

研究課題 (テーマ)	Mg 基構造材料の循環利用に基づく有害元素無害化技術の検討		
研究者	所属学科等	職	氏名
代表者	機械システム工学科	教授	鈴木 真由美
	機械システム工学科	教授	伊藤 勉

研究結果の概要

カーボンニュートラルの実現のため、工業材料に対しリサイクル性、再生可能性といった持続可能な利用に必要な技術や情報が近年強く求められている。本研究では、「循環型社会への貢献」に資するため、軽金属材料の中でも特に比重が軽いマグネシウム基構造材料を対象に、二次再生時等に不可避に混入する有害元素の無害化・有効利用を目指す新規材料・プロセス設計技術の確立を目標とし、同合金の耐食性を著しく劣化させる有害元素を対象とした研究を実施した。

2025年度では、難燃性マグネシウム合金である AX41 (Mg-4mass%Al-1mass%Ca) 合金押出材を対象とし、同合金のマイクロ組織と力学特性に対する熱処理・塑性加工の検討を行った。電子線後方散乱回折 (Electron Back-Scattering Diffraction: EBSD) 法による逆極点図 (Inverse Pole Figure: IPF) 解析を実施し、押出材特有の底面集合組織の形成状態や、同素材への塑性加工・熱処理に伴う組織微細化挙動やこれらの組織変化が硬さや破壊強度、破壊ひずみなどの室温力学特性へ与える影響を明らかにした (図 1 参照)。また、エネルギー分散型 X 線分光法 (Energy Dispersive X-ray Spectroscopy: EDS) を用いた元素マッピング (図 2 参照) により、粒界等に形成される Al-Ca 系化合物相への不純物元素の分布状態を評価し、第一原理計算から導出されたスキヤベンジング候補元素と有害元素の相互作用 (共偏析等の無害化メカニズム) を実験的に示唆する重要な知見を得た。

加えて、同合金への有害元素とスキヤベンジング元素との相互作用をより詳細に検討するため、第一原理計算による仕事関数の検討に基づき、Mg 合金への各種元素の耐食性への影響を評価した。混合エンタルピー値から一次選定した幾つかの元素に対して仕事関数の検討を行い、有害元素に対する複数のスキヤベンジング候補元素の提案に至った。これらの知見をもとに、不純物元素等を意図的に添加した複数の試作合金を溶製し、理論と実験の両面から有害元素無害化技術の基盤構築を進めた。

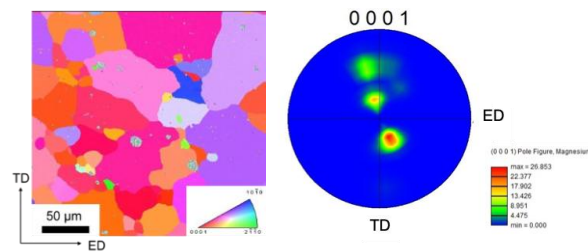


図 1 IPF マップ (左図) および極点図 (右図)

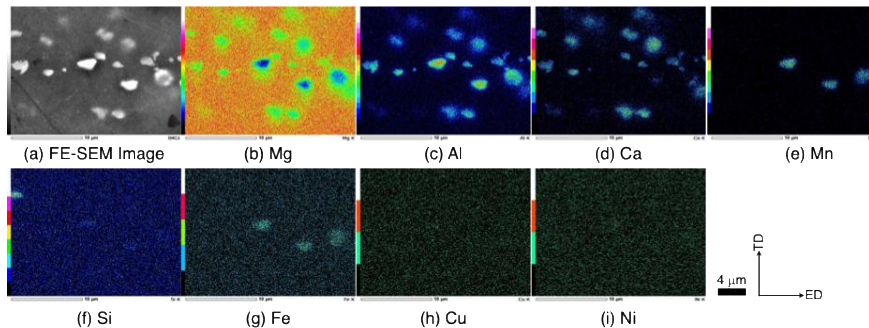


図 2 AX41 合金の EDS マッピング

今後の展開

本年度の成果を日本金属学会または軽金属学会にて発表し、学術的還元を図る。今後は、第一原理計算によるスキヤベンジング元素探索を拡張し、理論的知見をさらに深化させる。あわせて、塑性加工や熱処理を介した組織制御 (化合物形成や偏析制御) による有害元素無害化メカニズムを実験的に解明する。計算科学と実験的手法の融合により、マグネシウム基構造材料の高度リサイクルを可能とする材料・プロセス設計指針の確立を目指す。

(様式1)【ホームページ掲載用】