

科研費
KAKENHI

学術変革領域研究(A)

Molecular Cybernetics NewsLetter

分子サイバネティクス ニュースレター

第16号
vol.16

2024.12

研究最前線

リレーエッセイ

分子ロボティクス研究会開催報告



Molecular
Cybernetics

論文情報

著者：Daisuke Inoue†

タイトル：Surface Passivation of Norland Optical Adhesive Improves the Guiding Efficiency of Gliding Microtubules in Microfluidic Devices

雑誌：Nano Letters 2024, 24 (35), 10790–10795 (DOI: 10.1021/acs.nanolett.4c02015) 及び表紙採用

論文の紹介

繊維状タンパク質である微小管は、キネシンモータータンパク質を固定した基板上で運動する生体材料である (図 1)。微小管は全長数十ミクロン、直径 25 ナノメートル (人の髪の毛の約 4000 分の 1 の太さ) という極小サイズながら、強い力を発揮する特性を有し、生体由来のナノマシンとしてナノテクノロジー分野における応用が期待されている。主な応用例として、微小物質の輸送、濃縮、分離、材料の微小変形を感知するセンサーなどが挙げられる。

しかしながら、個々の微小管は任意の方向に無秩序に運動する特性を持つため (図 1c)、その運動を制御する技術が求められる。この課題に対し、マイクロ流体デバイスを活用し、流路の幾何学形状によって微小管の運動を制御する手法が約 20 年前より開発されてきた。これまでの研究において、マイクロ流体デバイスを用いた微小管運動の制御に成功した例は数多く報告されている。しかし、従来の手法ではデバイスの構築に特殊な微細加工設備が必要であり、さらにデバイスの基盤となる小型の鋳型を事前に作成する必要があるという課題がある。

本研究では、光硬化性レジン Norland Optical Adhesive (NOA; Edmund) を用いて、微小管の運動を制御可能なマイクロ流体デバイスを簡便に作成した。NOA は紫外線 (UV) 照射により硬化する特性を有し、フォトマスクを介した部分的 UV 照射により、短時間でデバイスを製造できる (図 2a)。本研究のデバイスは扇状部位と直線状流路部位から構成され、扇状部位の壁に沿って微小管が移動し、直線状流路へ誘導される設計となっている (図 2b)。デバイス底面のガラス基板にキネシンを固定し、微小管とアデノシン三リン酸 (ATP; 燃料) を加えることで、微小管を並進運動させた (図 2c, d)。

しかし、NOA 製デバイスは製造の簡便性に優れる一方、流路壁にキネシンが吸着する問題が明らかとなった。具体的には、キネシンが NOA の壁面に吸着し、微小管が壁をよじ登る現象が観察され、微小管の運動制御が困難であることが示された (図 3)。この現象は過去の研究 (Clemmens, J. et al., Langmuir, 2003) でも報告されており、NOA は微小管の運動制御には適さない材料とされていた。

本研究では、この課題を克服するため、NOA の表面をポリエチレングリコール (PEG) および Pluronic F-127 という二種類のポリマーで不活化処理する技術を新たに開発した。これらのポリマーはタンパク質との相互作用が弱く、PEG はチオール-エンクリック反応を利用して NOA 基板に共有結合させ、Pluronic F-127 はその疎水的ドメインを介して NOA 表面に吸着させた。不活化処理を施していないデバイスでは、微小管の運動制御効率は約 10% にとどまったが (図 3c)、不活化処理したデバイスでは、微小管が壁面をよじ登らず、ほぼ 100% の効率で流路形状に沿って運動することが確認された (図 4)。さらに、処理済みデバイスでは、流路幅 50 μm 以下の直線流路で微小管が高効率に濃縮されることが示された。これらの結果は、処理済み NOA デバイスが微小管運動誘導と微量物質濃縮に応用できる可能性を示唆している。

まとめ

本分子サイバネティクス領域においてもマイクロ流体デバイスをリボソームの配列制御に活用している。これまでリボソームを用いた研究が主体に行われてきたが、例えばペプチドやタンパク質のベシクルを配列する場合には、本研究のように流体デバイスを構成するレジン表面を不活化する技術が重要となる。本研究で開発した、マイクロ流体デバイスの作製方法及び不活化方法は、非常に簡便であり、全行程を 5 分程度で完了することが可能であるため、これまで微細加工技術を用いたことがない研究者にとっても、導入しやすいと期待される。

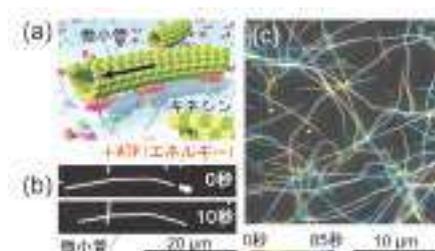


図 1.

(a) キネシンで動く微小管の模式図と (b) その蛍光顕微鏡写真、(c) タイムオーバーレイ画像：カラーバーは顕微鏡動画の時間フレームを示す。



図 2.

