

令和 3 年 6 月 29 日現在

機関番号：12608

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2018～2020

課題番号：18H01795

研究課題名(和文)自己組織化ペプチドによる細胞-エレクトロニクス材料界面の構築

研究課題名(英文)Construction of cell-electrode biointerface with self-assembling peptides

研究代表者

大河内 美奈 (Okochi, Mina)

東京工業大学・物質理工学院・教授

研究者番号：70313301

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 13,200,000円

研究成果の概要(和文)：二次元原子薄膜材料は、高速かつ高感度にシグナルを取得できる次世代エレクトロニクス材料として注目され、材料特性を損なわないバイオ界面の構築が課題となっている。本研究では、自己組織化ペプチドによる細胞-バイオデバイス界面の設計を目的として、細胞およびエレクトロニクス材料に対して親和性を発揮するペプチドを探索した。それらの複合ペプチドを作製してその溶液を滴下するだけで、特定の材料表面に自己組織的に細胞認識界面を構築した。このペプチド界面は様々な細胞種に利用でき、イメージングや検出が可能である他、標的対象に合わせてペプチド配列を変えることで、多様な検出ターゲットの捕捉に利用できることが示唆された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

ペプチドの自己組織化により特定の材料表面に選択的に生体分子や細胞の認識界面を構築でき、電気化学的な細胞計測に利用することが可能となった。このようなエレクトロニクス材料表面における細胞認識界面の構築により、電気化学的な刺激に対する細胞応答計測も可能となることが示唆された。また、標的対象に合わせてペプチド配列を変えることにより、細菌、ウイルス、生体膜小胞をはじめ、様々な分子に対する認識界面を構築することが可能であり、センサー界面の構築法として有用であることが示唆された。

研究成果の概要(英文)：Two-dimensional materials are attracting attention as next-generation electronics materials that can acquire signals at high speed and with high sensitivity, and the construction of biointerfaces that do not impair material properties is a challenge. In this study, we explored peptides that exhibit affinity for cells and electronic materials in order to design biodevice interfaces using the self-assembling peptides. By simply preparing the bifunctional peptides and dropping their solution, a cell recognition interface was constructed on the surface of the specific material by self-assembly. It was suggested that this peptide interface can be used for a variety of cell types, imaging and detection, and can also be used to capture a variety of detection targets by changing the peptide sequence to suit the target object.

研究分野：生物機能工学

キーワード：ペプチド 細胞界面 細胞計測 ナノシート

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

近年、微細加工技術を利用した半導体デバイスや MEMS を利用したマイクロ・ナノデバイスの開発による生体分子や細胞ダイナミクス解析技術の進展が目覚ましい。デバイス材料についても、ナノワイヤ、ナノシート、フォトニック材料などの集積化技術の開発が進み、高速、高感度、高時空間分解能での解析が可能になると期待されている。特に、グラフェンなどの二次元薄膜材料は、高い電子移動度や比表面積から注目され、電界効果型トランジスタ (FET) などへの応用も進められている。しかし、デバイス材料は基本的に無機材料から構成されており、ナノワイヤ、ナノシートなど比表面積の大きいナノ構造体を活用したナノバイオデバイスの開発においては、材料の表面物性に合わせた界面形成が重要な検討項目として位置づけられている。バイオデバイス開発においても、解析対象である生体分子や細胞などのバイオ材料とナノ材料界面の精緻な設計が必須である。細胞や生体膜の界面構築に関しては、足場材料として従来から用いられてきたポリリジン、ポリエチレンイミン、ポリドーパミンなどの多様なポリマー材料、RGD ペプチドに代表される細胞接着タンパク質由来分子の利用が進められてきた。しかし、ナノ材料界面におけるそれらの空間配置の制御は困難であり、バイオ界面の構築技術は開発途上の段階にあった。

