確立のための具体的かつ明確な目標設定が行われており、個別要素技術ごとの中間目標、最終目標が設定されていることは、高く評価できる。特に、世界初のダウンフロー方式によるHS-FCC技術の開発は、技術的な難易度が高く、具体的な数値目標を中間評価、最終評価において明確に設定している点は好ましい。

また、本事業には、原油供給の安定確保という共通の目的は共有しているが、複数の技術の開発が含まれている。個別の要素技術開発は、石油製品の高付加価値化、石油の重質留分や重質資源の高度利用を、性能や経済性において終了時には現行技術に匹敵するレベルで達成するべく中間目標を設定している。

なお、重質原油からのガソリン得率、軽油のサルファーフリー等の技術革新については、今後の国内石油製品需要動向及び環境規制を十分に踏まえながら、費用対効果に関する確認を行い、日本の石油事情とエネルギー安全保障貢献に寄与する視点からの事業推進が望まれる。

また、性能評価については目標が設定されているが、実用性評価に関しても、目標は立てることが望ましい。開発結果情報は残せるが、技術開発意図、設計意図、設計根拠を次の開発に生かす仕組み、それを評価するための基準を明確に設計すべきである。

【肯定的意見】

- ・革新的精製技術確立のための具体的かつ明確な目標設定が行われており、個別要素技術ごとの中間目標、最終目標が設定されていることは、高く評価できる。特に、世界初のダウンフロー方式によるHS-FCC技術の開発は、技術的な難易度が高く、具体的な数値目標を中間評価、最終評価において明確に設定している点は好ましい。
- ・本事業には、原油供給の安定確保という共通の目的は共有しているが、複数の技術の開発が含まれている。個別の要素技術開発は、石油製品の高付加価値化、石油の重質留分や重質資源の高度利用を、性能や経済性において終了時には現行技術に匹敵するレベルで達成するべく中間目標を設定している。
- ・技術開発項目ごとに具体的な数値目標が示されており、また、数値目標は妥当であると考えられる。特に、HS-FCCではプロピレン収率が20%以上と言う、意欲的な目標を設定しており、また、重質原油の高分解達成のためのトータルシステム開発では、残渣分解率を現在10～15%であるものを20～25%に上げる極めて高い目標を設定している。
- ・全体的な開発目標は、社会情勢、エネルギー事情から理解できる。

- ・改良的な課題ではあるが、ステップバイステップな技術開発であり、有意であると考え
る。

【問題点・改善すべき点】

- ・重質原油からのガソリン得率、軽油のサルファーフリー等の技術革新については、今後の国内石油製品需要動向及び環境規制を十分に踏まえながら、費用対効果に関する確認を行い、日本の石油事情とエネルギー安全保障貢献に寄与する視点からの事業推進が望まれる。
- ・目標設定の根拠、特に実用性、需給バランス見通しとの関連が不明確である。既存の設備との整合性について全く議論されていない。性能評価について目標が設定されているが、実用性評価に関する目標は立てられていない。開発結果情報は残せるが、技術開発意図、設計意図、設計根拠を次の開発に生かす仕組みがない。また、それを評価するための基準が明確に設計されていない。
- ・各製油所のプロセスが異なっていることから(2)のテーマが設定されているようであるが、まず既存プロセスの状況と問題点を明確にして開発課題の妥当性を強調頂きたい。

3. 成果、目標の達成度の妥当性

ほぼ当初に設定された目標を達成し、最終目標への中間段階としては高く評価することができる。特に、世界に先駆けた革新的な4つの研究開発項目については、現段階においても十分な成果を挙げていると評価することができる。

また、個別要素技術間で、進捗状況に差はみられるが、それぞれ実証化装置の基礎検討と基本設計の完了、実験室規模での性能確認、製品の高品質化に向けた新規触媒の開発など、事業終了時までの中間的な目標には到達していると考えられる。

なお、技術開発の中間段階であることから、関連する発表論文数、引用度数が少ないものの、今後の研究成果を論文として発表し、わが国の石油需要動向の変化、エネルギー安全保障、特に石油需要が急増するアジア諸国との関連において日本の置かれている状況を考慮した対策、温暖化ガス排出削減等へ貢献すべく、研究成果の社会的還元が望まれる。

