

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8号
vol.8

2022.12

研究最前線
新刊情報
リレーエッセイ
活動報告



Molecular
Cybernetics

論文情報

著者: Ken Komiya, Ryuma Shineha, Naoto Kawahara

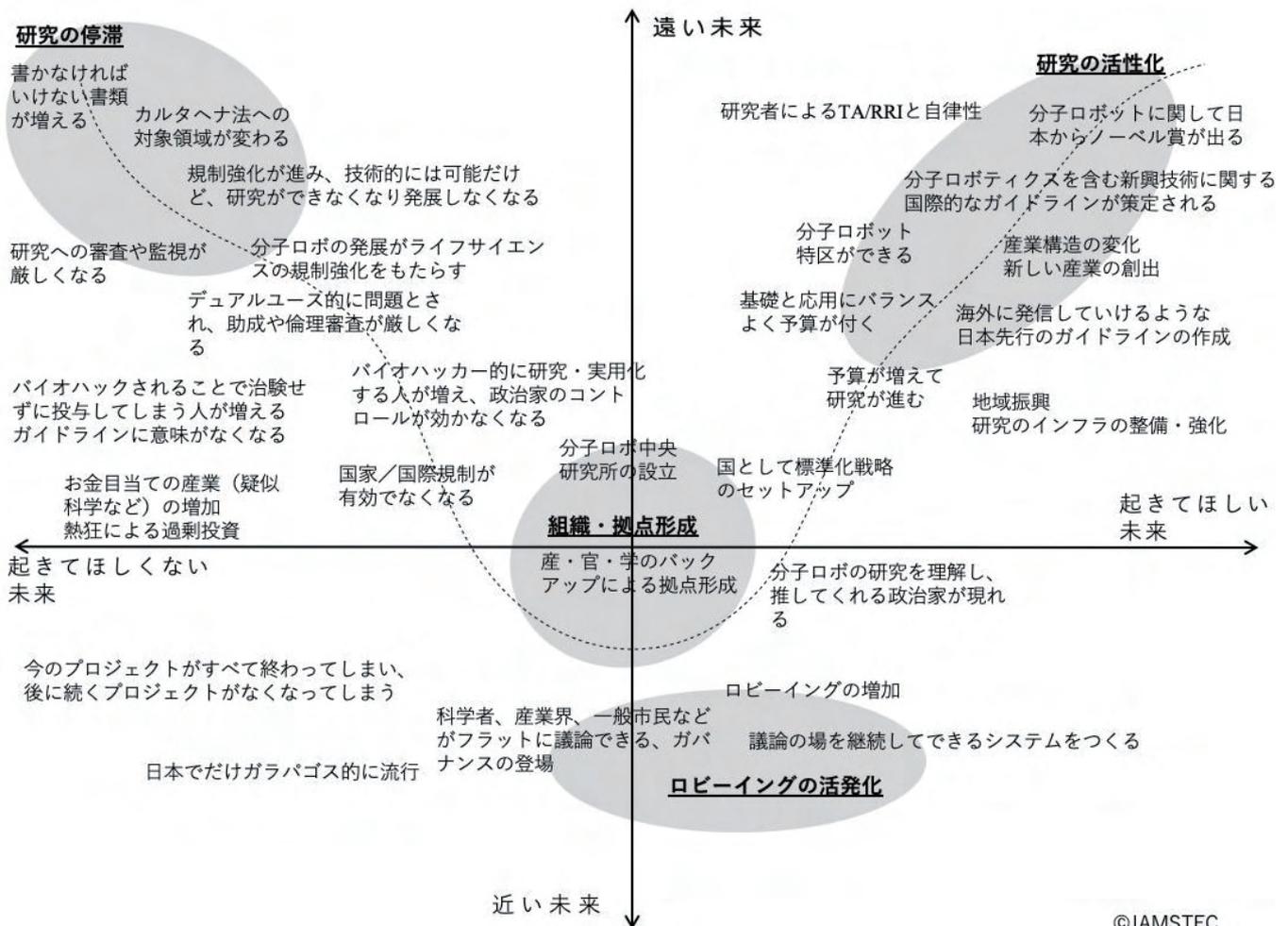
タイトル: Practice of Responsible Research and Innovation in the Formulation and Revision of Ethical Principles of Molecular Robotics in Japan

雑誌: SN Applied Sciences, 2022, 4, Article number: 305.(DOI: 10.1007/s42452-022-05164-z)

論文の紹介

科学技術の急速な発展にともない、より良いイノベーション・エコシステムを可能とする科学技術ガバナンスの構築が世界的な課題となっている。そのような中、「倫理的・法的・社会的課題 (ELSI)」の把握と対応、幅広いアクターの問題意識や価値観の包摂、潜在的危機に対する早期からの洞察の必要性が益々高まっている。近年では「責任ある研究・イノベーション (RRI)」の枠組みに注目した議論として発展しつつあり、自由な発想による先端的知識の生産の在り方と、そのような知識を活かした未来の社会像や実現したい価値 (観) まで踏み込んだ洞察を、いかにして研究開発の萌芽的な段階から行うのか、そしてその制度設計までが一体となった問いとして議論されるようになってきた。本論文は、上記の問いへの重要な参照事例として、分子ロボット分野の科学者コミュニティが2016年頃からELSI関連の研究者と協働してRRI実践に取り組んで来た活動について、分子ロボット倫理原則の策定と受容のプロセスを中心に検証を行ったものである。

