

黒色酸化チタンのナノ微粒子化に関する研究 — 熱エネルギーを保持する蓄熱セラミックスの開発 —

利用者：^a東京大学, ^b筑波大学, ^c株式会社菱化システム

所裕子^{a,b}, 吉清まりえ^a, 井元健太^a, 生井飛鳥^a, 奈須義総^a, 中川幸祐^a, 千葉貢治^c, 大越慎一^a

研究支援者：東京大学 掛川保富, 網川英男, 大塚滋

【研究目的】

省エネルギー材料として注目を浴びている蓄熱材料には、顕熱蓄熱材料や潜熱蓄熱材料などがあるが、いずれの場合も熱エネルギーを長時間保存することはできず、時間経過に伴い自然に放出されてしまう。そこで、もし、蓄熱したエネルギーを永続的に保持でき、かつ希望のタイミングでそのエネルギーを取り出すことができれば、蓄熱材料を利用した省エネ技術の向上が期待される。このような観点から、本研究で我々は、“蓄熱セラミックス”という、新概念の物質・ストライプ型-ラムダ-五酸化三チタン（ストライプ型- λ - Ti_3O_5 ）を開発した。

【成果】

ルチル型二酸化チタンをある条件下で焼成することによりストライプ型- λ - Ti_3O_5 が得られ、この物質が約230 kJ L⁻¹の熱エネルギーを吸収、放出できることを見出した。ストライプ型- λ - Ti_3O_5 に60 MPaという弱い圧力を加えると、熱エネルギーの放出を伴って、 λ - Ti_3O_5 から β - Ti_3O_5 へと相転移した。そして、 β - Ti_3O_5 は、200°C以上の熱を加えると熱エネルギーを吸収し、 λ - Ti_3O_5 に相転移した。このように、加熱により β - Ti_3O_5 から λ - Ti_3O_5 への蓄熱と、圧力により λ - Ti_3O_5 から β - Ti_3O_5 への放熱が起こることを確認した。

ストライプ型- λ - Ti_3O_5 は、チタン原子と酸素原子のみからなる単なる酸化チタンであるため、環境にやさしく資源的にも恵まれた材料で、コストもたいへん経済的である。また、この物質は電流を流す・光を照射するという方法でも λ - Ti_3O_5 と β - Ti_3O_5 の間をスイッチングできるため、感圧伝導度センサーや、電流駆動型の抵抗変化型メモリー（ReRAM）、光記録メモリーなどの先端電子デバイスとしての新部材としての可能性も期待される。

本成果は、*Nature Communications* (*Nature Commun.*, 6, 7037 (2015). DOI:10.1038/ncomms 8037)に掲載され、読売新聞、日経産業新聞、日刊工業新聞、化学工業日報、電気新聞、建設工業新聞、環境新聞、科学新聞、時事通信、ウォール・ストリート・ジャーナル（日本版）など、多数のメディアで紹介された。また、現在、複数の国内大手企業と共同研究を推進中である。

【支援実施機関からのコメント】

粉末サンプルが凝集しやすく、TEM用観察試料の作製が困難であった。しかし、サンプルを載せる支持膜の親水化処理、分散方法の工夫などを行った結果、良好な観察試料を得ることができた。

【参考文献等】

[1] *Nature Commun.*, 6, 7037 (2015). DOI:10.1038/ncomms 8037

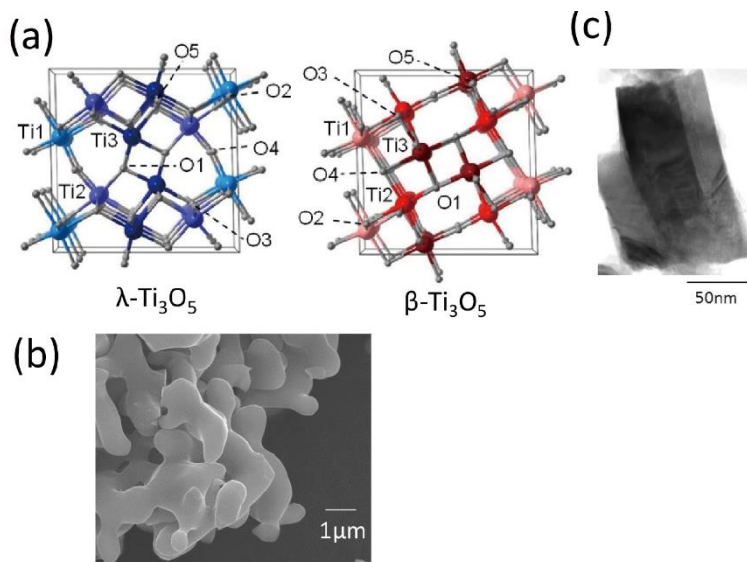


図1 (a) λ 、 β - Ti_3O_5 結晶構造図、 λ - Ti_3O_5 の (b) 走査型電子顕微鏡像、(c) 透過型顕微鏡像

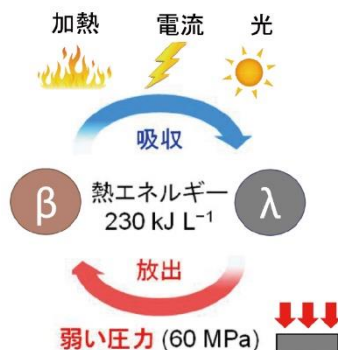


図2 λ 、 β - Ti_3O_5 を用いた加熱、電流、光による蓄熱と圧力による発熱