

令和 2 年 12 月 14 日現在

機関番号：32613

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2017～2019

課題番号：17K06844

研究課題名(和文) 反応性スパッタによるチタン製循環器用材料の開発と抗血栓性発現メカニズムの解明

研究課題名(英文) Development of cardiovascular material using titanium by reactive sputtering and elucidation of antithrombotic expression mechanism

研究代表者

大家 溪(OYA, KEI)

工学院大学・教育推進機構(公私立大学の部局等)・助教

研究者番号：50549962

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,600,000円

研究成果の概要(和文)：反応性スパッタ技術を用い、組成や結晶構造が異なるチタン酸化物薄膜の作製を行うことにより、抗血栓性に優れたチタン製材料の作製を目指すことを本研究の主目的として、研究を行った。

反応性スパッタ時の酸素流量と熱処理の条件制御により、チタン酸化皮膜中の二酸化チタンの含有量と結晶構造を自在に制御できることを明らかにした。さらに、作製した試料はいずれも細胞毒性を示さず、ある結晶構造をもつチタン酸化物薄膜で血小板粘着を抑制できた。このような結果が得られた理由について、具体的に影響している因子を特定するに至らなかったが、結晶構造の相違により、表面電位などに違いが生じ、これが影響した可能性を考えている。

研究成果の学術的意義や社会的意義

チタンは抗血栓性に優れず、体内で血液に接触する用途には使用できない。一方で、金属材料の中でチタンは優れた細胞適合性を示すことから、チタンに抗血栓性を付与できれば、新たな循環器系デバイスの開発に繋がる。本研究の主目的は、安価かつ迅速に金属や酸化物の薄膜を作製できる反応性スパッタにより、組成や結晶構造が異なるチタン酸化物薄膜の作製を行い、抗血栓性に優れたチタン製材料の作製を目指すことであった。その結果、血小板粘着を阻害できるチタン表面の創製を達成した。このことは、チタンを新たな医療分野で使用できる可能性を示しており、本研究成果は学術的意義や社会的意義を満たした研究であったと考えている。

研究成果の概要(英文)：The aim of this study was to produce a novel titanium surface with excellent antithrombogenicity by controlling of chemical compositions and crystal structures using reactive sputtering technology and heat treatment.

It was demonstrated that the content and crystal structure of titanium dioxide in the titanium oxide thin film could be controlled freely by controlling the oxygen flow rate during reactive sputtering and the conditions of heat treatment. All samples prepared in this study did not show cytotoxicity.

In addition, a titanium oxide thin film which has a crystal structure obtained by one condition suppressed platelet adhesions. Although a specific factor related to this result could not be identified, it is considered that the difference in the crystal structure influenced to the surface potential.

研究分野：生体・医療・福祉材料

キーワード：反応性スパッタ 酸化チタン薄膜 抗血栓性 熱処理 結晶構造

## 様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

金属材料は強度や靱性などの力学特性に優れているため、体内埋入部材として約 80% の使用率を占める。中でもチタンやチタン合金は生体を構成する種々の細胞との親和性に優れるため、整形外科や歯科などにおいて生体材料として幅広く利用されている。しかし、チタンが血液に触れると活発に血栓を形成し、その抗血栓性は他の金属材料よりも著しく劣るため、チタンをステントなどの循環器材料として使用することができない。ステントは小さい網目模様の金属製の筒の構造をもつ医療デバイスであり、カテーテル等を用いて血管狭窄部位に輸送した後、ステントを拡張させて狭窄部を物理的に拡張し、血流を確保するものである。ステント開発当初は金属が露出したままの金属露出型ステント (BMS) が使用されていたが、高い再狭窄率が問題となっていた。この解決策として、血管を構成する細胞の増殖や活性を抑制する薬剤を、ポリマーなどの担体を用いてステント表面に被覆したステント (薬剤溶出型ステント; DES) が開発・発売された。これによって再狭窄率は格段に改善されたが、担持した薬剤は最長でも 1 年程度で枯渇し、その後、DES は BMS と変わらないものとなるため、遅発性あるいは超遅発性のステント血栓症を引き起こすことがある。また、薬剤担体用のポリマーが毒性を示す場合もある。そのため、現在、第 3 世代の新規ステントの開発が活発に進められている。

