

「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（平成28年10月28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50回研究評価委員会（平成29年3月13日）にて、その評価結果について報告するものである。

平成29年3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 上田 渉

「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

(平成28年10月現在)

	氏名	所属、役職
分科 会長	うへだ わたる 上田 渉	神奈川大学 工学部物質生命化学科 教授
分科 会長 代理	そめみや あきよし 染宮 昭義	元 神鋼リサーチ株式会社 産業戦略情報本部 技術アドバイザー
委員	いわはら たかひさ 岩原 孝尚	株式会社カネカ 先端材料開発研究所 高度専門研究者
	かわち あつし 河内 敦	法政大学 生命科学部環境応用化学科 教授
	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
	なかむら まさはる 中村 正治	京都大学 化学研究所 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

SiO₂（二酸化ケイ素）を出発物質として一貫通貫でシリコン等を製造する新しい体系と応用を生み出す研究指向は、限られた日本の資源エネルギー環境にあっては望ましい取り組みであり、新産業を生み出す可能性を秘めている点も大変有意義である。研究計画は、ケイ素化学の広さと開拓領域の広さゆえに比較的広範囲にわたっているが、それぞれにおいて斬新なアイデアと企業ニーズを取り入れており、中間評価時点において有効なものになっている。金属ケイ素の製造を経由せず、シリカから直接テトラアルコキシシランを合成するプロセスが、無機材料を使うことで改善され、比較的低温の条件で、様々な種類の SiO₂ 源から効率よく実現できることが確認された。また、触媒活性が Pt（白金）に匹敵する Fe（鉄）触媒を見出したことも大きな成果である。解決すべき化学的な課題の明確化、同定も進んでおり、実用化に向けての研究が着々と進められている。

一方、Si-C（シリコン-炭素）結合形成のモデル化合物が何れもアルキル/アリール置換シラン化合物であり、テトラアルコキシシランに応用展開出来るかを早期に確認する必要がある。また、テトラアルコキシシランを原料とするジアルキル置換体の社会実装可能性を覗かせる成果は得られていない。すなわち、テトラアルコキシシランのジアルキル置換体を得る方法の見通しをつけることを最優先課題として取り組むこと。また、スケールを上げたときに発生する問題点がプロセス自体の実現可能性を極度に低下させることは多々あるので、早い時期に問題点を洗い出し、対策を具体化しておくことが肝要である。工業的実施性を高めるための取り組みのレベルを、化学工学的な専門家や企業の積極参画を得て実施するなどしてスピーディに向上させるべきであろう。

なお、本プロジェクトで開発された新しいプロセスによっても、直接法に基づいて作られた有機ケイ素機能性化学品と同等のコストで同等の性能のものを製造できる、またはそれにつながり得ることをできるだけ早い段階で示してもらいたい。それが新しい有機ケイ素材料の産業が世界に広く受け入れられるために必要であると思う。また、本プロジェクトの各研究において生まれた副産物を世に発信し、ケイ素化学の裾野を拓げていくことも重要であると考えている。

2. 各論

2. 1 事業の位置付け・必要性について

高性能の有機ケイ素材料の原料供給が、未だに 70 年以上も前に開発された直接法のみ依存しており、しかもこれがほぼ完全に外国からの輸入で賄われている状況はリスクが大きい。世界的な政治的・経済的状況が不安定化に向かいつつある現在、我が国としてこの状況から脱却するための最大限の努力が急務であることは疑いない。本プロジェクトは、日本が

ケイ素化学（ケイ素産業）において将来、世界の中で主導的な役割を果たすために重要であり、また環境負荷低減の点からも事業目的は妥当である。特に、砂からの有機ケイ素原料製造プロセス技術開発は、チャレンジングであり NEDO プロジェクトとしての実施がきわめて妥当である。

一方、現時点では困難かもしれないが、省エネ、省資源、CO₂（二酸化炭素）削減効果の試算と、本プロジェクトの達成目標技術との関連がいささか曖昧であると感じる。

2. 2 研究開発マネジメントについて

本事業は全体をよく俯瞰しながら、出口を見据え、それを達成するのに必要な新しい要素技術を作り出す、極めて明確な目標と流れを計画しており、戦略的に立案されている。また、目標達成のために妥当なスケジュール計画がなされている。参画している企業は、適切な技術力と事業化能力を有する企業である。加えて、新規の企業との連携も進められている点は、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と思われる。知的財産に関してもプロジェクトリーダーが一元管理しており、出願も活発である。

