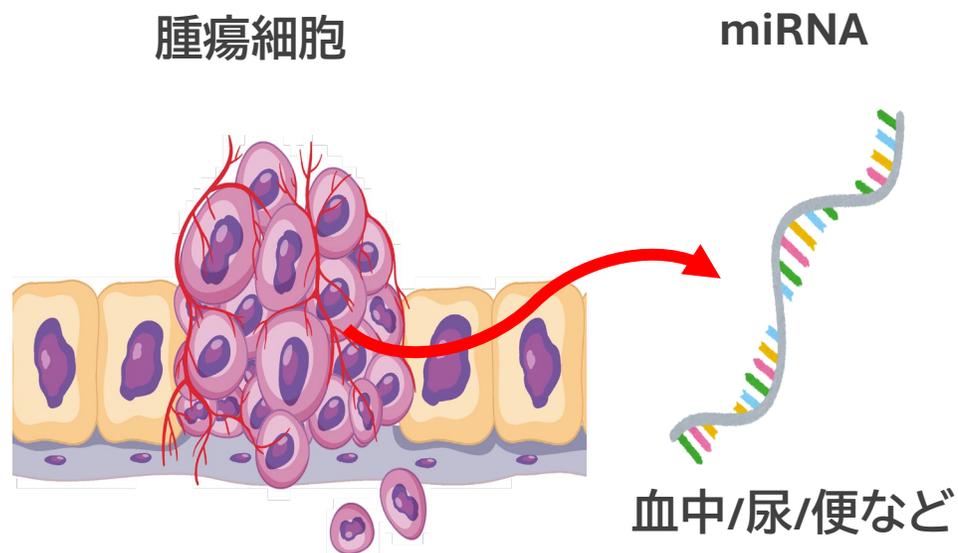


DNAナノテクを利用した マイクロRNA検出技術

九州工業大学・大学院情報工学研究院

教授 中荃隆

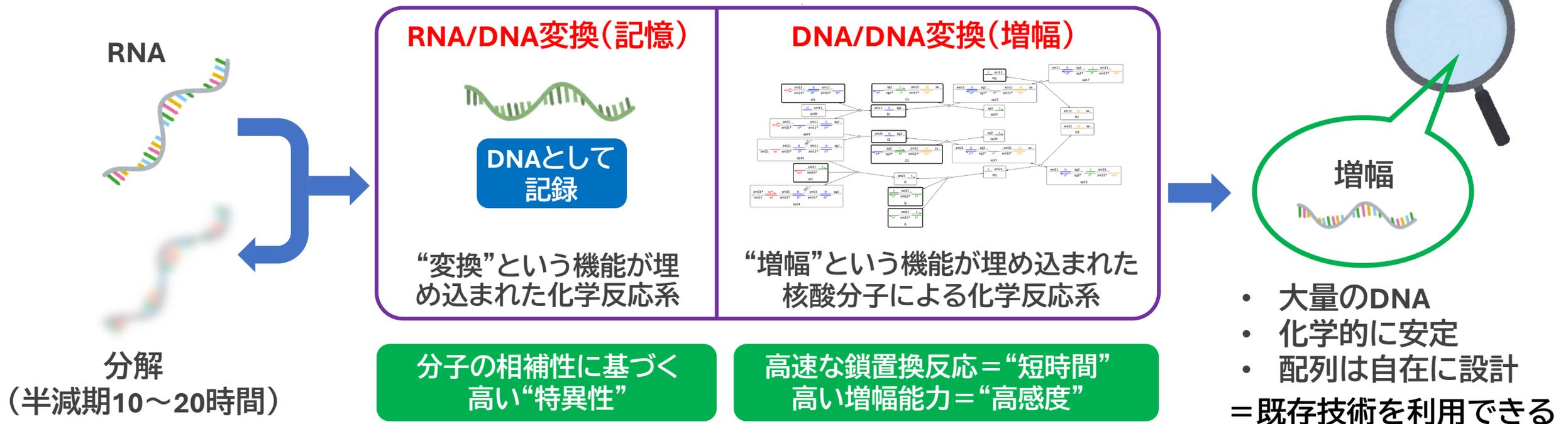
2025年12月16日



- miRNAを“**短時間**”に“**高感度**”で検出を目指す
→ サンプルからの早期癌診断【高機能性】
- miRNAを高い“**特異性**”で認識を目指す
→ 尿などのサンプルからの診断【低侵襲性】

