

「二酸化炭素原料化基幹化学品製造プロセス技術開発」

中間評価報告書（案）概要

目 次

分科会委員名簿	1
評価概要（案）	2
評点結果	7

はじめに

本書は、NEDO技術委員・技術委員会等規程第31条に基づき研究評価委員会において設置された「二酸化炭素原料化基幹化学品製造プロセス技術開発」（中間評価）の研究評価委員会分科会（第1回（平成26年8月18日））において策定した評価報告書（案）の概要であり、NEDO技術委員・技術委員会等規程第32条の規定に基づき、第39回研究評価委員会（平成26年10月27日）にて、その評価結果について報告するものである。

平成26年10月

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構
研究評価委員会「二酸化炭素原料化基幹化学品製造プロセス技術開発」分科会
（中間評価）

分科会長 佐野 庸治

「二酸化炭素原料化基幹化学品製造プロセス技術開発」（中間評価）

分科会委員名簿

(平成26年8月現在)

	氏名	所属、役職
分科 会長	さの つねじ 佐野 庸治	広島大学 大学院工学研究院 応用化学専攻 教授
分科 会長 代理	いしたに おさむ 石谷 治*	東京工業大学 大学院理工学研究科 化学専攻 教授
委員	あさみ けんじ 朝見 賢二	北九州市立大学 国際環境工学部 エネルギー循環化学科 教授
	いしはら たつみ 石原 達己	九州大学 大学院工学研究院 応用化学部門 教授
	といだ やすひろ 戸井田 康宏	J X日鉱日石エネルギー 株式会社 機能化学品カンパニー 開発企画ユニット 開発企画グループ 担当マネージャー
	ふかわ いさぶろう 府川 伊三郎	株式会社 旭リサーチセンター シニア・リサーチャー
	やました ひろみ 山下 弘巳	大阪大学 大学院工学研究科 マテリアル生産科学専攻 教授

敬称略、五十音順

注* : 実施者の一部と同一組織であるが、所属部署が異なるため(実施者: 東京工業大学 副学長)「NEDO 技術委員・技術評価委員規程(平成26年4月1日改正)」第34条(評価における利害関係者の排除)により、利害関係はないとする。

「二酸化炭素原料化基幹化学品製造プロセス技術開発」（中間評価）

評価概要（案）

1. 総論

1. 1 総合評価

光触媒により水を分解して水素を得て、CO₂と反応させ、高付加価値のオレフィンを製造するプロセスは、化石資源の減少と二酸化炭素の排出増大の課題解決の意義がある。

既存技術と新技術を組み合わせることで堅実な技術進歩を目指し、臨機応変に修正できるプロジェクトになっている。プロジェクトリーダーの高い洞察力とリーダーシップにより、プロジェクトは着実に推進されている。光触媒、分離膜、合成触媒の3つの研究課題とも概ね中間目標を達成している。

今後、3つの研究課題の成果をつなげていくことが重要である。そのためには、前後のプロセスからの要求条件を考えた目標設定、及び、研究グループ間の密接な情報交換が必要である。

事業化の検討は、立地条件の異なる複数のケースや、各研究開発課題成果の個別活用など、幅広く行う必要がある。

1. 2 今後に対する提言

光触媒、分離膜は日本が世界をリードしている分野であり、これまでの成果を基に実用化に向けたさらなる取り組みを期待する。新規材料、知見については特許で権利化を進めるとともに、全体の大きなプロセスだけでなく小さいシステムの成功例などを具体的に示しながら、論文発表等により国内外に向けてプロジェクトの意義と成果を伝える努力をさらに続けて頂きたい。

今後は材料、プロセスの絞り込みを行う段階となるが、最終的な触媒材料、プロセスにならなかったが将来の発展が期待されるものについては、基礎研究を継続してほしい。また、テーマを中断する場合は、それまでの研究成果を産業の発展に役立つ形にまとめて頂きたい。

現在の人工光合成（光触媒）の低い太陽エネルギー変換効率を考えると、実用化のためにはシステム的アプローチが必要であり、そのためには、技術検討委員に企業人や電気や電気化学の専門家を入れ、実用化の観点から技術融合的アプローチについて助言を得ることが有効である。事業化の検討に際しては、どのCO₂源からいかにCOを確保するのか、どれだけ純度の高い水を確保する必要があるかまでを含めて、複数の立地条件でのケーススタディを行って頂きたい。また、3課題を融合した最終目標だけでなく、個々の課題の成果の実用化もしっかり視野に入れてほしい。

2. 各論

2. 1 事業の位置付け・必要性について

再生可能エネルギーの重要性を意識して、産官学の知見を融合させる本プロジェクトは NEDO 事業として妥当な課題である。純国産の画期的技術開発につながり、国益に大きく寄与する事業であり、規模や資金の面から NEDO で実施することは妥当である。米国や韓国でも、長期的視野に立って、本プロジェクトと同様な人工光合成プロセスの実用化により化石資源から脱却を目指した研究開発が進められており、国際競争力を維持する観点からも 10 年間の資金投入は妥当である。

持続可能な低炭素社会の実現、CO₂ 排出量の削減や化石資源に依存しない原料による基礎化学品の製造に大きく貢献する技術開発である。日本が世界をリードしている光触媒、分離膜、合成触媒の 3 つの研究分野を融合させる取り組みは、大きな予算をかけてでも日本の研究者が行い成果を世界に発信すべき課題である。

