

令和 5 年 6 月 10 日現在

機関番号：11301

研究種目：挑戦的研究(萌芽)

研究期間：2021～2022

課題番号：21K18804

研究課題名(和文)防食機能を備えたスマートアロイの創製：耐食元素の固溶から第二相化への発想の転換

研究課題名(英文)Creation of Smart Alloys with Anticorrosion Functions: A Change in Concept from Solid Solution of Corrosion-Resistant Elements to Secondary Phases

研究代表者

武藤 泉(Muto, Izumi)

東北大学・工学研究科・教授

研究者番号：20400278

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 4,900,000円

研究成果の概要(和文)：Type304Lステンレス鋼とAl合金(AA7075)に対し、防食元素であるMoとMnを「固溶」ではなく「第二相化」した新しい省資源・高耐食合金「スマートアロイ(Smart Alloys)」を開発した。Type304Lステンレス鋼に対しては、Mo濃化領域を第二相化することで、NaCl水溶液中において、Moを固溶したType316Lステンレス鋼よりも高い耐孔食性を示すことを見出した。Mo濃化領域を不溶性化した場合と可溶性化した場合に対し、高耐食化の原理を解明した。AA7075に対しては、Mn濃化領域を作製することで、乾湿繰り返し試験において耐食性が向上することを見出した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

Moは腐食部で、可溶性のイオンになり溶液の腐食性を低下させることで、耐食性向上に寄与していることは知られていた。しかし、Moを母相に均一に固溶させた際には、防食作用が現れる時には、すでに合金は大きく腐食している。このため、「高耐食化=高合金化」とされてきた。しかし、本研究は、Moを第二相に濃縮させることで、防食効果が発揮することを見出した世界初の研究成果であり、今までの「固溶・高合金化による高耐食化」に対するパラダイム転換であり、耐食合金設計に大転換をもたらす可能性を秘めている。Al合金のMn濃化相に関しても、積層造形材など、粉末を出発材料とする工業製品の高耐食化への応用が期待される。

研究成果の概要(英文)：Resource-saving and highly corrosion resistant alloys (smart alloys) have been developed in this study. The newly developed smart alloys improved local corrosion resistance by utilizing a second phase. For Type 304L stainless steel, Mo was used to form the second phase, and two different steels were developed: insoluble Mo-enriched phase or soluble Mo-enriched phase. For AA7075 aluminum alloy, Mn was used to form the second phase, and it was found that the corrosion resistance is improved by the Mn-rich phase.

研究分野：材料電子化学

キーワード：耐孔食性 腐食 ステンレス鋼 アルミニウム合金 スマートアロイ 耐食性 マイクロ電気化学

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

金属材料においても、耐食性の向上を意図した合金設計では、添加元素が母相に固溶していることが合金設計の前提である。例えば、ステンレス鋼の場合には、Mo や N を鋼母相に固溶させて、耐食性を向上させることが通常である。この際、Mo や N は腐食環境で溶解し MoO_4^{2-} や NH_4^+ となって鋼から溶出し、溶液の腐食性を低下させることで、耐食性向上に寄与している。しかし、Mo や N を均一に固溶させた合金では、防食作用が現れる時には、すでに合金は大きく侵食されている。このため、高耐食化には多量の合金元素の添加が不可欠である。例えば、耐海水ステンレス鋼(Fe-20Cr-18Ni-6Mo-0.3N など)はあまりにも高価で用途は限定されている。このように、「固溶による高耐食化」は、工学的に限界に達している。本研究は、この壁を突破する新しい高耐食化原理導出への挑戦を試みるものである。

2. 研究の目的

ステンレス鋼と Al 合金に対し、防食元素である Mo や N などを「固溶」ではなく「第二相化」した新しい省資源・高耐食合金「スマートアロイ(Smart Alloys)」を開発する。たとえば、局部腐食の起点となる表面欠陥部において母相の溶解に先立ち第二相から Mo や N などが溶出し、それらの腐食抑制作用により、固溶よりも少量でも高い防食効果を発揮できる新合金の開発を目指す。

