

## 平成 21 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、容易なり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・サステイナブ

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持続可能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

でも既存のプロセス、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20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、容易なリ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。なお、平成20年度は、経済産業省により、企業、民間研究機関、独立行政法人、大学等（委託先から再委託された研究開発実施者を含む。）から公募によって研究開発実施者が選定され、共同研究契約等を締結する研究体を構築し、NEDOの協力のもと経済産業省が実施した。

#### 【研究開発項目】

##### [委託事業]

##### 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

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。既に研究室において確立して来た5種類の触媒を用いて、水中での炭素-炭素カップリングを試みた。2つのベンゼン環をカップリングさせるsp<sup>2</sup>炭素-sp<sup>2</sup>炭素カップリングによる軸不斉ビフェニル合成で最高94%立体選択性に到達した。カルボン酸の脱水縮合触媒を見だし、エステル化剤である酸無水物調製を実現した。触媒量(10mol%)のアリールボロン酸を用い、フタル酸の分子内縮合による無水フタル酸合成を実現した。反応率は、90%以上、反応選択性は90%以上を達成した。

(実施体制: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

アクア触媒及び高分子固定化触媒を活用することにより以下の成果が得られた。「アクア触媒を用いた希薄有機化合物水溶液から有機化合物を回収する方法の研究開発」においては水中での酢酸のエステル化を検討し、界面活性剤型スルホン酸触媒を用いることで、反応率70%以上、選択率70%以上を達成した。「固定化触媒を活用する革新的水素化反応システム開発」においては、ポリシラン固定化パラジウム触媒を内包したカラム型のフローリアクターでの反応において、種々の薬粧品原料の水素化反応が反応率70%以上、選択率70%以上で進行し、内径1 cmのリアクターにおいてパラジウムの漏れ出しは観測されなかった。「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」においては、オスmiumや金の高分子固定化金属触媒の研究開発を行い、高分子固定化オスmium触媒によるスチレンの不斉ジヒドロキシル化反応において、反応率70%以上、選択率70%以上を達成した。金属の漏れ出しは10%以下であった。なお、本研究開発テーマは、「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」に関する研究開発項目も実施する。

(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: 東京理器株式会社、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、モデル化合物となるシクロヘキセン誘導体において過酸化水素法が過酢酸法より生産性に優れている感触を得るとともに、この基質に対して4級アンモニウム塩を使わないエポキシ化法を開発した。高分子量基質の酸化技術開発に関しては、エポキシ化サンプルの動的粘弾性等基本特性評価を行うとともに、分子量10万のポリマーを30%だけエポキシ化する新規エポキシ化ポリマーの合成条件に対し高活性な触媒系を見出した。易加水分解性基質の酸化技術開発に関しては、加水分解に影響を及ぼす因子を明らかにするとともに、ピネンオキシド選択率70%(100g/バッチ)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用基質の合成をおこなうとともに、エポキシ化反応用ケイ素系固定化触媒を開発した。過酸化水素を用いた反応系の基礎研究では、各社課題を通じて三元系触媒の特性・適用範囲を把握し、さらなる性能向上の可能性を見出した。

(実施体制: (独) 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)

## 4.2 実績推移

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

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21年度は以下の研究開発を実施する。共同研究開発に参加する各研究開発グループの有する研究開発ポテンシャルを最大限に活用することにより効率的に研究開発推進を図る観点から、委託先決定後にNEDOが指名する研究開発責任者(プロジェクトリーダー)を研究体に置き、その下に研究者を可能な限り結集して効率的な研究開発を実施する。

継続事業及び平成21年度採択済み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21年度委託事業内容

平成20年度に経済産業省が採択した研究開発項目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について、経済産業省事業をNEDOが移管し、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する。また、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については、NEDOが新たに公募により委託者を選定し、実施する。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、アルコール酸素酸化プロセスを最適化する。特に中性条件での「塩不存在」条件での反応確立が焦点である。また、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おこなう。SuzukiカップリングのGSC化に焦点を絞り、水中sp<sup>2</sup>炭素-sp<sup>2</sup>炭素カップリングによる各種ビアリアル、ターアリアル合成反応を確立する。反応率は80%以上、反応選択性は75-80を達成する。カルボン酸脱水縮合の基質適用範囲を拡張する。特にカルボン酸の分子間縮合反応(90%、反応選択性90%)を実現する。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%、反応率90%、反応選択性90%)を実現する。

(実施体制: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

昨年度に引き続き、触媒活性のさらなる向上、より大量な触媒調製法の確立、詳細な条件検討等を行い、将来の実用化プロセスへの道筋を明確化していく。「アクア触媒を用いた希薄有機化合物水溶液から有機化合物を回収する方法の研究開発」においては酢酸エステル化の触媒として固定化スルホン酸触媒および低水溶性のスルホン酸塩を候補とし、水相への触媒の溶解を抑制した上で反応率及び選択率 70%以上を目標とする。「固定化触媒を活用する革新的水素化反応システム開発」においては反応率 70%以上、選択率 70%以上を保持しつつ、10000 回以上の触媒回転、200 時間以上の反応時間を目標とする。「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」においては、高分子固定化オスmium触媒の不斉ジヒドロキシル化反応において反応率 70%以上、選択率 70%以上、金属の漏れ出しは 10%以下を保持しつつ、スケールアップ検討を行い、0.1~10kg スケールでの生産を行う。なお、本研究開発テーマは、「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」に関する研究開発項目も実施する。

(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、シクロヘキセン誘導体に対して過酢酸法と過酸化水素法とで酸化方式を決定し、モデル化合物のエポキシ化で反応率 70%、選択率 70%、金属混入率 0.1wt%以下を達成する。高分子量基質の酸化技術開発に関しては、目的エポキシ化ポリマーの反応率 70%、選択率 70%以上を達成する。易加水分解性基質の酸化技術開発に関しては、反応率 70%以上かつ選択率 70%以上を達成する。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化合物に対して、固定化触媒系でエポキシ化反応率 70%、選択率 70%を達成するとともに、バイヤービリガー酸化で過蟻酸、過酢酸を使わない過酸化水素酸化触媒系を創出する。過酸化水素を用いた反応系の基礎研究では、各社中間目標値の達成に貢献するとともに、各社ターゲット以外のより広範囲な基質に対しても有効な触媒の探索を行う。