2. 2 研究開発マネジメントについて

目標設定は野心的であり、まさにゲームチェンジを目指したものである。目的達成のための要素技術が抽出されるとともに、戦略的な中間目標が設定され、効率的な研究開発が進められている。なお、立地条件に応じた目標の詳細化、3 つの課題毎の成果利用、エネルギー変換の目標値の前提条件の明確化なども進めてほしい。

最難関課題である水分解光触媒の完成を待つのではなく、既に実用化されている水素製造プロセスを組み入れた合成触媒の開発を早期の実用化を視野に入れて行い、その後光触媒の成果を用いてトータルのプロセスを完成させるロードマップは、成果の実用化を意識した戦略であり高く評価できる。今後、水素製造からオレフィン製造までの全体プロセスについては、原料（太陽光、純水、二酸化炭素、等）から生成物（オレフィン、酸素、等）さらには誘導品までのサプライチェーンを考えた上で、商用機の各プロセスの立地条件等をより検討する必要がある。なお、予算配分について明確な説明とともに、メリハリが必要であろう。

プロジェクトリーダーを企業とすることで、責任体制が明確になっている。世界をリードする最先端研究者で構成されており、参画している企業は各分野で十分実力がある。大学と複数の企業の共同研究の場、集中研究拠点の設置により、着実に成果を挙げている。今後は、各研究グループ間での研究成果、情報交換をより密に進めてほしい

国内外の技術動向にも適切に対応しており、マネジメントは良く機能している。なお、特許の出願戦略を明確にする必要がある。また、成果の積極的な発信に努めるべきである。

幅広い競合技術を含めて海外の動向を引き続き把握するとともに、柔軟な目標変更に留意願いたい。なお、海外動向に単に左右されるのではなく、より未来を見通したプロジェクトになるように方向性を見直していただく事が重要である。

2. 3 研究開発成果について

新規材料およびプロセスについて着実に研究開発が進められており、中間目標をほぼ達成し、世界的に見ても最高水準の成果が出始めていると評価できる。

今後に向けて、トータルとしてのエネルギー、コストが成立できるかの詳細を示して、目標の意義を明確にした方が良い。また、光触媒による水素製造技術の開発を待つ全体の目標設定に留まらず、分離膜や合成触媒の成果を個々に応用展開する見通しが示されれば期待は高まる。

光触媒に関しては、効率は水素生成量に対して議論されるべきである。また、光電流は時間とともに急速に低下するので安定性の向上が必要である。

オレフィン合成触媒とプロセス開発では、小型パイロット装置の設計に向けて引き続き積極的に取り組んでほしい。ただし、オレフィン合成では CO₂ 副生の抑制方策が不十分であり、適当な原因究明と対策が求められる。

予算規模に比べて特許や論文等の件数が少ない。研究成果は、テレビ放送、新聞への掲載、パネル討論会を通して一般向けにもわかりやすく発信していることは評価できるが、論文・学会発表も増やす必要がある。

2. 4 実用化に向けての見通し及び取り組みについて

3つの基盤技術における課題及びマイルストーンが明確になっている。現時点では、目標値をしっかりとクリアされ、今後の技術開発の問題点やキーポイントを明確にされていることから、実用化のイメージは明確になりつつある。なお、実用化に対して、寿命は重要な因子なので、寿命（劣化率）に関しても目標にいれるべきである。

分離膜(水素/酸素)、メタノール合成用分離膜反応器、MTO 触媒は成果を上げており、個別に工業化しうる技術である。

光触媒は、短時間で変換効率を向上させている。ただし、プロセス実用化のイメージが必ずしも明確でない。光触媒と水素/酸素分離膜を組み合わせたモジュール形態の想定をより早期に進めることを期待する。酸素の有効利用も検討すべきある。

3つの課題の融合は大切ではあるが、あまり融合をこだわらなければ多くの落としどころを用意することができる可能性があり、個々の技術開発の成果の他分野への応用展開は大いに期待できる。また、ソーラー水素製造、オレフィン合成の立地について、より具体的なイメージを描く必要がある。

3. 個別テーマに関する評価

3. 1 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

3. 1. 1 研究開発成果、今後に対する提言について

エネルギー変換効率は、プロジェクト開始時点から向上している。表面欠陥処理、有機無機の助触媒の設計、生成気泡の処理、移送管の設計、レーザー分光により反応機構解明など、細かい着眼点が設定してあり、研究計画がしっかり組み立てられている。ただし、初期活性が高いのに、時間とともに失活していく原因解明は今後の研究進展のためには不可欠である。触媒内部、界面および液体バルク相の物質移動についても、シミュレーション等を活用して検討を進めてほしい。また、光電流と水素生成量の関係、触媒の安定性について検討する必要がある。

分離膜開発グループとの議論を盛んに行い、システム及びプロセスとしての光触媒開発のモデルを打ち立ててほしい。また、原料の水に要求される条件や不純物混在の影響も検討する必要がある。

成果はインパクトファクターの高い雑誌に掲載されているが、論文数や特許数が極めて少ない。特許を押さえつつ、その後、論文としても大いに発表することを期待する。

3. 2 水素分離膜及びモジュール化技術等の研究開発

3. 2. 1 研究開発成果、今後に対する提言について

ゼオライト膜、シリカ膜、炭素膜のいずれも中間目標値を達成しており、順調に研究開発が進行している。

水蒸気共存下での耐久性向上が大きな課題である。支持体に関する検討及びスケールアップの検討も進めてほしい。

低級オレフィン合成において要求される水素の純度から、エネルギーコストも含めた要求される分離性能を再検討し、コストを試算する必要がある。その際、最初から H_2, O_2 を別々に発生した場合に比べて、後から分離を行う優位性を明確にする必要がある。