(a) NOA マイクロ流体デバイスの作成手法のスキームと (b) デバイスの顕微鏡写真、(c) NOA 製マイクロ流体デバイス内における微小管の運動発現系の模式図、(d) デバイス内の微小管の蛍光顕微鏡画像

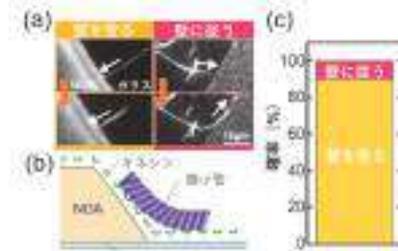


図 3.

(a) NOA 壁衝突時に微小管が示す運動挙動パターンの蛍光顕微鏡画像、(b) NOA 壁を登る微小管の模式図、(c) 流路壁に従って動く微小管と壁を登る微小管の割合を示すグラフ



図 4.

(a) 不活化した NOA 壁の模式図、(b) 不活化した NOA 製マイクロ流体デバイス内で動く微小管のタイムラプス蛍光顕微鏡写真と (c) そのタイムオーバーレイ：カラーバーの色は顕微鏡動画の時間フレームを示す、(d) 流路壁に従って動く微小管と壁を登る微小管の割合を示すグラフ

著者情報

井上 大介

Daisuke Inoue
九州大学大学院
芸術工学研究院



論文情報

著者: Kylie Chinner, Niklas Grabicki, Rei Hamaguchi, Mitsunori Ikeguchi, Kazushi Kinbara, Sayaka Toyoda, Kohei Sato*, Oliver Dumele*

タイトル: Nanohoops in membranes: confined supramolecular spaces within phospholipid bilayer membranes

雑誌: *Chem. Sci.* **2024**, *15*, 16367–16376. (DOI: 10.1039/D4SC03408B)

論文の紹介

複数のベンゼン環が連結した構造からなるリング状分子であるナノフープは、その内部空間に別の分子を取り込むという興味深い性質を有するほか、優れた発光特性を有することから、生物学的イメージングやセンシングにおける応用が期待されている。本研究では、エチレングリコールで架橋された一連の [n] シクロパラピレニレン (CPY, 図 1) ($n = 8-16$, n はベンゼン環の数に対応する) を合成するとともに、これらの分子を生体膜へと導入し、その機能開拓を目指した。

従来、このような分子はボロン酸エステル部位を有する前駆体を経由して合成されていたが、その低い収率が問題となっていた。今回、我々はスタニル基を有する前駆体を新たに合成し、これを用いて大環状白金錯体を構築した後に還元反応を行うことで、特に $n = 8-12$ のナノフープの合成選択性と収率を著しく向上させることに成功した。

続いて、合成したナノフープを生体膜へと導入することを試みた。まず、リン脂質である 1,2-dioleoyl-*sn*-glycero-3-phosphocholine (DOPC) と各種ナノフープをクロロホルム中で混合したのち溶媒を除去し、脂質フィルムを作製した。このフィルムを水和させることでリポソームを調製したのち、蛍光顕微鏡による観察を試みたところ、 $n = 10$ のナノフープを混合したリポソームにおいて、リポソームの淵に沿ってナノフープに由来する発光が観察された。続いて、スピラベル化された脂質である 1-palmitoyl-2-stearoyl-(12-doxyl)-*sn*-glycero-3-phosphocholine (doxyl PC) を含んだリポソームに $n = 10$ のナノフープを導入したところ、DOPC に対する doxyl PC の割合が増加するにつれてナノフープに由来する発光強度が低下する様子が観察された。これは、発光性ナノフープが doxyl PC のスピラベル化部位の近傍に位置し、発光がクエンチされたことを意味しており、ナノフープが生体膜内部の疎水性領域に取り込まれていることを強く示唆している。

そこで、生体膜の内部に取り込まれた $n = 10$ のナノフープが、その内部空間を利用した膜間物質透過能を発現するのではないかと期待のもと、イオン透過実験を実施した。しかし、期待に反してナノフープはイオン透過能を一切示すことはなかった。ここで我々は、ナノフープが剛直な骨格と内部空間を有するにもかかわらず物質透過能を示さないことに逆に興味を持ち、その原因を探るべく分子動力学シミュレーションを実施した。すると大変興味深いことに、ナノフープの内部空間に脂質分子のアルキル鎖が折り畳まれるような形で取り込まれた超分子複合体の形成を示唆する結果が得られた (図 2)。これはナノフープが物質透過能を示さなかった先述の結果とよく一致している。本研究を通じて、従来とは異なる様式で生体分子と相互作用することが可能な人工分子の構造を新たに提案することができたと考えている。

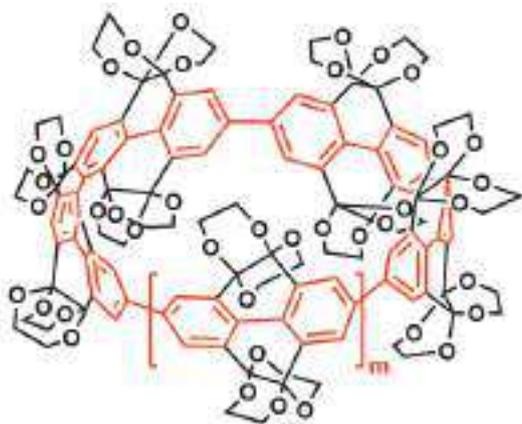


図 1.
ナノフープの構造.

