フランシウム原子の電子電気双極子能率探索のための レーザー周波数安定化機構と光伝送系の開発

Development of laser frequency stabilization and optical transmission system toward the francium electric dipole moment search

°中村圭佑 [1]，永瀬慎太郎 [2]，中下輝士 [3]，早水友洋 [4]，青木貴稔 [3]，長濱弘季 [1]，
小澤直也 [2]，佐藤幹 [3]，山根風樹 [3]，深瀬実来 [2]，上原大祐 [2]，高峰愛子 [4]，酒見泰寛 [1]，
([1] 東大 CNS，[2] 東大理，[3] 東大総合，[4] 理研仁科セ)
K. Nakamura [1], S. Nagase [2], T. Nakashita [3], T. Hayamizu [4], T. Aoki [3], H. Nagahama [1],
N. Ozawa [2], M. Sato [3], K. Yamane [3], M. Fukase [2], D. Uehara [2], A. Takamine [4], Y. Sakemi [1]
([1] CNS, Univ. of Tokyo, [2] Dept. of Phys., Univ. of Tokyo,
[3] Grad. Sch. of Arts and Sci., Univ. of Tokyo, [4] RIKEN Nishina C.)
E-mail: k-nakamura@cns.s.u-tokyo.ac.jp

素粒子がスピンに沿った有限の電気双極子能率（Electric Dipole Moment, EDM)を持つ場合、それは CP 対称性の破れを示唆する。EDM は標準模型が極めて小さい値を予測する一方で、超対称性模型等の標準模型を超える理論では実験可能レベルの値を予測するため、新物理を探索するプローブとして注目されている。常磁性原子では、内部電子の EDM が原子内部の電場により増幅されることが理論的に示されている。我々は、原子量最大のアルカリ原子・フランシウム（Fr）［増幅度が約 800 倍］をさらにレーザー冷却・トラップすることで、従来のビーム実験と比べて電場との相互作用時間を 1000 倍程度へ長くし、ラムゼー干渉縞の位相シフトを超高感度に観測する電子 EDM 探索計画を進めている。現在、Fr の磁気光学トラップ（MOT）を目指して、Fig.1 の様なレーザー周波数安定化機構と伝送系の開発を行っている。Fr は安定同位体を持たないため、理研 AVF サイクロトロンから供給されるビームを用いて核融合反応により生成する。レーザー光源は、放射線損傷を避けるため MOT 実験室から離れた部屋に配置し、400 m 長の多芯偏波保持ファイバーを用いて伝送する。レーザー光周波数は波長計を用いてトラップ遷移（波長 718 nm、自然幅 7.6 MHz）及びリポンプ遷移（817 nm、5.4 MHz）の近傍で安定化させる。講演では、周波数安定化と光伝送の詳細について報告する。本研究は、JSPS 科研費（19H05601, 20K14482）の助成を受けた。

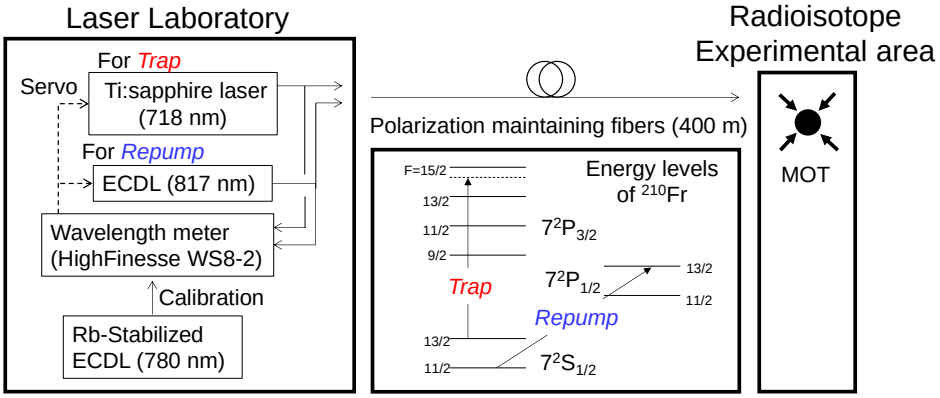

Fig. 1. Experimental scheme of laser frequency stabilization and optical transmission system.