

平成27年度実施方針

環境部

1. 件名：（大項目）二酸化炭素原料化基幹化学品製造プロセス技術開発

2. 根拠法

国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構法第十五条第1項第一号ロ及び第二号

3. 背景及び目的・目標

日本の化学産業は出荷額約40兆円、従業員数約88万人を擁する我が国の一大産業であり、高い技術力と国際競争力を誇る製品を多数生み出している。その一方で、同産業は基幹化学品から機能性化学品まで様々な化学品の原料としてナフサ等の化石資源を大量に消費し、二酸化炭素（CO₂）排出量においても産業分野の約17%を占めている。近年、地球温暖化が懸念され、輸入に頼る石油の価格上昇や枯渇リスクに直面する中、化学品製造における革新的イノベーションの実現により、こうした課題を乗り越えていくことが急務になっている。将来的に化石資源の供給リスクを克服し、かつ、持続可能な低炭素社会を実現していくためには、太陽エネルギー等の非化石エネルギーを活用し、化石資源に頼らない水素の製造技術やCO₂を炭素源とする化学品の製造技術が必要であり、本事業はこれら技術の確立を目指すもので、我が国化学産業の将来の成長の糧となるイノベーションを創出する未来開拓研究プロジェクトの一つとして実施されているものである。

このような背景の下、本事業は、「環境エネルギー技術革新計画」（平成25年9月13日、内閣府総合科学技術会議）において、環境・エネルギー制約の解決と経済成長に必要な推進すべき革新的技術の一つとして、新たに追加されたところであり、また、「科学技術イノベーション総合戦略」（平成25年6月6日、内閣府総合科学技術会議）において、クリーンで経済的なエネルギーシステム実現のために重点的に取り組むべき技術開発に位置付けられるものである。

本事業では、高効率の光触媒を用いて太陽エネルギーにより水から水素を製造（ソーラー水素）し、高効率分離膜により生成する水素を分離・精製して、更にソーラー水素とCO₂を原料として高効率合成触媒を用いてプラスチック原料等の基幹化学品を製造する一連のプロセスを想定し、その触媒及び分離膜、反応プロセス等を研究開発する。これらの開発により、CO₂排出量の削減や化石資源に依存しない原料による基幹化学品の製造に大きく貢献する。

具体的には下記の開発を実施する。

- ①ソーラー水素等製造プロセス技術開発
- ②二酸化炭素資源化プロセス技術開発

[委託事業]

研究開発項目①「ソーラー水素等製造プロセス技術開発」

最終目標（平成33年度末）

- ・光触媒等のエネルギー変換効率10%を達成する。
- ・小型フロー式でエネルギー変換効率を最大限引き出し、長期耐久性も兼ね備えたモジュールを設計する。
- ・水素を安全に分離可能な長期耐久性も兼ね備えたモジュールを設計する。

中間目標（平成26年度末）

- ・光触媒等のエネルギー変換効率（太陽エネルギーが水素等の生成に寄与する率）1%を達成する。
- ・光触媒等のエネルギー変換効率を最大限引き出すモジュール化に向けた技術課題の抽出を行う。
- ・水素と窒素系で高い透過係数を持つ複数の分離膜を開発し、水素・酸素分離膜候補を抽出する。

中間目標（平成28年度末）

- ・光触媒等のエネルギー変換効率3%を達成する。
- ・光触媒等のモジュール化の個別要素技術を確立する。
- ・水素・酸素系での分離膜性能を確認し、分離膜を確定する。また、安全に分離できるモジュールの仕様を明確にする。

中間目標（平成31年度末）

- ・光触媒等のエネルギー変換効率7%を達成する。
- ・小型バッチ式でエネルギー変換効率を最大限引き出すモジュールを設計する。
- ・モジュールベースで水素を安全に分離する技術を確立する。

研究開発項目②「二酸化炭素資源化プロセス技術開発」

最終目標（平成28年度末）

- ・投入された水素又は二酸化炭素由来の炭素のオレフィンへの導入率として80%（ラボレベル）を達成する。
- ・小型パイロット規模でのプロセスを確立する。

中間目標（平成26年度末）

- ・投入された水素又は二酸化炭素由来の炭素のオレフィンへの導入率として70%（ラボレベル）を達成する。
- ・プロセスのコストシミュレーションによる反応プロセスの最適化を行い、小型パイロットの仕様を確定する。