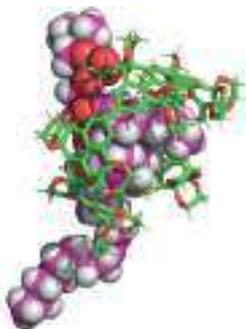


図 2.
分子動力学シミュレーションで得られた、
ナノフープ (緑) と DOPC (マゼンダ)
からなる超分子複合体の構造.

著者情報

佐藤 浩平

Kohei Sato

関西学院大学
理学部



論文情報

著者：Hiroki Miyazako, Kohei Tsuchiyama and Takaaki Nara

タイトル：Predictive model of spatial nematic order in confined cell populations

雑誌：npj Biological Physics and Mechanics, 1, Article number: 1 (2024). (DOI: 10.1038/s44341-024-00001-3)

論文の紹介

紡錘形状を持つ細胞は、細胞分裂によって密度が高くなると局所的に同じ方向に揃って配向しようとする配向秩序性を示し、細胞の種々の機能と関連することが知られている。細胞の配向性を人工的に制御することは重要な工学的課題であり、様々な細胞配向制御技術が開発されている。細胞配向を制御する方法の一つに、細胞集団を閉領域の中で培養することで特定の配向構造を再現性良く生成するアプローチがある。例えば図1 (a) に示すように、紡錘形細胞を微細な穴の中で培養すると、穴の境界付近に存在する細胞は境界に沿って配向する性質を示す。すると、穴の中にある細胞は、境界の細胞と同じ方向に揃おうとする配向秩序性を示し、図1 (b) に示すような配向パターンが再現性良く現れる。

このように閉領域を与えたとき、どのような細胞配向パターンが生成されるかを理論的に予測するため、細胞配向をネマチック液晶の配向だと物理モデル化して解析するアプローチが注目されている [G. Duclos *et al.*, *Nat. Phys.*, 13, 58 (2017)]. 筆者らは、閉領域の形状を表す写像と細胞配向の特異点（トポロジカル欠陥）の位置座標を用いて細胞配向パターンを陽に記述する公式を導出し、実現確率の高い配向パターンを予測する数値解析手法を提案した [Miyazako & Nara, *R. Soc. Open Sci.*, 9, 211663 (2022)]. しかし、実験における細胞配向パターンは理論予測パターンから揺らぎ傾向があり、細胞集団内のトポロジカル欠陥も理論予測して得られた点の周囲に局在して生成される傾向が観察される (図2 (a)). この実験と理論との間のギャップを埋めるため、本論文では細胞配向の揺らぎを記述する確率モデルを導入し、揺らぎの大きさを表すパラメータを実験データから最尤推定する手法を提案した。

本論文では、細胞集団の配向弾性によって定義されるフランク弾性エネルギーが、トポロジカル欠陥の位置についての関数となっていることに着目し、ランジュバン動力学の理論を援用することで欠陥の位置変数についての平衡分布を導出した。そして、平衡分布において欠陥位置の揺らぎの大きさを表す温度パラメータをマルコフ連鎖モンテカルロ (MCMC) 法によって最尤推定する手法を与えた。最尤推定した温度パラメータを用いて MCMC シミュレーションすることにより得られた欠陥の分布 (図2 (b)) は実験における欠陥の分布をよく再現した。さらに、温度パラメータの最尤推定値は閉領域の形状にあまり依存しない結果が得られた。この結果は、平衡状態における細胞配向の確率ゆらぎは閉領域の形には依存せず、温度パラメータは実験条件など他のパラメータによって決まる可能性があることを示唆している。

本論文で提案した解析方法は、細胞集団だけでなく分子モーター・細胞骨格系や細胞骨格が封入された人工細胞系など、分子サイバネティクス分野で研究されている実験系にも応用可能である。特に、分子サイバネティクス領域の開発目標であるアクチュエータユニットを多体系に拡張し、複雑な形態変化を実現するときの理論基盤として、本提案手法は応用できると期待される。

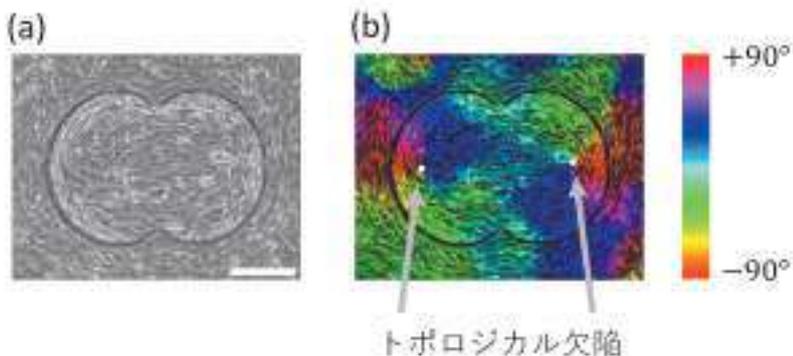


図1. 閉領域の中で培養された細胞集団の配向秩序性. (a) 位相差顕微鏡像 (スケールバー: 200 μm). (b) (a) を解析して得られた配向角度パターン. (CC BY 4.0 ライセンスに基づき引用)