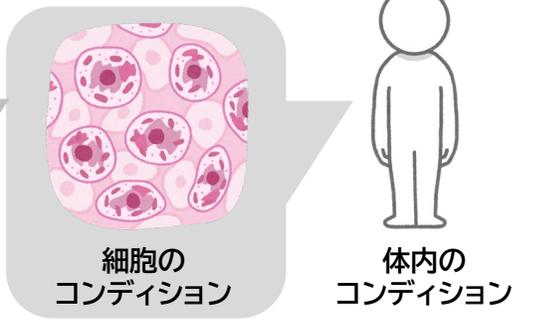
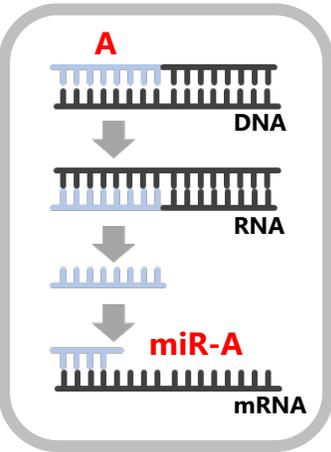
...しかも, 原理的には, 安価に作れて, 大量生産も可能。

miRNAの存在を記憶・増幅する分子センサ技術



- miRNAは、微小なRNA分子で遺伝子発現を制御
- 臨床応用においては、がん特異的なmiRNAを用いた診断方法が開発されている

体内中にはmiRNAが循環

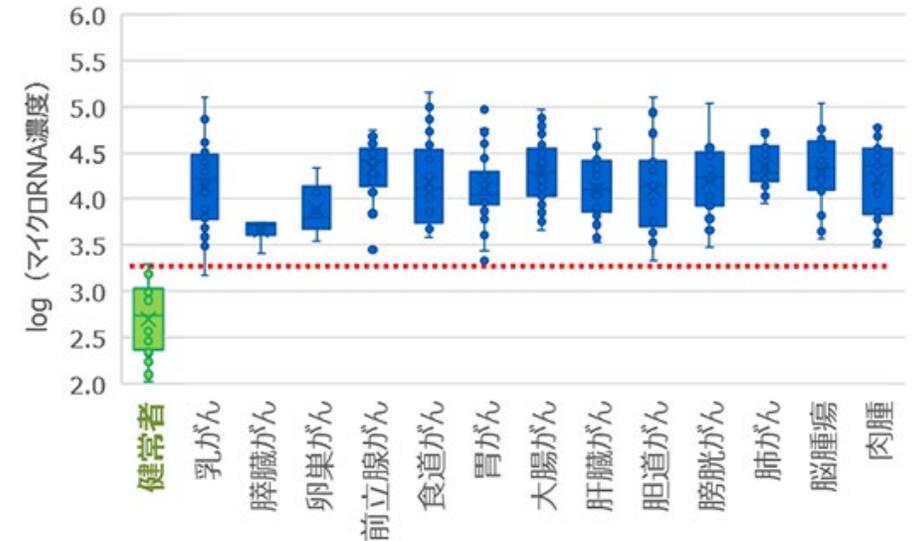


- 基本生命現象に係る
- 体液中を浮遊
- 細胞の今が分かる
- スクリーニングが可
- モニタリングが可

“短鎖”RNAが体内循環

ゲノムDNA中のmiRNA情報塩基(A)は、RNAへ転写され、1本鎖Pri-miRNA(長鎖)が核外へ輸送、酵素処理で“短鎖”となりPro-miRNAを経たmature-miRNAがmRNAと相補的な反応遺伝子発現を制御(発生・分化・増殖・細胞死など)

