

「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／
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／
副生ガス高効率分離・精製プロセス基盤技術開発」
事後評価報告書（案）概要

目 次

分科会委員名簿	1
評価概要（案）	2
評点結果	5

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「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／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／副生ガス高効率分離・精製プロセス基盤技術開発」（事後評価）の研究評価委員会分科会（第1回（平成26年10月30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41回研究評価委員会（平成27年2月20日）にて、その評価結果について報告するものである。

平成27年2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「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／
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／
副生ガス高効率分離・精製プロセス基盤技術開発」分科会
（事後評価）

分科会長 西原 寛

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
「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／
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／
副生ガス高効率分離・精製プロセス基盤技術開発」(事後評価)

分科会委員名簿

(平成26年10月現在)

	氏名	所属、役職
分科 会長	にしはら ひろし 西原 寛	東京大学大学院理学系研究科 化学専攻 教授
分科 会長 代理	くろだ やすしげ 黒田 泰重	岡山大学大学院 自然科学研究科 教授
委員	おか のぶき 岡 伸樹	三菱重工業株式会社 技術統括本部 長崎研究所 化学研究室 主任
	なかむら たかよし 中村 貴義	北海道大学 電子科学研究所 附属グリーンナノテクノロジー研究センター 教授
	まつむら はる お 松村 晴雄	株式会社旭リサーチセンター 調査研究部門 主席研究員／常務取締役
	みうら のりお 三浦 則雄	九州大学 産学連携センター プロジェクト部門 教授
	むかい しん 向井 紳	北海道大学大学院 工学研究院 有機プロセス工学部門 化学工学分野 教授

敬称略、五十音順

「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／

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／

副生ガス高効率分離・精製プロセス基盤技術開発」(事後評価)

評価概要 (案)

1. 総論

1. 1 総合評価

世界をリードしている PCP (porous coordination polymer, 多孔性配位高分子) の基礎科学をバックグラウンドとし、ゲートオープン型 PCP という我が国独自の材料系を用いて、分離後の CO₂ 濃度・吸着エネルギーなど高い目標を掲げ、プロジェクトリーダーのリーダーシップのもと、大学と企業が連携し、設定された各最終目標を達成した。

炭化水素の構造異性体の分離や触媒における特異な活性などの発見は、基礎科学においても大きな成果であり、100 件を超える特許の出願や高 IF (Impact Factor) 値誌での発表論文に見られるように、個別の研究成果は極めて高いレベルにある。本プロジェクトで見出された非常に高付加価値のある新規現象については、仮説を立てるだけでなく、メカニズムを充分解明することによって、性能向上や用途拡大の他、他の材料との差別化に向けての対策立案を行い、更に新たなブレークスルーを期待する。

ゲートオープン型 PCP については COODIFLEX として商標登録がなされ、特許化されない技術に関してもノウハウとして適切に管理されている。各企業とも、3~5 年後の実証レベル技術確立に向けた明確なビジョンをもち、事業を推進している。今後は、PCP 合成のコスト低減等の課題を克服して、実用化を進めることを期待する。

1. 2 今後に対する提言

他の企業への普及や海外展開を考えると、できるだけ速やかに成功例を示し、性能及びコスト面での競争力アップを図る必要がある。参加企業の実用化へ向けた計画は妥当なものであり、今後も継続的に支援していくことが必要と考える。

急速に世界中で開発が進んでいる、PCP を利用した触媒反応や PCP そのものに関する物性評価などの研究に関しては、至急に進展させる必要があると思う。本技術の実用化は長期的な効果が期待できること、また、世界的には国内メーカーよりも数倍大きなメーカーが台頭してくることが想定されることから、本プロジェクト終了後も重点的な推進を希望する。

