

「グリーン・サステイナブルケミカルプロセス基盤技術開発／
資源生産性を向上できる革新的プロセス及び化学品の開発／
触媒を用いる革新的ナフサ分解プロセス基盤技術開発」
中間評価報告書（案）概要

目 次

分科会委員名簿	1
プロジェクト概要	2
評価概要（案）	6
評点結果	10

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 研究評価委員会
「グリーン・サステイナブルケミカルプロセス基盤技術開発／
資源生産性を向上できる革新的プロセス及び化学品の開発／
触媒を用いる革新的ナフサ分解プロセス基盤技術開発」
(中間評価)

分科会委員名簿

(平成23年6月現在)

	氏名	所属、役職
分科会長	せがわ こういち 瀬川 幸一	上智大学 名誉教授
分科会長 代理	いがらし あきら 五十嵐 哲	工学院大学 工学部 応用化学科 教授
委員	あさおか さちお 浅岡 佐知夫	北九州市立大学 大学院国際環境工学研究科 環境システム専攻 教授
	いうち けんすけ 井内 謙輔	株式会社テクノマネジメントソリューションズ 取締役
	おがわ よしき 小川 芳樹	東洋大学 大学院経済学研究科 経済学専攻／経済学部 総合政策学科 経済学部長／教授
	たがわ ともひこ 田川 智彦	名古屋大学 大学院工学研究科 化学・生物工学専攻 教授
	ふじかわ たかし 藤川 貴志	コスモ石油株式会社 中央研究所 分析センター長

敬称略、五十音順

プロジェクト概要

最終更新日

2011年6月18日

プログラム(又は施策)名	ナノテク・部材イノベーションプログラム		
プロジェクト名	グリーン・サステナブルケミカル プロセス基盤技術開発/資源生産性を向上できる革新的プロセス及び化学品の開発/高性能ゼオライト触媒を用いる革新的ナフサ分解プロセスの開発	プロジェクト番号	P09010
担当推進部/担当者	担当推進部 2009.04-2010.06 環境技術開発部 環境化学グループ 2010.07-現在 環境部 環境化学グループ 担当者 主任研究員 山下 勝 2009.04-2009.08 主査 吉田 宏 2010.04-現在 主幹研究員 江口 弘一 2009.08-2010.04 主査 新井 唯 2009.04-現在 主任研究員 岩田 寛治 2010.04-現在		
0. 事業の概要	化学品の製造プロセスにおけるシンプル化、クリーン化、省エネ化、原材料・資源の多様化・有効利用、さらに、廃棄物の減容化、容易なりサイクル等を実現し、産業競争力強化、国際規制の先取りを図って、将来にわたっても持続的に化学品を製造するために必要な新規なグリーン・サステナブルケミカルプロセス（以下「GSC プロセス」という）の研究開発を行う。研究開発課題としては、i) 有害な化学物質を削減できる、又は使わない、ii) 廃棄物、副生成物を削減できる、iii) 資源生産性を向上できる、等による独創的で革新的な化学プロセスを通じた化学品の開発であり、これら研究開発を通じてプロセスイノベーションやマテリアルイノベーションを早期に実現することを目的とする。これにより、わが国全体の産業競争力強化と環境負荷低減を飛躍的に促進することができ、新産業創造戦略及び世界全体をリードしたサステナブルな産業構造への貢献が期待できる。本事業では、この中からiii) 資源生産性を向上できる革新的化学プロセスの開発に位置し、エネルギー多消費であった石油化学プラントの大幅な省資源化・省エネルギー化を可能とする技術を開発する。		
I. 事業の位置付け・必要性について	国内の化学プラントにおける省エネ率は世界最高レベルであるものの、全産業に占めるエネルギー使用量は鉄鋼業に次ぐ27%と膨大であり、1980年代以降は横這い状況が続いている。将来、国内の化学産業が持続的に高付加価値な機能性化学品(セミバルク、ファイン)を安定的に供給するためには、クリーンかつ省エネで石油化学品を生産できる革新プロセスの開発が求められている。現在、ナフサ接触分解は、エチレン、プロピレン、ブテン、BTXなどの石油化学品を生産するための基幹プロセスであるが、現行技術では原料ナフサを850℃程度の熱分解で生産しており、この工程での消費エネルギー量は、化学産業全体の16%(石油化学産業全体の30%強)を占めるに至っている。今後も長期間にわたりエチレンセンターが日本のみならず世界的に化学産業の中核的存在であると見込まれることから、ナフサ接触分解プロセスにおいて、革新的な高効率、省エネルギー化を図り、資源生産性の向上を図ることができるようになれば、2030年以降においても化学産業における産業競争力、国際競争力の強化に繋がることを期待できる。 本研究開発では、ナフサ分解プロセスにおいて、石油化学品の高収率、高選択、省エネルギー化が可能となる新規な触媒を用いた接触分解プロセスに関する基盤技術を確立する。		
II. 研究開発マネジメントについて			
事業の目標	現状のナフサ分解では、触媒は用いられておらず、熱分解でエチレン、プロピレン、ブテン、BTX等を生産している。このプロセスは、反応温度、反応時間、反応器の構造、フィード、経済性等により収率、選択性が制限され、大量のエネルギー投入を必要とするため、このプロセスを、触媒化プロセスに転換することができれば、収率や選択率の改善、プロセスの低温化(省エネルギー化)等が期待できる。これまでも、国内外で触媒の開発やナフサ接触分解の研究開発が行われてきたものの、実用化に至ったものはなく商用生産プロセスを指向した技術開発は十分に行われていないのが現状である。本研究開発では、新規触媒によるナフサ接触分解を実用化するため、触媒の開発・評価を行い、触媒の性能向上、長寿命化を図る。ナフサ分解から得られる目的生成物に対する収率、選択性を高めるとともに、プロセス内のエネルギーバランス、分離工程におけるエネルギー消費の最適化を行い、既存熱分解プロセスを代替し得る、触媒を用いたナフサ分解プロセスに関する基盤技術を確立する。 中間目標(平成23年度末) ①高性能触媒による高収率、高選択プロセスの開発 ・エチレン、プロピレン、ブテン、BTXの収率の向上及び低温化を図れる触媒プロセスを開発する。 上記4成分への収率63%以上(対熱分解比5%向上)又は、エチレン、プロピレンへの収率47%以上(対熱分解比5%向上)とする。 ・触媒寿命については、再生後の初期活性90%以上を達成する。 ②高性能触媒によるラボスケールでの生産 ・ラボスケール装置により、ナフサ処理量0.2kg/日以上を達成する。 これらにより平成23年度末までに、触媒の開発・評価を行い、ナフサ接触分解プロセスにおける最適な反応運転条件を決定する。		