一方、ケイ素－アルコキシ結合の一部をケイ素－炭素結合へ安価かつ高収率で触媒的に変換できるかどうか、本プロジェクトの成否の一つのカギを握る重要な課題であることは疑いない。このようなブレークスルーを必要とする課題には試行錯誤が不可欠なので、その解決のために今後より多くの人員と費用を投じるべきであると考ええる。また、実用化の主体が企業であることから、応用開発ステージ、工業化開発ステージに要する期間を念頭に置いて達成レベル・役割分担を明確に設定することが望まれる。

なお、プロジェクトに参画した産学のシナジー効果、相互啓発の効果を当事者達の実感し、成果を情報発信することが期待される。研究成果を移管・伝授するのではなく、協働開発する認識が重要である。また、知的財産については、実用化が具体的な案件になれば、各企業の思惑もあるので、調整に留意すべきである。

2. 3 研究開発成果について

現在までに概ね中間目標を達成しており、一部予想を超える成果を得ている。砂からのテトラアルコキシシランの合成、さらには化学工学的な検証なども進み、コスト、省資源・環境保全の両面から優位性の高い新技術に繋がるものと期待される。学術的に新規な発見が継続的になされており、論文等の対外的な発表も順次なされている。また、知的財産権の取得は、事業戦略および実用化計画に沿って国内外で適切に行われている。

一方、実現性の高いジアルキルジアルコキシシランの合成法の見通しが得られていないこともあり、今後は量的投入に加えて、ブレークスルーに結びつく質的投入が重要である。学会・論文発表等では、本プロジェクトの成果であることを対外的にもう少しアピールすることが望まれる。

なお、製造プロセスが多段になるとコスト的な負担が増加する。Rochow 法と同等以下のシンプルなプロセス、省エネ、省資源、廃棄物減にも拘ってほしい。また、最終目標の達成見通しについては、まず最終目標を何処に置くか、具体的な内容、時期、数値目標を再確認する必要があるだろう。

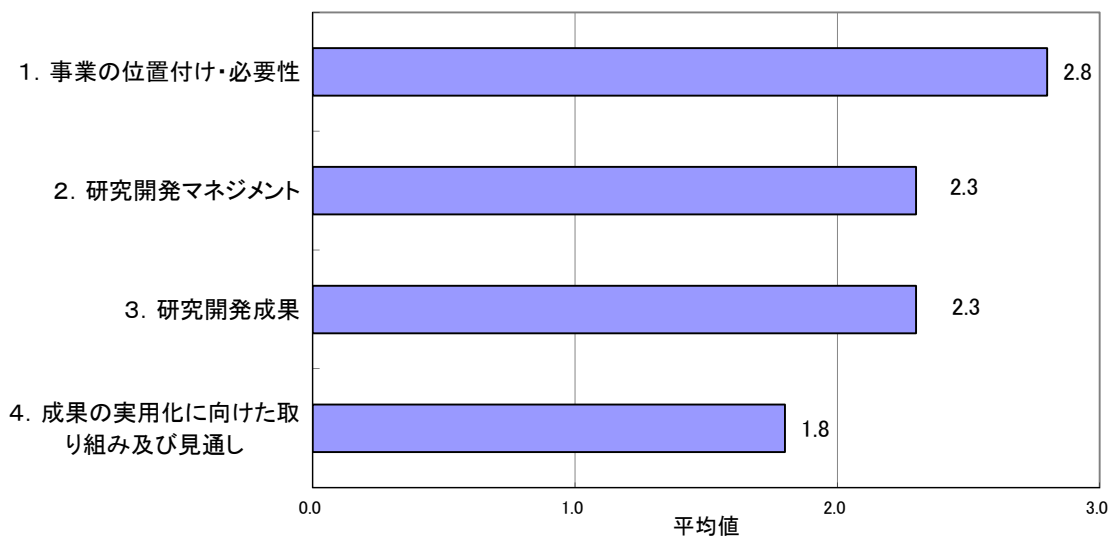
2. 4 成果の実用化に向けた取り組み及び見通しについて

化合物サンプルの提供という「実用化」イメージに基づいた課題設定とマイルストーン設定がなされている。その意味において、シリカとアルコールからのテトラアルコキシシランの合成は「実用化」できる可能性が高いと考える。また、テトラヒドロキシシランや選択的に合成されたオリゴシロキサンなどは、研究や製品開発の分野で需要があると思われるので、「実用化」が可能であろう。

