

平成 22 年度実施方針

環境技術開発部
ナノテクノロジー・材料技術開発部

1. 件名:(プログラム名)ナノテク・部材イノベーションプログラム
(大項目)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

2. 根拠法

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構法第十五条第1項第二号

3. 背景及び目的・目標

3. 1 背景及び目的

我が国の化学品製造産業は、国際的に高い技術力と競争力を有し、経済社会の発展を支えているが、地球温暖化問題、資源枯渇問題が現実化しつつある中で様々な課題を抱えてもいる。製造に際しては、有害な添加物(ハロゲン、重金属等)の利用、過度の高機能化追求にともなうプロセスの多段化等によるエネルギー消費の増大、中間工程における廃棄物の大量排出、リサイクルに不向きな製品の大量廃棄(廃棄処分場の不足等)などが問題となっている。一方、生産に必要な多くの原材料等は限られた産出国からの輸入に頼らざるを得ない状況にあり、今後、将来にわたって安定的に化学品が製造できるか危惧されている。さらに、欧州では RoHS 指令、REACH 規制の導入や中国などでの自主的な化学物質排出規制の制定など、化学品の製造に関連する環境対策が世界的に強化されている。

このような背景の下、わが国の全産業の基幹となる化学品を持続的に生産、供給していくためには、これまでの大量消費・廃棄型生産プロセスから脱却して、持続的な生産が可能なプロセスによる供給体制の構築が急がれる。そこで、これら資源、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、『部材分野の技術戦略マップを活用し、将来の部材の基盤技術の方向性を見定め、材料関係者だけでなく多様な連携による基盤技術開発の支援で、部材分野の技術革新を促進すること』を目的とした「ナノテク・部材イノベーションプログラム」に位置付けて本事業を実施する。また、資源生産性向上を目指すことを提言した「新経済成長戦略のフォローアップと改訂」(平成 20 年 9 月 19 日閣議決定)においても「地球温暖化、世界的な資源の需給逼迫に対応して、抜本的な省エネ、省資源技術の確立を目指すべく、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を推進する。」こととされている。

本事業では、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、容易なリ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。想定される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指すものである。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。

3.2 研究開発目標

本研究開発では、既存の化学品等の製造において、これまでにないシンプル化(高い原子効率)、クリーン化、原材料・資源の多様化・有効利用が実現できる新規プロセスや既存の化学品に比べて、使用から廃棄にわたるライフサイクルにおいて、大幅な省エネ効果、廃棄物の減容化、容易なりサイクル等が実現できる新規な化学品の製造等、今後、持続的に製造可能となるプロセスイノベーション、マテリアルイノベーションに資する革新的な研究開発を行う。研究開発目標は下記の通りである。

【研究開発目標】

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：

- ・ハザードの大きな溶媒、化合物等の使用に対して大幅な削減が見込めること。
- ・ライフサイクルに亘り大幅な省エネ効果、安全性、軽量化、長寿命化等に大幅な改善が見込めること。

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：

- ・e-ファクター(=副生成物量(産業廃棄物量)/目的生成物量)の大幅な低減、廃棄物、排水量等に対して大幅な削減が見込めること。
- ・ライフサイクルに亘り大幅なりサイクル率(カスケードリサイクル含む)向上、軽量化、長寿命化等の大幅な改善が見込めること。

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：

- ・石油化学品、機能性化学品合成、生成物分離、副生ガス分離など、大量エネルギー消費に関わる単位操作のプロセスにおいて大幅な消費エネルギー削減が見込めること。
- ・ライフサイクルに亘り大幅なりサイクル率(カスケードリサイクル含む)、安全性、軽量化、長寿命化等の大幅な改善が見込めること。

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：

- ・化学品に使用される石油由来原料について、気体原料や植物由来原料等への大幅な転換・多様化が見込めること。

- ・ライフサイクルに亘り大幅な二酸化炭素の排出の抑制が見込めること。

上記項目において顕著な効果が期待できる目標を達成するとともに、他の項目（性能、コスト等）に対しても既存のプロセス、化学品の製造に対して同等レベル以上であること。なお、研究開発項目①～④に関する具体的な研究開発テーマの研究開発目標は、別紙2の研究開発目標において設定するものとする。

4. 実施内容及び進捗(達成)状況

4.1 平成21年度委託事業内容

本研究開発は、社会状況、「グリーン・サステイナブルケミストリー技術戦略ロードマップ」を勘案して独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（以下、「NEDO」という。）及び経済産業省が協議して政策的に重要と判断した研究開発テーマを優先的に実施した。具体的には、化学品等の製造プロセスの中でシンプル化、クリーン化、省エネ化、原材料・資源の多様化・有効利用、廃棄物の減容化、容易なりサイクル等の観点から、研究開発項目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、研究開発項目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を委託により実施した。本年度からは、さらに、石油化学品、機能性化学品合成、生成物分離、副生ガス分離など、大量エネルギー消費に関わる単位操作のプロセスにおいて大幅な消費エネルギー削減が見込めることを目標とした研究開発項目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を実施したほか、化学品に使用される石油由来原料について、気体原料や植物由来原料等への大幅な転換・多様化が見込めることを目標に研究開発項目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（平成21年度補正予算（第2号））を委託により実施を開始した。

【研究開発項目】

(a)平成20年度採択プロジェクト:

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:

ハザードの大きな溶媒等を削減又は使わないクリーンプロセス及び有害物質を含まない化学品を開発するために必要な水溶性触媒、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を開発する。

1) 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

昨年度において、高分子担持白金ナノ触媒による各種アルコールの水中酸素酸化（カリウム塩基不存在下）を実施し、1級アルコールからカルボン酸への直接酸化法を確立した。反応率は、80%以上、反応選択性は、75～80%を達成した。本手法を元として、今年度は、標的とするアルキル(オリゴエチレンオキシ)カルボン酸を対応するアルコール原料から数十グラ

ムスケールで調整することを完了し、その性能試験を実施しつつある。また水中での炭素-炭素カップリングを試み、官能基を有するビアリアルを数十グラムスケールで調製完了した。予め導入してある官能基を手がかりとして、さらに炭素-炭素カップリングを繰り返すことで種々のターアリアル類導くことが出来る。昨年度、ジカルボン酸の分子内脱水縮合触媒としてアリアルボロン酸触媒を改良し触媒量を 10 mol%から 5 mol%まで減らすことに成功した。また、開発した触媒を用いてテトラカルボン酸の脱水縮合に成功した。さらに、この方法を利用してテトラカルボン酸とアニリンからワンポットでジイミドを 90%以上の収率で合成することに成功した。

(実施体制:大学共同利用機関法人自然科学研究機構分子科学研究所 再委託:国立大学法人名古屋大学)

