

光格子時計による標準時生成の精度についての検討

Investigation of precision of standard time generated by an optical lattice clock

情報通信研究機構 ○中川史丸, 蜂須英和, 井戸哲也, 花土ゆう子

NICT ○F. Nakagawa, H. Hachisu, T. Ido, Y. Hanado

E-mail: fumimaru@nict.go.jp

NICT では日本標準時及びその元となる UTC(NICT)の生成、維持を行っている。現状、UTC(NICT)は原振である水素メーザーと市販のセシウム原子時計 18 台の重み付平均による合成原子時から生成され、UTC に対する同期精度は $\sim \pm 20\text{ns}$ である。セシウム原子泉型周波数標準器を常時運転している世界有数の機関では、その結果を元に原振水素メーザーの周波数を適宜調整することで、 $\pm 5\text{ns}$ 以下の非常に高い同期精度を実現している。前回、UTC(NICT)の高度化を目的に、マイクロ波標準の精度を凌駕する光周波数標準を用いた標準時（時系）生成について提案を行った[1]。光格子時計の場合、短時間で原振水素メーザーの周波数を計測できることから、長時間連続運用の必要性が無くなり、断続的な計測での時系生成が可能となる。ただし、その計測頻度（間隔）は出力時系の精度に直接影響する。従って、実際の運用の際は、要求される出力時系精度と原振の水素メーザーの特性から、必要となる光格子時計の計測間隔を正確に見積もる必要が出てくる。

そこで今回我々は、光格子時計を使用して生成される時系の精度について理論的な考察を行った。具体的には、原振である水素メーザーの周波数を定期的かつ高精度に計測可能で、かつその結果を基に micro phase stepper（周波数調整器）で断続的に周波数を調整して時系を生成する場合の精度を見積もった。その結果、例えば我々が持っている中で最も高安定な水素メーザーを原振とした場合、周波数計測を 10 日間隔で実施し時系を生成すると、45 日間で $\sigma \sim 2.2\text{ns}$ であることが得られた。

さらに、実際に 2 週間に 1 度以上の頻度でストロンチウム光格子時計によって原振水素メーザーの周波数を計測し、その結果に基づき原振水素メーザーの信号に周波数調整器による調整を入れて実信号の時系生成実験を行っている。その結果、前述の見積結果に近い精度での時系生成が可能であることを確認できた。また現在、実信号生成で得られた計測データを元に多様なパラメータを調節したシミュレーションを行い、理論値とシミュレーションの結果について比較検討を行うとともに、さらなる時系生成改善の可能性を追求している。本発表では、光格子時計を用いた時系生成の方法および、理論値、実信号、シミュレーションによる精度の比較結果について報告する。

[1] 中川史丸ら、第 76 回 応用物理学会秋季学術講演会 14p-PB3-3 (2015)