

小型原子時計の高安定化に向けた磁場変動に耐性のある CPT 共鳴の観測

Magnetic-field-insensitive coherent-population-trapping resonances

towards high stability miniature atomic clocks

NEC シスプラ研¹, NEC-産総研量子連携ラボ², 産総研³, マイクロマシンセンター⁴

○各務 惣太^{1,2}, 松本 健太^{1,2}, 藤咲 貴大^{1,2}, 桐原 明宏^{1,2}, 柳町 真也³, 池上 健⁴, 盛永 篤郎⁴

NEC Corporation¹, NEC-AIST Quantum Tech. Cooperative Research Lab.², AIST³, MMC⁴

○Sota Kagami^{1,2}, Kenta Matsumoto^{1,2}, Takahiro Fujisaku^{1,2}, Akihiro Kirihara^{1,2},

Shinya Yanagimachi³, Takeshi Ikegami⁴, Atsuo Morinaga⁴

E-mail: s-kagami_ax@nec.com

Coherent-population-trapping(CPT)共鳴は 3 準位原子と 2 光波の量子干渉効果の 1 種であり、レーザー光によりマイクロ波共振器等を用いずにアルカリ原子の時計遷移を検出できることから、小型原子時計の動作原理となっている[1]。また小型原子時計においては確度、安定度に加え、屋外や移動体搭載での使用が想定されることから、温度、振動、磁場など、周囲の影響によりその発振周波数が変化しない耐環境性を備えることが望ましい。

今回、我々は ^{133}Cs 原子およびバッファガスが封入されたガラスセルに対し、サイドバンド光を発生させたレーザー光を照射し、CPT 共鳴の観測を行った。透過光量のサイドバンド周波数依存性を取得することで、CPT 共鳴の周波数、線幅、共鳴強度を測定し、磁場およびレーザーの偏光依存性を評価した[2]。

Fig. 1 に CPT 共鳴周波数の磁場依存性を示す。図中の緑点は直線偏光(lin // lin)を用いた際の CPT 共鳴の一つであり、139 μT 付近の磁場において、共鳴周波数が 1 μT の磁場変動に対し 0.04 Hz しか変化しないことを示している。これは従来の小型原子時計で用いられる CPT 共鳴と比較し、磁場に対する周波数変化が 50 分の 1 となり、本条件での CPT 共鳴を動作原理とすることで環境磁場に対して耐性のある小型原子時計が実現可能なことを示唆している。

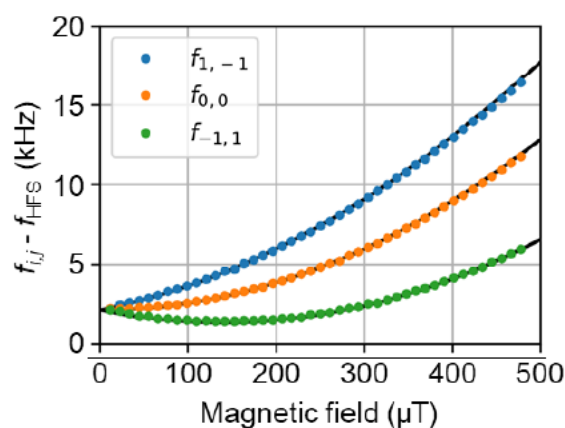


Fig. 1 Magnetic field dependence of resonance frequencies of CPT spectra

本研究は、防衛装備庁が実施する安全保障技術研究推進制度 JPJ004596 の支援を受けたものである。

[1] S. Knappe, *et al.*, *Appl. Phys. Lett.* **85**, 1460 (2004).

[2] K. Matsumoto, S. Kagami, *et al.*, arXiv, arXiv:2110.02466 (2021)