

令和 3 年 6 月 1 日現在

機関番号：15401

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2018～2020

課題番号：18K03839

研究課題名（和文）ハイブリット含浸反応法による作製した複合材料の特性評価及び応用への展開

研究課題名（英文）Characteristic evaluation and development of composite material by hybrid infiltration reaction method

研究代表者

崔 龍範（CHOI, YONGBUM）

広島大学・先進理工系科学研究科（工）・准教授

研究者番号：00457269

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,200,000円

研究成果の概要（和文）：自動車のエンジン部品などに使われる材料は、近年軽量化の流れでシリンダブロックでのアルミ使用量が増加している。しかし、アルミは高温環境下では強度が低下してしまう問題もある。その対策として、アルミにセラミックスを強化材料として適用する試みがなされている。本研究は自動車分野では海外市場の確保に貢献できるものとする。ハイブリット含浸反応法により、自動車用コンバーターハウジング及びブレーキディスクの一部に強化可能な新たな複合材料の開発であり、より実現可能な製造プロセスを開発することである。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究による得られた結果として、開発された複合材料はアルミニウム合金と比較して同様な密度でありつつ、高強度及び高熱特性を有することが判明された。さらに、複合材料の製造プロセスを簡略化することにより、複合材料の汎用化及び実用化につなげる研究結果である。

研究成果の概要（英文）：In recent years, the use of aluminum alloy in cylinder blocks has increased due to the trend of light weight reduction in automobile engine parts. However, aluminum alloy also has a problem of decreasing its strength at high temperatures. As an alternative, ceramic has been applied to aluminum alloy as a reinforcing material. This study believes that the automobile sector can contribute to securing overseas markets. The development of a new composite material that can be reinforced into a part of the automobile converter housing and brake disc by hybrid impregnation reaction, and the development of a more feasible manufacturing process.

研究分野：複合材料

キーワード：構造材料 高強度 金属間化合物 複合材料 機械的特性 熱特性

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属します。

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

自動車の一部やエンジンブロックにアルミニウムを、コンプレッサー回転翼には急冷凝固アルミニウム合金が使われている。しかし、アルミニウム合金は、優れた特性を持つ一方、剛性や耐摩耗性や高温強度の面では鉄鋼系材料と比べると劣っており、自動車のブレーキディスクやシリンダーブロックの摺動部などの耐摩耗性能が求められる部分に代替することができないといった問題がある。構造部材は通常、弾性変形の範囲内の荷重条件で使用される。鉄鋼系材料の縦弾性係数がおよそ 200GPa に対してアルミニウム合金は 70~90GPa ほどであり、このために同等の荷重条件を満たす形状を得るためには製品の体積を増やすことが必要であり、それほど軽量化にはならない、また大型化してしまうといったことが現状である。そのほかに、線膨張係数が高いといった問題がある。線膨張係数を抑えるためには、一般的に Si の添加量を多くする必要があるが、高くなりすぎてしまうと、铸造性が悪くなってしまっている。そこで、この問題点を改善するために本研究ではアルミニウム合金を母材として、金属基複合材料を代替材料として目指すための、製造プロセスの簡略化及び特性評価を行う。

2. 研究の目的

アルミニウム合金とニッケル多孔体を用い低圧含浸法により Al_3Ni 粒子分散強化アルミニウム合金基複合材料の作製を試みる。過去の研究を参考に作製条件を決定し比表面積 $5800m^2/m^3$ 以上の Ni 多孔体とその Ni 多孔体の骨格表面に穴の空いている Ni 多孔体の 2 種類のニッケル多孔体を使用し、ニッケル多孔体の骨格の状況が複合材料中に生成されるニッケルとアルミニウムの金属間化合物である Al_3Ni の粒子数やサイズ、アスペクト比、面積率および分散性等に与える影響を組織観察、画像分析により調査する。また、複合材料中に存在する欠陥の観察し、欠陥を防ぐための作製プロセスの開発を行う。更に、特性評価として硬さ試験、曲げ試験、線膨張係数測定を行う。

3. 研究の方法

3.1 供試材料

強化材としては、Ni 多孔体(富山住友電工(株))を用いる(Fig.1)。多孔体は、導電処理を施した発泡樹脂に Ni を電気めっきした後、樹脂を除去するという工程で製造されている。金属粉末や金属繊維を焼結した多孔体に比べて遥かに大きな気孔率を持っており、三角柱状の骨格が三次元に連なった連続気孔を持つ金属多孔体である。母材としては、Al 合金である AC8A 合金を用いる。

