

科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 5 年 6 月 17 日現在

機関番号：34416

研究種目：基盤研究(B)（一般）

研究期間：2020～2022

課題番号：20H04539

研究課題名（和文）動的架橋を有する刺激応答性高分子を用いた細胞挙動の動的制御

研究課題名（英文）Dynamic regulation of cell behavior using stimuli-responsive polymers with dynamic crosslinks

研究代表者

宮田 隆志（Miyata, Takashi）

関西大学・化学生命工学部・教授

研究者番号：50239414

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 13,500,000円

研究成果の概要（和文）：動的架橋戦略に基づき、刺激に反応して物理的・化学的性質を変化させる3種類の刺激応答性高分子（光・温度応答性ゲル、光・生体分子応答性ゲル、光応答性フィルム）を設計し、その表面や内部で細胞培養を行った。光・温度応答性ゲルは、光により弾性率を、温度により親水性・疎水性を変化させ、その物理的・化学的性質によって細胞の接着挙動が変化した。光・生体分子応答性ゲルは光と生体分子の存在によりゾル-ゲル相転移し、その内部で細胞培養すると細胞増殖は抑制され、生体分子添加でゾル状態に戻すと細胞は再び増殖した。光応答性フィルムは光照射により弾性率を変化でき、細胞は未照射部位に優先的に接着して細胞パターンが形成された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

動的架橋戦略に基づいて光や温度、生体分子で物理的・化学的性質を調節できる3種類の刺激応答性高分子の設計に成功し、その表面や内部で細胞培養を行った。このような刺激応答性高分子は時間的・空間的に細胞の挙動を制御できる細胞環境（スマートニッチ）を提供でき、革新的な時空間制御型細胞培養システムを開発するための材料として期待できる。本研究により、学術的には高分子科学によりメカノバイオロジーの発展に貢献し、実用的にも再生医療における幹細胞の増殖や分化を制御する革新的材料システムの提案に繋がる成果として社会的意義も大きい。

研究成果の概要（英文）：In this study, we designed three types of stimuli-responsive polymers (photo/temperature-responsive gels, photo/biomolecule-responsive gels, and photo-responsive films) by a strategy using dynamic cross-links, and cultured cells on their surfaces and within gels. Photo/temperature-responsive gels underwent a drastic change in the modulus and hydrophilicity in response to light and temperature, respectively. Cell adhesion and behavior on the photo/temperature-responsive gels were strongly influenced by the modulus and hydrophilicity. Photo/biomolecule-responsive gels underwent a sol-gel phase transition in response to light and a target molecule. Cell proliferation was effectively regulated by the sol-gel phase transition of the photo/biomolecule-responsive gels. Photo-responsive films changed the surface modulus in response to light exposure. Cells adhered to the unexposed area of the photo-responsive films and cell patterns were formed on their micropatterned surface.

研究分野：機能性高分子

キーワード：刺激応答性高分子 細胞 メカノバイオロジー 動的架橋 時空間制御 ゲル

1. 研究開始当初の背景

近年、温度などの外部環境変化に応答する刺激応答性ゲルが、ドラッグデリバリーシステム(DDS)や細胞培養などに利用できる医用材料として精力的に研究されている。しかし、そのほとんどは pH や温度に応答するゲルであり、特定分子に応答する刺激応答性ゲルはほとんど報告されていない。一方、研究代表者は、疾病シグナル生体分子を認識して構造変化する刺激応答性ゲル(生体分子応答性ゲル)の設計方法を提案し、抗原や腫瘍マーカーに応答する生体分子応答性ゲルを世界に先駆けて合成してきた。これらは分子複合体による動的架橋の構造変化に基づいており、薬物放出や細胞培養などの時間的・空間的な制御が可能である。したがって、動的架橋戦略により設計された刺激応答性高分子は、時間的・空間的な刺激によって物理的・化学的性質を変化するため、細胞培養などに応用するスマートバイオマテリアルとして期待できる。

