

「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) (平成26年度～平成33年度 8年間)

プロジェクトの概要 (公開)

NEDO

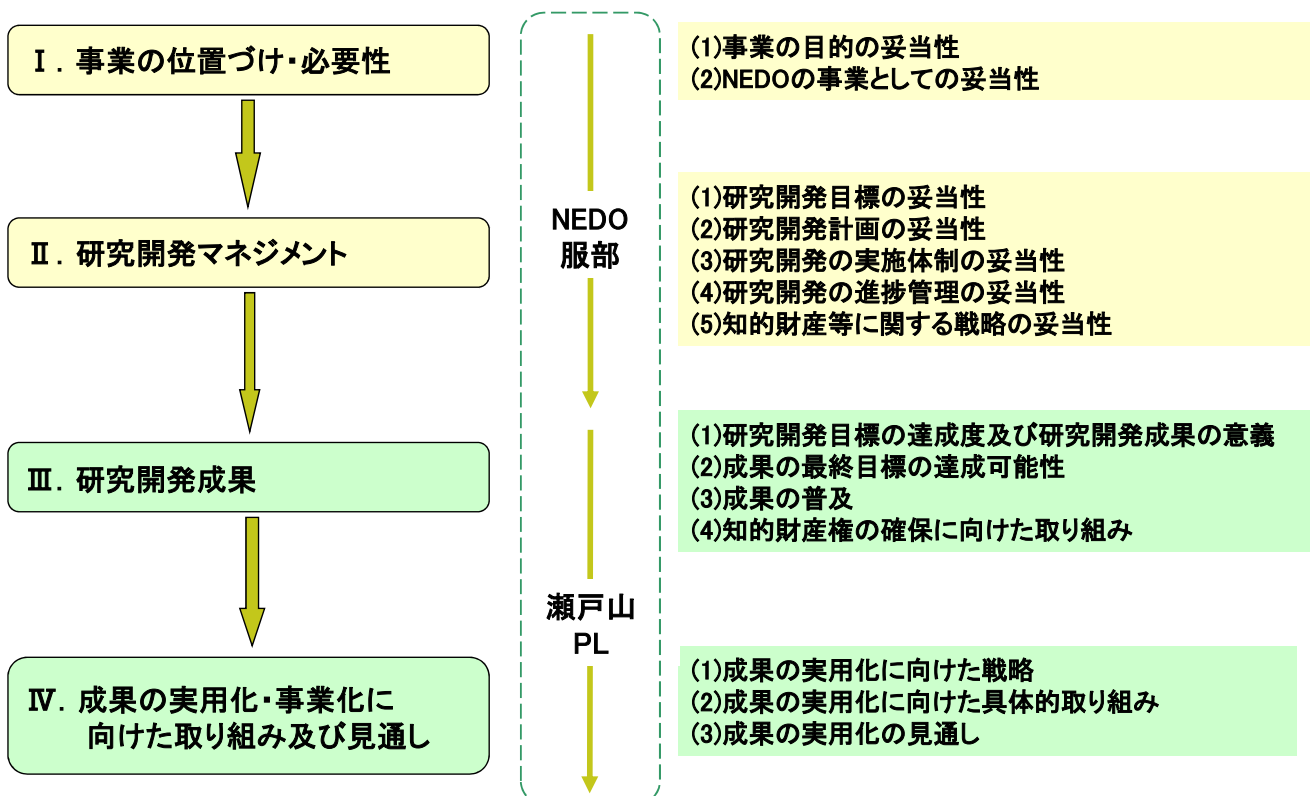
環境部

平成28年9月28日

1/21

発表内容

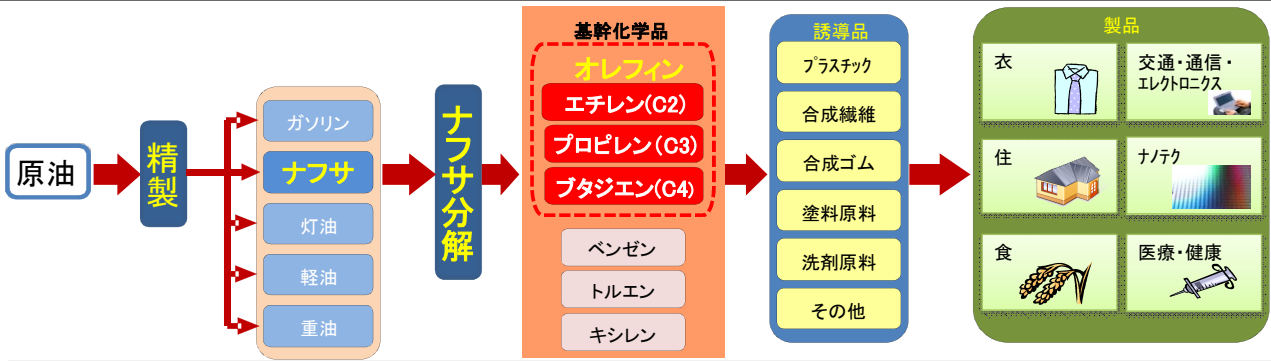
公開



2/21

◆事業実施の背景と事業の目的

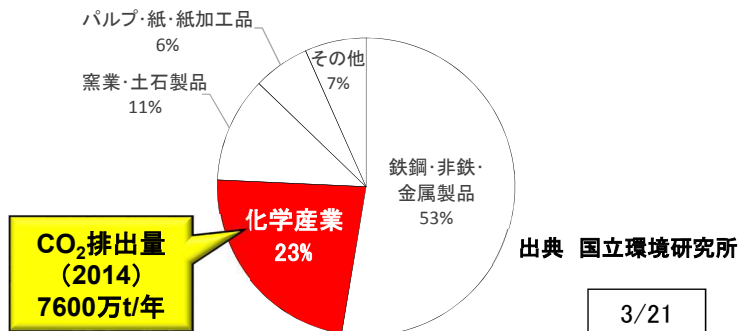
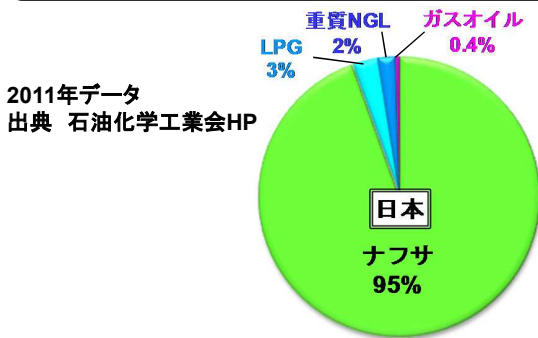
■日本の化学産業：あらゆる産業に、様々な素材を供給する基盤産業