一方、顧客の特定に加え、サンプル量、提供の形態、物性の特徴の明確化など顧客に価値提供するためにはより具体的な実用化の捉え方が望まれ、さらには開発ステージに応じた実用化の見通しが検討されるべきであり、「実用化」の意味するところを今一度定義しなおす必要があるのではないかと考える。同時に、現在のシリコン産業の製品と同じものを本プロジェクトで開発する方法を用いて同程度のコストで作る、また、直接法から得られる原料からは合成が困難な製品を本プロジェクトで開発する方法を用いてより容易に合成する、という要望に対する答えを具体的な物質やプロセスを用いて少しでも早く示すことが必要である。これは企業における実用化を促す効果があると考えられるためである。

なお、達成すべき重要なジアルキルジアルコキシシラン合成法については、速やかに方法の確立を進め、実用化の見通しができる状況にするべきと考える。その後サンプル供試が可能となり、新規設備建設を要する場合は、計画立案・見直し段階においてユーザーの意向に可能な限り応えることが重要である。

評点結果〔プロジェクト全体〕



評価項目	平均値	素点 (注)					
		A	A	A	B	A	A
1. 事業の位置付け・必要性について	2.8	A	A	A	B	A	A
2. 研究開発マネジメントについて	2.3	A	B	A	B	C	A
3. 研究開発成果について	2.3	A	A	A	C	B	B
4. 成果の実用化に向けた取り組み及び見通しについて	1.8	B	B	B	B	C	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り組み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 |

6.1.3 規則構造ポリシロキサン合成技術

(早稲田大学 黒田教授)

16:20~16:50(30分)

(説明15分、質疑応答15分)

6.2 「成果の実用化に向けた取り組み及び見通し」について

(産業技術総合研究所 佐藤一彦 PL)

16:50~17:20(30分)

(説明15分、質疑応答15分)

7. 全体を通しての質疑

17:20~17:30(10分)

一般傍聴者入室・休憩 (10分)

【公開セッション】

8. まとめ・講評

17:40~17:55(15分)

9. 今後の予定、その他

17:55~18:00(5分)

