

ナノ秒パルスレーザー除染において発生する汚染粉塵の 速度計測法の開発

Developing a technique to measure the velocity of contaminated fragments
by nanosecond pulsed laser decontamination

^aJAEA(敦賀), ^bJASRI, ^c京大エネ研, ^a小菅淳, ^b安東航太, ^c山本恵輔, ^c中嶋隆[○]

^aJAEA, ^bJASRI, ^cKyoto U. ^aAtsushi Kosuge, ^bKota Ando, ^cKeisuke Yamamoto, ^cTakashi Nakajima[○]

E-mail: nakajima@iae.kyoto-u.ac.jp

原子炉の廃止措置の際に、大量に発生する放射線廃棄物の除去、すなわち除染を効率的かつ安全に行う方法として、レーザー除染法は有力な候補の一つである。東京電力をはじめとして、国内では高出力連続波レーザー除染が有力視され、福島第一原発の処理水タンク内壁のレーザー除染も既に(2019年)実施されたが、表面線量は約7割の削減、作業員の被ばく線量は約3割の削減と、劇的な効果があったとは言い難い。我々は、ナノ秒パルスレーザー除染がさらに有力であろうと考えている。連続波であるかパルスであるかを問わず、レーザー除染においては粉塵が必ず発生するが、この粉塵も汚染されている。したがって、除染対象物の表面から汚染物質を除去するだけでなく、汚染粉塵を効率よく捕獲回収することが重要である。昨秋の応用物理学会では、レーザー照射部から10 cmも離れた場所における汚染粉塵をレーザー散乱によって可視化することが可能であることを報告したが、粉塵の速度とサイズまでは評価できていなかった。

今回は、レーザー散乱を応用した汚染粉塵の速度計測について報告する。Fig. 1(a)に示す実験配置でレーザー散乱画像を取得し、画像解析した結果、汚染粉塵は、速いが個別粒子が確認できる粉塵と遅いが個別粒子が確認できないクラウド状の粉塵に大別できることがわかった。このうち、粉塵のほとんどを占めるのが後者である。前者は速度が速すぎて400 fpsのカメラでは速度評価ができないため、5 kHzの光チョッパーを導入した。画像データの例をFig. 1(b)に示す。この手法を用いて速い粒子の速度を評価した結果をFig. 1(c)および(d)に示す。ターゲットから離れるほど速度は低下し、また、パルス幅が長いと速度が遅いことがわかる。これに対し、遅いクラウド状粉塵の速度は約0.07 m/s程度である。

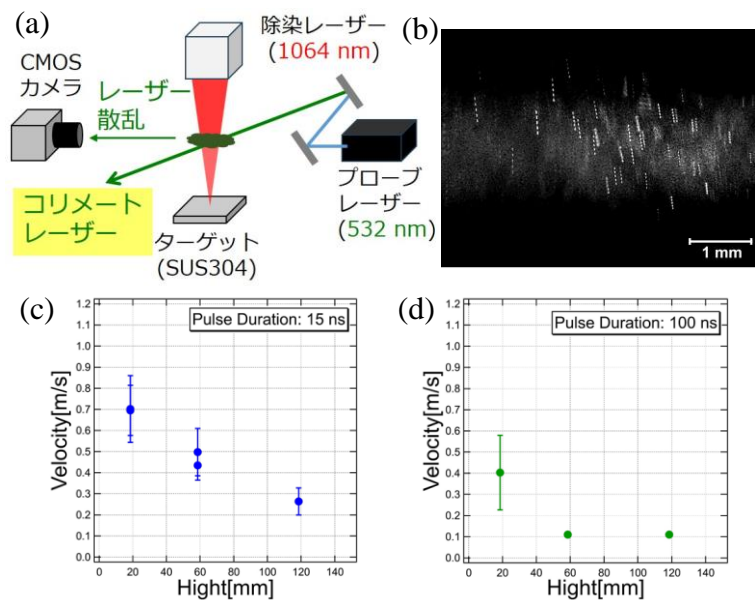


Fig. 1. (a) Setup to measure the velocity of micro/nano fragments by laser decontamination. (b) Example of laser scattering image of fragments. (c) Variation of the fast components of fragments at different heights with 15 ns pulse at 100 kHz and (d) 100 ns with the same pulse energy and repetition rate.