■課題

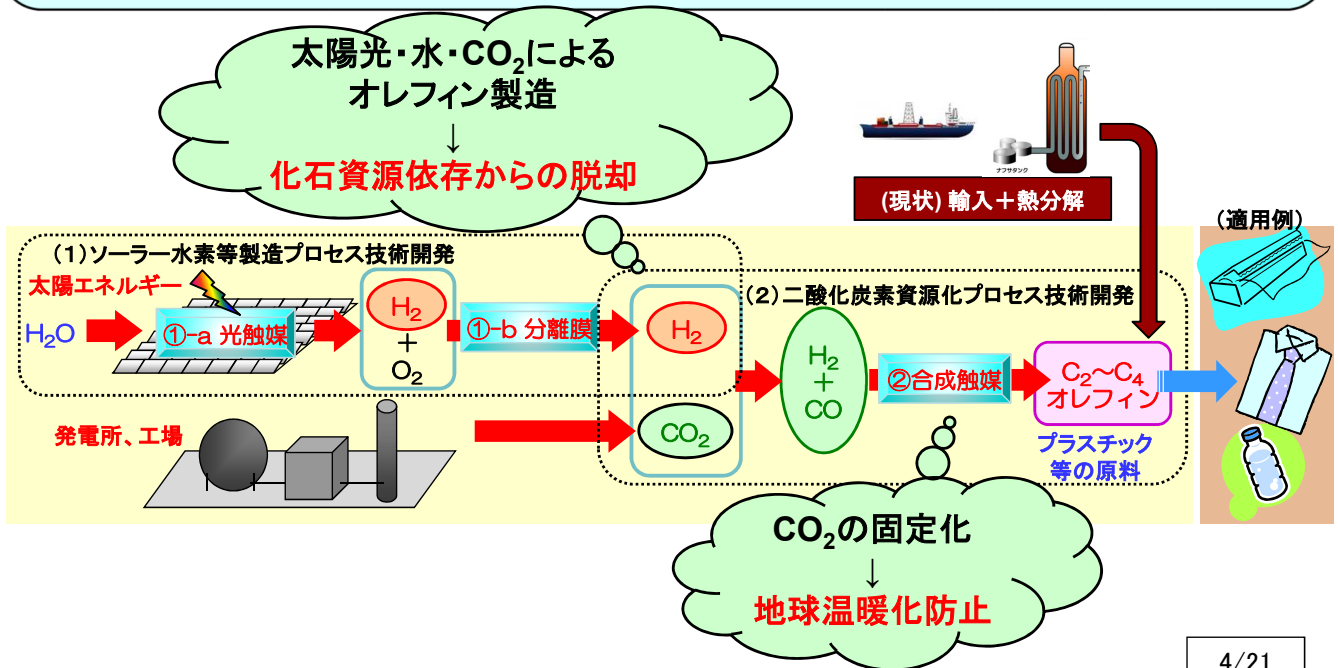
- 原料の95%を原油(ナフサ)に依存
- 二酸化炭素の排出量大

- 化石資源への依存度の低減
- 原料の多様化への対応
- 低炭素社会の実現に貢献可能な新規化学品製造技術



◆事業実施の背景と事業の目的

- 太陽エネルギーを利用して水から水素(ソーラー水素)を製造し、工場排ガス等から取り出したCO₂とソーラー水素からエチレン、プロピレン、ブテン等(C₂~C₄オレフィン)の基幹化学品を製造する基盤技術を確立する。
- オレフィン原料の化石資源依存から脱却し、CO₂固定化による地球温暖化防止に寄与する。



1. 事業の位置付け・必要性 (1)事業の目的の妥当性

◆政策的位置付け

出典：科学技術イノベーション総合戦略 (平成25年6月6日) 工程表

内閣府総合科学技術会議「科学技術イノベーション総合戦略」

(3)エネルギー源・資源の多様化

エネルギー(3)

【社会像】 エネルギー自給率の向上とエネルギーセキュリティが確保された社会

【目標】 エネルギー源の多様化実現への貢献

- ・メタンハイドレートについては、平成30年度を目標に、商業化の実現に向けた技術の整備を行う。その際、平成30年代後半に、企業が主導する商業化のためのプロジェクトが開始されるよう、国際情勢をにらみつつ、技術開発を進める。
- ・次世代海洋資源開発技術の確立
- ・革新的触媒技術により石油利用量を削減

【社会実装に向けた取組】

- 海底環境の影響評価実施
- 海洋資源開発を支える環境整備 (活動拠点整備、海洋権益の保全等)

中間段階において達成しておくべき姿 (2020年頃)

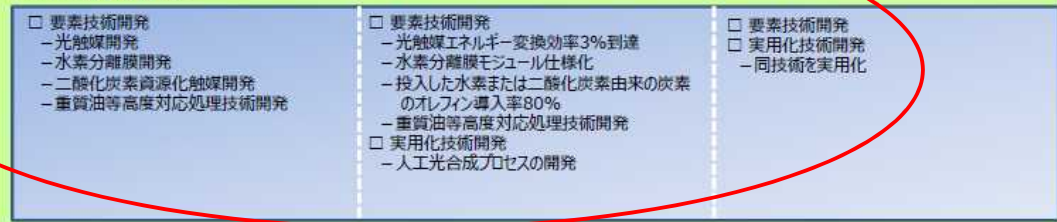
- メタンハイドレート
 - 2018年度を目標に商業化の実現に向けた技術を整備
- 革新的触媒技術
 - 要素技術の確立

【主な取組】

(続き)

現在 2015年 2020年 2030年

<革新的触媒技術>

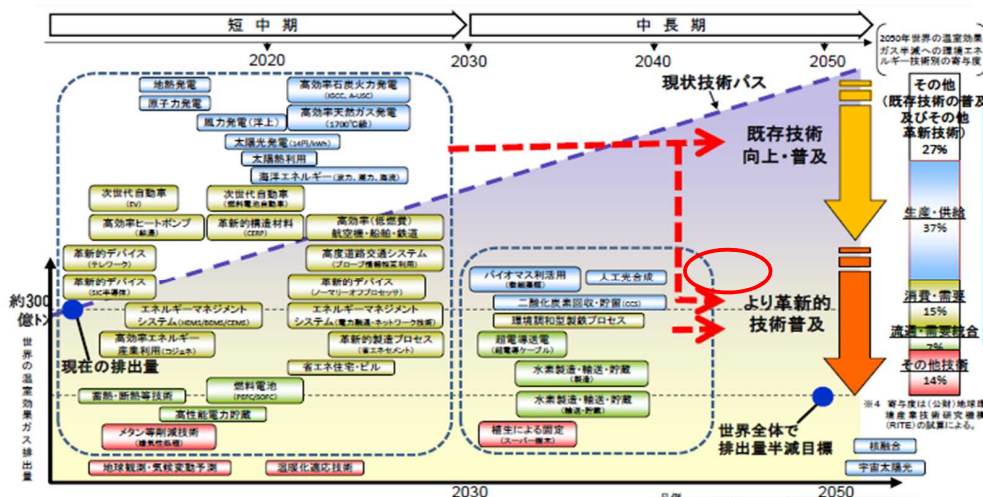


科学技術イノベーション総合戦略2016にも、「エネルギーシステム全体を横断して各分野の機能を維持・向上し、大幅な省エネルギーへ貢献する技術」として記載。

1. 事業の位置付け・必要性 (1)事業の目的の妥当性

◆政策的位置付け

内閣府総合科学技術会議「環境エネルギー技術革新計画」



クリーンで経済的なエネルギーシステムの実現のため、エネルギー源・資源の多様化に必要な技術として位置づけられている。

出典：総合科学技術会議「環境エネルギー技術革新計画(改定案)」(平成25年9月13日)

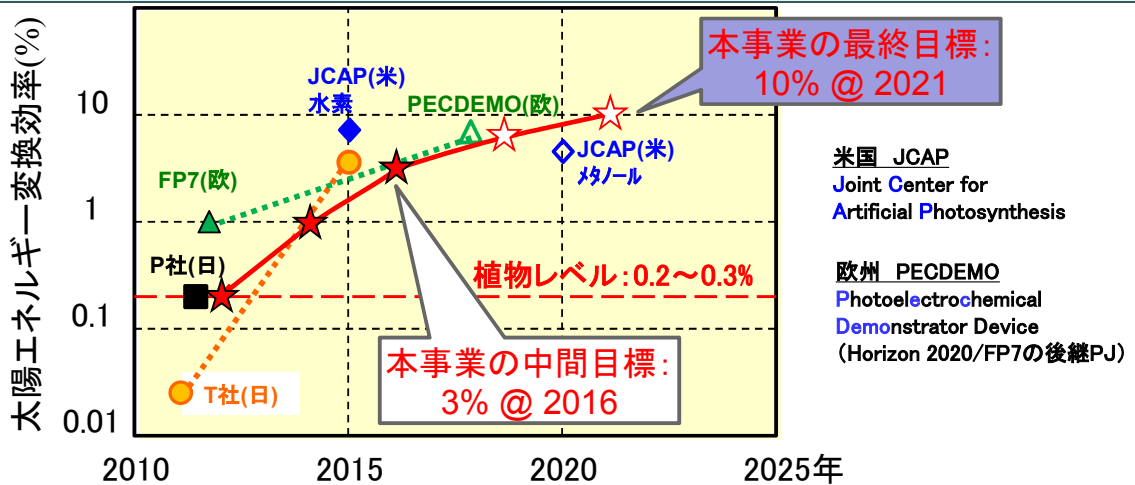
◆技術戦略上の位置づけ

グリーン・サステナブルケミストリー技術マップ2011

技術戦略マップ「高効率水素製造」、「非枯渇性資源の化学品・材料化(化学品原料の転換・多様化)」に、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)」及び、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)」は資する技術である。

