

コサイン類似度を用いた光コムの特ラル安定性評価

Evaluation of spectral stability of optical frequency combs using cosine similarity

産総研¹ [○]入松川 知也¹, 清水 祐公子¹, 大久保 章¹, 稲場 肇¹

NMIJ, AIST¹, [○]T. Irimatsugawa¹, Y. Shimizu¹, S. Okubo¹, H. Inaba¹

E-mail: t-irimatsugawa@aist.go.jp

光コムは、広い波長帯域にわたって正確に等しい周波数間隔に並んだ発振モードを有し、光周波数計測をはじめとする多くの応用において“光のものさし”として利用されている。特に近年、光コムは分光測定的光源として利用されるようになってきている。一般的に分光測定においては測定試料無しの特ラルを基準にして試料の吸収特ラルを計算することがよく行われる。正確な吸収特ラルを得るには、光源の特ラル強度の時間的安定性が重要であり、これが精密な分光測定における特ラル精度の制限要因になっていることが懸念される。光コムは特ラルの周波数(横軸)において高い確度を実現できるが、特ラル強度(縦軸)の安定性については、我々の知る限りこれまで定量的な評価が十分行われてこなかった。

本研究では、コサイン類似度を用いた光特ラル強度の時間的安定性の評価法を新たに提案し、実際に複数の光コム装置について評価を行った。コサイン類似度は、多変数量をベクトルに見立て、それらのなす角度で多変数間の類似度を評価する指標である。ここで我々は、特ラル強度を多次元ベクトルに見立て、基準特ラルに対して特ラルがどのように変化したかを定量的に評価することを試みた。また、一定時間おきに記録した特ラルの最初の特ラルを基準とすれば、各時刻の特ラルとのコサイン類似度によって特ラルの時間変動を定量的に評価できる。Fig. 1(赤)に測定した特ラルからこのようにして求めたコサイン類似度の時間変化の例を示す。また、この特ラル変動の要因を調べたところ、光コムの周波数制御を行う励起レーザーへの帰還電流の時間変動から推定されるコサイン類似度の計算値(Fig. 1(黒))と測定した特ラルから求めたコサイン類似度がよく一致した。このことから、特ラル強度の時間変動の支配的な要因が光コムの励起レーザーへの帰還電流の変動であることが分かった。以上より、本手法を用いて光コムの特ラル強度変動の主要因を特定することに成功し、本手法が光コムの特ラル安定性の定量的な評価手法として有効であることを示した。

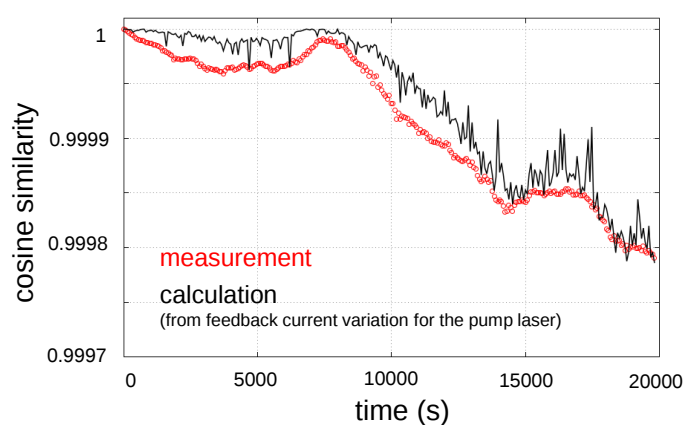


Fig. 1: Cosine similarity variation of an optical frequency comb.
Red: measurement. Black: calculation from the variation of the feedback current for the pump laser (black).