また、性能評価はされるが、技術それ自体（技術の管理を含めて）を評価する仕組みが必要であり、目標設定に対して不具合をフィードバックする仕組みが望まれる。

さらに、各課題で得られた成果が有機的に相乗的に波及するよう努力が望まれる。

【肯定的意見】

- ・ ほぼ当初に設定された目標を達成し、最終目標への中間段階としては高く評価することができる。特に、世界に先駆けた革新的な4つの研究開発項目については、現段階においても十分な成果を挙げていると評価することができる。
- ・ 個別要素技術間で、進捗状況に差はみられるが、それぞれ実証化装置の基礎検討と基本設計の完了、実験室規模での性能確認、製品の高品質化に向けた新規触媒の開発など、事業終了時までの中間的な目標には到達していると考えられる。
- ・ 項目ごとに技術開発のステージ、難易度が大きく異なるが、着実に進展しており、中間目標を達成している。
- ・ 設定された目標に対しては妥当な成果である。
- ・ 概ね良好であると判断する。

【問題点・改善すべき点】

- ・ 技術開発の中間段階であることから、関連する発表論文数、引用度数が少ないものの、今後の研究成果を論文として発表し、わが国の石油需要動向の変化、アジア諸国にお

る日本のエネルギー安全保障、温暖化ガス排出削減等に貢献すべく、研究成果の社会的還元が望まれる。

- ・ 共通指標である論文の発表や特許の出願はまだ多いとは言えず、今後の成果を期待したい。
- ・ 技術が多岐にわたり、各項目ごとの目標は明示されているものの、事業全体としての目標設定がわかりづらい。
- ・ 性能評価はされるが、技術それ自体（技術の管理を含めて）を評価する仕組みがない。目標設定に対して不具合をフィードバックする仕組みがない。
- ・ 各課題で得られた成果が有機的に相乗的に波及するよう努力頂きたい。

4. 事業化、波及効果についての妥当性

事業化の可能性は、連続運転などによる耐久性評価などの後半の成果如何であるが、その準備が順調に進んでいるといえる。波及効果は個別要素技術によって異なるが、H S - F C C 技術は世界に先駆けた研究開発であり、我国での石油精製・石油化学連携事業としての展開や、産油国に対してのバーゲニングパワーとしても有効である。

また、実用化に向けてのロードマップは明確であり、商業化への実証試験の取組は妥当であり、常に世界をリードする技術開発と実証化への取組は技術立国日本にとって極めて重要なものといえる。

さらに、重質原油が中心となる中東原油対応がよりフレキシブルとなり、中東産油国との関係強化につながる点が評価できる。

なお、今後、経済性について定量的に検討を進め、より具体的に事業化を進める工程を明らかにしていくことが望まれる。波及効果としては、温室効果ガス削減の観点から定量的に本技術の効果を示すことが必要である。

また、事業化条件、既存装置との整合性、技術の管理の仕組みなどの検討や仕組みの整備が望ましく、事業化の道筋、波及効果を明確にすることが必要である。

【肯定的意見】

- ・事業化に向けてのロードマップは明確であり、商業化への実証試験の取組は妥当であるといえる。常に、世界をリードする技術開発と実証化への取組は技術立国日本にとって極めて重要なものといえる。さらに、重質原油が中心となる中東原油対応がよりフレキシブルとなり、中東産油国との関係強化につながる点が評価できる。
- ・事業化の可能性は、連続運転などによる耐久性評価などの後半の成果如何であるが、その準備が順調に進んでいると言えよう。波及効果は個別要素技術によって異なるが、HS-FCC技術は世界に先駆けた研究開発であり、我国での石油精製・石油化学連携事業としての展開や、産油国に対してのバーゲニングパワーとしても有効であろう。重質油高度分解・有用化技術は既存設備での適用を設定しており技術普及による効果は最も即効性が大きであろう。超重質油・オイルサンド油等の精製・分解技術は化石資源の需給状況に依存するが、豊富な埋蔵量や、地政学的リスクが小さいことを考慮すれば、波及効果の将来性は高いと言えるであろう。
- ・H S - F C C については、シナリオ通りに事業化を進め、その他の技術についても、着実に事業化に向けて目途を立てていくことが重要である。H S - F C C におけるダウンフロー反応器はバックミキシングが少ない特徴を有する化学工学的に非常に価値ある技術であり、技術の応用をも視野にいれて具体的な適応を考えていただきたい。

- ・実施サイトでの事業化は十分に考えられる。

【問題点・改善すべき点】

- ・革新的技術開発のシーズを事業化するための具体的なスケジュールをより明確にすれば、よりわが国のエネルギー安全保障に寄与する研究開発となるものと考えられる。
- ・今後、経済性について定量的に検討を進め、より具体的に事業化を進める工程を明らかにしていくことが望まれる。波及効果としては、温室効果ガス削減の観点から定量的に本技術の効果を示すことが必要である。
- ・実用化条件、既存装置との整合性、技術の管理の仕組みなどの検討や仕組みの整備が不足しており、事業化の道筋、波及効果が不明確である。
- ・日本で実施する場合と海外油田で実施する場合の2つのシナリオを描いてはどうか。経済性についてももう少し定量化評価をされてはどうか。

