

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11号
vol.11

2023.09

研究最前線

特別企画

令和5年度科学技術分野の文部科学大臣表彰

若手科学者賞 受賞インタビュー 早稲田大学・水内 良

活動報告



Molecular
Cybernetics

論文情報

著者：Aoi Mameuda, Masahiro Takinoue, and Koki Kamiya
 タイトル：Control of Reversible Formation and Dispersion of the Three Enzyme Networks Integrating DNA Computing
 雑誌：Analytical Chemistry, 2023, 95, 9548-9554. (DOI: 10.1021/acs.analchem.3c00924)

論文の紹介

細胞内では酵素カスケード反応によって代謝反応やエネルギー生産等が行われ生命機能が発現されている。細胞内の効率的な酵素カスケード反応は酵素同士の近接によって生じると言われている。試験管内で酵素同士の近接を実現させるために、高分子の側鎖に酵素を付加させる方法や、一本鎖 DNA に酵素を付加し DNA ハイブリダイゼーションによる方法がある。下記に後者の酵素近接法を示す。酵素 A に化学的に一本鎖 DNA を付加し、その相補鎖となる一本鎖 DNA を酵素 B に付加させる。そして、ハイブリダイゼーションにより二本鎖 DNA が形成され酵素 A と酵素 B が近接し、酵素 A と B のカスケード反応が向上する。この知見を活かし、2 本以上の一本鎖 DNA を酵素に付加することで、酵素 A と酵素 B の単一近接ではなく複数の酵素で形成されるネットワーク化された複合体が形成され、酵素カスケード反応の更なる向上が可能になると考えた。さらに、酵素の集積に DNA を用いているため、DNA の配列特異性を利用することで二本鎖 DNA の形成と解離を繰返すことが出来る。

今回、酵素カスケード反応が生じる β ガラクトシダーゼ (β Gal)、グルコースオキシダーゼ (Gox)、西洋わさびペルオキシダーゼ (HRP) の 3 種の酵素を、二本鎖 DNA で三又構造になるような DNA 配列を設計し、酵素複合体形成による酵素反応の効率向上を検討した。酵素間距離が約 10 nm になるように、DNA を設計している。一本鎖 DNA にマレイミド基を導入し、酵素にいくつかのスルフヒドリル基を導入することで、酵素に 2 本以上の一本鎖 DNA を付加した。そして、カラム等によって一本鎖 DNA-酵素を精製した。そして、 β Gal, Gox, HRP のそれぞれの酵素に別々の一本鎖 DNA を付加させ、これらを混ぜ酵素複合体を形成させた。基質を加え、最終産物のレゾルフィン量を定量したところ、酵素複合体形成によって、レゾルフィン産生量が 7 倍増大した。

次に、乳がんに関係する 3 種の miRNA 配列を検出する酵素複合体システムを構築するために、5' 末端側から“数残基減らした miRNA 配列”と“他の miRNA 配列の相補配列”を有する 3 本の一鎖 DNA を設計した。この配列は、三又構造形成時に各鎖 3' 末端側でトーホールドと呼ばれる一本鎖部分が突出する。このトーホールド配列に 3 種の miRNA がハイブリダイゼーションして鎖交換が生じ、三又構造が崩壊する。各一本鎖 DNA の 5' 末端にそれぞれの酵素 (β Gal, Gox, HRP) を付加している (Fig.1)。まず、この 3 種の miRNA 配列を酵素複合体溶液に加えたときに、粒径の変化を動的分散計と透過型電子顕微鏡にて観察した。miRNA を加えていない場合は、粒径が約 250 nm であった。電子顕微鏡像では大きな塊を観察した。三又構造を形成している酵素複合体に 3 種の miRNA を加えると、粒径が 50 nm 以下と減少した。電子顕微鏡像でも 50 nm 以下の構造物が観察された (Fig.2 (a))。したがって、3 種の miRNA 配列を加えると、酵素複合体が崩壊することが分かり、さらに、レゾルフィン産生量も減少した (Fig.2 (b))。1 種類または 2 種類の miRNA 配列を加えただけでは、レゾルフィン産生量が減少しなかった。したがって、3 種の miRNA 配列が存在することを検出できるシステムの構築に成功した。

本研究は、DNA を介した酵素複合体の形成に成功し、酵素複合体によってレゾルフィン産生量が増大することを明らかにした。さらに、miRNA や RNase 等の生体分子を加えることで、この酵素複合体の形成と解離を制御でき、酵素による産生量の調節が可能である。また、生体分子の組合せによっては、酵素複合体の形成と解離を可逆的に制御も可能である。したがって、このシステムをリポソーム内へ封入することで、生体分子を外部刺激としてリポソーム内で有用産物の生産が制御できる人工細胞システム構築への寄与が期待される。

