

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プロジェクト

「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)

(2009年度～2013年度 5年間)

プロジェクトの概要 (公開)

独立行政法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構
環境部

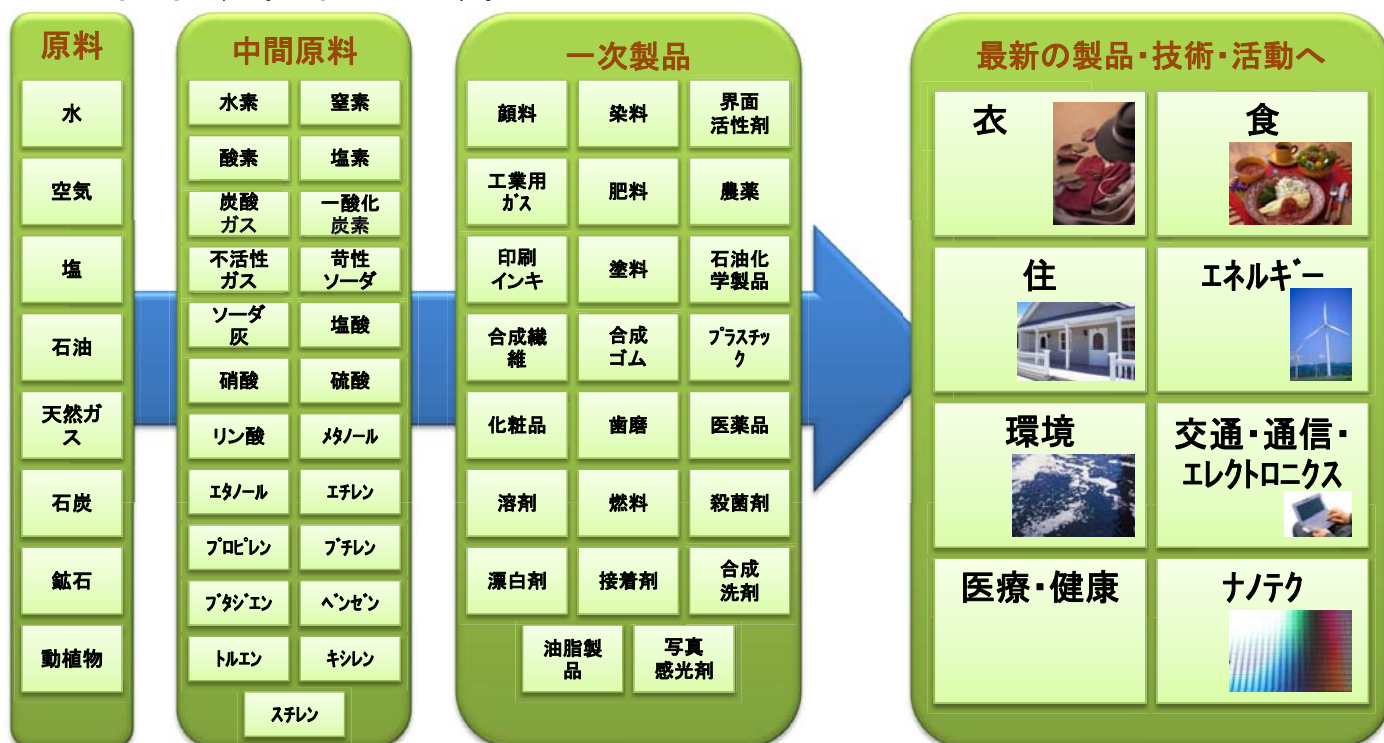
2011年 6月28日

1/28

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

化学産業は、様々な場面で我々の生活を豊かにしています。身の回りの製品の原材料としての活用のみならず、化学技術自身も様々な産業を支えています。現在では、衣食住のみならず、エネルギー、環境、交通、通信、エレクトロニクス、医療、健康、ナノテクノロジーなど様々な分野でなくてはならない産業となっています。

