

令和 2 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：2017～2019

課題番号：17H01813

研究課題名(和文)自己複製する非平衡動的なDNA人工細胞の創成

研究課題名(英文)Self-replication of nonequilibrium dynamical DNA artificial cells

研究代表者

瀧ノ上 正浩 (Takinoue, Masahiro)

東京工業大学・情報理工学院・准教授

研究者番号：20511249

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 12,600,000円

研究成果の概要(和文)：DNAによる分子ナノシステムを細胞サイズまでスケールアップして自己組織化させ、DNA設計に由来するプログラマブルな動的分子システムである複製する非平衡動的なDNA人工細胞の構築のための基礎技術の開発を行った。まず、両親媒性化したDNAオリガミナノプレートでカプセル状のDNA人工細胞を構築した。次に、自律的に分裂できるDNAゲル人工細胞の構築を行った。外からのタンパク質の入力に反応して、混和に寄与しているリンカーDNAが切断されることによって、混和状態が解消され、細胞分裂や細胞核の分裂のような自律的な分裂を実現できることを実証した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究では、完全に設計されたDNA分子によってプログラマブルな動的なシステムの構築を目指した。プログラマブルであるということはコンピュータで設計・制御して作れるようになるということであり、材料設計やデバイス構築の方法論を革新するだけでなく、生命システムのような自律的かつ動的なシステムに関する大きな知見が得られるため学術的に意義がある。汎用的な方法論の構築とともに、将来的に、自律性・知性のあるナノ/マイクロロボット・スマート材料・スマート医薬等の開発に応用できると考えられる。

研究成果の概要(英文)：We scaled up and self-assembled cell-size molecular nanosystems with DNA and developed basic techniques for the construction of replicable non-equilibrium dynamic DNA artificial cells, which are programmable by DNA design. First, we constructed capsular DNA artificial cells form with amphiphilic DNA origami nanoplates. Next, we constructed DNA gel artificial cells that could divide autonomously. In response to external protein input, the linker DNA was cleaved, thereby resolving miscibility and enabling autonomous division, such as cell division and cell nucleus division, to take place.

研究分野：生物物理学

キーワード：DNAナノテクノロジー 分子ロボティクス 人工細胞工学 生物物理学 ソフトマター DNAゲル DNAオリガミ DNA液滴

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。

様式 C-19、F-19-1、Z-19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

自然界(特に生命システム)に見られる自己組織化や自律性を備えた現象の原理を解説し、それらの機能を取り入れた人工システムを構築することは、工学的にも理学的にも究極的な目標の一つである。このような自律システムは、ナノメートル(分子スケール)から、マイクロ・ミリメートルスケールのシステムまで階層的に結びつく非常に複雑な動的な自己組織化現象である。現在まで、様々な自己組織化システムが構築されてきたが、動的な自己組織化現象、特に、自己複製のような生命システムに特有の高度な物質と情報の制御システムの構築は、未だ非常に困難である。近年、人工細胞膜小胞の自己増殖や DNA ナノ構造の自己複製といった研究が始められてはいるが、容易に設計・構築・制御できる状況にはない。生命システムのような動的システムの構築原理の理解と、工学的に高機能な分子デバイスの構築に応用できる実用的な知識の体系化が必要とされている。

2. 研究の目的

DNA ナノテクノロジー・マイクロ工学を駆使して、DNA による分子ナノシステムを細胞サイズまでスケールアップして自己組織化させ、DNA 設計に由来するプログラマブルな動的分子システムである複製する非平衡動的な DNA 人工細胞の構築のための基礎技術の開発を目的とする。これにより、自己修復・自己複製のような生命システムに特有の高度な物質と情報の制御システムの構築への足掛かりを得ることを目指す。

