

「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)

(2012年度～2014年度 3年間)

プロジェクトの概要 (公開)

事業の位置付け、必要性／研究開発マネジメント

NEDO 環境部

2014年9月26日

I. 事業の位置付け・必要性



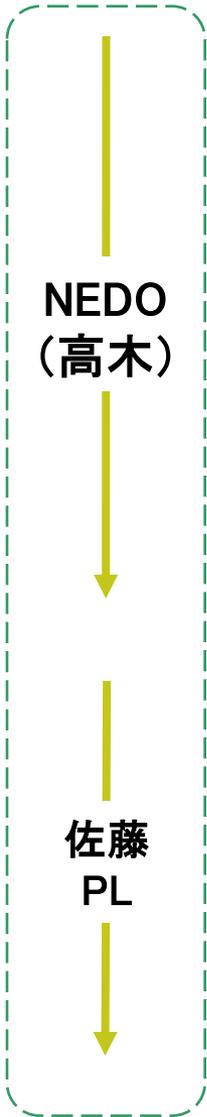
II. 研究開発マネジメント



III. 研究開発成果



IV. 実用化に向けての見通し及び取り組み



- (1)NEDOの事業としての妥当性
- (2)事業目的の妥当性

- (1)研究開発目標の妥当性
- (2)研究開発計画の妥当性
- (3)研究開発実施の事業体制の妥当性
- (4)研究開発成果の実用化に向けたマネジメントの妥当性
- (5)情勢変化への対応等

- (1)目標の達成度と成果の意義
- (2)知的財産権等の取得及び標準化の取組
- (3)成果の普及
- (4)成果の最終目標の達成の可能性

- (1)成果の実用化の見通し
- (2)実用化に向けた具体的取り組み

1. 事業の位置付け・必要性について (1)NEDOの事業としての妥当性

◆社会的背景

シリコンに代表される有機ケイ素部材は、極めて広い分野で使用される高機能な化学品である。



ケイ石



金属ケイ素



有機ケイ素原料

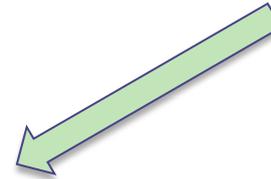


有機ケイ素部材

オイル
変成オイル
レジン
シーラント
熱加硫型ゴム
液状ゴム
コーティング剤
エマルジョン
撥水剤
シランカップリング剤
特殊シランなど

最終製品に投入

総維、衣料品
パルプ・紙
ゴム製品、皮革製品
化粧品、ヘアケア・スキンケア用品、ホームケア用品
医薬品
印刷用インク・塗料
その他化学品
家具、工芸品
スポーツ・レジャー用品
電気・電子部品
電線・ケーブル、碍子
建築・プラント用資材(表面保護材、シーラント等)



生産工程に投入

離型・型取り剤(樹脂成形、ゴム成形、金属成形、食品)
消泡剤[排水処理等]
殺虫剤、肥料{農業}
印刷



国内向け出荷額(2009年): **1300億円**(輸出600億円)、付加価値額**440億円**、従業員**3,300人**
直接取引先企業に波及する付加価値額:**6,540億円**、雇用**66,800人**
川下企業に波及する付加価値額 **18,000億円**、雇用**266,000人**

出典:シリコン工業会「日本におけるシリコンの経済波及効果と雇用創出効果について」

◆社会的背景

- 有機ケイ素部材は、高価な部材(平均価格¥1,000/kg程度)であるにもかかわらず、その特徴的な物性のため、幅広い用途で使用されている高機能部材である。

●有機ケイ素部材の特徴的な物性:

卓越した耐候性・耐老化性、耐熱耐寒性、高い撥水性、優れた接着特性、優れた耐長期暴露性、耐紫外線性、耐赤外線性、低揮発性、不活性(多くの素材に対して非反応性)、耐化学薬品性、長期の弾性・柔軟性保持性能、優れた電気絶縁性、高引張強度、消泡特性、耐菌性