一方、細胞が増殖や分化する際には周囲のマトリックス空間が足場として働くため、再生医療で重要な細胞制御には最適な細胞周辺環境の構築が必要である。刺激応答性高分子を利用した細胞制御で最も成功した研究例として、温度応答性表面を利用した細胞シートの開発が知られている。これらの細胞制御では、主に高分子材料の親水性・疎水性などの化学的性質の変化を利用している。しかし、細胞は周辺環境の化学的性質だけではなく、周辺媒質の物理的性質も認識し、その挙動を変化させることが明らかになってきた(図1)。そのため、最近では基材の表面弾性率と細胞挙動との関係が検討され、メカノバイオロジーが学術的および実用的に新しい潮流となっている。そこで、動的架橋戦略に基づいて光や温度、生体分子で物理的・化学的性質を調節できる刺激応答性高分子を設計できれば、その表面や内部で細胞培養することにより時間的・空間的に細胞制御できる細胞環境(スマートニッチ)を提供でき、革新的な時空間制御型細胞培養システムの創出が可能になると期待できる。

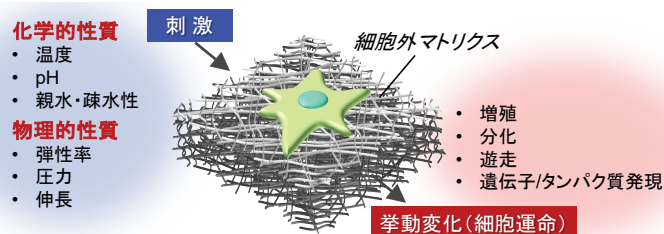


図1 足場材料の性質と細胞挙動

2. 研究の目的

本研究では、光や温度、生体分子などの外部刺激に応答して物理的・化学的性質を変化させる新規な刺激応答性高分子を設計し、その材料表面(2D:2次元培養)およびゲル内部(3D:3次元培養)で細胞培養することにより時空間的な細胞制御を試みる。また、従来のメカノバイオロジー研究では弾性率 0.1 kPa~50 kPa 程度の柔らかいゲルが用いられてきたが、本研究では動的架橋ゲルだけではなく、数十 MPa オーダーの動的架橋フィルムも利用する。そのため、0.1kPa~数十 MPa までの幅広い弾性率の表面に対する細胞挙動を解明でき、細胞工学の基盤となる学術的知見を得ることが可能となる。そこで、動的架橋戦略により、以下のような3種類の刺激応答性高分子を設計し、外部刺激に応答した高分子材料の化学的性質および物理的性質の変化によって細胞の制御を試みた。

- (1) 光・温度応答性ゲルの設計と細胞制御
- (2) 光・生体分子応答性ゲルの設計と細胞制御
- (3) 光応答性フィルムの設計と細胞制御

3. 研究の方法

本研究では、動的架橋戦略に基づき、刺激に応答して物理的・化学的性質を変化させる3種類の刺激応答性高分子((1)光・温度応答性ゲル、(2)光・生体分子応答性ゲル、(3)光応答性フィルム)を設計し、その材料表面(2D培養)やゲル内部(3D培養)で細胞培養を行った。特に、医療分野で利用されている親水性のポリエチレングリコール(PEG)と疎水性のポリジメチルシロキサン(PDMS)を高分子鎖とした刺激応答性高分子を合成した。これらの材料表面あるいはゲル内部で細胞を培養し、その細胞挙動を調べることによって高分子科学によるメカノバイオロジー分野の学術的発展を目指した。以下に各刺激応答性高分子の設計と研究方法をまとめる。

