

## ナノテク・部材イノベーションプログラム

## グリーン・サステナブルケミカルプロセス基盤技術開発

「①有害な化学物質を削減できる、又は使わない革新的プロセス及び化学品の開発・②廃棄物、副生成物を削減できる革新的プロセス及び化学品の開発」

(事後評価)

(2009年度～2011年度 3年間)

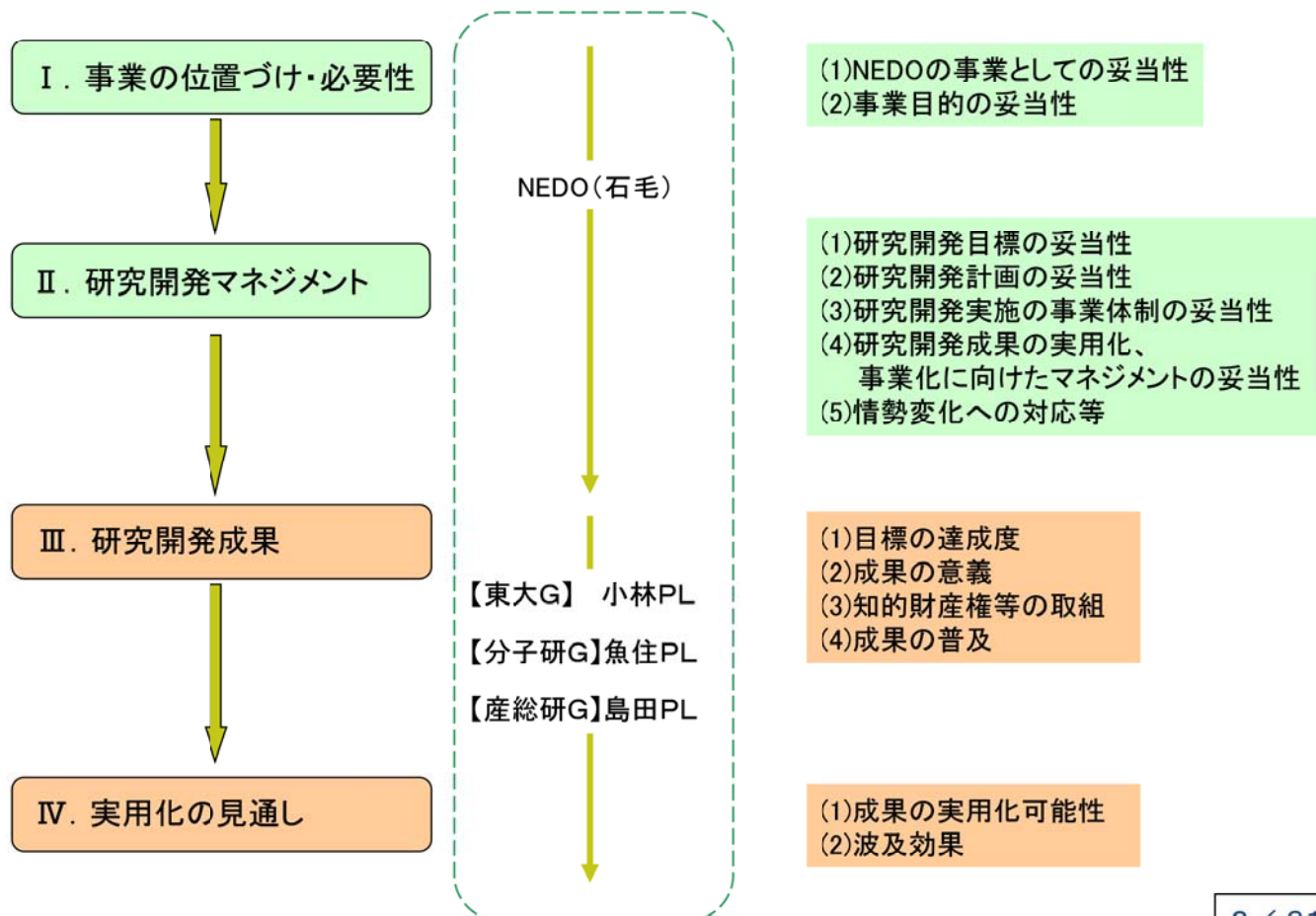
プロジェクトの概要 (公開)

NEDO 環境部

2012年 9月14日

説明内容

公開



# I. 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

3 / 31

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

### NEDOで実施中のGSCプロジェクト

#### 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、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。

#### ①有害物質削減 平成21～23年度

- 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技術

#### ②廃棄物削減 平成21～23年度

- 触媒を固定化し、リサイクルすることで廃棄物・副生成物を削減する革新的技術
- 化学プロセス中の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技術