3.2 複合材料の作製

Fig.2(a)含浸反応法を用いた装置の模式図を示す。一定加圧による含浸反応法を用いて Ni 多孔体内部に溶湯 Al を含浸し、その後一定時間保持し、Ni と Al による化学反応を起こさせることで金属間化合物 Al_3Ni を母材中に生成させ、その後冷却を行うことにより金属間化合物分散強化複合材料を作製する。実験条件は、加圧力 0.1MPa、設定温度 973K、保持時間 300s、炉冷、大気中とする。溶湯温度を Fig. 2(b)の Al-Ni 二元状態図中に示す。この温度では固液共存領域となっており、アルミニウムとニッケルの界面での反応による Al_3Ni の析出、冷却中の晶出によりアルミニウム合金内部に Al_3Ni が生成、分散されると考えられる。

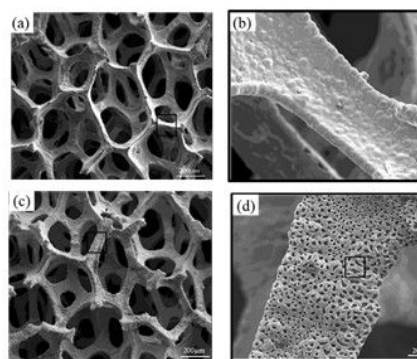


Fig. 1 SEM images of nickel porous (specific surface area, over $5800 m^2/m^3$) without micro-pore on surface (a) (b) and with micro-pore on surface (c), (d).

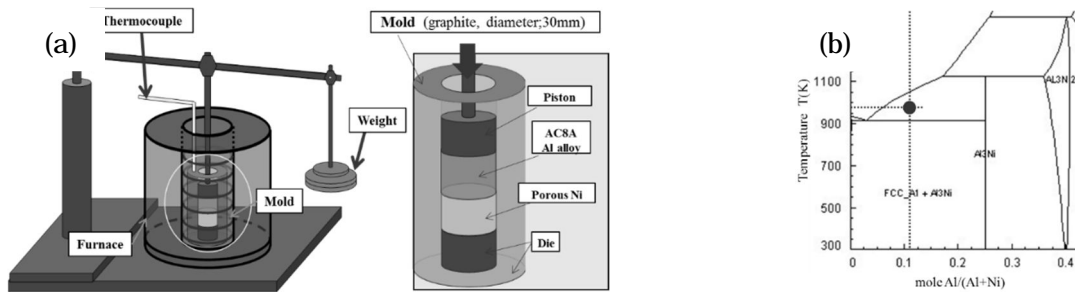


Fig. 2 Schematic illustration of apparatus for low-pressure infiltration (a) and phase diagram for Al-rich side of Al-Ni binary system (b)

3.3 Al₃Ni_p/AC8A 合金基複合材料の特性評価

Al₃Ni_p/AC8A 合金基複合材料の全体硬さ測定のため、Ni 多孔体と微細気孔あり Ni 多孔体 2 つを用い作製した各種の複合材料、及び金属間化合物が母材中に分散し、かつより微細な粒子が分散していると確認できた複合材料に対して、ピッカース硬さ試験とロックウェル硬さ試験を行った。また、曲げ試験は三点曲げを選定する。試験片形状は、試験片幅：3mm、試験片厚さ：1mm、試験片長さ：26mm の試料を用いる。試験条件は JIS 規格に従い ASTM-C1341 条件を採用する。支点間距離：16mm である。膨張係数測定装置の概略図を Fig.3 に示す。炉内を温めて 40 から 180 まで温度を上昇させ、その間に試料の膨張量を測定する。

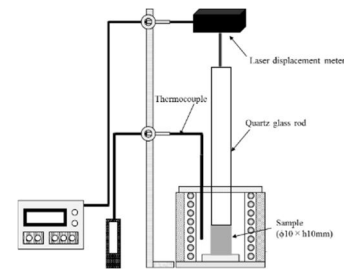


Fig. 3 Schematic illustration of coefficient of thermal expansion measuring device.