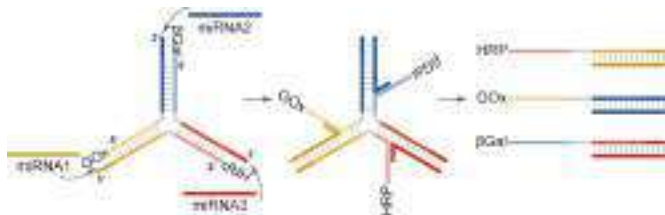


Fig.1 miRNA 検出のための一本鎖 DNA 設計

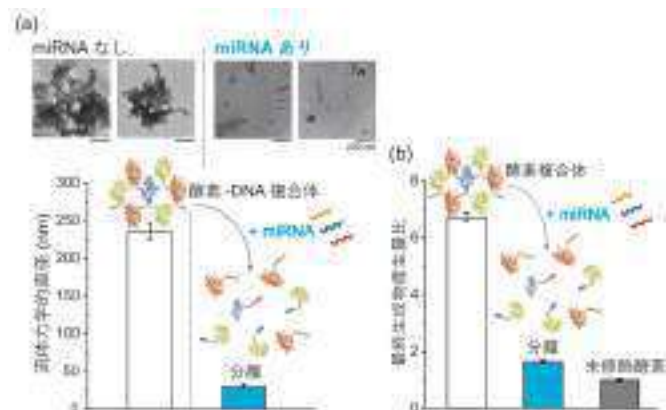


Fig.2 (a) miRNA 存在下での電子顕微鏡観察と動的分散計による粒径測定、(b) レゾルフィン産生量比

著者情報

神谷 厚輝

Koki Kamiya
 群馬大学大学院理工学府



論文情報

著者：Shogo Ikarashi, Hiromu Akai, Hiroki Koiwa, Yukihiro Izawa, Jun Takahashi, Takuya Mabuchi, and Kan Shoji
 タイトル：DNA Nanopore-Tethered Gold Needle Electrodes for Channel Current Recording
 雑誌：ACS Nano, 2023, vol. 17, no. 11, pp. 10598-10607 (doi: 10.1021/acsnano.3c01565)

論文の紹介

構造 DNA ナノテクノロジーによって構築される DNA 膜分子は、分子ロボットや分子サイバネシシステムのセンサや情報通信システムとしての役割を担い、DNA 膜分子をリポソーム膜に挿入することで分子サイバネシシステムが構築される。親水性である DNA 膜分子をリポソーム膜に挿入するためには、コレステロールなどの疎水性分子を DNA 膜分子に修飾する必要がある。このような疎水性分子が修飾された膜分子は、溶液に添加することで自律的に脂質二分子膜に挿入されるが、その膜挿入効率は低く、DNA 膜分子の応用展開を妨げる原因となっている。さらに、DNA 構造体の形成においては、この疎水性分子が非常に厄介な存在と成り得る。例えば、疎水性相互作用による DNA 構造体の凝集は、目的となる構造体の収率を低下させる。そこで我々は、マイクロ電極の先端に DNA 分子を剣山のように突き立て、脂質二分子膜に押し当てることで、物理的に DNA 分子を脂質二分子膜に挿入できないかと考えた (図 1)。本論文では、従来研究にて報告しているポリエチレングリコール (PEG) 修飾金ニードル電極を用いた脂質二分子膜形成手法 (K. Shoji et al., ACS Nano, 2019.) を応用することで、上記コンセプトを実現した。

まず、DNA 膜分子が剣山のように修飾されたマイクロ電極を構築するために、金電極に固定化可能な DNA 膜分子の設計を行った。DNA 膜分子としては、脂質二分子膜を介したイオン電流計測による膜挿入評価を行うために、6 本の二本鎖 DNA が筒状に束ねられた DNA ナノポア構造 (6HB) を採用した。本 6HB の端部に粘着末端を追加し、その相補鎖となる一本鎖 DNA を金チオール結合により予め金電極に修飾することで、電極と 6HB が接続されるようにデザインした (図 2)。また、6HB が電極に修飾された PEG 層から飛び出すように、粘着末端の長さを 30 nt とした。