◆国内外の研究開発の動向と比較

①-a 光触媒: 日米欧で開発が競合している。米国JCAPでは、水素で効率8.6%、日本の企業T社ではギ酸で効率4.6%というものがある。しかしながら、これらは多接合の化合物(ガリウム/ヒ素)半導体や結晶シリコン半導体からなる太陽電池を中核に用いたものであり、高コストのため、現実的には実用化が難しい。本事業では、実用的な太陽エネルギー変換効率目標とともに、大面積化、低コスト化を当初から意識して、最先端の研究開発を実施中。



①-b 分離膜: 日本における分離膜材料の研究開発は世界トップレベル

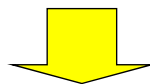
②合成触媒: 日本における触媒材料の研究開発は世界トップレベル

本事業: ソーラー水素製造技術と他の基盤技術を融合させたもので、新規性、先進性だけでなく、実用化を想定した汎用性の高い研究開発

◆NEDOが関与する意義

人工光合成技術

- ・国家的課題(CO₂削減・固定化)の解決 ⇒ 社会的必要性大
- ・「ソーラー水素」と「CO₂」を原料とした新規化学品製造プロセス
⇒ 輸入に依存している化学原料の転換に貢献
⇒ 日本の化学産業の競争力の強化、全産業に波及
- ・研究開発の難易度高、開発リスク大 ⇒ 産官学の知見を結集
- ・長期にわたる研究開発(10年) ⇒ 投資規模大



NEDOが持つこれまでの知見、実績を活かして推進すべき事業

◆実施の効果 (費用対効果)

費用の総額	145億円	10年 (METI直執行2年を含む)
省エネ効果	原油換算で ▲23.7万kl/年※	現状:原油輸入・石油精製・ ナフサ熱分解法 本事業:本PJ対象設備・CO ₂ 回収エネルギー
CO ₂ 削減効果	▲848万トン/年※	省エネルギー + CO ₂ 固定化(化学品の原料) #左記の値は、日本の化学産業の 年間排出量の約11%に相当

※2030年時点で、日本のオレフィン生産量の20%(250万トン)を人工光合成技術に置き換えたとして算出。

◆事業の目標

■本事業の目標

ナフサを原料とする従来のオレフィン製造技術と競合が可能なレベルのソーラー水素と二酸化炭素を原料とする新規なオレフィン製造基盤技術の開発

研究開発項目	最終目標
①-a 光触媒	・光触媒の太陽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出し、長期耐久性も兼ね備えたモジュールを設計する。
①-b 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。
②合成触媒	・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。

◆研究開発目標と根拠

研究開発項目 (個別テーマ)	研究開発目標 (平成28年度の間目標)	根拠
①-a 光触媒	<ul style="list-style-type: none"> 光触媒等の太陽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。 	<ul style="list-style-type: none"> 本PJでは、水素製造の従来技術と競合可能なレベルの変換効率10%を最終目標とし、段階的に変換効率を上げる計画。5年目の平成28年度は、PJ開始時の変換効率0.2~0.3%の約10倍となる3%を目標とした。 光触媒モジュールでは光触媒材料に依存しない共通な技術課題があり、H28年度に光触媒候補の絞り込みと並行して、モジュール化の個別要素技術を開発する。
①-b 分離膜	<ul style="list-style-type: none"> 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。 	<ul style="list-style-type: none"> 光触媒からは、爆発性のある水素/酸素の混合気体が生成することから、それを安全に取り扱える環境を整えた後、水素/酸素系及び安全で取扱い容易な水素/窒素系を用いて分離膜性能を確認し、分離膜を確定する。 爆発性のある水素/酸素を安全に分離するために、爆発安全性を担保できる方式、構造の検討を行い仕様を明確にする。
②合成触媒	<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。 	<ul style="list-style-type: none"> 本PJの技術で製造するオレフィンコストが現在の市場コストと競合可能なレベルとしてオレフィン収率80%(最終目標)を設定した。 長期寿命評価、大型パイロット規模装置設計に必要な基礎データ取得のため、メタノール合成/MTO反応の小型パイロットプラントを設置して、データを取得する。

◆研究開発のスケジュール

	経産省直執行			中間評価		NEDO			事後評価	
	H24 2012	H25 2013	H26 2014	H27 2015	H28 2016	H29 2017	H30 2018	H31 2019	H32 2020	H33 2021
①-a 光触媒	変換効率1%			変換効率3%		変換効率7%			変換効率10%	
	光触媒の開発/合成法の探索			光触媒材料候補の絞り込み/合成法の見極め		光触媒材料系の大量合成方法の検討/光触媒の高効率化の検討			光触媒材料系の実用的合成プロセスの検討/光触媒の高効率化と長寿命化の検討	
	助触媒の開発/光触媒への担持法の検討			助触媒の開発/光触媒への担持法の確立		光触媒・助触媒界面の最適化検討			光触媒・助触媒界面の長寿命化の検討	
①-b 分離膜	各分離膜材料(方式)における分離膜性能の向上			候補分離膜材料における分離膜性能の向上		モジュール向け分離膜作製技術の検討			モジュール向け分離膜作製技術の確立/耐久性の検討	
	各分離膜方式における課題の抽出			各分離方式におけるモジュール構造、仕様の明確化		モジュールベースでの安全な水素分離技術の確立			分離膜モジュールの耐久性向上/光触媒モジュールとの連結適合性の検討	
②合成触媒	合成触媒とプロセスの検討			小型パイロットを用いた検討						
予算(億円)	14.0	14.38	14.5	16.35	13.20					

◆プロジェクト費用

◆費用

(単位:百万円)

研究開発項目	平成24年度	平成25年度	平成26年度	平成27年度	平成28年度※2	合計
① 光触媒・分離膜	1,338	1,224	1,254	1,240※1	1,033	6,089
② 合成触媒	62	214	196	395	287	1,154
合計	1,400	1,438	1,450	1,635	1,320	7,243

