

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2号
vol.2

2021.06

研究最前線

拠点の紹介

インテグレーション拠点(東北大学) / 人工核酸合成拠点(名古屋大学)
ペプチド合成拠点(鳥取大学) / 単分子観察拠点(関西大学)

活動報告

第1回分子サイバネティクス・第45回分子ロボティクス定例研究会報告

第2回分子サイバネティクス・第46回分子ロボティクス定例研究会報告

2021.2~2021.4 活動報告



Molecular
Cybernetics

論文情報

著 者: Keiji Murayama, Hikari Okita, Takumi Kuriki, Hiroyuki Asanuma

タイトル: Nonenzymatic polymerase-like template-directed synthesis of acyclic L-threoninol nucleic acid

雑 誌: *Nat. Commun.*, **2021**, 12, 804. (DOI: 10.1038/s41467-021-21128-0)

論文の紹介

原始地球環境においてはRNA自身が酵素反応を担い、RNAだけで自己複製や機能発現を実現していたというRNA world仮説が広く知られている。しかし、RNAのリボース骨格は環状構造であるため立体選択的な合成が難しく、原始地球に最初に存在していたかについては疑問視されていることもあり、RNA world以前にRNAとは異なる、より単純な構造の非天然核酸:XNAが“原始核酸”として存在していたというPre-RNA world仮説も可能性の一つとして挙げられている。Pre-RNA world仮説に適合するXNAは、1) RNAよりも構造が単純である、2) RNAと二重鎖形成が可能である(RNAへ配列情報の伝達が可能)、3) 酵素に頼らずに自己複製が可能である、という条件を満たさなければならない。

一方で、原始核酸の候補としてだけでなく、人工生命創製のための新たな遺伝子キャリアの候補として、また生物学的ツールの材料として様々な構造のXNAが開発されてきた。なかでも、我々がこれまでに開発したL-aTNA(acyclic L-threoninol nucleic acid)は、天然アミノ酸であるthreonineに類似の構造を持ち、非環状の骨格であることから合成が極めて容易であり、相補的なRNAとも安定な二重鎖を形成することを見出している。以上のようにL-aTNAは、“原始核酸”に求められる1)と2)の条件を満たしている。

今回の研究では、条件3)の自己複製を目指し、L-aTNAの非酵素的な鎖伸長反応を試みた。具体的には、L-aTNAの鋳型配列上にプライマーとなるL-aTNA配列をハイブリダイズさせ、その下流に短鎖断片を連続的にケミカルライゲーションで連結する設計となっている。L-aTNAの鋳型上でのケミカルライゲーションはN-cyanoimidazoleとMn²⁺存在下で非常に高効率に進行し、同じ配列のDNAに比べ50倍のkobsを示した。また、連結する断片長を検討した結果、3-merという短い断片をも連結できることを明らかにした。そこで、3-merのランダムなL-aTNA配列プール(64種の配列を含む)を原料として、17-merの鋳型配列と8-merのプライマー配列に対して反応を行い、ゲル電気泳動とMALDI-TOFにて解析した。その結果、プライマーに3つの3-mer断片が連結した鋳型配列に相補的なL-aTNAが選択的に合成されることを見出した。24 h反応後の収率は70%以上であり、副反応もほとんど確認されなかった。以上のように、L-aTNAの鎖伸長反応を非酵素的に実現することに成功した。L-aTNAの骨格がケミカルライゲーション反応に適した構造であったために、短い断片でも効率よく逐次的に連結できたと考えられる。以上のように、L-aTNAは“原始核酸”としての必要条件を満たすことが明らかとなり、Pre-RNA worldの存在を支持する結果が得られた。

本研究で開発に成功した人工核酸L-aTNAの非酵素的な配列伸長反応は、原始地球でのPre-RNA worldの存在を支持するだけでなく、L-aTNAが人工生命の遺伝子キャリアとして機能する可能性も示している。更に、この手法を拡張しL-aTNAの鋳型配列からDNAを合成することができれば、L-aTNAの配列情報を解析することが可能となる。つまり、L-aTNAランダム配列ライブラリの中から有用な配列をスクリーニングするIn vitro selection (SELEX)法への応用が実現でき、特定の分子にのみ選択的に作用する人工核酸医薬や人工核酸ツール開発が期待される。

