

高効率な石油精製技術の基礎となる石油の
構造分析・反応解析等に係る研究開発事業
技術評価報告書(中間評価)

平成31年3月

産業構造審議会産業技術環境分科会
研究開発・イノベーション小委員会評価
ワーキンググループ

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28年12月21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29年5月改正)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「高効率な石油精製技術の基礎となる石油の構造分析・反応解析等に係る研究開発事業」は、従来、組成が未解明のために処理が困難であった重質油について、分子レベルで組成を科学的に解明し、石油精製プロセスにおける化学反応を解析・予測するための技術(ペトロリオミクス技術)を活用し、付加価値の高い石油製品や石油化学製品を効率的に生産する基盤的な研究開発を実施するものである。

今回の評価は、上記プロジェクトに関する評価であり、実際の評価に際しては、省外の有識者からなる中間評価検討会(座長:一般財団法人エネルギー総合工学研究所 研究顧問 小野崎正樹)を開催した。

今般、当該検討会における検討結果が技術評価報告書の原案として産業構造審議会産業技術環境分科会研究開発・イノベーション小委員会評価ワーキンググループ(座長:森 俊介 東京理科大学理工学部経営工学科教授)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31年3月
産業構造審議会産業技術環境分科会
研究開発・イノベーション小委員会評価ワーキンググループ

産業構造審議会産業技術環境分科会
研究開発・イノベーション小委員会評価ワーキンググループ
委員名簿

座長	森 俊介	東京理科大学工学部経営工学科教授
	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
	亀井 信一	株式会社三菱総合研究所研究理事
	斉藤 栄子	VALUENEX 株式会社ソリューション事業推進本部本部長代理
	鈴木 潤	政策研究大学院大学教授
	高橋 真木子	金沢工業大学大学院イノベーションマネジメント研究科教授
	津川 若子	東京農工大学大学院工学研究院准教授
	西尾 好司	株式会社富士通総研経済研究所上席主任研究員
	浜田 恵美子	日本ガイシ株式会社取締役

（敬称略、座長除き五十音順）

「高効率な石油精製技術の基礎となる石油の構造分析・反応解析
等に係る研究開発事業及び高効率な石油精製技術に係る研究
開発支援事業費」中間評価検討会

委員名簿

座長	小野崎 正樹	一般財団法人エネルギー総合工学研究所 研究顧問
	里川 重夫	成蹊大学理工学部物質生命理工学科 教授
	関根 泰	早稲田大学理工学術院先進理工学部応用化学科 教授
	増田 隆夫	北海道大学大学院 工学研究院長 教授
	室井 高城	アイシーラボ 代表

(敬称略、五十音順)

技術評価に係る省内関係者

【中間評価時】

(平成 30 年度)

資源エネルギー庁 資源・燃料部 石油精製備蓄課長 竹田 憲(事業担当課長)

産業技術環境局 研究開発課 技術評価室長 大本 治康

【事前評価時】

(平成 25 年度)

資源エネルギー庁 資源・燃料部 石油精製備蓄課長 竹谷 厚(事業担当課長)

産業技術環境局 産業技術政策課 技術評価室長 飯村 亜紀

中間評価の審議経過

第 1 回評価検討会(平成 30 年 12 月 13 日)

- ・事業の概要について
- ・評価の進め方について

第 2 回評価検討会(平成 31 年 3 月 4 日)※書面開催

- ・技術評価報告書(中間評価)について

◆産業構造審議会産業技術環境分科会研究開発・イノベーション小委員会

評価ワーキンググループ

(平成 31 年 3 月 13 日)

- ・技術評価報告書(中間評価)(案)について

目 次

はじめに	2
評価ワーキンググループ委員名簿	3
評価検討会委員名簿	4
技術評価に係る省内関係者	5
審議経過	6
I. 高効率な石油精製技術の基礎となる石油の構造分析・反応解析等に係る研究開発事業研究開発(プロジェクト)概要	9
1. 事業アウトカム	9
2. 研究開発内容及び事業アウトプット	9
3. 当省(国)が実施することの必要性	24
4. 事業アウトカム達成に至るまでのロードマップ	24
5. 研究開発の実施マネジメント体制等	27
6. 費用対効果	27
II. 外部有識者(評価検討会等)の評価	28
1. 事業アウトカムの妥当性	28
2. 研究開発内容及び事業アウトプットの妥当性	29
3. 当省(国)が実施することの必要性	30
4. 事業アウトカム達成に至るまでのロードマップの妥当性	31
5. 研究開発の実施・マネジメント体制等の妥当性	32
6. 費用対効果の妥当性	33
7. 総合評価	34
8. 今後の研究開発の方向等に関する提言	35
III. 評点法による評点結果	38
IV. 産業構造審議会評価ワーキンググループの所見及び同所見を踏まえた改善点等	39

プロジェクト名	高効率な石油精製技術の基礎となる石油の構造分析・反応解析等に係る研究開発委託費
行政事業レビューとの関係	平成３０年度事業番号０２０３
上位施策名	科学技術・イノベーション
担当課室	石油精製備蓄課

プロジェクトの目的・概要

省エネの進展等による国内石油需要の減少、アジア新興国における大型・輸出型製油所の台頭による国際競争の激化など、我が国石油精製業を取り巻く事業環境は厳しくなっている。こうした中、将来にわたり石油の安定供給を確保していくためには、コストの安い原油等から高付加価値の製品を生産すること（石油のノーブル・ユース）や精製設備の稼働を長期間安定させること（稼働信頼性の向上）など石油製品を効率的に生産する能力を高めることで、原油の有効利用や調達原油の多角化（中東依存度の低減）を図る必要がある。

そのために、従来、組成が未解明のために処理が困難であった重質油について、分子レベルで組成を科学的に解明し、石油精製プロセスにおける化学反応を解析・予測するための技術（ペトロリオミクス技術）を活用し、付加価値の高い石油製品や石油化学製品を効率的に生産する基盤的な研究開発を推進する。

予算額等（委託）				（単位：百万円）
開始年度	終了年度	中間評価時期	終了時評価時期	事業実施主体
平成 28 年度	平成 32 年度	平成 30 年度	平成 33 年度	（一財）石油エネルギー技術センター
H28FY 執行額	H29FY 執行額	H30FY 予算額	総執行額 (H28FY&H29FY)	総予算額
549	460	450	1,009	1,480

I. 高効率な石油精製技術の基礎となる石油の構造分析・反応解析等に係る研究開発 事業研究開発(プロジェクト)概要

1. 事業アウトカム

事業アウトカム指標1		
平成 32 年度までに、国内製油所で精製実績のなかった非在来型原油 21 種について、精製を可能にする。 指標：国内製油所で精製可能な非在来型原油の油種数		
指標目標値		
事業開始時(28 年度)	計画：—	実績：—
中間評価時(30 年度)	計画：13	実績(見込み)：13
終了時評価時(33 年度)	計画：21	実績：—
目標最終年度(32 年度予定)	計画：21	

<設定理由>

当該技術開発は、重質油を分子レベルで分析・解析する技術を起点として、関連の基盤技術、適応技術を体系的に開発するため、技術進展に伴って、非在来型原油等の物性、反応性等を評価することにより、それらの精製可能性を予測できるようになる。よって、アウトカム指標は、国内製油所で精製可能な非在来型原油の油種数とする。

事業アウトカム指標2		
平成 32 年度までに、国内製油所に適する重質原油と軽質原油の組み合わせを 15 件確立する。 指標：国内製油所に適した重質原油と軽質原油の混合方法		
指標目標値		
事業開始時(28 年度)	計画：—	実績：—
中間評価時(30 年度)	計画：5	実績(見込み)：5
終了時評価時(33 年度)	計画：15	実績：15
目標最終年度(32 年度予定)	計画：15	

<設定理由>

当該技術開発は、重質油を分子レベルで分析・解析する技術を起点として、関連の基盤技術、適応技術を体系的に開発するため、技術進展に伴って、各種原油を混合した際の挙動を評価することにより、原油混合時のスラッジ量や反応特性を予測し、最適の混合方法を推測することができるようになる。重質原油は通常軽質原油と混合し使用するため、その混合特性の予測結果は原油の使用可否を判断するうえで非常に重要な指標である。よって、アウトカム指標は、国内製油所に適した重質原油と軽質原油の混合方法とする。

2. 研究開発内容及び事業アウトプット

(1) 研究開発内容

本事業では、我が国製油所の抱える主な課題である①原油一単位あたりの高付加価値製品の得率向上である「石油のノーブル ユース」及び②設備の安定した高稼働を支える「稼働信頼性の向上」に重点を置き、組成が未解明のために処理が困難であった重質油について、分子レベルで組成を科学的に解明し、石油精製プロセスにおける化学反応を解析・予測するための技術(ペトロリオミクス技

術)を活用し、民間企業では取り組むことが難しい非在来型原油などの多角化などに資する開発リスクの高い基盤的な技術開発を実施した。具体的には、下記の4項目の技術開発を実施した。

(1)－1 非在来型原油成分分析技術開発

(1)－2 RDS(直接脱硫装置)及びRFCC(残油接触分解装置)の全体最適化技術開発

(1)－3 アスファルテン凝集制御技術開発

(1)－4 革新的石油精製技術のシーズ発掘

(1)－1 非在来型原油成分分析技術開発

これまで取り扱い実績のない非在来型原油等の未利用重質原油を処理するためには、得率が多い残渣油から分留される減圧軽油留分(VGO)や常圧残渣(AR)等の特性を分子レベルで理解し原油の価値を評価することが重要だが、従来技術のみでは困難であり新たな評価技術確立が必要がある。

本事業では、まず重質原油に多く含まれる高沸点留分を詳細に評価するための高真空・内部還流型減圧蒸留法を確立した上で、重質成分の分子構造から反応性を評価する技術確立を目指す。さらに、原油混合時の特性に関する評価法を構築することで、未知の超重質原油を実際に処理する上で有効に活用し得る評価指標を提供することを目指している(図2－1)。

未利用原油(非在来型原油、在来型超重質油原油)の重質成分を詳細に解析し、稼働信頼性向上および石油のノーブルユースに資するアベイリリティの評価指標を構築・提供する



図2－1 非在来型原油成分分析技術開発の狙いと開発項目

現在までに得られた成果を以下にまとめる。

① 高真空・内部還流型減圧蒸留技術

分析・評価用試料として、非在来型原油等の未利用重質原油を中心に13種の原油を入手した。

原油の高沸点留分を適正に評価するための蒸留法として、従来法より真空度を高め、内部還流機

構を設けた高真空・内部還流型減圧蒸留器を新たに開発・制作した。この蒸留器は従来法に比べて約40℃高い580℃までの分留が可能で、各留分に含まれる成分の重複が少ないことが確認できた。