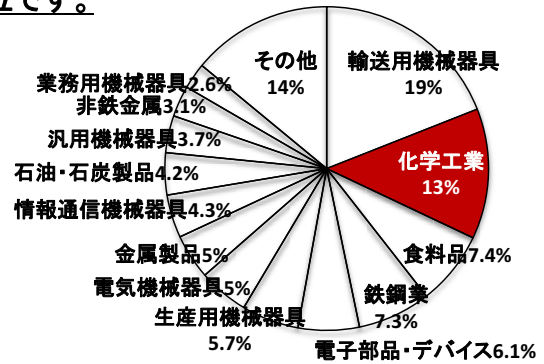


1. 事業の位置付け・必要性について (1)NEDOの事業としての妥当性

出典：2010年経済産業省「工業統計表」

我が国の製造業の中で出荷額、付加価値額は共に、第2位です。

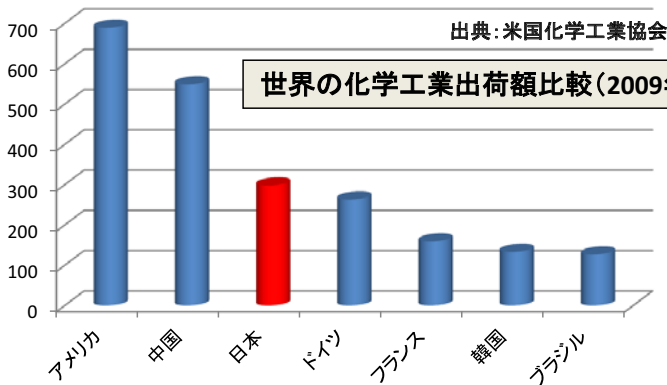
- **出荷額**は約40兆円で製造業全体の約13%。
輸送機器製造業に次ぐ**第2位**。
- **付加価値額**は約17兆円で製造業全体の約16%。**製造業第2位**。
- 1人当たり、付加価値額でも第2位。



製造業全体出荷額: 336兆円 (2008年)

世界の中で、日本の化学工業の出荷額は世界第3位
高度部材では、圧倒的な世界シェアを確保

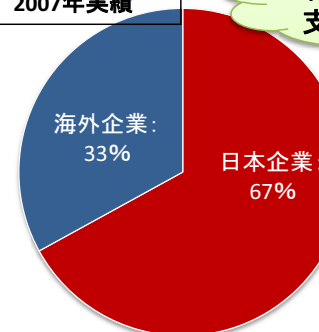
- 日本の化学工業の出荷額は、2,340億ドルであり、アメリカ、中国に次いで**世界第3位**(2009年)。
- 半導体用材料、液晶用材料等の高度部材産業において、日本企業は**世界シェアの65~100%**を占める。
- 例えば、半導体用封止材は、世界市場1,145億円でシェア100%。
液晶用カラーフィルターは世界市場4,270億円でシェア100%。



出典：米国化学工業協会

世界の化学工業出荷額比較 (2009年)

市場規模: 3.9兆円
2007年実績



半導体製造用日系企業シェア
出典：2008半導体材料データブック

日本の化学産業が世界の電子部品を支えているんだ...