2. 研究の目的

本研究では、自己組織化ペプチドによる細胞 - バイオデバイス界面の設計を目的として、細胞およびエレクトロニクス材料に対して親和性を発揮するペプチドの探索および、それらの複合ペプチドを作製することで、ペプチド溶液を滴下するだけで特定の材料表面に自己組織的に細胞認識界面の構築について検討した。本研究では、以下の項目について検討した。

- (1) エレクトロニクス材料および生体膜結合ペプチドの探索
- (2) 複合ペプチドによる細胞 - エレクトロニクス材料界面の構築
- (3) ペプチド界面への細胞膜固定化

ペプチドは化学合成が可能な生体分子で、配列特異的に特定の材料表面への自己組織化による修飾が可能である他、多彩な生理活性を有する。本研究では、主にグラフェンおよび生体膜に対して親和性を有するペプチドの連結配列による界面分子について進めたが、細胞膜受容体などシグナル伝達などに関わるペプチドを複合的に組み合わせることで細胞の機能発現に寄与する可能性もあり、様々な細胞 - 材料界面の構築に利用できる。

3. 研究の方法

エレクトロニクス材料および細胞膜結合ペプチドの探索

ペプチドは、Fmoc 固相合成法により作製し、質量分析および HPLC 精製後、80%以上の精製度で実験に用いた。グラフェンと同様の表面構造を有するパイロリティックグラファイト (highly oriented pyrolytic graphite, HOPG) をテープによる表面剥離後すぐにペプチド溶液を滴下し、1 時間インキュベートした。自己組織化により形成されたペプチド界面を超純水で洗浄後、窒素ガスで乾燥させた後、原子間力顕微鏡を用いて観察した。また、リン酸生理食塩水 (phosphate buffered saline, PBS) 中に 48 時間ペプチド修飾基板を浸漬することで、形成されたペプチド界面の安定性を評価した。

マウス線維芽細胞 NIH-3T3 を用いて生体膜親和性ペプチドを探索した。ペプチドは、アミノ基修飾セルロース膜へのスポット合成法により作製し、パンチアウトした後に 96 穴プレートに浸漬した。その後、PBS 中で細胞を播種し、14 時間インキュベートした後、結合した細胞を生体膜染色試薬である CellMask orange で蛍光染色することにより計数した。

複合ペプチドによる細胞 - エレクトロニクス材料界面の構築

界面分子として、グラフェン親和性配列、GGG リンカー、生体膜親和性配列を連結したペプチドを合成した。HOPG 基板をテープ剥離後、ペプチドを自己組織的に修飾し、 5.0×10^4 cell/mm² の細胞密度で NIH-3T3 細胞を播種し、無血清培地中での細胞付着率およびその生存率を 1 μ M calcein AM、0.5 μ M propidium iodide 染色により評価した。さらに、ペプチド界面上での細胞イメージングを行った。

ペプチド界面への細胞膜固定化

自己組織化によるペプチド界面を形成した薄層パイロリティックに 3.0×10^2 cell/mm² の細胞密度で播種した後、24 時間インキュベートした後、PBS で 3 回洗浄した。CellMask orange および Hoechst 33342 で細胞膜および核を蛍光染色した。その後、冷却した超純水で溶液交換を行うことで細胞膜を浸透圧破砕し、電極面への細胞膜の固定を行った。固定化細胞膜を蛍光顕微鏡で観察した他、2.5% グルタルアルデヒド固定後、超純水で 3 回洗浄し、さらに 1% OsO₄ で 1 時間固定し、段階的にエタノール濃度を上昇させた系列溶液中に順次 10 分程度浸漬し、電顕サンプルの脱水を行った。その後、エタノールから tert-ブタノールに 3 回交換した後、走査型電子顕微鏡で固定した細胞膜を観察した。