2) 革新的アクア・固定化触媒プロセス技術開発

エステル化反応において課題であった触媒溶出を抑制できる新規触媒を開発した (溶出率: H20 年実績 40%→H21 年実績 4%に改善)。エステル化及びエステル交換反応のプロセス評価を行った (回収率 70%可能だが、精製コストが課題)。また、希薄酢酸の酢酸濃縮プロセス検討を開始した。

開発フローリアクターの内径を本年度の目標値である 50mm へとスケールアップした。各ターゲット基質でも十分な反応率を得ることができた。触媒開発においては、触媒回転数 5 万回以上をクリアし、価格も目標である¥50,000/kg 以下を達成した。

高分子固定化 Os 触媒について、不斉ジヒドロキシル化反応では反応率: 97%、選択率: 92%、金属溶出: 3%以下の結果が得られ目標を達成した。一方、新規高分子固定化 Au 触媒では触媒組成を確定し 20g スケールの合成法を確立し、酸化反応の収率も 93%と今年度の目標を達成した。

(実施体制:国立大学法人東京大学、日光ケミカルズ株式会社、昭和電工株式会社、和光純薬株式会社 再委託先:東京理化学器械株式会社、国立大学法人電気通信大学)

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:

副原材料、廃棄物を大幅に削減できるクリーンプロセス又はシンプルプロセスを利用した化学品を開発するために必要な酸化反応、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を開発する。

1) 革新的酸化プロセス基盤技術開発

多官能性基質の酸化技術開発に関しては、過酸化水素酸化と過酢酸酸化類似機構のアセトニトリル-過酸化水素系について、モデル化合物で中間目標 (反応率70%以上、選択率70%以上)を達成した。また今後、よりグリーン化が期待できる前者の系で検討することとした。高分子量基質の酸化

技術開発に関しては、三元系触媒のスクリーニングを行い、目的エポキシ化ポリマー合成の中間目標(反応率70%以上、選択率70%以上)を達成した。易加水分解性基質の酸化技術開発に関しては、攪拌等ラボスケールでの条件検討と添加剤等触媒の開発を組み合わせることで新規条件を探索し、中間目標(反応率70%以上、選択率70%以上)を達成した。難酸化性基質の酸化技術開発に関しては、LCD用光学材料のモデル評価基質に対して、エポキシ化反応用ケイ素系固定化触媒を用いて中間目標(反応率70%以上、選択率70%以上)を達成した。バイヤービリガー酸化では、過酸化水素と反応補助剤を用いた反応系を創出した。過酸化水素を用いた反応系の基礎研究では、各社課題の中間目標値達成に貢献するとともに、各社ターゲット以外の基質に対しても適応範囲の拡大を実現した。さらに、タングステン以外の金属を用いる新触媒の開発も行い、新たな知見を得た。

(実施体制：独立行政法人産業技術総合研究所、昭和電工株式会社、電気化学工業株式会社、荒川化学工業株式会社、チッソ株式会社 再委託：国立大学法人東京工業大学、国立大学法人東京大学)

(b)平成21年度採択プロジェクト：

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

1)触媒を用いる革新的ナフサ分解プロセス基盤技術開発

高性能ゼオライト触媒の開発において、トポロジーの最適化によるゼオライト触媒の改良及びナノサイズ化によるゼオライト触媒の改良のため、モデル分子を用いた反応実験でスクリーニング評価を実施した。その結果、トポロジー的(反応空間形状的)にZSM-5(MFI)、フェリエライト(FER)、MCM-68(MSE)が十分ではないものの活性、目的生成物選択性が高いことを確認した。さらにZSM-5(MFI)のナノサイズ化及び外表面修飾による活性及び活性の持続性、選択性に与える影響を検討し、その効果を確認した。また、反応温度下におけるナフサモデル分子のゼオライト結晶内拡散係数の測定を行ない、ナノサイズ化が反応速度に与える影響についての基礎データを得た。

長寿命化の検討としてシリカ/アルミナ比の異なる数種のゼオライトについて、酸強度、細孔径とコーク生成速度についての相関を明らかにした。また、反応、劣化機構の解明のため、MFI型ゼオライトについて、プローブ分子を用いた赤外分光法により酸性質を明らかにするとともに低温領域でモデル化合物分子の吸着や細孔内拡散の詳細を、高温(反応温度)領域で反応中に生成する化学種の構造をin situ法によって調べ、酸点と分子の相互作用、反応機構についての知見を得た。

触媒成形技術開発においてシンプルケミストリー開発触媒(La/P/ZSM5等)について押出成型を検討しナフサ及びモデル化合物の分解反応により評価し、成型助剤の種類及び配合比率、押出条件、賦孔剤、洗浄条件について課題を抽出した。

プロセス設計においては、全系シミュレーションのベースを確立するとともに、S/O・再生サイクルの運転変数の影響度を計算した付加価値相対表を作成し、数値化での触媒開発の方向性のガイドラインを示した。

(実施体制：触媒技術研究組合、国立大学法人東京工業大学、独立行政法人産業技術総合研究所、国立大学法人北海道大学、国立大学法人横浜国立大学)

2) 規則性ナノ多孔体精密分離膜部材基盤技術の開発

「分離膜製造基盤技術及び分離膜評価技術の開発」については、Y型ゼオライト膜を用いて IPA 脱水において透過温度 100℃において透過度が 4×10^{-7} mol/(m² s Pa)、分離係数 1400 と最終目標をはるかに凌駕する性能が得られた。また、酢酸脱水膜についても、モルデナイト膜により、透過温度 125℃において透過度が 1.4×10^{-7} mol/(m² s Pa)、分離係数 900 と中間目標を大きく上回る性能が得られた(いずれも短尺膜)。また、一部のゼオライト膜については短尺膜の処方に基づき、長尺化の為に製膜条件の検討も開始した。また環状ゼオライト膜の微細構造解析のための透過電子顕微鏡観察試料作製条件を確立し、分離膜の開発支援を開始した。本年度末までに計算科学的手法(分子動力学法)によるシミュレーションを行い、ゼオライト結晶中における IPA の拡散挙動(細孔配向依存性)を明らかにする見込み。

「分離膜用セラミックス多孔質基材の開発」については、共通して使用可能な基材の仕様を決定し、提供サンプルを作製している。また、細孔径、気孔率など特性を変化させた基材を多孔質構造の定量的評価と、熱・機械的特性を評価し、今後の開発指針となる基礎データを得た。多孔質基材サンプルを作製し、細孔およびガス透過特性を評価した。

「モジュール化技術の開発」については、バッフル型モジュール内の流動状態を可視化する為のモデルを作製しつつあり、また目標操作条件での耐久性を満足するシール材料候補の調査を開始した。多管式の膜分離モジュールの格納容器内の最適設計のため、従来の管状基材に比して複雑形状であることが原因たる製造プロセスの課題、問題点を抽出すべく予備的な試験を行った。これら検討のベースとなるモジュールの CFD 解析の準備を実施し、膜モジュールに対して3次元解析モデルの CFD への実装方法を確立した。

