

令和 2 年 5 月 14 日現在

機関番号：12608

研究種目：若手研究(A)

研究期間：2017～2019

課題番号：17H04959

研究課題名（和文）原子シャッフリングによる転位制御機構の確立とチタン基形状記憶合金の高性能化

研究課題名（英文）Development of Ti-based shape memory alloys via controlling dislocation slip by atom shuffling of martensite phase

研究代表者

田原 正樹 (Tahara, Masaki)

東京工業大学・科学技術創成研究院・准教授

研究者番号：80610146

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 18,700,000円

研究成果の概要（和文）：本研究では、チタン系形状記憶合金のマルテンサイト相におけるすべり変形を抑制することにより、より高性能な形状記憶・超弾性特性を示しうる合金の設計指針を示すことが目的である。本研究により、マルテンサイト相におけるすべり変形は原子シャッフリングと強い相関があることを見出した。この原子シャッフリング量を制御することですべり変形の抑制と特性向上が可能であることが分かった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究で着目したマルテンサイト相のすべり変形は研究代表者が初めて見出したものである。また、このすべり変形がマルテンサイト相の原子シャッフリングにより制御可能であることは極めて重要な発見であり、高い学術的意義を持つ。さらに、本研究で見出した設計方法はチタン系形状記憶合金の実用化にあたり大きな役割を果たすものであり、社会的意義も大きいと考える。

研究成果の概要（英文）：The objective of this project was to develop the shape memory effect and superelasticity of Ti base shape memory alloys by controlling the slip deformation of martensite phase. It was clarified that the slip deformation of martensite was significantly affected by the degree of shuffling in the martensite crystal structure. Thus, this project was succeeded; the alloy design by controlling the shuffling of martensite is effective to enhance the shape memory and superelastic properties of Ti base shape memory alloys.

研究分野：金属組織学

キーワード：形状記憶合金 マルテンサイト変態 転位 チタン合金

## 様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

チタン系形状記憶合金は従来の Ti-Ni 合金に替わる医療用形状記憶合金として期待されている合金である。このチタン系合金は Ti-Ni 合金に比べてすべり変形が容易に生じるため、形状回復歪みが小さく、機能安定性も低いなど、多くの課題が存在している。これらを解決するためにはすべり変形応力の上昇が必要であるが、チタン系形状記憶合金におけるすべり変形に関する研究報告はほとんどなく、どのようなすべり系が活動しうるのか十分な知見が得られていなかった。本研究の開始にあたり、研究代表者は単結晶試料を作製し、マルテンサイト相における活動すべり系を詳細に観察したところ、これまでに報告されていない新たなすべり系 (<101> すべり) の活動がマルテンサイト相の結晶構造 (特に底面シャッフリング量) に強く依存していると予想した。合金組成の調整によってマルテンサイト相のシャッフリング量は制御可能であることから、すべり変形を抑制できる合金設計が可能であると考えた。

### 2. 研究の目的

上記の背景より、本研究の目的を以下の通りとした。

- (1) チタン系合金のマルテンサイト相における原子シャッフリング量の定量評価
- (2) 原子シャッフリング量と活動すべり系の関係を解明
- (3) すべり変形を抑制するための合金設計手法の確立

### 3. 研究の方法

本研究ではチタン系形状記憶合金として最も一般的な Ti-Nb 系合金および Ti-Mo 系合金を用いることとした。これらの合金インゴットをアルゴンアーク溶解法で作製したのち、光学式浮遊帯域溶融法で単結晶化した。結晶方位の同定後に試料を切り出し、溶体化処理と化学研磨によって試料を作製した。圧縮試験を行うと母相からマルテンサイト単結晶に応力誘起マルテンサイト変態が生じる。これによってマルテンサイト単結晶を得ることができた。さらに圧縮変形を続けると試料は塑性変形を開始し、試料表面にはすべりに伴う起伏 (すべり線) が生じた。単結晶試料において、すべり線の二面解析を行うことで活動すべり系の同定を行った。

マルテンサイト相における原子シャッフリング量の定量測定は X 線回折測定により行った。正確なシャッフリング量の測定にはランダム配向のプロファイルによるリートベルト解析が有効であり、本研究においてはガンドルフィーカメラ法による X 線回折プロファイル取得を行った。

転位組織の観察を行うために透過電子顕微鏡 (TEM) による組織観察を行った。本研究では単結晶を用いた圧縮試験によりすべり線が現れた領域から直接 TEM 試料を得るために収束イオンビーム (FIB) 加工法を用いた。

