

近赤外デュアルコム広帯域分光システムの開発

Dual-comb System for Broadband Near-infrared Spectroscopy

産総研¹, 慶大理工² ○大久保 章¹, 岩國 加奈², 稲場 肇¹, 長谷川 太郎²,
保坂 一元¹, 大苗 敦¹, 佐々田 博之², 洪 鋒雷¹NMIJ, AIST¹, Keio Univ.², ○Sho Okubo¹, Kana Iwakuni², Hajime Inaba¹, Taro Hasegawa²,Kazumoto Hosaka¹, Atsushi Onae¹, Hiroyuki Sasada², Feng-Lei Hong¹

E-mail: sho-ookubo@aist.go.jp

近年、光周波数コム（光コム）を広帯域高分解能分光用光源として利用する試みが広がっている。光コムは、モード同期レーザーが出力する超短パルス列であり、周波数軸上で観察すると、繰り返し周波数 (f_{rep}) 間隔でコムモードが等間隔に並んでいる。各モード周波数は f_{rep} とキャリアエンベロップオフセット周波数 (f_{ceo}) のみを用いて表すことができる。これを分光に用いる場合には光コムの各モードをどのようにして区別するかが重要となる。光コムのスペクトル帯域は 1 オクターブ以上に広げることが可能で、各モードを区別できれば f_{rep} の分解能が得られる。

デュアルコム分光法は、繰り返し周波数が Δf_{rep} だけ異なる 2 台の光コムを重ね、そのビート周波数をコムモード周波数に対応づける手法である[1]。図 1 にその原理を示す。ある周波数で 2 台のコムモード周波数が一致しているとすると、1 つ隣のモードでは周波数が Δf_{rep} だけ、2 つ隣のモードでは $2\Delta f_{\text{rep}}$ だけ異なる。これらをビート周波数として観測し、元のコムモードに対応づけることができる。ただし、2 台の光コムのどのモードのビートを観測しているかを区別するため、ビート周波数が $f_{\text{rep}}/2$ を超えないように一度に観測する周波数帯域を制限する必要がある。従って、モード数は $f_{\text{rep}}/(2\Delta f_{\text{rep}})$ となるので、 Δf_{rep} を小さくすることで区別できる光コムのモード数が増え、光周波数の帯域が広がる。しかし一方で、 Δf_{rep} が光コムの線幅より小さいと、光コム自身の周波数雑音によってモードを区別できなくなる。そのため、一度に観測できる帯域を拡げるためには、2 台の光コムの相対的な線幅が重要である。

今回、産総研で開発された狭線幅ファイバーコムを用いて、広帯域と高分解能を両立した近赤外デュアルコム分光システムを開発した。図 2 にシステムの構成を示す。2 台の光コムはそれぞれ、 f_{ceo} をマイクロ波基準信号に、そして光コムのある一つのモードを波長 $1.5 \mu\text{m}$ の CW レーザーに位相同期することで相対的な線幅を狭窄化し、高い周波数安定度を実現した。本講演では、2 台の光コムの相対線幅や光コム自身のスペクトル、および分子の吸収スペクトルなどのデータを紹介し、開発したデュアルコム分光システムの性能について議論する予定である。

[1] I. Coddington, *et. al.*, *Phys. Rev. Lett.* **100**, 013902 (2008).

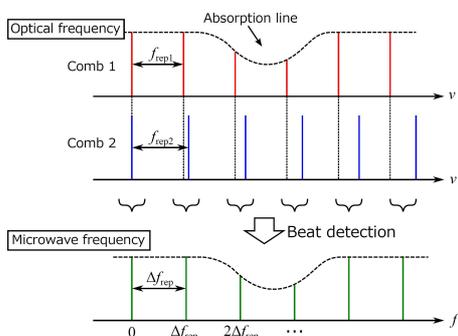


図 1 : Principle of dual-comb spectroscopy

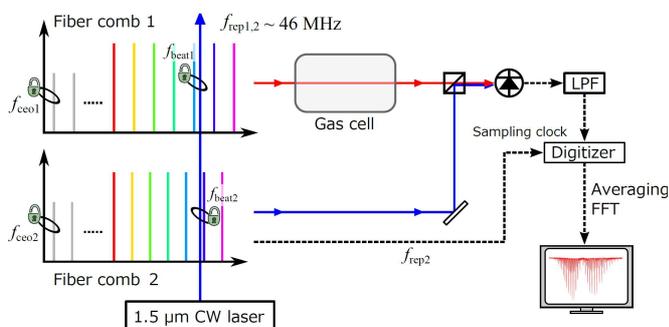


図 2 : Schematic of our dual-comb system