(実施体制：(独)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

国内の化学プラントに関す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 年代以降は横這いの状況が続いている。将来、国内の化学

産業が持続的に高付加価値な化学品(セミバルク、ファイン)を安定的に供給するためには、基礎化学品をクリーン、省エネな製造が実現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、ブテンなどの基礎化学品生産のための基幹プロセスであるが、現行技術では無触媒で原料ナフサを 850℃以上の温度で熱分解しており、この工程での消費エネルギー量は、化学産業の 16%(石油化学産業のうちの 30%強)を占めるに至っている。今後も長期間にわたりオレフィンセンターが日本のみならず世界的に化学産業の中核的存在であることが見込まれることから、新規な触媒プロセスにより、効率的に基礎化学品が生産することができれば、2030 年以降においても化学産業に対する産業競争力、国際競争力に繋げることが期待できる。

本研究開発では、

高性能ゼオライト触媒の開発

高性能ゼオライト触媒に関する性能評価・反応解析

新触媒によるナフサ接触分解に関するプロセス設計

を対象とした基盤技術開発を行う。

(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

産業分野の約 30%超のエネルギーを消費している化学・石油関連産業では、そのうち約 40%のエネルギーが、分離精製を目的とする蒸留プロセスで消費されている。そのために両産業分野では長年に渡って効率改善に努力し、その技術は高度に洗練され、改善効果は頭打ちになっている。こうした背景にあつて、更なる大規模な省エネルギー化を達成するためにはアプローチ手法の革新的転換が必要であり、それを可能にするための現在考え得る唯一の技術が膜分離技術である。

本研究開発では、

耐水性・耐熱性が必要なイソプロピルアルコール／水混合物分離

耐水性・耐酸性・耐熱性が必要な酢酸／水混合物分離

を対象とした基盤技術研究開発を行う。

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

## 3) 副生ガス高効率分離・精製プロセス基盤技術開発

化学プロセスでは、燃料消費によるCO<sub>2</sub>発生に加え、化学反応に伴う副生ガスとして低濃度のCO<sub>2</sub>も発生しているが、その分離・回収は、従来技術では低濃度故に経済性の面から困難であった。

化学プロセス等の生産プロセスから発生するCO<sub>2</sub>等の副生ガスを、マイルドな条件で効率よく吸着、脱

離することで、高濃度に濃縮された副生ガスを、高純度、低コスト、低エネルギーで精製できる革新的な吸着材料(多孔性金属錯体)を開発し、また濃縮された副生ガスを有用な化学品に転換するクリーンなプロセスを開発することにより、CO<sub>2</sub>削減と資源制約からの脱却も期待できる。

本研究開発では、

副生ガス(主としてCO<sub>2</sub>)の分離・精製材料の開発

回収CO<sub>2</sub>ガスを有用な化学品に転換できるプロセス

を対象とした基盤技術開発を行う。

(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、財団法人化学技術戦略推進機構)

(c)平成21年度採択予定プロジェクト:

#### 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

気体原料を高効率に有効利用する技術や植物由来原料から有用な化合物を合成するプロセス及びこれらのプロセスから得られる化合物や既存の非化石由来原料から得られる化合物から高機能化部材を製造するプロセスの開発を行い、全体システムとして高度化・多様化する革新的な技術を開発する。

- ・「気体原料の高効率利用技術の開発」
- ・「植物由来原料から化合物を合成するプロセスの開発」
- ・「高機能化部材製造プロセスの開発」

(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(誘電エネルギープロセス、機能性化学品に関する国際競争力等)に関する俯瞰調査を実施する。

## 5.2 平成21年度事業規模(予定)

委託事業

一般勘定

1,435百万円

475百万円(委託、継続 経済産業省事業から NEDO 事業へ移管)

960百万円(委託、新規 NEDO 事業)

2,970百万円(委託、新規NEDO事業(「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))」

※事業規模については、変動があり得る。

### 6.事業の実施方式

#### 6.1 公募

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21年度よりNEDOが、単独ないし複数の原則、本邦の企業、研究組合、公益法人等の研究機関(原則、本邦の企業等で日本国内に研究開発拠点を有していること。なお、国外の企業等(大学、研究機関を含む)の特別の研究開発能力、研究施設等の活用または国際標準獲得の観点から国外企業等との連携が必要な部分を、国外企業等との連携により実施することができる。)から公募によって研究開発実施者を選定後、共同研究契約等を締結する研究体を構築し、委託して実施する。

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ことがある。

##### (1)掲載する媒体

「NEDOウェブ」及び「e-Rad ポータルサイト」で行う。

##### (2)公募開始前の事前周知

公募開始の1ヶ月以上前にNEDOウェブで行う。本事業はe-Rad対象事業であり、e-Rad参加の案内も併せて行う。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、緊急性を要するため公募予告を短縮する場合がある。

##### (3)公募時期・公募回数

平成22年1月頃に1回行う。

##### (4)公募期間

公募開始から1ヶ月以上とする。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、緊急性を要するため一ヶ月から短縮する場合がある。

##### (5)公募説明会

公募期間中に1回以上実施する。

#### 6.2 採択方法

##### (1)審査方法

・e-Rad システムへの応募基本情報の登録は必須とする。

- ・事業者の選定・審査は、公募要領に合致する応募を対象にNEDOが設置する審査委員会(外部有識者で構成)で行う。審査委員会(非公開)は、提案書の内容について外部専門家(学識経験者、産業界の経験者等)を活用して行う評価(技術評価及び事業化評価)の結果を参考とし、本事業の目的の達成に有効と認められる事業者を選定した後、NEDOはその結果を踏まえて事業者を決定する。
- ・申請者に対して、必要に応じてヒアリング等を実施する。
- ・審査委員会は非公開のため、審査経過に対する問合せには応じない。