事業の計画内容	主な実施事項		H21fy	H22fy	H23fy	
	高性能触媒による高収率、高選択プロセスの開発					
	高性能触媒による実証規模プロセスに関する設計・開発					
開発予算 (会計・勘定別に事業費の実績額を記載) (単位：百万円)	会計・勘定		H21fy	H22fy	H23fy	総額
	一般会計		509,999千円	349,999千円		980,998千円
	特別会計 (電源・需給の別)				358,499千円	358,499千円
	加速予算 (成果普及費を含む)			121,000千円		
	総予算額		509,999千円	470,999千円	358,499千円	1,339,497千円
開発体制	経産省担当原課	製造産業局化学課				
	プロジェクトリーダー	国立大学法人東京工業大学資源化学研究所 教授 辰巳 敬				
	委託先(*委託先が管理法人の場合は参加企業数および参加企業名も記載)	触媒技術研究組合(参加4社) (独)産業技術総合研究所 (国)東京工業大学 (国)北海道大学 (国)横浜国立大学				
情勢変化への対応	平成22年6月:実用化時の課題検討着手のため、加速によりセミベンチ装置の導入 平成22年:実用化検討開始に併せて、技術検討委員の拡充を行った					
評価に関する事項	事前評価	平成20年度実施 担当部 環境技術開発部及びナノテクノロジー・材料技術開発部				
Ⅲ. 研究開発成果について	①高性能触媒による高収率、高選択プロセスの開発:エチレン、プロピレン、ブテン、BTXの収率の向上及び低温化を図れる触媒プロセスを開発する。上記4成分への収率63%以上【100%達成】又は、エチレン、プロピレンへの収率47%以上【100%達成】とする。 ②高性能触媒による実証規模プロセスに関する設計・開発:ラボスケール装置により、ナフサ処理量0.2kg/日以上を達成する。【100%達成、さらに1kgのセミベンチを導入済み。】					
	投稿論文	「査読付き」1件、「その他」0件				
	特許	「出願済」3件、「登録」0件、「実施」0件(うち国際出願3件)				
	その他の外部発表 (プレス発表等)	44件				
Ⅳ. 実用化の見通しについて	基本的な考え方は、現行熱分解プラント改造での競争力強化及び省エネルギー化を目指している。そのため、現在炉自体が寿命近くになってきている旧型分解炉のスクラップ&ビルトによるリフォーマー型接触分解炉の建設を行う。工程イメージは、本成果をベンチスケールで確認し、その後パイロット又はセミコマmercial設備で確認・検証を行う。					
Ⅴ. 基本計画に関する事項	作成時期	21年3月 作成				
	変更履歴	21年12月 改訂(「明日の安心と成長のための緊急経済対策(平成21年度補正予算(第2号))に係る研究開発項目④追加」)				
		22年8月 改訂(加速に伴い(別紙)研究開発計画の研究開発項目③-2の達成目標を修正) 23年1月 改訂(平成22年度補正予算第1号による研究開発項目④-4、④-5追加)				

