

平成26年度実施方針

環境部

電子・材料・ナノテクノロジー部

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項第一号ニ及び第二号

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伴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、更に廃棄物の減容化、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、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とおりである。

【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。
 - ・ライフサイクルにわた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。
 - ・ライフサイクルにわた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。
 - ・ライフサイクルにわた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。
- ・ライフサイクルにわた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。

4. 実施内容及び進捗（達成）状況

4. 1 平成25年度までの委託事業内容

本研究開発では、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、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てきた。特に平成25年度は、石油化学品合成、生成物分離、副生ガス分離、工場廃水処理など、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」を委託により実施した。

【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

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

北海道大学大学院工学研究院教授の増田隆夫氏をプロジェクトリーダーとし、以下の研究開発を実施した。

平成25年度はプロジェクト最終年度に当たるため、従来からのプロジェクト目標に加え、より実用化を目指した自主開発目標を掲げ、開発を実施した。

高性能ゼオライト触媒の開発では、基本骨格構造をZSM-5に絞り込み、反応成績、反応及び再生時の触媒劣化抑制等の総合的観点から評価し、2つの収率目標であるC₂+C₃オレフィン生成用とC₂~C₄オレフィン+BTX生成用の最終触媒を各々1種類ずつ選定した。この触媒を外注により大量製造し、更に触媒成形技術開発の成果を踏まえて実用化に即した粒状触媒として評価し、プロジェクト目標及び自主開発目標の達成を確認した。また、この触媒を用いた反応機構、コーク生成機構の解析、反応速度・再生速度解析を実施し、劣化を抑制する反応・再生条件の検討を実施した。さらに、ZSM-5を安価に合成し、加えて触媒の活性点分布を制御するための構造規定剤の検討や活性劣化抑制のための触媒結晶サイズの検討等を実施した。

触媒成形技術開発においては、賦孔剤の検討などにより、触媒強度を確保しつつ触媒劣化抑制に影響のあるメソ孔を生成させる成形条件を検討し、その成果を上記の触媒反応評価に反映した。

プロセス設計においては、上記の最終触媒の反応データに基づき、収率シミュレータのアップデータを図るとともに、経済性を評価するパラメータの検討を実施した。

(実施体制：触媒技術研究組合、国立大学法人東京工業大学、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

早稲田大学理工学術院先進理工学研究科教授の松方正彦氏をプロジェクトリーダーとし、以下の研究開発を実施した。

「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、結晶成長過程の解明、及び透過挙動の解析を行い、より高性能な膜の合成に対する合理的指針を検討した。また多チャンネル型支持体の製膜技術検討を行った。さらに、再現性の向上等、膜の工業的製法について検討した。

「分離膜用セラミックス多孔質基材の開発」については、基材の高性能化及び熱・機械的特性と多チャンネル型支持体の改良により、工業的製法を検討した。

「モジュール化技術の開発」については、マルチエレメント型モジュール構造設計及び高効率化の検討を行うとともに、高濃度領域への IPA 濃縮が可能であることを実験で検証した。

「試作材の実環境評価技術の開発」については、連続試験 200 時間超と膜性能の最終目標値である透過度 $2 \times 10^{-7} \text{ mol} / (\text{m}^2 \text{ s Pa})$ 、分離係数 200 以上を実環境試験で達成するとともに、膜性能に関するエンジニアリングデータ等を収集した。さらに、得られたエンジニアリングデータを用いた性能解析を行い、膜分離システムを組み込んだプロセスの最適化を検討した。

(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、JX 日鉱日石エネルギー株式会社、一般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

京都大学大学院理学研究科教授の北川宏氏をプロジェクトリーダーとし、以下の研究開発を実施した。

分離・精製材料の開発では、最終目標として定めた CO_2 等の副生ガスに対する高い分離性能を持つ多孔性金属錯体 (PCP) の材料開発及びプロセス開発を継続して実施した。アカデミアでは PCP の耐水性を決定づける複数の因子を見出し、PCP の構造設計へ反映させた。各企業では混合ガス系において候補となる PCP を用いた耐久性評価を継続して実施すると同時に、実用化に向けた課題である PCP の量産化検討、吸着性能を維持した形態付与の検討、低コスト化に向けたプロセス設計等を実施した。

PCP 複合触媒の開発では、 CO_2 からの選択率 (電流効率) が 80% 以上で、シュウ酸、ギ酸等の含酸素化合物を効率的に生産する PCP 複合触媒を開発するという最終目標に対し、分子触

