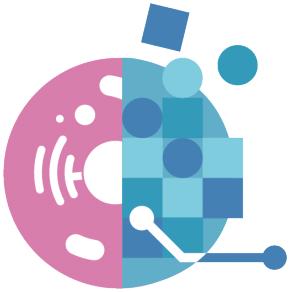
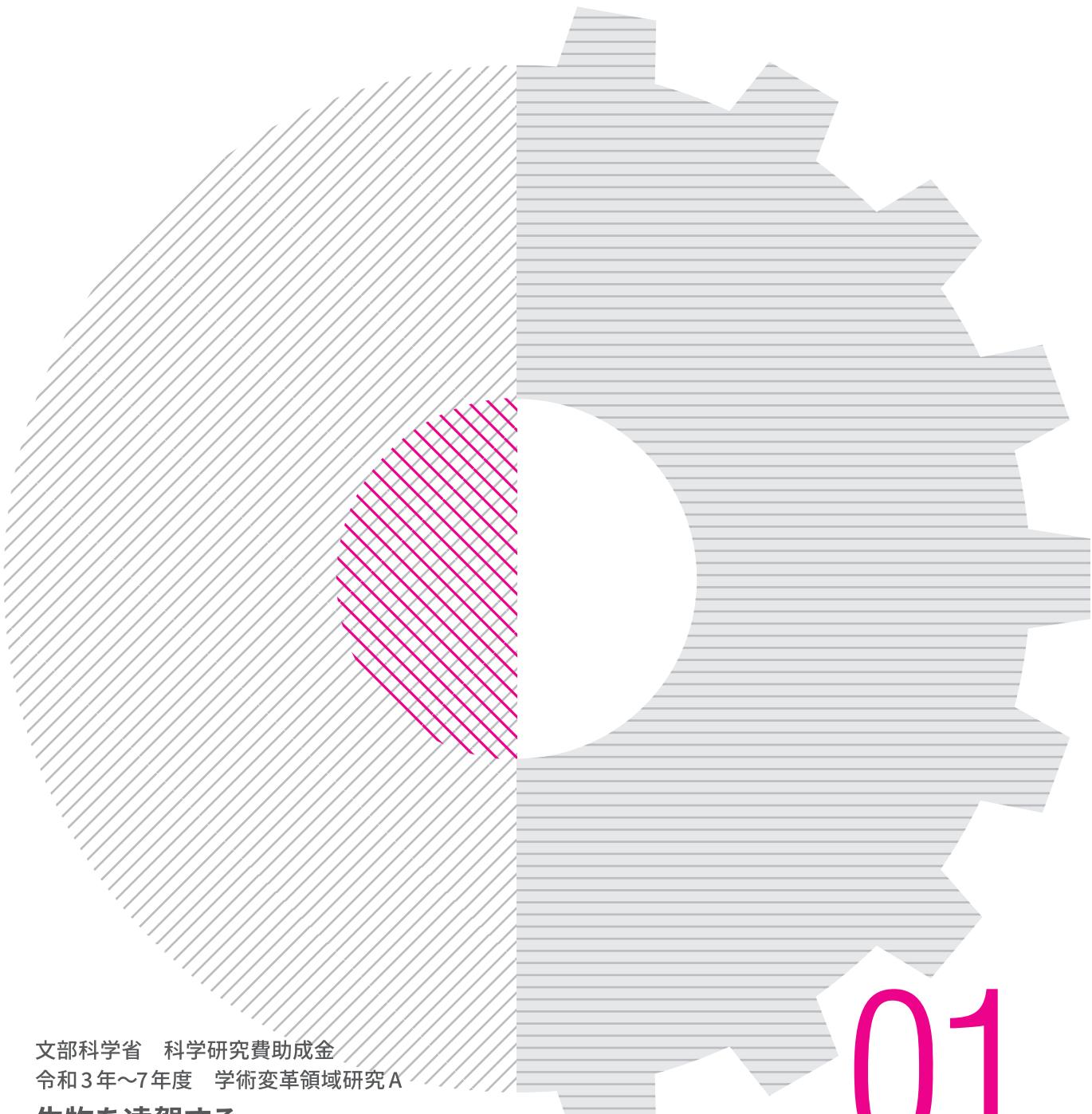


Bottom-up creation of
cell-free molecular systems:
surpassing nature



Newsletter



文部科学省 科学研究費助成金
令和3年～7年度 学術変革領域研究A

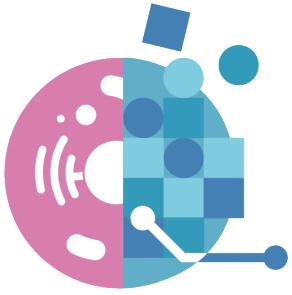
生物を凌駕する
無細胞分子システムのボトムアップ構築学

01

July 2022

令和3年～7年度 学術変革領域研究A

生物を凌駕する
無細胞分子システムの
ボトムアップ構築学



無細胞分子システムが拓く

Newsletter

01

July 2022

CONTENTS

- 02 はじめに
- 04 領域概要・班構成・共通拠点
- 06 A01班（有機化学）
- 07 B01班（生物工学）
- 08 B02班（合成生物学）
- 09 C01班（電気化学）
- 10 D01班（統計科学）
- 11 E01班（ナノ工学）
- 12 班会議報告
- 13 研究成果

はじめに

2021年度科研費学術変革領域研究(A)として「生物を凌駕する無細胞分子システムのボトムアップ構築学(超越分子システム)」が採択され、スタートした。本領域の目指すところは、「異なる既知の(主にバイオ)材料を組み合わせることで、どこまですごいシステムが作れるか?」である。すごいというのは余りに主観的なので、社会実装・工学利用可能なシステムとしている。本領域は、前進の領域があるわけではない。ビッグラボが名を連ねる領域でもない。それにも関わらず、学術に変革をもたらしうる領域として採択いただいたことは本当に光栄に思う。

ボトムアップ生物学との対比

近年、ボトムアップ生物学という研究分野が有名になっている。私の理解では、この学理は細胞をボトムアップに創る¹⁾ことで理解することを目指す学問領域である。この学問領域では、Synthetic cell²⁾と呼ばれる人工細胞を創ることを目指している。光に応答する人工細胞、コミュニケーションできる人工細胞、光合成する人工細胞、脂質合成する人工細胞、融合する人工細胞など、かなり高機能化した分子システムが創られてきている。国内外の研究者と議論をしていても、これからもしばらくトレンドは続く感じる。人工細胞を創る研究に携わってきた私としては、素晴らしい研究成果であると感じる一方で、何が理解できているのだろうかと自問自答している。「Aの方法でBが創れる」という理解は良い。これを細胞の構築原理というのかな。^①別の理解があるのでないだろうか。あるいは^②「Aの方法でBが創れて、BはCに利用できる」なら創る研究

1) ボトムアップに創るというのはあまり分かり易い用語ではないかもしない。既知の要素から創るとしたほうが良さそう。

2) 人工細胞を日本語で直訳するとartificial cell。合成細胞はsynthetic cellとなるが、後者の方が論文的には圧倒的に多く使われている。

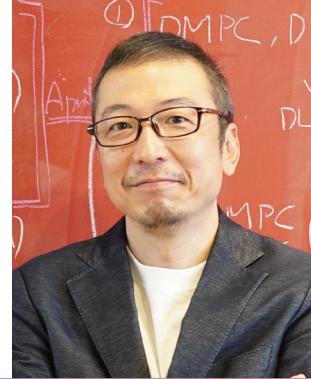
3) 世界的には、Jack SzostakやPier Luigi Luisiらが人工細胞を創る研究を先駆けて行ってきた。一方で、私の上記のマインドは、金子・四方

新しいサイエンス

学術変革領域研究A「超越分子システム」

領域代表 松浦 友亮

東京工業大学地球生命研究所・教授



の意義は増すはずだ。本学術変革領域研究は、我々のこの単純なマインドがもとになっている³⁾。

「超越分子システム」領域の狙い

テクノロジーの発展のおかげで細胞の部品及びそれらの相互作用に関する知見が多く得られてきた。一方で、まだ未知の部分(ブラックボックス)も多い。そこで本研究領域では、ブラックボックスの多い細胞そのものを部品として使うことなく、ブラックボックスの少ない分子・材料からボトムアップに構築した分子システムを無細胞 (cell-free) 分子システムと名付ける。無細胞分子システムの構築原理を理解するためには、多様な材料で創るほうが普遍的な理解ができるはずだ。加えて、工学利用・実用化を目指すならバイオ分子などにこだわる必要は無い。そこで、無細胞分子システムを構築するため、バイオ分子に加え、有機化合物、高分子、マイクロ・ナノデバイス等を、計算科学などの人間の知恵を活用しながら組み合わせることを考えた⁴⁾。