3. 研究の方法

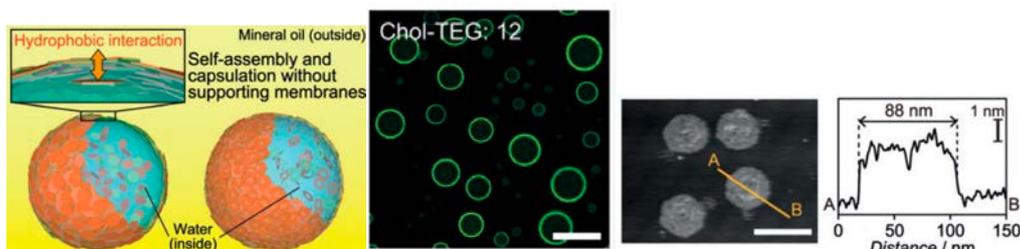
本研究では、DNA オリガミを用いた方法と DNA ゲルを用いた方法の両者を並行して実施した。

(1)DNA オリガミ：油中水滴をテンプレートとした DNA 人工細胞を構築する方法を開発した。ここでは、DNA ナノ構造で構築した両親媒性分子で安定化したカプセル構造によって DNA 人工細胞を構築した。DNA オリガミとよばれる DNA ナノ構造を用いてプレート状の両親媒性 DNA ナノ構造の構築に成功し、これを用いて油中水滴を安定化した。DNA オリガミは長い一本鎖 DNA (7 千塩基) を短い一本鎖 DNA (数十塩基) で折り畳んで作る直径 100 nm 程度のプレート構造である。DNA ナノ構造は高速 AFM によって評価した。両親媒性化は、DNA オリガミナノ構造に、疎水分子のコレステロールが付いた合成 DNA を二重鎖形成させて片面のみ疎水化して実現した。両親媒性 DNA ナノ構造の水溶液を油に滴下し、攪拌することで油中水滴構造を得た。DNA 人工細胞の膜はコンピュータで設計できる DNA ナノ構造であるため、外場に対する応答などの機能を設計して組み込める。ここでは、物質を供給する透過孔(ナノ孔)の開いた膜とし、人工細胞に必要な物質を供給したり人工細胞間でコミュニケーションしたりできるような技術のため、ナノポア構造を設計した。DNA の設計や物性計測のサポートを行うための人工細胞膜型電気計測マイクロチップの開発を行い、それを用いて DNA ナノ構造の孔の物質透過特性等の物性を調べた。

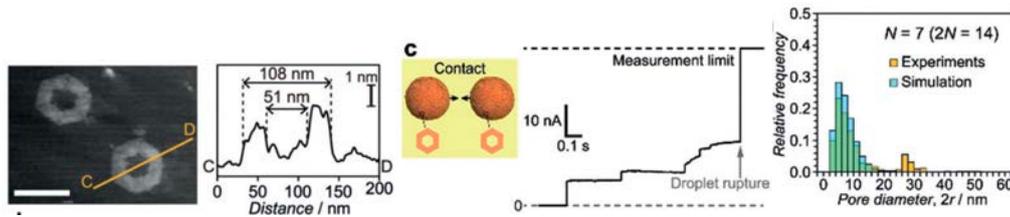
(2)DNA ゲル：DNA 人工細胞カプセルとして、DNA ナノ構造の集合体による DNA ゲルを用いた。DNA ゲルは、数十塩基の短鎖 DNA で作った Y 字分岐構造をユニットにして、その Y 字分岐構造を多数結合させることで、ゲル状にすることで作製できる。DNA ゲルもコンピュータによって構造等を設計し、化学合成した DNA を用いることで作製した。

4. 研究成果

(1) DNA ナノ構造で構築した両親媒性分子で油薄膜を安定化した両親媒性の DNA による膜カプセル構造によって DNA 人工細胞を構築した。ここでは、DNA オリガミという DNA ナノ構造を用いてプレート状の両親媒性 DNA ナノ構造の構築を用いて油中水滴を安定化した。両親媒性化は、DNA オリガミナノ構造に、疎水分子のコレステロールが付いた合成 DNA を二重鎖形成させて片面のみ疎水化して実現した。両親媒性 DNA ナノ構造の水溶液を油に滴下・攪拌し油中水滴構造を得て、共焦点レーザー走査型顕微鏡による蛍光観察で膜構造を確認した。DNA ナノプレートは高速原子間力顕微鏡で計測した。