その上で、有利な膜に絞り込んでいくことが妥当である。ただし、この技術はほかにも使えるので、他の用途展開が期待できるならば絞り込む必要は無い。

3. 3 二酸化炭素資源化製造プロセス技術開発炭素

3. 3. 1 研究開発成果、今後に対する提言について

低級オレフィンを 70% 生成するという中間目標は、ほぼ達成している。最終目標も、概ね達成できる見込みと評価する。

FT/クラッキング触媒技術については目標が一部未達であるが、多くの部分で目標をほぼ達成できている。新規な触媒系についても、検討が行われており、成果が出始めている点は評価される。

メタノール合成/MTO 触媒技術では、オレフィン収率 70% の目標を達成している。日本で MTO の基本技術ができたことが評価される。

FT 触媒技術では、実験条件の設定、実験設備の整備(連続プロセスなど)、結果の解析、シミュレーションなど研究の進め方は申し分ないが、目標達成の点ではもう一歩である。

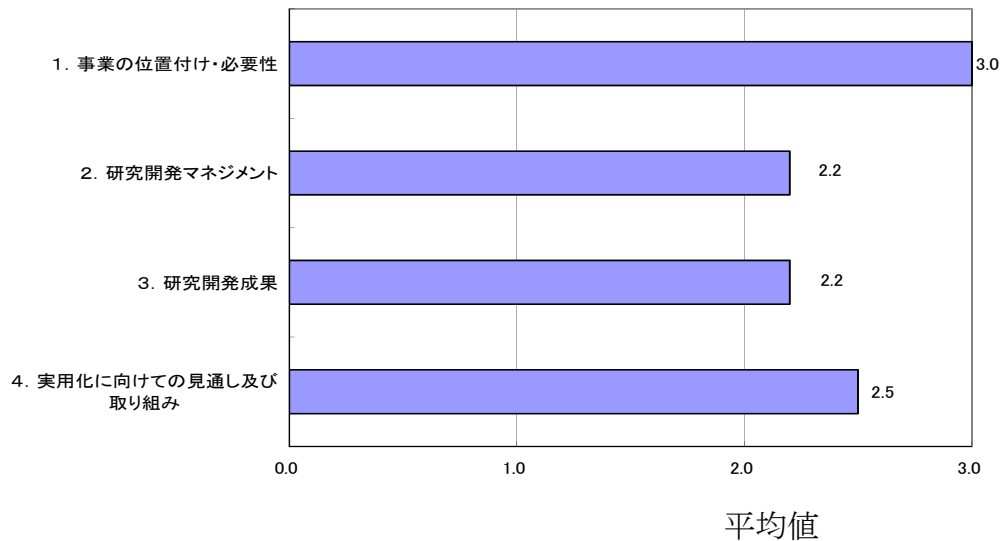
プロセス全体として必要なエネルギーを試算し、光触媒で作った水素でプロセスを運転できるかを明確にすることで、本プロジェクト全体の意義が明確になる。研究を加速するように予算面で配慮すること、物質変換プロセスの国内での実現を期待する。

研究終了時に作る小型パイロットのプロセスの選定の方法(基準)を明確にすべきと思う。

原料 CO₂ のスペックを明確にした方がよい。また、CO₂ から CO を生成する段階を考慮したエネルギー収支の検討も必要と思う。

なお、積極的な成果発表(特許、論文、学会発表)を期待したい。

評点結果〔プロジェクト全体〕



評価項目	平均値	素点 (注)						
1. 事業の位置付け・必要性について	3.0	A	A	A	A	A	A	
2. 研究開発マネジメントについて	2.2	B	B	B	C	A	A	
3. 研究開発成果について	2.2	A	B	C	B	A	B	
4. 実用化に向けての見通し及び取り組みについて	2.5	A	A	B	B	A	B	

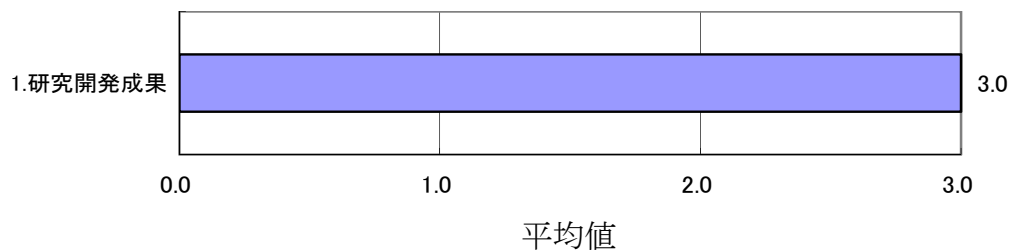
(注) A=3、B=2、C=1、D=0 として事務局が数値に換算し、平均値を算出。