図表

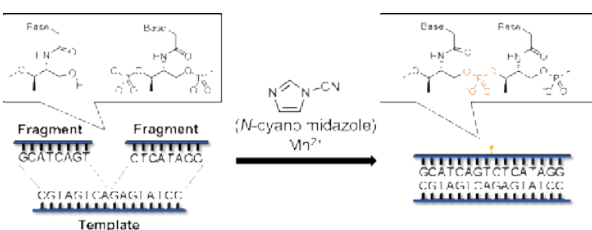
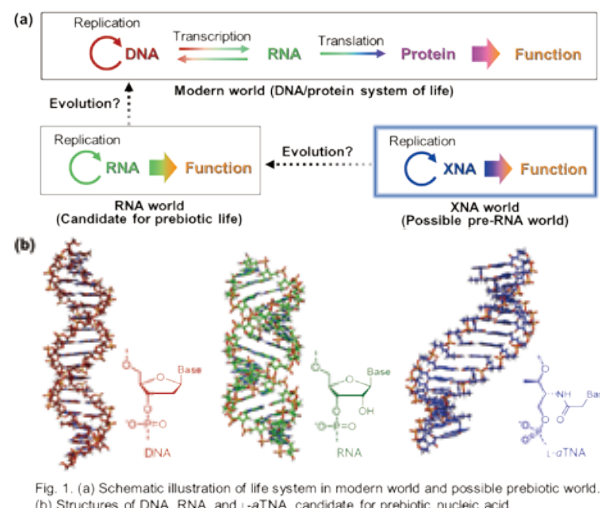


Fig. 2. Schematic illustration of chemical ligation of L-aTNA

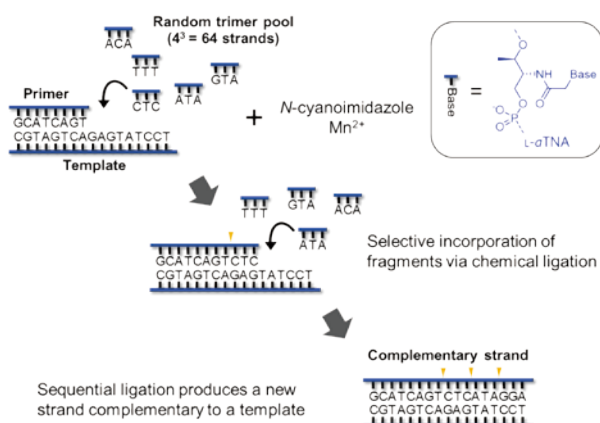


Fig. 3. Non-enzymatic primer extension of L-aTNA.

著者情報

村山 恵司

Keiji Murayama

(名古屋大学大学院工学研究科)



論文情報

著 者: Nao Ikeuchi, Takuya Komachi, Keiji Murayama, Hiroyuki Asanuma, Atsushi Maruyama, Naohiko Shimada

タイトル: Light-Regulated Liquid-Liquid Phase Separation for Spatiotemporal Protein Recruitment and Cell Aggregation

雑 誌: ACS Appl. Mater. Interfaces, 2021, 13, 5652–5659. (DOI: 10.1021/acsami.0c2231)

論文の紹介

二つ以上の高分子を溶媒に溶解させた際に液液相分離 (LLPS) と呼ばれる二つの相に分かれる現象が起きることがある。LLPSによって生じた微小なコアセルベート内に分子の選択的取り込みが起きることプロトセル (膜を持たない初期の細胞) としてのモデル研究や生体分子の分離また近年では生体高分子相互作用によって生じたLLPS膜を持たない細胞内小器官が明らかになっている。このようなコアセルベート形成を光によって制御することでさらなる応用されている。しかし、多くは二つ以上の高分子が相互作用して生じるであり、血清中に含まれる夾雑物質によってコアセルベートが不安定化する応用範囲に限られていた。我々はウレイド基を有するウレイド高分子が他の高分子を加えることなくコアセルベートを形成することを報告してきた。またこの相分離現象は温度応答性であり、冷却によってコアセルベートを形成することが分かっている。本研究ではウレイド高分子であるポリビニルウレアに光応性基であるアゾベンゼンを導入した高分子 (Azo-PVU) を合成し、光によってコアセルベート形成を時間的に制御することを試みた。Azo-PVUの紫外 (UV) 光の照射によってアゾベンゼンはトランス体からシス体へと構造異性化相分離温度が低下 (28 °C)。また、可視光照射によるトランス体への再変換によって相分離温度再上昇 (36 °C)。この性質を利用することで、光照射によるウレイド高分子のコアセルベート形成を制御に成功した (図1)。次にコアセルベートを基板表面に沈着させた後、局所にUV光を照射したところ、照射部位選択的にコアセルベートが溶解した。この基板に対してタンパク質を添加したところ、コアセルベートが存在する所のみタンパク質がリクルートされた。また、細胞を添加するとコアセルベートが存在するところは細胞接着が抑制され、細胞の凝集塊が観察されたが、光照射部位細胞は基板表面に接着した様子が観察された (図2)。このようにウレイド高分子コアセルベート形成を光によって制御することで簡便かつ時空間的に生体分子のリクルートメントや細胞形態を制御することができた。また、ウレイド高分子コアセルベート内へ核酸分子を内包できることから時空間制御されたDNA回路計算への展開が期待される。

