

# 光ヘテロダイン法による表面プラズモン共鳴センサの実用化要素技術の開発

有明高専 出来 恭一(電気工学科), 富永伸明(物質工学科), 高瀬剛(元専攻科学生)

(要約) 表面プラズモン共鳴センサに光ヘテロダイン法を適用し、従来法に比べ、感度が大きく改善できることを実験的に示した。実測例として、低分子であり、従来法での低濃度計測が困難とされていた内分泌攪乱物質であるビスフェノール A を、前処理の不要な直接法で、しかも 10ppb のオーダー以下まで計測可能であることを実証し、またウシ血清アルブミン抗体の検出では 10ppt のオーダー程度まで計測可能であることを示し、光ヘテロダイン法の有用性を実証した。

## 1. はじめに

種々の合成樹脂, 合成洗剤など合成化学物質から内分泌攪乱物質が放出され, かつそれらが極微量, ppt ( $10^{-12}$ ) のオーダーであっても, 人体を含めた生体に深刻な影響を与えることが警告されて久しい[1]. これら内分泌攪乱物質を in situ でかつ高感度に計測する技術を開発すべく本研究を行った. 内分泌攪乱物質の計測手段の一つに, 表面プラズモン共鳴センサ (以下 SPR センサと略す) がある. 従来型の SPR センサは, 抗原ないし抗体で修飾された金属膜に入射した光が全反射される際に, この膜表面での抗原抗体反応の強さに応じて SPR 共鳴点がシフトし, その反射光強度が変化することを利用するものである. 光強度計測であるため, 光源のドリフト, 外乱光などの影響を受けやすく高感度化には限界があった. そこで筆者らは, 共鳴点近傍で SPR に寄与するエバネセント波の p 波成分の位相シフトが急激に生じることを計測信号として利用することを着想した. 位相シフト量は外乱光や光源の強度ドリフトなどの影響を本質的に受けず, かつ光ヘテロダイン法で計測すれば, 光波領域での位相シフト量を電波領域 (高周波領域) の位相シフト量に変換でき, 高周波の位相シフトは 0.1 度以下の高精度で容易に電子的に計測可能だからである.

## 2. 実験

SPR 信号を光ヘテロダイン法で検出するためには直交偏光 2 周波レーザーが必要で, 今回は波長安定化 He-Ne 横ゼーマンレーザー (自作) を用いた. 測定結果を図 2, 3 に示す. 図 2 は本方法の優位性を実証するための測定で比較的分子量の大きいウシ血清アルブミンを用いた. 図 3 は低分子で, 内分泌攪乱物質の代表であるビスフェノール A の測定結果である.

いずれの場合も光ヘテロダイン法が高感度で, 精度が高いことを示している. 従来法は図の濃度範囲でほとんど応答していない.

今後は光源として半導体レーザーを用い, 多重反射光学系の適用により, さらなる高感度化と小型化をめざし, 製品化を目指していくつもりである.

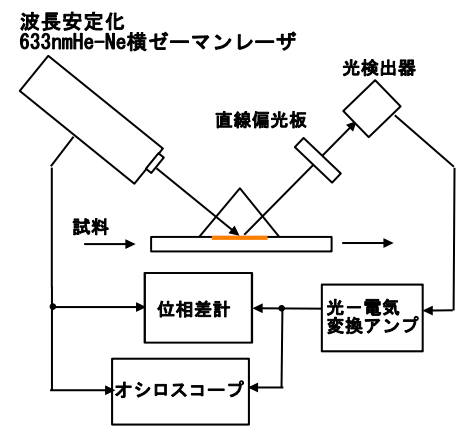


図 1. 実験系

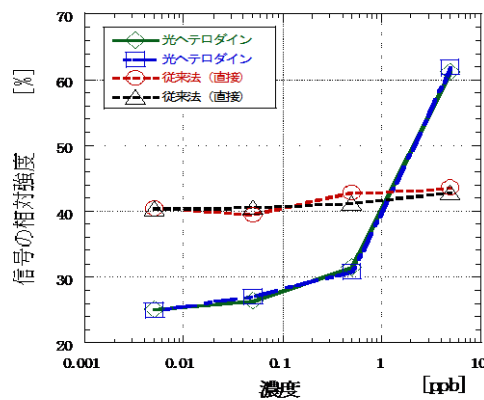


図 2. ウシ血清アルブミンの測定結果

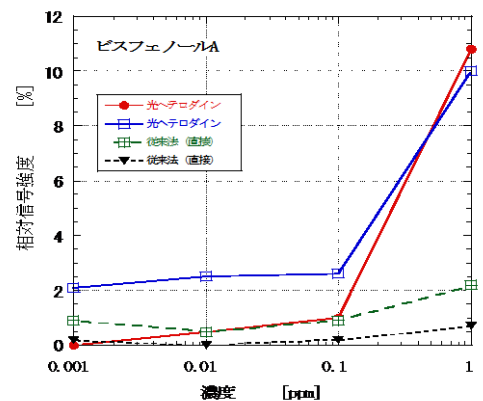


図 3. ビスフェノール A の測定結果

[文献]

[1] シーア・コルボーン他 (長尾力訳); ”奪われし未来”, 翔泳社 (1997 年)