## (2)公募締切りから採択決定までの審査等の期間

公募締切日から45日以内とする。

## (3)採択結果の通知

採択結果については、NEDOから申請者に通知する。なお不採択の場合は、その明確な理由を添えて通知する。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、通知の時期を平成22年3月に予定する。

## (4)採択結果の公表

採択案件については、申請者の名称、研究開発テーマの名称・概要をNEDOウェブで公表する。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、公表の時期を平成22年3月に予定する。

## 7. その他重要事項

### 7.1 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。

なお、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、個別の研究体毎に、研究開発責任者を設置する。また、NEDOは、経済産業省及び研究開発責任者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。

## 7.2 複数年度契約の実施

平成21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。

## 7.3 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場合がある。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。

## 8. スケジュール

### 研究開発項目③-1・3

平成21年 3月5日……………部長会  
3月16日……………公募開始  
4月2日、3日、6日…公募説明会  
4月28日……………公募締め切り  
5月、6月中……………技術審査、NEDO内手続き  
6月19日……………委託先発表  
平成22年 2月中旬……………研究成果に関する技術検討会

### 研究開発項目③-2

平成21年 3月5日……………部長会  
3月13日……………公募開始  
3月24日……………公募説明会  
4月23日……………公募締め切り  
5月中……………技術審査、NEDO内手続き

6月4日……委託先発表

研究開発項目④

平成21年12月下旬……………部長会

1月中旬……………公募開始

1月下旬から2月上旬…公募説明会

2月中旬……………公募締め切り

2月下旬から3月上旬…技術審査、NEDO内手続き

3月中旬……………委託先発表

9. 実施方針の改訂履歴

(1) 平成21年3月、制定。

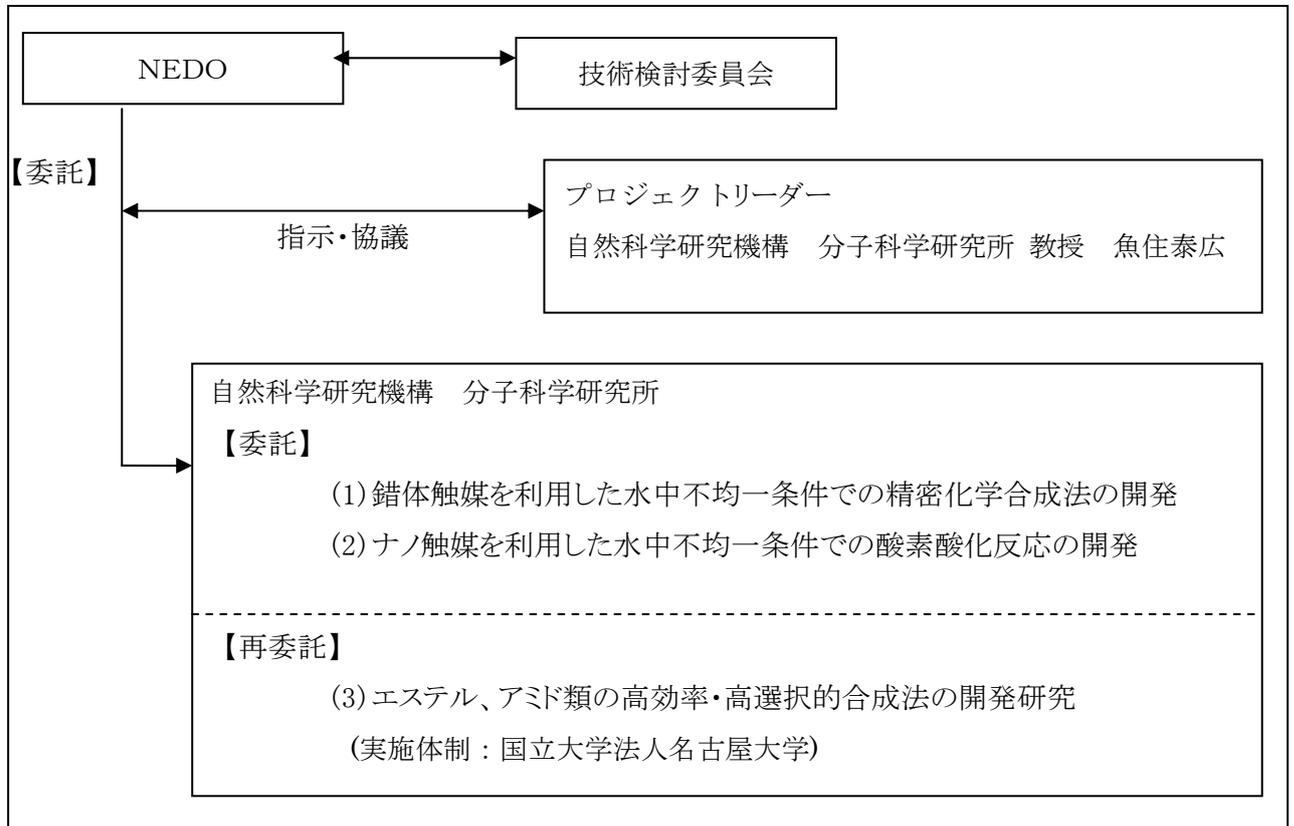
(2) 平成21年12月、「明日の安心と成長のための緊急経済対策（平成21年度補正予算（第2号）」に係る研究開発項目④追加による改訂