(1) 光・温度応答性ゲルの設計と細胞制御

光二量基としてクマリンを有するモノマーと PEG メタクリレートとの共重合により、下限臨界溶液温度(LCST)を有する光二量基導入 PEG 誘導体を合成した。次に、粘弾性測定により、光照射時間などの条件がゾルーゲル相転移挙動に及ぼす影響を調べ、弾性率の異なる光・温度応答性 PEG ゲルを調製した。光二量基導入 PEG 誘導体の共重合組成と LCST との関係調べ、細胞制御に最適な LCST をもつ光・温度応答性 PEG 誘導体ゲルを設計した。また、フォトマスクを通した光照射により、異なるパターン形状や表面弾性率を有する光・温度応答性 PEG 誘導体ゲルを調製した。この表面弾性率やパターン形状が細胞の接着挙動に及ぼす影響を検討した。さらに、温度でゲル表面の親水性・疎水性を変化させ、その化学的性質の変化と細胞挙動

との関係も調べた。

(2) 光・生体分子応答性ゲルの設計と細胞制御

分子複合体形成部位としてビオチンと光二量化基のマレイミドを PEG 誘導体の両末端に導入させ、光・生体分子応答性 PEG 誘導体を合成した。この PEG 誘導体と生体分子（アビジン）との複合体形成により四分岐構造を有する分子複合体を形成させた後、光照射でマレイミドの光二量化によるゾルーゲル相転移挙動を、粘弾性測定で調べた。さらに、動的架橋のアビジン-ビオチン複合体を解離させるビオチンを添加することにより、ゲル状態からゾル状態への変化も検討した。また、この光・生体分子応答性 PEG 誘導体の水溶液に各種細胞を分散させ、光照射により光・生体分子応答性ゲルに細胞を内包させて、3 次元環境下での細胞培養を試みた。

(3) 光応答性フィルムの設計と細胞制御

数十 MPa オーダーの弾性率をもつフィルム表面での細胞挙動を調べるため、光二量化基のシンナモイル基を有するモノマーと PDMS マクロモノマーとの共重合により、光二量化基導入 PDMS 誘導体を合成した。フォトマスクを通して光二量化基導入 PDMS 誘導体フィルムに光照射させることにより、様々な弾性率パターンの表面を形成させた。接触角測定や X 線光電子分光法により、光照射前後のフィルム表面の化学的性質を、原子間力顕微鏡を用いた表面弾性率測定により物理的性質を詳細に調べた。光照射時間を変化させて表面弾性率の異なる PDMS フィルムを調製し、その表面での細胞の接着挙動を検討した。また、フォトマスクを通した光照射で様々な弾性率パターンを形成させ、その弾性率やパターン構造が細胞挙動に及ぼす影響も調べた。さらに、間葉系幹細胞(MSC)の分化誘導に最適な物理的・化学的性質をもつ材料設計を目指して、光応答性フィルム表面での MSC の骨芽細胞への分化も試みた。

4. 研究成果

(1) 光・温度応答性ゲルの設計と細胞制御

光二量化基のクマリンを有するモノマーと PEG メタクリレートとの共重合により、下限臨界溶液温度 (LCST) を有する光二量化基導入 PEG 誘導体の合成に成功した。得られた光二量化基

導入 PEG 誘導体の LCST は共重合組成によって変化させることが可能であった。また、粘弾性測定により、光照射により光二量化基導入 PEG 誘導体の水溶液がゾルーゲル相転移することを明らかにした (図 2)。光照射時間を変化させて光・温度応答性 PEG 誘導体ゲルを調製した結果、光照射時間の増加に伴ってゲルの弾性率も増加した。また、様々な温度で接触角測定を行い、ある特定の温度で光・温度応答性 PEG 誘導体ゲルが親水性から疎水性へと変化することが明らかとなった。さらに、光照射時間を変化させて様々な弾性率を有する光・温度応答性 PEG 誘導体ゲルを調製し、その表面で細胞培養した結果、弾性率によって細胞の接着挙動が異なることを明らかにした (図 3)。また、フィルムを作製した後に光二量化を行い、より高い弾性率を有する光・温度応答性 PEG フィルムも調製した。光照射や温度によって、これらの光・温度応答性 PEG ゲルおよびフィルムの弾性率と親水性・疎水性を制御することに成功した。様々な弾性率や親水性・疎水性を有するゲルやフィルムの表面で細胞培養した結果、弾性率の高い表面の方が細胞は伸展し、疎水性表面の方がより多くの細胞が接着することが明らかとなった。

