

令和 4 年 6 月 21 日現在

機関番号：14301

研究種目：基盤研究(S)

研究期間：2017～2021

課題番号：17H06155

研究課題名(和文) 三次元時間分解・その場観察を基礎とした凝固組織のダイナミクスの構築と展開

研究課題名(英文) Modeling of solidification dynamics supported by 3D time-resolved in-situ observations

研究代表者

安田 秀幸 (Yasuda, Hideyuki)

京都大学・工学研究科・教授

研究者番号：60239762

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 130,200,000円

研究成果の概要(和文)：凝固工学の発展には金属材料の凝固現象を実証的に把握することが不可欠であるが、その手法が限られてきた。本課題では、金属材料(Sn、Al、Ni、Fe合金など)のテンドライト成長による組織形成過程を三次元でその場観察できる時間分解コンピュータドモグラフィー(4D-CT)を、放射光の特長を活かした観察手法と熱力学原理に基づいた再構成手法の開発により実現した。この手法開発により、二次元・三次元での観察が可能になり、鉄鋼材料における新たな凝固・変態過程の解明と変態後の組織形成への影響、鋳鉄におけるグラファイト生成機構、Al合金の固液共存体の変形機構など金属材料の凝固現象を実証的に明らかにした。

研究成果の学術的意義や社会的意義

世界において代表的な放射光施設であるSPring-8の高輝度・高平行度の単色X線を利用したコンピュータ断層撮影(CT)により、鉄鋼材料、アルミ合金などの金属材料が液相から固体に変態する過程において時々刻々と変化する凝固組織の三次元観察を実現した。観察に基づく実証的研究により鉄鋼材料などの凝固組織の形成過程やアルミ合金の凝固過程での変形機構が明らかになり、凝固ダイナミクスの新たな学理の構築に結びついた。例えば、鉄鋼材料では従来考えられてきた凝固・変態と違う形態を見出し、組織制御などに応用できる可能性を見出した。これらの知見は金属材料の製造プロセスの発展に寄与する。

研究成果の概要(英文)：It has been required to understand solidification phenomena in metallic alloys based on direct observation. However, there were still limitations to the direct observations. In this study, time-resolved computed tomography (4D-CT), which uses the synchrotron radiation X-rays, and a thermodynamic-based reconstruction procedure, was developed to observe microstructure evolution during dendritic solidification in Sn, Al, Ni and Fe alloys. The developed technique allowed us to perform the two-dimensional and the three-dimensional observations. An alternative solidification and transformation mode was found in steel solidification, and the transformation significantly influenced the microstructure evolution of austenite grains. In addition, the formation mechanism of graphite nodules in cast iron, and the deformation mechanism of semisolid during solidification were studied using the developed technique.

研究分野：金属生産工学

キーワード：融体・凝固 鋳造 結晶育成・成長 放射光 トモグラフィー

### 1. 研究開始当初の背景

凝固後の組織観察は、凝固組織や欠陥の形成機構の理解に貢献してきたが、得られる情報には限界があった。そこで、硬 X 線領域の高輝度・単色光が利用できる第 3 世代放射光施設 (SPring-8 など) の稼働とともに金属合金の凝固過程を時間分解・その場観察する試みが開始され、研究代表者グループは観察技術の開発、観察対象の合金系の拡大を行い、1500°C 付近の高温で鉄鋼材料などの凝固現象の透過イメージングを実現した。

透過イメージングの時間分解・その場観察は、実証的な結果を提供し、従来の理解を覆す結果もあった。例えば、非定常成長時に発生するデンドライトの溶断、鉄鋼材料における凝固過程あるいは直後に起こる体心立方格子 (BCC、フェライト) から面心立方格子 (FCC、オーステナイト) への固相変態、電磁ブレーキとしての作用が知られている静磁場印加による対流誘起など従来の理解とは異なる現象が明らかになった。これらは、凝固組織形成の学理の構築において新しく、かつ、基盤となる実験事実であり、これらの知見は凝固・ casting プロセスにおける組織形成の理解に役立った。

一方、透過イメージングは二次元観察 (2D 観察) であり、デンドライトの成長などが空間的に制約される。特に薄膜試料ではその制約が顕在化するケースもあった。そのため、二次元観察に加えて、三次元観察 (3D 観察) の実現が望まれた。

時間分解の三次元観察が実現すると組織形成を支配する空間スケールでの観察が可能となり、固液界面形状の時間変化 (凝固ダイナミクス) の定量化が実現すると期待された。図 1 は「二次元」と「三次元」観察のそれぞれの特徴を示、比較的低速の固液界面ダイナミクスの時空間スケール (空間 1mm 程度、空間分解能 1 $\mu$ m、時間分解能 10s 程度) で三次元観察が可能になれば、基礎・応用の両面での貢献が期待できた。そこで、金属合金を対象とした凝固過程の三次元観察の実現、三次元観察に基づいた学理の構築が本課題の動機である。

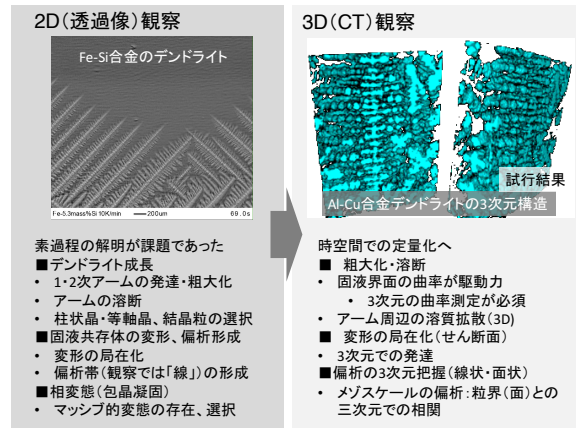


図 1 時間分解 2D 観察と 3D 観察の比較・展開

### 2. 研究の目的

本課題では、金属合金の凝固組織形成の時間分解・その場観察を実現するコンピュータトモグラフィー (4D-CT) を開発し、凝固現象の理解の基礎となるマイクロからメソスケールの凝固組織・偏析の時間発展、固液共存体の脆化発現といった凝固ダイナミクスを定量的に明らかにすることを目的とした。4D-CT の開発では、研究代表者のグループで開発してきた高温 X 線イメージング技術と SPring-8 の X 線光学系の特長を生かし、高時間分解能観察 (時間分解 2s、空間分解 10 $\mu$ m) と高空間分解能観察 (10s 程度、1 $\mu$ m) の実現を目指した。その上で、4D-CT などの観察データに基づいて凝固組織・欠陥形成モデルを構築し、凝固・ casting プロセスに適用可能な凝固組織・欠陥形成に関する先導的な学理を確立することを目指した。

### 3. 研究の方法

研究を進める上での課題を明確にするために以下の研究項目を設定して、それぞれの研究項目を連携させながら研究課題を遂行した。

#### [A1] 三次元時間分解・その場観察手法の開発

室温~1700°Cの温度範囲で Al、Zn、Ni、Fe、Ti 系合金を対象に高時間分解観察 (回転速度 0.5rps、空間分解能 10 $\mu$ m)、高空間分解能観察 (0.1rps、1 $\mu$ m) の実現を目標に、4D-CT の観察手法を開発した。