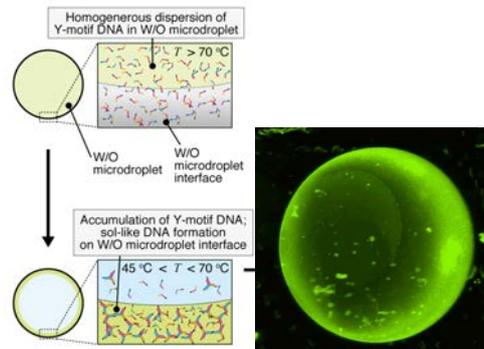


(2) DNA ナノプレートにはナノポアが空いており、油中水滴界面上に集積させた DNA カプセル構造にイオン透過能があることを電気計測で示した。また、DNA の膜の形成の状況に関して、モンテ・カルロシミュレーションを行って、評価した。



(3) 外力場による DNA 人工細胞の変形・分裂のための物性計測として、DNA 人工細胞膜の界面張力の定量化と、安定化のための新しい DNA ナノ構造の設計と作製を行った。今までよりも小さい塩基配列で、従来のような DNA ナノ構造ができることを実証した。具体的には、従来の DNA オリガミの 1/10 のサイズの DNA オリガミを直方体的に自己組織化させ、そこに疎水性分子であるコレステロールを付加し、両親媒性 DNA オリガミ構造を作った。電気泳動等の評価法により、実際に構築できていることを示した。また、生成時の凝集や界面吸着問題を解決するため、疎水性部分を保護するプロテクタメカニズムを開発し、高効率で生成するとともに、着脱を制御できることを実証した。これにより、定量的に、界面制御を実現でき、飛躍的に実験がしやすい技術を開発することに成功した。

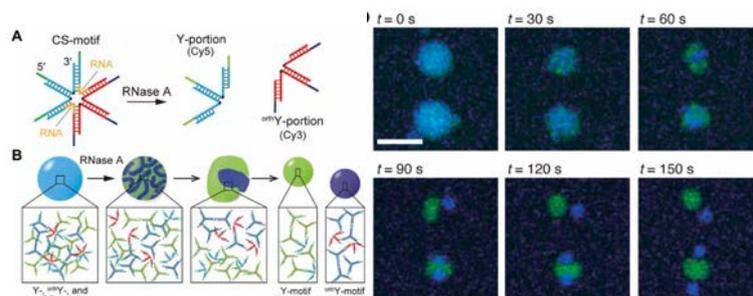
(4) さらに、DNA ゲル薄膜を油中水滴界面に形成させる方法によっても DNA 人工細胞を構築した。DNA ゲルは、数十塩基の短鎖 DNA で作った Y 字分岐構造をユニットにして、その Y 字分岐構造を多数結合させることで、ゲル状にすることで作製できる。ここでは、油中水滴界面を正電荷に帯電させ、負電荷をもつ DNA を集積させることで、薄膜とした。油中水滴から取り出し、水溶液で安定に構造を保つことも確認した。



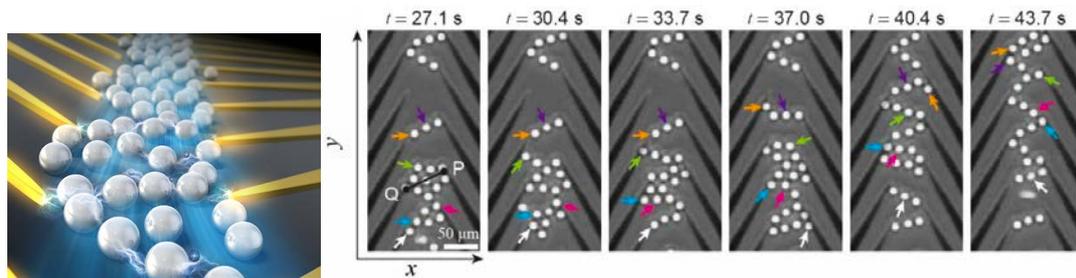
(5) 化学反応とのカップリングによる DNA からの情報の取り出しも検討した。DNA ゲルによる人工細胞に RNA を転写できる塩基配列を組み込むことに成功し、RNA の転写の同定を行った。RNA 転写の反応効率を向上させるため、問題となっている副反応の同定に成功した。これにより、配列設計や反応条件の検討により、効率よく RNA 反応を行える可能性を示せた。