申請者らはこれまでに、粒径 32 ~ 45  $\mu\text{m}$  のチタン粉末を熱間等方圧加圧法 (HIP 法) によって焼結したチタン粉末焼結体が、優れた抗血栓性を示すことを明らかにしている (大家ら, 材料の科学と工学, 2014)。チタンは表面に酸化皮膜を形成することで見かけ上安定な不働態となっており、酸化皮膜中には  $\text{TiO}_2$ 、 $\text{Ti}_2\text{O}_3$ 、 $\text{TiO}$  などの酸化物が存在している。この焼結体の表面酸化皮膜の組成を解析した結果、市販のバルク状のチタン (鋳造体) と比較して、 $\text{TiO}_2$  の割合が 9 atomic% 多いことが明らかになっている。Ti は 4 価の状態が最も安定であり、 $\text{TiO}_2$  の割合が多いという結果は、市販のバルクチタンと比較して、焼結チタンが安定的な酸化皮膜を形成していることを示唆している。一方、酸化皮膜の性状が血小板粘着やフィブリンネットワークの形成にどのように関与しているのか、焼結チタンの抗血栓性機能発現の詳細は明らかになっていない。

上述のとおり、チタンは細胞との親和性に優れた金属である。チタン製材料に優れた抗血栓性を付与することができれば、血管内皮細胞と血液の両方と接触して使用される新規のステント材料として応用することができる。一方、チタン粉末の HIP 処理はコストが高く、製造プロセスも煩雑である。この問題を解決する一つの方法として、反応性ガスに酸素を用い、同一チャンパー内でチタンをスパッタすることで安価かつ迅速にチタン酸化物薄膜を製膜できる、反応性スパッタに着目した。

### 2. 研究の目的

上記の項目 1 を踏まえ、本研究では、優れた抗血栓性を示すチタン酸化物薄膜の作製を目指すことを目的に研究を開始した。さらに、チタン酸化物が優れた抗血栓性を示すメカニズムを材料科学および生物学的に解明することも目指した。

### 3. 研究の方法

#### (1) 反応性スパッタによるチタン/チタン酸化物薄膜の作製と熱処理

ターゲット : Ti、スパッタガス :  $\text{Ar} + \text{O}_2$  の条件で製膜を行った。製膜は、金属モードと酸化物モードにより、金属薄膜と酸化物薄膜を得た。膜厚は事前に製膜曲線を作成し、得られた検量線を元にスパッタ時間を決定した。作製した薄膜は、X 線光電子分光 (XPS) により、 $\text{Ti}2p$  スペクトルを得て、 $\text{TiO}_2$ 、 $\text{Ti}_2\text{O}_3$ 、 $\text{TiO}$ 、Ti の組成比を測定した。また、 $\text{O}1s$  スペクトルから酸化の様子も測定した。表面粗さは接針式表面形状測定装置を用いて解析した。

酸素雰囲気下で異なる温度で熱処理を行った。熱処理前後の試料の結晶構造は、X 線回折 (XRD) により解析した。

#### (2) 血管内皮細胞の培養

ヒト臍帯静脈内皮細胞 (Human Umbilical Vein Endothelial Cell: HUVEC) を用いて細胞接着性評価を行った。24 h および 72 h の培養後、アクチンフィラメントと細胞核を蛍光染色し、蛍光顕微鏡により接着の様子を観察した。さらに、単位面積あたりに存在する細胞核の数を数え、単位面積あたりの細胞数を測定した。

#### (3) ブタ血液を用いた抗血栓性評価

ブタの全血を購入し、遠心分離によって多血小板血漿と貧血小板血漿を得た。それらを調合し、血小板溶液を調製した。塩化カルシウムを添加して血小板の凝固を加速させ、その溶液の中に試料を一定時間浸漬した。浸漬後、グルタルアルデヒド溶液で固定し、脱水、乾燥、金コートの手順を経てから走査型電子顕微鏡 (SEM) で血小板粘着の様子を観察した。