### 4. 研究成果

#### (1)

図1にマルテンサイト相における底面の原子シャッフリングを示す。直方晶構造のマルテンサイト ( $\alpha''$ ) 相は底面 ( $\{001\}$  面) が一原子面おきに <010> 方向へだけ変位している。これまでの研究から、変位量 (すなわちシャッフリング量) はマルテンサイト相の構造安定性の指標であり、0 から 0.167 まで取りうるということが分かっている。これまでに多くの研究者によってマルテンサイト相の格子定数の報告はあるが、シャッフリング量についての報告は非常に少ない。本研究ではシャッフリング量が異なると予想される二種類の合金 (Ti-Nb 系合金、Ti-Mo 系合金) を作製し、その値を測定した。その結果シャッフリング量は予想通り、Ti-Nb 系合金 < Ti-Mo 系合金となった。また、その値についてはシャッフリング量と同じくマルテンサイト相の構造安定性の指標として使われる軸比 ( $b/a$ : マルテンサイト相の格子定数の比) と比例関係があることが分かった。

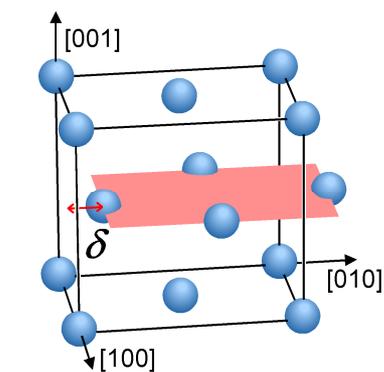


図1 マルテンサイトの結晶構造

#### (2)

Ti-Nb 系合金のマルテンサイトにおける活動すべり系を明らかにするため、単結晶試料における圧縮試験を行ったところ、<101> すべりが活動していることが分かった (図2)。一方、Ti-Mo 系合金では用意した十種類以上の圧縮方位全てにおいて <110> すべりが活動しており、<101> すべりは観察されなかった。圧縮変形によるマルテンサイト相の塑性変形開始応力を求めたところ、いずれの圧縮方位においても Ti-Mo 系合金の方が Ti-Nb 系合金よりも高いことが分かった。



図2 <101>すべりが観察された試料の電子顕微鏡写真。

(3)

<101>すべりが活動したTi-Nb系合金において、すべり変形ののちにマルテンサイト相が残留している試料において、FIB加工によりTEM用試料を切り出し、転位組織の観察を行った。その結果、すべり方向(=バーガースベクトル)を<101>とする転位は二本の部分転位と面欠陥に分解していることが分かった。図1に示すように<101>方向をバーガースベクトルとする場合は<110>方向の場合と比べて完全転位のバーガースベクトルは約2倍の長さが必要となる。これは<101>方向が底面の原子シャッフリングを横切するためである。部分転位間に形成される面欠陥はマルテンサイト相の原子シャッフリングが逆位相となったものであることも明らかになった。

(4)

Ti-Mo系合金ではマルテンサイト相の原子シャッフリングが大きいいため、<101>すべりに伴う転位分解反応が困難となったと考えられる。その結果、より高い臨界分解せん断応力を必要とする<110>すべりのみが活動可能となり、すべり変形が抑制されたと推測される。従って、マルテンサイト相の原子シャッフリング量が大きくなるように組成と変態温度を調整することにより、優れた特性を有する合金を設計できると結論付けられる。

(5)

本研究の遂行過程で圧縮変形による単結晶マルテンサイトの作製を行った。これは応力誘起マルテンサイト変態を利用したものである。本研究で扱ったTi-Nb系合金およびTi-Mo系合金において、従来報告されてきたマルテンサイト変態の結晶学的特徴に従わないマルテンサイトプレートが実際には形成していることが明らかになった。この発見はこれまでのマルテンサイト変態における常識を覆す可能性を有しており、非常に重要なものである。本研究とは別の形でこの現象の解明に取り組む予定である。

<引用文献>

H.Y. Kim and S. Miyazaki, Ni-free Ti-Based Shape Memory Alloys, Elsevier, 2018.  
A.R.G. Brown, et al., Nature, 1964, vol.201, 914-915.