※シリコン工業会「洗練された化学素材、シリコン」より引用

- 一方、原料・部材の製造工程で多くの課題があり、その解決による技術レベルの向上が期待されている。

- ・製造工程で多大なエネルギーを使用(Si金属の製造工程)
- ・希少金属であるPtを触媒として使用
- ・ポリマー構造がランダムである事による性能への悪影響
- ・コンタミによる製品性能への悪影響

など

◆事業の目的

課題の解決

- ・有機ケイ素原料製造工程の革新
- ・有機ケイ素部材の新規製法の開発

**省エネ・
CO₂排出削減****技術レベルの向上**

- ・有機ケイ素原料・部材製造の低コスト化達成
- ・より高機能な有機ケイ素部材の獲得

新規市場の獲得

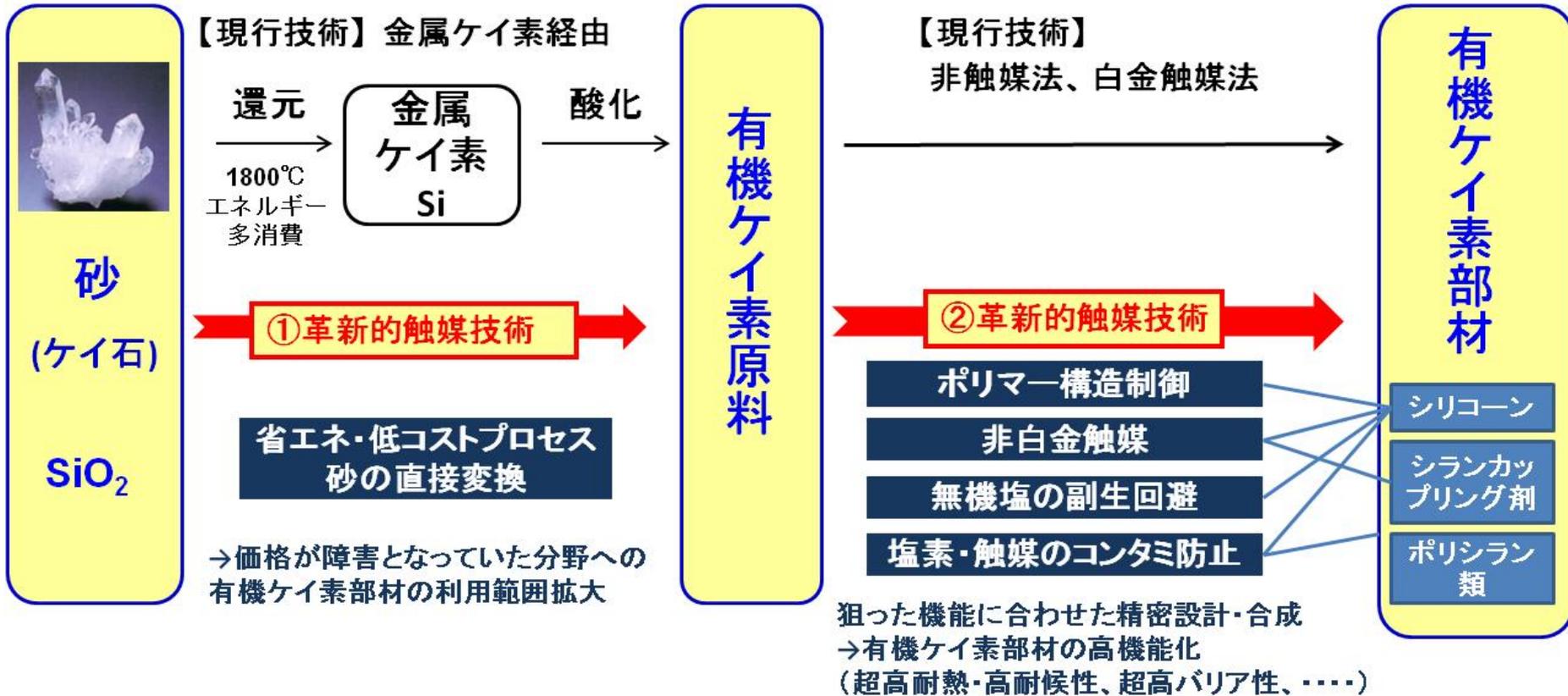
既存市場の置き換えに加え、
低価格化、高機能化による新規用途の開拓

産業競争力強化

1. 事業の位置付け・必要性について (1)NEDOの事業としての妥当性

◆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。



◎低価格化と物性向上により**新たな市場を開拓する。**

1. 事業の位置付け・必要性について (1)NEDOの事業としての妥当性

◆政策的位置付け

科学技術イノベーション総合戦略2014「エネルギー源・資源の多様化」において、「革新的触媒技術」の要素技術の1つとして位置づけられている。



◆NEDOが関与する意義

有機ケイ素の製造技術の開発は、

○ 国家的課題の解決に貢献

- ・有機ケイ素部材は、極めて広い産業で使用される高機能部材
→技術開発によるさらなる機能向上により**産業競争力強化**
- ・製造プロセスの革新→**省エネルギー化**

→ **社会的必要性が大きい技術開発**

● 広範囲(基礎から実用化へつなげる)かつ長期の技術開発

→ **開発リスク大**

● 研究開発の難易度:高

→ **産学官の知見の結集が必要**



NEDOがもつこれまでの知識、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:20億円/10年(予定)

**省エネルギー効果:41.6万kL/年(2030年、原油換算)
=CO₂排出削減量 109万t/年
(現在の化学産業の排出量の約2%)**

※予想されている市場拡大(6.2%/年)によって、2030年の市場規模は2012年の約3倍となる。これに加えて本技術開発の成果による市場拡大を見込み、本事業の想定省エネ効果により算出した。

1. 事業の位置付け・必要性について (1)NEDOの事業としての妥当性

◆実施の効果(費用対効果)