#### 4. 研究成果

##### (1) 反応性スパッタによるチタン/チタン酸化物薄膜の作製と熱処理

製膜条件を適宜変更して製膜を行った結果、それぞれの試料にアモルファス、アナターゼ、ルチルの結晶構造を付与できることがわかった。金属モードで成膜した試料の  $\text{TiO}_2$  含有量は 80 at% だったのに対し、金属モードでは 95 at% 程度だった。熱処理を施した試料の  $\text{TiO}_2$  含有量は 97 at% 程度だった。熱処理前後の試料の粗さ ( $R_a$ ) の変化はあまりなかった。以上より、反応性スパッタの条件と熱処理の条件を変更することにより、粗さをある程度制御した、化学組成や結晶構造が異なる試料を作製できることを明らかにした。

##### (2) 血管内皮細胞の培養

各試料上で HUVEC を 24 h または 72 h 培養した。蛍光観察の結果から、どの試料にも HUVEC が接着、伸展、増殖している様子が観察された。接着している細胞数を比較した結果、作製した試料間での接着細胞数に有意差が無かった。24 h 培養よりも 72 h 培養の方が接着細胞数が多く、増殖していることも確認できた。これらの結果から、作製した試料はどれも細胞毒性を示さないことが明らかになった。

##### (3) ブタ血液を用いた抗血栓性評価

$\text{TiO}_2$  含有量 (95 at% 程度) と表面粗さに大きな差がなく、結晶構造が異なる試料を作製し、それぞれの試料の上で血小板粘着試験を行った。その結果、アモルファスの試料上では活発にフィブリンネットワークの形成が見られたが、結晶構造をもつ試料では血小板の粘着が抑制されたことがわかった。また、結晶構造の特性に因っては血小板粘着を著しく抑制できることもわかった。本研究で用いた試料の  $\text{TiO}_2$  含有量はバルクのチタンよりは多いことから、 $\text{TiO}_2$  含有量が多く、特定の結晶構造を付与することにより、血小板粘着を阻害できるチタン試料を作製できることが明らかになった。このような結果が得られた理由について、材料の表面特性について結晶構造以外にも多角的な解析・検討を行ったが、具体的に影響している因子を特定するに至らなかった。現時点では、結晶構造の相違により、表面電位などに違いが生じ、これが影響した可能性を考えている。

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計7件（うち査読付論文 7件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 Katsuya Iuchi, Kei Oya, Kazuki Hosoya, Kazuki Sasaki, Yuko Sakurada, Takeo Nakano, Hisashi Hisatomi	4. 巻 72
2. 論文標題 Different morphologies of human embryonic kidney 293T cells in various types of culture dishes	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Cytotechnology	6. 最初と最後の頁 131 ~ 140
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s10616-019-00363-w	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 大家 亙, 宮田 昌悟, 森田 有亮	4. 巻 68
2. 論文標題 生体・医療材料の最前線 4. 組織再生医療用材料の最前線	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 材料	6. 最初と最後の頁 865 ~ 870
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2472/jsms.68.865	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 大家 亙, 細谷 和輝, 須藤 巧, 岩森 暁	4. 巻 85
2. 論文標題 細胞接着性向上を目的とした活性酸素および紫外光曝露によるPolydimethylsiloxaneの表面改質	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 日本機械学会論文集	6. 最初と最後の頁 18-00356
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1299/transjsme.18-00356	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 Hosoya, Yenchit, Saranya, Yuta Tadokoro, Kei Oya, and Satoru Iwamori	4. 巻 47
2. 論文標題 Improved singlet oxygen detection sensitivity in electron spin resonance using a spin-trap agent incorporated into a water-soluble polymer film	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Chemistry Letters	6. 最初と最後の頁 1191-1193
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1246/cl.180488	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 山崎雅史, 三好洋美, 大家 溟, 小泉宏太, 中村憲正, 藤江裕道	4. 巻 55
2. 論文標題 静的圧縮荷重下で作製した幹細胞自己生成組織の引張特性	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 材料の科学と工学	6. 最初と最後の頁 31-35
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 Kazuki Hosoya, Kazunari Takahashi, Kei Oya, and Satoru Iwamori	4. 巻 148
2. 論文標題 Simultaneous process of surface modification and sterilization for polystyrene dish	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Vacuum	6. 最初と最後の頁 69-77
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.vacuum.2017.10.006	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 -