次に、6HB が固定化された金電極を実際に作製し、本電極を用いて脂質二分子膜を形成しパッチクランプアンプで膜電位を印加することでイオン電流計測を行った。その結果、脂質二分子膜の形成後に、ステップ状の電流上昇シグナルが確認された (図 3a)。脂質二分子膜はイオン不透過性の膜であるため、脂質二分子膜中にナノポア構造体が挿入されるまではイオン電流は 0 A であるが、ナノポア構造体が膜に挿入されると、イオンがポア内を通過できるようになるためイオン電流が上昇する。また、得られるイオン電流の大きさは、膜に挿入されたポアのサイズや数に起因するため、イオン電流値を解析することでどのようなサイズのナノポアが挿入されたかを推測することが可能である。そこで、6HB を円筒形状として仮定し、ポア形状とコンダクタンスの関係を表すヒルの式を用いて得られたイオン電流値を解析した結果、イオン電流の上昇が 6HB 由来のシグナルであることが示唆された。しかしながら上記の理論式では、DNA 構造体とイオンの相互作用に関しては全く考慮されていないため、分子動力学 (MD) シミュレーションを用いたイオン電流解析を行った (図 3b)。その結果、6HB が脂質二分子膜に挿入されることでイオンが内部を通過することが確認され、実験によって取得されたイオン電流の上昇が 6HB の膜挿入によって引き起こされたことが示唆された。

さらに、脂質二分子膜形成後 5 分以内に 6HB の膜挿入イベントが発生する確率を膜挿入効率と定義し、6HB を電極に固定化した本手法と脂質二分子膜と 6HB の相互作用により膜挿入する従来手法の膜挿入効率を比較した。その結果、従来手法では膜挿入確率が約 10% であったのに対し、本提案手法では約 35% と、従来手法と比較して 3 倍以上の膜挿入効率を有することが明らかとなった (表 1)。

以上のように、脂質二分子膜に DNA 膜分子を物理的に挿入する本技術は、DNA 膜分子への疎水性分子修飾と不要とするだけではなく、DNA 膜分子の膜挿入効率も改善可能であるため、DNA 膜分子の応用展開を加速度的に進展させる基礎技術と成り得る。さらに、本研究を通して一本鎖 DNA の膜挿入を示唆する結果も得られており、6HB のような剛直性のある膜分子だけではなく様々な DNA 膜分子に本技術を応用できると考えている。また筆者らは、本技術を平面脂質二分子膜だけではなくリポソームへの DNA 膜分子挿入にも応用できると考えており、将来的には分子ロボットや分子サイバネシシステムの構築技術として発展することを期待している。

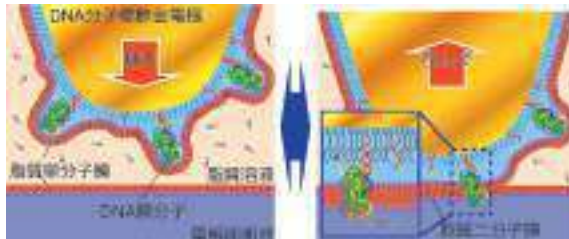


図 1 本研究で提案する DNA 膜分子の挿入手法。

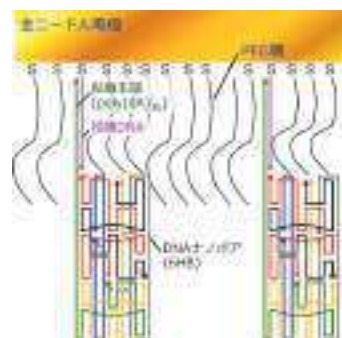


図 2 DNA 膜分子のデザイン。

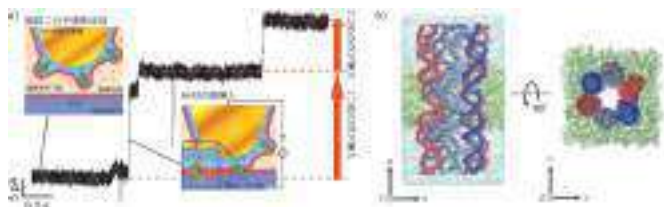


図 3 a) 本手法により得られた電流シグナル。b) 脂質二分子膜挿入時の MD シミュレーション

膜挿入手法	挿入回数	挿入成功回数	膜挿入効率
従来手法	62	23	36.5%
本提案手法	57	20	31.5%

表 1 膜挿入効率の比較

著者情報



庄司 観
 Kan Shoji
 長岡技術科学大学 工学研究院
 機械系



馬淵 拓哉
 Takuya Mabuchi
 東北大学 学際科学フロンティア
 研究所 / 流体科学研究所

論文情報

著者：Kohei Sato, Charlotte E. Farquhar, Jacob Rodriguez, and Bradley L. Pentelute

タイトル：Automated Fast-Flow Synthesis of Chromosome 9 Open Reading Frame 72 Dipeptide Repeat Proteins

雑誌：J. Am. Chem. Soc., **2023**, 145, 12992–12997. (DOI: 10.1021/jacs.3c02285)

