

雪氷写真館 ⑫⑥ フェムト秒パルスレーザー照射による超撥水性付与技術 /
Superhydrophobic surface of stainless steel treated by
femtosecond laser pulse

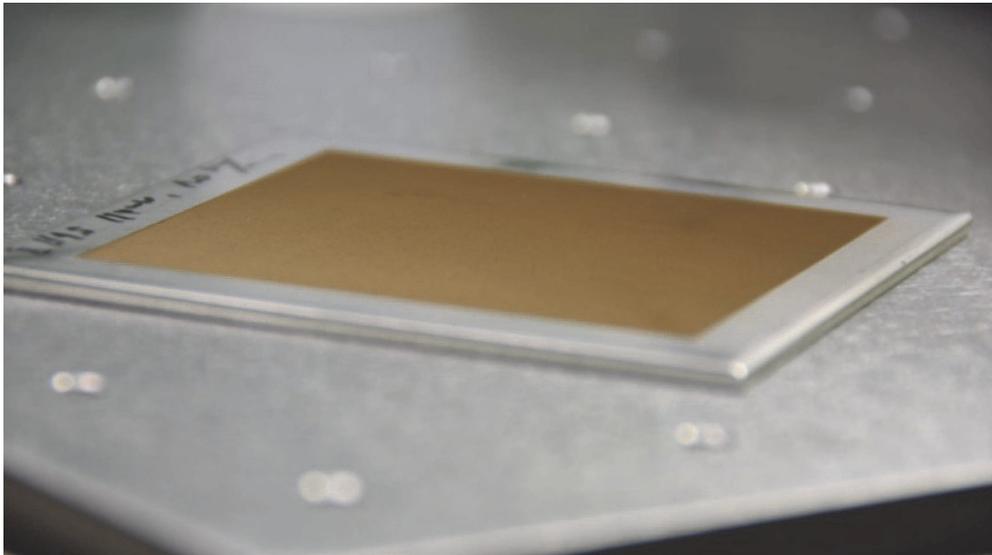


写真 1 フェムト秒パルスレーザー照射後のステンレス表面.
(ステンレスのサイズ：100 mm×100 mm)

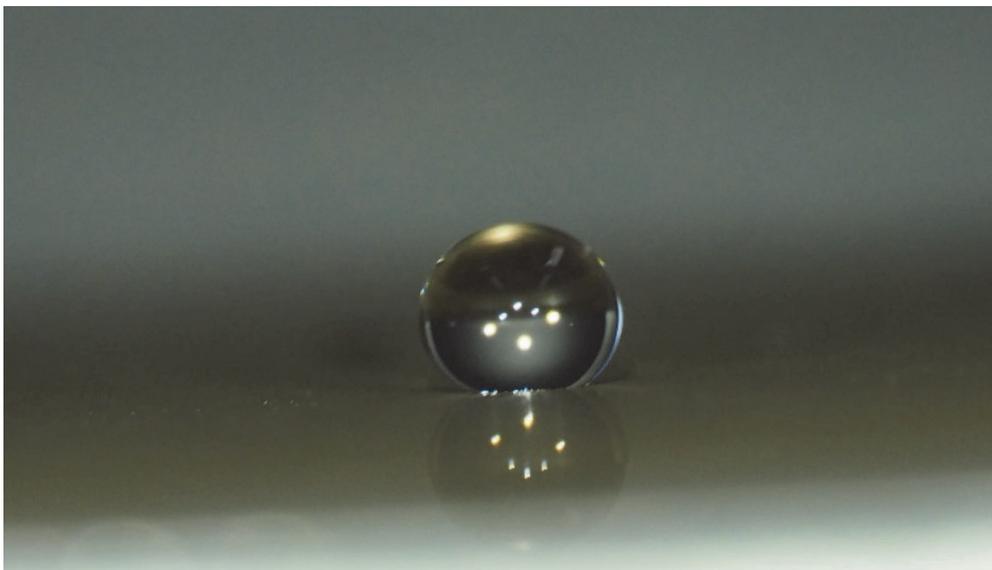


写真 2 フェムト秒パルスレーザーが照射されたステンレス表面に載せた水滴.