10. 閉会

以上

概要

最終更新日 平成 28 年 10 月 28 日

プログラム（又は 施策）名	—		
プロジェクト名	有機ケイ素機能性化学品製造プロセス技術開発	プロジェクト番号	P14003
担当推進部/担当者	<p>担当推進部 平成 24 年 10 月-平成 26 年 3 月 経済産業省 製造産業局 化学課機能性化学品室 平成 26 年 4 月-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 平成 24 年 10 月-平成 25 年 3 月 課長補佐（技術担当）五嶋 俊一 平成 25 年 4 月-平成 26 年 3 月</p> <p>技術係長 山田 智也 平成 24 年 10 月-平成 25 年 5 月 技術企画・調査係長 岡野 泰久 平成 25 年 6 月-平成 26 年 3 月</p> <p>環境部 担当者氏名 主任研究員 山野 慎司 平成 26 年 4 月-平成 28 年 4 月 主任研究員 吉澤 由香 平成 28 年 5 月-現在 主査 高木 雅敏 平成 26 年 4 月-平成 28 年 3 月 主査 佐藤 秀治 平成 28 年 4 月-現在</p>		
0. 事業の概要	<p>化学産業は我が国の一大産業であり、高い国際競争力を誇る製品を多数生み出しているが、一方、化石資源を大量に消費し、二酸化炭素排出量も多い。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、化学品製造の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となっている。</p> <p>シリコンやシランカップリング剤に代表される有機ケイ素部材は、化学品の中でも比較的高機能な部材であり、その優れた物性のため、一般の化学品よりも高価な材料（シリコンオイル原料で¥10,000/kg、流動パラフィンで¥2000/kg 程度といわれている）であるにもかかわらず幅広い産業で用いられている。国内の有機ケイ素部材メーカーは、世界的にも一定の競争力を有しているが、技術開発によってさらに競争力を高めることにより、有機ケイ素工業自体のみならず、それを用いる幅広い下流産業にもよい影響を与え、日本の産業競争力強化に大きな貢献をすることが期待される。</p> <p>本事業では有機ケイ素部材の生産に用いられる有機ケイ素原料の製造及び有機ケイ素原料からの有機ケイ素部材の製造について、現在抱えている種々の問題を解決するための新たな技術を開発の対象としており、いずれも新たな触媒プロセス及びそれに用いる触媒を開発することにより達成しようとするものである。ここで開発した技術の実用化によって、有機ケイ素原料製法の省エネルギー化とそれによる低価格化を達成するとともに、有機ケイ素部材の製法改良による高機能化を達成し、これらにより有機ケイ素部材の新たな用途を開拓していくことによって、有機ケイ素工業の省エネルギー化と日本の産業競争力強化に貢献することを目的としている。</p>		
I. 事業の位置付け・必要性について	<p>本事業は、平成 26 年 6 月 24 日に内閣府より発表された「科学技術イノベーション総合戦略 2014」の第 2 章「産業競争力を強化し政策課題を解決するための分野横断技術について」の中で、「(5) 新たな機能を実現する材料の開発」のコア技術の 1 つである「革新的触媒技術」の要素技術の中で位置づけられた事業である。その後の「科学技術イノベーション総合戦略 2015」（平成 27 年 6 月 19 日閣議決定）及び「科学技術イノベーション総合戦略 2016」（平成 28 年 5 月 24 日閣議決定）においても、革新的触媒技術等の開発についてはエネルギーバリューチェーンの最適化に向けて重点的に取り組むべき課題とされており、本事業は産業競争力強化を目的とした国家戦略の中に位置づけられている。</p> <p>また、平成 22 年 6 月に経済産業省が策定した技術戦略マップの「グリーン・サステイナブルケミストリー分野」にも本事業に関連する個別の技術が記載されており、本事業は政策に合致している。</p> <p>有機ケイ素部材は多くの産業で必要とされている重要な部材であり、本事業で行う技術開発は極めて広い産業分野への波及効果があることから、本技術開発により高機能部材を獲得することによって日本の産業競争力が強化される。あわせて、プロセス改良による製造工程の省エネルギー化も達成される。本技術開発はこれら国家的な課題の解決に貢献するものであり、社会的必要性が大きい技術開発である。一方で、本事業で行う技術開発は、触媒の基礎探索から開始して最終的に実用化技術につなげていく、広範囲の内容を含む技術開発であることから、本事業の技術開発は長期間に亘り実施することとなる。そのため、単独の企業にとっては開発リスクが高く、企業による自主的な取り組みに任せては技術開発が進展しない懸念がある。さらに、本技術開発は難度が高いことから、国内の産学官のトップランナーの知見を結集して実施することが有効である。以上から、NEDO が培ってきたマネジメントの能力を生かし、NEDO が関与して国家プロジェクトとして実施すべ</p>		