(2) 光・生体分子応答性ゲルの設計と細胞制御

まず、光二量化基としてマレイミド基を有する PEG 誘導体にビオチンを導入することにより、光二量化基・ビオチン含有 PEG 誘導体を合成した。このポリマーの水溶液にアビジンを添加することにより四分岐構造の分子複合体を形成させた後に光照射すると、水溶液がゾル状態からゲル状態へと相転移することを見出した (図 4)。この光・生体分子応答性 PEG 誘導体ゲルに、ビオチンを添加すると、逆にゲル状態からゾル状態へと相転移することも明らかになった。さらに、光・生体分子応答性 PEG 誘導体とアビジンとの分子複合体の水溶液に細胞を分散させた後

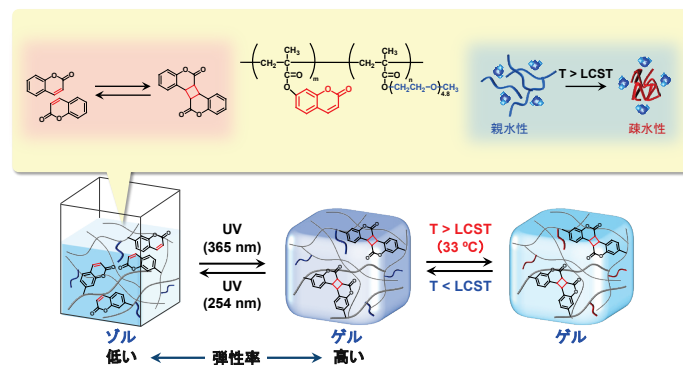


図 2 光・温度応答性高分子の光に応答したゾルーゲル相転移挙動と温度応答性親水性・疎水性変化

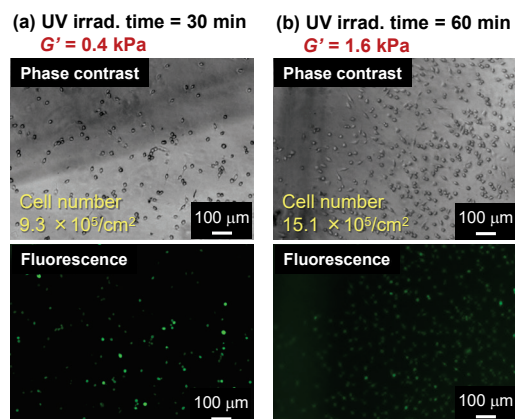


図 3 光照射時間によって表面弾性率を変化させた光・温度応答性ゲル表面での細胞接着挙動

に光照射することにより、ゲル内部に細胞を内包させることに成功した。この光・生体分子応答性 PEG 誘導体ゲル内部では細胞の増殖は抑制されたが、ビオチンの添加によってゲル状態からゾル状態へと変化させると、再び細胞は増殖した。したがって、光・生体分子応答性ゲルは細胞の増殖を制御できるスマートバイオマテリアルとして期待できる。