現場で研究開発に関わる科学者・技術者コミュニティから価値 (観) を提案し、さらにはELSI研究者と効果的に連携して、指針や規範に関わる積極的な提言を行うことへの期待が高まっているが、海外の事例をみてもそれは簡単な作業ではない。例えば、英国における「合成生物学ロードマップ」をめぐる科学者とELSI研究者の協働事例では、両者の関係性構築をめぐるハードルの問題やELSIの議論をおこなうアクターの偏りが指摘されている。また、植物育種技術をめぐるRRIの視点を導入したプロジェクト運営の模索の事例などもあるが、依然として構想をめぐる議論が端緒についた段階である。いずれの事例においても、「科学者の自治」の視点に根差した継続的かつ実質的な協働が行われるまでには至っておらず、科学者コミュニティ自身がELSIをめぐる議論を持続的かつ自律的に行っていくための制度設計や教育、規範の在り方、またELSI分野の研究者とのより良い協働の方法に関する良好な実践モデルが世界的に見ても乏しい状況が続いている。このようなモデルの不在は、適切な科学技術ガバナンスの構築においても大きな問題となる。



©JAMSTEC

図1 ワークショップで作成された分子ロボットの研究開発を取り巻く環境に関するシナリオマップの例 (画像化・論点整理において、東海大学・富田誠研究室の協力を得た)

本論文で検証した日本の分子ロボット分野における取り組みでは、分子ロボット研究者とELSI研究者が協力してワークショップ等での対話を通じて議論を深め、メリットやリスクがまだ明らかでない萌芽段階にある新興科学技術についてのELSIやRRIの知識を共同生産してきている。これは、社会との信頼構築を目指す他の新興科学技術分野にとっても有効な新しい実践モデルとなり得る、国際的にも先駆的な事例と考えられる。倫理原則を受容するプロセスでは、研究開発の現場を担う分子ロボット研究者の視点を反映するため、若手研究者が中心となってボトムアップな議論を重ねた。技術の発展にともなって新たに起こる問題にも科学者コミュニティが自ら責任を持って柔軟に対応していけるように、常に応答的 (Responsive) かつ適応的 (Adaptive) な議論を継続するという点を確認することで、「科学者の責任」への意識が高まるとともに、倫理原則が科学者コミュニティに受け入れられた。

「分子ロボット技術倫理綱領」を構成する倫理原則は、あらゆる応用分野で共通して重視されていくべきと考えられる、まさに原則を示したものである。将来にわたってこの倫理綱領を活きた規範として取り扱っていくためには、科学者たちの目線で継続して内省的 (Reflexive) な確認を行いながら、必要に応じて前文や各条項の細則も含めた見直しが行われていくことになるだろう。また、こうした取り組みをふまえて、今後は個別具体的に想定されるELSIやRRIの諸課題について検討を進めていくことが重要と考えられる。実際、分子ロボット技術を用いた各分野における応用研究開発が進展していくことも現実味を帯び始めている。例えば医学分野にあっては、DDSや抗体医薬、ワクチン開発等への応用が挙げられるだろう。これらの他、従来の医薬品等の研究開発のロードマップとは異なる橋渡しの道筋が模索されることもあるかもしれない。いずれにしても、基礎研究段階から科学者コミュニティ自身によって倫理的な枠組みが検討され、様々なステークホルダーを念頭に置いた議論が行われたことは、分子ロボット技術の応用に係る研究開発の諸相にも大きな意味を与えることになるだろう。

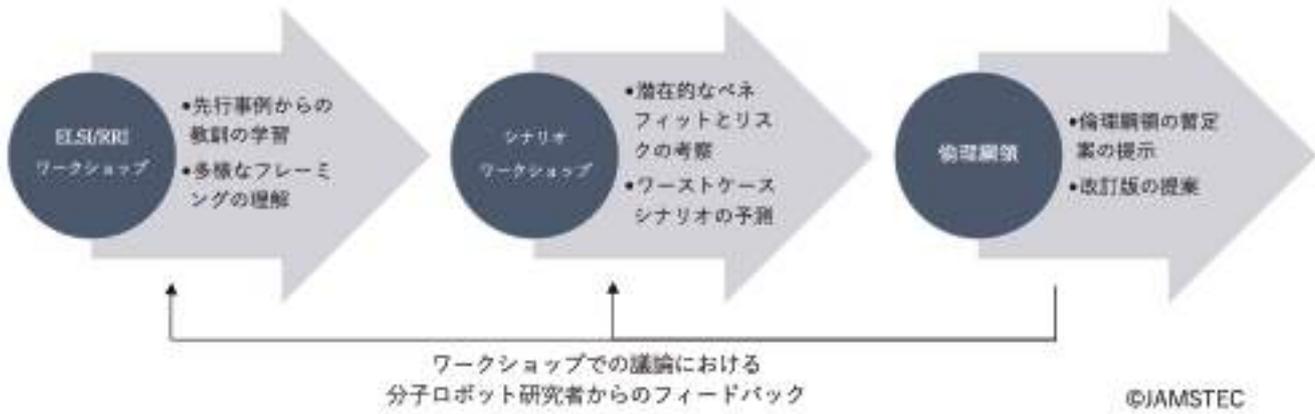


図2 分子ロボット倫理原則の策定においてELSIやRRIの議論を進展させるプロセス

著者情報



小宮 健

Ken Komiya

国立研究開発法人 海洋研究開発機構
超先鋭研究開発部門
超先鋭研究プログラム 研究員



河原 直人

Naoto Kawahara

九州大学病院
ARO次世代医療センター 特任講師



標葉 隆馬

Ryuma Shineha

大阪大学
社会技術共創研究センター 准教授

論文情報

著者: Yiting Zhang, Tomoya Uehara, Taro Toyota, Ryusuke Endo, Hisahiro Matsubara, Hideki Hayashi

