

力学機能のナノエンジニアリング  
2019年度採択研究者

2020年度 年次報告書
-----------------

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

本研究では、微小電気機械システム技術(MEMS)により作製した荷重負荷デバイスと原子分解能透過型電子顕微鏡法(TEM)を併用したその場 TEM 機械試験法を主たる実験手法として、結晶性材料の変形および破壊現象を原子レベルで直接観察、それらの原子論的メカニズムを解明することを目的としている。本年度は、イオン性結晶における亀裂破面の原子構造解析ならびに金属結晶における結晶面のすべり挙動の解析を進めた。

イオン性結晶における亀裂破面の解析研究においては、極性面が亀裂破面となるような方位関係にてその場 TEM 機械試験法により微小な亀裂を作製した。その後、環状暗視野 STEM 法によるカチオンカラム配置の直接観察と電子エネルギー損失分光法(EELS)によるイオン価の計測を行った。STEM 観察の結果、カチオンカラム位置については亀裂形成前後でほぼ同一であったが、亀裂破面の第一原子層のカラム像強度の低下が認められた。原子面が分かれ 2 つの亀裂破面となる際に、各カチオンカラムの原子が等分され分配されたことが示唆された。また、EELS 計測の結果、2 つの亀裂破面に属する各原子のイオン価は等しいことが明らかとなり、酸素カラムについても等しく分配されたことが示唆された。以上より、2 つの亀裂破面は電氣的に中性かつ等価な原子構造を有していると結論付けられた。

金属結晶のすべり挙動解析においては、その場 TEM 機械試験法により fcc 結晶の{111}すべりを誘起し、その積層構造変化を直接観察した。実験の結果、変形の進行に伴い{111}面の積層構造が完全結晶→extrinsic 型積層欠陥→intrinsic 型積層欠陥と変化していく現象が認められた。extrinsic 型積層欠陥→intrinsic 型積層欠陥という積層構造の変化はこれまで積極的に検討されておらず、fcc 結晶の変形素過程を検討する上で興味深い知見である。