

# 「有機ケイ素機能性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 .....	5

## はじめに

本書は、NEDO技術委員・技術委員会等規程第32条に基づき研究評価委員会において設置された「有機ケイ素機能性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（2019年8月2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33条の規定に基づき、第60回研究評価委員会（2019年12月20日）にて、その評価結果について報告するものである。

2019年12月

国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構  
研究評価委員会「有機ケイ素機能性化学品製造プロセス技術開発」分科会  
（中間評価）

分科会長 飛田 博実

「有機ケイ素機能性化学品製造プロセス技術開発」 (中間評価)

分科会委員名簿

(2019年8月現在)

	氏名	所属、役職
分科 会長	とびた ひろみ 飛田 博実	東北大学大学院 理学研究科 化学専攻 教授
分科 会長 代理	なかむら まさはる 中村 正治	京都大学 化学研究所 元素科学国際研究センター 教授
委員	すぎのめ みちのり 杉野目 道紀	京都大学大学院 工学研究科 合成・生物化学専攻 教授
	せきね ひとし 関根 均	D I C株式会社 R&D統括本部 生産技術開発センター センター長
	たなか のりお 田中 規生	日産化学株式会社 専務理事 物質科学研究所 所長
	とくなが まこと 徳永 信	九州大学大学院 理学研究院 化学部門 教授
	みうら かつきよ 三浦 勝清	埼玉大学大学院 理工学研究科 物質科学部門 教授

敬称略、五十音順

# 「有機ケイ素機能性化学品製造プロセス技術開発」 (中間評価)

## 評価概要 (案)

### 1. 総合評価

有機ケイ素材料は、今や多様な工業製品や日用品に広範に使われているのみならず、様々な有用な化合物を合成する化学反応の試薬や置換基としても重要な位置を占めており、化学の基礎から応用に至るまであらゆる分野に浸透している基幹的な物質である。その原料となるアルコキシシランを直接法よりも少ない消費エネルギーで安定的に供給できる方法を確立することは、国家レベルでも地球全体としても非常に重要な課題である。砂からケイ素のコンセプトと多種多様な化合物への変換ルートの開発ができていることは、高く評価する。特に、砂からのテトラアルコキシシランの合成、鉄触媒によるヒドロシリル化、ポリシロキサンを精密合成を代表例として、実用面および学術面でも興味深く、多くの研究成果が得られている。既に実用化の達成が可能と考えられる複数のテーマ、また、途中中止判断の複数のテーマがあることは、資源配分を含めたマネジメント・達成度進捗管理等、プロジェクト実施体制が非常に明確かつ力量あるものであり、全体として高く評価できる。

本プロジェクトで開発された新しいプロセスを用いて、現在、既に実用化されている製品、あるいは同等の性能を持つ製品を実際に製造できること、および、直接法を用いるよりも低コストで実現できる見込みがあることを早い段階で示していただきたい。

### 2. 各論

#### 2. 1 事業の位置付け・必要性について

各種資源が少ない我が国において、ケイ素は豊富に存在する資源であり、これを有効利用するための持続可能な技術を開発することは、科学技術立国である我が国の地位を確固たるものにし、産業競争力を維持・向上させるためには必要不可欠である。この観点から、本事業目的は極めて妥当であり、非常に意義深い。この目的達成のために、大学や国立研究所が持つ新しい概念や物質の創出能力と、企業が得意とする製品開発の技術とが緊密に協力することが不可欠であり、また、国の産業や生活に関わる公共性の高い課題であるため、NEDOが関与することは妥当である。このプロジェクトによって確立されることが期待される省エネルギープロセスが実際に稼働し、安価なケイ素原料が市場に出回れば、化学産業のみならず、電子材料、機械、電気機器など、多くの基盤的産業に大きな恩恵をもたらし、投じた研究開発費を大きく上回るものになると予想される。

#### 2. 2 研究開発マネジメントについて

本プロジェクトは、有機ケイ素部材の市場規模や将来予測を十分に検討したうえで進められており、実用化に向けた明確な達成目標を定めている。参画企業は、適切な技術力と事業化能力を有しており、加えて、新規企業との連携は、当該プロジェクトで開発された新規機

能性有機ケイ素材料の社会実装に向けて効果を上げている。プロジェクトリーダーの強力なリーダーシップのもと、適切な研究開発目標が設定され、研究開発実施体制が構築されており、実施者間の連携も十分に行われている。特許出願、論文、外部発表なども過去3年は高い数値を保っており、知的財産に関する戦略も適切であると判断できる。

一方で、目標達成・効率的実施のための連携やそのマネジメントが不明確に感じられた。研究開発項目によっては実施者間のコミュニケーションの不足により、機会や研究資源の損失にも繋がるため、共同実施や再委託に係る部分のマネジメントの明確化が望まれる。

また、実用化を見通した研究開発はもちろん必要であるが、魅力的かつ挑戦的な研究も継続して欲しい。一方で、研究成果が出ないことを恐れて、触媒、反応剤、反応条件等の制限なく、何を使っても良いという考え方に陥りがちであるが、実用化を見通した技術的要求についても常に意識するべきである。

