

フェムト秒レーザーにより局所的に励起された表面プラズモンの観察

Imaging of local excited Surface Plasmon using femtosecond laser

筑波大物理¹, ○加藤 佳祐¹, 久保 敦¹Univ. Tsukuba¹, ○Keisuke Kato¹, Atsushi Kubo¹E-mail: s1320241@u.tsukuba.ac.jp

表面プラズモン(Surface plasmon, SP)の導波路や分波路、変調器など、種々の機能素子からなるプラズモニック回路内を伝搬する SP 波束を可視化、解析するには、回路の入力部にパルス光をピンポイントで集光して SP 波束を励起し、波束の時空間的な発展のダイナミクスを動的に観察する方法が有効である。SP 波束の伝搬などの超高速現象の観察は、励起光(ポンプ光)に時間幅 10 フェムト秒台の光パルスを用い、励起光に対して遅延時間を持たせたプローブパルスを試料の広範囲に照射することで可能となる。そこで我々は直径数 μm に集光したフェムト秒パルスを試料面に垂直に入射し、SP の励起、伝搬を観察する二光子蛍光顕微鏡の開発を行った。さらに試料表面を局所的に照射するポンプ光と、広範囲に照射するプローブ光をマッハ-ツェンダー干渉計内で生成し、微小領域からの SP 波束伝搬についてポンプ-プローブ法を用いた時間分解観察を行う。

レーザー光源にはパルス幅 9fs、搬送波長 820nm のフェムト秒チタンサファイアレーザーを使用した。時間幅が約 10 フェムト秒の超短光パルスを対物レンズに通すと、多大な群速度分散のために時間幅は数 10 倍程度にも広がる。パルス幅の伸長を防ぎ対物レンズの焦点で約 10 フェムト秒の時間幅が得られるよう、精密な群速度分散補償を行う必要がある。そこで、空間光変調器を用いた高精度な分散補償を行い[1]、約 100fs にまで広がっていた励起パルスを 14fs まで圧縮した。試料は Au 蒸着膜上に電子線リソグラフィ法によりナノスケールの Au エッジ構造を形成したものであり、さらに表面に色素ドープ PMMA により蛍光層を形成している。試料表面での光パルスのスポット径制御のためにマッハ-ツェンダー干渉計のそれぞれの経路にビームエキスパンダーを導入し、ポンプ光(励起光)とプローブ光のビーム径を独立に調整できるようにした。図 1 はポンプ光、プローブ光それぞれについて試料表面でのスポット径を確認した顕微像である。ポンプ光が試料の数 μm の領域に集光され(a)、かつプローブ光は試料の広範囲(直径約 80 μm)に照射されていることを確認した(b)。そして図 1.a で得たポンプ光のみを Au エッジ構造に対して電場ベクトルが直角となる偏光で入射させ、エッジ構造からジェット状に伝搬する SP の二光子蛍光顕微像を観察した[図 2]。集光したフェムト秒パルスにより励起された SP (図 2)に対して、図 1.b のように広範囲にプローブ光を照射することにより、微小領域で励起された SP 波束ダイナミクスの観察を行う。

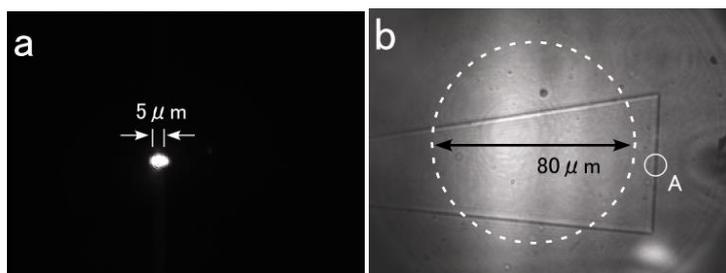


図 1. 試料に入射されたポンプ光(a)とプローブ光(b)

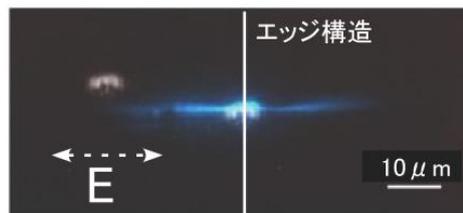


図 2. ポンプ光により図 1.bA 部で励起した SP 顕微像

[1]M. Dantus, et al., OE Mag. 9, 15 (2003)