2. 各論

2. 1 事業の位置付け・必要性について

社会的ニーズが大きく、我が国の化学産業の基盤強化、競争力強化のために必要な技術開

発を行う課題解決型のプロジェクトは、産官学それぞれ単独では成し得ることが困難なことから、それぞれの知見を結集させ、それらを纏め上げることが可能な NEDO 主導の事業として妥当と考える。

欧米においても同時期に新 PCP 材料の開発とその応用に関する大型プロジェクトが推進されているため、我が国が将来この分野で他国の後塵を拝することなく世界を主導する立場を確保するためにも、時宜を得た必要で重要な事業であった。

2. 2 研究開発マネジメントについて

分離後の CO₂ 濃度、エネルギー効率に関係する吸着エネルギーなど、クリアすべき数値はかなり高度であり、実用化への道筋を見据えつつ、極めて戦略的な目標設定であると言える。ただし、BASF がすでに MOF のサンプル供給をしている状況や、シェールガス生産の状況などをみると、コストダウンやプロセス開発を促進する目標も必要であるように感じた。

プロジェクトリーダーの強いリーダーシップのもと、本研究の計画立案や内容、また、研究体制という点において、高いレベルでオーガナイズされており、申し分ない。京大に集中研を設置して、大学と企業からの優秀な若手人材を集めて、切磋琢磨させながら新材料の開発を行わせたことは、創造的な研究を推進する上でも、能力をさらに伸ばす人材育成を行う点でも、よく考えられた優れたシステムであったと評価する。

当初より知的財産における持ち分を均等にするというルール化により、知財化を促進するだけで無く、スムーズな共同研究やアイデアの共有が図られ、事業の発展に大いに寄与している。

プロジェクト後半において、集中研は計算化学や状態分析などにより、企業での個別の開発研究を後押しし、さらに企業は加速予算を適切に活用し、高い成果を挙げている。個々の企業が強みとする既存技術と、PCP という材料系がうまくマッチして、実用化に向けた着実な進捗が見られるのみならず、新たな応用可能性も芽生えている。

中間評価や技術委員会の意見を取り入れて、情勢変化などにも柔軟に対応している。

2. 3 研究開発成果について

CO₂ 分離に関する分離後濃度、分離度、吸着エネルギーおよび動的有効吸着量の最終目標値は、いずれも非常にハイレベルに設定されているにもかかわらず、全ての項目において十分に達成されている点は大いに評価できる。

構造柔軟性を有する新規な PCP 材料により、ゲートオープン型の特異的な CO₂ の吸着機能を利用し、窒素、メタンあるいはエチレンとの分離に対して、実用化が可能なレベルの非常に高性能な分離剤を開発している。これらは世界最高レベルの卓越した成果であると評価できる。

炭化水素の構造異性体分離用の新材料は、従来の常識では考えられないような非常に優れた世界初の発見であると評価できる。従来の抽出蒸留法と比べて大幅な省エネルギー化が達成可能で、その優位性は大変高く、早期の実用化が最も期待される非常にオリジナルな注目すべき成果である。

世界的に最大のライバルと考えられるメーカをマークしながら、戦略に沿った数多くの知的財産を出願していたことから、知的財産権等の取得及び標準化の取組は妥当であったと考える。

発表論文数は決して多くないが、特許戦略等を考慮すると妥当な線である。個々の論文は高い IF 値をもつ論文誌に発表されている。プロジェクトにかかわった複数の研究員が学位を取得、あるいは学位取得が見込まれ、これも大きな成果であると感じる。