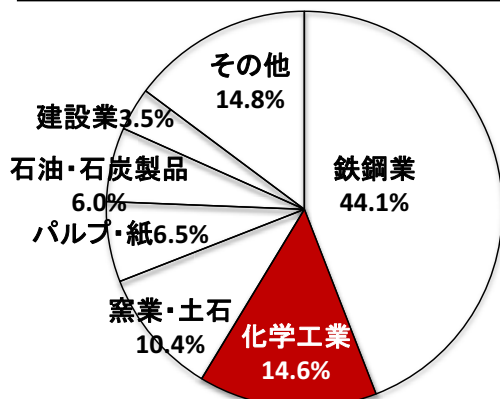


1. 事業の位置付け・必要性について (1)NEDOの事業としての妥当性

化学産業は、エネルギー多消費であり、かつ廃棄物大量排出型産業である。

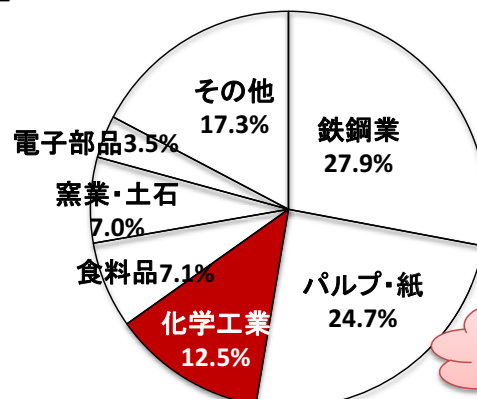
- **化学産業のCO₂排出量**は、年間0.5億トンで、製造業全体の約15%。鉄鋼産業に次ぐ**第2位**。
- **化学産業の産業廃棄物排出量**は 年間0.17億トンで製造業全体の約12.5%。
鉄鋼産業、パルプ・紙産業に続き、**製造業第3位**。

産業部門全体の排出量: 340百万t-CO_{2v}



業種別二酸化炭素排出量
(2008年度実績)
出典：環境省

製造業全体: 1.37億トン



産業廃棄物の業種別排出量
(2006年度実績)
出典：環境省

これは、問題だ...
どうにかしないと...



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

従来: 高効率、低コスト
優先

資源・エネルギーの多消費、多量な産業廃棄物

レスポンシブルケア協議会(1995年設立)

環境負荷低減
「持続可能な社会の
構築を目指す」

米国 : グリーンケミストリー
欧州 : サステイナブルケミストリー
日本 : グリーン・サステイナブル・ケミストリ(GSC)
(2000年GSCN設立:普及活動)
・人と環境の健康、安全
・省資源、省エネルギー

NEDO 【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、エネルギー、環境の制約問題を克服し、高機能な化学品の持続的製造を可能とする基盤技術の確立を目指しています。

また、本プロジェクトは、総合科学技術会議において示された「グリーン・イノベーション」事業の一つである「グリーン・ケミストリ」として位置づけられており、革新的技術開発の推進に向けた取り組みが開始されたところです。

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。



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

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)

●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

●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

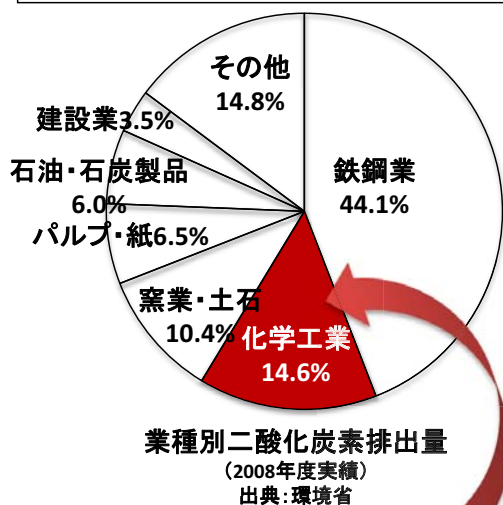
有害物質削減

原料多様化

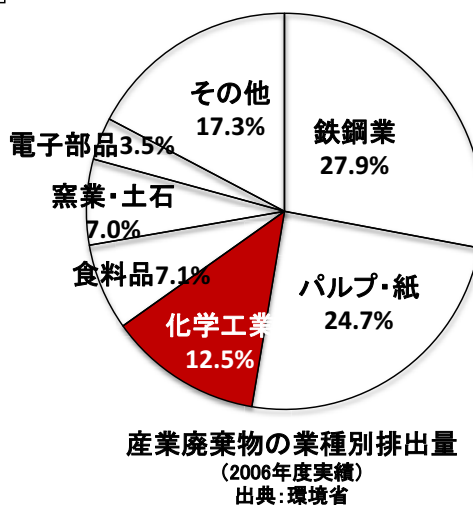
化学産業は、エネルギー多消費であり、かつ廃棄物大量排出型産業である。

- **化学産業のCO₂排出量**は、年間0.5億トンで、製造業全体の約15%。鉄鋼産業に次ぐ**第2位**。
- **化学産業の産業廃棄物排出量**は、年間0.17億トンで製造業全体の約12.5%。鉄鋼産業、パルプ・紙産業に続き、**製造業第3位**。

