

塩基性アミノ酸を用いたシリカナノ粒子の合成と応用

(東京工大^{*1}・東京大^{*2}・横浜国大^{*3})

○横井俊之^{*1}・岩間真理絵^{*2}・渡辺亮太^{*1}・窪田好浩^{*3}・大久保達也^{*2}・辰巳敬^{*1}

均一な大きさのシリカ粒子は触媒担体、吸着剤、写真乳剤、光学フィルター、医薬、クロマトグラフィー、センサー、スタビライザー、コーティング剤、光滑剤、粘着剤等様々な分野で利用されている。均一な大きさのシリカ粒子の合成法としては Stöber 法が一般的である[1]。この方法はシリカ源であるアルコキシシラン（例えばオルトケイ酸テトラエチル）をアンモニア/水/エタノール溶液中で加水分解・縮重合反応を進行させシリカを得るものである。Stöber 法によって合成できるシリカ粒子は粒径が 100-300 nm である。

近年、無機材料合成に有機分子、特に生体分子を用いる研究が盛んに行われており、生体分子の構造を模倣した特異な機能・形態を有する機能性材料が数多く報告されている。我々もアミノ酸誘導体型アニオン性界面活性剤の設計・合成を行い、メソポーラス材料の合成を行ったところ、特異な形態を有する規則性の高いメソポーラスシリカの合成に成功している。

我々は、オルトケイ酸テトラエチルのようなアルコキシシランをシリカ源に用いた液相法によるシリカ粒子の合成において、リジンやアルギニンのような塩基性アミノ酸を溶解させた水溶液を用いた。その結果、12 nm 程度の均一なシリカ粒子を形成・規則的に配列に配列させることに成功した[2, 3]。

走査型電子顕微鏡 (SEM) 観察により、得られたシリカ生成物は、大きさが 12 nm 程度の均一な球状のシリカ超微粒子が規則的に配列して構成されていることが確認できた (Fig. 1)。また、高分解能透過型電子顕微鏡 (TEM) より、この規則性シリカ粒子は立方細密構造(Cubic-close-packed structure, ccp)、*Fm-3m* であることが判明した。さらに粉末 X 線回折パターンは明瞭な 3 本の回折パターンを示し、それぞれ(111)、(220)、(331)面に帰属できた。粒子の規則的な配列が XRD の回折パターンに反映したと考えられる。

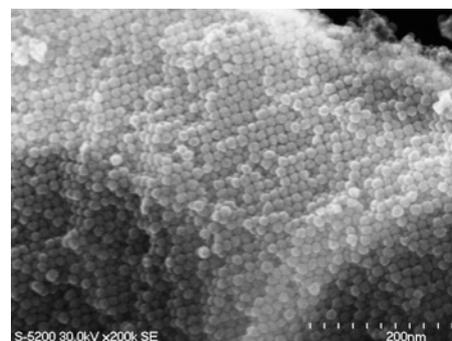


Fig. 1 FE-SEM image of the silica nanoparticles.

近年、シリカコロイド結晶を鋳型として用い、逆オパール型の多孔質炭素材料を合成する研究が注目を浴びている。このような多孔質炭素材料はリチウム電池や燃料電池分野での応用が期待されている。そこで、我々が新規に合成したシリカナノ粒子を鋳型にし、カーボンレプリカの合成を試みた。シリカ粒子と炭素の複合体を調製、炭化、シリカ粒子の除去を行った。SEM 観察の結果、得られた黒色粉末は均一な 12 nm 程度の規則的な細孔を有していることが確認された (Fig. 2)、また XRD パターンは 3 本の明瞭なピークを示した。これらは鋳型であるシリカ粒子と同位置であった。鋳型であるシリカ粒子の構造が転写された多孔質炭素材料の合成に成功したと考えられる。

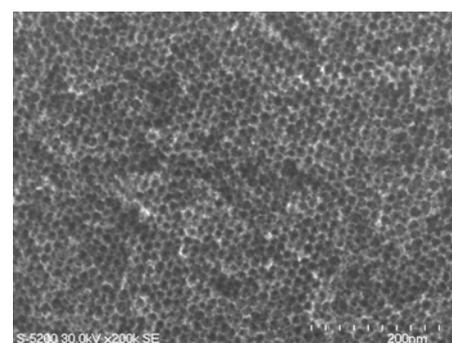


Fig. 2 FE-SEM image of the carbon replica by using the silica nanospheres as a template

参考文献

- [1] W. Stöber, A. Fink, *J. Colloid Interface Sci.* 1968 26, 62-69.
- [2] (a) T. Tatsumi, T. Yokoi, *PCT Int. Appl.*, WO 2006/095845 (2006). (b) 横井 俊之、辰巳 敬、特許出願 2005-067665.
- [3] T. Yokoi, Y. Sakamoto, O. Terasaki, Y. Kubota, T. Okubo, T. Tatsumi, *J. Am. Chem. Soc.*, 128, 13664-13665 (2006).