生命システムは進化というプロセスにより高い機能性を獲得してきた。そこで、生物がそうしてきたように様々な構成部品の組み合わせ探索を行い、より高い機能を持つ無細胞分子システムを創る。その際に、分子システムの構成要素の要素間相互作用⁵⁾を定量・解明する。このようにして、部品同士が有機的に結びつき、高い機能を発現する超越分子システムを構築し、その方法論を体系化することを目指す。本領域で、無細胞分子システムを創る方法論や構築原理とは、要素間相互作用の定量・解明のことである。この点については、別の機会に詳しく書きたいと考えている。

らが進めてきた構成生物学、構成的アプローチに強く影響を受けている。また、博士課程のときの指導教員のト部格先生が役に立つという評価基準は人に依って変わるから、自分基準で「おもろいと思うことやつたらいいで～」というフレーズは工学部にいた私には、大いに響いた。バイオ系の学科にも関わらず、学生の時にラボにプリコジン「混沌から秩序」、「ファインマン物理学」があったのは今でも不思議である。

学術変革領域研究の立ち上げの経緯

ニュースレター1号ということで、本領域の立ち上げの経緯を述べておく。先にも書いたが、本学術変革領域は、前身の特定領域や新学術領域がない。もちろん世界のサイエンスの潮流のなかで産まれた領域であるが、変革という名前に相応しい研究を展開することを班員全員が考えている。

始まりは、宮崎開催の2019年度生物物理学会年会(永井健治実行委員長)において、懇親会で大いに盛り上がっていたとき松浦が、酔っ払いながら東京農工大の川野さんに「学術変革領域研究を一緒に出しましようよ」と声を掛けたところにある。そのときにしばらくお互いに意見交換をしていたと記憶している。その後、申請の時期になったときに川野さんから「あちこちから声がかかっているのだけど、松浦さんから最初に声を掛けられたので一緒にやりましょう」とメールが来た。そこから二人で研究構想を考え、メンバー集めに奔走した。紆余曲折あり、松浦が領域代表として申請することが決まった時点で「どうやって尖るか」という一点に集中し、計画班メンバーで研究構想を固めていった。挑戦初年度はヒアリングまで進んだが不採択となつたが、2年目で何とか採択いただいた。

松浦が大阪大学から東京工業大学に異動し、1年半ほどが経過した。ラボの立ち上げと学術変革領域研究(A)の立ち上げが重なったため、多忙を極めているが、公募班が加わり、おもろいサイエンス談義ができる環境を整えられた。これから班員と共に新しいサイエンスを創っていくことをとても楽しみにしている。

4) ロゴには、細胞に学び人工物と融合することで、細胞から無細胞分子システムが創り出されるイメージの図を作製した。配線を加えエレクトロニクスの要素も含むことを示している。

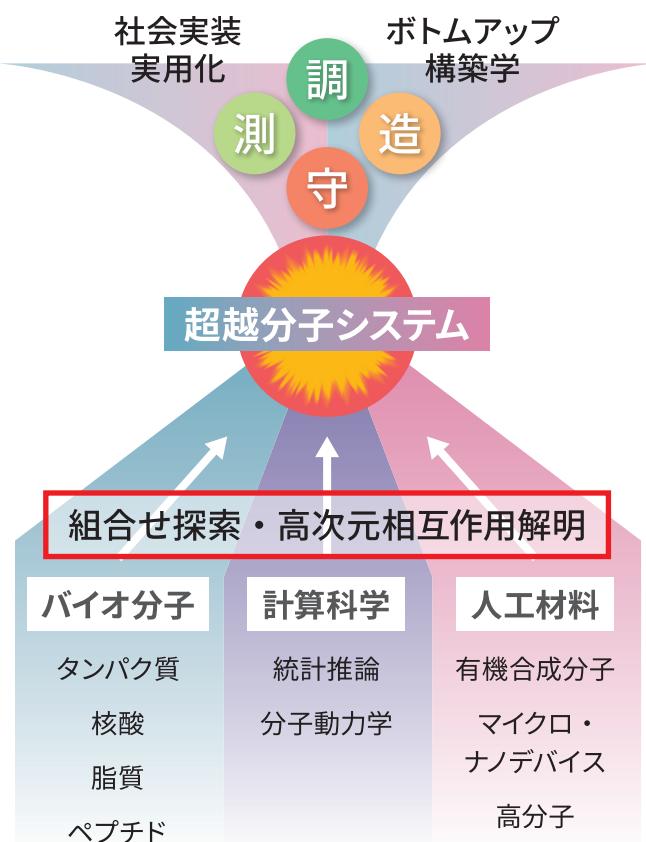
5) 分子システムを創るときに、必ずしも個々に高性能な部品を組み合わせたら良いわけではない。構成要素の組み合わせを考える必要がある。組み合わせ問題が生じるときに要素間に相互作用があると呼ぶ。

領域概要

本領域では、天然物(細胞)の再現ではなく、その機能を超越した応用可能・社会実装に資する分子システムをボトムアップに構築することを目指す。

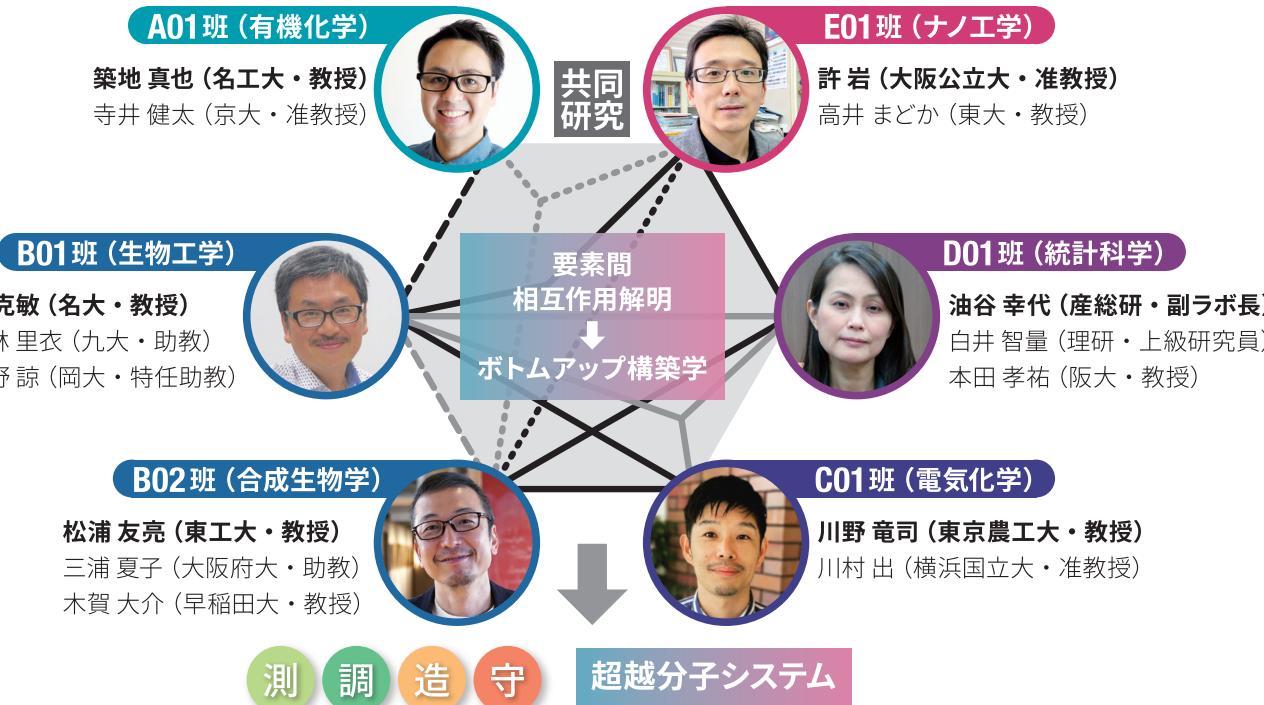
近年、ボトムアップに細胞を創る研究が世界中で勃興してきた。これらの研究では、細胞の機能の一部を模倣する分子システムを部品(タンパク質、核酸、脂質など)から再構成することで、その機能を発現するのに必要十分な条件を解明することなどを目指している。一方、構築した分子システムを応用・社会実装する思考を持つ研究者は多くない。自然界は、様々な部品や変異の組合せを試し、そのうち優れた機能を発現可能なシステムを選択するというダーウィン進化を原動力の一つとし、高機能分子システムを創り出してきた。一方で、このような複数の部品の最適な組合せ探索(進化)という観点で分子システムを構築する例も限られている。