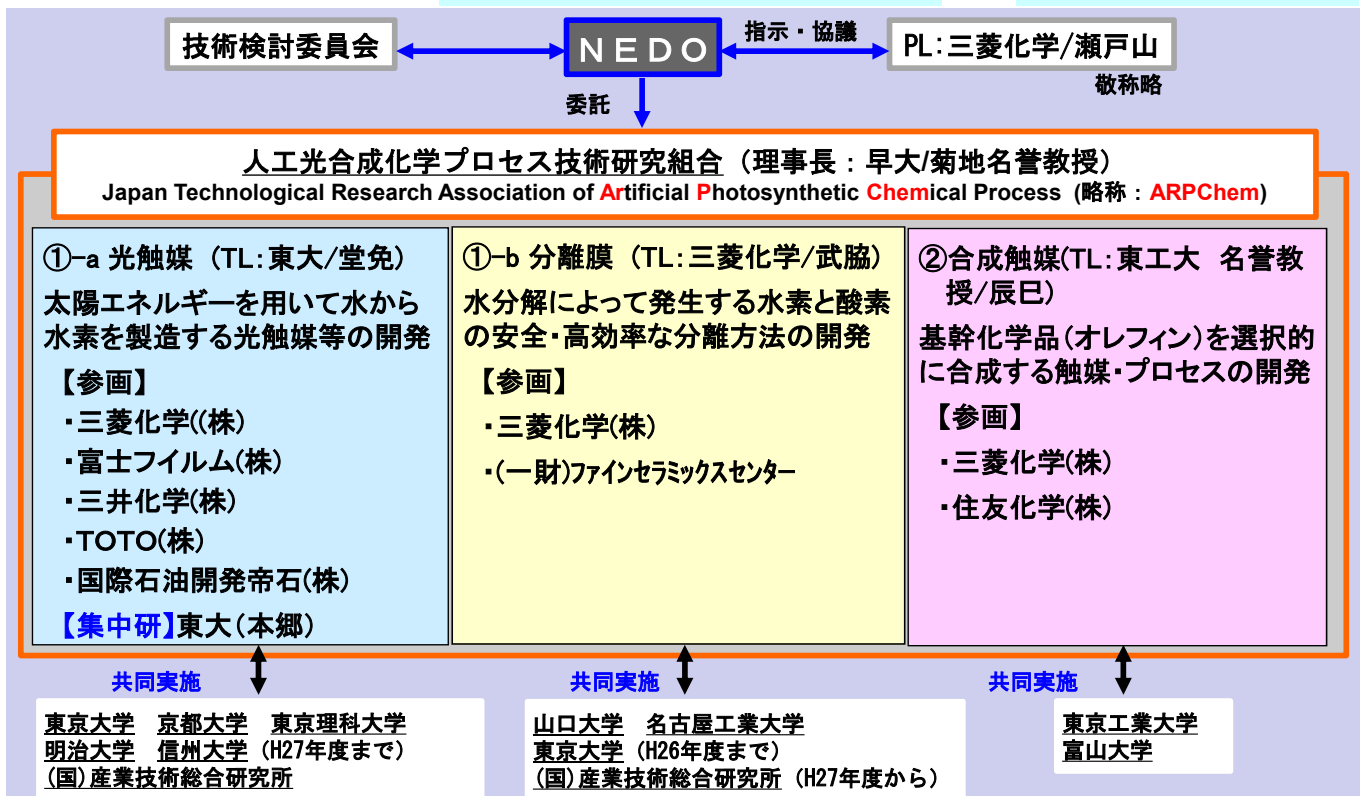
※1 調査事業の15百万円を含む

※2 平成28年度は、見込み額

◆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



◆ 研究開発の進捗管理

■ NEDO主催による「技術検討委員会」の開催

- ・METI直執行(H24～25年度):年1回開催により外部有識者の意見を運営管理に反映
- ・NEDO事業(H26～):年2回を開催 光触媒、分離膜の委員をそれぞれ1名追加

区分	氏名 (敬称略)	所属	役職	専門分野
委員長	御園生 誠	東京大学	名誉教授	触媒化学
委員	井上 晴夫	首都大学東京 大学院 都市環境科学研究科	特任教授	光触媒
委員	安保 正一	大阪府立大学 福州大学国際学院	教授 名誉教授	光触媒
委員	藤元 薫	一般財団法人HiBD研究所 東京大学 北九州市立大学	代表理事 名誉教授	触媒化学
委員	松方 正彦	早稲田大学 理工学術院 先進理工学研究科 応用化学専攻	教授	分離膜
委員	野村 幹弘	芝浦工業大学 工学部 応用化学科	教授	分離膜

15/21

◆ 研究開発の進捗管理

■ NEDO主催による「技術検討委員会」の開催

通算回数	年度	開催日時	開催場所	参加法人等
1	平成24年度	H25/2/26	経済産業省	経済産業省、NEDO (委託先)ARPChem、(共同研究先)東京大学、京都大学、東京工業大学、名古屋工業大学、山口大学、東京理科大学
2	平成25年度	H26/2/14	経済産業省	経済産業省、NEDO (委託先)ARPChem、(共同研究先)東京大学、京都大学、東京工業大学、名古屋工業大学、山口大学、東京理科大学、信州大学、富山大学、明治大学、産業技術総合研究所
3	平成26年度 (第1回)	H26/11/4	東京大学	経済産業省、NEDO (委託先)ARPChem、(共同研究先)東京大学、京都大学、東京工業大学、名古屋工業大学、山口大学、東京理科大学、信州大学、富山大学、明治大学、産業技術総合研究所
4	平成26年度 (第2回)	H27/2/12	NEDO	経済産業省、NEDO (委託先)ARPChem、(共同研究先)東京大学、京都大学、東京工業大学、名古屋工業大学、山口大学、東京理科大学、信州大学、富山大学、明治大学、産業技術総合研究所
5	平成27年度 (第1回)	H27/11/2	NEDO	経済産業省、NEDO (委託先)ARPChem、(共同研究先)東京大学、京都大学、東京工業大学、名古屋工業大学、山口大学、東京理科大学、信州大学、富山大学、明治大学、産業技術総合研究所
6	平成27年度 (第2回)	H28/1/29	東京大学	経済産業省、NEDO (委託先)ARPChem、(共同研究先)東京大学、京都大学、東京工業大学、名古屋工業大学、山口大学、東京理科大学、信州大学、富山大学、明治大学、産業技術総合研究所

16/21

◆ 研究開発の進捗管理

実施者

- ・月報の提出
 - 各Gの各月の実施事項・進捗状況をTL、PLへ報告
 - * G数: 20グループ
- ・分科会の開催(2回/年)
 - 各テーマ毎に半期の進捗状況をレビューし、翌期の計画を見直す
 - * テーマ: 3テーマ
- ・全体会議(1回/年)
 - PJ全体の目標・成果の共有
 - * 成果発表(ポスターセッション): H26実績 35件、H27実績 46件

NEDO—実施者

- ・技術組合ARPCHEMとの打合せを1回/月で実施: H27実績 12回
- ・各拠点を最低1~2回/年訪問して、技術打合せ及び研究施設/設備の確認
- ・技術委員会(2回/年)を実施(前述)

17/21

◆ 動向・情勢の把握と対応

情勢	対応
本PJは、平成24年度に経済産業省直執行として開始されたが、3年目となる平成26年度からNEDOに移管された。	実用化を見据えた研究開発の取組を強化するために、 アカデミアから企業の研究員にPLを承継した。
平成27年度から、モデルガス(水素/窒素混合ガス)に代えて、実条件に近い爆発性の水素/酸素混合ガスを徐々に使用することとしていた。水素/酸素混合ガスを用いた研究開発では、爆発性混合ガスの知見とそれを安全に取り扱える特殊な実験装置が不可欠であった。	水素/酸素混合ガスの爆発回避技術に関し、国内において専門的な知見、研究設備及び実績を有する唯一の機関である (国研)産業技術総合研究所/安全科学研究部門を共同実施先として追加した。
研究の進捗に伴い、光触媒の表面層に酸化物材料を複合化することで、電荷分離と表面保護の観点で性能向上ができる可能性があることがわかった。そこで、新たに酸化物系材料、条件の探索や最適化が必須となった。	独自開発のコンビナトリアル手法により、酸化物材料の組成等を変えたライブラリーを一度に作成し、それを走査して評価する高速材料スクリーニング技術を有する (国研)産業技術総合研究所/太陽光発電研究センター機能性材料チームを共同実施先として追加した。
産学連携によるシナジー効果を出すため、光触媒について、集中研を東大内に設置。当初、スペースの関係もあり、東大の本郷、柏の2か所に別れていた。研究の進捗に伴い、移動時間や意思疎通が問題になった。	研究のシナジー効果と効率化のために、平成28年6月に東大の本郷に 集中研を集約化した。

