

〒240-8501 横浜市保土ヶ谷区常盤台 79-1

可視域高精度デュアルコム分光技術の 開発に成功

～環境測定や精密計測の産業応用に貢献～

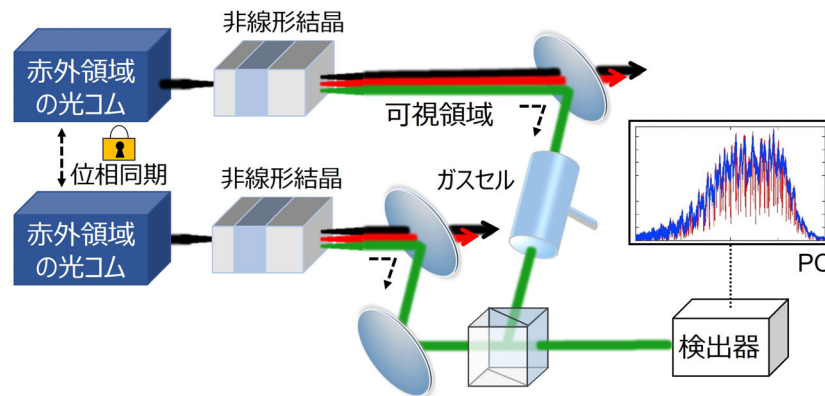
本研究のポイント

- ・ 可視波長領域において高安定な光コム（レーザー光の一種）を生成
- ・ 高精度可視デュアルコム分光技術の開発に成功
- ・ 環境モニタリング及び長さ精密計測の産業応用に貢献

【研究概要】

横浜国立大学の洪鋒雷教授、赤松大輔准教授（以上2名、大学院工学研究院）、杉山陽平、檜村翼、柏本佳寿（以上3名、理工学府大学院生）らは、赤外波長領域の光コムを可視波長領域に変換し、高精度な可視デュアルコム分光技術の開発に成功しました。その結果、従来の可視デュアルコム分光の精度を2.5～5倍に向上させることができました。今回の研究は、環境モニタリング及び長さなどの精密計測産業界への貢献も期待されます。

本研究成果は、シュプリンガーネイチャー社が発行する国際科学雑誌「Scientific Reports」に、2月13日に掲載されました。また本研究は、JSPS 科研費（18H03886）の助成を受けたものです。



可視デュアルコム分光の実験装置

【研究成果】

赤外波長領域の光コムを非線形光学結晶に入射させ、可視波長領域の光コムを発生させた。2つの可視光コムを用意し、そのうち1つの光コムはガスセルを通過させた後、もう一方の光コムを重ね合わせることで可視デュアルコム分光を実施した。今回用いる光コムの櫛の間隔が従来の光コムよりも狭いため、実現した可視デュアルコム分光は従来と比べて、2.5～5倍に精度向上を実現した。

【実験手法】

図で示された 2 台の赤外領域の光コムでは、光の波の位相が同期されている。赤外領域の光コムが非線形光学結晶を通過した後、その周波数が 2 倍になる光コムと 3 倍になる光コムが発生する。今回は、周波数が 3 倍になる可視波長領域の光コムを反射鏡で分離させて、デュアルコム分光に用いた。検出器で 2 つの可視光コムの干渉を観測し、計算によりガスの吸収スペクトルを得た。

【社会的な背景】

レーザーの光を用いた精密計測は、精密加工だけではなく、環境など生活に密着した分野まで応用可能である。その応用を広げるためには、レーザーの波長域を広げることが不可欠である。そこで、もともと赤外波長領域で発振する光コムを可視波長領域に変換し、それを用いた計測技術の開発が重要な研究課題となっている。

【今後の展開】

高精度可視デュアルコム分光技術を用いて、可視波長領域の原子や分子の吸収スペクトルを従来用も高い分解能で測定することが可能となる。高精度可視デュアルコム分光技術は、環境モニタリング及び長さ精密計測の応用範囲を拡大すると共に、精度向上にも寄与し、産業界への貢献も期待される。

【用語の説明】

光コム：モード同期レーザーと呼ばれる超短光パルスレーザーから出力される、広帯域かつ楕状のスペクトルを持つ光のこと。モード同期レーザーが発生する超短光パルス列は、決まった間隔を持った細かいスペクトル成分を持つ。このスペクトルの形状がくし (comb) に似ていることから「光コム (comb)」または「光周波数コム」と呼ばれる。

デュアルコム分光：光コムの周波数軸上の楕の間隔は繰り返し周波数という。この繰り返し周波数がわずかに異なる 2 台の光コムを用いた分光法をデュアルコム分光と呼ばれる。1 台の光コムの光がガスセルを通過した後、もう 1 台の光コムと干渉し、その干渉信号からガスの吸収スペクトルを得る。

【発表した論文の情報】

雑誌：Scientific Reports、13 巻、2549 頁、2023 年。DOI: 10.1038/s41598-023-29734-2

論文題目：Precision dual-comb spectroscopy using wavelength-converted frequency combs with low repetition rates (波長変換された低繰り返しの光コムによる精密デュアルコム分光)

著者：Yohei Sugiyama, Tsubasa Kashimura, Keiju Kashimoto, Daisuke Akamatsu and Feng-Lei Hong (杉山陽平、樫村翼、柏本佳寿、赤松大輔、洪鋒雷)

本件に関するお問い合わせ先

横浜国立大学 大学院工学研究院 教授 洪 鋒雷

電話：045-339-4320、e-mail：hong-fl @ ynu.ac.jp、

ホームページ：<http://hong-lab.ynu.ac.jp/>