有機ケイ素部材は、その使用段階において、CO₂削減の大きな波及効果がある。

たとえば、「複層ガラス窓ユニット用シーラント」の用途では、他の材料を使用した場合に比べ、12,226千t-CO₂の削減効果がある。

同様に各用途のCO₂削減効果を考慮すると、有機ケイ素部材の使用により、現在

- ・全世界で約5420万t/年
- ・日本の市場規模では約570万t/年のCO₂削減に貢献している。

シリコーン工業会

「シリコーンのカーボンバランス シリコーンの温室効果

ガス排出量とその利用による温室効果ガス削減効果」より引用

ケーススタディーを行った用途	市場(日米欧) トン/年	削減効果 /排出量比	正味GHG 削減効果 1000t-CO ₂
キッチン/浴室用シーラント	79,400	1.1	-54
複層ガラス窓ユニット用シーラント	56,700	27.7	-12,226
エキスパンションジョイント用シーラント	38,900	0.9	16
構造接着用シーラント	10,100	11.7	-925
石造物撥水材-コンクリート用	2,500	25.3	-378
石造物撥水材-レンガ用	10,100	13.2	-650
建築物断熱材用ポリウレタン添加物	9,300	2.7	-80
電気製品断熱材用ポリウレタン添加剤	4,700	17.0	-371
変圧器用オイル	8,700	1.6	-28
電気絶縁体	9,600	2.4	-128
太陽電池グレードシリコン用クロロシラン	360,100	7.5	-9,228
紙製造用消泡剤	10,200	27.1	-2,488
塗料添加剤	1,900	6.8	-5
ガラス繊維処理剤用シラン	1,900	27.1	-167
耐熱産業用コーティング剤	3,200	7.3	-112
コーティング用接着促進剤	1,900	170.1	-731
洗剤用消泡剤	7,800	12.7	-778
哺乳瓶用乳首	1,900	0.3	8
家庭用器具の耐熱コーティング剤	1,600	13.8	-142
加熱調理器具	1,900	1.2	-3
自動車エンジン廻り用エラストマー	33,800	86.3	-19,162
グリーンタイヤ	6,400	66.5	-2,325
ポリカーボネート用コーティング剤	1,800	2.9	-26
車両排気管用コーティング剤	500	9.2	-25
船底塗料	100	182.2	-126
自動車接着剤	5,900	28.4	-1,076
ケーススタディーの合計	670,900	13.7	-51,208
ケーススタディー対象外用途	114,000	8.7	-5,530
GHG削減効果が確認されない用途	357,000	0.0	2,500
全市場/加重平均	1,141,900	8.9	-54,240