産業部門全体の排出量: 340百万t-CO_{2v}

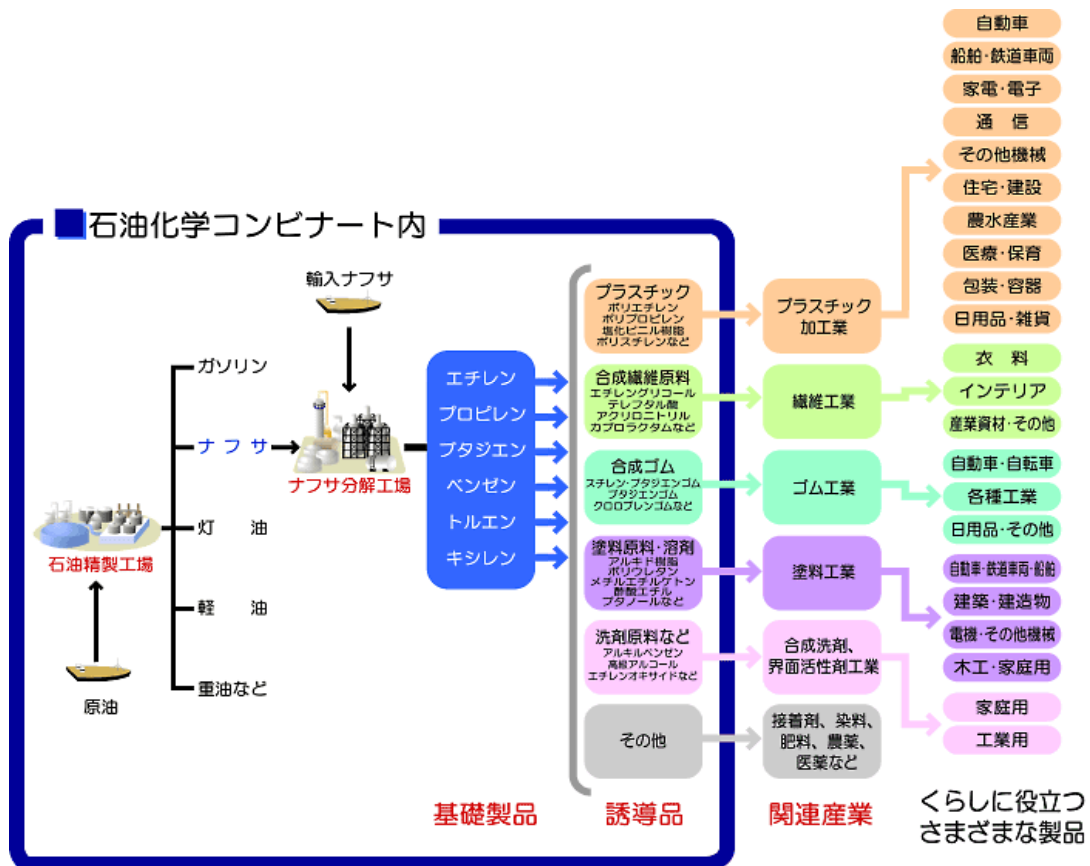
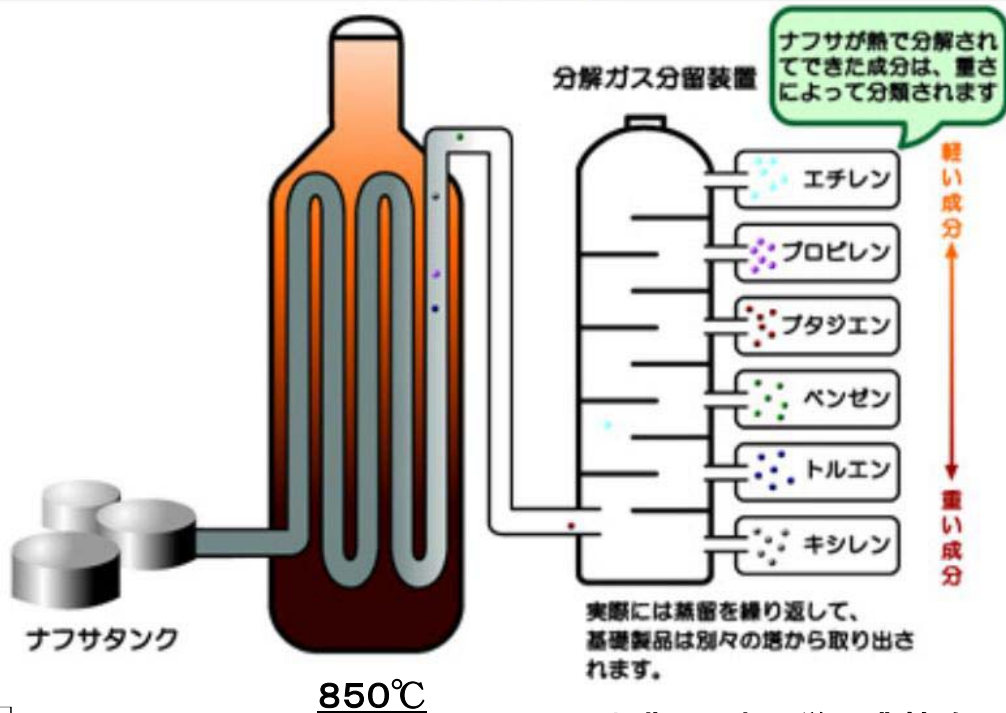


