

各種水溶液からのフェムト秒ダブルパルスレーザー誘起 X 線および超音波発生における信号増強

Signal Enhancements in Femtosecond Laser-induced X-ray and Ultrasound from Aqueous Solutions under Double Pulse Excitation

中央研究院 ○畑中 耕治, 馮 若思, 徐 維宏

Academia Sinica, ○Koji Hatanaka, Frances Camille P. Masim, Wei-Hung Hsu

E-mail: kojihtnk@gate.sinica.edu.tw

高強度フェムト秒レーザーと各種溶液との相互作用の結果、アブレーションやプラズマ生成に伴い、金ナノコロイド溶液を試料とした場合でも超音波 [1,2] や X 線 [3,4] が発生し、さらに照射するレーザーパルスをダブルパルス化すると超音波ならびに X 線 [5] の強度が著しく増強することが報告されている。本発表では、超音波発生における信号増強に関して概観するとともに、X 線発生における空気中でのレーザー集光に対する水溶液表面の最適位置に関して考察する。

フェムト秒レーザー (40 fs, 800 nm, 1 kHz) を偏光ビームスプリッターでプレパルス (s-pol.) とメインパルス (p-pol.) に分割し、光学遅延回路により最長 15 ns の遅延時間 Δt を付した後、非軸放物面鏡 ($f = 50\text{mm}$) で大気圧下の水溶液液膜表面に集光 (入射角 60°) 照射した。Labview で制御された電動ステージにより液膜位置を z 方向 (レーザー照射軸方向) に走査させつつ X 線強度をガイガー計数管で測定した。 $\Delta t = 1.2\text{ ps}$ ではレーザー照射方向上流側 $150\text{ }\mu\text{m}$ に新たな X 線強度のピークを観測した (Fig.1 (b))。時間経過とともにこのピークは消失し、代わって下流側に新たなピークが観測され始め、より遅い $\Delta t = 15\text{ ns}$ ではそのピーク位置は $-150\text{ }\mu\text{m}$ に至ることを見いだした (Fig.1 (c))。さらに、そのピーク位置がプレパルス強度の低下に伴いより上流側にシフトすることも見いだした。これまでの報告例を考慮すれば、ピコ秒時間域での新たなピークはプレパルス照射により誘起されたプラズマ生成によると考えられる。また 10 ns 程度以降に観測される下流側のピークは、アブレーションに伴う液体表面位置の移動、衝撃波の伝搬、液滴生成に起因する現象と考えられる。

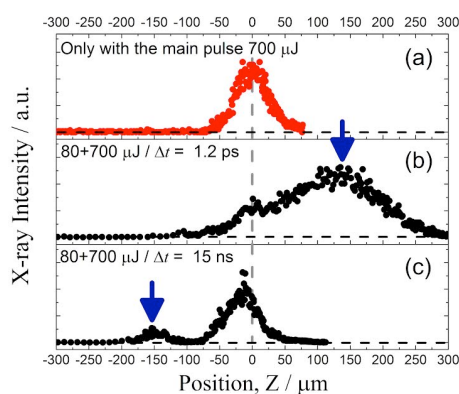


Fig.1 X-ray intensity as a function of the solution position, Z with different delay time at 1.2 ps (a) and at 15 ns (c). (a) represents the case with only the main pulse irradiation.

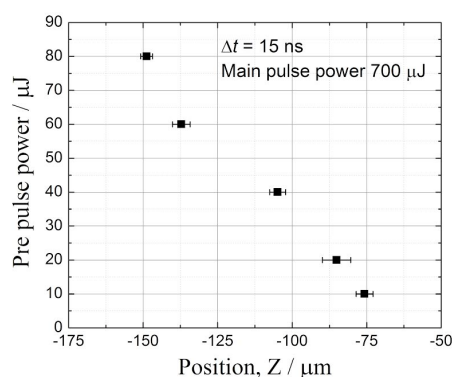


Fig.2 The peak at the downstream shifts more as the prepulse intensity increases.

- [1] Frances Camille P. Masim, *et al.*, "Enhanced photoacoustics from gold nano-colloidal suspensions under femtosecond laser excitation", *Opt. Exp.*, **24**, 14781 (2016).
- [2] Frances Camille P. Masim, *et al.*, "MHz-ultrasound generation by chirped femtosecond laser pulses from gold nano-colloidal suspensions", *Opt. Exp.*, **24**, 17050 (2016).
- [3] Wei-Hung Hsu, *et al.*, "Femtosecond laser-induced hard X-ray generation in air from a solution flow of Au nano-sphere suspension using an automatic positioning system", *Opt. Exp.*, **24**, 19994 (2016).
- [4] Frances Camille P. Masim, *et al.*, "Au Nanoplasma as Efficient Hard X-ray Emission Source", *ACS Photonics*, **3**, 3184 (2016).
- [5] Koji Hatanaka, *et al.*, "X-ray pulse emission from cesium chloride aqueous solutions when irradiated by double-pulsed femtosecond laser pulses", *Appl. Phys. Lett.*, **24**, 19994 (2008).