

フェムト秒レーザーと微細造形

現象解明からデバイス応用まで

はじめに

▶ 何を話すの？

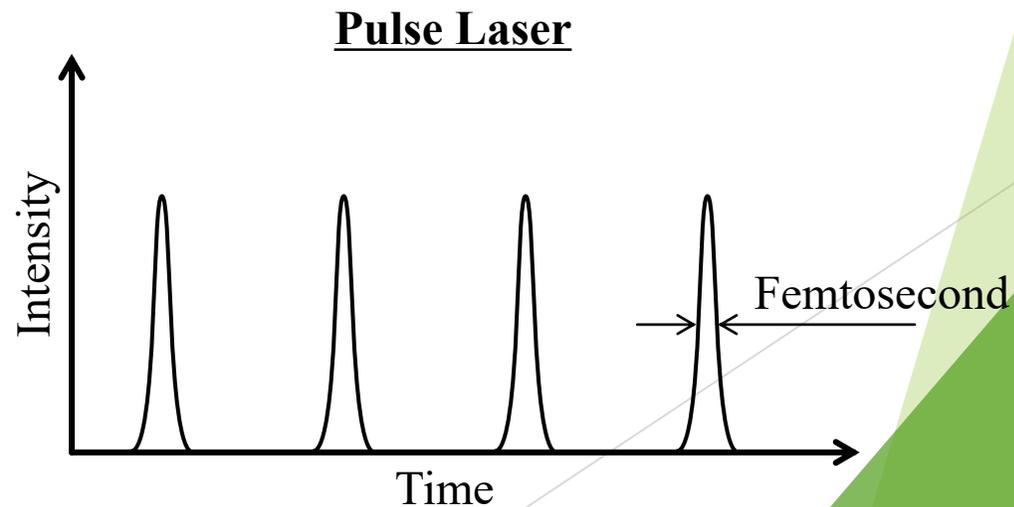
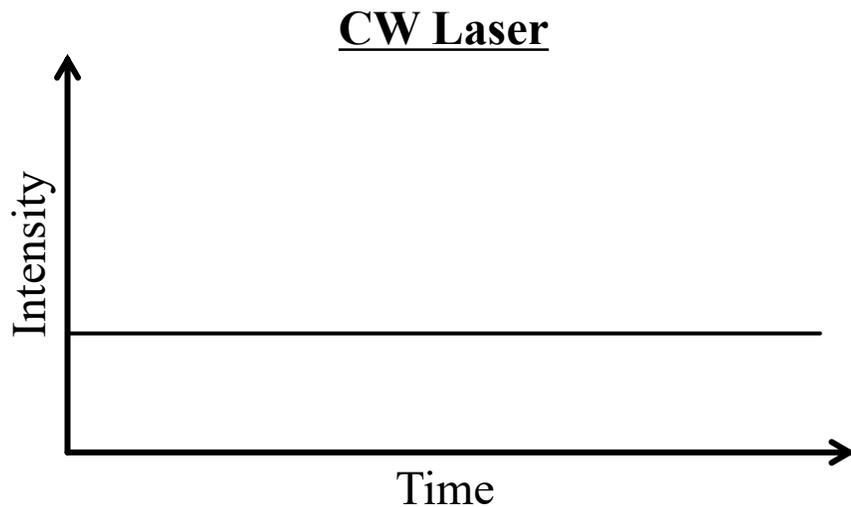
- ▶ フェムト秒レーザーを用いた加工技術とマイクロスケールにおける造形技術についてゆる〜く語ります

▶ 簡単な自己紹介

- ▶ 現在工学部の学生 (学部4年)
- ▶ 素人なのでガバガバな説明とかは大目に.....