論文の紹介

筋萎縮性側索硬化症 (ALS) と前頭側頭型認知症 (FTD) はどちらも難治性の神経疾患であり、主な症状として ALS では運動障害を、FTD では行動障害を発症することが知られている。近年、これらの疾患において最も一般的な遺伝子変異が、c9orf72 遺伝子における 6 塩基 (GGGGCC) 繰り返し配列の拡張であることが見出された。この変異はさらに、poly-GR, poly-PR, poly-GA, poly-GP, および poly-PA の 5 種類のジペプチドリピータンパク質 (DPR) へと翻訳され、神経の変性を引き起こすことが明らかとなっている。なお、これらの DPR はその分子量が大きくなるほど神経毒性も高くなるとされているが、従来のペプチド固相合成法では伸長可能なアミノ酸残基数に限界があり、結果として DPR の物理化学的性質等の大部分は未解明のままであった。一方、遺伝子工学的手法によるタンパク質発現では合成スケールに限界があるほか、DPR のようなカチオン性アミノ酸残基を多く含む毒性の高いタンパク質の発現が難しいことから、DPR の入手は依然困難であると言える。

一方、Massachusetts Institute of Technology の Pentelute らは、固相リアクターとフロー装置を組み合わせ高温反応溶液を高速で送液することで、固相担体上におけるペプチドカップリング効率を著しく向上させ、アミノ酸残基数が 150 を超えるタンパク質の化学合成に成功している (図 1)。そこで本研究では、この固相フロー法を活用することで長鎖の poly-GR, poly-PR, poly-GA, poly-GP, および poly-PA を化学的に合成するとともに、それらの物理化学的性質の解明に挑んだ。

図 2 に本研究で合成した DPR の構造を示す。グリシンとプロリンのカップリングには hexafluorophosphate azabenzotriazole tetramethyluronium (HATU) を、アラニンとアルギニンのカップリングには (7-azabenzotriazol-1-yloxy) tripyrrolidinophosphonium hexafluorophosphate (PyAOP) をそれぞれ用いることで、最長 200 アミノ酸残基にも及ぶ DPR の化学合成に成功した。続いて合成した DPR の円二色性スペクトル測定を行なったところ、プロリンを含む poly-PR, poly-GP, および poly-PA が polyproline-II helix の特徴に類似したスペクトルを示すことが明らかになった。これは、今回の研究を通じて初めて明らかとなった DPR の構造情報である。さらに、合成した DPR をヒト由来神経芽細胞腫に添加して細胞生存率を調べたところ、poly-GP と poly-PA では細胞生存率が低下しなかったのに対し、poly-GR と poly-PR では DPR の分子量が大きくなるにつれて細胞生存率が低下していく様子が観察された。以上の結果は内因性 DPR の細胞毒性を良く再現しており、本研究が ALS および FTD の発症メカニズムの解明や疾患モデルの構築に大きく貢献できる可能性を示している。

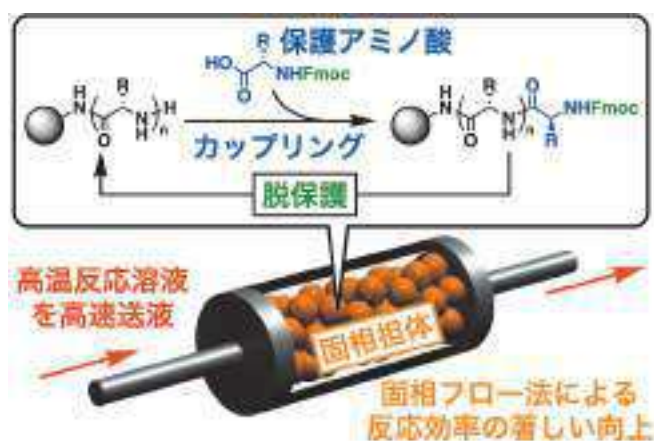


図 1 固相フロー法によるタンパク質化学合成の概略図。

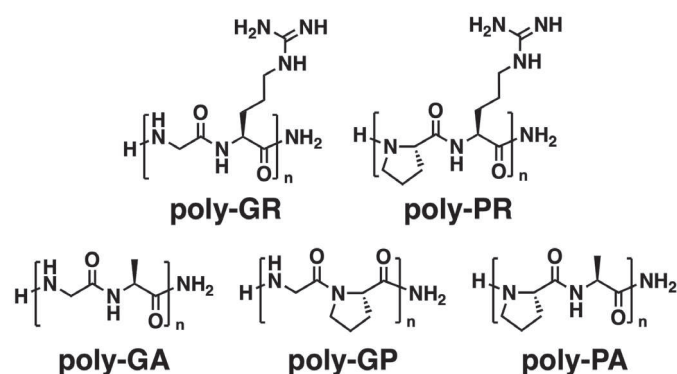


図 2 本研究で合成に成功した 5 種類の DPR の化学構造。

著者情報

佐藤 浩平

Kohei Sato
関西学院大学理学部



令和5年度科学技術分野の文部科学大臣表彰 若手科学者賞受賞インタビュー

水内 良(早稲田大学)