タイトル: Stannous colloid mixed with indocyanine green as a tracer for sentinel lymph node navigation surgery.

雑誌: *Sci. Rep.*, 12, 17056 (2022). (DOI:10.1038/s41598-022-21420-z)

論文の紹介

癌細胞がリンパ節を経由した転移は「リンパ行性転移」と呼ばれますが、従来の外科治療では転移による癌再発防止のため、リンパ節を含めた広い範囲の組織を切除していました。しかし広範囲を切除することは、その部分の元々の体の組織機能がなくなるため、例えば胃癌の場合は消化機能の低下、もしくは欠失につながり、患者の Quality of life に直結する問題になります。そこで近年、リンパ転移する過程で最初にたどり着くリンパ節(センチネルリンパ節(Sentinel Lymph Node: SLN)と呼ぶ)を検出/検査し、そこに癌細胞がなければ他の箇所でも転移はないとみなせるSLN理論が提唱されました。これにより、転移がない場合は癌周りの狭い範囲の部分だけを切除することになります。通常癌周辺にいくつものリンパ節が分布しており、それに対してSLNに該当するリンパ節は概ね1つないしは2つ程度ですが目視の判別は困難です。したがってSLNを見つけ出すため、トレーサーと呼ばれる薬剤を用いて検出します。トレーサーは何種類かありますが、最近胃では、近赤外蛍光色素のIndocyanine Green (ICG) とスズコロイドを用いています。ICGはコスト的に安く、視覚的にどこを流れているのかが分かりやすい一方で体内を流れやすいのでSLNだけでなく他のリンパ節も染めてSLNの判別が難しくなる場合があります。一方でスズコロイドは一般に半減期が比較的短い放射性テクネチウムで標識して体の深部でも放射線を専用機器で検出できますが、目視で確認できないのと投与部位で留まりやすいため目的部位に流れにくいのです。こうした背景もありますが、片方だけでSLN検出を試みた場合は検出率が100%に至らない問題点があり、近年ではこの二つを組み合わせることで従来よりもSLN検出率の向上が報告されています(Y. Huang, et al., *World J Surg* 45, 1126–1134 (2021))。二つ同時で使うときに混ぜて投与することは臨床研究例がないため、別々に投与する必要があります。胃癌の場合、胃カメラを使って投与しますが、手術前日と手術当日の二回に分けるので、患者は何回も胃カメラを飲む必要があり、医療者もその操作をするため双方に負担が大きいです。したがって、トレーサーを混合して1回だけで投与できれば諸々の面でメリットが大きく、役立つと考えられました。

本論文では、スズコロイド形成時にICGを混ぜた混合トレーサー(SnC-ICG)が、従来の単独で投与した場合と比較した特性の違いを明らかにしました。検討では、①ICGとSnC-ICG、②放射性テクネチウム標識スズコロイドと放射性テクネチウム標識SnC-ICG、をそれぞれモデル動物のラット足裏にトレーサーを投与して行い、投与18時間後の様子を解析/比較しました。①は近赤外蛍光カメラで観測して、蛍光強度に画像処理をかけたところ、ICGよりもSnC-ICGが優れた蛍光強度が示され、組織学的にもリンパ組織辺縁部で特に蛍光集積しやすいことが明らかになりました(Fig.1)。また、②でSPECT/CTによる画像診断したところ、スズコロイドは投与部位のみ放射スポットのエリアが見られ、一方でSnC-ICGは投与部位以外でスポットが確認されています(Fig.2)。これを受けて投与部位と、投与部位とつながるリンパ節を摘出して、ガンマカウンターによる放射線量計測を行って投与量に対する各組織の放射線量を算出しました(Table.1)。スズコロイドは投与部位で強い集積が見られたのに対してSnC-ICGは流れ出しが多く、一方でSLNと見立てたリンパ節でのみ集積が高いことを確認しました。この違いは、コロイドサイズと粒子表面の荷電特性が影響していると考えられるため、粒子径と粒子表面の電位(ゼータ電位)を計測しました(Fig.3)。結果スズコロイドは440nm程度の粒子サイズとプラスチャージのゼータ電位を示しましたが、SnC-ICGは粒子サイズとゼータ電位ともばらつき/変化が大きく、不安定でした。ここではサンプルのみを使って計測したので生体内の環境とは大きく違います。そこで、生体組織液の構成の中でも比較的多いアルブミンを加えて再度計測しました。スズコロイドはアルブミンの添加後は粒子サイズが1000nm以上にかなり大きく成長し、またゼータ電位がマイナスチャージ寄りのニュートラル特性になりましたが、SnC-ICGも不安定だったものが、アルブミン添加後のスズコロイドと似たような特性を示しました。

