

## 酸化物薄膜トランジスタ型バイオセンサーの教師あり学習による核酸検出判定

### Decision of Nucleic Acid Detection by Supervised Learning

#### for Oxide Thin Film Transistor Biosensor

北陸先端大<sup>1</sup>, °廣瀬 大亮<sup>1</sup>, 高村 禪<sup>1</sup>

JAIST<sup>1</sup>, °Daisuke Hirose<sup>1</sup>, Yuzuru Takamura<sup>2</sup>

E-mail: d-hirose@jaist.ac.jp

【はじめに】核酸の分子センシングは、パンデミック対策や疾患検査の需要がある。著者らは、酸化物薄膜トランジスタ(ox-TFT)型核酸センサーの開発を進めている。このセンサーは分子が持つ電荷に起因するゲート電圧ドレイン電流(VgId)特性変化によって分子センシングを行っている。しかし、ox-TFT 型センサーの VgId 特性は、溶液のわずかな環境変化にも影響をうけ、時にバッファの入れ替えでさえ VgId 特性が変化する不安定さの課題があった。本研究では、機械学習を利用することで精度の高い核酸検出判定が可能になるのではないかと仮説を立て検証を進めた。今回、ox-TFT 型核酸センサーの教師あり学習を用いた判定結果について報告する。

【実験および解析】イーグルガラス基板に、酸化物半導体チャネル層として酸化インジウムを溶液法によって成膜した。ソースドレイン電極は酸化インジウムスズ/プラチナ電極を積層し、ox-TFT 型センサーを作製した。パターンニングはフォトリソグラフィによって行った。3-Glycidyloxypropyltrimethoxysilane とアミン基修飾 DNA を用いて、ox-TFT 上に DNA を修飾した。標的試料は合成 DNA と生体試料として大腸菌とした。本研究では、機械学習の教師あり学習を用いて検証した。正答率(Accuracy)を評価することで検出判定を行った。データの標準化、主成分分析(PCA)による次元圧縮、データセットの選定、各種教師あり学習手法を検討した。データの不足や不均衡ならびに質的なバラつきを補うため、SMOTE 法および Tomek Links 法の適用も行った。

【結果】様々な教師あり学習の手法の検討の結果、ox-TFT 型センサーにおいては、ランダムフォレスト(RF)法が適していることがわかった。合成 DNA、大腸菌の検出判定において、適切な手法を組み合わせることで、95%を超える正答率を達成した。また、SMOTE+Tomek Links 法は正答率を向上させる効果があることがわかった。本発表ではこれらの詳細について報告する。

#### 参考文献

- (1) 廣瀬大亮, 趙 耘枢, 高村 禪, 化学とマイクロ・ナノシステム学会会誌 23, 2, p31 (2024)
- (2) W. Wu, M. Biyani, D. Hirose, Y. Takamura, Biosensors, Vol. 13, p. 765. (2023)

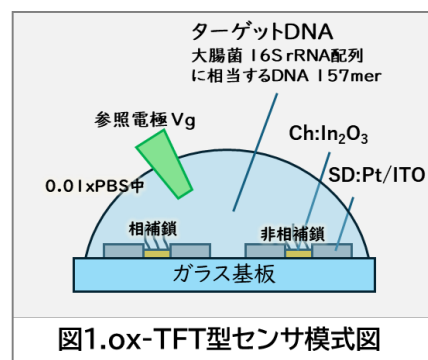


図1.ox-TFT型センサ模式図

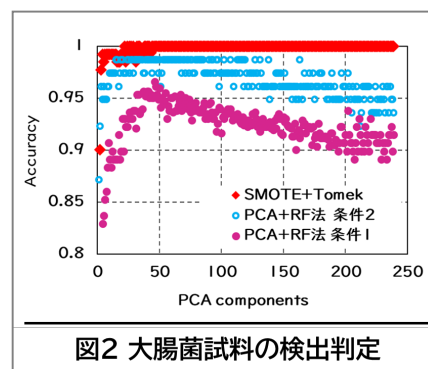


図2 大腸菌試料の検出判定

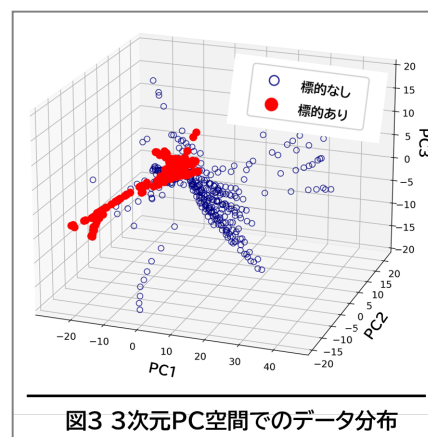


図3 3次元PC空間でのデータ分布