

課題番号 : F-21-HK-0025
 利用形態 : 機器利用
 利用課題名(日本語) : 赤外プラズモン構造を用いた蛍光やラマン散乱シグナルの制御
 Program Title(English) : Control of fluorescence and Raman scattering signals using infrared plasmon structures
 利用者名(日本語) : 北島雄人
 Username(English) : Kitajima Yuto
 所属名(日本語) : 北海道大学総合化学院
 Affiliation(English) : Graduate School of Chemical Sciences and Engineering, Hokkaido University
 キーワード/Keyword : 「リソグラフィ・露光・描画装置」、「成膜・膜堆積」、「分析」、「フォトニクス」

1. 概要(Summary)

中赤外域においてプラズモン共鳴を厳密に制御し、赤外 Purcell 効果により蛍光強度が減少する現象を系統的に明らかにした。

2. 実験(Experimental)

- ・ 超高精度電子ビーム描画装置 125KV
- ・ 多元スパッタ装置

【実験方法】

ガラス基板上に電子ビームリソグラフィ/リフトオフ法により中赤外波長域にプラズモン共鳴を示す金ナノチェーン構造を作製した。金ナノチェーン構造上に蛍光分子 Eosin Y を配置して、既報の顕微分光法により蛍光強度や蛍光寿命を測定した。

3. 結果と考察(Results and Discussion)

顕微 FT-IR によって金ナノチェーン構造の長さやプラズモン共鳴波長が比例関係であり、金ナノチェーン構造の長さを変えることで赤外領域でもプラズモン共鳴波数を厳密に制御できることを確認した。金ナノチェーン構造上に吸着させた Eosin Y の蛍光スペクトルを Fig. 1 に示す。ガラス基板上の蛍光強度に比べて、 4000cm^{-1} にプラズモン共鳴を示す金ナノチェーン構造上では、蛍光強度の変化はほとんどないが、OH 伸縮振動モードに近い 3200cm^{-1} や C=O 伸縮振動モードに近い 1800cm^{-1} にプラズモン共鳴を有する金ナノチェーン構造では、Eosin Y の蛍光強度が減少することが明らかになった。そこで、金ナノチェーン構造のプラズモン共鳴波数に対して、Eosin Y の蛍光強度を Fig. 1(c) にプロットした。蛍光強度の変化は、Fig. 1(b) の Eosin Y の赤外吸収スペクトルの形状と類似しており、赤外プラズモン共鳴波数と分子振動モードの吸収波数が等しいときに蛍光強度が減少することが系統的に明らかになった。これは、赤外波数域における近接場と分子振動モードが相互作用し、赤外波数域における Purcell 効果によって振動緩和ダイナミクスが加速化し、結果として可視

波長域において無輻射失活速度定数が増大したためであると考えている。

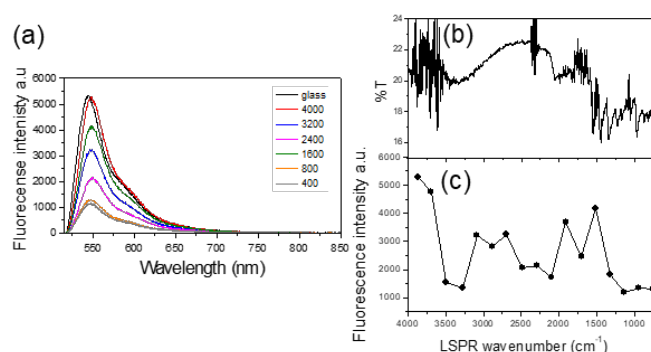


Fig. 1. (a) Fluorescence spectra of Eosin Y on the Au nanochain structures with various plasmon resonant wavenumber. (b) FT-IR spectrum of Eosin Y. (c) Fluorescence intensities plotted against the LSPR wavenumber.

4. その他・特記事項(Others)

共同研究者: 上野貢生 (北大院理)

5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

1. 北島雄人, 今枝佳祐, 上野貢生, “赤外プラズモン構造を用いた蛍光・ラマン散乱信号の制御”, 日本分析化学会第70年会, 9月(2021).
2. 北島雄人, 今枝佳祐, 上野貢生, “Coupling with infrared plasmonic structures for controlling surface-enhanced Raman scattering”, Pacificchem 2021, December 20, (2021).
3. K. Ueno, “Control of surface-enhanced Raman scattering signals by quasi-dark plasmon modes and infrared Purcell effects”, The 21st IEEE International Conference on Nanotechnology (IEEE Nano 2021), Web, July (2021).
4. K. Ueno, “Spectral properties of nano-engineered coupled plasmonic structures and its application to molecular detections”, The 5th A3 Metamaterial Symposium, hybrid, June (2021).

6. 関連特許(Patent)

なし