一連の検討からトレーサーがリンパ節に移動する中で、アルブミンのようなタンパク質などがコロイドのサイズ成長と粒子表面電荷の安定化を図ったことが推察され、結果的にICGとスズコロイドどちらも投与部位から流れやすく、かつSLNにしっかり留まってくれる理想的な状態になりました。このことは別個で投与するよりも、1回の投与でSLNを正確に検出可能な優れたトレーサーとして期待できます。今後、化学的な特性解析が必要ですが、それを明らかにすることにより、分子サイバネティクスで取り組まれている「ケミカルAI」の搭載も可能になると考えられます。つまり、自律的な制御性に基づき、投与後は薬剤が全部流れてSLNだけに全部留まるといったような、「スマート薬剤」なるものも将来実現可能ではないかと期待されます。



Fig.1 SLNと見立てたリンパ節の蛍光強度比較(左)とリンパ節組織の蛍光分布比較(右)

Site	^{99m} Tc-SnC	^{99m} Tc-SnC-ICG	P
Foot (injection site)	89.22 (10.22)	27.58 (12.27)	0.000
Popliteal	0.07 (0.04)	2.50 (1.16)	0.004
Iliac	0.10 (0.14)	0.69 (0.88)	0.163
Caudal	0.00 (0.00)	0.00 (0.00)	0.930
Renal	0.00 (0.00)	0.01 (0.00)	0.646
Axillary	0.00 (0.00)	0.01 (0.01)	0.108

Table.1 ガンマカウンターでの放射線量の計測値比較(Injection siteは投与部位でPoplitealとIliacはSLNと見立てたリンパ節)



Fig.2 SPECT/CTで撮像されたラットの様子(左:スズコロイド, 右:SnC-ICG)

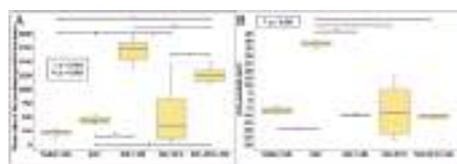


Fig.3 粒子サイズ(左)とゼータ電位(右)の比較

著者情報

章 逸汀

Zhang Yiting

東京大学大学院
総合文化研究科
博士研究員



論文情報

著者: Chiho Watanabe, Tomohiro Furuiki, Yuki Kanakubo, Fumiya Kanie, Keisuke Koyanagi, Jun Takeshita, Miho Yanagisawa

タイトル: Cell-Sized Confinement Initiates Phase Separation of Polymer Blends and Promotes Fractionation upon Competitive Membrane Wetting

雑誌: *ACS Materials Lett.* **2022**, 4, 1742–1748 (DOI: 10.1021/acsmaterialslett.2c00404)

論文の紹介

0.1~100 μm の大きさをもつ細胞内には、DNAやタンパク質などの生体高分子が高濃度で存在している。こうしたマイクロな高分子混雑環境では、微小体積や表面を覆う膜などが生体高分子と相互作用することにより、生体高分子の振舞いが試験管内と比べて変化することが期待される。実際に、試験管内と細胞内では、タンパク質合成や分子拡散といった多様な分子挙動が異なることが報告されている。本稿では、こうした違いをもたらす要因を総じて「細胞サイズ空間効果」と呼ぶことにする。しかし、試験管内と生細胞内のみでの比較から、この細胞サイズ空間効果の物理化学的起源を読み解くことは容易ではない。なぜならば、細胞内は常に非平衡環境にあり、また系に含まれる分子の種類も非常に多様なためである。こうした背景から、生細胞の代わりに、主にリン脂質からなる膜で覆われた細胞サイズの液滴や小胞を人工細胞として用いる研究が発展してきた。ここでは、最近我々が行った、細胞内相分離に対する細胞サイズ空間効果について報告したい。

細胞内相分離とは、特定の生体高分子が水油のように分離することで凝縮構造を形成する現象であり、新たな細胞内活性や高次構造の制御機構として注目されている。高分子混合溶液がしめす相分離は、高分子科学や熱統計力学において古くから研究がなされ、主に高分子間のエンタルピー変化により生じることが知られている。しかし、こうした従来の相分離研究は試験管内での振る舞いに対して行われてきており、細胞のように小さな容器に閉じ込められた系での相分離研究は非常に限定的である。

そこで我々は、試験管内での相分離の条件や熱平衡状態（相分離が開始する高分子濃度や相分離後の高分子組成など）が既知である高分子混合溶液に対し、細胞サイズ空間と空間を覆う膜濡れの影響を調べた。細胞サイズの空間は、電気的に中性であるリン脂質 (phosphatidylcholine, PC) の膜で覆われた球状の油中の液滴を、半径約2 μm から100 μm の領域で準備した。高分子混合溶液は、ポリエチレングリコール (PEG, 重量平均分子量, Mw6k) とそれよりも大きなデキストラン (Dextran, Mw500k) からなる2成分溶液を用いた。この混合溶液は、図1 (左) に示す試験管系では1相領域であっても、半径が約20 μm 以下の液滴では相分離することが分かった。これは、細胞サイズへの閉じ込めが、均一相と2相共存相を分けるバイノーダルラインを低濃度側へシフトさせて、2相領域を広げることが意味する。さらに、図1 (右) に示すように蛍光強度解析から分離度を評価したところ、液滴半径 R が小さいほどPEGに富む相とDextranに富む相への分離が大きくなることも分かった。