(別紙1)平成 21 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」

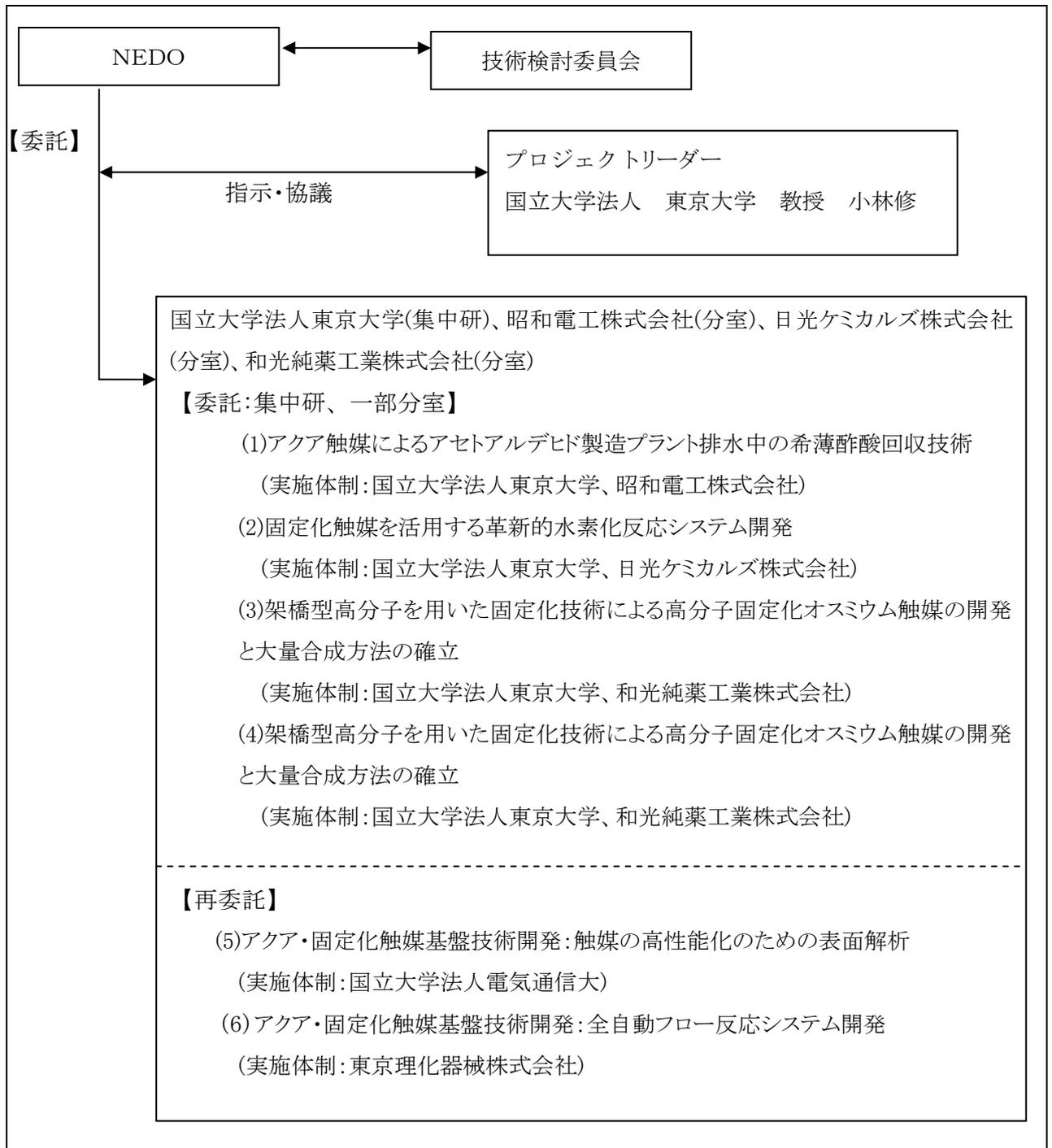
(高機能不均一触媒の開発と環境調和型化学プロセスの研究開発)