難治性がんの早期診断への応用

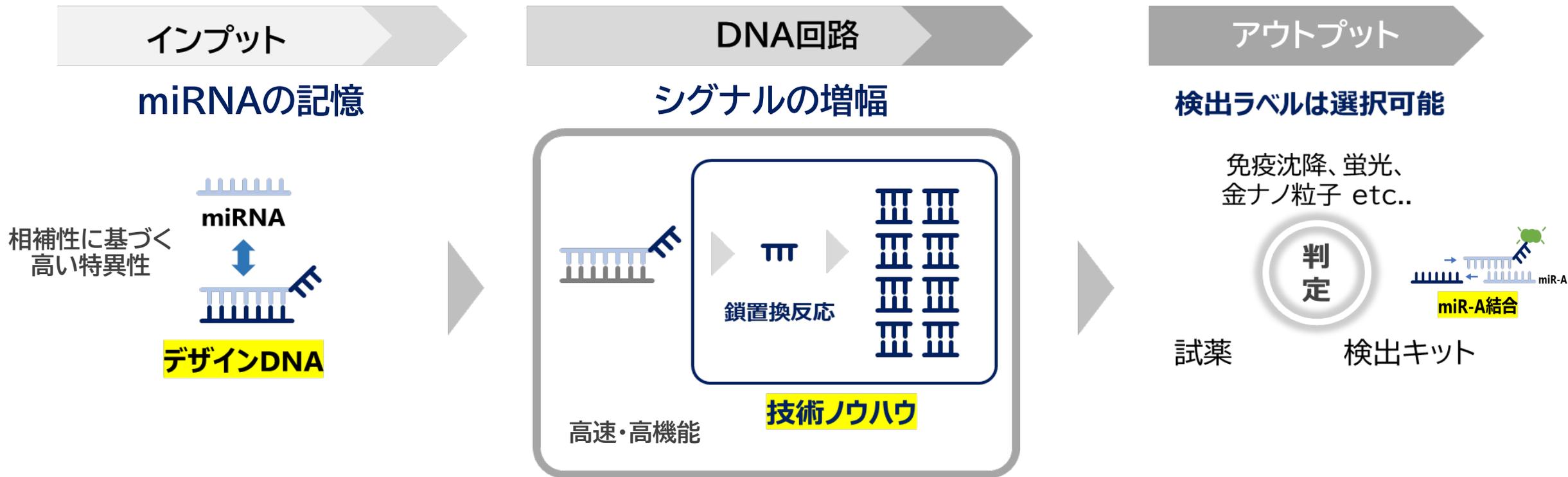


13種のがん患者と健常者の血中マイクロRNA濃度
<https://www.global.toshiba/jp/technology/corporate/rdc/rd/topics/19/1911-06.html>

miRNAは、「今そこにある危機(がんリスク)」を検知することができる画期的なツール

DNAナノテク技術とmiRNA

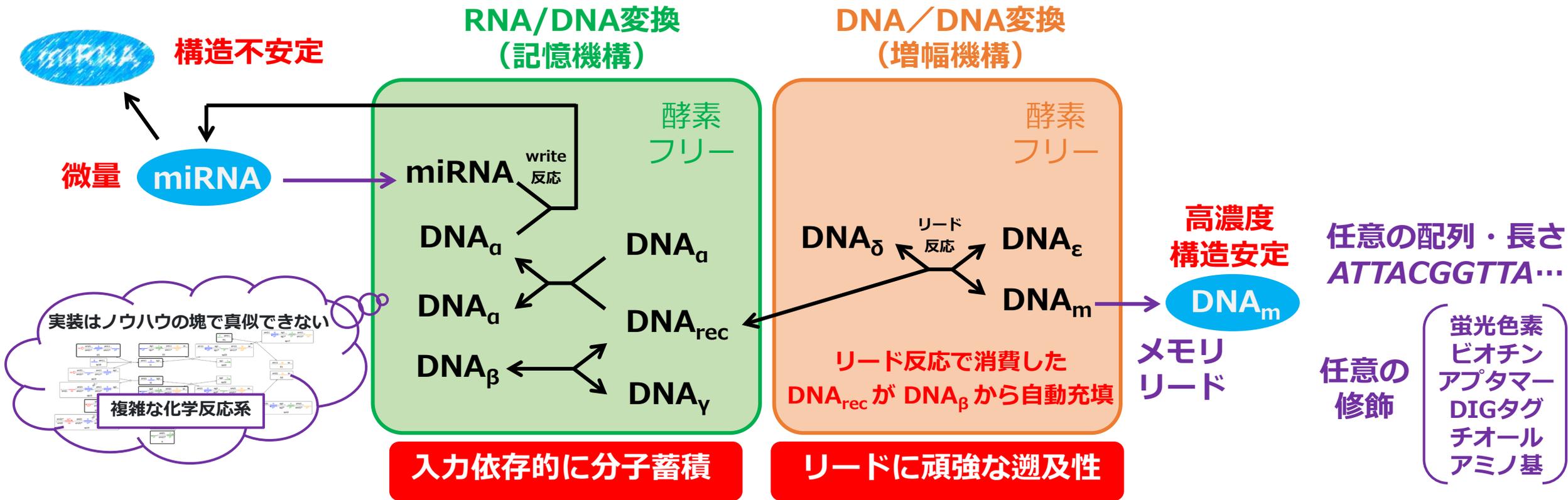
- 独自DNAナノテク技術は、“短鎖”構造分子を安価で迅速に検出することに適している
- 試薬のラベル化をする事で、様々な検出系やPOCTへの応用が広がる