18/21

◆ 開発促進財源投入実績

件名	年度	金額 (百万円)	目的	成果
技術動向調査	平成27年度	15	PJ開始から4年目となるため、最新の技術動向や競合技術等について、論文や特許等の発表・出願状況を外注で調査し、その結果をPJでの研究開発に役立てる。	国内外における最新の技術動向や競合技術等の最新情報を得ることが出来、PJの研究開発方針策定等に有効活用した。
光触媒シート作製装置(プラズマCVD)	平成27年度	55	光触媒の効率低下を抑制するために、光触媒と助触媒の界面強度を改良させ、寿命を向上させることができる。	様々な条件で、光触媒の高性能化に重要なpn接合形成のための表面修飾が可能となり、研究が加速した。
光触媒合成装置(高圧反応器)	平成27年度	10	光触媒の活性向上のため、光触媒の溶融/再結晶化が有効であることを見出しつつあるが、より高圧条件での検討を行うことにより、高活性化の条件を明確化できる。	従来の温度・圧力では不可能であった光触媒の溶融/再結晶化が可能となり、光触媒の欠陥低減に関する研究が加速した。
蛍光寿命測定装置	平成27年度	9	蛍光寿命測定により触媒活性を低下させる原因を解明し、高効率長寿命の触媒開発に繋げることが出来る。	励起状態に関する情報を得ることで光触媒の水分解メカニズムの理解が進み、より高効率な光触媒の設計に有効活用した。
大面積光触媒作成装置	平成27年度	8	数10cm角規模の光触媒モジュールを作成し、大型化に向けた課題を明確にする。	従来は1cm以下のサイズで検討していたが、10cm角での検討が可能となり、大型化に伴う問題点の早期抽出が可能となった。
気泡付着評価装置	平成27年度	10	光触媒表面への気泡の密着度を測定し、触媒表面状態との関係を明らかにし、気泡付着を防止する。	従来は不可能であった、光触媒表面での水素/酸素発生リアルタイム観察が可能となり、エネルギー変換効率向上のための指針が得られた。
端面焼成炉/CVD製膜炉	平成27年度	10	分離膜の長尺基材の端部を焼成するための特殊な電気炉、及び大型分離膜作成時の分離活性層合成用電気炉で、スケールUPに不可欠である。	本装置の導入により、従来の10cmサンプルではなく1mサンプルの作製が可能となり、長尺化に伴う問題点の早期抽出が可能となった。

19/21

◆ H26年度中間評価結果への対応

下記は、主な指摘事項に対する対応。

指摘	対応
1 今後、3つの研究テーマの成果をつなげていくことが重要である。そのためには、実用化から要求される各テーマのプロセス条件を考えた目標設定や研究グループ間の密接な情報交換が必要である。	将来のあるべき姿から求められる3テーマ間のニーズや研究方針等の情報を共有し、互いに融合した研究を強化推進する。具体的には、特に密接な関係がある光触媒と分離膜について、モジュール化検討における装置イメージの情報の共有化とより明確な目標設定のための研究を強化した。光触媒開発においては寿命に係る目標を、分離膜開発においては分離性能の目標を新たに設定した。
2 実用化の検討は、立地条件の異なる複数のケースや、各研究開発テーマ成果の個別活用など、幅広く行う必要がある。	実用化に向けて想定される立地ケース・プラント規模等の詳細検討を更に進め、より実現性の高い実用化方法を検討中である。また、個々の成果の他用途への展開を検討し、波及効果の創出も検討中である。

20/21

◆ 知的財産権等に関する戦略

■ 本事業における知財マネジメント

「NEDO知財マネジメント基本方針」適用PJ

・技術研究組合にて「知的財産権取扱規程」、「発明小委員会規則」等を策定

【知的財産権取扱規程】

- ・産業財産権の帰属
- ・特定秘匿ノウハウ及び一般ノウハウの取扱い
- ・産業財産権の譲渡・放棄
- ・知的財産の実施および実施許諾
- ・非組合員への実施許諾
- ・外部研究機関との協業

等について規定

【発明小委員会規則】

- ・発明の秘匿の要否、出願の是非の判断
- ・産業財産権の帰属及び持分
- ・産業財産権の譲渡・放棄
- ・実施許諾および実施許諾の条件

等について協議、決定

プロジェクトの概要説明（公開）

「Ⅲ.研究開発成果」及び 「Ⅳ.実用化に向けての取組及び見通し」

人工光合成化学プロセス技術研究組合

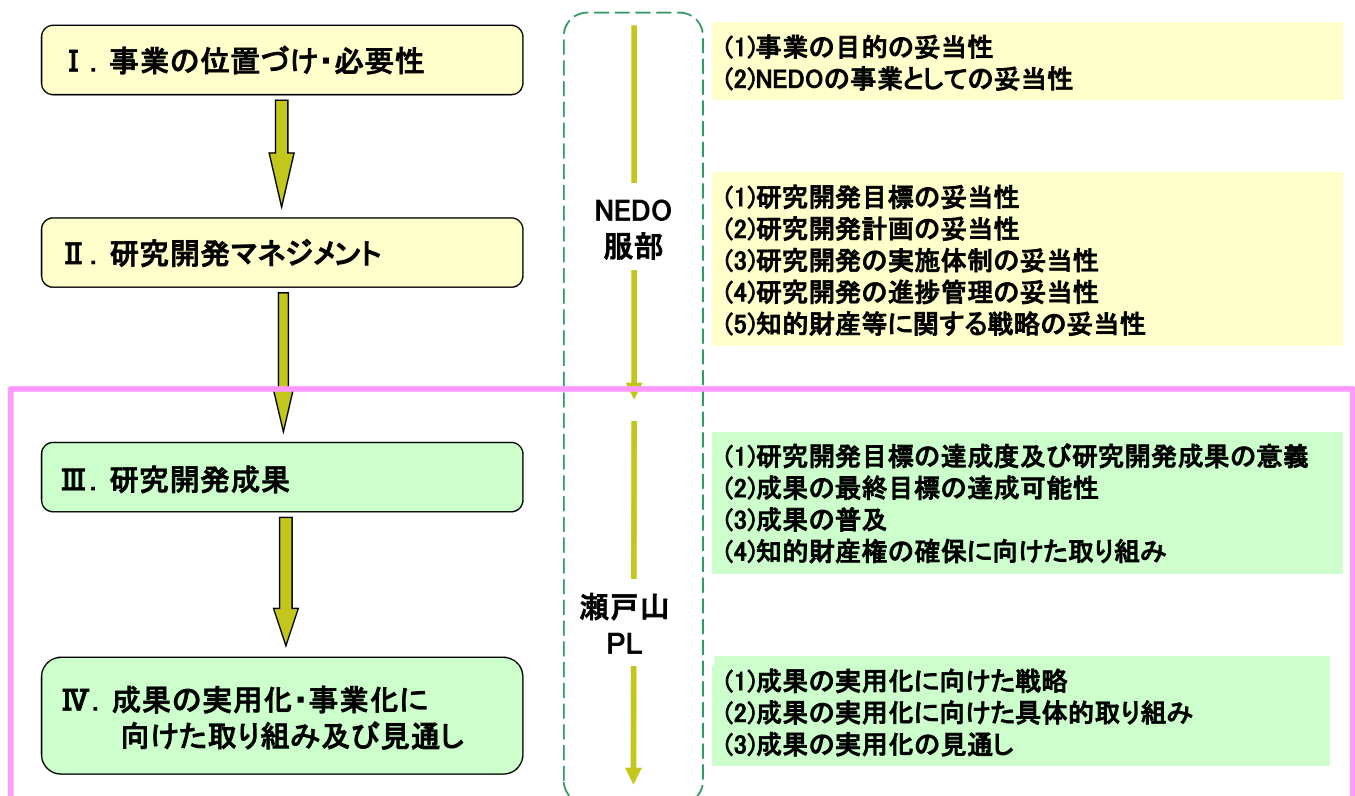
プロジェクトリーダー 瀬戸山 亨

平成28年9月28日

1/19

発表内容

公開



2/19

◆ソーラー水素等製造プロセス技術開発の目標と達成状況①

	H28fy中間目標	成果	達成度	今後の課題と解決方針
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	光触媒等のエネルギー変換効率(*) 3%を達成する。 (*) 太陽光エネルギーが水素等の生成に寄与する率)	タンデムセルにより最大3%超(*)を達成した。 寿命2時間の自主目標を達成した。	◎	最終目標10%を見据えた、さらに高活性のモジュールの構築。 モジュールの安定性についての自主目標の達成。
	光触媒等のモジュール化の個別要素技術を確立する。	タンデムセル、粉末光触媒シートセル等のスケールアップのための個別要素技術を確立した。	◎	高活性・高安定度モジュールのスケールアップのための課題解決と、モジュール、パネルの試作・試運転。

