

「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」
事後評価報告書（案）概要

目 次

分科会委員名簿	1
評価概要（案）	2
評点結果	4

はじめに

本書は、NEDO技術委員・技術委員会等規程第31条に基づき研究評価委員会において設置された「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」(事後評価)の研究評価委員会分科会(第1回(平成26年9月1日))において策定した評価報告書(案)の概要であり、NEDO技術委員・技術委員会等規程第32条の規定に基づき、第40回研究評価委員会(平成26年11月27日)にて、その評価結果について報告するものである。

平成26年11月

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」分科会
(事後評価)

分科会長 田川 智彦

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」(事後評価)

分科会委員名簿

(平成26年9月現在)

	氏名	所属、役職
分科会長	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
分科会長 代理	つつい としお 筒井 俊雄	鹿児島大学 大学院理工学研究科 化学生命・化学工学専攻 教授
委員	いうち けんすけ 井内 謙輔	公益社団法人 化学工学会 安全部会 事務局長
	せきね やすし 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
	のむら ことひろ 野村 琴広	首都大学東京 大学院理工学研究科 分子物質化学専攻 教授
	ふくおか あつし 福岡 淳*	北海道大学 触媒化学研究センター 教授
	ふじかわ たかし 藤川 貴志	株式会社 コスモ総合研究所 技術調査部 主席研究員

敬称略、五十音順

注*：実施者の一部と同一組織であるが、所属部署が異なるため（実施者：北海道大学触媒化学研究センター）「NEDO 技術委員・技術評価委員規程(平成2年 月 日改正)」第34条（評価における利害関係者の排除）により、利害関係はないとする。

「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」（事後評価）

評価概要（案）

1. 総論

1. 1 総合評価

触媒化学に基づくゼオライトの精密設計による高活性触媒の開発と反応工学によるプロセス開発が共同して進められ、現行の熱分解プロセスを凌駕する目標を達成し、セミベンチスケールで実証したことは評価できる。特に、触媒に関して、初期の活性・選択性の向上だけでなく、触媒活性の安定性確保にも一定の目途が得られたことは、実用化という視点から大きく評価される。

シェールガス革命に代表される事業環境の変化により、実用化に向けてのスケールアップ検討を直ちに行うことができなくなったのは残念である。プロジェクトの成果は技術パッケージとすることは理解できるが、得られた成果・知見を有効活用する取り組み・仕組みの検討も必要である。

1. 2 今後に対する提言

実用化のタイミングを逸することの無いよう、市場や国際情勢といった情報の収集を行い、また実用化の意思決定を遅滞なく行える組織あるいはシステムの構築が望まれる。あわせて、パッケージ化された技術が風化しないような工夫も望まれる。海外の新規エチレンプラント建設は旺盛で、ナフサ接触分解のニーズは大きいので、海外展開を視野に入れた実用化の可能性も念頭に置くべきである。

研究成果を学問として体系化して、積極的に情報公開することを期待したい。

2. 各論

2. 1 事業の位置付け・必要性について

化学産業における環境保全、省エネルギーは公共性が高い分野であるため、NEDO が主体となって実施する意義は大きい。国の産業力にかかわる大きな役割を担うものとして、NEDO が推進すべき事業と言える。

ナフサ接触分解技術の開発は難易度が高く単独企業による開発は極めて困難であるため、NEDO の関与は必要である。

プロセス開発であり、産学連携が機能的に働いたことを考えれば、予算に対する効果は十分にある。

2. 2 研究開発マネジメントについて

当初の目標に加えて一段高い自主目標を掲げており、目標の設定は十分になされている。各目標は数値化されて明確な判断項目となっている。

計画は、触媒開発からプロセス開発の順に流れており、当初の計画としては妥当なものであったと思う。ただし、実用化研究へのステップを断念せざるを得ないことを勘案すれば、変動する諸状況を総合的に判断して、目的・目標を常時検証する体制が必要だったのではないだろうか。

国内のナフサ接触分解のトップクラスの研究者と企業技術者を選定している。企業からは技術力を有する石油化学メーカー、エンジニアリングメーカーが参画して、産官学が有機的に協力する体制として機能し、成果を上げたと評価できる。