3. 研究の方法

ステンレス鋼の試験片を作製する場合には、試料として、Mo 粉末を 2.5 mass% 混合した Type304L ガスアトマイズステンレス鋼粉末の放電プラズマ(SPS)焼結体を用いた。焼結温度は 1100、焼結時間は 20 分とした。焼結後、試料に対して所定の温度と時間の熱処理を行った。その後、試料表面を 1 μm のダイヤモンドペーストで鏡面研磨を行い仕上げた。比較材として Mo 無添加の Type 304L 焼結体、および Type 316L の焼結体を同様の手順で作製し、溶体化処理(1100、30 min、水冷)後、表面を鏡面研磨で仕上げた。

Al 合金の試験片を作製する場合には、AA7075 のガスアトマイズ粉末を SPS により焼結し、500 で熱間鍛造を行ったのち、熱処理(415、2 時間、炉冷)を施した。Mn 濃化組織を有する AA7075 を作製する際には、AA7075 粉末と純 Mn 粉末を混合し、同様に焼結、熱間鍛造、熱処理を施した。試料表面は、SiC 研磨紙(#2000、#4000、エタノール潤滑)、ダイヤモンドペースト(15、6、1、0.25 μm)を用いて鏡面に仕上げた。

耐食性の評価としては、動電位アノード分極曲線を測定した。溶液には 0.1 M NaCl を用いた。また、必要に応じて、乾湿繰り返し試験(Dip-dry)を実施した。なお、電位の基準は Ag/AgCl(3.33 M KCl)とする。また、本報告書では、溶液濃度の単位 mol/L を M と表記する。

4. 研究成果

(1) 不溶性の第二相を用いたステンレス鋼の高耐食化

Type304L 粉末と Mo 粉末(2.5 mass%)を混合し、SPS 焼結を行った。SPS 焼結後の熱処理の影響を調査した。焼結後、熱処理条件を次のように変えて、4 種類の試料を作製した。

- (a) 溶体化処理(1100、30 min、水冷)のみ
- (b) 1200、5 h \rightarrow 水冷 \rightarrow 溶体化処理
- (c) 1250、5 h \rightarrow 水冷 \rightarrow 溶体化処理
- (d) 1300、5 h \rightarrow 水冷 \rightarrow 溶体化処理

作製した試料の表面観察及び動電位アノード分極測定を行い、組織の変化と耐食性への影響を調査した。

光学顕微鏡による試料表面の組織観察より、焼結体には未焼結部によるポイドが確認された。SEM 等を用いた観察により Mo 濃化領域が試料全体に分散している様子が見られた。Mo 濃化領域では Mo と Cr が濃縮していた。熱処理中に Mo や Cr が拡散して Mo 濃化領域が形成されたと考えられる。さらに、Mo 濃化領域は、Mo が多い相と、やや少ない相の二相となっていることが分かった(図 1)。

焼結体の動電位アノード分極測定ではいずれもポイドの存在のため電流値は安定しなかった。304L 焼結体、316L 焼結体では電位の上昇とともに電流値が増加

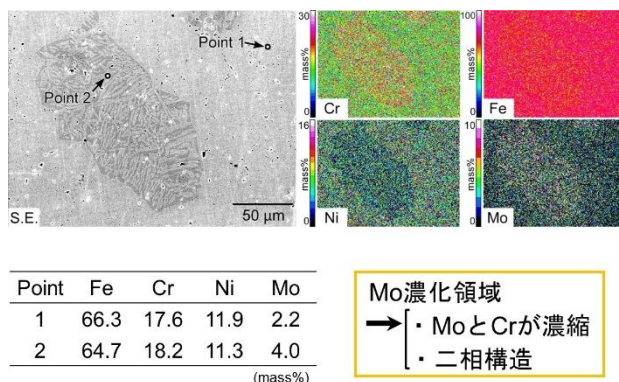


図 1 SEM を用いた Mo 濃化領域の観察結果

し続け、不動態域は確認できなかった。一方 Mo 濃化領域を有する Type304L 焼結体では電流値上昇の後、およそ 0.3 V で電流値が低下し、再不動態化が起こった。その後、0.83 V で孔食成長による電流値の上昇が見られた。Mo 濃化領域を有する Type304L 焼結体は、他の試料よりも孔食電位が高く、耐食性に優れることが分かった(図 2)。