◎ 大幅達成、○達成、△達成見込み、×未達

3/19

◆ソーラー水素等製造プロセス技術開発の目標と達成状況②

	H28fy中間目標	成果	達成度	今後の課題と解決方針
2) 水素分離膜及びモジュール化技術等の研究開発	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。	酸素含有系評価装置を作成し、水素／酸素の分離性能を確認した。水蒸気含有での透過性能の6時間後の自主目標値を達成し、候補膜を確定した。安全に分離可能なモジュール基礎仕様を確定した。	○	水蒸気含有系での分離性能、耐久性の向上／表面処理等による耐水性向上と前処理による水分除去。 安全に分離可能なモジュールによる水蒸気含有系での性能確認／安全性についての詳細データ取得とそれに対応したモジュール設計。

◎ 大幅達成、○達成、△達成見込み、×未達

4/19

◆二酸化炭素資源化プロセス技術開発の目標と達成状況

	H28fy中間目標	成果	達成度	今後の課題と解決方針
1) 合成触媒の開発	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。	ラボでの試験検討により、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)を達成した。	○	<ul style="list-style-type: none"> 触媒、反応条件の最適化。 量産化を見据えた触媒等の製造技術の確立。
2) 反応プロセスの最適化及び小型パイロットでの実証等	小型パイロット規模でのプロセスを確立する。	ラボ試験検討結果に基づき、小型パイロットプラントを設計・導入し、運転検討を開始した。	○ (H29年3月達成予定)	<ul style="list-style-type: none"> 長期連続運転試験による触媒反応プロセスの検証。 大型パイロット装置等の設計に必要な基礎データの取得とシミュレータの作成。

◎ 大幅達成、○達成、△達成見込み、×未達

5/19

◆プロジェクトとしての達成状況

いずれの研究開発項目においても、中間目標に対して一定以上の成果をあげている。

- ソーラー水素等製造プロセス技術開発
 - 光触媒: ソーラー水素変換効率3.0%超を達成
 - 分離膜: 酸素含有系での分離性能の確認、水蒸気存在下での膜性能の自主中間目標値を達成
- 二酸化炭素資源化プロセス技術開発
 - 合成触媒: 有望な触媒プロセスを絞り込み、小型パイロットプラントスケールでの技術実証に着手

今後、本事業の成果を実用化するためには、以下の視点での重点的な研究開発が必要と考えられる。

- ◆ 光触媒: 光触媒及び助触媒の改良・複合化・高品質化・長寿命化、モジュールの高効率化・安定化・大型化
- ◆ 分離膜: 水蒸気存在下における酸素含有系での安全なモジュールによる性能確認
- ◆ 合成触媒: 商業スケールの前段階となる大型パイロット実証へ向けたスケールアップ

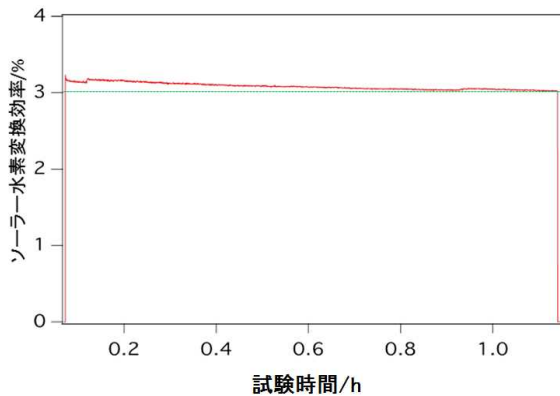
6/19

◆各個別テーマの成果 ソーラー水素等製造プロセス技術開発

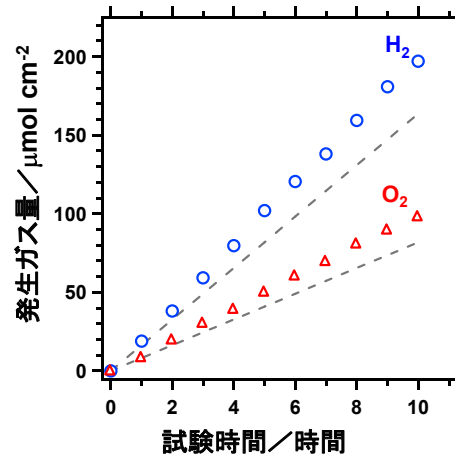
(1) 光触媒や助触媒及びこれらのモジュール化技術等の研究開発

- 中間目標の太陽エネルギー変換効率3%以上を達成した。
- 1100時間以上安定運用可能な光酸素発生シートを試作した。
- 粉末光触媒シートを試作し、太陽エネルギー変換効率以上を1%を達成した。
- スケールアップに向けて各種のセル、パネル、モジュールを試作した。

タンデムセル: 太陽光シミュレーター AM1.5Gでの継続試験結果



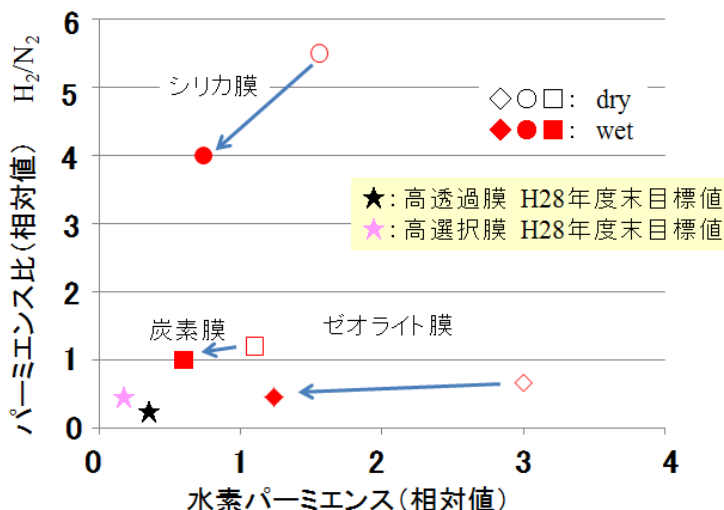
粉末光触媒シート: 太陽光シミュレーター AM1.5Gでの継続試験結果



◆各個別テーマの成果 ソーラー水素等製造プロセス技術開発

(2) 水素分離膜及びモジュール化技術等の研究開発

- ゼオライト膜、シリカ膜、炭素膜各材料の開発を行い、各膜において、水蒸気存在下においての6時間流通後の透過性能の自主中間目標値を達成した。
- モジュール開発では、安全な分離を目的に実機想定H₂/O₂混合ガスを用いた検討のフェーズに入った。



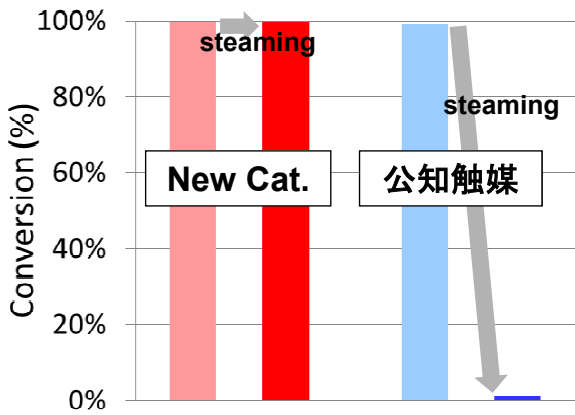
◆各個別テーマの成果 二酸化炭素資源化プロセス技術開発

(3) 合成触媒の開発

- ラボレベルで複数の方式を検討実施し、二酸化炭素由来の炭素のオレフィンへの導入率80%を達成できる目処が立った。特に、公知触媒をはるかに凌駕する耐スチーム性を有するゼオライト触媒を見出した(劣化速度の大幅改善が期待)。