5. 研究開発マネジメント・体制・資金・費用対効果等の妥当性

現在着実に進む、石油製品の白油化の進展、重油需要の急激な減少、高付加価値石油製品製造単位当たりの温暖化ガス排出量削減への国際的要請、という状況を踏まえ、費用対効果を十分に考慮したプロジェクトであるといえ、本研究開発のスケジュール設定は、わが国のエネルギー安全保障にとって、極めて適切に行われたと評価できる。

また、財政状況の厳しい時期に、要素技術開発の内容を吟味した最適な資金配分がなされていると評価される。

なお、原油の安定供給確保やエネルギーセキュリティの観点から費用対効果を見積もることは困難であるが、本事業で取り上げた技術の効果を他の競争技術と比較することができるのではないかと考えられる。

また、社会経済情勢への変化対応に関しては、今後、我が国の輸送用燃料を主体として原油消費量が減少していく傾向の中で、本技術開発をどのように位置づけるかを明確にしていける必要がある。さらに、CO₂ 排出量削減の効果をより明確にすることが望まれる。

【肯定的意見】

- ・世界的なエネルギー価格の高騰、資源争奪戦の高まりという状況において、本研究開発のスケジュール設定は、わが国のエネルギー安全保障にとって、極めて適切に行われたと評価できる。また、現在着実に進む、石油製品の白油化の進展、重油需要の急激な減少、高付加価値石油製品製造単位当たりの温暖化ガス排出量削減への国際的要請、という状況を踏まえ、費用対効果を十分に考慮したプロジェクトであるといえる。さらに、財政状況の厳しい時期に、要素技術開発の内容を吟味した最適な資金配分がなされていると評価される。

- ・石油産業活性化センターのもつ事業ミッションに相応しい事業である。全体を統括するプロジェクトリーダーのもと研究開発が実施され、開発事業ごとに技術小委員会を設けて、頻繁に報告会を実施しつつ事業が進められている。技術開発面での意思決定や連絡調整に問題はなく、制度運用も適切であったと判断される。資金配分も技術開発の進捗状況を考慮した上で予算運用がされている。

- ・各技術に実績のある石油会社を中心に、革新性の高い研究は大学に委託し、PECがそれを取りまとめる体制はこのような技術開発を円滑に効率良く進める上で妥当である。

費用対効果の観点では、HS- FCCは我が国がプロピレン増産を進める上で重要な技術であり、十分な効果が見込める。それ以外の技術にあっては、数値化が難しいが、触媒などの開発では、高性能の触媒が開発されればその効果が極めて大きいことを考えれば、全体として効果があるものとする。

- ・目標に対する研究開発マネジメントは適切に機能したと考えられる。

【問題点・改善すべき点】

- ・本プロジェクトの主要な4項目は、いずれについても技術的な課題が高度であり、その完全な達成には困難と多額の投資が伴う。今後の石油製品需要構造の高度化、地球温暖化防止への国際的な対応を慎重に見極めながら、最適な資金配分とプロジェクトの成果評価を適宜行っていくことが必要である。
- ・原油の安定供給確保やエネルギーセキュリティの観点から費用対効果を見積もることは困難であるが、本事業で取り上げた技術の効果を他の競争技術と比較して優劣を論じることができるのではないだろうか。
- ・社会経済情勢への変化対応に関しては、今後、我が国の輸送用燃料を主体として原油消費量が減少していく傾向の中で、本技術開発をどのように位置づけるかを明確にしておく必要がある。また、CO2排出量削減の効果が明確になっていない。
- ・技術を実用化するためには、開発の情報や、開発された技術及び設計の根拠情報を管理する仕組み、既存設備との整合をはかる仕組み、などが必要であり、それら仕組みづくりを管理する体制が必要となる。
- ・(1)～(4)のグループ間の連携を考えて頂きたい。特に(4)と(3)の連携があっても良い。

6. 総合評価

エネルギー供給不安は国民経済への影響も大きく、供給源の多様化や産油国との関係強化、高効率化による石油利用技術の競争力強化など、エネルギーセキュリティの確保は、その資源を海外に依存する我が国にとっては深刻な命題である。本事業はその一翼を担うもので、きわめて重要な意義がある。

また、重質原油からの製品白油化や高効率プロセスの開発による温室効果ガス削減は「グリーンイノベーション」政策に合致するもので社会的ニーズに適合するので、積極的に推進すべきである。

