

【新学術領域研究（研究領域提案型）】 複合領域



研究領域名 動的・多要素な生体分子ネットワークを理解するための合成生物学の基盤構築

九州大学・大学院農学研究院・教授

おかもと まさひろ
岡本 正宏

【本領域の目的】

生体分子ネットワークを「眺めて解析する生物学」から、「創って解析する・利用する生物学」を目指し、2000年頃から米国で合成生物学という研究が行われている。すでに、同定済みの相互作用する生体分子を組み合わせた人工遺伝子回路を設計して、振動やスイッチなどの特定の細胞内現象を再現させようとする試みや、別の生物由来の酵素遺伝子を複数組み合わせた人工代謝経路を設計し、その生物が本来生産できない物質を大量生産させる試みが行われている。しかし、人工遺伝子回路や人工代謝経路は小規模であり、試行錯誤で構築されているのが現状であり、合成生物学を展開するための技術基盤は未だ確立されていない。本領域では、生体分子ネットワークをより深く理解し、利用するために、①人工遺伝子回路や人工代謝経路の探索・設計を行う情報科学と、②無細胞系(in vitro)で回路・経路構築を行う工学と、③細胞内(in vivo)へ回路・経路を導入する分子生物学の技術を結集し、有機的に連携することで、世界に先駆けた合成生物学を展開するための技術基盤を構築する。領域の最大の特徴は、ドライ系(理論系)の情報科学的技術と細胞を扱う分子生物学的技術の間に、in vitroで回路・経路構築を行う工学的技術を取り入れ、3つを有機的に連携させることである。

【本領域の内容】

代謝と遺伝子発現を大規模かつ複雑に制御するには、下図のように、動的な(時間的に変化する)人工遺伝子回路設計と多要素の回路設計のための要素技術が必要となる。

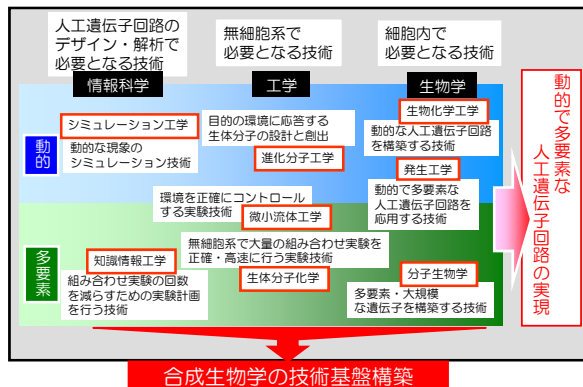


図1 合成生物学の技術基盤構築の概要

また、人工遺伝子回路のデザイン・解析のためには情報科学、無細胞系(in vitro)では工学、細胞内(in vivo)では生物学に基礎を持つ要素技術が必要であり、これらの要素技術の結集が合成生物学の基盤構築には必要である。本領域では、まず、動的で多要素な人工遺伝子回路を構築する。次に、それを利用して、万能細胞の分化誘導システムの構築、外的環境に自ら適応して物質生産を行う細胞工場の実現、生体分子ネットワークの理解への適用を試みる。その結果、合成生物学の技術基盤を構築する。計画研究および公募研究は、A01 合成生物学の分子生物学的技術基盤(実験系)、B01 合成生物学の工学的技術基盤(実験系)、C01 合成生物学の情報科学的技術基盤(理論系)の3つの研究項目からなり、これらに、合成生物学の技術基盤構築を行う総括班が加わり、全体を統括する。

【期待される成果と意義】

現在、我が国では、一つまたは少数の遺伝子改変による生体分子ネットワークの理解や物質生産の向上がなされているに過ぎない。米国においても、小規模な人工代謝経路や人工遺伝子回路が、trial and errorで試みられているだけである。本領域では、まず、これら人工代謝経路を大規模化し、人工遺伝子回路同士を組み合わせることで複雑化を行う。次に、それら二つを統合することで、代謝と遺伝子発現を大規模かつ複雑に制御することが可能となり、合成生物学発展のための技術基盤が構築される。以上より、従来の「眺めて解析する生物学」から「創って解析する・利用する生物学」へのパラダイムシフトを狙う。

【キーワード】

合成生物学、人工遺伝子回路、人工代謝経路、シミュレーション工学、知識情報工学、進化分子工学、微小流体工学、生体分子化学、生物化学工学、発生工学、分子生物学

【研究期間と研究経費】

平成23年度～27年度
880,300千円