技術分野全体での位置づけ
(分科会資料5—3より抜粋)

公開

1. 事業の位置付け・必要性について (1)NEDOの事業としての妥当性

関連する経済産業政策

2. ナノテク・部材イノベーションプログラム

【平成21年度予算額：188億円】

※各プロジェクト毎の予算額は21年度予算(20年度予算)【20年度補正予算】

○あらゆる分野に対して高度化・不連続な革新をもたらすナノテクノロジー・革新的部材技術を確立する。
○我が国産業の国際競争力の維持・強化や解決困難な社会的課題の克服を可能とする。



IPGの目標
ナノテクによる非連続技術革新
世界に先駆けてナノテクノロジーを活用した不連続な技術革新を実現する。
世界最強部材産業による価値創出
我が国部材産業の強みを更に強化することで、他国の追隨を許さない競争優位を確保するとともに、部材産業の付加価値の増大を図る。
広範な産業分野での付加価値増大
ナノテクノロジーや高機能部材の革新を先導することで、これら部材を活用した情報通信、ライフサイエンス、環境、エネルギーなどの幅広い産業の付加価値の増大を図る。
エネルギー制約・資源制約などの課題解決
希少金属などの資源制約的打撃、圧倒的な省エネルギー社会の実現など、解決困難な社会的課題の克服を目指す。

事業原簿 1-2

6/28

1. 事業の位置付け・必要性について (1)NEDOの事業としての妥当性

公開

廃棄物削減

●化学プロセスの30%を占める酸化反応のクリーン化を行い、産業廃棄物を削減する
革新的酸化プロセス

●有害な有機溶媒を用いずに、化学反応を水中で行うことを可能にする
革新的アクア・固定化触媒技術

有害物質削減

CO₂削減

- ナフサ分解温度を低温化し、かつ収率を高効率化する**ナフサ接触分解技術**
- 石油化学工業の約40%のエネルギーを消費する分離プロセスの消費エネルギーの約50%を削減する**革新的膜分離技術**
- 化学工場や製鉄所より大量に排出されるCO₂の高濃度回収技術(MOF:多孔性高分子)