(6) 複製できる DNA ゲル人工細胞の塩基配列の設計と構築を行った。DNA ポリメラーゼの反応を利用して、複数回複製ができる DNA ゲルのための塩基配列の設計を行った。実際に、この DNA を化学合成し、DNA ゲルができること、複製のための DNA ポリメラーゼ反応が機能することなどを実証した。

(7) 自律的に分裂できる DNA ゲル人工細胞の構築を行った。Y-motif 構造と呼ばれる DNA ナノ構造を集積した DNA ゲルを構築した。この DNA ゲルの中には、最初は 2 種類の配列が混和することで一体となった DNA ゲル粒子を形成しているが、外からのタンパク質の入力に反応して、混和に寄与しているリンカー DNA が切断されることによって、混和状態が解消され、細胞分裂や細胞核の分裂のような自律的な分裂を実現できることを実証した。これにより、自己複製する非平衡動的な DNA 人工細胞の基盤が確立した。



(8) 非平衡動的な DNA 人工細胞の構築には、非平衡状況下で外場のエネルギーを利用し駆動するメカニズムの構築が必要である。そこで、マイクロ粒子をモデルとして利用し、外場である電場のエネルギーから自律的に方向性のある集団運動を取り出す方法を確立した。



5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計14件（うち査読付論文 11件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 8件）

1. 著者名 Sato Yusuke, Sakamoto Tetsuro, Takinoue Masahiro	4. 巻 6
2. 論文標題 Sequence-based engineering of dynamic functions of micrometer-sized DNA droplets	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Science Advances	6. 最初と最後の頁 eaba3471
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1126/sciadv.aba3471	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 Hayakawa Masayuki, Kishino Yusuke, Takinoue Masahiro	4. 巻 -
2. 論文標題 Collective Ratchet Transport Generated by Particle Crowding under Asymmetric Sawtooth Shaped Static Potential	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Advanced Intelligent Systems	6. 最初と最後の頁 2000031 ~ 2000031
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/aisy.202000031	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 Masukawa Marcos K., Hayakawa Masayuki, Takinoue Masahiro	4. 巻 10
2. 論文標題 Surfactant concentration modulates the motion and placement of microparticles in an inhomogeneous electric field	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 RSC Advances	6. 最初と最後の頁 8895 ~ 8904
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/D0RA00703J	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 Kasahara Yu, Sato Yusuke, Masukawa Marcos K., Okuda Yukiko, Takinoue Masahiro	4. 巻 4
2. 論文標題 Photolithographic shape control of DNA hydrogels by photo-activated self-assembly of DNA nanostructures	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 APL Bioengineering	6. 最初と最後の頁 016109 ~ 016109
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1063/1.5132929	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 Masayuki Hayakawa, Satoshi Umeyama, Ken Nagai, Hiroaki Onoe, Masahiro Takinoue	4. 巻 8
2. 論文標題 Controlled Construction of Stable Network Structure Composed of Honeycomb-Shaped Microhydrogels	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Life	6. 最初と最後の頁 38
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) doi.org/10.3390/life8040038	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 Marcos Kunihiro Masukawa, Masayuki Hayakawa, Masahiro Takinoue	4. 巻 1
2. 論文標題 Electric control of microparticles based on surfactant adsorption: prospective actuation of soft robots	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Proc. microTAS 2019	6. 最初と最後の頁 352-354
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 Ishikawa Daisuke, Suzuki Yuki, Kurokawa Chikako, Ohara Masayuki, Tsuchiya Misato, Morita Masamune, Yanagisawa Miho, Endo Masayuki, Kawano Ryuji, Takinoue Masahiro	4. 巻 58
2. 論文標題 DNA Origami Nanoplate Based Emulsion with Nanopore Function	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Angewandte Chemie International Edition	6. 最初と最後の頁 15299 ~ 15303
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/anie.201908392	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 Yusuke Sato, Masahiro Takinoue	4. 巻 10
2. 論文標題 Creation of artificial cell-like structures promoted by microfluidics technologies	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Micromachines	6. 最初と最後の頁 216
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/mi10040216	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 Masayuki Hayakawa, Yusuke Kishino, Masahiro Takinoue	4. 巻 1
2. 論文標題 The Collective Transport of Microparticles under an Asymmetric Electric Field	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Proc. MEMS 2018	6. 最初と最後の頁 43-46
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 佐藤 佑介, 瀧ノ上 正浩	4. 巻 18
2. 論文標題 配列設計と相転移に基づいた DNA マイクロ構造の構築と制御	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 化学とマイクロ・ナノシステム	6. 最初と最後の頁 24-27
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 Masamune Morita, Shin-ichiro M. Nomura, Satoshi Murata, Miho Yanagisawa, Masahiro Takinoue	4. 巻 -
2. 論文標題 Formation of DNA micro-skeleton structures in water-in-oil microdroplets	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Proc. microTAS	6. 最初と最後の頁 159-160
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 黒川知加子, *柳澤実穂, *瀧ノ上正浩	4. 巻 73
2. 論文標題 骨格で支えられた頑丈な人工細胞-DNAナノテクノロジーによる精密設計	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 月刊化学	6. 最初と最後の頁 40-43
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 瀧ノ上正浩	4. 巻 60
2. 論文標題 生体内で働く分子ロボットの実現へ：情報媒体としてのDNA分子とDNAコンピューティング	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 情報管理(JST)	6. 最初と最後の頁 629-640
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 オープンアクセスとしている(また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Hiroki Yasuga, Kosuke Inoue, Ryuji Kawano, Masahiro Takinoue, Toshihisa Osaki, Koki Kamiya, Norihisa Miki, Shoji Takeuchi	4. 巻 12
2. 論文標題 Serial DNA Relay in DNA Logic Gates by electrical Fusion and Mechanical Splitting of Droplets	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 PLOS ONE	6. 最初と最後の頁 e0180876
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 オープンアクセスとしている(また、その予定である)	国際共著 -