4 . 研究成果

4.1 低圧加圧により作製した複合材料の組織観察

複合材料の組織観察した結果を Fig.4 に示す。複合材料内部の欠陥が制御でき、緻密な複合材料の作製に成功した。Fig.4(a)は、Ni 多孔体を用いて作製した複合材料の組織では、強化相である Al₃Ni が母材中に一様に分散している様子がわかる。しかし、Fig.4(b)は微細気孔あり Ni 多孔体を用いて作製した複合材料の SEM 画像である。Al と Ni の反応による金属間化合物が生成しているが、(a)と比較すると金属間化合物の分散性が良くないことがわかる。これは表面から生成された金属間化合物が剥離される際、多方向に剥離しようとするが、生成された金属間化合物が衝突して、金属間化合物が密集されていることが観察された。また、Fig. 5 に示すように金属間化合物である Al₃Ni とは別の針状の Al₃Ni が生成していることがわかる。これは、AC8A 合金が Ni を 0.8-1.5%含有していることで、初晶として析出した Al₃Ni であると考えられる。粒子分散強化複合材料において、粗大な粒子が析出してしまふことは、機械的特性に大きな影響を与えてしまうので、この初晶を抑制する必要がある。

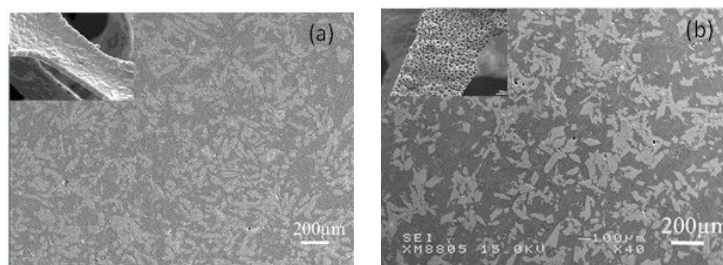


Fig.4 Microstructures of Al₃Ni/AC8A alloy composites, nickel porous (specific surface area, over 5800 m²/m³) (a) without micro-pore on surface, and (b) with micro-pore on surface.

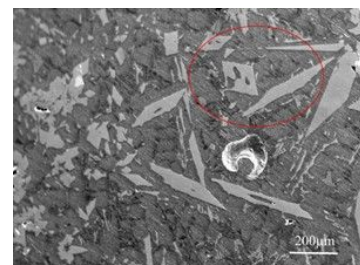


Fig. 5 Primary phase of Al₃Ni/AC8A alloy composites

AC4C 合金を用い Ni 多孔体を使って作製した複合材料の組織観察結果を Fig.6 に示す。AC8A 合金を使用して作製した材料と同様に Al_3Ni 粒子が母材中に微細に分散していることが確認できた。生成されている粒子のサイズが AC8A を用いたものに比べて小さい。粒子サイズが小さくなった原因は、AC4C が含むアルミニウムの割合が高いためと考えられる。これまでの研究で、粒子サイズは、比表面積が大きくなるほど微細になることがわかっている。比表面積が大きいほど、アルミニウムとの接触面積がおおきくなる。それにより、小さな核生成サイトができる。AC4C はアルミニウムの割合が大きいため、アルミニウムと Ni 多孔体の接触面積が増える。このため、AC4C を用いた複合材料の金属間化合物が微細化されたと考えられる。これまで AC8A 合金を使用して作製した試料で見られた $400\mu m$ 程の初晶の粗大な Al_3Ni 粒子は確認できなかった析出を抑制することができた。これにより、初晶の析出は母材中の Ni が大きく影響を与えていることが分かった。

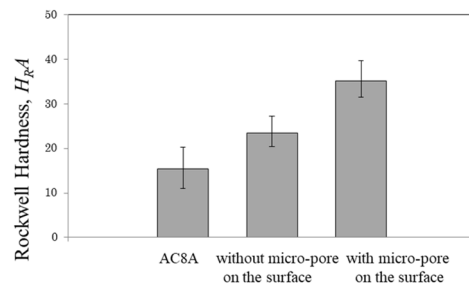
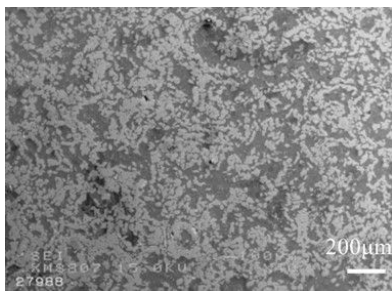


Fig.6 Microstructures of $Al_3Ni_p/AC4C$ alloy composites, nickel porous without micro-pore.