この細胞サイズ空間への閉じ込めが誘起する相分離現象を説明するため、高分子鎖長分布に着目した。これは、均一相と2相共存相を分ける臨界点近傍の相平衡組成が、鎖長依存的であることが知られているためである[Liu, et al., 2019, *Front Chem* 7:213]。今回用いたDextranは重量平均分子量と数平均分子量の比 (Mw/Mn) が3.1と大きな鎖長分布をもつことから、液滴中での相分離に対するDextranの鎖長依存性を調べた。その結果、PEGとの相溶性が悪い長鎖Dextranが、よりDextran-rich相に分配される一方、短鎖DextranはPEG-rich相へも多く含まれることが分かった。この鎖長依存的な分離が、細胞サイズ依存的な相分離の鍵であると考え、次に膜と高分子の濡れ性に対する鎖長依存性を調べた。その結果、PEGとDextran間の膜濡れ性の違いは、同じ鎖長では見られないのに対して、より長鎖のDextranは膜濡れ性が低くなることが分かった。この結果は、小さな液滴中では、膜近傍にはPEG6kや短鎖Dextranが局在すると考えられる。これは、ごく最近行ったシミュレーションからも示唆されている[A. Nikoubashman, M. Yanagisawa, arXiv:2211.12896]。また、このような短鎖高分子の膜局在は、液滴表面の界面エネルギーを低下させるが、その傾向は小さな液滴でより強められる。今回の系では、相分離が誘起されるサイズ領域 (半径が約20 μm 以下) で短鎖高分子の膜局在が強められることが界面エネルギーの計算から示唆された。以上より、膜への短鎖高分子の局在が小さな液滴中で促進されることが、サイズ依存的な相分離の起源であると結論付けた。

本論文では、細胞サイズの空間では、試験管中よりも2相領域が拡大し、均一相と2相共存相を分けるバイノーダルラインがより低濃度領域へシフトすることを見出した。本結果は、近年注目される細胞内相分離による凝集体の形成と消滅を決定するバイノーダルラインが、空間特性によって変化することを示唆する。また、オートファジーにおいて相分離の凝集体が膜の小胞化へ影響することが示されたが[J. Agudo-Canalejo, et al., 2021, *Nature*, 591:142]、本研究により膜自体も相分離の凝集構造へ影響を及ぼし得ることが示唆された。こうしたマイクロ空間の影響を加味して分子設計することにより、細胞サイズ空間での自由な分子操作技術の進展が期待される。

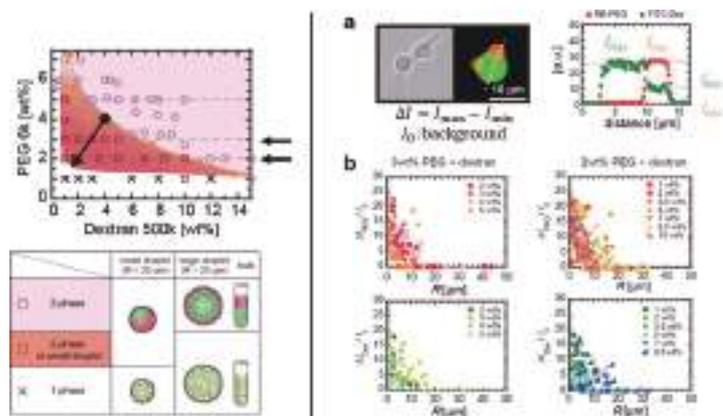


図1

(左) 試験管内とサイズの異なる液滴中でのPEG6k/Dextran500kの相図。液滴半径が約20 μm 以下の液滴では、2相共存領域が広がる。(右) 試験管内では均一液体相を示す高分子混合溶液を、半径Rの液滴中に閉じ込めた際の相分離度。(a) 局所的な蛍光強度の解析法と、相分離度を意味する規格化された強度差 ΔI のR依存性。高分子組成によらず、Rが小さいほど分離度が増す。Watanabe et al. *ACS Materials Lett.* (2022) より許可を経て転記。Copyright 2022 American Chemical Society

著者情報

柳澤 実穂

Yanagisawa Miho

東京大学大学院

総合文化研究科

広域科学専攻 准教授



DNAオリガミの解説書 [DNA Origami: Structures, Technology, and Applications]

遠藤 政幸 関西大学 先端科学技術推進機構 特別任命教授

Masayuki Endo

このほどDNAオリガミの最新の解説書「DNA Origami: Structures, Technology, and Applications」がJohn Wiley & Sons社より出版されました。DNAオリガミに関連する最新の研究をまとめた解説・総説集です。この分野で先駆的な研究を行っている研究者に執筆頂いております。DNAオリガミは近年、盛んに研究が行われ、化学、材料科学、物理学、生物物理学、生物学、医学の分野で多くの研究がなされています。本書では、構造の設計方法、自己集合系とそれらの応用に始まり、物理学・生物物理学への応用、化学・生化学への応用、そして生物学・医学応用の4分野に分類し、合計17章になっています。DNA オリガミ自体が学際的な研究であるため、内容的には分野に縛られず各所でクロスオーバーしています。また、DNA ナノテクノロジーも含み各分野の研究の現状と将来の方向性も解説しています。DNAオリガミに興味をもつ初心者からこの分野の研究者まで読める内容となっています。

