

グリーン・サステイナブルケミカルプロセス 基盤技術開発プログラム

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 (2009-2011年度 3年間)

プロジェクトの概要 (公開)

魚住泰広

分子科学研究所

2012年 9月14日

3. 研究開発成果について (1) NEDO設定課題と具体的検討内容

公開

NEDO設定による4つの課題

水中機能触媒

回収再利用触媒

クリーン酸化触媒

エステル化触媒

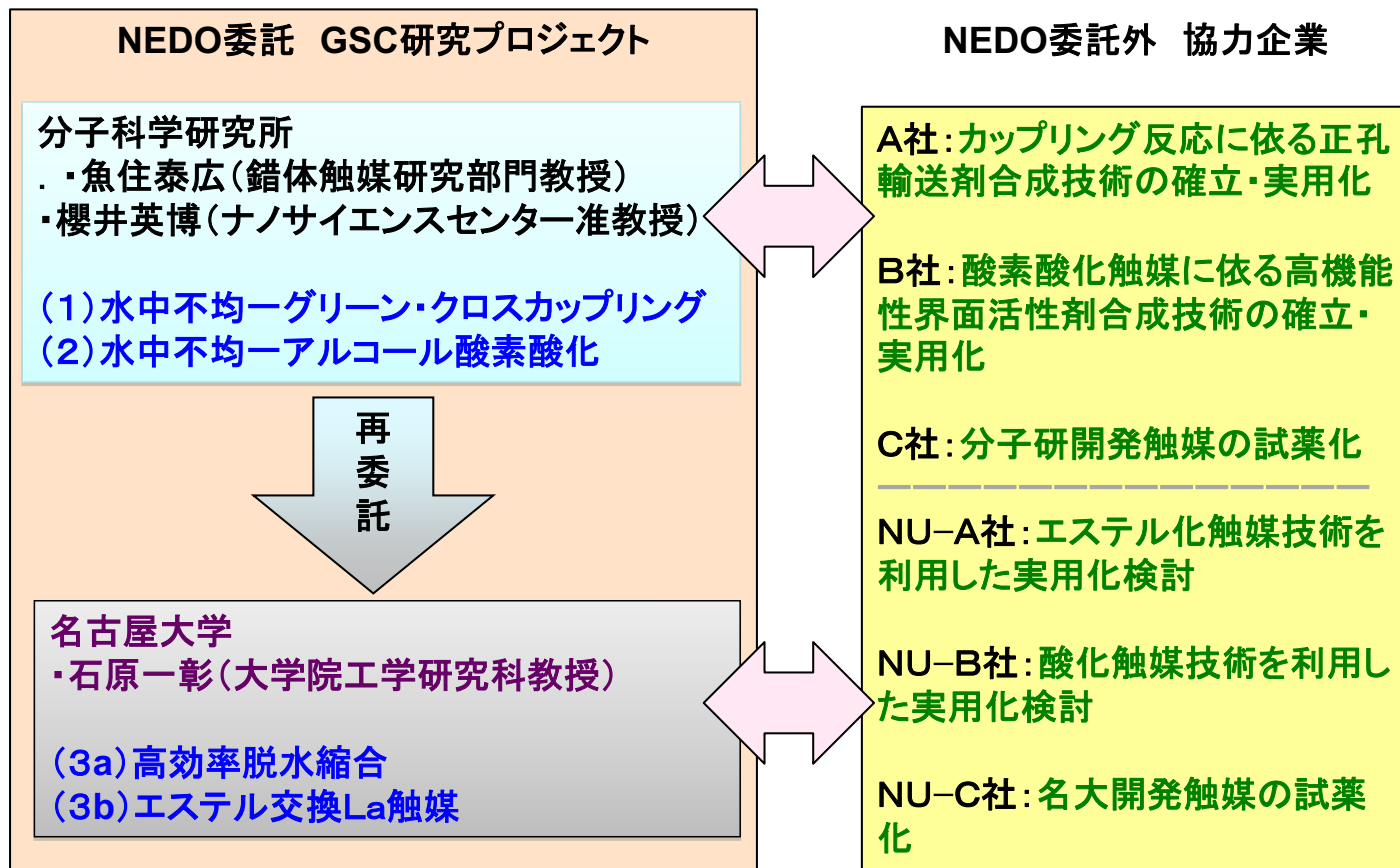
実施課題(1)～(3)により設定
課題項目をカバーする

(1) 水中機能性高分子担持Pd錯体触媒によるクロスカップリング(分子研)
・TPD類縁体の合成

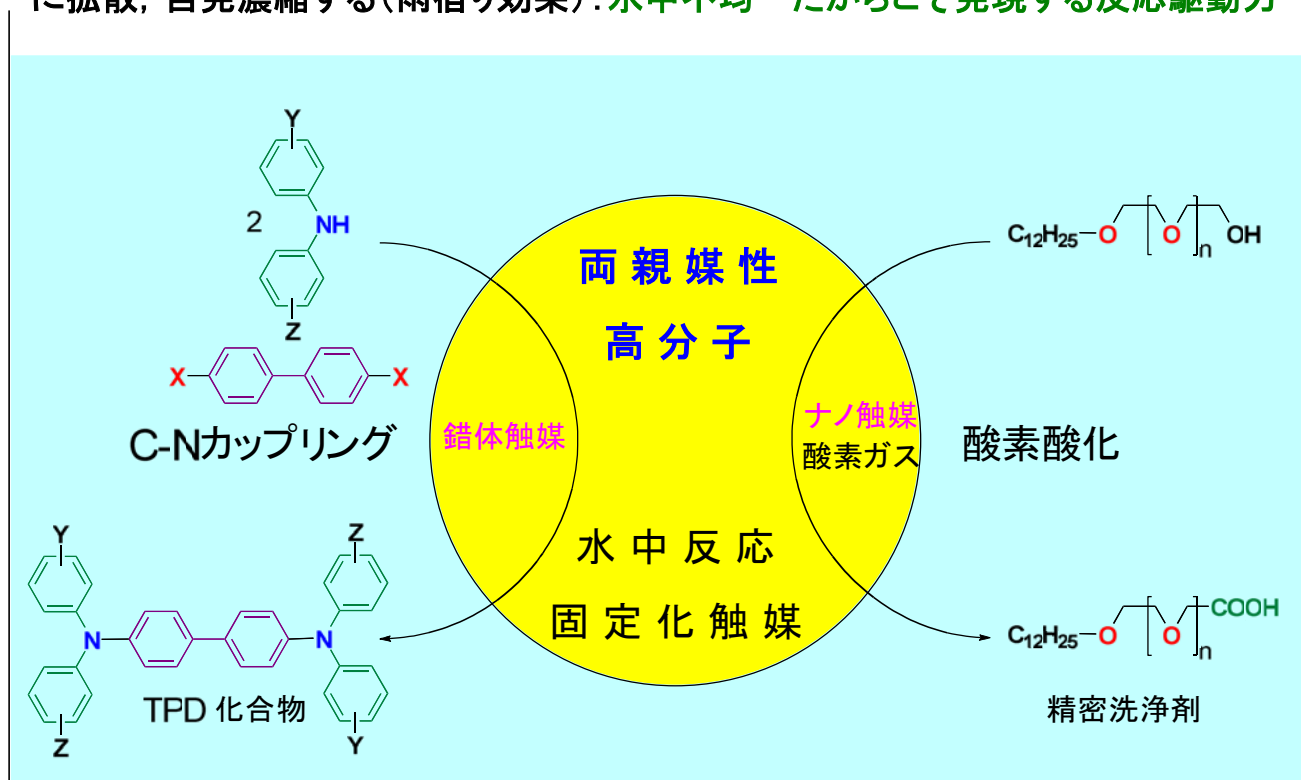
(2) 水中機能性高分子担持Ptナノ触媒によるアルコール類の
酸素酸化(分子研)
・高機能界面活性剤の合成