◆国内外の研究開発の動向及び本事業の位置付け**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**

我々が知る限り、
国内外ともに、実用化を指向した類似の研究開発は行われていない。



世界に先駆けたChallengingな研究開発である。

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

学術レベルでは国内外で多くの研究がなされているが、
我々が知る限り、実用化されたものはない。



世界に先駆けて新たなプロセスの工業化を目指す。

2. 研究開発マネジメントについて (1) 研究開発目標の妥当性

◆ 全体的な事業目標

研究開発項目	PJの最終目標
① 砂から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について (1) 研究開発目標の妥当性

◆ 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26年度の間目標)	根拠
①砂から有機ケイ素原料製造プロセス技術開発	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>プロジェクト最終目標の達成に向けて、反応経路・触媒の候補の探索を幅広く行い、その後候補を絞り込んで、反応条件等を最適化した後に、1kgスケールで実用化可能性を検証するという開発方針である。</p> <p>3年目までに、その後絞り込んでいく対象となる複数の反応経路・触媒候補を選定することとし、研究開発項目①及び②の3年目の中間目標として、当該研究開発目標を設定した。</p>
②有機ケイ素原料から的高機能有機ケイ素部材製造プロセス技術開発	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。	

2. 研究開発マネジメントについて

(2) 研究開発計画の妥当性

◆ 研究開発のスケジュールと開発予算

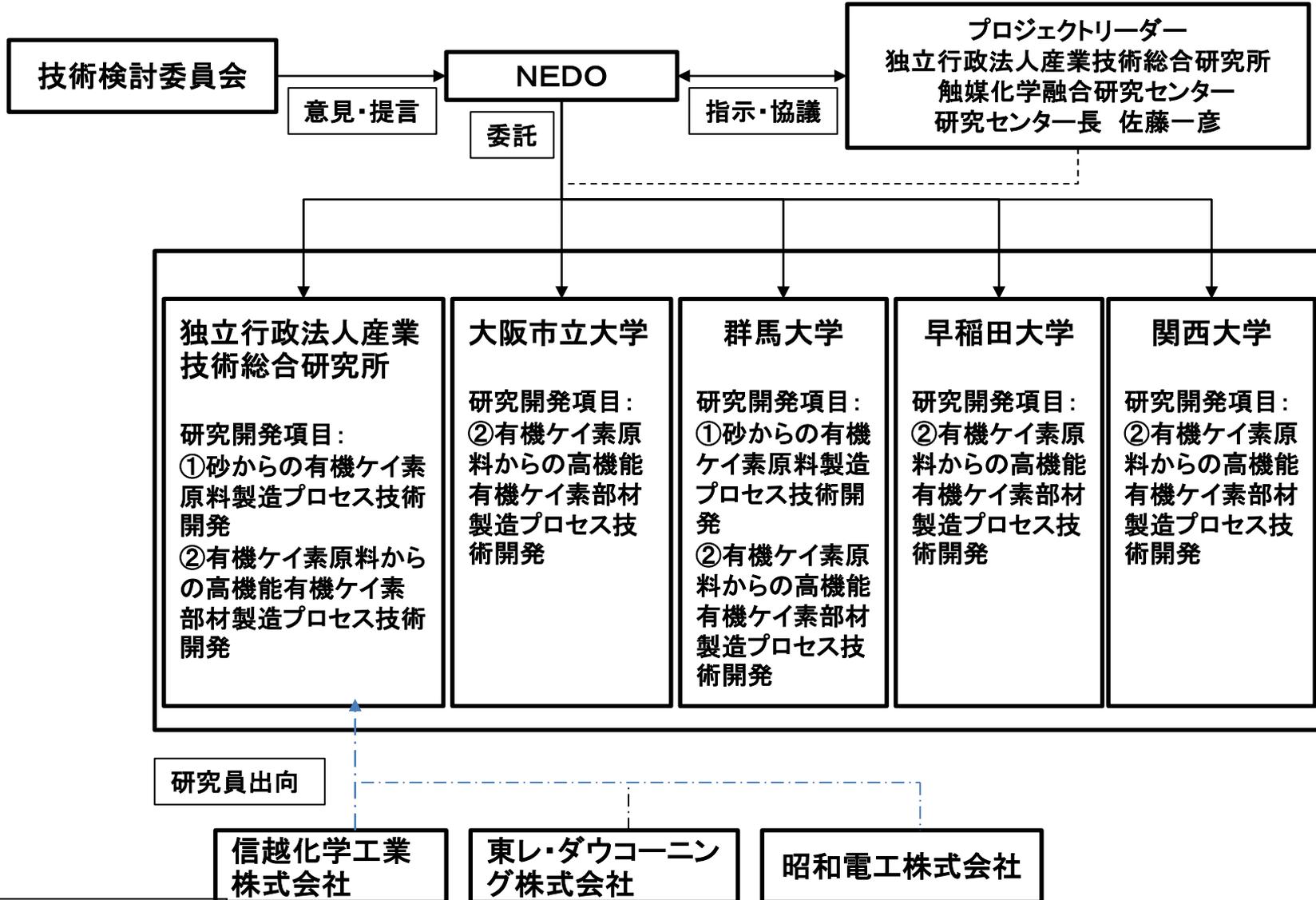
平成24-25年度は経済産業省直執行事業（未来開拓研究PJ）
平成26年度からNEDO事業として実施