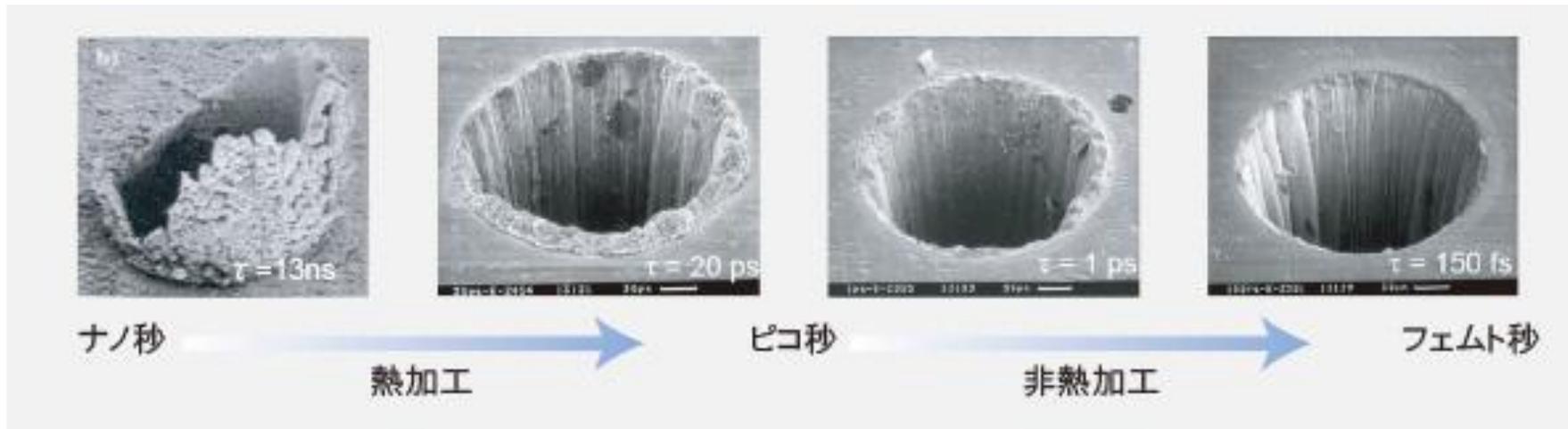
フェムト秒レーザーって？

- ▶ フェムト秒 (10^{-15} 秒) の短い周期で断続的に出力
- ▶ 瞬間的に高い出力
- ▶ 連続発振レーザーにおける熱の影響を大幅に低減



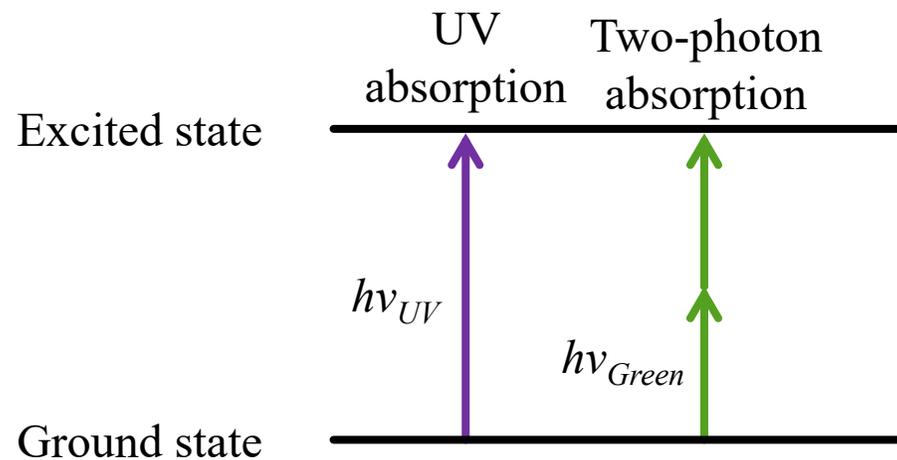