[学会発表] 計59件(うち招待講演 15件/うち国際学会 16件)

1. 発表者名 瀧ノ上正浩
2. 発表標題 Artificial cell-like molecular robots based on DNA self-assembly
3. 学会等名 Earth-Life Science Institute (ELSI) Colloquium (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 瀧ノ上正浩
2. 発表標題 DNA microgels and microdroplets toward artificial cell-like systems
3. 学会等名 Seminar of Laboratory Jean Perrin, University Pierre and Marie Curie (UPMC) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 瀧ノ上正浩
2. 発表標題 DNA microgel/droplets technology toward artificial cells
3. 学会等名 Seminar of Prof. Simmel Lab., Technische Universitat Munchen (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 瀧ノ上正浩
2. 発表標題 細胞型分子ロボットへ向けたDNAソフトマター物理学
3. 学会等名 新化学技術推進協会 電子情報技術部会 マイクロナノシステムと材料・加工分科会 講演会 (招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 佐藤佑介, 瀧ノ上正浩
2. 発表標題 配列設計と相転移の制御によるDNA液滴の創出
3. 学会等名 「細胞を創る」研究会11.0
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 笠原悠, 佐藤佑介, 瀧ノ上正浩
2. 発表標題 光照射によるDNAマイクロ構造体の形成と熱力学的特性の解析
3. 学会等名 「細胞を創る」研究会11.0
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 MASUKAWA Marcos Kunihiro, 早川雅之, 瀧ノ上正浩
2. 発表標題 Electric control of microparticles based on surfactant adsorption: prospective actuation of soft robots
3. 学会等名 22nd International Conference on Miniaturized Systems for Chemistry and Life Sciences (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 佐藤佑介, 瀧ノ上正浩
2. 発表標題 DNAナノ構造の相転移制御による情報を持つ液滴の創出
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(CHEMINAS38)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 中島 裕司, 笠原 悠, 瀧ノ上 正浩
2. 発表標題 Construction of DNA hydrogel microcapsules using water-in-oil droplet interface
3. 学会等名 第56回日本生物物理学会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 森田 雅宗, 瀧ノ上 正浩, 村田 智
2. 発表標題 Environment-dependent assembly of DNA nanostructures on phase-separated lipid bilayer membranes
3. 学会等名 第56回日本生物物理学会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 笠原 悠, 瀧ノ上 正浩
2. 発表標題 Analysis of the thermodynamic property of DNA microstructures formed by photo-irradiation
3. 学会等名 第56回日本生物物理学会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 阪本 哲郎, 森田 雅宗, 瀧ノ上 正浩
2. 発表標題 Numerical simulation of phase separation-based formation of cell nucleus-like DNA gel capsule
3. 学会等名 第56回日本生物物理学会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 渡邊 弘貴, 瀧ノ上 正浩
2. 発表標題 Design and analysis of DNA network with consciousness based on integrated information theory
3. 学会等名 第56回日本生物物理学会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 瀧ノ上正浩
2. 発表標題 Construction of cell-inspired molecular robots based on microfluidics of bio soft matter
3. 学会等名 International Symposium on SSS Laser Processing (3S-LP) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 瀧ノ上正浩
2. 発表標題 Phase-separated DNA microdroplets controlled by base sequence information
3. 学会等名 アクティブマター研究会2019 (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 瀧ノ上正浩
2. 発表標題 化学振動反応の制御のためのドロップレットマイクロ流体デバイス