本研究領域では、細胞そのものを部品として使うことなく、分子・材料からボトムアップに構築した分子システムを無細胞(cell-free)分子システムと名付けた。生体分子に加え、有機化合物、高分子、マイクロ・ナノデバイスを、計算科学を活用しながら組み合わせ、天然の細胞の能力を超える、あるいは天然の細胞が持たない能力を有する「超越分子システム」を組み立てる。具体的には、様々な構成要素の最適な組み合わせを探しながら分子システムを構築することで、要素間の相互作用を定量化し、分子システムを創るために新しい学理の創生を目指す。



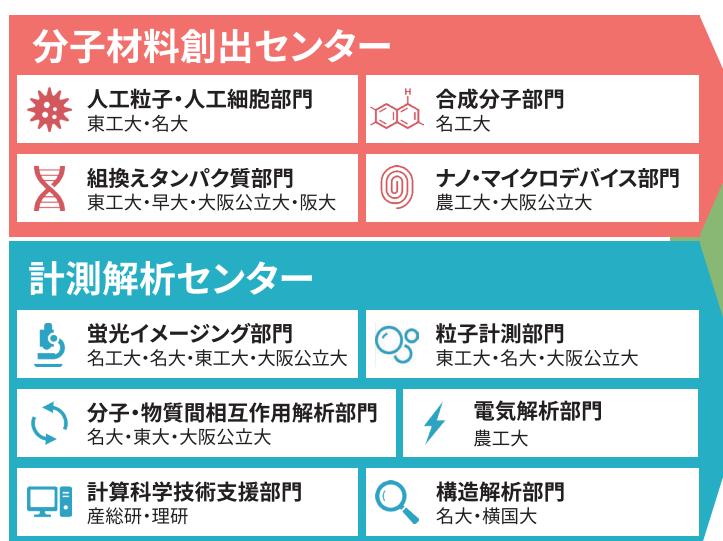
班構成

本領域では、専門性の大きく異なる研究者が集まって新しいサイエンスを創り出し、学術を変革することを目指す。



共通拠点

本領域では、超越分子システムの創出に必要な各種の材料分子や、計測・解析のための装置・技術を共有することで、領域内共同研究を促進するとともに、材料・方法の標準化と分子システム構築の迅速化をはかる。 <https://bottomup-biotech.elsi.jp/center/>



- 領域内共同研究の促進
- 材料・方法の標準化
- 分子システム構築の迅速化



A01班 (有機化学)

キーワード 人工細胞センサー、機能性人工分子、シグナル増幅、センサー

超高感度バイオマーカー・ウイルス検出を実現する 人工細胞センサーのボトムアップ構築

新型コロナウイルス感染症 (COVID-19) によるパンデミックは、人類の生活を一変し、今なおその影響は世界中に及んでいる。このパンデミックを受け、われわれ科学者に課せられた大きな課題の一つは、バイオマーカー検出技術のさらなる高度化である。ウイルス感染症のみならず、がん、神経変性疾患、糖尿病など、さまざまな感染症や疾患を早期に素早く検出することのできる技術基盤を構築することは、持続的健康社会の実現に不可欠だ。したがって、現在最も普及しているPCRや抗体・抗原反応を基盤とした診断ツールの改良に留まらず、これらとは異なる新しい化学原理を開拓し、従来にはないレベルの感度と迅速性を併せ持つ新規バイオマーカー検出技術を開発することは、学術研究と科学技術の双方の発展において重要な課題である。

本計画班では、人工合成分子、脂質、タンパク質、蛍光プローブといった異種分子材料を組み合わせ、極微量のバイオマーカーやウイルスを超高感度に検出可能な「人工細胞センサー」をボトムアップ構築することを目指す。バイオマーカーとして、加水分解酵素、酵素活性を持たないタンパク質、核酸、ウイルスなどを標的とし、それぞれのタイプの標的を検知してその情報をリポソーム内部に伝達する人工合成レセプターを創出する。さらに、リポソーム内部に伝達された標的分子の情報を数千・数万倍以上の蛍光・発光シグナルに増幅可能なリポソーム内シグナル増幅システムを確立する。これにより、血液や唾液などのサンプル中の極微量バイオマーカー・ウイルスを短時間で超高感度に検出可能な人工細胞センサーを構築し、革新的な次世代デジタル診断技術や体内 (ex vivo/in vivo) 感染診断技術へ展開する。

本A01班は、有機化学・超分子化学・ケミカルバイオロジーを専門とする築地（代表）と、タンパク質工学・蛍光発光プローブ・イメージングを専門とする寺井（分担）からなるチーム編成となっている。

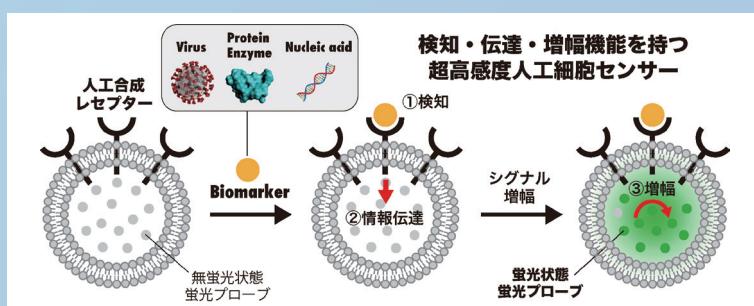


築地 真也
名古屋工業大学・教授

2001年に九州大学で博士(工学)を取得後、米国ニューヨーク州立大学バッファロー校、東京大学、京都大学を経て、2010年に長岡技術科学大学にて独立。その後、2015年から名古屋工業大学教授。



寺井 健太
京都大学・准教授



検知・伝達・増幅機能を持つ超高感度人工細胞センサーの概念図。本研究では、検知・伝達・増幅機能を持つ超越分子・人工細胞システムをボトムアップ構築するために必要な学理(分子設計、化学原理、最適化戦略)を追求し、社会実装に資する「超高感度人工細胞センサー」を構築することを目指す。

関連文献

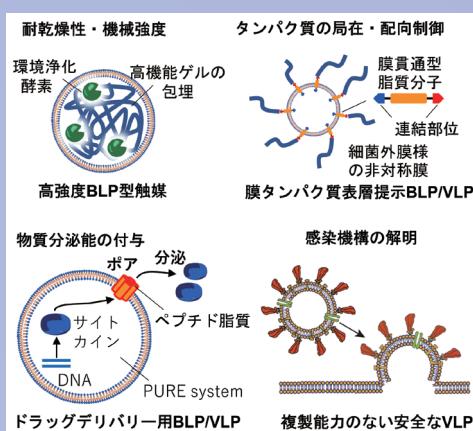
- A chemogenetic platform for controlling plasma membrane signaling and synthetic signal oscillation, Sachio Suzuki, Akinobu Nakamura, Yuka Hatano, Masaru Yoshikawa, Tatsuyuki Yoshii, Shunsuke Sawada, Kyoko Atsuta-Tsunoda, Kazuhiro Aoki, Shinya Tsukiji*, *Cell Chemical Biology*, in press
- Chemo-optogenetic protein translocation system using a photoactivatable self-localizing ligand, Tatsuyuki Yoshii, Choji Oki, Rei Watahiki, Akinobu Nakamura, Kai Tahara, Keiko Kuwata, Toshiaki Furuta, Shinya Tsukiji*, *ACS Chemical Biology*, 16, 1557 (2021)
- Synthetic protein condensates that inducibly recruit and release protein activity in living cells, Masaru Yoshikawa, Tatsuyuki Yoshii, Masahiro Ikuta, Shinya Tsukiji*, *Journal of the American Chemical Society*, 143, 6434 (2021)

完全再構成型ウイルス・細菌様粒子のボトムアップ構築

ウイルスも細菌細胞も、自然が創り出した精巧な分子システムである。本研究では、ウイルス様粒子(VLP)と細菌様粒子(BLP)を、バイオ分子と人工材料から計算科学も駆使しながらボトムアップ構築する。相互作用を生み出す分子の時空間的配置を制御して分子システムを構築する方法論を示す。ナノ空間とミクロ空間比較により、スケールをまたいで構造の複雑化と秩序形成が起こる機構を解明、制御し、超越分子システムを構築する学理を導く。