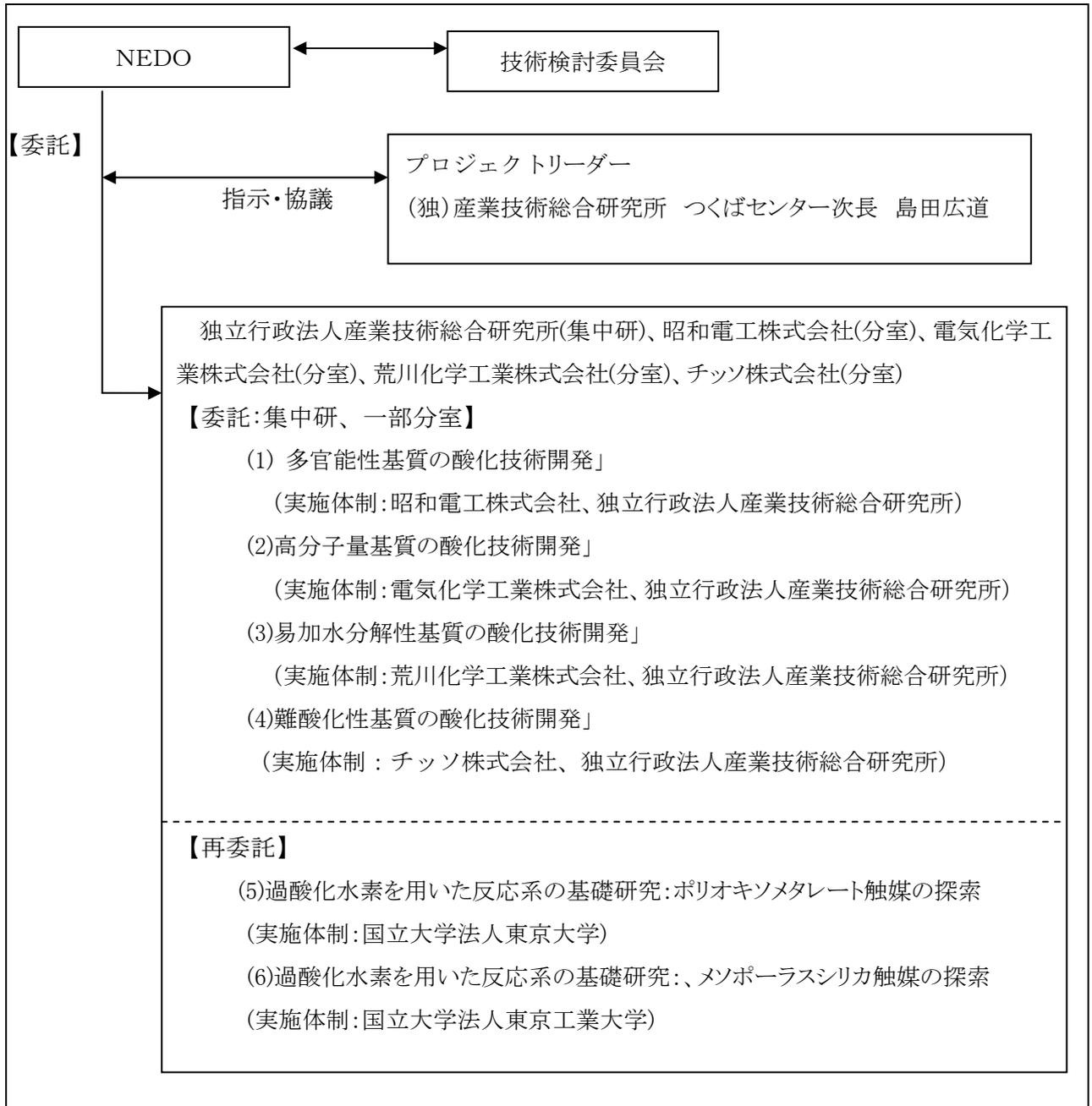
研究開発項目①-2

「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)



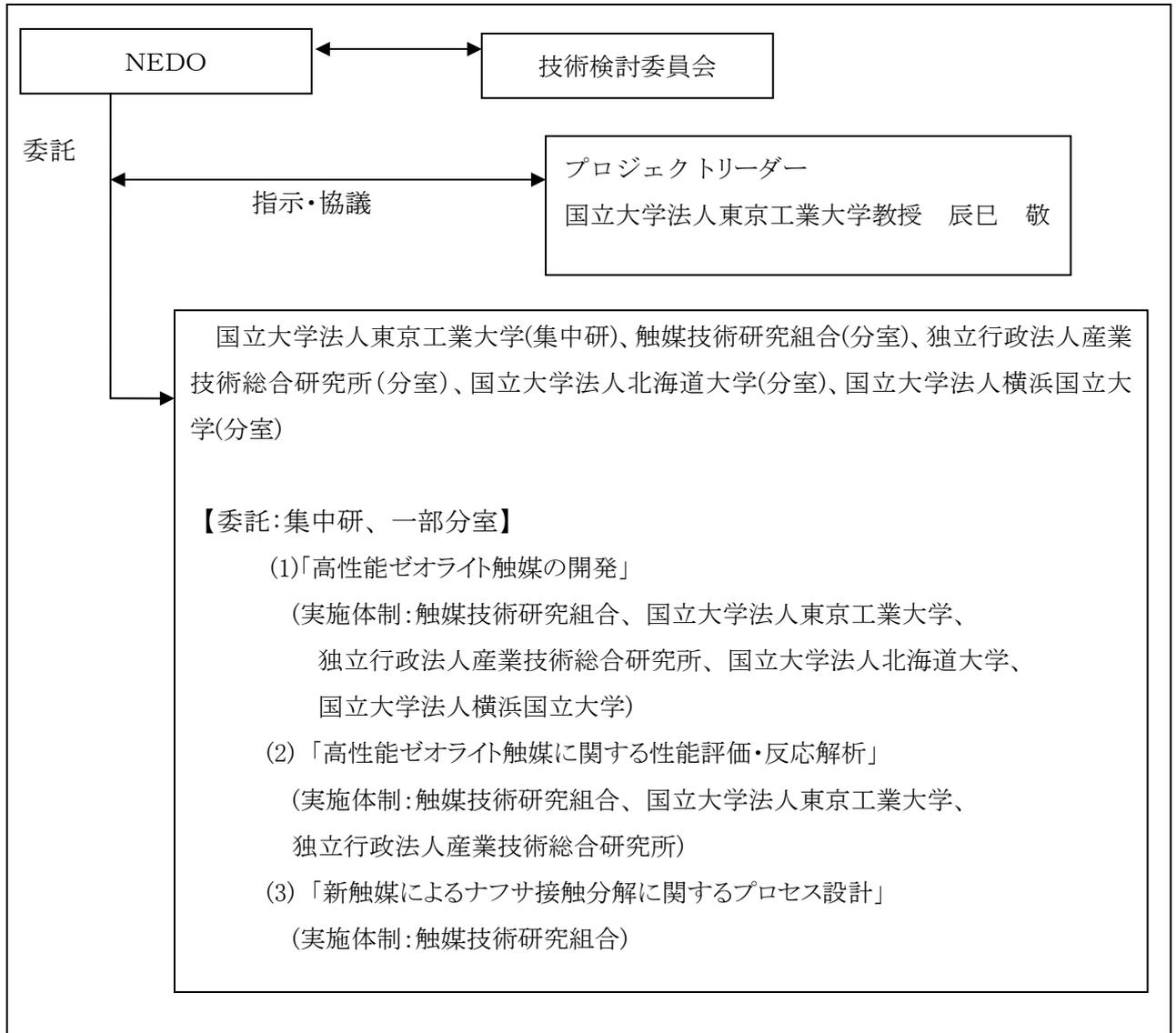
研究開発項目②-1「廃棄物、副生成物を削減できる革新的プロセス及び化学品の開発」  
(革新的酸化プロセス基盤技術開発)



