

## 和歌山市エリア

## I 総括

和歌山県では、都市エリア産学官連携促進事業を、将来、和歌山市エリアを「有機ナノテククラスター」へと発展させるための「和歌山ナノ・ケミストリープロジェクト」の第一段階と位置付け、(財)わかやま産業振興財団を中核機関として、「次世代エレクトロニクス・デバイス用有機材料の開発」をテーマに、共同研究事業と研究交流事業に取り組んできたが、クラスター構築に向け、着実に一歩が踏み出せたものと評価できる。

共同研究事業においては、和歌山県工業技術センターと和歌山大学が中核研究機関となり、大阪府立大学、大阪市立大学、大阪大学、東京工業大学などの大学等研究機関や和歌山市エリアの化学企業7社と、試作品製作段階まで到達することを目標に、3つのテーマのもと共同研究を実施した。

試作品製作については、テーマ1：センサー材料開発では、カリックスアレーン有機薄膜水晶振動子センサー1件、テーマ2：有機EL材料開発では、有機EL素子2件、ナノインプリント無反射構造体の1件の計3件、テーマ3：有機電子材料開発では、ネガ型・ポジ型レジストによる電子線画描3件、全テーマで合計7件の試作を行った。また、それらは、オルガテクノ2005、地域発先端テクノフェア2005等において展示を行い、試作品としての評価を得るとともに、市場ニーズの把握に努めた。

研究の進捗状況についても、以下のとおり、概ね順調であったと言える。

テーマ1：センサー材料開発では、和歌山県工業技術センターが蓄積してきた分子認識化合物であるカリックスアレーン誘導体の合成技術やイオンセンシング技術、和歌山大学が有している分子認識化学とイオンの分析・センシング技術などの研究シーズを最大限利用し、エリア内の企業が製造する各種芳香族化合物を用いたセンサー用薄膜素材の開発を行い、医療、環境用センサーデバイスへの応用を図った。テーマ1での特許出願件数は7件。

テーマ2：有機EL材料開発では、和歌山大学は主に低分子発光材料、和歌山県工業技術センターは高分子発光材料、有機薄膜技術によるEL素子の作製、評価について主に研究した。参画企業においては、フレキシブルフィルムのコーティング、蒸着によるガスバリア性の評価、正孔輸送材料の開発などについて分担研究を行った。テーマ2での特許出願件数は4件。

テーマ3：有機電子材料開発では、和歌山県工業技術センターのほか、大阪府立大学や東京工業大学と企業4社の共同研究でレジスト材料、基板材料などを開発した。この中では、参画企業がユーザー企業にサンプル提供を行ったほか、事業化準備に至った研究成果もある。テーマ3での特許出願件数は11件。

以上のように、共同研究全体では22件の特許を出願したほか、共同研究の実施を通じて、キーテクノロジーとしてスピコーティング、真空蒸着などによる有機薄膜創製技術を確立することができた。これらの開発技術は、今後のデジタル家電等の部材開発に大きく寄与するものである。

また研究交流事業においては、地域の産学官連携基盤構築のため、研究交流会、成果発表会、シンポジウム等の開催を通じ、事業PRや成果普及、研究者の交流を図った。

「有機ナノテク材料研究交流会」(5回)や「和歌山ナノ・ケミストリーシンポジウム」(2回)、「研究成果発表会」(3回)などを開催したが、それぞれ、毎回100名前後の参加者があり、本事業の研究成果のPRのみならず、当該分野の先端技術情報なども提供することができ、エリア内の関連企業の技術向上や新事業創出のきっかけとすることができたほか、科学技術コーディネータが核となり産学官各セクターの関係者が交流を深めることができた。

また、科学技術コーディネータの活動の中で探索したシーズとニーズのマッチングを図るため、可能性試験を4件実施し、いずれも、その結果を踏まえ、共同研究へと発展した。

そのほか、他省庁事業との連携においては、近畿経済産業局産業クラスター計画「ものづくりクラスター協議会」の「表面処理技術分野研究会」の中に、本事業の研究成果の実用化を目指した「有機薄膜デバイス応用分科会」を設立し、その分科会活動の中から、1テーマを地域新生コンソーシアム研究開発事業に申請する。

事業終了後においても、これまでの成果を十分に活用するとともに、構築された産学官連携基盤のさらなる強化を図り、新たな研究開発を進める地域独自の取り組みを中心に、国等の諸事業の活用を図りながら、「有機ナノテククラスター」構築に向けた取り組みを継続的に進める。

## II 事業実施の背景

### 1. 地域性

和歌山県の産業構造は、全国に比べ、県内総生産における第1次産業と第2次産業の占める割合が高く、そのうち第2次産業については、製造品出荷額等に占める石油、化学、鉄鋼等の基礎資材型の割合が約50%であり、全国平均の約19%を大きく上回る構成となっている。

特に、化学産業は、県製造品出荷額等の約16%を占め、産業別では石油産業について第2位であり、本県の経済発展にとって非常に重要な基幹産業の一つである。和歌山市エリアには、大正3年、4年にそれぞれアニリンとフェノールの初めての国産化に成功した本州化学工業(株)など、日本の有機化学発祥の地としての長い歴史と高度な有機合成技術を有する化学企業が集積し、今日まで、染料、医薬・農薬の中間体や情報・通信分野における機能性材料など、高い技術力に基づく独自の製品を数多く世に送り続けてきた。

一方、和歌山県では、科学技術の振興により地域産業の活性化を図ることが、県経済の持続的な発展を目指す上で非常に重要であるとの認識から、既存産業の高度化並びに新技術・新産業の創出を目指した科学技術の振興に積極的に取り組んできた。

具体的には、平成12年3月には、県長期計画に基づき、県の科学技術の基本指針となる「和歌山県科学技術振興ビジョン」を策定し、平成14年1月にはビジョンの総合的な推進と各部局の科学技術振興施策の連携強化を図るため、「和歌山県科学技術推進会議」を創設、さらに県の組織としても、平成16年4月には科学技術振興の専任セクションとして「科学技術振興室」を設置するなど、科学技術振興への取り組み体制を充実させるとともに、毎年約1.5億円の研究開発基金の造成などにより、県立試験研究機関の研究開発能力の強化を図ってきた。

また、本事業の採択にあたっては、和歌山市エリアを「有機ナノテククラスター」へと発展させるために「和歌山ナノ・ケミストリープロジェクト」を立ち上げ、本事業をプロジェクトの第一段階の取り組みとして位置付け、中核機関の(財)わかやま産業振興財団を中心に、研究交流の充実や成果の普及のための地域独自の事業にも積極的に取り組み、化学産業の高度化及び新技術・新産業の創出並びに産学官連携体制の強化を図るため事業を積極的に支援してきたところである。

