

**発表論文:**

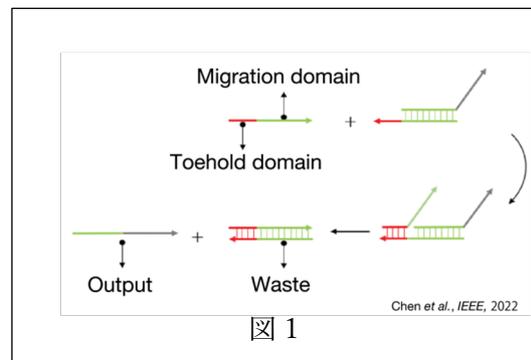
Hui Lv, Nuli Xie, Mingqiang Li, Mingkai Dong, Chenyun Sun, Qian Zhang, Lei Zhao, Jiang Li, Xiaolei Zuo, Haibo Chen, Fei Wang, Chunhai Fan, DNA-based programmable gate arrays for general-purpose DNA computing. *Nature* **622**, 292–300 (2023).

<https://doi.org/10.1038/s41586-023-06484-9>

Published: 13 September 2023

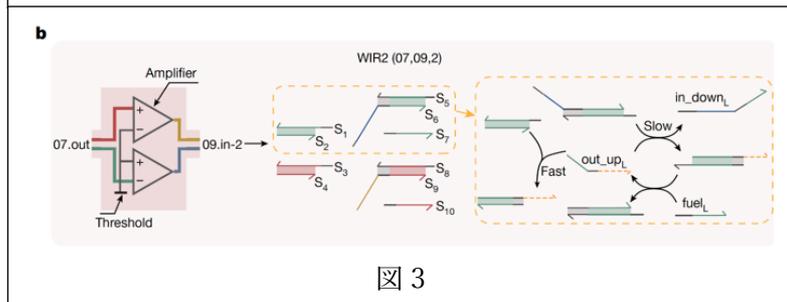
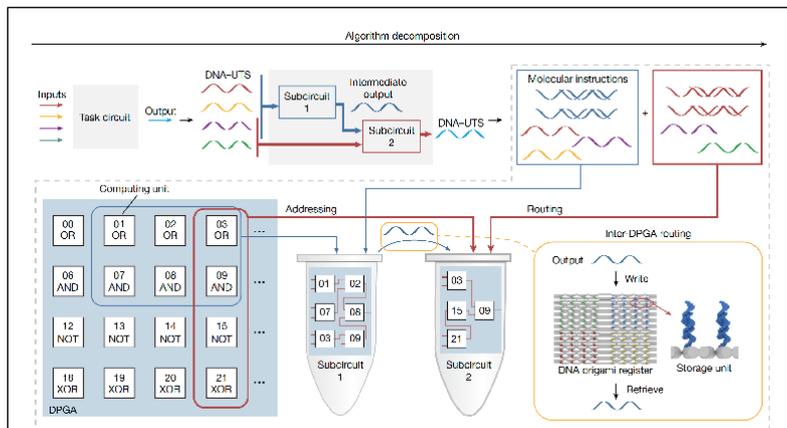
**研究目的および概要:**

DNA の配列の組み換え Strand Displacement Reactions :SDRs (図 1) を利用した論理ゲートやニューラルネットが報告されている。しかしながら、論理ゲートを自由に組み替えることができる programmable な手法は登場していない。



そこで本研究では、使用者が自由に回路を組み立てることができる DPGA を構築した (図 2)。また、DNA origami を活用した中間出力を一時的に保存する仕組みを組み込むことによってそれまで 10 程度までしか組み合わせられなかった論理ゲートを 30 まで拡張することを可能にした。

本手法は 2011 年に発表された Seesaw gate をノイズ除去・シグナルの増幅として利用することで各論理ゲートの出力がより安定した形



で次の計算に使用できるようにした (図3)。また、入力・出力ともに high と low の2つのシグナルを利用する dual-rail gate を採用することで安定した出力結果を得られる他、得られた出力に対して不安定なシグナルに対して error flag を立てることを可能にした。これらの手法を組み込むことによってルートや二次方程式の計算などの従来よりも複雑な計算を可能にした。

### 先行研究と比べて何がすごい？技術やアプローチのキモはどこ？:

- 組み合わせ可能な論理ゲートを作成することによって programmable な DNA computer を構築した。
- ノイズ除去と増幅を行うゲート間の伝達路と DNA origami を利用したストレージによって従来の DNA computer よりも複雑な回路を作り出すことができるようになった。

### どうやってこの手法/仮説の有効性を検証したか:

- ルートや二次方程式の計算などにより DNA computer が正しく計算できていることを実証。
- Kidney renal clear cell carcinoma のマーカーである3つの microRNA の発現量に基づいた決定木を DNA computer で再現し、正常と異常を分類する回路を作成するなど応用例を示した

### その他、議論した内容:

- 研究をする上で考えられる戦略は 1. 人海戦術 2. 巨大資本の投入 3. アイデア勝負の3つである。
- DNA computer は様々なことができるようになってきているが、silicon-base のコンピュータに置き換わることはないだろう。
- DNA computer は既存のコンピュータの真似事ではなく、細胞内で論理計算を可能にするほか血液や尿などの検体から特定のパターンを検知・検出する機構として活用する研究に進んでいく？
- 実験研究はそんな簡単なものではない。マウスに近いほど研究は大変になる。目安としては1サイクルあたりマウスでは数ヶ月、細胞では1ヶ月程度かかる。それに対して今回の研究のような核酸のハンドリングは数時間から半日程度で終わるので相当に回転の速い研究である。