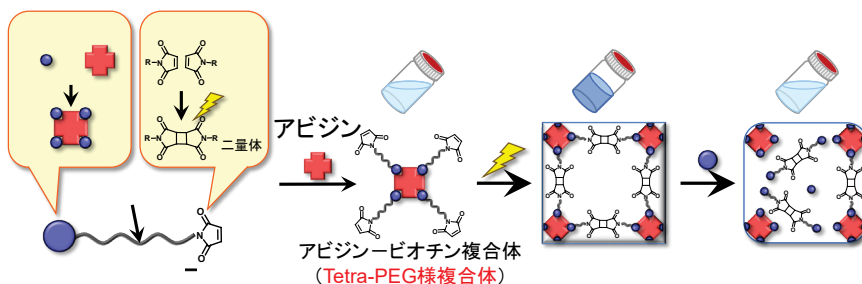


図 4 光・生体分子応答性高分子のゾル-ゲル相転移挙動

(3) 光応答性フィルム設計と細胞制御

数十 MPa オーダーの弾性率をもつフィルム表面での細胞挙動を調べるため、光二量化基のシンナモイル基を有するモノマーとポリジメチルシロキサン(PDMS)マクロモノマーとの共重合により、光二量化基導入 PDMS 誘導体を合成し、キャスト法によって光二量化基導入 PDMS 誘導体フィルムを調製した。フォトマスクを通して光二量化基導入 PDMS 誘導体フィルムに UV 光を照射すると、フォトマスクに応じた表面凹凸パターンと弾性率パターンが形成された (図 5)。

次に、光照射によるフィルム表面の化学的性質を接触角測定や X 線光電子分光法により評価した結果、光照射前後でフィルム表面の化学組成や接触角の値は変化しなかった。一方、原子間力顕微鏡によりフィルムの表面弾性率を調べた結果、光未照射部に比較して光照射部の方が表面弾性率は高い値を示した。したがって、光照射による表面凹凸パターンの形成は、光照射部のシンナモイル基の光二量化により架橋構造が形成され、自由体積が減少するためと考えられた。

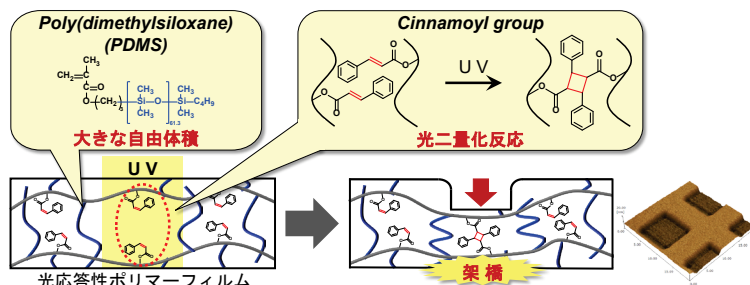


図 5 光応答性高分子フィルムの光応答挙動と表面パターンニング特性

さらに、このパターン化フィルム表面上で細胞培養すると、明確な細胞パターンが形成されることを見出した (図 6)。このとき、細胞は光照射部位よりも光未照射部位に優先的に接着し、表面の物理的性質が影響していると推察された。さらに、このパターン化フィルム表面上で間葉系幹細胞を培養し、骨分化などへ分化誘導に成功した。したがって、表面弾性率を変化できる光二量化基導入 PDMS フィルムは、細胞培養基材としての応用が期待できる。

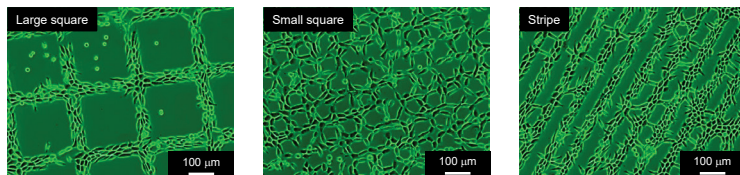


図 6 表面弾性率パターンを形成させた光応答性高分子フィルム表面での細胞接着挙動

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計11件（うち査読付論文 8件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 2件）

