

## 学位論文の要旨

氏名

モンテシロ メンチェ イジス

学位論文題目

汎用の微小分析器をめざす膜内での拡散現象による分離能を有する  
表面プラズモン共鳴センサーシステムの開発

本論文は、SPR-寒天膜システムの成分分離と濃度測定能力について述べている。SPRセンサは混合物内の異なる成分をそのままでは識別することはできないので、混合試料の測定に利用されることはなかった。SPRセンサ内の金膜への寒天膜の取り付けは、拡散の原理を通して成分分離を可能にする。フィックの法則と線形解析を用いて、混合物内の各々の成分の濃度が計算される。この研究は環境分野での現場測定、また医療分野での試料の分析のための分別能力を持った小型SPRセンサの作成に役立つと考えられる。

第一章ではこの研究の目的や有意性を含んだ導入を示す。研究の理論的背景もまた含まれている。表面プラズモン共鳴センサに関する明確なトピックとして、センサの小型化、拡散及びその他の分離技術が論述される。

第二章では実験のフローチャート及び材料を述べている。ここでは寒天膜・混合試料の作成手順及び金膜の蒸着工程についても報告する。

第三章では実験の段取りに適用した境界条件を用いて、フィックの拡散法則及びその数理的解法をさらに説明する。フィックの拡散法則に対する解のコンピューターシミュレーションもまた説明される。

第四章では異なる混合試料を用いて行われた実験結果のSPRタイムチャートを述べている。ここには実験結果のベースライン補正も含まれている。

第五章では調製された混合物内の成分濃度の決定に用いられた線形解析を示す。結果の一覧表も示されている。

第六章では総括、結論及びさらなる研究の発展を示している。

## 論文審査の要旨

報告番号	理工研 第343号	氏名	Montecillo Menchie Ejis
審査委員	主査	吉留 俊史	
	副査	肥後 盛秀	下茂 徹朗
<p>学位論文題目</p> <p>Development of Surface Plasmon Resonance Sensor System with Separation Ability Using Diffusion in Membrane towards Small Analyzers for General Use (汎用の微小分析器をめざす膜内での拡散現象による分離能を有する 表面プラズモン共鳴センサーシステムの開発)</p> <p>審査要旨</p> <p>提出された学位論文及び論文目録等を基に学位論文審査を実施した。本論文は汎用の微小分析器をめざして、膜内での拡散現象による分離能を有する表面プラズモン共鳴センサー（SPR）システムを開発する研究について述べたもので、特にSPR-寒天膜システムの成分分離能と濃度定量能力について詳述しており、全文6章より構成されている。</p> <p>第一章は序論であり、研究の背景、目的、意義、計測の基本的草案が述べられている：現在の背景を踏まえて、環境や医療分野での現場測定や狭小空間の定性定量能力を待った小型SPRセンサが最終目標と位置づけられ、拡散の原理を利用した成分分離技術とSPRセンサーを融合したシステムを提案している。</p> <p>第二章は実験の項で、使用する材料、モデル物質、装置、実験のフローチャートなどを述べている。特に本計測法の核となる拡散現象とSPR現象の舞台である試料セルの部分について詳述し、研究を成功に導いた実験的工夫が述べられている。</p> <p>第三章は計測法の基礎理論の展開である。SPRセンサー試料セルに適用した初期条件および境界条件のもとでのフィックの拡散法則の解およびその挙動に基づいて成分分離の基本的アイデアを述べている。モデル物質でのSPR信号の時間的挙動をシミュレーションして予測を立て、実験の指針としている。本手法の計測理論を確立している。</p> <p>第四章は実験結果と信号解析法の検討であり、様々なモデル物質およびその混合試料に対してSPRタイムチャートを示し、その時間的挙動についてシミュレーションと対比しながら考察している。またベースライン補正、成分分割の手法、定量手法などの解析法を示している。実験結果がシミュレーションとほぼ会うことを示し、提案した計測法を実現する一連の解析手法を確立している。</p> <p>第五章は実験結果とその考察であり、第4章の解析に基づき、様々な混合物内の成分濃度の定量結果を示し、仕込み量に近い結果が得られることを示している。モデル実験により本新規手法が実現可能であることを示し、実試料分析への応用性を明らかにしている。</p> <p>第六章では総括、結論及びさらなる研究の発展を示している。</p> <p>以上本論文は汎用の微小分析器をめざす膜内での拡散現象による分離能を有する表面プラズモン共鳴センサーシステムの開発に関する研究でその基礎的計測理論の構築とそれに基づくモデル実験を行い、微小分析器としての応用可能性を示した。これはSPRセンサーの狭小空間での汎用的な計測法への発展にあって定性分析能の付与という観点から大きな貢献である。</p> <p>よって、審査委員会は博士（工学）の学位論文として合格と判定する。</p>			

## 最終試験結果の要旨

報告番号	理工研 第343号	氏名	Montecillo Menchie Ejis
審査委員	主査	吉留 俊史	
	副査	肥後 盛秀	下茂 徹朗
<p>平成23年2月1日に開催された論文発表会において、3名の審査委員を含む13名の参加者に対して、本研究について約40分間にわたり一連の発表説明があった後、約20分間にわたり10件の質疑応答が行われた。以下にその主な内容を記す。</p> <p>質問1. 分離膜としてなぜ寒天膜を使用したのか?  回答 現有のSPRセンサーに使用されているプリズムの屈折率による制約から。取り扱いが容易だから。</p> <p>質問2. 寒天膜の膜厚を変えるとどうなるか?  回答 分解能が向上すると考えられるが確認していない。</p> <p>質問3. フィッティング係数をどのように計算したか?  回答 最小二乗法により標準偏差が最小になるように行った。</p> <p>質問4. 本法と競合するような他の手法はあるか?  回答 SPRセンサーにクロマトグラフィーを組み合わせる手法はあるが、本手法が目指すポータブルな小型センサーシステムは構築できない。</p> <p>質問5. 今回のモデル物質以外の他の物質等への適応性は?  回答 屈折率を計るので全ての物質が対象となるが、より低濃度測定にはSPRは感度が不足する。</p> <p>質問6. 多成分にはどれほど対応できるか?  回答 解析法がネックになる。蛍光寿命解析と同様な手法であることから、それ用のソフトが転用できると期待され、4成分くらいまでは解析できると考えている。</p> <p>質問7. 本法のメリットおよびデメリットは?  回答 微細加工技術と融合すれば狭小空間への適用やフィールドへの携行が実現する。測定に時間がかかる。多成分に対応できない。</p> <p>質問8. 寒天膜は再利用できるか?  回答 寒天にダメージを与えるものでなければ長期間使用できると考えられる。通常4日以上連続使用している。</p> <p>質問9. 実試料への応用性はどうか?  回答 濃度未知でも4成分までは対応できると期待される。</p> <p>質問10. フィールドワークへ適用する場合の問題点は何か?  回答 測定時間が長いこと。多くの成分に対応できないこと。</p> <p>発表はその構成、実験手法、結果の質・量、考察の適正において優れており、質疑に対する回答は的確であった。よって審査委員会は博士(工学)の学位を与えるのに十分な学力と見識を有していると判定した。</p>			