

<p>サブテーマ名：A 高速分子進化のための基盤技術の開発 小テーマ名：A4 マイクロバイオ分析デバイスの開発</p>
<p>サブテマリーダー：埼玉大学大学院理工学研究科、教授、西垣 功一 (○:小テマ代表者) 研究従事者：(財)埼玉県中小企業振興公社、雇用研究員、鷗飼 智文、Sakthi KUMAR 東洋大学バイオ・ナノエレクトロニクス研究センター 教授、○吉田 泰彦、前川 透、柏木 邦宏、研究員、東海林 崇 東京大学大学院工学系研究科、准教授、一木 隆範</p>
<p>研究の概要、新規性及び目標</p> <p>①研究の概要：マイクロバイオ分析デバイスとは、数センチ四方のチップ上に微小なチャンネルを作製し、そのチップ上でサンプルの分離、反応、検出等のすべての分析行程を行うデバイスのことをいう。このデバイスによって、サンプルの少量化、測定時間の短縮、測定の前並列化、高感度測定等の様々な利点が期待できる。そして、マイクロバイオ分析デバイスを開発することによって、高速分子進化の更なる促進が期待できる。しかし、作製技術、チャンネルの極小化による表面の効果や流体力学的作用、サンプルの検出方法、マニピュレーション方法等の問題がある。そこで、マイクロチャンネルの設計のためにマイクロ流体の物理について解析し、磁気ビーズのマニピュレーションやクラスター構造などを解析し、高速分子進化のための反応促進技術を開発する。さらに、プラズマを用いたさまざまな材料表面処理とプラズマ重合有機薄膜によるセンサーの開発のための要素技術を開発する。</p> <p>②研究の独自性・新規性：</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● マイクロチャンネルの作製：本研究グループのサブミクロンオーダーで高アスペクト比のマイクロ加工技術は、世界においても類例を見ないものである。</li> <li>● マイクロ磁性粒子の外部磁場による挙動：磁性粒子はマイクロオーダーでの攪拌・化学反応において利用されつつあるが、その挙動等についての解析はほとんど行われておらず、特に理論的な計算と実験を組み合わせて、その挙動を考察・制御することは今までに行われていない。</li> <li>● プラズマ重合薄膜の作製、その表面特性の解析とセンサーへの応用：プラズマ重合薄膜の利用に関しては多くの研究がなされているが、その薄膜構造と表面特性に関する研究やプラズマ重合薄膜をセンサーに用いるという発想は無く、本研究グループ独自のものである。</li> </ul> <p>③研究の目標（フェーズ毎に数値目標等をあげ、具体的に）</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● マイクロチャンネルの作製： <ul style="list-style-type: none"> <li>(フェーズ1) サブミクロンオーダーで高アスペクト比のマイクロ加工技術を確立する。</li> <li>(フェーズ2) 上記により作製したマイクロチャンネル上への表面処理により、バイオテクノロジーに応用可能な技術を確立する。</li> </ul> </li> <li>● マイクロ磁性粒子の外部磁場による挙動： <ul style="list-style-type: none"> <li>(フェーズ1) マイクロ磁性粒子の外部磁場による挙動の理論計算を行う。</li> <li>(フェーズ2) 実際のマイクロ磁性粒子の外部磁場による挙動を観察し、理論計算結果との比較・検討を行い、マイクロ反応場での効率的な混合・攪拌技術を確立する。</li> </ul> </li> <li>● プラズマ重合薄膜の作製、その表面特性の解析とセンサーへの応用： <ul style="list-style-type: none"> <li>(フェーズ1) 材料表面にプラズマ重合薄膜を作製し、表面特性の親水化ならびに生体適合性付与の技術を確立する。</li> <li>(フェーズ2) プラズマ重合薄膜を用いた新規バイオセンサーを開発する。</li> </ul> </li> </ul>
<p>研究の進め方及び進捗状況（目標と対比して）</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● マイクロチャンネルの作製：マイクロチャンネルの加工技術では、基本計画通りか、またはそれ以上の進捗が見られた。当初設定した研究目標はほぼ全て達成することができ、予想以上の進展が得られた。</li> <li>● マイクロ磁性粒子の外部磁場による挙動：マイクロ磁性粒子の外部磁場による挙動の理論計算は基本通りに進行したが、実際の磁性粒子の制御に関しては、困難が伴った。</li> <li>● プラズマ重合薄膜の作製、その表面特性の解析とセンサーへの応用：材料表面への生体適合性の付与に関しては、基本計画通りの進捗が見られた。また、プラズマ重合薄膜のセンサーへの応用技術も確立することができた。</li> </ul>