## 2. 3 研究開発成果について

金属ケイ素を経由しない Q 単位中間原料製造法の開発、ケイ素-ケイ素結合形成技術に関しては、明らかに従来の水準を越え、競合優位性あるレベルで中間目標を達成しており、今後、最終目標の達成が期待できるものとして高く評価する。また、ポリシロキサン精密合成については、学術的に極めて意義深く、今後の応用面での展開が大いに期待される。さらに、ケイ素-炭素結合形成技術において、温度スイッチ型触媒が見出されていることは、学術的な観点の価値が高さだけでなく、NEDO によるニーズ調査がこの開発の契機となったことで特筆に値する。これらの成果は、プレスリリースや学術誌を通じて適切にユーザーや一般社会に発信されており、また、知的財産は特許により十分に確保されている。

一方で、アルコキシシランの水素化によるヒドロシラン合成、それからアルキルシラン合成は収率や選択性、触媒回転数に課題を残している。この2つの反応の改良には根本的などころからの触媒設計の見直しや、スクリーニングによる新触媒発見、新条件の発見などが必要になる。

Q 単位中間原料からの有機ケイ素原料製造技術の開発については、本事業の中心的課題とも言えるので、ここに研究資源を集中させて、実用化が期待される有益な知見が得られるよう進めていただきたい。

## 2. 4 成果の実用化に向けた取組及び見通しについて

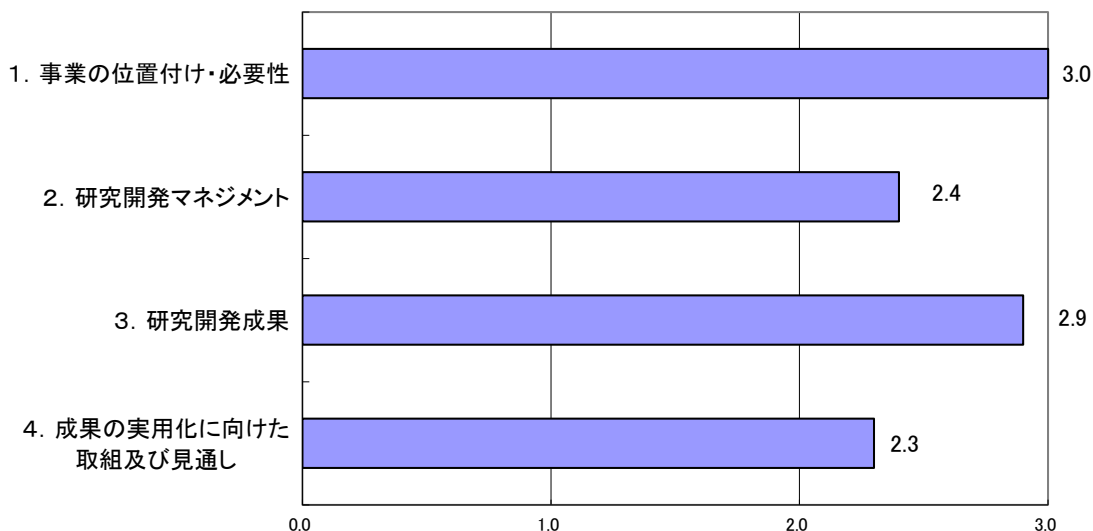
テトラアルコキシシランおよびジシランの合成については、実用化に向けた戦略が明確かつ妥当であり、具体的な取組が進んでいる。需要のある製品を合成するための技術開発であり、既存の技術よりも効率的であるため、実用化の見通しは明るい。ケイ素-酸素結合形成技術では、サンプル提供を積極的に進める等、用途開発に重点を置いた取組を進めている。

一方で、実用化に向け具体化した技術であるテトラアルコキシシラン合成においては、モレキュラーシーブ使用プロセスの実用性や未反応シリカの回収方法等、ジシランの合成について、安全性等、プラント設計のためにプロセス技術検証の早期実施・明確化が必要である。

今後、企業サイドが適用分野や市場についてイメージしやすくするために、市場で受け入

れられる材料価格を調査し、実行可能性調査（FS）を実施した上で、開発材料の紹介時に概算価格が提示できるような対応が望まれる。

## 評点結果〔プロジェクト全体〕



評価項目	平均値	素点 (注)							
		A	A	A	A	A	A	A	A
1. 事業の位置付け・必要性について	3.0	A	A	A	A	A	A	A	A
2. 研究開発マネジメントについて	2.4	A	A	A	B	B	B	B	B
3. 研究開発成果について	2.9	A	A	A	A	A	A	A	B
4. 成果の実用化に向けた取組及び見通しについて	2.3	A	B	B	A	B	B	B	B

(注) 素点：各委員の評価。平均値は A=3、B=2、C=1、D=0 として事務局が数値に換算し算出。

### 〈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. 成果の実用化に向けた取組及び見通しについて |
| ・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               |