DNA回路設計技術
“DNAナノテク”

遺伝情報の超増幅
“酵素”を必要としない

試薬やキットなど
マルチプルな展開



特異摂動理論解析 (Automatica, 2020)

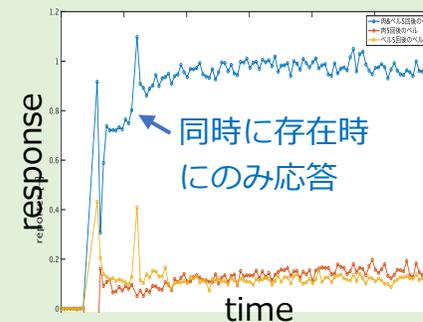
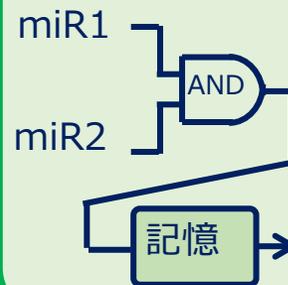
記憶・変換される DNA_{rec} の濃度は次式となることが理論的に保証されている。

$$DNA_{rec} = (DNA_{\beta} / DNA_{\alpha}) \times miRNA$$

さらに、濃度比「 $DNA_{\beta} / DNA_{\alpha}$ 」により増幅も可能。

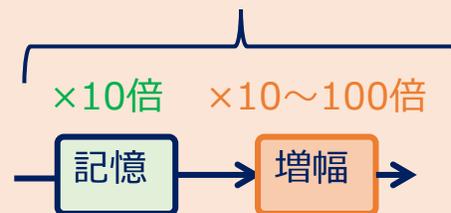
分子記憶の原理 (ACS Syn Biol, 2024)

2種類の入力が同時に存在するときのみ存在を記憶する (多入力可)

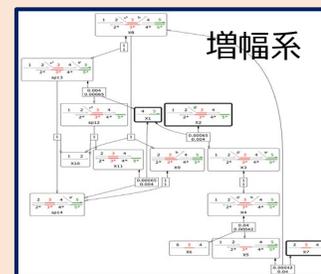
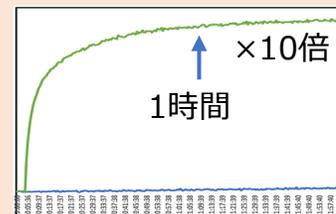


酵素フリーの分子増幅

×100~1000倍



増幅をさらに多段化も可能

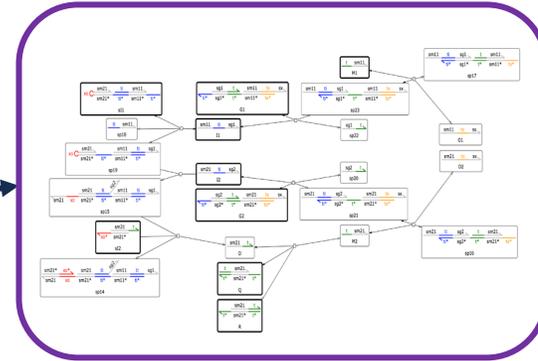


分解されやすい

hsa-miR-AAA (〇〇がん)
AACAUUCAUUGCUGUCGGU...

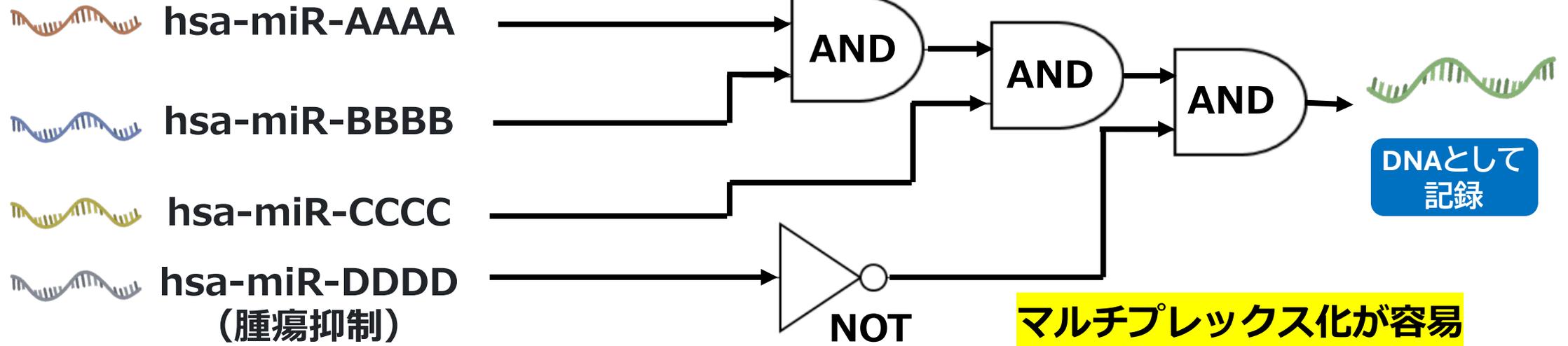
分子センサーのレシーバーDNA
ACCCACCGACAGCAATGAA...
相補配列に基づく高い特異性