図表

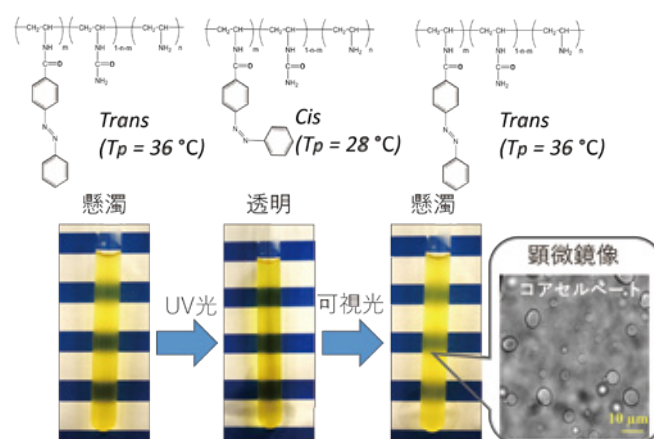


図1 Azo-PVUの構造式と光照射によるコアセルベート形成制御 (34 °C)

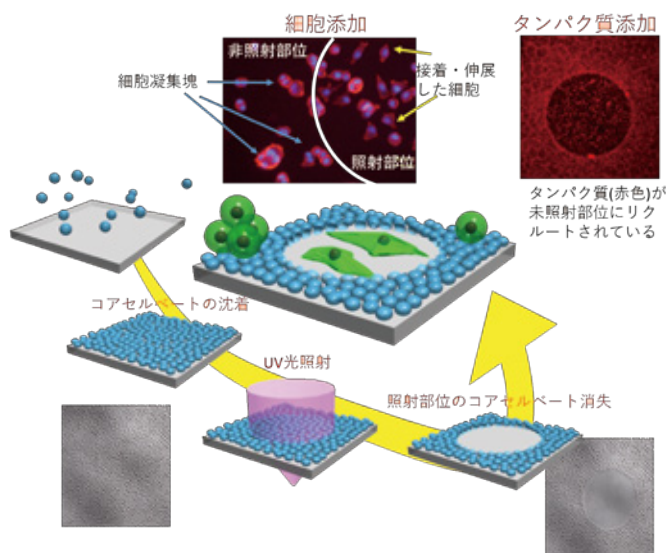


図2 基板上におけるコアセルベート沈着の光制御と位置選択的な細胞形態ならびにタンパク質取り込み制御

著者情報

嶋田 直彦

Naohiko Shimada

(東京工業大学大学院 生命理工学院)



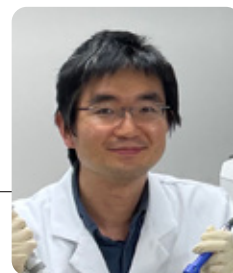
インテグレーション拠点 (東北大学)

豊田 太郎 (東京大学)

Taro Toyota

浜田 省吾 (東北大学)

Syogo Hamada



分子サイバネティクスにおける基盤のひとつとなる「人工細胞統合実験プラットフォーム」を構築、メンバー研究者に提供致します。本拠点を領域全体で共有することで、計画研究班内外や公募班の共同研究の促進をねらっています。また、拠点構築を通じて得られる知見を活かし、人工多細胞システム開発の体系化を目指します。「化学の力で知能を創る」本領域に、環境整備及び基盤技術開発の両面から貢献します。構築・整備・管理はA01班(統合班・技術統合チーム)が協力して行います。具体的な研究目標・技術課題としては以下のとおりです。

1. 感覚(Sensor)・情報処理(Processor)・駆動(Actuator), リボソームを用いて実装されるこれら3種類の人工細胞モジュールを特定の順序に並べる機構を開発します。これにより、本領域が目指すSPAユニットを実現します。さらに、複数のSPAユニットを用いた知能の実装や統計的解析を行うためには、多数のユニットを並列的に操作・観測する技術も必要です。これらを独自のマイクロ流体デバイスを設計・作製することで達成します。
2. 現状の作成法に基づくリボソームのマイクロ流体デバイスへの導入には、その材料や手法などに互換性の問題が存在します。これを解決し、領域全体で共有可能な標準人工多細胞実験プロトコル確立を目指します。
3. リン脂質分子が水中で自己集合して形成されるリボソームは、その内部にDNAやタンパク質を導入できても、細胞のような緻密な細胞内骨格や頑健な細胞壁をもっているわけでないため、構造的に脆弱です。そのため、SPAユニットに知能をもたせ、その知能を性能評価するために分子刺激・光刺激を加える度に、その刺激の程度によって、リボソームそのものが破壊されてしまう可能性があります。どのくらいの強さ(化学種、濃度、流量、照射光強度などのパラメーター)で繰り返し刺激を加えればよいか、根拠のいる実験をもとに最適化を行います。
4. デモンストレーションである「パブロフの条件反射」を学習してゆく過程は個々のユニットによって異なることが想定され、統計的に個々の応答を定量計測する必要があります。このような要請に対して、SPAユニット(ミニマル人工脳)に繰り返し刺激を印加して応答を自動記録することのできる、双方向型の実験プラットフォームを構築します。この実験プラットフォームを用いて、(3)の実験プロセスの自動化や、双方向型の遠隔操作を可能にできれば、オンラインの実験システムを活用したあたらしい共同研究のあり方や市民とのつながりを模索可能であることも大きな特色といえます。