4. 研究成果

エレクトロニクス材料および細胞膜結合ペプチドの探索

テープ剥離した HOPG 上に設計した 8 種類のグラファイト結合性ペプチドを滴下した後、形成されるペプチド界面の安定性について評価するため、37°C の PBS 中に 48 時間浸漬した。その結果、図 1a に示されるように、スポット位置 1 および 5 の 2 種類のペプチド配列について 48 時間後もペプチド界面を保持していることが示唆された。そこで、HOPG 表面にこれらのペプチド溶液 (20 μM) を滴下し、自己組織的にペプチドを修飾した後、N₂ ブローにより乾燥させた後、原子間力顕微鏡で観察した。また、48 時間 PBS 中に浸漬した後の基板についても同様に観察した結果、PBS 浸漬後の AFM 像でもグラファイト骨格を認識してペプチドが結合していることが示された (図 1b)。以上のことから、これらのペプチドを用いることで 2 日間程度の細胞培養においても、安定したペプチド界面を保持できる可能性が示唆された。

ペプチドを被覆した HOPG 電極を用いてフェリシアン化カリウム溶液中で掃引速度 25 mV/s でサイクリックボルタンメトリーを行った。ペプチド未修飾の時と変わらず 250 mV 付近に酸化還元ピークが得られた。一方、2% スキムミルクを被覆した電極では、これらの酸化還元ピークは消失した。さらに、ペプチド界面を形成後にスキムミルクを同様に被覆した電極では、酸化還元ピークが減少したがピークの消失はみられなかった。以上のことから、ペプチドによる界面形成は、電気化学的な活性を保持できることが示唆された。

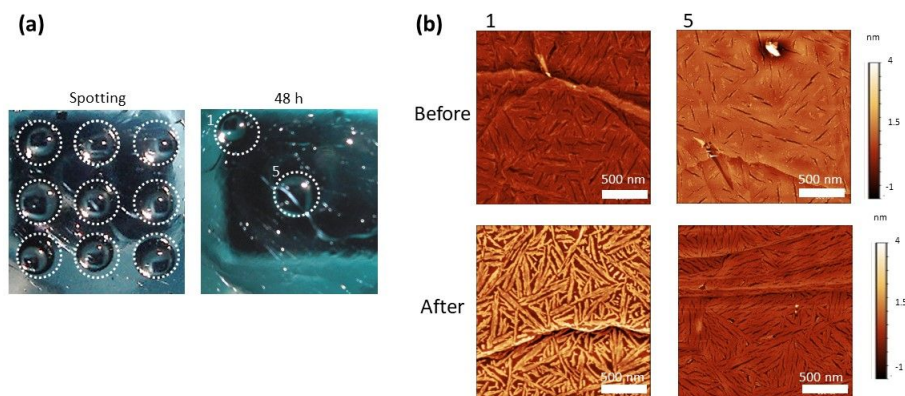


図 1 HOPG 上に自己組織化したペプチドの安定性評価

- (a) 種々の配列のペプチド溶液をスポットティングした直後(左図)とリン酸生理食塩水中に 48h 浸漬後、基板を引き上げ時の写真 (1-8: ペプチド 8 種類, 9: 超純水を滴下した)
 (b) 原子間力顕微鏡を用いたペプチド界面の観察 before: PBS 浸漬前、after: PBS に 48h 浸漬後

次に、細胞親和性ペプチド配列の探索に向け、生体膜と相互作用することが知られる細胞膜透過性ペプチド、ウイルス融合ペプチド、抗菌ペプチド、インテグリンリガンドである RGDS など 23 種類の配列についてペプチドアレイを作製し、PBS に懸濁した細胞をアレイ上に播種することで直接、相互作用させた。PBS 中ではインテグリン発現が阻害されるため、細胞接着ペプチドとして知られる RGDS では 10% 未満と、高い結合性はみられなかった。これに対し、播種した細胞数の 70~90% と高い結合性がみられた pVEC、WALP、SIV などの配列も取得できた。また、これらのペプチドについて細胞培養について検討したところ、48 時間後の細胞数はポジティブコントロールとして用いた RGDS と同様に増殖しており、ペプチド固定化面における細胞毒性は見られないことが示唆された。以上のことから、これらの配列は細胞膜結合性ペプチドとして利用でき、インテグリン非依存的に細胞を固定化できることが示唆された。