Fig. 7 Rockwell hardness of matrix and composites.

4.2 複合材料の機械的特性

Fig.7 は、母材である AC8A 合金、2 種の複合材料に対して、ロックウェル硬さ試験を行った結果である。Ni 多孔体を用いて作製した複合材料の硬さは $44.2H_{RA}$ 、微細気孔あり Ni 多孔体を用いて作製した複合材料は $35.1H_{RA}$ となった。この結果から分かるように、本研究で作製した全ての複合材料は母材である AC8A 合金より高いロックウェル硬さの値を示し、 Al_3Ni 粒子の分散による全体硬さの向上が確認できた。複合材料の曲げ強度は三点曲げ試験による評価を行った。用いた試料 Ni 多孔体を用いて作製した複合材料と骨格の表面に微細気孔あり Ni 多孔体を用いて作製した複合材料の 2 種類である。三点曲げ試験を行った曲げ強度の結果を Fig.8 に示す。曲げ試験を行った結果、Ni 多孔体を用いた複合材料の曲げ強度は $239.5MPa$ 、微細気孔あり Ni 多孔体を用いた複合材料の曲げ強度は $220.3MPa$ となり、約 9% 減少する結果となった。粒子分散強化金属は、金属中に $0.01 \sim 0.1\mu m$ 程度の微粒子を数%程度分散させ、粒子自体が力を受け持つのではなく、粒子を分散させることにより、マトリックス(基地)自体の変形抵抗を高め、高温下での弾性率、強さおよびクリープ特性を改善するために開発された材料である。しかし、粒子が大きかったために粒子に変形が生じてしまったため曲げ強度が低下したと考えられる。AC8A 合金と組成が同等であり Ni 含有量が少ない AC4C 合金を選定し、曲げ試験を行う。AC4C 合金を母材として作製した複合材料の最大曲げ応力は $279.3MPa$ であり、AC8A 合金を母材とする複合材料よりも大きな値となった。それぞれの母材である AC8A、AC4C 合金の曲げ強度は 220 、 $200MPa$ と AC8A 合金が高い値となっているが、複合材料では AC4C 合金を母材とした複合材料が大きくなっている。脆性破壊を示す粗大な初晶の Al_3Ni が母材中に生成されておらず、硬質な Al_3Ni 粒子が微細に母材中に分散したため曲げ強度が向上したものと分かる。

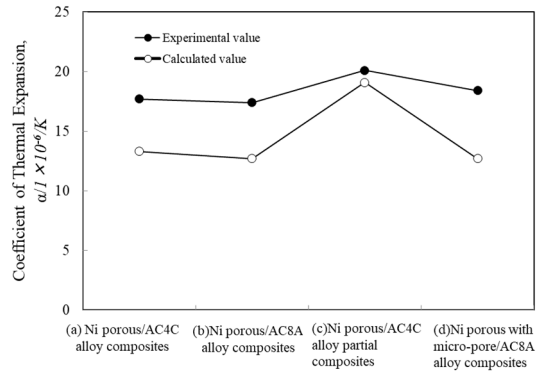
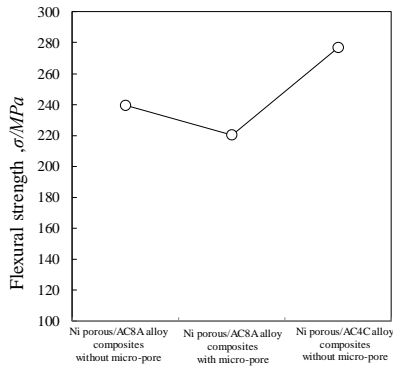


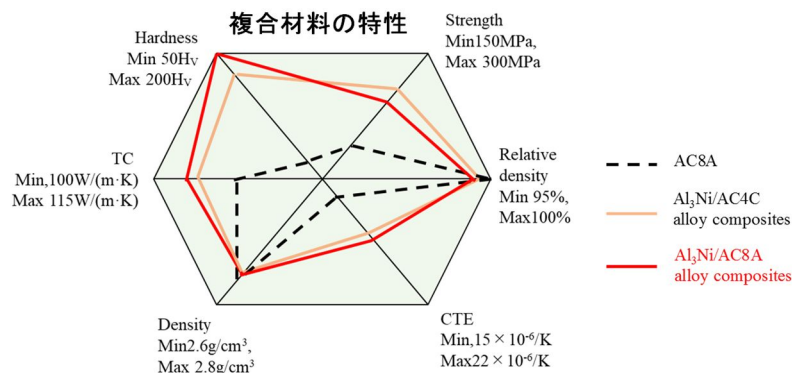
Fig. 8 Flexural strength of AC8A matrix composite without micro-pore on surface (a), AC8A matrix composite with micro-pore on surface (b) and AC4C matrix composite without micro-pore on surface (a) Fig.9 Coefficient of thermal expansion of (a) Ni porous/AC4C alloy composites, (b) Ni porous/AC8A alloy composites, (c) Ni porous/AC4C alloy partial composites, (d) Ni porous with micro-pore/AC4C alloy composites.