製造業全体: 1.37億トン

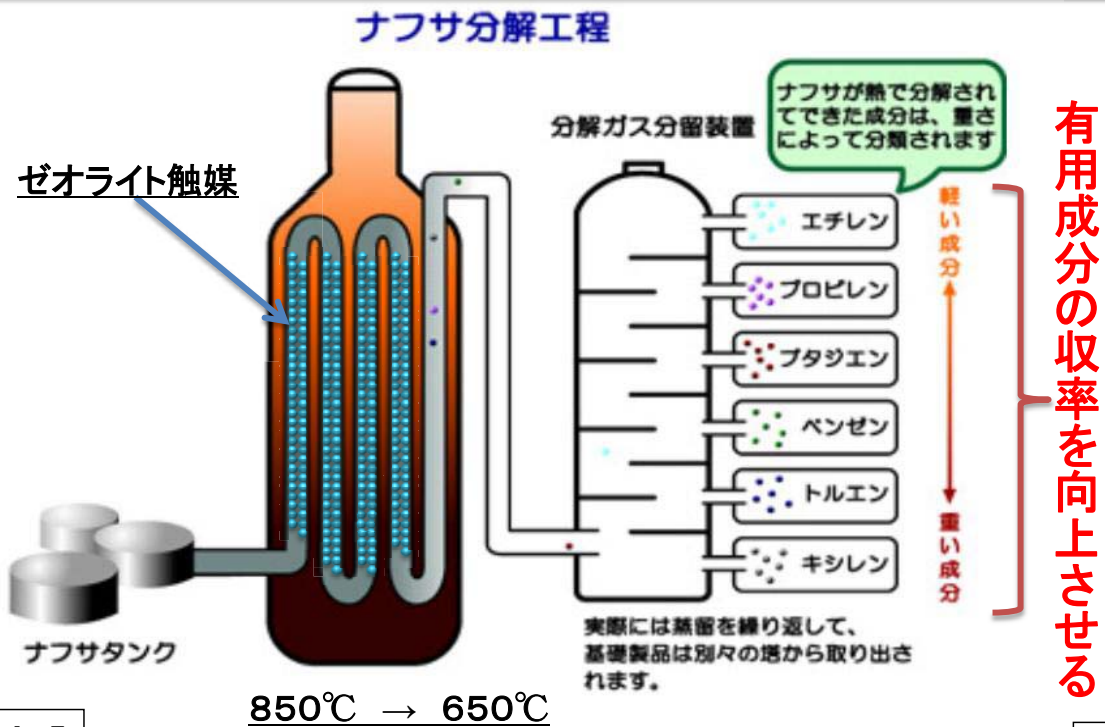


このうち、約16%が石油化学熱分解プロセス

プラスチック、合成繊維・合成ゴム・塗料・合成洗剤・薬品・肥料などの石油化学製品を作るためのナフサ分解工程では、種々加熱処理がなされており、エネルギー多消費型プラントとなっている。