主な実験装置

- レーザー共焦点顕微鏡(Zeiss LSM980)
- 圧力制御ポンプ(Elveflow OB1 MK3+)
- シリンジポンプ(Harvard Apparatus Model 11 Elite (infuse only))
- 電動バルブ・特注混合送液システム(センシュア科学 SSC-9720など)
- ファンクションジェネレータ(RIGOL DG1062Z)
- ダクトレスヒュームフード(Erlab 391)
- 卓上遠心機(Eppendorf 5425R)
- サーマルサイクラー(Eppendorf Mastercycler Nexus Gradient)
- PDMSステーション(プラズマクリーナー(Harrick Plasma)・オープンなど)
- 試薬フリーザー
- 2021年5月頃に稼働開始する予定で準備を進めています。



整備中の拠点スペース全体図(4/30時点)

人工核酸合成拠点 (名古屋大学)



村山 恵司 (名古屋大学)

Keiji Murayama

拠点の目的・サービス

名古屋大学浅沼研究室・助教の村山が運営する人工核酸合成拠点では、「分子サイバネティクス」に参画される計画研究代表者、計画研究分担者、公募研究代表者の皆様に対して、本領域に関連する研究に必要なカスタム人工核酸を提供いたします。一般的に、特定の機能を持たせるために特殊な分子を付加した機能性核酸や骨格修飾を持つ人工核酸は、オリゴハウスに合成を依頼すると高額になってしまうため、容易に使用することが困難です。このような機能性核酸や人工核酸を費用面の負担なく手軽にご利用いただくことで、当該領域に関する研究を円滑に進めていただくサポートをするのが本拠点の目的です。光照射によって二重鎖の形成と解離を制御できる光応答性核酸、特定のDNA・RNA配列に結合して蛍光を発する蛍光プローブ、DNA・RNAとは相互作用しない直交型人工核酸、あるいは一般的な修飾を複数箇所導入した機能性核酸まで、幅広いニーズに対応いたしますのでお気軽にご相談ください。本拠点では、核酸の固相合成、切り出し・脱保護、HPLC精製、MALDI-TOF MSによるキャラクタリゼーションまでを行います。ただし、繁忙期には精製なしでの提供となる場合もありますが、その場合には事前にご相談させていただきます。

設備済/設備予定の装置の紹介

本拠点には、様々な機能性核酸・人工核酸の配列合成が可能なDNA/RNA自動合成機4台と、合成したオリゴマーを精製するためのHPLCを7台配備しており、学科共通使用のMALDI-TOF MSにてキャラクタリゼーションが可能です。また、配列に応じては変性PAGE(ポリアクリルアミド電気泳動)による精製・純度確認を実施できる環境が整っています。

利用方法

ご利用に際しては、領域HP(<https://molcyber.org/team#kyoten>)から合成申込書および承諾書をダウンロード、ご記入いただき、村山までE-mailで提出してください

サービス利用の条件等について

人工核酸合成拠点では基本的に、特殊修飾が2か所以上ある核酸配列の合成、アゾベンゼンなど特殊な修飾を含む配列の合成、および骨格改変型人工核酸(D-aTNA, L-aTNA, SNA)の配列合成を受け付けます。特殊修飾が1か所だけのDNA合成は内容に応じて対応しますが、特殊修飾のないDNAやRNAの合成は、オリゴハウスに比較的安価で依頼可能ですので受け付けません。合成にかかる経費および労力は当拠点で負担します。一部、北海道システム・サイエンス株式会社に合成委託する場合もありますが、その場合も経費は拠点で負担いたします。ただし、多種あるいは大量の配列合成や長鎖配列の合成は対応できない可能性がある点、ご承知おきください。サービス利用条件の詳細は承諾書に記載しておりますので、ご確認いただき、内容にご同意頂ける場合にのみお申し込みください。

装置の写真



DNA/RNA自動合成機



HPLC

ペプチド合成拠点 (鳥取大学)

松浦 和則 (鳥取大学)

