

バルクナノメタルの研究

京都大学 大学院工学研究科 教授
辻 伸泰



研究の背景

我々の社会では、様々な金属材料が、それぞれの特徴を生かして多量に使われています。バルク状金属材料はほぼ全て、多数の結晶粒が集合した多結晶体です。固体の金属中では、自由電子の中に金属原子が規則正しく並んでいます。多結晶中の隣り合う結晶粒は、原子の並ぶ向きが異なっています。結晶粒間のバウンダリーでは粒間の結合を保つため、原子の位置が粒内の規則正しい配置からずれています。バルクナノメタルとは、構成する個々の結晶粒の大きさを1 μm (百万分の1メートル) 以下までに細かくしたバルク状多結晶体金属のことです。バルクナノメタルは図1に示すように「バウンダリーだらけ」の金属であり、従来の金属の4倍以上の強度を有していたり、非常に優れた韌性(破壊に対する粘り強さ)を示すなど、大変注目されています。

研究の成果

科研費・新学術領域「バルクナノメタル」プロジェクト(2010～2014年度)では、バルクナノメタルの特異な力学特性の根源を明らかにするため、国内23機関43名の、様々な関連専門分野における国内トップレベルの研究者が集結して研究活動を行なっています。すでに多数の成果が得られています。例えば筆者らが見出したバルクナノメタル

(鉄)の優れた低温韌性について、九州大学のグループがより定量的な実験的解析を行い、金沢大学のグループによる原子レベル計算機シミュレーションによってその特性発現の根源的なメカニズムが明らかになるなど(図2)、新学術領域の特徴を生かしたチーム研究ならではの結果がもたらされています。

今後の展望

計算材料科学と実験的に得られるナノメートルスケールの材料情報を融合させるなど、今後さらに新学術領域研究のメリットを生かし、バルクナノメタルの興味深い性質を基礎的・系統的に明らかにしていきたいと考えています。構造材料は社会の安心と安全を支えるものであり、安全性や信頼性を厳しくチェックする必要があるため、2～3年の短期間での実用化には至らないでしょうが、いずれはバルクナノメタルが社会で幅広く用いられ、軽量で安全な車・飛行機や、大地震でも安心で長寿命な建築物などによって、人類に貢献できることを期待しています。

関連する科研費

平成22-26年度 新学術領域研究(研究領域提案型)
「バルクナノメタル ～常識を覆す新しい構造材料の科学」

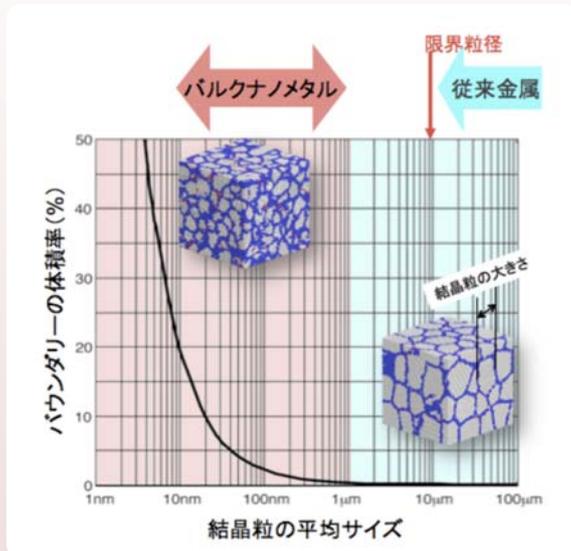


図1 多結晶体金属における結晶粒の平均サイズとバウンダリーの体積率の関係

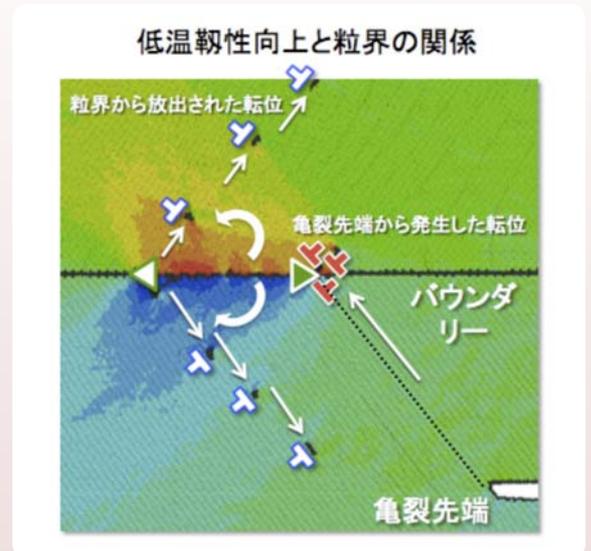


図2 分子動力学計算により得られた、亀裂先端とバウンダリー、および転位との相互作用