〈判定基準〉

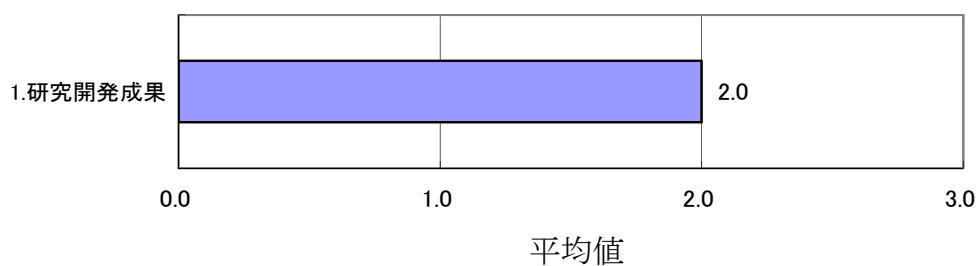
- | | |
|--------------------|--------------------------|
| 1. 事業の位置付け・必要性について | 3. 研究開発成果について |
| ・非常に重要 →A | ・非常によい →A |
| ・重要 →B | ・よい →B |
| ・概ね妥当 →C | ・概ね妥当 →C |
| ・妥当性がない、又は失われた →D | ・妥当とはいえない →D |
| 2. 研究開発マネジメントについて | 4. 実用化に向けての見通し及び取り組みについて |
| ・非常によい →A | ・明確 →A |
| ・よい →B | ・妥当 →B |
| ・概ね適切 →C | ・概ね妥当であるが、課題あり →C |
| ・適切とはいえない →D | ・見通しが不明 →D |

評点結果〔個別テーマ〕

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

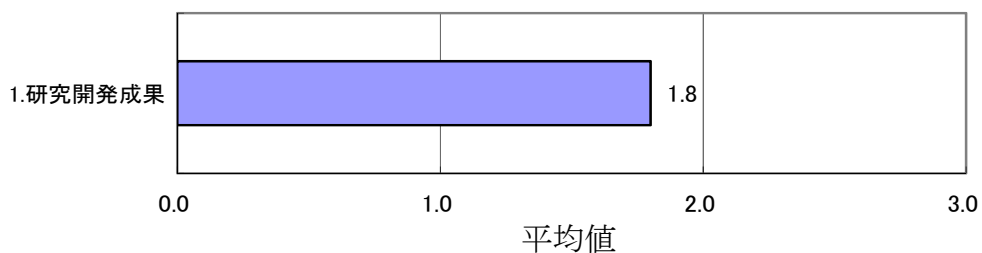


水素分離膜及びモジュール化技術等の研究開発

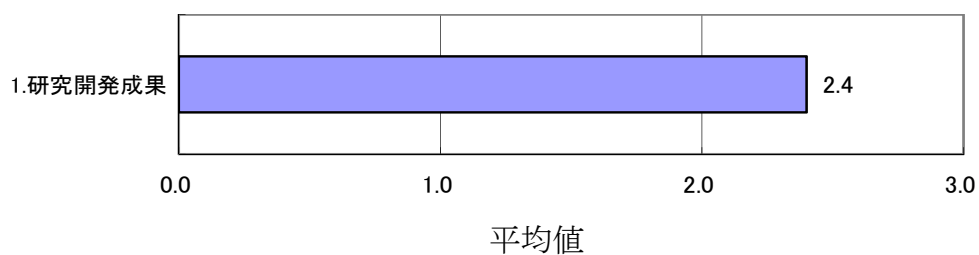


二酸化炭素資源化製造プロセス技術開発

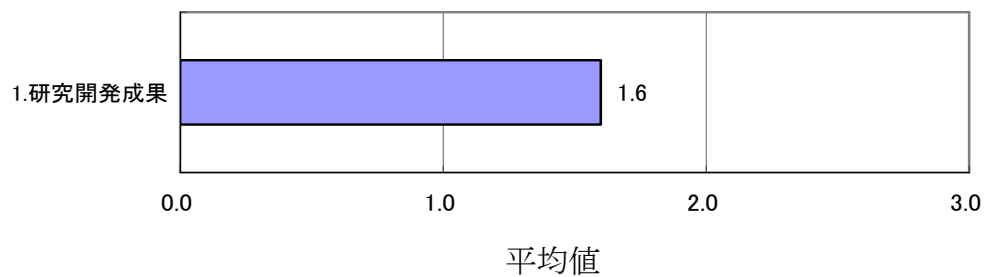
①FT／クラッキング触媒技術



②メタノール合成／MTO 触媒技術



③FT 触媒技術



個別テーマ名と評価項目	平均値	素点 (注)						
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								
1. 研究開発成果について	3.0	A	A	A	A	A		
水素分離膜及びモジュール化技術等の研究開発								
1. 研究開発成果について	2.0	B	C	A	B			
二酸化炭素資源化製造プロセス技術開発								
①FT/クラッキング触媒技術								
1. 研究開発成果について	1.8	B	C	C	A	B		
②メタノール合成/MTO 触媒技術								
1. 研究開発成果について	2.4	A	A	C	A	B		
③FT 触媒技術								
1. 研究開発成果について	1.6	C	B	C	A	C		

(注) A=3、B=2、C=1、D=0 として事務局が数値に換算し、平均値を算出。

〈判定基準〉

1. 研究開発成果について

- ・非常によい →A
- ・よい →B
- ・概ね妥当 →C
- ・妥当とはいえない →D

研究評価委員会「二酸化炭素原料化基幹化学品製造プロセス技術開発」

(中間評価) 分科会

日 時：平成26年8月18日(月) 10:00～17:30

場 所：WTC コンファレンスセンターRoom A

議事次第

<公開の部>

- | | | |
|--|-------------|-------|
| 1. 開会、資料の確認 | 10:00～10:05 | (5分) |
| 2. 分科会の設置について | 10:05～10:10 | (5分) |
| 3. 分科会の公開について | 10:10～10:15 | (5分) |
| 4. 評価の実施方法について | 10:15～10:25 | (10分) |
| 5. プロジェクトの概要説明 | | |
| 5. 1 「事業の位置づけ・必要性」及び「研究開発マネジメント」 | 10:25～10:40 | (15分) |
| 5. 2 「研究開発成果」及び「実用化に向けての見通し
及び取り組みについて」 | 10:40～10:55 | (15分) |
| 5. 3 質疑 | 10:55～11:35 | (40分) |