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計15件（うち査読付論文 14件 / うち国際共著 2件 / うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 T. Buasri, Hyun bo Shim, M. Tahara, T. Inamura, K. Goto, H. Kanetaka, Y. Yamabe-Mitarai, H. Hosoda	4. 巻 97
2. 論文標題 Mechanical and Superelastic Properties of Au-51Ti-18Co Biomedical Shape Memory Alloy Heat-Treated at 1173 K to 1373 K	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Advances in Science and Technology	6. 最初と最後の頁 141-146
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 M. Tahara, T. Inamura, H. Y. Kim, S. Miyazaki, H. Hosoda	4. 巻 97
2. 論文標題 Role of Interstitial Oxygen Atom on Martensitic Transformation of Ti-Nb Alloy	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Advances in Science and Technology	6. 最初と最後の頁 115-118
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 P.Sratong-on, M.Tahara, T.Inamura, V.Chernenko, H.Hosoda	4. 巻 27
2. 論文標題 Compression response of Ni-Mn-Ga/silicone composite and study of three-dimensional deformation of particles	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Smart Materials and Structures	6. 最初と最後の頁 85024
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1088/1361-665X/aacdbf	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 Yuri Shinohara, Yoshiki Matsumoto, Masaki Tahara, Hideki HOSODA, Tomonari Inamura	4. 巻 1
2. 論文標題 Development of <001>-fiber texture in cold-groove-rolled Ti-Mo-Al-Zr biomedical alloy	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Materialia	6. 最初と最後の頁 52-61
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.mtla.2018.07.008	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 Taywin Buasri, Kenji Goto, Masaki Tahara, Hideki Hosoda	4. 巻 60
2. 論文標題 Phase Reaction and Diffusion Behavior between AuTi and CoTi Intermetallic Compounds	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Materials Transactions	6. 最初と最後の頁 印刷中
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 Kenji Goto, Akira Umise, Masaki Tahara, Hideki Hosoda	4. 巻 60
2. 論文標題 Compressive Deformation Behavior and Magnetic Susceptibility of Au <sub>2</sub> CuAl Biomedical Shape Memory Alloys	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Materials Transactions	6. 最初と最後の頁 印刷中
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2320/matertrans.MB201810	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 Masaki Tahara, Nao Okano, Tomonari Inamura, Hideki Hosoda	4. 巻 Vol. 7
2. 論文標題 Plastic deformation behaviour of single-crystalline martensite of Ti-Nb shape memory alloy	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Scientific Reports	6. 最初と最後の頁 15715
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41598-017-15877-6	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 Tomonari Inamura, Masatoshi Ii, Masaki Tahara, Hideki HOSODA	4. 巻 Vol. 124
2. 論文標題 Formation process of the incompatible martensite microstructure in a beta-titanium shape memory alloy	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Acta Materialia	6. 最初と最後の頁 351 ~ 359
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.actamat.2016.11.024	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 Kazuki Endoh, Masaki Tahara, Tomonari Inamura, Hideki Hosoda	4. 巻 Vol. 695
2. 論文標題 Effect of Zr addition on mechanical and shape memory properties of Ti-5Mo-3Sn alloys	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Journal of Alloy and Compounds	6. 最初と最後の頁 76 ~ 82
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.jallcom.2016.10.108	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 Akira Umise, Rui Serizawa, Sari Yanagida, Kenji Goto, Masaki Tahara, Tso Fu Mark Chang, Tomonari Inamura, Masato Sone, Hideki Hosoda	4. 巻 Vol. 2
2. 論文標題 Deformation of Biomedical AuCuAl-Based Shape Memory Alloy Micropillars	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 MRS Advances	6. 最初と最後の頁 1411 ~ 1415
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 M. Tahara, T. Inamura, H. Y. Kim, S. Miyazaki, H. Hosoda	4. 巻 Vol. 97
2. 論文標題 Role of Interstitial Oxygen Atom on Martensitic Transformation of Ti-Nb Alloy	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Advances in Science and Technology	6. 最初と最後の頁 115 ~ 118
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 Taywin Buasri, Hyun bo Shim, Masaki Tahara, Tomonari Inamura, Kenji Goto, Hiroyasu Kanetaka, Yoko Yamabe-Mitarai, Hideki Hosoda	4. 巻 Vol. 879
2. 論文標題 Phase Constitution and Martensitic Transformation Behavior of Au-51Ti-18Co Biomedical Shape Memory Alloy Heat-Treated at 1173K to 1373K	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Materials Science Forum	6. 最初と最後の頁 256 ~ 261
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 Taywin Buasri, Hyun bo Shim, Masaki Tahara, Tomonari Inamura, Kenji Goto, Hiroyasu Kanetaka, Yoko Yamabe-Mitarai, Hideki Hosoda	4. 巻 Vol. 97
2. 論文標題 Mechanical and Superelastic Properties of Au-51Ti-18Co Biomedical Shape Memory Alloy Heat-Treated at 1173 K to 1373 K	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Advances in Science and Technology	6. 最初と最後の頁 141 ~ 146
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 Kengo Igawa, Tso-Fu Mark Chang, Chun-Yi Chen, Akira Umise, Takashi Nagoshi, Masaki Tahara, Tomonari Inamura, Hideki Hosoda, Volodymyr A. Chernenko, Masato Sone	4. 巻 Vol. 1
2. 論文標題 Micro-Compression Study of Ni-Fe(Co)-Ga Magnetic Shape Memory Alloy for MEMS Sensors	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Proceedings of IEEE Sensors 2017	6. 最初と最後の頁 223 ~ 225
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 該当する

〔学会発表〕 計79件 (うち招待講演 6件 / うち国際学会 33件)