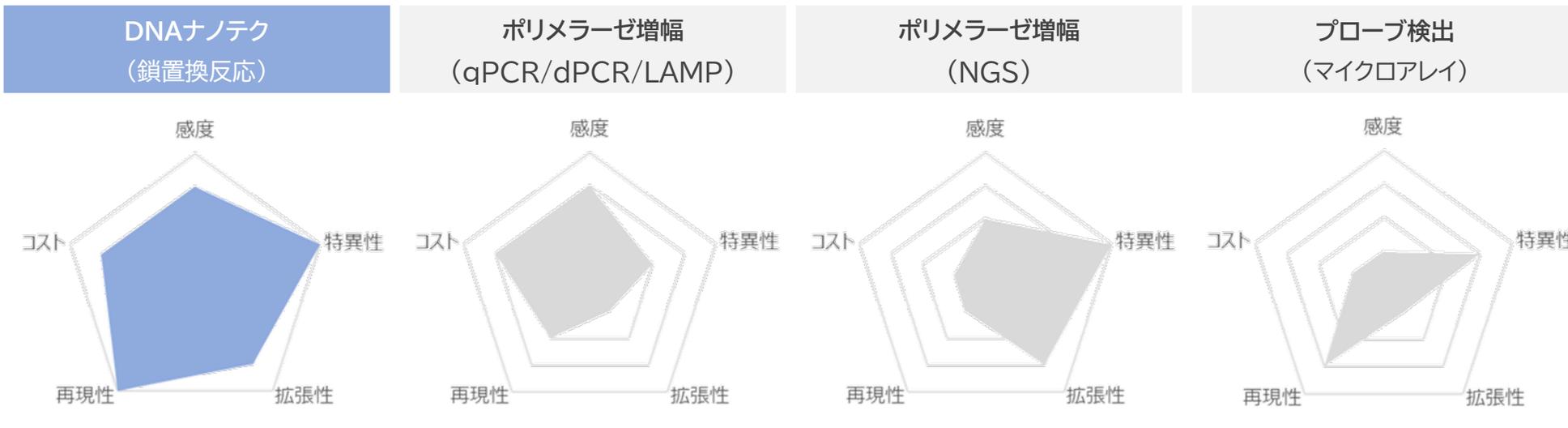
“変換”という機能が埋め込まれた化学反応系



DNAとして
記録

特異性②





| | | | | |
|-----|---------------|---|---|---|
| 感度 | 低濃度で検出可能 | ○ | △ | × |
| 特異性 | オフターゲットを回避 | △ | ◎ | ○ |
| 拡張性 | POCTや簡易キットに対応 | × | ○ | × |
| 再現性 | アッセイがシンプル | △ | × | ○ |
| コスト | 必要最低限の試薬 | ○ | × | △ |

DNAナノテクを応用したRNA検出技術は、原理的には上記のような優位性を有しており、コンベンショナルな技術よりも優れた特性を持っている。

実用化に向けた課題

- 現在、実用化に向けて、他大学、他機関と連携し、検出原理や感度、特異性についての実験データの取得を推進している。

本技術に関する知的財産権

- 発明の名称 : 分子回路およびその設計方法, ならびに植物診断キット
- 出願番号 : 特願2024-179728
- 出願人 : 九州工業大学
- 発明者 : 中荃隆、藤村武

お問い合わせ先

国立大学法人九州工業大学
イノベーション本部
産学イノベーションセンター
知的財産・技術移転推進部門

電話：093-884-3499

E-mail: chizai@jimu.kyutech.ac.jp