Kazunori Matsuura



本学術変革領域「分子サイバネティクス」で目指す「知的情報処理能力をもつミニマル人工脳(ケミカルAI)」を構築するには、望みの分子認識能・光スイッチング能・情報伝達能・自己集合能・増幅能を有するレセプター・センサー・トランスデューサ・プロセッサー・アクチュエーターなどの分子デバイスの分子設計・合成が必要不可欠です。このような分子を設計通りに「創る」ために、本領域では、ペプチド合成拠点と人工核酸合成拠点が設置されています。本領域に参画する計画研究代表者、計画研究分担者、公募研究代表者は、本領域に関連する研究に必要なカスタムペプチドの合成を、筆者の研究室が運営するペプチド合成拠点に依頼することができます。ペプチド合成拠点では、2020年度に全自動パラレル合成装置(バイオタージ社製 Syro-I、図1)および高速液体クロマトグラフィー(島津製作所Prominence システム)を整備しました。これらの備品を用いて、Fmoc固相法によるペプチド合成・脱樹脂・脱保護・エーテル沈殿・凍結乾燥・MALDI-TOF-MSによる確認、HPLCによる精製条件・純度の確認までを行い、未精製の状態で依頼者に送付します。したがって、精製は依頼者が各自で行う必要があります。合成にかかる経費および人的労力は拠点で負担しますが、多種あるいは大量の合成や、40残基以上の長鎖の合成は対応できない場合があります(合成ペプチドの収率は、残基数に応じて低下します。例えば、1残基あたりの平均収率が95%の場合40残基の場合 $0.95^{40} = 0.129$ なので、全収率13%程度にまで低下します)。また、ペプチド合成拠点では、ペプチドの分子設計のお手伝いもいたします。筆者はこれまでに、 β -シート形成ペプチド、 α -ヘリックスのコイルドコイルペプチド、ウイルス様ナノカプセル形成ペプチド、微小管結合ペプチド、DNA-ペプチドコンジュゲート、糖脂質認識ペプチド、光誘起ペプチド繊維成長システムなどの様々な機能性ペプチドを創製した実績があります。

ペプチド合成拠点のサービス利用においては、以下の条件にご留意ください

- 1) 合成したいペプチドの分子設計・配列・合成スケールについて、事前に拠点運営者に相談すること。
- 2) 合成したペプチドを用いた研究成果については、学会・領域会議等での成果発表、論文発表の際に、拠点運営者との共同研究として、拠点運営者(または拠点運営者の指定する人)を著者に含めること。
- 3) 合成したペプチドを用いて特許出願する際には、事前に拠点運営者、領域代表、所属計画班の代表に相談すること。

また、利用に際しては合成申込書および承諾書を拠点運営者まで提出してください。皆様のご利用をお待ちしております。

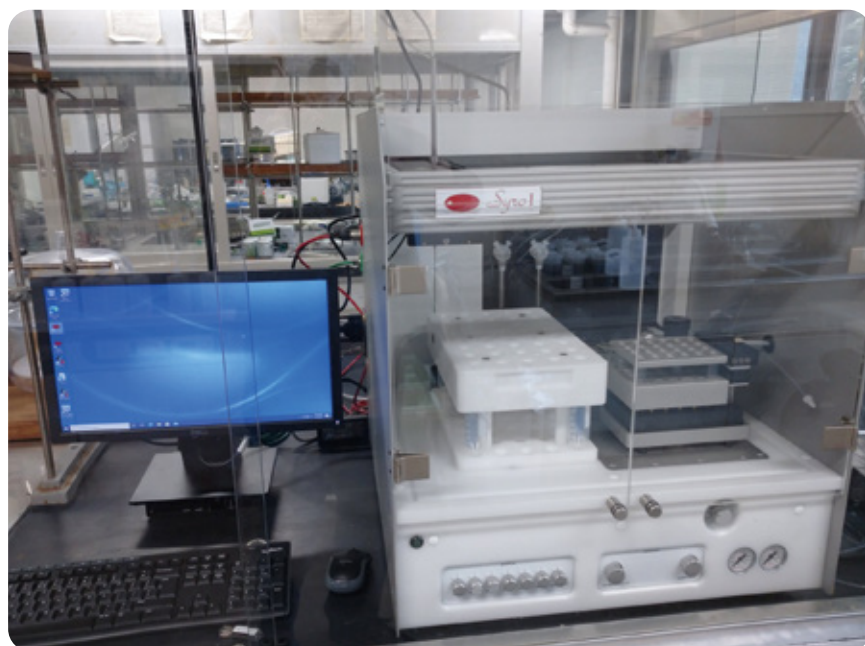


図1. 本拠点で導入した全自動パラレルペプチド合成装置

単分子観察拠点 (関西大学)

葛谷 明紀 (関西大学)