この蒸留装置を用い、入手した原油を評価した結果を図2-2に示す。高沸点領域における留分分布が油種間で異なり、特に重質原油の高沸点 VGO 留分(VGO-3)の比率に差異が見られた。

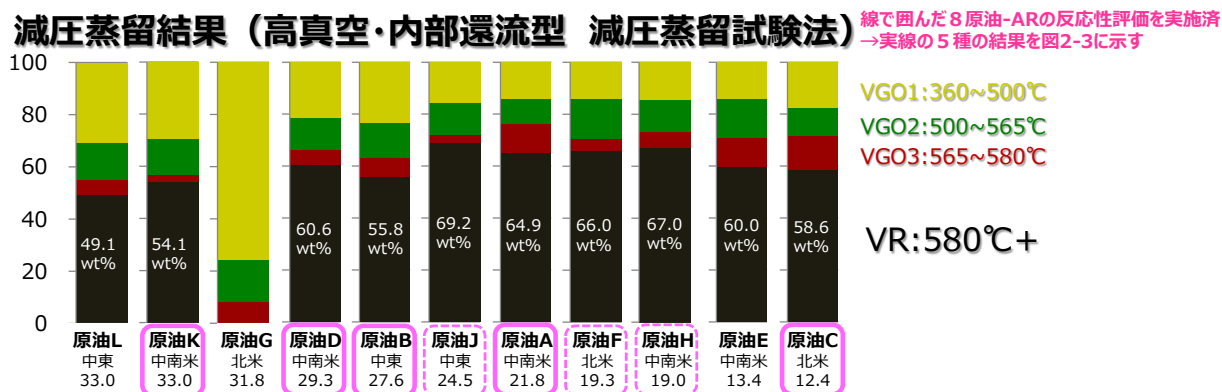


図2-2 高真空・内部還流型 減圧蒸留方法による高沸点領域における留分分布

② 反応性評価方法の確立

重質成分が多い超重質原油の残渣油は、粘度が非常に高く、高速反応性評価装置(HTE)で原料供給ができずに、反応性評価が困難であった。そこで、HTE に重質原料を供給するための装置改造を行い、API20 以下の原油であっても反応性評価が可能となった。これまでに JPEC が入手した原油のうち9原油の AR について、HTE にて反応性評価試験を実施した。脱硫・脱窒素反応性について、API 比重の序列では整理できない傾向が確認できている(図2-3、2-4)。原油中に含まれる分子構造分布から油種間の反応性の違いについて考察し進めている。今年度中に分子構造分布の違いや、分子の凝集状態が反応性に及ぼす影響を定量化する予定である。

H32 年度末までに、合計で 21 種の原油についての分析・評価を行い、これらの分析・評価結果を取り纏めた、分子レベルの原油評価データを蓄積し、反応性を予測するモデルを構築する予定である。

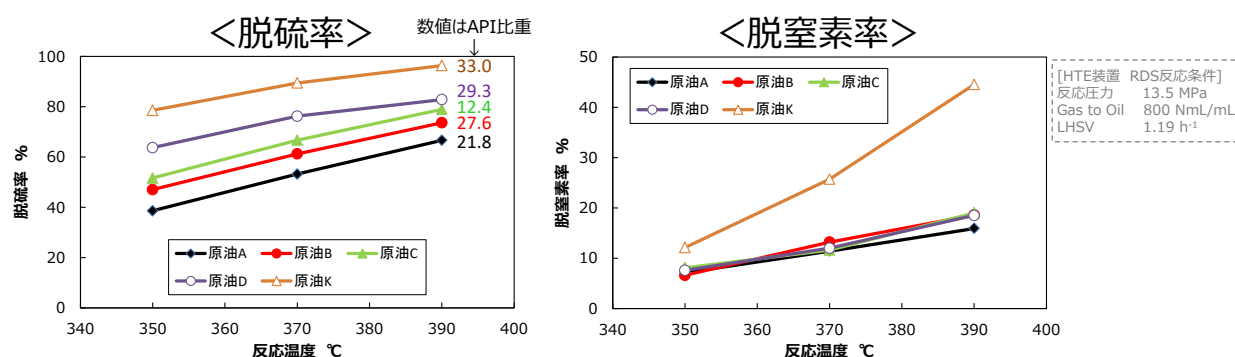


図2-3 各種原油由来の AR における脱硫・脱窒素反応性

	S	N
	wt%	wt%
原油A	5.4	0.50
原油B	4.7	0.39
原油C	4.9	0.23
原油D	0.5	0.55
原油K	0.5	0.44

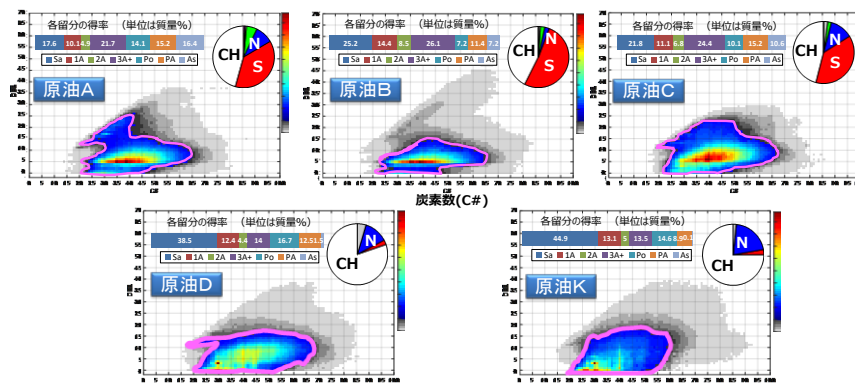


図2-4 各種原油由来のARの分子構造分布

③ 原油混合時の相溶性及び反応性評価技術の開発

文献報告などを参考に、非在来型原油等の未利用重質原油と在来型原油を混合した際の相溶性（スラッジ析出の有無）を実験的に簡易評価する手法を選定した（図2-5）。

選定した手法を用い入手済みの重質原油と中東系の代表的な中質原油（API 比重:33.0）を混合した際の挙動を評価した結果、スラッジ析出が起こりうる原油の組み合わせは 1 件であった（図2-6）。今後、軽質原油と重質原油の混合挙動を評価する予定である

また、JPEC が開発した分子構造分布から凝集状態を予測する多成分系凝集モデル（MCAM; Multi Components Aggregation Model）を活用し、MCAM から得られる凝集状態予測結果と、実験的に求めたスラッジ析出が起こりうる原油の組み合わせ結果を照らし合わせ、混合可能な油種を予測する技術も開発する予定である。更に、原油混合時の特性の変化が反応性に与える影響についても検討を行う。

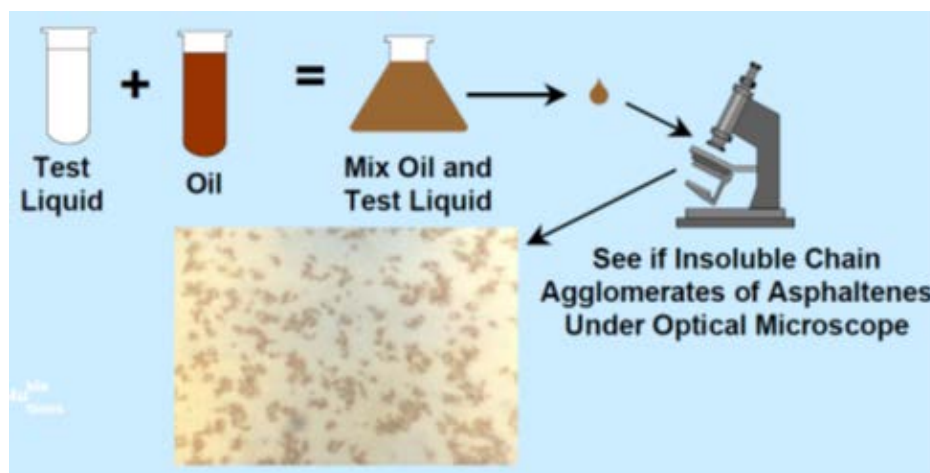


図2-5 原油の相溶性評価試験(概要)

原油種 産地 API	原油D 中南米 29.3	原油B 中東 27.6	原油J 中東 24.5	原油A 中南米 21.8	原油I 中南米 21.1	原油H 中南米 19.0	原油E 中南米 13.4	原油C 北米 12.4
スラッジ析出の有無	無	無	無	有	無	無	無	無

図2-6 各種原油混合時の特性評価結果

(1)-2 RDS(直接脱硫装置)及びRFCC(残油接触分解装置)の全体最適化技術開発

残渣油得率の低減及び軽質留分得率の向上のために重質油処理装置のプロセスの最適化が求められている。RDS 装置及び RFCC、FCC 装置は我が国において最も多く装備されている重質油処理装置であり、当該装置の残油得率低減に繋がる技術開発は非常に重要である。

そこで、RDS 及び FCC,RFCC 装置の最適運転を行うために以下の4項目を対象とし技術開発を行っている(図2-7)。

- ①触媒劣化を組込んだ RDS 分子反応モデルの開発
- ②RFCC 得率予測技術の開発
- ③RDS 触媒設計技術の開発
- ④RDS 流動反応連成モデルを活用した偏流解析モデルの開発

