

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

【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光ファイバースプロブ型 SPR センサー	
研究成果の要点	光ファイバーの先端を先鋭化して金属膜をコーティングしたマイクロメータ・サイズの SPR センサーを開発した。
既存技術	表面プラズモン共鳴 (SPR) センサーは、蛋白質機能解析や生体物質相互作用やカイネティクス、ラベル測定などのバイオテクノロジー分野で非常によく用いられている測定手法である。微量の試料や、微小な生体試料を測定することから、極微小な SPR 測定面を形成し単一細胞や遺伝子までも測定可能なファイバー型 SPR センサーが望まれているが、既存技術では実現していない。光ファイバーの導光コア部分に、コアの形態を維持しつつ SPR 測定面を形成することは困難であった。特に単一細胞を測定可能とするような、数マイクロ (シングルモードファイバーを使用する場合には5マイクロメートル、場合によっては3マイクロメートル) の導光コア径をもつ光ファイバーでは不可能であった。
既存技術の問題点	
光ファイバーの導光コア部分に、コアの形態を維持しつつ目的とする SPR 測定面を形成することは困難であった。特に単一細胞を測定可能とするような、数マイクロの導光コア径をもつ光ファイバーでは不可能であった。	既存技術に対する本技術の優位性 本成果は、中核機関である KAST の保有する「近接場光学用ファイバースプロブ」に関する基本技術(発明者: 大津元一東京工業大学教授ら)にもとづいて、単細胞レベルの SPR センシングが可能なマイクロサイズのセンサーを作製したことに特徴があり、既存技術には比類できるものがない。
競合技術の状況と比較・検討	微小 SPR センサーは一部市販されているが、サイズが本研究成果より大きい。
②トルエン・キシレン検出試薬	
研究成果の要点	トルエン・キシレンと特異的に反応し、発色する試薬を開発した。
既存技術	1)標準的測定法(適当な捕集管にポンプを用いて強制的に室内空気を接触させ、捕集した物質を HPLC や GC 等で分離した後、UV、MS 等の検出器を用いて定量する方法)、2)検知管法(トルエン・キシレンと反応して変色する検知剤が充填されたガラス管ガスを通気させ、反応の結果生じる変色領域をよみとることにより濃度を測定する方法)、3)電気化学分析法(ホルムアルデヒドを電極表面に吸着させたり、化学反応を起こさせたり、電極反応を起こさせることにより、電位や電流の変化を検知する方法)、4)化学発光法などがある。
既存技術の問題点	
1)精密で高価な分析装置が必要とされる。 2)結果検出まで長時間が必要である。 3)測定反応に用いる物質(溶媒、触媒など)が環境に悪影響を与える。 4)妨害物質に測定結果が影響を受けやすい。	既存技術の問題点 1)測定法が極めて簡易である。 2)短時間で結果がでる。 3)試験紙などドライ条件で検出できるので環境への影響が小さい。 4)妨害物質の影響を受けない。
競合技術の状況と比較	検知管が一部市販されているが、妨害物質の影響を受ける上、試薬が濃硫酸を含むため封入系以外では安全上つかうことができない。

【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	
研究成果の要点	光エネルギーとして太陽光だけを用い、農業から発生する廃液(溶液栽培の培養液・農薬含有廃液)を簡便かつ低コストで浄化するシステムを開発した。
既存技術	農薬含有廃液のうち種子消毒廃液については、活性炭吸着と凝集ろ過を併用した方法が一部で使われている。活性炭、ろ過残渣などは産業廃棄物業者が回収する。廃液そのものを業者が回収することもある。
既存技術の問題点	
光触媒を用いた浄水処理システムは既に幾つか提案されているものの、農業分野への応用は見あたらない。その理由は、 1)人工光源を用いる従来の処理方法は装置の初期コスト、ランニングコスト=処理費用が高額となり、安価な処理が求められる農業用へは不向きであること。 2)前処理として濃縮処理を行うにしても大容量の処理層が必要となること。 が上げられる。	既存技術に対する本技術の優位性 本研究成果は、農業の現場においてとりわけニーズの高い培養液と農薬含有廃液に着目して、次の条件を満たすことに成功したことに特徴がある。 1)光エネルギー源として太陽光のみを用いるので初期コスト・ランニングコストが大幅に低減される。 2)濃縮・凝集沈殿などで化学物質を使う操作が不要。 3)廃液発生源の面積に比べて、合理的に許容可能な処理面積で処理が可能である。 4)処理対象物質を完全分解するので、副生成物等による二次汚染の心配がない。