4.3 線膨張係数測定

用いた試料はNi多孔体とAC4Cを用いて作製した複合材料、Ni多孔体とAC8Aを用いて作製した複合材料、微細気孔ありNi多孔体とAC4Cを用いて作製した複合材料と下部30%複合材料の4種類の線膨張係数測定を行った結果をFig.9に示す。線膨張係数測定を行った結果、Ni多孔体とAC4Cを用いた複合材料の線膨張係数は17.7、微細気孔ありNi多孔体とAC8Aを用いた複合材料の線膨張係数は17.4となった。また、Ni多孔体とAC4Cを用いた30%複合材料の線膨張係数は、20.1となり、骨格に穴のあるNi多孔体は18.4となった。すべての複合材料は、母材と比較して線膨張係数は低くなった。金属間化合物を分散させることによって、線膨張係数を減少させることができることがわかった。粒子を分散させることにより、マトリックス自体の変形抵抗を高め、高温下での弾性率、強さおよびクリープ特性を改善されたためと考えられる。最も高くなったのは、Ni多孔体とAC8Aを用いた複合材料であった。AC8A自体が、線膨張係数が低い材料のため、母材の特性が大きな影響を与えていると考えられる。また、同じ母材で、粒子の分散の違いにより、線膨張係数が変わった。

5 結言

本研究による得られた結果として、開発された複合材料はアルミニウム合金と比較して同様な密度でありつつ、高強度及び高熱特性を有することが判明された。さらに、複合材料の製造プロセスを簡略化することにより、複合材料の汎用化及び実用化につなげる研究結果である。



5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計9件（うち査読付論文 8件/うち国際共著 7件/うちオープンアクセス 6件）

1. 著者名 Yujiao Ke, Kazuhiro Matsugi, Zhefeng Xu, Yongbum Choi, Mingzhi Wang and Jinku Yu	4. 巻 61
2. 論文標題 Spark Sintering of TiB ₂ Reinforced Fe Matrix Composites with Both High Thermal Conductivity and Hardness, and Their Microstructural Characterizations	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Materials Transactions	6. 最初と最後の頁 548-556
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.2320/matertrans.MT-M2019286	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 Yujiao Ke, Kazuhiro Matsugi, Zhefeng Xu, Yu He, Yongbum Choi, Mingzhi Wang and Jinku Yu	4. 巻 60
2. 論文標題 Synthesis of 30 vol%TiB ₂ Containing Fe ₅ Ti Matrix Composites with High Thermal Conductivity and Hardness	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Materials Transactions	6. 最初と最後の頁 2516-2524
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.2320/matertrans.MT-M2019168	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 Xuan Meng, Yongbum Choi, Kazuhiro Matsugi, Wentao Hu and Wenchang Liu	4. 巻 547
2. 論文標題 Development Of Short Carbon Fiber Reinforced Aluminium Matrix Composites By Low Pressure Infiltration Process	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Materials Science and Engineering	6. 最初と最後の頁 1-6
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1088/1757-899X/547/1/012024	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 Kota SATO, Kenjiro SUGIO, Yongbum CHOI, Gen SASAKI, Asep Ridwan SETIAWAN and Aditianto RAMELAN	4. 巻 547
2. 論文標題 Fabrication of Cr based electrodeposited composite film using nano ZrO ₂ particles on aluminum substrate	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Materials Science and Engineering	6. 最初と最後の頁 1-8
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1088/1757-899X/547/1/0120271	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 Xi-Long Ma, Kazuhiro Matsugi, Zhe-Feng Xu, Yong-Bum Choi, Ryohei Matsuzaki, Jie Hu, Xin-Gang Liu and Hao Huang	4. 巻 60
2. 論文標題 Applicability of As-Cast on beta-type Titanium Alloys Proposed in the Compositional Region with Different Tensile Deformation Types	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Materials Transactions	6. 最初と最後の頁 2426-2434
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2320/matertrans.F-M2019848	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 Xuan Meng, Yongbum Choi*, Kazuhiro Matsugi, Zhefeng Zu and Wenchang Liu	4. 巻 59
2. 論文標題 Microstructures of carbon fiber and hybrid carbon fiber-carbon nano fiber reinforced aluminum matrix composites by low pressure infiltration process and their properties	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Materials Transactions	6. 最初と最後の頁 1935-1942
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2320/matertrans.MAW201808	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 Meiqi Yu, Kazuhiro Matsugi, Zhefeng Xu, Yongbum Choi, Jinku Yu, Satoshi Motozuka, Yoshiyuki Nishimura, Ken-ichiro Suetsugu	4. 巻 59
2. 論文標題 High Temperature Characterization of Binary and Ternary Bi Alloys Microalloyed with Cu and Ag	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Materials Transactions	6. 最初と最後の頁 303-310
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2320/matertrans.MAW201710	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 Gen Sasak*, Yong Bum Choi, Kenjiro Sugio and Kazuhiko Matsugi	4. 巻 941
2. 論文標題 Development of Tool Steel Matrix Composites with High Thermal Conductivity	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Materials Science Forum	6. 最初と最後の頁 1956-1960
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 オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Kenjiro Sugio*, Keisuke Kono, Yongbum Choi and Gen Sasaki	4. 巻 941
2. 論文標題 Evaluation of Effective Thermal Conductivity of Metal Matrix Composites by Using Image-Based Calculation	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Materials Science Forum	6. 最初と最後の頁 1939-1943
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 無
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 -