熱処理を変えた試料について組織観察を行った。溶体化処理のみを行った試料では、拡散が起こりにくく、Mo 濃化領域はほぼ Mo の単相となった。高温熱処理を行った場合、拡散が十分に起こり、Mo 濃化領域は体積が拡大した。熱処理の温度が高くなるほど、Mo 濃化領域の体積分率は高くなった(図 3、4)。

次に、分極曲線の測定を行った。溶体化処理のみを行った試料では、Mo 濃化領域が優先的に溶けだし、不動態化しなかった。また、1200、1250 で熱処理をした試料では不動態化が起こらなかった。1300 で熱処理した試料では再不動態化が起こり、4 種類の試料の中で最も高い耐食性を示した(図 5)。Mo 濃化領域の体積分率と孔食電位の関係を整理した結果、体積分率が 9.7%を越えると、孔食電位が Type316L 焼結鋼よりも高くなることが分かった。

次に、Mo 濃化領域を有する Type304L 焼結鋼について、Mo 濃化領域の各相の腐食挙動を調査するため、各相のモデル合金を作製した。アーク溶解により、母相、Mo 濃化領域中の Mo-rich 相、Mo-poor 相の組成に合わせた、3 種類のモデル合金を作製した。溶解後、1300、5h の熱処理と、溶体化処理を行った。そして、NaCl 溶液中での分極曲線を計測した。その結果、母相と Mo-poor 相のモデル合金では、孔食が発生し、孔食電位はそれぞれ 0.65V、0.9V であった。一方、Mo-rich 相のモデル合金では孔食が発生しなかった。各相の耐食性を評価すると、高い方から、Mo-rich 相、Mo-poor 相、母相の順になった。特に、Mo-rich 相は NaCl 水溶液に対して不溶性であることが見出された。

そこで、Mo 濃化領域を有する Type304L 焼結鋼の腐食挙動を観察するためマイクロ電気化学測定を行った。電極面積は 1 mm²とした。Mo の添

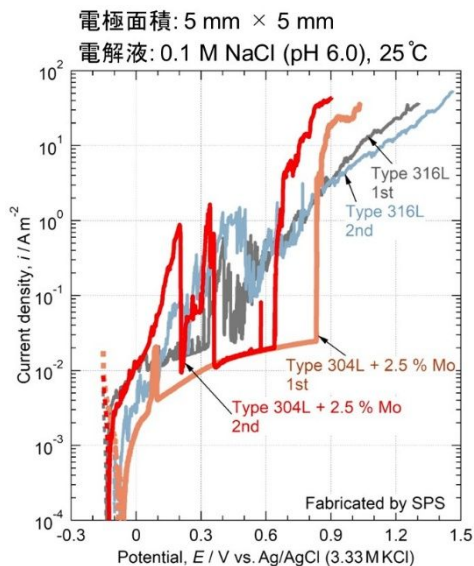


図 2 耐孔食性の評価

Type304L粉末 + 2.5 mass% Mo粉末 → SPS

熱処理: As-ST: ST
 1200 °C: 1200 °C, 5 h → 水冷 → ST
 1250 °C: 1250 °C, 5 h → 水冷 → ST
 1300 °C: 1300 °C, 5 h → 水冷 → ST
 ST: 溶体化処理(1100 °C, 0.5 h → 水冷)

