

## 4P069

金ナノコロイド溶液によるフェムト秒レーザー誘起 X 線発生:粒子サイズ依存性  
(東大院理<sup>1</sup>・JST さきがけ<sup>2</sup>) ○吉田恵一<sup>1</sup>、畑中耕治<sup>1,2</sup>、山内 薫<sup>1</sup>

**【序】** 高強度フェムト秒近赤外レーザーパルスを集光すると、強光子場(1 PW/cm<sup>2</sup> 程度)と水溶液との相互作用の結果、パルスX線が発生することが知られている。Hatanakaらは塩化セシウム水溶液を対象試料にレーザーパルスを照射し、そのチャープ [1]、偏光 [2]、プレパルス照射 [3] の効果を報告してきた [4]。一方で近年、金ナノ微粒子における表面プラズモン共鳴効果に由来する局所電場強度の増強に基づく様々な現象が報告されている。本発表では、粒径の異なる球形金ナノ微粒子を含むコロイド溶液に関する基本的な評価に加え、レーザー誘起パルスX線発生に関する実験結果について報告する。

**【実験】** 室温、大気圧下においてフェムト秒レーザーパルス(40 fs, 800 nm, 1 kHz, Legened Elite HE USP, Coherent Inc.)を軸外し放物面鏡( $f=50.8$  mm)により液滴試料表面に集光照射した。液滴(直径 ~ 90  $\mu\text{m}$ )はインクジェットノズル(IJHB-100, MICROJET Corp.)により作成し、試料には蒸留水、塩化金酸水溶液( $\text{HAu}^{3+}\text{Cl}_4$  aq.,  $2.5 \times 10^{-3}$  mol/l)と、その塩化金酸水溶液をクエン酸ナトリウムにより還元、還流処理して得られた金ナノコロイド溶液を用いた。金ナノ微粒子の粒径操作は添加するクエン酸ナトリウムの量を変えることにより試みた。X線強度ならびに発光スペクトル測定は、ガイガーカウンター(model 5000, Health Physics Instruments)ならびにSi半導体検出器(XR-100CR, Amptek Inc.)により行った。

**【結果と考察】** 図1に各溶液の外観写真とそれぞれの電子顕微鏡写真を、図2に各溶液の吸収スペクトルを示す。透過型電子顕微鏡観察により得られた金ナノ微粒子の直径は10 nm 程度、30 nm 程度と求められた。吸収スペクトルには表面プラズモン共鳴に基づくと考えられる吸収ピークが波長 520 nm 付近に明瞭に観測されている。吸収ピーク波長は、粒径が10 nmの場合、ある程度の短波長シフトが観測されている。また30 nmでは長波長側に裾を引く吸収スペクトルが観測されているが、これは粒径がより大きなものも含まれていること、あるいは微粒子がある程度凝集していることを示唆していると考えられる。これら2種類の溶液を試料としその液滴にフェムト秒レーザーパルス(0.2 mJ/pulse)を照射して発生するX線をガイガーカウンターで測定したところ、これまでに粒径の異なる溶液2種の間で有意な差は観測されなかった。金ナノ微粒子は、その形状、大きさを変化させて作成することで表面プラズモン状態を自在に制御することが出来る”機能性

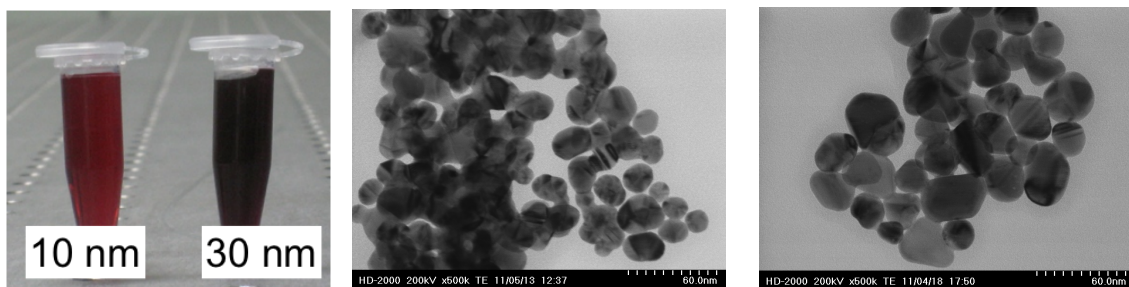


図1. 溶液の外観(左)と透過型電子顕微鏡写真(中央:10nm径、右:30 nm径)

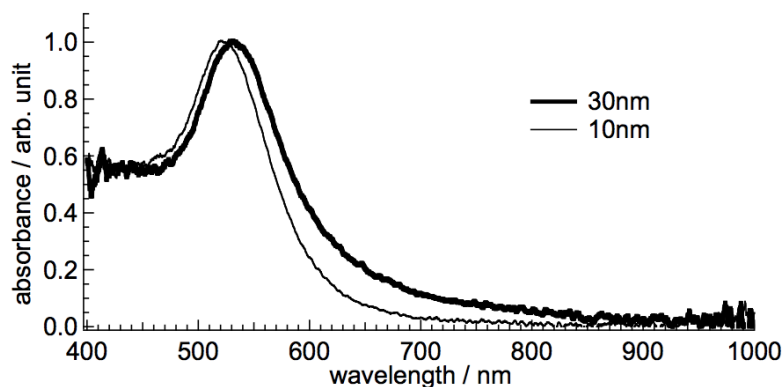


図2. 粒径の異なる金ナノコロイド溶液の吸収スペクトル

分子”として捉える事ができ興味深く、フェムト秒レーザーパルス誘起パルスX線発生に対しても、金ナノ微粒子の粒径依存性について明らかにすることは意義深い。塩化金酸水溶液と、それをもとに合成した金ナノコロイド溶液の液滴を試料としたフェムト秒レーザー誘起パルスX線発生の実験結果については口頭発表(4B09)で行う。

【謝辞】 本研究は先端レーザー科学教育研究コンソーシアム(CORAL)ならびに先端光量子科学アライアンス(APSA)の支援のもと行われた。また透過型電子顕微鏡観察は北海道大学北海道イノベーション創出 ナノ加工・計測支援ネットワーク(HINTS)の松尾保孝准教授に測定して頂いた。お世話になった方々に厚く御礼申し上げます。

#### 【参考文献】

- [1] K. Hatanaka, T. Ida, H. Ono, S. Matsushima, H. Fukumura, S. Juodkazis, H. Misawa, *Opt. Exp.*, **2008**, *16*, 12650.
- [2] 佐藤大輔、松島進一、小野博司、梶本真司、福村裕史、畑中耕治, *レーザー研究*, **2009**, *37*, 904.
- [3] K. Hatanaka, H. Ono, H. Fukumura, *Appl. Phys. Lett.*, **2008**, *93*, 064103.
- [4] K. Hatanaka, H. Fukumura, *X-ray Spectrometry*, **2011**, *in press*.