



研究領域名 生物を陵駕する無細胞分子システムの  
ボトムアップ構築学

東京工業大学・地球生命研究所・教授

まつうら ともあき  
松浦 友亮

領域番号: 21A205 研究者番号: 50362653

【本研究領域の目的】

本研究領域では、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ている。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、その内から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)という視点で分子システムを構築する例も限られている。

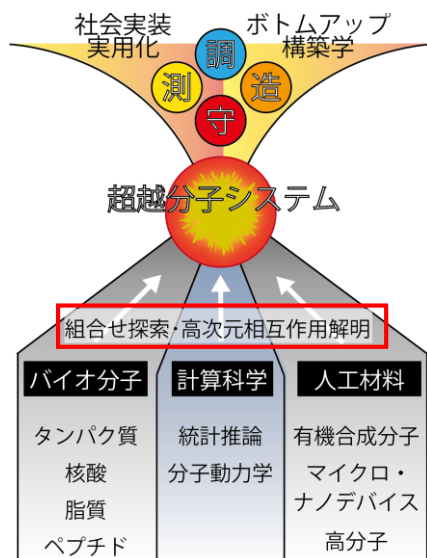


図1: 本研究の概要

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、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【図1】。具体的には、様々な構成要素の最適

な組み合わせを探索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の新しい学理の創生を目指す。

【本研究領域の内容】

目的を達成するため、以下のような応用可能・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。

- 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
  - 完全再構成型ウイルス・細菌様粒子
  - 天然で起こりえない進化を実現する無細胞分子システム
  - De novo 細胞膜分子システム
  - 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
  - 計算科学に基づく「最適」無細胞分子システム
- 加えて、これらシステムを構築する際に活用可能な数理・統計科学を解明する。

【期待される成果と意義】

本研究領域を通じて、様々な応用可能・社会実装に資する分子システムの構築が期待される。加えて、本研究領域では無細胞分子システムをボトムアップに構築する過程で、部品・材料の相互作用を定量化する。これにより新たな分子システムを構築する際に、どのような相互作用がどの程度分子システムの機能に寄与するのかが明らかになる。本研究領域で得られるこの学理は、新たな分子システムを構築する際の指針となる。

【キーワード】

無細胞生命科学・合成生物学・分子システム・ボトムアップ構築・相互作用・組合せ探索

【領域設定期間と研究経費】

令和3年度～7年度  
1,133,300 千円

【ホームページ等】

ホームページ: <https://bottomup-biotech.elsi.jp/>  
問い合わせ先: bottomup\_biotechadm@elsi.jp