本研究では、申請者が独自に開発したBLP作製技術を発展させ、感染機構解明、創薬、環境浄化に資するBLPとVLPをボトムアップ構築することを目的とする。空気浄化に利用可能な環境耐性に優れた固定化BLP型触媒、ドラッグデリバリーシステムに資するVLP等、調べる・守るという出口を見据えた実用的な超越分子システムを創製する。また、粒径、成分組成、分子配向、組立順位、流動性等の構築因子の組合せ探索により、相互作用を生み出す分子の時空間的配置を制御して分子システムを構築する方法論を示すとともに、本研究の目的である。VLP(ナノ空間)とBLP(ミクロ空間)の比較により、スケールをまたいで構造の複雑化と秩序形成が起こる機構を解明し、それらを制御する方法論を打ち立てる。

まず、リポソームの内側にタンパク質分子を配向結合させたBLPとVLPを作製するための方法論を検討する。研究代表者らは、リポソームの外側にタンパク質を配向結合させたBLPの作製法を確立しているので、これと合わせれば、リポソームの内側と外側に異なるタンパク質を別々に配向結合させることできるようになる。これによりBLPは、膜タンパク質が高度に配向されて局在化した脂質二重膜表層を有する本物の細菌細胞に近くともに、全細胞様粒子触媒などの創製の足掛かりを築く。また、分子動力学計算によりVLP形成の安定性についてシミュレーションする。



環境技術・創薬に資する高機能ウイルス様粒子(VLP)および細菌様粒子(BLP)のボトムアップ構築。空気浄化に利用可能な耐乾燥性と物理的強度に優れた高強度BLP型触媒、タンパク質の局在と配向を制御した膜タンパク質表層提示BLP/VLP、物質分泌能を付与したDDS用BLP/VLP、感染機構の解明に資する安全なVLP等の創出を目指す。

関連文献

- Bottom-up creation of an artificial cell covered with the adhesive bacterionanofiber protein AtaA, Kosaku Noba, Masahito Ishikawa, Atsuko Uyeda, Takayoshi Watanabe, Takahiro Hohsaka, Shogo Yoshimoto, Tomoaki Matsuura, Katsutoshi Hori, *J. Am. Chem. Soc.*, 141, 19058-19066 (2019)
- Gas-phase bioproduction of a high-value-added monoterpenoid (E)-geranic acid by metabolically engineered *Acinetobacter* sp. Tol 5, Atsushi. Usami, Masahito Ishikawa, Katsutoshi Hori, *Green Chem.*, 22, 1258-1268 (2020)
- On-fiber display of a functional peptide at sites distant from the cell surface using a long bacterionanofiber of a trimeric autotransporter adhesin, Hajime Nakatani, Junichi Kanai, Katsutoshi Hori, *Biotechnol. Bioeng.*, 116, 239-249 (2018)

研究
代表者

堀 克敏
名古屋大学大学院・教授

1995 東工大院博士課程修了. 博士(工学). 1994 ~ 1997 民間企業勤務. 1998 東工大生命理工学部助手. 2004 名工大工学部助教授. 2011 ~ 現在名古屋大院工学研究科教授. 2017 (株)フレンドマイクロープ起業(現取締役会長)

研究
分担者

若林 里衣
九州大学大学院
工学研究院・助教

研究
分担者

浦野 諒
岡山大学・特任助教

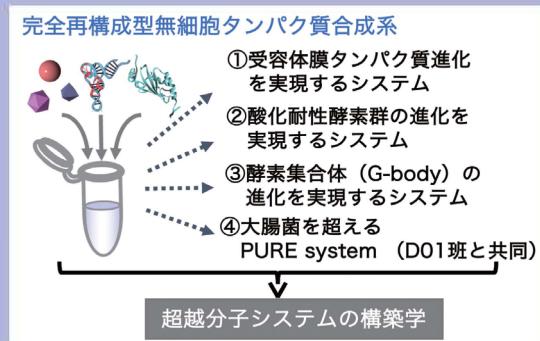
B02班（合成生物学） キーワード 進化分子工学、無細胞タンパク質合成系、相互作用解析

天然では起こり得ない進化を実現する 無細胞分子システムのボトムアップ構築

B02班では、自然界では起こりえない(*)進化を実験室で実現する無細胞分子システムをボトムアップに構築する。次に、そのシステムを用いて社会実装に資するバイオ分子を創り出す事を目指す。具体的には、以下の課題に取り組む。

- 膜タンパク質の実験室進化を可能とする分子システムを構築し、創薬研究等に資する膜タンパク質変異体を導出する。具体的には、無細胞タンパク質合成系を用いて 10^{12} 種類以上の膜タンパク質（ポア形成タンパク質、受容体、イオンチャネル）変異体の機能をハイスループットにスクリーニングできる系を構築する。これにより、安定化膜タンパク質やケモジェネティックに資する膜タンパク質変異体を創り出す（松浦）。
- 人工コドン表を持つ無細胞タンパク質合成系を用いて実験室進化を可能とする分子システムを構築し、バイオセンサーに実装できる酸化耐性酵素を導出する。具体的には、まず、タンパク質の酸化ターゲットになる Met, Cys を導入できない無細胞タンパク質合成系を創る。次に、この 2 アミノ酸が存在しないかつ、活性が野生型と同程度あるいはそれ以上の酵素を無細胞タンパク質合成系を用いた進化分子工学的手法により創り出す（木賀・松浦）。
- 無細胞タンパク質合成系を用いた人工酵素集合体の酵素活性の実験室進化を可能とする分子システムを構築し、産業上重要なキラル化合物の高効率生産系を導出する。具体的には、無細胞タンパク質合成系を用い、酵素集合体を形成する G-body tag 配列のうち酵素集合体の酵素活性が最も活性が高い組み合わせを探索する手法を確立する。その後、それらの配列の組み合わせが他の酵素反応でも普遍的に使用できるかを検討する。（三浦・松浦）
- その他にも、A01, B01, D01 班と共同で新たな無細胞分子システムの構築も行う。

(*) そもそも実験室での進化は、全て自然界で起こりえないため、研究課題に冗長性があるとご批判を受けると思ったので、少し解説したい。ここで言う「自然界で起こりえない」というのは、「細胞を使ってはできない、あるいは困難である」という意味である。



B02班の研究の概略図：完全再構成型無細胞タンパク質合成系を材料として用いて新しい進化分子工学的手法（無細胞分子システム）を創り出し、そのシステムを用いて社会実装に資する分子を創り出す。その過程において様々な配列、変異、材料の組み合わせ探索（最適解の探索）を行い、無細胞分子システム構築に関する指針を明らかにする。



松浦 友亮
東京工業大学
地球生命研究所・教授

大阪大学大学院工学研究科で学位を取得。チューリッヒ大学博士研究員、大阪大学助手、助教、准教授等を経て、2020年9月から東京工業大学地球生命研究所の教授



三浦 夏子
大阪公立大学・助教



木賀 大介
早稲田大学・教授

関連文献

- Fujii, S., Matsuura, T., Sunami, T., Kazuta, Y., and Yomo, T. (2013) In vitro evolution of alpha-hemolysin using a liposome display, *Proc Natl Acad Sci U S A* **110**, 16796-16801.
- Imada, T., Moriya, K., Uchiyama, M., Inukai, N., Hitotsuyanagi, M., Masuda, A., Suzuki, T., Ayukawa, S., Tagawa, Y. I., Dohmae, N., Kohara, M., Yamamura, M., and Kiga, D. (2018) A Highly Bioactive Lys-Deficient IFN Leads to a Site-Specific Di-PEGylated IFN with Equivalent Bioactivity to That of Unmodified IFN-alpha2b, *ACS Synth Biol* **7**, 2537-2546.
- Miura, N., Shinohara, M., Tatsukami, Y., Sato, Y., Morisaka, H., Kuroda, K., and Ueda, M. (2013) Spatial reorganization of *Saccharomyces cerevisiae* enolase to alter carbon metabolism under hypoxia, *Eukaryot Cell* **12**, 1106-1119.

