

鈴木進補研究室

2024年度、本研究室では、主に以下の研究を行った。

1) 蛍光X線分析法の測定点増設による液体金属の拡散係数測定法の高精度化、2) セミソリッド発泡法で作製した発泡アルミニウム合金における気液界面および初晶粒子の解析、3) ESLで溶融凝固させたTiC添加Ti-6Al-4V試料の3次元粒数解析、4) フェーズフィールド法を用いた静電浮遊実験中におけるTi-6Al-4Vの核生成シミュレーション。以下に研究成果の一例を紹介する。

1) 蛍光X線分析法の測定点増設による液体金属の拡散係数測定法の高精度化

液体金属の拡散係数は金属の結晶成長や凝固を考える上で重要な物性値である。近年、液体金属の拡散試料濃度を蛍光X線分析法によりその場測定し、液体状態の拡散係数を取得する測定法が提案されている。これまで本研究室では、定点観測による液体金属試料の濃度変化の測定及び拡散係数の取得、拡散係数を蛍光X線分析法により測定する時系列解析方法の確立、測定上に生じる拡散係数の系統誤差の定量化と誤差要因の排除を行ってきた。一方で従来の定点観測による拡散係数測定法は、測定点を1個のみ使用して濃度測定を行っているため、その実験上の不確かさを有するパラメータを含有した拡散係数を測定値として取得していることが課題であった。そこで本研究では測定点を2個に増設し、実験上不明なパラメータである合金試料初期濃度を実験中に測定することで拡散係数の不確かさの低減を試みた。以上より本研究の目的は、蛍光X線分析法の測定点の増設により液体金属の拡散係数測定法の不確かさがどれほど改善されるかを明らかにすることとした。

実験において、従来シアーセル法を用いて信頼性のある測定値が報告されており、測定値の妥当性検証が容易な液体Sn中Biの不純物拡散係数を測定した。拡散実験は繰り返し4回行った。一辺1.5 mmフィレット径0.3 mmの角柱状グラファイト製キャピラリー内に高さ30 mmのBiを10 at.%含有したSnBi合金を下部に、高さ30 mmの純Snを上部に設置した。キャピラリー内の試料を573 Kまで加熱・温度保持し溶解した。キャピラリー底面から9.2 mmと42.3 mm上方の位置にX線を照射し、積算時間60 sにて蛍光X線を連続的に検出した。各時刻の検出スペクトルからBi La線強度とL β 線強度を算出し、各検出点での検量線を元にBi濃度を算出した。検量線の濃度範囲は、9.2 mm上方の検出点では10 at.%を上限に、42.3 mm上方の検出点では5 at.%を上限に設定した。Bi La線強度とL β 線強度の両方からBi濃度を算出し、42.3 mm上方におけるBi濃度の時間変化及び9.2 mm上方の初期Bi濃度を取得した。

見かけの拡散係数を3通りの解析手順を用いて取得した。(1) Bi濃度の時間変化に拡散の濃度解析である誤差関数式をフィッティングすることで見かけの拡散係数を取

得する方法。この際に見かけの拡散係数と合金試料初期Bi濃度を変数とした。(2) 同様に誤差関数式のフィッティングを用いて見かけの拡散係数を取得し、この際の実験上で同時測定した初期Bi濃度を定数として採用する方法。(3) Bi濃度を平均二乗変位に変換し、平均二乗変位の時間変化から見かけの拡散係数を算出する方法。(1)の方法は従来手法であり、(2)(3)の方法を行うには合金試料初期Bi濃度を測定する必要がある。いずれの方法でも最も長い拡散時間条件を有する見かけの拡散係数を拡散係数測定値とみなした。