なお、本プロジェクトが産油国との関係強化、エネルギーの安定供給にどのようにつながるか、表面的な採算性のみならず、長期的な視点からのわが国の石油産業の発展とエネルギー安全保障を慎重に勘案しつつ、今後のプロジェクト推進が望まれる。その際には、テーマ間の技術的な関係を明確にし、実用化に対する評価、評価基準、そのための要件をはっきりさせる必要がある。

また、地球温暖化への貢献が曖昧であり、より定量的な検討が必要である。

【肯定的意見】

- ・原油の重質化、それに対する石油製品の高付加価値化、重油需要の減少は、日本のみならず世界的な流れであり、いかに少ない温暖化ガス排出量によってガソリンをはじめとした高付加価値石油製品を製造するかは、わが国にとってのエネルギー安全保障に貢献するだけでなく、人類共通の喫緊の課題である。本プロジェクトは、そうした地球的要請に応えたものといえる。今後、世界の原油生産における重質油、超重質油の比重が高まる状況において、日本の石油産業の持続的発展にとって必要不可欠な研究開発であると評価できる。
- ・石油資源の世界情勢は、地政学的要因や投機的資金の流入など金融面の要因などによる価格高騰、資源獲得競争の激化など厳しい状況下にある。エネルギー供給不安は国民経済への影響も大きく、供給源の多様化や産油国との関係強化、高効率化による石油利用技術の競争力強化など、エネルギーセキュリティの確保は、その資源を海外に依存する我が国にとっては深刻な命題である。本事業はその一翼を担うもので、きわめて重要な意義を有する。さらに、重質原油からの製品白油化や高効率プロセスの開発による温室効果ガス削減は「グリーンイノベーション」政策に合致するもので、社会的ニーズに適合する。よって、本事業は今後とも積極的に推進すべきである。
- ・わが国にとって、原油の安定供給の観点から、原油重質化への対応、オイルサンド油を始めとした非在来油の処理技術が欠かせない。また、エタン分解によるエチレン製造の

結果、接触分解などにおけるプロピレン収率を高めることの必要性は論を待たない。本技術は着実に進展しており、これらの目的に多大な貢献をするものである。

- ・ 技術開発としては概ね順調に進んでいる。
- ・ 日本の長期エネルギー戦略の立場から必要不可欠な技術である。

【問題点・改善すべき点】

- ・ 日本とサウジアラビアとの共同研究開発において、本プロジェクトが産油国との関係強化、エネルギーの安定供給にどのようにつながるか、表面的な採算性のみならず、長期的な視点からのわが国の石油産業の発展とエネルギー安全保障を慎重に評価しながら、今後のプロジェクト推進が望まれる。
- ・ 本事業で取り上げた技術開発には、実用化時期が必ずしも同じでないものが混在している。それぞれの技術開発の時間軸を視野に入れて開発の方向性、戦略性を検討する必要があるのではなかろうか。
- ・ 地球温暖化への貢献が曖昧であり、より、定量的な検討が必要である。
- ・ 実用化に対する前提、見込み（Prospective）を計画段階ではっきりさせておく必要がある。テーマ間の技術的な関係が明確でない。実用化に対する評価、評価基準、そのための要件をはっきりさせる必要がある。公共性の定義が曖昧であり、取捨選択が必要である。
- ・ グループ間の連携強化を望む。温暖化効果への寄与についてはより定量的に明示して頂きたい。

7. 今後の研究開発の方向等に関する提言

限られた資金を効率的に配分し、いかに少ない重質原油から、効率的により多くのガソリン、高付加価値化学原料を製造するかという現代的な目標の深化を進め、日本の石油業界が直面する、原油の重質化、重油需要の急減、ガソリン、プロピレン等の高付加価値製品の比重増加という喫緊の課題に対応すると同時に輸送用燃料を主体として原油消費量の減少に対しても対応するべく、焦点を絞った研究開発を推進していくことを希望する。

また、石油資源の獲得には、これまで以上に産油国との関係強化が重要となる。革新的で、次世代に通用する優れた技術を開発し、海外からも高く評価され、原油獲得のバーゲニングパワーをもつような技術開発を期待する。

一方、技術開発に対する実用性、実行可能性（Prospective）を経済性、持続性から検討する必要がある。性能評価を重視した目標設定となっているが、原料調達から輸送、貯蔵管理を含めて実行可能性を明らかにした上で開発する事が望まれる。また、実用化するためには、単に開発結果だけの情報では不十分であり、技術要件、前提、根拠、制約などなど、既存設備との整合管理のためにも、技術として確立する必要があり、そのための仕組みづくりが必要となる。その仕組みを作る事が、研究開発プロジェクトの大きな役割である。