フェムト秒レーザーの加工例

▶ 穴あけ加工の例



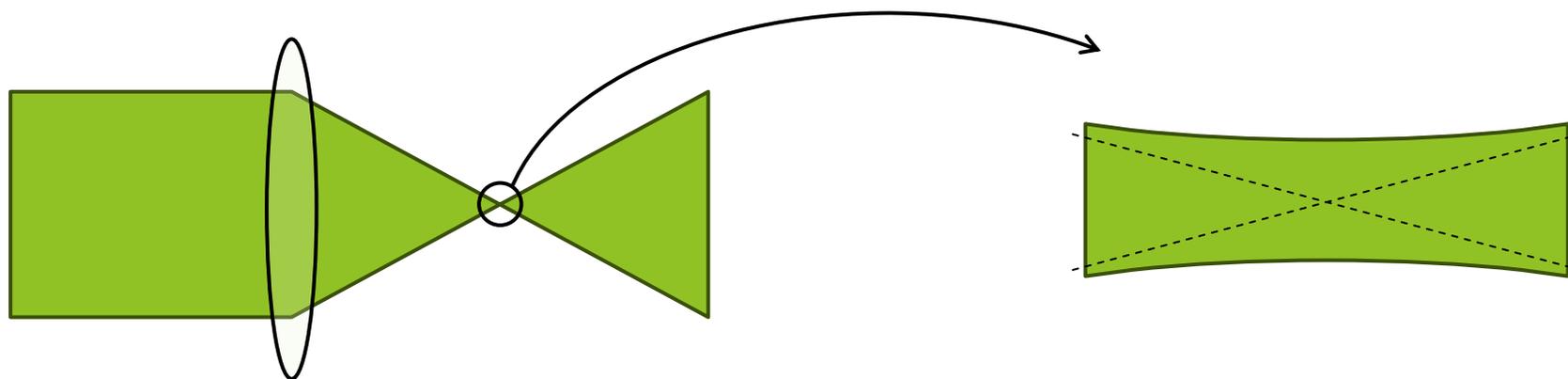
多光子吸収って？

- ▶ 通常，一度に光子が吸収される数は光の強度に比例
 - ▶ 光子 1 個分のエネルギーである $h\nu$ が励起
- ▶ 光子密度を上げるにより，非線形的な吸収が発生
 - ▶ 光の強度の n 乗に比例