(4) 反応プロセスの最適化及び小型パイロットでの実証等

- 小型パイロットプラントを設計・導入し、プロセス検証のステージに入った。



超スチーム耐久性を有するゼオライト触媒



小型パイロット装置外観

◆ソーラー水素等製造プロセス技術開発成果の最終目標の達成可能性

研究課題	最終目標(平成33年度末)	達成見通し
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	光触媒等のエネルギー変換効率10%を達成する。	水素生成用光触媒材料、酸素生成用光触媒材料に関して、順調に高性能化が進展中であり、最終目標達成は十分可能である。
	小型フロー式でエネルギー変換効率を最大限引出し、長期耐久性も兼ね備えたモジュールを設計する。	現在取得中の光触媒パネルに関する様々のパラメータを用いることにより、最終目標達成の見通しは十分にある。
水素分離膜及びモジュール化技術等の研究開発	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。	水蒸気存在状態での膜の最適化等と分離膜モジュールの構造最適化を進め、両者を組み合わせて耐久テスト等を行うことにより、最終目標の達成が可能である。

◆二酸化炭素資源化プロセス技術開発の最終目標の達成可能性

研究課題	最終目標(平成28年度末)	達成見通し
合成触媒の開発	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)で達成する。	触媒や反応条件等の更なる最適化により、副生物の削減および低級オレフィン選択率の向上を図ることで、目標を上回る性能達成は可能である。
反応プロセスの最適化及び小型パイロットでの実証等	小型パイロット規模でのプロセスを確立する。	小型パイロット設備での実証試験により、次期大型パイロット装置等の設計に必要な基礎データを取得し、スケールアップに向けたプロセスシミュレーターを完成させることにより目標達成は可能である。

◆成果の普及、知的財産権

*H28年7月20日現在

	特許 国内 出願	特許 外国 出願	特許 PCT 出願	学会 発表	論文 掲載	プレス 発表	新聞 雑誌 報道
H24年度	3件	0件	2件	0件	0報	0件	3件
H25年度	10件	1件	3件	15件	3報	0件	1件
H26年度	24件	0件	3件	42件	12報	1件	2件
H27年度	19件	8件	10件	60件	10報	1件	約50件
H28年度*	3件	0件	0件	12件	2報	0件	約10件
合計	59件	9件	18件	129件	27報	2件	約80件

◆知的財産権、成果の普及

※平成28年度7月19日現在

- (1) テレビ放送：北海道TV(BS朝日で再放送)
 (2) 新聞、インターネット：日経新聞、日経産業新聞、共同通信社、日刊工業新聞、電子デバイス産業新聞、日経テクノロジーオンライン、スマートジャパン、Chem-Station、他
 (3) パネル討論会、学会等での招待講演・依頼講演：Gordon Research Conference、Innovation for Cool Earth Forum、Symposium on Future Challenges for Carbon-based Nanoporous Materials、日本学術会議、日本化学会、日本産業機械工業会、日本太陽エネルギー学会、光機能研究会、高分子同友会、エネルギー研究会、KRI、国際公共政策研究センター、人工光合成フォーラム、

Innovation for Cool Earth Forum (ICEF)

安倍総理大臣の提言により毎年開催されることになった国際会議で、エネルギー・環境分野のイノベーションにより気候変動問題の解決を図るため、世界の学界・産業界・政府関係者間の議論と協力を促進するための国際的なプラットフォームとなることを目的とした会議。2015年10月の会議に、瀬戸山PL、堂免TLが発表並びに議論に参加。