2. 4 実用化に向けての見通し及び取り組みについて

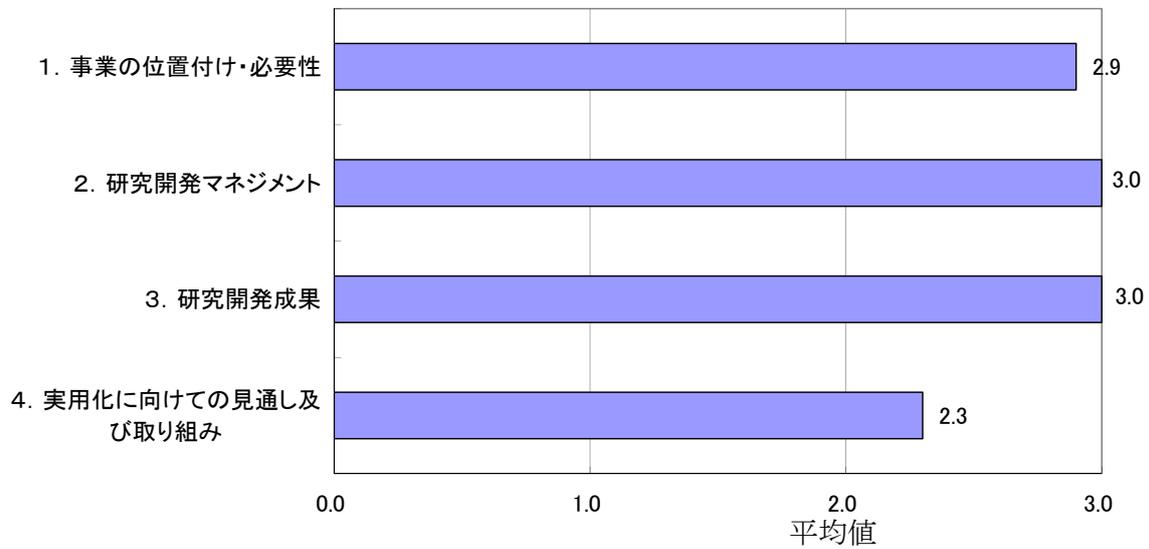
研究期間中に、PCP/MOF 分野の研究開発が世界中で進んだが、その進展を上回るスピードで研究開発を展開したため、実用化レベルを保持することができたと判断する。単なる吸着能や分離能を向上させるだけでなく、原料の選択によって生産コストを低減し、大量生産法を確立し、耐久性を向上させ、ペレット成型法を確立するなどの、様々な課題に対する詳細な検討によって、バルク材料としての実用化レベルまで達したことが高く評価できる。

本プロジェクトの成果の数年先の実用化に向けた計画とマイルストーンが、いずれも具体的なイメージとして明確に示されている。ただし、実用化を視野に入れたとき、一部の内容において、現状での装置（既存の設備）を、本系を利用した設備に置き換えるためには、数段の機能向上と低価格化が要求されると考える。

成功例が一つでも出ると実用化への動きは大幅に加速されると思われるため、可能性が高い用途を中心に一刻も早く実用化してほしい。

企業における研究段階から目的達成のために貢献できる人材の育成においても、貢献度の高いプロジェクトであった。長い目で見たときに、このような人材を育てることは極めて重要である。

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	2.9	A	A	A	A	B	A	A	
2. 研究開発マネジメントについて	3.0	A	A	A	A	A	A	A	
3. 研究開発成果について	3.0	A	A	A	A	A	A	A	
4. 実用化に向けての見通し及び取り組みについて	2.3	A	B	A	B	B	B	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 →C
・適切とはいえない →D	・見通しが不明 →D

研究評価委員会「グリーン・サステナブルケミカルプロセス基盤技術開発
／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
／副生ガス高効率分離・精製プロセス基盤技術開発」
(事後評価) 分科会