1. 著者名 吉田慎之佑, 山崎雅史, 鏝光清道, 大家 溟, 中村憲正, 藤江裕道	4. 巻 38
2. 論文標題 滑膜細胞由来組織再生材料/コラーゲンシート複合体による軟骨組織修復	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 臨床バイオメカニクス	6. 最初と最後の頁 191-196
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 -

〔学会発表〕 計38件 (うち招待講演 3件 / うち国際学会 11件)

1. 発表者名 西島葵, 田村咲季, 大家溟, 中野武雄
2. 発表標題 反応性スバツタで作製した酸化チタン薄膜の結晶構造の製膜時圧力依存性
3. 学会等名 2019年日本表面真空学会学術講演会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Aoi Nishijima, Kei Oya, Yoshihide Hashimoto, Seiichi Funamoto, Akio Kishida, Takeo Nakano
2. 発表標題 Cytocompatibility of titanium oxide thin films deposited by reactive sputtering
3. 学会等名 The 15th International Symposium on Sputtering and Plasma Processes (ISSP2019) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 谷口 日向, 中野 武雄, 大家 溪, 長尾 昌善, 大崎 壽, 村上 勝久
2. 発表標題 HPPMSを用いたSpindt型エミッタ作製におけるキャピティ構造の影響
3. 学会等名 2019年第66回応用物理学会春季学術講演会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 谷口 日向, 中野 武雄, 大家 溪, 長尾 昌善, 大崎 壽, 村上 勝久
2. 発表標題 基板電位を制御した大電力スパッタによる Spindt 型エミッタ作製における放電ガスKr を用いた応力緩和
3. 学会等名 2018 年日本表面真空学会学術講演会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 表面技術協会・関東支部主催 第94回講演会「表面・材料技術の医療・産業応用」
2. 発表標題 スパッタ製膜による生体機能材料の創製
3. 学会等名 大家 溪 (招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Naruki Kimura , Kei Oya , Yoshihide Hashimoto , Seiichi Funamoto , Yuki Suzuki , Yuichiro Nawa , Akio Kishida , and Takeo Nakano
2. 発表標題 Fabrication of visible marker on decellularized tissue for non-invasive techniques via sputtering
3. 学会等名 2018 TERMIS World Congress (TERMIS-WC 2018) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Kazuki Hosoya, Kazunari Takahashi, Kei Oya, and Satoru Iwamori
2. 発表標題 Relationship between cell morphology and Polystyrene surface characteristics modified by active oxygen species
3. 学会等名 8th World Congress of Biomechanics (WCB2018) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 木村 成輝, 大家 溪, 橋本 良秀, 船本 誠一, 岸田 晶夫, 中野 武雄
2. 発表標題 非侵襲診断のための脱細胞化組織用薄膜マーカーの作製
3. 学会等名 平成30年度日本材料科学会学術講演大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 高橋 一成, 細谷 和輝, 大家 溪, 岩森 暁
2. 発表標題 活性酸素によるポリスチレンの表面改質と改質効果の安定性
3. 学会等名 平成30年度日本材料科学会学術講演大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 須藤 巧, 細谷 和輝, 大家 溪, 岩森 暁
2. 発表標題 活性酸素および紫外光曝露によるポリエーテルエーテルケトンの表面改質
3. 学会等名 平成30年度日本材料科学会学術講演大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 北條 健太, 細谷 和輝, 大家 溪, 岩森 暁
2. 発表標題 活性酸素および紫外光曝露によるチタンの表面改質が細胞接着に及ぼす影響
3. 学会等名 平成30年度日本材料科学会学術講演大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 細谷 和輝, 原田 英昌, 須藤 巧, 北條 健太, 高橋 一成, 大家 溪, 岩森 暁
2. 発表標題 細胞接着性向上を目的とした活性酸素による生体材料の表面改質
3. 学会等名 平成30年度日本材料科学会学術講演大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Kei Oya
2. 発表標題 Surface modification for biomaterials
3. 学会等名 2017 Global Research Efforts on Energy and Nanomaterials (GREEN2017) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 大家 溪
2. 発表標題 電子顕微鏡による生体試料の観察技術