#### ③エネルギー削減 平成21～27年度

- 石油化学品、機能性化学品合成、生成物分離、副生ガス分離等に対して大幅な消費エネルギー削減が可能となるグリーンプロセス技術

#### ④化学品原料転換 平成22～24年度

- 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

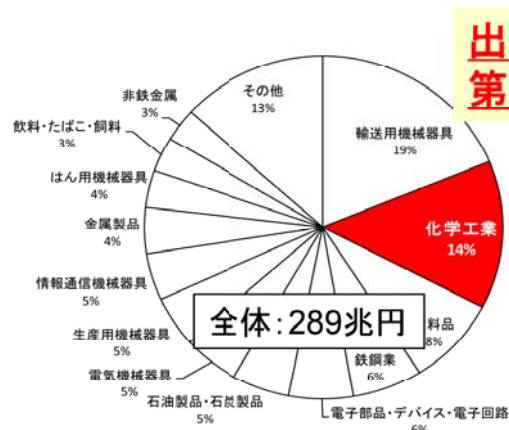
4 / 31

## 化学産業とは

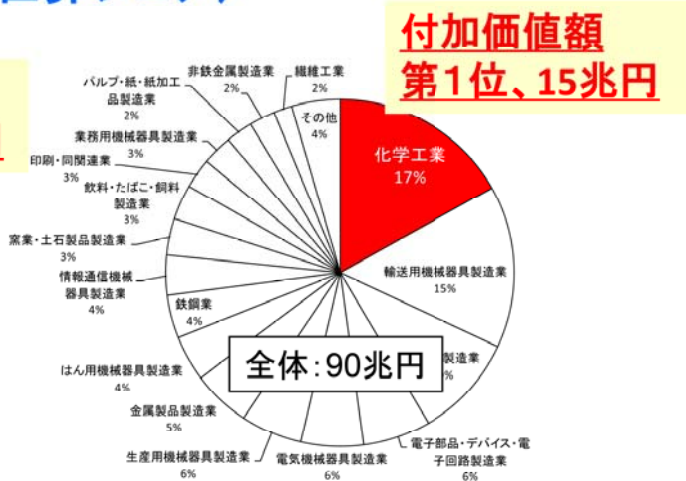
身の回りの製品の原材料、エネルギー、環境、交通、通信、エレクトロニクス、医療、健康、ナノテクノロジーなど様々な分野で無くてはならない産業



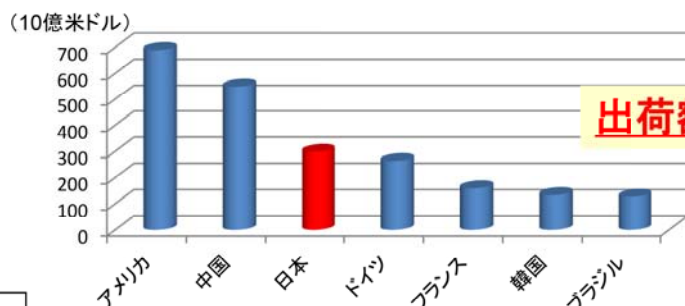
## 我が国の化学産業の特徴(出荷額・世界シェア)