日 時：平成26年10月30日(木) 10:00～17:20

場 所：WTC コンファレンスセンター Room A

〒105-6103 東京都港区浜松町2-4-1 世界貿易センタービル 3階

－ 議 事 次 第 －

【公開セッション】

- | | | | | |
|-----------------------------------------|-------|---|-------|-------|
| 1. 開会、資料の確認 | 10:00 | ～ | 10:10 | (10分) |
| 2. 分科会の設置について | 10:10 | ～ | 10:15 | (5分) |
| 3. 分科会の公開について | 10:15 | ～ | 10:20 | (5分) |
| 4. 評価の実施方法について | 10:20 | ～ | 10:25 | (5分) |
| 5. プロジェクトの概要説明 (説明35分、質疑35分) | | | | |
| 5-1. 事業の位置付け・必要性、研究開発マネジメントについて | 10:25 | ～ | 10:40 | (15分) |
| 5-2. 研究開発成果および実用化に向けての見通し
及び取り組みについて | 10:40 | ～ | 11:00 | (20分) |
| 5-3. 質疑応答 | 11:00 | ～ | 11:40 | (40分) |
| (昼食・休憩) | 11:40 | ～ | 12:30 | (50分) |

【非公開セッション】

〈実施者入替なし〉

- | | | | | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|---|-------|-------|
| 6. プロジェクトの詳細説明 | | | | |
| 6-1. 全体概要説明 <北川宏 P L > (説明10分、質疑10分) | 12:30 | ～ | 12:50 | (20分) |
| 6-2. CO ₂ ガスの分離・精製材料基盤技術開発 | | | | |
| 6-2-1. CO ₂ /N ₂ 分離用PCPの開発
<京都大学、(株)クラレ、昭和電工(株)、東洋紡(株)>
(説明20分、質疑20分) | 12:50 | ～ | 13:30 | (40分) |
| 6-2-2. メタン精製用PCPの開発
<(株)クラレ、京都大学>
(説明20分、質疑20分) | 13:30 | ～ | 14:10 | (40分) |
| 6-2-3. CO ₂ /エチレン分離用PCP及び構造異性体混合物からの
特定構造炭化水素分離精製用PCPの開発
<昭和電工(株)、京都大学>
(説明20分、質疑20分) | 14:10 | ～ | 14:50 | (40分) |
| (休憩) | 14:50 | ～ | 15:00 | (10分) |
| 6-2-4. PCPによる微量ガス分離材の開発
<東洋紡(株)、京都大学>
(説明20分、質疑20分) | 15:00 | ～ | 15:40 | (40分) |

6-3. 回収CO ₂ ガスによるグリーンプロセス基盤技術開発 ＜京都大学、昭栄化学工業（株）＞ (説明20分、質疑20分)	15:40 ~ 16:20 (40分)
7. 全体を通しての質疑	16:20 ~ 16:40 (20分)
(休憩・入替)	16:40 ~ 17:00 (20分)
【公開セッション】	
8. まとめ・講評	17:00 ~ 17:15 (15分)
9. 今後の予定、その他	17:15 ~ 17:20 (5分)
10. 閉会	17:20