〔学会発表〕 計31件 (うち招待講演 1件 / うち国際学会 31件)

1. 発表者名 Hitoshi SAWADA, Kenjiro SUGIO, Yongbum CHOI, Gen SASAKI
2. 発表標題 Development Of High Strength And High Thermal Conductivity Mold Material With Hetero Structure
3. 学会等名 The 12th Korea-Japan Joint Symposium on Composite Materials (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Yujiao KE, Kazuhiro MATSUGI, Yongbum CHOI
2. 発表標題 Both Effects Of Powder Mixing And Spark Sintering For 30vol%TiB2 Strengthened Steels With Ti Macro-Alloying MMCs
3. 学会等名 The 12th Korea-Japan Joint Symposium on Composite Materials (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Shunsuke FUJII, Kenjiro SUGIO, Yongbum CHOI, Gen SASAKI
2. 発表標題 Effect Of Surface Structure Of Carbon Materials On Reactivity For Iron
3. 学会等名 The 12th Korea-Japan Joint Symposium on Composite Materials (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Takuya KAWATA, Kenjiro SUGIO, Yongbum CHOI, Gen SASAKI
2. 発表標題 Relationship Between Effective Thermal Conductivity And Interfacial Thermal Resistance Of Al-AlN And Al-Si Composites
3. 学会等名 The 12th Korea-Japan Joint Symposium on Composite Materials (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Xuan MENG, Yongbum CHOI, Kazuhiro MATSUGI
2. 発表標題 Effect Of Matrix On Characteristics For Multipurpose Of Carbon Short Fiber Reinforced Composite
3. 学会等名 The 12th Korea-Japan Joint Symposium on Composite Materials (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Shinji WATANABE, Kenjiro SUGIO, Yongbum CHOI, Gen SASAKI
2. 発表標題 Preparation Of Almina Short Fiber Dispersed Aluminum Alloy Composites With Functional Gradient Structure
3. 学会等名 The 12th Korea-Japan Joint Symposium on Composite Materials (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Koyo FUJIMURA, Kenjiro SUGIO, Gen SASAKI, Yongbum CHOI
2. 発表標題 Characteristics Of The Carbon Nanofibre Dispersed Copper Composites Prepared By Spark Plasma Sintering
3. 学会等名 The 12th Korea-Japan Joint Symposium on Composite Materials (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Yusuke SETO, Yongbum CHOI, Kazuhiro MATSUGI, Kenjiro SUGIO
2. 発表標題 Development Of Manufacturing Process Of Porous AlN Reinforced Fe Matrix Composite
3. 学会等名 The 12th Korea-Japan Joint Symposium on Composite Materials (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Yosuke DOBASHI, YongBum CHOI, Kazuhiro MATSUGI, Gen SASAKI
2. 発表標題 Manufacturing Process Of Graphene Reinforced Metal Matrix Composite With High Volume Rate Of Graphene
3. 学会等名 The 12th Korea-Japan Joint Symposium on Composite Materials (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Yongbum CHOI , Kazuhiro MATSUGI
2. 発表標題 New Manufacturing Process of Al3Ni Ceramic Particles Reinforced Composite
3. 学会等名 The 36th International Japan-Korea Seminar on Ceramics (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Fei Gao, Yongbum Choi, Kazuhiro Matsugi, Kenjiro Sugio, Hiroyuki Suzuki
2. 発表標題 Fabrication and Characterization of Porous Material Using CNTs Block for Fabrication of Matrix Composites Materials
3. 学会等名 The 10th International Conference on Adanvanced Materials and Processing (国際学会)
4. 発表年 2019年

