

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
プロジェクト中間評価
補足資料

平成31年3月13日

資源エネルギー庁 資源・燃料部 石油精製備蓄課

目次

1. 事業の概要	2
2. 事業アウトカム	4
3. 事業アウトプット	6
4. 当省(国)が実施することの必要性	7
5. 事業アウトカム達成に至るまでのロードマップ	8
6. 研究開発の実施・マネジメント体制等	9
7. 費用対効果	10
8. 外部有識者の評価等	11
9. 提言及び提言に対する対処方針	15

1. 事業の概要

概 要	国内石油需要の減少，アジア新興国における大型・輸出製油所の台頭による国際競争の激化等，我が国石油精製業を取り巻く環境は厳しくなっている。こうした中，我が国のエネルギー安定供給に貢献し，製油所の国際競争力を強化することを目的として，重質油についてペトロリオミクス技術を活用し，石油製品や石化製品の高付加価値化に資する基盤的な研究開発を行う。
実施期間	平成28年度～平成32年度（5年間）
実施形態	国からの直執行（石油エネルギー技術センターへの委託事業）
予算総額	14.80億円 (平成28年度:5.60億円 平成29年度:4.70億円 平成30年度:4.50億円)
実施者	一般財団法人 石油エネルギー技術センター
プロジェクトリーダー	(一財) 石油エネルギー技術センター 技術企画部長 稲村 和浩

(参考) ペトリオミクス技術の概要

- 製油所の生産性を向上させるためには、安価な重質原油を処理し、その残渣物（重質油）の単位あたりの石油製品や石油化学製品の得率を向上させることが一層重要（石油のノーブルユース）。
- 従来、石油精製技術は経験知をベースに発展してきた技術。ペトリオミクス技術（原油の組成を分子レベルで解明し、石油精製プロセスにおける化学反応を解析・予測する技術）の活用により、そこに客観的分析と理論を与え、科学的知見を基に重質油の分子構造に適した操業を行うことで、高付加価値製品の効率的な生産を実現。

従来の残油処理プロセス

原油の一般性状（密度、硫黄分、動粘度など）や過去の経験則等を基に、残油処理に必要な触媒の選定や処理方法等を決定。

残渣油
（重質油）

脱硫装置・分解装置を用いた残油処理

（考慮事項）
・使用する触媒の種類、構成、含有量
・装置の運転温度、圧力など反応条件
・処理行程

生成物
（ガソリン・軽油等）

一般性状や過去の実績・経験則等に基づきシミュレーションを実施

重質油については、分子の構造や反応特性が明らかになっていないために最適な処理方法が確立されておらず、処理に伴い、装置の腐食や詰まり、油の凝固、触媒劣化等の想定外の稼働制約が頻繁に発生。また、生産効率向上に向けたシミュレーションも困難。このため、従来、処理比率の増加が進んでいない。

成果イメージ

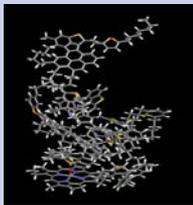
残渣油
（重質油）

脱硫装置・分解装置を用いた残油処理

→ペトリオミクス技術を用いた反応予測結果を踏まえ、
残渣油の特性に応じて最も適した触媒と運転条件を選択

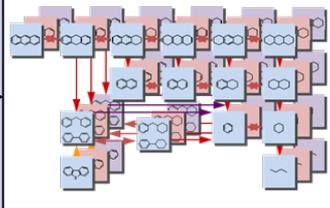
生成物
（ガソリン・軽油等）

残渣油の分子構造を特定



触媒や運転条件別に処理時の反応をシミュレーション

分解反応予測



投入物の分子構造や分解反応の予測により、産出される生成物を予測

生成物

C4



C5



C6



原油性状や反応を科学的に分析することで、投入原油の特性別に、特定の生成物を特定の収率で効率的に産出するための反応条件や処理時の制約について高精度な予測が可能となり、効率的に高付加価値製品の生産を実現。

2. 事業アウトカム

事業アウトカム指標 (妥当性・設定理由・根拠等)	目標値(計画)	達成状況 (実績値・達成度)	原因分析 (未達成の場合)
<p>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。</p> <p>(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。)</p>	(事業開始時) —	—	
	(中間評価時) 13原油	13原油(達成見込み)	達成見込み
	(事業終了時) 21原油	—	
	(事業目的達成時) 同上	—	
<p>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。</p> <p>(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。)</p>	(事業開始時) —	—	
	(中間評価時) 5件	5件(達成見込み)	達成見込み
	(事業終了時) 15件	—	
	(事業目的達成時) 同上	—	