3. 学会等名 研究会「生物学・化学・数理科学から見抜くリズム現象の本質」(招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 瀧ノ上正浩
2. 発表標題 DNAマイクロ構造における相転移と分子ロボティクスへの展開
3. 学会等名 日本学術会議「第4回理論応用力学シンポジウム」力学と新学術の融合(招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Masayuki Hayakawa, Yusuke Kishino, Masahiro Takinoue
2. 発表標題 The Collective Transport of Microparticles under an Asymmetric Electric Field
3. 学会等名 The 32nd IEEE International Conference on Micro Electro Mechanical Systems (MEMS 2019) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 佐藤佑介, 阪本哲郎, 瀧ノ上正浩
2. 発表標題 DNAナノ構造の自己集合と相転移による「DNA液滴」の創出と制御
3. 学会等名 第2回分子ロボティクス年次大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 山本陽大, 阪本哲郎, 佐藤佑介, 瀧ノ上正浩
2. 発表標題 DNAゲル-液滴-溶解のメカニズム解明を目指した数理モデルの構築
3. 学会等名 第2回分子ロボティクス年次大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 中島裕司, 佐藤佑介, 瀧ノ上正浩
2. 発表標題 機能性DNAゲルマイクロカプセルの構築
3. 学会等名 第2回分子ロボティクス年次大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 阪本 哲郎, 佐藤 佑介, 瀧ノ上 正浩
2. 発表標題 DNA液滴によるマイクロポーラス構造形成
3. 学会等名 第2回分子ロボティクス年次大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 MASUKAWA K. Marcos, 早川 雅之, 瀧ノ上 正浩
2. 発表標題 Manipulation of microparticles with electric fields modulated by surfactant as molecule-electrode interface
3. 学会等名 第2回分子ロボティクス年次大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 笠原 悠, 佐藤 佑介, 瀧ノ上 正浩
2. 発表標題 光照射によるDNAハイドロゲル形成の空間的制御
3. 学会等名 第2回分子ロボティクス年次大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 渡邉理佐, 森田雅宗, 柳澤実穂, 瀧ノ上正浩
2. 発表標題 マイクロ液滴界面を利用した RNAを発現するDNA マイクロ構造体の構築
3. 学会等名 化学とマイクロ・ナノシステム学会 第35回研究会 (35th CHEMINAS)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 土屋美恵, 石川大輔, 鈴木勇輝, 遠藤政幸, 瀧ノ上正浩
2. 発表標題 両親媒性DNA オリガミによるマイクロ油中水滴の画像解析による定量的安定性評価
3. 学会等名 化学とマイクロ・ナノシステム学会 第35回研究会(CHEMINAS35)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Masamune Morita, Shin-ichiro M. Nomura, Satoshi Murata, Miho Yanagisawa, Masahiro Takinoue
2. 発表標題 Generation of higher-order self-assembled DNA microstructures inside water-in-oil microdroplets
3. 学会等名 19th IUPAB congress and 11th EBSA congress (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 瀧ノ上正浩
2. 発表標題 DNA ゲルマイクロカプセルのマイクロパターン形成の物理と分子ロボット工学への応用
3. 学会等名 第78回応用物理学会 秋季学術講演会 (招待講演)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Masahiro Takinoue
2. 発表標題 Formation of DNA microcapsules and application to cell-like molecular robots
3. 学会等名 2nd Japan-Korea International Symposium on Cyborgnics: Integration between cell and electronics (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Risa Watanabe, Masamune Morita, Miho Yanagisawa, Masahiro Takinoue
2. 発表標題 Construction of artificial cell nuclei with RNA transcription capability using a microdroplet interface
3. 学会等名 第55回日本生物物理学会年会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Marcos Masukawa, Masahiro Takinoue
2. 発表標題 Surfactant role on microbead manipulation by saw-tooth shaped electrode
3. 学会等名 第55回日本生物物理学会年会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Hiroki Watanabe, Ryuji Kawano, Masahiro Takinoue