フェムト秒パルスレーザー照射による超撥水性付与技術

蓮の葉の表面上にある雨粒は、コロコロと転がり落ちる。蓮の葉の表面に微細な凹凸があるためであるが、この現象は 20 世紀前半に見出され、最近では自浄機能やセルフクリーニングなどと呼ばれている。蓮の葉のような生物が織りなす諸現象を模倣する技術、すなわち生物模倣技術が 10 年程前から注目されている¹⁾。着氷対策についても例外ではない²⁾。

パルス幅が非常に短いレーザーを金属表面に照射し掃引すると、周期がレーザー波長程度の微細な溝構造が形成される³⁾。これは、レーザー誘起表面 (ナノ) 周期構造 (Laser-induced periodic surface (nano-) structures, LIPSS) などと呼ばれている。

著者らは、着雪対策を目的に LIPSS の技術に着目して研究を開始した⁴⁾。使用したフェムト秒パルスレーザー (1 フェムト秒は 1000 兆分の 1 秒) の波長、パルス幅、繰り返し周波数、パルスエネルギーはそれぞれ 800 nm, 100 fs, 1 kHz, 0.19 mJ である。金属サンプルはステンレス (SUS304) である。写真 1 は、100 mm×100 mm のステンレスサンプルに、80 mm×80 mm の面積にパルスレーザーを照射・掃引した後の表面である。茶色っぽく見えるのは、表面において 550 nm 程度以上の光が反射しているためと考えられる。すなわち、550 nm 以下の波長の光は、レーザーが照射・掃引された箇所では吸収・散乱されたものと思われる。

レーザー照射・掃引されたステンレス表面に水滴を垂らすと、水滴はコロコロと転がり落ちる。転がり落ちないように水平に保つと、水滴が丸くまとまる (写真 2)。また、表面には蓮の葉のような微細な凹凸構造が形成されていた (写真 3)。一般的に接触角 90° 以上で撥水性、接触角 150° を超えると超撥水性と定義される。接触角計で接触角を計測すると、2 mm³ (μL) の水滴の接触角は 159° であった⁴⁾。すなわち、超撥水性が付与されたことを確認した。

LIPSS の技術は着雪対策に利用可能と考えられるが研究例は少なく、また耐候性や耐久性の面で不明瞭な点が多い。特に、水滴と雪・氷では付着の物理メカニズムが異なるはずで、着雪対策として利用可能かどうかは现阶段では解らない。今後の屋外における曝露実験がカギを握る。

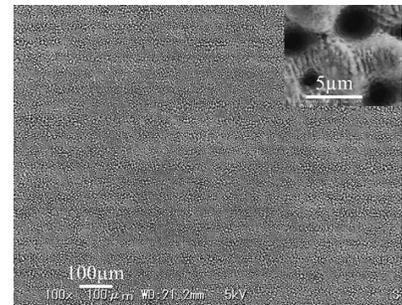


写真 3 フェムト秒パルスレーザー掃引・照射されたステンレスの電子顕微鏡写真。

文 献

- 1) 下村政嗣 (2010), 生物の多様性に学ぶ新世代バイオメティック材料技術の新潮流. 科学技術動向, 2010 年 5 月号, 9-28.
- 2) H. Sojoudi *et al.* (2016), Durable and scalable icephobic surfaces : similarities and distinctions from superhydrophobic surfaces. *Soft Matter*, **12**, 1938-1963.
- 3) M. Birnbaum, (1965), Semiconductor surface damage produced by ruby lasers, *Journal of Applied Physics*, **36**, 3688.
- 4) 櫻井俊光ら (2018), レーザー誘起表面ナノ周期構造を利用した道路構造物における落雪対策に関する研究. 北海道の雪氷, **37**, 31-34.

櫻井俊光¹・染川智弘^{2,3}・松下拓樹¹・高橋丞二¹・松澤 勝¹

¹ 国立研究開発法人土木研究所 寒地土木研究所

² 公益財団法人レーザー技術総合研究所

³ 大阪大学レーザー科学研究所