Akinori Kuzuya



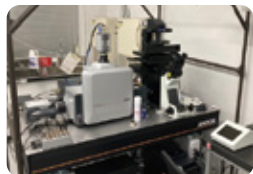
分子サイバネティクス領域では、機能をもった複数の分子をリボソーム内で協同的に働かせるための方法論を確立します。そこで、関西大学イノベーション創生センター内に設置した単分子観察拠点では、高い時空間分解能をもつ顕微鏡や各種の測定装置を整備しました。リボソーム内部での反応、たとえば膜面を貫通する分子デバイスを介した情報のやりとりや、構造変化する分子アクチュエータを一分子レベルで可視化することで、各班の要素技術の評価をお手伝いします。

拠点の装置類は、光学顕微鏡、原子間力顕微鏡、分光機器、の3つに分類されます。



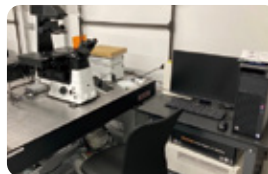
1. 光学顕微鏡

1.1 スピニングディスク型超解像共焦点顕微鏡 (Olympus IX-83+Andor Dragonfly 505)



オリンパス社の倒立リサーチ顕微鏡IX-83に、Andor社製のスピニングディスク型共焦点顕微鏡ユニットDragonfly 505が搭載されています。最高400 fpsという、レーザー走査型と比較して高速の共焦点観察ができることが特長です。他に、全反射蛍光観察 (TIRF)、超解像蛍光観察 (dSTORM)、画像処理による超解像観察 (SRRF-Stream) に対応しています。カメラはEMCCDとsCMOSの2台搭載です。

1.2 全反射蛍光顕微鏡 (Nikon Eclipse Ti2-E)



ニコン社の研究用倒立顕微鏡Ti2-EにH-TIRFユニットを搭載しています。100倍の油浸レンズは超解像像対応です。カメラはsCMOSが搭載されています。

2 原子間力顕微鏡

2.1 高速原子間力顕微鏡 (RIBM NanoExplorer SS-NEX)



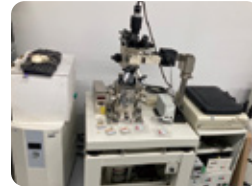
生体分子計測研究所製の高速AFMです。最高20 fps (実用は1 fps程度) で、分子像を動画で液中観察できます。オプションの灌流ユニットも備えており、緩衝液の交換が可能です。

2.2 高解像原子間力顕微鏡 (Bruker Multimode 8/Nanoscope V)



世界的に普及しているブルカー社のAFMです。DNAナノ構造体の測定に必要なものは全てそろっています。液中、空气中観察の両方が可能で、プローブマニピュレーションなど、制御ソフトウェアのオプション機能も複数追加しています。

2.3 環境制御原子間力顕微鏡 (SII SPI 3800N/SPA 300HV)



セイコーインスツルメンツ (現日立) の製品で、真空中や指定のガス中での測定が可能です。制御PCが古く常用には向きませんが、国内では同シリーズがよく普及していますので、DNAナノ構造体測定のパラメータ検討などにご使用いただけるのではないかと思います。

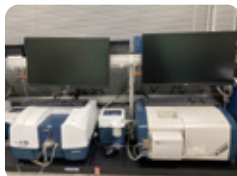
3. 分光機器類

3.1 マルチモードプレートリーダー (Molecular Devices SpectraMax iD5)



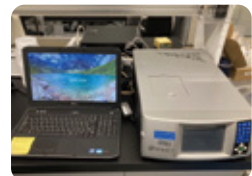
吸光、蛍光、発光に対応しているほか、蛍光寿命や、蛍光偏光解消も測定できるオールインワン型のプレートリーダーです。インジェクターも搭載しています。

3.2 紫外可視分光光度計・分光蛍光光度計 (日本分光 V-750・FP-8300)



紫外可視分光光度計は2台あり、いずれも水冷パルチエを備えています。

3.3 動的光散乱 (Wyatt DynaPro NanoStar)



10 μ Lのサンプル量から粒径測定が可能なDLS測定装置です。

このほか、学科共通機器として円二色性分散計 (CD, 日本分光 J-1500) が同施設内に、透過型電子顕微鏡 (TEM, JEOL JEM-1400) が別棟に設置されており、随時利用可能です (要予約)。利用料の徴収などはもちろん行わず、総括班経費の範囲内で消耗品代も無料とする予定ですので、みなさま積極的にご利用ください。



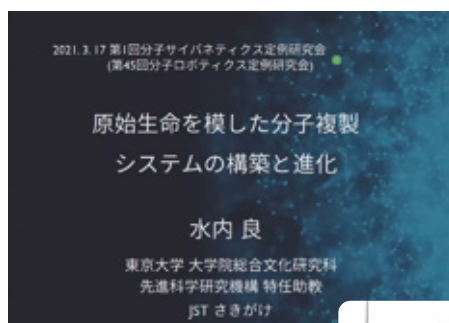
関西大学イノベーション創生センター
住所: 大阪府吹田市山手町3-3-35
最寄り駅: 阪急千里線関大前、
もしくはJR京都線吹田+阪急バス
連絡先: 葛谷
(kuzuya@kansai-u.ac.jp)まで