### 2. 特定領域のポテンシャル

和歌山県の化学産業は、県製造品出荷額等の約16%(第2位)を占め、付加価値生産額では約24%(第1位)を占める県の基幹産業の一つである。

また、和歌山市エリアは日本の有機化学発祥の地としての長い歴史を持ち、研究開発部門、研究者を抱える研究開発型化学企業が集積地として、染料、医薬・農薬の中間体や情報・通信分野における機能性材料など、長年にわたり高い技術力と高付加価値製品で優位性を保ってきた企業集積エリアである。

一方、和歌山県工業技術センターや和歌山大学システム工学部は、センサー材料や有機EL(エレクトロルミネッセンス)素子材料(表示材料)、レジスト材料(電子材料)などの有機化学分野における「ナノテク・材料」、「有機合成」に関するシーズを豊富に有している。これまでも、それらのシーズの育成や、企業との共同研究に積極的に取り組んできた。

また、(財)わかやま産業振興財団とわかやま地域産業総合支援機構(らいぽ)では、産学官の研究機関の連携を図ってきた。例えば財団では、具体的な産業化を目指した産学官共同研究への助成事業や、国等の大型産学官共同研究事業への取り組みなどを行うとともに、「らいぽ」ではきのくにコンソーシアム研究開発事業や産学官研究交流会など、各段階に応じた各種事業を実施してきた。

この他、産学官相互の交流・連携基盤の充実を図るため、財団が中心となって、県内産業と科学技術の発展に寄与することを目的とした「和歌山技術交流推進協議会」の活動や「和歌山テクノフェスティバル(テクノフェア)」の開催、つくば研究学園都市の研究者と県内研究者との交流など、様々な研究交流事業を行ってきた。

以上のように、和歌山市エリアは、歴史ある有機化学企業が集積と有機合成技術、先端有機材料に関するシーズの蓄積等、高いポテンシャルと産学官交流に係る実績を有することから、「ナノテク・材料」に特定領域を設定し、特に今後有望である有機エレクトロニクス・デバイス材料を中心に、次世代に求められるナノテク材料を開発するとともに、和歌山県工業技術センターや和歌山大学システム工学部などの研究機関と和歌山市エリアの化学企業による産学官連携体制を強化しつつ、当該分野における新技術・新事業の創出・育成を図り、和歌山市エリアがエレクトロニクス・デバイス用有機材料に関する先進地域として確固たる地位を占めることを目指したものである。

### Ⅲ 事業目標及び計画

#### 1. 事業目標

和歌山県では、都市エリア産学官連携促進事業を、将来、和歌山市エリアを「有機ナノテククラスター」へと発展させるための「和歌山ナノ・ケミストリープロジェクト」の第一段階と位置付け、共同研究事業と研究交流事業に取り組むこととした。具体的には以下のとおりの目標を掲げた。

本事業では、事業終了時である3年後に、市場への参入を窺う具体的な製品の試作段階まで到達させることにより、「次世代ナノテク有機材料開発エリア」の地位を確立することを目標とする。

この目標を達成するため、本事業では、共同研究事業に重点を置いて事業を構築するとともに、事業後半期には、研究成果の実用化への方向性や問題点、マーケティング等に関する事業可能性調査を実施し、より効果的な研究とするための取り組みを行う。

また、成果普及の取り組みにより、事業参加企業のみならず、エリア内の他の関連企業にも、技術向上や新事業創出のための中核技術として本事業による研究成果の活用を促進し、成果育成のための新たな産学官共同研究事業に取り組むなど、これまでの産業集積から発展した産学官ネットワークの形成を図る。

また、科学技術コーディネータの活動を重視し、企業の第一線での活躍の実績と幅広いネットワークを有する人材を配置し、本事業の充実と事業推進体制構築のため、中核機関の機能充実、研究交流事業の充実、成果普及の促進などの地域独自の事業を実施する。

さらに、事業終了後において、引き続き「和歌山ナノ・ケミストリープロジェクト」を推進し、激しい競争とイノベーションの誘発により、ベンチャーが次々と誕生する「有機ナノテククラスター」の構築を目指す。

#### 2. 事業計画

##### (1) 全体事業計画

全体事業計画は下記のとおり（変更点は下線部）。

平成17年度（最終年度）については、研究成果を事業化に結びつけるため、以下のとおり計画を見直した。

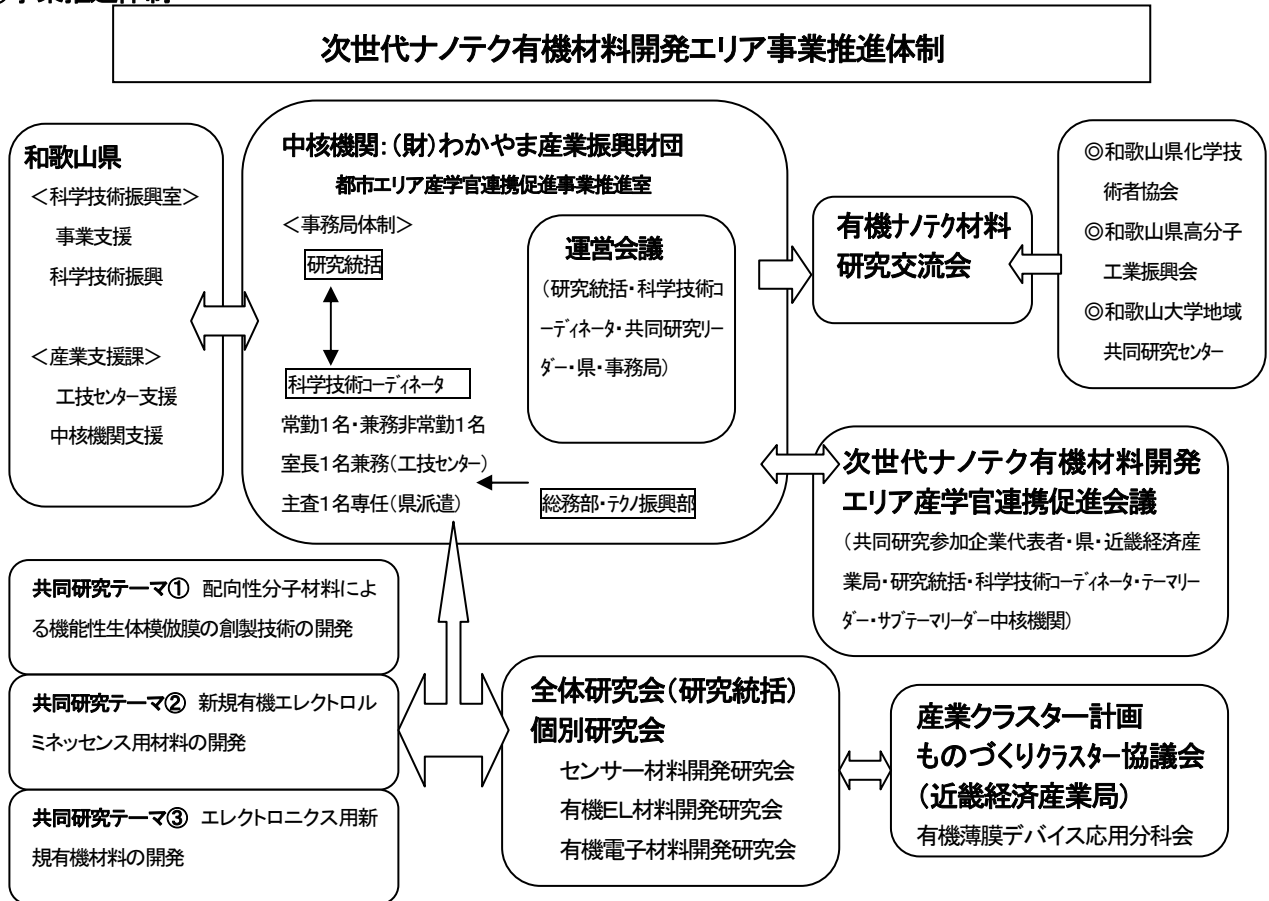
- ・ 製品化段階における課題を明らかにし、事業化の可能性を評価するため、試作品の製作にも力点を置く。
- ・ 研究成果を積極的に広報し事業化へ結びつけるため、オルガテクノ2005、地域発先端テクノフェア2005などへの出展を行う。
- ・ テレビやラジオなどの媒体を通じ、地域への広報活動にも積極的に取り組む。
- ・ 事業化には出口企業との連携が重要との認識のもと、近畿経済産業局産業クラスター計画の「ものづくりクラスター協議会」の研究会活動に参加し、「有機薄膜デバイス応用分科会」を立ち上げ、研究成果と企業ニーズ・課題とのマッチングにより事業化へのステップアップを目指した活動を開始する。