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」

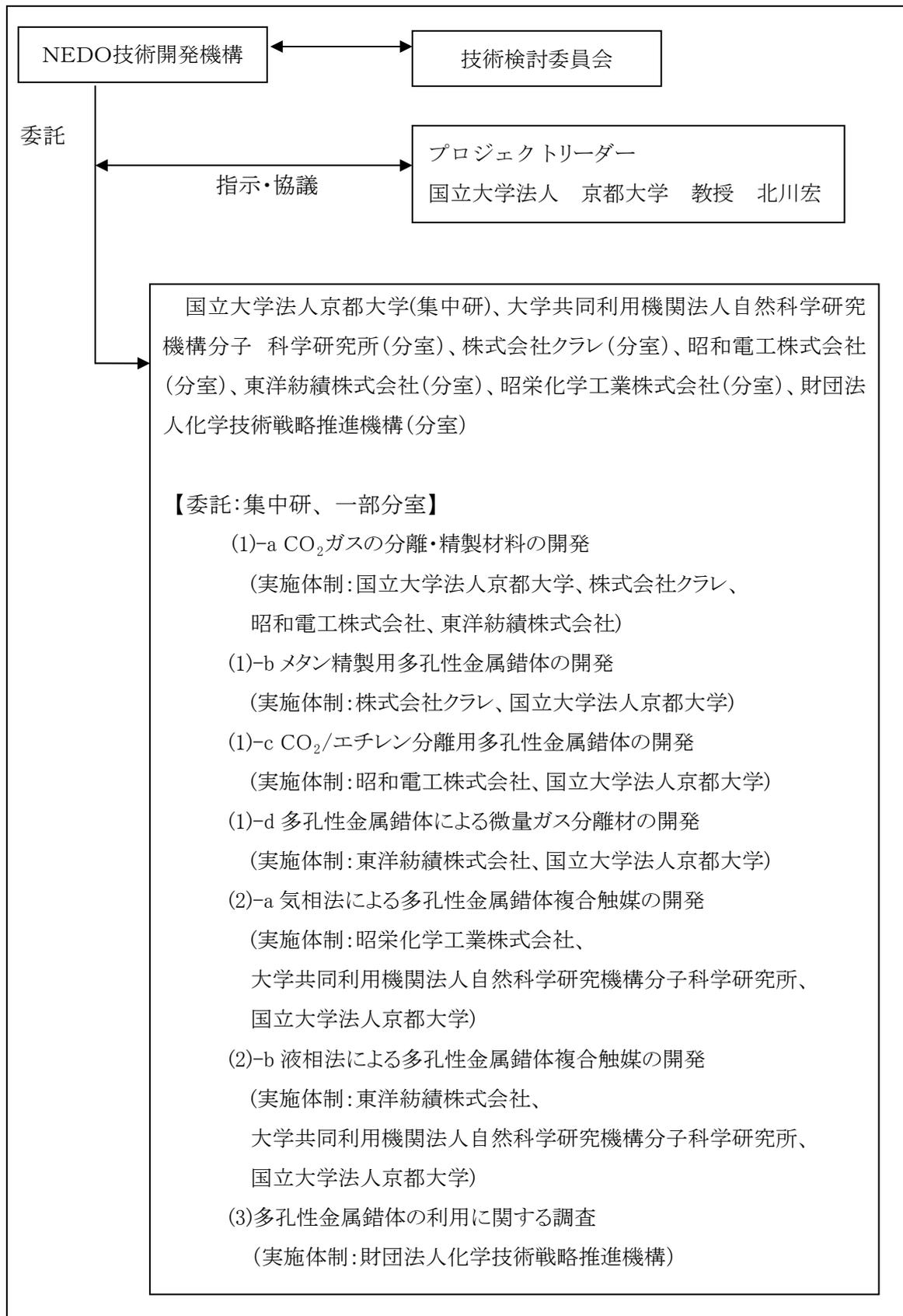
(触媒を用いる革新的ナフサ分解プロセス基盤技術開発)



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)



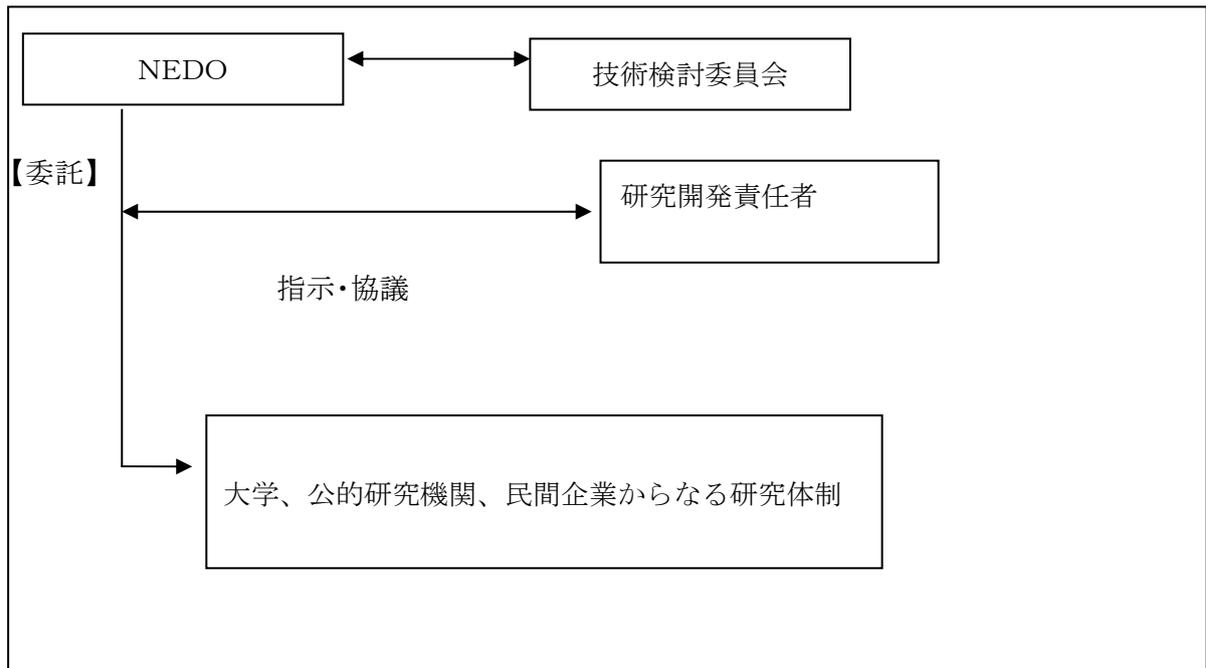
研究開発項目③-3 「資源生産性を向上できる革新的プロセス及び化学品の開発」  
(副生ガス高効率分離・精製プロセス基盤技術開発)



平成21年度採択テーマ（新規）

下記の研究開発テーマについて、一般公募により、大学、公的研究機関、民間企業により委託して実施する。

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」



(別紙2) 研究開発目標

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)

(1) 高活性、高選択性かつ再生可能な新規な固定化触媒プロセスの開発:

中間目標(平成 21 年度末)

反応率70%以上、選択率70%以上、金属漏出15ppm以下、触媒回収90%以上。

最終目標(平成 23 年度末)