プロジェクトリーダーの交代は、触媒開発からプロセス開発の流れと呼応し、プラスに働いた。活性劣化対策に関する中間評価の提言も目標に取り入れたり、急きょ技術パッケージをまとめるなどフレキシブルな運営体制が取れたことは評価できる。

2. 3 研究開発成果について

成果は目標を達成している。世界的に見ても優位性のある技術内容であり、情勢が転ずれば実用化も十分に可能であろう。

本プロジェクトを通して次世代を担う多くの研究者が学位を取得し世に出たことは大きな成果の一つである。

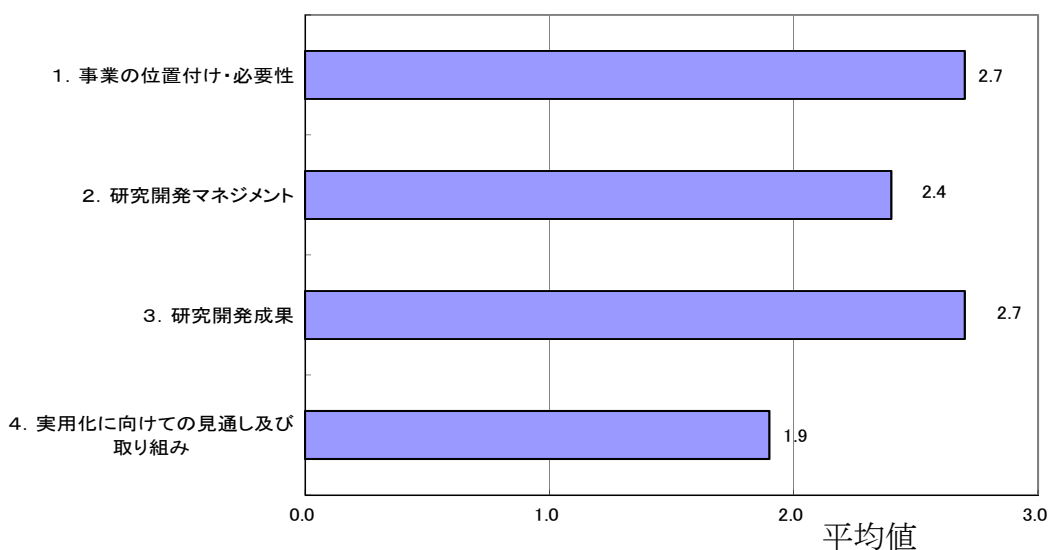
特許出願およびアカデミアの論文発表は精力的に行われた。

2. 4 実用化に向けての見通し及び取り組みについて

接触分解を用いた低級オレフィン製造技術の基盤を作成できたことは重要である。実用化に向けては、触媒のスケールアップでの合成・成型、ベンチスケールでの活性評価や寿命・再生試験などの課題があるとともに、スケールアップにおける化学工学的知見の取得も必要と思われる。早い段階で実用化レベルまで技術水準をあげて、来るべきチャンスを窺えるような体制の構築が望まれる。今後、国内の老朽化既存プロセスとの交換、技術の海外進出も視野にいれ、競争力のあるプロセスに仕上げしてほしい。

現時点でのパッケージ化を行い幹事会社が継承するシステムを構築したことは、前向きな取り組みと評価したい。技術パッケージを管理する法人は、ライセンス化以外にも、技術輸出を含め積極的な成果の利用を図ってほしい。ナフサ分解技術を用いるアジア・中東のマーケットを見据えれば海外展開も有望である。

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	2.7	A	A	A	B	B	A	A	
2. 研究開発マネジメントについて	2.4	B	B	A	B	A	B	A	
3. 研究開発成果について	2.7	A	A	B	A	A	B	A	
4. 実用化に向けての見通し及び取り組みについて	1.9	B	B	B	B	B	C	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. 実用化に向けての見通し及び取り組みについて
・非常によい →A	・明確 →A
・よい →B	・妥当 →B
・概ね適切 →C	・概ね妥当 →C
・適切とはいえない →D	・見通しが不明 →D