1 . 発表者名 Yujiao Ke, Kazuhiro Matsugi, Zhefeng Xu, Yu He, Yongbum Choi, Mingzhi Wang, Jinku Yu
2 . 発表標題 The Fabrication of (Fe-10Ti)-TiB ₂ Composites with Both High Thermal Conductivity and Hardness by SPS
3 . 学会等名 The 10th International Conference on Advanced Materials and Processing (国際学会)
4 . 発表年 2019年

1 . 発表者名 Zeze Xiao, Kazuhiro Matsugi, Zhefeng Xu, Taishi Matsuoka, Tomoshi Uomi, Nobuyuki Oda, Hironobu Kominato, and Yasuo Uosaki
2 . 発表標題 Characterizations of the Microstructural and Tensile Properties of Al-9Si-0.3Fe-0.15Mn Alloys with Ti and V Additions
3 . 学会等名 The 10th International Conference on Advanced Materials and Processing (国際学会)
4 . 発表年 2019年

1 . 発表者名 Xilong Ma, Kazuhiro Matsugi, Zhefeng Xu, Yongbum Choi, Ye Liu, Jie Hu, Xingang Liu, Hao Huang
2 . 発表標題 Optimization of Both Composition and Manufacturing Process for α -Type Titanium Alloys and Their Characterizations
3 . 学会等名 The 10th International Conference on Advanced Materials and Processing (国際学会)
4 . 発表年 2019年

1 . 発表者名 Yan Zhao, Kenjiro Sugio, Yongbum Choi, Sasaki Gen, Zhefeng Xu, Jinku Yu
2 . 発表標題 The Relationship Between the Effective Thermal Conductivity and the Orientation of Graphite Flakes in Al Matrix Composites
3 . 学会等名 The 10th International Conference on Advanced Materials and Processing (国際学会)
4 . 発表年 2019年

1 . 発表者名 Y.B. Choi, Y. Dobashi K. Matsugi, G. Sasaki, K. Sugio
2 . 発表標題 Manufacturing process of graphene reinforced Al composite and their properties
3 . 学会等名 22nd International Conference on Composite Materials (国際学会)
4 . 発表年 2019年

1 . 発表者名 Gen Sasaki, K. Kodama, Y. B. Choi, K. Sugio
2 . 発表標題 Simulation of thermal conductivity for titanium boride particle dispersed aluminum composites
3 . 学会等名 22nd International Conference on Composite Materials (国際学会)
4 . 発表年 2019年

1 . 発表者名 Kenjiro Sugio, T. Kawata, Y. B. Choi, G. Sasaki
2 . 発表標題 Evaluation of interfacial thermal resistance of Al-AlN particle dispersed composites by using image based calculation
3 . 学会等名 22nd International Conference on Composite Materials (国際学会)
4 . 発表年 2019年

1 . 発表者名 Yongbum Choi, Kazuhiro Matsugi, Gen Sasaki, Kenjiro Sugio
2 . 発表標題 In-site synthesis of Al Matrix Composite Reinforce with Dispersed Al ₃ Ni Using Porous Nickel
3 . 学会等名 International Symposium on Precision Engineering and Sustainable Manufacturing (国際学会)
4 . 発表年 2019年