(昼 食)

11:35～12:25 (50分)

<非公開の部>

- | | | |
|---------------------------------------|-------------|------------------------|
| 6. プロジェクトの詳細説明 | | |
| 6. 1 ソーラー水素等製造プロセス技術開発 | | |
| 6.1.1 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 | 12:25～13:55 | (90分)
[説明50分、質疑40分] |
| | (休 憩) | 13:55～14:05 (10分) |
| 6.1.2 水素分離膜及びモジュール化技術等の研究開発 | 14:05～15:10 | (65分)
[説明35分、質疑30分] |
| | (休 憩) | 15:10～15:20 (10分) |
| 6. 2 二酸化炭素資源化製造プロセス技術開発 | | |
| 6.2.1 FT/クラッキング触媒技術 | 15:20～15:45 | (25分)
[説明15分、質疑10分] |
| 6.2.2 メタノール合成/MTO触媒技術 | 15:45～16:10 | (25分)
[説明15分、質疑10分] |
| 6.2.3 FT触媒技術 | 16:10～16:35 | (25分)
[説明15分、質疑10分] |
| | (休 憩) | 16:35～16:40 (5分) |
| 6. 3 実用化の見通し及び取り組みについて | 16:40～17:05 | (25分)
[説明15分、質疑10分] |

7. 全体を通しての質疑 17:05～17:15 (10分)

<公開の部>

8. まとめ・講評 17:15～17:25 (10分)

9. 今後の予定 17:25～17:30 (5分)

10. 閉会 17:30

以上

概要

最終更新日 2014年 8月 8日

プログラム（又は施策）名	—		
プロジェクト名	二酸化炭素原料化基幹化学品製造プロセス技術開発	プロジェクト番号	P14002
担当推進部/担当者	<p>担当推進部 2012.10-2014.03 経済産業省 製造産業局 化学課機能性化学品室 2014.04-現在 環境部 環境化学グループ</p> <p>経済産業省 担当者氏名 課長補佐（技術担当）松田 正樹 2012.10-2013.03 課長補佐（技術担当）五嶋 俊一 2013.04-2014.03</p> <p>技術係長 山田 智也 2012.10-2013.05 技術企画・調査係長 岡野 泰久 2013.06-2014.03</p> <p>環境部 担当者氏名 主任研究員 山野 慎司 2014.04-現在 主査 土屋 裕子 2014.04-現在 主査 並木 泰樹 2014.04-現在 主査 池田 洋子 2014.06-現在</p>		
0. 事業の概要	<p>日本の化学産業は高い国際競争力を誇る製品を多数生み出しているが、その一方で、主要な原料として化石資源のナフサを大量に消費しており、価格及び供給安定性の面で課題を有する。また、化石資源を原料にしていることで、二酸化炭素排出量は日本の製造業の約 16%と大きな割合を占めている。</p> <p>本事業は、従来のナフサに代えて、水と二酸化炭素を原料に再生可能エネルギーである太陽エネルギーを利用して基幹化学品を製造するための基盤技術を開発するものであり、次の 3 つの研究開発を実施する。</p> <p>研究開発項目①「ソーラー水素等製造プロセス技術開発（革新的光触媒）」 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（略称：光触媒） ①-b：水素分離膜及びモジュール化技術等の研究開発（略称：分離膜） 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）」（略称：合成触媒）</p> <p>光触媒開発（①-a）においては、目標とする効率を植物の 30 倍に当たる 10%に設定し、世界最高効率を目指すとともに、光触媒のモジュール化を実施する予定である。分離膜開発（①-b）においても、これまで世界で実用化されていない水素と酸素の分離を爆発の危険が無い安全な状態で行う必要があり、分離膜そのものとモジュールを開発する。さらに、合成触媒（②）においては、これまでに実用化されていない低級オレフィン（炭素数 2-4 のオレフィン）の合成を高効率で実施する触媒とそのプロセス開発を実施する。</p>		
I. 事業の位置付け・必要性について	<p>本事業については、平成 23 年 7 月 29 日の総合科学技術会議における「科学技術に関する基本政策について」に関する意見具申において、グリーンイノベーションの推進における重要課題達成のための施策の推進として、本事業を含む「革新的触媒技術に関する研究開発を推進する」こととしている。また、第 112 回内閣府総合科学技術会議（平成 25 年 6 月 6 日）で策定された「科学技術イノベーション総合戦略」において、クリーンで経済的なエネルギーシステムの実現のために重点的に取り組むべき技術開発（二酸化炭素等多様な原料から効率的にエネルギー・化学品の生産を図る革新的触媒技術）として、位置付けられている。さらに本事業は、第 114 回内閣府総合科学技術会議（平成 25 年 9 月 13 日）で策定された「環境エネルギー技術革新計画（改定案）」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る。</p> <p>また、経済産業省のグリーン・サステナブルケミストリー分野の技術マップ 2010 において、研究開発項目①「ソーラー水素等製造プロセス技術開発（革新的光触媒）」については「高効率水素製造」として、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）」については、「非枯渇性資源の化学品・材料化（化学品原料の転換・多様化）」として重要テーマに位置付けられている。</p> <p>上述の通り本事業は政策に合致しており、実施する内容は、従来のナフサに代えて、水と二酸化炭素を原料として基幹化学品を製造するための基盤技術を開発するものであり、求められる研究開発の難易度は非常に高い。また、光触媒や分離膜は基礎的な材料開発から実用化を念頭に置いたモジュール化検討の実施といった広範囲に亘る技術開発が必要なことから、産官学の知見を結集して研究開発を実施する必要があると、民間活動のみでは達成できないと考えられる。また、本事業は、日本の基幹化学品の製造原料である化石資源の代替として二酸化炭素を原料とするため、輸入に依</p>		