1. 著者名 C. Norioka, Y. Inamoto, C. Hajime, A. Kawamura, T. Miyata	4. 巻 13
2. 論文標題 A Universal Method to Easily Design Tough and Stretchable Hydrogels	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 NPG Asia Materials	6. 最初と最後の頁 34 -1/10
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41427-021-00302-2	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 A. Kawamura, A. Harada, S. Ueno, T. Miyata	4. 巻 37
2. 論文標題 Weakly Acidic pH and Reduction Dual Stimuli-Responsive Gel Particles	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Langmuir	6. 最初と最後の頁 11484-11492
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.langmuir.1c01677	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. Okihara, K. Okuma, A. Kawamura, T. Miyata	4. 巻 8
2. 論文標題 Photoresponsive Gelation of Four-Armed Poly(ethylene glycol) with Photodimerizable Groups	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Gels	6. 最初と最後の頁 183 -1/12
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/gels8030183	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 T. Noguchi, N. Akioka, Y. Kojima, A. Kawamura, T. Miyata	4. 巻 9
2. 論文標題 Photoresponsive Polymer Films with Directly Micropatternable Surface Based on the Change in Free Volume by Photo-crosslinking	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Adv. Mater. Interfaces	6. 最初と最後の頁 2101965 -1/9
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/admi.202101965	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 T. Miyata, T. Namera, Y. Liu, A. Kawamura, T. Yamaoka	4. 巻 10
2. 論文標題 Photoresponsive Behaviour of Zwitterionic Polymer Particles with Photodimerizable Groups on Their Surfaces	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 J. Mater. Chem. B	6. 最初と最後の頁 2637-2648
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/D1TB02342J	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 Y. Toyoshima, A. Kawamura, Y. Takashima, T. Miyata	4. 巻 10
2. 論文標題 Design of Molecularly Imprinted Hydrogels with Thermo-responsive Drug Binding Sites	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 J. Mater. Chem. B	6. 最初と最後の頁 6644-6654
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/D2TB00325B	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 Y. Inoue, K. Takada, A. Kawamura, T. Miyata	4. 巻 14
2. 論文標題 Amphiphilic Liquid Crystalline Polymer Micelles That Exhibit a Phase Transition at Body Temperature	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 ACS Appl. Mater. Interfaces	6. 最初と最後の頁 31513-31524
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acsami.2c00592	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 C. Norioka, A. Kawamura, T. Miyata	4. 巻 19
2. 論文標題 Relatively Homogeneous Network Structures of Temperature-Responsive Gels Synthesized via Atom Transfer Radical Polymerization	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Soft Matter	6. 最初と最後の頁 2505-2513
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/D3SM00044C	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 宮田隆志	4. 巻 76
2. 論文標題 分子応答性ゲルの設計と応答挙動 - 研究の発想と戦略 -	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 繊維学会誌	6. 最初と最後の頁 365-371
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2115/fiber.76.P-365	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 宮田隆志	4. 巻 69
2. 論文標題 分子間相互作用を利用したスマートポリマー	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 高分子	6. 最初と最後の頁 461-464
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 宮田隆志	4. 巻 78
2. 論文標題 強いゲル - 常識を覆す優れた力学物性を示すソフトマテリアル	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 化学	6. 最初と最後の頁 66-67
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 -

〔学会発表〕 計33件 (うち招待講演 14件 / うち国際学会 6件)