(1)の方法では拡散係数の測定値 $(1.86 \pm 0.12) \times 10^{-9} \text{ m}^2 \text{ s}^{-1}$ を得た。シアーセル法により得られた従来の測定値は $2.4 \times 10^{-9} \text{ m}^2 \text{ s}^{-1}$ 程度であり、従来の測定値より(1)の測定値は30%程度低い値を得た。(2)の方法では測定値 $(2.44 \pm 0.08) \times 10^{-9} \text{ m}^2 \text{ s}^{-1}$ を得た。この測定値はシアーセル法により得られた従来の測定値と一致した。以上より、実験上で測定した合金試料初期濃度を採用することで妥当な拡散係数を得られた。(1)の測定値が低下した要因として、初期濃度がフィッティングによって過大評価され、それに伴い実験中の拡散が過小評価されたことが考えられる。(3)の方法でも(2)の方法と同等の測定値が得られたが、平均二乗変位の線形式へのフィッティングにより見かけの拡散係数の変動が有意に生じた。このことから(2)の方法が最も拡散係数の測定値が妥当であり、かつ見かけの拡散係数に有意な時系列変動が生じないと考えられる。以上より、蛍光X線分析法の測定点を増設させることで、実験上の不明なパラメータである合金試料初期濃度の直接測定が可能となり、その結果拡散係数測定値の不確かさが低減することを明らかにした。本研究の実験では測定点の増設により拡散係数測定値の系統誤差は30%程度低減し、従来の測定値と同等の値を得られた。

2) セミソリッド発泡法で作製した発泡アルミニウム合金における気液界面および初晶粒子の解析

発泡アルミニウム合金は、非常に軽量でありながら、吸熱性能、衝撃吸収性に優れ、熱制御材料や建材としての利用が期待される金属材料である。溶湯に熱分解でガスを発生する発泡剤TiH $_2$ を添加し、内部でガスを発生させたまま凝固することで作製する。作製中、気孔の間から溶湯が排液し、気孔が不均一になるのを防ぐため、溶湯を増粘する必要がある。セミソリッド発泡法は発泡アルミニウム合金作製法のひとつであり、従来法が増粘剤を用いるのに対して、すでに存在する初晶粒子で見かけの粘度を増加させる。初晶粒子は、浸透理論に基づくせき止め効果によってセル壁中の排液を抑制する。ここで先行研究において、発泡中、気液界面で微粒子が表面エネルギーを減少させることも排液抑制と同様に重要であると明らかにされて

いる。セミソリッド発泡法では発泡剤が唯一の微粒子であるため、これが存在するか明らかにする必要がある。さらに、従来法では最適な増粘剤の粒径が明らかだが、セミソリッド発泡法では不明である。ところが、固液共存状態における初晶粒子の状態を正確に把握できていない。従来、セミソリッド状態における初晶粒子は一般に急冷後の組織観察より評価されるが、冷却中に生じる粒成長によって固相分率の過大評価及び粒形状の変化が生じる。溶融過程におけるマイクロ組織の変遷をその場観察し、正確な結晶粒形状の変化を明らかにする必要がある。以上より本研究の目的は、発泡アルミニウム合金における気液界面に存在する微粒子の解析、ならびにその場観察により取得した球状初晶粒子が溶融するまでの形状変化を明らかにすることとした。

まず、微粒子解析のため、発泡アルミニウム合金を作製した。100 gのAl-6.4 mass%Si合金を溶解させ、固相率15%となるように613 °Cまで徐冷後、2 gのTiH₂を添加した。インペラを用いて15 s⁻¹で100 s攪拌後、200 s発泡させ、水冷凝固により発泡アルミニウム合金を得た。得られた発泡体を切断し、気孔内表面をSEMで観察、分析した。また、気孔内表面をPtでコーティングし、樹脂埋め、研磨後、SXES分析を行った。

得られた発泡アルミニウム合金の気孔内表面を観察した結果、平均粒径が約23 μmの微粒子が多量に付着していることが明らかになった。SXES分析の結果、粒子はTiを含んでおり、母材にほとんどTiは存在しないことから、この微粒子は発泡剤TiH₂由来のTiを含むと考えられる。添加した発泡剤がすべて分解し、H₂ガスを放出したとすると、約80 cm³分の気孔が得られると計算できる。しかし、実際の発泡体の気孔率と比較したところ、添加した発泡剤のうち約25%しか分解しなかったと考えられる。

初晶粒子が溶解する様子をその場観察するため、球状初晶粒子を持つ試料を作製した。DC casting法により作製されたAl-6.4 mass%Siを母材とし、再溶融後に長さ300 mm、傾斜角度30°の傾斜冷却板に注湯し初晶を球状化した。これらをφ6 mm × t3 mmの寸法に機械加工後、観察面を研磨した後、Weck試液で腐食し、光学顕微鏡で凝固偏析部を観察した。再度、観察した初晶が摩耗しない程度に研磨し、赤外線加熱炉を有した高温レーザー顕微鏡を用いて溶融過程をその場観察した。