存している化学原料の転換に貢献できると同時に、国家的課題である二酸化炭素排出量の削減にも貢献可能であるため、社会的必要性は大きいと言える。基幹化学品やその誘導品といった石油化学製品は、プラスチック、繊維、ゴムといった工業の原料となり、これらを部材として様々な製品が製造されている。従って、本事業で開発するソーラー水素と二酸化炭素を原料とした革新的な基幹化学品製造プロセス基盤技術は、化学産業のみならず日本の全産業に波及するものであると同時に、国際的にみて日本の化学産業の競争力強化に貢献可能である。さらに、本事業は、産官学の知見を結集して10年間という長期にわたって基盤技術から実用化を念頭に置いた技術開発までを実施することから、開発リスクが高いだけでなく投資規模も大きくなる。このように、本事業は技術的な内容を含むプロジェクトマネジメントの難易度が極めて高く、効率的に事業を実施するためには、NEDOの技術的な知見とプロジェクトマネジメントの経験が必須である。以上より、本事業は、NEDOが持つこれまでの知見、実績を活かして推進すべきものと考えられる。

II. 研究開発マネジメントについて

事業の目標

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（ソーラー水素）を製造し、高効率分離膜により生成する水素を分離・生成して、更にソーラー水素と二酸化炭素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、二酸化炭素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。

本事業の実施内容は大きく2つの研究開発項目に分けられ、以下の3つの研究開発を実施する。

研究開発項目①「ソーラー水素等製造プロセス技術開発（革新的光触媒）」[開発期間10年間]

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

①-b：水素分離膜及びモジュール化技術等の研究開発

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）」[開発期間5年間]

本事業において、実施期間が10年である研究開発項目①では、平成26年度（事業開始から通算して3年目）、28年度（同5年目）、31年度（同8年目）にそれぞれ中間目標を設定し、中間評価を実施する。また、実施期間が5年の研究開発項目②では、平成26年度（同3年目）に中間評価を実施する。

本事業における最終目標及び中間目標は以下のとおりである。

研究開発項目①「ソーラー水素等製造プロセス技術開発（革新的光触媒）」

【最終目標（平成33年度末）】

- （光触媒）・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。
- （分離膜）・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）・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。
- （分離膜）・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）・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。
- （分離膜）・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）】

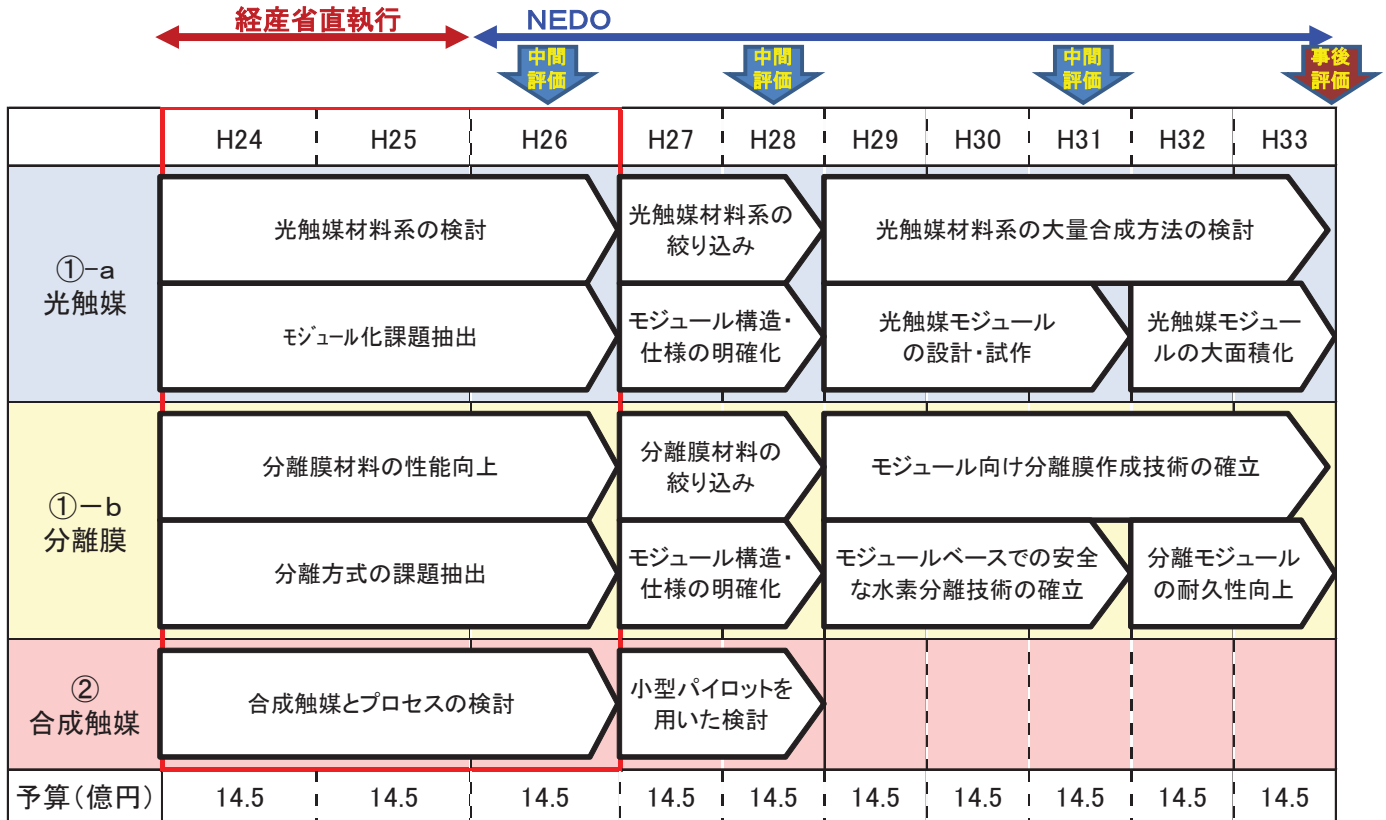
- （光触媒）・光触媒等のエネルギー変換効率7%を達成する。
 - ・小型バッチ式でエネルギー変換効率を最大限引き出すモジュールを設計する。
- （分離膜）・モジュールベースで水素を安全に分離する技術を確立する。

