

# 光導波モードセンサー用糖鎖ポリマー高分子薄膜の構造解析

The structure analysis of glycopolymer thin film for the evanescent-field-coupled waveguide-mode biosensors.

利用者 上野 耕治<sup>1)</sup>、高妻 孝光<sup>2)</sup>、船津 隆一<sup>2)</sup>、山崎 大<sup>3)</sup>  
 Koji UENO, Takamitsu KOHZUMA, Ryuichi FUNATSU, Dai YAMAZAKI

所属 1)有限会社シーアンドアイ、2)茨城大学、3)日本原子力研究開発機構

キーワード 中性子反射率, 高分子薄膜, 高分子ブラシ, 固液界面

## 1. 目的

(有)シーアンドアイは(独)産業技術総合研究所と共同で、菌やウイルスなどの有害物質の検出を行うバイオセンサーの開発を行ってきた。このバイオセンサーは、図1のようにセンサー表面に固定した糖鎖ポリマー高分子薄膜に測定対象物質が結合すると、光導波モードが変化することにより有害物質の有無をモニターする。この種の製品の広告戦略では、検出原理についての科学的エビデンスに基づいた説明が重要である。しかし、高分子薄膜のバルク構造(固液界面構造)解析は、従来の表面分析法では計測が困難であった。そこで、日本原子力機構の中性子反射率計SUIRENを用い、乾燥状態及び固液界面における高分子薄膜の構造解析を試みた。

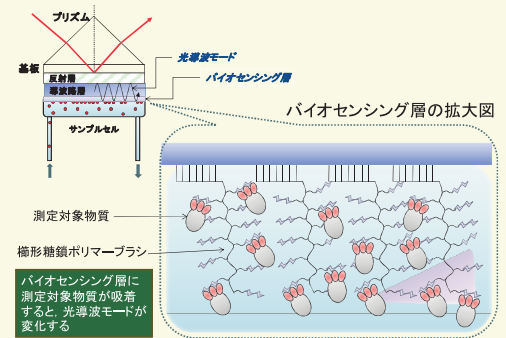


図1 光導波モードセンサーの模式図

## 2. 方法

光学研磨した石英基板上に形成した高分子薄膜について、1)乾燥状態、2)水和状態(重水膨潤状態)、3)レクチン希薄溶液中、計3パターンの測定を行った。(1)と(2)(3)では、測定方法が異なる。前者は図2上のように中性子を空気層から薄膜に向けて入射し、(空気-薄膜)界面及び(薄膜-石英)界面により反射された中性子を測定した。また、後者では既報<sup>1)</sup>を参考にして固液界面セルを用い、図2下のように中性子を石英板側面から入射し、(石英-薄膜)界面及び(薄膜-重水)界面により反射された中性子を測定した。全ての測定は室温で行った。

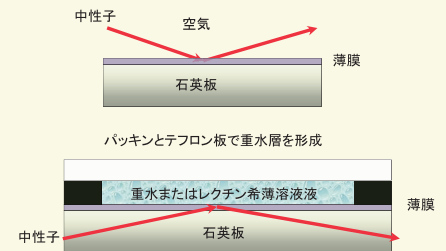


図2 中性子反射率測定の方法

## 3. 実験結果

乾燥状態、水和状態、レクチン希薄溶液中でそれぞれ図3に示す中性子反射率のプロファイルが得られた。中性子反射率を解析(適合するモデルにフィッティング)すると、薄膜の膜厚は乾燥状態と水和状態それぞれ約4 nm、約9 nmと計算された。(ハイα領域では、反射率のサチュレーションが見られる。)水和状態では、薄膜を構成する糖鎖ポリマーブラシが伸びきった状態(約9 nm)とよく一致している。つまり、水和状態において、ポリマーブラシはその名の通り周りを重水分子に囲まれて、ほぼ垂直方向に立ち上がった構造をとっていることが示唆された。また、レクチン希薄溶液中では、薄膜が単層ではなく2層の「石英-薄膜層(2層)-重水」というモデルで検討を行ったところ、測定結果と良い一致を得ることができた。

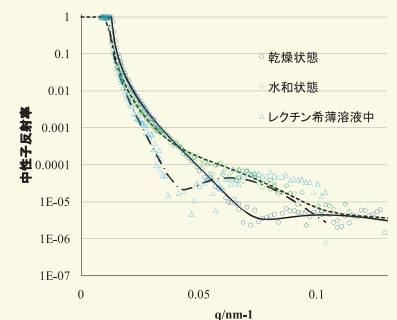


図3 各状態の中性子反射率

## 4. まとめ

以上の結果より、図4に示すように乾燥状態では高分子ブラシが石英表面に凝集している(ブラシが寝ている)状態、水和状態では文字通り水和している(ブラシが立っている)状態であると考えられる。また、レクチン希薄溶液中では、水和状態からプロファイルが変化しており、レクチンが糖鎖に結合したことによる状態変化を明確にモニターできた。さらに、いくつかの前提のもとに解析を行った結果、レクチン希薄溶液中では図4(3)のように薄膜が2層になっていることが示唆された。

中性子反射率測定により、従来法では解析が困難であった高分子ブラシ薄膜の乾燥及び水和状態での構造解析に成功した。

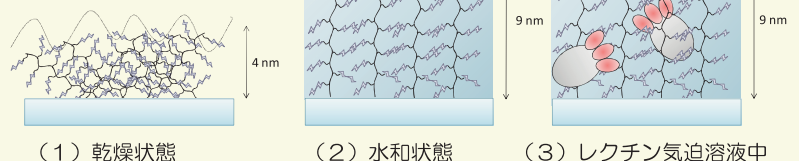


図4 各状態のイメージ

## 5. 引用(参照)文献等

- 1) 小林 康康, 高原 淳, 日本中性子学会誌「波紋」, 19(3), 2009, 165-169.