(参考)事業アウトカムの原油選定について

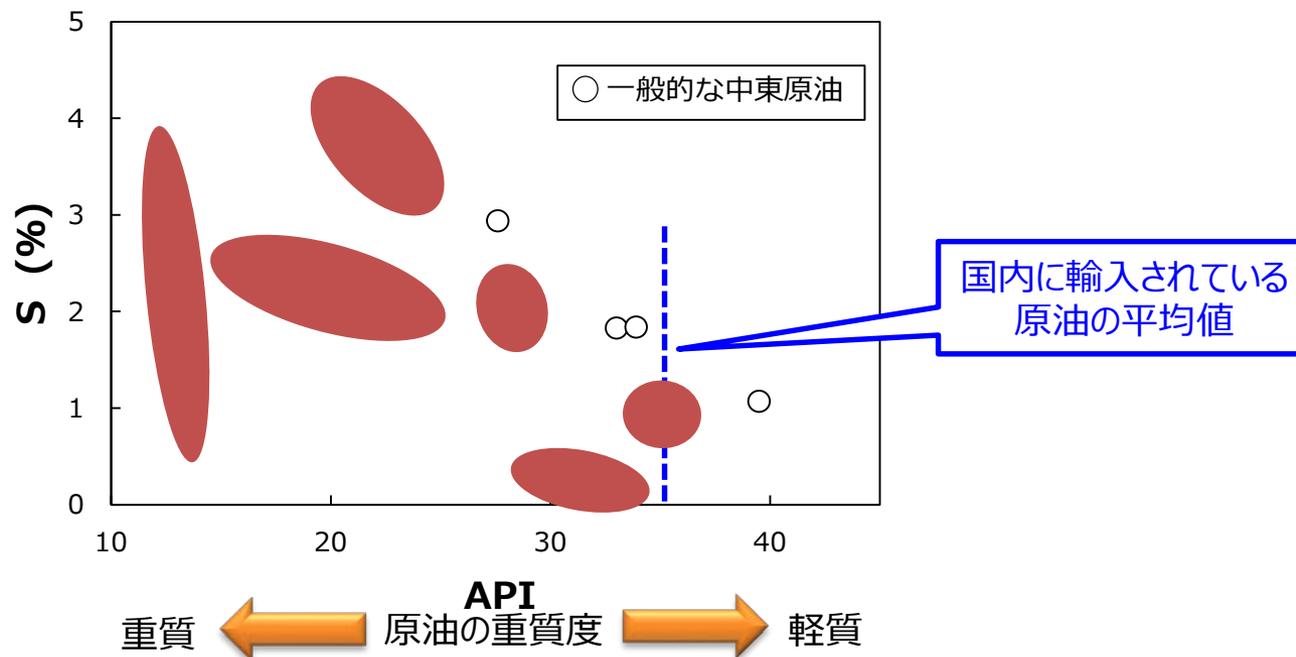
原油選定基準

- ①重質(API比重が小さい)で低品質ながら比較的安価に入手できる可能性のある原油
- ②原油調達先を多様化でき、産油国の政情、国策、埋蔵量等から考えて、将来的に輸入可能性が高い原油

分析対象原油について

	分析済(~H30)	今後の予定	(例)
非在来型原油	13種	8種	<ul style="list-style-type: none"> ・カナダ産オイルサンド系の原油 ・米国、中南米等、今後の輸入可能性がある重質原油

【対象原油分布 (イメージ)】



3. 事業アウトプット

事業アウトプット指標 (妥当性・設定理由・根拠等)	目標値(計画)	達成状況 (実績値・達成度)	原因分析 (未達成の場合)
発表数および特許出願数 (当該技術はペトロリオミクス技術により 重質油の組成を分子レベルで解明し、得 られる石油製品や石化製品を高付加価 値化するための基盤的な研究開発であ る。よって、これら技術の発表件数および 特許出願数とした)	(事業開始時) —	—	—
	(中間評価時) 30件	48件	達成
	(事業終了時) —	—	—
	(事業目的達成時)	—	—

3年間の発表数、特許出願数は以下の通り

年度	発表数	特許出願数
平成28年度	5件	0件
平成29年度	27件	6件
平成30年度 (H30/11まで)	47件	1件

4. 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を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。