	<p>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）」</p> <p>【最終目標（平成 28 年度末）】</p> <ul style="list-style-type: none"> 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。 <p>【中間目標（平成 26 年度末）】</p> <ul style="list-style-type: none"> 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。
--	--

事業の計画内容		H24fy	H25fy	H26fy	H27fy	H28fy	H29fy	H30fy	H31fy	H32fy	H33fy	H34fy
事業の計画内容	主な実施事項 研究開発項目① ソーラー水素等製造プロセス技術開発(革新的光触媒)	←		▼ 中間評価		▼ 中間評価				▼ 中間評価		→
	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)	←		▼ 中間評価				→				
開発予算 (会計・勘定別に 事業費の実績額 を記載) (単位：百万円)	会計・勘定	H24fy	H25fy	H26fy	H27fy	H28fy	H29fy	H30fy	H31fy	H32fy	H33fy	合計
	一般会計	1,450	1,450									
	特別会計（需給）			1,450								
	加速予算 (成果普及費を含む)											
	総予算額	1,450	1,450	1,450	(1450)	(1450)	(1450)	(1450)	(1450)	(1450)	(1450)	(14,500)
開発体制	経産省担当原課	製造産業局化学課										
	プロジェクトリーダー	三菱化学株式会社 執行役員・フェロー 瀬戸山 亨										
	委託先（*委託先が 管理法人の場合は 参加企業数および 参加企業名も記載）	委託先 人工光合成化学プロセス技術研究組合（参画：6社+1団体） ・参画企業 H24.10-現在 三菱化学(株)、三井化学(株)、国際石油開発帝石(株)、（一財） ファインセラミックスセンター、富士フイルム(株)、 住友化学(株)（住友化学(株)はH25.4から本事業を開始） H25.06-現在 TOTO(株) ・共同実施先 H24.11-現在 京都大学、東京工業大学、東京大学、東京理科大学、 名古屋工業大学、山口大学 H25.04-現在 産業技術総合研究所、信州大学、富山大学、明治大学										
情勢変化への対応	平成 26 年度に本事業を経済産業省直執行から NEDO に移管した。それに伴い、実用化を見据えた研究開発の取り組みを強化するために、アカデミアから企業の研究員にプロジェクトリーダーを承継した。											
評価に関する事項	事前評価	—										

III. 研究開発成果について	<p>本事業で研究開発を進める3つの研究開発項目について、現時点では以下の成果を得た。</p> <p>研究開発項目①「ソーラー水素等製造プロセス技術開発（革新的光触媒）」</p> <p>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</p> <p>複数の光触媒材料及び助触媒材料について検討を行い、各材料系において、組成制御と高品質化を目標に開発を進めた。光触媒では波長 600-700 nm に吸収端を持つ材料系において、主に合成方法、表面処理について検討・最適化を行った。助触媒材料系では、固体系および錯体系の2種類について、材料探索や性能向上と光触媒・助触媒との良質界面形成の検討を行い、変換効率向上に貢献する系を見出した。また、水素発生用光触媒シートと酸素発生用光触媒シートを組み合わせたパラレルセルを作成し、中間目標である太陽エネルギー変換効率 1% を達成した。</p> <p>①-b：水素分離膜及びモジュール化技術等の研究開発</p> <p>水素と窒素系で高い透過係数を持つゼオライト、シリカ、炭素の3種類の膜材料を用いた分離膜を開発し、単独使用、または組み合わ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た。また、分離膜モジュールの検討では、「爆発範囲外方式」と「着火非拡大方式」の2方式を並行して検討し、最適構造モジュール設計のための課題の抽出を行った。</p> <p>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）」</p> <p>低級オレフィンを選択的に製造するために新たな触媒の開発とプロセス検討を行った。その結果、検討した3種類のプロセスのうち、メタノール合成/MTO (Methanol to Olefins) 触媒プロセス、FT (Fischer-Tropsch) /クラッキング触媒プロセスについて、中間目標であるオレフィンへの水素又は炭素導入率 70% (ラボレベル) を達成できる目処が立った。また、ベンチスケールテスト等により小型パイロット装置の設計に必要なデータを取得した。</p>	
	投稿論文	「査読付き」3件
	特許	「出願済」19件、「登録」0件、「実施」0件（うち国際出願4件）
	その他の外部発表（プレス発表等）	23件
IV. 実用化の見通しについて	<p>本事業では、研究開発で確立した「高効率なソーラー水素製造用光触媒」、「水素/酸素分離膜」、「オレフィン合成触媒」の3つの基盤技術を用いて、新規化学プロセスにおける実証レベルの技術を確立することを実用化と定義し、開発を進めている。</p> <p>平成28年度に研究開発が完了する「オレフィン合成触媒」技術は、まず化石資源からの水素と二酸化炭素を用いたオレフィン製造実証の検討を先行して実施し、二酸化炭素からのオレフィン製造の実用化を図る。また、「高効率なソーラー水素製造用光触媒」、「水素/酸素分離膜」は、プロジェクト完了後にベンチプラント検討や触媒量産技術の検討等の実証プロジェクトを引き続き進めると共に、併せて低コスト化や段階的なスケールアップ検討を進める。</p> <p>ソーラー水素の製造が可能となった時点で、二酸化炭素からのオレフィン製造とあわせて、ソーラー水素と二酸化炭素を用いたオレフィン製造の実用化を図る。</p>	
V. 基本計画に関する事項	作成時期	H26年2月制定
	変更履歴	なし

