

光コム温度計

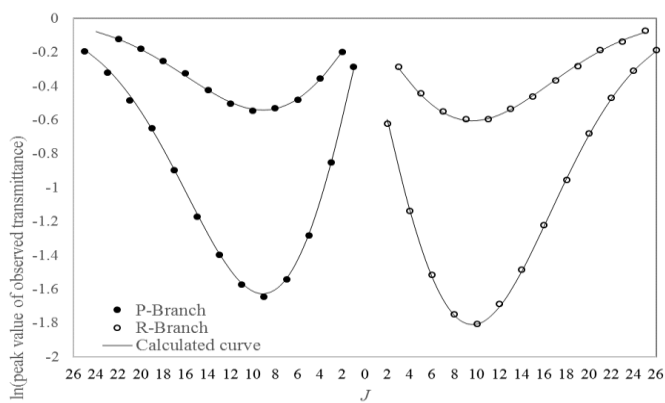
Optical-frequency-comb thermometer

産総研¹, JST, ERATO 美濃島光シンセサイザ²○清水 祐公子^{1,2}, 大久保 章^{1,2}, 大苗 敦^{1,2}, 稲場 肇^{1,2}NMIJ/AIST¹, JST, ERATO MINOSHIMA Intelligent Optical Synthesizer (IOS)²,○Yukiko Shimizu^{1,2}, Sho Okubo^{1,2}, Atsushi Onae^{1,2}, Hajime Inaba^{1,2}

E-mail: shimizu-yukiko@aist.go.jp

周波数計測のために開発された光コムは、長さや温度などの計測をはじめ天文にまで応用範囲を拡大している。温度計測に着目すると、分子の振動回転遷移に基づく吸収スペクトル線の中心周波数、ドップラー広がり、およびピーク強度を測定することで分子の温度を求められることを利用し、光コムと高分散子 (VIPA) を組み合わせた分光的な温度測定が報告されている[1]。一方、2 台の光コムを用いた「デュアルコム分光」は広帯域性、精密性、高速性を併せ持つ分光法として提案されており、この分光法を用いれば、同一の実験条件で広い周波数範囲のスペクトル線を短時間に取得できる [2,3]。

本研究では、デュアルコム分光法を用い、アセチレン分子の振動回転遷移の吸収スペクトル線を取得し、その約 50 本の全吸収スペクトル線の吸収強度を、一括して理論式でフィッティングすることで温度を求める方法を提案・検証する。下図は室温における分子の吸収強度をフィッティングした結果



であり、これより決定された温度は $23.3^{\circ}\text{C} \pm 0.87^{\circ}\text{C}$ であった。吸収セルの外壁に設けた直径 1 mm の抵抗温度計で実測したセルの壁面温度は 23.4°C と、本手法により求めた温度値とよく一致した。

また、本手法はボルツマン定数と分子固有の回転定数などの物理定数のみから温度を導けるため、熱力学温度を測定する「一次温度計」として利用できる。さらに、過渡的な状態の気体温度を高い時間分解能で連続的に測定できる可能性ももつ。本研究は JST, ERATO 美濃島知的光シンセサイザプロジェクトの助成を受けて行われた。

- [1] A. Klose, G. Ycas, F. C. Cruz, D. L. Maser, and S. A. Diddams, "Rapid, broadband spectroscopic temperature measurement of CO₂ using VIPA spectroscopy," *Appl. Phys. B* **122**, 1-8 (2016).
- [2] F. Keilmann, C. Gohle, and R. Holzwarth, "Time-domain mid-infrared frequency-comb spectrometer," *Optics Letters* **29**, 1542-1544 (2004).
- [3] I. Coddington, W. C. Swann, and N. R. Newbury, "Coherent multiheterodyne spectroscopy using stabilized optical frequency combs," *Physical Review Letters* **100**, 4 (2008).