なお、地球温暖化への貢献については、定量的に明示できればより意義のあるプロジェクトになると期待される。

【各委員の提言】

- ・限られた資金を効率的に配分し、いかに少ない重質原油から、効率的により多くのガソリン、高付加価値化学原料を製造するかという現代的な目標の深化を進め、日本の石油業界が直面する、原油の重質化、重油需要の急減、ガソリン、プロピレン等の高付加価値製品の比重増加という喫緊の課題に対応すべく、焦点を絞った研究開発を推進していくことを希望する。

地球温暖化防止への温暖化ガス排出削減交渉の行方は、2010年も流動的であり、日本がどの水準の温暖化ガス排出削減求められるかは不透明な部分が多い。しかし、より地球環境に優しい石油製品製造は世界的な流れであり、そうした21世紀の大きな流れの中を踏まえて、着実に革新的精製技術の開発を進めていくことが望まれる。

- ・石油資源の獲得には、これまで以上に産油国との関係強化が重要となる。革新的で、次世代に通用する優れた技術を開発し、海外からも高く評価され、原油獲得のバーゲニングパワーをもつような技術開発を期待したい。

- ・ 今後、我が国の輸送用燃料を主体として原油消費量が減少していく傾向の中で、製油所における本技術開発を位置づけ、CO2 排出量削減を考慮して、方向性を明確にしていくことが望まれる。
- ・ 全体的に、HS-FCCの開発以外は、技術オリエンティッドな要素が強いように思える。技術開発に対する実用性、実行可能性（Prospective）を経済性、持続性から検討する必要がある。性能評価を重視した目標設定となっているが、原料調達から輸送、貯蔵管理を含めて実行可能性を明らかにした上で開発する事が望まれる。また、実用化するためには、単に開発結果だけの情報では不十分であり、技術要件、前提、根拠、制約などなど、既存設備との整合管理のためにも、技術として確立する必要があり、そのための仕組みづくりが必要となる。その仕組みを作る事が、研究開発プロジェクトの大きな役割である。

シーズ開発を抱き合わせで行っているが、Prospectiveを不明確にしたまま既存の技術のアプリケーションに見受けられる。開発の位置づけがはっきりしない事と、国の事業としての公共性、必要性が不明瞭である。
- ・ 資源制約、環境制約の動向を予想しつつ、当該技術開発は重要な意義がある。

特に地球温暖化への貢献については、定量的に明示できればより意義のあるプロジェクトになるであろう。

8 . 個別要素技術に関するコメント

重質油対応型高苛酷度流動接触分解（HS-FCC）技術の開発

【成果に対する評価】

- ・ 当初の計画通りに進められおり、成果が十分にあげられている。今後の実証化装置による商業化への技術的課題は多いが、基本的な要素技術の開発は確立されていると評価される。
- ・ 海外からの注目度も高いと聞いている。順調に技術開発されることを望みたい。
- ・ HS - FCCの実証装置の設計をほぼ終了し、建設に着手しており、計画通りに進んでいる。安全管理に十分、配慮し、工程に従って建設、運転が行われることを期待する。
- ・ CFDシミュレーションの発達により、設計精度が上がりこれまで理論的に検討された事が、実用化に近づいてきた事に、意義があり、CFDシミュレーションベースの設計手法の確立への一歩となる可能性がある。但し、Designedの世界とActualを橋渡しするのが技術であり、技術を体系化するためには前提条件、根拠、予測、実際と差異、意思決定過程など、様々な情報を管理しなければならない。その仕組みを合わせて考えなければ、開発が次の技術開発に繋がらないばかりか、開発したものが、開発しっぱなしの状態になりかねない。
- ・ 興味あるプロセスであり、引き続き継続されたい。

【事業化の見通しに関する評価】

- ・ 実証化装置の運転による試験結果を慎重に検討し、設備の稼動状況、課題を浮き彫りにして、事業化への移行が進められると評価できる。
- ・ プロピレン収率の高い本技術は、実証試験が終了し、技術が確立されれば事業化への可能性が高まる有望な技術である。
- ・ 現段階では、建設サイトにおける事業化以外には予想がつかない。技術要件、制約、実行可能条件等々にたいする透明性の確保が重要である。