本プロジェクトは、ナフサ分解工程に触媒反応を用いることによって、分解に必要な温度を下げ、有用成分の収率を上げる事を目指す。これにより、エネルギー多消費型プラントの省エネルギー化・省資源化を図る。



実施の効果 (費用対効果)

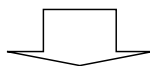
費用の総額	13億円	3年
市場の効果 (2030年時点)	純利益: <u>+100億円/基・年</u>	ナフサフィード100万t、 減価償却4年、触媒費含む
省エネルギー 効果	<u>-18万トン/年*</u>	CO ₂ 換算
省資源効果	<u>-70万トン/年*</u>	300万トン→230万トン

※2030年推定、1/7の石化プラントを置き換えたとして算出現時点での触媒性能を用いた結果。

NEDOが関与する意義

ナフサ接触分解技術の開発は、

- 社会的必要性:大、国家的課題(二酸化炭素削減)
- 輸入に依存している化石資源の有効利用に貢献
- 石油化学製品の重要性:全産業に波及
- 研究開発の難易度:高 → 産官学の知見を結集
- 投資規模:大=開発リスク:大



NEDOがもつこれまでの知識、実績を活かして推進すべき事業

国内外の研究開発の動向及び本事業の位置付け

実用化のための最低限必要要素技術	低コスト 省資源 省エネルギー	—	△	△	○
	プロセス 設計・評価	—	○	流動床で対応	○
	触媒成形	—	—		○
	触媒寿命	—	—		○
	触媒再生	△	—	○	○
	触媒 基本性能	○	○	○	○
		国内外多数 1990頃～	シンプルケミストリー 1995～	海外A社 2003頃～	本事業 2009～

事業の目標(2011年度 中間目標)

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。

高性能触媒によるラボスケールでの生産

(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。

※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。

研究開発目標と根拠

研究開発項目(個別テーマ)	研究開発中間目標 【5年目最終目標値】	根拠
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)【66%以上】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)【50%以上】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。】	熱分解プロセスと比較して、収率面で有意差があると認められるレベル。 【経済性・省エネ性を考慮して決定した。】
2. 高性能触媒によるラボスケールでの生産 【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。【1kg/日以上を達成し、実証規模プロセスの概念設計を行う。】	スケールアップ検討に進める最低の基準。 【ベンチ装置に進むための最低基準】

