

# 重イオントラックオーバーラップ効果のモンテカルロシミュレーション

岩瀬彰宏、西尾 繁 (若狭湾エネルギー研究センター)

## 研究概要

高エネルギーの重イオンを酸化物に照射すると、その飛跡に沿って高密度電子励起が生じ、母相と異なる結晶構造を持つナノスケール1次元領域が出現する。これをイオントラックと呼び、その生成機構などについては詳しく調べられているが、照射量が多い時に起こるイオントラック同士のオーバーラップについての研究は少ない。本研究では、モンテカルロ法を用いて、トラックオーバーラップ頻度の2次元イメージを得ることにより、重イオン照射したTiO<sub>2</sub>, ZrO<sub>2</sub>中に生成する結晶構造のナノスケール分布を評価した。

## 研究成果

本ポスターでは、酸化物ZrO<sub>2</sub>、TiO<sub>2</sub>をそれぞれ、135MeVのNi、230MeVのXeで照射したときに現れるナノ構造の2次元イメージをモンテカルロ法で評価した結果を示す。

単斜晶ZrO<sub>2</sub>を高エネルギー重イオン照射したとき、イオントラックが1回以上オーバーラップした領域で正方晶に変化することが、X線回折実験で知られている。そこで、1回以上のトラックオーバーラップ領域が正方晶になるとして、モンテカルロ法で結晶構造の2次元分布を求めた結果を図1に示す。青色の単斜晶領域が照射量の増加とともに減少し、黄色の正方晶領域が増加する様子が示される。一方、TiO<sub>2</sub>の場合は、単独のトラック内部が非晶質化し、その状態はオーバーラップによっても変化しないということがX線回折で示されている。図2に、照射量の増加とともに黄色の非晶質領域が増えていく様子が、モンテカルロ法による2次元イメージとして示される。このような2次元ナノ構造イメージは、従来のX線測定や、ポアソン分布関数を用いた解析手法では得られないものであり、高エネルギー重イオン照射を用いたナノ構造制御の評価に、本手法が有効であることを示すものである。

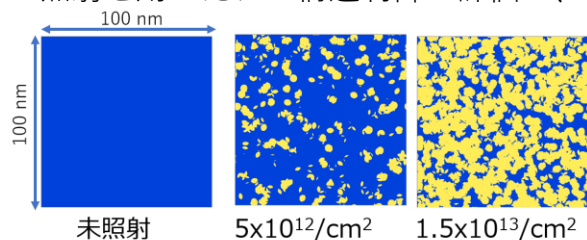


図1 135MeV Ni照射したZrO<sub>2</sub>の結晶構造2次元分布。青色が単斜晶、黄色が正方晶領域

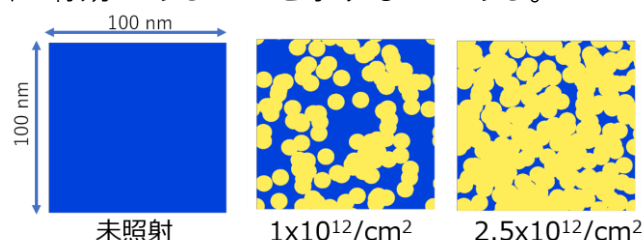


図2 230MeV Xe照射したTiO<sub>2</sub>の結晶構造2次元分布。青色が結晶、黄色が非晶質領域

## まとめ

高エネルギーの重イオンを照射したTiO<sub>2</sub>, ZrO<sub>2</sub>中に生ずる重イオントラックがオーバーラップすることにより出現するナノスケール構造の2次元分布をモンテカルロシミュレーションにより求めた。このような2次元ナノ構造分布は、従来行われてきたポアソン分布関数による解析手法やX線回折などのマクロな観察手法では求められないものである。本研究で用いたモンテカルロ法は、重イオン照射によって物質中に発現するナノ構造の詳細を評価するうえで有用な手法になると考えられる。

本研究結果の詳細は、

Quantum Beam Sci. 2021, 5(2), 13; <https://doi.org/10.3390/qubs5020013>

をご覧ください。