

結晶性金属酸化物ナノポーラス材料の合成

ナノポーラス材料は、2nm以上の孔径を有し、均一な細孔サイズ、高比表面積、多種多様な三次元細孔構造などの特徴を有している。そのため、特に、光触媒、電子部品、光機能部品など広い範囲へ材料として応用の可能性があるナノポーラス金属酸化物が注目を集め、盛んに研究が行われている。しかし、フレームワークが化学的に安定なアモルファスである、結晶が有している規則的な原子配列に基づく様々な電子的あるいは化学的機能を利用することができなかった。

通常、金属酸化物ナノポーラス材料の製造にはテンプレート（鋳型）を使用した合成法が用いられる。我々は、従来の合成法にガラス相の前駆体であるトリエチルリン酸($\text{PO}(\text{OC}_2\text{H}_5)_3$)又はオルトケイ酸テトラエチル($\text{Si}(\text{OC}_2\text{H}_5)_4$ (TEOS))を微量加え、高温焼結で金属酸化物の結晶化を制御しながら成長させる方法を考案した。これによって、規則正しく整列したナノ細孔を有する三次元構造を備え、フレームワークが結晶性金属酸化物であるナノポーラス材料を合成す

ることに成功した。この新規手法により、ガラス相として五酸化二リン(P_2O_5)や二酸化ケイ素(SiO_2)を用い、さまざまな金属酸化物(例えば、酸化チタン(TiO_2)、酸化マンガ(MnO_2)、酸化リチウム(Li_2O)、酸化錫(SnO_2)など)を組み合わせることで、高い比表面積を持つ、ナノサイズ微結晶の金属酸化物-ガラス相複合ナノポーラスの合成にも成功している(図)。ガラス相五酸化二リン(P_2O_5)は目的に応じ、材料の電子伝導性或いはイオン伝導性を改善するために、それぞれの機能を持つ物質をドーピングすることも可能である。

今回、結晶性金属酸化物ナノポーラス材料の合成に成功したことによって、様々な結晶性金属酸化物のもつ電子的・化学的機能とナノポーラス構造のもつ分子サイズのふり機能自由を組み合わせたことが可能となった。今後、この技術が触媒担体、吸着剤、光触媒、湿式太陽電池、センサ、スーパーキャパシタの高性能化、高機能化に向けて幅広く応用されることを期待する。

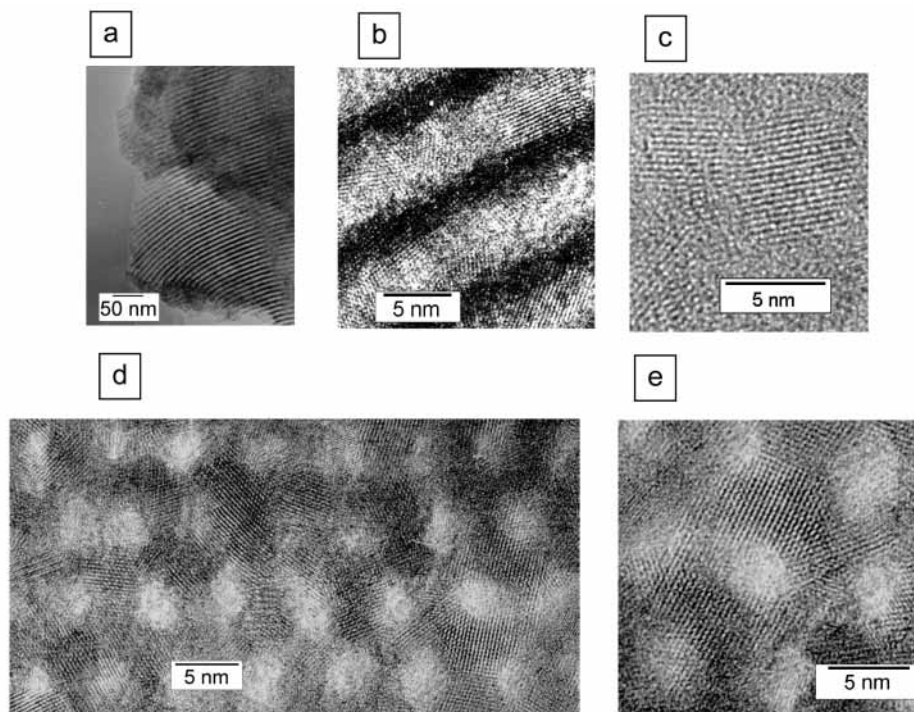


図 三次元構造的微結晶酸化物のフレームワークを有するナノポーラス粉末の透過電子顕微鏡(TEM)写真
(a)、(b)と(c)は $\text{TiO}_2\text{-P}_2\text{O}_5$ のTEM像、(d)と(e)は $\text{TiO}_2\text{-P}_2\text{O}_5\text{-MnO}_2$ のTEM像。



しゅう ごうしん
周 豪慎
hs.zhou@aist.go.jp
電力エネルギー研究部門

関連情報

- 共同研究者: 李東林, 本間 格 (電力エネルギー研究部門) .
- Donglin Li, Haoshen Zhou, I. Honma: Nature Materials, Vol. 3, 65-72 (2004).