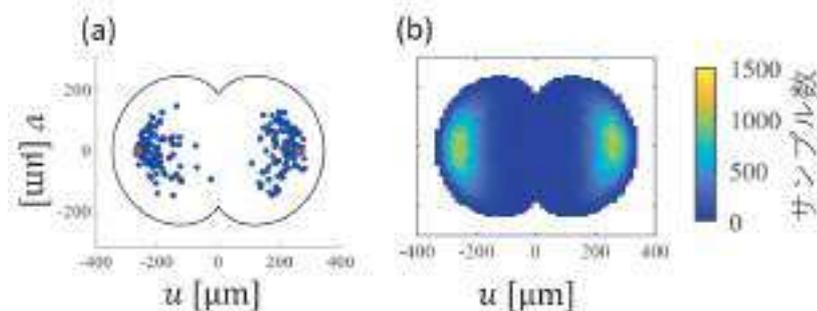


図2. トポロジカル欠陥の空間分布. (a) 培養実験結果. 青点と赤点はそれぞれ実験データと理論計算による最適配置を表す. (b) 温度パラメータの最尤推定値を用いて MCMC シミュレーションをして得られた欠陥分布. (CC BY 4.0 ライセンスに基づき引用)

著者情報

宮廻 裕樹

Hiroki Miyazako

東京大学大学院
情報理工学系研究科



論文情報

著者：Akihiro Otomo, Jared Wiemann, Swagata Bhattacharyya, Mayuko Yamamoto, Yan Yu, Ryota Iino

タイトル：Visualizing Single V-ATPase Rotation Using Janus Nanoparticles

雑誌：Nano Letters

号巻，年：Published Online November 22, 2024. DOI: 10.1021/acs.nanolett.4c04109

論文の紹介

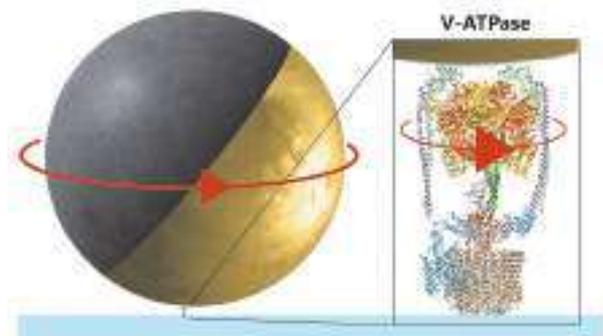
V-ATPase や F-ATPase といった回転分子モーターの性能を調べるには、光学顕微鏡を用いて個々の分子の回転運動を直接可視化する 1 分子観察が有効です。回転分子モーターの 1 分子観察では、ガラス基板に固定した分子の回転軸にナノ粒子を結合させ、その併進運動を回転運動に変換して解析を行うのが一般的です。この解析の問題は、ナノ粒子がモーターの真上に結合すると併進運動が起こらず、回転を検出できない点です。このため、2 個の粒子が繋がった非対称な形状を持つタンデムナノ粒子がよく利用されますが、タンデムナノ粒子の形成は制御が難しく、1 分子観察の効率を下げる要因の一つとなっていました。本研究では、単一ナノ粒子の 2 つの半球が異なる光学特性を持つヤヌスナノ粒子を利用し、V-ATPase の回転運動を観察してトルクを計測することに成功しました。

直径 500 nm のシリカナノ粒子の半球に金コートをして作製したシリカ/金ヤヌスナノ粒子を位相差顕微鏡で観察すると、シリカ半球側はコントラストが低く、金半球側はコントラストが高い、非対称な半月状の像が得られました。そこで、このヤヌスナノ粒子をガラス上に固定した V-ATPase に結合させ、エネルギー源の ATP を加えて 1000 フレーム/秒で高速観察すると、非対称な像が反時計回りに連続的に回転する様子をとらえることができました。

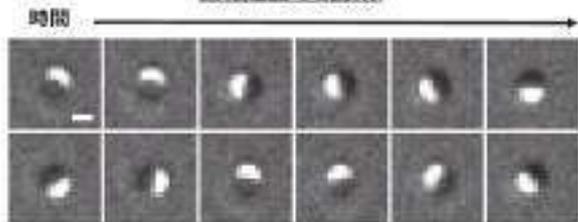
次に、揺らぎの定理に基づく解析法を利用して V-ATPase のトルク計測を行いました。本手法は回転運動中のプローブの揺らぎからトルクを見積もるため、上記の高速観察が必要となります。その結果、粒径 500 nm で水の粘性抵抗が大きいヤヌスナノ粒子を利用したにも関わらず、より小さなタンデムナノ粒子（粒径 287nm）を利用して計測した先行研究とほぼ同じ値（22 pNm）が得られました。この結果は、V-ATPase のトルクは負荷の大きさに依存せず一定であることを示唆しています。本研究により、回転分子モーターの 1 分子計測におけるヤヌスナノ粒子の有用性を示すことができました。