以 上

概要

		最終更新日	2014年10月20日	
プログラム(又は施策)名	ナノテク・部材イノベーションプログラム			
プロジェクト名	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 /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/副生ガス高効率分離・精製プロセス基盤技術開発	プロジェクト番号	P09010	
担当推進部/ 担当者	担当推進部 2009.04-2010.06 環境技術開発部 環境化学グループ 2010.07-現在 環境部 環境化学グループ 担当者 主任研究員 山下 勝 2009.04-2009.08 主査 浅子 洋一 2009.04-2009.06 主幹研究員 江口 弘一 2009.08-2010.04 主査 吉田 宏 2009.04-2012.03 主任研究員 岩田 寛治 2010.04-2013.01 主査 新井 唯 2009.04-2012.03 主任研究員 山野 慎司 2013.01-現在 主査 土屋 裕子 2012.04-現在			
0. 事業の概要	<p>化学品の製造プロセスにおけるクリーン化、省エネ化、原材料・資源の多様化・有効利用、廃棄物の減容化等を実現し、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・サステイ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。</p> <p>GSC プロセス研究開発課題としては、i)有害な化学物質を削減、ii)廃棄物、副生成物を削減、iii)資源生産性を向上、iv)化学品原料の転換・多様化等による独創的で革新的な化学プロセスを通じた開発であり、これら研究開発を通じてプロセスイノベーションやマテリアルイノベーションを早期に実現することを目的とする。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イナブルな産業構造への貢献が期待できる。</p> <p>「副生ガス高効率分離・精製プロセス基盤技術開発」(以降、本事業という)では、この中のiii)資源生産性を向上できる革新的化学プロセスの開発に位置し、各種化学プロセス等から発生する二酸化炭素等の副生ガスを既存の吸着材料と比較して低エネルギーで効率良く吸着・脱着することができる革新的な吸着材料の開発及び回収副生ガスから有用な化学品を合成するための基盤技術の開発を行う。</p>			
I. 事業の位置付け・必要性について	<p>我が国の化学産業は、国際的に高い技術力と競争力を有し、社会の発展を支えているが、様々な課題も抱えている。製造プロセスでは、有害添加物(ハロゲン、重金属等)利用、高機能化に伴う多段化等によるエネルギー消費増、廃棄物大量排出等が問題となっている。また、生産に必要な多くの原材料等は一部の産出国からの輸入に頼らざるを得ない状況にあり、将来にわたって安定的に化学品を製造可能なのかも危惧されている。これらの問題は、我が国のみならず、地球規模においても認識されており、科学の発展に伴い大量生産・大量消費文明を築き、資源枯渇、地球温暖化に代表されるような問題が顕在化してきている。これらの問題に対して、様々な環境対策が世界的に強化されていることに加え、これらの問題を克服し、持続的社會を実現するために、日米欧においてグリーン・サステイナブル・ケミストリー(GSC)活動が進められてきている。我が国においては、GSC は枯渇性資源(原料、エネルギー)の消費を最小化し、かつ製造・加工プロセスで排出される廃棄物及び使用後に排出される廃棄物を最小化すると共に、使用時を含めた全ライフサイクルにわたって「人と環境の健康、安全」を実現する化学技術として位置付けられてきた。NEDO では、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、前項 i)~iv)による「GSC プロセス基盤技術開発」を実施している。</p> <p>本事業は、iii)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、副生ガス分離等)に対して大幅な消費エネルギー削減が可能となるクリーンプロセスを開発するために必要な触媒、膜材料、分離材料、吸着剤、選択加熱法による革新的な技術の開発)の内の開発項目の一つとして、副生ガス高効率分離・精製プロセス基盤技術開発を行うものである。具体的には、分子設計が可能な多孔性金属錯体(PCP)により、各種化学プロセス等から発生する二酸化炭素等の副生ガスを効率良く吸着・脱着し濃縮することができる革新的な吸着材料を開発し、工業的な利用を目指す。また、回収副生ガスから有用な化学品を合成するための複合触媒に関する基盤技術開発を行う。</p> <p>本事業により、化学プロセス等から発生する副生ガスの有効利用のための分離に要するエネルギーを低減することに加え、副生ガスを原料として用いるための基盤技術を開発することにより、我が国の化学産業等の GSC プロセス化に寄与することができる。</p>			