5. 事業アウトカム達成に至るまでのロードマップ

基盤技術構築 基本モデル開発

重質油組成の同定技術

構造属性に基づく分子構造表記



反応解析基盤技術

構造属性で反応解析しモデル化



アスファルテン凝集解析技術

アスファルテンの溶解/析出/凝集をモデル化

重質油等高度対応
処理技術開発事業

基本モデル実証 実用モデル開発

非在来型原油成分分析技術

- 原油のアイビリティ(反応性、混合特性)評価技術
- 超重質原油21種の評価

RDS/RFCCの全体最適化

- RFCC原料の最適化技術
- 触媒設計技術
- RDS偏流解析技術

アスファルテン凝集制御技術

- 製油所の課題解決貢献
→原油スラッジの発生抑制、セジメント対策、抽出装置等

ペトロリオミクス技術活用推進

- 技術の普及啓発(セミナーの実施)
- 補助事業(個社テーマ)への貢献

高効率石油精製
研究開発事業

実用化・普及

- 原油評価データの蓄積
→DB化、利活用システム開発

- 製油所における実証
→プラントにおける実証試験を通し、製油所で活用できる簡易評価、解析システムを開発

- 他分野への展開
→原油採掘・輸送・備蓄分野や石油化学分野のテーマへ適用、実証

製油所への実装

多用途展開

2011

2016

2021

2026

7. 費用対効果

- ✓ 本事業は、委託費として平成28年度から平成30年度までの3年間で14.6億円を投入する見込みである。
- ✓ 本事業では石油製品を効率的に生産するための基盤的な技術開発を行うことで、調達原油の多角化を図るとともに、我が国の石油精製業の国際競争力を強化し、石油製品の生産基盤を国内に維持することにより、石油の安定的かつ安価な供給の確保に寄与する。
- ✓ 本事業で開発したペトロリオミクス技術が原油の調達から国内製油所の重質油処理に展開された場合、処理原油の重質化が進み、調達原油のAPI比重は1程度下がると試算され、380億円/年程度の効果が期待される。

8. 外部有識者の評価等

8-1. 評価検討会

評価検討会名称

「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補助金」中間評価検討会

評価検討会委員

座長

小野崎 正樹
エネルギー総合工学研究所 研究顧問

委員

里川 重夫
成蹊大学理工学部物質生命理工学科 教授

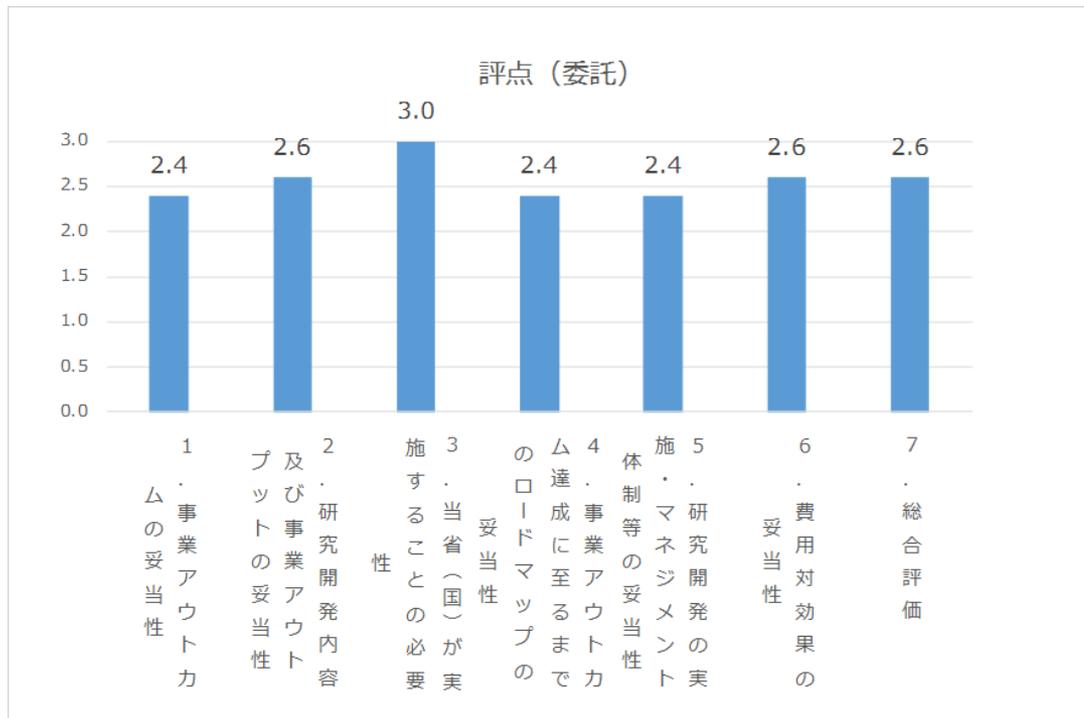
関根 泰
早稲田大学理工学術院先進理工学部応用化学科 教授

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

8-2. 評点結果

○「経済産業省技術評価指針」に基づき、プロジェクト中間において、評点法による評価を実施した。



【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。

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。

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。

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。

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。

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。

6. 費用対効果の妥当性

- ペトロリオミクス技術は、原油調達が多角化、RDS/R FCC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。

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など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、十分に検討する事が必要である。

今後の研究開発の方向等に関する提言

- 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と思われる。
- 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入れることが必要と思われる。
- 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、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すべきである。
- 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が重要である。

提言に対する対処方針

- 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。