本研究は、コロナ禍直前の 2020 年 2 月に共著者の Yan Yu 教授（米国インディアナ大学）から頂いたメールで始まりました。サバティカルで私のラボに滞在したいとのことで、当時は全く面識がなかったのですが、JSPS 短期招へい事業に申請し採択して頂き実現しました。コロナ禍の影響で、来日が叶ったのは 2022 年 6 月でした。Yu 博士はヤヌスナノ粒子の専門家で、議論の自然な流れで本研究のアイデアに至りました。2 か月と短期間の滞在でしたが、筆頭著者の大友章裕助教（現：京都大学助教）の努力によりデータを得ることができ、成果としてまとめることができました。共著者の皆様に心より感謝致します。

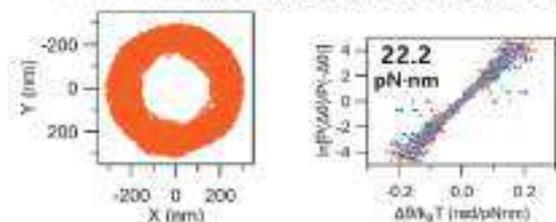
ヤヌスナノ粒子を用いた 1 分子回転観察の実験系



回転運動の観察像



回転運動の軌跡 揺らぎの定理によるトルク計測



著者情報

飯野 亮太

Ryota Iino

自然科学研究機構
分子科学研究所



地方大学での研究活動

庄司 観 長岡技術科学大学

第1期の公募班として参画しておりました長岡技術科学大学の庄司です。東北大学の馬淵先生よりバトンを受け、この度リレーエッセイを執筆させていただきます。このような機会を頂き、心より感謝いたします。第13回目ということで、これまでのエッセイはさまざまなテーマで非常に興味深い内容が多く、どんなネタで書こうか悩んだのですが、本プロジェクトには若手の先生や博士課程の学生も多くいらっしゃるから、就活の参考までに私が長岡技大に異動した経緯や長岡技大での研究活動や生活に関して書かせていただければと思います。

私は2020年2月より長岡技術科学大学 機械工学分野でPIとして研究室を運営しています。それまでは大阪大学の森島研究室で博士号を取得後、東京農工大学の川野研究室や、University of CincinnatiのRyan White Lab.でポスドクとして研究に従事しておりました。元々、「誰かの下について研究するのは嫌だな」と漠然と考えていましたが、アメリカの研究室で同年代のポスドクがPIとして独立していくのを目の当たりにし、自分も研究室を運営したいと強く思うようになりました。そして、「とにかくPIのポジションに応募しまくろう」と決意したのを覚えています。当時は応募できそうな公募に片っ端から挑戦したのですが(多分20以上は出したと思います)、業績も多くなか年齢も30歳と若かったこともあり全然面接に呼ばれませんでした。そんな中、今は無き卓越研究員事業に採択され、そのリストにあった長岡技大に応募した結果、無事にテニユアトラック講師として採択され研究室を運営することになりました。現在就活中の学生や若手研究者の方は、自分の意思を曲げず挑戦して欲しいと思っています。

ここから長岡技大での研究活動や生活について書こうと思います。まず断っておきたいのは、長岡技大は他の地方国立大学と比べ特殊な環境で、非常に恵まれた部分が多いという点です。そのため、もしかしたらあまり参考にならないことが多いかもしれません(分子サイバネ関係者の方で就活されている方がいたらぜひ長岡技大を候補に入れて下さい!)。そのうえで、研究環境、学生のキャラクター、大学業務に関して経験したこと感じたことをつらつらと書いていきます。

まず、研究環境に関してなのですが、大学全体で所有している装置・設備は旧帝大よりも劣っているところが多いです。例えば、微細加工を行うクリーンルームが無かったり、地方大学に異動するとできなくなってしまふことは多少なりとも出てきます。一方で、自身の研究スペースは広く(PI一人当たり150m²)、空き部屋があれば安価で借りることも可能です(値段は言えません)。また、旧帝大のように研究室同士がライバルで装置の貸し借りが難しいなんてこともほとんどなく、気軽に装置を借りたり共同研究を行ったりできる雰囲気です。実際、大学内・学科内での共同研究が多いように感じます。さらに、若手教員に対するサポートも非常に手厚く、数百万円単位の研究費や1カ月以上の海外渡航費の支援を行っています(しかも、教員数が少ないので希望すれば全ての若手教員が支援を受けられます)。このように、地方大学特有の“村感”を楽しめる性格であれば、楽しい研究生生活を送れると思います!