「試作材の実環境評価技術の開発」については、対象となるイソプロピルアルコールの蒸留分離装置のプロセス実証試験装置の設置に伴う法律を把握した上で、設置場所を新日本石油川崎工場内に確保した。実証試験の開始日は装置の建設およびプラントの定修時期を考慮し2012年10月からとした。また、プロセスシミュレーションモデルを作製し、現状運転のトレースを実施した。また、蒸留と膜を組み合わせた Hybrid プロセスのシミュレーションによる検討を開始した。様々な Hybrid 案を定量的に検討するとともに、既設への適用案と新設案を考案した。

(実施体制：学校法人早稲田大学、日立造船株式会社、三菱化学株式会社、株式会社ノリタケカンパニーリミテド、千代田化工建設株式会社、新日本石油株式会社、財団法人ファインセラミックスセンター、国立大学法人宇都宮大学、国立大学法人大阪大学、学校法人芝浦工業大学、国立大学法人名古屋工業大学、国立大学法人山口大学)

3) 副生ガス高効率分離・精製プロセス基盤技術開発

PCP 構造の設計指針を得るため、CO₂の選択吸着メカニズムの解明をし、柔軟骨格 PCP やルイス酸 PCP が有望であるという知見が得られつつある。並行して、既知 PCP のスクリーニングを中心に、各開発目標を達成し得る候補 PCP の探索を行った。その結果、CH₄ PSA 用分離吸着材の候補 PCP8 種類を、CO₂/エチレン分離材の候補 PCP3 種類を、シロキサン D4 分離材の候補 PCP3 種類を抽出した。

PCPとシュウ酸合成触媒の複合化検討を行うために必要な評価系の立ち上げを行った。シュウ酸合成触媒の改良を行い、より低電位での CO₂還元成功した。並行して、PCP 複合触媒の合成検討を行った。液相法で PCP とシュウ酸合成触媒の複合化を行い、得られた複合化触媒の電気化学的評価や構造解析を進め、課題を抽出中である。気相法の検討に必要な小型噴霧反応装置を開発し、噴霧法による PCP 合成検討を行い、課題を抽出中である。

(実施体制: 国立大学法人京都大学、大学共同利用機関法人自然科学研究機構分子科学研究所、株式会社クラレ、昭和電工株式会社、東洋紡績株式会社、昭栄化学工業株式会社 再委託先: 財団法人化学技術戦略推進機構)

4.2 実績推移

	20年度	21年度
実績額推移 一般会計(百万円)	(600)	(1,435)
特許出願件数(件)	3	18
論文発表数(件)	11	4
学会発表等(件)	22	18

但し、20年度の実績額は経済産業省直轄事業

5. 事業内容

平成22年度は以下の研究開発を実施する。

継続事業の実施体制については、別紙1を参照のこと。

5.1 平成22年度委託事業内容

研究開発項目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、研究開発項目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、研究開発項目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については、必要な課題について絞り込み予算を絞り込んで継続して研究開発を実施している。その他、グリーン・サステイナブルケミストリーに関する技術戦略ロードマップローリング及び俯瞰調査も実施する。

(a)平成20年度採択プロジェクト:

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) 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

電子材料洗浄剤となるアルキル(オリゴエチレンオキシ)カルボン酸界面活性剤に標的を絞り、先年度に試験的に製造したアルキル(オリゴエチレンオキシ)カルボン酸界面活性剤の製品性能試験を開始した。試験結果に基づき、反応条件や触媒構造の最適化(あるいは試験結果が良好な場合には数百グラムの大量合成検討)を進める。また、コストダウンを考慮した、固定化高分子の探索検討を実施するとともに触媒のパック化(カートリッジ化)による再利用の実践性を向上させる。炭素-炭素カップリングの GSC 化において、水中 sp² 炭素-sp² 炭素カップリングによる各種ターアリアル合成を実施する。反応率は 80%以上、反応選択性は 75-80 を達成する。カルボン酸の分子内脱水縮合反応の目標を 1 mol%、収率 90%以上、反応選択性 90%以上にする。また、分子間脱水縮合反応(目標: 50%以上、反応選択性 90%)へ拡張する。本手法を用いてポリイミド合成へ展開する。また、水中でカルボン酸とアルコールからエステルを合成(触媒量 5mol%以下、反応率 80%、反応選択性 80%)を実現する。

(実施体制: 大学共同利用機関法人自然科学研究機構分子科学研究所 再委託: 国立大学法人名古屋大学)

2) 革新的アクア・固定化触媒プロセス技術開発

エステル化反応は、活性と水中不溶化率を向上させた新規触媒を開発する(反応速度 10 倍、溶出率 1%以下)。また回収率 50%以上の希薄酢酸の酢酸濃縮プロセスを進めて、経済性あるプロセス構築を目指す。基礎開発を優先させるため、ベンチ設計は次年度以降に延期する。

開発フローリアクターの内径を 100mm へとスケールアップする。また、実生産機的设计をプラントエンジニアリング会社との協業で開始する。また、ターゲット基質以外の物質においても、開発プロセスの適用性を検討する。

不斉ジヒドロキシル化反応において反応率: 95%、選択率: 95%、金属溶出: 1%以下の性能を有する高分子固定化 Os 触媒を開発する。一方、Au 触媒では少なくとも 100g スケールの製造法を確立し、また新たに Pt 触媒では酸化反応の反応率: 80% 金属溶出: 2%以下を目指す。

(実施体制: 国立大学法人東京大学、日光ケミカルズ株式会社、昭和電工株式会社、和光純薬株式会社 再委託先: 東京理化学器械株式会社、国立大学法人電気通信大学)

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) 革新的酸化プロセス基盤技術開発

多官能性基質の酸化技術開発に関しては、絞り込みを行った系で工業化を意識したベンチ試験を行い、抽出された問題点を解決する。用途開発について LED 封止材に加えて絶縁材料

も意識して検討する。高分子量基質の酸化技術開発に関しては、より詳細な反応条件最適化および新規触媒開発を推進しコストダウンを踏まえた触媒種類の選別および触媒量の削減を達成する。易加水分解性基質の酸化技術開発に関しては、開発した触媒をベンチプラントに適用させる技術開発を達成する。難酸化性基質の酸化技術開発に関しては、LCD 用光学材料のモデル評価基質を用いて、エポキシ化はケイ素系固定化触媒系で、バイヤービリガー酸化は反応補助剤を用いた反応系で、スケールアップ用工学データの採取を行う。過酸化水素を用いた反応系の基礎研究では、これまでの知見を基に、その融合化、体系化を目指して、より複雑で難易度の高い基質の酸化に適用可能な触媒系の探索と構築を目指す。