#### [A2] 三次元組織解析手法の開発

4D-CT では凝固組織の三次元の時空間発展のデータを得ることができる。材料組織形成の 4D-

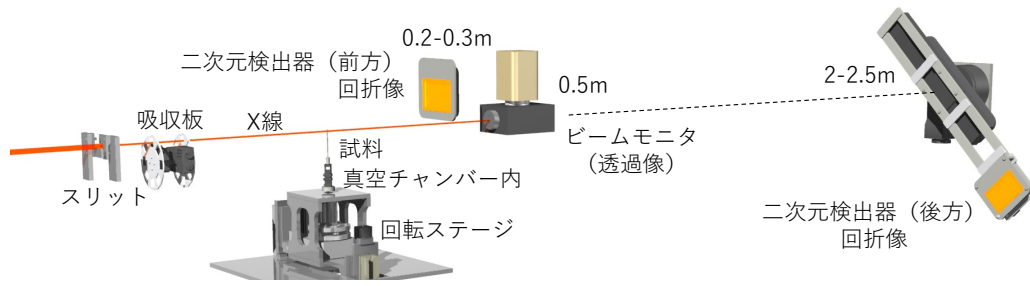


図2 本課題で開発した4D-CTのセットアップ例

CTに関する画像処理法の蓄積は少なく、一般的な画像処理手法の域をでない状況であった。本課題では、曲率評価や液相濃度変化などの定量的測定を目指しており、従来の画像処理法に加えて、時空間のフィルターの適応を目指した。また、従来法が有効でないケースも確認されたので、新しい着想に基づいて、再構成手法の開発も行った。

[B1] 凝固過程の組織の定量化

Fe合金やAl合金などを対象に、透過像観察、4D-CT観察をSPRING-8で実施し、凝固組織形成や相変態の時間発展データを得た。さらに、凝固組織の特徴量である固液界面積、界面の曲率分布などの時間発展データを4D-CTにより評価し、特徴量と固相率の関係、凝固条件や合金系の影響を明らかにした。

[B2] その場観察試料の結晶方位解析

本課題の開始時は、観察後の試料中の結晶方位をSEM/EBSDに解析することを想定したので、この手順によるex-situの結晶方位解析を実施し、X線イメージングとEBSDを組み合わせることで結晶方位の情報が得られるようにした。さらに、4D-CTの観察技術を開発する過程で、試料回転に同期した二次元検出器による回折スポットの測定を行い、in-situの結晶方位解析にも開発し、 dendrite成長時の優先成長方向の測定やFe系合金の結晶粒粗大化の測定を行った。

[B3] 3D観察に基づいた凝固現象のモデリング・シミュレーション

Fe系合金（鋳鉄）におけるグラファイトの動的挙動、等軸 dendrite 粒の浮上・沈降など三次元観察を必須とする動的現象の時間分解観察を行い、凝固現象のモデル化を行った。固液共存体の変形では、変形による固相粒子の再配列を粒子スケールで観察し、固液共存体の変形機構を結晶粒の三次元運動（並進、回転）を解析し、凝固過程における脆化発現機構を明らかにする。また、格子静力学などの材料計算科学的手法により、Fe系合金の凝固・相変態の機構について解析した。

4. 研究成果

(1) 研究項目[A1][A2]および[B2]の手法開発

真空雰囲気下で1700°Cまで加熱できる4D-CT（図2）を開発し、Al、Zn、Ni、Fe系合金の凝固過程の三次元観察が可能になった。研究計画では、結晶方位解析はEBSDによるex-situ測定のみであったが、図1の二つの二次元検出器によりin-situの結晶方位測定も実現した。さらに格子定数の測定なども可能になった。今後、これらの装置を発展させることにより、より精度の高い格子定数や体積測定の実現が期待できる段階になった。4D-CTによる組織観察に加えて、体積膨張率、凝固収縮率などの物性値も同時に測定できれば、研究対象の拡大も期待できる。

4D-CTでは、Al-Cu合金、Fe-C合金（鋳鉄、炭素量2.5mass%）、Siを対象に0.5s毎に6.5μmのボクセルサイズの観察が可能になり、高時間分解観察の目標（時間分解能2s毎、空間分解能10μm）を達成した。高空間分解能観察では、Al合金で8s毎にボクセルサイズ1μmの観察が実現して研究当初の目標（10s、1μm）を達成した。

一方、4D-CTの再構成像では、ぼけと先鋭化を基本とした一般的な画像処理では画質は改善しても凝固界面の曲率などを高精度で測定するレベルのデータに到達しなかった。この課題を克服するため、4D-CT

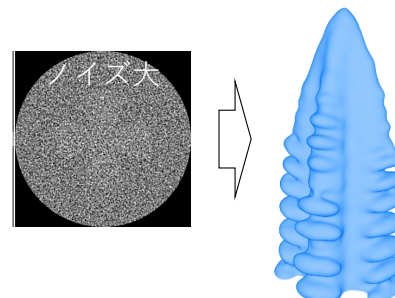


図3 フェーズフィールドモデルを使った画像処理の例

データの定量性を向上させる手法を再検討し、熱力学原理に基づいたフェーズフィールドモデルを利用した画像処理（以下、PF フィルター）を着想した。図3の左は、フェーズフィールド計算により得られた dendrite 形状をもとに CT のプロジェクション像を計算し、意図的にノイズを加えたプロジェクション像から再構成した断面組織である。わずかに dendrite アームが認知できるが、定量的な解析はできない。この再構成像に PF フィルターを施して作成した 3D 像が右である。強いノイズのため dendrite アームが再現できていない部分も一部にはあったが、界面積などを測定できるレベルで dendrite 形状が再現された。本課題で開発した 4D-CT の測定手法と PF フィルターを組み合わせることで、4D-CT の定量性が大幅に向上し、観察対象も拡大した。

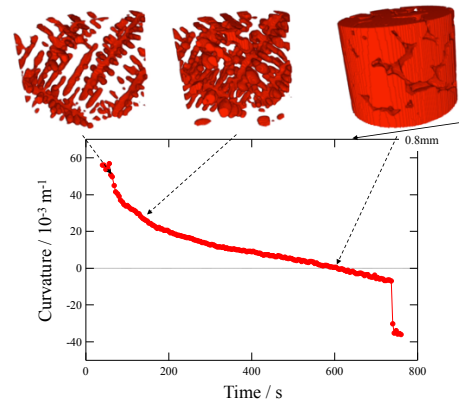


図4 Fe合金の dendrite 形状と界面の平均曲率 [1]

図4は、固相と液相のコントラストが小さいため 4D-CT による観察が本課題の実施前にはなかった Fe 系合金の dendrite の 3D 観察と固液界面積の時間変化を測定した例である [1]。Dendrite の 1 次アーム、2 次アームが明瞭に観察され、界面曲率の分布もガウス分布で近似できる精度の高い測定が実現した。この 4D-CT の実験手法と PF フィルターを組み合わせる手法により、他の合金系においても dendrite 組織の発達と固液界面積や曲率などの時間変化を測定した。