媒とPCPとの複合触媒の反応条件を最適化することによって選択率（電流効率）95%を達成した。また、二つ目の最終目標であるCO₂を原料とした化学プロセスに関する試設計を行うことに関して、工業化を視野に入れたPCP複合触媒の作製方法を検討し、得られたPCP複合触媒を用いたメタノール製造プロセスの検討を行った。

（実施体制：国立大学法人京都大学、株式会社クラレ、昭和電工株式会社、東洋紡株式会社、昭栄化学工業株式会社）

4) 微生物触媒による創電型廃水処理基盤技術開発

東京大学先端科学技術研究センター教授の橋本和仁氏をプロジェクトリーダーとし、以下の研究開発を実施した。

カソード触媒については大量製造法を確立するとともに、この触媒の白金系触媒に対する優位性を明らかにした。さらに、触媒解析結果に基づき、コスト的にはまだ高価であるものの、性能が向上したカソード触媒の開発に成功した。また、カソード電極に撥水性を付与する新たな材料及び製造方法を開発し、実証試験に使用できる実用的カソード電極の製法を確立した。

アノード電極については、当初想定していたカーボン系材料に代わる安価で実用的な材料の開発に成功し、従来のカーボン系材料と同等レベルの発電性能・処理性能を確認した。

アノード電極及びカソード電極については、更なる製造コストの低減を目的として、それぞれ新たな手法の開発に着手した。

微生物制御技術の開発では、実証試験で対象とする工場廃水が含有する主要有機物について、発電に至る代謝経路とそれに関わる微生物種を特定した。

効率化システムの開発では、クーロン効率を向上できる装置改良方法を確認した。また、膜分離法の適用可能性を小型装置で確認した。

実証試験については、安価で実用的なセパレーター及び集電体を開発し、装置設計に向けた検討を開始した。実証試験で使用する工場の実廃水でも、模擬廃水と同様に廃水処理が進み、また同等の発電が起こることを確認した。

（実施体制：国立大学法人東京大学、学校法人東京薬科大学、積水化学工業株式会社、パナソニック株式会社、（再委託先）国立大学法人神戸大学）

4. 2 実績推移

	20年度	21年度	22年度	23年度	24年度	25年度
実績額推移						
一般会計（百万円）	（600）	1,684	4,623	2,361	1,060	—
需給会計（百万円）	—	—	—	1,075	1,034	865
特許出願件数（件）	3	18	90	70	59	26

論文発表数（件）	11	4	109	86	80	30
学会発表等（件）	22	18	390	298	263	108

ただし、20年度の実績額は経済産業省直轄事業
平成25年度実績は予定分含む

5. 事業内容

平成26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26年度委託事業内容

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、継続して研究開発を実施する。

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) 微生物触媒による創電型廃水処理基盤技術開発

東京大学先端科学技術研究センター教授の橋本和仁氏をプロジェクトリーダーとし、以下の研究開発を実施する。

平成26年度上期を完成目標とし1立方メートル程度の実証試験設備の設計・製作を行った後、工場廃水を用いた運転を開始する。実証試験によって技術課題を抽出し、必要に応じてそれらを解決するために装置や電極の改良を行う。

実証試験と並行して、アノード電極及びカソード電極のコストダウン手法の開発や、カソード電極のコストダウンに資するカソード触媒の開発を継続する。また、アノード電極のコストダウン及び運転制御方法の確立に必要な微生物代謝経路解析や、装置の前後工程も含めた効率化システムの開発も継続して実施する。

（実施体制：国立大学法人東京大学、学校法人東京薬科大学、積水化学工業株式会社、パナソニック株式会社、（再委託先）国立大学法人神戸大学）

5.2 平成26年度事業規模（予定）

需給勘定 200百万円（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 評価

NEDOは、技術的及び政策的観点から、研究開発の意義、目標達成度、成果の技術的意義並びに将来の産業への波及効果等について、外部有識者による研究開発項目③-1)～3)の事後評価を平成26年度に実施する

6. 2 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、研究体ごと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他、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. 3 複数年度契約の実施

③-4) について、平成24～27年度の複数年契約とする。

6. 4 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。

7. スケジュール

平成26年9月～平成27年3月・・・技術検討委員会(予定)

平成26年9月頃・・・研究開発項目③-1)～3) 事後評価

8. 実施方針の改訂履歴

(1) 平成26年2月、制定。

(別紙1)

平成26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③-4) 「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」

(微生物触媒による創電型廃水処理基盤技術開発)