区 分	平成15年度	平成16年度	平成17年度
研究交流事業	科学技術コーディネータの活動 研究交流会の開催 可能性試験の実施	科学技術コーディネータの活動 研究交流会の開催 可能性試験の実施	科学技術コーディネータの活動 研究交流会の開催
○共同研究事業			
①センサー材料開発研究	高配向性分子を形成する化合物の分子設計と合成	分子集合体による薄膜化技術の開発と分子認識能の評価	センサーデバイスとしての機能評価
②有機EL材料開発研究	ベンゾジチオフェンを骨格に持つ赤色系蛍光色素の開発	ベンゾジチオフェンとベンゾチアゾールを骨格に持つ高輝度蛍光色素の開発	ベンゾジチオフェンとアントラセンを骨格に持つ高耐久性蛍光色素の開発
③有機電子材料開発研究	脂環式骨格や dendritic 型 の分岐構造を有する新規ポリマーの合成	ポリマーの機能性評価(光硬化性、熱的特性等)	エレクトロニクス用材料としての評価
④. 研究会	全体研究会・テーマ別研究会	全体研究会・テーマ別研究会	全体研究会・テーマ別研究会
○その他		研究成果事業可能性調査	可能性調査→ <u>試作試験等</u> テクノフェア等への出展

○地域独自活動	連携促進会議の開催 事業説明会の開催 研究成果発表会の開催 ニューズレターの発行	連携促進会議の開催 シンポジウム開催 研究成果発表会の開催 ニューズレターの発行	連携促進会議の開催 シンポジウム開催 研究成果発表会の開催 ニューズレターの発行 <u>地域へのマスコミ広報</u> <u>有機薄膜デバイス応用分科会</u> <u>活動</u>
---------	---	---	---

## (2)実施体制

### ①事業推進体制



### ②参画機関

	産	学	官(公)
基本計画	本州化学工業(株) (株) 三宝化学研究所 新中村化学工業(株) スガイ化学工業(株) 大和化成工業(株) 和歌山精化工業(株)	和歌山大学システム工学部 和歌山工業高等専門学校 大阪府立大学大学院工学研究科 東京工業大学大学院理工学研究科	和歌山県工業技術センター
現時点	本州化学工業(株) (株) 三宝化学研究所 恵和(株) 新中村化学工業(株) スガイ化学工業(株) 大和化成工業(株) 和歌山精化工業(株)	和歌山大学システム工学部 和歌山工業高等専門学校 大阪大学大学院工学研究科 大阪府立大学大学院工学研究科 東京工業大学大学院理工学研究科 大阪市立大学大学院工学研究科	和歌山県工業技術センター (独) 産業技術総合研究所

### (3) 共同研究

#### ① 共同研究事業

共同研究事業では、主にエリア内企業、和歌山県工業技術センター、和歌山大学に蓄積されてきた分子設計を中心とするナノテク技術を駆使した有機材料の開発を行うため、センサー材料、有機EL材料、有機電子材料の3つの共同研究テーマを設け、さらに、それぞれにサブテーマを設けて産学官による共同研究を行うこととした。

まず、**共同研究テーマ①「配向性分子材料による機能性生体模倣膜の創製技術の開発」**においては、分子認識を活用した高感度センサー技術の開発を目標とし、当初以下の3つのサブテーマを設けた。

- (1) 配向性分子材料によるセンサー用機能性薄膜の創製  
高配向性及び分子認識を持つ化合物薄膜による超高感度医療・環境用センサーへの応用
- (2) 機能有機分子の高次構造制御に基づくナノセンシング  
高配向性で単分子センシングを指向した超高感度センシング技術を開発
- (3) 細胞膜様ヘテロ構造を有するセンシング材料の開発  
自己集合性を有するペプチド及び脂質分子の機能性薄膜の開発とセンサーへの応用

平成16年度に実施した可能性試験から機能性有機色素材料が高感度センサーデバイスに応用可能との知見を得、平成17年度より4つ目のサブテーマを設けて研究を開始した。

- (4) 機能性有機色素を用いた高感度化学センサーの開発  
機能性有機色素の蛍光発光によるセンシングデバイスの構築

上記サブテーマは、いずれも分子認識能を活用した高感度センサーへの応用を目指しており、そのため、高配向性及び分子認識を持つ化合物や自己集合性を有するペプチド、蛍光特性を持つ包接結晶などの分子設計及び合成を行い、各々の合成技術や評価手法、課題等、頻りに情報交換を行いつつ、超高感度医療・環境用センサーへの応用を図る。

