

革新的力学機能材料の創出に向けたナノスケール動的挙動と力学特性機
構の解明

2020 年度採択研究代表者

2020 年度 年次報告書

山崎倫昭

熊本大学 大学院先端科学研究部
教授

機能マルチモーダル制御の材料科学と材料創製

§ 1. 研究成果の概要

本研究では、Mg/LPSO 二相 Mg 合金展伸材をモデル合金として、不均一組織を有する材料における力学特性発現機構を解明し、その学理を構築した上で機能マルチモーダル制御による Mg 合金の力学特性多機能化に関する指導原理を確立し、材料創製へ応用展開する。研究推進のために、離散的観点からマルチモーダル組織を構成する各領域の単体力学特性の支配因子・作用機構を解析する離散的解析グループ、集団挙動と相互作用が重畳するマルチモーダル組織の力学特性発現機構を連続体的観点から理解する連続体的解析グループ、不均一系における変形機構の基礎的知見を持って Mg 金属に限らず金属材料全般に適用可能な強靱化に有効な機能マルチモーダル制御のための学理を構築し、広く材料創製に展開する材料創製グループを設定している。

材料創製グループでは第一次モデル合金の成分及び塑性加工条件の決定を行い、 $Mg_{97}Zn_1Y_2$ (at%)合金押出材および $Mg_{96.9}Al_{2.73}Zn_{0.38}$ (規格名称 AZ31B)合金押出材を試作し、共通試料として各グループへ供給した。連続体的解析グループでは、開発・調査対象合金の一つである LPSO 型 Mg-Zn-Y 合金について、LPSO 相体積分率を変化させた各種合金ならびに本合金の重要な構成組織である「 $L1_2$ 型 Zn_6Y_8 クラスタ配列層高分散型 α -Mg 組織」を抜き出した合金の一方向凝固試料を作製することで、その組織固有変形挙動及び強化機構についての基礎的知見を得た。また、Mg-Zn-Y 系高濃度合金を用いて、LPSO 相のキンク変形挙動を調査し、従来の $\langle uvw0 \rangle$ 軸回転型とは異なる $\langle 0001 \rangle$ 軸回転型キンクの形成機構を実験観察と結晶塑性 FEM によって明らかにした。離散的解析グループでは、マイクロ材料試験機による変形挙動調査の立ち上げを行うとともに、相配置/方位関係の界面をモデル化した大規模 MD 計算を実施するための、計算環境整備を行った。

§ 2. 研究実施体制

(1)「山崎」グループ

- ① 研究代表者:山崎 倫昭 (熊本大学大学院先端科学研究部、教授)
- ② 研究項目
 - ・3-1. 機能マルチモーダル制御技術の確立
 - ・3-2. 新規性能の探索と機能マルチモーダル設計指針に基づく新材料の創製
 - ・1-3. モデル合金による弾塑性遷移・強度発現挙動の実証
 - ・2-3. モデル合金による塑性不安定発現・局所損傷発生条件の解明

(2)「萩原」グループ

- ① 主たる共同研究者:萩原 幸司 (大阪大学大学院工学研究科、准教授)
- ② 研究項目
 - ・1-2. 連続体的観点からの弾塑性遷移・強度発現機構の解明
 - ・2-2. 連続体的観点からの塑性不安定発現・局部損傷発生機構の解明

(3)「松本」グループ

① 主たる共同研究者:松本 龍介 (京都先端科学大学工学部、准教授)

② 研究項目

- ・1-1. 離散的観点からの弾塑性遷移・強度発現機構の解明
- ・2-1. 離散的観点からの塑性不安定発現・局部損傷発生機構の解明

【代表的な原著論文情報】

- 1) “Relation between Intergranular Stress of Austenite and Martensitic Transformation in TRIP Steels Revealed by Neutron Diffraction”, S. Harjo, T. Kawasaki, N. Tsuchida, S. Morooka, W. Gong, ISIJ International, Vol. 61 (2021) 648-656.
- 2) “Dependence of the mechanical properties and microstructure of ultralight magnesium-lithium-aluminum alloy on heat”, Takahiro Mineta, Kazuma Kumatani, Hiroki Adachi, Hiroyuki Sato, Material Science and Engineering Technology, Vol. 52 (2021) 339-345
- 3) “Surprising increase in yield stress of Mg single crystal using long-period stacking ordered nanoplates”, K. Hagihara, R. Ueyama, M. Yamasaki, Y. Kawamura, T. Nakano, Acta Materialia, Vol. 209 (2021) Art. No. 116797.