## (2) 研究項目[B1][B2][B3]

Fe-C 系（炭素鋼）において従来の包晶反応だけでなく BCC から FCC に固相変態するマッシブ的変態も選択されることを報告していたが、本研究の進捗により一般的な凝固条件ではマッシブ的変態が選択されること、つまり、マッシブ的変態は特異な現象ではなく鉄鋼の製造プロセスでも支配的に起こっていることを明らかにした。さらに、マッシブ的変態が dendrite の溶解や  $\gamma$  相（FCC、オーステナイト）の粗大化に寄与していること（図5）を明らかにした。その結果、組織制御・欠陥形成の観点からもこの変態形態は重要であると認知されるに至った。また、図5に示した溶解現象を 4D-CT で観察できれば粒界での溶解などの詳細が明らかにできるが、時間・空間分解能の更なる向上が必要であった。今後も継続して観察の実現を目指す。一方、図2で示したように、4D-CT の観察と同時に X 線回折の測定が実現したので、結晶方位分布を時間分解その場で測定が可能になった。この手法を用いて、BCC から FCC への固相変態後の  $\gamma$  相の粗大化を観察でき、数 10s オーダーで粗大化が進行することが明らかになった。図6に示すように Fe-Cr-Ni 系でも準安定  $\delta$  相（BCC、フェライト）の選択とマッシブ的変態が  $\gamma$  相の凝固のトリガーになる現象も見いだされた。さらに、 $\delta/\gamma$  界面エネルギー、マッシブ的変態により導入されるひずみなどを計算材料科学により評価し、凝固組織や铸造欠陥の形成に関する新しい知見を得た。これらの成果は、構造材料として広汎に利用されている鉄鋼材料の凝固ダイナミクスの学理の再構築に結びついており、今後の更なる発展と展開が期待される。

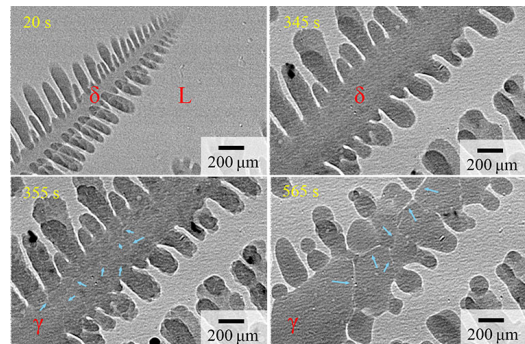


図5 Fe-0.45C におけるマッシブ的変態と dendrite の溶解 [2]

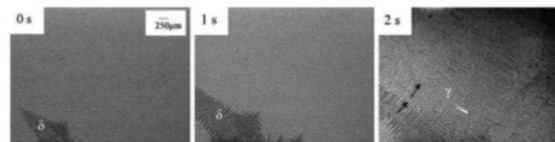


図6 Fe-18Cr-20Ni において  $\gamma$  相凝固のトリガーとなった準安定  $\delta$  のマッシブ的変態 [3]

図7は三次元観察の研究成果の例である。球状黒鉛鋳鉄（Mg 添加 Fe-C-Si）では靱性発現に重要な球状グラファイトの形成機構には諸説あり、直接観察による実証データが求められてきた。1周 0.5s の高速 4D-CT を実現したことで、

グラファイトが液相中で核生成し、浮上中に $\gamma$ 相に捕捉されることが分かった。さらに、グラファイトは融液中よりもオーステナイト中でも成長することをはじめて実証した。Al合金の等軸晶組織の形成では、核生成は特定の領域（もっとも核生成駆動力の大きい領域）で集中的に起こり、固相と液相の密度差による等軸晶粒の浮上・沈降と堆積が等軸晶組織の形成に影響することを明らかにした。グラファイトや等軸粒の運動の解析に必要な不可欠である高速4D-CTは、凝固組織形成の機構解明に寄与した。4D-CTとXRDを組み合わせた手法により、組織形成の3D観察と dendrite の結晶方位のその場測定が可能になり、dendrite の成長方位の決定、固液界面積、平均曲率の定量化も実現した。

4D-CTとXRDによる結晶方位の3Dマッピング(3DXRD)を組み合わせた手法を実現し、凝固時の割れや偏析帯形成に寄与していると考えられる固液共存体の変形その場観察を実現した。図8はAl-Cu合金の固液共存体の変形過程における結晶粒の配置と各結晶粒の方位（方位を色で表示）である。各固相粒の重心位置の変化から並進運動、結晶方位の変化から回転運動を解析した。その結果、せん断帯が形成する過程において、せん断面を挟んで固相粒子間には斥力が生じ、その斥力に応答して各粒子が並進運動できるように各結晶粒が回転することを見出した。固相粒子間の相互作用はみかけの体積膨張を起こすが、斥力が局在化によりせん断帯が形成することを三次元その場観察で実証した。局所的な固相粒子の運動（並進・回転）とマクロな固液共存体の変形を結びつける定量データが得られ、解析によりせん断帯だけでなく、ポロシティなどの铸造欠陥の形成にも固相粒子間の相互作用と局所的な固相粒の再配列が寄与していることも明らかになり、モデリング・シミュレーションも含めて変形機構の理解が深化した。また、他合金系の固液共存体でも、同じ変形・脆化機構により偏析や割れが発生することも明らかになりつつあり、固液共存体の変形と欠陥形成の学理構築に結びついている。

以上に記したように、三次元観察手法(4D-CT、XRD、3DXRD)が実現し、透過イメージングや蛍光X線その場測定の手法も利用することで、凝固ダイナミクスの学理構築に寄与した。本研究の成果を活かして研究のさらなる発展を目指す。

#### 参考文献

- [1] Yasuda et al *IOP Conf Ser Mater Sci Eng* **529**(2019)012023
- [2] Yasuda et al, *Nat Comm* **10**(2019)3183
- [3] Nishimura et al *ISIJ Int* **59**(2019)459
- [4] Chatcharit et al *Int J Metalcast* **14**(2020) 794
- [5] 鳴海大翔 他 *軽金属* **70**(2020)339
- [6] Nakano et al *Mater Trans* **61**(2020)596
- [7] Narumi et al *ISIJ Int* **61**(2021)1567

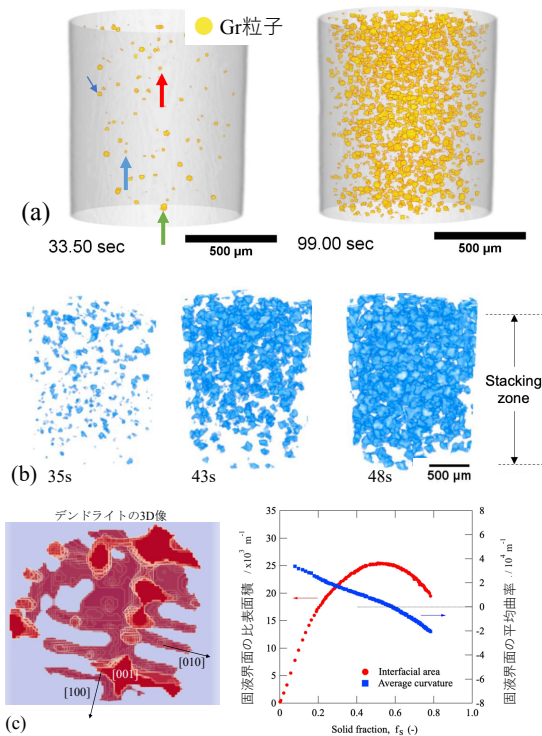


図7 (a)グラファイトの形成 (0.5s 毎) [4]、(b)Al-Cu の等軸晶形成 (0.5s 毎) [5]、(c) ハイエントロピー合金 dendrite 解析 [6]