複合ペプチドによる細胞 - エレクトロニクス材料界面の構築

テープ剥離後の薄層 HOPG に、界面分子としてグラフェン親和性配列 - GGG リンカー - 生体膜親和性配列を連結したペプチドを自己組織的に修飾し、NIH-3T3 細胞を播種し、無血清培地中の細胞付着率およびその生存率を評価した。その結果、図 2 にみられるように RGDS と同様に細胞の付着が確認され、細胞生存率も 90% 以上で細胞毒性を示さないことが示唆された。以上のことから、材料表面に安定して結合するペプチドを設計し、細胞親和性ペプチドとの複合ペプチドを作製することで、ペプチド界面上での細胞培養が可能となった。顕微鏡を用

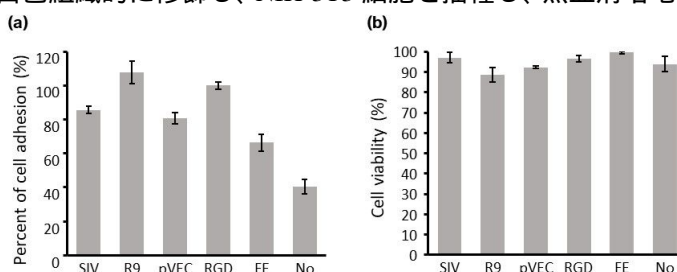


図 2 HOPG 上に自己組織化したペプチドによる細胞親和性の評価 (a) 細胞付着率 (b) 細胞生存率

いた細胞挙動解析においても培養皿と同様に細胞遊走が観察され、細胞遊走により産生されるリトラクションファイバーや生体膜小胞などの捕捉も可能であり、細胞イメージングや解析に利用することができた。また、種々の細胞親和性ペプチドを利用することでペプチド配列による細胞の形態制御も可能であった。さらに、標的対象に対するペプチド配列を変えることで、エクソソームなどの細胞外小胞の捕捉が可能となるペプチド界面を構築できた他、細菌、インフルエンザウイルス、揮発性有機化合物であるトリニトロトルエンなど、様々な対象物に対して親和性を示すナノ材料界面を構築できることが示唆された。これより、多様な検出ターゲットに対して選択特異的に結合するペプチドを連結した複合ペプチドを電極界面形成分子として用いることで、標的対象をセンサ界面上で捕捉し、計測することが可能となり、Point-of-care などのセンサ開発において有効であることが示唆された。

ペプチド界面への細胞膜固定化

細胞膜には、イオンチャネルや受容体など様々な膜タンパク質が存在している。膜タンパク質は、細胞内外の情報伝達において重要な役割を果たすことから創薬ターゲットとなり、その機能のセンシングも重要な課題となっている。本研究では、自己組織化ペプチドを利用して電極界面上に細胞を固定化することで、生きた細胞の底面膜をセンサ上に固定化する手法を開発した。まず、薄層 HOPG 上にペプチドを滴下し、ペプチド界面を形成した後に細胞を播種した。培養後、PBS に置換した後、冷却した超純水を用いて浸透圧破碎を行ったところ、細胞上部が破碎された細胞が顕微鏡で観察された。図 3 に示すように、HOPG 面に細胞膜が安定に固定化され、細胞上部が破碎された細胞像が電子顕微鏡観察においても得られた。以上のことから、電極界面に細胞膜固定できることが示され、細胞膜内外の情報交換のセンシングに利用できる可能性が示された。

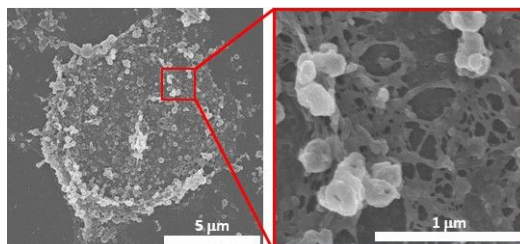


図 3 自己組織化ペプチドで修飾した HOPG 上の細胞の浸透圧破碎した電子顕微鏡像（細胞の底面膜が基板上に保持された）

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計13件（うち査読付論文 12件 / うち国際共著 7件 / うちオープンアクセス 4件）