科学者を目指したきっかけは？

難しい問題を解くことが好きだったからです。昔から難しい問題を解くのが好きで、世界で最も難しい問題を解きたくって今に至ります。私の専門は生命の起源で、これは世の中で最も難しい問題の一つであると考えています。そういった課題に挑戦するために、科学者になりました。

どんな学生時代を過ごしていましたか？

中学・高校時代はバドミントンに打ち込み、中高ともキャプテンを務めていました。近畿大会に出場するほどには打ち込んでおり、トップになりたいともありました。また、ゲームが好きで、特にRPGで強敵を倒すことが楽しかったです。初見で倒せない相手でも、経験を積んでレベルアップし、戦略を練れば倒せるようになるという地道な努力が、科学者の仕事と共通する点があると感じています。

勉強も好きで、特に数学に興味があり、実は高校生の頃は数学者になりたいと思っていました。しかし、進路を決める際に担任に反対され、幅広い分野を学べる大阪大学工学部 応用自然科学科に進学しました。高校では物理化学選択だったため、大学に入って初めて本格的な生物学の授業を受けたのですが、あまりに神秘的で謎が多くて面白いと思い、その道に進むことを決めました。

座右の銘はありますか？

座右の銘は2つあります。1つ目は「継続は力なり」です。難しい問題でもゲームでも何でもそうですが、初めて挑戦するとき、必ずしもうまくいきません。このとき、諦めずに進んでみないと攻略できるかどうかはわかりません。継続的に挑戦してみないと本当の引き際もわかりません。やはり何事も地道で継続的な努力が大切だと考えています。

2つ目は「二兎を追って二兎を得る人になりたい」ということです。一般的には「二兎追うものは一兎も得ず」と言われますが、突き抜けるためには二兎を得る気概で努力することが大切だと思っています。研究者は真面目に努力して論文を書くことで評価される世界ですので、努力を続けたいと思います。

今まで影響を受けた人はいますか？

少し多いですが5人挙げさせていただきます。

1人目は市橋伯一先生(東京大学教授)で、前職場の上司であり、博士号を取る時の指導教官でもある方です。研究のいろはを叩き込んでくださり、とても感謝しています。忙しい中でもベンチに立って実験に取り組む姿勢に感化され、自分もそうなりたと思っています。

2人目は塩見春彦先生(慶應義塾大学)で、私がJSTのさきがけ研究者としてお世話になった領域の総括です。塩見先生はいつもメンバーの自由な発想の研究を寛大に後押ししてくださり、それが私自身も含め、領域全体として多くの成果を創出することに繋がっています。成果が必要で手を出したい状況で信じて待つことができる、塩見先生のようにになりたいです。

3人目は藤島皓介先生(東京工業大学)で、私の留学を支えてくださった恩師です。藤島先生は心が美しく、誰にでも分け隔てなく優しい仏のような人物です。いつも周りの人のことを心から考え、またものすごい人脈で人と人を繋げてくださる方で、見習うべきところが多いです。いつもお世話になり、本当に感謝しています。

4人目は細田一史先生(情報通信研究機構)で、大学院時代の同じ研究室の先生です。細田先生は独自の信念を貫く研究者で、私の中で「ほそだかずふみ」というジャンルが出来上がっています。最近だと生態系の研究をされていたのにいきなり脳の研究を全集中で始められた時は斜め上の発想すぎてぶっ飛びました。細田先生のような型破りで挑戦的な研究ができるようになりたいと影響を受けました。

5人目は古林太郎さん(東京大学学振特別研究員PD)で、大学院時代の同期です。私にとってのベストフレンドかつベストライバルで、お互いに議論し刺激し合ってきました。彼のおかげで頑張れて今の自分がいると思っています。自分とはタイプが違い、気になることを全てやってしまうという彼の影響で、一つのことに固執しがちな私も興味の幅を広げる努力をするようになりました。

受賞に至る成果について教えてください

私の研究は、自己複製分子システムを用いた原始生命進化に関するものです。簡単に言うと、最初の原始的な生命システムがどのように生まれ、進化しえたのかを実験的に調査するための基盤を確立しました。通常、化石調査や現存生物のゲノム配列の比較によってある生物が約何億年前に存在したか、ということがわかるのですが、細胞が生まれる前の時代を調べることはできません。私たち生命の共通の祖先と考えられる原始の細胞よりもさらに古い段階の進化の様子は分からないのです。そこで、新しい研究手法が必要となり、より原始的な自己複製体のモデル：自己複製分子システムを進化させるという研究を行いました。市橋教授らの協力を得て、生命のように自己複製する特徴を持ち進化する分子システムを構築し、それを実験室で進化させることで、分子が複雑化していく様子を直接観察することを試みました。