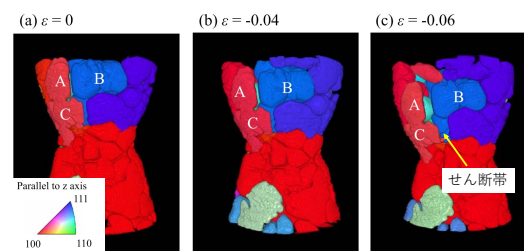


図8 Al-Cu合金の固液共存体の変形過程(色は結晶方位を示している) [7]

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計48件（うち査読付論文 48件 / うち国際共著 23件 / うちオープンアクセス 23件）

1. 著者名 Zeng Guang, Liu Shiqian, Gu Qinfen, Zheng Zebang, Yasuda Hideyuki, McDonald Stuart D., Nogita Kazuhiro	4. 巻 35
2. 論文標題 Investigation on the Solidification and Phase Transformation in Pb-Free Solders Using In Situ Synchrotron Radiography and Diffraction: A Review	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Acta Metallurgica Sinica (English Letters)	6. 最初と最後の頁 49 ~ 66
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s40195-021-01350-x	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Su Te Cheng, O'Sullivan Catherine, Yasuda Hideyuki, Gourlay Christopher M.	4. 巻 327
2. 論文標題 Understanding the Rheological Transitions in Semi-Solid Alloys by a Combined In Situ Imaging and Granular Micromechanics Modeling Approach	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Solid State Phenomena	6. 最初と最後の頁 127 ~ 132
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.4028/www.scientific.net/SSP.327.127	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Abdul Razak N.R., Tan X.F., Mohd Salleh M.A.A., McDonald S.D., Bermingham M.J., Yasuda H., Nogita K.	4. 巻 31
2. 論文標題 Controlling the distribution of porosity during transient liquid phase bonding of Sn-based solder joint	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Materials Today Communications	6. 最初と最後の頁 103248 ~ 103248
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.mtcomm.2022.103248	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Tan C.Y., Salleh M.A.A. Mohd, Tan X.F., Yasuda H., Saud N., Ramli M.I.I., Nogita K.	4. 巻 31
2. 論文標題 Properties of Sn-3wt%Ag-5wt%Cu alloys with Cu <sub>6</sub> Sn <sub>5</sub> intermetallics grain refined by Mg	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Materials Today Communications	6. 最初と最後の頁 103221 ~ 103221
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.mtcomm.2022.103221	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 NISHIMURA Tomohiro、MATSUBAYASHI Ryota、MORISHITA Kohei、YOSHIYA Masato、NAGIRA Tomoya、YASUDA Hideyuki	4. 巻 107
2. 論文標題 Selection of the Massive-like - Transformation due to Nucleation of Metastable Phase in Fe-18 mass%Cr-Ni Alloys with Ni Contents of 8, 11, 14 and 20 mass%	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Tetsu-to-Hagane	6. 最初と最後の頁 558-565
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2355/tetsutohagane.TETSU-2021-020	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 YOSHIYA Masato、SHIRAI Katsuya、YASUDA Hideyuki	4. 巻 10
2. 論文標題 Formation of Extra Vacancies in Nucleating Phase during - Massive-like Phase Transformation in Carbon Steel	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Smart Processing	6. 最初と最後の頁 202 ~ 207
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.7791/jspmee.10.202	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Nishimura Tomohiro、Ishida Hitoshi、Yasuda Hideyuki	4. 巻 61
2. 論文標題 Time-resolved and In-situ Observation of Solidification in TiAl Alloys	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 ISIJ International	6. 最初と最後の頁 1872 ~ 1878
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2355/isijinternational.ISIJINT-2020-764	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Narumi Taka、Nakata Takumi、Kobayashi Ryuya、Yasuda Hideyuki	4. 巻 61
2. 論文標題 Time-resolved and in-situ Observation of Semisolid Deformation in Al?Cu Alloys with Equiaxed and Columnar Grain Structures by Using a Combination Technique of 4D-CT and 3DXRD	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 ISIJ International	6. 最初と最後の頁 1567 ~ 1578
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2355/isijinternational.ISIJINT-2020-650	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Abdul Razak N.R., Tan X.F., Somidin F., Yasuda H., McDonald S.D., Nogita K.	4. 巻 291
2. 論文標題 In-situ observation of high-temperature Pb-free electric interconnections by synchrotron microradiography	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Materials Letters	6. 最初と最後の頁 129520 ~ 129520
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.matlet.2021.129520	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Kobayashi Yusuke, Todoroki Hidekazu, Nakano Keita, Narumi Taka, Yasuda Hideyuki	4. 巻 61
2. 論文標題 A Modified Random Sampling Method Using Unidirectionally Solidified Specimen: Solute Partition Coefficients in Fe?Cr?Ni?Mo?Cu Alloys	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 ISIJ International	6. 最初と最後の頁 1879 ~ 1888
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2355/isijinternational.ISIJINT-2020-775	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Mehreen Syeda U., Nogita Kazuhiro, McDonald Stuart D., Yasuda Hideyuki, StJohn David H.	4. 巻 50
2. 論文標題 Effect of Ni, Zn, Au, Sb and In on the Suppression of the Cu <sub>3</sub> Sn Phase in Sn-10wt.%Cu Alloys	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Electronic Materials	6. 最初と最後の頁 881 ~ 892
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s11664-020-08709-3	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Nishimura Tomohiro, Matsubayashi Ryota, Morishita Kohei, Yoshiya Masato, Nagira Tomoya, Yasuda Hideyuki	4. 巻 61
2. 論文標題 Erratum to "Selection of the Massive-like - Transformation due to Nucleation of Metastable Phase in Fe-18 Mass%Cr-Ni Alloys with Ni Contents of 8, 11, 14 and 20 Mass%" [ISIJ International, Vol. 59 (2019), No. 3, pp. 459-465]	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 ISIJ International	6. 最初と最後の頁 1053 ~ 1053
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2355/isijinternational.61.1053	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -



1. 著者名 Mehreen Syeda U., Nogita Kazuhiro, McDonald Stuart D., Yasuda Hideyuki, StJohn David H.	4. 巻 220
2. 論文標題 Peritectic phase formation kinetics of directionally solidifying Sn-Cu alloys within a broad growth rate regime	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Acta Materialia	6. 最初と最後の頁 117295 ~ 117295
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.actamat.2021.117295	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Tan Xin Fu, Belyakov Sergey A., Su Te-Cheng, Gu Qinfen, Liu Shiqian, McDonald Stuart D., Gourlay Christopher M., Yasuda Hideyuki, Matsumura Syo, Nogita Kazuhiro	4. 巻 867
2. 論文標題 Rapid fabrication of tin-copper anodes for lithium-ion battery applications	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Alloys and Compounds	6. 最初と最後の頁 159031 ~ 159031
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.jallcom.2021.159031	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Nishimura Tomohiro, Morishita Kohei, Yoshiya Masato, Nagira Tomoya, Yasuda Hideyuki	4. 巻 60
2. 論文標題 Time-resolved and In-situ Observation of - Transformation during Unidirectional Solidification in Fe-C Alloys	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 ISIJ International	6. 最初と最後の頁 930 ~ 938
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2355/isijinternational.ISIJINT-2019-636	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている(また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Muhd Amli S. F. N., Mohd Salleh M. A. A., Ramli M. I. I., Yasuda H., Chaiprapa J., Somidin F., Shayfull Z., Nogita K.	4. 巻 50
2. 論文標題 Origin of Primary Cu6Sn5 in Hypoeutectic Solder Alloys and a Method of Suppression to Improve Mechanical Properties	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of Electronic Materials	6. 最初と最後の頁 710 ~ 722
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s11664-020-08428-9	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Mohd Said R., Mohd Salleh M. A. A., Saud N., Ramli M. I. I., Yasuda H., Nogita K.	4. 巻 31
2. 論文標題 Microstructure and growth kinetic study in Sn-Cu transient liquid phase sintering solder paste	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of Materials Science: Materials in Electronics	6. 最初と最後の頁 11077 ~ 11094
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s10854-020-03657-4	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Kobayashi Yusuke, Dohara Kento, Todoroki Hidekazu, Nam Cheolhee, Morishita Kohei, Yasuda Hideyuki	4. 巻 60
2. 論文標題 In-situ Measurements of Solute Partition Coefficients between Solid and Liquid Phases in Fe-Cr-Ni-Mo-Cu Alloys during Solidification	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 ISIJ International	6. 最初と最後の頁 276 ~ 285
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2355/isijinternational.ISIJINT-2019-444	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Chatcharit Kiattisaksri, Sugiyama Akira, Morishita Kohei, Narumi Taka, Kajiwara Kentaro, Yasuda Hideyuki	4. 巻 14
2. 論文標題 Time Evolution of Solidification Structure in Ductile Cast Iron with Hypereutectic Compositions	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 International Journal of Metalcasting	6. 最初と最後の頁 794 ~ 801
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s40962-020-00424-3	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Yasuda H, Suga T, Ichida K, Narumi T, Morishita K	4. 巻 861
2. 論文標題 In situ observation of austenite coarsening induced by massive-like transformation during solidification in Fe-C alloys	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 IOP Conference Series: Materials Science and Engineering	6. 最初と最後の頁 012051 ~ 012051
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1088/1757-899X/861/1/012051	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Narumi T, Nakata T, Yasuda H	4. 巻 861
2. 論文標題 Observation of semisolid deformation by using 4D-CT and 3DXRD	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 IOP Conference Series: Materials Science and Engineering	6. 最初と最後の頁 012065 ~ 012065
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1088/1757-899X/861/1/012065	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Narumi Taka, Kawarasaki Takuya, Kato Yuichi, Morishita Kouhei, Yasuda Hideyuki	4. 巻 70
2. 論文標題 Quantitative analysis of solidification of equiaxed grains in Al-Cu alloy refined by inoculant TiB <sub>2</sub> particles with using time-resolved X-ray tomography	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of Japan Institute of Light Metals	6. 最初と最後の頁 339 ~ 346
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2464/jilm.70.339	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Yasuda Hideyuki, Morishita Kohei, Yoshiya Masato, Narumi Taka	4. 巻 60
2. 論文標題 Transformation from Ferrite to Austenite during/after Solidification in Peritectic Steel Systems: an X-ray Imaging Study	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 ISIJ International	6. 最初と最後の頁 2755 ~ 2764
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2355/isijinternational.ISIJINT-2020-486	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Muhd Amli S. F. N., Mohd Salleh M. A. A., Ramli M. I. I., Abdul Razak N. R., Yasuda H., Chaiprapa J., Nogita K.	4. 巻 50
2. 論文標題 Effects of Surface Finish on Sn-3.0Ag-0.5Cu Solder Joint Microstructure and Strength	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Electronic Materials	6. 最初と最後の頁 855 ~ 868
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s11664-020-08641-6	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Yasuda Hideyuki、Nogita Kazuhiro	4. 巻 71
2. 論文標題 Evaluation of wave-like nucleation events in Al-4%Si alloys with addition of TiB <sub>2</sub> particles by time-resolved and in-situ observation	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Japan Institute of Light Metals	6. 最初と最後の頁 22 ~ 29
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2464/jilm.71.22	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 Su T.C.、O'Sullivan C.、Yasuda H.、Gourlay C.M.	4. 巻 191
2. 論文標題 Rheological transitions in semi-solid alloys: In-situ imaging and LBM-DEM simulations	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Acta Materialia	6. 最初と最後の頁 24 ~ 42
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.actamat.2020.03.011	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Nakano Keita、Narumi Taka、Morishita Kohei、Yasuda Hideyuki	4. 巻 61
2. 論文標題 Characterization of Growing Dendrites in CrMnFeCoNi High-Entropy Alloy by Time-Resolved and In-Situ Tomography	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 MATERIALS TRANSACTIONS	6. 最初と最後の頁 596 ~ 604
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2320/matertrans.MT-MK2019006	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Ramli M.I.I.、Mohd Salleh M.A.A.、Yasuda H.、Chairapra J.、Nogita K.	4. 巻 186
2. 論文標題 The effect of Bi on the microstructure, electrical, wettability and mechanical properties of Sn-0.7Cu-0.05Ni alloys for high strength soldering	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Materials & Design	6. 最初と最後の頁 108281 ~ 108281
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.matdes.2019.108281	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Yasuda Hideyuki, Morishita Kohei, Nakatsuka Noriaki, Nishimura Tomohiro, Yoshiya Masato, Sugiyama Akira, Uesugi Kentaro, Takeuchi Akihisa	4. 巻 10
2. 論文標題 Dendrite fragmentation induced by massive-like - transformation in Fe-C alloys	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Nature Communications	6. 最初と最後の頁 3183
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41467-019-11079-y	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Su T.C., O'Sullivan C., Nagira T., Yasuda H., Gourlay C.M.	4. 巻 163
2. 論文標題 Semi-solid deformation of Al-Cu alloys: A quantitative comparison between real-time imaging and coupled LBM-DEM simulations	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Acta Materialia	6. 最初と最後の頁 208 ~ 225
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.actamat.2018.10.006	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Nishimura Tomohiro, Matsubayashi Ryota, Morishita Kohei, Yoshiya Masato, Nagira Tomoya, Yasuda Hideyuki	4. 巻 59
2. 論文標題 Selection of the Massive-like - Transformation due to Nucleation of Metastable Phase in Fe-18 Mass%Cr-Ni Alloys with Ni Contents of 8, 11, 14 and 20 Mass%	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 ISIJ International	6. 最初と最後の頁 459 ~ 465
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2355/isijinternational.ISIJINT-2018-726	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Yasuda Hideyuki, Hashimoto Takahiro, Sei Naoki, Morishita Kohei, Yoshiya Masato	4. 巻 529
2. 論文標題 Investigation using 4D-CT of massive-like transformation from the to phase during and after -solidification in carbon steels	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 IOP Conference Series: Materials Science and Engineering	6. 最初と最後の頁 012013 ~ 012013
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1088/1757-899X/529/1/012013	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Yasuda H, Kawarasaki T, Tomiyori Y, Kato Y, Morishita K	4. 巻 529
2. 論文標題 Characterization of dendritic growth in Fe-C system using time-resolved X-ray tomography and physics-based filtering	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 IOP Conference Series: Materials Science and Engineering	6. 最初と最後の頁 012023 ~ 012023
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1088/1757-899X/529/1/012023	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Nishimura Tomohiro, Morishita Kohei, Yoshiya Masato, Nagira Tomoya, Yasuda Hideyuki	4. 巻 105
2. 論文標題 Time-resolved and In-situ Observation of - Transformation during Unidirectional Solidification in Fe-C Alloys	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Tetsu-to-Hagane	6. 最初と最後の頁 290 ~ 298
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2355/tetsutohagane.TETSU-2018-145	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 L. Peng, G. Zeng, T. C. Su, H. Yasuda, K. Nogita	4. 巻 71
2. 論文標題 Al8Mn5 Particle Settling and Interactions with Oxide Films in Liquid AZ91 Magnesium Alloys	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 JOM	6. 最初と最後の頁 2235-2244
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s11837-019-03471-2	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Zeng G., Callaghan M.D., McDonald S.D., Yasuda H., Nogita K.	4. 巻 797
2. 論文標題 In situ studies revealing dendrite and eutectic growth during the solidification of Sn-0.7Cu-0.5Ag Pb-free solder alloy	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of Alloys and Compounds	6. 最初と最後の頁 804 ~ 810
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.jallcom.2019.04.153	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 K. Kurotsu, S. Yoneda, M. Yoshiya, H. Yasuda	4. 巻 6
2. 論文標題 Effect of Intra-Nucleus Inhomogeneity on Nucleation in Carbon Steels Probed by Phase Field Modeling	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 AMTC Lett	6. 最初と最後の頁 252-253
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Xian J.W., Mohd Salleh M.A.A., Belyakov S.A., Su T.C., Zeng G., Nogita K., Yasuda H., Gourlay C.M.	4. 巻 102
2. 論文標題 Influence of Ni on the refinement and twinning of primary Cu <sub>6</sub> Sn <sub>5</sub> in Sn-0.7Cu-0.05Ni	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Intermetallics	6. 最初と最後の頁 34 ~ 45
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.intermet.2018.08.002	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Mehreen Syeda U., Nogita Kazuhiro, McDonald Stuart, Yasuda Hideyuki, StJohn David	4. 巻 766
2. 論文標題 Suppression of Cu <sub>3</sub> Sn in the Sn-10Cu peritectic alloy by the addition of Ni	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Journal of Alloys and Compounds	6. 最初と最後の頁 1003 ~ 1013
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.jallcom.2018.06.251	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Ono Keizo, Hashimoto Ayumu, Kurokawa Keiji, Nakatsuka Noriaki, Morishita Kohei, Yasuda Hideyuki	4. 巻 424
2. 論文標題 High-Density -FeSi <sub>2</sub> crystals with 3D alignment fabricated by an oscillating magnetic field	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 IOP Conference Series: Materials Science and Engineering	6. 最初と最後の頁 012074 ~ 012074
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1088/1757-899X/424/1/012074	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Qu Dong Dong, McDonald Stuart D., Yasuda Hideyuki, Ohara Koji, Kohara Shinji, Nogita Kazuhiro	4. 巻 273
2. 論文標題 Effect of Trace Elements on the Liquid Structure of Sn-Cu Alloys Investigated by High Energy X-Ray Diffraction	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Solid State Phenomena	6. 最初と最後の頁 101 ~ 106
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.4028/www.scientific.net/SSP.273.101	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Xian J.W., Mohd Salleh Mohd Arif Anuar, Zeng G., Belyakov S.A., Yasuda Hideyuki, Nogita Kazuhiro, Gourlay C.M.	4. 巻 273
2. 論文標題 Synchrotron Radiography of Sn-0.7Cu-0.05Ni Solder Solidification	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Solid State Phenomena	6. 最初と最後の頁 66 ~ 71
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.4028/www.scientific.net/SSP.273.66	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 杉山 明、森下 浩平、安田 秀幸	4. 巻 90
2. 論文標題 Mg添加過共晶球状黒鉛鋳鉄におけるグラファイトの核生成と形状変化の時間分解その場観察	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 鋳造工学	6. 最初と最後の頁 602 ~ 612
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.11279/jfes.90.602	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている(また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Yasuda Hideyuki, Sugiyama A., Kiattisaksri C., Morishita Kohei, Nagira Tomoya, Yoshiya Masato, Uesugi Kentaro, Takeuchi Akihisa	4. 巻 925
2. 論文標題 X-Ray Imaging of Formation and Growth of Spheroidal Graphite in Ductile Cast Iron	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Materials Science Forum	6. 最初と最後の頁 104 ~ 109
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.4028/www.scientific.net/MSF.925.104	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -



1. 著者名 柳楽 知也、安田 秀幸、宇野木 諒、森下 浩平、杉山 明、吉矢 真人、上杉 健太郎	4. 巻 103
2. 論文標題 時間分解X線イメージングを利用した金属合金における固液共存体の引張および圧縮変形挙動のその場観察	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 鉄と鋼	6. 最初と最後の頁 668 ~ 677
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2355/tetsutohagane.TETSU-2017-064	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 上部 伊織、道原 健人、森下 浩平、柳楽 知也、安田 秀幸	4. 巻 103
2. 論文標題 X線イメージングと蛍光X線分析を利用したFe-Cr-Ni-Mo合金の溶質分配係数のその場測定	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 鉄と鋼	6. 最初と最後の頁 678 ~ 687
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2355/tetsutohagane.TETSU-2017-077	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Kareh K.M., O'Sullivan C., Nagira T., Yasuda H., Gourlay C.M.	4. 巻 125
2. 論文標題 Dilatancy in semi-solid steels at high solid fraction	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Acta Materialia	6. 最初と最後の頁 187 ~ 195
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.actamat.2016.11.066	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Xian J.W., Belyakov S.A., Ollivier M., Nogita K., Yasuda H., Gourlay C.M.	4. 巻 126
2. 論文標題 Cu 6 Sn 5 crystal growth mechanisms during solidification of electronic interconnections	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Acta Materialia	6. 最初と最後の頁 540 ~ 551
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.actamat.2016.12.043	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