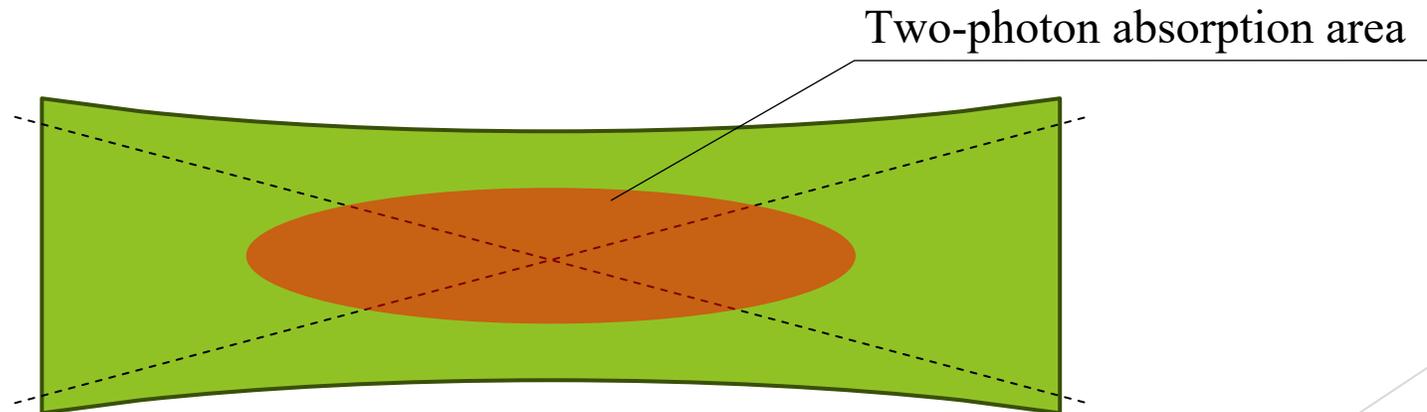
光は点に集光できない

- ▶ 幾何学的には、レンズを用いて光は一点に集まる
- ▶ 物理において光が波である以上、回折限界により集光できない



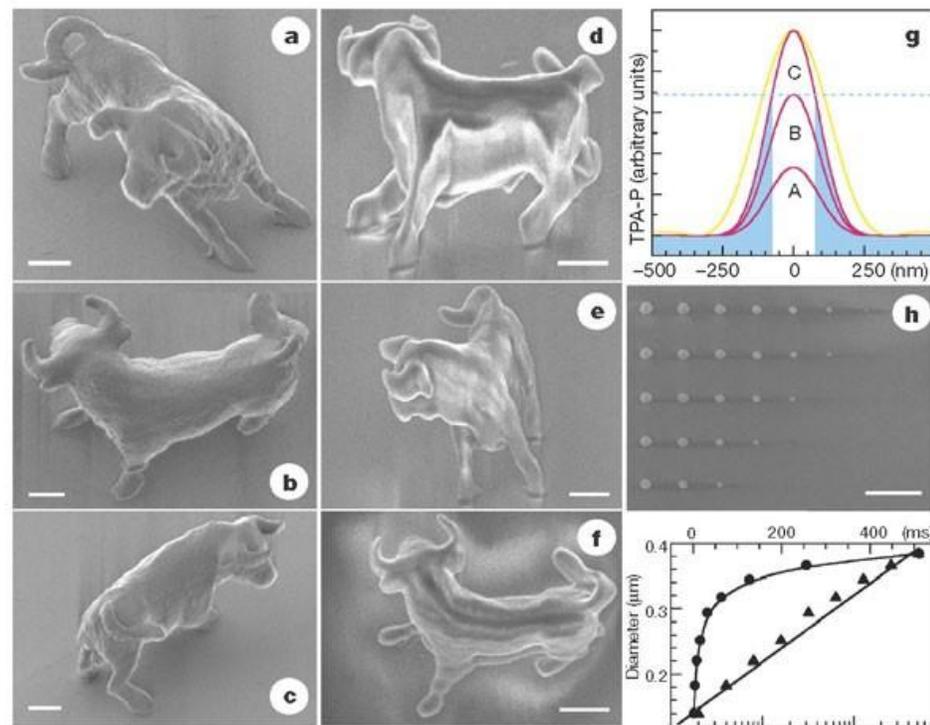
レーザーと物質の相互作用

- ▶ レーザの強度分布は、光軸を中心とした正規分布曲線
 - ▶ 二光子吸収が発生する領域は、回折限界精度未満
- ▶ 光還元可能な材料に対し、レーザーと二光子吸収を用いることで、回折限界を超える分解能での造形が可能