II. 研究開発マネジメントについて

事業の目標	<p>化学プロセスや製鉄所等から排出される二酸化炭素を含む副生ガスの分離・精製には、現状は化学吸収法や PSA(プレッシャー・スイング・アブソープション)法等が用いられているが、吸収液の再生や吸脱着時のコンプレッサー等の運転に要するエネルギーが大きい等の問題点を有している。</p> <p>本事業では、化学プロセス等の生産プロセスから発生する二酸化炭素等の副生ガスを、マイルドな条件で効率よく吸着、脱離することで、高純度、低コスト、低エネルギーで精製できる革新的な吸着材料(多孔性金属錯体、PCP)を開発し、濃縮された副生ガスを有用な化学品に転換できるクリーンなプロセスを確立するための基盤技術の開発を行う。</p> <p>中間目標(平成 23 年度末)</p> <p>①CO₂ガスの分離・精製材料基盤技術開発</p> <ul style="list-style-type: none"> ・副生ガスの分子サイズに合わせた多孔性金属錯体等の分子設計を行い、副生ガスとしてのCO₂等を高濃度(95%以上)に濃縮でき、かつ高選択に分離する材料を開発する。具体的には、現在実用化されているゼオライト、活性炭等の分離材料に比べて低い操作エネルギーで高選択的に副生ガス(CO₂等)を吸着・脱離できる新規材料(副生ガスの吸着エネルギーが40kJ/mol以下、分離度(吸着相と気相における目的成分のモル分率比)が150以上である材料)を開発する。 <p>②回収CO₂ガスによるグリーンプロセス基盤技術開発</p> <ul style="list-style-type: none"> ・95%以上に濃縮された副生ガスを原料として、目的生成物の選択率が60%以上となる化学プロセスに関する試設計を行う。 <p>最終目標(平成 25 年度末)</p> <p>①CO₂ガスの分離・精製材料基盤技術開発</p> <ul style="list-style-type: none"> ・副生ガスの分子サイズに合わせた多孔性金属錯体等の分子設計を行い、副生ガスとしてのCO₂等を高濃度(99.9%以上)に濃縮でき、かつ高選択に分離する材料を開発する。具体的には、現在実用化されているゼオライト、活性炭等の分離材料に比べて低い操作エネルギーで高選択的に副生ガス(CO₂等)を吸着・脱離できる新規材料(副生ガスの吸着エネルギーが30kJ/mol以下、分離度(吸着相と気相における目的成分のモル分率比)が300以上である材料)を開発する。 <p>②回収CO₂ガスによるグリーンプロセス基盤技術開発</p> <ul style="list-style-type: none"> ・99.9%以上に濃縮された副生ガスを原料として、目的生成物の選択率が80%以上となる化学プロセスに関する試設計を行う。 						
	事業の計画内容	主な実施事項	H21fy	H22fy	H23fy	H24fy	H25fy
	①CO ₂ ガスの分離・精製材料基盤技術開発	←		▼ 中間評価			▼ 事後評価
	②回収CO ₂ ガスによるグリーンプロセス基盤技術開発	←					
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	H21fy	H22fy	H23fy	H24fy	H25fy	総額
	一般会計	179	152				331
	特別会計 (電源・需給の別)			159	195	139	493
	加速予算 (成果普及費を含む)	61	324		167		552
	総予算額	240	476	159	362	139	1,376
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	国立大学法人京都大学 大学院理学研究科 教授 北川 宏					

	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)	(国)京都大学 (共)自然科学研究機構分子科学研究所 (H23fy まで) (株)クラレ 昭和電気(株) 東洋紡(株) 昭栄化学工業(株)
情勢変化への対応	平成22年2月: 開発サイクル高効率化のため、加速により集中研に反応装置および評価装置を導入 平成22年6月: 実用化時の課題検討着手のため、加速により成形装置、評価装置等を導入 平成22年11月: 早期実用化のため、中量合成装置及び実ガス想定の評価装置等を導入 平成24年8月: 実用化候補となるPCPの性能評価迅速化のため、触媒活性評価装置の導入とキログラムスケールでのPCP外注合成を実施 平成24年11月: PCP複合触媒の性能向上と耐久性試験の効率化のため、複合触媒合成装置並びに分析装置の導入と、再度のPCP外注合成を実施	
中間評価への対応	指摘事項に対しては、実用化に即した数値目標の設定、実用化に必要な開発課題およびマイルストーンの明確化を図り、実施方針および実施計画書に反映させる対応を取った。	
評価に関する事項	事前評価	平成20年度実施 担当部 環境技術開発部及びナノテクノロジー・材料技術開発部
	中間評価	平成23年度実施
Ⅲ. 研究開発成果について	最終目標(平成25年度末)とそれに対する成果は以下の通り	
	①CO ₂ ガスの分離・精製材料基盤技術開発	
	項目	最終目標
	選択分離後の濃度	99.9%以上
	吸着エネルギー	30kJ/mol 以下
分離度	300 以上	
<ul style="list-style-type: none"> ・最終目標はすべて達成 ・各企業の個別開発目標についても達成 		
②回収CO ₂ ガスによるグリーンプロセス基盤技術開発		
項目	最終目標	
選択率(電流効率)	80%以上	
<ul style="list-style-type: none"> ・最終目標は達成 ・企業の個別開発目標についても達成 		
投稿論文	「査読付き」21件、「その他」8件	
特許	「出願済」100件、(うちPCT出願17件)	
その他の外部発表(プレス発表等)	「研究発表・講演」16件、「新聞・雑誌等への掲載」9件	
Ⅳ. 実用化の見通しについて	本事業の結果、CO ₂ 等の副生ガスの分離・精製に好適な高性能PCP材料の開発および、PCPと触媒を複合化させたPCP複合触媒の開発を含むPCP基盤技術を確立することができた。今後はこの基盤技術を基にして、各参画企業それぞれの実用化ターゲットに合わせて自社内で実用化に向けた課題解決等を実施し、本事業終了より3年から5年を目処に実用化を図る。	

