

2025 年度軽金属論文賞

■受賞論文名 「Al-Cu および Al-Mg-Si 合金における GP ゾーン・ナノクラスタ形成過程および形状決定因子に対する数値解析」

(軽金属 第 74 巻 第 12 号 (2024) P. 535-545)

芝浦工業大学大学院

東海林 瑞希 君

芝浦工業大学大学院

栗原 健輔 君

日本原子力研究開発機構

Ivan Lobzenko 君

日本原子力研究開発機構

都留 智仁 君

芝浦工業大学

芹澤 愛 君

■表彰理由

Al-Cu合金およびAl-Mg-Si合金は、いずれも時効硬化型アルミニウム合金であるが、時効処理過程でGuinier-Preston (GP) ゾーン形成前のナノクラスタ形成の有無が異なる。本研究では、両合金中のGPゾーンおよびナノクラスタの形成過程に着目し、平衡モンテカルロ (MC) 計算により、有限温度における安定構造を探索するとともに、拡散MC計算を用いて、溶質原子の拡散および凝集挙動の解析を行い、両合金中の形成過程を調査した。さらに、アルミニウム母相中の溶質原子および空孔の2体間および3体間の結合状態から、GPゾーンおよびナノクラスタにおける形状支配因子を考察している。その結果、Al-Cu合金では平面状GPゾーンが、また、Al-Mg-Si合金では球状ナノクラスタが形成されることを確認し、この違いを空孔と溶質原子との局所結合の安定性の差から説明づけている。

本論文の成果は、時効硬化型アルミニウム合金におけるGPゾーンおよびナノクラスタの形成過程に対し、学術的に極めて有益な知見を与えている。よって、軽金属論文賞に値すると判断し、ここに表彰する。

2025 年度軽金属論文新人賞

■受賞者 北 峻太 君 名古屋大学大学院

■論文名 「Al-Si-Fe および Al-Si-Mn3元系共晶合金の凝固組織と熱力学計算の比較」
(軽金属 第 75 巻 第 4 号 (2025), P. 190-198)

■表彰理由

本論文は、Al-Si-FeおよびAl-Si-Mn共晶組成の凝固組織を対象に、炉冷・铸込み・DSCによる制御冷却まで含め系統的に観察し、熱力学計算との対応を精緻に検証したものである。熱分析における発熱ピークとSEM/TEM観察を一対一で対応づけることで、凝固順序を実験的に決定し、いずれの組成においても α -Alが初晶で、計算が示す凝固経路と異なることを明確に示した。この普遍的固相化順序の確立は、共晶近傍においても α -Alの成長速度論が支配的となる原理的理解を示した。さらに、冷却速度の増加により針状 β -Al₅FeSiが抑制され、 α -Al₁₅(Mn,Fe)₃Si₂が優勢化することを見出した。これにより、Mn/Fe比と冷却条件の同時最適化による相選択を制御の可能性を示し、合金設計上の要点を明確化した。液相線投影やScheil計算の限界をふまえ、低温域の相安定性と α -Al成長の速度論を考慮すべき指針を提示し、DSCの発熱ピークから、凝固進行を読み解く実用的指標として位置づけた。

上記の成果は、精度の高い実験と周到な熱分析・組織解析に基づいており、Al-Si-Fe/Mn 系共晶凝固の理解を深めるとともに、合金設計に有用な知見を提供する。さらに、本手法は今後の展開にも十分な発展性を有する。よって、軽金属論文新人賞に値すると判断し、ここに表彰する。

■受賞者 東海林 瑞希 君 芝浦工業大学大学院

■論文名 「Al-Cu および Al-Mg-Si 合金における GP ゾーン・ナノクラスタ形成過程および形状決定因子に対する数値解析」
(軽金属 第 74 巻 第 12 号 (2024) P. 535-545)

■表彰理由(400 字～500 字)

Al-Cu合金およびAl-Mg-Si合金は、ともに時効硬化型アルミニウム合金であるが、時効処理中のGuinier-Preston (GP) ゾーン形成前におけるナノクラスタ形成有無の点が異なる。本研究では、両合金中のGPゾーンおよびナノクラスタに着目し、平衡モンテカルロ (MC) 計算を用いて有限温度下での安定構造を探索するとともに、拡散MC計算によって、溶質原子の拡散および凝集挙動の解析を行い、両合金中のGPゾーンおよびナノクラスタの形成過程を調査している。さらに、アルミニウム母相中の溶質原子および空孔の2体間および3体間の結合状態から、GPゾーンおよびナノクラスタにおける形状を支配する因子について考察している。その結果、Al-Cu合金では平面状GPゾーンが、また、Al-Mg-Si合金では球状ナノクラスタが形成されることを明らかにし、両者の違いを空孔と溶質原子との局所結合の安定性の差から説明づけている。

これらの成果は、時効硬化型アルミニウム合金における微細組織形成過程を理解するうえで、学術的に極めて有益な知見を与えている。よって、本論文第一著者に対し、今後のいっそうの研究活動の発展と活躍を期待して軽金属論文新人賞を授与する。

■受賞者 土屋 昇大 君 岩手大学大学院(現 株式会社神戸製鋼所)

■論文名 「Al-Zn-Mg-Cu 合金の粒界におけるボイド形成・亀裂進展解析」
(軽金属 第 75 巻 第 2 号 (2025) P. 96-102)

