

力学機能のナノエンジニアリング  
2020年度採択研究代表者

2022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

## 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の素過程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。そのために、本現象の素過程である、衝突・変形・接合のそれぞれを実験で模擬し、得られた接合界面、およびその内部の微視構造の評価を中心に実施した。

昨年度には走査電子顕微鏡 (SEM: Scanning electron microscope) 内で極めて高いひずみ速度での微小強度試験が可能な In-SEM ナノインデントを導入しており、本年度は本装置を用いた実験技術の確立し、極めて高いひずみ速度でナノインデントーション試験を実施した場合、材料の内部組織は従来の静的な試験時とは全く異なる変化が起きることを明らかにした。

さらに、本装置を活用して粒子の圧縮変形試験を実施した。結晶構造および表面状態を変化させた粒子を用いて種々のひずみ速度での粒子を変形させることで、粒子の変形挙動の違いを詳細に評価することに成功した。

また、レーザー衝撃波を利用した単粒子衝突実験 (LIPIT: Laser induced projectile impact test) を用いて、コールドスプレー粒子衝突を模擬した試験片を作製し、その接合界面および粒子内部の微視組織構造を透過電子顕微鏡 (TEM: Transmission Electron Microscope) で詳細に観察し、接合に必要な条件が力学的条件で記述できる可能性を見出した。

これまでの取り組みにより、広いひずみ速度範囲におけるナノ・マイクロスケールの強度試験が可能となった。今後は微小材料の超高速変形挙動の解明、接合が生じる条件の定量化、さらにはその内部組織の形成過程解明を進めていく。