本書の構成は、以下の4項目から構成されています。

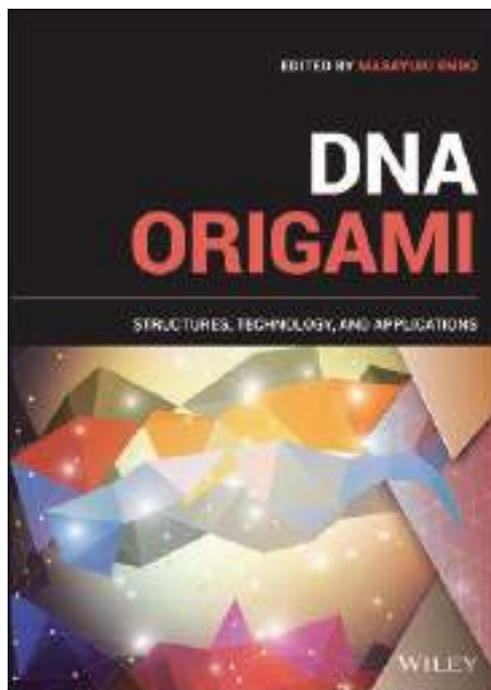
- (1) DNAオリガミの設計法と構築への応用 (DNAオリガミの基礎、構造、設計法、集合法)、
- (2) 物理学・生物物理学を基礎とした研究とその応用 (光科学、プラズモニクス、1 分子測定)、
- (3) 化学・生化学を基礎とした研究とその応用 (ナノ空間、酵素反応・化学反応の制御)、
- (4) 生物学・医学への応用 (細胞応用、診断・治療応用) となっています。

また、分子ロボティクス、分子サイバネティクスの関係者にも多く執筆いただいております。この場をお借りして感謝申し上げます。

書籍情報

DNA Origami: Structures, Technology, and Applications

(Editor: Masayuki Endo),
John Wiley & Sons, 2022, 432 pages
ISBN: 978-1-119-68254-7 (Hardcover),
ISBN: 978-1-119-68258-5 (eBook)



自然科学研究と音楽表現

安原 主馬 奈良先端科学技術大学院大学 物質創成科学領域 准教授
Kazuma Yasuhara

兵庫県立大の磯川先生に続きまして、エッセイを書かせていただきます公募班の安原です。今回は趣味で続けている音楽と研究の接点をテーマにお話しさせていただこうと思います。私は、高校生の時からホルンを吹いていまして、現在も地域の市民オーケストラで演奏をしています。領域代表の村田先生はチェロを演奏されるとのことで、先日「似た(?) 楽器ですね」とお声がけ頂きました(図)。弦楽器と管楽器では全然違うのでは!?!と思われる方もおられるかもしれませんが、二つの楽器は人の声に近い音域で、オーケストラの中で同じような役割も担当することも多いため、実際に管弦楽をやっている人の感覚だとじっくりくるものがあります。

ところで、タイトルに挙げた自然科学研究と音楽表現、突き進めていくプロセスに類似点がいくつかあるような気がします。1つめは、思考の中で抽象化されている事象を何かしらの形で表現し、他者と共有する活動である点です。研究に関する情報共有は学術論文の形が中心であり、最終的に言語という手段に頼って他者に伝えることがスタンダードです。研究での気づきを論文化する際、自分が考えたり感じとったりした事象を言語化した途端、大きく情報量が落ちてしまう感覚(あれ、こんな事が言いたかったのかな??)を覚えた方も多く居られるのではないのでしょうか。音楽においても実は同様で、思考や感情をそのまま共有することは決して容易ではありません。音楽における楽譜の役割は学術論文と似ていて、あくまでも作曲家が演奏者に対してガイドラインを提供しているにすぎません。実際の音楽は作曲家・演奏者・聞き手の頭の中で抽象化されて存在していて、そこには感性や経験がブレンドされることでその場限り、唯一無二のものが各個人のなかで形作られています。子供の頃は技術的に「うまい」ことを目指してただひたすら楽器の練習をしますが、年を経て(うまくなることを諦めると?)自分のしたい音楽表現を担うことができる技術を身につけたいという思考が変わっていくように思います。自動演奏のピアノは上手なのになんとなく素人耳にも味気なく感じられるのは、楽譜の裏に存在する、伝えたい「なにかみ」がないからなのかもしれません。

2つめは、常に多体問題の困難さに向き合う過程であるということです。生体を含む自然界では、一対一の分子間相互作用で機能が導かれていることはほぼまれで、無数の相互作用ネットワークが絶妙なバランスで成り立っていることは皆さんよくご存知と思います。音楽活動においても、個人・グループのレベルで常に目の前には多体問題が存在します。一個人の奏者としては、自分の表現したい音楽、持っている技量、肉体的なコンディション(これ、意外と大きい要素です。二日酔いの日はとにかく最悪です…)のバランスが取れていないと、いい演奏はできません。どれか一つに欠点があるからそれを解決するという練習スタイルではバランスを崩してしまって、スランプに陥ることも多くあります。オーケストラのように大人数で音楽をするときも、一部の奏者やパートの調子が連鎖反応を引き起こし、合奏全体を機能不全に陥らせてしまうことが起こったり、逆に皆がうまい具合に噛み合うと、想定できなかったような高みの音楽に到達できたりすることもあります。このとき、邪な「うまくやっぺやろう」の気持ちではなく、素直な自分になれたときに音楽は味方してくれることが多いように感じます。