続いて学生のキャラクターについてお話しします。長岡技大は高専生のために設立された大学という背景もあり、約8割の学生が高専からの編入生です。そのため、手を動かすことが好きな学生が多く、さらに、高専で卒業研究を一度経験しているため、すぐに研究活動に慣れることができるという特徴があります。研究活動を既に経験していることは非常に大きなアドバンテージで、研究活動における基礎的なことを指導する手間が省けすぐに研究活動に取り組むことができます。上記のように実践的遂行能力や専門知識に対する理解度に関しては旧帝大と同等以上の力がある一方で、文章作成能力や英語などの語学力に関しては劣る学生が多い印象です(学会要旨の修正がとて疲れまふ。。)。しかしながら、実践力がある高専生は、研究活動においてはとても頼りになる存在です。最近では、多くの企業や大学が高専生を奪い合うような状況になりつつあるので、その中でいかに魅力ある大学・研究室にしていくかが大事だなと思っています(他の地方大学もいかに学生を集められるかが課題ですよね。)

最後に大学業務に関してお話しします。これまで述べた通り、長岡技大は小規模で高専生のための大学という特殊な環境であるため、他大学にはない面白い業務があります。例えば、本学では実務訓練という約6カ月にわたる長期のインターンシップを卒業論文の代わりに実施しています。当然、教員は派遣先の企業での学生の活動をサポートする必要があります。そのため、各教員が担当の企業を持ち、実務訓練期間中にその企業を訪問し企業の担当者や派遣された学生と面談をしなければなりません。さらに、新規派遣先を開拓するといった業務もあります。他にも、高専訪問と言って学科の教員が分担して全国に点在する高専に大学説明に行く業務もあります。このように、出張を伴う業務が多くなりがちですが、企業や高専と新たな交流を生み出すことができ面白いです(研究だけやってもダメだぞっていう感じはあるので、好みは分かれると思います。)

雑多な話になってしまい申し訳ないのですが、最後にこれだけは言わせてください。研究に重要なのは、「どこで研究するかではなく、どのような意思を持って研究に取組むか」だと思います。当然、地方大学の方がPIになりやすい環境です。是非、地方大学も就職の候補に入れてみて下さい!

第 12 回分子サイバネティクス定例研究会 (第 56 回分子ロボティクス定例研究会) 報告

研究会の情報

<https://molcyber.org/news/2738>

主催：CBI 学会 分子ロボティクス研究会
協賛：学術変革領域 (A) 分子サイバネティクス
日時：8/22 (木) 14:00-18:00
場所：北海道大学 理学部本館 N308 室
世話人：景山 義之 (北海道大学)

第 12 回分子サイバネティクス定例研究会 (第 56 回分子ロボティクス定例研究会) は、北海道大学理学部本館にて 2024 年 8 月 22 日 (木) に開催された。一つ目の招待講演として、北海道大学電子科学研究所の西上幸範先生に「原生生物の行動研究」と題した研究発表をして頂いた。研究によって明らかにされたテトラヒメナの走流性発現の機械的仕組み、長距離の環境認識を集団化によって実現している粘菌やテトラヒメナの行動学、ケイ酸質の殻を仮足で並べて複製体を自己建築するポーリネラという原生生物の紹介などが行われた。単細胞生物の高度な機能に圧巻された。北海道大学遺伝子病制御研究所の茂木文夫先生には、二つ目の招待講演として、「力学と化学の連携による細胞と組織のパターン形成」と題した研究発表をして頂いた。線虫の受精卵は生殖機能に関与する極と体を構成する極へと分かれていく。その極性化の起源が、精子が卵へと持ち込んだ中心体とその関連分子にあることを突き止めた研究が報告された。また、卵母細胞における細胞淘汰に細胞質流動が関与しているとする研究発表では、各細胞膜が大きな孔を介してつながっている (細胞が閉じた空間になっていない) 事実なども紹介された。生命体におけるシーケンシャルな分子機能と力学的機能の連携に強い関心を抱かせられた。

一般講演では、松林英明先生 (東北大学学際科学フロンティア研究所) による「アクチン細胞骨格の光操作による細胞運動の再構成」、三友秀之先生 (北海道大学電子科学研究所) による「垂直配向金ナノロッドアレイの可逆的集合化」の二件の研究発表が行われた。学術変革領域研究 (A) 「分子サイバネティクス」の支援を受けた新たな複合化学的挑戦について、着実に研究が進展していることが示された。

報告者

景山 義之

Yoshiyuki Kageyama
北海道大学



分子ロボティクス研究会開催報告



招待講演
西上幸範先生
原生物の行動研究



招待講演
茂木文夫先生
力学と化学の連携による
細胞と組織のパターン形成



第 13 回分子サイバネティクス (第 57 回分子ロボティクス定例研究会)

研究会の情報

https://molbot.org/index.php?option=com_content&view=article&id=137&Itemid=134

主 催：CBI 学会 分子ロボティクス研究会
協 賛：学術変革領域 (A) 分子サイバネティクス
日 時：9/12 (木) 14:00-18:00
場 所：群馬大学 桐生キャンパス 総合研究棟 3 階 303 室
世話人：神谷厚輝 (群馬大学)