1. 発表者名 Masaki Tahara, Nao Okano, Tomonari Inamura, Hosoda Hideki
2. 発表標題 Observation of slip deformation in stress-induced martensite single crystal of Ti-27mol%Nb alloy
3. 学会等名 Thermec2018 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Ryotaro Hara, Tahara Masaki, Inamura Tomonari, Hideki Hosoda
2. 発表標題 An in-situ observation of slip deformation in a compressed Ti-Mo-Al single crystal
3. 学会等名 Thermec2018 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Hideki Hosoda, Serizawa Rui, Toriyabe Ayano, Goto Kenji, Umise Akira, Tahara Masaki, Masato Sone, Takao Hanawa
2. 発表標題 Recent development of AuCuAl biomedical superelastic alloys
3. 学会等名 Thermec2018 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Minsoo Park, A. Umise, M. Tahara, Hajime Yamamoto, Kazuhiro Ito, Hideki Hosoda
2. 発表標題 Effect of yttrium addition on phase constitution and mechanical properties of a Ti-Cr-Sn biomedical alloy
3. 学会等名 iLIM-3(The 3rd International Symposium on Creation of Life Innovation Materials for Interdisciplinary and International Researcher Development) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 A. Toriyabe, K. Goto, A. Umise, M. Tahara, T. Hanawa, H. Kanetaka, H. Hosoda
2. 発表標題 Microstructure and mechanical properties of Au-Cu-Al biomedical shape memory alloys containing Ag
3. 学会等名 iLIM-3(The 3rd International Symposium on Creation of Life Innovation Materials for Interdisciplinary and International Researcher Development) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Akira Umise, Koki Yamaji, Kenji Goto, Masaki Tahara, Takao Hanawa, Hideki Hosoda
2. 発表標題 Martensitic Transformation and Mechanical Properties of AuCuAl Biomedical Superelastic Alloys Containing Phase
3. 学会等名 The 3rd International Symposium on Biomedical Engineering (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 A. Toriyabe, K. Goto, A. Umise, M. Tahara, T. Hanawa, H. Kanetaka, Hideki HOSODA
2. 発表標題 Grain Boundary Strengthening of AuCuAl Biomedical Shape Memory Alloy by Silver Addition
3. 学会等名 The 3rd International Symposium on Biomedical Engineering (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Naoki Nohira, Kenji Goto, Akira Umise, Masaki Tahara, Hideki Hosoda
2. 発表標題 Effect of Aging Treatment on Phase Constitution and Mechanical Properties of Ti-Au-Mo Biomedical Shape Memory Alloys
3. 学会等名 The 3rd International Symposium on Biomedical Engineering (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Naoki Nohira, Kenji Goto, Akira Umise, Masaki Tahara, Hideki Hosoda
2. 発表標題 Microstructure and Mechanical Properties of Near-eutectoid Ti-Au Biomedical Alloys
3. 学会等名 The 3rd International Symposium on Biomedical Engineering (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Ryotaro Hara, Masaki Tahara, Tomonari Inamura, Hideki Hosoda
2. 発表標題 Slip deformation behavior of a stress-induced martensite single crystal in Ti-6Mo-10Al biomedical shape memory alloy
3. 学会等名 The 3rd International Symposium on Biomedical Engineering (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Ryotaro Hara, Nao Okano, Daichi Minami, Tokuteru Uesugi, Yorinobu Takizawa, Kenji Higashi, Masaki Tahara, Tomonari Inamura, Hideki Hosoda
2. 発表標題 Transmission electron microscope observation of slip deformation in single-crystalline Ti-27mol%Nb biomedical shape memory alloy
3. 学会等名 The 3rd International Symposium on Biomedical Engineering (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Akira Umise, Koki Yamaji, Hayato Gunji, Kenji Goto, Masaki Tahara, Takao Hanawa, Hideki Hosoda