1. 著者名 Komikawa Takumi, Tanaka Masayoshi, Tamang Abiral, Evans Stephen D., Critchley Kevin, Okochi Mina	4. 巻 31
2. 論文標題 Peptide-Functionalized Quantum Dots for Rapid Label-Free Sensing of 2,4,6-Trinitrotoluene	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Bioconjugate Chemistry	6. 最初と最後の頁 1400 ~ 1407
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.bioconjchem.0c00117	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 Komikawa Takumi, Tanaka Masayoshi, Yanai Kentaro, Johnson Benjamin R.G., Critchley Kevin, Onodera Takeshi, Evans Stephen D., Toko Kiyoshi, Okochi Mina	4. 巻 153
2. 論文標題 A bioinspired peptide matrix for the detection of 2,4,6-trinitrotoluene (TNT)	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Biosensors and Bioelectronics	6. 最初と最後の頁 112030 ~ 112030
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.bios.2020.112030	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 Tanaka Masayoshi, Saito Shogo, Kita Reo, Jang Jaehee, Choi Yonghyun, Choi Jonghoon, Okochi Mina	4. 巻 21
2. 論文標題 Array-Based Screening of Silver Nanoparticle Mineralization Peptides	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 International Journal of Molecular Sciences	6. 最初と最後の頁 2377 ~ 2377
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/ijms21072377	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 Suwatthanarak Thanawat, Tanaka Masayoshi, Minamide Taisuke, Harvie Andrew J., Tamang Abiral, Critchley Kevin, Evans Stephen D., Okochi Mina	4. 巻 10
2. 論文標題 Screening and characterisation of CdTe/CdS quantum dot-binding peptides for material surface functionalisation	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 RSC Advances	6. 最初と最後の頁 8218 ~ 8223
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/D0RA00460J	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 Tanaka Masayoshi、Minamide Taisuke、Takahashi Yuta、Hanai Yosuke、Yanagida Takeshi、Okochi Mina	4. 巻 48
2. 論文標題 Peptide Screening from a Phage Display Library for Benzaldehyde Recognition	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Chemistry Letters	6. 最初と最後の頁 978 ~ 981
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1246/cl.190318	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 Tatematsu Soichiro、Ohnishi Tomoko、Saito Shogo、Tanaka Masayoshi、Hayamizu Yuhei、Okochi Mina	4. 巻 170
2. 論文標題 Assemblies of bi-functional peptides on pyrolytic graphite for cell adhesion	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Biochemical Engineering Journal	6. 最初と最後の頁 107988 ~ 107988
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.bej.2021.107988	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 Suwatthanarak Thanawat、Thiodorus Ivan Adiyasa、Tanaka Masayoshi、Shimada Taisuke、Takeshita Daiki、Yasui Takao、Baba Yoshinobu、Okochi Mina	4. 巻 21
2. 論文標題 Microfluidic-based capture and release of cancer-derived exosomes via peptide?nanowire hybrid interface	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Lab on a Chip	6. 最初と最後の頁 597 ~ 607
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/D0LC00899K	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 Tanaka Masayoshi、Komikawa Takumi、Yanai Kentaro、Okochi Mina	4. 巻 92
2. 論文標題 Proteomic Exploration of Membrane Curvature Sensors Using a Series of Spherical Supported Lipid Bilayers	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Analytical Chemistry	6. 最初と最後の頁 16197 ~ 16203
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.analchem.0c04039	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 Tanaka Masayoshi, Saito Shogo, Kita Reo, Jang Jaehee, Choi Yonghyun, Choi Jonghoon, Okochi Mina	4. 巻 21
2. 論文標題 Array-Based Screening of Silver Nanoparticle Mineralization Peptides	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 International Journal of Molecular Sciences	6. 最初と最後の頁 2377 ~ 2377
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/ijms21072377	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 Kubo Chisato, Kurimoto Masaki, Tanaka Masayoshi, Ochi Hiroshi, Abe Fumiaki, Okochi Mina	4. 巻 130
2. 論文標題 Peptide array-based inhibition ELISA for evaluating antigenicity in infant formulas	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of Bioscience and Bioengineering	6. 最初と最後の頁 374 ~ 381
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.jbiosc.2020.06.010	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 Jarraid Rosie M., Liang Alvin Aw W., Rawlings Andrea E., Tanaka Masayoshi, Okochi Mina, Staniland Sarah S.	4. 巻 31
2. 論文標題 Systematic Screening and Deep Analysis of CoPt Binding Peptides Leads to Enhanced CoPt Nanoparticles Using Designed Peptides	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Bioconjugate Chemistry	6. 最初と最後の頁 1981 ~ 1994
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.bioconjchem.0c00348	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 Suwatthanarak Thanawat, Tanaka Masayoshi, Miyamoto Yoshitaka, Miyado Kenji, Okochi Mina	4. 巻 57
2. 論文標題 Inhibition of cancer-cell migration by tetraspanin CD9-binding peptide	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Chemical Communications	6. 最初と最後の頁 4906 ~ 4909
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/D1CC01295A	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 Tanaka Masayoshi, Hayashi Mirei, Roach Lucian, Kiriki Yuka, Kadonosono Tetsuya, Nomoto Takahiro, Nishiyama Nobuhiro, Choi Jonghoon, Critchley Kevin, Evans Stephen D., Okochi Mina	4. 巻 in press
2. 論文標題 Synthesis of near-infrared absorbing triangular Au nanoplates using biomineralisation peptides	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Acta Biomaterialia	6. 最初と最後の頁 -
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22件 (うち招待講演 3件 / うち国際学会 6件)