RDS/RFCCプロセスにより生み出される価値を分子レベルで最適化する技術を構築・提供する。

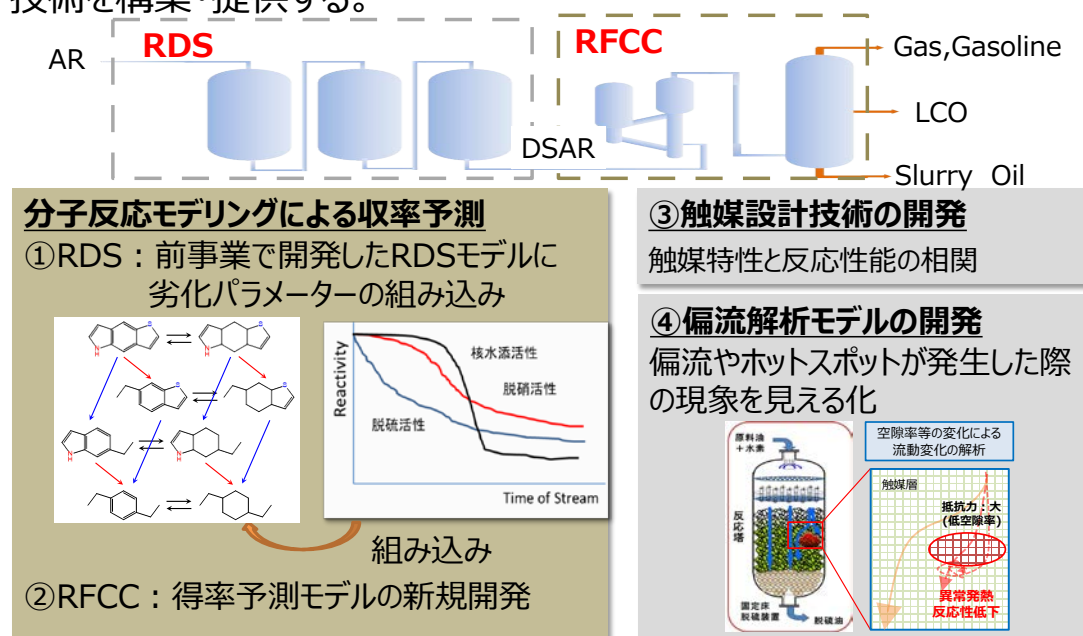


図2-7 RDS/RFCC 全体最適化技術開発

現在までに得られた成果を以下にまとめる。

- ① 触媒劣化を組込んだ RDS 分子反応モデルの開発

本技術開発では、2015 年度までに実施した「重質油等高度対応処理技術開発事業」で確立した RDS 反応モデル(以下「RDS 基本モデル」と記す)を活用し、触媒劣化に伴う生成物組成の変化を推定できる RDS 反応モデル(以下「RDS 劣化モデル」と記す)の構築を目指している。脱メタル、遷移及び脱硫触媒を積層充填したベンチ装置において、触媒寿命評価試験を実施し、各運転時間ごとに採取した生成油の詳細組成構造解析結果から、RDS 基本モデルの反応ネットワーク(図2-8)の各反応パスの反応性変化を反応種(脱硫、脱窒素、核水添)ごとに解析した。なお、触媒劣化を「活性点数の減少」と仮定し、図2-8に示す式で触媒劣化度合いを表現し、反応性変化挙動を解析した。

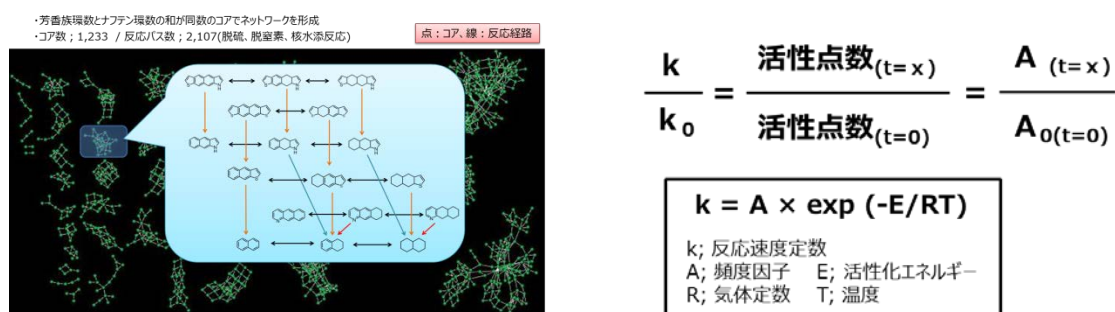


図2-8 RDS 分子反応モデルの反応ネットワークと反応性低下の評価式

その結果、反応性変化の挙動は図2-9に示す 7 種類のタイプに分類でき、各触媒層に反応性変化挙動を反応種ごとにまとめた結果を図2-9に示す。例えば初期に反応性が著しく低下する D1 タイプは脱窒素反応や核水添反応に多く認められる。また、反応性が時間経過に伴って徐々に低下する B タイプは脱硫反応に多く認められる。今後、触媒劣化要因となるメタルやコークによる被毒挙動を経時的にとらえ、上記反応性変化挙動と相関させることで RDS 劣化モデルを今年度中に構築する予定である。また、並行して2回目の触媒劣化試験を終了しており、この第2回試験で構築した RDS 劣化モデルの精度を検証予定である。

タイプ A; SOR から EOR に掛けて反応性が殆ど低下しない反応

タイプ B; SOR から EOR にかけて反応性が徐々に低下する反応(低下度合いにより B1～B3 に細分化)

タイプ C; EOR に反応性が急減する反応

タイプ D1; SOR に反応性が急減する反応

タイプ D2; SOR の反応性の急減後に増加する反応

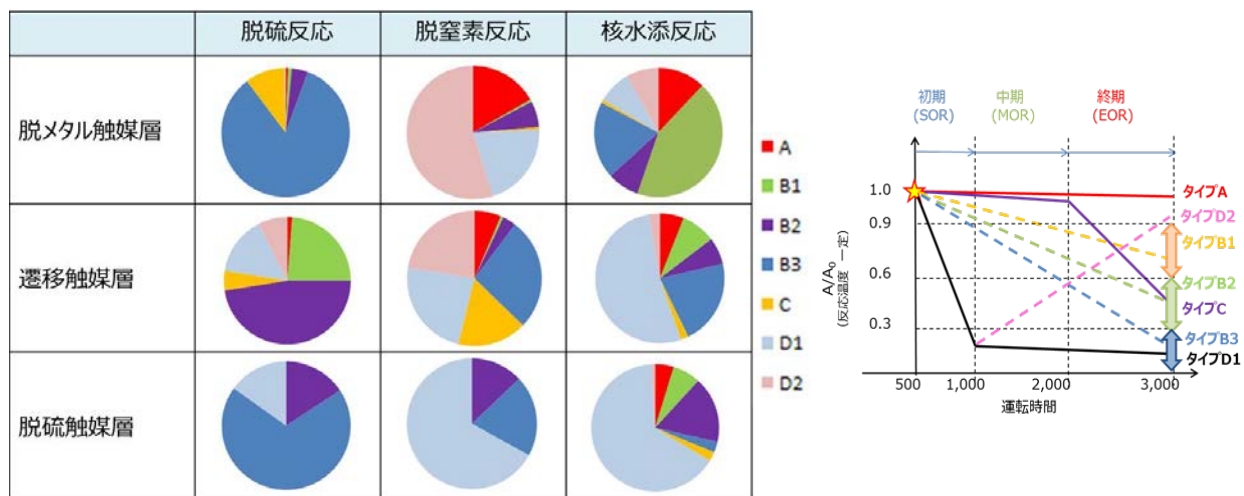


図2－9 触媒劣化に伴う反応性変化挙動

②RFCC 得率予測技術の開発

RDS 装置の生成油(DSAR)が RFCC 装置でどのように分解し、軽質油や中間留分に移行するかについて、分子レベルの解析を通して明らかにすることで、RFCC 装置の各留分の得率向上に適した DSAR 組成を推定する技術を開発している。

これまで、DSAR を RFCC ベンチ装置にて処理し、得られた生成油の組成と原料油である DSAR 組成との相関を解析することで、DSAR 中の各分子が分解反応等を経てどの留分に移行するかを検討した。その結果、ベンチ試験結果(図2-10)の GAS+FG 得率が 65.2wt%、DSAR 中の架橋と側鎖構造の組成の和が 65.5wt%であり、ガス分およびガソリン分は主として架橋と側鎖アルキル基が分解・環化脱水素して生成していることが示唆された。また、反応前後のコア構造の変化を見ると、反応後に 1 環及び 2 環の芳香族が増加していることが分かった。今年度、原料油種や触媒種を変えベンチ装置での反応評価を実施し、RFCC における主要な反応パスを解析中である。本解析結果を基に、RFCC 分子反応モデルを構築予定である。

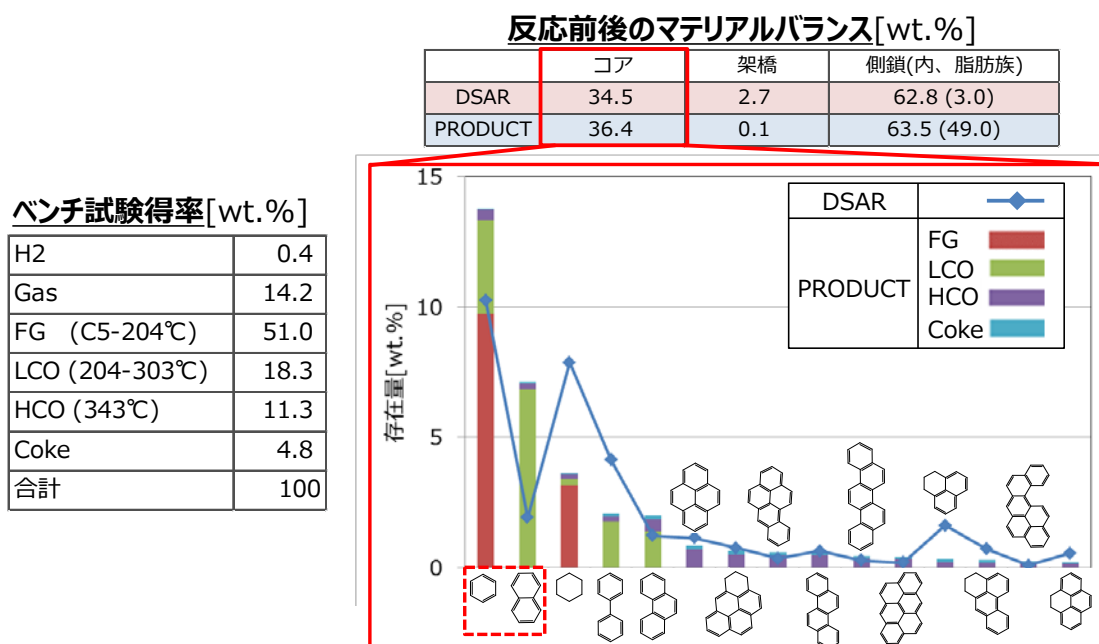


図2-10 RFCC ベンチ試験結果

③RDS 触媒設計技術の開発

RDS 装置では主に AR 中の硫黄元素を除去する事を目的としているが、単に脱硫をするだけではなく、FCC 及び RFCC の原料として分解性に優れた DSAR を生産できる事が望ましい。RDS 分子反応モデルを用いる事で、分解性に優れた DSAR を生産する触媒の反応特性を推定する事は可能であるが、どのような特性を有した触媒を製造すれば良いかを知る方法としては過去の経験に頼るしかなかった。

そこで、実験計画法に基づき、細孔径や金属種や量などの触媒特性が異なる 16 種の触媒を試作し、高速反応評価装置(HTE)による反応試験を行った。HTE にて得られた生成油の詳細組成構造解析結果と触媒特性を多変量解析することで、ターゲットとする化合物の反応性を制御する触媒設計技術を構築した。(図2-11)。今年度は、これらの結果等に基づき、脱硫や脱窒素、脱残留炭素(CCR)に対して最適な触媒を設計・試作し反応特性を検証するとともに、本触媒設計技術と前述した RDS 基本モデルを活用し積層触媒システムの設計が可能か検討している。

