

3. 共同研究実施報告 研究統括

本事業では、次世代光産業の戦略的基盤をなす「光材料」のイノベーションを通じて、新産業をリードし、社会に貢献する新技術を創出することを目指し、個別材料研究からデバイス化・システム化までを網羅するダイナミックな研究を展開した。

(1) 研究実施にあたっての基本理念

本事業を開始するにあたり、研究統括は、研究実施にあたっての基本理念を事業総括に申し述べ、理解、賛同をいただいた。それは次のようなものであり、折りにふれて本事業に参加する研究者にも伝えてきた。

①研究のセンスを磨くこと

インパクトのある、価値のある研究成果をあげるためには、センスが必要である。実験から有用な結果を引き出し、それらを一つのストーリーにまとめていくには、このセンスが最も大切である。各研究者は常々、研究のセンスを養い、錆びさせないために、広い視野を持つことを心がけ、自分の専門外の領域にも関心を寄せ、時には社会状況の変化にも目を凝らすことが必要である。

②プラスαの技術を加える

まとまった研究成果を上げたり、一つの製品を完成させるには、大変な努力や根気が必要である。どの技術にも長所があり、欠点がある。そのことを見極め、一つの技術にこだわらず、プラスαの技術を加えていく柔軟な発想が大切である。

③時を得る

基礎的な研究であっても、広い意味で時代に即したものであることは必要である。もちろん本質的な発見や発明が一つの時代を築いていくことは事実であるが、多くの場合、時を得ない研究は成功しない。例えば21世紀へと向かう現在を生きる我々人類は、地球規模での環境問題に直面している。どのような領域の研究に携わっていくと、現代の研究者はこの問題と無縁ではいられない。むしろ、積極的に関わっていく使命があると思う。

④成果は特許や論文に

研究成果がある程度まとまってきたなら、なるべく早く特許や論文としてまとめることが非常に重要である。印刷された形で公表されてはじめて、その研究が実際に行われたことが明らかになる。文章としてまとめるには時間と努力が必要であるが、研究活動では「まとめる」ところが最も大切である。

⑤関心を集める

活発な共同研究を継続して行うには、周囲の理解、協力が欠かせない。研究成果は、いち早く特許や論文にまとめ、学会発表することは当然であるが、さらに、報道機関等を通して、研究の成果、意義などをわかりやすく解説していくことも、研究者の責務である。それによって、研究成果に関心が集まれば、日々の研究活動はさらに活発になると思う。

⑥マーケティングが重要

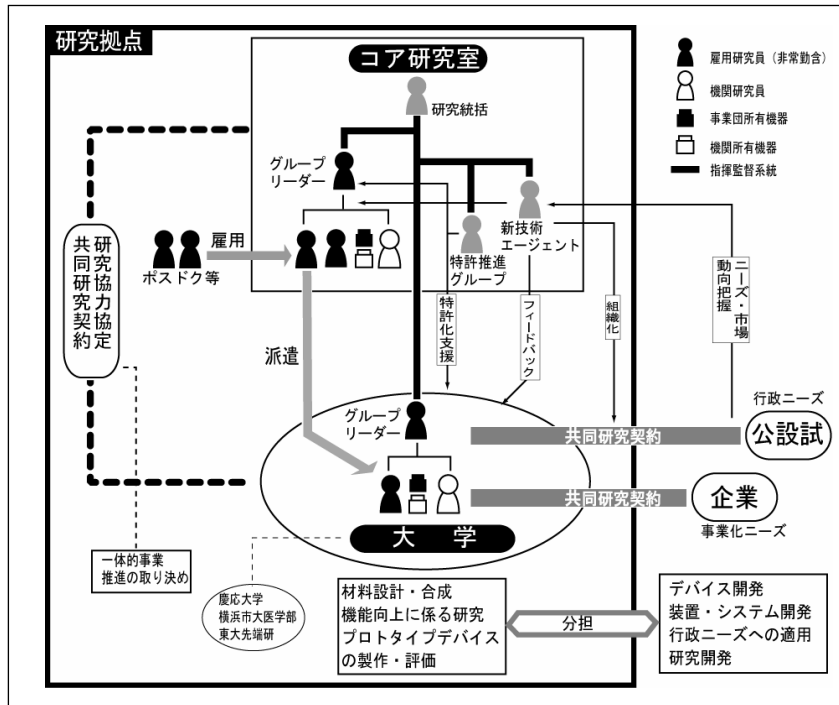
企業に属する研究者ならば、当然の視点であるが、新しい製品を完成させるには、開発の当初からその分野の市場を意識する必要がある。新製品に求められるもの、すなわち市場の（延いては社会的な）ニーズをよく読んで、そこをはずさない製品を開発することが重要であり、いくら優れた新技術を手にしても、市場の求めることを読み誤れば、製品は受け入れられず、新技術自体が十分に活かされないことになってしまう。

