

ミュオニウムの光解離用ライマン α 光源

Lyman-alpha Laser for Photo Ionization of Muonium

高エネ研¹, 理研仁科², 理研光量子³ ○大石 裕^{1,2}, 中村 惇平¹, 足立 泰平¹,
A. D. Pant¹, 斉藤 徳人³, Oleg Louchev³, 三宅 康博¹, 和田 智之³, 岩崎 雅彦²
KEK¹, RIKEN Nishina², RIKEN RAP³, ○Yu Oishi^{1,2}, Jumpei Nakamura¹, Taihei Adachi¹, A. D.
Pant¹, Norihito Saito³, Oleg Louchev³, Yasuhiro Miyake¹, Satoshi Wada³, Masahiko Iwasaki²
E-mail: bigstone@post.kek.jp

加速器で得られるミュオン (μ^+) ビームは運動量分布が大きい ($\sim 600\text{keV}$)、超低速化 ($\sim 0.2\text{eV}$) することで磁場顕微鏡や異常磁気能率 ($g-2$) の超精密測定への応用が期待されている。 μ^+ の超低速化は 2000K に加熱した金属箔に μ^+ を入射し、真空中に熱拡散してくる水素ライクなミュオニウム (μ^+e^-) の電子を光解離することで達成する。この光解離は効率的かつ μ^+ に余計な運動量を与えないために、 $1\text{S}-2\text{P}$ 共鳴ライマン α 光 ($\sim 122.09\text{ nm}$) と 355 nm 光が必要である。我々は、全固体レーザーと Kr ガス中の 2 光子共鳴 4 波混合による真空紫外光の発生方法を組み合わせることで $10\text{ }\mu\text{J}$ に迫るパルスライマン α 光の発生を実証した[1]。今回、4 波混合で用いる近赤外光の波長制御に伴うライマン α 光の波長掃引により、 μ^+e^- のライマン α 共鳴波長やドップラー幅を超低速ミュオンの収率から測定したので報告する。

ライマン α 光源の概要を図 1 に示す。4 波混合に用いる 2 光子共鳴 212.556 nm 光は $\text{Nd}:\text{YAG}$ セラミックを増幅媒質とした全固体レーザー[2]の第 5 高調波として発生させ、同時に必要な近赤外光は第 5 高調波発生過程で得られる第 2 高調波を励起光とした OPG により発生させる構成とした。OPG では波長可変 $\text{Ti}:\text{S}$ レーザーの出力をシード光として入射し、波長制御可能な構成とした。

発生した $\sim 4\text{ }\mu\text{J}$ のライマン α 光と 355 nm 光を真空中の μ^+e^- 熱拡散領域に照射し、解離された超低速 μ^+ の粒子数を測定した。近赤外光の波長を 820.66 nm としたとき、最大の超低速 μ^+ の収率が得られ、 μ^+e^- の $1\text{S}-2\text{P}$ 共鳴波長 122.09 nm を得た。講演では近赤外光のスペクトル幅と μ^+e^- のドップラー幅の関係や、同一光源による水素の $1\text{S}-2\text{P}$ 共鳴波長測定についても詳細を発表する。

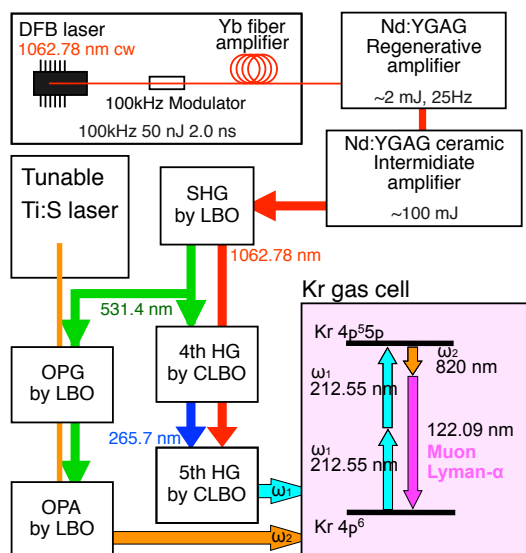


図 1 ライマン α 光源の概要

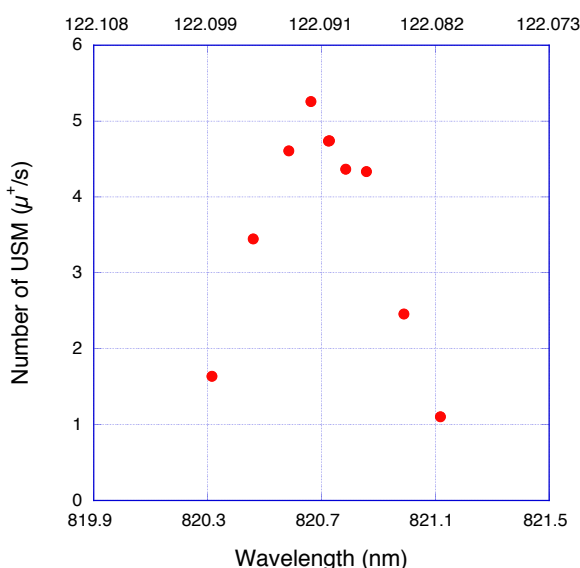


図 2 ライマン α 光波長に依存した超低速ミュオンの収率

[1] N. Saito, et al., Opt. Exp. 24 7566 (2016).

[2] 大石他、レーザー学会第 445 回研究会報告, RTM-13-26 巻 p.p.43-48 (2013)