

メタマテリアルを用いたキラル分子構造の高感度センシング

High-sensitivity sensing of chiral molecular structures using metamaterials

岡大¹, 理研², 徳島大³ ○松内健晋¹, 木原淳¹, 三澤賢明¹, 田中拓男^{2,3}, 鶴田健二¹

Okayama Univ.¹, RIKEN², Tokushima Univ.³ ○K. Matsuuchi¹, J. Kihara¹, M. Misawa¹, T. Tanaka^{2,3}

and K. Tsuruta¹

E-mail: tsuruta@okayama-u.ac.jp

・まえがき

生命体の構成と生理機能を担うアミノ酸の多くには光学異性体が存在し、左右円偏光に対して吸収度が異なる円二色性を持つ。円二色性測定よりアミノ酸の立体構造の決定が可能となるが、その測定のためには複雑な光学系や多量のサンプルが必要であり簡易な測定を妨げている。近年、金属ナノ構造を集積したメタマテリアルを活用することで、簡易な測定系でも高感度に円二色性が測定されている。先行研究では、局所的な円偏光を生み出せる新たなメタマテリアル構造が提案され、新規構造を用いて代表的なアミノ酸であるアラニン鏡像異性体の立体構造の識別に成功した⁽¹⁾。しかし、そのメタマテリアル構造では測定において鏡像関係にある二つの構造を用いる必要があり、コストや測定時間の面で課題があった。本研究では、金パッチ構造をずらして融合した金二量体構造を検討した。この新規構造では一つの構造を用いても、入射偏光方向のみで選択的に左右円偏光を発現させることが可能である。フーリエ赤外吸収分光法を用いて、構造に照射する偏向方向を変えることによって先行研究と同様にD/L-アラニンの立体構造識別に成功したので報告する。

・方法と結果

図1(a)に本研究で設計したメタマテリアルのユニットセルを示す。Si基板上に金ナノ二量体を融合させた構造を1mm四方にわたって作成した[図1(b)]。図2は直線偏光照射下における光学活性分布の電磁界解析結果であり、y/x偏光照射によって光学活性の符号が逆転し、局所的な左/右円偏光が選択的に生じる。このメタマテリアルを用いてD/L-アラニンの立体構造識別を実証するため、アラニンをデバイス表面に塗布し、直線偏光を用いた分光測定を行った。図3(a)はSi基板上に塗布されたアラニン分子の透過スペクトルであり、官能基による振動モードが観測された。図3(b)はそれぞれのアラニン検体の差透過から求めた、カイラル応答スペクトルの測定結果である。プラズモン共鳴が生じる周波数において反転した円二色性応答が見られた。

本研究で作製した新規メタマテリアル構造が局所光学活性を示し、D/L-アラニンの立体構造とカイラル相互作用したと考えられる。

・まとめ

本研究では、y/x偏光に応じたスペクトル変化のみで円二色性応答が測定可能な新規のメタマテリアル構造の設計・作製を行い、D/L-アラニンの立体構造識別が可能であることを実証した。

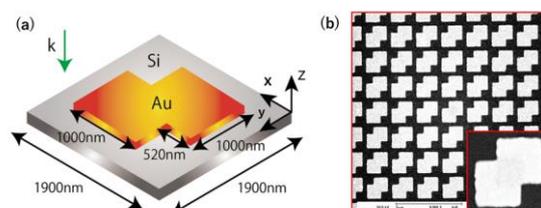


図1：メタマテリアル概略図とSEM像

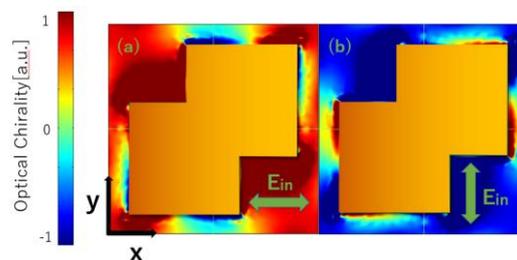


図2：メタマテリアルに発現する局所光学活性

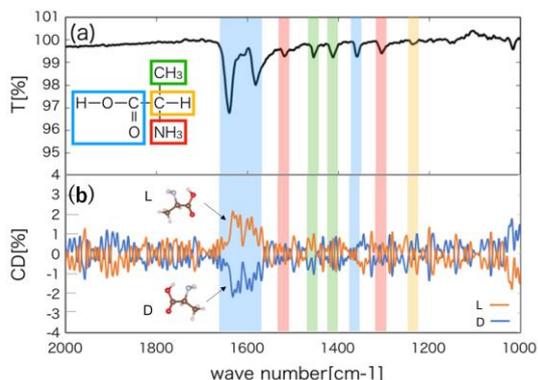


図3：D/Lアラニンの円二色性応答

参考文献：(1) T. Iida, A. Ishikawa, T. Tanaka, A. Muranaka, M. Uchiyama, Y. Hayashi, K. Tsuruta, Appl. Phys. Lett. 117 101103 (2020)