De novo 細胞膜分子システムのボトムアップ構築

近年の *de novo* 生体分子設計技術の急速な発展により、我々は数多くの人工的に設計(*de novo* 設計)された分子に触れることが可能となった。このような天然には存在しない分子を細胞機能に必要な部品であるタンパク質や脂質と Intelligent に組み合わせて、全く新しい細胞膜分子システムの構築に挑戦するチャンスが訪れている。

本計画研究項目では、ナノサイズの孔を持つナノポア分子、または物質輸送機能を持つ膜輸送体分子を埋め込み、脂質膜やステロールなどの複数の分子種を含めてシステム化した *de novo* 細胞膜分子システムをボトムアップに構築することを目指す。そのために、1. タンパク質・ペプチドの一次構造を最適化し、2. 合成高分子・両親媒性分子によって、または天然にはない脂質やステロールの組み合わせで構築された *de novo* 細胞膜を反応場とするとともに、3. 無細胞発現系と進化工学的組み合わせた方法によって創生されたペプチドの脂質膜中での構造形成と機能化を図り、4. マイクロ微細加工技術と電気化学計測を駆使した脂質二分子膜による電気生理的評価を行うことで、天然にはない新しい細胞膜システムでの物質輸送機能の向上の実現を目指す。また、マイクロ流体デバイスを用いて、このような細胞膜分子システムを大量に生産する技術に取り組むとともに、リン脂質膜系に埋め込まれたナノポア分子などの構造・相互作用について固体NMR分光法を用いて解析を行う。このような研究により、*de novo* 細胞膜システムに含まれる分子において具体的にどのような相互作用が鍵となって、機能向上に結びついているのかを理解し、独創的な分子システムの構築を実現する。また、このような研究を基盤として、機能性人工分子、無細胞合成、生物工学、進化工学などを専門とする A01, B01, B02, D01 班との共同研究により新たな超越分子システムの構築も行い、新規なタンパク質同定法、細胞サイズで仕事を行う分子ロボットの開発を行うことで実社会に資する技術を構築する。

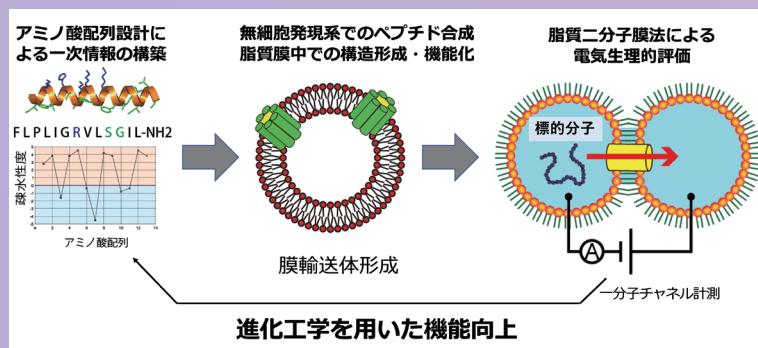


川野 竜司
東京農工大・教授

2005年横浜国立大学にて博士の学位を取得。米国ユタ大学で海外学振研究員、神奈川科学技術アカデミー研究員を経て、2014年東京農工大学でテニュアトラック准教授となる。2020年から同大学にて教授。



川村 出
横浜国大・准教授



関連文献

1. De novo design of a nanopore for single-molecule detection that incorporates a β -hairpin peptide, Keisuke Shimizu, Batsaikhan Mijiddorj, Masataka Usami, Ikuro Mizoguchi, Shuhei Yoshida, Shiori Akayama, Yoshio Hamada, Akifumi Ohyama, Kenji Usui, Izuru Kawamura, Ryuji Kawano, *Nat. Nanotech.*, 17, 67-75 (2022)
2. Nanopore decoding for a Hamiltonian path problem, Sotaro Takiguchi and Ryuji Kawano, *Nanoscale*, 13, 6192-6200 (2021)
3. Structure of a retinal chromophore of dark-adapted middle rhodopsin as studied by solid-state nuclear magnetic resonance spectroscopy, Izuru Kawamura, Hayato Seki, Seiya Tajima, Yoshiiteru Makino, Arisu Shigeta, Takashi Okitsu, Akimori Wada, Akira Naito, Yuki Sudo, *Biophys. Physicobiol.* 18, 177-185 (2021)

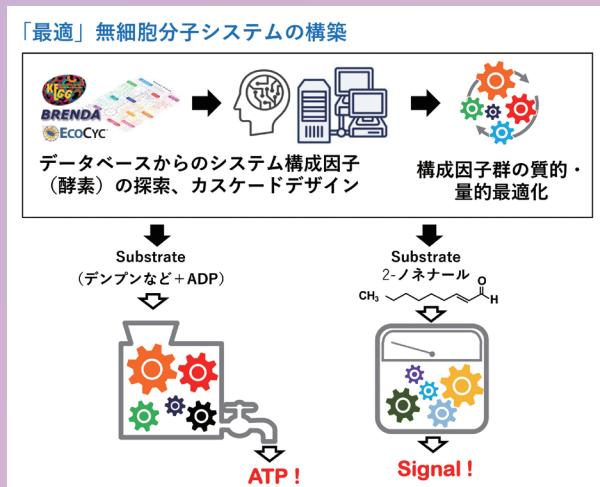
D01班（統計科学）

キーワード システム最適化、統計的因果推論、ノネナール検出、ATP合成システム

計算科学に基づく「最適」無細胞分子システムの ボトムアップ構築

天然の生体システムの機能を凌駕する新たな分子システム（超越分子システム）を構築するためには、触媒活性や安定性などに優れた優良な分子材料を獲得することはもちろん、これらを合理的に組み合わせ、システムとしての機能を最適化することが重要である。D01班では、実験科学と計算科学を融合し、分子システム構築のパフォーマンスを最適化させるための基盤技術を開発する。特に超越分子システム構築に必要な①システムを構成する分子材料の選定、②システム最適化設計、③設計されたシステムの物理的構築、という3段階の技術基盤を完成させることを目標としている。この目標を達成するため本班は、計算科学を専門とする研究者（油谷、白井）と、分子生物学実験の専門家（本田）からなるチーム編成となっている。

具体的にはまず、各種の生物反応データベースを情報ソースとし、超越分子システムの構築に資する酵素の選抜と変異体の構築を行うためのアルゴリズムを開発する。次いで、選抜された酵素などの分子材料をランダムな量比で組み合わせたシステムを準備し、そのシステムからの出力データ（有用物質の生産速度など）からのシステムの数理モデル化技術を開発し、当該システムの質的・量的最適化法の開発に取り組む。本研究計画班内で独自に構築する分子システム（図）に加え、他班で構築される種々のシステムも題材として積極的に取り扱い、様々な分子システムの最適化（超越分子システム化）に広く適用可能な実験化学と計算科学の融合アプローチ手法の確立を目指す。他の計画班との共同研究として、B01班やB02班などとの連携による無細胞翻訳システムの高速化や自己会合ペプチドを用いた酵素分子群の集積と反応効率の向上に取り組むほか、公募班で構築されるシステムの最適化にも取り組んでいく。



D01班で構築・最適化に取り組む分子システム。（左）十数種類の耐熱性酵素からなる人工解糖系を細胞外で構築し、酵素による有用物質生産で必要となるATPの再生モジュールとして利用する。（右）加齢臭の原因物質として知られるノネナールに特異的に作用する酵素を探索・育種し、においセンサーとして利用する。



油谷 幸代
産業技術総合研究所
生命工学領域・副ラボ長

九州大学で博士（農学）取得後、東京大学医科学研究所で科学技術振興特任教員として勤務。その後、産業技術総合研究所にて研究員、主任研究員、研究チーム長、副ラボ長を経て、現在、生命工学領域研究企画室長。



白井 智量
理化学研究所・上級研究員



本田 孝祐
大阪大学・教授

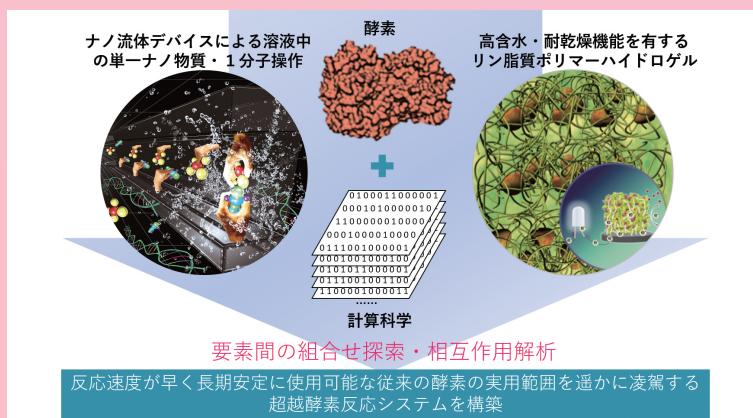
関連文献

- Multivariate statistical monitoring system for microbial population dynamics, Koji Ishiya, Sachiyu Aburatani*, *Phys. Biol.* 19, 016003 (2022)
- Direct 1,3-butadiene biosynthesis in *Escherichia coli* via a tailored ferulic acid decarboxylase mutant, Yutaro Mori, Shuhei Noda, Tomokazu Shirai*, Akihiko Kondo, *Nat. Commun.*, 12, 2195. (2021)
- In vitro production of coenzyme A using thermophilic enzymes, Gladwin Suryatin Alim, Tomoka Iwatani, Kenji Okano, Shigeru Kitani, Kohsuke Honda*, *Appl. Environ. Microbiol.* 87(14), e0054121 (2021)

