

力学機能のナノエンジニアリング
2020年度採択研究者

2020年度 年次報告書

木村 康裕

名古屋大学工学研究科
助教

電子流による原子拡散に基づくナノワイヤ結晶性デザイン

§ 1. 研究成果の概要

2020年度は、電子流による原子拡散であるエレクトロマイグレーション(EM)を利用したナノワイヤ創製を実施し、創製したナノワイヤの結晶性調査と創製条件との関係を明らかにするきっかけを得た。またその実験結果から推定される原理探求に要するシミュレーション手法の策定を行った。具体的には、透過型電子顕微鏡(TEM)による制限視野電子線回折パターンと走査型TEMによるLAADF(Low-angle annular dark-field)像を用いた転位評価、方位評価を実施し、これらの評価を通じた各創製条件と結晶性の相関を調査した。ここで、EMが電流密度に支配された熱活性化過程であり、ナノワイヤ創製原理に静水圧応力状態が関与していることから、創製条件を「電流問題」「温度問題」「応力問題」に区分した複雑現象として取り扱う。これら創製条件は独立因子ではなく互いに干渉することに留意し、想定されるナノスケール因子とマクロスケール因子に整理することで複雑現象の輪郭を掴む指針を得た。特に大きな成果として、これまで注目してこなかった応力問題について、ワイヤ創製前後の断面積比として定義される押出比を用いて結晶性との関係を検証したところ、単結晶ワイヤにおいて押出比の変化が転位密度を大きく変化させることを初めて明らかにした。ここからワイヤ結晶性は、応力状態にも大きく左右されるという当初の仮説を裏付ける成果を得ることができ、今後の結晶性操作を実現するきっかけを得た。一方で、電流-熱-応力からなる複雑現象は互いに干渉するため、実験で分離して検証することが難しい。したがって、マルチフィジックスシミュレーションを通じてこれらの関係を明らかにすることも検討している。