

平成29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、我が国の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2016」（平成28年4月19日、内閣府総合科学技術・イノベーション会議、平成28年5月24日、閣議決定）において、エネルギーシステム全体を横断して各分野の機能を維持・向上し、大幅な省エネルギーへ貢献する重要な技術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、さらにソーラー水素と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33年度末）

- ・投入された水素又は二酸化炭素由来の炭素の目的とする炭素数2、3、4の単独オレフィンへの導入率として、それぞれ70%（ラボレベル）を達成する。
- ・目的とする単独オレフィン製造用の小型パイロット規模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

トの仕様を確定する。

中間目標（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31年度末）

- ・投入された水素又は二酸化炭素由来の炭素の目的とする炭素数2、3、4の単独オレフィンへの導入率として、それぞれ50%（ラボレベル）を達成する。
- ・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、目的とする単独オレフィン製造用の小型パイロットの仕様を確定する。

4. 実施内容及び進捗（達成）状況

プロジェクトマネージャーにNEDO 環境部 服部 孝司主査を任命して、プロジェクトの進行全体の企画・管理を担当させ、そのプロジェクトに求められる技術的成果及び政策的効果を最大化させた。

三菱ケミカル株式会社の瀬戸山 亨 執行役員・横浜研究所 瀬戸山研究室長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。

4. 1 平成28年度委託事業内容

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27年度に引き続き、各材料系において組成制御と高品質化の検討を行った。具体的には、波長500～600nmに吸収端を持つ材料系の知見を利用して、波長600～700nm以上に吸収端を持つ材料系の検討、最適化を継続し、平成28年度の間目標である太陽エネルギー変換効率3%を達成した。また、光触媒活性劣化の要因についての解析を継続し、平成27年度に策定した光触媒寿命の数値目標を達成した。さらに、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をある程度絞り込んだ。

光触媒と助触媒の界面の設計等については、平成27年度に引き続き、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と同時に、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図った。

光触媒モジュールの設計等については、平成27年度に引き続き、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た。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と構成の検討を継続した。モジュール化のための個別要素技術の確立を図り、小面積モジュールを試作した。

また、光触媒、そのモジュール等について、文献、特許情報等をもとに技術動向調査を実施し、

研究開発に役立てた。

① ー 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ついては、平成27年度までの結果を踏まえ、ゼオライト系、シリカ系、炭素系のそれぞれの膜材料系について、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の更なる高性能化のための改良を継続して行った。これにより、平成27年度に設定した分離性能の目標を達成する分離膜の候補材料を確定した。

分離膜のモジュール化技術については、爆発範囲外方式及び着火非拡大方式の2つの分離方式に関して、昨年度まで検討を行ってきたモジュール基本形状等に、分離膜候補材料の性能を反映させた。それにより安全に水素と酸素の混合気体を分離できるモジュール構造及び仕様の明確化を図った。

また、分離膜、そのモジュール等について、文献、特許情報等をもとに技術動向調査を実施し、研究開発に役立てた。

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）

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つの方式については、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、実証化計画時に有用な触媒及びプロセス技術として、その基盤技術を確立した。

メタノール合成／MTO反応方式については、プロセスの改良と合わせて、工業化を考慮した触媒の大量製造方法の改良を行うとともに、小型パイロット設備の製作及び設置を完了し、次期パイロットプラントの設計に有用なデータの取得及びプロセス評価を完了した。

上記取り組みにより、投入された二酸化炭素由来の炭素のオレフィンへの導入率80%（ラボレベル）を達成するとともに、小型パイロット規模でのプロセスを確立した。

また、合成触媒、それをを用いたプロセス等について、文献、特許情報等をもとに技術動向調査を実施し、研究開発に役立てた。

4.2 実績推移

	24年度	25年度	26年度	27年度	28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	1,635	1,320
特許出願件数(件)	3	13	29	38	23
論文発表数(件)	0	3	9	10	8
学会・フォーラム等(件)	0	18	44	60	75

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28年度実績は予定分含む。

5. 事業内容

プロジェクトマネージャーにNEDO 環境部 服部 孝司主査を任命して、プロジェクトの進行全体の企画・管理を担当させ、そのプロジェクトに求められる技術的成果及び政策的効果を最大化させる。