⑦スピードをつけ、常に先頭を

良い構想を得て、試作品が完成したら、マーケティングと同時に製品化までのスピードをあげることが重要である。初めてのものは、予想もしない問題が次々と出てくるもので、常にスピードを上げて研究し、製品化することを心がけて、ようやく通常のスピードに追いつくものと思う。常に先頭を走る心意気を持ち続けたい。

(2) 研究実施体制及び役割分担

研究実施体制を下図に示す。以下、この図にそってそれぞれの役割分担と連携について述べる。



①研究統括

研究計画（研究テーマの設定、研究予算、人員計画、優秀な研究人材の発掘等）の策定、研究の進捗状況の把握とそれに伴う適宜の処置、研究グループ間のコミュニケーションによるサブテーマ間の共同研究の促進、研究計画の改廃に係る指示等を行う。本事業全体の学術的成果、特許等技術的成果のとりまとめに責任を持つ。

②研究グループリーダー

研究統括との綿密な研究計画の調整の下で雇用研究員や共同研究参加企業等に研究テーマを割り当て、直接指揮して、担当するサブテーマの研究遂行、グループの運営及び学術的成果のとりまとめ、特許出願に関して責任を持つ。新技術エージェント、特許推進グループと連携し特許戦略と技術移転計画を策定・実行する。また、他のサブテーマとの連携の可能性について絶えず検討する。

③雇用研究員

研究グループリーダーの指導の下で、大学の研究者と協力して、主として新規材料及びデバイスの設計・合成・評価並びに機能向上に係る研究開発を遂行する。

④共同研究参加企業・公設試

個別に締結した共同研究契約に基づき、デバイス化・システム化等を目的とした研究開発によって実用化や行政ニーズへの適用を行う。

⑤新技術エージェント

研究開始の時点から研究者と密接に接触し、研究成果の企業への移転の戦略を研究者とともに検討する。企業に対してPRを行い、早い段階から企業の参入を図る。中小企業の本事業への参画を促進するための施策（光触媒オープンラボ、金型研究会等）の運営を支援する。