1. 発表者名 Thanawat Suwatthanasarak, Daisuke Minamide, Masayoshi Tanaka, Andrew Harvie, Abiral Tamang, Kevin Critchley, Stephen D Evans, Mina Okochi
2. 発表標題 Screening of CdTe quantum dot-binding peptides for quantum dot-antibody bioconjugation
3. 学会等名 18th Asian Pacific Confederation of Chemical Engineering Congress (APCChE 2019) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Shogo Saito, Soichiro Tatematsu, Masayoshi Tanaka, Mina Okochi
2. 発表標題 Design of peptide interface on highly oriented pyrolytic graphite substrate to observe the cytoplasmic face of cell membrane
3. 学会等名 18th Asian Pacific Confederation of Chemical Engineering (APCChE) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 齊藤彰吾、立松宗一郎、Lee Hua-Yun、田中祐圭、大河内美奈
2. 発表標題 強固な細胞接着能を有する材料構築に向けた短鎖化ペプチド設計
3. 学会等名 化学とマイクロ・ナノシステム学会第40回研究会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 久保智里、栗本昌樹、田中祐圭、越智浩、阿部文明、大河内美奈
2. 発表標題 ペプチドアレイを反応基盤とした、ミルク抗原ペプチド検出技術の開発
3. 学会等名 第71回 日本生物工学会大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 田中祐圭、林美伶、高橋雄太、大河内美奈
2. 発表標題 光学的特性を選択可能な金ナノ粒子グリーン合成ペプチドの効率的探索
3. 学会等名 第71回 日本生物工学会大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 児美川拓実、Abiral Tamang、田中祐圭、Kevin Critchley、Stephen Evans、大河内美奈
2. 発表標題 爆発性芳香族化合物の簡便・迅速な検出に向けたTNT認識ペプチド修飾量子ドットの作製
3. 学会等名 第71回 日本生物工学会大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 児美川拓実、Abiral Tamang、田中祐圭、Kevin Critchley、Stephen Evans、大河内美奈
2. 発表標題 TNT認識ペプチド修飾量子ドットを用いた爆発物の迅速検出
3. 学会等名 化学とマイクロ・ナノシステム学会第39回研究会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 渡邊健一、手塚沙也可、野口紘長、田中祐圭、早水裕平、大河内美奈
2. 発表標題 単層二硫化モリブデンを用いた破骨細胞のプロトン放出計測
3. 学会等名 化学工学会第85年会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Masayoshi Tanaka, Mina Okochi
2. 発表標題 Mineralization peptide screening for one-pot gold nanoparticle syntheses
3. 学会等名 ICPAC2019 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 立松宗一郎、田中祐圭、大河内美奈
2. 発表標題 薄層グラファイト上への細胞膜結合性ペプチド界面の構築
3. 学会等名 第12回バイオ関連化学シンポジウム
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 服部翔太、田中祐圭、有馬彰秀、筒井真楠、谷口正輝、大河内美奈
2. 発表標題 高感度検出に向けたペプチド修飾ポアセンサの開発
