

ゆらぎの下での高精度な絶対形状計測に向けた 合成波長光コム2色干渉計の開発

Development of two-color interferometry with optical frequency comb and synthetic wavelength
for high-accuracy shape measurement under air turbulence

電通大¹, JST, ERATO 美濃島知的光シンセサイザ², 清華大³

○(M2)生澤 佳久^{1, 2}, 中嶋 善晶^{1, 2}, 吳 冠豪³, 美濃島 薫^{1, 2, *}

The University of Electro-Communications¹,

JST, ERATO MINOSHIMA Intelligent Optical Synthesizer², Tsinghua University³

○Yoshihisa Ikisawa^{1, 2}, Yoshiaki Nakajima^{1, 2}, Guanhao Wu³, Kaoru Minoshima^{1, 2, *}

* E-mail: k.minoshima@uec.ac.jp

高精度な光学的測定において空気屈折率補正は重要である。我々は、2波長の光学距離を用いて空気屈折率の自己補正を行う2色法に光コムを適用した高精度な距離測定法を開発し、これまでに長期的な環境変動や[1-3]、急激な環境ゆらぎに対して[4]、超高精度な補正を実現してきた。一方、絶対測定の範囲拡大のため、光コム光源を用いた合成波長干渉法[5]の開発を行ってきた[6]。本研究では、これらの手法を組み合わせ、空気ゆらぎ存在下での広範囲な形状計測に適用する手法を開発するため、合成波長干渉法による測定結果を用いて2色法に適用した。

測定距離 61 m の終端にブロックゲージで作った 20 μm の段差形状を設置し、2つの波長の光 ($\lambda_1 = 1582.04 \text{ nm}$, $\lambda_2 = 777.06 \text{ nm}$) に対して 60 秒間隔で走査させ測定を行った。図1のように段差に対する位相変化は 2π の整数倍 N が不定のまま測定される。また空気屈折率の変動により距離情報がドリフトしている。一方、図2のように合成波長 ($\lambda_s = 44.078 \mu\text{m}$) による測定では段差情報を測定することができ、ここから波長次数 N を求めることができる。この結果を図1の測定結果に適用することで、図3のように段差情報を位相情報から精度良く求めることができる。さらに、この結果を用いて2色法を適用すると図4のようになり、空気屈折率の変動による遅いドリフト成分を除去しながら段差情報を取得することができた。今後は、大きな空気ゆらぎ存在下での高精度な空気屈折率補正の実現を目指す。本研究は JST, ERATO 美濃島知的光シンセサイザ JPMJER1304、および JSPS と NSFC の日中二国間交流事業(共同研究)の助成を受けた。

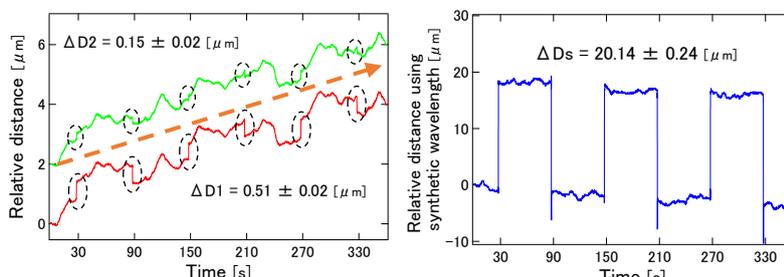


図1 2波長による位相測定

図2 合成波長による測定結果

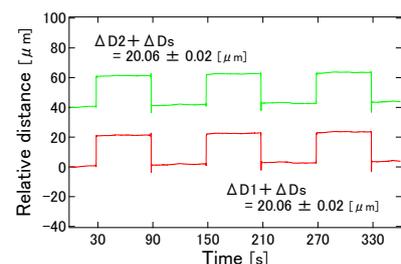


図3 合成波長による測定結果を用いた2波長による位相測定結果

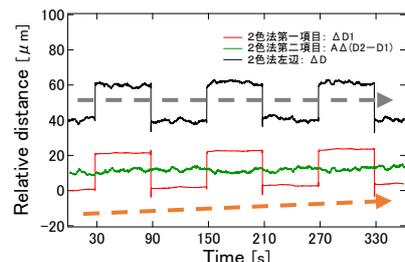


図4 2色法を適用した時の結果

- [1] K. Minoshima, K. Arai, H. Inaba, Opt. Express **19**, 26095-26105 (2011).
 [2] G. Wu, M. Takahashi, K. Arai, H. Inaba, K. Minoshima, Sci. Rep. **3**, 1891-1895 (2013).
 [3] K. Miyano, G. Wu, K. Minoshima, CLEO2016, STh4H.4 (2016).
 [4] Y. Ikisawa, T. Makino, Y. Nakajima, G. Wu, K. Minoshima, CLEO-PR2018, W4F.2 (2018).
 [5] G. Wu, M. Takahashi, H. Inaba, K. Minoshima, Opt. Lett. **38**, 2140 (2013).
 [6] 生澤, 中嶋, 吳, 美濃島, 第66回応用物理学会春季学術講演会, 講演奨励賞受賞記念講演 9p-W935-1 (2019年3月).