2. 発表標題 Ductility Enhancement of AuCuAl Biomedical Shape Memory Alloys by Introducing FCC Phase
3. 学会等名 The 2018 MRS Fall Meeting & Exhibits (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Hideki Hosoda, Akira Umise, Kenji Goto, Masaki Tahara
2. 発表標題 Deformation Behavior of Stoichiometric Au <sub>2</sub> CuAl
3. 学会等名 The 2018 MRS Fall Meeting & Exhibits (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 佐藤 領, 南 大地, 上杉 徳照, 岩崎 真也, 田原 正樹, 細田 秀樹, 瀧川 順庸, 東 健司
2. 発表標題 第一原理計算による Ti-Cr-Al 形状記憶・超弾性合金の最適 組成設計
3. 学会等名 第163回日本金属学会秋期講演大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 林建太, 岩崎真也, 田原正樹, 細田秀樹
2. 発表標題 Ti-Cr 生体用形状記憶合金の相と機械的性質に及ぼす Bi 添加の影響
3. 学会等名 第163回日本金属学会秋期講演大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 蓮沼和也, 田原正樹, 細田秀樹
2. 発表標題 Ti-Mo 基形状記憶合金における等温 相の生成・成長挙動
3. 学会等名 第163回日本金属学会秋期講演大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 原遼太郎, 田原正樹, 稲邑朋也, 細田秀樹
2. 発表標題 Ti-Mo-Al 合金単結晶における応力誘起マルテンサイト変態の結晶学的解析
3. 学会等名 第163回日本金属学会秋期講演大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 野平直希, 後藤研滋, 海瀬晃, 田原正樹, 細田秀樹
2. 発表標題 Ti-Au-Mo 合金の相と機械的性質に及ぼす時効熱処理の影響
3. 学会等名 第163回日本金属学会秋期講演大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 鳥谷部綾乃, 後藤研滋, 海瀬晃, 田原正樹, 埴隆夫, 細田秀樹
2. 発表標題 Ag-rich 相を有する Au-Cu-Al 生体用形状記憶合金の組織と機械的性質
3. 学会等名 第163回日本金属学会秋期講演大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Minsoo Park, Akira Umise, Masaki Tahara, Hideki HOSODA
2. 発表標題 Effect of Y addition on microstructure and mechanical properties of Ti-Cr-Sn alloys
3. 学会等名 第163回日本金属学会秋期講演大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 岩崎真也, 田原正樹, 細田秀樹
2. 発表標題 Ti-W-Al合金の形状記憶特性に及ぼすW濃度および時効熱処理の影響
3. 学会等名 第163回日本金属学会秋期講演大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 海瀬晃, 後藤研滋, 田原正樹, 堤祐介, 埴隆夫, 細田秀樹
2. 発表標題 AuCuAl 基生体用形状記憶合金の機械的性質と耐食性
3. 学会等名 第163回日本金属学会秋期講演大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 村田美美, 上田伊織, 田原正樹, 細田秀樹, 南大地, 上杉徳照, 瀧川 順庸, 東 健司
2. 発表標題 Ti-Nb-Al 三元系超弾性合金の設計と実験的検証
3. 学会等名 第163回日本金属学会秋期講演大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 林建太, 岩崎真也, 田原正樹, 細田秀樹
2. 発表標題 Ti-Cr-Bi基形状記憶合金における相と機械的特性に及ぼすBi添加の影響
3. 学会等名 第1回材料機能特性のアーキテクチャー研究会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 野平直希, 後藤研滋, 海瀬晃, 田原正樹, 細田秀樹
2. 発表標題 共析組成近傍Ti-Au基形状記憶合金の相と機械的性質
3. 学会等名 第1回材料機能特性のアーキテクチャー研究会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 鳥谷部綾乃, 後藤研滋, 海瀬晃, 田原正樹, 埴隆夫, 細田秀樹
2. 発表標題 Au-Cu-Al生体用形状記憶合金の組織と機械的性質に及ぼすAg添加の影響
3. 学会等名 第1回材料機能特性のアーキテクチャー研究会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Minsoo Park, Akira Umise, Masaki Tahara, Hideki HOSODA
2. 発表標題 Effect of yttrium addition on microstructure and mechanical properties of Ti-Cr-Sn shape memory alloys
3. 学会等名 第1回材料機能特性のアーキテクチャー研究会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 岩崎真也, 田原正樹, 細田秀樹
2. 発表標題 Ti-W-Al合金の形状記憶特性および機械的特性に及ぼす時効熱処理の影響
3. 学会等名 第1回材料機能特性のアーキテクチャー研究会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 海瀬晃, 山路幸毅, 後藤研滋, 田原正樹, 堤祐介, 埴隆夫, 細田秀樹
2. 発表標題 Au-27Cu-18Al生体用超弾性合金の延性向上と耐食性評価
3. 学会等名 第1回材料機能特性のアーキテクチャー研究会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 原遼太郎, 田原正樹, 稲邑朋也, 細田秀樹
2. 発表標題 Ti-Mo-Al形状記憶合金単結晶の変形・変態挙動
3. 学会等名 チタン若手研究者・技術者交流会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 野平直希, 後藤研滋, 海瀬晃, 田原正樹, 細田秀樹
2. 発表標題 Ti-Au-Mo 合金の形状記憶特性に及ぼす時効熱処理の影響
3. 学会等名 日本金属学会第15回ヤングメタラジスト研究交流会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 鳥谷部綾乃, 後藤研滋, 海瀬晃, 田原正樹, 埴隆夫, 細田秀樹
2. 発表標題 Ag-rich fcc- 相の導入による Au-Cu-Al 生体用形状記憶合金の粒界強化
3. 学会等名 日本金属学会第15回ヤングメタラジスト研究交流会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 蓮沼和也, 田原正樹, 細田秀樹
2. 発表標題 Ti-Mo-Sn-Al 形状記憶合金における等温 $\beta$ 相の形成過程