ナノ流体デバイスで創るナノゲルファイバー 酵素分子システムのボトムアップ構築

酵素は、医薬品をはじめとする化合物合成、バイオセンサーなどの健康・医療、環境、食品といった様々な分野で用いられている。近年は環境やエネルギー問題への関心が高く、酵素を利用して植物資源からバイオエタノールや、生分解性バイオプラスチックの合成、さらにはバイオ燃料電池などエネルギー材料への利用など、利用価値がますます高まっている。酵素をこれらの工業製品として実用化する際のボトルネックは、安定性に乏しく利用時間が限られることである。例えば温度が高くなると立体構造が崩れ、活性を失う（失活）、さらに多くの場合、水環境中でしか機能を発現しない。従って、反応速度が早く長期安定に使用可能な従来の酵素の実用範囲を超越する酵素反応システムの構築が課題になっている。E01班では、代表者（許）が独自に開発したナノ流体デバイスによる溶液中の単一ナノ物質・1分子操作技術を用い、分担者（高井）が開発した高含水・耐乾燥機能を有するリン脂質ポリマーハイドロゲルと融合させ、さらに計算科学を駆使してこの課題に挑む。

具体的に、ナノ流体デバイスのナノ空間で、生体適合性をもつ人工材料のポリマーハイドロゲルとバイオ分子の酵素の相互作用を、様々なパラメーターを組み合わせて解析する。さらにD01班と共同で計算科学を駆使し酵素活性を最大限に活かせるナノ空間を探索する。さらに気相中など従来の酵素の実用範囲を遥かに凌駕する分子システムをボトムアップ構築する。これにより、ナノスケールでの最適な酵素活用法を見出し、環境浄化・クリーンエネルギーに貢献する超越分子システムを創製するプロセスの学理を見出す。加えて、A01班、B01班、B02班との共同研究により、超越バイオセンサを開発し、人類・地球を守る超越分子システムの実現を目指す。



溶液中の単一ナノ物質・1分子操作を可能とするナノ流体デバイスのナノ空間で、高含水・耐乾燥機能を有するリン脂質ハイドロゲルと酵素の相互作用を探索する。計算科学を駆使しナノスケールでの酵素活用法を見出し、超越分子システムを創製するプロセスの学理を構築する。これにより、従来の酵素の実用範囲を遥かに凌駕する超越酵素反応システムが実現する。

関連文献

- Fabrication of nanoscale gas-liquid interfaces in hydrophilic/hydrophobic nanopatterned nanofluidic channels, Hiroto Kawagishi, Shuichi Kawamata, Yan Xu, *Nano Letters*, 21, 10555–10561 (2021)
- Nanofluidics: a New Arena for Materials Science, Yan Xu, *Advanced Materials*, 30, 1702419 (2018).
- A modifiable, spontaneously formed polymer gel with zwitterionic and N-hydroxysuccinimide moieties for an enzymatic biofuel cell, Yixuan Huang, Tsukuru Masuda, and Madoka Takai, *ACS Appl. Polym. Mater.* 3, 631–639 (2021)



許 岩
大阪公立大学・准教授
2007年9月に東大院博士課程修了、博士（工学）取得後、東大にてJSPS外国人特別研究員、特任研究員を経て、2011大阪府大テニュア・トラック講師、2016同大学准教授に。2018-2021 JSTさきがけ研究者を兼任。2022～現在大学名称変更より大阪公立大准教授



高井 まどか
東京大学・教授

令和3年度9月にスタートした学術変革領域研究(A)「超越分子システム」領域に令和4年度7月から24名の公募班研究代表者に参画いただけたことになった。結果的に、かなり多様な専門性を持つ研究者が採択され、領域の活性化が大いに期待される。理論の研究者と女性研究者が少なかった点が残念な点であるが、シニアと若手研究者がバランス良く参画いただけたと考えている。

通常の科研費の基盤研究等と異なり、学術変革領域研究(A)では、班員同士が協力して新たな学問領域を創り出すあるいは、学術を変革することを目指す。そのため、公募班研究代表者(計画班研究者はもちろんのこと)には、これまでの研究の延長に留まることなく、この領域に加わらなければ出会えなかつた研究者と、今までにない新しいサイエンスについて議論し、新たな共同研究に繋げていただきたい。総括班は、そのような新しい繋がりが作れるようにサポートしていきたい。皆様には、是非、オンラインツール等を使って積極的にコミュニケーションを図り研究を思う存分楽しんでいただけたら幸いである。Let's enjoy science!



菊川 峰志
北海道大学・准教授

光エネルギーで駆動される物質回収・放出カプセルのボトムアップ構築



西山 賢一
岩手大学・教授

社会実装を目指した汎用的セル・フリー膜タンパク質合成システムの開発



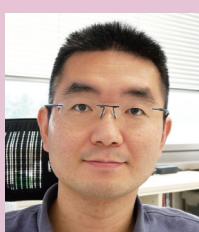
内田 康雄
東北大学・講師

高分子医薬の脳へのデリバリーの突破口を拓く脳型ナノ粒子のボトムアップ構築



佐藤 佑介
九州工業大学・准教授

疎水分子の自在配置を可能にする新規技術基盤の創出



濱田 省吾
東北大学・特任講師

進化により探索するハイブリッド材料創製システムの構築



阿部 博弥
東北大学・助教

電子伝達可能な無細胞分子システムの合成およびエネルギー移動制御



市橋 伯一
東京大学・教授

人工細胞システムを用いた核酸医薬合成に資するポリメラーゼの人為進化



姫岡 優介
東京大学・助教

化学反応動力学理論を用いた頑健な反応経路設計アルゴリズムの開発



早水 裕平
東京工業大学・准教授

グラフェン・バイオセンサによる機能性タンパク質の中低分子結合能評価システムの構築



石川 聖人
長浜バイオ大学・准教授

人工細胞バイオフィルムのボトムアップ構築



出羽 毅久
名古屋工業大学・教授

光合成膜タンパク質集合体により
駆動する光エネルギー変換
人工オルガネラ



上杉 志成
京都大学・教授

人工シャペロンの創製



中田 栄司
京都大学・准教授

DNAを構造ビルディングブロックと
した酵素の集積状態の構築



加藤 俊介
大阪大学・助教

人工金属酵素の実験室進化を実現
する無細胞分子システムのボトム
アップ構築



仲本 正彦
大阪大学・助教

合成ハイドロゲルを材料基盤
としたシグナル伝達システムの構築



吉川 洋史
大阪大学・教授

光物理作用による超越分子
システムのボトムアップ構築



内島 維文
大阪大学・准教授

合成功子と生体分子によって超越
する遺伝子発現光制御システムの
構築



小林 直也
奈良先端科学技術大学院大学・助教

二次構造モチーフに着目した
デザイン戦略によるタンパク質
複合体のボトムアップ構築



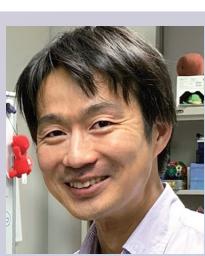
岸村 顯広
九州大学・准教授

超越分子システムとしての
機能共生型人工オルガネラ創製と
実用化に向けた機能実証



長尾 匡憲
九州大学・助教

膜タンパク質を模倣した精密合成
高分子による集積応答型膜システム
の構築



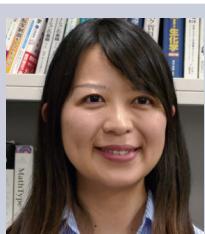
藤原 慶
慶應義塾大学・准教授

社会で実用可能な
超越分子システムとしての
人工細胞発酵法の確立



美川 務
理化学研究所・専任研究員

生命代謝の再構成による高効率な
酵素発電



新津 藍
理化学研究所・訪問研究員

無細胞分子システムを支える
汎用膜貫通ペプチドモジュールの
理論設計



小宮 健
海洋研究開発機構・研究員

RNAプロファイルをその場で自動
計測・判別する診断用分子システム
の構築

キックオフミーティング（公募説明会）の開催

2021年12月4日

東京工業大学大岡山キャンパスにおいて、領域のキックオフミーティング・公募説明会（第1回領域会議）をハイブリッド開催しました。所属の学生さんを含む計画班メンバーが初めて対面で集合し、午前中はハイブリッドで公募説明会、午後から研究代表・分担全員の研究発表を行い、改めて超越分子システムをどのように実現していくのかに関し、熱い議論を行いました。