光学顕微鏡で観察した結果、微細な初晶は全ての領域が薄色であったが、粗大な粒子は中心付近が濃色、粒界付近が薄色であった。試料はWeck試液による腐食を施しているため、濃色の箇所は合金元素が低濃度、薄色の箇所は高濃度といえる。また、合金元素の濃度差は凝固偏析によるものと考えられることから、薄色部は傾斜冷却板を用いた casting後に水冷によって結晶粒成長した部分といえる。溶融過程をその場観察した結果、試料温度が約566 °Cで共晶から溶融が開始し、次いで初晶が溶融した。微小な初晶はおおよそ形状を維持したまま縮小していった。初晶内で優先

的に溶融した箇所はWeck試液による腐食後に薄色を示した部分と一致した。以上より、セミソリッド状態において初晶粒子は合金元素濃度の高い凝固偏析部から優先的に溶融し、合金元素濃度の低い部分が固相として残留する傾向にあると考えられる。

3) 静電浮遊炉で溶融凝固させたTiC添加Ti-6Al-4V試料の3次元粒数解析

Ti-6Al-4VにTiCを添加し、溶融凝固させると結晶粒が等軸微細化する。この研究は、粒数密度の変動を考慮した、試料中心を通る1断面(中心断面)からの旧β粒数推定式を確立することを目的とした。

Ti-6Al-4Vと5 mass%のTiCからなる混合粉末の焼結体を、静電浮遊炉(ESL)で溶融凝固させ、直径Dが2.20 mmの球形試料を得た。試料を樹脂埋め後、機械研磨を行った。得られた断面に電子後方散乱回折法と結晶方位関係に基づく逆解析を行って旧β粒マップを得た。樹脂埋め以降の操作を繰り返すことで、旧β粒マップを計6枚得た。これらは、球中心から断面中心までの最短距離を球半径で除算して得られる無次元断面距離 x が異なる。

1辺の長さがESL試料の直径に等しい立方体内で母点をランダムに配置した。これらを起点に垂直二等分面で領域を分割するVoronoi tessellation(VT)を実施し、粒数 G_{n-true} を変動させた計7種類の球形3次元モデルを生成した。さらに、それぞれから等間隔に x を変動させた5種類の断面を取得した。ESL試料とVTモデルから得た断面を対象に、断面内の粒数を面積で除算した N_A と直径上の粒数を直径の長さで除算した N_L を取得した。これらの値から粒数密度比 $N_A^2 \cdot N_L^{-1}$ を求めた。

ESL試料とVTモデルにおける $N_A^2 \cdot N_L^{-1}$ の変動係数は、ESL試料で0.31、VTモデルで0.19-0.31と算出された。この結果は、一定の $N_A^2 \cdot N_L^{-1}$ を取らないESL試料の挙動をVTが再現したことを示す。

N_A^2 と N_L の相関関係は、4次式で近似した。これを先行研究の推定式に組み込むことで、 N_V を N_L のみで記述される関数(修正 N_V 式)にした。これにより、試料の中心断面全体にわたって平行に複数の計量線を引き、それぞれに対して N_L を取得すれば、試料全体の N_V を間接的に得られる。

各VTモデルの球の中心断面上に引いた9本の計量線から N_{L-i} を取得した。これを修正 N_V 式に適用することで、対応する N_{V_i} を算出した。並行して、 i 番目と $i+1$ 番目の計量線間の領域である球台の体積 V_i を算出した。 N_{V_i} と V_i の積の総和を取るだけでは、球台が隣接する境界にて同じ粒が重複して数えられてしまう。そこで、補正項として、1つの粒を通過する計量線の平均本数 \overline{D}_c を計算した。この値は、平均粒径 $N_{L\perp}^{-1}$ を計量線間隔 Δx で除算して得た。最後に N_{V_i} と V_i の積から得られる粒数の総和を \overline{D}_c で割ることで、3つの条件を満たす推定式 $G_n(N_{L-i}, D)$ を確立した。この式をVTモデルの断面に適用し、その結果として

得られる粒数 G_n がそのモデルがもつ真の粒数 G_{n-true} と比較してどの程度近くなるかを検証した。その結果、 Δx が $N_{L\perp}^{-1}$ 未満のとき、推定された G_n の標準偏差内に G_n が取まった。

