

研究課題別中間評価結果

1. 研究課題名：濃厚ポリマーブラシの階層化による新規ナノシステムの創製

2. 研究代表者：辻井 敬亘（京都大学化学研究所 教授）

3. 研究概要

代表者の提案による分子組織体「濃厚ポリマーブラシ」の階層構造化により、新規なナノシステムの構築を図ることを目的とする。これまでに多様なブラシ合成ルートの確立と各種の構成要素の階層化を達成した。蓄電デバイス応用では、複合微粒子積層型の固体電解質を開発、Li イオン電池における優れた伝導チャンネル特性を実証し、高電圧化が可能なバイポーラ型デバイスの試作に成功した。この固体電解質膜は燃料電池やスーパーキャパシタなどの他の電気化学デバイスにも応用可能である。バイオデバイス応用では、濃厚ブラシにおける細胞接着抑止機能が確認できたことで、医療応用への期待が持たれる。また濃厚ポリマーブラシを付与したナノファイバーが新たな細胞増殖足場になる可能性を見出し、細胞工学分野での新規ナノ材料として応用が期待される。

4. 中間評価結果

4-1. 研究の進捗状況及び研究成果の現状

これまでに多様な機能性ポリマーブラシの合成技術、複合微粒子積層体やセルロースナノファイバー／濃厚ポリマーブラシ複合体の構築技術を確認する。特にテルル表面開始重合法により、重金属触媒を含まず、毒性懸念のないナノブラシ合成法が確立できたことは、電池や医療材料応用の可能性を広げる。蓄電デバイスにおいてはイオン液体型濃厚ポリマーブラシからなる固体電解質膜を開発し、その高い Li イオン伝導性を実証すると共に、2 スタックのデバイス構造で 6V のバイポーラ高電圧動作に成功した。この固体電解質膜作製技術は他の電気化学デバイスにも応用可能である。バイオデバイス応用では、濃厚ブラシにおける細胞接着抑止機能を確認、医療応用への可能性を拓く。また濃厚ポリマーブラシ付与ナノファイバーが新しい細胞増殖足場になる可能性を見出し、細胞工学分野での新規ナノ材料としての応用が期待できる。

以上のように濃厚ポリマーブラシの多様な合成と、その応用展開が着実に進んでおり、研究の進捗は順調と評価する。

4-2. 今後の研究に向けて

多様な機能性ポリマーブラシの合成手法が確立され、またポリマーブラシを構成要素とする階層化構造を構築、各種のデバイス応用が図られてきた。今後は、階層化構造として、ポリマーブラシ／シリカ複合微粒子の積層体、セルロースナノファイバー／ポリマーブラシ複合体をモデルケースとして、ナノデバイス応用に注力していく。バイオデバイス応用では当初目標に掲げていた血糖値アラートデバイスにこだわることなく、新たな進展として、上記後者モデルによるバイオリアクタ担体や組織再生足場としての可能性を追求する。エネルギーデバイス応用では固体電解質膜の成膜の均質性を高め、デバイス性能で他の技術に対する優位性を示していく。さらに同一 CREST 内他チーム（北森チーム、澤田チーム）との共同研究を通じて、本技術の応用可能性をさらに広げていく。

4-3. 総合的評価

当研究チームは、世界が模倣できない独創的なナノ材料を有しており、これまでの CREST 期間中に合成技術に大きな進展があった。応用可能性として、固体電解質 Li イオン電池を取り上げていたが、時代の要請からその技術の重要性は急激に高まり、世界の中でも競争は激しい。その中であってユニークな材料の可能性を提示しており、特性的にも他技術に対して優位に立てる期待も大きい。今後は他の技術に対するベンチマークを

徹底し、特性上の優位性を顕在化させる事に注力して欲しい。バイオデバイス応用としては血糖アラートデバイスを当初、掲げていたが、進捗は遅れ気味である。一方で、濃厚ポリマーブラシはその特性から、表面修飾の特徴を活かしたデバイス展開へと様々な可能性が期待できる。表面摩擦係数が極めて小さい事が実証されており、各種潤滑応用、また欧州の企業との共同研究が始まっている医療応用、組織再生足場材料としての応用など可能性は広がっており、当初のデバイス目標にこだわらず、社会的インパクトの大きなテーマを選択して欲しい。その意味では当 CREST 内の他チームとの魅力的なテーマによる共同研究も挙がっており、研究体制の再構築が必要になっていると認識する。