2. 発表標題 人工細胞でのDNA論理回路を用いた最小限の意識を生み出すオートマトン (Automata that generates minimum consciousness using DNA logic circuits in artificial cells)
3. 学会等名 第55回日本生物物理学会年会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Misato Tsuchiya, Daisuke Ishikawa, Yuki Suzuki, Masayuki Endo, Masahiro Takinoue
2. 発表標題 DNA分子ロボットのためのマイクロドロプレットの機械的安定性評価 (Evaluation of mechanical stability of microdroplet-based DNA molecular robots.)
3. 学会等名 第55回日本生物物理学会年会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Yu Kasahara, Risa Watanabe, Masahiro Takinoue
2. 発表標題 マイクロ液滴界面上での相分離による人工細胞核の形成のDNAユニット依存性の解析 (Analyses of DNA unit dependence of artificial cell nuclei formed by phase separation on microdroplet interface)
3. 学会等名 第55回日本生物物理学会年会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Masahiro Takinoue
2. 発表標題 Formation of DNA microcapsules and application to cell-like molecular robots
3. 学会等名 2nd Japan-Korea International Symposium on Cyborgnics: Integration between cell and electronics (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Marcos Masukawa, Masayuki Hayakawa, Masahiro Takinoue
2. 発表標題 Surfactant role on microbead manipulation by saw-tooth electrode
3. 学会等名 2nd Japan-Korea International Symposium on Cyborgnics: Integration between cell and electronics (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Hiroyuki Watanabe, Ryuji Kawano, Masahiro Takinoue
2. 発表標題 Automata that generates minimum consciousness using DNA logic circuits in artificial cells
3. 学会等名 2nd Japan-Korea International Symposium on Cyborgnics: Integration between cell and electronics (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Misato Tsuchiya, Daisuke Ishikawa, Yuki Suzuki, Masayuki Endo, Masahiro Takinoue
2. 発表標題 Evaluation of mechanical stability of DNA molecular robots
3. 学会等名 2nd Japan-Korea International Symposium on Cyborgnics: Integration between cell and electronics (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Risa Watanabe, Masamune Morita, Miho Yanagisawa, Masahiro Takinoue
2. 発表標題 Construction of artificial cell nuclei with RNA transcription capability using a microdroplet interface
3. 学会等名 2nd Japan-Korea International Symposium on Cyborgnics: Integration between cell and electronics (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Yu Kasahara, Risa Watanabe, Masahiro Takinoue
2. 発表標題 Analyses of DNA unit dependence of artificial cell nuclei formed by phase separation on microdroplet interface
3. 学会等名 2nd Japan-Korea International Symposium on Cyborgnics: Integration between cell and electronics (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 マスカワマルクス, 瀧ノ上正浩
2. 発表標題 Electrical actuators for apolar media microfluidics
3. 学会等名 化学とマイクロ・ナノシステム学会 第35回研究会 (35th CHEMINAS)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 渡邉理佐, 森田雅宗, 柳澤実穂, 瀧ノ上正浩
2. 発表標題 マイクロ液滴界面を利用した RNA転写可能なDNA マイクロ構造体の構築
3. 学会等名 「細胞を創る」研究会 10.0
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Masamune Morita, Shin-ichiro M. Nomura, Satoshi Murata, Miho Yanagisawa, Masahiro Takinoue