〔学会発表〕 計107件（うち招待講演 16件 / うち国際学会 32件）

1. 発表者名 鳴海大翔、大田滉貴、勝部涼司、安田秀幸
2. 発表標題 4D-CTによるAl-Cu合金の固液共存体の圧縮過程の定量解析
3. 学会等名 日本金属学会2022年春季第170回講演大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 土井実春、勝部涼司、辻創太、南里宏幸、鳴海大翔、安田秀幸
2. 発表標題 0.18C鋼の凝固・変態におけるサイズ効果：変態しない凝固条件の発見
3. 学会等名 日本鉄鋼協会2022年春季第183回講演大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 鳴海大翔、南里宏幸、勝部涼司、安田秀幸
2. 発表標題 4D-CTとXRDによる純鉄及びFe-C合金の体積・格子定数の温度変化測定
3. 学会等名 日本鉄鋼協会2022年春季第183回講演大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 安田秀幸、鳴海大翔、勝部涼司、高木知弘、森下浩平、南里幸宏、辻創太、野々村真誉
2. 発表標題 時間分解X線イメージング(2D/3D)による凝固過程のダイナミクスの解明
3. 学会等名 日本金属学会2022年春季第170回講演大会（招待講演）
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Hideyuki Yasuda, Taka Narumi, Ryoji Katsube, Keita Nakano, Takumi Tomiyama
2. 発表標題 Characterization of dendritic growth in Cr-Mn-Fe-Co-Ni and Cr-Fe-Co-Ni alloys
3. 学会等名 Materials Research Meeting 2021 (MRM-2021) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Hideyuki Yasuda
2. 発表標題 Time-resolved and in-situ observation of steel solidification - transmission imaging (2D) and tomography (3D)
3. 学会等名 China Symposium on Sustainable Steelmaking Technology (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Hideyuki Yasuda, Taka Narumi, Ryoji Katsube, Yukihiro Nanri, Sota Tsuji
2. 発表標題 Time-resolved 2D and 3D Observation of Microstructure Evolution during Solidification and Subsequent Cooling in Steels
3. 学会等名 Asia Steel 2021 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Hideyuki Yasuda, Kiattisaksri Chatcharit, Akira Sugiyama, Kohei Morishita, Taka Narumi, Ryoji Katsube
2. 発表標題 Solidification sequence in ductile cast iron: time-resolved and in-situ X-ray imaging
3. 学会等名 12th International Symposium on Science and Processing of Cast Iron (SPCI-XII) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Kiattisaksri Chatcharit, Akira Sugiyama, Kohei Morishita, Taka Narumi, Ryoji Katsube, Hideyuki Yasuda
2. 発表標題 Time-resolved and in-situ observations of Solidification in Ductile Cast Iron
3. 学会等名 12th International Symposium on Science and Processing of Cast Iron (SPCI-XII) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 安田秀幸、勝部涼司、鳴海大翔、Luo Litian、中野敬太、富山拓己
2. 発表標題 CrMnFeCoNi系、CrMnFeCoCu系ハイエントロピー合金の凝固パスと相選択
3. 学会等名 日本金属学会2021年秋期第169回講演大会 (招待講演)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 野々村真誉、鳴海大翔、勝部涼司、安田秀幸
2. 発表標題 時間分解トモグラフィを用いたSUS304のデンドライト成長の定量解析
3. 学会等名 日本鉄鋼協会第182回講演大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 H Yasuda, T Suga, K Ichida, T Narumi, K Morishita
2. 発表標題 In situ observation of austenite coarsening induced by massive-like transformation during solidification in Fe-C alloys
3. 学会等名 Modeling of Casting, Welding and Advanced Solidification Processing (MCWASP XV), On-line (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 T Narumi, T Nakata, H Yasuda
2. 発表標題 Observation of semisolid deformation by using 4D-CT and 3DXRD
3. 学会等名 Modeling of Casting, Welding and Advanced Solidification Processing (MCWASP XV), On-line (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Kiattisaksri Chatcharit, Akira Sugiyama, Kohe Morishita, Taka Narumi, Hideyuki Yasuda
2. 発表標題 X-ray imaging of microstructure evolution in ductile cast iron
3. 学会等名 International Scientific and Technical Web-Symposium -SCIENCE AND TECHNOLOGY OF CAST IRON MODIFICATION 2020 online (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Hideyuki Yasuda, Taka Narumi, Takeru Suga, Yukihiko Nanri
2. 発表標題 Grain Selection after a Massive-like Transformation from Ferrite to Austenite during Solidification in Fe-based Alloys
3. 学会等名 TMS 2021 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Xin Tan, Sergey Belyakov, Te-Cheng Su, Stuart McDonald, Christopher Gourlay, Hideyuki Yasuda, Syo Matsumura, Kazuhiro Nogita
2. 発表標題 Real-time Observation of the Accelerated Growth of (Cu,Ni) <sub>6</sub> Sn <sub>5</sub> on Cu-xNi
3. 学会等名 TMS 2021 (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 安田秀幸、西村友宏、松林領汰、森下浩平、吉矢真人、柳樂知也
2. 発表標題 Fe-18Cr-Ni(8, 11, 14, 20%Ni)合金における準安定 相の核生成によるマッシュ的 - 変態の選択
3. 学会等名 日本鉄鋼協会第181回講演大会(招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 X. Tan, H. Yasuda, S. McDonald, K. Nogita
2. 発表標題 Real-time Observation of the Accelerated Growth of (Cu, Ni) <sub>6</sub> Sn <sub>5</sub> on Cu-xNi Current Collectors
3. 学会等名 TMS 149th annual meeting(国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Peng, T. C. Su, K. Nogita, H. Yasuda, C. Gourlay
2. 発表標題 Al <sub>8</sub> Mn <sub>5</sub> Particle Clustering on Oxide Films in Liquid AZ91 Magnesium Alloys
3. 学会等名 TMS 149th annual meeting(国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 S. U. Mehreen, K. Nogita, S. McDonald, D. StJohn, H. Yasuda
2. 発表標題 Potential for Improving Sn-Cu Alloys as High-temperature Solders by the Suppression of Cu <sub>3</sub> Ni Phase
3. 学会等名 TMS 149th annual meeting(国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 X. Tan, H. Yasuda, S. McDonald, K. Nogita
2. 発表標題 Real-time Observation of the Accelerated Growth of (Cu, Ni) <sub>6</sub> Sn <sub>5</sub> on Cu-xNi Current Collectors
3. 学会等名 TMS 149th annual meeting (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Peng, T. C. Su, K. Nogita, H. Yasuda, C. Gourlay
2. 発表標題 Al <sub>8</sub> Mn <sub>5</sub> Particle Clustering on Oxide Films in Liquid AZ91 Magnesium Alloys
3. 学会等名 TMS 149th annual meeting (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 S. U. Mehreen, K. Nogita, S. McDonald, D. StJohn, H. Yasuda
2. 発表標題 Potential for Improving Sn-Cu Alloys as High-temperature Solders by the Suppression of Cu <sub>3</sub> Ni Phase
3. 学会等名 TMS 149th annual meeting (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 森下浩平
2. 発表標題 レーザー溶融法による金属材料の凝固組織形成
3. 学会等名 粉体粉末冶金協会 自動車焼結部品分科会講演会 (招待講演)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 M. Yoshiya, F. Oba, T. Tamura, C. A. J. Fisher, T. Uesugi, H. Raebiger, T. Kotani, M. Kohyama
2. 発表標題 Computational Materials Science in MRS-Japan
3. 学会等名 日本MRS創立30周年記念シンポジウム(招待講演)(国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 M. A. A. Mohd Salleh, K. Nogita, M. I. I. Ramli, F. Somidin, H. Yasuda
2. 発表標題 Influence of Substrates and Microalloying Additions on the Primary Intermetallic Growth of Lead-free Solder Joints
3. 学会等名 TMS 149th annual meeting(国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 M. I. I. Ramli, M. A. A. Mohd Salleh, H. Yasuda, K. Nogita
2. 発表標題 Effect of Bi and Zn Addition to the Properties of Sn-0.7Cu and Sn-0.7Cu-0.05Ni Solder Coating
3. 学会等名 TMS 149th annual meeting(国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 M. Yoshiya
2. 発表標題 Theoretical Calculation by Computations to Go Beyond Theories
3. 学会等名 TMS 149th annual meeting(招待講演)(国際学会)
4. 発表年 2020年