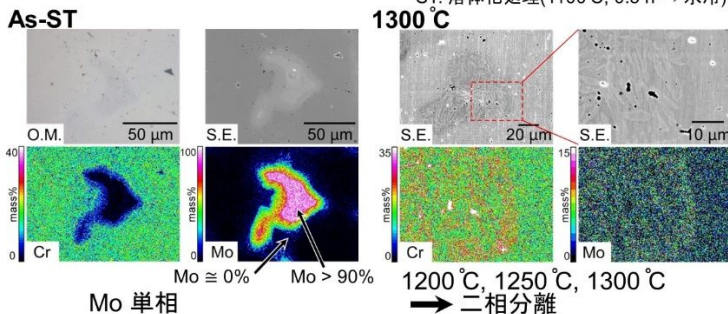


図 3 熱処理の条件を変えた試料の作製と表面観察

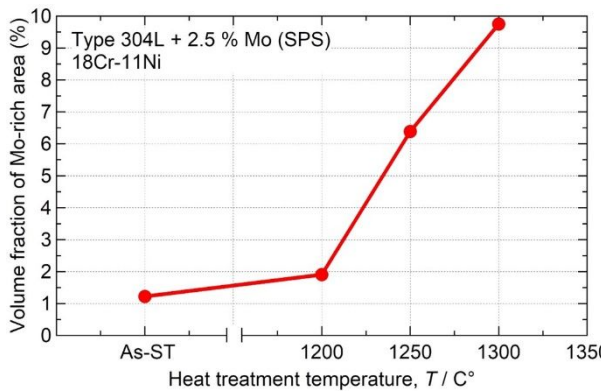


図 4 熱処理の Mo 濃化領域の体積分率の関係

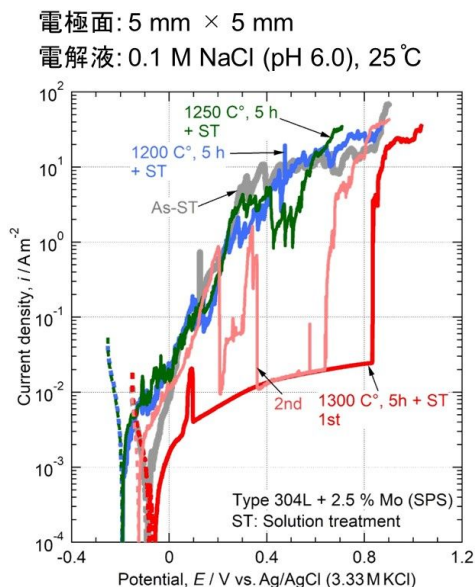


図 5 耐孔食生に及ぼす熱処理の影響

熱処理温度 ↑ → Mo濃化領域の体積分率 ↑

加量が 2.5mass% の試料では、微小な電極面の中に腐食の起点が含まれないために孔食が発生しにくい。ここでは試料として、1.5 mass% Mo を添加し焼結した Type304L 焼結鋼を用いた。0.1 M NaCl 中で動電位アノード分極を行った。分極開始後、溶解反応により 0.05 V で電流密度が上昇した。しかし、0.15 V で電流密度が急激に低下し、不動態化した。その後、0.5 V で再び孔食が発生した。測定終了後、SEM/EDS を用いた孔食の観察と解析を行った。その結果、二相に分離している Mo 濃化領域の内、Mo-rich 相が溶けずに残存していることがわかった。以上より、Mo 濃化領域の存在により耐孔食性が向上する理由は、Mo 濃化領域中の Mo-rich 相が、孔食の成長に対してバリアーとしてはたらくためであると考察された。本研究により、不溶性の第二相を均一に母相に分散させることで、塩化物水溶液中においてステンレス鋼の高耐食化が可能であることが見出された。

(2) 可溶性の第二相を用いたステンレス鋼の高耐食化

Mo 粉末と Type304L の粉末を用いて、可溶性の Mo 濃化領域を作製した。焼結温度は 1100 °C、焼結時間は 20 分とした。焼結後、必要に応じて溶体化処理(1100 °C、30 min 保持後、水冷)を行った。試料は直径約 15 mm、厚さ約 5 mm の円柱状で、これを半分に切断して厚さ 2~3 mm とした。表面観察、および電気化学測定には、切断面を使用した。試料表面は 1 μm のダイヤモンドペーストで鏡面研磨を行い、仕上げた。また、比較のため、Type304L 粉末の焼結体試料を、同様の手順で作製した。