2. 発表標題 Formation of DNA micro-skeleton structures in water-in-oil microdroplets
3. 学会等名 The 21th International Conference on Miniaturized Systems for Chemistry and Life Sciences (microTAS2017) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 渡邊理佐, 森田雅宗, 柳澤実穂, 瀧ノ上正浩
2. 発表標題 マイクロ液滴界面を利用した RNA 転写可能なDNA ゲルマイクロ構造体の構築
3. 学会等名 第4回サイボウニクス研究会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 土屋美恵, 石川大輔, 瀧ノ上正浩
2. 発表標題 DNAオリガミによる細胞型分子ロボットの光応答機能の構築と解析
3. 学会等名 第4回サイボウニクス研究会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 笠原悠, 渡邊理佐, 森田雅宗, 瀧ノ上正浩
2. 発表標題 マイクロ液滴界面上でのDNAマイクロ構造体形成のsticky-end依存性の解析
3. 学会等名 第4回サイボウニクス研究会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 渡邊弘貴, 川野竜司, 瀧ノ上正浩
2. 発表標題 DNA論理回路を用いたIITにおける最小意識を生み出すネットワークの設計と解析
3. 学会等名 第4回サイボウニクス研究会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Marcos Masukawa, Masayuki Hayakawa, Masahiro Takinoue
2. 発表標題 Electric manipulation of microbeads with charged reverse micelles
3. 学会等名 第4回サイボウニクス研究会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 瀧ノ上正浩
2. 発表標題 細胞サイズの液滴界面でのDNAゲルの自己組織化とマイクロ相分離
3. 学会等名 2017年度 生命科学系学会合同年次大会 (ConBio2017) (招待講演)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 瀧ノ上正浩
2. 発表標題 アクティブマテリアル研究としての人工細胞・分子ロボットの構築
3. 学会等名 SMACTIVEマテリアルシンポジウム (招待講演)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 瀧ノ上正浩
2. 発表標題 温度冷却過程で油中水滴界面上で生成されるDNAマイクロスケルトン構造
3. 学会等名 Biothermology Workshop (招待講演)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Masahiro Takinoue
2. 発表標題 Artificial cell construction based on micro-scale control of bio soft matter
3. 学会等名 Mini Workshop: New Frontiers of Supramolecular Chemistry in Non-equilibrium Systems (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 渡邉理佐, 森田雅宗, 柳澤実穂, 瀧ノ上正浩
2. 発表標題 RNA 転写可能な DNA マイクロ構造体の構築
3. 学会等名 第1回分子ロボティクス年次大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 渡邉弘貴, 川野竜司, 瀧ノ上正浩
2. 発表標題 統合情報理論に基づく意識を持つDNA反応ネットワークの構築
3. 学会等名 第1回分子ロボティクス年次大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 笠原悠, 渡邊理佐, 瀧ノ上正浩
2. 発表標題 光によるDNAマイクロゲルの構造制御
3. 学会等名 第1回分子ロボティクス年次大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Marcos Masukawa, Masayuki Hayakawa, Masahiro Takinoue
2. 発表標題 Reverse micelle charging on particle control and soft microrobot actuation
3. 学会等名 第1回分子ロボティクス年次大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 土屋美恵, 石川大輔, 川野竜司, 瀧ノ上正浩
2. 発表標題 光応答性DNAオリガミの導入による細胞型分子ロボットの機能構築と解析
3. 学会等名 第1回分子ロボティクス年次大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 渡邊理佐, 森田雅宗, 柳澤実穂, 瀧ノ上正浩
2. 発表標題 RNA 転写可能な DNAマイクロゲル構造体の構築
3. 学会等名 第7回日本生物物理学会関東支部会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 瀧ノ上正浩
2. 発表標題 バイオソフトマターのナノ/マイクロ制御による人工細胞の構築
3. 学会等名 産業技術総合研究所バイオメディカル研究部門・部門セミナー（招待講演）
4. 発表年 2018年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

瀧ノ上研究室ホームページ http://www.takinoue-lab.jp

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	川野 竜司 (Kawano Ryuji) (90401702)	東京農工大学・工学(系)研究科(研究院)・准教授 (12605)	