

隣接したパルス繰返し間隔長を用いた 任意かつ絶対的な長さを計測可能とする数理法

Mathematical method using adjacent pulse repetition interval length for arbitrary and absolute length measurement

長岡技大工¹ 〇韋 冬¹, 明田川 正人¹

Nagaoka Univ. of Technology¹, 〇Dong Wei¹, Masato Aketagawa¹

E-mail: weidong@mech.nagaokaut.ac.jp

2009 年 7 月、日本の計量法に定められた長さの国家標準（特定標準器）がフェムト秒光周波数コム（以下、光周波数コム）へと変わった。メートルは真空中に 1 秒間に光が伝搬する長さの約 3 億分の 1 で定義されている。単色光であるよう素安定化ヘリウムネオン（He-Ne）レーザーの周波数 f （波長 λ ）が安定しているため、 $\lambda = c / f$ のようにメートルの実現に使われた。 c は真空中の光速である。光周波数コムは同間隔 f_{rep} で並べられた複数の周波数のコヒーレント結合である。光周波数コムは各波長の集合である隣接したパルス繰返し間隔長（adjacent pulse repetition interval length, APRIL） $\Lambda = c / f_{\text{rep}}$ を持っている。この式は波長を得る式と同じようにメートルの定義から導かれていることを強調したい。本研究は、APRIL を用いた長さ計測の可能性を探求している^[1,2]。

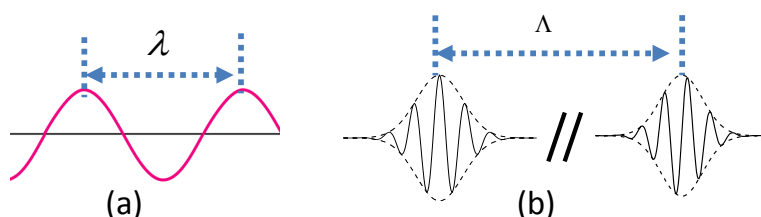


図 1. 光周波数コムが提供する長さの物差。(a) 波長。(b) 隣接したパルス繰返し間隔長。

本報では、波長と APRIL との対称性から、後者を用いた任意かつ絶対的な長さを計測可能な方法について検討する。本報はまず、単一の波長を長さ計測に用いた場合、発生する 2π の曖昧性と対称する、単一の APRIL による長さ計測における曖昧性を調べた。次に、安定化した波長と APRIL を得るために、必要な周波数安定性を調べた。APRIL の安定化にオフセット周波数 f_{CEO} の安定化が不要であることから、低コストの物差の提供につながることが分かった。また、オフセット周波数のずれによる空気の群屈折率への影響を調べた。最後に、従来にある波長による合致法との対称性から、任意かつ絶対的な長さを計測可能とする APRIL による合致法を示す。その特性についても議論する。

謝辞 本研究は公益財団法人内田エネルギー科学振興財団と学長裁量経費の重点配分の助成により実施したものです。感謝の意を表します。

参考文献 1. D. Wei and Masato Aketagawa, Optical Engineering, (印刷中) (2013). 2. D. Wei, K. Takamasu and H. Matsumoto, Precision Engineering 37 (3), 694-698 (2013).