1 . 発表者名 K. Chatcharit, A. Sugiyama, K. Morishita, T. Narumi, H. Yasuda
2 . 発表標題 Time-evolution of Solidification Structure in Ductile Cast Iron with Hyper-eutectic Compositions
3 . 学会等名 2nd Carl Loper Cast Iron Symposium ( 国際学会 )
4 . 発表年 2019年

1 . 発表者名 K. Kurotsu, S. Yoneda, M. Yoshiya
2 . 発表標題 Role of Intra-Nuclear Variants upon Nucleation and Subsequent Grain Growth upon Massive-Like Phase Transformation of Carbon Steel
3 . 学会等名 10th ICMAT ( 国際学会 )
4 . 発表年 2019年

1 . 発表者名 H. Yasuda, T. Hashimoto, N. Sei, K. Morishita, M. Yoshiya
2 . 発表標題 Investigation using 4D-CT of massive-like transformation from the $\delta$ to $\gamma$ phase during and after $\delta$ -solidification in carbon steels
3 . 学会等名 Joint 5th ICASP-5 & 5th CSSCR-5 ( 招待講演 ) ( 国際学会 )
4 . 発表年 2019年

1 . 発表者名 H. Yasuda, T. Kawarasaki, Y. Tomiyori, Y. Kato, K. Morishita
2 . 発表標題 Characterization of dendritic growth in Fe <sub>3</sub> C system using time-resolved X-ray tomography and physics-based filtering
3 . 学会等名 Joint 5th ICASP-5 & 5th CSSCR-5 ( 国際学会 )
4 . 発表年 2019年

1 . 発表者名 H. Yasuda, T. Hashimoto, N. Sei, K. Morishita, M. Yoshiya
2 . 発表標題 - transformation during/ after dendritic solidification in Fe- C-Mn-Si alloys: time-resolved 2D / 3D imaging
3 . 学会等名 TMS 148th annual meeting (招待講演) (国際学会)
4 . 発表年 2019年

1 . 発表者名 H. Yasuda, Y. Tomiyori, T. Kawarasaki, Y. Kato, K. Morishita, K. Kajiwara, A. Takeuchi, K. Uesugi
2 . 発表標題 Time-resolved Fast-tomography for Observing Solidification in Metallic Alloys
3 . 学会等名 TMS 148th annual meeting (国際学会)
4 . 発表年 2019年

1 . 発表者名 Y. Kobayashi, H. Todoroki, K. Dohara, C.H. Nam, K. Morishita, H. Yasuda,
2 . 発表標題 In Situ Measurement of Solute Partition Coefficients in Fe-Cr-Ni- Mo-Cu Alloys by Using X-ray Imaging and X-ray Fluorescence Analysis
3 . 学会等名 TMS 148th annual meeting (国際学会)
4 . 発表年 2019年

1 . 発表者名 H Yasuda, A Sugiyama, K Chatcharit, K Morishita
2 . 発表標題 Time-resolved and in-situ 2D / 3D imaging of solidification in ductile cast iron
3 . 学会等名 The 73th World Foundry Congress (国際学会)
4 . 発表年 2018年

1. 発表者名 Hideyuki Yasuda, Yuta Tomiyori, Takuya Kawarazaki, Yuichi Kato, Kohei Morishita
2. 発表標題 Characterization of dendrite shape evolution in Fe-C system by using time-resolved X-ray tomography
3. 学会等名 The Seventh International Conference on Solidification and Gravity (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 H. Yasuda, K. Morishita, T. Nagira, M. Yoshiya
2. 発表標題 Time-resolved and in-situ observations for modeling of solidification phenomena
3. 学会等名 The 10th Pacific Rim International Conference on Modeling of Casting and Solidification Processes (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 H Yasuda, A Sugiyama, K Chatcharit, K Morishita, T Nagira, M Yoshiya, K Uesugi, A Takeuchi
2. 発表標題 X-ray imaging of Formation and Growth of Spheroidal Graphite in Ductile Cast Iron
3. 学会等名 International Symposium on the Science and Processing of Cast Iron (SPCI-XI) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 T. Nishimura, K. Morishita, T. Nagira, M. Yoshiya, H. Yasuda
2. 発表標題 Massive-like Transformation in Fe-Cr-Ni Alloys: In-situ and Time-resolved Observation
3. 学会等名 6th Decennial International Conference on Solidification Processing (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2017年

〔図書〕 計1件

1. 著者名 安田秀幸	4. 発行年 2022年
2. 出版社 内田老鶴圃	5. 総ページ数 232
3. 書名 凝固工学の基礎	

〔産業財産権〕

〔その他〕

京都大学大学院工学研究科材料工学専攻先端材料機能学講座 <a href="https://cast.mtl.kyoto-u.ac.jp">https://cast.mtl.kyoto-u.ac.jp</a> <a href="http://cast.mtl.kyoto-u.ac.jp">http://cast.mtl.kyoto-u.ac.jp</a>
---

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	吉矢 真人 (Yoshiya Masato) (00399601)	大阪大学・工学研究科・教授  (14401)	
研究分担者	森下 浩平 (Morishita Kohei) (00511875)	九州大学・工学研究院・准教授  (17102)	
研究分担者	鳴海 大翔 (Narumi Taka) (20827448)	京都大学・工学研究科・助教  (14301)	

6. 研究組織（つづき）

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	勝部 涼司  (Katsube Ryoji)  (10839947)	京都大学・工学研究科・助教    (14301)	
研究分担者	柳楽 知也  (Nagira Tomoya)  (00379124)	大阪大学・接合科学研究所・准教授    (14401)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関			
英国	Imperial College London			
オーストラリア	Queensland University			
マレーシア	Universiti Malaysia Perlis (UniMAP)			