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		企業による実用化検討
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	選定した反応系の最適反応条件検討		実用化可能性検証		構造制御技術開発		企業による実用化検討
				触媒固定化技術開発	固定化分子触媒の評価、高度化		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	2	2	2	2	2	2	2	

合計：20億円（10年間）

◆研究開発の実施体制
(平成26年度)

産総研が中心となり、各大学もNEDOの委託先として研究開発を実施。
企業は、集中研(産総研)への研究員出向の形で参画。



2. 研究開発マネジメントについて (4) 研究開発成果の実用化に向けたマネジメントの妥当性

◆ 実用化に向けたマネジメント

■ 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回の開催を予定。

区分	氏名	所属	役職	専門分野
委員長	持田 邦夫	学習院大学	教授	有機ケイ素化学
委員	寺田 眞浩	東北大学	教授	有機化学
委員	室井 高城	アイシーラボ	代表	工業触媒
委員	辻 康之	京都大学	教授	有機金属化学
委員	松川 公洋	大阪市立工業研究所	研究主幹	有機ケイ素材料

- ・反映内容 (1) 全体認識とプロジェクトの方向性への指導、意見
(2) 個別の研究開発の内容に関する意見、コメント

◎ 技術開発の進捗に応じて、必要となる分野の有識者について追加を検討する。

◆実用化に向けたマネジメント**■PL主催による「有機ケイ素PJ全体会(年4回)」の開催**

- ・研究開発内容に関する実施者間の議論の場として開催(NEDOはオブザーバー参加)。
- ・産総研および各大学で開催し、研究場所・設備の見学をあわせて実施した。

◎26年度以降も引き続き実施。NEDOも開発進捗の把握を目的に参加を継続する。

■PL、委託先へのヒアリング

- ・達成状況や課題の把握を目的に、必要に応じて実施。

■NEDOによる技術調査の実施(平成26年度)

- ・有機ケイ素製造法及び有機ケイ素部材のユーザーニーズに係る委託調査を実施中。
- ・得られた結果は、本PJの技術開発マネジメントに活用する。

◆知財マネジメント

◆経済産業省にて整理した

「未来開拓研究プロジェクトにおける知的財産権等の取扱いに関する基本的考え方」

◆NEDOにて策定した「知財マネジメント基本方針」

これらに基づき、実施者間で合意した「知的財産権等取扱規程」を策定した。

考え方：

- ・研究開発結果に基づく知財に関する決定機能は、実質的にPLに一元化。
- ・知財権はプロジェクト参加者に帰属。
- ・参加者は、非参加者よりも有利な条件で知財権を使用。
- ・知財権実施等に対する障害の排除。
- ・大学への不実施補償なし。

◆ 情勢変化等への対応

情勢	対応
<p>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。</p>	<p><u>・技術開発マネジメントを強化する目的で、平成25年度まで産総研の再委託先であった大学4者に直接委託する体制とした。</u></p>