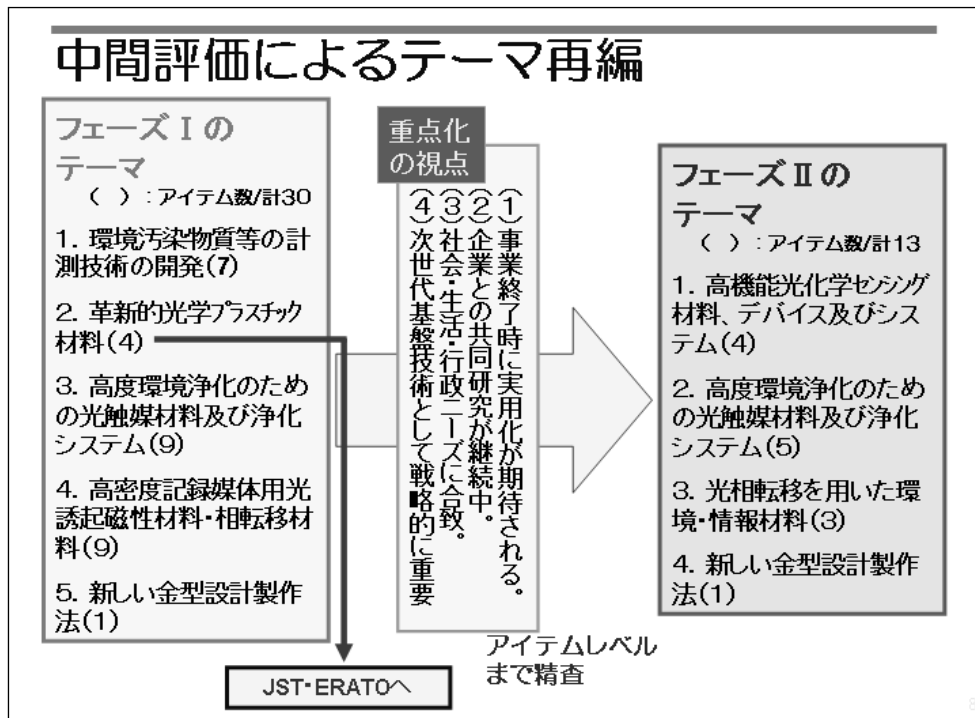
⑥特許推進グループ

研究初期の段階から研究者と密接に接触し、特許戦略を策定実行するとともに先行技術調査・出願支援にあたる。また、研究者向けの「特許セミナー」の開催などを通して、研究者の意識啓発や事業総括スタッフの力量向上に努める。

(3) 中間評価を踏まえたサブテーマ、アイテムの再編

前述のように、フェーズⅠにおける研究テーマは5サブテーマ・30アイテム（小テーマ）から構成されていた。これは、予備的研究によって、発展可能性を探るために意識的に設定されたアイテム群であり、フェーズⅡにおいては当然、優先順位付けと重点化が求められる構造にあった。中間評価においても「テーマの重点化の必要性」が指摘された。

フェーズⅡに入るにあたってはこの経緯を踏まえ、「事業終了時に実用化が期待される」など四つの視点から研究テーマをアイテムレベルまで見直し、4テーマ・13アイテムに再編した。なお、ここで採用した四つの視点は、以後の、研究の進捗管理と資源配分の検討にあたっての重要な指標として維持した。



こうして再編された後の、フェーズⅡにおけるサブテーマとアイテムは次のとおりである。

サブテーマ	アイテム
①高機能光化学センシング材料、デバイス及びシステム グループリーダー：鈴木孝治（慶応大学理工学部教授）	i) 表面プラズモン共鳴（SPR）用いたセンシングデバイス及びシステム
	ii) イオンオプトード
	iii) 水分センシングデバイス
	iv) 新規センシング材料、デバイス
②高度環境浄化のための光触媒材料及び浄化システム グループリーダー：橋本和仁（東京大学先端科学技術研究センター教授）／窪田吉信（横浜市立大学医学部教授）	i) ダイオキシン対策のための自動無毒化材料
	ii) 光触媒を用いた水処理システム
	iii) 光触媒の医学・医療への応用
	iv) 農業・畜産環境への応用
③光相転移を用いた環境・情報材料 グループリーダー：佐藤治（KAST 光科学重点研究室グループリーダー）	i) カラー磁性薄膜材料
	ii) フォトニック結晶を用いた光機能素子
	iii) 光誘起磁性材料
④新しい金型設計製作法 グループリーダー：大湊満（国立東京高等工業専門学校講師）	i) 三次元板成形の高精度 FEM シミュレーション

(4) 企業・公設試験研究機関等との共同研究

各サブテーマにおいて、県内外の研究開発型企業、公設試験研究機関との共同研究を積極的に推進し、成果をあげた。概要は次表に示すとおりである。

各サブテーマにおける共同研究実績

サブテーマ	共同研究件数
①高機能光化学センシング材料、デバイス及びシステム	12件 (10社・1公設試)
②高度環境浄化のための光触媒材料及び浄化システム	12件 (9社・2公設試)
③光相転移を用いた環境・情報材料	2件(2社)
④新しい金型設計製作法(研究会方式)	1件(3社1大学)
⑤革新的光学プラスチック材料(H12年9月まで)	1件(1社)
計	28件 (25社・3公設試・1大学)
光触媒オープンラボ	87社(延べ会員数)

(5) 主な研究成果

(1) で述べた理念に照らして見ると、本事業に参画した研究者諸氏の働きは、きわめて満足のいくものであった。すなわち、研究のための研究に終わることなく、絶えず社会的価値、市場ニーズなどをにらみながら研究に邁進した。また、(2) で述べた各参画者の連携も良好に機能した。その結果、本事業は多くの特筆すべき成果を上げた。しかも、これら成果は学術的にも高いレベルを行くものであった。それは、外部発表実績の大半が、欧文の査読付き論文が占めていることに現れている。

以下、主な研究成果を、実用化の尺度からの達成状況、すなわち、「実用化・商品化に成功」、「今後の共同研究開発によって実用化が期待される」そして「その他の有望な研究成果」に分類して概観する。

