

# 光格子時計の周波数計測の不確かさ低減

- 光格子時計の周波数計測の不確かさを詳細に評価・検討
- 素子の精密な温度制御、基準周波数の光ファイバ伝送により不確かさを低減
- 他の不確かさ要因も低減し、 $10^{-18}$ 台での周波数計測を目指す

## 研究のねらい

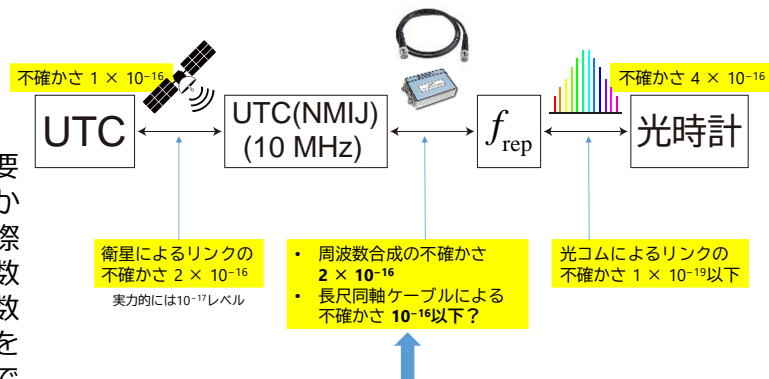
産総研の光格子時計の不確かさは $10^{-16}$ 程度にまで低減しており、光コムによる周波数計測の不確かさに迫っています。将来秒の定義が改定され、光時計により協定世界時（UTC）の精度が高くなっても十分に対応できるように周波数計測の不確かさを低減し、周波数不安定度を $1 \times 10^{-17}$ 以下とすることを目指しています。これまでに、一番大きな不確かさ要因であった周波数合成系の不確かさを目標値以下に低減しました。

## 研究内容

光コムによる周波数計測における不確かさ要因として、UTC(NMIJ)の基準周波数10 MHzから光コムのモードの周波数間隔 $f_{\text{rep}}$ を合成する際に生じる位相雑音があります。我々は、周波数逓倍器の温度変動に由来する位相雑音が周波数計測の不確かさの制限要因になっていることを突き止め、これに精密な温度制御を施すことで周波数不安定度を $1 \times 10^{-17}$ 以下にまで低減しました。また、UTC(NMIJ)の伝送媒体である長尺同軸ケーブルの温度変動による電気路長の伸び縮みが新たな不確かさ制限要因となることが明らかとなっています。現在、光ファイバを用いた基準周波数の伝送システムを構築することで、長尺ケーブル由来の不確かさを低減しようとしています。

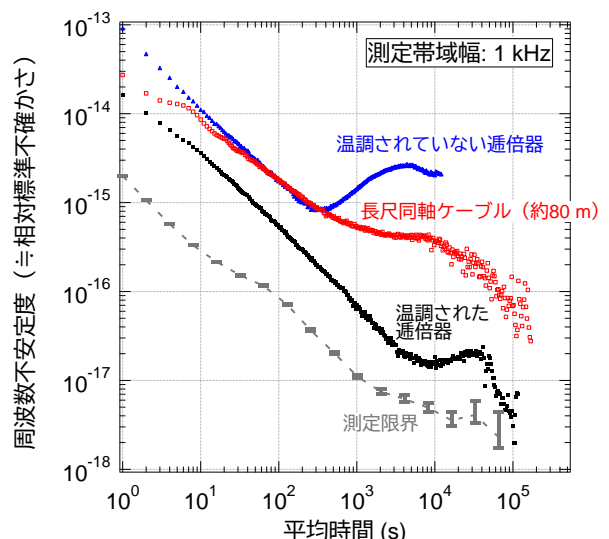
## 今後の展開

- マイクロ波周波数合成系が付加する周波数不安定度の低減
- 光ファイバ伝送路が付加する周波数不安定度の評価
- Metrologia 57 (2020) 065021
- IEEJ Trans. Electr. Electron. Eng. 7 (2012) S187
- 本研究はJSPS科研費JP17H01151, JP20K15201の助成を受けたものです。



光格子時計の周波数計測をする中で、不確かさとして大きいことが明らかになってきた

## 光格子時計の周波数計測の不確かさ要因



主要な不確かさ要因が付加する周波数不安定度