**共同研究テーマ②「新規有機エレクトロルミネッセンス用材料の開発」**においては、液晶に代わって次世代の表示材料となる有機エレクトロルミネッセンス(有機EL)材料の開発を目的とし、当初以下の2つのサブ研究テーマを設けた。

- (1) 三環性複素環を利用した新規有機エレクトロルミネッセンス用材料の開発  
三環性複素環を骨格に新規な発光材料を合成、薄膜での光励起発光特性を明確化
- (2) 配向性蛍光、リン光色素含有高分子EL材料の開発  
多糖を主鎖、配向性蛍光色素を側鎖に有する高輝度、高発光率、高耐久性EL素子の開発

平成17年度から、新たに(2)に関連し、その物性評価のために産業技術総合研究所の分担テーマを、デバイス応用に必要な発光効率の改善のために大阪府立大学大学院の分担テーマを、それぞれサブテーマとして加えた。

- (3) セルロースを用いた有機エレクトロニクス材料の開発  
新規セルロース化合物を用いた薄膜の物性評価とデバイス作成と評価
- (4) ナノインプリント法による反射防止構造の開発  
有機ELデバイスに応用可能な光取り出し効率を向上する精密成形技術の開発

上記の4つのサブテーマはいずれも高性能な有機エレクトロルミネッセンス材料の開発・応用を目指しており、そのため、必要な新規材料の開発、物性評価、周辺技術の開発を行う。

**共同研究テーマ③「エレクトロニクス用新規有機材料の開発」**においては、電子機器の部品(電子回路)などを作成するためのレジスト材料などの開発を目指し、当初以下の4つのサブテーマを設けた。

- (1) 電子材料用新規モノマー(オリゴマー)の創製と物性評価  
新規な脂環式構造化合物、 dendroliマー型多分岐化合物の合成および物性評価
- (2) 光スイッチ機能を有する含ケイ素新規エレクトロニクス材料の開発  
有機ケイ素化合物を利用した光スイッチ機能をもつエレクトロニクス材料の開発とその評価
- (3) 超微細加工用フォトレジスト材料の開発  
ArFエキシマレーザー用のフォトレジスト材料の合成とその性能を評価
- (4) 超微細加工用 dendroliマーレジスト材料の開発  
次世代の半導体加工に利用できる超微細加工が可能な dendroliマー型 EPL レジストの開発

平成 16 年度からは新たに、可能性試験により得られた新規メタクリル樹脂のエレクトロニクス材料について、下記サブテーマを加えた。

(5) エレクトロニクス材料用新規ポリマーの開発と特性評価

アルキル系高分子の開発とレジスト用材料としての特性評価

上記のサブテーマは、いずれも主に次世代半導体加工に用いるレジスト用材料の開発を目指している。そのため、各々の有機合成や高分子合成の戦略、評価方法などについて情報交換を行うなど、緊密な関係を維持しながら、アクリル系樹脂や dendrimer 型化合物を用いて各種の有機材料を合成し、その性能を評価する。

なお、研究テーマ別及びサブテーマ別の研究計画は、別添資料参照。

研究会については全体研究会は研究統括が主催、また、テーマ別研究会については下記の 3 つの研究会を設置し、各研究テーマリーダーが中心となって開催することとした。

- センサー材料開発研究会
- 有機 EL 材料開発研究会
- 有機電子材料開発研究会

## ②可能性試験

可能性試験の実施においては、科学技術コーディネータを中心に、企業のニーズと大学、公設試等のシーズとのマッチングを図り、新たな材料開発や共同研究の可能性を探索することを目的に実施することとした。また、その採択にあたっては、研究統括、科学技術コーディネータ、各テーマリーダー及び事務局からなる運営会議において、検討、調整して採択することとした。

平成 15 年度：計画 1 件（採択 2 件）、平成 16 年度：計画 1 件（採択 2 件）

## IV 事業成果等

### 1. 産学官連携基盤の構築状況

#### (1) 交流会・研究会等の開催状況

##### ① 交流会

科学技術コーディネータが中心となって開催する「有機ナノテク材料研究交流会」を、地域の化学技術者、化学企業の組織である和歌山県化学技術者協会や和歌山県高分子工業振興会及び産学連携組織の和歌山大学地域共同研究センターと連携して、ほぼ定期的に計5回開催、毎回70名程度の企業、大学等の研究者が集まり、継続的に産学官連携基盤を構築してきた。

##### ② 研究会

テーマ毎に3つの個別研究会を立ち上げたほか、研究者全体での「有機ナノテク材料全体研究会」を設置した。センサー材料開発研究会は計16回、有機EL材料開発研究会は計19回、有機電子材料開発研究会は計25回、全体研究会は計2回実施し、産学官各セクターの研究者間の十分な意見交換を進め連携を強化するとともに、技術情報の交換や研究成果創出に資する情報共有に努めてきた。

##### ③ 次世代ナノテク有機材料開発エリア産学官連携促進会議の開催

事業の円滑な推進を図るため、参画研究機関・企業及び近畿経済産業局や県、財団などからなる連携促進会議を設置、計4回開催し、研究の進捗状況に係る情報を共有するとともに、各参画機関相互の連携体制の強化を図り、事業の推進協力体制を構築した。

#### (2) その他地域独自の行事の開催状況

広く県民や他府県の企業等にPRし、本事業に対する理解を広げるため、初年度は発足記念シンポジウムを開催（100名参加）、2年次以降は「有機材料」にスポットを当て、その可能性について、最先端の研究で著名な先生方を招き、わかりやすく、一般向けの公開シンポジウム「和歌山有機ナノ・ケミストリーシンポジウム」を計2回開催し、第1回160名、第2回115名の参加を得た。最終年度（第2回）には、文部科学省の他、和歌山大学及び和歌山化学工業協会の後援を得、地域の取り組みとして認知されてきたところである。また、この活動のコンセプト「有機材料の無限の可能性」とも共通するが、化学産業と製造業等の異業種の関わりが新しい産業を起こすことにつながるとの考えから、地域産業の活性化には、継続して活動を続けていく必要があるとの認識を持ち賛同する有志グループによる「和歌山の産業を考える会」の設立活動が開始されている。

#### (3) 関係府省との連携

研究成果を事業化につなげるためには出口企業との連携が重要と認識し、近畿経済産業局産業クラスター計画「ものづくりクラスター協議会」事業と連携を行った。本事業参画研究者・企業に加えて、製造業等の出口企業の参加を募って表面処理技術研究会の中に平成17年4月、「有機薄膜デバイス応用分科会」を立ち上げた。このなかで、本事業の研究成果とユーザー企業のニーズのマッチングを図り、「高アスペクト比10 $\mu$ m線幅電子回路基板作製技術の開発」をテーマとして平成18年度地域新生コンソーシアム研究開発事業の他府省連携枠に申請を行う。

