

# 有機ロジック回路による 多機能バイオセンサーの構築

学術研究院環境生命自然科学学域(理) 准教授 岡本秀毅

異分野基礎科学研究所 名誉教授 久保園芳博

## ■ 有機電界効果トランジスタを活用するバイオセンサーの利点

有機半導体デバイスを用いて種々の外部刺激を効率よく電気的なアウトプットに変換することができます。この特性を利用すると、生体反応を電気信号に変換し、微弱な信号を増幅して検出・解析することが可能になります。

## ■ 有機半導体により軽量、フレキシブルデバイスが実現可能

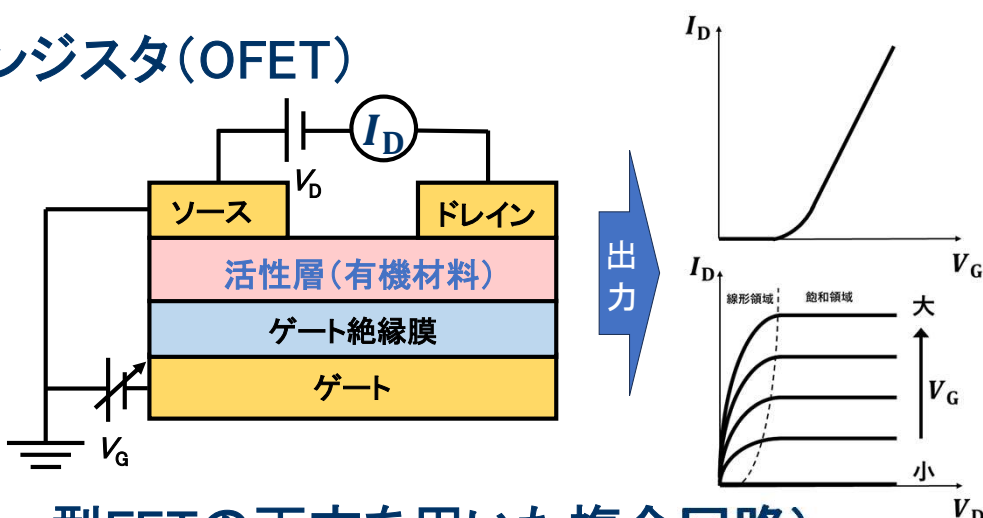
有機半導体はフレキシブルであるため、これを用いて作成したバイオセンサーにより生体情報の常時モニタリングを生体にストレスなく長時間装着して行える等のメリットがあります。

## ■ 有機ロジック回路による取得情報の多様化が可能

本研究では独自の技術によりCMOSインバータ、リングオシレータなどのロジック回路を構成しました。その結果、出力特性や波形解析から取得できる情報が増え、将来的には、より広範な疾病の診断、予防等への適用が期待されます。

### (1) 有機電界効果トランジスタ(OFET)

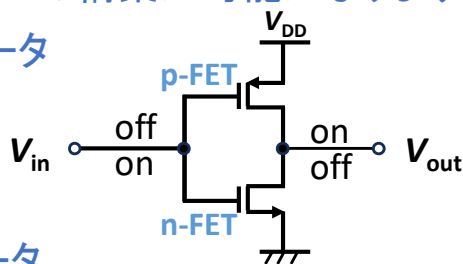
出力特性( $I_D$ )は活性層(有機材料)、ゲート材料、ゲート電圧、ドレイン電圧の変化を鋭敏に反映するため、センサーとして応用可能です。



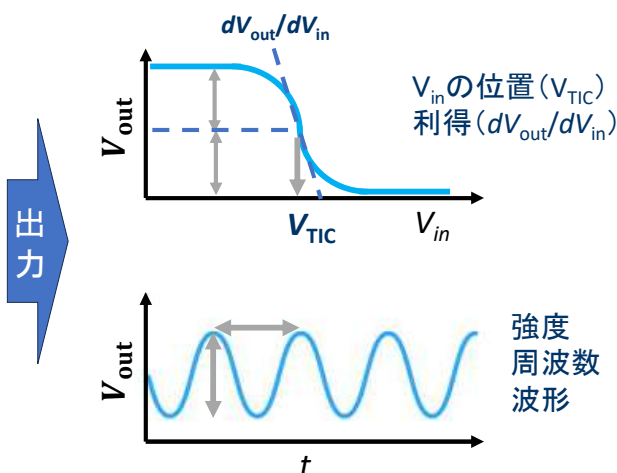
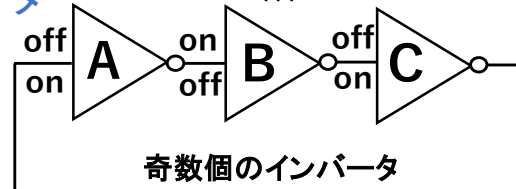
### (2) ロジック回路(p型とn型FETの両方を用いた複合回路)