4) フェーズフィールド法を用いた静電浮遊実験中における Ti-6Al-4V の核生成シミュレーション

金属積層造形において、Ti-6Al-4V にヘテロ凝固核 TiC を添加することで結晶粒が等軸微細化し、強度が上昇する。TiC による微細化メカニズム解明のため、TiC 以外の核生成要因を排除できる静電浮遊炉 (ESL) を用いて試料の溶融凝固実験が実施されている。その過程で TiC が溶解し、溶け残った TiC の一部が微細化の核として機能することが予測されている。しかし、ESL 実験では核生成の *in-situ* 観察ができない。そこで、フェーズフィールド法を用いることで ESL 実験における Ti-6Al-4V の核生成挙動を再現可能となり、TiC が機能する条件を解明できると着想した。

初めに、過冷度と結晶粒数が ESL 実験の値に一致するようにシミュレーションの設定条件を最適化する。その後、核生成サイトとなる TiC の特徴を見出す。計算簡略化のため本研究では、TiC を起点とする核生成の前駆体を「SEED」として扱う。また、SEED の半径は、核生成判定に関わるパラメータであり、仮にすべて同じ半径と設定した場合、SEED はすべて同時に核生成サイトとして機能するため、実験を再現できなくなる。そこで、本研究の目的は、ESL 実験の過冷度と結晶粒数を再現可能な SEED 半径

の設定条件及び、その SEED が核生成サイトとして機能する条件を明らかにすることとした。

シミュレーション条件簡略化のため、ESL 実験試料の中心部 $750 \times 750 \times 1 \mu\text{m}^3$ に相当する領域を解析領域として設定した。また、冷却条件には、温度勾配、復熱がない均一冷却モデルを採用した。また、SEED 数を先行研究で見積もられた ESL 実験の残存 TiC 数の割合に対応する 15 個と一致させた。SEED 半径を 1-200 nm に設定し、6 つの半径分布を A-F と設定した。

その中で SEED 半径を 1-5 nm に設定した分布 F は、結晶粒数 N_{PF_fin} が ESL 実験結果³⁾ と範囲内に収まった。また、配置した SEED 数を、核生成後の結晶粒数が下回っていたことから、核生成サイトとして機能しなかった SEED が存在する結果が得られた。

A-F のすべての分布で SEED 半径が大きい順に核生成サイトとして機能した。分布 F の各 SEED において、核生成判定の基準である過冷度 ΔT_{PF} と臨界過冷度 ΔT_{cr} を算出したところ、SEED が核生成サイトとして機能した瞬間に、 ΔT_{PF} が ΔT_{cr} を上回っていることが確認できた。しかし、核生成サイトとして機能しなかった SEED も ΔT_{PF} が ΔT_{cr} を上回っていた。機能しなかった SEED は ΔT_{PF} が ΔT_{cr} を上回る前に、すでに核生成し成長している結晶粒に取り込まれ、その後 ΔT_{PF} が ΔT_{cr} を上回った。これが原因で核生成サイトとして機能しなかったと考えられる。つまり、SEED が核生成サイトとして機能する条件は SEED が他の結晶粒に取り込まれずに、過冷度 ΔT_{PF} が臨界過冷度 ΔT_{cr} を上回ることであることを明らかにした。