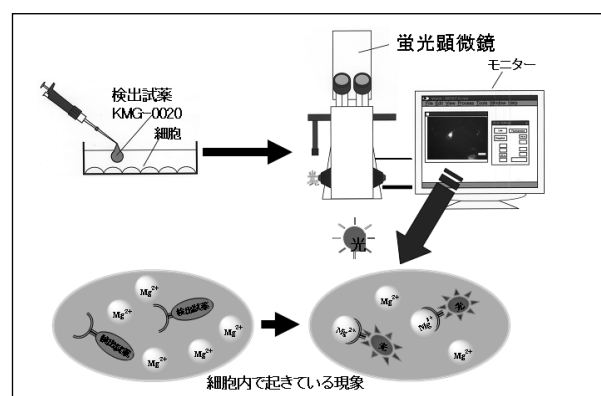
実用化・商品化に成功した研究成果

以下の5技術については、事業終了までに商品化・実用化に成功した。ライセンス先は7社、実施製品数は7件である。

【サブテーマ①高機能光化学センシング材料、デバイス及びシステム】

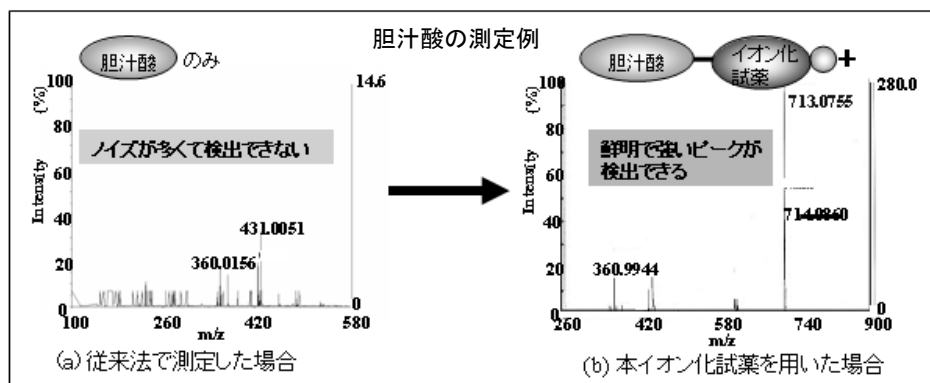
①マグネシウムイオン検出試薬

骨粗しょう症の発症に関連するなど医学・生物学分野で重要な機能を有するマグネシウムイオンを高感度かつ高い選択性で検出できる蛍光試薬。国内大手試薬メーカー及び米国大手試薬メーカーにライセンス、販売されている。(国内特許出願1件、国際出願1件)



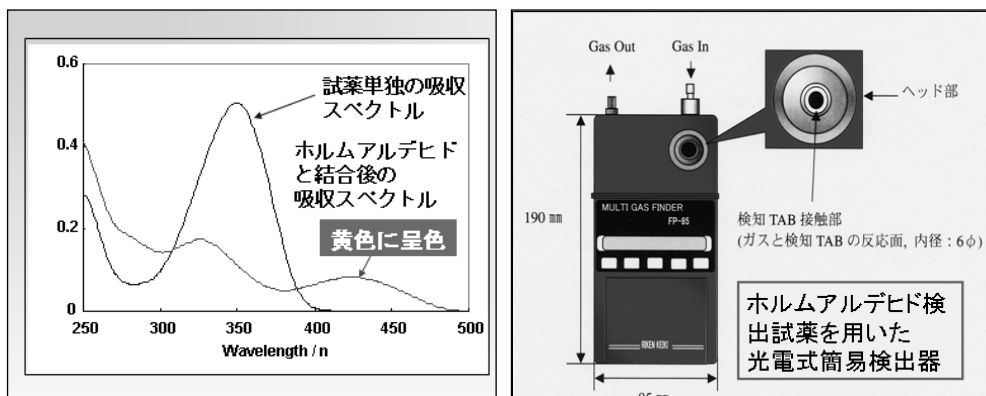
②質量分析用イオン化試薬

医学、薬学、環境科学などの分野で広く用いられている液体クロマトグラフィー／質量分析法(LC/MS)においては、分析対象物質を的確にイオン化する必要がある。本試薬は、ターゲットとした分子部位にピンポイントで共有結合して電荷を付与(イオン化)して、これまでLC/MS法では測定が困難もしくは不可能とされてきた分子の測定を可能とするものである。国内化学メーカーへのライセンスが内定し、近く契約(分析受託業務)締結の予定である。(国内特許出願1件、国際出願1件)



