貴金属のフェムト秒赤外発光に対する表面形状の効果

Effect of surface morphology on the femtosecond infrared luminescence in noble metals

豊田理研　　末元　徹

Toyota Phys. Chem. Res. Inst., Tohru Suemoto

E-mail: suemoto@toyotariken.jp

これまでに、Au、Ag、Cu、Pt などのバルク貴金属において、フェムト秒赤外発光が観測されることを報告してきた[1]。その発光強度とスペクトルは表面の形状に依存し、ラフな表面を持つ試料では、平滑な鏡面に比して数十倍に増強される。Au と Cu では、同じ励起条件下の直接ギャップ半導体 InAs と同程度の瞬時強度が観測された。今回は発光現象に対する表面形状効果を探るために、いろいろな粗さを持った Au について、発光強度、吸収率、拡散反射率スペクトル、表面凹凸の空間スペクトルを測定し、これらの相関関係を調べた。発光は Yb ファイバーレーザーからのモードロックパルス（1036nm、130fs）で励起し、up-conversion 法により時間分解測定を行った。Fig.1(a)はラフな表面を持つ Au における 0.9eV での発光波形、(b)は時間原点におけるスペクトルであるが、後者は表面形状に依存した変形を受けている可能性がある。

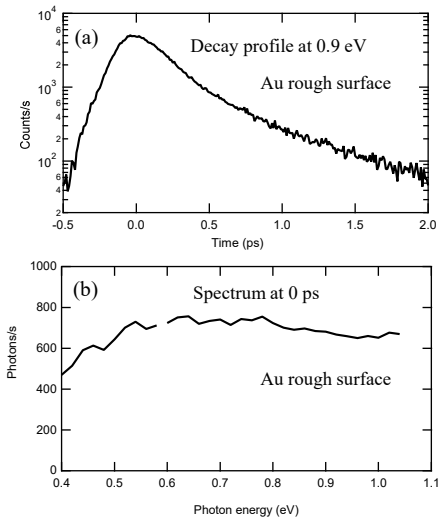

Fig. 1 (a) Luminescence decay profile at 0.9 eV in Au. (b) Typical time-resolved luminescence spectrum in Au.

Fig.2 に平滑な表面とラフな表面における発光強度（ピーク値）と、試料の温度上昇から見積もった 1036nm　における吸収率の相関を示す。熱輻射の放射率は吸収率に等しいというキルヒホフの法則が、発光に関しても成り立つとすれば、発光強度は吸収率の２乗に比例すると予想されるが、図から分かる通り、これは実験結果とほぼ一致する。放射率スペクトルによって発光スペクトルを補正することにより、表面形状に依存しない真の発光スペクトルを求めることが可能であると考えられる。

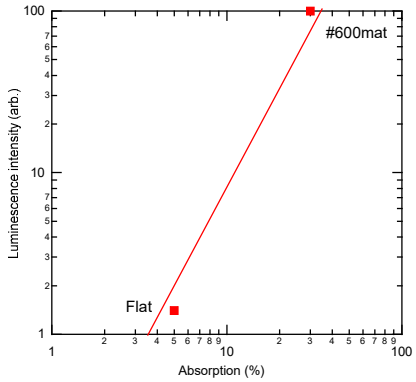

Fig. 2 Correlation between absorption and luminescence intensity at 0.9 eV in Au with different surface morphology. The straight line corresponds to square dependence.

謝辞　各種計測等に関して豊田中研の山中健一氏と杉本憲昭氏にご協力いただいたことに感謝します。

[1]　日本物理学会（京都 2018 年 9 月 9aB106-12）， EXCON（O45; Nara, July, 2018）， International Conference on. Ultrafast Phenomena（TUE.PO.7; Hamburg、July, 2018）