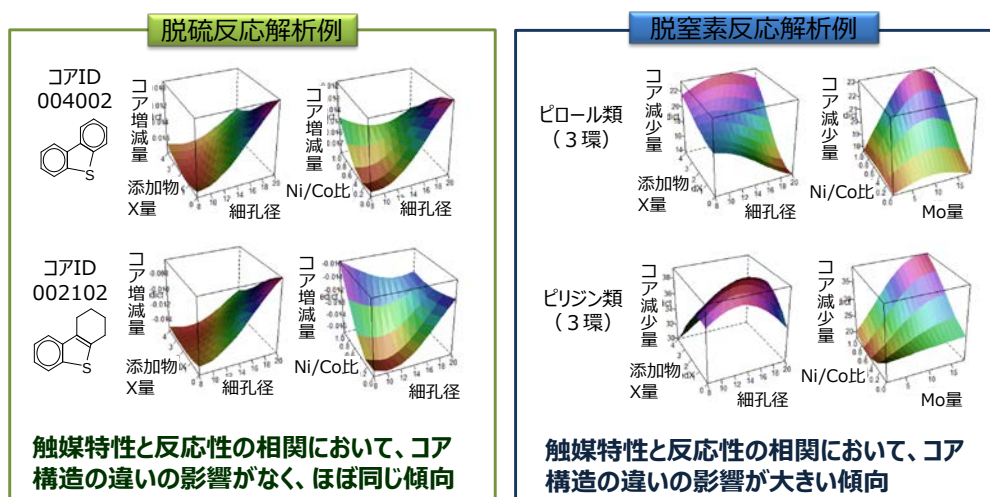


図2-11 多変量解析による触媒設計技術

④ RDS 流動反応連成モデルを活用した偏流解析モデルの開発

流動と反応を連成させた流動シミュレーション技術を構築するには、流動を正しく記述できるシミュレーション技術を基盤として、反応に伴う物性変化を推算できる技術を更に構築する必要がある。このために、触媒粒径や形状の流動への影響や触媒層内に偏流を引き起こす固化部が発生した際の流動状態を解析するための流動解析モデル、反応塔内での表面張力、粘度などの工学物性を推算するための重質油物性値推算モデル、および重質油の反応を連成するための RDS 反応モデルの各要素技術の開発に取り組み、これらの要素技術をほぼ確立できた。要素技術の一例として、反応塔内に様々な大きさの固化物が存在した際の塔内の液流速分布の解析結果を図2-12に示す。固化物の下流で液流速が遅くなっている点やアルミナボールより触媒 C の方が、液流速分布が平準化されている点など、充填物の特徴を表現できるモデルが構築できている。今年度はこれら要素技術を組み合わせた偏流解析モデルを作成し、来年度から石油各社と連携し、本モデルの検証試験を開始する予定である。

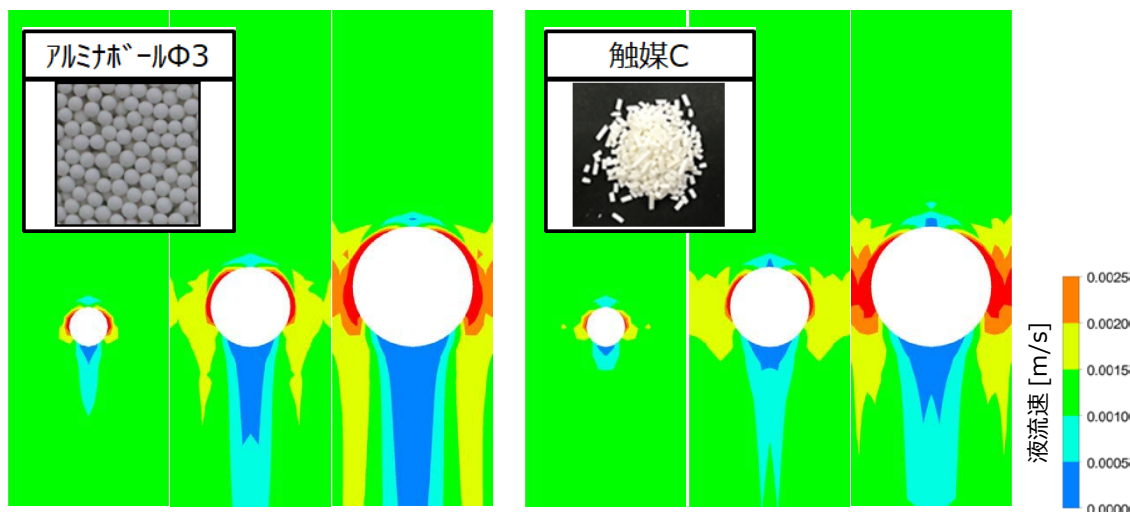


図2-12 反応塔内に固化物が存在した場合の流動解析結果

(1)-3 アスファルテン凝集制御技術開発

アスファルテン(As)は非常に凝集しやすく、石油産業における原油生産から輸送・備蓄、さらに精製の各部門において、管の閉塞や触媒の失活といった様々な問題の主原因の一つとなっている。Asの凝集・析出を適切に制御することが極めて重要であるが、その挙動は非常に複雑であるため、これまではそれを定量的に予測し制御する方法が確立されていなかった。そこで、2011年から2015年にかけて実施した「重質油等高度対応処理技術開発事業」において、重質油成分の溶解・凝集・析出挙動をハンセン溶解度パラメータ(HSP)を用いて定量的に予測できる多成分系の凝集モデル(MCAM: Multi Components Aggregation Model)を開発した。本研究では、製油所の実装置で発生するセジメントや原油混合に関する諸課題解決に MCAM を活用し、その実用性を検証する。また、As凝集挙動を解析する際には、縮合アロマの積層だけでなく、極性官能基等の分子中の部分構造の相互作用を考慮する必要がある。そこで、これら部分構造の影響をモデル実験や構造解析から考察し、MCAM の改良につなげることを目指している。

① MCAM 検証

MCAM の検証として、石油企業の協力を得て、減圧残油溶剤脱れきプロセスの抽出物予測と減圧残油水素化分解装置でのセジメント析出予測を実施した。図2-14に減圧残油溶剤脱れきプロセスの抽出物の成分予測結果を示す。抽出油の実測値とMCAMで予測した成分を比較すると、いずれも縮合多環芳香族成分が除去され、かつ分布も類似していた。

続いて図2-15に減圧残油水素化分解装置でのセジメント析出成分の予測結果について示す。MCAM で予測した析出成分は窒素を多く含む縮合多環芳香族成分であった。これは熱交で採取した析出物の THF 可溶分と類似している。また、この析出成分を生成油中で溶解させる作用を持つ成分について、セジメント量の異なる生成油の詳細組成構造解析結果から考察した結果、3環以上の芳香環成分、極性のあるレジン成分の量が多いほうが、析出物が少なくなる傾向であることが判った。

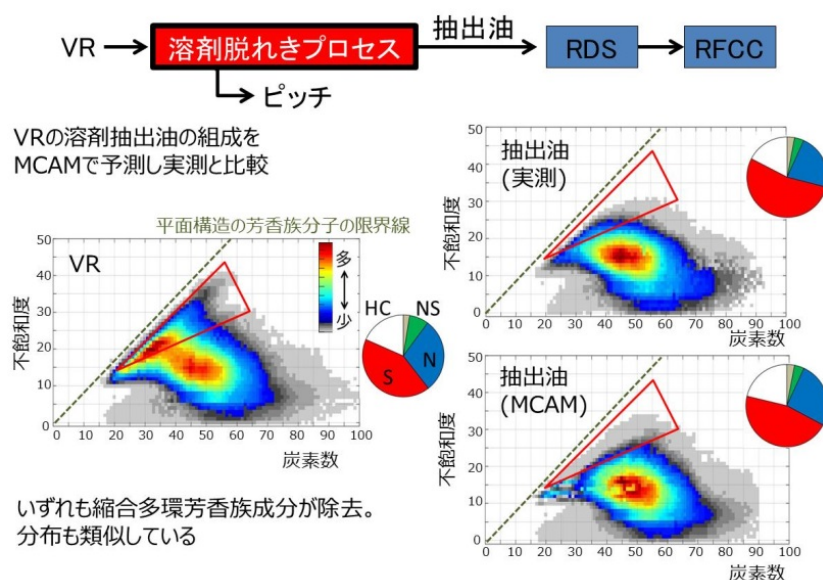


図2-13 減圧残油溶剤脱れきプロセスの抽出物の成分予測

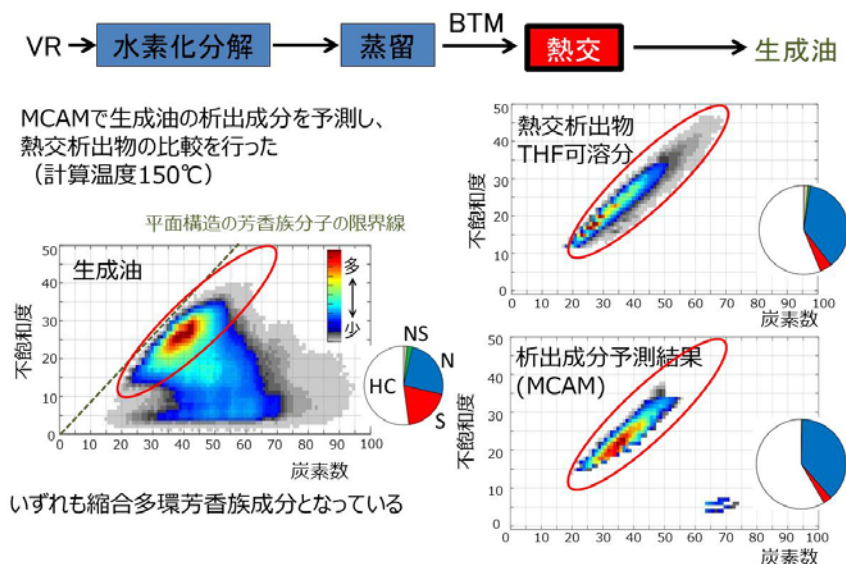


図2-14 減圧残油水素化分解装置でのセジメント析出成分予測

② 凝集にかかわる部分構造の解析

本研究では、分子構造と凝集形態の相関性について、表2-1に示す仮説を基に、小角 X 散乱や NMR による凝集構造解析や分子構造解析を行っている。分析対象としているサンプルは As を極性の違い(酸性/塩基性とその強さ)で分画した極性分画サンプルを用い、極性の違いが分子構造や凝集構造にどのように影響しているかを総合的に解釈することを目指している。これまでに分子構造面の特徴として以下の傾向が明らかになった。