著書・論文

M. Shiinoki, K. Noboribayashi, Y. Nishimura, A. Yamanaka, S. Suzuki International Journal of Microgravity Science and Application, 42 (2025) 420104
H. Horikoshi, I. Orikasa, M. Kataoka, Y. Inatomi, S. Suzuki Defect and Diffusion Forum, 439 (2025) 291-304
Y. Kobayashi, M. Shiinoki, T. Masaki, S. Suzuki Defect and Diffusion Forum, 439 (2025) 127-138
N. Tsuchida, M. Tsutsumi, S. Takamatsu, and S. Suzuki Proceedings of International Conference on Materials Processing Technology 2025, 67-73
S. Yano, M. Sawada, S. Suzuki Proceedings of International Conference on Materials Processing Technology 2025, 75-79
Y. Mabuchi, H. Aoki, C. Hanada, Y. Ueda, K. Kadoi, Y. Kushiya, R. Saguchi, K. Yoneda, M. Yamada, H. Sato, Y. Watanabe, S. Ozawa, S. Nakano, C. Koyama, H. Oda, T. Ishikawa, Y. Watanabe, T. Shimaoka, S. Suzuki Int. J. Microgravity Sci. Appl., 41 (2024) 410201
Y. Mabuchi, C. Hanada, H. Aoki, Y. Ueda, K. Kadoi, Y. Kushiya, R. Saguchi, K. Yoneda, M. Yamada, H. Sato, Y. Watanabe, S. Ozawa, S. Nakano, C. Koyama, H. Oda, T. Ishikawa, Y. Watanabe, and S. Suzuki Metall. Mater. Trans. B, 55 (2024) 2467-2484
C. Tabata, T. Osada, T. Ohmura, T. Yokokawa, K. Kawagishi, S. Suzuki Superalloys 2024, (2024) 598-605
K. Kawagishi, C. Tabata, T. Yokokawa, Y. Takata, M. Yuyama, T. Horie, H. Maezawa, S. Suzuki, H. Harada Superalloys 2024, (2024) 555-560
T. Saito, H. Harada, T. Yokokawa, M. Osawa, K. Kawagishi, S. Suzuki Superalloys 2024, (2024) 156-165
N. Ohno, T. Osada, C. Tabata, T. Yokokawa, A. Ikeda, K. Kawagishi, S. Suzuki Advances in Materials, Manufacturing, and Repair for Power Plants: Proceedings from the Tenth International Conference, (2024) 814-820
C. Hanada, Y. Mabuchi, K. Kadoi, Y. Ueda, Y. Kushiya, H. Aoki, R. Saguchi, M. Yamada, H. Sato, Y. Watanabe, Y. Harada, S. Ozawa, S. Nakano, H. Oda, C. Koyama, T. Ishikawa, Y. Watanabe and S. Suzuki Metallurgical and Materials Transactions B, 4 (2024) 2864-2879
J. Ikegawa, S. Wang, K. Saito, K. Yamazaki and S. Suzuki Metals, 14 (2024) 999
Y. Watanabe, G. Takahashi, R. Saguchi, H. Sato, H. Aoki, S. Suzuki, S. Nakano, Y. Watanabe, C. Koyama, H. Oda, T. Ishikawa International Journal of Thermophysics, 45 (2024) 144
H. Sakaguchi, T. Kishimoto, S. Suematsu, T. Tashima, K. Kano, S. Kajino, S. Gondo, S. Suzuki Materials, 17 (2024) 4320
T. Saito, H. Harada, T. Yokokawa, M. Osawa, K. Kawagishi, S. Suzuki Materials Transactions, 65 (2024) 1443-1457
K. Kadoi, C. Hanada, Y. Mabuchi, Y. Ueda, Y. Kushiya, H. Aoki, K. Yoneda, R. Saguchi, M. Yamada, H. Sato, Y. Watanabe, S. Nakano, S. Suzuki Proceedings of the International Astronautical Congress, IAC, (2024) 308-315
M. Sawada, S. Suzuki Advanced Engineering Materials, 26 (2024) 52301001
A. Yamanaka, Y. Kobayashi, K. Noboribayashi, K. Kawashima, M. Shiinoki, S. Suzuki Int. J. Microgravity Sci. Appl., 41 (2024) 410301
鈴木進補, 澤田万尋 金属, 94 (2024) 320-327 Metallurgical and Materials Transactions B, 55 (2024), 183-194
Y. Ueda, K. Kadoi, Y. Kushiya, H. Ueno, Y. Mabuchi, C. Hanada, S. Suzuki Phase-field Simulation of SEEDs as Nucleation Sites in Ti-6Al-4V for Electrostatic Levitation Experiments Proceedings of the 8th International Conference on Solidification and Gravity (2025) 67-85