1. 発表者名 Takashi Miyata
2. 発表標題 Design of stimuli-responsive polymeric materials with dynamic structures
3. 学会等名 The Japan-Taiwan Bilateral Polymer Symposium 2022 (JTBPS2022) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 宮田隆志
2. 発表標題 動的な界面材料の設計と応用に関する研究
3. 学会等名 第60回日本接着学会年次大会（招待講演）
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Takashi Miyata
2. 発表標題 Design of biomolecularly stimuli-responsive microgels and nanogels using dynamic crosslinks
3. 学会等名 The 2021 International Chemical Congress of Pacific Basin Societies (Pacifichem 2021) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 宮田隆志
2. 発表標題 分子間相互作用を駆使した高機能ゲルの設計と応用
3. 学会等名 2021年度「油化学関連シンポジウムin岡山」～高機能ゲルの新展開：分子設計からプロセス、応用まで～（招待講演）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 宮田隆志
2. 発表標題 接着理論
3. 学会等名 第24回接着入門講座「接着の科学と技術～接着原理・表面处理から原材料の基礎まで～」（招待講演）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 宮田隆志
2. 発表標題 表面・界面・接着
3. 学会等名 第55回高分子の基礎と応用講座（招待講演）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 宮田隆志
2. 発表標題 高分子とゲルの基礎：高分子の界面化学
3. 学会等名 界面コロイドラーニング - 第37回現代コロイド・界面化学基礎講座 - （招待講演）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 宮田隆志
2. 発表標題 分子間相互作用に基づく高分子膜およびゲルの設計と応用
3. 学会等名 第70回高分子学会年次大会（招待講演）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 宮田隆志
2. 発表標題 動的架橋を有する刺激応答性ゲルのスマート機能
3. 学会等名 高分子学会21-1超分子研究会（招待講演）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Kurumi Fukao, Akifumi Kawamura, Takashi Miyata
2. 発表標題 Synthesis of 4-armed zwitterionic polymers and their photogelation
3. 学会等名 The 2021 International Chemical Congress of Pacific Basin Societies (Pacifichem 2021) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 深尾胡桃, 河村暁文, 宮田隆志
2. 発表標題 四分岐構造を有する双性イオン構造ポリマーの設計とそのゲル化挙動
3. 学会等名 第30回ポリマー材料フォーラム
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 深尾胡桃, 河村暁文, 宮田隆志
2. 発表標題 四分岐構造を有する双性イオン構造ポリマーの設計とその光応答ゲル化挙動
3. 学会等名 第70回高分子年次大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 深尾胡桃, 河村暁文, 宮田隆志
2. 発表標題 四分岐構造を有する生体適合性ポリマーの設計とその光応答ゲル化挙動
3. 学会等名 第33回高分子ゲル討論会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 沖原正明, 河村暁文, 宮田隆志
2. 発表標題 可視光・温度応答性ゲルの性質変化を応用した細胞制御基材の設計
3. 学会等名 第33回高分子ゲル討論会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Masaaki Okihara, Akifumi Kawamura, Takashi Miyata
2. 発表標題 Preparation of Visible Light- and Temperature-responsive Polymers and Their Applications as Cell Culture Substrates
3. 学会等名 The 2021 International Chemical Congress of Pacific Basin Societies (Pacifichem 2021) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 沖原正明, 河村暁文, 宮田隆志
2. 発表標題 可視光と温度に応答して物性制御できる高分子材料を用いた細胞制御基材の設計
3. 学会等名 第11回CSJ化学フェスタ
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 沖原正明, 河村暁文, 宮田隆志
2. 発表標題 物理的・化学的性質を制御できる可視光・温度応答性高分子の設計と細胞制御への応用
3. 学会等名 第70回高分子討論会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 沖原正明, 河村暁文, 宮田隆志
2. 発表標題 可視光・温度応答性ポリマーの設計とその動的性質変化による細胞制御
3. 学会等名 第50回医用高分子シンポジウム
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 沖原正明, 河村暁文, 宮田隆志
2. 発表標題 可視光・温度応答性高分子材料を用いた細胞制御基材の設計
