

チタンターゲットの水中レーザーアブレーション反応場における レーザー散乱分光計測

Laser-scattering spectroscopy of reaction field induced by laser ablation of a titanium target in water

北大工¹, 名大工² ○竹内 将人¹, 高田 昇治², 佐々木 浩一¹
¹Hokkaido Univ., ²Nagoya Univ. M. Takeuchi¹, N. Takada², and K. Sasaki¹
 E-mail: masa@athena.qe.eng.hokudai.ac.jp

研究背景および目的

水中に設置した金属ターゲットをレーザーアブレーションするとターゲット由来のナノ粒子が生成される。この手法は、化学プロセスを用いたナノ粒子生成法と比べ、環境に対する負荷が小さく、比較的簡単にナノ粒子を生成する事が出来るため、近年注目を浴びている。本研究では、水中レーザーアブレーション反応場の「何処で」「いつ」「どのようにして」ナノ粒子が生成されるのかを解明することを目的に、レーザー誘起反応場に YAG レーザー光を入射し、散乱光のスペクトルを分光計測する実験を行った。

実験方法

常温・常圧の蒸留水中に設置したチタンターゲットにターゲット面に垂直な方向から波長 532 nm のパルス YAG レーザー光を照射し、レーザーアブレーション誘起の反応場を形成した。アブレーション用 YAG レーザーパルスの照射から遅れ時間 T が経過した後、ターゲット面に水平な方向から散乱計測用の YAG レーザーパルス(波長 532 nm)を反応場に照射する。反応場によって生じた散乱光を散乱計測用レーザービームと 90 度異なる方向からレンズで集光し、3 重回折格子分光器に導く。3 重回折格子分光器を用いることにより、波長シフトを伴わない散乱光などを高い効率で取り除くことができ、散乱されたレーザー光のスペクトルを測定することができる。

実験結果および考察

実験結果の一例を Fig. 1 に示す。画像の縦方向は 3 重回折格子分光器の入り口スリットの高さ方向で、散乱計測用レーザービームの伝搬方向に対応する。画像の横方向はレーザー波長からの波長シフトをあらわし、マスクされた領域は波長シフトを伴わない散乱光を取り除くためのレーリーブロックの領域である。レーザービームの伝搬方向に沿う多くの領域で水のラマン散乱スペクトルとよく一致する散乱光スペクトルが観測されているが、Fig. 1(a)に示した $T=100\ \mu\text{s}$ における測定結果では、一部の

領域で水のラマン散乱スペクトルが消失している。別に行った反応場のシャドウグラフィメーキング計測の結果と比較すると、水のラマン散乱スペクトルが消失した領域にはキャビテーションバブルが存在している。すなわち、この領域は水が排除された気相領域となっているため、水のラマン散乱光が消失したものと考えられる。以前報告したレーザー散乱光の非分光画像計測では、キャビテーションバブルの内部においてレーザー散乱光が観測されているが、Fig. 1(a)の結果によると、 $T=100\ \mu\text{s}$ における散乱光は波長シフトを伴わないものと考えられる。

一方、Fig. 1(b)に示した $T=200\ \mu\text{s}$ における測定結果では、Fig. 1(a)において散乱光が消失している領域で水のラマン散乱とは異なるスペクトルを有する散乱光が観測されている。シャドウグラフィメーキングの結果では $T=200\ \mu\text{s}$ においても $T=100\ \mu\text{s}$ の場合とあまり変わらない大きさのキャビテーションバブルが観測されている。したがって、キャビテーションバブルの内部で成長するナノ粒子は、 $T=100\ \mu\text{s}$ から $T=200\ \mu\text{s}$ の間にラマンシフトを伴うナノ粒子に変質したものと考えられる。現状では、散乱光のスペクトルにピークを観測していないが、これにはキャビテーションバブルと水の界面における散乱光の屈折が影響していると考えられる。今後は光学系の調整を続け、散乱光のスペクトル構造を明らかにしたい。

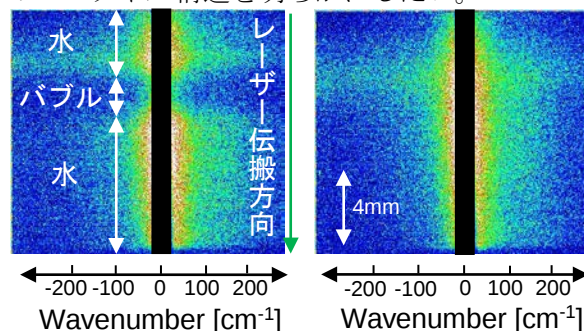


Fig.1 Spectra of scattered laser light observed at
 (a) $T=100\ \mu\text{s}$ and (b) $T=200\ \mu\text{s}$.