

O-13 木賀 大介

早稲田大学 理工学術院 電気・情報生命工学科
e-mail: kiga@waseda.jp



1999年 東京大学大学院理学系研究科生物化学専攻単位取得退学
1999年 博士(理学) 東京大学
1999年 科学技術振興事業団 横山情報分子プロジェクト 研究員
2001年 理化学研究所 ゲノム科学総合研究センター リサーチアソシエート
2003年 東京大学 先端科学技術研究センター 科学技術振興特任研究員
2004年 東京大学 大学院総合文化研究科 助手
2005年 東京工業大学 大学院総合理工学研究科知能システム科学専攻 助教授・准教授
2016年 早稲田大学 理工学術院 電気・情報生命工学科 教授

合成生物学:

生命システムを数理モデルに基づいて設計・実装して理解する

本発表では、合成生物学の定義を、多階層からなる生命システムのある階層に注目し、その階層の要素を「部品」として組み合わせて、上位階層のシステムを構築することを研究手段とする生物工学・生物学、とする。元来、合成生物学の主眼は、大量に蓄積された生命情報を活かした数理モデルに基づいた組み合わせの構築にあった。しかし、職人芸に頼った構築になってしまうことが実際のところ多いことが、合成生物学の現状である。本発表では、改めて、合成生物学における数理モデルを組み合わせた設計について、工学的だけでなく理学的な意味を再確認する。そして、この意味から未開拓であるとみなせる生物学の伸びしろを最大限活かす研究手法として、合成生物学の本質である「設計生物学」に焦点を当てた紹介を行う。

遺伝子を組み合わせた人工遺伝子回路について、その挙動が生化学に基づく数式によって説明できると共に、遺伝子回路を組み合わせてより大規模なネットワークを構築する際の挙動も予測できるようになっている。分子生物学の黎明期に物理学者が生物学に参入して扱った研究対象が、細胞のDNA複製と発現調節の本質を持ちつつ要素数の少ないウィルスであったと同様に、合成生物学の最初のターゲットも、細胞とウィルスに共通して重要な運命決定機構について、機構内の相互作用をより単純化した genetic toggle switch となった[1]。この研究が高く評価される点が、人工遺伝子回路を構成する遺伝子の On-Off に関するパラメタ変化による細胞の挙動の変化を、数理モデルによってクリアに説明したことにある。本発表では、我々による組み合わせの例として、toggle switch と遺伝子大量発現を組み合わせる細胞を初期化した後に多様化させた例、細胞間通信に依存した遺伝子発現の活性化と toggle switch とを組み合わせることによって細胞を多様化させた例、の2つを紹介する[2-3]。

また、現在の地球生命の普遍性から外れた「ありえた生命」を、生体高分子の組み合わせによって構築する意義についても紹介したい。

[1] T. S. Gardner et al., Nature 403, 339 (2000).

[2] K. Ishimatsu et al., Acs Synth Biol 3, 638 (2014).

[3] R. Sekine et al., Proc Natl Acad Sci U S A 108, 17969 (2011).