学術変革・GIR融合セミナー（関東リージョナル）の開催

2022年6月28日

東京農工大学小金井キャンパスにおいて、学変A「ジオラマ行動学」、学変B「遅延制御」、農工大の国際共同研究グループ（GIR）と共同でセミナーを行いました。各領域からの発表に加え、ジョンズ・ホプキンス大学の井上尊生先生にご講演いただきました。



関西リージョナルセミナーの開催

2022年7月8日

大阪公立大学中百舌鳥キャンパスにおいて、関西地方の研究グループが集まりセミナーを行いました。セミナーには、計画班のメンバーのほか、新たに採択された公募班の研究者らも参加いたしました。計画班グループの代表者・学生からの研究発表に対し、様々な視点から活発な議論が行われました。



論文

2021.10.14

E01班 許グループ

Hiroto Kawagishi, Shuichi Kawamata, Yan Xu, Fabrication of nanoscale gas-liquid interfaces in hydrophilic/hydrophobic nanopatterned nanofluidic channels, *Nano Lett.*, 2021, 21, 10555–10561.

プレスリリース：ナノスケールで物質の濃縮効果を発見—一ナノ流体デバイスによる超微小気液界面の作製と効果—, 大阪府立大学・JST メディア報道 : 日刊工業新聞, EurekAlert!, Asia Research News, Phys.org, Nanowerk, chemeuropew.com, SCIENMAG, True Viral News, Mirage News

掲載号 (2021年11月24号) の表紙に採択

2021.10.19

A01班 寺井グループ

Shunao Lin, Daiki Hirayama, Gembu Maryu, Kimiya Matsuda, Naoya Hino, Eriko Deguchi, Kazuhiro Aoki, Ryo Iwamoto, Kenta Terai, Michiyuki Matsuda, Redundant roles of EGFR ligands in the ERK activation waves during collective cell migration, *Life Sci. Alliance*, 2021, 5, e202101206.

2021.10.27

A01班 築地グループ

Viewpoint

Masaru Yoshikawa, Shinya Tsukiji, Modularly built synthetic membraneless organelles enabling targeted protein sequestration and release, *Biochemistry*, 2021, 60, 3273–3276.

2021.11.03

E01班 高井グループ

Tingbi Zhao, Tsukuru Masuda, Madoka Takai, pH-responsive water-soluble polymer carriers for cell-selective metabolic sialylation labeling, *Anal. Chem.*, 2021, 93, 15420–15429.

2021.11.06

A01班 築地・寺井グループ

Taisei Tanaka, Yoshinobu Konishi, Hiroshi Ichise, Shinya Tsukiji, Michiyuki Matsuda, Kentu Terai, A Dual Promoter System to Monitor IFN-γ Signaling in vivo at Single-cell Resolution, *Cell Struct. Funct.*, 2021, 46, 103–111.

2021.11.14

B02班 松浦グループ

Atsuko Ueda, Sabrina Galíñanes Reyes, Takashi Kanamori, Tomoaki Matsura, Identification of conditions for efficient cell-sized liposome preparation using commercially available reconstituted in vitro transcription-translation system, *J. Biosci. Bioeng.*, 2022, 133, 181–186.

2021.11.22

C01班 川野・村川グループ

Keisuke Shimizu, Batsaikhan Mijiddorj, Masataka Usami, Ikuro Mizoguchi, Shuhei Yoshida, Shiori Akayama, Yoshiro Hamada, Akitumi Ohyama, Kenji Usui, Izuru Kawamura, Ryuuji Kawano, Do new design of a nanopore for single molecule detection that incorporates a β-hairpin peptide, *Nature Nanotechnol.*, 2022, 17, 67–75.

2021.11.24

E01班 許グループ

Jinbin Yang, Yan Xu, Nanofluidics for sub-single cellular studies: Nascent progress, critical technologies, and future perspectives, *Chin. Chem. Lett.*, 2022, 33, 2799–2806.

2021.12.29

C01班 川村グループ

Hitsako Sato, Sumio Aisawa, Honoka Ida, Masaru Shimizu, Keisuke Watanabe, Jun Koshobu, Jun Yoshida, Izuru Kawamura, Two-dimensional imaging of a model pharmaceutical dosage tablet using a scanning vibrational circular dichroism system, *Chem. Lett.*, 2022, 51, 205–207.

2022.01.05

B01班 堀グループ

Review

Katsutoshi Hori, Shogo Yoshimoto, Tomoko Yoshino, Tamotsu Zako, Gen Hirao, Satoshi Fujita, Chikashi Nakamura, Ayana Yamagishi, Noriko Kamiya, Recent advances in research on biointerfaces: From cell surfaces to artificial interfaces, *J. Biosci. Bioeng.*, 2022, 133, 195.

2022.01.10

E01班 高井グループ

Zahra Afzali, Taishi Matsushita, Akinori Kogure, Tsukuru Masuda, Tomoyuki Azuma, Keiichiro Kushiro, Toshihiro Kasama, Ryo Miyake, Madoka Takai, Cell adhesion and migration on thickness gradient bilayer polymer brush surfaces: effects of properties of polymeric materials of the underlayer, *ACS Appl. Mater. Interfaces*, 2022, 14, 2605–2617.

2022.01.10

C01班 川村グループ

Eliška Procházková, Juraj Filo, Lucie Mužíková Čechová, Martin Dračinský, Ivana Cisárová, Zlatko Janeba, Izuru Kawamura, Akira Naito, Peter Nádaždy, Peter Šiffalovič, Marek Cigáň, Photoswitching of 5-phenylazopyrimidines in crystalline powders and thin films, *Dyes Pigm.*, 2022, 199, 110066.

2022.01.14

E01班 高井グループ

Review

Tsukuru Masuda, Madoka Takai, Design of biointerfaces composed of soft materials using controlled radical polymerization, *J. Mater. Chem. B*, 2022, 10, 1473–1485.

掲載号 (2022年10月10号) の表紙に採択

2022.01.14

B02班 松浦グループ

Nouran Ghannem, Natsuki Kanagami, Takashi Matsui, Kein Takeda, Jun Kaneko, Yasuyuki Shiraishi, Christian A. Choe, Tomomichi Uchikubo-Kamo, Mikako Shirouzu, Tsubasa Hashimoto, Tomohisa Ogawa, Tomoaki Matsuura, Po-Ssu Huang, Takeshi Yokoyama, Yoshikazu Tanaka, Chimeric mutants of staphylococcal hemolysin, which act as both one-component and two-component hemolysins, created by grafting the stem domain, *FEBS J.*, 2022, 289, 3505–3520.

2022.01.17

E01班 許グループ

Sumire Fukuda, Yan Xu, A biomimetic anti-biofouling coating in nanofluidic channels, *J. Mater. Chem. B*, 2022, 10, 2481–2489. Journal of Materials Chemistry B HOT Papersに選出された

2022.01.21

B02班 三浦グループ

Review

Natsuko Miura, Condensate Formation by Metabolic Enzymes in *Saccharomyces cerevisiae*, *Microorganisms*, 2022, 10, 232.

2022.01.27

E01班 許グループ

Review

Sasikarn Seetasang, Yan Xu, Recent progress and perspectives in applications of 2-methacryloyloxyethyl phosphorylcholine polymers in biodevices at small scales, *J. Mater. Chem. B*, 2022, 10, 2323–2337.

2022.02.03

A01班 築地・寺井グループ

Hiroshi Ichise, Shoko Tsukamoto, Tsuyoshi Hirashima, Yoshinobu Konishi, Choji Oki, Shinya Tsukiji, Satoshi Iwano, Atsushi Miyawaki, Kentu Sumiyama, Kentu Terai, Michiyuki Matsuda, Functional visualization of NK cell-mediated killing of metastatic single tumor cells, *eLife*, 2022, 11, e76269.

2022.02.21

B02班 松浦グループ

Review

Hiroki Nakai, Kinuko Isshiki, Masato Hattori, Hiromasa Maehira, Tatsumi Yamaguchi, Keizo Masuda, Yoshihiro Shimizu, Takayoshi Watanabe, Takahiro Hohsaka, Wataru Shiihoya, Osamu Nureki, Yasuhiko Kato, Hajime Watanabe, and Tomoaki Matsuura, Cell-free synthesis of human endothelin receptors and its application to ribosome display, *Anal. Chem.*, 2022, 94, 3831–3839.