製造業における出荷額の内訳(2010年)  
出典: 2012年経済産業省工業統計



製造業における付加価値額の内訳(2010年)  
出典: 2012年経済産業省工業統計



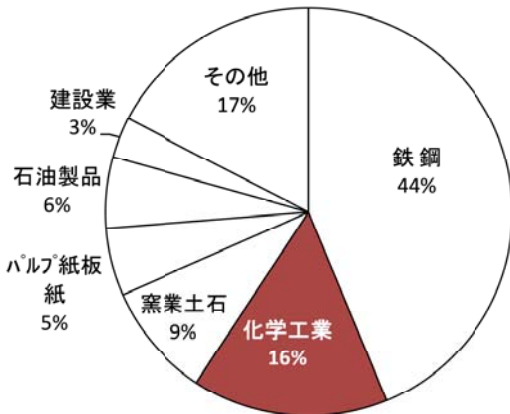
※化学工業には、プラスチック製品、ゴム製品を含む

世界の化学工業出荷額比較(2009年): 出典: 米国化学工業協会

## 化学産業の課題【エネルギー消費、産業廃棄物】

**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。**

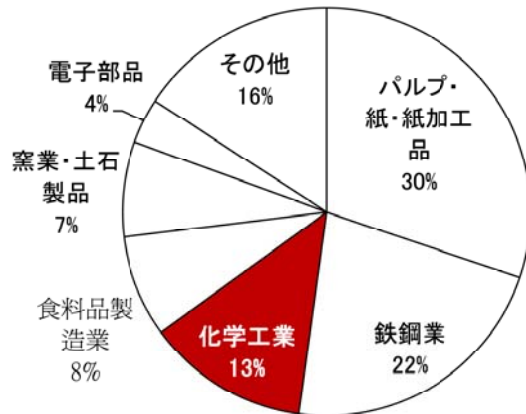
産業部門全体の排出量: 346百万t-CO<sub>2v</sub>



**CO<sub>2</sub>排出量  
第2位、年間0.5億トン**

業種別二酸化炭素排出量  
 (2010年度実績)  
 出典: 環境省

製造業全体: 1.13億トン

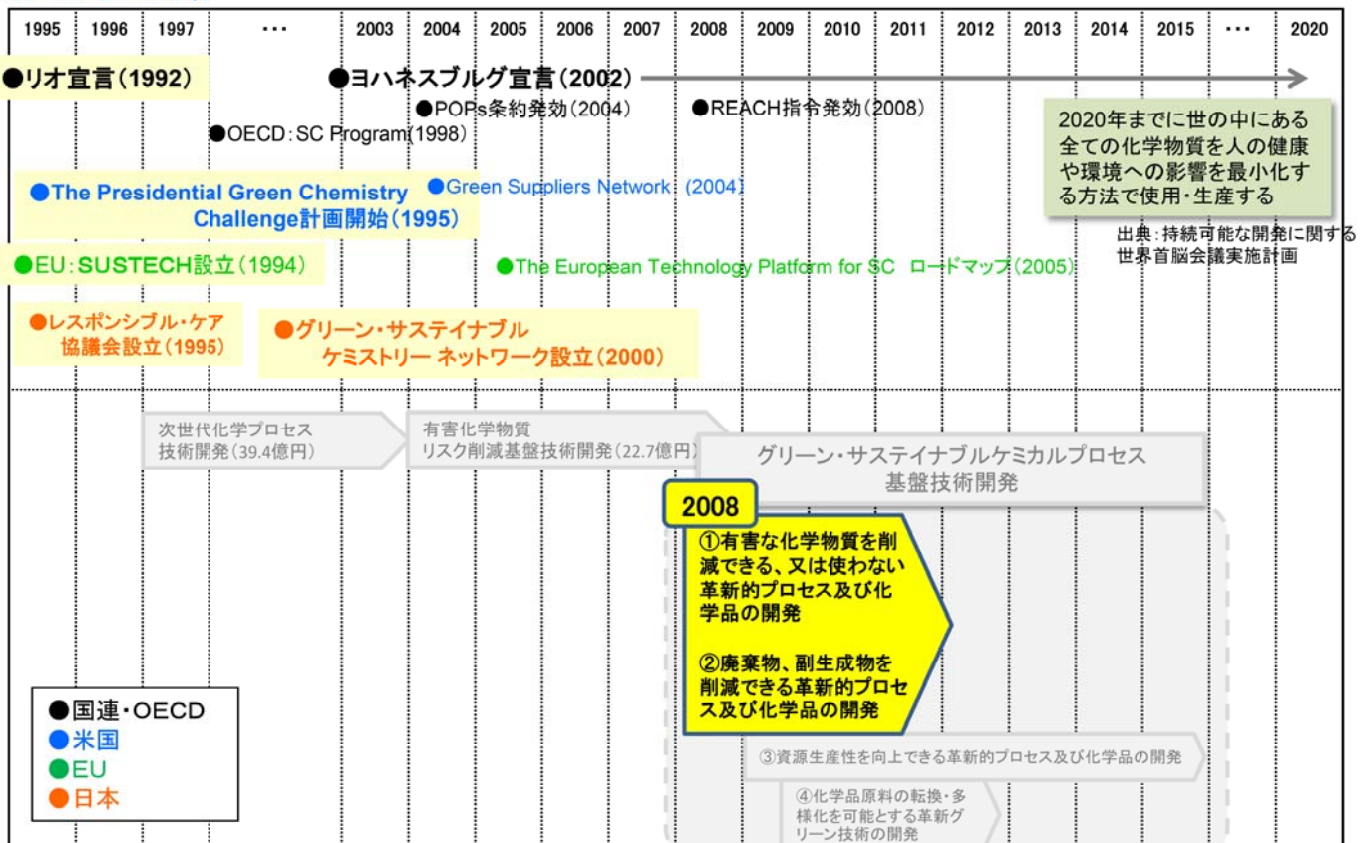


**産業廃棄物排出量  
第3位、年間0.14億トン**

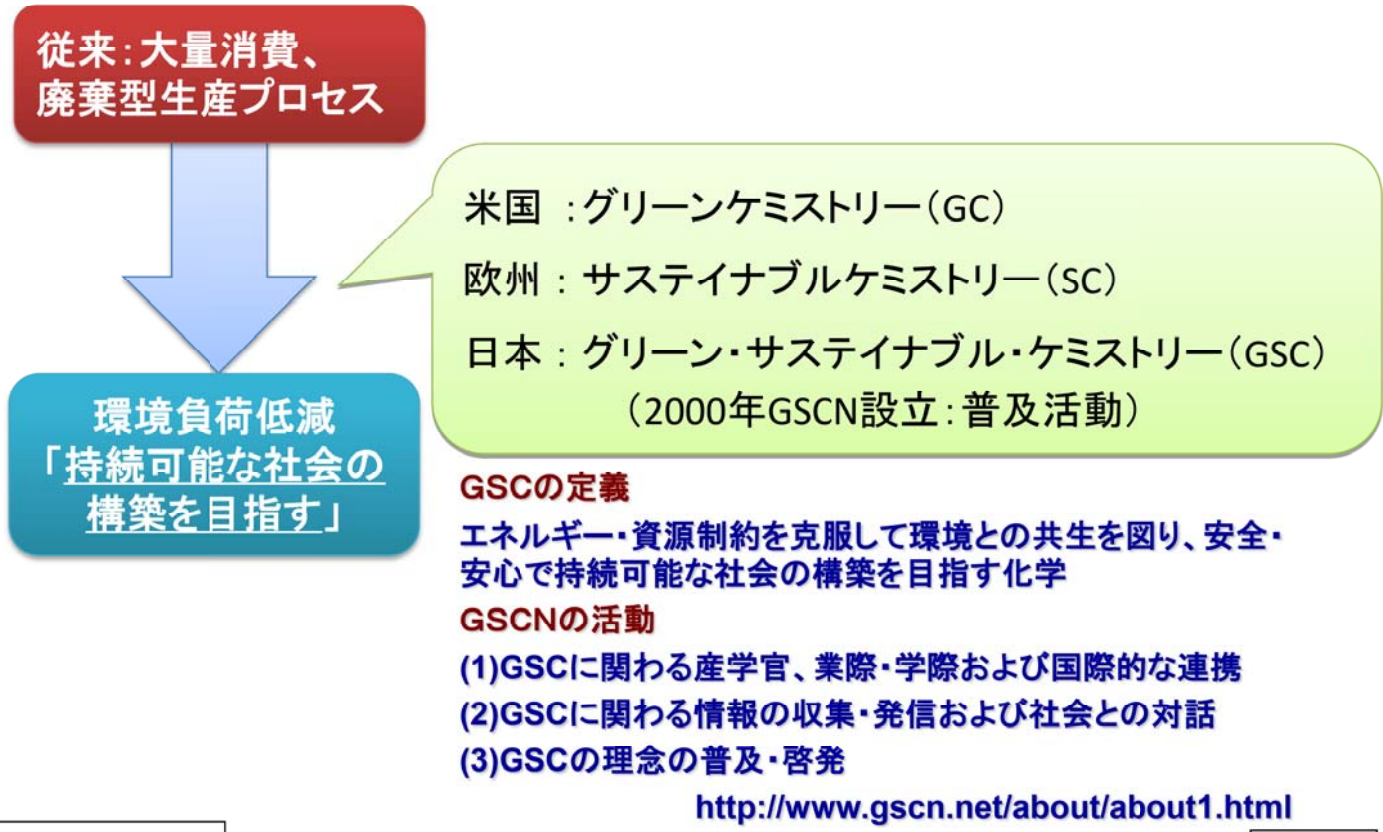
産業廃棄物の業種別排出量  
 (2009年度実績)  
 出典: 環境省

※化学工業には、プラスチック製品、ゴム製品を含む

## 国内外の動向



## 化学産業界に関する環境負荷低減への動向



## 政策への適合性(経済産業省の政策)

### イノベーションプログラムの概要

- 「イノベーションプログラム」の中での体系的推進 (Inside Management & Accountability)
  - 経済産業省の全ての研究開発プロジェクトは、政策目標毎に7つの「イノベーションプログラム」の下で体系的に推進。
  - 各プログラムの中で、政策目標に向けたプロジェクトの位置付けと目標の明確化、市場化に必要な関連施策(規制改革、標準化等)との一体化を図り、イノベーション実現に向け各プロジェクトを効果的に推進。
- 「技術戦略マップ」に基づく戦略的企画立案 (Outside Communication & Networking)
  - 先端産業技術動向を把握し、国が取り組むべき技術課題とイノベーションの道筋を明確化するため、産学官で協働するロードマッピング手法を導入(『技術戦略マップ 2005/2006/2007/2008』)。
  - 研究開発プロジェクトの選定に当たっては、イノベーションプログラムにおける政策目標を基に技術戦略マップに位置付けられた重要技術課題を抽出し戦略的に企画立案。

イノベーションプログラム(IPG)の21年度予算額 (総額: 1,966億円※1)

<p><b>IT IPG</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>①ITコア技術の革新 94億円</li> <li>②省エネ革新 42億円</li> <li>③情報爆発への対応 44億円</li> <li>④情報システムの安全性等 63億円</li> </ul> <p>21年度予算 244億円</p>	<p><b>ナノテク・部材 IPG</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>①ナノテク加速化領域 