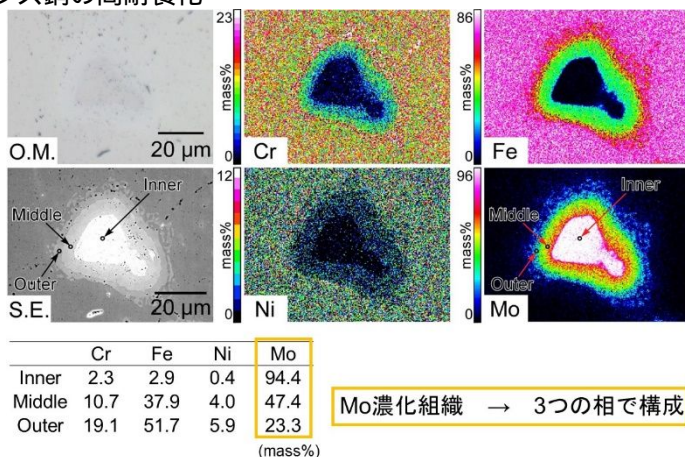


図6 Mo濃化組織の観察結果

研磨ままの試料表面の観察により、各試料表面には多数のポイドが存在することが分かった。また、ステンレス鋼粉末と Mo 粉末を混合・焼結し、作製した試料中には、Mo 濃化相が形成されている様子が観察された。Mo 濃化相は、試料全体に分散していた。

SEM を用いた観察の結果、Mo 濃化相は、中央部分で最も Mo の濃度が高く、中心から離れるにつれて Mo の濃度が減少していくことが分かった。また、Mo の濃度が減少するにつれて、その他の Fe, Cr, Ni などの合金元素の濃度が高くなっていくことが分かった。混合する Mo 粉末の量を変えると、Mo 濃化相の組成に大きな変化はなく、Mo 濃化相の数のみが変化することが分かった。表面観察により、ステンレス鋼粉末と、Mo 粉末を混合・焼結することで、Mo 濃化相を有するステンレス鋼が作製できたことが確認された(図6)。

0.1 M NaCl 水溶液中で動電位アノード分極を行った。Type304L の焼結体では、測定開始後、不動態維持電流密度を示したが、その後、孔食発生による急激な電流値の上昇が観察された。測定後の試料表面には、孔食が観察された。Mo 濃化相を有するステンレス鋼は Mo の添加量が少ないとき、Type304L 焼結鋼と同等の耐食性を示した。一方、Mo の添加量が多いとき、Mo 濃化相を有するステンレス鋼は、SUS 304L 焼結鋼よりも高い耐食性を示した。測定後の試料表面を観察すると、Mo 濃化相が優先的に溶解している様子が見られた。Mo 濃化相が溶解し、Mo のイオン種が供給されたことにより、耐食性が向上したことが考えられる。このように、腐食抑制作用を有する Mo イオンを溶液に放出させる相を第二相として作製することでも、耐食性を向上させることが可能であることを見出した。

(3) 第二相を用いたアルミニウム合金の高耐食化

放電プラズマ焼結により試料を作製することで、Mn 濃化組織が分散した AA7075 を作製することができた(図7、8)。

耐食性を評価するために、dip-dry 腐食試験を行った。溶液には、pH を 6.0 に調整した 0.1 M NaCl 溶液を用い、試料の溶液への浸漬と、25%、50%RH の環境での乾燥を繰り返し行った。その結果、Mn の添