研究開発目標は反応率80%以上、選択率90%以上、金属漏出2ppm以下、触媒回収98%以上。

(2) 新規な固定化触媒の生産:

中間目標(平成 21 年度末)

ラボスケール装置により、生産量 0.1kg以上を達成する。

最終目標(平成 23 年度末)

生産量 10kg日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。

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)

(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

中間目標(平成 21 年度末) :

水層にとけ込む触媒量が 1%以下。

最終目標(平成23年度末) :

水層にとけ込む触媒量が0.1%以下

(実液を用いた場合のシステム排水 TOC 濃度 400ppm 以下に相当)

(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

中間目標(平成 21 年度末) :

金属漏出 0.1%以下(製品への金属混入 1ppm 以下)、触媒回転数 5 万回以上、

反応率 95%(大豆リン脂質類)、反応率 99%以上(スクワラン類)、反応率 95%以上(油脂類)、

240 時間以上の連続運転

目標生産量:100kg/日(φ 50mm 連続フローリアクター複数本)

目標触媒製造量(>1kg/1 バッチ、50~100kg/年)

最終目標(平成23年度末) :

金属漏出 0.1%以下(製品への金属混入 1ppm 以下)、触媒回転数:5 万回以上、

触媒価格 ¥50,000/kg 以下

(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

中間目標(平成 21 年度末) :

金属漏出 3%以下、触媒回収 95%、反応率 80%、選択率 90%

最終目標(平成23年度末) :

金属漏出 1%以下、触媒回収 99%、反応率 85%、選択率 95%

(4)アクア・固定化触媒基盤技術開発

中間目標(平成 21 年度末) :

収率 70%以上、選択率 70%以上、金属回収率 95%以上。

最終目標(平成23年度末) :

収率 80%以上、選択率 90%以上、金属回収率 98%以上

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)

②-1-1 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

(1)高活性、高選択性かつ再生可能な新規な固定化触媒プロセスの開発:

中間目標(平成 21 年度末)

反応率 70%、選択性 70%、溶出金属回収率 90%以上。

最終目標(平成 23 年度末)

反応率 80%、選択性 90%、溶出金属回収率 98%以上。

(2)新規な固定化触媒の生産:

中間目標(平成 21 年度末)

ラボスケール装置により、生産量 0.1kg~10kg/日以上を達成する。

最終目標(平成 23 年度末)

生産量 10kg~数十kg/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。

②-1-2 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

(1)高性能触媒による高活性、高選択性酸化触媒プロセスの開発:

中間目標(平成 21 年度末)

オレフィン類やケトン類に対する選択酸化触媒プロセスを開発する。なお、オレフィン類の選択酸化反応では反応率 70%以上、選択率 70%以上、ケトン類の選択酸化反応では反応率 60%以上、選択率 70%以上とする。

最終目標(平成 23 年度末)

オレフィン類やケトン類に対して高活性、高選択性を有する酸化触媒プロセスを開発する。なお、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%以上とする。

## (2) 高性能触媒の生産

### 中間目標(平成 21 年度末)

ラボスケール装置により、生産量 0.1kg~10kg/日以上を達成する。

### 最終目標(平成 23 年度末)

生産量 10kg~数十kg/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。

なお、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を確立すること。

## 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)

### ③-1-1 高性能触媒による高収率、高選択プロセスの開発

#### 中間目標(平成23年度末)

- 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、再生後の初期活性 90%以上を達成する。

#### 最終目標(平成 25 年度末)

- 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。

### ③-1-2 高性能触媒の生産

#### 中間目標(平成23年度末)

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。

#### 最終目標(平成 25 年度末)

国内外で稼動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:1kg/日以上を達成し、実証規模プロセスの概念設計を行う。

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。

なお、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を確立すること。

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)

### ③-2-1 分離膜製造基盤技術及び分離膜評価技術の開発

#### (1) 分離膜製造基盤技術

イソプロピルアルコール脱水用:

中間目標(平成 23 年度末)

現行の市販無機膜の水の透過度が $1\sim 8\times 10^{-9}$  mol/(m<sup>2</sup> s Pa)であるのに対し、同透過度が $8\times 10^{-8}$  mol/(m<sup>2</sup> s Pa)、分離係数 100 以上の分離膜を工業的に製造できる技術を開発する。

最終目標(平成 25年度末)

水透過度が $2\times 10^{-7}$  mol/(m<sup>2</sup> s Pa)、分離係数 200 以上の分離膜を工業的に製造できる技術を開発する。

また併せて、研究開発項目③-2-2で開発される多チャンネル型管内壁の内部表面上に規則性ナノ多孔体薄膜を製膜することにより分離膜を製造する技術を開発する。

酢酸脱水用:

中間目標(平成 23 年度末)

水透過度 $8\times 10^{-8}$  mol/(m<sup>2</sup> s Pa)、水と酢酸の分離係数が 50 以上であり、耐酸性を有する規則性ナノ多孔体化合物を見出し、製膜できる技術の目処を付ける。

最終目標(平成 25年度末)

水透過度 $2\times 10^{-7}$ mol/(m<sup>2</sup> s Pa)、水と酢酸の分離係数が 100 以上であり、耐酸性を有する規則性ナノ多孔体化合物を見出し、製膜できる技術を確立する。

#### (2) 分離膜評価技術

中間目標(平成 23 年度末)

- ・膜組織と分離特性の関係、および膜組織と合成条件の関係を明らかにする。
- ・開発材の支援を可能とする評価法を確立する。
- ・分離特性を支配する構造欠陥を評価するための評価法を確立する。

最終目標(平成 25年度末)

- ・評価技術を高度化し、より微細な構造解析を可能とする技術を確立する。
- ・実環境評価によって試作材に関する技術課題を抽出し、それらを解決するための指針を示す。

### ③-2-2 分離膜用セラミックス多孔質基材の開発

### (1)セラミックス多孔質基材の開発

#### 中間目標(平成 23 年度末)

- ・ 水熱法等のケミカルプロセスによる分離膜製膜技術、およびイソプロピルアルコール及び酢酸の脱水プロセス条件下で大幅な強度劣化の生じない多孔質材料を開発する。
- ・ 目標分離性能を実現する分離膜を担持可能な細孔径、蒸気透過性、表面平滑性、耐化学特性を有する基材を開発する。