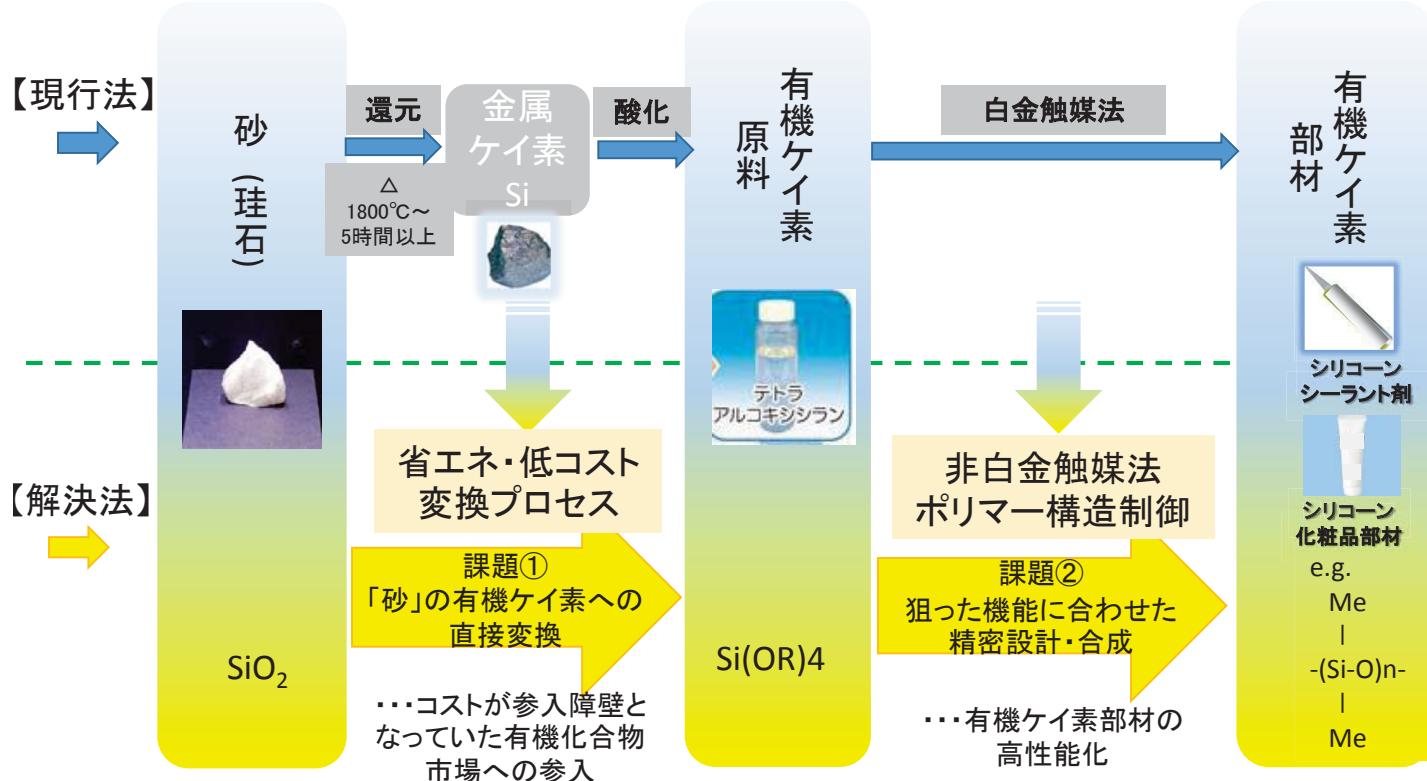
	き事業である。
<p>II. 研究開発マネジメントについて</p> <p>事業の目標</p>	<p>本事業は、平成24年度から未来開拓研究プロジェクトの1つとして経済産業省直執行事業で開始され、平成26年度からはNEDO事業として実施するものである。本事業の研究開発項目は二つに分けられ、それぞれ以下の内容を実施する。</p> <p><u>研究開発項目①「砂からの有機ケイ素原料製造プロセス技術開発」</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ①-1金属ケイ素を経由しないQ単位構造中間原料製造法の開発 ①-2Q単位構造中間原料からの有機ケイ素原料製造技術の開発 ①-3砂からQ単位構造を基本構造とするビルディングブロック型の有機ケイ素原料製造法の開発 ①-4高活性ケイ素化学種を経由した有機ケイ素原料製造法の開発 ①-5その他の反応 <p><u>研究開発項目②「有機ケイ素原料からの高機能有機ケイ素部材製造プロセス技術開発」</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ②-1ケイ素-炭素結合形成技術 ②-2ケイ素-酸素結合形成技術 ②-3ケイ素-ケイ素結合形成技術 ②-4触媒固定化基盤技術 <p>本事業においては、平成26年度(事業開始から通算して3年目、平成26年9月26日に実施済み)、28年度(同5年目)、31年度(同8年目)にそれぞれ中間評価を実施する。それぞれの研究開発項目における中間目標及び最終目標を以下のとおり設定している。</p> <p><u>研究開発項目①「砂からの有機ケイ素原料製造プロセス技術開発」</u></p> <p>【中間目標(平成26年度末)】 複数の反応経路とそれぞれの反応における触媒の中心元素の種類や配位子構造等について複数の候補を選定する。</p> <p>【中間目標(平成28年度末)】 ケイ砂を原料に用いる際の技術課題を抽出する。 反応経路と触媒について有望な組合せを絞り込む。</p> <p>【中間目標(平成31年度末)】 ケイ砂の反応率50%、有機ケイ素原料の選択率50%を達成すると見込まれる反応経路と触媒を選定し、温度や反応媒体等の最適な反応条件について指標を得る。 原料に用いるケイ砂の処理方法等を選定する。</p> <p>【最終目標(平成33年度末)】 1kgスケールでケイ砂の反応率50%、有機ケイ素原料の選択率50%を達成する。 触媒反応の実用化に向けて必要となるプロセス要素技術を特定し、その工業的实施可能性を1kgスケールで検証する。</p> <p><u>研究開発項目②「有機ケイ素原料からの高機能有機ケイ素部材製造プロセス技術開発」</u></p> <p>【中間目標(平成26年度末)】 複数の高機能有機ケイ素部材を想定した各種反応に用いられる触媒の活性中心元素や配位子構造等について複数の候補を選定する。</p> <p>【中間目標(平成28年度末)】 反応経路と触媒について有望な組合せを絞り込む。</p> <p>【中間目標(平成31年度末)】 有機ケイ素原料の反応率80%、有機ケイ素部材の選択率80%を達成すると見込まれる反応経路と触媒を選定し、温度や反応媒体等の最適な反応条件について指標を得る。</p> <p>【最終目標(平成33年度末)】 1kgスケールで有機ケイ素原料の反応率80%、有機ケイ素部材の選択率80%を達成する。 有機ケイ素部材中の残留触媒の低減を達成する。 有機ケイ素部材の構造制御技術を確立する。</p>