3. 学会等名 日本金属学会第15回ヤングメタラジスト研究交流会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 田原正樹
2. 発表標題 チタン系形状記憶合金のマルテンサイト変態
3. 学会等名 SMAシンポジウム2018 (招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 田原正樹
2. 発表標題 Ti系形状記憶合金の内部組織とマルテンサイト変態
3. 学会等名 平成30年度チタンフォーラム第一回研究発表会（招待講演）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 海瀬晃，後藤研滋，田原正樹，塙隆夫，細田秀樹
2. 発表標題 Au-Cu-Al生体用形状記憶合金線材の拡散挙動と機械的性質
3. 学会等名 第164回日本金属学会春期講演大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 田原正樹，蓮沼和也，細田秀樹
2. 発表標題 Ti-Mo基形状記憶合金の等温保持による内部組織変化と等温 $\beta$ 相の生成
3. 学会等名 第164回日本金属学会春期講演大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 芦野 秀治，上杉 徳照，海瀬 晃，田原 正樹，細田 秀樹，瀧川 順庸，東 健司
2. 発表標題 第一原理計算によるAuCuAl合金の $\beta$ 3[110]粒界における粒界強化元素の探索
3. 学会等名 第164回日本金属学会春期講演大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 野平直希, 後藤研滋, 海瀬晃, 田原正樹, 細田秀樹
2. 発表標題 生体用Ti-Au-Mo合金の形状記憶・超弾性特性
3. 学会等名 第164回日本金属学会春期講演大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 岩崎真也, 田原正樹, 細田秀樹
2. 発表標題 Ti-7.5Cr-7Al 超弾性合金の相と機械的性質に及ぼす時効熱処理の影響
3. 学会等名 第164回日本金属学会春期講演大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 海瀬晃, 後藤研滋, 田原正樹, 細田秀樹, 金高弘恭, 伊藤和博, 堤祐介, 塙隆夫
2. 発表標題 AuCuAl 生体用形状記憶合金の延性向上
3. 学会等名 学際・国際的高度人材育成ライフイノベーションマテリアル創製 共同研究プロジェクト(6大学連携プロジェクト)第3回公開討論会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 田原 正樹
2. 発表標題 Ti-Nb合金単結晶の応力誘起マルテンサイト変態と塑性変形挙動
3. 学会等名 2017年日本金属学会秋期大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 原 遼太郎, 田原 正樹, 稲邑 朋也, 細田 秀樹
2. 発表標題 Ti-Mo-Al 合金における応力誘起 "マルテンサイトの塑性変形挙動"
3. 学会等名 2017年日本金属学会秋期大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 岩崎真也, 田原正樹, 稲邑朋也, 細田秀樹
2. 発表標題 Ti-Cr-Al 合金の機械的性質と内部組織
3. 学会等名 2017年日本金属学会秋期大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 長内 大輔, 篠原 百合, 田原 正樹, 細田 秀樹, 稲邑 朋也
2. 発表標題 Ti-22Nb-2Al 形状記憶合金における自己調整組織のスケール不変性
3. 学会等名 2017年日本金属学会秋期大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 後藤研滋, 海瀬晃, 田原正樹, 稲邑朋也, 細田秀樹
2. 発表標題 生体用 Au-Cu-Al 合金の機械的性質と体積磁化率
3. 学会等名 2017年日本金属学会秋期大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 SRATONG-ON Pimpet, 田原 正樹, 稲邑 朋也, CHERNENKO Volodymyr, 細田 秀樹
2. 発表標題 Deformation behavior of NiMnGa single crystal/silicone composite; Case I: Isolated particle
3. 学会等名 2017年日本金属学会秋期大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 SRATONG-ON Pimpet, 田原 正樹, 稲邑 朋也, CHERNENKO Volodymyr, 細田 秀樹
2. 発表標題 Deformation behavior of NiMnGa single crystal/silicone composite; Case II: Multiple particles
3. 学会等名 2017年日本金属学会秋期大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 BUASRI Taywin, 後藤 研滋, 田原 正樹, 稲邑 朋也, 細田 秀樹
2. 発表標題 Diffusion Couple of AuTi-CoTi Pseudobinary System
3. 学会等名 2017年日本金属学会秋期大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 海瀬晃, 後藤研滋, 田原正樹, 稲邑朋也, 埴隆夫, 細田秀樹
2. 発表標題 AuCuAl 基生体用超弾性合金の組織と機械的性質に及ぼす Fe 添加の影響
3. 学会等名 2017年日本金属学会秋期大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 井場木 亮祐, 遠藤 一輝, 田原 正樹, 稲邑 朋也, 細田 秀樹
2. 発表標題 Ti-3Mo-6Sn-6Al合金の相構成と機械的特性に及ぼす時効処理の影響
3. 学会等名 2017年日本金属学会秋期大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 原 遼太郎, 田原 正樹, 稲邑 朋也, 細田 秀樹
2. 発表標題 Ti-6Mo-10Al (mol%)合金単結晶の変形・変態挙動
3. 学会等名 日本金属学会関東支部第14回ヤングメタラジスト研究交流会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 田原 正樹, 稲邑 朋也, 細田 秀樹
2. 発表標題 チタン合金単結晶のマルテンサイト変態と変形挙動
3. 学会等名 日本金属学会・日本鉄鋼協会 中国四国支部 第39回若手フォーラム(招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 田原 正樹, 井場木 亮祐, 稲邑 朋也, 細田 秀樹
2. 発表標題 Ti-3Mo-6Sn-6Al合金における等温 相の内部組織観察
3. 学会等名 2018年日本金属学会春期大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 海瀬 晃, 山路幸毅, 郡司隼人, 後藤研滋, 田原正樹, 稲邑朋也, 塙隆夫, 細田秀樹
2. 発表標題 第二相を有するAuCuAl 基生体用超弾性合金の組織と機械的性質