講演・発表

<p>静電浮遊法にて溶融凝固させたTiC添加Ti-6Al-4V球形試料の3次元β粒数取得 軽金属学会 第146回春季大会 ポスターセッション 2024/5/11 受賞</p>
<p>セミソリッド発泡法で作成した発泡アルミニウム合金のセル壁安定性 軽金属学会 第146回春季大会 2024/5/11</p>
<p>亜共晶Al-Si系合金の球状初晶粒径に及ぼすセミソリッド状態保持の影響 日本鑄造工学会 第183回全国講演大会 2024/5/25 受賞</p>
<p>Improvement of interference fringes analysis to obtain the more accurate Soret coefficient The 20th International Conference on Diffusion in Solids and Liquids (DSL 2024) 2024/6/25 受賞</p>
<p>Additional mass transport in diffusion measurement for liquid alloys by monitoring the in-situ technique The 20th International Conference on Diffusion in Solids and Liquids (DSL 2024) 2024/6/27</p>
<p>第6世代Ni基単結晶超合金TMS-238のRu添加量低減によるTCP相析出への影響 R054カーボンニュートラルの実現のための耐熱材料委員会 2024/7/8</p>
<p>Microscopic behavior of self-diffusion in liquid Sn and Pb using molecular dynamics simulation 7th International Conference on MATERIALS SCIENCE & NANOTECHNOLOGY 2024/7/16 invited</p>
<p>液体Al合金中の微視的構造と溶質原子の拡散挙動との関係 第52回可視化情報シンポジウム 2024/7/19</p>
<p>移動視野を用いたソーレ係数測定手法 日本マイクログラビティ応用学会 微小重力科学 若手夏の学校 2024 2024/8/7</p>
<p>「きぼう」日本実験棟の静電浮遊炉に搭載された高速度カメラを用いた結晶成長速度の解析 日本マイクログラビティ応用学会 微小重力科学 若手夏の学校 2024 2024/8/7</p>
<p>国際宇宙ステーションの静電浮遊炉で溶融凝固させたTi-6Al-4V試料の表面解析 日本マイクログラビティ応用学会 微小重力科学 若手夏の学校 2024 2024/8/7</p>
<p>ポーラス金属の宇宙利用 日本マイクログラビティ応用学会 微小重力科学 若手夏の学校 2024 2024/8/7</p>
<p>Melt Track Formation Process with a Constant Linear Energy Density in Laser Powder Bed Fusion Revealed by In-situ X-Ray Imaging and Temperature Measurement The 35th ANNUAL INTERNATIONAL Solid Freeform Fabrication SYMPOSIUM 2024 2024/8/14</p>
<p>液体金属の拡散係数測定と微視的拡散挙動の評価 高温物性値フォーラム 令和6年度 第1回研究会 2024/8/22</p>
<p>Phase-field Simulation of SEEDs as Nucleation Sites in Ti-6Al-4V for Electrostatic Levitation Experiments The 8th International Conference on Solidification and Gravity 2024/9/4</p>
<p>TiCにより結晶粒微細化させたTi-6Al-4V合金Hetero-3D静電浮遊実験試料の3次元β結晶粒解析 軽金属学会 関東支部 第10回若手研究者ポスター発表会 2024/9/4 受賞</p>
<p>分子動力学法を用いた液体Al-Sn合金中における原子の拡散挙動評価 日本マイクログラビティ応用学会 第36回学術講演会 (JASMACH-36) 2024/9/10 受賞</p>
<p>Hetero-3DのISS-ELF実験におけるTi-6Al-4Vの3次元結晶粒解析 日本マイクログラビティ応用学会 第36回学術講演会 (JASMACH 36) 毛利ポスターセッション 2024/9/11 受賞</p>
<p>Hetero-3DのISS-ELF実験で溶融凝固させたTiC添加Ti-6Al-4V試料の表面解析 日本マイクログラビティ応用学会 第36回学術講演会 (JASMACH 36) 毛利ポスターセッション 2024/9/11 受賞</p>
<p>ISS-ELFの高速度カメラによるTi-6Al-4Vの結晶成長速度解析と誤差の検討 日本マイクログラビティ応用学会 第36回学術講演会 (JASMACH 36) 2024/9/12</p>
<p>原子量の影響を考慮した液体Sn中における不純物拡散係数の予測式 日本マイクログラビティ応用学会 第36回学術講演会 (JASMACH 36) 2024/9/12</p>
<p>Hetero-3DミッションにおけるTiCを添加したTi合金試料のISS-ELFによる溶融凝固実験の飛行後解析 日本マイクログラビティ応用学会 第36回学術講演会 (JASMACH 36) 2024/9/12</p>