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

【成果に対する評価】

- ・ガソリンのオクタン価を下げることなく脱硫を行い、重質原油から石油化学原料であるプロピレン等の高付加価値石油製品を製造する成果は十分に達成されている。
- ・硫黄分高度吸着除去技術は、実験室規模で開発の目途が立っている。FCCの高機能化については、新規直接脱硫触媒やFCC触媒を実験室規模で見出しており、期待できる。RFCCトータルシステムについては、高分解性能を有する触媒やRFCC触媒開発の方向性が見えており、これからの2年間で工業触媒として開発が成功することが期待できる。
- ・得率を需要により近い値に近づけることができることは意義がある。
- ・製油所ごとの事情により、課題設定されているが、可能な限り相互に連携、情報交換されてはどうか。

【事業化の見通しに関する評価】

- ・重油脱硫装置、流動接触分解装置、軽油脱硫装置の触媒開発等の要素技術の開発は、順調に進んでおり、事業化へのプロセスは確立していると評価される。
- ・触媒開発にあっては、事業成果に基づき経済性評価を行い、また、長期試験等による評価を実施して早急に、将来の目途を立てることが期待される。
- ・典型的な触媒開発であり、事業化の可能性は高いが、既存設備との整合、導入条件が係り、技術が浸透するかは、議論が必要かと思われる。
- ・比較的計画通りに進むものと考える。

超重質油・オイルサンド油等の精製・分解技術の開発

【成果に対する評価】

- ・ オイルサンドをはじめとした超重質油からセタン価の高い軽油の製造、重油基材を生成することなくガソリン、灯油、軽油、石油化学原料を製造する分解プロセスの開発が順調に進んでいると評価できる。
- ・ 超重質油・オイルサンド油等の超臨界水を用いた分解技術は、他の研究機関（JOGMECの提案公募事業）でも取り上げられており、研究成果は共有し、研究開発の重複は避ける必要がある。
- ・ 超重質油・オイルサンド油等の精製・分離技術は、国内製品として適用するための技術であり、触媒開発の方向性が見えてきている。また、超臨界流体反応を用いた選択的分解は、より将来を見据えた技術開発であり、方向性を見出したことを大きな成果である。
- ・ 実用性、実行可能性、現実性に対するProspectiveを検討する必要がある。実用性に対する要件、経済環境など、検討した上で、公共性の観点から開発の必要性議論する必要がある。
- ・ のグループと密な連携を取って頂きたい。

【事業化の見通しに関する評価】

- ・ 超重質油等の分解有用化技術開発、オイルサンド合成原油のわが国石油製品への適用化技術開発、超臨界流体反応をキーとする選択的分解による非在来型重質油アップグレーディング技術の開発、等については触媒の開発、水素化分解をはじめとした基本技術の開発が進められており、事業化へ向けて順調に進展していると評価できる。
- ・ 各技術により革新性が異なる。高分解性能の触媒は比較的短期間に事業化が見込まれる半面、超臨界の利用はより長期を見据えた技術開発である。技術により事業化の時期が異なるので、その特性を明確にして開発に当ることが重要である。
- ・ 計画段階でのシナリオメイク、試算が必要であり、そのシナリオの妥当性を精査する必要がある。
- ・ 経済性の負担に対して環境性の長所をいかにアピールするかが鍵である。

革新的精製技術シーズ創製のための研究開発

【成果に対する評価】

- ・重質油を原料とした高オクタン価ガソリンの効率的製造への触媒開発、革新的超臨界水熱分解技術開発においては、触媒開発、超臨界水熱分解の要素技術が確立されていると評価される。さらに、重質油からの高付加価値石油製品製造上の化学的プロセスについての解明という大きな学術的進歩が評価される。
- ・共同研究先の選定がどのような手続きで決定されたか明確でない。たとえば石油学会のような公益機関を通じて公募するなどの公平性が必要はないであろうか。
- ・反応過程のステージごとに反応制御条件を検討し、触媒設計に活かすことは今後の技術開発の上で重要な研究であるが、ハードルが高い。その条件下で着実に進展している。超臨界水熱分解技術開発は革新性の高い開発であり、研究面での様々な知見が得られている。
- ・実用性を含めて、技術のProspectiveが不透明である。他の技術との関連性が不透明である。本事業の一課題としての意義がはっきりしない。
- ・ ~ への学術的貢献を強めて頂きたい。

【事業化の見通しに関する評価】

- ・現時点における研究は要素技術の開発であるが、日本の石油産業の高度化を目指し、将来の事業化に備えて、革新的触媒の開発、超臨界水熱分解技術のさらなる磨き上げが望まれる。
- ・技術のシーズとしての価値が高いが、今後、いかに発展させられるかが今後の課題である。
- ・技術オリエンティッドに計画されているために、事業化、実用化に対して見通しをどのように計画段階で見積もっていたのか不透明である。