研究にしても音楽にしても、入り組んだ複雑な思考を非常に人間くさく処理する行為であると強く感じます。私にとっては、研究・音楽両方ともまだまだ道半ば(というより、始まったところ)ですが、困難な道のりであっても最後は「好き」という自分の気持ちが全てを突き動かす原動力になっているなと実感し、今日も練習にいきます。



図 チェロ(左)とホルン(右)



著者近影

BIOMOD Japan Open 2022 活動報告

浜田 省吾 東北大学 大学院工学研究科ロボティクス専攻 特任講師
Shogo Hamada

- 開催期間: **2022/7/1~2022/9/17**
 - 場所: ハイブリッド (オンライン発表会及び各実験拠点での活動)
 - 主催: 計測自動制御学会システム情報部門調査研究会「知能分子ロボティクス研究会」
 - 後援: 学術変革領域研究(A)「分子サイバネティクス」
- Webpage: <https://biomod.jp>

BIOMOD (International Biomolecular Design Competition)は、分子ロボットをはじめとした、生体分子からなるシステムを設計し創り出す、まさに「分子ロボコン」と言える大会です。新型コロナウイルス感染症の世界的な流行により中止となっているBIOMOD世界大会の代わりとして、我々日本のコミュニティでは、国内でのオンライン大会「BIOMOD Japan Open」を2020年より開催してきました。

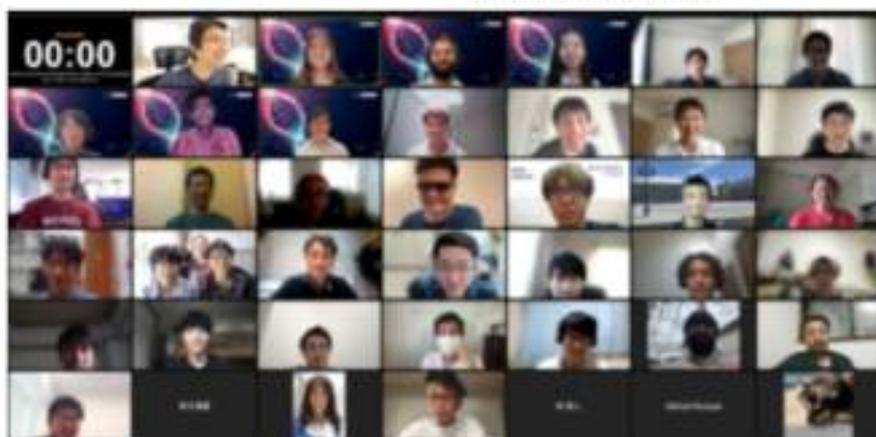
開催3年目となる今年は、これまでの大学混成チームという特色に加え、一部実験系の再開によるハイブリッド開催・海外チーム受け入れによる国際大会化・分子ロボティクス夏の学校との運動・学部生のみだった参加資格制限の撤廃など、多くの新たな試みを実施しました。また、ELSI(Ethical, Legal, and Social Issues)に関しても、講義に加え、評価時の配点を新たに設けることで取り組みを強化しました。これらの新機軸により、参加者にも社会にもより「Open」な、コロナ禍における新しいアクティブラーニングを推進することができました。

日本から5チーム、中国から1チーム、カナダから1チームが集まった本大会では、「脱炭素社会の実現」に貢献できる分子ロボット、をテーマに競いました。中間発表会でのフィードバック、Webページ・YouTubeビデオ審査、そして最終発表会でのプレゼンを経て優勝に輝いたのは、カナダのUBC BIOMODチームです。DNAオリガミによるヒンジメカニズムとその応用に関する発表が高く評価されました。2位には、バイオフィルム形成を防ぐ分子ロボットを提案した日本のQuorum Hackersチーム、3位にはプラスチックを分解する分子ロボットを発表した中国のNano_JLUチームと続きました。アイデア出しから実験の計画・実施、英語での報告といった、座学とは全く異なる、密度の濃い2ヶ月あまりの「研究体験」に苦戦したチームも多かったようです。ただそれでも、全チームが完走し、無事最終発表まで辿り着くことができました。オンラインが主な活動場所という制約にもかかわらず、各チーム、創意工夫を凝らした分子ロボットのアイデアを考え、その成果を披露していたのが印象的でした。(各チームの発表の詳細は、大会ウェブページをご参照ください。)

これまでのBIOMOD Japan Openの取り組みに関するまとめや、本大会が参加者にもたらした教育効果・ELSI/RRRIの調査結果などについては、現在、論文化に向けた準備を進めております。分子ロボティクス・サイバネティクスコミュニティによる、先進的なSTEAM教育活動をご報告できればと考えております。