例えば、私たちが作成した単純な分子のシステムは、生命のように環境に適応し、情報が多様化し、さらに多様化したもの同士が協力してより複雑なシステムになっていきました。これは現在の生命に少しずつ近づいている現象を捉えているのではないかと考えています。一連の研究により、原始生命進化に関して、コンピュータ上での計算結果ではなく、実験的な証拠として示すことができました。分子のシステムを構築し、進化させ、生命に近づけることが可能になってきたと言えます。

一番気に入っている成果(論文)は何ですか？

私が一番気に入っている論文は、進化によってRNAとよばれる分子が複雑化していくことを示したものです。生命は単純な分子の自己複

製がどんどん複雑化していった結果として生まれたと考えられています。実験的にこれを観察するのは難しいです。特に分子の場合、少なくとも実験室の例では、進化させると単純化することが多いです。例えば単純であるほど自己複製にかかる時間が短く、より簡単に複製できたりするためです。しかし、私たちの研究では、逆に複雑化していくという難しい現象を実現することができました。これが2022年に発表した論文になります。具体的には、1種類の自己複製RNA分子が進化によって5種類の異なる性質をもつRNAへと分化し、それらが互いに複製し合うネットワークへと進化することを示しました。つまり、単なる分子のシステムでも情報を拡張し、より複雑なシステムへと進化できることを実証したのです。この論文は、2022年にNatruе Communications誌に発表された論文の中で"Top 25 Life and Biological Sciences Articles of 2022"に選ばれ、また国内外50以上のメディアで報道していただくなど、多くの評価を受けました。今のところ、私の約10年の研究人生で最も誇れる成果です。

今年度から早稲田大学の専任講師として着任されました（おめでとうございます！）…今後、どんな研究をしていきたいですか？

ありがとうございます。引き続きロマン溢れる研究を展開していきたいと考えています。これまでの研究では、主に自己複製する分子のシステムがどのように進化するか、という問いに取り組んできました。この自己複製する分子のシステムとは、タンパク質やRNAなど、現存する生命やウイルスが利用している分子を取り入れて構築した、できるだけ単純なシステムです。つまり、これは生命の起源を解明するうえで、今の生命に近いシステムが生まれた、ある程度「後の」時代に焦点を当てているとも言えます。今後は、もちろんこれまでの研究を続けつつ、さらに「前の」古い時代に起きたはずの進化、にも取り組んでいきたいと思っています。例えば、最初の自己複製分子がどのように誕生したのかといったことです。そうすることで、生命の起源をできるだけ包括的に理解することが目標です。もちろん、端から端までとは言い過ぎかもしれませんが、できる限り幅広く研究を進めていきたいと思っています。

このインタビューを見ている学生や中高生の若い方に一言、お願いします。

高校生・学部学生に向けて

まず、自分の好きなことをやることをお勧めしたいです。私が生命の起源の研究を行っているのは、それが好きだからです。個人的に、生命の起源は究極の問題だと思っていて、それを解くという「好きなこと」をやることで、努力を続けられ、今回の受賞にも繋がっていると思います。皆さんが将来、仕事や研究を行う際も、やりたいことでなければ、不断の努力は続かないと思います。一方で、やりたいことは待っているだけでは降ってきません。自分で積極的に動いて、さまざまな授業を受けたり、本を読んだりして探し出す必要があります。中高生や学部生の皆さんにとって、今はとても貴重な時間です。ぜひ努力して自分のやりたいことを見つけてください。

大学院生、研究者に向けて

大学院生や研究者向けに、私が大事だと思うことは二つあります。一つ目は人脈です。人を助けてくれるのは、最終的に、人です。私もこれまで多くのことを経験し、その都度、周りの人に助けられてきました。今回の若手科学者賞も、自分で応募することはできず、私の場合はJSTの方と3人の先生が推薦してくださいました。そういった方々がいてくださったことは、本当にありがたいことです。皆さんも、人脈を大切にしてほしいと思います。人脈をどうやって作るかは難しい問題ですが、学会に積極的に参加することはもちろん大事です。それに加えて、何事にも真面目に取り組むことが大切だと思います。真面目に取り組んでいれば、周りの人が見てくれてははずです。