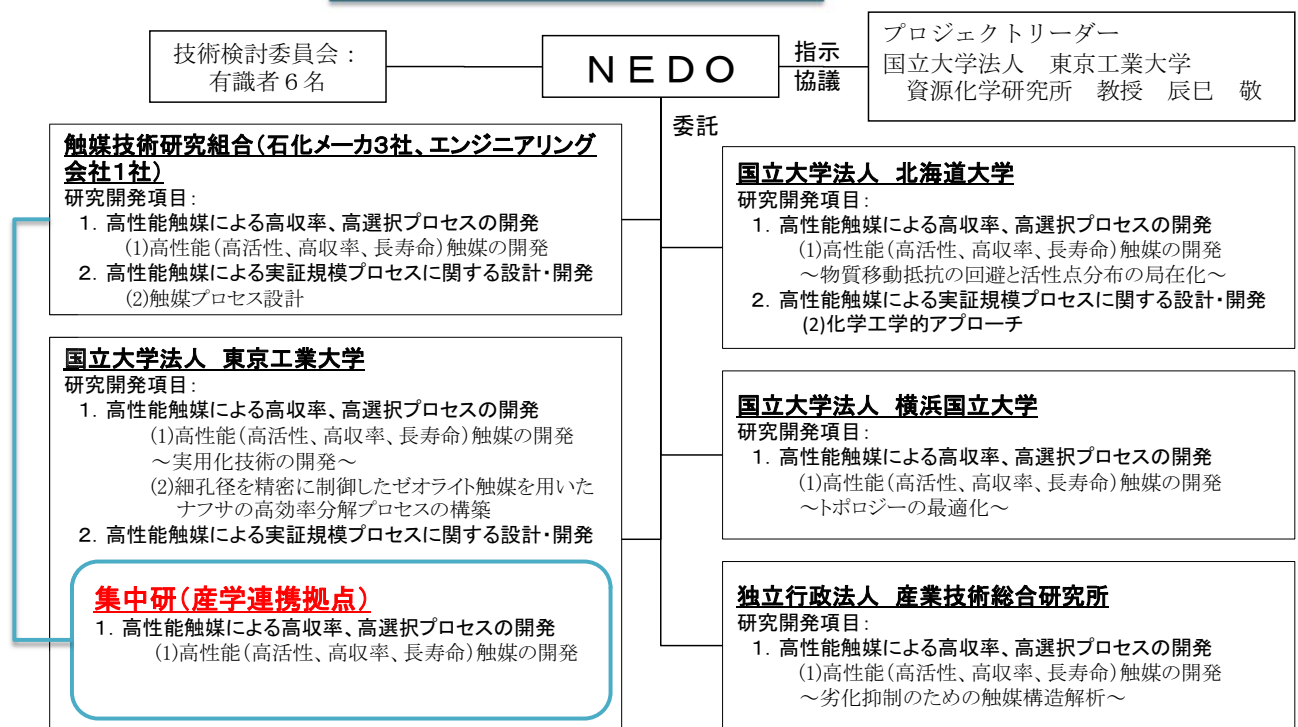
研究開発のスケジュール

難易度の高い研究開発のため、中間目標だけではなく、初年度の成果目標の設定を行った。

▲：初年度目標

	2009	2010	2011	中間目標値
1. 高性能触媒による高収率、高選択プロセスの開発	▲ トポロジーの絞り込み		→	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5回後の初期活性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(実証規模プロセスに関する設計・開発)	▲ 触媒開発要件の明確化		→	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。【1kg/日以上を達成し、実証規模プロセスの概念設計を行う。】
委託費(見込み:百万円)	510	471	359	

研究開発の実施体制



集中研：成果・課題・解決策の迅速な共有により早期実用化を図る

研究開発の実施体制

	主担当	細目
触媒技術研究組合	実用化へ向けた検討	<ul style="list-style-type: none"> ・触媒評価と改良 ・長寿命化 ・触媒成形 ・プロセス設計、プロセス評価
東京工業大学 北海道大学 横浜国立大学	高性能触媒開発 化学工学的解析 反応工学的解析	<ul style="list-style-type: none"> ・トポロジー最適化 ・モルホロジー制御 ・ナノサイズ化 ・化学工学的、反応工学的解析 ・酸量、酸強度制御 ・選択的不活性化 ・修飾、担持
産業技術総合研究所	性能評価・構造解析	<ul style="list-style-type: none"> ・性能評価、改良 ・構造解析

情勢変化等への対応

情勢	対応
<p>海外において、国家プロジェクトで、類似技術の開発が加速されているとの情報入手。</p> <p>→当初設定した計画の前倒しにて、実用化に向けた検討を開始すべきであると判断。</p>	<p>・<u>加速財源の投入(次スライド参照)</u></p> <p>・<u>NEDO技術検討委員会に、実用化に向けた知識が豊富な委員を補充した。</u></p>

加速財源投入実績 (2010年度)

一年目に、触媒開発において大きな成果が出てきたと共に、実用化触媒(成形触媒)の成型方法にも着手し一定の成果が出てきたこともあり、実用化へ向けた開発を加速するために、加速財源の投入を行った。

件名	金額 (百万円)	目的	成果
セミベンチ装置の導入	121	実用化触媒(成形触媒)の性能確認のために、セミベンチ装置の導入を行った。	成形触媒の性能と触媒単体での性能との比較検討が可能となり、課題の抽出の迅速化が図れている。

研究開発マネージメント

・NEDO主催による「技術推進委員会(年2回)」開催

外部有識者の意見を運営管理に反映

区分	氏名	所属	役職	専門分野
委員長	御園生 誠	国立大学法人 東京大学	名誉教授	触媒化学
委員	菊地 英一	学校法人 早稲田大学 理工学術院 応用化学科	教授	石油化学
委員	沼口 徹	日本ポール株式会社	バイスプレジデント	化学工学
委員	野尻 直弘	元 三菱化学株式会社	元 理事	工業化学
委員	宮脇 哲也	三菱商事株式会社 汎用化学品本部	次長	汎用化学品
委員	松本 英之※	神鋼リサーチ株式会社 先進技術情報センター	主席研究員	触媒化学 化学工学