事業の計画内容	主な実施事項	H24fy	H25fy	H26fy	H27fy	H28fy	H29fy	H30fy	H31fy	H32fy	H33fy	H34fy
	研究開発項目① 砂からの有機ケイ素原料製造プロセス技術開発 研究開発項目② 有機ケイ素原料からの高機能有機ケイ素部材製造プロセス技術開発											
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	H24fy	H25fy	H26fy	H27fy	H28fy	H29fy	H30fy	H31fy	H32fy	H33fy	合計
	一般会計	200	200									
	特別会計（需給）			200	200	184						
	加速予算 (成果普及費を含む)			10	420	147						
	総予算額	200	200	210	620	(331)	(200)	(200)	(200)	(200)	(200)	(2,560)
開発体制	経産省担当原課	製造産業局素材産業課										
	プロジェクトリーダー	産業技術総合研究所 触媒科学融合研究センター 研究センター長 佐藤 一彦										
	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 平成 24 年 10 月-現在 国立研究開発法人産業技術総合研究所 平成 26 年 4 月-現在 国立大学法人 群馬大学 公立大学法人 大阪市立大学 学校法人 早稲田大学 学校法人 関西大学 再委託先 平成 24 年 10 月-平成 26 年 3 月 国立大学法人 群馬大学 公立大学法人 大阪市立大学 学校法人 早稲田大学 学校法人 関西大学 平成 27 年 6 月-現在 国立大学法人 大阪大学										
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、マネジメントを強化する目的で開発体制の変更を行った。 平成 26 年度の間評結果を受け、産学官の綿密な情報交換のもとで効果的・効率的なデータ収集を行い、学術レベルで得られた成果を実用化につなげていく必要性の指摘があった。それに伴い、製造企業 3 社（昭和電工株式会社、コルコート株式会社、東レ・ダウコーニング株式会社）を共同実施先として参画する体制を構築した。											
評価に関する事項	事前評価	産業構造審議会産業技術分科会 評価小委員会 平成 23 年 7 月（添付資料②-1） NEDO 環境部 平成 26 年 1 月（添付資料②-4）										
Ⅲ. 研究開発成果について	本事業で研究開発を進める 2 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。 研究開発項目① 砂からの有機ケイ素原料製造プロセス技術開発 ・シリカからテトラメトキシシランを高収率・高選択的に製造可能な複数の触媒系を見いだした。 ・モデル化合物において、水素ガスを還元剤としてヒドロシランを製造する触媒系を見いだした。 研究開発項目② 有機ケイ素原料からの高機能有機ケイ素部材製造プロセス技術開発 ・ヒドロシリル化反応の卑金属（鉄やニッケル）錯体触媒および鉄ナノ微粒子触媒を開発した。 ・無水条件で不安定なシラノールを合成する触媒の手法を開発した。 ・高選択的にアルコキシシランを合成するゼオライト触媒系を見いだした。 ・ジシランを効率的に製造可能な遷移金属担持固体触媒を見いだした。											
	投稿論文	「査読付き」 16 件										
	特 許	「出願済」 64 件（うち国際出願 19 件）、「登録」 0 件、「実施」 0 件										