もう一つ大事なことは、打席に立つ、つまり積極的にチャレンジすることです。実験はやらなければ進みません。基本的に実験量と成果は比例すると考えています。だから、きちんと実験に取り組むことが必要です。また賞に関しても、自分がまだまだだと思っても、応募しなければ受賞できるはずがないので、チャレンジしてみる事が大事です。ですから、やらない言い訳を探す前に、まずは行動しましょう。これが伝えたいメッセージです。

プライベートで成果に繋がった行動はありますか？

継続が得意であることだと思います。例えば筋トレなど、好きなことをスキップせずに続けることができます。東京に来て早4年ですが、家でもしますが、毎週欠かさず公園に行って鉄棒を握っています（笑）。家でもします。これが仕事にも影響して、同様に継続して取り組むことができるようになります。言い訳をせず、休まずに取り組むことが大切だと考えています。プライベートと仕事、特に科学者としての考え方は、実はあまり変わらないと思います。継続して取り組むことは、どの分野でも成功に繋がる重要な要素であり、自分の人生においても、研究者としても、同じ価値観を持っていると考えています。

ありがとうございました！



水内 良
Ryo Mizuuchi
早稲田大学

BIOMOD 2023 Japan Meeting 開催報告

● Webpage <http://biomod.net>

● BIOMOD2023 実行委員長 浜田 省吾 (東京工業大学)

去る8月28日(月),「分子ロボコン」BIOMODの国内中間発表会, BIOMOD 2023 Japan Meetingが開催されました。安部桂太先生(東北大学)の司会のもと,今年日本から参加する全6チームが集い,それぞれが考えたアイデアを披露しました。

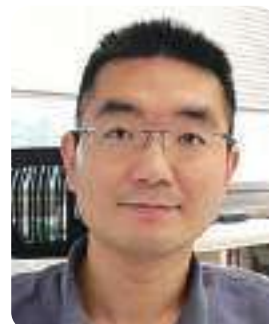
BIOMOD (International Biomolecular Design Competition) は,学部生を対象とした,まさに大学対抗「国際分子ロボコン」と言える大会です。一夏の活動を通じて,分子ロボットをはじめとした生体分子からなるシステムを創り出し,これを11月のジャンボリーで発表します。今年は世界8カ国から16チームがエントリーしており,ジャンボリーを日本(東京工業大学)で開催する予定です。今回実施したJapan Meetingは,その国内中間発表会という位置付けです。各チームが活動期間の前半で考えたアイデアを英語で発表し,そこへ先生方からのフィードバックをいただく,という内容となっています。これから始まる実際の作製実験・シミュレーションなどを前にして,日本チームのアイデアのブラッシュアップと発表の練習に役立てていただきたい,という意図で開催されています。

2011年に米国ハーバード大学Wyss研究所(当時)のShawn Douglas博士によって開始されたBIOMODは,コロナ禍による中断を経て,日本の分子ロボティクス研究会(CBI学会)と米BIOMOD Foundationの共催・本領域「分子サイバネティクス」の後援という形で今年より国際大会が再開される運びとなりました。BIOMOD国際大会の復活にあたっては,本領域が中心となってこれまで開催してきたコロナ禍におけるオンラインでの「BIOMOD Japan Open」の活動が高く評価され,これが初となる米国外開催実現へと繋がっています。分子サイバネ領域の活発かつ広範なアクティビティの一端を,本大会のホスト国として世界に示すことができれば,と考えております。

Japan Meetingでは,各チーム10分のプレゼンテーションと,その後10分の質疑応答を全て英語で行いました。ジャンボリーでの最終発表と同様の形式に基づく採点の結果,DNAオリガミによる変形ナノポアデバイスを提案したTeam Sendai(東北大学)が優勝に輝きました。おめでとうございます!

多くの学生にとっては初めてのとなる学術大会での発表ということで,その準備から当日の慣れない英語でのプレゼンや質疑まで,色々苦勞したチームが多いようでしたが,反省とともに,良きライバルたちから大いに刺激を受けたようです。得点分布を見ても,どのチームもかなりの僅差となっております。嬉しい結果となったチームも,悔しい思いをしたチームも,考え出した分子システムを実際に自分たちで創るこれからの天王山です。最終発表へ向けて,先生方から頂いたコメントや質問などを踏まえて,プロジェクトの内容をさらに高めていただければと思います。

最後になりましたが,本領域による継続的なご後援,また,運営,メンターやジャッジなど,領域内外の先生方のご支援・ご協力に心より感謝いたします。本大会は,これからさらに各チームの活動が活発となってゆき,オンライン採点や日本でのジャンボリー開催など,11月までイベントが目白押しとなります。引き続き,コミュニティの皆様のご支援を頂けますよう,何卒よろしく願いいたします。



Japan Meeting 開催後の集合写真.