3. 学会等名 日本材料科学会主催 平成29年度 材料科学基礎講座「電子顕微鏡に関わる基礎と最新技術」(招待講演)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Takumi Suto, Kazuki Hosoya, Ryo Wakayama, Kei Oya, and Satoru Iwamori
2. 発表標題 Surface modification of poly(dimethylsiloxane) via active oxygen species and ultraviolet lights
3. 学会等名 4th Japan-Korea International Symposium on Materials Science and Technology 2017 (JKMST2017) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Kazuki Hosoya, Kazunari Takahashi, Takumi Suto, Kei Oya, and Satoru Iwamori
2. 発表標題 Characteristics and cellular adhesiveness of polymer surface modified by active oxygen
3. 学会等名 4th Japan-Korea International Symposium on Materials Science and Technology 2017 (JKMST2017) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Masato Takeuchi, Kazuki Hosoya, Naruki Kimura, Kazuki Fukuda, Kei Oya, Satoru Iwamori, and Takeo Nakano
2. 発表標題 haracteristics of titanium oxide thin films deposited by reactive sputtering for biomaterial applications
3. 学会等名 The 14th International Symposium on Sputtering and Plasma Processes (ISSP2017) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Kazuki Hosoya, Ryo Wakayama, Takumi Suto, Kei Oya, and Satoru Iwamori
2. 発表標題 Surface modification of polydimethylsiloxane (PDMS) due to ultraviolet lamps and active oxygen exposure
3. 学会等名 The 14th International Symposium on Sputtering and Plasma Processes (ISSP2017) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Naruki Kimura, Yoshihide Hashimoto, Seiichi Funamoto, Akio Kishida, Yongwei Zhang, Akitatsu Yamashita, Kei Oya, and Takeo Nakano
2. 発表標題 Fabrication of visible marker on decellularized tissue for ultrasonography via reactive sputtering
3. 学会等名 European Chapter Meeting of the Tissue Engineering and Regenerative Medicine International Society 2017 (TERMIS-EU 2017) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Kazuki Hosoya, Kazunari Takahashi, Kei Oya, and Satoru Iwamori
2. 発表標題 Surface modification of polystyrene for cell adhesion and spreading due to active oxygen exposure
3. 学会等名 European Chapter Meeting of the Tissue Engineering and Regenerative Medicine International Society 2017 (TERMIS-EU 2017) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Masashi Yamazaki, Kei Oya, Manabu Numao, Hiromichi Fujie
2. 発表標題 Development of a mesenchymal stem cell-based aggregate reinforced by fiberized collagen fibrils for soft tissue repair
3. 学会等名 Development of a mesenchymal stem cell-based aggregate reinforced by fiberized collagen fibrils for soft tissue repair (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 竹内将人, 大家 溪, 細谷和輝, 北條健太, 岩森 暁, 中野武雄
2. 発表標題 反応性スパッタで製膜したチタン酸化物薄膜の硬組織適合性評価
3. 学会等名 第65回応用物理学会春季学術講演会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 木村成輝, 大家 溪, 橋本良秀, 船本誠一, 鈴木夕稀, 名和裕一朗, 岸田晶夫, 中野武雄
2. 発表標題 チタン薄膜をスパッタした超音波造影下で視認可能な脱細胞化組織用薄膜マーカーの作製