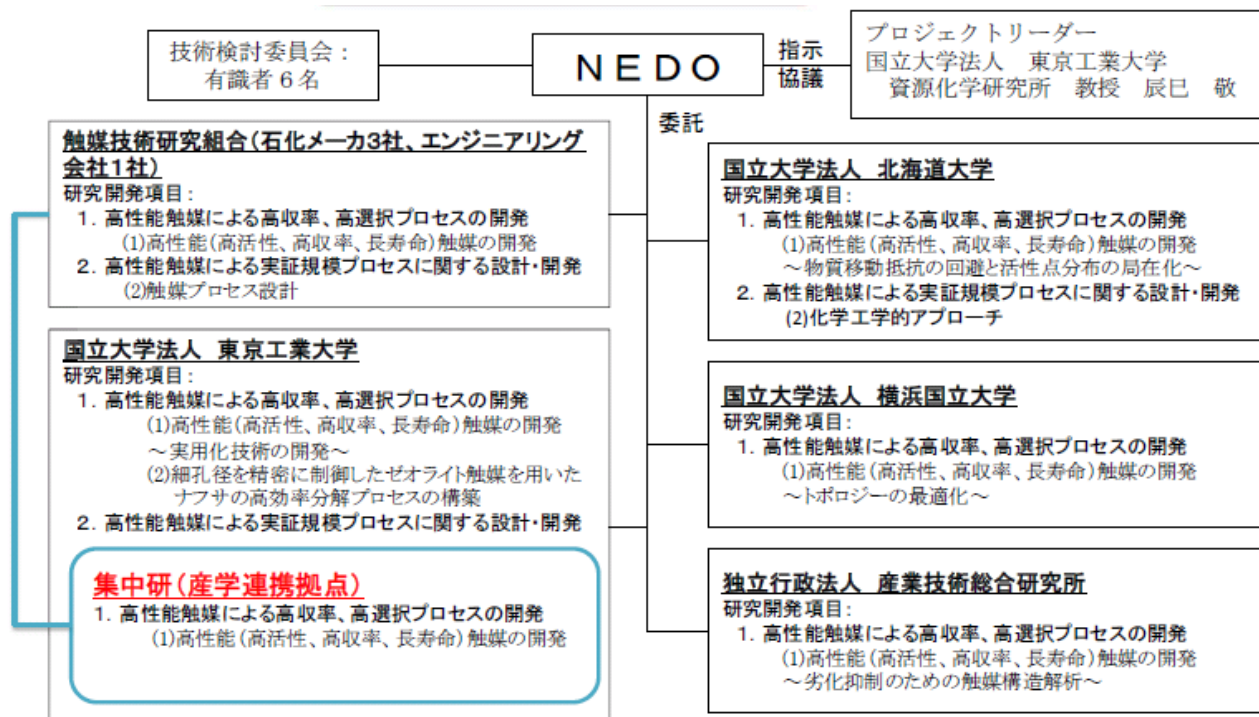
●化石原料に依存している化学品原料の転換・多様化を可能とする
革新グリーン技術の開発

原料多様化

事業原簿 1-5

7/28

「グリーン・サステイナブルケミカルプロセス基盤技術開発／
 資源生産性を向上できる革新的プロセス及び化学品の開発／
 触媒を用いる革新的ナフサ分解プロセス基盤技術開発」
 全体の研究開発実施体制



「グリーン・サステイナブルケミカルプロセス基盤技術開発／
資源生産性を向上できる革新的プロセス及び化学品の開発／
触媒を用いる革新的ナフサ分解プロセス基盤技術開発」(中間評価)
評価概要(案)

1. 総論

1) 総合評価

本プロジェクトは、ナフサ分解プロセスに触媒を用いることで、現行の熱分解プロセスのようなエネルギー多消費型プラントを省エネルギー型・省資源型に代えるという社会的貢献度の高い技術の研究開発である。この触媒技術によるナフサ分解プロセスが実現すれば、二酸化炭素削減に大きく寄与するものと考えられる。

現在までの開発研究の進捗状況を見ると、産学官の連携のもとで、基礎から実用化までのきめ細かな検討が行われており、現在主流のナフサの熱分解技術を凌駕する革新技術に繋がると期待される。過去、世界中が試みて達成出来ていない固定床反応器ベースの軽質ナフサの触媒分解技術を日本発の技術とする夢も近いと期待する。事前に設定された数値目標に向かって着実に進捗している様子が伺え、実用化に向けての期待も大きい。

しかし、触媒の活性低下については、その要因の検討とその抑制法の確立がまだ充分でなく、触媒の再生や交換を視野に入れた活性劣化についての一層充実した触媒開発の検討が望まれる。本プロジェクトは基盤技術開発という点に力点が強く置かれているが、今後、早期の実用化を目指した開発研究体制への枠組み作りを工夫してほしい。

2) 今後に対する提言

現段階では、高性能触媒の開発に傾注しており、目標に到達しうる成果が得られているが、本プロジェクトの成否は、加速資金によるセミベンチ装置を用いた詳細な評価に依るところが大きい。今後は、セミベンチ装置による触媒性能や再生条件などの把握、さらには反応器の特性解析を早急に実施することによって、実用プロセスとしての基盤技術を構築して欲しい。