③ホルムアルデヒド検出試薬

代表的なシックハウス原因物質であるホルムアルデヒドを高選択性で高精度・高感度に検出できる発色試薬。特許ライセンスの下で、国内試薬メーカーが試薬、試験紙、指示薬を発売したとともに、分析機器メーカー1社が光電式簡易検出器（下図右）を発売している。他にも、分析機器メーカー1社がオプション契約を締結し、商品化を検討している他、複数社が製品化を希望しており、ライセンス先は今後増えていくものと予想される。（国内特許出願1件）



④二次元 SPR（表面プラズモン共鳴）センサー（下図左）

複数の生体物質間の相互作用を同時に、ラベルフリー、リアルタイムで高感度検出できる、二次元センサー。国内中小分析機器メーカー1社とライセンスが内定している。今秋発売の予定である。（国内特許出願2件）

⑤光導波型 SPR センサー（下図右）

導波路型 SPR センサーの採用により、一度に多数の情報をラベルフリーで検出できるマルチセンサー。本事業の成果をもとに、国内中小分析機器メーカー1社と JST「研究成果最適移転事業＜独創モデル化 B＞」に採択され開発に成功。ライセンス契約の下で今秋発売の予定である。（国内特許出願3件）



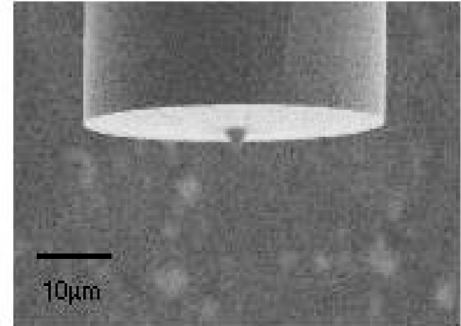
今後の共同研究開発によって実用化が期待できる研究成果

上記の他にも、以下のような実用化が期待される有望な研究成果がある。これらを企業と共同でインキュベートしてライセンスに結びつけることはフェーズⅢの課題である。インキュベートにあたっては、JST等の研究開発制度の積極的活用を奨励する。

【サブテーマ①高機能光科学センシング材料、デバイス及びシステム】

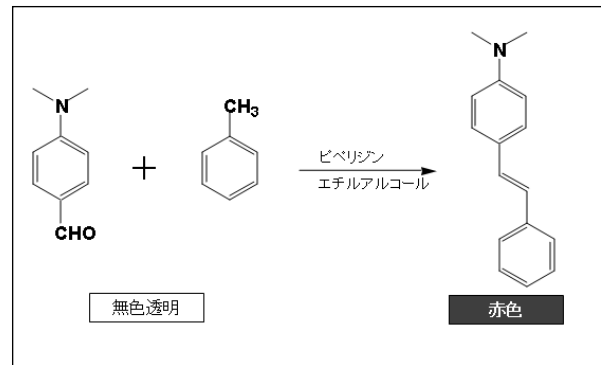
①光ファイバープローブ型 SPR センサー

光ファイバーの先端を高精度に先鋭化してプローブの先端部に金属コーティングしたプローブが、「表面プラズモン共鳴 (SPR) センサー」として利用可能であることを見出した。例えば細胞内部など微小空間の生体物質 (タンパク質・DNA など) の相互作用を、ラベルフリーで検出することができる。
(国内特許出願 1 件)



②トルエン、キシレン検出用発色試薬

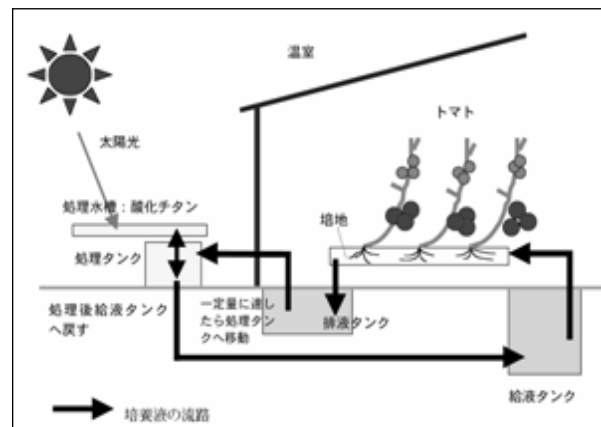
ホルムアルデヒドと並ぶシックハウス原因物質であるトルエン、キシレンを他の物質の妨害を受けることなく色の変化 (無色⇒赤) で検出できる。すでに複数の企業が関心を寄せている。本成果は、平成 15 年度・文部科学省「都市エリア産学官連携促進事業」の育成課題に採択された。今後は神奈川県衛生研究所や試薬メーカー、分析機器メーカーと共同で実用化を目指す。