1. 発表者名 Gen Sasaki, Kentaro Tashiro, Yongbum Choi, Kazuhiro Matsugi, Kenjiro Sugio
2. 発表標題 Characterization of Short Carbon Fiber Dispersed Flame-Resistant Magnesium Alloy Composites for Practical Use
3. 学会等名 International Symoisum on PRecision Engineering and Sustainable Manufacturing (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Kenjiro Sugio, Yongbum Cho, Gen Sasaki
2. 発表標題 Development of a Software to Quantify the Microstructures of Metals and Metal Matrix Composites
3. 学会等名 International Symoisum on PRecision Engineering and Sustainable Manufacturing (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Fei Gao, Yongbum Choi*, Yosuke Dobashi, Kazuhiro Matsugi
2. 発表標題 Development of Graphene Reinforced Metal Matrix Composite by Spark Plasma Sintering
3. 学会等名 6th international congress of technology engineering and science (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Kenjiro Sugio, Choi Yongbum, Sasaki Gen
2. 発表標題 Evaluation of effective thermal conductivity of metal matrix composites by using image-based calculation
3. 学会等名 International conference on processing and manufacturing of advanced materials (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Gen Sasaki, Yongbum Choi, Kenjiro Sugio, Kazuhiro Matsugi
2. 発表標題 Development of Tool Steel Matrix Composites with High Thermal Conductivity
3. 学会等名 International conference on processing and manufacturing of advanced materials (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Yongbum Choi, Tomokazu Hirano, Kazuhiro Matsugi, Kenjiro Sugio, Sasaki Gen
2. 発表標題 Microstructures and flexural strength of Al ₃ Ni intermetallic compound reinforced Al alloy matrix composite by infiltration and reaction method
3. 学会等名 International Conference on Design and Application of Engineering Materials (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Xuan Meng, Yongbum Choi*, Kazuhiro Matsugi, Wentao Hu, Wenchang Liu
2. 発表標題 Development of carbon short fiber reinforced aluminium matrix composites by low pressure infiltration process
3. 学会等名 International Conference on Design and Application of Engineering Materials (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Kota Sato, Kenjiro Sugio, Yongbum Choi, Gen Sasaki, Asep Ridwan Setiawan, Aditianto Ramelan
2. 発表標題 Fabrication of Cr based electrodeposited composite film using nano ZrO ₂ particles on aluminum substrate
3. 学会等名 International Conference on Design and Application of Engineering Materials (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Yosuke Dobashi, Yongbum Choi, Kazuhiro Matsugi, Kejiro Sugio
2. 発表標題 Microstructure and Property of Graphene Reinforced Metal Matrix Composite
3. 学会等名 The 5th Asian Symposium on Materials and Processing (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Yoshiaki Kataoka, Yongbum Choi, Xuan Meng, Kazuhiro Matsugi, Gen Sasaki
2. 発表標題 Thermal Properties of Carbon Short Fiber and Alumina Fiber Reinforced Al Composite by Low Pressure Casting
3. 学会等名 The 5th Asian Symposium on Materials and Processing (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Gen Sasaki, Kentaro Tashiro, Yongbum Choi, Kenjiro Sugio
2. 発表標題 Mechanical and Environmental Properties of Carbon Nanofiber Dispersed Flame-Resistant Magnesium Alloy Composites by Stir Casting
3. 学会等名 The 5th Asian Symposium on Materials and Processing (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Kenjiro Sugio, Takuya Kawata, Yongbum Choi, Gen Sasaki
2. 発表標題 Evaluation of thermal Properties of Al-AlN Particle Dispersed Composites
3. 学会等名 The 5th Asian Symposium on Materials and Processin (国際学会)
4. 発表年 2018年

〔図書〕 計0件

〔出願〕 計2件

産業財産権の名称 予備成形体を要しない炭素繊維強化金属基複合材料の製造プロセスの開発	発明者 崔龍範	権利者 同左
産業財産権の種類、番号 特許、2019-115782	出願年 2019年	国内・外国の別 国内

産業財産権の名称 チタン基複合材料の製造方法	発明者 崔龍範	権利者 同左
産業財産権の種類、番号 特許、2019-130578	出願年 2019年	国内・外国の別 国内

〔取得〕 計0件

〔その他〕

-

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	佐々木 元 (Sasaki Gen) (30192595)	広島大学・先進理工系科学研究科(工)・教授 (15401)	
研究分担者	松木 一弘 (Matsugi Kazuhiro) (30253115)	広島大学・先進理工系科学研究科(工)・教授 (15401)	

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
---------	---------