また、科学技術振興機構の研究成果活用プラザ大阪のコーディネータとも情報交換を図り、JST事業への申請を積極的に行い、事業化に向けた協力体制を構築した。

#### (4) 他地域との連携

知的クラスター創成事業及び都市エリア産学官連携促進事業においてナノテクノロジー・材料を対象とした事業を実施している地域で設立された「ナノイニシアティブス」に事業開始当初より参加、他地域への情報発信とともに、共通する課題に対する情報交換、広域的な連携を図り、連携の可能性を検討してきた。有機EL材料におけるデバイスへの応用評価などに関し、他地域との今後の連携可能性を視野に入れた研究開発を継続していく予定である。また、山形県有機エレクトロニクス研究所と、連携を図るべくその可能性について協議を行った。

#### (5) コーディネータ活動の連携基盤構築

科学技術及び産業振興におけるコーディネータの活動の重要性を認識し、地域のコーディネータ活動に従事する人材のネットワーク構築（コーディネータ）活動にも積極的に参加、地域の連携を図った。特に和歌山大学地域共



同研究センターのコーディネータとの連携を強化し、情報の共有や企業へのアプローチなど協力して活動した。

財団・県においても、活動の重要性を十分認識し、県公試シーズを中心に事業化を目指すコーディネート機能強化事業を平成17年度より地域独自で実施しており、コーディネート活動及び連携強化を図っている。

## 2. 研究開発

### (1) 進捗状況

本事業では、以下のとおり、各テーマにおいて所要の目標を概ね達成することができた。

テーマ1：センサー材料開発では、ほぼ計画どおり研究が進捗した。平成16年度には2件の特許出願、平成17年度には5件（予定含む）の特許出願があった。また、平成16年度に実施した可能性試験により、エリア内企業が有する化合物が、化学センサーとしての機能をもつことが明らかとなったため、平成17年度には、共同研究として高機能蛍光センサーの研究を行った。そのほか、有機薄膜水晶振動子センサーを試作した。

テーマ2：有機EL材料開発では、有機EL素子の各材料、要素技術を分担して研究を進めた。和歌山大学は主に低分子発光材料、和歌山県工業技術センターは高分子発光材料、有機薄膜技術によるEL素子の作製、評価を主に研究した。参画企業においては、フレキシブルフィルムのコーティング、蒸着によるガスバリア性評価、正孔輸送材料の開発などの分担研究を実施した。また、平成16年度には、(独)産業技術研究所が正孔輸送材料、素子化に関する可能性試験を行い、平成17年度にセルロースを用いたEL材料開発の共同研究に参画した。また、大阪府立大学は平成15年度に行った可能性試験の結果をもとに、平成17年度に、ナノ・インプリントによる光取出効率の向上について研究を行った。このように柔軟に計画を見直し・拡充しながら、事業目標を達成するように努めた。特許出願は4件。そのほか、有機EL素子、ナノ・インプリントによる無反射構造体を試作した。

テーマ3：有機電子材料開発でも、計画どおりに研究を進めることができた。平成15年度に1件、平成16年度に4件、平成17年度に6件、それぞれ特許出願を行った。また、平成15年度には、メタクリル系樹脂に関する可能性試験を大阪市立大学で行い、平成16年度からは、新規メタクリレートモノマーの合成、重合に関するテーマで共同研究を実施した。そのほか、 dendritic 型化合物を用いたネガ型・ポジ型レジストによる電子線画描を行った。

### (2) 研究成果等

#### ① 主な研究成果

##### ◎テーマ(1)：配向性分子材料による機能性生体模倣膜の創製技術の開発（センサー材料開発）

特許出願件数：7件、試作品作製：1件

- ・ 多環式芳香族ジアミンの中で複数のフォトルミネッセンス材料を用いた包接結晶の作成
- ・ カリックスアレーン及びキノリン誘導体に関し、マイクロ波を用いた高効率、高純度の合成手法を開発
- ・ カリックスアレーン誘導体の機能性薄膜として多孔性薄膜素材を開発し、水晶振動子センサーに応用することにより、高感度で気相中の揮発性有機化合物（VOC）を検出

##### ◎テーマ(2)：新規有機エレクトロルミネッセンス用材料の開発（有機EL材料開発）

特許出願件数：4件、試作品作製：3件

- ・ ベンゾジチオフェン環を直結した蛍光材料を合成し、この化合物を用いた有機EL素子の初期特性として電圧電流輝度特性を評価し、最高輝度約20,000cd/m<sup>2</sup>と発光効率4.5cd/Aを得た。
- ・ ポリピロール誘導体を用いたEL素子を作製し、正孔輸送材料、ホスト材料としての特性評価を行い、既存の材料と同等の電圧電流輝度特性が得られた。
- ・ 光硬化性樹脂を利用して、ナノ構造の転写方法の新しい開発を行った。
- ・ セルロースを主鎖とする高分子材料を合成し、青色から紫外域での波長を有する発光材料を開発した。

##### ◎テーマ(3)：エレクトロニクス用新規有機材料の開発（有機電子材料開発）

特許出願件数：11件、試作品作製：3件

- ・ 脂環式骨格を有する化合物とメタクリル酸メチルを共重合し、得られたポリマーは耐熱性が向上し、かつ、低吸水性な材料を開発し、サンプル提供を行った。
- ・ 末端にフラン環を有する dendritic 型化合物として、第0世代2種類および第1世代3種類の効率的合成に成功
- ・ 合成した多分岐化合物を電子線レジスト材料として評価を行った結果、数μC/cm<sup>2</sup>の感度の硬化膜が得

られた

- ・ 超音波を利用した芳香族ジアミンの効率的合成方法の確立と事業化準備
- ・ シリルエチニル基、アルキニル基の数が増えるにつれて蛍光量子収率が増大、特にシリルエチニル基を4つ導入したピレンの蛍光量子収率は0.99を達成
- ・ 精密重合法で分子量分布が狭く高透明性のArFレジスト材料を得る方法を開発
- ・ 含ケイ素光スイッチ機能材料を開発
- ・ 「カリックス[4]メチルレゾルシンアレン」を用いた新規レジスト材料の開発
- ・ アクリルデンドリマー化合物のサンプル提供

以上のように、本事業においては、特許出願件数が22件となるなど多くの具体的成果をあげている。特に、テーマ(3)においては、事業化段階への展開として、ユーザー企業へのサンプル提供や事業化準備の成果があった。より詳細な成果の内容は別添資料研究テーマ別、サブテーマ別概要参照。

## ②事業化事例、及び事業化可能性が見出された事例

有機電子材料開発グループに参画している企業の中には、脂環式骨格を有する耐熱性・低吸水性透明樹脂や多官能デンドリマー化合物のサンプル提供を始めている企業があるほか、本事業で開発した芳香族ジアミン類の高効率な製造の事業化を準備している企業もある。