3. 学会等名 第43回日本バイオマテリアル学会大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 児玉寧色, 東野美鈴, 野口貴史, 河村暁文, 宮田隆志
2. 発表標題 表面物性により細胞接着挙動を制御できる光応答性高分子薄膜の創製
3. 学会等名 日本膜学会第43年回
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 児玉寧色, 東野美鈴, 野口貴史, 河村暁文, 宮田隆志
2. 発表標題 表面物性可変な光応答性ポリマーフィルムによる幹細胞の制御
3. 学会等名 第67回高分子研究発表会(神戸)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 児玉寧色, 東野美鈴, 野口貴史, 河村暁文, 宮田隆志
2. 発表標題 表面物性可変な光応答性ポリマーフィルムを用いた細胞接着の制御
3. 学会等名 接着界面科学研究会Part VII第8回例会 接着界面科学シンポジウム
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Neiro Kodama, Takahumi Noguchi, Misato Higashino, Akifumi Kawamura, Takashi Miyata
2. 発表標題 Preparation of Photo-responsive Polymer Films with Controllable Elastic Modulus and Cell Behavior on Their Surface
3. 学会等名 The 2021 International Chemical Congress of Pacific Basin Societies (Pacifichem 2021) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Takashi Miyata, Akifumi Kawamura, Takashi Miyata
2. 発表標題 Dual Stimuli-responsive Sol-gel Transition Polymers with Photodimerizable Groups for Regulating Cell Behavior
3. 学会等名 SFB/JSB 2022 Joint Symposium (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 沖原正明, 河村暁文, 宮田隆志
2. 発表標題 可視光と温度に応答して性質変化するスマート細胞制御基材の設計
3. 学会等名 日本化学会第102春季大会(2022)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 宮田隆志, 東野美鈴, 河村暁文
2. 発表標題 表面弾性率可変な光応答性高分子フィルムのマイクロパターン化表面での細胞挙動
3. 学会等名 第69回高分子討論会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 深尾胡桃, 河村暁文, 宮田隆志
2. 発表標題 四分岐構造を有する生体適合性ポリマーの合成とそのゲル化挙動
3. 学会等名 2020年繊維学会秋季研究発表会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 宮田隆志
2. 発表標題 分子間相互作用に基づく高分子膜およびゲルの設計と応用
3. 学会等名 第69回高分子学会年次大会 (招待講演)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 宮田隆志
2. 発表標題 分子応答性ゲルの設計と応答挙動に関する研究
3. 学会等名 2020 年度繊維学会年次大会 (招待講演)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 宮田隆志
2. 発表標題 接着理論
3. 学会等名 接着入門講座 第23回「接着の科学と技術 ～接着原理・反応機構・評価法から材料選択の視点まで～」(招待講演)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 宮田隆志
2. 発表標題 動的バイオインスパイアード材料の設計と応用
3. 学会等名 日本トライボロジー学会トライボロジー会議2020秋別府(招待講演)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 宮田隆志
2. 発表標題 動的構造を利用したスマートポリマーの設計～研究発想から応用まで～
3. 学会等名 高分子学会第46回中国四国地区高分子講座(招待講演)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 沖原正明, 松田安叶, 河村暁文, 宮田隆志
2. 発表標題 化学的・物理的性質を制御可能な光・温度応答性ゲルの創製と細胞培養基材への応用
3. 学会等名 第32回高分子ゲル研究討論会
4. 発表年 2021年

〔図書〕 計2件

1. 著者名 宮田隆志	4. 発行年 2021年
2. 出版社 シーエムシー出版	5. 総ページ数 323
3. 書名 刺激応答性高分子の研究動向, 刺激応答性高分子の研究動向 (荏原充宏 監修)	

1. 著者名 T. Miyata	4. 発行年 2022年
2. 出版社 The Royal Society of Chemistry	5. 総ページ数 645
3. 書名 Chemosponsive Materials: Smart Materials for Chemical and Biological Stimulation: Edition 2	

〔出願〕 計1件

産業財産権の名称 金属有機構造体に包接される化学種の放出方法ならびに高分子ゲルおよびその製造方法	発明者 宮田隆志, 河村暁文, 椿本恵大	権利者 関西大学
産業財産権の種類、番号 特許、特願2020-200945	出願年 2020年	国内・外国の別 国内

〔取得〕 計0件

〔その他〕

関西大学 先端高分子化学研究室 https://wps.itc.kansai-u.ac.jp/sentan/
--

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	岩崎 泰彦 (Iwasaki Yasuhiko) (90280990)	関西大学・化学生命工学部・教授 (34416)	

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