

レーザー加熱による VO₂ 粒子の絶縁体金属相転移を利用した ランダムレーザーのスイッチング動作

Switching operation of random laser using insulator-metal phase transition of VO₂
particles by laser heating

北海学園大工 °藤原 英樹

Hokkai-Gakuen Univ., °Hideki Fujiwara

E-mail: h-fujiwara@hgu.jp

二酸化バナジウム (VO₂) は、約 67 °C を境に絶縁体金属相転移を生じ、大きな電気抵抗変化を示すだけでなく、光学特性も大きく変化することが知られている[1]。この特性を活かした赤外線透過を制御する「スマートウィンドウ」への応用だけでなく、高速な光誘起相転移を利用した光スイッチ、光メモリ素子、光変調素子や光検出素子などへの応用も期待されている[2,3]。本発表では、この光学特性の変化を伴う相転移現象をランダムレーザーに応用し、加熱レーザー照射によってレーザー発振が高速に変化する様子を確認した結果について報告する。

実験では、市販の VO₂ 粒子 (Smartec® HS 70、高純度化学研究所) と酸化亜鉛 (ZnO) 粉末 (ZINCOX F-1, Hokusui Tech) を重量比 1:1 で水中に分散し、ガラス基板上に滴下、乾燥したものを試料とした。この試料に、ZnO 粉末の励起用として紫外パルスレーザー (355 nm, 1 kHz, 300 ps) を、VO₂ 粒子の加熱用として波長 405 nm の CW レーザーを照射した。図 1 は、発振しきい値以上の強度の励起レーザーを照射した際のレーザー発振スペクトルを示しており、加熱用レーザー照射の有無に対する変化の様子を表している。励起レーザー照射のみの場合、一般的な ZnO 粒子膜で観測されるマルチモードのランダムレーザー発振が確認できるが、加熱用レーザーの同時照射によって瞬時にレーザー発振が抑制され、加熱用レーザー照射を切ると再びレーザー発振が誘起される様子を確認した。また、加熱用レーザー照射強度を下げるとレーザー発振が復活する様子や、VO₂ 粒子を混入しない ZnO 粒子膜試料ではこのような変化が確認できないことから、レーザー加熱が VO₂ 粒子の相転移を引き起こし、ランダムレーザーのフィードバックに影響を与えていると考えられる。

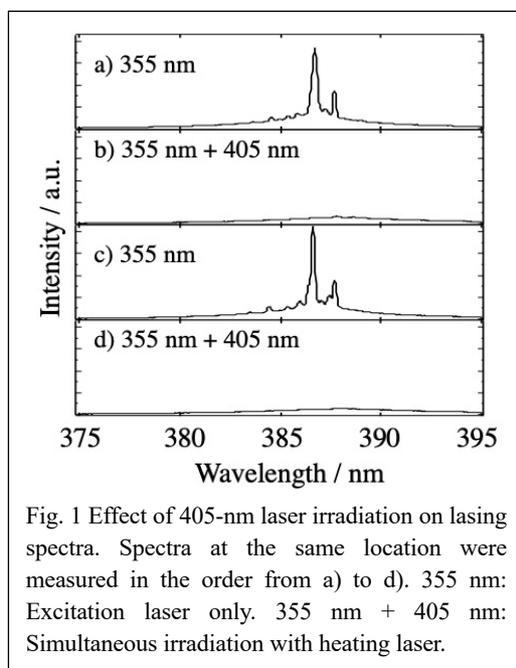


Fig. 1 Effect of 405-nm laser irradiation on lasing spectra. Spectra at the same location were measured in the order from a) to d). 355 nm: Excitation laser only. 355 nm + 405 nm: Simultaneous irradiation with heating laser.

[1] R. Basu *et al.*, J. Phys. D **50**, 465602 (2017). [2] S. Cuffe *et al.*, APL Photonics **5**, 110901 (2020). [3] S. Wall *et al.*, Science **362**, 572 (2018).