第1回分子サイバネティクス定例研究会 (第45回分子ロボティクス定例研究会)

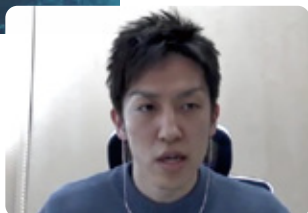
● 研究会の情報: <https://molcyber.org/event/257>

第1回分子サイバネティクス定例研究会(第45回分子ロボティクス定例研究会)は、科研費学術変革領域(A)「分子サイバネティクス」、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」との共催で、2021年3月17日(水)に、オンラインにて開催された。一つめの招待講演では、RNAやタンパク質、微小区画等を組み合わせて単純なRNA複製システムを独自開発し、実験的に進化させることで、有り得た原始生命進化の道筋を研究している東京大学・水内良先生に講演頂いた。単純なRNAの複製と区画の分裂を繰り返すことで異なる機能を持った多様なRNAが出現し、反応ネットワークを形成していく様子はとても興味深く、活発なディスカッションが行われた。特に、RNA複製システムの進化の過程は、分子サイバネティクスの目的の一つである「記憶や学習の機能をもつ化学反応回路の設計」にも関連する知見や技術であった。二つめの招待講演では、生命システムを司る法則をデータ駆動的に解読するための機械学習および数理モデリングを融合したアプローチを開発した京都大学・本田直樹先生に講演頂いた。このアプローチでは、細胞・多細胞・個体の階層において、生体が行う情報処理や最適制御をメカニスティックに理解できることが特徴である。特に、ライブイメージングデータから得られた詳細な情報と物理的な数理モデルを比較し、機械学習を用いて生命システムを同定するというアプローチによって得られたシステムの物理的な新しい知見は大変興味深く、多くの参加者により活発な議論が行われた。本定例研究会には約40人の学生・研究者・企業の方々に参加して頂き、質疑応答も活発に行われ盛況であった。

講演タイトル(要旨はHPから見れます)



水内先生による講演(スライド)



生命システムのデータ駆動モデリング

本田 直樹

・ 京都大学大学院 生命科学研究所 理論生物学分野
・ 兼任: 自然科学研究機構 生命創成研究センター (ExCELLS)



本田先生による講演(スライド)



質疑応答の様子

報告者



小塚 太資

Taishi Kotsuka

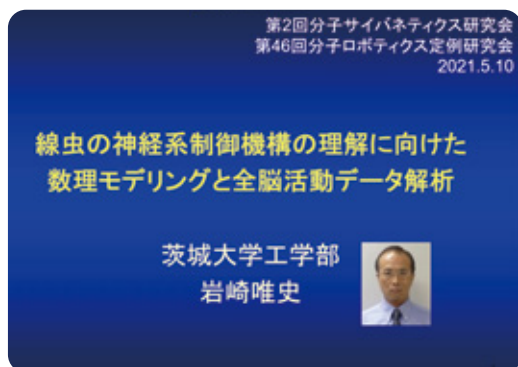
(慶應義塾大学)

第2回分子サイバネティクス定例研究会 (第46回分子ロボティクス定例研究会)

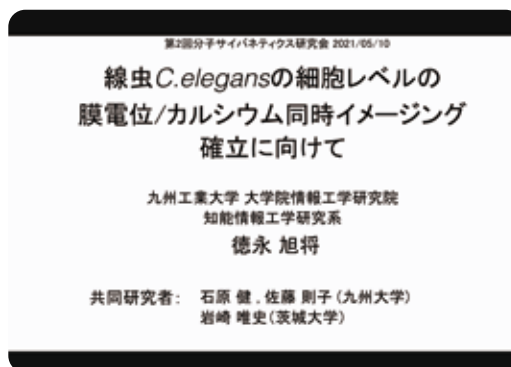
● 研究会の情報: <https://molcyber.org/event/416>

前頁で報告されている第1回に続き、第2回分子サイバネティクス・第46回分子ロボティクス定例研究会が、2021年5月10日(月)にオンラインにて開催された。今回は知能情報処理の数理解析をテーマとし、3名の研究者による招待講演が行われた。1件目の講演では、岩崎唯史先生(茨城大学)により、線虫の神経系制御機構の理解に向けた数理解析と全脳活動データ解析について研究動向や最近の研究結果について紹介された。2件目の講演では、徳永旭将先生(九州工業大学)から線虫の細胞レベルの膜電位/カルシウム同時イメージング技術の開発について紹介された。これら2件の講演に関しては、事前に講師の先生方で双方の発表内容の方向性が確認されていたため、線虫の神経制御機構の全体像と最先端の情報を幅広く学ぶことができた。一方で、数理解析では実験データ解析に加えて、モデルベース解析が強力なツールとなる。しかし、一般に生物システムのモデリングは難しい課題であり、特に反応速度定数などのパラメータの同定が重要となる。3件目の講演では、前田和勲先生(九州工業大学)から動力学シミュレーションを使った生化学システムの理解と設計について紹介され、特に、実験データ(時系列)から信頼性の高いパラメータを同定する手法について最新の研究成果が発表された。今回もオンライン開催となったが、大学・企業から45名ほどが参加し、活発な質疑応答が行われた。