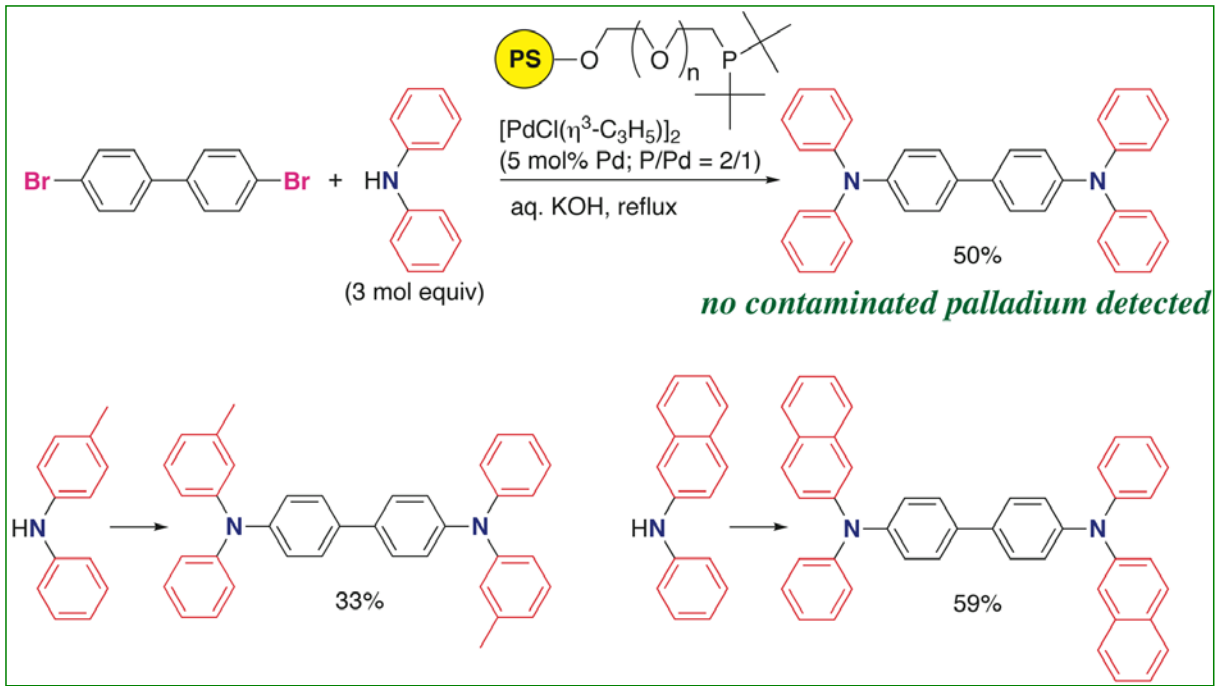
(3) 高効率脱水縮合触媒(名大・再委託)
エステル交換La触媒(名大・再委託)
超原子価ヨウ素触媒(名大・再委託)

分子研に学術的基礎知見がない
課題について名大に再委託



水中において、本来「油」である有機分子は両親媒性高分子マトリクス内に能動的に拡散、自発濃縮する(雨宿り効果):水中不均一だからこそ発現する反応駆動力





【プロセス】
水中触媒反応
触媒回収再利用
金属漏出無し

【標的】
正孔輸送剤

※正孔輸送剤の実勢価格は10-100万円/g
1キロのプロセスは1-10億円の価格相当

※国内白熱灯をEL照明にすると温室ガス削減効果143万トン(CO₂換算)

(1) 個別研究開発項目の目標と達成状況(i)

テーマ: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【有害物質削減】

	目標	成果	達成度	今後の課題
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(グリーンカップリングプロセス)	電子材料としての特定の化学物質に特化したプロセスで数値目標を達成し、目的化合物の10 kg以上のスケールを想定したプロセスを確立しサンプル製造を実施する。	目標の芳香族アミノ化反応、芳香族カップリング反応は完全水系条件で達成。数値目標は達成。スケールアップは数十グラムまで。	○	触媒の簡便な回収手法、あるいは連続フロープロセス化を実現する。また、より安価なキトサンなどのバイオマス担体を利用したアミノ化触媒、ビアリールカップリング触媒の完成を経て、さらに実用性に富むプロセスを確立する。
	最終目標 反応率80%以上 選択率90%以上 金属漏出2 ppm以下 触媒回収80%以上	最終到達成果 反応率96%以上 選択率96%以上 金属漏出1ppm以下 触媒回収90%以上		

- ◎ 大幅達成(全面的に所期目標を越え、実用化に至りつつある)
- 達成(概ね所期目標に到達しつつある)
- △ 達成見込み(所期目標到達度が7割を越え、更なる進展が見込まれる)
- × 未達(所期目標到達度が7割程度以下)

高分子ビーズ (φ=100 μm) 内で金属ナノ粒子を発生

発生したナノ粒子

nano-Pt (0.17 mmol Pt) (flow reactor)

O₂, H₂O, 100°C
9 d, 10 L
System Pressure: 60 bar
Flow Rate: 0.8 mL/min
Contact Time: 55 sec