- ① 脂環式骨格を有する耐熱性・低吸水性透明ポリマーのサンプル提供 (スガイ化学工業 (株))
- ② 芳香族ジアミン類の高効率反応プロセスによる製造準備 (和歌山精化工業 (株))
- ③ デンドリマー化合物のサンプル提供 (新中村化学工業 (株))
- ④ カリックスアレーン誘導体等の各種センサー用薄膜材料として技術移転予定 (スガイ化学工業 (株))
- ⑤ 芳香族ジアミン類を利用した蛍光性有機色素によるセンシング材料 (和歌山精化工業 (株))
- ⑥ 導電性ポリピロール誘導体について、有機EL素子用正孔輸送材料としての用途を確認 ((株) 三宝化学研究所)

## ③その他特筆すべき成果

本事業により、センサー、有機EL、有機電子材料(レジスト)開発において、キーテクノロジーとして、有機薄膜作製技術が確立できた。有機薄膜の作製は、高分子の場合はスピニング、低分子の場合は真空蒸着などにより行うが、これらの技術により、センサーの感度、有機ELの発光、レジストの微細パターンニングが左右される。本技術の確立は、今後の材料開発に大きく寄与するものである。

## 3. 波及効果

有機ナノテク材料研究交流会、各テーマ別研究会、シンポジウム等の各種交流会、講演会を通じて産学官の研究者が一同に集い、先端技術情報の聴講と情報交換、事業成果創出に資する情報を共有することにより継続的な産学官連携基盤の構築を行うことができた。本事業終了後も、本事業で構築された産学官のネットワークを活用することにより地域企業の活性化に寄与するものと思われる。特に、参画企業と大学の研究者との個別の交流・連携の関係については、本事業の実施により新たに築かれたものが多数あり、その関係を継続、さらに強化することにより、今後の企業活動に大きく貢献するものと思われる。

共同研究事業では、22件の特許出願(予定含む)を行うことが出来た。また、企業のニーズに直結するテーマでは多くの成果があげられ、これらの成果を活かした事業化に向けた展開が期待できる。

例えば、次世代超微細加工用レジスト材料の開発については、ArFレジストの液浸法の採用により大幅に延命化が図られるため、液浸法に対応する材料の開発が急がれているが、それに続く電子線用あるいはEUV用レジストの採用はかなり先になると予想される中、エリア内の企業においては、今回の共同研究の概念を活かした研究開発を促進し、次世代レジスト材料の市場を確保することと思われる。

さらに、マイクロ波や超音波等を利用する新規製造法(化学反応プロセス)の開発では、副生成物の低減、原単位の向上によるコストダウンが図られ、国際競争力の強化が期待される。

一方、本事業の推進により、科学技術コーディネータが果たす役割の重要性を強く認識し、平成17年度から、県独自の科学技術コーディネータを2名配置し、県立試験研究機関の研究成果を中心にコーディネート活動を実施しているところである。

## V 自己評価

### 1. 本事業での目標達成度に係る自己評価

#### (1) 事業目標について

本事業は、和歌山市エリアにおいて「有機ナノテククラスター」を構築する取り組みの第一歩である。

研究開発の面では、研究成果に基づく試作品の製作については7件、参画企業のユーザ企業に対するサンプル提供が3件、事業化準備中のものが1件、また、「オルガテクノ2005」等の展示会への出展や、具体的な市場を絞るための「事業可能性調査」の実施などにより、当初の「市場への参入を窺う具体的な製品の試作段階までに到達させる」という目標に対してはある程度達成できた。また、当初、特許出願については23件を目標としていたが、ほぼ目標どおりの22件（予定含む）を出願することができた。そのほか、県外の大学（大阪府立大学や東京工業大学など）との共同研究を通じ、エリア内に不足する研究資源の導入や、継続的な連携関係の構築が図られたことは、今後の研究開発推進にも大きく寄与する。

一方、産学官連携基盤の構築については、「有機ナノテク材料研究交流会」（5回）や「和歌山ナノケミストリーシンポジウム」（2回）、「研究成果発表会」（3回）を開催し、それぞれ、毎回100名前後の参加者があり、本事業の研究成果のPRのみならず、当該分野の先端技術情報なども提供することができ、エリア内の関連企業の技術向上や新事業創出のきっかけとすることができたほか、科学技術コーディネータが核となり産学官各セクターの関係者が交流を深めることができた。

さらに、近畿経済産業局産業クラスター計画「ものづくりクラスター協議会」において、「有機薄膜デバイス応用分科会」を設立、大阪市で本事業の研究成果を発表した結果、京都市の企業と本事業参画メンバーが、地域新生コンソーシアム研究開発事業申請に至るなど、県外での「次世代ナノテク有機材料開発エリア：和歌山市エリア」の認知度アップによる当該エリアの地位確立の足がかりとすることができた。

これらの共同研究事業や研究交流事業における成果により、本事業終了後においても、引き続き、「有機ナノテククラスター」構築を目指した取り組みが行われることになっていることから、産学官ネットワークの形成という当初の事業目標については概ね達成することができた。

#### (2) 事業成果について

##### ① 持続的な連携基盤の構築について

中核研究機関である和歌山県工業技術センターは以前より地域の化学分野における指導的役割を担っており、長年にわたる実績と相互の技術交流を重ね、地元の化学系企業の技術者との連携基盤、技術交流関係を構築してきた。本事業においては、これらの連携組織である和歌山県化学技術者協会や、和歌山県高分子工業振興会など既存組織との連携を図ることで、より充実した連携関係を構築することができた。また、事業での個別あるいは全体研究会や交流会の開催を通じ、それら既存組織と、事業参画の大学をはじめとする「学」の研究者等との交流を促進し、和歌山大学（特に地域共同研究センター）との連携体制も強化することができた。また、地域のコーディネート業務の人的ネットワーク構築も図られ、技術・研究の連携基盤の強化に加え、支援体制の連携基盤も強化されつつある。また、エリア内における主な化学企業が加盟する和歌山化学工業協会とも事業やイベント等の実施を通じ協力体制が構築できるなど、地域経済の活性化につながる地域全体に広がる連携体制の構築について、今後の足がかりを作ることができた。

また、本事業をきっかけに経済産業省の産業クラスター計画にも加わり、近畿経済産業局「ものづくりクラスター協議会」の研究会の中に「有機薄膜デバイス応用分科会」を設立、活動を開始した。この活動により、市場で求められるニーズの迅速な把握と応用可能な技術シーズの洗い出しが可能となり、レジスト材料の研究では事業化を目指す発展的研究にステップアップすることができた。さらに、これらの活動により他府省関係各組織との情報交換・技術交流・支援協力等の連携関係が構築されつつあり、今後、研究成果の事業化を加速する効果が期待できる。

##### ② 研究開発の成果について

本事業では、特許出願件数が22件（予定含む）、試作品作製件数が7件、ユーザー企業へのサンプル提供が3件、事業化準備中のものが1件となるなど多くの成果をあげることができた。