3. 学会等名 化学工学会第50回秋季大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 田中祐圭、イルファハヌンハルリサ、高橋雄太、大河内美奈
2. 発表標題 細菌結合性ペプチドの探索とZnO表面へのone-pot修飾による細菌捕捉界面の構築
3. 学会等名 化学工学会第50回秋季大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 大河内 美奈、児美川 拓実、矢内 健太郎、Wang Jin、田中 祐圭、小野寺 武、都甲 潔
2. 発表標題 TNT抗体フラグメントを用いた爆発性化合物の検出
3. 学会等名 第12回バイオ関連化学シンポジウム
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 齋藤彰吾、立松宗一郎、田中祐圭、大河内美奈
2. 発表標題 複合ペプチドによる細胞-ナノ材料界面の構築
3. 学会等名 化学とマイクロ・ナノシステム学会第38回研究会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Thanawat Suwattharak, Masayoshi Tanaka, Mina Okochi
2. 発表標題 Screening of peptides binding to cancer-derived exosomes from EWI-2 protein
3. 学会等名 The 24th Symposium of Young Asian Biological Engineers' Community (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Mina Okochi
2. 発表標題 Detection of individual cells using a peptide-functionalized
3. 学会等名 The Second International Workshop by the 174th Committee JSPS (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Mina Okochi
2. 発表標題 Biosensing using the functional peptide probes screened by peptide array
3. 学会等名 第65回化学センサ発表会(台湾とのジョイントセッション) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 梅井美和子、渡邊健一、中村慶己、田中祐圭、早水裕平、大河内美奈
2. 発表標題 単層MoS ₂ の発光解析による破骨細胞活性の評価
3. 学会等名 電気化学会第88回大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 桐木友花、田中祐圭、大河内美奈
2. 発表標題 ペプチドを用いた近赤外光を吸収する三角金ナノプレート合成
3. 学会等名 電気化学会第88回大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 三宅貴大、上野佑、田中祐圭、大河内美奈
2. 発表標題 脂質膜被覆球形SiO ₂ 粒子を活用した大腸菌由来生体膜曲率認識タンパク質の探索
3. 学会等名 電気化学会第88回大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Thanawat Suwattharak、Thiodorus Ivan Adiyasa、田中祐圭、嶋田泰佑、竹下大樹、安井隆雄、馬場嘉信、大河内美奈
2. 発表標題 Peptide-nanowire interface for capture and release of cancer-derived exosomes
3. 学会等名 電気化学会第88回大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 田中祐圭、児美川拓実、大河内美奈
2. 発表標題 曲率を制御した人工生体膜によるがん細胞由来の曲率認識タンパク質の網羅的探索
3. 学会等名 化学工学会第86年会
4. 発表年 2021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
研究 分担者	田中 祐圭 (Tanaka Masayoshi) (60533958)	東京工業大学・物質理工学院・助教 (12608)	

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