(実施体制：独立行政法人産業技術総合研究所、昭和電工株式会社、電気化学工業株式会社、荒川化学工業株式会社、チソン株式会社 再委託：国立大学法人東京工業大学、国立大学法人東京大学)

(b)平成21年度採択プロジェクト

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

1)触媒を用いる革新的ナフサ分解プロセス基盤技術開発

高性能ゼオライト触媒の開発において、前年度のスクリーニングで優れた性能を示したゼオライトの酸点密度を変化させたサンプルを合成して、酸点密度の最適化、アルミニウムの脱離の程度に及ぼす影響を検討し、反応速度、収率の観点から、実用化ナフサ接触分解プロセスに導入できる候補触媒のトポロジーを絞り込む。また、ナノサイズ化による改良検討として、ナノ結晶の合成法を確立するとともに結晶サイズが活性、選択性、触媒寿命に与える影響を解明し、ナノ化の効果を検討する。

ゼオライト触媒の長寿命化のため、修飾元素種の探索を実施するとともに、コークおよびコーク前駆体の分解除去を促進する金属等の第二、第三成分探索に着手する。アルミニウム脱離過程の精査を行ない、分解反応条件下で起こる脱アルミニウム抑制に寄与する添加物のスクリーニングを引き続き実施する。あわせてゼオライト外表面酸点の選択的不活性化手法について詳細な条件検討を行い、ナフサ接触分解のための最適な手法を選定する。また、反応、劣化機構解明のためゼオライト骨格における Al 原子周りの修飾原子の局所構造の構造解析を行うとともに化学修飾の効果の明確化に各種の分析手法の確立に取り組む。

触媒成形技術開発においては引き続きシンプルケミストリー開発触媒をベースとし、成型助剤の種類および配合比率、押出条件、賦孔剤、洗浄条件について最適化を行うとともに、セミベンチ装置により成形触媒評価を行う。

プロセス設計においては、開発触媒で得られたデータで反応機構を解析し反応器のモデリングを行い、総付加価値表で感度解析を行い触媒設計にフィードバックしていく。

(実施体制：触媒技術研究組合、国立大学法人東京工業大学、独立行政法人産業技術総合研究所、国立大学法人北海道大学、国立大学法人横浜国立大学)

2) 規則性ナノ多孔体精密分離膜部材基盤技術の開発

「分離膜製造基盤技術及び分離膜評価技術の開発」について、結晶および結晶形態・粒界の観察を行う。また、種結晶の適切な担持方法の確立および結晶成長の過程の解明を行う。さらに、平成 21 年度に検討した MOR 型ゼオライト膜やその他の開発したゼオライト膜の管状長尺化検討を実施する。また、得られたゼオライト膜の酢酸脱水性能評価、および、当該膜の耐久性評価を進める。さらに、平成 21 年度の研究によって得られたゼオライトおよびその薄膜合成方法に基づいて、実機レベルのサイズの一体型膜エレメント製造の基盤技術を開発する。さらに、種々のゼオライト膜についてサブナノオーダーの空間分解能を有する高分解能 TEM 観察を可能とする手法を開発し、TEM 観察の結果をもとに計算科学法を用いて、ゼオライト多結晶体の界面や構造欠陥部でのガス分子の透過性をシミュレーションにより推定する。

「分離膜用セラミックス多孔質基材の開発」については、基材の表面化学特性を評価し、分離膜担持および分離性能に及ぼす影響を調査し、支持体の高性能化に反映する。また、熱・機械特性評価結果をフィードバックした基材の機械特性の改良を行う。また、開発基材の高温機械特性の評価、そして分離プロセス環境を模擬した有機酸暴露後の材料特性を評価する。

「モジュール化技術の開発」については、通常の間管型分離膜、特殊構造を持つ分離膜に対する解析シミュレーターを開発する。また、操作温度 100~150 °C 程度、高含水、酸性 (pH=2) 有機溶剤等の条件下において、3000 時間以上の耐久性を満足するシール技術の開発目処をつける。モジュール内流れのシミュレーションなどを実施し、モジュール設計と試作を行う。さらに、バッフル型モジュールのバッフル構造とモジュール効率の関係を実験的に検証する。酢酸脱水プロセス条件下で耐久性があるシール材料の選定を行う。

「試作材の実環境評価技術の開発」については、プラントから実証試験装置への枝だし位置および実証試験で使用した IPA のプラントへの戻し位置を確定する。また、実証試験装置フローの大枠を策定する。さらに、既存の酢酸と IPA の蒸留分離システムの解析と分離膜モジュールを組み合わせた Hybrid なプロセスシステムを対象としたプロセスシミュレーターを開発する。また、プロセスを最適にするための膜への要求性能を提示していく。

(実施体制: 学校法人早稲田大学、日立造船株式会社、三菱化学株式会社、株式会社ノリタケカンパニーリミテド、千代田化工建設株式会社、新日本石油株式会社、財団法人ファインセラミックスセンター、国立大学法人宇都宮大学、国立大学法人大阪大学、学校法人芝浦工業大学、国立大学法人名古屋工業大学、国立大学法人山口大学)

3) 副生ガス高効率分離・精製プロセス基盤技術開発

計算化学的手法も活用しながら CO₂ 分離に好適な PCP の開発を進めると共に、二次スクリーニングに必要な流通型混合ガス吸着量測定装置の開発を行う。候補 PCP の探索と並行して、実用化するために必要な形態付与技術の開発、実ガス想定条件下での分離性能・耐久性の評価及び生産プ

ロセスを睨んだ大量合成手法の検討に着手する。また、外注を活用して PSA ラボ機の開発を行う。

シュウ酸合成の電極評価系の構築を行う。また、噴霧法による複合化触媒の合成に必要な耐熱性に優れた PCP の探索を行う。シュウ酸合成触媒の更なる高機能化を目指す。電位窓の広い PCP の探索と CO₂ 吸着能評価を行うと共にシュウ酸合成試験を開始し、複合化触媒の候補を 2 種類程度抽出する。引き続き噴霧法による PCP 合成について検討し、そこで得られた知見を基に PCP とシュウ酸合成触媒の複合化検討を行い、複合化触媒の候補を 2 種類程度抽出する。

(実施体制: 国立大学法人京都大学、大学共同利用機関法人自然科学研究機構分子科学研究所、株式会社クラレ、昭和電工株式会社、東洋紡績株式会社、昭栄化学工業株式会社 再委託: 財団法人化学技術戦略推進機構)

(c)平成21年度採択プロジェクト(二次補正予算分):

