

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

中村 篤智

名古屋大学 大学院工学研究科
准教授

無機半導体材料の力学特性に及ぼす光環境効果の
マルチスケール計測と機能開拓

§ 1. 研究成果の概要

光環境が無機半導体材料の力学的性質に及ぼすことが知られているが、その影響について不明な点が多い。研究代表者らは、無機半導体材料の1つ硫化亜鉛結晶が暗闇の中において異常に大きな室温可塑性を発現することを見出している。この発見に伴い、無機半導体材料の転位挙動に及ぼす光環境効果について今一度検討することが求められている。

光環境が転位挙動に及ぼす影響の理解にあたって、先進無機半導体材料では従来型の力学試験を適用可能なミリメートルサイズの大型結晶を得られないことが課題となる。そのため、本さきがけ研究では、光環境制御下において薄基板や薄膜等に対応可能なナノスケールの力学試験システムを新たに構築し、ナノスケールで転位の挙動を理解する手法を確立することを主たる目標の1つとしている。

そこで2020年度において、新型のナノインデンテーション試験システムを構築し、転位挙動をナノスケール試験からどこまで理解可能であるかを調べることに挑戦した。なお、本システムの特徴は、力と同時に光を2方向から圧子直下に定量的に導入する試験システムを構築すると同時に、転位発生荷重 (pop-in 応力) 以上で、一定荷重を負荷するクリープ試験を実施したこと、ならびに多数の実験を行うことにより統計的に正しい比較を行ったことである。

その結果、重要な科学的新発見があった。すなわち、転位の生成には光があまり影響しないこと、一方で転位のすべり運動には光が強く影響することが明らかとなった。この研究成果は、2021年2月に米国科学雑誌『Nano Letters』に掲載されるとともに、国内外の多数のメディアにて報道された。現在、本研究成果をさらに発展させるべく、実験条件の更なる最適化と多様な半導体材料への適用と行い、半導体の転位挙動における光環境効果の定量的抽出とその理論的検討を進めているところである。

【代表的な原著論文情報】

- 1) “Photoindentation: A New Route to Understanding Dislocation Behavior in Light”, Nano letters, vol. 21, No. 5, pp.1962–1967, 2021.