V. 基本計画に関する事項	作成時期	21年3月 作成
	変更履歴	21年12月 改訂 (「明日の安心と成長のための緊急経済対策(平成21年度補正予算(第2号))に係る研究開発項目④追加」) 22年8月 改訂 (加速に伴い(別紙)研究開発計画の研究開発項目③-2の達成目標を修正) 23年1月 改訂 (平成22年度補正予算第1号による研究開発項目④-4、④-5追加) 23年7月 改訂 (根拠法改正に伴う改訂) 23年10月 改訂 (中間評価の結果に基づき、(別紙)研究開発計画の研究開発項目③-1の内容を修正) 24年3月 改訂 (研究開発項目③-4追加による改訂) 24年9月 改訂 (研究開発項目②の一部追加実施に伴う改訂) 25年2月 改訂 (研究開発項目③-1の目標修正、研究開発項目④の期間修正、評価に関する事項修正、業務方法書の改正による改訂)

◆ 研究開発のスケジュールと開発予算

開発項目	2009	2010	2011	2012	2013	2014
① CO₂ガスの分離・精製材料基盤技術開発 中間評価 ▼ 事後評価 ▼						
CO ₂ /N ₂ 分離用PCPの開発	基本構造検討、メカニズム解明、測定方法確立		構造最適化、実ガス想定試験			
メタン精製用PCPの開発	基本骨格探索、PSA基盤技術開発		実用化の課題抽出	耐久性向上	スケールアップ合成形態付与	
CO ₂ /エチレン分離用PCP、特定構造炭化水素分離用PCPの開発	基本骨格探索、形態付与		評価装置基本設計	構造最適化	プロセス検討	
PCPIによる微量ガス分離材の開発	基本骨格探索、形態付与		安定性検討	構造最適化	形態付与、プロセス検討	
② 回収CO₂ガスによるグリーンプロセス基盤技術開発						
気相法によるPCP複合触媒の開発	複合化方法の検討、評価方法確立		複合触媒作成、化学プロセス試設計			
液相法によるPCP複合触媒の開発	複合化方法の検討、評価方法確立					
PCP複合触媒の開発						
事業費(百万円)	240	476	159	362	139	

事業費合計(百万円)	1,376
------------	-------

◆ 研究開発の実施体制

- ・PCPの基本構造探索、分離および反応メカニズム解明をアカデミアが実施し、それを応用して各企業がそれぞれの目的に合わせた実用化検討を実施した。
- ・PJ前半3年間は、京都大学内に設置した集中研において、成果・課題・解決策を迅速に共有することで、研究開発の円滑化を行った。

