

研究課題別事後評価結果

1. 研究課題名： タンパク質結晶の転位論に基づく力学特性の解明

2. 個人研究者名

鈴木 凌 (横浜市立大学理学部 助教)

3. 事後評価結果

生体高分子である数十 nm から数百 nm の巨大分子から構成されるタンパク質結晶の負荷による塑性変形機構を実験実測によって明らかにすることを目的としている。通常の結晶材料と比べて本材料の特徴は、結晶格子が数百倍以上に大きいこと、分子間の結合が弱いこと、多量の水分子を含んでいること、である。特に本研究では、タンパク質結晶の変形特性を結晶材料で知られている転位論に基づいて検討を行うことに大きな特徴がある。

放射光施設のビームラインに負荷装置を組み込み、X 線トポグラフィによってタンパク質結晶の変形挙動を観察することに成功した。この実験より、転位生成・運動を特定するとともに、転位生成に必要な臨界せん断応力を明らかにした。すなわち、タンパク質結晶の塑性変形の基本的なメカニズムとメカニクスを世界に先駆けて明らかにしたことは、高く評価できる。

一般的にタンパク質結晶は脆い強度特性を有しているが、その強化法として水和ゲルを用いる方法について研究した。ゲルによって弾性係数は変化しないのに対して、破壊応力は大きく改善されることを示した。ゲルの網目構造が亀裂等による破壊の進行を抑止する効果があることを示唆しており、今後の強化指針のひとつとなると考えられる。独創性の高い発想により新たな強化指針を世界にさきがけて示した成果は、高く評価できる。

今後の展開と期待

タンパク質結晶に関する微視的（ナノスケール）な変形・破壊メカニズムについて、本研究で解明した他結晶材料との類似性や相違点等の基本枠組みは、他のタンパク質結晶材料の力学特性を研究する基盤となると期待できる。積極的な展開を望みたい。ただし、タンパク質結晶の詳細なメカニクスについては未解明な点も多く、基礎研究が今後も必要である。アイデアの卓越性のみならず、優れた実験・解析能力を有していることから、地道な継続による新規分野の開拓が大いに期待される。そのためには、力学に基づいた正確な試験方法や観察方法の開拓も重要である。

さらに、タンパク質結晶の強化方策の端緒がつかめたことは、バイオマテリアル等の応用への材料機能の発展性を示すものである。特に、単に強度の高いものを良いとするだけでなく、生分解性などの弱い強度も材料機能として重要な視点である。強度コントロールに関する材料設計指針としての発展・充実が大いに期待できる。産業応用へも視野に入れた発展が可能である。