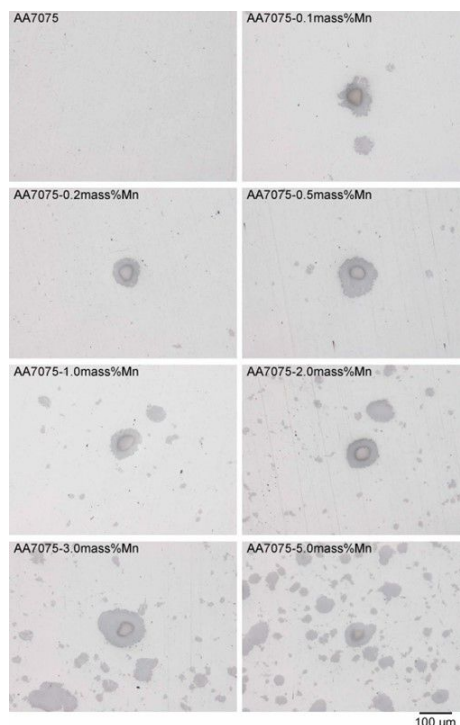


図7 Mn濃化組織の観察結果

加量の増加に伴い、dip-dry 腐食試験時の質量減少の低下が見られることを見出した(図 9)。Mn 濃化組織は、dip-dry 腐食試験後に変色や溶出しており、その周囲の一部の金属間化合物上に Al と Mn を含有する皮膜が生成していた。0.1 M NaCl 水溶液中での動電位分極曲線の計測から、Mn 濃化組織から溶出した Mn イオンが、AA7075 の表面に MnOOH 系の絶縁性に優れた皮膜を形成し、酸素還元反応が抑制されることが高耐食化の原因であると考えられる。

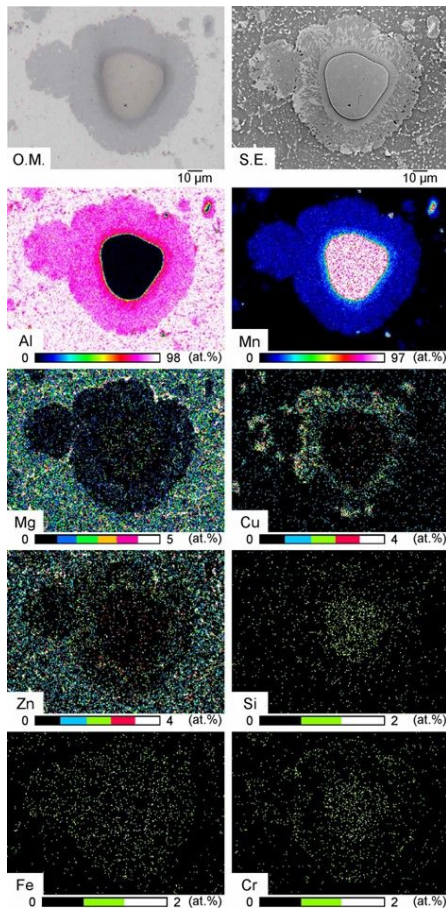


図 8 Mn 濃化組織の SEM/ES 解析結果(5mass%Mn 添加材)

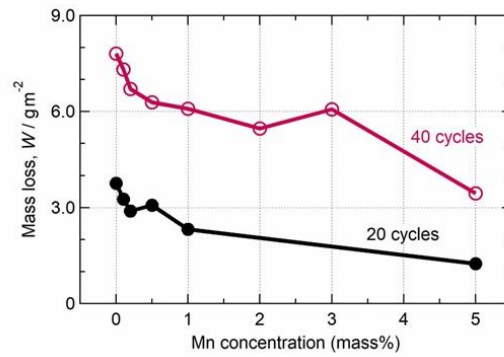


図 9 耐食性の評価結果(dip-dry 試験)

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計8件（うち査読付論文 8件/うち国際共著 1件/うちオープンアクセス 8件）