- ・炭素骨格: Continental か Archipelago かを縮合芳香環コアの重合度で(分子内の:M)で表現すると、極性のあるサンプルは M 数が大きい。
- ・極性基: 分画サンプルのうち、極性の大きい強塩基性/強酸性サンプルがアスファルテン全体の溶解性を支配しており、これら高極性サンプルはカルボニル基等の含酸素官能基が多く含まれる。

今後、これらの極性フラクションの凝集構造の温度変化と分子構造の相関性を解析し、MCAM の改良につなげていく予定である。

表2-1 凝集形態と分子構造の相関に関する仮説について

凝集形態	Simple Stacker	Multi-linker
分子構造	Continental (大陸)	Archipelago (列島)
凝集構造	π - π 相互作用により縮合芳香環の積層	多くの相互作用点(官能基等)が複雑に絡まり合うように凝集
特性	・昇温に従って凝集緩和される ・溶媒の溶解力に応じて凝集緩和される ・プロモベンゼンが緩和剤として有効	・融点付近を除き、熱的に安定 ・溶媒による緩和も小さい ・キノリンが緩和剤として有効

(1)-4 革新的石油精製技術のシーズ発掘

エネルギー安定供給を継続するために、我が国製油所の国際競争力を強化する新しい技術の開発が必要不可欠である。しかし、経営環境の厳しさが増す中、開発リスクの高いテーマに対して石油業界は慎重にならざるを得ず、石油精製にかかわる革新的な技術開発が勢いをなくし、衰退の一途をたどることが懸念される。そこで、「石油のノーブルユース」および「稼働信頼性の向上」をターゲットとした新規技術開発シーズを石油分野のみならず他分野からも発掘するために、国内に研究拠点を持つ研究機関および企業に所属する満 40 歳未満を対象者、公募形式にて広くテーマ募集を行い、産学の委員からなる採択・評価委員会にて採否を決定した。平成 28 年度に採択されたテーマは表 2-2 に示す 6 テーマである。採択テーマの研究期間は最大 3 年間で、採択・評価委員会にて進捗管理や翌年度の採否を決定した。「採択・評価会議」においては、テーマの諾否のみではなく、実際に製油所に適用された事を想定した場合の技術面での指導・助言を委員より行い、効率的な研究開発を促した。

また、採択者は若手や異分野の研究者なので、石油の専門知識あるいは製油所設備の実情に関する知識支援が必要と考え、石油関連企業の専門家で構成する「革新的石油精製技術シーズ発掘事業支援WG」を立上げ、研究開発の指導・助言等を行った。具体的活動は、各テーマの石油精製における位置づけ、研究の方向性、最終目標を明確にして事業化の視点から支援・助言を行うことや、有用な研究成果が得られるよう必要となるサンプルや情報(経済性評価)を提供した。また、採択者が

石油精製を良く理解し、将来にわたり石油業界で活躍するように育成する目的で、製油所見学を実施した。

本年度(30 年度)は、現採択テーマの最終年度となることから、次年度は、新たにテーマを採択する予定である。次年度、早々に採択テーマの研究が開始できるよう、テーマ募集を今年度中に開始予定である。

表2-2 平成 28 年度採択テーマ

提案テーマ	分野	提案者	研究概要
液体金属触媒による未利用オフガス化学転換	触媒	東京工業大学 荻原助教 (現在:埼玉大准教授)	メタン、エタン等の混合ガスを低級オレフィンと芳香族化合物に転換する触媒の開発
硫化物触媒の格子 S^{2-} のレドックス機能を活用した低級アルカンの選択脱水素プロセス創生	触媒	静岡大学 渡部助教 (現在:准教授)	製油所内のプロパン、ブタンをプロピレン、ブタジエンに転換する硫化物触媒の開発
LP ガスの脱水素によるブタジエン合成のためのゼオライト触媒の開発	触媒	北九州市立大学 今井准教授	LPガスを低級オレフィンとブタジエンに転換する脱水素用ゼオライト触媒を開発する
減圧軽油(VGO)の多面的高度利用プロセスの開発	触媒	鳥取大学 菅沼助教 (現在:講師)	減圧軽油(VGO)を、直鎖アルカンとアルキルベンゼンに転換する部分核水添、開環触媒システムを開発する
簡易型プロセス監視・制御シミュレータを用いたノンテクニカルスキル実践訓練手法の開発	安全	東北大学 狩川准教授	航空、原子力、海運、医療分野で注目されているヒューマン・ファクターという概念を製油所の業務に適用し、ヒューマンエラー防止に必要なスキル要素の訓練手法を開発し、有効性を評価する。
石油精製工場におけるビッグデータを活用した安全かつ効率的なプラント管理手法の確立	プロセス	東京大学 金子助教	精製所の運転データ等のビッグデータを収集して、製品性状を推定するソフトセンサーを開発し、このソフトセンサー技術を活用した異常検知モデルも構築する。 (H29年度継続中止、明治大学に異動)

(2)事業アウトプット

<共通指標としてのアウトプット>

事業アウトプット指標		
開発技術の発表数及び特許出願数		
指標目標値(計画及び実績)		
事業開始時(28 年度)	計画:—	実績:—
中間評価時(30 年度)	計画:30 件	実績(見込み):48 件
終了時評価時(33 年度)	計画:—	実績:

<共通指標実績>

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	国際標準への 寄与	プロトタイプ の作成
79 件	—	7 件	—	—	—	—

上記は 28～30 年度までの総数を記した

<個別要素技術のアウトプット>

個別要素技術	アウトプット指標・目標値 (中間評価時)	達成状況(実績値・達成度)	原因分析 (未達時)
(1)－1 ● 非在来型原油成分分析技術開発	① 非在来型原油に適した減圧蒸留手法の確立 ② 反応性評価手法の確立 ③ 原油混合特性評価手法の確立	① 達成:原油の高沸点留分を詳細に評価するための蒸留法として、従来法より真空度を高め、内部還流機構を設けた高真空・内部還流型減圧蒸留装置を開発・導入し、蒸留法を確立した。 ② 達成見込み:粘度の高い重質原油であってもARの反応性評価が可能となるように HTE 装置を改造した。反応性評価試験結果では、API 等の重質度の序列では整理できない傾向が確認できており、この原因を分子構造から考察可能となる見込み。 ③ 達成見込み:重質原油と在来型原油を混合した際の相溶性(スラッジ析出の有無)を実験的に評価する手法を選定した。混合可能な原油の組み合わせを 5 件以上選定できる見込み。	
(1)－2 RDS(直接脱硫装置)及びRFCC(残油接触分解装置)の全体最適化技術開発	① RDS 基本モデルに触媒劣化を組み込んだ RDS 劣化モデルの構築と検証 ② RFCC 得率予測モデルの構築	① 達成見込み:触媒劣化に伴う各コア反応性変化挙動をタイプ分けを完了。反応種(脱硫、脱窒素、核水添)や積層位置に応じて劣化指標との関連性を定式化した RDS 劣化モデルを構築予定。また、検証用のベンチ試験を完了し、劣化モデルの検証を完了する見込み。 ② 達成見込み:RFCC ベンチ反応試験の原料油と生成油の組成変化を解析した結果、生成油のガソリン留分が側鎖アルキ	

	③ 触媒設計技術の検証と積層触媒システムの提案 ④ 流動と反応変化を連成させた RDS 偏流解析モデルの構築	ル基の分解、環化・脱水素反応により生成していることを解明。今年度実施中のベンチ試験結果の解析からナフテン環の開環反応などを加えた得率モデルを構築予定 ③ 達成見込み: 触媒特性とターゲットとする化合物の反応性との相関を多変量解析により解析する触媒設計手法を確立した。また、この触媒設計技術とすでに開発済の RDS 分子反応モデルを組み合わせることで積層触媒システムの提案が可能となる見込み。 ④ 達成見込み: 偏流解析に必要な要素技術開発を完了し、各要素技術を組み合わせたモデルを構築見込。	
(1)－3 アスファルテン凝集制御技術開発	① MCAM 検証: セジメント生成予測、溶剤脱れきプロセスでの技術検証 ② 凝集・析出に影響する部分構造の明確化	① 達成: 減圧残油水素化分解プロセスのセジメント成分予測や溶剤脱れきプロセスの抽出物予測に適用し、当該成分を概ね予測できていることを確認。 ② 達成: As を極性の違い(酸性/塩基性とその強さ)で分画した極性分画サンプルの分子構造や凝集構造を解析した結果、炭素骨格(芳香環骨格)や含酸素官能基が凝集に影響する部分構造として抽出された。	
(1)－4 革新的石油精製技術のシーズ発掘	① テーマの採択と実施(継続を含め5件程度)	① 達成: 平成 28 年度 6 テーマ、平成 29～30 年度は 5 テーマを採択し研究を実施した。	

3. 当省(国)が実施することの必要性

本事業では、従来、組成が未解明のために処理が困難であった重質油について、分子レベルで組成を科学的に解明し、石油精製プロセスにおける化学反応を解析・予測するための技術(ペトロリオミクス技術)を開発する。重質油の組成が分子レベルで解明され、その分子の反応が予測できるようになれば、原油の特徴に応じて、安定的に各生成物を特定の収率で生産するための効率的な計画を立てる事が可能になり、製油所の生産性向上が期待できる。

本事業で開発する技術は、調達原油の多角化(中東依存度の低減)につながるもの。石油の安定供給の観点から、国として推進することが望ましい一方、原油市場の動向次第で利益につながらない可能性があるとともに、世界全体でも未踏の技術である開発リスクの高いものであるため、短期の確実な投資回収を求める民間企業にとって取り組みにくい状況。このため、国の事業として技術確立することにより、企業による実装につなげて行くべく予算措置を講じ、国として実施していくことが必要である。

4. 事業アウトカム達成に至るまでのロードマップ

本事業では「非在来型原油成分分析技術」「RDS/RFCC 全体最適化技術」「アスファルテン凝集制御技術」の3つの要素技術開発を推進するとともに、これまでのペトロリオミクス技術開発で培った各要素技術を集約した技術プラットフォーム(PIP; ペトロインフォマティクスプラットフォーム)を石油関連企業が活用することを目指している(図4-1)。



図4-1 本事業の5か年計画

「非在来型原油成分分析技術」では、超重質原油を評価する手法を概ね確立しつつある。今後は原油のアベイラビリティ評価データを蓄積し、国内製油所で処理可能な非在来型原油の種類数を増やすとともに、混合処理可能な原油の組み合わせを提案していく予定である。「RDS/RFCC 全体最適化技術」では、RDS/RFCC それぞれのプロセスの分子反応モデルや RDS 偏流解析モデルが今年度末に構築できる見込みであり、来年度は製油所の実プロセスの解析を通じた精度検証を開始する。「アスファルテン凝集制御技術」では、精製プロセスにおけるセジメント生成解析に適用できる見込みを得ており、今後は原油の混合影響予測や抽出プロセス解析などへその適用範囲を拡大していく予定である。また、経済産業省が実施している「高効率な石油精製技術に係る研究開発支援事業（以下、補助事業という）」に参加する石油各社と連携し（図4-2）、石油企業が補助事業で推進する技術開発に PIP を活用しており、これまでに表4-1に記した貢献実績を上げており、今後も補助事業の進展に伴い、より実用的な技術貢献が見込まれる。