【サブテーマ②高度環境浄化のための光触媒材料及び浄化システム】

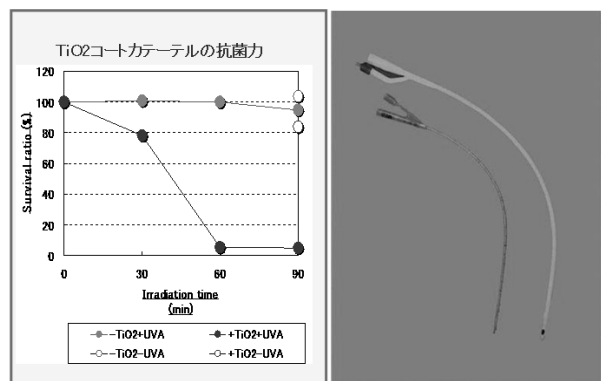
①光触媒を用いた農業廃液の処理

光エネルギーとして太陽光のみを用い、農業から発生する廃液を無害化する技術。応用展開としては、<培養液の浄化による完全クローズ型養液培養システム>、<種籾の種子消毒から発生する農薬含有廃液の無害化>などが考えられる。すでに、多数の企業が実用化開発への関心を示している。本研究成果は平成 15 年度・文部科学省「都市エリア産学官連携促進事業」の育成課題に採択された。今後は同事業の下で神奈川県農業総合研究所との共同研究を軸としたより充実した研究体制を構築し、実用化を目指す。(国内特許出願 3 件、国際特許出願 1 件)



②光触媒をコーティングした抗菌性医療用チューブ

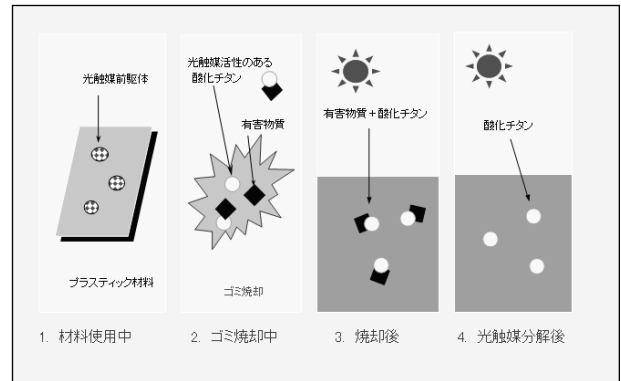
シリコンゴムやポリスチレンなどの弾性体に、酸化チタン光触媒をコーティングする技術を開発し、医療用チューブ (導尿カテーテル等) としての応用を提案している。大手医療機器メーカーとの共同研究を通じた抗菌性の評価により、実用化の可能性が高いことを確認した。今後は、市場動



向、国内外企業の競争状況などマーケット情報を精査しつつ、戦略的に実用化に取り組んでいく。(国内特許出願 4 件、国際出願 1 件)

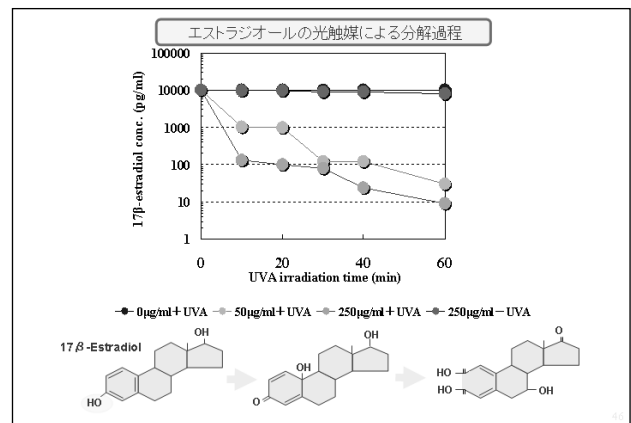
③光触媒前駆体を添加したダイオキシン自動分解プラスチック材料

プラスチック材料に、常態では光触媒活性を発現しないよう特殊なコーティングを行った光触媒前駆体を混練し、燃焼すると光触媒活性が賦活されてダイオキシン等有害物質を吸着、太陽光にさらすことによって分解するという新概念の材料系を確立した。ユニークな技術であり、多くの企業が関心を持ち、導入を検討したところもあったが実用化のためには、いまだ解決すべき課題も多いことがわかった。マーケット戦略を立て直し、ライセンスを前提とした共同研究に結びつけることを目指す。(国内特許出願 2 件)