3. 学会等名 表面技術協会 第137回講演大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 木村成輝, 橋本良秀, 船本誠一, 大家 溪, 鈴木夕稀, 名和裕一朗, 岸田晶夫, 中野武雄
2. 発表標題 チタン薄膜をスパッタした脱細胞化組織の生物学的評価
3. 学会等名 日本バイオマテリアル学会北信越ブロック第6回若手研究発表会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 吉澤慶祐, 竹内将人, 北条健太, 細谷和輝, 岩森 暁, 大家 溪, 中野武雄
2. 発表標題 反応性スパッタで製膜したチタン酸化物薄膜の組成比が生体適合性に及ぼす影響
3. 学会等名 日本機械学会 第30回バイオエンジニアリング講演会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 鈴木夕稀, 木村成輝, 橋本良秀, 船本誠一, 大家 溪, 岸田晶夫, 中野武雄
2. 発表標題 超音波造影で視認可能な生体由来材料用マーカの作製
3. 学会等名 日本機械学会 第30回バイオエンジニアリング講演会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 須藤 巧, 細谷和輝, 大家 溪, 岩森 暁
2. 発表標題 活性酸素および紫外光曝露によるポリジメチルシロキサン表面の細胞接着性評価
3. 学会等名 日本材料科学会 第5回 表面・界面のメソスコピックサイエンスとプロセッシング研究会 講演会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 木村成輝, 鈴木夕稀, 名和裕一朗, 橋本良秀, 船本誠一, 張 永巍, 山下暁立, 大家 溪, 岸田晶夫, 中野武雄
2. 発表標題 スバッタ法を用いた超音波造影下で視認可能な脱細胞化組織薄膜マーカの作製
3. 学会等名 第39回日本バイオマテリアル学会大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 竹内将人, 吉澤慶祐, 細谷和輝, 大家 溪, 岩森 暁, 中野武雄
2. 発表標題 スバッタ製膜したチタン酸化物薄の結晶構造制御
3. 学会等名 第39回日本バイオマテリアル学会大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 北條健太, 細谷和輝, 原田英昌, 大家 溪, 岩森 暁
2. 発表標題 X線光電子分光法を用いた活性酸素および紫外光曝露によるチタンの酸化状態の解析
3. 学会等名 日本材料科学会 第 24回 材料科学若手研究者討論会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 高橋一成, 細谷和輝, 大家 溪, 岩森 暁
2. 発表標題 ポリスチレン製細胞培養基板の表面改質と細胞接着性評価
3. 学会等名 日本材料科学会 第 24回 材料科学若手研究者討論会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 原田英昌, 細谷和輝, 北條健太, 大家 溪, 岩森 暁
2. 発表標題 活性酸素を用いた生体用ステンレス鋼の表面改質
3. 学会等名 日本材料科学会 第 24回 材料科学若手研究者討論会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 北條健太, 原田英明, 細谷和輝, 大家 溪, 岩森 暁
2. 発表標題 紫外光照射および活性酸素曝露処理によるチタンの表面改質
3. 学会等名 平成29年度日本材料科学会学術講演大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 須藤 巧, 細谷和輝, 若山 棕, 高橋一成, 大家 溪, 岩森 暁
2. 発表標題 活性酸素および紫外光曝露によるポリジメチルシロキサンの表面改質と細胞接着への影響
3. 学会等名 平成29年度日本材料科学会学術講演大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 高橋一成, 細谷和輝, 大家 溪, 岩森 暁
2. 発表標題 活性酸素により表面改質したポリスチレンの表面特性の把握
3. 学会等名 平成29年度日本材料科学会学術講演大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 原田英昌, 細谷和輝, 大家 溪, 岩森 暁
2. 発表標題 活性酸素処理および紫外光照射によるステンレス鋼の表面改質効果の検討
3. 学会等名 平成29年度日本材料科学会学術講演大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 沼尾 学, 大家 溪, 山崎雅史, 中村憲正, 藤江裕道
2. 発表標題 間葉系幹細胞とコラーゲンシートの複合化促進
3. 学会等名 第49回 日本結合組織学会学術大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 沼尾 学, 大家 溪, 山崎雅史, 中村憲正, 藤江裕道
2. 発表標題 間葉系幹細胞とコラーゲンシートの複合化促進
3. 学会等名 第49回 日本結合組織学会学術大会
4. 発表年 2017年

〔図書〕 計0件

〔出願〕 計2件

産業財産権の名称 生体適合性高分子材料のマーキング方法及びマーキングされた生体適合性高分子材料	発明者 中野 武雄, 大家 溪, 岸田 晶夫, 船本 誠一, 橋本 良秀	権利者 同左
産業財産権の種類、番号 特許、特願2017-105843	出願年 2017年	国内・外国の別 国内

産業財産権の名称 血液適合性医療用チタン材料及び血液適合性医療用チタン材料の製造方法	発明者 大家 溪, 中野 武雄, 西島 葵	権利者 同左
産業財産権の種類、番号 特許、特願2020-205279	出願年 2020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	岩森 暁 (IWAMORI SATORU) (90345603)	東海大学・工学部・教授  (32644)	
研究分担者	橋本 良秀 (HASHIMOTO YOSHIHIDE) (40638384)	東京医科歯科大学・生体材料工学研究所・助教  (12602)	