	その他の外部発表 (学会、プレス発表等)	134件 (うちプレス発表 30件)
IV. 実用化の見通しについて	<p>本事業では、本研究開発で開発された技術によるサンプルの顧客への提供が開始されることを実用化と定義している。</p> <p>本プロジェクトの最終目標は、研究開発項目①②とも、1kg スケールで所定の目標数値を達成すること等を設定しているが、最終年度終了後数年の実用化に向けた検討を行った後に実用化を達成する予定としている。但し、一部の研究開発については一歩進んですでに実用化が見えてきたレベルまで進んでいる状況にあり、これらについては条件が整えば、プロジェクト終了前に本プロジェクトから離れ、別の枠組みで実用化に向けての独自の研究を進めることも視野に入れる。</p>	
V. 基本計画に関する事項	作成時期	平成 26 年 2 月制定
	変更履歴	<p>平成 26 年 6 月、プロジェクトリーダーの委嘱に伴う改訂。</p> <p>平成 26 年 7 月、「技術調査の実施」の追記に伴う改訂。</p> <p>平成 27 年 2 月、評価制度の見直しに伴う改定。</p>

◆事業実施の背景と事業の目的

砂の直接変換による、金属ケイ素を経由しない有機ケイ素原料の製造方法の開発、および有機ケイ素原料から有機ケイ素部材の製造方法の開発により、高機能有機ケイ素部材を安定的に供給することを目的とする。



◆事業の目標

研究開発項目	PJの最終目標
①砂からの有機ケイ素原料製造プロセス技術開発	<ul style="list-style-type: none"> ・1kgスケールでケイ砂の反応率50%、有機ケイ素原料の選択率50%を達成する。 ・触媒反応の実用化に向けて必要となるプロセス要素技術を特定し、その工業的实施可能性を1kgスケールで検証する。
②有機ケイ素原料からの高機能有機ケイ素部材製造プロセス技術開発	<ul style="list-style-type: none"> ・1kgスケールで有機ケイ素原料の反応率80%、有機ケイ素部材の選択率80%を達成する。 ・有機ケイ素部材中の残留触媒の低減を達成する。 ・有機ケイ素部材の構造制御技術を確立する。

2. 研究開発マネジメント (2) 研究開発計画の妥当性

◆ 研究開発のスケジュール

※平成24-25年度は経済産業省直執行事業(未来開拓研究PJ)
平成26年度からNEDO事業として実施

年度	24※	25※	26	27	28	29	30	31	32	33	34~	
①砂からの有機ケイ素原料製造プロセス技術開発	反応経路と触媒の探索・選定			候補の絞り込み	ケイ砂原料使用の課題抽出	選定した反応系の最適反応条件検討		ケイ砂処理法の選定	実用化可能性検証			
②有機ケイ素原料からの高機能有機ケイ素部材製造プロセス技術開発	反応経路と触媒の候補選定			候補の絞り込み	触媒技術開発	選定した反応系の最適反応条件検討		分子触媒の評価、高度化	実用化可能性検証		構造制御技術開発	残留触媒低減検証
			中間評価	中間評価		中間評価					事後評価	
予算(億円)	2	2	2.1	6.2	3.3	2	2	2	2	2		

合計:26億円(10年間)

