

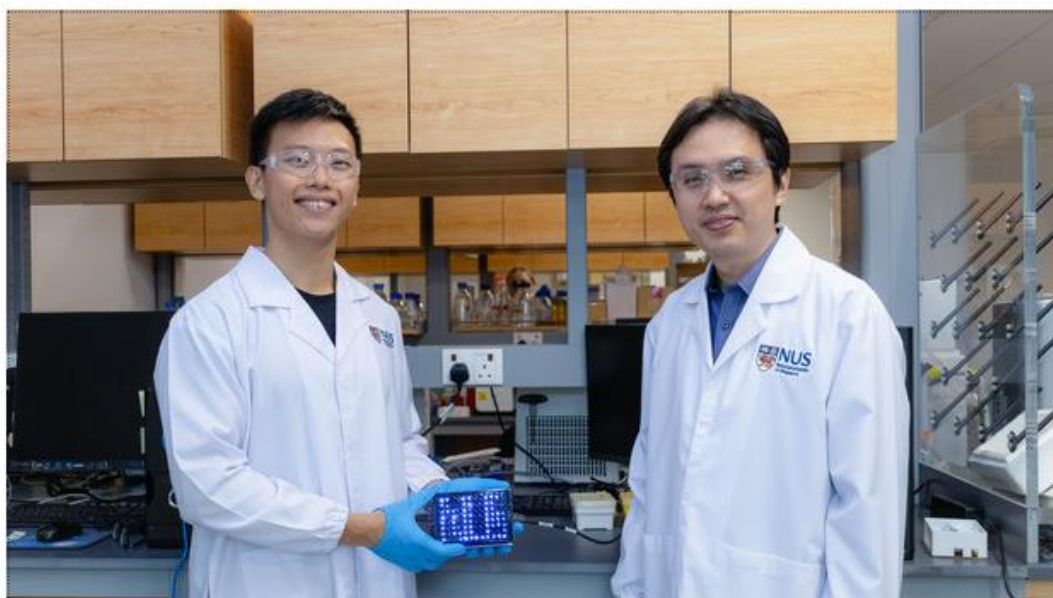
【バイオテクノロジー分野】

仮訳

超微小な記憶媒体としての DNA の可能性を探求(シンガポール)

2023 年 7 月 11 日

NUS のデザイン工学部 (CDE) が、情報ストレージの新しいパラダイムを切り開く革新的な「バイオリジカルカメラ」の開発を先駆ける



Poh Chueh Loo 准教授 (右) の率いる研究チームは、生きた細胞とその生物学的機構を通じてデータをエンコードして記憶する、革新的な「バイオリジカルカメラ」の開発を先駆ける。

世界初の「バイオリジカルカメラ」は、現在の DNA 保存方法の制約を回避し、生きた細胞とその固有の生物学的メカニズムを利用してデータをエンコードして保存する。これは、画像を直接 DNA にエンコードして保存する主要なブレイクスルーであり、デジタルカメラのような情報ストレージの新しいモデルを創出するものだ。

主任研究者である [NUS 国立大学デザイン工学部\(CDE\)](#) の Poh Chueh Loo 准教授と [NUS Synthetic Biology for Clinical and Technology Innovation \(SynCTI\)](#) が率いるチームの研究成果は、データストレージ業界を揺るがす可能性のあるもので、2023 年 7 月 3 日に [Nature Communications](#) 誌に掲載されている。

グローバルなデータ過負荷に対処するための新しいパラダイム

世界ではこれまでにない速度でデジタルデータが生成されており、データは 21 世紀の「通貨」と考えられるようになってきている。2018 年の世界のデータ量は 33 ZB(ゼタバイト)と推定され、2025 年までに 175 ZB に達すると予測されている。このため、従来のデータストレージの枠を超えた、リソース集約型のデータセンターによる環境への影響に対処できるストレージの代替手段が模索されている。

画像や動画などの情報の保存に DNA を使用するというアイデアが注目を集めたのは、最近のことだ。これは、DNA の卓越したストレージ容量、安定性と長きにわたる情報の記憶媒体としての適合性によるものである。

「私たちは、現在データ過負荷の危機に直面しています。地球上のあらゆる生物の重要な生体材料である DNA には、様々な生命機能を担う一連のタンパク質をエンコードする遺伝情報が保存されています。1g の DNA には 215,000TB(テラバイト)を超えるデータ量を保持することが可能で、これは 4,500 万枚の DVD に保存されるデータ量に相当します」と Poh 准教授は説明する。

「また、DNA は現代の分子生物学ツールで簡単に操作でき、室温下で多様な形態で保存でき、何世紀にもわたり存続できる耐久性があります」と Poh 准教授と共に研究活動に従事する大学院生の Lim Cheng Kai 氏は説明する。

DNA ストレージのこれらのような大きな可能性にもかかわらず、現在の研究では細胞外での DNA 鎖の合成が注視されている。この合成プロセスは高価で、複雑な機器に依存しており、エラーも発生しやすい。

この障壁を克服するために、Poh 准教授とその研究チームは、「データバンク」として機能する DNA を豊富に含む生きた細胞に着目した。生きた細胞の利用により、外部での遺伝物質合成の必要性を回避することができる。

研究チームは、真の独創性と巧みなエンジニアリングを通じ、様々な生物学的技術とデジタル技術を融合させ、生物学的構成要素を利用してデジタルカメラの機能を模倣する新しいシステムの「BacCam」を開発した。

「細胞内の DNA を未現像のフィルムと想像してください。オプトジェネティクス(光遺伝学)、つまりカメラのシャッター機構のような、光で細胞の活動を制御する技術

を使い、その DNA “フィルム” に光の信号を刷り込むことで “画像” を撮影することに成功しました」と Poh 准教授は説明する。

次に、写真のラベリングに類似したバーコード技術を用い、撮影した画像に独特な識別用のマークを付けた。そして、保存されたこれらの画像を機械学習アルゴリズムにより整理、分類、再構築した。この新技術は、デジタルカメラによるデータ収集、保存、検索プロセスを再現する「バイオロジカルカメラ」である。

本研究では、様々な色の光を使って複数の画像を同時に捕獲して記憶する、このバイオカメラの機能を提示した。特に重要なのは、初期の DNA データストレージに比べると、今回開発した革新的なシステムは再生産と規模の拡大が容易なことである。



Poh Chueh Loo 准教授 (右)と協力して DNA に直接画像を取り込んで記憶させる新しいシステムを開発した大学院生の Lim Cheng Kai (左)。

「DNA データストレージの限界が押し広げられる中で、バイオとデジタルの両システム間のインターフェースの橋渡しへの関心が高まっています」と Poh 准教授は言う。

「私たちが開発した新技術は、バイオシステムとデジタルデバイスの統合における主要なマイルストーンです。DNA と光遺伝学的回路の力を利用して、費用対効果が高く効率的なアプローチを DNA データストレージに提供する “生きたデジタルカメラ” を初めて開発したのです。本研究では、DNA データストレージのさらなる応用を探索

するだけでなく、既存のデータキャプチャ技術の生物学的枠組みへの再設計も試みています。これらにより、情報の記録と保存における継続的なイノベーションの基礎が築かれることを期待しています」。

訳：NEDO（担当 技術戦略研究センター）

出典：本資料は、シンガポール国立大学(NUS)の記事 “Capturing the immense potential of microscopic DNA for data storage” (<https://news.nus.edu.sg/capturing-the-immense-potential-of-microscopic-dna-for-data-storage/>) を翻訳したものである。
(Reprinted with permission of National University of Singapore (NUS))