講演タイトル(要旨はHPから見えます)



【講演1】岩崎 唯史 先生(茨城大学)
「線虫の神経系制御機構の理解に向けた
数理解析と全脳活動データ解析」



【講演2】徳永 旭将 先生(九州工業大学)
「線虫C.elegansの細胞レベルの膜電位/
カルシウム同時イメージング確立に向けて」



【講演3】前田 和勲 先生(九州工業大学)
「動力学シミュレーションを使った
生化学システムの理解と設計」

報告者



中 荃 隆
Takashi Nakakuki
(九州工業大学)

2021年2月～2021年4月期の主な活動

(全てオンラインにて開催)

2月 18日 第3回 分子サイバネティクスセミナー

「ボトムアップ的なケミカルAIのつくりかたに関わる議論」

【領域内】

話者 中荃 隆(九州工業大学) 川又生吹(東北大学)

3月 5日 D01班 ロードマップ会議【領域内】

3月 9日 C01班 ロードマップ会議【領域内】

3月 15日 第4回 分子サイバネティクスセミナー

「ペプチド合成拠点と核酸合成拠点による分子デザイン」

【公開】*参加者33名

話者 松浦 和則(鳥取大学) 村山 恵司(名古屋大学)

3月 17日 第1回 分子サイバネティクス 第45回分子ロボティクス定例研究会

【公開】*参加者48名 内容は本誌に掲載

世話人 小塚 太資(慶應義塾大学) 岩淵 祥璽(東北大学)

3月 19日 A01班 ロードマップ会議【領域内】

3月 30日 B01班 ロードマップ会議【領域内】

4月 8日 第5回 分子サイバネティクスセミナー

「理論」【領域内】

話者 磯川 梯次郎(兵庫県立大学) 東 俊一(名古屋大学)

4月 13日 分子サイバネティクス領域全体ミーティング【領域内】



科研費
KAKENHI

2021年3月15日
第4回領域セミナー

分子サイバネティクス領域

機能性分子導入による 高機能性核酸の創製

B01班 村山 恵司

核酸合成拠点

(名古屋大学大学院工学研究科 浅沼研究室)

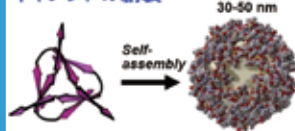
分子設計した生体分子でナノ構造を創る・制御する

DNA自己集合によるナノ〜マイクロ材料



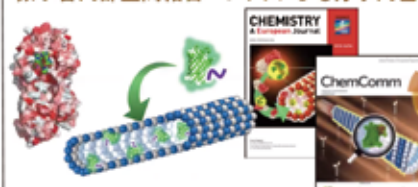
JACS 2001, *Chem. Eur. J.* 2004, 2019,
Bioorg. Med. Chem. 2005, 2007,
Chem. Commun. 2003, *Biomacromolecules* 2007,
Mol. Biosys. 2009, *ChemMedChem* 2017

ペプチド自己集合による人工ウイルス キャプシドの創製



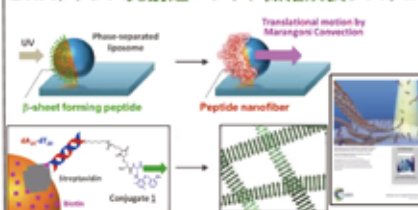
JACS 2005, *Biomacromolecules* 2008,
Soft Matter 2009, *Polymer J.* 2013, 2015,
Angew Chem. Int. Ed. 2010,
Chem. Commun. 2011, 2018, 2020
Org. Biomol. Chem. 2016, 2017, *Bioconj. Chem.*, 2019, *JOC* 2020

微小管内部空間結合ペプチドによる分子内包



Chem. Eur. J. 2018, *ACS Omega* 2019,
Chem. Commun. 2019, *Polymer J.* 2020, *Nano Lett.*, 2020

DNAアドレス光誘起ペプチド繊維成長システム



Chem. Commun., 2015, *Scientific Reports*, 2018

懇談会 15:00-

- ・ お時間のある方は是非ぜひ、ご参加ください。
(おやつコーヒーはご自身でご準備ください)

<https://spatial.chat/s/4thSeminarTalk>



第4回領域セミナー(オンライン)の様子
(2021年3月15日)



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2号 2021年5月28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)

中莖 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.3は、10月発行予定です。