光コムと安定化レーザーによる分子吸収線形の観測

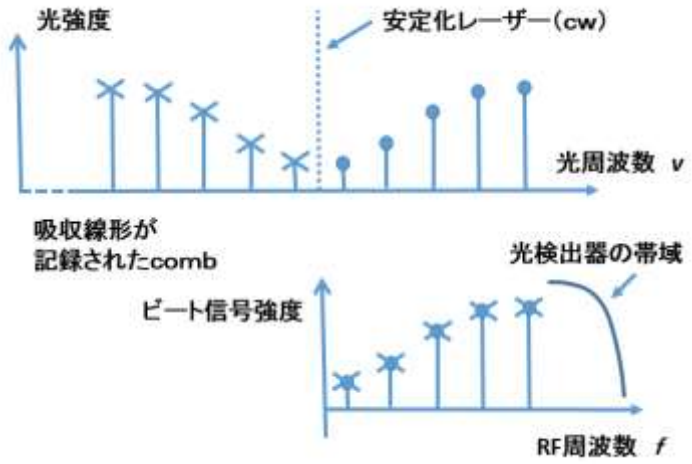
Observation of molecular absorption profile using an optical frequency comb and a wavelength stabilized laser

産総研 [1]，JST，ERATO 美濃島知的光シンセサイザ [2]
○大苗 敦 [1,2]，大久保 章 [1,2]，清水 祐公子 [1,2]、稲場 肇 [1,2]
NMIJ/AIST [1], JST, ERATO MINOSHIMA IOS [2],
○Atsushi Onae[1,2], Sho Okubo[1,2], Yukiko Shimizu[1,2], Hajime Inaba[1,2]
E-mail: a-onae@aist.go.jp

光周波数計測分野で大成功を収めてきた光コムは、光コム自身が広帯域をカバーする精密に制御されたレーザー群と考えられるので、近赤外の分子分光に利用できる広帯域光源でもある。一方、分子の振動回転遷移にもとづく吸収線は、分子の密度や温度を計測するための非常に有用なマーカを提供している。我々はこれまで、波長 1.55 μm で発振するファイバ型光コムによりアセチレン分子の振動回転遷移の計測などを行ってきた。

今回は、分子ガスセルを通過した光コムの各モードに記録されたアセチレンの吸収線形を、注目する同じ吸収線に波長安定化した連続発振のレーザーを使い、RF 領域のスペクトルアナライザの周波数帯において観測するための簡便な計測方法の提案と実証について報告する。

下の図は今回提案の方式の概要である。吸収線の左右対称性を仮定すると、吸収中心からの光周波数に従った吸収線形が、光コムと安定化レーザーの光ビート信号の強度として、安定化レーザーの周波数を中心に折り返されて RF 周波数領域に記録される。この際、我々が提案した「半奇数コム」[1] を実現する位相同期方式を使い、安定化レーザーの周波数が、光コムのモード間隔の中心になるように光コムをロックすることで、現れる光ビートの数を減らし、「半身」の吸収線形を観測しやすくする工夫ができる。また、光コムと安定化レーザーのビートを検出する際、バランスト・ヘテロダインの方法を利用すれば、光コム自身のモード間ビートによる繰り返し周波数信号を抑制して、吸収線形のみを S/N よく観察することができる。検出器の帯域が 1 GHz 程度のものを選べば、近赤外でのドプラー吸収の線幅（数百 MHz）を充分カバーできるので、全体として計測系は比較的安価で簡便に用意できる。データの取り込みなどを工夫すれば、試料の圧力変動や温度変化をリアルタイムで観測できる装置になると期待できる。



参考文献 [1] ：S. Okubo et. al., Applied Physics Express 8, 112402 (2015)

© 2016年 応用物理学会