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」
(事後評価) 分科会

日 時：平成26年9月1日(月) 10:00～16:45
場 所：WTC コンファレンスセンターRoom A

議事次第

<公開の部>

1. 開会、資料の確認	10:00～10:10	(10分)
2. 分科会の設置について	10:10～10:15	(5分)
3. 分科会の公開について	10:15～10:20	(5分)
4. 評価の実施方法について	10:20～10:25	(5分)
5. プロジェクトの概要説明		
5. 1 「事業の位置づけ・必要性」及び「研究開発マネジメント」	10:25～10:40	(15分)
5. 2 「研究開発成果」及び「実用化に向けての見通し 及び取り組みについて」	10:40～10:55	(15分)
5. 3 質疑	10:55～11:35	(40分)
(昼 食)	11:35～12:25	(50分)

<非公開の部>

6. プロジェクトの詳細説明		
6. 1 高性能触媒による高収率、高選択プロセスの開発	12:25～13:40	(75分)
		[説明 40分、質疑 35分]
(休 憩)	13:40～13:50	(10分)
6. 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	13:50～15:45	(115分)
		[説明 65分、質疑 50分]
(休 憩)	15:45～15:55	(10分)
6. 3 実用化に向けての見通し及び取り組みについて	15:55～16:15	(20分)
		[説明 10分、質疑 10分]
7. 全体を通しての質疑	16:15～16:30	(15分)
<公開の部>		
8. まとめ・講評	16:30～16:40	(10分)
9. 今後の予定	16:40～16:45	(5分)
10. 閉会	16:45	

以 上

概要

		最終更新日	2014年 8月 21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/触媒を用いる革新的ナフサ分解プロセス基盤 技術開発	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 新井 唯 2009.04-2012.3 主幹研究員 江口 弘一 2009.08-2010.04 主査 吉田 宏 2010.04-2012.3 主任研究員 岩田 寛治 2010.04-2013.01 主査 並木 泰樹 2012.04-現在 主任研究員 山野 慎司 2013.01-現在			
0. 事業の概要	<p>化学品の製造プロセスにおけるクリーン化、省エネ化、原材料・資源の多様化・有効利用、廃棄物の減容化等を実現し、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。GSCプロセスの研究開発課題としては、i)有害な化学物質を削減、ii)廃棄物、副生成物を削減、iii)資源生産性を向上、iv)化学品原料の転換・多様化による独自の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。</p> <p>「触媒を用いる革新的ナフサ分解プロセス基盤技術開発」(以降、「本事業」という)は、iii)資源生産性を向上できる革新的な化学プロセスの開発に位置する。本事業では、従来「熱分解法」により製造してきたエチレン、プロピレン等の基幹化学品製造プロセスにおいて、ナフサを効率的に分解できる触媒を開発して「接触分解法」に転換することにより、ナフサの分解温度の低下と目的とする基幹化学品収率の向上を図る。これにより、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確立する。</p>			
I. 事業の位置付 け・必要性に ついて	<p>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(セミパルク、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。原料を輸入に頼らざるを得ない日本にとって、今後もエチレンセンターが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、将来的に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が期待できる。</p> <p>本事業では、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。</p>			