36億円</li> <li>②情報通信領域 28億円</li> <li>③ライフサイエンス・健康・医療領域 16億円</li> <li>④エネルギー・資源・環境領域 78億円</li> <li>⑤材料・部材領域 27億円</li> <li>⑥共通領域 4億円</li> </ul> <p>21年度予算案 188億円</p>	<p><b>ロボット・新機械 IPG</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>①ロボット関連技術開発 38億円</li> <li>②MEMS関連技術開発 12億円</li> </ul> <p>21年度予算 50億円</p>	<p><b>健康安心 IPG</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>①創薬・診断技術開発 102億円</li> <li>②診断・治療機器・再生医療等の技術開発 28億円</li> </ul> <p>21年度予算 130億円</p>
<p><b>エネルギー IPG</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>①総合エネルギー効率の向上 707億円</li> <li>②運輸部門の燃料多様化 278億円</li> <li>③新エネルギー等の開発・導入促進 369億円</li> <li>④原子力等利用の推進とその大前提となる安全の確保 268億円</li> <li>⑤化石燃料の安定供給確保と有効かつクリーンな利用 479億円</li> </ul> <p>21年度予算 1,281億円※2</p>	<p><b>環境安心 IPG</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>①地球温暖化防止新技術 60億円</li> <li>②3R 33億円</li> <li>③環境調和産業バイオ 57億円</li> <li>④化学物質総合評価 11億円</li> <li>⑤共通領域 4億円</li> </ul> <p>21年度予算案 165億円</p>	<p><b>航空機・宇宙産業 IPG</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>①航空機産業の基盤技術力の維持・向上 233億円</li> <li>②宇宙産業の国際競争力強化 87億円</li> </ul> <p>21年度予算案 320億円</p>	

※1 各イノベーションプログラムにおけるプロジェクトの重複を排除した額 ※2 各サブプログラムで重複があるため小計と一致しない

I. 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

# イノベーションプログラムでの位置づけ

## 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、他国の追随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。

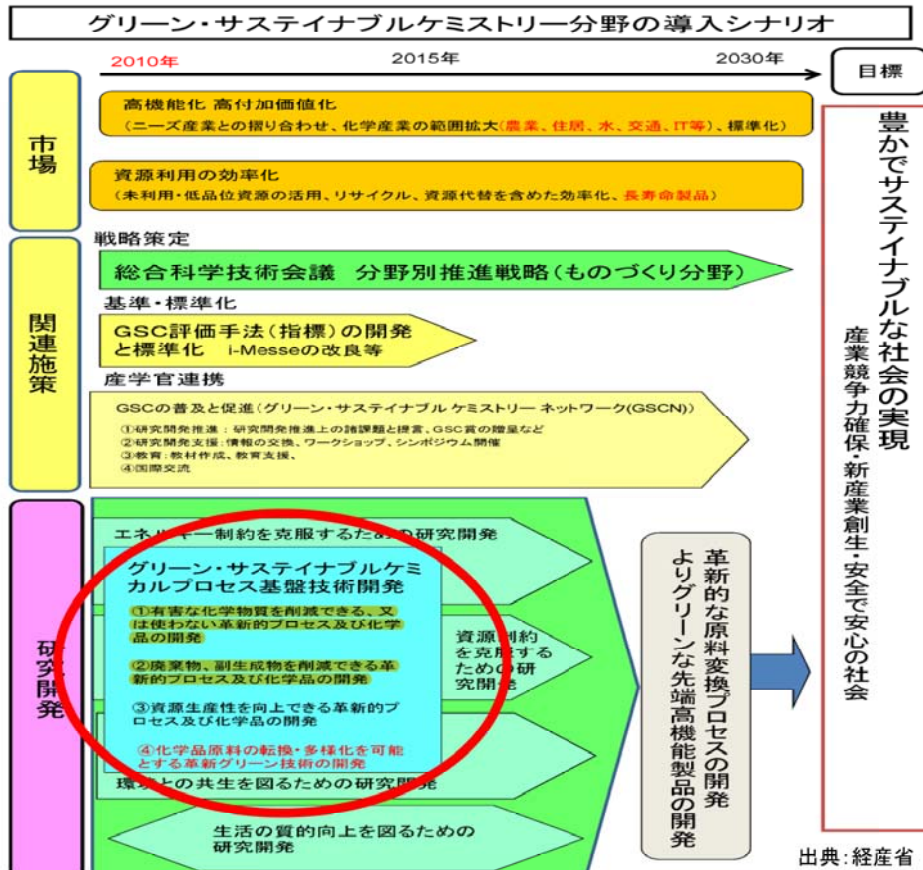
- 広範な産業分野での付加価値増大  
ナノテクノロジーや高機能部材の革新を先導することで、これら部材を活用した情報通信、ライフサイエンス、環境、エネルギーなどの幅広い産業の付加価値の増大を図る。