◆ 研究開発のスケジュールと開発予算



合計: 145億円(10年間)

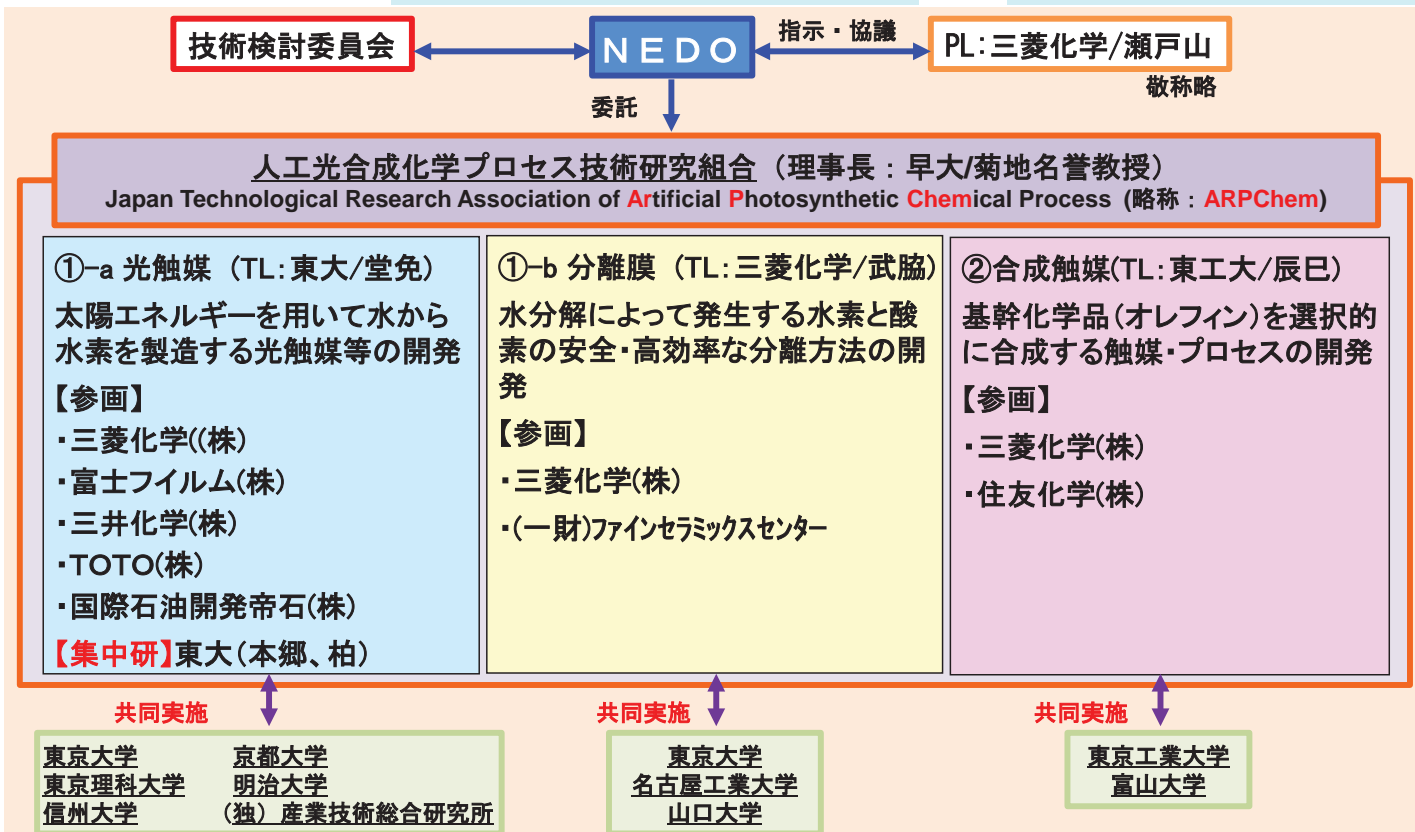
事業原簿 II-7

12/15

◆ 研究開発の実施体制

・産官学連携のオールジャパン体制
・共同実施及び集中研(光触媒分野)

基盤技術開発の効率的な推進が可能な体制



事業原簿 II-8