

超流動ヘリウム中の He<sub>2</sub> エキシマ分光のための短パルス Ti:Sapphire レーザーの開発Development of Short Pulse Ti:Sapphire Laser for He<sub>2</sub>\* Excimer Spectroscopy in Superfluid Helium名古屋大<sup>1</sup>, 日本原子力研究開発機構<sup>2</sup>, 総合科学研究機構<sup>3</sup>, 京大<sup>4</sup>, フロリダ州立大<sup>5</sup>○(M1)鈴木 颯<sup>1</sup>, Volker Sonnenschein<sup>1</sup>, 国立 将真<sup>1</sup>, 辻 義之<sup>1</sup>, 松下 琢<sup>1</sup>, 富田 英生<sup>1</sup>, 井口 哲夫<sup>1</sup>,  
和田 信雄<sup>1</sup>, 広田 克也<sup>1</sup>, 北口 雅暁<sup>1</sup>, 清水 裕彦<sup>1</sup>, 鬼柳 善明<sup>1</sup>,篠原 武尚<sup>2</sup>, 廣井 孝介<sup>2</sup>, 林田 洋寿<sup>2</sup>, 伊藤 大介<sup>4</sup>, 齊藤 泰司<sup>4</sup>, Wei Guo<sup>5</sup>Nagoya Univ.<sup>1</sup>, Japan Atomic Energy Agency<sup>2</sup>, CROSS<sup>3</sup>, Kyoto Univ.<sup>4</sup>, Florida State Univ.<sup>5</sup>○So Suzuki<sup>1</sup>, Volker Sonnenschein<sup>1</sup>, Shoma Kokuryu<sup>1</sup>, Yoshiyuki Tsuji<sup>1</sup>, Taku Matsushita<sup>1</sup>,  
Hideki Tomita<sup>1</sup>, Tetsuo Iguchi<sup>1</sup>, Nobuo Wada<sup>1</sup>, Hirota Katsuya<sup>1</sup>, Masaaki Kitaguchi<sup>1</sup>,  
Hirohiko Shimizu<sup>1</sup>, Yoshiaki Kiyonagi<sup>1</sup>, Takenao Shinohara<sup>2</sup>, Kosuke Hiroi<sup>2</sup>,  
Hirotoshi Hayashida<sup>3</sup>, Daisuke Ito<sup>4</sup>, Yasushi Saito<sup>4</sup>, Wei Guo<sup>5</sup>

E-mail: volker@nagoya-u.jp

**1. はじめに** 液体<sup>4</sup>He は 2.17 K 以下で超流動 He II へと相転移し、非粘性流体のように振る舞う超流動性や高い熱伝導性を持つ超熱伝導性等の優れた物性を持つことが知られている。超流動ヘリウム流れ場の理解のために、超流動 He II 中に中性子を入射し、<sup>3</sup>He(n, p)<sup>3</sup>H 反応による局所的なエネルギー付与で生成された He<sub>2</sub> エキシマ (He<sub>2</sub>\*) クラスタをレーザー誘起蛍光によりイメージングし、その時間発展より流れ場を観測する手法が提案されている。そこで、本研究では、加速器施設における大強度中性子源を用いた He<sub>2</sub>\* クラスタ生成とその分光に向けて、短パルス波長可変 Ti:Sapphire レーザーを開発し、その性能評価を行うとともに J-PARC 中性子源における He<sub>2</sub>\* のレーザー誘起蛍光検出実験を行なった。

**2. 短パルス Ti:Sapphire レーザーと He<sub>2</sub>\* のレーザー誘起蛍光検出実験** Fig.1 に示すように He<sub>2</sub>\* は波長 905 nm のレーザー光の二光子吸収で励起され、波長 640 nm の蛍光を放出して脱励起する<sup>[1]</sup>。二光子吸収による励起効率はレーザー光子密度の 2 乗に比例するため、励起用レーザーは、波長可変で短パルスである必要がある。そこで、Fig.2 に示すような短パルス Ti:Sapphire レーザーシステムを構築した。高反射率ミラーと 80% の反射率の出力ミラーで共振器を構成し、内部に Ti:Sapphire 結晶とプリズム 2 個を設置し、短パルス発振を実現するために光路長を 40 mm とした。また、2 個のプリズムを通過した光を出力ミラーの水平方向の角度を操作することで選択し、波長を調整可能とした。繰り返し率最大 20 Hz の Nd:YAG レーザー (第 2 高調波、エネルギー : 5 mJ) による励起により、パルスエネルギー 0.8 mJ、パルス幅 3 ns の出力が得られた。J-PARC BL22 にて、このレーザーを用いて、中性子入射より生成された He<sub>2</sub>\* のレーザー誘起蛍光を検出できることを確認した (Fig.3 参照)。

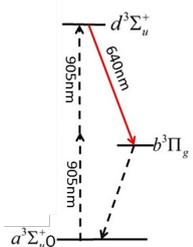
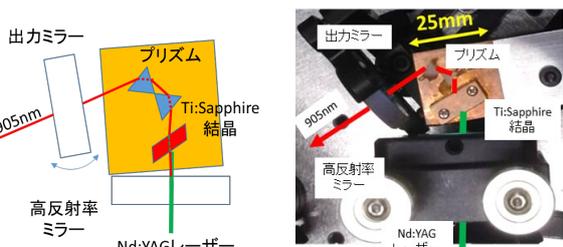
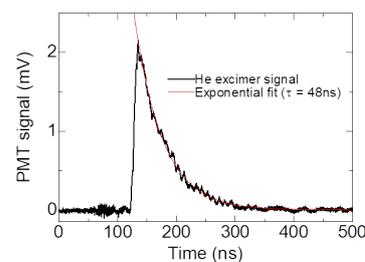
Fig.1 The He<sub>2</sub>\* excitation level scheme

Fig.2 Overview of short pulsed Ti:Sapphire laser

Fig.3 He<sub>2</sub>\* Excimer signal参考文献 [1] J. Gao, *et al.*, Rev. Sci. Instrum. **86**, 093904 (2015).