

フェムト秒表面プラズモン波束のチャープ広がり の時間分解観察

Time-resolved imaging of chirped broadening of femtosecond surface plasmon wave packet

中村 圭佑、久保 敦（筑波大物理）

Keisuke Nakamura, Atsushi Kubo (Univ. of Tsukuba)

E-mail: s1520252@u.tsukuba.ac.jp

分散媒質中の光パルスは、群速度分散のために、伝搬と共にパルス幅が広がる。このようなパルス広がり は幅広いスペクトル成分を有する超短パルス光で特に顕著であり、光通信の超広帯域化における問題となる。正常分散媒質の場合、搬送波波長はパルスの先端部で長く後端部に行くに従い短くなる、アップチャープパルスとなる事が屈折率の振動数依存性に基づく議論から示される。しかし、超短パルス光のチャープ広がりが進展する様子を位相情報まで含めて実験的に示した報告はほとんどない。金属-誘電体界面を伝搬する自由電子の疎密波である表面プラズモン（Surface Plasmon : SP）波束は、超高速プラズモニックデバイスにおける情報伝達の担い手であり光パルスと類似した性質を持つ。SP の波数は実部、虚部共に分散を有しているため、波束は伝搬と共に搬送波周波数の変化（チャープ）、波束変形、パルス幅の増加、強度減衰を伴う。今回、我々は 10fs パルス対によるポンプ-プローブ法を用いた時間分解二光子蛍光顕微鏡法により金属表面を伝搬する SP 波束を時間分解観察し、伝搬に伴う SP 波束のチャープ広がり と減衰の評価を行った。

図 1a に実験で取得した SP 波束の時間分解顕微像の断面図を示す。ポンプ - プローブ遅延時間 τ の増加に伴い、SP 波束-プローブパルス干渉ビートが図の右下に向かって移動しているのが確認できる。図 1b に代表的な遅延時間における顕微像の断面と、チャープガウスパルス関数によるフィッティングを示す。遅延時間が大きな領域（ $\tau = 165\text{fs}$ ）では、観察された断面は明瞭なアップチャープを示し、パルスの先端部（ x :大、緑線）では後端部（ x :小、赤線）に比べ長い搬送波波長を有す。図 1c に $\tau = 54\text{fs}$ および 162fs の場合のパルス先端部と後端部とを抜き出して示す。両者の波長の違いが明確に確認できる。図 2 にフィッティングパラメータ波束振幅 A 、波束幅 W の遅延時間依存性を示す。図 2a から τ に対する波束幅の増加、図 2b から波束振幅の指数関数的減少が確認できる。

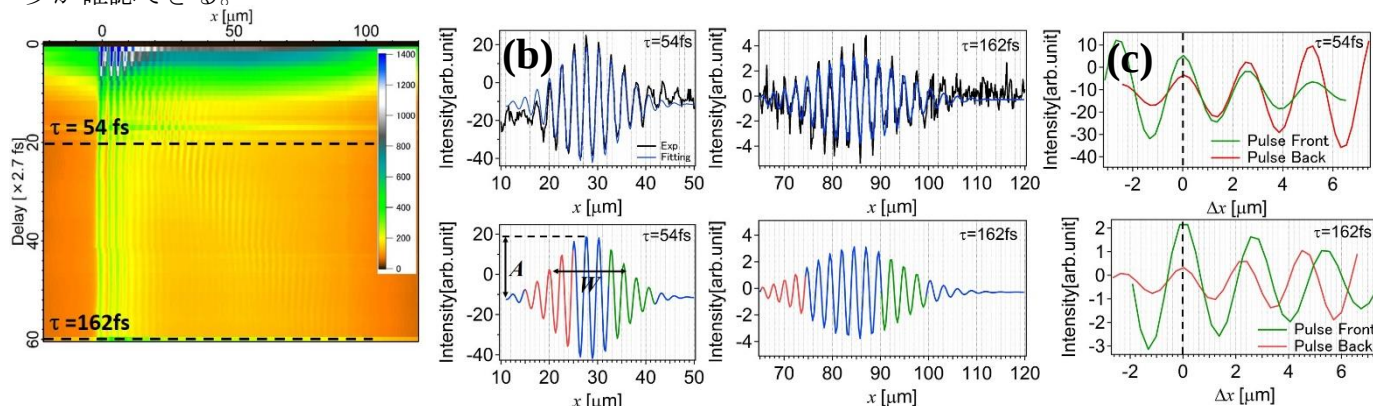


Figure 1. (a) A series of the profiles of time-resolved micrographs shows the propagation of SP WP as a motion of SP-probe pulse interference beat that evolves toward lower-right direction. SP is excited at $x = 0$ [μm]. The dashed lines show delay times ($\tau = 54, 162\text{fs}$) where profiles shown in (b) are extracted. (b) Profiles of the micrographs at the delay of $\tau = 54\text{fs}$ and 162fs , and their fittings. Magnifications of the front and the back portions of fittings are shown in (c) to distinguish the chirp.

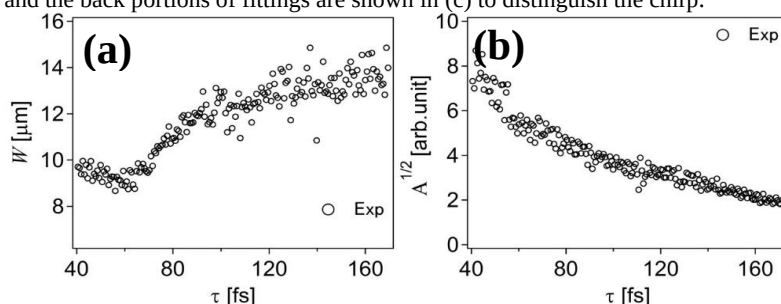


Figure 2. (a) Wave packet width is diffusing with increasing delay time. (b) Wave packet amplitude is damping exponentially.