1. 著者名 Saito Haruka, Muto Izumi, Nishimoto Masashi, Sugawara Yu	4. 巻 33
2. 論文標題 Corrosion-resistant sintered stainless steels with non-equilibrium Mo-rich phases	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Materials Today Communications	6. 最初と最後の頁 104211 ~ 104211
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.mtcomm.2022.104211	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 Matsumura Kengo, Nishimoto Masashi, Muto Izumi, Sugawara Yu	4. 巻 169
2. 論文標題 Sudden pH and Cl ⁻ Concentration Changes during the Crevice Corrosion of Type 430 Stainless Steel	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Journal of The Electrochemical Society	6. 最初と最後の頁 101506 ~ 101506
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1149/1945-7111/ac9bda	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 Takayama Riku, Nishimoto Masashi, Muto Izumi, Sugawara Yu	4. 巻 169
2. 論文標題 Micro-Electrochemical Aspects of the Effects of Temperature on Pit Initiation at MnS Inclusion in Type 304 Stainless Steel	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Journal of The Electrochemical Society	6. 最初と最後の頁 111501 ~ 111501
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1149/1945-7111/ac9d6c	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 Shao Zheng, Nishimoto Masashi, Muto Izumi, Sugawara Yu	4. 巻 11
2. 論文標題 Fabrication of a model specimen for understanding micro-galvanic corrosion at the boundary of -Mg and -Mg17Al12	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Journal of Magnesium and Alloys	6. 最初と最後の頁 137 ~ 153
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.jma.2022.10.020	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 Kakinuma Hiroshi, Muto Izumi, Oya Yoshiyuki, Momii Takahiro, Jin Ying, Sugawara Yu, Hara Nobuyoshi	4. 巻 170
2. 論文標題 Change in Oxygen Reduction Reactivity of Intermetallics: A Mechanism of the Difference in Trenching around Al-Fe and Al-Fe-Si Particles on AA1050 in NaCl	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Journal of The Electrochemical Society	6. 最初と最後の頁 021503 ~ 021503
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1149/1945-7111/acb6ba	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 Kosaba Takumi, Muto Izumi, Nishimoto Masashi, Sugawara Yu	4. 巻 64
2. 論文標題 Chemical Conversion Treatment of AA5083 Aluminum Alloy and AISI 1045 Carbon Steel under Galvanically Coupled Condition in Na ₂ MoO ₄ : Effect of pH on Corrosion Resistance	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 MATERIALS TRANSACTIONS	6. 最初と最後の頁 568 ~ 577
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2320/matertrans.MT-M2022163	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 Amatsuka Shuichiro, Nishimoto Masashi, Muto Izumi, Kawamori Makoto, Takara Yuya, Sugawara Yu	4. 巻 7
2. 論文標題 Micro-electrochemical insights into pit initiation site on aged UNS S32750 super duplex stainless steel	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 npj Materials Degradation	6. 最初と最後の頁 15 ~ 15
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41529-023-00335-8	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 Kosaba Takumi, Muto Izumi, Nishimoto Masashi, Sugawara Yu	4. 巻 64
2. 論文標題 Role of KMnO ₄ -NaF Treatment in Galvanic Corrosion Resistance of AA5083 Coupled to Steel	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 MATERIALS TRANSACTIONS	6. 最初と最後の頁 896 ~ 903
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2320/matertrans.MT-L2022021	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 -