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

1) 気体原料の高効率利用技術の開発

気体原料を高効率に有効利用するための、分離・貯蔵・反応技術等の開発を行う。具体的には、(分離) 混合ガスから不純物を除去し目的物を選択的に分離する材料の開発、(貯蔵) 室温付近で水素を貯蔵する機構の探索、(反応) 常圧かつ従来法より低温でアンモニアを合成できる材料の設計指針の確立、(プロセス検討) 製鉄副生ガス中 CO からの酢酸合成プロセスの可能性検証、を実施する。

(実施体制: 国立大学法人京都大学、株式会社クラレ、昭栄化学工業株式会社、昭和電工株式会社、新日本石油株式会社、住友化学株式会社、東洋紡績株式会社、新日鐵化学株式会社、再委託: 国立大学法人北海道大学、国立大学法人大分大学)

2) 植物由来原料から化合物を合成するプロセスの開発

石油由来原料に代えて植物由来原料を使用することにより有用な化合物を省エネルギー・高効率に合成するプロセスの基盤技術の開発を行う。具体的には、セルロース・ヘミセルロースからモノマー・化学品原料を合成する技術、植物由来エラストマーからモノマーを合成する技術、木質系原料からリグニン由来のフェノール樹脂原料や糖類原料を合成する技術、植物由来糖類からモノマーを合成する技術、部材の高機能化を行うために植物由来モノマーを化学的に修飾する技術の開発を行う。

(実施体制: 旭硝子株式会社、国立大学法人 大阪大学、国立大学法人 京都大学、キリンホールディングス株式会社、グリーンフェノール・高機能フェノール樹脂製造技術研究組合、株式会社神戸製鋼所、新日鐵化学株式会社、住友ベークライト株式会社、ダイセル化学工業株式会社、国立大学法人 東京工業大学、東レ株式会社、株式会社豊田中央研究所、株式会社日立造船株式会社、三菱化学株式会社、三菱レイヨン株式会社、ユニチカ株式会社)

3) 高機能化部材製造プロセスの開発

非石油原料由来の化合物を用いた新規ポリマー製造プロセスの開発やこれらの化合物を用いた材料化プロセスの開発を行い、化学品原料の転換・多様化を促進する高機能化部材の開発を行う。具体的には、プラスチック材料を均一分散・界面制御されたセルロースナノファイバーにより補強し、高強度化部材とする技術、糖類・油脂からバイオ由来のポリマーを合成する技術、光学異性体を制御することにより植物由来ポリマーの機能性を高める技術及びそれぞれのバイオ由来のポリマーに応じた新規な成形加工技術の開発を行う。

(実施体制:伊藤製油株式会社、国立大学法人 大阪大学、株式会社 カネカ、国立大学法人 京都市工芸繊維大学、京都市、国立大学法人 京都大学、協和株式会社、株式会社スギノマシン、国立大学法人 東京大学、Bio-energy 株式会社、バイオベース株式会社、株式会社豊栄工業、国立大学法人 北海道大学、ユニチカ株式会社)

(d) その他：グリーン・サステイナブルケミストリー技術戦略ロードマップローリング及び俯瞰調査

本調査では、(ア)海外技術とのレベル比較、競争力比較、(イ)欧米、中国、韓国等における新規な技術動向、(ウ)新規技術に関する導入シナリオ、実現の可能性に関する評価を通じて現状の技術戦略ロードマップのローリング、及びグリーン・サステイナブルケミストリーに関する新規テーマに関する俯瞰調査等を実施する。

5.2 平成22年度事業規模(予定)

委託事業

一般勘定 1,216百万円(委託、継続)

※事業規模については、変動があり得る。

6.その他重要事項

6.1 研究開発の運営管理

研究開発全体の管理・執行に責任を有するNEDOは、研究体毎にプロジェクトリーダーを設置し、担当範囲を明確にする。また、NEDOは、経済産業省及びプロジェクトリーダー等と密接な関係を維持し、更には、国内外の類似する技術開発の把握に努め、本研究開発の目的及び目標に照らして適切な運営管理を行う。具体的には、プロジェクトリーダー、委託先機関等からのヒアリングにより、開発目標に対する成果状況などの報告を受けるほか、自ら当該分野の国内外における技術開発動向の調査や技術マップの調査・更新を行い、次年度の業務委託の可否や、実施内容、予算規模の見直しを図る。優れた研究成果を上げている研究体に対しては、研究加速についても弾力的に対処するなど予算の効果的配分に努める。また、成果の早期達成が可能と認められた研究体については、期間内であっても研究を完了させ、実用化へ向けた実質的な研究成果の確保と普及に努める。

なお、加速的又は緊急的に研究を推進させる必要が生じた場合は、採択テーマを追加して実施する。また、外部有識者で構成する技術検討委員会を必要に応じて開催し、プロジェクトの運営管理に反映させる。

6.2 複数年度契約の実施

事業開始年度より3年間の複数年度契約とする。ただし、研究開発項目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」については、平成22年度末までの契約とする。

6.3 その他

①～④以外の研究開発テーマで、社会状況等の緊急性を勘案して、産業競争力強化、大きな波及効果が期待できる革新的なプロセス及び化学品に関する研究開発についても実施する可能性がある。なお、研究開発目標は共通基盤技術、実用化技術の確立の点から十分なものと想定されるが、本事業では数多くの独創的なGSCプロセスによる高機能な素材・部材製造に関する研究開発テーマの提案が期待されることから、適宜、最新の技術情報、有識者のヒアリング等を通じて柔軟に研究開発目標の変更を行う。また、①～④以外の研究開発を実施する場合には、①～④に対する研究開発目標と同等以上とし、顕著な効果(副生成物削減、未利用/低品位資源の活用、長寿命化、省エネ化、軽量化、リサイクル率向上等)が期待できる数値目標が立てられること。