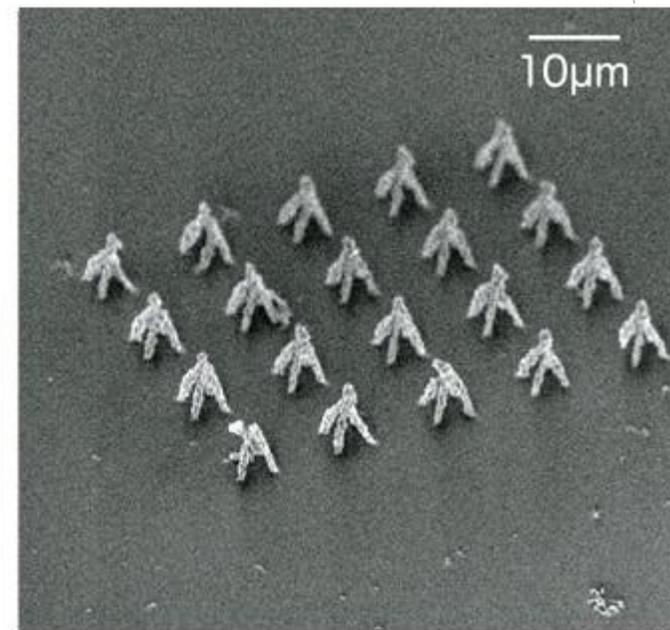
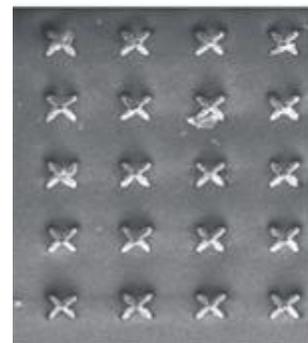
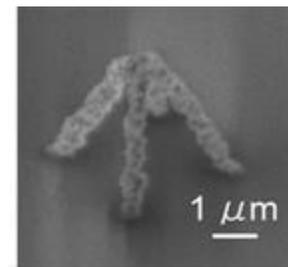
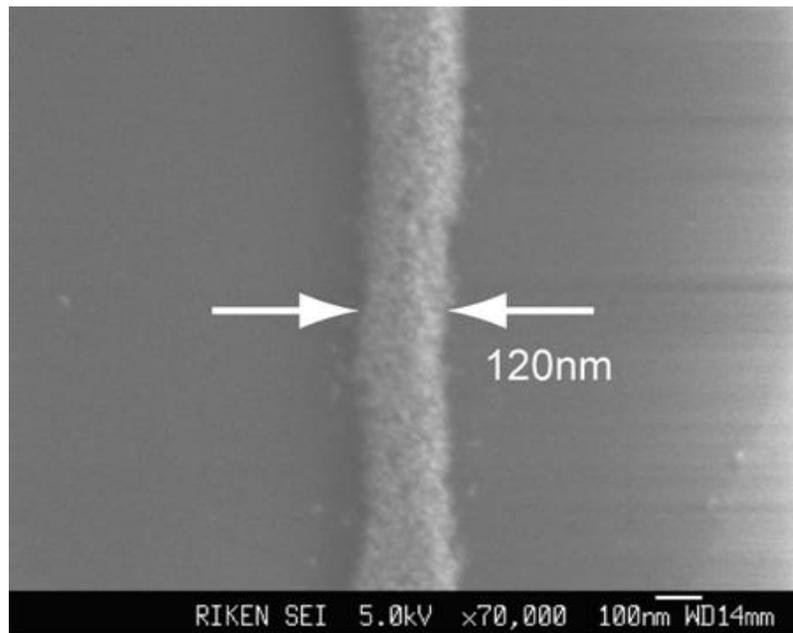
実例紹介

