

【基盤研究(S)】

理工系(工学Ⅱ)



研究課題名 1つ・2つ・3つ・・・の粒子が導く新材料創出の包括科学

大阪大学・大学院工学研究科・教授

せき しゅうへい
関 修平

研究分野：工学

キーワード：単一粒子ナノ加工、高分子材料、蛋白質、粒子線、ナノワイヤ

【研究の背景・目的】

“原子(Atom)”の語源はギリシャ語の“ATOMOS”、言わずもがな“Indivisible”・“これ以上分けることのできない”という概念に端を発している。一方で、和製複合語である“量子ビーム”という考え方は、その“ビーム(梁)”の表す根底として、分けることのできない粒子を“集束”するという概念に支えられている。

近年、ナノテクノロジーの発展とともにトップダウン型の技術としてリソグラフィに代表されるようなビーム微細加工技術が発展してきた。これらの技術体系は、共通して“集束”したビームを利用している。数nm以内の微細な空間にエネルギーを集めることにより、自由度の高い微細な加工を達成することができるが、反面、加工領域がビームの“集束”度合に依存する。先に述べた“Indivisible”であるべき“世の中で最も細いビーム”を突き詰めれば、単一の粒子に突きあたるのではないだろうか。本研究「1つ・2つ・3つ・・・の粒子が導く新材料創出の包括科学」では、単一の粒子による「ありとあらゆる材料」のナノ構造化を実証し、その機能化・機能複合化を目指した包括的な「量子ビーム科学」を推進する。

【研究の方法】

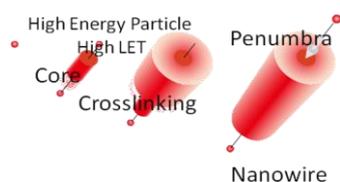


図1 単一粒子ナノ加工法の概念

本研究の核となる“単一粒子ナノ加工法”のプロセスは極めて簡便であり、図1にその概念を示す。1) 高分子薄膜形成、2) 粒子線照射、3) 高分子未変性部分の溶出、の3ステップですべてのプロセスが完結する。本研究では、1) タンパク質を基盤とした生物材料、2) 各種有機高分子材料、3) 無機セラミクスナノ構造形成、4) 有機-無機ハイブリッドの4つの材料分野をそれぞれ基礎とする。本研究終了までに、「こんな材料があるのだが、これを自由に微細(ナノ)構造化できないだろうか?」といった要求に確実に答えられる技術基盤を確立し、量子ビーム応用におけるデファクト・スタンダードとなる技術を目指す。

【期待される成果と意義】

単一粒子ナノ加工法は、そのプロセスが非常に簡便である反面、現状で使用する粒子加速器は極めて高価かつ大規模であるが、近年がん治療やポジトロン造影に供される加速器や、小型の加速器の開発が盛んに進んでいる事を鑑みると、それほど非現実的な利用ではなく、一方で形成するナノ構造体を触媒活性表面などに限定すれば、本申請の最終目標の一つであるラポレベルの簡便な低エネルギー装置によるプロセス技術が確立できる。

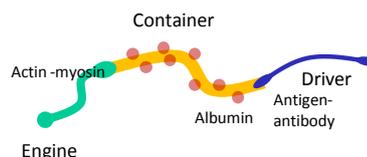


図2 蛋白質をベースとした複合機能1次元ナノ構造体

「1つの粒子が1つの構造体を形成する」という特徴を考えると、形成される構造体の数あたりに必要な形成時間はわずかであり、現状においても10億個の構造体を形成するのに必要な時間は、わずか数秒未満である。また、近年のトップダウン型の加工手法の代表格であるリソグラフィプロセス費用・複雑性と比較すれば、本手法におけるプロセスは圧倒的に安価・簡便であるため、ナノ構造化プロセス技術としての応用範囲は、本研究で挙げた①触媒担持体・②生体適合ナノ材料、にとどまるものではなく、産業・医療分野への広範な適用が期待できる。

【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

S. Seki, et al., *Polymer J.*, **39** (2007) 277; S. Seki, et al., *Macromolecules*, **39** (2006) 7446; *ibid*, **38** (2005) 10164; S. Tsukuda, et al., *Appl. Phys. Lett.*, **87** (2005) 233119; S. Seki, et al., *Phys. Rev. B*, **70** (2004) 144203

【研究期間と研究経費】

平成22年度-26年度
154,900千円

【ホームページ等】

<http://www.chem.eng.osaka-u.ac.jp/~cmpc-lab/seki@chem.eng.osaka-u.ac.jp>