



SrTiO₃ ナノ粒子を用いた液相有機合成反応

東京工業大学 相原健司

ペロブスカイト酸化物は、一般式 ABO_3 で表される複合酸化物である。中でも SrTiO₃ は、光照射下で水を分解する光触媒として働くことが知られている¹⁾。そんな SrTiO₃ だが、光触媒としてだけではなく熱触媒として利用された例も知られている²⁾。筆者はこれまでに、SrTiO₃ ナノ粒子の合成と液相有機合成反応への応用について検討してきたが、本記事ではその一部を紹介する^{3,4)}。

SrTiO₃ を熱触媒として利用するにあたり、重要なファクターの 1 つが比表面積である。SrTiO₃ の簡便な合成手法の一つとして固相法が挙げられる。この手法では、前駆体となる SrCO₃ と TiO₂ を混合したのち高温で焼成するため、過度な結晶化・粒子の凝集により比表面積の低下が避けられない。一方で著者らは、酢酸ストロンチウムとチタンアルコキッドを原料としてゾル-ゲル法で得た前駆体を不活性ガス雰囲気中で処理した後、550 °C で焼成することで、高い比表面積 (46 m² g⁻¹) を持つ SrTiO₃ の合成に成功した (図 1)。走査電子顕微鏡 (SEM) や X 線回折 (XRD) などの分析から、得られた SrTiO₃ は不純物を含まない高い純度の 10–30 nm のナノ粒子であることが明らかとなった。なお、不活性ガス雰囲気中で処理を行わずに直接空气中で焼成した場合、粒子径の増加 (30–40 nm) ならびに比表面積の低下 (30 m² g⁻¹) が確認された。熱重量示差熱分析 (TG-DTA) より、不活性ガスで処理することで前駆体中の有機物が分解し、雰囲気を空気に切り替えた際の燃焼熱が押さえられることで、粒子凝集の抑制・高比表面積化につながったと推定している。

得られた SrTiO₃ ナノ粒子を用いて、シアノシリル化反応を行った。この反応は、酸もしくは塩基によって触媒される反応であり、得られる生成物は、有機合成における

重要な合成中間体である。市販品の SrTiO₃ (4 m² g⁻¹) を用いた場合、反応がほとんど進行しなかった一方で、SrTiO₃ ナノ粒子を用いることで温和な条件で速やかに反応が進行し、対応する生成物が良好な収率で得られた。なお本 SrTiO₃ ナノ粒子は、酸触媒として知られる TiO₂ や塩基触媒として知られる Mg(OH)₂ などの従来触媒よりも高い性能であった。

以上本記事では、高比表面積 SrTiO₃ ナノ粒子の合成と熱触媒としての利用例を紹介した。この手法が種々のナノ粒子触媒の合成、ならびに液相有機合成反応に広く適応され、より高効率な触媒の開発の一端を担うことを期待したい。

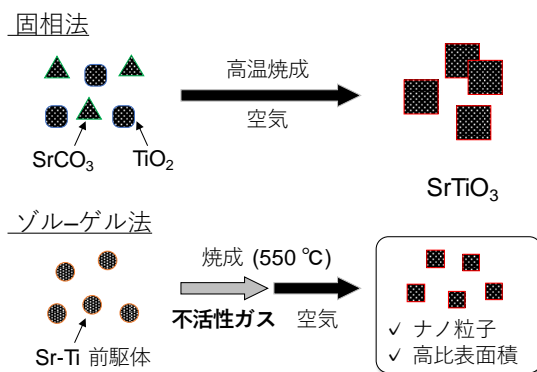


図 1. SrTiO₃ の合成法とナノ粒子化。



図 2. SrTiO₃ ナノ粒子を用いたシアノシリル化反応。

- 1) C. Avcioğlu, S. Avcioğlu, M. F. Bekheet, and A. Gurlo, *ACS Appl. Energy Mater.* **2023**, *6*, 1134.
- 2) F. Polo-Garzon, Z. Wu, *J. Mater. Chem. A* **2018**, *6*, 2877.
- 3) T. Aihara, W. Aoki, S. Kiyohara, Y. Kumagai, K. Kamata, M. Hara, *ACS Appl. Mater. Interfaces* **2023**, *15*, 17957.
- 4) T. Aihara, W. Aoki, M. Hara, K. Kamata, *Catal. Today* **2024**, *428*, 114448.