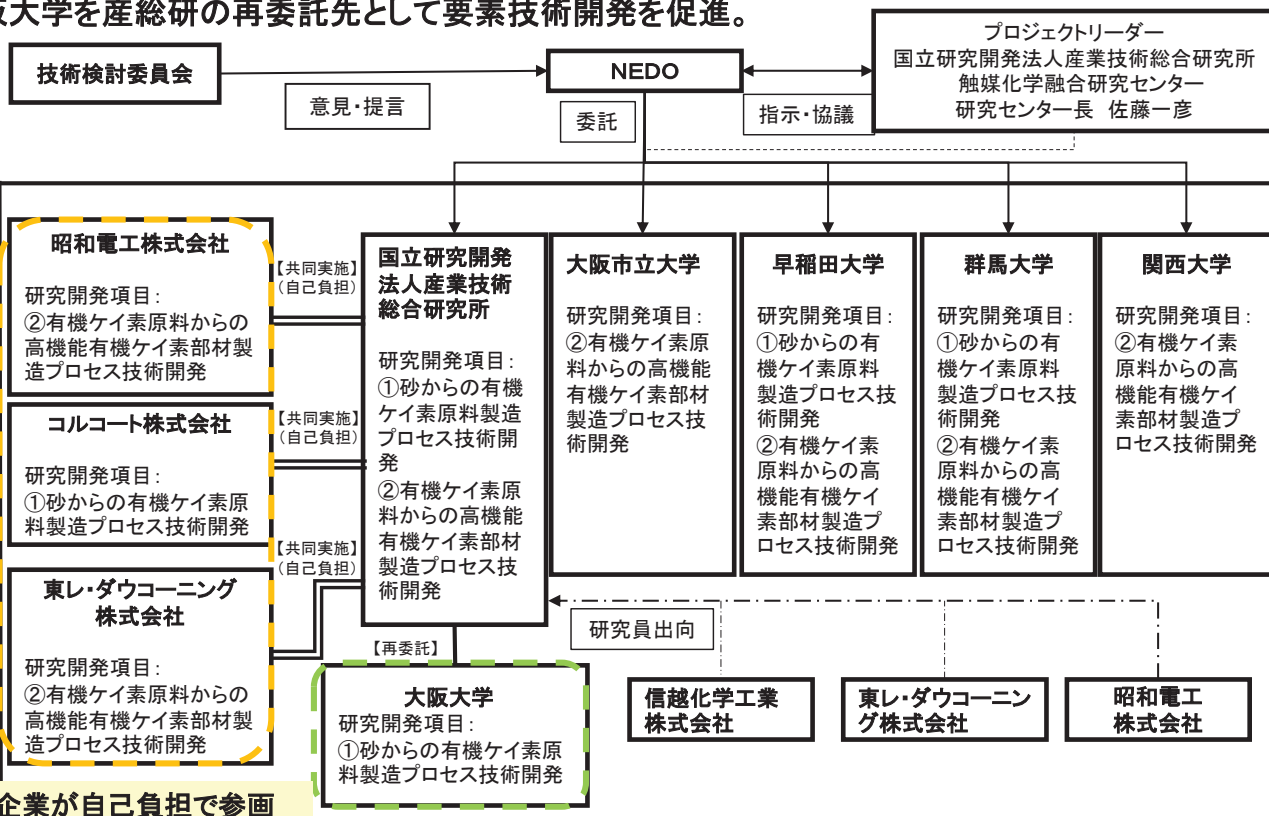
企業による実用化検討

2. 研究開発マネジメント (3) 研究開発の実施体制の妥当性

◆ 研究開発の実施体制

産総研を中心に、各大学を委託先として研究開発を実施。
 実用化の入り口を見越し、企業は集中研(産総研)への研究員出向に加え共同実施先としても参画。
 大阪大学を産総研の再委託先として要素技術開発を促進。

実用化の入り口を見越した民間との連携
 課題に対する技術検討強化



※企業が自己負担で参画

2. 研究開発マネジメント (2)研究開発計画の妥当性

◆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 (予算)	合計
①砂からの有機ケイ素原料製造プロセス技術開発	100	100	100	294	151	745
②有機ケイ素原料からの高機能有機ケイ素部材製造プロセス技術開発	100	100	100	326	180	806
合 計	200	200	200	620	331	1551

(+調査費10)