TON = 2K

100% conv. (120 g)

【プロセス】
水中触媒反応
触媒回収再利用
フローシステムへの展開
酸素ガスのみで酸化

【標的】
カルボン酸型界面活性剤
PFC代替洗浄剤
※PFCの温室ガス効果は約17百万トンCO₂相当
PFCの1割を削減するとCO₂排出量取引の実勢相場換算で150-300億円に相当

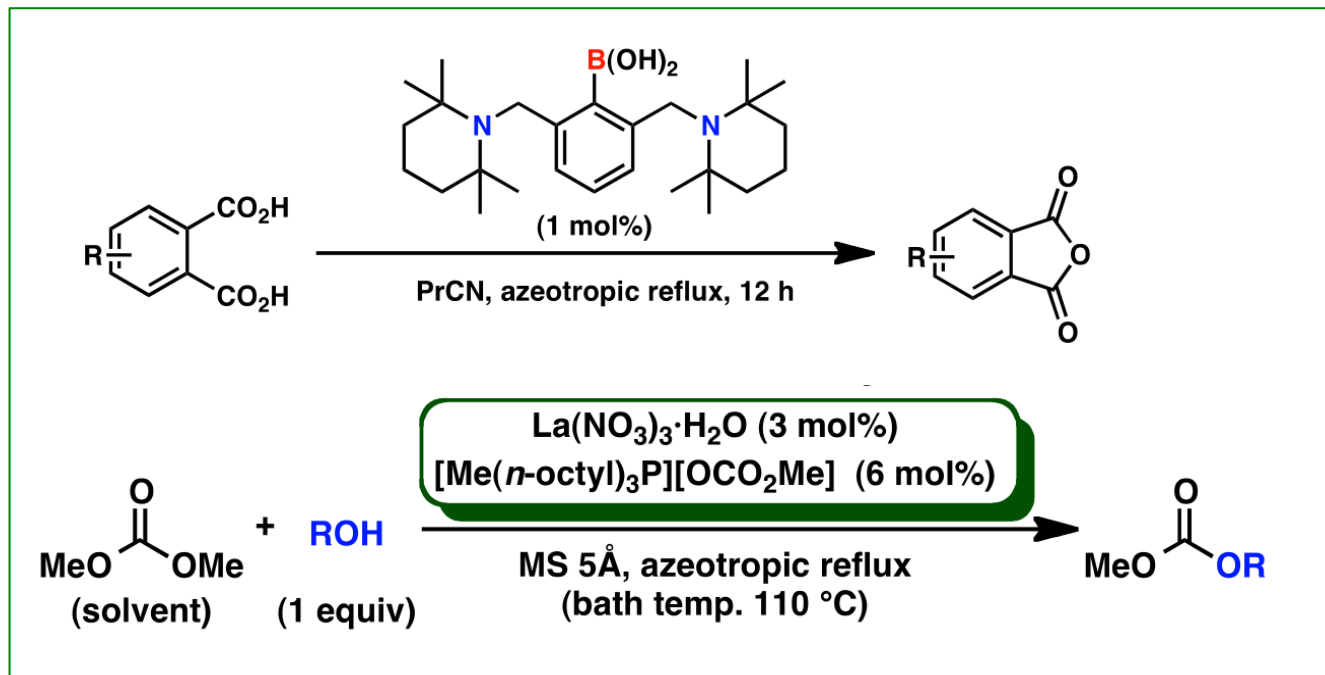
【アウトプット】
ナノ白金触媒は試薬化決定、技術移転中

(1) 個別研究開発項目の目標と達成状況 (ii)

テーマ: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【有害物質削減】

	目標	成果	達成度	今後の課題
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研究開発 (グリーン酸化プロセス)	特定の目標化学物質の10 kg 以上のスケールを想定したプロセスを確立しサンプル製造を実施する。 触媒工程のフロープロセス化を実施する。	目標のアルコール類の酸素酸化は完全水系条件で達成。 サンプル製造実施済み(数百グラム)。	◎	開発触媒は既に製品化予定 実際のクライアント(製品ユーザー企業)の用途に合わせた製品スペック(純度, コスト等)の見直し, 微調整 ※製品はPFC代替精密洗浄剤
	最終目標 反応率98%以上 選択率95%以上 金属漏出1 ppm 以下 触媒回収98%以上 触媒コスト90%低減	最終到達成果 反応率99%以上 選択率99%以上 金属漏出0.1ppm以下 触媒回収98%以上 プロセスのフロー化に成功し触媒の消耗消費90%低減を達成		