7. スケジュール

平成22年3月4日・・・部長会

平成22年9月～平成23年3月・・・技術検討会（予定）

8. 実施方針の改訂履歴

(1) 平成22年3月、制定。

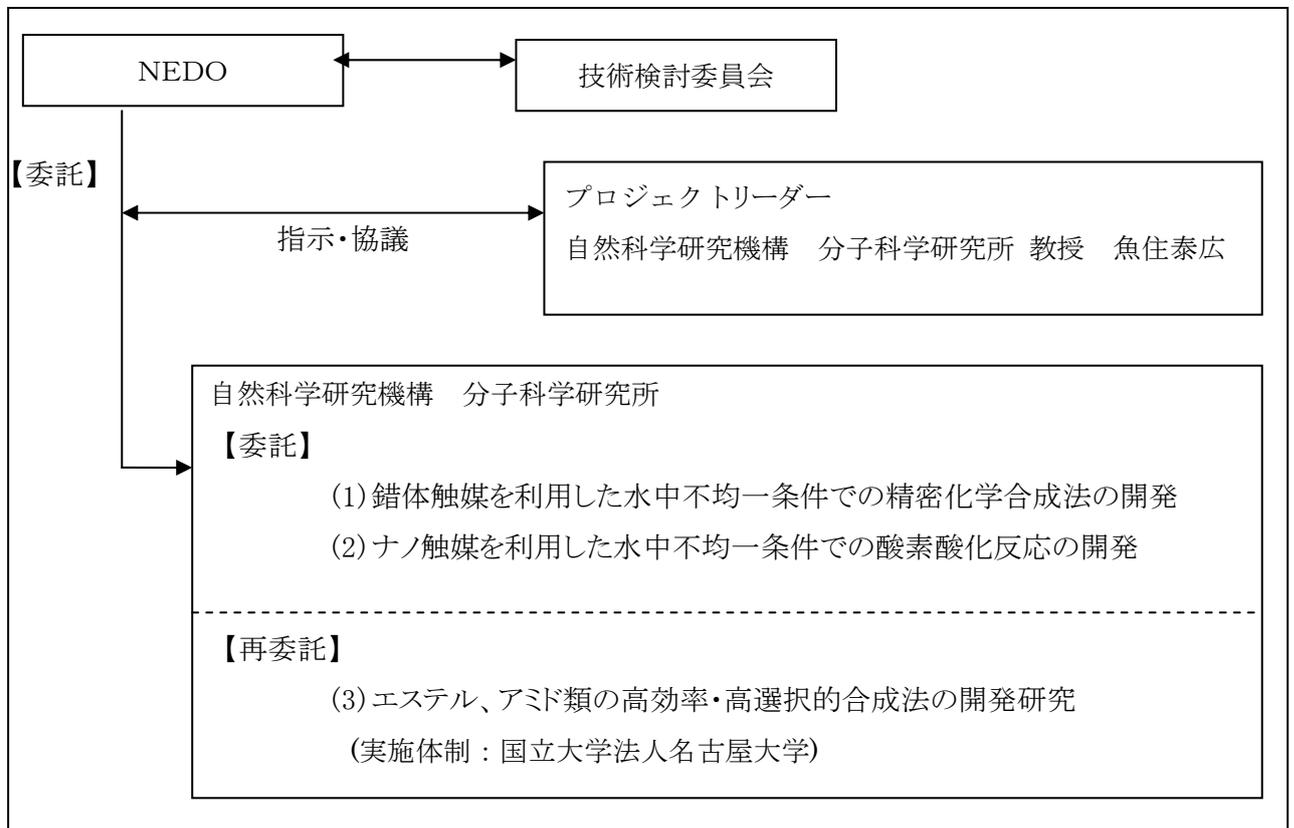
(2) 平成22年4月、体制の変更に伴い修正。

(3) 平成22年6月、加速に伴い修正。

(別紙1)平成22年度「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」事業実施体制
研究開発項目①-1

「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」

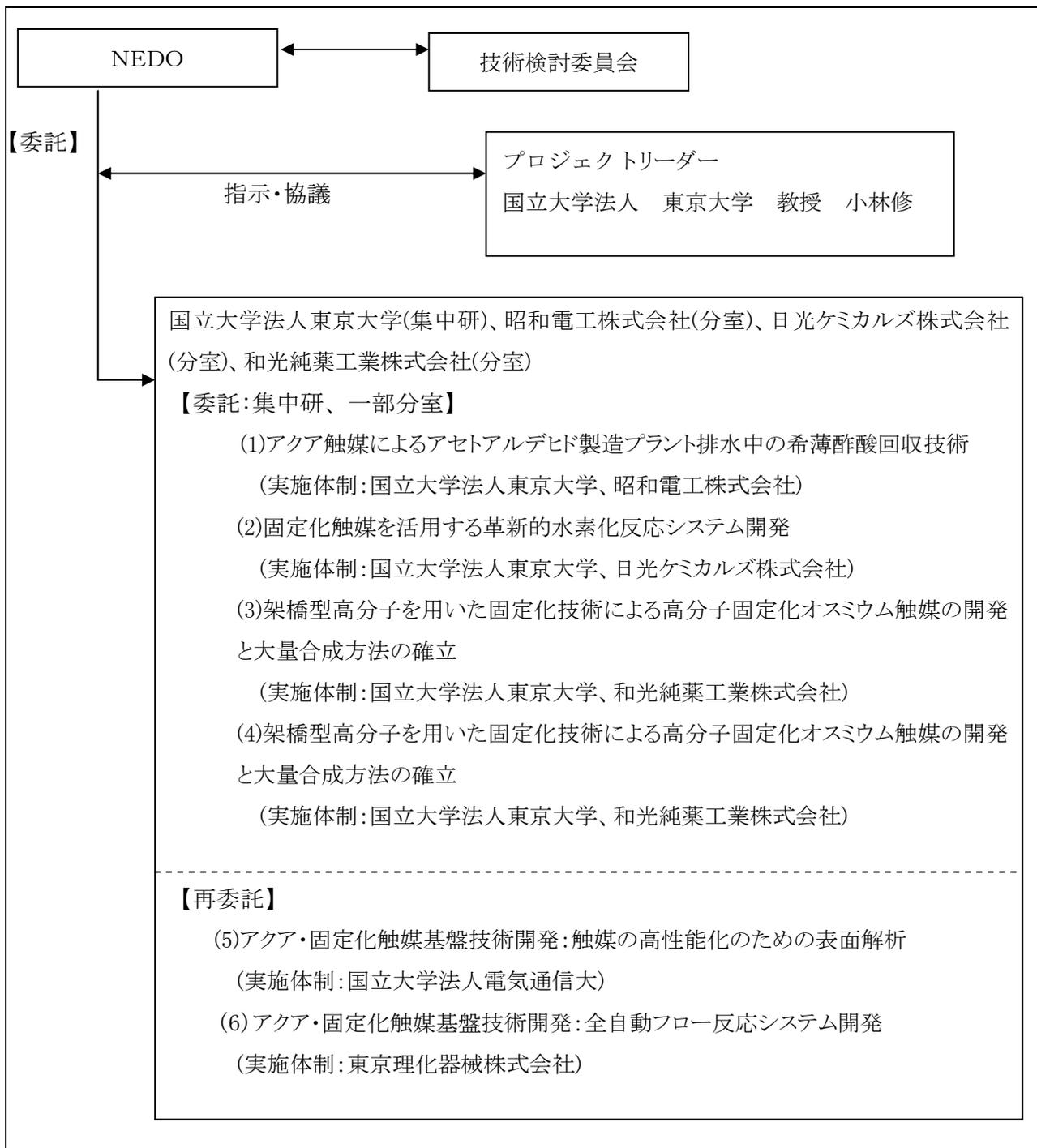
(高機能不均一触媒の開発と環境調和型化学プロセスの研究開発)