- 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の打破、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。

出典：経産省

I. 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

# 技術戦略マップ(GSC導入シナリオ)



出典：経産省

赤字は2010年変更箇所

## NEDOが関与する意義

- ◆ 社会的必要性:大  
GSCの取組みは企業にとってインセンティブ小。国等が主導すべき。
- ◆ 研究開発の難易度:高  
企業のみでは実用化が困難。産官学の知見を結集すべき。
- ◆ 投資規模:大＝開発リスク:大  
幅広い産業分野への波及効果。反面、企業単独では投資リスク大。

GSCの革新技术を実用化して我が国全体の産業競争力強化 と 環境負荷低減・資源エネルギー制約からの脱却 を実現するためには

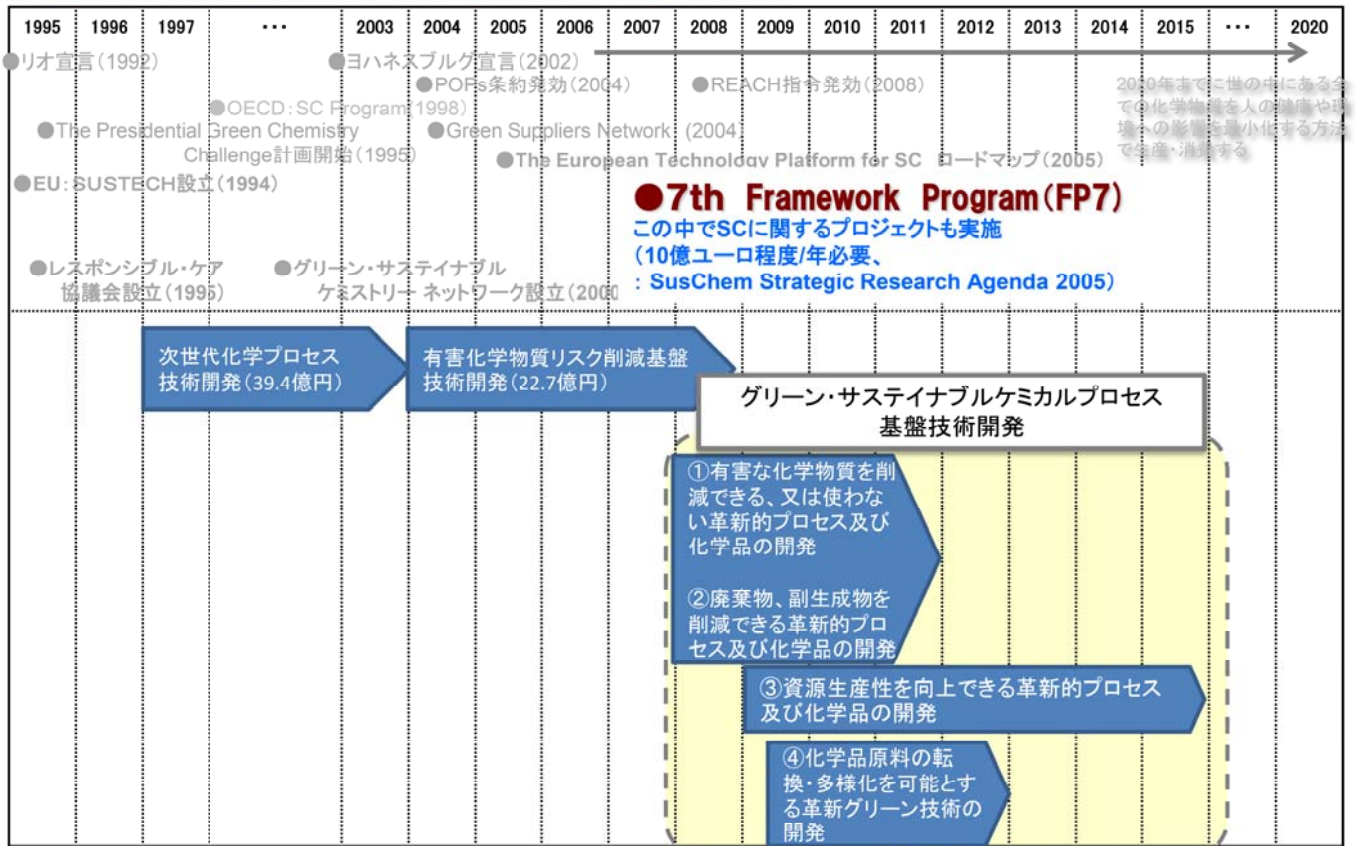


NEDOの研究開発マネジメント機能を  
活用して実施することが適当

## I. 事業の位置付け・必要性について

### (2)事業目的の妥当性

## 国内外の開発動向とNEDOプロジェクト



## GSC基盤技術開発プロジェクトへの投入予算

	H20年度	H21年度	H22年度	H23年度	H24年度	H25年度	H27年度
①有害な化学物質を削減できる、又は使わない革新的プロセス及び化学品の開発		1.4億円	1.1億円	0.8億円			
②廃棄物、副生成物を削減できる革新的プロセス及び化学品の開発		4.0億円	3.9億円	2.8億円			
③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							
④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							
支出額	6億円	17億円	46億円	23億円	19億円 (予算)		

経産省※

14億円

※NEDOは委託先候補選定、運営管理等において経済産業省に助言、協力



## 実施者の選定(基本計画と研究内容の関係)

① 有害な化学物質を削減できる、又は使わない革新的プロセス及び化学品の開発:  
水溶性触媒、無溶媒、親水性溶媒、相間移動触媒、有機合成の触媒化等を利用した革新的な技術開発