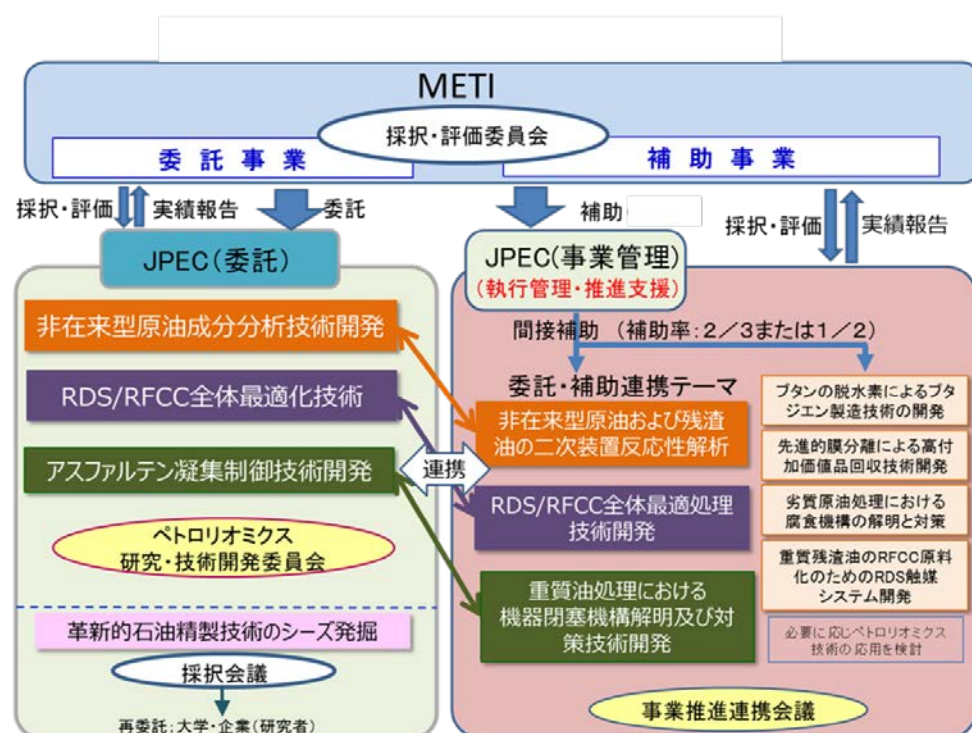


図4-2 補助事業との連携

表4-1 PIP 活用による補助事業における技術開発への貢献

補助事業のテーマ名	PIP 活用実績
非在来型原油および残渣油の二次装置反応性解析	- 各種原料油、生成油の詳細組成構造解析 - RDS 分子反応モデルの活用 - MCAM により溶剤脱れきプロセスの解析
RDS/RFCC 全体最適処理技術開発	- RFCC 原料の詳細組成構造解析 - RFCC 得率モデルの活用
重質油処理における機器閉塞機構解明及び対策技術開発	- 各種原料油、生成油の詳細組成構造解析 - セジメント生成機構の解析/予測技術の構築

知財管理については、本事業においてこれまでに6件の特許を出願している。2015年度までに実施した重質油高度対応処理技術開発事業において出願した3件の特許を合せ計9件の特許を出願し、2件が特許されている。出願した特許の範囲は図4-3に示す技術体系で、基盤技術全般と適応技術のアスファルテン凝集制御技術をカバーしており、今後は適応技術の未出願領域の特許を中心に、本事業終了時まで技術体系全般の出願を完了する予定である。

以上のように、本事業が終了する2020年度末までに、ペトロリオミクス技術体系全般を石油会社がプロセス解析に活用できるレベルへ仕上がる見込みである。事業終了後に、原油アベイラビリティに関する評価結果をさらに蓄積するとともに、本技術を実際の製油所で活用することで効果を検証し、2020年代後半には製油所へ実装できる技術となる見込みである(図4-4)。



図4-3 ペトロリオミクスの技術体系と特許出願済みの範囲

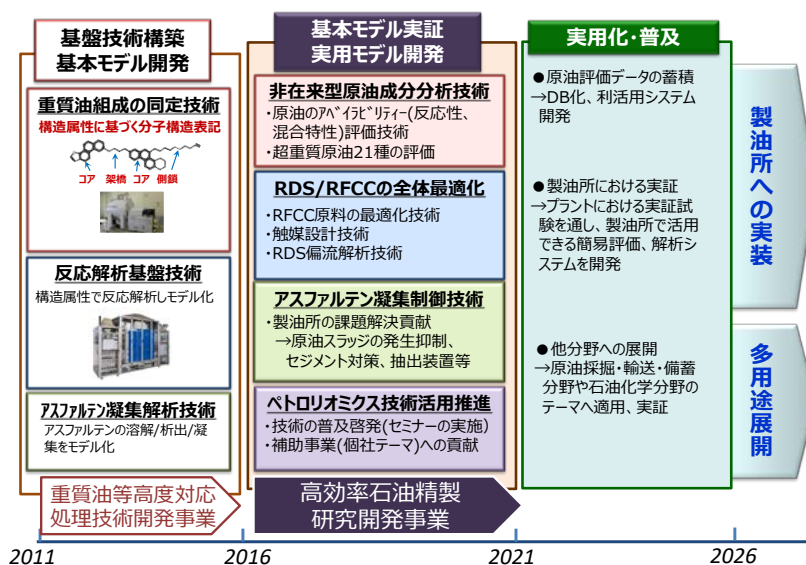


図4-4 事業化までのロードマップ

本事業を受託した(一財)石油エネルギー技術センターは、事業の適切な管理を行うために、基盤技術開発において、外部有識者(産官学において本事業推進に関する知見・経験を有する者)で構成されるペトリオミクス研究・技術開発委員会を組織し、年3回会議を開催し、適切な助言、指導を受けながら事業を推進した。非在来型原油成分分析技術については、石油会社6社から委員を選出し、評価する原油の選定・調達に関する支援や評価法に関する助言を得て研究を推進し、RDS/RFCC 全体最適化技術開発においては石油企業、エンジニアリング企業、大学などの委員から開発方針位に対する助言を得て研究を推進した。さらに、ペトリオミクス技術の実用化を加速するために、本事業と同様な目的でより実用的なテーマの技術開発に補助を実施している事業と、連携を密に、分析結果の提供や研究成果の共有を図った。

The diagram illustrates the organizational structure and workflow of the **Petroleum Research and Technology Development Committee** (ペトロリオミクス研究・技術開発委員会), which is part of the **Ministry of Economy, Trade and Industry (METI)**.

Central Bodies:

- METI** (Ministry of Economy, Trade and Industry)
- 採択・評価委員会(有識者)** (Selected/Evaluation Committee (Experts))
- JPEC** (Japan Petroleum Economics Council)

Task Flow:

- 採択・評価** (Selection/Evaluation) and **報告** (Reporting) flow between METI and the Selected/Evaluation Committee.
- 委託** (Entrusted) flows from the Selected/Evaluation Committee to JPEC.
- 補助** (Assisted) flows from METI to JPEC.
- 報告** (Reporting) flows from JPEC back to the Selected/Evaluation Committee.

Business Types:

- 委託事業** (Entrusted Business): Includes the **採択・評価委員会(有識者)** and the **大学・企業(研究者)** (University/Company (Researchers)).
- 補助事業** (Assisted Business): Includes the **JPEC (事業管理)** (JPEC (Business Management)), **石油会社** (Petroleum Companies), and the **事業推進連携会議** (Business Promotion Cooperation Meeting).

Research and Development Areas:

- <シーズ発掘>** (Seed Discovery): Includes the **採択・評価会議(有識者)** (Selected/Evaluation Meeting (Experts)).
- <基盤技術開発>** (Basic Technology Development): Includes the **非在来型原油成分分析技術** (Non-conventional crude oil component analysis technology), **ORDS/RFOC全体最適化技術** (ORDS/RFOC overall optimization technology), and **アスファルテン凝集制御技術** (Asphaltene aggregation control technology).

Support and Coordination:

- 進捗管理** (Progress Management) is provided by the **ペトロリオミクス研究・技術開発委員会(有識者、補助事業PL)** (Petroleum Research and Technology Development Committee (Experts, Assisted Business PL)).
- 適宜情報共有** (Appropriate Information Sharing) is facilitated between the **大学・企業(研究者)** and the **石油会社**.
- 間接補助(補助率:2/3又は1/2)** (Indirect Assistance (Assistance Rate: 2/3 or 1/2)) is provided to the **石油会社**.
- プロジェクト間での情報共有・助言** (Information sharing and advice between projects) is provided by the **事業推進連携会議(各PL、石連)** (Business Promotion Cooperation Meeting (Each PL, Oil Connection)).

6. 費用対効果

27

Ⅱ. 外部有識者(評価検討会等)の評価

1. 事業アウトカムの妥当性

アウトカム指標としては、我が国の原油処理の多角化の観点から妥当な水準であり、評価できる。

また、本事業は、ペトロリオミクス技術の基本モデルの実用投入を実証する事業であるが、この目的を達成するために精留特性、セジメント析出特性、RDS 触媒反応性などの油の特性値を測定する方法を確立するために十分な目標を設定していると言える。

一方で、アウトカム指標である非在来型原油等の油種選定についての考え方が明確でなかったため、今後は、非在来型原油の対象油種の選定の考え方を明示した上で、API や硫黄分濃度が基準となっていない場合は、選定の際の考慮要因の一つとすることを期待する。

【肯定的意見】

- アウトカムとして、非在来型原油 21 種、組合せ 15 件を対象としており、我が国にとって原油処理の多様性を広げる意味で十分なレベルにある。(A委員)
- 本事業は、重質原油の利用拡大のための基盤技術の構築に必要不可欠であり、わが国が先導的な役割を果たすことの意義は大きい。(B委員)
- 石油重質成分の有効利用のための重要な技術を支えており、進捗もしっかりしており申し分ない。(C委員)
- 開発されたペトロリオミクスの基本モデルを非在来型石油の実油に適用して基本モデルを実用モデルにする事業であり、この目的を達成するために精留特性、セジメント析出特性、RDS触媒反応性などの油の特性値を測定する方法を確立するための目標を設定している。加えて、補助事業の支援を通してモデルの実用化を検討している。これら一連のアウトカムを通して、非在来型石油の導入時にも石油精製プラントが対応できる指針を与えるペトリオミクスの実用モデルが構築できると判断される。(D委員)
- 企業が解決すべきものではなく国の研究テーマである。積極的に展開すべきである。(E委員)