3. 学会等名 2018年日本金属学会春期大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 野平直希, 後藤研滋, 海瀬晃, 田原正樹, 細田秀樹
2. 発表標題 Ti-Au二元系共析組成近傍合金の相と機械的性質に及ぼすAu濃度の影響
3. 学会等名 2018年日本金属学会春期大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 村田美美, 海瀬晃, 田原正樹, 細田秀樹
2. 発表標題 Ti-3Pt共析組成近傍合金の機械的性質に及ぼす時効熱処理の影響
3. 学会等名 2018年日本金属学会春期大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 鳥谷部綾乃, 後藤研滋, 海瀬晃, 田原正樹, 塙隆夫, 細田秀樹
2. 発表標題 Au-Cu-Al生体用形状記憶合金の相や機械的特性に及ぼすAg添加の影響
3. 学会等名 2018年日本金属学会春期大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 後藤研滋, 海瀬晃, 田原正樹, 細田秀樹
2. 発表標題 生体用Au-Cu-Al線材の熱処理による合金化とその拡散挙動
3. 学会等名 2018年日本金属学会春期大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Masaki Tahara, Nao Okano, Tomonari Inamura, Hideki Hosoda
2. 発表標題 Slip Deformation of Single Crystalline Martensite in Ti-Nb Shape Memory Alloy in Ti-Nb shape memory alloy
3. 学会等名 ICOMAT2017(International Conference on Martensitic Transformations 2017) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Yuri Shinohara, Masaki Tahara, Tomonari Inamura, Hideki Hosoda
2. 発表標題 Effect of Testing Temperature on Deformation Behavior of a Ti-Au-Cr-Zr Superelastic Alloy
3. 学会等名 ICOMAT2017(International Conference on Martensitic Transformations 2018) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Kengo Igawa, Tso-Fu Mark Chang, Chun-Yi Chen, Akira Umise, Takashi Nagoshi, Masaki Tahara, Tomonari Inamura, Hideki Hosoda, Volodymyr A. Chernenko, Masato Sone
2. 発表標題 Mechanical Property Evaluation of NiFeCoGa Magnetic Shape Memory Alloys by Micro-Compression Tests for MEMS Sensors
3. 学会等名 IEEE Sensors 2017 Conference (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Kengo Igawa, Tso-Fu Mark Chang, Chun-Yi Chen, Akira Umise, Takashi Nagoshi, Masaki Tahara, Tomonari Inamura, Hideki HOSODA, Volodymyr A. Chernenko, Masato Sone
2. 発表標題 Mechanical Property Evaluation in Superelastic Ni-Fe(Co)-Ga Micro-Pillar
3. 学会等名 IUMRS International Conference in Asia (IUMRS-ICA) 2017 (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Kengo Igawa, Tso-Fu Mark Chang, Chun-yi Chen, Masaki Tahara, Tomonari Inamura, Hideki Hosoda, Volodymyr A. Chernenko, Masato Sone
2. 発表標題 Mechanical Property of NiFeCoGa Shape Memory Alloy Evaluated by Micro-Compression Test
3. 学会等名 2017 MRS Fall Meeting (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Masaki Tahara, Nao Okano, Tomonari Inamura, Hideki Hosoda
2. 発表標題 Stress-induced martensitic transformation and slip deformation in single-crystalline Ti-27mol%Nb biomedical shape memory alloy
3. 学会等名 The 2nd International Symposium on Biomedical Engineering (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Naoki Nohira, Kenji Goto, Akira Umise, Masaki Tahara, Tomonari Inamura, Hideki Hosoda
2. 発表標題 Phase Constitution and Mechanical Properties of Near-eutectoid Ti-Au Biomedical Alloys
3. 学会等名 The 2nd International Symposium on Biomedical Engineering (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Ayano Toriyabe, Kenji Goto, Akira Umise, Masaki Tahara, Tomonari Inamura, Takao Hanawa, Hideki Hosoda
2. 発表標題 Mechanical Properties and Phase Constitutions of Ag-added Au-Cu-Al Biomedical Shape Memory Alloys
3. 学会等名 The 2nd International Symposium on Biomedical Engineering (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Taywin Buasri, Kenji Goto, Akira Umise, Masaki Tahara, Tomonari Inamura, Hideki Hosoda
2. 発表標題 Effect of Cyclic Deformation on Superelasticity of Au-51Ti-18Co Biomedical Shape Memory Alloy Aged at 673 K
3. 学会等名 The 2nd International Symposium on Biomedical Engineering (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Masaya Iwasaki, Masaki Tahara, Tomonari Inamura, Masato Sone, Hideki Hosoda
