

物質中の電気分極を制御することに成功

-強弾性や負熱膨張も実現-

バナジウム酸鉛は、チタン酸鉛と類似の結晶構造でありながら、縦横比 (c/a 比) が 1.23 と巨大な構造歪みを持ち、電気分極の大きさは $101 \mu\text{C}/\text{cm}^2$ に達することから、チタン酸鉛を凌ぐ性能を有すると期待されている。しかしながら、大きすぎる構造歪みが障害となって構造の変化が起こりにくく、電場によって電気分極が反転する強誘電性や、昇温による常誘電相への転移に伴う負熱膨張は確認されていなかった。

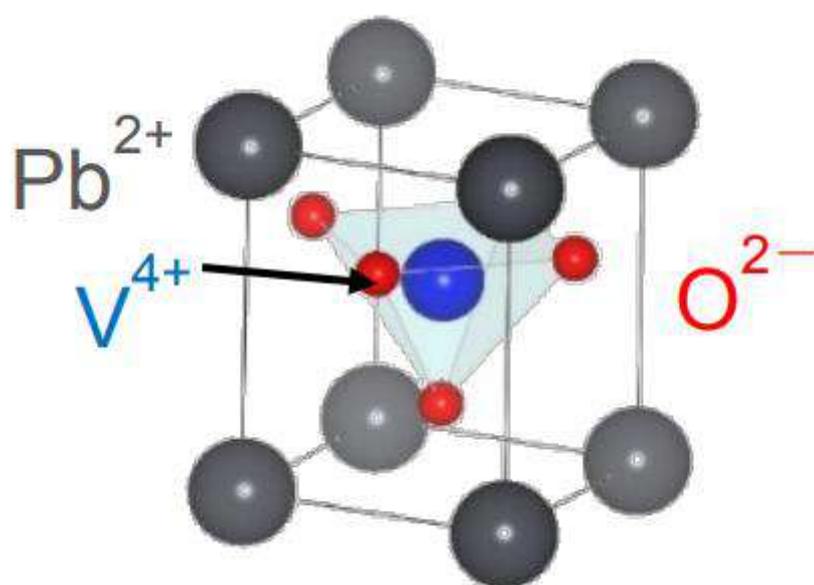


図1 PbVO₃の結晶構造。陽イオンである Pb²⁺、V⁴⁺と陰イオンの O²⁻の重心が一致しないため、電気分極を有する。

東北大学、東京工業大学、神奈川県立産業技術総合研究所の研究グループは、バナジウム酸鉛 (PbVO₃) の一部をクロム (Cr) に置換して、電気分極の大きさを制御することに成功した。

大型放射光施設 SPring-8 (用語 8) のビームライン BL02B2 での放射光 X 線回折実験を組み合わせた精密構造解析を実施したところ、電気分極も $53 \mu\text{C}/\text{cm}^2$ にまで制御でき、また、応力によって構造歪みの方向を変えられ、強弾性が起こることを確認した。さらに、チタン酸鉛の 1%を上回る、6.6%の体積収縮を伴った負熱膨張が起こる (つまり加熱で縮む) ことも確認した。