【問題あり・要改善とする意見】

- 非在来型原油 21 種をどのように選定するかが明確ではない。API 度、硫黄分、アスファルテン分などの指標を目安にすることはできないか。(A委員)
- OKPIとして挙げている非在来型石油の15種、重質原油と軽質原油混合の組み合わせとしての15件について、その数値の根拠が不明である。(D委員)

2. 研究開発内容及び事業アウトプットの妥当性

研究開発内容は、開発されたペトロリオミクスの基本モデルの実証に当たり、非在来型原油で活用する際に想定される諸問題に適用していると考えられる。事業の進捗についても、順調に技術開発が遂行されていると評価できる。また、若手研究者の萌芽的研究への支援を通じて若手人材育成にも配慮している点も評価できる。

今後は、本事業をより幅広く展開していくことを期待したい。

【肯定的意見】

- 全体的には、研究の成果として十分な数の論文を発表している。個別要素技術では、非在来型原油成分分析、RDS／RFCC全体最適化、アスファルテン凝集制御に関して、ペトロリオミクス技術と連携した成果が出ている。革新的石油精製技術のシーズ発掘については、28年度5テーマ、29、30年度5テーマを採択しており、期待できる。(A委員)
- 事業計画に従い、順調に技術開発が遂行されている。(B委員)
- 重要な技術であり、順調に進んでいる。問題ない。(C委員)
- 開発されたペトロリオミクスの基本モデルを非在来型石油を活用する際に想定される諸問題に適用している。それら課題にそれぞれKPIを設定している。まず、ペトロリオミクスを用いる際に必要な原油の性状として、非在来型石油に適した減圧蒸留法を考案している。また、ペトロリオミクスを用いた現象解析結果の妥当性検証するために、反応評価法、原油混合時のスラッジ形成特性評価法を開発している。さらには、非在来型石油を導入した際に在来型石油と比較して最も影響が現れるRDS/RFCC工程のモデル化をMCAMモデルなどを始めとしたペトロリオミクスを活用して行っている。また、若手研究者の萌芽的研究への支援を実施して、若手人材育成にも配慮されている。(D委員)
- 若干時間がかかりすぎているが、成果が出つつある。(E委員)

【問題あり・要改善とする意見】

- 石油技術の研究者を育てることが将来に向けて重要であり、本事業をより幅広く展開していただきたい。(A委員)
- 若干時間がかかりすぎているが、成果が出つつある。【再掲】(E委員)

3. 当省(国)が実施することの必要性

日本のエネルギー安全保障の観点から、原油調達の多角化は欠かせず、非在来型原油を導入していくことが我が国にとって不可欠である。特に、従来技術では処理が制約される超重質原油を我が国に導入することが必要となると考えられる。

上記から、超重質原油を処理可能にする技術ツールであるペトロリオミクスには高く期待するが、技術的難度が高く、分子反応モデルの構築と妥当性の検証には長期の研究期間と設備投資が必要である。

したがって、本事業を民間企業のみで行うことが困難であり、国が支援を実施することは妥当である。また、本事業はエネルギー安全保障に関係し、国家的必要性が高いものであることから、国が主体的に実施することは妥当であると評価できる。

【肯定的意見】

○石油供給の安定供給の観点から、原油調達の多角化が欠かせない。特に超重質原油などの従来技術で制約される原油に対しても処理できる技術開発は、国家的必要性が高いものであり、国が実施することが必要である。ペトロリオミクス技術の確立には時間を要するものの、その波及効果が大きい。そのような技術開発には国の大きな支援が不可欠である。(A委員)

○重質油利用技術は今後の利用拡大が期待されるものの、技術的ハードルが高く民間事業者が単独では実施不可能であり、国内製油所の競争力強化に向けて国が主体的な役割を果たす必要があるといえる。(B委員)

○石油資源をより安くかつ効率よく調達するための重要な技術である。(C委員)

○日本のエネルギー安全保障の一つとして石油の安定輸入が挙げられる。中長期的には非在来型石油の導入の可能性が高い。そのためには、導入の際に懸念される諸課題を克服する技術開発が望まれ、そのツールとしてペトロリオミクスによるモデルの構築が急がれる。ただ、技術的難度が高く、モデルの構築と妥当性の検証には長期の研究期間と設備投資が必要である。そのため、民間企業のみでは十分な研究開発が実施することが困難であるため、国の支援による事業は妥当である。(D委員)

○各企業が行うには限界がある。データはすべての石油精製会社が共有すべきである。(E委員)

【問題あり・要改善とする意見】

(指摘事項無し)

4. 事業アウトカム達成に至るまでのロードマップの妥当性

目標達成に向けての本事業のロードマップは明確に作成されており、計画に沿って進行していると評価できる。一方で、ペトロリオミクス技術を確立するには多くの時間を要するため、国の委託事業終了後も、継続して実施していくことが必要であり、同時に、実用化技術に積極的に応用していくことが重要。

なお、世界のオイルメジャーとの競争環境にある中、海外勢の研究開発動向を踏まえつつ、スピード感をもって研究開発に取り組まれることを期待する。

【肯定的意見】

○石油各社がペトロリオミクスで培った技術プラットフォームを活用し、競争力を高める方向性は妥当である。32年度までに、テーマごとに早急に検証、実証を進めていくロードマップとなっている。(A委員)

○目標達成に向けての本事業のロードマップは明確に作成されており、計画に沿って進行しているといえる。(B委員)

○問題ない(C委員)

○非在来型石油導入を見越したペトロリオミクス技術の実際的な構築を目指しており、基本的なモデルを実用モデルに改善する期間として、当初の事業期間は必要と考えられる。本事業終了後の実フィールドへの適用として、データベースの蓄積、成果の共有化による各事業所での活用が計画されている。実用モデルとしては高いレベルになっており、この計画に従い実フィールドでの成果が期待できる。知財に関しても当初予定のKPI値は達成している。また、若手人材育成関連も含めて論文として成果の発信も十分にされている。(D委員)

○ロードマップは適切である。(E委員)

【問題あり・要改善とする意見】

○ペトロリオミクス技術を確立するには時間がかかるもので、継続して実施していくことが必要である。同時に、実用化技術に積極的に応用していくことが重要である。知財、特に特許に関しては、個別に判断されていると思われ、全体の戦略が必ずしも明確になっていない。(A委員)

○開発のスピードを速めてもよい。(E委員)

5. 研究開発の実施・マネジメント体制等の妥当性

本事業実施のため外部有識者で構成されるペトロリオミクス研究・技術開発委員会を設置するなど、適切な体制で事業を実施している。また、非在来型原油の分留法、スラッジ生成解析、反応性評価法の共通基盤化を行っており、これらから得られる油性状評価とペトロリオミクスのモデルを活用して補助事業と連携し、事業の加速化とペトロリオミクスのモデルの実用化を進めており、マネジメント体制が良く機能している。

加えて、優秀な研究者を擁していることから、事業の管理だけではなく、研究面でも高い評価ができる。

一方で、特許の取り扱いに関し、全体戦略が明確となるよう、十分に検討する事が必要である。

【肯定的意見】

- JPECは、内部にペトロリオミクス研究・技術開発委員会を設置し、また、石油会社とも情報共有を図っており、本委託事業と補助事業の連携もなされている。JPECは、優秀な研究者を擁しており、管理業務だけではなく、研究面でも高い評価ができる。(A委員)
- 適切な体制で実施している。(B委員)
- うまくマネジメントされており順調。問題なし。(C委員)
- ペトロリオミクスの基本モデルをベースに実用モデルを開発する方向で組織の体制が形成されており、計画に事業が実施されている。プラットフォームとして、非在来型石油の分留法、スラッジ生成解析、反応性評価法の共通基盤化を行っており、これらから得られる油性状評価とペトロリオミクスのモデルを活用して補助事業の積極的な支援を実施し、補助事業の加速化とペトロリオミクスのモデルの実用化をすすめおり、マネジメント体制が良く機能している。(D委員)
- 体制はできていると報告されている。(E委員)

【問題あり・要改善とする意見】

- 各社間で情報共有がなされ、我が国、石油産業の競争力強化にどうつながるかが分かりづらい。知財の取扱いに関しては、個別には十分な検討がなされていると考えるが、全体として戦略的になされているか不明。(A委員)

6. 費用対効果の妥当性

ペトロリオミクス技術は、原油調達の多角化、RDS／RFCC の運転最適化など、石油精製全体への波及効果が極めて大きいと考えられる。例えば、本事業で重質油利用技術が実証され、少なくとも国内製油所で非在来型の重質油利用が拡大されれば、多額の波及効果が期待される。これらを踏まえ、本事業の費用対効果は十分に高いと評価できる。

【肯定的意見】

○ペトロリオミクス技術は、波及効果が極めて大きいものであり、費用対効果は十分に高い。

(A委員)

○本事業で重質油利用技術が実証され、少なくとも国内製油所での重質油利用が拡大されれば、多額の波及効果が期待されることから、本事業の投資効果は十分達成されと考えられる。(B委員)

○重要な技術であり、妥当である。(C委員)

○本事業は石油資源の安定供給のための中長期的な事業と判断される。短期的には数10倍の費用対効果と考えられるが、非在来型石油を多く導入する際には、必須の技術であり、石油業界において共通基盤技術としてのペトロリオミクスの実用モデルと、それに基づく精製技術を早急に構築しておく必要がある。そのため、本事業を進めることは妥当である。(D委員)

○費用対効果よりも研究内容を重視すべきである。(E委員)

【問題あり・要改善とする意見】

○本事業は実証事業までであり、完成された技術をどのように普及させるかは今後の課題である。(B委員)

7. 総合評価

ペトロリオミクス技術は、我が国の石油産業の国際競争力強化のために必要不可欠な技術開発であり、引き続き、国が主導して進めるべき。

ペトロリオミクス技術が確立されれば、日本の排他的技術として、非在来型原油を導入する際に大いに貢献するものと確信できる。したがって、本事業の内容や技術開発の方向性を高く評価し、また、今後の成功に大いに期待するところである。

一方で、特許の取り扱いに関し、全体戦略が明確となるよう、十分に検討する必要がある。

【肯定的意見】

○我が国にとって、超重質原油に対応できる技術を開発し、原油処理の多様性を広げること
は、原油の安定供給の面から欠かせない。ペトロリオミクス技術の確立には時間を要する
ものの、我が国の競争力強化に役立つものであり、その波及効果が大きい。(A委員)

○我が国の石油産業の国際競争力強化のために必要不可欠な技術開発であり、国が主導して
進めるべき事業である。(B委員)

