

デュアルコム分光法を用いたルビジウム原子の光-光二重共鳴分光 Optical-optical double-resonance spectroscopy of rubidium with a dual comb system

○西山 明子^{1,2,3}、佐々田 博之^{2,4}、中川 賢一¹、大苗 敦^{2,5}、美濃島 薫^{1,2,*}
(1. 電通大, 2. JST, ERATO 美濃島知的光シンセサイザ, 3. JSPS, 4. 慶応大, 5. 産総研)

○A. Nishiyama^{1,2,3}, H. Sasada^{2,4}, K. Nakagawa¹, A. Onae, K. Minoshima^{1,2,*}
(1. The Univ. of Electro-Communications, 2. JST, ERATO MINOSHIMA Intelligent Optical Synthesizer (IOS), 3. JSPS, 4. Keio Univ., 5. AIST)

*E-mail: k.minoshima@uec.ac.jp

光コムはそのスペクトルの特性から、高分解能・高精度かつ広帯域の分光計測への応用が盛んに研究されている。コムを直接光源に用いたデュアルコム分光法においても、コムは狭線幅なモードの特性によって高い分解能を得ることが示されたが[1]、これまでに行われた気体分子のデュアルコム分光測定の実際の分解能は、ドップラー拡がりに制限されたものであった。そこで本研究では、デュアルコム分光法をドップラーフリー光-光二重共鳴分光法に適用し、Rb 原子の $5S_{1/2} - 5P_{3/2} - 4D_{5/2}, 4D_{3/2}$ 遷移[2]の測定を行った。光-光二重共鳴分光法では、遷移のドップラー幅よりも十分に狭線幅な cw レーザーを励起光として用いることで原子を速度選択的に中間準位に励起し、ドップラー拡がりの制限を受けない高分解能スペクトルを得た。

実験システムの概略を下図に示した。励起用光源として、外部共振器型半導体レーザー (ECDL, 線幅 < 1 MHz) を用い、 $5S_{1/2} - 5P_{3/2}$ 遷移を励起した。ECDL は、飽和吸収分光によって観測した Rb 原子の超微細構造遷移に FM 分光法を用いて安定化している。光コム光源としては、2 台のモード同期 Er ファイバレーザー (中心波長 1560 nm) を CW レーザーによって同期して用いた。コムは出力光は、プローブ光としてルビジウムセルに入射し、デュアルコム分光法によってドップラーフリー光-光二重共鳴スペクトルを得た。その結果、励起状態の超微細構造分裂が完全に分離されて観測された。超微細構造遷移 ($5P_{3/2} (F=3) - 4D_{5/2} (F=4)$, ^{87}Rb) の線幅は、励起光 1 mW の測定において、45.5 MHz であった。また、得られた遷移の絶対周波数を 1 MHz 以下の不確かさで決定した。さらに、デュアルコム分光法による光-光二重共鳴分光において、励起光の偏光に依存したスペクトルの歪みが観測されることがわかった。

本研究は、JST, ERATO 美濃島知的光シンセサイザと JSPS 16J02345 の助成を受けて行われた。

[1] S. Okubo, et al., Opt. Express 23, 33184 (2015).

[2] H. Sasada, IEEE Photonics Technol. Lett. 4, 1307 (1992).