〔学会発表〕 計16件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 7件）

1. 発表者名 齋藤 遥、武藤 泉、菅原 優
2. 発表標題 Mo濃化領域によるステンレス鋼の耐食性への影響
3. 学会等名 日本金属学会 2021年秋期(第169回)講演大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Haruka Saito, Izumi Muto, Yu Sugawara
2. 発表標題 Fabrication of Type 304L Containing Mo-rich Areas and Corrosion Behavior
3. 学会等名 240th ECS Meeting (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 齋藤遥、武藤泉、西本昌史、菅原優
2. 発表標題 第二相を利用したステンレス鋼の高耐食化の試み
3. 学会等名 日本金属学会 2022年春期(第170回)講演大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 中嶋優汰、武藤泉、菅原優
2. 発表標題 溶液中マイクロインデンテーションによるType304ステンレス鋼の孔食発生要因の解析
3. 学会等名 材料と環境2022 (腐食防食学会講演大会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 小鯖匠、武藤泉、西本昌史、菅原優
2. 発表標題 アルミニウム合金AA5083表面におけるAl ₆ (Fe, Mn)周囲でのトレンチ形成に及ぼすMg ₂ Siの影響
3. 学会等名 材料と環境2022 (腐食防食学会講演大会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 齋藤遥、武藤泉、西本昌史、菅原優
2. 発表標題 第二相によるオーステナイト系ステンレス鋼の高耐食化の検討
3. 学会等名 材料と環境2022 (腐食防食学会講演大会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 邵箏、西本昌史、武藤泉、菅原優
2. 発表標題 Mg合金の / 界面の作製と腐食挙動の評価
3. 学会等名 材料と環境2022 (腐食防食学会講演大会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 海老名航、西本昌史、武藤泉、菅原優
2. 発表標題 Mn含有水溶液中での表面処理とMn濃化組織によるアルミニウム合金の高耐食化
3. 学会等名 材料と環境2022 (腐食防食学会講演大会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 邵箏、西本昌史、武藤泉、菅原優
2. 発表標題 AZ91Dマグネシウム合金のリン酸塩溶液中での陽極酸化処理
3. 学会等名 日本金属学会 2022年秋期(第171回)講演大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 雨塚 秀一郎、武藤泉、西本昌史、菅原優
2. 発表標題 マイクロ電気化学システムを用いた硝酸イオンによる孔食の抑制機構の解明
3. 学会等名 日本金属学会 2022年秋期(第171回)講演大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Takumi Kosaba, Izumi Muto, Masashi Nishimoto, Yu Sugawara
2. 発表標題 Effect of Mg ₂ Si on Trenching Formation Around Al ₆ (Fe, Mn) on AA5083 in Diluted Synthetic Seawater
3. 学会等名 242nd ECS Meeting (The Electrochemical Society) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Haruka Saito, Izumi Muto, Masashi Nishimoto, Yu Sugawara
2. 発表標題 Effects of secondary phases in stainless steel on corrosion resistance
3. 学会等名 242nd ECS Meeting (The Electrochemical Society) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Zheng Shao, Masashi Nishimoto, Izumi Muto, Yu Sugawara
2. 発表標題 Spark Plasma Sintering Fabrication of / Interface in Mg Alloys and Analysis of Corrosion Behavior
3. 学会等名 242nd ECS Meeting (The Electrochemical Society) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Ko Ebina, Izumi Muto, Masashi Nishimoto, Yu Sugawara
2. 発表標題 Fabrication of AA7075 containing Mn-rich phases by spark plasma sintering and evaluation of the pitting corrosion resistance
3. 学会等名 242nd ECS Meeting (The Electrochemical Society) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Shuichiro Amatsuka, Izumi Muto, Masashi Nishimoto, Yu Sugawara
2. 発表標題 Elucidation of the corrosion inhibition mechanism of nitrogen-based inhibitors and fabrication of a flow-cell type microelectrochemical system
3. 学会等名 242nd ECS Meeting (The Electrochemical Society) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Hiroki Yoshida, Izumi Muto, Masashi Nishimoto, Mai Takaya, Yoshihiko Kyo, Tadashi Minoda, Yu Sugawara
2. 発表標題 Micro-Electrochemical Analysis of Initiation Processes of Intergranular Corrosion of Al-Cu and Al-Cu-Mg Alloys
3. 学会等名 242nd ECS Meeting (The Electrochemical Society) (国際学会)
4. 発表年 2022年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

プレスリリース:2022年8月30日
タイトル:3D積層造形用ステンレス鋼材の高耐食化の新機構を発見 モリブデン濃化組織を有する高耐食鋼を開発
(<https://www.tohoku.ac.jp/japanese/2022/08/press20220830-02-3d.html>)

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	西本 昌史 (Nishimoto Masashi) (20880967)	東北大学・工学研究科・助教 (11301)	
研究分担者	菅原 優 (Sugawara Yu) (40599057)	東北大学・工学研究科・准教授 (11301)	

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