2022.02.26

E01班 高井グループ

Review

Seiichi Ohta, Kento Mitsuhashi, Arvind K. Singh Chandel, Pan Qi, Noriko Nakamura, Akiko Nakamichi, Hiromi Yoshida, Gento Yamaguchi, Yuichi Hara, Ryo Sasaki, Masaya Fumi, Madoka Takai, Taichi Ito, Silver-loaded carboxymethyl cellulose nonwoven sheet with controlled counterions for infected wound healing, *Carbohydr. Polym.*, 2022, 228, 112989.

2022.02.28

C01班 川村グループ

Review

Arisu Shigeta, Yuto Otani, Ryota Miyata, Yoshiteru Makino, Izuru Kawamura, Takashi Okitsu, Akinori Wada, Akira Naito, Photoreaction pathways of bacteriorhodopsin and its D96N mutant as revealed by in-situ photoirradiation solid-state NMR, *Membranes*, 2022, 12, 279.

2022.03.25

A01班 築地グループ

Review

Sayuri L. Higashi, Ayaka Isogami, Junko Takahashi, Aya Shibata, Koichiro M. Hirose, Kenichi G.N. Suzuki, Shunsuke Sawada, Shinya Tsukiji, Kazunori Matsuura, Masato Ikeda, Construction of a reduction-responsive DNA microsphere using a reduction-cleavable spacer based on a nitrobenzene scaffold, *Chem. Eur. J.*, 2022, 17, e202200142.

2022.04.29

E01班 高井グループ

Review

Fang-Yu Chou, Shintaro Hara, Kazuto Uchida, Youichi Matsuo, Tsukuru Masuda, Ryo Yokoi, Toshiya Ono, Masaki Anraku, Takashi Isayama, Madoka Takai, Functionalized silicone elastomer via alkaline solution to coat phosphorylcholine-based copolymer containing organosilane to improve hemocompatibility for medical devices, *Front. Mater.*, 2022, 9, 877755.

2022.04.29

C01班 川村グループ

Review

Yuzhu Araki, Hiroki Shirakata, Tetsuya Nakagawa, Takashi Ubukata, Yasushi Yokoyama, Izuru Kawamura, Fluorescent hydrogel based on self-assembling acridonylananine-phenylalanine, *Chem. Lett.*, 2022, 7, 687–689.

2022.06.01

D01班 本田グループ

Review

Gladwin Suryati Alim, Kenji Okano, Kohsuke Honda, One-step preparation of cell-free ATP regeneration module based on non-oxidative glycolysis using thermophilic enzymes, *ChemBioChem*, 2022, e202200210.

2022.06.10

A01班 築地グループ

Review

Hideyuki Nakanishi, Tatsuyuki Yoshii, Shinya Tsukiji, Hirohide Saito, A protocol to construct RNA-protein devices for photochemical translational regulation of synthetic mRNAs in mammalian cells, *STAR Protoc.*, 2022, 3, 101451.

2022.06.20

A01班 築地グループ

Review

Tatsuyuki Yoshii, Choji Oki, Shinya Tsukiji, A photoactivatable self-localizing ligand with improved photosensitivity for chemo-optogenetic control of protein localization in living cells, *Bioorg. Med. Chem. Lett.*, 2022, 72, 128865.

2022.06.26

C01班 川野グループ

Review

Nanami Takeuchi, Moe Hiratani, Ryuuji Kawano, Pattern recognition of microRNA expression in body fluids using nanopore decoding at subfemtomolar concentrations, *JACS Au*, 2022, in press.

プレスリリース：ナノボアを用いた血中がんマーカーのパターン識別に成功！—DNAコンピューティング技術による並列計算を利用—, 東京農工大学

メディア報道 : 日本経済新聞, EurekAlert!, Bioengineer.org, SCIENMAG, TECH+, GEN, ecancer, Jano.es, eBiotech, List23, tetracyclined7k, AZoLifeSciences

2022.07.13

A01班 築地グループ

Review

Sachio Suzuki, Akinobu Nakamura, Yuka Hatano, Masaru Yoshikawa, Tatsuyuki Yoshii, Shunsuke Sawada, Kyoko Atsuta-Tsunoda, Kazuhiro Aoki, Shinya Tsukiji, A chemogenetic platform for controlling plasma

membrane signaling and synthetic signal oscillation, *Cell Chem. Biol.*, 2022, in press.

日本語解説記事など

2021.10.01

C01班 川村グループ

渡辺敬祐, 清水優, 小勝食純, 吉田純, 川村出, 佐藤久子, 量子カスケードレーザーを利用した振動円偏光二色性分光光度計の開発, JASCO Report, 2021, 63(2), 43–48.

2021.10.28

B01班 若林グループ

若林里衣, 神谷典穂, 後藤雅宏, 自然組織化ペプチドを用いたバイオ機能超分子材料の創製, 酵素工学ニュース, 2022, 86, 17–24.

2022.02.22

E01班 高井グループ

高井まさか、吉野正洋, 佐藤崇裕, 動植物が電力源になる:バイオ発電技術, アグリバイオ, 2022, 6(3), 218–223.

2022.03.11

B01班 堀グループ

堀克敏, 細菌接着タンパク質と微生物固定化への利用, バイオインダストリー, 2022, 39(3), 11–18.

2022.03.22

C01班 川村グループ

金井典子, 川村出, ホップ蔓由来セルロースナノファイバーの製造, JETI, 2022, 70(4), 43–45.

2022.03.30

B02班 松浦グループ

松浦友亮, 人工細胞を創るという研究分野について, 細胞, 2022, 54(4), 176–177.

松浦領域代表が、月刊「細胞」2022年4月号の特集「要素から構築する人工細胞とその応用」を監修しました。

2022.04.22

C01班 川村グループ

川村出, 固体NMRによる膜結合ペプチドの構造解析, Peptide Newsletter Japan, 2022, 124, 8–11.

2022.05.01

E01班 許グループ

許岩, 研究室など: 大阪公立大学 大学院工学研究科化学工学分野ナノ化学会システム工学グループ(許研究室), 電気学会論文誌E, 2022, 142(5), NL5_2.

2022.05.25

B02班 三浦グループ

三浦夏子, 生体内の代謝を知る・みる・使う, 生物工学, 2022, 100(5), 240–245.

2022.07.02

E01班 許グループ

田中優仁, 許岩, 1分子FRETと2-color二次元蛍光寿命相関法による核酸のマイクロ構造変化ダイナミクスの検出, ぶんせき, 2022, 7, 261.

2022.07.05

B02班 三浦グループ

三浦夏子, 低酸素条件下で形成する代謝酵素集合体の観察, 実験医学別冊「フロントランナー直伝相分離 解析プロトコール」, 2022, 135–145.

受賞

2021.11.18

許岩, 大阪府立大学工学研究科学術奨励賞

2022.04.01

許岩, CREST 細胞外微粒子 Young Innovator Award

受賞タイトル : aifAを用いた高精度1分子観察に基づくエクソソームの不均一解明の技術基盤の構築

その他（実用化・特許など）

2022.07.14

A01班 築地グループ

タンパク質の細胞膜局在誘導試薬「SLIPT-PM」販売開始 (ナコシ株式会社)

今後の予定

第2回領域会議と超越分子若手の会を開催します。公募班を含めた初めての領域会議となります！

第2回領域会議（合宿形式）

場所：北海道ルスツリゾート

日時：2022年9月25日～27日



第1回超越分子若手の会

場所：北海道ルスツリゾート

日時：2022年9月27日～28日

学変B「SPEED」とのジョイントシンポジウム

生物物理学会@函館

学変A「分子サイバネティクス」とのジョイントシンポジウム

細胞を創る会@東京

文部科学省 科学研究費助成金
令和3年～7年度 学術変革領域研究A
生物を凌駕する無細胞分子システムのボトムアップ構築学
ニュースレター 第1号 2022年7月発行

編集人 ◆ 川野 竜司（東京農工大学）
築地 真也（名古屋工業大学）
発行人 ◆ 松浦 友亮（東京工業大学）
発行所 ◆ 学術変革領域研究A「超越分子システム」領域事務局
東京工業大学地球生命研究所 松浦研究室
〒152-8550 東京都目黒区大岡山2-12-1-I7E-322
TEL ◆ 03-5734-2165
E-MAIL ◆ bottomup_biotechadm@elsi.jp
印刷所 ◆ 株式会社トライス
<https://bottomup-biotech.elsi.jp>