◎ 大幅達成(全面的に所期目標を越え, 実用化に至りつつある)
○ 達成(概ね所期目標に到達しつつある)
△ 達成見込み(所期目標到達度が7割を越え, 更なる進展が見込まれる)
× 未達(所期目標到達度が7割程度以下)



【プロセス】
高効率触媒反応
塩化物フリーの縮合

【標的】
ポリイミド原料
であるピロメリット酸無水物など

※ホウ酸試薬は既に製品化,
販売済み
※塩化物フリー縮合により温
暖化物質である塩素排出を根
絶できる

事業原簿 III.2.1.③

8 / 13

(1) 個別研究開発項目の目標と達成状況 (iii)

テーマ: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【有害物質削減】

	目標	成果	達成度	今後の課題
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 (グリーン縮合プロセス) ※再委託先: 名古屋大学	独自の高活性触媒を開発・確立しキログラムスケールを想定した反応系でのカルボン酸無水物, エステル, アミド類製造を実施する。	触媒量0.01以下で100グラムスケールのカルボン酸無水物合成を達成 触媒の回収再利用達成	◎	開発触媒は既に製品化予定 ポリエステル, ポリアミド, ポリイミド樹脂のグリーン製造技術へ展開する。
	最終目標 反応率80%以上 選択率90%以上 反応時間24時間以内 反応温度170°C以下 触媒量0.05以下, あるいは触媒回収98%	最終到達成果 反応率95%以上 選択率98%以上 反応温度, 時間は目標値以内 触媒量は目標の1/5		

◎ 大幅達成(全面的に所期目標を越え, 実用化に至りつつある)

○ 達成(概ね所期目標に到達しつつある)

△ 達成見込み(所期目標到達度が7割を越え, 更なる進展が見込まれる)

× 未達(所期目標到達度が7割程度以下)

事業原簿 III.2.1.③

9 / 13

(4) 知的財産権、(5) 成果の普及

	H21	H22	H23	計
特許出願(うち外国出願)	3 (PCT:1)	8 (外国:2) (PCT:2)	3 (PCT:2)	14件
論文(査読付き)	15	20	23	58件
研究発表・講演	25	34	71	130件
受賞実績	2	1	5	8件
新聞・雑誌等への掲載	0	0	4	4件
展示会への出展	0	0	0	0件

事業原簿 III.2.1

※ : 平成24年度5月31日現在

10/13

【新聞等報道(代表的なもの)】

アジア化学雑誌:2010/05 表紙を飾る

化学工業日報:2010/08/14

化学工業日報:2011/04/07

日刊工業新聞:2011/09/16

中日新聞:2011/12/15

日経プレス:2012/01/12

化学工業日報:2012/01/13

日刊工業新聞:2012/01/18

科学新聞:2012/04/20

日刊工業新聞:2012/08/28

【受賞(代表的なもの)】

向山賞:2009年(石原)

井上學術賞:2010年(魚住)

井上學術賞:2011年(石原)