#### 最終目標(平成 25年度末)

- ・ イソプロピルアルコール及び酢酸の脱水分離膜として長期使用した際に、大幅な強度劣化が生じない多孔質材料を開発する。

### (2)多チャンネル型セラミックス多孔質基材の開発

#### 中間目標(平成 23 年度末)

- ・内管表面構造を制御する製造技術を開発する。
- ・多チャンネル型基材 長さ1m(管状 外径 30mm)当たり0.2 m<sup>2</sup>の膜面積を実現する。

#### 最終目標(平成 25年度末)

- ・種結晶が均一に付着しやすい内管表面構造を有する多チャンネル型基材の製造技術を開発する。
- ・多チャンネル型基材 長さ1m(管状 外径 30mm)当たり0.3m<sup>2</sup>の膜面積を実現する。

## ③-2-3 モジュール化技術の開発

### (1)管状基材を用いたモジュール化技術

#### 中間目標(平成 23 年度末)

マルチエレメントモジュールを想定し、モジュール化した際に、研究開発項目③-2-1、③-2-2で開発する分離膜性能(透過度、分離係数)を最大限に引き出すためのマルチエレメント格納容器の設計をし、その構造実現に必要な要素技術を見極める。

#### 最終目標(平成 25年度末)

検討項目③-2-1で開発する分離膜特性(透過度、分離係数)の60%以上を有するモジュール製造のための基盤技術を確立する。

### (2)多チャンネル型基材を用いたモジュール化技術

#### 中間目標(平成 23 年度末)

使用条件に耐えるシール材料を選定する。

#### 最終目標(平成 25年度末)

管状型分離膜と同等のシール性能を確認する。

### (3)膜分離解析モデル・シミュレーターの開発

#### 中間目標(平成23年度末)

- ・ 分離膜の簡易的な1次元モデル・シミュレーターを開発する。
- ・ 膜モジュールシミュレーター開発のベースとなる3次元解析用モデルを開発する。

#### 最終目標(平成25年度末)

- ・ 膜モジュールの設計手法を開発し、設計ツールを開発する。
- ・ 管状型膜モジュールシミュレーター及び多チャンネル型膜モジュールシミュレーターを開発する。

#### ③-2-4 試作材の実環境評価技術の開発

##### (1)実環境評価検討

#### 中間目標(平成 23 年度末)

- ・ 開発する分離膜モジュールの性能を十分に引き出せるサイズを確定し、配置場所、流体の流路方向、気体状態を維持するための効率的な保温、液体発生時の対策等を考慮し、モジュールの製造とリンクさせた実環境試験フローを設計する。

#### 最終目標(平成 25年度末)

- ・ 200 時間連続運転によるモジュールの耐用性能評価を可能とするシステムを開発し、実用化のための技術課題を抽出する。
- ・ プロセスシミュレーションにより、膜分離システムを組み込んだ分離プロセスを提案する。

##### (2)プロセスシミュレーターの開発

#### 中間目標(平成 23 年度末)

- ・ 既存の蒸留システムに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。

#### 最終目標(平成25年度末)

- ・ 既存の蒸留システムとのエネルギー効率、コストの比較を容易に行えるようなシステムを開発する。
- ・ プロセスシミュレーターを用いて、イソプロピルアルコール系を対象として最適な高効率・低コスト分離プロセスを設計する。

なお、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を確立すること。

#### 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)

#### ③-3-1 副生ガスの分離・精製材料開発

#### 中間目標(平成 23 年度末)

副生ガスの分子サイズに合わせた多孔性金属錯体等の分子設計を行い、副生ガスとしてのCO<sub>2</sub>等を高濃度(95%以上)に濃縮でき、かつ高選択に分離する材料を開発する。具体的には、現在実用されているゼオライト、活性炭等の分離材料に比べて低い操作エネルギーで高選択的に副生ガス(CO<sub>2</sub>等)を吸着・脱離できる新規材料(副生ガスの吸着エネルギーが 40kJ/mol以下、分離度(吸着相と気相における

目的成分のモル分率比)が 150 以上である材料)を開発する。

#### 最終目標(平成 25 年度末)

副生ガスの分子サイズに合わせた多孔性金属錯体等の分子設計を行い、副生ガスとしてのCO<sub>2</sub>等を高濃度(99.9%以上)に濃縮でき、かつ高選択分離する材料を開発する。具体的には、現在実用されているゼオライト、活性炭等の分離材料に比べて低い操作エネルギーで高選択的に副生ガス(CO<sub>2</sub>等)を吸着・脱離できる新規材料(副生ガスの吸着エネルギーが 30kJ/mol以下、分離度(吸着相と気相における目的成分のモル分率比)が 300 以上である材料)を開発する。

### ③-3-2 副生ガスによるグリーンプロセス技術

#### 中間目標(平成 23 年度末)

95%以上に濃縮された副生ガスを原料として、目的生成物の選択率が 60% 以上となる化学プロセスに関する試設計を行う。

#### 最終目標(平成 25 年度末)

99.9%以上に濃縮された副生ガスを原料として、目的生成物の選択率が 80% 以上となる化学プロセスに関する試設計を行う。

なお、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を確立すること。

### 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」

#### (1) 化学品原料の転換・多様化プロセス技術開発

#### 最終目標 (平成 22 年度末)

##### ④-1 気体原料の高効率利用技術の開発

- ・省エネルギー・高効率利用技術の可能性の実証

##### 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

- ・省エネルギー・高効率合成プロセスの可能性の実証

##### ④-3 高機能化部材製造プロセスの開発

- ・新規ポリマー製造プロセスの可能性の実証
- ・新規の材料化プロセスの可能性の実証

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を確立することとする。

なお、本研究テーマは「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）」の一環で短期間に実施するため、詳細な目標については採択者が決定した後、NEDO、研究開発責任者及び採択者との間で協議の上、実施期間において実現可能な課題を定めるものとする。