※実用化に向けての議論を深めるために、平成22年度から参画いただいた。

反映内容例 (1) 触媒開発における、指針の明確化時期の設定

(2) 実用化に向けた、目標・プラント・コスト試算の精細化

研究開発マネージメント

- ・その他、以下のプロジェクト内部での独自委員会を開催
NEDOも積極的に参加。

「総合調査研究委員会(年2回)」

外部委員を含めた研究内容の進捗状況確認と今後の方針を協議

「開発会議(年4回)」

プロジェクト内での実用化を視野に入れた研究進捗の確認と討議

「特許戦略会議(月1回)」

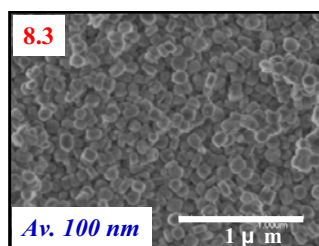
プロジェクト内での特許戦略の構築・新規技術の特許化の討議

個別研究開発項目の目標と達成状況

1. 高性能触媒による高収率、高選択プロセスの開発	目標	成果	達成度	今後の課題
1. 高性能触媒による高収率、高選択プロセスの開発 ①収率(C ₂ "~C ₄ "、BTX)	63%以上	67%	◎	反応条件の拡大への対応
1. 高性能触媒による高収率、高選択プロセスの開発 ②収率(C ₂ "、C ₃ ")	47%以上	47%	○	
1. 高性能触媒による高収率、高選択プロセスの開発 ③触媒再生(再生後の初期活性)	90%以上	≒100%	◎	本命触媒での技術開発
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 ①ナフサ処理量	0.2kg/日以上	0.2kg/日	○	実ナフサでの検証

◎ 大幅達成、○達成、△達成見込み、×未達

ナノサイズ化
キーとなるベース技術



研究開発項目	主要成果
1. 高性能触媒による高収率、高選択プロセスの開発	<ul style="list-style-type: none"> ・反応手法と分析手法の標準化を行った ・27種類のトポロジーのスクリーニングを行い、候補触媒の最適骨格トポロジーの絞り込みを行った ・候補触媒のナノサイズ化の効果を確認した ・長寿命化のため、有効な要素技術を開発、効果確認を行った ・触媒の再生方法の最適化を行った
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	<ul style="list-style-type: none"> ・成形触媒の再生方法の最適化を行った ・成形による活性低下機構の解明と条件の最適化を行った ・結晶内拡散係数の測定と燃焼挙動の解明を行った ・全系シミュレーションのベースを構築した ・総付加価値表を作成し触媒開発の指針を示した

知的財産権、成果の普及

	H21	H22	H23	計
特許出願(うち外国出願)	0	1	2	3件
論文(査読付き)	0	1	0	1件
研究発表・講演	0	38	6	44件
受賞実績	0	0	0	0件
新聞・雑誌等への掲載	0	0	0	0件
展示会への出展	0	0	0	0件

最終目標の達成可能性

研究課題	最終目標(平成25年度末)	達成見通し
1. 高性能触媒による高収率、高選択プロセスの開発 ①収率 (C ₂ "~C ₄ "、BTX)	66%以上	中間で達成
1. 高性能触媒による高収率、高選択プロセスの開発 ②収率 (C ₂ "、C ₃ ")	50%以上	達成見込みあり
1. 高性能触媒による高収率、高選択プロセスの開発 ③触媒再生	再生5回後の初期活性 90%以上	中間で達成しているが 本命触媒での開発・検証 予定
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 ①ナフサ処理量	1kg/日以上	達成見込みあり

実用化の考え方と工程

1) 基本的な考え方

・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

⇒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

2) 工程イメージ

・本成果をベンチスケールで確認

・その後パイロット又はセミコマーシャル設備で確認・検証