競合技術の状況と比較・検討	農業廃液のろ過 - 凝集沈殿装置や人工光源を用いた培養液処理装置が一部市販されているが上記のような問題があるため普及していない。	
②光触媒をコーティングした抗菌性医療用チューブ		
研究成果の要点	シリコンゴムやポリスチレン、ウレタン等の弾性体に、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抗菌性チューブとしての応用可能性を見出した。	
既存技術	医療用チューブは実質的に全ての装置や部材について抗菌性、防汚性をもつことが求められている。酸化チタンの光触媒効果によりそれらの機能をもつ医療用器具、とりわけチューブは大きな需要があり、銀等の抗菌性物質を材料に練りこむなどいくつかの方法が提案されている。しかし、光触媒を応用した例はない。	
既存技術の問題点		既存技術に対する本技術の優位性
酸化チタン光触媒を、通常可塑性、弾力性を有するフレキシブルなシリコンゴム等から構成される医療用チューブに適用するためには次の問題点がある。 1) チューブ表面に実質的に無機物の固い膜である酸化チタン光触媒薄膜を形成、固着させることが困難。 2) チューブの屈折などによるストレスにより長期に担持させることが難しい。 3) 銀の練りこみによって抗菌性を付与することができるが、色調が黒色になり医療用としては問題がある。		1) プレコート膜の導入により、強固な接着を実現した。 2) コーティング層のマイクロクラック構造を持たせることによって、屈折などのストレスを加えても剥離しない。 3) 光触媒層の上に、光電気化学的手段で銀を容易にコーティングすることが可能で、暗所における抗菌性を増進することができる。 4) 色調は透明であり、医療用チューブとして使いやすい。
競合技術の状況と比較	米国企業による銀練りこみ型尿管カテーテルが市販されており、高シェアを誇っているが、上記のように色調の問題がある上、抗菌性も万全ではない。	
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		
研究成果の要点	プラスチック材料に常態では光触媒活性を発現しないが、燃焼すると賦活される光触媒前駆体を混練して、燃焼時のダイオキシン発生を抑制する材料コンセプトを確立した。	
既存技術	プラスチックなど有機物を含む廃棄物の焼却時のダイオキシン生成を抑制するために現在とられている対策としては、 1) 焼却炉の温度管理によって高温燃焼状態を維持する。 2) ポリ塩化ビニル等塩素含有材料を使わない。 3) 助燃性のある水酸化鉄微粒子を添加して、高温燃焼を実現し光触媒の発生を抑える。 4) 吸着剤をプラスチックに添加して、ダイオキシンを捕捉する。 などが提案され、一部市販されている。	
既存技術の問題点		既存技術に対する本技術の優位性
1) 焼却炉の燃焼管理については、老朽化した小型焼却炉では徹底し難い。 2) プラスチックから塩化物を追放しても、食品など他の廃棄物中の塩素イオンによってダイオキシンは容易に発生する。 3) 助燃性水酸化鉄は、黄色への着色が避けられず、プラスチックの利点である「着色任意性」を損なう。 4) 吸着剤を添加してもダイオキシンは捕捉されるのみで分解されないため、焼却灰から水系に漏出する可能性がある。 5) 光触媒を添加すると、使用中にプラスチックが分解され劣化する。		開発した光触媒前駆体は、使用中のプラスチックの性質に影響を与えない上に、次のような複合的機能を持つ。 1) 燃焼時には助燃性を発現して燃焼温度を上昇させ、ダイオキシンの発生を抑制する。 2) 発生したダイオキシンを吸着・捕捉する。 3) 焼却炉から排出した後、太陽光によってダイオキシンを分解する。 4) 無色透明なので着色任意性を損なわない。
競合技術の状況と比較	ダイオキシン抑制プラスチックはいくつか商品化されているが、上記のような問題がある。	
④内分泌攪乱物質の光触媒による分解		
研究成果の要点	内分泌攪乱物質(環境ホルモン)が、光触媒によって高効率に分解されホルモン活性を失うことを見出した。	
既存技術	通常の下水处理においては、女性ホルモンは主に生物処理層における吸着作用により 1/10 程度にまで減少させることが出来る。しかし極低濃度であっても高活性を有するというホルモンの特性のため、現状の処理レベルでは無害化は不十分である。	
既存技術の問題点		既存技術に対する本技術の優位性
通常の内分分泌攪乱物質除去方法としては酵素反応による抱合体形成や、活性基の置換による不活性化、活性炭を用いた吸着方法が知られているが、いずれも除去効率や高い処理コストの問題があり、大量の処理には不相当である。また仮に吸着により捕捉したとしてもその後分解・無害化のための再処理が必要となる。		光触媒処理によって、単純な処理方法で低コストかつ問題物質を完全分解・無害化することが可能である。
競合技術の状況と比較	競合技術は見出されていない。	