第4章 評点法による評点結果

第4章 評点法による評点結果

「革新的次世代石油精製等技術開発事業」に係るプロジェクト評価の実施に併せて、以下に基づき、本評価検討会委員による「評点法による評価」を実施した。その結果は「3. 評点結果」のとおりである。

1. 趣旨

評点法による評価については、産業技術審議会評価部会の下で平成11年度に評価を行った研究開発事業(39プロジェクト)について「試行」を行い、本格的導入の是非について評価部会において検討を行ってきたところである。その結果、第9回評価部会(平成12年5月12日開催)において、評価手法としての評点法について、

(1)数値での提示は評価結果の全体的傾向の把握に有効である、

(2)個々のプロジェクト毎に評価者は異なっても相対評価はある程度可能である、との判断がなされ、これを受けて今後のプロジェクト評価において評点法による評価を行っていくことが確認されている。

また、平成21年3月31日に改定された「経済産業省技術評価指針」においても、プロジェクト評価の実施に当たって、評点法の活用による評価の定量化を行うことが規定されている。

これらを踏まえ、プロジェクトの中間・事後評価においては、

(1)評価結果をできる限りわかりやすく提示すること、

(2)プロジェクト間の相対評価がある程度可能となるようにすること、

を目的として、評価委員全員による評点法による評価を実施することとする。

本評点法は、各評価委員の概括的な判断に基づき点数による評価を行うもので、評価報告書を取りまとめる際の議論の参考に供するとともに、それ自体評価報告書を補足する資料とする。また、評点法は研究開発制度評価にも活用する。

2. 評価方法

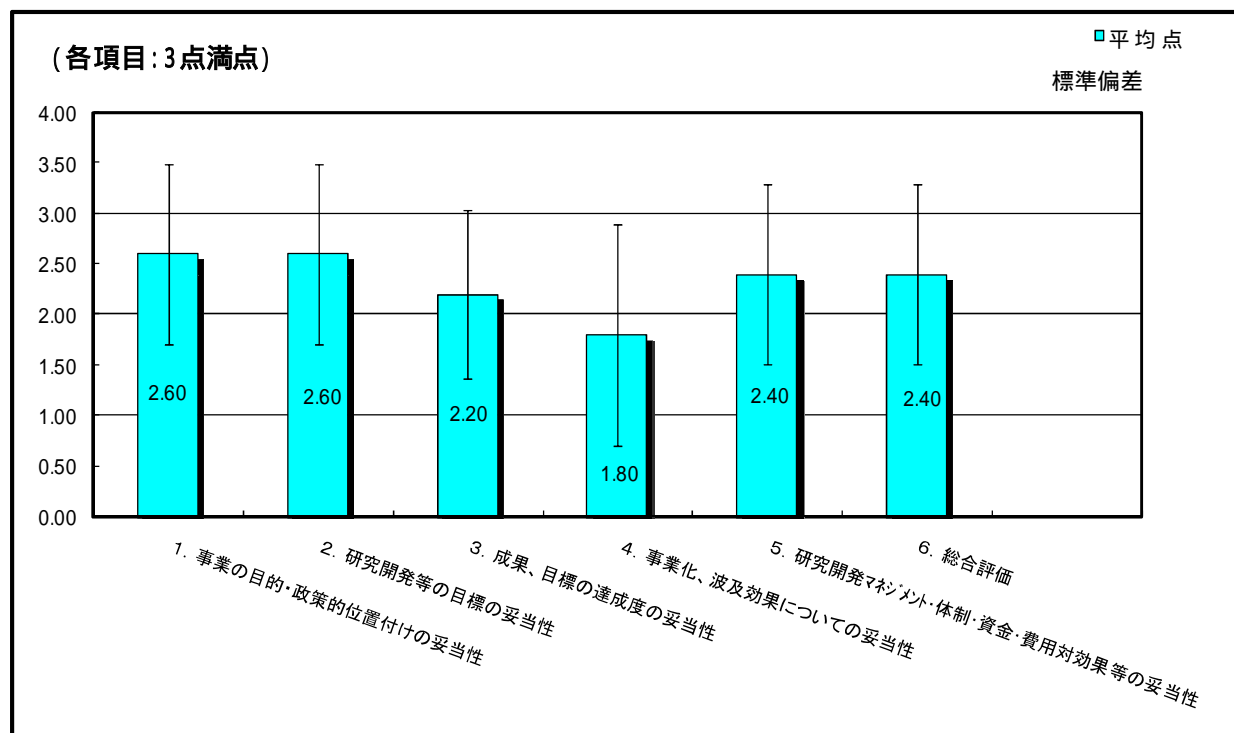
- ・各項目ごとに4段階(A(優)、B(良)、C(可)、D(不可)<a, b, c, dも同様>)で評価する。
- ・4段階はそれぞれ、 $A(a) = 3$ 点、 $B(b) = 2$ 点、 $C(c) = 1$ 点、 $D(d) = 0$ 点に該当する。
- ・評価シートの記入に際しては、評価シートの《判定基準》に示された基準を参照し、該当と思われる段階に を付ける。
- ・大項目(A, B, C, D)及び小項目(a, b, c, d)は、それぞれ別に評点を付ける。
- ・総合評価は、各項目の評点とは別に、プロジェクト全体に総合点を付ける。