##### 【配向性分子材料による機能性生体模倣膜の創製技術の開発】

エリア内企業で製造されている原料をもとに、医療・環境センサー用の機能性薄膜材料がいくつか見出された。

それらをもとに、QCMセンサーを試作し、展示会に出展したほか、県外でのセミナーで成果発表を行うなど、当初の目標どおり、順調に研究が進捗した。

なお、事業化に関しては、それらの新規材料は、高付加価値ではあるが、必要量は僅かな量であると想定できるので、事業化に際しては、製造は企業の研究所におけるラボスケール（フラスコスケール）でも、事業化が可能と考えられる。あるいは、特許をライセンス化して専門メーカーで製造販売まで任せることも考えられる。

#### 【新規有機エレクトロルミネッセンス用材料の開発】

新規の有機EL用発光材料の合成に成功したほか、素子構造の最適化を検討し、試作品を作製することができた。また、既存の導電性高分子について、有機EL素子用正孔輸送材料としての用途開発を行うなど、着実に研究成果をあげることができた。

なお、大手化学企業を含め多数の企業が有機EL事業への参入を狙っているため、非常に優れた材料が見出せないという新規参入は容易ではないが、エリア内の企業群がもつ多数の色素・染料・蛍光材料は、優れた有機EL材料となりうる可能性をもつため、地域の強み・特性を活かした、新規有機EL材料の開発に引き続き取り組む。

#### 【エレクトロニクス用新規有機材料の開発】

本テーマでは、参画企業がユーザー企業に対しサンプル提供を行ったほか（①脂環式骨格を有する耐熱性・低吸水性透明ポリマーのサンプル提供、② dendroliマー化合物のサンプル提供）、事業化準備中のもの（芳香族ジアミン類の高効率反応プロセスによる製造）もあるなど、事業化に向けた成果が多数あげられた。また、参画企業の有する材料の新規用途開発や高効率反応プロセスの研究などでも、大きな成果が得られるなど、非常に順調に研究が進捗した。

#### 【主な課題とその解決に向けた対応】

今後解決すべき課題については、事業終了後においても、その解決に向けた継続的な取り組みを実施していく。

〈課題〉：新規開発化合物の物性評価、機能評価が不十分。

〈対応〉：新規に開発した化合物については、物性評価なしには次への展開が図れないため、自前で不可能な部分は外部機関での評価を行うほか、ユーザー企業等へのサンプル提供を通じて、実用化の可能性と課題を探る。

〈課題〉：高効率工業的生産手法の検討

〈対応〉：有用物質については、環境への負荷を低減する新規プロセス技術を導入し、生産工程の効率化を図る。

### (3) 事業計画について

#### ① 事業目標を達成するに妥当な事業計画であったか

本事業では、和歌山市エリアにおける「有機ナノテククラスター」構築に向けた第一段階の取り組みとして、事業終了時において、市場参入を窺う具体的な製品の試作段階まで到達させることを目標としてきた。

そのため、3つのテーマによる共同研究事業を中心としつつ、研究交流事業はその基盤を支えるものと位置付け、事業を推進してきた。

特許出願件数では、当初目標（23件）とほぼ同数の件数（22件）となったほか、試作品製作、サンプル提供等についても、当初に想定していた目標と概ね同様の実績をあげることができた。

また、研究交流事業については、研究会、シンポジウム、成果発表会の開催のほか、ホームページやニューズレターによる情報発信などにより、事業内容・研究成果のPR、研究者間の交流の活発化などが図られ、当初の計画どおりの実績と成果があげられた。

以上により、事業目標を達成するに妥当な計画であったと言える。

#### ② 事業目標を達成するに妥当な資源配分(資金、人材等)であったか

本事業では、共同研究事業を中心に行う計画であったため、資金については、研究費、特に、中核研究機関である和歌山県工業技術センターと和歌山大学が担当する研究テーマに対して重点的に配分し、事業を推進した。これらの研究機関では、企業との共同研究により、事業化への期待がもてる成果が数多く創出された。

また、2年度目、3年度目から新たに共同研究テーマに取り上げたものについても、既存のテーマから研究費を流用するなど、柔軟に対応することができた。そのほか、可能性試験や試作品製作、事業可能性調査についても、予め、所要経費を予算配分し、円滑な実施に務めた。

一方、研究者の配置については、地域で不足する領域の研究については、地域外の実績のある研究者に協力を要

請し、事業推進を図った。これらの研究者とも、密接な協力関係を構築することができ、事業終了後においても、更なる展開が期待できる。

以上により、事業目標を達成するに妥当な資源配分であったと言える。

## 2. 地域の取組み

### (1) 自治体等の取組

和歌山県では、平成15年8月の本事業開始後、和歌山市エリアを有機ナノテククラスターに発展させるため、様々な取り組みを行ってきた。

まず、中核機関が実施するシンポジウム等の地域独自の研究交流事業については、毎年200万円以上の補助を行い、共同で事業推進を図ってきた。

平成16年度には、外部の有識者からなる「和歌山県科学技術戦略会議」を設置し、県が重点的に取り組むべき科学技術分野について審議を行い、(1) ライフサイエンス分野、(2) 環境、(3) ナノテク・材料の3分野を重点分野に設定した。特に、(2) 環境、(3) ナノテク・材料分野については、県の予算を優先的に投入することとし、平成18年度からの3年間で約5,300万円の県単独予算を投入して本事業関連分野の研究を実施することが決定している。

また、本事業の実施を通じ、科学技術コーディネータの重要性を認識し、コーディネート機能の強化を図るため、平成17年度より大手電機メーカーOB2名を科学技術コーディネータとして県独自に配置し、県立試験研究機関の研究成果の実用化に向けた活動を行っている。本事業の関連においては、電機メーカーOBという経歴を活かし、本事業で開発した有機EL材料の展開として、照明用としての可能性を探る活動を実施した。その結果、今後、大手照明メーカーにおいて機能評価を実施することとなっている。

また、(財)わかやま産業振興財団の産学官研究交流会では、本事業と密接に関連する研究会として、プラスチックフィルム研究会、有機ELディスプレイ研究会、機能性マイクロ・ナノ粒子研究会などが設置されており、本事業の参画企業のみならず、幅広い地域企業の参加のもと、情報交換・人的交流を図ってきた。

さらに、化学業界との連携については、和歌山県化学技術者協会、和歌山県高分子工業振興会などと工業技術センターが中心となって以前から連携を図ってきた長い歴史があり、本事業の研究交流会を共同して開催したほか、研究会活動・講演会・シンポジウムの開催などを通じ、連携がさらに強化された。また、業界団体の和歌山化学工業協会との協力体制も新たに構築され、産学官連携基盤が着実に広がってきている。

