

栃木 栄太

東京大学大学院工学系研究科
助教

変形・破壊現象の原子スケール解析

§ 1. 研究成果の概要

結晶性材料は力学的負荷に対し変形し破壊に至る。このような不可逆的な構造変化は材料機能を損なうため、実用材料において変形・破壊現象は重要な問題である。変形・破壊現象の素過程は原子位置の変位並びに原子結合の破断であるから、変形・破壊現象を深く理解するためには力学的負荷に対する原子構造変化を探求することが必須である。

その場透過型電子顕微鏡 (TEM) 機械試験法は、力学的負荷に対する結晶性材料の微細組織変化を観察する極めて有効な手法である。しかし、一般的なその場 TEM 機械試験法はサブミクロンスケールの微細組織観察が主な対象であり、実験系の精度や種々の制約から原子レベルの観察に適用することは困難である。近年、微小電気機械システム (MEMS) の製造技術の発展に伴い小型かつ精度の高い駆動デバイスの設計・作製が可能となっている。本研究では、MEMS 技術を積極的に活用し、原子分解能その場 TEM 機械試験手法を確立する。そして、力学的負荷に伴う結晶性材料の原子構造変化を直接観察、変形・破壊現象の素過程を探究することを目的としている。

結晶性材料の変形・破壊の前段階として、荷重負荷に伴う格子ひずみの増大がある。従って、変形や破壊に至る臨界条件を明らかにするためには格子ひずみの計測が重要である。そこで本年度は、これまで開発してきた荷重負荷用 MEMS デバイスを利用し、走査型 TEM 内にて単結晶試料に荷重を負荷し原子像を取得、ひずみ場の計測精度の検証を行った。実験の結果、異なる負荷荷重下において良好な原子像が得られた。取得像の像強度をより原子位置を推定し、ひずみの 2 次元マップを得たところ、荷重負荷に応じてひずみの平均値の上昇が認められた。しかし、2 次元マップ上の各計測点では比較的大きな計測誤差が確認された。検討の結果、取得像の解像度の不足が計測誤差の大きな要因であることがわかった。次年度は取得像の解像度の最適化を図り、ひずみ場の計測精度の向上を図る。