[調査項目] 「化学品原料として利用可能な水素製造技術に関する検討」

4. 実施内容及び進捗（達成）状況

4. 1 平成26年度までの委託事業内容

三菱化学株式会社の瀬戸山 亨 執行役員・フェロー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。また、平成26年8月に中間評価を実施し、本事業で開発するプロセスは、化石資源への依存性の低減と二酸化炭素の排出量削減という課題の解決に対して意義があるとの高い評価を受けた。

① ソーラー水素等製造プロセス技術開発

①-a) 光触媒や助触媒及びこれらのモジュール化技術等の研究開発

光触媒の吸収波長の長波長化及び光触媒の低欠陥化については、平成25年度に引き続き、波長600～700nmに吸収端を持つ材料系を中心に組成制御と高品質化を行った。また、モジュール化を視野に入れ、重点的に研究開発を行う光触媒系の抽出を図った。

光触媒と助触媒の界面の設計等においては、助触媒材料の探索や性能向上の検討の継続に加え、光触媒と助触媒との良質界面形成に有効なコンタクト層の材料探索及びプロセス検討を行った。さらに、助触媒の共担持法や非対称修飾法を検討した。

大表面積と物質拡散性を両立するモジュールの設計等については、平成25年度に引き続き、モジュール化に向けた課題対応策の検討を継続するとともに、分離膜モジュールとの連結整合性についての検討を実施した。

光触媒、助触媒、モジュールの検討結果を総合して光触媒パネルの基本構成要素となる簡易型セルを試作し、疑似太陽光照射下で、平成26年度の間目標である太陽エネルギー変換効率1%を達成し、光触媒のエネルギー変換効率を最大限に引き出すモジュール化に向けた技術課題の抽出についても達成した。

①-b) 水素分離膜及びモジュール化技術等の研究開発

水素分離膜の研究開発においては、平成25年度までの検討結果を踏まえて、安全性を考慮して水素と酸素代替の窒素との混合ガス系で高い透過係数を持つ複数の分離膜（ゼオライト系、シリカ系、炭素系）を開発し、単独使用又は組合せ使用の双方を考慮して水素・酸素分離材料候補を抽出し、平成26年度の間目標を達成した。

分離膜のモジュール化技術の研究開発において、水素と酸素を含む爆発範囲外の混合ガスから水素を安全に分離する爆発範囲外方式では、試作したモデルモジュールを用いてモデル混合ガスの分離評価を行い、最適なモジュール基本形状を確認した。爆発が拡大しない安全機構を備えた装置と分離膜を用いて水素と酸素の混合ガスから水素を安全に分離する着火非拡大方式では、モデルモジュールを試作してガスフロー試験を行い、本分離方式の適用可能性を確認した。

② 二酸化炭素資源化プロセス技術開発（プラスチック原料等基幹化学品への変換触媒）

合成触媒等の開発においては、平成25年度に引き続き、低級オレフィン高選択性F T合成反

応、F T合成反応／クラッキング反応、メタノール合成／M T O反応の各方式について触媒改良と評価を実施し、平成26年度の間目標の収率70%を達成した。また、次のステップである小型パイロット試験に向けた触媒及び反応条件を確定し、小型パイロット装置の設計に必要なデータを取得した。

反応プロセスの最適化及び小型パイロットでの実証等においては、触媒開発のデータを用いて反応シミュレータの精度アップを図り、小型試験装置ベースにおける反応シミュレータを完成させた。プロセスシミュレーションによって、上記の3方式の反応プロセスから最適な反応プロセスを選定して小型パイロットの仕様を確定することにより、平成26年度の間目標を達成した。

4.2 実績推移

	24年度	25年度	26年度
実績額推移			
① 一般会計（百万円）	1,400（経済産業省）	1,438（経済産業省）	—
② 需給会計（百万円）	—	—	1,450
特許出願件数（件）	3	13	24
論文発表数（件）	0	3	5
学会・フォーラム等（件）	0	18	41

ただし、平成24、25年度の実績額は経済産業省直轄事業。

平成26年度実績は予定分含む。

5. 事業内容

三菱化学株式会社の瀬戸山 亨 執行役員・フェローをプロジェクトリーダーとして、以下の研究開発を実施する。

5.1 平成27年度委託事業内容

研究開発項目① ソーラー水素等製造プロセス技術開発

①-a) 光触媒や助触媒及びこれらのモジュール化技術等の研究開発

光触媒については、平成26年度までの成果を基にして、モジュール化を視野に入れて重点的に研究開発を行う材料系候補の絞り込み及び合成方法の最適化に着手する。また、光触媒の活性劣化の要因について、実験とシミュレーションの両方からの解明に着手し、光触媒の寿命についての数値目標の策定につなげる。