④内分泌攪乱物質の光触媒による分解

内分泌攪乱物質（環境ホルモン）として知られるビスフェノールや、ピル等に含まれる合成型エストロジェン、天然型のエストロジェン等を、光触媒が効率よく分解し、それらのホルモン活性をなくすることができることを見出した。下水処理等への適用が期待される。環境省科研費による下水処理場での現場実験（15年4月開始）等を通してさらに検討を進める。(国内特許出願 3 件)

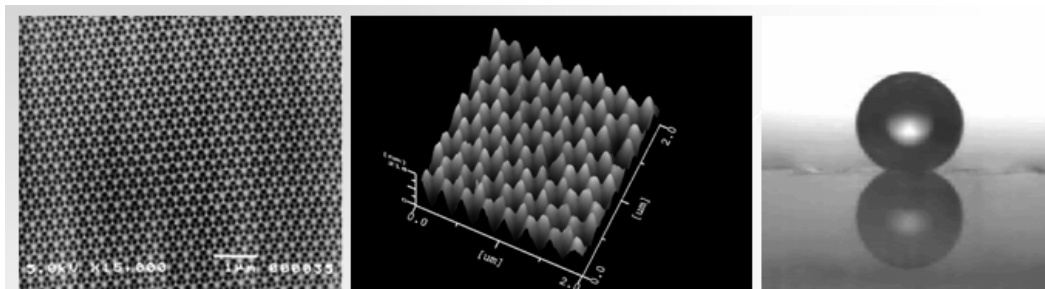


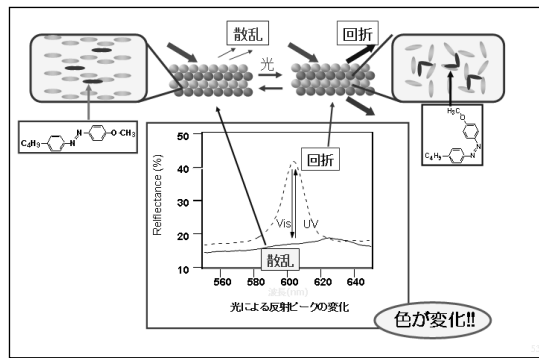
【サブテーマ③「光相転移を用いた環境・情報材料」

① ナノ粒子フォトニック結晶を用いた構造的発色・撥水コーティング及び光デバイス

酸化チタン、シリカ、ポリスチレンなどのナノ粒子をガラス等の基板に規則的に配列させる簡便なコーティング技術を開発した。この構造体（フォトニック結晶）は、フォトニックバンドギャップを有することから、波長による光の伝播・遮断制御による構造的発色、電場による光伝播特性の制御が可能である。また SPR センサーなどバイオセンサーへの応用可能性も見出された。同時に、この構造体は微細で規則的な表面突起構造を有するため、きわめて高い撥水性を有することも実証されている。すでに多数の企業から引き合いがあり、大手企業との間で熱線遮断コーティングのための共同研究が始まっている。(国内特許出願 10 件)