Interfacial Strength Evaluation Between Sulfur-Segregated Al ₂ O ₃ and Ni-Al Single Crystal Alloy Using Nanoindentation Superalloys 2024 2024/9/13
Effects of Trace Impurities in Ni-Base Single Crystal Superalloys on High-Temperature Properties and Disabling of Impurities by CaO for Recycle of Superalloys Superalloys 2024 2024/9/13
Effect of the Interfacial Strain Anisotropy on the Raft Structure of Ni-Base Single Crystal Superalloys and Novel Alloy Design Approach by Controlling the Lattice Misfit and the Elastic Misfit Superalloys 2024 2024/9/13
その場観察法を用いた Laser powder bed fusion における金属粉末の周期的な溶融現象の評価 第11回 ZAIKEN Festa 2024/10/3 受賞
傾斜冷却板を用いて初晶粒子を球状化した Al-6.4Si 合金の溶融挙動その場観察 第11回 ZAIKEN Festa 2024/10/3
液体金属の拡散係数測定と微視的拡散挙動の解析 J-PARK ワークショップ (構造不規則系研究会) 1MW で探れ, 非晶質の中の小さな不思議 - 「自由」と「束縛」の協奏曲 - 2024/10/30
初晶粒子を球状化した Al-6.4Si 合金の溶融挙動その場観察 軽金属学会 第147回秋期大会 2024/11/9 受賞
その場観察による laser powder bed fusion における純チタン粉末の周期的な溶融現象の評価 軽金属学会 第147回秋期大会 2024/11/9 受賞
SPring-8 を用いた Ti-6Al-4V 積層造形体中の TiC ヘテロ凝固核粒子の 3 次元形状評価 2024 軽金属学会 東海支部 若手ポスター発表会 2024/11/15
方向性ポーラス金属の気孔配列とセル壁破断までの圧縮応力-ひずみ曲線の関係 第75回塑性加工連合講演会 2024/11/9
フライト鋼板における引張試験中のひずみ保持が破断伸びに及ぼす影響 第75回塑性加工連合講演会 2024/11/10
Laser powder bed fusion における溶融現象のその場 X 線透過観察 R054 カーボンニュートラル実現のための耐熱材料委員会 2024/11/11
Effect of Oxygen on Stability of Aluminum Alloy Foam fabricated through Semi-Solid Route 8th International Conference on Cellular Materials CellMAT 2024 2024/11/27 受賞
任意の気孔配列を持つ方向性ポーラス金属における圧縮応力の予測 日本塑性加工学会 関東地域 3 支部新進部会合同 若手学生研究交流会 2024/12/11
亜共晶 Al-Si 系合金の球状初晶粒径に及ぼすセミソリッド状態保持の影響 日本鑄造工学会 第10回関東支部 学生講演 2024/12/12
金属用 3D プリンタの造形プロセスを直接観察すると何が分かるのか? ZAIKEN CAFE 2024 #7 2025/1/9
X 線透過法による金属積層造形プロセスのその場観察 SAT テクノロジー・ショーケース2025 2025/1/23
球状初晶を有した Al-Si 合金が溶融しセミソリッド状態になるまで ZAIKEN CAFE 2024 #8 2025/2/6
Homogenization during solution heat treatment of Ni-base single-crystal superalloy TMS-238 International Conference on Advances in Materials, Manufacturing & Repair for Power Plants 2025/2/26
X 線透過法を用いた Laser Powder Bed Fusion における Hastelloy X 粉末の溶融現象評価 関東学生会 第64回学生会員卒業研究発表講演会 2025/3/3 受賞
汎用ニューラルネットワークポテンシャルを用いた水/エタノール系の分子動力学計算 日本機械学会 関東支部 第31期総会・講演会 2025/3/4
Shape Change of Spherical Primary Crystal in Hypoeutectic Aluminum-Silicon Alloy Held in Semi-Solid State International Conference on Materials Processing Technology 2025 2025/3/6-7

Decrease in Compressive Stress Due to Irregularity of Pore Arrangement in Directional Porous Metals International Conference on Materials Processing Technology 2025 2025/3/6-7
LPBFにおけるTiCヘテロ凝固核を添加したTi-6Al-4Vの溶融挙動その場観察 日本金属学会 2025年春期(第176回)講演大会 2025/3/8 受賞
ナノインデンテーションによるAl ₂ O ₃ /Ni基界面応力評価と有限要素解析 日本金属学会 2025年春期 第176回講演大会 2025/3/9
Ni基超合金製造時において不純物Siを除去可能な酸化物の探索 日本金属学会 2025年春季(第176回)講演大会 2025/3/9
Development of Advanced Ni-base Single Crystal Superalloys and Direct Recycling Technique TMS 2025 154 th Annual Meeting and Exhibition 2025/3/23-27