

2024 年度年次報告書

材料創製および循環プロセスの革新的融合基盤技術の創出とその学理構築

2024 年度採択研究代表者

醍醐 市朗

東京大学 先端科学技術研究センター

准教授

ばらつきを制する R-PSPP に基づく二次資源からの材料生産チェーン設計学

主たる共同研究者:

井上 純哉 (東京大学 生産技術研究所 教授)

上路 林太郎 (物質・材料研究機構 構造材料研究センター グループリーダー)

小林 能直 (東京科学大学 総合研究院 教授)

佐々木 大輔 (久留米工業高等専門学校 材料システム工学科 准教授)

研究成果の概要(800 字以内)

従来の PSPP 枠組みでは、天然資源を前提として原料の化学組成は制御可能な変数とみなされていた。これに対し、本研究の提案する R-PSPP 枠組みは、化学組成の不確実性を考慮することで、資源循環を前提とする今後の材料開発における新たな枠組みとなることが期待された。鉄鋼材料を対象に、組織認知深層学習モデルのマルチスケール化手法を構築した。その学習のために、鋼材内部組織のマッピング、および形成過程における旧オーステナイト粒の推定とマッピング手法を整備した。

鉄スクラップの性状把握のため、実際に流通する約 3 トンのヘビースクラップから手選別により約 50 kg の異物を取得し、溶解試験を実施した。その結果、異物中の不純物は鋼材中許容濃度の 10 倍以上含有される場合があることを明らかにした。また、異物検出には、鉄スクラップ画像に対して追加学習を施した視覚言語モデルが有効であり、精度向上には高解像度画像が必要であることがわかった。画像取得手法の検討とともに、さらなるモデル改良が期待される。

鋼材表面に形成される酸化鉄の多段層における Cu 固溶体の挙動を実験的に解明し、酸化鉄層中に Cu を分離する可能性を見出した。次に、Cu 濃度と温度が多段圧延におけるパス間での再結晶挙動に与える影響を調査し、広い Cu 濃度範囲において挙動が変わらない温度帯が存在することを確認した。不測の高 Cu 濃度の溶鋼に対して、適切なプロセス条件によりロバストな生産チェーンの構築が可能であることが示唆された。

Cu 濃度が 0.2%-0.5% の間で、衝撃靱性における高機能化の可能性を見出した。課題は、延性脆性遷移温度に及ぼす Cu の影響であり、組織により影響が異なる可能性が示唆された。低温熱間加工によって制御可能かどうかの検討が期待される。試験結果を深層学習と連携させるため、物性値、荷重変位線図の他、各種組織画像データの取得方法を検討した。