第 13 回分子サイバネティクス・第 57 回分子ロボティクス定例研究会が、2024 年 9 月 12 日 (木) に群馬大学桐生キャンパスで開催された。今回は本年度発足した学術変革領域研究 (B) 機能進化エレクトロニクスの創出とジョイン研究会という形で開催した。研究会では 2 件の招待講演と 2 件の一般講演が行われ、23 名の方に参加いただいた。招待講演の 1 件目では、北海道大学大学院情報科学研究院の竹井邦晴先生より、学術変革領域研究 B「進化エレクトロニクス」の概要について触れ、本領域では機能的に進化するエレクトロニクスの実現を目指していることを紹介いただいた。さらに、機械的柔軟性を有したフレキシブルセンサとそのリアルタイムデータ解析手法に関する研究成果を紹介いただいた。東北大学大学院工学研究科の野村慎一郎先生には、分子サイバネティクスにおける分子情報伝達機構に関する研究成果を紹介いただいた。また、分子サイバネティクスの領域代表の村田智先生 (東北大学大学院工学研究科) より分子サイバネティクスの領域の概要について説明いただいた。

一般講演では、鈴木允人さん (群馬大学大学院理工学府) より「外部刺激応答性のリン脂質 - タンパク質非対称膜小胞内膜上でのタンパク質集積」について、三輪明星さん (群馬大学大学院理工学府) より「膜透過性ペプチドによる脂質二重膜を介したタンパク質の輸送」についてご発表いただいた。終始活発な質疑応答・議論が交わされた。



全体写真

分子ロボティクス研究会開催報告



招待講演 1 竹井邦晴先生 (北海道大学)
「進化するエレクトロニクス創出と
柔らかいデバイスシステム」



招待講演 2 野村慎一郎先生 (東北大学)
「分子サイバネティクスにおける
分子情報伝達機構の研究」



一般講演 1 鈴木允人さん (群馬大学)
「外部刺激応答性のリン脂質 - タンパク質非対称
膜小胞内膜上でのタンパク質集積」



一般講演 2 三輪明星さん (群馬大学)
「膜透過性ペプチドによる脂質二重膜を介した
タンパク質の輸送」

報告者

神谷 厚輝

Koki Kamiya

群馬大学 大学院理工学府
分子科学部門
生命分子機能化学研究室



第 14 回分子サイバネティクス (第 58 回分子ロボティクス) 定例研究会

研究会の情報

https://molbot.org/index.php?option=com_content&view=article&id=134&Itemid=133

主 催：CBI 学会 分子ロボティクス研究会
協 賛：学術変革領域 (A) 分子サイバネティクス
日 時：11/8 (金) 14:00-18:00
場 所：東北大学 (仙台)、青葉山キャンパス機械系共同棟 6F、611
世話人：馬淵拓哉 (東北大学)・松林英明 (東北大学)

11月8日(金)に東北大学青葉山キャンパスで開催いたしました、第14回分子サイバネティクス、第58回分子ロボティクス定例研究会についてご報告させていただきます。本研究会では、招待講演は、東北大学電気通信研究所、准教授の山本英明先生と、東北大学理学研究科、助教の豊田良順先生にご講演いただきました。また、一般発表では、東北大学工学研究科ロボティクス専攻博士研究員の Richard Archer 博士と、同じく東北大学工学部4年の古澤拓実さんからご発表いただきました。

山本先生は、神経細胞のマイクロパターンニングや脳型コンピューティングのご研究がご専門で、本年度発足の学術変革領域 (A) 「脳神経マルチセルラバイオ計算の理解とバイオ超越への挑戦」の代表をされています。研究会では、「マイクロ流体デバイスを活用した神経回路機能のボトムアップ解析」のタイトルでご講演いただき、マウスの脳から取得した神経細胞を、マイクロ流路を使って再構築することでボトムアップに神経細胞のネットワークを構築するご研究についてご講演いただきました。さらに、オプトジェネティクスやカルシウムイメージングで培養神経細胞からなるニューラルネットワークへの入出力を行うことで、リザーブ計算による人の声の学習や識別を行ったご研究や、山本先生が研究会や学術変革領域の形で研究領域を発展させてこられた経緯などについてご紹介いただきました。質疑では、山本先生の研究成果はもちろん、サイエンスの領域や分野を作り広げていくことについても会場から活発な議論が交わされました。

豊田先生は、化学・分子合成、光駆動回転分子モーターなどのご研究がご専門で、さきがけ (未来材料) 「分子モーターを用いた DNA 超らせんの光制御」のご研究などを展開されています。豊田先生からは、「分子ロボットに向けた光駆動人工分子マシンの開発」のタイトルでご講演いただきました。ご講演では、光駆動回転分子モーターとフォトルミネッセンスを統合した分子の設計と応用についてや、錯体の一次元ポリマー上でのエネルギー移動やその検出についてご発表いただきました。さらに、光駆動回転分子モーターを2本鎖DNAと接続することで、回転分子モーターによってDNAのトポロジーを制御することへの展望などについてもご紹介いただきました。加えて、ご発表では、ノーベル化学賞を受賞されたベン・フェリング先生の研究室での留学や留学時の研究からのこれまでの経緯などについてもご紹介いただきました。会場からは、分子設計や合成の化学、さまざまな応用と分野融合研究の可能性などについて活発な議論が交わされました。