② 廃棄物、副生成物を削減できる革新的プロセス及び化学品の開発:  
酸化反応、エステル化等に利用できる新規触媒による革新的な技術開発

### 2テーマを公募(経済産業省)



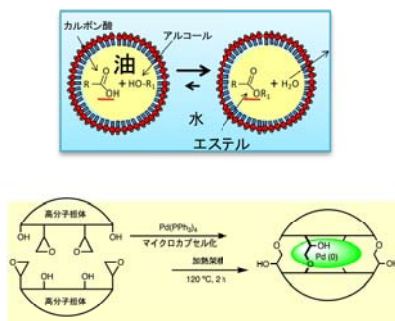
NEDO内に設置した  
外部専門家による技術審査委員会を経て

5件の応募から3件  
**東大G、分子研G、産総研G**  
を採択

## 3グループの開発内容

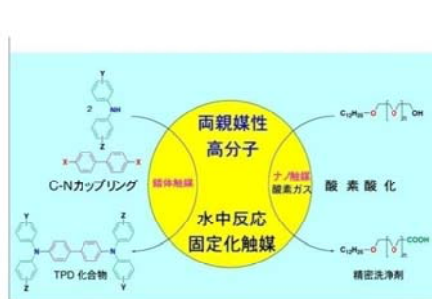
### 東大G

#### アクア・固定化触媒技術



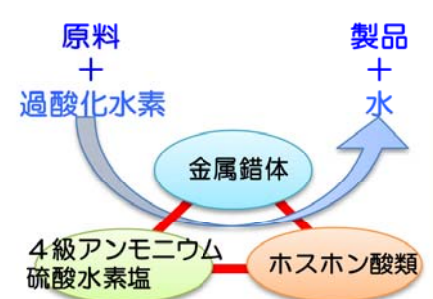
### 分子研G

#### 水中不均一触媒技術



### 産総研G

#### 過酸化水素酸化触媒技術



- ① 溶剤: 有機→水
- ② 廃棄物: 使用済み触媒→リサイクル

『脱』有機溶剤／触媒『固定化』

- ② 廃棄物: 重金属・ハロゲン→水

『クリーン』酸化反応

## 基本計画と個別テーマの関係

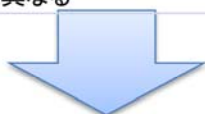
基本計画	①有害な化学物質を削減できる、又は使わない革新的プロセス及び化学品の開発	②廃棄物、副生成物を削減できる革新的プロセス及び化学品の開発	
	(1)水、アルコール等で機能する触媒の高機能化、回収・再生及び製造に関する共通基盤技術	(1)新規な触媒固定化技術による生産プロセス技術に関する共通基盤技術	(2)高選択酸化技術による生産プロセス技術に関する共通基盤技術
個別テーマ	<b>東大G:</b> <b>革新的アクア・固定化触媒プロセス技術開発</b> ①アクア触媒によるアセトアルデヒド製造プラント排水中の希薄酢酸回収技術 ②固定化触媒を活用する革新的水素化反応システム開発 ③グリーンプロセスのための高分子固定化金属触媒試薬の開発		<b>産総研G:</b> <b>革新的酸化プロセス基盤技術開発</b> ①多官能性基質の酸化技術開発 ②高分子量基質の酸化技術開発 ③易加水分解性基質の酸化技術開発 ④難酸化性基質の酸化技術開発 ⑤過酸化水素を用いた反応系の基礎研究
	<b>分子研G:</b> <b>高機能不均一触媒の開発と環境調和型化学プロセスの研究開発</b> ①錯体触媒を利用した水中不均一条件での精密化学合成法の研究開発 ②ナノ触媒を利用した水中不均一条件での酸素酸化反応の開発研究 ③エステル・アミド類の高効率・高選択的合成法の開発研究		

## 基本計画の開発テーマ全てを網羅

## 実施の効果(費用対効果)

	分子研G	東大G	産総研G
支出額	1.0億円	8.4億円	4.5億円
用途	ELデバイス 電子デバイス洗浄剤	化学品、化粧品、 医薬品、試薬	半導体封止剤、接着剤、 高性能電子材料、 バイオプラスチック材料
予想効果 <sup>※1</sup> (新規市場開拓)	122億円／年	140億円／年	250億円／年

※1 化学品ベースの金額、想定時期は対象製品により異なる



支出額に対して大きな効果が期待できる

## Ⅱ. 研究開発マネジメント

- (1) 研究開発目標の妥当性
- (2) 研究開発計画の妥当性
- (3) 研究開発実施の事業体制の妥当性

21 / 31

### Ⅱ. 研究開発マネジメント 1. 研究開発目標の妥当性

公開

#### 基本計画とグループ目標

個別テーマ		基本計画の開発目標	触媒プロセス開発の開発目標
東大 G	革新的アクア・固定化触媒 プロセス技術開発	①(1) ・反応率80%以上、選択率90%以上 の触媒プロセス開発。	水中エステル化反応の 反応率80%以上、 選択率90%以上
		②(1) ・反応率80%、選択率90%、 溶出金属回収率98%以上。	・薬粒品原料の水素化に適した触媒。 金属漏出0.1%以下、 触媒回転数:5万回以上 ・反応基質に対応した高分子固定化Os触媒 により反応率85%、選択率95% 金属漏出 1%以下、
分子研 G	高機能不均一触媒の開発と 環境調和型化学プロセスの 研究開発	①(1) ・反応率80%以上、選択率90%以上 の触媒プロセス開発。	TPDの合成 反応率80%以上、 選択率90%以上
		②(1) ・反応率80%、選択率90%、 溶出金属回収率98%以上。	アルキルカルボン酸の合成 反応率80%、選択率90%、 溶出金属2ppm以下 触媒回収率98%以上。
産総研 G	革新的酸化プロセス 基盤技術開発	②(2) ・オレフィン類の選択酸化反応では 反応率80%以上、選択率90%以上 ・ケトン類の選択酸化反応では 反応率80%以上、選択率80%以上	・オレフィン類の選択酸化反応では 反応率80%以上、選択率90%以上、 ・ケトン類の選択酸化反応では 反応率80%以上、選択率80%以上

