

# セシウム原子泉一次周波数標準器 NMIJ-F2の不確かさ評価

## 10<sup>-16</sup>の不確かさで秒の単位を決める

- 原子数の増大などにより、3時間の測定で10<sup>-16</sup>台の周波数安定度を実現
- ほぼ全ての項目における不確かさを6×10<sup>-16</sup>と評価
- 世界各国の標準時の元となる国際原子時の値づけに貢献する予定

### 研究のねらい

セシウム原子の共鳴周波数に基づいて定義されている秒を最も正確に実現する手法は、レーザ冷却された原子を打ち上げて共鳴マイクロ波と相互作用させる原子泉と呼ばれる手法です。我々はこれまでに不確かさ4×10<sup>-15</sup>のセシウム原子泉1号器を用いて、世界各国の標準時の元となる国際原子時の値づけに寄与してきました。現在、セシウム原子泉2号器NMIJ-F2を作製し、周波数安定度の向上や外部環境に起因する周波数シフトの精密な見積もりにより、10<sup>-16</sup>台の不確かさを実現しようとしています。

### 研究内容

光ポンピングと呼ばれる特定の状態に原子を集める手法により周波数測定に関わる原子の数を増加させるとともに、原子泉にマイクロ波を供給する発振器として超高安定な低温サファイア発振器を適用することにより、7×10<sup>-14</sup>τ<sup>-1/2</sup>（3時間で10<sup>-16</sup>台に到達）まで周波数安定度を向上させました。また、磁場や、室温の周辺物体からの黒体放射や、原子間衝突などによる周波数シフトを実験的・理論的に見積もり、ごく一部の項目を除いて不確かさを6×10<sup>-16</sup>と評価しました。現在は、全ての項目についての不確かさ評価とともに、長期運転による国際原子時との周波数比較を行っているところです。



セシウム原子泉NMIJ-F2

### 連携可能な技術・知財

- 各種原子時計の開発や評価
- 原子のレーザ冷却等の技術
- 外部共振器半導体レーザの作製
- IEEE Trans. Instrum. Meas. 64 (2015) 2504.
- IEEE Trans. Ultrason. Ferroelec. Freq. Control 61 (2014) 1463.
- Appl. Phys. Express 9 (2016) 032704.
- 本研究の一部は、科学研究費補助金（若手（B））「長期連続動作する超精密な原子泉型一次周波数標準器の開発（平成26年度～平成28年度）」により行われたものです。