

分子インプリント技術を用いた光干渉型 MEMS センサによる 高感度ドーパミン検出

Highly sensitive dopamine detection by optical interferometric MEMS sensor using molecular imprinting technology

○黒須 千紘¹, 阪上 天斗¹, 太田 宏之², 藤枝 俊宣³,
崔 容俊¹, 野田 俊彦¹, 澤田 和明¹, 高橋 一浩¹

¹豊橋技術科学大学, ²防衛医科大学校, ³東京工業大学

○Chihiro Kurosu¹, Takato Sakagami¹, Hiroyuki Ohta², Toshinori Fujie³

Yong-Joon Choi¹, Toshihiko Noda¹, Kazuaki Sawada¹, Kazuhiro Takahashi¹

¹Toyohashi Univ. of Tech., ²National Defense Medical College, ³Tokyo Tech.

E-mail: kurosu.chihiro.la@tut.jp

脳で生成される神経伝達物質の一種である Dopamine(DA)は、減少することでパーキンソン病を発症するといわれている。パーキンソン病は、症状が進行すると自力での生活が困難となるが、早期に発見、治療を開始することで症状の進行を遅らせることが可能である^[1]。そこで、本研究室では、小型化や生体物質の非標識検出が可能である光干渉型 MEMS 表面応力センサの作製を行っており、分子吸着界面に分子インプリント (MIP) 技術を導入することで、DA を非標識で検出することに成功している。さらに、センサ素子単位で MIP 膜を選択的・局所的に成長させることで同一デバイス内での多項目測定に向けた取組みを行っている^[2]。本稿では、MIP 膜への DA 吸着による膜変形応答の再現性および濃度依存性の評価を報告する。

提案するデバイスは、Si 基板にキャビティを形成し、可動膜として用いる 100 nm 厚の Parylene-C 膜上に MIP 膜成長電極として用いる 20 nm 厚の金を蒸着した Au/Parylene-C 膜でエアギャップを封止した光干渉計の構造としており、ウェットエッチングにより素子単位で Au 電極をパターニングした。MIP 膜成長では、溶液中で電位を掃引する電解重合^[3]により、DA の鋳型を Poly pyrrole(Ppy)膜内部に形成した MIP 膜と、Ppy のみ(NIP)の膜を同一デバイス内に成長させた。作製したセンサを PBS に浸漬し、DA

を終濃度 1 mM で滴下した際の反射スペクトルシフトを取得後、エタノールに浸漬させ、再度 DA を滴下した結果が Fig.1 である。DA 滴下に対して MIP 膜でのみ干渉ピークが短波長側へシフトし、MIP 膜厚の厚みが増すにつれてピークシフト量が増大しており、測定開始から 140 分後におけるピークシフト量を比較すると同程度のシフトが発生している。したがって、DA 滴下によって発生した反射スペクトルシフトにおいて再現性を有する結果が得られた。また、発生したピークシフトは線形性を有していたため、異なる濃度の DA を滴下した際に発生したピークシフトにおいて、20 min~60 min までの傾きを算出して濃度依存性を評価した結果を Fig.2 に示す。MIP 膜厚が 15.8 nm と 11.0 nm の個体において、500 nM の DA に対するセンサ応答が PBS を用いたネガティブコントロールとの有意な差が得られた。

以上の結果より、500 nM の DA を非標識での検出に成功したとともに、表面応力測定に適した MIP 膜厚を成長させることで、DA 検出のさらなる感度向上が示唆された。

<参考文献>

- [1] 柿本 泰男 他, 日本内科学会雑誌 83 巻 4 号, 533-538, 1994
- [2] 阪上 天斗 他, 第 39 回「センサ・マイクロマシンと応用システム」シンポジウム, 15P2-P9
- [3] K.Takumi et al., fsens., 725427, 2021

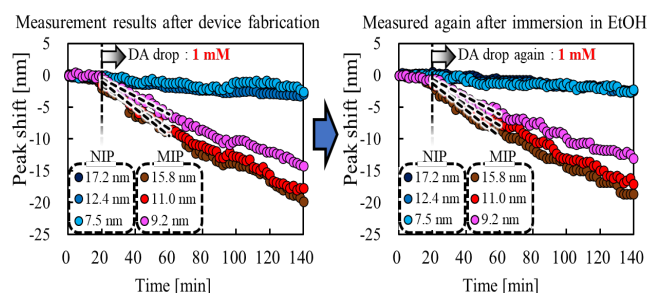


Fig.1 Label-free detection and reproducibility of DA

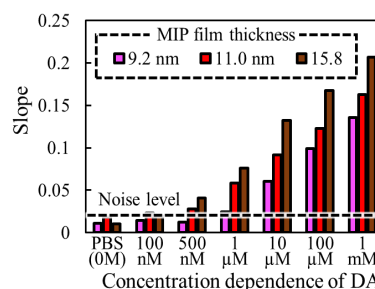


Fig.2 Concentration dependence of DA detection.