本プロジェクトは、基盤研究の確立ではあるが、ナフサ分解の省エネルギー化、省資源化を図るという意味で、研究はさらに加速すべきであると判断する。ナフサ分解触媒／プロセスの最終的な絵姿と実用化までのマイルストーンを早期に提示し、当該分野の研究開発加速化に貢献してもらいたい。

当面、国内のエチレンプラントの熱分解炉の置き換えを目指すものの、将来の国際的発展を視野に入れた場合、関連競合技術との差別化、経済的優位性についての説得力のある意義付けを準備する必要があるだろう。

2. 各論

1) 事業の位置付け・必要性について

大量のエネルギー消費を伴う熱分解によるナフサ分解プロセスに対して、省エネルギーの視点から、触媒を用いる革新的なナフサ分解プロセスの技術開発は、過去に何度も世界の企業がチャレンジしたテーマであるが、これまでに目覚ましい成果達成を耳にしたことはなく、企業単独では難しい技術開発であるため、NEDOの関与が極めて妥当である。非在来型天然ガスの開発が進展してエチレンを原料とする化学工業が供給過剰傾向にある中、プロピレンを原料とする化学工業のニーズは高まっており、日本がナフサをベースとする化学工業を過去展開してきた経緯を考慮しても、このプロジェクトに大きな力を注ぐことは事業目的として妥当である。触媒を用いた革新的なナフサ接触分解プロセスが実用化できれば、収益力のあるプロピレンを主生産物とする省エネルギー型で二酸化炭素も削減ができる化学原料プロセスが確立することになるので、投じた予算に対する開発効果は大きいと判断される。また、本プロジェクトは、新規触媒開発がキーであり、ナノテクと部材技術のイノベーションそのものである。

従来のプロジェクトの問題点や課題、国内外の関連技術についても、NEDOとして見解を十分に整理しておくことが必要であろう。

2) 研究開発マネジメントについて

プロジェクトリーダーがリーダーシップを発揮することによって産官学が良くコーディネートされており、総じて研究開発のマネジメントは妥当であると判断される。また、研究開発の進展に応じて、計画の見直しが適切に実施されている。NEDOも有識者6名からなる技術研究委員会のアドバイスを受けながら責任を持ってプロジェクトを管理する役割を担っているので、研究開発を進めるための体制としては適切であると判断される。企業メンバーを集中研方式でオーガナイズする手法も評価でき、この方式が研究効率を一層向上させることを期待する。

しかし、成果の実用化に向けたマネジメントについては、触媒の更なるプロピレン選択性の向上、且つ、失活速度の少ない触媒の開発が必要である。プロジェクト後半の開発目標値を更に上げる必要がある。

基盤技術開発としてスタートしたが、実用化への方向が見えてきた段階であり、成果の実用化を目指したマネジメント体制へのシフトも検討すべき時期であろう。また、国内の他の石油会社の知見を導入する実施体制に強化することも検討して欲しい。

3) 研究開発成果について

研究開発成果に関しては、目標を十分達成している。また、得られつつある成果は、世界水準の技術であり、触媒技術の革新によって市場の創造をもたらす可能性が高い。さらに、工業的また学術的に注目すべき成果が得られつつあるので、今後の積極的な知的財産権等の取得や論文の発表を望む。これまでの成果と進捗状況から判断して、実用化のための基盤技術の構築が期待される。

中間目標の4成分収率63%に対する実績値67%においては、BTX収率の寄与が大きい。BTXは初期生成物のエチレン・プロピレンの二次反応から生成していると推定され、二次反応を極力抑える手法を確立することでエチレン・プロピレン得率の増加に繋がる。更には、二次反応抑制によるコーク生成が減少するので、触媒再生時期の大幅な延長に寄与し、実用化の展望が大きく開けてくる。残りの研究期間に、二次反応抑制法に視点を当てて開発研究を進めることも望まれる。

研究発表という形での成果の普及は大きく行われているが、その多さに比べて特許出願による知的財産権等の取得は必ずしも多く行われていない。このような我が国の国際競争力に本質的な影響を与えるプロジェクトの実施に当たっては、戦略的に知的財産権等の取得を図ることに注力してほしい。