#### < 実用化プロセス設計の開発目標 >

- ◆生産量(処理量)10kg~数t/日以上を想定し、ベンチスケール装置により、**実用化規模プロセスの概念設計**を行う
- ◆本研究開発終了後、実用化技術として**コスト低減、早期の市場導入**に対して大きな寄与が期待できる技術レベルの確立

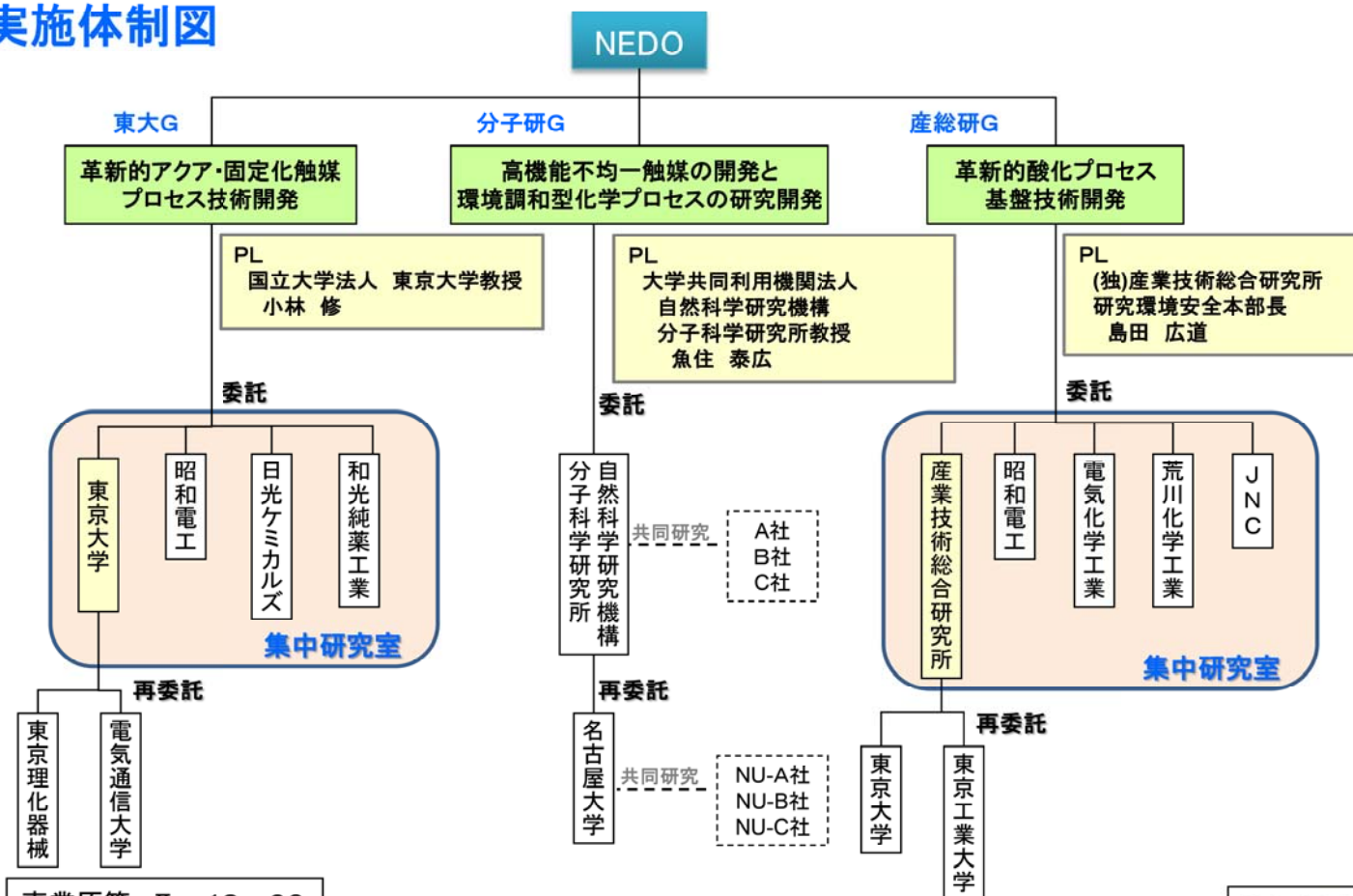
## 研究開発計画

		平成21年度	平成22年度	平成23年度	支出額
東大G	触媒開発	←		→	8.4
	プロセス検討	←	→		
	スケールアップ/試薬化	←		→	
	コスト試算/パイロットプラント設計		←	→	
分子研G	基本性能確認	←	→		1.0
	条件確立	←		→	
	スケールアップ		←	→	
産総研G	触媒開発	←		→	4.5
	プロセス検討/スケールアップ		←	→	
	ベンチ準備/安全性評価		←	→	
支出額		5.5	5.0	3.5	14.0

(単位: 億円)

早期の実用化を目指した計画としている

## 実施体制図



## Ⅱ. 研究開発マネジメント

### (4) 研究開発成果の実用化に向けたマネジメント

25 / 31

### 運営管理

#### ●技術検討委員会: 2回/年開催

専門家から技術・実用化について助言をもらう(内1回は研究開発場所にて実施)

委員名(敬称略)	所属等	専門
御園生 誠(委員長)	東京大学名誉教授	触媒化学、化学環境学
野尻 直弘	元三菱化学 理事	工業化学
北島 昌夫	早稲田大学 招聘研究員	材料化学
染宮 昭義	神鋼リサーチ 主席研究員	高分子化学
沼口 徹	日本ポール Director	化学工学
室井 高城	アイシーラボ 代表	触媒化学