○重質な石油資源を効率よく調達し使うための基盤の技術であり、重要である。
(C委員)

○開発されたペトロリオミクスの基本モデルを非在来型石油を活用する際に想定される諸問
題に適用している。特に、補助事業も含めてペトロリオミクスの实际的に構築するための
プラットフォーム形成と、補助事業の支援とそれを通したモデルの実用化を行っている。
また、プラットフォームでは油の精留特性の評価化法、反応評価法を開発すると共に、RD
S反応器内の流動解析のソフト開発を行っている。これらの技術パッケージ化は近い将来に
非在来型石油を導入する際に日本の排他的技術となると確信できる。また、若手研究者へ
の育成に関しても配慮されている。(D委員)

○基礎的な研究は必要である。各企業では限界がある。積極的に国は支援すべきである。(E
委員)

【問題あり・要改善とする意見】

○知財、特に特許に関しては、個別に判断されていると思われ、全体の戦略が必ずしも明確
になっていない。(A委員)

○開発技術を基に産油国との連携も深めてもらいたい。(D委員)

8. 今後の研究開発の方向等に関する提言

全体的には、着実に研究開発が進んでいる。ペトロリオミクス技術は我が国の強みとなるため、まずは、引き続きしっかりと進展させていくことを期待している。

その上で、研究開発の途中段階でも、今後の実用化に向けた道筋をどう立てていくかを検討することが重要であり、大学の研究者や、石油会社の研究者・技術部門・エンジニア等と協働して進めていくことも必要。

また、ペトロリオミクス技術の利用形態は、国内製油所の競争力強化にとどまらず、石油の付加価値向上につながることも考えられる。例えば、原油から直接基礎化学品の製造といった発展も考えられる。今後の研究開発の視野にいれることを検討してはどうか。

さらに、ペトロリオミクス技術を現場で適応していくことを前提に、数十万種以上の分子からなる超重質油について、分子の構造・反応性に基づき整理して代表的な分子で置き換え、簡便に取り扱うことができるモデルの提案も検討していただきたい。

なお、世界のオイルメジャーとの競争環境にある中、海外勢の研究開発動向を踏まえつつ、スピード感をもって研究開発に取り組むとともに、特許の取扱いについて戦略的な取組が必要である。

【各委員の提言】

○ペトロリオミクス技術を進展させるには、時間がかかるものである。途中の段階でも、実用化技術にどう役立てていくかが重要である。そのように努力されていると思うが、大学の研究者、石油会社の研究者、技術部門や製油所のエンジニアが一体となって進めていただきたい。(A委員)

○CO2排出量削減に対する考え方や資源利用を取り巻く国際情勢は常に変化している。石油のノーブルユースや製油所の稼働信頼性向上は引き続き重要課題といえる。本事業は、そのような背景のもと、着実に研究開発が進んでいると感じる。まずは最終目標に向けて進めてほしい。一方、その成果の利用形態は、国内製油所の競争力強化にとどまらず、石油の付加価値向上につながることも考えられる。原油から直接化学品製造も視野に入れて研究開発のシーズ探索する方法もあるかと思う。(B委員)

○うまく進んでいる。ペトロリオミクス技術をベースとした重質資源の有効活用による、わが国の石油産業の競争力強化のためにもぜひ引き続きしっかりと進めてほしい。(C委員)

○本技術は我が国の強みとなる。開発技術を基に産油国との連携も深めてもらいたい。アスファルテンも含めた複雑な超重質油に関して、分子をLumpingしてそれぞれを代表的な分子もしくは何らかの指標に置き換えることで、油を簡便に取り扱うことができるモデルの提案も検討していただきたい。(D委員)

○1. 国として重質油の基礎的な研究であるので推進したい。(E委員)

2. 受け入れ可能な油種を増やすことができるのは重要なことである。

3. 成果は日本のすべての製油所での共有化とすべきである。

4. 少しプロジェクトの進行が遅い。もう少し早めるべきである。

5. 国全体としてはCO2削減、輸送燃料削減の方向に進みつつある。

軽質分の有効利用やCO₂削減もテーマとする必要がある。

6. 天然ガスからエタノールを合成するようなCO₂削減の技術も開発すべきである。

＜上記提言に係る担当課の対処方針＞

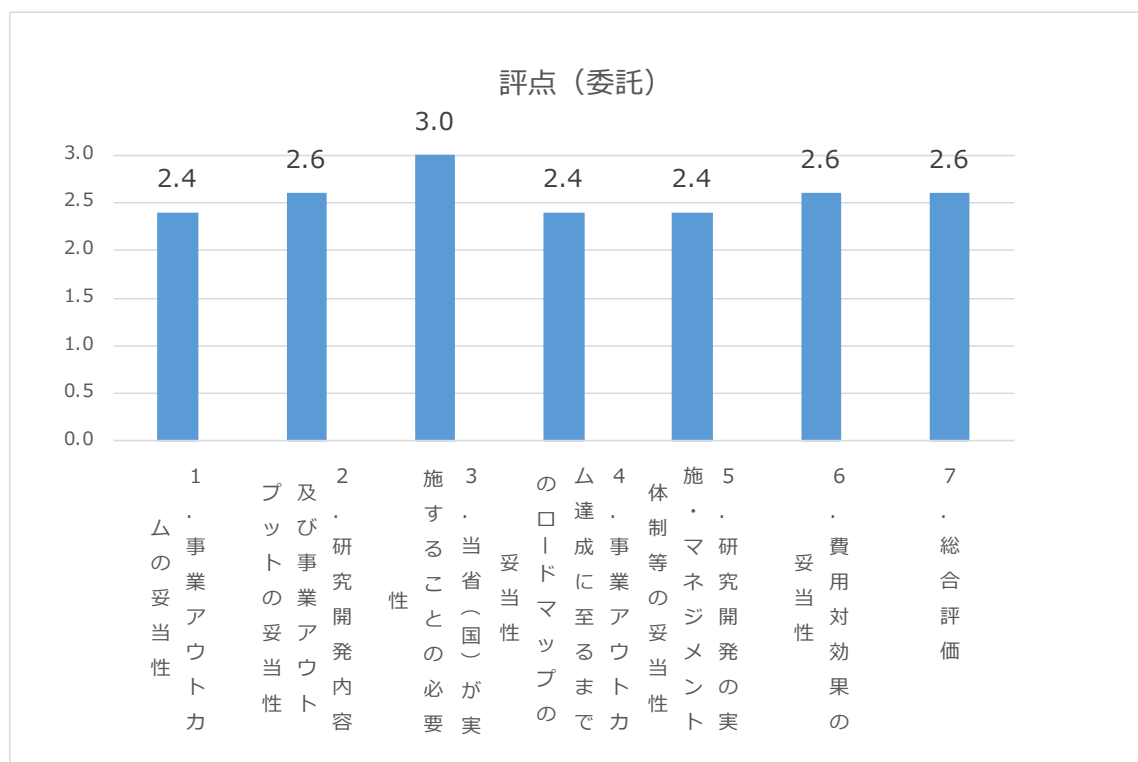
ペトロリオミクス技術のこれまでの研究開発については、着実に進展してきていると評価いただいております、引き続き、大学の研究者、石油会社の研究者・技術者、エンジニアリング会社等と協議しつつ、しっかりと進めていきたい。

その中で、今後は、実用化に向けての道筋を早期に検討するとともに、石油の付加価値向上につながる基礎化学品の得率向上への展開や、数十万以上にわたる原油の分子から代表的な性状を示す分子の特定とそのモデル化を検討していきたい。

なお、ペトロリオミクス技術は、世界のオイルメジャーとの競争環境にあるため、常に海外勢の研究開発動向に気を配りつつ、スピード感をもって研究開発を推進したい。

Ⅲ. 評点法による評点結果

委託	評点	A委員	B委員	C委員	D委員	E委員
1. 事業アウトカムの妥当性	2.4	2	2	3	3	2
2. 研究開発内容及び事業アウトプットの妥当性	2.6	3	2	3	3	2
3. 当省(国)が実施することの必要性	3.0	3	3	3	3	3
4. 事業アウトカム達成に至るまでのロードマップの妥当性	2.4	2	2	3	3	2
5. 研究開発の実施・マネジメント体制等の妥当性	2.4	2	2	3	3	2
6. 費用対効果の妥当性	2.6	3	2	3	3	2
7. 総合評価	2.6	3	2	3	3	2



【評価項目の判定基準】

評価項目1～6

- 3点：極めて妥当
- 2点：妥当
- 1点：概ね妥当
- 0点：妥当でない

評価項目7 総合評価

- 3点：事業は優れており、より積極的に推進すべきである。
- 2点：事業は良好であり、継続すべきである。
- 1点：事業は継続して良いが、大幅に見直す必要がある。
- 0点：事業を中止することが望ましい。

IV. 産業構造審議会評価ワーキンググループの所見及び同所見を踏まえた改善点等

【高効率な石油精製技術の基礎となる石油の構造分析・反応解析等に係る研究開発事業技術評価（中間評価）】（石油精製備蓄課）

産業構造審議会 産業技術環境分科会 研究開発・イノベーション小委員会

第48回評価ワーキンググループ 平成31年3月13日

評価ワーキンググループの所見【中間時評価】

<研究開発の実施・マネジメント体制等の妥当性>

- ・基盤事業の成果については、積極的かつ幅広い関係者にライセンスしていくべきである。ただし、特許戦略については、関係者も多岐にわたることから、担当課を含めた前広な議論をすべきである。
- ・本事業の成果については、今後どのように競争力を高め維持していくのか、また、海外へのビジネスも含め検討することが重要である。さらに、今後のビジネスモデル的な展開についても、もっと前向きに進めていくべきである。

<研究開発内容及び事業アウトプットの妥当性>

目標設定について、研究開発の進捗状況を客観的に評価検証できるように、アウトプット指標の設定を検討すること。

所見を踏まえた改善点（対処方針）等【中間時評価】

<研究開発の実施・マネジメント体制等の妥当性>

- ・本事業の成果については、特許の取り扱いにも十分留意し、事前に関係者と広く議論しつつ、我が国の幅広い事業者に提供できるよう検討したい。
- ・世界のオイルメジャーとの競争環境にある中で、海外勢の研究開発動向に気を配りつつ、国内関係者が一体となりスピード感をもって事業を推進したい。また、海外への展開を含め、早期の実用化に向けた道筋や実用化後の技術展開の構築に取り組んでいきたい。

<研究開発内容及び事業アウトプットの妥当性>

- ・アウトプット指標については、本報告書等の意見を踏まえつつ、事業の評価検証に資する指標を検討したい。

評価ワーキンググループの所見【事前評価】

- ・コメントなし

所見を踏まえた改善点（対処方針）等【事前評価】

・ 特になし