

研究課題別事後評価結果

1. 研究課題名： DNA 配列のボトムアップ型自動設計技術の開発

2. 個人研究者名

前田 和勲（九州工業大学大学院情報工学研究院 准教授）

3. 事後評価結果

本研究では、遺伝子回路、すなわち細胞内の転写制御ネットワークによる情報処理システムを細胞に導入することで、将来的に適切な遺伝子を適切なタイミングで適切な量だけ発現させ、複雑な化合物を効率的に生産する DNA 配列のボトムアップ型自動設計技術の開発を行った。このためには、期待する生物機能を実現する遺伝子回路とそれに対応する DNA 配列を自動的に設計する計算技術の開発が不可欠である。遺伝子回路とそれに対応する DNA 配列の自動設計を実現するために、「遺伝子回路設計の自動化」、「塩基配列設計と DNA 構築プロセス設計の自動化」、「実験による検証」の 3 つの研究項目を実施した。

まず、遺伝子回路設計は混合整数最適化問題として定式化できるため、進化計算アルゴリズムのソフトウェアを開発した。さらに、整数最適化と実数値最適化に問題を分けることで、設計速度が向上し、不必要な DNA パーツを省いた最適な遺伝子回路を生成できるようになった。また、大規模言語モデルと機械学習を使い、遺伝子回路設計とシミュレーションを自動化できることを示した。次に、塩基配列設計と DNA 構築プロセスを自動化した。最後に、生物実験によって、遺伝子回路、塩基配列、DNA 構築プロセスの自動設計技術の有効性を確認した。

このように本研究では、遺伝子回路の設計から DNA 構築プロセスの設計まで自動化した。既存技術は、遺伝子回路設計あるいは塩基配列設計までしか支援していないため、DNA 構築プロセスまでカバーしている点は本研究の大きな成果である。特に、実際の生物実験において設計した遺伝子回路の検証を進めたことは評価できる。領域内共同研究も積極的に進めており、さきがけ第 2 期生の海津一成博士と増殖速度の予測及び実験自動化に関する共同研究を進め、また、さきがけ第 3 期生の山田亮祐博士とは、有用物質生産におけるデータ駆動アプローチとシミュレーション駆動アプローチの比較研究を進めている。今後のこれらの共同研究についての益々の進展にも期待したい。

領域会議における発表は当初と比べ改善が見られるが、より良いよりわかりやすい発表のためにさらなる工夫が求められる。