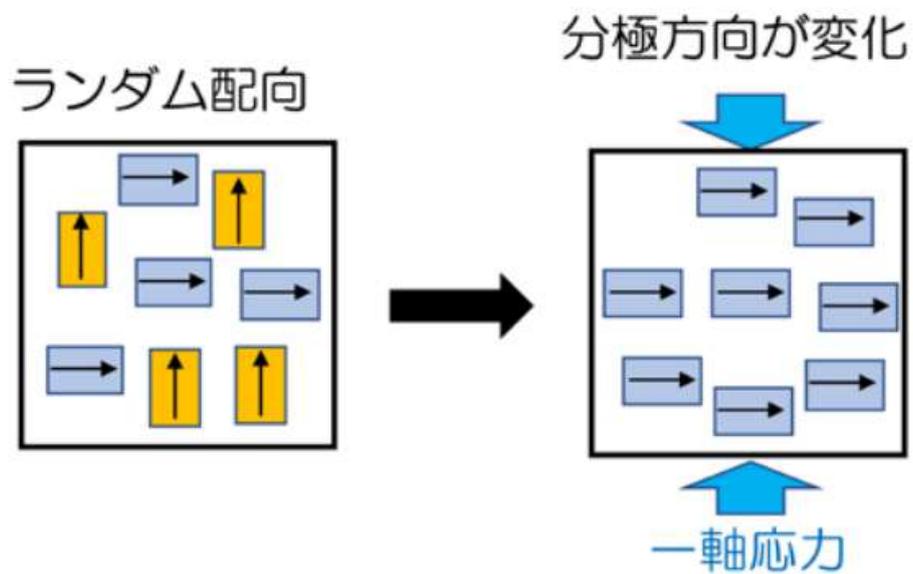


図2 強弾性の概念図。応力によって分極方向の配向が変化する。

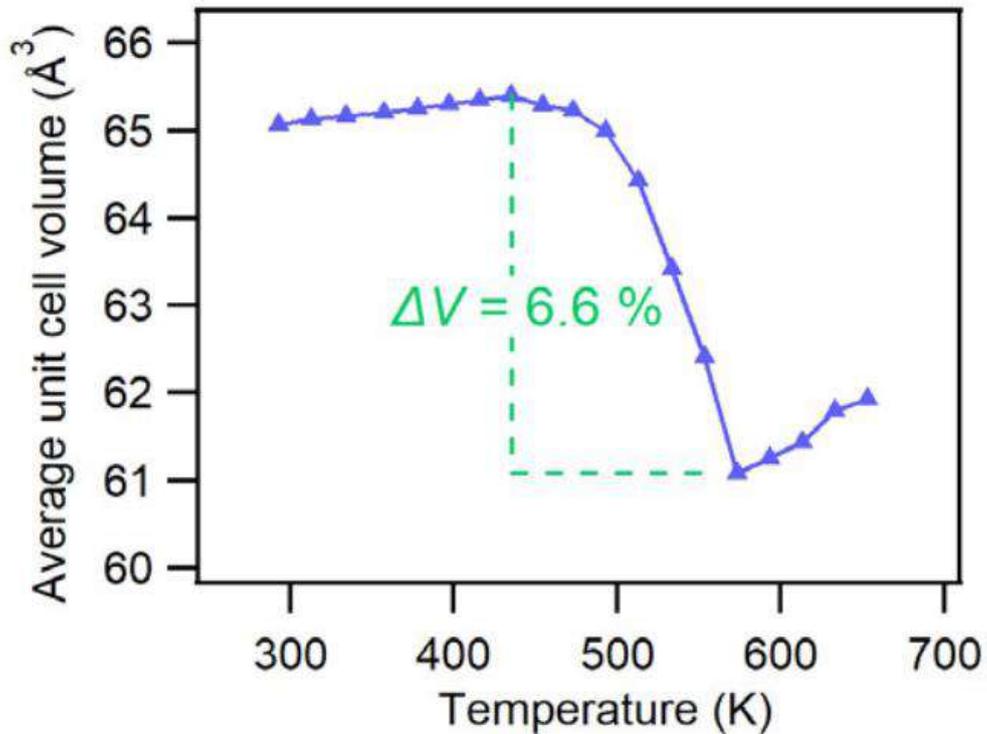


図3 PbV_{0.85}Cr_{0.15}O₃の単位格子体積の温度変化。450 K から 600 K の間で 6.6%の収縮が起こっている。

この成果は新たな機能性物質の開発につながる成果のため、1月17日に米国化学会誌「Chemistry of Materials」のオンライン版に掲載された。

用語説明

(1) 電気分極：物質中で陽イオンと負イオンの重心がずれるため生じる電荷の偏り。コンデンサが電気を貯める能力の目安となる。

(2) 強弾性：応力の印加によって、結晶の分極方向が変化する性質。

(3) 負熱膨張：通常、物質は温めると体積や長さが増大する。これを正の熱膨張という。しかし、一部の物質は、温めることで可逆的に収縮する負熱膨張の性質を持っており、これはゼロ熱膨張材料を開発する上で重要となる。

文 JST 客观日本编辑部

日文发布全文

https://www.tohoku.ac.jp/japanese/tohokuuniv_press_20190301_01_kimata_web.pdf