4) 実用化の見通しについて

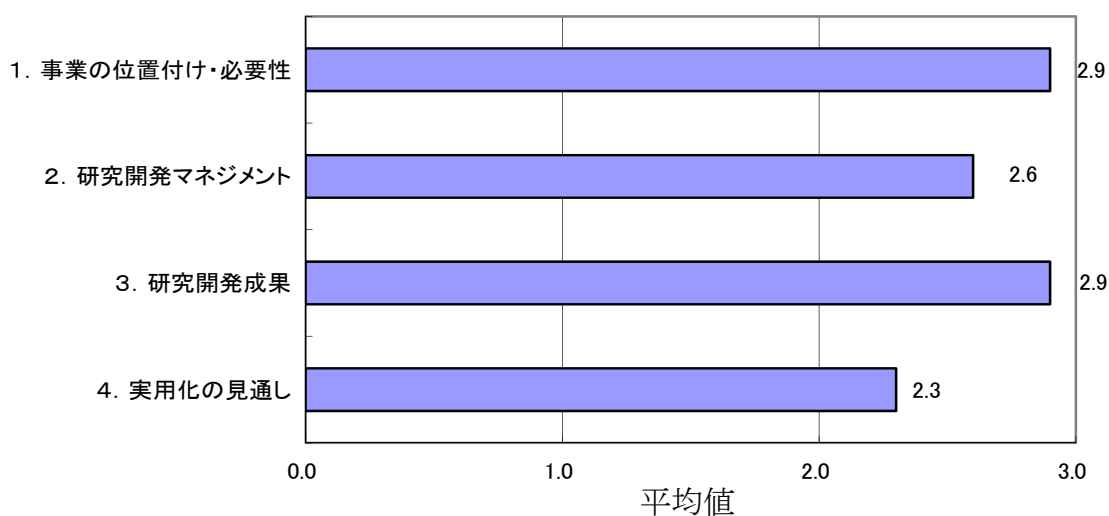
実用化イメージ・出口イメージが明確であり、開発の各段階でマイルストーンを明確にしつつ、見通しを立てた研究開発を行なっている。

特に、触媒の改質・改良による触媒再生時期の大幅な延長化等の方法論の解明が進んでおり、実用化の基本的データを丁寧に集積していることは実用化の強みになる。現在の触媒性能の長時間テストを行うセミベンチ設備も導入しており、開発触媒の活性・再生サイクル試験等の数十時間のテストも容易にできる体制となっているのは、実用化テストを実施する視点で評価できる。国内の既存ナフサ熱分解プラントの老朽化が進行する中、本プロジェクトの技術が早期に実用化されれば石油化学分野への技術的、経済的波及効果が極めて高いと期待される。

しかし、現行の報告された触媒性能では直ちに実用化するには不十分であり、後半の検討で、失活抑制を含めた触媒性能のアップを更に図ることが重要である。また、触媒の再生処理にかかわる活性の安定性や、劣化触媒の定期交換など長期間の運転を視野に入れた分野にも注力が必要であろう。

今後、ベンチレベル、パイロットレベル、実機レベルに至る障壁を明確にして研究開発のロードマップを描き、実用化へより早期に舵を切ることができるようにプロジェクトの加速化具体策を検討してほしい。

評点結果〔プロジェクト全体〕



評価項目	平均値	素点 (注)							
1. 事業の位置付け・必要性について	2.9	A	A	B	A	A	A	A	A
2. 研究開発マネジメントについて	2.6	B	A	A	A	B	A	B	B
3. 研究開発成果について	2.9	A	B	A	A	A	A	A	A
4. 実用化の見通しについて	2.3	B	B	B	A	A	B	B	B

(注) A=3, B=2, C=1, D=0 として事務局が数値に換算し、平均値を算出。

〈判定基準〉

1. 事業の位置付け・必要性について	3. 研究開発成果について
・非常に重要 →A	・非常によい →A
・重要 →B	・よい →B
・概ね妥当 →C	・概ね妥当 →C
・妥当性がない、又は失われた →D	・妥当とはいえない →D
2. 研究開発マネジメントについて	4. 実用化の見通しについて
・非常によい →A	・明確 →A
・よい →B	・妥当 →B
・概ね適切 →C	・概ね妥当であるが、課題あり →C
・適切とはいえない →D	・見通しが不明 →D