複合回路とすることで取得できる情報が増え、多機能センサーの構築が可能になります。

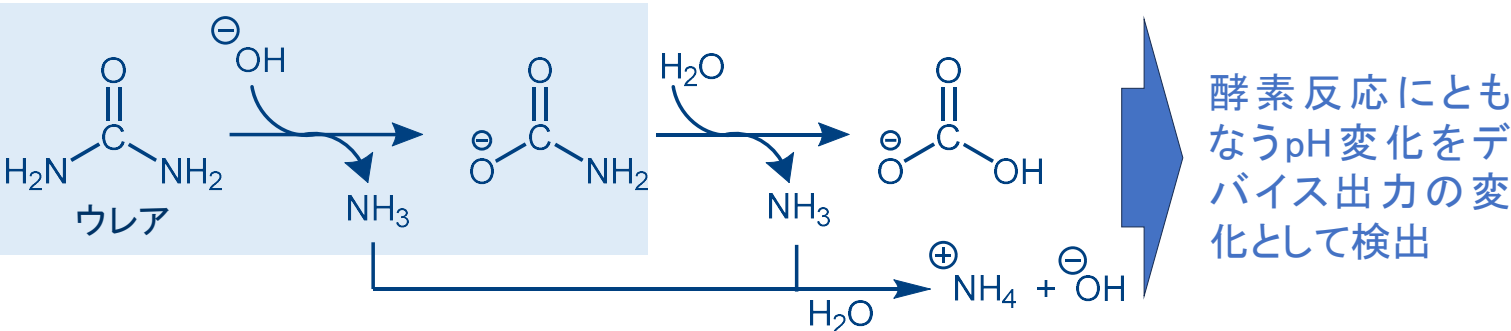
CMOSインバータ



リングオシレータ

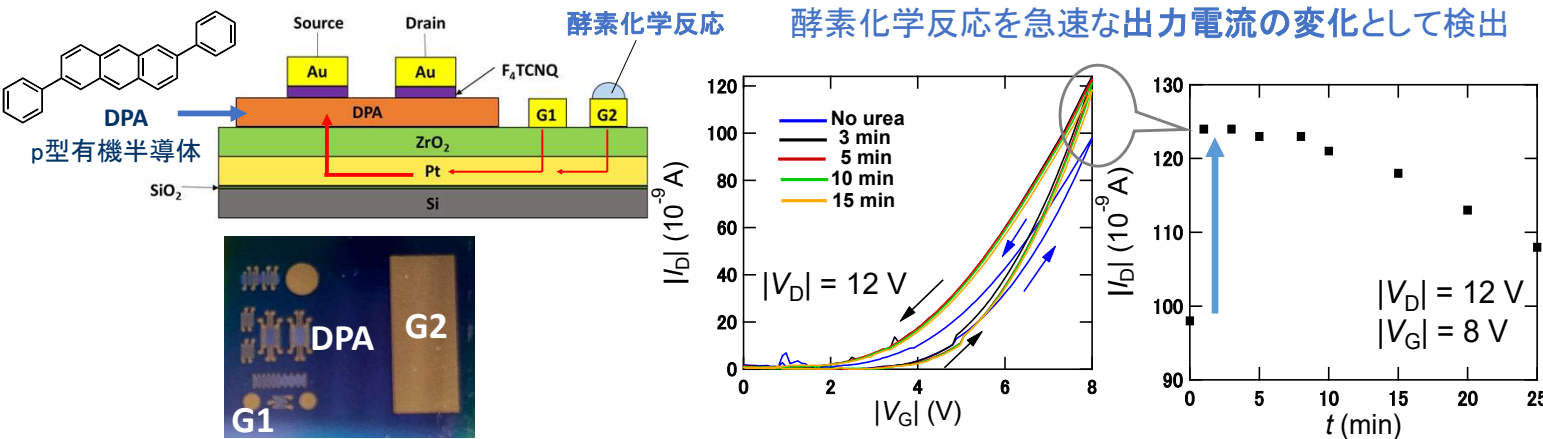


### (3) モデル反応:ウレアーゼによるウレアの加水分解反応

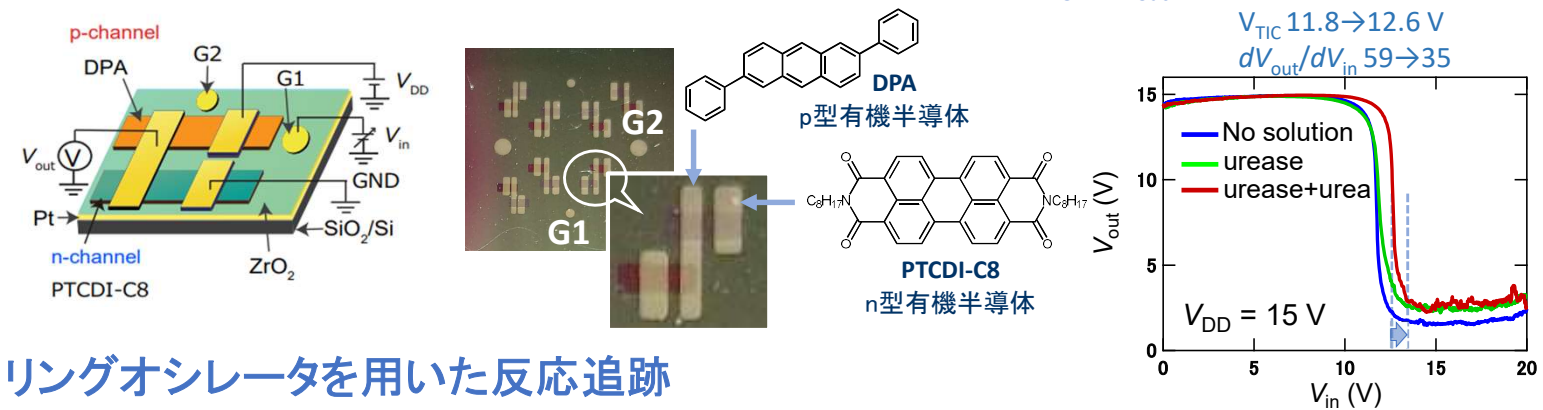


### (4) DPAとPTCDI-C8を用いたバイオセンサーのプロトタイプ

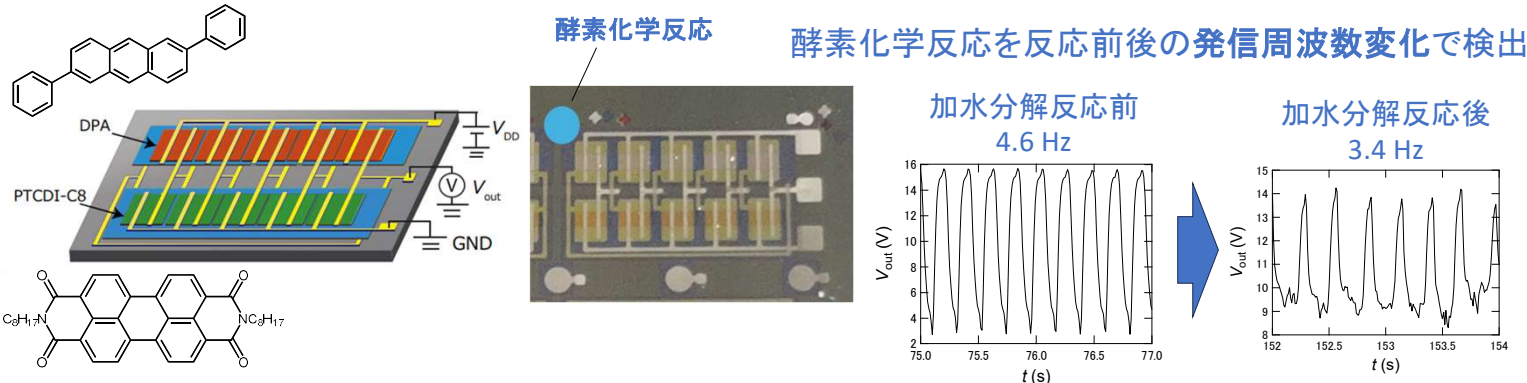
#### 有機FETによる反応追跡



#### CMOSインバータによる反応検出



#### リングオシレータを用いた反応追跡



発表論文: M. Utsumi, A. Fujiwara, H. Goto, H. Okamoto, N. Takeyasu, Y. Saitoh, M. Suga, Y. Takahashi, H. Imanaka, H. Taniguchi, S. Yasui, R. Eguchi, Y. Kubozono, Biosensor application of CMOS inverter and ring oscillator with organic field-effect transistors. *ACS Appl. Electron. Mater.*, 7, 1483–1492 (2025).