

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

市川 裕士

東北大学大学院工学研究科
准教授

固相粒子接合界面のナノメカノケミストリー

§ 1. 研究成果の概要

本研究では、粒子を固相状態のまま衝突積層させ、皮膜・構造体を作る固相粒子積層プロセスを一連のナノメカノケミストリー現象と捉え、固相接合界面ナノ領域で起きている材料の超高速変形挙動、それに伴う化学変化、および結合の物理化学現象を実験的に解明することを目指している。初年度である本年度は、接合対象となる金属単粒子の変形挙動を把握するための実験および計算機シミュレーションを中心に実施した。

微小圧縮試験装置を用いて金属単粒子の低ひずみ速度範囲での圧縮変形挙動を評価した。また、本年度導入した計算機により Johnson-Cook モデルによる金属単粒子の変形挙動解析を実施した。微小圧縮試験により低ひずみ速度範囲での金属単粒子の機械的特性および変形挙動の粒子サイズ依存性を評価することに成功した。また、微小圧縮試験で実施可能な低いひずみ速度の範囲では、Johnson-Cook モデルで粒子変形挙動を予測ができることを明らかにした。次年度以降は、さらに高速での微小圧縮試験を電子顕微鏡内で実施することで、さらに広いひずみ速度での微小粒子の変形挙動の把握を試みる。さらに、単一金属粒子の模擬接合試験を行う予定である。そのための In-SEM ナノインデント装置の新規導入準備を行い、次年度の装置導入の目処が立った。本年度の成果および次年度導入予定の新規設備導入により、微小材料の超高速変形挙動の解明および接合現象の可視化を目指す。

また、固相粒子積層プロセスの代表例であるコールドスプレーの接合現象を模擬し、金属単粒子を金属基材に高速で衝突させて作製した模擬接合粒子の接合界面の微視組織評価も実施した。金属単粒子と金属基材の接合界面が持つ複雑な微視構造についても明らかにした。次年度以降はこの微視組織評価と計算機シミュレーションによる変形挙動解析を併用することで、接合が生じる条件の定量化を進めていく。