主な成果  
 具体的な成果内容：  
 ● マイクロチャネルの作製：高アスペクト比のマイクロ加工技術を確立した。  
 ● マイクロ磁性粒子の外部磁場による挙動：マイクロ磁性粒子の外部磁場による挙動の理論計算と実際の挙動の観察により、磁性粒子を制御する技術を確立した。  
 ● プラズマ重合薄膜の作製、その表面特性の解析とセンサーへの応用：プラズマ重合膜処理による材料表面への生体適合性の付与技術を確立した。また、プラズマ重合薄膜センサーへの応用技術を確立した。

特許件数：9件 論文数：1件 口頭発表件数：34件

研究成果に関する評価

1 国内外における水準との対比

- マイクロチャネルの作製：高アスペクト比のマイクロ加工技術は本研究グループで開発されたものであり、オリジナルな技術として他の追随を許していない。
- マイクロ磁性粒子の外部磁場による挙動：マイクロ磁性粒子の外部磁場による挙動の理論計算と実際の挙動の対応に関しての研究例は多くなく、国内外での発表で大きく評価されている。
- プラズマ重合薄膜の作製、その表面特性の解析とセンサーへの応用：材料表面のプラズマ処理技術に関して招待講演の要請があることなどから、学会等において大きく評価されている。さらに、プラズマ重合薄膜センサー技術は論文発表されるなど、一定の評価を受けている。

2 実用化に向けた波及効果

- マイクロチャネルの作製：基礎技術であり、波及効果は大きい。
- マイクロ磁性粒子の外部磁場による挙動：基礎技術であり、波及効果は大きい。
- プラズマ重合薄膜の作製、その表面特性の解析とセンサーへの応用：基礎技術であり、波及効果は大きい。

残された課題と対応方針について

- マイクロチャネルの作製：確立した基礎技術の成果を踏まえて、さらなる技術改良が望まれる。
- マイクロ磁性粒子の外部磁場による挙動：混合効率のさらなる改良が望まれる。
- プラズマ重合薄膜の作製、その表面特性の解析とセンサーへの応用：確立した技術をさらに多くの事例に適用し、実用化を目指す。

	J S T負担分 (千円)							地域負担分 (千円)							合計
	H 14	H 15	H 16	H 17	H 18	H 19	小計	H 14	H 15	H 16	H 17	H 18	H 19	小計	
人件費		7,753	12,670	12,369	12,280		45,072	495	18,372	16,486	10,185	8,875		54,413	99,485
設備費			1,472				1,472								1,472
その他研究費 (消耗品費、 材料費等)		5,930	3,524	4,799	3,488		17,741	200	5,000	5,500	5,500	5,500		21,700	39,441
旅費			293	449	494		1,236							0	1,236
その他		451	919	945	999		3,314	29,205	699	699	873	873		32,349	35,663
小計	0	14,134	18,878	18,562	17,261	0	68,835	29,900	24,071	22,685	16,558	15,248	0	108,462	177,297

代表的な設備名と仕様 [既存 (事業開始前) の設備含む]

J S T負担による設備：生体分子間相互作用測定装置

地域負担による設備：

※複数の研究課題に共通した経費については按分する。