- ▶ ポリマーによる雄牛の造形
- ▶ レーザ光を用いて重合, レーザ光を走査し造形



実例紹介

- ▶ 銀の造形
- ▶ 銀イオンが分散された水溶液にレーザー光を照射
- ▶ 溶液に界面活性剤 (NDSS) 添加により更なる微細化に成功

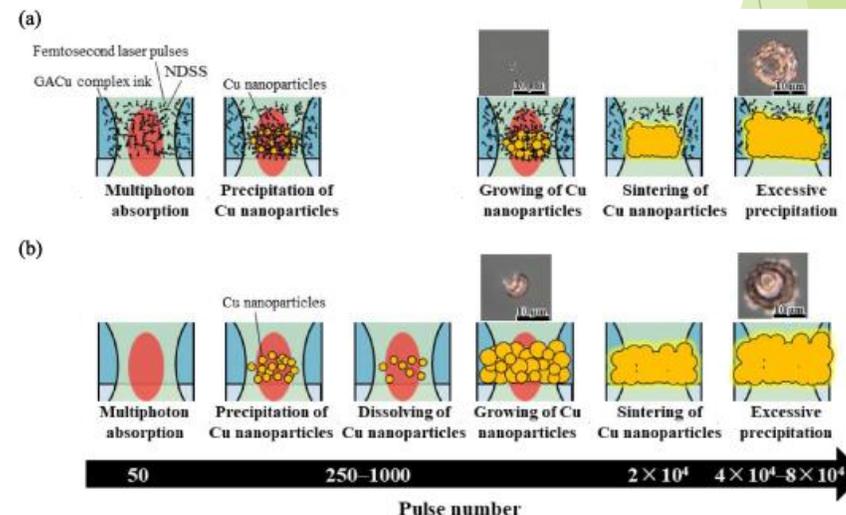
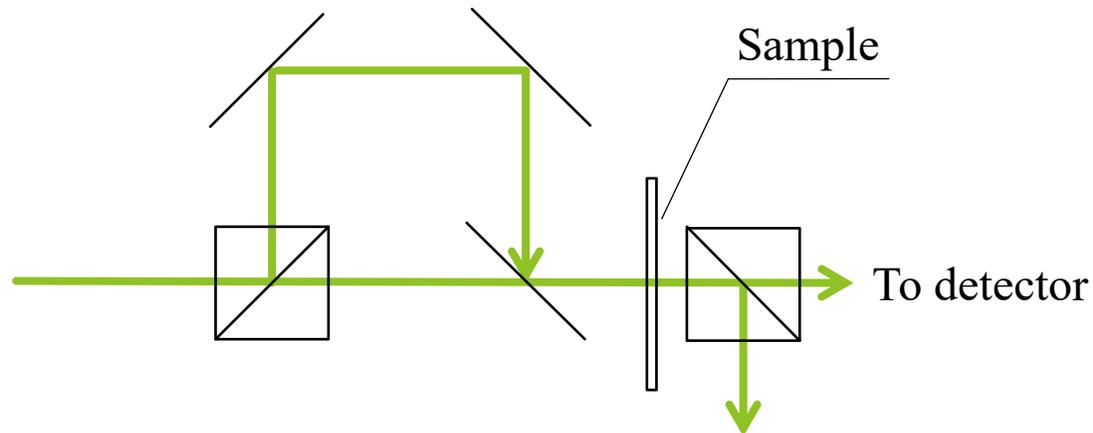


この研究のメリット

- ▶ メタマテリアルの開発
 - ▶ 負の屈折率を持つ物質
- ▶ 既存のリソグラフィ技術の問題点の克服
 - ▶ 真空，多段階工程，洗練された技術が不要
 - ▶ 立体的な配線が可能
- ▶ フレキシブルデバイスへの応用可能性
 - ▶ 物理的に柔軟な非平面上への配線が期待
- ▶ 可動部品をもつマイクロデバイスの作製
 - ▶ 強磁性の金属を造形する技術の研究

現象解明に向けて

- ▶ 中間体や電子運動などの過渡現象は未解明な部分も多い
- ▶ フェムト秒，ピコ秒単位で物質の状態を追跡可能な手法により研究
 - ▶ ポンプ・プローブ分光法，フェムト秒誘導ラマン分光法など
 - ▶ 光を二つ以上に分け，時間的に遅れた光を利用したストロボ撮影のような技術



この研究の今後

- ▶ 現状，光による還元は貴金属 (Au, Ag) に限定
 - ▶ 励起後の失活による熱エネルギーを利用
 - ▶ 卑金属 (Cu, Ni, Fe等) の光熱還元による超回折精度造形技術が研究されている
- ▶ 光熱還元による卑金属の酸化防止
 - ▶ 酸化を防ぐ還元剤，条件の検討
 - ▶ 金属酸化は導電性等に影響

ご清聴ありがとうございました