以上のような関連施策・事業の結果、産学官連携基盤の強化や研究開発の継続的な推進により、本事業を取り巻く環境が整備され、効果的な事業推進が図れたものと評価する。

しかし、有機ナノテククラスター構築という目標に対しては、本事業の実施により第一歩は踏み出せたものの、達成までの道のりはまだまだ長いのも事実であり、事業終了後においても、継続して発展的な取り組みを実施しなければならない。

和歌山市エリアでの有機化学発展の歴史の中で蓄積された優れた技術や豊富な素材をベースに、ナノテクノロジーという先端科学技術との融合を推進し、我が国の製造業の土台を材料面から支える存在として、和歌山市エリアを、規模は小さくとも世界で注目されるユニークなエリアとして発展させることが地域経済の発展に直結する。

このような考えのもと、県は、「和歌山県研究開発推進基金」の優先的投入による共同研究プロジェクトの実施のほか、研究開発型企業への支援等の産業振興施策などにより、地場化学業界に対する支援を継続的に行う。

特に、エリア内の化学企業が、激しい競争の中、次々と独自の製品(化合物)を開発し、商品化していくうえで、速やかにその化合物の諸物性を評価し、試作化できる設備と人材が不可欠であるため、その機能をどのように構築していくかは大きな課題である。本事業の実施を通じて、それらの機能は確実に強化されつつあるが、さらに充実したものとするため、今後、課題解決に向けた取り組みを進める必要がある。

### (2) 関係府省との連携

経済産業省の産業クラスター計画との連携については、近畿経済産業局「ものづくりクラスター協議会」と連携し、平成17年度から、同協議会表面処理技術研究会の中に「有機薄膜デバイス応用分科会」を立ち上げた。この分科会活動を通じ、本事業の研究成果とユーザー企業のニーズのマッチングを図った結果、「高アスペクト比10 $\mu$ m線幅電子回路基板作製技術の開発」をテーマとして平成18年度地域新生コンソーシアム研究開発事業の他府省連携枠に申請を行う。

また、共同研究テーマ1で得られた高感度センサー材料については、「超高感度水晶振動子センサーの開発」のテーマで(独)産業技術総合研究所地域中小企業支援型研究開発制度の平成17年度採択を受け、デバイスへの応用を検討している。

そのほか、(独)科学技術振興機構研究成果活用プラザ大阪のコーディネータとも情報交換を図り、JST事業への申請を積極的に行っている。例えば、共同研究テーマ1で得られた研究シーズを発展させた「液晶化合物を材料とする医療分析のためのイオンセンサーの開発」が、平成17年度シーズ育成試験に採択を受けた。

以上のように、事業における研究成果を事業化へステップアップさせるため、他府省施策への積極的な展開を図り、研究成果を事業化につなげるスピードを加速するとともに、さらに研究を発展させる相乗効果が得られていると考えている。

## VI今後の取組

### 1. 産学官連携基盤の構築について

都市エリア産学官連携促進事業では、産学官連携基盤の強化を図ってきたが、引き続き、和歌山化学工業協会、和歌山県化学技術者協会、和歌山県高分子工業振興会などと、(財)わかやま産業振興財団、和歌山大学、和歌山県などが中心となって、研究会活動、研究者交流会、講演会の開催などを実施し、連携基盤をさらに強化していく。

また、和歌山県では、コーディネート機能の強化にも力点を置いており、平成17年度より大手電機メーカーO B2名を科学技術コーディネータとして県独自に配置し、県立試験研究機関の研究成果の実用化に向けた活動を行っている。今後も、県の科学技術コーディネータを活用し、和歌山県工業技術センターの技術シーズと県内化学企業、県内化学企業とそのユーザー企業との橋渡しを中心にコーディネート活動を実施する。

さらに、事業を発展的に展開させるため、情報収集や成果のPR等により他地域との連携も行う。都市エリア産学官連携促進事業の取り組みの一環として、近畿経済産業局の産業クラスター計画を推進する「ものづくりクラスター協議会」の事業として、本事業の成果移転を目指した「有機薄膜デバイス応用分科会」が設立されたが、今後も引き続き、分科会活動、クラスター協議会活動を通じ、近畿圏内のものづくり企業にPRを行っていく。JST研究成果活用プラザ大阪についても、和歌山市エリアから距離的にも近く、JSTコーディネータとの連携を図り、JSTの諸事業の活用や大阪地区等への研究成果PRを行う。

そのほか、本事業と関連する学会(日本化学会、高分子学会、化学工学会等)の地域組織が開催するセミナー等とも連携し、大学研究者と企業研究者の交流を図り、事業成果の展開や新たな技術シーズの活用を図る。

### 2. 研究開発について

和歌山県では平成16年度に、平成11年度に策定した「和歌山県科学技術振興ビジョン」の活動方針をより具体化するため、外部の有識者からなる「和歌山県科学技術戦略会議」を設置し、県が重点的に取り組むべき科学技術分野について審議を行い、(1)ライフサイエンス分野、(2)環境、(3)ナノテク・材料の3分野を重点分野に設定した。例えば、(2)環境においては、石油資源に代わる未利用バイオマスの活用に資する科学技術及び製造課程や製品面での環境への負荷の低減を図る科学技術、(3)ナノテク・材料においては、本県有数の研究開発型産業である化学産業が成長の見込まれる新分野へ展開することに資する科学技術にそれぞれ取り組むこととしている。都市エリア産学官連携促進事業で取り組んできた研究分野は(3)ナノテク・材料に該当するものであり、今後も県の重点分野として、県費を優先的に投入し研究開発を実施する。

具体的には、和歌山県では平成15年度より、県立試験研究機関を中心とした産学官共同研究プロジェクトに重点的に取り組む「戦略的研究開発プラン事業」を実施しているが、平成18年度からは、本事業と密接に関連する研究テーマを2テーマ選定し、3年間で約5,300万円の県単独予算を投入することを決定(予算内示済)している。一つは、「有機エレクトロニクスデバイスの開発」であり、一般型で得られた成果や技術をもとに、導電性高分子を用いた透明電極の実用化や高発光効率の素子構造の開発、高性能のトランジスタ特性を持つ有機半導体の探索等を行う。もう一つは、「米糠を原料とする機能性素材の開発と環境調和型反応プロセスの開発」であり、米糠を原料としたフェルラ酸やイノシトールの工業的有効利用方法の開発と、既存の化学反応プロセスから高効率な化学反応プロセスへと変換させるためのマイクロ波や超臨界流体の活用方法の開発などを行う。

いずれの研究も、和歌山県内の化学産業が、環境を考慮した化学技術を用いてユーザーニーズに基づく高機能性材料を開発・提供する機能性化学産業へと転換を図るのに資する研究である。