#### <助言の反映例>

産総研G: 各社で事業部との連携を強め、事業化に向けてより加速すること。(21年度)  
→指摘以降の技術検討委員会では毎回、各社事業部からの報告も追加

分子研G: 出口の明確化に向けNEDOがガイドしていくこと。(22年度)  
→NEDOがサンプル評価の支援を開始

東大G: 各企業の実用化に向けたバックアップをきっちりと行うこと。(23年度)  
→PJ終了後もバックアップできるようNEDO継続研究契約を締結

## 実用化につなげるマネジメント

### ◆委託先企業幹部へのアピール(東大G、産総研G)



PLが各委託先幹部と会談。

**事業化への後押し**

### ◆サンプル評価支援(分子研G)



サンプル評価依頼企業をNEDOが斡旋

NEDOプロジェクト委託先の化学メーカー22社  
および日本産業洗浄協議会に打診

**日本産業洗浄協議会、他企業4社へプレゼン実施  
(5社出席)**

## 成果普及・知財マネジメント

東大G、産総研Gについては集中研方式のため、内容がバッティングしていないか  
予め各社間で確認・承認後に提出。知財に関する摩擦防止を図っている。

	特許出願 (外国出願)	論文 (査読有り)	外部発表	受賞実績	新聞・雑誌等 への掲載
東大G	7 (0)	17 (17)	58	0	7
分子研G	16 (8)	58 (58)	130	8	4
産総研G	31 (8)	25 (22)	91	2	4
合計	54 (16)	100 (97)	279	10	15

※外部発表には研究発表、講演、展示会への出展を含む

## Ⅱ. 研究開発マネジメント

### (5) 情勢変化への対応

#### Ⅱ. 研究開発マネジメント (5) 情勢変化への対応

### 4回の加速による効果

成果が顕著であるものの実用化を促進すべく、4度に渡り加速財源を投入

産総研G

平成23年度実施予定のベンチ設備による反応を**前倒しで設計**し、  
スケールアップの研究を**早期**に実施。  
大量生産を開始する**予定時期を2年早める**ことができた。

東大G

**平成24年中**に本プロジェクトでの  
開発プロセスに**生産切り替え**予定。

分子研G

試料を高効率で容易にスケール  
アップ可能な**条件を確立**し、  
平成23年度内に**試料提供を実現**。

	①多機能器具の改良技術開発	②高性能半導体材料の開発	③高性能反応装置の開発	④高性能反応装置の開発
		を変更し、開発を加速する。	を前倒しで設計し、スケールアップの研究を早期に実施。大量生産を開始する予定時期を2年早めることができた。	を前倒しで設計し、スケールアップの研究を早期に実施。大量生産を開始する予定時期を2年早めることができた。
平成22			H23年度に実施予定のベンチ設備による反応を前倒しで設計し、スケールアップの研究を早期に実施。大量生産を開始する予定時期を2年早めることができた。	を前倒しで設計し、スケールアップの研究を早期に実施。大量生産を開始する予定時期を2年早めることができた。
平成23			平成24年度に見込んでいたユーザー評価を平成23年度に実現。	平成24年度に見込んでいたユーザー評価を平成23年度に実現。
平成24			フロー反応装置での反応スケールアップ検討が順調に展開し、平成24年中に本プロジェクトでの開発プロセスに生産切り替え予定	フロー反応装置での反応スケールアップ検討が順調に展開し、平成24年中に本プロジェクトでの開発プロセスに生産切り替え予定
	件での酸素酸化反応の開発研究	圧力を多様な組み合わせで制御できる固体触媒反応装置を導入	試料検体を高効率で容易にスケールアップ可能な合成と条件を確立し、平成23年度内に複数回の試料提供を実現した。	試料検体を高効率で容易にスケールアップ可能な合成と条件を確立し、平成23年度内に複数回の試料提供を実現した。

## グループ目標と達成状況

個別テーマ		触媒プロセス開発の目標	達成状況		
			触媒プロセス開発	実用化プロセス設計の開発	
東大 G	革新的アクア・固定化触媒 プロセス技術開発	水中エステル化反応の 反応率80%以上、 選択率90%以上	水中エステル化反応の 反応率80%以上 選択率90%以上	酢酸排水処理量300t/日以上想定での 実用化規模プロセスの概念設計実施	○
		・薬粧品原料の水素化に適した触媒。 金属漏出0.1%以下、 触媒回転数:5万回以上 ・反応基質に対応した高分子固定化Os触媒 により反応率85%、選択率95% 金属漏出1%以下、	・薬粧品原料の水素化に適した触媒。 金属漏出0.1%以下、 触媒回転数:5万回以上 ・反応基質に対応した高分子固定化Os触媒により 金属漏出1%、 反応率99%、選択率95%以上	・実生産規模でのフロー反応容器 の設計・製造実施 生産量30 kg/日以上達成 ・実生産を想定したスケールアップ合成 実施。1モルスケールでの合成達成	◎
分子研 G	高機能不均一触媒の開発と 環境調和型化学プロセスの 研究開発	TPDの合成 反応率80%以上、 選択率90%以上	TPDの合成 反応率96%以上、 選択率96%以上	ベンチスケール装置での合成プロトコル は確立 スケールアップ:数十グラム/日	○
		アルキルカルボン酸の合成 反応率80%、選択性90%、 溶出金属2ppm以下 触媒回収率98%以上。	アルキルカルボン酸の合成 反応率99%、選択性99%、 溶出金属0.1ppm以下 触媒回収率98%以上	・100グラムスケール合成/日達成 装置メーカーにより20-30倍スケール (2~3kg相当)の再現性確認 ・100グラムスケール合成/日達成	◎
産総研 G	革新的酸化プロセス 基盤技術開発	・オレフィン類の選択酸化反応では 反応率80%以上、選択率90%以上、 ・ケトン類の選択酸化反応では 反応率80%以上、選択率80%以上	オレフィン類の選択酸化反応では 反応率92%以上、 選択率92%以上、 ケトン類の選択酸化反応では 反応率95%以上、 選択率85%以上	数百~数十kg/日(流通)あるいはrun (バッチ)規模のベンチスケール装置 を製作・運転して成果の実証実施。	◎

◎ 大幅達成、○達成、△達成見込み、×未達

**基本計画の目標値を全て達成**