13/19

◆本プロジェクトにおける「実用化」の考え方

当該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」

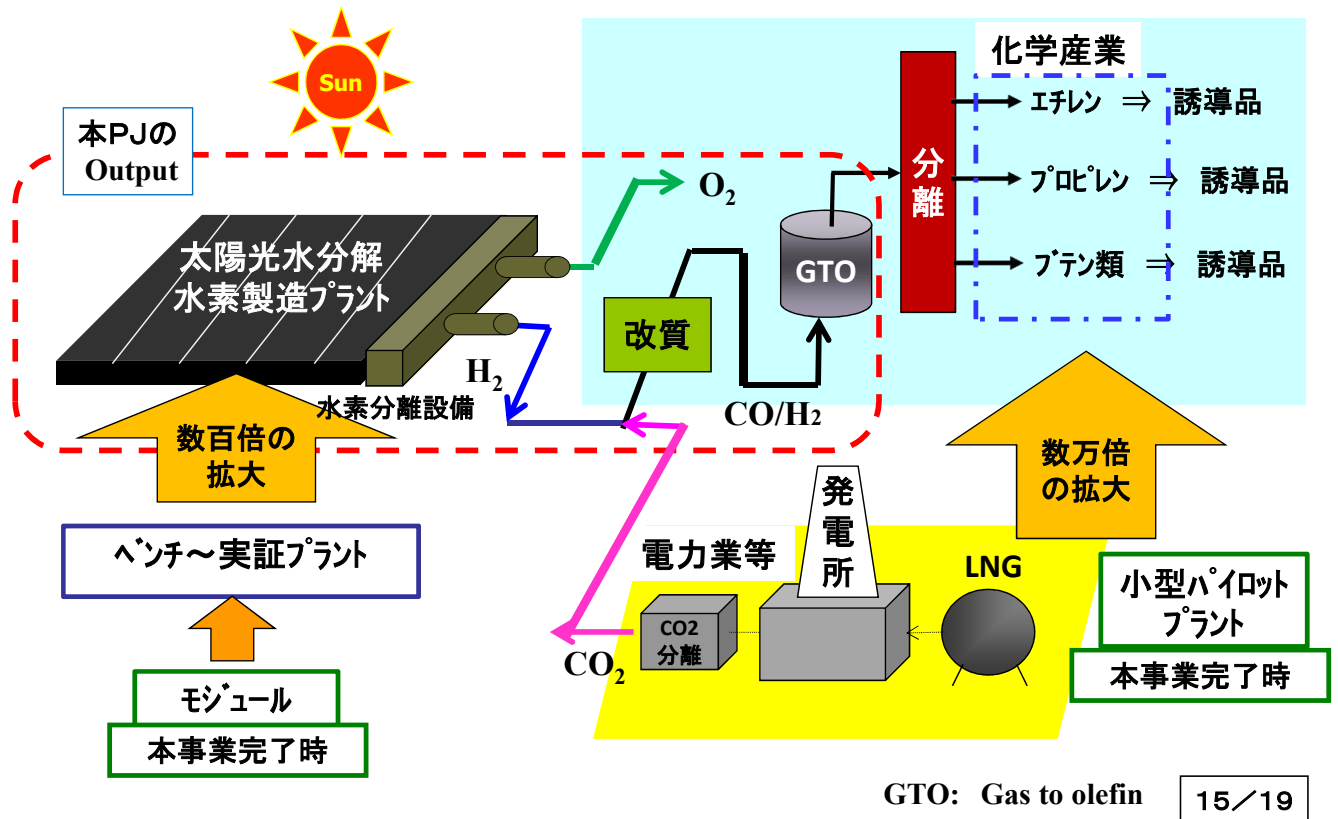
「オレフィン合成触媒」

の3つの基盤技術を用い、新規化学プロセスにおける

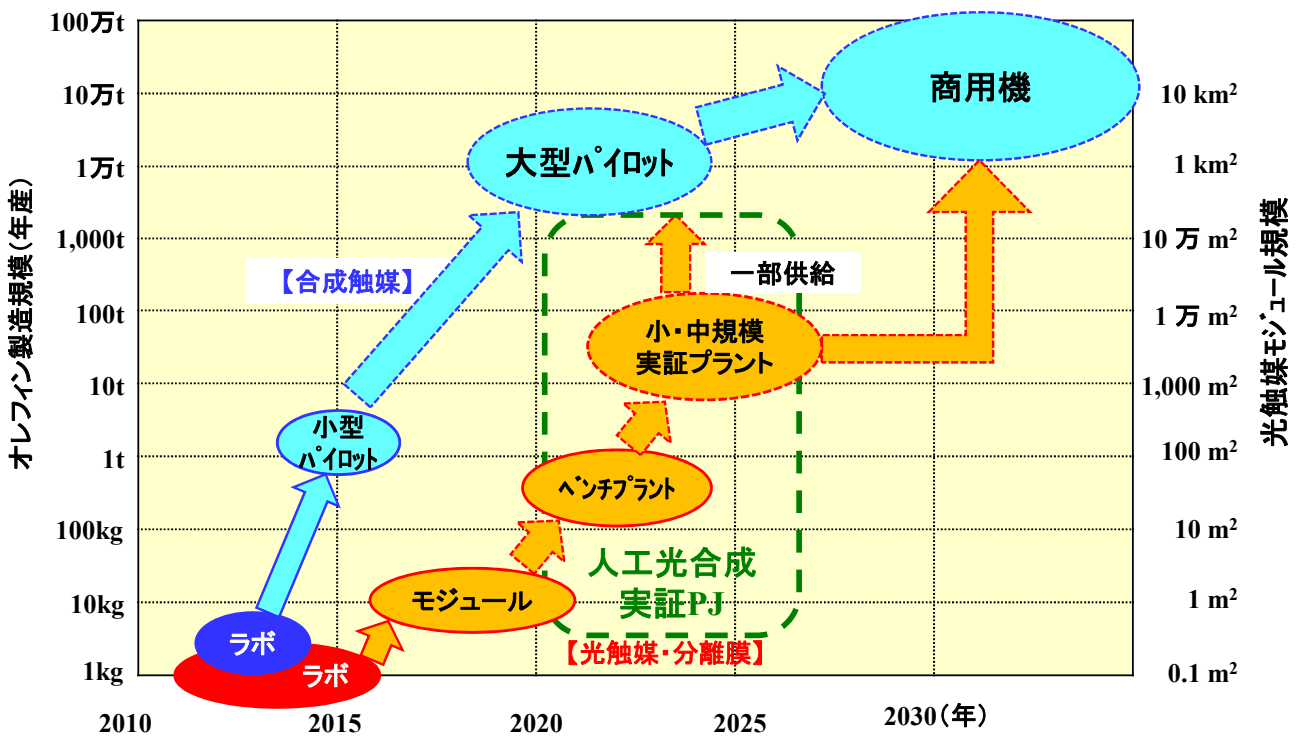
実証レベルの技術を確立することを言う。

14/19

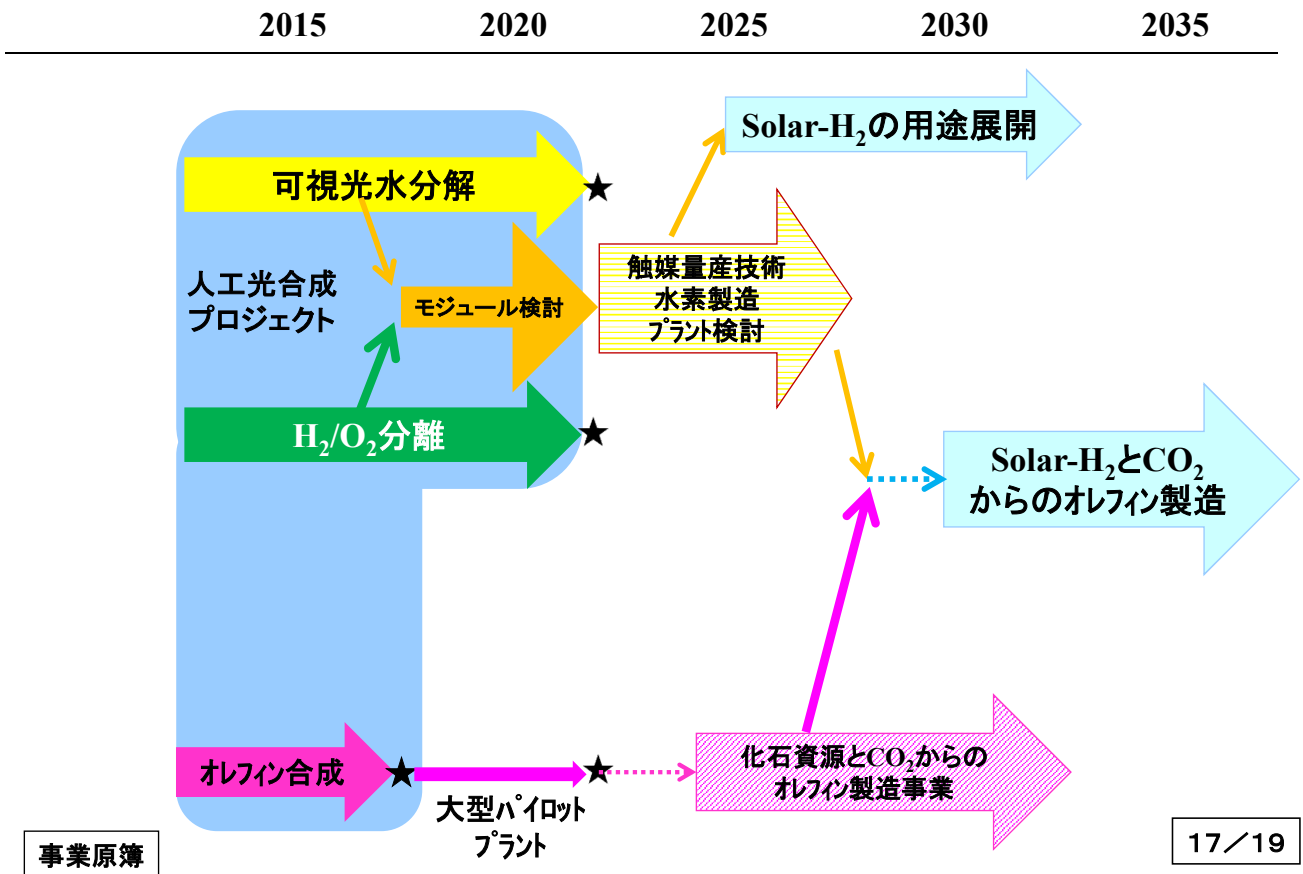
◆本事業完了時と実用化時の姿



◆事業規模と開発スケジュール



◆実用化に向けた具体的取り組み



◆成果の実用化の見通し

	課題	対応
光触媒・分離膜	<ul style="list-style-type: none"> 工業的光触媒製造 <ul style="list-style-type: none"> →光触媒製造のスケールアップ →大面積光触媒モジュール製造技術 工業的分離膜製造 <ul style="list-style-type: none"> →大面積製膜・モジュール製造技術 	本事業の中で対応方法の見通しを付ける。
	<ul style="list-style-type: none"> モジュールの低コスト化 	
合成触媒	<ul style="list-style-type: none"> 小型パイロットプラントからのスケールアップ 	本事業の中で、スケールアップ因子と関係式を把握する。
全体	<ul style="list-style-type: none"> 全体設備投資額の抑制 	CO ₂ 原料起点の形成。

◆波及効果

● 製品イメージ等

➤ 小規模水素製造設備への展開

- 水素ステーション、燃料電池への水素供給
- 水素社会へのシフト促進

➤ 省エネ型化学プロセス(分離技術)への展開

- 分離・精製: アルコール濃縮、LNG製造(CH_4/CO_2 分離)等
- 反応分離: メタノール合成等

● 人材育成等

(東大)出身PDが東海大、Toronto大(カナダ)、KUET(バングラデシュ)、大連化学物理研(中国)に栄転