三菱ケミカル株式会社の瀬戸山 亨 執行役員・横浜研究所 瀬戸山研究室長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。実施体制は別紙を参照のこと。

5. 1 平成29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28年度までにある程度絞り込んだ有望な材料系に関して、組成制御等による高品質化の検討を継続する。特に平成31年度の間目標である太陽エネルギー変換効率7%の達成を目指して、波長600nm以上に吸収端を持つ材料系に重点をおいた検討、最適化を開始する。さらに大規模展開可能な高品質調製法の検討にも着手する。

助触媒については、固体系助触媒系での材料探索、性能向上の検討を継続して行う。また助触媒と光触媒の界面の設計等については、有望な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探索及びプロセス検討を開始する。また光触媒寿命の数値目標を達成すべく、光触媒活性劣化の要因についての解析を継続して行う。

光触媒モジュールの設計等については、平成28年度に引き続き、光触媒材料系に依存しない技術課題への対応策の検討を実施する。合わせて分離膜モジュールとの連結整合性についての検討を継続し、光触媒パネルを装着した反応器全体の構造及び構成についての検討に着手する。また、各々の光触媒材料系を考慮した検討にも着手する。

また、光触媒を用いたソーラー水素製造に関して、引き続き特許情報を含む技術等の動向調査を実施し、合わせて実用化時の候補地等に関する検討に着手する。

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、単独使用又は組合せ使用の双方を考慮し平成28年度に抽出したゼオライト系、シリカ系、炭素系のそれぞれの膜材料系について、実際の使用環境等を想定した条件における更なる高性能化と、モジュール化を念頭においた製膜の検討に着手する。

分離膜のモジュール化技術については、爆発範囲外方式及び着火非拡大方式の2つの分離方式に関し、実際の使用環境等を想定した条件において安全に分離できるモジュールの構造及び仕様の検討に着手すると共に、光触媒モジュールとの接続についての課題の抽出に着手する。

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

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）

平成28年度までの開発で小型パイロット規模でのプロセスを確立したメタノール合成／MT
O反応プロセスについて、更なる技術開発を進める。

メタノール合成プロセスにおいては、CO₂原料及びCO原料からメタノール合成を高収率に行うため、反応一分離プロセス用の反応分離膜の評価と開発に着手する。また、合成プロセスの検討と、小型パイロットの改造検討に着手する。

MTO反応プロセスにおいては、炭素数2、3、4のオレフィンをそれぞれ目的別に合成するための検討を進める。具体的には目的とする単独オレフィン合成を行うための触媒の改良と、合成プロセス用反応分離膜の評価と開発に着手する。また、反応一分離プロセスの検討及び小型MTOパイロットの改造検討に着手する。

また、メタノール合成及び目的とする単独オレフィン製造プロセスに関連する合成触媒、反応分離膜等について、文献、特許情報等をもとに技術動向調査を実施し、研究開発に役立てる。

なお、富山大学との共同実施は平成28年度で終了する。

5. 2 平成29年度事業規模（予定）

委託事業

需給勘定

1, 500百万円（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、将来への波及効果等について、技術評価実施規程に基づき、プロジェクト評価を平成31年度に実施する。

（2）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31年度までの複数年度契約を行っ

ている。

(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

(1) 委員会

平成29年9月～平成30年3月・・・技術検討委員会（予定）

(2) 公募（研究開発項目②）

平成29年3月下旬・・・公募開始

平成29年3月下旬・・・公募説明会

平成29年4月下旬・・・公募締切

平成29年6月上旬・・・契約・助成審査委員会

平成29年6月中旬・・・採択決定

8. 実施方針の改訂履歴

(1) 平成29年1月、制定。

(2) 平成29年6月

- ・ 7. (2) 公募（研究開発項目②）のスケジュールを実績に変更。
- ・ 研究開発項目②の実施体制の決定に伴い実施者を（別紙）体制表に記載。
- ・ 三菱化学(株)の三菱ケミカル(株)への社名変更に伴い変更。
- ・ 三菱ケミカル(株)の組織変更に伴い、プロジェクトリーダーの所属を変更。
- ・ (別紙) 体制表 研究開発項目①-a に信州大学を追加。

(別紙) 平成29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