【人材育成】

雇用ポストA:国内アカデミック助教

雇用ポストB:国外(中国)アカデミック講師

スライドのみ表示

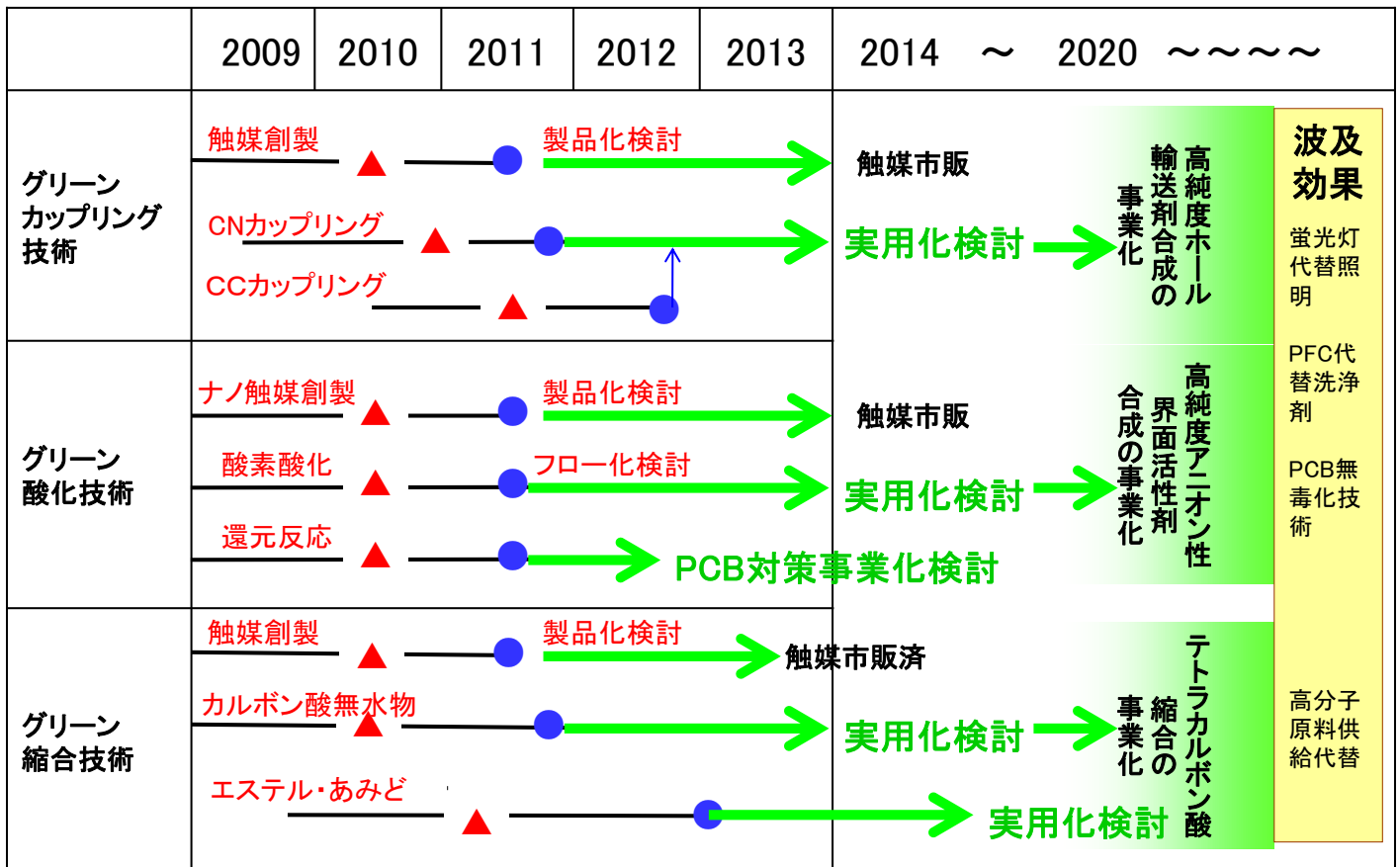
事業原簿 III.2.1

11/13

3. 研究開発成果について (6) 成果の最終目標の達成可能性

研究課題	最終目標(平成23年度末)	達成見通し
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 (グリーンカップリングプロセス)	芳香族アミノ化プロセス触媒の確立 TPD類合成プロセスへと展開 ・反応率80%以上 ・選択率90%以上 ・金属漏出2 ppm 以下 ・触媒回収80%以上	触媒開発に成功(特許出願) TPD試料合成(数十グラム) ・数値目標は全てクリア 所期目標は達成されている
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研究開発 (グリーン酸化プロセス)	アルコール酸素酸化触媒の確立 アニオン界面活性剤合成プロセスへと展開 ・反応率98%以上 ・選択率95%以上 ・金属漏出1 ppm 以下 ・触媒回収98%以上 ・触媒コスト90%低減	触媒開発に成功(製品化見込) 高純度界面活性剤試料合成(数百グラム) ・数値目標は全てクリア 所期目標は達成されている
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(再委託研究) (グリーン縮合プロセス)	カルボニル縮合触媒の確立 カルボン酸無水物合成プロセスへと展開 ・反応率80%以上 ・選択率90%以上 ・反応時間24時間以内 ・反応温度170℃以下 ・触媒量0.05以下	触媒開発に成功(一部既に製品化済み) ・数値目標は全てクリア 所期目標は達成されている

4. 実用化の見通しについて: 実用化までのシナリオ



▲: 基本原理確認 ●: 基本技術確立