

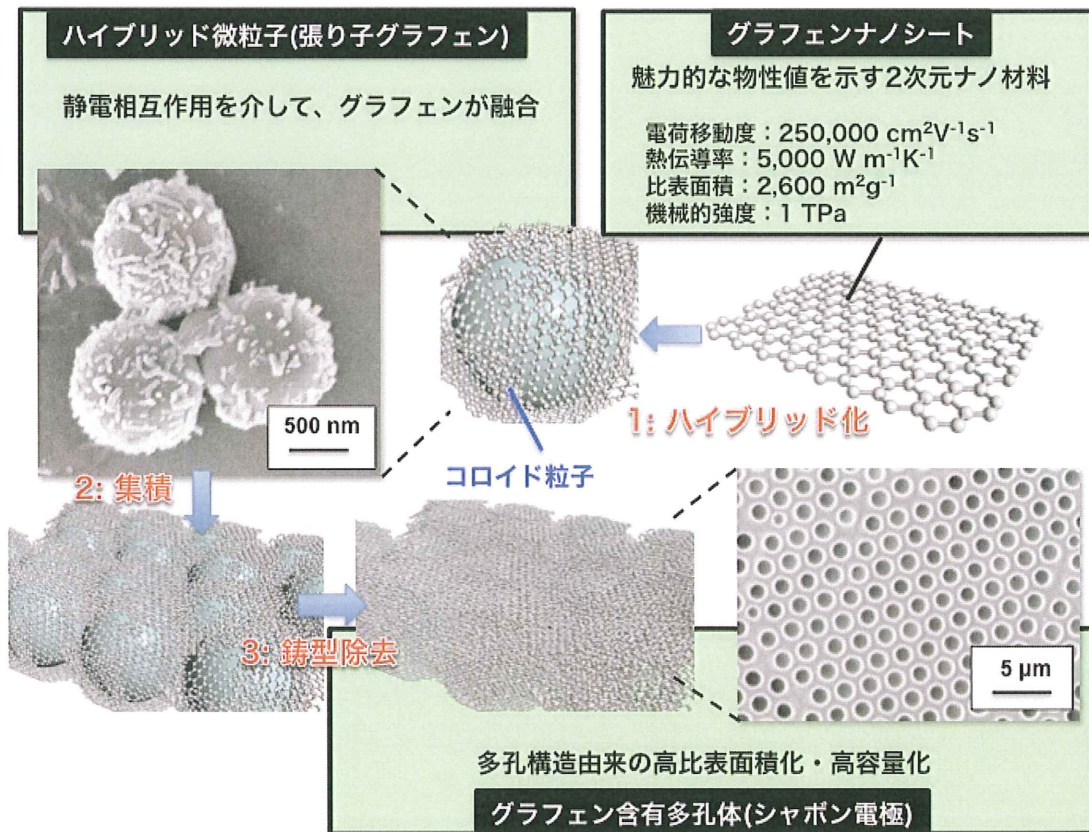
日本の伝統工芸(張り子)をヒントに先端ナノ材料を巧みに組み合わせた電極材開発

高性能シャボン電池開発に向けた自立性コロイド粒子膜と修飾グラフェンの機能集積
(東理大工・界面科研) ○遠藤洋史、(東理大工) 河野和正、河野文彦、水野貴博、
(東理大工・界面科研) 河合武司

[3N04]

(Tel: 03-3260-4272-5723, E-mail: endo@ci.kagu.tus.ac.jp)

東京理科大学工学部の遠藤洋史助教、学部生の河野和正、河合武司教授らの研究グループは、日本の伝統工芸である“張り子”の作り方から発想を得た新たな電極材開発のコンセプトを打ち立てた。その方法とは、 sp^2 電子の炭素原子 1 層分が平面上に連なった理想的な 2 次元材料であるグラフェンナノシートとコロイド粒子を静電相互作用や π - π 相互作用を通してハイブリッド化したグラフェン修飾粒子を集積後、鋳型となる粒子を除去して、最終的に規則多孔構造を有する電極材を作製するというものである。高比表面積化に伴い、高出力・大容量の性能を引き出す理想的な電極材として期待される。



今回開発したシャボン電極の作製プロセス

【背景・コンセプト】

震災後、再生エネルギーの有効利用や環境低負荷の観点から省エネ・グリーン社会の実現がこれまで以上に切望されている。特に、電池やキャパシタなどの蓄電デバイスの性能向上に関心が高まっている。遠藤助教らは、部材や構造制御法を含めた新たな設計指針が喫緊の課題と考え時、福島の郷土工芸の張り子人形“赤べこ（災難よけ、縁起物のお守りとして有名）”の作製手法とその由来に関心をもち、本研究の着想を得た。この赤べこは、木型に和紙を貼り 2~3 日乾燥させ、その後木型を抜いて絵付けして完成させるものである。この伝統技術をヒントにして、木型の代わりにポリスチレン（PS）微粒子を鋳型として、また和紙の代わりにグラフェンナノシート（積層したものは“グラフェンペーパー”と呼ばれている）を用いることを考えた。

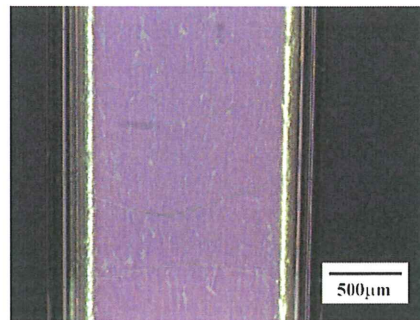


福島の伝統工芸“赤べこ”

【作製手法と展開】

グラファイト粉末から Hummers 法と呼ばれる酸化処理を経て酸化グラフェン（GO）を単離し、GO の大きさを超音波照射により制御した。GO 表面にアミン基を導入後、懸濁重合法により合成した PS 粒子（約 1.4 μm ）表面に静電相互作用（水中にてマイナスにチャージした PS 粒子とプラスにチャージした GO-NH₃⁺ とを混合）を介して吸着させた。この分散溶液をスピニング法により 2 次元配列させポリビニルアルコール（PVA）をコートした。最後に基板をクロロホルムに浸漬することで、鋳型となる PS 粒子のみが溶解・除去され、グラフェン含有のポーラス構造を得ることができる。側壁にはアミン基が残存したグラフェンがタイルのように貼られているため、活物質の高密度充填が可能（張り子で言うならば絵付け）となり、さらなる高性能化が期待される。

また我々は基板を必要としない自立性のコロイド粒子膜がフレキシブル性や機能拡大につながることを考え、2 本のファイバー間にサポートガラスファイバーを配置して、毛管力を利用したコロイド結晶の作製を試みた。サポートファイバーから結晶が成長し、クラックの少ない結晶膜が得られることがわかった。さらに日本の伝統食品である“寒天(主成分がアガロース)”から発想して、分散液にバインダーとしてアガロースを添加したところ、他の添加剤（PVA やマルトース等）と比較して、大面積で欠陥の少ない高品質な膜となることを見いだした。得られた膜を鋳型とすれば自立逆オパール構造構築も可能となる。



アガロース添加のコロイド結晶

以上より、日本文化と先端ナノ材料融合による“温故知新”・“温新知故”の材料開発が今後の日本復興に大きく貢献する!! と考える。

<適用分野> キャパシタ、リチウムイオン二次電池、色材、光学センサー、分光素子 etc..