II. 研究開発マネジメントについて

<p>事業の目標</p>	<p>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。</p> <p>中間目標（平成 23 年度末）</p> <p>①高性能触媒による高収率、高選択プロセスの開発</p> <ul style="list-style-type: none"> エチレン、プロピレン、ブテン、BTX の収率の向上及び反応の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。 <p>②高性能触媒によるラボスケールでの生産</p> <ul style="list-style-type: none"> 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。 <p>最終目標（平成 25 年度末）</p> <p>①高性能触媒による高収率、高選択プロセスの開発</p> <ul style="list-style-type: none"> エチレン、プロピレン、ブテン類、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 成分の生成物収率 66%以上（対熱分解比 10%向上）又は、エチレン、プロピレンの収率 50%以上（対熱分解比 10%向上）とする。 触媒寿命については、再生 5 回後の初期活性 90%以上を達成する。 <p>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</p> <ul style="list-style-type: none"> 国内外で稼働している実プラントレベルの生産量を想定し、セミベンチスケール装置により、ナフサ処理量：5kg/日以上、触媒再生サイクル：48 時間以上、触媒再生時間：8 時間以内を達成し、実証規模プロセスの概念設計を行う。 						
<p>事業の計画内容</p>	<p>主な実施事項</p>	<p>H21fy</p>	<p>H22fy</p>	<p>H23fy</p>	<p>H24fy</p>	<p>H25fy</p>	
<p>高性能触媒による高収率、高選択プロセスの開発</p>	<p>←</p>		<p>▼</p>	<p>中間評価</p>	<p>→</p>		
<p>高性能触媒による実証規模プロセスに関する設計・開発</p>	<p>←</p>		<p>▼</p>	<p>中間評価</p>	<p>→</p>		
<p>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)</p>	<p>会計・勘定</p>	<p>H21fy</p>	<p>H22fy</p>	<p>H23fy</p>	<p>H24fy</p>	<p>H25fy</p>	<p>総額</p>
<p>一般会計</p>	<p>510</p>	<p>350</p>					<p>860</p>
<p>特別会計（需給）</p>				<p>358</p>	<p>430</p>	<p>307</p>	<p>1,095</p>
<p>加速予算 (成果普及費を含む)</p>		<p>121</p>	<p>94</p>	<p>214</p>			<p>429</p>
<p>総予算額</p>	<p>510</p>	<p>471</p>	<p>452</p>	<p>644</p>	<p>307</p>		<p>2,384</p>

	経産省担当原課	製造産業局化学課
開発体制	プロジェクトリーダー	国立大学法人東京工業大学 教授 辰巳 敬 (2009.09-2012.12) 国立大学法人北海道大学 教授 増田 隆夫 (2012.12-現在)
	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) (2009.09-2014.02) [三井化学(株)、住友化学(株)、昭和電工(株)、東洋エンジニアリング(株)] (独) 産業技術総合研究所 (2009.09-2012.03) (国) 東京工業大学 (2009.09-2014.02) (国) 北海道大学 (2009.09-2014.02) (国) 横浜国立大学 (2009.09-2014.02)
情勢変化への対応	平成22年 7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を導入。 平成22年 9月: 実用化検討開始に併せて、技術検討委員を拡充 (松本委員)。 平成23年 11月: 触媒寿命延長(劣化メカニズム解析)のため、加速により分析機器を導入 平成24年 8月: 実用化検討のため、加速によりセミベンチ装置の実ナフサ原料化改造等を実施。 平成24年 11月: 実用化検討のため、加速により触媒再生ガスのオンライン分析装置を導入。	
中間評価への対応	指摘事項に対しては、基本計画、実施方針または実施計画書に反映させることにより、指摘事項への対応を図った。特に、実用化に向けた触媒劣化メカニズムの解明と触媒寿命の向上、触媒再生反応メカニズム解析、触媒の工業的製造や実ナフサを用いた反応検討、シミュレータの構築と概念設計に注力した。	
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
	中間評価	平成23年度実施
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 への収率 66%【100%達成】又は、エチレン、プロピレンへの収率 50%【100%達成】 ・再生5回後の初期活性 92%【100%達成】 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 ・セミベンチスケール装置により、ナフサ処理量: 5kg/日【100%達成】、触媒再生サイクル: 48時間【100%達成】、触媒再生時間: 4.5~8時間【100%達成】 ・実証規模プロセスの概念設計を実施【100%達成】	
	投稿論文	「査読付き」20件、「その他」2件
	特許	「出願済」20件、「登録」0件、「実施」0件 (うち国際出願7件)
	その他の外部発表 (プレス発表等)	138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と同形式である固定床リフォーマー型を採用し、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ースシャル設備で確認・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) 23年 7月改訂 (根拠法改正に伴う改訂) 23年10月改訂 (中間評価の結果に基づき、(別紙) 研究開発計画の研究開発項目③-1の内容を修正) 24年 3月改訂 (研究開発項目③-4追加による改訂) 24年 9月改訂 (研究開発項目②の一部追加実施に伴う改訂) 25年 2月改訂 (研究開発項目③-1の目標修正、研究開発項目④の期間修正、評価に関する事項修正、業務方法書の改正による改訂)