3. 評点結果

評点法による評点結果

革新的次世代石油精製等技術開発事業

評価項目	平均点	標準偏差
1. 事業の目的・政策的位置付けの妥当性	2.60	0.89
2. 研究開発等の目標の妥当性	2.60	0.89
3. 成果、目標の達成度の妥当性	2.20	0.84
4. 事業化、波及効果についての妥当性	1.80	1.10
5. 研究開発マネジメント・体制・資金・費用対効果等の妥当性	2.40	0.89
6. 総合評価	2.40	0.89



「革新的次世代石油精製等技術開発事業」(中間評価)

今後の研究開発の方向等に関する提言に対する対処方針

提言	対 処 方 針
<p data-bbox="259 525 1135 703">石油資源の獲得には、これまで以上に産油国との関係強化が重要となる。革新的で、次世代に通用する優れた技術を開発し、海外からも高く評価され、原油獲得のバーゲニングパワーをもつような技術開発を期待する。</p> <p data-bbox="259 911 1135 1187">限られた資金を効率的に配分し、いかに少ない重質原油から、効率的により多くのガソリン、高付加価値化学原料を製造するかという現代的な目標の深化を進め、日本の石油業界が直面する、原油の重質化、重油需要の急減、ガソリン、プロピレン等の高付加価値製品の比重増加という喫緊の課題に対応すべく、焦点を絞った研究開発を推進していくことを希望する。</p>	<p data-bbox="1158 525 2018 801">HS - FCC技術は実用化に比較的近く、産油国との関係強化に資する技術開発と考えている。その他の重質油分解技術、オイルサンド・超重質油等の非在来型原油の処理技術も次世代に通用する技術として世界トップクラスの技術開発目標を設定している。技術開発目標を確実に達成し、出来るだけ早期の実用化を目指したい。</p> <p data-bbox="1158 911 2018 1043">本事業は、原油の重質化、石油需要の白油化に対応し、石油の安定供給に資することを目的としており、その目的を達成するため、4つの要素技術研究に焦点を絞り、実施している。</p> <p data-bbox="1158 1058 2018 1238">ご指摘を踏まえ、各要素技術研究間での情報共有をこれまで以上に行うなど、より効率的な研究開発に取り組むことで、それぞれの各要素技術研究間の焦点が更に絞られるよう、事業を実施してまいりたい。</p>

特に地球温暖化への貢献については、定量的に明示できればより意義のあるプロジェクトになると期待される。

技術開発に対する実用性、実行可能性 (Prospective) を経済性、持続性から検討する必要がある。性能評価を重視した目標設定となっているが、原料調達から輸送、貯蔵管理を含めて実行可能性を明らかにした上で開発する事が望まれる。また、実用化するためには、単に開発結果だけの情報では不十分であり、技術要件、前提、根拠、制約などなど、既存設備との整合管理のためにも、技術として確立する必要がある、そのための仕組みづくりが必要となる。その仕組みを作る事が、研究開発プロジェクトの大きな役割である。

地球温暖化への貢献については、ご指摘のとおり、より明確にする必要があると考える。例えば、HS - FCC技術では、既存技術に比べ、白油(ガソリンやプロピレンなど)が多く得られるため、より少ない原油処理量での製品生産が可能であり、CO₂削減に資するため、本報告書でも概要説明を入れたところ。しかし、CO₂削減効果の定量化は、推算の前提、条件等を精査することを必要とするため、事後評価に向けて様々な方向から検討を試み、可能な限り定量化をしてみたい。

目標値は分解率、品質等性能目標として設定しているが、実用性能(コスト等)については例えば触媒開発では実用性能を評価する尺度として寿命(例えば1年以上)、強度(リアクター充填時の粉化、破碎等の防止)等があり、研究開発の中でこれらの要素を織り込んで開発を進めている。また、実証化、プロセスパッケージ化、検証等を最終年度に実施し、本技術開発の終了時点で総合的な評価も実施する予定である。

ご指摘の様々な仕組みづくりについては今後も強く意識しつつ技術開発を進めてみたい。