■表彰理由

高強度アルミニウム合金である Al-Zn-Mg-Cu 合金は高い水素脆化感受性を示し、その傾向は高強度なほど顕著である。この水素脆化の起源は、析出強化相である η 相の界面剥離とされてきたが、これは第一原理計算による結果であり、剥離プロセスを実験的に可視化された報告はない。本論文は、粒界析出相と水素脆性破壊(粒界破壊)の因果関係を実験的に明らかにするべく、放射光X線CTおよび走査電子顕微鏡を用いたその場引張試験により、粒界亀裂進展のマルチスケール可視化を実施した。その結果、粒界上のボイド形成とその連結が、粒界亀裂の発生・進展プロセスであることを明らかにするとともに、粒界 η 相を起点としてボイドが形成される過程を直接観察し、本合金における粒界破壊の起源が、粒界 η 相の剥離であることを実証した。

上記の成果は、Al-Zn-Mg-Cu 合金の水素脆化機構の解明として重要知見であり、本合金の高強度化に寄与するものである。よって、本論文の第一著者に対し、今後のいっそうの研究活動の発展と活躍を期待し、軽金属論文新人賞を授与する。

第 60 回小山田記念賞

■受賞技術 「高強度アルミニウム熱間鍛造の新プロセスの開発」

■受賞者	鈴木 一広 君	(トヨタ自動車株式会社 素形材技術部)
	殿園 広 君	(トヨタ自動車株式会社 本社鍛造部)
	小林 岳人 君	(トヨタ自動車株式会社 素形材技術部)
	浅井 千尋 君	(トヨタ自動車株式会社 モビリティ材料技術部)
	山田 正洋 君	(トヨタ自動車株式会社 素形材技術部)
	五十川 雅之 君	(トヨタ自動車株式会社 素形材技術部)
	阪本 正悟 君	(株式会社神戸製鋼所 大安製造所)
	堀 雅 是 君	(株式会社神戸製鋼所 アルミ鋳鍛工場)

■表彰理由

近年、カーボンニュートラルの実現に向けた取組みが本格化し、自動車産業においても燃費・電費向上のための軽量化技術開発が急速に進められている。自動車の足回りの基幹部品であるステアリングナックルにおいては、従来の鋼製からアルミニウム鍛造製への材料置換が進展している。しかし、一般的なアルミニウム鍛造プロセスでは、鍛造前の素材加熱に加え、溶体化・焼入れ処理、人工時効処理の計3回の熱処理を必要とすることから、製造時のCO₂排出量が多いこと、また、鍛造時に導入される転位の影響により、溶体化処理時の結晶粒成長に伴う強度低下が課題であった。

本技術は、鍛造工程において制御冷却技術と材料温度低下技術を導入することで、鍛造前の素材加熱と溶体化処理を一体化し、熱処理工程を2回に削減する新プロセスを確立した。その結果、製造時のCO₂排出量の大幅削減と製品の高強度化、加えて耐応力腐食割れ性の向上を達成した。本技術を適用した高強度ステアリングナックルは既に複数の車種で採用され実用化しており、また、従来のプロセス比でCO₂排出量67%削減し、製品強度5%、耐応力腐食割れ性10%向上を達成している。以上より、本技術は、小山田記念賞にふさわしい技術であると判断する。

第 48 回高橋記念賞

■受賞者 成瀬 隆 君 株式会社UACJ

■表彰理由

成瀬 隆 君は 1989 年にスカイアルミニウム株式会社(現 株式会社 UACJ)に入社以来、36 年間一貫してアルミニウム鑄造工程に従事した。入社後はスラブ鑄造オペレーターとして、溶解から鑄造まで幅広い技能を習得し、2007 年からは作業主任として現場を牽引した。2003 年に古河スカイ株式会社、2013 年に株式会社 UACJ 設立といった大規模な事業再編においては、従来にない合金やサイズの鑄造に挑戦し、技術確立の中心的役割を果たした。特に現場・現物・現実の製造側目線と、原理・原則の技術部門目線とを結びつけ、標準化と技術伝承の仕組みづくりに大きく貢献した。2017 年には統括主任に就任し、安全・生産の管理や人材育成にも尽力した。現在は鑄造計画の主担当として、下工程との連携強化と鑄造計画を自動化する DX 推進に取り組んでいる。長年培った知識と経験を次世代へ継承できる体制づくりに寄与し、今後も活躍が期待される。

■受賞者 菊 永 尚 文 君 株式会社神戸製鋼所

■表彰理由

菊永 尚文 君は、1994 年株式会社神戸製鋼所 長府製造所に入社以来 32 年間、一貫してアルミニウム合金の溶解・鑄造作業に従事し、常に安全・品質・生産の向上に尽力してきた。特に、当時画期的な溶解炉の燃料転換(重油・灯油から LNG への切替)やリジェネバーナーの導入では、工事計画から立上げまで携わり、省エネルギーと環境改善の両面で顕著な成果を挙げた。また、一般的な縦型 DC 鑄造だけではなく小径横型連続鑄造の生産技術にも積極的に取り組み、成果を挙げている。2013 年度の小径横型連続鑄造ラインの海外事業プロジェクトでは、設備立上げメンバーとして参加し、国内で培った溶解鑄造技術、操業技術、品質管理を現地にも広め、国際的な事業展開に大きく貢献した。近年では、CO₂削減やリサイクル推進の観点から、溶解時に発生するドロスからアルミメタル分を効率的に回収しメタルロス低減に寄与する活動においても成果を挙げている。

現在は職長として、安全・品質・生産はもちろん設備の維持管理に至るまで幅広い分野で力を発揮し、部下からの信頼も厚く、これまでの豊富な経験と知識を活かした今後益々の活躍が期待される。