なお、この研究成果は、ドイツで発行されている高名な学術誌“Angewandte Chemie”の表紙に紹介されるなど、国内外で高い学術的評価を得ている。

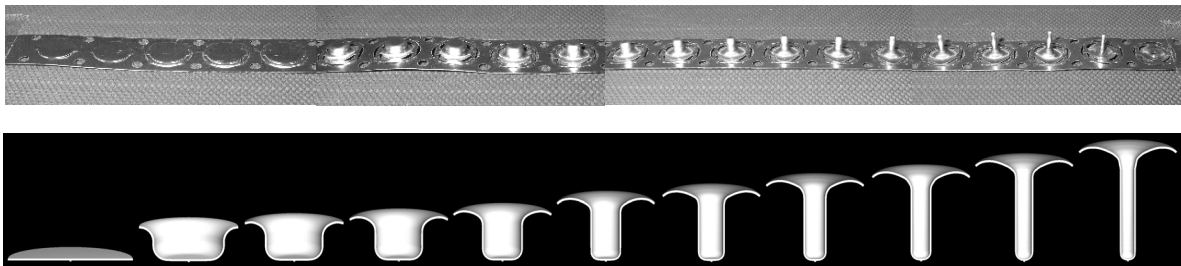




【サブテーマ④「新しい金型設計製作法」】

①有限要素法による超深絞り加工用金型設計シミュレーション及びこれを用いた金属薄板の精密プレス加工技術

アスペクト比の高い精密部品（例：光ファイバコネクタ）は、従来プレス加工では加工が困難とされていた。本事業の「新しい金型設計製作法研究会」が開発した金型設計シミュレーション技術とプレス加工技術によって、このような難加工部品を少工程、低コストで加工できる可能性がある。本研究会では、有限要素法シミュレーションの導入による金型設計製作法の研究成果として、 $t=0.13\text{mm}$ のステンレス鋼板から深絞り成型加工により $0.13\text{mm}\Phi\times 10\text{mm}$ の超精密成型品を製造することに成功した。また、従来 24 工程を要した加工工程を 18 工程にまで低減することができた。今後は「トライレス」金型設計製作法の実現を目指して、研究会の枠組みを持続・発展させることにより、本技術が実用化技術としてさらにブラッシュアップされることが期待される。（国内特許出願 3 件）



実加工例（上）とシミュレーション結果（下）

その他の主な研究成果と今後の展開

以上の他にも、新規で独創的かつ革新的な研究成果を得ることができた。これらは実用化までには依然解決すべき課題が多いものも含まれている。今後は、大学や公設試験研究機関等で基礎的研究をさらに深めるとともに研究の展開をフォローし、可能なものから企業との共同研究等、実用化のためのインキュベーションに移行していく。

研究成果	今後の課題	展開方策
水分定量用蛍光試薬	デバイス化（簡易センサー）	ライセンスを前提とした共同研究
アルミニウムイオン検出試薬	実測データ拡充とデバイス化	ライセンスを前提とした共同研究
多成分同時測定センサー	CREST に採択され展開中（14 年 11 月～）	
免疫センサーオプトード		
光触媒による海水殺菌システム	商品化・普及拡大	マーケティング
光触媒のガン治療への応用	データ蓄積及び深化	基礎研究の継続、深化
光誘起分子磁性材料	動作温度域の上昇、安定性向上	基礎研究の継続、深化
非線形磁気光学材料	動作温度域の上昇、安定性向上	基礎研究の継続、深化

(5) 外部発表・特許出願実績

外部発表、特許出願実績は次のとおりである。

<対外発表実績>

査読付論文（うち欧文）	118（116）
口頭発表（うち国際会議等）	401（115）
雑誌（解説・総説）掲載数	86

<特許出願実績>

年度	10	11	12	13	14	15	合計
国内	3	21	16	28	14	6	88
外国				3	2		5

注記)

※上記国内出願 88 件のうち 11 件は、国内優先権出願にともない取り下げている。

※すでに審査請求を行った特許出願が 15 件ある。企業との実施許諾交渉の開始、あるいは企業から具体的な興味を示された、または示される可能性が大きくなったため国内での権利化を図る必要が生じたものである。一方、国際出願をして海外での権利確立を目指すことになったものについても、それにあわせて審査請求を行っている。

(6) まとめ及び今後への期待

- ①研究者、新技術エージェント、特許推進グループ及び事務局の位相のそろった活動によって、事業期間中に 5 技術・7 件の商品化を達成するという成果をあげた。
- ②上記 5 技術の他にも、今後の共同研究によって比較的早期に実用化・商品化が期待される成果を挙げることができた。
- ③これら研究成果は産業的価値だけでなく、学術的にも高い水準を行くものである。また、以上に示した以外にも、基礎的研究成果であるが、次世代技術として展開が期待され、かつ学術的意義も高い成果が多くあがっている。
- ④今後は、商品化が実現したものは改良と付加価値の追加による市場規模の拡大を、技術的に実用レベルを達成したもののいまだ商品化が実現していないものは、商品化へ、というように、1 ステップずつ前に進むことを期待している。