光触媒と助触媒の界面の設計等においては、候補となる光触媒材料系に対して最適な助触媒材料系の探索や性能向上を検討する。同時に、光触媒と助触媒との良質界面形成を目指したコンタクト層の材料探索及びプロセス検討を継続し、コンタクト層を含めた光触媒への助触媒材料の担持方法の確立を目指す。

光触媒モジュールの設計等については、分離膜モジュールとの連結整合性を考慮して研究開発を進める。具体的には、光触媒モジュールの最小単位となる光触媒パネル及びパネルを装着した反応器全体について、光触媒の性能を維持しかつ安全性を考慮した構造及び構成の探索を継続する。

また、光触媒及びそのモジュール等について、文献及び特許情報等を基に技術動向調査を実施し、研究開発に役立てる。

①－b) 水素分離膜及びモジュール化技術等の研究開発

水素分離膜では、ゼオライト系、シリカ系、炭素系のそれぞれの膜材料系において、単独使用又は組合せ使用の双方を考慮して抽出した高い透過係数を持つ候補材料について、実際の使用条件に近い水蒸気存在下における分離性能の劣化要因の解明を図り、分離条件に応じた定量的な分離性能の目標設定につなげる。

分離膜のモジュール化技術において、爆発範囲外方式及び着火非拡大方式の2つの分離方式について、昨年度までの成果として得られた基本形状等を基にしたモジュールの試作と、単成分ガスまたは混合ガスのフロー試験を継続して行い、モジュール構造及び仕様の明確化を図る。

また、分離膜及びそのモジュール等について、文献及び特許情報等を基に技術動向調査を実施し、研究開発に役立てる。

なお、実施体制の変更として、研究開発項目①－a)及び①－b)において平成27年度から国立研究開発法人産業技術総合研究所の安全科学研究部門を共同実施先に加える。また、研究開発項目①－b)において、東京大学との共同実施は平成26年度で終了する。

研究開発項目② 二酸化炭素資源化プロセス技術開発（プラスチック原料等基幹化学品への変換触媒）

低級オレフィン高選択性F T合成反応、F T合成反応／クラッキング反応の2つの方式においては、副生するCO₂の抑制による収率向上を目指した触媒及びプロセスの改良を継続し、基盤技術の確立を目指す。メタノール合成／MTO反応方式において、プロセスの改良と合わせて、工業化を視野に入れて触媒の大量製造方法について検討する。

平成26年度までの成果を踏まえて上記の3方式から小型パイロット検討を決定したプロセスについて、小型パイロット設備の製作及び設置を行う。

また、合成触媒及びそれを用いたプロセス等について、文献及び特許情報等を基に技術動向調査を実施し、研究開発に役立てる。

調査項目 「化学品原料として利用可能な水素製造技術に関する検討」において、化学品の原料となる水素に関して、その製造方法の技術的内容、国内外における製造量とその将来動向、製造コスト等を調査・整理し、現行のプロジェクトの円滑な推進に活用する。

5. 2 平成27年度事業規模（予定）

委託事業

需給勘定

1, 640百万円（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

（1）評価の方法

NEDOは、技術的及び産業技術政策的観点から、研究開発の意義、目標達成度、成果の技術的意義及び将来への波及効果等について、外部有識者による研究開発の中間評価を平成28年度に実施する。

（2）研究開発の運営管理

NEDOは、主としてプロジェクトリーダーを通して研究開発実施者と緊密に連携し、研究開発の進捗状況を把握する。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、運営管理に反映する。また、優れた研究成果を上げるために、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。さらに、外部有識者で構成する技術検討委員会を組織し、定期的に技術評価を受け、目標達成の見通しを常に把握することに努める。

（3）複数年度契約の実施

本事業は、平成26年度の単年度契約を期間延長し、平成28年度までの複数年度契約を行う。

（4）知財マネジメントに係る運用

「NEDOプロジェクトにおける知財マネジメント基本方針」に従ってプロジェクトを実施する。

7. スケジュール

平成27年9月～平成28年3月・・・技術検討委員会（予定）

8. 実施方針の改訂履歴

（1）平成27年2月、制定。

（2）平成27年6月、調査項目の追加、法人名称等の変更に伴う改訂。

（3）平成27年8月、事業実施体制の一部追加に伴う改訂。

(別紙) 平成27年度「二酸化炭素原料化基幹化学品製造プロセス技術開発」
事業実施体制