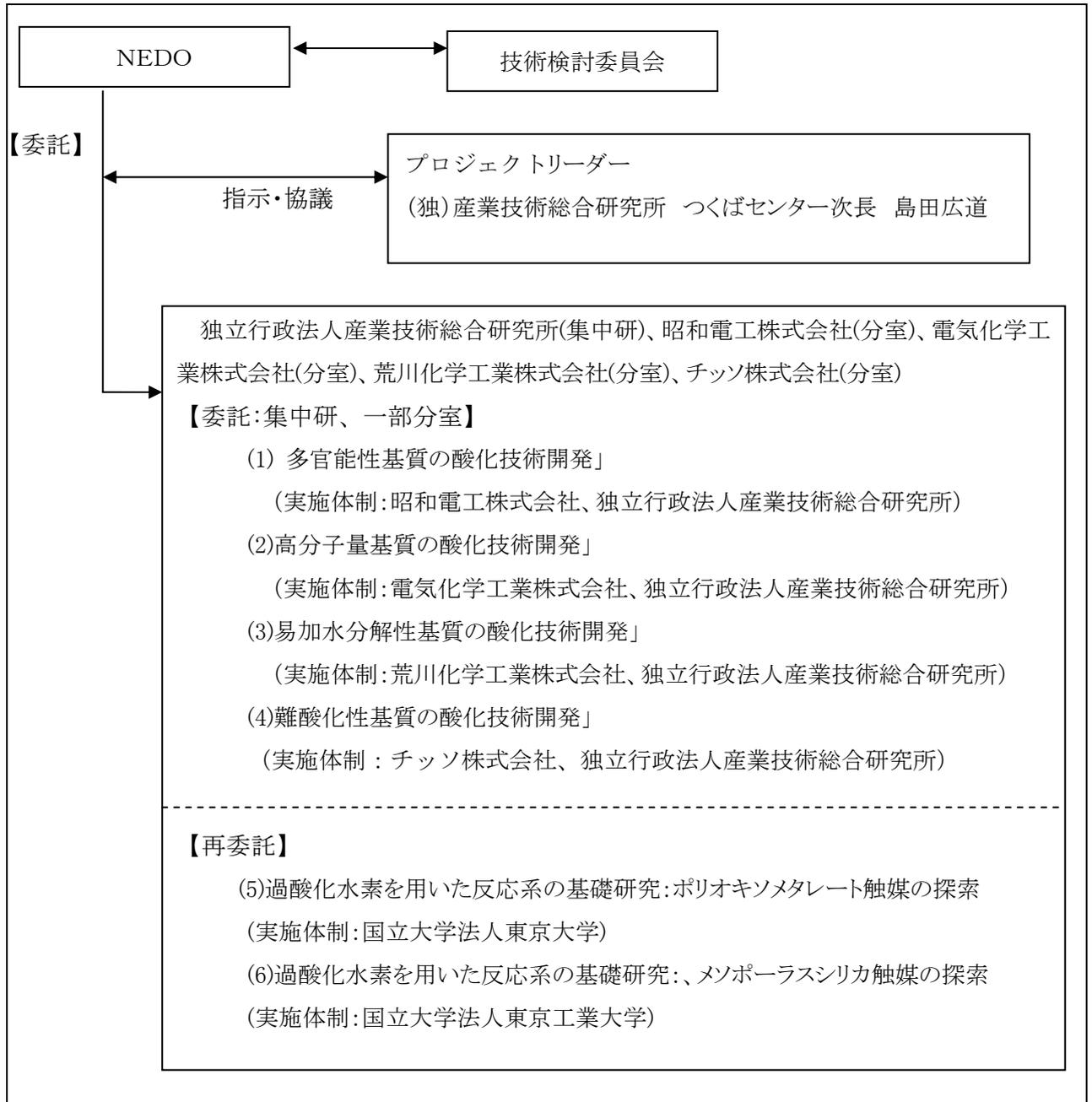
研究開発項目①-2

「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」

(革新的アクア・固定化触媒プロセス技術開発)



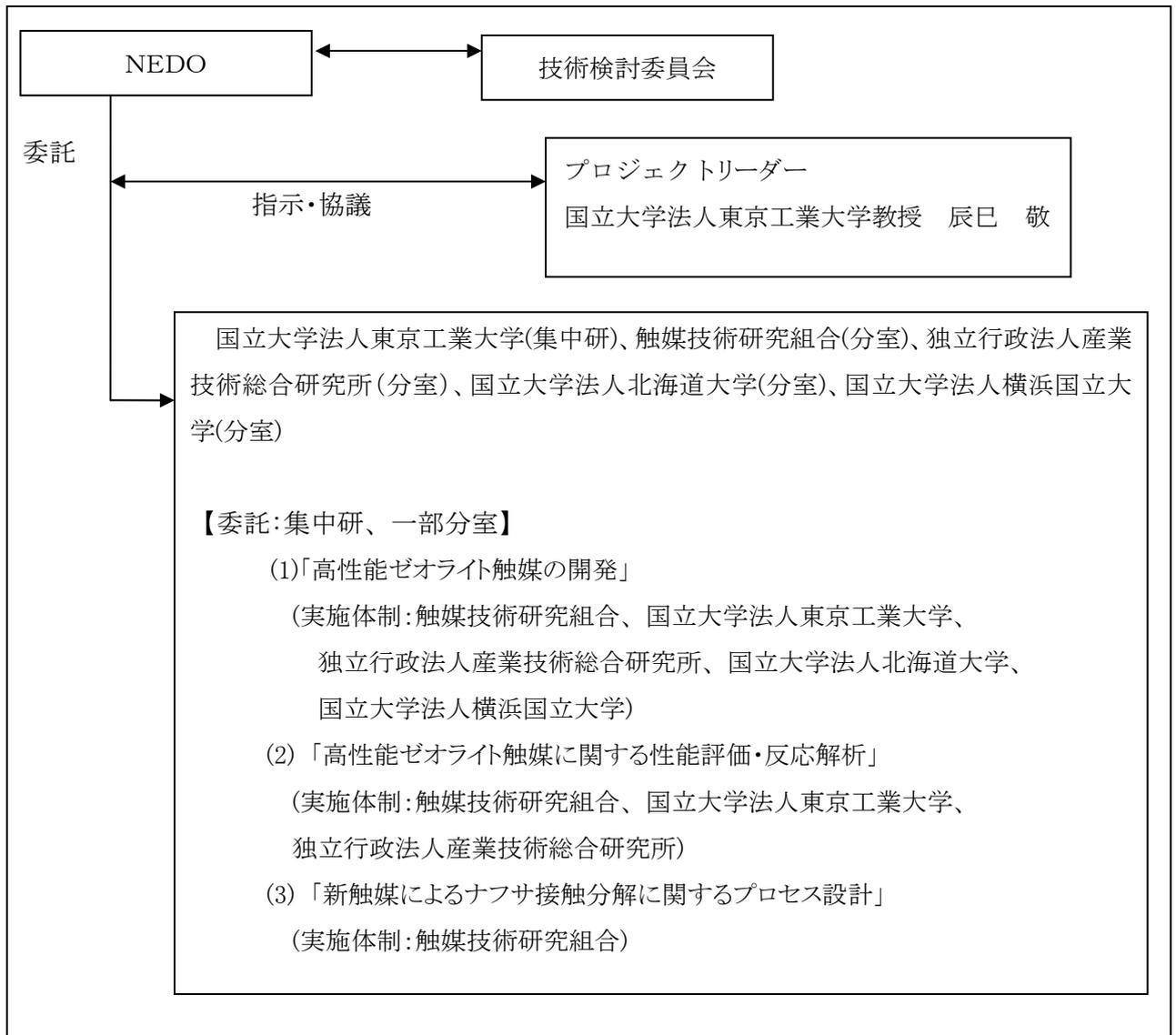
研究開発項目②-1「廃棄物、副生成物を削減できる革新的プロセス及び化学品の開発」
(革新的酸化プロセス基盤技術開発)