研究開発のスケジュールと事業費

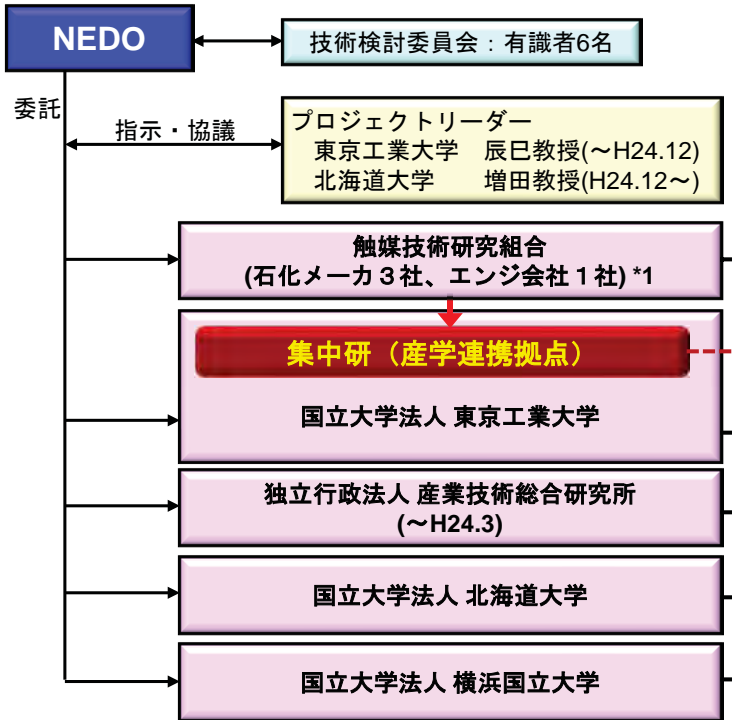
開発項目	2009	2010	2011	2012	2013
1. 高性能触媒による高収率、高選択プロセスの開発					
トポロジーの最適化	一次絞込み	酸点等改良・二次絞込み		候補触媒改良	
ナノサイズ化	合成法確立		候補触媒ナノサイズ化		
長寿命化技術	修飾元素の探索		修飾量等の最適化		
2. 高性能触媒による実証規模プロセスに関する設計・開発					
触媒評価・解析共通基盤	評価手法の標準化検討		評価・解析、運転条件の確立		
触媒成形技術	成型助剤・条件の探索		成型条件最適化・成形手法確立		
反応メカニズム解明	触媒構造・酸性質解析		反応メカニズム解析・再生処理		
プロセス設計	全系シミュレーション	収率シミュレータ・基本設計		シミュレータ改良・設計/経済性	
事業費(百万円)	510	471	452	644	307
事業費合計(百万円)					2,384

事業原簿 Ⅱ-3

資料6 16/39

研究開発の実施体制

➢基本触媒検討を主としてアカデミアが実施し、それを用いて組合が実用化検討を実施した。
 ➢集中研を東工大内に設置し、成果・課題・解決策の迅速な共有により早期実用化を図った。



【開発項目及び分担】 ◎：主要な担当、○：担当

1. 高収率、高選択プロセスの開発			2. 実証規模プロセスに関する設計・開発			
トポロジ	ナノサイズ化	長寿命化	評価・解析基盤	触媒成形技術	反応・再生機構解明	プロセス設計
		◎	○	◎	○	◎
		○	◎		○	
◎	○	◎	○		○	
		○	○			
○	◎	○			◎	
◎	○	○			○	

事業原簿 Ⅱ-8

*1: 三井化学(株)、住友化学(株)、昭和電工(株)、東洋エンジニアリング(株)

資料6 17/39