分子ロボティクス夏の学校 2023 開催報告

科研費学術変革領域 (A) 「分子サイバネティクス」 および CBI 学会 「分子ロボティクス研究会」 では、分子ロボティクスに興味をもつ方に対して、短期間でその基礎を学ぶことのできるオンラインの教育プログラムを提供しています (<https://molcyber.org/event/2029>)。専門やバックグラウンドにかかわらず、学部 1 年生から大学院生、研究者、一般の方まで、どなたでも受講できるのが特徴です。今年は、6 月 30 日～8 月 29 日の 2 ヶ月間のスケジュールで、夏の学校を開催し、88 名が受講しました。なお、ソフトウェア講習のすべての課題に解答したグループのメンバーに修了証を発行しています。

【分子ロボティクス夏の学校 講義・講習の内容と日程】

- 講義 (90 分) : 毎火曜日 19:00 - に開講 :
分子ロボティクスのトピックスに関する講義のあと、次の回で講習するソフトウェアを使って解くべき課題を解説。
- ソフトウェア講習 (120 分) : 毎金曜日 19:00 - に開講 :
ソフトのインストールから使い方までを学習したのち、グループで課題に取り組む。

【プログラム】

6 月 30 日 (金) 19:00 - 開校式

講義 0 イントロダクション

～分子システムデザイン・分子ロボティクス・分子サイバネティクス

講師 葛谷 明紀 (関西大学教授)

7 月 4 日 (火) 19:00 - 講義 1 構造 DNA ナノテクノロジー

講師 鈴木 勇輝 (三重大学准教授)

7 月 7 日 (金) 19:00 - ソフトウェア講習 1 (課題 1) caDNAo : DNA オリガミ設計ソフトウェア

ソフトウェア講師 酒井 雄介 (理化学研究所研究員)

岩淵 祥璽 (東京農工大学 川野研 PD)

オム ジェヒョク (東北大学 村田研 M2)

7 月 11 日 (火) 19:00 - 講義 2 DNA コンピューティング

講師 中荃 隆 (九州工業大学教授)

7 月 14 日 (金) 19:00 - ソフトウェア講習 2 (課題 2) Visual DSD : DNA 反応系設計ソフトウェア

ソフトウェア講師 川又 生吹 (東北大学助教)

豊成 真人 (九州工業大学中荃研 M1)

尾花 亮 (九州工業大学中荃研 M2)

7 月 18 日 (火) 19:00 - 講義 3 分子システムデザインのためのソフトウェア群

講師 佐藤 佑介 (九州工業大学准教授)

7 月 21 日 (金) 19:00 - ソフトウェア講習 3 (課題 3) NUPACK : 核酸配列の解析設計ソフトウェア

ソフトウェア講師 安部 桂太 (東北大学特任助教)

中島 大地 (東北大学村田研 M2)

吉田 海 (東北大学野村研 M1)

7月25日(火) 19:00 – 講義4 DNA 酵素反応・人工核酸とその応用

講師 竹澤 悠典 (東京大学助教)

7月28日(金) 19:00 – ソフトウェア講習4 (課題4) Image J: 画像解析ソフトウェア講習

ソフトウェア講師 廣井 聡一郎 (東京大学豊田研 D1)

小淵 晴仁 (東京大学豊田研 M2)

Gong Yiming (京都大学角五研 M1)

8月1日(火) 19:00 – 講義5 ペプチド工学

講師 平 順一 (九州工業大学准教授)

8月4日(金) 19:00 – ソフトウェア講習5 (課題5)

ソフトウェア講師 近藤 洋隆 (関西大学特別任命助教)

西田 琢臣 (関西大学葛谷研 M1)

南出 悠貴 (関西大学葛谷研 M2)

8月8日(火) 19:00 – 講義6 人工細胞工学

講師 水内 良 (早稲田大学専任講師)

8月18日(金) 19:00 – ソフトウェア講習6 (課題6)

ソフトウェア講師 北田 祥一郎 (M1; 主担当)

齋田 衛 (慶應義塾大学堀研究室 M2; TA)

五十嵐 亮人 (慶應義塾大学堀研究室 B4; TA)

8月22日(火) 19:00 – 講義7 アクティブマターとその応用

講師 井上 大介 (九州大学助教)

8月29日(火) 19:00 – 閉校式 (修了証授与)

【実行委員会】

村田 智 (東北大学) 【実行委員長】

葛谷明紀 (関西大学)

野村慎一郎 (東北大学)

川又生吹 (東北大学)

豊田太郎 (東京大学)

中荃 隆 (九州工業大学)

堀 豊 (慶應義塾大学)

浜田省吾 (東北大学)



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11号 2023年9月29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>