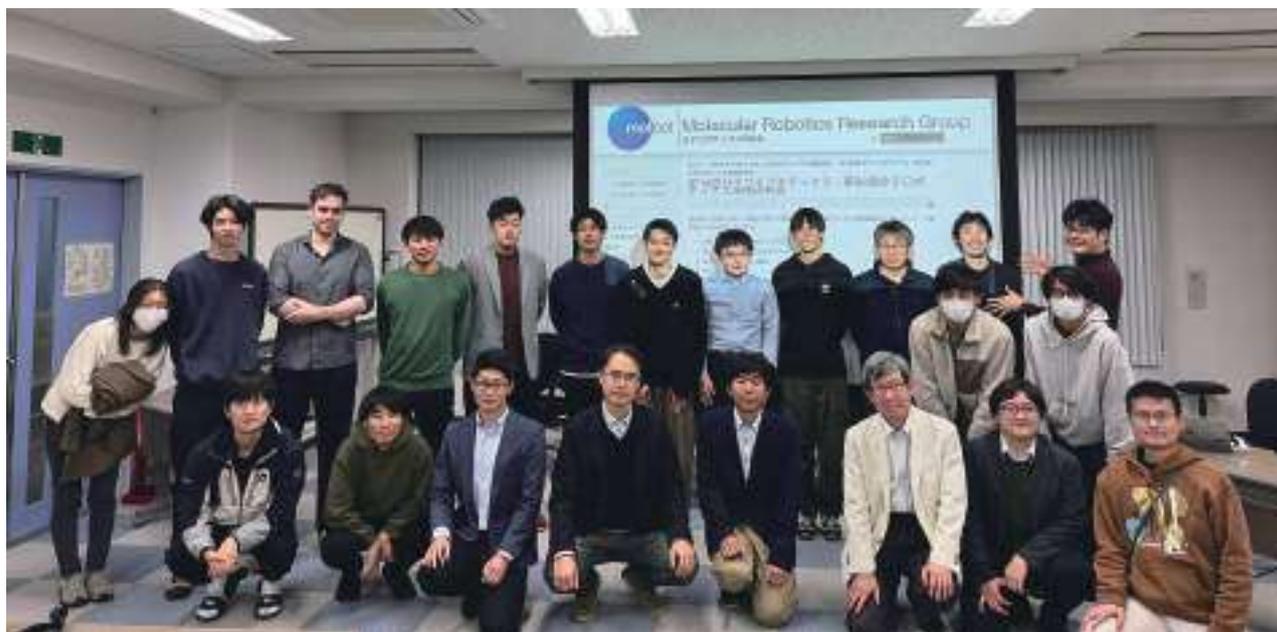
一般発表は、Archer 博士と古澤さんから発表いただきました。Archer 博士の発表では、「Multicompartment Lipid-hybrid Membranes for Tissue-Like Multicellular Structures」のタイトルで、人工多細胞からの段階的な薬剤放出などについて、古澤さんの発表では、ゲルからの水和を用いたジャイアントベシクルの効率的な形成方法について発表いただき、応用や今後の展望について活発な議論が交わされました。

当日は、研究会に加え、分子サイバネティクス領域のサイトビジットが行われ、東北大学の馬淵拓哉先生から研究室の研究テーマや計算機環境についてのご紹介いただき、松林から実験室の紹介を行いました。また、村田研究室の安部先生にご協力を仰ぐ形で、分子サイバネティクス領域の統合拠点の見学を行いました。

研究会は25名の方々にご参加いただき、研究会および情報交換会について盛会のうちに終えることができました。ご参加いただいた皆様、ご講演いただいた先生方、CBI 学会 分子ロボティクス研究会および分子サイバネティクス領域の先生方、そして世話を務めてくださった馬淵先生に改めて感謝申し上げます。

分子サイバネティクス領域公募班
東北大学、学際科学フロンティア研究所、助教
松林英明

分子ロボティクス研究会開催報告



第4回領域会議（北九州）の様子





科研費
KAKENHI

学術変革領域研究(A)

Molecular Cybernetics NewsLetter

分子サイバネティクス ニュースレター

第16号 2024年12月27日発行

発行：学術変革領域研究(A)[分子サイバネティクス]

領域代表：村田 智(東北大学 satoshi.murata.a4@tohoku.ac.jp)

事務担当：葛谷 明紀(関西大学 kuzuya@kansai-u.ac.jp)
豊田 太郎(東京大学 cttoyota@mail.ecc.u-tokyo.ac.jp)

広報担当：野村 M. 慎一郎(東北大学 nomura@molbot.mech.tohoku.ac.jp)
中莖 隆(九州工業大学 nakakuki@ces.kyutech.ac.jp)
松尾 真代(九州工業大学 molcybprk@gmail.com)

領域ウェブサイトURL：<https://molcyber.org>