平成21年度採択テーマ

研究開発項目③-1「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」

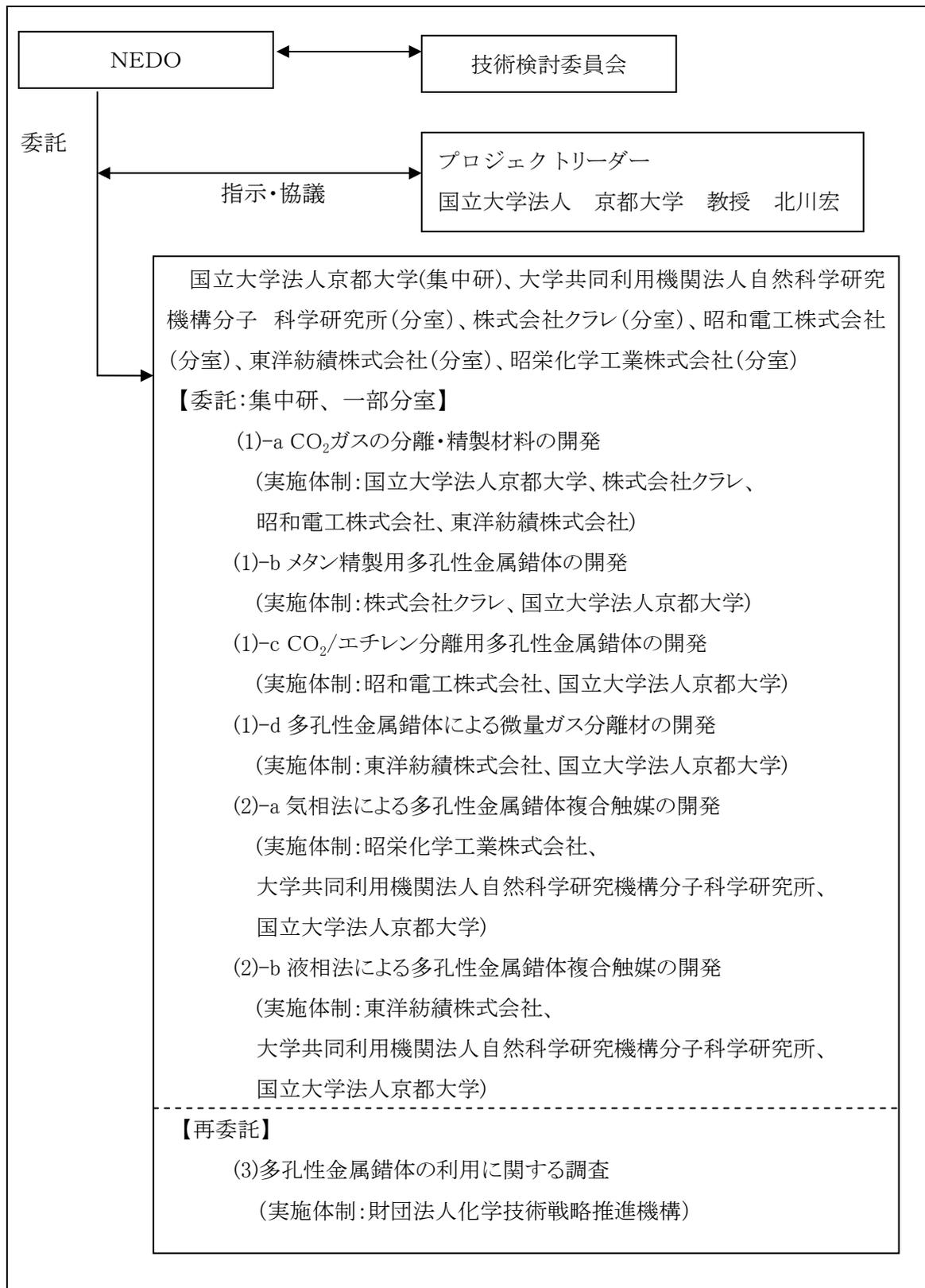
(触媒を用いる革新的ナフサ分解プロセス基盤技術開発)



研究開発項目③-2「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」
 (規則性ナノ多孔体精密分離膜部材基盤技術の開発)



研究開発項目③-3 「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」
(副生ガス高効率分離・精製プロセス基盤技術開発)



研究開発項目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」

研究開発項目④-1

気体原料の高効率利用技術の開発

国立大学法人 京都大学、株式会社クラレ、昭栄化学工業株式会社、昭和電工株式会社、新日鐵化学株式会社、新日本石油株式会社、住友化学株式会社、東洋紡績株式会社

研究開発項目④-2

植物由来原料から化合物を合成するプロセスの開発

旭硝子株式会社、国立大学法人 大阪大学、国立大学法人 京都大学、キリンホールディングス株式会社、グリーンフェノール・高機能フェノール樹脂製造技術研究組合、株式会社神戸製鋼所、新日鐵化学株式会社、住友ベークライト株式会社、ダイセル化学工業株式会社、国立大学法人 東京工業大学、東レ株式会社、株式会社豊田中央研究所、株式会社日立造船株式会社、三菱化学株式会社、三菱レイヨン株式会社、ユニチカ株式会社

研究開発項目④-3

高機能化部材の製造プロセスの開発

伊藤製油株式会社、国立大学法人 大阪大学、株式会社 カネカ、国立大学法人 京都工芸繊維大学、京都市、国立大学法人 京都大学、協和株式会社、株式会社スギノマシン、国立大学法人 東京大学、Bio-energy株式会社、バイオベース株式会社、株式会社豊栄工業、国立大学法人 北海道大学、ユニチカ株式会社