最後になりましたが、本大会を企画・実施するにあたり快く手を差し伸べていただき、また、貴重なお時間を割いてご指導くださいました、実行委員会のメンター・ジャッジ・実験拠点ホスト・ELSI/RRRIワーキンググループ・教育効果評価監修の先生方に、改めて心より御礼申し上げます。また、コロナ禍という困難な状況下で、多くの新たな試みを実現し、大会を無事最後まで行うことができたのも、ひとえに運営チームの先生方のおかげです。皆様、本当にありがとうございました。

BIOMOD 2022 JAPAN OPEN



第6回 分子ロボティクス年次大会

川又 生吹 東北大学 東北大学大学院工学研究科ロボティクス専攻 助教
lbuki Kawamata

● 概要

2022年11月12日(土)、13日(日)に第6回分子ロボティクス年次大会を開催しました。今回は対面とオンラインのハイブリッド形式での開催となり、現地での対面開催は3年ぶりでした。現地会場は東北大学青葉記念会館であり、集合写真を掲載する通り、たくさんの方にご参加いただきました。最終的に現地とオンラインを合わせて115名の方に参加登録いただきました。

大会の1日目には、招待講演者である東京大学の池上高志先生とシェフィールド大学の宮下修平先生の2名の先生にご講演いただきました。また、6件の学生口頭発表も行い、以下の通り、2名の学生がプレゼンテーション賞を受賞しました。大会2日目には3件の特別セッションがあり、それぞれ「バズるサイエンスの向こうにあるもの」、「ヘモリシントーク:ヘモリシンマニア2人が語るナノポア形成タンパク質「ヘモリシン」」、「10年後の分子ロボット倫理研究に向けて」というタイトルで魅力的な内容をご紹介いただきました。特別セッションの後に4件の一般口頭発表もあり、活発な議論が行われました。さらに、両日とも36件のポスター発表があり、若手研究者のポスターの中から以下の10名の方が若手研究奨励賞を受賞しました。

最後に、本年次大会にご協力、ご支援いただいたみなさまに感謝申し上げます。

● 学生プレゼンテーション賞

所 文哉さん(大阪大学)

汐見 駿佑さん(法政大学)

● 若手研究奨励賞

高野 史章さん(関西大学)

南出 悠貴さん(関西大学)

吉田 海さん(東北大学)

小岩 滉宜さん(長岡技術科学大学)

山下 雄大さん(東北大学)

能美 柊汰さん(長岡技術科学大学)

柴田 航希さん(九州工業大学)

王 穎哲さん(大阪大学)

宮廻 裕樹さん(東京大学)

伊藤 美賀さん(お茶の水女子大学)

● 年次大会のウェブページ

https://molbot.org/index.php?option=com_content&view=article&id=116&Itemid=110

● 主催、共催、協賛、後援

主催：計測自動制御学会 システム情報部門 知能分子ロボティクス調査研究会

共催：東北大学工学部

共催：CREST原子・分子の自在配列・配向技術と分子システム機能

協賛：JST-RISTEX RInCA「研究者の自治に基づく分子ロボット技術のRRI実践モデルの構築」プロジェクト

後援：科研費学術変革領域研究(A)分子サイバネティクス

● 実行委員会

大会実行委員長：川又 生吹(東北大学)

プログラム 担当：庄司 観(長岡技術科学大学)

会計担当：石川 大輔(東京工業大学)

会場担当：馬淵 拓哉(東北大学)

広報担当：中荻 隆(九州工業大学)

学生賞担当：豊田 太郎(東京大学)



集合写真 (オンライン参加者は合成)

第2回 分子サイバネティクス領域会議

2022年11月14日(月) 9:00-17:00で第2回分子サイバネティクス領域会議(会場:東北大学青葉記念会館)が開催されました。今年是对面での参加を基本としつつ、オンラインでの参加も可能とするハイブリッド形式で実施されました。今年度は、研究計画3年目となり、中間デモンストレーションも計画されています。中間デモに向けた各計画研究の進捗状況について、学術調査官および評価者へ報告されました。また、第1期公募研究の最終年度となるため、公募研究のポスターセッションも行われました。領域会議で頂いた助言や示唆を活かして、今後もさらに研究を推進していきます。

● プログラム

- 9:00~9:05 開会のあいさつ
- 9:05~9:20 中間デモへ向けた取り組みについて
- 9:20~10:10 A班の進捗報告
- 10:10~10:30 A班の質疑
- 10:20~10:30 休憩
- 10:30~11:20 B班の進捗報告
- 11:20~11:40 B班の質疑
- 11:40~12:40 昼休み 60分(運営会議, 総括班メンバー+学術調査官+評価者)
- 12:40~13:20 ポスターセッション(奇数番) 40分
- 13:20~14:00 ポスターセッション(偶数番) 40分
- 14:00~14:10 休憩
- 14:10~15:00 C班の進捗報告
- 15:00~15:20 C班の質疑
- 15:20~15:30 休憩
- 15:30~16:20 D班の進捗報告
- 16:20~16:40 D班の質疑
- 16:40~17:00 評価者講評 調査官よりコメント



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8号 2022年12月26日発行

発行：学術変革領域研究(A)[分子サイバネティクス]

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)

中荃隆(九州工業大学 nakakuki@ces.kyutech.ac.jp)

領域ウェブサイトURL：<https://molcyber.org>

次号No.9は、2023年3月発行予定です。