2. 発表標題 Phase constitution and lattice deformation strain of Ti -Cr -Al biomedical shape memory alloys
3. 学会等名 The 2nd International Symposium on Biomedical Engineering (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Yoshiki Matsumoto, Yuri Shinohara, Masaki Tahara, Hideki Hosoda, Tomonari Inamura
2. 発表標題 The Formation of <100> Fiber Texture in Ti-Mo-Al-Zr Alloy Wire by Cold Groove Rolling
3. 学会等名 The 2nd International Symposium on Biomedical Engineering (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Akira Umise, Kenji Goto, Masaki Tahara, Tomonari Inamura, Takao Hanawa, Hideki Hosoda
2. 発表標題 Microstructure Change of Au-27Cu-18Al Biomedical Superelastic Alloys by Fe addition
3. 学会等名 The 2nd International Symposium on Biomedical Engineering (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Pimpet Sratong-on, Masaki Tahara, Tomonari Inamura, Volodymyr Chernenko, Hideki Hosoda
2. 発表標題 Numerical Evaluation of Deformation Behavior in NiMnGa Particles/Silicone Composite
3. 学会等名 The 2nd International Symposium on Biomedical Engineering (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Ryotaro. Hara, Masaki. Tahara, Tomonari. Inamura, Hideki. Hosoda
2. 発表標題 An in-situ observation of plastic deformation behavior in a Ti-Mo-Al biomedical shape memory alloy single crystal
3. 学会等名 The 2nd International Symposium on Biomedical Engineering (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Rui Serizawa, Kenji Goto, Akira Umise, Masaki Tahara, Tomonari Inamura, Takao Hanawa, Masato Sone, Hideki Hosoda
2. 発表標題 Mechanical Property of AuCuAl Biomedical Shape Memory Alloy Single Crystal Micropillar
3. 学会等名 The 2nd International Symposium on Biomedical Engineering (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Ryosuke Ibaki, Kazuki Endoh, Masaki Tahara, Tomonari Inamura, Hideki Hosoda
2. 発表標題 Effect of Al addition on mechanical properties of Ti-3Mo-6Sn biomedical shape memory alloys
3. 学会等名 The 2nd International Symposium on Biomedical Engineering (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Kenji Goto, Akira Umise, Masaki Tahara, Tomonari Inamura, Takao Hanawa, Hideki Hosoda
2. 発表標題 Mechanical property and magnetic susceptibility of AuCuAl biomedical shape memory alloys
3. 学会等名 The 2nd International Symposium on Biomedical Engineering (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Hideki Hosoda, Koki Yamaji, Tsuyoshi Koida, Kenji Goto, Hiroyasu Kanetaka, Akira Umise, Masaki Tahara, Tomonari Inamura
2. 発表標題 Mechanical properties of Co-added AuCuAl biomedical shape memory alloys
3. 学会等名 ICMaSS2017(International Conference on Materials and Systems for Sustainability) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Masaya Iwasaki, Masaki Tahara, Tomonari Inamura, Hideki Hosoda
2. 発表標題 Phase constitution and mechanical properties of Ti-Cr based biomedical alloys
3. 学会等名 ICMaSS2017(International Conference on Materials and Systems for Sustainability) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Ryosuke Ibaki, Kazuki Endoh, Masaki Tahara, Tomonari Inamura, Hideki Hosoda
2. 発表標題 Effect of Al addition on phase constitution of Ti-3Mo-6Sn biomedical shape memory alloys
3. 学会等名 ICMaSS2017(International Conerence on Materials and Systems for Sustainability) (国際学会)
4. 発表年 2017年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔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
--	---------------------------	-----------------------	----